

동북아 항만간 협력관계 촉진 연구용역(Ⅱ)

- 기후변화에 대비한 동북아 연안 재해방지 대책 -

2012. 12.



제 출 문

국토해양부 항만정책관 귀하

본 보고서를 “동북아 항만간 협력관계 촉진 방안 연구용역 II” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2012. 12.

연구책임자 : 오상호

참여연구원 : 이동영

 " : 안희도

 " : 오영민

한국해양과학기술원
원장 강정극

목 차

제1장 서론	1
1.1. 연구 배경 및 목적	1
1.2. 연구 범위 및 방법	2
제2장 기후변화에 따른 고파 및 해일에 의한 연안 재해저감 대책	3
2.1. 기후변화의 개요	3
2.2. 기후변화가 고파 및 해일에 미치는 영향	10
2.3. 고파 및 해일에 의한 연안재해 저감 방안	17
2.4. 향후 연안방재 저감 대책 수립 방안	36
제3장 세계 주요국의 연안재해 방지 대책	40
3.1. 우리나라의 연안재해 방지 대책	40
3.2. 일본 및 중국의 연안재해 방지 대책	56
3.3. 미국 및 유럽의 연안재해 방지 대책	57
제4장 결론	63
4.1. 요약 및 결론	63
4.2. 정책 제언	64
참고문헌	67

표 목 차

<표 2.1> 기후변화 원인	4
<표 2.2> 조위관측소별 해수면 상승률 (1993 ~ 2008년)	9
<표 2.3> 21세기 전망에 기초한 기상 및 기후이변에 따른 기후변화영향	11
<표 2.4> 해수면 상승에 따른 대륙별 침수 피해 예측치	14
<표 2.5> 일본의 폭풍해일 재해 저감 방안 수립 배경 및 추진 결과	20
<표 2.6> 카미히라이 방수문 개요	20
<표 2.7> 누마즈항 방수문 개요	21
<표 2.8> 오사카시 방수문 개요	22
<표 2.9> 우리나라 해양기상 및 해수면변동 관측 시설	31
<표 2.10> 국내 연안재해 관련 최근 연구 목록 (2002년 이후)	33
<표 2.11> 우리나라의 연안해일 예보체제	38
<표 3.1> 최근 수립된 우리나라 연안재해 관련 주요 국가계획	43
<표 3.2> 우리나라 연안재해 관리 및 방재 관련법의 주요내용 및 문제점	46
<표 3.3> 미국의 주별 기후변화 적응계획	59

그림목차

<그림 2.1> 전지구적인 기후변화 및 지구온난화 현상	6
<그림 2.2> 한반도 주변 해수면 상승 경향(1993~2008년)	7
<그림 2.3> 우리나라 동해, 남해, 서해의 해수면 상승 경향	8
<그림 2.4> 연도별 자연재해 피해액 추이	9
<그림 2.5> 카테고리 4와 5등급 폭풍의 증가 추이	15
<그림 2.6> 37년간 우리나라 태풍의 최대풍속과 일강수량의 극값 변화 추이	16
<그림 2.7> 미국연안의 재해 위험도(Hazard map)	19
<그림 2.8> SLOSH 모델에 의해 폭풍해일이 예측되는 지역의 지도	19
<그림 2.9> 카미히라이 방수문 및 제방 내측 전경(유신기술회보, 2012)	21
<그림 2.10> 누마즈(沼津)항 방수문 및 상부 전망대 전경(유신기술회보, 2012)	21
<그림 2.11> 나고야 방수문 및 상부 전망대 전경(유신기술회보, 2012)	22
<그림 2.12> 오사카시 방수문 전경(유신기술회보, 2012)	23
<그림 2.13> Delta Works 개요	24
<그림 2.14> Maeslant Barrier 와 Hartel Barrier의 위치	24
<그림 2.15> Hartel Barrier 전경	25
<그림 2.16> Maeslant Barrier 전경	26
<그림 2.17> Thames Barrier 전경	28
<그림 2.18> Thames Barrier 근경 (수문 폐쇄 시)	28
<그림 2.19> Mose project의 건설 위치 및 조감도	29
<그림 2.20> 조위 5m 이상일 경우의 침수예상 지역 및 Barrier 건설 개념도	30
<그림 2.21> 건설 중인 St. Petersburg Flood Barrier 전경	30
<그림 2.22> 재해취약지역 대상항만 위치도	34
<그림 2.23> 재해이력을 통한 재해취약지역 선정 흐름도	35
<그림 3.1> 국가 기후변화 적응대책 개요	48
<그림 4.1> 최근 3년간의 태풍 진로도	65
<그림 4.2> 2008년 2월 발생한 너울성 고파에 따른 한국 및 일본측 피해	65

제1장 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

1.1.1. 연구 배경

- 한·중·일 3국은 '00년부터 매년 순차적으로 동북아 항만국장회의 및 항만심포지엄 개최
 - 동북아 항만국장회의는 한·중·일 3국간 항만분야 협력의제 발굴, 협력방안 도출 및 정보 교류 활성화를 위해 2000년부터 지속적으로 개최
 - 아울러 3국간 공동의 협력 의제 과제를 발굴하고, 협력방안을 도출하기 위해 각국 국책연구기관이 참여하여 공동연구(Working Group)를 진행하고 있음
 - 이와 함께 3국 항만물류 전문가, 업·단체 관계자를 대상으로 하는 동북아 항만 심포지엄도 국장회의와 동시에 개최하여 정보·인적 교류 및 항만산업 발전을 유도 하고 있음
- 공동연구과제(Working Group 2) 수행과 관련하여 관련 연구분야에 관한 심도 있는 내용 검토 필요
 - 현재 2009년 제10차 동북아 항만국장회의(동경)에서 합의된 2개 과제의 하나로써 기후변화에 대비한 동북아 연안 재해방지 대책(WG2)을 PARI(Port and Airport Research Institute) 소속 일본 측 연구자와 함께 공동 추진 중

1.1.2 연구 목적

- 제13차 동북아 항만국장회의 및 항만심포지엄의 성공적 개최 지원
 - 제13차 동북아 항만국장회의의 실효성 제고를 위하여 공동연구과제(Working Group 2)의 세부 검토를 통한 실효성 있는 정책 시사점 도출

1.2. 연구 범위 및 방법

■ 공간적 범위

- 직접범위 : 한국, 중국, 일본 등 동북아시아 지역
- 간접범위 : 유럽, 미국 등 전 세계 지역까지 확대하여 가능성 검토

■ 내용적 범위

- 본 연구는 제13차 동북아 항만국장회의 개최를 지원하고, 실효성 있는 공동연구 결과 도출을 위해 다음과 같은 주요 내용을 검토함
 - 기후변화에 따른 고파 및 해일에 의한 연안 재해저감 대책 검토
 - 동북아시아 각국의 연안 재해방지 대책 조사 및 분석
 - 연안재해 대응과 관련한 동북아시아 협력방안 검토

■ 연구 추진 방법

- 선행 연구 조사를 통한 자료 재분석
- 기존 문헌 및 연구자료 조사를 바탕으로 신뢰성 있는 연구결과 확보
- 최근 업데이트된 통계 및 정책분석 자료 활용
- 공동연구 관계자 및 기관들과의 업무 협의 결과 반영

제2장 기후변화에 따른 고파 및 해일에 의한 연안 재해저감 대책

2.1. 기후변화의 개요

2.1.1. 기후변화의 정의

- 최근 기후변화 및 지구온난화가 사회적·국제적 중요한 의제로 대두되고 있음
- 기후변화의 원인을 규명하고 미래를 예측하는 것은 기후변화에 대한 대응방안을 도출하는데 가장 우선적인 사항이 됨. 기후변화의 영향은 자연생태계 및 사회전반에 걸쳐 나타나는데 전반적으로 긍정적인 영향보다 부정적인 영향이 더 크다고 볼 수 있음
- 따라서, 기후변화에 따른 피해를 줄이고 적응하기 위한 노력이 필요하며, 궁극적으로는 근본적인 지구온난화의 원인인 온실가스의 배출량을 줄여서 미래의 기후변화 크기를 완화시키기 위한 기술개발과 국제적인 협력추진으로 대응해 나가는 것이 절실히 요구됨.
- 기후변화란 일반적인 관점에서는 지구의 세계적 규모 또는 지역적 규모의 기후가 시간 경과에 따른 변화를 말함. 기후(climate)란 수십 년에서부터 수백만 년의 기간 동안 대기의 평균적인 상태 변화를 의미하는 것으로 IPCC의 정의와 UNFCCC 정의로 나눠 볼 수 있음
 - IPCC(정부간 기후변화 협의체 : Intergovernmental Panel on Climate Change)에서 말하는 기후변화는 기후 특성의 평균이나 변동성의 변화를 통해 확인가능하고 (예: 통계분석을 통해) 수십년 혹은 그 이상 오래 지속되는 기후상태 변화를 뜻함
 - 유엔기후변화협약(UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)에서 말하는 기후변화는 지구 대기의 조성을 변화시키는 인간 활동에 직·간접 원인이 있고 그에 더해 상당한 기간 동안 자연적 기후변동이 관측된 것을 말함
 - 유엔기후변화협약(UNFCCC : 1992년)의 궁극적인 목적은 인간활동으로 인한 기후변화가 식량생산과 지속가능한 발전을 위협하지 않도록 온실가스 농도를 안

정화 시키는 것이라고 정하고 있어, 인위적인 원인으로 지구의 기온이 상승하는 지구온난화에 대한 대책을 중심으로 다루고 있다고 볼 수 있음

- 이에 반해 IPCC는 자연적 및 인위적 영향으로 기후가 변화하는 현상을 기후변화라고 정의하고 온난화와 냉각화를 포함하고 있음. 즉 인간행위로 인한 것이든 자연적인 변동(variability)이든 시간의 경과에 따른 기후의 변화를 모두 포함하고 있어 자연과학에서 추구하는 객관성에 잘 부합됨

2.1.2. 기후변화의 원인

- 기후변화의 원인은 자연적인 원인과 인위적인 원인으로 크게 나눌 수 있으며, 가장 큰 원인으로는 인위적인 원인 중 온실가스 증가에 의한 것으로서, 산업혁명 이후 급속하게 증가된 에너지 수요를 충족시키기 위해서 석탄, 석유와 같은 화석연료가 연소되어 발생한 이산화탄소 등 온실가스 증가로 인한 대기 구성성분의 변화가 주요한 원인으로 알려져 있음

〈표 2.1〉 기후변화 원인

기후변화 요인		내 용
자연적인 요인	내적 요인	대기가 기후시스템(5가지 요소 : 대기권, 수권, 빙권, 육지표면, 생물권)과의 상호 작용
	외적 요인	태양활동의 변화, 화산분화에 의한 성층권의 에어로졸 증가, 태양과 지구의 천문학적상 위치관계 등
인위적인 요인	강화된 온실효과	대기조성의 변화 : 화석연료 과다 사용에 따른 이산화탄소 증가
	에어로졸의 효과	인간 활동으로 인한 산업화가 대기 중 에어로졸의 양을 변화
	토지 피복의 변화	과잉 토지이용(도시화) 증가 및 삼림파괴

■ 기후변화의 자연적인 원인

- 태양 흑점수의 변화에 따른 태양 복사 에너지량의 변화
- 지구 공전궤도, 자전축의 경사 변화 등 지구 움직임의 변화(밀란코비치 주기)
- 화산폭발에 의한 태양에너지 변화

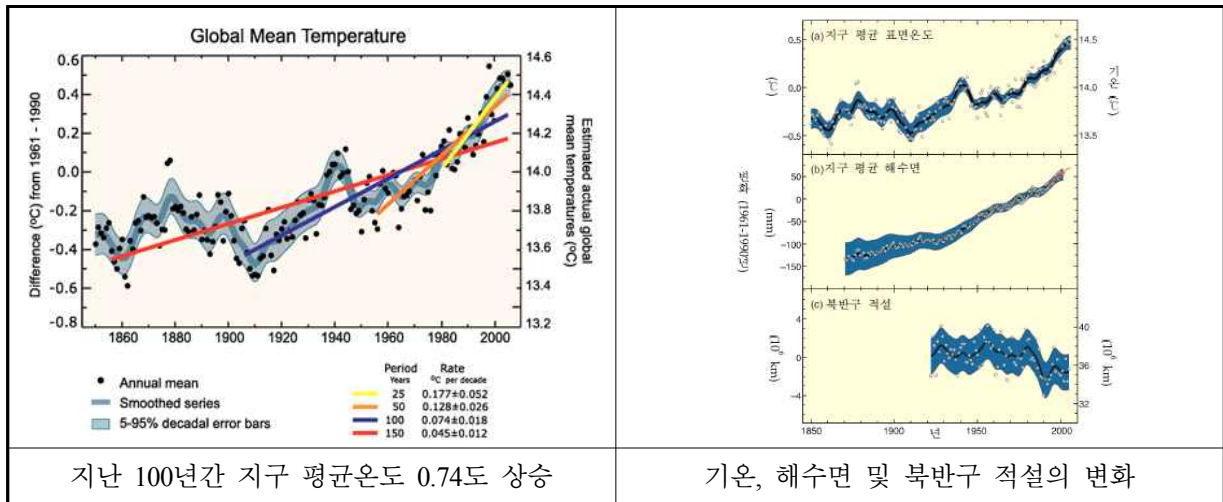
■ 기후변화의 인위적인 원인

- 인위적 온실가스 농도 증가
- 온실가스 양(+)의 복사강제력은 지구온난화의 순효과로 작용
- 에어로솔에 의한 직·간접 복사강제력 변화로 기후변화 유발
- 지표면의 변화는 지표면의 반사율 변화를 유발시켜 기후변화 야기

2.1.3. 기후변화 현황

- 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 제4차 평가보고서(2007년)에 따르면 지구온난화를 유발하는 대기 중 온실가스는 산업혁명 이래 화석 연료의 연소 등 인간의 여러 활동에 기인하여 크게 증가하였음
 - 온실효과로 인하여 지구온난화의 지표인 지구표면온도는 지난 100년 동안 (1906~2005년) $0.74 \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ 상승
 - 지구온난화와 관련하여 강수의 유형도 변화하여 강수의 상당 부분이 집중호우 형태로 유발 될 것으로 전망
 - 극심한 가뭄과 홍수를 유발하는 엘니뇨 현상도 그 크기나 발생 빈도 및 지속성이 1970년대 중반 이후 크게 증가하고 있는 상황
 - 앞으로의 21세기 기후변화는 더욱 가속화 될 전망을 제시하고 있음
- 기온상승은 전 지구적으로 널리 일어나고 있으며, 우리나라가 속해있는 북반구 고위도로 갈수록 더 크게 나타나고, 육지가 해양보다 더 빠르게 온난화가 진행되고 있는 것으로 나타남
- 또한, 해수면상승은 온난화와 일치하여 나타나고 있으며, 지구 평균해수면은 1961년 이후 평균 1.8mm/yr, 1993년 이후 3.1mm/yr로 속도로 상승
- 따라서, 현재와 같이 화석연료에 의존하는 대량소비형의 사회가 계속될 경우 금세기말에는 아래와 같은 영향이 나타날 것으로 전망됨
 - 지구평균기온은 최대 6.4°C 상승 전망

- 해수면은 59cm 상승 전망
- 고온·열파·호우의 발생빈도가 증가 전망
- 태풍과 허리케인 등의 강도도 강화될 것으로 전망

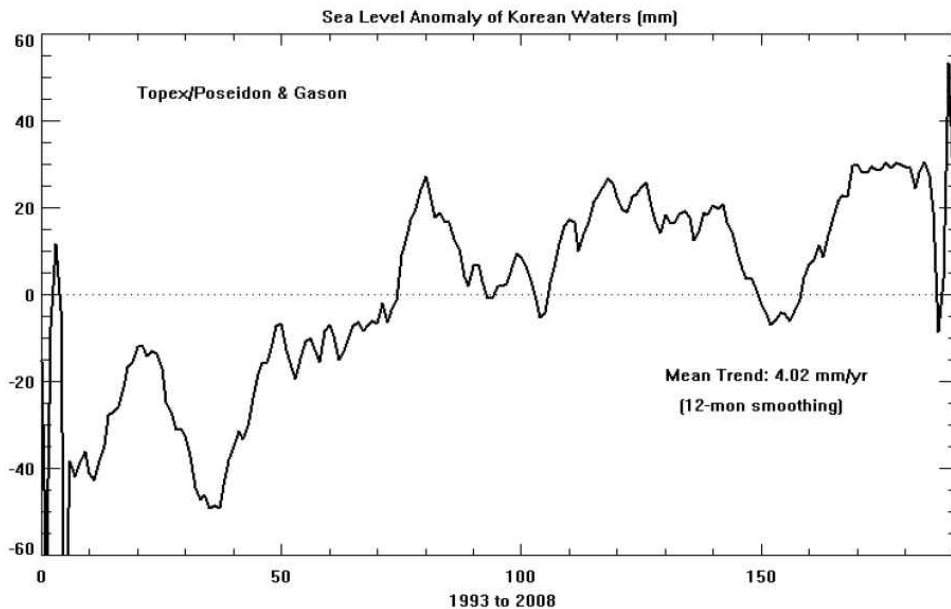


〈그림 2.1〉 전지구적인 기후변화 및 지구온난화 현상

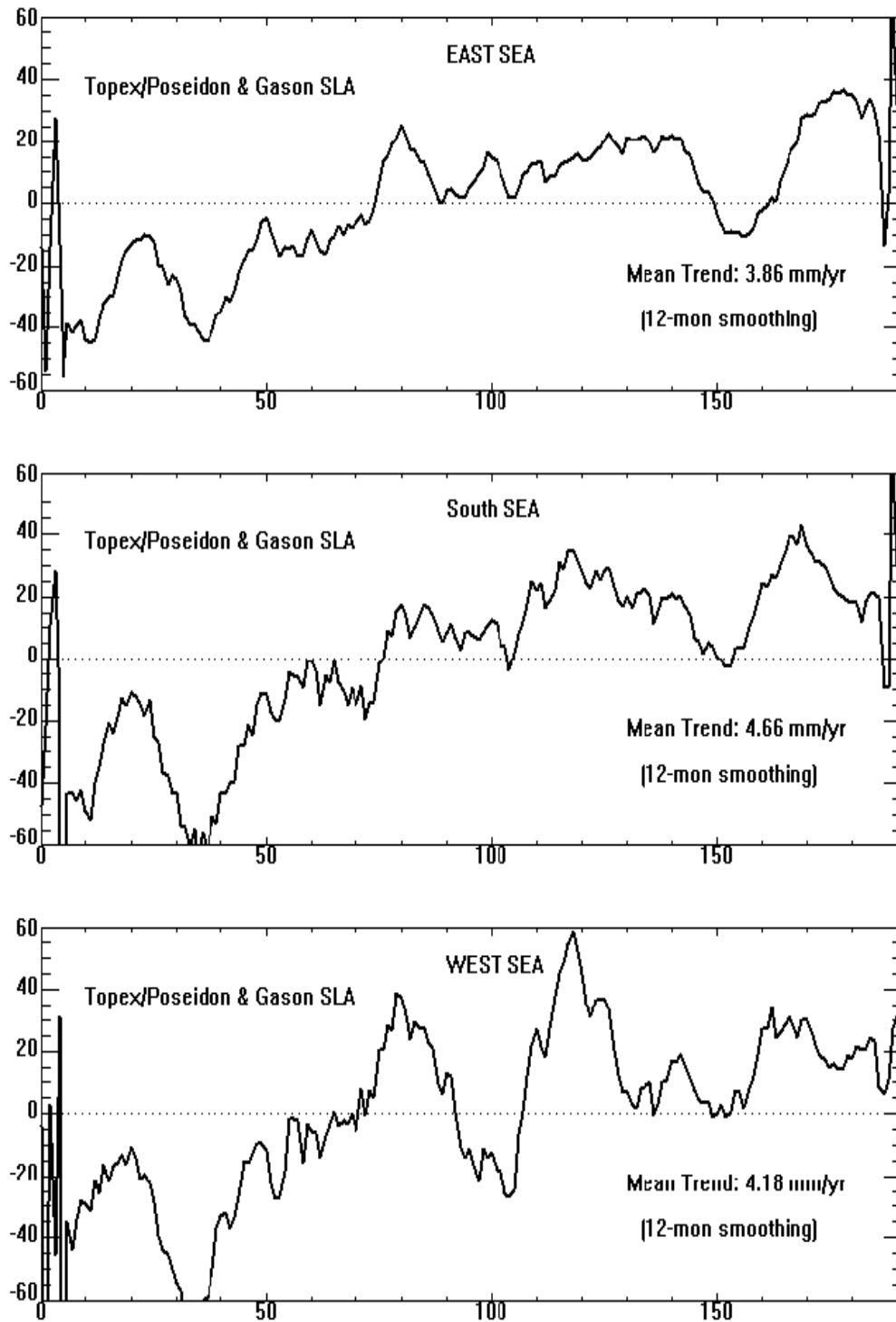
2.1.4. 우리나라의 기후변화 현황

- 우리나라는 거의 매년 태풍, 온대성저기압 등 각종 기상악화로 인한 연안침수를 겪고 있으며, 이로 인해 막대한 인명 및 재산상의 피해가 초래되고 있음
- 지난 100년(1912~2008년, 강릉, 서울, 인천, 대구, 부산, 목포 6개 관측지점 기준) 간 연평균기온은 1.7°C 상승하였고, 연강수량은 19% 증가하였음
- 1980년대 후반부터 여름철 호우재해의 발생빈도가 연평균 5.3회(1940~1970년대)에서 8.8회 이상(1980~1999)으로 증가 (강수일은 감소한 반면 강수량이 증가하여 강수 집중도가 커졌기 때문)
- 태풍 및 게릴라성 집중호우로 피해액이 10년마다 3.2배씩 증가추세 (최대 일 강수량이 1990년 대비 2000년대에 59.4mm 증가)
- 평균기온 상승폭은 전 지구평균 기온상승률보다 높으며, 지구온난화에 따라 고온과 관련된 기후지수 발생 빈도는 증가하고, 저온과 관련된 기후지수는 감소하는 양상을 나타내고 있음

- 1993~2008년(16년간) NASA의 Topex/Poseidon 및 Jason 위성고도계 자료에 의한 우리나라 주변의 해수면 상승률은 평균 4.02mm/년으로 지구평균 3.16mm/년보다 30% 높은 실정임
- 해역별로는 동해 3.86mm/년, 서해 4.18mm/년, 남해 4.66mm/년으로 남해안이 상대적으로 높게 나타남. 특히, 제주지역의 해수면은 지난 40년간 22cm 상승하였으며, 이는 세계 평균의 3배 높은 수치로서 이 지역의 기후변화 진행속도가 세계 평균을 상회한다고 볼 수 있음
- 또한, 해수면 상승과 더불어 파랑 및 태풍의 강도도 증가추세를 보이고 있는 것으로 조사되었음
- 우리나라 전 해안에 대한 평균 후퇴율은 해수면 상승이 38cm인 경우에 43.7%, 59cm인 경우 60.3%, 75cm인 경우 69.2%, 1m인 경우 80.1%로 각각 증가하는 것으로 예측되었음



〈그림 2.2〉 한반도 주변 해수면 상승 경향(1993~2008년)



자료: 해수면 상승에 따른 취약성 분석 및 효과적인 대응정책수립 I: 해안침식 영향평가 (2009.12, 한국환경정책·평가연구원)

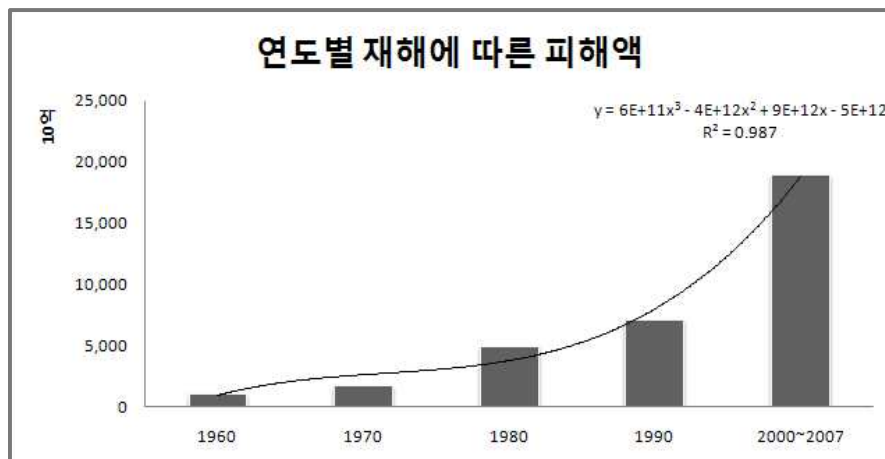
<그림 2.3> 우리나라 동해, 남해, 서해의 해수면 상승 경향

- 2010년 11월 국립해양조사원은 「해수면 변동 정밀분석 및 예측」에서 50년 후에 우리나라 연안의 해수면 상승치를 서해 65mm, 남해 100mm, 동해 110mm, 거문도 280mm, 제주도 285mm 등으로 예측하였으며, 1993~2008년 각 조위관측소별 해수면 상승률은 다음표와 같음

〈표 2.2〉 조위관측소별 해수면 상승률 (1993~2008년)

서 해		남 해		제주부근		동 해	
조위 관측소	상승률 (mm/yr)	조위 관측소	상승률 (mm/yr)	조위 관측소	상승률 (mm/yr)	조위 관측소	상승률 (mm/yr)
안흥	2.8	완도	2.1	추자도	3.5	포항	-
군산	-	여수	0.0	제주	9.4	묵호	3.2
목포	(7.8)	통영	2.2	서귀포	5.1	속초	2.5
대흑산도	(-3.5)	가덕도	5.1	거문도	7.8	울릉도	-
인천	3.0	부산	2.5				
평균	2.9	평균	2.4	평균	6.5	평균	2.9
총평균	4.2						
비고	3.3						
	목포 및 대흑산도의 통계는 제외(이상 상승률) 군산, 포항, 울릉도는 분석 종류 연도가 2005년 이전(조위관측소 이설) 인천의 분석기관은 1999~2008년						

- 이러한 기후변화 영향으로 향후 우리나라의 자연재해 피해액은 지속적으로 증가하고 있으며, 향후에도 계속 증가할 것으로 전망됨



* 자료 : 환경부 보도자료(2010.10, 기후변화협력과)

〈그림 2.4〉 연도별 자연재해 피해액 추이

2.2. 기후변화가 고파 및 해일에 미치는 영향

2.2.1. 기후변화와 연안재해

- “연안재해”라 함은 연안역에서 일어나는 자연재해를 총칭하는 것으로 태풍, 고파랑, 폭풍해일, 지진해일, 해수면상승에 의한 범람, 침수 및 제반 시설물의 붕괴, 연안침식 등에 의하여 국민의 생명, 신체 및 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것을 총칭함
- 우리나라는 거의 매년 태풍, 온대성저기압 등 각종 기상악화로 인한 연안침수, 항만시설물의 피해 및 유실 그리고 해안침식 등에 따른 연안 및 항만재해가 빈번히 발생되고 있어 국가적 차원에서 국민의 재산과 인명을 보호할 수 있도록 하는 대응책 마련이 시급한 실정임
- 1950년대부터 현재까지 대부분의 대책들은 자연재해로 인한 피해를 입은 후에 복구 위주의 대안만을 가지고 있었고 국가적 차원의 초동대처만을 급급하게 해왔음이고 볼 수 있음. 미래의 재난에 대비해야 함은 것을 완전히 간과한 것은 아니지만 현실적으로 예산 확보가 어려워 실행에 옮기지 못한 이유라 할 수 있음
- 그러나 앞으로의 상황은 다르게 전개될 것으로 예상됨. 지금까지의 재해규모가 비교적 작았다고 보면 앞으로의 재해는 기후변화의 영향으로 더욱 크고 강해질 것이라는 의견이 지배적임. 따라서 재난발생 후 대처는 피해규모가 기하급수적이어서 있을 수 없는 상황이라는 것이고, 미래재난에 대응해야 그나마 피해를 최소화 할 수 있을 것임
- 향후 재난 규모가 커질 것으로 예상되는 이유는 화석연료를 사용한 산업혁명이후 지구 온난화가 진행되어 오면서 그 진행 속도가 더욱 빨라져 이에 대한 악영향이 현실적으로 발생되고 있기 때문임. 실제로 전 세계적으로 기후변화의 영향으로 다수의 각종 재해가 속출하고 있으며, 가뭄과 홍수, 생태계 변화 및 태풍을 비롯한 각종 기상재해와 폭풍해일 등 다양한 자연재해들이 불특정 동시 다발적으로 발생하고 있음
- 이에 따라 세계 각국은 자연재해로부터 자국의 피해를 최소화 하기위한 노력에 신중을 기하고 있음. 우선 과거의 직접적인 자연재해로부터 대책 안을 마련하고 점진적으로 미래재난에 대응하는 방안을 수립·추진함으로써 향후 기후변화에 따른 미래재해로부터 피해를 최소화 하고자 노력하고 있음

- 이러한 측면에서 우리나라에서도 미래재난을 대비한 국가적 차원의 실제적인 대응안이 절실히 필요한 때임. 최근, 연안 및 항만에서 폭풍해일에 의한 피해를 최소화하기위한 노력으로 일련의 R&D사업이 추진되었음
- 그 중 대표적인 연구사업이 “해일피해 예측 정밀격자 수치모델 구축 및 설계해면추산 연구(2010. 8, 국토해양부)”, “기후변화에 따른 항만구역내 재해 취약지구 정비계획 용역(아라미르 프로젝트, 2011. 5, 국토해양부)” 등이 있으며, 이들 연구를 통해 기후변화에 대비한 항만 재해 취약지구 정비계획 및 시설물 보수·보강 정비계획을 수립한 바 있음

〈표 2.3〉 21세기 전망에 기초한 기상 및 기후이변에 따른 기후변화영향

기후변화 현상	미래 경향의 가능성	부문별 주요영향 전망			
		농업,산림,생태계	수자원	보건	산업,거주지,사회
저온일 감소 고온일 증가	사실상 확실	고위도:생산성증대 저위도:생산성감소, 병충해 증가	고산빙하 감소로 수자원 영향, 증발산 증가	한파로 인한 사망 감소	난방감소, 대기질 악화,겨울수송양 호
육지에서 열파증가	가능성 높음	온난지역 생산량 감소, 산불증가	수자원수요 증가 수질 악화	노약자 등 열파 사망 증가	온난지역 주거환경 악화
호우증가	가능성 높음	곡물피해, 토양유실, 경작지감소	지표, 지하수질 악화 수자원부족 완화	재해 사망 증가	호우피해 증가 재해보험 필요성증대
가뭄지역 증가	가능성 있음	토질악화, 생산량감소, 가축감소,산불증가	수자원 스트레스확대	식량, 수자원부족 영양상태 악화, 질병	수자원 스트레스, 수력발전 감소
태풍강도 증가	가능성 있음	곡물피해, 산림파괴, 산호피해	전력수급 차질로 인한 수자원 공급위협	재해로 인한 사망 질병증가	홍수, 가뭄 피해, 보험기피 증가
해수면 상승	가능성 있음	염수로 인한 피해	담수자원의 감소	홍수피해, 인구이동에 따른 보건문제	연안방재 및 개발비용, 사회간접자본이동

자료 : IPCC 제4차 평가보고서

2.2.2 해수면상승이 연안재해에 미치는 영향

- 해수면 상승이 임계치를 초과하지 않는 경우 퇴적물의 공급과 지형의 변화가 서로 균형을 이루어 인간의 생활에 큰 영향을 미치지 않음. 그러나 해수면 상승이 임계치를 초과할 정도로 급격히 발생하는 경우 지형변화가 그 추세를 따르지 못해 전체 해안 시스템의 교란이 불가피해짐(Burkett et al, 2005)
- 해안 저지대에서는 해수면 상승도 골칫거리지만, 무엇보다 가장 위협적인 것은 폭풍이나 열대성 저기압이 통과할 때 일어나는 해수면의 급격한 상승임(Meehl et al, 2007). 특히, 극심한 강우 및 바람을 동반한 폭풍해일이 발생할 경우 설계해면 임계치가 초과될 경우 광범위한 재해 상황에 처할 수도 있음
- 장기적인 경험을 통해 해수면 상승 임계치를 비교적 정확히 파악할 수 있다면 해안에 방재시설 및 건물, 사회인프라시설 등을 설치할 때 보다 효과적인 해안 보호 전략을 계획하는 것이 가능해짐
- 지구온난화에 따른 해수면 상승은 사주지역에 잦은 폭풍해일과 범람을 가져올 것으로 예상됨
 - 2080년대에 이르면, 뉴욕의 사주에 영향을 미치는 폭풍들이 현재 100년 주기에 서 4~60년 주기로 단축될 전망(Gomitz et al., 2002)
 - Nicholls et al.(1999)는 해수면 상승으로 2080년까지 전세계 해안 습지의 22%가 영향을 받을 것으로 예측
 - 또한, 21세기에 해수면이 50cm 이상 상승하면 북아메리카 해안 습지의 50%가 범람하게 될 것으로 예측한 연구도 있음(Shriner and Street, 1998)
- 해수면 상승으로 인한 사회경제적 피해는 지역마다 상이하며, 이는 지역별로 기후변화 규모, 인간의 개발 정도, 재해 대비 시스템의 선진성, 경제 규모 등이 상이하기 때문임
 - 후진국의 경우 내륙과 비교할 때 해안에서의 인구밀도가 훨씬 높고 경제활동 또한 활발하기 때문에 해수면 상승에 따른 경제적 피해는 훨씬 더 클 것으로 예상됨. 해수면 상승과 인간의 개발이 맞물려 습지, 해변, 사주 등의 자연 해안 시스템이 파괴되는 경우 폭풍우시 수면 상승을 제어해주는 자연적인 방어막이 사라져 재해의 규모는 더욱 커지게 될 것임

- 선진국의 경우 도쿄, 함부르크, 로테르담, 런던 등의 도시는 오랜 기간의 해안 방어 역사를 자랑하는 곳임. 그러나, 인위적이고 구조적인 방지책에는 어느 정도의 한계가 존재하기 때문에, 이러한 해안 도시들도 방어력을 넘어서는 대규모 해안 홍수에는 취약할 수밖에 없으며, 최근 허리케인 카트리나로 인해 막대한 피해를 입은 뉴올리언즈가 대표적인 경우에 해당함

■ 주요국의 연안재해에 따른 피해 예상액 및 규모는 다음과 같음

- 태국에서는 50cm 해수면 상승에 GDP가 0.36%, 100cm 상승에는 GDP가 0.69% 각각 감소할 것으로 예상(Ohno, 2001)
- 싱가포르 해안을 보호하기 위해 들어가는 비용은 2050년까지 30만~570만달러, 2100년까지 90만~1,680만달러에 이를 것으로 추정됨(Ng and Mendelsohn, 2005)
- 이집트의 경우 50cm의 해수면 상승이 일어나면 200만명 이상이 거주지를 떠나야 하고, 21만개의 일자리가 사라지며, 350억달러에 이르는 땅이 사라지는 엄청난 결과로 이어질 수 있음(El-Raey, 1997)
- 1m 해수면 상승시 터키에서는 GNP의 약 6%가 손실될 것으로 예상(Karaca and Nicholls, 2008)
- 아일랜드에서는 전체 습지 면적의 30%가 손실될 것으로 추정(Devoy, 2008)
- 독일에서도 1m의 해수면 상승시 거주 인구중 약 30만명 정도가 위협에 처할 것이며, 손실도 3,000억달러 이상의 엄청난 손실이 발생될 것으로 예상됨(Sterr, 2008)

■ 한편, 우리나라의 태풍피해 현황은 다음과 같음

- 기상청발행 태풍백서(2009, 국가태풍센터)에 의하면 우리나라에서 기상관측이 시작된 1904년부터 2009년까지 상위 10위권 내의 태풍에 의한 피해는 사망 또는 실종이 6,005명, 재산피해액 140,232억원으로 연평균 사망 실종이 57명, 재산피해는 약 1,336억원으로 조사되었음
- 재산피해의 경우, 1987년의 THELMA를 빼고는 모두 1990년대 이후에 발생하였으며, 2000년대 이후에 발생한 태풍이 5개(Rusa, Maemi, Ewiniar, Prapiroon, Nari)로 조사되어 최근의 급격한 도시팽창 및 각종 산업화와 더불어 기후변화의 영향이 지배적이라 할 수 있음
- 따라서, 기후변화의 영향으로 태풍에 의한 재산상의 피해가 20세기 말부터 급증될 전망

〈표2.4〉 해수면 상승에 따른 대륙별 침수 피해 예측치

해수면 상승지역	면적(km ²)			인구(백만)		
	1m	5m	10m	1m	5m	10m
아프리카	118	183	271	8	14	22
아 시 아	875	1,548	2,342	108	200	294
호 주	135	198	267	2	3	4
유 럽	139	230	331	14	21	30
중 남 미	317	509	676	10	17	25
북 미	640	1,000	1,335	4	14	22
전 세계	2,223	3,667	5,223	145	268	397

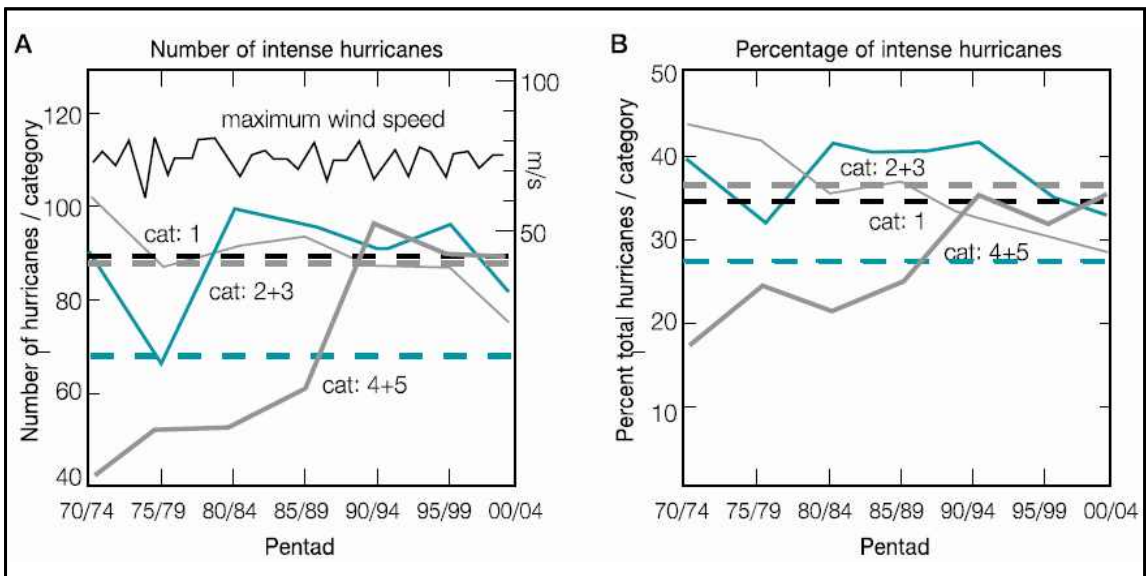
자료 : Anthoff et al, 2006

2.2.3. 지구온난화와 태풍의 강도 증가

- 최근 연구에 따르면 지난 35년간 관측된 열대성 태풍의 빈도와 강도의 증가는 부분적으로 전 지구적 기후변화에 영향을 받은 것으로 나타남(Emanuel 2005; Webster et al. 2005; Bengtsson et al. 2006)
- 비록 과학적으로 아직 결론에 도달하지는 않았지만(IWTC 2006, Pielke et al. 2005) 세계기상기구(World Meteorological Organization)는 기후변화가 폭풍해일에 의한 피해를 증가시킬 것이라고 결론을 내림(WMO, 2006)
 - 만일 전 지구적 온난화로 인해 해수면이 상승된다면 열대성 태풍에 의한 폭풍해일로 홍수의 취약성은 더욱 증가될 것임
 - 또한, 기후가 지속적으로 온난화되면, 열대성 태풍의 최고 풍속과 강수량은 증가할 것임. 수치시물레이션 결과에 따르면 열대지역의 해수면 온도가 1°C 증가할 때 풍속은 3~5% 증가되는 것으로 나타남
- IPCC(2007)는 1970년대 중반부터 폭풍해일의 지속기간이 길어지고 강도가 더욱 강력해지는 추세를 제시하면서 열대지역의 해수온도와 폭풍해일의 이러한 추세 사이에는 높은 상관관계가 존재한다고 언급
 - 예측모형에 따르면, 지속적인 해수면 온도상승은 더욱 강력하고, 순간 최대풍속

이 더욱 증가하며, 더욱 많은 강수량을 동반하는 열대성 사이클론의 발생 확률이 66% 증가함(IPCC 2007; Woodworth and Blackman 2004; Woth et al. 2006; Emanuel et al. 2008)

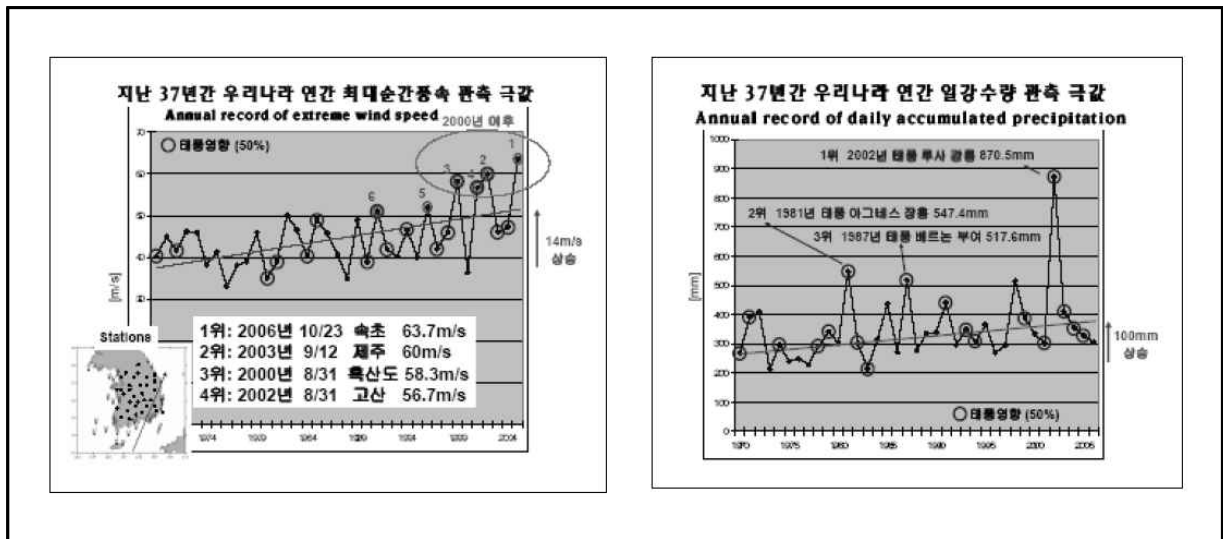
- Klotzbach(2006)와 Webster et al.(2005)의 연구에 의하면, 해수면 온도가 허리케인의 분포와 형성에 매우 중요한 역할을 함. 특히, 카테고리 4와 5에 상응하는 허리케인이 1970년에서 1989년까지보다 1990년 이후 빈번하게 발생하고 있음. 즉, 강도가 센 태풍의 발생빈도가 점점 커지고 있음을 지적
- Emanuel(2005)과 Webster et al.(2005, 2006)의 연구는 북태평양지역에서 태풍의 강도가 점점 증가하고 있는 추세에 있으며, 열대성 저기압의 규모를 가늠하는 또 다른 지수인 PDI(Power Dissipation Index; 파워손실계수)도 1950년 이후 두 배로 증가했다고 보고하였음. 또한, 카테고리 4와 5에 해당하는 폭풍의 수는 1975년에서 1989년보다 1990년에서 2004년 사이에 약 30% 증가하였음



자료 : Webster et al.(2005), 환경정책평가연구원(2009)

<그림 2.5> 카테고리 4와 5등급 폭풍의 증가 추이

- 문일주(2009)의 연구에 의하면 우리나라의 태풍 상황에도 변화가 감지되고 있음
 - 태풍의 발생 갯수 자체는 크게 변화가 없지만, 우리나라의 연간 최대풍속 및 일강수량의 극값은 점점 증가하고 있는 추세임
 - 1970년~2006년에 우리나라에 내습된 태풍의 최대순간풍속 극값은 계속 증가하고 있어, 일부에서는 한반도에 슈퍼태풍(Super Typhoon) 내습 가능성도 제기하고 있음
 - 따라서, 발생 가능한 폭풍, 폭우에 대한 위험도가 점점 커지고 있음



〈그림 2.6〉 37년간 우리나라 태풍의 최대풍속과 일강수량의 극값 변화 추이

2.2.4. 항만에서의 기후변화 영향

- 현재 전 세계 여러 곳에서 지구온난화의 징조가 발견되고 있음. 극지의 빙하가 녹는 것은 그 대표적인 예라 할 수 있고, 우리나라에서도 여름철이 길어지고 생태권 대변화가 일어나는 등 지구 온난화의 영향이 나타나고 있음
- 이러한 지구 온난화의 영향으로 물, 식량, 에너지 등 여러 분야에서 큰 문제가 예상되고, 해양과 연안 분야에서도 여러 문제가 예상되며 그 중에서 해수면의 온도상승, 해수면의 상승 및 태풍의 강도변화에 따른 연안 항만의 재해문제가 심각성을 보이고 있음

- 이처럼 지구 온난화에 따른 해수면상승 및 태풍의 강도변화로 항만도시 및 항만시설물의 취약성이 대두됨에 따라, 배후 도시를 포함한 항만에서는 이에 대한 선제적 대응방안 수립이 시급한 실정임
- 지구의 기후변화가 빠른 속도로 진행되고 있어 가까운 장래에는 상당한 수온상승과 해수면상승이 예상되고 있어 태풍의 강도도 크게 달라질 것으로 예상됨. 따라서 이 경우에는 고전적인 설계조건이나 과거의 기본 가정 등을 받아들일 수 없는 상황이 되며 그 산출결과도 해면극치산출에서 지구 기후변화의 영향으로 평균 해수면변화와 해수온도 및 대기 특성변화 및 태풍의 강도변화에 따른 파랑과 해일의 크기변화가 고려된 새로운 설계조건 등의 기준으로 기후변화 대응방안이 수립되어야 함

2.3. 고파 및 해일에 의한 연안재해 저감 방안

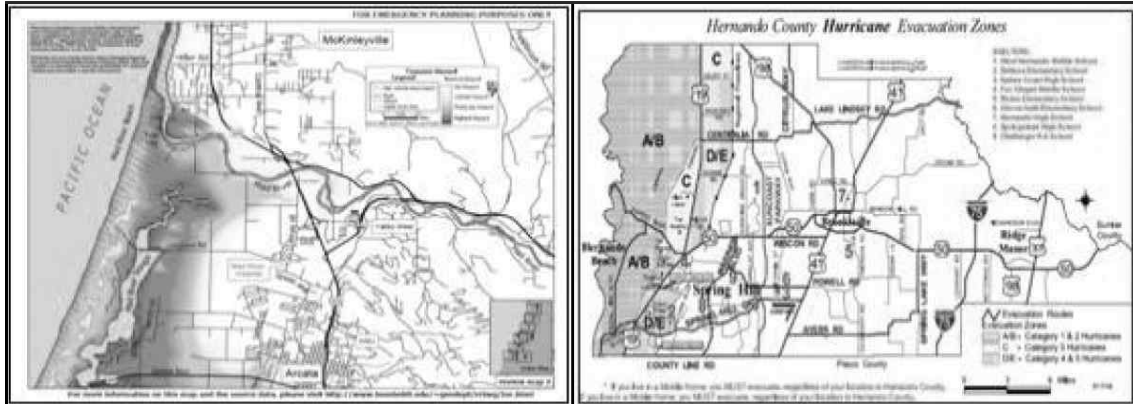
2.3.1. 해외 주요국의 연안재해 저감 방안

- 연안재해 방재대책 관점에서 체계적인 연구가 시작된 것은 1953년 폭풍해일로 인해 유럽 북해 주변국에서 4,000여명의 사망자와 70만 호의 가옥 피해가 발생한 이후임 (Rossiter J. R, 1954, The North Sea storm surge of 31 January and 1 February 1953. Phil. Trans. R. Soc. A, 246 : pp371-400.)
 - 당시 폭풍해일은 어떤 사전 경고나 예·경보시스템을 갖추지 못했던 상황에서 큰 연안재해를 초래하게 되었고 그 피해 또한 매우 심각할 수밖에 없었음
- 최근에는 지구온난화로 인해 해수면이 점진적으로 상승하고 있어 폭풍해일로 인한 피해가 날로 심각해지리라 예상되고 있어 이에 대한 연구가 전 세계적으로 활발하게 진행되고 있음(IPCC, 2007)
 - 미국의 연안재해 저감 방안
 - 미국은 멕시코만 허리케인에 의해 발생하는 재해를 방지하기 위해 오래전부터 연구를 수행하여 왔으며, 전국적으로 홍수피해를 포함한 연안재해에 대한 위험등급별 보험기준을 설정하기 위한 법령(1968년의 홍수보험법, 1973년 홍수재해법)이 제정된 후 수치시뮬레이션 기법 등을 활용한 연안범람 평가를 시작하였고,

현재에는 태풍 시뮬레이션 결과를 활용하는 HARZUS(Hazard U.S.)라는 재난대응 및 피해평가체계를 수립하고 있음

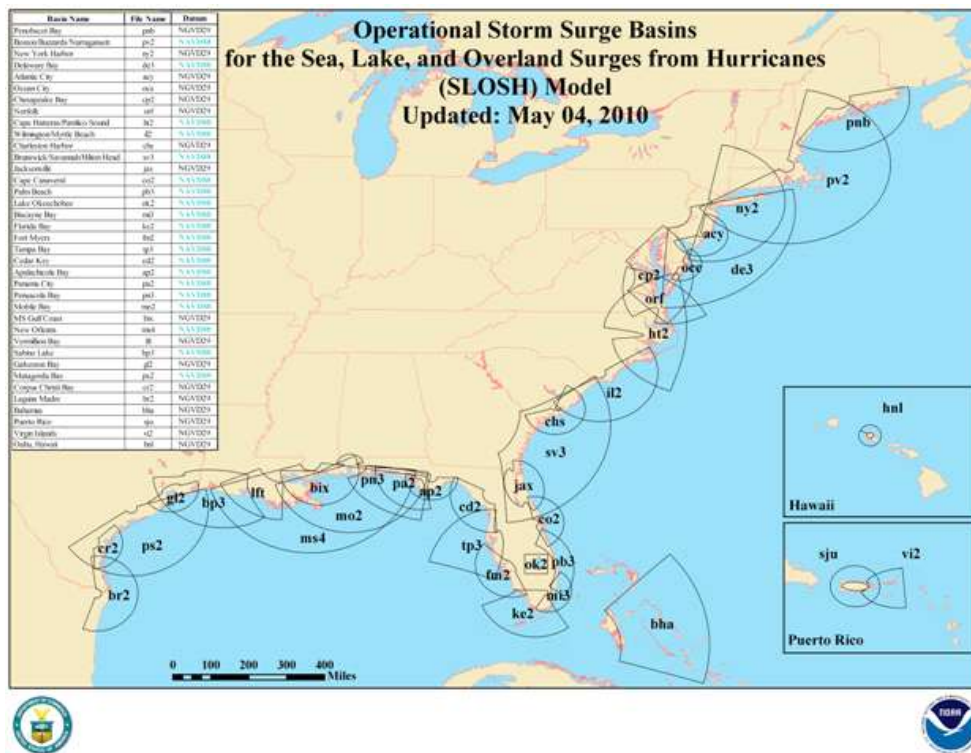
- 또한, 폭풍해일 예보업무를 담당하고 있는 해양대기청(NOAA) 주관으로 플로리다 마이애미에 National Hurricane Center(NHC)와 하와이 호놀룰루에 Central Pacific Hurricane Center(CPHC)를 두고 매 Hurricane에 의한 폭풍해일을 하루 4번 72시간 동안 감시·예측하는 시스템을 구축하고 있음
- 예측모형으로는 간단한 통계학적 기법에 의한 모형으로부터 복잡한 3차원 수식에 의한 모형 등이 있으나, 통계학적 그리고 2차원 모형은 Tropical Prediction Center(TPC)에 의하여, 그리고 3차원 모형은 National Centers for Environmental Prediction(NCEP)과 Environmental Modeling Center(EMC)에 의하여 운용되고 있음
- 미국 NOAA의 National Weather Service와 Local National Weather Service Offices 에서는 자체 연구 개발한 SLOSH(Sea, Lake and Overland Surges from Hurricane) 해일모형(Jelesnianski, C. P., Chen, J. and Shaffer, W. A. 1992. SLOSH : Sea, Lake, and Overland Surges from Hurricane Phenomena. NOAA Technical Report NWS 48, Silver Spring, MD: National Weather Service.)을 전국 연안에 걸쳐 39개의 영역으로 나누어서 현업 예보에 활용하고 있음(Chen, F., and Dudhia, J. 2001. Coupling an advanced land-surface/hydrology model with the Penn State/NCAR MM5 modeling system. Part I : Model implementation and sensitivity. Mon. Wea. Rev., 129 : pp569-585.)
- 또한, NOAA, FEMA, 미공병단(USACE)에서는 허리케인 발생에 따른 피해 예측을 위해 실시간 기상정보를 이용한 수치모의, 재해보험요율 기준 산정을 위해 다양한 모형을 적용하고 있음. 미국은 허리케인 카트리나 해일범람 피해를 계기로 해일범람예측도 정보제공 정책을 시행하고 있으며, 재난발생시 대피로, 행동요령 등을 수록한 유인물 및 소책자를 홍보수단으로 활용하고 있음

<그림 2.7> 미국연안의 재해 위험도(Hazard map)



자료 : 물과 미래(2009)

<그림 2.8> SLOSH 모델에 의해 폭풍해일이 예측되는 지역의 지도



자료 : NOAA National Hurricane Center 홈페이지

□ 일본의 연안재해 저감 방안

- 일본은 1959년 9월에 내습한 태풍 제15호 VERA(Isewan typhoon)에 의해 이세만에 위치한 나고야시에서는 30여만호의 가옥침수·파괴, 5,000여명의 인명피해와 80여만명의 이재민 등 일본 최대의 연안 해일재해가 발생하였음
- 이를 계기로 일본정부는 「15호 태풍 대책사업에 관한 특별조치법」을 제정하여 대규모 방재사업 추진을 위한 법적근거를 마련하였으며, 해일재해 경감을 위해 고조방과제를 포함한 연안해일 방어대책을 수립하여 운영하고 있음

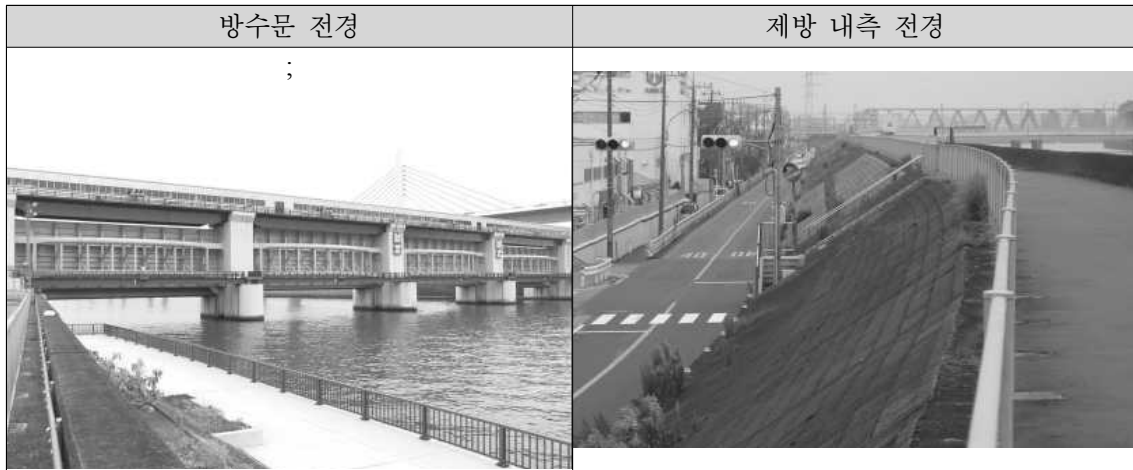
〈표 2.5〉 일본의 폭풍해일 재해 저감 방안 수립 배경 및 추진 결과

구 분	내 용
추진배경	1959년 9월 태풍 제15호 일본 강타
피해규모	인명피해 : 사망 4,697명, 행방불명 401명, 상해 38,921명 재산피해 : 5,000억엔(현재가치로 약 2조엔)
정부조치	“15호 태풍 VERA(이세만 태풍) 대책사업에 관한 특별조치법”제정 → 대규모 방재사업 추진을 위한 법적근거 마련(1959년 10월)
대책시설물	<ul style="list-style-type: none"> • 고조방조제 : 이세만을 가로지르는 고조방조제 건설(7.6km) • 방호벽 : 나고야시 해안에 설치(길이 24.5km, 높이 5m, 74개 방호문) • 방수문 : 이세만 태풍 이후 각종 방재대책 중의 하나로, 해일이 강을 거슬러 올라가지 못하도록 강과 바다가 접하는 곳에 방수문 설치

- 폭풍해일에 대비하기 위하여 건설된 주요 도시별 방수문 현황은 다음과 같음
- 도쿄 : 카미히라이(上平井) 방수문

〈표 2.6〉 카미히라이 방수문 개요

구 분	내 용	
설치목적	태풍 내습에 따른 폭풍해일 및 쓰나미에 대비하여 동경만에서 7.5km 내륙지역에 설치 (1970년 완공)	
설계기준	진도 5.0이상일 때 자동 차폐되도록 설계	
수문규격	수문 폭 : 120.0m(30m×4기) 통항 가능 높이(H.W.L상) : 1,4호(9.2m) 2,3호(9.5m)	
작동시스템	평상시	수문을 개방한 상태로 소형선박 통항
	비상시	진도 5.0 이상시 자동 차폐, 태풍 내습에 따른 폭풍해일 예측 시 수동차폐
차단사례	2005년 자동 차단	
건설비	23억엔	



〈그림 2.9〉 카미히라이 방수문 및 제방 내측 전경(유신기술회보, 2012)

- 시즈오카현 누마즈시 : 누마즈(沼津)항 방수문

〈표 2.7〉 누마즈항 방수문 개요

구 분	내 용	
설치목적	일본 동해지방의 100~150년 주기로 발생하는 지진에 대비하기 위해 2004년 완공	
설계기준	진도 6.0이상일 때 자동 차폐되도록 설계	
수문규격	수문 폭 : 40.0m 통항 가능 높이(H.W.L상) : 15.0m	
작동시스템	평상시	평상시는 수문을 개방한 상태로 소형선박이 통항
	비상시	돌발 지진에 대비하기 위해 수문 주변에 3개의 계측기를 설치 (진도 6.0 이상 시 자동 차폐) 태풍내습에 따른 폭풍해일 예측 시 수동차폐
차단사례	2009년 칠레 지진 시 수동차폐 2004년 완공 후 년 2~3회 태풍 내습으로 차폐	
건설비	43억엔	



〈그림 2.10〉 누마즈(沼津)항 방수문 및 상부 전망대 전경(유신기술회보, 2012)

- 나고야 시: 고조방과제, 방호벽 및 자동 방호문
 - 이세만 태풍 이후 1964년 9월 고조 방과제가 완공되었으며, 나고야시의 제2의 방호막인 높이가 5m, 길이 24.5km에 달하는 방호벽이 건설됨
 - 방호벽 중간에는 74개소의 방호문이 있고, 해일 예·경보시에는 시스템에 따라 작동하도록 되어 있어 나고야시는 지진해일이나 폭풍해일 피해로부터 도시 전체를 방어할 수 있는 시스템을 구축하고 있음



〈그림 2.11〉 나고야 방수문 및 상부 전망대 전경(유신기술회보, 2012)

- 오사카 시 : 고조 방어용 수문 및 방호벽
 - 오사카 시에는 해안가 도로를 따라 방호벽과 자동 방호문이 설치되어 있으며, 오사카 항 내륙의 각 지천에는 도시 침수예방을 위해 대형 게이트 3개소가 설치되어 있음

〈표 2.8〉 오사카시 방수문 개요

구 분	내 용	
설치목적	태풍에 의한 인명피해 발생 후 태풍 내습 시 해일로 인한 오사카 시 저지대 침수 방지를 위해 1970년에 설치(40년 경과)	
설계기준	VERA(이세만)급 태풍에 대비할 수 있도록 계획	
수문규격	통항 가능 수문 폭 : 55.4m 통항 가능 높이(H.W.L상) : 26.6m(중앙부)	
작동시스템	평상시	평상시는 수문을 개방한 상태로 소형 선박이 통항
	비상시	고조 경보 발령 시 수문 가동
차단사례	1970년 완공 후 총 7회 수문 차폐	
건설비	39억엔(70년 당시)	



〈그림 2.12〉 오사카시 방수문 전경(유신기술회보, 2012)

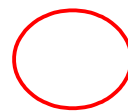
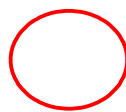
□ 유럽의 연안재해 저감 방안

■ 네덜란드의 폭풍해일 방재구조물

- 1953년 대규모 폭풍해일 내습 직후에 Delta Works가 시작되어 1997년까지 네덜란드 주요 도시에 연결되는 연안 및 수로에 폭풍해일 차단시스템을 비롯하여 다수의 댐, 방조제, 수문 등을 건설하였음
- Delta Works를 통해 건설된 방재 구조물 중 가장 최근인 1997년에 완공된 두 개의 가동식 장벽 Hartel Barrier와 Maeslant Barrier는 네덜란드 연안방재 기술의 결정체라고 할 수 있음



<그림 2.13> Delta Works 개요



<그림 2.14> Maeslant Barrier 와 Hartel Barrier의 위치

○ Hartel Barrier

- Hartel Barrier는 북해에서 로테르담으로 진입하는 제2수로에 위치해 있으며 1993년에 착공하여 1997년에 완공되었음. 총 공사비는 약 1억만 유로(1,500억 원)가 소요되었음
- 특징
 - 렌즈 모양의 연직 게이트 2개로 구성됨
 - 기존 교량의 교대를 연장하여 사용하는 독특한 설계를 통해 기존 항로를 그대로 유지함
 - 구조적으로 견고하면서도 미적으로 아름다운 형식
- 주요 제원
 - 총 연장 : 199.8 m
 - Gate : 남측 수문 98 m, 북측 수문 49.3 m
 - 수문 폐쇄 시 수문 상단부 높이 : NAP¹⁾ +3.0 m (이 지역의 100년 빈도 폭풍해일고는 NAP +5.50m 이며, 따라서 이 경우 약간의 월류를 허용하는 설계임)
 - 평상 시 수문 하단부 높이 : NAP +14.0 m (기존 교량의 상판보다 약간 높은 높이로서 선박 통행에 지장을 미치지 않음)
- 운영
 - 2주에 한 번씩 수문의 정상 작동여부를 점검 (위 아래 방향으로 몇 cm씩 이동)
 - 폭풍해일 내습 시 수문의 개폐는 컴퓨터에 의해서 자동으로 작동됨
 - 2007년 11월 8일 북서계열의 동계 폭풍으로 인한 폭풍해일이 네덜란드 연안에 내습하였으며, Oosterschelde Barrier 와 Maeslant Barrier 와 함께 건설 이후 최초로 폐쇄되어(11월 8일 23시 10분에 폐쇄하여 11월 9일 19시 25분에 다시 개방) 성공적으로 폭풍해일을 방어하였음



<그림 2.15> Hartel Barrier 전경

1) NAP (North Amsterdams Peil / Amsterdam Ordnance Datum) : 네덜란드를 비롯한 서유럽 지역 대부분에서 사용하는 기준 수준면

○ Maeslant Barrier

- Maeslant Barrier는 북해에서 로테르담으로 진입하는 제1수로에 위치해 있으며 1991년에 착공하여 1997년에 완공되었음. 총 사업비는 4억4천만 유로(약 6,600억원)가 소요됨
- 특징
 - 철골 트러스 구조로 지지되는 2개의 수직축 섹터 게이트로 구성됨
 - 평상 시에는 게이트가 건조 상태로 유지되어 유지보수에 용이함
- 주요 제원
 - 개구부 폭 : 360 m
 - 각 게이트의 호 길이 : 210 m
 - 트러스 암(arm) 길이 : 237 m
 - 수문 높이 : 22 m
- 운영
 - 일년에 한 번씩 수문의 정상 작동여부를 점검 (선박 통행량이 가장 적을 때 실시)
 - 폭풍해일 내습 시 수문의 개폐는 컴퓨터에 의해서 자동으로 작동됨
 - 북해에서 로테르담으로 진입하는 제 2수로에 위치한 Hartel Barrier와 연계하여 동시 작동됨
 - 2007년 11월 8일 동계 폭풍으로 인한 폭풍해일이 네덜란드 연안에 내습하였으며, 건설 이후 최초로 폐쇄되어(11월 8일 23시 10분에 폐쇄하여 11월 9일 18시에 다시 개방) 성공적으로 폭풍해일을 방어하였음



〈그림 2.16〉 Maeslant Barrier 전경

○ 향후 전망

- Delta Works가 성공적으로 완료된 후 2007년 9월 Delta Commission이 조직되

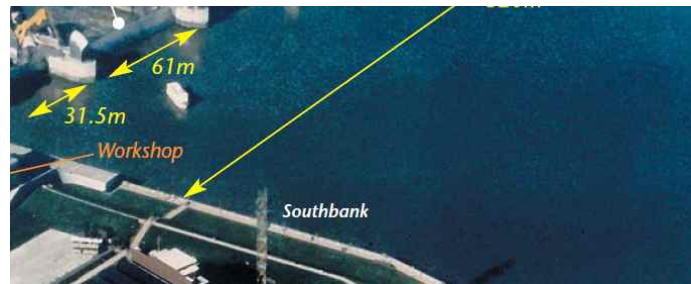
어 기후 변화 및 해수면 상승에 대비하여 2200년까지 향후 190년간의 연안방재 대비책을 강화하는 방안을 준비 중에 있음

- 여기에는 향후 최악의 해수면 상승 시나리오에 대한 대비책을 포함하고 있으며, 특히 네덜란드 연안의 해수면 상승이 2100년까지는 1.3m, 2200년까지는 4m에 이를 것으로 전망하여 이에 대비할 것을 고려하고 있음

■ 영국의 폭풍해일 방재구조물

○ Thames Barrier

- Thames Barrier는 템즈 강 중류(런던 시내)에 위치해 있으며 1974년에 착공하여 1982년에 완공되었음. 총사업비는 5억 3천만 파운드(약 1조원)가 소요되었음
- 특징
 - 전체 연장 520m에 걸쳐서 9개의 가동식 폭풍해일 차단시스템을 설치하고 평상 시 선박 통행이 가능한 구조 형식을 채택하였음
- 주요 제원
 - 61 m 폭 Rising sector gate 4개 (선박 통행가능)
 - 31 m 폭 Rising sector gate 2개 (선박 통행 가능)
 - 31 m 폭 Falling radial gate 4개 (선박 통행 불가능)
- 구조형식 및 작동 원리
 - 평상 시에는 강 바닥에 격납되어 있다가 비상 시 90° 회전하여 차폐하며, 유지보수 시에는 180° 회전하여 건조 상태에서 작업이 가능한 구조 형식임
- 운영
 - 템즈 강 하구에 위치한 Teddington weir의 수위가 4.87 m 이상이면 게이트가 폐쇄됨
 - 1980년대에 4번, 1990년대에 35번, 2000년대에 75번 폐쇄되었음
 - 폭풍해일 뿐만 아니라 템즈 강 상류측에서 홍수 시 불어난 강물이 고조(高潮)와 겹쳐 범람하는 것을 막기 위해서도 게이트를 폐쇄함. 전체 수문 폐쇄 횟수 중 1/3은 홍수 시 강우 유출을 일시적으로 통제하기 위한 것임
 - 1달에 한 번씩 게이트의 작동 여부를 점검함



<그림 2.17> Thames Barrier 전경



<그림 2.18> Thames Barrier 근경 (수문 폐쇄 시)

- 영국의 기술개발 향후 전망
 - 기후 변화 및 해수면 상승에 대비하여 2100년까지 영국 연안의 재해 대비책을 강화하는 연구 프로그램이 추진 중에 있음
 - 이 프로그램에는 현재의 Thames Barrier 대신 템즈 강 하구의 Essex 지방의 Southend와 Kent 지방의 Sheerness의 16km 구간에 폭풍해일 차단시스템을 건설하는 계획을 포함하고 있음

■ 이탈리아의 폭풍해일 방재구조물

- Mose project
 - Mose project는 이탈리아 베니스 시를 폭풍해일로부터 보호하기 위해 추진 중인 종합 연안방재 사업임
 - Mose project에서 가장 핵심적인 사업은 세 곳의 베니스 만 입구에 폭 20m인 78개의 가동식 flap 게이트를 설치하는 공사로서 막대한 사업비 (약 3조 5천 억원) 및 환경적인 영향에 대한 우려로 논란 속에 공사가 진행되고 있음
 - Lido 입구 : 41개 게이트 (2열)
 - Malamocco 입구 : 19개 게이트 (1열)
 - Chioggia 입구 : 18개 게이트 (1열)
 - Flap barrier의 특징
 - 평상 시에는 해저 바닥에 위치한 콘크리트 케이슨에 차단벽을 격납시켜 놓았다가 비상 시에 압축공기를 주입하여 부력에 의해 차단벽을 수면으로 부상시키는 방식임
 - 게이트 부상에는 30분, 원위치로의 복원에는 15분이 소요되도록 설계됨
 - Flap barrier의 주요 제원
 - 폭 : 20 m
 - 길이 : 20~30 m
 - 두께 : 5 m
 - 시공 완료 후 운영
 - 2012년에 시공이 완료될 예정이며, 그 후 4년간은 설계 및 시공을 담당한 컨소시엄에서 운영을 맡고, 그 후 공공기관으로 운영 및 유지·보수 역할이 이전될 예정임



〈그림 2.19〉 Mose project의 건설 위치 및 조감도

■ 러시아의 폭풍해일 방재구조물

- St. Petersburg Flood Barrier
 - 핀란드 만 끝에 위치한 러시아 St. Petersburg도 거의 매년 폭풍해일로 인한 반복적인 피해를 입어왔으며, 이를 근본적으로 해결하기 위해서 St. Petersburg 앞 코틀린 섬을 경유하는 총연장 25.4km에 이르는 폭풍해일 차단 시스템을 건설하고 있음
 - 폭풍해일 차단 시스템의 대부분의 구간은 고정식 구조물로 건설되는 반면, 선박 통행이 가능하도록 조성되는 2개의 수로에는 대규모 가동식 수문이 설치될 예정임
 - 폭 200 m인 제 1수로에는 반경 130m인 radial gate 2개가 설치되며, 폭 110m인 제 2수로에는 vertical lift gate 1개가 설치됨



〈그림 2.20〉 조위 5m 이상일 경우의 침수예상 지역 및 Barrier 건설 개념도



〈그림 2.21〉 건설 중인 St. Petersburg Flood Barrier 전경

2.3.2. 우리나라의 연안재해 저감 방안

■ 기상청의 해일 예·경보

- 폭풍해일 주의보는 태풍 등에 의한 해면의 이상 상승의 유무 및 정도에 대해 일반적으로 주의를 환기시키기 위한 예보로서 유사시에 발효하며, 폭풍해일 경보는 태풍 등에 의한 해면의 이상상승에 의해 중대한 재해가 발생할 우려가 있음을 경고하기 위한 예보로서 유사시에 발효함

■ 해양기상 및 해수면변동 관측 및 감시

- 국토해양부 산하 국립해양조사원에서는 조위관측소 46개소, 해양관측소 7개소 및 해양과학기지 2개소를 운영하고 있으며, 해양정보시스템을 통해 실시간으로 정보를 제공하고 있음
- 환경부 산하 기상청은 1996년부터 해양기상관측부이 도입 사업을 추진하여 8개소를 설치하여 운영하고 있으며, 2001년부터 현재까지 9개소의 해양관측등표를 설치하여 운영하고 있음

〈표 2.9〉 우리나라 해양기상 및 해수면변동 관측 시설

기 관	해 양 관 측 시 설
국립해양조사원	<ul style="list-style-type: none"> • 조위 관측소 <ul style="list-style-type: none"> - 동해안 : 6개소(속초, 묵호, 울릉도, 후포, 포항, 울산) - 남해안 : 17개소 (부산, 가덕도, 마산, 통영, 여수, 고흥, 거문도, 완도, 제주, 서귀포, 성산포, 모슬포, 추자도, 거제도, 광양, 순천만, 진해(군항)) - 서해안 : 23개소 (목포, 대흑산도, 영광, 위도, 장항, 군산외항, 보령, 안흥, 대신, 평택, 안산, 인천, 진도, 강화대교, 어청도, 대청도, 굴업도, 영흥도, 영종대교, 격렬비도, 서천(마량), 인천(송도), 태안) • 해양 관측소 <ul style="list-style-type: none"> - 동해안 : 3개소 (속초등표, 쌍정초, 왕돌초) - 남해안 : 3개소 (교분초, 도농탄, 출운초) - 서해안 : 1개소 (복사초)
기상청	<ul style="list-style-type: none"> • 해양기상관측부이 : 8개소 (덕적도, 칠발도, 거문도, 거제도, 동해, 포항, 마라도, 외연도) • 해양기상관측 등표 : 9개소 (서수도, 가대암, 십이동파도, 갈매여, 해수서, 간여암, 지귀도, 광안, 이덕서)

■ 방재교육훈련

- 방재요원의 자질 향상을 위해 매년 2월부터 4월까지 방재교육을 실시하고 있으며, 교육내용은 재해사전대비와 방재계획, 재해상황 관리요령, 피해조사보고 요령, 복구계획의 수립 및 재해관련 법규 등으로 구성되어 있음
- 방재훈련은 시·도 및 시·군·구에서 과거 대규모 피해를 가상하여 실시하고 있으며, 지역특성훈련은 지역특성에 따라 5월 15일 민방위 훈련과 병행하여 인명구조 및 응급복구시범훈련을 실시함
- 또한, 방재종합시범훈련은 방재의 날인 5월 25일 전후에 담당관들이 참관하여 인명구조 및 응급복구 기술 시범과 새로운 방재물자·장비 전시회를 병행하여 우리나라 4대강 유역에서 매년 순회하며 실시함

■ 수해흔적조사 및 재해예방대책 수립

- 수해흔적조사는 홍수·해수범람 등 대규모 자연재해가 발생된 지역에 대하여 피해원인분석과 수해흔적을 조사하여 이를 기록·보존함으로써 향후 정부 및 지방자치단체에서 각종 개발계획 수립 시 기초자료로 활용하고, 유사한 수해발생 시 지역주민에게 경각심을 고취시키는 등 재해예방대책 일환으로 추진하고 있는 사업임
- 이 사업은 1990년 이전에는 건설교통부(구, 건설부)에서 추진하였으나 1991년에 방재기능과 업무가 행정자치부(구, 내무부)로 이관됨에 따라 현재는 행정자치부, 중앙재해대책본부에서 추진하고 있음
- 수해흔적조사의 주요 내용은 기상 및 해상특성 분석, 현지 피해상황조사, 침수흔적도 및 침수예상도 작성, 침수흔적 표시주 및 입간판 등의 침수구역표시, 피해원인 분석과 대책수립 등으로 되어 있음

■ 국립방재연구원 설립 및 방재연구 수행

- 최근 엘니뇨 및 라니냐 현상 등 기상이변으로 재해가 다양화, 대형화 되어감에 따라 우리나라에서도 매년 반복되고 있는 자연재해피해를 최소화하고 재해를 체계적이고 과학적으로 연구하기 위하여 1997년 9월 2일에 행정안전부 산하 국립방재연구원을 설립하였음
- 국립방재연구원에서는 우리나라에서 자주 발생하는 자연재해를 도시호우, 홍수, 연안 방재구조물 등 9개 유형별로 구분하여 각 분야별 연구팀을 구성해 연구하

고 있음. 또한 국립방재연구원은 국가 방재 중추 연구기관으로서 우리나라 여건에 적합한 방재 정책과 기술을 개발하고, 재해영향평가제도의 연구발전을 통하여 재해경감대책을 제도적으로 보완하고 있음

■ 국내 연안재해 관리 및 방재 관련 연구 수행현황

- 아래와 같이 2002년 이후 다양한 연안재해 관련 연구개발사업이 수행되었으며, 이를 통해 연안재해 저감방안에 기여할 수 있는 연구성과를 도출하였음

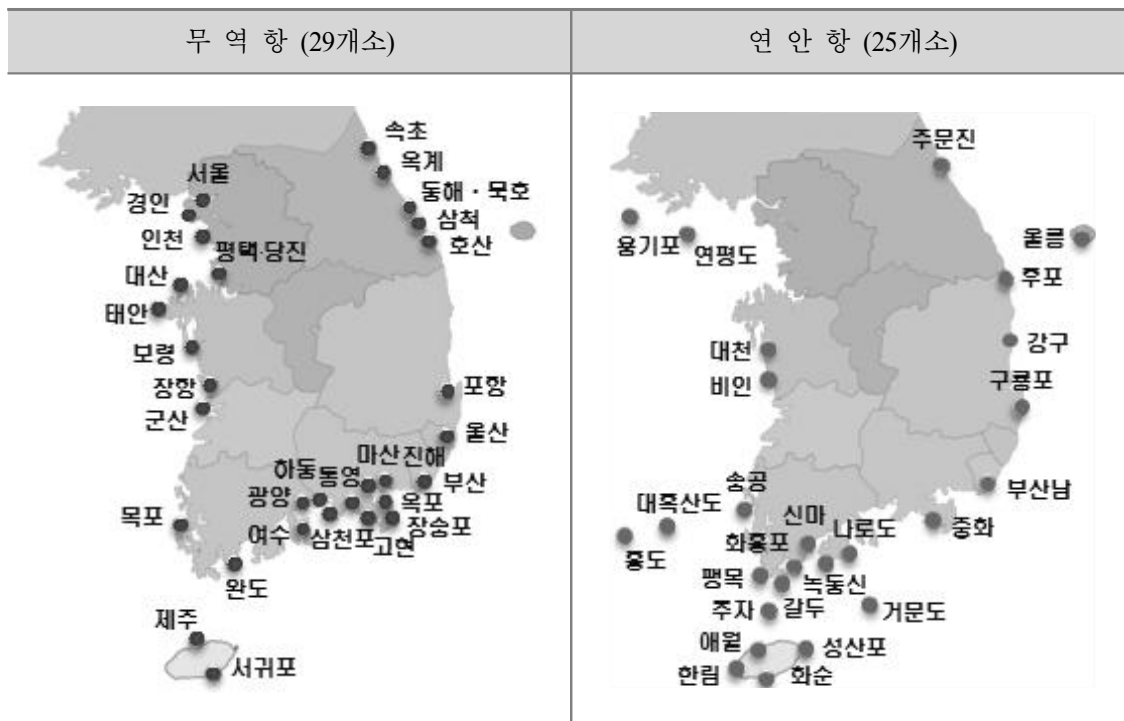
〈표 2.10〉 국내 연안재해 관련 최근 연구 목록 (2002년 이후)

분 야	연 구 명	기 관	생 산 년 도
폭 풍 해 일	해일피해 예측 정밀격자 수치모델 구축 및 설계 해면 추산 연구	국토해양부	2010
	연안 국지해일 정밀예보 지원체제 현업화 기술	한국해양연구원	2009
	KOSY 연안 국지 정밀격자 폭풍해일 예측시스템 사용자 매뉴얼/연안국지해일 정밀예보지원체제 현업화 기술	한국해양연구원	2009
	태풍분석 및 예보 시스템의 활용	기상청	2009
	태풍-파랑-해양 접합모델을 이용한 태풍예측 시스템 개발과 대기-해양 상호작용 연구	기상청	2009
	웹GIS 기반 태풍위원회 재해정보시스템 확대 구축	소방방재청	2009
	진보된 태풍분석 및 예측 시스템 개발	기상청 국립기상연구소	2008
	고해상도 폭풍해일 및 파랑 모니터링 시스템 개발	기상청 국립기상연구소	2007
	태풍 예측 개선을 위한 기술 개발에 관한 연구	기상청	2006
	태풍위험도 추정을 위한 알고리즘 분석 연구	소방방재청 국립방재연구소	2006
	기상청 폭풍해일 수치예보시스템	기상청 국립기상연구소	2006
	풍수해(태풍·호우·해일) 재난대비 위기대응 세부 실무 매뉴얼	환경부 낙동강유역환경청	2006
	영남해안 폭풍해일 예보를 위한 객관적 가이드스 개발	기상청 국립기상연구소	2005
	연안 해일재해 예측체제 구축 연구	해양수산부 한국해양연구원	2004
	폭풍해일 예측을 통한 상황대처 방안 연구	기상청	2002

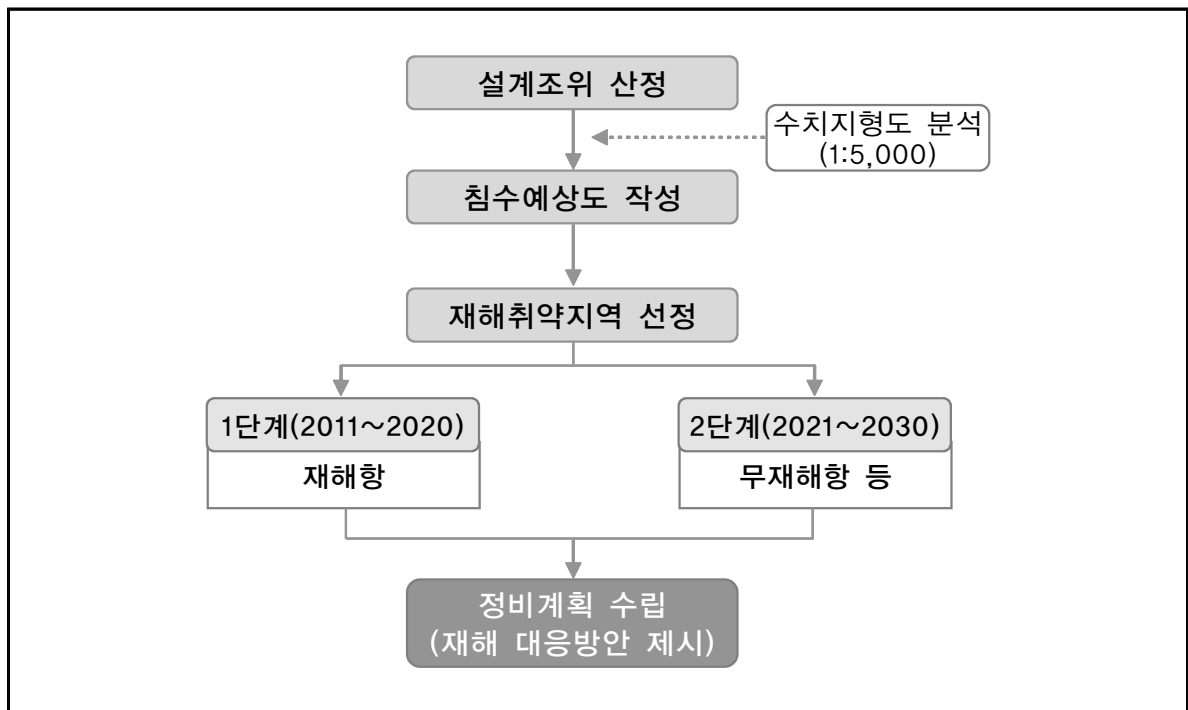
2.3.3. 기후변화 영향을 고려한 기존 항만시설물 보수·보강 방안

- 향후 기후변화로 인하여 설계외력을 초과하는 고파랑 및 해일이 내습할 경우 기존 항만시설물의 대처 능력이 부족하여 항만시설 및 배후지역이 피해를 입을 가능성이 있음
- 따라서, 이처럼 연안재해에 취약한 항만시설물에 대한 보수·보강 방안을 수립하는 것이 필요하며, 최근 국토해양부는 무역항 29개항과, 연안항 25개항으로 총 54개항을 대상으로 재해취약지역 검토를 수행한 바 있음
- 재해취약지역으로 지정된 항만에 대해서는 과거 피해이력과 향후 예상되는 피해범위 등을 고려하여 1단계(2011년~2020년)와 2단계(2021년~2030년)로 구분하여 대응방안을 수립하였음

〈그림 2.22〉 재해취약지역 대상항만 위치도



- 항만 내 재해취약지역 대상항 선정방법: 기후변화 영향을 고려한 설계조위와 대상지역의 1:5,000 수치지형도를 비교하여 설계조위가 수치지형도상 표고보다 높은 곳을 침수 예상지역으로 판단하여 대상 항별 침수예상도를 작성하였음
- 재해취약지역으로 선정된 대상항에 대해서는 침수피해 방지를 위한 대응방안으로 게이트(수문), 방재언덕과 방호벽 형식 등의 적용을 검토하였음



〈그림 2.23〉 재해이력을 통한 재해취약지역 선정 흐름도

2.4 향후 연안방재 저감 대책 수립 방안

■ 해수면 변동 정밀예측 관련 방안

- 국제기준 해수면 자료 수집, 품질관리, 보관·배포 현황 분석
 - 해수면 국제기관(WOCE : World Ocean Circulation Experiment, GLOSS : Global Sea level observing System, 하와이해수면센터 등)의 자료 수집, 품질관리, 보관·배포 현황 조사·분석
 - PSMSL(Permanent Service for Mean Sea Level)의 RLR(Revised Local Reference) 기준 해수면 상승률 산출 및 품질 관리 현황 조사·분석
 - 해수면 상승 대응 자료집 및 매뉴얼 제작·배포
- 해수면 자료의 국제표준 구축을 위한 국제협력 추진
 - PSMSL, GLOSS, 하와이 해수면센터 등 국제협력 체계 구축
 - PSMSL, GLOSS(Global Sea Level Observing System), 하와이 해수면센터 등 국외기관과 표준 자료교환 추진
- 해수면 상승 대응 국내외 동향 및 시나리오 비교분석
 - 매년 새롭게 수립되고 있는 국외 해수면 상승 대응 동향 분석을 통한 우리나라 대응 전략 및 시나리오 수정·보완
 - IPCC-AR5(2013년 발표예정) 해수면 관련 사전 대응방안 수립
 - 국내·외 해수면 관련 시나리오 비교분석 및 국제기준 해수면 자료 품질처리
 - 국가 기후변화 시나리오(RCP 기반 전지구·우리나라 기후변화전망, 기상청(2012))를 근거로 해수면 변동 양상 파악 및 대응방안 수립
 - 기후변화 시나리오별 해수면 상승률 비교분석 후 연계방안 마련

■ 기존 관측소의 연안방재 목적을 위한 보완

- 현재 해도 제작의 기준면 결정과 조석예보 등을 목적으로 설치·운영되고 있는 국립해양조사원 조위관측소(검조소)의 활용 범위를 연안재해예방 등의 국가재난 예방 영역으로까지 확대하는 시스템 보강이 필요함
- 검조소의 실시간 관측자료 및 자료 전송체계(현재 46개소 운영 중)도 실제 배포되는 시간이 수십 분 정도 지연되는 준 실시간 자료로 해일예보에 안정적이지 못하므로 완전 실시간 자료제공을 위한 보완이 필요함

- 또한 연안해일은 태풍 등 악천후 시에 발생하는 것으로 악천후 시의 해면 기록이 중요하나, 많은 검조소에서는 악천후 시 전원 장치, 안전 등의 문제로 결측되는 경우가 많아 이에 대한 대비가 필요함

■ 해일 관측 목적의 연안관측소 운영 필요

- 현재 국립해양조사원에서 설치·운영중인 검조소는 기본 목적인 평균해면 유지를 위한 것으로 대부분의 검조소 위치는 우발적인 해면 변동(해일 등)의 영향을 적게 받는 곳에 설치되어 있고, 평균해면 유지를 위해 장주기 성분의 관측을 목적으로 설계되어 있음. 그러나 해일 등 연안재해 예방을 위해서는 장주기 성분 뿐만 아니라 단주기 성분과 그리고 급격한 해면변동 등 우발적인 해면 변동에 대해서도 기록이 이루어져야 할 필요가 있음
- 현 상황은 해일 피해가 많은 연안지역에 해일 현황 및 예보 지원을 목적으로 하는 관측시스템이 설치·운영 되고 있지 않음. 해일 관측 목적의 관측소의 경우에는 mm 단위의 정밀도가 요구되는 표준검조소와는 달리 cm 단위의 다소 정도는 떨어지나 완전히 실시간으로 운영될 수 있는 경제적인 해일 관측시스템의 설치로 비용을 절감할 수 있음

■ 저지대 범람 후 육상에서의 해수면 관측

- 연안해일로 인한 저지대 범람 후 육상에서의 수면 변동 및 이동 상황에 대한 관측이 전무하여 해일피해를 일으키는 국지에서의 상황 분석 및 예측기술개발을 위한 자료축적이 없어 이에 대한 대비책이 필요함

■ 국토해양부와 기상청의 연구 협력체제 수립

- 기상 및 해양기상의 예보 및 통보는 기상청의 고유 업무로 되어 있음. 그러나 조석, 파랑, 폭풍해일의 추정 전문가는 국토해양부 및 관련 조직에 집중되어 있고, 실시간 해수면 관측시스템 및 국지 수심 및 연안의 측량을 국토해양부에서 담당하고 있기 때문에 그 피해 및 대처는 국토해양부 업무와 관련이 많음
- 국지 연안해일의 정밀 예측 및 지원은 폭풍해일예측모델의 입력 자료인 해면기압 및 해상풍의 현황과 예보 정보를 관장하고 사용자에게의 전달 체제를 확보하고 있는 기상청과 실시간 관측시스템 운영, 수심 및 연안지형 측량, 국지 조석, 파랑 및 폭풍해일 등 연안 해양현상에 대한 예보지원체제를 가장 많이 관장하고 있는 국립해양조사원의 체계적이고 상호 보완적인 협력이 필요함

- 그리고 현재 국지 조석, 파랑 및 폭풍해일 등을 상세히 예측하기 위해 개발된 연구 성과물들을 실제 운영체제에 접목하여 운용되어야 할 필요가 있음

〈표 2.11〉 우리나라의 연안해일 예보체제

분 류	필 요 정 보	예 보 체 제
광역해일예보	기상관측자료(기상청) 조석관측자료(국토부) 수심격자(국토부)	국토해양부에서 조석 관측, 예보 자료를 기상청에 제공 → 기상청이 광역해일예보 생산 → 기상청이 사용자에게 통보
국지해일예보	기상관측자료(기상청) 조석관측자료(국토부) 국지파랑관측자료(국토부) 정밀측량자료(국토부)	기상청에서 기상 관측, 예보 자료를 국토해양부에 제공 → 국토해양부가 국지 해일예보 생산 → 기상청에 제공 → 기상청이 사용자에게 통보

- 해일재해에 대한 국지 정밀 예보지원을 위해서는 위에서 언급한 실시간 해양관련정보 뿐만아니라 기상센터로부터 폭풍해일모델의 입력 자료로 이용되는 해면기압, 해상풍 등의 기상관련정보를 제공 받아 해일관련정보를 생산·제공하는 체제가 수립되어야 하며, 이러한 업무를 수행할 수 있는 법·제도적 뒷받침이 있어야 함

■ 체계적이고 효과적인 연안방재 계획 및 대책 수립

- 중앙 관계부처 사이에 연계체제가 구축된 차원에서의 종합적이고 일관성 있는 방재 계획 및 대책 수립이 필요하며, 단기적이고 임기응변식이 아닌 장기적인 관점에서 계획과 대책이 수립되어야 함. 그리고 지속적인 연구를 통한 연구결과와 연안지역에 대한 다양하고 과학적인 모니터링을 통한 연안정보를 연안관리 정책 수립 시 적극 반영하여 연안방재 계획 및 대책을 수립하여야 하며, 지구온난화에 따른 해수면 상승에 대비한 장기적인 대책을 수립하여야 할 것임. 또한 해일, 고조 등의 기타 연안재해에 취약한 지구는 재해위험구역으로 지정·관리하여야 하며, 연안재해에 대한 연안구조물 통합해양방재시스템을 구축하고 운영하여야 함
- 연안재해 피해를 최소화하기 위해서는 재해예방 대비체제를 구축하고 보다 정확한 연안재해 발생 예측 기술, 연안재해 방지 또는 저감 기술 및 경보시스템을 개발하여야 함. 그리고 복구위주에서 예방위주로 정책을 전환하여 해안방조제, 제방시설, 항만 및 어항 시설, 그리고 침수지역 등을 단계적으로 정비하고 침식

연안을 보강하여야 함. 또한 대규모 양빈사업 등을 통해 연안보전지역을 집중적으로 관리하고, 지방자치단체에 연안 관리 및 방재에 관한 전문지식을 전파하며, 전문적인 인력을 양성하고, 국민들에게 재난에 대한 안전의식을 고취 할 필요가 있음

- 미국과 일본 등은 폭풍해일 및 지진해일 등 각각의 재해에 따라 재해지도를 제작하여 현업에서 운영하고 있으며, 자연재해피해 발생 시 현장조사 없이 신속한 분석 및 효율적인 데이터 수집으로 피해지역 범위 및 정도 예측시스템을 개발하여 초동 대처에 임하고 긴급대책 및 지원시스템을 가동시키는 재해정보시스템을 구축하여 운영하고 있음. 또한 선진 각국은 지구 기후변화에 따른 폭풍의 강도 변화, 해수면상승 예측 등에 대한 다양한 연구를 수행하고 있으며, 이러한 연구 결과를 바탕으로 기후변화에 대비한 연안방재대책을 수립하고 있음
- 현재 우리나라도 연안방재를 위해 다양한 대책을 수립하고 많은 연구를 수행하는 등 국가적인 차원에서 많은 노력을 기울이고 있으나 선진국에 비교하면 아직 미흡한 실정임. 그러므로 우리나라의 연안방재 정책이 더욱 체계적이고 효과적으로 시행되기 위해서는 연안방재에 관련된 법·제도를 실정에 맞게 그리고 구체적으로 제정 또는 개정하고, 정부 관계부처 사이의 상호 긴밀한 협조체계가 반드시 이루어져야 하며, 제도의 과학적 시행을 위해 더욱 많은 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것임

제3장 세계 각국의 연안재해 방지 대책

3.1. 우리나라의 연안재해 방지 대책

3.1.1. 연안재해 방지 대책 개요

- 과거 우리나라 연안은 그 경제적, 생태적 가치에 대한 인식부족과 관리체계 미흡으로 상당기간 방치되어 왔으며, 일부지역은 지가(地價)의 상승 및 개발욕구 증대로 무계획적인 난개발이 진행되어 왔음. 또한 연안피해 발생 후 단순 응급복구 사업들이 주로 시행되어 이에 의한 2차 피해가 발생되어 왔음
- 특히, 우리나라는 매년 태풍 및 폭풍해일 등으로 인해 연안지역의 침수, 연안시설물의 파괴 및 유실, 인명 및 각종 시설과 재산상의 피해를 입고 있음. 2000~2007년 사이 자연재해로 인한 우리나라 연안지역의 피해액은 전국토의 58.4%에 해당하는 2조 1천 억원에 달하고 있고, 연안지역 1인당 자연재난 피해금액은 전국의 2.2배인 163,472원/명에 달함
- 또한 지구온난화 등 기후변화로 인해 해수면이 상승하고 태풍의 강도도 더욱 강력해져 연안의 피해가 가중되고 있으며, 이러한 해수면 상승은 단기적인 연안 피해는 물론이고 장기적으로 파랑의 쇄파를 해안선 가까이에서 발생시킴으로서 연안침식을 더욱 가속화시킬 수 있음. 여기에 무분별한 인공구조물 설치도 연안침식 피해를 더욱 확대시키고 있는 실정임
- 이에 우리나라도 1992년 리우회의를 계기로 연안의 보존 및 가치를 인식하고 연안공간과 자원의 통합관리하기 위한 연안관리법을 1999년에 제정하였고, 2000년부터 연안통합관리계획을 수립하여 시행하고 있음. 연안통합관리에 눈 뜨기 시작한 후, 연안 재해관리와 방재에 대해서도 관심이 높아지고 많은 사업과 연구가 수행되어 많은 성과를 도출하고 있으나 선진국들과 비교하여 볼 때 아직 미흡한 수준에 있는 실정임

3.1.2. 국내 연안 재해관리 및 방재에 관련된 법·제도

■ 항만법

- 항만 구역 내 항만시설로서의 구조물의 설치 및 관리에 관한 사항은 항만의 지정, 개발, 관리, 사용 및 재개발에 관한 사항을 규정하고 있는 항만법에 근거함
- 항만시설은 기본시설, 기능시설, 지원시설, 항만친수시설로 구분되며, 항만법은 항만구역내의 자연재해대응 시설물을 항만시설중 기본시설로 지정하고 있음
- 항만시설물의 규모 및 개발에 관한 사항, 시설 개선 및 정비에 관한 사항 등은 항만기본계획 수립을 통해 계획 및 추진되며, 따라서 본 기획연구의 결과로 제안되는 항만구조물의 설치 및 보수·보강 등에 관한 사항은 상기 계획에 근거해야 함

■ 연안관리법

- 연안관리법은 연안의 효율적인 보전, 이용 및 개발에 관하여 필요한 사항을 규정하는 법으로, 연안에서 발생하는 모든 행위를 계획과 방법을 통하여 종합적으로 조정하기 위한 기본법적인 성격을 가지고 있음
- 연안관리법 제2조에서는 「연안의 범위」 등을 규정하고 있고, 4호는 「연안정비사업」에 대한 내용으로 ‘해일, 파랑, 해수 또는 지반의 침식 등으로부터 연안을 보호하고 훼손된 연안을 정비하는 사업’ 과 ‘연안을 보전 또는 개선하는 사업’ 이라는 연안 재해관리 및 방재에 관련된 사업을 언급하고 있으나 ‘훼손된 연안을 정비’ 등의 재해 복구사업 위주의 표현을 하고 있어 연안 재해관리 및 방재에 대한 표현이 구체적으로 나타나 있지 않음
- 또한 제3조 「연안관리의 기본이념」에서도 ‘기후변화에 따른 해일, 침식 등에 대응하여 바닷가를 효율적으로 관리할 것’ 이라는 표현으로 연안 재해관리 및 방재에 대해 추상적으로 표현하고 있음
- 동법 제5조는 「연안기본조사」에 관한 내용으로 연안의 효율적인 관리를 위해 5년마다 연안의 현황 및 실태에 관한 정기조사를 실시 할 것을 규정하고 있으며, 조사 결과 연안환경의 변화가 뚜렷한 지역에 대하여는 보완조사를 실시할 수 있고, 연안정비사업 등을 위하여 특히 필요함이고 인정되는 지역에 대하여는 정밀조사를 실시하도록 하여 조사를 바탕으로 한 관리체계구축을 규정하고 있음. 조사의 주체는 국토해양부장관이고 조사의 내용 및 방법 등은 대통령령으로 정하

고 있어 조사의 내용 및 방법에 연안 재해관리 및 방재에 관한 내용이 구체적으로 언급되어 있어야 할 필요가 있음

- 제6조에서는 국토해양부 장관이 연안을 종합적으로 보전·이용 및 개발하기 위하여 시·도지사, 시장·군수·구청장 및 관계 전문가의 의견을 듣고 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 10년마다 중앙연안관리심의회 심의를 거쳐 「연안통합관리계획」을 수립하도록 되어 있음. 그 내용은 제7조에 나타나 있는 것과 같이 연안의 범위 및 계획수립 대상지역의 설정, 연안관리 및 정비에 관한 기본방향, 연안의 보전·이용·개발에 관한 방향, 연안의 범위 및 계획 수립 대상 지역 선정 시 고려해야 할 사항 등으로 구성되어 있으며, 연안 재해 및 방재에 관한 계획은 추상적으로 포함되어 있을 뿐 구체적이지 않음
- 제9조에서는 특별자치도지사·시장·군수·구청장이 관할 연안의 효율적인 보전, 이용 및 개발을 위하여 「연안관리지역계획」을 수립하도록 규정되어 있는데, 그 내용은 지역계획 수립 주체, 절차 및 시행 등의 사항이 포함되어 있으며, 지역계획에 연안 재해 및 방재에 관한 계획이 구체적으로 포함되어야 할 필요가 있음
- 제15조는 연안해역의 이용 실태, 자연환경적 특성 및 장애의 이용 방향 등을 고려하여 연안용도해역을 구분하는 내용으로 「관리연안해역」 속에 연안재해관리를 위한 해역이 추상적으로 포함되어 있으나, 현재 폭풍에 의한 연안재해가 주기적으로 발생하고 있고 그리고 연안침식이 심각한 상태에 이르고 있는 해역에 대해서는 「연안재해관리해역(가칭)」으로 분리하여 관리할 필요가 있음
- 제19조에서는 국토해양부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 연안용도해역을 효율적인 관리를 위해 「연안해역기능구」를 지정 또는 변경하는 내용이며, 「특수연안해역」에 해일, 파랑, 지반의 침식 또는 적조 등 연안재해가 자주 발생하여 관리가 필요한 구역을 「재해관리구」로 규정하고 있으나 재해관리구로 지정하기 위한 보다 구체적인 내용이 포함되어야 할 필요가 있음

■ 연안통합관리계획

- 국가차원의 연안관리정책방향을 제시한 제1차 연안통합관리계획은 2000년 8월에 수립·고시되었으며, 5대 기본목표와 7개 추진전략을 통해 지속가능한 연안보전·이용·개발을 실현하고자 하여, 전국연안을 10개 권역으로 나누고 각 권역별에 따른 기본목표와 정책방향을 제시하고 있음

- 제1차 연안통합관리계획에서의 연안재해 및 방재에 관한 내용으로는 「연안재해방지사업의 체계적 전개」가 있는데, 이는 연안재해의 방지를 위해 방재 중심의 단편적 시설에서 탈피하여 친수형 다기능 방재시설로 전환하고 동시에 사후 복구위주의 연안방재에서부터 예방중심의 연안보전을 추진하는 등 연안시설의 체계적 정비를 실시할 수 있는 계획을 수립하는 것임

<표 3.1> 최근 수립된 우리나라 연안재해 관련 주요 국가계획

관련계획	주요내용
제4차 국토종합계획 수정계획 (2011-2020)	<ul style="list-style-type: none"> • 해양보호구역 확대 및 연안지역의 관리 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 자연해안과 서식지의 가치를 유지 및 해양산업기반을 확보하기 위한 대책 - 연안재해 취약성 평가와 적응비용 산정으로 지역별 방재 우선 순위 결정 - 연안재해 방지를 위한 정비사업, 해안보전사업 추진 시 서식지와 자연지형의 기여 정도를 우선 고려하여 연안개발 정책결정에 활용 - 갯벌 및 자연형 해안복원사업 시행으로 재해영향 사전 감소
제2차 연안통합관리 계획 (2011.10)	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 및 재해 대응 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 적응을 위한 과학 조사·예측 및 종합대책 마련 - 재해피해 최소화를 위해 연안완충구역 지정 및 각종 이용·개발행위 제한 - 해안선 보호에서 연안가치 증진으로 연안정비사업 방향 전환 • 아라미르 프로젝트 <ul style="list-style-type: none"> - 태풍, 해일 등으로 인한 침수피해 예방을 위해 기존시설물 보강 및 첨단기능의 방재시설을 설치하는 재해취약지역 보강 계획 - 폭풍 및 지진 해일고, 설계파고, 해수면 상승 등의 기후변화 데이터를 종합적으로 검토하여 현지 지형에 적합한 방재시설을 제시하고 방파제 보강 규모, 설치 위치 최적화 - 방재기능을 수행할 수 없는 노후 방파제들을 현재 강화된 설계기준으로 보강

- 제2차 연안통합관리계획(2011.7)에서는 연안재해방지사업의 체계적 전개에 이어 「기후변화 및 재해 대응 강화」 방안을 제시하고 있음. 이에 관련된 내용으로는 첫째, 기후변화 적응을 위한 과학 조사·예측 및 종합대책 마련으로 연안재해 사회경제 및 자연 취약성 평가, 침수흔적도 및 해안침수예상도 작성, 연안생태계 영향 조사, 연안침식 모니터링 대상 지역 확대가 있으며, 둘째, 재해피해 최소화를 위해 연안완충구역 제도 도입으로 자연재해 취약지역 등을 연안완충구역으로 지정·관리하고 필요한 경우 소유자와 협의하여 정부가 매입 추진하며, 지정된 연안완충구역 내에서 시설물 설치, 인·허가 등 각종 이용·개발행위 제한하고, 셋째, 해안선 보호에서 연안가치 증진으로 연안정비사업 방향을 전환하여

신개념 연안정비사업의 모델 정립 및 대표 사업 지구(10개소)를 우선 적용하는 것임(국토해양부고시 제2011- 623호)

■ 연안관리지역계획

- 연안관리지역계획은 연안관리법 제9조에 근거한 법정계획으로, 지자체의 장 또는 국토해양부장관이 관할 연안의 효율적인 보전, 이용 및 개발을 위하여 권역별 연안의 특성에 따라 통합계획에서 정하고 있는 연안관리의 기본목표와 정책방향을 실현하기 위하여 구체적인 실천방향을 정하는 계획이며, 지역주민, 이해관계자 및 전문가의 의견 수렴, 관계기관 협의, 지방 및 중앙연안관리심의회의 심의 등 폭넓은 의견수렴 절차를 거쳐 수립됨
- 그 내용으로는 지역계획의 수립 및 시행대상이 되는 연안의 범위, 통합계획 및 각종 법률상 지역연안 관련 내용, 연안의 현황 및 문제점, 연안관련 계획의 분석 및 상충내용 도출, 관할연안의 관리목표 설정 및 정책방향 도출, 관할 연안의 연안정비사업의 방향, 지역계획 실효성 평가방안, 지역계획 시행을 위한 역량강화 및 제도 개선사항, 기타 지역계획 수립주체가 필요함이고 인정하는 사항이 있음 (국토해양부 연안포탈사이트)

3.1.3. 연안재해 관련 법·제도 및 정책의 문제점

■ 법·제도 측면

- 우리나라는 1990년대 중반이후, 해양수산부의 발족과 더불어 연안관리법을 제정하고 연안통합관리계획을 수립하여 통합적인 연안관리 접근방식을 채택하여 왔음. 또한 연안실태조사 및 연안관리지역계획의 실시를 통해 연안에 대한 여건분석능력 향상과 지역관리자의 연안관리에 대한 인식제고와 함께 실제적인 관리체계 구축에 노력해 왔음
- 그러나 연안재해대응에 관련한 법제도는 연안관리법 등에 명시적으로 포함되어 있지 않고 자연재해법 정도에서만 포괄적으로 제시되어 있는 문제점이 있음
- 광범위해지고 피해규모가 커지고 있는 연안재해 문제에 대한 총괄적인 체계구축은 향후 연안관리분야에 있어서 중요한 과제의 하나로 다루어져야 할 것이며 이를 뒷받침할 수 있는 제도적, 기술적 대처방안의 마련이 요구됨

■ 정책적 측면

- 재해가 발생하여 복구와 구호가 필요하다고 판단되면 국가는 이재민의 재해피해에 따른 생활의지 포기, 사회간접자본의 피해에 따른 경제기반의 망실 등을 막기 위해 이재민의 구호, 피해구조물의 복구, 개량사업을 실시하게 됨
- 이러한 재해복구비는 최근 10년간 평균 2조원을 상회하고 있으며, 이를 재해대책 예비비의 항목으로 책정해 놓고 있음. 재해대책의 최우선책은 재해발생에 따른 복구나 구호대책이 아닌 재해의 예방차원에서 이루어져야 하지만, 현행 제도상 재해관련 예산은 불특정 규모의 재해발생이후 지출되어야 하는 예비비라는 성격으로 규정되어 있어, 예산의 지출시기가 재해발생 후 이루어지므로 예방을 위한 대책에는 전혀 사용될 수 없다는 모순을 내포하고 있음(송재우, 2003. 10. 「방재정책 측면에서의 국가 재해관리시스템 개선방향」. 한국수자원학회 : 우리나라의 재해관리시스템 개선방안 심포지움)

■ 우리나라 연안정비사업의 문제점

- 첫째, 지자체 재정부담이 커서 추진율이 저조함. 제1차 연안정비계획 631개소 7,823억원 중 지자체 재정부담은 4,334억원으로 전체 사업비의 55%에 이르고 있어 지자체의 부담이 큰 실정임. 지자체 재정부담은 지자체 재정상황에 따라 불균형이 심하고 연차별 추진으로 인해 사업효과가 미미함
- 둘째, 구조물 건설 위주의 단순한 연안정비사업으로 호안 보강사업 대부분이 자연연안 훼손 및 생태환경 저해 문제를 발생시키고 있으며, 주변 연안환경과의 조화 및 연안이용자의 시설 활용성이 부족한 실정임
- 셋째, 사전예방적 대응체계의 미흡으로 소극적, 방어적, 사후적 대응사업 위주로 추진되고 있으며, 장기 조사자료가 부족하고 대응기술 개발이 미흡함(국토해양부, 2009. 05. 「제2차 연안정비계획 확정고시」)

■ 연안발전포럼 창설 및 운영

- 안전하고 건강한 연안환경 조성 및 지자체가 함께하는 미래 지향적 연안보전정책 방향 정립을 위해 연안발전포럼을 창설하고 운영하고 있으며, 제1차 연안발전 포럼이 2011년 11월에 개최됨
- 이 포럼은 중앙부처인 국토해양부 정책국(해양환경정책관)과 수자원정책관(하천

운영과), 환경부(자연정책과), 행정안전부 및 소방방재청과 지자체 광역 시도 및 시·군, 그리고 연구기관인 한국해양과학기술원(연안재해·재난연구센터), 한국해양수산개발원 해양정책본부(기후변화대응실)과 기타 학계(주요 거점 대학교수) 및 관련 업·단체 등으로 광범위하게 구성되어 있음

〈표 3.2〉 우리나라 연안재해 관리 및 방재 관련법의 주요내용 및 문제점

법 률		방재관련 주요내용	문 제 점
주요 법률	연안관리법	<ul style="list-style-type: none"> • 연안정비사업 • 연안기본조사 • 연안통합관리계획 • 연안관리지역계획 • 관리연안해역 • 특수연안해역 내 재해관리구 	재해 복구사업 위주의 표현 등으로 방재에 대한 사항이 포함되어 있지 않으며, 연안 재해관리 및 방재에 관한 내용이 구체적으로 언급되어 있지 않고 추상적으로 표현하고 있음.
	어촌·어항법	<ul style="list-style-type: none"> • 어항개발계획의 수립 • 지진에 대한 안정성 고려 	지진에 대한 내진설계 등에 대한 내용은 포함되어 있으나, 연안 재해관리 및 방재에 대한 내용은 없음.
	항만법	<ul style="list-style-type: none"> • 항만기본계획의 내용 • 항만개발사업계획의 수립 • 비상재해의 경우 토지 등의 사용 	시설 계획 및 인·허가 등의 과정에 있어 방재에 대한 구체적인 내용은 없음.
기타 법률	재난 및 안전관리 기본법	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 관리/보호해역 지정 	연안 재해관리 및 방재에 관련된 내용은 한정적이거나 없음.
	해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률		
	자연재해대책법		
	국토의 계획 및 이용에 관한 법률		
	습지보전법		
	해양환경관리법		

3.1.4. 기후변화 대응 정책 수립

■ 기후변화 대응 정책 수립 배경

- 최근 기후변화는 우리 실생활에 영향을 미치는 실제적 이슈로 대두되었음
 - 지난 100년 간 6대 도시평균기온 1.7℃ 상승 및 강수량 19%증가, 43년간 해수면 8cm 상승
 - 폭염·열대성 질환에 의한 인명피해증가, 농작물 재배적지 북상, 한대성어종 어획량 급감, 풍수해 피해액 3.2배씩 증가
- 온실가스 감축노력에도 상당기간(100년 이상) 기후변화 심화 전망
 - 21세기 말 평균기온 4℃, 강수량 17%(기상연구소 A1B 시나리오), 해수면 20.9cm 상승, 해수면 온도 2℃ 상승 전망
 - 이산화탄소 대기 중 체류시간(Life Time)이 50~200년에 달함
- 따라서, 신속하게 효율적·효과적으로 기후변화에 적응하기 위한 국가적 노력이 요청됨
 - 금세기 말까지 800조원이 넘는 기후변화 비용이 필요할 것으로 예상되며, 사전대비와 시행착오의 최소화로 획기적 비용절감이 가능함(KEI,2009)
- 다만, 정확한 기후변화 영향 및 취약성 분석에 근거한 기후변화 영향에 대하여 비용 효과적인 적응정책 마련이 필요
 - 기존 적응시각을 우선 반영하여, 국민과의 소통강화, 취약계층보호에 역점을 둔 적응대책 추진필요

■ 기후변화 대응 정책 수립 근거

- 저탄소녹색기본법 시행(2010.4.14)에 따라 법정계획으로서 국가기후변화대책(2011~2015) 수립
 - 저탄소녹색성장기본법 제48조 제4항 및 동법 시행령 제38조
 - 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산업, 물 관리, 생태계, 기후변화 감시·예측, 적응산업, 교육·홍보 및 국제협력 10분야 87개 대과제
 - 관계부처(13개) 및 지자체는 동 대책의 실행을 위해 세부 시행계획 수립

국가 기후변화 적응대책(2011~2015)									
부문별 적응대책							적응기반 대책		
건강	재난/재해	농업	산림	해양/수산업	물관리	생태계	기후변화 감시예측	적응산업 에너지	교육홍보 및 국제협력
복지부 환경부	행안부 국토부 방재청 환경부	농식품부 농진청	산림청	국토부 농식품부	국토부 환경부	환경부 농식품부 국토부등	환경부 교과부 기상청	지경부 환경부 국토부	관련부처
폭염·대기오염 등으로 부터 국민의 생명 보호	방재·사회기반 강화를 통한 피해 최소화	기후 친화형 농업생산 체제로 전환	산림건강성 향상 및 산림 재해저감	안정적 수산식량 자원 확보 및 피해 최소화	기후변화로 부터 안전한 물관리 체계구축	보호·복원을 통한 생물 다양성 확보	적응 기초자료 제공 및 불확실성 최소화	기후변화 적응 신사업·유망사업 발굴	대내·외 적응 소통 강화

<그림 3.1> 국가 기후변화 적응대책 개요

■ 국토해양부의 부문별 적응대책

○ 재난/재해 분야

- 기후변화 적응을 고려한 방재기반강화 및 사회기반시설 구축

① 목표 및 주요과제

목 표	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화대비 방재패러다임 전환 및 예방체계 구축 기후변화 피해저감을 위한 위기관리체계 구축 강화 기후변화를 고려한 예방적 국토관리 시련 및 도시 생활환경 개선
주요과제	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 대응 위한 사전재해예방 방재체계 구축 및 방재인프라 강화 기후변화에 따른 국토 취약지역 분석 및 적응방안 마련 기후변화 적응 친화적인 국토이용·관리체계 구축 도시의 기후변화 적응 능력 제고

② 추진과제(사회기반시설 구축)

- 기후변화에 따른 국토 취약지역 분석 및 적응방안 마련

· 국가 기후변화 시나리오 적용 방법론 설정 및 DB구축

- 국가 기후변화 시나리오 적용을 통한 국토 취약지역 분석
 - 기후변화 영향과 지역특성을 고려한 국토의 효과적인 적응방안 마련
 - 기후변화 영향과 적응방안을 고려한 국토계획 수립 유도
 - 기후변화 적응 친화적인 국토이용계획 수립 및 국토 관리체계 구축
 - 국토 및 국가기반시설 기후변화 취약성 평가
 - 취약성 평가를 고려한 기존 국토이용계획의 수정
 - 기후변화 적응을 고려한 국토이용계획 수립 및 주요 개발사업 시행
 - 기후변화 적응을 위한 국토이용모델구축 및 실현방안 추진
 - 도시의 기후변화 적응능력 제고
 - 도시 및 도시기반시설 기후변화 취약성 평가 방법론 설정
 - 기후변화 영향에 따른 도시 및 도시기반시설 취약성 평가
 - 도시 기후변화 적응능력 제고 방안 마련
 - 기후변화 적응 방재도시 조성사업 추진
 - 기후변화 적응 방재도시 조성을 위한 계획요소 도출 및 적용방안
 - 기후변화 적응 방재도시 조성을 위한 통합지침 마련 및 제도개선
- 해양/수산 분야
- 해수면 상승 대응 및 안정적 수산식량자원 확보

① 목표 및 주요과제

목 표	<ul style="list-style-type: none"> · 바다목장 조성 등을 통한 안정적 수산식량자원 확보 · 기후변화를 고려한 새로운 양식기술 도입 및 보급 · 해수면 상승 대응 국토관리 방안 구축으로 사회안정성 확보
주요과제	<ul style="list-style-type: none"> · 수산업(1차산업) 생산성 증진 및 피해방지 · 해수면 상승 및 연안침식 방지대책

② 추진과제(연안 및 해수면 상승 대책)

- 해수면 상승대응 연안 취약성 평가
 - 한국형 연안재해 취약성평가 기법 개발 및 보급
 - 연안 및 생태계별 취약성을 고려한 「맞춤형 적응포트폴리오」 구축
- 연안 외력변화 예측 및 대응을 위한 과학적 관리체계 구축
 - 한반도 연안의 외력변화 정밀 관측 및 영향평가

- 연안외력 변화에 따른 연안시설기준 보강대책
- 기후변화 대응 국토해안 지형변화 및 적응방안 수립
- 기후변화에 따른 해양 퇴적환경변화 예측
- 육역 및 해역변화에 따른 해안지형변화 관리전략구축
- 기후변화를 고려하는 연안공간 복원·조성 시범사업

3.1.5. 우리나라의 해수면 상승 대응책

- 「국가 기후변화 적응 종합계획」에서 단기적으로는 각 분야의 취약성평가 등의 우선적으로 필요한 사업을 추진하며, 중장기적으로 기후변화에 대한 피해 최소화를 위한 사업추진을 제시한 바 있고, 그에 따른 연구가 진행되고 있음
- 국가 기후변화 적응 종합계획의 연안 및 방재 부분 주요 내용은 다음과 같음
 - 기후변화 및 지구 환경변화 감시체계 강화
 - 한반도의 조밀한 관측자료 생산을 위한 기후변화 감시망 보강
 - 원격탐사 등 3차원 입체 기후변화 감시체계 및 지구환경 변화 통합 감시체계 구축
 - 기후변화·대기오염 동시 감시용 종합 슈퍼사이트 개설 및 운영(2008~2012)
 - 우리나라 연근해 해양관측 강화 및 해양관측 인프라 구축
 - 선진 기후변화 감시기술 확보
 - 세계기상기구(WMO) 온실가스 측정 세계 표준센터 유치 기반 구축
 - 대기/생권/지권 탄소 순환감시·예측·분석(Carbon Tracker) 시스템구축(2009~)
 - 기후변화 적응대책 지원을 위한 시나리오 생산 및 활용
 - 국가 표준기후 변화 시나리오 개발(2009~)
 - 기후변화 영향/취약성 평가와 적응 대책 추진을 위한 기후변화 정보지원 체계 강화(2008~)
 - 기후변화 영향 및 취약성 평가 지원을 위한 국지(미세)규모 기후변화 기술개발(2009~)
 - 동아시아 기후변동 원인규명 및 예측기술개발(2009~)

- 기후변화 예측능력 제고를 위한 모델 개발
 - 대기-해양-해빙-지표-에어로솔-탄소순환-황순환 과정이 결합된 선진국 수준의 차세대 지구 시스템 모델 개발(2008~2011)
 - 한반도 지형에 적합한 고해상도 지역 기후모델 개발
 - 해양 기후변화 예측능력 향상을 위한 장기 해양 기후 변동 예측모델 개발 (2009~2012)
- 기후변화와 대기환경 통합 예측 시스템 구축
 - 기후·대기환경 통합 예측 모델링 시스템 구축운영
 - 기후변화·대기오염물질 통합적 관리 체제 구축(2010~2015)
 - 한반도 기후 및 대기 환경 실시간 예·경보 시스템 구축(2009~)
- 해양 변동 장기 모니터링
 - 기후변화에 의한 지구규모 기상현상이 해양에 미치는 영향을 관측하는 해양 변동 장기 모니터링 시스템 구축(2011~2020)
 - 새로운 해양변동 관측기법 및 수산 자원 변화 예측 기법개발(2011~)
 - 국가 관할해역의 해양물리 및 생지화학적 특성 중장기 변동 파악(2008~)
- 자연재해 취약성 평가
 - 기후변화에 따른 국토유실 등 연안 재해의 취약성 평가(2009~2012)
 - 기후변화 대응 자연재해 기본외력도 선진화 기술 개발(2010)
 - 기후변화에 따른 지역별·부문별 자연재난 취약성 평가 및 위험 예측

3.2. 일본 및 중국의 연안재해 방지 대책

3.2.1. 일본의 연안재해 방지 대책

- 일본은 인구의 45%인 6천만명이 국토면적 대비 32%인 연안도시에 거주하고 있으며, 연안침식률이 160hr/yr 이고 대응책을 강구하지 않으면 180년 후 모래해안이 완전 유실 될 전망이다
- 또한 전통적으로 해안방호를 위해 경성공법을 선호하여 총해안선의 2/3가 인공해안이나

(Isobe, 1998), 최근 친환경 방호에 주목하기 시작하였으며 2000년 발효된 신 해안법에서 모래를 연안방호시설물로 고시할 수 있도록 하였으며, 하천과 연안 퇴적물을 일괄 관리하는 '수계역 일관 토사관리' 정책을 시작하였음

- 기후변화 관련 정부차원의 해안보호 연구는 최근에 착수하였으며, 이를 위해 해안연구실의 상위부서인 국토교통성 산하 국토기술종합연구소 하천연구부에 기후변동팀을 신설하여 운영 중임

- 고조대책사업에 관한 특별조치법 (1959.10)

- 1959년 5월26일 나고야시가 자리잡고 있는 이세만에 중심기압 930ha, 최대풍속 50m/s의 이세만 태풍이 내습. 이 태풍으로 나고야시 3만1000ha가 침수되었고 1800여명의 인명피해와 4600여 가구가 전파되는 피해가 발생함에 따라 대규모 방재사업 추진을 위한 법적근거가 마련됨

- 기후변화 적응책

- 일본 정부의 기후변화관련 정책결정은 「지구온난화예방본부」를 통해서 이루어지며, 내각 사무국을 통하여 7개의 부처에서 올라온 의견을 받음. 지구온난화예방과에는 농업산림수산부, 환경부, 교육문화체육과학기술부, 외교부, 경제무역산업부, 국토시설교통부와 일본 기상청이 관련되어 있음
- 또한, 일본 국립환경연구소 지구온난화 프로젝트 영향적용 연구팀에서는 다양한 온난화 영향 모델을 제시하고 있는데 이러한 모델은 온난화의 생물·물리적인 영향을 취급하는 1차 영향 모델로부터 온난화가 지역이나 각국의 사회경제에 미치는 영향, 나아가 국제 무역을 통한 국제적인 영향 등의 2차, 3차 영향을 취급하는 모델에 이르기까지 매우 광범위함
- 산림부분에서는 전체적인 생물권 취약성 평가를 통하여 ① 공통 시나리오의 적용, ②결과의 지도화라는 조건을 바탕으로, 각종 생태계의 취약성 평가 방법을 개발하고 적용하였음
- 수자원 부분에서는 취약성평가를 위한 수문기상자료 및 GIS 데이터베이스를 구축하고 자료수집을 실시하였으며, 기온, 수온, 강수, 수질자료를 분석하여 수질 항목과 기온 및 강수량의 관계를 산정하였음

■ 재해 위험도 작성

- 일본은 해마다 폭풍해일과 지진해일이 빈번하여 일찍부터 연안재해위험도가 작성, 운용되어져 왔으나, 홍수재해위험지도 등에 비하여 상대적으로 실용화 단계에 있지 못함
- 1993년 일본 홋카이도 연안의 지진해일로 막대한 인명/재산피해를 낸 이후, 보다 실용적인 재해 위험도 작성의 필요성을 인식하고 이를 위한 기초작업으로 1997년 ‘지진해일 재해예측 매뉴얼’을 작성함(지진해일예측 매뉴얼에 관한 조사위원회, 1993)
- 보다 최근인 2004년 일본 내각부(방재담당)는 농림수산성, 국토교통성과 공동으로 폭풍해일, 지진해일의 피해를 경감하기 위해 종래의 해안보전시설을 정비하기 위해 위험도 정보를 제공하기 위한 정보제공 정책을 실시하고 있음
- 재해 위험도의 작성을 위해 연구회를 설치하여 각 지방자치단체별로 방재도를 작성 및 활용하도록 지원하고 있으며, 일본연안기술연구센터(CDIT)에서 기술적인 지원을 수행하고 있음

■ 3단계로 구분된 방재 대책 시행

- 일본의 재해 대책은 사전 준비를 위한 재해예방분야와 재해 발생시 신속한 대처를 위한 재해응급대책분야, 그리고 재해에 대해 응급대책을 실시한 후 재해의 복구 및 부흥 등 크게 3분야로 나누어져 있음
- 신속하고 원활한 재해 응급 대책, 재해 복구·부흥에 대한 준비
 - 재해발생시에 대비하여 경보 등의 전달체계, 주민의 피난 유도체계, 소관시설의 긴급점검, 응급적인 복구 등의 대책을 위한 체제 정비, 필요한 기자재의 비축 등 재해발생 전의 대책을 수립함
 - 침수 피해의 발생 확대 방지를 위하여 수방 관리자는 하천 또는 해안별로 중요 수방구역, 위험 개소 등에 대해 구체적인 수방 공법의 검토, 수방용 응급 복구기자재의 비축, 긴급시의 대책을 위해 관련 업계·단체의 협력을 얻을 수 있도록 사전 협의를 실시하고, 토사 재해 등의 위험도를 응급적으로 판정하는 기술자의 양성 및 사전 등록 등 활용을 위한 시책을 추진함. 또한 방재 대책을 실시하기 위한 체제를 정비함
 - 국가 및 지방공공단체는 부흥의 원활화를 위해 각종 데이터의 종합적인 정비, 보전(지적, 건물, 권리 관계, 시설, 지하 매설물 등 정보 및 측량도면, 정보도

면 등 데이터의 정비 보존 및 백업 체제의 정비) 및 부동산 등기의 보전 등을 실시하고, 재해 부흥 대책과 재해 부흥 메뉴얼의 정비에 대한 연구를 실시하도록 함

○ 국민의 자발적인 방재 활동의 촉진

- 스스로의 몸의 안전은 스스로가 지키는 것이 방재의 기본이며, 국민은 그 자각을 통하여 평상시부터 재해에 대한 준비를 하는 것과 동시에 재해 발생시에는 스스로의 몸의 안전을 지키도록 행동하는 것이 중요함
- 이를 위해 국가, 공공기관 및 지방공공단체는 자주 방재 사상의 보급을 철저히 도모하도록 함
- 방재 지식의 보급 및 훈련을 실시할 때는 고령자, 장애인, 외국인, 유아 등 재해 약자에게 충분히 배려하고, 지역에 있어 재해 약자를 지원하는 체제가 정비되도록 노력함
- 소방청 및 지방공공단체는 소방단, 수해방지단체, 자주 방재 조직, 자주 방법 조직을 육성하고, 지방공공단체는 재해시에 있어 자원봉사 활동을 위한 환경을 정비하여 기업이 방재활동에 적극 참여할 수 있도록 유도함

○ 풍수해 및 풍수해 대책에 관한 연구 및 관측 등의 추진

- 풍수해 및 풍수해 대책에 관한 과학기술 및 연구의 진흥을 도모하는 것과 동시에 해외 연구기관을 포함한 연구기관 간은 물론, 연구기관과 행정 기관과의 제휴를 통해 방재 시책에 활용토록 함
- 태풍이나 재해의 발생 등 자연현상 그 자체의 이학적, 공학적 연구뿐만 아니라 재해시에 있어서 화제의 인물들의 행동이나 정보 전달 등 사회학적 분야에 대한 연구도 적극적으로 실시하도록 함

○ 재해발생 직후의 정보 수집·연락 및 통신의 확보

- 국가, 공공기관 및 지방공공단체는 재해 발생 후 즉시 정보통신 기능을 확인함과 동시에 파괴 시설의 복구를 실시하도록 하고, 전문요원을 즉시 현장에 배치함. 또한, 즉시 총무성에 연락하도록 하고, 총무성은 통신의 확보에 필요한 조치를 강구함. 국가, 지방공공단체 및 전기 통신사업자는 휴대자동차 전화, 위성통신 등의 이동 통신회선의 활용에 의한 긴급 정보 연락용의 회선 설정에 노력함

- 재해의 확대 방지와 2차 재해의 방지 활동
 - 국 및 지방공공단체는 재해 발생시 침수 피해의 확대 및 2차 재해의 방지 대책을 실시하고, 재난발생 후의 강우 등에 의한 토사재해 발생의 방지 및 이를 경감시키기 위하여, 전문 기술자 등을 활용하여 토사재해 위험개소의 점검을 실시하도록 함
 - 그 결과 위험성이 높다고 판단된 개소에 대해서는 관계 기관이나 주민에게 주지시키고, 적절한 경계 피난 체제의 정비 등 응급 대책을 실시하도록 함
- 구조·구급 및 의료 활동
 - 주민 및 자주 방재 조직은 자발적으로 이재민의 구조·구급 활동을 실시함과 동시에 구조·구급 활동을 실시하는 각 기관에 협력하도록 노력하고, 재해지역의 공공단체는 그 구역 내에 있어서의 구조 구급 활동을 실시하는 것 외에 피해 상황을 시급하게 파악하여 비상 본부 등의 현지 대책 본부 등 국의 각 기관, 다른 지방공공단체에 지원을 요청하도록 함
 - 또한, 재해지 이외의 지방공공단체는 재해지역의 공공단체로부터의 요청 또는 상호 지원 협정 등에 근거하여 구조·구급 활동 등의 지원을 신속하고 원활히 실시하도록 함
- 긴급 수송을 위한 교통의 확보, 긴급수송 활동
 - 교통의 확보, 긴급수송 활동에 대해서는 피해의 상황, 긴급도, 중요도를 고려하여, 교통규제, 응급복구, 수송활동을 실시하도록 함
 - 풍수해가 발생하거나 또는 발생될 우려가 있는 경우, 특히 풍수해 발생 초기에는 긴급수송을 위해서 사용 가능한 교통수송루트를 확보할 필요가 있고, 이때 일반 차량의 통행금지 등의 교통규제를 즉시 실시하도록 함. 그 후 차레차레 우선순위를 고려하여 응급복구를 위해 집중적인 인원, 기자재의 투입을 도모함
- 피난 수용 활동
 - 재난발생시 지방공공단체는 인명의 안전을 우선하여 지역 주민 등의 피난 유도를 실시하도록 함
 - 지방공공단체는 재난 발생시 필요에 따라 홍수, 고조, 토사 재해 등의 위험성을 충분히 고려하여 피난장소를 개설하고 적절한 운영·관리를 실시하도록 함

- 사회 질서의 유지, 물가의 안정 등에 관한 활동
 - 재해지역에 대해 사회적인 혼란이나 심리적 동요도 적지 않게 존재한다고 생각되므로 사회 질서의 유지가 중요한 과제가 됨
 - 또, 이재민의 생활 재건을 위하여, 물가의 안정, 필요 물자의 적절한 공급을 도모할 필요가 있으므로 관계 기관은 적절한 조치를 강구함
- 시설 설비의 응급 복구 활동
 - 신속하고 원활한 응급 대책을 실시하기 위한 통신 시설 및 2차 재해, 재차재해를 방지하기 위한 국토 보전 시설 등을 포함하여 이재민의 생활 확보를 위해 라이프라인 및 공공시설의 응급 복구를 신속히 실시함
- 신속한 원상 복구 및 계획적 부흥
 - 대규모 재해에 의해 지역이 붕괴하고, 사회경제 활동에 심각한 장애가 생긴 재해에 대해서는 재해지역의 재건은 도시 구조의 개편, 산업기반의 개편을 필요로 하는 다수의 기관이 관계하는 고도의 복잡한 대규모 사업으로 이것을 가급적 신속하게 실시하기 위하여 부흥 계획을 작성하여 관계 기관의 제반사업을 조정하면서 계획적으로 부흥을 진행시키도록 함

3.2.2. 중국의 연안재해 방지 대책

- 중국은 국토가 넓고 인구가 많다보니 재난에 대응하는 반응속도가 상대적으로 늦고 재해 발생 시 많은 재산피해 및 인명피해가 발생함
 - 이러한 이유로 연중 이재민이 발생하고 있으며, 그들에 대한 지원과 피해지역 재건에도 막대한 예산이 투자됨. 재난 이후의 재건(災後重建) 상황을 알려주는 전용사이트(www.sczhcjw.cn)가 운용될 정도임
 - 2009년 상반기에만 384명 사망, 24명 실종의 인명피해가 발생하였으며 재산피해액은 391억 4천 위엔(한화 약 7조원)에 달하였음
- 남중국해로 둘러싸인 해안선은 1만 4000km에 달해 연간 평균 7개, 최다 12개까지 태풍이 해안지역을 강타하고 있음. 특히, 동남부의 해안지역은 3~4개의 태풍이 매년 직접적으로 많은 피해를 발생시키고 있음
 - 2008년 태풍으로 인해 발생한 이재민은 3375만 명, 재산손실은 275억위엔(우리 돈 약 5조)에 달하였음

- 최근에는 태풍 내습 시작 시기가 4월로 빨라졌으며 10월까지 지속되는 경향을 보이면서 향후 그 피해가 점점 늘어날 것으로 예상됨
- 중국에서는 평균적으로 태풍 하나가 상륙할 때 최소 100여 명 정도가 사망하는 것으로 알려져 있음
- 20세기 중국에서 가장 많은 인명피해를 낳았던 사이클론은 1922년 8월 2일 저녁, 광둥(廣東)성 산터우(汕頭) 일대를 강타하였으며, 4m에 달하는 파도가 산터우 시내를 덮쳤는데 가옥의 절반이 완전 파괴되고 시의 5/6 범위가 침수되었음
- 당시 이로 인한 사망자만 7만명에 달했으며 바닷물이 덮친 농경지는 2년이 지나 서야 경작이 가능할 정도였다고 함
- 산터우 시에서는 1969년 7월 28일에도 강력한 사이클론이 해안을 덮쳤지만 방재 시설이 어느 정도 갖추어졌기 때문에 약 1천여 명이 사망하여, 1922년에 비해서는 상대적으로 피해가 적었음
- 중국의 자연재해 대비책은 아직까지 크게 미흡한 수준이며, 조기경보시스템과 재난에 대비한 안전시설과 안전훈련 등이 제대로 시행되고 있지 못한 실정임
- 자연재해 경감 공정을 운영하는 등 과학적인 시스템 구축과 대책들이 최근 수립되고 있으나, 아직까지는 근본적으로 중국인들의 안전의식 미비와 낙후된 시설 등으로 인해 연안재해로 인한 대형 참사의 위험성이 상존하고 있음

3.3. 미국 및 유럽의 연안재해 방지 대책

3.3.1. 미국

- 연안관리법 (1972년)
 - 2차대전 이후 연안이용이 급격하게 증가하면서, 연안이용에 대한 체계적인 접근이 요구됨
 - 1969년 미국 해양대기청 설립후 1972년 연안관리법이 제정됨
 - 연안지역은 자연적, 산업적, 생태적, 생활적 측면에서 중요한 지역이나 많은 연안자원들이 훼손되고 있고 개발에 대한 요구도 지속적으로 증가하고 있어서 체계적인 관리가 필요함

- 연안의 범위는 연안해역과 연안육역으로 정의하고 있으며, 구체적인 범위는 각 주정부마다 상이할 수 있도록 정의되어 있음
- 연안자원의 보전과 보호, 연안지역의 현명한 이용(지속가능한 개발), 연안관련 행정에 각 이해당사자의 참여강화 등이 필요함
- 5대호도 연안 해역으로 보고 있으며 연안육역 쪽은 섬, 습지, 해변처럼 해안선에 근접해서 영향을 받는 지역으로 규정하고 있음
- 행정적지원 : 연방정부는 주정부의 연안관리계획 실행을 지원하기위해 예산을 지원하도록 하였고, 주정부와 매칭펀드로 하되 처음 3년간은 전체예산의 2/3를 지원하고 그다음부터는 1/2을 지원하는 것으로 되어있음. 다만 예산지원을 받기 위해서는 관리계획이 법에서 정하는 조건을 충족해야 함

■ 쓰나미 대응 시스템 : 쓰나미 경보 및 교육법(2006.12)

- 2004년 인도네시아에서 발생한 대규모 쓰나미에 영향을 받아서 제정되었음
- 쓰나미 예측 및 경보시스템을 구축하고 관련기술을 발전시키는 한편 재난의 피해를 완화하기 위한 쓰나미 피해 완화 프로그램을 개발하고, 국제협력을 강화하는 것이 주된 목적임
- 법 제정 전부터 쓰나미 경보센터나 피해완화 프로그램이 있었다는 점을 고려하면 법령에 따른 법적지위 부여와 예산확보가 용이해졌다는 측면에서 의미가 있음
- 경보시스템 : 경보를 위한 초기 쓰나미 탐지 시스템으로 DART시스템이 구축되었음
- DART 시스템: 바다 밑의 지진을 탐지할 수 있는 부표를 바다에 띄워서 이 자료가 실시간으로 수집될 수 있도록 하는 시스템
- 쓰나미 피해 완화 프로그램 (NTHMP : National Tsunami Hazard Mitigation Program) : 쓰나미가 일어난 이후 피해를 저감시키기 위해 침수도 제작, 각종 교육 및 훈련 등과 관련한 국가대책을 마련하였음
- 원거리 지진 발생시에는 지진 발생시부터 쓰나미 경보시간까지의 시간을 현재 22분에서 2013년까지 16분으로 단축, 근거리 지진 발생시에는 경보발령 시간을 10분에서 2013년에는 5분으로 단축하겠다는 내용이 포함되어 있음

■ 연안침식 및 침수문제

- 미국의 연안침식 및 침수문제는 NOAA와 육군공병단으로 나뉘어 관리되고 있음
- 1972년 연안관리법(CZMA)이 제정되었으며, 이에 근거하여 1976년부터 시행된 연방정부와 주정부가 공동출자하는 연안역관리 프로그램 CZMP을 NOAA OCRM이 주관하고 있으며, 육군공병단은 항로준설과 양빈을 담당하고 있음
- 기후변화가 이슈화됨에 따라 1990년 기후변화법, GCRA를 제정한 이후 관련 연방정부기관이 참여하는 3개의 프로그램 GCRP, CCRI 및 CCSP를 시행하고 있으며, 연안침식 및 침수관련 참여기관으로는 EPA(Environmental Protection Agency : 미국환경보호국), USGS(United states Geological Survey : 미국지질조사국), NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration : 미국해양대기관리처) 등이 있음
- USGS는 현재 다양한 원인에 의해 발생한 연안침식과 관련하여 연안역에 미치는 기후변화 영향과 위험 취약성에 관련된 연구를 수행중에 있음

■ 기후변화 적응책

- 미국은 연방정부 차원에서 기후변화 적응에 대한 전략을 명시적으로 구축하지 않았으나, 주와 시 및 카운티 단위에서의 대응을 하고 있음
- ‘Pew Center on Global Climate Change’는 미국 주정부와 지역정부에서 현재 진행 중인 기후변화 적응 관련 계획과 활동을 간결하게 정리한 보고서를 공개하였으며, 기후전략센터(Center for Climate Strategies : CCS)는 현재 많은 주정부의 온실가스 완화계획, 혹은 기후액션플랜으로 간주되는 계획에 관여하고 있음

〈표 3.3〉 미국의 주별 기후변화 적응계획

주	부문	적응계획/조치
알래스카	커뮤니티	알래스카의 연안 및 취약커뮤니티에 대한 기후변화 영향을 해결하기 위한 액션플랜 개발과 초기 평가 기후변화와 관련해 대중에 대한 효과적인 정보제공과 다이얼 로그 창출 수단
	기반시설	알래스카의 기반시설에 대한 기후변화로 인한 피해의 크기와 가능성을 줄이기 위한 정책과 수단
	어업, 야생생물, 산림, 농업	기후변화로 인해 해양환경, 어류와 짐승의 개체군 수, 질, 서식지, 산림과 농업의 생산성에서 예상되는 변화를 해결하기 위한 정책과 수단

주	부문	적응계획/조치
	질병과 해충	질병과 해충의 빈도나 강도 증가로 인한 위험 평가 및 대응
	파이낸싱	연구와 적응프로젝트를 포함한 연방정부와 주정부의 알래스카에서의 기후변화 활동에 대한 파이낸싱 메커니즘 파악
애리조나	-	애리조나 기후액션플랜은 기후변화 적응전략을 포함 기후 액션플랜(CC-5) 부록에서는 주정부의 기후적응전략을 위한 권고사항을 개발할 수 있는 태스크포스팀이나 자문그룹을 주지사가 임명할 것을 권고 또한 주지사는 주정부와 여타 관련된 제도들이 자연 및 경제시스템, 수자원, 기온에 민감한 인구 및 시스템, 에너지 체계, 주요 기반시설 및 공공시설, 산림, 방목장, 농지 등에 미치는 잠재적인 현재와 미래의 위험을 파악하도록 지시해야함
캘리포니아	농업 및 임업	취약한 종과 스트레스의 초기징후를 파악해서, 예측되는 기후시나리오의 범위하에서 이들의 반응을 예측하고, 농민과 자연자원관리자들이 이들의 변화에 대해 최선의 대비를 할 수 있는 방법을 결정하기 위해 수행
	수자원	인구 증가와 진행중인 개발과 같은 추가적인 스트레스들 때문에 수문학적 과정이 변화하는 주위환경에 대해 어떠한 영향을 받게 될지, 가장 영향을 받게 될 지역이나 경제부문은 어디가 될지, 이러한 급격한 도전에 적응하기 위해 어떠한 단계를 밟아야 할지에 대한 이해
	보건	열파, 홍수, 산사태, 산불등과 같은 극한 기상현상들은 더욱 건강에 직접적으로 영향을 미치게 될 것으로 예상. 보건 부문에 대한 성공적인 연구는 건강에 대해 증가하는 위험, 가장 취약한 인구집단, 건강에 미치는 영향을 줄이는 방법 등을 파악
일리노이	수자원	물 분쟁과 물권 분쟁을 해결하기 위한 단일기구가 필요함을 확인 또한 물 부족 시나리오하에서 할당이나 수질과 같은 사안을 다루기 위해 물 사용법을 업데이트할 필요가 있음을 확인
	계획	일리노이에 적절한 적응 조치에 대한 연구와 보고서 작성을 수행할 주단위의 그룹을 만들 것을 권고
메릴랜드	-	적응과 대응실무그룹은 기후변화 영향에 대한 메릴랜드의 연안, 자연 및 문화 자원과 커뮤니티의 취약성을 줄이기 위한 전략을 추천. http://www.mde.state.md.us/air/mccc
노스 캐롤라이나	-	기후액션플랜 초안-부분 연계적 사안(CC5-적응)-노스캐롤라이나 기후변화 적응전략은 주정부가 ① 주에 영향을 미칠 가능성이 있는 잠재적인 단기, 중기, 장기 기후변화 영향 시나리오와, ② 이러한 영향을 해결할 수 있는 메커니즘 시행을 확인하는 것을 포함하는 노스캐롤라이나 기후변화 적응계획을 개발·채택·실행할 것을 요구
워싱턴	-	대비/적응실무그룹(PAWG)은 기후변화의 영향에 대비하고 적응하는 방법에 대한 5개장(농업, 산림자원, 보건, 수자원과 수질, 연안기반시설)으로 이루어진 권고사항을 개발하기 위해 구성

3.3.2. 영국

■ 해안보호법(1949년)

- 1945년 전후복구 과정에서 정부로부터 해안선 현황과 개발검토를 요청받은 J.A.Steers (캠브리지대학 지리학 교수)의 주도로 선진국 중 가장 이른 1949년 해안보호법 제정
- 네덜란드와 함께 1953년 북해에서 발생한 폭풍해일의 피해를 크게 입은 후 해안 방호에 관한 국민적 관심이 크게 고조되었음 (Brampton et al., 2002)
- 영국의 해안방호는 육상수계와 연계하여 DEFRA(환경식품농무부, Department for Environment, Food and Rural Affairs)가 전담하며, 잉글랜드와 웨일즈 전 해안을 11개의 광역표사계로 구분하여 지역관리 조직과 공조를 통해 효율적으로 관리

■ 해일대책

- 1953년 1월 31일 대서양의 저기압에 의해 대양에서 발생한 해일(External Surge)이 북해로 전파되어 유럽 해안에 내습(네덜란드와 동시 피해를 입음)
- 해일 내습으로 영국 동해안에서 307명의 사상자를 발생시키면서 해일이 템스강을 따라 런던시 일부 범람을 초래
- 런던 지역을 해일범람에 의한 피해를 극소화시키기 위해 해일방어 시설인 Thames River Barrier를 1984년에 준공하고 지속적으로 관리되고 있음

■ 기후변화 적응책

- 영국은 1997년 기후변화 영향을 평가하고 적응 전략을 수립할 목적으로 기후변화영향 프로그램(UK Climate Impacts Programme : UKCIP)을 수립하였음
- UKCIP는 과학과 정책결정자 사이의 직접적인 연결을 통해 연구 결과가 국가, 지방 및 지역 단계에서 필요한 정책으로 활용되고 수요자 중심으로 제시되도록 하는 성과를 보임
- UKCIP의 1단계 목표는 현재 영국에서 행해지고 있는 기후변화 현상과 직접적으로 관련된 적응활동에 대한 모든 정보를 수집하는 것으로, 기후에 대한 인위적 압력이 시작된 1950년대 이후의 활동을 대상으로 함이고 볼 수 있음. 수집 대상은 예측되는 기후변화에 대한 시스템의 계획된 반응과 기후변화에 대해 계획되지 않았지만 장기적인 기상변화에 대응하기 위해 계획된 반응들임

- 기후변화 현상과 직접적으로 관련된 적응분야는 17부문(① 농업, 원예, 임업 ② 생물다양성과 자연보전 ③ 해양생태계 보전과 어업 ④ 홍수관리 ⑤ 수자원(질, 배수) ⑥ 에너지 ⑦ 건물 및 건축유산 ⑧공간계획 ⑨ 수송 ⑩ 제조업 ⑪ 금융서비스/보험사와 투자자 ⑫ 소매업 ⑬ 서비스 ⑭ 여가와 관광 ⑮ 응급서비스 ⑯ 건강 ⑰ 국방)으로 분류되어 있으며, ‘④ 홍수관리’ 부문에 있어 기후변화에 따른 연안-육지와 바다의 접경면으로부터 1km 이내의 주요 활동, 연안침식문제 등의 약간의 연안관리 내용이 언급되어 있음

3.3.3. 네덜란드

■ 델타법(1958)

- 배경 : 1953년 2월1일 북해에서 발생한 폭풍과 해일로 인해 제이란드주를 중심으로 한 남서부 해안지역이 엄청난 피해를 입음. 대부분의 제방이 무너져 1,835명의 인명피해와 가축 20여만 마리의 희생, 4만2,000여명의 이재민, 가옥 4만 7,000여채와 16만ha 농경지 침수 발생
- 제정 : 1957년 11월5일 델타법이 네덜란드 의회에서 통과되어 1958년 5월8일 공포됨
- 주요 내용 : 로테담과 제이란드 등 델타지역에 1958~1997년에 이르기 까지 수문을 포함한 13개의 댐과 방조제 등 대규모 건설사업(Deltaworks) 추진

제4장 결론

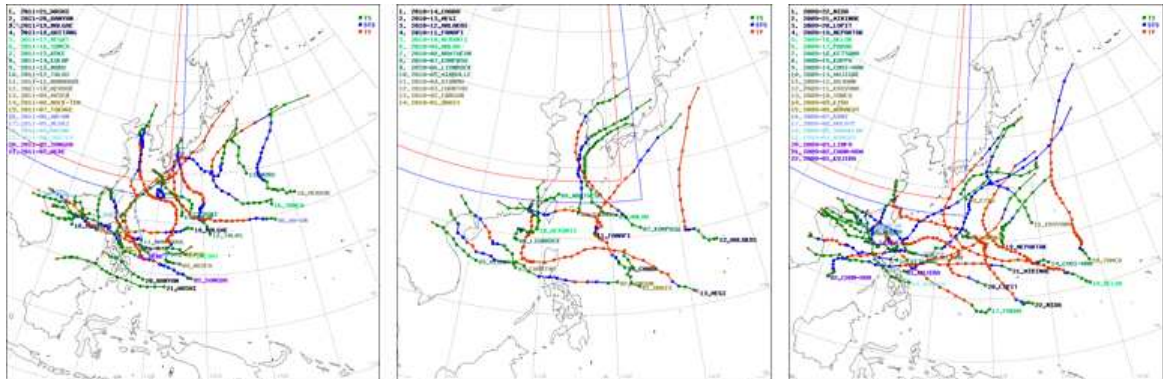
4.1. 요약 및 결론

- 기후변화의 영향에 따라 전지구적인 연안재해의 규모 및 발생 빈도는 증가할 것으로 전망됨
 - 우리나라의 경우에도 해수면 상승, 태풍의 강도 증가 등의 장기 추세가 관측되고 있으며, 현재의 이산화탄소 배출량이 큰 폭으로 감소하지 않는 이상 향후 이러한 기후변화의 영향은 가속화될 것임
 - 최근 우리나라에서는 여름철 태풍과 동계 계절풍에 의한 폭풍파 및 너울성 고파로 대표되는 해양 기인 연안재해가 증가하여 인명 및 재산피해를 발생시키고 있으므로, 이에 대한 지속적인 연구개발 및 선제적 정책 대응이 필요함
- 기후변화에 대응한 연안·항만 재해에 관련된 연구는 지속적으로 활발하게 추진되고 있음
 - 특히 일본, 유럽 등의 국가를 중심으로 관련 연구가 활발하며, 우리나라에서도 한반도 주변 해역의 해수면상승률 추산, 태풍 강도증가 추세 파악 등 관련 연구가 본격적으로 수행되고 있음
 - 다만, 아직까지는 선진국에 비해서는 상대적으로 구체성이 떨어지며, 양적으로도 부족한 상황임. 향후 지속적인 연구개발 사업 추진을 통해 기후변화의 파급효과로 발생할 수 있는 연안·항만 재해 위험도를 저감하려는 노력이 필요함
- 주요국들은 기후변화 대응 장기 마스터플랜에 근거하여 연안·항만 대책을 추진해 나가고 있음
 - 기후변화는 장기간에 걸쳐 서서히 진행되므로 그 영향도 단 기간에 나타나기보다는 오랜 시간을 경과하여 나타나게 됨. 이러한 이유로 해양 선진국들은 향후 수십년을 대비한 장기 마스터 플랜을 수립하여 구체적인 실행 계획을 추진하고 있음
 - 우리나라에서도 기후변화 대응 정부종합대책, 국가 기후변화 적응정책, 녹색성장 5개년 계획 등, 기후변화에 대비한 정책을 수립하고 있으며, 관련 법·제도를 정비해 가고 있음

- 연안·항만 지역에 대해서도 “기후변화대응 재해취약지역 정비계획” 수립 등 구체적인 실천 방안을 마련해 나가고 있으며, 이를 구체화하기 위한 세부 기술 개발의 필요성이 높아지고 있음
- 여름철 태풍 및 겨울철 폭풍파 및 너울성 고파에 대비한 맞춤형 재해 대응 체계 수립을 추진할 필요
 - 우리나라 서·남해안의 경우 여름철 발생하는 태풍의 주요 이동경로 상에 위치하여 매년 방파제 등 해안구조물 파손 및 해일 침수범람의 위험에 직접 노출되어 있음
 - 특히, 최근 지구온난화 등에 기인한 기후 변화로 인해 해수면 상승 및 태풍의 강도가 증대되고 있는 추세여서 향후 재해 발생 시 그 범위 및 규모가 더욱 확대될 것으로 전망
 - 따라서, 복구 위주의 정책으로부터 예방 및 선제적 대응 위주의 정책으로 전환하여 연안재해에 적극적으로 대응하는 체계를 수립하는 것이 중요함
- 기후변화의 대응 전략 수립에 한중일 3국간 교류 및 협력을 활성화할 필요
 - 기후변화 및 해수면 상승 등은 전지구적으로 발생하는 현상이지만, 국지적으로 그 경향이 더 심하거나 약하거나 하는 등의 경향이 나타나며, 이러한 측면에서 중국, 일본 등 우리나라와 해역을 접하고 있는 국가들과의 연대가 중요함
 - 특히, 일본과 중국 모두 광범위한 해양·기상 자료를 생산하고 있으므로, 3국 공조를 통해서 연안재해에 공동으로 대응하는 방안이 마련될 경우 그 활용성 및 파급효과는 매우 클 것임

4.2. 정책 제언

- 연안재해 관련 동북아시아 연구 협력 증진 필요
 - 위에서 살펴본 것처럼 동북아시아 3국은 매년 여름철 태풍을 겪고 있으며, 이로 인한 직접적인 영향으로 연안재해 피해가 발생하고 있음



〈그림 4.1〉 최근 3년간의 태풍 진로도

- 또한, 겨울철 동해에서는 매년 반복적으로 너울성 고파가 발생하고 있어 한국과 일본 연안구조물 파손 및 해안 침식 등의 피해가 지속적으로 발생하고 있음



〈그림 4.2〉 2008년 2월 발생한 너울성 고파에 따른 한국 및 일본측 피해

- 기후변화의 영향으로 향후 태풍 및 너울성 고파의 강도는 지속적으로 증대될 것으로 전망됨에 따라 향후 연구협력의 필요성 또한 커질 것으로 예상됨

■ 연안재해 관련 연구협력 방향

- 일본은 우리나라보다 일찍 연안방재 분야 기술을 개발해 왔으며, 지금까지는 이러한 선진 기술을 우리나라 국내에 도입하여 효과적으로 적용해 왔음. 방파제 배치 및 설계 기술, 소파블록, 재해도(Hazard map) 작성 등이 성공적으로 국내에 적용된 대표적인 연안재해 관련 기술임
- 일본의 경우 2011년 3월 동일본 대지진 및 쓰나미 발생 이후 연안방재의 모든 관심이 쓰나미에 집중되는 상황임. 우리나라의 경우 일본과 달리 쓰나미 재해 위험도는 일본에 비해서는 매우 낮으며, 이에 따라 관련 기술개발 수준도 상대적으로 낮은 편임. 일본의 쓰나미 재해 조기 예·경보 시스템 및 해양 관측시스템 등의 기술 수준이 매우 높기 때문에 이와 관련된 분야에서 지속적으로 협력을 추진해 나갈 필요가 있음

- 한편, 중국과의 연구협력은 상대적으로 많지 않은 편이었으나, 최근 중국의 기술 개발이 급격하게 추진됨에 따라 협력관계 늘어나고 있는 추세임
- 중국의 경우 해양 지배력 강화를 위해 해양분야 R&D에 국가적으로 집중적인 투자를 시행하고 있으며 관련 예산을 증액하고 있는 추세임. 특히, 군사적 목적과 관련이 높은 광역 해양 모델링 및 예측 기술 등의 기술발전이 빠른 속도로 이루어지고 있음. 향후에는 이러한 분야를 중심으로 중국과의 관련 연구협력을 확대해 나갈 필요성이 있음

참 고 문 헌

- 국립기상연구소, 「기후변화 예측기술 지원 및 활용 연구」, 2009.
- 국립해양조사원, 「지구온난화에 의한 해수면 변화 연구」, 2009.
- 국립해양조사원, 「지구온난화에 의한 해수면 변화 연구(II)」, 2010.
- 국립해양조사원, 「해수면 변동 정밀분석 및 예측 (2차) 결과보고서」, 2010.
- 국토해양부, 「기후변화에 따른 항만구역내 재해취약지구 정비계획수립용역 요약보고서」, 2011.
- 부산광역시, 「부산광역시 기후변화대응 종합계획」, 2010.
- 부산지방해양수산청, 「부산신항 방파제 태풍피해 복구 및 보강공사 검토서」, 2003.
- 한국해양수산개발원, 「기후변화 대응을 위한 연안지역 레질리언스(Resilience) 강화 방안」, 2009.
- 한국해안해양공학회, 「강릉 안목항 너울피해 조사결과 보고서」, 2008.
- 한국해양연구원, 「연안국지해일 정밀예보 지원체제 현업화 기술」, 2009.
- 한국해양연구원, 「해일피해예측 정밀격자 수치모델 구축 및 설계해면 추산연구 (항만시설물의 안전성 평가 및 보수·보강 방안 수립 용역)」, 2010.
- 한국해양연구원, 「재해저감용 신형 항만구조물 개발 기획연구」, 2012.
- 해양수산부, 「항만시설(방파제) 태풍피해 취약지역 보강방안 용역 총괄보고서」, 2006.
- (주)헤이이엔씨 부설 기술연구소, 「일본 해일침수범람 방재시설 조사 보고서」, 2009.
- Risk Management Solutions, 1959 Super Typhoon Vera: 50-Year Retrospective, RMS Special Report, 2009.
- Team Louisiana, The Failure of the New Orleans Levee System during Hurricane Katrina, 2006.
- American Society of Civil Engineers, The New Orleans Hurricane Protection System: What Went Wrong and Why, 2007

BS
PM
56
86
0-10
19
7-7

남양주
아름다운
환경
도시
개발
계획
안
제정
요구서
(제3)

2
0
1
2
·
12

남
양
주
시
정
청