

해양의 유류와 유해액체물질 오염의
정화기술 연구(I)

A Study on the Cleanup Technology of Oil and
Chemical Spills at Sea

1993. 11.

연 구 기 관
한국해양연구소

과 학 기 술 처

제 출 문

과학기술처 장관 귀하

본 보고서를 “해양의 유류와 유해액체물질 오염의 정화기술 연구”
사업의 1차년도 보고서로 제출합니다.

1993년 11월

한국해양연구소

연구책임자 : 오재룡

연구원 : 강성현 이수형
 김은수 양동범
 조성록 김경태
 송기섭 박선규
 김종근 김기범
 황현민 박재석
 정주영 신영범
 김보연 장현숙
 조용기 최영일
 김평옥 이원범
 김용환 고기석

요 약 문

I. 제 목

해양의 유류와 유해액체물질 오염의 정화기술 연구(I)

II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리나라의 주변 해상에서는 유류와 유해액체물질의 유출사고가 빈번하게 발생하고 있으나 유출오염사고에 대비한 체계적인 대응체제와 방제기술을 아직 갖추고 있지 못한 상태이다. 해상에서 발생하는 유출사고는 그 발생시기와 장소를 예측할 수 없을 뿐만 아니라, 유출물이 매우 다양하고 유출 상황도 매번 상이하므로 이를 효과적으로 처리하여 피해를 최소화하기 위해서는 고도의 기술전략적인 방제체제가 구축되어 있어야만 한다. 특히 유해액체물질의 경우 그 종류가 수천여종에 달하며, 각각의 유해물질들은 해양환경으로 유출된 후 화학적 특성에 따라 아주 상이한 변화과정을 거치게 되므로, 사고 발생의 탐지와 식별 뿐만 아니라, 과학적인 대응조치를 취하기 위해서는 고도의 기술이 필요하다.

대형 유출사고를 경험한 선진 각국에서는 이미 20여년 동안 유류와 유해물질의 유출사고에 대응하기 위하여 막대한 투자를 해왔으며, 이미 상당한 수준의 기술력과 완벽한 대응 체제를 갖춘 상태이다. 미국은 1970년대 초부터 방제기술에 관한 연구를 수행해 왔으며, 인근 일본의 경우에도 해상보안청과 해상재해방지센터를 중심으로 1973년(소화 47년)부터 활발한 연구를 수행해 왔다. 우리나라의 경우 연안에서 발생하는 각종 유출사고는 연 200건을 상회하고 있으며, 서해안 개발과 중국의 경제개발 등으로 해상 물동량이 급증하고 있어, 대형사고의 위험이 날로 증가하고 있음에도

불구하고 피해를 줄이기 위한 과학적인 방제기술과 정화기술을 확보하지 못하고 있는 실정이다. 개정된 우리나라의 해양오염 방지법에서도 MARPOL 협약에 근거하여 유류 및 유해물질에 의한 오염을 규제하는 세부규정을 두고 있으나, 우리나라의 영해내에서 유해액체물질의 유출사고가 발생할 경우 실제로 법집행에 필요한 신속한 유출물의 식별과 오염물질의 제거조치가 불가능한 상태이다.

1990년 11월 국제 해사기구(IMO)의 후원하에 전세계 90개국 이 채택한 유류오염의 예방, 대응 및 협력에 관한 국제협약(The International Convention on Oil Pollution, Preparedness, Response and Co-operation)에서는 오염사고 발생시에 이에 대처하기 위한 자세한 긴급방제계획을 마련하도록 규정하고 있으며, UNEP 지역해 프로그램에서는 각 지역해마다 유출사고에 대비한 주변국간의 공동 협력체제를 구축하여 이에 대비토록 하고 있다.

본 연구에서는 향후 동북아 해역의 공동방제체제 구축에 대비하여 우선 유출사고시 한일간의 공동협력에 관한 협정을 체결하기 위한 제반 준비작업을 수행하고, 일본 해상 보안청과의 공동연구를 통하여 유해물질 유출사고시의 대응체제와 각종 유출물질 식별기술과 정화기술을 확보하는 것을 목적으로 한다. 아울러 본 연구에서는 성능이 우수한 유결화제를 개발하여 유해물질 해상 유출시의 처리방법을 개선하며, 위해도를 예측하는 기술을 확보하여 신속하고 과학적인 방제지원업무에 활용하고자 한다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구에서는 우선 유해물질의 유출사고 방제 순서별로 필수적인 모든 기술을 도출함으로써 목표를 설정하였다. 유해물질 사고시의 방제 순서에

따라 크게 5단계로 분류하고, 다시 각 방제 단계별로 필수적인 기술을 도출하였다. 도출된 전체 세부 기술은 26가지로서 이를 3년이라는 단기간내에 확보하기 위하여 각 방제 단계별로 추진 계획을 수립하였다. 각 방제 단계와 그 목표는 다음과 같다.

단계	방제 단계	단계별 목표
1 단계	사전 준비	유해물질 사고에 대비한 사전 준비
2 단계	사고물질 확인	유해물질 사고시의 신속한 유출물질 확인
3 단계	1차 긴급 방제·조치	1차 응급 방제 조치에 필요한 기술 확보
4 단계	위험추정 및 평가	확산 예측 및 위험 평가 기술의 확보
5 단계	방제 및 정화작업	과학적인 방제 및 정화작업 실시

본 연구의 1차년도에는 각 방제 단계별 세부기술중에서 최우선적으로 해결되어야 할 기술분야나 시간이 오래 소요되는 분야를 중심으로 추진되었다. 제 2 장에서는 유해물질 사고에 대비한 사전준비 체제를 갖추기 위해 필요한 방제체제 구축(2장 2절)과 인접국과의 공동방제체제 구축을 위한 준비작업(2장 3절)을 수행하였다. 3장에서는 유류 및 유해물질 사고시 유출물질의 확인에 필요한 기술을 다루었다. 유해물질 분류체제의 통일(3장 2절)과, 유해물질 확인 시스템의 도입(3장 3절), 유해물질인 다환 방향족 탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons:PAHs)와 유기염소계 농약류, PCBs 등의 분석 기술(3장 4절)을 다루었다. 4장에서는 사고현장에서 신속한 1차 응급 조치가 필요한 2,000종의 유해화학물질에 관한 응급 방제 조치 요령(4장 3절)에 관하여 다루었다. 5장에서는 유해물질 사고시의 위험추정 및

평가를 위한 기술 연구의 일환으로 1993년 10월 대산항에서 발생한 나프타 유출사고를 바탕으로 나프타 유출사고시의 위험평가기술에 관하여 실제 상황을 가상 설정한 시나리오를 바탕으로 연구하였다(5장 2절). 6장에서는 사고현장의 상황별로 흐름도에 따라 방제조치를 선택할 수 있게 하는 조치 요령(6장 2절)과 유해물질별 방법 선택(6장 3절), 겔화제의 개발(6장 4절), 침강성 유해물질의 정화기술연구(6장 5절) 등을 수행하였다.

IV. 연구결과 및 활용에 관한 건의

1. 유류 및 유해물질 사고에 대비한 사전 준비체제를 갖추기 위하여 본 연구에서는 체계적인 명령체계의 구축을 위한 필수적인 구성요소를 분석하였으며, 주변국과의 공동 대응체제를 구축하기 위한 첫번째 단계로서 일본과의 공동 방제협정에 대비한 준비작업을 수행하였다.
2. 유해물질의 사고시에 신속하게 유출된 물질을 확인하기 위해서는 우선 유해물질의 분류체계가 통일되어 있어야 한다. 우리나라는 유해물질 관리가 여러가지 관련법에 나뉘어져 있으며, 분류 체계도 통일되어 있지 않은 상태이다. 본 연구에서는 국내의 유해화학물질 분류체계를 분석하고, 유엔의 위험물 수송에 관한 권고사항 및 국제해사기구의 해상위험물 규칙, 미국의 유해화학물질 분류체계 등 국제적으로 널리 통용되고 있는 분류체계와 비교하였다. 또한 사고현장에서의 신속한 유출물 확인작업을 가능케 하는 표찰이나 플래카드 등 유해물질 확인 시스템에 관해서도 비교 연구하였다.
3. 미확인된 유류 및 유해물질의 유출사고가 발생했을 때, 유출물의 확인을 위한 분석기술에 관하여 연구하였다. 1차년도에는 우선 유류 성분중에서 난분해성인 다환방향족 탄화수소류(PAHs)와 잔류성이 강하고 독성이 높은

유기염소계 농약과 PCBs 화합물들을 중심으로 미량분석기술을 확립하였다. 퇴적물과 해양생물을 분석하기 위하여 각각을 추출과정, 사전정제 및 농축과정, HPLC를 이용한 정제 과정, GC를 이용한 분석과정 등 4단계로 나누어 세부적인 분석방법을 확립하고 결과를 제시하였다. 본 연구를 통하여 미량분석기술이 확립된 화합물은 다환 방향족 탄화수소류(PAHs) 24종과, DDT와 그 대사물질 6종, DDT를 제외한 유기염소계 농약류 9종, PCBs 27종 등 총 66종의 유해물질이다.

4. 사고현장에서의 신속한 1차 응급조치에 필요한 기술을 확보하기 위하여, 유해화학물질 데이터베이스 구축현황을 분석하였다. 그리고, 사고현장의 1차 응급 방제 조치 요령집을 발간하기 위하여 2,000여종의 유해화학물질에 대한 방제 요령을 66가지로 세분하고, UN 번호로 물질을 확인하여 응급방제조치를 검색할 수 있게 하였다.

5. 유해물질의 유출사고시 위험 평가기술을 확보하기 위하여 1차년도에는 우선 1993년 10월 1일 대산항에서 발생한 나프타 유출사고를 가상 시나리오를 통하여 확산범위와 위험성에 대한 평가를 실시하였다.

6. 유해화학물질을 9가지로 분류하고 유출상황별로 현장에서의 방제조치에 도움을 줄 수 있도록 17종류의 방제 조치 흐름도(Flow chart)를 작성하였다.

7. 유출사고시 신속하게 유해물질의 방제방법을 검색할 수 있게 하기 위하여 1024종의 유해화학물질에 대한 방제 및 정화방법 요약집을 작성하였다.

8. 성능이 우수한 겔화제를 개발하기 위하여 핵심 성분검색을 통해 조합 시험을 실시하였으며, 제3세대 겔화제의 특성을 갖는 새로운 형태의 겔화제를 개발하고 시제품을 제작하였다.

9. 유출사고시 가장 처리가 어려운 침강성 유해물질의 방제 및 정화기술을 확보하기 위하여 매립 및 고형화 기술, 물리 화학적 처리기술 등의 외국 동향을 파악하고 각종 방제방법의 타당성을 분석하였다.

ABSTRACTS

I. Title

A Study on the Cleanup Technology of Oil and Chemical Spills at Sea(I)

II. Significance and Objectives of the Study

The increase of accidental oil and chemical spills in the Korean Waters has caused the irrevocable loss in fisheries as well as the severe damage to marine ecosystem. But there is no well organized response system and cleanup technology yet. Oils and chemicals are exposed to wide variety of environmental conditions, when they are released at sea. Highly strategic response activities for the various spill accidents are critical to take immediate actions against the spills to minimize the damage. Especially, in case of hazardous chemical spills, there are thousands kinds of chemicals and each of them passes through different transformation pathways according to their chemical characteristics after the spillage. Therefore, sophisticated technology is needed to detect and identify the spill accident and to maneuver scientific response act.

Developed countries which experienced catastrophic spill accidents already invested huge amount of funds to respond oil and hazardous chemical spills for the last 20 years. USA has been carrying out research on cleanup technology from the early 1970s and Japan also has been continuing research activities centered at Maritime Safety Agency and

Maritime Disaster Prevention Center from 1973. More than 200 spill accidents happen nearshore in Korea every year and as the amount of surface transportation is increasing rapidly, because of the industrialization of China and the development of west coast of Korea, the danger of big spill accident grows. But Korea has not secured scientific response and cleanup technology to minimize the damage by the spill accident yet.

In revised Marine Pollution Prevention Act of Korea, there are detailed items to regulate the pollution by oil and hazardous chemicals which based on MARPOL 73/78. But it has serious drawbacks and there is no well organized response system, so in case of spillage of liquid hazardous material in Korean waters, rapid identification of the material to impose the regulations and effective cleanup activity are nearly impossible.

In "International Convention on Oil Pollution, Preparedness, Response and Co-operation" which was supported by IMO and adopted by 90 countries in November, 1990, each country shall prepare detailed emergency response plan to deal with the pollution accident promptly. In the Regional Seas Program of UNEP, each Regional Seas Program has co-operational system among related countries to countermeasure spill accidents.

The objectives of this study was to prepare for forthcoming contraction of agreement of co-operation between Korea and Japan to respond spill accidents, and to secure the identification techniques and cleanup technology of hazardous chemical spills. Other objectives are to improve the cleanup technology by developing effective gelling agent and to secure the techniques of estimating the risk of hazardous chemicals to

utilize for scientific response support activity.

III. Scope of the Study

First of all, all the necessary technologies were drawn out from the hazardous chemicals response sequences to establish the objectives of this study. Response sequences were classified into five steps, and the essential technologies of each step were drawn out. To secure all the essential technologies within three years, a stepwise plan was established. Each response step and its objectives are as follows,

Step	Response Sequence	Stepwise Objectives
1st	Preparedness	Advance planning for the hazardous chemical spill
2nd	Identification of the spilled chemical	Rapid identification of the spilled chemical
3rd	Primary emergency response	Securing the essential technology of first emergency response
4th	Risk assessment and hazard evaluation	Obtaining the technology of forecasting spill trajectory and assessing the risk
5th	Response and cleanup	Operation of scientific response and cleanup

In the first year, some technologies of top priorities were selected and carried out among the necessary stepwise technologies. Response system was built to construct preparedness system for the hazardous chemical spill, and preparation for the co-operational response system with

neighbouring countries was carried out. Technologies which are necessary to identify the spilled chemicals were treated: unify the classification system of the hazardous chemicals, introduce the hazardous chemical identification system, and establish the identification techniques of spilled oil and hazardous chemicals. Outline of emergency response on the scene of the spill was described about two thousand hazardous chemicals which need rapid primary emergency response. Risk assessment of naphtha spill accident was carried out based on naphtha spill accident which happened in Taesan, west coast of Korea, in October, 1993. Method outline of selecting the response method by following the flow chart as the variation of circumstances of the spill site, selection of response method based on the characteristics of the hazardous chemicals, and cleanup technology of falling hazardous chemicals were studied.

IV. Results and Suggestions

1. To prepare for the oil and hazardous chemical spills, the essential components of organized incident command system were investigated. As the first step of building co-operational response system with neighbouring countries, the scheme of the co-operational response agreement between Korea and Japan was constructed.
2. Classification system of the hazardous chemicals must be unified to identify the spilled chemicals rapidly. Hazardous chemicals are being managed under different regulations and the classification system of them is not unified yet in Korea. Classification system of hazardous chemicals

of Korea was analyzed, and it was compared with recommendations on the transport of dangerous goods of UN, IMDG(International Maritime Dangerous Goods) Code, and classification system of hazardous chemicals of USA which are commonly used world-wide. And identification systems of hazardous substances like labels and placards which enable rapid identification of the substance on the spill site were compared.

3. Analytical techniques of PAHs, organochlorine pesticides and PCBs in sediment and marine organisms(mussels and oysters) were established. The techniques are composed of four steps: extraction, cleanup and concentration, cleanup by HPLC(high performance liquid chromatography) and analysis by GC/ECD(gas chromatograph/electron capture detector) and GC/FID(gas chromatograph/flame ionization detector).

4. To secure the technique for rapid primary emergency response, databases of hazardous chemicals were analyzed. And outlines of response methods of 2,000 of hazardous chemicals were classified into 66 kinds to publish pocket book of the primary emergency response. The emergency response method can be easily retrieved after identifying the substance by its UN Number.

5. To secure the risk assessment technology of hazardous chemical spills, the aerial dispersion was simulated by ALOHA. Naphtha spill accident which happened in Taesan, west coast of Korea, in October, 1993 was tested.

6. Hazardous chemicals were classified as 9 kinds and flow charts of response method were drawn up to help the response activities on spill site.
7. Summary of response and cleanup method of 1,024 kinds of hazardous chemicals was prepared to retrieve the response method rapidly when spill happens.
8. To develop effective gelling agent, the components of commercial gelling agents were identified and blending experiment were carried out. New gelling agent which has the characteristics of the third generation was developed.
9. To secure the most difficult response and cleanup technology of sinking hazardous substances, the trends of capping, solidification, and physicochemical technologies of foreign countries were grasped and the adequacy of these methods were analyzed.

목 차

표 목차.....	23
그림 목차	27
제 1 장 서론.....	31
제 2 장 유해물질 사고에 대비한 사전 준비 체제.....	39
제 1 절 서 언.....	41
제 2 절 유해물질 방제체제 구축을 위한 명령체제의 개편 방안.....	43
1. 유해물질 사고 처리를 위한 새로운 명령체제의 필요성.....	43
2. 유해물질 사고 처리를 위한 명령체제의 개념.....	44
3. 유해물질 사고 처리를 위한 명령체제의 구성요소.....	45
4. 사고 처리를 위한 명령 체제의 주요기능 영역.....	48
5. 방제체제의 구축: 미국 방제체제의 예.....	51
제 3 절 인접 국가간의 유해물질 사고 공동 방제체제 수립.....	59
1. 인접 국가간의 공동 방제체제 구축의 필요성	59
2. 일본의 유출사고 방제 관련 법 및 체제 분석.....	60
3. 우리나라의 유출사고 방제 관련 법 및 체제 분석.....	71
4. 한일 양국의 해양오염 방제 관련법 및 체제 비교.....	74
5. 한일 공동 해상 유출사고 방제협정 체결을 위한 준비.....	76
참고문헌.....	84
제 3 장 유류 및 유해물질 사고시의 유출물질 확인.....	87
제 1 절 서 언.....	89
제 2 절 유해화학물질의 분류 체계.....	90
1. 국내의 화학물질 분류 체계.....	90

2. 유엔의 위험물 수송에 관한 권고사항.....	95
3. 국제해사기구의 국제 해상 위험물 규칙.....	95
4. 미국의 화학물질 분류 체계.....	96
제 3 절 유해물질의 확인 시스템.....	99
1. 유해물질 표찰.....	99
2. 위험물 명세서.....	104
3. 플래카드.....	105
제 4 절 유해화학물질의 분석기술.....	106
1. 분석 준비.....	106
2. 해양생물중의 미량 유기독성물질 분석기술.....	108
3. 퇴적물중의 미량 유기독성물질 분석기술.....	113
참고문헌.....	130
제 4 장 사고현장에서의 1차 응급조치를 위한 대응 기술.....	133
제 1 절 서 언.....	135
제 2 절 유해화학물질 데이터베이스 구축.....	136
제 3 절 사고 현장에서의 1차 응급 방제 조치 요령.....	150
참고문헌.....	274
제 5 장 유해물질 사고시의 위험추정 기술.....	275
제 1 절 서 언.....	277
제 2 절 나프타 유출사고시의 위험 추정 기술.....	278
1. 나프타 유출사고의 특성.....	278
2. 대산항 나프타 유출사고의 위험 평가.....	287
참고문헌.....	299
제 6 장 유해물질 사고시에 필요한 과학적인 방제 및 정화 기술.....	301
제 1 절 서 언.....	303

제 2 절	유해물질의 분류별 방제 및 정화방법 흐름도.....	306
제 3 절	유해물질별 방제 및 정화방법의 선택.....	332
제 4 절	겔화제의 개발.....	362
제 5 절	침강성 유해물질의 방제 및 정화기술.....	369
	1. 침강성 유해물질의 특성.....	369
	2. 오염된 퇴적물과 유출물질의 제거기술.....	370
	3. 현장처리기술.....	370
	참고문헌.....	385

Contents

List of Tables.....	23
List of Figures.....	27
Chapter 1. General Introduction.....	31
Chapter 2. Advance Planning against Oil and Chemical Spills	
1. Introduction.....	41
2. Construction of Incident Command System for the Countermeasure against the Hazardous Chemical Spills.....	43
1) Needs for Incident Command System.....	43
2) Concept of Incident Command System.....	44
3) Components of Incident Command System.....	45
4) Functional Areas of Incident Command System.....	48
5) Construction of Response System: Case of USA in Example.....	51
3. Construction of Emergency Response System between Korea and Japan.....	59
1) Need for Emergency Response System between Korea and Japan.....	59
2) Regulations related with Spill Response in the Marine Pollution Prevention Act of Japan.....	60
3) Regulations related with Spill Response in the Marine Pollution Prevention Act of Korea.....	71

4) Comparison of Regulations related with Spill Response.....	74
5) Preparation for the Agreement of Korea-Japan Emergency Response Co-operation	76
Reference.....	84
Chapter 3. Identification of Spilled Hazardous Materials	87
1. Introduction.....	89
2. Classification of Hazardous Materials	90
1) Classification of Hazardous Chemicals in Korea.....	90
2) Recommendations on the Transport of Dangerous Goods.....	95
3) International Maritime Dangerous Goods Code of IMO.....	95
4) Classification of DOT in USA.....	96
3. Identification System of Hazardous Materials	99
1) Labels.....	99
2) Placards.....	104
3) Shipping Papers.....	105
4. Analytical Techniques of Hazardous Chemicals.....	106
1) Preparation for Chemical Analysis.....	106
2) Analysis of Toxic Organic Contaminants in Tissue.....	108
3) Analysis of Toxic Organic Contaminants in Sediment.....	113
Reference.....	130
Chapter 4. Primary Emergency Response Technology.....	133
1. Introduction.....	135
2. Database of Hazardous Chemicals.....	136
3. Emergency Response guide.....	150
Reference.....	274

Chapter 5. Hazard Assessment at Chemical Spills	275
1. Introduction.....	277
2. Hazard Assesment of Naphtha Spill Accident	278
1) Features of Naphtha Spills.....	278
2) Hazard Assesment of Naphtha Spill Accident in Port Daesan.....	287
Reference.....	299
Chapter 6. Scientific Response and Cleanup Technology for Hazardous Material Spills.....	301
1. Introduction.....	303
2. Flow Chart according to the Classification of Hazardous Materials.....	306
3. Selection of Response and Cleanup Technology.....	332
4. Development of Gelling Agent.....	362
5. Response and Cleanup Techniques of Sinking Hazardous Chemicals.....	369
1) Features of Sinking Hazardous Chemicals.....	369
2) Cleanup Technology of Contaminated Sediment and Spilled Chemicals.....	370
3) in situ Technology.....	370
Reference.....	385

List of Tables

Table 1-1.	Stepwise goals of emergency response actions against hazardous chemical spills.....	36
Table 1-2.	Essential technologies and research plans to accomplish stepwise research goals.....	38
Table 2-1.	Details of the Convention of Korea-Japan SAR.....	79
Table 3-1.	Regulations related with hazardous materials.....	92
Table 3-2.	Toxic materials and classification of special toxic materials.....	93
Table 3-3.	Classification of hazardous chemicals on fire fighting act in Korea.....	93
Table 3-4.	Classification of hazardous chemicals on the occupational safety and health act in Korea.....	94
Table 3-5.	UN classification and definition of classes of dangerous goods.....	96
Table 3-6.	IMO classification and definitions of classes of dangerous goods.....	97
Table 3-7.	Comparison of IMO and DOT Hazard Classes.....	98
Table 3-8.	Organic chemicals determined.....	117
Table 3-9.	Standard and Calibration Solutions.....	118
Table 3-10.	Addition of standards and reagents to the tissue samples and blanks	120

Table 3-11.	Addition of standards and reagents to the sediment samples and blanks.....	120
Table 3-12.	Gas Chromatographic Conditions of GC-ECD.....	122
Table 3-13.	Gas Chromatographic Conditions of GC-FID.....	123
Table 3-14.	Selected peak areas and retention times of an AH GC-CAL chromatogram using the FID detector.....	124
Table 3-15.	Selected peak areas and retention times of a CH GC-CAL chromatogram using the ECD detector.....	125
Table 3-16.	Selected peak areas and retention times of a PCB Congeners standard chromatogram using the ECD detector.....	126
Table 4-1.	Example of hazardous chemical data sheet prepared by KORDI.....	138
Table 4-2.	Databases of hazardous materials.....	140
Table 4-3.	Example of hazardous chemical data sheet produced by Korea Hazardous Chemical Safety and Technology Center.....	143
Table 4-4.	Example of hazardous chemical data sheet produced by Korea Toxic Substances Management Association.....	145
Table 4-5.	Example of hazardous chemical data sheet produced by Japanese Maritime Disaster Prevention Center.....	146
Table 4-6.	Example of hazardous chemical data sheet produced by Environment Canada.....	148
Table 4-7.	Example of hazardous chemical data sheet produced by NIOSH.....	149

Table 4-8.	ID number index of hazardous materials. Two digit number represents the response number of the spilled chemical.....	152
Table 4-9.	Example of emergency response guide of hazardous materials.....	208
Table 5-1.	Classification of naphthas by their boiling point range.....	279
Table 5-2.	Physical and chemical properties of various naphtha.....	280
Table 5-3.	CHRIS data sheet of naphtha solvent.....	282
Table 5-4.	CHRIS data sheet of naphtha coaltar.....	284
Table 5-5.	Boiling Point and Weight Percentage of Hydrocarbon Constituents of Light Naphtha.....	286
Table 5-6.	Input Data of ALOHA Air Dispersion model.....	288
Table 5-7.	Maximum Concentraions of Naphtha in air at Dokgot-Ri after 1 hour of the Spill Accident.....	289
Table 6-1.	Cautionary and corrective response methods of chemical spills.....	333
Table 6-2.	Commercial gelling agents and solidifiers.....	366
Table 6-3.	Applicable countermeasures of insoluble sinker spills in water.....	373
Table 6-4.	Properties and erosion velocity of inert capping materials.....	374
Table 6-5.	Spilled materials and active capping materials.....	377

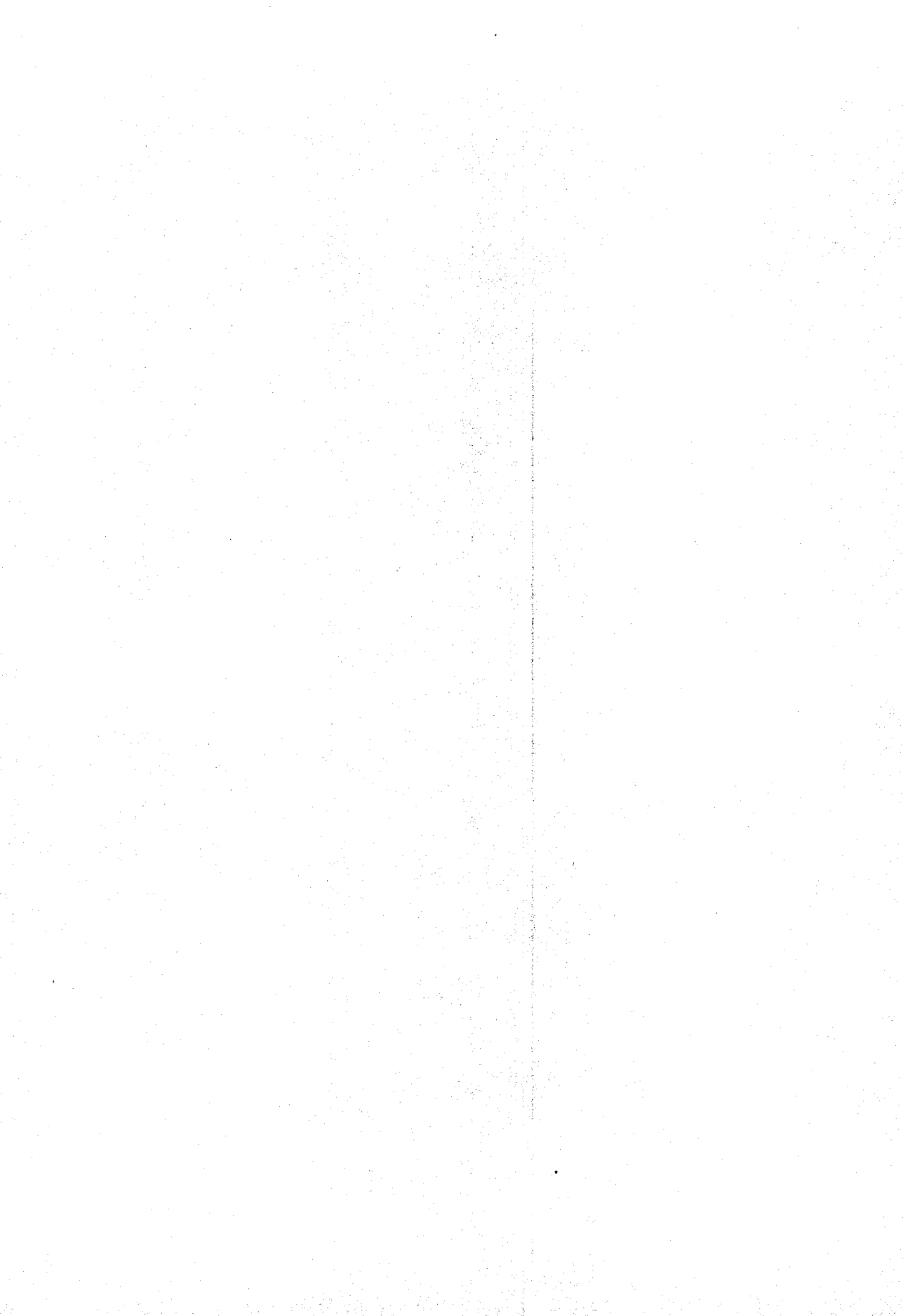
List of Figures

Fig. 2-1.	Major functional areas of the ICS.....	48
Fig. 2-2.	Hazardous materials ICS managerial roles.....	49
Fig. 3-1.	Examples of labels and placards of hazardous materials used in Korea.....	100
Fig. 3-2.	Examples of labels and placards of hazardous materials used in USA.....	102
Fig. 3-3.	Schematic Diagram of HPLC Cleanup System.....	121
Fig. 3-4.	AH GC-CAL chromatogram using the FID detector retention times can be found in Table 3-14	127
Fig. 3-5.	CH GC-CAL chromatogram using the ECD detector. Retention times can be found in Table 3-15.....	128
Fig. 3-6.	PCB Congeners chromatogram using the ECD detector. Retention times can be found in Table 3-16.....	129
Fig. 5-1.	Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability D and wind speed 10 m/s with no inversion.....	291
Fig. 5-2.	Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability D and wind speed 10 m/s with with inversion.....	292
Fig. 5-3.	Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability C and wind speed 10 m/s with no inversion.....	293
Fig. 5-4.	Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability C and wind speed 10 m/s with inversion.....	294

Fig. 5-5.	Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability B and wind speed 4 m/s with no inversion.....	295
Fig. 5-6.	Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability B and wind speed 4 m/s with inversion.....	296
Fig. 5-7.	Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability C and wind speed 4 m/s with no inversion.....	297
Fig. 5-8.	Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability C and wind speed 4 m/s with inversion.....	298
Fig. 6-1.	Figure number of flow chart according to the hazard classification of dangerous goods	307
Fig. 6-2.	Flow chart of emergency response in case of the accident of explosives(IMO Class 1) having mass explosion and projection hazard.....	308
Fig. 6-3.	Flow chart of emergency response in case of the accident of explosives(IMO Class 1) having fire hazard.	309
Fig. 6-4.	Flow chart of emergency response in case of the accident of explosives(Class 1) having no significant hazard.....	310
Fig. 6-5.	Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable gas(Class 2) transported in bulk.....	311
Fig. 6-6.	Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable gas(Class 2) transported in cylinder.....	313

Fig. 6-7.	Flow chart of emergency response in case of the accident of nonflammable gas(Class 2) transported in bulk.....	315
Fig. 6-8.	Flow chart of emergency response in case of the accident of nonflammable gas(Class 2) transported in cylinder.....	317
Fig. 6-9.	Flow chart of emergency response in case of the accident of poison gas(Class 2) transported in bulk.....	319
Fig. 6-10.	Flow chart of emergency response in case of the accident of poison gas(Class 2) transported in cylinder.....	320
Fig. 6-11.	Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable liquid(Class 3) having low flash point and intermediate flash point.....	322
Fig. 6-13.	Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable solid(Class 4) having low flash point and intermediate flash point.....	324
Fig. 6-14.	Flow chart of emergency response in case of the accident of oxidizing substances(Class 5).....	326
Fig. 6-15.	Flow chart of emergency response in case of the accident of organic peroxide(Class 5).....	327
Fig. 6-16.	Flow chart of emergency response in case of the accident of poisonous substances(Class 6).....	328
Fig. 6-17.	Flow chart of emergency response in case of the accident of radioactive material(Class 7).....	329
Fig. 6-18.	Flow chart of emergency response in case of the accident of corrosives (Class 8).....	331

제 1 장
서 론



제 1 장 서 론

지난 30년간 산업 활동과 인간생활에 필요한 각종 유해물질의 종류와 양은 급격하게 증가하였다. 해상으로 수송되는 원유와 각종 제품유는 물론이고 수천종에 이르는 화학물질의 물동량도 매년 꾸준히 증가해 왔다. 이러한 유해물질들이 수송, 보관, 취급되는 과정에서 불가피하게 유출사고나 누출사고가 발생할 수 밖에 없기 때문에, 이로 인해 막대한 인명 또는 재산상의 피해를 입는 경우가 많았다.

우리나라 주변의 해상에서는 매년 유류유출사고가 약 200건 이상 발생하고 있으며, 유해액체물질 등 화학물질의 유출사고도 수십건이 발생하여 그 피해가 매년 1천억원 이상으로 추정되고 있다. 그럼에도 불구하고 유출오염사고에 대비한 대응 체제와 방제 기술은 선진 외국에 비하여 상당히 낙후된 실정이다.

유류오염으로 인한 해양오염 문제가 전세계적으로 크게 부각되기 시작한 것은 1967년 3월 18일 영국 근해에서 발생한 탱커 토리 캐년(Torrey Canyon)호의 침몰사고 이후라고 할 수 있다. 토리 캐년호는 10만톤의 쿠웨이트산 원유를 바다에 유출시켰고, 영국 연안 242마일이 기름에 오염되었다. 특히 토리 캐년호 유출사고에는 BP1001이라는 방향족 탄화수소 용제형의 유처리제 15,000톤이 사용되었는데, 이 유처리제의 투여가 오히려 해양환경에 오염을 가중시키는 결과를 초래함에 따라 과학적인 방제기술의 중요성이 인식되기 시작했다. 토리 캐년호 사건 이후 세계 각국에서는 유류오염 방제기술과 환경 피해에 관한 연구를 본격적으로 시작했으며, 정부의 연구비 뿐만 아니라 석유회사의 막대한 연구비가 지원되어 연구가 활발히 이루어질 수 있었다. 특히 유류 오염으로 인한 환경문제는 현장의

대형 사고를 모델로 하여 주로 수행되어 왔는데, 1978년 아모코 카디즈(Amoco Cadiz)호 유출사고, 1977년 북해의 에코피스크 유전 폭발사고, 1979년 멕시코 대륙붕의 엑스톡(Ixtoc I) 유전 폭발사고, 1989년 알라스카의 엑슨 발데즈(Exxon Valdez)호 유출사고, 걸프전의 원유 방출사건, 1993년 브레이어호 유출사고 등 대형 유출사고 이후 그 피해에 관한 집중적인 연구가 수행된 바 있다.

유해 화학물질의 유출사고는 유류 유출사고보다 위험성이 크고 환경에 미치는 영향도 심각할 수 있기 때문에, 선진 외국에서는 1970년대 초부터 연구가 활발히 수행되기 시작하였다. 미국 해안경비대는 유해화학물질의 사고에 대비하여 1972년부터 10년에 걸쳐 CHRIS/HACS라는 1,024종의 화학물질 데이터베이스와 포괄적인 위험추정모델을 개발하였다. 1970년대에도 여러차례 대규모 화학물질 사고가 발생하였으나, 유해화학물질 사고가 전세계를 놀라게 한 것은 1986년 인도의 보팔시에서 발생한 메틸이소시아네이트(MIC)의 누출사고였다. 22톤의 누출로 1,408명이 사망한 보팔 참사는 유해화학물질 사고가 얼마나 위험한 것인지를 새삼 일깨워 주는 계기가 되었으며, 미국에서는 보팔 참사에 대한 후속조치로 긴급계획 및 사회공동의 알 권리에 관한 법률 “Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA) Title III-Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA)”을 제정하기에 이르렀다.

지금까지 인류가 만들어낸 화학물질은 약 1천만종에 달하고 있는데, 그중 약 10만여종이 현재 전세계에서 상업용으로 사용되고 있으며, 매년 2-3천종의 새로운 화합물이 제조되어 시장에 보급되는 것으로 보고되고 있다. 우리나라에서 사용되고 있는 화학물질의 종류는 약 1만여종으로 조사된 바 있는데, 생활수준의 향상과 화학공업의 발달로 그 종류와 사용량은 앞으로 크게 증가할 것으로 예측된다. 특히 해상으로 다량 수송되는 유해화학물질의

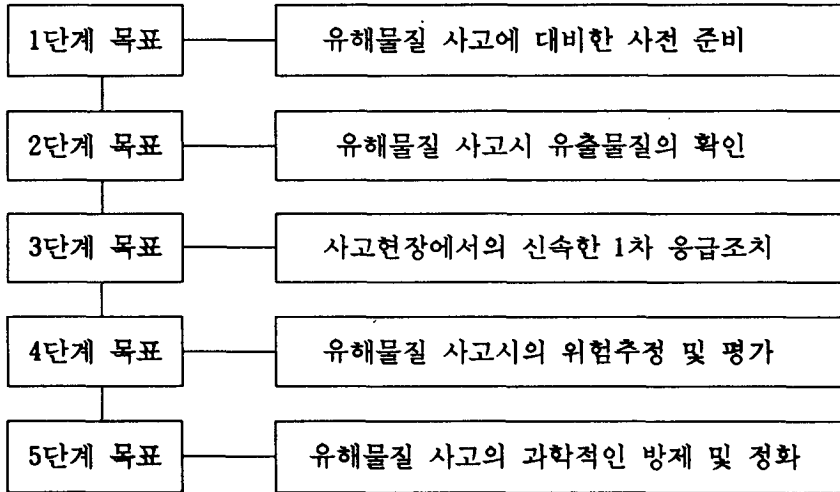
경우 그 종류가 3,000여종에 달하며, 각각의 유해물질들은 해양환경으로 유출된 후 화학적 특성에 따라 아주 상이한 변화과정을 거치게 되므로, 사고발생의 탐지와 식별 뿐만 아니라 과학적인 대응조치를 취하는데 고도의 기술이 필요하다. 개정된 우리나라의 해양오염 방지법에서도 MARPOL협약에 근거하여 유류 및 유해물질에 의한 오염을 규제하는 세부규정을 두고 있으나, 우리나라의 영해내에서 유해액체물질의 유출사고가 발생할 경우에 실제로 법집행에 필요한 신속한 유출물의 식별과 오염 제거조치가 불가능한 상태이다.

해상에서 발생하는 유해물질의 유출사고는 그 발생시기와 장소를 예측할 수 없을 뿐만 아니라, 유출물이 매우 다양하고 유출상황도 매번 상이하므로 이를 효과적으로 처리하여 피해를 최소화하기 위해서는 고도의 기술전략적인 방제체계가 구축되어 있어야만 한다. 사고현장에서의 방제 작업은 유해물질과의 전투에 비유될 수 있다. 방제 조직은 흡사 군대의 전투 조직처럼 일원화된 명령 체계를 이루어야 하며, 치밀한 사전 준비를 바탕으로 신속하고 정확하게 주어진 임무를 수행해야 한다.

본 연구에서는 유해물질의 유출사고시 방제의 순서에 따라 필요한 각 단계별 기술을 단기간인 3년 이내에 확보하기 위하여 5단계의 목표를 수립하였다(표 1-1). 5단계의 세부 달성 목표와 이 목표를 달성하기 위해 필요한 핵심 기술과 체계를 표 1-2에 나타내었다. 미국을 비롯한 선진 외국에서는 이러한 세부 핵심 기술을 확보하는데 약 20년이 소요되었으며, 아직도 세부적으로 연구개발과 체계 보완을 계속하고있다. 우리나라의 경우 유해물질 방제와 관련하여 체계적이고 종합적인 연구가 극히 부족한 실정으로서 단기간 내에 모든 분야의 문제점을 해결한다는 것은 사실상 불가능한 일이다. 하지만 국내의 시급한 상황을 감안하여, 본 연구에서는 단기간인 3년 이내에 유해물질 방제 및 정화기술의 모든 분야를 망라하여

일정 수준이상의 기술을 확보함으로써, 선진 외국과의 격차를 대폭 줄이는 것이 전략적 측면에서 바람직하다는 결론에 도달하였다.

Table 1-1. 유해물질 사고 방제 단계별 5단계 목표



본 연구의 1차년도에는 각 방제 단계별 세부기술중에서 최우선적으로 해결되어야 할 기술분야나 시간이 오래 소요되는 분야를 중심으로 추진되었다. 2장에서는 유해물질 사고에 대비한 사전 준비 체제를 갖추기 위해 필요한 방제체제 구축(2장 2절)과 인접국과의 공동방제체제 구축을 위한 준비작업(2장 3절)을 수행하였다. 3장에서는 유류 및 유해물질 사고시 유출물질의 확인에 필요한 기술을 다루었으며 유해물질 분류체계의 통일(3장 2절)과, 유해물질 확인 시스템의 도입(3장 3절), 유해물질인 다환 방향족 탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons:PAHs)와 유기염소계 농약류, PCBs 등 66종의 유해물질에 대한 분석 기술(3장 4절)을 다루었다. 4장에서는 사고현장에서 신속한 1차 응급조치가 필요한 2,000종의 유해화학물질에 관한 응급 방제 조치 요령(4장 3절)에 관하여 다루었다. 5장에서는 유해물질

사고시의 위험추정 및 평가를 위한 기술 연구의 일환으로 1993년 10월 대산항에서 발생한 나프타 유출사고를 바탕으로 나프타 유출사고시의 위험평가기술에 관하여 실제 상황을 가상 설정한 시나리오를 바탕으로 연구하였다(5장 2절). 6장에서는 사고현장의 상황별로 흐름도에 따라 방제조치를 선택할 수 있게 하는 조치 요령(6장 2절)과 유해물질별 방법 선택(6장 3절), 겔화제의 개발(6장 4절), 침강성 유해물질의 정화기술연구(6장 5절) 등을 수행하였다.

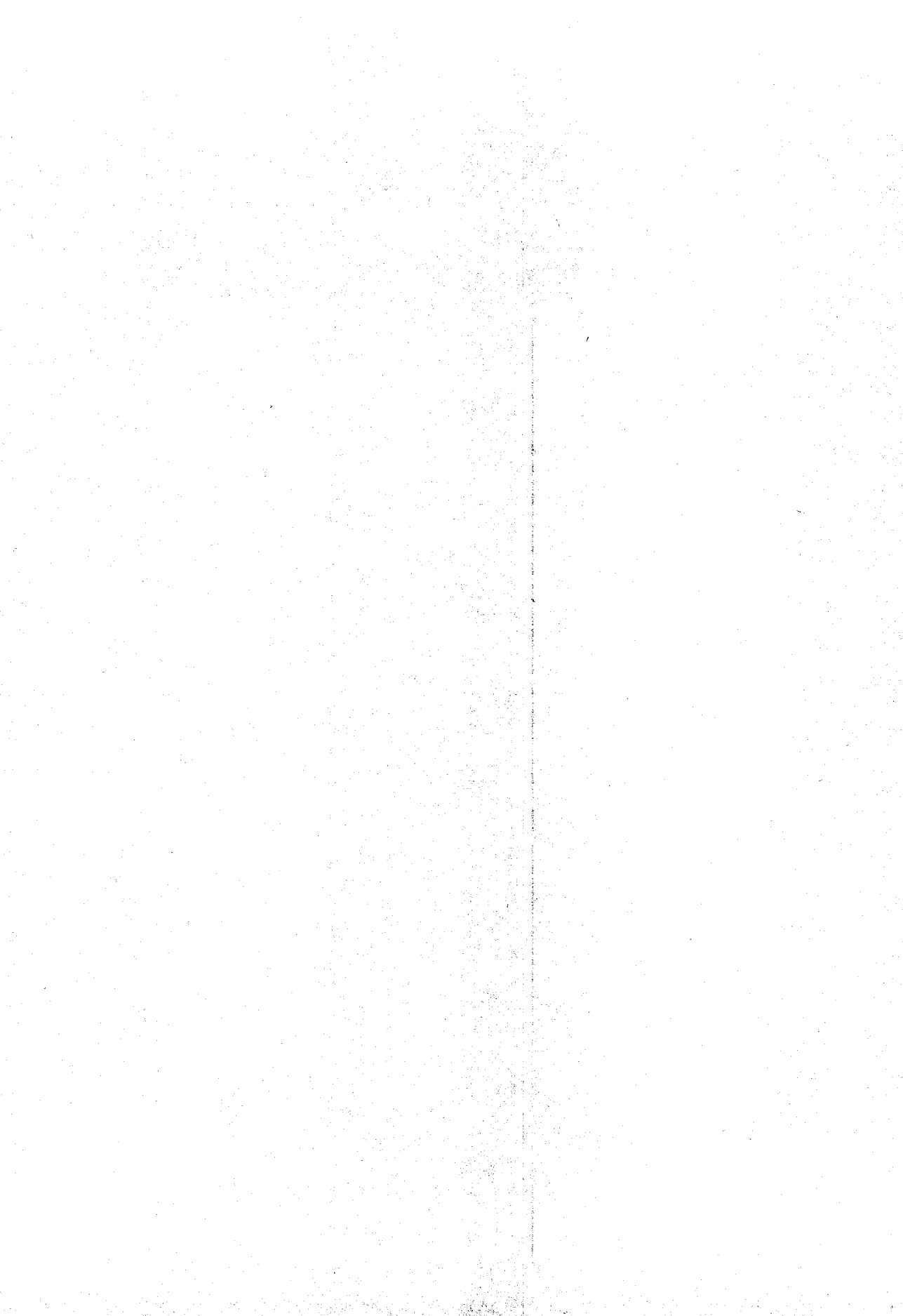
Table 1-2. 5단계 목표달성을 위한 필수적인 세부기술 및 연구 수행 계획 연도

단계	단계별 목표	필수적인 세부 기술 및 체제	연구연도
1단계	유해물질 사고에 대비한 사전 준비	<ol style="list-style-type: none"> 1. 체계적인 유해물질 사고 방제체제의 구축 2. 긴급계획의 수립 3. 주변국과의 공동방제체제 구축 4. 방제인력의 훈련 및 교육체제 구축 5. 사전 방제 시스템 구축 	<p>1</p> <p>1, 2</p> <p>1, 2, 3</p> <p>2, 3</p> <p>3</p>
2단계	유해물질 사고시 유출물질의 확인	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유해물질 분류체계 통일 2. 유해물질 표식, 플래카드, 선적 서류 3. 미확인 유해물질의 분석 기술 	<p>1</p> <p>1, 2</p> <p>1, 2, 3</p>
3단계	현장에서의 신속한 1차 응급조치	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유해 화학물질 데이터베이스 2. 1차 응급 방제조치 요령 3. 통신 및 컴퓨터 네트워크 구축 	<p>타 과제</p> <p>1</p> <p>3</p>
4단계	유해물질 사고시의 위험추정 및 평가	<ol style="list-style-type: none"> 1. 위험추정 및 평가 기술 2. 유출물질 확산예측 기술 	<p>1, 2, 3</p> <p>1, 2, 3</p>
5단계	유해물질 사고의 과학적인 방제 및 정화작업	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유해물질 사고지역 통제 기술 2. 표준 방제 과정(SOP) 3. 개인 보호 장비 4. 물질별 방제 및 정화방법 요약집 5. 의사결정 기술 6. 누출 억제 기술 7. 확산 억제 기술 8. 물리적 수거 기술 9. 화학적 처리 기술 10. 오염지역 정화기술 11. 폐기물의 임시 저장 및 이송 12. 폐기물 처리 기술 13. 물질의 특성분류별 방제 정화 방법 	<p>2</p> <p>2</p> <p>2, 3</p> <p>1</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>2, 3</p> <p>2, 3</p> <p>1, 2</p> <p>1, 2</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>1, 2, 3</p>

제 2 장

유해물질 사고에 대비한

사전 준비 체제



제 2 장 유해물질 사고에 대비한 사전 준비 체제

제 1 절 서 언

해상에서 발생하는 각종 유해물질 유출 및 누출 사고는 안개나 악천후 등 방제작업이 어려운 상황에서 발생하는 경우가 많다. 더구나 사고지점은 접근이 용이하지 않은 해상이므로 사고 신고가 접수되더라도 신속하게 대처하기가 어렵다. 해상에서 유해물질이 유출될 경우에 해류나 조류를 타고 급속히 주변해역으로 확산되므로 초기에 방제작업을 수행하지 못할 경우, 유출물의 확산을 막지 못하게 된다. 뿐만아니라 유출되거나 누출되는 유해물질의 종류가 방대하므로 충분한 사전준비가 없이는 긴급한 상황에서 효과적으로 사고에 대응하기가 어렵다. 해상에서 유출유를 방제하는 행위를 Oil Spill Combat Action이라고 부르는 것은 방제현장의 상황이 전투상황과 아주 흡사하기 때문이다. 유해물질을 효과적으로 방제하기 위해서는 전투부대와 같은 완벽한 조직이 필요하며, 치밀한 전략과 전술이 필요하다. 또한 전투부대가 실전에 대비한 사전 훈련과 교육을 받듯이, 방제작업에 참여하는 모든 인력은 철저한 실무 훈련과 교육을 받아야만 한다.

해양은 물리적인 경계로서 구분되지 않기 때문에 해상에서 유류나 유해물질의 유출사고가 발생할 경우, 광범위한 확산으로 인해 인접국도 막대한 피해를 입을 가능성이 크다. 더구나 대형 유출사고를 처리하기 위해서는 막대한 인력과 장비가 동시에 동원되어야 할 뿐만 아니라 전시상황을 능가하는 조직적이고 치밀한 조직이 운영되어야만 한다. 현재 전세계의 다른 지역해에서는 UNEP Regional Seas Programme 등을 통하여 지역해의 해양환경보전을 위하여 가장 우선적으로 해상 유출사고에 대비한 인접국가간의 긴급방제체제를 구축해 놓고 있다(UNEP, 1984;UNEP, 1992).

우리나라의 주변해역도 해상운송 볼동량의 급증과 중국의 경제개발 등의 여건으로 볼 때(한국 선주협회, 1992), 동북아 해역의 지역해 차원에서 공동 방제체제의 구축이 시급한 실정이다. 향후 동북아 환경협력 사업의 가장 우선적인 대상인 해상유출사고 방제체제의 구축을 위하여 본 연구에서는 한일간의 공동방제협정을 체결하기 위한 준비작업을 시작하였다. 이미 한일정부는 1990년 5월 25일자로 '대한민국 정부와 일본정부간의 해상에서의 수색, 구조 및 선박의 긴급피난에 관한 협정(조약 제 1004 호)'을 체결하였으며(최, 1993), 양국은 이미 공동방제협정의 필요성을 크게 느끼고 있는 실정이다. 그러나 이러한 한일 공동 방제협정을 체결하기 위해서는 양국의 방제체제와 법제에 대한 상호 비교분석이 선행되어야 하고, 방제협정의 내용과 규정을 설정하여 작성한 후 세부적으로 검토하기위한 막대한 시간과 노력이 필요하다. 더구나 유출사고시의 공동방제협정에는 양국간의 긴급계획이 수립되어 명시되어야 하는데, 긴급한 상황에서의 상호협력과 정보교환, 통신연락, 영해 침해 및 방제비용 청구, 피해보상 등 매우 복잡하고 이해가 상충되는 문제를 해결해야 하므로 철저한 준비가 필요하다. 이미 일본 운수성에서는 1993년부터 연구비 800만엔 규모로 동북아 5개국의 유출사고 방제체제 분석 및 실태조사를 위한 연구조사사업을 시작하였으며, 1994년 3월 한일간의 전문가 회의를 제의한 바 있다.

현재 우리나라는 1992년 초 관계 기관장회의의 합의에 따라 해경, 해운항만청, 환경처, 각 시도 등 다원화되어 있는 방제체제를 해운항만청으로 일원화하기로 하고 관계법을 개정중에 있으며, 광양만 유출사고 이후 방제체제를 대폭 수정 보완하기 위하여 관계 기관간의 협의와 조정이 이루어지고 있는 상태이다.

본 연구에서는 이러한 시급한 요구에 부응하기 위하여 1차년도에 새로운 방제체제 구축 방안을 제시하고, 한일간의 유출사고 방제에 관한 법률과

체제를 비교 분석함으로써 관계 기관의 실무에 도움을 줄 수 있는 연구를 수행하고자 하였다. 또한 한일 공동 방제협정의 핵심이 되는 긴급계획의 수립에 필요한 세부사항에 대해서도 조사 연구하였다.

제 2 절 유해물질 방제 체제 구축을 위한 명령체계의 개편 방안

1. 유해물질 사고 처리를 위한 새로운 명령체계의 필요성

유해물질이 환경으로 유출되거나 누출되는 사고가 발생할 경우, 이를 효과적으로 처리하기 위해서는 방제 인력이나 장비, 기구 등 가용한 자원을 사고지역에 신속히 투입하고, 이를 효율적으로 운용할 수 있는 체제가 구축되어 있어야만 한다. 특히 대형 유해물질 사고가 발생할 경우에는 동시에 많은 방제 인력이 필요하며, 여러 소속기관에서 방제인원과 장비를 투입하므로, 이를 통제하고 효과적으로 운영하는 것은 사고 처리의 성패를 좌우할 만큼 중요한 문제이다. 즉 해상유출사고가 발생하였을 때, 이를 전담하는 주관기관이 애매모호하고, 현장에 출동한 방제인력간에 긴밀한 협조체제가 갖추어져 있지 않다면, 신속하고 체계적인 방제작업은 전혀 기대할 수가 없다. 방제인력을 총괄하는 지휘자도 없고, 이들을 통솔할 수 있는 연락체계도 없으며, 과학적인 방제명령을 내릴 수 있는 전문가가 없다면 피해나 위험을 최소화하는 과학적인 방제작업을 기대할 수 없는 것은 너무나 당연한 일이다. 더구나 허술한 방제 조직하에서는 오히려 환경피해가 증폭되거나 재산피해가 늘어날 수 있으며, 예기치 않은 인명 피해까지 유발될 가능성도 크다.

따라서 유해물질 사고시에 방제작업의 효율을 극대화하기 위하여

방제조직의 운영적 측면을 고려한 조직적인 명령체계가 탄생하게 되었다. 이러한 명령체계를 유해물질 사고처리를 위한 명령체계 (Incident Command System: ICS)라 부르는데, 이러한 시스템의 개념과 구성요소를 살펴봄으로써 우리나라의 방제체제를 보다 체계적이고 조직적으로 개편하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 유해물질 사고 처리를 위한 명령체계(ICS)의 개념

이 명령체계 개념은 미국 연방 소방국(Federal Fire Protection Agency)에 의해 개발되었는데 모든 형태의 응급사태시에 방제조직을 운영하는데 사용할 수 있도록 설계되었으며, 이제까지 유해물질 사고의 처리를 위해 고안된 방제체제 중에서 가장 효과적인 방법으로 생각되고 있다(Veasey and Morton, 1992).

사고 처리를 위한 명령체계는 소규모 사고시에는 소규모 조직을 운영하는데 사용될 수 있게 간단하면서도 대규모 사고시에는 여러 조직의 작업을 총괄 조정할 수 있도록 확장될 수 있는 신축성을 가지고 있어야만 한다. 또한 사고명령체계는 ① 단일 관할 구역/ 단일 기관의 방제 ② 단일 관할 구역/ 여러 기관의 방제 ③ 여러 관할 구역/ 여러 기관의 방제 등 모든 사고시에 사용될 수 있어야 한다.

방제작업시의 혼란이나 문제점들을 최소화하기 위하여 사고 처리를 위한 명령 체계는 각 방제 인원이 단 한사람으로부터만 명령을 받고, 단 한사람에게만 보고를 하는 명령체계가 구축되어야 한다. 이러한 단일 명령체계는 사고처리에 필요한 모든 방제작업을 지휘자가 철저히 통제하고 조절할 수 있게 하려는 목적을 가지고 있다. 사고 명령체계에서는 유해물질의 방제 작업에 관여하는 어떠한 인원도 '프리랜서'가 되는 것을 허용치 않는다.

즉, 어떠한 사람이나 그룹도 방제 책임자(Incident Commander)나 명령권을 가진 참모(Staff)의 허가나 지시 없이 그들이 원하는 대로 행동하는 것을 금지한다. 이는 방제작업의 효율이나 조직력을 높이고, 방제인원의 안전을 확보하기 위한 것이다.

3. 유해물질 사고 처리를 위한 명령체계의 구성요소

유해물질 사고처리를 위한 명령체계는 다음의 8가지 구성요소로 되어 있다.

- ① 방제인력, 장비, 기자재 등 자원의 총괄 운영
- ② 톱다운 (top-down)방식의 모듈화된 조직
- ③ 사용되는 용어의 통일
- ④ 일원화된 명령 체계
- ⑤ 1인당 통제가능 인원의 설정
- ⑥ 방제작업 계획의 통일
- ⑦ 통신체계의 통합
- ⑧ 사고 처리 본부의 설치

가. 방제인력, 장비, 기자재 등 자원의 총괄운영

유해물질의 사고 처리에 모든 가용한 자원을 어떻게 효율적으로 사용할 것인가 하는 점은 매우 중요한 문제이다. 왜냐하면 대부분의 사고시에 동원되는 방제장비나 인력, 기자재 등이 충분하지 않기 마련이기 때문이다. 따라서 방제인력과 장비, 기자재 등은 중앙의 일원화된 통제하에 있어야만 효과적으로 배치되고 운용될 수 있다.

나. 탑다운 (top-down)방식의 모듈화된 조직

사고명령체계의 구조는 단위 모듈로 되어 있어서 사고의 특성이나 규모에 따라 상부에서 조직을 임의로 확장하거나 축소할 수 있게 만들어져야만 한다. 소규모의 사고시에는 소규모의 조직을 운영하는데 편리하도록 간단하여야 하며, 대규모 사고시에는 방대한 인원과 여러 조직의 작업을 총괄 조정할 수 있도록 확장될 수 있어야만 한다. 사고 명령 체계는 지휘, 작전, 계획, 지원, 재무 등 5개 모듈로 구성된 조직을 갖추되, 사고의 규모에 따라 각 모듈의 인력구성이 탄력적으로 조절될 수 있도록 설계되어야 한다. 이러한 모듈화된 조직은 유해물질 사고의 규모에 따라 조직을 임의로 확대 축소하여 유연성 있게 대처할 수 있게 해준다.

다. 사용하는 용어의 통일

사고명령 체계내에서 방제작업에 참여하는 모든 인원은 일관된 용어를 사용해야만 한다. 모든 인원이 사용하는 용어는 동일한 의미를 갖도록 사전에 통일되어야 한다. 용어의 통일은 동일한 사고에 여러 기관이 방제작업에 참여하는 경우에 특히 중요하다.

라. 일원화된 명령체계

여러기관에서 방제작업에 참여하는 대형사고의 경우에 모든 인원이 일원화된 명령체계 내에서 움직인다는 것은 무척 어려운 일이다. 각 기관은 이미 개별적으로 조직되어 있으며, 방제작업의 실무 분야도 서로 상이할 수 있다. 일례로 사고현장에 출동한 해양경찰서 소속의 방제 대원과 항만청 소속의 방제대원은 서로 다른 부처와 기관에 소속되어 있으며, 각자가 수행할 수 있는 작업의 영역도 상이하다. 해양경찰서 소속의 방제대원은 타 기관의

방제책임자와 자신의 상급자로부터 동시에 서로 배치되는 명령을 받게 될 수도 있으며, 누구에게 보고를 할 것인지 주저하게 될 수도 있다. 방제작업에 참여하는 모든 인원이 일원화된 명령체계내에서 움직이기 위해서는 각 기관간에 사전에 우선순위와 단일화된 명령체계를 정해 둘 필요가 있다. 즉, 해상에서의 모든 사고에 대해 책임을 지는 기관이 설정되어야 하고, 타 기관이 사고의 방제작업에 참여할 때에는 주관기관의 방제책임자 산하에 흡수되어 일원화된 명령체계하에서 지시를 받도록 해야 한다. 이는 방제작업의 목표설정, 방제전략의 선택, 전술계획의 수립 과정에 있어서 현장에서 가용한 모든 인력을 신속히 투입하기 위한 것이다.

마. 1인당 통제가능 인원의 설정

일반적으로 한 사람의 지휘자는 방제작업을 수행하는 동안 3명에서 7명의 인원을 효과적으로 지시하고 통제할 수 있다. 보통 1명의 지휘자 아래에 5명을 통제하도록 조직을 구성하는 것이 명령체계의 일반적인 규칙이다. 만약 이러한 1인당 통제 가능 인력이 초과된다면, 방제 조직을 운영할 수 있는 적정 능력의 한계를 넘어서게 되고, 명령체계의 통제력이 저하된다. 따라서 1인당 통제 가능 인원의 한계를 설정하여 피라미드식의 구조적인 상하 명령체계가 조직되어야만 한다.

바. 방제작업 계획의 통일

방제 작업의 효율을 높이기 위해서는 잘 짜여진 행동계획이 필요하다. 이러한 행동계획은 유해물질 방제에 필요한 기술적인 행동이나 지원 행위에 모두 적용된다. 유해물질 사고의 방제에 참여하는 모든 인원은 중복된 행위나 서로 배치되는 행동을 하지 않도록 통일된 행동계획에 따라 움직여야 한다.

사. 통신체계의 통합

명령 체계에 있어서 효과적으로 방제 작업을 수행하기 위해서는 명확하고 간결한 의사 소통이 필수적이다. 방제작업에는 일반적으로 라디오, 전화, 무전기, 팩시밀리 등 각종 통신장비가 사용되는데, 여러 기관간에도 사전에 통합된 통신체계를 갖추어야 하며 통신내용은 모든 사람이 명확히 이해할 수 있어야 한다.

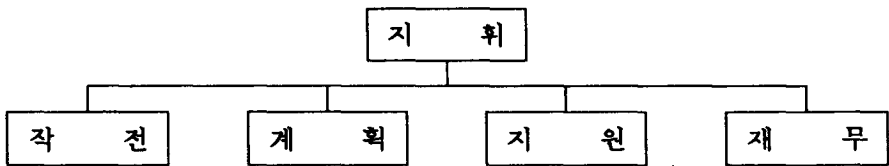
아. 사고 처리 본부의 설치

사고 현장에는 방제 작업을 원활히 수행하기 위하여 본부가 설치되어야 한다. 본부는 사고의 특성에 따라 명령 하달이 용이하고 관리 감독이 유리한 장소에 설치되어야 한다.

4. 사고 처리를 위한 명령 체계의 주요기능영역

명령 체계는 기능적 측면에서 지휘, 작전, 계획, 지원, 재무 등 다섯가지 부문으로 나누어진다.

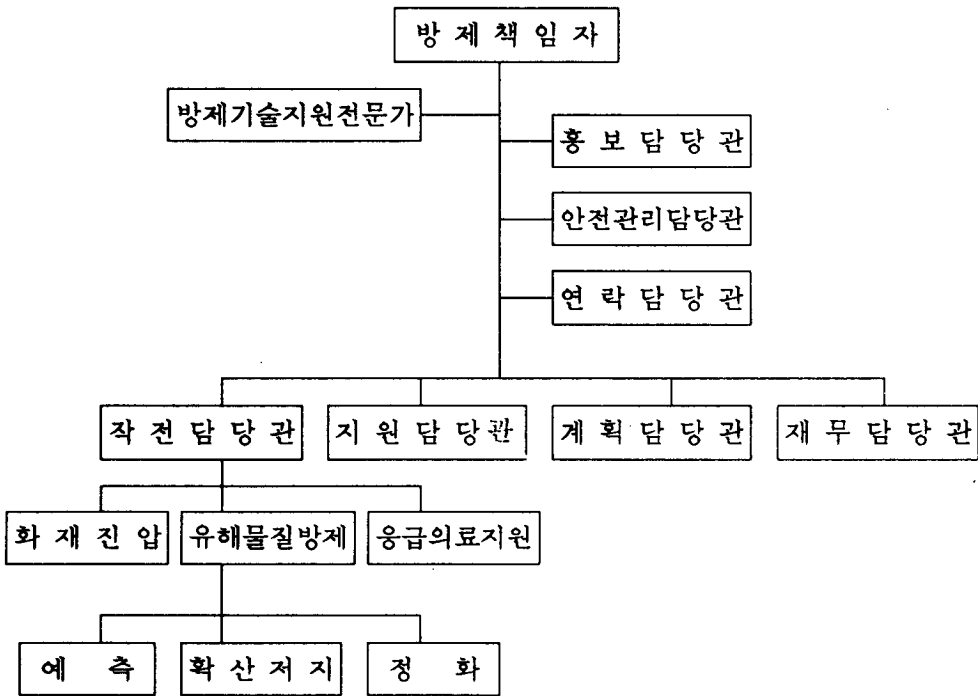
Fig.2-1. Major functional areas of the ICS



지휘부는 모든 방제행위의 운영에 책임이 있으며 방제책임자와 그를 지원하는 참모로 구성된다. 소규모 사고의 경우에 지휘부는 방제책임자 1인이 될 수도 있다. 사고의 규모가 방제 책임자 단독으로 해결할 수 있는 범위를

초과할 경우 다른 참모의 도움을 받게된다. 중대규모의 사고일 경우 지휘부는 방제책임자 이외에 방제기술을 지원하는 방제전문가와 홍보 담당관, 안전관리 담당관, 연락 담당관 등의 참모로 구성된다. 지휘부는 상황판단, 전략적인 목표설정, 명령하달, 가용자원의 배치 등을 담당한다. 방제책임자는 지휘부의 최상급자이며 방제인력의 안전을 포함한 모든 방제작업의 운영에 궁극적인 책임이 있다. 홍보 담당관의 임무는 사고에 관한 정확한 정보를 언론에

Fig.2-2. Hazardous materials ICS managerial roles.



공개하고 취재원들의 안전을 고려하여 취재위치를 통제하는 것이다. 안전관리 담당관은 사고와 관련된 위험상황을 확인하고 계획회의에 참석하여 사고처리계획을 검토하며, 발생할 수 있는 위험상황을 미리 예측하는 임무를 수행한다. 그는 위험을 초래할 수 있는 행위를 중지시키거나 미연에 방지하기

위한 지시를 내릴 수 있으며 사고지역에서 발생한 안전사고를 검사하거나 의료지원계획을 검토, 승인하는 업무를 수행한다. 안전관리 담당관은 방제 행위에 참여하는 모든 인원에 대한 안전보장에 책임이 있기 때문에 방제책임자나 다른 담당관에 의해 지시된 명령에 제동을 걸 수 있는 유일한 사람이다. 또한 안전관리 담당관은 방제행위에 위험이 수반될 경우에 방제명령의 수정을 요구할 수 있으며, 방제책임자는 즉시 이를 받아들여야 한다. 대형 사고의 경우에 안전관리 담당관은 의료진이나 안전관리자, 정화작업 안전관리자 등 그의 참모들로부터 도움을 받게 된다. 연락 담당관은 소방서나 법원, 적십자, 지방관서, 청소업체 등 방제작업에 관여하는 모든 기관이나 참여자 그룹을 총괄 조정하는 업무를 맡는다. 연락 담당관은 방제작업에 참여하거나 지원하는 기관의 대표와 접촉하는 창구가 되며 각 기관의 대표자와의 통신연결이나 위치 파악등을 비롯하여 기관간의 협력문제를 원활히 하는 등의 임무를 부여 받는다. 특히 대형사고의 방제에 있어서는 방제 책임자가 여러 기관의 방제작업을 일일이 통괄하기 어렵기 때문에 연락 담당관이 꼭 필요하다. 연락 담당관은 어떤 기관에서 어떤 특정한 작업을 수행할 수 있는지를 방제책임자에게 조언하고 할당된 과업을 각 기관에게 알려주는 업무를 수행한다.

작전부는 유해물질 사고를 처리하기 위해 행해지는 모든 기술적인 활동을 지시하며 방제작업의 핵심인력으로 구성된다. 방제작업의 실행을 담당하는 작전부는 유해물질 방제, 화재진압, 응급 의료지원 등 3개의 하부조직으로 구성된다. 또한 유해물질 방제 부문은 다시 그 하부에 예측, 확산저지, 정화작업을 담당하는 3개의 세부 조직을 보유한다. 작전부는 유해물질의 확산이나 폭발 등을 예측하고 이를 저지하는 작업을 실행하며, 화재를 진압하거나, 응급 의료처치 활동을 하는 등 현장에서 필요한 모든 즉각적인 방제 작업을 수행한다.

지원부는 방제작업에 필요한 방제장비와 기자재를 지원하고 각종 서비스를 담당하는 임무를 띄고 있으며 차량을 포함한 모든 이동 장비를 지원하고 방제인력의 식사 및 숙박, 각종 편의 제공에 이르기까지 모든 것을 주달하며, 필요한 장비나 기자재를 사고 현장까지 수송한다,

계획부는 사고와 관련된 정보를 수집하고 평가하며 방제작업계획을 수립하고, 경우에 따라서 이를 수정하는 임무를 가지고 있다. 계획부에서 제공하는 정보와 조언은 지휘부의 의사결정에 사용된다.

재무부는 사고방제에 필요한 기자재의 구입, 인력의 시간기록, 및 기타 금전적인 문제를 담당한다. 방제작업에 소요되는 비용은 누군가가 부담해야 하므로 철저한 기록이 필요하다.

5. 방제체제의 구축: 미국 방제체제의 예

가. 미국 방제체제의 구조

최근 우리나라에서도 유해물질 사고에 대비한 새로운 방제체제를 구축하려는 관계기관의 협의가 진행되고 있다. 우리나라의 방제체제를 개편함에 있어서 선진 외국, 특히 미국의 방제체제를 분석하는 것은 큰 의의를 갖는다. 미국의 방제체제는 거의 20여년 동안 결점을 보완하여 발전해 왔으므로 상당히 완벽한 시스템을 갖추었다고 보여지기 때문이다.

미국은 1973년 연방 수질오염 방지법(Federal Water Pollution Control Act:FWPCA)을 제정하고 국가적 차원에서 유류와 유해물질의 오염에 대비한 긴급계획(National Oil and Hazardous Substances Pollution Contingency Plan:NCP)을 수립할 것을 규정하였고, 1974년에 국립 방제 센터(National Response Center)를 설립하였다. 미국의 유해물질 오염사고는 1974년도에 200건에서 1991년에 26,300건으로 급격히 증가하였다. 1987년에는 15,000건,

1988년에 16,500건, 1989년에 22,500건, 1990년에 25,200건, 1991년에 26,300건으로 매년 15%씩 증가해 왔다(NRC, 1992).

미국 방제체계의 특성은 유해물질의 방제에 국가가 주도적인 역할을 수행한다는 점이다. 미국의 방제체제는 국가 유류 및 유해물질 긴급계획(National Oil and Hazardous Substances Contingency Plan:NCP)에 명시되어 있는데, 3가지 조직구성 단계(organizational level)와 4가지 특수 집행 요소(special force components)로 구성된다. 3가지 조직구성 요소는 1) 국가 방제팀(National Response Team), 2) 지역 방제팀(Regional Response Team), 3) 방제 책임자(Federal On-Scene Coordinator)이며, 4가지 특수 집행 요소는 1) 국가 기동 타격대(Natioanl Strike Force), 2) 환경방제팀 (Environmental Response Team), 3) 대민 정보 지원팀(Public Information Assist Team), 4) 방제지원 전문가(Scientific Support Coordinator) 등이다(NRC, 1992).

국가 방제팀은 오염사고와 관계되는 다음의 15개 정부기관으로 구성된다.

Environmental Protection Agency(EPA)

U.S. Coast Guard(USCG)

Department of Agriculture

Department of Commerce

Federal Emergency Management Agency

Department of Energy

Department of Health and Human Services

Department of Justice

Department of the Interior

Department of Labor

Department of Transportation
Department of State
Department of Defense
Nuclear Regulatory Commission
General Service Administration

환경청(EPA)이 국가방제팀의 의장기관이고 연안경비대(USCG)는 부의장기관으로 되어 있으며, 실제의 사고처리시에는 그 사고의 방제책임자가 소속된 기관이 주관기관이 된다. 즉, 육상의 유해물질 사고는 환경청이 맡고, 해상이나 항로에서의 유해물질 사고는 해안경비대가 주관기관이 된다.

국가방제팀은 주로 정책결정이나 기획, 조정의 역할을 수행하며, 실제로 방제작업을 수행하지는 않는다. 국가방제팀은 사고 이전의 정책지시나 사고시 지역방제팀의 방제책임자로부터 요구가 있을 때 이를 지원하게 되는데, 이러한 지원은 보통 기술적인 자문이나, 다른 지역방제팀으로부터의 추가적인 장비 및 자원 지원 등의 형태를 띠게 된다.

미국에는 10개 주에 각 1개씩의 지역방제팀과 알래스카, 카리브해, 극동기지 등 3개를 합하여 13개의 지역방제팀이 있다. 국가방제팀과 마찬가지로 지역방제팀에서도 기획, 정책결정, 조정기능을 수행하나, 직접 사고현장에서 방제작업을 수행하지는 않는다. 지역방제팀도 사고현장의 방제책임자의 요청에 의해 지원을 하게 된다. 방제책임자의 지원요청이 지역방제팀의 능력한계를 초과할 경우에 국가방제팀으로부터 지원을 받게 된다. 지역 방제팀은 주정부나 지방정부로 하여금 긴급사태에 대비한 준비나 계획, 교육 등을 하게한다. 방제책임자는 환경청이나 연안경비대 소속으로서 각 지역의 방제작업시에 모든 활동을 지휘감독하고 기동 타격대 등 모든 연방정부의 자원을 사용할 수 있다.

4가지 특수 집행 요소중 첫번째인 연안경비대의 국가 기동 타격대(Natioanl Strike Force)는 노스캐롤라이나주의 엘리자베스시에 기동타격대 센터가 있고 캘리포니아주의 태평양 기동타격대, 뉴저지주의 대서양 기동타격대, 알라바마주의 걸프 기동타격대 등 3개의 지역 타격대로 구성되어 있다. 지역 타격대는 대형 유류 유출사고와 화학물질 사고에 대처하기 위하여 고도로 훈련된 인원과 막강한 장비를 보유하고 있다. 두번째 요소인 환경청의 환경방제팀 (Environmental Response Team)은 뉴저지주의 에디슨과 오하이오주의 신시내티에 본부를 둔 고도로 숙달된 방제전문가들과 환경공학자들로 구성된 팀으로서 시료채취, 분석, 위협추정, 정화기술, 기술지원 등 모든 기능을 수행한다. 세번째 요소인 연안경비대의 대민 정보지원팀(Public Information Assist Team)은 방제책임자의 대민 정보지원기능을 보완하기 위하여 구성된 대민 지원팀이다. 네번째 요소인 방제지원 전문가(Scientific Support Coordinator:SSC)는 해양대기청(NOAA) 소속의 전문 과학자 그룹으로서 방제작업 현장에서 방제책임자를 지원하는 역할을 수행한다. 방제지원 전문가의 활용은 유해물질 사고의 과학적인 처리에 매우 필수적이며, 오염의 피해를 최소화하고, 효율적인 방제작업을 펴는데 핵심적인 요소이다(NRC, 1992).

국립방제센터(National Response Center)는 1974년에 설립되었으며, 모든 환경오염사고를 신고하는 일차 창구의 역할을 맡고 있다. 국립방제센터는 연안경비대 소속의 참모들로 구성되어 있으며, 일년 연중 24시간 전화로 신고를 접수한다. 사고신고는 컴퓨터 데이터베이스에 입력되고 즉시 미리 지정된 방제책임자(FOCS)에게 통보되며, 다른 관련 기관에도 즉시 통보된다. 대형오염사고가 발생하면 국립방제센터는 연안경비대장과 백악관에 사고내용을 보고하게 된다. 또한 국립방제센터는 국가방제팀(NRT)을 발동시키며, 필요하다면 국가방제팀에게 즉각적인 방제활동을 조정한다.

국립방제센터는 방제책임자들에게 자료제공이나 전산방제시스템 등 기술적인 지원을 비롯한 각종 긴급 방제 지원을 하며, 보다 자세한 기술적인 자문은 해양대기청(NOAA) 소속의 방제지원전문가(SSC)에게 의뢰하게 된다.

해양대기청(NOAA)의 유해물질 방제부(Hazardous Material Response and Assessment Division)소속의 방제지원 전문가(Scientific Support Coordinator:SSC)는 유출된 유해물질이 어디로 확산될 것인지, 그리고 어떠한 자원에 영향을 미칠 것인지를 판단하여 피해를 최소화하기 위해 기술적으로 가능한 최선의 처리방법을 모색하여 중앙정부나 지방 행정부, 오염행위자에게 자문을 한다. 유해물질 방제부는 전국에 해안경비대와 환경청을 지원하는 이원적인 지원체제를 갖춘 8개의 지부가 설치되어 있으며, 본부에서도 각종 대형유출사고가 발생하면, 고도로 숙달된 전문가를 신속하게 사고해역에 급파하여 총괄적인 기술지원을 한다. 유해물질 방제부는 이러한 과학적인 기술지원과 시스템 개발을 위하여 석박사급의 많은 연구 인력을 확보하고 연구개발을 하고 있다(NOAA, 1992).

방제 지원 전문가(SSC)들은 해상에서 기름이나 유해물질이 유출되는 사고가 발생했을 때 과학적인 방제에 필요한 모든 정보를 제공하고 기술적인 자문을 담당하는 과학자들이다. 기름이나 유독물질이 유출되었다는 사고 신고가 접수되면 방제 전문가들은 연안경비대(US Coast Guard) 소속의 방제 책임자(On-Scene-Commander)와 함께 사고 현장으로 급파된다. 사고 현장에서 방제 전문가는 제일 먼저 유출된 기름이나 유해물질이 어디로 확산될 것인지를 예측한다. 유출유 확산 예측 모델이나 유독물질 피해 예측 모델에 유출량과 기상조건, 해상상태 등 수집가능한 자료를 입력하여 확산 진로 예측을 시도한다. 개인용 컴퓨터로 계산이 불가능한 경우에는 컴퓨터 통신망을 통해 본부에 대기하고 있는 다른 방제 전문가들의 도움을 받게 된다. 유해물질이 이동하는 방향과 속도, 확산정도 등에 관한 계산치가 나오면

이를 바탕으로 위험이 예상되는 장소가 예측된다.

방제 전문가는 두번째 단계로서 유출된 물질이 어떤 자원에 영향을 미칠 것인지를 판단하는 작업을 시작한다. 지역별로 미리 구축된 컴퓨터 데이터베이스를 통해 오염에 의해 영향을 받을 수 있는 모든 자원에 대한 평가를 한다. 예를 들어 기름이 이동하는 방향에 굴 양식장이 있다면 몇 초 이내에 데이터베이스를 탐색하여 양식장의 주인이 누구이며, 생산량이 얼마이며, 오염으로 인해 얼마만큼의 피해를 받을 수 있는지를 계산해 낼 수 있다. 또한 그 지역에 어떤 새나 해양생물들이 서식하고 있는지도 금새 파악할 수 있다. 컴퓨터 화면을 통해 그 생물이 어떻게 생겼는지 사진을 볼 수도 있고, 그 지역에 서식하는 숫자가 몇 마리 정도인지, 몇월에 산란을 하는지 같은 자세한 정보를 입수하게 된다.

세번째 단계로서 방제 전문가는 현장의 모든 상황과 이러한 다방면의 정보를 바탕으로 오염피해를 최소화하기 위해 기술적으로 가능한 최선의 처리방법을 모색한다. 방제선박과 항공기, 방제인력은 한정되어 있고, 유출된 물질은 시시각각 여러 곳의 환경민감지역으로 접근하고 있다면, 그는 최대한 빠른 시간내에 최선의 결정을 내려야만 한다. 가용한 장비와 인력을 어떻게 사용할 것인지, 어느 곳부터 우선적으로 방어할 것인지, 어떤 방제방법을 사용할 것인지는 순전히 방제 전문가의 판단에 좌우된다. 너무나 많은 요인들을 감안해야 하기 때문에 공정한 판단을 하기 위하여 방제전략 판단모델과 같은 컴퓨터 모델을 이용하기도 한다. 하지만 컴퓨터가 제공하는 결과는 어디까지나 방제 전문가가 의사결정을 하는데 도움을 주는 판단자료일 뿐, 최종적인 결정을 내리는 것은 결국 사람의 몫이다. 방제 실행 단계에 접어들면 방제 전문가는 세부적인 방제 전술까지 작전지시를 해야 한다. 기상이나 해상상태가 급박하게 변한다면 시시각각 변동하는 상황에 따라 방제전략과 전술을 탄력적으로 운용해야 한다. 조류나 해류의 방향을 고려하여

오일펜스를 설치하는 위치와 방제선박이 접근하거나 이동하는 방향을 설정해 준다. 해상상태에 따라 어떤 오일펜스를 사용할 것인지, 그리고 어떤 처리제를 언제 어떻게 살포할 것인지도 결정해 준다.

사고시에 특파되는 일급 방제 전문가는 이미 유류오염이나 유해물질 오염을 전공한 석박사급 연구원들로서 추가로 5년간의 특수교육과정을 이수해야만 한다. 이들은 다방면의 훈련을 거쳐서 양성되는데, 유해물질 방제와 관련된 이론적인 교육과 현장 경험을 통한 실무훈련 뿐만 아니라, 항공기와 선박 조종 훈련, 폭발물과 위험물 처리 훈련, 소방훈련, 병원에서의 응급처치훈련 등 유해물질 방제에 필요한 모든 교육을 받게 된다(Galt, personal communication).

방제 지원 시스템이란 방제 전문가가 현장에서 사용하는 컴퓨터 공구함(Tool Box)으로서 방제 전문가가 필요로 하는 각종 데이터베이스와 모델, 지리정보시스템 등을 갖추고 있다. 이런 방제 지원 시스템이 필요하게 된 이유는 유출사고 방제의 독특한 특성 때문이다. 기름이나 유해물질의 유출사고는 그 상황 설정이 매번 아주 상이하다. 기름은 약 250종, 운송도중 사고로 유출될 가능성이 큰 화학물질은 수천 종에 달한다. 유출되는 장소도 사고마다 다르고, 환경 조건도 매번 상이하다. 이렇게 다양하고 특수하면서도 변화무쌍한 상황에 대처하여 오염 피해를 최소화하기 위해서는 전지전능한 방제 책임자나 전문가가 필요하다.

방제 책임자는 군사작전을 총괄하는 지휘관 이상으로 지식과 판단력, 지휘능력을 겸비하고 있어야 하며, 방제기술은 물론이고, 해양학이나 환경학적 소양도 고루 갖추어야만 한다. 그러나 아무리 우수한 전문가라 하더라도 사고 지역에 대한 방대한 자료를 그의 머리 속에 미리 입력해 둔다는 것은 전혀 불가능한 일이다. 더구나 유해물질의 확산 진로 예측이나 피해 예측을 할 때 주먹구구식의 개인적인 판단에 의존한다는 것은 상당한 위험요소가 개재된다.

전산화된 방제 지원 시스템의 개발 동기는 이러한 유출상황의 특수성과 방제 전략 전술의 운용에 있어서의 포괄성 때문이었다.

방제 지원 시스템의 구성 요건은 여러가지가 있다. 방제 시스템은 선상이나 야외에서 사용 가능하도록 기동성 있는 시스템으로 개발되고 있다. 복잡하고 계산에 시간이 많이 걸리는 대형 모델을 사용해야 할 경우에는 통신망을 통해 중앙 컴퓨터에 연결되어 사용할 수도 있다. 방제 시스템은 현장에서 사용되어야 하므로 사용에 불편하지 않도록 구조가 아주 논리적으로 설계되어야만 한다. 사용자의 편의를 위하여 소프트웨어가 메뉴형식이나 윈도우를 사용해야만 하며, 많은 데이터베이스와 모델을 편리하게 사용할 수 있도록 그래픽 사용자 인터페이스를 갖추어야만 한다. 방제 지원 시스템에는 확산 예측모델이나 위험평가 모델, 피해예측 모델, 방제 우선순위 결정 모델, 방제전략 판단 모델, 방제선박 운용 모델 등 갖가지 컴퓨터 모델들이 포함된다. 더구나 여러가지 모델들은 사고 지역의 특성을 감안해야 하므로 전국을 소지역별로 나누어 전자지도를 입력해 놓은 지리정보 시스템(GIS)과 연결되어 개발되고 있다(Krogh, 1984).

미국 연안경비대는 1972년부터 CHRIS/HACS라는 매우 포괄적인 정보 시스템의 개발에 착수했다. 1,000여종의 유해물질에 대한 데이터베이스와 위험추정을 위한 29개의 모델을 완성하는데 꼬박 10년이 걸렸다(Allan and Harris, 1976; Potts, 1981). 그러나 이 시스템은 대형 컴퓨터에서 작동되도록 완성되었기 때문에 최근 개인용 컴퓨터에서도 사용할 수 있게 개편되었다. 80년대 후반에 미국 해양대기청과 환경청에 의해 개발된 CAMEO 시스템은 맥킨토시 기종으로 개발되기 시작하여 IBM 컴퓨터용 버전도 발표되었다. CAMEO와 ALOHA는 현재 유해물질 방제작업 실무에서 사용되고 있다(NSC, 1992a; NSC, 1992b).

제 3 절 인접국가간의 유해물질 사고 공동 방제체제 수립

1. 인접 국가간 공동방제체제 구축의 필요성

해양은 물리적인 경계로서 구분되지 않기 때문에 해상에서 유류와 유해물질의 유출사고가 발생할 경우 광범위한 확산에 의해 인접국은 막대한 피해를 입을 가능성이 크다. 더구나 대형 유출사고를 처리하기 위해서는 막대한 인력과 장비가 동시에 동원되어야 할 뿐만 아니라, 전시상황을 능가하는 조직적이고 치밀한 조직이 운영되어야만 한다. 현재 전세계의 다른 지역해에서는 그 지역해의 해양환경보전을 위하여 가장 우선적으로 해상 유출사고에 대비한 인접국가간의 긴급 방제체제를 구축해 놓고 있어, 우리나라의 주변해역도 지역해 차원에서 공동방제체제의 구축이 시급한 실정이다. 향후 동북아 환경협력사업의 가장 우선적인 대상인 해상유출사고 방제체제 구축을 위하여 본 연구에서는 유출사고시 한일간의 공동방제협정을 체결하기 위한 준비작업을 시작하였다. 이미 한일정부는 1990년 5월 25일자로 '대한민국 정부와 일본정부간의 해상에서의 수색, 구조 및 선박의 긴급피난에 관한 협정(조약 제1004호)'을 체결하였으며(최, 1993), 양국은 이 조약과 같은 차원에서의 한일 공동 방제협정의 필요성을 크게 느끼고 있는 실정이다. 그러나 이러한 한일 공동 방제협정을 체결하기 위해서는 양국의 방제체제와 법제에 대한 상호 비교분석이 선행되어야 하며, 방제협정의 내용과 규정을 설정하여 작성한 후 세부적으로 검토하는데 막대한 시간과 노력이 필요하다. 더구나 유출사고시 공동방제협정에서는 양국간의 긴급계획이 수립되어 명시되어야 하며, 긴급한 상황에서의 상호협력을 통한 정보의 교환과 협의과정, 통신연락 등을 규정하여야 한다. 또한 상대국 수역에 대한 방제활동 보장과 방제장비와 인력의 원조, 방제비용의 청구, 기술이전을 통한 상호협력

등 매우 복잡하고도 이해가 상충되는 문제를 해결해야 하므로 철저한 준비가 요망된다. 이미 일본 운수성에서는 1993년부터 동북아 5개국에 대한 방제체제 및 실태조사를 위한 연구과제를 시작하였으며, 1994년 3월에는 한일간의 1차 전문가 회의가 개최될 예정이다. 본 연구에서는 이러한 시급한 필요성에 부응하기 위하여 1차년도에 우선 한국과 일본의 유출사고 방제에 관한 법률을 비교분석하고, 양국의 방제체제를 조사분석하고자 하였다.

2. 일본의 유출사고방제 관련 법 및 체제 분석

가. 일본의 유출사고 현황

일본은 해안선이 3,000Km에 달하며, 혼슈,시코쿠,규슈,홋카이도 등 4개의 큰섬으로 구성되어 있고, 산재한 4,000여개의 섬을 가지고 있다. 일본은 자원이 빈약하여 주요 원료를 수입에 의존해 왔으며, 기타 선진공업국과 비교할 때 해외 의존도가 높다. 특히 원유의 총공급량중 99.7%인 2억115만KI가 매년 수입되고 있다. 이와같은 지리적 조건과 자원조건 때문에 일본의 사회활동과 경제활동은 선박의 의존도가 높을 수 밖에 없으며, 좁은 수로에 거대한 탱커나 화물선, 어선 등 각종 선박이 운항하고 있다. 특히 동경만과 이세만, 세토나이카이 주변에 대규모의 석유화학공단이 위치하고 있고, 액화 석유 가스나 화학물질의 대량 해상수송이 이루어지고 있는 해역에서는 원유탱커 등 각종 선박이 충돌하여 대규모의 유출사고가 발생할 가능성이 높다(MSA, 1991).

일본 연안에서는 이제까지 외국과 같은 대형 유조선에 의한 유출사고가 발생하지는 않았으나 우리나라의 4배정도인 매년 약 600건의 크고 작은 유출사고가 발생하고 있는데, 선박의 침몰이나 충돌로 연료유가 배출되거나 기기 취급부주의로 유류가 유출된 사고가 대부분을 차지하고 있다. 일본에서

발생한 가장 큰 유출사고는 1971년 11월 30일에 발생한 리베리아 선적 「줄리아나」호 유출사고로서 수송되던 21,742Kl의 원유중에서 7,196Kl가 유출되었다. 유조선 줄리아나가 니가타항에서 침몰하여 원유가 유출되자, 해상보안청은 헬기로 유처리제를 살포하여 방제작업을 실시했으며, 민간 방제업체와의 협력하에 모든 가능한 방법을 동원하여 방제작업을 실시했다. 이 사고로 52일간 26,949명의 인원이 동원되었고, 1,042척의 선박과 131대의 항공기가 방제작업에 사용되었다. 1,370m의 오일펜스와 547Kl의 유처리제, 3,400매의 밀짚, 10,200매의 유흡착제가 사용되었다(MSA, 1991).

1990년 1월 25일에는 리베리아 선적 화물선(Maritime Gardenia)이 동해에서 폭풍으로 침몰하여 918Kl의 연료유가 유출되는 사고가 발생하였는데, 유출된 기름의 대부분을 처리하는데 66일이나 소요되었으며, 21,429명의 인원과 2,821척의 선박 139대의 항공기가 동원되었고, 151Kl의 유처리제와 132,930매의 유흡착제가 사용되었다. 이 사고로 폭풍시에 의해에서 대형 유류유출사고가 발생할 경우에 사용할 수 있는 방제 기자재와 기술이 필요하다는 것이 증명되기도 했다(MSA, 1991).

나. 일본의 해상 유출오염사고에 관한 법제도의 변천

일본은 1954년 해수오염방지 조약(OILPOL Convention)을 받아들여, 1967년에 유류오염에 의한 해양오염 방지에 관한 국내법을 제정하였다. 이 조약이 1969년에 개정됨에 따라 1970년에 해양오염방지법을 제정하였는데, 개정된 조약의 내용을 국내법화하였으며 유류 뿐만 아니라 폐기물의 배출까지 규제대상에 포함시켰다. 또한 대형 기름 유출사고에 대처하기 위하여 방제조치에 관한 규정이 정비 되었다. 그후 1973년 유류유출시 사용하는 방제자재를 선박에 갖추도록 의무화하였고, 1976년에는 해상재해방지에 관한 규정을 추가하여 「해양오염과 해상재해 방지에 관한 법률」로 개정

하였다(해상보안청, 1988).

1980년에는 1972년의 해양투기규제조약(Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Waste and other Matter : London Dumping Convention)이 발효됨에 따라 국내법을 개정하였다. 1983년에는 선박에 의한 해양오염방지 협약(MARPOL 73/78)에 가입함에 따라 이의 부속서 내용을 수용하기 위하여 대폭 국내법을 개정하였다(일본 해난 방지협회, 1992).

일본의 해양오염과 해상재해 방지에 관한 법률 제 6장에서는 유출사고가 발생할 경우 배출원인자에게 유출된 기름을 방제할 의무를 규정하는 「원인자 책임의 원칙」을 채택하고 있다. 이러한 원칙에 따라 선장이나 선박소유자등은 자신의 선박이 기름을 유출시켰을 때 응급조치와 방제조치를 취할 의무가 있다(일본 해양 협회, 1979).

다. 일본의 해양오염 및 해상재해의 방지조치(일본 해양오염방지법 제6장)

1) 대량의 특정유류가 배출된 경우의 조치

특정유(원유, 중유, 윤활유 등)의 대량 배출이 있는 경우 등의 조치로써 통보 의무, 응급조치의무, 방제조치의무, 협력의무, 해상보안청 장관의 방제조치 명령권, 해상보안청 장관의 조치에 요하는 비용의 부담, 해상보안청 장관의 방제현장해역으로부터의 퇴거명령권 등이 규정되어 있다. 또한 해양에 특정유가 배출된 경우에 필요한 조치를 강구할 수 있는 태세를 갖추기 위해 오일펜스, 유회수선 등의 배출유 방제 기자재의 준비가 의무화 되어 있다.

가). 통보의무(동법 38조)

선박에서 대량의 특정유(농도 1,000 ppm 이상, 유분 100 리터 이상)의 배출이 일어난 경우 또는 해난에 의해 그러한 배출의 염려가 있는

경우에는, 당해 선박의 선장은 배출이 일어난 일시 및 장소, 배출의 상황, 해양오염의 방지를 위하여 강구한 조치 및 기타사항을 즉시 가장 가까운 해상보안기관(일본의 주변해역에서는 해상보안청의 사무소)에 반드시 통보 해야 한다. 또한, 해양시설 및 기타 시설(육지에 있는 것을 포함)에서 특정유의 대량 배출이 있는 경우에도 당해시설의 관리자는 당해배출이 일어난 일시와 장소, 배출상황, 해양오염의 방지를 위해 취한 조치 및 기타 사항을 즉시 가장 가까운 해상보안기관에 통보해야 한다. 특정유가 대량 배출되는 원인이 되는 행위를 한 자는 상기에 준하여 통보를 해야하는데, 단, 선장 또는 시설의 관리자가 통보를 행한 것이 명확할 때에는 이 범위에 들지 않는다. 이러한 통보는 배출된 특정유가 광범위(10,000 m² 이상)한 해역에 퍼질 우려가 없는 경우에는 필요치 않다.

배출된 선박의 선박소유자나, 선박의 운항에 관하여 권한을 가진 자, 또는 시설의 설치자는 해상보안기관에서 특정유의 배출 또는 해난에 의한 해양의 오염을 방지하기 위하여 필요한 정보의 제공을 요청받았을 때는 가능한 한 여기에 응해야 한다.

특정유가 10,000 m² 를 초과하여 해면에 퍼진 것을 발견한 자는 지체없이 가까운 해상보안청의 사무소에 통보해야 한다.

나). 방제조치의무(동법 39-1조)

특정유를 배출한 선박의 선장 또는 시설의 관리자, 특정유 배출의 원인이 되는 행위를 한 자는 배출된 특정유의 확산이나 특정유의 계속적인 배출 방지 및 배출된 특정유의 제거(배출유의 방제)를 위해 오일펜스 설치, 유처리제의 살포, 파손장소의 수리, 남아 있는 특정유의 수거, 특정유의 회수 등 그곳의 상황에 따라 유효하고 적절한 응급조치를 취해야만 한다.

다). 방제조치의무(동법 39-2조)

동법 39-1조의 응급조치만으로는 불충분한 경우, 특정유물 배출한 선박의 소유자 또는 시설의 설치자, 특정유의 배출의 원인이 되는 행위를 한 자의 사용자는 배출된 특정유의 방제를 위해 오일펜스의 설치, 유처리제의 살포, 파손된 곳의 수리, 남아 있는 특정유의 이동 등 필요한 조치를 취해야만 한다.

라). 해상보안청 장관의 방제조치명령(동법 39-3조)

위와 같은 방제조치를 취하지 않는다고 인정될 경우에는 해상보안청 장관은 특정유물 배출한 선박의 소유자 또는 시설의 설치자, 특정유의 배출의 원인이 되는 행위를 한 자의 사용자에게 대하여 필요한 조치를 강구하도록 명령할 수 있다.

마). 관계자의 협력 의무(동법 39-4조)

대량의 특정유의 배출이 항내 또는 항 부근에 있는 선박에서 행해진 경우, 해당 특정유의 하역 및 하수인(해당 항이 그 특정유의 선적항 또는 하역항인 경우에 한함) 및 당해 계류시설의 관리자는 응급조치 및 방제조치에 협력해야만 한다.

바). 방제 자재 비축 의무(동법 39-3조)

특정유의 방제를 위해 선박내 및 그 외의 장소에 일정 규격 및 일정량의 오일펜스 및 유처리제, 유흡착제 또는 유겔화제를 배치해야 한다. 이에 해당하는 경우는 화물로서 특정유를 적재하고 있는 150톤 이상의 탱크의 소유자, 500Kl 이상의 특정유를 선박에 적재하거나 또는 선박에서 하역한 후 보관 가능한 시설의 설치자, 화물로 특정유를 적재한 150톤 이상의 탱크를 계류할 수 있는 계류시설의 관리자 등이다. 또한 방제 자재의 비치에 관해서는 그 자재를 적절히 사용할 수 있도록 하기 위한

관리 등이 필요하므로 기름보관시설에 대해서는 원칙적으로 자재를 한곳에 비치해 두는 것이 적당하지만, 몇 개의 장소에 나누어 비치하거나 선박소유자가 배치한 기지에 공동으로 비치하는 것 등도 인정된다. 이 경우에 있어서 방제자재의 비치 수량에 대해서는 별도의 주의사항을 규정하고 있다.

사). 유회수선 등의 배치의무(동법 39-4조)

5,000톤 이상의 탱크의 선박소유자는 해당 탱크가 화물로서 특정유를 적재하고, 동경만, 이세만 및 오오사카만을 포함한 폐쇄 내해를 운항할 때는 다음과 같은 성능 및 설비 등을 갖는 유회수선 또는 유회수장치 등(유회수장치 및 보조선을 말한다)을 3시간 이내에 도착할 수 있는 장소에 배치해야 한다.

(1). 유회수선의 성능 및 설비

ㄱ). 특정유 회수능력이 시간당 3 Kt 이상일 것

ㄴ). 추진기관을 갖고 있을 것

ㄷ). 특정유 회수능력에 따라 적절한 량의 특정유분을 저장할 수 있을 것

ㄹ). 1시간에 특정유 회수능력 이상의 특정유분을 이송할 수 있는 펌프를 가지고 있을 것

ㅁ). 특정유가 흡착된 쓰레기 등을 회수할 수 있을 것

(2). 유회수장치 등의 성능, 설비

ㄱ). 유회수장비가 위의 (1)의 (ㄱ).의 능력을 보유하고 있을 것

ㄴ). 유회수 장치 및 보조선이 일체로 되어 있어 (1)의 (ㄴ).-(ㅁ).까지의 성능 및 설비를 갖도록 할 것

(3). 배치하지 않으면 안될 유회수선 및 유회수장치 등의 특정유 회수 능력은 탱크의 총톤수에 따라 다음 표의 수치 이상이 될 것

톤 수	1,000-10,000	10,000-50,000	50,000-100,000	100,000이상
특정유	6	16	27	38
회수능력(KI)				

아) 해상보안청 장관의 조치 및 비용부담(동법 41조)

해상보안청 장관은 대량의 특정유 배출에 대하여 조치를 강구해야 하는 자가 조치를 강구하지 않을 때, 또는 이러한 조치가 불충분한 경우에 직접 배출유의 방제를 위해 오일펜스의 설치, 유처리제의 살포 등 필요한 조치를 강구했을 때는, 당해조치에 요하는 비용을 배출된 특정유를 적재한 선박의 선박소유자 또는 배출된 특정유를 관리하는 시설의 설치자에게 부담하도록 할 수 있다. 단, 당해 배출의 원인이 천재지변, 사회적 동란, 제삼자가 대량의 특정유를 의도적으로 배출시킨 행위와 같은 경우에는 해당되지 않는다.

자) 해상보안청 장관의 방제현장에서의 퇴거명령 등(동법 39조 2조)

해상보안청 장관은 배출된 특정유의 긴급한 방제를 위하여 조치를 강구할 필요가 있을 때는 방제조치를 강구할 현장의 해역에 있는 선박에 대하여 퇴거를 명령할 수 있으며, 현장해역에 진입하고 있는 선박의 진입 중지를 명령하거나 선박의 항해를 제한할 수 있다.

차) 재산의 처분(동법 42)

대량의 특정유의 배출에 의해 해양이 현저히 오염되어 그 오염이 광범위한 연안해역의 해양환경 보전에 현저한 장애를 주거나 사람의 건강을 해치거나, 재산에 중대한 손해를 주거나, 사업활동을 곤란하게

하는 등의 중대한 사태가 발생할 우려가 있어, 긴급히 배출유의 방제조치를 강구할 필요가 있다고 인정될 경우에 해상보안청 장관은 필요하다고 인정되는 한도의 선박을 파괴하거나 배출된 특정유를 소각하거나 현장부근에 있는 제3자의 재산을 처분할 수 있다.

2). 특정유 이외의 기름, 유해액체물질, 폐기물 등이 배출된 경우의 조치
가). 통보의무(동법 38)

선박으로부터 특정유 이외의 기름, 유해액체물질 또는 용기에 들어 있는 유해액체물질의 배출이 있는 경우 또는 해난에 의해 그러한 배출의 우려가 있는 경우에는 당해선박의 선장은 당해배출이 일어난 일시 및 장소, 배출의 상황, 해양의 오염의 방지를 위하여 강구한 조치, 및 기타 사항을 즉시 가장 가까운 해상보안 기관(일본 주변해역에서는 해상보안청의 사무소)에 통보해야 한다.

특정유 이외의 기름	: 농도 1000ppm 이상, 유분 100 l 이상
유해액체물질	A류 등 : 1 리터 이상
	B류 등 : 10 리터 이상
	C류 등 : 100 리터 이상
	D류 등 : 1000 리터 이상
미사정 액체물질	: 1 리터 이상
용기입 유해물질	: 1 Kg 이상(내용량)

단, 이들의 통보가 배출된 물질이 광범위(10,000 m² 이상)하게 퍼질 우려가 없을 경우에는 필요 없다. 배출한 선박의 선박소유자, 기타 상해선박의 운항에 관한 권한을 가진자, 또는 시설의 설치자는 해상보안기관으로부터 이들 물질의 배출 또는 해난에 의한 해양의

오염을 방지하기 위하여 필요한 정보의 제공을 요청받았을 경우에는 가능한 한 여기에 응하지 않으면 안된다.

나). 조치의무(동법 40)

해양에 배출된 특정유 이외의 기름, 유해액체물질, 폐기물, 기타의 물질에 의해 해양이 오염되어 해양환경의 보전에 현저한 장애를 미치거나 미칠 우려가 있어서 긴급히 그 오염을 방지할 필요가 있을 때는 해상보안청 장관은 그 특정유 이외의 기름, 유해액체물질, 폐기물 등을 배출한 자에 대하여 필요한 조치를 명할 수 있다.

다). 해상보안청 장관의 조치 및 비용부담(동법 41)

해상보안청 장관은 위와 같은 명령을 받은 자가 필요한 조치를 하지 않는 경우 또는 불충분하여, 직접 필요한 조치를 강구할 때는 그 조치에 따른 비용을 명령을 받은 자에게 부담시킬 수 있다.

3) 위험물이 배출된 경우의 조치

가) 통보의무(동법 42-2-1,2)

위험물을 배출한 선박의 선장 또는 시설의 관리자, 위험물 배출의 원인이 되는 행위를 한 자는 위험물이 배출(해역의 대기중으로 유출되는 것을 포함)되어 해상 화재가 발생할 우려가 있을 때는 가장 가까운 해상보안청의 사무소에 통보해야 한다. 또한, 배출된 위험물에 의해 해상 화재가 발생할 우려가 있는 사태를 발견한 사람도 같은 통보의무가 있다.

나). 응급조치의무 및 주의환기 조치의무(동법 42-2-3)

1)의 자는 파손된 곳의 수리, 배출된 위험물의 약제 처리 등 계속적인 위험물의 배출방지 및 배출된 위험물의 화재발생 방지를 위해 응급조치를 취해야 하며, 동시에 기적, 사이렌, 전신 전화 등의 수단에 의한 정보의 발신 등 위험물이 배출된 현장 부근에 있는 사람과 선박에

대하여 주의를 환기하는 조치를 취해야만 한다.

4) 해상화재가 발생한 경우의 조치

가). 통보의무(동법 42-3-1 및 42-4)

위험물을 적재한 선박이나 해상 위험물 관리시설에서 화재가 발생한 경우, 해상화재가 발생한 선박의 선장 또는 해상 위험물 관리시설의 관리자, 해상 화재가 발생한 위험물이 적재된 선박의 선장, 해상화재의 원인이 되는 행위를 한 자, 해상화재를 발견한 자는 해상 화재가 발생한 일시 및 장소, 해상 화재의 상황 등을 가장 가까운 해상보안청의 사무소에 통보해야 한다.

나). 응급조치 의무 및 주의 환기 조치의무(동법 42-3-2)

위의 자는 방수, 소화약제의 살포, 부근에 있는 가연물의 제거 등 소화, 연소의 방지 또는 인명의 구조를 위하여 응급조치를 취하는 것과 함께 기적, 싸이렌, 전신 전화 등으로 경보의 발신 등 해상화재의 현장부근에 있는 사람과 선박에 대하여 주의를 환기하기 위하여 조치를 취하지 않으면 안된다.

5) 위험물 배출이 있는 경우의 해상보안청 장관의 권한

가). 긴급한 경우에 있어서 행위의 제한(동법 42-5-1,2,3)

해상보안청 장관은 해역에 위험물이 배출된 경우 또는 화재가 발생한 경우는 현장의 해역에 화기의 사용을 제한, 금지, 선박의 진입의 중지 또는 출입금지 등을 명할 수 있다.

나). 해상화재가 발생한 선박의 처분 등(동법 42-6)

해상보안청 장관은 소화, 연소의 방지나 인명구조를 위해 해상화재가 발생하거나 발생할 소지가 있는 선박 등의 사용 처분 등을 할 수 있다.

다). 화재선박에 대한 예인항해 명령(동법 42-7)

해상보안청 장관은 선박교통의 위험을 방지하기 위해 화재가 발생한

선박을 선박교통의 장애 등이 발생할 우려가 없는 해역으로 예인할 것을 명할 수 있다.

라). 항해의 제한 등(동법 42-8)

해상보안청 장관은 위험물 등의 배출 또는 해상화재에 의해 발생한 선박교통의 위험을 방지하기 위해, 위험물 등이 배출된 현장 주변의 해역을 항해하는 선박의 항해를 제한하거나 금지시킬 수 있다.

마) 해상재해 방지센터(동법 제6장2절)

해상재해 방지센터는 해상방재를 위하여 조치를 취하고 동시에 해상방재 조치에 필요한 기계기구 및 자재의 보유, 해상방재 조치에 관한 훈련 등을 행함으로써 국민의 생명, 신체 및 재산의 보호에 이바지할 것을 목적으로 운수대신의 인가를 얻어 소화51년 10월 1일 설립되었다.

(1). 해상재해 방지센터의 업무(동법 42조 36)

ㄱ). 해상보안청 장관의 지시를 받아 배출유의 방제를 위한 조치를 실시한다.

ㄴ). 선박소유자 등의 위탁을 받아 해상방재 조치를 실시한다.

(소화 62년 4월부터 배출된 유해액체물질 등의 방제조치에 대해서도 실시)

ㄷ). 해상방재에 필요한 유희수선, 오일펜스, 기타 선박, 기계기구 및 자재를 보유하고 이들을 선박소유자가 이용하도록 제공한다.

ㄹ). 해상방재에 관한 훈련을 행한다.

ㅁ). 해상방재에 관한 조사연구를 실시한다.

(2) 해상보안청 장관의 센터에 대한 지시(동법 42-37)

해상보안청 장관은 배출유의 방제를 위해 조치를 강구할 필요가 있는 경우에 선박소유자 등이 그 조치를 강구하지 않는다고 인정될 때, 또는 선박소유자 등에게 그 조치를 취할 것을 명할 시간이 없는 경우에는

해상재해 방지 센타에 대하여 그 조치를 취할 것을 지시할 수 있다.

다. 센타의 조치에 필요한 비용의 부담(동법42-38조)

해상재해방지센타는 위에 강구한 방제조치에 소요된 비용을 해상보안청 장관의 승인을 얻어 선박소유자 등에 부담시킬 수 있다.

3. 우리나라의 유출사고 방제 관련 법 및 체제 분석

우리나라의 해양오염 방지법은 1977년에 제정되었고, 1981년과 1986년 소폭 개정된 바 있다. 또한 유해액체물질 오염방지설비, 유출 사고의 예방 및 방제 조치에 관한 규정을 보완하고, 최근 주요 국가들이 수락·채택한 해양오염 방지협약의 주요 내용을 수용하는 등 미비된 사항을 보완하기 위하여 1991년 3월 8일에 법률 제 4365호로 동법개정법률을 공포하여 1991년 9월 9일부터 시행하고 있다. 1991년 새로 개정된 해양오염 방지법에서는 선박의 안전 또는 인명의 구조를 위해 불가피한 경우를 제외하고는 유해액체물질의 해양배출을 금지하고있다. 또한 이를 운반하는 선박에 대하여는 유해액체물질 오염방지설비를 설치하도록 했으며, 일정 규모 이상의 선박에 대하여는 선박 내에서 발생하는 분뇨 등 폐기물을 저장하거나 처리할 수 있는 오염방지 설비를 설치하도록 했다. 대량 기름유출사고에 신속히 대처하고 관계기관간에 긴밀히 협조하여 긴급방제 등 오염방지효과를 높이기 위하여 내무부장관 소속하에 해양오염 방제대책위원회를, 해양경찰대장 소속하에 해양오염 방제 대책협의회를 두도록 했다. 또한, 선박의 무리한 운항과 부주위 등으로 대량 기름유출사고를 일으킨 자에 대한 처벌기준을 5년이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금으로 강화했다(김, 1991).

해양오염 방지법의 내용은 ① 총칙 ② 선박으로 부터의 기름, 유해물질 등

폐기물의 배출규제 ③ 선박의 해양오염설비 등의 검사 등 ④ 해양시설로부터 기름,유해 액체물질 또는 폐기물의 배출규제 ⑤ 폐유처리, 청소업 등 ⑥ 해양 오염 방제조치 ⑦ 보칙 및 법칙으로 구분된다.

⑥ 해양오염 방제 조치

가. 대량의 기름 등 폐기물 배출신고(법 제 47조, 시행령 별표 2)

기름 등 폐기물이 대통령령이 정하는 기준을 초과하여 해양에 배출된 경우와 배출될 우려가 있다고 예상될 경우에 배출 선박의 선장이나 시설의 관리자, 선박 또는 시설의 종사자가 아닌 자로서 기름 등 폐기물의 배출원인이 되는 행위를 한 자나 기름 등 폐기물이 해면에 퍼져 있는 것을 발견한 자는 지체없이 내무부장관에게 신고하여야 한다.

나. 대량의 기름 등 폐기물이 배출되는 경우의 방제조치

1) 방제조치의무(법 제 48조 제 1항 및 제 2항, 시행령 제 23조 및 제 24 조)

대량의 기름 등 폐기물이 배출되는 경우에 선장이나 시설의 관리자 또는 배출 원인이 되는 행위를 한 자는 현장에서 취할 수 있는 최대한의 유효 적절한 조치로써 배출되는 기름 등 폐기물의 계속되는 배출의 방지와 배출된 기름 등 폐기물의 확산 방지 및 제거를 위한 응급조치를 하여야 하고, 선박소유자 또는 시설의 설치자, 배출원인이 되는 행위를 한 자의 사용자 또는 배출되는 기름 등 폐기물을 신속히 수거, 처리하는 등 필요한 방제조치를 즉시 취하여야 한다.

2) 방제조치명령(법 제 48조제 3항)

내무부장관은 방제의무자가 방제조치를 하지 아니한 때에는 그 자에게

방제조치를 하도록 명한다.

3) 방제조치 협조의무(법 제 48조 제 4항)

대량의 기름이 항내 또는 항의 부근에 있는 선박으로부터 배출된 경우 당해 항구가 배출된 기름의 적재항일 때에는 당해 기름의 송화인, 당해항구가 배출되는 기름의 양육지일 때에는 당해 기름의 수화인이, 선박이 계류중에 발생하였을 때에는 당해 계류시설의 관리자가 방제조치에 적극 협조하여야 한다.

4) 방제에 사용하는 약제 등의 승인(법 제 48조 제 5항)

기름 등 폐기물을 방제할 때 사용하는 자재 및 약제는 환경처장관의 형식승인·검증 또는 인증을 받은 것이어야 한다.

다. 자재 및 약제의 비치(법 제 49조)

항만관리청, 선박소유자 또는 해양시설 설치자는 배출되는 기름 등 폐기물을 방제하기 위하여 공동부령으로 정하는 바에 의하여 당해 선박·해양시설 또는 보관시설안에 자재 및 약제를 비치하여야 한다.

라. 방제비용의 부담(법 제 50조)

내무부장관은 방제의무자가 그 조치를 하지 아니하거나 그 조치만으로는 해양오염의 재발을 방지하기 곤란하다고 인정되거나 긴급방제조치가 필요한 경우에는 관계기관의 협조를 얻어 필요한 조치를 하고, 소요비용을 선박소유자 또는 시설의 설치자에게 부담시킨다.

마. 해양 오염 방제대책위원회의 설치(법 제 51조)

기름 등 폐기물의 유출사고 등 해양오염사고로 해양환경의 보전에 현저한 피해가 있거나 피해를 미칠 우려가 있어 긴급방제 등 필요한 조치를 하게 하기

위하여 내무부장관 소속하에 해양 오염 방제대책위원회를 둔다.

바. 재산의 처분(법 제 52조)

내무부장관은 연안해역에 배출된 대량의 기름 등 폐기물에 의하여 해역이 심하게 오염됨으로써 사람의 건강을 해치고 재산상의 중대한 손해를 가하거나 수산업 등의 사업활동을 곤란하게 할 우려가 있어 긴급히 방제조치를 취할 필요가 있다고 인정되는 경우에는 당해 조치를 취함에 있어서 부득이한 범위안에서 기름 등 폐기물이 적재되어 있는 당해 선박의 파괴, 배출되는 기름 등 폐기물의 소각외에 기름 등 폐기물이 있는 현장인근의 해역에 있는 재산을 처분할 수 있다.

4. 한일 양국의 해양오염 방제 관련법 및 체제 비교

우리나라의 해양오염 방지법은 그 내용이 일본 해양오염 방지법의 상당부분을 그대로 모방하고 있다. 그러나 정작 일본법제의 내용중에서 유출사고 방제의 가장 핵심적인 부분은 누락되어 있어 오염방지체제에 여러가지 문제점을 야기하고 있다.

일본법과 국내법은 공히 유출사고에 대하여 원인자 책임의 원칙을 기본으로 하고 있으며 배출신고, 방제조치 의무, 방제 조치명령, 방제조치 협조 의무, 방제자재의 승인 및 비치 의무, 방제 비용 부담, 재산의 처분 등 각 규정이 거의 동일하다. 그러나 우리나라의 해양오염방지법에서는 일본과는 달리 방제체제 구축에 필수적인 부분을 채택하지 않고 있다.

가. 해상재해 방지센터와 같은 전담기구 부재

일본은 해상재해 방지 센터를 설립하도록 규정하고 있으나, 우리나라에는 이러한 전담기관을 두지 않고 있다. 일본의 경우 오염 원인자가 방제조치를

강구하지 않거나 불충분하다고 판단될 경우에 해상보안청 장관의 지시에 따라 해상재해 방지센터가 주관하여 방제업체에게 출동과 작업지시를 하게 된다. 방제작업에 소요된 비용은 추후 방제작업 실시자에게 청구를 받으면 센터의 기금에서 지출하고 오염 원인자에게 센터가 비용을 청구하게 되어 있다. 이러한 체계는 첫째, 긴급을 요하는 해양오염사고시에 원인자의 방제작업이 충분치 않을 경우, 위탁을 받은 해상재해 방지 센터에서 대신 방제작업을 주관하여 수행하도록 함으로써 오염 피해를 최소화하기 위한 것이며, 둘째는 해상재해 방지센터가 해양오염사고에 대처하는 전담기관이 됨으로써 체계를 일원화하게 한 것이다. 셋째는 해상재해 방지센터가 청소업체 등 방제작업을 실시하는 계약자들을 통제하도록 함으로써 실시자들의 무분별한 방제작업을 통제하여 과학적인 방제가 실시될 수 있다는 것이다. 넷째는 해상방제에 필요한 각종 장비를 확보함으로써 긴급사태시에 제공하며, 다섯째는 해상방제에 관한 훈련을 실시하고, 여섯째는 해상방제에 관한 조사 연구를 실시하도록 함으로써 사전 준비와 연구개발을 할 수 있도록 배려한 것이다.

그러나 우리나라의 상황은 이러한 전담 기구를 설치하지 않음으로써, 유출량 200 l를 기준으로 해양경찰청과 해운항만청으로 소관부처를 나누어 사고에 대처하도록 함으로써 업무가 일원화 되어 있지 못하다. 또한 해양경찰대장의 명령으로 오염행위자 대신 해경이나 항만청에서 직접 방제작업을 실시하거나 청소업체에 위탁하지만 철저한 통제가 어려워 부차적인 오염문제가 발생되고 있다. 방제 작업 실시자를 통제하지 못하는 상황에서는 외국과 같은 체계적인 사고 대처가 어렵고, 과학적인 방제 작업을 기대할 수가 없다. 또한 해경이나 항만청에서는 오염방제 업무가 본연의 업무가 아니기 때문에 해양오염에 대비한 준비나 교육, 훈련, 조사연구에 외국처럼 장기적인 투자가 어려운 실정이다. 국내법에서는 사고시 긴급한 상황이 발생했을 때 해양오염방제대책 위원회를 설치하도록 규정하고 있으나

이러한 기구가 위에 설명한 전담기구가 수행하는 업무를 대신할 수는 없다.

나. 유회수선 등의 배치의무 누락

일본법에서는 5,000톤 이상의 탱크의 선박소유자는 해당 탱크가 화물로서 특정유를 적재하고, 동경만, 이세만 및 오오사카만을 포함한 폐쇄 내해를 운항할 때는 유회수선 또는 유회수장치 등을 3시간 이내에 도착할 수 있는 장소에 배치하도록 규정하고 있다. 그러나 국내법에서는 이 부분을 누락시킴으로써 오염의 근원적인 원인제공자인 선박소유자들에게 부여되어야 하는 오염 방제 의무를 면제시켜 주고 있다. 따라서 우리나라에서는 오염방제선박이 오직 해경과 항만청 소속의 20여척의 관선만이 존재하게 되며, 사고시 마다 방제선박의 절대 부족이라는 문제가 발생하는 원인을 제공하고 있다. 이 부분은 유출에 대비한 방제 선박 및 장비의 확보 측면에서 매우 중요한 부분으로서 절대로 간과되어서는 안될 문제이다.

다. 유해액체물질 사고시의 조치 누락

1991년 새로 개정된 해양오염 방지법에서는 선박으로부터의 유해액체물질의 배출규제 부분을 보완했으나, 해상에서의 오염사고시 조치에 대해서는 누락되어 있다. 일본법에서는 특정유 이외의 기름, 유해액체물질, 폐기물 등이 배출된 경우의 조치를 규정하고 있으며, 해상재해 방지 센터에서 소화 62년 4월부터 유해액체물질의 방제도 담당하도록 하고 있으나, 국내법에서는 대량의 기름과 폐기물이 배출되는 경우만을 규정하고 있을 뿐, 유해액체물질의 방제 조치는 누락되어 있는 실정이다.

5. 한일 공동 해상유출사고 방제 협정 체결을 위한 준비

1972년 6월 스톡홀름에서 개최된 제1회 UN인간환경회의(Conference on

the Human Environment)에서 선언한 인간환경선언 제 24조에는 “환경의 보호와 개선에 관한 국제문제는 국가의 대소에 관계없이 평등한 입장에서 협조적인 정신에 따라 취급되어야 하며, 다국간 협정, 양국간 협정 및 기타 적절한 방법에 의한 협력은 모든 국가의 주권과 이익을 충분히 고려하고, 모든 분야의 활동에서 발생하는 환경에 대한 악영향을 효과적으로 규제하고 예방하며 감소시키고 제거하기 위하여 불가결한 것”이라 언급하고 있다. 환경보전을 위한 국제협력은 여러 측면에서 이루어질 수 있지만, 특히 국제협력을 필요로 하는 것은 환경정보의 교환, 환경기술의 제공, 환경오염자의 규제 및 환경회복을 위한 공동노력 등이다(IPIECA, 1993).

해양은 관할권이 설정되어 있으나 경계를 확정할 수 없는 공유자원으로서 오염으로 인해 발생하는 피해에 대해 상호 책임이 있다. 더구나 유해물질의 해상유출사고로 인해 오염물질이 확산되어 상대국에 피해를 끼칠 수 있으므로 여러가지 해양오염 중에서도 가장 큰 국가간 관심의 대상이 되어 왔다.

1969년 유류오염피해시 공해상의 개입에 관한 국제협약(International Convention Relating to Intervention on the Seas in Cases of Oil Pollution Casualties, 1969)은 해난으로 해양 및 연안이 기름에 의한 오염의 위협이 있을 때 자국민의 이익을 보호하기 위해 연안국이 예외적 조치를 공해상에서 취할 수 있도록 규정하였다. 이러한 조치를 취할 권리는 제3조에 규정되어 있는데, 연안국은 조치를 취하기 전에 해난으로 영향을 받을 개인 또는 법인에게도 지체없이 통보하며 긴급한 경우에는 사전통고나 협의가 없이도 조치를 취할 수 있다. 특히 긴급한 조치를 취하기 전 또는 그 조치중에도 인명구조 등 조난자가 필요로 하는 구조조치등 최선의 노력을 기울이도록 규정하고 있다. 이 협약은 1973년에 기름 이외의 물질로 인한 오염 또는 그러한 위협이 발생하는 경우에도 개입하도록 하는 의정서(Protocol Relating to Intervention on the High Seas in Cases of

Marine Pollution by Substance other than Oil, 1973)를 채택하였다. 따라서 1969년 공해상의 개입에 관한 협약이나 동협약의 1973년 의정서는 해난구조 자체보다는 기름 또는 그외의 물질로 인해 오염이 발생할 위험이 있는 경우에 연안국이 공해상에서 조치를 취할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다(이, 1991).

동북아 해역의 일부인 우리나라의 동서남해는 반폐쇄적(semi-enclosed)인 것이라고 하여도 과언이 아닐 정도로 인접국과 연결되어 있으므로 이 해역에서 발생하는 오염은 주변 연안국에 직접적인 영향을 미칠 가능성이 매우 크다. 현재 동북아의 한국, 북한, 중국, 일본, 소련 등 5개국도 다른 지역해에서 체결된 유출사고 지역 협력체제가 매우 시급한 실정이지만 이러한 다국간의 협정 체결에는 상당한 시간이 소요되기 때문에, 일단 한일간의 방제협력체제를 구축한다면 동북아 5개국간의 지역 협력체제 구축에 모범이 될 수 있을 것으로 보인다. 지역적인 조약은 특정지역의 국가에 의하여 교섭되어 비준 또는 수락되는 것으로서, 채택이 빠르고 효력 발생은 물론 지역사정에 잘 조정될 수 있는 점 등에서 세계적 조약 보다 장점이 있다. 그러나 보편적으로 통일된 규범을 마련하지 못한다는 점에서는 단점이 있다.

각 연안국이 자국내의 수색구조체제를 확립하고 나아가 세계적인 수색, 구조체제가 확립되도록 협력함으로써 해난사고로부터 인명과 재산을 보호하기 위한 방안으로 '해상수색 및 구조협약(Convention on Maritime Search and Rescue, 1979)'이 1979년 4월에 채택되어 1985년 6월 22일에 발효하게 되었다. 이 협약은 연안국이 자국의 주변해역에서 적절한 해상수색 및 구조(Search and Rescue, SAR)업무를 행하기 위한 국내제도를 확립함과 아울러, 해상교통이 빈번해짐에 따라 각국이 서로 협력하여 국제적인 해상 SAR 조직간의 협력을 촉진할 것을 목적으로 하고 있다. 우리나라는 아직 SAR 협약에는 가입하고 있지 않지만, 1990년 5월 25일자

Table 2-1. Details of the Convention of Korea-Japan SAR

조항	규정사항	규정내용요지
제1조	긴급조치 실시	0 자국의 주변 수역에서 승선자가 조난중이라는 정보를 입수한 경우 가장 적절한 원조를 제공하기 위하여 수색 구조에 필요한 긴급조치를 취함
제2조	상호협력	0 제1조의 조치를 실시하는데 필요한 경우에는 관련된 정보 제공, 협의 등 상호협력을 실시함
제3조	정보 및 의견교환	0 제2조의 규정외에 상호협력에 필요한 정보 및 의견을 교환함
제4조	긴급피난시 보호조치	1. 상대국 선박이 폭풍우나 기타 긴급사태로 인하여 긴급 피난한 경우에는 가능한한 적절한 보호를 함 2. 긴급피난선박은 상대국의 권한있는 당국에 통보하고 상대국의 내수 또는 영해에서는 상대국의 관련법규를 준수하고 권한있는 당국의 지시에 따라야 함.
제5조	통신연락	0 부속서의 규정에 따름
제6조	국내법 준수	0 자국에서 시행되고 있는 법령에 이 협정을 실시함 0 이 협정의 모든 규정은 계약당사국이 다른 조약, 기타 국제약속에 의해 가지는 권리 및 의무에 영향을 미치지 아니함.
제7조	발효요건	0 서명일로 부터 효력을 발생함. 0 3년간 유효하며, 그 이후는 일방 계약당사국이 타방 계약당사국에 대하여 서면으로 통고하는 날부터 1년간 유효함
부속서	통신연락	1. 통신연락 실시 가. 국제텔레क्स 이용 나. 국제전화 이용 다. 무선통신 이용 2. 통신사용 언어 : 원칙적으로 영어로 함

로 일본 동경에서 서명, 발효한「대한민국정부와 일본정부 간의 해상에서의 수색, 구조 및 선박의 긴급피난에 관한 협정」(조약 제1004호)(이하「한일 SAR협정」이라함)을 체결하였는데, 이는 우리나라가 해양인접국과 체결한 유일한 SAR협정이다. 「한일 SAR협정」의 목적은 양국의 주변수역에서 조난당한 승선자에 대하여 가능한 가장 적절한 원조를 신속하고 효과적으로 제공하고, 긴급피난한 상대국의 선박에 대하여 가능한 적절한 보호조치를 취하기 위한 것이다. 이협정은 7개 조항과 부속서로 구성되어 있는데, 긴급조치의 내용과 상호 정보제공 및 협력, 상대국 선박의 긴급 피난시 보호조치와 통신요건 등이 규정되어 있다(최, 1993).

한일 공동 방제 협정을 준비하기 위한 내용을 요약하면 다음과 같다. 협정의 내용은 전문, 본문, 부속서 등 3개 부분으로 구성되는 것이 바람직하다. 부속서에 구체적 내용이 별도로 규정하게 되며 협약의 핵심부분을 포함하게 된다. 부속서 제1장에서는 용어의 정의를 규정해야 하며 양국의 의무규정과 권고규정을 구별하여 규정하여야 한다. 부속서 제2장에서는 유출사고 공동 방제 체제의 조직을 규정하여야 하는데, (1) 공동 방제조치의 실시 및 조정을 위한 조직 구성, (2) 양국간의 긴급계획 (3) 양국간 방제구역의 확정 (4) 방제본부(Response Coordination Center: RCC)의 설치, (5) 방제팀의 장비와 설비 등을 규정해야 할 것이다.

제3장에서는 해상 유해물질 사고시의 원활한 협력을 위해 필요한 요건 등을 다루어야 하는데, (1) 사고 통보 체제, (2) 관련 정보 제공, (3) 공동 방제 지원 요청, (4) 영토 및 영해, 영공 침범의 허가, (5) 공동 협력을 위한 권한 부여 등이다. 부속서 제4장은 유해물질 사고시 공동 방제에 필요한 사전 준비조치를 명시해야 하며, 부속서 제5장은 당사국들이 취할 핵심적 기술사항으로서 실제 방제 활동의 절차를 규정해야 한다.

부속서 (5개장)

제1장 : 용어의 정의

제2장 : 조직

제3장 : 국가간의 협력체제

제4장 : 준비조치

제5장 : 방제활동 절차

(1) 제2장(조직)

부속서 제2장은 공동 방제체제의 기본구조를 규정하여야 하는데, 공동 방제 조직의 구성, 방제조치의 실시 및 조정, 양국간의 긴급계획 수립, 양국간 방제구역의 확정, 방제본부의 설치, 방제팀의 장비와 설비 확보 등을 규정해야 한다. 한일 양국은 공동 방제 조직을 만들고, 공동 긴급계획을 수립하여야 한다. 또한 양국은 방제구역을 할당하거나 조정하는 방법을 명시하여야 한다. 각국은 국가기관 또는 기타 적절한 공공 및 민간기관을 방제팀으로 지정하여야 하고, 각 방제팀은 적절한 장비를 구비토록 하고, 방제 작업에 참여하는 다른 팀과 신속하고 확실한 통신을 할 수 있는 모든 수단을 확보토록 해야 한다.

(2) 제3장(협력)

제3장에서는 해상 유해물질 사고시의 원활한 협력을 위해 필요한 요건 등을 다루어야 하는데, (1) 사고 통보 체제, (2) 관련 정보 제공, (3) 공동 방제 지원 요청, (4) 영토 및 영해, 영공 침범의 허가, (5) 공동 협력을 위한 권한 부여 등을 들 수 있다. 유해물질의 사고시에는 신속한 통보 체제를 통해 상대국에게 오염발생을 알려야 하며, 관련된 정보를 제공하여야만 한다. 공동

방제를 위한 지원을 요청한 당사국은, 관계국간에 별도의 협정이 없는 한 적용가능한 국내법규에 의거하여 단지 유해물질의 방제를 목적으로 다른 당사국의 방제팀이 자국의 영해, 영토 혹은 영공에 입역하는 것을 즉시 허가하도록 해야 한다. 이 경우 가능하면, 입역을 허가한 당사국의 방제본부 또는 그 당사국이 지정한 기타의 관계당국에 의하여 조정되어야 한다. 자국의 방제팀을 상대국가에 입역시키려는 당사국은 계획된 파견대에 관한 세부사항을 분명히 하여 입역 대상국의 방제본부 또는 지정된 당국에 통보하도록 해야 한다. 지원을 요청한 당사국은 입역에 따른 불필요한 지체를 방지하고 수속절차를 최소화하기 위하여 인접국 방제팀의 입역에 관한 조건을 미리 규정해야 하며, 방제팀의 자국입역에 필요한 사항을 허가하고, 신속한 입역절차를 위해 세관, 출입국 관리소 또는 기타 당국과 필요한 조치를 취해야 한다. 또한 양국의 방제팀간의 일원화된 방제작업을 위하여 지원을 요청한 당사국은 필요에 따라 선박, 항공기, 요원 또는 장비를 포함한 모든 자원의 지휘 명령권을 위임 받도록 해야 한다. 또한 양국은 시설의 공동관리, 공동절차의 수립, 합동훈련 및 연수의 실시, 국가간 통신회선의 정기적 점검, 방제본부 직원의 연락방문과 정보교환을 위한 규정을 두어야만 한다.

(3) 제4장(준비조치)

부속서 제4장은 유해물질 사고시 공동 방제에 필요한 사전 준비조치를 명시해야 하는데, 방제 구역내의 방제활동에 관련된 상세한 계획 또는 지침을 사전에 보유하도록 해야 한다. 이 지침에는 방제를 수행할 자들이 취하는 행동에 관한 구체적 내용을 포함하여야 한다

(4) 제5장(방제활동 절차)

부속서 제5장은 당사국들이 취할 핵심적 기술사항으로서 실제 방제활동의 절차를 규정해야 한다. 1) 긴급한 단계 동안에는 선박 안전 확인조사를 개시하거나 현재의 상태 파악을 위한 활동 개시, 2) 양국의 방제계획 및 작업 조정, 3) 긴급사태가 더 이상 존재하지 않는 경우 방제 활동의 종료나 중지, 4) 방제활동의 효과제고를 위한 현장에서의 조정활동, 5) 현장 방제 책임자(OCS)의 지정 등이 포함된다.

참고문헌

- 김 종민. 1991. 해양오염방지법, 환경관리인, 12:50-56.
- 이 용희. 1991. 해양오염방지를 위한 국내외적 입법 현황과 전망.
해양정책연구, 6(2):285-308.
- 일본 해난 방지 협회. 1992. 해양오염과 해상재해 방지 입문서, 208 pp.
- 일본 해양 협회. 1979. 해양오염방지 법제의 비교 연구, 94 pp.
- 최 동현. 1993. 우리나라 해상 수색구조 제도 개선 방향, 해운산업
연구원 정책자료 068, 178 pp.
- 한국 선주 협회. 1992. 해운연보. 서울, 552 pp.
- 해상보안청. 1988. 해상보안의 현황, 262 pp.
- Allan, D.S. and G.H. Harris. 1976. Deveplment of the Chemical
Hazard Reponse Information System(CHRIS). NOAA. USA.
- Galt, J.A. 1993. Personal communication.
- IPIECA. 1993 A guide to contingency planning for oil spills on water
Report Series 2, 20 pp.
- Krogh, F. 1984. A computer-assisted oil spill contingency centre
with emphasis on databases, risk, consequences analysis. Pages
185-223 in: Combating Oil Pollution in the Kuwait Action Plan
Region. UNEP Regional Seas Reports and Studies. No. 44.
- MSA. 1991. Countermeasures against oil spill accidents in Japan.
Maritime Safety Agency. 26 pp.
- NOAA. 1992. Report to the Congress on Ocean Pollution, Monitoring,
and Research. NOAA. NOS, 56 pp.
- NRC. 1992. National Response Center. Washington D.C, 16 pp.

- NSC. 1992a. CAMEO user's manual.
- NSC. 1992b. ALOHA USER'S manual.
- Potts, R.G. 1981. Hazard Assessment Computer System. HACS/UIM
User's operational manual. NOAA. USA.
- UNEP. 1984. Convention for the Protection of the Marine
Environment and coastal area of the South-East Pacific and its
supplementary agreements. Nairobi, 37 pp.
- UNEP. 1992. Mediterranean Action Plan and convention for the
protection of the Mediterranean Sea against pollution and its
related protocols. Nairobi, 62 pp.
- Veasey D.A. and C.H. Morton. 1992. Incident Command System.
Pages 28-42 in: L.P. Andrews (ed.), Emergency Responder
Training Manual for the Hazardous Materials Technician. Van
Nostrand Reinhold, New York.

제 3 장

유류 및 유해물질 사고시의

유출물질 확인

제 3 장 유류 및 유해물질 사고시의 유출물질 확인

제 1 절 서 언

유해물질 사고 현장에서 가장 먼저 취해야 할 조치는 어떤 물질이 유출 혹은 누출되었는지를 확인하는 것이다. 만약 사고물질이 무엇인지 확인되지 않는다면 위험이나 피해를 줄이기 위한 어떤 조치도 취할 수 없기 때문이다. 해상에서 발생하는 대형 유류 유출사고의 경우에는 사고 신고와 함께 대부분 유출물이 확인되지만, 원인 행위자가 밝혀지지 않은 유류 유출사고나 사고물질의 확인이 어려운 유해화학물질의 사고시에는 신속하게 유출물이 확인되지 않는 경우가 많다. 특히 유독화학물질의 경우 그 종류가 수천여종에 달하기 때문에 물질의 확인단계는 무척 중요할 수 밖에 없다. 신속하게 사고물질을 확인하고 물질의 특성과 대처방법을 검색하여 1차 조치를 취해야만 귀중한 인명과 재산은 물론이고 환경피해를 최소화할 수 있기 때문에, 유해물질의 분류체계와 명칭, 식별코드, 위험물 표시제도 등이 통일되어야만 한다.

그러나 우리나라에서는 아직까지 화학물질을 규제하는 법이 일원화되어 있지 못하고, 그 분류체계 또한 매우 다양하여 유해물질의 사고가 발생하더라도 유출물질의 확인에 큰 어려움이 있다. 현재 수송되고 있는 각종 화학물질들은 국내법상에 유해화학물질 관리법, 산업안전보건법, 노동법, 약사법, 농약관리법, 식품위생법, 소방법, 고압가스 안전관리법, 선박안전법 등 여러 법률을 통하여 관리되고 있으며 분류나 명칭, 번호 등이 통일되어 있지 못한 실정이다. 사고시 물질을 신속하게 확인하기 위해서는 물질명과 통일된 번호가 있어야 하며 표찰이나 플래카드가 붙어있어야 한다. 이러한 체제가 갖추어져 있지 못한 상태에서는 사고시 신속하게 현장에 출동한다고 하더라도

체계적인 방제작업을 수행할 수 없다(한국환경과학 연구협의회, 1992).

한가지 반가운 것은 1992년 7월 15일부로 개정된 선박안전법의 위험물 선박운송 및 저장규칙(교통부령 제978호)에서는 국제해사기구에서 규정하고 있는 국제해상위험물 규칙(IMDG Code)을 국내법에 도입했으며, 3,000여종의 위험물에 대한 분류, 포장, 표시, 표찰, 격리, 컨테이너 수납방법, 선박적재방법 등을 통일하였다(한국해사위험물 검사소, 1993). 그러나 해상과 항만까지는 국제적인 운송기준을 따른다고 하여도, 항만을 떠나는 순간부터는 전혀 이러한 체계가 계속 유지되지 못하기 때문에 앞으로 국내의 다른 유해물질 관련법에서도 국제적으로 통용되고 있는 이러한 분류기준에 따라 내용이 대폭 수정되어야 할 것으로 보인다.

산업의 발달과 국민소득수준의 향상으로 생활에 필요한 화학물질의 종류와 양이 증대됨에 따라 해상으로 수송되는 유해화학물질도 증가하는 추세이다. 본 연구에서는 해상으로 수송되는 유류 및 유해물질 사고시 유출물질의 확인작업에 필요한 기술적인 물제를 해결하기 위한 방안을 제시하고자 다음과 같은 3단계의 추진전략을 수립하였다. 그 첫째는 국내의 유해화학물질 분류체계의 통일을 목표로 국내와 외국의 유해화학물질 분류 체계를 검토하고 비교하고자 하였다. 둘째는 유해물질 사고시에 물질의 확인을 위해 필수적인 표찰과 플래카드 제도에 관하여 검토하였으며, 셋째로는 미확인된 유출유해물질의 분석을 통한 확인기술의 확보를 목표로 하였다.

제 2 절 유해화학물질의 분류체계

1. 국내의 화학물질 분류체계

화학물질을 규제하는 국내법은 화학물질의 용도에 따라 품질과 유효성을

규제하는 특별법과 화학물질의 물리·화학적 성질에 따라 그 위해성 방지를 위해 규제하는 일반법으로 나눌 수 있다.

특별법으로는 의약품, 의약부외품, 화장품 등에 대한 품질, 유효성, 안전성을 규제하기 위한 약사법(보건사회부)과 농약의 품질과 안전한 사용을 확보하기 위한 농약관리법(농수산부), 식품첨가물에 대해 식품으로부터 기인되는 위해성을 방지하기 위한 식품위생법(보건사회부) 등이 있다. 일반법은 용도에 관계없이 단지 화학물질의 성질에 의해 규제하는 방법을 사용하는데, 국민보건 및 환경보전상의 위해방지를 목적으로 하는 유해화학물질 관리법(환경처), 발화성과 인화성의 위험물에 의한 화재예방을 목적으로 하는 소방법(내무부), 고압화학물질이나 고압가스에 의한 화재예방과 공공의 안전확보를 위한 고압가스 안전관리법(동력자원부), 그리고 유해화학물질에 의한 노동재해 방지와 노동자의 안전과 건강 확보를 위한 산업안전보건법(노동부) 등이 있다(Table 3-1).

실제로 지구상에는 약 1천만종의 화학물질이 존재하며 그 중 약 10만여종이 상업적으로 생산·판매되고 있는데, 우리나라에서도 약 1만6천여종이 사용되고 있는 것으로 추산되고 있다. 유해화학물질 관리법상에서 정의된 유독물은 사람의 건강 또는 환경에 위해를 미칠 독성이 있는 화학물질로서 '92년 4월 현재 유독물은 434 종, 특정유독물은 134 종이다(Table 3-2). 국내에서 유통되고 있는 화학물질 1만여종 중에서 유독물 및 특정유독물의 종류는 전체 화학물질의 약 4.3%를 점하고 있고, 유통량은 '91년도에 1,100만톤에 달하고 있다. 유해화학물질 관리법에 의해 관리되고 있는 유독물중 89%를 점하는 383 품목이 농약성분이다.

소방법에서는 화재 또는 폭발을 일으키는 위험이 있는 물질을 위험성물질이라 칭하고 6가지로 크게 분류하고 있다(Table 3-3).

Table 3-1. Regulations related with hazardous materials

구 분	관 리 목 적 (관 리 분 야)	관 리 대 상	관 련 법 령 (주 무 부 서)
의 약 품	품질 및 수급관리 유효성과 안전성 확보 (제조·수입·판매)	항생제 등 2,629종 (독극약: 320종 포함)	약사법 (보건사회부)
식 품 첨 가 물	식품위생상 위해방지 및 식품영양 질적향상 (제조·수입·판매·사용)	명칭표시물질 (삭카린 나트륨 등) 68종 명칭 무표시물질 (고급케톤류 등) 18 종	식품위생법 (보건사회부)
농 약	품질향상 및 유통의 원활, 적정사용, 유효 성과 안전성 확보 (제조·수입·판매·사용)	원 제 : 248종 제 제 : 426종	농약관리법 (농림수산부)
유 독 물	유독물의 안전관리 건강 및 환경위해 방지 (제조·수입·판매·사용)	유독물 : 430종	유해화학물질관리법 (환경처)
환경오염 물 질	건강 및 환경보전상의 위해방지 (제조 또는 사용중에 발생)	특정유해물질 카드뮴 등 19종	대기환경보전법 수질환경보전법 (환경처)
위 험 물	화재의 예방경계 및 진압, 생명, 신체 및 재산보호 (보관, 운반)	위험물(염소산염류등) 38종, 준위험물 (취소산 염류등) 26 종	소방법 (내무부)
고압가스	고압가스는 위해방지 (제조·저장·판매·운반· 사용)	고압가스 (프로판등 31종), 독성가스 (포 스겐등 17종)	고압가스안전관리법 (동력자원부)
건강장해 물 질	산업재해예방 및 쾌적 한 작업환경조성 (취급, 작업환경)	제 1, 2, 3류 물질 PCBs 등 52종	산업안전보건법 (노동부)
선박위험물	위험물 수송관리	선박수송 위험물	선박안전법

Table 3-2. Toxic materials and classification of special toxic materials

구 분	유 독 물	특 정 유 독 물
품 목 수	430	134
분류기준	<ul style="list-style-type: none"> - 실험동물에 의한 독성시험결과 독성의 정도가 0 경구투여시 LD50 300mg/kg이하. 0 흡입투여시 LC50 2000ppm 이하. - 대기, 수질 및 동식물에 위해를 끼치는 독성을 갖거나 환경중에 잔류하여 위해를 일으키는 물질 - 기타 국민보건 및 환경보전상 유독물로 지정하여 관리할 필요가 있다고 인정되는 물질 	<ul style="list-style-type: none"> - 실험동물에 의한 독성시험결과 독성의 정도가 0 경구투여시 LD50 15mg/kg 이하. 0 흡입투여시 LC50 100ppm 이하. - 기타 그 위해의 정도가 특히 커 국민보건 및 환경보전을 위하여 특정유독물로 지정관리할 필요가 있다고 인정되는 물질

Table 3-3. Classification of hazardous chemicals on fire fighting act in Korea

분류	물질	화학물질
제 1류 산화성물질	염소산염, 과염소산염, 질산염, 과망간산염, 과산화물	
제 2류 환원성물질	황린, 적린, 황, 황화인, 금속가루	
제 3류 금속성물질	금속나트륨, 금속칼륨, 탄화칼슘, 인화칼슘, 생석회	
제 4류 가연성물질	제1석유류, 제2석유류, 제3석유류, 에테르, 이황화탄소, 아세톤, 아세트알데히드, 에스테르류, 케톤류, 알코올류, 테레핀유, 송진, 장뇌유, 동식물유	
제 5류 폭발성물질	황산에스테르류, 셀룰로이드류, 니트로화합물	
제 6류 혼합위험성 물질	발연질산, 농질산, 발연황산, 무수황산, 농황산, 염화황산, 무수크롬산	

Table 3-4. Classification of hazardous chemicals on the occupational safety and health act in Korea

분류	소분류	화학물질
폭발성 물질		질산에스테류류, 니트로화합물, 니트로소 화합물, 아조화합물, 디아조 화합물, 하이드라진 및 그 유도체, 유기과화합물 등
발화성물질	가연발화성물질	황, 철분말, 금속분말, 마그네슘, 인화성 고체 등
	자연발화성 및 금수성물질	칼슘, 나트륨, 알킬알루미늄, 알킬리튬, 황인, 알카리금속 유기금속화합물, 금속의 수소화물, 금속의 인화물, 칼슘 또는 알루미늄의 탄화물 등
산화성물질		염소산 및 그 염류, 과염소산 및 그 염류, 과산화수소 및 무기산화물, 이염소산 및 그 염류, 불소산염류, 질산 및 그 염류, 요오드산 염류, 과망간산 염류, 중크롬산 및 그 염류 등
인화성물질		<ul style="list-style-type: none"> * 에틸에테르, 가솔린, 아세트알데히드, 산화프로필렌, 이황화탄소, 기타 인화점이 섭씨 영하 30도 미만 물질 * 노르말렉산, 산화에틸렌, 아세톤, 메틸에틸케톤, 기타 인화점이 영하 30도이상 0도 미만 물질 * 메틸알콜, 에틸알콜, 크시렌, 아세트산아미, 기타 인화점이 섭씨 0도이상 30도 미만 물질 * 등유, 경유, 테레핀유, 이소펜질알콜, 아세트산, 기타 인화점이 섭씨 30도 이상 내지 65도 이하인 물질
가연성 가스		수소, 아세틸렌, 에틸렌, 메탄, 에탄프로판, 부탄, 기타 섭씨 15도 1기압하에서 기체상태인 가연성 가스
부식성 물질	부식성산류	농도 20% 이상의 염산, 황산, 질산 등
	부식성염기류	농도 40% 이상의 수산화나트륨, 수산화칼륨 등

산업안전보건법상의 유해물질에는 폭발성물질, 발화성물질, 산화성물질, 인화성물질, 가연성가스, 부식성물질 등 6가지로 분류하고 있다(Table 3-4). 또한 산업안전보건법에서는 특정화학물질 제 1, 2, 3류와 유기용제 제 1, 2종 등 103종을 근로자의 건강상 유해한 물질로서 표시대상물질로 지정하고 있다.

2. 유엔의 위험물 수송에 관한 권고사항

1992년 6월 브라질의 리우에서 열린 유엔환경개발회의에서 채택한 의제 21(Agenda 21)에서도 유해화학물질의 안전관리를 위하여 화학물질의 분류 및 표식(label)의 통일을 중요 계획분야로 채택하고 있다(유독물 관리협회, 1993).

유엔의 경제사회 이사회가 1957년 위험물의 수송에 관한 전문가 위원회를 통하여 위험물의 분류와 목록의 통일을 위한 권고안(Recommendations on the Transport of Dangerous Goods)을 채택한 이후 유엔은 여섯 차례에 걸쳐 이를 수정 보완해 왔다. 유엔의 권고안은 여러 가지 형태로 수송되는 각종 위험물을 통일된 형태로 규제하는 국가적 또는 국제적인 규칙을 마련함으로써 사고를 예방하고 위험을 최소화하고자 하는 목적으로 만들어졌다. 유엔의 권고안은 위험물을 폭발물, 고압가스류, 인화성 액체, 인화성 고체, 산화성 물질, 독물 또는 감염물질, 방사성 물질, 부식성 물질, 기타 위험물 등 9가지로 분류하고 이를 다시 세부적으로 분류하고 있다(Table 3-5). 모든 화학물질은 4자리의 UN Number를 부여받게 되며, 위험과 포장방법에 따라서 세부적인 분류번호가 지정된다(UN, 1988).

3. 국제해사기구의 국제 해상위험물 규칙

위험물의 해상 수송상 안전을 도모하기 위하여 국제해사기구(IMO)에서는 UN의 권고안에 따라 국제통일규격을 제정하였다(Table 3-6). 위험물은 9가지로 분류하고 성질, 용도, 주의사항, 용기 및 포장, 표찰, 적재방법 등을 세부적으로 규정하고 있다(Hilyer and Veasey, 1992).

Table 3-5. UN classification and definition of classes of dangerous goods

Class 1 폭발물(Explosive)

Division 1.1 대형폭발위험이 있는 물질

Division 1.2 대형폭발위험은 없으나 비산의 위험이 있는 물질

Division 1.3 화재의 위험이나 소형 폭발의 위험이 있는 물질

Division 1.4 큰 위험이 없는 물질

Division 1.5 매우 민감하지 않은 물질

Class 2 가스류

압력이나 냉장상태하의 고압가스, 액체가스, 용존가스

Class 3 인화성 액체

Class 4 인화성 고체

Division 4.1 인화성 고체

Division 4.2 자연 연소성 물질

Division 4.3 물과 접촉하여 인화성 기체를 발생하는 물질

Class 5 산화성 물질

Division 5.1 산화성 물질

Division 5.2 유기 과산화물

Class 6 독물 및 감염성 물질

Division 6.1 독물

Division 6.2 감염성 물질

Class 7 방사성 물질

Class 8 부식성 물질

Class 9 기타 위험물

4. 미국의 화학물질 분류체계

미국에서는 1974년 운송안전법을 제정하고 1975년에는 유해물질 운송법을 제정하여 운수성으로 하여금 위반자에 대하여 엄격한 벌금을 부과하게 하였다. 1990년에는 유해물질 수송기준 통일법을 개정하여 국제기준인 국제해사기구의 분류를 거의 유사하게 통일하였다. 미국 운수성의 유해물질 분류와 국제해사기구의 분류를 Table 3-7에 비교하였다.

Table 3-6. IMO classification and definitions of classes of dangerous goods

Class 1 폭발물

- 1.1 대형폭발위험이 있는 물질
- 1.2 대형폭발위험은 없으나 비산의 위험이 있는 물질
- 1.3 화재의 위험이나 소형 폭발의 위험이 있는 물질
- 1.4 큰 위험이 없는 물질
- 1.5 매우 민감하지 않은 물질

Class 2 가스류, 압력이나 냉장상태하의 고압가스, 액체가스, 용존가스

- 2.1 인화성 기체
- 2.2 비인화성 기체
- 2.3 독성 기체

Class 3 인화성 액체

- 3.1 Flash point 가 낮은 액체(<OF)
- 3.2. Intermediate flash point (0-73F)
- 3.3 High flash point (73-141F)

Class 4 인화성 고체

- 4.1 인화성 고체
- 4.2 자연 연소성 물질
- 4.3 물과 접촉하여 인화성 기체를 발생하는 물질

Class 5 산화성 물질

- 5.1 산화성 물질
- 5.2 유기 과산화물

Class 6 독물 및 감염성 물질

- 6.1 독물
- 6.2 감염성 물질

Class 7 방사성 물질

Class 8 부식성 물질

Class 9 기타 위험물

Table 3-7. Comparison of IMO and DOT hazard classes

IMO Class, Division, and General Description	DOT Hazardous Material Class
Class 1--Explosives	
1.1 Mass explosion hazard	Explosive A
1.2 Projection hazard, but no mass explosion hazard	Explosive A or B
1.3 Fire hazard with minor projection or blast hazard	Explosive B
1.4 No Significant hazard	Explosive C
1.5 Very insensitive substance	Blasting Agent
Class 2--Gases	
2.1 Flammable gases	Flammable Gas
2.2 Nonflammable gases	Nonflammable Gas
2.3 Poison gases	Poison A
Class 3--Flammable liquids	
3.1 Low flash point (<0F)	Flammable Liquid
3.2 Intermediate flash point (0-73F)	Flammable Liquid
3.3 High flash point (73-141F)	Combustible Liquid
Class 4--Flammable solids or substances	
4.1 Flammable solids	Flammable Solids
4.2 Substances liable to spontaneous combustion	Flammable Solids Flammable Liquid (pyroforic)
4.3 Substances which emit flammable gases when wet	Flammable Solid (with Dangerous When Wet label)
Class 5--Oxidizing substances	
5.1 Oxidizing substances	Oxidizer
5.2 Organic peroxides	Organic Peroxide
Class 6--Poisonous or infectious substances	
6.1 Poisonous substances	Poison B
6.2 Infectious substances	Etiologic Agent
Class 7--Radioactive materials	Radioactive Material
Class 8--Corrosives	Corrosive Material
Class 9--Miscellaneous dangerous substances	Other Regulated Materials (ORM) except ORM-D), which was retained

제 3 절 유해물질의 확인 시스템

1. 유해물질 표찰

유해물질 사고가 발생했을 때 신속하게 물질을 확인하기 위해서는 각종 용기나 탱크에 물질의 고유번호와 위험성 분류(Hazard Class), 물질명 등의 기본적인 정보를 제공하는 표찰(label)을 부착해야 한다. 우리나라에서도 유해화학물질 관리법과 산업안전 보건법 등에서 일부의 화학물질에 대하여 표식의 부착을 의무화하고 있으나 주로 작업장에서의 안전관리 등을 목적으로 만들어진 것이어서, 수송되는 화학물질에 부착하도록 되어 있지 않으며, 국제적으로 통용되는 화학물질 표찰과는 거리가 먼 실정이다. 그러나 1992년부터 국제해사기구(IMO)의 IMDG Code를 국내법에 수용하고 있는 선박안전법의 위험물 선박운송 및 저장규칙(교통부령 제978호)에서는 국제적 기준과 동일한 정표찰과 부표찰, 유엔번호표의 모양과 크기 등을 규정하여 부착을 의무화하고 있다(Fig. 3-1). 이러한 위험물질 분류별 표찰 제도는 긴급 방제시에 물질의 확인작업에 큰 도움을 주는 필수 요소이므로 국내의 모든 유해물질 수송시에 이러한 표찰이 사용될 수 있도록 선박안전법의 내용과 동일하게 국내의 다른 관련법을 시급히 개정해야 할 것이다(한국해사 위험물 검사소, 1993).

미국 운수성은 1991년 1월 1일부터 시행한 개정된 법률에서 1,400여종의 유해물질에 대하여 분류, 표찰, 플래카드를 국제해사기구와 거의 유사하게 개발하여 사용(Fig. 3-2)하기 시작하였다(J.J.Keller & Ass., 1991). 위험성 분류 표찰(Hazard Class Label)은 분류된 유해물질군별로 이를 쉽게 알아볼 수 있도록 독특한 디자인과 색깔을 사용하고 있으며(Fig. 3-2), 국제해사기구의 분류에 따른 분류번호를 의무적으로 표시하도록 되어 있다(Hilyer and Veasey, 1992).



Fig. 3-1. Examples of labels and placards of hazardous materials used in Korea.

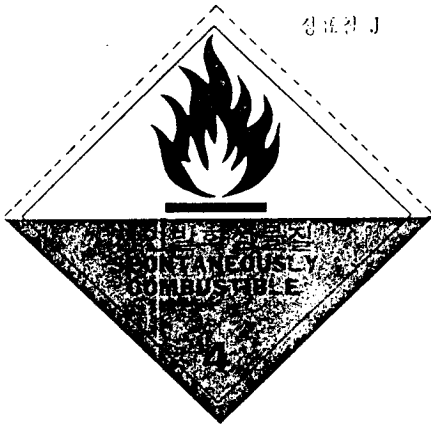


Fig. 3-1 (continued). Examples of labels and placards of hazardous materials used in Korea.

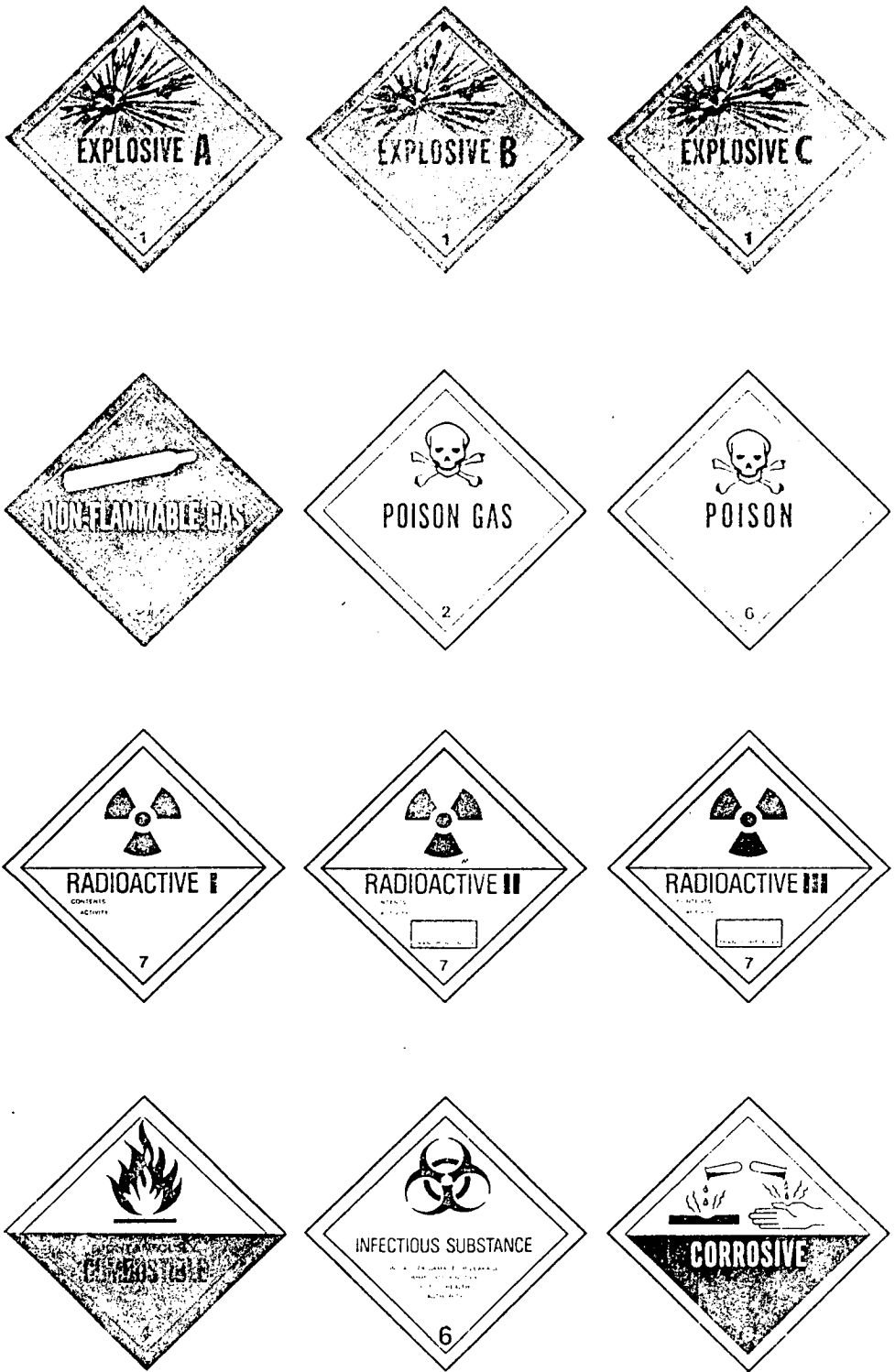


Fig. 3-2. Examples of labels and placards of hazardous materials used in USA.

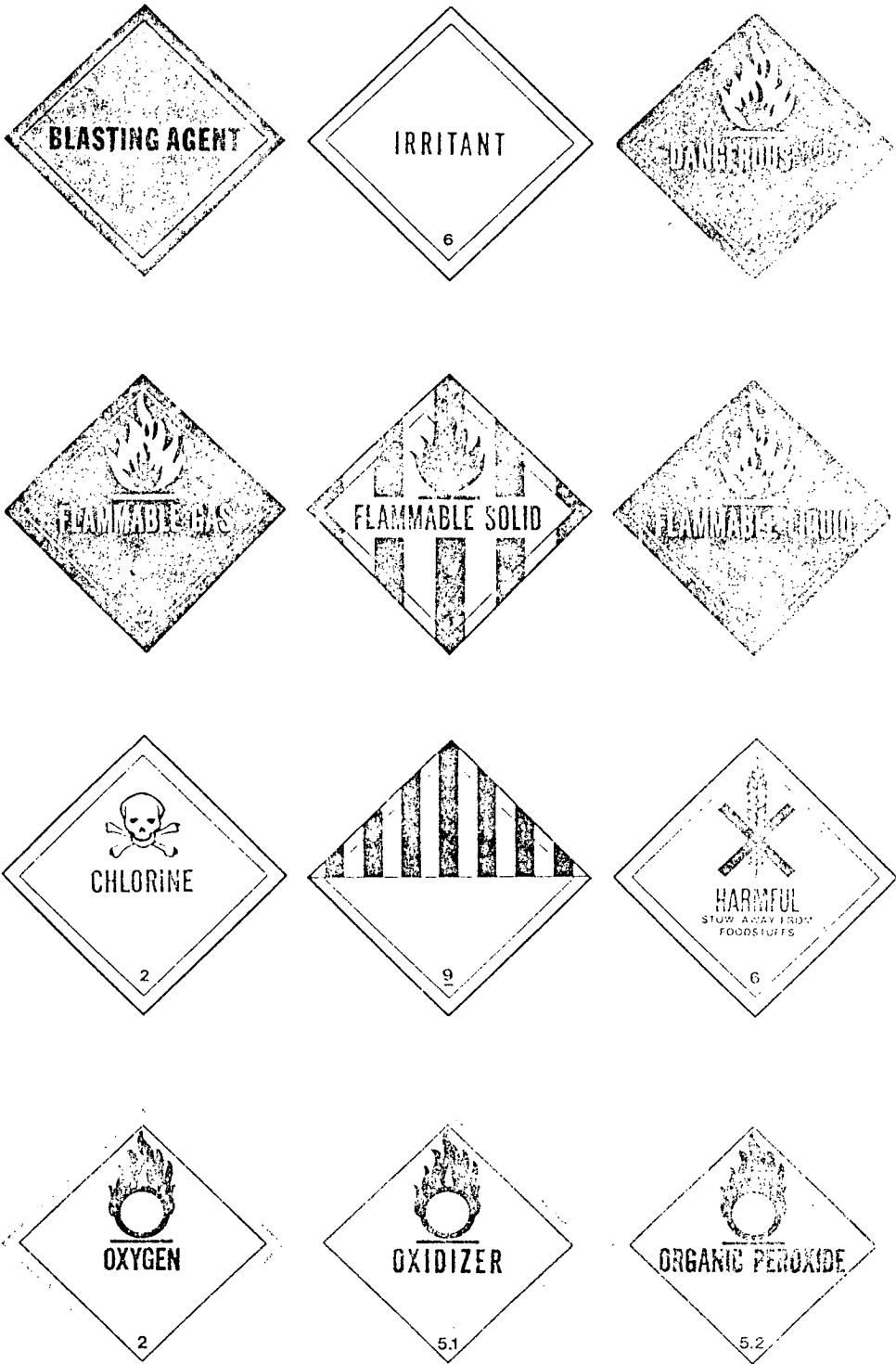


Fig. 3-2 (continued). Examples of labels and placards of hazardous materials used in USA.

한 개의 용기내에 2가지 혹은 그 이상의 화학물질이 혼합되어 있을 때는 별도의 이름이 표시되어야 하는데, 만약 혼합된 화학물질이 별도의 이름이 없을 때는 혼합물의 특성에 따라 불리워 진다. 예를 들어 두개의 인화성 액체가 혼합되어 있으나 별도의 이름이 없다면 “인화성 액체, N.O.S”라고 쓰여진다. N.O.S는 “not otherwise specified”의 약자이다.

미국의 공장에서는 유해물질의 위험을 표시하는 NFPA 704 시스템이라는 별도의 표찰이 사용되고 있다. NFPA(National Fire Protection Association)가 장려하는 표찰은 마름모 형태를 다시 작은 네개의 작은 마름모로 나누어 건강 위험성, 인화성, 반응성, 특정정보 등을 번호와 색깔로 나타내도록 되어 있다. 각각의 정보는 청색, 적색, 황색, 백색으로 구분하고 0(특별한 위험 없음) - 4(매우 위험)까지의 5단계 숫자로서 위험 수준을 표시한다. 아래쪽의 특정정보는 특수한 위험성을 표시하기 위한 부분이며 금수성, 산화성, 방사성 등을 표시한다. 미국에서는 농약표찰(Pesticide Label)이라는 별도의 표찰을 농약류에만 붙이도록 되어 있다. 농약표찰에는 상품명과 환경청 등록번호, 성분내용, 경고문 등이 들어 있다.

2. 위험물 명세서

선박안전법의 위험물 선박운송 및 저장규칙 제 16조에서도 위험물 명세서의 제출을 의무화하고 있지만, 이러한 선적서류(shipping papers)는 유해물질의 사고시 물질의 확인에 크게 유용하게 사용될 수 있다. 방제를 담당하는 사고처리반이 위험물 명세서를 입수할 수 있다면, 운반되고 있는 물질의 이름이 무엇이며, 어떤 법률에 규제를 받는 물질인지 등 모든 정보를 입수할 수 있다. 선박안전법에서는 위험물 명세서에 위험물의 분류, 항목, 품명, 유엔번호, 용기등급 또는 격리구분과 용기 및 포장의 명칭, 수량 및 질량 또는 용적을 반드시 기재하여 선박 소유자 또는 선장에게 제출하도록

규정하고 있다. 미국의 선적서류에는 물질명과 건강 위해성, 화재 및 폭발 위험성, 사고시 취해야만 하는 즉각적인 주의사항, 화재발생시 조치요령, 유출시 응급조치, 부상자에 대한 1차 응급조치 등이 기재되도록 되어 있다(Hilyer and Veasey, 1992).

3. 플래카드

플래카드는 유해물질을 수송하는 운송수단의 양측면과 앞뒤에 붙이도록 하는 표찰로서 용기나 탱크에 붙이는 표찰과 글씨, 색깔, 모양, 분류번호 등이 동일하다. 이러한 플래카드는 유해물질을 탱크 등에 다량 적재하여 운송할 경우, 대형사고가 발생하면 화재나 누출로 인하여 방제인력이 가까이 접근하지 못할 경우에 대비하여 안전거리 밖에서 물질을 확인할 목적으로 만들어진 것이다. 미국에서는 소량이더라도 반드시 플래카드를 부착해야 하는 물질과 1,000 파운드 이상 수송될 때에만 부착하는 물질 등 두가지로 나누어 적용하고 있다. 수송탱크에 부착된 플래카드는 탱크가 비어있는 상태에서도 떼어내서는 안된다. 왜냐하면 휘발성, 인화성 물질들이 탱크안에 남아 있을 수 있어서, 소량으로도 유해한 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 탱크가 세척되고 다른 무해한 물질이 다시 채워졌다면 플래카드는 그때 제거된다. 만약 각각 1,000파운드 이상의 탱크가 동시에 수송되거나 5,000파운드 이상 수송될 때에는 '위험'이라는 별도의 표식을 붙이도록 규정하고 있다(Hilyer and Veasey, 1992).

제 4 절 유해물질의 분석기술: 퇴적물 및 해양생물중의 미량 유기독성물질 분석기술

우리나라는 지난 30여년간 중화학공업을 비롯한 제반 산업의 발전으로 고도의 경제성장을 이루는 과정에서 전국연안에 수 많은 공업단지가 설립되고 주변 도시에는 인구집중화 현상이 심화되면서 공장폐수 및 도시하수로 인해 해양오염이 가속화되고 있는 실정이다. 또 경제성장에 따른 수출입의 증가로 기름을 비롯한 유해물질의 유출사고도 해양오염을 가속화시키는데 한 몫을 하고있다.

유기염소계농약(organochlorine pesticides), PCBs와 다환방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs) 등의 유기독성물질은 독성이 매우 높고 해양환경에 유입되면 자연분해에 수십년이 걸리고 그 양이 극히 미량일지라도 일단 하등 동식물의 생체내에 축적되고 결국은 먹이사슬(food chain)을 통해 인간에게까지 해를 미치는 무서운 오염물질이다. 그 일례로 PCBs의 경우에 일본의 유증사건(油症事件)을 비롯하여 피부병과 간장해(肝障害)를 일으키는 중독현상을 보였다.

국내에서는 분석기술의 어려움 때문에 해양환경내의 이들 오염물질들에 관한 자료가 전무한 실정이다. 따라서 해양생물(홍합, 굴)과 퇴적물(sediment)중에 존재하는 미량 유기독성물질(trace organic pollutants)의 분석기술의 확보는 해양환경의 오염실태와 보존에 필수적인 요소라 하겠다.

1. 분석준비

연구에 사용된 초자기구, 용매, 흡착제, 표준물질 등은 다음과 같은 방법으로 세척, 정제 및 준비하여 사용하였다.

가. 초자기구(glassware)

실험에 사용되는 모든 초자기구는 우선 비눗물로 깨끗이 세척한 후에 증류수로 헹궈서 오븐에서 말렸다. 이 초자기구를 다시 muffle furnace에서 400도에서 4시간 이상 가열하여 오염물질을 제거한 뒤에 곧바로 미리 세척해 놓은 알루미늄 포일로 싸서 보관하였다. 초자기구는 사용하기 직전에 methylene chloride로 세척한 후에 사용하였다.

나. 용매(solvent)

표준물질의 준비, HPLC의 이동상(mobile phase), 시료병과 실험에 사용되는 기구의 세척등 실험에 사용된 모든 용매는 Merck(독일), BDH(영국), Sigma(미국)의 AR 또는 HPLC급(grade) 시약을 유리 분별증류장치에서 정제한 후 약 300배 농축하여 GC로 용매의 순도를 확인한 후에 사용하였다.

다. 흡착제(adsorbant) 및 기타 시약(Lauenstein et al, 1993, Macloed et al. 1985)

알루미늄 : 700도에서 18시간동안 건조시켜 120도에서 보관하였다.

사용전에 건조기에서 상온으로 냉각시켜 사용하였다.

실리카겔 : 700도에서 18시간동안 건조시켜 170도에서 보관하였다.

사용전에 건조기에서 상온으로 냉각시켜 사용하였다.

sodium sulfate : methylene chloride에 씻어서 말린후 700도에서 18시간동안 건조시켜 120도에서 보관하였다. 사용전에 건조기에서 상온으로 냉각시켜 사용하였다.

모래 : 왕수에 하룻밤 담궈둔 후 증류수, 메탄올과 methylene chloride의 순서로 세척하여 건조시켜 사용하였다.

라. 표준물질과 첨가시약(standards and spike solutions)

NIST(미국), Ultra Scientific(미국), Supelco(미국)에서 구입하여 혼합 및 회석하여 사용하였다. SRM(standard reference material)은 NIST(미국)과 NCR(캐나다)에서 구입하여 사용하였다(Table 3-)

2. 해양생물(홍합, 굴)중의 미량 유기독성물질 분석기술(Lauenstein et al, 1993 Krahn et al, 1988a, 1988b)

가. 추출

한번에 12개의 시료를 한조로 하여 분석을 하는데 한조의 시료는 다음과 같이 구성된다(Table 3-10).

퇴적물 시료: 8-9 개

method blank: 1 개 이상

spiked blank: 1 개 또는 reference sediment 1개

field blank: 1 개(공실험)

duplicate sediment 시료 1 개

- 1) 100 ml 원심분리관에 3 ± 0.5 g의 시료를 넣는다.
- 2) 시료를 따로 0.5 g 정도를 알미늄 접시에 달아서 습중량/건중량 환산에 사용한다. 남은 시료는 냉동보관한다.
- 3) tissue blank를 제외한 시료에 30 ml의 methylene chloride를 첨가한다. 5 ml를 더 넣어 35 ml로 만들어 tissue blank로 사용한다.
- 4) 시료, blank, spiked blank에 각각 AH, CH I-STD를 100 μ l씩 첨가한다.

5) spiked blank에만 다음의 세가지 표준물질을 첨가한다.

500 ul PCB Congeners STD

500 ul Pesticides STD.

750 ul PAH STD.

6) 원심분리관에 25 g의 sodium sulfate를 첨가한다.

7) 분쇄기로 30초간 80의 속도로 시료를 간다음 속도를 60으로 줄여 1분 30초간 간다. 이때 시료가 튀지 않도록 주의한다. 5 ml methylene chloride로 분쇄기의 날을 씻어주고 이 용액을 시료가 들어있는 원심분리관에 모은다.

8) 시료를 5분간 2000 rpm에서 원심분리한다.

9) 새 원심분리관에 상등액을 따른다.

10) 다시 원심분리관에 35 ml methylene chloride를 첨가하고 7-9까지의 과정을 반복한다.

11) 이 용액을 다시 9)의 원심분리관에 합친다.

12) 원심분리 후 용액을 따라낸 시료에 methylene chloride 10 ml를 첨가하고 Vortex Genie로 5-6번 속도로 5-10초간 혼합한 후 추출액을 원심분리관에 합친다.

나. 추출액의 사전 정제 및 농축

1) 유리 컬럼(22mm X 250mm)에 유리섬유를 넣은 뒤 유리막대로 다진다. 먼저 10 cc alumina를 넣은 후 그 위에 silica gel 20 cc를 넣고 끝으로 5 cc sand를 넣는다.

2) 컬럼에 methylene chloride 50 ml를 천천히 부어 세척한다. 이 과정을 2회 더 반복한다. 컬럼 끝을 methylene chloride로 씻어준다.

3) 컬럼에 추출액을 붓는다. 이때 컬럼을 통과한 용액은 버린다.

- 4) 추출액을 담았던 병(2)를 약 5 ml의 methylene chloride로 씻은 후 컬럼에 붓는다. 2번 더 씻어서 붓는다.
- 5) 컬럼의 벽을 25 ml의 methylene chloride로 씻고 용액을 흘러내리게 한다.
- 6) 테플론 비등석을 6-8개 넣는다. steam table 에서 15-20 ml로 농축하고 이것을 conical 유리원심분리관(50 ml)에 옮긴다. 5 ml methylene chloride로 씻어 담는다. 2번 더 반복해서 씻는다. 테플론 비등석을 1개 넣는다. tube heater로 용액을 가열하여 0.9ml에서 1.0ml 사이로 농축한다.
- 7) HPLC Internal std 100 ul를 튜브에 첨가하고 Vortex Genie로 속도 4-6에서 2초간 혼합한다.
- 8) 파스퇴르 피펫으로 조심해서 7번에서 최종적으로 만든 약 1 ml용액을 미리 표시해둔 2ml GC vial(4)에 옮긴다. '추출액'이라고 표기한다. 시료 번호를 적는다. 이 용액을 HPLC cleanup에 사용한다.

다. HPLC Cleanup(Krahn et al, 1989)

실험에 사용된 HPLC 시스템의 모식도를 Fig. 3-3에 보였다.

1) calibration

- (1) system-calibration 용액 제조: GC vial에 900 ul methylene chloride와 100 ul의 HPLC calibration-check 용액을 섞는다.
- (2) HPLC를 가동시켜 이동상(mobile phase)의 유속(flow rate)과 온도가 안정한 상태인지 확인한다.
- (3) 검정 용액을 주입하고 DOB(Dibromooctafluorobiphenyl)의 머무름시간이 일정한지 검정하고 일정해지면 HPLC cleanup을 시작한다.

- (4) fraction collector rack에 20개의 GC vial을 놓는다.
- (5) DOB가 나오기 시작하는 머뭇시간 1분 전부터 0.1분(6초) 간격으로 10개의 fractions을 받는다. perylene이 나오는 순간부터 1분간 0.1분 간격으로 10개를 받는다.
- (6) 첫번째 받은 10개 fraction에 TCMX 용액을 각각 50 ul씩 첨가한다. 두번째 받은 10개의 fraction에도 각각 50 ul의 HMB 용액을 첨가한다.
- (7) 첫번째 10개 fraction을 GC/ECD로 DOB를 분석하고 두번째 10개 fraction을 GC/FID로 분석한다. 이러한 과정은 시스템이 변동되지 않는 한 1번만 하면된다.

(8) collection 개시시간의 측정 :

GC/ECD에서 DOB가 나타나는 첫번째 fraction의 시간(T_1)을 측정한다. T_1 에서 0.2분을 뺀 값을 T_2 라 하고 이 값을 "1 DRAIN"으로 사용한다. DOB의 retention time(T_3)을 기록한다. 매일 DOB retention time(T_5)을 기록하고 이를 이용하여 "1 DRAIN" 값을 수정한다.

(9) collection 종료시간의 측정 :

GC/FID에서 perylene이 나오는 10개중 마지막 분액의 배출 시간(T_7)을 측정한다. T_7 에 0.5 분을 더하며 이 시간을 T_8 이라 한다. 여기에서 개시시간(T_2)을 뺀 값이 "1 COLL" 값이다. 매일 perylene의 체류시간(T_{10})을 측정하여 변한 만큼 보정한다.

2) 분액 채취

- (1) HPLC를 가동시켜 이동상의 유속과 온도가 안정한 상태인지 확인한다.

- (2) fraction collector에 시료수 만큼의 50 ml 유리 원심분리관을 넣는다.
- (3) 1000 ul 주사기를 사용하여 시료를 HPLC에 주입해서 cleanup을 시작한다.
- (4) 추출시료 6개당 1개의 HPLC-AH/CH calibration-check 용액을 분석한다. 마지막 시료의 cleanup이 끝난 다음에도 검정용액을 분석해야 한다.
- (5) 시료용액과 분석은 뚜껑을 닫아 냉장고에 보관한다

3) 농축

- (1) AH/CH 분석에 테플론 비등석 1개를 넣고 tube heater를 사용하여 0.9-1.0 ml 이내로 농축한다.
- (2) 튜브에 hexane 2 ml를 첨가하고 다시 0.9 - 1.0 ml 이내로 농축한다.
- (3) 50 ul TCMX GC/I-STD, 30 ul HMB GC/I-STD를 넣고 Vortex Genie로 2초간 혼합한다.
- (4) CH analyte-calibration 용액에 50 ul TCMX GC/I-STD 넣고, AH analyte calibration 용액에 30 ul HMB GC/I-STD를 넣고 Vortex Genie로 2초간 혼합한다.
- (5) 농축된 AH/CH 분석을 파스퇴르 피펫으로 GC vial로 옮긴다.
질소하에서 용매를 날려보내 최종적으로 250 ul(오염된 지역), 혹은 100 ul(덜 오염된 지역)로 만든다.
- (6) vial을 냉동보관한다.

- 4) GC-ECD와 GC-FID를 이용한 미량유기독성물질 분석(Dallschnitter and zell 1980, Lauenstein et al. 1993)

분석에 사용된 Gas Chromatograph의 작동조건과 표준용액의 크로마토그램(chromatogram)은 Table 3-12와 3-13과 Fig. 3-4 - 3-6과 같다.

3. 퇴적물중의 미량 유기독성물질 분석기술

가. 추출

한번에 12개의 시료를 한조로 하여 분석을 하는데 한조의 시료는 다음과 같이 구성된다(Table 3-11).

퇴적물 시료: 8-9 개

method blank: 1 개 이상

spiked blank: 1 개 또는 reference sediment 1개

field blank: 1 개(공실험)

duplicate sediment 시료 1 개

- 1) field blank를 제외하고 250ml 갈색시료병에 methylene chloride를 100 ml씩 넣는다.
- 2) field blank는 시료채취 현장에 가져갔었으나 사용하지 않은 빈 병을 3번 10 ml의 methylene chloride로 닦아서 시료병에 넣는다. 같은 병에 70 ml의 methylene chloride를 더 첨가한다.
- 3) 위의 각 시료병에 다음과 같이 첨가한다.
 - a. 60 g sodium sulfate
 - b. 7.5 cc activated copper
 - c. 100 ul AH I-Std 용액
 - d. 100 ul CH I-Std 용액

- 4) spiked blank병에는 다음과 같이 첨가한다.
 - a. 500 ul PAH Std
 - b. 500 ul Pesticides Std
- 5) blank와 spiked blank, field blank 에는 더이상 아무것도 넣지 않는다.
- 6) 시료병에 10 ± 0.5 g의 시료를 넣는다.
- 7) 곧바로 시료병의 뚜껑을 닫고 흔들어서 잘 섞어준다.
- 8) 각 병을 16시간 동안(하룻밤) 텀블러에 놓고 100-250 rpm으로 돌려 추출을 한다.
- 9) 병을 1500 rpm에서 5분간 원심분리한다.
- 10) 각 추출액을 미리 표시한 500 ml 갈색 유리병에 옮긴다.
- 11) 100 ml 의 methylene chloride를 다시 250 ml 병에 넣고 한번 더 추출과정을 거친다.(텀블러에서 6 시간)
- 12) 병을 1500 rpm에서 5분간 원심분리한 후 두번째 추출액을 500 ml 병에 합친다.
- 13) 한번 더 100 ml methylene chloride를 넣고 추출한다(텀블러에서 16시간). 병을 1500 rpm에서 5분간 원심분리한 후 세번째 추출액을 500 ml 병에 합친다.

나. 퇴적물 추출액의 사전 정제 및 농축

- 1) 8-10 개의 테플론 비등석을 추출액이 들어 있는 500 ml 갈색 유리병에 넣는다.
- 2) 추출액을 수증기 욕조(steam table)에서 15-20 ml로 농축한다.(--> 6번으로)
- 3) 정제할 유리 컬럼을 25 ml 피펫에 30 - 40 mm를 유리섬유로

- 채우고 유리 막대기로 다져서 만든다.
- 4) 5 ml methylene chloride를 유리 컬럼에 통과시켜 컬럼을 씻어주고 용액은 버린다.
 - 5) 4번 더 5 ml methylene chloride로 유리 컬럼을 씻어준다. 마지막으로 유리 컬럼 끝을 methylene chloride로 씻어준다.
 - 6) 유리 컬럼 아래에 표시를 한 원심분리관을 놓고 유리 컬럼에 앞에서 농축한 추출액을 붓는다.
 - 7) 시료가 들어있던 갈색 유리병을 5 ml methylene chloride로 닦아서 유리컬럼에 붓는다.
 - 8) 병을 두번 더 닦아서 유리컬럼에 붓는다.
 - 9) 유리 컬럼의 내벽을 두번 5 ml methylene chloride로 씻어 내린다.
 - 10) 추출액을 받은 원심분리관에 테플론 비등석 한개를 넣는다. tube heater에서 이 용액을 0.9 - 1.0 ml로 농축한다.
 - 11) 원심분리관을 실온으로 식힌 후에 구리(activated copper)의 색깔이 더이상 변하지 않을 때까지 구리를 넣는다. 튜브의 뚜껑을 닫고 냉동고에 하룻밤 보관한다.
 - 12) 원심분리관에 HPLC/I-STD 용액을 100 ul 넣고 Vortex Genie로 2초간 섞는다.
 - 13) HPLC/I-STD 용액 100 ul를 AH analyte calibration용액과 CH analyte calibration 용액에 첨가하고 2초간 혼합한다.
 - 14) 파스퇴르 피펫으로 앞에서 1 ml정도로 농축시킨 추출액을 GC vial에 옮긴다.
 - 15) 이 용액을 HPLC cleanup에 사용한다.

다. HPLC Cleanup

해양생물 시료의 HPLC clean 방법과 동일한 방법을 사용하였다.

라. GC-ECD와 GC-FID를 이용한 미량유기독성물질 분석(Ballschmitter and Zell 1980, Lauenstein et al. 1993)

분석에 사용된 Gas Chromatograph의 분석조건은 해양생물 시료와 동일한 방법을 사용하였다(Table 3-12 - 3-13, Fig. 3-4 - 3-6).

4. GC-ECD와 GC-FID를 이용한 표준물질 분석결과

유기염소계농약, PCBs와 다환고리 탄화수소 표준물질의 GC-ECD 및 GC-FID 크로마토그램(chromatogram)과 관련자료를 Fig. 3-4 - 3-6과 Table 3-14 - 3-16에 보였다. 1차년도에는 주로 실험방법의 확보에 주력하여서 표준물질의 경우에 있어서는 외국기관의 연구결과에 뒤지지 않는 성과를 얻을 수 있었다, 2차년도에는 그 동안 전국 연안에서 채취한 홍합, 굴 및 퇴적물 중의 유기오염물질을 분석할 예정이다.

Table 3-8. Organic chemicals determined

A. Aromatic Hydrocarbons (AHs)	B. Chlorinated Pesticides and PCBs (CHs)
Naphthalene	1. DDT and metabolites
1-Methylnaphthalene	2,4'-DDD
2-Methylnaphthalene	4,4'-DDD
Biphenyl	2,4'-DDE
2,6-Dimethylnaphthalene	4,4'-DDE
Acenaphthylene	2,4'-DDT
Acenaphthene	4,4'-DDT
1,6,7-Trimethylnaphthalene	
Fluorene	
Phenanthrene	
Anthracene	2. Chlorinated pesticides other than DDT
1-Methylphenanthrene	Aldrin
Fluoranthene	Dieldrin
Pyrene	cis-Chlordane
Benz[a]anthracene	gamma-HCH
Chrysene	trans-Nonachlor
Benzo[b]fluoranthene	Mirex
Benzo[k]fluoranthene	Heptachlor epoxide
Benzo[e]pyrene	Heptachlor
Benzo[a]pyrene	Hexachlorobenzene
Perylene	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	
Dibenz[a,h]anthracene	3. PCBs congeners (BZ #)
Benzo[ghi]perylene	8, 18, 28, 29, 44, 50, 52, 66,
	77, 87, 101, 104, 105, 118, 126
	128, 138, 153, 154, 170, 180,
	187, 188, 195, 200, 206, 209

Table 3-9. Standard and Calibration Solutions

1. AH Internal-standard solutions (AH I-STD)		Sediment	Tissue
AH GC I-STD	HMB	40ng/ul	16ng/ul
AH I-STD	Naphthalene-d8 Acenaphthene-d10 Perylene-d12 Benzo[a]pyrene-d12	50ng/ul	5ng/ul
AH HPLC I-STD	Biphenyl-d10 Fluorene-d10 Phenanthrene-d10	50ng/ul	5ng/ul
2. CH Internal-standard solutions (CH I-STD)			
CH GC I-STD	TCMX		2 ng/ul
CH I-STD	4,4'-Dibromooctafluorobiphenyl (DOB) 4,4'-Dibromobiphenyl		1 ng/ul
CH HPLC I-STD	Tetrachloro-o-xylene(TCOX)		1 ng/ul

Table 3-9. Standard and Calibration Solutions(Continued)

3. Calibration solutions

AH/CH HPLC CAL solution Biphenyl 3ng/ul
 DOB 1.5ng/ul
 Perylene 1.5ng/ul

AH GC CAL-check sol'n AHs
 Biphenyl-d10
 Fluorene-d10
 Phenanthrene-d10
 Naphthalene-d8
 Acenaphthene-d10
 Perylene-d12
 Benzo[a]pyrene-d12
 Hexamethylbenzene (HMB)

(ng/ul)

Sample	LEVEL				
	1	2	3	4	5
Sediment	0.1	0.2	1	3	6
Tissue	0.003	0.006	0.015	0.3	3
HMB(IS)	5	5	5	5	5

CH GC CAL-check sol'n CHs
 DOB
 Dibromobiphenyl
 TCMX

(ng/ul)

Sample	LEVEL				
	1	2	3	4	5
Sediment	0.003	0.01	0.03	0.1	0.5
Tissue	0.003	0.01	0.03	0.1	0.5
TCMX(IS)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

5. Spike Solutions

AH Spike solution AHs 6ng/ul

 CH Spike solution CHs 0.15ng/ul

Table 3-10. Addition of standards and reagents to the tissue samples and blanks

	1 Blank	1 Spiked Blank	1 Field Blank	Samples
100ml CH ₂ C1 ₂	0	3x10 + 5ml	0	0
150ul AH I-STD	0	0	0	0
100ul CH I-STD	0	0	0	0
25g Na ₂ S ₀₄	0	0	0	0
50ul AH Spike	X	0	X	X
1000ul CH Spike	X	0	X	X

Table 3-11. Addition of standards and reagents to the sediment samples and blanks

	1 Blank	1 Spiked Blank	1 Field Blank	Samples
60g Na ₂ S ₀₄	0	0	0	0
7.5cc Cu	0	0	0	0
100ml CH ₂ C1 ₂	0	3x10 + 70ml	0	0
150ul AH I-STD	0	0	0	0
100ul CH I-STD	0	0	0	0
100ul COP I-STD	0	0	0	0
500ul AH Spike	X	0	X	X
1000ul CH Spike	X	0	X	X

Fig. 3-3. Schematic Diagram of HPLC Cleanup System

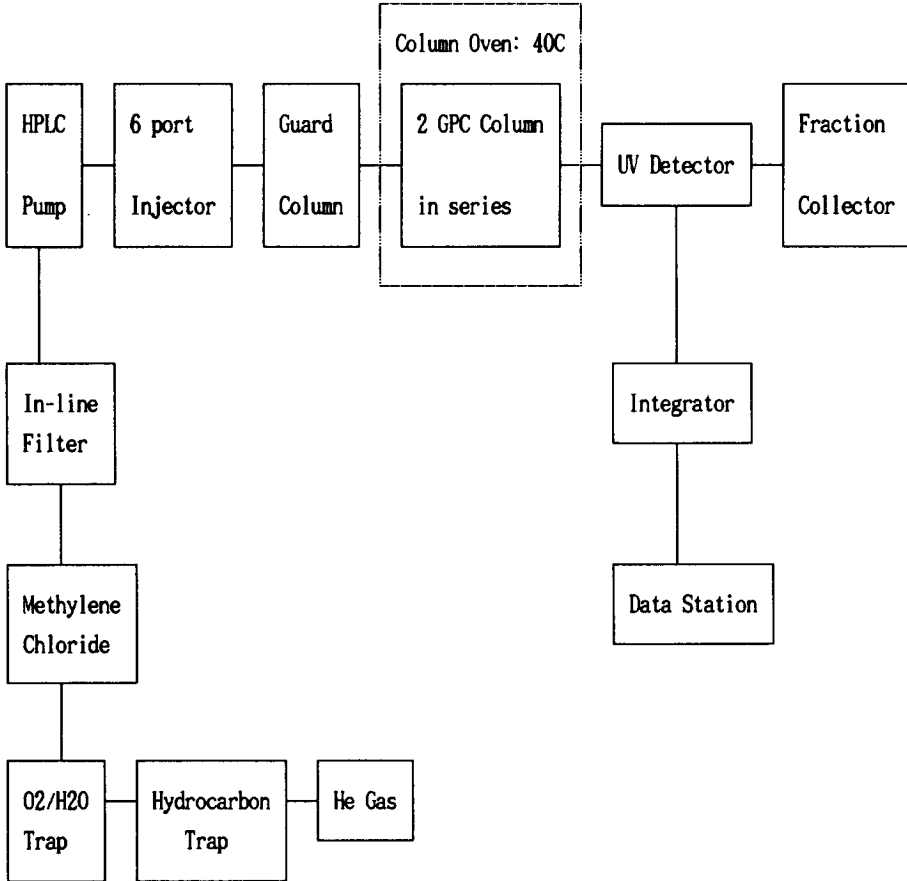


Table 3-12. Gas Chromatographic Conditions of GC-ECD

Instrument: HP5890 Series II

Instrument Settings:		Temperature Program:	
Injection volume:	1 ul	Initial Temp.:	1 min at 100 °C
Injection technique:	splitless	First Rate:	5 °C/min to 140 °C
Splitter closing time:	0.5 min	Isothermal pause:	1 min
Detector temp.:	325 °C	Second rate:	1.5 °C/min to 250 °C
Injector temp.:	275 °C	Isothermal pause:	1 min
Recorder range:	ATT = 2	Third rate:	10 °C/min to 300 °C
Chart speed :	0.7 cm/min	Isothermal pause:	5 min at 300 °C
Carrier gas:	He		
		Column:	
Carrier gas flow:	1.0 ml/min		
Detector purge gas:	5 % CH ₄ , 95 % Ar	Material:	fused silica tubing
Detector purge flow:	20 ml/min	Length:	30 m
		Int. Diameter:	0.25 mm
		Stationary phase:	DB-5
		Phase composition:	5 % phenyl, 95 % Methyl polysiloxane
		Film Thickness:	0.25 um

Tale 3-13. Gas Chromatographic Conditions of GC-FID

Instrument: HP5890 Series II

Instrument Settings:

Temperature Program:

Injection volume:	2 ul	Initial Temp.:	3 min at 50 °C
Injection technique:	splitless	First Rate:	4 °C/min to 300 °C
Splitter closing time:	0.5 min	Isothermal pause:	0 min
Detector temp.:	320 °C	Second rate:	none
Injector temp.:	300 °C	Isothermal pause:	0 min
Recorder range:	ATT = 2	Third rate:	none
Chart speed :	0.7 cm/min	Isothermal pause:	10 min at 300 °C
Carrier gas:	He		
Linear gas velocity:	33 cm/sec at 300 °C	Column:	
Carrier gas flow:	1.5 ml/min	Material:	fused silica tubing
Detector purge gas:	nitrogen	Length:	30 m
Detector purge flow:	30 ml/min	Int. Diameter:	0.25 mm
Septum flow:	10 ml/min	Stationary phase:	DB-5
Split vent flow:	40 ml/min	Phase composition:	5 % phenyl, 95 % Methyl polysiloxane
Split vent flow:	240 ml/min	Film Thickness:	0.25 um

Table 3-14. Selected peak areas and retention times of an AH GC-CAL chromatogram using the FID detector

Peak No.	Compound	Retention Time (min.)	Peak Area
1	1,4-Dichlorobenzene-d4	9.96	23.02
2	Naphthalene-d8	16.40	33.73
3	Naphthalene	16.50	25.11
4	2-Methylnaphthalene	20.56	24.08
5	1-Methylnaphthalene	21.15	26.00
6	Biphenyl	23.56	21.22
7	2,6-Dimethylnaphthalene	24.38	22.20
8	Acenaphthylene	25.80	20.22
9	Hexamethylbenzene(HMB)-I.S.	26.03	34.53
10	Acenaphthene-d10	26.80	34.26
11	Acenaphthene	26.98	20.47
12	2,3,5-Trimethylnaphthalene	29.53	21.85
13	Fluorene	30.06	16.72
14	Phenanthrene-d10	35.61	31.09
15	Phenanthrene	35.74	24.12
16	Anthracene	36.01	19.00
17	1-Methylphenanthrene	39.63	19.45
18	Fluoranthene	43.00	17.71
19	Pyrene	44.24	18.01
20	Benz[a]anthracene	51.76	6.79
21	Chrysene-d12	51.83	28.97
22	Chrysene	51.98	20.30
23	Benzo[b]fluoranthene	57.96	14.96
24	Benzo[k]fluoranthene	58.09	17.96
25	Benzo[e]pyrene	59.34	19.22
26	Benzo[a]pyrene	59.58	18.26
27	Perylene-d12	59.90	19.22
28	Perylene	60.02	24.11
29	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	65.00	19.41
30	Dibenz[a,h]anthracene	65.21	15.01
31	Benzo[ghi]perylene	66.07	18.43

Table 3-15. Selected peak areas and retention times of an CH GC-CAL chromatogram using the ECD detector

Peak No.	Compound	Retention Time (min.)	Peak Area
1	2,4,5,6-Tetrachloro-m-xylene(TCMX)	17.73	147.93
2	2-Chlorobiphenyl	20.90	44.01
3	alpha-BHC	21.22	58.65
4	2,3-Dichlorobiphenyl	21.46	37.58
5	beta-BHC	23.84	44.54
6	delta-BHC	24.30	59.22
7	gamma-BHC(Lindane)	26.84	60.04
8	2,4,5-Trichlorobiphenyl	28.77	43.62
9	2,2',4,6-Tetrachlorobiphenyl	30.14	53.96
10	Heptachlor epoxide(Isomer A)	31.62	49.08
11	Aldrin	35.25	46.63
12	Endosulfan I	40.43	50.96
13	4,4'-DDE	43.88	45.67
14	Dieldrin	46.95	40.00
15	2,2',3,4,5-Pentachlorobiphenyl	47.11	72.09
16	Endrin	47.64	47.89
17	2,2',4,4',5,6-Hexachlorobiphenyl	48.44	59.15
18	4,4'-DDD	50.48	48.88
19	Endosulfan II	52.45	42.12
20	Endrin aldehyde	52.79	37.15
21	2,2',3,4',5,6,6'-Heptachlorobiphenyl	53.18	76.94
22	Endrin aldehyde	55.62	47.00
23	4,4'-DDT	56.78	41.57
24	Endosulfan sulfate	60.66	43.83
25	2,2',3,4',5,6,6'-Octachlorobiphenyl	63.78	80.79
26	Methoxychlor	64.11	31.30
27	Decachlorobiphenyl	83.20	109.26

Table 3-16. Selected peak areas and retention times of a PCB Congeners standard chromatogram using the ECD detector

Peak No.	BZ No.	Compound	Retention Time (min.)	Peak Area
1		TOMX	17.73	173.09
2	1	2-Chlorobiphenyl	19.93	42.67
3	7	2,4-Dichlorobiphenyl	20.41	8.65
4	5	2,3-Dichlorobiphenyl	21.45	33.48
5	18	2,2',5-Trichlorobiphenyl	25.49	38.23
6	29	2,4,5-Trichlorobiphenyl	28.76	38.74
7	50	2,2',4,6-Tetrachlorobiphenyl	30.13	55.62
8	28	2,4,4'-Trichlorobiphenyl	30.31	46.32
9	44	2,2',3,5'-Tetrachlorobiphenyl	34.17	41.19
10	52	2,2',5,5'-Tetrachlorobiphenyl	36.39	56.12
11	66	2,3',4,4'-Tetrachlorobiphenyl	41.25	42.94
12	60	2,3,4,4'-Tetrachlorobiphenyl	43.15	43.69
13	101	2,2',4,5,5'-Pentachlorobiphenyl	44.09	50.41
14	87	2,2',3,4,5'-Pentachlorobiphenyl	47.09	74.21
15	77	3,3',4,4'-Tetrachlorobiphenyl	48.18	28.86
16	154	2,2',4,4',5,6-Hexachlorobiphenyl	48.42	63.66
17	118	2,3',4,4',5'-Pentachlorobiphenyl	51.04	53.61
18	139	2,2',3,4,4',6-Hexachlorobiphenyl	51.31	43.47
19	133	2,2',3,3',5,5'-Hexachlorobiphenyl	52.62	53.59
20	188	2,2',3,4',5,6,6'-Heptachlorobiphenyl	53.17	81.99
21	153	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	54.02	43.33
22	105	2,3,3',4,4'-Pentachlorobiphenyl	54.29	57.24
23	138	2,2',3,4,4',5-Hexachlorobiphenyl	57.14	54.44
24	126	3,3',4,4',5-Pentachlorobiphenyl	58.13	33.66
25	187	2,2',3,4',5,5',6-Heptachlorobiphenyl	59.18	49.77
26	128	2,2',3,3',4,4'-Hexachlorobiphenyl	60.21	54.14
27	156	2,3,3',4,4',5-Hexachlorobiphenyl	63.03	54.65
28	200	2,2',3,3',4,5',6,6'-Octachlorobiphenyl	63.76	79.97
29	180	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl	65.08	50.41
30	169	3,3',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	67.38	46.35
31	170	2,2',3,3',4,4',5-Heptachlorobiphenyl	68.36	52.84
32	195	2,2',3,3',4,4',5,6-Octachlorobiphenyl	73.32	62.46
33	206	2,2',3,3',4,4',5,6-Octachlorobiphenyl	79.84	54.24
34	209	Decachlorobiphenyl	83.19	118.61

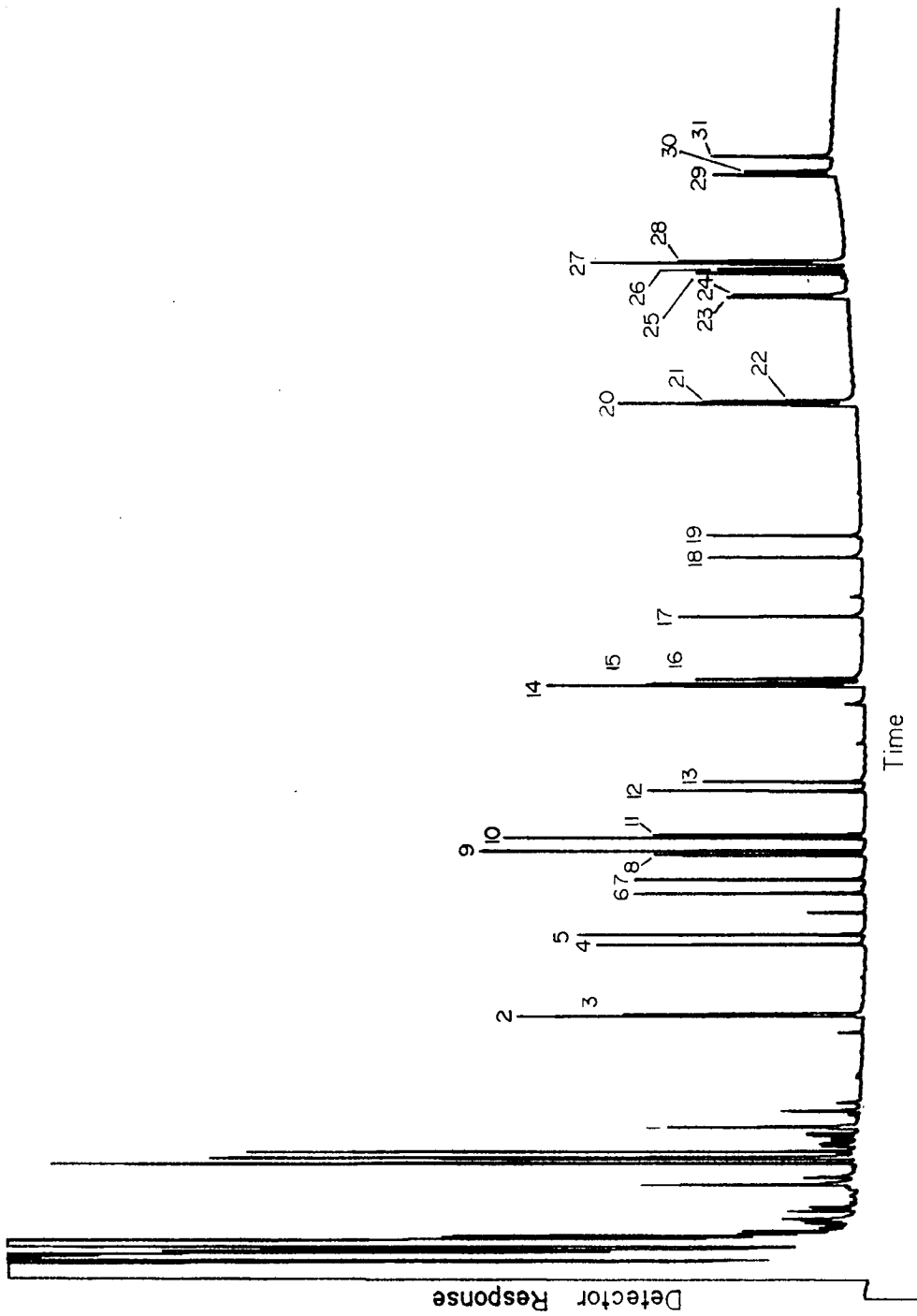


Fig. 3-4. AH GC-CAL chromatogram using the FID detector. Retention times can be found in Table 3-14

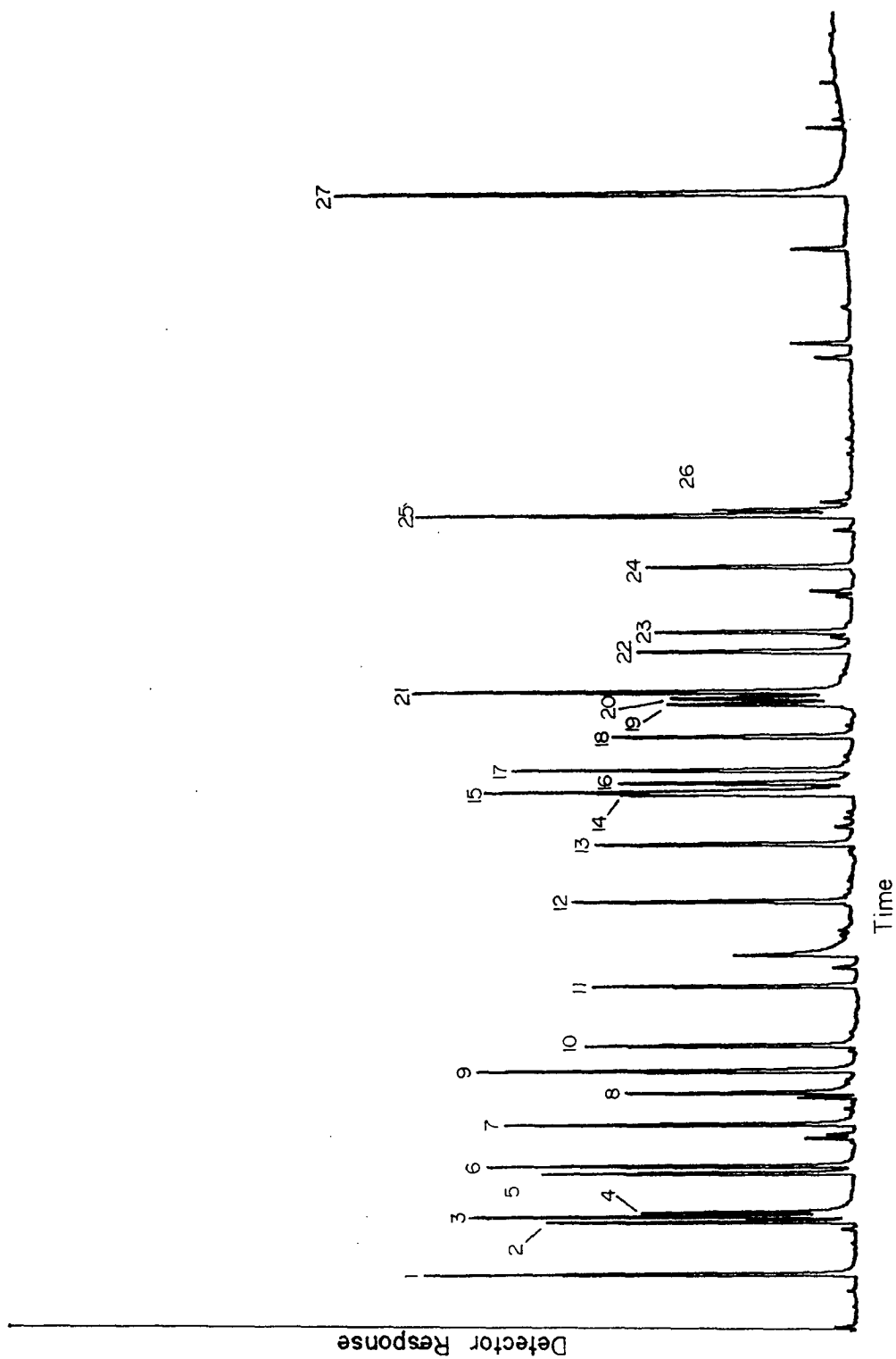


Fig. 3-5. CH GC-CAL chromatogram using the ECD detector. Retention times can be found in Table 3-15

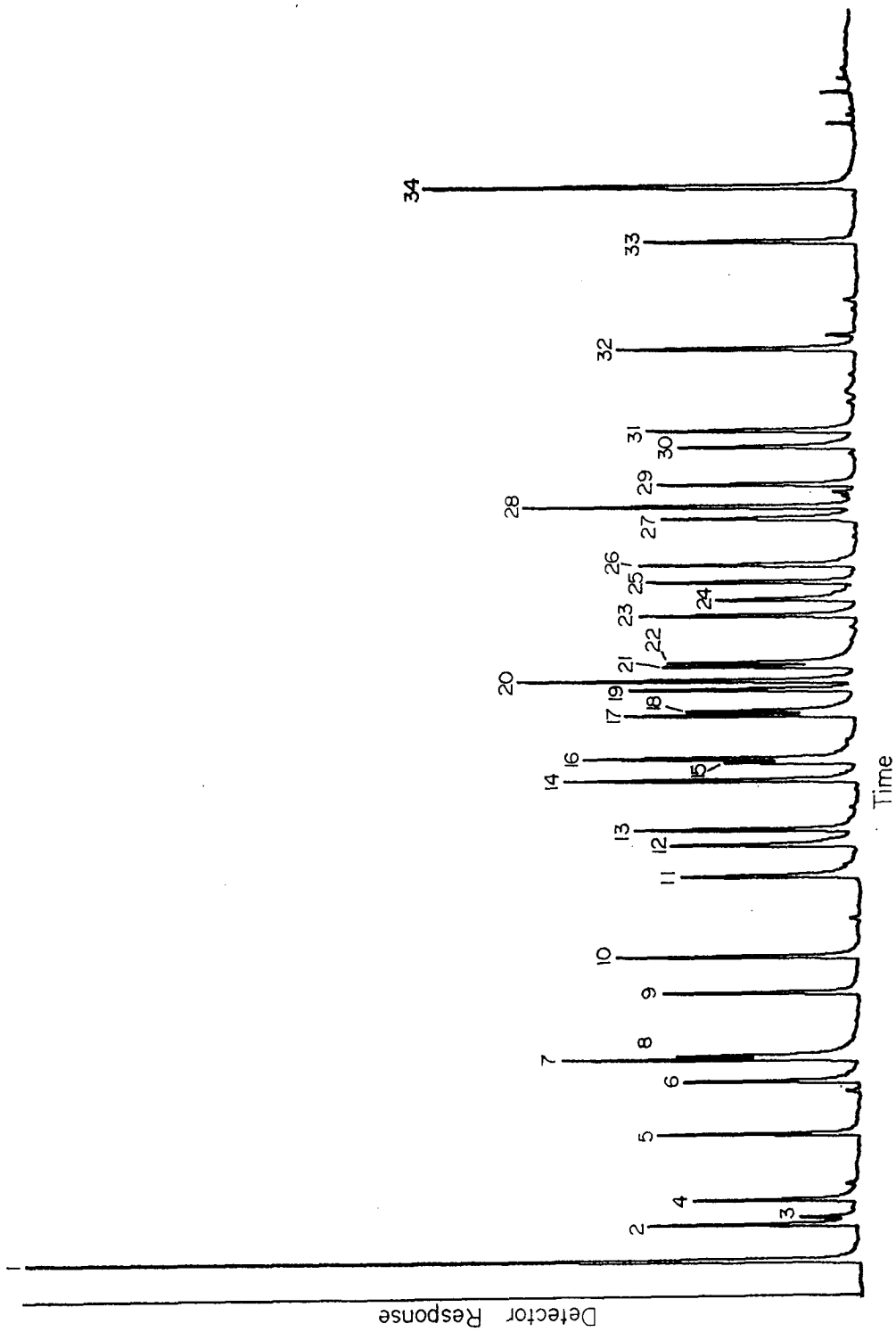


Fig. 3-6. PCB Congeners chromatogram using the ECD detector. Retention times can be found in Table 3-16

참고문헌

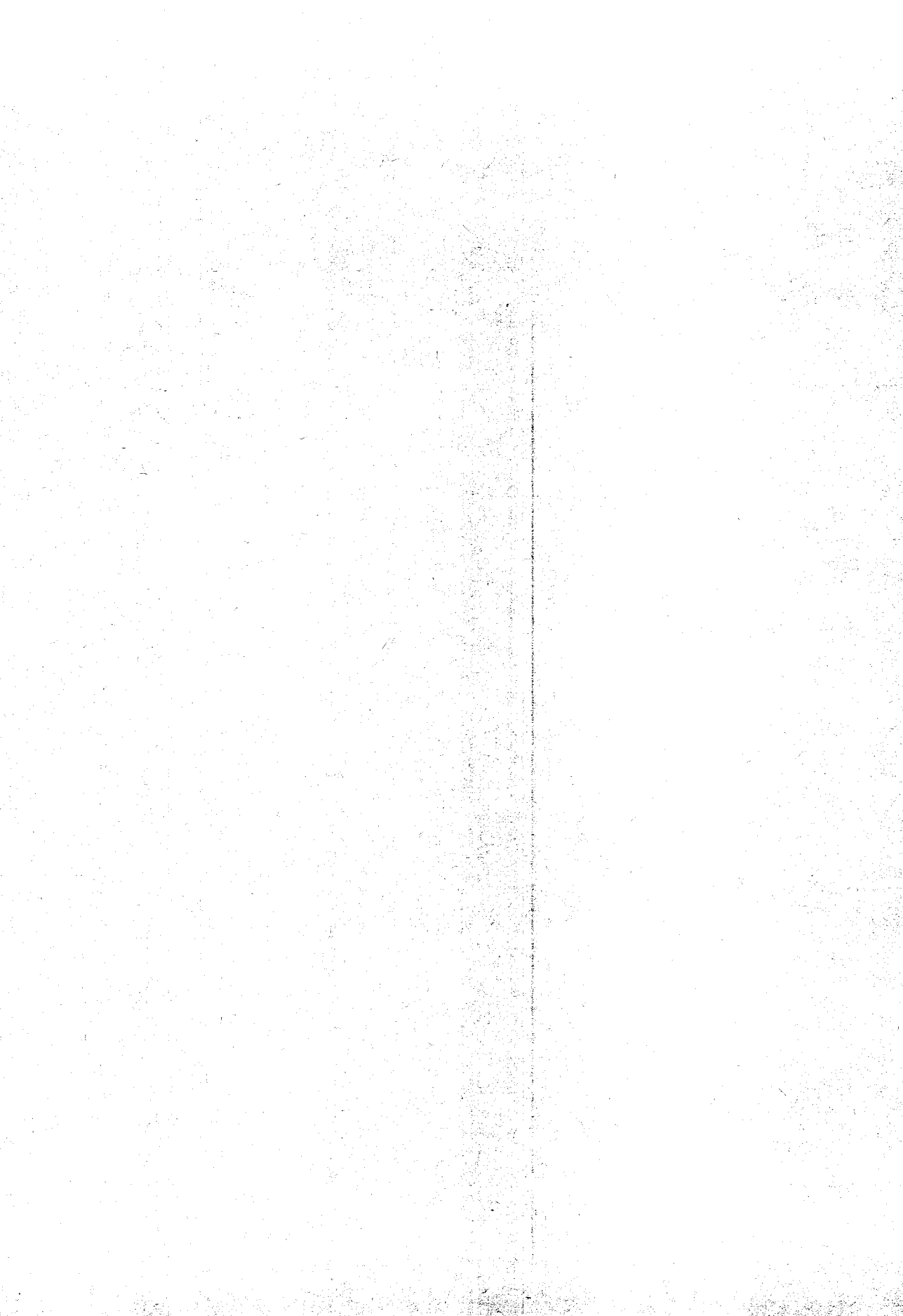
- 유독물 관리협회. 1993. 화학 물질 규제의 국제 동향과 대처 방안에 관한 설명회. 서울, 270 pp.
- 한국 해사 위험물 검사소. 1993. 위험물 선박 운송 및 저장 규칙. 서울, 638 pp.
- 한국 환경 과학 연구 협의회. 1992. 유독물 사고시의 응급조치 시스템에 관한 연구, 408 pp.
- Ballschmitter, K., and M. Zell. 1980. Analysis of polychlorinated biphenyls(PCBs) by glass capillary gas chromatography. *Fresenius Z. Anal. Chem.*, 302:20-31.
- Hilyer, B.M. and D.A. Veasey. 1992. Hazardous materials Terminology. Pages 43-58 in: L.P. Andrews (ed.), *Emergency Responder Training Manual for the Hazardous Materials Technician*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Keller, J.J. & Associates, Inc. 1991. *Hazardous Materials 181: The guide for shippers, handlers and Transporters*.
- Krahn, M.M., C.A. Wigren, L.K. Moore and D.W. Brown. 1989. A rapid high-performance liquid chromatographic method for isolating coprostanol from sediment extracts. *J. Chromatogr.*, 481:263-73.
- Krahn, M.M., C.A. Wigren, R.W. Pearce, L.K. Moore, W.D. Macleod, Jr., S-L. Chan, and D.W. Brown. 1988a. *Standard Analytical Procedures of the NOAA National Analytical Facility, 1988: New HPLC Cleanup and Revised Extraction Procedures for Organic Contaminants*. NOAA

- Tech. Memo. NMFS F/NWC-153, 52 pp.
- Krahn, M.M., L.K. Moore, R.G. Bogar, C.A. Wigren, S-L. Chan, and D.W. Brown. 1988b. High-performance liquid chromatographic method for isolating organic contaminants from tissue and sediment extracts. *J. Chromatogr.*, 437:161-175.
- Lauenstein, G.G. and A.Y. Cantillo. 1993. Sampling and Analytical Methods of the NS&T Program. National Benthic Surveillance and Mussel Watch Projects 1984-1992. Vol.IV: Comprehensive Description of Trace Organic Analytical Methods. NOAA Tech. Memo. NOS ORCA 71, 182 pp.
- Macleod, W.D., D.W. Brown, A.J. Friedman, D.G. Burrows, O. Maynes, R.W. Pearce, C.A. Wigren, and R.G. Bogar. 1985. Standard Analytical Procedures of the NOAA National Analytical Facility, 1985-1986: Extractable Toxic Organic Compounds. NOAA Tech. Memo. NMFS F/NWC-92, 121 pp.
- UN. 1988. Recommendations on the transport of dangerous goods. 5th ed. New York, 506 pp.

제 4 장

사고현장에서서의 1차 응급조치를

위한 대응 기술



제 4 장 사고현장에서의 1차 응급조치를 위한 대응 기술

제 1 절 서 언

유해물질의 유출, 누출사고는 그 발생시기와 장소를 예측할 수 없을 뿐만 아니라, 유출물이 매우 다양하고 유출 상황도 매번 상이하다는 특성을 가지고 있다. 각종 유해물질의 종류는 수천여종에 달하며, 각각의 유해물질들은 해양 환경으로 유출된 후 화학적 특성에 따라 아주 상이한 변화과정을 거치게 된다. 무엇보다도 먼저 사고로 인한 유해한 영향을 예측하고 방제작업자의 안전을 확보하기 위해서는 그 사고물질에 대한 기본적인 정보가 필요하다. 사고물질의 분자식, 일반적인 특성, 유출시의 주의사항, 화재시의 특징과 대응책, 신체의 유출시의 특성 및 조치사항, 물리 화학적 특성, 생물체에의 독성 등의 정보가 신속하게 현장에 전달되어야만 초기의 방제조치를 효과적으로 수행할 수 있다. 만약 이러한 정보가 없다면 누출이 계속되고 있는 탱크에 접근하여 누출을 억제하는 등의 긴급 조치를 취할 수도 없으며, 화재 발생시에 이를 처리하는 적절한 조치를 취할 수도 없다. 또한 누출되는 물질의 유해 정도를 모른다면 대피나 안전거리 확보 등의 안전확보조치를 내릴 수가 없다.

사고현장에서의 1차 응급조치란 전문적인 훈련을 받은 방제팀이 현장에 도착하기 전까지 사고의 위험을 최소화하고 유출을 최대한 억제하며, 상황에 적합한 방제조치를 취하기 위해 필요한 대응 기술을 말한다. 따라서 1차 응급 방제 조치를 취하는 행위자는 방제기술에 대해 소양이 있는 전문가가 아니라 일반인이나 초급의 방제 인력이라고 할 수 있다. 1차 응급 방제 조치 행위자는 선박이나 시설의 안전관리자, 선장 및 선박의 직원, 항만의 관리자, 현장에 긴급 출동한 해양경찰청이나 항만청의 초급 방제 인력이나 소방대원 등이다. 따라서 이들에게 고도의 기술을 필요로 하는 방제작업을 기대할 수는 없으며,

단지 사고 초기에 적절한 조치를 취하여 안전을 확보하게 함으로써 누출량을 최소화하고 피해를 줄이는데 기여하도록 해야 한다.

1차 응급 방제조치에 필수적인 기술은 크게 3가지로 나누어 진다. 첫째, 확인된 유해물질에 대한 신속한 조회를 통하여 물질의 특성과 유해성, 조치사항 등을 확보하기 위하여, 방대한 유해물질 각각에 대한 데이터베이스가 구축되어 있어야만 한다. 둘째는 물질별로 현장에서 위험을 파악하고 적절한 조치를 취하기 위한 응급 조치 요령이 확보되어야만 한다. 셋째로는 사고현장에 전문적인 방제 요원이 도착하기 전까지 1차 응급 방제 조치자와 중앙을 연결하는 통신망이나 컴퓨터 네트워크가 필요하다.

이미 한국해양연구소에서는 3년전부터 별도로 유해물질 데이터베이스 구축 사업을 수행중에 있으므로, 본 연구에서는 1차년도에 물질별 1차 응급 방제조치 요령을 확립하기 위하여 2000여종의 유해화학물질에 대한 응급방제 조치방법을 66가지로 분류하여 마련하고자 하였다. 본 연구에서 만들어진 응급방제 조치 지침은 현장에서 활용할 수 있도록 별도의 책자로 출판할 계획이다.

제 2 절 유해화학물질 데이터베이스 구축

미국 운수성(Department of Transportation:DOT) 산하에 있는 연안경비대(US Coast Guard)에서는 위험물질의 사고시 화학물질별로 방제에 필요한 정보를 신속하게 제공하기 위하여 1974년부터 CHRIS (Chemical Hazards Response Information System)의 개발에 착수했다(Allen and Harris, 1976). CHRIS는 1024종의 위험화학물질 자료집, 위험성 평가 지침서, 방제방법 지침서, 위험화학물질 요약자료집 등으로 구성되어 있는데, 위험화학물질의 해상 운송도중 사고가 발생했을 때 해안경비대원이 어떻게 대처할 것인지를 결정하

는데 중요한 정보와 지침을 마련해 주는 것을 목표로 개발되었다(USCG, 1978; USCG, 1984; USCG, 1985).

우리나라에서는 유해화학물질에 대한 체계적인 데이터베이스가 구축되어 있지 못하기 때문에 사고 발생시 신속하게 현장에 정보를 제공할 수 없는 상태임을 감안하여 한국해양연구소는 지난 1991년부터 시스템 공학센터와 공동으로 CHRIS의 일부인 위험화학물질 자료집을 한글화하여 데이터베이스화 하는 사업을 시작하였다. 3년에 걸친 데이터베이스 구축 사업에서 이미 1991년에 350종, 1992년에 100종, 1993년에 250종을 한글화하여 총 700종의 화학물질에 대한 데이터베이스를 구축한 바 있으며(한국해양연구소 1992, 1993), 앞으로 사고의 가능성이 많은 약 2000여종을 한글화할 계획이다. CHRIS는 각 유해물질에 대해 물질명, 분자식, 일반적 특성, 유출시의 주의사항, 화재시의 특징과 대응책, 신체노출시의 특성 및 조치사항, 물리 화학적 특성, 생물 독성 등 40여개의 항목이 포함되어 있다. 한글화된 CHRIS의 예를 Table 4-1에 나타내었다.

현재까지 전세계에는 CHRIS 이외에도 매우 여러가지 화학물질 데이터베이스가 구축되어 왔다. 이제까지 구축된 이러한 화학물질 데이터베이스는 1) 직업상 보건 및 안전, 2) 유출사고, 3) 일반 화학 정보, 4) 특수 목적 등 크게 네가지 부류로 나눌 수 있다. 현재 구할 수 있는 데이터베이스는 직업상 보건 및 안전과 관련된 것들이 대부분인 반면, 유출사고와 관련된 데이터베이스는 그리 많지 않다. 보건 관련 유해물질 데이터베이스는 수록된 화학물질의 수가 많더라도 유출사고가 빈번하게 발생하는 화학물질이 포함되어 있지 않을 수 있으므로 그 효용성이 대체적으로 크게 떨어진다는 약점이 있다. 현재까지 공개되어 있는 유해물질 관련 데이터베이스를 Table 4-2에 나타내었다.

Table 4-1. Example of hazardous chemical datasheet produced by KORDI.

황 산

1. 사고시 대응책:

물	Sulfuric acid Oil of vitriol	일반적	유성액체 무색
질	Battery acid Fertilizer acid	특 성	무취 물에 가라앉아서 격렬하게 섞임
명	Chamber acid		자극적인 연무 방출
유출시	액체와의 접촉을 피하고 사람들의 접근을 막는다. 방독면, 보안경, 고무방호복과 장갑을 착용한다. 가능한 한 유출을 중지시킨다.		
주의사항	이미 유출된 물질은 제거한다. 지역 보건소와 환경처에 통보한다.		
화	특 징	비가연성 인화물질과 접촉할 경우 화재를 일으킬 수 있음 금속과 접촉할 경우 인화성 기체를 발생시킬 수 있음 화재시 유독가스가 방출될 수도 있음	
재	대 응 책	방독면, 보안경, 고무방호복과 장갑 착용 진화에 물을 사용하지 말것 분말소화제과 이산화탄소를 사용하여 진화	
신	연	눈, 코, 목에 자극적 흡입시 기침, 호흡곤란, 의식불명을 일으킴	
체	무	다른 지역으로 대피하여 신선한 공기를 마심 눈에 들어갔을 경우 눈을 감지말고 물로 충분히 세척 호흡중단시 인공호흡 실시 호흡곤란시 산소호흡기를 이용 의료지원 요청	
노	액	피부와 눈에 화상 마실 경우 인체에 유해	
출	체	오염된 의복과 신발을 벗김 오염지역을 물로 충분히 세척 눈에 들어갔을 경우 눈을 감지말고 물로 충분히 세척 마신 환자가 의식이 있는 경우: 물이나 우유를 마시게 함 구토를 시키지 말것 의료지원 요청	
수	질	극소량으로도 수생생물에 위험 수원지 취수구에 유입시 위험	
오	염	지역 보건소와 환경처에 통보 수원지 관리소에 연락	

Table 4-1(continued). Example of hazardous chemical datasheet produced by KORDI.

2. 물질특성

1. 명칭
 - 1.1. CG 호환 분류: 황산
 - 1.2. 분자식: H₂SO₄
 - 1.3. IMO/UN 명칭: 8.0/1830
 - 1.4. DOT ID 번호: 1830
 - 1.5. CAS 등록번호: 7664-93-9
2. 인체에 대한 피해
 - 2.1. 허용한계농도: 1 mg/m³
 - 2.2. 단기흡입한계농도: 5분간 10 mg/m³, 10분간 5 mg/m³, 30분간 2 mg/m³, 60분간 1 mg/m³
 - 2.3. 섭취시 유독도: 세포조직에 대한 2차영향을 제외하고는 영향이 없음
 - 2.4. 부유증: 없음
 - 2.5. 증기자극특성: 고온의 황산(77-98%)으로부터 발산되는 증기는 눈과 호흡기 계통에 자극을 주나 영향은 일시적.
 - 2.6. 액체 또는 고체의 자극특성: 77-98%의 황산은 짧은 접촉으로도 피부에 심한 2-3도화상을 유발하며 눈에 매우 해로움.
 - 2.7. 냄새한계: 1 mg/m³ 이상
 - 2.8. IDLH 값: 80 mg/m³
3. 화학적 반응성
 - 3.1. 물과의 반응: 격렬하게 반응하며 발열.
황산에 물을 가할 경우, 용액이 튀김.
 - 3.2. 상용물질과의 반응: 금속이나 인화물질 등과 접촉할 경우 매우 유해.
 묽은 황산은 대부분의 금속과 반응하여 수소기체를 방출하며, 수소는 밀폐된 공간에서 공기와 혼합될 경우에 폭발 위험.
 - 3.3. 운반중 안정도: 안정
 - 3.4. 중화제: 물로 희석시킨 다음, 석회, 석회석, 소다회 등으로 중화.
 - 3.5. 중합: -
 - 3.6. 중합방지제: -
4. 수질 오염
 - 4.1. 수생생물에 대한 독성: 24.5 ppm/24시간/파랑볼우렁/치명적/담수
42.5 ppm/48시간/새우/LC50/염수
 - 4.2. 수서조류에 대한 독성: 자료없음
 - 4.3. 생물학적 산소요구량(BOD): 없음
 - 4.4. 먹이사슬을 통한 농축력: 없음
5. 선적 정보
 - 5.1. 순도: CP, USP, 공업용, 33-98% (50 Be - 66 Be)
 - 5.2. 보관온도: 상온
 - 5.3. 비활성가스하에 저장 필요성: 없음
 - 5.4. 환기: 개방
6. 물리적 및 화학적 특성
 - 6.1. 분자량: 98.08
 - 6.2. 끓는점 (1기압): 644 F = 340 C = 613 K
 - 6.3. 어는점: -
 - 6.4. 비중: 1.84 (20 C, 액체)
 - 6.5. 기체비중: -
 - 6.6. 인화점: 비인화성
 - 6.7. 공기중 발화한계: 비인화성
 - 6.8. 화재시 반응: 비인화성
 - 6.9. 점화온도: 비인화성
 - 6.10. 연소율: 비인화성

Table 4-2. Databases of hazardous materials

데이터베이스명	1차 용도	유출사고 적용 가능성	화학물질 수룩수
CPCbase	직업 보건	일부 가능	400
TRADENAMES	작업장	일부 가능	100,000
RTECS	작업장	일부 가능	1,200,000
MSDS	산업	일부 가능	81,000
CHEMINFO	작업장	가능	3,000
TDG	표식부착	일부 가능	10,500
RIPP	살충제	일부 가능	13,000
16 bibliograph	직업 보건	불가능	2,000
HAZINF	산업	일부 가능	200
CHRIS	유출사고	가능	1,000
OHMTADS	환경	가능	1,400
RTECS	작업장	일부 가능	1,200,000
MERCK	산업	일부 가능	20,000
MALLIN	산업	일부 가능	1,400
SLUB	일반	일부 가능	3,000
GIAB	보건	일부 가능	3,000
AQUIRE	환경	일부 가능	2,000
SUSPECT	규제	불가능	1,000
toxicdatabase	보건	불가능	1,000
IRIS	위험 추정	일부 가능	1,000
IRPTC	일반 정보	일부 가능	600
clothing-KF	직업 보건	일부 가능	1,000
INSTANT	직업 보건	일부 가능	300
GloVES	직업 보건	일부 가능	300
CAMEO	유출사고	가능	3,000
SYNDEX	일반	일부가능	1,000
CALSEP	일반	일부가능	2,000
CHEMEST	일반	일부가능	5,000
QSAR	환경	일부가능	5,000
fate DB	환경	일부가능	1,000
CHEMCOM	유출사고	가능	1,000
CHEMTOX	작업장	일부가능	3,000

CHRIS 이외에 유출사고에 유용하게 사용할 수 있는 데이터베이스로서 OHMTADS (Oil and Hazardous Materials-Technical Assistance Data System)가 있다. OHMTADS는 미국 환경청 (EPA)에 의해 개발된 컴퓨터

시스템으로서 약 1,400여종에 대한 물리적, 화학적 성질 및 상업적 데이터 등 126 항목에 달하는 광범위한 정보를 제공하고 있다.

CAMEO(Computer-Aided Management of Emergency Operations)는 미국의 환경청과 해양대기청, 국립안전협회에서 공동으로 개발한 유해물질 방제를 위한 컴퓨터 시스템으로서 3000여종의 수송되는 유해물질에 대한 방제정보(Response Information Data Sheet:RIDS)가 포함되어 있다(NSC, 1992a; 1992b).

정부간 해사자문기구(Inter-Governmental Maritime Consultative Organization: IMCO)에서는 화학제품 또는 원료의 케미칼 탱커(Cheical Tanker)에 의한 해상수송 증가에 대처하기 위해 탱커의 설비구조를 규정하는 'IMCO 위험물 적재 선박 구조 설비 규칙 [IMCO 결의 A 212(VII)]' 을 채택하였으며, 화학물질과 석유류에 대한 탱커 안전지침을 발행한 바 있다. 탱커 안전지침은 선박 승무원에 대하여 항해중 또는 입항중 작업 안전성의 확보를 목적으로 한다. 탱커 안전지침에는 화학물질 하역상의 주의사항, 화학물질 탱커 운항상의 주의, 사고발생시의 주의 뿐만 아니라, 총 280가지 화학물질의 성상, 인체에의 영향, 사고발생시의 구체적 처치법 등 1차 응급조치에 필요한 자료가 수록되어 있다.

현장의 1차 방제작업자에게 정보를 제공하고 있는 포켓 가이드로는 국립 직업 안전 및 보건 연구소(National Institute for Occupational Safety and Health:NOISH)에서 발행한 화학물질의 유해성에 관한 지침서가 있다. 이 지침서는 휴대가 용이하도록 소책자로 되어 있으며, 398종의 유해물질에 대한 정보가 담겨 있다(NIOSH, 1990).

미국에서는 유해물질의 사고시 국립 방제 센터나 CHEMTREC(Cheical Transportation Emergency Center)에 전화로 사고를 신고함과 동시에 화학물질 정보를 현장에서 받을 수 있도록 되어 있다. CHEMTREC은 미국 화학공업

협회내에 설치된 공용 서비스기관으로서 사고현장에 있는 사람에게 즉시 조언을 하며 화학물질의 송출인에 대해서는 상세한 조언과 적당한 사후조치를 하기 위한 협력을 제공한다. CHEMTREC의 전화 서비스는 1년내내 24시간 비상 대기중이며 미국 전지역에서 무료 직통전화로 받도록 되어 있다. 화학공업협회에 참가하고 있는 회사의 운송장에는 '본 화학약품의 수송중에 발생하는 어떠한 사고의 경우에도 밤낮 상관없이 무료 전화번호 800-424-9300로 연락할 것'이라는 메시지가 첨부되어 있다. CHEMTREC는 통보자로부터 유효한 정보, 즉 화학물질명, 컨테이너의 형태와 조건, 운반수단, 기후, 사고 지점 주위의 상황, 통보자 또는 현장 책임자와 재접촉 방법 등을 얻어내 위험성에 대한 정보나 사고억제를 위한 제 1단계로서 무엇을 할 것인가를 지시한다.(DOT, 1990).

최근 우리나라에서도 유해물질을 취급하는 관계기관에서 이러한 데이터베이스의 부재로 인한 문제점을 해결하기 위하여, 각 기관에서 자체적으로 유해물질 데이터베이스를 구축하고 있다. 유독물질 관리협회에서는 1990년 유독화학물질의 안전관리를 위해 유독물 자료집을 발행한 바 있으며(한국독극물관리협회, 1990), 환경처의 유독물관리관실에서는 화학물질 사고시 신속하고 정확한 방제를 목적으로 현재 국내 유통되고 있는 비교적 유해성이 크다고 판단되는 유해물질에 대한 유해물질 방제요령집(1992)을 발행하였다. 이 방제요령집에는 사고발생시 취하여야 할 행동 요령과 물질별 성상, 유해성, 방제방법을 제시하였고 사고발생후의 환경위해를 최소화하기 위하여 필요한 최종처리 방법 등이 376 품목에 대해 수록되어 있다. 한국위험물 안전기술센터(1993)와 유독물질 관리협회(1992), 일본의 해상재해 방지센터(1985), 캐나다 환경청(1984), NIOSH(1990) 등에서 제작한 유해물질 데이터베이스의 예를 Table 4-3 - 4-7에 나타내었다.

아세트 알데히드

Acetaldehyde

소방법분류 : 제 4 류(특수인화물)

관련법상분류 :

별 명	Ethanal, Acetic aldehyde	화 학 식	CH ₃ CHO	구 조 식	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{H} \end{array}$
	Ethyl aldehyde				
용 도	염료, 플라스틱, 합성고무	제조업체			
	제조시의 원료				

1. 물리적 성질

용 점	-121℃	비 점	20.2℃	밀도(비중)	0.7780	점 도	
증 기 압	750mmHg	용해물질	물	상태및색	무색 액체 또는 기체		

2. 화재 및 폭발 위험성

인 화 점	-39℃	발 화 점	175℃	증기밀도	1.5	폭발범위	4~60%
분해온도		반 응 성					
기 타	접촉금지물질, 강산화제, 산, 염기, 알칼, 암모니아, 아민류, 페놀류, 케톤류, HCN, 황화수소						

3. 독성위험성

허용농도(TLV)	200ppm	LD ₅₀	560mg/kg(경구, 쥐)	LC ₅₀	
<p>인체에 침입시 증상 ◇ 증기는 눈, 코, 목을 자극하며 고농도에서는 마취작용과 의식혼탁, 기관지염, 천기증 등을 일으키며 주로 호흡신경 계통의 기능을 저하시키고 폐수종과 단백뇨증을 일으킨다.</p> <p>◇ 장기간 폭포시는 눈과 피부를 자극하고 경우에 따라서는 알레르기성 수반하기도 한다.</p> <p>응급처리요령</p> <p>◇ 피부접촉시 : 흐르는 물로 충분히 씻는다.</p> <p>◇ 흡입시 : 신선한 공기가 있는 장소로 옮기고 의사의 처치를 받는다.</p> <p>◇ 눈에 들어갔을 때 : 흐르는 물로 충분히 씻고 의사의 처치를 받는다.</p> <p>◇ 삼켰을 때 : 다량의 물을 먹이고 손가락을 이용 트하게 한다.</p> <p>보호구 및 보호장비 ◇ 불침투성 보호앞치마, 보호장갑, 보안경, 유기가스용 방독마스크</p>					

4. 저장 및 취급

<p>저장방법 ◇ 밀폐하고 규정된 장소(냉소)에 보관한다.</p> <p>◇ 누설유무를 정기적으로 점검한다.</p> <p>◇ 증기의 누설을 피하고 점화원으로 부터 멀리할 것</p> <p>◇ 전기설비는 방폭설비로 할 것</p> <p>운송 및 취급시 유의사항 ◇ 과산화물을 생성하므로 액에 공기압을 부하한채로 이동시키지 말 것</p> <p>탱크, 드럼, 탱크차 등에 저장하는 경우는 필히 불활성가스를 봉입한다.</p> <p>◇ 화기엄금, 신체와의 접촉을 가급적 피한다.</p> <p>◇ 전기설비는 방폭구조로 하는 것 요망</p> <p>◇ 정전기 발생시 접지 혹은 액체의 흐름으로 인한 정전기 발생을 방지할 것</p>

Table 4-3. Example of hazardous chemical data sheet produced by Korea Hazardous Chemical Safety and Technology Center.

5. 소화 활동

<p>소화약제</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 알폼폼(foam), 분말탄산가스 <p>소화방법</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 소량의 경우는 살수소화가 가능하다. ◇ 분말소화기품 사용해서 초기소화에 노력함과 동시에 소방서, 경찰서 방재사업소 등에 연락해서 구호를 의뢰한다. ◇ 해당용기에서 침수가스에 인화했을 때는 화제가 단용기에 적사하지 않도록 처리한다. ◇ 공기 차단에 의한 질식효과가 가장 유효함 ◇ 알코올용 포 사용

6. 유출 또는 누설시 처리방법

<p>검지 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 가스검지기, 아세트알데히드용 가스검지관 <p>제거 및 회수 방법(처리제)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 가스세는 것을 막지 못했을 때는 가능한 공중이 좋은 안전한 장소로 이동한다. 더욱 이경우 차량의 배기관 부근에 가스가 침투되어 있지않나 확인한다. ◇ 적기를 세우는 것과 동시에 입구를 치고 관계자 이외에 출입을 금한다. 또 부근에 기체가 없는 것을 확인하던지. 가스의 사용중지를 요청한다. ◇ 증기가 다량으로 발생해서 막지 못했을 때 주수로 증기의 발생을 제거한다. 소방서, 경찰서에 연락한다.
--

7. 폐기 방법

<ul style="list-style-type: none"> ◇ 가연성 용제에 용해시켜서 조각르를 이용하여 분무 연소한다.
--

8. 사고사례

<ul style="list-style-type: none"> ◇ 아세트알데히드 탱크의 점검을 위해 작업자가 방독면을 쓰고 탱크속에 들어갔더니 증기농도가 높았기 때문에 중독되었는데 발견이 늦어서 사망했다. ◇ 약품제조 공장에서 아세트알데히드의 펌프속의 가스를 제거하려고 아세트알데히드증기클 외부로 유출시켰는데 근처의 스팀파이프의 온도때문에 발화했다. ◇ 아세트알데히드를 트레일러 트럭에서 천연가스로 사용한 후, 하역하여 트럭내의 압력을 빼기 위하여 대기방출중에 아세트알데히드, 연료가스 혼합물이 어떠한 원인으로 트레일러 트럭을 파손했다.

9. 기타(제조방법)

Empty box for additional information

Table 4-3. Example of hazardous chemical data sheet produced by Korea Hazardous Chemical Safety and Technology Center(continued)

품 명 : Ethyl Acetate

별 명	Acetic Ether, Acetic Ethyl Ester			관 계 범 령	서양약품 - 110	
화 학 식	$CH_3COOC_2H_5$			독성분류	유·독·부·(C)·(F)	CA 번호 141-78-6
분 자 량	88.11	규격	JIS K5B3(공업용)	H5번호	2915.31-0000	UN 번호 1173
구 조 식	$\begin{array}{c} \text{O} & \text{H} \\ \parallel & \\ \text{CH}_3\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_2 \\ & \\ & \text{H} \end{array}$			Ⅲ. 위 험 성		
I. 물 성				요 인	위 험 개 요	
성 상	① 무색 투명한 액체 ② 방향취가 있다. ③ 쉽게 가용			빈 산 시	① 가연성 ② 유독성	
인화점℃	-4.4	발화점℃	427	물 과 접촉 시	(1) 수용액 상태에서도 인화위험이 있다.	
용 점℃	-82.4	비 점℃	76.8	공 기 접촉 시	① 증기는 공기와 혼합되어, 인화폭발의 위험이 있다. ② 증기는 낮은곳으로 흐른다.	
비 중	0.90	증기비중	3.04	가 입 연 소 시	① 가열하면 용기가 폭발한다. ② 연소하면 유독가스가 발생한다.	
증기압	상 태 액 체			혼 합 점 소 시	① 산화제와 혼합하면 발연, 발화한다.	
독 성 치	LD ₅₀	LC ₅₀	허용농도	Ⅳ. 안 전 관 리		
	5,600 mg/kg 경구 - mouse	1,600 ppm 흡입 - mouse	400 ppm 1,400 mg/kg (TWA) 50 ppm 인산화탄소	누 설 시 조 치	① 대량유출은 토사등으로 유출피해를 방지하고, 회수한다. ② 소량유출은 건조사, 유저리제등으로 회수한다.	
Ⅱ. 구 급 처 치				화 재 시 조 치	① 소화는 내압장포, 분말, 이산화탄소, 소화제등으로 한꺼번에 소화한다. ② 주수는 안전거리 확보, 차폐물을 이용	
흡 입	중 심	① 현기증 및 전진음 일으킨다. ② 장시간 흡입하면 급성폐수염이 된다.			보 호 구 소 회 기	① 보호안경 ② 물 ② 유기가스용 방독마스크 ③ 분말 ③ 의사의 진단을 받는다.
	응 급 처 치	① 신선한 장소에 옮겨 안정, 보존한다. ② 의사의 진단을 받는다.			용 도	① 유기용제 ② 향료의 원료 ③ 접착제의 용제 ④ 내압장포 ④ 도료, 인쇄잉크용제
피 부	중 심	① 화상을 일으킨다.				
	응 급 처 치	① 청수로 충분히 씻는다.				
눈 에	중 심	① 결막염을 일으킨다.				
	응 급 처 치	① 청수로 충분히 씻는다. ② 의사의 진단을 받는다.				

Table 4-4. Example of hazardous chemical data sheet produced by Korea Toxic Substances Management Association.

4. データ・シート

品名	Acetaldehyde				
略称	アセトアルデヒド				
別名	酢酸アルデヒド, アセチルヒドライド, アルデヒド(アルデハイド), エタナール, エチルアルデヒド Acetic Aldehyde, Acetylhydride, Aldehyde, Ethanal, Ethyl Aldehyde				
組成等					
国連番号	1089	IMDG コード	3019p	クラス	3-1
IMO 分類	C	港則法分類	引火性液体類(低)	海洋汚染海上	危険物
		危規則分類	" (")	災害防止法	
性 状	化学式	CH ₃ CHO		分子量	44.05
	外観	無色の液体		臭気	刺激臭
	比重	ガス比重		引火点(°C)	
	0.7839 (16°C)	1.5		-39(閉)	
	発火点(°C)	沸点(°C)		凝固点(°C)	
	175	20.2		-123.5	
	爆発限界(%)	水溶性	蒸気圧(mmHg)		
	4.0~60.0	易(∞)	4.9°C~400		
	毒性値 LD50-経口 (rat)	魚毒 TLm 96 (ppm)		許容濃度 (ppm)	
	1,930mg/kg 吸入(ヒト)TCLo (最低中毒濃度) 134ppm/30分			8時間	15分間
			100	150	

Table 4-5. Example of hazardous chemical data sheet produced by Japanese Maritime Disaster Prevention Center

危険性評価 小 → 大 0.1.2.3.4	種類 等級	火災 4	水質汚染(毒性)		反応性 加圧下において爆発性 過酸化物を形成 蒸気状：酸性が強い
			人体 1	水中生物	
海洋における 挙動	浮沈性	揮発性	溶解性		
	海面浮流	6時間以内揮散	3日以内拡散		
応急措置	危険区域の設定(区域内火気使用禁止)				
検具	アセトアルデヒド検知管				
知	可燃性ガス測定器				
防具	自蔽式呼吸具又はエアラインマスク, 防毒マスク(有機ガス吸収管)				
護	ゴム手袋, ゴム長靴, ゴム上下服, 保護メガネ				
防除方法	自然拡散 放水拡散				
防資除機材	適応消火剤	アルコール泡, 粉末, 炭酸ガス, 水噴霧(少量の場合)			
注意事項	粘膜を刺激する, 高濃度の蒸気を吸入すると頭痛, 意識障害, 肺浮腫を招く 内服では嘔吐, 下痢, 呼吸障害が起る 応急措置 吸入: 酸素吸入 内服: 胃洗浄, 催吐, 下剤投与。呼吸障害には酸素吸入 爆発の危険大 臭気感知濃度 0.21ppm				

Table 4-5(continued). Example of hazardous chemical data sheet produced by Japanese Maritime Disaster Prevention Center.

ACETALDEHYDE CH₃CHO

IDENTIFICATION		UN No. 1089
Common Synonyms ETHANAL ACETIC ALDEHYDE ETHYL ALDEHYDE ALDEHYDE	Observable Characteristics Clear, colourless, liquid. Sharp fruity odour.	Manufacturers Celanese Canada Limited, Edmonton, Alberta.
Transportation and Storage Information Shipping Status: Liquid (boiling). Classification: Flammable liquid. Inert Atmosphere: Inerted. Venting: Safety relief. Pump Type: Centrifugal; stainless steel.	Label(s): Red label - FLAMMABLE LIQUID; Class 3, Group 1. Storage Temperature: Ambient. Hose Type: Neoprene, polyethylene, polypropylene, PVC. Rubber not suitable.	Grade or Purity: Technical (99%). Containers and Materials: Drums, tank cars, tank trucks lined or treated carbon steel, aluminum, stainless steel.
Physical and Chemical Characteristics Physical State (20°C, 1 atm): Liquid. Solubility (Water): Miscible in all proportions. Molecular Weight: 44.1 Vapour Pressure: 740 mm Hg (20°C). Boiling Point: 20.4°C.	Flotability (Water): Floats and mixes. Odour: Sharp fruity odour, penetrating, pungent (0.01 to 0.21 ppm, odour threshold). Flash Point: -50°C (o.c.); -35°C (c.c.). Vapour Density: 1.5 Specific Gravity: 0.78 (20°C).	Colour: Colourless. Explosive Limits: 4 to 60%. Melting Point: -123.3°C.

HAZARD DATA

Human Health Symptoms: Contact: exposure to vapours causes severe irritation of mucous membranes, blurred vision, reddening of skin, coughing, pulmonary edema and narcosis. Ingestion: nausea, vomiting, diarrhea, narcosis and respiratory failure. Toxicology: Moderately toxic by ingestion, inhalation and contact. TLV* - 100 ppm; 180 mg/m ³ . Short-term Inhalation Limits - 150 ppm; 270 mg/m ³ (15 min).	LC50 - 20,000 ppm/30 min. LCLo - Inhalation: rat = 4 000 ppm/4 h Delayed Toxicity - No information.	LD50 - Oral: rat = 1.93 g/kg
Fire Fire Extinguishing Agents: Use dry chemical, carbon dioxide, alcohol foam. Water may be ineffective, but may be used to cool fire-exposed containers. Water spray may be used to control vapours. Behaviour in Fire: Flashback may occur along vapour trail. Ignition Temperature: 185°C.	Burning Rate: 3.3 mm/min.	
Reactivity With Water: No reaction; soluble. With Common Materials: Can react vigorously with acid anhydrides, phenols, anhydrous ammonia, halogens, phosphorus, acetic acid and strong alkalis. May form explosive peroxide mixtures. Stability: Stable.		
Environment Water: Prevent entry into water intakes and waterways. Harmful to aquatic life in low concentrations. Fish toxicity: 53 ppm/96 h/sunfish/TLM/freshwater; 237 to 249 mg/L/96 h/Nitzschia linearis (alga)/LC50/freshwater; 70 ppm/24 h/pin perch/TLM/saltwater; BOD: 93 to 127%, 3 days. Land-Air: No information. Food Chain Concentration Potential: None.		

EMERGENCY MEASURES

Special Hazards FLAMMABLE. Low boiling point.
Immediate Responses Keep non-involved people away from spill site. Issue warning: "FLAMMABLE". Call fire department. Eliminate all sources of ignition. Avoid contact and inhalation. Stay upwind and use water spray to control vapour. Stop or reduce discharge, if this can be done without risk. Contact supplier for guidance. Dike to prevent runoff. Notify environmental authorities.
Protective Clothing and Equipment Respiratory protection - self-contained breathing apparatus. Acid suit - (jacket and pants) or coveralls. Boots - high, rubber (pants worn outside boots). Gloves - rubber or plastic.
Fire and Explosion Maintain safe distance when fighting fire. Use dry chemical, carbon dioxide or alcohol foam. Water may be ineffective, but may be used to cool fire-exposed containers. Water spray may be used to control vapours. Flashback may occur along vapour trail.
First Aid Move victim out of spill site to fresh air. Call for medical assistance, but start first aid at once. Inhalation: give artificial respiration if breathing has stopped. Give oxygen if breathing is laboured. Contact: remove contaminated clothing. Wash eyes and skin with plenty of warm water for at least 15 minutes. Ingestion: give water to conscious victim to drink. If medical assistance is not immediately available, transport victim to hospital, clinic or doctor.

ENVIRONMENTAL PROTECTION MEASURES

Response Water 1. Stop or reduce discharge if safe to do so. 2. Contact manufacturer or supplier for advice. 3. If possible, contain discharge by damming or water diversion. 4. Dredge or vacuum pump to remove contaminants, liquids and contaminated bottom sediments. 5. Notify environmental authorities to discuss disposal and cleanup of contaminated materials.	Land-Air 1. Stop or reduce discharge if safe to do so. 2. Contact manufacturer or supplier for advice. 3. Dike to prevent runoff from rainwater or water application. 4. Remove material with pumps or vacuum equipment and place in appropriate containers. 5. Recover undamaged containers. 6. Remove contaminated soil for disposal. 7. Notify environmental authorities to discuss cleanup and disposal of contaminated materials.
Disposal 1. Contact manufacturer or supplier for advice on disposal. 2. Contact environmental authorities for advice on disposal. 3. Incinerate (approval of environmental authorities required).	

Table 4-6. Example of hazardous chemical data sheet produced by Environment Canada.

Chemical name, structure/formula, CAS and RTECS Nos., and DOT ID and guide Nos.	Synonyms, trade names, and conversion factors	Exposure limits (TWA unless noted otherwise)	IDLH	Physical description	Chemical and physical properties		Incompatibilities and reactivities	Measurement method (See Table 1)
					MW, BP, SOL Fl.P, IP, Sp.Gr, Flammability	VP, FRZ UEL, LEL		
Acetaldehyde CH ₃ CHO 75-07-0 AB1925000	Acetic aldehyde, Ethanal, Ethyl aldehyde	NIOSH Ca See Appendix A OSHA 100 ppm (180 mg/m ³) ST 150 ppm (270 mg/m ³)	Ca [10,000 ppm]	Colorless liquid or gas (boils 69°F) with a pungent, fruity odor.	MW: 44.1 BP: 69°F Sol: Miscible Fl.P: -36°F IP: 10.22 eV	VP: 740 mm FRZ: -190°F UEL: 60% LEL: 4.0%	Strong oxidizers, acids, bases, alcohols, ammonia & amines, phenols, ketones, HCN, H ₂ S [Note: Prolonged contact with air may cause formation of peroxides that may explode and burst containers; easily undergoes polymerization.]	XAD-2; Toluene; GC/FID; II [2538]
1089 26	1 ppm = 1.83 mg/m ³				Sp.Gr: 0.79 Class IA Flammable Liquid			
Acetic acid CH ₃ COOH 64-19-7 AF1225000	Acetic acid (aqueous), Ethanoic acid, Glacial acetic acid (pure compound), Methanecarboxylic acid	NIOSH 10 ppm (25 mg/m ³) ST 15 ppm (37 mg/m ³) OSHA 10 ppm (25 mg/m ³)	1000 ppm	Colorless liquid or crystals with a sour, vinegary-like odor. [Note: Pure compound is a solid below 62°F. Often used in an aqueous solution.]	MW: 60.1 BP: 244°F Sol: Miscible Fl.P: 102°F IP: 10.56 eV	VP: 11 mm FRZ: 82°F UEL(200°F): 19.9% LEL: 4.0%	Strong oxidizers (especially chromic acid and nitric acid), strong caustics [Note: Corrosive to metals.]	Char: HCCOH; GC/FID; II [1603]
1842 29 (soln) 2790 50 (10-80% acid) 2789 29 (80% acid)	[Note: Can be found in concentrations of 5-6% in vinegar.] 1 ppm = 2.50 mg/m ³				Sp.Gr: 1.05 Class II Combustible Liquid			
Acetic anhydride (CH ₃ CO) ₂ O 108-24-7 AK1925000	Acetic acid anhydride, Acetyl oxide, Ethanoic anhydride	NIOSH/OSHA C 5 ppm (20 mg/m ³)	1000 ppm	Colorless liquid with a strong, pungent, vinegary-like odor.	MW: 102.1 BP: 282°F Sol: 12% Fl.P: 120°F IP: 10.00 eV	VP: 4 mm FRZ: -99°F UEL: 10.3% LEL: 2.7%	Water, alcohols, strong oxidizers (especially chromic acid), amines, strong caustics [Note: Corrosive to iron, steel & other metals. Reacts with water to form acetic acid.]	Bub: Reagent; Vis; II [3508]
1715 39	1 ppm = 4.24 mg/m ³				Sp.Gr: 1.08 Class II Combustible Liquid			
Acetone CH ₃ COCH ₃ 67-64-1 AL3150000	Dimethyl ketone, Ketone propane, 2-Propanone	NIOSH 250 ppm (590 mg/m ³) OSHA 750 ppm (1800 mg/m ³) ST 1000 ppm (2400 mg/m ³)	20,000 ppm	Colorless liquid with a fragrant, mint-like odor. [Note: Enforcement of the OSHA TWA for "doffers" in the cellulose acetate fiber industry was stayed on 9/5/89 until 9/1/90; further, the OSHA STEL does NOT apply to that industry.]	MW: 58.1 BP: 133°F Sol: Miscible Fl.P: 0°F IP: 9.69 eV	VP: 180 mm FRZ: -140°F UEL: 13% LEL: 2.5%	Oxidizers, acids	Char: CS; GC/FID; II [1300, Ketones]
1090 26	1 ppm = 2.42 mg/m ³				Sp.Gr: 0.79 Class IB Flammable Liquid			

30

31

Personal protection and sanitation (See Table 3)	Recommendations for respirator selection — maximum concentration for use (MUC) (See Table 4)	Health hazards			
		Route	Symptoms (See Table 5)	First aid (See Table 6)	Target organs (See Table 5)
Clothing: Repeat Goggles: Any poss Wash: Prompt wet Change: N.R. Remove: Immed wet (flamm) Provide: Eyewash	NIOSH V: SCBAF:PD,PP,SAF:PD,PP:ASCBA Escape: GMFOV/SCBAE	Inh Ing	Eye, nose, throat irrit; con; cough; CNS depress; delayed pulm edema; [canc]	Eye: Skin: Breath: Swallow: Irr immed Water flush prompt Resp support Medical attention immed	Resp sys, skin, kidneys
Clothing: Any poss >50%/Repeat Goggles: Any poss Wash: Immed contam >50% Change: Prompt 10-49% Remove: Immed non-imperv contam >50%/Prompt non- imperv contam 10-49% Provide: Eyewash (>5%) Quick drench (>50%)	NIOSH/OSHA 250 ppm: SA,CFI/PAPROV ¹ 500 ppm: CCRFOV/SCBAF/SAF/ GMFOV/PAPRTQV ¹ 1000 ppm: SAF:PD,PP §: SCBAF:PD,PP,SAF:PD,PP:ASCBA Escape: GMFOV/SCBAE	Inh	Conj, lac; irrit nose, throat, phar edema, chronic bron, burns eyes, skin, skin sens, dental erosion; black skin, hyperkeratosis	Eye: Skin: Breath: Swallow: Irr immed Water flush immed Resp support Medical attention immed	Resp sys, skin, eyes, teeth
Clothing: Reason prob Goggles: Any poss Wash: Immed contam Change: N.R. Remove: Immed non-imperv contam Provide: Eyewash, quick drench	NIOSH/OSHA 125 ppm: SA,CFI/PAPROV ¹ 250 ppm: CCRFOV/SCBAF/SAF/ GMFOV/PAPRTQV ¹ 1000 ppm: SAF:PD,PP §: SCBAF:PD,PP,SAF:PD,PP:ASCBA Escape: GMFOV/SCBAE	Inh Ing Con	Conj, lac, corneal edema, opac, photo, nasal, phar irrit; cough, dysp, bron; skin burns, vesic, sens derm	Eye: Skin: Breath: Swallow: Irr immed Water flush immed Resp support Medical attention immed	Resp sys, eyes, skin
Clothing: Repeat Goggles: Reason prob Wash: Prompt wet Change: N.R. Remove: Immed wet (flamm)	NIOSH 1000 ppm: CCROV ¹ /PAPROV ¹ /SA ¹ / SCBA ¹ 6250 ppm: SA:CF ¹ 12,500 ppm: GMFOV/SCBAF/SAF 20,000 ppm: SAF:PD,PP §: SCBAF:PD,PP,SAF:PD,PP:ASCBA Escape: GMFOV/SCBAE	Inh Ing Con	Irrit eyes, nose, throat; head, ditz; derm	Eye: Skin: Breath: Swallow: Irr immed Soap wash immed Resp support Medical attention immed	Resp sys, skin

Acetone

Table 4-7. Example of hazardous chemical data sheet produced by NIOSH.

제 3 절 사고 현장에서 1차 응급 방제 조치 요령

환경처의 사고발생시 행동요령을 살펴보면, 우선 사고 발생시에는 사고 당사자나 최초 발견자는 즉시 자체보고 및 관련기관에 신고하도록 하고 있다. 신고할 장소는 소방서, 경찰서, 시·도 지방환경청, 지방 노동관서 등이며, 신고 내용은 사고위치, 주변여건, 사고물질명 및 사고규모 (유출량), 물공급의 용이성 등이다. 현재 우리나라의 사고처리 체계는 사고현장에 차량과 주민의 접근을 통제하고 타기 쉬운 물질 등 유해물질을 제거하도록 하고 있다. 또한 인명구조 및 사고피해 범위 확산방지를 위한 조치를 취하고, 활용가능한 도구와 물자를 사용하여 방제조치하여 피해를 최소한으로 줄이며, 신고를 접수한 기관에서는 관련기관에 사고발생 사실을 전파하여 공조체제가 유지되도록 한다. 특히 상수원에 유입되었을 때에는 즉시 관련기관 (상수도 사업본부, 한국수자원공사, 시·도지방환경청)에 알려 적절한 조치를 취하도록 하고 있다. 관련 기관에서는 신고된 사항에 알맞는 방제인력·장비 및 자재를 동원하여 방제작업을 실시하되 사고발생 물질을 반드시 확인하고 해당물질에 적합하지 않은 방제 방법을 사용해서 사고가 확대되는 경우가 있으므로 유의하며, 관계기관이 도착하면 유도요원은 즉시 상황을 알려 신속히 방제가 이루어지도록 하며, 유해물질별 방제요령에 의거 방제 작업을 실시하도록 되어 있다(환경처, 1992).

본 연구에서는 현재 환경처에서 발행한 유해물질 방제 요령집에 수록된 376개 화학물질만으로는 사고에 대처하기 어렵다고 판단하여 2000여종의 화학물질에 대한 응급 방제 요령집을 발행하기 위한 준비를 시작하였다. 이미 한국해양연구소에서는 유해화학물질 자료집을 한글화하여 데이터베이스화하고 있으므로, 이 응급 방제요령집은 휴대에 간편하고 현장에서 직접 활용하기 편리하도록 미국 운수성에서 도입한 긴급 방제 지침과 유사한 시스템을 사용하기로 하였다(DOT, 1990). 이 지침은 사고물질의 이름이나

유엔번호만 확인되면 즉시 찾아보기를 통하여 사고 물질의 응급 방제 방법을 찾을 수 있도록 되어 있다. 방제방법은 물질의 특성과 위험도에 따라 66가지로 분류되어 있다. 2000여개의 화학물질은 66가지로 분류된 방제방법중 어느 한가지에 반드시 해당되므로 방대한 자료를 대폭 간편하게 줄일 수 있다는 장점이 있다. 미국 운수성에서 발행한 지침은 1980년에 첫판이 인쇄된 이래 1990년까지 약 360만부가 배포되었으며, 유해물질의 1차 응급조치에 가장 훌륭한 지침으로 인정받고 있다. 본 연구에서는 2000여종의 화학물질에 대해 유엔 분류등급을 추가하고 한글 이름 찾아보기를 추가하여 소책자를 1차년도 연구 종료후 단행본으로 출판할 예정이다. 2000여종의 유엔번호별 찾아보기와 66가지 1차 방제요령을 Table 4-8 - 4-9에 수록하였다.

UN 분류	양제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	양제 번호	UN 번호	물질명
0004	46	1.1D	AMMONIUM PICRATE, dry or wetted with less than 10% water	1016	18	2	CARBON MONOXIDE
0222	46	1.1D	AMMONIUM NITRATE with more than 0.2% combustible material	1017	20	2	CHLORINE
0223	46	1.1D	AMMONIUM NITRATE FERTILIZER, which is more liable to explode than ammonium nitrate with 0.2% combustible material	1018	12	2	CHLORODIFLUOROMETHANE
				1020	12	2	CHLOROPENTAFLUOROETHANE
				1021	12	2	CHLOROTETRAFLUROETHANE
				1022	12	2	CHLOROTRIFLUOROMETHANE
				1022	12	2	TRIFLUOROCHLOROMETHANE
				1023	18	2	COAL GAS
				1026	18	2	CYANOGEN
0357	46	1.1L	SUBSTANCES, EXPLOSIVE, n.o.s.	1026	18	2	CYANOGEN, liquefied
0358	46	1.2L	SUBSTANCES, EXPLOSIVE, n.o.s.	1026	18	2	CYANOGEN GAS
0359	46	1.3L	SUBSTANCES, EXPLOSIVE, n.o.s.	1027	22	2	CYCLOPROPANE
0402	46	1.1D	AMMONIUM PERCHLORATE	1027	22	2	CYCLOPROPANE, liquefied
1001	17	2	ACETYLENE	1028	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE
1001	17	2	ACETYLENE, dissolved	1029	12	2	DICHLOROFUOROMETHANE
1002	12	2	AIR, compressed	1029	12	2	DICHLOROMONOFUOROMETHANE
1003	23	2	AIR, refrigerated liquid (cryogenic liquid)	1030	22	2	DIFLUOROETHANE
				1032	19	2	DIMETHYLAMINE, anhydrous
1005	15	2	AMMONIA	1033	22	2	DIMETHYL ETHER
1005	15	2	AMMONIA, ANHYDROUS, liquefied	1035	22	2	ETHANE, compressed
1005	15	2	AMMONIA SOLUTION with more than 50% ammonia	1036	68	2	ETHYLAMINE
				1036	68	2	MONOETHYLAMINE
1005	15	2	ANHYDROUS AMMONIA	1037	27	2	ETHYL CHLORIDE
1006	12	2	ARGON, compressed	1038	22	2	ETHYLENE, refrigerated liquid (cryogenic liquid)
1008	15	2	BORON TRIFLUORIDE				
1009	12	2	BROMOTRIFLUOROMETHANE	1039	26	2	ETHYL METHYL ETHER
1010	17	2	BUTADIENE, inhibited	1039	26	2	METHYL ETHYL ETHER
1011	22	2	BUTANE or BUTANE MIXTURE	1040	69	2	ETHYLENE OXIDE
1012	22	2	BUTENE	1041	17	2	CARBON DIOXIDE - ETHYLENE OXIDE MIXTURE, with more than 6% ETHYLENE OXIDE
1012	22	2	BUTYLENE				
1013	21	2	CARBON DIOXIDE				
1014	14	2	CARBON DIOXIDE - OXYGEN MIXTURE	1041	17	2	ETHYLENE OXIDE - CARBON DIOXIDE MIXTURE, with more than 6% ETHYLENE OXIDE
1015	12	2	CARBON DIOXIDE - NITROUS OXIDE MIXTURE				

Table 4-8. ID number index of hazardous materials. Two digit number represents the response number of the spilled chemical.

UN 분류	강제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	강제 번호	UN 번호	물질명
1043	16	2	FERTILIZER AMMONIATING SOLUTION, with more than 35% free ammonia	1058	12	2	LIQUEFIED NONFLAMMABLE GAS charged with NITROGEN, CARBON DIOXIDE or AIR
1044	12	2	FIRE EXTINGUISHER, with compressed or liquefied gas	1060	17	2	METHYL ACETYLENE and PROPADIENE MIXTURE, stabilized
1045	20	2	FLUORINE, compressed	1061	19	2	METHYLAMINE, anhydrous
1046	12	2	HELIUM, compressed	1061	19	2	MONOMETHYLAMINE, anhydrous
1048	15	2	HYDROGEN BROMIDE, anhydrous	1062	55	2	METHYL BROMIDE
1049	22	2	HYDROGEN, compressed	1063	18	2	METHYL CHLORIDE
1050	15	2	HYDROCHLORIC ACID, anhydrous	1064	13	2	METHYL MERCAPTAN
1050	15	2	HYDROGEN CHLORIDE, anhydrous	1065	12	2	NEDN, compressed
1051	13	6.1	HYDROCYANIC ACID	1066	12	2	NITROGEN, compressed
1051	13	6.1	HYDROGEN CYANIDE, anhydrous, stabilized	1067	20	2	DINITROGEN TETROXIDE
1052	15	8	HYDROFLUORIC ACID, anhydrous	1067	20	2	NITROGEN DIOXIDE
1052	15	8	HYDROGEN FLUORIDE, anhydrous	1067	20	2	NITROGEN PEROXIDE
1053	13	2	HYDROGEN SULFIDE	1067	20	2	NITROGEN TETROXIDE
1053	13	2	HYDROGEN SULFIDE, liquefied	1069	16	2	NITROSYL CHLORIDE
1055	22	2	ISOBUTYLENE	1070	14	2	NITROUS OXIDE, compressed
1056	12	2	KRYPTON, compressed	1071	22	2	OIL GAS
1057	17	2	CIGARETTE LIGHTER, with flammable gas	1072	14	2	OXYGEN, compressed
1057	17	2	FLAMMABLE GAS in LIGHTER for cigars, cigarettes, etc.	1073	23	2	OXYGEN, refrigerated liquid (cryogenic liquid)
1057	17	2	LIGHTER, for cigars, cigarettes, etc., with flammable gas	1075	22	2	LIQUEFIED PETROLEUM GAS
1057	17	2	LIGHTER REFILLS, cigarettes, containing flammable gas	1075	22	2	LPG, liquefied petroleum gas
1058	12	2	LIQUEFIED GAS, nonflammable, charged with nitrogen, carbon dioxide or air	1075	22	2	PETROLEUM GAS, liquefied
				1076	15	2	CARBONYL CHLORIDE
				1076	15	2	PHOSGENE
				1077	22	2	PROPYLENE
				1078	12	2	CHLORODIFLUOROMETHANE and CHLOROPENTAFLUORO- ETHANE MIXTURE

UN 분류	항재 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	항재 번호	UN 번호	물질명
1078	12	2	CHLOROTRIFLUOROMETHANE and TRIFLUOROMETHANE MIXTURE	1083	19	2	TRIMETHYLAMINE, anhydrous
1078	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and CHLORODIFLUORO- METHANE MIXTURE	1085	60	2	VINYL BROMIDE
1078	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and DICHLOROTETRA- FLUOROETHANE MIXTURE	1085	60	2	VINYL BROMIDE, inhibited
1078	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and DIFLUOROETHANE MIXTURE	1086	17	2	MONOCHLOROETHYLENE
1078	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE, TRICHLOROFLUOROMETHANE and CHLORODIFLUORO- METHANE MIXTURE	1086	17	2	VINYL CHLORIDE
1078	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and TRICHLOROFLUORO- METHANE MIXTURE	1086	17	2	VINYL CHLORIDE, inhibited
1078	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and TRICHLOROFLUORO- METHANE MIXTURE	1087	17	2	VINYL METHYL ETHER
1078	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and TRICHLOROFLUORO- METHANE MIXTURE	1087	17	2	VINYL METHYL ETHER, inhibited
1078	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and TRICHLOROTRIFLUORO- ETHANE MIXTURE	1088	26	3	ACETAL
1078	12	2	DISPERSANT GAS, n. o. s.	1089	26	3	ACETALDEHYDE
1078	12	2	REFRIGERANT GAS, n. o. s.	1090	26	3	ACETONE
1078	12	2	TRIFLUOROMETHANE and CHLOROTRIFLUORO- METHANE MIXTURE	1091	26	3	ACETONE OIL
1079	16	2	SULFUR DIOXIDE	1092	30	3	ACROLEIN, inhibited
1079	16	2	SULFUR DIOXIDE, liquefied	1093	30	3	ACRYLONITRILE, inhibited
1080	12	2	SULFUR HEXAFLUORIDE	1098	57	3	ALLYL ALCOHOL
1081	17	2	TETRAFLUROETHYLENE, inhibited	1099	57	3	ALLYL BROMIDE
1082	17	2	TRIFLUOROCHLOROETHYLENE	1100	57	3	ALLYL CHLORIDE
1082	17	2	TRIFLUOROCHLOROETHYLENE, inhibited	1103	40	3	TRIMETHYL ALUMINUM
				1104	26	3	AMYL ACETATE
				1105	26	3	AMYL ALCOHOL
				1105	26	3	ISOAMYL ALCOHOL
				1106	68	3	AMYLAMINE
				1107	26	3	AMYL CHLORIDE
				1108	26	3	AMYLENE
				1109	26	3	AMYL FORMATE
				1110	26	3	AMYL METHYL KETONE
				1110	26	3	METHYL AMYL KETONE
				1111	27	3	AMYL MERCAPTAN
				1112	26	3	AMYL NITRATE
				1113	26	3	AMYL NITRITE
				1114	27	3	BENZENE
				1115	26	3	BENZINE
				1118	27	3	BRAKE FLUID, HYDRAULIC
				1120	26	3	BUTANOL
				1120	26	3	BUTYL ALCOHOL

UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명
1123	26	3	BUTYL ACETATE	1145	26	3	CYCLOHEXANE
1125	58	3	BUTYLAMINE	1146	27	3	CYCLOPENTANE
1126	29	3	BUTYL BROMIDE	1147	27	3	DECAHYDRONAPHTHALENE
1127	27	3	BUTYL CHLORIDE	1148	26	3	DIACETONE ALCOHOL
1127	27	3	CHLOROBUTANE	1149	26	3	BUTYL ETHER
1128	26	3	BUTYL FORMATE	1149	26	3	DIBUTYL ETHER
1129	26	3	BUTYRALDEHYDE	1150	29	3	DICHLOROETHYLENE
1130	27	3	CAMPHOR OIL	1152	27	3	DICHLOROPENTANE
1131	28	3	CARBON BISULFIDE	1153	26	3	DIETHOXYETHANE
1131	28	3	CARBON DISULFIDE	1153	26	3	DIETHYL CELLOSOLVE
1132	26	3	CARBON REMOVER, liquid	1153	26	3	ETHYLENE GLYCOL DIETHYL ETHER
1133	26	3	ADHESIVE	1154	68	3	DIETHYLAMINE
1133	26	3	ADHESIVE, containing flammable liquid	1155	26	3	DIETHYL ETHER
1133	26	3	CEMENT, containing flammable liquid	1155	26	3	ETHER
1133	26	3	CEMENT, liquid, n.o.s.	1155	26	3	ETHYL ETHER
1134	27	3	CHLOROBENZENE	1156	26	3	DIETHYL KETONE
1135	55	3	ETHYLENE CHLOROHYDRIN	1157	26	3	DIISOBUTYL KETONE
1136	27	3	COAL TAR DISTILLATE	1158	68	3	DIISOPROPYLAMINE
1136	27	3	COAL TAR OIL	1159	26	3	DIISOPROPYL ETHER
1137	27	3	COAL TAR DISTILLATE	1159	26	3	ISOPROPYL ETHER
1137	27	3	COAL TAR OIL	1160	26	3	DIMETHYLAMINE SOLUTION
1139	26	3	COATING SOLUTION	1161	26	3	DIMETHYL CARBONATE
1142	26	3	ANTI-FREEZE	1162	29	3	DIMETHYLDICHLOROSILANE
1142	26	3	CLEANING COMPOUND	1163	57	3	DIMETHYLHYDRAZINE, unsymmetrical
1142	26	3	COMPOUND, POLISHING, liquid, etc. (combustible or flammable)	1164	27	3	DIMETHYL SULFIDE
1142	26	3	FLAMMABLE LIQUID PREP- ARATIONS, n.o.s.	1164	27	3	METHYL SULFIDE
1142	26	3	REDUCING LIQUID	1165	26	3	DIOXANE
1142	26	3	REMOVING LIQUID	1166	26	3	DIOXLANE
1143	28	3	CROTONALDEHYDE, inhibited	1167	30	3	DIVINYL ETHER, inhibited
1144	27	3	CROTONYLENE	1168	26	3	DRIER, paint or varnish, liquid, n.o.s.
				1169	26	3	EXTRACT, aromatic, liquid
				1170	26	3	ALCOHOL (beverage)

UN 분류	UN 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	UN 번호	UN 번호	물질명
1170	26	3	ALCOHOL (ethyl)	1197	26	3	EXTRACT, flavoring, liquid
1170	26	3	ALCOHOLIC BEVERAGE	1198	29	3	FORMALDEHYDE SOLUTION (Formalin)
1170	26	3	ETHANOL, and solutions	1199	29	3	FURFURAL
1170	26	3	ETHYL ALCOHOL	1201	26	3	FUSEL OIL
1171	26	3	ETHOXYETHANOL	1202	27	3	GAS OIL
1171	26	3	ETHYLENE GLYCOL MONO- ETHYL ETHER	1203	27	3	GASOHOL
1172	26	3	ETHOXYETHYL ACETATE	1203	27	3	GASOLINE
1172	26	3	ETHYLENE GLYCOL MONO- ETHYL ETHER ACETATE	1203	27	3	MOTOR FUEL, n. o. s.
1173	26	3	ETHYL ACETATE	1203	27	3	MOTOR SPIRIT
1175	26	3	ETHYLBENZENE	1203	27	3	PETROL
1176	26	3	ETHYL BORATE	1204	26	3	GLYCERYL TRINITRATE SOLUTION
1177	26	3	ETHYL BUTYL ACETATE	1204	26	3	NITROGLYCERIN SOLUTION in ALCOHOL, not more than 1% nitroglycerin
1178	26	3	ETHYLBUTYRALDEHYDE	1204	26	3	SPIRITS OF NITROGLYCERINE
1179	26	3	ETHYL BUTYL ETHER	1205	27	3	GUTTA PERCHA SOLUTION
1180	26	3	ETHYL BUTYRATE	1206	27	3	HEPTANE
1181	55	6.1	ETHYL CHLOROACETATE	1207	26	3	HEXALDEHYDE
1182	28	3	ETHYL CHLOROFORMATE	1208	27	3	HEXANE
1183	29	4.3	ETHYLDICHLOROSILANE	1208	27	3	NEOHEXANE
1184	26	3	ETHYLENE DICHLORIDE	1210	26	3	INK
1185	30	6.1	ETHYLENEIMINE, inhibited	1212	26	3	ISOBUTANOL
1188	26	3	ETHYLENE GLYCOL MONO- METHYL ETHER	1212	26	3	ISOBUTYL ALCOHOL
1189	26	3	ETHYLENE GLYCOL MONO- METHYL ETHER ACETATE	1213	26	3	ISOBUTYL ACETATE
1190	26	3	ETHYL FORMATE	1214	68	3	ISOBUTYLAMINE
1191	26	3	ETHYL HEXALDEHYDE	1216	27	3	ISOCTENE
1191	26	3	OCTYL ALDEHYDE	1218	27	3	ISOPRENE, inhibited
1192	26	3	ETHYL LACTATE	1219	26	3	ISOPROPANOL
1193	26	3	ETHYL METHYL KETONE	1219	26	3	ISOPROPYL ALCOHOL
1193	26	3	METHYL ETHYL KETONE	1220	26	3	ISOPROPYL ACETATE
1194	30	3	ETHYL NITRITE, AND SOLUTIONS	1221	68	3	ISOPROPYLAMINE
1195	26	3	ETHYL PROPIONATE	1222	27	3	ISOPROPYL NITRATE
1196	29	3	ETHYLTRICHLOROSILANE	1223	27	3	KEROSENE

UN 분류	방계 번호	UN 번호	품결명	UN 분류	방계 번호	UN 번호	품결명
1224	26	3	KETONE, liquid, n.o.s.	1251	28	3	METHYL VINYL KETONE
1226	26	3	CIGARETTE LIGHTER, with flammable liquid	1255	27	3	NAPHTHA, petroleum
1226	26	3	LIGHTER, for cigars, cigarettes, etc., with flammable liquid	1255	27	3	PETROLEUM NAPHTHA
1226	26	3	LIGHTER FLUID	1256	27	3	NAPHTHA, solvent
1228	28	3	MERCAPTAN MIXTURE, aliphatic	1257	27	3	CASINGHEAD GASOLINE
1228	28	3	MERCAPTANS and MIXTURES, liquid, n.o.s.	1257	27	3	NATURAL GASOLINE
1229	26	3	MESITYL OXIDE	1259	57	3	NICKEL CARBONYL
1230	28	3	METHANOL	1261	26	3	NITROMETHANE
1230	28	3	METHYL ALCOHOL	1262	27	3	ISOOCTANE
1230	28	3	WOOD ALCOHOL	1262	27	3	OCTANE
1231	26	3	METHYL ACETATE	1263	26	3	ENAMEL
1232	26	3	METHYL ACETONE	1263	26	3	LACQUER
1233	26	3	METHYL AMYL ACETATE	1263	26	3	LACQUER BASE, liquid
1234	26	3	METHYLAL	1263	26	3	PAINT, etc., flammable liquid
1235	68	3	METHYLAMINE, aqueous solution	1263	26	3	PAINT RELATED MATERIAL flammable liquid
1235	68	3	MONOMETHYLAMINE, aqueous solution	1263	26	3	POLISH, liquid
1237	26	3	METHYL BUTYRATE	1263	26	3	SHELLAC
1238	28	3	METHYL CHLOROCARBONATE	1263	26	3	STAIN
1238	28	3	METHYL CHLOROFORMATE	1263	26	3	THINNER
1239	57	3	METHYL CHLOROMETHYL ETHER	1263	26		VARNISH
1242	29	3	METHYLDICHLOROSILANE	1263	26	3	WOOD FILLER, liquid
1243	26	3	METHYL FORMATE	1264	26	3	PARALDEHYDE
1244	57	3	METHYLHYDRAZINE	1265	27	3	ISOPENTANE
1245	26	3	METHYL ISOBUTYL KETONE	1265	27	3	PENTANE
1246	26	3	METHYL ISOPROPENYL KETONE, inhibited	1266	26	3	PERFUMERY PRODUCTS, with flammable solvent
1247	26	3	METHYL METHACRYLATE, 3 monomer, inhibited	1267	27	3	PETROLEUM CRUDE OIL
1248	26	3	METHYL PROPIONATE	1268	27	3	PETROLEUM DISTILLATE, n.o.s.
1249	26	3	METHYL PROPYL KETONE	1270	27	3	OIL, petroleum, n.o.s.
1250	29	3	METHYL TRICHLOROSILANE	1270	27	3	PETROLEUM OIL
				1271	26	3	PETROLEUM ETHER
				1271	26	3	PETROLEUM SPIRIT
				1272	26	3	PINE OIL
				1274	26	3	NORMAL PROPYL ALCOHOL

UN 분류	항제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	항제 번호	UN 번호	물질명
1274	26	3	PROPANOL	1304	26	3	VINYL BUTYL ETHER
1274	26	3	PROPYL ALCOHOL	1304	26	3	VINYL ISOBUTYL ETHER
1275	26	3	PROPIONALDEHYDE	1304	26	3	VINYL ISOBUTYL ETHER, inhibited
1276	26	3	PROPYL ACETATE	1305	29	3	VINYL TRICHLOROSILANE
1277	68	3	MONOPROPYLAMINE	1306	26	3	WOOD PRESERVATIVE, liquid
1277	68	3	PROPYLAMINE	1307	27	3	XYLENE, (Xylol)
1278	26	3	PROPYL CHLORIDE	1308	26	3	ZIRCONIUM METAL, liquid suspension
1279	27	3	DICHLOROPROPANE	1308	26	3	ZIRCONIUM SUSPENDED IN A LIQUID
1279	27	3	PROPYLENE DICHLORIDE	1309	32	3	ALUMINUM POWDER, coated
1280	26	3	PROPYLENE OXIDE	1310	33	4.1	AMMONIUM PICRATE, wetted with more than 10% water
1281	26	3	PROPYL FORMATE	1312	32	4.1	BORNEOL
1282	26	3	PYRIDINE	1313	32	4.1	CALCIUM RESINATE
1286	26	3	ROSIN OIL	1314	32	4.1	CALCIUM RESINATE, fused
1287	26	3	RUBBER SOLUTION	1318	32	4.1	COBALT RESINATE, precipitated
1288	27	3	SHALE OIL	1320	36	4.1	DINITROPHENOL, wet, with not less than 15% water
1289	26	3	SODIUM METHYLATE, solutions in alcohol	1321	36	4.1	DINITROPHENOLATE, wet, with not less than 15% water
1292	29	3	ETHYL SILICATE	1322	36	4.1	DINITRORESORCINOL, wet, with not less than 15% water
1292	29	3	TETRAETHYL SILICATE	1323	32	4.1	FERROCERIUM
1293	26	3	TINCTURE, medicinal	1324	32	4.1	FILM, MOTION PICTURE, nitrocellulose base
1294	27	3	TOLUENE	1324	32	4.1	FILM, NITROCELLULOSE BASE
1295	38	3	TRICHLOROSILANE	1325	32	4.1	COSMETICS, flammable solid, n. o. s.
1296	68	3	TRIETHYLAMINE	1325	32	4.1	FLAMMABLE SOLID, n. o. s.
1297	29	3	TRIMETHYLAMINE, aqueous solution	1325	32	4.1	PYROXYLIN PLASTIC, rod, sheet, roll, tube, or scrap
1298	29	3	TRIMETHYLCHLOROSILANE	1325	32	4.1	SMOKELESS POWDER, small arms
1299	27	3	TURPENTINE				
1300	27	3	TURPENTINE SUBSTITUTE				
1301	26	3	VINYL ACETATE				
1301	26	3	VINYL ACETATE, inhibited				
1302	26	3	VINYL ETHYL ETHER				
1302	26	3	VINYL ETHYL ETHER, inhibited				
1303	26	3	VINYLDIENE CHLORIDE				
1303	26	3	VINYLDIENE CHLORIDE, inhibited				

UN 분류	방재 번호 번호	UN 분류	방재 번호 번호	물질명	물질명		
1325	32 4.1	1325	32 4.1	TETRAETHYLAMMONIUM PERCHLORATE, dry	1343	41 4.1	PHOSPHORUS TRISULFIDE, free from yellow or white phosphorus
1326	32 4.1	1326	32 4.1	HAFNIUM METAL, powder, wet	1344	33 4.1	PICRIC ACID, wet with not less than 10% water
1327	32 4.1	1327	32 4.1	BHUSA	1344	33 4.1	TRINITROPHENOL, wet
1327	32 4.1	1327	32 4.1	HAY	1345	32 4.1	RUBBER SCRAP, powdered or granulated
1327	32 4.1	1327	32 4.1	STRAW	1345	32 4.1	RUBBER SHODDY, powdered or granulated
1328	32 4.1	1328	32 4.1	HEXAMINE	1346	32 4.1	SILICON POWDER, amorphous
1330	32 4.1	1330	32 4.1	MANGANESE RESINATE	1347	33 4.1	SILVER PICRATE, wet with not less than 30% water
1331	32 4.1	1331	32 4.1	MATCHES, strike anywhere	1348	36 4.1	SODIUM DINITRO-ortho- CRESOLATE, wet with not less than 15% water
1332	32 4.1	1332	32 4.1	METALDEHYDE	1349	33 4.1	SODIUM PICRAMATE, wet, with not less than 20% water
1333	32 4.1	1333	32 4.1	CERIUM, CRUDE	1350	32 4.1	SULFUR
1333	32 4.1	1333	32 4.1	CERIUM, slabs, ingots or rods	1352	32 4.1	TITANIUM, metal, powder, wet with not less than 20% water
1333	32 4.1	1333	32 4.1	MISCHMETAL, powder	1353	32 4.1	TOE PUFFS, nitrocellulose base
1334	32 4.1	1334	32 4.1	CREOSOTE SALTS	1354	33 4.1	TRINITROBENZENE, wet
1334	32 4.1	1334	32 4.1	NAPHTHALENE, crude or refined	1355	33 4.1	TRINITROBENZOIC ACID, wet
1336	33 4.1	1336	33 4.1	NITROGUANIDINE, wet with not less than 20% water	1356	33 4.1	TRINITROTOLUENE, wet
1336	33 4.1	1336	33 4.1	PICRITE, wet with not less than 20% water	1357	33 4.1	UREA NITRATE, wet
1337	33 4.1	1337	33 4.1	NITROSTARCH, wet with not less than 30% solvent	1358	32 4.1	ZIRCONIUM METAL, powder, wet
1337	33 4.1	1337	33 4.1	NITROSTARCH, wet with not less than 20% water	1358	32 4.1	ZIRCONIUM POWDER, wet
1338	32 4.1	1338	32 4.1	PHOSPHORUS, amorphous, red	1360	41 4.3	CALCIUM PHOSPHIDE
1338	32 4.1	1338	32 4.1	RED PHOSPHORUS	1361	32 4.2	CARBON, animal or vegetable origin
1339	32 4.1	1339	32 4.1	PHOSPHORUS HEPTASULFIDE, free from yellow or white phosphorus	1361	32 4.2	CHARCOAL
1340	41 4.3	1340	41 4.3	PHOSPHORUS PENTASULFIDE, free from yellow or white phosphorus	1361	32 4.2	COAL, ground bituminous, sea coal, etc.
1341	41 4.3	1341	41 4.3	PHOSPHORUS SESQUISULFIDE, free from yellow or white phosphorus	1361	32 4.2	COAL FACINGS

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
1361	32	4.2	SEA COAL	1379	32	4.2	PAPER, treated with unsaturated oil
1362	32	4.2	ACTIVATED CARBON	1380	75	4.2	PENTABORANE
1362	32	4.2	CARBON, activated	1381	38	4.2	PHOSPHORUS, white or yellow, dry or under water or in solution
1363	37	4.2	COPRA	1381	38	4.2	WHITE PHOSPHORUS, dry
1364	32	4.2	COTTON WASTE, oily	1381	38	4.2	WHITE PHOSPHORUS, wet
1365	32	4.2	COTTON, wet	1381	38	4.2	YELLOW PHOSPHORUS, dry
1366	40	4.2	DIETHYLZINC	1381	38	4.2	YELLOW PHOSPHORUS, wet
1367	40	4.2	DIETHYLMAGNESIUM	1382	32	4.2	POTASSIUM SULFIDE, anhydrous or with less than 30% water of hydration
1368	40	4.2	DIMETHYLMAGNESIUM	1383	37	4.2	ALUMINUM, powder, pyrophoric
1369	32	4.2	DIMETHYL-p-NITROSOANILINE	1383	37	4.2	PYROPHORIC METAL or ALLOY, n.o.s.
1369	32	4.2	NITROSODIMETHYLANILINE	1383	37	4.2	ZINC POWDER or DUST, pyrophoric
1370	40	4.2	DIMETHYLZINC	1384	37	4.2	SODIUM DITHIONITE
1371	32	4.2	DRIER, paint or varnish, solid, n.o.s.	1384	37	4.2	SODIUM HYDROSULFITE
1371	32	4.2	DRIER, paint, solid, n.o.s.	1385	34	4.2	SODIUM SULFIDE, anhydrous or with less than 30% water of crystallization
1372	32	4.2	FIBER, animal or vegetable, burnt, wet or damp, n.o.s.	1386	32	4.2	SEED CAKE, with more than 1.5% oil and not more than 11% moisture
1373	32	4.2	FABRIC, animal or vegetable, with oil, n.o.s.,	1387	32	4.3	WOOL WASTE, wet
1373	32	4.2	FIBER, animal or vegetable, with oil, n.o.s.	1389	40	4.3	ALKALI METAL AMALGAM, n.o.s.
1374	32	4.2	FISH MEAL and SCRAP, unstabilized	1390	40	4.3	ALKALI METAL AMIDE, n.o.s.
1375	37	4.2	FUEL, pyrophoric, n.o.s.	1391	40	4.3	ALKALI METAL DISPERSION, n.o.s.
1375	37	4.2	PYROPHORIC FUEL, n.o.s.	1391	40	4.3	ALKALINE EARTH METAL DISPERSION, n.o.s.
1376	37	4.2	IRON OXIDE, spent	1392	40	4.3	ALKALINE EARTH METAL AMALGAM, n.o.s.
1376	37	4.2	IRON SPONGE, spent				
1378	32	4.2	METAL CATALYST, finely divided, activated or spent, wet with not less than 40% water or other suitable liquid				
1378	32	4.2	NICKEL CATALYST, finely divided, activated or spent, wet with not less than 40% water or other suitable liquid				

UN 분류	항제 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	항제 UN 번호 번호	물질명
1393	40 4.3	ALKALINE EARTH METAL ALLOY, n. o. s.	1419	41 4.3	MAGNESIUM ALUMINUM PHOSPHIDE
1394	40 4.3	ALUMINUM CARBIDE	1420	40 4.3	POTASSIUM, metal, liquid alloy
1395	41 4.3	ALUMINUM FERROSILICON, powder	1420	40 4.3	POTASSIUM METAL, liquid alloy
1396	40 4.3	ALUMINUM POWDER, uncoated	1421	40 4.3	ALKALI METAL, liquid alloy
1397	41 4.3	ALUMINUM PHOSPHIDE	1421	40 4.3	ALKALI METAL ALLOY, liquid, n. o. s.
1398	40 4.3	ALUMINUM SILICON POWDER, uncoated	1421	40 4.3	SODIUM, metal, liquid alloy
1399	40 4.3	BARIUM ALLOY	1422	40 4.3	POTASSIUM SODIUM ALLOY
1400	40 4.3	BARIUM	1422	40 4.3	SODIUM POTASSIUM ALLOY
1400	40 4.3	BARIUM METAL	1423	40 4.3	RUBIDIUM METAL
1401	40 4.3	CALCIUM, metal and alloys	1424	40 4.3	SODIUM AMALGAM
1402	40 4.3	CALCIUM CARBIDE	1425	76 4.3	SODIUM AMIDE
1403	40 4.3	CALCIUM CYANAMIDE, with more than 0.1% calcium carbide	1426	32 4.3	SODIUM BOROHYDRIDE
1404	40 4.3	CALCIUM HYDRIDE	1427	40 4.3	SODIUM HYDRIDE
1405	40 4.3	CALCIUM SILICIDE	1428	40 4.3	SODIUM
1406	40 4.3	CALCIUM SILICON	1428	40 4.3	SODIUM METAL
1407	40 4.3	CAESIUM, metal	1429	40 4.3	SODIUM, metal, dispersion in organic liquids
1407	40 4.3	CESIUM METAL	1431	40 4.3	SODIUM METHYLATE, dry
1408	41 4.3	FERROSILICON	1432	41 4.3	SODIUM PHOSPHIDE
1409	40 4.3	HYDRIDE, metal, n. o. s.	1433	41 4.3	STANNIC PHOSPHIDE
1410	40 4.3	LITHIUM ALUMINUM HYDRIDE	1434	40 4.3	STRONTIUM ALLOY
1411	40 4.3	LITHIUM ALUMINUM HYDRIDE, ether solution	1435	40 4.3	ZINC ASHES
1412	40 4.3	LITHIUM AMIDE	1436	76 4.3	ZINC METAL, powder or dust
1413	40 4.3	LITHIUM BOROHYDRIDE	1436	76 4.3	ZINC POWDER or DUST, non pyrophoric
1414	40 4.3	LITHIUM HYDRIDE	1437	40 4.1	ZIRCONIUM HYDRIDE
1415	40 4.3	LITHIUM METAL	1438	35 5.1	ALUMINUM NITRATE
1417	40 4.3	LITHIUM SILICON	1439	35 5.1	AMMONIUM DICHROMATE
1418	76 4.3	MAGNESIUM, powder	1442	43 5.1	AMMONIUM PERCHLORATE
1418	76 4.3	MAGNESIUM ALLOY, with more than 50% magnesium, powder	1444	35 5.1	AMMONIUM PERSULFATE
			1445	42 5.1	BARIUM CHLORATE
			1446	42 5.1	BARIUM NITRATE

UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명
1447	42	5.1	BARIUM PERCHLORATE	1477	35	5.1	NITRATE, inorganic, n.o.s.
1448	42	5.1	BARIUM PERMANGANATE	1478	35	5.1	NITRATE of SODIUM and POTASH, mixture
1449	42	5.1	BARIUM PEROXIDE	1478	35	5.1	SODIUM NITRATE and POTASH MIXTURE
1450	42	5.1	BROMATE, inorganic, n.o.s.	1479	35	5.1	COSMETICS, oxidizer, n.o.s.
1451	35	5.1	CAESIUM NITRATE	1479	35	5.1	CUPRIC NITRATE
1451	35	5.1	CESIUM NITRATE	1479	35	5.1	OXIDIZER, n.o.s.
1452	35	5.1	CALCIUM CHLORATE	1479	35	5.1	OXIDIZING MATERIAL, n.o.s.
1453	35	5.1	CALCIUM CHLORITE	1479	35	5.1	OXIDIZING SUBSTANCE, solid, n.o.s.
1454	35	5.1	CALCIUM NITRATE	1479	35	5.1	POTASSIUM DICHROMATE
1455	35	5.1	CALCIUM PERCHLORATE	1479	35	5.1	SODIUM DICHROMATE
1456	35	5.1	CALCIUM PERMANGANATE	1481	35	5.1	PERCHLORATE, inorganic, n.o.s.
1457	35	5.1	CALCIUM PEROXIDE	1482	35	5.1	PERMANGANATE, inorganic, n.o.s.
1458	35	5.1	BORATE and CHLORATE MIXTURE	1483	35	5.1	PEROXIDE, inorganic, n.o.s.
1458	35	5.1	CHLORATE and BORATE MIXTURE	1484	35	5.1	POTASSIUM BROMATE
1459	35	5.1	CHLORATE and MAGNESIUM CHLORIDE MIXTURE	1485	35	5.1	CHLORATE OF POTASH
1461	35	5.1	CHLORATE, inorganic, n.o.s.	1485	35	5.1	POTASSIUM CHLORATE
1462	43	5.1	CHLORITE, inorganic, n.o.s.	1486	35	5.1	POTASSIUM NITRATE
1463	42	5.1	CHROMIC ACID, solid	1486	35	5.1	SALTPETER
1463	42	5.1	CHROMIC ANHYDRIDE	1487	35	5.1	POTASSIUM NITRATE and SODIUM NITRITE MIXTURE
1463	42	5.1	CHROMIUM TRIOXIDE, anhydrous	1487	35	5.1	SODIUM NITRITE and POTASSIUM NITRATE MIXTURE
1465	35	5.1	DIDYMIUM NITRATE	1488	35	5.1	POTASSIUM NITRITE
1466	35	5.1	FERRIC NITRATE	1489	35	5.1	POTASSIUM PERCHLORATE
1467	43	5.1	GUANIDINE NITRATE	1490	35	5.1	POTASSIUM PERMANGANATE
1469	42	5.1	LEAD NITRATE	1491	47	5.1	POTASSIUM PEROXIDE
1470	42	5.1	LEAD PERCHLORATE	1492	35	5.1	POTASSIUM PERSULFATE
1471	45	5.1	LITHIUM HYPOCHLORITE, dry, including mixtures with more than 39% available chlorine	1493	45	5.1	SILVER NITRATE
1472	47	5.1	LITHIUM PEROXIDE	1494	42	5.1	SODIUM BROMATE
1473	35	5.1	MAGNESIUM BROMATE	1495	35	5.1	CHLORATE OF SODA
1474	35	5.1	MAGNESIUM NITRATE	1495	35	5.1	SODIUM CHLORATE
1475	35	5.1	MAGNESIUM PERCHLORATE				
1476	35	5.1	MAGNESIUM PEROXIDE				

UN 분류	합계 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	합계 UN 번호 번호	물질명
1496	43 5.1	SODIUM CHLORITE	1549	60 6.1	ANTIMONY TRIBROMIDE
1498	35 5.1	SODIUM NITRATE	1549	60 6.1	ANTIMONY TRIBROMIDE
1499	35 5.1	SODIUM NITRATE and POTASSIUM NITRATE MIXTURE			SOLUTION
1500	35 5.1	SODIUM NITRITE	1549	60 6.1	ANTIMONY TRIFLUORIDE
1502	35 5.1	SODIUM PERCHLORATE			SOLUTION
1503	35 5.1	SODIUM PERMANGANATE	1550	53 6.1	ANTIMONY LACTATE
1504	47 5.1	SODIUM PEROXIDE	1551	53 6.1	ANTIMONY POTASSIUM TARTRATE
1505	35 5.1	SODIUM PERSULFATE			
1506	35 5.1	STRONTIUM CHLORATE	1553	55 6.1	ARSENIC ACID, liquid
1507	35 5.1	STRONTIUM NITRATE	1554	53 6.1	ARSENIC ACID, solid
1508	35 5.1	STRONTIUM PERCHLORATE	1555	53 6.1	ARSENIC BROMIDE
1509	47 5.1	STRONTIUM PEROXIDE	1556	55 6.1	ARSENIC COMPOUND, liquid, n. o. s.
1510	47 5.1	TETRANITROMETHANE			
1511	35 5.1	UREA HYDROGEN PEROXIDE	1556	55 6.1	METHYLDICHLOROARSINE
1511	35 5.1	UREA PEROXIDE	1556	55 6.1	PHENYLDICHLOROARSINE
1512	35 5.1	ZINC AMMONIUM NITRITE	1557	53 6.1	ARSENIC COMPOUND, solid, n. o. s.
1513	35 5.1	ZINC CHLORATE			
1514	35 5.1	ZINC NITRATE	1557	53 6.1	ARSENIC DISULFIDE
1515	35 5.1	ZINC PERMANGANATE	1557	53 6.1	ARSENIC IODIDE, solid
1516	47 5.1	ZINC PEROXIDE	1557	53 6.1	ARSENIC TRISULFIDE
1517	33 5.1	ZIRCONIUM PICRAMATE, wet	1558	53 6.1	ARSENIC METAL
1541	55 6.1	ACETONE CYANOHYDRIN	1559	53 6.1	ARSENIC PENTOXIDE
1544	55 6.1	ALKALOID, solid, n. o. s. or ALKALOID SALT, solid, n. o. s. (poisonous)	1560	55 6.1	ARSENIC CHLORIDE
			1560	55 6.1	ARSENIC TRICHLORIDE
			1561	53 6.1	ARSENIC, white, solid
1545	57 6.1	ALLYL ISOTHIOCYANATE, inhibited	1561	53 6.1	ARSENIC TRIOXIDE
			1562	53 6.1	ARSENICAL DUST
1545	57 6.1	ALLYL ISOTHIOCYANATE, stabilized	1562	53 6.1	ARSENICAL FLUE DUST
			1564	55 6.1	BARIUM COMPOUND, n. o. s.
1546	53 6.1	AMMONIUM ARSENATE	1565	53 6.1	BARIUM CYANIDE
1547	57 6.1	ANILINE	1566	53 6.1	BERYLLIUM CHLORIDE
1548	53 6.1	ANILINE HYDROCHLORIDE	1566	53 6.1	BERYLLIUM COMPOUND, n. o. s.
1549	60 6.1	ANTIMONY COMPOUND, inorganic, n. o. s.	1566	53 6.1	BERYLLIUM FLUORIDE
			1567	32 6.1	BERYLLIUM, powder

UN 분류	방계 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	방계 UN 번호 번호	물질명
1569	55 6.1	BROMOACETONE	1589	15 2	CYANOGEN CHLORIDE, inhibited
1570	53 6.1	BRUCINE	1590	55 6.1	DICHLOROANILINE
1571	36 6.1	BARIUM AZIDE, wet with not less than 50% water	1591	58 6.1	o-DICHLOROBENZENE
1572	53 6.1	CACODYLIC ACID	1592	58 6.1	p-DICHLOROBENZENE
1573	53 6.1	CALCIUM ARSENATE	1592	53 6.1	PARADICHLOROBENZENE
1574	53 6.1	CALCIUM ARSENATE and CALCIUM ARSENITE MIXTURE, solid	1593	74 6.1	DICHLOROMETHANE
1574	53 6.1	CALCIUM ARSENITE	1593	74 6.1	METHYLENE CHLORIDE
1575	55 6.1	CALCIUM CYANIDE	1594	55 6.1	DIETHYL SULFATE
1577	56 6.1	CHLORODINITROBENZENE	1594	55 6.1	ETHYL SULFATE
1577	56 6.1	DINITROCHLOROBENZENE	1595	57 6.1	DIMETHYL SULFATE
1578	55 6.1	CHLORONITROBENZENE	1595	57 6.1	METHYL SULFATE
1578	55 6.1	NITROCHLOROBENZENE, liquid	1596	56 6.1	DINITROANILINE
1578	55 6.1	NITROCHLOROBENZENE, solid	1597	56 6.1	DINITROBENZENE
1579	53 6.1	4-CHLORO-o-TOLUIDINE HYDROCHLORIDE	1597	56 6.1	DINITROBENZENE SOLUTION
1580	56 6.1	CHLOROPICRIN	1598	53 6.1	DINITRO-o-CRESOL
1581	55 2	CHLOROPICRIN and METHYL BROMIDE MIXTURE	1599	57 6.1	DINITROPHENOL SOLUTION, in water or flammable liquid
1581	55 2	METHYL BROMIDE and CHLOROPICRIN MIXTURE	1600	56 6.1	DINITROTOLUENE, molton
1582	18 2	CHLOROPICRIN and METHYL CHLORIDE MIXTURE	1601	55 6.1	DISINFECTANT, SOLID, n.o.s., poisonous
1582	18 2	METHYL CHLORIDE and CHLOROPICRIN MIXTURE	1602	55 6.1	DYE, n.o.s. (poisonous)
1583	56 6.1	CHLOROPICRIN MIXTURE, n.o.s.	1602	55 6.1	DYE INTERMEDIATE, n.o.s. (poisonous)
1584	53 6.1	OCCULUS, solid	1603	55 6.1	ETHYL BROMOACETATE
1585	53 6.1	COPPER ACETOARSENITE	1604	29 8	ETHYLENEDIAMINE
1586	53 6.1	COPPER ARSENITE	1605	55 6.1	DIBROMOETHANE
1587	53 6.1	COPPER CYANIDE	1605	55 6.1	ETHYLENE DIBROMIDE
1588	55 6.1	CYANIDE, inorganic, n.o.s.	1606	53 6.1	FERRIC ARSENATE
1588	55 6.1	CYANIDE or CYANIDE MIXTURE, dry	1607	53 6.1	FERRIC ARSENITE
			1608	53 6.1	FERROUS ARSENATE
			1610	58 6.1	HALOGENATED IRRITATING LIQUID, n.o.s.
			1611	55 6.1	HEXAETHYL TETRAPHOSPHATE

UN 분류	합계 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	합계 UN 번호 번호	물질명
1612	15 6.1	HEXAETHYL TETRAPHOSPHATE and COMPRESSED GAS MIXTURE	1636	53 6.1	MERCURY CYANIDE
1613	55 6.1	HYDROCYANIC ACID, aqueous solution, with less than 5% hydrocyanic acid	1637	53 6.1	MERCURY GLUCONATE
1613	55 6.1	HYDROCYANIC ACID, aqueous solution, with not less than 5% hydrocyanic acid	1638	53 6.1	MERCURY IODIDE
1614	57 6.1	HYDROGEN CYANIDE anhydrous, stabilized (absorbed)	1639	53 6.1	MERCUROL
1616	53 6.1	LEAD ACETATE	1639	53 6.1	MERCURY NUCLEATE
1617	53 6.1	LEAD ARSENATE	1640	53 6.1	MERCURY OLEATE
1618	53 6.1	LEAD ARSENITE	1641	53 6.1	MERCURY OXIDE
1620	53 6.1	LEAD CYANIDE	1642	53 6.1	MERCURIC OXYCYANIDE
1621	53 6.1	LONDON PURPLE	1642	53 6.1	MERCURY OXYCYANIDE, desensitized
1622	53 6.1	MAGNESIUM ARSENATE	1643	53 6.1	MERCURY POTASSIUM IODIDE
1623	53 6.1	MERCURIC ARSENATE	1644	53 6.1	MERCURY SALICYLATE
1624	53 6.1	MERCURIC CHLORIDE	1645	53 6.1	MERCURIC SULFATE
1625	42 6.1	MERCURIC NITRATE	1645	53 6.1	MERCURY SULFATE
1626	53 6.1	MERCURIC POTASSIUM CYANIDE	1646	53 6.1	MERCURY THIOCYANATE
1627	42 6.1	MERCUROUS NITRATE	1647	55 6.1	METHYL BROMIDE and ETHYLENE DIBROMIDE MIXTURE, liquid
1628	53 6.1	MERCUROUS SULFATE	1648	28 3	ACETONITRILE
1629	53 6.1	MERCURIC ACETATE	1648	28 3	METHYL CYANIDE
1629	53 6.1	MERCUROUS ACETATE	1649	56 6.1	ANTI-KNOCK COMPOUND
1629	53 6.1	MERCURY ACETATE	1649	56 6.1	ETHYL FLUID
1630	53 6.1	MERCURY AMMONIUM CHLORIDE	1649	56 6.1	LEAD TETRAETHYL
1631	53 6.1	MERCURY BENZOATE	1649	56 6.1	LEAD TETRAMETHYL
1633	53 6.1	MERCURY BISULFATE	1649	56 6.1	MOTOR FUEL ANTI-KNOCK COMPOUND
1634	53 6.1	MERCURIC BROMIDE	1649	56 6.1	MOTOR FUEL ANTI-KNOCK MIXTURE
1634	53 6.1	MERCUROUS BROMIDE	1649	56 6.1	TETRAETHYL LEAD
1634	53 6.1	MERCURY BROMIDE	1649	56 6.1	TETRAMETHYL LEAD
1636	53 6.1	MERCURIC CYANIDE	1650	55 6.1	NAPHTHYLAMINE (beta)
			1651	53 6.1	NAPHTHYLTHIOUREA
			1652	53 6.1	NAPHTHYLUREA
			1653	53 6.1	NICKEL CYANIDE
			1654	55 6.1	NICOTINE

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
1655	55	6.1	NICOTINE COMPOUND, solid, n.o.s.	1684	53	6.1	SILVER CYANIDE
1655	55	6.1	NICOTINE PREPARATION, solid, n.o.s.	1685	53	6.1	SODIUM ARSENATE
1656	55	6.1	NICOTINE HYDROCHLORIDE, and solutions	1686	54	6.1	SODIUM ARSENITE SOLUTION
1657	53	6.1	NICOTINE SALICYLATE	1687	56	6.1	SODIUM AZIDE
1658	55	6.1	NICOTINE SULFATE, liquid	1688	53	6.1	SODIUM CACODYLATE
1658	55	6.1	NICOTINE SULFATE, solid	1689	55	6.1	SODIUM CYANIDE
1659	53	6.1	NICOTINE TARTRATE	1690	54	6.1	SODIUM FLUORIDE, solid
1660	20	6.1	NITRIC OXIDE	1690	54	6.1	SODIUM FLUORIDE SOLUTION
1661	55	6.1	NITROANILINE	1691	53	6.1	STRONTIUM ARSENITE
1662	55	6.1	NITROBENZENE	1692	53	6.1	STRYCHNINE, and salts
1663	55	6.1	NITROPHENOL	1693	58	6.1	IRRITATING AGENT, n.o.s.
1664	55	6.1	NITROTOLUENE	1693	58	6.1	ORM-A, n.o.s.
1665	55	6.1	NITROXYLENE	1693	58	6.1	TEAR GAS
1665	55	6.1	NITROXYLLOL	1693	58	6.1	TEAR GAS DEVICES
1669	55	6.1	PENTACHLOROETHANE	1693	58	6.1	TEAR GAS SUBSTANCES, n.o.s.
1670	55	6.1	PERCHLOROMETHYL MERCAPTAN	1694	58	6.1	BROMOBENZYL CYANIDE
1671	55	6.1	CARBOLIC ACID	1695	59	6.1	CHLOROACETONE, stabilized
1671	55	6.1	PHENOL, solid	1695	59	6.1	MONOCHLOROACETONE, inhibited
1672	55	6.1	PHENYL CARBYLAMINE CHLORIDE	1695	59	6.1	MONOCHLOROACETONE, stabilized
1673	53	6.1	PARADIAMINOBENZENE	1697	55	6.1	CHLOROACETOPHENONE
1673	53	6.1	PHENYLENEDIAMINE	1698	55	6.1	DIPHENYLAMINECHLOROARSINE
1674	55	6.1	PHENYLMERCURIC ACETATE, liquid	1699	55	6.1	DIPHENYLCHLOROARSINE
1677	53	6.1	POTASSIUM ARSENATE	1700	58	6.1	TEAR GAS CANDLE
1678	54	6.1	POTASSIUM ARSENITE	1701	55	6.1	XYLYL BROMIDE
1679	53	6.1	POTASSIUM CUPROCYANIDE	1702	55	6.1	TETRACHLOROETHANE
1680	55	6.1	POTASSIUM CYANIDE, solid	1703	15	2	TETRAETHYL DITHIOPYRO- PHOSPHATE, and compressed gas mixture
1680	55	6.1	POTASSIUM CYANIDE SOLUTION	1703	15	2	TETRAETHYL DITHIOPYRO- PHOSPHATE, and gases, mixtures or in solution
1681	53	6.1	RODENTICIDES, n.o.s.				
1683	53	6.1	SILVER ARSENITE				

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
1704	55	6.1	TETRAETHYL DITHIOPYRO- PHOSPHATE, dry, liquid or mixture	1726	39	8	ALUMINUM CHLORIDE, anhydrous
1705	15	2	TETRAETHYL PYROPHOSPHATE and compressed gas mixture	1727	60	8	AMMONIUM BIFLUORIDE, solid
1707	53	6.1	THALLIUM COMPOUND, n.o.s.	1727	60	8	AMMONIUM HYDROGEN FLUORIDE, solid
1707	53	6.1	THALLIUM SALT, n.o.s.	1728	29	8	AMYLTRICHLOROSILANE
1707	53	6.1	THALLIUM SULFATE, solid	1729	60	8	ANISOYL CHLORIDE
1708	55	6.1	TOLUIDINES (o-, m-, and p-)	1730	60	8	ANTIMONY PENTACHLORIDE, liquid
1709	53	6.1	TOLUENEDIAMINE	1731	60	8	ANTIMONY PENTACHLORIDE SOLUTION
1709	53	6.1	TOLUYLENEDIAMINE	1732	59	8	ANTIMONY PENTAFLUORIDE
1710	74	6.1	TRICHLOROETHYLENE	1733	60	8	ANTIMONY CHLORIDE
1711	55	6.1	XYLIDINE	1733	60	8	ANTIMONY TRICHLORIDE
1712	53	6.1	ZINC ARSENATE	1733	60	8	ANTIMONY TRICHLORIDE SOLUTION
1712	53	6.1	ZINC ARSENATE and ZINC ARSENITE MIXTURE	1736	39	8	BENZOYL CHLORIDE
1712	53	6.1	ZINC ARSENITE	1737	59	8	BENZYL BROMIDE
1713	53	6.1	ZINC CYANIDE	1738	59	8	BENZYL CHLORIDE
1714	41	4.3	ZINC PHOSPHIDE	1739	39	8	BENZYL CHLOROFORMATE
1715	39	8	ACETIC ANHYDRIDE	1740	60	8	BIFLUORIDE, n.o.s.
1716	60	8	ACETYL BROMIDE	1741	15	8	BORON TRICHLORIDE
1717	29	8	ACETYL CHLORIDE	1742	59	8	BORON TRIFLUORIDE ACETIC ACID COMPLEX
1718	60	8	ACID BUTYL PHOSPHATE	1743	59	8	BORON TRIFLUORIDE PRO- PIONIC ACID COMPLEX
1718	60	8	BUTYL ACID PHOSPHATE	1744	59	8	BROMINE
1718	60	8	BUTYL PHOSPHORIC ACID	1744	59	8	BROMINE SOLUTION
1719	60	8	ALKALINE CORROSIVE LIQUID, n.o.s.	1745	44	8	BROMINE PENTAFLUORIDE
1719	60	8	CAUSTIC ALKALI LIQUIDS, n.o.s.	1746	44	8	BROMINE TRIFLUORIDE
1722	57	8	ALLYL CHLOROCARBONATE	1747	29	8	BUTYL TRICHLOROSILANE
1722	57	8	ALLYL CHLOROFORMATE	1748	45	8	CALCIUM HYPOCHLORITE, dry, including mixtures with more than 39% available chlorine (8.8% available oxygen)
1723	29	8	ALLYL IODIDE				
1724	29	8	ALLYL TRICHLOROSILANE, stabilized				
1725	39	8	ALUMINUM BROMIDE, anhydrous				

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
1749	44	8	CHLORINE TRIFLUORIDE	1760	60	8	CLEANING COMPOUND,
1750	59	8	CHLOROACETIC ACID, liquid				liquid, corrosive
1750	59	8	MONOCHLOROACETIC ACID, liquid	1760	60	8	COMPOUND, TREE OR WEED KILLING, liquid (corrosive)
1751	60	8	CHLOROACETIC ACID, solid	1760	60	8	CORROSIVE LIQUID, n.o.s.
1752	59	8	CHLOROACETYL CHLORIDE	1760	60	8	COSMETICS, corrosive liquid, n.o.s.
1753	60	8	CHLOROPHENYL TRICHLORO- SILANE	1760	60	8	DICHLOROPROPIONIC ACID
1754	39	8	CHLOROSULFONIC ACID	1760	60	8	2,2-DICHLOROPROPIONIC ACID
1754	39	8	CHLOROSULFONIC ACID and SULFUR TRIOXIDE MIXTURE	1760	60	8	ETHYLPHOSPHONOTHIOIC- DICHLORIDE, anhydrous
1755	60	8	CHROMIC ACID SOLUTION	1760	60	8	ETHYL PHOSPHORO- DICHLORIDATE
1756	60	8	CHROMIC FLUORIDE, solid	1760	60	8	FERROUS CHLORIDE SOLUTION
1757	60	8	CHROMIC FLUORIDE SOLUTION	1760	60	8	HEXANOIC ACID
1758	39	8	CHROMIUM OXYCHLORIDE	1760	60	8	ISOPENTANOIC ACID
1759	60	8	CORROSIVE SOLID, n.o.s.	1760	60	8	METHYL PHOSPHONOTHIOIC DICHLORIDE
1759	60	8	COSMETICS, corrosive solid, n.o.s.	1760	60	8	MORPHOLINE, aqueous, mixture
1759	60	8	FERROUS CHLORIDE, solid	1760	60	8	NITRIC ACID, other than fuming, with not more than 5% acid
1759	60	8	FUNGICIDE, corrosive, n.o.s.	1760	60	8	ORM-B, n.o.s.
1759	60	8	STANNOUS CHLORIDE, solid	1760	60	8	PAINT, etc., corrosive liquid
1760	60	8	ACID, liquid, n.o.s.	1760	60	8	PAINT RELATED MATERIAL, corrosive liquid
1760	60	8	ALUMINUM PHOSPHATE SOLUTION	1760	60	8	PENTANOIC ACID
1760	60	8	ALUMINUM SULFATE SOLUTION	1760	60	8	TEXTILE TREATING COMPOUND
1760	60	8	AMINOETHOXYETHANOL	1760	60	8	TITANIUM SULFATE SOLUTION
1760	60	8	AMINOPROPYLDIETHANOL- AMINE	1760	60	8	VALERIC ACID, (n-PENTANOIC ACID)
1760	60	8	AMINOPROPYLMORPHOLINE	1761	59	8	CUPRIETHYLENEDIAMINE SOLUTION
1760	60	8	AMINOPROPYLPYPERAZINE				
1760	60	8	BIS(AMINOPROPYL)AMINE				
1760	60	8	CAPROIC ACID (HEXANOIC ACID)				
1760	60	8	CHEMICAL KIT				

UN 분류	UN 방계 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	UN 방계 번호	UN 번호	물질명
1762	29	8	CYCLOHEXENYL TRICHLORO- SILANE	1786	59	8	ACID MIXTURE, hydrofluoric and sulfuric acids
1763	60	8	CYCLOHEXYL TRICHLOROSILANE	1786	59	8	HYDROFLUORIC and SULFURIC ACID MIXTURE
1764	60	8	DICHLOROACETIC ACID	1786	59	8	SULFURIC and HYDROFLUORIC ACID MIXTURE
1765	60	8	DICHLOROACETYL CHLORIDE	1787	60	8	HYDRIODIC ACID, AND SOLUTIONS
1766	60	8	DICHLOROPHENYL TRICHLOROSILANE	1787	60	8	HYDROGEN IODIDE SOLUTION
1767	29	8	DIETHYL DICHLOROSILANE	1788	60	8	HYDROBROMIC ACID, AND SOLUTIONS
1768	59	8	DIFLUOROPHOSPHORIC ACID, anhydrous	1788	60	8	HYDROGEN BROMIDE SOLUTION
1769	29	8	DIPHENYL DICHLOROSILANE	1789	60	8	HYDROCHLORIC ACID SOLUTION
1770	60	8	DIPHENYLMETHYL BROMIDE	1789	60	8	HYDROGEN CHLORIDE SOLUTION
1771	60	8	DODECYL TRICHLOROSILANE	1790	59	8	MURIATIC ACID
1773	60	8	FERRIC CHLORIDE, anhydrous	1790	59	8	ETCHING ACID, liquid
1773	60	8	IRON CHLORIDE, solid	1790	59	8	FLUORIC ACID
1774	60	8	FIRE EXTINGUISHER CHARGE, corrosive liquid	1790	59	8	HYDROFLUORIC ACID SOLUTION
1775	60	8	FLUOBORIC ACID	1790	59	8	HYDROGEN FLUORIDE SOLUTION
1776	59	8	FLUOROPHOSPHORIC ACID, anhydrous	1791	60	8	HYPOCHLORITE SOLUTION with more than 5% available chlorine
1776	59	8	MONOFLUOROPHOSPHORIC ACID	1791	60	8	POTASSIUM HYPOCHLORITE SOLUTION
1777	39	8	FLUOROSULFONIC ACID	1791	60	8	SODIUM HYPOCHLORITE SOLUTION
1778	60	8	FLUOSILICIC ACID	1792	59	8	IODINE MONOCHLORIDE
1778	60	8	HYDROFLUOSILICIC ACID	1793	60	8	ISOPROPYL ACID PHOSPHATE
1778	60	8	HYDROSILICOFLUORIC ACID	1794	60	8	LEAD SULFATE, with more than 3% free acid
1778	60	8	SILICOFLUORIC ACID				
1779	60	8	FORMIC ACID				
1780	60	8	FUMARYL CHLORIDE				
1781	60	8	HEXADECYL TRICHLOROSILANE				
1782	59	8	HEXAFLUOROPHOSPHORIC ACID				
1783	60	8	HEXAMETHYLENE DIAMINE SOLUTION				
1784	29	8	HEXYL TRICHLOROSILANE				

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
1796	73	8	ACID MIXTURE, nitrating	1814	60	8	POTASSIUM HYDROXIDE SOLUTION
1796	73	8	MIXED ACID				
1796	73	8	NITRATING ACID	1815	29	8	PROPIONYL CHLORIDE
1796	73	8	NITRATING ACID, mixture	1816	29	8	PROPYL TRICHLOROSILANE
1798	60	8	NITROHYDROCHLORIC ACID	1817	39	8	PYROSULFURYL CHLORIDE
1798	60	8	NITROMURIATIC ACID	1818	39	8	SILICON CHLORIDE
1799	60	8	NONYL TRICHLOROSILANE	1818	39	8	SILICON TETRACHLORIDE
1800	39	8	OCTADECYL TRICHLOROSILANE	1819	60	8	SODIUM ALUMINATE SOLUTION
1801	60	8	OCTYL TRICHLOROSILANE	1821	60	8	SODIUM BISULFATE, solid
1802	45	8	PERCHLORIC ACID, not more than 50% acid, by weight	1821	60	8	SODIUM HYDROGEN SULFATE, solid
1803	60	8	PHENOLSULFONIC ACID, liquid	1823	60	8	CAUSTIC SODA, dry, solid
1804	39	8	PHENYLTRICHLOROSILANE	1823	60	8	LYE, dry, solid
1805	60	8	PHOSPHORIC ACID	1823	60	8	SODIUM HYDROXIDE, dry, solid
1806	39	8	PHOSPHORUS PENTACHLORIDE	1824	60	8	CAUSTIC SODA, solution
1807	39	8	PHOSPHORIC ANHYDRIDE	1824	60	8	CAUSTIC SODA SOLUTION
1807	39	8	PHOSPHORUS PENTOXIDE	1824	60	8	LYE SOLUTION
1808	39	8	PHOSPHORUS TRIBROMIDE	1824	60	8	SODIUM HYDRATE
1809	39	8	CHLORIDE OF PHOSPHORUS	1824	60	8	SODIUM HYDROXIDE SOLUTION
1809	39	8	PHOSPHORUS TRICHLORIDE	1825	60	8	SODIUM, MONOXIDE
1810	39	8	PHOSPHORUS OXYCHLORIDE	1826	60	8	ACID MIXTURE, spent, nitrating
1810	39	8	PHOSPHORYL CHLORIDE	1826	60	8	MIXED ACID, spent
1811	60	8	POTASSIUM BIFLUORIDE	1826	60	8	NITRATING ACID MIXTURE, spent
1811	60	8	POTASSIUM HYDROGEN FLUORIDE	1826	60	8	SPENT MIXED ACID
1812	54	8	POTASSIUM FLUORIDE	1827	39	8	STANNIC CHLORIDE, anhydrous
1813	60	8	BATTERY, electric, storage, dry, containing POTASSIUM HYDROXIDE	1827	39	8	TIN CHLORIDE, fuming
1813	60	8	CAUSTIC POTASH, dry, solid	1827	39	8	TIN TETRACHLORIDE
1813	60	8	POTASSIUM HYDROXIDE, dry, solid	1828	39	8	CHLORIDE OF SULFUR
1814	60	8	CAUSTIC POTASH liquid or solution	1828	39	8	SULFUR CHLORIDE
1814	60	8	POTASH LIQUOR	1829	39	8	SULFURIC ANHYDRIDE
				1829	39	8	SULFURIC TRIOXIDE
				1829	39	8	SULFUR TRIOXIDE, inhibited
				1829	39	8	SULFUR TRIOXIDE, stabilized

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
1830	39	8	SULFURIC ACID, with more than 51% but not more than 95% acid	1854	37	4.2	BARIUM ALLOY, pyrophoric
1830	39	8	SULFURIC ACID, with not more than 51% acid	1855	37	4.2	CALCIUM, metal and alloys, pyrophoric
1831	39	8	OLEUM	1855	37	4.2	CALCIUM ALLOY, PYROPHORIC
1831	39	8	SULFURIC ACID, fuming	1855	37	4.2	CALCIUM, PYROPHORIC
1832	39	8	SULFURIC ACID, spent	1857	32		TEXTILE WASTE, wet, n.o.s.
1833	60	8	SULFUROUS ACID	1858	12	2	HEXAFLUOROPROPYLENE
1834	39	8	SULFURYL CHLORIDE	1859	16	2	SILICON TETRAFLUORIDE
1835	60	8	TETRAMETHYL AMMONIUM HYDROXIDE	1860	17	2	VINYL FLUORIDE
1836	39	8	THIONYL CHLORIDE	1860	17	2	VINYL FLUORIDE, inhibited
1837	60	8	THIOPHOSPHORYL CHLORIDE	1862	26	3	ETHYL CROTONATE
1838	39	8	TITANIUM TETRACHLORIDE	1863	27	3	FUEL, AVIATION, turbine engine
1839	59	8	TRICHLOROACETIC ACID	1864	27	3	GAS DRIPS, hydrocarbon
1840	60	8	ZINC CHLORIDE SOLUTION	1865	30	3	PROPYL NITRATE
1841	31	9	ACETALDEHYDE AMMONIA	1866	26	3	RESIN COMPOUND liquid, flammable
1843	42	6.1	AMMONIUM DINITRO-o- CRESOLATE	1866	26	3	RESIN SOLUTION, flammable
1845	21	9	CARBON DIOXIDE, solid	1866	26	3	RESIN SOLUTION (RESIN COMPOUND), liquid
1845	21	9	DRY ICE	1867	32		CIGARETTE, self-lighting
1846	55	6.1	CARBON TETRACHLORIDE	1868	34	4.1	DECABORANE
1847	60	8	POTASSIUM SULFIDE, hydrated, with not less than 30% water of hydration	1869	76	4.1	MAGNESIUM, pellets, turnings or ribbon
1848	60	8	PROPANOIC ACID	1869	76	4.1	MAGNESIUM ALLOY, with more than 50% magnesium, pellets, turnings or ribbon
1848	60	8	PROPIONIC ACID	1870	40	4.3	POTASSIUM BOROHYDRIDE
1849	60	8	SODIUM SULFIDE, hydrated, with not less than 30% water	1871	32	4.1	TITANIUM HYDRIDE
1849	60	8	SODIUM SULFIDE SOLUTION	1872	42	5.1	LEAD DIOXIDE
1850	27		ERADICATOR, paint or grease, flammable liquid	1872	42	5.1	LEAD PEROXIDE
1851	11		DRUGS, n.o.s.	1873	47	5.1	PERCHLORIC ACID, more than 50% but not more than 72% acid, by weight
1851	11		MEDICINES, n.o.s.	1884	53	6.1	BARIUM OXIDE
				1885	53	6.1	BENZIDINE

UN 분류	방제 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	방제 UN 번호 번호	물질명
1886	55 6.1	BENZYLIDENE CHLORIDE	1917	26 3	ETHYL ACRYLATE, inhibited
1887	58 6.1	BROMOCHLOROMETHANE	1918	28 3	CUMENE
1888	55 6.1	CHLOROFORM	1918	28 3	ISOPROPYLBENZENE
1889	55 6.1	CYANOGEN BROMIDE	1919	26 3	METHYLACRYLATE, inhibited
1891	58 6.1	ETHYL BROMIDE	1920	27 3	NONANE
1892	55 6.1	ETHYLDICHLOROARSINE	1921	30 3	PROPYLENEIMINE, inhibited
1894	53 6.1	PHENYLMERCURIC HYDROXIDE	1922	29 3	PYRROLIDINE
1895	53 6.1	PHENYLMERCURIC NITRATE	1923	37 4.2	CALCIUM DITHIONITE
1896	55 6.1	RESIN SOLUTION, poisonous	1923	37 4.2	CALCIUM HYDROSULFITE
1897	74 6.1	PERCHLOROETHYLENE	1924	40	ETHYL ALUMINUM DICHLORIDE
1897	74 6.1	TETRACHLOROETHYLENE	1925	40	ETHYL ALUMINUM SESQUICHLORIDE
1898	60 8	ACETYL IODIDE	1926	40	METHYL ALUMINUM SESQUIBROMIDE
1902	60 8	DI(2-ETHYLHEXYL)PHOSPHORIC ACID	1927	40	METHYL ALUMINUM SESQUICHLORIDE
1902	60 8	DIISOCTYL ACID PHOSPHATE	1928	37 4.3	METHYL MAGNESIUM BROMIDE in ETHYL ETHER
1903	60 8	DISINFECTANT, corrosive, liquid, n. o. s.	1929	32 4.2	POTASSIUM DITHIONITE
1905	59 8	SELENIC ACID	1929	32 4.2	POTASSIUM HYDROSULFITE
1906	60 8	SLUDGE ACID	1930	40	TRIBUTYL ALUMINUM
1907	60 8	SODA LIME	1930	40	TRIISOBUTYL ALUMINUM
1908	60 8	SODIUM CHLORITE SOLUTION with more than 5% available chlorine	1931	32 9	ZINC DITHIONITE
1910	60 8	CALCIUM OXIDE	1931	32 9	ZINC HYDROSULFITE
1911	18 2	DIBORANE or DIBORANE MIXTURE	1932	32 4.2	ZIRCONIUM SCRAP
1912	22 2	METHYL CHLORIDE and METHYLENE CHLORIDE MIXTURE	1935	55 6.1	CYANIDE SOLUTION, n. o. s.
1913	21 2	NEON, refrigerated liquid, (cryogenic liquid)	1938	60 8	BROMOACETIC ACID, solid
1914	27 3	BUTYL PROPIONATE	1938	60 8	BROMOACETIC ACID SOLUTION
1915	26 3	CYCLOHEXANONE	1939	39 8	PHOSPHORUS OXYBROMIDE solid
1916	55 6.1	DICHLORODIETHYL ETHER	1940	60 8	THIOGLYCOLIC ACID
1916	55 6.1	DICHLOROETHYL ETHER	1941	58 9	DIBROMODIFLUOROMETHANE
			1942	43 5.1	AMMONIUM NITRATE, with not more than 0.2% combustible material

UN 분류	방재 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방재 번호	UN 번호	물질명
1942	43	5.1	AMMONIUM NITRATE, with organic coating	1955	15	2	CHLOROPICRIN and NON- FLAMMABLE GAS MIXTURE
1944	32	4.1	MATCHES, safety	1955	15	2	COMPRESSED GAS, poisonous, n.o.s.
1945	32	4.1	MATCHES, wax (Vesta)	1955	15	2	LIQUEFIED GAS, poisonous, n.o.s.
1950	12	2	AEROSOLS	1955	15	2	METHYL BROMIDE and NON- FLAMMABLE COMPRESSED GAS MIXTURE
1951	21	2	ARGON, refrigerated liquid (cryogenic liquid)	1955	15	2	ORGANIC PHOSPHORUS COMPOUND, mixed with COMPRESSED GAS
1952	12	2	CARBON DIOXIDE - ETHYLENE OXIDE MIXTURE, with not more than 6% ETHYLENE OXIDE	1955	15	2	POISONOUS GAS, n.o.s.
1952	12	2	ETHYLENE OXIDE - CARBON DIOXIDE MIXTURE, with not more than 6% ETHYLENE OXIDE	1955	15	2	POISONOUS LIQUID, n.o.s.
1953	18	2	COMPRESSED GAS, flammable, poisonous, n.o.s.	1955	15	2	TETRAFLUOROHYDRAZINE
1953	18	2	LIQUEFIED GAS, flammable, poisonous, n.o.s.	1956	12	2	ACCUMULATORS, pressurized
1953	18	2	POISONOUS GAS, flammable, n.o.s.	1956	12	2	COMPRESSED GAS, n.o.s.
1953	18	2	POISONOUS LIQUID, flammable, n.o.s.	1956	12	2	HEXAFLUOROPROPYLENE OXIDE
1954	22	2	COMPRESSED GAS, flammable, n.o.s.	1956	12	2	LIQUEFIED GAS, n.o.s.
1954	22	2	DISPERSANT GAS, flammable, n.o.s.	1956	12	2	NONFLAMMABLE GAS, n.o.s.
1954	22	2	FLAMMABLE GAS, n.o.s.	1957	22	2	DEUTERIUM
1954	22	2	LIQUEFIED GAS, flammable, n.o.s.	1958	12	2	DICHLOROTETRAFLUORO- ETHANE
1954	22	2	REFRIGERANT GAS, flammable, n.o.s.	1959	22	2	DIFLUOROETHYLENE
1954	22	2	REFRIGERATING MACHINE, containing flammable, nonpoisonous, liquefied gas	1959	22	2	1,1-DIFLUOROETHYLENE
				1959	22	2	VINYLDENE FLUORIDE
				1960	22	2	ENGINE STARTING FLUID
				1961	22	2	ETHANE, refrigerated liquid (cryogenic liquid)
				1961	22	2	ETHANE - PROPANE MIXTURE refrigerated liquid cryogenic liquid)
				1962	22	2	ETHYLENE, compressed
				1963	21	2	HELIUM, refrigerated liquid (cryogenic liquid)

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
1964	22	2	HYDROCARBON GAS, compressed, n.o.s.	1974	12	2	CHLORODIFLUOROBROMO- METHANE
1965	22	2	HYDROCARBON GAS, liquefied, n.o.s.	1975	20	2	NITRIC OXIDE and DINITROGEN TETROXIDE MIXTURE
1966	22	2	HYDROGEN, refrigerated liquid (cryogenic liquid)	1975	20	2	NITRIC OXIDE and NITROGEN DIOXIDE MIXTURE
1967	15	2	INSECTICIDE GAS, poisonous n.o.s.	1975	20	2	NITRIC OXIDE and NITROGEN TETROXIDE MIXTURE
1967	15	2	METHYL PARATHION and COMPRESSED GAS MIXTURE	1976	12	2	OCTAFLUOROCYCLOBUTANE
1967	15	2	PARATHION and COMPRESSED GAS MIXTURE	1977	21	2	NITROGEN, refrigerated liquid (cryogenic liquid)
1968	12	2	INSECTICIDE GAS, n.o.s.	1978	22	2	PROPANE
1969	22	2	ISOBUTANE or ISOBUTANE MIXTURE	1979	12	2	RARE GAS MIXTURE
1970	21	2	KRYPTON, refrigerated liquid (cryogenic liquid)	1980	14	2	HELIUM - OXYGEN MIXTURE
1971	17	2	METHANE, compressed	1980	14	2	RARE GAS - OXYGEN MIXTURE
1971	17	2	NATURAL GAS, compressed with a high METHANE content	1981	12	2	RARE GAS - NITROGEN MIXTURE
1971	17	2	NATURAL GAS with a high METHANE content, compressed	1982	12	2	TETRAFLUOROMETHANE
1972	22	2	LIQUEFIED NATURAL GAS	1983	12	2	CHLOROTRIFLUOROETHANE
1972	22	2	LNG, liquefied natural gas	1984	12	2	TRIFLUOROMETHANE
1972	22	2	METHANE, refrigerated liquid (cryogenic liquid)	1986	28	3	ALCOHOL, denatured (toxic)
1972	22	2	NATURAL GAS, refrigerated liquid (cryogenic liquid) with a high METHANE content	1986	28	3	ALCOHOL, toxic, n.o.s.
1973	12	2	CHLORODIFLUOROMETHANE and CHLOROPENTAFLURO- ETHANE MIXTURE	1986	28	3	PROPARGYL ALCOHOL
1974	12	2	BROMOCHLORODIFLUORO- METHANE	1987	26	3	ALCOHOL, denatured
				1987	26	3	ALCOHOL, nontoxic, n.o.s.
				1987	26	3	ALCOHOL, n.o.s.
				1988	28	3	ALDEHYDE, toxic, n.o.s.
				1989	26	3	ALDEHYDE, n.o.s.
				1989	26	3	BENZALDEHYDE
				1991	30	3	CHLOROPRENE, inhibited
				1992	28	3	FLAMMABLE LIQUID, poisonous, n.o.s.
				1993	27	3	COMBUSTIBLE LIQUID, n.o.s.
				1993	27	3	COMPOUND, TREE OR WEED KILLING, liquid (combustible or flammable)

UN 분류	항재 번호	UN 번호	물질명
1993	27	3	COSMETICS, flammable liquid, n.o.s.
1993	27	3	CREOSOTE, coal tar
1993	27	3	ETHYL NITRATE
1993	27	3	FLAMMABLE LIQUID, n.o.s.
1993	27	3	FUEL OIL
1993	27	3	INSECTICIDE, liquid, n.o.s.
1993	52	3	ORGANIC PEROXIDE, liquid or solution, n.o.s.
1993	27	3	WAX, liquid
1994	57	6.1	IRON PENTACARBONYL
1999	27	3	ASPHALT
1999	27	3	ROAD ASPHALT, liquid
1999	27	3	TAR, liquid
2000	32	4.1	CELLULOID, in blocks, rods, rolls, sheets, tubes, etc., except CELLULOID SCRAP
2001	32	4.1	COBALT NAPHTHENATE, powder
2002	33	4.2	CELLULOID SCRAP
2003	40	4.2	ALUMINUM ALKYL
2003	40	4.2	METAL ALKYL, n.o.s.
2004	37	4.2	MAGNESIUM DIAMIDE
2005	40	4.2	MAGNESIUM DIPHENYL
2006	37	4.2	PLASTICS, nitrocellulose-based, spontaneously combustible, n.o.s.
2008	37	4.2	ZIRCONIUM METAL, powder, dry
2008	37	4.2	ZIRCONIUM POWDER, dry
2009	37	4.2	ZIRCONIUM METAL, wire, sheet, or strips (thinner than 18 microns)
2010	40	4.3	MAGNESIUM HYDRIDE
2011	41	4.3	MAGNESIUM PHOSPHIDE
2012	41	4.3	POTASSIUM PHOSPHIDE
2013	41	4.3	STRONTIUM PHOSPHIDE

UN 분류	항재 번호	UN 번호	물질명
2014	45	5.1	HYDROGEN PEROXIDE SOLUTION, with not less than 20% but not more than 52% peroxide
2015	47	5.1	HYDROGEN PEROXIDE, stabilized, with more than 52% peroxide
2016	15	6.1	AMMUNITION, toxic, non-explosive
2016	15	6.1	CHEMICAL AMMUNITION, nonexplosive, with poisonous material
2016	15	6.1	GRENADE, without bursting charge, with poisonous gas
2017	58	6.1	AMMUNITION, tear-producing, non-explosive
2017	58	6.1	CHEMICAL AMMUNITION, nonexplosive, with irritant
2017	58	6.1	GRENADE, tear gas
2018	53	6.1	CHLOROANILINE, solid
2019	55	6.1	CHLOROANILINE, liquid
2020	53	6.1	CHLOROPHENOL, solid
2020	53	6.1	TRICHLOROPHENOL
2021	55	6.1	CHLOROPHENOL, liquid
2022	55	6.1	CRESYLIC ACID
2022	55	6.1	MINING REAGENT, liquid
2023	30	6.1	EPICHLOROHYDRIN
2024	53	6.1	MERCURY COMPOUND, liquid, n.o.s.
2025	53	6.1	MERCURY COMPOUND, solid, n.o.s.
2026	53	6.1	PHENYLMERCURIC COMPOUND, solid, n.o.s.
2027	53	6.1	SODIUM ARSENITE, solid

UN 분류	양제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	양제 번호	UN 번호	물질명
2028	60	8	BOMB, SMOKE, NONEXPLO- SIVE, with corrosive liquid, without initiating device	2047	29	3	DICHLOROPROPENE and PROPYLENE DICHLORIDE MIXTURE
2029	28	3	HYDRAZINE, ANHYDROUS	2048	26	3	DICYCLOPENTADIENE
2029	28	3	HYDRAZINE AQUEOUS SOLUTION, with more than 64% hydrazine, by weight	2049	29	3	DIETHYLBENZENE
2030	59	8	HYDRAZINE AQUEOUS SOLUTION, with not more than 64% hydrazine, by weight	2050	26	3	DIISOBUTYLENE
2030	59	8	HYDRAZINE HYDRATE	2051	29	3	DIMETHYLAMINOETHANOL
2030	59	8	HYDRAZINE SOLUTION, with not more than 64% hydrazine, by weight	2051	29	3	DIMETHYLETHANOLAMINE
2031	44	8	NITRIC ACID, other than fuming, with more than 40% acid	2052	27	3	DIPENTENE
2032	44	8	NITRIC ACID, fuming	2053	26	3	METHYL AMYL ALCOHOL
2032	44	8	NITRIC ACID, red fuming	2053	26	3	METHYL ISOBUTYL CARBINOL
2033	60	8	POTASSIUM MONOXIDE	2053	26	3	M. I. B. C.
2033	60	8	POTASSIUM OXIDE	2054	29	3	MORPHOLINE
2034	22	2	HYDROGEN and METHANE MIXTURE, compressed	2055	27	3	STYRENE MONOMER, inhibited
2035	22	2	TRIFLUOROETHANE, compressed	2056	26	3	TETRAHYDROFURAN
2036	12	2	XENON	2057	27	3	TRIPROPYLENE
2037	17	2	RECEPTACLES, small, with flammable compressed gas	2058	26	3	AMYL ALDEHYDE
2038	56	6.1	DINITROTOLUENE, solid	2058	26	3	VALERALDEHYDE
2044	22	2	DIMETHYLPROPANE	2059	26	3	COLLODION
2044	22	2	NEOPENTANE	2059	26	3	NITROCELLULOSE, solution in a flammable liquid
2045	26	3	BUTYL ALDEHYDE	2059	26	3	NITROCELLULOSE, wet with more than 40% flammab. liquid by weight
2045	26	3	ISOBUTYL ALDEHYDE	2059	26	3	PYROXYLIN SOLUTION
2045	26	3	ISOBUTYRALDEHYDE	2060	26	3	NITROCELLULOSE, solution in a flammable liquid
2046	27	3	CYMENE	2067	43	5.1	AMMONIUM NITRATE FERTILIZER
2046	27	3	METHYL PROPYL BENZENE	2068	43	5.1	AMMONIUM NITRATE FERTILIZER, with calcium carbonate
2047	29	3	DICHLOROPROPENE	2069	43	5.1	AMMONIUM NITRATE FERTILIZER, with AMMONIUM SULFATE
				2069	43	5.1	AMMONIUM NITRATE - SULFATE MIXTURE

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2070	43	5.1	AMMONIUM NITRATE FERTILIZER, with PHOSPHATE or POTASH	2088	49	5.2	BENZOYL PEROXIDE
2071	35	9	AMMONIUM NITRATE FERTILIZER, containing not more than 45% AMMONIUM NITRATE	2088	49	5.2	DIBENZOYL PEROXIDE
2071	35	9	AMMONIUM NITRATE FERTILIZER, with not more than 0.4% of combustible material	2089	49	5.2	BENZOYL PEROXIDE
2072	43	5.1	AMMONIUM NITRATE FERTILIZER, n. o. s.	2089	49	5.2	DIBENZOYL PEROXIDE
2073	15	2	AMMONIA SOLUTION, with more than 44% ammonia	2090	49	5.2	BENZOYL PEROXIDE
2074	55	6.1	ACRYLAMIDE	2090	49	5.2	DIBENZOYL PEROXIDE
2075	55	6.1	CHLORAL, anhydrous, inhibited	2091	48	5.2	tert-BUTYL CUMENE PEROXIDE
2076	55	6.1	CRESOL (o-, m-, and p-)	2091	48	5.2	tert-BUTYL CUMYL PEROXIDE
2077	55	6.1	NAPHTHYLAMINE (alpha)	2091	48	5.2	tert-BUTYL ISOPROPYL BENZENE HYDROPEROXIDE
2078	57	6.1	TOLUENE DIISOCYANATE (T. D. I.)	2092	48	5.2	tert-BUTYL HYDROPEROXIDE, not more than 80% in DI-tert-BUTYL PEROXIDE and/or solvent
2079	29	8	DIETHYLENETRIAMINE	2093	51	5.2	tert-BUTYL HYDROPEROXIDE
2080	48	5.2	ACETYL ACETONE PEROXIDE	2094	51	5.2	tert-BUTYL HYDROPEROXIDE
2080	48	5.2	3,5-DIMETHYL-3,5-DIHYDROXY- DIOXOLANE-1,2	2095	49	5.2	tert-BUTYL PEROXYACETATE
2081	48	5.2	ACETYL BENZOYL PEROXIDE	2096	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYACETATE
2082	52	5.2	ACETYL CYCLOHEXANE SULFONYL PEROXIDE	2097	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYBENZOATE
2083	52	5.2	ACETYL CYCLOHEXANE SULFONYL PEROXIDE	2098	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYBENZOATE
2084	49	5.2	ACETYL PEROXIDE	2099	49	5.2	tert-BUTYL MONOPEROXY- MALEATE, technical pure
2084	49	5.2	DIACETYL PEROXIDE	2099	49	5.2	tert-BUTYL PEROXYMALEATE, technical pure
2085	49	5.2	BENZOYL PEROXIDE	2100	48	5.2	tert-BUTYL MONOPEROXY- MALEATE, solution or paste
2085	49	5.2	DIBENZOYL PEROXIDE	2100	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYMALEATE, solution or paste
2086	49	5.2	BENZOYL PEROXIDE	2101	48	5.2	tert-BUTYL MONOPEROXY- MALEATE
2087	49	5.2	BENZOYL PEROXIDE	2101	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYMALEATE
2087	49	5.2	DIBENZOYL PEROXIDE	2102	48	5.2	tert-BUTYL PEROXIDE
				2102	48	5.2	DI-tert-BUTYL PEROXIDE, technical pure

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2103	49	5.2	tert-BUTYL PEROXYISOPROPYL CARBONATE, technical pure	2117	49		CYCLOHEXANONE PEROXIDE, more than 90%, with less than 10% water
2104	48	5.2	tert-BUTYL PEROXY- ISONONANOATE	2117	49		1-HYDROXY-1'-HYDROPEROXY DICYCLOHEXYL PEROXIDE, more than 90% with less than 10% water
2104	48	5.2	tert-BUTYL PEROXY-3,5,5- TRIMETHYLHEXANOATE	2118	51	5.2	CYCLOHEXANONE PEROXIDE, not more than 72% in solution
2105	48	5.2	tert-BUTYL MONOPEROXY- PHTHALATE	2118	51	5.2	1-HYDROXY-1'-HYDROPEROXY DICYCLOHEXYL PEROXIDE
2105	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYPHTHALATE	2119	51	5.2	CYCLOHEXANONE PEROXIDE, not more than 90%, with not less than 10% water
2106	48	5.2	DI-tert-BUTYLPEROXYPHTHALATE	2119	51	5.2	1-HYDROXY-1'-HYDROPEROXY DICYCLOHEXYL PEROXIDE
2107	48	5.2	DI-tert-BUTYLPEROXYPHTHALATE	2120	52	5.2	DECANOYL PEROXIDE, technical pure
2108	48	5.2	DI-tert-BUTYLPEROXYPHTHALATE	2120	52	5.2	DIDECANOYL PEROXIDE, technical pure
2110	52	5.2	tert-BUTYL PEROXYPIVALATE	2121	48	5.2	DICUMYL PEROXIDE
2111	48	5.2	2,2-DI(tert-BUTYLPEROXY)- BUTANE	2122	52	5.2	DI-(2-ETHYLHEXYL)PEROXY- DICARBONATE
2112	48	5.2	DI-(2-tert-BUTYLPEROXY- ISOPROPYL) BENZENE	2123	52	5.2	DI-(2-ETHYLHEXYL)PEROXY- DICARBONATE
2112	48	5.2	1,4-DI(2-tert-BUTYLPEROXY- ISOPROPYL) BENZENE and 1,3-DI(2-tert-BUTYLPEROXY- ISOPROPYL) BENZENE	2124	48	5.2	DILAUROYL PEROXIDE, technical pure
2113	48	5.2	p-CHLOROBENZOYL PEROXIDE	2124	48	5.2	LAUROYL PEROXIDE, technical pure
2113	48	5.2	DI-(4-CHLOROBENZOYL) PEROXIDE	2125	51	5.2	MENTHANE HYDROPEROXIDE, para, technical pure
2114	48	5.2	p-CHLOROBENZOYL PEROXIDE	2125	51	5.2	MENTHYL HYDROPEROXIDE, para, technical pure
2114	48	5.2	DI-(4-CHLOROBENZOYL) PEROXIDE	2125	51	5.2	PARAMENTHANE HYDRO- PEROXIDE
2115	48	5.2	p-CHLOROBENZOYL PEROXIDE				
2115	48	5.2	DI-(4-CHLOROBENZOYL) PEROXIDE				
2116	51	5.2	CUMYL HYDROPEROXIDE				
2116	51	5.2	CUMENE HYDROPEROXIDE technical pure				

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2126	51	5.2	ISOBUTYL METHYL KETONE PEROXIDE	2135	49	5.2	SUCCINIC ACID PEROXIDE technical pure
2126	51	5.2	METHYL ISOBUTYL KETONE PEROXIDE	2136	48	5.2	TETRAHYDRONAPHTHYL HYDROPEROXIDE, technical pure
2127	49		ETHYL METHYL KETONE PEROXIDE, with not more than 60%, in solution	2136	48	5.2	TETRALIN HYDROPEROXIDE technical pure
2127	49		METHYL ETHYL KETONE PEROXIDE, with not more than 60% peroxide	2137	48	5.2	2,4-DICHLOROBENZOYL PEROXIDE
2128	52	5.2	DI(3,5,5-TRIMETHYLHEXANOYL) PEROXIDE	2137	48	5.2	DI-2,4-DICHLOROBENZOYL PEROXIDE, not more than 75% in water
2128	52	5.2	ISONONANOYL PEROXIDE, technical pure or in solution	2138	48	5.2	2,4-DICHLOROBENZOYL PEROXIDE
2129	52	5.2	CAPRYLYL PEROXIDE	2138	48	5.2	DI-2,4-DICHLOROBENZOYL PEROXIDE, not more than 52% as paste
2129	52	5.2	DI-n-OCTANOYL PEROXIDE	2139	48	5.2	2,4-DICHLOROBENZOYL PEROXIDE
2129	52	5.2	OCTANOYL PEROXIDE	2139	48	5.2	DI-2,4-DICHLOROBENZOYL PEROXIDE, not more than 52% in solution
2130	52	5.2	DI-n-NONANOYL PEROXIDE	2140	48	5.2	n-BUTYL-4,4-DI(tert-BUTYL- PEROXY) VALERATE
2130	52	5.2	PELARGONYL PEROXIDE	2141	48	5.2	n-BUTYL-4,4-DI(tert-BUTYL- PEROXY) VALERATE
2131	51	5.2	PERACETIC ACID, solution	2142	52	5.2	tert-BUTYL PEROXYISOBUTYRATE
2131	51	5.2	PEROXYACETIC ACID, solution	2143	52	5.2	tert-BUTYL PEROXY-2-ETHYL- HEXANOATE, technical pure
2132	52	5.2	DIPROPIONYL PEROXIDE	2144	52	5.2	tert-BUTYL PEROXYDIETHYL- ACETATE
2132	52	5.2	PROPIONYL PEROXIDE	2145	48	5.2	1,1-DI(tert-BUTYLPEROXY)- 3,3,5-TRIMETHYLCYCLO- HEXANE
2133	52	5.2	DIISOPROPYL PEROXY- DICARBONATE, technical pure				
2133	52	5.2	ISOPROPYL PEROXY- DICARBONATE				
2133	52	5.2	PROPYL PEROXYDICARBONATE				
2134	52	5.2	DIISOPROPYL PEROXY- DICARBONATE				
2134	52	5.2	ISOPROPYL PEROXY- DICARBONATE				
2135	49	5.2	DISUCCINIC ACID PEROXIDE technical pure				

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2146	48	5.2	1,1-DI(<i>tert</i> -BUTYLPEROXY)- 3,3,5-TRIMETHYLCYCLO- HEXANE	2160	48	5.2	<i>tert</i> -OCTYL HYDROPEROXIDE
2147	48	5.2	1,1-DI(<i>tert</i> -BUTYLPEROXY)- 3,3,5-TRIMETHYLCYCLO- HEXANE	2160	48	5.2	1,1,3,3-TETRAMETHYLBUTYL HYDROPEROXIDE, technical pure
2148	48	5.2	DI(1-HYDROXYCYCLOHEXYL) PEROXIDE	2161	52	5.2	<i>tert</i> -OCTYL PEROXY-2- ETHYLHEXANOATE
2149	52	5.2	DIBENZYL PEROXY- DICARBONATE	2161	52	5.2	1,1,3,3-TETRAMETHYLBUTYL- PEROXY-2-ETHYL HEXA- NOATE, technical pure
2150	52	5.2	DI- <i>sec</i> -BUTYL PEROXY- DICARBONATE	2162	51	5.2	PINANE HYDROPEROXIDE, technical pure
2151	52	5.2	DI- <i>sec</i> -BUTYL PEROXY- DICARBONATE	2162	51	5.2	PINANYL HYDROPEROXIDE, technical pure
2152	52	5.2	DICYCLOHEXYL PEROXY- DICARBONATE	2162	51	5.2	TRIMETHYL NORPINANYL HYDROPEROXIDE, technical pure
2153	52	5.2	DICYCLOHEXYL PEROXY- DICARBONATE	2163	52	5.2	DIACETONE ALCOHOL PEROXIDE
2154	52	5.2	DI(4- <i>tert</i> -BUTYLCYCLOHEXYL) PEROXYDICARBONATE	2164	52	5.2	DICETYL PEROXYDICARBONATE, technical pure
2155	48	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI(<i>tert</i> - BUTYLPEROXY) HEXANE, technical pure	2165	49	5.2	3,3,6,6,9,9-HEXAMETHYL- 1,2,4,5-TETRAOXOCYCLO- NONANE, technical pure
2156	48	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI(<i>tert</i> - BUTYLPEROXY) HEXANE	2166	48	5.2	3,3,6,6,9,9-HEXAMETHYL- 1,2,4,5-TETRAOXOCYCLO- NONANE
2157	52	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI(2-ETHYL- HEXANOYLPEROXY) HEXANE technical pure	2167	48	5.2	3,3,6,6,9,9-HEXAMETHYL- 1,2,4,5-TETRAOXOCYCLO- NONANE
2158	49	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI(<i>tert</i> - BUTYLPEROXY) HEXYNE-3, technical pure	2168	48	5.2	2,2-DI(4,4-DI- <i>tert</i> -BUTYLPEROXY CYCLOHEXYL)PROPANE
2159	48	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI(<i>tert</i> - BUTYLPEROXY) HEXYNE-3, with not more than 52% peroxide in inert solid	2169	52	5.2	BUTYL PEROXYDICARBONATE
				2169	52	5.2	DI- <i>n</i> -BUTYL PEROXY- DICARBONATE

UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명
2170	52	5.2	BUTYL PEROXYDICARBONATE	2187	21	2	CARBON DIOXIDE, refrigerated
2170	52	5.2	DI-n-BUTYL PEROXY- DICARBONATE				liquid (cryogenic liquid)
2171	48	5.2	DIISOPROPYLBENZENE HYDROPEROXIDE	2188	18	2	ARSINE
2171	48	5.2	ISOPROPYLCUMYL HYDRO- PEROXIDE	2189	19	2	DICHLOROSILANE
2172	49	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI- (BENZOYLPEROXY) HEXANE, technical pure	2190	20	2	OXYGEN DIFLUORIDE
2173	49	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI- (BENZOYLPEROXY) HEXANE	2191	15	2	SULFURYL FLUORIDE
2174	49	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DIHYDRO- PEROXY HEXANE	2192	18	2	GERMANE, germanium hydride
2175	52	5.2	DIETHYL PEROXYDICARBONATE	2193	12	2	HEXAFLUOROETHANE
2176	52	5.2	DI-n-PROPYL PEROXY- DICARBONATE, technical pure	2194	15	2	SELENIUM HEXAFLUORIDE
2177	52	5.2	tert-BUTYL PEROXY- NEODECANOATE	2195	15	2	TELLURIUM HEXAFLUORIDE
2178	43	5.2	2,2-DIHYDROPEROXY PROPANE	2196	15	2	TUNGSTEN HEXAFLUORIDE
2179	49	5.2	1,1-DI(tert-BUTYLPEROXY) CYCLOHEXANE	2197	15	2	HYDROGEN IODIDE, anhydrous
2180	49	5.2	1,1-DI(tert-BUTYLPEROXY) CYCLOHEXANE	2198	15	2	PHOSPHORUS PENTAFLUORIDE
2181	48	5.2	1,2-DI(tert-BUTYLPEROXY) CYCLOHEXANE	2199	18	2	PHOSPHINE
2182	52	5.2	DIISOBUTYRYL PEROXIDE	2200	22	2	ALLENE
2183	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYCROTONATE	2200	22	2	PROPADIENE
2184	49	5.2	ETHYL 3,3-DI(tert-BUTYLPEROXY) BUTYRATE	2200	22	2	PROPADIENE, inhibited
2185	48	2	ETHYL 3,3-DI(tert-BUTYLPEROXY) BUTYRATE, not more than 77%	2201	23	2	NITROUS OXIDE, refrigerated liquid (cryogenic liquid)
2186	15	2	HYDROGEN CHLORIDE refrigerated liquid (cryogenic liquid)	2202	13	2	HYDROGEN SELENIDE, anhydrous
				2202	13	2	HYDROSELENIC ACID
				2203	17	2	SILANE
				2204	18	2	CARBONYL SULFIDE
				2205	55	5.1	ADIPONITRILE
				2206	55	5.1	ISOCYANATES and solutions, n.o.s., b.p. less than 300 C
				2207	55	5.1	ISOCYANATES and solutions, n.o.s., b.p. not less than 300 C
				2208	35	5.1	BLEACHING POWDER
				2208	35	5.1	CALCIUM HYPOCHLORITE MIXTURE, dry, with more than 10% but not more than 33% available chlorine

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2209	29	9	FORMALDEHYDE SOLUTION (Formalin)	2227	26	3	BUTYL METHACRYLATE
2210	37	4.2	MANEB, or MANEB PREPARATION(S) with 50% or more MANEB	2228	55	6.1	BUTYL PHENOL, liquid
2210	37	4.2	PESTICIDE, water reactive, containing manganese ethylenebisdi thiocarbamate (maneb)	2229	53	6.1	BUTYL PHENOL, solid
2211	32	9	PLASTIC MOULDING MATERIAL, evolving flammable vapor	2232	55	6.1	CHLOROACETALDEHYDE
2211	32	9	POLYSTYRENE BEADS, expandable, evolving a flammable vapor	2233	53	6.1	CHLOROANISIDINE
2212	31	9	ASBESTOS, blue or brown	2234	27	3	CHLOROBENZOTRIFLUORIDE
2212	31	9	BLUE ASBESTOS	2235	55	6.1	CHLOROBENZYL CHLORIDE
2212	31	9	BROWN ASBESTOS	2236	55	6.1	CHLOROMETHYLPHENYL- ISOCYANATE
2213	32	4.1	PARAFORMALDEHYDE	2237	53	6.1	CHLORONITROANILINE
2214	60	8	PHTHALIC ANHYDRIDE	2238	27	3	CHLOROTOLUENE
2215	60	8	MALEIC ACID	2239	55	6.1	CHLOROTOLUIDINE, liquid or solid
2215	60	8	MALEIC ANHYDRIDE	2240	39	8	CHROMOSULFURIC ACID
2216	31	9	FISH MEAL and SCRAP, stabilized	2241	27	3	CYCLOHEPTANE
2217	31	4.2	SEED CAKE, with not more than 1.5% oil and not more than 11% moisture	2242	27	3	CYCLOHEPTENE
2218	29	8	ACRYLIC ACID	2243	27	3	CYCLOHEXYL ACETATE
2219	29	3	ALLYL GLYCIDYL ETHER	2244	26	3	CYCLOPENTANOL
2220	40		ALUMINUM ALKYL HALIDE SOLUTION	2245	26	3	CYCLOPENTANONE
2221	40		ALUMINUM ALKYL CHLORIDE	2246	27	3	CYCLOPENTENE
2221	40		ALUMINUM ALKYL HALIDE	2247	27	3	DECANE
2222	26	3	ANISOLE	2248	68	8	DIBUTYLAMINE
2224	55	6.1	BENZONITRILE	2249	55	6.1	DICHLORODIMETHYL ETHER, symmetrical
2225	59	8	BENZENE SULFONYL CHLORIDE	2250	53	6.1	DICHLOROPHENYLISOCYANATE
2226	60	8	BENZOTRICHLORIDE	2251	26	3	DICYCLOHEPTADIENE
				2251	26	3	NORBORNADIENE
				2252	27	3	1,2-DIMETHOXYETHANE
				2253	57	6.1	DIMETHYLANILINE
				2254	32	4.1	MATCHES, fusee
				2255	48	5.2	ORGANIC PEROXIDE, sample, n. o. s.
				2255	48	5.2	POLYESTER RESIN KITS
				2256	29	3	CYCLOHEXENE
				2257	40	4.3	POTASSIUM

UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명
2257	40	4.3	POTASSIUM METAL	2282	26	3	HEXANOL
2258	29	8	PROPYLENEDIAMINE	2283	27	3	ISOBUTYL METHACRYLATE
2259	60	8	TRIETHYLENE TETRAMINE	2284	28	3	ISOBUTYRONITRILE
2260	68	3	TRIPROPYLAMINE	2285	55	6.1	ISOCYANATO BENZOTRI- FLUORIDE
2261	55	6.1	XYLENOL	2286	27	3	ISODODECANE
2262	60	8	DIMETHYLCARBAMOYL CHLORIDE	2286	27	3	PENTAMETHYL HEPTANE
2263	27	8	DIMETHYLCYCLOHEXANE	2287	27	3	ISOHEPTENE
2264	60	3	2,3-DIMETHYLCYCLOHEXYL AMINE	2288	27	3	ISOHEXENE
2265	26	3	DIMETHYLFORMAMIDE	2289	60	6.1	ISOPHORONEDIAMINE
2265	26	3	N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	2290	55	6.1	IPDI
2266	29	3	DIMETHYL-N-PROPYLAMINE	2290	55	6.1	ISOPHORONE DIISOCYANATE
2267	59	8	DIMETHYL CHLOROTHIO- PHOSPHATE	2291	53	6.1	LEAD CHLORIDE
2267	59	8	DIMETHYL PHOSPHORO- CHLORIDOTHIOATE	2291	53	6.1	LEAD COMPOUND, soluble, n. o. s.
2267	59	8	DIMETHYL THIOPHOSPHORYL CHLORIDE	2291	53	6.1	LEAD FLUOBORATE
2269	60	8	DIPROPYLENE TRIAMINE	2293	27	3	METHOXYMETHYLPENTANONE
2269	60	8	IMINOBIISPROPYLAMINE	2294	57	6.1	METHYLANILINE
2269	60	8	IMINODIPROPYLAMINE	2295	57	6.1	METHYL CHLOROACETATE
2270	29	3	ETHYLAMINE SOUTION	2296	27	3	METHYL CYCLOHEXANE
2271	26	3	ETHYL AMYL KETONE	2297	26	3	METHYL CYCLOHEXANONE
2272	55	6.1	ETHYLANILINE	2298	26	3	METHYL CYCLOPENTANE
2272	55	6.1	N-ETHYLANILINE	2299	60	6.1	METHYL DICHLOROACETATE
2273	55	6.1	2-ETHYLANILINE	2300	60	6.1	METHYL ETHYL PYRIDINE
2274	53	6.1	ETHYLBENZYLANILINE	2301	26	3	METHYLFURAN
2275	26	3	ETHYLBUTANOL	2302	26	3	METHYLHEXANONE
2276	29	8	ETHYL HEXYLAMINE	2303	27	3	ISOPROPENYL BENZENE
2277	26	3	ETHYL METHACRYLATE	2304	32	4.1	NAPHTHALENE, molten
2278	27	3	HEPTENE	2305	60	8	NITROBENZENESULFONIC ACID
2279	55	6.1	HEXACHLOROBUTADIENE	2306	54	6.1	NITROBENZOTRIFLUORIDE
2280	60	8	HEXAMETHYLENE DIAMINE, solid	2307	54	6.1	NITROCHLOROBENZOTRI- FLUORIDE
2281	55	6.1	HEXAMETHYLENE DIISOCYANATE	2308	60	8	NITROSYLSULFURIC ACID
				2309	27	3	OCTADIENE
				2310	26	3	PENTANE-2,4-DIONE

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2311	55	6.1	PHENETIDINE	2338	28	3	BENZOTRIFLUORIDE
2312	55	6.1	PHENOL, molten	2339	27	3	2-BROMOBUTANE
2313	27	3	PICOLINE	2340	27	3	BROMOETHYL ETHYL ETHER
2315	31	9	PCBs	2341	27	3	BROMOMETHYLBUTANE
2315	31	9	POLYCHLORINATED BIPHENYL	2342	27	3	BROMOMETHYLPROPANE
2316	53	6.1	SODIUM CUPROCYANIDE, solid	2343	27	3	BROMOPENTANE
2317	54	6.1	SODIUM CUPROCYANIDE SOLUTION	2344	29	3	BROMOPROPANE
2318	34	4.2	SODIUM HYDROSULFIDE, solid, with less than 25% water of crystallization	2345	29	3	BROMOPROPYNE
2319	27	3	TERPENE HYDROCARBONS, n. o. s.	2346	26	3	BUTANEDIONE
2320	60	8	TETRAETHYLENEMPENTAMINE	2346	26	3	DIACETYL
2321	54	6.1	TRICHLOROBENZENE, liquid	2347	27	3	BUTANETHIOL
2322	54	6.1	TRICHLOROBUTENE	2347	27	3	BUTYL MERCAPTAN
2323	26	3	TRIETHYL PHOSPHITE	2348	26	3	BUTYL ACRYLATE
2324	27	3	TRIIISOBUTYLENE	2350	26	3	BUTYL METHYL ETHER
2325	26	3	MESITYLENE	2351	26	3	BUTYL NITRITE
2325	26	3	TRIMETHYLBENZENE	2352	26	3	BUTYL VINYL ETHER
2326	29	8	TRIMETHYLCYCLOHEXYLAMINE	2353	29	3	BUTYRYL CHLORIDE
2327	60	8	TRIMETHYLHEXAMETHYLENE- DIAMINE	2354	28	3	CHLOROMETHYL ETHYL ETHER
2328	55	6.1	TRIMETHYLHEXAMETHYLENE DIISOCYANATE	2356	26	3	CHLOROPROPANE
2329	26	3	TRIMETHYL PHOSPHITE	2357	68	3	CYCLOHEXYLAMINE
2330	27	3	HENDECANE	2358	27	3	CYCLOOCTATETRAENE
2330	27	3	UNDECANE	2359	29	3	DIALLYLAMINE
2331	60	8	ZINC CHLORIDE, anhydrous	2360	28	3	DIALLYLETHER
2332	26	3	ACETALDEHYDE OXIME	2361	68	3	DIISOBUTYLAMINE
2333	28	3	ALLYL ACETATE	2362	27	3	1, 1-DICHLOROETHANE
2334	28	3	ALLYLAMINE	2363	27	3	ETHYL MERCAPTAN
2335	28	3	ALLYL ETHYL ETHER	2364	26	3	PROPYL BENZENE
2336	28	3	ALLYL FORMATE	2366	26	3	DIETHYL CARBONATE
2337	57	6.1	PHENYL MERCAPTAN	2367	27	3	METHYL VALERALDEHYDE
				2368	26	3	PINENE
				2369	26	6.1	ETHYLENE GLYCOL MONO- BUTYL ETHER
				2370	27	3	HEXENE
				2371	27	3	ISOPENTENE
				2372	26	3	BIS(DIMETHYLAMINO) ETHANE

UN 분류	UN 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	UN 번호	UN 번호	물질명
2372	26	3	1,2-DI-(DIMETHYLAMINO) ETHANE	2403	26	3	ISOPROPENYL ACETATE
2373	26	3	DIETHOXYMETHANE	2404	28	3	PROPIONITRILE
2374	26	3	DIETHOXYPROPENE	2405	25	3	ISOPROPYL BUTYRATE
2375	28	3	DIETHYL SULFIDE	2406	28	3	ISOPROPYL ISOBUTYRATE
2376	26	3	DIHYDROPYRAN	2407	57	3	ISOPROPYL CHLOROFORMATE
2377	27	3	1,1-DIMETHOXYETHANE	2408	27	3	ISOPROPYL FORMATE
2378	28	3	DIMETHYLAMINOACETONITRILE	2409	27	3	ISOPROPYL PROPIONATE
2379	27	3	1,3-DIMETHYLBUTYLAMINE	2410	26	3	TETRAHYDROPYRIDINE
2380	26	3	DIMETHYLDIETHOXYLSILANE	2411	28	3	BUTYRONITRILE
2381	27	3	DIMETHYLDISULFIDE	2412	26	3	TETRAHYDROTHIOPHENE
2382	57	3	DIMETHYLHYDRAZINE, symmetrical	2413	27	3	TETRAPROPYL-ortho-TITANATE
2383	68	3	DIPROPYLAMINE	2414	27	3	THIOPHENE
2384	26	3	DIPROPYL ETHER	2416	26	3	TRIMETHYLBORATE
2385	26	3	ETHYL ISOBUTYRATE	2417	15	2	CARBONYL FLUORIDE
2386	26	3	ETHYL PIPERIDINE	2418	15	2	SULFUR TETRAFLUORIDE
2387	27	3	FLUOROBENZENE	2419	17	2	BROMOTRIFLUOROETHYLENE
2388	27	3	FLUOROTOLUENE	2420	15	2	HEXAFLUROACETONE
2389	26	3	FURAN	2421	20	2	NITROGEN TRIOXIDE
2390	26	3	IODOBUTANE	2422	12	2	OCTAFLUOROBUTENE
2391	26	3	IODOMETHYLPROPANE	2424	12	2	OCTAFLUROPROPANE
2392	26	3	IODOPROPANE	2424	12	2	PERFLUROPROPANE
2393	29	3	ISOBUTYL FORMATE	2426	35	2	AMMONIUM NITRATE, liquid (hot concentrated solution)
2394	26	3	ISOBUTYL PROPIONATE	2426	35	5.1	AMMONIUM NITRATE SOLUTION, with not less than 15% water
2395	29	3	ISOBUTYRYL CHLORIDE	2427	31	5.1	POTASSIUM CHLORATE SOLUTION
2396	28	3	METHACRYLALDEHYDE	2428	31	5.1	SODIUM CHLORATE SOLUTION
2397	26	3	METHYL BUTANONE	2429	35	5.1	CALCIUM CHLORATE SOLUTION
2398	26	3	METHYL-tert-BUTYL ETHER	2430	55	6.1	ALKYL PHENOL, n.o.s.
2399	26	3	METHYLPIPERIDINE	2431	55	6.1	ANISIDINE
2400	27	3	METHYL ISOVALERATE	2432	57	6.1	DIETHYL ANILINE
2401	29	3	PIPERIDINE	2433	53	6.1	CHLORONITROTOLUENE
2402	27	3	ISOPROPYL MERCAPTAN	2434	60	8	DIBENZYL-DICHLOROSILANE
2402	27	3	PROPANETHIOL				
2402	27	3	PROPYL MERCAPTAN				

UN 분류	장제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	장제 번호	UN 번호	물질명
2435	39	8	ETHYL PHENYL DICHLORO- SILANE	2458	29	3	HEXADIENE
2436	26	3	THIOACETIC ACID	2459	26	3	2-METHYL-1-BUTENE
2437	29	8	METHYLPHENYLDICHLORO- SILANE	2460	26	3	METHYLBUTENE
2438	29	8	PIVALOYL CHLORIDE	2460	26	3	2-METHYL-2-BUTENE
2438	29	8	TRIMETHYLACETYL CHLORIDE	2461	26	3	METHYLPENTADIENE
2439	60	8	SODIUM BIFLUORIDE, solid	2462	26		METHYLPENTANE
2439	60	8	SODIUM BIFLUORIDE SOLUTION	2463	40	4.3	ALUMINUM HYDRIDE
2439	60	8	SODIUM HYDROGEN FLUORIDE	2464	42	5.1	BERYLLIUM NITRATE
2440	60	8	STANNIC CHLORIDE, hydrated	2465	45	5.1	DICHLOROISOCYANURIC ACID, and its salts, dry
2441	37	4. 2	TITANIUM TRICHLORIDE, pyrophoric	2465	45	5.1	DICHLORO-S-TRIAZINETRIONE and its salts, dry
2441	37	4.2	TITANIUM TRICHLORIDE MIXTURE, pyrophoric	2465	45	5.1	POTASSIUM DICHLORO- ISOCYANURATE
2442	59	8	TRICHLOROACETYL CHLORIDE	2465	45	5.1	POTASSIUM DICHLORO-S- TRIAZINETRIONE
2443	39	8	VANADIUM OXYTRICHLORIDE	2465	45	5.1	SODIUM DICHLORO- ISOCYANURATE
2443	39	8	VANADIUM OXYTRICHLORIDE and TITANIUM TETRA- CHLORIDE MIXTURE	2465	45	5.1	SODIUM DICHLORO-S- TRIAZINETRIONE
2444	39	8	VANADIUM TETRACHLORIDE	2466	47	5.1	POTASSIUM SUPEROXIDE
2445	40	4.2	BUTYL LITHIUM	2467	35	5.1	SODIUM PERCARBONATE
2445	40	4.2	LITHIUM ALKYL	2468	45	5.1	MONO-(TRICHLORO)-. . . (MONOPOTASSIUM DICHLORO)-PENTA-S- TRIAZINETRIONE, dry
2446	55	6.1	NITROCRESOL	2468	45	5.1	TRICHLOROISOCYANURIC ACID, dry
2447	38	4.2	PHOSPHORUS, white, molten	2468	45	5.1	TRICHLORO-S-TRIAZINETRIONE, dry
2448	32	4.1	SULFUR, molten	2469	35	5.1	ZINC BROMATE
2449	54	6.1	AMMONIUM OXALATE	2470	55	6.1	PHENYLACETONITRILE, liquid
2449	54	6.1	OXALATES, water soluble	2471	55	6.1	OSMIUM TETROXIDE
2451	15	2	NITROGEN TRIFLUORIDE	2472	53		PINDONE
2452	17	2	ETHYL ACETYLENE, inhibited	2473	53	6.1	SODIUM ARSANILATE
2453	12	2	ETHYL FLUORIDE				
2454	22	2	METHYL FLUORIDE				
2455	17	2	METHYL NITRITE				
2456	27	3	CHLOROPROPENE				
2457	27	3	DIMETHYLBUTANE				

UN 분류	양제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	양제 번호	UN 번호	물질명
2474	55	6.1	THIOPHOSGENE	2503	39	6.1	ZIRCONIUM TETRACHLORIDE
2475	60	8	VANADIUM TRICHLORIDE	2504	58	6.1	ACETYLENE TETRABROMIDE
2477	28	3	METHYL ISOTHIOCYANATE	2504	58	6.1	TETRABROMOETHANE
2478	28	3	ISOCYANATES and solutions n.o.s. (flammable)	2505	54	6.1	AMMONIUM FLUORIDE
2480	30	6.1	METHYL ISOCYANATE	2506	60	8	AMMONIUM HYDROGEN SULFATE
2481	28	3	ETHYL ISOCYANATE	2507	60	8	CHLOROPLATINIC ACID, solid
2482	28	3	PROPYL ISOCYANATE	2508	60	8	MOLYBDENUM PENTACHLORIDE
2483	28	3	ISOPROPYL ISOCYANATE	2509	60	8	POTASSIUM BISULFATE
2484	57	3	tert-BUTYL ISOCYANATE	2509	60	8	POTASSIUM HYDROGEN SULFATE
2485	57	3	n-BUTYL ISOCYANATE	2511	60	8	CHLOROPROPIONIC ACID
2486	57	3	ISOBUTYL ISOCYANATE	2512	55	6.1	AMINOPHENOL
2487	55	6.1	PHENYL ISOCYANATE	2513	60	8	BROMOACETYL BROMIDE
2488	57	6.1	CYCLOHEXYL ISOCYANATE	2514	26	3	BROMOBENZENE
2489	55	6.1	DIPHENYLMETHANE-4,4'- DIISOCYANATE (MDI)	2515	58	6.1	BROMOFORM
2489	55	6.1	METHYLENE BIS(4-PHENYL ISOCYANATE) (MDI)	2516	53	6.1	CARBON TETRABROMIDE
2490	59	6.1	DICHLOROISOPROPYL ETHER	2517	22	2	CHLORODIFLUOROETHANE
2491	60	8	ETHANOLAMINE, and solutions	2517	22	2	DIFLUOROCHLOROETHANE
2491	60	8	MONOETHANOLAMINE	2518	59	6.1	CYCLODODECATRIENE
2493	29	3	HEXAMETHYLENEIMINE	2520	27	3	CYCLOOCTADIENE
2495	44	5.1	IODINE PENTAFLUORIDE	2521	57	3	DIKETENE
2496	29	8	PROPIONIC ANHYDRIDE	2522	55	6.1	DIMETHYLAMINOETHYL METHACRYLATE
2497	60	8	SODIUM PHENOLATE, solid	2524	26	3	ETHYL ORTHOFORMATE
2498	29	3	TETRAHYDROBENZALDEHYDE	2525	54	6.1	ETHYL OXALATE
2501	55	6.1	1-AZIRIDINYL PHOSPHINE OXIDE (TRIS)	2526	28	3	FURFURYLAMINE
2501	55	6.1	PHOSPHORIC ACID TRIETHYLENEIMINE	2527	27	3	ISOBUTYL ACRYLATE
2501	55	6.1	TRI(1-AZIRIDINYL)PHOSPHINE OXIDE	2528	26	3	ISOBUTYL ISOBUTYRATE
2501	55	8	TRIS(1-AZIRIDINYL)PHOSPHINE OXIDE	2529	29	3	ISOBUTYRIC ACID
2502	60	8	VALERYL CHLORIDE	2530	29	3	ISOBUTYRIC ANHYDRIDE
				2531	60	8	METHACRYLIC ACID, inhibited
				2533	53	6.1	METHYL TRICHLOROACETATE
				2534	29	2	METHYLCHLOROSILANE
				2535	29	3	METHYLMORPHOLINE

UN 분류	방제 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	방제 UN 번호 번호	물질명
2536	26 3	METHYL TETRAHYDROFURAN	2564	59 8	TRICHLOROACETIC ACID
2538	32 3	NITRONAPHTHALENE			SOLUTION
2541	27 4.1	TERPINOLENE	2565	60 8	DICYCLOHEXYLAMINE
2542	68 3	TRIBUTYLAMINE	2567	53 6.1	SODIUM PENTACHLORO-
2545	40 8	HAFNIUM METAL, powder, dry			PHENATE
2546	37 4.2	TITANIUM, metal, powder, dry	2570	53 6.1	CADIUM COMPOUND
2547	47 5.1	SODIUM SUPEROXIDE	2571	60 8	ETHYL SULFURIC ACID
2548	44 2	CHLORINE PENTAFLUORIDE	2572	53 6.1	PHENYLHYDRAZINE
2550	51 5.2	ETHYL METHYL KETONE	2573	42 5.1	THALLIUM CHLORATE
		PEROXIDE	2574	55 6.1	TRICRESYLPHOSPHATE
2550	51 5.2	METHYL ETHYL KETONE	2576	39 8	PHOSPHORUS OXYBROMIDE,
		PEROXIDE			molten
2551	48 5.2	tert-BUTYL PEROXYDIETHYL-	2577	60 8	PHENYLACETYL CHLORIDE
		ACETATE with tert-BUTYL	2578	60 8	PHOSPHORUS TRIOXIDE
		PEROXYBENZOATE	2579	60 8	PIPERAZINE
2552	55 6.1	HEXAFLUOROACETONE	2580	60 8	ALUMINUM BROMIDE,
		HYDRATE			SOLUTION
2553	27 3	COAL TAR NAPHTHA	2581	60 8	ALUMINUM CHLORIDE,
2553	27 3	NAPHTHA			SOLUTION
2554	26 3	METHYL ALLYL CHLORIDE	2582	60 8	FERRIC CHLORIDE SOLUTION
2555	33 4.1	NITROCELLULOSE, wet with not	2582	60 8	IRON CHLORIDE SOLUTION
		less than 20% water	2583	60 8	ALKYL SULFONIC ACID, solid
2556	33 4.1	NITROCELLULOSE, wet with not	2583	60 8	ARYL SULFONIC ACID, solid
		less than 25% alcohol	2583	60 8	TOLUENE SULFONIC ACID, solid
2557	32 4.1	LACQUER BASE, dry	2584	60 8	ALKYL SULFONIC ACID, liquid
2557	32 4.1	NITROCELLULOSE, with	2584	60 8	ARYL SULFONIC ACID, liquid
		plasticizing substance	2584	60 8	DODECYLBENZENESULFONIC
2558	57 6.1	EPIBROMOHYDRIN			ACID
2560	26 3	METHYLPENTANOL	2584	60 8	TOLUENE SULFONIC ACID,
2561	26 3	3-METHYL-1-BUTENE			liquid
2562	52 5.2	tert-BUTYL PEROXYISOBUTYRATE	2585	60 8	ALKYL SULFONIC ACID, solid
2563	51 5.2	METHYL ETHYL KETONE	2585	60 8	ARYL SULFONIC ACID, solid
		PEROXIDE, with not more	2585	60 8	TOLUENE SULFONIC ACID, solid
		than 52% peroxide	2586	60 8	ALKYL SULFONIC ACID, liquid
			258622	60 8	ARYL SULFONIC ACID, liquid

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2586	60	8	TOLUENE SULFONIC ACID, liquid	2602	12	2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and DIFLUOROETHANE AZETROPIC MIXTURE
2587	55	6.1	BENZOQUINONE	2603	28	3	CYCLOHEPTATRIENE
2588	55	6.1	INSECTICIDE, dry, n.o.s.	2604	29	8	BORON TRIFLUORIDE DIETHYL ETHERATE
2588	55	6.1	PESTICIDE, solid, poisonous, n. o. s.	2605	57	3	METHOXYMETHYL ISOCYANATE
2589	57	6.1	VINYL CHLOROACETATE	2606	57	3	METHYL ORTHOSILICATE
2590	31	9	ASBESTOS, white	2606	57	3	TETRAMETHOXSILANE
2590	31	9	WHITE ASBESTOS	2607	26	3	ACROLEIN DIMER, stabilized
2591	21	2	XENON, refrigerated liquid (cryogenic liquid)	2608	26	3	NITROPROPANE
2592	48	5.2	DI(2-METHYLBENZOYL- DICARBONATE	2609	55	6.1	TRIALLYL BORATE
2593	52	5.2	DI(2-METHYLBENZOYL) PEROXIDE	2610	29	3	TRIALLYLAMINE
2594	52	5.2	tert-BUTYL PEROXY- NEODECANOATE	2611	57	6.1	CHLOROPROPANOL
2595	52	5.2	DIMYRISTYL PEROXY- DICARBONATE	2611	57	6.1	2-CHLORO-1-PROPANOL
2596	48	5.2	tert-BUTYL PEROXY-3- PHENYLPHthalIDE	2611	57	6.1	PROPYLENE CHLOROHYDRIN
2597	52	5.2	DI(3, 5, 5-TRIMETHYL-1, 2- DIOXOLANYL-3) PEROXIDE	2612	26	3	METHYL PROPYL ETHER
2598	48	5.2	ETHYL 3, 3-DI(tert-BUTYLPEROXY) BUTYRATE	2614	26	3	METHALLYL ALCOHOL
2599	12	2	CHLOROTRIFLUOROMETHANE and TRIFLUOROMETHANE MIXTURE	2615	26	3	ETHOXYPROPANE
2599	12	2	TRIFLUOROMETHANE and CHLOROTRIFLUORO- METHANE MIXTURE	2615	26	3	ETHYL PROPYL ETHER
2600	18	2	CARBON MONOXIDE- HYDROGEN MIXTURE	2616	26	3	TRIIISOPROPYL BORATE
2601	22	2	CYCLOBUTANE	2617	26	3	HEXAHYDROCRESOL
				2617	26	3	METHYL CYCLOHEXANOL
				2618	27	3	VINYL TOLUENE
				2618	27	3	VINYL TOLUENE, inhibited
				2619	26	8	BENZYL DIMETHYLAMINE
				2620	27	3	AMYL BUTYRATE
				2621	26	3	ACETYL METHYL CARBINOL
				2622	28	3	GLYCIDALDEHYDE
				2623	32	4.1	FIRE LIGHTER, solid with flammable liquid
				2624	40	4.3	MAGNESIUM SILICIDE
				2626	35	5.1	CHLORIC ACID SOLUTION
				2627	35	5.1	NITRITE, inorganic, n.o.s.
				2628	53	6.1	POTASSIUM FLUOROACETATE

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2629	53	6.1	SODIUM FLUOROACETATE	2660	55	6.1	NITROTOLUIDINE (mono)
2630	53	6.1	BARIUM SELENATE	2661	54	6.1	HEXACHLOROACETONE
2630	53	6.1	BARIUM SELENITE	2662	53	6.1	HYDROQUINONE
2630	53	6.1	CALCIUM SELENATE	2664	74	6.1	DIBROMOMETHANE
2630	53	6.1	COPPER SELENATE	2664	74	6.1	METHYLENE BROMIDE
2630	53	6.1	COPPER SELENITE	2666	55	6.1	ETHYL CYANOACETATE
2630	53	6.1	POTASSIUM SELENATE	2666	55	6.1	MALONIC ETHYL ESTER NITRILE
2630	53	6.1	POTASSIUM SELENITE	2667	27	6.1	BUTYL TOLUENE
2630	53	6.1	SELENATES and SELENITES	2668	55	6.1	CHLOROACETONITRILE
2630	53	6.1	SODIUM SELENATE	2669	55	6.1	CHLOROCRESOL
2630	53	6.1	SODIUM SELENITE	2670	60	8	CYANURIC CHLORIDE
2630	53	6.1	ZINC SELENATE	2671	55	6.1	AMINOPYRIDINE
2630	53	6.1	ZINC SELENITE	2672	60	8	AMMONIA SOLUTION with not less than 12% and not more than 44% ammonia
2642	59	6.1	FLUOROACETIC ACID	2672	60	8	AMMONIUM HYDROXIDE
2643	58	6.1	METHYL BROMOACETATE	2673	53	6.1	AMINOCHLOROPHENOL
2644	55	6.1	METHYL IODIDE	2674	53	6.1	SODIUM FLUROSILICATE
2645	55	6.1	PHENACYL BROMIDE	2674	53	6.1	SODIUM SILICOFLUORIDE, solid
2646	55	6.1	HEXACHLOROCYCLO- PENTADIENE	2676	18	2	STIBINE
2647	53	6.1	MALONIC DINITRILE	2677	60	8	RUBIDIUM HYDROXIDE 8 SOLUTION
2647	53	6.1	MALONONITRILE	2678	60	8	RUBIDIUM HYDROXIDE, solid
2648	55	6.1	DIBROMOBUTANONE	2679	60	8	LITHIUM HYDROXIDE SOLUTION
2649	55	6.1	1,3-DICHLOROACETONE	2680	60	8	LITHIUM HYDROXIDE MONOHYDRATE
2649	55	6.1	DICHLOROPROPANONE	2681	60	8	CAESIUM HYDROXIDE SOLUTION
2650	57	6.1	DICHLORONITROETHANE	2681	60	8	CESIUM HYDROXIDE SOLUTION
2651	53	6.1	DIAMINODIPHENYL METHANE	2682	60	8	CAESIUM HYDROXIDE
2653	53	6.1	BENZYL IODIDE	2682	60	8	CAESIUM HYDROXIDE
2655	53	6.1	POTASSIUM FLUROSILICATE, solid	2682	60	8	CAESIUM HYDROXIDE
2655	53	6.1	POTASSIUM SILICOFLUORIDE, solid	2683	28	8	AMMONIUM HYDROSULFIDE SOLUTION
2656	29	6.1	QUINOLINE	2683	28	8	AMMONIUM SULFIDE SOLUTION
2657	55	6.1	SELENIUM DISULFIDE	2684	29	8	DIETHYLAMINOPROPYLAMINE
2658	53	6.1	SELENIUM METAL, powder				
2659	53	6.1	SODIUM CHLOROACETATE				

UN 분류	합계 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	합계 UN 번호 번호	물질명
2685	29 8	DIETHYLETHYLENE DIAMINE	2713	32 6.1	ACRIDINE
2686	29 3	DIETHYLAMINOETHANOL	2714	32 4.1	ZINC RESINATE
2687	53 6.1	DICYCLOHEXYLAMMONIUM NITRITE	2715	32 4.1	ALUMINUM RESINATE
2688	58 8	CHLOROBROMOPROPANE	2716	55 8.1	BUTYNEDIOL
2689	55 8	GLYCEBOL- α -MONO- CHLOROHYDRIN	2717	32 4.1	CAMPHOR
2690	55 8	BUTYL IMIDAZOLE	2717	32 4.1	CAMPHOR, synthetic
2691	39 8	PHOSPHORUS PENTABROMIDE	2718	40	TRIPROPYLALUMINUM
2692	59 8	BORON TRIBROMIDE	2719	42 5.1	BARIUM BROMATE
2693	60 8	AMMONIUM BISULFITE, solid	2720	35 5.1	CHROMIUM NITRATE
2693	60 8	AMMONIUM BISULFITE SOLUTION	2721	35 5.1	COPPER CHLORATE
2693	60 8	BISULFITE, inorganic, aqueous solution, n.o.s.	2722	35 5.1	LITHIUM NITRATE
2693	60 8	CALCIUM BISULFITE SOLUTION	2723	35 5.1	MAGNESIUM CHLORATE
2693	60 8	CALCIUM HYDROGEN SULFITE SOLUTION	2724	35 5.1	MANGANESE NITRATE
2693	60 8	MAGNESIUM BISULFITE SOLUTION	2725	35 5.1	NICKEL NITRATE
2693	60 8	POTASSIUM BISULFITE SOLUTION	2726	35 5.1	NICKEL NITRITE
2693	60 8	SODIUM BISULFITE SOLUTION	2727	42 6.1	THALLIUM NITRATE
2693	60 8	ZINC BISULFITE SOLUTION	2728	35 5.1	ZIRCONIUM NITRATE
2698	60 8	TETRAHYDROPHTHALIC ANHYDRIDE	2729	53 6.1	HEXACHLOROBENZENE
2699	60 8	TRIFLUOROACETIC ACID	2730	55 6.1	NITROANISOLE
2703	27	ISOPROPYL MERCAPTAN	2732	55 6.1	NITROBROMOBENZENE
2705	60 8	PENTOL	2733	29 3	ALKYLAMINE, n.o.s.
2707	27 3	DIMETHYLDIOXANE	2733	29 3	ALKYLAMINES or POLYALKYLAMINES, n.o.s.
2708	26 3	BUTOXYL	2733	29 3	POLYALKYLAMINE, flammable, corrosive, n.o.s.
2709	27 3	BUTYL BENZENE	2734	29 8	ALKYLAMINE, n.o.s.
2710	26 3	BUTYRONE	2734	29 8	ALKYLAMINES or POLYALKYLAMINES, n.o.s.
2710	26 3	DIPROPYL KETONE	2734	29 8	POLYALKYLAMINE, corrosive, flammable, n.o.s.
2711	26 3	DIBROMOBENZENE	2735	60 8	ALKYLAMINE, n.o.s. (corrosive)
			2735	60 8	ALKYLAMINES or POLYALKYL- AMINES, n.o.s. (corrosive)
			2735	60 8	POLYALKYLAMINE, corrosive, n.o.s.

UN 분류	방제 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	방제 UN 번호 번호	물질명
2738	55 6.1	BUTYLANILINE	2758	28 3	CARBAMATE PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.
2739	60 8	BUTYRIC ANHYDRIDE	2759	55 6.1	ARSENICAL PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.
2740	57 6.1	n-PROPYL CHLOROFORMATE	2759	55 6.1	BORDEAUX ARSENITE, liquid or solid
2741	45 5.1	BARIUM HYPOCHLORITE	2760	28 3	ARSENICAL PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.
2742	55 6.1	sec-BUTYL CHLOROFORMATE	2761	55 6.1	ALDRIN and its mixtures
2742	55 6.1	CHLOROFORMATE, n.o.s.	2761	55 6.1	DDT
2742	55 6.1	ISOBUTYL CHLOROFORMATE	2761	55 6.1	DICHLORODIPHENYLTRI- CHLOROETHANE, DDT
2743	57 6.1	BUTYL CHLOROFORMATE	2761	55 6.1	DIELDRIN
2744	55 6.1	CYCLOBUTYLCHLOROFORMATE	2761	55 6.1	ENDOSULFAN
2745	55 6.1	CHLOROMETHYLCHLORO- FORMATE	2761	55 6.1	ENDRIN MIXTURE, dry or liquid
2746	55 6.1	PHENYL CHLOROFORMATE	2761	55 6.1	LINDANE
2747	55 6.1	tert-BUTYLCYCLOHEXYL CHLOROFORMATE	2761	55 6.1	ORGANOCHLORINE PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.
2748	55 6.1	ETHYL HEXYLCHLOROFORMATE	2761	55 6.1	TDE (1,1-Dichloro-2,2-bis- (p-chlorophenyl)ethane)
2749	29 3	TETRAMETHYL SILANE	2761	55 6.1	TOXAPHENE
2750	55 6.1	DICHLOROPROPANOL	2762	28 3	CHLORDANE, flammable liquid
2751	59 8	DIETHYLTHIOPHOSPHORYL CHLORIDE	2762	28 3	ORGANOCHLORINE PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.
2752	26 3	EPOXYETHOXYPROPANE	2763	55 6.1	TRIAZINE PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.
2752	26 3	1,2-EPOXY-3-ETHOXYPROPANE	2764	28 3	TRIAZINE PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.
2752	26 3	1,2-EPOXY-3-ETHYLOXY- PROPANE	2765	55 6.1	2,4-D
2753	53 6.1	ETHYLBENZYL TOLUIDINE	2765	55 6.1	2,4-DICHLOROPHENOXY- ACETIC ACID
2754	55 6.1	ETHYL TOLUIDINE	2765	55 6.1	PHENOXY PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.
2755	49 5.2	3-CHLOROPEROXYBENZOIC ACID			
2756	52 5.2	ORGANIC PEROXIDE MIXTURE			
2757	55 6.1	CARBAMATE PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.			
2757	55 6.1	CARBARYL			
2757	55 6.1	CARBOFURAN			
2757	55 6.1	MEXACARBATE			

UN 분류	방제 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	방제 UN 번호 번호	물질명
2765	55 6.1	2,4,5-T	2777	55 6.1	MERCURY-BASED PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.
2765	55 6.1	2,4,5- TP	2778	28 3	MERCURY-BASED PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.
2765	55 6.1	2,4,5-TRICHLOROPHOXY- ACETIC ACID	2779	53 6.1	SUBSTITUTED NITROPHENOL PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.
2765	55 6.1	2,4,5-TRICHLOROPHOXY- PROPIONIC ACID	2780	28 3	SUBSTITUTED NITROPHENOL PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.
2766	28 3	PHENOXY PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.	2781	55 6.1	BIPYRIDILIUM PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.
2767	55 6.1	PHENYL UREA PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.	2782	28 3	BIPYRIDILIUM PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.
2768	28 3	PHENYL UREA PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.	2783	55 6.1	AZINPHOS METHYL (Guthion)
2769	55 6.1	BENZOIC DERIVATIVE PESTI- CIDE, solid, poisonous, n.o.s.	2783	55 6.1	CHLORPYRIFOS
2770	28 3	BENZOIC DERIVATIVE PESTI- CIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.	2783	55 6.1	COLMAPHOS
2771	55 6.1	DITHIOCARBAMATE PESTICIDE, solid, n.o.s.	2783	55 6.1	DIAZINON
2771	55 6.1	THIRAM	2783	55 6.1	DICHLORVOS
2772	28 3	DITHIOCARBAMATE PESTICIDE, flammable liquid, n.o.s.	2783	55 6.1	DISULFOTON
2773	55 6.1	PHthalIMIDE DERIVATIVE PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.	2783	55 6.1	ETHION
2774	28 3	PHthalIMIDE DERIVATIVE PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.	2783	55 6.1	GUTHION
2775	53 6.1	COPPER-BASED PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.	2783	55 6.1	HEXAETHYL TETRAPHOSPHATE MIXTURE
2776	28 3	COPPER-BASED PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.	2783	55 6.1	MALATHION
			2783	55 6.1	METHYL PARATHION, liquid
			2783	55 6.1	METHYL PARATHION MIXTURE, dry
			2783	55 6.1	MEVINPHOS
			2783	55 6.1	ORGANIC PHOSPHATE COMPOUND, liquid (Poison B)
			2783	55 6.1	ORGANIC PHOSPHATE COMPOUND, solid (Poison B)

UN 분류	장제 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	장제 UN 번호 번호	물질명
2783	55 6.1	ORGANOPHOSPHORUS PESTI- CIDE, solid, poisonous, n.o.s.	2794	60 8	BATTERY, wet, filled with acid (electric storage)
2783	55 6.1	PARATHION MIXTURE, liquid or dry	2795	60 8	BATTERY, electric, storage, wet, filled with alkali
2783	55 6.1	TETRAETHYL PYROPHOSPHATE MIXTURE, dry, liquid or mixture	2795	60 8	BATTERY, wet, filled with alkali (electric storage)
2783	55 6.1	TRICHLORFON	2796	39 8	BATTERY FLUID, acid
2784	28 3	ORGANOPHOSPHORUS PESTI- CIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.	2796	39 8	ELECTROLYTE, BATTERY FLUID, acid
2784	28 3	PARATHION, flammable liquid	2797	60 8	BATTERY FLUID, alkali
2784	28 3	TETRAETHYL PYROPHOSPHATE, flammable liquid	2797	60 8	BATTERY FLUID, alkali, with battery
2785	55 6.1	THIAPENTANAL	2797	60 8	BATTERY FLUID, alkali, with electronic equipment or actuating device
2786	55 6.1	ORGANOTIN PESTICIDE, solid, poisonous, n.o.s.	2798	39 8	BENZENE PHOSPHORUS DICHLORIDE
2787	28 3	ORGANOTIN PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.	2798	39 8	PHENYL PHOSPHORUS DICHLORIDE
2788	55 6.1	ORGANOTIN COMPOUNDS, n.o.s.	2799	39 8	BENZENE PHOSPHORUS THIODICHLORIDE
2789	29 8	ACETIC ACID, GLACIAL	2799	39 8	PHENYL PHOSPHORUS THIODICHLORIDE
2789	29 8	ACETIC ACID SOLUTION, more than 80% acid	2800	60 8	BATTERY, electric, storage wet, nonspillable
2790	60 8	ACETIC ACID SOLUTION, more than 10% but not more than 80% acid	2800	60 8	BATTERY, wet, nonspillable (electric storage)
2792	32	IGNITER for AIRCRAFT THRUST DEVICE	2801	60 8	DYE, n.o.s. (corrosive)
2793	32 4.2	FERROUS METAL, borings, cuttings, shavings, or turnings	2801	60 8	DYE INTERMEDIATE, n.o.s. (corrosive)
2793	32 4.2	IRON SWarf	2802	60 8	COPPER CHLORIDE
2793	32 4.2	STEEL SWarf	2803	60 8	GALLIUM, metal
2794	60 8	BATTERY, electric, storage, wet, filled with acid	2805	40 4.3	LITHIUM HYDRIDE, fused, solid
			2806	37 4.3	LITHIUM NITRIDE
			2809	60 8	MERCURY

UN 분류	항제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	항제 번호	UN 번호	물질명
2809	60	8	MERCURY METAL	2831	74	6.1	TRICHLOROETHANE
2810	55	6.1	POISON B LIQUID, n. o. s.	2834	60	8	PHOSPHOROUS ACID (ortho)
2810	55	6.1	POISONOUS LIQUID, n. o. s. (Poison B)	2835	40	4.3	SODIUM ALUMINUM HYDRIDE
2811	53	6.1	FLUE DUST, poisonous	2837	60	8	SODIUM BISULFATE SOLUTION
2811	53	6.1	LEAD FLUORIDE	2837	60	8	SODIUM HYDROGEN SULFATE SOLUTION
2811	53	6.1	POISONOUS SOLID, n. o. s.	2838	26	3	VINYL BUTYRATE
2811	53	6.1	SELENIUM OXIDE	2838	26	3	VINYL BUTYRATE, inhibited
2812	60	8	SODIUM ALUMINATE, solid	2839	55	6.1	ALDOL
2813	40	4.3	LITHIUM ACETYLIDE- ETHYLENEDIAMINE COMPLEX	2840	26	3	BUTYRALDOXIME
2813	40	4.3	SUBSTANCES, which, when in contact with water, emit flammable gases, n. o. s.	2841	68	6.1	DIAMYLAMINE
2813	40	4.3	WATER REACTIVE SOLID, n. o. s.	2842	26	3	NITROETHANE
2814	24	6.2	ETIOLOGIC AGENT, n. o. s.	2844	40	4.3	CALCIUM MANGANESE SILICON
2814	24	6.2	INFECTIOUS SUBSTANCE, affecting humans	2845	40	4.2	ALUMINUM ALKYL
2815	60	8	AMINOETHYLPIPERAZINE	2845	40	4.2	ETHYL PHOSPHONOUS DICHLORIDE, anhydrous
2817	60	8	AMMONIUM BIFLUORIDE, solution	2845	40	4.2	METHYL PHOSPHONOUS DICHLORIDE
2817	60	8	AMMONIUM HYDROGEN FLUORIDE SOLUTION	2845	40	4.2	PYROPHORIC LIQUID, n. o. s.
2818	60	8	AMMONIUM POLYSULFIDE SOLUTION	2846	37	4.2	PYROPHORIC SOLID, n. o. s.
2819	60	8	AMYL ACID PHOSPHATE	2849	53	6.1	3-CHLOROPROPANOL
2820	60	8	BUTYRIC ACID	2849	53	6.1	3-CHLOROPROPANOL-1
2821	55	6.1	PHENOL SOLUTION	2849	53	6.1	TRIMETHYLENE CHLOROHYDRIN
2822	54	6.1	CHLOROPYRIDINE	2850	27	3	PROPYLENE TETRAMER
2823	60	8	CROTONIC ACID	2851	59	8	BORON TRIFLUORIDE DIHYDRATE
2825	68		DIISOPROPYLETHANOLAMINE	2852	33	4.1	DIPICRYL SULFIDE, wet with not less than 10% water
2826	59	8	ETHYL CHLOROTHIOFORMATE	2853	53	6.1	MAGNESIUM FLUOROSILICATE
2829	60	8	CAPROIC ACID	2853	53	6.1	MAGNESIUM SILICOFLUORIDE, solid
2830	41	4.3	LITHIUM FERROSILICON	2854	53	6.1	AMMONIUM FLUOROSILICATE
2831	74	6.1	METHYL CHLOROFORM	2854	53	6.1	AMMONIUM SILICOFLUORIDE, solid
				2855	53	6.1	ZINC FLUOROSILICATE

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
2856	53	6.1	FLUROSILICATES, n.o.s.	2880	45	5.1	CALCIUM HYPOCHLORITE,
2856	53	6.1	SILICOFLUORIDE, solid, n.o.s.				hydrated, including mixtures
2857	21	2	REFRIGERATING MACHINE,				with not less than 5.5% but
			containing nonflammable,				not more than 10% water
			nonpoisonous, liquefied gas	2881	37	4.2	METAL CATALYST, dry
2858	32	4.1	ZIRCONIUM METAL, wire, sheet,	2881	37	4.2	NICKEL CATALYST, dry
			or strips (thinner than 254	2883	48	5.2	2, 2-DI(tert-BUTYLPEROXY)-
			microns but not thinner than				PROPANE
			18 microns)	2884	48	5.2	2, 2-DI(tert-BUTYLPEROXY)-
							PROPANE
2859	53	6.1	AMMONIUM METAVANADATE	2885	48	5.2	1, 1-DI(tert-BUTYLPEROXY)
2860	53	6.1	VANADIUM TRIOXIDE				CYCLOHEXANE
2861	55	6.1	AMMONIUM POLYVANADATE	2886	48	5.2	tert-BUTYLPEROXY-2-ETHYL-
2862	53	6.1	VANADIUM PENTOXIDE				HEXANOATE, with 2, 2-DI-
2863	53	6.1	SODIUM AMMONIUM				(tert-BUTYLPEROXY) BUTANE
			VANADATE	2887	48	5.2	tert-BUTYLPEROXY-2-ETHYL-
2864	53	6.1	POTASSIUM METAVANADATE				HEXANOATE, with 2, 2-DI-
2865	60	8	HYDROXYLAMINE SULFATE				(tert-BUTYLPEROXY) BUTANE
2869	60	8	TITANIUM TRICHLORIDE	2888	52	5.2	tert-BUTYL PEROXY-2-ETHYL-
			MIXTURE				HEXANOATE, not more than
2870	37	4.2	ALUMINUM BOROHYDRIDE				50%, with phlegmatizer
2870	37	4.2	ALUMINUM BOROHYDRIDE IN	2889	52	5.2	DIISOTRIDECYLPEROXY-
			DEVICES				DICARBONATE
2871	53	6.1	ANTIMONY, powder	2890	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYBENZOATE
2871	53	6.1	ANTIMONY POWDER	2891	52	5.2	tert-AMYL PEROXY-
2872	58	6.1	DIBROMOCHLOROPROPANE				NEODECANOATE
2873	55	6.1	DIBUTYLAMINOETHANOL	2892	52	5.2	DIMYRISTYL PEROXY-
2874	55	6.1	FURFURYL ALCOHOL				DICARBONATE, not more
2875	53	6.1	HEXACHLOROPHENE				than 42%, in water
2876	55	6.1	RESORCINOL	2893	48	5.2	DILAULOYL PEROXIDE, not
2877	53		THIOUREA				more than 42%, in water
2878	32	4.1	TITANIUM SPONGE, granules	2893	48	5.2	LAUROYL PEROXIDE, not more
			or powder				than 42%, in water
2879	59	8	SELENIUM OXYCHLORIDE	2894	52	5.2	DI(4-tert-BUTYLCYCLOHEXYL)
							PEROXYDICARBONATE

UN 분류	방계 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	방계 UN 번호 번호	물질명
2895	52 5.2	DICETYL PEROXYDICARBONATE, not more than 42%	2910	61 7	RADIOACTIVE MATERIAL, limited quantity, n.o.s.
2896	51 5.2	CYCLOHEXANONE PEROXIDE, not more than 72% as a paste	2911	61	RADIOACTIVE MATERIAL, instruments and articles
2897	48 5.2	1,1-DI(tert-BUTYLPEROXY) CYCLOHEXANE	2912	62 7	RADIOACTIVE MATERIAL, low specific activity (LSA), n.o.s.
2898	52 5.2	tert-AMYL PEROXY-2-ETHYL- HEXANOATE	2918	63 7	RADIOACTIVE MATERIAL, fissile, n.o.s.
2899	52 5.2	ORGANIC PEROXIDE, n.o.s. (including trial quantities)	2920	29 8	CORROSIVE LIQUID, flammable, n.o.s.
2900	24 6.2	INFECTIOUS SUBSTANCE, affecting animals only	2921	34 8	CORROSIVE SOLID, flammable, n.o.s.
2901	20 2	BROMINE CHLORIDE	2922	59 8	CORROSIVE LIQUID, poisonous, n.o.s.
2902	55 6.1	ALLETHRIN	2922	59 8	SODIUM HYDROSULFIDE SOLUTION
2902	55 6.1	FUNGICIDE, poisonous, n.o.s.	2923	59 8	CORROSIVE SOLID, poisonous, n.o.s.
2902	55 6.1	INSECTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.	2923	59 8	SODIUM HYDROSULFIDE, solid, with not less than 25% water of crystallization
2902	55 6.1	PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.	2924	29 3	DICHLOROBUTENE
2903	28 6.1	PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.	2924	29 3	FLAMMABLE LIQUID, corrosive, n.o.s.
2904	55 8	CHLOROPHENATE, liquid	2925	34 4.1	FLAMMABLE SOLID, corrosive, n.o.s.
2905	53 8	CHLOROPHENATE, solid	2926	34 4.1	FLAMMABLE SOLID, poisonous, n.o.s.
2906	26 3	TRIISSOCYANATOISOCYANURATE of ISOPHORONEDIISO- CYANATE, 70% solution	2927	59 6.1	POISONOUS LIQUID, corrosive, n.o.s.
2907	32 4.1	ISOSORBIDE DINITRATE MIXTURE	2928	59 6.1	POISONOUS SOLID, corrosive, n.o.s.
2908	61	RADIOACTIVE MATERIAL, empty packages	2929	57 6.1	CHLOROPICRIN MIXTURE, FLAMMABLE
2909	61	RADIOACTIVE MATERIAL, articles manufactured from natural or depleted uranium or natural thorium			
2910	61 7	RADIOACTIVE MATERIAL, excepted package			

UN 분류	병제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	병제 번호	UN 번호	물질명
2929	57	6.1	POISONOUS LIQUID, flammable, n.o.s.	2954	72	4.1	1,1'-AZODI-(HEXAHYDRO- BENZONITRILE)
2930	34	6.1	POISONOUS SOLID, flammable, n.o.s.	2955	70	4.1	2,2'-AZODI-(2,4-DIMETHYL-4- METHOXYVALERONITRILE)
2931	55	6.1	VANADYL SULFATE	2956	32	4.1	tert-BUTYL-2,4,6-TRINITRO-m- XYLENE
2933	29	3	METHYL CHLOROPROPIONATE	2956	32	4.1	MUSK XYLENE
2934	29	3	ISOPROPYL CHLORO- PROPIONATE	2957	52	5.2	tert-AMYLPEROXYPIVALATE
2935	29	3	ETHYL CHLOROPROPIONATE	2958	52	5.2	DIPEROXY AZELAIC ACID
2936	59	6.1	THIOLACTIC ACID	2959	49	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI- (BENZOYLPEROXY) HEXANE
2937	55	6.1	METHYLBENZYL ALCOHOL (alpha)	2960	52	5.2	DI-(2-ETHYLHEXYL)PEROXY- DICARBONATE
2938	31	6.1	METHYL BENZOATE	2961	52	5.2	2,4,4-TRIMETHYLPENTYL-2- PEROXYPHENOXYACETATE
2940	37	4.2	CYCLOOCTADIENE PHOSPHINE	2962	52	5.2	DISUCCINIC ACID PEROXIDE, not more than 72% in water
2940	37	4.2	PHOSPHABICYCLONONANE	2962	52	5.2	SUCCINIC ACID PEROXIDE, not more than 72% in water
2941	55	6.1	FLUOROANILINE	2963	52	5.2	CUMYL PEROXY-neo- DECANOATE
2942	55	6.1	2-TRIFLUOROMETHYLANILINE	2964	52	5.2	CUMYL PEROXYPIVALATE
2943	26	3	TETRAHYDROFURFURYLAMINE	2965	29	4.3	BORON TRIFLUORIDE DIMETHYL ETHERATE
2944	55		FLUOROANILINE	2966	53	6.1	THIOGLYCOL
2945	29	3	METHYLBUTYLAMINE	2967	60	8	SULFAMIC ACID
2946	31	6.1	2-AMINO-5-DIETHYLAMINO- PENTANE	2968	37	4.3	MANEB, or MANEB PREPARATION(S), stabilized against self-heating
2947	29	3	ISOPROPYL CHLOROACETATE	2969	31	9	CASTOR BEANS, MEAL, POWDER or FLAKE
2948	55	6.1	3-TRIFLUOROMETHYLANILINE	2970	72	4.1	BENZENE SULFOHYDRAZIDE
2949	59	8	SODIUM HYDROSULFIDE, with not less than 25% water of crystallization	2971	72	4.1	BENZENE-1,3-DISULFO- HYDRAZIDE
2949	59	8	SODIUM HYDROSULFIDE SOLUTION				
2950	40	4.3	MAGNESIUM GRANULES, coated				
2951	72	4.1	DIPHENYLOXIDE-4,4'-DI- SULFOHYDRAZIDE				
2952	70	4.1	AZODIISOBUTYRONITRILE				
2953	70	4.1	2,2'-AZODI-(2,4-DIMETHYL- VALERONITRILE)				

UN 분류	항제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	항제 번호	UN 번호	물질명
2972	71	4.1	DINITROSOPENTAMETHYLENE TETRAMINE	2989	32	4.1	LEAD PHOSPHITE, dibasic
2973	71	4.1	DINITROSO-DIMETHYL TEREPHTHALAMIDE	2990	31	9	LIFE RAFT
2974	63	7	RADIOACTIVE MATERIAL, special form, n.o.s.	2990	31	9	LIFE-SAVING APPLIANCES, SELF-INFLATING
2975	65	7	THORIUM METAL, pyrophoric	2991	28	6.1	CARBAMATE PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.
2976	64	7	THORIUM NITRATE, solid	2992	55	6.1	CARBAMATE PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.
2977	66	7	URANIUM HEXAFLUORIDE, fissile (containing more than 1.0% U-235)	2993	28	6.1	ARSENICAL PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.
2978	66	7	URANIUM HEXAFLUORIDE, fissile excepted or non-fissile	2994	55	6.1	ARSENICAL PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.
2978	66	7	URANIUM HEXAFLUORIDE, low specific activity	2995	28	6.1	ORGANOCHLORINE PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.
2979	65	7	URANIUM METAL, pyrophoric	2996	55	6.1	ORGANOCHLORINE PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.
2980	64	7	URANIUM NITRATE HEXA- HYDRATE SOLUTION	2997	28	6.1	TRIAZINE PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.
2981	64	7	URANYL NITRATE, solid	2998	55	6.1	TRIAZINE PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.
2982	63	7	RADIOACTIVE MATERIAL, n.o.s.	2999	28	6.1	PHENOXY PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.
2983	28	3	ETHYLENE OXIDE - PROPYLENE OXIDE MIXTURE	3000	55	6.1	PHENOXY PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.
2984	60	5.1	HYDROGEN PEROXIDE SOLUTION with not less than 8% but less than 20% peroxide	3001	28	6.1	PHENYL UREA PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.
2985	29	3	CHLOROSILANE, n.o.s. (flammable, corrosive)	3002	55	6.1	PHENYL UREA PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.
2986	29	8	CHLOROSILANE, n.o.s. (flammable, corrosive)	3003	28	6.1	BENZOIC DERIVATIVE PESTI- CIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.
2987	60	8	CHLOROSILANE, n.o.s. (corrosive)	3004	55	6.1	BENZOIC DERIVATIVE PESTI- CIDE, liquid, poisonous, n.o.s.
2988	40	4.3	CHLOROSILANE, n.o.s. (emits flammable gas when wet, corrosive)				

UN 분류	강제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	강제 번호	UN 번호	물질명
3005	28	6.1	DITHIOCARBAMATE PESTICIDE, flammable liquid, n.o.s.	3019	28	6.1	ORGANOTIN PESTICIDE, liquid poisonous, flammable, n.o.s.
3006	55	6.1	DITHIOCARBAMATE PESTICIDE, liquid, n.o.s.	3020	55	6.1	ORGANOTIN PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.
3007	28	6.1	PHTHALIMIDE DERIVATIVE PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.	3021	28	3	PESTICIDE, liquid, flammable, poisonous, n.o.s.
3008	55	6.1	PHTHALIMIDE DERIVATIVE PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.	3022	26	3	BUTYLENE OXIDE, stabilized
3009	28	6.1	COPPER-BASED PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.	3022	26	3	1,2-BUTYLENE OXIDE, stabilized
3010	55	6.1	COPPER-BASED PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.	3023	57	6.1	tert-OCTYL MERCAPTAN
3011	28	6.1	MERCURY-BASED PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable n.o.s.	3024	28	3	COUMARIN DERIVATIVE PESTI- CIDE, flammable liquid, n.o.s.
3012	55	6.1	MERCURY-BASED PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.	3025	28	6.1	COUMARIN DERIVATIVE PESTI- CIDE, flammable liquid, n.o.s.
3013	28	6.1	SUBSTITUTED NITROPHENOL PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.	3026	55	6.1	COUMARIN DERIVATIVE PESTICIDE, liquid, n.o.s.
3014	55	6.1	SUBSTITUTED NITROPHENOL PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.	3027	55	6.1	COUMARIN DERIVATIVE PESTICIDE, solid, n.o.s.
3015	28	6.1	BIPYRIDILIU PESTICIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.	3028	60	8	BATTERY, electric, storage, dry, containing POTASSIUM HYDROXIDE
3016	55	6.1	BIPYRIDILIU PESTICIDE, liquid, poisonous, n.o.s.	3030	70	4.1	2,2'-AZODI-(2-METHYL- BUTYRONITRILE)
3017	28	6.1	ORGANOPHOSPHORUS PESTI- CIDE, liquid, poisonous, flammable, n.o.s.	3031	71	4.1	SELF-REACTIVE SUBSTANCES, samples, n.o.s.
3018	55	6.1	ORGANOPHOSPHORUS PESTI- CIDE, liquid, poisonous, n.o.s.	3032	71	4.1	SELF-REACTIVE SUBSTANCES, trial quantities, n.o.s.
				3033	72	4.1	3-CHLORO-4-DIETHYLAMINO- BENZENEDIAZONIUM ZINC CHLORIDE
				3034	72	4.1	4-DIPROPYLAMINO BENZENE- DIAZONIUM ZINC CHLORIDE
				3035	70	4.1	3-(2-HYDROXYETHOXY)-4- PYRROLIDIN-1-YLBENZENE- DIAZONIUM ZINC CHLORIDE

UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방계 번호	UN 번호	물질명
3036	72	4.1	2,5-DIETHOXY-4-MORPHO- LINO BENZENEDIAZONIUM ZINC CHLORIDE	3056	26	3	n-HEPTALDEHYDE
3037	70	4.1	4-(BENZYL(ETHYL)AMINO)-3- ETHOXYBENZENEDIAZONIUM ZINC CHLORIDE	3057	16	2	TRIFLUOROACETYL CHLORIDE
3038	70	4.1	4-(BENZYL(METHYL)AMINO)-3- ETHOXYBENZENEDIAZONIUM ZINC CHLORIDE	3058	49	5.2	DI-(2-PHENOXYETHYL) PEROXYDICARBONATE, technically pure
3039	70	4.1	4-DIMETHYLAMINO-6- (2-DIMETHYLAMINOETHOXY) TOLUENE-2-DIAZONIUM ZINC CHLORIDE	3059	48	5.2	DI-(2-PHENOXYETHYL) PEROXYDICARBONATE, not more than 85% with water
3040	72	4.1	SODIUM 2-DIAZO-1-NAPH- THOL-4-SULFONATE	3060	48	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI-(ISO- NONANOYLPEROXY) HEXANE not more than 77% in solution
3041	72	4.1	SODIUM 2-DIAZO-1-NAPH- THOL-S-SULFONATE	3060	48	5.2	2,5-DIMETHYL-2,5-DI-(3,5,5- TRIMETHYLHEXANOYLPEROXY) HEXANE, not more than 77% in solution
3042	71	4.1	2-DIAZO-1-NAPHTHOL-4- SULFOCHLORIDE	3061	48	5.2	ACETYL ACETONE PEROXIDE, not more than 32% as a paste
3043	71	4.1	2-DIAZO-1-NAPHTHOL-S- SULFOCHLORIDE	3061	48	5.2	3,5-DIMETHYL-3,5-DIHYDROXY- DIOXOLANE-1,2, not more than 32% as a paste
3044	48	5.2	tert-AMYLPEROXYBENZOATE	3062	48	5.2	tert-BUTYL PEROXYSTEARYL CARBONATE, technical pure
3045	51	5.2	PEROXYACETIC ACID solution	3063	52	5.2	DIPEROXYDODECANE DIACID, not more than 42% with not less than 56% sodium sulfate
3046	52	5.2	METHYL CYCLOHEXANONE PEROXIDE	3064	26	3	NITROGLYCERIN, solution in ALCOHOL, with more than 1% but not more than 5% nitroglycerin
3047	52	5.2	tert-BUTYL PEROXYPIVALATE	3065	26	3	ALCOHOLIC BEVERAGE
3048	53	6.1	ALUMINUM PHOSPHIDE PESTICIDE	3066	60	8	PAINT, etc., corrosive liquid
3049	40	4.2	METAL ALKYL HALIDE, n. o. s.	3066	60	8	PAINT RELATED MATERIAL, corrosive liquid
3050	40	4.2	METAL ALKYL HYDRIDE, n. o. s.	3067	51	5.2	tert-AMYL HYDROPEROXIDE, not more than 88% in solution
3051	40	4.2	ALUMINUM ALKYL				
3052	40	4.2	ALUMINUM ALKYL HALIDE				
3053	40	4.2	MAGNESIUM ALKYL				
3054	28	3	CYCLOHEXYL MERCAPTAN				
3055	60	8	AMINOETHOXYETHANOL				

UN 분류	항제 UN 번호 번호	물질명	UN 분류	항제 UN 번호 번호	물질명
3068	48 5.2	METHYL ETHYL KETONE PEROXIDE, with not more than 40% peroxide	3077	31 9	ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, solid, n.o.s.
3069	48 5.2	1,1-DI-(tert-BUTYLPEROXY) CYCLOHEXANE	3078	40 4.3	CERIUM, turnings or gritty powder
3070	15 2	DICHLORODIFLUOROMETHANE and ETHYLENE OXIDE MIXTURE with not more than 12% ETHYLENE OXIDE	3079	28 3	METHACRYLONITRILE, inhibited
3070	15 2	ETHYLENE OXIDE and DICHLORODIFLUORO- METHANE MIXTURE with not more than 12% ETHYLENE OXIDE	3080	28 6.1	ISOCYANATES and solutions n.o.s., flash point not less than 23 C and not more than 60.5 C
3071	28 6.1	MERCAPTAN, liquid, n.o.s.	3081	48 5.2	3-CHLOROPEROXYBENZOIC ACID, not more than 57% with water and 3-CHLORO- BENZOIC ACID
3071	28 6.1	MERCAPTAN MIXTURE, liquid, n.o.s.	3082	31 9	ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, liquid, n.o.s.
3072	31 9	LIFE-SAVING APPLIANCES NOT SELF-INFLATING	3083	20 2	PERCHLORYL FLUORIDE
3073	57 6.1	VINYL PYRIDINES, inhibited	3084	35 8	CORROSIVE SOLID, oxidizing, n.o.s.
3074	49 5.2	BENZOYL PEROXIDE, not more than 62%, with not less than 28% inert solid and not less than 10% water	3085	42 5.1	OXIDIZING SUBSTANCE, solid, corrosive, n.o.s.
3074	49 5.2	DIBENZOYL PEROXIDE, not more than 62% with not less than 28% inert solid and not less than 10% water	3086	42 6.1	POISONOUS SOLID, oxidizing, n.o.s.
3075	49 5.2	tert-BUTYL HYDROPEROXIDE not more than 82%, with not less than 7% water and not less than 9% DI-tert-BUTYL PEROXIDE	3087	44 5.1	OXIDIZING SUBSTANCE, solid, poisonous, n.o.s.
3076	40 4.2	ALUMINUM ALKYL HYDRIDE	3088	37 4.2	SELF-HEATING SUBSTANCES, solid, n.o.s.
			3089	32	METAL POWDER, flammable, n.o.s.
			3090	40	LITHIUM BATTERY
			3091	40	LITHIUM BATTERIES, contained in equipment
			3092	28	1-METHOXY-2-PROPANOL
			3093	45	CORROSIVE LIQUID, oxidizing, n.o.s.

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
3094	39		CORROSIVE LIQUID, which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, n.o.s.
3095	37		CORROSIVE SOLID, self-heating, n.o.s.
3096	40		CORROSIVE SOLID, which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, n.o.s.
3097	32		FLAMMABLE SOLID, oxidizing, n.o.s.
3098	45		OXIDIZING SUBSTANCE, liquid, corrosive, n.o.s.
3099	44		OXIDIZING SUBSTANCE, liquid, poisonous, n.o.s.
3100	43		OXIDIZING SUBSTANCE, solid, self-heating, n.o.s.
3101	49		ORGANIC PEROXIDE TYPE B, liquid
3102	49		ORGANIC PEROXIDE TYPE B, solid
3103	48		ORGANIC PEROXIDE TYPE C, liquid
3104	48		ORGANIC PEROXIDE TYPE C, solid
3105	48		ORGANIC PEROXIDE TYPE D, liquid
3106	48		ORGANIC PEROXIDE TYPE D, solid
3107	48		ORGANIC PEROXIDE TYPE E, liquid
3108	48		ORGANIC PEROXIDE TYPE E, solid
3109	48		ORGANIC PEROXIDE TYPE F, liquid

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
3110	48		ORGANIC PEROXIDE TYPE F, solid
3111	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE B, liquid, temperature controlled
3112	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE B, solid, temperature controlled
3113	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE C, liquid, temperature controlled
3114	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE C, solid, temperature controlled
3115	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE D, liquid, temperature controlled
3116	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE D, solid, temperature controlled
3117	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE E, liquid, temperature controlled
3118	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE E, solid, temperature controlled
3119	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE F, liquid, temperature controlled
3120	52		ORGANIC PEROXIDE TYPE F, solid, temperature controlled
3121	43		OXIDIZING SUBSTANCE, solid which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, n.o.s.
3122	44		POISONOUS LIQUID, oxidizing, n.o.s.
3123	40		POISONOUS LIQUID, which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, n.o.s.
3124	34		POISONOUS SOLID, self-heating, n.o.s.

UN 분류	강제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	강제 번호	UN 번호	물질명
3125	34		POISONOUS SOLID, which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, n.o.s.	3138	17		ETHYLENE, ACETYLENE and PROPYLENE MIXTURE, refrigerated liquid (cryogenic liquid), containing at least 71.5% ETHYLENE with not more than 22.5% ACETYLENE and not more than 6% PROPYLENE
3126	47		SELF-HEATING SUBSTANCE, solid, corrosive, n.o.s.				
3127	47		SELF-HEATING SUBSTANCE, solid, oxidizing, n.o.s.				
3128	34		SELF-HEATING SUBSTANCE, solid, poisonous, n.o.s.	3139	35		OXIDIZING SUBSTANCE, liquid, n.o.s.
3129	39		SUBSTANCE which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, liquid, corrosive, n.o.s.	3140	53		ALKALOID, liquid, n.o.s. or ALKALOID SALT, liquid, n.o.s. (poisonous)
3130	39		SUBSTANCE which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, liquid, poisonous, n.o.s.	3141	53		ANTIMONY COMPOUND inorganic, liquid, n.o.s.
3131	40		SUBSTANCE which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, solid, corrosive, n.o.s.	3142	55		DISINFECTANT, LIQUID, n.o.s., poisonous
3132	40		SUBSTANCE which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, solid, flammable, n.o.s.	3143	55		DYE, solid, n.o.s. or DYE INTERMEDIATE, solid, n.o.s., poisonous
3133	40		SUBSTANCE which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, solid, oxidizing, n.o.s.	3144	55		NICOTINE COMPOUND, liquid, n.o.s.
3134	40		SUBSTANCE which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, solid, poisonous, n.o.s.	3144	55		NICOTINE PREPARATION, liquid, n.o.s.
3135	40		SUBSTANCE which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, solid, self-heating, n.o.s.	3145	55		ALKYL PHENOL, liquid, n.o.s.
3136	21		TRIFLUOROMETHANE, refrigerated liquid (cryogenic liquid)	3146	55		ORGANOTIN COMPOUND, solid, n.o.s.
3137	35		OXIDIZING SUBSTANCE, solid, flammable, n.o.s.	3147	60		DYE, solid, n.o.s. or DYE INTERMEDIATE, solid, n.o.s., corrosive
				3148	40		SUBSTANCE which in contact with water emits a FLAMMABLE GAS, liquid, n.o.s.

UN 분류	방제 번호 번호	UN 번호 번호	물질명	UN 분류	방제 번호 번호	UN 번호 번호	물질명
2103	49	5.2	tert-BUTYL PEROXYISOPROPYL CARBONATE, technical pure	2117	49		CYCLOHEXANONE PEROXIDE, more than 90%, with less than 10% water
2104	48	5.2	tert-BUTYL PEROXY- ISONONANOATE	2117	49		1-HYDROXY-1'-HYDROPEROXY DICYCLOHEXYL PEROXIDE, more than 90% with less than 10% water
2104	48	5.2	tert-BUTYL PEROXY-3, 5, 5- TRIMETHYLHEXANOATE	2118	51	5.2	CYCLOHEXANONE PEROXIDE, not more than 72% in solution
2105	48	5.2	tert-BUTYL MONOPEROXY- PHTHALATE	2118	51	5.2	1-HYDROXY-1'-HYDROPEROXY DICYCLOHEXYL PEROXIDE
2105	48	5.2	tert-BUTYL PEROXY-PHTHALATE	2119	51	5.2	CYCLOHEXANONE PEROXIDE, not more than 90%, with not less than 10% water
2106	48	5.2	DI-tert-BUTYLPEROXY-PHTHALATE	2119	51	5.2	1-HYDROXY-1'-HYDROPEROXY DICYCLOHEXYL PEROXIDE
2107	48	5.2	DI-tert-BUTYLPEROXY-PHTHALATE	2120	52	5.2	DECANOYL PEROXIDE, technical pure
2108	48	5.2	DI-tert-BUTYLPEROXY-PHTHALATE	2120	52	5.2	DIDECANOYL PEROXIDE, technical pure
2110	52	5.2	tert-BUTYL PEROXYPIVALATE	2121	48	5.2	DICUMYL PEROXIDE
2111	48	5.2	2,2-DI(tert-BUTYLPEROXY)- BUTANE	2122	52	5.2	DI-(2-ETHYLHEXYL)PEROXY- DICARBONATE
2112	48	5.2	DI-(2-tert-BUTYLPEROXY- ISOPROPYL) BENZENE	2123	52	5.2	DI-(2-ETHYLHEXYL)PEROXY- DICARBONATE
2112	48	5.2	1,4-DI(2-tert-BUTYLPEROXY- ISOPROPYL) BENZENE and 1,3-DI(2-tert-BUTYLPEROXY- ISOPROPYL) BENZENE	2124	48	5.2	DILAUROYL PEROXIDE, technical pure
2113	48	5.2	p-CHLOROBENZOYL PEROXIDE	2124	48	5.2	LAUROYL PEROXIDE, technical pure
2113	48	5.2	DI-(4-CHLOROBENZOYL) PEROXIDE	2125	51	5.2	MENTHANE HYDROPEROXIDE, para, technical pure
2114	48	5.2	p-CHLOROBENZOYL PEROXIDE	2125	51	5.2	MENTHYL HYDROPEROXIDE, para, technical pure
2114	48	5.2	DI-(4-CHLOROBENZOYL) PEROXIDE	2125	51	5.2	PARAMENTHANE HYDRO- PEROXIDE
2115	48	5.2	p-CHLOROBENZOYL PEROXIDE				
2115	48	5.2	DI-(4-CHLOROBENZOYL) PEROXIDE				
2116	51	5.2	CUMYL HYDROPEROXIDE				
2116	51	5.2	CUMENE HYDROPEROXIDE technical pure				

UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	방제 번호	UN 번호	물질명
3149	45		HYDROGEN PEROXIDE- PEROXYACETIC ACID MIXTURE, with acid(s), water and not more than 5% PEROXYACETIC acid, stabilized	9171	64		THORIUM NITRATE, solid
3150	22		DEVICE, small, HYDROCARBON GAS powered, with release device	9180	62		URANIUM ACETATE
3150	22		HYDROCARBON GAS REFILL for small devices, with release device	9180	62		URANYL ACETATE
3151	31		POLYHALOGENATED BIPHENYL, liquid or POLYHALOGENATED TERPHENYL, liquid	9183	52		ORGANIC PEROXIDE, liquid or solution, n.o.s.
3152	31		POLYHALOGENATED BIPHENYL, solid or POLYHALOGENATED TERPHENYL, solid	9187	52		ORGANIC PEROXIDE, solid, n.o.s.
3153	22		PERFLUOROMETHYLVINYL ETHER	9188	31		HAZARDOUS SUBSTANCE, liquid or solid, n.o.s.
3154	22		PERFLUOROETHYLVINYL ETHER	9188	31		ORM-E, liquid or solid, n.o.s.
Begin ID No. 9000 Series				9189	31		HAZARDOUS WASTE, liquid or solid, n.o.s.
9011	58		CAMPENE	9190	43		AMMONIUM PERMANGANATE
9018	74		DICHLORODIFLUOROETHYLENE	9191	47		CHLORINE DIOXIDE HYDRATE, frozen
9026	53		DINITROCYCLOHEXYL PHENOL	9192	25		FLUORINE, refrigerated liquid (cryogenic liquid)
9035	15		GAS IDENTIFICATION SET	9193	45		OXIDIZER, corrosive liquid, n.o.s.
9037	53		HEXACHLOROETHANE	9194	45		OXIDIZER, corrosive solid, n.o.s.
9069	29		TETRAMETHYLMETHYLENE- DIAMINE	9195	40		METAL ALKYL SOLUTION, n.o.s.
9083	31		AMMONIUM CARBAMATE	9199	44		OXIDIZER, poisonous liquid, n.o.s.
9084	31		AMMONIUM CARBONATE	9200	42		OXIDIZER, poisonous solid, n.o.s.
9088	31		AMMONIUM FLUOROBORATE	9202	67		CARBON MONOXIDE, cryogenic liquid
9163	31		ZIRCONIUM SULFATE	9205	40		LITHIUM BATTERY
9170	65		THORIUM METAL, pyrophoric	9206	39		METHYL PHOSPHONIC DICHLORIDE
				9261	57		ALDICARB and DICHLORO- METHANE MIXTURE
				9262	55		AMINODIMETHYLBUTYRONITRILE
				9263	55		CHLOROPIVALOYL CHLORIDE
				9264	55		3,5-DICHLORO-2,4,6- TRIFLUOROPYRIDINE
				9265	59		METHANESULFONYL CHLORIDE

UN 분류	장제 번호	UN 번호	물질명	UN 분류	장제 번호	UN 번호	물질명
9266	39		METHYLPHOSPHONIC DIFLUORIDE				
9267	55		SULFUR CHLORIDE and CARBON TETRACHLORIDE MIXTURE				
9268	55		3-TRIFLUOROMETHYL- PHENYLISOCYANATE				
9269	57		TRIMETHOXSILANE				
9270	15		CHLOROTRIFLUOROPYRIDINE				
9271	20		NITROGEN FLUORIDE OXIDE				
9271	20		TRIFLUOROAMINE OXIDE				
9272	15		SULFUR CHLORIDE PENTAFLUORIDE				
9273	15		PHOSPHORUS TRIFLUORIDE				
9274	74		1,1-DICHLORO-1- FLUOROETHANE				

응급조치 11

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질로서 열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
연료와 섞이면 격렬하게 연소함.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하거나, 삼키거나 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
가연성물질(나무, 종이, 기름 등)을 사고 지역에서 제거.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
소규모 유출시: 모래나 비가연성 흡착제를 덮은후 저장용기를 폐기 조치.
대규모 유출시: 액상 유출물 앞에 수로를 만들어 가둔후 폐기 조치.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

Table 4-9. Emergency response guide of hazardous materials.

응급조치 12

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
저장용기는 화재로 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

증기는 현기증이나 질식을 유발.
액체와 신체접촉시 동상 유발.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
유출될 경우 증발하면서 인화성 물질을 남기므로 주의.
8. 유출 누출시: 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.

응급조치 13

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

대부분 강한 인화성 물질.
열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
증기를 따라 역인화할 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질로서 지극히 위험함.
흡입하거나, 피부부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
초기의 냄새는 자극적이거나 약취가 날 수도 있으나 냄새가 없거나 후각이 무디어질 수도 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 긴급 대피: 사방 450m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.
물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 즉시 누출을 중단시키지 못했을 경우 타도록 방치.
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
8. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지.
증기를 제거하기 위하여 물을 분무하되, 유출된 물질에 직접 물을 뿌리지 말것.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 14

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
연료와 섞이면 폭발할 수 있음.
실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

증기는 현기증이나 질식을 유발.
액체와 신체접촉시 동상 유발.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접 지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
7. 유출 누출시: 가연성물질(나무, 종이, 기름 등)을 사고 지역에서 제거.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 15

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질이므로 흡입하거나, 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
액체와 신체접촉시 동상 유발.
피부에 얼어붙은 의복은 벗기기 전에 녹여야 함.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지. 인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용. 이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 긴급 대피: 사방 450m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조. 물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 저장 용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것. 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것. 가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
8. 유출 누출시: 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 완전히 밀폐되어 유독물의 증기에 노출되어도 좋은 방호복만을 착용할 것. 증기를 제거하기 위하여 물을 분무하되, 유출된 물질에 직접 물을 뿌리지 말 것. 저장 용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것. 소규모 유출시: 충분한 물로 사고지역을 씻어 낼 것. 대규모 유출시: 역상 유출물 앞에 수로를 만들어 가둔후 폐기 조치. 가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 안정시키고 체온유지 조치. 영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 16

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하면 유독함
증기는 매우 자극적.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.
물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
8. 유출 누출시: 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
증기를 제거하기 위하여 물을 분무하되, 유출된 물질에 직접 물을 뿌리지 말 것.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 17

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

강한 인화성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

증기를 따라 역인화할 수 있음.

저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하면 유독함

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

증기는 현기증이나 질식을 유발.

액체와 신체접촉시 동상 유발.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접 지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 누출이 중지되지 않는 한 연소하도록 방치할 것.
가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
물을 분무하면 증기가 제거되지만, 인접 공간의 인화를 막을 수는 없음.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
동상일 경우 물로 언 부위를 녹일 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 18

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

강한 인화성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

증기를 따라 역인화할 수 있음.

저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질이므로 흡입하거나, 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

액체와 신체접촉시 동상 유발.

소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.

바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.

인접지역 접근시 환기 상태 점검.

2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.

이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.

3. 긴급 대피: 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.

물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.

4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.

5. 소규모 화재시: 누출이 중지되지 않는 한 연소하도록 방치할 것.

6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.

7. 화재시 처리: 저장 용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.

가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.

화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.

용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.

대규모 화재시 무인 소방호스 설치

무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.

폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.

7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지.

완전히 밀폐되어 유독물의 증기에 노출되어도 좋은 방호복만을 착용할 것.

위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.

증기를 제거하기 위하여 물을 분무할 것.

가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제

8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의뢰지원 요청.

호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡근란시 산소호흡기 사용.

신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.

오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 19

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

강한 인화성 물질로서 열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
증기를 따라 역인화할 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하면 유독함
증기는 매우 자극적이므로 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
액체와 신체접촉시 동상 유발.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.
물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
증기를 제거하기 위하여 물을 분무할 것.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 20

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
연료와 섞이면 폭발할 수 있음.
실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독하므로 흡입하면 치명적일 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
액체와 신체접촉시 동상 유발.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접 지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 긴급 대피: 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.
물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 물만 사용할 것. 분말 소화제, 이산화탄소, 할론 소화제 사용금지.
6. 화재시 처리: 확산되지 않도록 조치하고 연소하도록 방치할 것.
화재를 진압해야 할 경우에는 물만 분사할 것.
가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
7. 유출 누출시: 가연성물질(나무, 종이, 기름 등)을 사고 지역에서 제거.
완전히 밀폐되어 유독물의 증기에 노출되어도 좋은 방호복만을 착용할 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
물을 분무하면 직접적인 증기를 줄이거나 제거할 수 있음.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
8. 응급의료조치: 많은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡근란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 21

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

화재가 발생하지 않음.
저장용기는 화재로 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

증기는 현기증이나 질식을 유발.
액체와 신체접촉시 동상 유발.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
4. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
5. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
6. 응급의료조치: 많은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
동상일 경우 물로 언 부위를 녹일 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 22

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

강한 인화성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

증기를 따라 역인화할 수 있음.

저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

증기는 현기증이나 질식을 유발.

액체와 신체접촉시 동상 유발.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

- 인원 통제:** 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지. 인접 지역 접근시 환기 상태 점검.
- 보호 장비:** 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
- 사고 신고:** 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
- 대규모 화재시:** 물, 물안개 사용.
- 화재시 처리:** 누출이 중지되지 않는 한 연소하도록 방치할 것. 작은 탱크나 용기는 인화물질이 없는 장소로 옮길 것. 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 대규모 화재시 무인 소방호스 설치. 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치. 폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피. 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
- 유출 누출시:** 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지. 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것. 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 물을 분무하면 증기가 제거할 수 있음. 가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제.
- 응급의료조치:** 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의뢰지원 요청. 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용. 동상일 경우 물로 언 부위를 녹일 것. 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 23

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
 저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
 연료와 섞이면 폭발할 수 있음.
 실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

증기는 현기증이나 질식을 유발.
 액체와 신체접촉시 동상 유발.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접 지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
7. 유출 누출시: 가연성물질(나무, 종이, 기름 등)을 사고 지역에서 제거.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.
동상일 경우 물로 인 부위를 녹일 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 24

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

물질을 운반하는 액체가 인화성이라면 발화할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

접촉하면 감염되거나 질병에 걸릴 수 있음.

소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 일반인의 출입을 통제.
2. 사고 신고: 수질오염 발생시 통보할 것.
3. 소규모 화재시: 분말 소화제, 소석회, 석회, 모래 사용.
4. 유출 누출시: 파손된 용기나 유출된 물질을 만지지 말 것.
외부 용기가 파손되었다면 내부 용기에는 영향이 없을 수도 있음.
내부 용기가 파손되었거나 누출이 있다면 젖은 수건이나 천으로 덮고, 액체 표백제를 사용하여 축축하게 할 것.
외부로 확산되지 않도록 조치. 지시 없이는 물을 뿌리지 말 것.
정화작업은 반드시 전문가의 감독하에 시작할 것.
5. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
비누나 물로 씻을 것.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 25

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
 저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
 연료와 섞이면 폭발할 수 있음.
 실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질. 흡입하면 치명적일 수 있음.
 증기는 매우 자극적.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

- 인원 통제:** 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지. 인접지역 접근시 환기 상태 점검.
- 보호 장비:** 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용. 이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
- 긴급 대피:** 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조. 물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
- 사고 신고:** 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 소석회, 석회, 모래 등을 사용.
- 대규모 화재시:** 물, 물안개 (충분한 양의 소방용수 필요)
- 화재시 처리:** 직접 유출된 물질에 물을 분사하지 말 것. 저장 용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것. 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 대규모 화재시 무인 소방호스 설치. 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
- 유출 누출시:** 유출물질에 적합한 특수한 방호복을 착용하지 않았을 경우 노출되면 극히 위험함. 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 증기를 제거하기 위하여 물을 분무하되, 유출된 물질에 직접 물을 뿌리지 말 것. 가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제. 유출물이 연소하고 있을 때 유출물의 가장자리에 가능하게 물을 분무하는 것은 가능함.
- 응급의료조치:** 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치. 영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 26

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

증기를 따라 역인화할 수 있음.

저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하거나, 피부를 통해 흡수되면 유독할 수 있음.

증기는 현기증이나 질식을 유발.

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 소방용수, 알콜 저항성 포말 소화제
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 알콜 저항성 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 니트로메탄이나 니트로에탄에는 분말 화학소화제 사용금지.
가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
물을 분무하면 증기를 줄일수 있으나 인접지역의 인화를 막을 수는 없음.
소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 정화작업 개시
대규모 유출시에는 확산을 막은 후 정화작업 개시
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
비누나 물로 씻을 것.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 27

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

증기를 따라 역인화할 수 있음.

저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하거나, 피부를 통해 흡수되면 유독할 수 있음.

증기는 현기증이나 질식을 유발.

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 소방용수, 포말 소화제
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
물을 분무하면 증기를 줄일수 있으나 인접지역의 인화를 막을 수는 없음.
소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 정화작업 개시
대규모 유출시에는 확산을 막은 후 정화작업 개시
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
비누나 물로 씻을 것.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 28

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

증기를 따라 역인화할 수 있음.

저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하거나, 피부를 통해 흡수되면 유독할 수 있음.

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

- 인원 통제:** 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지. 인접지역 접근시 환기 상태 점검.
- 보호 장비:** 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용. 이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
- 긴급 대피:** 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
- 사고 신고:** 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 이산화탄소, 소방용수, 알칼리 저항성 포말 소화제
- 대규모 화재시:** 물, 물안개, 알칼리 저항성 포말 소화제 사용.
- 화재시 처리:** 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 유출물의 확산을 저지하고 주변을 정리할 것. 폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피. 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
- 유출 누출시:** 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지. 완전히 밀폐되어 유독물의 증기에 노출되어도 좋은 방호복만을 착용할 것. 유출된 물질은 만지거나 밟지 말것. 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 물을 분무하면 증기를 줄일수 있으나 인접지역의 인화를 막을 수는 없음. 소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 정화작업 개시. 대규모 유출시에는 확산을 막은 후 정화작업 개시.
- 응급의료조치:** 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치. 영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 29

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

증기를 따라 역인화할 수 있음.

저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하면 유독할 수 있음.

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 소방용수, 포말 소화제
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
저장 용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하던 즉시 대피.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
물을 분무하면 증기를 줄일수 있음. 그러나 용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 정화작업 개시
대규모 유출시에는 확산을 막은 후 정화작업 개시
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 30

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

극히 인화성이 큰 물질.
 열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
 증기를 따라 역인화할 수 있음.
 저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
 실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.
 하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독성 물질. 흡입하거나, 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 긴급 대피: 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.
물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 소방용수, 포말 소화제
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
저장 용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.

용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
 폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.

8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
완전히 밀폐되어 유독물의 증기에 노출되어도 좋은 방호복만을 착용할 것.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
소규모 유출시에는 충분한 물을 뿌릴 것.
대규모 유출시에는 확산을 막은 후 정화작업 개시
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의도지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 31

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 물, 이산화탄소 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
강한 소방용수로 유출된 물질을 흩어지게 하지 말 것.
소방용수를 수로를 만들어 가둔후 폐기 조치.
7. 유출 누출시: 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
소규모 고체 유출시에는 삼으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후,
 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것.
소규모 액상 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착제를 덮고 다른 용기에 옮겨
 담아 폐기.
대규모 유출시에는 확산을 막은 후 정화작업 개시
분말 상태의 유출시에는 비닐 등의 플라스틱 막을 덮어 확산 방지.
8. 응급의료조치: 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
물과 비누로 씻을 것.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 32

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.
열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
불꽃 형태로 급속히 연소.

2. 인체에 대한 유해성

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 모래, 흙, 소방용수, 포말 소화제
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
마그네슘의 화재시 마른 모래나 Met-L-X 분말, G-1 흑연 분말을 사용할 것.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배를 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후, 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것.
대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 정화작업 개시
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의뢰지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
피부에 녹아 붙은 화학물질을 제거하게 될 경우 치료를 받을 것.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 33

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

건조한 상태에서는 열, 불꽃에 노출되거나, 충격을 받으면 폭발할 수 있음.

물에 젖은 상태로 보관하거나 폭발물로 취급할 것.

하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 타이어의 화재시: 물을 뿌리고, 물이 없다면 분말 소화제나 진흙을 쓸 것. 불이 꺼진 타이어는 다시 불이 붙을 수 있으므로 주의.
5. 화재시 처리: 차량이 화재로 열에 노출되지 않는 한 차량을 이동시키지 말 것. 대규모 화재시 무인 소방호스 설치. 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
6. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지. 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것. 소규모 유출시 충분한 물을 뿌릴 것. 대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 정화작업 개시
7. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 34

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.
열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
불꽃 형태로 급속히 연소.

2. 인체에 대한 유해성

삼키거나 피부에 접촉하면 독성이 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 소방용수, 포말 소화제
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
무인 소화호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
소방용수를 수로를 만들어 가둔후 폐기 조치.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후,
 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것.
대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 정화작업 개시
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의요지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 35

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 전화될 수 있음.
화재가 발생하면 연소를 촉진함.
연료와 격렬하게 반응함.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
증기나 먼지는 자극적일 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 물만 사용할 것. 분말 소화제, 이산화탄소, 할론 소화제 사용금지.
5. 대규모 화재시: 멀리서 충분한 양의 소방용수 살포
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
나무, 종이, 기름 등 가연성 물질을 제거할 것.
소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후,
옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것.
소규모 액체 유출시에는 모래나 흙, 비가연성 흡수물질을 덮을 것.
대규모 유출시에는 수로를 만들어 가둔후 폐기 조치.
8. 응급의료조치: 많은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 36

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

건조한 상태에서는 열, 불꽃에 노출되거나, 충격을 받으면 폭발할 수 있음.

물에 젖은 상태로 보관하거나 폭발물로 취급할 것.

하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독성 물질. 흡입하거나, 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 타이어의 화재시: 물을 뿌리고, 물이 없다면 분말 소화제나 진흙을 쓸 것. 불이 꺼진 타이어는 다시 불이 붙을 수 있으므로 주의.
5. 화재시 처리: 차량이 화재로 열에 노출되지 않는 한 차량을 이동시키지 말 것. 대규모 화재시 무인 소방호스 설치. 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
6. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지. 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것. 소규모 유출시 충분한 물을 뿌릴 것. 대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 정화작업 개시
7. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 37

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질.
공기중에 노출되면 발화할 수 있음.
진화된 이후에도 다시 불이 붙을 수 있음.
불꽃과 함께 급속히 연소할 수 있음.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하면 유해할 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 소석회, 석회, 모래 사용
5. 대규모 화재시: 멀리서 다량의 물을 살포.
6. 화재시 처리: 물과 격렬하게 반응할 수 있음.
탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
무인 소화호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
소규모 유출시에는 충분한 물을 뿌릴 것.
대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 정화작업 개시
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 38

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

강한 인화성 물질.
 공기중에 노출되면 발화할 수 있음.
 진화된 이후에도 다시 불이 붙을 수 있음.
 급속히 연소하면서 흰색의 짙은 자극성 기체를 방출
 하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

삼키거나 화재로 인해 생기는 가스를 흡입하면 유해함.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
 소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고, 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 모래, 흙, 물, 포말 소화제 사용
5. 대규모 화재시: 물, 물안개 살포.
6. 화재시 처리: 물을 살포하여 유출된 물질을 퍼트리지 말 것.
가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
물을 분무하면 증기가 제거되지만, 인접 공간의 인화를 막을 수는 없음.
소규모 유출시에는 물, 모래, 흙 등으로 덮고, 삼으로 금속용기에 옮겨 담은 후 물을 채울 것.
대규모 유출시에는 확산을 막고 젖은 모래나 흙을 덮을 것.
정화작업은 전문가에게 의뢰.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의리지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 치료시까지 물에 부위를 담그고 있거나 젖은 반창고를 붙일 것.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗기고, 이것을 물이 담긴 금속통안에 넣을 것. 다른 상태에서는 화재 발생할 수 있음.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 39

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수도 있으나 잘 발화하지 않음.
 나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
 물과 격렬하게 반응함.
 가연성/ 독성 기체가 탱크내에 축적될 수 있음.
 하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

삼키거나 흡입하면 유해함.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 긴급 대피: 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.
물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용
6. 대규모 화재시: 멀리서 다량의 물을 살포.
7. 화재시 처리: 유출된 물질에 직접 소방용수를 뿌리지 말 것.
탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
8. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용.
증기를 줄이려면 물을 분무할 것. 직접 유출물에 물을 뿌리지 말 것.
용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
나무, 종이, 기름 등 가연성 물질을 유출지역에서 제거.
유출시에는 확산을 막을 것. 지시가 없는 물을 뿌리지 말 것.
정확작업은 전문가의 감독하에서만 수행할 것.
9. 응급의료조치: 많은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
피부에 접촉시 아주 신속하게 제거하는 것이 가장 중요함.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 40

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

공기중에 노출되면 발화할 수 있음
진화된 이후에도 다시 불이 붙을 수 있음.
습기 존재하에서 발화할 수 있음.
물과 격렬하게 반응하면서 인화성 기체를 방출.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하면 유해함.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 소석회, 석회, 모래 사용.
5. 대규모 화재시: 진화작업 중지하고 즉시 대피. 연소하도록 방치
6. 화재시 처리: 물이나 포말 소화제 사용 금지
마그네슘 화재시 건조한 모래, Met-L-X 분말, G-1 흑연 분말 사용.
리튬 화재시 건조한 모래, Lith-X 분말, G-1 흑연분말 사용
가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
유출된 물질에 물을 뿌리지 말 것.
용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것.
소규모 유출시에는 모래나 비가연성 흡수물질로 덮고, 용기에 옮겨 담아 폐기.
대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
분말의 유출시에는 비닐 등으로 덮어 퍼지는 것을 최소화 할 것.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
접촉한 피부를 천으로 즉시 닦아내고 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 41

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

습기 존재하에서 발화할 수 있음.
물과 반응하면서 인화성 기체를 방출.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

물과 접촉하면 유독한 가스 방출.
피부에 접촉하면 유독함.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 소석회, 석회, 모래 사용.
5. 대규모 화재시: 진화작업 중지하고 즉시 대피. 연소하도록 방치
6. 화재시 처리: 물이나 포말 소화제 사용 금지
가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지.
화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
유출된 물질에 물을 뿌리지 말 것.
용기나 탱크 한쪽에 물을 뿌리지 말 것.
소규모 고체 유출시에는 삼으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후, 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것.
대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
분말의 유출시에는 비닐 등으로 덮어 퍼지는 것을 최소화 할 것.
정화작업은 전문가의 감독하에서만 수행할 것.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의뢰지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 42

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

급속하게 연소할 수 있음.
 나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
 화재가 발생하면 연소를 촉진함.
 연료와 격렬하게 반응함.

2. 인체에 대한 유해성

삼키면 유독함.
 가루를 흡입하면 유독함.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
 소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 물만 사용할 것. 분말 소화제, 이산화탄소, 할론 소화제 사용금지.
5. 대규모 화재시: 멀리서 충분한 양의 소방용수 살포
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
 대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
 용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
 나무, 종이, 기름 등 가연성 물질을 제거할 것.
 소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후,
 옮겨 담은 용기를 유출지역으로부터 옮길 것.
 대규모 유출시에는 수로를 만들어 가둔후 차후 폐기 조치.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 43

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
 연료와 혼합되면 폭발할 수 있음.
 용기나 탱크는 화재에 의해 가열되면 폭발할 수 있음.
 열이나 이물질에 의해 폭발할 수 있음.
 하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
 소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 물만 사용할 것. 분말 소화제, 이산화탄소, 할론 소화제 사용금지.
6. 대규모 화재시: 멀리서 충분한 양의 소방용수 살포
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
8. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
나무, 종이, 기름 등 가연성 물질을 제거할 것.
화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용.
증기를 줄이려면 물을 뿌릴 것.
소규모 유출시에는 모래나 비가연성 흡수물질로 덮고, 용기에 옮겨 담아 폐기.
대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 44

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
 물과 격렬하게 반응함.
 연료와 혼합되면 폭발할 수 있음.
 가연성/ 독성 기체가 탱크내에 축적될 수 있음.
 하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질.
 흡입하거나, 삼키거나 피부로 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
 소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 물, 분말 소화제, 소석회 사용.
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 소방용수 살포
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.
7. 유출 누출시: 나무, 종이, 기름 등 가연성 물질을 제거할 것.
화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
증기를 줄이려면 물을 뿌릴 것.
용기나 탱크 안쪽에 물을 뿌리지 말 것.
소규모 유출시에는 충분한 물을 살포.
대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
8. 응급의료조치: 많은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 45

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
 화재가 발생하면 연소를 촉진함.
 연료와 격렬하게 반응함.
 가연성/ 독성 기체가 탱크내에 축적될 수 있음.
 하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하면 유해함.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
 소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 물만 사용 가능. 분말 소화제, 이산화탄소, 할론 소화제 사용 금지.
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 소방용수 살포
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
 용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
 대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.
7. 유출 누출시: 나무, 종이, 기름 등 가연성 물질을 제거할 것.
 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
 위험하지 않다면 누출을 증지시키는 조치를 시도할 것.
 증기를 줄이려면 물을 뿌릴 것.
 용기나 탱크 안쪽에 물을 뿌리지 말 것.
 소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후,
 소규모 유출시에는 충분한 물을 살포.
 대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
 안정시키고 체온유지 조치.
 영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 46

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

화재발생시 폭발할 수 있음. 파편이 1500m 이상 비산할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 화재 발생시 즉시 대피. 진화작업 금지.
2. 긴급 대피: 모든 교통을 통제하고, 방제인원을 포함한 모든 사람들을 대피시킬 것. 철도의 경우 사방 1500m, 차량의 경우 1200m 밖으로 소개.
3. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
4. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 화재시 처리: 선박 화재시: 화재시 진화작업 금지. 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치. 차량 화재시: 화재가 폭발물 쪽으로 접근하지 못하도록 막을 것. 충분한 양의 소방용수 살포. 물이 없다면 이산화탄소나 분말 소화제, 흙 사용. 화재가 발생하면 긴급히 모든 사람을 사고 주변에서 대피시킬 것. 보이지 않는 장소까지 일단 이동시키고, 유리창 주변에 접근하지 말 것. 선적 서류나 관계기관으로부터 자세한 정보나 지시를 받을 것.
6. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지. 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
7. 응급의료조치: 129나 의료지원 요청. 부상정도에 따라 응급치료.

응급조치 47

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 접화될 수 있음.
 연료와 혼합되면 폭발할 수 있음.
 가연성/ 독성 기체가 탱크내에 축적될 수 있음.
 용기나 탱크는 화재에 의해 가열되면 폭발할 수 있음.
 마찰이나 열, 이물질에 의해 폭발할 수 있음.
 하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하면 유독할 수 있음.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
 소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바탈을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 물만 사용할 것. 분말 소화제, 이산화탄소, 할론 소화제 사용금지.
6. 대규모 화재시: 멀리서 충분한 양의 소방용수 살포
7. 화재시 처리: 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
 대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
 용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
8. 유출 누출시: 나무, 종이, 기름 등 가연성 물질을 제거할 것.
 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
 증기를 줄이려면 물을 뿌릴 것.
 소규모 유출시에는 충분한 물을 살포.
 대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
9. 응급의료조치: 많은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 48

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
용기나 탱크는 화재에 의해 가열되면 폭발할 수 있음.
열이나 이물질에 의해 폭발할 수 있음.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 충분한 물을 살포.
6. 화재시 처리: 대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물리나 있을 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
소규모 유출시에는 비활성, 비가연성 물질로 덮고 용기나 탱크를 사고지점에서 옮길 것.
대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 차후 제거.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의요지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 49

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
 불꽃과 함께 급속히 연소할 수 있음
 용기나 탱크는 화재에 의해 가열되면 폭발할 수 있음.
 마찰이나 열, 이물질에 의해 폭발할 수 있음.
 하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
 소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
6. 대규모 화재시: 멀리 떨어져서 충분한 물을 살포.
7. 화재시 처리: 대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
 용기나 탱크가 열에 노출되었다면 이동시키지 말 것.
 화재가 진압될 수 있다면 무인 소방호스 사용.
 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
 소규모 유출시에는 비활성, 비가연성 물질로 덮고 용기나 탱크를 사고지점에서 옮길 것.
 대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 차후 폐기.
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 50

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

화재발생시 폭발할 수 있음. 파편이 500m 이상 비산할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 화재 발생시 즉시 대피. 진화작업 금지.
2. 긴급 대피: 모든 교통을 통제하고, 방제인원을 포함한 모든 사람들을 대피시킬 것.
사방 500m 밖으로 소개.
3. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
4. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 화재시 처리: 선박 화재시: 화재시 진화작업 금지. 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
차량 화재시: 화재가 폭발물 쪽으로 접근하지 못하도록 막을 것. 충분한 양의 소방용수 살포. 물이 없다면 이산화탄소나 분말 소화제, 흙 사용.
화재가 발생하면 긴급히 모든 사람을 사고 주변에서 대피시킬 것.
보이지 않는 장소까지 일단 이동시키고, 유리창 주변에 접근하지 말 것.
선적 서류나 관계기관으로부터 자세한 정보나 지시를 받을 것.
6. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
7. 응급의료조치: 129나 의료지원 요청.
부상정도에 따라 응급치료.

응급조치 51

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
용기나 탱크는 화재에 의해 가열되면 폭발할 수 있음.
열이나 이물질에 의해 폭발할 수 있음.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

증기가 매우 자극적.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
삼키면 유독함.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
6. 대규모 화재시: 멀리 떨어져서 충분한 물을 살포.
화재시 처리: 대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
용기나 탱크가 열에 노출되었다면 이동시키지 말 것.
화재가 진압될 수 있다면 무인 소방호스 사용.
불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
소규모 유출시에는 비활성, 비가연성 물질로 덮고 용기나 탱크를 사고지점에서 옮길 것.
대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 차후 폐기.
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 52

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

공기중에 노출되면 발화할 수 있음
진화된 이후에도 다시 불이 붙을 수 있음.
습기 존재하에서 발화할 수 있음.
물과 격렬하게 반응하면서 인화성 기체를 방출.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고, 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
5. 냉각장치 파손시: 특정한 온도조절장치가 유지되어야 함. 냉각을 위해 액체질소, 드라이아이스 얼음 등을 사용할 것. 이러한 것들을 구할 수 없다면 즉시 대피할 것.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
6. 대규모 화재시: 멀리 떨어져서 충분한 물을 살포.
7. 화재시 처리: 대규모 화재시 무인 소방호스 설치.
용기나 탱크가 열에 노출되었다면 이동시키지 말 것.
화재가 진압될 수 있다면 무인 소방호스 사용.
불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.
8. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
소규모 유출시에는 비활성, 비가연성 물질로 덮고 용기나 탱크를 사고지점에서 옮길 것.
대규모 유출시에는 물을 뿌리고 확산을 막은 후 차후 폐기.
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 53

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

삼키면 유독함.

가루를 흡입하면 유독함.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 물, 이산화탄소 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후,
옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것.
소규모 액상 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착제를 덮고 다른 용기에 옮겨
담아 폐기.
대규모 유출시에는 확산을 막은 후 차후 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 54

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

삼키면 유독함.

가루를 흡입하면 유독함.

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고, 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 물, 이산화탄소 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후,
 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것.
소규모 액상 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 다른 용기에 옮겨
 담아 폐기.
대규모 유출시에는 확산을 막은 후 차후 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.

응급조치 55

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
용기나 탱크는 화재에 의해 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질.
흡입하거나, 삼키거나 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 유독 가스를 방출하고 수질오염을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
충분한 안전거리를 확보한 상태에서 진화작업 실시.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
강한 소방용수로 유출된 물질을 흩어지게 하지 말 것.
소방용수를 수로를 만들어 가둔후 폐기 조치.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용.
증기를 줄이려면 물을 뿌릴 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
소규모 고체 유출시에는 삼으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후, 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것.
소규모 액상 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 다른 용기에 옮겨 담아 폐기.
대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
피부에 접촉시 아주 신속하게 제거하는 것이 가장 중요함.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 56

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
용기나 탱크는 화재에 의해 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질.
흡입하거나, 삼키거나 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 유독 가스를 방출하고 수질오염을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

- 인원 통제:** 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
- 보호 장비:** 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용. 이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
- 사고 신고:** 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
- 대규모 화재시:** 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
- 화재시 처리:** 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것. 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것. 대규모 화재시 무인 소방호스 설치. 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
- 유출 누출시:** 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것. 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용. 증기를 줄이려면 물을 뿌릴 것. 소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 다른 용기에 옮겨 담아 폐기. 대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
- 응급의료조치:** 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 피부에 접촉시 아주 신속하게 제거하는 것이 가장 중요함. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치. 영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 57

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
 용기나 탱크는 화재에 의해 가열되면 폭발할 수 있음.
 실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발위험이나 유독증기의 위험.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질.
 흡입하거나, 삼키거나 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
 피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발.

응급조치

- 인원 통제:** 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
- 보호 장비:** 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용. 이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
- 사고 신고:** 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
- 대규모 화재시:** 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
- 화재시 처리:** 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것. 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 무인 소방호스로 냉각수를 뿌릴 것. 충분한 안전거리를 확보한 상태에서 진화작업 실시. 소방용수를 수로를 만들어 가둔후 폐기 조치.
- 유출 누출시:** 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지. 유출된 물질은 만지거나 밟지 말것. 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용. 물을 뿌리면 증기를 줄일 수 있으나, 폐쇄된 장소에서 인화를 막지는 못함. 소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착제를 덮고 다른 용기에 옮겨 담아 폐기. 소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후, 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것. 대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
- 응급의료조치:** 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의뢰지원 요청. 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 피부에 접촉시 아주 신속하게 제거하는 것이 가장 중요함. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치. 영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 58

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

증기나 가루를 흡입하면 지극히 자극적임.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
기침이 나고 숨쉬기 어렵고 구토 증세.
잠시동안 노출되면 수분동안만 영향이 나타남.
폐쇄된 장소에서의 노출은 매우 유해할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용.
소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 다른 용기에 옮겨 담아 폐기.
대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
7. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
맑은 공기를 10분정도 마시면 영향이 사라짐.
안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 59

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
이 부류중 일부의 물질들은 나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

흡입하거나, 삼키면 유독함.
피부에 접촉하면 유독함.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
화재가 발생하지 않았더라도 유출시에는 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복 착용.
증기를 줄이려면 물을 뿌릴 것.
소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮고 다른 용기에 옮겨 담아 폐기.
대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것.
안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 60

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.

가연성/독성 기체가 탱크내에 축적될 수 있음.

이 부류중 일부의 물질들은 나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

흡입하면 유해할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
6. 화재시 처리: 일부의 물질들은 물과 접촉하면 격렬하게 반응할 수 있음. 가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것. 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
7. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말것. 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 소규모 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착제를 덮고 다른 용기에 옮겨 담아 폐기. 소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후, 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것. 대규모 유출시에는 확산을 막고 차후에 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 61

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
방사능이 연소성이나 다른 성질을 변화시키지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

저준위 방사성 물질로서 폭로에 의한 위험이 거의 없음.
이 부류의 많은 방사성 물질들이 흔히 사용하는 장비로서는 검지될 수 없음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
방사능 측정 없이 방제작업을 수행할 수 있음.
사고 상황에 관한 정보를 수집할 것.
부상당하지 않은 사람은 대기시키고, 오염이 우려되는 장비는 격리시킬 것.
전문가의 지시가 있을 때까지 정화작업 중지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 물, 물안개 살포.
6. 화재시 처리: 손상된 용기는 이동 금지. 파손되지 않은 용기는 화재지역 밖으로 이동시킬 것.
가능하다면 화재 발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
7. 유출 누출시: 파손된 용기나 유출된 물질은 절대로 만지지 말 것.
모래나 흙, 기타 비가연성 흡착제를 덮을 것.
분말 상태의 유출시에는 비닐 등의 플라스틱 막을 덮어 확산 방지.
8. 응급의료조치: 부상정도에 따라 응급치료.
의사에게 환자가 저준위 방사성 물질에 오염되었을지도 모른다는 것을 통보할 것.

응급조치 62

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
방사능이 연소성이나 다른 성질을 변화시키지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

방사성 물질. 물질의 종류와 양에 따라 위험 정도는 극미하거나 상당수준에 이를 수 있음.
이 물질들중에는 방사성 물질 표시가 없을 수 있음.
이 부류의 많은 방사성 물질들이 흔히 사용하는 장비로서는 검지될 수 없음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 바람이 불어오는 방향으로 적어도 450 m 이내에는 출입통제.
바람이 불어가는 방향으로는 훨씬 멀리까지 출입통제.
위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
방사능 측정 없이 방제작업을 수행할 수 있음.
사고 상황에 대하여 전문 처리반에게 알릴 것.
부상당하지 않은 사람은 대기시키고, 오염이 우려되는 장비는 격리시킬 것.
전문가의 지시가 있을 때까지 정화작업 중지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고, 수질오염 발생시 통보.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 물, 물안개 살포.
6. 화재시 처리: 손상된 용기는 이동 금지. 파손되지 않은 용기는 화재지역 밖으로 이동시킬 것.
대규모 화재 발생시 무인소방호스 설치.
7. 유출 누출시: 파손된 용기나 유출된 물질은 절대로 만지지 말 것.
먼 곳에 수로를 만들어 소방용수의 확산을 저지할 것.
분말 상태의 유출시에는 비닐 등의 플라스틱 막을 덮어 확산 방지.
8. 응급의료조치: 부상정도에 따라 응급치료.
상처에 영향을 주지 않는다면, 오염이 의심되는 의복과 신발을 벗길 것. 환자 이송전에 잘 싸줄 것.
상처가 없다면 오염된 의복과 신발을 벗기고 비누와 물로 세척할 것. 처치 내용은 전문 의료진에게 통보할 것.
의사에게 환자가 저준위 방사성 물질에 오염되었을지도 모른다는 것을 통보할 것.

응급조치 63

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 잘 발화하지 않음.
방사능이 연소성이나 다른 성질을 변화시키지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

차단되지 않은 방사성물질에 노출되면 위험함.
흡입, 섭취하거나 피부에 노출되면 위험함.
방사성 물질로서 물질의 종류와 양에 따라 위험 정도는 극미하거나 상당수준에 이를 수 있음.
특수 포장 혹은 B type 포장된 물질은 사고시 오염의 우려 없음.
이 부류의 많은 방사성 물질들이 흔히 사용하는 장비로서는 검지될 수 없음.
소방용수나 희석수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

- 인원 통제:** 바람이 불어오는 방향으로 적어도 450 m 이내에는 출입통제.
바람이 불어가는 방향으로는 훨씬 멀리까지 출입통제.
위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
방사능 측정 없이 방제작업을 수행할 수 있으나 노출시간을 최소화 할 것.
사고 상황에 대하여 전문 처리반에게 알릴 것.
부상당하지 않은 사람은 대기시키고, 오염이 우려되는 장비는 격리시킬 것.
전문가의 지시가 있을 때까지 정화작업 중지.
- 사고 신고:** 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
- 대규모 화재시:** 충분한 양의 물, 물안개 살포.
- 화재시 처리:** 손상된 용기는 이동 금지. 파손되지 않은 용기는 화재지역 밖으로 이동시킬 것.
대규모 화재 발생시 무인소방호스 설치.
- 유출 누출시:** 파손된 용기나 유출된 물질은 절대로 만지지 말것.
용기의 외부가 파손되었더라도 내부용기는 이상이 없을 수도 있음.
소규모 액상 유출시에는 모래나 흙, 기타 비가연성 흡착제를 덮을 것.
면 곳에 수로를 만들어 소방용수의 확산을 저지할 것.
분말 상태의 유출시에는 비닐 등의 플라스틱 막을 덮어 확산 방지.
- 응급의료조치:** 부상정도에 따라 응급치료.
상처에 영향을 주지 않는다면, 오염이 의심되는 의복과 신발을 벗길 것. 환자 이송전에 잘 싸줄 것.
상처가 없다면 오염된 의복과 신발을 벗기고 비누와 물로 세척할 것. 처치 내용은 전문 의료진에게 통보할 것.
의사에게 환자가 저준위 방사성 물질에 오염되었을지도 모른다는 것을 통보할 것.

응급조치 64

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

일부의 물질들은 나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 점화될 수 있음.
방사능이 연소성이나 다른 성질을 변화시키지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

저준위 방사성 물질로서 폭로에 의한 위험이 거의 없음.
흡입하면 유해할 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
방사능 측정 없이 방제작업을 수행할 수 있음.
사고 상황에 대하여 전문 처리반에게 알릴 것.
부상당하지 않은 사람은 대기시키고, 오염이 우려되는 장비는 격리시킬 것.
전문가의 지시가 있을 때까지 정화작업 중지.
수질오염 발생시 통보할 것.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말 소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 물, 물안개 살포.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
7. 유출 누출시: 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
파손되지 않은 용기는 유출사고 지역에서 옮길 것.
파손된 용기나 유출된 물질은 절대로 만지지 말 것.
용기의 외부가 파손되었다라도 내부용기는 이상이 없을 수도 있음.
소규모 액상 유출시에는 모래나 흙, 기타 비가연성 흡착제를 덮을 것.
대규모 유출시 수로를 파서 확산을 저지.
분말 상태의 유출시에는 비닐 등의 플라스틱 막을 덮어 확산 방지.
8. 응급의료조치: 부상 정도에 따라 응급치료.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
상처에 영향을 주지 않는다면, 오염이 의심되는 의복과 신발을 벗길 것. 환자를 이송전에 잘 싸줄 것.
상처가 없다면 오염된 의복과 신발을 벗기고 비누와 물로 세척할 것. 처치한 내용은 전문 의료진에게 통보할 것.
의사에게 환자가 저준위 방사성 물질에 오염되었으며 화학물질에 화상을 입었을지도 모른다는 것을 통보할 것.

응급조치 65

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

공기중에 노출되면 스스로 발화할 수 있음.
 불꽃 형태로 급속히 연소.
 전화된 이후에도 다시 불이 붙을 수 있음.
 방사능이 연소성이나 다른 성질을 변화시키지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

저준위 방사성 물질로서 폭로에 의한 위험이 거의 없음.
 이 부류의 많은 방사성 물질들이 흔히 사용하는 장비로서는 검지될 수 없음.
 소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
 방사능 측정 없이 방제작업을 수행할 수 있음.
 사고 상황에 대하여 전문 처리반에게 알릴 것.
 부상당하지 않은 사람은 대기시키고, 오염이 우려되는 장비는 격리시킬 것.
 전문가의 지시가 있을 때까지 정화작업 중지.
 수질오염 발생시 통보할 것.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 소다회, 석회, 모래 사용
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 물 살포.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
7. 유출 누출시: 파손되지 않은 용기는 유출사고 지역에서 옮길 것.
 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
 소규모 유출시 금속 용기에 쓸어 담고 물 속이나 광유 속에 보관.
 대규모 유출시 물을 뿌리고 수도를 파서 확산을 방지.
 용기의 외부가 파손되었더라도 내부용기는 이상이 없을 수도 있음.
 소규모 액상 유출시에는 모래나 흙, 기타 비가연성 흡착재를 덮을 것.
 대규모 유출시 수도를 파서 확산을 저지.
 분말 상태의 유출시에는 비닐 등의 플라스틱 막을 덮어 확산 방지.
8. 응급의료조치: 부상정도에 따라 응급치료.
 상처에 영향을 주지 않는다면, 오염이 의심되는 의복과 신발을 벗길 것. 환자를 이송전에 잘 싸줄 것.
 상처가 없다면 오염된 의복과 신발을 벗기고 비누와 물로 세척할 것. 처치한 내용은 전문 의료진에게 통보할 것.
 의사에게 환자가 저준위 방사성 물질에 오염되었으며 화학물질에 화상을 입었는지도 모른다는 것을 통보할 것.

응급조치 66

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

화재가 발생하면 폭발할 수 있음. 연료와 격렬하게 반응할 수 있음.
방사능이 연소성이나 다른 성질을 변화시키지 않음.

2. 인체에 대한 유해성

대기중에서 물이나 수증기와 반응하여 유독하고 부성이 있는 증기를 형성하며, 매우 자극적이고 흰색을 띠는 수용성 잔유물을 남김.

흡입하면 치명적일 수 있음.

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

저준위 방사성 물질로서 폭로에 의한 위험이 거의 없음.

소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

- 인원 통제:** 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
방사능 측정 없이 방제작업을 수행할 수 있음.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
사고 상황에 대하여 전문 처리반에게 알릴 것.
부상당하지 않은 사람은 대기시키고, 오염이 우려되는 장비는 격리시킬 것.
전문가의 지시가 있을 때까지 정화작업 중지.
수질오염 발생시 통보할 것.
- 보호 장비:** 소방용 특수 방호복을 착용하더라도 보호받지 못함.
- 사고 신고:** 즉시 신고.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
- 대규모 화재시:** 물, 물안개 살포, 포말 소화제 사용.
- 화재시 처리:** 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
이러한 조치가 불가능할 경우, 사고지역에서 대피하고 연소하도록 방지.
- 유출 누출시:** 화재가 발생하였거나 연기가 나지 않는데도, 증기가 보이거나 자극적인 증기가 나오는 것이 보일 경우, 누출이 분명히 있는 것이며, 누출이 있는 곳에 잔여물이 생김.
이산화탄소 소화기로 누출지점을 냉각시켜 누출을 중지시킬 것.
증기를 줄이기 위하여 물을 살포할 것. 누출이 있는 곳이나 유출장소에 물을 직접 뿌리지 말 것.
수로를 파서 소방 용수가 확산되지 않도록 할 것.
- 응급의료조치:** 부상 정도에 따라 응급치료.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
상처에 영향을 주지 않는다면, 오염이 의심되는 의복과 신발을 벗길 것. 환자를 이송전에 잘 싸줄 것.
상처가 없다면 오염된 의복과 신발을 벗기고 비누와 물로 세척할 것. 처치한 내용은 전문 의료진에게 통보할 것.
의사에게 환자가 저준위 방사성 물질에 오염되었으며 열화불소에 화상을 입었을지도 모른다는 것을 통보할 것.

응급조치 67

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

대부분 강한 인화성 물질.
열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
증기는 눈에 보이지 않을 수 있음.
증기를 따라 역인화할 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질로서 지극히 위험함.
흡입하거나, 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
액체와 신체접촉시 동상 유발.
초기의 냄새는 자극적이거나 악취가 날 수도 있으나 냄새가 없거나 후각이 무디어질 수도 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 긴급 대피: 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.
물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
대피 범위를 산정할 것.
화재 발생시에는 사방 750 m 밖으로 긴급 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물 사용.
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복을 착용할 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
가스가 충분히 희석 확산될 때까지 접근 통제
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의뢰지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
동상일 경우 물로 언 부위를 녹일 것.
안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 68

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질로서 열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
증기를 따라 역인화할 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.
실내, 실외, 하수도 등에서 증기상태의 폭발이나 유독증기의 위험 있음.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

삼키면 유독함.
흡입하거나 유독할 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 화재 발생시에는 사방 750 m 밖으로 긴급 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말소화제 사용.
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
물을 분무하면 증기가 제거되지만, 인접 공간의 인화를 막을 수는 없음.
소규모 액상 유출시에는 모래나 흙, 기타 비가연성 흡착제를 덮을 것.
대규모 유출시 수로를 파서 확산을 저지.
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 69

이상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

지극히 강한 인화성 물질로서 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
증기를 따라 역인화할 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독물질로서 흡입하면 치명적일 수 있음.
증기는 매우 자극적임.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

응급조치

- 인원 통제:** 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
- 보호 장비:** 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용. 이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
- 긴급 대피:** 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조. 물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구. 대피 범위를 산정할 것. 화재 발생시에는 사방 1500 m 밖으로 긴급 대피.
- 사고 신고:** 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청. 수질오염 발생시 통보할 것.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 알콜저항성 포말소화제 사용.
- 대규모 화재시:** 물, 물안개, 알콜저항성 포말 소화제 사용.
- 화재시 처리:** 누출을 즉시 중지시킬 수 없다면 연소하도록 방치할 것. 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 최대 안전거리를 유지하면서 진화작업을 수행할 것. 용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것. 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치. 폭발 안전장치에서 소리가 나거나 화재로 용기나 탱크의 색이 변하면 즉시 대피.
- 유출 누출시:** 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지. 완전히 밀폐되어 증기를 방호할 수 있는 방호복을 착용할 것. 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 물을 분무하면 증기가 제거되지만, 인접 공간의 인화를 막을 수는 없음. 소규모 유출시에는 충분한 물로 씻어낼 것. 용기의 안쪽에 물을 뿌리지 말 것. 대규모 유출시 수로를 파서 유출물의 확산을 막고 차후에 폐기.
- 응급의료조치:** 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡근란시 산소호흡기 사용. 동상일 경우 물로 언 부위를 녹일 것. 안정시키고 체온유지 조치. 영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 70

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

지극히 강한 인화성 물질.

온도가 상승하면 스스로 연소할 수 있음.

온도 조절장치가 고장이 나거나 열을 받으면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 온도조절장치가 고장일 경우 드라이아이스, 얼음, 액체질소를 사용할 것. 냉각이 불가능할 경우 대피할 것.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문적인 사고처리반 요청. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말소화제 사용.
6. 대규모 화재시: 충분한 양의 물 사용.
7. 화재시 처리: 진화가 가능하다면 무인소방호스를 설치. 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지. 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것. 물로 유출물을 축축하게 하고 플라스틱 통에 넣어 뚜껑을 느슨하게 닫은 후 차후 폐기.
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 비누와 물로 오염된 피부를 세척할 것. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 71

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.

급속하게 연소할 수 있음.

저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

마찰, 열, 오염물질 등에 의해 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.

화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고하고 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 물 사용.
6. 화재시 처리: 최대 안전거리를 두고 진화할 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
진화가 가능하다면 무인소방호스를 설치.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
물로 유출물을 축축하게 하고 플라스틱 통에 넣어 뚜껑을 느슨하게 닫은 후 차후 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
비누와 물로 오염된 피부를 세척할 것.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 72

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 사고 신고: 즉시 신고하고 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소, 물, 포말소화제 사용.
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 물 사용.
6. 화재시 처리: 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
대규모 화재시 무인소방호스를 설치.
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
7. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥,ライター, 담배불 금지.
유출된 물질은 만지거나 밟지 말것.
물로 유출물을 축축하게 하고 플라스틱 통에 넣어 뚜껑을 느슨하게 닫은후
차후 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
비누와 물로 오염된 피부를 세척할 것.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 73

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

나무, 종이, 기름 등 다른 가연성 물질에 접화될 수 있으며, 화재 발생시 연소를 촉진함.
연료와 섞이면 격렬하게 연소함.
인화성 유독 가스가 탱크나 용기내에 축적될 수 있음.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 사고 신고: 즉시 신고하고 수질오염 발생시 통보할 것.
4. 소규모 화재시: 물만 사용할 것. 분말 소화제, 이산화탄소, 할론 소화제 사용금지.
5. 대규모 화재시: 충분한 양의 물 사용.
6. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
용기나 탱크의 양끝으로부터 물려나 있을 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
7. 유출 누출시: 가연성물질(나무, 종이, 기름 등)을 사고 지역에서 제거.
완전히 밀폐되어 유독물의 증기에 노출되어도 좋은 방호복만을 착용할 것.
밀폐된 방호복을 착용하지 않았다면 유출된 물질에 절대로 접촉하지 말것.
물을 분무하면 직접적인 증기를 줄이거나 제거할 수 있음.
소규모 유출시 충분한 양의 물로 유출지역을 씻어낼 것.
대규모 유출시 수로를 파서 유출물의 확산을 막고 차후에 폐기.
8. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의뢰지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.
영향이 천천히 나타날 수 있으므로 환자들을 계속 관찰.

응급조치 74

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

연소할 수 있으나 대부분은 잘 발화하지 않음.
증개는 대개 공기보다 무거움.
공기와 증기의 혼합물은 발화되면 폭발할 수 있음.
저장 용기는 화재로 인하여 가열되면 폭발할 수 있음.

2. 인체에 대한 유해성

증기는 현기증이나 질식을 유발.
밀폐된 공간에서의 노출은 매우 해로울 수 있음.
신체접촉시 피부나 눈을 자극하거나 화상을 유발.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
3. 긴급 대피: 화재 발생시 용기나 탱크 주변으로부터 사방 750m 밖으로 신속히 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 분말 소화제, 이산화탄소 사용.
6. 대규모 화재시: 물, 물안개, 포말 소화제 사용.
7. 화재시 처리: 화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것. 용기나 탱크의 양끝으로부터 물러나 있을 것.
8. 유출 누출시: 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지. 위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것. 소규모 액상 유출시에는 모래나 기타 비가연성 흡착재를 덮을 것. 대규모 유출시에는 수로를 파서 확산을 막은 후 사후 폐기
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의로지원 요청. 호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용. 신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치. 상처에 따라 일차 응급조치를 실시할 것.

응급조치 75

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

지극히 강한 인화성 물질. 공기중에 노출되면 발화할 수 있음
불꽃을 내면서 급속하게 연소함.
하수도로 유입되면 화재나 폭발의 위험이 있음.

2. 인체에 대한 유해성

유독하며, 흡입하거나 삼키거나 피부를 통해 흡수되면 치명적일 수 있음.
피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

응급조치

1. 인원 통제: 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제.
바람을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
인접지역 접근시 환기 상태 점검.
2. 보호 장비: 개인 호흡기와 화학물질용 특수 방호복을 착용.
이러한 방호복은 열에 대한 보호가 되지 않음. 소방용 방호복은 보호 효과 없음.
3. 긴급 대피: 사방 450 m 밖으로 긴급 대피. 안전거리 계산표 참조.
물질명이나 물질번호를 확인한 후 보호조치 강구.
대피 범위를 산정할 것.
화재 발생시에는 사방 750 m 밖으로 긴급 대피.
4. 사고 신고: 즉시 신고하고 전문 처리반 요청. 수질오염 발생시 통보할 것.
5. 소규모 화재시: 즉시 누출을 중지시키지 못할 경우 연소하도록 방치
6. 대규모 화재시: 긴급 대피하고 연소하도록 방치.
7. 화재시 처리: 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것.
화재가 진압된 후에도 화염에 노출된 저장용기는 냉각수를 뿌릴 것.
대규모 화재시 무인 소방호스 설치
무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방치.
8. 유출 누출시: 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것.
위험하지 않다면 누출을 중지시키는 조치를 시도할 것.
완전히 밀폐되어 유독물의 증기에 노출되어도 좋은 방호복만을 착용할 것.
유출시 수로를 파서 확산을 저지. 지시없이는 물을 뿌리지 말 것.
전문 처리반의 감독하에 정화작업 개시.
9. 응급의료조치: 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의뢰지원 요청.
호흡이 중지된 경우 인공호흡 실시. 호흡곤란시 산소호흡기 사용.
신체 접촉시 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척.
오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

응급조치 76

예상 위험도

1. 화재 및 폭발 위험

인화성/가연성 물질로서 열이나 스파크, 불꽃 등에 의해 인화될 수 있음.
 불꽃을 내면서 급속하게 연소할 수 있음.
 습기 존재하에서 발화할 수 있음.
 물과 격렬하게 반응함.

2. 인체에 대한 유해성

피부나 눈에 접촉하면 화상을 유발할 수 있음.
 화재 발생시 자극성 혹은 유독성 가스를 방출할 수 있음.
 소방용수가 배출되면 수질오염을 유발할 수 있음.

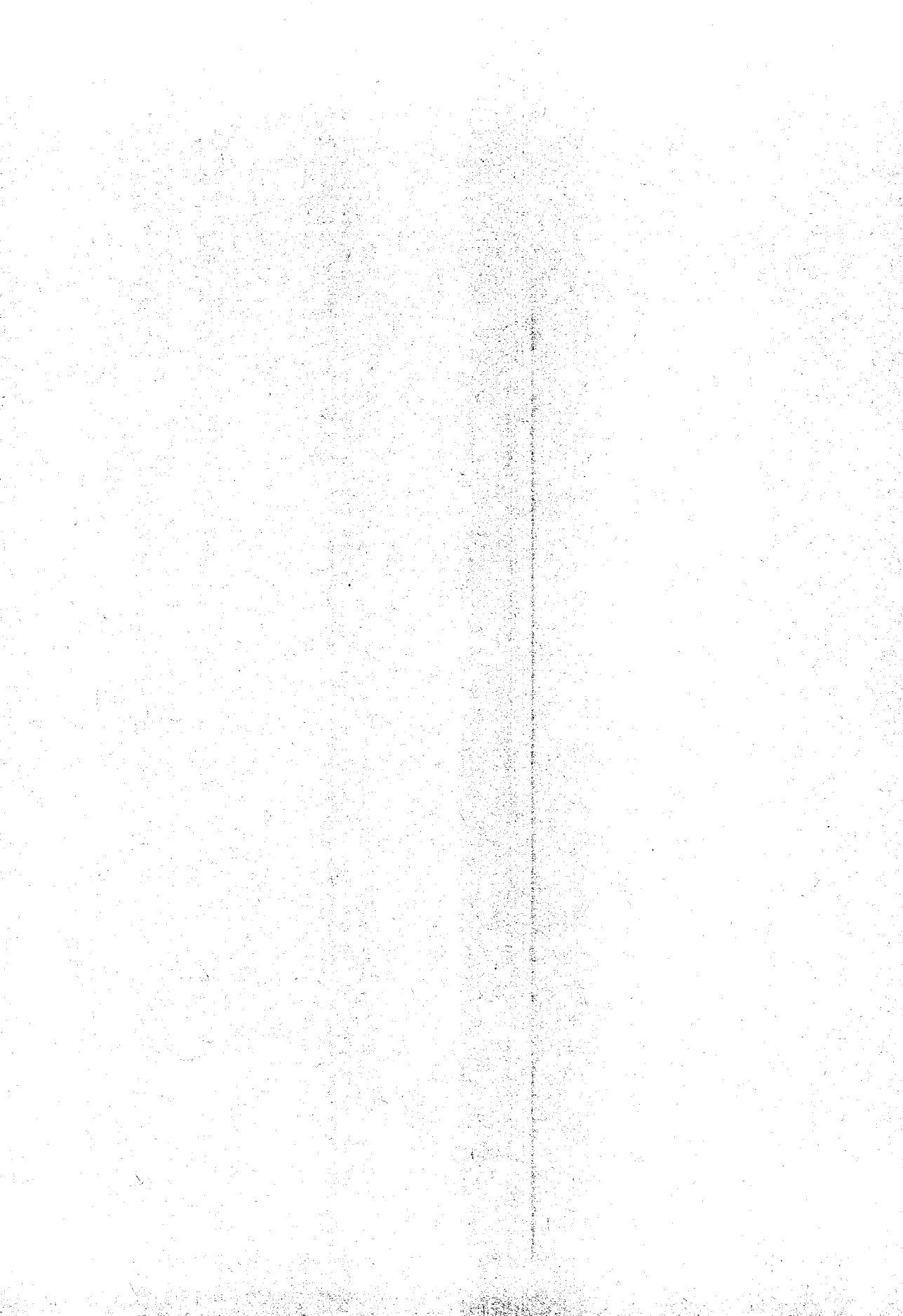
응급조치

- 인원 통제:** 불필요한 인원을 통제할 것. 위험지역을 격리하고 일반인의 출입을 통제. 차량을 등지고 설 것. 지대가 낮은 지역은 접근 금지.
- 보호 장비:** 개인 호흡기와 소방용 특수 방호복을 착용할 경우 부분적인 보호 가능.
- 사고 신고:** 즉시 신고. 수질오염 발생시 통보할 것.
- 소규모 화재시:** 분말 소화제, 소석회, 석회, 모래 사용.
- 화재시 처리:** 증기를 줄이려면 물을 뿌릴 것. 용기나 탱크 안쪽에 물을 뿌리지 말 것. 물이나 포말 소화제 사용 금지. 마그네슘 화재시 건조한 모래, Met-L-X 분말, G-1 흑연 분말 사용. 가능하다면 화재발생장소로부터 저장 용기를 옮길 것. 대규모 화재시 무인 소방호스 설치. 무인 소방호스 설치가 불가능할 경우 사고지역에서 대피하고 계속 연소하도록 방지.
- 유출 누출시:** 인화되지 않도록 불씨제거. 위험지역 내에서 성냥, 라이터, 담배불 금지. 유출된 물질은 만지거나 밟지 말 것. 소규모 고체 유출시에는 삽으로 깨끗한 용기에 옮겨 담고 느슨하게 뚜껑을 닫은 후, 옮겨 담은 용기를 유출지역으로 부터 옮길 것. 유출된 물질에 물을 뿌리지 말 것. 용기나 탱크 안쪽에는 물을 뿌리지 말 것. 유출시에는 수로를 파서 확산을 저지하고 지시없이 물을 사용하지 말 것. 마그네슘의 분말 상태의 유출시에는 비닐 등의 플라스틱 막을 덮어 확산 방지. 전문 처리반의 감독하에 정화작업 개시.
- 응급의료조치:** 맑은 공기가 있는 곳으로 옮기고 129나 의료지원 요청. 접촉한 피부를 천으로 즉시 닦아내고 흐르는 물에 15분 이상 피부나 눈을 세척. 오염된 의복과 신발을 즉시 벗길 것. 안정시키고 체온유지 조치.

참고문헌

- 유독 물질 관리 협회. 1992. 유독물 실무 교육, 128 pp.
- 한국 독극물 관리 협회. 1990. 유독물 자료집, 648 pp.
- 한국 위험물 안전 기술 센터. 1993. 위험물 편람. 대웅 출판사.
- 한국 해양 연구소. 1992. 과학 기술 정보: 유해 화학 물질 (I), 732 pp.
- 한국 해양 연구소. 1993. 과학 기술 정보: 유해 화학 물질 (I), 210 pp.
- 해상 재해 방지 센터. 1985. 유해 액체 물질 데이터 시트, 354 pp.
- 환경처. 1992. 유해 물질 방제 요령, 376 pp.
- Allan, D.S. and G.H. Harris. 1976. Development of the Chemical Hazards Response Information System. NOAA.
- DOT. 1990. Emergency Response Guidebook.
- Environment Canada. 1984. Manual for Spills of Hazardous Materials.
- NSC. 1992a. CAMEO User's Manual.
- NCS. 1992b. ALOHA User's Manual.
- NIOSH. 1990. Pocket Guide to Chemical Hazards, 246 pp.
- USCG. 1978. CHRIS Response Methods Handbook. Commandant Instruction M16465.14.
- USCG. 1985. A Condensed Guide to Chemical Hazards. CG-446-4.
- US GPO.
- USGC. 1984. CHRIS Hazardous Chemical Data CG-446-2. US GPO.

제 5 장
유해물질 사고시의
위험추정 기술



제 5 장 유해물질 사고시의 위험추정 기술

제 1 절 서 언

지난 1993년 10월 1일에 싱가포르에서 나프타 54,854톤을 적재하고 대산항 삼성 종합화학(주) 부두에 입항하던 유조선 프론티어 익스프레스(Frontier Express)호에서 나프타 유출사고가 발생하였다. 이 사고로 인근 대산읍 독곶리 주민 157명이 두통, 어지러움, 구토 증세를 일으켜 치료를 받았으며 4명이 입원치료를 받는 등 피해가 발생했다(해양경찰청, 1993). 금번 발생한 나프타 유출사고는 유해액체물질의 해상유출사고로 유출물이 어떻게 확산되고 어떠한 피해를 미칠 수 있는지를 단적으로 보여준 예라고 할 수 있으며, 향후 우리가 유해물질의 유출사고에 어떻게 대처해 나가야 할 것인지를 알려주는 의미심장한 사건으로 기록될만 하다.

유해물질의 유출사고는 유출되는 물질의 특성과 유출량, 농도 등에 따라서 화재나 폭발, 독성작용 등으로 엄청난 인명피해를 유발할 수 있다. 경우에 따라서는 대산항 나프타 유출사고와 같이 경미한 피해로 그칠 수도 있으며, 인도의 보팔사고나 멕시코의 LPG 폭발사고 처럼 많은 인명 피해를 유발할 수도 있다. 피해를 줄이기 위해서는 가능한한 정확히 위험도를 파악하는 것이 가장 중요한 일이다. 모든 유해물질의 유출사고에서 방제작업을 실시할 때는 항상 위험이 존재하며, 방제작업을 하기 위해서는 누출된 물질에 방제작업자가 직접 노출되는 등의 위험을 감수하여야 한다. 따라서 방제책임자에게는 사고의 상황에 따라 위험을 인지하여 자신은 물론 인근 주민의 안전을 피하기 위해 대피 또는 소개 조치를 내리는 중요한 결정을 해야 할 경우가 빈번히 발생한다(US EPA, 1987). 위험추정(risk/hazard assessment)은 유출사고의 방제에 있어서 인명과 재산, 환경피해를 줄이는 핵심적인 부분이라 할 수 있다. 위험의 평가작업은 사고가 발생하기 이전에도

가능하다. 사고가 발생하기 이전부터 위험을 정량적으로 파악하고 있다면 사고를 예방할 수 있으며, 사전에 사고에 대비할 수 있다. 위험추정작업은 누출이 처음 인지되는 순간부터 계속적으로 평가가 이루어져야만 한다. 어떠한 방제결정을 내릴 때에는 먼저 위험 추정작업이 선행된 후 의사결정을 거쳐 명령이 내려지게 된다.

위험추정(hazard assessment)은 크게 세 단계로 구분될 수 있다. 첫째는 위험의 파악(hazard identification) 단계로서 주로 정보 수집과정을 말한다. 즉 어떠한 물질이 유출되었는지 확인하고, 유출 위치와 유출량을 확인하며 위험의 특성을 파악하는 일이다. 두번째는 위해영향 분석(vulnerability analysis) 단계로서 유출의 영향을 받을 수 있는 범위를 예상하는 것으로서 누출량과 누출속도, 기상조건, 지형, 관심대상 수준(level of concern) 등에 따라 좌우된다. 세번째는 위험도 분석(risk analysis) 단계로서 앞의 두단계에서 입수한 자료를 바탕으로 누출로 인해 발생하는 결과의 심각성에 따라 위험의 우선순위를 결정하고 방제 계획을 수립하는 과정이다.

본 연구에서는 우선 1차년도에 대산항 나프타 유출사고의 예틀 바탕으로 실제 상황의 시나리오에 따라 유출물의 확산범위와 농도를 계산하고, 기상조건 등을 변화시켜, 사고 당시 더 큰 인명 피해가 발생할 수 있었는지를 추정하고자 하였다.

제 2 절 나프타 유출사고시의 위험 추정 기술

1. 나프타 유출사고의 특성

나프타는 비점이 30-238℃의 범위에 있는 주로 지방족 탄화수소(C5-C13)의 혼합물로 구성된 석유 정제물이다. 나프타는 무색 내지 노란색의 물같은 액체이며 휘발유와 같은 냄새가 난다. 나프타의 UN 번호는

1255(petroleum)와 1256(solvent)이며 CAS 번호는 8030-30-6 이다. 나프타는 비점, 용매성(solvency), 발화점 등에 따라 petroleum ether, rubber solvent, light spirits, VM&P, light mineral spirits, stoddard solvent, orderless mineral spirits 등으로 분류되어 취급되고 있다. 이러한 석유 용제들은 발화성이며 흡입시에는 사람에게 상당한 독성작용을 하게 된다. 또한 수중에서는 100 mg/l 이하에서 수생생물에게 독성 효과를 나타낸다. 휘발성 성분들은 심장마비를 유발할 수 있는 반면, 이보다 높은 비점을 갖는 성분들은 폐에 자극을 주게 된다(Environment Canada, 1985).

나프타는 일반적으로 석유나 콜타르의 증류물을 통칭하는데 그 종류가 매우 다양하다. 나프타는 비점 범위에 따라 다음 여덟가지 중 하나에 속하게 된다(Table 5-1). 여덟가지 나프타의 분류는 비점 범위가 중복되는데, 생산자가 같은 제품을 2개 이상의 class로 분류할 수도 있고, 제품에 따라 같은 class 내에서도 성분과 특성이 상당히 상이할 수 있다(Table 5-2).

Table 5-1. Classification of naphthas by their boiling point range.

Class	Boiling Point(°C)
petroleum ether	30 - 60
rubber solvent	45 - 115
light spirits	95 - 110
VM&P*	100 - 140
coal tar naphtha	100 - 180
(light) mineral spirits	150 - 170
stoddard solvent or mineral spirits	150 - 200
(odorless) mineral spirits	175 - 210

* VM&P: Vanish makers' and painters' naphtha

Table 5-2. Physical and chemical properties of various naphtha

Class	Number	Density (g/ml)	Flash Distillation Point Range (TCC, °C) (°C)	Percentage Composition				
				Paraffins	Naphthalene	Olefins	Aromatics	Benzene
Light Spirits	1125	0.7125	-23	43	-	40	4	-
Light Spirits	1420	0.7038	<20	60 - 95	0.1	4	4	2.1
Light Spirits	1426	0.7080	<20	64 - 127	0.2	5	5	0.2
Light Spirits	1520	0.7111	-21	66 - 94	-	3	3	-
Light Spirits	1521	0.6900	<20	63 - 106	1	7	7	0.1
Light Spirits	1921	0.7366	-9	55 - 99	-	4	4	-
Light Spirits	2023	0.7400	-4	92 - 177	-	8	24	-
Light Spirits	2023	0.7710	-5	94 - 112	-	6	42	-
Light Spirits	2024	0.7398	<20	59 - 124	0.1	45	9	<0.1
Light Spirits	2024	0.7440	-4	93 - 117	-	55	6	-
VM&P	2123	0.7572	25	98 - 154	0.1	41	14	0.2
VM&P	2329	0.7588	<20	109 - 138	0.1	41	16	<0.1
VM&P	2429	0.7599	12	116 - 143	-	45	12	-
Mineral Spirits	2430	0.7866	<20	116 - 146	0.1	52	4	<0.1
Mineral Spirits	2831	0.8630	29	136 - 153	3	3	94	-
Mineral Spirits	3134	0.7770	42	158 - 200	46	41	13	-
Mineral Spirits	3135	0.7770	42	156 - 177	44	51	5	-
Mineral Spirits	3135	0.7848	41	156 - 177	44	44	12	-
Mineral Spirits	3135	0.7858	41	154 - 171	45	38	17	0
Mineral Spirits	3139	0.7880	43.5	155 - 191	45	40	15	0
Mineral Spirits	3238	0.7970	41	159 - 194	37	38	26	-
Stoddard Solvent	3641	0.7977	57	183 - 211	45	49	6	-
Mineral Spirits	3740	0.7860	61	187 - 203	48	48	4	-
Mineral Spirits	5261	0.8773	138	271 - 325	50	37	13	0

나프타의 CHRIS 자료는 Table 5-3 - 5-4 에 나타내었다. 나프타는 주로 페인트나 표면 코팅, 잉크, 접착제 등에 용제로 사용되거나 에틸렌, 프로필렌 등을 생산하는 석유화학공업의 원재로서 사용되고 있다.

나프타의 TLV(Threshold limit value:하루 8시간씩 매주 5일간 노동자가 계속 노출되었을 때 유해한 영향이 나타나는 대기중 농도)는 100 - 400 ppm(525-1600 mg/m³)이며, IDLH(Immediately dangerous to life and health)는 약 5,000 ppm 정도 이다. 나프타의 흡입시에는 호흡기에 자극을 주며, 두통, 구토, 중독, 피로감 등의 증상이 나타난다. 창백해지거나 중추신경계의 기능저하가 나타날 수도 있으며, 피부가 자주색으로 변색되거나 주요기관의 출혈이나, 혼수상태, 사망에 이를 수도 있다. 나프타와 접촉시에는 피부나 눈에 자극을 주며, 피부에 붉은 반점이나 물집이 나타나거나 피부염 등이 유발될 수 있다. 나프타를 섭취하였을 때는 타는듯한 기분을 느끼며, 구토와 설사를 하거나 졸음이 오거나 폐부종을 일으키기도 한다. 비점 70-95 ℃ 정도인 rubber solvent 와 유사한 light naphtha의 성분(MPT, 1975)을 Table 5-5에 나타내었다.

나프타의 해상 유출사고가 발생할 경우 수표면에 풀(pool)을 형성하고 빠르게 확산되며, 증발하면서 인화성의 증기가 계속 방출된다. 방출된 증기는 아래쪽으로 깔리면서 확산하여 분산된다. 수표면에 유출된 나프타는 수중에 용해되지 않고 부유하며 대기중으로 완전히 제거될 때까지 증발한다. 방출된 증기의 위험성은 인화성과 독성으로 나누어 생각할 수 있으며, 대기 확산 모델을 통하여 대기중 농도를 계산할 수 있다. 기온 20℃, 풍속 4.5 m/s에서의 나프타의 증발속도는 약 0.78 g/m²s 정도이다. 나프타의 증발속도는 표면적에 비례하므로 확산되는 수표면(pool)의 크기와 관련이 있다(CHRIS, 1974).

Table 5-3. CHRIS data sheet of naphtha solvent

나프타(용매)

1. 사고시 대응책:

물	Naphtha: Solvent Petroleum solvent	일반적	물같은 액체 무색
질	Light naphtha	특 성	휘발유 냄새 물에 뜬 증기 방출
명			
유출시	가능한 한 유출을 중지시키고 사람들을 대피시킨다. 소방서에 연락한다.		
주의사항	액체나 증기와의 접촉을 피한다. 이미 유출된 물질은 제거한다. 지역 보건소와 환경처에 통보한다.		
화재	특 징	연소성	
재대응책	대 응 책	분말소화제, 포말소화액, 이산화탄소로 진화 노출된 보관용기는 물을 뿌려 냉각시킴	
신체	증 기	흡입시 현기증, 의식불명의 증세 눈, 코, 목에 비자극적	
노출액	노 출 액	피부와 눈에 자극적 마실경우 인체에 유해	
노출체	노 출 체	오염된 의복과 신발을 벗김 오염지역을 물로 충분히 세척 눈에 들어갔을 경우 눈을 감지 말고 물로 충분히 세척 마신 환자가 의식이 있는 경우: 물이나 우유를 마시게 함 구토를 시키지 말것 의료지원 요청	
수질	수 질	소량유입시 수생생물에 대한 영향 불명 해안을 오염시킴 수원지 취수구에 유입시 위험	
오염	오 염	지역 보건소와 환경처에 통보 수원지 관리소에 연락	

2. 물질특성 :

1. 명칭
 - 1.1. CG 호환 분류: 기타 탄화수소 혼합물
 - 1.2. 분자식: 자료없음
 - 1.3. IMO/UN 명칭: 3.2/1256
 - 1.4. DOT ID 번호: 1256
 - 1.5. CAS 등록번호: 자료없음
2. 인체에 대한 피해
 - 2.1. 허용한계농도: 200 ppm
 - 2.2. 단기흡입한계농도: 30분간 500 ppm
 - 2.3. 섭취시 유독도: 2등급, LD50 = 0.5 - 5 g/kg
 - 2.4. 후유증: 없음
 - 2.5. 증기자극특성: 눈과 목에는 비자극적
 - 2.6. 액체 또는 고체의 자극특성: 독성이 거의 없음. 옷에 묻은 용액이 방치될 경우, 피부가 빨갛게 되고 쑤시는 듯한 통증.
 - 2.7. 냄새한계: 자료없음
 - 2.8. IDLH 값: 10,000 ppm
3. 화학적 반응성
 - 3.1. 물과의 반응: 반응안함
 - 3.2. 상용물질과의 반응: 반응안함
 - 3.3. 운반중 안정도: 안정
 - 3.4. 중화제: -
 - 3.5. 중합: -
 - 3.6. 중합방지제: -
4. 수질오염
 - 4.1. 수생생물에 대한 독성: 자료없음
 - 4.2. 수서조류에 대한 독성: 자료없음
 - 4.3. 생물학적 산소요구량(BOD): 자료없음
 - 4.4. 먹이사슬을 통한 농축력: 없음
5. 선적정보
 - 5.1. 순도: 정제 용매, 비가공 경용매, 비가공 중용매
 - 5.2. 보관온도: 상온
 - 5.3. 비활성가스하에 저장 필요성: 없음
 - 5.4. 환기: 개방 (불꽃막이장치) 또는 압축진공장치
6. 물리적 및 화학적 특성
 - 6.1. 분자량: -
 - 6.2. 끓는점(1기압): 266-311 F = 130-155 C = 403-428 K
 - 6.3. 어는점: -
 - 6.4. 비중: 0.85-0.87 (20 C, 액체)
 - 6.5. 기체비중: -
 - 6.6. 인화점: > 100 F C.C.
 - 6.7. 공기중 발화한계: 0.8%-5.0%
 - 6.8. 화재시 반응: -
 - 6.9. 점화온도: 444 F = 228.9 C
 - 6.10. 연소율: 4 mm/분

Table 5-4. CHRIS data sheet of naphtha coaltar

나프타(코올타르)

1. 사고시 대응책:

물질명	Naphtha: Coal tar Mixture of benzene, toluene, xylenes	일반적 특성	수성액체 무색에서 담황색 가솔린냄새 물에 뜸. 자극성 증기 방출
유출시	용액이나 증기와의 접촉을 피한다 가능한 한 유출을 중단시키고 사람들의 접근을 막는다 바람을 등지고 서서 물을 분무시켜 유해증기를 가라앉힌다 소방서에 연락한다		
주의사항	이미 유출된 물질은 격리, 제거한다 지역 보건소와 환경처에 통보한다		
화재	특징	연소성	
대응책	대응책	분말소화제, 포말소화액, 이산화탄소를 사용하여 소화 노출된 저장용기는 물을 뿌려 냉각시킴	
신체	증기	눈, 코, 목에 자극적 흡입시 현기증, 두통, 호흡곤란, 의식불명 야기	
노출	액체	환자를 신선한 공기가 있는 곳으로 옮김 호흡중단시 인공호흡 실시 호흡곤란시 산소호흡기를 이용 의료지원 요청	
노출	액체	피부와 눈에 자극적 섭취시 메스꺼움과 구토 증세	
노출	체	오염된 의복과 신발을 벗김 오염부위를 물로 충분히 세척 눈에 들어갔을 경우 눈을 감지 말고 물로 충분히 세척 섭취한 환자가 의식이 있는 경우: 물이나 우유를 마시게 함 절대 구토를 하게 해서는 안됨 의료지원 요청	
수질	소량유입시 수생생물에 대한 영향 불명 해안을 오염시킴 수원지 취수구에 유입시 위험		
오염	지역 보건소와 환경처에 통보 수원지 관리소에 연락		

2. 물질특성:

1. 명칭

- 1.1. CG 호환분류: 기타 탄화수소 혼합물
- 1.2. 분자식: 자료없음
- 1.3. IMO/UN 명칭: 3.2/2553
- 1.4. DOT ID 번호: 2553
- 1.5. CAS 등록번호: MX8030-31-7

2. 인체에 대한 피해

- 2.1. 허용한계농도: 100 ppm
- 2.2. 단기흡입한계농도: 75 ppm, 30분
- 2.3. 섭취시 유독도: 3등급 LD50 = 50 - 500 mg/kg
- 2.4. 후유증: 백혈병
- 2.5. 중기 자극특성: 고농도에서 눈이나 호흡기 계통에 약한 통증을 유발하나 영향은 일시적
- 2.6. 액체 또는 고체 자극특성: 피해는 거의 없으나 옷에 묻어 장기간 방치될 경우 피부가 빨갛게 되고 쑤시는 듯한 통증 유발
- 2.7. 냄새한계: 4.68 ppm
- 2.8. IDLH 값: 10,000 ppm

3. 화학적 반응성

- 3.1. 물과의 반응: 반응안함
- 3.2. 상용물질과의 반응: 반응안함
- 3.3. 운반중 안정도: 안정
- 3.4. 중화제: -
- 3.5. 중합: -
- 3.6. 중합방지제: -

4. 수질오염

- 4.1. 수생생물에 대한 독성: 자료없음
- 4.2. 수서조류에 대한 독성: 자료없음
- 4.3. 생물학적 산소요구량(BOD): 자료없음
- 4.4. 먹이사슬을 통한 농축력: 없음

5. 선적정보

- 5.1. 순도: 사용된 석탄과 증류범위에 따라 순도가 다양함
- 5.2. 보관온도: 상온
- 5.3. 비활성가스하에 저장필요성: 필요없음
- 5.4. 환기: 개방(불꽃막이장치)

6. 물리적 및 화학적 특성

- 6.1. 분자량: -
- 6.2. 끓는점(1기압): 93 - 260 C
- 6.3. 어는점: -
- 6.4. 비중: 0.86 - 0.88 (20 C, 액체)
- 6.5. 기체비중: 자료없음
- 6.6. 인화점: 41.7 C C.C.
- 6.7. 공기중 발화한계: 자료없음
- 6.8. 화재시 반응: -
- 6.9. 점화온도: 482 - 510 C
- 6.10. 연소율: 4 mm/분

Table 5-5. Boiling Point and Weight Percentage of Hydrocarbon Constituents of Light Naphtha

Hydrocarbon Constituent	bp (°C)	% Weight
Isopentane	28	trace
n-Pentane	36	0.1
Cyclopentane	49	trace
2,3-Dimethylbutane	58	0.1
2-Methylpentane	60	0.8
3-Methylpentane	63	3.1
n-Hexane	68.5	36.1
2,2-Dimethylpentane	79	0.6
Methylcyclopentane	72	12.1
2,4-Dimethylpentane	80.5	1.8
2,2,3-Trimethylbutane	81	0.1
Benzene	80	trace
3,3-Dimethylpentane	86	0.3
Cyclohexane	81	7.8
2-Methylhexane	90	7.6
2,3-Dimethylpentane	90	3.1
1,1-Dimethylcyclopentane	87.5	0.9
3-Methylhexane	92	8.2
1-cis-3-Dimethylcyclopentane	92	1.6
1-trans-3-Dimethylcyclopentane	91	1.4
3-Ethylpentane	93.5	0.6
1-trans-2-Dimethylcyclopentane	92	2.8
n-Heptane	98.5	7.4
1-cis-2-Dimethylcyclopentane	99	
Methylcyclohexane	101	2.5
2,2,3,3-Tetramethylbutane	106.5	
1,1,3-Trimethylcyclopentane	105	0.1
Ethylcyclopentane	103.5	0.2
2,5-Dimethylhexane	109	0.1
2,4-Dimethylhexane	109.5	trace
1-trans-2-cis-4-Trimethylcyclopentane	109	0.1
1-trans-2-cis-3-Trimethylcyclopentane	110	0.1
2,3,4-Trimethylpentane	113.5	tracc
Toluene	110.5	0.3
2-Methylheptane	118	0.1

2. 대산항 나프타 유출사고의 위험 평가

가. 대산항 나프타 유출사고의 개요

1993년 9월 22일 싱가포르에서 나프타 54,854톤을 적재하고 출항하여 1993년 10월 1일 오전 10시 10분경 대산항 삼성종합화학 주식회사 부두에 입항중이던 유조선 프론티어 익스프레스 (Frontier Express)호는 대산항 앞 3 km 해상 가인서 부근 암초에 선저가 부딪치면서 1-9번 화물창 중 1-5번이 파공되었으며, 나프타유 약 8,682톤이 해상에 유출되었다. 프론티어 익스프레스호는 파나마 선적이며 일본 Misui O.S.K Line 소유의 40,721톤급 유조선이다.

사고가 발생한 오전 10시 10분경 태안 해양경찰서에서 심한 가스 냄새를 인지하였고, 선박사고로 판단하여 상부에 보고하였다. 12시 15분경 오염관리과 직원 4명이 현장에 급파되었으며, 261함이 해상에 긴급출동명령을 받았으며, 12시 45분경 3척의 해경정이 사고해역에 출동지시를 받았다. 13시 30분경 오염관리과 직원 4명이 삼성부두에 도착하여 사고선박 주위에 오일펜스를 설치하였고 13시 50분경 사고 선박에 도착하여 상세한 상황을 파악하여 보고하였다. 16시경 사고선박 관련 대책회의가 열렸으며, 17시경 유출유의 강한 휘발성 때문에 오일펜스의 설치가 불필요하여 회수조치 하였다. 19시경 사고해역 인근의 대산읍 독곶리 주민 157명이 두통, 어지러움, 구토 증세 등으로 서울병원에 45명, 다나병원에 112명이 분산치료를 받았으며, 이중 3명이 입원 가료를 받았다. 다음날 치료를 받고 귀가하였던 여학생 1명이 다음날 수업중 다시 목이 뒤틀리고 현기증이 있어 입원하여 치료를 받았다(해양경찰청, 1993). 사고 당일의 기상상태는 서풍 또는 북서풍이 9-12 m/sec로 불고 파고는 1.5-2.5 m였으며, 시정은 약 3 마일이었다.

나. 대산항 나프타 유출사고의 가상 시나리오

ALOHA Gaussian 대기확산 모델의 계산조건을 설정하기 위한 입력자료를 Table 5-6에 나타내었다. 대산 공단 나프타 유출사고시의 상황을 재연해 보기 위하여 풍속, 대기안정도, 역전층의 유무 및 높이 등의 변수들을 변화시키면서 피해가 발생한 독곶리에서의 대기중 나프타 농도를 시뮬레이션 하였다. 이때의 바람의 방향은 서북서 방향으로 고정하였으며, 유출된 나프타가 60분 이내에 모두 증발한 것으로 가정하였다. 물론 나프타의 증발은 해상 유출후의 확산되는 넓이에 좌우되지만 실제 상황에서의 확산 범위를 정확히 추정할 수 없으므로 선박의 좌초 후 전량의 나프타가 해상으로 유출되어 자연 확산되었을 경우를 가상하여 60분동안 계속 증발한 것으로 가정하였다. 시나리오별 대기 확산모델의 변수들의 입력 자료와 결과를 Table 5-7에 나타내었다.

Table 5-6. Input Data of ALOHA Air Dispersion model

Condition	Data Input
Building Air Exchange per Hour	0.68
Chemical Name	Naphtha Distillate
Molecular Weight	75 g/mol
Boiling Point	113.9℃
Air Temperature	18℃
Relative Humidity	50℃
Ground Roughness	0.06 cm
Direct Source	8,682 tons/hr
Source Height	0 m
Release Rate	131 tons/min
Concentration Estimation Site	Downwind 3.7 km
Off Centerline	318 m

Table 5-7. Maximum Concentraions of Naphtha in air at Dokgot-Ri after 1 hour of the Spill Accident.

Wind (m/s)	Stability	Inversion Height (m)	Max. Conc. after 1 hour(ppm)	
			Outdoor	Indoor
4	B	100	1,120	444
4	B	No inversion	198	78
4	C	100	1,310	516
4	C	No inversion	459	181
10	C	100	635	494
10	C	No inversion	225	175
10	D	100	558	434
10	D	No inversion	488	380

대산항에서의 나프타 유출사고후 1시간이 경과한 뒤의 독곶리에서의 대기중 최대 농도는 대기 안정도 D, 풍속 10 m/s, 지상 100 m에서 역전층이 형성되었을 때 2,150 ppm 까지 예측되었으며, 대기가 불안정하고 풍속이 강할수록 농도가 높게 나타나고, 역전층이 존재할 때 더욱 높은 농도를 나타낼 수 있음을 알 수 있다. 공기의 유동이 얼마나 자유스러운가를 나타내는 척도인 대기안정도는 오염물질의 대기확산에 큰 영향을 미친다. 대기가 안정하면 대기의 수직대류가 일어나지 않아 수직방향의 혼합이 잘 일어나지 않는다. 그러므로 지표 가까운 곳에서는 오염물질이 배출될 경우 쉽게 확산되지 않고 그대로 머무르려는 경향이 강해진다.

Fig. 6-1 - 6-8은 대산항 유출사고시의 기상 및 대기 조건을 변화시키면서 대기중 나프타 확산을 시뮬레이션한 것이다. Fig. 6-1 - 6-4는 풍속을 사고 당시의 상황인 10 m/s로 하고, 대기 안정도 C와 D에서 역전층이 없을 때와 100 m에 역전층이 존재할 경우를 가정하여 사고 1시간 후의 확산 정도를

나타낸 것이다. Contour는 지표면에서 500, 1000, 5000ppm이 되는 경계를 나타내었다. 동일한 조건에서도 역전층이 존재하였을 때 수평적으로 더 넓은 지역으로 확산되는 것을 알 수 있으며, 확산 거리도 1.5배 이상을 나타내고 있다. 대기안정도가 햇볕이 좋은 C일때 보다는 구름이 낀 상태인 D일때 넓은 지역에 높은 농도가 나타나는 것을 볼 수 있다.

Fig. 6-5 - 6-8은 풍속을 사고 당시의 상황보다 낮은 4 m/s로 하고, 대기안정도 B와 C에서 역전층이 없을 때와 100 m에 역전층이 존재할 경우를 가정하여 사고 1시간후의 확산 정도를 나타낸 것이다. 여기에서도 마찬가지로 역전층이 존재하였을 때 수평적으로 훨씬 넓은 지역으로 확산되는 것을 알 수 있다. 풍속이 10 m/s일 때보다 폭이 넓게 퍼지고 있으며 높은 농도가 상당히 멀리에서도 나타난다. 대기안정도가 햇볕이 좋은 B일때 보다는 구름이 낀 상태인 C일때 넓은 지역에 높은 농도가 멀리까지 나타나는 것을 볼 수 있다.

이상의 시뮬레이션 결과로 볼 때 피해가 발생한 독곶리는 당시 상황에서는 역전층이 없었다면 약 200 - 400ppm 수준이었을 것으로 예측되며, 역전층이 존재했을 경우, 500 ppm 이상의 수준에 도달했을 것으로 보인다. 그러나 풍속이 약했을 경우에는 시뮬레이션 결과 대산항 주변의 다른 인접 마을에까지 광범위하게 높은 농도로 나프타가 확산될 가능성이 있음을 알 수 있다. 나프타의 TLV 농도가 100 - 400 ppm이고, IDLH가 약 5,000 ppm 정도인 점을 감안할 때, 대산항 나프타 유출사고로 사망에까지 이르는 높은 농도는 발생할 수 없지만, 노인이나 어린이 등에게는 상당히 유해한 영향을 미칠 수 있는 농도에 이를 수 있음을 알 수 있다.

우리나라에서도 이러한 대기 확산 모델을 현장의 방제책임자가 직접 예측에 사용할 수 있는 체제가 갖추어 진다면, 독곶리에서와 같은 주민 피해는 사전에 예방할 수 있다고 사료되며, 하루빨리 국가적 차원에서 유독 화학물질 유출사고에 대한 철저한 대비책이 마련되기를 기대한다.

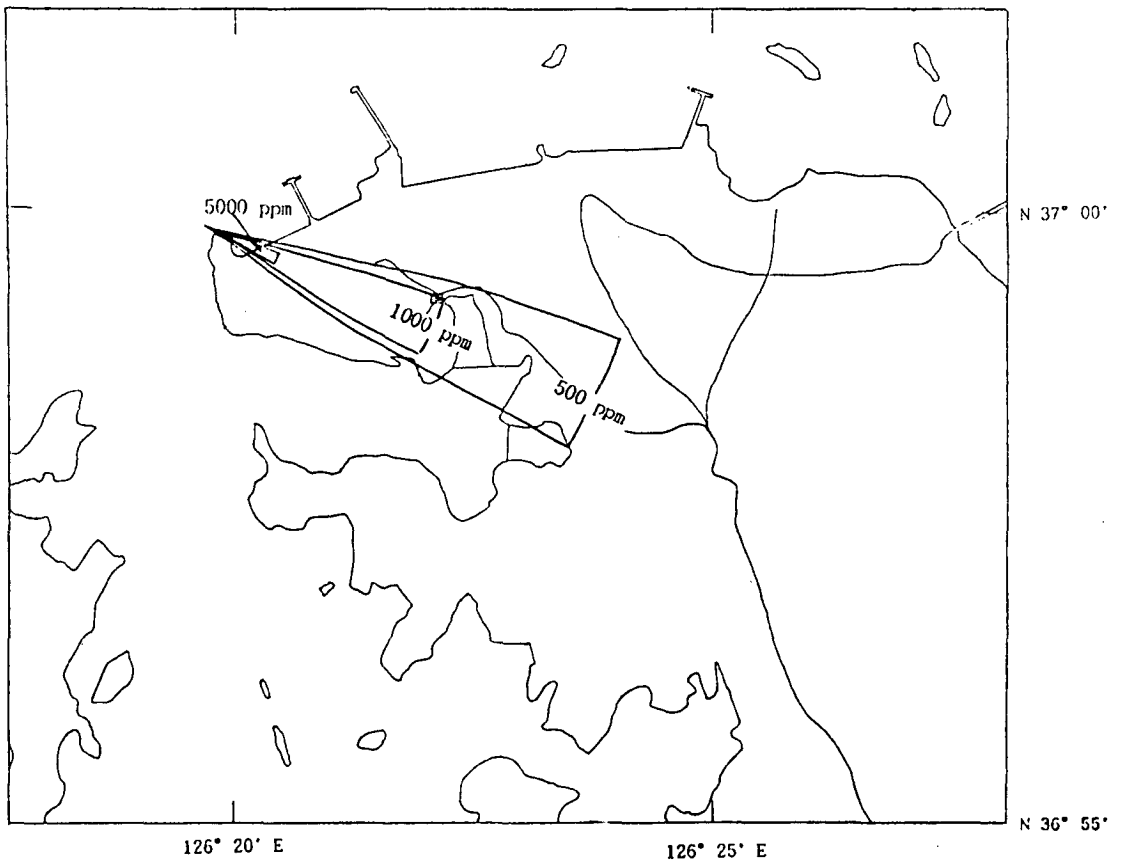


Fig. 5-1. Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability D and wind speed 10 m/s with no inversion.

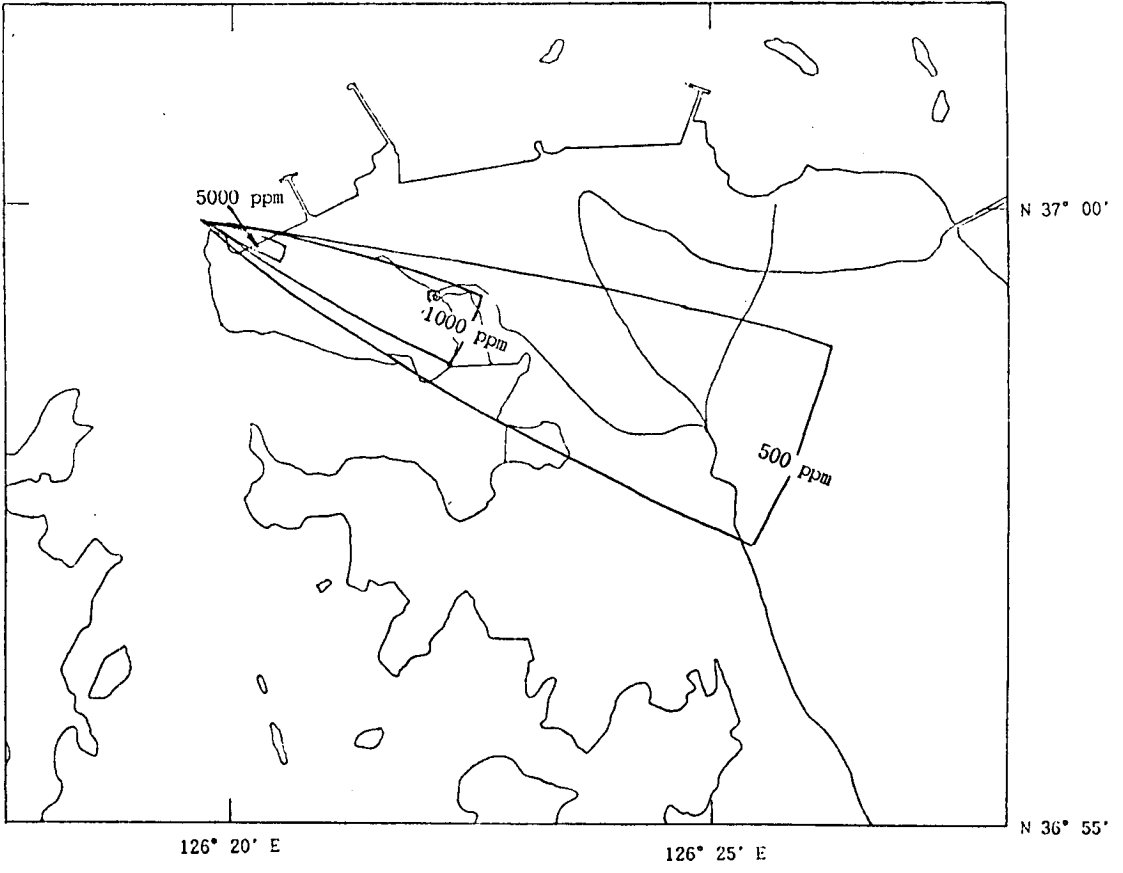


Fig. 5-2. Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability D and wind speed 10 m/s with with inversion.

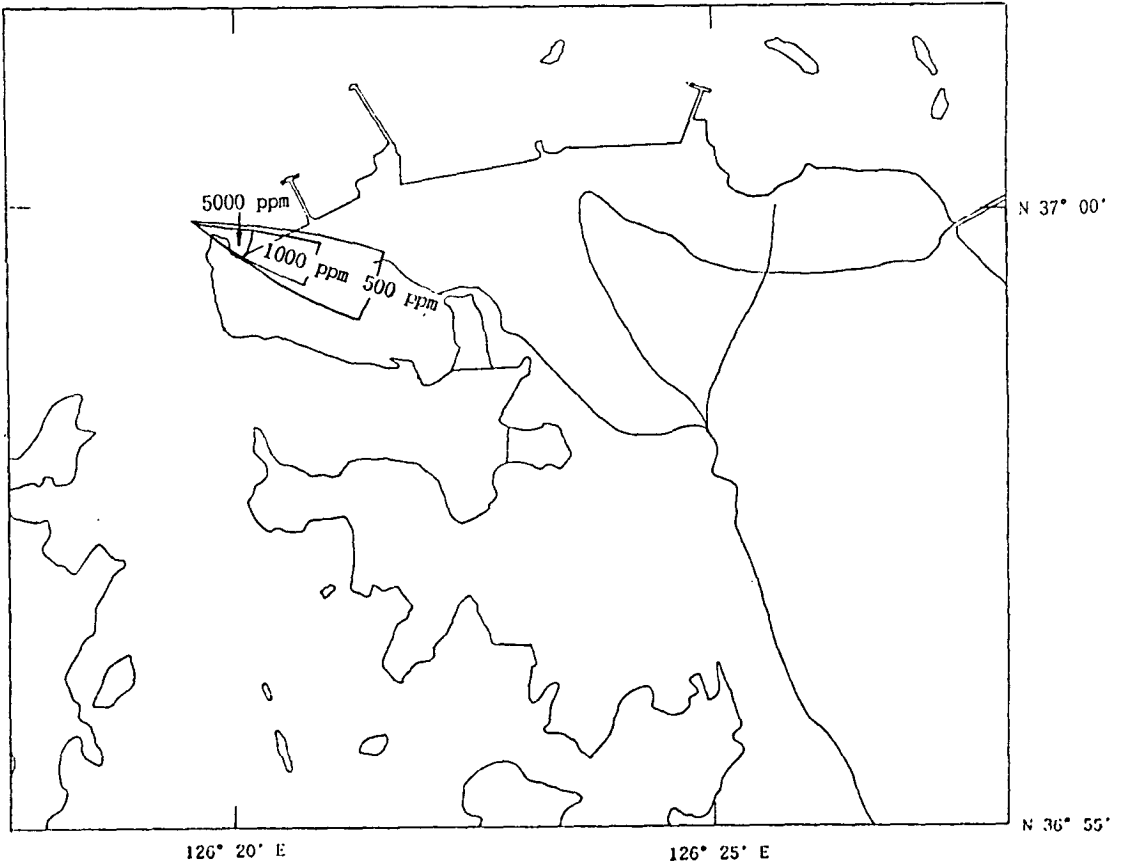


Fig. 5-3. Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability C and wind speed 10 m/s with no inversion.

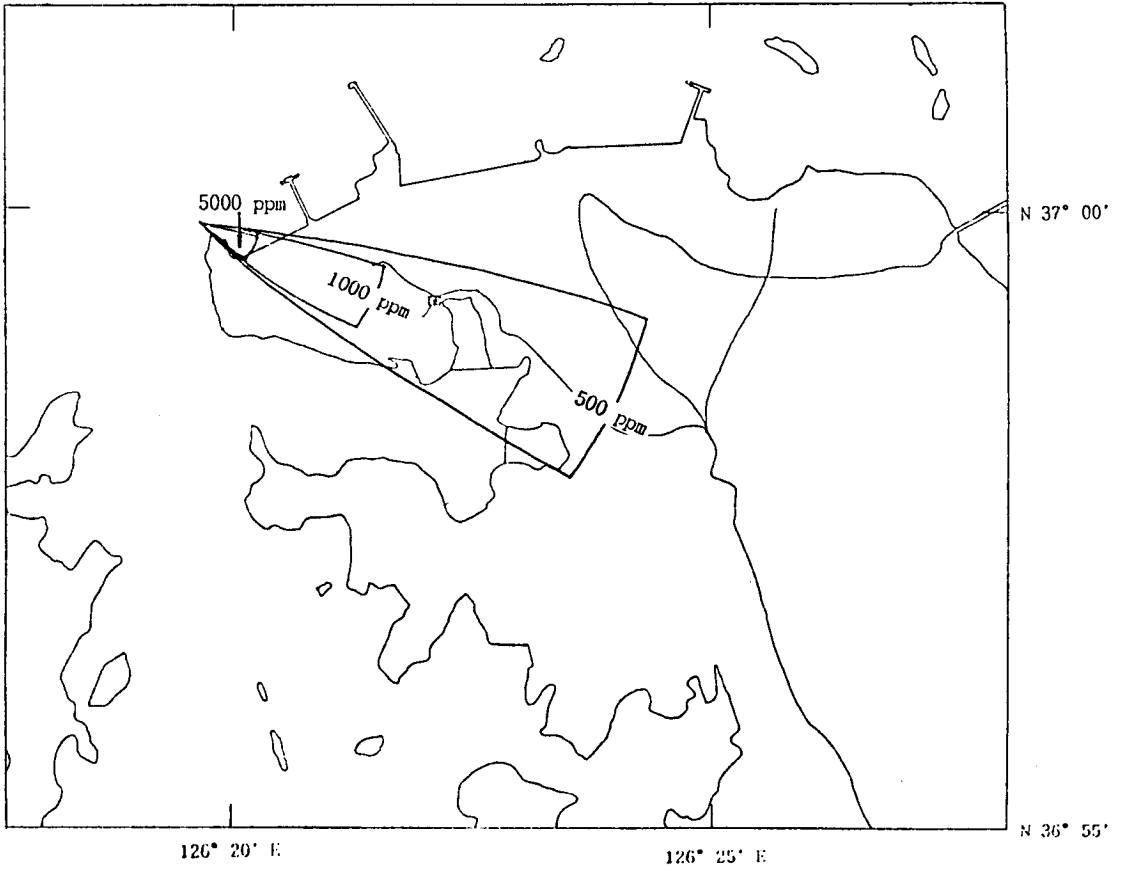


Fig. 5-4. Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability C and wind speed 10 m/s with inversion.

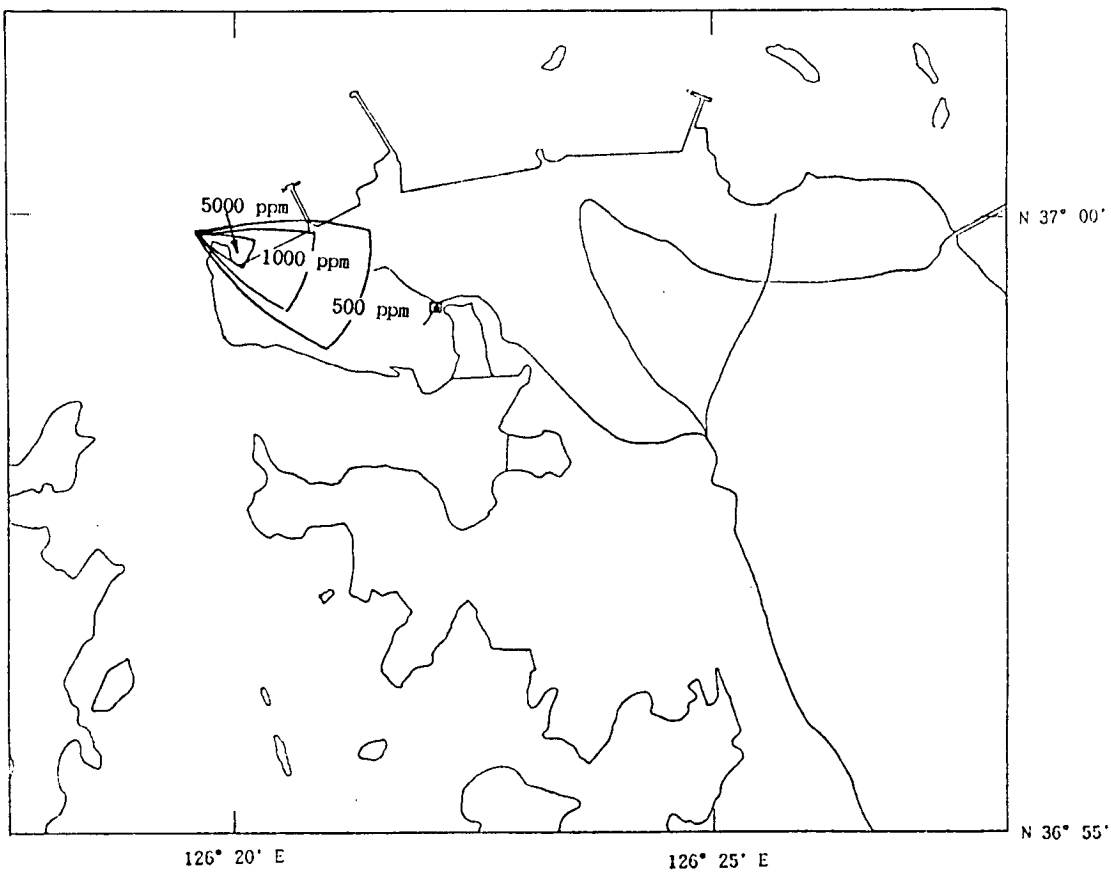


Fig. 5-5. Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability B and wind speed 4 m/s with no inversion.

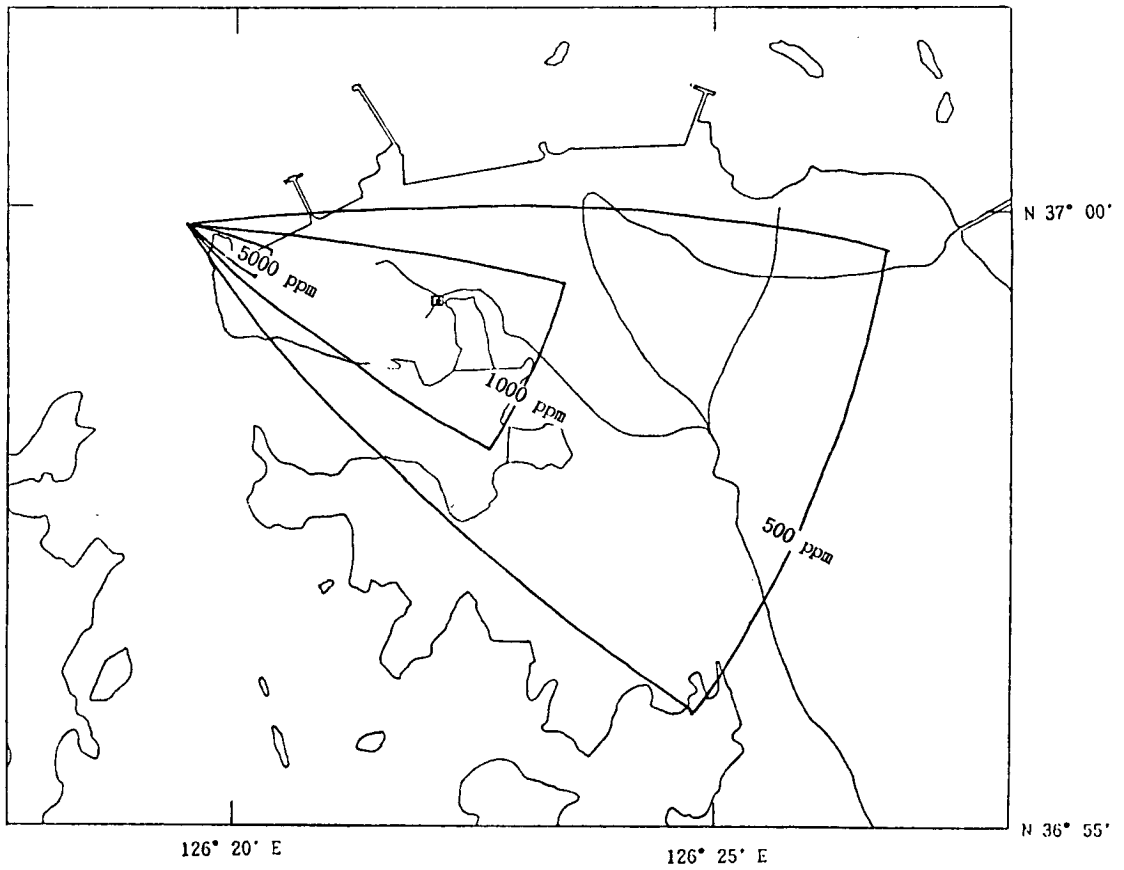


Fig. 5-6. Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability B and wind speed 4 m/s with inversion.

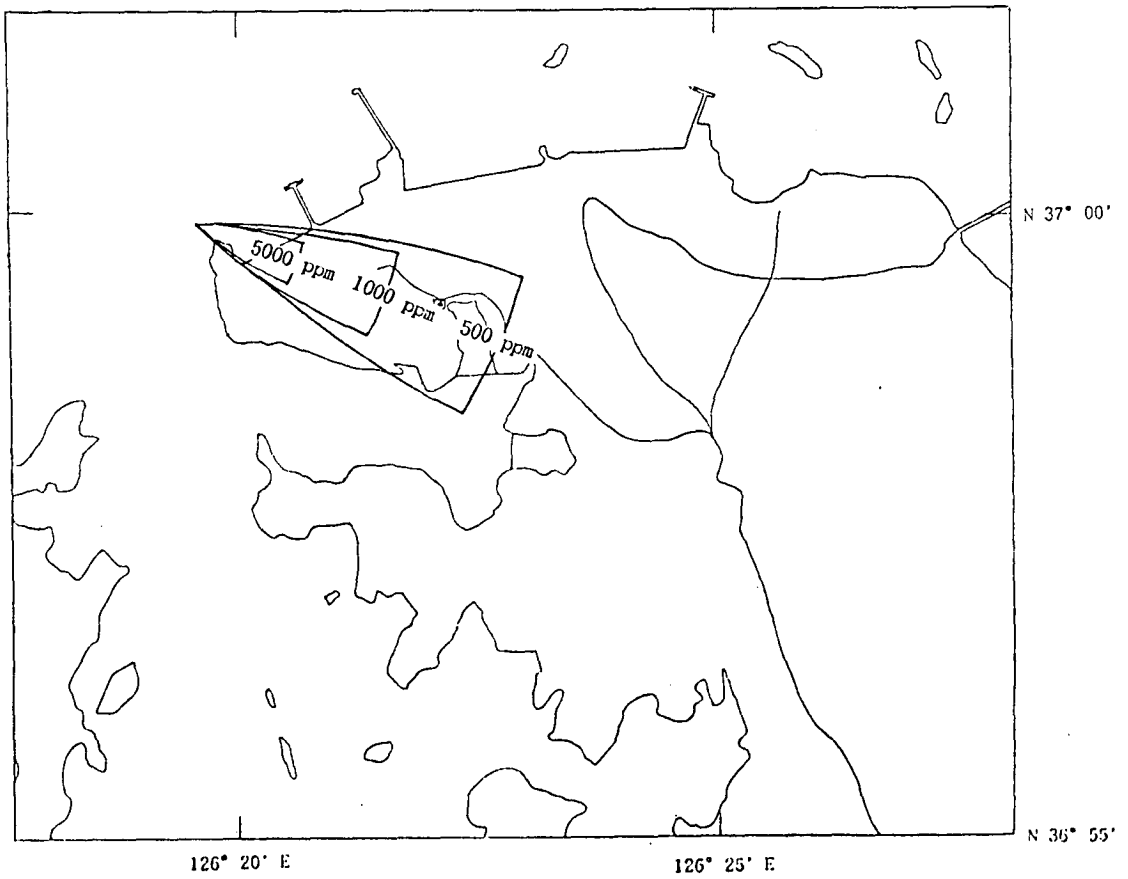


Fig. 5-7. Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability C and wind speed 4 m/s with no inversion.

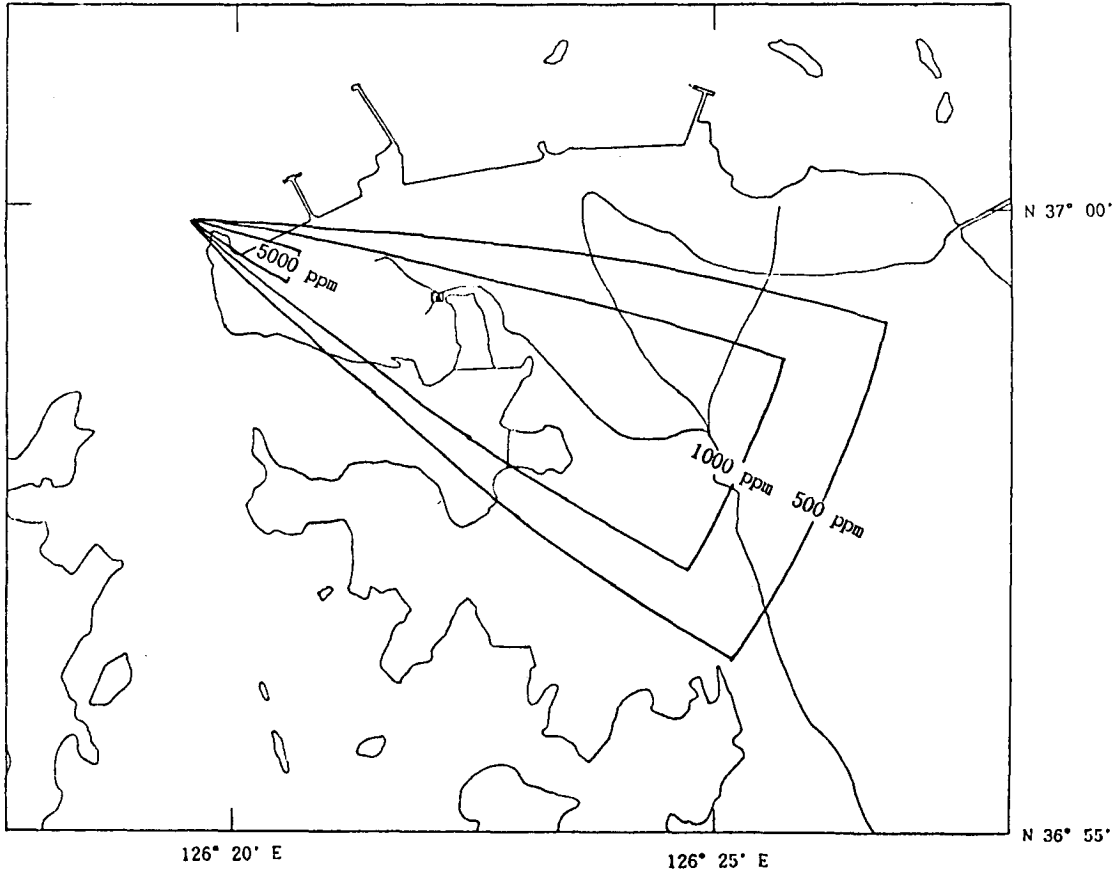


Fig. 5-8. Aerial dispersion of naphtha in atmospheric stability C and wind speed 4 m/s with inversion.

참고문헌

- 해양경찰청. 1993. 좌초선박 프론티어 익스프레스호 관련 보고. 4 pp.
- Environment Canada. 1985. EnviroTips Information for Problems Spills:
Naphtha, 78 pp.
- NCS. 1992. ALOHA User's Manual.
- US EPA. 1987. Technical Guidance for hazards Analysis: Emergency
Planning for Extremely Hazardous Substances.
- USGC. 1978. CHRIS Response Methods Handbook Commandant
Instruction M16465.14.

제 6 장

유해물질 사고시에 필요한
과학적인 방제 및 정화기술

제 6 장 유해물질 사고시에 필요한 과학적인 방제 및 정화기술

제 1 절 서언

1991년 4월 3일 경기도 수원시 상공회의소앞 도로상에서 염화술포산을 운송중이던 탱크로리와 덤프트럭이 충돌하여 전복되면서 95% 염화술포산 12,000 l 가 유출되었고 2명이 사망하고 23명이 부상당하는 사고가 발생하였다(유독물관리협회, 1992). 사고가 발생하자 수원소방서는 화재진압중 유출물에 소방용수를 뿌림으로써 물이 염화술포산과 반응해서 염소가스가 발생하여 주민이 대피하는 소동이 벌어졌다. 이 사건은 유해물질 사고시에 물질에 따라 과학적인 방제작업을 실시하지 못했을 경우 어떠한 예기치 않은 문제가 발생할 수 있는지를 잘 보여주는 예라고 할 수 있다. 지난 1992년 3월 23일에는 광주시 북구 용봉동 해양도시가스공장의 가스탱크에서 화재가 발생하면서 30톤짜리 가스 저장탱크 6개중 3개가 연쇄폭발하는 사건이 발생했다. 인근 2.5km 이내의 3개동 주민 2만여명이 긴급대피했으며 15명이 화상을 입고 20억원의 재산피해를 내기도 했다.

이 이외에도 군산 TDI 누출사고, 낙동강 폐놀 유출사고 등 최근 수년동안 화학물질의 누출, 유출, 폭발사고가 빈번하게 발생하고 있다. 그러나 이러한 화학물질 사고처리를 위한 준비는 매우 미흡한 실정이다. 유해물질 사고시에 과학적인 방제작업과 정화작업을 실시하기 위해서는 여러가지 기술과 이를 뒷받침할 수 있는 체제가 필요하다. 유출물이 확인되고 현장에서 1차 응급방제조치가 이루어지는 동시에 확산예측 및 위험평가가 실시되고 나면 본격적인 방제작업과 정화작업이 시작될 수 있다. 그러나 실제로 이러한 작업이 완벽하게 진행되기 위해서는 각종 기술과 경험이 뒷받침되어야만 한다.

방제작업이 개시되면 우선 사고지역을 통제하기 위한 기술이 필요하다. 방제작업을 실시하는 모든 인원과 인근 주민의 안전을 위해서는 사고지역을 3가지 구획으로 구분하고, 모든 접근을 적절히 통제하며, 필요에 따라서 신속하게 대피나 소개에 들어갈 수 있게 해야 한다. 표준방제과정 또한 긴급한 상황에서 반드시 필요하다(Veasey and Oldfield, 1992). 사고 상황은 항상 시간적으로 촉박하기 때문에 현장에서 자세하고 체계적인 작업지시를 마련하여 명령하기란 아주 어렵다. 표준방제과정이란 세부적인 방제작업 과정을 사전에 준비해 두었다가 현장의 책임자가 이를 사고 상황에 맞게 수정한 후 신속히 지시할 수 있게 해 준다(Backensto and Andrews, 1992). 이때 방제작업을 실시하는 모든 인원은 화학물질의 특성과 사고의 위험도에 따라 적절한 방호장비를 갖추어야 한다. 적절한 보호장비가 없이 방제인력이 투입될 경우 예기치 않은 인명의 피해가 발생할 수 있다. 하지만 각종 사고에 대비한 다양한 보호장비가 구비되지 못한 우리나라의 상황에서는 방호장비의 적절한 선택이라는 것이 아직 불가능한 상태이다.

각 유해물질에 대해 어떠한 방제방법과 정화방법을 선택할 것인가는 전적으로 물질의 특성과 현장의 상황에 좌우된다. 방제방법과 정화방법의 선택을 위해서는 물질별로 사용이 가능한 방법과 사용해서는 안되는 방법이 규정되어 있어야만 한다. 여러가지 방법이 가능하다면 어떠한 방법을 사용했을 때 가장 효과적이고 안전하며, 환경과 재산피해를 줄일 수 있는지를 결정해야만 한다. 이러한 결정과정에는 주관적인 판단이 개재되어서는 안되며, 가능한 많은 정보가 확보된 상태에서 객관적인 판단기준에 따라 결정이 이루어져야 한다.

유해물질의 방제에 필요한 기술은 크게 6가지로 대별할 수 있다. 첫째, 누출억제 기술은 저장용기나 탱크로부터 유해물질이 누출되고 있을 때 이를 저지함으로써 누출량을 최소화하는데 필요한 기술이다. 둘째, 확산 억제기술은

누출된 물질이 넓은 지역으로 확산되어 피해가 증가하지 않도록 막기 위한 기술이다. 세째, 물리적 수거기술은 누출된 물질을 효과적으로 제거하는데 필요한 기술이다. 네째, 화학적 처리기술은 물리적인 수거가 불가능할 경우 누출된 물질을 화학적으로 처리하여 피해를 최소화하는데 필요한 기술이다. 다섯째, 오염 정화기술은 오염물질이 잔류하여 지속적인 피해가 발생하지 않도록 외부와 차단하거나 분해시키는 등 최종적인 사고처리에 필요한 기술이다. 여섯째, 폐기물 처리기술은 누출된 물질과 방제작업에 소요된 오염된 폐기물들을 처리하거나 재활용하는데 필요한 기술이다.

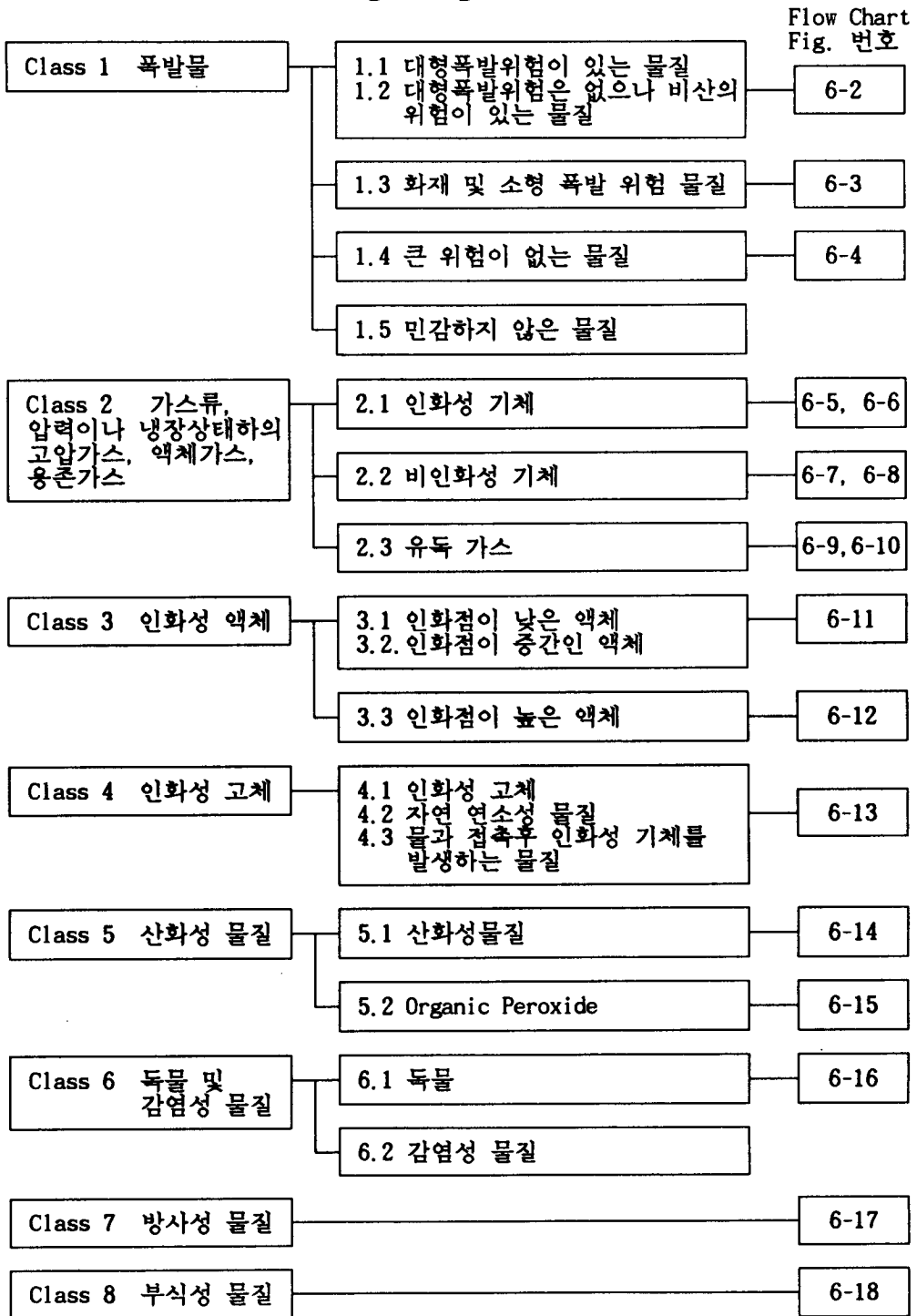
본 연구에서는 이렇게 광범위한 세부기술을 3년이내에 확보하기 위하여 13가지 핵심기술로 분류하고 단계별 달성 목표를 설정하였다. 우선 1차년도에는 사고시 처리방법의 선택에 필요한 판단 자료를 제공하는 것이 시급하다고 보고 17종류의 위험물 분류별 방제 흐름도(Flow chart)를 제작하였으며(2절), 1024종의 유해물질에 대한 방제 정화방법 요약집을 작성하였다(3절). 또한 우리나라에서는 아직까지 겔화제가 생산되지 않기 때문에 유류오염사고 등에 고형화를 통한 물리적인 수거가 불가능한 상태임을 감안하여 성능이 우수하고 독성이 낮은 겔화제를 개발하고자 하였다. 성능이 우수한 제3세대 겔화제의 개발은 단시간에 달성될 수 없기 때문에 1차년도부터 성분탐색과 시제품 개발을 시작하였다(4절). 세부적인 방제 및 정화기술은 물질의 특성을 침강성, 부유성, 용존성 등으로 구별하였으며 1차년도에는 침강물질의 처리에 필요한 각종 기술의 타당성과 문제점 등에 관하여 논의하였다(5절).

제 2 절 유해물질의 분류별 방제 및 정화 방법의 흐름도

위험물 수송에 관한 UN의 권고나 국제해사기구의 분류코드는 위험물을 9가지 Class로 분류하고 있다. 이러한 통일된 분류기준은 각 Class별 방제방법의 수립을 가능하게 하였다. 사고상황에서 1차 응급조치에 사용하는 응급 방제 지침도 이러한 분류기준에 근거하여 세부적으로 66가지로 분류하고 있으나(DOT, 1992). 이러한 응급 방제 지침은 사고상황에 따라 방제 방법을 선택하는데는 불충분한 점이 없지 않다. 또한 유해물질의 방제훈련 등을 실시할 때 사고의 시나리오에 따른 방제 훈련이 필수적이므로 상황설정에 따라 흐름도를 따라가는 연습이 필요하다(ASTM, 1990).

본 연구에서는 방제 및 정화방법의 선택에 있어서 가장 위험성에 따른 분류기준을 Class별 9가지 분류에 기초하여 각개의 Division에 따라 17가지로 상황을 설정하고 적합한 방법을 선택할 수 있도록 흐름도를 작성하였다(Fig. 6-1). 본 흐름도는 Class 1에 속하는 폭발물 3 종류, Class 2에 속하는 가스류 6종류, Class 3에 속하는 인화성 액체 1종류, Class 4에 속하는 인화성 고체 1종류, Class 5에 속하는 산화성물질 2종류, Class 6에 속하는 독물 1종류, Class 7에 속하는 방사성물질 1종류, Class 8에 속하는 부식성물질 1종류 등 모두 17가지 방제 흐름도를 작성하였다(Fig. 6-2 - 6-18). 흐름도는 상황을 묻는 질문에 따라 판단분기가 이루어지며, 긍정이면 수평으로 이동하며, 부정이면 수직적으로 이동하게 된다.

Fig. 6-1. Figure number of flow chart according to the hazard classification of dangerous goods



Class 1 폭발물(Explosives)/Division 1.1, 1.2

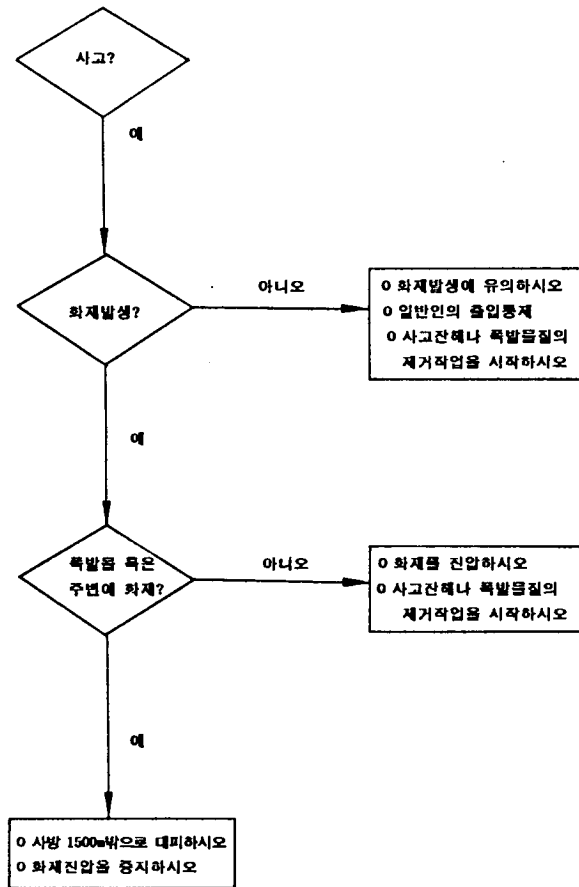


Fig. 6-2. Flow chart of emergency response in case of the accident of explosives(IMO Class 1) having mass explosion and projection hazard.

Class 1 폭발물(Explosives)/Division 1.3

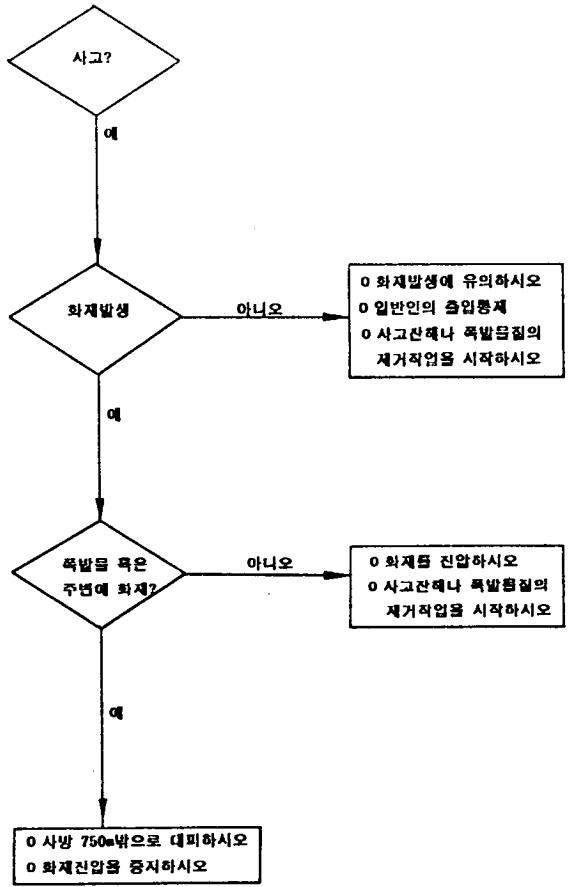


Fig. 6-3. Flow chart of emergency response in case of the accident of explosives(IMO Class 1) having fire hazard.

Class 1 폭발물(Explosives)/Division 1.4

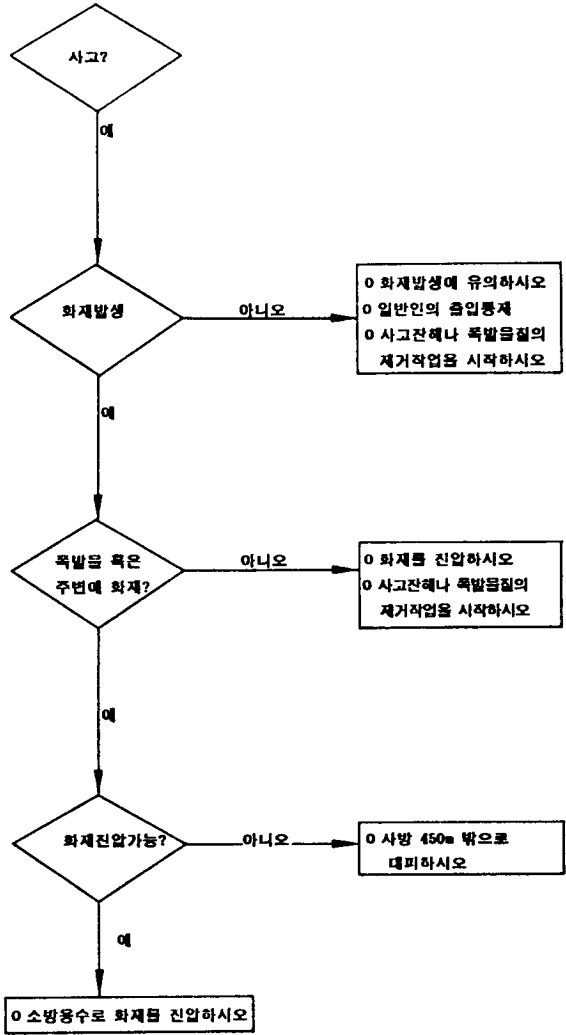


Fig. 6-4. Flow chart of emergency response in case of the accident of explosives(Class 1) having no significant hazard.

Class 2 가스류(Gases)/Division 2.1 인화성 기체(Flammable Gas)/Bulk

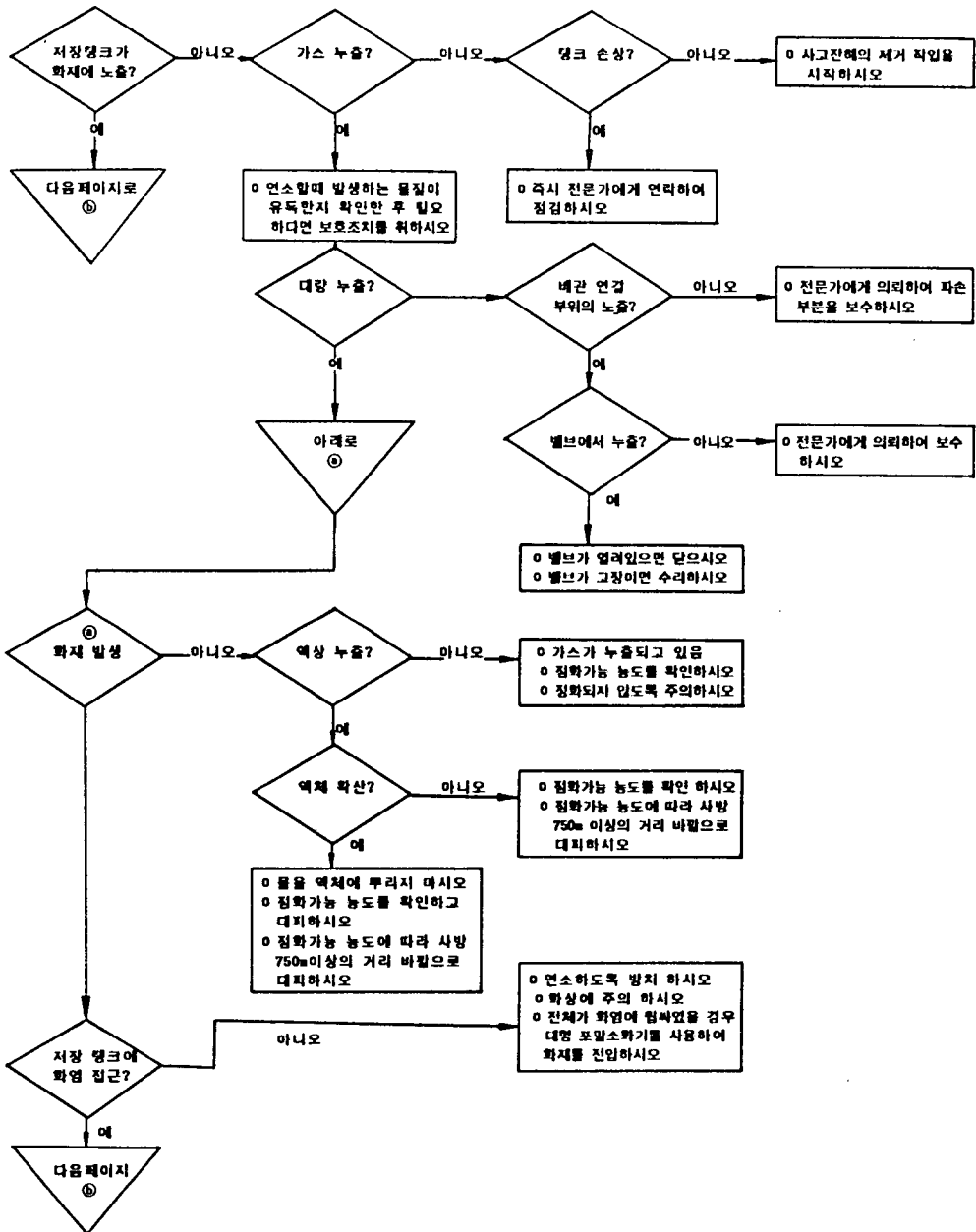


Fig. 6-5. Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable gas(Class 2) transported in bulk.

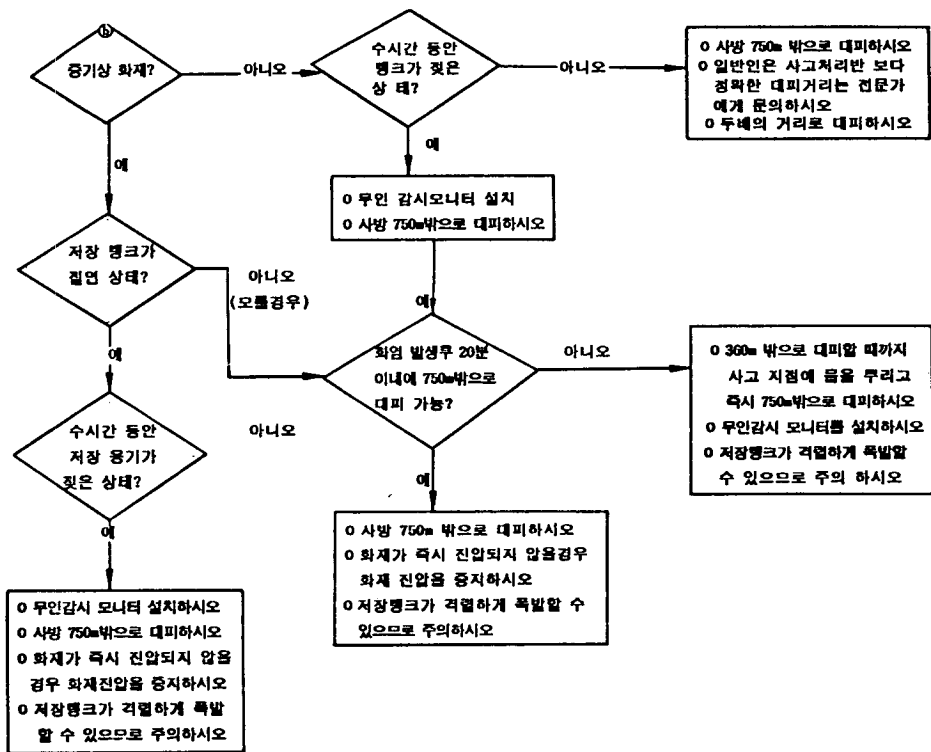


Fig. 6-5 (Continued). Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable gas(Class 2) transported in bulk.

Class 2 가스류(Gases)/Division 2.1 인화성 기체(Flammable Gas)/Cylinder

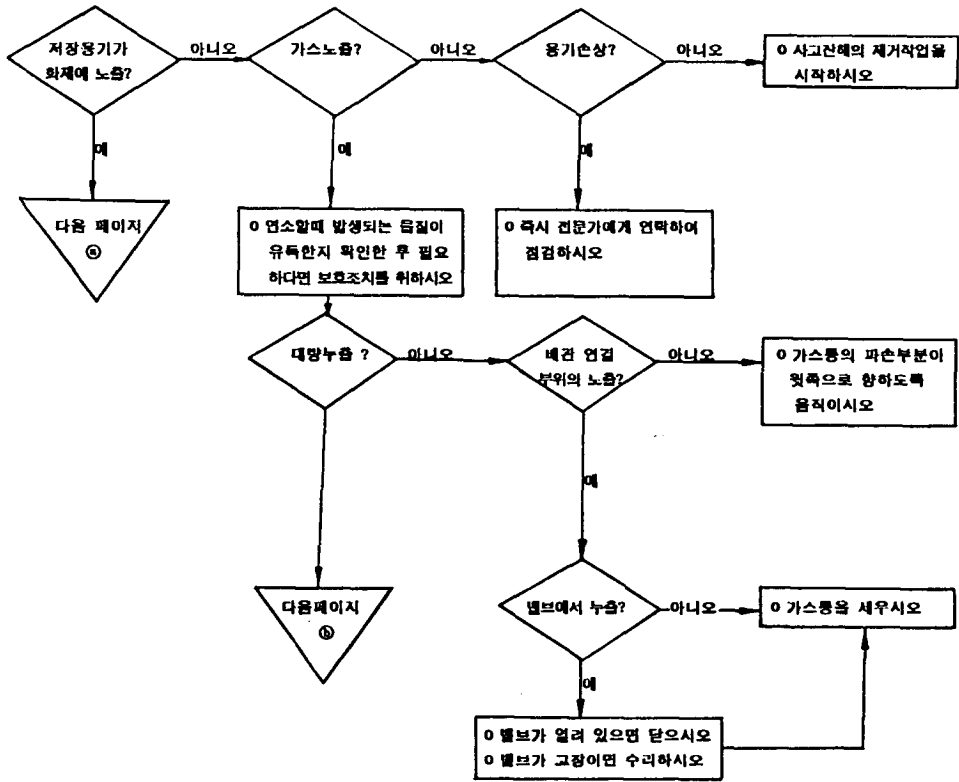


Fig. 6-6. Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable gas(Class 2) transported in cylinder.

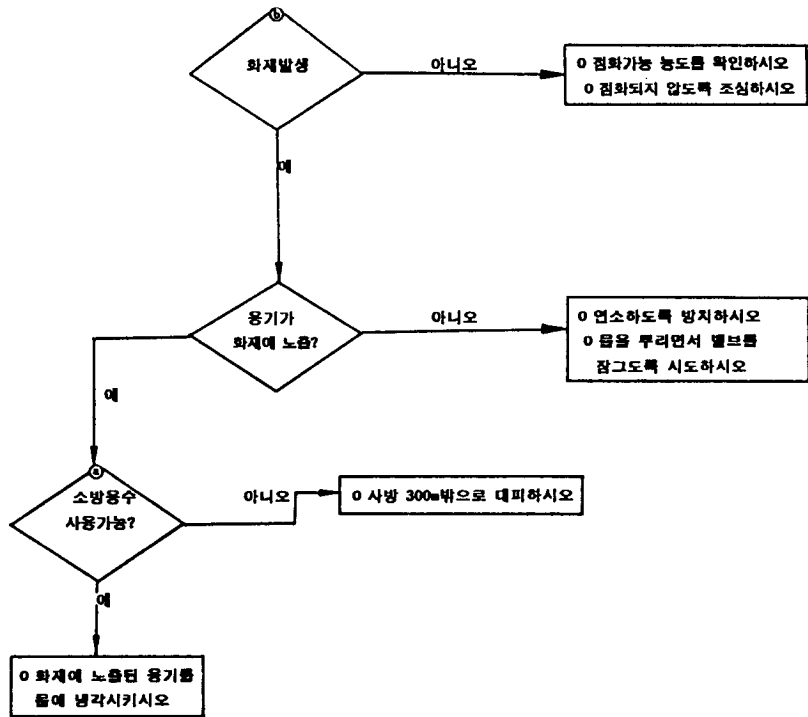


Fig. 6-6 (Continued). Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable gas(Class 2) transported in cylinder.

Class 2 가스류(Gases)/Division 2.2 비인화성 기체
(Nonflammable Gas)/Bulk

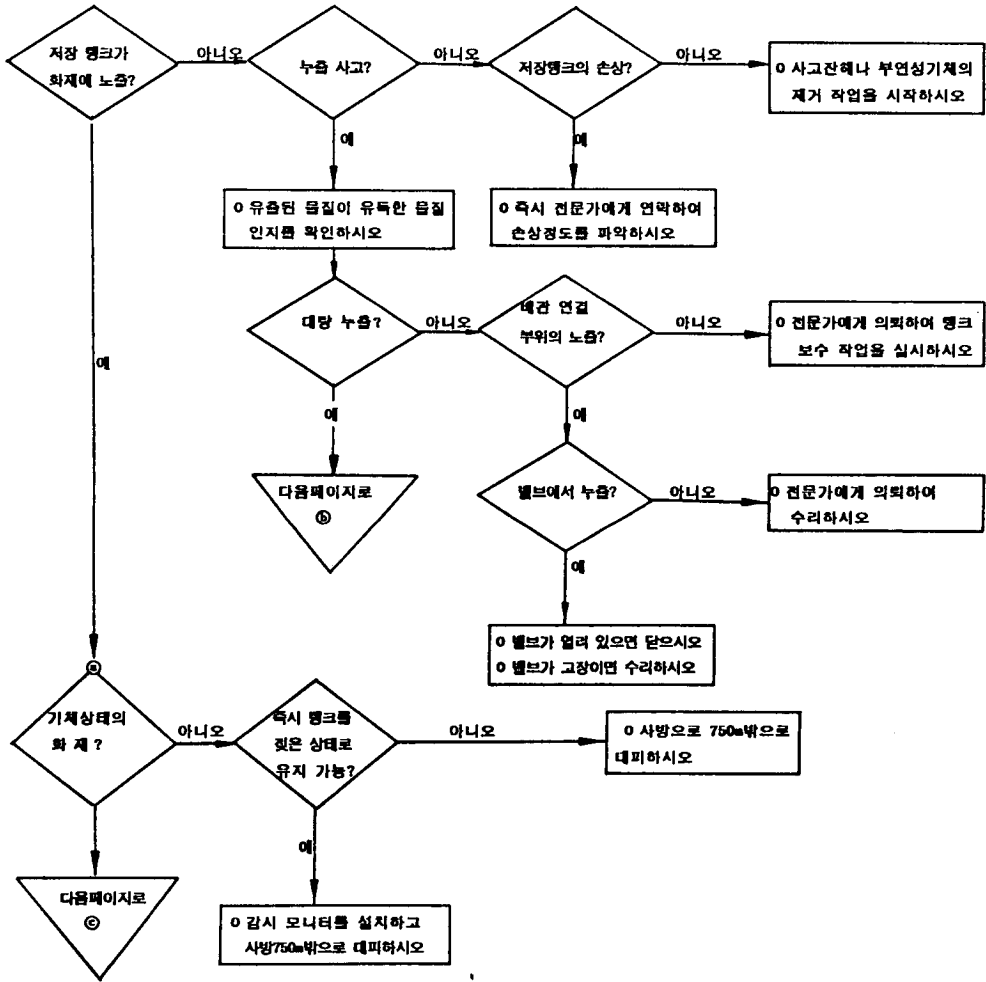


Fig. 6-7. Flow chart of emergency response in case of the accident of nonflammable gas(Class 2) transported in bulk.

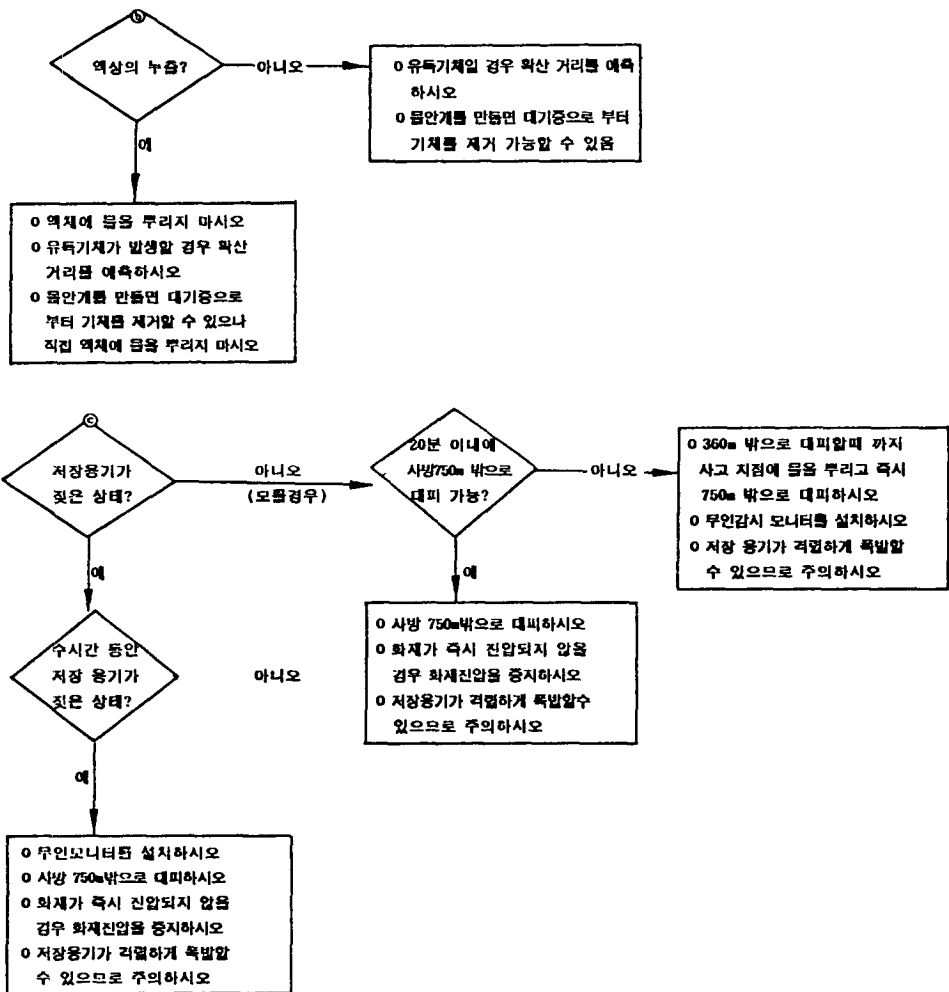


Fig. 6-7 (Continued). Flow chart of emergency response in case of the accident of nonflammable gas(Class 2) transported in bulk.

Class 2 가스류(Gases)/Division 2.2 비인화성 기체
(Nonflammable Gas)/Cylinder

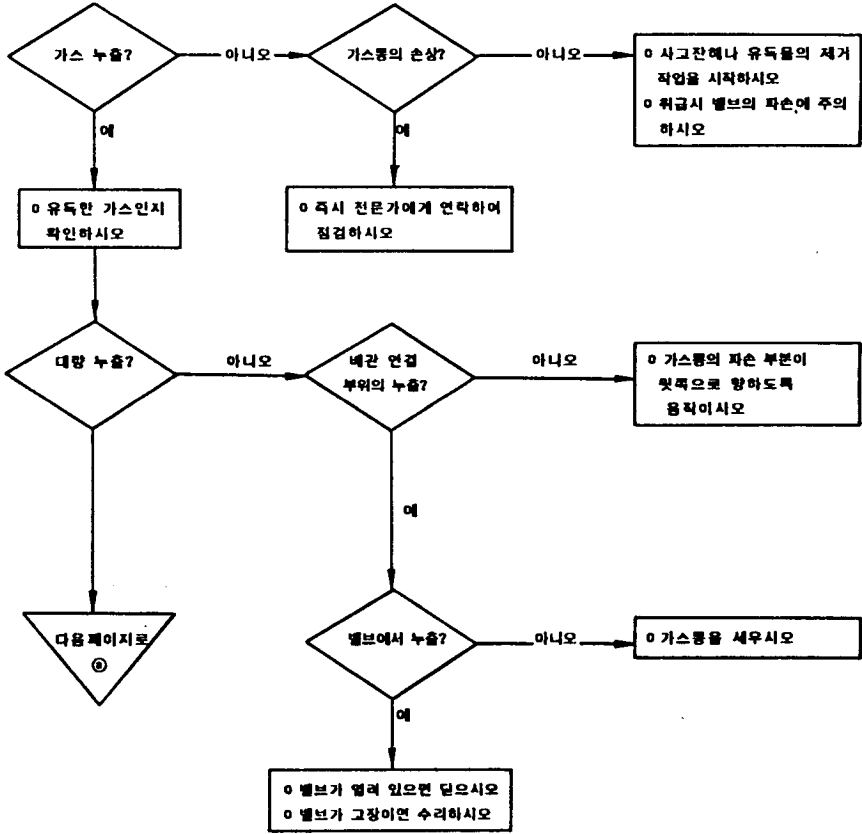


Fig. 6-8. Flow chart of emergency response in case of the accident of nonflammable gas(Class 2) transported in cylinder.

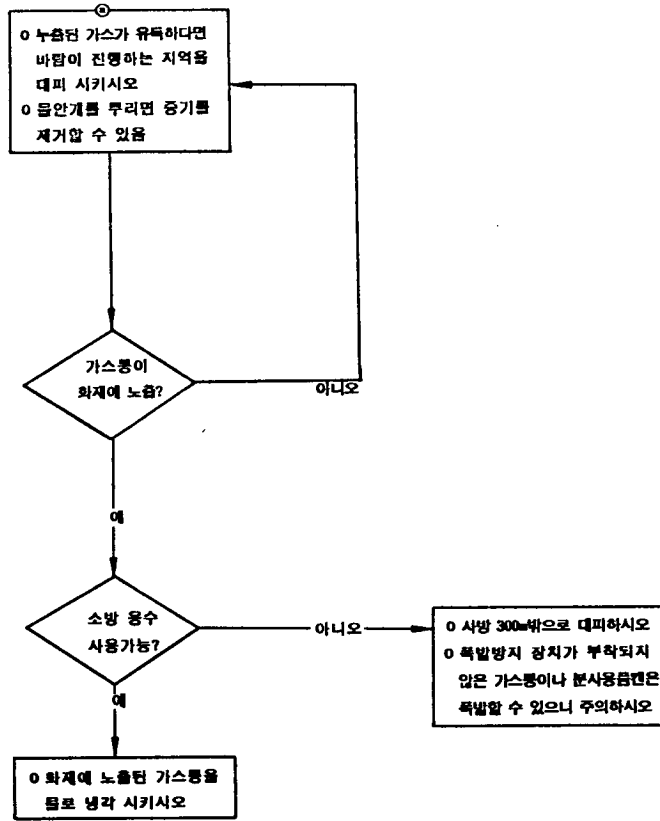


Fig. 6-8 (Continued). Flow chart of emergency response in case of the accident of nonflammable gas(Class 2) transported in cylinder.

Class 2 가스류(Gases)/Division 2.3 유독가스(Poison Gas)/Bulk

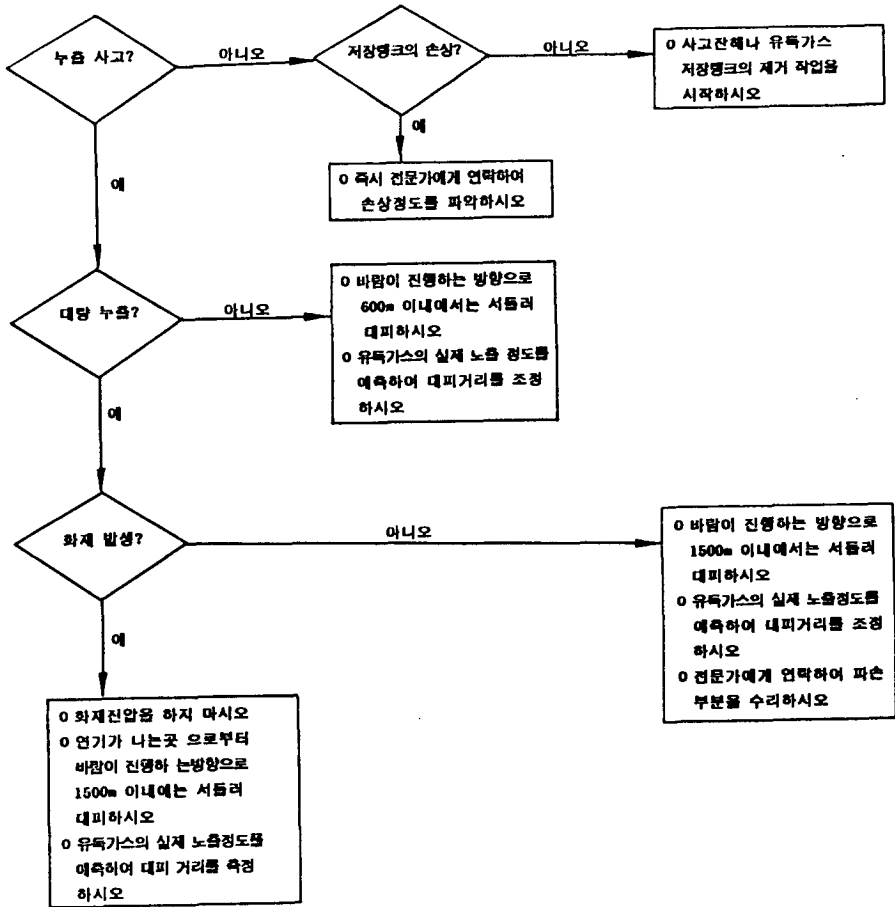


Fig. 6-9. Flow chart of emergency response in case of the accident of poison gas(Class 2) transported in bulk.

Class 2 가스류(Gases)/Division 2.3 유독가스(Poison Gas)/Cylinder

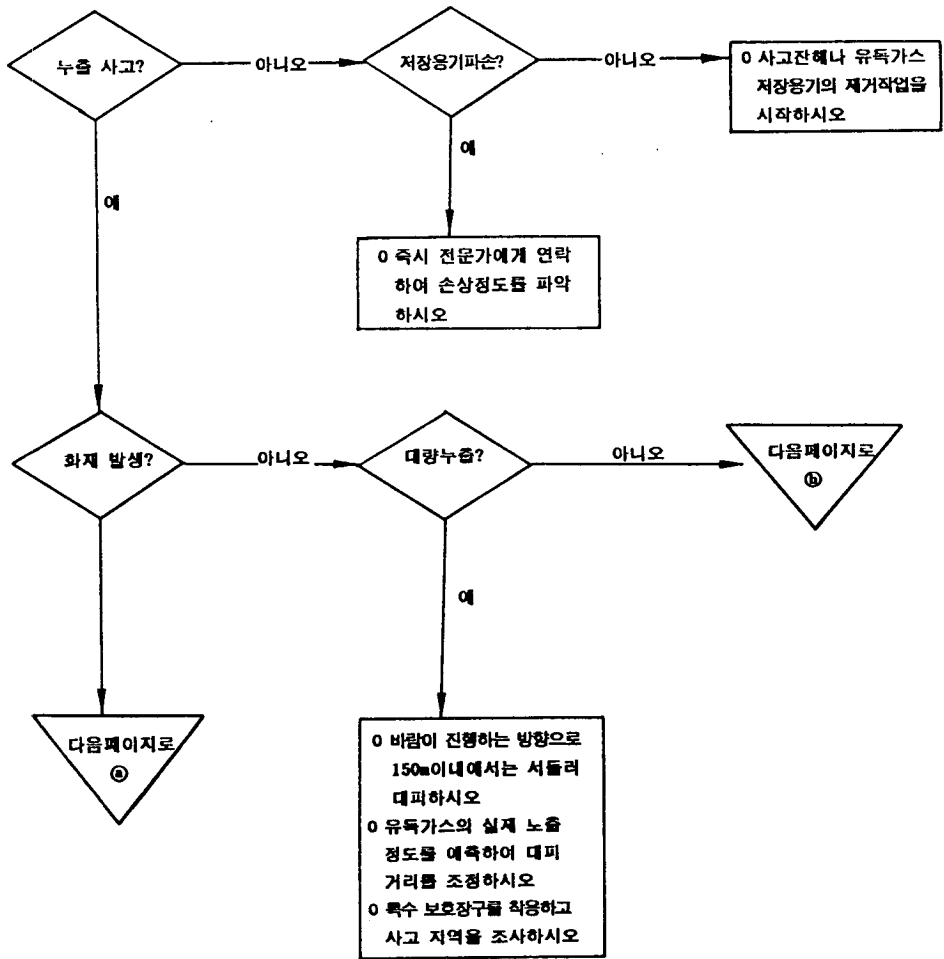


Fig. 6-10. Flow chart of emergency response in case of the accident of poison gas(Class 2) transported in cylinder.

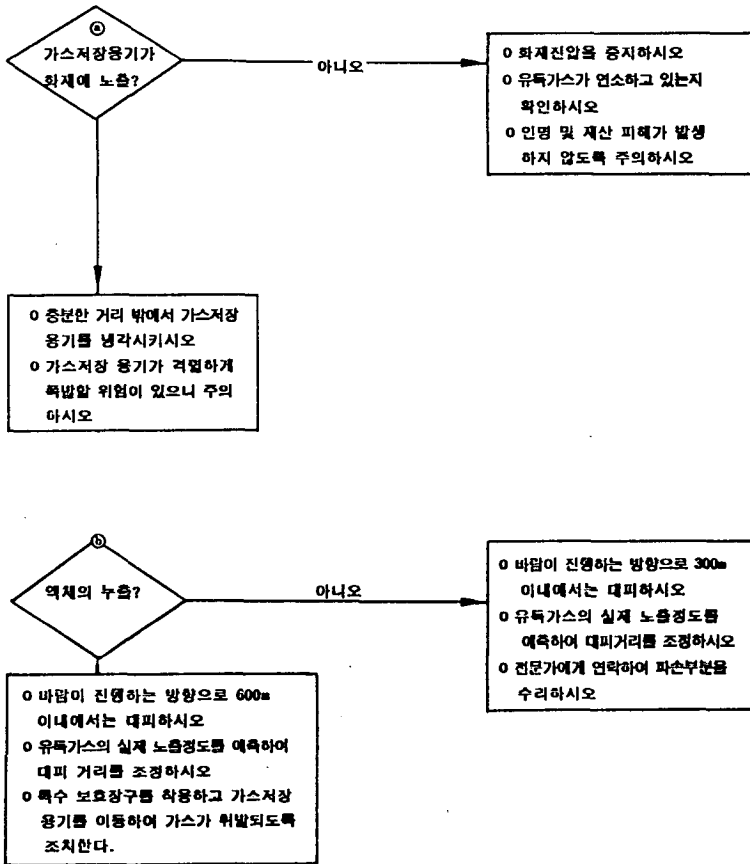


Fig. 6-10 (Continued). Flow chart of emergency response in case of the accident of poison gas(Class 2) transported in cylinder.

Class 3 인화성 액체(Flammable Liquids)/Division 3.1, 3.2

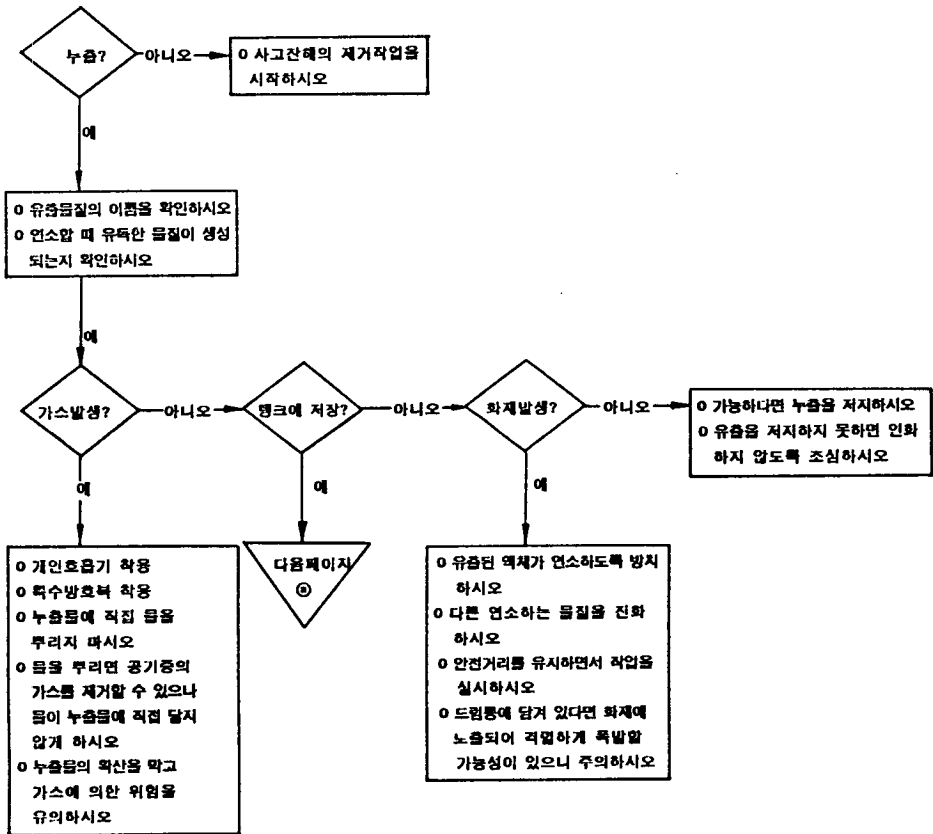


Fig. 6-11. Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable liquid(Class 3) having low flash point and intermediate flash point.

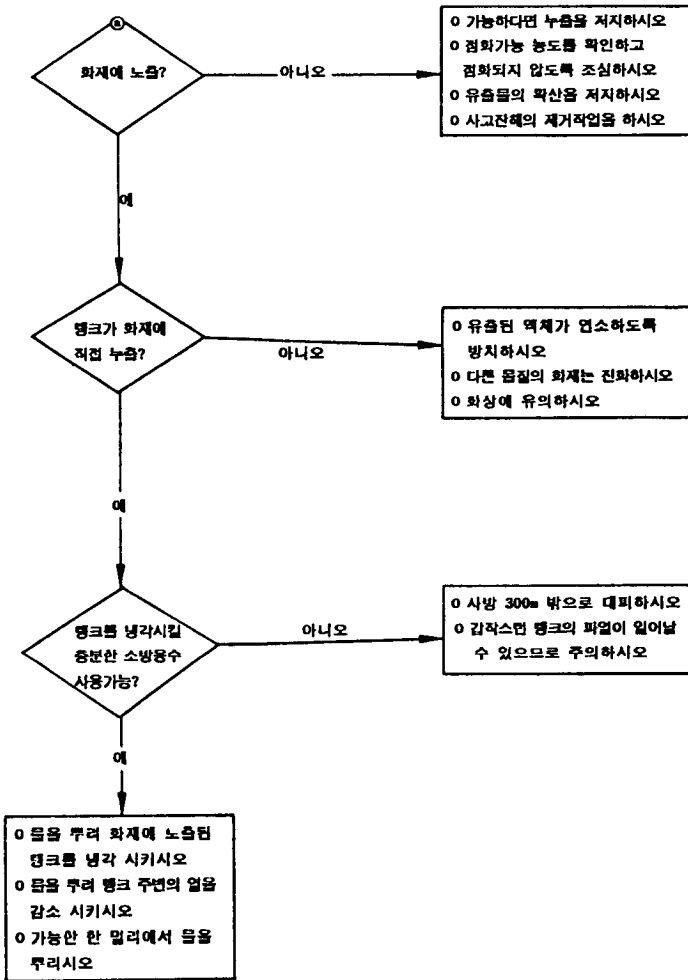


Fig. 6-11 (Continued). Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable liquid(Class 3) having low flash point and intermediate flash point.

Class 3 인화성 액체(Flammable Liquids)/Division 3.3

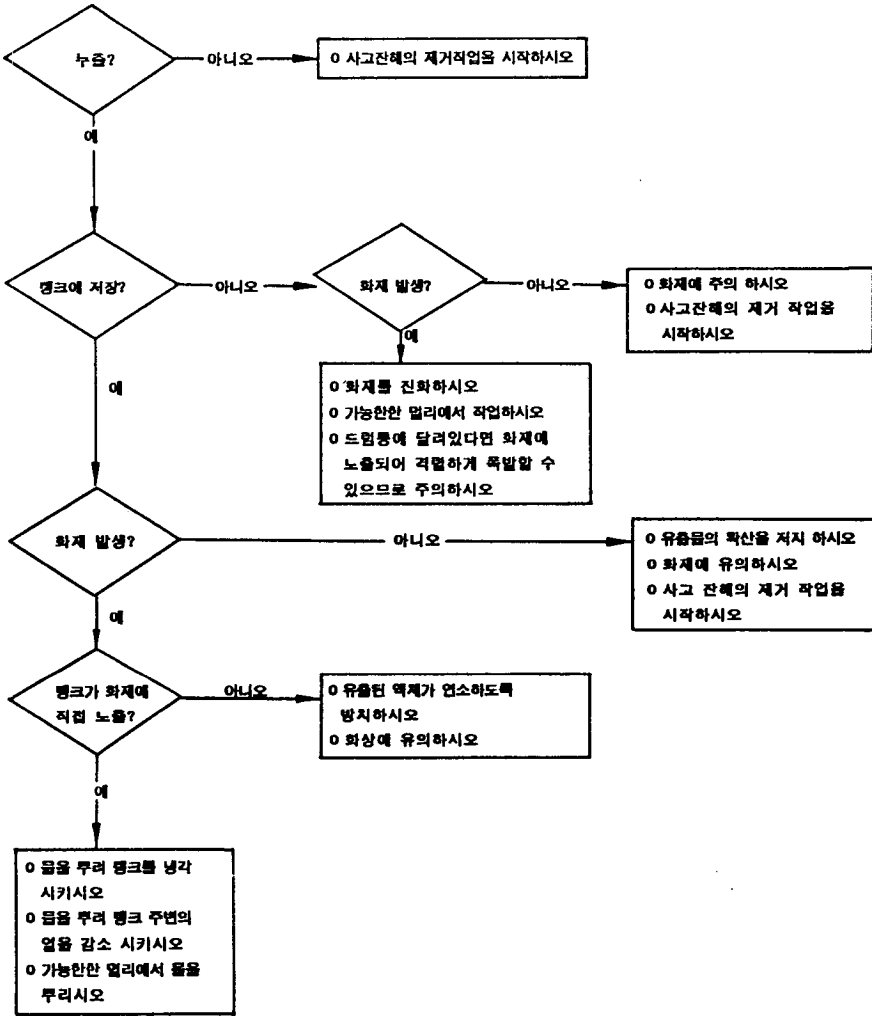


Fig. 6-12. Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable liquid(Class 3) having high flash point.

Class 4 인화성 고체(Flammable Solids)/Division 4.1, 4.2, 4.3

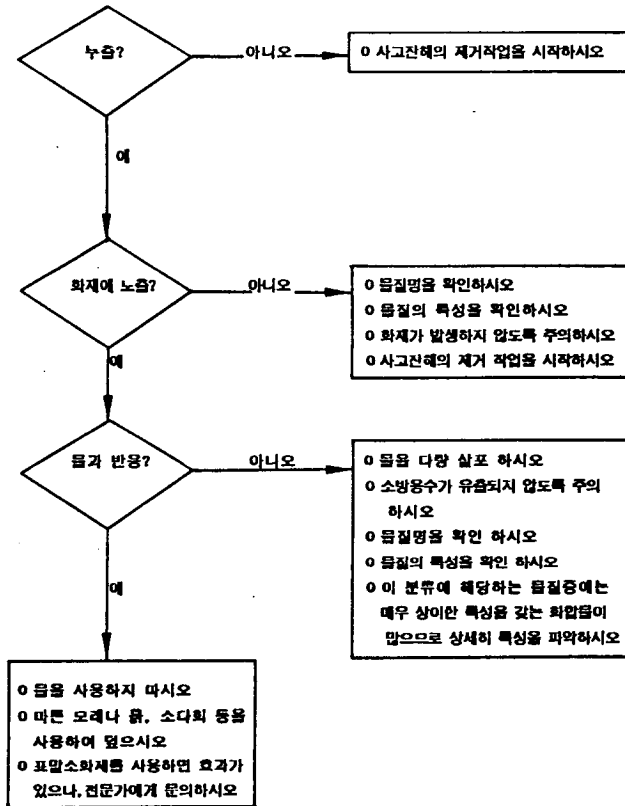


Fig. 6-13. Flow chart of emergency response in case of the accident of flammable solid(Class 4) having low flash point and intermediate flash point.

Class 5 산화성 물질(Oxidizing Substances)/Division 5.1

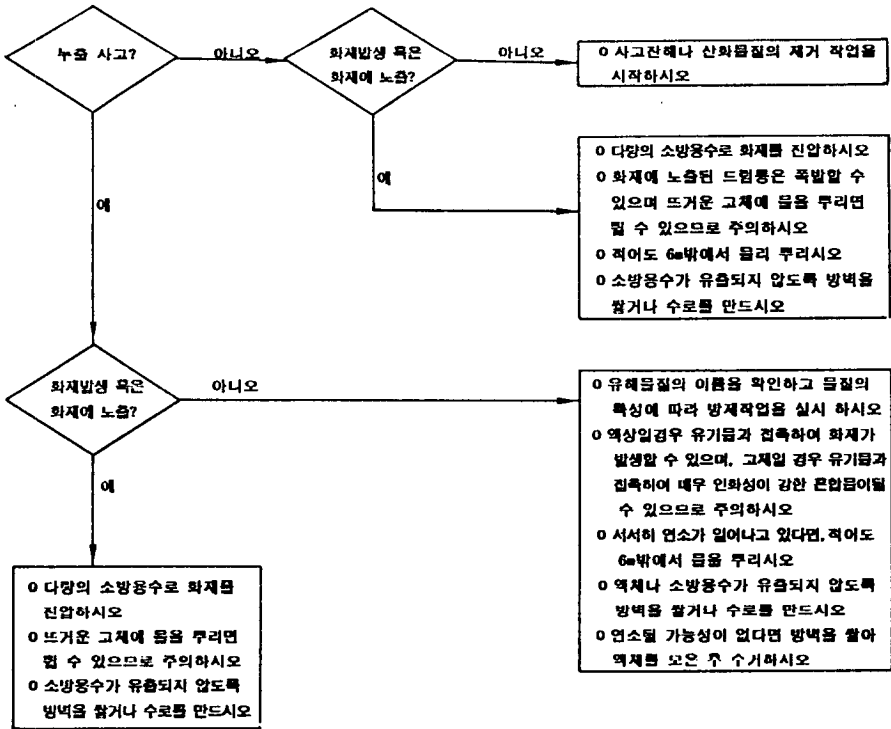


Fig. 6-14. Flow chart of emergency response in case of the accident of oxidizing substances(Class 5).

Class 5 산화성 물질(Oxidizing Substances)/Division 5.2
Organic Peroxides

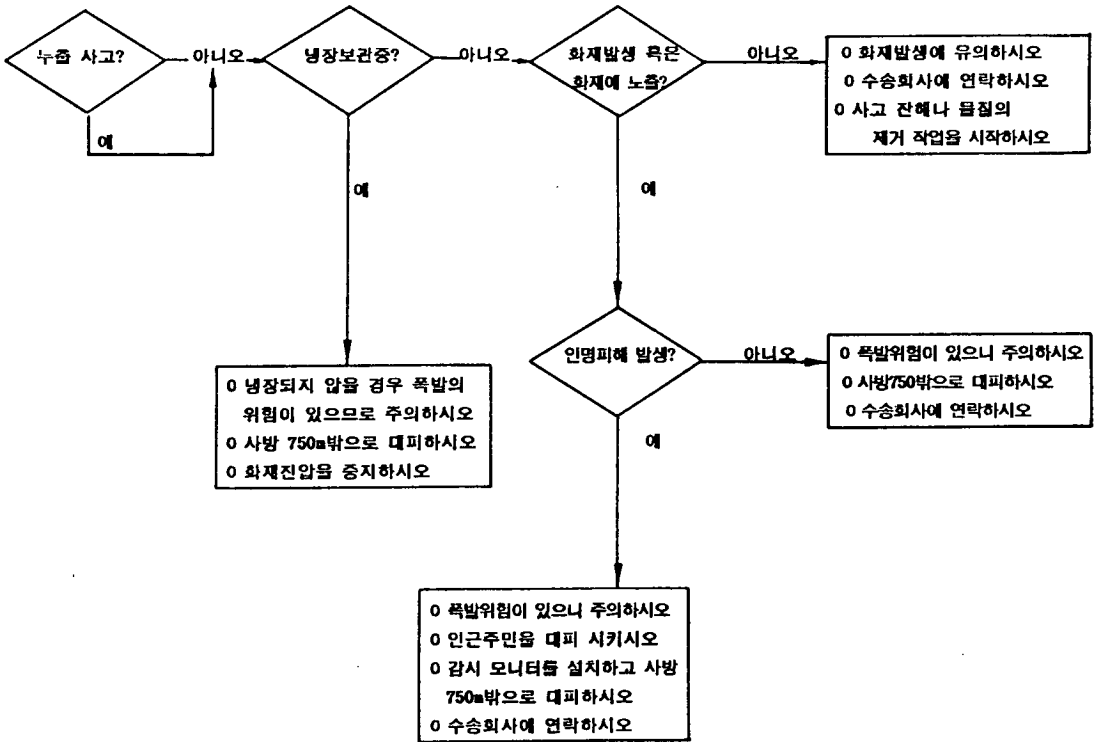


Fig. 6-15. Flow chart of emergency response in case of the accident of organic peroxide(Class 5).

Class 6 독물(Poisonous Substances)/Division 6.1 독물
(Poisonous Substances)

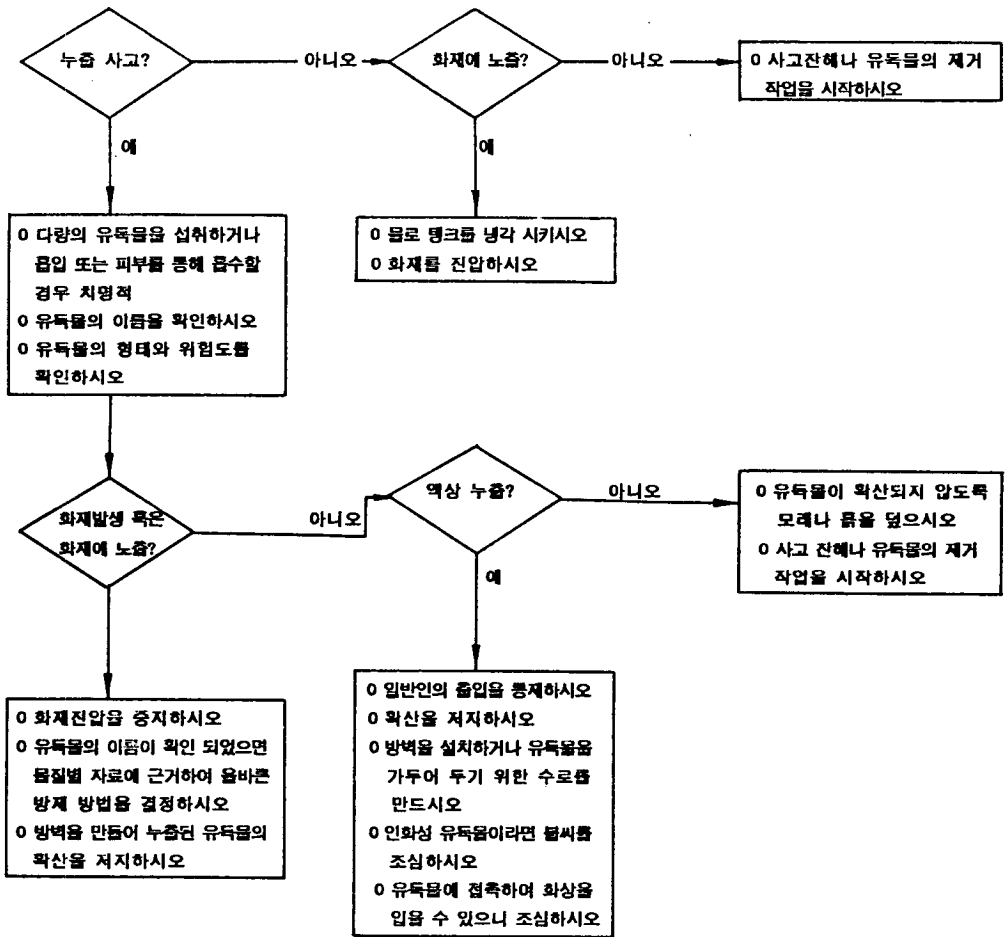


Fig. 6-16. Flow chart of emergency response in case of the accident of poisonous substances(Class 6).

Class 7 방사성 물질(Radioactive Materials)

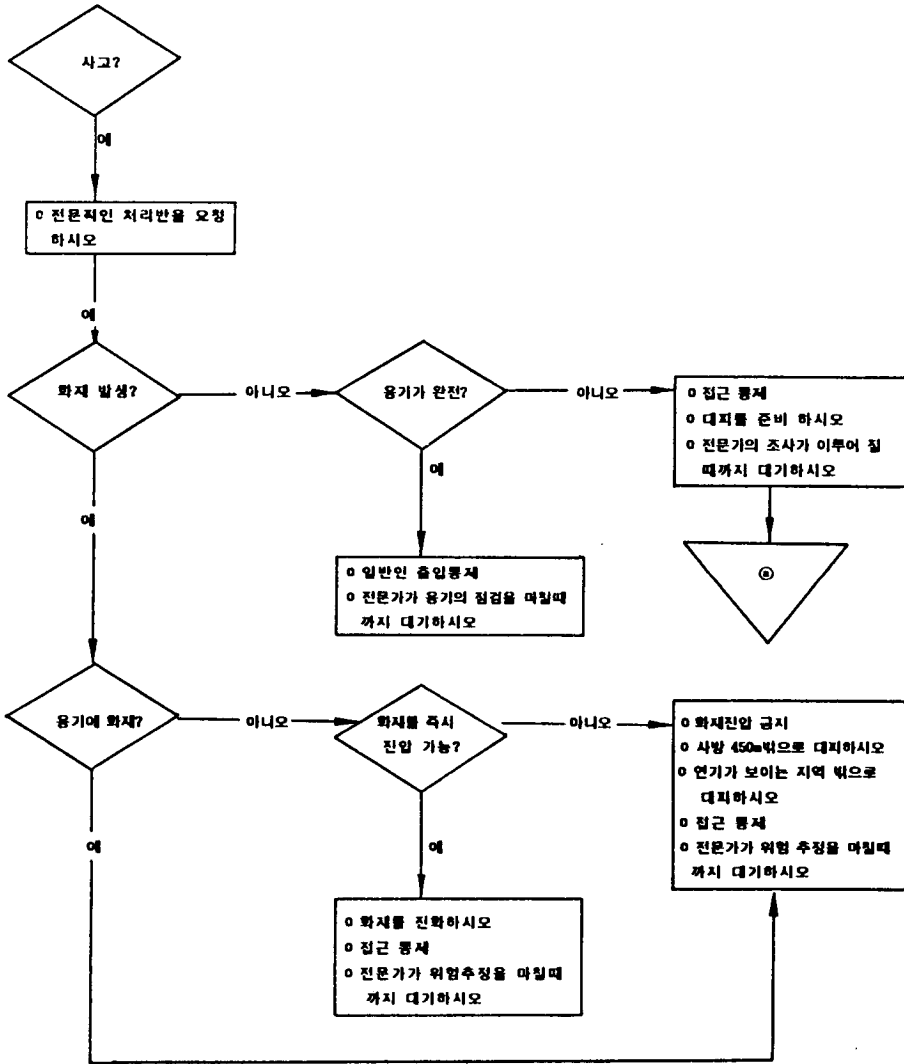


Fig. 6-17. Flow chart of emergency response in case of the accident of radioactive material(Class 7).

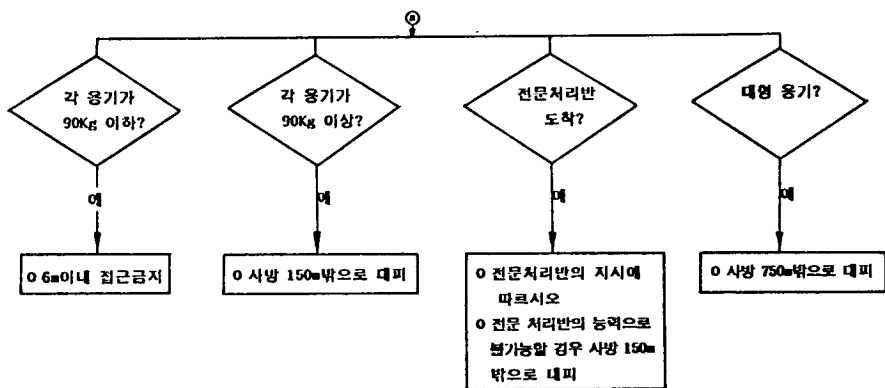


Fig. 6-17 (Continued). Flow chart of emergency response in case of the accident of radioactive material(Class 7).

Class 8 부식성 물질(Corrosives)

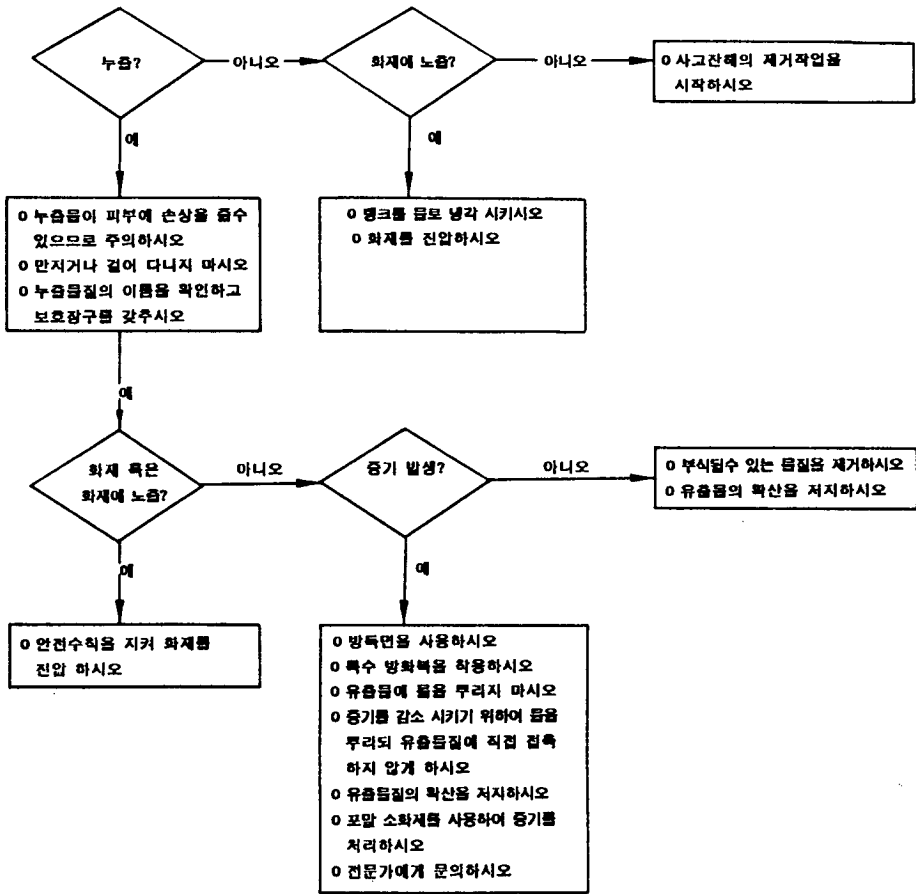


Fig. 6-18. Flow chart of emergency response in case of the accident of corrosives (Class 8).

제 3 절 유해물질별 방제 및 정화방법 선택

유해물질의 사고처리는 크게 2단계로 진행된다. 유해물질 사고 현장에 긴급 출동한 방제요원은 유출물질을 확인하여 1차 응급조치를 취하여, 중앙의 전문가에게 상황을 보고하여 위험추정을 마친 후 2차 방제조치를 취하게 된다. 유해물질은 종류가 방대하므로 긴급한 1차 조치 상황에서는 화재와 건강에 대한 위험도를 파악하여 접근을 통제하면서 화재를 진화하고 누출을 억제하는 수준을 넘지 못한다. 이 때 누출된 화학물질에 대한 일반적인 특성과 유출시 주의사항, 화재시 특징과 대응책, 증기와 액체의 신체 노출시 응급조치 방법, 수질오염시 조치사항, 독성과 화학적 반응성, 수질오염의 가능성, 선적정보, 물리화학적 특성 등의 정보가 제공되면 매우 도움을 줄 수 있다. 그러나 본격적인 방제작업과 정화작업이 시작되는 2단계에서는 어떠한 방법을 사용할 수 있으며 어떠한 방법을 사용할 수 없는가에 관한 정보가 주어져야만 한다(USCG, 1978).

본 절에서는 이러한 방법 선택에 필요한 정보를 제공하기 위하여 유해물질 1024종에 대한 방제 정화방법 요약자료를 작성하였다. 방제 및 정화방법은 18가지로 세분하였으며 주의 사항 및 정보를 별도로 제공하여 참조할 수 있게 하였다. 18가지 방제 및 정화방법은 1) 접근제한 조치, 2) 인화성물질 제한 조치, 3) 긴급대피 및 소개 조치, 4) 오염수의 식수 사용금지, 5) 오염지역의 경작금지, 6) 오염수의 공업용수 사용금지, 7) 회석 및 분산조치, 8) 누출 억제 조치, 9) 펜스사용, 10) 스키머 사용, 11) 펌프 사용, 12) 준설기 사용, 13) 소각 처리, 14) 중화처리, 15) 흡수처리, 16) 기타, 17) 해안 정화 조치, 18) 조류 보호 조치 등이다. 각 화학물질에 대하여 사용이 가능한 방법은 X로 표시하였다(Table 6-1).

Table 6-1 (Continued). Cautionary and corrective methods of chemical spills

Chemical Name	원주 실험실	원주 실험실 2차	원주 실험실 3차	원주 실험실 4차	원주 실험실 5차	원주 실험실 6차	원주 실험실 7차	원주 실험실 8차	원주 실험실 9차	원주 실험실 10차	원주 실험실 11차	원주 실험실 12차	원주 실험실 13차	원주 실험실 14차	원주 실험실 15차	원주 실험실 16차	원주 실험실 17차	원주 실험실 18차	원주 실험실 19차	원주 실험실 20차	원주 실험실 21차	
Captan	X																					
Carbaryl	X																					
Carbolic oil	X																					
Carbon bisulfide	X																					
Carbon dioxide	X																					
Carbon monoxide	X																					
Carbon tetrachloride	X																					
Carene	X																					
Catechol	X																					
Caustic potash solution	X																					
Caustic soda solution	X																					
Charcoal	X																					
Chloroform	X																					
Chloroform (crude)	X																					
Chlorine	X																					
Chlorine trifluoride	X																					
Chloroacetophenone	X																					
Chloroacetyl chloride	X																					
p-Chloroaniline	X																					
Chlorobenzene	X																					
Chloroform	X																					
Chlorohydrins (crude)	X																					
Chloromethyl methyl ether	X																					
Chloropicrin liquid	X																					
Chlorosulfonic acid	X																					
4-Chloro-o-toluidine	X																					
Chromic anhydride	X																					
Chromyl chloride	X																					
Citric acid	X																					
Cobalt acetate	X																					
Cobalt chloride	X																					
Cobalt nitrate	X																					
Cobalt sulfate	X																					

Table 6-1 (Continued). Cautionary and corrective response methods of chemical spills

Chemical Name	(91) 可保 保 保 之 可 保												
	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保	可保 保 保 之 可保
Dichloroethyl ether	X												
Dichloroethane	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,12
2,4-DichlorophenoI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,12
2,4-Dichlorophenoxy acetic acid	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,12
Dichloropropane	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,12
Dichloropropene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,12
Dicyclopentadiene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,12
Dieldrin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Diethanolamine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,21
Diethylamine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diethylbenzene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diethyl carbonate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,4,15
Diethylene glycol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diethylene glycol dimethyl ether	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diethylene glycol monobutyl ether	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diethylene glycol monobutyl ether acetate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diethylene glycol monoethyl ether	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,19
Diethylene glycol monoethyl ether ether	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diethylenetriamine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
Diethyl phthalate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8,19
Di-(2-ethylhexyl) phosphoric acid	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,8,10,21
Diethylzinc	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,6,12,20
1-Difluoroethane	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,5,8,11,18
Difluorophosphoric acid, anhydrous	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	none
Dibutyl phthalate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diisobutylcarbinol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diisobutylene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2,4,14,19
Diisobutyl ketone	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	none
Diisodecyl phthalate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2
Diisopropanolamine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,2

Table 6-1 (Continued). Cautionary and corrective methods of chemical spills

Chemical Name	서울	부산	대구	인천	광주	대전	충청	전라	경상	제주	중부	중남	중서	중동	중북	중남	중서	중동	중북	(09)
Di-n-propylamine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 12, 19
Dipropylene glycol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 4
Distillates: flashed feed stocks	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 4
Distillates: straight run	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecanol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
1-Dodecene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecylbenzene	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecylbenzenesulfonic acid	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 12
calcium salt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecylbenzenesulfonic acid, isopropylamine salt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecylbenzenesulfonic acid, triethanolamine salt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecyl sulfate, diethanolamine salt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecyl sulfate, magnesium salt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecyl sulfate, sodium salt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dodecyl sulfate, triethanolamine salt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2
Dodecyl trichlorosilane	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Dowtherm	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 8, 18, 21
Endrin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Epichlorohydrin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 12
Epoxidized vegetable oils	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 5, 12
Ethane	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2, 4, 14, 20
Ethoxydihydropyran	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2, 4, 14, 19
Ethoxylated dodecanol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Ethoxylated nonylphenol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ethoxylated pentadecanol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ethoxylated tetradecanol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Table 6-1 (Continued). Cautionary and corrective response methods of chemical spills

(091) 危険物取扱要領

Chemical Name	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領	危険物取扱要領		
Ferrous ammonium sulfate																				1,2	
Ferrous chloride																					1,2
Ferrous chloride																					2
Ferrous fluoroborate																					1,2
Ferrous oxalate																					1,2,5,8,20
Fluorine																					1,2,6,18
Fluosilicic acid																					1,2,5,8,11,18
Fluosulfonic acid																					1,2
Formaldehyde solution																					1,2,8
Formic acid																					1,2
Fumaric acid																					1,2
Furfural																					1,2
Furfuryl alcohol																					1,2
Gallic acid																					1,2
Gas oil: cracked																					1,2
Gasoline: automotive, aviation																					1,2
caasinghead, polymer, and																					1,2
straight run																					2
Gasoline blend stocks: alkylates																					1,2,4,15
Gasoline blend stocks: reformates																					1,2,4,15
Glutaraldehyde solution																					1,2,4,15
Glycerine																					2
Glycidyl methacrylate																					2,9
Glyoxal, 40% solution																					2
Heptachlor																					1,2,21
Heptane																					1,2,4,15
Heptanol																					1,2,4,15
1-Heptene																					1,2,4,15
Hexachlorocyclopentadiene																					1,2,8
Hexadecyl sulfate, sodium salt																					2
Hexadecyltrimethylammonium chloride																					2

Table 6-1 (Continued). Cautionary and corrective response methods of chemical spills

Chemical Name	不用 防护 措施	不用 防护 措施 但 应 注意	不用 防护 措施 但 应 注意 且 应 穿戴 防护用品	不用 防护 措施 但 应 穿戴 防护用品 且 应 注意 风向	不用 防护 措施 但 应 穿戴 防护用品 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向	不用 防护 措施 但 应 穿戴 防护用品 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向	不用 防护 措施 但 应 穿戴 防护用品 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向	不用 防护 措施 但 应 穿戴 防护用品 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向	不用 防护 措施 但 应 穿戴 防护用品 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向	不用 防护 措施 但 应 穿戴 防护用品 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向	(801) 不用 防护 措施 但 应 穿戴 防护用品 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向 且 应 注意 风向
n-Hexaldehyde	X										2,4,6,14
Hexamethylenediamine	X										2
Hexamethylenimine	X										1,2,3,5,8,12
Hexamethylenetetramine	X										2
Hexane	X										1,2,4,15
Hexanol	X										1,2,4,15
1-Hexene	X										1,2,5,6
Hexylene glycol	X										1,2,8
Hydrazine	X										1,2,8,20
Hydrochloric acid	X										1,2,5,8,18,20
Hydrofluoric acid	X										1,2,5,8,11,20
Hydrogen bromide	X										1,2,5,11,20
Hydrogen chloride	X										1,2,7
Hydrogen cyanide	X										1,5,20
Hydrogen fluoride	X										1,2
Hydrogen peroxide	X										1,2,8
Hydrogen sulfide	X										1,2,8,21
Hydroquinone	X										1,2,8,21
2-Hydroxyethyl acrylate inhibited	X										1,19
Hydroxylamine sulfate	X										1,4,6,14,20
Hydroxylamine acrylate	X										1,2
Hydroxypropyl methacrylate	X										1,2,3
Isosamyl alcohol	X										1,2,5,6,8
Isobutane	X										1,2,4,6,20
Isobutyl acetate	X										1,2
Isobutyl alcohol	X										1,2,3
Isobutylamine	X										1,2,5,6,8
Isobutylene	X										1,2,4,6,20
Isobutyric acid	X										1,2
Isobutyronitrile	X										1,2,5,6,12
Isodecylaldehyde	X										2
Isodecyl acrylate, inhibited	X										2,19

Table 6-1 (Continued). Cautionary and corrective response methods of chemical spills

Chemical Name	(91) 汚染 撤 除 方 法										
	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	汚 染 部 位 消 滅	
Methylacetylene-propadiene mixture	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2, 4, 6, 14, 20
Methyl acrylate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2
Methyl alcohol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3
Methylamine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 5, 6, 8, 12, 20
Methyl amyl acetate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2
Methyl amyl alcohol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 19
n-Methylaniline	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 9
Methyl bromide	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 5, 12, 20
Methyl chloride	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 5, 12, 20
Methyl chloroformate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 6, 12, 18
Methylcyclopentadienylisangane	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2
Methylcyclopentane	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 4, 6, 14
Methyldichlorosilane	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 12, 18, 21
Methyl ethyl ketone	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2
Methyl ethylpyridine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 5, 6, 12
Methyl formate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 5, 6
Methyl hydrazine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 5, 6, 8, 21
Methyl isobutyl carbinol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 19
Methyl isobutyl ketone	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 19
Methyl isopropenyl ketone, inhibited	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 19
Methyl mercaptan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 4, 6, 14, 21
Methyl methacrylate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 4, 5, 6, 20
Methyl n-butyl ketone	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2
Methyl parathion	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 4, 14, 19
Methyl phosphonothioic dichloride (anhyd)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 9, 12
1-Methylpyrrolidone	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1, 2, 3, 5, 8, 11, 12, 18

Table 6-1 (Continued). Cautionary and corrective methods of chemical spills

(821) 汚染 除去 方法

Chemical Name	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	
Paraformaldehyde	X																			1,2
Parathion, liquid	X																			1,2
Pentaborane	X																			1,2,3,6,10,21
Pentachloropheno!	X																			1,2
Pentadecano!	X																			2,19
Pentaerythritol	X																			none
Pentane	X																			1,4
1-Pentene	X																			1,4
Peracetic acid	X																			1,2,6,7,8,21
Perchloric acid	X																			1,2,7,8,18,21
perchloroethyl mercaptan	X																			1,2,8,18
Petrolatum	X																			
Petroleus naphtha	X																			
Phenol	X																			2,4,15
Phenyldichlorarsine, liquid	X																			1,2,12,19
Phenyldiazine hydrochloride	X																			1,2,8,12,18
Phosgene	X																			1,2
Phosphoric acid	X																			1,2,5,11,20
Phosphorus oxychloride	X																			2,8
Phosphorus pentasulfide	X																			1,2,5,11,18
Phosphorus, red	X																			1,2,5,11,18
Phosphorus tribroside	X																			2,12
Phosphorus trichloride	X																			1,2,5,8,11,18
Phosphorus, white	X																			1,2,5,11,18
Phthalic anhydride	X																			1,2,5,12
Piperazine	X																			2
Polybutene	X																			1,2
Polychlorinated biphenyl	X																			
Polyethylene polyphenyl isocyanate	X																			2
Polyphosphoric acid	X																			1,2
Polypropylene	X																			2,8
Polypropylene glycol	X																			17
	X																			22

Table 6-1 (Continued). Cautionary and corrective methods of chemical spills

(OSI) 汚染 除去 方法

Chemical Name

Chemical Name	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	汚染 除去 方法	
Sodium hydride	X																								2, 6, 10, 11
Sodium hydroxide solution	X																								1, 2, 8
Sodium hydroxide	X																								2, 8
Sodium hypochlorite, aqueous																									2
Sodium methylate	X																								1, 2, 3, 4, 8, 11, 14
Sodium nitrite	X																								1, 2, 7
Sodium oxalate	X																								1, 2
Sodium phosphate	X																								1, 2
Sodium silicate	X																								1, 2
Sodium silicofluoride	X																								1, 2
Sodium sulfite	X																								1, 2, 12
Sodium sulfite	X																								2
Sodium thiocyanate	X																								1, 2
Sorbitol																									2
Stearic acid	X																								17
Styrene																									1, 2
Sucrose																									1, 2
Sulfolane																									none
Sulfuric acid	X																								2, 12
Sulfuric acid, spent	X																								2, 8
Sulfur dioxide	X																								2, 12
Sulfur (liquid)	X																								1, 2, 5, 8, 11, 20
Sulfur monochloride	X																								2, 12
Sulfuryl chloride	X																								1, 2, 5, 8, 11, 18
Tallow																									1, 2, 5, 8, 11, 18
Tallow fatty alcohol																									17
Tannic acid																									1, 2
Tetrabutyl titanate	X																								1, 2
Tetrachloroethane	X																								1, 2
Tetrachloroethylenes																									1, 2
Tetradecano																									2, 17
1-Tetradecene																									X

제 4 절 겔화제의 개발

1. 겔화제 개발의 필요성

우리나라의 연안 해역에서는 유류와 유해화학물질 유출사고가 매년 200여건 이상 발생하고 있어 이로 인한 수산자원 피해가 급증하고 있음에도 불구하고, 오염방제의 기술수준은 매우 낙후된 상태에 머물러 있다. 국내에서는 유흡착제와 유분산처리제만이 방제 작업에 사용되고 있으며, 아직 유겔화제나 에멀전 파괴제, 엘라스토머 등을 이용한 해상유출유 방제는 못하고 있는 상태이다. 더구나 우리나라에서는 아직까지 과학적인 방제명령을 내릴 수 있는 체제가 갖추어져 있지 못하여, 잘못된 방제작업으로 인해 오히려 오염의 영향을 확대시키는 경우도 발생하고 있다.

우리나라에서 주로 사용하고 있는 유분산처리제는 기름을 미세한 기름방울의 상태로 만들어 수중에 분산시키는 작용을 하기 때문에 근본적으로 기름을 제거하는 것이 아니라 장기적으로 미생물에 의한 분해를 유도하는 것이다. 따라서 유분산제의 사용시에는 이로 인한 2차적인 부작용이 발생하지 않도록 사전에 주변 환경 조건이나 상황에 따라 상당히 여러가지 고려를 해야 하며 철저한 의사결정과정을 거쳐야만 한다. 외국에서는 긴급한 상황에서 유분산제의 사용결정을 지원하기 위한 각종 시스템을 개발해 왔으며, 사전에 지역별로 소구획을 나누어 유분산제의 사용가능 해역과 불가능 해역을 세분화해 두고 있다(Allen, 1982).

우리나라에서는 과학적인 방제명령을 내릴 수 있는 체제가 갖추어져 있지 못하기 때문에 상황별로 유분산처리제 살포 여부나 살포 시기와 방법 등에 대한 복잡한 의사결정을 내릴 사람이 없으며 방제작업에 참여하는 청소업체나 어민 등이 만능처방처럼 무분별하게 유분산제를 사용하고 있다. 이러한 무분별한 유분산처리제의 살포로 말미암아 우리나라에서는 유출량과 동량

또는 그 이상의 유분산제가 해양에 투여되고 있는 것으로 보고되고 있으며, 분산된 기름이 수산생물들에게 피해를 입히는 등 이로 인한 부차적인 오염이 발생하고 있다. 게다가 외국에서는 10년전부터 통상적으로 사용되고 있는 농축형 유분산제가 국내에는 아직 형식승인 기준조차 없는 실정이다. 유분산제는 아무리 독성을 줄인다고 해도 약간의 독성을 가지고 있는 화학물질이기 때문에 유출된 기름 이외에 또다른 화학물질을 다량으로 해양에 투입하는 것은 바람직하지 못하다. 유분산제는 가능한 한 최소량이 사용되어야 하며 최대의 분산효과를 거두도록 사용되어야 한다. 만약 유분산제를 과량으로 사용하여 유출유를 처리한다면 처리하지 않고 그대로 방치하는 편이 오히려 환경피해를 줄일 수 있다고 판단된다.

한편, 젤화제를 이용한 유출유의 수거방법은 유분산제가 가지고 있는 근본적인 문제를 모두 해소할 수 있는 장점을 가지고 있어 적절한 상황에 사용된다면 환경피해를 크게 줄일 수 있다. 특히 사고 초기에 기름이 대량 방출되고 있거나 오일펜스로 기름을 가둘 수 있는 경우 젤화제를 사용하면 단시간 내에 효과적인 방제작업을 수행할 수 있다. 젤화제를 사용하면 기름을 순간적으로 고형화할 수 있기 때문에 기름의 확산을 방지할 수 있고, 비용면에서도 다른 방법에 비하여 유리하다는 장점이 있다. 일본에서 조사된 결과에 따르면, 해상 방제작업과 해안 청소작업에 젤화제를 사용하면 동원되는 선박의 숫자를 줄일 수 있고, 방제인력도 크게 줄일 수 있어서 방제 비용 측면에서 기존의 방법보다 37-79 % 정도 밖에 소요되지 않았다(코오롱 엔지니어링, 1985).

우리나라에서도 방제실무진들이 이러한 젤화제의 사용을 원하고 있으나 가격이 유분산제의 8배에 달하며, 국산제품이 생산되고 있지 않아 아직까지 젤화제는 한번도 실제상황에 사용된 적이 없다. 이미 우리나라에서는 유젤화제의 형식승인 기준이 마련되어 있고, 1개 제품이 형식승인을 받은

상태이지만 이 제품은 Acrylamide계 젤화제로서 잔류독성이 높고 발암성이 있어 해상에 살포할 경우 문제를 일으킬 소지가 크다. Acrylamide계 젤화제는 폐유처리 등 폐쇄된 시스템(Closed System)에서는 사용이 가능하나 환경에 살포하는데 사용되어서는 안된다.

본 연구에서는 방제작업의 효율성을 높이고 환경피해를 줄이는 고�형화 처리방법이 국내에서 사용되기 위해서는 유젤화제의 국내개발이 매우 절실하다고 판단하였다. 만약 성능이 우수하고 독성이 낮은 유젤화제가 국내기술로 개발된다면 유출유 처리방법을 획기적으로 개선할 수 있기 때문이다.

유젤화제는 외국에서는 1970년대 초부터 연구되기 시작하여 80년대에는 미국과 일본에서 상당히 성능이 개선된 유젤화제가 시판되기 시작하였다. 그러나 이러한 유젤화제의 경우에도 응고된 기름이 부서지는 특성이 있어 그물 등을 이용하여 수거할 경우에도 상당한 어려움이 있었다. 또한 실제로 해상에서 젤화제를 사용할 경우 실험실의 측정치보다 2배 이상의 많은 양이 살포되어야만 성능을 나타내었다. 1985년에는 고�형화된 기름이 부서지지 않고 탄성을 가지는 제3세대의 젤화제인 영국 British Petroleum(BP)의 Rigidoil이 개발되었다. 이제까지 개발된 젤화제중 가장 우수한 것으로 평가되는 Rigidoil은 개발 당시 상당한 선풍을 일으켰으며 영국 과학기술장관상을 수상하기도 했다. 그러나 이 제품도 해상시험결과 유출유 용적의 40%정도를 살포해야만 고�형화시킬 수 있는 것으로 추정되었으며, 가격이 비싸 현재는 생산이 중지된 상태에 있다(Fingas et al., 1990).

본 연구에서는 해상에서 유출유를 응집시켜 효과적으로 수거할 수 있는 제3세대 젤화제의 개발에 그 목표를 설정하였으며 생산 가격을 낮추기 위한 새로운 개념의 유젤화제에 초점을 맞추었다.

2. 질화제 개발 전략

질화제의 개발을 위하여 다음과 같이 7단계의 기본 개발전략을 수립하였다.

1단계: 기존 제품의 특허 검색 및 성분을 연구하여 성능이 우수한 자체 제품 개발을 시도하고 방향을 설정.

2단계: 세부 개발추진계획을 확정하고 합성 혹은 배합에 필수적인 기술을 확보.

3단계: 시제품을 만들고 성능을 검사하여 1차 스크리닝.

4단계: 독성실험 생물로 독성검사를 하여 2차 스크리닝.

5단계: 생산비용 최소화를 위한 성분 조정

6단계: 해상에서의 살포시험과 해양생물에 대한 환경독성실험을 실시하여 Back data 제공

7단계: 생산공정 최적화

3. 질화제 현황 및 문제점 분석

현재 외국에서 생산되어 시판되고 있는 질화제와 입자상 고형제는 10여종 정도로서 특성과 생산회사들 Table 6-2에 나타내었다. 질화제와 고형제들은 기름 뿐만 아니라 유해화학물질의 처리에도 사용될 수 있어 응용의 폭이 넓은 것이 특징이다. 일본 제품들은 모두 액상이지만 구미 제품은 액상 제품이외에도 분말제품이 많이 생산되고 있는데, 이는 법제도와 방제체제와 밀접한 관련이 있다. 미국이나 캐나다에서는 우리나라나 일본과 같이 별도의 해양오염 방지 기자재의 형식승인 기준을 가지고 있지 않고, 쓰여지는 장소에 관계없이 유류오염 정화제로서 승인(License for Oil Spill Cleanp Agent)을

받은 제품들이다. 즉 성능이 인정되고 독성이 없다면 승인을 받을 수 있으며 육상의 정화작업과 수표면의 정화작업에 사용이 가능하다. 그러나 분말 제제들은 고분자 화합물이므로 무분별하게 살포될 경우에는 플라스틱 오염 등 2차적인 오염문제가 발생할 소지가 있다. 하지만 미국 등 구미에서는 현장 방제책임자의 철저한 통제하에서 처리제를 사용하므로 2차적인 오염문제를 최소화할 수 있다. 그러나 우리나라의 경우 분말형이 형식승인될 경우 분말제제가 완전히 수거되지 못하여 오히려 부작용이 우려되므로 액상만이 인정되어야 할 것으로 사료된다.

Table 6-2. Commercial gelling agents and solidifiers

제 품 명	상태	생 산 회 사	생산국	입수여부
Rididoil	액상	British Petroleum Chemicals Ltd.	영국	
A610Petrobond	분말	NoFlame Fire Preventer	캐나다	
Jet Gel SG-100	액상	(주)신일본이화	일본	○
KSW Gel	액상	(주)제일화성산업	일본	
Jelly Rock	액상	(주)네오스	일본	
Oil Gelling Agent	액상	(주)아지노모토	일본	○
Rubberizer	분말	Haz-Mat Response Technologies	캐나다	○
Elastol	분말	General Technologies Inc.	미국	○
Petro Lock	분말	Safetec of America	미국	
Rawflex TR2	분말	Custom Environmental Services	캐나다	
EnviroBond 403	분말	Petroleum Environmental Tech.	미국	

형식승인을 필한 일본제품들은 액상이어서 해상에서 살포될 수 있으며 성능도 우수하나 젤화된 기름이 부서지는 특성이 있어 수거상의 어려움이 있다. 젤화된 기름은 주로 그물 등을 사용하여 제거해야만 효과적으로 수거할 수 있다. 최근에는 스키머의 기능을 향상시키는 엘라스토머(Elastomer)가 개발중에 있는데, 엘라스토머는 기름을 고형화시키는 것이 아니라 점도를 증가시키고 기름이 묻어나지 않도록 만들어 스키머가 유출된 기름을 효과적으로 회수하게 하기 위하여 사용된다(Waters and Handermann, 1987).

외산 젤화제와 고형제의 현황을 분석한 결과 젤화제의 개발에 있어서 세가지 측면에서 고려가 필요하였다. 첫째는 성능이 가장 우수하지만 가격적으로 비싼 Rigidoil이 생산 중단되었기 때문에 새로운 젤화제의 개발을 위해서는 생산가격 단가를 낮추는 문제를 고려해야 한다는 것이다. 둘째는 새로 개발할 제품은 성능과 회수상의 문제점을 고려하여 제3세대 젤화제인 Rigidoil과 같이 탄성이 있는 고형물을 만드는 제품이어야 한다는 것이다. 셋째는 아무리 고형화가 잘 된다고 해도 독성이 높으면 환경에 악영향을 미칠 수 있으므로, 해양생물에 대한 독성을 최대한 낮추어 부차적인 오염 문제가 발생하지 않도록 해야 한다는 것이다. 본 연구에서는 개발 목표를 설정함에 있어서 BP Rigidoil과 같이 고형화된 기름이 부서지지 않고 고무처럼 탄성이 있으며 접촉하여도 묻어나지 않는 제3세대 젤화제를 개발하며, 독성이 낮아서 2차적인 환경문제를 유발하지 않는 제품을 개발하고자 하였다.

4. 젤화제의 조성 탐색 및 시제품 제작

BP Rigidoil과 신일본이화의 Jet Gel, (주)네오스의 Jelly Rock 등의 특허를 검색하여 성분을 조사하였다. BP Rigidoil의 경우 합성고무를 제조하는 과정을 응용한 제품으로서 폴리머는 Revertex Ltd. 제품인 Maleinized

Polybutadiene(분자량:9000)을 사용하였고, 가교제 (Cross-linking agent)로 Shell 제품인 Zinc Versatate를 사용하였다. Rigidoil은 살포후 수중으로 분산되지 않고 수표면에 부유하는 기름에 침투하도록 Base Oil로 방향족 탄화수소를 제거한 Deodorized Kerosene에 폴리머를 용해시켜 사용하였다. (주)신일본이화의 Jet Gel과 (주)네오스의 Jelly Rock은 알킬기 또는 페닐기를 가지고 있는 하이드록시 방향족 화합물에 알킬렌 옥사이드를 부가하여 축합한 계면활성제를 사용하고 있으며 가교제로는 Maleic acid 또는 Hexamethylene diisocyanate 등을 사용하고 있는 것으로 보인다.

본 연구에서는 두가지 폴리머를 사용하여 배합 실험을 실시함으로써 설정된 목표와 부합하는 젤화제의 시제품을 제조하였다. 본 연구에서 개발한 젤화제는 기름이 없는 해수 표면에 직접 젤화제가 투여될 경우 즉시 고형화되어 버리도록 함으로써 젤화제가 수중으로 분산되지 못하게 하였다. 그러나 유막위에 살포될 경우에는 해수와 접촉하면서 기름을 흡수하여 젤화되기 시작하여 즉시 탄성이 있는 고형물을 형성하였다. 본 시제품은 영국이나 일본제품과 같이 가교제에 의한 반응을 이용하지 않고 젤화제 자체가 해수 존재하에서 즉시 젤화되면서 기름을 빨아들이기 때문에 일종의 흡착형 젤화제라 할 수 있다. 이러한 특성은 기존의 액상 젤화제와는 개념을 달리하는 것으로써, 기름 흡수 기작은 분말형의 젤화제와 같이 흡착 및 흡수에 의존하는 것이다. 즉 형태는 액상의 젤화제와 유사하나 실제의 작용 기작은 분말 젤화제와 유사한 새로운 형태의 젤화제이다. 본 시제품의 1차 실험 결과 수중에 미량의 젤화제 성분이 미세하게 분산되었기 때문에 이를 최대한 억제해야 할 것으로 판단되었으며, 젤화제의 폴리머 성분을 안정시키는 안정제를 냄새가 좋은 다른 안정제로 교체하기 위한 연구가 필요하다는 결론을 얻었다. 2차년도에는 성능을 더욱 개선하고 분산을 최대한 억제하기 위한 조성 연구와 함께, 안정제를 교체하기 위한 연구를 수행할

예정이며, 노즐을 이용한 살포실험을 실시할 예정이다. 본 보고서에는 참여기업과의 사전 협의에 따라 제작된 시제품의 자세한 성분과 원리를 밝히지 않았다.

제 5 절 침강성 유해물질의 방제 및 정화기술

1. 침강성 유해물질의 특성

침강성 유해물질이란 비중이 1.0이상이며 수중에서 잘 용해되지 않는 유해한 화학물질로 정의된다. 이러한 부류의 유해물질들은 고체이거나 액체이며 방향족 유기물질, 염화탄화수소, 유기금속화합물 등의 유기물과 브롬, 수은 등 각종 무기물들이 이에 속한다.

침강성 유해물질들은 화학적, 물리적 성질이 매우 다양하며 상당히 위험한 물질들이 다수 포함되어 있다. 침강성 유해물질들은 수중으로 유출되었을 때 처리하거나 회수하기가 가장 어려운 화학물질이다. 침강물질들이 수중으로 들어가면 떨어지거나 흘러서 저층에 쌓이게 되고, 액체의 경우 퇴적물내로 침투할 수도 있다. 유해물질들이 표층에서 사라지게 되면 이를 감지하거나 정화하기가 무척 어렵게 된다. 이러한 침강물질들은 수중 용해도가 작아서 광범위한 수질오염을 일으킬 가능성은 줄어들지만, 빠른 시간내에 환경으로부터 제거되지 않을 경우, 저서 생물을 통하여 먹이사슬내에 농축되거나 수생식물이나 동물에 만성적인 독성을 나타낼 수 있다. 따라서 처리되지 않은 침강물질을 수중에 방치하게 되면 계속 조금씩 용해되어 수년내지 수십년동안 생태계에 장기적인 영향을 미칠 수 있다(Boham, 1989).

침강성 유해물질의 유출시에 이를 처리하는 방법에는 크게 세가지가 있다. 첫째는 아무런 더 이상의 조치를 취하지 않고 그자리에 유출된 물질이

남아있게 하는 것이다. 둘째는 오염된 퇴적물과 오염물질들을 회수하여 처리하거나 폐기하는 것이며, 셋째는 오염된 현장을 물리적, 화학적 수단을 이용하여 처리하는 것이다. 과거에는 아무런 조치를 취하지 않은 경우도 여러 차례 있었지만 일반적으로 환경보전과 보건상의 문제로 용납하기 어렵다. 최근에는 오염물질들을 펌프로 뽑아내거나 준설하고 이를 폐기하는 등 물리적으로 유해물질을 환경으로부터 제거하는 것이 가장 일반적인 방법이며, 많은 전문가들이 추천하고 있는 방법이기도 하다(Ellis and Payne, 1983 ; Akers et al., 1981 ; Huibregtse et al., 1977).

2. 오염된 퇴적물과 유출물질의 제거기술

오염된 퇴적물을 준설하는 데는 많은 기술적인 문제와 경제적인 문제가 밀접하게 관련되어 있다. 준설시에는 오염된 퇴적물의 재부유로 인하여 수생생물들에게 영향을 주지 않도록 적절한 준설장비를 투입할 수 있어야 하며, 오염물질의 양과 오염물질이 존재하는 수심에 적합한 준설장비를 사용할 수 있어야 한다. 준설장비를 운용하는 기술 또한 확보되어 있어야 하며, 준설작업의 효율을 증대하고 비용을 절감할 수 있도록 작업이 진행되어야 한다(Wetzel et al., 1984).

3. 현장처리기술

대부분의 현장처리(In-Situ Treatment) 기술은 화학적 특성에 따라 매우 제한된 유출사고에만 사용할 수 있기 때문에 하나의 확립된 기술로 인식되고 있지는 않다. 유해물질을 처리하기 위하여 사용하는 화학물질 자체도 과량으로 사용하면 독성이 있을 수 있으므로 항상 면밀한 주의가 요망된다. 유해물질의 처리를 위해 또다른 화학물질을 사용해야만 할 때에는 미리 환경에 미칠 영향을 이해하고 적절한 규제를 해야만 한다. 최근에는 유해물질을

덮어버림(Capping)으로서 환경과 격리시키는 일종의 물리적인 차폐 처리기술도 오염된 퇴적물을 폐기하는 방법으로 사용되고 있으나, 아직까지 시험단계이므로 폐기장소에 대한 지속적인 모니터링과 연구가 필요하다. 유해 화학물질의 처리에 생물분해나 분산처리 방법은 사용하기 어렵다. 생물분해의 경우 특정화학물질을 분해하는 미생물을 배양하며 사용한다는 것이 현실적으로 불가능하기 때문이며, 침강성 유해물질의 분산처리는 환경이나 보건 측면에서 적절한 방제 방법이라 할 수 없기 때문이다.

캐나다의 온타리오주 세인트 클레어강(St. Clair River)부근의 저층 퇴적물에서는 도우 케미칼(Dow Chemical)공장에서 배출한 퍼클로로에틸렌과 사염화탄소, 헥사클로로벤젠 등의 유해물질들이 다량 검출되어 이를 제거하기 위한 대대적인 정화작업이 벌어진 적이 있었다.

위싱턴주 시애틀의 Dumamish에서 일어난 PCBs 유출사고시에는 초기에 방제작업과 계획적인 정화작업이 이루어졌다. 이 지역은 조류가 빨라서 초기의 방제작업으로 완전한 정화작업을 수행하지 못하였기 때문에, 정화작업에는 환경청(EPA)의 모래 필터와 활성탄 등 이동가능한 물리/화학처리 시스템과 탁도를 덜 발생시키는 이태리산 공압 드레지(Pneuma dredge)를 사용하였다.

코네티컷주 Fairfield의 밀 강(Mill River)에서는 공업 폐수의 지속적인 유입으로 인해 퇴적물에 납이 축적되었는데 준설에 의한 제거작업을 실시하였다. 준설시에는 미세한 부유입자들을 신속하게 침강시키기 위하여 응집을 촉진하는 고분자 화합물을 사용하였고, 준설토는 납의 농도에 따라 유해물질 매립장과 일반 매립장에 구분하여 폐기하였고 퇴적물중의 수분을 제거하기 위해서는 Belt filter press를 사용하였다.

캐나다 British Columbia에 있는 Prince Rupert의 Porpoise항에서는 폭풍으로 인한 PCBs 유출사고가 발생했다. 유출된 PCBs는 톱밥에 흡착시킨

후, 목재 폐기물로 만내의 퇴적물을 덮고 암석으로 덮어서 현장 처리를 실시했다.

가. 매립 및 고형화 기술

오염된 퇴적물을 물리적으로 제거하기 어렵다고 판단될 경우, 깨끗한 물질로 이를 덮어 씌우거나 막아서 수층으로 유해물질이 방출되지 않도록 하는 기법을 사용할 수 있다. 이러한 폐기방법은 환경적 측면에서 육상 폐기방법보다 유리할 수도 있으며, 최근에는 점차 이 방법을 많이 사용하고 있다(Shields and Montgomery 1984). 그러나 현장 매립기술(*in situ burial technique*)이 유해물질의 유출시에 사용될 수 있는 방제방법으로 추천되고는 있으나, 가장 바람직한 방법은 아닐지도 모른다. Unterberg등(1984)은 어떠한 경우에도 현장매립이 영구적인 방제방법으로 생각되어서는 안된다고 주장하고 있다. Hand등(1978)은 현장매립기술이 일부의 유해화학물질의 경우에 제거작업이 시작될 때까지 당분간 유출된 물질의 확산을 막고, 위험을 감소시키기 위한 임시조치나 오염된 퇴적물을 정화한 후 잔류물질을 수층과 격리시키기 위한 최종조치, 또는 정화작업으로 제거가 불가능하거나 물질의 유해정도가 극히 적을 경우에는 사용이 가능할 것으로 예측하였다.

Aluminum fluoride, Asphalt, Barium Carbonate, Calcium hydroxide, Calcium fluoride, Lead arsenate, Phosphorus(white), Phosphorus(red), Sulphur 등은 해양환경에서 무해하거나, 제거작업으로 인하여 오히려 더 심각한 문제를 야기할 수 있으므로 차폐처리가 바람직한 물질들이다.

Table 6-3. Applicable countermeasures of insoluble sinker spills in water.

Chemical Class	Applicable Countermeasures																
	Containment				Displacement			Treatment									
	Dames, Berms, Dikes	Curtain Barriers	Stream Diversion	Synthetic Membrane Covers	Dredging Pumping	Dispersion/Dilution	Activated Carbon	Synthetic Sorbents	Granular Media Filtration	Gravity Separation	Coagulation/Flocculation	Anion Exchange	Cation Exchange	Neutralize w/acid	Neutralize w/base	Oxidation	Precipitation
Acids, organic	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x	
Aliphatics, halogenated	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x
Amides, onilides, imides	x	x	x	x	x	x	x		x	x							
Amines, alkyl	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x
Amines, aryl	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x
Aromatics	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x
Aromatics, halogenated	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x
Abestos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Azo compounds	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Caustics	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x			
Chromates	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x
Cyanates	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
Cyanides, nitriles	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	
Epoxides	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Esters	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Ethers	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Halides, alkyl	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Halides, inorganic	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x		x
Heavy metals	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x
Ketones	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x
Nitro compounds	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Nitroso compounds	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Olefins	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Organo metallics	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x
Organo phosphates	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Oxides	x	x			x	x	x	x	x	x			x				x
Peroxides	x	x			x	x	x		x	x					x		
Phenols, cresols	x	x			x	x	x	x	x	x	x						x
Phosphorus, compounds	x	x			x	x	x		x	x	x	x					
Phosphates, phosphonates	x	x			x	x	x		x	x							
Strychnine, salts	x	x			x	x	x	x	x	x							
Sulphates	x	x			x	x	x		x	x			x				
Sulphides, mercaptans	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x					x
Sulphites	x	x			x	x	x		x	x							
Sulphones, sulphoxides,	x	x			x	x	x	x	x	x	x						
Sulphonates	x	x			x	x	x	x	x	x	x						
Ureas	x	x			x	x	x		x	x							

침강성 유해물질의 차폐처리에 사용할 수 있는 물질에는 비활성 물질, 활성물질, 봉합물질(Sealing agent)등 세가지 종류가 있다. 어떠한 차폐물질을 사용하는가는 유해물질의 특성, 저층침투를 늦추는 능력, 생물에 대한 영향, 씻겨나갈 가능성 등에 따라 달라지게 된다. 외국에서 차폐처리를 한 예를 보면 일본의 히로시마만에서 오염된 해저 퇴적물 25,600m³ 을 0.3-0.5m두께로 깨끗한 모래를 덮어서 처리하였다. 미국의 Coutral Long Island Sound에서는 수심 20m의 오염된 퇴적물을 약 16,000m³ 의 실트와 모래로 약 3.5-4m의 두께로 덮었다.

1) 비활성 차폐물질에 의한 침강성 유해물질 처리

이제까지 오염된 퇴적물을 차폐하는데는 주로 진흙, 모래, 규조토 등의 비활성 물질들이 사용되어 왔다(Shields and Montgomer 1984). 차폐처리의 성공여부는 차폐 물질이 얼마만큼 씻겨 나가지 않는가, 즉 얼마나 오랫동안 견딜수 있는가 하는 점이다. 씻겨나가는 속도와 정도는 입자의 크기, 모양, 일률성, 크기분포 등 입자의 특성이나, 응집도, 고형 정도 등에 따라 좌우된다. 각종 비활성 차폐물질의 종류와 특성, 침식 속도 등을 표 16에 나타내었다.

Table 6-4. Properties and erosion velocity of inert capping materials

Inert Covering Material	grain φ	size mm	Erosion Velocity (cm/s)
Clay, Consolidated	> 8 φ	<0.0039	50 - 300
Clay, Unconsolidated	> 8 φ	<0.0039	6 - 15
Silt, Consolidated	4 - 8 φ	0.0039-0.0625	30 - 70
Silt, Unconsolidated	4 - 8 φ	0.0039-0.0625	9 - 70
fine sand	2 - 3 φ	0.125-0.25	20
medium sand	1 - 2 φ	0.5-0.5	20 - 40
coarse sand	0 - 1 φ	0.5-1	40 - 300
Gravel	< - 1 φ	>2	40 - 300

차폐물질이 강화(consolidation)되는 정도는 미립자들의 침식속도에 매우 큰 영향을 미친다. 차폐층이 붕괴되지 않고 두 층이 결합하기 위해서는 차폐물질이 저층 퇴적물보다 밀도가 높아야 한다. 이제까지의 연구에 따르면 차폐물질의 침식속도와 안정도는 수심이나 해류의 속도, 퇴적물의 용집도보다는 폭풍시의 Wave condition에 더 큰 영향을 받는 것으로 조사되었다(Shields and Montgomery, 1984).

어떤 종류의 비활성 차폐물질을 사용할 것인지, 두께는 어느 정도로 할 것인지를 결정할 때, 그 장소의 생태군집 특성 또한 고려되어야 한다. 차폐 조치 후 그 장소에 다시 서식하게 될 생물들은 원래의 퇴적물과 유사한 저서환경을 선호할 것이기 때문이다. 차폐물질로 모래를 사용할 경우 굴착성 저서생물(deep burrower)이 아닌 여과식자(suspension-feeding organism)들이 서식하게 될 것이며, 세립질 차폐물질을 사용할 경우 굴착성 저서생물들이 서식하게 될 것이다. 굴착성 생물들이 오염지역에 서식하게 되면, 차폐물질 아래의 오염물질에 다시 노출될 것이기 때문에 모래를 차폐물질로 이용하는 것이 바람직할 수도 있다.

물론 굴착 생물들이 서식할 수 있는 깊이보다 차폐층의 두께를 두껍게 함으로서 생물들이 오염물질에 다시 노출되지 않게 할 수도 있다. 일반적으로 생물 활동으로 오염물질이 다시 방출되지 않도록 하기 위해서는 연안의 경우에 차폐층의 두께를 약 1m 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나 지역에 따라 침식속도나 서식생물군집의 차이가 현격할 수 있으므로 차폐처리를 할 지역은 사전에 정밀한 조사가 필요하다. 또한 침식속도가 빠른 지역에서는 차폐처리 후 유해물질이 다시 노출될 수 있으므로 모니터링이 필요하다.

차폐처리방법은 액상의 침강성 유해물질을 처리하는데는 부적합하다. 왜냐하면 차폐처리시에 액상의 유해물질이 확산될 수 있기 때문이다.

차폐처리의 비용은 차폐물질의 가격과 밀접한 관계가 있다. Stamford/ New Haven 지역의 경우 30,000m³의 유해물질을 차폐처리하는데 약 \$140,000가 소요되었다(Bonham, 1989).

2) 활성 차폐물질에 의한 침강성 유해물질 처리

활성 차폐물질은 유출된 화학물질과 반응하여 중화시키거나 독성을 감소시키는 작용을 한다. 대부분의 활성 차폐물질들은 세립질의 형태이므로 침식 가능성을 감소시키기 위하여 비활성 차폐물질과 혼합하여 투여하는 것이 보통이다. 활성 차폐물질과 비활성 차폐물질의 혼합은 육상이나 바지선에서 행해지거나 파이프를 통해 투입시 혼합될 수도 있다.

그러나 불행하게도 모든 경우에 사용할 수 있는 활성 차폐물질은 존재하지 않는다. 따라서 유출물질의 종류에 따라 어떠한 활성 차폐물질이 사용될 수 있는가가 결정된다. 활성 차폐물질의 사용시에는 주변에 서식하는 생물군집에 미치는 영향이 매우 중요하다. 실제로 많은 활성차폐물질들이 현장에서 사용될 수 있는 가능성이 있으나 유출된 물질 이외의 장소에 투여될 경우 생물들에게 피해를 끼칠 가능성이 있기 때문에 활성 차폐물질의 사용이 무척 제한되고 있다.

활성 차폐물질을 선택할 때에는 특정한 환경조건하에서 유출된 물질의 독성을 감소시킬 수 있는가가 가장 중요한 요인이 된다. 유출물질에 따라 사용할 수 있는 활성 차폐물질의 종류를 Table 6-5에 나타내었다.

활성 차폐물질은 비활성 차폐물질보다 가격이 비싸고 생물에 대한 영향을 배제할 수 없으므로 사용상 많은 제약이 따른다(Hand at al. 1978). 흡착을 이용하는 활성 차폐물질에는 규조토(diatomaceous earth), Manganese dioxide, Aluminum oxide를 비롯하여 환성탄, 숯 등이 사용될 수도 있다.

Table 6-5. Spilled materials and active capping materials

유출물질	활성차폐물질	가격 (\$/ton)	차폐물질 밀도
Aluminum fluoride	Alumina	\$ 295	4.0
Cadciium fluoride	Alumina	\$ 295	4.0
Cadciium hydroxide	Iron Sulfate	\$ 4500	3.097
Barium Carbonate	Calcium Sulfate,	\$ 3000	2.96
	Ferric Sulfate	\$ 3500	3.097
Lead arsenate	Limestone	\$ 230	2.711
Phosphorus, red or white	Potassium	\$4150	0.856
	Sulphur, Pyrite	\$ 670	2.06
Sulfur	Limestone	\$ 230	2.711

3) 밀봉제(sealing agent)를 이용한 침강성 유해물질의 처리

오염된 퇴적물 위에 시멘트나 그라우트를 덮는 방법으로서 주로 준설토의 처리에 사용되어 왔으며, 해저 유전에서도 많이 사용되어 왔다. 현장에서 고형제를 투여하여 저층퇴적물을 고형화시키는 방법이 가장 바람직하지만 현장 고형화 기술(in-situ solidification)은 아직까지 시험단계에 있다. 일본의 오사카에 있는 Takenaka Komuten Co. 회사에서는 항만의 오염된 저층 퇴적물을 준설토하여 화학적으로 처리한 후 육상에 매립 처리하는 시스템을 개발한 바 있다. 이 방법은 퇴적물에 포틀랜드 시멘트가 섞인 첨가제를 섞어 화학적으로 비활성인 안정한 토양을 만드는 것이다. 이외에도 합성 고분자 화합물 필름을 사용할 수도 있는데, 이들은 유해물질에 녹거나 부식되지 않으므로 불용성 침강물질을 일시적으로 환경으로부터 차단하거나 가두는데 사용될 수 있다.

4. 물리적 방법에 의한 침강성 유해물질 처리

유출된 액상의 유해물질을 물리적으로 제거하는 가장 좋은 방법중의 하나는 흡착제나 흡수재를 사용하는 것이다. 흡착제에는 자연산 유기흡착제,

자연산 무기흡착제, 합성흡착제 등 크게 세가지 종류가 있다. 자연산 유기흡착제에는 쥘, 이끼(peat moss), 톱밥, 옥수수 속, 나무껍질, 깃털, 모, 셀룰로오스 등이 있다. 이들의 흡착 능력은 유해물질의 종류와 흡착제의 특성에 좌우된다. 일반적으로 점도가 높을수록 흡착제의 분자와 액체간의 결합능력이 향상되므로 흡착능력은 증가한다. 그러나 온도가 높아지면 흡착제에 액체가 흡수되는 양은 감소하게 된다. 점도는 온도의 함수이므로 기온이나 수온은 어떤 흡착제를 사용할 것인가를 결정하는 중요한 요인이 된다.

자연산 흡착제에 비하여 합성 흡착제는 흡착능력이 훨씬 우수하다. 가격이 비싼 흡착제일수록 흡착 능력은 좋아지지만 실제로 광범위한 유출사고의 방제시에는 값이 저렴한 흡착제를 사용하는 것이 더 경제적이고 효과적일 수도 있다. 유해물질의 방제시에 흡착제를 선택할 때는 특히 흡착제와 유출물이 접촉하여 화재가 발생하거나, 폭발하거나, 유독한 가스가 방출될 수 있으므로 주의해야 한다.

합성 흡착제는 물은 흡수하지 않으면서 유기물은 흡수하도록 되어 있으며, 액상의 무기물을 흡수하는데는 효과가 별로 없는 것이 보통이다. 합성 흡착제는 무독하며 기타 위험성은 전혀 없다. 그러나 자연부력을 가지고 있으므로 침강성 유해물질의 회수를 위해 사용하는 데는 여러가지 문제가 있을 수 있다.

거대 격자 수지(Macrolecticular resin)는 일직선의 고분자 화합물을 cross-linking에 의해 스폰지 같은 거대 격자구조를 갖는 고분자 화합물로 만든 것으로서 흡착, 이온교환 뿐만 아니라 흡수 효과까지 가지고 있다. 거대 격자 수지는 액체와 용질, 용존 고체까지 빨아들이므로 페놀이나 알드린까지도 흡수할 수 있어 폴리우레탄폼보다 다용도로 사용될 수 있을 것으로 보인다. 그러나, 아직까지 문헌에서 거대 격자 수지가 대규모 유출사고

정화시에 사용된 예는 찾을 수 없었다. 거대격자 수지의 재활용 가능성은 아직 미지수이다. 수지가 열에 민감하여 결합이 깨어지거나 산화되므로 열에 의한 탈착은 가능하지 않다.

폴리우레탄 수지는 자체 무게의 0.1 - 80배까지 화학물질을 흡수할 수 있다. 폴리우레탄 수지의 흡수율은 수지의 공극율이나 화학물질의 점도, 젖음력 등에 좌우된다. 폴리우레탄 수지는 수질오염의 염려가 없고 생분해도 되지 않아 현장에서 사용하는데 여러 측면에서 장점이 있다. 수송상 어려움이 있다면 현장에서 생산하거나 재생하여 사용할 수도 있다.

폴리프로필렌은 여러가지 유해물질에 쓰일 수 있는 폴리우레탄보다 쓰임폭은 작으나 친유성이므로 기름 등의 흡수에 효과적이다. 폴리프로필렌은 수질오염의 염려가 없고 인간이나 생물에게 무독하다. 폴리프로필렌 수지는 재활용도 가능한데, 흡수된 물질을 다시 짜냄으로써 50-75%까지 제거하고 다시 사용할 수 있다. 3M의 유흡착재를 원심분리하여 재사용할 수 있는지를 타진해 본 결과 90%의 능력이 회복되는 것으로 보고 되었다.

이온 교환수지는 수중의 양이온과 음이온을 교환할 수 있는 작용기(functional group)를 가진 불용성 고분자 중합체이다. 이온교환수지는 비료, 염색제, 살충제, 염소, 염료, 유기물 등의 제거에 효과가 있다. 그러나 해양에서는 이온교환수지가 활성탄에 비해 적용범위가 매우 제한되며 가격도 비싸서 현장에서 사용되지 못하고 있다.

활성탄은 이제까지 유해물질을 제거하는데 가장 널리 사용되어온 흡착재이다. 활성탄을 사용할 경우 거의 모든 침강성 유해물질을 흡착시킬 수 있다고 보고되고 있다(Bauer et al, 1976). 활성탄으로 처리가 불가능한 유해물질에는 Barium carbonate, Lead arsenate, Phosphorus, Triethanolamine, Liquid mercury 정도이다. 유기물에 대한 활성탄의 흡착력은 온도가 증가하고 유해물질의 분자량이 증가함에 따라 증가하지만, 유해물질의

용해도와 극성이 증가할수록 감소한다. 활성탄에 있어서 유해물질의 분자구조는 흡착력에 상당한 영향을 미친다. hydroxyl, sulphonic, amino group이 많을수록 극성이 증가하므로 흡착력은 감소한다. 방향족 화합물과 치환된 방향족 화합물들은 일반적으로 지방족 화합물보다 더 흡착이 잘된다. 즉 amine, ethers, halogenated, aliphatic compounds 등은 알콜, 글리콜, 저분자량 지방족 탄화수소류보다 흡착효율이 우수하다.

대부분의 유출 유기 유해물질의 처리에는 유출량의 10배의 활성탄이 소요된다. Iodine, Gold permanganate, Dichronale, Mercuric salts, Arsenates, Silver salt 등 무기화합물도 활성탄으로 흡착처리가 가능하지만 용해도가 높은 염은 불가능하다. 많은 금속염들은 활성탄에 의해 금속 원소로 환원된다. 특히 수은염들은 활성탄으로 가장 잘 흡착 처리할 수 있는데 수은의 5배 정도의 활성탄으로 99%이상을 흡착할 수 있었다(Ziegler and Lafornara, 1972)

활성탄은 입자상과 분말상태를 사용할 수 있는데 일반적으로 입자상 활성탄이 폐기물 처리 등에 널리 사용되어 왔으므로 구하기가 용이하다. 입자상 활성탄은 분말보다 흡착속도가 느리지만 살포나 회수의 측면에서 장점이 더 많다. 특히 수중의 유해물질 처리에는 홍차 봉지와 같은 활성탄 주머니가 매우 유용할 수 있다. 분말 활성탄은 입자상보다 값이 싸고 흡착력이 우수하지만 실제 수중의 유해물질 처리에는 사용되지 못했다. 왜냐하면 사용후 활성탄의 유실이 많고 잘 침강하지 않아 취급에 어려움이 많았으며, 수중에 부유물질이 존재하면 응결해 버리기 때문이었다.

활성탄은 색깔 때문에 미관상으로는 그리 좋지 못하지만 1000ppm 정도의 아주 높은 탁도가 발생하여 생물의 아가미에 호흡이상을 일으킬 정도가 아니라면 무독하다고 보아도 좋다. 현재 저서생물에 대한 독성자료는 없는 상태이나 생태학적으로 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 하지만 각종 독성물질이 활성탄에 흡착되어 환경내에 잔류할 경우 장기적인 만성

독성작용이 있는지에 대해서는 자료가 없는 상태이다.

침강성 유해물질의 처리를 위하여 활성탄을 저층 수중에 주입하는 방법이 시도된 바 있는데 (Ziegler and Lafornera, 1972; Dawson et al., 1977), 약 50%정도의 회수율을 보였다. 탁도문제를 해결하기 위해서는 활성탄 주머니를 사용해야 하는데, 이 주머니의 mesh size는 활성탄이 빠져나가지 않으면서 물이 자유롭게 이동할 수 있을 정도가 되어야 한다. 활성탄 주머니의 제거 효율은 유속이나 접촉시간 등에 좌우된다. 활성탄 사용시 발생하는 문제는 유출량의 10배 정도의 많은 활성탄이 필요하며, 분말 활성탄은 탁도문제를 야기한다는 점 이외에도 활성탄의 흡착 효율을 증가시키기 위해서는 사용전에 24시간 정도 적셔 두어야 하기 때문에 깨끗한 청수가 필요하다는 약점이 있다. 현재까지 활성탄 주머니의 실용화는 기술적, 경제적으로 불투명한 상태이다.

5. 화학적 방법에 의한 침강성 유해물질 처리

이제까지 침강성 유해물질의 처리를 위해 여러가지 화학적 처리 방법이 개발되어 왔으나, 화학적처리 단독으로보다는 물리적인 처리방법과 병행하여 사용되는 쪽으로 초점이 맞추어져 왔다. 현장에서 사용될 수 있는 화학적 방법으로는 중화법, 침전법, 응집법, 추출법, 산화/환원법, 생물법 등이 있다.

가. 중화법

산이나 알칼리가 누출되어 pH가 6이하 혹은 9이상으로 변화할 경우에는 중화법이 1차적으로 고려될 수 있다. 자연적으로 분산되어 회석된다고 하더라도 급격한 pH의 변화로 생물의 치사나 COD의 증가, 금속 용출 등이 유발될 수 있기 때문이다. 또한, 현장에서 중화법을 사용할 때 적절한 중화제를 구할 수 있는가의 여부는 무척 중요한 요인이다. 그러나 가장

이상적인 중화제를 구할 수 없다면 다른 가용한 물질을 사용하여 처리하는 것이 전혀 처리를 하지 않는 것보다 더 나을 수 있다. 여러 중화제중 선택이 가능할 때에는 생성되는 염의 독성이 가장 낮은 것을 선택하는 것이 매우 중요하며 과잉 처리될 가능성이 있는지 살포가 용이한가 등을 고려하여 선택하여야 한다.

일반적으로 과잉처리보다는 모자라게 처리하는 것이 바람직하기 때문에 중화제로서는 약산과 약알칼리를 사용하는 것이 좋다. 물론 침강성 유해물질 처리의 특성상 물리적 특성이 유사하여 혼합이 용이하도록 농축된 산을 사용할 필요가 있을 수도 있다. 현장에서는 취급이 까다로운 고체 중화제보다는 액상 중화제를 사용하는 것이 바람직하다.

중화제에 적합한 산으로는 Sodium dihydrogen phosphate, Acetic acid, Sulphuric acid, Hydrochloric acid 등이며 염기로는 Sodium bicarbonate, Calcium carbonate, Sodium carbonate 등이다(Hand et al., 1978; Akers et al., 1981). 현장에서의 중화처리는 항상 과잉처리의 우려가 있으며 경우에 따라서는 저층의 유해물질을 농축 버릴 수가 있으므로 반드시 적절한 모니터링 장비로 계속 모니터링을 해야 한다. 또한 중화과정에서 생성되는 독성 이온들을 제거하기 위하여 침전제를 사용해야 할 가능성도 크다. 중화반응에는 발열이 되므로 급격한 온도 변화가 발생할 수도 있다. 중화제의 투여시에는 다량이 사용될 뿐만아니라 화상 등의 위험이 있으므로 상당한 통제가 필요하다. 처리 후의 생태적인 피해를 추정하기 위하여 수온의 변화도 동시에 모니터링되어야 한다. 경우에 따라서는 중화처리에 의해 이산화탄소등의 가스가 발생할 수 있으므로 처리 인원에게는 각별한 주의가 요망된다(Ellis and Payne, 1983).

Na_2HPO_4 는 Aminoethylethanolamine, Caustic potash solution, Diethanolamine, Triethanolamine Monoethanolamine, Sodium hydroxide, 등의 처리에

유용한 중화제이다(Solsberg and Parent, 1986) 단, 인산염의 투여로 인해 조류의 과대성장이 유발될 가능성이 있으며 잘못 사용될 경우 pH가 4.5이하로 떨어질 수 있으므로 주의해야 한다. Calcium hydroxide(CaOH_2)가 산의 유출시에는 좋은 중화제가 될수 있으나 과잉 처리되면 pH가 9.5까지 크게 증가할수 있으므로 Sodium bicarbonate를 사용하는 것이 바람직하다. 어류는 pH 6 이하나 pH 9 이상에서는 피해를 받기 때문에 pH가 8.3 이상으로 과잉 처리하지 않도록 주의해야 한다. Acetic acid, Acrylic acid, Formic acid, Hydrochloric acid, Hydrofluoric acid, Nitric acid, Oxalic acid, Phosphoric acid 등은 Sodium bicarbonate로 중화처리 하는 것이 바람직하다. 중화처리시에는 다량의 화학물질이 환경에 더 첨가되는 것이므로 유해한 영향을 미칠 가능성이 항상 존재한다. 따라서 유출물의 확산이나 분산과정을 CTD의 pH전극 등으로 계속 모니터링하고 산염기 지시약 등으로 중화점을 찾아내야만 한다. 산이나 염기의 유출시에는 6-36시간 이내에 완전히 처리하는 것이 바람직하다 (Ellis and Payne, 1983).

나. 침전법

침전법은 처리하고자 하는 물질의 용해도를 변화시켜 고체상태로 만들어서 처리하는 물리화학적인 방법으로서 온도나 용액의 pH를 변화시키거나 침전을 유발하는 물질을 첨가하게 된다. 침전법은 이미 염색 폐기물 처리시 중금속이나 유기물등을 제거하기 위하여 사용되어 온 방법이다. 이제까지 현장에서는 Aluminum fluoride와 Barium carbonate만이 침전법을 사용하여 효과적으로 처리할 수 있었다.(Hand et al., 1978). 그러나 이러한 침전법은 아직 현장에서 시험된 사례가 적고 처리 후 독성 금속이온이 침전되어 발생하는 문제를 처리하여야 하는 등 사용 단점이 많다. 여러가지 금속들은 NaOH나 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Lime등으로 침전시킬 수 있으나 pH가 8-11사이에 있어야

하므로 현장에의 적용성이 과제로 남는다. 또한 침전물은 즉시 저층에서 물리적으로 제거되어야 한다. 금속을 황화물로 만들어 침전시키는 방법은 독성을 줄이고 재용출에 의한 2차 영향을 감소시킬 수 있으나 황화물 유기금속으로 변환되면 박테리아의 분해과정을 거쳐 아주 유독한 화합물을 형성할수 있으므로 주의를 요한다. 황화물로 침전시킬 수 있는 금속은 30여종이 넘으나 Sulphide 이온자체의 독성과 살포속도에 문제가 있으며, pH 감소와 H₂S 생성을 완충시키기 위해 NaOH 등의 강염기를 동시에 첨가해야만 하는 등의 문제를 해결해야만 한다.

참고문헌

- 유독 물질 관리협회. 1992. 유독물 관리자 교육 교재, 388 pp.
- 코오롱 엔지니어링. 1985. 아미노산계 유결화제, 28 pp.
- Akers, C.K., R.J. Pillie, and J.G. Michalovic. 1981. Guidelines for the use of chemicals in removing hazardous substances discharges. EPA-600/2-81-205.
- Allen, T.E.. 1982. Oil spill chemical dispersant: reserch, experience, and recommandations. STP 840. ASTM, 466 pp.
- ASTM. 1990. A Guide to the safe handling of hazardous materials accidents. ASTM STP 825, 64 pp.
- Backensto, J.E. and L.P. Andrews. 1992. SOPs and Termination. Pages 116-133 in: L.P. Andrews (ed.), Emergency Responder Training Manual for the Hazardous Materials Technician. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Bauer, W.H., D.N. Borton, J.J. Bulloff and J.R. Sinclair. 1976. Agents for the amelioration of discharges of hazardous chemicals on water. in: Proc.of National Conference on the control of Hazardous Materials Spills. US EPA. Washington D.C.
- Bonham N. 1989. Response Techniques for the cleanup of sinking hazardous materials. EPA 4/SP/1, 142 pp.
- Dawson, G.W., B.W. Mercer and R.G. Parkhurst. 1977. In-situ treatment of hazardous material spills in flowing systems. US EPA-600/2-77-164, Edison, New Jersey.

- DOT. 1990. Emergency Response Guidebook .
- Ellis, W.D. and J.R. Payne. 1983. Chemical Countermeasures for in-situ treatment of hazardous materials release. EPS 68-01-3113, Edison, New Jersey.
- Fingas, M.F., R. Stoodley and N. Laroche. 1990. Effectiveness Testing of spill-treating agents. Oil and Chemical Pollution, 7:337-348.
- Hand, T.D., A.W. Ford, P.G. Malone, D.W. Thompson and R.B. Mercer. 1978. A feasibility study of response techniques for discharges of hazardous chemicals that sink. USCG-D-56-78.
- Huibregste, K.R., R.C. Scholz and R.E. Wullschleger. 1977. Manual for control of hazardous material spills. US EPA 600/2-77-277.
- Shield, F.D. and R.L. Montgomery. 1984. Fundamentals of Capping Contaminated dredged material. in: Proc. for Conference on Dredging '84. American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- Solsberg, L.B. and R.D. Parent. 1986. A survey of chemical spill countermeasures. Environment Canada Report. EPS 9/SP/2. Ottawa, Ontario.
- US EPA. 1987. Technical Guidance for Hazards Analysis: Emergency Planning for Extremely Hazardous Substances.
- USGC. 1978. CHRIS Response Methods Handbook Commandant Instruction M16465.14.
- Unterberg, W., R.W. Melvold, S.L. Davis, F.J. Stephens, F.G. Bush and P.A. Scofield. 1984. Manual of countermeasures for hazardous

substances release. EPA., Cincinnati, Ohio.

Veasey, D.A. and K.W. Oldfield. 1992. Site Control. Pages 28-42 in: L.P. Andrews (ed.), Emergency Responder Training Manual for the Hazardous Materials Technician. Van Nostrand Reinhold, New York.

Waters, P. and A.F. Hadermann. 1987. The Efficiency of elastomers in oil spill cleanup. in: Proc. of 1987 Oil Spill Conference. pp. 231-233.

Ziegler, R.C. and J.P. Laformara. 1972. In-situ treatment methods for hazardous materials spills. in: Proc. of National Conference on Control of Hazardous Materials Spills. US EPA. Washington, D.C.