



에너지 수송로 변화에 따른 세계 에너지 물류 영향

석주헌 에너지경제연구원 부연구위원 (juheon@keei.re.kr)

1. 서론

국제에너지 물류 환경 변화, 기술 발달, 기후변화 등으로 에너지를 운송하는 수송로가 변화하고 있다. 기존의 파나마 운하는 수심 12.5m, 폭 32m, 길이 295m의 파나마급(Panamax)급¹⁾ 선박만 통행이 가능하여 파나마 운하를 통과할 수 있는 선박에 제한이 있었뿐 아니라, 선박회사들의 선박 대형화로 파나마 운하를 통과하는 선박 및 에너지 물동량이 현저히 감소하고 있었다. 이에 파나마 정부는 확장 공사를 진행하여 수심 18.3m, 폭 55m, 길이 427m의 신규 갑문을 설치하여 12,000 TEU급 선박을 수용할 수 있도록 하였다.

북극해 항로 개발은 북극지역 개발에 따른 에너지 자원 수송을 위해 추진되고 있다. 러시아, 노르웨이 등 북극해 연안국들은 기존 매장지의 자원 고갈 현상이 빠르게 진행되고 있어 북극해 자원을 개발하고 있고, 북미 지역은 해외 에너지자원 의존도 감축과 더불어 향후 증가할 에너지 수요를 충족시키기 위해 북극해 자원 개발

에 나서고 있다. 또한, 기후 변화로 인해 북극지역의 빙하가 해빙하여 그 동안 개발이 불가능하였던 북극지역 개발을 촉진시켰다. 이러한 요인들로 인해 통과하기 어려웠던 북극해 항로 운항도 가능하게 되었다.

이에, 본고는 파나마 운하 확장, 북극해 항로 등의 에너지 수송로 변화가 세계 에너지 물류에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 본고의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 파나마 운하 확장으로 인한 세계 에너지 물류 변화를 살펴보고, 3절에서 북극해 항로 개발에 따른 세계 에너지 물류 변화, 4절에서는 에너지 수송로 개발에 따른 세계 에너지 물류 영향을 종합적으로 제시하고 결론을 맺는다.

2. 파나마 운하 확장의 영향

가. 파나마 운하 확장사업

1) 파나마 운하의 확장 배경

1) 파나마 운하를 통과할 수 있는 선박의 최대 치수로서 5,000 TEU급 선박을 지칭.



파나마 운하는 태평양과 대서양을 연결하는 운하로 1914년에 개통이 되어 전 세계 해상물동량의 5%를 차지하고 미국의 국제 해상 물동량의 12%를 분담한다.

확장 전의 파나마 운하는 수심 12.5m, 폭 32m, 길이 295m의 파나마급(Panamax)급 선박만의 통행이 가능하여 파나마 운하를 통과할 수 있는 선박에 제한이 있었다. 하루 평균 35척, 연간 13,000척의 선박이 파나마 운하를 통과하며, 대부분은 컨테이너선, 유조선, 벌크선이다.

그러나 컨테이너선 및 유조선의 대형화가 진행됨에 따라 많은 대형 선박들이 물리적으로 파나마 운하를 통과할 수 없게 되었고, 이로 인해 대부분의 선박회사들은 수송로를 변경하게 되면서 파나마 운하에 대한 수요

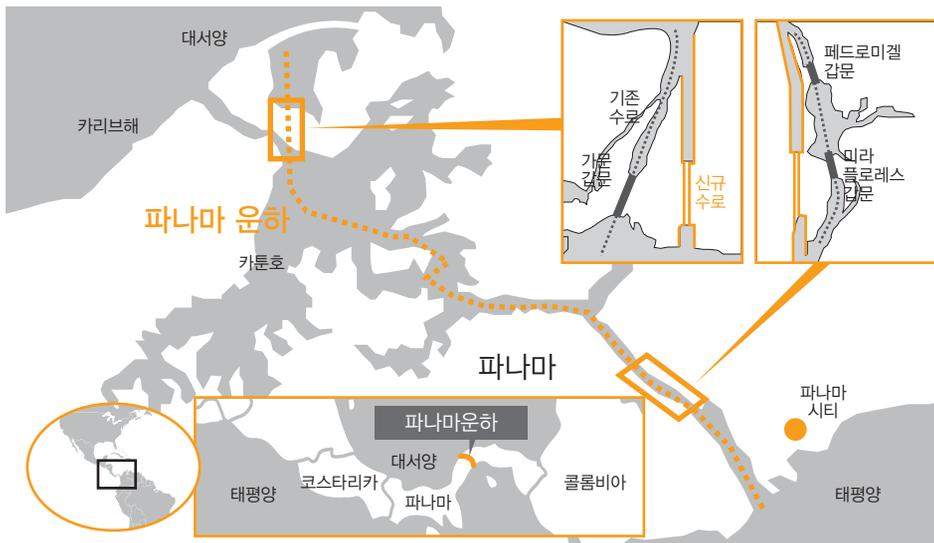
도 감소하게 되었다.

이와 같은 요인으로 파나마 운하의 확장이 중대한 사안으로 부각되어, 2004년부터 파나마 운하 확장 논의가 본격화되었다. 2007년 파나마 정부는 국민투표를 거쳐 2007년 9월부터 확장 공사에 착수하였으며 2016년 6월 26일 9년간의 공사를 마무리하고 재개통하였다.²⁾

2) 파나마 운하 확장사업 계획

파나마 정부는 2007년 9월 파나마 운하 확장 공사에 착수하였다. 운하 확장사업은 5.25십억 달러(약 5조2천억) 규모이고, 대서양과 태평양 양측에 수심 18.3m, 폭 55m, 길이 427m의 신규 갑문을 설치하여 12,000

[그림 1] 파나마 운하 확장사업 계획



자료 : 정규재 외(2013.11.8)

2) 정규재 외(2013.11.8)



TEU급 선박을 수용할 수 있도록 하였다.

확장 사업은 ① 신규 갑문 설치, ② 진입구 수로 확장, ③ 신규 수로 확보 ④ 가톤호(Gatun lake) 확장이다.³⁾

첫째, 신규 갑문 설치는 기존 갑문에 평행하게 신규 갑문을 설치하여 신규 및 기존 갑문 모두를 이용할 수 있도록 하였다. 대서양 및 태평양 연결지점의 포스트-파나마스 갑문 공사는 각 갑실에 3개 정수장을 포함한다.⁴⁾

둘째, 진입 수로 확장은 대서양과 태평양 양쪽 수역에서 입구 수로를 확장하여 대형 선박의 접근이 가능하도록 하였다.

셋째, 신규 수로 확보는 新대서양 및 新태평양 연결지점의 진입 수로 확장 및 준설 공사를 포함한다.

넷째, 가톤호의 항해 채널을 준설하고, 가톤호의 수심을 0.4m로 올려 갑문에 수자원을 원활히 공급을 하기 위해 가톤호의 확장 공사를 시행하였다.

나. 파나마 운하 확장에 따른 세계 에너지 물류 영향

1) 석탄, 원유 및 석유제품⁵⁾⁶⁾

파나마 운하 확장으로 인한 원유 및 석유제품의 경제성 개선은 서로 상이하다. 원유를 수송하는 대부분의 유조선은 VLCC(Very Large Crude Carriers), ULCC(Ultra Large Crude Carriers)로 파나마 운하 확장에도 불구하고 신규 갑문을 통과할 수 없기에 운하 확장이 원유 수송에 미치는 영향이 크지 않을 것으로 예

상된다.

반면 경우, 디젤 등 석유제품은 확장 이전에도 파나마 운하를 통해 수송이 되었고 확장으로 인해 대형 석유제품 수송선의 통과가 가능해짐에 따라 이용 증대와 더불어 경제성도 개선될 것으로 예상된다. 미국산 프로판의 아시아 수출 병목현상도 운하 확장으로 개선이 될 것이다.

석탄 수송의 경우, 파나마 운하 확장으로 대형 선박 이용이 가능해져 미국 및 콜롬비아에서 아시아 및 유럽으로 석탄 수출 물동량 또한 다소 증가할 것으로 보인다.

2) LNG⁷⁾

LNG 수송은 파나마 운하 확장으로 인해 가장 큰 혜택을 볼 것으로 예상된다. 특히, 미국산 LNG의 아시아 수출은 파나마 운하 확장으로 운송 시간 및 비용이 단축될 것이다.

파나마 운하 확장 이전에는 좁은 갑문과 수로의 제한으로 인해 전 세계 LNG 선박의 약 6% 정도인 0.7bcf 용량의 최소형 LNG 탱크선만이 통과할 수 있었다. 그러나 확장 후, 파나마 운하는 거의 90%에 육박하는 전 세계 대부분의 LNG 탱크선(3.9bcf 용량까지)이 통과할 수 있게 되었다. LNG 수송에 주로 VLGC(Very Large Gas Carrier)가 이용되나, 파나마 운하 확장에도 불구하고 4.5~5.7bcf 규모의 Q-Flex급 및 Q-Max급 선박은 여전히 통과할 수 없다.

3) Rodrigue(2010)

4) 이성우 외(2015)

5) EIA(2016, 6, 23)

6) 도현재 외(2016, 8, 12)

7) EIA(2016, 6, 30)



가) 수송 거리 및 시간 단축⁸⁾

미국 멕시코만-파나마 운하-아시아로 LNG를 운송할 경우, 수송거리 단축에 따라 수송시간도 단축될 것으로 보인다. 특히, 전 세계 LNG 수입 시장의 75%를 차지하는 중국, 한국, 일본, 대만 등 아시아 시장으로의 수송 시간 단축은 자명하다. 예를 들어, 미국 멕시코만-파나마-일본으로 LNG 수송 시간은 대략 20일 정도 소요되는 반면, 수에즈 운하 통과시 약 31일 소요되

고, 아프리카의 남쪽 이용시 약 34일 정도 소요된다. 같은 아시아 시장이라고 할지라도 인도, 파키스탄의 경우는 수에즈 운하나 남아프리카 희망봉을 통과하는 것이 수송시간 단축에 유리하다.

또한, 미국 멕시코만-남미 수송시간도 단축될 것으로 예상되는데, 콜롬비아 및 에콰도르의 터미널까지는 20일이 단축이 되어 기존 25일에서 5일이 걸리고, 칠레의 기화 터미널까지는 기존 20일에서 8~9일로 약 12일이 단축이 된다.

〈표 1〉 미국 멕시코만(Sabine Pass)에서 각 경로별 수송 거리

(단위: 해리)

		파나마 운하	수에즈 운하	희망봉	케이프 혼
아시아	일본(도쿄만)	9,141	14,441	15,646	16,687
	한국(통영)	9,954	-	15,375	-
	중국(광둥)	10,645	13,020	14,297	17,109
	싱가포르	11,955	11,569	12,972	16,878
	인도(Dahej)	14,529	9,633	12,079	-
남미	칠레(Quintero)	4,098	-	-	8,965

자료: 이석호 외(2012,6,29), 정규재 외(2014,2,28), 도현재 외(2016,8,12)를 바탕으로 재구성

나) 수송 비용 절감⁹⁾

파나마 운하를 통과함으로써 수송거리 단축에 따른 수송 비용 절감효과도 있다. 3.5bcf LNG 수송선을 기준으로 파나마운하관리청(Panama Canal Authority)의 신규 통행료를 적용하여 왕복 통행료를 추정하면 대략 \$0.2/MMBtu이다. 이를 적용하여 미국 멕시코만-파나마-아시아시장으로의 LNG 왕복 수송비용을 계산하면

파나마 운하 대신 수에즈 운하나 케이프혼을 통과하는 경로에 비해서 대략 9~12%의 비용절감이 예상된다.

한편, IHS 자료를 바탕으로 비용 절감효과를 계산해 보면, 파나마 운하 이용시 미국 멕시코만-수에즈-아시아 경로보다 대략 \$0.3/MMBtu~\$0.8/MMBtu 정도 비용이 절감되고, 희망봉 통과 경로보다 약 \$0.2/MMBtu~\$0.7/MMBtu 정도 절약되는 것으로 분석된다.

8) EIA(2016,6,30)
9) EIA(2016,6,30)



3. 북극해 항로 개발의 세계 에너지 물류 영향

가. 북극지역 자원 개발 현황

1) 러시아¹⁰⁾

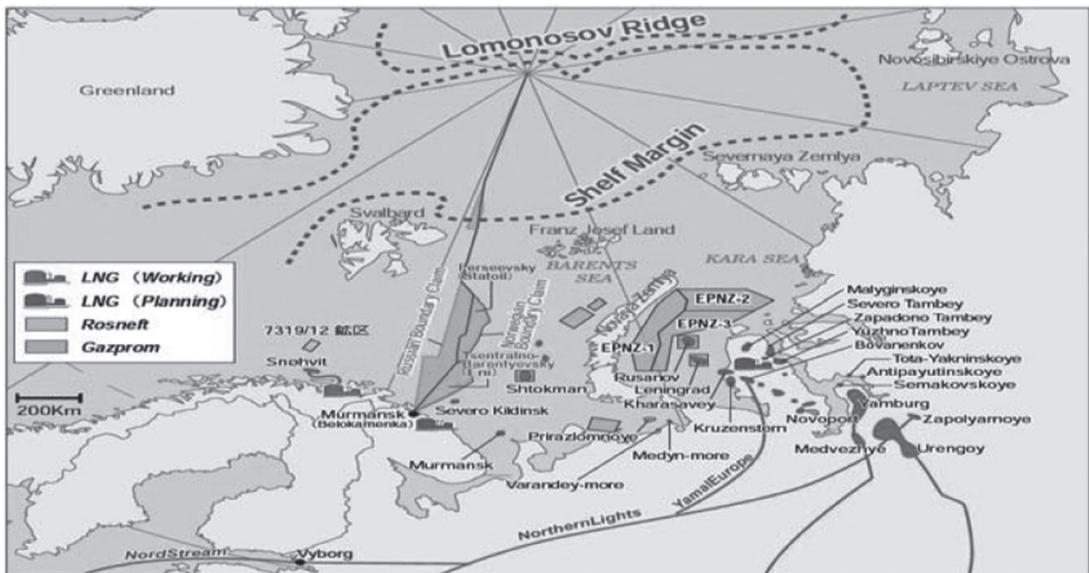
러시아는 기존 석유 매장지에서 현저한 석유 생산량 감소가 예상됨¹¹⁾에 따라 현재 수준의 석유 생산량을 유지하기 위해 북극지역 개발에 적극적으로 나서고 있다. 푸틴 정부는 「북극개발 전략 2020」을 2013년에 승인하

고 체계적인 북극 정책을 수립하였다. 아울러 북극지역 자원개발 활성화 위한 지질탐사 및 매장지 개발 관련 인프라 건설 사업도 추진하고 있다.

러시아의 Rosneft는 북극지역 바렌츠해, 카라해, 랍테프해에서 ENI, Statoil, ExxonMobil 등 세계 메이저 기업과 일본 INPEX 및 중국 CNPC와 합작투자 형태로 유전 탐사를 진행하고 있다.

또한, 러시아의 Gazprom은 사할린-2 LNG 시설 확장 사업과 사할린-3 사업의 지분 매각 등을 추진하고 있으며, 2024년까지 Prirazlomnoye 매장지를 비롯한 총 12개의 북극해 대륙붕 매장지¹²⁾의 지질탐사를 진행

[그림 2] Gazprom 및 Rosneft의 북극 육·해상 매장지



자료 : 이주리(2013, 11, 15)

10) 이주리(2016, 6, 26)

11) 러시아 에너지전략 2035은 2035년쯤에 기존 석유 매장지에서 연간 석유 생산량이 23% 감소할 것으로 예측하고 있다.(이주리, 2016, 6, 26)

12) Kruzenshternskoye, Shtokmanovskoye, Dolginskoye, Kharasaveiskoye, Obskoye 등의 북극해 대륙붕 매장지.



할 계획이다.

한편, 러시아 정부는 북극 자원개발 활성화를 위해 Rosneft, Gazprom 등 국영기업에만 허가했던 북극 대륙봉 개발권을 민간기업에게도 허가하는 방안을 검토하고 있다. 이러한 러시아 정부의 노력에도 불구하고, 서방의 러시아 경제제재로 인해 북극 개발 사업은 난항에 봉착하였다. Rosneft는 투자재원 및 시추장비 확보에 어려움을 겪어 북극 개발 사업을 사실상 중단하였고, 세계 메이저 석유기업들도 소유가로 인해 북극해 프로젝트의 경제성 확보에 차질을 빚게 되자 관련 프로젝트를 연기하고 있다.

저유가와 러시아 경제제재로 러시아의 북극 개발 사업이 난항을 겪고 있는 것은 사실이나, 북극지역을 기존 매장지를 대체하는 전략적으로 중요한 매장지로 인식하고 있기 때문에 북극 개발을 지속적으로 추진하고 있다.

2) 노르웨이¹³⁾

노르웨이는 북해 및 노르웨이해의 유전 고갈로 인해 신규 매장지의 개발이 절실하므로 북극지역을 개발하고 있다. 노르웨이의 가장자리(Norwegian Margin), 바렌츠해 등 노르웨이 북극지역에 부존되어 있는 석유 탐사자원량은 35억 배럴, 가스 탐사자원량은 1.7tcm으로 추정되며 2006년부터 이 지역에 대한 탐사·개발이 진행되어 왔다. 2010년 러시아-노르웨이 해양 경계협정이 체결이 된 후 노르웨이의 탐사·시추 가능 구역이 분쟁지역의 남쪽 부분까지 확장이 되면서

개발이 보다 활발하게 진행되고 있다. 최근 Statoil은 Skrugard 광구에서 4~6억 배럴 상당의 석유 매장지를 발견하였고, 5~10년 이내에 석유 생산이 가능할 것으로 예상된다.

3) 북미지역(미국, 캐나다)

알래스카는 현존하는 미국의 원유 확인매장량의 25%, 가스 확인매장량의 13%를 보유하고 있다. 특히 미국의 북극(알래스카) 개발이 중요한 이유는 TAPS 송유관(Trans-Alaska Pipeline System)¹⁴⁾ 폐쇄와 연관이 높다. 알래스카의 North Slope 매장지에서 원유 생산량이 감소하고 있어 TAPS 송유관도 향후 20~30년 후 폐쇄될 것이라 우려가 있다. TAPS 송유관의 지속적인 운영을 위해서는 원유 생산이 필요하고, 이를 위해 알래스카의 신규 매장지¹⁵⁾에서 탐사·시추가 진행되고 있다.

오바마 행정부는 2012년 6월 북극지역의 「5개년 시추계획」을 발표하고 중장기 북극임대(medium-term Arctic leasing)사업을 신중하게 추진하였다. 이 시추계획은 2017년까지 알래스카 해상지역 3곳의 잠재적인 임대 계획을 포함한다. 그러나 2012년 Shell의 시추선 Kulluk호가 알래스카 남측 해상에서 좌초된 사고 이후, 미 환경청(EPA)이 Kulluk호의 알래스카 연안 시추 당시 청정대기법(Clean Air Act) 위반 사실을 2013년 1월 발표하였다. 이에 따라 미 내무부(DOI)는 Shell의 북극해 시추프로그램에 대한 평가를 실시하였고, 2013년 3월 북극해 시추에 관한 안전기준을 마련할 방침이

13) 김남일 외(2011)

14) TAPS 송유관은 알래스카의 Prudhoe Bay 유전 - ANWR 지역 - 알래스카의 남쪽 발디즈항까지 연결하는 총 1,300km의 송유관이다.

15) National Petroleum Reserve Alaska(NPRA)와 Alaska National Wildlife Reserve(ANWR)에서 주로 탐사시추가 이루어지고 있음.



라고 밝힌 바 있다.¹⁶⁾ 이렇듯 미 정부의 안전 기준 마련 등 북극해 개발에 관한 제도적 불확실성이 증가하자 2014년 Shell, ConocoPhilips 및 Statoil은 Chukchi 해의 시추탐사 개발을 연기하였다.¹⁷⁾

또한, 북미지역의 비전통자원 개발은 알래스카 지역

의 자원 개발에 악영향을 주고 있다. 즉, 미국 내 비전통자원의 생산이 급증하자 북극지역 자원개발의 시급성이 떨어지고 있고, 게다가 비전통자원 개발로 인해 국제유가가 하락함에 따라 고비용을 요하는 알래스카 지역의 개발이 취소되거나 보류되고 있다.

[그림 3] Shell의 알래스카 해상 탐사시추 지역



자료 : 에너지경제연구원(2013.11.15)

17) 에너지경제연구원(2013.9.13)



캐나다가 보유한 Mackenzie Delta 육상지역, Beaufort 해상지역, Baffin Bay 해상, Sverdrup 광구, Arctic Island, Newfoundland, Labrador 해상지역 등의 북극지역은 다량의 미발견된 자원이 분포하고 있는 것으로 추정되고 있다. 그러나 캐나다는 Mackenzie Delta의 가스개발 프로젝트를 제외한 뚜렷한 북극자원 개발 계획을 내놓지 않고 있으며, 높은 개발비용과 북미지역의 비전통자원 개발로 북극자원 개발을 미루고 있다.

주요 자원 매장지로는 동 그린란드 Rift Basin, 서 그린란드 Basin 해상지역, 북 그린란드 Sheared Margin 등이다. 상당량의 석유, 가스, NGL 등이 그린란드에 매장되어 있는 것으로 추정이 되나, 현재까지 뚜렷한 원유 발견은 없음에도 불구하고, 덴마크 정부는 꾸준히 개발을 진행하고 있다.¹⁸⁾ 덴마크의 국영석유기업인 Nunaoil은 Baffin만과 Disko West 매장지에서 향후 20~30년 개발을 위한 20억 달러 규모의 투자를 유치하고 있다.

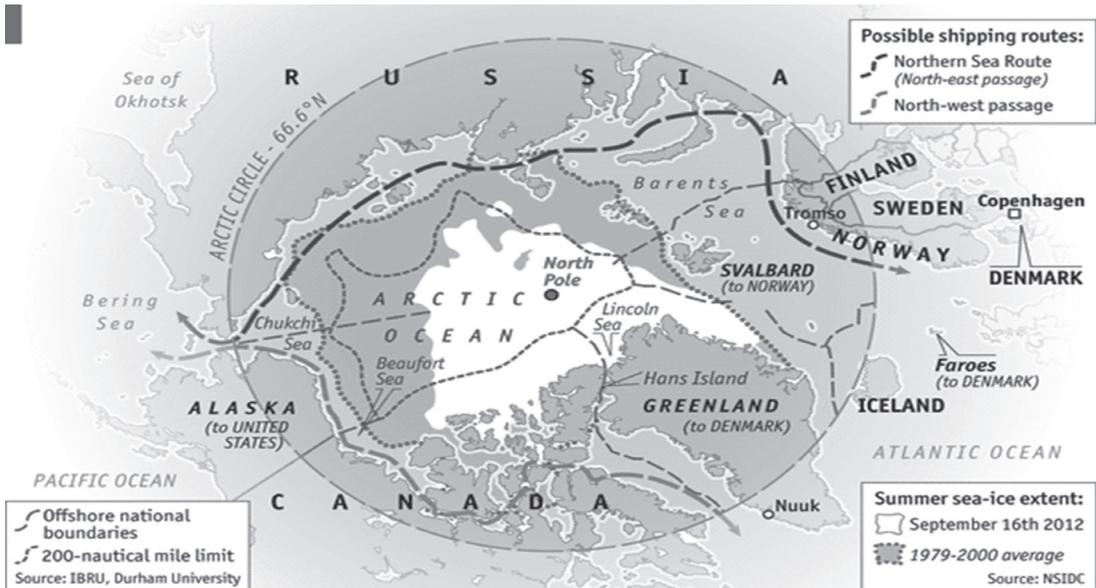
4) 그린란드

나. 북극지역 에너지 수송로 개발 현황

덴마크의 그린란드는 80%가 빙하로 둘러싸여 있으며,

북극지역의 에너지 자원 수송은 주로 파이프라인이

[그림 4] 북극해 항로: 북동항로 및 북서항로



자료 : 송주미 외(2015)

18) 김남일 외(2011)



나 선박을 통해 이루어진다. 탱크선과 같은 수송선은 계절적·지형적·기술적 제약이 커서 에너지 자원 수송에 다소 애로가 있었다. 그러나 지구 온난화로 빙하 감소와 기술발달로 인한 비용 절감으로 선박을 이용한 에너지 자원 수송이 이전에 비해 증가하고 있다.

북극해 항로는 북동항로(North-East passage)와 북서항로(North-West passage)로 나눌 수 있다. 북동항로는 러시아의 추고트해, 동시베리아해, 랍텡츠해, 카라해, 바렌츠해까지 아시아와 유럽을 연결하는 항로이고, 북서항로는 미국의 알래스카해역 및 캐나다의 북부 해역을 통해 태평양과 대서양을 연결하는 항로이다.

북극지역에서 파이프라인 건설은 동상(frost heaving)이나 지반침하를 방지하기 위해 육상에 건설을 해야 하고, 북극해는 빙쇄굴¹⁹⁾을 방지하기 위해 해저에 파이프라인을 매설하므로 건설 비용이 꽤 높다. 북극지역에 건설된 대표적인 파이프라인으로는 Trans-Alaska Pipeline System(TAPS), 티만-페초라 송유관, 야말반도 가스관 등이 있다.²⁰⁾

탱크선은 바렌츠해에서 이미 사용이 되어 왔으며, 러시아는 Northern Sea 항로를 따라 남동 아시아까지 쇠빙선의 도움을 받으면서 탱크선을 시운전해 왔다. 북미에서도 Newfoundland 해상지역의 매장지로부터 원유를 수송하는데 이러한 방법을 사용하고 있다.

1) 러시아

북극지역의 서쪽 반구는 혹독한 날씨와 더불어 러시

아 북극 및 노르웨이 북쪽 지역으로부터 멀리 떨어져 있어 수송 인프라 개발이 거의 진행이 되지 않고 있었다. 그러나 러시아와 노르웨이의 분쟁지역에서 해양경제협정을 체결한 이후, 러시아는 다수의 국제 석유메이저기업들과 합작형태로 이 지역 개발을 진행하고 있다.

러시아는 아시아 지역으로 천연가스 수송에 북극해 항로는²¹⁾ 이용을 염두해 두고 있다. 현대화된 쇠빙선인 ICSV(Ice Class Superlarge Vessel)을 이용하면 연중 3~4달 항해가 가능하고 운항거리는 유럽에서 아시아 태평양까지 일반 항로에 비해 약 40% 감소된다.

북극해 항로의 상업화 가능성은 야말(Yamal), 스톡만(Stokman) 등 러시아의 북극지역의 LNG 프로젝트 개발을 가속화시키고 있다. 야말지역에서 합작 형태로 프로젝트를 운영하고 있는 Novatek는 15년 쇠빙선 수송 협약을 Rosatom(러시아 핵발전 기업)과 체결하였다. 2012년 말, Dynagas 및 Gazprom이 운영하는 ObRiver 탱크선은 Hammerfest-노르웨이-북극해-일본까지 LNG를 수송하는데 최초로 성공하였다. 또한, 북극지역의 탄화수소 개발은 향후 수십년에 걸쳐 북극해 수송을 증대시킬 것이다.

2) 북미지역(미국, 캐나다)

TAPS 송유관과 몇 개의 해상 수송로를 제외하고 알래스카의 북극지역의 에너지 인프라는 대부분 미개발되어 있다. 가스관 및 탱크선 수송용량 부족으로 인해 North Solpe에서는 현재 천연가스가 생산되지 않고 있는 실정이다.

19) 빙쇄굴은 해빙이 해안가에 걸쳐 쌓이면서 빙맥이 만들어지고 빙맥의 아랫부분이 얇은 해안가에 닿으면서 해저면을 긁는 현상임.

20) 이성규 외(2010)

21) 북극해 항로는 노바야 젤라(Novaya Zemlya) - 러시아 - 베링 해협(Bering Strait)을 지나는 항로임.



ConocoPhilips, ExxonMobil, BP, Trans Canada 는 알래스카의 North Slope에서 생산된 천연가스를 알래스카 남쪽 해안으로 수송하기 위해 약 65백만 달러의 프로젝트를 고려 중이다. 알래스카의 남쪽 해안에서 아시아 시장으로 특히 일본으로 가스선을 이용하여 수송할 수 있다. 이 프로젝트는 North Slope에서부터 알래스카 남쪽해안까지 800마일의 가스관 및 액화 플랜트와 저장탱크 건설 계획을 포함한다. 프로젝트는 2020년 이후 완공될 것으로 예상되며, 건설비용 또한 엄청난 금액이라서 알래스카산 가스를 아시아 시장으로 공급하는 것이 경쟁력이 있을지는 의문이다.

캐나다의 북극지역 수송 인프라 개발은 다소 더디지만, 해상 생산지에서 탱크선을 통한 북극 자원 수송은 현실적인 방안이다. 그러나 전 세계적으로 북극해 시추선, 쇄빙선, 탱크선 공급이 제한되고 있어 캐나다의 북극 자원개발 활동에 걸림돌로 작용하고 있다. 더욱이 캐나다의 Beaufort 및 Arctic island 주변 지역의 부족한 심해항은 캐나다의 북극 개발 및 탐사 활동의 물류 비용 증가 요인으로 꼽히고 있다.

3) 그린란드

그린란드는 가스 및 석유 자원 수송을 위한 인프라가 부족하다. 대규모의 가스 및 석유 매장지 발견 부재로 인해 가스 및 석유 수송 인프라 개발을 위한 투자를 유도하지 못했고, 게다가 혹독한 날씨 및 빙하는 수송 인프라 개발을 방해하는 요인으로 지적되고 있다.

다. 북극해 이용시 에너지 수송 개선 효과

1) 석유²²⁾

송주미 외(2015)는 석유 공급지인 중동, 미국, 캐나다, 북극지역에서 우리나라 울산까지 수송거리 및 시간과 수송비용을 추산하여 석유 수송의 경제성을 비교하였다. 중동의 제다항, 두바이항을 미국의 휴스턴항, 캐나다의 프린스루퍼트항, 북극지역의 사베타항, 올레노크항을 고려하였다. 수송거리상으로는 캐나다의 프린스루퍼트항에서 울산항까지 가장 단기간이며 단시일이 걸린다. 그 다음으로는 북극해 두 항의 수송거리와 시간이 짧게 소요된다.

수송비용은 용선료, 운영비용, 연료비용 모두를 고려하였고 북극해의 올레노크항, 사베타항까지 운송이 가장 적게 드는 것으로 나타났다.

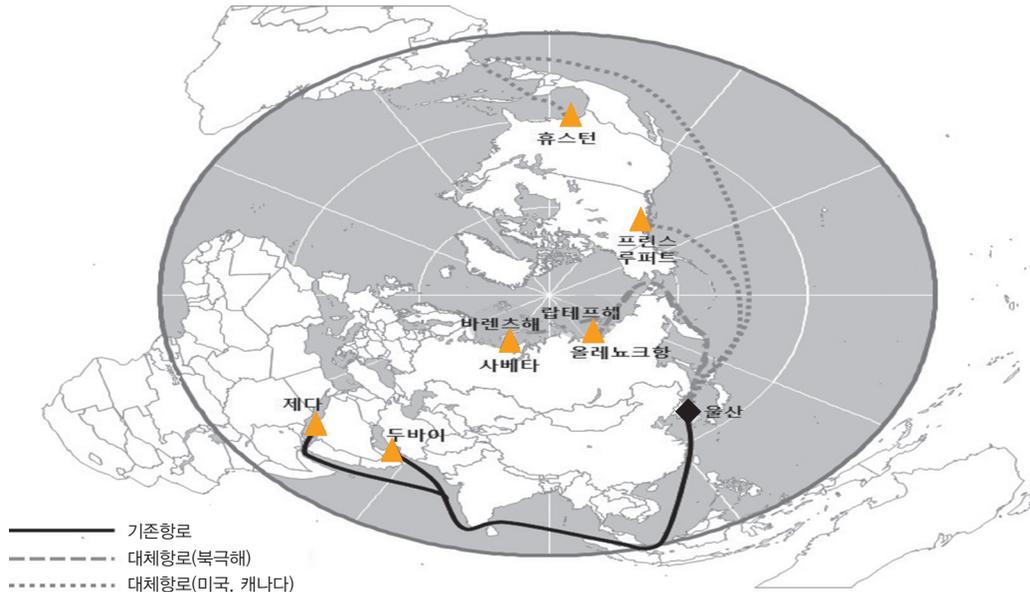
그러나 각 지역을 운항하는 선박의 크기가 다르기 때문에 선박의 크기를 고려한 배럴당 운송비용을 보면, 캐나다의 프린스루퍼트항의 운송비용이 \$0.76/bbl로 가장 적으며, 다음으로는 두바이항, 제다항 등으로 나타났다. 북극해의 두 항은 8만 톤급으로 석유를 수송할 경우 \$2.73/bbl(사베타항), \$2.39/bbl(올레노크항)가 소요된다. 그러나 항후 기술발달과 해빙증가로 15만 톤급이나 30만 톤급의 선박 통행이 북극해에서 가능해진다면, 15만 톤급 기준 올레노크항은 \$1.4/bbl, 사베타항은 \$1.6/bbl이 될 것으로 보인다. 30만 톤급은 \$0.9/bbl(올레노크항), \$1.1/bbl(사베타항)이 될 것으로 예상된다.

수송비용에서 쇄빙선 비용은 배제되었으나, 쇄빙선 비용을 고려하지 않았음에도 불구하고 북극해의 원유 수송이 경제성을 갖기 위해서는 현재 수송 가능한 8만 톤

22) 송주미 외(2015)를 바탕으로 작성. 자세한 내용은 송주미 외(2015) 참조.



[그림 5] 석유 수송의 기존항로 및 대체항로(북극해, 미국, 캐나다)



— 기존항로
 - - - 대체항로(북극해)
 ····· 대체항로(미국, 캐나다)

자료 : 송주미 외(2015)

급을 기준으로 두바이(중동)에서 수송되는 원유보다 \$1.63/bbl 저렴해야 경제성이 생기게 된다.

현재까지는 북극해 지역에서 우리나라까지 원유의

수송 비용 및 시간은 중동산 원유를 우리나라까지 수송하는 비용에 비해서 시간면에서는 단축을 할 수 있는

나, 비용면에서는 아직 경제성이 없는 것을 알 수 있다.

<표 2> 원유 수송로별 수송비용 비교

구분	수송로	수송 선박급 (만 톤급)	수송거리 (NM)	수송시간 (일)	수송비용 (천 달러)	수송비용 (\$/bbl)
중동	제다-울산	30	6,940	19.3	1,130	1.27
	두바이-울산	30	5,953	16.5	969	1.09
미국	휴스턴-울산	15	12,300	35.2	1,440	3.67
캐나다	프린스 루퍼트-울산	30	4,157	11.5	677	0.76
북극해	사베타-울산	8	5,234	16.0	503	2.73
	올레노크-울산	8	4,464	14.1	442	2.39

주: * 휴스턴-울산 항로 경우 파나마 운하 통행료 약 5만달러로 산정하여 비용에 포함

자료: 송주미 외(2015) 바탕으로 재구성



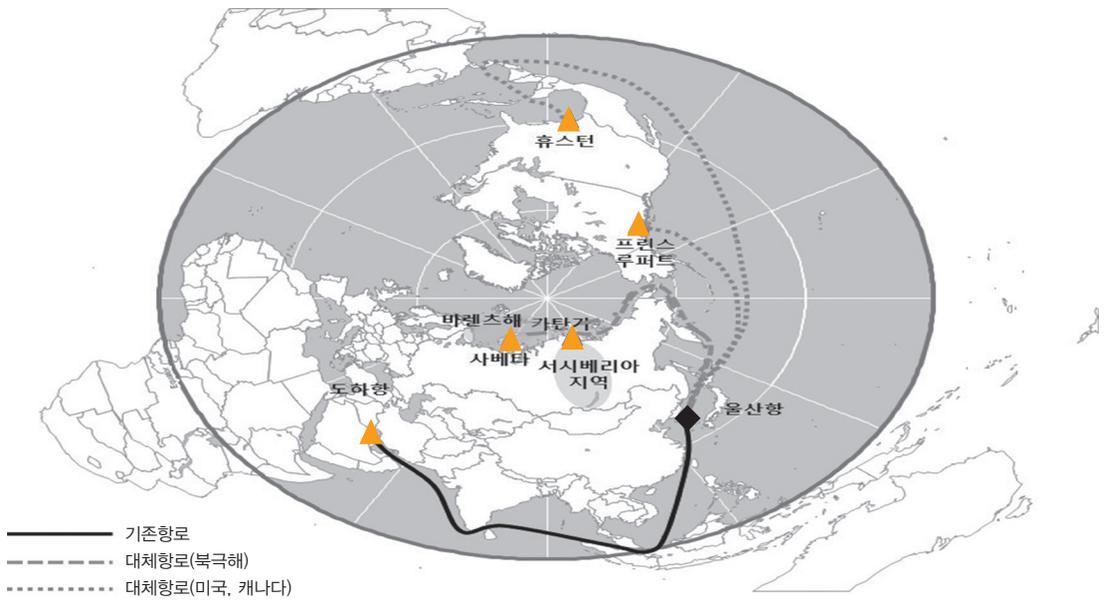
2) 천연가스²³⁾

우리나라는 주로 카타르에서 천연가스를 수입하고 있다. 카타르, 북미, 북극해 지역의 수송 거리 및 수송

비용을 비교함으로써 북극해 지역의 천연가스 수송의 경제성을 비교할 수 있다.

수송거리는 원유 수송과 마찬가지로 캐나다의 프린스루퍼트항에서 울산항까지가 가장 단거리이고 그 다

[그림 6] 천연가스 수송의 기존항로 및 대체항로(북극해, 미국·캐나다)



자료 : 송주미 외(2015)

음으로는 북극해의 카탕카항, 사베타항이다. 천연가스 운송 비용을 비교해 보면, 수송거리가 가장 짧은 캐나다 프린스루퍼트항이 가장 낮다.

원유 수송과 같이 단위열량당 수송비용을 보면, 프린스루퍼트(캐나다)항은 \$0.49/MMBtu로 가장 저렴하고 다음으로는 카탕카(북극해) \$0.62/MMBtu, 사베타(북극해) \$0.70/MMBtu, 도하(카타르) \$0.81/MMBtu, 휴

스틴(미국) \$1.57/MMBtu 순이다.

캐나다에서 수입하는 천연가스와 북극해 카탕카에서 수입하는 천연가스 사이에 \$0.13/MMBtu 정도 수송비 차이가 있다. 우리나라가 주로 수입하는 천연가스 지역인 도하(카타르)보다는 북극해 지역에서 천연가스 수입이 \$0.11~0.19/MMBtu정도 수송비용 측면에서는 경쟁력이 있다.

23) 송주미 외(2015)를 바탕으로 작성, 자세한 내용은 송주미 외(2015) 참조.



〈표 3〉 천연가스 수송로별 수송비용 비교

구분	수송로	수송거리 (NM)	수송시간 (일)	수송비용 (천 달러)	단위열량당 수송비용 (달러/MMBtu)
카타르	도하-울산	6,940	15.2	2,762	0.81
미국	휴스턴-울산	12,300	28.0	5,354	1.57
캐나다	프린스 루퍼트-울산	4,157	9.1	1,654	0.49
북극해	사베타-울산	5,234	13.2	2,389	0.70
	카탕가-울산	4,464	11.6	2,111	0.62

주: * 2016년부터 적용되는 파나마운하 통행료를 적용하여 비용에 포함
 자료: 송주미 외(2015)를 바탕으로 재구성

4. 에너지 수송로 개발에 따른 세계 에너지 물류 영향

기존의 파나마 운하는 경유, 연료유 등 석유제품 수송에 주로 이용이 되었으나, 확장으로 미국산 천연가스 수송에 중요한 역할을 할 것으로 예상되고, EIA와 IHS 분석 결과에서 보듯이, 파나마 운하를 이용한 LNG 수송의 경제성도 확보하고 있다.

현재 북극해 수송로 개발을 적극적으로 추진하는 국가는 러시아와 미국이고, 둘 다 북극지역에서 생산된 천연가스를 아시아 시장으로 운송하는데 북극해 항로 이용을 고려하고 있다. 앞서 살펴보았듯이, 북극해를 통한 LNG 수송은 경제성도 미약하고 수송 인프라도 부족한 실정이라 아직까지는 현실성이 없다.

파나마 운하 및 북극해 항로 등의 신규 수송로를 통한 아시아 시장으로 천연가스 유입은 세계 에너지 물류에 큰 영향을 미칠 것은 확실하다. 기존의 중동 중심의 LNG 도입선에서 탈피하여 북미나 북극지역으로부터 아시아 국가들은 보다 저렴한 가격으로 LNG를 수입할 수 있다. 미국이나 북극지역의 가스 수입이 증대되면 미국산(북극산)과 중동산 가스의 가격 차이가 좁혀

져 아시아 시장의 가스 프리미엄도 점차적으로 제거될 것이다. 이로써, 천연가스 수입원이 다각화되고 아시아 국가들은 안정적으로 천연가스 도입선을 확보할 수 있을 것이다.

반면, 기존의 최대 LNG 수출국인 중동(카타르)은 아시아 시장을 대처할 신규 시장을 확보하거나 아시아 시장점유율 유지를 위해 가격 인하를 단행할 수도 있다. 중동이 아시아를 대신할 새로운 시장을 찾는다면, 기존의 아시아로 운송되던 LNG는 유럽 등 다른 지역으로 이동이 되어 천연가스의 세계 물류 구조는 또 다른 변화를 맞이하게 될 것으로 예상된다.

한편, 파리 기후 변화 협약 이후 온실가스 배출량 감축에 관한 전 세계 관심이 증대되고 있다. 세계 해상 물류 산업에서도 온실가스 감축을 위해 선박의 연료가 경유나 연료유에서 천연가스로 변경이 추진되고 있고, 이에 따라 해상 수송 연료로서의 천연가스 수요가 증대될 것으로 보여진다.

아울러, 신규 수송로 이용은 LNG 수송선의 이동거리를 단축시킬 것이고 이에 따라 수송선이 배출하는 온실가스배출량도 감소에 기여할 것이다. 또한, 미국산(북극산) LNG 수입이 용이해짐에 따라 온실가스배출량 감



축을 위해 아시아 국가들은 전원구성에서 석탄화력 발전원 비중을 줄이고 천연가스로 비중을 확대하는 정책을 추진한다면 석탄 소비가 감소하여 아시아의 석탄 수입량은 줄어들고, 반대로 천연가스 수입량은 증가할 수도 있다.

참고문헌

<국내 문헌>

김남일, 이현주, 정육상, “북극해 항로개발의 자원개발 및 에너지 안보적 시사점,” 에너지경제연구원, 2011

도현재 외, “파나마 운하 확장의 세계 에너지물류 개선 효과,” 세계 에너지시장 인사이트 제16-30호, 에너지경제연구원, pp.3~10, 2016.8.12

송주미, 박성준, 김은미, “북극해 항로 이용가능 에너지자원 물동량 시나리오 분석,” 해양수산개발원, 2014

이석호 외, “파나마 운하 확장과 LNG 수송로의 경제성,” 세계 에너지시장 인사이트 제12-24호, 에너지경제연구원, pp.12~15, 2012.6.29

이성규, 이지영, 최윤미, “북극지역 자원개발 현황 및 전망,” 에너지경제연구원, 2010

이성우, 김은우, 김세원, “국제물류경로 변화가 물류 시장에 미치는 영향 연구,” 해양수산개발원, 2015

이주리, “러시아의 북극지역 자원개발 동향과 전망,” 세계에너지시장 인사이트 제16-7호, 에너지경제연구원, pp.17~28, 2016.6.26

에너지경제연구원, “Shell 알래스카 북극 Chukchi해 탐사시추계획 재개 추진,” 세계에너지시장 인

사이트 제13-41호, 2013.11.15

_____, “미 안전기준 마련 등 다양한 요인으로 알래스카 연안 개발 불확실성 증가,” 세계 에너지시장 인사이트 제13-34호, 2013.9.13

_____, “미 EPA Shell의 청정대기법 위반 사실 공표,” 세계에너지시장 인사이트 제13-3호, 2013.1.18

전형진, 고병욱, 이연경, 윤재웅, “글로벌 무역패턴 변화와 해운산업의 대응 전략,” 해양수산개발원, 2014

정규재 외, “파나마 운하 확장이 미국 LNG 수출에 미치는 영향,” 세계 에너지시장 인사이트 제16-30호, 에너지경제연구원, pp.3~10, 2013.11.8

<외국 문헌>

EIA, “Panama Canal Expansion Unlikely to Significantly Change Crude Oil,” Petroleum Product Flow, 2016.6.23

_____, “Expanded Panama Canal Reduces Travel Time for Shipments of U.S. LNG to Asian Markets,” 2016.6.30

IOA(Institute of the Americas), “The Panama Canal Expansion and Energy?,” 2016.8 (https://www.iamericas.org/documents/energy/reports/Panama_Canal_Expansion_Energy.pdf)

James Henderson and Julia Loe, “The Prospects and Challenges for Arctic Oil Development,” The Oxford Institute for Energy Studies, 2014.11

Jean-Paul Rodrigue, “Factors Impacting North



American Freight Distribution in View of the Panama Canal Expansion,” The Van Horne Institute, 2010

Wilson Center, “Opportunities and Challenges for Arctic Oil and Gas Development,” 2013,12 (https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Artic%20Report_F2.pdf)