북극항로의 가능성과 분석에 대한 고찰

백아란¹ · 이승호² · 조창현¹

¹경희대학교 지리학과 · ²건국대학교 지리학과

(2016년 6월 13일 접수, 2016년 6월 25일 수정, 2016년 6월 28일 게재 확정)

The Possibility and Analysis for Northern Sea Route

Ah-Ran Baek¹ · Seungho Lee² · Chang-Hyeon Joh¹

¹Department of Geography, Kyung Hee University

²Department of Geography, Konkuk University

(Received 13 June 2016, Revised 25 June 2016, Accepted 28 June 2016)

Abstract : Anomaly high temperature caused by constant global warming has a direct impact on the thawing of the Arctic and Antarctic Ocean. This suggests new opportunities for alternative Northern Sea Routes that were not an option before, due to the economic feasibility. The current study reviews the existing research work on this issue over the world. Results indicate positive possibility of Northern Sea Routes (NSR) from the decrease of distance. But if the ice-breaking, the toll of NSR and the potential environmental risk are still high, the NSR has not economic profits compared with the existing routes (via Suez, via Panama). This study suggests the research direction for the economic investigation of the Northern Sea Routes.

Key Words : northern sea routes, economic feasibility, thawing, global warming

주요어 : 북극항로, 경제성, 해빙, 지구온난화

1. 서론

1) 연구 배경

지속적인 지구온난화 현상으로 매년 곳곳의 여름철 최고기온이 경신되고 있다. 특히 미국 국립 해양대기청(NOAA)에서 발표한 연례보고서 '2015 북극 리포트 카드'에 따르면, 2015년 북극의 온도는 20세기 초와 비교하여 2.9℃ 상승한 수치로

1900년 이후 최대값을 기록하는 것으로 나타났다(NOAA, 2015). 지속적인 온도의 상승은 바다 위를 떠다니는 얼음에 직접적인 영향을 미쳐 2015년 얼음이 가장 많았던 시점에 얼음의 양이 관측 이래 가장 낮은 값을 가지는 것으로 나타났다. 더불어 생성된 후 1년이 채 지나지 않은 얼음의 비중이 70%를 차지하는 것으로 나타났다(Figure 1). 오래된 얼음일수록 두께가 두꺼워 대기나 해양의 변화

에 대한 회복력이 강하다는 점에서(NOAA, 2015), 현재 북극의 빙하는 상당히 불안정한 상태에 놓여 있다고 볼 수 있다.

오늘날 빙하는 급속하게 전 세계적으로 감소하고 있는 추세다(IPCC, 2014). 이에 두꺼운 얼음으로 다닐 수 없었던 북극의 바닷길에 대한 이용 가능성이 재조명되고 있다. 급속하게 변화하는 기후를 따라 예정보다 빠른 속도로 북극의 항로가 제공되기 시작한 것이다. 북극항로란 지구온난화로 빙하가 녹으면서 북극해를 통로로 하여 선박이 지나가는 바다의 길을 의미한다. 이는 북극위원회가 2009년에 발표한 보고서에 따르면 크게 세 가지로 구분되는데 다음과 같다(Song, 2012).

- ① 북아메리카와 캐나다의 북극군도를 연결하는 북서항로(Northwest Passage, NWP).
- ② 북유럽과 노르웨이의 노스 케이프(North Cape)에서 북부 유라시아 및 시베리아를 연결하는 북동항로(Northeast Passage, NEP)

- ③ 북동항로의 일부 중 베링해협(Bering Strait)에서부터 카라 관문(Kara Gate)에 이르는 구간인 북극해항로(Northern Sea Route, NSR)

그러나 본 연구에서 다룬 대부분의 연구들이 북극해를 통한 경로에 대해 구체적인 구분 없이 북극항로(NSR)라는 명칭을 사용한다는 점에서 위의 세 가지 개념을 북극항로(NSR)로 통일한다.

북극항로에 대한 관심은 기존에 이용하던 항로와 비교하여 수송거리를 약 40% 단축할 수 있을 것이라는 관측을 통해 증대되었다. 한국 역시, 여수 광양항을 기준으로 러시아의 우스트루가항까지 수에즈 운하를 통한 경로를 이용할 경우 이동거리가 약 22,000km로 40일 정도가 소요되는 반면 북극항로를 이용할 경우 이동거리 약 15,000km로 30일 정도가 소요되는 것으로 예측되었다(Figure 2). 따라서 수에즈 운하 대신 북극항로를 이용할 경우 거리 약 7,000km, 운항시간 소요되는 시간 약 10일 정도를 단축할 수 있는 것으로 예측되고 있

Figure 1. Distribution of the age of glacier.

Source: Perovich *et al.* (2015); Timmermans and Proshutinsky (2015)

Figure 2. Comparison between the NSR and Suez.

Source: RT (2013)

어 시간과 비용 면에서 상당한 이익을 가져올 것이라 기대되고 있다.

북극항로의 이러한 이익이 물류 사업에 경제적 파급 효과를 크게 가져올 것이라 예상하면서 온 세계가 주목하고 있다. 특히 한국은 해양 항로를 통한 운송으로 자급률이 낮은 옥수수나 밀 등을 주로 수입하고 있다. 따라서 곡물 운송에서의 북극항로 타당성이 입증된다면 이는 곡물 유통 비용 절감을 가져올 것이고 미래 한국의 먹거리 확보 측면에서 긍정적인 역할을 할 것으로 기대된다. 북극항로는 경제적 이익을 분석하기 위해서는 북극항로가 기존에 사용해오던 경로가 아닌 개척해나가야 하는 새로운 항로로써 검토해야 하며, 따라서 북극항로의 경제성은 최근에 변화하고 있는 북극의 특성을 반영한 새로운 측면에서 재평가할 필요가 있다.

2) 연구 목적

북극항로를 이용할 경우 거리를 절감할 수 있다는 장점이 부각되며 큰 관심을 받는 듯 했으나 구체적으로 북극항로의 경제성을 평가한 연구들은 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 북극항로의 경제성을 평가하고자 하는 연구들의 방향 설정에 기여하고자 국외에서 시행된 연구들을 중심으로 북극항로에 대한 기존의 연구를 고찰하여 세계적인 동향을 파악하고자 한다. 선행 연구 고찰은 아래 제시된 두 가지 측면에서 접근한다.

- 북극항로의 가능성 고찰
- 북극항로 분석에 대한 고찰

첫째, 북극항로가 새로운 항로로서 자리매김할 수 있을 것인지에 대한 가능성을 논하고 있는 문헌들을 살펴봄으로써 북극항로에 대한 세계적인 동향을 살핀다. 이때, 본 연구는 기존에 이용하던 항로와의 비교를 통해 북극항로를 이용할 때 더 큰

이익이 관측되면 북극항로를 이용한다는 가정 하에 가능성을 논한다. 둘째, 북극항로의 경제력을 평가하고자 시도한 연구들을 근거로, 분석을 위해 고려해야 하는 변수들과 분석 방법에 대해 고찰한다. 이는 차후 북극항로 경제성 분석에 필요한 변수와 방법론 설정에 기여할 것이다.

2. 북극항로의 가능성 고찰

여기서 북극항로의 가능성은 기존 항로와의 비교를 통해 선택될 가능성을 의미하는 용어로 사용한다. 북극항로 연구에 대한 세계적인 동향을 파악하기 위해 북극항로가 새로운 항로로서 자리매김할 수 있을 것인지에 대하여 탐구한 선행연구들을 살펴보았다. 벌크선(Bulk shipping) 운송을 사례로 수에즈 운하와 북극항로를 비교한 Schøyen and Bråthen(2011)은 각각의 경로에 대한 비용과 에너지 효율을 계산하였다. 그 결과 유럽의 북서쪽에서 극동까지 수에즈 운하 대신 북극항로를 이용하여 운송할 경우 이동거리를 40% 줄일 수 있으며 이는 선박 운영의 에너지 효율에 있어 두 배 이상의 효과를 가져올 것이라고 예측했다. 그들은, 북극항로라는 옵션은 공급망(supply chain)에서의 민첩함(agility)과 융통성(adaptability)을 증가시킬 것이며 짧은 리드 타임(lead time)을 이끌고 에너지 소비를 줄이면서 시장 지배력을 얻기 위한 기회로 작용할 것이라 주장하였다. 거리 감소와 에너지 효율이 높다는 북극항로의 장점을 단순히 경제적 이익으로만 볼 것이 아니라 북극항로가 미래 시장에 미칠 영향까지 고민해볼 필요성을 제시한 것이다.

얼음이 녹고 있는 북극과 이것이 중국의 해양 운송 사업 발달에 미치는 영향을 평가한 Hong(2012)은 북극의 해빙으로 잠재력 있는 새로운 경로를 제

시하고, 이것이 중국의 해양 수송 산업에 가져올 기회에 대해 논하였다. 먼저 북극항로를 이용할 경우 운송 과정에서 소요되는 일수를 줄일 수 있으며 항해하는 회사들은 여정에 있어 수천 마일을 절약할 수 있다고 강조했다. 무엇보다 상업적인 선박이나 군의 선박들이 정치적으로 불안정한 중동의 바다와 해적이 출몰할 수 있는 지역을 피할 수 있다는 점에서 북극항로를 기회로 평가하였다. 경제적인 측면뿐만 아니라 정치적인 측면에서 북극항로가 가지는 장점을 논하고 있는데, 이는 북극항로를 논하기 위해서는 다양한 측면에서의 접근이 필요하다는 것을 시사한다.

반면, 북극항로를 통한 정기적인 컨테이너 수송에 대해 기술적이고 경제적인 실행가능성을 확인하고자 했던 Verny and Grigentin(2009)은 중국의 상하이 항구부터 독일의 함부르크 항구까지 하나의 컨테이너를 이송하는 과정에서 수에즈 운하를 통한 운송 경로, 시베리안 열차를 통한 운송 경로 그리고 북극항로를 이용한 운송 경로를 이용하는 경우를 비교하였다. 그 결과 북극항로를 통해 컨테이너 하나를 이송하는 것이 어마어마한 비용을 요구하는 것은 아니지만 해당 라인을 운영하는 비용이 상대적으로 높았다는 점에서 잠재력이 떨어지는 것으로 나타나 수에즈 운하를 통한 운송 경로가 가장 싼 옵션인 반면, 북극항로와 시베리안 열차는 거의 동일하게 후발 대안이 될 것으로 나타났다. 북극항로를 운영하는 비용이 다양한 측면에서 발견되는 북극항로의 이익을 상쇄할 정도로 크게 제시되고 있다는 점을 고려하여 북극항로가 활성화되기 위해서는 운영 비용에 대한 구체적인 논의가 필요할 것으로 보인다.

북극항로를 이용할 경우 거리 절감이 가능한 국가들을 도출하고 자원 운송 가능성을 비교한 Lee *et al.*(2011)에 따르면, 기존 항로를 통한 운송 비용이 북극항로를 통한 운송 비용에 비해 더 작았다.

이는 러시아가 부과하는 통행료가 북극항로의 거리적 이익까지 상쇄시킬 정도로 비싸게 작용하고 있기 때문이라고 논하였다. 이에 따르면, 북극항로가 이용되기 위해서는 통행료를 감축하는 것이 우선시 되어야 할 것이다. 이는 러시아와의 협력을 통해 달성될 수 있으며 기업들만의 노력이 아닌 정부의 노력이 수반되어야 할 것이다.

3. 북극항로 분석에 대한 고찰

북극항로는 기존에 이용하던 항로와는 다르며 우리가 경험해오던 환경과는 다른 환경에서의 항로이다. 따라서 북극항로를 선택함에 있어 작용할 것이라 고려되는 요인들은 기존 항로의 것들과는 다를 것이다. 이에 본 장에서는 차후 진행될 북극항로의 경제성 분석에 있어 고려할 요인들의 방향을 제시하기 위해, 북극항로를 선택할 때 고려할 요인들을 선행연구들로부터 파악함과 동시에 이러한 요인들이 어떻게 분석되었는지를 알아본다. 먼저 아시아와 유럽 사이의 대안 경로로서 북극항로를 사용하는 것이 잠재적으로 경제성이 있는지를 분석한 Liu and Kronbak(2010)은 항로에 대한 경제성을 파악하기 위해 3가지 변수(병커의 가격, 북극항로 항해 시간, 쇄빙선의 비용)를 이용하여 각각의 항로에서 발생하는 연간 이익을 비교하였다. 병커의 가격은 톤당 USD 350, USD 700, USD 900로 북극항로 항해 시간의 경우 3개월, 6개월, 9개월, 쇄빙선 비용의 경우 현재의 비용에 비해 50%, 85%, 100% 감소하였을 경우로 나누어 각각의 상황에서의 항해 시간, 속도, 거리를 측정하였다. 이로부터 배들의 연간 통행량을 계산하고 이를 통해 비용과 수익을 도출하였다. 이에 항해 시간은 북극항로 경제성에 미미한 영향을 미치는 것으로 나타났고 연구 결과는

다음의 3가지로 축약된다. 첫 번째, 쇄빙선의 비용이 현재와 같다면 북극항로는 경제성이 없다. 두 번째, 쇄빙선의 비용이 감소할수록 북극항로가 더 경제적이다. 세 번째, 병커의 가격이 USD 700 혹은 USD 900로 올라도 쇄빙선의 비용이 무료라면 북극항로가 여전히 경제적이다. 북극항로로의 선택에 있어 쇄빙선의 비용은 반드시 고려되어야 할 요소이다. 하지만 현재와 같은 지구 온난화의 추세가 지속된다면 빙하가 완전히 녹아 없어질 것이라 예측되는 21세기 중반 이전의 여름에는(IPCC, 2014), 쇄빙선 없이도 북극항로를 운행할 수 있게 된다. 따라서 기후변화가 반영된 시나리오 하에 북극항로의 경제성을 논할 경우 쇄빙선 비용은 선택의 요소가 될 수 있을 것이다.

오늘날의 시장조건이 북극항로를 지지하고 있지만 상당한 비용 절감에도 불구하고 북극항로를 이용하는 벌크선의 수는 극히 제한적인 것으로 나타났다. 실제 2013년에는 북극을 통한 수송 53개 중 27개가 유조선(oil tanker)으로 벌크선의 수는 6개에 불과했다. 이에 Pierre and Olivier(2015)는 현재까지의 연구에서 고려하지 않은 요인에 의해 이러한 현상이 발생한 것이라 판단하고 이를 파악하고자 하였다. 이들이 연구 결과 강조하게 된 요인은 바로 시장 조건(market condition)이다. 이는 실제 수익이 속도와 관계가 있는 것은 아니지만 배의 주인이 비용 최소화과 이익 최대화를 위해 최적화된 항해 속도를 선택한다는 점에서 이를 배의 속도로서 반영하였다. 실제로 낮은 운임 비용과 높은 연료 비용이 수에즈 운하를 통한 경로 이용에 낮은 속도로의 항해를 이끌었다. 더불어 이 연구에서는 모델을 확장하여 CO₂의 배출을 제한하는 환경적 정책 또한 고려하였다. 즉 CO₂ 배출에 의해 발생하는 환경적인 비용이 북극항로의 경쟁력에 영향을 미칠 것이라 추측한 것이다. 이러한 환경적 조

건을 포함하기 위해 방출되는 CO₂ 1톤에 주어지는 사회적 가치와 연료 연소의 질에 따라 방출되는 요소를 대략적으로 설정하여 계산하였다. 그 결과 북극항로를 이용할 때 CO₂의 가격을 약 100 USD 정도 아낄 수 있는 것으로 도출되었다. 이러한 이익에도 불구하고 실제 이용 수가 적은 이유는 안전과 환경적인 위험에 민감한 지역이기 때문이다. 기존의 연구들이 북극항로의 경제성을 계산하는 과정과는 다르게 환경적인 요소와 시장의 조건을 정량화하여 반영했다. 정량화된 수치가 어느 정도를 반영하고 있는지를 판단하기는 아직 어렵겠지만 정량화하기 어려운 요소를 고려하고 투입했다는 점에서 의의가 있다. 더불어 이 연구는 차후 진행될 북극항로의 경제성을 분석하는 연구가 나아

가야 할 방향을 제시하고 있는 것으로 보인다.

캐나다 북부에 있는 북서 항로와 파나마 운하를 통한 경로를 경제적인 측면에서 비교한 Somanathan *et al.*(2009)은 요구되는 운임 비용을 파악하기 위해 시뮬레이션을 진행하였다(Figure 3). 먼저 얼음이 점차 줄어드는 환경 속에서 항해 속도가 어떻게 변화하는지 파악하였다. 이로부터 연간 통행량을 도출하여 각각에 대한 비용 계산함으로써 최종적으로 요구되는 운임 비용의 값을 도출하였다.

해당 연구의 결과는 다음과 같다. 첫 번째, 얼음을 통해 이동하는 배의 평균적인 운송 시간이 계절적으로 작은 변동을 나타냈다. 더불어 매년 더 많은 왕복 통행이 이루어졌다. 두 번째, 북극의 얼음이 얇아질수록 빠른 수송 시간과 낮은 연료 사용량

Figure 3. Simulation steps to calculate the required freight rate.

Source: Somanathan *et al.*, (2009)

으로 파나마 운하를 이용한 경로에 비해 비용이 감소하는 것으로 나타났다. 최근 지속적인 기후변화의 영향으로 북극의 얼음이 빠르게 녹고 있다. 이러한 환경이 모델에 적용된다면 미래 예측에 큰 도움이 될 것이라 판단된다. 북극항로에 대한 경제성이 증가하는 것은 사실이지만 계절에 따라 불확실한 현상들이 발생할 수 있어 북극항로에 대한 위험성은 여전히 해결되지 않고 있다.

Stephenson *et al.*(2014)은 바다의 얼음과 수심에 의해 제약을 받는 북극항로의 항해 시기 변동성과 길이를 정량화하고자 하였다. 이를 위해 해당 논문은 먼저 북극의 항해 시기를 계산하고자 안전한 항해는 얼음의 조건에 대한 심각성과 배의 구조적 특징에 의존한다고 가정하였다. 이후 해빙 농도와 얼음의 종류에 따라 승수를 부여하는 IN(Ice Numeral) 값을 통해 배가 안전하게 얼음으로 덮인 지역에 들어갈 능력을 정량화하였다. 여기서 말하는 얼음의 종류는 얼음의 나이로서 오래된 얼음이 더 두껍고 강하다는 점을 반영하였다. 이후 정량화된 능력의 값을 바탕으로 러시아 해양의 접근성에 대한 시뮬레이션을 통해 항해에 대해 불확실성을 보여주는 지역과 얼음의 방해를 받지 않을 지역을 도출하였다. 이는 불확실하게 존재하는 변동성에 대해 정량화하고자 시도하였다는 점에서 의의가 있다.

수에즈 운하와 북극항로를 이동거리와 에너지 효율의 측면에서 비교한 Schøyen and Bråthen (2011)은 운반되는 물질에 따라 각각의 항로를 이용할 경우 발생하는 비용과 에너지 효율의 정도를 구체적인 값으로서 도출하였다. 이를 위해 해당 연구는 사례에 대한 정보로서 운반되는 상품과 출발/도착하는 항구를, 각각의 경로에 대한 정보로서 항해 거리와 속도, 그리고 통행에 이용되는 비용에 대한 정보로서 선박 용선 가격과 연료 비용을 투입하였다(Figure 4). 투입된 정보를 바탕으로 각

각의 항로 이용에 소비되는 비용을 계산하였으며, 이와 더불어 추진에 소요되는 연료의 양, CO₂ 방출 등을 고려하여 에너지의 효율 정도에 대한 순위를 매겼다. 정량화 할 수 있는 정보와 정량화 할 수 없는 정보를 동시에 다루기 위해 상대적인 값으로서 접근하였다는 점에서 의의가 있으며 차후 북극항로 경제성 분석에 있어 정량화할 수 없는 부분들에 대해 어떠한 시도들이 이루어져야 할 것인지에 대한 방향을 제시하고 있다.

중국의 해양 운송 사업의 발달을 논한 Hong (2012)은 북극항로를 이용할 경우 해적과 정치적으로 불안정한 중동을 지나지 않아도 된다는 장점을 주장하고 있다. 더불어 북극항로를 이용할 때 북극 주위의 국가들과의 관계에 대한 중요성 또한 강조하였는데, 이를 바탕으로, 기존 항로와의 비교를 통해 북극항로의 경제성을 판단하는 과정에서 해적이라는 요소와 국가 간의 정치적 관계에 대한 정보가 반영될 필요가 있음을 시사한다.

북극항로를 이용할 경우 거리절감이 가능한 국가들을 도출하고 자원운송 가능성을 비교한 Lee *et al.*(2011)은 상용화가 이루어지지 않은 북극항로의 운송 거리를 간접적으로 측정하기 위해 무르만스크~유럽의 각 항만과 프로비데니아~아시아의 각 항만의 거리를 합하였다. 더불어 해빙을 가정하고 진행하였기에 최대 속도로의 운송이 가능할 것이라 판단하고 이를 기반으로 운항 소요일을 도출하였다. 현재의 자료를 바탕으로 용선료와 연료비, 통행료를 투입함으로써 북극항로를 이용할 경우 발생하는 비용을 도출하여 기존의 항로를 이용할 경우와 비교하였다. 그 결과 기존 항로를 통한 운송 비용이 북극항로를 통한 운송 비용에 비해 더 작은 것으로 나타났는데 이는 러시아가 부과하는 통행료가 북극항로의 거리적 이익까지 상쇄시킬 정도로 비싸게 적용되고 있기 때문이라고 논하였다. 북극항로의 거리적 이익이 기존 항로에 비

Figure 4. Conceptual model for cost calculation and energy efficiency ranking.

Source: Schøyen and Bråthen (2011)

해 우월함에도 불구하고 그 정도를 상쇄시킬 정도의 통행료 부담은 북극항로로의 선택에 중요하게 작용할 것으로 판단된다.

선행연구들을 종합하여 살펴본 결과, 쇄빙선의 비용과 러시아가 제시하는 통행료에 대한 부담이 북극항로의 다양한 장점을 상쇄시킬 정도로 경로 선택에 중요한 요소로서 작용하고 있었다. 더불어 북극항로로의 가장 큰 단점인 환경적인 위험성도 배제할 수 없는 요인으로 파악되었다. 이외에도 정량화되기 힘든 환경적 조건, 정치적 관계, 사회적 요소들을 정량화하고자 시도하고 있었는데 이는 앞으로 진행될 북극항로 경제성과 관련된 연구들이 해결해가야 혹은 나아가야 할 방향을 제시하는 것으로 보인다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 국외 연구에 초점을 두고 북극항로에 대한 기존의 연구를 고찰함으로써 세계적인 동향을 파악하고 차후 이루어질 북극항로 연구의 방향을 제시하고자 하였다. 이를 위해 본 연구는 기존에 이용하던 항로와의 비교를 통해 북극항로를 이

용할 때 더 큰 이익이 관측되면 북극항로를 이용한다는 가정으로 북극항로가 새로운 항로로서 자리매김 할 수 있을 것인지에 대한 가능성을 파악하였다. 이후 선행연구를 바탕으로 북극항로의 경제력을 파악하는 과정에서 사용된 변수들과 분석 방법들에 대해 고찰하며 이후 수행될 북극항로 연구에 필요한 변수와 방법 설정의 방향을 제시하고자 한다.

새로운 경로로서의 북극항로는 거리와 비용 측면에서 상당한 절감 효과를 가져오는 것으로 경로에 대한 가능성이 기대되는 반면, 높은 쇄빙선의 비용, 러시아가 제시하는 비싼 통행료, 계절의 불확실성으로 인한 위험성들이 해결되지 않는다면 북극항로의 경제성은 낮게 판단되는 것으로 나타났다. 북극항로를 분석한 다양한 논문들은 대부분 이전의 항로들에 비해 북극항로가 이익이라는 점을 다양한 요인들을 통해 발생하는 비용을 계산하여 도출된 구체적인 수치로서 다루었다. 특히 정량화 하기 어려운 시장의 조건이나 환경적 정책을 비용에 반영하기 위해 정량화 시키고자 노력하였다는 점에서 의의가 있다. 이를 바탕으로 차후의 연구들은 기존의 항로에서는 포함되지 않았던 북극만의 특성으로 인한 다양한 요인들이 북극항

로의 경제성 분석에 포함되어야 할 것이다. 더불어 급속한 기후변화로 가장 민감하게 반응하는 것이 북극의 환경이다. 따라서 북극의 다양한 환경 변화를 반영하는 방향으로 요인들이 투입되어야 한다.

현재 북극항로 선택에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 쇄빙선의 가격이 제시되고 있지만 현재와 같은 지구온난화 추세가 지속된다면 빙하가 완전히 녹아 없어질 것이라 예측되는 21세기 중반 이전의 여름에는 쇄빙선 없이도 북극항로를 운행할 수 있게 된다. 쇄빙선 가격의 부담에서 벗어난다면 북극항로로의 경제성은 지금과 다른 결과를 가져올 것이다. 본 연구를 시작으로, 이후의 연구는 급속하게 변하는 기후 요소를 반영하거나 구체적인 상품의 사례를 적용하여 북극항로의 경제성을 분석한 연구들을 실행할 계획이다. 이를 위해 현재 북극항로 이용 현황에 대한 자료를 분석하는 것 역시 함께 진행할 것이다. 이러한 연구는 실제 북극항로에 대한 효율적인 운영 방안을 제시하여, 관련 물류 사업에 경제적 파급 효과를 크게 가져올 것이라 판단되며 이는 우리나라 시장에 전반적으로 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다.

사사

이 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013S1A3A2052995).

참고문헌

Hong, N., 2012, The melting Arctic and its impact on

China's maritime transport, *Research in Transportation Economics*, 35(1), 50-57.

IPCC, 2014, *Climate Change 2014: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Lee, S. W., Song, J. M., and Oh, Y. S., 2011, *Shipping and port condition changes and throughput prospects with opening of the Northern Sea Route*, Base Research Report, Korea Maritime Institute (in Korean).

Liu, M. and Kronbak, K., 2010, The potential economic viability of using the Northern Sea Route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe, *Journal of Transport Geography*, 18, 434-444.

NOAA, 2015, *Arctic Report Card: Update for 2015* (http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/exec_summary.html)

Perovich, D., Meier, W., Tschudi, M., Farrell, S., Gerland, S., and Hendricks, S., 2015, Sea Ice, *Arctic Report Card*, http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/sea_ice.html.

Pierre, C. and Olivier, F., 2015, Relevance of the Northern Sea Route (NSR) for bulk shipping, *Transportation Research Part A*, 78, 337-346.

RT, 2013, *Russia shortcut: South Korea completes maiden voyage through Arctic*, 23, 10, 2013. (<https://www.rt.com/business/south-korea-arctic-shortcut-600/>)

Schøyen, H. and Bråthen, S., 2011, The Northern Sea Route versus the Suez Canal: Cases from bulk shipping, *Journal of Transport Geography*, 19, 977-983.

Somanathan, S., Flynn, P., and Szymanski, J., 2009, The Northwest Passage: A simulation, *Transportation Research Part A*, 43, 127-135.

Song, J. M., 2012, The current use of the Northern Sea Routes and the commercialization policy of

- Russia, *Journal of Korea Maritime Institute*, 2(3), 106-121 (in Korean).
- Stephenson, S. R., Brigham, L. W., and Smith, L. C., 2014, Marine accessibility along Russia's Northern Sea Route, *Polar Geography*, 37, 111-133.
- Timmermans, M. L. and Proshutinsky, A., 2015, Sea Surface Temperature, *Arctic Report Card*, http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/sea_surface_temperature.html.
- Verny, J. and Grigentin, C., 2009, Container shipping on the Northern Sea Route, *International Journal of Production Economics*, 122, 107-117.

책임편집: 윤영준

영문교열: 조창현