

자원개발을 위한 북극해 북동항로 기획연구

Planing Study
on Northeast Arctic Sea Route
for Resource Development

2009. 5. 31

연구기관

한국해양연구원

국 토 해 양 부
한국해양과학기술진흥원

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

이 보고서를 “자원개발을 위한 북극해 북동항로 기획연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2009년 5월 31일

주관연구기관명 : 한국해양연구원

주관연구책임자 : 변 상 경

연 구 원 : 김 봉 채
" : 신 창 응
" : 양 찬 수
" : 오 위 영
" : 공 인 영
" : 김 동 국

보고서 요약서

과제고유번호		해 당 단 계 연구 기 간	2008. 9 ~ 2009. 5	단 계 구 분	1단계/ 총 1 단 계
연구 사업 명	중 사업 명	기획연구사업			
	세부사업명				
연구 과제 명	대 과제 명				
	세부과제명	자원개발을 위한 북극해 북동항로 기획연구			
연구 책임 자	해당단계 참 여 연구원수	총 : 7명 내부 : 6명 외부 : 1명	해당단계 연구 비	정부:45,000천원 기업: 천원 계: 45,000천원	
	총연구기간 참 여 연구원수	총 : 7명 내부 : 6명 외부 : 1명	총연구비	정부:45,000천원 기업: 천원 계: 45,000천원	
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국해양연구원 해양기후연안재해연구부		참여기업명		
국제공동연구 위 탁 연 구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
	연구기관명 :		연구책임자 : 변 상 경		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)			보고서면 수	105	
<p>본 연구사업은 극동시베리아와 북극해 지역에서 개발된 자원을 우리나라로 운송하기 위한 안전하고 빠른 북방항로 개발 기본안을 마련하는 것이다. 이를 위해 극동러시아 10개 지방주의 지리적 환경, 북방항로 해역 자연환경, 천연자원 분포, 극동러시아의 운송 인프라, 북극해 항로 현황, 항로관련 행정/법 제도, 러시아 정부의 자원개발 노력 등을 분석하였고 마지막으로 국가정책기획사업 추진 전략 및 방향을 제시하였다.</p> <p>제시된 결과는 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 지금 한국과 러시아 정부는 극동시베리아 자원개발 의지가 매우 강하며 진행 중인 지구온난화는 북극해 항로를 개방시키고 있다. 그러나 중앙부 타이미르 대빙역으로 인해 항행에 장벽이 생겨 유럽과 모스크바 정부의 인력, 기술, 자본 등이 아직까지 극동시베리아로 유입되지 못하고 있다. 이러한 상황은 오히려 한국에게 러시아와 공동개발협상에서 유리한 입장에 설 수 있기 때문에 현 시점이 극동러시아 자원개발에 더 이상 지체되어서는 안 될 매우 적절한 호기라고 판단된다. 2. 현재 러시아 지방주들은 운송인프라가 매우 빈약하고 또 결빙해역내 항해나 극지환경에서의 항해안전과 생존에 관한 국제적으로 통일되고 표준화된 규정이 정해져 있지 못하여 인프라 정비에 보다 많은 노력과 시간이 필요할 것이다. 이에 따라 북극해 항로는 상업항로 개설보다는 경제성이 큰 자원수송로 개발이 현실적으로 먼저 이루어질 것으로 예상된다. 					

3. 극동시베리아 자원개발시 개발대상지까지 자재, 장비, 인력을 운반한다든지 개발된 원자재를 수요처까지 실어 나르기 위한 운송 최적 시나리오는 하천과 북극해 항로를 결합시키는 것이다. 즉, 강 상류에 강변 기지인 제1집하장(포구)을 건설하고 이곳에 개발된 자원을 모아 하구에 건설된 해안 기지인 제2집하장(항구)으로 강을 통해 이동시킨 후 북극해를 이용하여 운송하는 방법이다. 만약 북극해 얼음이 녹는 여름철(3개월)에 하천과 해상을 이용한다면 극동시베리아에서 개발된 광물자원을 부산까지 실어 올 수 있고 총 소요일수는 왕복 57일로 추정된다.
4. 자원개발을 위한 북극해 북동항로 개발 사업을 추진하기 위해서는 착수 전에 구체적이고 거시적인 국가정책기획과제 추진로드맵 작성이 필요하다. 선택과 집중에 의한 우선대상구역 선정, 국내 관련 기업/연구소/정부부처가 공동으로 참여하는 합동추진단 구성, 그리고 전략계획 수립의 기획단계(3년)와 공사착수의 사업실시단계(6년)을 구분하여 추진하는 등 북방항로진출 통합로드맵을 마련하여야 할 것이다.

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	극동러시아, 북극해 북동항로, 자원개발, 환경정보, 운송인프라, 기후변화
	영 어	Far East Russia, Northeast Arctic Sea Route, Resource Development, Environmental Information, Transport Infrastructure, Climate Change

요 약 문

I. 제목

자원개발을 위한 북극해 북동항로 기획연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 목적

극동시베리아와 북극해 지역에서 개발된 자원을 우리나라로 운송하기 위한 안전하고 빠른 북방항로 확보 전략의 기본기획

2. 필요성

- 가. 지구온난화로 북극해 항로가 열리고 있음
- 나. 북극해 선점 경쟁이 진행 중임
- 다. 러시아의 경제와 해운 상황이 호전되고 있음
- 라. 한국과 러시아 정부의 자원개발 의지가 강함
- 마. 자원개발 시 운송인프라 미비

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 북극해 북동항로 관련 문헌자료 조사:

극동러시아-북극해 자원개발을 위한 안전하고 빠른 운송 방안에 관해 일본과 러시아 등에 있는 문헌자료를 조사하고 분석

2. 항로 주변 환경정보체계 구축에 필요한 구성요소 선별:

북극해 자연환경, 실시간 빙황정보 제공 시스템, 빙해 항행가능 선박, 기술/행정/법 제 차원의 항해지원 인프라 등 요소들을 정리

3. 자원개발과 연계한 항로 개설 추진전략 마련:

북극해 북동항로 진출 단계별 추진전략 기본기획안을 작성하고 자원개발을 지원하는 운송인프라 측면에서 국가과제의 장기 실행계획(통합 개발로드맵) 방향 제시

IV. 연구개발결과

1. 극동러시아 10개 지방주를 연구대상지역으로 선정

- 극동러시아의 도시와 마을은 교통수단이 제한되어 있고 또한 광활한 대지에 흩어져 있다.
- 운송인프라는 매우 빈약하나 6개 지방주에서는 석유와 가스가 현재 생산되고 있다.
- 10개 지방주에 거주하고 있는 인구는 9,758,000명이고 면적은 8,539,000km²로 인구밀도가 매우 낮고 광대한 지역임

2. 북방항로 해역 자연환경 파악

- 북극해는 대순환, 심해류의 생성, 지구온난화모니터링 등 지구환경에서 가장 주목받

는 지역이다.

- 해역은 오호츠크해, 베링해, 북극해로 구분되고, 극동러시아와 관련된 북극해는 축치해, 동시베리아해, 랍테브해로 구분된다.
- 북극해의 기온은 7월에 0~8℃, 1월에는 -36~0℃로 년교차와 지역편차가 크며, 수온은 -1.5~2.0℃이다.
- 해류를 보면 북극해 중앙부 표층에 시계방향의 큰 흐름이 있고 시베리아 연안 대륙붕에는 동향하는 흐름이 나타난다.
- 겨울철에는 바렌츠해역 일부를 제외하고 전역이 해빙으로 덮히나, 여름철에는 러시아 연안 부근에서 얼음이 녹아 항로가 개방된다.

3. 천연자원 분포 파악

- 극동러시아와 북극해 지역에 매장된 자원의 분포와 양은 아직까지 정확히 파악되어 있지 못하다.
- 육상과 대륙붕에는 타이가 삼림과 수산물은 물론 안티몬, 석탄, 다이아몬드, 형석, 금, 철, 수은, 중석, 주석, 티타늄 등의 광물자원과 석유, 천연가스, 메탄수화물 등의 에너지자원이 풍부하게 매장되어 있는 것으로 알려져 있다.

4. 극동러시아의 운송 인프라 조사

- 극동러시아에서의 운송은 육로, 철로, 하천이나 강, 항공로, 해상수송로 등에 의해 다양하게 이루어지고 있다.
- 극동러시아의 자원개발 운송 최적 시나리오는 하천과 북극해 항로를 결합시키는 것으로 강 상류에 강변 기지인 제1집하장(포구)을 건설하고 이곳에 개발된 자원을 모아 하구에 건설된 해안기지인 제2집하장(항구)으로 강을 통해 이동시킨 후 북극해를 이용하여 운송하는 내용이다.
- 북극해 얼음이 녹는 여름철(3개월)에 하천과 해상을 이용하면 극동시베리아에서 개발된 광물자원을 부산까지 실어 올 수 있고 총 소요일수는 왕복 57일로 추정된다.

5. 북극해 북동항로 해운 현황

- 현재의 해운상황은 빙해역내 항해나 극지환경에서의 항해안전과 생존에 관한 국제적으로 통일되고 표준화된 규정이 정해져 있지 못하다.
- 운항지원인프라인 북동항로상에서의 빙해선박, 운항관제소, 항로표지, 항만, 통신, 빙황 및 기상 정보 등이 일부 운영되고 있지만 많은 보완이 요구된다.

6. 항로관련 행정/법 제도 분석

- 현재 빙해역내 항해나 극지환경에서의 항해 안전과 구조에 관해 통일되고 국제적으로 표준화된 규정은 정해져 있지 못하다.
- 향후 북극해 해운 발전에는 북극해 해양 안전의 증진, 북극지역 주민과 환경의 보호, 북극해양 인프라 구축 등의 현안사항들이 해결되어야 한다.

7. 러시아 정부의 자원개발 노력

- 러시아 정부의 자원개발 의지는 확고하다.
- 극동러시아 자원개발을 위해서는 개인이나 민간기업 규모를 추월하는 외국자본의 투자를 필요로 하고 있다.

8. 사업 추진 전략 및 방향 제시

- 자원개발 시 개발대상지까지 자재, 장비, 인력을 운반한다든지 개발된 원자재를 수요처까지 실어 나르려면 운송료가 반드시 확보되어야 한다.
- 지금 러시아와 한국 정부는 동시베리아 자원개발 의지가 매우 강하며 지구온난화는 북극해 항로를 개방시키고 있다. 그러나 중앙부 타이미르 대빙역으로 인해 항행에 장벽이 생겨 유럽과 모스크바 정부의 인력, 기술, 자본 등이 아직까지 동시베리아로 유입되지 못하고 있다. 이러한 상황은 오히려 한국에게 러시아와 협상에서 유리한 환경을 제공할 것이기 때문에 현 시점이 동시베리아 자원개발에는 매우 적합한 호기라고 판단된다.
- 사업 착수 전에 구체적이고 거시적인 추진로드맵 작성이 필요하다. 선택과 집중에 의한 우선대상해역 선정, 국내 관련 기업/연구소/정부부처가 공동으로 참여하는 합동추진단 구성, 그리고 전략계획의 기획단계와 공사진행의 실시단계를 구별하여 추진 등을 통해 계획을 치밀하게 마련해야 한다.

V. 연구개발 결과의 활용계획

1. 차세대 자원 확보
2. 기후변화(지구온난화)를 적극 활용:
3. 새로운 단거리 항로 개척
4. 국가기획사업 추진 전략 마련
5. 도래하는 북극해 항로 시대 준비

S U M M A R Y

I. Title

Planing Study on Northeast Arctic Sea Route
for Development of Resources

II. Necessity and Objective of the Study

The final goal of this study is to draw up a basic strategic plan which ensures safty and fast Northeast Arctic Sea Route for transporting to Korea the natural resources exploited in the areas of Far-East Russia and Arctic Sea.

This study was initiated from necessities as follows:

- Opening of Arctic Sea Route due to global warming
- Increasing international competition for preoccupying Arctic Sea
- State of Russian economy and shipping condition in positive progress
- Strong intention of Korean and Russian governments to exploit natural resources
- Lack of transport infrastructure for the case of resource development

III. Content and Scope of the Study

1. Literature Survey on Arctic Sea route:

To survey and analyze the references published in Japan and Russia etc. for safty and fast Northeast Arctic shipping route relevant to the development of natural resources in Far East Russia and Arctic Sea

2. Clarifying necessary elements to be contained for establishing environmental information system along Arctic Sea route:

To examine criteria for the natural environment of Arctic Sea, the real time information on sea ice, the vessel capable for navigating in ice-covered waters, the supporting infrastructure for shipping from technological, administrative and legal points of view

3. Preparing an implementation strategy for approaching Arctic sea route relevant to the development of natural resources

To suggest the implementation strategy in 3 phases for approaching Arctic northeast passage, and also the direction for long-term implementation plan of national project as transport infrastructure supporting the development of energy and mineral resources

IV. Result of the Study

1. Selection of 10 Russian provinces as a study area

- In Far East Russia cities and villages are under limited facilities of transportation in vast area.
- Transport infrastructure is less developed and energy resource of oil and gas is produced in 6 provinces.
- The study area has low population density with 9,758,000 inhabitants over 8,539,000km².

2. Understanding of natural environment along northern sea route

- Arctic Sea is one of the most noteworthy areas in world ocean due to the occurrence of large circulation, formation of deep current, monitoring of global warming, etc.
- The study area covers Okhotsk Sea, Bering Sea, and Arctic Sea, and the Arctic Sea of Far East Russia is divided into Chukchi Sea, East Siberian Sea and Laptev Sea from East to West.
- Arctic air temperature shows a large annual range from 0~8°C in July to -36~0°C in January, but sea water temperature varies small of -1.5~2.0°C.
- There are a large water circulation in clockwise direction in central Arctic and a eastward flow on the continental shelf near northern Siberian coast.
- In winter most part of the Arctic surface except Barents Sea is covered with ice, but in summer Arctic sea route is opened in most coastal seas due to the melting of ice.

3. Analyzing of the distribution of natural resources

- Distribution of natural resource in Far East Russia and Arctic Sea as well as its quantity are not well known at present.
- Various natural resources i.e., minerals of antimony, coal, diamond, fluorite, gold, iron, mercury, tungsten, tin, titanium, energy of oil, natural gas, methanhydrate, forest and fish, are developed in land and continental shelf.

4. Survey on transport infrastructure in Far East Russia

- Transportation in Far East Russia is carried out in various ways of road, railroad, river, air, sea etc.
- The most viable transportation scenario for developing natural resources in Far East Russia was considered a combined system of river and Arctic Sea route. It means that the developed resources must be carried by barges along the river to the sea port constructed for shipment base at the estuary of the river

or at northern coast of Russia after being gathered to the river port built for river base at upper section of the river, and then the resources can be transported to destination port by cargo ships through the Arctic and northern sea route.

- The total time of round trip to transport the mineral resources from inland of Far East Siberia to Busan, Korea during summer period of 3 months when Arctic Sea is free from sea ice was estimated to 57 days in case of using the above combined system.

5. Present status of maritime transportation along Northern Sea Route

- Status of maritime transportation shows that internationally unified and standardized regulations on marine shipping in ice-covered sea as well as on safety of ship and life have not been fixed yet.
- Infrastructures supporting for shipping such as ice-registered ship, shipping control center, shipping signal, harbour facility, communication, supply of informations on sea ice and marine meteorology are operating with success in part, but there are needs for complementary systems for them.

6. Analyzing of administrative and legal systems

- At present unified and internationally standardized regulations for navigating in ice-covered waters and for safety and rescue of life in Arctic environment are not prepared clearly.
- Future development of Arctic marine shipping depends on enhancing Arctic marine safety, protecting Arctic people and the environment, and building Arctic marine infrastructure.

7. Efforts of Russian Government for development of natural resources

- Russian government has strong intention to develop natural resources.
- Development of natural resources in Far East Russia needs foreign capital investment the amount of which should be bigger than those from personal or private company.

8. Suggestion on strategy and direction for project implementation

- Securing the transport of material, facility and worker as well as raw products is indispensable for the development of resources
- At present, both Korean and Russian governments have strong intention to develop natural resources in East Siberia and the global warming causes to open Arctic Sea route. However, manpower, technology and capital from Europe and Moscow governments could not reach to East Siberia up to now

because Taymir ice massif located near central Russian Arctic has been playing a role of barrier in marine transportation. Such situation may give Korean government big advantage in negotiating with Russian government on the development of resources and therefore now is the right time for that Korea can initiate more efficiently the negotiation with Russian government and provinces for developing cooperatively natural resources in Far East Siberia.

- It is necessary to have a detailed and broad implementation roadmap before starting project. The roadmap should comprise the choice of study area through a strategy of selecting and focusing, the organization of joint promotion team including various sectors such as private company, institute and government, and the separation between the planning stage for strategic plan and the executing stage for project implementation, etc.

V. Application Plan of the Result of Study

Through drawing up a basic strategic plan which ensures safty and fast Northeast Arctic Sea Route for transporting to Korea the natural resources exploited in the areas of Far-East Russia and Arctic Sea, the results will be applied as follows:

- to secure natural resources for our future generation.
- to adapt actively to the climate change due to global warming.
- to explore short Arctic Sea route.
- to prepare the implementation strategy for national project.
- to be ready to the coming epoch of Arctic Sea route.

CONTENTS

Summary	5
Contents	15
List of Figures	19
List of Table	21
Chapter I Outline of the study	25
Section 1 Objective of the study	25
Section 2 Necessity of the study	25
Section 3 Scope of the study	26
Chapter II Status of technology development in domestic and oversea	31
Section 1 Status of technology development on related area in domestic and oversea	31
Section 2 Position holding in status of technology development	32
Chapter III Content and result of the study	35
Section 1 Introduction	35
Section 2 Data and method	39
Section 3 Content of the study	41
1. Geographical environment in Far East Russia	41
2. Natural environment along Northern Sea Route	48
3. Natural resource	61
4. Transport infrastructure in Far East Russia	73
5. Present status of marine transportation along Northern Sea Route	86
6. Administrative and legal system relevant to sea route	90
7. Effort of Russian government for resource development	95
Section 4 Implementation strategy for R&D project	96
Chapter IV Achievement of objective and contribution to the related area	107
Section 1 Objective by years	107
Section 2 Achievement of objective	107
Section 3 Contribution to technical development in related area	108
Chapter V Application plan for the result of the study	111
Section 1 Necessity of further research	111
Section 2 Application to other research areas	120
Section 3 Possibility for industrialization	120
Chapter VI Reference	123

목 차

요약문	5
목차	15
그림목차	19
표목차	21
제 1 장 연구개발과제의 개요	25
제 1 절 연구개발의 목적	25
제 2 절 연구개발의 필요성	25
제 3 절 연구개발의 범위	26
제 2 장 국내외 기술개발 현황	31
제 1 절 국내외 관련분야에 대한 기술개발현황	31
제 2 절 국내외 기술개발현황에서 차지하는 위치	35
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	35
제 1 절 서론	37
1. 북극해 항로의 역사	37
2. 북극해 항로의 현황	37
3. 러시아 해운 상황	39
제 2 절 자료 및 방법	39
제 3 절 연구내용	41
1. 극동러시아 지리환경	41
가. 러시아 연방 구성체	41
나. 극동러시아 지리 특성	42
2. 북방항로 해역 자연환경	48
가. 북방항로 해역의 개황	48
나. 북극해 항로 주변 환경	52
다. 북극해 얼음	56
3. 천연자원	61
가. 북극권 자원	61
나. 극동러시아 자원	64
1) 에너지 자원	64
2) 광물 자원	67
3) 삼림 자원	71
4) 수산 자원	72
4. 극동러시아의 운송 인프라	73

가. 개황	73
나. 극동러시아 도로망	74
1) 극동러시아 남부역의 도로망	75
2) 극동러시아 북부역의 도로망	76
다. 극동러시아 철도망	76
1) 시베리아횡단철도(TrnasSib)와 바이칼-아무르 간선(BAM)	76
2) 사하공화국의 철도망	77
라. 극동러시아의 해상과 하천 운송	77
1) 일반현황	77
2) 연안 항구	78
3) 하천 항구	78
마. Sakhalin섬내 운송망	80
1) 항만과 해운	80
2) 도로와 철도	81
3) 개발해야할 수송 인프라	82
바. 극동러시아 천연자원 개발 시나리오	82
1) 극동러시아 천연자원 개발	82
2) 천연자원개발을 위한 운송 시나리오	82
3) 해상 기지와 강변 기지	83
4) 강과 북극해를 이용한 운송 시나리오	84
5. 북극해 북동항로 해운 현황	86
가. 북극위원회의 해운 평가	86
나. 운항 지원인프라	87
1) 빙해선박 이용	87
2) 운항관제소	87
3) 항로표지와 항만	88
4) 통신	88
5) 빙황 및 기상 정보 제공	88
6) 운항관리	89
7) 시험항해 평가 실시 예	89
6. 항로관련 행정/법 제도	90
가. 국제법	90
나. 북극해의 환경보호 노력	93
다. 러시아 국내법	94
7. 러시아 정부의 자원개발 노력	95
제 4 절 연구개발사업 추진전략	96
1. 북극해 북동항로 개척시 고려 사항	96
2. 자원수송로와 상업항로의 관계	101
3. 북동항로 확보 추진전략	101

4. 정책과제 추진방법	102
5. 국가과제 추진방향	103
제 4 장 연구개발 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	107
제 1 절 연도별 연구목표	107
제 2 절 연구개발목표의 달성도	107
제 3 절 관련분야 기술발전예의 기여도	108
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	111
제 1 절 추가연구의 필요성	111
제 2 절 타 연구에의 응용	120
제 3 절 기업화 추진방안	120
제 6 장 참고문헌	123

그림목차

- 그림 1.1. 극동과 유럽을 연결하는 북방 및 남방 항로.
그림 3.1. 북동항로와 북서항로(한국해양연구원, 2003).
그림 3.2. 2007년 여름 북극해 얼음 분포(뉴욕타임즈, 2007. 10. 1).
그림 3.3. Hardly 연구소에서 예측한 2050년 북극해 얼음의 월별 분포도 (Arctic Council, 2009).
그림 3.4. 러시아 행정구역도(<http://ko.wikipedia.org/wiki>).
그림 3.5. 극동러시아 지방자치주(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.6. 북태평양 아한대 해수순환 모식도(Ohtani, 1991).
그림 3.7. 오호츠크해의 지리(Alfultis and Martin, 1987).
그림 3.8. 베링해의 지리(김 등, 2009).
그림 3.9. 북극해의 해수순환(한국해양연구원, 2003).
그림 3.10. 북극해 항로 부근의 해류(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.11. 북극해 항로 주변의 북극곰 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.12. 북극해 항로 부근의 얼음두께(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.13. 2004년부터 2008년까지 ICESat가 측정한 북극해 겨울 얼음층의 두께 비교 (Ron Kwok/NASA/JPL)(Arctic Council, 2009).
그림 3.14. 2004년 북극해 얼음의 월별 분포도(Arctic Council, 2009).
그림 3.15. 북극권 석유/가스자원 매장분포도(USGS, 2008).
그림 3.16. 극동러시아지역의 석유 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.17. 극동러시아지역의 천연가스 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.18. 극동러시아에서의 석유/가스 생산지 분포(Grigorenko, 2006).
그림 3.19. 동러시아에서 석유/가스 매장량(Grigorenko, 2006).
그림 3.20. 예상되는 동시베리아의 석유/가스 생산 센타(Grigorenko, 2006).
그림 3.21. 극동러시아지역의 안티몬 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.22. 극동러시아지역의 석탄 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.23. 극동러시아지역의 다이아몬드 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.24. 극동러시아지역의 형석 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.25. 극동러시아지역의 금 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.26. 극동러시아지역의 철 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.27. 극동러시아지역의 수은 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.28. 극동러시아지역의 중석 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.29. 극동러시아지역의 주석 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.30. 극동러시아지역의 티타늄 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.31. 극동러시아지역 삼립 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).
그림 3.32. 일본주변에서 명태의 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

- 그림 3.33. 극동러시아 지역의 육상교통망(도로, 철도)(일본해양정책연구재단, 2005).
- 그림 3.34. 북극해 해상교통로(항로)(한국해양연구원, 2003).
- 그림 3.35. 극동러시아 도로망(Otsuka, 2006).
- 그림 3.36. 극동러시아 철도망(Otsuka, 2006).
- 그림 3.37. 극동러시아 하천운송망(Otsuka, 2006).
- 그림 3.38. 사하린섬내 운송망(Otsuka, 2006).
- 그림 3.39. 제시된 부산-북극연안 운송시나리오.
- 그림 3.40. 2004년도 북극해내 선박항적도(Arctic Council, 2009).
- 그림 3.41. 자원개발을 위한 북극해 북동항로 사업 추진방향.

표목차

- 표 3.1. 10개 러시아 지방자치주의 지리, 자원, 경제, 인프라 특성.
- 표 3.2. 북극해 지역의 월별 강수량 분포(mm)(한국해양연구원, 2003).
- 표 3.3. 북극권 구역별 에너지자원 추정매장량(USGS, 2008). 석유와 석유환산 천연가스의 총량 순으로 구역을 정리하였으며 구역코드는 분포도에 표시되어 있음.
- 표 3.4. 북극해 연안국이 주장하고 있는 해양관할권 범위(Arctic Council, 2009).
- 표 3.5. 북극해 연안국의 인명안전 협약 비준 상태(Arctic Council, 2009).
- 표 3.6. 북극해 연안국의 환경보호 협약 비준 상태(Arctic Council, 2009).
- 표 3.7. 극동러시아 10개 지방자치주 특성 요약.
- 표 4.1. 연구목표, 내용 및 방법.
- 표 5.1. “극동시베리아 자원확보를 위한 북극해 북동항로 진출 로드맵 작성”과제 제안요구서(RFP).
- 표 5.2. 극동시베리아 자원확보를 위한 북극해 북동항로 진출 로드맵 작성”과제 소요예산.
- 표 5.3. “북방향로해역 해황 조사/예측 기획연구”과제 제안요구서(RFP).
- 표 5.4. “북방향로해역 빙황 예측 기획연구” 과제 제안요구서(RFP).

제 1 장

연구개발과제의 개요

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

본 연구사업은 러시아와 협력하여 북극연안 북동항로를 개발하여 일반 해상화물 수송의 효율화는 물론, 특히 극동시베리아와 북극해 지역 자원과 연계시켜, 자원개발 생산물을 우리나라로 운송하기 위한 안전하고 빠른 북방항로 확보의 기본기획안을 마련하는 것을 목표로 하였다.

이를 위해 연구내용으로

- 북극해 북동항로 관련 문헌자료 조사
- 개발대상 자료 발굴
- 자원개발과 연계한 항로 개설 추진전략 작성

등을 시행하였다.

추진방법으로는 북방항로 주변 환경정보 수집과 아울러 항로-항만-운송로-자원-인프라 등 통합계획 기본전략을 제시하였고 이를 통해 새로운 국가정책과제를 기획하는 출발점으로 삼고자 하였다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 기후변화(지구온난화)를 적극 활용

태평양 연안에서는 수산업과 지하자원개발이 활발하게 이루어지고 있으나 북방항로(동해-오호츠크해-베링해-시베리아 북쪽 해안-유럽)는 결빙구역이 많아 항해가 어려웠기 때문에 시베리아 북쪽 연안과 극동러시아 내륙은 아직까지 미개발로 남아있다. 그러나 최근 급격히 진행되고 있는 지구온난화로 북극해의 얼음이 녹으면서 20-30년 후에는 여름철동안 시베리아 북쪽 연안항로 전체가 열릴 것으로 예상되고 이에 따른 선대응이 요구된다.

2. 차세대 자원 확보

우리나라는 부존자원이 부족하여 대부분의 자원을 해외에서 공급받고 있다. 우리나라와 가까운 곳에 위치한 시베리아와 북극해 항로 주변에는 에너지(석유, 가스, 메탄수화물), 광물(알루미늄, 동, 니켈), 삼림(타이가 침엽수림), 수산물(게, 새우, 명태) 등이 풍부하여 우리에게 차세대 자원공급처가 될 것이다. 현재 북극해에서는 세계 석유의 10.5%, 세계 천연가스의 25.5%를 각각 생산하고 있으며, 북극해 대륙붕에는 전 세계 미개발된 에너지자원의 22%가 매장된 것으로 추정하고 있다. 최근 발표된(2008. 7. 23) 미국지질조사국(USGS) 보고서는 북극권에는 900억 배럴의 미확인 원유, 1670조 입방피트의 천연가스, 440억 배럴의 액화천연가스가 매장된 것으로 추정하고 있다.

3. 새로운 단거리 항로 개척

지금까지 우리나라와 유럽사이의 화물운송은 말라카해협과 스웨즈 운하를 경유하는 남방항로를 통해 이루어져 왔다. 그러나 북극해를 통과하는 북방항로(우리나라에서 유럽까지 총 7,400마일 중 북극해내 항로는 2,680마일)를 이용하면 수에즈운하 경유 남방항로(12,000마일)보다 운항거리를 38%나 단축시킬 수 있다(그림. 1. 1).

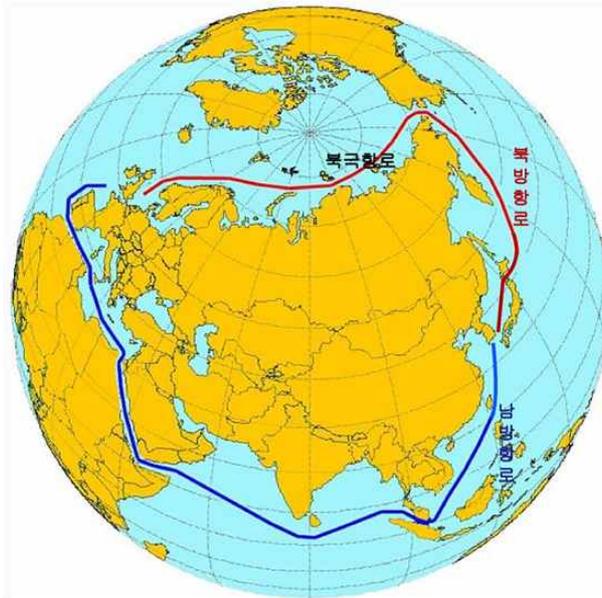


그림 1.1. 극동과 유럽을 연결하는 북방 및 남방 항로.

북극해를 경유하는 신항로 개발은 희망봉과 수에즈운하 개통에 비견될 만큼 차세대 사회의 경제, 사회, 법률 등에 큰 영향을 미칠 수 있다. Vasco da Gama의 희망봉 경유 항로 발견은 500년 동안에 아시아뿐만 아니라 유럽 제국에게도 커다란 영향을 끼쳤음을 알 수 있듯이 북극항로 주변의 자원개발을 부추겨 세계경제지도를 다시 그릴 것이다. 향후 이와 같은 세계적 변화에 동참하고 앞서 나가기 위해서는 새로운 항로 개척을 우리 스스로가 주도하여야 할 것이다.

제 3 절 연구개발의 범위

1. 북극해 북동항로 관련 문헌자료 조사

극동러시아-북극해 자원개발을 위한 안전하고 빠른 운송 방안에 관해 일본과 러시아 등에 있는 문헌자료를 조사하고 분석하였다.

- 일본, 러시아 등에 있는 기존 문헌자료를 조사
- 일본 해양정책연구재단 직접 방문
- 국제 북극해 항로 계획의 보고서 집중 분석
- 북극위원회의 북극항로평가보고서 분석

2. 항로 주변 환경정보체계 구축에 필요한 구성요소 선별 발굴

북극해 자연환경, 실시간 빙황정보 제공 시스템, 빙해 항행가능 선박, 기술/행정/법제 차원의 항해지원 인프라 등의 요소들을 선별하여 정리하고자 하였다.

- 10개 극동러시아 지방주 지리환경
- 자연환경(기상/해양/해빙/생물분포) 특성
- 해역별(북극해, 베링해, 오호츠크해) 특성
- 에너지/광물/삼림/수산 자원분포
- 도로/철도/하천/해운 등 운송인프라 및 최적 운송시나리오 작성
- 북극해 북동항로 해운 현황
- 항로관련 행정/법 제도
- 러시아정부의 개발노력

3. 자원개발과 연계한 항로 개설 추진전략 작성

북극해 북동항로 진출 단계별 추진 기본기획안을 제시하고 자원개발을 지원하는 운송 인프라로서 국가과제의 장기 실행계획(통합 개발로드맵) 작성 방향을 제시하고자 하였다.

- 북극해 북동항로 개척시 고려 사항
- 상업항로보다 자원수송로 개발이 우선될 수밖에 없는 이유
- 북동항로 확보 전략
- 국가정책기획과제 추진 방법
- 장기 국가과제 추진 방향

제 2 장

국내외 기술개발 현황

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내외 관련분야에 대한 기술개발현황

1. 국내기술동향

북극해 항로의 필요성에 관해서는 국내에서 단편적으로 신문이나 방송에서 보도된 바는 있지만 체계적인 연구 수행은 매우 드물다. 한국해양연구원(2003년)은 국제 북극해 항로 계획(INSROP)보고서 요약편을 입수하여 번역 출간함으로써 국제 북극항로연구 현황을 소개하고 북극항로의 중요성을 알렸다. 최근 한국해양수산개발원(2009년 6월)은 북극해를 둘러싼 환경변화를 분석하고 그에 따른 우리나라의 대응전략을 모색하기 위해 “기후변화에 따른 북극해 변화와 대응방안” 연구과제를 수행한 바 있다. 그러나 극동러시아와 북극해에 매장된 자원의 개발과 연계시켜 수행된 북방항로 연구는 전무하였다.

2. 국외기술동향

러시아는 1987년 10월 1일 구소련 공산당 서기장 고르바초프의 무르만스키 선언에 따라 북극해를 국제상업항로로 개방할 것을 국제사회에 천명한 이후 1993~1998년에 일본 및 노르웨이와 3국 공동으로 국제북극해항로계획(INSROP) 사업을 추진하여 북동항로에 대한 기초연구자료를 축적하였다. 1997년부터 대통령 직선제 실시는 항로주변 지방정부의 자치권이 강화되기 시작하였으나 항로개발이익이 발생할 경우 1995년 채택된 생산분배법에 의존하고 있기 때문에 중앙과 지방정부간 합의에 도달하는 과정이 용이하지 않을 것이며, 특히 지방정부로서는 풍부한 자원을 갖고 있는 크라노야르스크 주의 개발동향에 주목할 필요가 있다.

일본은 1993년 노르웨이, 러시아와 공동으로 국제북극해항로계획(INSROP)을 발족시켜 1단계(1993-1995년)와 2단계(1997-1998년)에 걸쳐 북극해항로의 국제상업항로로서 이용가능성을 조사한 바 있고, 그후 일본 단독으로 일본북극해항로계획(JANSROP)을 2004년까지 추진하였고 축적된 자료를 GIS기반 데이터베이스로 구축하였다.

최근(2009년 4월) 북극위원회(Arctic Council)는 현재와 미래의 북극해운 활동을 조망하기 위해 북극 해운 평가 보고서(The Arctic Marine Shipping Assessment, AMSA 2009 보고서)를 발표하였다. 이 보고서는 캐나다, 핀란드 미국에 의해 주도되었고 185명의 전문가들이 참여하여 작성되었는데 북극해역 해운을 8가지(지리, 역사, 관리, 데이터베이스, 예상시나리오, 인간활동, 환경영향, 인프라 등) 측면에서 검토하였고 현황 및 문제점들에 관한 분석결과를 포함하고 있다.

3. 향후 전망

현재 북극해에서는 지구온난화로 북극해 얼음이 녹으면서 북극해에 묻혀 있는 석유 및 가스 자원 개발가능성이 커지고 있어 북극해 주변국(러시아, 타나다, 미국, 노르웨이, 덴마크) 사이에 영유권 분쟁 등 북극해 선점 경쟁이 이미 시작되었다.

또한 최근 북극해 얼음 분포는 급격한 변화를 보는데, 2007년 9월 16일 유럽우주국(ESA) 자료에 의하면 북서항로는 완전히 뚫렸고, 북동항로도 지속적으로 얼음이 줄고 있으며 비루키츠키 해협 부근에서만 부분적으로 막혀 있었던 것으로 나타났다. 2008년과 2009년에는 이 해협에서조차 항로가 뚫려 해빙이 여름철에 사라진 바 있다. 지구온난화로 인해 향후에는 더 큰 범위로 북극해 얼음이 축소되리라 예상되는데 2007년 봄에는 10년빙이 차지하는 비율이 2%로 1987년 봄의 80%와 비교할 때 크게 축소되었으며 특히 두꺼운 얼음이 많이 감소된 것으로 나타났다. 정부간기후변화위원회(IPCC)에서는 2070년에 북극해 얼음이 완전히 없어질 것으로 예측하고 있으나, 일본에서는 2040년으로 예상하고 극단적으로는 2013년에 북극해 얼음이 완전히 녹을 수도 있음을 경고하고 있다.

이러한 자연환경 변화에 따라 가까운 장래에 러시아의 경제와 해운 상황이 호전될 것이며 이에 따라 러시아가 보유하고 있는 광활한 대륙과 해양 덕분에 자원부국으로 급부상하고 항로개설에 대한 필요성이 증대되고 인식도 급격히 호전될 것이다.

제 2 절 국내외 기술개발현황에서 차지하는 위치

1. 기술현황 분석 결과

북극항로 개발에는 우선적으로 북극해 북동항로 부근의 자연조건 파악과 모니터링이 필요하다고 판단된다. 북동항로 해역은 베링해협에서 축치해, 동시베리아해, 랍테브해, 카라해, 바렌츠해, 노르웨이해를 거쳐 유럽에 이르는 길이며, 이들 바다를 나누는 경계는 랭겔제도, 노보시비르스크제도, 세베르나야젼랴, 노바야젼랴, 노르웨이북단 등인데, 이에 따른 해당 구역별 자연환경 파악이 요구된다. 북극해 얼음분포를 살펴보면 겨울철(11월-4월)에는 전 항로가 해빙으로 덮히나, 여름철(8-9월)에는 동시베리아해 서부와 랍테프해에서는 해빙이 거의 없고, 비루키츠키해협과 롱해협에서만 북극해 대빙역에서 다년빙이 남하하기 때문에 밀집도가 높은 해빙이 분포하고 있다. 1년빙의 두께는 1-2m이고 다년빙의 경우는 3-4m인데 항로 주변에는 1-2m의 얼음이 분포하고 있다.

한편으로 북극해 항로와 관련해서는 해운에 필수적인 해양환경정보체계가 구축되지 않고 있다. 러시아북극해 항로문제는 1990년 공포된 "Regulation for Navigation on the Seaway of the Northern Sea Route"에서 항해관련 기본사항들을 규정하고 있고 연방정부의 운수성 북극해항로국에서 통항신청수속 등을 포함하는 관리를 담당하고 있다. 선박운항의 안전과 경제성을 결정하는 가장 큰 요인은 항로의 자연환경(지리적 특성, 기상, 해상)이고, 항로의 편의성은 항로상의 인프라와 항로정보제공시스템의 구축 여부에 크게 좌우되고 있기 때문에 이에 대한 연구가 필요하지만 아직까지는 미흡한 실정이다.

러시아를 포함한 동북아 국가들의 현황을 감안하면 연구주체를 국내 단독연구 대신 초기에는 러시아와 공동으로 수행하고 결과를 공유하며 차후 점진적으로 활용 예상국가(예: 일본, 중국 등)들에게도 참여문호를 개방시키는 방향으로 진행되어야 할 것이다.

제 3 장

연구개발수행 내용 및 결과

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 서론

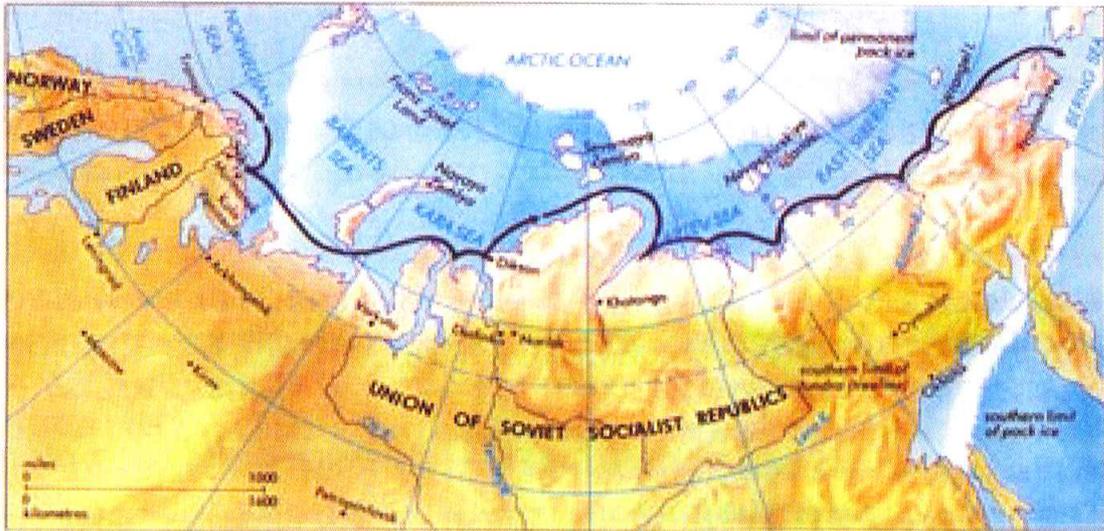
1. 북극해 항로의 역사

북극해를 거쳐 유럽과 아시아를 묶는 북극항로는 북동항로(North East Passage)와 북서항로(North West Passage)로 나누어진다(그림 3.1). 북동항로는 바렌츠해, 카라해, 랍테브해, 동시베리아해에서 베링해로 빠져나와, 북태평양에 이르는 매우 긴 러시아 북방 연안의 항로이다. 북서항로는 노르웨이해, 데비스해협 또는 허드슨해협을 통항하여 캐나다 다도해, 보포트해를 지나, 베링해협을 거쳐 북태평양에 이르는 항로이다. 과거 유럽열강은 아시아자원에 대한 관심이 깊었고, 희망봉을 회항하는 남방항로에 비해서 대폭적인 항정단축의 희망을 주는 북극해항로에 대한 기대가 높았지만, 가혹한 얼음에 둘러싸인 환경 탓으로 신항로 개척에 밝은 전망을 얻지는 못했다. 실제로 항로개척에 대한 길은 고급모피의 획득, 해양포유류의 포획, 귀금속 탐사, 탐험 등 극지역에서의 다양한 활동에 따라 서서히 개척되어 가면서 북극해에 대한 지리적 이해도 점차 늘어 갔다. 근래에 이르러 희망봉을 회항하여 아시아에 이르는 남방항로는 수에즈운하의 개통에 따라 항해의 안전 향상과 대폭적인 항정 단축이 이루어졌지만, 운하개통 후에도 수에즈운하 경유 항로(약12,000마일)에 비해 약 60%정도의 항정 밖에 되지 않는 북극해항로(약 7,400마일)의 매력은 항행환경이 아무리 혹독하다 해도 상업항로로서 무시하기 어렵고 개척시도가 계속되었다.

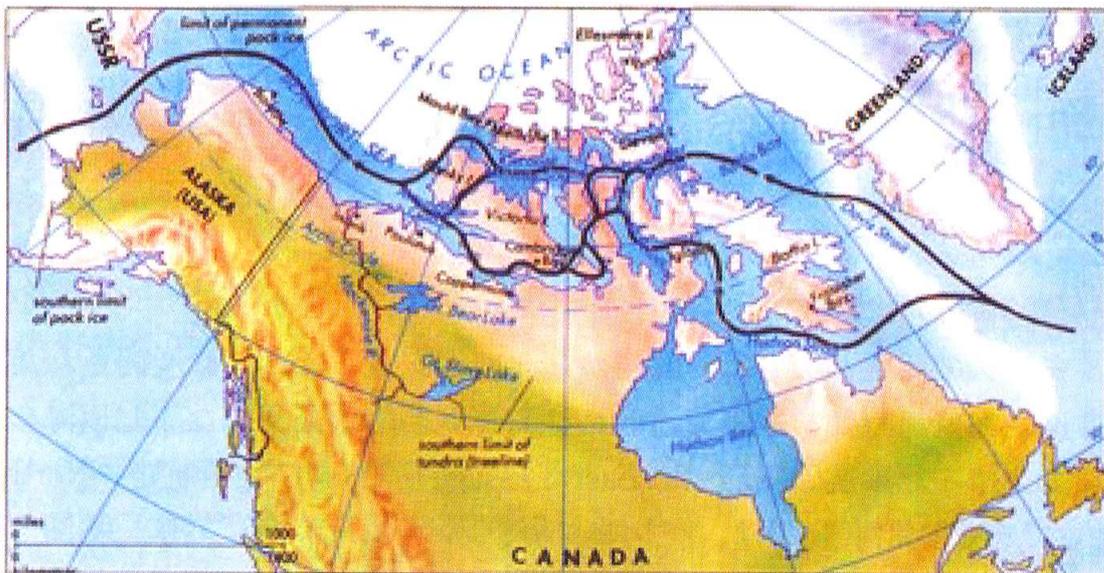
러시아 입장에서는 남쪽을 회항하는 항로는 발트해경유가 주된 항로인데, 유럽주요국의 감시 하에 있다고 할 수 있는 발트해를 경유하지 않고, 아시아로 통하는 해로의 개발은 국방과 국제정치면에서 중요한 과제가 되기도 한다. 이 때문에 러시아는 오랫동안 북극해 항로(역사적으로는 북동항로)개척에 뜻을 갖고, 제정 러시아 시대부터 냉전구조가 끝날 때까지(예전에는 황제의 명에 의해, 혁명 후에는 국가전략상, 방위·안전보장상의 국가사업으로서) 국제적으로 닫혀진 항로의 개발을 추진해 왔다.

북극해 항로는 국제해운업계에는 알려지지 않은 항로일 뿐만이 아니라, 1987년 고르바초프서기장이 북극해항로 개방을 선언한 후에도 항로 진척에 대한 러시아의 의욕과 공헌은 많았지만 운항의 가부를 검토해야 할 종합적 항로정보를 갖추지 못하여 국제해운업계로부터의 반응은 거의 없었거나 완전히 기대 밖이었다. 그러나 당시 북극해 항로 서쪽에 있는 바렌츠해에서의 자원개발계획이 진척됨에 따라 자원탐사의 북진경향이 두드러지게 되었고 북극해 항로가 국제항로로서의 가능성을 구체적으로 조사연구하고, 그 성과를 널리 알릴 필요를 느낀 러시아와 노르웨이 양국은 오호츠크해 주변에서의 에너지자원 개발을 서서히 진행하고 있는 북극해 항로 동쪽의 일본을 참여시켜 국제연구프로젝트인 INSROP를 추진하게 되었다

INSROP는 일본재단의 지원을 얻어, (재) Ship and Ocean (SOF), 노르웨이의 프리츠



北東航路



北西航路

그림 3.1. 북동항로와 북서항로(한국해양연구원, 2003).

프난센연구소 (FNI) 및 러시아의 중앙선박해양설계연구소(CNIMF)를 중심으로 하는 국제공동연구계획을 일컫는데, 1993년부터 1999년 사이 도중 1년간의 평가기간이 있었지만 각국 각 분야의 다수 전문가와 연구자가 참여하여, 북극해 항로에 관한 전례없는 연구 성과를 거두었다.

INSROP에서는

- 북극해의 자연조건과 빙해항행기술
- 북극해항로개척이 자연, 생태계 및 사회환경에 미치는 영향
- 북극해항로의 경제성평가
- 북극해항로개척에 관련한 정치적·법제적 배경

을 주제로 조사연구가 실시되었고, INSROP 추진시 항행기술과 선박공학분야의 참여가

부족하였던 점을 염두에 두고 SOF는 일본내 연구사업인 JANSORP를 추가로 추진함으로써 INSROP사업을 보완함과 동시에 일본에서의 한랭해역 항행기술 발전에 기여하였다.

2. 북극해 항로의 현황

가. 북극해 선점 경쟁 시작

지구온난화로 북극해 얼음이 녹으면서 북극해에 묻혀 있는 석유 및 가스 자원 개발가능성이 커지고 있다. 세계 미발굴 석유와 가스의 25% 정도가 북극해에 매장되어 있는 것으로 추정(미국 지질조사국은 사우디 매장량보다 많은 1,000억톤 추정)되고 있다. 이에 따라 각국들간에 선점경쟁이 이미 시작되었다. 예를 들면 덴마크는 그린란드 주변에서 2500만 달러 투자하여 심해조사 실시하고 있으며, 캐나다는 북극해 주권 지키는 방안을 발표하고 버핀섬 인근에서 해군과 공군 합동 군사작전을 실시하기도 하였다. 미국은 4년째 북극해 해저지형탐사를 계속 진행 중이고 러시아는 2007년 8월 2일에는 북극해 심해저에 러시아 국기를 꽂음으로써 로모노소프 해령에 대한 영유권을 주장하고 있다.

나. 북극해 항로가 열리고 있음

2007년 9월 16일 유럽우주국(ESA) 자료에 의하면 북서항로는 완전히 뚫렸고, 북동항로도 지속적으로 얼음이 줄고 있으며 비르키츠키 해협 부근에서만 부분적으로 막혀 있었으나(그림 3.2) 이마저도 2008년과 2009년에는 완전히 열렸었다. 1979년 인공위성에 의한 관측이 시작된 이래 2007년 북극해 얼음 면적은 사상 최고로 축소된 약 300만km²로 2006년에 비해 약 100만km²가 줄었으며 지난 10년간 평균 약 10만km²씩 사라진 것으로 알려지고 있다. 북극해 얼음의 변화 원인으로서는 바람, 기상(얼을 함유한 구름과 수증기, 그리고 6월과 7월의 쾌청한 하늘), 얼음표류, 해류(베링해를 통한 표층난류 유입 증가와 대서양 스칸디나비아 반도를 통해 북상하는 심해난류 증가), 온실효과, 북극해 진동 등이 제시되고 있다. 향후에는 지구온난화로 인해 더 큰 범위로 북극해 얼음이 축소되리라 예상된다. 실제 2007년 봄에는 10년빙이 차지하는 비율이 2%로 1987년 봄의 80%와 비교할 때 크게 축소되었으며 특히 두꺼운 얼음이 많이 감소되었다. 정부간기후변화위원회(IPCC)에서는 2070년에 얼음이 여름철 한 때 북극해에서 완전히 없어질 것으로 예측하고 있으나, 일본 일부 학자들은 2040년으로 예상하고 극단적으로는 2013년에 북극해 얼음이 완전히 녹을 수도 있음을 경고하고 있다.

그러나 일반적으로 해빙에 의한 항로의 개방은 5-10년내에는 어려울 것이고 20-30년 후에나 가능할 것으로 보인다(그림 3.3). 이미 인간은 자연평형을 깨뜨렸고, 북극해에서 지역적인 큰 편차를 보이는 것으로 미루어 볼 때 인간의 영향으로 북극해의 기후변화가 일어나고 있다고 판단된다. 그러나 남극해에서는 얼음으로 덮힌 구역이 약간 증가되고 있기도 하다. 북극해 얼음이 녹는 것은 해운, 수산, 석유개발에는 혜택이 될 수 있지만 북극곰에게는 건디기 어려운 충격이 될 것이며 실제 자연변화는 평형을 이루기 위해 반복될 것이기 때문에 온실효과에 의한 변화를 상쇄하고 얼음변화를 조금 더 완화시킬 수도 있을 것이다.

Sea Ice in Retreat

This summer saw a record-breaking loss of Arctic sea ice.

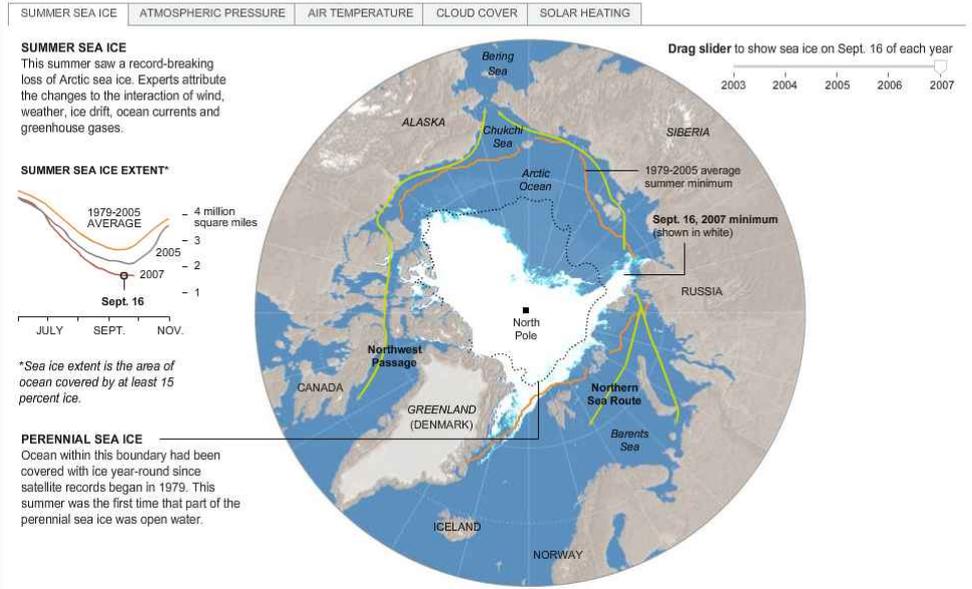


그림 3.2. 2007년 여름 북극해 얼음 분포(뉴욕타임즈. 2007. 10. 1).

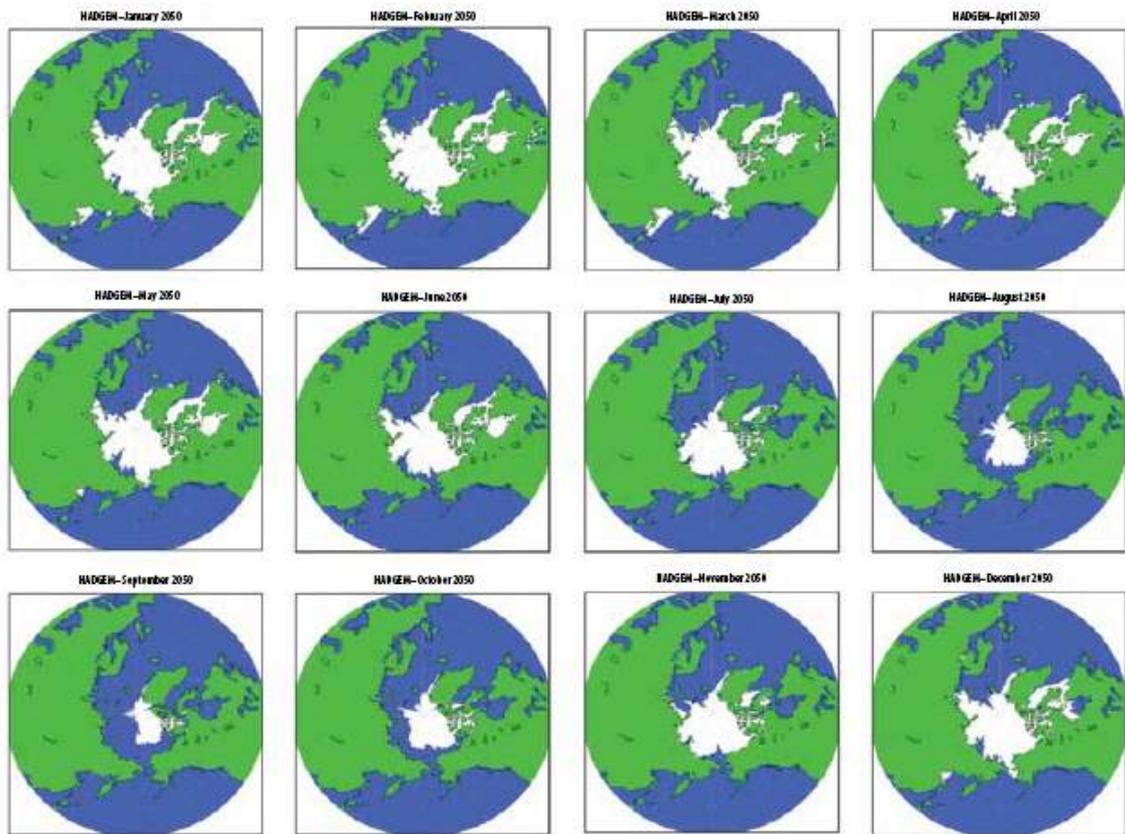


그림 3.3. Hardly 연구소에서 예측한 2050년 북극해 얼음의 월별 분포도 (Arctic Council, 2009).

3. 러시아 해운 상황

현재 러시아는 자원부국으로 급부상 중이며 러시아 해역 해운 관할권 행사는 서쪽은 무르만스크해운공사, 동쪽은 극동선박공사가 담당하고 있다. 그러나 한편으로는 러시아 사회에 외국 자본에 의한 자원 잠식, 중앙과 지방 정부간 사고방식 차이, 지역주민의 기대와 불안등 우려가 상존하고 있다.

제 2 절 자료 및 방법

본 연구는 기존 문헌들 중 한국해양연구원(2003)의 번역서를 많이 인용하였고 자료보완을 위해 논문들을 참조하였다. 활용된 자료는 일본해양정책연구재단에서 발간한 문헌 및 자료에 근간하였으며 대상지역도 일본해양정책연구재단에서 제시한 바와 같이 극동 러시아 10개 지방정부와 주변해역으로 선정하였다. 지방정부의 일반지리, 자연환경자료, 자원, 운송인프라, 관련법제 및 러시아정부 의지 등과 관련하여서는 다음과 같은 관점에서 JANSROP-GIS 자료가 활용되었다.

• 극동러시아 지리

극동러시아는 아시아 국가 뿐만 아니라 중앙러시아인들에게도 잘 알려져 있지 않다. 예를 들면 추코스카 자치주는 러시아의 최 동방에 위치하고 있지만 일부지역은 서반구에 포함되며 우리나라보다 3시간이 빠르다. 이 장에서는 북방향로에 관련될 수 있는 8개의 극동행정구역과 2개의 인접 구역을 포함하는 총 10개 자치주에 대해 인구, 면적, 자원, 경제 등 일반 지리에 관해 기술하였다. 10개 자치주의 총 면적은 러시아 전체의 약 1/2에 해당할 만큼 광대하지만 인구는 약 5%밖에 되지 않는 인구밀도가 매우 적은 지역이기도 하다.

• 자연환경

극동러시아에서 광물, 삼림, 수산 등의 자원개발을 기획할 때는 겨울철 북극권의 환경이 혹독하기 때문에 먼저 개발지역내 자연환경과 현장에서 시장까지에 이르는 수송로 주변에서 발생할 수 있는 부수적 효과를 정확하게 분석 평가하여야 한다. 이때 GIS기반 데이터베이스를 구축하면 여러 종류의 자료들과 겹쳐 환경자료들을 지도상에 표기할 수 있다. 러시아 내륙에서 개발된 자원들은 도로, 철도, 강, 항공로 등을 이용하고 북극해나 오호츠크해상의 항로를 통해 시장으로 운송할 수 있다. 수송상 애로점들을 구체적으로 평가하기 위해서는 강, 항구, 항로상에서 결빙기간이나 얼음상태에 관한 지식이 필요하다.

대상해역은 북극해, 베링해, 오호츠크해로 3해역으로 구분하였다. 각 해역별로 자연환경 자료를 기상, 해양, 해빙, 생물자원으로 4가지 영역으로 구분하였고 모든 자료는 디지털 지도상에 중복 표기된 자료를 인용하였다. 북극해의 경우는 1993년-1998년 사이에 수행된 INSROP GIS자료를 참조하였다.

• 천연자원

극동러시아는 자연자원이 풍부한 것으로 알려져 있으나 지금까지 구체적으로는 잘 파악되어 있지 못하다. 자연자원으로 에너지, 광물, 삼림, 해양 자원을 들 수 있고 이들 모두가 상업적으로 유망하다. 자료가 없는 지역이 많아 자료의 질과 일관성을 유지하면서 기존 문헌들로부터 자료를 취합하기에는 어려움이 많았다. 특히 광물자원자료는 법적으로도 제한되기 때문에 러시아어로 발표된 자료들을 취합하기 위해서 러시아 연구소와의 협력이 필수적이다. 에너지자원으로는 천연가스, 석유를 들 수 있고 광물자원은 안티몬, 석탄, 다이아몬드, 형석, 금, 철, 수은, 중석, 주석, 티타늄 등 10종류에 대해 수집하였다. 삼림과 수산은 일본에서 발표된 자료를 참고하였다.

- 극동러시아의 운송 인프라

특정 지역 개발계획을 수립하는 데는 수송에 관한 자료가 필수적이다. 건설 중장비를 개발지역으로 운송하거나 그곳으로부터 개발생산품을 실어 나르기 위해서는 수송로가 반드시 확보되어야 한다. 1차 운송망에 해당할 수 있는 강, 도로, 철도, 해로의 파악은 Rand McNally & Company 회사의 WDDB 자료를 이용하였으며, 철도는 기본망으로, 강은 8단계 중 처음 2단계에 해당하도록 하였다. 도로는 DCW(Digital Chart of the World Copyright 1993 Environmental Systems Research Institute, Inc.)를 활용하여 표시하였는데 주도로와 간선도로로 나누었다. 또한 동계도로도 포함시켰다. 항구와 해로에 관한 정보는 중요하지만 해도에 나타나지 않아서 표시하지 않았다. 여기에서 보인 운송망은 개괄적인 조망을 하기에는 충분하지만 정확성은 떨어진다.

- 항로관련 행정/법 제도

북방항로(NSR)는 오염이 되지 않고 청정한 북극해를 통과하는 항로이기 때문에 가혹하지만 깨끗한 환경은 다른 해역보다도 통과선박 사고로부터 영향을 심하게 받을 수 있다. 또한 종래에는 외국선박에 대해 사실상 닫혀있는 항로였던 NSR이 개방되어 짐에 따라 교통량이 급격히 증가한다면, 선박에 의한 오염은 NSR의 환경에 대한 큰 위협 중 하나가 될 것이다.

NSR은 러시아의 배타적 경제수역, 영해, 또는 러시아가 주장하는 곳의 내수역을 여러 선적을 가지는 불특정 다수의 선박이 국제항로로서 항해하는 것을 의미하기 때문에 통항 선박에서 기인되는 환경오염에 대해서는 국제법과 러시아 국내법 등 양쪽에서의 검토가 필요하다.

- 러시아정부의 자원개발 노력

극동러시아는 천연자원이 풍부하지만 서부러시아에 비해서 개발이 뒤떨어져 있고 또한 러시아 전체 면적의 1/2정도를 차지할 만큼 광활하지만 인구는 5%에도 미치지 못한다. 개발 시 수송비 부담이 크기 때문에 국내수요만으로는 인프라 개발은 불가능한 실정이다. 따라서 반드시 외국자본의 도입이 필요할 것으로 예측되며 이에 따른 러시아정부의 자원개발 노력과 전망을 분석하였다.

제 3 절 연구내용

1. 극동러시아 지리환경

가. 러시아 연방 구성체

러시아 수도는 모스크바이며 상트페테르부르크(1917년까지는 수도였으며 원명은 페트로그라드)와 블라디보스토크(연해주) 등이 주요 도시이다.

러시아는 86개의 구성체로 이루어진 연방 국가이다. 연방 구성체 가운데에는 비러시아계 민족이 주민의 대부분을 차지하는 21개의 공화국이 포함되지만, 이러한 공화국에는 연방으로부터의 분리 독립권이 없고 연방 중앙정부의 강한 통제 하에 놓여져 있기 때문에, 실질적으로는 민족 자치구와 다르지 않는다. 현재 21개 공화국, 7개 크라이(지방에 해당), 48개 주, 1개 자치주, 7개 자치구, 특별행정단위인 모스크바 및 상트페테르부르크로 구성되어 있다(그림 3.4).



그림 3.4. 러시아 행정구역도(<http://ko.wikipedia.org/wiki>).

블라디미르 푸틴 대통령은 중앙정부의 각 연방 구성체에 대한 영향력 확대를 위해, 2000년 5월 13일에 전 국토를 7개로 나눈 연방관구를 설치했다.

- 중앙 연방관구(모스크바)
- 북서 연방관구(상트페테르부르크)
- 남부 연방관구(로스토프나도누)
- 불가 연방관구(니즈니노브고로드)

- 우랄 연방관구(예카테린부르크)
- 시베리아 연방관구(노보시비르스크)
- 극동 연방관구(하바롭스크)

나. 극동러시아 지리 특성

극동러시아는 에너지자원과 천연자원이 풍부하고, 우랄산맥 동쪽부터 태평양 해안사이에 걸쳐있는 삼림권역은 러시아 전체 삼림면적의 40%를 차지하고 있으며, 오호츠크해는 세계적으로 중요한 어장 중 하나로 알려져 있다.

극동러시아는 Stanovoy산맥을 따라 북동시베리아와 남동시베리아로 구분된다. 천연자원이 집중 매장된 북동지역은 Verkhoyanskiy산맥과 Cherskiy산맥에 의해 동부와 서부로 나누어진다. 동부지역에는 Kolyma저지대가 Kolyma고원으로부터 북극해방향으로 펼쳐지고 Indigirka강과 Kolyma강이 흐르고 있다. 서부지역에는 Yakut저지대가 Lena강을 끼고 북쪽으로 펼쳐지고 있다. 이 동부와 서부 지역의 대부분은 동토대로 뒤덮힌 쓸모없는 황야이다. 남동지역에는 중국과의 국경이 있고 Amur강이 국경을 따라 Khabarovsk를 돌아 오호츠크해로 흘러 들고 있다.

극동러시아에 위치한 지방자치주들 중 북극항로개발과 관련될 수 있는 13개 지방주는 최근 두 차례의 연방헌법 개정에 따라 10개로 재편되었으며 각 주의 위치는 그림 3.5와 같다.

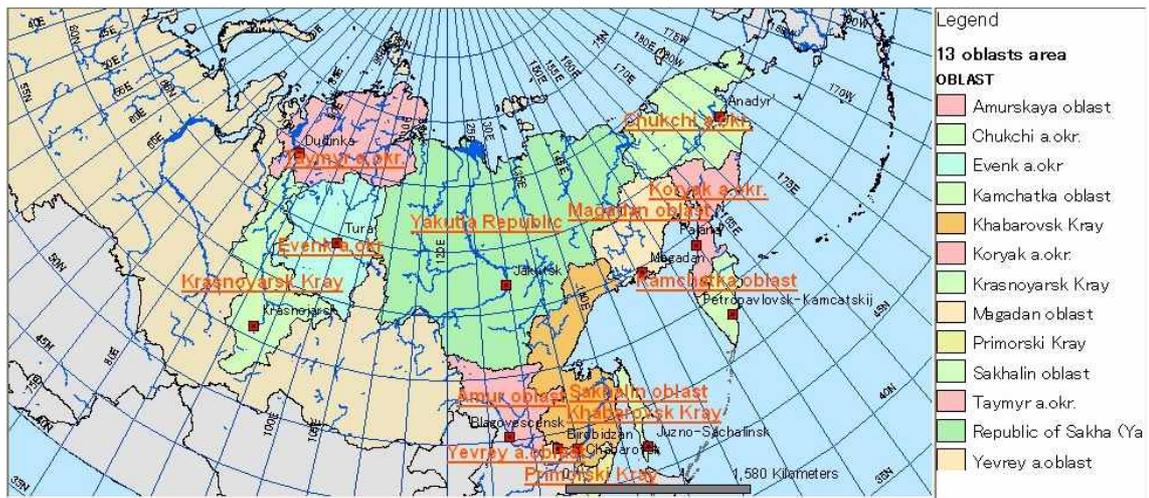


그림 3.5. 극동러시아 지방자치주(일본해양정책연구재단, 2005).

연구대상이 되고 있는 10개 지방주의 특성은 표 3.1과 같다. 현재 10개 지방주에 거주하고 있는 인구는 9,758,000명으로 우리나라 남북한 인구의 14%에 해당하는 인구밀도가 매우 낮고 면적은 8,539,000km²로 38배에 달하는 광대한 지역이다.

표 3.1. 10개 러시아 지방자치주의 지리, 자원, 경제, 인프라 특성.

주명/수도	지리환경	자원	경제	인프라
Primorsky (Vladivostok)	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 2,108,200명 (러시아인 89.6%, 우크라이나인 6.5%, 한국인 0.4%) •면적: 165,900km², Sikhote-Alin산맥이 남북 방향 2,000km, 서부에 Khanka호수, 아무르강 •기온: 추운 겨울과 더운 여름, 강수량 600~900mm, 해안부근에 안개 자주 발생 	<ul style="list-style-type: none"> •석탄: 노천광 •주석: 30여개 광산 •납, 아연 •금광: 50여곳 •삼림: 침엽수, 가문비, 전나무 등 •수자원 풍부: 하천 600개소 •수산: 청어, 넙치, 게, 굴, 해조류 	<ul style="list-style-type: none"> •주요산업: 수산, 삼림, 금속, 해운, 조선 •수산: 산업 중 가장 활발 •삼림: 생산의 3/4를 수출 •비철금속: 북부에 분포, 형광석, 납, 아연 •조선/ 선박/ 항공기/ 전력 발달됨 •교류국가: 일본, 한국, 미국, 중국, 베트남, 싱가포르 	<ul style="list-style-type: none"> •철도: 시베리아횡단철도 시작, 총화물운송량의 40% 담당 •해운: 극동지역 운송의 80% 담당 •주요항구: Vladivostok, Nakhodka, Khasan •항공: Vladivostok 공항 이용 •도로: 10,000km, 주도로는 Vladivostok 과 Khabarovsk사이
Sakhalin (Yuzhno Sakhalinsk)	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 546,000명 (러시아인 81.7%,우크라이나인 6.5%) •면적: 87,100km² (남북길이 948km, 동서길이 160~26km로 러시아에서 제일 큰 섬, 2/3가 산악지대, 쿠릴제도는 길이 1,200km, 면적 15,600km², 활화산 40곳) •기온: -13~7℃ (겨울기간: 남쪽은 11~4월. 북쪽은 10~5월) 	<ul style="list-style-type: none"> •수산자원: 연어, 정어리, 넙치, 고등어, 대구, 새우, 조개 •유전: 112곳 •석탄광산: 60곳 •삼림: 타이가숲이 87%로 목재생산이 많음 	<ul style="list-style-type: none"> •석유: 유전이 북쪽에 위치, 외해에서 석유와 가스 개발 중, 매장량: 석유 7억톤, 가스 1조 m³ •수산물: 러시아 생산고의 10% •삼림: 530만 헥타에서 80만m² 목재 생산 •석탄: 국내용으로 활용, 매장 200억톤,330만톤 생산 •공동협력체결: 알래스카, 흑가이도, 제주도 	<ul style="list-style-type: none"> •해운: 항만 11곳 중 8곳이 무역항, Kholmsk, Korsakov, Alexandrovsk, Pononaysk, Uglagorsk, Boshnyakovo, Krasnogorsk •어항 2곳: Kholmsk, Nevelna •Korsakov 와 Wakanai(일본)사이 국제여객선이 운항 중 •철도: 화물운송 30% 담당, 북쪽의 Nogliki와 남쪽의 Korsakov사이 •항공: 러시아내 도시와 장거리 여객 운송, 주 수도와 일본,한국 운항
Khabarovsk (Khabarovsk)	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 1,433,100명 (러시아인 86.4%) •면적: 788,600km², 아무르강과 레나강 이용, 타타르해협에 항구 	<ul style="list-style-type: none"> •석탄, 주석, 명반석, 금, 은 •삼림 •털가죽: 담비, 밍크, 다람쥐, 족제비, 쥐 	<ul style="list-style-type: none"> •기계 제조업: 전체 주산업의 50% 차지, 비행기, 선박, 디젤엔진 •임업, 전기, 비철금속업, 연료 	<ul style="list-style-type: none"> •러시아의 극동지역 교통 요지 역할 •제2의 철도와 도로 건설 중 •수로가 발달

	<p>건설 가능</p> <p>•기온: 겨울 -22~-40℃, 7월 15~20℃, 강수량 500~700mm</p>	<p>•청어, 대구</p>	<p>•수산물: 35만톤 생산</p>	<p>•주요 포구: Khabarovsk, Komsomolsk-na-Amure</p> <p>•항구: Vanino항, 년 1000만톤 화물 처리능력</p> <p>•공항: Khabarovsk</p> <p>•도로: 남부에 치중, 총 5000km</p>
<p>Yevrey(Jewish)(Birobidzhan)</p>	<p>•인구: 193,600명 (러시아인 83.2%, 우크라이나인 7.4%, 유대인 4.2%)</p> <p>•면적: 36,300km², 북부에는 Khingan-Bureinskiy산맥, 남동부에는 Amur-Sungariskaya 평원, 동물: 곰, 고양이, 사슴, 담비, 다람쥐, 엘크</p> <p>•기온: 1월에는 -24℃ (최저 -49℃), 7월에는 20℃(최고 40℃), 강수량 644~758mm로 7월 말에서 8월초에 집중되며 홍수 유발, 겨울기간은 152~165일</p>	<p>•철광석: 상업용 7억톤, 최대 30억톤 예상</p> <p>•망간: 20곳에서 1320만톤</p> <p>•마그네슘, 석회석, 갈탄</p> <p>•주석: 경제성 많음</p> <p>•비석(제오라이트)</p> <p>•납, 활석, 생수</p>	<p>•전력: 가장 중요한 산업</p> <p>•금속</p> <p>•기계공업</p> <p>•시멘트: 25만톤 생산</p> <p>•석회석: 42만m³ 생산</p> <p>•삼림/목재: 가공수출</p> <p>•농산품: 옥수수, 콩, 메밀, 멜론, 박</p> <p>•교역국: 중국(흑룡강성), 한국(인천)</p>	<p>•활용 교통망: 시베리아 횡단철도, 아무르강</p> <p>•도로: 총길이 1609km, 포장도로 616.9km 대부분이 연방도로</p> <p>•하천 수송: 아무르강과 통그스강, 길이 600km</p> <p>•통신: 러시아 및 세계와 연결, 핸드폰, 컴퓨터, 이메일 가능함</p> <p>•주도 Birobidzhan교통: 옆 주도인 하바로프스크에서 자동차로 1시간</p> <p>•참고자료: http://www.eao.ru</p>
<p>Amur (Blagoveschensk)</p>	<p>•인구: 900,700명 (러시아인 92%, 우크라이나인 4%, 총인구의 65%가 도시거주)</p> <p>•면적: 363,700km², 대부분이 산악지역, 주면적의 65%가 타이가 숲, 국립공원 3곳, 자연보호구역 28곳</p> <p>•기온: 대륙성 기후, 1월에는 -24℃, 7월에는 21℃, 경작 가능한 날: 115~134일, 서리없는</p>	<p>•자원가치: \$4000억</p> <p>•갈탄, 금, 건축재료가 풍부</p> <p>•철, 티타늄, 비철금속, 귀금속, 흑연, 활석, 코령토, 토탄 생산됨</p>	<p>•주 총생산고에서 차지하는 비율: 식품가공 31.0%, 철 15.6%, 기계 11.2%, 목재 10.0%, 연료 9.4%</p> <p>•주요 광물: 금, 석탄</p> <p>•기계류: 전선, 자동크레인, 광산기계, 어선, 전기공구, 고전압장비</p> <p>•주 수출품: 광물, 목재, 농산품(콩)</p>	<p>•철로: 화물운송의 86% 차지, 시베리아횡단철도를 이용하여 항구로 수송</p> <p>•도로: 여객수송 93.9%를 담당, 총길이 16,000km 중 연방도로는 609km</p> <p>•하천운송: 4개 강 이용: Amur, Zeya, Bureya, Selemdia</p> <p>•포구: 4곳 도시, Amur강 변에 Blagoveschencky와</p>

	<p>날: 북부 57일, 남부 144일</p>			<p>Poyarkovsky, Zeya강변에 Zeysky와 Svobodnensky, 연간 350만톤 화물 운송</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공 항 : Blagoveschensk, 중국(하얼빈), 일본, 한국과 연결됨, 공항확장 투자가 필요함 • 참 고 자 료 : http://www.atpp.amur.ru
<p>Kamchatka (Petropavlovsk-Kamchatsky)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 358,800명 •면적: 170,800km², 2개의 산맥이 중앙부와 동부를 따라 뻗음, 활화산 동부에 28개소, 곧은 서쪽 해안, 국립공원 2곳, 동물보호구역 17곳으로 주전체 면적의 27% 차지, 유네스코지정 세계자연유산 5곳 •기온: 양쪽 해안 부근은 온화한 날씨, 중앙부 계곡은 4계절 뚜렷, 북부는 극권 날씨 	<ul style="list-style-type: none"> •삼림: 캄차카반도의 1/3을 차지, 자작나무, 침엽수가 많음 •광물: 석탄, 토탄, 가스, 금, 백금, 은, 구리, 니켈, 코발트, 수은, 주석, 황 풍부, 매장량: 니켈 1조 3000억톤, 코발트 316억톤, 구리 3조 530억톤, 백금 2천만톤 •수산물: 연어, 청어, 넙치, 농어, 명태, 서부 해안에서는 게 양식 •목재업, 조선, 경공업, 석탄업도 발달 •지열발전소 가동: Paugetsy에서 	<ul style="list-style-type: none"> •주 산업분야: 수산업, 전력, 선박수리, 목재, 건자재, 농업, 식품가공, 운수 •수산업: 주 전체의 60%, 수출품의 80% •발전: 광업 및 자연에너지와 연계되어 발달, 수력, 지열, 화력, 풍력 •가스라인: 오호츠크해에서 주 수도인 Petropavlovsk-Kamchatsky까지 건설 •교역: 수출 3억 2천만불, 수입 1억 2천만불, 교역국가: 일본, 한국, 중국, 홍콩, 미국 	<ul style="list-style-type: none"> •항공: 주로 승객수송, Elizovo공항 이용 •해운: 식품, 석유, 재료, 공산품을 운송, 주요 항구: Petropavlovsk-Kamchatsky(인구 215,000명), Ust-Kamchatsk, Vladivostok과 연결 여객 운송 •도로: 총길이 22144km로 대부분이 비포장
<p>Koryak (Polana) (Kamchatka주에 합병됨 2005.10.23)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 25,000명 (러시아인 62%, Koryaks 원주민 16%) •면적: 301,500km², 2개 산맥이 남북 방향, 동해안에 28~29개 활화산 •기온: -25~12℃, 최대 -45~35℃, 대부분 지역은 10월부터 5월 사이에 눈 덮힘, 최대 풍속 40m/s 	<ul style="list-style-type: none"> •수산: 러시아 어획량의 40% 차지, 연어, 명태, 대구, 넙치, 게 •백금, 금 •석유: 10곳 (러시아 극동에서 가장 유망) •석탄: 북부지역에서 생산 •유황: 1,600만톤 매장 •수은: 5백만톤 매장 •주석, 석회석 풍부 	<ul style="list-style-type: none"> •수산: 30% 이상이 대륙붕상에서 잡히며, 주 수입원임 •수출국: 사이프러스, 미국, 한국, 일본, 중국, 캐나다 	<ul style="list-style-type: none"> •도로: 열악 •항공: 주된 교통수단, 공항 13곳 •해운: 소형선박에 의존 •현재 주정부는 도로 건설에 치중하고 있음
<p>Magadan</p>	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 225,000명 	<ul style="list-style-type: none"> •금: 러시아 생산의 	<ul style="list-style-type: none"> •광산업, 에너지, 식품 	<ul style="list-style-type: none"> •항구: Magadan항

<p>(Magadan)</p>	<p>(러시아인 75%, 우크라이나인 15%)</p> <ul style="list-style-type: none"> •면적: 461,400km², 타이가숲(침엽수), 툰드라, 동토대 분포, 2129km 콜마강, 강가에는 낙엽송 분포 •기온: 겨울철 -19~-23℃, 겨울철이 8개월간 지속, 9월부터 4월까지 눈덮힘 	<p>15%</p> <ul style="list-style-type: none"> •은: 러시아의 50% •철, 주석, 텅스텐, 구리, 몰리브덴, 석탄 •수산물: 오호츠크해 연안에서 생산 	<ul style="list-style-type: none"> •금, 은 관련산업 발달 •에너지자원: 오호츠크해 대륙붕상에서 개발 •석유: 14~25억톤 예상 •가스: 2.7~4.5조m³ 예상 •수산업: 광업에 이은 두 번째 주 수입원 	<ul style="list-style-type: none"> •항공: 여객 및 화물 운송 담당 •철도: 없음 •도로: 총길이 2,645km로 발달됨 •통신업: 지리적으로 중요함
<p>Chukotka (Anadyr)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 53,600명 (러시아인 66.1%, 우크라이나인 16.8%, 원주민 9.8%) •면적: 721,500km² •기온: 겨울 -18~-42℃, 여름 4~14℃ 	<ul style="list-style-type: none"> •금, 사금 •텅스텐 •구리 •석탄 •원유 •풍력, 지열 발전 •수산가공 공장 부족 	<ul style="list-style-type: none"> •주수출품: 석탄, 금, 은, 백금, 주석, 텅스텐, 어류, 털가죽 •비철금속광산 개발 •발전시설 건설 •해안 대륙붕 석유 탐사 필요 •현재 5곳에서 개발중 •Anadyr분지: 총면적 80,000km², 유전가능, 선박의 접근이 용이하며 개발완료시 접근이 더 어려운 북극해 해역 작업에 초석 제공 •석탄: 국내소비뿐만 아니라 미국, 캐나다, 일본, 한국에 수출함 	<ul style="list-style-type: none"> •육상도로: 총길이 5,000km 중 비포장도로 1,200km이고 나머지는 겨울길 •항로: 5개 항구가 개발되어 있으나 소형선박만이 접안 가능 •항해가능기간이 짧음: Pevek: 7~10월초순, Provideniya: 7~11월, Egvekinot: 7~10중순, Bering: 7~10중순, Anadyr: 6중순~10월 •항공: 년중 이용가능, 공항보수가 필요
<p>Sakha (Yakutck)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 948,100명 (러시아인 50%, Yakuts인 40%) •면적: 3,103,200km² •기온: 40~-60℃ 	<ul style="list-style-type: none"> •금(26톤) •다이아몬드(러시아의 99%) •주석 •석탄(1400만톤 생산) •석유가스 	<ul style="list-style-type: none"> •외국투자 희망 •주요투자국: 미국, 영국, 프랑스, 독일 	<ul style="list-style-type: none"> •하천(레나강) 수송에 의존 •국제공항 보유 •연방도로 및 철도 통과
<p>Taimyr (Dudinka) (Krasnoyarsk주에 합병됨 2007.1.1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 39,800명 (러시아인 67.1%, 우크라이나인 8.6%, 돌간 원주민 8.8%) •면적: 862,100km², 대부분 지역이 영구동토 •기온: 연평균 -10℃, 최대 -50~30℃, 겨울철이 7개월간 지속, 바 	<ul style="list-style-type: none"> •자원은 풍부하나, 러시아 중심지로부터 멀고, 운송수단이 부족하며, 파이프라인이 없고, 석유회사가 들어와 있지 않음 •전 지역에서 석유와 가스가 나옴 •석유와 가스 광구: 46 	<ul style="list-style-type: none"> •규모가 큰 산업체나 농업기업이 없음 •대부분(60%)의 주민 수입은 Norilsk 광산회사와 연계 •어로작업 	<ul style="list-style-type: none"> •수송수단: 해상, 하천, 공중, 철도 이용함 •여객수송: 자동차와 항공기 이용 •주된 운송로: Enisey 강 •부동항구: Dudinka포구, Dixon 항구 •공항: Dudinka와 크라

	람이 매우 강함	<p>개소에서 발견, 12개소에서 인허, 1곳에서 파이프라인 개설</p> <ul style="list-style-type: none"> •심층탐사시 매장량 증가 예상되며 바렌츠석유와 비슷한 고품질이며 (일반 석유보다 5~10% 더 비쌌), 가스는 메탄 80% 포함 •산업용 다이아몬드, 소금, 석탄, 코크스도 생산 •담수어 풍부: 산과 호수에 분포 		<p>스노야르스크사이 비행기</p> <ul style="list-style-type: none"> •철도: Dudinka와 Norilsk 연결 •도로: 278km로 빈약함
Evenkiy (Tura) (Krasnoyarsk주에 합병됨 2007.1.1)	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 17,700명 (원주민 20%) •면적: 767,600km², 전 주면적의 1/5이 툰드라 지역, 대부분이 동토대 •기온: 대륙성 기후, 여름 13~15℃, 겨울 -26~-36℃, 영하일수 226일, 강수량 400mm 	<ul style="list-style-type: none"> •석유/가스: 최근 5곳에서 발견, 추가 가능성 많음 •석탄: 3곳에서 개발 중 •다이아몬드, 석탄, 흑연, 금, 백금, 방해석, 인산광 	<ul style="list-style-type: none"> •광물 •삼림: 남부지방 타이가 숲 •수렵 •순록치기: 최근까지 활동 •짐승 털 가공 •유전: 주로 남부에서 발견, 회사는 Yukos 	<ul style="list-style-type: none"> •인프라가 빈약함 •철도, 포장도로: 없음 •항공: 물자 및 여객 운송 담당 •통신사정: 열악함, 라디오통신에 의존 •전력: 열악함 •참고자료: http://www.evenkya.ru/eng
Krasnoyarsk (Krasnoyarsk)	<ul style="list-style-type: none"> •인구: 2,966,200명 (러시아인 87%, 우크라이나인 3.5%, 총인구의 74%가 도시지역 거주) •면적: 2,339,700km², Yenisei강이 남북연결 •기온: 대륙성기후, 1월에는 -18~-36℃, 7월에는 10~20℃, 강수량 316mm, 11월~3월사이 눈덮임 	<ul style="list-style-type: none"> •자원이 풍부함: 석유, 가스, 수력에너지, 침엽수목, 다금속광산, 철, 석탄, 금 •광물은 북부에서 생산 (노천 또는 지하) •석유/가스: 유전 25개소, 석유매장량 6억톤, 가스매장량 1조m³ 	<ul style="list-style-type: none"> •경제개발잇점: 저렴한 전기료, 풍부한 재료, 수준 높은 기술 •에너지: 전력생산, 배전시설, 난방으로 구분 •금속공업: 광산업과 연계되어 발전, 알루미늄, 니켈, 코발트, 구리, 백금, 금 •화학공업: 주 중앙부에 위치, 타이어, 섬유, 합성고무, 의약품 •목재가공업: 러시아에서 가장 발달, 산업:벌목, 가공, 펄프, 제지, 이용목재: 시베리아 낙엽송, 삼목, 소나무, 사리나나무, 은자작나무, 상업적으로 이용 가치 높 	<ul style="list-style-type: none"> •남부와 중부: 교통망 발달 (북부는 불편) •항공로: Krasnoyarsk로부터 연결됨 •하천운송: 도시 대부분이 하천변에 위치, Yenisei강: 3487km이며 거의 연중 항해 가능, 북쪽에 Dudinka항구가 Norilsk시의 관문임 •해운: 북쪽에서 5월 중순부터 10월 중순까지 가능, •철도: 총거리 3,200km, 남부에 시베리아횡단철도와 남시베리아철도가 중요한 역할

			음, 수송: 철도와 하천 이용 •기계: 주 생산물의 15% 차지, 생산품: 기중기, 굴삭기, 콤팩트, 목재이양기, 트레일러, 보트, 냉장고 •농업: 동시베리아에서 주요 생산지 역할, 남부에서 생산	•도로: 총 11,990km로 90%가 포장도로, 바이칼고속도로와 Yanisei 고속도로가 중요 역할 •석유 파이프라인: 총 600km, 남부에 치중 •가스파이프라인: 북부에 치중
--	--	--	---	--

2. 북방항로 해역 자연환경

북극해 항로 주변의 자연환경자료는 크게 다음과 같이

- 기상
- 해양
- 해빙
- 생물분포

등으로 4부분으로 구별할 수 있다.

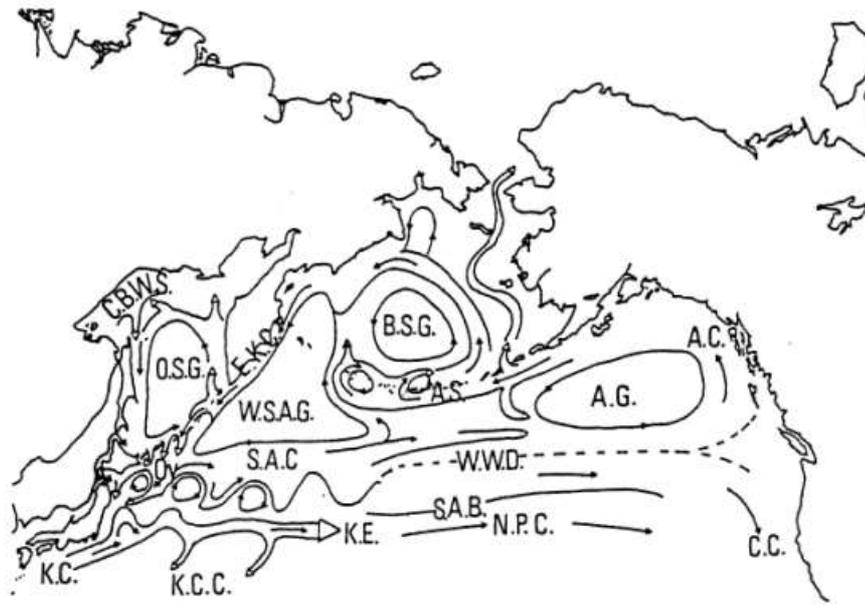
전체 해역은 크게 3부분으로 나누어 볼 수 있는데 각각은

- 오호츠크해
- 베링해
- 북극해

이며, 극동러시아와 관련된 북극해는 베링해, 축치해, 동시베리아해, 랍테브해가 해당된다.

가. 북방항로 해역의 개황

본 보고서가 대상으로 하는 북방항로 해역은 북태평양 아한대 해역과 러시아 북동부의 북극해가 포함되며, 북태평양 아한대 해역에서 개괄적인 해수순환은 아래 그림 3.6과 같다.



Schematic of the subarctic gyre in the North Pacific (Ohtani, 1991).

- | | |
|---------------------------------------|---|
| KC: Kuroshio | KCC: Kuroshio Counter current |
| KE: Kuroshio Extension | NPC: North Pacific Current |
| CC: California Current | SAB and Oy: Subarctic boundary and Oyashio |
| SAC: Subarctic current | WWD: West Wind Drift |
| AC: Alaska current | AG: Alaskan gyre |
| AS: Alaskan Stream | EKC: East Kamchatka Current |
| WSAG: Western subarctic gyre | OSG: Okhotsk gyre |
| CBWS: cold saline bottom water | |

그림 3.6. 북태평양 아한대 해수순환 모식도(Ohtani, 1991).

1) 오호츠크해

오호츠크해는 북쪽과 서쪽은 아시아대륙과 사하린섬에, 동쪽은 캄차카반도에, 남쪽은 쿠릴열도 사이를 통해 북태평양에 접하고 있다(그림 3.7). 면적이 $1.528 \times 10^6 \text{km}^2$ 이고 평균 수심은 838m, 용적은 $1.279 \times 10^6 \text{km}^3$ 이며 남북으로는 45°N 부근의 북해도 연안으로부터 북위 60°도가 넘는 Shelikov만 북부까지 펼쳐 있다. 대륙붕은 대륙과 접하고 있는 북서 및 북동 연안역에 넓게 분포하며 사하린섬과 캄차카반도의 연안역으로 이어지고 있다. 해저는 대륙붕으로부터 중앙으로 감에 따라 수심이 증가하여 수심 1000m 정도의 중앙해분을 형성하는데 북부 대륙붕과의 사이에는 수심 100m 이상인 Kashevarov 퇴가 존재하고 있다. 중앙해분 남쪽으로 북위 50° 이남에서 해저경사가 심해지면서 수심이 3000m를 초과하는 Kuril 해분이 나타난다. Kuril해분의 남쪽에는 오호츠크해와 북태평양의 경계가 되는 Kuril 열도가 있다.

한편, 몽골고원에서 발원하여 중국(중국명칭은 흑룡강)과 러시아 국경을 따라 흐르다 Tartar해협 북부로 흘러들고 있는 아무르강은 오호츠크해 북서부에 위치하고 있는 Shantarskiy만 남부에 강 하구를 형성하는데, 총길이는 4350km이고 강 유역 면적은

205만km²에 이르는 세계에서 8번째 큰 강이다. 사하린섬과 육지 사이에 있는 Tartar해협은 폭이 좁고 수심이 얇다. Shantarskiy만을 거쳐 오희츠크해에 유입되는 아무르강 하천수는 오희츠크해의 해양 및 자연 환경에 큰 영향을 끼치고 있다.

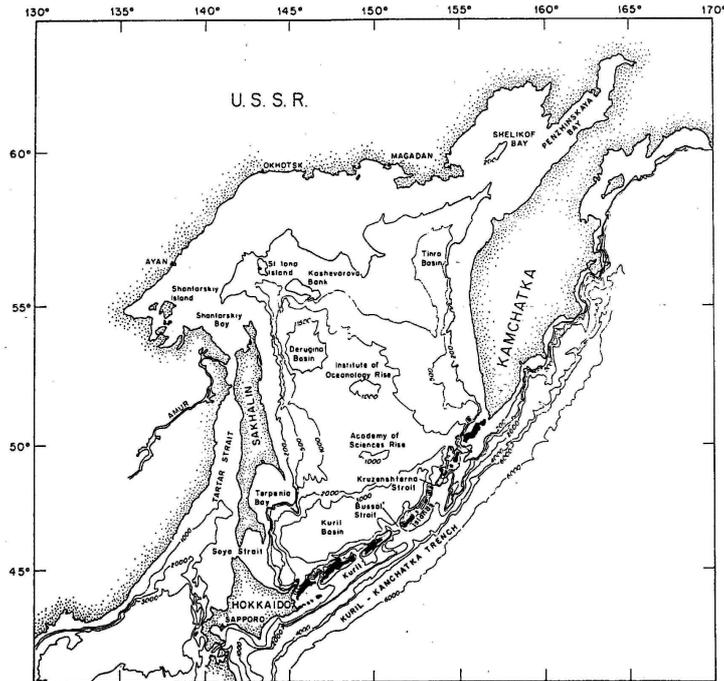


그림 3.7. 오희츠크해의 지리(Alfultis and Martin, 1987).

2) 베링해

베링해는 면적이 $2.268 \times 10^6 \text{ km}^2$ 이고 평균 수심은 1437m이며 용적은 $3.259 \times 10^6 \text{ km}^3$ 로 환태평양지역에서 가장 넓은 반 폐쇄형 연해이다(그림 3.8). 베링해는 전지구적 심층순환의 마지막 도달 지역인 북태평양 인근에 위치하고 있으며 베링해협으로 연결된 북극해를 통해 태평양과 대서양을 연결하는 지리적 특성도 갖고 있다. 베링해의 북동지역은 수심 200m 이하의 대륙붕이 넓게 발달해 있는 반면에 남서지역은 수심 3500m 이상인 알루산분지로 구성되어 있다. 알루산분지에는 알루산열도에서 북쪽으로 연결된 보우어스해령과 캄차카반도 북쪽에서 알루산분지까지 연결되는 셔쇼브해령이 발달해 있다. 베링해의 남쪽 경계인 알루산열도들 사이에 위치한 다양한 수심의 통로들을 통해 북태평양 수괴와 교환이 이루어지며 알루산열도의 남쪽을 따라 서쪽으로 흐르는 알라스카해류는 알루산열도의 서쪽 통로들로 유입되어 일부는 반시계 방향으로 흘러 캄차카해협으로 대부분이 빠져 나간다. 베링해의 대륙사면을 따라 북서쪽으로 흐르는 베링사면해류의 일부는 대륙붕으로 유입되어 아나디르 만과 알라스카 연안을 따라 북쪽으로 흐른 후 베링해협으로 빠져 북극해로 유입한다. 겨울철에는 해빙역이 넓게 형성되고 있는데 일반적으로 10월에 형성되기 시작하여 5월에 사라지는데 겨울동안에 대륙붕의 75% 정도가 해빙으로 덮인다.

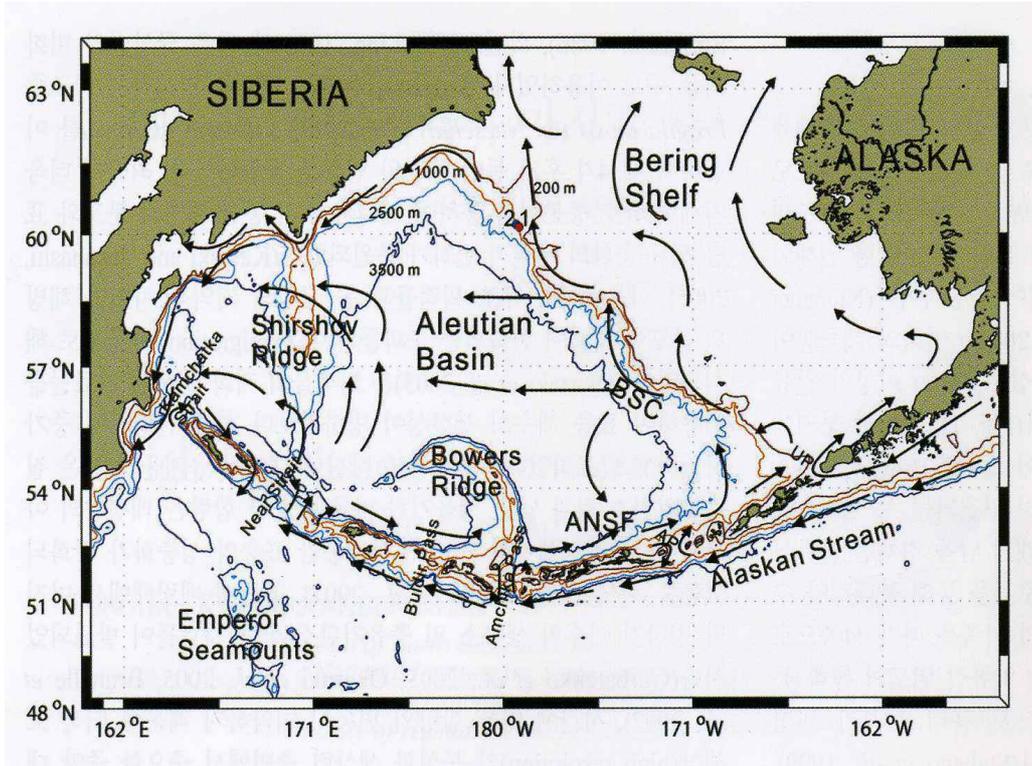


그림 3.8. 베링해의 지리(김 등, 2009).

3) 북극해

- 북극해: 유라시아 대륙 - 북미대륙 - 그린랜드로 둘러싸인 바다 (남극은 대륙임)
- 면적: 약 1,400만 km² (한반도 면적의 60배 이상)
- 수심: 1,000m 이상 해역이 약 70%, 연안 및 대륙붕 해역이 30%, 중앙부에 수심 4,000m 가량의 심해평원, 최대수심은 5,440m
- 하천: 에니세이강(최대 80,000m³/s), 오브강(최대 30,000m³/s), 레나강(최대 80,000 m³/s), 맥켄지강(최대 15,000m³/s), 겨울철에는 5,000m³/s 이하
- 백야(태양이 하루 종일 지지 않는 날)와 극야(태양이 하루 종일 뜨지 않는 날) 현상
- 오로라와 자기폭풍
- 지자기 북극점: 84.1°N, 123.7°W (2007년도, 캐나다 북쪽 북극해)
- 수온: -1.5~2.0°C
- 기온: 7월에는 0~8°C, 1월에는 -36~0°C
- 기압: 월변화 1,011-1,020hPa, 연평균 1,015.7hPa
- 북극층운: 낮은 구름으로 동절기에는 20-40%, 하절기에는 70-80% 출현함
- 빙구동토
- 타이가: 아한대 침엽수림으로 겨울에 기온 -40°C 이하로 일조시간이 없는 북위 60° 이북에 존재하며 시베리아의 타이가는 아마존 열대우림 면적보다 넓음
- 해저지하자원: 석탄, 석유, 천연가스, 금, 은, 동, 철, 아연, 주석, 니켈, 다이아몬드 등 풍부
- 북극해에는 세계 석유의 10.5%, 세계 천연가스의 25.5%를 각각 생산. 북극해 대륙붕에

는 전 세계 미개발된 에너지자원의 22%가 매장된 것으로 추정: 최근 발표된(2008. 7. 23) 미국지질조사국(USGS) 보고서는 북극권에는 900억 배럴의 미확인 원유, 1670조 입방피트의 천연가스, 440억 배럴의 액화천연가스가 매장된 것으로 추정

- 해양구조: 염분약층과 수온약층이 서로 다른 수심에서 발달
- 해빙: 겨울철(3월)에는 바렌츠해역 일부를 제외하고 전역이 해빙으로 덮히고, 여름철(9월)에는 북극해 중앙부 해빙만이 다년빙으로 녹지 않음. 내부에서 해빙의 이동은 탁월풍의 영향으로 고기압 등압선을 따라 이동함. 해빙내 염분은 해빙생성 직후에는 10%, 1년빙의 경우 다시 4-5%로 줄고 다년빙의 경우 염분을 거의 포함하지 않음
- 대빙역: 해빙의 밀접도가 70% 이상이고 면적이 1,000km² 이상 해역으로 정의하며, 북극해 대빙역 주위로 스피츠베르겐, 카라해북부, 타이미르, 아이온, 우랭겔 대빙역이 있고, 연안부근에는 노바야젠타, 세베르나야젠타, 야나 대빙역이 있음
- 해류: 북극해 중앙부 표층에는 시계방향의 큰 흐름이 있고 시베리아 연안 대륙붕에는 동향하는 흐름이 존재함(그림 3.9)

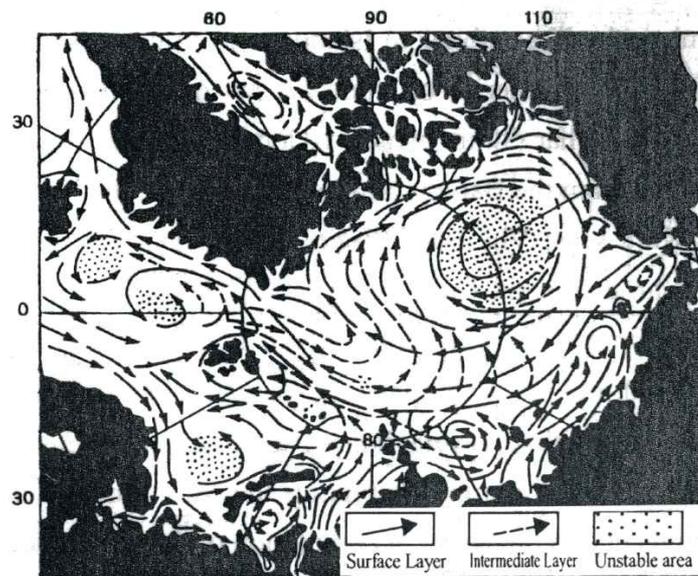


그림 3.9. 북극해의 해수순환(한국해양연구원, 2003).

나. 북극해 항로 주변 환경

1) 지리환경

북극해 항로(NSR)는 북동항로와 북서항로로 나누어지는데 본 보고서에서는 스칸디나비아 반도의 북쪽을 돌아, 바렌츠해, 카라해, 랍테브해, 동시베리아해, 축치해를 지나 베링해협에 이르는 북동항로를 분석하였다. 이들 바다를 구분하는 것은 유라시아대륙의 대륙붕에 위치하고 있는 섬들인 노바야젠타, 세베르나야젠타, 노보시비르스크제도, 랭겔 제도이며, 섬과 유라시아 대륙과의 사이 또는 섬과 섬 사이에는 좁은 해협이 존재한다.

NSR을 항행하는 선박이 통과하게 되는 주요 해협으로는 노바야젬라와 유라시아대륙과의 사이에 바이가치(Vaygach) 섬이 있으며 그 섬의 북측 해협이 NSR의 주요 항로가 되는 카라게이트(Kara Gate)해협이고 남측은 유고르스키샤르(Yugorskiy Shar)해협이다. 세베르나야젬라와 타이미르반도의 체류스킨(Chelyuskin) 사이는 비르키츠키(Vilkitskiy)해협이라고 불리는데 NSR의 난관 중 하나이다. 세베르나야젬라의 섬 사이에는 쇼칼스키(Shokalskiy)해협이 자리 잡고 있다. 노보시비르스크(Novosibirsk)제도 부근에는 대륙측에 드미트리랍테브(Dmitriy Laptev) 해협과 섬 사이의 사니코브(Sannikov) 해협이 있다. 그리고 랭겔제도와 대륙과의 사이는 롱(Long)해협이 있다(그림 3.1 참조).

NSR은 유라시아 대륙의 대륙붕 위를 항로로서 선정하고 있기 때문에 수심이 얇은 곳이 많다. 바렌츠해는 서부에서는 200m보다 깊지만 동부는 100m전후이고, 카라게이트해협은 30m 정도의 수심이다. 카라해는 100m보다 얇은 곳이 많고 기복이 심하여 수심이 수m에서 20m의 얇은 여울이 많이 있다. 비르키츠키해협의 수심은 100m이상이다. 랍테프해는 북극해 중앙부 깊은 곳에 가까워 NSR은 1,000m이심의 해역도 통과하게 된다. 노보시비르스크 제도에 가까워지면 수심은 20m미만이 된다. 드미트리랍테브해협과 사니코프 해협도 20m전후이며, NSR 가운데 가장 얇은 해협이다. 동시베리아 해는 서부에서는 20m미만으로 얇고 동부는 40m전후의 완만한 바다이다. 롱해협도 40m정도이며, 축치해에 들어가면 중앙부는 50m이상으로 완만하게 변화하고 있다. 베링해협에는 중앙에 크고 작은 2개의 디오메데(Diomede)섬이 있고, 그 섬의 동측은 60m 서측은 50m로 얇은 해협이다.

이들 해협은 해수나 해빙의 움직임이 구속하기 때문에 해류와 합해진 조류는 강한 흐름을 보이며, 다년빙의 집적이 일어나면 지역적으로 얼음구역을 형성하는 원인이 되기도 한다.

2) 해황

항로 주변의 해황은 크게 3개 해역으로 구분된다. 멕시코만류의 영향으로 비교적 온난한 서부해역(바렌츠해에서 카라해 남서부), 대륙성기후 및 극점주변의 냉수와 빙하의 영향으로 한랭하고 동시에 큰 강으로부터의 담수유입으로 저염분 해빙이 발달하는 중앙부 해역(카라해 동부에서 동시베리아해 서부까지), 북태평양으로부터 비교적 온난한 해수유입 영향으로 해빙 발달이 미약한 동부해역(동시베리아해 동부에서 추크치해까지)으로 구분할 수 있다.

3) 저염분수

NSR의 연안쪽으로는 유라시아 대륙에서 다량의 하천수가 유입되고 있다. 그 결과 오브강과 예니세이강이 흘러 들어가는 카라해, 레나강이 흘러 들어가는 랍테프해, 인디기르카강과 콜리마강이 흘러들어가는 동시베리아해 등에서는 연안 대륙붕 지역에 넓게 저 염분수가 나타나고 있다.

표층 해수의 밀도는 온도와 염분에 의해 결정된다. 해수의 염분은 해수 1 kg 중에 녹아있는 무기물(소금) 무게(g 수)로 정의되는데 보통 천분율(%), 퍼밀)로 나타낸다. 염분 0%인 담수는 4°C에서 밀도가 최대가 되고, 0°C에서 결빙된다. 염분이 증가함에 따라 밀도가 최대되는 최대밀도온도와 결빙하는 결빙온도는 모두 낮아지지만, 최대밀도온도의 하강율이 크기 때문에 염분이 24.7%인 곳에서 양자가 교차한다. 가을에서 겨울까지 담수인 하천수의 수량이

적어질 때, 기온이 내려감에 따라 4°C이상에서는 차가운 물은 무거워져 대류를 일으키지만, 4°C이하가 되면 이번에는 가벼워져 층을 이루면서 표면만 차가워져 서서히 결빙이 시작된다.

해수의 염분은 일반적으로 33-35% 이상이고 대류를 계속하면서 결빙온도에 이른다. 그러나 염분 24.7%이하의 물은 최대밀도온도가 결빙온도보다 높아 담수호처럼 결빙을 하기 때문에 결빙직전 이루어진 층으로 인해 대류혼합은 일어나지 않는다.

북극해에서 표층염분이 25%이하인 해역은 카라해, 랍테프해, 동시베리아해에서 넓은 범위가 해당하고 있다. NSR의 넓은 해역이 호수와 같은 결빙조건에 해당하고 있는 것은 주목해야 할 것이며, 이러한 특징을 갖고 있는 또 다른 곳은 발트해 뿐이다. 이와 같이 NSR의 해빙은 열기 시작한 시기 동안에는 담수빙에 가까운 성질을 보이고 있다.

4) 강수와 적설

해빙 위의 적설은 해빙의 성장이나 용해에 큰 영향을 준다. 또 빙역을 항행하는 쇄빙선에 계도 빙상적설은 선속이나 조선에 영향을 주는 요소이다.

북극해는 일년 내내 약한 고기압권 속에 있어서 바렌츠해 때로는 카라해까지 오는 아이스랜드 저기압의 영향을 제외하면 폭풍이 있는 경우는 드물다. 월별 평균강수량은 각지 모두 여름 강수량이 가장 많으나 40mm를 넘는 곳은 없고, 연간 강수량은 180-250mm 정도이다(표 3.2).

평탄한 빙상의 적설량은 장소에 따라 크게 다르며 북극해 해빙상의 적설량 개황은 다음과 같다. 일년빙 상 비교적 평탄한 곳에서의 적설을 보면 NSR의 대륙빙상에서 적설 깊이가 0-5cm인 곳보다도 5-10cm인 곳이 2배정도 많으나 알래스카-캐나다 쪽에서는 양자가 거의 비슷하게 0-5cm정도인 곳이 약간 많은 경향을 보인다. 다년빙 상의 적설 깊이는 평탄부에서는 12-18cm, 얼음마루 가까이에서는 60-100cm이 가장 많이 나타난다. 얼음마루 가까이에서는 땅에서 불어오는 눈이 있기 때문에 적설량이 증가하며, 얼음마루 지역의 4월 최대적설량의 분포는 그린란드 쪽에서 200cm, NSR지역 쪽에서 140cm가 된다.

Location	Month												Year
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Arctic Basin	11	8	7	7	11	15	24	25	23	17	11	10	179
Rudol'fa Island	17	17	17	16	16	20	28	32	30	24	20	17	254
Zhokhov Island	13	8	8	9	14	21	39	33	22	16	13	10	206
Wrangel Island	16	10	10	8	13	15	34	35	32	24	17	15	229

표 3.2. 북극해 지역의 월별 강수량 분포(mm)(한국해양연구원, 2003).

5) 해류와 조류

북극해 항로상 해류는 얇은 대륙빙상의 연안류로서 지형적 요인에 따라 지배받으며 전체는 서에서 동으로 흐른다(그림 3.10). 섬사이 좁은 해협에서는 조류가 크게 나타나고 강한 왕복

성 흐름이 나타난다.

조류의 흐름이 빠른 해협에서는 북동풍이 강할때 취송류가 더해져, 최대유속이 6.9노트에 달하는 경우가 있다. 세베르나야젬라의 남쪽 비르키츠키 해협부근에서 5노트, 노보시비르스크 제도의 남쪽 드미트리랍테브 해협에서도 3-4노트의 유속이 강풍인 때에 나타난다. 작은 배는 흐름을 거슬러서는 해협에 들어갈 수가 없어서, 조류가 변하는 것을 기다려 항행해야 한다.

조석은 12시간의 반일 주조가 우세하고, 큰 강 하구부근이나 하류지역에 만들어진 항만에서 연안의 지역에 의해 큰 간만의 차가 생기고 있다. 하천유량의 큰 계절변화에 큰 조차가 더해지는 것은 항만설비의 이용 시 유의해야 할 것이다.

조석의 4 주요분조(主要分潮)인 주태음반일주조(M2), 주태양반일주조(S2), 일월합성일주조(K1), 주태음일주조(O1)를 이용한 조류의 조화분석에 의하면, 북극해 중앙부에 비해 NSR의 대륙붕상에서 조류가 크고 2노트에 가까운 값도 나타난다. 바렌츠해는 대서양 북부와 합해져서 국소적으로 3노트에 가까운 값이 나타난다. NSR해역에서는, 해류, 조류, 취송류 등이 누적되거나, 상쇄되거나 하기 때문에 유향 유속의 변화가 크고, 특히 좁은 해협에서는 강한 흐름이 나타나고 있다.



그림 3.10. 북극해 항로 부근의 해류(일본해양정책연구재단, 2005).

6) 해양생물

육상의 식물은 연안에 가까워짐에 따라, 타이가에서 툰드라로 혹독한 자연환경을 반영하면서 적응하고 있는 것에 비해, 광대한 대륙붕상 NSR해역은 북극해 중에서도 해양생물이 풍부한 지역이다. 극야가 밝아 태양이 나타나면 식물 플랑크톤의 기초생산이 시작된다. 동물 플랑크톤, 어류, 조류, 해양포유류가 봄이 시작될 때부터 백야인 여름에 걸쳐 먹이망 활동이 활발하게 된다. NSR해역에서 먹이망의 정점을 차지하는 대형동물은 북극곰, 해마, 바다표범, 고래 등이다.

그러나 지금까지의 조사는 공간적으로나 시간적으로 매우 제한되어 있었기 때문에 식생분포나 생태 등이 충분히 알려져 있지 못하고 앞으로의 조사에 기대해야하는 것도 많다.

북극곰의 경우 총수는 2만-3만 마리로 추정되고 행동반경도 꽤 넓다. 빙연 부근을 생활의 터전으로 삼고 해빙 지역이 전진과 후퇴를 함에 따라 같이 이동하는데 해빙이 녹으면 육상에

서 생활하기도 한다. NSR해역에서는 3월에는 노바야젬라나 카라해의 연안부, 세베르나야젬라의 동측, 노보시비르스크제도의 북측, 랭겔섬에서 축치해까지 널리 분포한다. 8월에는 세베르나야젬라나 랭겔섬을 중심으로 그 주변으로 모인다(그림 3.11).

해마는 25만 정도로 추정되고, 그 대부분은 축치해에서 베링해에 걸쳐 분포한다. NSR해역에서는 랍테브해나 노보시비르스크 북안 부근에 5천 마리가 살고 있다.

바다표범은 세계에 수백만 마리가 있다고 추정되지만, 북극에서의 숫자는 그다지 잘 알려지지 않았다. NSR의 전 해역에 걸쳐 나타나지만, 여름에는 해안 가까이에서 겨울에는 바다의 정착 빙연 주변에서 많이 생활한다. 해빙역 가운데 수로나 갈라진 틈을 이용해 호흡하지만, 해빙이 성장하고 있는 중에도 몇 개의 호흡공을 유지 확보한다. 보통 1회의 호흡으로 7-8분, 길게는 20분의 잠수도 가능하다고 알려져 있으나, 해빙역이 기름으로 오염된다면 그 피해를 가장 심각하게 받을 것이다.

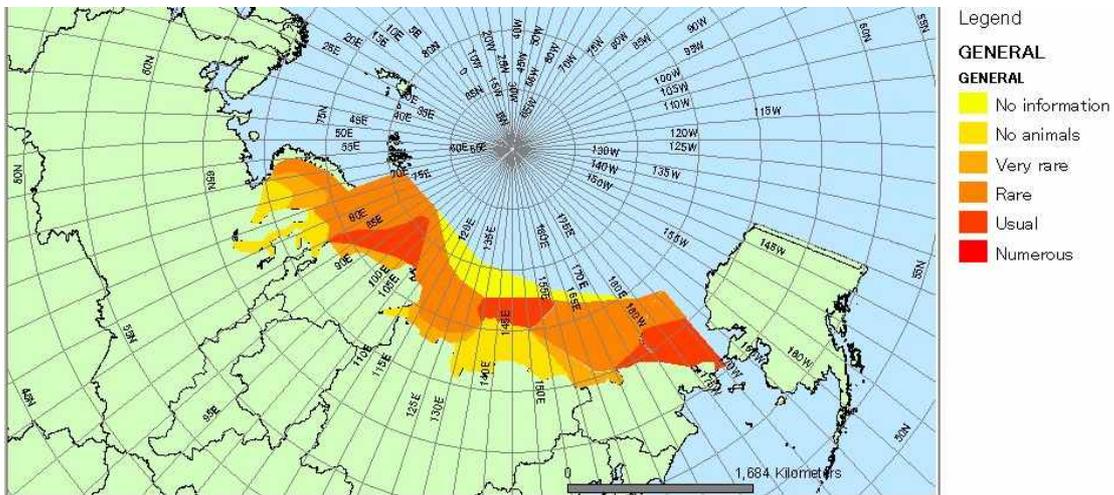


그림 3.11. 북극해 항로 주변의 북극곰 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

다. 북극해 얼음

1) 북극해 항로 부근의 해빙

NSR이 전부 해빙으로 덮이는 것은 11월부터 4월까지의 겨울로 반년이다. 이 겨울 동안에는 바렌츠해의 일부를 제외하고는 북극해전역이 해빙으로 덮인다. NSR의 연안부에서는 1년빙이 다년빙을 혼입시키면서 정착빙을 형성하고, 정착빙의 외연에는 빙량이 많은 유빙역이 차지한다(그림 3.12).

여름은 6월부터 9월로 얼음이 매우 빨리 녹고 해빙역은 넓이와 강도가 급속하게 감소한다. 여름에 거의 동일한 지역에 매년 출현하는 아이스마시브는 북극해 중앙부로부터 다년빙이나 두텁게 쌓인 빙구를 많이 포함하는 연안정착빙의 잔해가 모인 것이다.

1979년부터 1986년까지 매해 7월부터 10월의 위성화상을 보면, NSR해역에서 여름철에 존재하는 해빙역의 년변동은 1979년을 제외하면 해빙은 8월과 9월에 랍테프해와 동시베리아해의 서부에서 거의 녹는 것을 알 수 있다. 여름철에도 밀집도가 높은 해빙역이 항상 존재하는 곳은 비르키츠키 해협과 롱해협 서측이다. 두 해역은 북극해 대빙역에서의 다년빙이 남하해 아이스마시브가 유지되는 해역에 해당한다.

이외에 NSR 항행 시 위협요소로는 세베르나야젬라 빙역, 타이미르빙역, 아이온 대빙역, 랭겔 대빙역 등의 아이스마시프 출현 해역이다. 각 해역마다 해빙상황을 살펴보면 다음과 같다.

카라해에서는 9월경에 북부에서부터 얼기 시작해 10월에는 남부에까지 이른다. 10월부터 5월에 걸쳐 거의 전역이 여러 발달단계 해빙으로 덮인다. 연안 지역에는 불균일한 정착빙이 존재하고, 좌초빙이 떠있는 바다에는 열린 표면이나 얇은 얼음이 보이는 Flaw polynya(정착빙과 유빙과의 사이에 생긴 해수면)가 존재한다. 카라해 남부의 Flaw polynya는 아무데르마포리니아, 오브·예니세이포리니아(Ob/Yenisey Polynya) 등으로 불리고 있다. 6월부터 9월까지 카라해에서 해빙은 적지만 서부에서는 두터운 유빙이 산재하는 경우가 있다. 카라해 동부에서는 두터운 일년빙이 대부분이며 밀접도가 높은 세베르나야젬라 대빙역이 항로를 가로막고 있다. 세베르나야젬라와 타이미르 반도 사이의 비르키츠키 해협은 얼음의 움직임도 커서 NSR 최대의 난관이다. 9월 중순에 해빙이 가장 감소하며, 북위 75°이남의 카라해에는 얼음이 없다. 특히 따뜻한 여름에 카라해는 북위 80°까지 얼음이 없게 된다.

랍테브해에서는 1월에서 6월까지 정착빙이 바다로 가장 돌출된다. 한 겨울의 평균기온이 -30°C까지 내려가기 때문에 정착빙의 두께는 2m에 이르고 혹독한 겨울에는 2.5m가 된다. 여름에는 랍테브해 서부에서 해빙이 남하하고, 세베르나야젬라와 타이미르반도의 연안에 해빙이 집적한다. 북극해 항로 중 비르키츠키 해협과 타이미르반도 연안의 해빙집적 지역을 통과하는 일이 가장 큰 어려움이다.

동시베리아해는 가장 얇은 대륙붕이 확장되는 해역이다. 얇은 대륙붕은 정착빙을 안정시켜, 두께 170-200cm의 정착빙이 500km 근해까지 확대되고 있다. 겨울에는 남에서 탁월풍이 유빙을 바다로 운반하고, 정착빙연을 따라 항행 가능한 박빙구, Flaw Polynya를 만들고 있다. 동시베리아해는 다년빙을 가장 많이 포함하고 있다. 아이온 대빙역에서는 다년빙이 60%를 차지하고, 겨울에 얼음의 평균 두께는 2.5m에 이른다. 여름에는 북풍으로 바뀌어 북에서 얼음이 공급되어 아이온 대빙역이 유지된다. 9월에 북에서 결빙이 시작되어 10월 중순에는 전역이 동결한다.

축치해는 12월 초순부터 5월 중순까지 거의 전역이 해빙으로 덮인다. 빙상 변화가 심해 겨울 얼음의 80% 정도가 여름에 사라진다. 빙상 변화를 심하게 하는 것은 기온, 바람, 해류와 랭겔섬 및 해저지형이다. 북에서 운반되는 다년빙이 랭겔섬과 시베리아사이인 롱해협에도 나타나 항로 선택에 많은 영향을 준다.

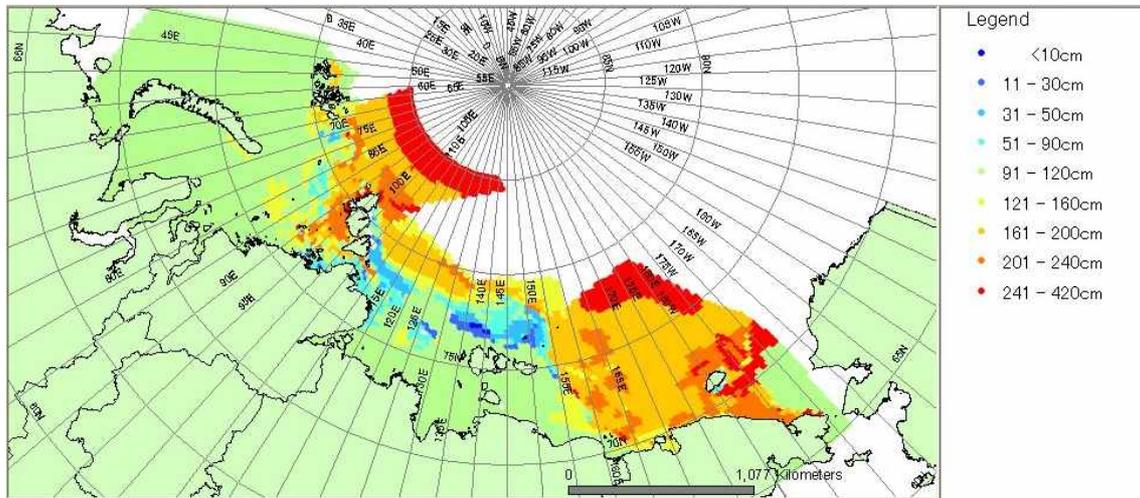


그림 3.12. 북극해 항로 부근의 얼음두께(일본해양정책연구재단, 2005).

2) 퍼들(Puddle)

해빙의 온도가 변화하면 얼음을 열거나 주변의 얼음을 녹이거나 해서 해빙 중 브라인은 평형의 무게를 유지하도록 변화한다. 여름에 기온이 상승해서 빙온이 결빙온도에 가까워지면 빙중 브라인의 양이 증가하여 해수 중량의 반절 가까이가 브라인으로 되고 해빙은 급속하게 강도를 잃는다.

수면 근처의 브라인은 해빙표면의 요철이 낮은 곳에 모이게 되는데 이를 퍼들(Puddle)이라고 부른다. 퍼들은 일사를 흡수해서 주위의 얼음을 녹임으로써 크고 깊게 자라게 된다. 기온이 일시적으로 내려가면 퍼들의 표면에 박빙이 펼쳐져 덮개가 생기는데, 바람이 있다면 기온이 빙점에 가까워도 증발 잠열이 덮개를 유지한다. 덮개를 통해 들어오는 일사의 흡수에 의해 퍼들 속의 수온이 영상을 보이는 적도 많다. 퍼들 속에 있는 물의 염분은 아래의 해수보다도 낮기 때문에 용해가 진행되어서 얼름이 얇게 되거나 얼음 속에 구멍이 생겨도 밀도가 작은 퍼들의 물이 아래로 흘러내리는 일은 없다. 다년빙 위의 퍼들 물은 브라인을 씻어내고 흐르기 때문에 다년빙의 표층은 염분이 거의 없는 얼음이 된다. 여름에는 다년빙 퍼들에 고인 물이 음료수로 사용되기도 한다.

퍼들의 형성은 적설의 상태에 의해 지배받지만, 기울기가 낮은 연안 정착빙에서 시작되어 시간과 함께 북극해 중앙부로 진행된다. NSR의 연안에서는 5월 하순에 퍼들이 생기기 시작하고, 북극해 중앙부에서는 약 1개월이 늦은 6월 하순경에 퍼들이 나타난다. 퍼들이 모습을 보인다면, 북극의 짧은 여름이 도래하게 된다. 해빙 내부용해의 잠열수지가 해빙을 열적 관성이 큰 성질로 만들어서 용해의 모습을 늦추고, 해빙역의 기온변화를 억제하는 역할을 한다.

3) 얼음 언덕(Ice Ridge)

해표면을 덮는 해빙은 두께가 1년빙은 1-2m, 다년빙은 3-4m이기 때문에 그 면적에 비해 매우 얇다. 바람이나 해류, 조류 등에 의해 움직이면서 전단력을 받아 깨지고 해표면이 얼굴을 내민다. 갈라진 틈은 크고 넓은 수로가 되기도 하지만 시간이 조금 지난 후에는 닫히게 되는 경우도 있다. 그 사이의 수면은 결빙해서 얇은 얼음이 퍼지지만, 닫힐 때에는 깨져 상하로 흐트러지고 원래의 얼음 위에 퇴적된다. 그 무게로 최초의 균열에 평행하는 새로운 균열이 생

기고 경사지고 다시 깨져 똑같은 두께의 빙동토가 겹쳐 쌓이게 된다. 이렇게 해서 최초의 균열을 따라 생긴 얼음 산맥을 얼음 언덕(Ice Ridge)이라고 한다. 이 때 물 속에서도 얼음이 눌러 내려가서 쌓이는데 이를 용골빙이라고 한다. 다년빙 가운데 얼음마루의 평균 높이는 보통 2-3m이지만, 때로는 8m를 넘는 정도로 발달하기도 한다.

다년빙에서 얼음마루의 높이에 대한 얼음의 두께의 비를 보면, 북극해 중앙부의 아이스마시프에서는 얼음 두께보다 얇은 얼음 언덕이 나타나나 카라해 남동부나 추크치해 등의 연안해역에서는 얼음의 두께보다 높은 얼음 언덕이 나타난다. 북극해에서 다년빙의 얼음 언덕 높이가 분포는 캐나다 연안이 3m로 높고, NSR 대륙붕상은 1-1.5m정도이다.

4) 얼음 변화

북극해 얼음층의 두께와 부피를 측정하는 NASA의 특수위성 ICESat(Ice, Cloud and land Elevation Satellite)의 관측결과에 의하면(그림 3.13), 북극의 얼음층 두께는 2004년부터 2008년까지 4년간 총 67cm(42%)가 얇아졌는데 이는 북극의 얼음층이 사라지고 있을 뿐만 아니라 남아있는 얼음층도 두께가 급속하게 얇아지고 있음을 나타낸다.

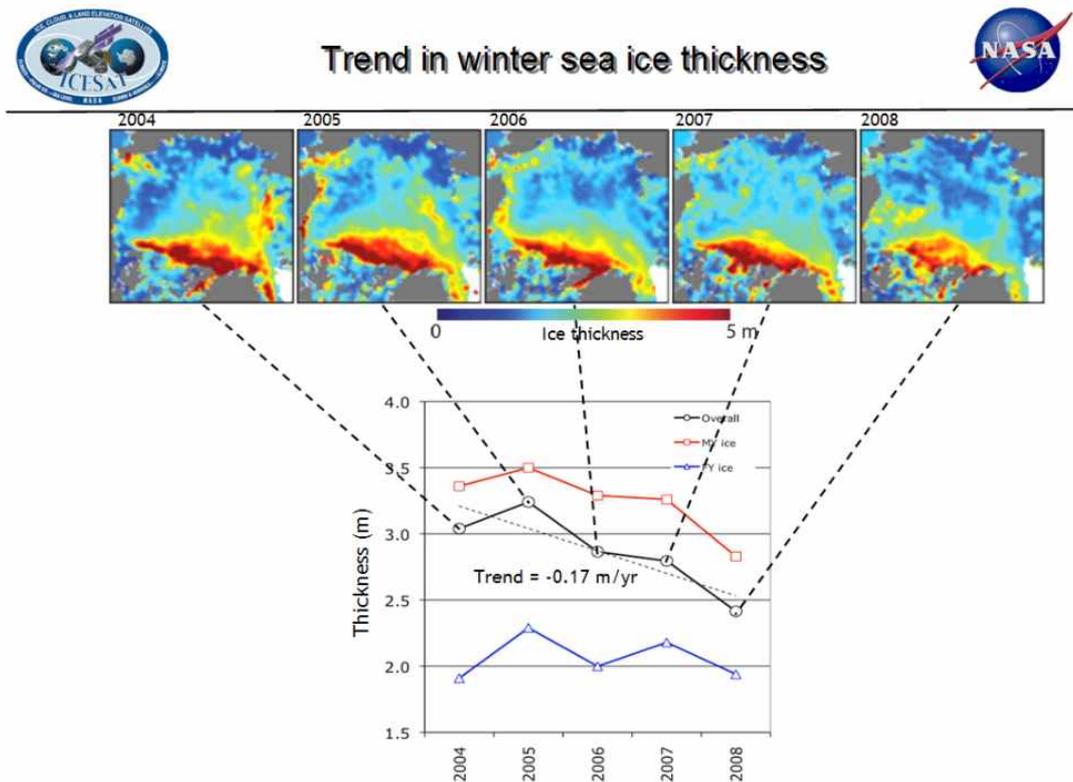


그림 3.13. 2004년부터 2008년까지 ICESat가 측정한 북극해 겨울 얼음층의 두께 비교 (Ron Kwok/NASA/JPL)(Arctic Council, 2009).

북극 얼음의 표면적도 계속 줄어들고 있다는 사실은 이미 오랫동안 알려져 왔는데 북극의 얼음층은 2004년부터 2008년까지 연평균 17.78cm 얇아졌고 매년 150만km²의 면적에서 얼음이 사라지고 있다. 얼음층의 두께가 얇아진다는 것은 얼음이 여름에 보다 빨리

리 녹게 된다는 사실을 의미한다. 최근 관측결과에 따르면 북극에서 겨울에 생성되는 얼음의 양은 여름에 사라지는 얼음의 양에 비해 훨씬 적은 상태다(그림 3.14). 이에 따라 여름에는 얼음에 덮이지 않은 면적이 더욱 증가하게 되는데, 이 때 태양빛은 밝은 얼음층에 의해 반사되지 못하고 어둡고 추운 바다로 흡수되게 된다. 즉, 바다가 이전 보다 훨씬 많은 열을 흡수하게 되는 것이다. 바다의 온도 상승이 해빙을 가속화시키고 얼음층이 녹으면서 다시 수온이 올라가는 악순환에 놓여있는 것이다.

한편 다년생 얼음과 일년생 얼음의 비율도 역전되고 있는 것으로 알려졌다. 2003년에는 북극 얼음의 62%가 다년생, 38%가 일년생 얼음이었으나, 2008년에는 일년생 얼음이 68%를 차지하고 다년생 얼음은 32%에 불과한 것으로 나타났다.

북극의 얼음은 지구의 기후에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 극지방의 찬 공기와 적도의 더운 공기가 기류와 해류는 물론 날씨를 결정하기 때문이다. 북극의 얼음이 녹으면서 해수면이 상승된다는 사실은 이미 잘 알려져 있다. 지구온난화로 유발된 북극의 이상 기후 현상이 북극바다의 온난화와 얼음의 해빙을 더욱 가속화시키는 악순환을 감안할 때 향후 북극의 얼음은 세계 기후에 더욱 큰 영향을 미치게 될 것이다.

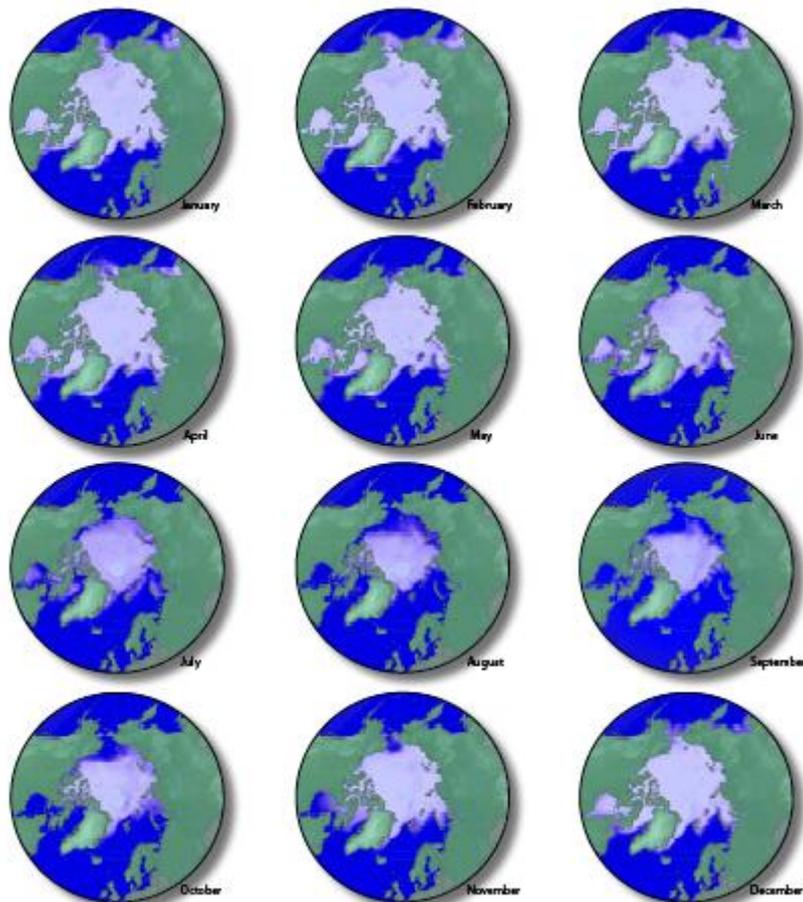


그림 3.14. 2004년 북극해 얼음의 월별 분포도(Arctic Council, 2009).

3. 천연자원

가. 북극권 자원

북극권의 천연자원은 크게

- 에너지자원: 석유, 천연가스
- 광물자원: 안티몬, 석탄, 다이아몬드, 형석, 금, 철, 수은, 중석, 주석, 티타늄 등
- 삼림자원: 타이가 숲
- 수산자원

으로 구분할 수 있다.

북위 60°이북인 북극지역은 지하자원의 보고이다. 광대한 육상과 대륙붕에는 삼림자원과 수산자원은 물론 금, 은, 동, 철, 아연, 주석, 니켈, 다이아몬드 등의 광물자원과 석탄, 석유, 천연가스 등의 에너지자원이 풍부하게 매장되어 있다.

북극권 에너지자원 분포와 매장량에 관해서는 최근 지구온난화로 인해 북극얼음의 해빙에 따라 개발가능성이 크게 부각되면서 주변 국가들을 중심으로 매우 활발한 연구가 이루어지고 있다. 최근 발표된 미국지질조사국(USGS) 보고서(2008. 7)는 석유 가스 매장 가능 유망지역으로 33개 지질구역을 제시하였고 각각의 구역에 대해 추정매장량을 산정하였는데 동시베리아 개발과 관련될 수 있는 곳으로는 10개 구역이 해당되고 있다(표 3.3). 이 보고서에 따르면 북극권에는 900억 배럴의 미확인 원유, 1670조 입방피트의 천연가스, 440억 배럴의 액화천연가스가 매장된 것으로 추정하고 있다(그림 3.15).

Table 1. Summary of Results of the Circum-Arctic Resource Appraisal

[MMBO, million barrels of oil; BCFG, billion cubic feet of natural gas; MMBNGL, million barrels of natural gas liquids; NQA, not quantitatively assessed. Results shown are fully risked mean estimates. For gas accumulations, all liquids are included as NGL (natural gas liquids). Provinces are listed in ranked order of total barrels of oil and oil-equivalent natural gas (BOE).]

Province Code	Province	Oil (MMBO)	Total Gas (BCFG)	NGL (MMBNGL)	BOE (MMBOE)
WSB	West Siberian Basin	3,659.88	651,498.56	20,328.69	132,571.66
AA	Arctic Alaska	29,960.94	221,397.60	5,904.97	72,765.52
EBB	East Barents Basin	7,406.49	317,557.97	1,422.29	61,755.10
EGR	East Greenland Rift Basins	8,902.12	86,180.06	8,121.57	31,387.04
YK	Yenisey-Khatanga Basin	5,583.74	99,964.26	2,675.15	24,919.61
AM	Amerasia Basin	9,723.58	56,891.21	541.69	19,747.14
WGEC	West Greenland-East Canada	7,274.40	51,618.16	1,152.59	17,063.35
LSS	Laptev Sea Shelf	3,115.57	32,562.94	867.16	9,409.87
NM	Norwegian Margin	1,437.29	32,281.01	504.73	7,322.19
BP	Barents Platform	2,055.51	26,218.67	278.71	6,704.00
EB	Eurasia Basin	1,242.15	19,475.43	520.26	5,109.21
NKB	North Kara Basins and Platforms	1,807.26	14,973.58	390.22	4,693.07
TPB	Timan-Pechora Basin	1,667.21	9,062.59	202.80	3,280.44
NGS	North Greenland Sheared Margin	1,349.80	10,207.24	273.09	3,324.09
LM	Lomonosov-Makarov	1,106.78	7,156.25	191.55	2,491.04
SB	Sverdrup Basin	851.11	8,596.36	191.20	2,475.04
LA	Lena-Anabar Basin	1,912.89	2,106.75	56.41	2,320.43
NCWF	North Chukchi-Wrangell Foreland Basin	85.99	6,065.76	106.57	1,203.52
VLK	Vilkitskii Basin	98.03	5,741.87	101.63	1,156.63
NWLS	Northwest Laptev Sea Shelf	172.24	4,468.12	119.63	1,039.90
LV	Lena-Vilui Basin	376.86	1,335.20	35.66	635.06
ZB	Zyryanka Basin	47.82	1,505.99	40.14	329.95
ESS	East Siberian Sea Basin	19.72	618.93	10.91	133.79
HB	Hope Basin	2.47	648.17	11.27	121.87
NWC	Northwest Canada Interior Basins	23.34	305.34	15.24	89.47
MZB	Mezen' Basin	NQA	NQA	NQA	NQA
NZAA	Novaya Zemlya Basins and Admiralty Arch	NQA	NQA	NQA	NQA
TUN	Tunguska Basin	NQA	NQA	NQA	NQA
CB	Chukchi Borderland	NQA	NQA	NQA	NQA
YF	Yukon Flats (part of Central Alaska Province)	NQA	NQA	NQA	NQA
LS	Long Strait	NQA	NQA	NQA	NQA
JMM	Jan Mayen Microcontinent	NQA	NQA	NQA	NQA
FS	Franklinian Shelf	NQA	NQA	NQA	NQA
Total		89,983.21	1,668,657.84	44,064.24	412,157.09

표 3.3. 북극권 구역별 에너지자원 추정매장량(USGS, 2008). 석유와 석유환산 천연가스의 총량 순으로 구역을 정리하였으며 구역코드는 분포도에 표시되어 있음.

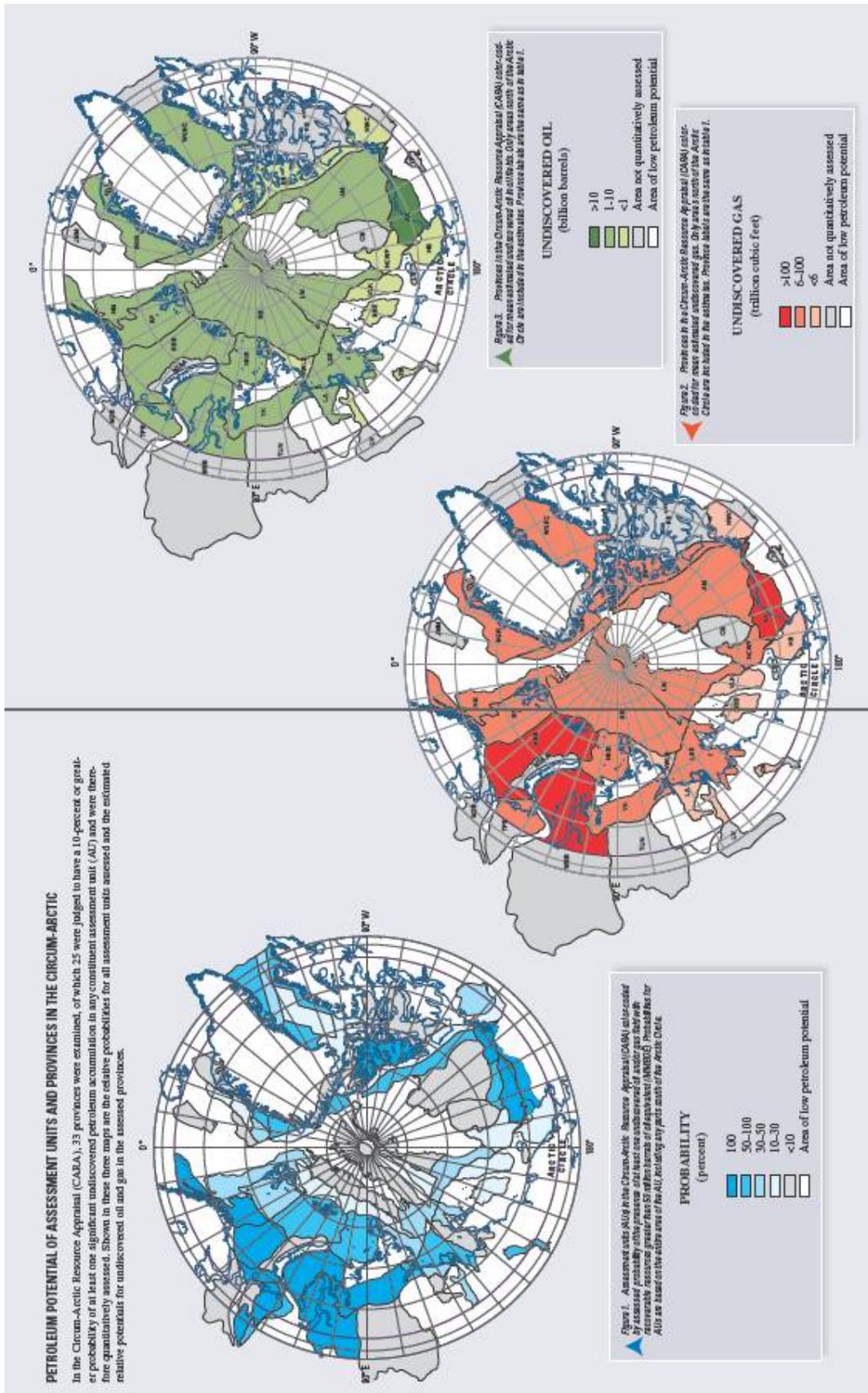


그림 3.15. 북극권 석유/가스자원 매장분포도(USGS, 2008).

나. 극동러시아 자원

1) 에너지 자원

러시아의 석유매장량은 151억톤(2002년)으로 사우디아라비아의 361억톤에 이어 세계 2위를 차지하며 유전은 2400곳 이상에서 확인되었고 있고 최소 1350곳에서 석유가 생산되고 있다. 그러나 대부분의 매장지역은 멀리 떨어져 있고 접근이 어려운 곳에 위치하고 있다(그림 3.16). 러시아에서 생산된 석유의 40% 이상이 수출되고 있는데 2할은 구 소련연방국가에 그리고 8할은 외국에 판매되고 있다.

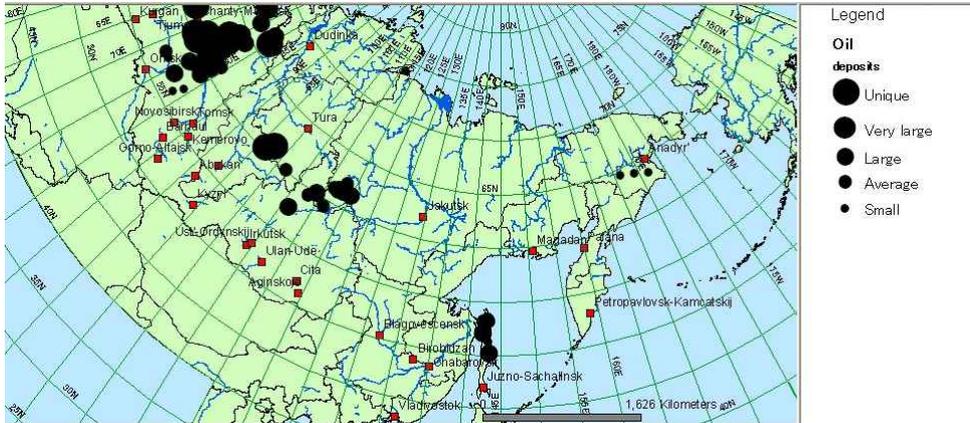


그림 3.16. 극동러시아지역의 석유 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

러시아의 가스 매장량은 대략 48조 m^3 로 추정되며 이라크 21조 m^3 , 페르시아만국가 18조 m^3 , 미국 5조 m^3 과 비교할 때 2.5-10배 가량 많은 양이며 전세계 매장량의 30.5%를 차지하고 있다. 가평가된 매장량만 해도 17조 m^3 에 이른다. 현재 800곳 이상에서 매장이 확인되었으며 Yamal-Nenets자치주에 있는 15곳에서 확인매장량의 55%를 차지하고 있다. 극동러시아에서는 Yenisei강 동부, 동시베리아, Sakha주, 극동 대륙붕(사하린, 오호츠크해 북동부, 베링해)에서 가스가 매장되어 있을 것으로 추정된다(그림 3.17).

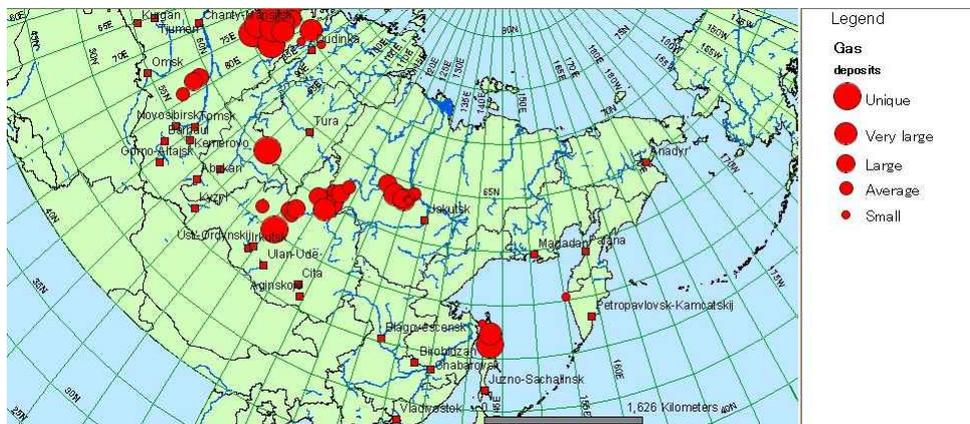


그림 3.17. 극동러시아지역의 천연가스 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

러시아 석유/가스 총 매장량 중 1/4이 동부지역에 매장되어 있으며 3개의 그룹으로 나눌 수 있다(그림 3.18).

- I. 대륙 내부 분지: 동시베리아의 동부와 남부에 위치한 Sakha주, Irkutsk주, Evenk주 지역
- II. 극동 분지: 서태평양연안에 위치한 Sakhalin부터 Chukot 반도까지 지역
- III. 유라시아 통항대 북극해 연안 분지: Laptev해, 동시베리아해, Chukchi해 지역

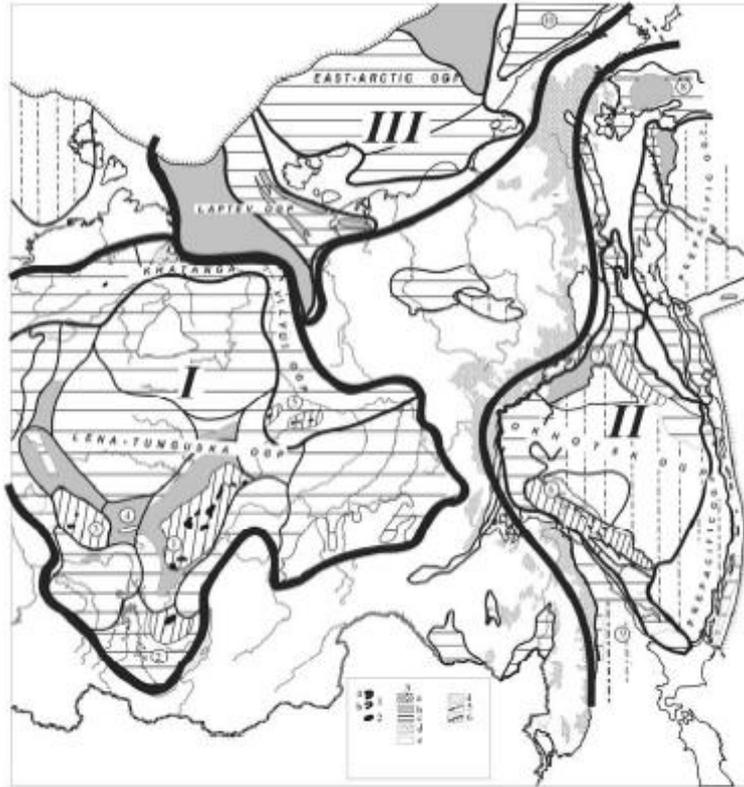


Figure 1 Oil-Gas Provinces and Basins of the East of Russia

1 - oil-geological elements and their boundaries: 1 - provinces (a), basins and separate depressions (b); 2 - hydrocarbon fields; 3 - density of initial total hydrocarbon resources in place, (thousand t/sq. km) o.e. in oil-gas provinces and basins: a - 51-300, b - 31-50, c - <30, d - areas with qualitative estimation, e - non-prospective areas; 4 - East-Asian volcanic belt; 5 - state boundary of RF; 6 - boundary of shelf.

Oil-gas provinces (OGP) and basins (OGB): I - group of intracontinental oil-geological elements: Lena-Tunguska OGP: 1 - Neja-Botaoba OGB, 2 - Angara-Lena OGB, 3 - Baikit OGB, 4 - Katanga OGB; Khatanga-Vilyui OGP: 5 - Lena-Vilyui OGB; II group of oil-geological elements of active West-Pacific margin: Okhotsk OGP: 6 - Okhotsk-North-Sakhalin OGB, 7 - Magadan - West-Kamchatka OGB; Prepacific OGP: 8 - Anadyr-Navarin OGB, 9 - West-Sakhalin OGB; III - group of oil-geological elements of passive margin: Laptev and East-Arctic OGP: 10 - South-Chukot OGB.

그림 3.18. 극동러시아에서의 석유/가스 생산지 분포(Grigorenko, 2006).

현재 143개소에서 매장이 확인되었고 그 중 5곳에서는 아주 큰 대규모 상태로, 11곳의 대규모 가스정과 10곳의 대규모 유정이 발견되었다(그림 3.17).

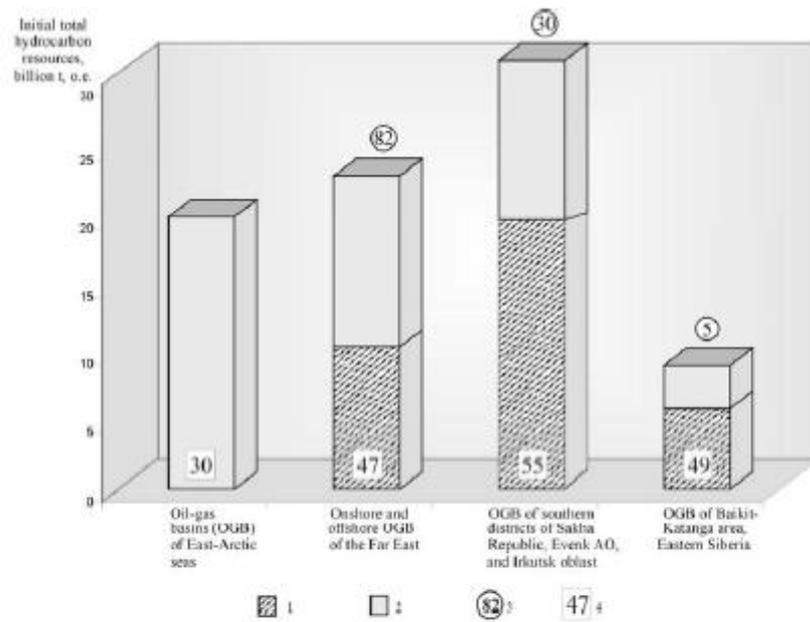


Figure 2 Size and Structure of Oil-Gas Resources in the Districts of the Most Resource Concentration, the East of Russia

Structure of hydrocarbon resources: 1 - effective resources of C₃ + D₁ cat., 2 - problematic resources of D₂ cat.; 3 - number of discovered fields; 4 - average density of resources, thousand t/sq. km.

그림 3.19. 동러시아에서 석유/가스 매장량(Grigorenko, 2006).

석유/가스 자원 개발을 위해서는 생산기지센타를 설치할 필요가 있다(그림 3.20). 이 센타를 통해 2020년까지 석유를 5,000만톤/년, 가스를 1,000억m³/년 생산하고, 2030년에는 석유를 7,500만톤/년, 가스를 1,400억m³/년 생산이 가능할 것이다.

이 센타의 생산을 지원하기 위해서는 운송 파이프라인 등 인프라를 적시에 구축하여야 하는데, 총 7,000km의 석유수송관과 9,000km의 가스수송관이 건설이 필요하다. 수송관 건설은 가급적 주 수송관을 동일 운송로에 건설하면 10-15%의 경비를 절감할 수 있다. 또한 생산된 가스를 정제하기 위해서는 천연가스액화공장을 건설하여야 하는데 현재 사하린 남쪽에서 연간 9.6백만톤규모의 공장이 건설되고 있다.

동시베리아 지역의 석유/가스자원을 개발하는데 소요되는 경비는 420억\$(대륙내부에 300억\$과 사하린 개발에 120억\$)로 추산되며, 총 비용의 30-32%가 수송인프라 건설에 소요될 것이다. 따라서 장거리 파이프라인 건설이 실현가능한 대안이 될 수 있다.

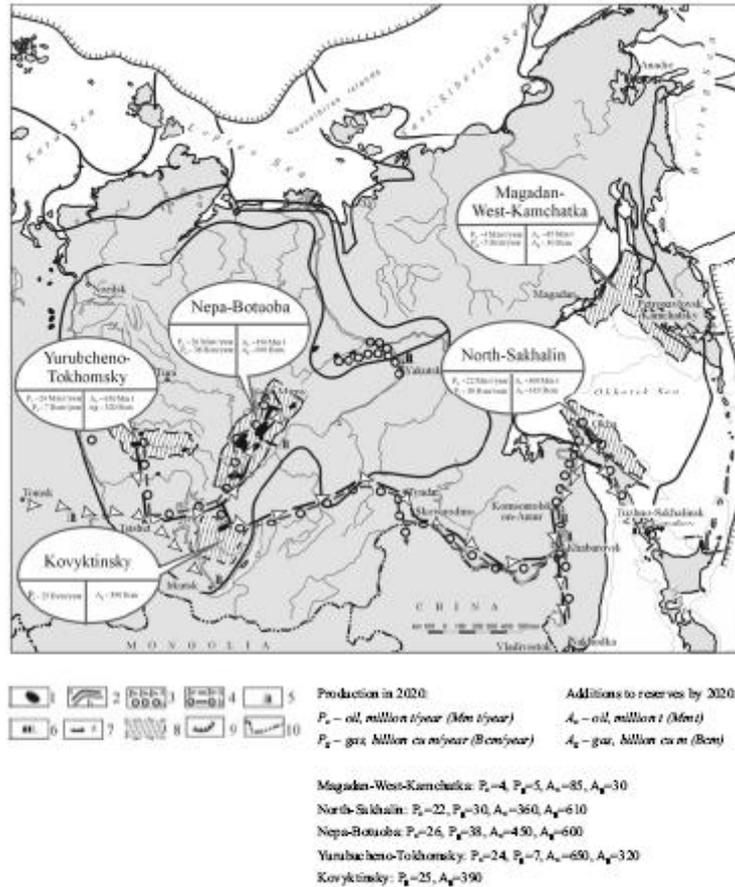


Figure 7 Centers of Oil and Gas Production (COGP) in the East of Russia

그림 3.18. 예상되는 동시베리아의 석유/가스 생산 센터(Grigorenko, 2006).

2) 광물 자원

극동러시아 광물자원 중에서 안티몬, 석탄, 다이아몬드, 형석, 금, 철, 수은, 중석, 주석, 티타늄, 등 10 종류에 대한 매장량분포를 각각 그림 3.21부터 그림 3.30까지의 지도상에 나타내었다.

광물자원으로 스칸디나비아 반도에서 콜라반도까지 철과 알루미늄이 생산되고, 예니세이(Yenisey)강 유역에는 동, 니켈, 백금, 코발트가 생산되며, 레나강 상류의 미르니(Mirnyy) 주변에서는 다이아몬드, 콜리마강 상류에는 금이 생산되고 있다. 석탄은 레나강 유역, 디슨(Dickson)에서 타이미르반도까지 매장되어 있다고 알려졌지만, 실제로 채굴 된 곳은 야말(Yamal) 반도 서쪽의 보르쿠타(Vorkuta) 탄광 주변이다.

일본의 경우 최근 러시아로부터 알루미늄, 동합금, 니켈원석의 수입이 증가하고 있다. 러시아에서의 알루미늄 정련은 구미 무역상사의 위탁생산에 의하여 행하여지고 있으며, 재료수입도 러시아로부터 직접 수입이 아니고 구미의 무역회사와의 수입계약이 개입되어 수행되고 있다. 러시아 상품의 움직임에 대해서는 간접적인 것이 적지 않아 실태조사를

바탕으로 한 장래예측 측면에서 주의가 필요하다.

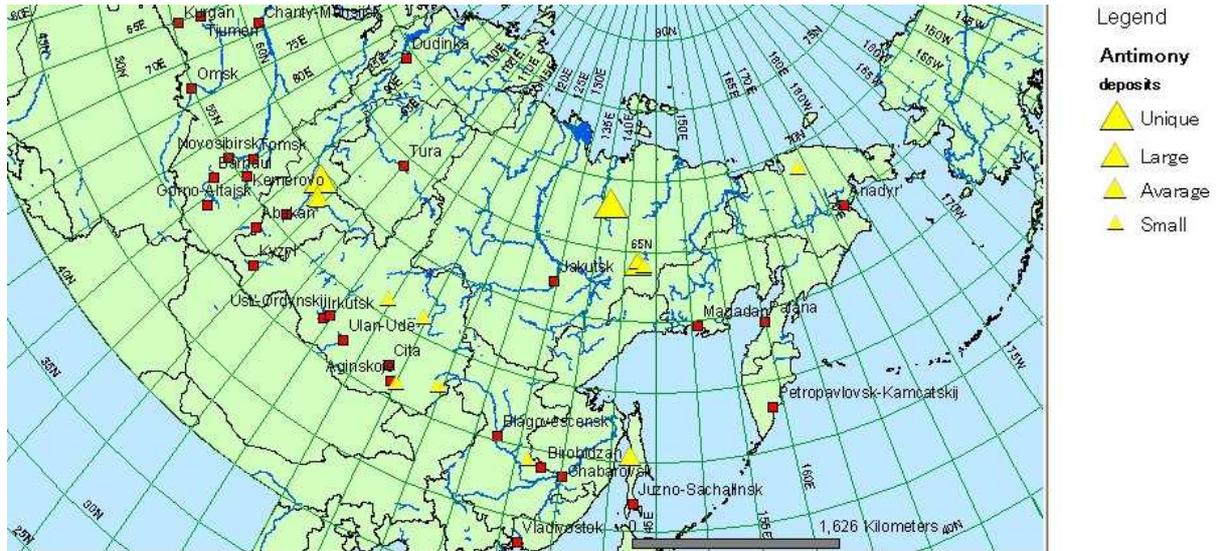


그림 3.21. 극동러시아지역의 안티몬 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

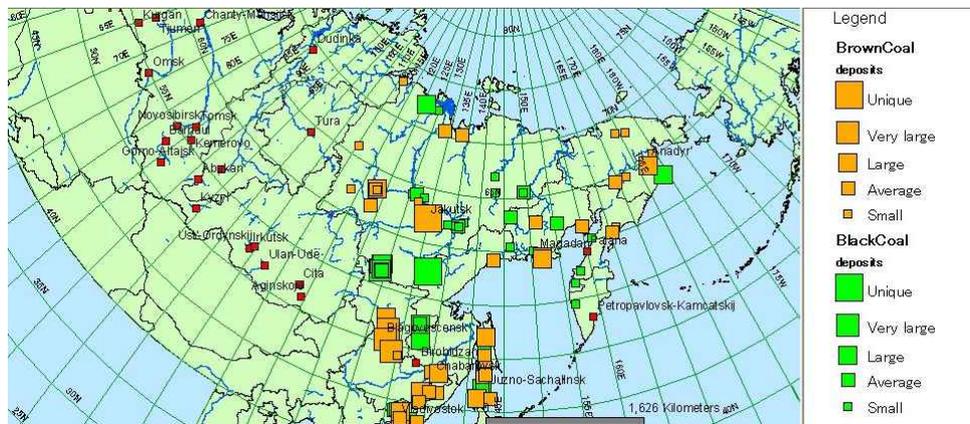


그림 3.22. 극동러시아지역의 석탄 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).



그림 3.23. 극동러시아지역의 다이아몬드 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

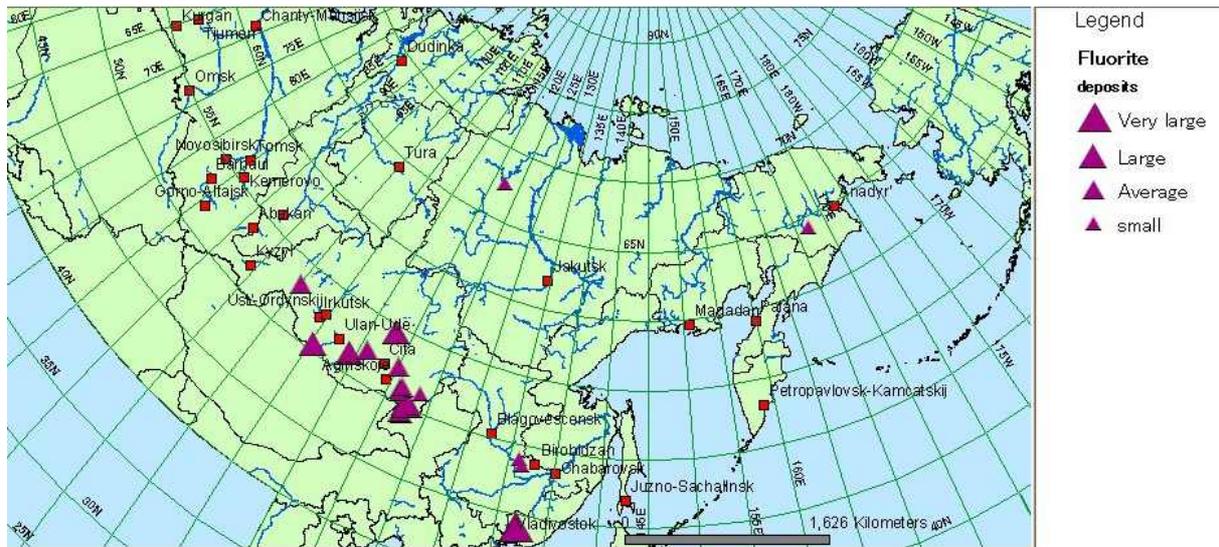


그림 3.24. 극동러시아지역의 형석 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

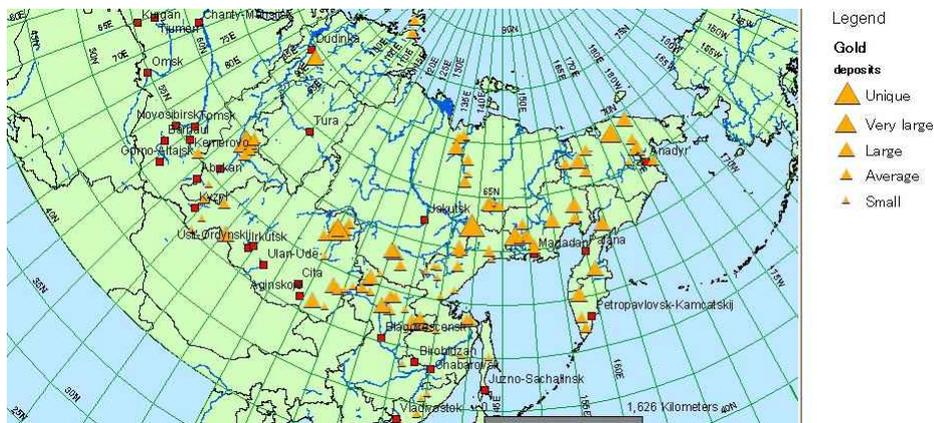


그림 3.25. 극동러시아지역의 금 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

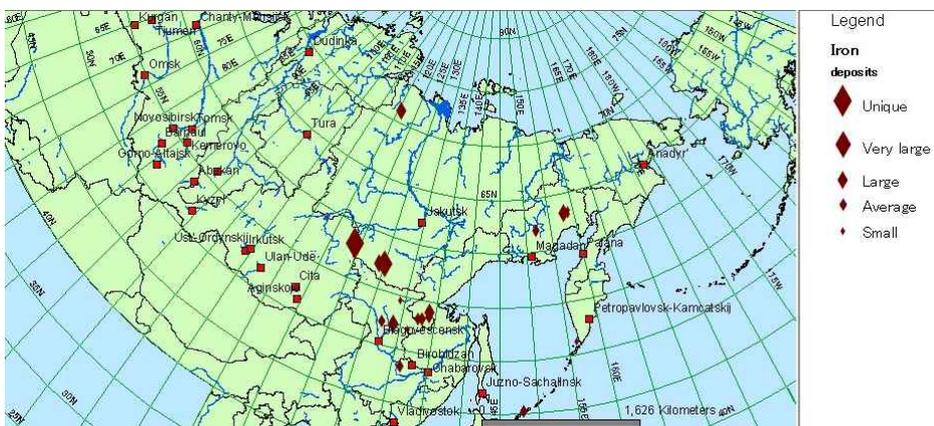


그림 3.26. 극동러시아지역의 철 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).



그림 3.27. 극동러시아지역의 수은 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

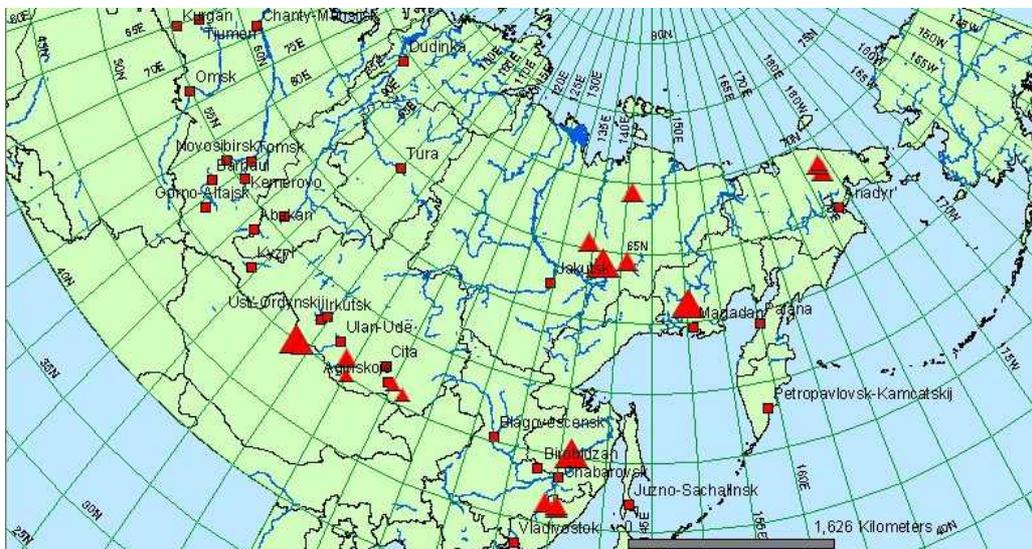


그림 3.28. 극동러시아지역의 중석 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

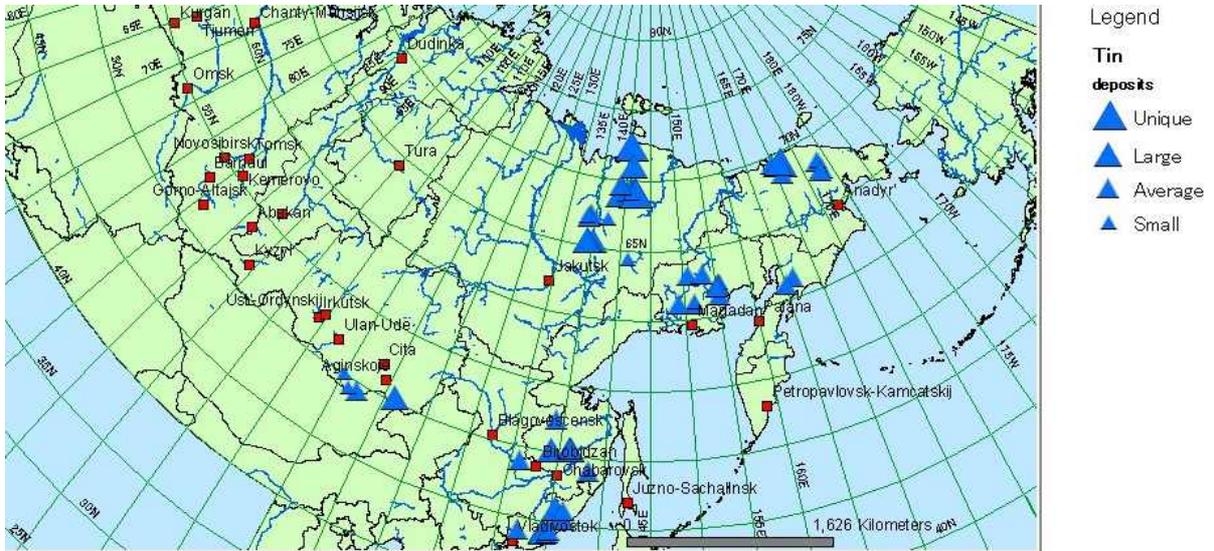


그림 3.29. 극동러시아지역의 주석 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).



그림 3.30. 극동러시아지역의 티타늄 매장 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

3) 삼림 자원

극동러시아의 삼림은 대체로 북위 60° -70° 사이에서 광범위하게 분포하고 있다(그림 3.31). 겨울에 기온이 -40℃ 이하이고 일조시간이 거의 없는 북위 60°이북의 대지에 대삼림지대인 타이가(taiga)가 존재한다. 타이가는 원생림(침엽수림)을 의미하는 시베리아 원주민의 호칭이지만 지금은 넓게 북반구의 아한대에 분포하는 침엽수림 전체에 대해 사용되고 있다. 낙엽침엽수의 ‘밝은 타이가’와 상록침엽수가 주체인 ‘어두운 타이가’가 있는데 시베리아의 타이가 면적은 아마존의 열대 우림 면적보다 크다.

빙구동토의 표층은 여름에 녹고 겨울에 얼기 때문에 활동층(active layer)이라고 불린다. 활동층의 아래는 단단하게 동결된 영구동토가 있고, 물을 통과시키지 않기 때문에 여름에 녹은 물은 활동층에 괴어있게 된다.

타이가는 지표 밑 20cm 이내인 활동층내에 뿌리를 뻗어 큰 나무를 지탱하고 있다. 동토의

용해가 활동층의 아래인 영구동토까지 진행된다면 나무 뿌리는 쓰러져 버린다. 그리고 그곳은 다시 일사를 흡수해 함몰되고 연못을 만들면서 아한대수림은 붕괴되어 간다. 빙구동토가 용해해 체적감소에 의한 침하가 만든 그릇 모양으로 움푹 패어진 곳을 alas라고 한다. 그 저지에 물이 모여 겨울에는 얼지만, 다음 해 여름에는 다시 녹아 침하된다.

시간이 흐르면서 깊이가 3-20m 넓이가 0.5-100km²에 달하는 곳이 생긴다. 얼음이 많은 곳에서는 물이 고여 늪이나 호수가 존재하게 된다. 겨울에 얼고 여름에 녹아 지하에 침투되지 않는 물이 큰 연못이나 호수를 만드는 모습은 시베리아뿐만 아니라 알래스카 북부인 North Slope 등에서도 볼 수 있다.

아한대 수림대의 북쪽에서는 활동층이 얇아 높이가 낮은 나무밖에 자라지 않는 툰드라로 변화되어 간다.

목재는 동남아시아에 비견할 만큼 러시아가 자랑하는 자원이다. 러시아목재는 소나무계통의 통나무가 주력이다. 일본의 경우 1997년도에 러시아로부터 수입하는 목재가 미국을 앞질러 수위를 차지한 실적도 있으나 현재에는 대 아시아 무역에서 러시아 목재의 중요성은 저하하고 있다. 그러나 동남아시아 목재나 북아메리카 목재 생산의 장애가 결코 밝지 않을 것으로 예상되면서 미래에는 러시아 목재의 기대가 다시 높아질 것으로 예상하고 있다. 러시아의 타이거 수림은 매년 화재로 막대한 면적의 삼림이 소실되고 탄산가스발생에 의한 대기오염과 영구동토에의 영향 등이 우려되고는 있으나, 삼림보호와 나아가 지구환경보호를 위해서도 난벌을 피하고 계획적인 목재생산이 실시되어야 한다.

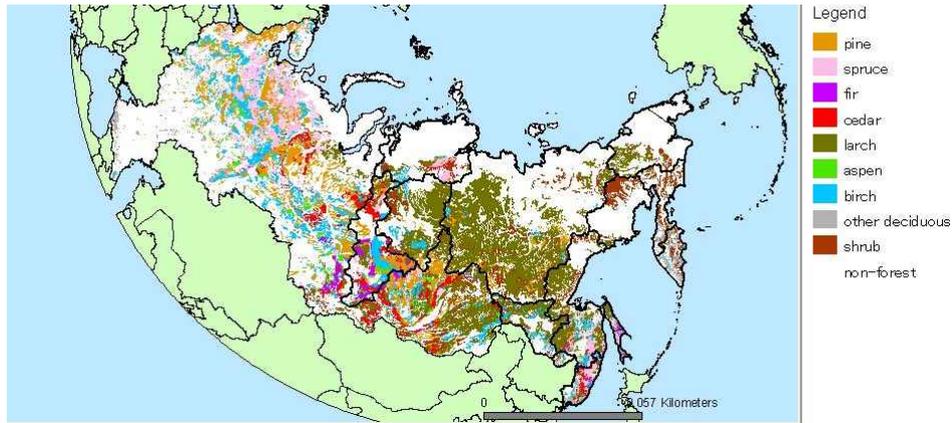


그림 3.31. 극동러시아지역 삼림 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

4) 수산 자원

극동러시아 해역에서의 수산자원은 정확한 조사가 이루어져 있지 못하여 파악이 어렵다(그림 3.32). 수출을 염두에 둔 러시아 지역의 수산자원개발은 미지의 영역이다. 이 해역에는 동양계 민족의 기호에 맞는 어패류도 풍부하고, 정착원주민의 자활수준을 넘는 어획 가능성과 생태계 전체에 미치는 영향에 대해 신중한 조사가 필요하다. 특히 극동의 오호츠크해역에서는 무분별한 남획으로 인해 수산자원은 곧 고갈의 위기에 처할 것으로 우려된다.

일본의 경우 최근 러시아로부터 수입상품 중 가장 많은 것이 어패류로서 연간 수입액은 10억달러를 상회하며, 전체 수입량의 30%가까이를 점유하고 있다. 게, 새우, 연어알, 명태 등이 해당된다. 어패류의 대 아시아 수출은 수산자원보호의 관점에서는 바람직하지

않아 러시아 및 아시아 국가들 상호간에 이성적 대응이 요구된다.

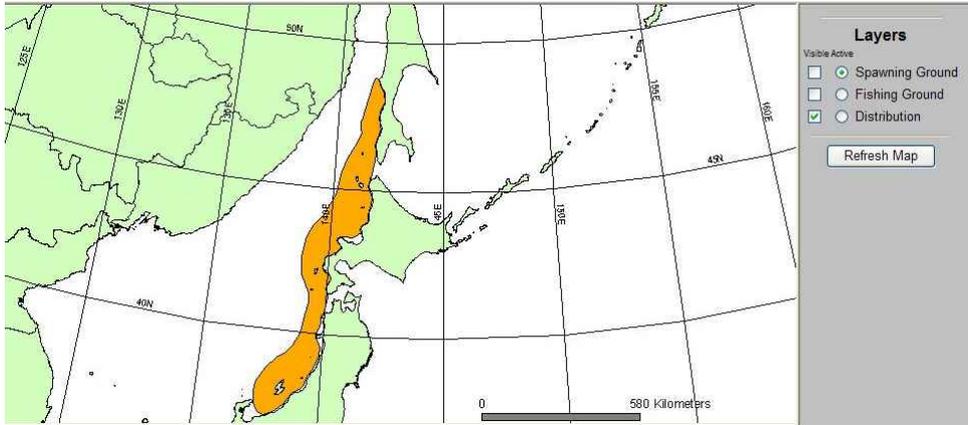


그림 3.32. 일본주변에서 명태의 분포도(일본해양정책연구재단, 2005).

4. 극동러시아의 운송 인프라

가. 개황

극동러시아의 도시와 마을은 교통수단이 극히 제한되어 있고 또한 광활한 황야사이에 흩어져 있다. 여름철 동토대 해빙은 이 지역내 운송 기반시설 구축에 많은 어려움을 주고 있고 대규모 하천은 강 양쪽 지역을 연결시키는데 장애가 되고 있다. Vladivostok, Khabarovsk, Yakutsk, Mirny, Magadan, Yuzhno-Sakhalinsk, Okha, Petropavlovsk-Kamchatsky 등 오직 10여개의 도시만이 정규 상업 항공노선을 보유하고 있다. 한편, 남부지역 몇 개의 도시들만이 철도망에 의해 연결되어 있으나 북부에서는 상업 항공운항이 실시되는 도시가 극히 적고 철도는 아예 부설되지도 않고 일부 도시는 육상교통로가 전혀 없이 오직 강들과 북방향로만이 유일한 운송로가 되고 있다. 이 강들은 하계동안은 수로로 활용되며 동계에는 동계도로 역할을 담당하고 있다.

자원개발 시 개발대상지까지 자재, 장비, 인력을 운반한다든지 개발된 원자재를 수요처까지 실어 나르려면 운송로가 반드시 확보되어야 한다. 극동러시아에서의 운송은 도로, 철로, 하천이나 강, 항공로, 해상수송로 등에 의해 이루어지고 있다. 도로와 철도를 포함하는 육상운송로의 분포는 그림 3.33과 같다.

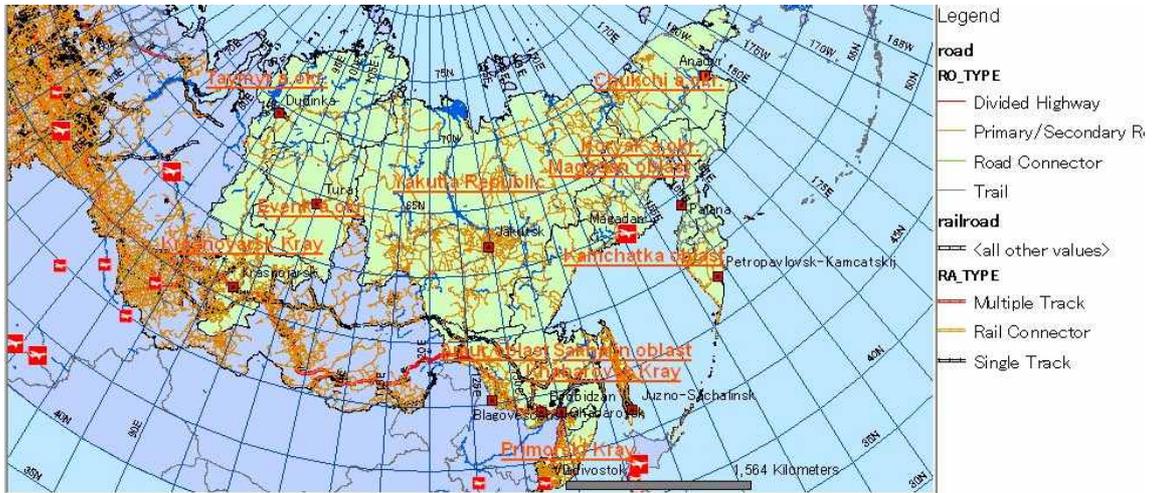


그림 3.33. 극동러시아 지역의 육상교통망(도로, 철도)(일본해양정책연구재단, 2005).

한편 해상교통로는 여름철에 주로 이루어지고 있으나 쇄빙선 이용이 필수적인데 주요 항로는 그림 3.34와 같다.

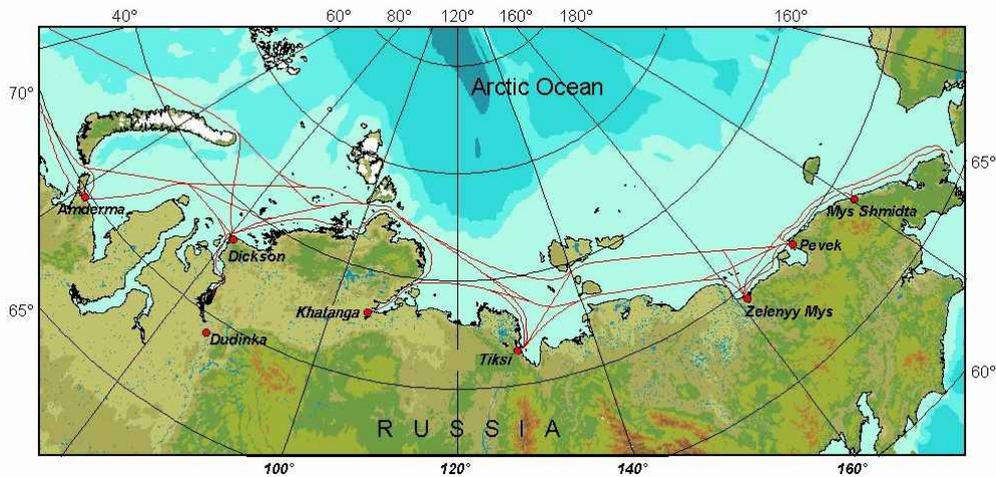


그림 3.34. 북극해 해상교통로(항로)(한국해양연구원, 2003).

러시아 전체 국제교역량은 2004년 450,000,000톤인데 극동러시아가 16%를 차지하고 있고, 이 중 77%는 Primorye주 항구를 통해 해상으로 운송되고 있다. 주요 운송품목은 석유/석유제품 및 가스, 석탄, 컨테이너가 차지하고 있다. 현재 러시아 수송정책은 운송망 건설 뿐만 아니라 부가적으로 경제발전도 아울러 도모하고 있기 때문에 극동러시아 지역에서는 기간선으로 Baikal-Amur 철도와 Amuro-Yakutsk 철도 완공을 추진하고 있으며 이와 연계되는 보조 도로망의 완비와 Primorye주 항만시설 개발에 초점이 맞추어져 있다.

결론적으로 극동러시아에서 천연자원 개발 시 고려해야 할 중요한 요소는 운송시스템 구축이며 이에 대한 해결책 중 하나가 강과 북방항로의 활용이 고려되어야 한다.

나. 극동러시아 도로망

유럽과 극동러시아를 연결하는 도로망의 근간으로 시베리아횡단철도와 나란히 달리는 모스크바로부터 Primor주 항구까지 이르는 세계에서 가장 긴 고속도로가 있는데 현재 Amur주 구간만 제외하고 전구간이 개통되어 있다(그림 3.35).

극동러시아 구간의 전체 도로 길이는 7,800km에 달하고 Ussuri, Kolyma, Amur 등 3개의 연방고속도로가 있다. 대부분의 구간 특히 도시외곽 구역에서는 비포장도로이며 포장도로의 80%는 극동러시아 남부역 또는 사하린섬에 위치하고 있다. 북부역에서는 열악한 환경과 동토대로 인해 도로 건설에 어려움이 많다. 따라서 이와 같은 도로망의 미비는 극동러시아 개발에 장애가 되고 있으며 이에 따라 Chita-Khabarovsk간 고속도로 완공, Yakutsk-Vilyui-Mirny-Irkutsk주 사이 경계지역 개발, Kolyma와 Lena 지역 접근로 건설 등이 러시아 연방정부의 운송전략으로 거론되고 있다.

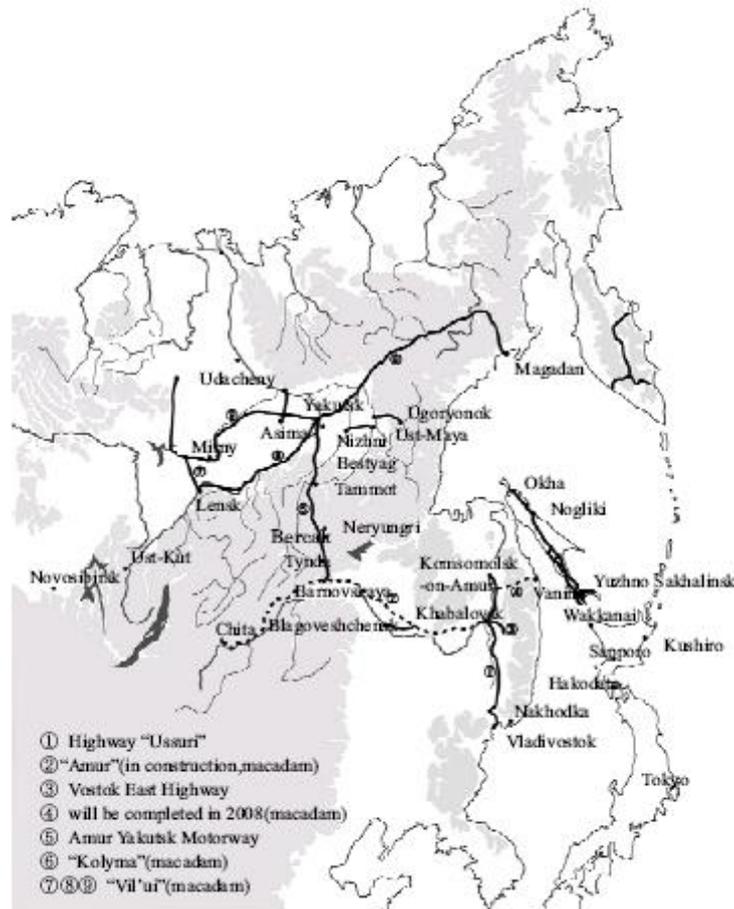


그림 3.35. 극동러시아 도로망(Otsuka, 2006).

1) 극동러시아 남부역의 도로망

Vladivostok과 Khabarovsk를 잇는 Ussuri 고속도로는 1935년 건설되었는데 길이가 800km 이상이고 남북 방향을 이어주고 있다. 이 고속도로의 동편에서 총길이 700km인 동Vostok 고속도로를 건설 중에 있다. 한편 2000km에 이르는 Amur고속도로가 건설되면 시베리아횡단 고속도로가 동서 방향으로 연결될 수 있게 된다. Khabarovsk에서 동쪽으로 Vanino항구까지를 잇는 Komsomolsk-on-Amur 고속도로가 완공을 눈앞에 두고 있는데 일부 구간은 2008년 개통되었다.

2) 극동러시아 북부역의 도로망

북부역에 속하는 Sakha공화국은 면적이 러시아 전체의 18%를 차지하고 있지만 도로 사정은 매우 열악하여 대부분의 도로가 도시내로 한정되고 있다. 교외로 확장하여 도시간을 연결되지 못하고 있는 이유는 광범위한 동토대, 도시간 이격거리, 많은 강과 하천 위 교량 건설, 험준한 산악지역에 기인되며 이에 따른 높은 건설단가를 들 수 있다. 현재 연결수단으로 동계도로와 강이용 수송이 주로 활용되며 간혹 항공편도 이용되고 있다. 공화국 수도인 Yakutsk를 중심으로 도로망이 구성되어 있는데 러시아 최대 다이아몬드 생산지인 Mirmy까지 연결되어 있다.

Magadan주에는 수도인 Magadan과 Susuman 두개의 도시가 있는데 철로는 없고 도로만으로 연결되어 있다. Kolyma연방고속도로가 Yakutsk주와 Magadan주를 연결해주고 있으며 금광개발을 위한 도로들과 연결되고는 있으나 매우 험준하다.

다. 극동러시아 철도망

1) 시베리아횡단철도(TrnasSib)와 바이칼-아무르 간선(BAM)

극동러시아 지역내 화물운송은 시베리아횡단철도(TrnasSib)와 바이칼-아무르 간선(BAM)에 주로 의존하고 있다. 시베리아횡단철도(TrnasSib)는 러시아에서 가장 긴 노선으로 9,297km에 이르며 모스크바에서 블라다보스톡 또는 나훗카 향까지 연결하고 있다(그림 3.36). 시베리아횡단철도는 2002년까지 전철화 작업을 완료하였고 현재 전 노선이 복선화되어 있다. 그러나 전철구동면에서는 교류와 직류 체계가 혼재되어 있어 향후 해결해야할 숙제로 남아있다. 시베리아횡단철도를 통해 운송되는 화물은 주로 석유제품, 석탄, 목재, 철강재, 비철금속, 수산물 등이다. 한국과 일본으로부터 오는 화물도 매우 많다. 시베리아횡단철도의 운송능력은 1억 TEU로 추정되고 있으나 현재는 50-70%만이 이용되고 있다.

바이칼-아무르 간선(BAM)은 Tartar해협에 연한 Vanino항에서부터 TrnasSib와 BAM이 만나는 Tychet까지 TrnasSib 북쪽 200-500km에 위치하여 타이가숲 지역을 지나고 있으며 그 길이는 4,300km이다. 2003년에 완전히 개통되었으며 많은 지선을 갖고 있다. Vanino와 Lena-Vosocheny사이는 단선이고 전철화가 되어 있지 않으나, Lena-Vosocheny와 Tychet사이 720km 구간은 복선으로 전철화되어 있다. 그러나 BAM은 급경사구간과 급회전구간이 많아서 향후 대규모 수송시 장애요인이 될 것이다. 앞으로 극동러시아 북부지역의 천연자원개발에 큰 역할을 담당할 수 있겠지만 현재는 많이 이용되고 있지는 못하다.



그림 3.36. 극동러시아 철도망(Otsuka, 2006).

2) 사하공화국의 철도망

사하공화국의 철도망은 최남부 지역을 제외하고는 북부지역에서는 철도가 부설되어 있지 않다. BAM선이 사하공화국의 남쪽 경계를 통과하고 있으며 지선이 북쪽으로 Tinda에서 Tommot까지 연결되고 있다. 또한 BAM선의 Tinda와 TransSib선의 Bamovskaya가 지선으로 연결되어 있다. 2004년 8월 처음으로 Tommot에서 모스크바까지 열차가 직접 운행되었는데 국제 컨테이너 화물뿐만 아니라 사하공화국 남부에서 생산되는 석탄과 석유도 운송되고 있다. 이 철도를 이용하여 향후 년 6-7백만톤의 화물운송이 예상되고 TransSib선을 이용하여 Khabarovsk까지도 가능할 것으로 예상되고 있다. 남북지선의 마지막 구간인 Tommot에서 Yakutsk까지 444.6km 구역은 2010년에 완공될 예정이다.

라. 극동러시아의 해상과 하천 운송

1) 일반현황

러시아 극동 지역에서는 광활한 면적에도 불구하고 화물운송을 위한 관문항은 매우 적다. Amur고속도로 완공 이전에는 시베리아 횡단철도가 유럽과 연결할 수 있는 유일한 육상 운송통로였는데 이는 태평양연안에 위치한 항구와 북방항로(NSR)가 극동지역 경제 활동에 중요한 역할을 하고 있음을 의미한다. Magadan, Kamchatska, Sakhalin 뿐만 아니라 Sakha 및 Krasnoyarsk주 북부지역에서는 해상운송이 유일한 화물운반 수단이 되

고 있다. 극동지역에는 22개의 상업항과 12개의 어항 및 소항구가 있는데 이들 중 일년 연중 이용이 가능하여 지역경제에서 중요한 역할을 하고 있는 항구로는 Zarubino, Posyet, Vladivostok, Nakhodka, Vostochny, Vanino, Magadan, Petropavlovsk-Kamchatski, Korsakov, Kholmsk 등이다. 년중 이용 가능한 항구들 대부분은 Primore, Khabarovsk 그리고 Sakhalin주에 속하고 있으며 태평양, 동아시아, 북미 등으로 향하는 관문이 되고 있다.

한편 Rena강이나 Amur강변에 있는 하천항구 대부분은 결빙으로 인해 겨울철에는 이용할 수 없다. 북극해에서나 오호츠크해에서는 항구 대부분을 제한된 시기인 여름철에만 항해에 이용할 수 있다. 북극해에 위치한 Tiksi항과 Pevek항은 극동 북부지역의 화물운송 통로 역할을 수행하고 있다. 보급기지를 포함하고 있는 NSR(북방항로)은 유럽과 태평양 연안을 잇고 있다(그림 3.34 참조).

1990년대 러시아 경제 붕괴 이후 극동지역 항구 대부분에서는 화물취급량이 예전에 비해 1/3~1/10으로 감소되었다. 그 이후 항만시설은 노후되어 제 기능을 발휘하지 못하고 있지만 최근에는 선박화물량이 더 이상 줄지 않거나 약간 증가하고 있다.

동해에 있는 Vladivostok, Nakhodka, Vostochny, Vanino 항구는 시베리아 횡단철도와 BAM에 연관되는 극동 러시아 주요 항구들이다. 이 항구들은 러시아 화물이 태평양으로 가기 위한 관문이다. Vanino항구에서는 Kholmsk, Magadan, Petropavlovsk, Otaru (일본), 부산까지 여객 운송을 포함한 다양한 해운서비스를 시행 중이다.

2) 연안 항구

Magadan항구의 경우 연간 화물운송은 1991년에 3,000,000톤이었으나 2002년에는 700,000톤으로 감소하였고 최근에는 안정된 상태를 유지하고 있다. 부두의 깊이는 8m이고 길이는 1,400m이다. 현재 15개 화물크레인이 작동 중이지만 노후화로 인해 성능이 저하되고 있다. 항구에서의 조차는 최대 5m이며 항내 바다는 1월부터 5월사이에는 50-60cm 두께의 얼음으로 덮히고 있다. 이 기간동안에는 부두 주변 얼음을 깨기 위해 쇄빙선이 사용되고 깨어진 얼음은 강한 북서풍으로 항구 밖으로 이동되어 항내에는 얼음이 보이지 않게 되는 경우도 발생한다. 3월과 4월에는 해안에서 300마일 이내를 항해하는 선박은 연방법에 의해 쇄빙선의 호송을 받아야만 한다.

Petropavlovsk-Kamchatsky항구에서는 화물운송량이 3,000,000톤으로부터 750,000톤까지 줄었다, 이 화물운송량의 70%까지를 컨테이너 화물이 차지하고 있으며 생활용품들이다. 주 항로는, 쿠릴제도를 경유하여 Sakhalin섬까지 여객선이 운항되기도 하지만, 쓰가루해협을 통과하여 Vladivostok에 이르는 항로이다. 관광목적으로 20명 정도 승선할 수 있는 규모의 유람선이 미국 등 타국으로부터 운항되기도 한다. 10m깊이와 150m 길이의 12개 선석이 있는데 겨울철 얼음이 얼지 않아 연중 내내 사용할 수 있다.

3) 하천 항구

극동러시아 북부지역과 같이 도로와 철도가 건설되지 못한 곳에서는 하천을 이용한 수송이 오랫동안 애용되어 왔다(그림 3.37), 항행이 가능한 강들은 Amur(Khabarovsk주, Jewish주, Amur주), Ussuri, Amgun, Naya, Tunguska(Khabarovsk주), Zeya,

Selemdzha, Bureya(Amur주), Lena, Viluy, Kirenga, Vitim, Oleka, Aldan, Indigirka(Sakha주),Kolyma(Magadan주, Sakha주), Anadyr(MAGadan주) 등이며, 이들 중 하천 수송이 일반화된 곳은 Khabarovsk주, Sakha주, Magadan 주에 있는 강이다.

가) 극동러시아 남부지역에서의 하천 수송

극동러시아 남부지역에서는 Amur강과 지류들이 내륙수로로 이용되고 있다. 항행가능한 수로의 총길이는 6,000km에 이르며, 주 항구로는 Blagoveshchensk, Khabarovsk, Komsomolsk-on-Amur가 있다. 화물은 주변 지역으로 운송될 뿐만 아니라 강 하구와 바다를 거쳐 Sakhalin섬, Primorye주, Magadan주까지 운반되고 있다.

Amur강 중간에 자리잡고 있고 오토츠크해로부터 900km 떨어진 Khabarovsk 항구에서는 부두 길이가 300m이며 수심은 4-6m에 이른다. 이 항구에서는 년 2,400,000톤-3,000,000톤의 화물이 취급되고 있는데, 주된 품목은 건설용 하천 모래와 목재이다. 수출화물은 Amur강 상류에 위치한 중국으로 향하기도 하고, 하류에 위치한 Komsomolsk-on-Amur를 거쳐 일본과 한국으로 운반되기도 한다. Akha강에는 Khabarovsk와 비슷한 항만 설비를 갖춘 곳이 있다. Amur강은 강을 따라 위치한 도시간 뿐만 아니라 러시아와 중국 사이의 여객수송에서도 크게 기여하고 있다.

항구 운영은 10월부터 5월까지 사이에는 결빙과 눈보라로 인해 중단된다. 일반적으로 하천 준설은 필요치 않으며 3,000톤급 동력선이 강을 따라 항행할 수 있다. 2001년 여름에는 강수면이 전례없이 낮아져 여객과 화물의 운송이 제한되고 일부 구간은 운항이 중단되기도 했다.



그림 3.37. 극동러시아 하천운송망(Otsuka, 2006).

나) Sakha공화국내 하천 운송

Lena강은 길이가 4,400km에 이르고 북극해로 흘러 들고 있는데, 이 강은 Sakha공화국을 동서로 나누고 있다. 이 강 전체는 지류에 해당하는 Viluy, Aldan, Olekma, Vitim 강들과 함께 항행이 가능하다. 이 강을 따라 하천 항구와 Osetrovo(Ust-Kut강), Kirensk, Lensk, Yakutsk, Sangar, Viluyk(Viluy강), Ust-Maya(Ardan강)와 같은 도시들 사이에 화물과 승객이 오가고 있다. 또한 Lena강 하구 오른쪽에 NSR 접안 항구 중 하나인 북극항구인 Tiksi가 있다.

러시아 극지 지역에서 눈녹음은 강 남부로부터 시작되는데 이는 상류역에서 하류역으로 진행됨을 의미한다. 그 결과 눈이 녹아 불어난 강물은 하류에 있는 결빙지역에 의해 흐름이 막히고 이따금 깨어진 얼음 조각들이 엉키어 붙게 된다. 이렇게 강물이 불어나 수위가 오르면 봄철에 강변 도시에서는 홍수가 가끔씩 발생하게 된다. 불어난 강물은 Yakutsk에서 부두 높이를 평소보다 5m가량 높히기도 하고 상류 항구에서는 최대 14m까지 상승시키기도 한다.

Sakha공화국 수도인 Yakutsk의 Lena강변 항구는 Lena강 전체 길이의 중간부분에 위치하고 있으며 강 왼편에 자리잡고 있다. 부두는 강둑을 따라 매립된 습지대 위에 건설되었고 1개의 컨테이너 크레인과 15개의 화물 크레인을 갖추고 있다. 부두 깊이는 3.8m이고 Yakutsk와 Tiksi사이의 항로 깊이는 2.5m이다. 이 수로는 예전에는 3.0m 깊이였으나 예산부족과 항행선박수 감소에서 비롯된 준설작업 중단으로 수심이 낮아졌다. 수심유지를 위한 준설 용량은 900,000m³에서 10,000,000m³에 달하며 준설된 모래의 일부는 건축자재로 재활용되고 있다.

화물회전량은 1,600,000톤으로 1990년대에 비해 1/10 정도이다. 주 운송품목은 석탄, 석유, 목재, 그리고 컨테이너이다. 강을 따라 주변 도시들을 오가는 여객 수송도 이 지역에서는 중요한 몫을 차지하고 있다. 운영시기는 6월부터 11월이다. Lena강으로부터 Tiksi와 북극해를 경유하여 Indigirka강과 Kolyma강을 오가는 5,000톤급 화물선도 있으며, Yakutsk에서 Tiksi사이를 왕복하는데는 1주일이 소요된다.

Lensk항은 Mirny지역내 다이아몬드 광산 산업의 주요 보급센터 역할을 하고 있다. 많은 장비, 물자, 생필품들은 Lensk에서 강 상류쪽으로 900km 떨어진 Osetrovo항으로부터 운송되고 있는데 두 도시를 운항하는데 걸리는 시간은 4일이다. 화물은 다시 트럭에 실려 Mirny나 다른 단지들로 운반된다. Osetrovo항은 Irkutsk주내에 있는 Ust-Kut 도시에 위치하며 BAM선의 Lena 정거장 역할을 하고 있는 연결지점이 되고 있다. 최근 이 지역에서는 하상이 얇아져 때때로 항해에 지장을 주기까지 한다.

Tiksi항은 Lena강 하구 왼편에 위치하고 있으며 Sakha공화국으로부터 NSR로 나가는 관문이다. 1980년대에는 화물회전량이 1,100,000톤에 달하기도 했다.

마. Sakhalin섬내 운송망

1) 항만과 해운

Sakhalin섬에는 11개의 항구가 있는데 그 중에서 Kholmsk와 Korsakov가 가장 크고 년 중 사용이 가능하다.

동해에 연한 Kholmsk항은 남서쪽에 Kholmsk 상업항과 북쪽에 Kholmsk 서항이 있

다. Kholmsk 상업항에서는 2002년에 2,200,000톤의 화물과 60,000 명의 승객이 이용하였고 여객선은 Otaru 항이나 Vanino항을 오가고 있다. Kholmsk 서항은 어항으로 건설되었으나 최근에는 “Sakhalin II 석유와 천연가스 사업” 개발용 장비와 자재를 공급하는 기능을 수행하고 있다. 오호츠크해와 흑가이도를 바라보고 있는 Korsakov항은 1991년 외국에 개방되었는데 현재 일본인들이 많이 이용하고 있다. 과거 5년동안 450,000~680,000톤의 화물이 취급되었는데 석탄, 석유제품, 컨테이너들이 대부분을 차지하고 있다.

Sakhalin섬내 항만 인프라의 경우 외해 석유와 천연가스 개발에 따라 Korsakov와 Kholmsk항 재개발계획은 더욱 더 힘을 받게 될 것이다. 또한 북부에서는 석탄과 석유 개발을 위해 작은 항구들을 개선 보수하려는 계획도 추진 중이다.

2) 도로와 철도

섬내 도로와 철도는 Yuzhno-Sakhalinsk로부터 비롯된다(그림 3.38). 남부에 위치한 주요도시인 Kholmsk, Yuzhno-Sakhalinsk, Korsakov간에는 포장도로와 철도로 연결되어 있다. 가장 긴 도로인 Yuzhno-Sakhalinsk에서 Nogliki를 경유하여 북쪽의 Okha까지 연결된 남북도로는 수년 내 아스팔트 포장이 전 구간에서 완공될 예정이다. Sakhalin섬내 철도망은 Vanino와 Kholmsk사이의 웨리서비스를 이용하여 시베리아횡단철도와 연결된다. 현재 철도망은 철로 폭이 750mm, 1,067mm, 1,520mm가 혼재되어 있어 시베리아와 Sakhalin섬을 연결하는 화물운송시 가장 큰 장애 요인이 되기 때문에 철로폭 일치 작업을 2003년부터 시작하고 있다.

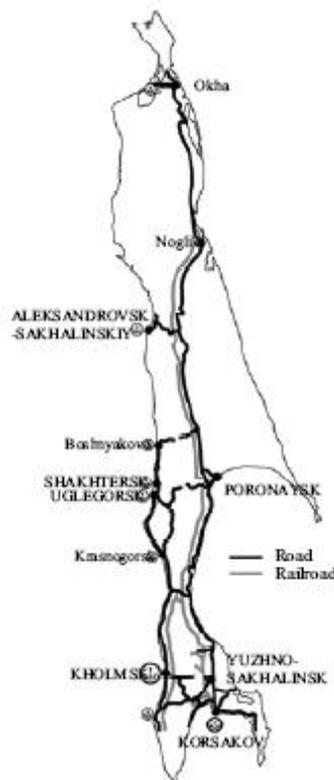


그림 3.38. 사하린섬내 운송망(Otsuka, 2006).

3) 개발해야 할 수송 인프라

최근 Sakhalin섬 북동부 외해에서의 대규모 석유와 가스개발에 따른 운송 인프라 개발과 확대 필요성이 제기되고 있다. 도로, 항만, 공항 분야 일부 주요 시설은 이미 개선되었으며 Yuzhno와 Nogliki사이 철도와 도로의 건설도 추진 중이다. 북동부 외해역에서 “Sakhalin II 사업”으로 석유생산이 2000년부터 시작되었고, “Sakhalin I 사업”에서는 2005년 10월부터 다른 유정에서 상업생산이 개시되어 앞으로 있을 석유운반을 위해 De-Kastri에 해상석유터미널도 건설되고 있다.

바. 극동러시아 천연자원 개발 시나리오

1) 극동러시아 천연자원 개발

Magadan주와 Sakha공화국 광산에서 생산된 금은 Kolyma고원을 통과하는 Kolyma도로에 의해 Magadan까지 수송된다. Khabarovsk주와 Primor주에서 벌채된 목재는 Amur강의 선박이나 TransSib 철도로 운반되고 있다. 대부분의 석탄광산이 BAM철도 부근에 위치하여 석탄이 주로 철도에 의해 운송되고 있다. 이와 같이 극동러시아 천연자원 개발을 위해서는 광활한 구역을 통과하는 장거리 운송 시스템이 필요하다. 운송망과 격리되어 있는 극동러시아 북부지역에 널리 분포하고 있는 자원은 밝은 개발 전망에도 불구하고 아직까지 사람들의 손이 미치지 못하고 있다.

1990년대 시행된 INSROP과제는 오호츠크해와 러시아 북극해역을 거쳐 바렌츠해를 연결시켜주는 주요 운송연계수단으로 NSR(북방항로)를 검토한 바 있으며 NSR은 극동러시아 북부지역자원개발을 위한 주요 수단으로 간주되고 있다.

2) 천연자원개발을 위한 운송 시나리오

극동러시아 북부지역의 천연자원을 개발하여 러시아 밖으로 수출하기 위해서는 운송수단을 갖추는 것이 절대 필요하며 내륙수로나 도로가 유일한 수송로가 되고 있다. 동토위에 도로를 건설하거나 유지하기 위해서는 막대한 경비가 소요되기 때문에 운송능력이 제한적일 수밖에 없다. 또한 수송거리가 매우 길어서 운임이 비싸게 들기 때문에 운송능력이 제한된다. 따라서 도로망은 가급적 생산지로부터 환적지까지 연결되도록 건설할 수밖에 없다.

하천운송로의 운영은 얼음이 얼지 않는 여름철에 국한된다. 그러나 하천운송을 육상기 지나 강포구사이의 도로나 철도와 연계시키면 장거리 운송도 가능해진다. 또한 하천운송은 NSR과 같은 해상운송과도 직접적으로 연결될 수 있다. 더욱이 이 지역에서는 포구건설에 필요한 공사기간과 소요경비도 도로건설에 비해 적게 든다. NSR을 통한 해상운송은 북극해에서 얼음이 녹는 시기에 국한된다.

결론적으로 북부역에서 천연자원개발을 위한 가장 적합한 운송 시나리오는 다음과 같은 하천운송과 NSR을 결합시키는 시스템이다.

a) Lena강과 NSR 결합

Lena강 상류와 중류역 부근에는 삼림자원이 풍부하다. 또한 Lena강 지류인 Aldan강 유역에는 석탄과 비철금속 광산이 상당히 많다. 이러한 자원을 모아 강 포구가 있는

Lensk와 Yakusk에 운반한 후 북극해를 끼고 있는 Tiksi까지 강을 따라 보트나 바지선으로 운반하고, 최종에는 태평양 연안이나 유럽으로 NSR을 통해 수출하는 시나리오를 생각해 볼 수 있다. 이 노선은 현재 러시아 국내 화물 수송뿐 만 아니라 유럽으로 수출하는 목재 수송로로 이미 활용되고 있다.

b) Kolyma강과 NSR 결합

Kolyma강 상류와 중류역에는 비철금속 광상이 많이 분포하고 있다. 강가에 집하장(포구)을 만들고 광산까지 접근로를 건설하여 광물을 하구역에 있는 집하장(항구)까지 하천 보트를 이용하여 운반한 후 NSR을 통해 수출하는 시나리오이다. 보통 하구역에는 소도시가 있으나 항만시설이 빈약하여 적하장은 수요에 맞춰 새롭게 재건축하여야 한다. 이 시나리오는 Indigirka강과 Yana강에도 적용할 수 있다.

c) Kolyma 고속도로 이용

Kolyma강 상류역에서 Magadan항구까지 잇는 고속도로가 있는데 이 도로를 이용하면 천연자원을 오호츠크해 연안의 Magadan까지 운송할 수 있다. 이 도로는 아스팔트 포장 이 아닌 쇠석으로 포장되어 있고 급하고 미끄러운 경사진 구간도 많아 운전 시 주의를 요하며 또한 도로 여러 곳에서는 재건축이 요구된다.

3) 해상 기지와 강변 기지

강 하구에서는 수로가 뒤엉켜 분기하고 수로의 모양과 깊이가 매년 변하기 때문에 수로 형태와 깊이가 일정하게 유지되는 곳에 기지를 정하는 것이 매우 중요하다. 수심은 NSR 화물선의 행행 수심(약 10m)보다는 깊어야 하며 파도의 영향이 적은 곳이어야 한다.

해상 기지(항구) 건설을 위해서는 우선 구조물이 -40°C 이하의 혹한에도 견딜 수 있어야 한다. 수면에 노출되는 부분이나 해수 속에 잠기는 시설물들은 얼음 하중과 얼음과의 간섭작용에 영향을 받는다. 따라서 구조물의 운영이나 유지 시에는 얼음 관리를 위한 특별한 조치들이 요구된다. 더욱이 눈이 녹으면 수면이 불어나 봄철과 초여름에는 홍수가 발생하기 때문에 이에 대비하여 시설과 구조물을 건설하여야 한다.

북극해 연안에서는 해상 기지(항구)의 건설에 여러 가지 제약이 따른다. 기지의 현장 운영기간은 대략 90일 정도로 매우 제한된다. 토양은 질퍽하고 동토대도 존재한다. 부채꼴 모양 델타지의 강 수로는 육상으로부터 장비와 재료를 공급받는데 장애가 된다. 유력한 해결방안으로 거대한 부유구조물을 활용하면 현장작업량을 줄이면서 공기도 단축할 수 있을 것이다.

해상 기지(항구)내에는 계류와 하적이 가능한 부두뿐만 아니라 선적장비, 화물저장소, 생활공간도 포함되어야 한다. 기지의 최소 크기는 SA-15 ULA급 화물선을 계류시키고 20,000톤 광물을 저장할 수 있도록 250m x 100m 규모는 되어야 할 것이다. 부유식 구조물은 체인을 이용하여 해저에 계류한다. 선적 기지를 건설하기 위해 부유식 구조물은 두개의 부분으로 나누어 태평양 연안에 위치한 조선소에서 제작토록 한다. 그 후 두 부분을 북극해를 거쳐 예인하여 한 개의 완전한 단위 기지로 조립한다. 재료조달(4개월) ⇒

부유식 구조물 제작(8개월) ⇒ 부식방지/의장(6개월) ⇒ 진수/설치(8개월) ⇒ 예인 - 조합 - 계류/설치(8개월)까지 선적기지 건설에 필요한 총소요기간은 28개월 가량으로 추정된다.

4) 강과 북극해를 이용한 운송 시나리오

이 시나리오는 Indigirka강 상류에 강변 기지(포구)를 건설하고 이곳에 천연자원을 모은 후 하구에 건설된 해상기지(항구)로 이동시키는 구상이다(그림 3.39). 이 때 필요한 항해 시나리오는 다음과 같이 구성할 수 있다.

a) 천연자원의 개발: 비철광석 20,000톤

b) 운영기간: 6월부터 9월까지 90일 동안

c) 강 운송 조건:

- 강 길이: 324해리(600km)
- 수로 깊이: 2.5m~3.0m
- 강 보트: 서로 연결시킨 1,000톤급 2척 (화적능력 1,000톤 x 2척 = 2,000톤), 밀어주는 배 1척
- 평균 속도: 5노트
- 항행: 324해리 x 2(왕복) / 5노트 = 11일, 적재 및 하적을 위한 4일 추가
- 강 운송 소요일수: 15일

d) 해상 운송 조건

- 항해거리: 4,200해리(7,778km)
- 항로: Indigirka강 하구 - NSR - 베링해협 - 북태평양 - 동해 - 부산
- 화물선: SA-15형 ULA급 화물선
- 평균 선속도: 11노트
- 항행: 4,200해리 x 2(왕복)/11노트 = 764시간 = 32일, 적재 및 하적을 위한 10일 추가
- 해상 운송 소요일수: 42일

e) 왕복 총소요일수: 강운송 소요일수(15일) + 해상운송 소요일수(42일) = 57일

따라서 이와 같은 시나리오에 따라 강과 해상 항로를 이용하여 20,000톤의 비철광물을 극동시베리아로부터 부산까지 57일내에 실어 올 수 있을 것이다.



그림 3.39. 제시된 부산-북극연안 운송시나리오. 동시베리아 자원개발시 개발대상지까지 자재, 장비, 인력을 운반한다든지 개발된 원자재를 수요처까지 실어 나르기 위한 운송 최적 시나리오는 하천과 북극해 항로를 결합시키는 것으로 강 상류에 강변 기지인 제1집하장(포구)을 건설하고 이곳에 개발된 자원을 모아 하구에 건설된 해상 기지인 제2집하장(항구)으로 강을 통해 이동시킨 후 북극해를 이용하여 운송하는 방법이다. 만약 북극해 얼음이 녹는 여름철(3개월)에 하천과 해상을 이용한다면 극동시베리아에서 개발된 광물자원을 부산까지 실어 올 수 있고 총 소요일수는 왕복 57일로 추정된다.

5. 북극해 북동항로 해운 현황

가. 북극위원회 해운 평가

북극위원회(Arctic Council)는 현재와 미래의 북극해운 활동을 조망하기 위해 2009년 4월 북극 해운 평가 보고서(The Arctic Marine Shipping Assessment, AMSA 2009 보고서)를 발표하였다. 이 보고서는 캐나다, 핀란드 미국에 의해 주도되었고 185명의 전문가들이 참여하여 작성되었는데 북극해역 해운을 8가지(역사, 관리, 데이터베이스, 예상시나리오, 인간활동, 환경영향, 인프라 등) 측면에서 검토하였고 현황 및 문제점들에 관한 분석결과를 포함하고 있다(그림 3.40). 북극해 얼음은 2015년 이전에 여름철 짧은 기간 동안이기는 하지만 북극해전체가 해빙됨으로써 얼음이 존재하지 않는 북극해가 출현할 가능성이 있으며 이에 따라 해운상황도 급변할 수 있다고 보고서는 기술하고 있다. 그럼에도 불구하고 현재 상황은 빙해역내 항해나 극지환경에서의 항해 안전과 생존에 관한 통일되고 국제적으로 표준화된 규정이 정해져 있지 않아서 향후 어려운 문제들이 많이 야기될 수 있음을 예견하고 있다. 또한 앞으로 북극 해운은 천연자원개발(탄화수소에너지, 광물자원, 수산)과 역내 무역이 중요한 요소가 될 것으로 예상하고 있다. 선박에 의해 일어날 수 있는 가장 큰 위협은 선박사고나 유류의 불법유출이지만 그 외에도 수로자료 보완, 기상 및 해양자료의 수집과 서비스 강화, 해빙과 빙산에 관한 종합적인 정보 구축, 인명구조와 오염완화를 위한 비상조치능력 확대, 라디오와 위성 통신시설의 확보, 빙해에서 선박운동의 감시와 조절 능력구비 등이 필요할 것으로 평가하고 있다.

북극위원회는 북극해 해운 발전을 위해 향후 추진 방향으로 다음 3가지 사항들을 북극권 국가들에게 권장하고 있다.

- 북극해 해양 안전의 증진: 국제기구와 연계, 국제해사기구(IMO)의 조치, 해운관리의 일원화, 여객선 안전 강화, 수색과 구조 수단 개발
- 북극지역 주민과 환경의 보호: 북극권 고유의 해양활용 조사, 북극지역사회를 참여 시킴, 생태학적으로나 문화적으로 중요한 지역 파악, 특별 해역 지정, 외래종으로부터 보호, 기름오염 예방, 해양동물에 미치는 영향, 선박의 대기배출가스 축소
- 북극해양 인프라 구축: 인프라 미비점 확인, 북극 해상교통 시스템 구축, 극지방 환경 반응 능력 제고, 수로/기상/해양 자료수집에 투자

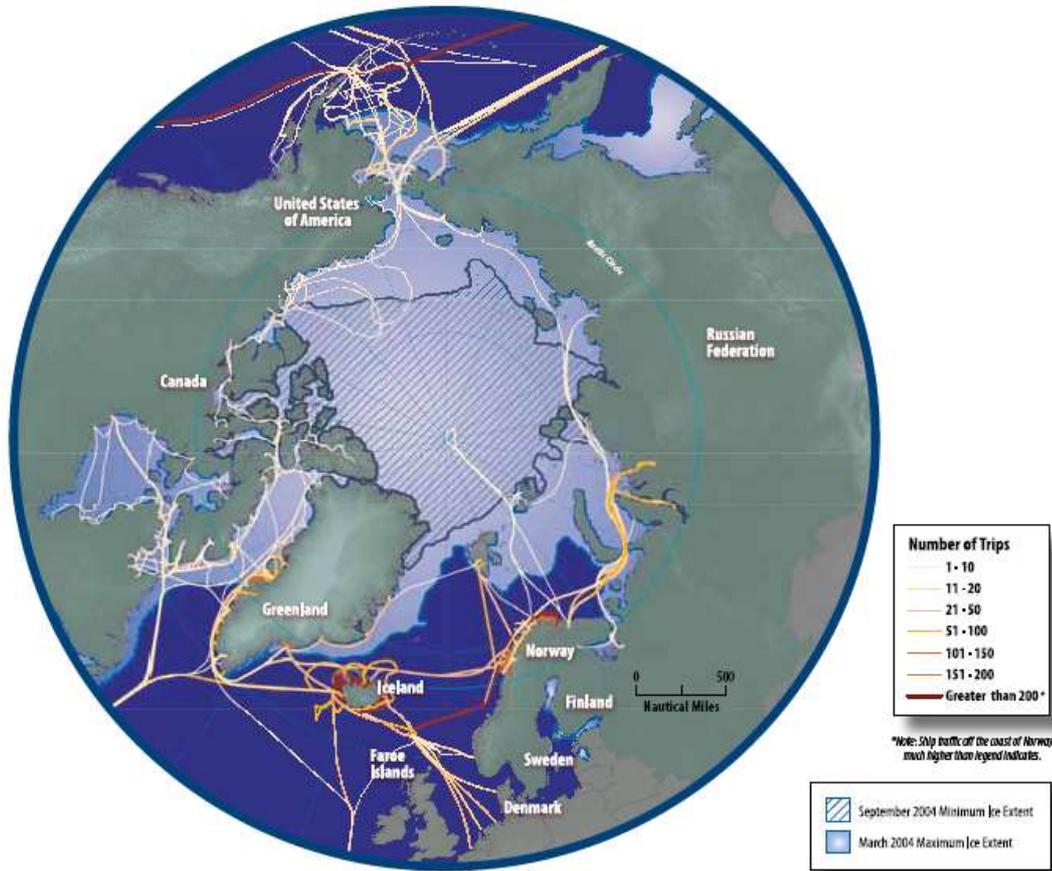


그림 3.40. 2004년도 북극해내 선박항적도(Arctic Council, 2009).

나. 운항 지원인프라

1) 빙해선박 이용

북극해 항로를 운항하기 위해서는 다음과 같은 선박이 필요하다.

- 특징: 얼음하중을 견딜 수 있는 선체, 선형, 추진시스템, 빙해용 도료
- 빙해선박의 분류: 내빙선, 쇄빙선
- 빙해상선의 항해 모드: 2가지로써 단독항해와 에스코트항해
- 빙해선박의 설계 및 건조에 대한 연구 필요

2) 운항관제소

NSR상의 해역은 대륙붕이 발달하여 항행해역수심은 극히 얇다. 수심이 20m밖에 안 되는 얇은 곳의 존재도 드물지 않고, 선박의 흘수에 따라서 좌초 등의 사고 두려움이 있다. 수심과 함께 항로선정에서 고심해야 하는 요인은 항로상의 빙황이다. NSR을 항행하는 선박은 자주 혹독한 빙황을 우회하면서 항행할 수 밖에 없다. 운항관제소(Marine Operations Headquarters)는 혹독한 항행조건하에서 선박의 안전항행을 확보하기 위하여 선박의 흘수와 수심의 관계, 그 때마다의 빙황 등의 조건을 감안하면서, NSR을 항행하는 선박이 선택할 항로를 지시한다. 운항관제소는 NSR에 있어서 선박 항행전반에 대

한 감독조직이고, 페백 및 덕슨 두 곳의 관제소가 NSR을 동서로 나누어 담당하고 있다.

3) 항로표지와 항만

하구역 등을 중심으로 항행상 위험이 염려되는 주요 장소에는 무선표지, 주간표지 · 야간표지, 레콘, 레이더반사기, 각종 부이 등이 설치되어 있다.

항행선박에 대한 보급, 긴급 보수 · 피난 등을 위하여, 항로 상의 항만이용이 항상 가능해야 하지만, NSR상의 항만에 외국선의 입항은 러시아 정부로부터 통제받고 있다. 러시아 정부는 매년 「Notice to Mariners」를 발행하고, 그 해에 외국선에 개방하는 항만을 지정한다. 현재는 이가루카, 덕슨, 칩시 및 페백, 아무델마, 야무부르그, 듀딩카, 카탕가, 제레니 및 프로비데니야의 10항만이 개방이 되었다. 그러나 개방항만 모두가 반드시 국제항만으로서의 요건을 갖추고 있는 것은 아니다.

4) 통신

NSR에서는 선박 항행에 대한 관제와 빙황정보송신 등을 목적으로 한 무선통신시스템이 갖추어져 있다. 이 무선통신시스템은 125°E를 경계로 동서로 나뉘어, 서측에는 무르만스크, 덕슨 및 아무델마에 통신센터가 있고, 동측에는 칩시, 페백, 슈미트곶에 통신센터가 설치되어 있다.

NSR을 항행하는 모든 선박은 중파대의 통신에 의해 해당지역의 통신센터와 항상 교신할 수 있는 상태를 유지함과 동시에 정기적으로 선박의 위치 등에 관하여 보고하는 것이 의무화되었다. 이 밖에 빙황관측 항공기와 통신 혹은 쇄빙선에 의한 에스콧 또는 여러 선박이 같이 항행하는 때에 선박간의 통신은 VHF통신에 의해 행해진다.

무선통신은 때에 따라 자기장 교란의 영향을 받는다. 자기장 교란은 25부터 30일 정도의 주기를 가지고 반복된다. 일회 자기장 교란의 지속시간은 통상 수 시간이지만, 때때로 1일 이상에 걸쳐 영향을 받는 경우가 있다. 자기장 교란은 오로라발생대에 있어서 가장 현저히 발생한다.

NSR을 항행하는 선박은 위성통신시설 장비가 의무화되었다. NSR에서는 INMARSAT 및 러시아보유 위성 OKEAN에 의한 것 2종류의 통신이 가능하다. 고위도해역이기 때문에 일반적으로 이들 위성의 수평선상고도가 낮고, 일부해역에 있어서는 통신이 곤란하다. 수평선상의 위성 양각이 0도가 되는 곡선외측에서는 위성은 수평선하에 숨어 이론적으로는 불가능하다. 한편 러시아 위성 OKEAN은 동경40도의 대서양상공, 동경80도의 인도양상공 및 동경140도의 태평양상공의 3위성이 NSR영역을 커버하고 있어서 거의 전 해역에 걸쳐 이들 위성 중 하나를 수평선상에 볼 수가 있다.

5) 빙황 및 기상 정보 제공

NSR상의 항해를 위해 빙황 · 기상정보의 수집 · 해석 · 예보 및 이용자에 대한 제공시스템이 가동되고 있다. 중앙조직은 상트페테르부르크의 북극남극연구소(AARI)내에 있는 빙황 · 수문기상정보센터(CIHMI)이다. 또 NSR연안의 덕슨, 칩시 및 페백에는 지역센터가 있고, CIHMI는 이들 센터와 네트워크로 연결되어 있다. CIHMI는 단기빙황예측 및 빙황맵 작성을 포함한 빙황 · 기상데이터를 일원적으로 취급, 각종정보를 사용자들에게

제공한다.

6) 운항관리

러시아정부는 NSR이 항행선박에게 가혹한 빙해역이므로 UN해양법협약 제234조(결빙해역)를 NSR통항선의 법적 근거로 삼아 사전신청수속, 항행선박의 기술적요건, 선원의 빙해항행경험, 배상보증, 항로관제, 쇄빙선에 의한 에스코트의무, 형벌 등을 규정하고 있다. "Regulations for Navigation on the Seaway of the Northern Sea Route"(1990년)에서는 NSR을 통항하는 선박에 적용되는 기본적인 사항을 규정하고, "Guide to Navigating through the Northern Sea Route"(1996년)에서는 항로표식, 해협진입 시의 목표 등 항로에 관한 상세한 정보를 제공하고 있다. 또 NSR에 관한 관련규칙, 빙해역의 항행기술 등도 여기에 기재하여 이용자의 편의를 도모하고 있다. 주관은 연방운수성에 속하는 북극해 항로관리국(Administration of the Northern Sea Route)이다. 항만국은 정부 소유 인프라인 잔교, 예인선, 쇄빙선, 도선서비스, 무선국 등의 관리책임을 가지고 있고, AARI는 NSR의 빙황데이터를 수집하여 빙황도를 발행하는 역할을 맡고 있다.

7) 시험항해 평가 실시 예

NSR을 상업운항하기 위해서는 사전에 쇄빙선박의 시험항해를 실시하여야 하는데, 1995년 INSROP 기간동안에 실시된 항해의 결과는 다음과 같다.

- 제목: 북극해항로 실선항해시험
 ~극북으로부터 보고~
- 1995년 일본선박해양재단에서 실시
- 재원: 모타보트(경정) 공익자금으로 일본선박진흥회를 통해 이 프로젝트 등 21세기를 향해 여러 사업에 활용
- 시험 선박 및 기간
 - 사용된 시험선: 러시아 m/v Candalaksha (전장 174m, 극지화물적재량 14,700톤)
 - 기간: 28일간 (1995. 8. 1 ~ 28)
 - 조사단 구성: 조선, 항해, 계측, 해양, 해빙 및 기상 전문가로 구성, 총 18인 (일본 15인, 러시아 2인, 캐나다 1인)
(단장: Yamaguchi)
 - 1995. 7. 29 준비차 Yokkohama항에 입항
 INSROP운영위원회 의장(笹川陽平, 일본선박진흥회 이사장)환영식
 - 8. 1 Yokohama 출항
 - 8. 15 Bering해 진입 (66° 33.00'N, 170° 24.78'E, Speed 15.1kt, Heading 314°)
 - 8. 28 Kirkines항구(노르웨이)에 입항
- 항해목적:
 1. 실험항해의 실황조사과 평가
 - 항해일지 및 기록
 2. 위성 빙황 화상 데이터의 유효성 평가

- INMARSAT를 통한 자료 송수신
 - 3. SA-15형 빙해상선의 항행성능의 정량적 평가
 - 프로펠라의 성능, 최대 30°에서 회전성능 시험, 베넷다섬 통과
 - 4. SA-15형 빙해상선의 디자인과 운항에 관한 문제 추출
 - Creaw's nest 위치, Hold passage 위치, 북극곰 출현
 - 5. 자연조건의 조사
 - 채수 후 수온, 염분 측정, 2.2℃, 33‰ 기록
 - 6. NSR(북방향로)의 상업항로로서 가능성 검토
 - 항해실험 종합평가
 - 승무원 인터뷰
 - 문헌 조사
- ⇒ NSR의 상업항로로서 가능성 검토

• 기타

- 항행 중 Captain Dranitsyn호 상봉 및 방문: 선장은 북극해 항로 이용을 위해서는 러시아와 타국과의 협력과 투자 필요성을 강조하였음
- 얼음이 녹은 “Kara해”를 보여 줌
- 시험항해 6개월 전에 러시아에 허가를 신청해야 함
- 빙해항해시 정보의 중요성 특히 빙황정보가 중요하며 특히 항해 1개월 전 북극해 항로 전체의 빙황 정보가 계획수립에 필요
- 러시아 법(규칙)에 의하면 일반선박은 북극해 항로를 항해할 수 없음

6. 항로관련 행정/법 제도

가. 국제법

선박을 발생원으로 하는 환경오염으로서 국제적으로 가장 오래전부터 인식되어 온 것 중의 하나는 발라스트 배출수의 폐기에서 기인되는 기름에 의한 해양오염이다. 이 때문에 1954년 해양유탁방지조약(International Convention For the Prevention of the Sea by Oil)이 채택되었다. 본 조약에서는 1958년에 정식으로 발족된 국제해사기구(International Maritime Organization: IMO)에 의해 그 후 몇차례 개정이 되었지만 1973년 기름이외의 유해 물질·선박배출수 등으로 그 대상을 확대한 MARPOL으로 발전했다. MARPOL조약은 그 후 1978년의 의정서를 시작으로 수많은 개정을 거치면서 현재에 이르러 선박으로부터의 환경오염과 관계되는 중심적인 국제조약이 되어있다. IMO에서는 이 외 해양환경의 보호를 목적으로 폐기물 등의 해양투기를 규제하는 것을 주된 내용으로 한 런던조약(1972년 채택)과 함께 기존의 조약에 대한 의정서·개정 등을 채택하고 있다. 또한 최근에는 기름오염에 대한 대책·국제협력 등에 관한 OPRC조약이 채택되고 있다.

선박 또는 해양에 관한 다른 국제법에서도 직간접적으로 환경보호와 관계되는 것이 있다. 최근 발효된 국제해양법협약은 해양에 관한 여러 문제를 포괄적으로 규율한 「바다의 헌법」이라고도 말할 수 있는 조약이지만 전체 17부 중 1부를 해양환경보호 및 보전에 할애하고 있다. 한 편 선박의 안전과 관계되는 조약도 사고에 의한 유해 물질의 유출을 미연에 방지한

다는 의미에서는 환경보호와 관계되는 국제규범이라고 말할 수 있겠다. 선박의 안전과 관계되는 가장 대표적인 조약은 SOLAS조약이다. SOLAS조약의 역사는 오래되었는데 제 1차 조약은 1914년까지 거슬러 올라간다. 그 후 2회에 걸쳐 신조약이 맺어져 IMO 발족 후에는 1960년 및 1974년에 각각 새로운 조약이 채택되었고, 또한 1978년 및 1988년에 1974년의 조약에 대한 의정서가 채택되었다.

이러한 조약들의 주요 개요는 다음과 같다.

· MARPOL조약

정식명칭은 「1973년의 선박에 의한 오염방지를 위한 국제조약에 관한 1978년의 의정서」(The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto)이다. 선박에 의한 오염방지를 목적으로 1973년에 원조약이 채택되어, 그 후 규제를 조기에 광범위하게 실시하기 위해 1978년에 의정서가 채택되었다. 이 때문에 일반적으로 MARPOL 73/78으로 불리워진다. 본 조약에는 I에서 VI까지의 6종류의 부속서가 있으며 기름, 포장하지 않고 실은 유해액체물질, 용기 등에 수납된 유해물질, 선박으로부터의 오수, 선박으로부터의 폐물 및 유황산화물(SOx)·질소산화물(NOx)·오존파괴물질의 배출기준 및 오염방지에 관한 규제가 차례로 나타나고 있다. 또한 부속서IV 및 VI은 아직 발효되지 않았다. 통상운항시 환경오염방지를 위한 규제에 더하여 사고시에 오염을 경감시키는 것을 목적으로 하는 조항을 추가하여 1992년의 개정에서는 탱크의 2중선체에 대한 규정도 채택되어 있다. 또한 1991년의 개정에서는 기름유출시의 긴급대책계획(Shipboard Oil Pollution Emergency Plan: SOPEP)의 제정을 의무화시키고 있다.

· OPRC조약

정식명칭은 「기름에 의한 오염과 관련된 준비, 대응 및 협력에 관한 국제조약」(International Convention on Pollution Preparedness, Response and Cooperation, 1990)이다. 선박, 근해구조물, 해양시설 및 기름 관련시설에 관련된 대규모 기름오염사고에 대한 피해의 경감을 목적으로, 오염사고에 대응하기 위한 각국의 능력에 관한 정보의 교환, 기름오염에 대한 긴급계획의 작성, 해양환경 또는 각국의 연안 및 관련 이익에 영향을 미칠 우려가 있는 중대한 사건에 관한 보고서 교환, 그리고 기름에 의한 해양환경의 오염에 대응하는 방법에 대한 연구개발과 관련된 상호원조 및 국제협력의 추진에 대해 제정된 조약이다.

· 국제해양법협약

정식명칭은 「해양법과 관련된 국제연합협약」(The United Nations Convention on the Law of the Sea of 1982)이다. 본 조약은 영해, 접속수역, 배타적 경제수역, 대륙붕, 공해, 심해저 등의 해양에 관한 여러 문제에 대해 포괄적으로 규율한 조약이다. 본 조약은 제 3차 UN해양법회의(1973년~1982년)에서 심의되어 1982년에 채택되었다. 그러나 많은 선진국들이 심해저개발에 관한 제11부의 규정내용에 불만을 표명했기 때문에 발효가 늦어졌다. 이 때문에 UN사무총장 주관의 비공식회의를 계속한 끝에 이러한 규정을 실질적으로 개정하는 협정이 1997년에 채택되어 같은 해에 이 조약이 발효되기 시작했다(표 3.4). 본 조약에서는 제12부의 해양환경보호 및 보전, 해양환경의 오염방지, 경감 및 규제를 위한 조치 등에 대해

규정하고 있다.

Arctic States	Territorial Sea		200 nm Zones		
	3 nm	12 nm	EEZ	Extended Fisheries Protection	Fisheries Protection
Canada		✓	✓		
Denmark (Greenland)	✓		✓		
Iceland		✓	✓		
Norway		✓	✓		
- Jan Mayen		✓		✓	
- Svalbard		✓			✓
Russian Federation		✓	✓		
United States		✓	✓		

표 3.4. 북극해 연안국이 주장하고 있는 해양관할권 범위(Arctic Council, 2009).

• SOLAS조약

정식명칭은 「해상에 있어 인명의 안전을 위한 국제조약」(The International Convention for the Safety of Life at Sea)이고 해상에서 인명의 안전을 확보하기 위해 필요한 선박의 구조, 설비 등에 관한 요건을 정한 조약이다. 1914년 제1차 조약이후, 조선기술 및 항해술의 발달, 중대사고의 발생 등을 계기로 새로운 조약·의정서·개정이 채택되어 왔지만, 1974년의 의정서는 해양오염방지의 견지에서 탱크안전성의 향상과 선박검사의 강화를 주된 내용으로 하고 있다(표 3.5).

Arctic States	Safety					
	COLREGS 1972*	SOLAS			SAR 1979*	Load Lines 1966*
		Convention 1974*	Protocol 1978*	Protocol 1988*		
Canada	✓	✓	-	-	✓	✓
Denmark	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Finland	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Iceland	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Norway	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Russian Federation	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sweden	✓	✓	✓	✓	✓	✓
United States	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abbreviations: (✓) = Ratification; (-) = Not Party; * = In Force (data as of October 10, 2008)

표 3.5. 북극해 연안국의 인명안전 협약 비준 상태(Arctic Council, 2009).

나. 북극해의 환경보호 노력

위에서 말한 바와 같이 선박에서 기인되는 환경오염의 방지·경감을 목적으로 한 국제법은 착실히 정비되어 가고 있다. 그러나 북극해를 포함한 결빙해역의 특수성을 고려하여, 이것에 특화된 규범·기준을 세운 경우는 많지 않다. UN해양법협약에 대해서는 제12부 「해양환경의 보호 및 보전」 중 제8절 「얼음으로 덮힌 수역」을 정하여 배타적 경제수역내에 결빙해역이 있는 연안국에 대해 선박으로부터의 해양오염의 방지·경감 및 규제를 위한 법령의 제정·집행의 권리를 인정하고 있지만 이러한 배출에 대한 규정을 강화하는 특별해역(special area)에 남극역을 추가한 개정이 1990년에 채택(1992년 발효)되어 있지만 북극해에 대한 특별해역으로서의 지정은 아직 없다.

이와 같이 북극해의 환경보호에 대해서는 국제법이라는 관점에서는 아직 뒤떨어진 상태라고 말할 수 있지만, 한편 이것을 목적으로 여러 가지 활동은 이루어지고 있다(표 3.6). 이 중에서 환북극해 국가인 캐나다, 덴마크, 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이, 러시아, 스웨덴, 미국 및 관계지역의 대표에 의해 구성되는 북극위원회(Arctic Council)는 이와 같은 활동의 중심기구이며 북극해를 포함하는 북극권의 환경보호를 목적으로 북극환경보호계획(Arctic Environment Protection Strategy: AEPS)하에 다방면에서 국제적 활동을 펼치고 있다. 북극위원회에서는 그 활동의 목적으로서 5종류를 들고 있지만, 그 중 하나는 북극해의 환경보호(The Protection of the Arctic Marine Environment: PAME)가 있다. PAME는 북극해의 환경을 각종오염으로부터 보호하기 위한 방법의 확립, 특히 국제기관이나 국제법을 통한 확립을 목표로 한다. 북극위원회 관계국들은 PAME의 일환으로 MARPOL조약에 관하여 북극해를 특별해역으로 지정, 또는 특히 환경파괴가 일어나기 쉬운 해역(particularly sensitive area)으로

규정하도록 IMO 안에서 노력하고 있다.

극지역의 선박항해전반에 대한 규정을 나타내는 "The International Code of Safety for Ship in Polar Waters (Polar Code)"의 제정을 향한 움직임도 있다. Polar Code원안에서는 극역을 항해하는 선박의 구조·장비 등에 대한 요건에 덧붙여 환경보호에 대한 규정도 포함되어 있다. 이에 따르면 통상 운항시 선박으로부터의 오염물질 배출은 MARPOL조약의 특별해역에 대한 규정 또는 연안국이 정하는 규정 중 보다 엄격한 규정의 준수가 요구된다.

Arctic States	Environment													
	London		MARPOL 73/78						Salvage 1989*	OPRC		Anti-fouling 2001**	Ballast Water 2004	Wreck Removal 2007
	London Convention 1972*	Protocol 1996*	Annex I/II*	Annex III*	Annex IV*	Annex V*	Protocol 1997 (Annex VI)*	Convention 1990*		OPRC/NHS 2000				
Canada	√	√	√	√	-	-	-	√	√	-	-	-	-	
Denmark	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√	-	-	
Finland	√	-	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-	
Iceland	√	√	√	√	-	√	-	√	√	-	-	-	-	
Norway	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√	√	-	
Russian Federation	√	-	√	√	√	√	-	√	-	-	-	-	-	
Sweden	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	
United States	√	-	√	√	-	√	√	√	√	-	-	-	-	

표 3.6. 북극해 연안국의 환경보호 협약 비준 상태(Arctic Council, 2009).

다. 러시아 국내법

러시아 국내법에서 환경보호에 관한 인식은 근본법규인 연방헌법에서 알 수가 있다. 1993년에 제정된 러시아 연방헌법에서는 제9조에서 국민생활의 기본적 요건으로서 토지 및 천연자원의 보호와 사용에 대해 언급하고 있다. 또한 제36조에서는 토지 및 천연자원의 소유에 대해 기술하고 있으며 이러한 것들은 환경에 유해한 것이어서는 안 된다고 정하고 있다. 한편 제42조에서는 쾌적한 환경을 누리고 이에 관한 정보를 얻을 권리, 그리고 환경파괴에 의해 입은 피해의 보상에 대해 규정하고 있다.

한편 환경보호에 대한 주요 법규는 환경보호법(The Environment Protection Law)이다. 본 법률은 소비에트정권하의 1991년에 제정되었고 1992년 및 1993년에 부분적으로 개정되었다. 환경보호법에서는 환경보호를 위한 개념을 나타냄과 동시에 이것을 달성하기 위한 기본적 기구, 보호의 대상, 사고 등에 의한 환경파괴·피해의 보상, 환경기준의 설정, 환경보호기술, 기업체 등에 대한 원칙이 나타나 있다. 환경기준법은 환경보호의 개념 및 이것을 달성하기 위한 수단에 대한 원칙을 나타내는 법이며 그 상세한 내용은 각각의 항목과 관련된 국내법에 의해 정해져 있다. 그리고 본 법의 마지막에는 국제적 법규·기준의 준수가 서술

되어 있고 러시아가 비준한 국제법이 국내법보다 우선한다고 되어 있다.

NSR 관련 해역에서 환경보호에 관한 법률로서는 대륙붕에 관한 법률(The Continental Shelf Law) 및 수역에 관한 규정(The Code of Water)이 있다. 양자는 1995년에 동시에 제정되어 비슷한 내용이지만 후자가 환경과피에 대한 책임·보상등에 대해 보다 상세한 규정을 담고 있다. 양 법에 근거하여 국가환경보호위원회(The State Committee of Environment Protection) 및 북극해 항로관리국(The NSR Administration)이 NSR 항해선박으로부터 기인되는 환경오염에 대한 검사·감독을 맡는다. 국가환경보호위원회는 연방수준의 환경보호정책을 담당하고 환경보호구역을 제정함과 동시에 레드·북을 작성한다. 또한 양 조직의 검사관은 러시아선이나 외국선을 불문하고 검사의 권한을 가지며, 위반선박에 대해서는 항해를 금지시킬 수 있다.

NSR의 선박에서 환경오염의 배출에 관한 기준은 외해오염방지에 관한 규제(Regulations for Preventing the Pollution of Offshore Waters)가 외해급수해역의 오염방지를 위한 위생기준(Sanitary Regulation and Norms for Preventing the Pollution of Offshore Waters in Water Supply Areas)에서 규정되어 있다. 이에 따르면 유탁수의 배출은 MARPOL 조약의 특별해역을 대상으로 한 기준에 준하고, 오염에 대해서는 선박이 항해중일 경우 대장균군 오염지표로 1리터당 1,000이하 등을 요구한다. 폐기물의 해중투기는 허락되지 않으며 오염 얼음이나 폐기물의 빙상적치도 허락되지 않는다.

NSR의 선박에서 기인되는 환경오염에 대한 규제를 포함해 러시아의 환경보호에 관한 국내법규의 정비는 소비에트연방에서 러시아연방으로 체제의 변환에 따른 일시적 정체가 있어서 타국에 비해 뒤쳐진 느낌이다. 이 때문에 최근 환경보호관련의 법규·기구 등의 정비·재검토가 진행되고 있다.

7. 러시아 정부의 자원개발 노력

시베리아에 매장된 자원은 세계 최대 규모이며 북극해 연안은 넓은 대륙붕 지형을 갖추고 있어서 석유나 천연가스의 매장이 풍부하다. 현재 북극해 주변 카라해의 야말(Yamal)반도와 우렝고이(Urengoy) 지역에서 천연가스의 생산이 대규모로 이루어지고 있고 서방국가 석유회사와의 합작으로 시추 및 생산을 위한 해양구조물과 파이프라인이 건설되고 있다. 하지만 야말반도는 북쪽과 서쪽으로 카라해에 접해 있기 때문에 가장 효과적인 수송방법은 역시 북극해 항로를 이용하는 것이다. 한편 서시베리아의 페초라(Pechora)지역은 석유 채굴이 진행되고 있으며 시베리아 동부에서는 내륙 야쿠츠크(Yakutsk)지역에서 대규모 천연가스 매장이 확인되었고 극동지방의 사할린섬 근해에서 일본과 미국의 자본에 의해 석유와 천연가스 개발이 진행되고 있다.

러시아 정부의 중요한 외화 수입원인 석유와 천연가스산업은 서방기업들에 의해 계속 개발되고 있다. 유럽은 수년 후에는 천연가스의 소비가 북해 가스전의 생산량을 넘어서기 때문에 가스를 역외에서 수입해야 하는데 그 안정적인 공급처로서 서시베리아 지역을 주목하고 있다. 현재 러시아 정부 및 국영석유회사 Gazprom을 상대로 장기 가스공급에 관한 협의가 진행중이다. 향후 유럽의 에너지 시장이 자유화되고 환경문제가 더욱 중요한 이슈가 됨에 따라 주 연료로서 가스의 소비량이 증대될 전망이지만, 기존의 파이프라인

인에 의한 공급은 한계에 다다르고 있으며 새로운 파이프 라인의 건설에는 막대한 자본이 소요됨과 동시에 환경문제에 취약하다는 점이 큰 걸림돌이 되고 있다. 따라서 쇄빙탱커와 쇄빙가스선을 이용한 북극해 항로 해상수송이 대안으로 제시되고 있으며 지구온난화로 북극해 연안해역의 얼음이 녹아 하계동안은 일반선박 통항이 가능해질 것으로 예상되고 있다.

최근 사하린섬 북동쪽 외해에서 활발히 진행되고 있는 석유와 천연가스 개발은 사하린 지역과 국제 경제에 여러모로 영향을 주고 있다. 에너지와 천연자원의 집중하는 수요 때문에 극동 북부지역이 가까운 장래에 주목을 받을 것이다. 이 지역에서 자원개발 시 가장 중요한 것은 수송인프라이지만 극복해야 할 많은 장애물들이 있다.

극동러시아는 천연자원이 풍부하지만 서부러시아에 비해서 개발이 뒤떨어져 있다. 극동러시아는 러시아 전체 면적의 1/2정도를 차지할 만큼 광활하지만 인구는 5%에도 미치지 못한다. 따라서 개발 시 수송비 부담이 크기 때문에 국내수요만으로는 인프라 개발은 불가능한 실정이다. 더욱이 구소련의 해체는 지역 산업생산 성장을 정지시켰고, 극동러시아에게는 예전에 재료기술공급국가위원회에 의해 관리되던 공급시스템이 무너짐으로써 판매시장을 상실하는 효과를 가져 오기도 하였다. 따라서 반드시 외국자본의 도입이 필요할 것으로 예측된다.

러시아의 경우 극동러시아 경제를 발전시키기 위해서 다음과 같은 개발 시나리오가 예상된다.

- 1단계: 아무르강 등 강변에 자유경제구역 설정하여 세금혜택을 부여함으로써 외국자본을 유치하여 자동차, IT, 제지산업 등을 육성하고,
- 2단계: 경제구역과 관련되는 원자재 공급 기지를 주변에 건설하며,
- 3단계: 원자재 공급기지를 고부가가치 1차 및 2차 생산품을 생산하는 기지로 발전시키는 것이다.

극동러시아에서의 자원개발사업은 거대한 투자가 요구되기 때문에 개인이나 민간기업이 감당할 수 있는 규모를 벗어난다. 그러나 인프라 사업은 민간사업자들에게는 매력적이기도 하여 투자유치가 가능할 것으로 판단된다.

제 4 절 연구개발사업 추진전략

1. 북극해 북동항로 개척 시 고려 사항

가. 지리적 측면

극동 러시아 자원을 위한 항로개발에 관련되는 러시아 지방자치주는 10개(개편되기 전에는 13개 주였음)이며, 북서태평양과 북극해에 동시에 걸쳐있는 Chukotka주를 북극해 주변으로 분류시키면

1) 북서태평양 주변에는

- Primorsky
- Sakhalin
- Khabarovsk

- Yevrey
- Amur
- Kamchatka
- Koryak(Kamchatka주에 합병)
- Magadan

등 7개주이며,

2) 북극해 주변에는

- Chukotka
- Sakha
- Taimyr(Krasnoyarsk주에 합병)
- Evenkiy(Krasnoyarsk주에 합병)
- Krasnoyarsk

등 3개주이다.

연구대상이 되고 있는 10개 지방주에 거주하고 있는 총인구는 9,758,000명으로 우리나라 남북한 인구의 14% 에 해당하는 인구밀도가 매우 낮고 총면적은 8,539,000km²로 38배에 달하는 광활한 지역이다(표 3.7). 이곳은 풍부한 자원의 매장에 비하여 개발된 자원을 수송할 수 있는 운송수단은 갖추어져 있지 못하다. 향후 이 지역에 우리나라가 진출할 수 있는 가능성은 매우 크며, 자원개발을 지원하는 운송인프라로써 항로개발이 반드시 준비되어야 할 것이다.

표 3.7. 극동러시아 10개 지방자치주 특성 요약.

주이름 주도	인구 (만명)	면적 (만km ²)	주력 산업	석유/가스 에너지	운송수단
Primorsky Vladivostok	211	17	수산, 삼림, 금속, 해운, 조선	없음	철도, 해운
Sakhalin Yuzhno Sakhalinsk	55	9	수산, 석탄, 삼림	북부에 유전 석유: 7억톤 가스: 1조m ³	해운
Khabarovsk Khabarovsk	143	79	기계, 삼림, 전기, 비철 금속업, 연료, 수산물	없음	철도, 도로, 수로
Yevrey (Jewish) Birobidzhan	19	4	전력, 금속, 기계, 시멘 트, 석회석, 삼림/목재, 농산품	없음	철도, 수로
Amur Blagoveschensk	90	36	식품가공, 철, 기계, 목 재, 연료	없음	도로, 수로
Kamchatka Petropavlovsk- Kamchatsky	38	47	수산업, 광업, 삼림, 전 력	석유: Koryak내 10곳 (러 시아 극동에서 가장 유망)	해운, 항공
Magadan Magadan	23	46	수산, 광업	오호츠크해 대륙붕에 매장 석유: 14~25억톤 가스: 2.7~4.5조m ³	항공, 해운, 도로
Chukotka Anadyr	5	72	광업, 석탄, 수산, 모 피, 전력	석유: 개발 5곳, 특히 Anadyr분지 유전가능성, 해안대륙붕 석유탐사 필요	해운, 항공,
Sakha Yakutck	95	310	광업, 석탄	가능성 높음, 매장량 확인 필요	수로, 항공
Krasnoyarsk Krasnoyarsk	302	397	전력, 삼림, 광업, 석 탄, 화공업, 기계, 농업	유전 30개소, 석유매장량 6억톤, 가스매장량 1조m ³ , 추가 매장가능성 많음	항공, 수로, 철도
계 (남북한의)	976 (0,14배)	854 (38배)		6개주에서 매장	인프라 빈 약

나. 과학/기술적 측면

북극해는 대순환, 심해류의 생성, 지구온난화 모니터링 등, 지구환경상 가장 주목받는 곳이다.

북극해 항로의 동부해역에서는 혹독한 자연조건으로 수집된 자료가 빈약하고 해양생물생태계 연구도 크게 부족한 실정이다. 만약 북극해 항로 운항선박에 의해 생태계에 미치는 영향이 너무 크면 운항에 제약을 받을 수 있어 기존 보호구역 설정뿐만 아니라 운항금지구역으로도 지정될 수 있을 것이다.

북극해항로부근 해역은 수심 100m 정도이며 염분은 28-33.5‰, 표층해류는 1-4cm/s이다. 이 해역 운항에는 반드시 환경영향평가 선행되어야 하고 관련 환경법규인 국제법(MAPOL, 런던뎀핑협약, 국제해상인명안전협약(SOLAS), OPRC, 유엔해양법), 러시아 국내법(연방헌법, 환경보호법, 대륙붕법, 수역규정)의 검토가 필요하다. 아울러 지도, 빙황,

기상, 해상/하천, 항해정보, 인프라스트럭처, 환경지리 등이 포함되는 지리정보시스템 구축도 필요할 것이다.

다. 운항 측면

북극해 북동항로(우리나라에서 유럽까지 총 7,400마일 중 북극해내 항로는 2,680마일)는 수에즈운하 경유(12,000마일)보다 운항거리를 38%나 단축시키는 새로운 항로가 되지만, 동해-오호츠크해-베링해-시베리아 북쪽 해안-유럽을 잇는 북방항로해역은 해빙으로 인해 여태껏 이용이 불가능했기 때문에 시베리아 북쪽 해안은 아직까지 미개발로 남아 있게 되었다.

북극해 항로 개척 기술은 현재 실용단계로 들어서고 있다. 채산성에 맞추는 항해성능 개선이나 안전성 향상과 최적선박 설계는 지속적 추진이 필요하며, 대형선박일수록 채산성은 향상되나, 항로수심이 얇고 지원 쇄빙선의 크기에 한계가 있고 대형사고시 환경오염 가능성 등으로 인해 대형선박 활용에 제약을 받고 있다. 이에 따라 현재의 운항선박으로는 국제해운시장에서는 채산성이 낮다고 평가되고 있다.

운항수속에 관해 러시아는 1990년 공포된 "Regulation for Navigation on the Seaway of the Northern Sea Route"에서 기본사항을 규정하고 있고, 1996에 제정된 "Guide to Navigating through the Northern Sea Route"에서는 항로표식, 해협진입시 목표 등 항로에 관한 상세한 내용을 기술하고 있다. 연방정부의 운수성 북극해항로국은 통항신청수속 등을 포함하는 관리를 담당하고 있다.

북극해 항로상의 항만에 대한 개방여부는 러시아정부가 결정하며 연초에 개방할 항만을 발표하고 있는데 현재 10개 항만(이가루카, 덕슨, 텍시, 페복, 아무델마, 야무부르그, 듀딩카, 제레니, 프로비데니아)이 개방되어 있다. 운항지원설비는 총 47개 표식시설 중 17개가 유인시설이며, 200개 레이더반사기, GPS/DGPS시스템을 갖추고 있다(1998년 현재). 통신분야는 125°E를 경계로 6개 통신센타가 육상에 위치하여 서측(무르만스크, 덕슨, 아무델마)과 동측(텍시, 페벡, 슈미트)에 무선통신시스템을 구축하였다. 위성에 의한 통신은 INMARSAT와 OKEAN을 활용하고 있다. 빙상 기상정보는 상트페테르부르크에 있는 빙상수문기상정보센타(AARI)에서 제공하며, 주로 인공위성에 의해 관측된 자료가 사용되고 있다.

그러나 향후 운항시스템 구축시 계속 보완되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 선체: 빙중 항해 성능 보유해야 함
- 엔진: 엔진고장시 발생할 수 있는 상황은 일반 항로보다 심각함
- 의장 및 항해계기: 위성을 이용하여 정보 수집과 통신을 실시하고, 방한대책과 착빙 방지대책이 필요
- 소프트웨어 개발
- 지원쇄빙선 운항
- 운항시스템: 국가지원인프라 구축과 해외투자유치로 가능

라. 자원 측면

시베리아와 북극해 항로 주변에는 에너지, 광물, 삼림, 수산물 등 차세대 자원이 풍부

하게 매장되어 있다. 최근 발표된 미국지질조사국(USGS) 보고서(2008. 7)는 북극권에는 900억 배럴의 미확인 원유, 1670조 입방피트의 천연가스, 440억 배럴의 액화천연가스가 매장된 것으로 추정하고 있다..

러시아는 가스프롬 회사를 통해 에너지의 개발, 운송, 공급, 수출 등을 전담시키고 있으며, 1998년에는 동가스프롬사를 설립하여 아시아와 태평양 지역을 총괄하고 있다. 루크오일은 1996년에 원유생산량 5,100만톤으로 세계 14위였고 매장량은 세계 11위를 차지하였다. 수산자원의 개발에는 신중한 조사 분석이 선행되어야 하지만 현재 게, 새우, 명태 등을 수출하고 있다. 삼림자원으로는 소나무계통의 통나무를 생산하고 있으며 현재 동남아시아와 북미산 목재 생산이 여의치 못하여 대체자원으로 각광을 받을 수 있다. 광물자원은 매우 풍부한데 알루미늄, 동, 니켈 등을 생산하여 수출하고 있다.

동시베리아와 북극해에는 풍부한 자원이 잠자는 해역으로 잠재개발가능성이 매우 크다. 이제 곧 세계가, 특히 한국이 이들 자원에 깊게 의존하는 시대가 도래할 것으로 예상된다.

마. 경제/사회적 측면

지구온난화로 북극해의 얼음이 녹아 20-30년 후에는 여름철 내내 시베리아 북쪽 연안항로 전체가 열릴 것으로 예상된다. 북극해를 경유하는 신항로 개발은 희망봉과 수에즈운하 개통에 비견될 만큼 차세대 사회에 큰 영향을 미칠 수 있고 항로 주변의 자원개발을 부추겨 세계경제지도를 다시 그릴 것으로 예상된다.

우리나라 경제발전에 동력을 제공할 차세대 자원의 확보를 위해서는 지리적으로 우리나라와 가까운 극동 러시아를 상대하는 것이 유리하며 자원개발에는 러시아 지방정부뿐만 아니라 모스크바 연방정부와의 협력도 필수적이다.

INSROP의 종합보고서(해양연구원 2003)에 따르면 북극해 항로가 국제상업항로로서 성립하기 위한 긴급 과제는 거의 대부분이 법제, 세제, 통항료부과 등 여러 분야에서의 러시아내의 문제라고 결론짓고 있다. 인프라스트럭처의 정비를 비롯하여 북방항로개척을 방해하는 많은 문제가 구조의 변혁, 방침의 재검토에 의하여 해결할 수 있는 것이 많기 때문에 만약 러시아가 외국자본의 침략, 자원의 경제적 침탈 등에 대한 과잉방어적인 정책을 버리고 자원-문화대국으로서의 긍지를 지키며, 국제사회, 국제시장의 일원으로서 시책을 추진한다면 가까운 장래에 항로가 열릴 것이다.

정치적으로 북극해 항로의 개발은 가능하나, 반드시 물류가 뒷받침되어야 성장할 것이며 해상보험업자가 납득할 수 있는 수준의 북극해 항로관련 인프라의 정비와 유지가 필요하고 장기적으로는 합리적 계획 수립이 전제되어야 한다. 특히 러시아의 정치적 안정이 북극해 항로 개발에 필수 요건이며 해양법, 원주민 보호, 조세제도, 보험 등도 사전 정비되어야 한다.

바. 항로개설에 필요한 보완사항

- 항로 수로조사 자료 확보
- 항로 주변 기상과 해상 상태 파악
- 항해지원시스템 확립

- 긴급 피난/구난 시스템 확립
- 안전항해가 가능한 선박의 설계/건조
- 예상항로의 항법 확립
- 국제적 수준의 항만 설비 구비
- 항해용 환경영향평가 수행
- 법제, 보험, 세제 면에서의 채산성 검토
- 국제물류시장측면의 경제성 평가
- 항로 주변 미개발 지역의 개발과 진흥

2. 자원수송로와 상업항로의 관계

- 북극해 북동항로가 국제상업항로로 성립되기 위해서는 러시아 국가의 시급한 인프라 구축이 급선무이며 인프라가 해결되면 다른 대체운송수단이 없기 때문에 북극해 주변에서 생산되는 에너지자원 수송에 우선 북동항로가 활용될 것이다.
- 상업항로가 되기 위해서는 많은 상업운항실적이 필요하고 지속적인 발전을 위해서는 자원개발, 자원수출, 항로주변 지역발전, 러시아 경제 회복, 국제자본 도입이 필요하다.
- 북극해 항로가 수에즈운하 경유 항로에 비하여 소요항해일수, 채산성, 안전성 등에서 충분한 경쟁력을 갖고 수에즈운하 경유 항로가 갖지 못하는 운항장점을 해운업계에 제시할 수 있을 때 비로소 북극해 항로가 상업적으로 발전될 수 있다.
- 선박운항의 안전과 경제성을 결정하는 가장 큰 요인은 항로의 자연환경(지리적 특성, 기상, 해상)이며, 항로의 편의성은 항로상의 인프라와 항로정보제공시스템의 구축 여부에 크게 좌우된다. 경제성 평가를 위해 운송량, 운항상황, 통과화물, 운임시물레이션 등을 고려한 결과 5만톤급 벌크선을 여름철 운용할 때 수에즈항로보다 약 10% 저렴한 것으로 나타났다.
- 1997년부터 대통령 직선제 실시는 항로주변 지방정부의 자치권이 강화되는 첫걸음이었으나 항로개발이익이 발생할 경우 중앙과 지방정부 사이 합의에 도달하는 과정이 용이하지 않을 것이다(1995년 채택된 생산분배법에 의존). 특히 풍부한 자원을 갖고 있는 크라노야르스크 주의 동향에 주목할 필요가 있다.
- 북극위원회에서 권장한 “북극해 해양 안전의 증진, 북극지역 주민과 환경의 보호, 북극해양 인프라 구축”이 향후 북극해 해운 발전을 위한 핵심과제로 등장할 것이다.
- 본 연구에서 살펴보았듯이 현재 러시아 지방주들은 운송인프라가 매우 빈약하며 또 항로개설과 결빙해역 환경보호에 필요한 러시아 국내법과 국제법의 정비에 많은 노력과 시간이 더 필요하기 때문에 북극해 상업항로 개설보다는 자원수송로 개발이 경제성이 크고 따라서 현실로 먼저 이루어질 것으로 판단된다.
- 본 연구에서 제시된 바와 같이 여름철 강과 해상 항로를 이용하면 대량의 개발생산 광물을 극동시베리아로부터 우리나라까지 실어 올 수 있다.

3. 북동항로 확보 추진전략

북동항로 진출 사업의 기획에서부터 시행까지 전 과정을 아우르는 여러 요소들에 관한 통합로드맵을 작성한다.

가. 러시아와 공동으로 북동항로 중 동부해역을 대상으로 우선 추진

- 현재 북동항로의 결빙은 비르키츠키 해협(세베르나야젬라 섬과 타이미르 반도 사이) 부근에서 타이미르 대빙역이 존재하여 얼음으로 바다가 닫혀 있고 동쪽 해역인 베링해-츄크치해-동시베리아해-랍데브해 구역과 서쪽 해역인 바렌츠해-카라해 구역은 열려 있다.
- 이는 우리나라에서 오호츠크해를 거쳐 베링해-츄크치해-동시베리아해-랍데브해까지의 항로가 열림을 의미하고 우리나라가 관심을 많이 기울여야 하는 시베리아 북부해안 중 동쪽해역에서 여름철에 항해가 가능할 것으로 추정된다.
- 중앙부 타이미르 대빙역으로 인해 항행에 장벽이 생겨 유럽과 모스크바 연방정부의 인력, 기술, 자본 등이 아직까지 동시베리아로 유입되지 못하고 있다.
- 이러한 상황은 오히려 한국에게 러시아와 공동개발협상에서 유리한 입장에 설 수 있기 때문에 현 시점이 동시베리아 자원개발에는 매우 적합한 호기라고 판단된다.
- 일본의 경우 북극해 항로 연구가 많이 이루어져 있지만 러시아의 북방 4개 섬 영토 반환 요구 등으로 러시아와 외교마찰 우려에 따라 일본의 북극해 북동항로 연구개발이 주춤한 상태이며, 한국이 이 분야에 국가전략적인 차원에서 연구개발 투자를 선행토록 하면 항로개발에서 우위를 확보할 수 있을 것이다.

나. 국내의 기업, 연구소, 관련부처가 함께 참여하는 합동추진단을 구성

- 여러 관련분야 전문가들로 구성된 전문가회의를 통해 Brainstorming 방식으로 추진 전략과 방안을 도출한다.
- 러시아의 협조 하에 일본을 포함한 주변국들이 참여하는 국제협력체제를 구축한다.

다. 기획연구와 사업개발을 구분하여 단계별 추진.

- 본 사업을 전략계획수립의 기획단계와 사업공사진행의 실시단계로 구분하여 추진한다. 기획단계는 I 단계로 3년간('10~'12년), 실시단계는 II 단계와 III 단계로 6년간('13~'18년) 추진토록 한다.
- 북극해 북동항로 개발을 추진하는 동시에 우리나라 사람들이 항로 주변지역에서 경제활동을 할 수 있도록 지원한다.

4. 정책과제 추진방법

국가정책기획과제로 추진하여 사업추진 전략과 내용을 구체화한다.

가. 선택과 집중 전략에 따라 단계별로 추진

- 북극해 항로 개설시 연구대상이 되고 있는 10개 지방주에 대한 정보를 근거로 선택과 집중 전략을 도입하여 단계별로 추진토록 한다. 즉 I 단계('10~'12년)는 극동 러시아 10개 지방주 전체를 대상으로 전략을 기획하고, II 단계('13~'15년)는 북서태평양 연안 지방주 1곳을 선별하여 사업공사를 진행하며, III 단계('16~'18년)는 북극해 연안 지방주 1곳을 선별하여 공사를 진행토록 하는 안을 마련한다.

나. GIS와 결합된 북동항로주변 정보의 수집과 DB화

- 항로와 인접한 러시아 10개 주에 대한 지리정보: 인문, 경제, 사회
- 동해, 오희츠크해, 베링해, 북극해에 대한 자연환경정보: 기상, 해양, 해빙, 생물
- 항로 주변에 대한 자원정보: 에너지, 광물, 삼림, 수산

다. 최적항로를 결정하는 핵심요소 분석

- 항로: 북태평양 항로와 북극해 북동항로(항로환경, 운항선박)
- 항만: 자원집하장 부근
- 운송로: 개발자원의 운송방법(도로, 철도, 하천, 해상, 육상 및 해저 송유관 등)
- 자원: 동부시베리아(육상자원) 및 항로해역(해저자원) 개발
- 러시아 인프라: 러시아내 행정/법제 차원의 지원인프라 검토

라. 국가과제의 효율적 운영을 위한 시스템 구축

- 국내외 네트워크 활용하여 사업추진 인력 양성
- 기업 및 정부 출연으로 사업추진자금 조달 방안 모색
- 적극적 홍보활동으로 기업참여 유도
- 국내외 공동협조체계 구축

5. 국가과제 추진방향

본 기획연구과제의 최종목표는 극동시베리아와 북극해에서 개발된 자원을 우리나라로 운송해오기 위한 안전하고 빠른 북극해 북동항로 확보를 위한 기획이다. 본 연구에서 검토한 운송시나리오에 의하면 운송로로써 하천과 북극해 항로를 활용하는 방안이 최적이었고 실현가능성도 높은 것으로 나타났다. 즉 북극해에 얼음이 녹아 있는 여름철 3개월을 이용하면 하천과 해상 항로를 이용하여 20,000톤의 비철광물을 극동시베리아로부터 부산까지 실어 올 수 있고 왕복 총 소요일수는 하천운송 소요일수(15일)와 해상운송 소요일수(42일)를 합해 57일로 추정되었다.

이러한 최종목표 달성을 위해서는 사업 착수 전에 구체적이고 거시적인 추진로드맵 작성이 필요하다. 로드맵에는 선택과 집중에 의한 우선대상해역 선정, 국내 관련 기업/연구소/정부부처가 공동으로 참여하는 합동추진단 구성, 그리고 기획단계와 실시단계를 구분하여 추진 등이 전략적으로 고려되어야 할 것이다. 실현 방법으로는 국가정책기획과제로의 추진, GIS기반 정보 데이터 베이스화, 최적항로 선정 시 고려할 조건 분석, 시스템을 지속적이고 효율적으로 운영하는데 필요한 인프라 구축 등 4가지 방안이 제시되었다. 이를 종합하면 그림 3.41과 같다.

추진방향

목 표

극동시베리아 자원을 우리나라로 운송해오기 위한
안전하고 빠른 북극해 북동항로 확보

전 략

- 북방항로 진출 로드맵 작성과 추진
 - 북동항로 중 동부해역과 북서태평양 한대역을 우선 대상해역으로 추진
 - 국내의 관련 기업, 연구소, 부처가 참여하는 합동추진단 구성
 - 전략계획의 기획단계와 공사진행의 실시단계를 구분하여 추진

방 법

국가정책기획 과제 추진	GIS기반 정보 D/B화	최적항로 선정 조건 분석	효율적 운영 시스템 구축
<ul style="list-style-type: none"> • I 단계: 극동지방 주 전체 (10곳 ⇒ 2곳 선별) • II 단계: 북서태평양 연안 지방주 (1곳 집중 개발) • III 단계: 북극해 연안 지방주 (1곳 집중 개발) 	<ul style="list-style-type: none"> • 극동러시아 지리: 인문, 경제, 사회 • 자연환경: 기상, 해양, 해빙, 생태 • 자원분포: 에너지, 광물, 삼림, 수산 	<ul style="list-style-type: none"> • 항로: 빙해 • 항만: 집하장 • 운송로: 도로, 철도, 하천, 해상 • 자원: 육상, 해양 • 인프라: 러시아의 행정/법 체계, 국제법 	<ul style="list-style-type: none"> • 추진인력 개발 • 자금조달 방안 • 기업 참여 분위기 조성 • 국/내외 협조체제 강화

그림 3.41. 자원개발을 위한 북극해 북동항로 사업 추진방향.

제 4 장

목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연도별 연구목표

당해 연도 과제의 연구목표, 내용 및 범위는 표 4.1과 같다.

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
1차년도 (2008년)	<ul style="list-style-type: none"> 북극해 북동항로 관련 문헌자료 조사 항로 주변 환경정보 체계 구축에 필요한 구성요소 선별 발굴 자원개발과 연계한 항로 개설 추진전략 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 극동러시아-북극해 자원 개발을 위한 안전하고 빠른 운송 방안에 관해 일본과 러시아 등에 있는 문헌자료를 조사하고 분석 북극해 자연환경, 실시간 빙황정보 제공 시스템, 빙해 항행가능 선박, 기술/행정/법제 차원의 항해지원 인프라 등 여러 면에서 요소들을 선별하여 정리 자원개발을 지원하는 운송인프라로서 북극해 북동항로 진출 단계별 추진전략 기본기획안을 제시하고 국가과제의 장기 실행계획(통합 개발로드맵) 방향 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 일본, 러시아 등에 있는 기존 문헌자료를 활용 일본 해양정책연구재단 직접 방문 INSROP보고서 집중 분석 북극위원회의 북극항로평가 보고서 분석 10개 극동러시아 지방주 지리환경 자연환경(기상/해양/해빙/생물분포) 특성 해역별(북극해,베링해, 오호츠크해) 특성 에너지/광물/삼림/수산 자원 분포 도로/철도/하천/해운 등 운송 인프라 및 최적 운송시나리오 작성 북극해 북동항로 해운 현황 항로관련 행정/법 제도 러시아정부의 개발노력 러시아와 공동협력 추진 검토 통합 개발로드맵 작성을 위한 전략과 방향 제시

표 4.1. 연구목표, 내용 및 방법

제 2 절 연구개발목표의 달성도

본 연구가 시작되었을 때 예정하였던 3개 분야

- 북극해 북동항로 관련 문헌자료 조사
- 항로 주변 환경정보체계 구축에 필요한 구성요소 선별 발굴
- 자원개발과 연계한 항로 개설 추진전략 작성

를 검토하였고 자세한 분석을 실시하였다.

특히 JANSROP-GIS와 북극위원회의 북극해운평가 자료들을 입수하여 분석함으로써 본래의 연구개발 목표에 비하여 보다 구체적인 방안을 마련할 수 있었다.

제 3 절 관련분야 기술발전의 기여도

1. 북극해 항로 개발:

- 지구온난화로 북극해 얼음이 녹아 유럽까지 신항로 개척 가능

2. 해양연구 분야:

- 연구대상해역을 호호츠크해, 베링해 및 북극해로 확장
- 해양기후변화연구 및 해양자원탐사 능력 향상
- 해양연구선 활용 극대화: 북서태평양 및 북극해 해양조사에 투입

3. 국가 산업 분야:

- 인공위성을 통한 해빙정보과악 기술 발전에 기여
- 육상 자원개발: 러시아 광물 자원 개발시 운송
- 해운회사: 경제적인 북방항로 개척과 안전운항
- 원양어업: 북서태평양 및 북극해에서의 효율적인 어로작업
- 에너지자원개발: 석유, 천연가스 등 에너지자원 개발 지원
- 목재산업: 러시아 삼림자원 개발시 운송

4. 정부정책 결정:

- 국토해양부: 안전하고 빠른 북방 해상수송로 제공
- 지식경제부: 극동 러시아지역 자원개발을 지원

5. 북서태평양 및 북극해의 해양조사를 통해 친해양적 국민정서 함양

제 5 장

연구개발결과의 활용계획

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1 절 추가연구의 필요성

1. 국가기획과제의 실행계획작성과 추진

본 기획과제에서 제시된 개념을 기반으로 제시된 “극동시베리아 자원확보를 위한 북극해 북동항로 진출 로드맵 작성” 기획연구과제 제안요구서(RFP)는 표. 5. 1에 그리고 소요예산은 표.5.2에 나타내었다. 추후 기업, 연구소, 관련부처가 함께 참여하여 국가정책 기획과제의 장기 실행계획(통합 개발로드맵)을 마련하도록 하고 계획서에는 다음을 포함한다.

- 러시아와 공동으로 북동항로 중 동부해역을 우선 대상으로 추진
- GIS를 활용한 항로 주변 정보의 수집과 DB화
 - 항로와 인접한 러시아 10개 주에 대한 지리정보: 인문, 경제, 사회
 - 동해, 오호츠크해, 베링해, 북극해에 대한 자연환경정보: 기상, 해양, 해빙, 생물
 - 항로 주변에 대한 자원정보: 에너지, 광물, 삼림, 수산
- 국내의 기업, 연구소, 관련부처가 함께 참여하고 러시아와 일본을 포함한 주변국과의 국제협력으로 5개 분야에 걸친 항로 확보전략을 마련
 - 1) 항로: 북태평양 항로와 북극해 북동항로(자연환경, 운항가능한 시기, 해역 및 선박)
 - 2) 항만: 자원집하장 부근에 건설
 - 3) 운송로: 개발자원의 운송방법 개발(도로, 철도, 선박, 육상·해저송유관 등)
 - 4) 자원: 극동시베리아(육상자원) 및 항로해역(해양자원) 자원 중 우선순위 검토
 - 5) 러시아 인프라: 러시아내 행정/법제 차원의 지원인프라 검토
- 선택과 집중 전략으로 단계별 추진: I 단계('10~'12년)는 극동 러시아 10개 지방주 전체를, II 단계('13~'15년)는 북서태평양 연안 지방주 1곳을 선별, III 단계('16~'18년)는 북극해 연안 지방주 1곳을 선별하여 진출 전략을 마련함

표 5.1. “극동시베리아 자원확보를 위한 북극해 북동항로 진출 로드맵 작성”과제 제안요구서(RFP).

과 제 명	1. 극동시베리아 자원확보를 위한 북극해 북동항로 진출 로드맵 작성
<p>기획연구의 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 자원 확보 <ul style="list-style-type: none"> • 극동러시아의 육상 및 해양 자원을 우리나라 산업과 연계시켜 경제발전을 도모 • 우리 정부의 시베리아 자원개발에 운송인프라를 제공하여 극동러시아지역 자원을 선점하고 북극권 개발에 참여 • 우리나라와 가까운 곳에 위치한 시베리아와 북극해 항로 주변에는 에너지(석유, 가스, 메탄수화물), 광물(알루미늄, 동, 니켈), 삼림(타이가 침엽수림), 수산물(게, 새우, 명태) 등이 풍부하여 차세대 자원공급처임 • 미국지질조사국(USGS) 보고서(2008. 7)는 북극권에는 900억 배럴의 미확인 원유, 1670조 입방피트의 천연가스, 440억 배럴의 액화천연가스가 매장된 것으로 추정 ○ 유라시아와 태평양을 잇는 새로운 북방항로 개척 <ul style="list-style-type: none"> • 북극해를 통과하는 북방항로(우리나라에서 유럽까지 총 7,400마일 중 북극해 북동항로는 2,680마일)는 수에즈운하 경유 남방항로(12,000마일)보다 운항거리를 38%나 단축시킴 ○ 기후변화(지구온난화)에 적극적 대응 <ul style="list-style-type: none"> • 지구온난화로 북극해의 얼음이 녹아 20-30년 후에는 시베리아 북쪽 연안항로 전체가 열릴 것으로 예상되며, 이에 따라 여름철 일반선박의 항해가 가능할 것으로 판단됨 • 러시아 북쪽 해안 중앙부 비르키츠키 해협부근에 연중 상존하는 해빙으로 인해 유럽으로부터의 인력, 기술, 자본이 동부시베리아까지는 아직 영향을 미치지 못하고 있음 • 지리적으로 극동에 위치한 한국에게는 개발을 선점할 수 있는 절호의 기회를 제공하고 있음
<p>기획연구의 목적</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 러시아와 협력하여 극동시베리아와 북극해 지역에서 개발된 자원을 우리나라로 운송하기 위한 안전하고 빠른 북방항로 확보 전략 마련
<p>기획연구 내용 및 범위</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 북극해 북동항로 관련 자료 조사 ○ 북방항로 주변 지리/자연/자원/항로 정보의 GIS D/B체계 구축 ○ 자원확보와 연계한 북방항로 확보 전략 마련
<p>추진방법</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 러시아와 공동으로 극동 러시아 10개 지방정부와 주변해역을 우선 대상으로 추진 <ul style="list-style-type: none"> • 10개 지방주의 면적은 한반도의 38배이나 인구는 1/8정도임 ○ GIS를 활용한 항로 주변 정보의 수집과 DB화 <ul style="list-style-type: none"> • 항로와 인접한 러시아 지방주에 대한 일반지리: 인구, 면적, 경제, 인프라

	<ul style="list-style-type: none"> • 동해, 오호츠크해, 베링해, 북극해에 대한 자연환경정보: 기상, 해양, 해빙, 생물 • 항로 주변에 대한 자원: 에너지, 광물, 삼림, 수산, 해양 • 운송로: 하천/강, 도로, 철도, 해운 <p>○ 국내의 기업, 연구소, 관련부처가 함께 참여하고 러시아와 일본을 포함한 주변국과의 국제협력으로 5개 분야에 걸친 전략을 마련</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 항로: 북태평양 항로와 북극해 북동항로(자연환경, 운항선박) 2) 항만: 자원집하장 부근에 건설 3) 육상운송로: 개발자원의 집하장까지 운송방법 개발(하천/강, 도로, 철도, 선박, 육상/해저 송유관 등) 4) 자원: 극동시베리아(육상자원) 및 항로해역(해양자원) 자원 중 우선순위 검토 5) 러시아 인프라: 러시아내 행정/법제 차원의 지원인프라 검토
<p>기획연구 연구개발비/ 연구기간</p>	<p>○ 총 소요예산(안) : 20억원/ 2010년 [총사업비 430억원/ 총기간 9년(2010-2018)]</p>
<p>기획연구 결과 제시물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자원 확보와 연계한 북방항로 진출 로드 맵을 제시 ○ 북방항로 주변 정보자료의 GIS 데이터 베이스 ○ 기획연구 최종보고서
<p>기타: 국내외 기술개발 현황 및 전망</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우리 나라의 해양강국 의지 <ul style="list-style-type: none"> • 우리나라는 남북극해의 중요성을 인식하여 극지연구소를 설립하였고 극지방 해양조사를 위한 쇄빙연구선을 건조 중이며, 또한 선박건조분야의 세계최고 수준을 보유 ○ 국제북극해항로계획(INSROP)을 발족 <ul style="list-style-type: none"> • 일본은 1993년 러시아, 노르웨이와 공동으로 국제북극해항로계획(INSROP)을 발족시켜 1단계(1993-1995년)와 2단계(1997-1998년)에 걸쳐 북극해항로의 국제상업항로로서 이용가능성을 조사한 바 있고, 그후 일본 단독으로 일본북극해항로계획(JANSROP)을 2005년까지 추진한 바 있음 ○ 북극해 선점 경쟁이 시작됨 <ul style="list-style-type: none"> • 지구온난화로 북극해 얼음이 녹으면서 북극해에 묻혀 있는 석유 및 가스 자원 개발가능성이 커지고 있어 주변국(러시아, 타나다, 미국, 노르웨이, 덴마크) 사이에 영유권 분쟁이 시작됨 ○ 북극해 항로가 열리고 있음 <ul style="list-style-type: none"> • 2007년 여름 유럽우주국(ESA) 자료에 의하면 북서항로는 완전히 뚫렸고, 북동항로도 비루키츠키 해협 부근에서만 부분적으로 막혀 있었으나 2008과 2009년 여름에는 북동항로도 뚫렸음 • 정부간기후변화위원회(IPCC)에서는 2070년에 북극해 얼음이 완전히 없어질 것으로 예측하였으나, 일본에서는 2040년으로 예상하고 극단적으로는 2013년에 북극해 얼음이 완전히 녹을 수도 있음을 경고

표 5.2. 극동시베리아 자원확보를 위한 북극해 북동항로 진출 로드맵 작성”과제 소요예산.

(백만원)

년 도	금 액	산 출 근 거**
총사업비 *	43,000	·기간 9년(2010-2018) ·3단계로 추진
(2008)	(45)	·자원개발을 위한 북극해 북동항로 기획연구: 45 (한국해양수산기술진흥원 35, 한국해양연구원 10 공동지원)
2010	2,000	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(10개 지방주 전체): 1,000 - 항로주변 지리정보 수집 100 - 항로주변 자연환경정보 수집 300 - 항로주변 자원정보 수집 300 - 항로주변 운송정보 수집 300 ·GIS기반 DB체계 개발: 200 ·현상공동조사 : 500 ·자원확보와 연계한 북방항로 진출전략 개발: 300
2011	4,500	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(10개 지방주 전체): 2,000 ·GIS기반 DB체계 개발: 1,000 ·현상공동조사 : 1,000 ·자원확보와 연계한 북방항로 진출전략 개발: 500
2012	5,500	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(10개 지방주 전체): 1,000 ·GIS기반 DB체계 개발: 2,000 ·시험운항 및 현장공동조사 : 2,000 ·자원확보와 연계한 북방항로 진출전략 개발: 500
2013	5,000	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(북서태평양 지방주 1곳): 3,000 ·GIS기반 DB체계 개발: 1,000 ·시험운항 및 현장공동조사 : 500 ·자원확보와 연계한 북방항로 진출전략 개발: 500
2014	5,500	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(북서태평양 지방주 1곳): 1,000 ·GIS기반 DB체계 개발: 2,000 ·시험운항 및 현장공동조사 : 2,000 ·자원확보와 연계한 북방항로 개발: 500
2015	5,000	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(북서태평양 지방주 1곳): 1,000 ·GIS기반 DB체계 개발: 1,000 ·시험운항 및 현장공동조사 : 2,000 ·자원확보와 연계한 북방항로 개발: 1,000
2016	5,000	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(북극해 연안 지방주 1곳): 3,000 ·GIS기반 DB체계 개발: 1,000 ·현상공동조사 : 500 ·자원확보와 연계한 북방항로 개발: 500
2017	5,500	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(북극해 연안 지방주 1곳): 1,000 ·GIS기반 DB체계 개발: 2,000 ·시험운항 및 현장공동조사 : 2,000 ·자원확보와 연계한 북방항로 개발: 500
2018	5,000	·북극해 북동항로 주변 환경정보 수집(북극해 연안 지방주 1곳): 1,000 ·GIS기반 DB체계 개발: 1,000 ·시험운항 및 현장공동조사 : 2,000 ·자원확보와 연계한 북방항로 개발: 1,000

2. 북방항로해역 해황 및 빙황 조사/예측 R&D 과제 추진

북방항로 해역은 북태평양 아한대 해역(오호츠크해와 베링해)과 러시아 북동부의 북극해가 포함되는데, 이 해역은 겨울철에 대부분이 결빙되어 일반선박의 통항이 어렵고 쇄빙선이나 내빙선만이 운항할 수 있다. 북방항로 해역에서 안전 항행을 도모하기 위해서는 해양과 해빙에 대한 조사가 먼저 이루어지고 이 자료를 근거로 해황이 예측되고 예보된 해황정보가 항해사들에게 제공되어 안전운항이 가능하도록 하여야 한다. 운항 시에는 해황요소 중 특히 바람, 기온, 해류, 파도, 조석, 수온, 해빙 등이 중요한 항행정보가 되기 때문에 이들에 대한 해양조사/분석이 필요하고 이를 추진하기 위해서는 다음과 같은 R&D 과제 추진이 필요하다고 판단된다.

1. 과제명: 북방항로해역 해황 조사/예측(표. 5. 3)

- 기간: 9년(2010-2018, 3년씩 3해역, 점진적으로 해역 확대)
- 목적: 북방항로 안전운항을 위한 해황(바람, 기온, 해류, 파도, 조석, 수온 등) 조사/예측
- 대상해역: 3해역(오호츠크해, 베링해, 북극해 동부)

2. 과제명: 북방항로해역 빙황 예측(표. 5. 4)

- 기간: 3년(2010-2012)
- 목적: 북극해 북동항로 해역 빙황 예측 및 정보제공시스템 구축
- 대상해역: 북극해 동부(러시아 북쪽 연안)

표 5.3. “북방항로해역 해황 조사/예측 기획연구”과제 제안요구서(RFP).

<p>과 제 명</p>	<p>2. 북방항로해역 해황 조사/예측 기획연구</p>
<p>기획연구의 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 북방항로 해역은 북태평양 아한대 해역(오호츠크해와 베링해)과 러시아 북동부의 북극해가 포함되는데, 이 해역은 겨울철에 대부분이 결빙되어 일반선박의 통항이 어렵고 쇄빙선이나 내빙선만이 운항할 수 있음 ○ 북방항로 해역에서 안전 항행을 도모하기 위해서는 해양과 해빙에 대한 조사가 먼저 이루어지고 이 자료를 근거로 해황이 예측되고 예보된 해황 정보가 항해사들에게 제공되어 안전항해가 가능하도록 하여야 함 ○ 선진국에서는 북극해를 포함한 북방항로 해역에서 해황예측 연구가 진행되고 있으며, 관련 자료와 기술을 보유하고 있어 북방항로 확보를 위해 연구개발이 시급 <ul style="list-style-type: none"> - 미국에서는 연구기관, 학계 및 정부가 참여하여, 인공위성관측을 포함한 북극해 해양조사를 실시하고 있으며, 연구결과를 이용하여 실시간 해양 예보를 실시하고 있음
<p>기획연구의 목적</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 북방항로 안전운항을 위한 해황 조사/예측을 위한 종합계획 수립
<p>기획연구 내용 및 범위</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 운항 시에는 해황요소 중 특히 바람, 기온, 해류, 파도, 조석, 수온, 해빙 등이 중요한 항행정보가 되기 때문에 이들에 대한 해양조사/분석이 우선적으로 필요함 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 기술동향(특허 및 논문분석 포함), 기술수준, 국내 기술개발 인프라 분석 - 국내외 정책추진 동향, 시장현황 및 전망, 관련 제도 조사 ○ 연구대상인 3해역(오호츠크해, 베링해, 북극해 동부)에 대한 연구 타당성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 기술적, 경제적, 정책적 타당성 분석 ○ 연구목표 및 범위 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 타당성 및 동향 분석결과를 기초로 연구개발 최종목표 및 최종 성과물 제시 - 단계별 목표 및 연구내용, 연구범위 설정 ○ 연구목표 달성을 위한 핵심기술 및 세부과제 도출 <ul style="list-style-type: none"> ※ 타 부처 및 관련 기관에서 수행되었거나 수행중인 기술과 중복을 배제하고, 기 개발된 기술과 연계 및 활용이 필요할 경우 구체적인 실행방안 제시 ○ 연구개발 추진전략 및 추진체계 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 연구목표를 효과적으로 달성하기 위한 추진전략 및 추진계획 수립

	<ul style="list-style-type: none"> - 연구개발사업의 효과적 수행을 위한 추진체계 제시 - 소요예산의 규모, 소요인력 및 인력확보 방안, 적정연구기간 제시 ※ 소요예산은 산출근거를 포함하여 제시 ○ 본 사업의 기대효과 및 파급효과를 정성·정량적으로 제시 ○ 연구개발 결과의 활용 방안을 구체적으로 제시 ○ 정량적, 정성적 성과지표 및 지표별 성과 목표치 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 성과지표 : 연구수행 중 도출 예상 성과 (예: 특허, 논문, 표준, 계획대비 진척율, 시제품 등)
<p style="text-align: center;">추진 방법</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관, 대학, 기업체 등 관련 기관이 함께 참여할 수 있도록 기획위원회를 구성하여 추진 ○ 9년(2010-2018), 3년씩 3해역, 점진적으로 해역을 확대하여 추진하는 방안 마련
<p style="text-align: center;">기획연구 연구개발비/ 연구기간</p>	<p>50백만원 / 6개월</p>
<p style="text-align: center;">기획연구 결과 제시물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기획연구 최종보고서, 과제 공모를 위한 RFP

표 5.4. “북방항로해역 빙황 예측 기획연구” 과제 제안요구서(RFP).

<p>과 제 명</p>	<p>3. 북방항로해역 빙황 예측 기획연구</p>
<p>기획연구의 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 북방항로 해역은 북태평양 아한대 해역(오호츠크해와 베링해)과 러시아 북동부의 북극해가 포함되는데, 이 해역은 겨울철에 대부분이 결빙되어 일반선박의 통항이 어렵고 쇄빙선이나 내빙선만이 운항할 수 있음 ○ 북방항로 해역에서 안전 항행을 도모하기 위해서는 해빙에 대한 조사가 먼저 이루어지고 이 자료를 근거로 빙황이 예측되고 예보된 빙황정보가 항해사들에게 제공되어 안전운항이 가능하도록 하여야 함 ○ 선진국에서는 북극해를 포함한 북방항로 해역에서 빙황예측 연구가 진행되고 있으며, 관련 자료와 기술을 보유하고 있어 북방항로 확보를 위해 연구개발이 시급 <ul style="list-style-type: none"> - 미국에서는 연구기관, 학계 및 정부가 참여하여, 인공위성관측을 포함한 북극해 해빙조사를 실시하고 있으며, 연구결과를 이용하여 실시간 해빙 예보를 실시하고 있음
<p>기획연구의 목적</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 북극해 북동항로 해역 빙황 예측과 해빙정보제공시스템 구축을 위한 종합계획 수립
<p>기획연구 내용 및 범위</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상해역: 북극해 동부(러시아 북쪽 연안) ○ 북극해 운항 시에는 해황요소 중 특히 해빙이 중요한 항행제약요인이 되기 때문에 해빙조사/분석이 우선적으로 필요함 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 기술동향(특허 및 논문분석 포함), 기술수준, 국내 기술개발 인프라 분석 - 국내외 정책추진 동향, 시장현황 및 전망, 관련 제도 조사 ○ 북극해 동부해역에 대한 해빙 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 기술적, 경제적, 정책적 연구타당성 분석 ○ 연구목표 및 범위 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 타당성 및 동향 분석결과를 기초로 연구개발 최종목표 및 최종 성과물 제시 - 단계별 목표 및 연구내용, 연구범위 설정 ○ 연구목표 달성을 위한 핵심기술 및 세부과제 도출 <ul style="list-style-type: none"> ※ 타 부처 및 관련 기관에서 수행되었거나 수행중인 기술과 중복을 배제하고, 기 개발된 기술과 연계 및 활용이 필요할 경우 구체적인 실행방안 제시 ○ 연구개발 추진전략 및 추진체계 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 연구목표를 효과적으로 달성하기 위한 추진전략 및 추진계획 수립 - 연구개발사업의 효과적 수행을 위한 추진체계 제시 - 소요예산의 규모, 소요인력 및 인력확보 방안, 적정연구기간 제시

	<p>※ 소요예산은 산출근거를 포함하여 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 사업의 기대효과 및 파급효과를 정성·정량적으로 제시 ○ 연구개발 결과의 활용 방안을 구체적으로 제시 ○ 정량적, 정성적 성과지표 및 지표별 성과 목표치 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 성과지표 : 연구수행 중 도출 예상 성과 (예: 특허, 논문, 표준, 계획대비 진척율, 시제품 등)
<p>추진 방법</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관, 대학, 기업체 등 관련 기관이 참여할 수 있도록 기획위원회를 구성하여 추진 ○ 3년(2010-2012)동안 북극해 동부해역을 대상으로 해빙자료 수집 및 분석
<p>기획연구 연구개발비/ 연구기간</p>	<p style="text-align: center;">50백만원 / 6개월</p>
<p>기획연구 결과 제시물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기획연구 최종보고서, 과제 공모를 위한 RFP

제 2 절 타 연구에의 응용

북극해에는 지구상에 남은 석유와 천연가스의 1/4이 묻혀 있을 것으로 추정하고 있다. 지난 2007년 8월 초 러시아는 북극해 4000m 해저에 탐사선을 보내 해저에 자국 국기를 꽂으며 북극해 자원개발에 대한 강한 의지를 보였고 북극해 인접국들인 덴마크, 캐나다, 미국 등도 영유권 주장을 위해 해양조사를 통해 자료를 축적하고 있다.

본 연구결과는 극동러시아 자원개발을 지원하는 운송인프라 구성에 초점이 맞추어져 있다. 따라서 연구결과는 자원개발생산품을 운송하는 데 곧바로 활용할 수 있다. 아울러 장기 국가정책기획과제가 진행될 수 있는 방향과 터전을 제시하고 있다.

최근에는 지구온난화로 인해 북극해의 얼음이 점차 줄어들고 있다. 지금까지는 쇄빙선만이 통과할 수 있었던 항로가 내빙선 또는 일반선박에게도 열린다는 의미이다. 항로가 열리면 다음과 같은 잇점들이 예상된다.

- 유럽까지 항로가 38% 단축
- 동시베리아에 매장된 자원 수송 가능: 석유, 천연가스, 알미늄, 동, 니켈
- 시베리아 타이거 수렵의 삼림자원 수송
- 오호츠크해역의 수산자원 운송
- 북극해에 매장된 석유 및 천연가스 운송
- 쇄빙상선 설계 및 건조 기술 향상
- 동북아 물류 중심 실현

제 3 절 기업화 추진방안

- 본 기획과제에서 제시된 개념을 기반으로 추후 기업, 연구소, 관련부처가 함께 참여하여 항로-항만-운송로-자원-러시아 인프라를 포함하는 국가정책기획과제의 장기 실행계획(통합 개발로드맵)을 작성한다.
- 자원개발 경험과 의지가 있는 업체들의 참여가 필수적이고 개발에 필요한 자금은 정부 연구사업비에서 우선 충당하고 개발 후에 발생하는 이익금으로 정부 투자비를 회수하도록 한다.

제 6 장

참 고 문 헌

제 6 장 참고문헌

- 김성한, 김부근, 신혜선, Uchida, M, Itaki, T, Ohkushi, K. 2009. 베링해 중부지역의 마지막 빙하기 이후 고생산성의 고해상 변화. 한국해양학회지 바다. 14(3), 134-144.
- 한국해양수산개발원. 2009. 기후변화에 따른 북극해 변화와 대응방안 (연구책임자: 황진회). 300p.
- 한국해양연구원. 2003. 북극해 항로 (원저자: 일본선박해양재단, 역자: 권문상, 남광연, 오위영, 박성욱). 264p.
- 일본해양정책연구재단(OPRF). 2005. JANSROP-GIS.
- 일본해양정책연구재단(OPRF). 2005. 時代を拓く 北の海 - その 資源・輸送・環境保全.
- 일본해양정책연구재단(OPRF). 2006. New Era in Far East Russia and Asia.
- Arctic Melt Unnerves the Experts. NEW YORK TIMES. October 2, 2007.
- 위키백과-러시아편 <http://ko.wikipedia.org/wiki>.
- Arctic Council. April 2009. Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report. 187p.
- Grigorenko, Yu. N. 2006. Oil-Gas Resources in the East of Russia. In New Era in Far East Russia and Asia. 59-68.
- Ishikawa, Yuichiro. 2006. Strategic Plan for the Russian Far East. In New Era in Far East Russia and Asia. 93-98.
- Otsuka, Natsuhiko. 2006. Transport Infrastructure in the Russian Far East. In New Era in Far East Russia and Asia. 69-86.
- Semenikhin, Yaroslav. 2006. Prospects of Russian Far East Marine Transport System Development. In New Era in Far East Russia and Asia. 87-92.
- Talley, Lynne D and Yutaka Nagata 1995. The Okhotsk Sea and Oyashio Region(ed.). PICES Scientific Report No. 2. 227p.

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 해양과학기술연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 해양과학기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용을 대외적으로 발표 또는 공개할 수 없습니다.

본 보고서와 관련하여 문의를 원하시는 분은 아래의 문의처로 연락을 주시기 바랍니다.

■ 문의처: 한국해양과학기술진흥원 TEL 02)3460-4000

한국해양연구원 TEL 031)400-6127