

한반도와 유라시아 물류거점 분석의 경제적 효과

조 문수^{1*} 유 병철² 강 미연³

- I. 서 론
- II. 한반도와 유라시아 물류거점분석
- III. 북한철도망을 통한 시장개척
- IV. 물류 시나리오
- V. 결 론

요 약

최근 대한민국 정부가 추진하고자 하는 통일에 대한 논의는 활발한 반면, 실질적인 접근방법에 대해서 과연 현실적인가를 고려해야 한다. 통일의 주체는 국민이며, 남북한 주민의 눈높이에 맞추어야 한다. 물류전략은 그 중에 가장 현실가능하고 중요하며, 한국방위산업의 물류거점 확보라는 의미에서 본 연구와 그 관련성이 매우 높다. 최근 북.중.러간의 물류기반산업이 활발한 것은 의식주 중에 무엇보다 먹고 사는 문제에 대해 먼저 해결하고자 하는 것이다. 본 연구는 통일을 대비하고 통일 후에 발생될 물류대란을 준비하기 위한 연구배경을 갖는다. 물동량 뿐 아니라 다양한 사회적인 물류요소를 가중화된 입력데이터로 구성하고 남북한 각 25개 물류거점을 중심으로 공학적 분석을 하고자 한다. 이를 바탕으로 유라시아까지의 물류거점이 결정된다. 이는 철도궤도의 상이함에 따라 통일물류전략의 밑바탕이 될 것으로 보며, 더불어 사회문화적인 차이를 극복하는 계기가 될 것임을 제안하였다.

<핵심어> 한반도 물류전략, 유라시아 물류, 수송문제, 할당문제, 통일물류

1* 숭실대학교 산업.정보시스템공학과 교수
(교신저자 Tel:02-820-0696 사무실번호 E-mail: jmsu@ssu.ac.kr)

2 연합뉴스TV 전무이사

3 연세대학교 사회발전연구소 전문연구원

논문접수일 : 2014년 11월 11일 게재확정일 : 2014년 12월 10일

논문수정일 : 2014년 11월 27일(1차), 2014년 12월 4일(2차)

An Economical Study Solving for Logistic Hubs of the Korea and Eurasia

Cho, Moonsoo^{1†} You, Byung-Chul² Kang, Mi-Yeon³

The realistic approaches solving for the reunification problems should have been explored based upon the people in North and South Korea. The logistic system has been one of the important factors for solving these kinds of current problems in Korea. This study examines logistics hub based on the engineering and social factors such as distance, time, cost, population, industrial development, etc., for expanding global market strategies from Korea to Europe. The logistics location and facilities, especially railroad industry in the North Korea has been explored in order to develop the Silk Road Express via Northeast areas. In this research, the coordinates of the each appropriate location have been given in terms of distance. However, the weights of each coordinates have been given by the various social factors. The assignment problem and transportation problem are also applied in the results from the Webber's multiple location problem, which the algorithm has been coded C languages. This results will be another base solving for the North Korean not only logistics systems but also the life style in the near future.

Keywords: Logistics hub, Silk Road Express, Transportation problem, Webber's algorithm, Unification logistics

1. 서론

1.1 연구 배경

최근 한국정부가 선언한 ‘드레스덴’ 통일구상은 ‘통일대박’의 실천과제의 하나로 볼 수 있다. 특히 이질성이 큰 정치, 문화, 체육에 아우르는 분야에 통일준비 인력양성의 중요성이 와 닿는 부분이다. 남북 주민간의 정서적 이질감 극복을 위한 배려 또한 그렇다. 그러나 선언적인 의미에서 벗어나기 위해서는 ‘남북 공동 번영을 위한 민생인프라 구축’을 위한 후속적으로 구체적인 실천방안이 나와야 할 시기로 본다.

그동안 남북 교류나 협력에 대한 선언들이 워낙 많이 나왔기 때문인지 많은 국민들이 드레스덴 구상 역시 수많은 선언 중의 하나로 생각하는 것 같다. 이를 개선하려면 남북 공동 번영을 위한 민생 인프라의 구축연구를 제시해야 한다는 것이기에, 본 연구의 목적도 그 하나일 것이다. 그럴 경우 일부에서는 북한이 호응하지도 않을 구체적인 사례를 제시하는 것이 무슨 효과가 있느냐고 하는 실체가 아닐까 싶다.

물론 북한의 호응도 중요하지만 일차적으로는 대한민국 국민들과 우리 우방국들에게 한국 정부의 통일 정책 방향을 알리고, 그 내용은 무엇인지를 이해시키는 것도 매우 중요하기 때문이다. 어쩌면 이것이 통일 정책의 출발점이 될 수도 있다. 현 정부의 신뢰 프로세스에 입각한 내부의 충분한 공감대를 얻은 정책이라야 협상 상대방과 관련 당사국인 미국, 일본, 중국, 러시아를 설득하는데 효과가 있다.

남북 분단 이후 한반도에 진정으로 평화스러운 정치 환경이 조성된 적은 사실상 없었다고 봐야 한다. 물론 지난 정부 때는 화해 무드가 조성되기도 했지만, 지나놓고 보면 남북 관계의 본질이 변화된 부분은 별로 많지 않았다. 전체적으로 긴장된 시간이 훨씬 더 많았다. 이런 상황은 앞으로도 마찬가지일 것으로 본다. 단기간에 남북 교류협력에 호의적인 정치 환경이 조성될 가능성은 그다지 높지 않다.

일부에서는 구체적인 통일 논의보다 남북한 긴장 국면을 타개하는데 더 많은 노력을 집중해야 한다는 지적도 있을 수 있다. 물론 긴장 국면을 해소하고 화해 무드를 조성하려는 정치 외교적인 노력도 중요하지만, 이는 상대적이라서 노력의 성과가 계획대로 나오지 않을 수도 있다. 따라서 우리 스스로 할 수 있는 일, 즉 유라시아 이니셔티브를 설정하고 이를 구체화하기 위해 유라시아 국가들의 협력을 얻는 노력은 매우 중요하다고 생각한다.

한반도의 평화통일이 중요하다고 해도 주변 국가들의 자국의 이익을 포기하면서까지 지지하지는 않을 것이다. 남북 교류협력도 마찬가지다. 자국의 이익을 앞세우는 가장 전형적인 사례가 지난 5월 스웨덴 스톡홀름에서 열린 북일 외교부 국장급 회담이다. 일본의 경제지원을 얻어 내고자 하는 북한의 이해와 아베 정권 출범 이후 동북아에서 고립된 상황을 타개해보려는 일본 정부의 이해관계가 잘 맞아떨어진 것이 바로 북일 회담이었다.

일본이 북한과 회의석상에 마주 앉은 데는 한국 정부와의 불편한 관계를 풀어나가는데 외교적인 주도권을 확보하려는 목적이 있다. 6자 회담 당사국의 입장에서 보면 한국과 중국, 러시아의 관계도 비슷하게 접근해볼 수 있다. 물론 한국과 중국, 러시아 관계는 북일관계와는 근본적으로 다르다.

한국이 북한과의 교류협력 사업을 추진하려고 하지만, 별로 성과가 없는 상황에서 한국과 중국, 한국과 러시아가 협력 사업을 적극 펼치는 것은 북한을 협상 테이블로 끌어내는데 큰 도움이 될 것이다. 이를 위해서는 결국 한국이 중국이나 러시아에 무엇인가를 줄 수 있어야 한다. 북한과 일본도 서로 남북자 문제 해결과 경제 제재 해제라는 주고 받을 수 있는 협상 카드가 있었기 때문에 마주 앉은 것이다.

드레스덴 구상을 좀 더 구체화하기 위해 중국, 러시아와 손을 잡아야 하는데 우리는 그들에게 무엇을 줄 수 있는가가 관건이 될 것이다. 현재 중국, 러시아의 여러 정황을 고려하면 경제적인 이익이 가장 우선될 것이다. 결국 한-중, 한-러 간에 담보상태에 머물러 있는 관계를 벗어나려면 우리가 먼저 이들 국가에 제시할 수 있는 경제적 카드를 마련해야 할 것이다.

중앙아시아 국가들은 물리적인 거리와는 상관없이 오랫동안 한국 사람들의 정서상 지구상에서 가장 먼 나라였다. 소비에트 연방의 일원이었다가 독립된 지 20년 안팎에 불과하기 때문에 인적, 물적 교류의 역사가 짧기 때문이다. 또한 우리는 오랫동안 남북 분단이라는 특수한 지정학적 상황 때문에 유라시아 대륙에 적극 진출하지 않았던 측면도 있었다.

하지만 지난 20년간 이들 국가와의 경제 교류는 다른 어느 나라들보다 빠른 속도로 확대되어왔다. 우즈베키스탄, 카자흐스탄, 투르크메니스탄 3국 중 투르크메니스탄만 한국인에게 아직은 좀 낯 설뿐, 우즈베키스탄과 카자흐스탄은 경제 교류 뿐 아니라, 인적 교류도 활발한 친구의 나라들이 된 것이다.

이제 한국정부가 추진하려는 실크로드 익스프레스 사업에 적극 동참과 도움을 요청할 수 있을 만큼 상호 신뢰도 쌓였다고 본다. 따라서 현재는 경제 및 외교적인 협력 증대뿐 아니라 유라시아 이니셔티브를 현실화하는데도 큰 도움이 될 시기로 볼 수 있다.

부산, 북한, 러시아, 중국, 중앙아시아, 유럽을 잇는 Silk Road Express는 한반도의 남북 교류 및 통일이 동북아시아 뿐 아니라 중앙아시아, 나아가 유럽에까지 큰 영향을 준다는 점에서 전 세계의 관심을 끌 수 있다. 중앙아시아 3국은 실크로드 익스프레스에도 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

1.2 연구 목적

본 연구는 통일 후 물류를 위한 국토개발에 있어서 육로, 철도, 항만, 항공 등의 물류 시설 확충과 보완 뿐 아니라 물류기기와 물류작업의 표준화가 시급하나, 그 전에 먼저 한국을 통한 물류거점의 선택을 물류가치요소인 비용, 시간, 거리, 물동량 등을 고려한 공학적 해결을 보여주고 최적의 거점위치를 통해 동북아와 중국, 몽골, 시베리아, 유럽까지의 시장개척을 위한 시책을 제안하기 위함이다.

한국인은 분단 때문에 유라시아 대륙과 떨어져 섬처럼 살고 있다. 기차나 육로로 중국이나 몽골, 러시아, 유럽으로 갈 수 없기 때문이다. 그래서 통일이 되면 한반도가 대륙에 이어진다는 점이 늘 강조된다. 유럽이나 중국 등과의 수출입 물량을 기차로 운송하면 물류비용을 대폭 줄일 수 있는 것이 통일의 이점으로 거론되곤 한다.

그런데 통일이 되면 물류비용이 줄어든다는 주장은 북한 주민들에게 얼마나 설득력이 있을까하는 것이다. 통일의 주 당사자 중의 하나가 북한 주민이다. 그런데 그동안 나왔던

많은 통일 논의가 북한 주민들에게 구체적으로 어떻게 도움이 될 것인가에 대한 내용이 빠져 있다.

물류의 경우를 보자. 통일에서 가장 중요한 과제 중 하나가 북한 주민의 삶의 질을 남한 수준으로 최대한 빨리 끌어올리는 것이다. 북쪽의 산업이 발달하려면 시간이 걸리므로 그 이전까지는 남쪽 기업에서 생산된 생활필수품만이라도 최저 가격으로 북한 전 지역으로 신속하게 공급돼야 한다. 이는 남북한 이질감을 극복할 수 있는 하나의 수단이 될 것으로 본다.

우리는 컵라면, 화장지, 음료수, 빵 등 필요하면 언제든지 가까운 편의점에서 구입할 수 있다. 예를 들어, 우리는 아침마다 신선한 우유를 마시는 것을 당연하게 생각한다. 통일 이후 북한 어린이들이 저렴한 가격으로 매일 아침 신선한 우유를 마실 수 있게 하는 것은 생각보다 쉽지 않다. 하지만 남한의 목장에서 생산된 우유가 아침에 북한의 가정마다 배달되기 위해서는 매우 정교한 물류시스템이 구축돼 있어야 한다는 것이다.

저자들이 제주도에서 생산된 감귤을 북한 주민들에게 공급하는 방법을 컴퓨터 시뮬레이션으로 분석해본 결과 거점을 어떻게 설정하느냐에 따라 물류비용이 최대 60% 이상 차이가 나는 것으로 나타났다. 비용으로 환산하면 1t당 1만 원 이상의 비용 차이가 났다. 통일 이전부터라도 북한 주민들의 삶의 질을 향상시키는 북한 지역 물류 개선에 대한 논의가 진행되어야 한다.

물류전략은 단지 물류비용 절감의 경제적 효과만을 창출하는 것이 아니다. 남북 간 물류 왕래는 남북 접촉의 불씨가 될 수 있고, 물자 왕래는 남북 교류의 끈이 될 수 있다. 남북 간 지속적인 접촉과 교류 확대를 통해 남북 긴장 완화의 효과를 가져 올 수 있으며, 남북의 문화적 차이를 해소하는 데 적지 않은 역할을 할 수 있다는 점에서 경제적 효과 외에 사회적 부수 효과도 클 수 있기 때문이다.

온갖 역경과 위기 속에서도 어렵사리 유지해온 개성공단 사업이 그 효과를 잘 보여준다. 개성공단에 입주한 남한기업들은 수년간에 걸친 북측 노동자들과의 접촉이 북한의 노동문화를 이해하고 남북 간 문화와 의식의 차이를 좁히고 갈등을 완화하는데 큰 역할을 하였다고 평가한다.

물론, 개성공단은 남북의 정치적 영향력에서 자유롭지 못하다는 점, 여러 가지 제도적 현안 문제 등 여전히 해결 과제들이 많은 것은 사실이다. 하지만 애초 개성공단 사업에 대한 ‘폐주기 논란’과 비관적 전망들에도 불구하고 현재까지 이어져온 개성공단 사업의 성과들은 과소평가할 수 없다.

개성공단 현장 관찰과 남한 입주기업 관계자들과의 심층면접을 통하여 개성공단 작업장 문화를 분석한 강미연(2013)의 연구에 의하면, 남한 기업들은 개성공단 사업이 저임금 생산비용의 경제적 이익 창출 외에도 북에 대한 선입견 해소와 북한 사회·문화를 이해하는데 큰 역할을 하였다고 평가한다.

서로 다른 경제체제와 이데올로기적 대립 관계였던 남과 북의 결합은 생산방식의 차이, 노동의식·문화의 차이로 인한 적지 않은 갈등을 유발하였다고 한다. 그러나 장기간에 걸친 접촉이 지속되면서 북한 노동자들에 대한 선입견은 자연스레 조금씩 해소가 되고, 상호이해에 기반한 협력체계가 구축될 수 있었다고 설명한다. 그리고 많은 선행연구들도 개성공단 사업의 효과를 남북의 경제적 가치뿐만 아니라 남북 긴장완화와 나아가 북한이 자본주의 경제체제를 학습함으로써 향후 통일 대비에 효과적일 것이라고 평가한다.

이와 같이, 남북 간 접촉과 교류가 통일 준비에 있어서 가장 중요한 요소라고 할 수 있는 상호 이해 증진과 남북의 사회문화적 격차 완화에 기여해왔다는 점을 잘 보여주듯이, 물류 또한 남북 간 접촉과 교류의 밑거름이 될 수 있다는 점에서 이제는 남북 물류를 통한 경제적 효과와 더불어 그것이 가져올 사회문화적 가치에 관한 논의도 활발히 이루어져야 할 때이다.

2. 한반도와 유라시아 물류거점 분석

물류거점 분석은 네 단계 과정을 거쳤다. 먼저 1 단계는 한국의 지도를 X-Y축으로 작성하고, 인구밀집도가 각 도에서 상대적으로 큰 도시들을 선정했다. 2 단계에서는 하나의 물류거점과 다수의 물류거점의 거리를 모두 유클리드(Euclidean)로 간주했다. 이는 공간이나 네트워크상에서도 동일하게 취급했다. 많은 거점($j=1, \dots, \infty$), 거리와 물동량 단위당 비용, 그리고 요구되는 물동량 등을 다양한 가중치로 고려했다.

3 단계에서는 남북한 내 물류거점 간의 거리가 수학적으로 계산되며, 물류 수송비용은 해운, 철도, 육로의 가중치로 구분되며, 철도의 접근성은 현실적으로 가능하다고 간주했다. 다만, 가장 중요한 물동량 입력 데이터는 인구분포와 상대적인 밀도, 하부산업구조, 시장크기, 교통흐름의 접근성 등 다양한 공학적 및 사회적인 요소를 고려한 가중치로 계산했다.

마지막으로 4 단계는 다음과 같다. 최적해(最適解)의 필요조건은 미분으로 '0'이 되는 점이 될 수 있으나, 명백하게 해(解)를 풀어나갈 수 없는 방정식으로 도출되기 때문에 일련의 대체방법을 사용해 문제를 풀어나갔다. 또한 최초 거점을 의미하는 초기해(初期解)는 가중치를 이용한 방법으로 근접했고, 산출될 두 개의 지점 비교사항이 총비용이나 좌표상의 거리를 무시할 정도가 될 때에 그 점을 거점지역으로 선정했다.

다시 말해, 물류거점 분석은 중량이 서로 다른 다수의 과일이 흩어져 있는 쟁반의 아래를 한 손가락으로 받쳐들 수 있는 그 무게중심으로의 한 점을 찾아가는 일련의 발견적 접근방법으로 말할 수 있겠다.

2.1 공학적 분석모형

본 연구에서는 Webber의 다수의 지점을 갖고 하나 혹은 다수의 다른 거점을 찾아내는 모형을 사용하였다. 시뮬레이션에서는 가중화된 입력자료의 생성이 가장 중요하다. 이는 거리나 시간만을 이용해서 일반적인 지점을 찾는 형태가 아니고, 항만, 철도, 육로 등의 산업사회적인 기반시설, 인구밀도, 물동량, 문화적인 요소 등에 가중화된 입력자료가 생성되어야 한다.

단계1. 한국의 지도를 X-Y축으로 작성하고, 인구밀집도가 각 도에서 가장 큰 도시를 선정한다. 이는 한국내의 물류흐름이 요구되는 대표적인 거점으로 간주한다. 한국 이외의 한국을 통한 물류의 물동량을 요구하는 유라시아에 대한 거점은 이에 준하며 같은 방법으로 응용된다.

연구논문

단계2. 하나의 물류거점과 다수의 물류거점의 거리는 모두 Euclidean(Dj)으로 간주하고 이는 공간이나 네트워크상에서도 동일하게 취급한다. 많은 거점(j = 1,...,∞)이 주어지고, 거리와 물동량 단위당 비용(βj), 그리고 요구되는 물동량(ωj)을 고려한다. 요소들을 고려한 최소비용이 드는 거점은 $C_0 = \sum(\beta_j \times \omega_j \times D_j)$ 이며, 여기서 새로운 두 거점간의 거리는 $D_j = \sqrt{(X_0 - X_j)^2 + (Y_0 - Y_j)^2}$ 이다.

단계3. 남북한 내 물류거점간의 거리 Dj 는 계산될 것이며, 물류수송비용 βj은 해운, 철도, 육로로 구분되며, 철도의 접근성은 가능하다고 간주한다. 다만 중요한 물동량 ωj은 인구분포와 상대적인 밀도, 하부산업구조 및 시장크기 등을 고려한 가중치로 계산된다.

단계4. 여기서 최적해의 필요조건은 미분으로 '0'이 되는 점이 될 수 있으나, 명백하게 해를 풀어나갈 수 없는 방정식으로 도출되기 때문에(Webber's) 일련적인 대체방법을 사용해서 해를 풀어야 한다. 또한 초기해는 가중치를 이용한 방법으로 근접해야 하고,

$$X_0 = \frac{\sum(X_j \times \beta_j \times \omega_j)}{(\sum \beta_j \times \omega_j)}, \quad Y_0 = \frac{\sum(Y_j \times \beta_j \times \omega_j)}{(\sum \beta_j \times \omega_j)}$$

산출될 두 개의 지점 비교사항이 총비용이나 좌표상의 거리가 무시할 정도가 될 때에 그 점을 거점으로 선정한다. 그 때의 최적해는 다음과 같다.

$$X^* = \frac{\sum\left(\frac{X_j \times \beta_j \times \omega_j}{D_j}\right)}{\sum\left(\frac{\beta_j \times \omega_j}{D_j}\right)}, \quad Y^* = \frac{\sum\left(\frac{Y_j \times \beta_j \times \omega_j}{D_j}\right)}{\sum\left(\frac{\beta_j \times \omega_j}{D_j}\right)}$$

입력자료 형태.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
북부	경도	부산	울산	대구	대전	인천	서울	기성	청주	서대문	남포	영남	울산	순천	김해	신안	신안	광천	김해	안동	경인	나산	경남	제주		
x	6	7.3	13.5	14.1	12.2	8.8	6.95	7.7	6.6	4.3	4.45	3.55	4.6	9	5.5	9.45	10.9	1	6.2	13.55	6.2	15	16.35	14.95	4.9	
y	1.5	2.6	2.7	4	5.1	6.7	5.5	3.05	12.3	12.6	14.15	15	16.15	16.35	17.3	18.7	19.35	19.7	13.9	21.6	23.5	25.5	27.2	27.7	-1.7	
	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
km)	307.2	373.76	691.2	721.92	624.64	480.56	355.84	394.24	337.92	220.16	227.94	181.76	235.52	460.8	281.6	483.64	558.08	51.2	317.44	693.76	317.44	768	837.12	760.32	250.88	
km)	76.8	133.12	138.24	208.8	248.0	288.0	288.0	288.0	625.76	645.12	724.48	768	826.88	837.12	885.76	957.44	990.72	1008.64	1018.88	1106.92	1203.2	1305.64	1418.24	-87.04		
From/To		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.0	87.2	388.9	434.0	367.1	302.4	210.5	396.2	93.8	374.9	652.5	702.5	753.5	793.7	809.4	898.2	947.7	966.4	942.1	1099.3	1126.4	1324.4	1418.5	1415.9	173.2	
2	87.2	0.0	317.5	355.5	281.6	225.5	149.6	320.9	497.9	534.5	609.1	668.2	707.4	709.6	759.2	821.6	877.2	893.0	887.5	1024.1	1071.6	1297.0	1343.0	1342.0	252.1	
3	388.9	317.5	0.0	73.3	139.7	316.0	364.7	440.3	605.3	652.0	747.2	810.0	825.8	735.9	852.4	845.0	862.8	1080.4	956.7	967.7	1128.6	1169.9	1262.9	1281.9	494.6	
4	434.0	355.5	73.3	0.0	112.4	304.5	374.0	417.4	572.8	667.6	717.1	780.4	789.7	684.1	810.9	789.4	802.8	1046.9	909.0	901.6	1077.2	1104.8	1193.4	1214.0	554.1	
5	367.1	281.6	139.7	112.4	0.0	192.4	269.6	306.6	467.0	557.7	610.0	673.1	666.7	598.8	712.6	710.4	732.6	942.1	817.7	847.6	990.9	1054.3	1151.3	1165.0	510.8	
6	302.4	225.5	316.0	304.5	192.4	0.0	112.9	132.8	308.1	379.9	441.7	502.8	529.5	494.2	568.4	615.3	656.5	776.2	688.8	800.7	870.4	1013.6	1118.5	1118.9	474.2	
7	210.5	149.6	364.7	374.0	269.6	112.9	0.0	185.9	348.6	388.0	461.0	516.6	558.4	565.3	608.7	687.9	737.4	788.3	738.3	890.9	922.4	1103.8	1210.8	1206.5	383.3	
8	93.8	320.9	440.3	417.4	306.6	132.8	185.8	0.0	175.7	251.7	305.6	371.4	396.7	375.6	437.2	502.1	552.2	644.2	560.8	708.9	749.8	921.4	1025.4	1022.6	568.8	
9	374.9	534.5	605.3	572.8	467.0	308.1	348.6	175.7	0.0	118.8	145.2	208.6	222.1	241.0	262.1	358.7	422.8	475.1	389.7	594.4	679.8	801.1	911.7	894.5	722.1	
10	652.5	609.1	668.2	667.6	557.7	379.9	388.0	251.7	118.8	0.0	79.7	128.7	182.4	307.8	248.4	408.7	483.4	400.9	386.2	660.8	666.5	858.1	969.2	943.1	732.8	
11	702.5	668.2	707.4	717.1	610.0	441.7	461.0	305.6	145.2	79.7	0.0	63.4	102.7	258.8	170.0	346.1	424.2	334.6	307.7	602.1	487.0	793.4	904.2	874.6	811.8	
12	753.5	709.6	735.9	735.9	572.8	417.4	502.8	320.9	208.6	128.7	63.4	0.0	79.7	287.5	154.4	356.6	437.3	275.8	285.2	613.5	455.9	795.4	905.4	870.4	837.8	
13	793.7	709.6	759.2	684.1	364.7	269.6	348.6	396.7	222.1	182.4	102.7	79.7	0.0	225.5	74.9	280.6	361.8	255.9	208.7	536.5	385.1	716.0	825.9	790.6	814.0	
14	793.7	709.6	759.2	684.1	364.7	269.6	348.6	396.7	222.1	182.4	102.7	79.7	0.0	225.5	74.9	280.6	361.8	255.9	208.7	536.5	385.1	716.0	825.9	790.6	814.0	
15	809.4	759.2	852.4	810.9	712.6	568.4	608.7	497.2	262.1	248.4	170.0	154.4	74.9	185.7	0.0	214.6	295.7	261.1	137.9	467.3	319.5	642.5	752.0	716.0	973.3	
16	898.2	821.6	945.0	789.4	710.4	615.3	687.9	502.1	358.7	408.7	346.1	356.6	266.6	122.5	214.6	0.0	51.4	435.7	177.4	257.1	296.8	449.4	560.5	537.4	1070.1	
17	947.7	877.2	962.8	802.8	732.6	656.5	737.4	552.2	422.8	483.4	424.2	487.3	361.8	181.8	295.7	81.4	0.0	507.2	242.3	178.0	321.0	378.4	480.3	472.9	1110.7	
18	966.4	893.0	1080.4	1046.9	942.1	776.2	788.3	644.2	475.1	400.9	334.6	273.8	208.9	444.1	261.1	435.7	507.2	0.0	266.4	649.9	329.8	775.9	874.7	818.9	1107.9	
19	942.1	887.5	956.7	909.0	817.7	688.8	788.3	560.8	389.7	386.2	307.7	285.2	208.9	231.5	137.9	177.4	242.3	266.4	0.0	386.3	184.3	534.1	640.1	596.3	1107.9	
20	1099.3	1024.1	967.7	901.6	847.6	800.7	890.9	708.9	594.4	600.8	602.1	613.5	536.5	355.7	467.3	257.1	178.0	649.9	386.3	0.0	388.7	213.0	320.6	319.3	1272.5	
21	1126.4	1071.6	1128.6	1077.2	990.9	870.4	922.4	749.8	573.8	565.5	487.0	455.9	385.1	393.1	319.5	296.8	321.0	329.8	184.3	388.7	0.0	462.0	553.1	492.3	1292.0	
22	1312.4	1237.0	1189.9	1101.8	1054.3	1013.6	1103.8	921.4	801.1	858.1	793.4	756.4	716.0	560.2	642.5	449.4	378.4	775.9	534.1	213.0	462.0	0.0	1111	112.9	1485.6	
23	1418.5	1342.0	1262.9	1193.4	1151.3	1118.5	1210.8	1029.4	911.7	969.2	904.2	805.4	825.8	671.0	752.0	560.5	489.3	874.7	640.1	320.6	553.1	1111	0.0	81.0	1591.6	
24	1415.9	1342.0	1281.9	1214.0	1165.0	1118.9	1206.5	1022.6	894.5	841.1	874.6	870.4	790.6	653.8	716.0	637.4	472.9	818.9	536.3	319.3	492.3	112.9	81.0	0.0	1589.1	
25	173.2	252.1	494.6	554.1	510.8	474.2	383.3	568.8	722.1	732.8	811.8	867.8	914.0	947.7	973.3	1070.1	1120.7	1113.7	1107.9	1272.5	1292.0	1485.6	1591.6	0.0		
Conto																										
Q(%)	0.84	4.74	11.76	3.51	8.22	4.81	8.45	32.70	0.63	0.90	1.04	1.24	8.42	1.20	1.00	2.57	0.50	1.20	0.10	0.70	0.40	2.24	0.67	0.50	1.67	
Pop.Dens.	0.25	1.42	3.52	1.05	2.46	1.44	2.53	8.79	0.19	0.27	0.31	0.37	2.52	0.36	0.30	0.77	0.15	0.36	0.03	0.21	0.12	0.67	0.20	0.15	0.50	
Hera.Ind.	0.10	0.60	3.25	0.97	2.27	0.52	3.63	14.05	0.33	0.46	0.53	0.63	4.31	0.15	0.28	0.31	0.06	0.34	0.01	0.08	0.05	0.27	0.08	0.06	0.04	
Mip. Size	0.21	6.73	41.38	3.68	20.21	6.92	21.38	320.12	0.12	0.24	0.32	0.46	41.21	0.43	0.30	1.98	0.08	0.43	0.00	0.15	0.05	1.00	0.13	0.08	0.02	
Weight	1.40	13.49	59.91	9.21	33.16	13.70	35.99	376.66	1.27	1.88	2.20	2.70	36.46	2.14	1.89	5.63	0.79	2.33	0.14	1.14	0.62	4.68	1.08	0.79	3.03	

- x : x 좌표, y : y 좌표, x' : x 좌표 km, y' : y 좌표 km (x, y는 각 물류거점 도시의 XY 좌표와 좌표상에서의 거리를 말함)
- C : 해운, 철도, 육로 수송비용 (1 ton/1 km 단위 당 7, 25, 125원) β_j (최소비용이 드는 거점을 중심으로 물동량 단위당 비용은 개선되어 있음)
- Q : 거점 내 인구밀도 대 물동량 비율 (물류거점도시의 인구대비 물동량을 가중화된 비율로 계산 함)
- P : 인구 밀도 비율 (100을 기준으로 각 거점도시의 인구비율)
- H : 지역 하부산업의 발달 정도 (산업발달정도와 시설기반을 중심으로 평균가중화)
- M : 성장 가능한 산업 및 관련시장 크기 (사회적 요소기반의 평균가중화)
- W : Q, P, H, M의 가중치 ω_j (모든 요소의 가중화된 단위 없는 물동량)

2.2 분석결과

본 연구에서의 물류거점분석은 한반도와 동북아유럽으로 두 지역으로 구분하였다. 북한의 경우 해주, 남포직할시, 신의주는 중국과 몽골을 통한 유럽과 중동 및 아프리카 물류거점으로, 그리고 사리원, 평양특별시와 순천, 화천과 만포, 원산, 함흥과 신포, 김책, 청진, 회령은 한반도 물류거점, 그리고 원산, 청진, 나진, 선봉은 중국을 통한 러시아물류거점 방향으로 먼저 선택하고 공학적인 방법으로 분석하였다.

동남아시아와 일본에서의 물동량을 고려하면, 유럽까지의 물류시간만 비교해도 유라시아를 통한 철도를 이용하게 된다면 물류시간이 반으로 감소할 수 있다. 이는 물류운반과 동시에 철도와 육로, 그리고 운하 등을 이용한 관광물류로서 언어와 문화 그리고 세계 대륙을 아우른 통일물류산업의 거점이 될 수 있는 기회가 될 것이다. 표 1 은 본 연구의 시뮬레이션 입력자료로 한반도 물류거점 도시를 인구밀도, 기반산업시설, 물동량 등 다양한 요소를 가중화하여 선정 한 것이다.

<표 1> 한반도 및 동북아유럽 거점선정 기준

물류거점(안)	중국-몽골-유럽-중동-아프리카 물류	중국-러시아 물류	남-북한 국내 물류
도시(도, 북한)	해주(황해남도), 남포직할시(평안남도), 신의주(평안북도)	원산(강원도), 청진, 나진, 선봉 (함경북도)	사리원(황해북도), 평양시, 순천(평안남도), 화천과 만포(자강도), 원산(강원도), 함흥과 신포(함경남도), 김책, 청진, 회령(함경북도)

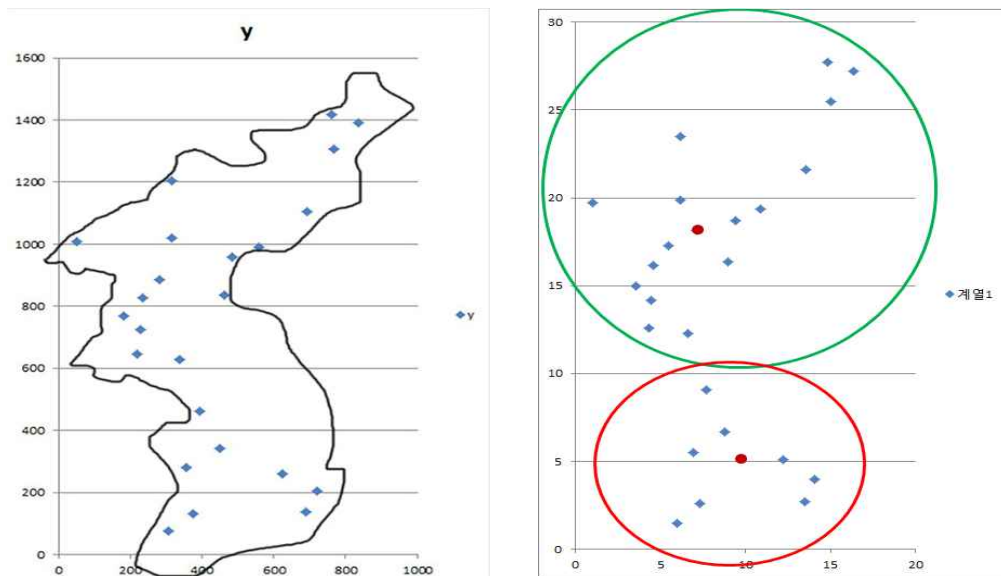
모의실험에서의 결과치는 물류비용을 단순화하고 거리를 물동량 요소와 인구, 생활 소비량 등의 사회적인 요소 가중치를 반영한 것이다. 육로, 항만, 항공 등의 물류기반 시설보다는 철도를 중심으로 계산한 것인데, 이는 화물 1톤을 싣고 1km를 수송하는데 화

물차는 물류시간, 비용, 가스, 운임 등이 약 125원이 드는 반면 기차는 약 25원으로 약 80%를 감소시킬 수 있기 때문이다.

유라시아를 통한 계획도 북쪽이 막혀 있기 때문에 우리의 해외 수출은 항상 해상을 통해야 했지만 해상을 통해 부산항에서 유럽까지 가는 데 소요되는 시간이 시베리아를 통과하는 철도로 보름이면 충분하며 물류 수송비도 절반 정도로 절감된다는 것이다.

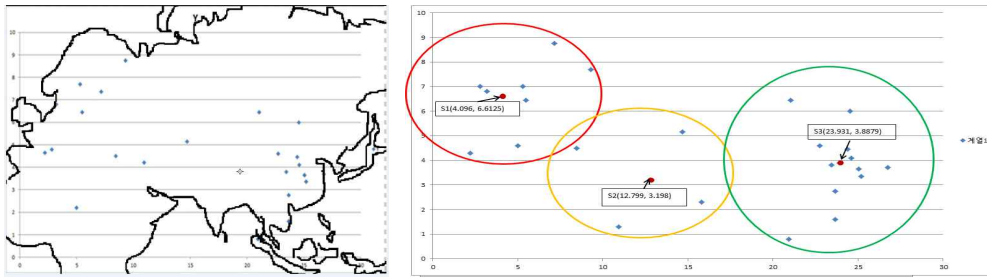
북한은 철도뿐 아니라 물류거점적인 면에서도 동서로 공업지역이 구분되면서, 입지간의 불균형이 심각한데다, 물류비용이 무시되고 있는 실정이다. 이에 따라 전력, 에너지, 가스, 원전 등 기반산업이 흩어져 있다. 따라서 통일 후 물류비용이 정확한 계산이 주어 져야 한다. 본 연구에서 한반도와 유럽까지의 경로를 각 25개 물류거점을 선정해서 시물레이션 결과를 그림 1과 2로 나타낼 수 있다.

그림 1에서 보는바와 같이, 남한의 경우 하나의 대량 물류기지를 찾는다면 남양주시를 중심으로 경기북부지역으로 나타나는데 이는 서울에 모든 물류요소가 집중된 영향을 받는 것이기 때문이다. 남북한을 구분해서 살펴보면 남한은 경상북도 김천시, 북한의 경우는 경기도 김포시 양촌읍을 보여주는 흥미로운 사실이다. 이것 역시 평양에 인구, 물류 인프라, 기반산업 등 모든 사회적인 요소가 집중되어 있기 때문이다.



<그림 1> 한반도의 물류거점 시물레이션

그림 2에서 보는바와 같이, 동북아 유럽경로의 경우는 지역과 산업의 특성, 그리고 각 지역의 상이한 철도궤도에 의해 세 그룹으로 구분하였다. 통합된 하나의 지역으로 간주 하면 독일(뮌헨)이 두드러지며, 유럽지역은 프랑스 알자스, 북서지역은 이란 혹은 터키 앙카라, 그리고 유라시아 지역은 황해지역으로 나타나는데 이는 해상운송의 중요성이 고려되고 있기 때문이다.



<그림 2> 동북아유럽 물류거점 시뮬레이션

이는 이론적인 결과이긴 하지만 그 지역을 중심으로 상이한 철도궤도에 따라 구체적인 물류경로를 찾을 수 있다. 그를 준비하기 위해서는 먼저 북한과의 연결 철도사업이다. 철로보수와 표준화 등 엄청난 재원과 시간이 소요되나 그 이후의 철도연결 상태는, 컨테이너 이동이나 궤도 가변형 대차기술을 이용 등 다양한 대체적인 방법이 있을 수 있다.

3. 북한철도망을 통한 시장개척

북한의 교통인프라는 지형의 영향에 따라 서부의 해안평지와 동부의 해안선을 따라 철도 노선은 10개의 간선노선과 90여 개의 지선으로 구성되어 발달 되어있으나 사회기반 시설에 대한 투자가 부족하여 교통인프라가 전반적으로 낙후하다. 북한의 육상수송망은 철도를 중심으로 주철중도의 체계를 이루고 있고 지리적으로 산악지형이 많아 장거리 수송에서 철도가 다른 수송수단에 비해 유리하다. 표 2는 남북한 철도연장 추이를 보여준다.

<표 2> 남북한 철도연장 추이 (단위: 천km)

연도	1970	1980	1990	2000	2005	2008	2009	
북한(총연장)	4,043	4,370	5,045	5,214	5,235	5,242	5,242	
한국	총연장	3,193	3,135	3,091	3,123	3,392	3,381	3,378
	궤도연장	5,550	6,007	6,435	6,706	7,872	7,981	-

(출처: 남북교통인프라 현대화를 위한 자원조당 방안연구, 안병민, 2006)

특히 화물수송은 90%이상을 차지하고 있다. 북한 실정으로 수송원가는 자동차 34% (남한의 경우 20%), 해상운송의 53% 수준이며 평균수송거리는 약 160Km 로 자동차의 15배, 연안해운의 1.7배에 해당한다. 표 3은 북한 주요 철도인프라 현황인데, 북한의 철도 정책은 전지역의 80% 가량(남한의 경우 21%)이 전철화 되어있고 마력이 높은 전기기관차는 경사가 심한 북한 동쪽 산악지형에 화력 및 수력을 통한 전력으로 적합하기 때문이다.

선로궤도는 표준궤(50Kg/m, 43Kg.m, 37Kg/m의 강철궤), 협궤(24Kg/m, 18Kg/m의 강철궤), 광궤가 병용되고 총연장 5,242km 중에 표준궤가 87%, 협궤가 10%, 그리고 약 3%정도(134km)가 광궤구간으로 남아있다. 대부분이 단선이고 복선구간은 전체의 2%정

도인 100km로 알려져 있다. 또한 중량화 정책으로 기존 열차를 30톤, 60톤으로 대체했던 것으로 추정된다.

<표 3> 북한 주요 철도인프라 현황

교통축	노선명	구 간	연장(km)	비 고
서해안축	평부선.평의선	개성-신의주	411	남한과 단둥(TCR)과 연결
	황해청년선	사리원-해주	100	황해순환선, 황남지역 농수산물, 광산물 평양수송
	평남선	평양-평남-운천	90	최대 무역항인 남포항
	평덕선	평양-덕천-구장	192	평남 북부지역 광산 연결
	평북선	정주-청수	121	수풍발전소와 연결
	만포선	순천-만포	303	중국 지안과 연결
동서횡단축	평원선	평양-고원	213	평라선의 일부, 동서 횡단
	청년이천선	평산-세포청년	141	동서 연결선
동해안축	평라선	평양-라진	781	최장노선, 러시아 핫산(TSR)과 연결
	강원선	고원-평강	145	남한 경원선과 연결
	신흥선	함흥-부진	92	삼림수송, 부진강 수력발전소와 동해안 공업도시 연결
	허천선	단천-홍군	80	단천지역 광산물 수송
	금골선	여해진-금골	63	단천지역 광산물 수송
	백두산청년선	길주-혜산	142	백두밀영 혁명사적지 순례용
	함북선	청암-라진	327	중국 투먼, 러시아의 핫산과 연결
	무산선	고무산-무산	58	무산 철광 수송
	금강산청년선	원산-감호	119	남한 연결
북부축	혜산만포청년선	혜산-만포	249	만포 북중세관 연결

(출처: 남북교통인프라 현대화를 위한 재원조당 방안연구, 안병민, 2006)

주목할 점은 북한의 철도 궤도의 크기가 상이하기 때문에 네 지역에 대한 연결노선에 가변형 대차기술로의 전환을 고려해야 한다. 중국은 남한과 같은 표준궤이지만, 러시아, 몽골, 중앙아시아는 1519mm~1524mm의 러시아 궤간을 표준으로 한다. 인도차이나와 남아시아와도 사정이 이와 유사하기 때문이다.

최근에는 노후화된 철도의 전철화 공사가 각지에서 진행되고 있으며 평양 북창지구 철길보수 공사, 개천-논천 콘크리트 침목 교체공사를 진행하였다. 또한 중국과의 SOC 개발협력으로 무산 철광산에서 철강수송을 위해 중국 화룡과 북한 남평강 간의 철도공사가 2009년 착공한 바 있다. 북한의 도로사정은 주로 2차선으로 그나마 평양을 중심으로 두 지점까지 도로가 있으며, 아스팔트 사정이 대단히 열악하다. 그림3은 현재 진행 중인 육로 현황이다.



<그림 3> 북한육로의 공사현황

(출처: 남북교통인프라 현대화를 위한 자원조당 방안연구, 안병민, 2006)

3.1 경원선과 시베리아횡단철도 연결 노선

먼저 경원선과 시베리아횡단철도를 연결하는 노선이다. 부산-서울-원산-청진-나진-북한 국경역 두만강-러시아 국경역 하산을 거쳐 시베리아횡단철도(TSR)와 이어진다. 부산에서 두만강역까지 연장은 1313km, 하산역에서 모스크바까지 연장은 9208km, 모스크바에서 유럽 주요 도시까지 평균 거리는 2533km이므로 이 노선의 총연장은 1만3054km다.

현재까지 파악된 이 노선의 시설 현황을 보면 북선구간 총연장은 7226km(55.3%), 전철화 구간은 1만1343km(86.9%)에 이른다. 이 노선은 한국·북한·러시아를 통과하므로 국경 통과 절차가 필요하다.

국경 통과 지점은 한국의 신탄리역-북한 평강역, 북한 두만강역-러시아 하산역, 모스크바에서 유럽으로 넘어가는 국경역 등 세 곳이다. 또 한반도에서 러시아 지역으로 넘어갈 때 궤도 폭이 달라지므로 조치를 해야 한다. 두만강역에서 하산역으로 넘어갈 때 궤간가변 고속대차가 제 역할을 할 수 있다.

3.2 경의선과 중국대륙횡단철도(TCR)-시베리아횡단철도(TSR) 연결 노선

다음은 경의선과 TCR-TSR 연결 노선이다. 한국의 부산에서 출발해 서울·개성·평양을 거쳐 신의주역에서 중국 단둥(丹東)역으로 넘어가 TCR에 연결하는 노선이다. 부산에서 신의주까지는 945km, 단둥에서 모스크바까지는 8613km, 모스크바에서 유럽 주요도시까지는 2533km이므로 이 노선의 총연장은 1만2091km다.

시설 현황을 보면 복선 구간이 1만605km(87.7%), 전철화 구간은 7968km(65.9%)다. 이 노선은 한국·북한·카자흐스탄·러시아를 통과하면서 국경 통과 절차를 밟아야 한다. 한국·북한·중국 지역까지는 궤도 폭 차이가 없으나, 카자흐스탄부터는 광궤로 바뀌므로 궤간가변 고속대차가 필요하다.

3.3 경원선과 만주통과철도(TMR), TSR 연결 노선

다음은 경원선과 만주통과철도(TMR)를 거쳐 TSR에 연결되는 노선이다. 부산에서 출발하여 서울-신탄리를 거쳐 북한의 평강·청진·회령·남양, 중국의 투먼(圖們)역을 잇는 노선이다. 부산에서 남양까지는 1354km, 투먼(圖們)에서 모스크바까지는 7721km, 모스크바에서 유럽 주요도시까지 평균 거리는 2533km이므로 총연장은 1만1608km에 이른다. 전체 구간 중 복선 구간 연장은 1만496km(90.4%), 전철화 구간은 9390km(80.9%)에 이른다.

3.4 경의선과 몽골통과철도(TMGR), TSR 연결 노선

마지막은 경의선과 몽골통과철도(TMGR)를 거쳐 TSR과 연결하는 노선이다. 부산에서 경의선을 타고 신의주까지 간 뒤 베이징을 거쳐 몽골 통과 철도와 연결한다. 부산에서 신의주까지는 945km, 단둥에서 모스크바까지는 7753km, 모스크바에서 유럽 주요도시까지는 2533km이므로 총연장은 1만1231km다.

한국을 시종점으로 하는 아시아 횡단철도 북부 노선으로 검토되는 노선 중에는 이 노선이 가장 짧다. 전 구간중 복선 구간은 9332km(83.1%)이며, 전철화 구간 총연장은 8744km(77.9%)다. 이 노선은 한국·북한·중국·몽골·러시아를 통과한다. 이 노선 역시 한국에서 중국까지는 그냥 가다가 몽골 이후부터는 광궤이므로 궤간가변 고속대차를 쓰거나 차량을 바꾸어야 한다.그림 4는 네 지역으로 구분된 철도를 중심으로 한 실크로드 익스프레스의 계획을 보여주고 있다.



〈그림 4〉 실크로드 익스프레스 계획

(출처: 남북교통인프라 현대화를 위한 재원조당 방안연구, 안병민, 2006)

가변형 대차기술은 한국철도기술연구원이 개발한 것으로 한반도를 통해 러시아 철도를 모두 달릴 수 있는 기술이다. 지금까지 우리나라 열차가 북한을 통과해 러시아로 운행할 경우 철도 궤도의 폭이 달라져 러시아 국경에서 사람이나 화물이 옮겨 타거나 열차 바퀴를 교환해야 해 5~7시간이 더 소요됐다. 그러나 갈아타거나 차륜을 교환하는 시간을 대폭 감축시킬 수 있는 기술이다. 예를 들어 서울에서 블라디보스톡까지 20시간에서 13시간으로 단축시킬 수 있을 것이다.

그러나 철도연 연구진이 개발한 '궤간가변 고속대차'를 이용하면 일반 구간에서 시속 200km대 고속주행을 하다가 선로 간격이 달라지는 곳에선 열차가 멈출 필요 없이 시속 10~30km의 속도로 운행하면서 변경된 노선 폭에 맞추어 차륜의 폭을 자동적으로 조정하는 기술이다. 관련 연구진은 유럽 기술에 비해 핵심부품 무게를 40% 줄이고 부품수를 절반으로 줄여 경제성과 유지보수 편의성을 높였다. 또 극한적인 기후환경인 여름에는 40도까지 올라가고 겨울에는 50도까지 가는 극한환경에서의 부품 피로시험과 충격시험도 통과했다.

철도연의 궤간가변 고속대차는 남북철도 운행과 장거리, 혹한기 등 동북아지역의 운행 환경을 고려해 개발됐으며, 유럽에서 쓰이고 있는 궤간가변 대차와 비교해 고속화, 장거리 운행, 유지 보수, 추위를 견디는 내한성 부분에서 매우 우수하다고 한다. 향후 UIC (세계연구원명) 기준으로 500회 궤간변경 및 10만km 실제 주행을 진행한 이후 실용화할 예정이며 남북 및 동북아철도 연계 시 두만강~하산과 중국~러시아 국경역에서 시범운행을 하고 양자 및 다자협력을 통해 유럽처럼 궤간가변 철도운송체계를 활성화할 계획이라고 밝혔다.

80%가 산악지형인 북한의 경우는 구부러진 선로가 필수적이어서 이럴 경우에는 틸팅 열차로 원심력을 이용해야 한다. 예를 들어, 시속 200km로 달리던 열차가 차체를 8도까지 기울여 시속 180km로 통과할 수 있는 방법이다. 그러나 가장 큰 문제는 노선의 폭이다.

예를 들어 남북한과 중국은 폭 1.435미터의 궤도지만 러시아는 1.52미터의 광폭이다. 정부가 계획하는 유라시아 철도의 구간은 1만 5천여 km에 달하는데 북한 통과구간은 500km 정도인데 막혀있는 것이다. 이점은 통일에 대비한 선행 투자가 있어야 할 것으로 사료된다. 최근에 북중러의 물류기반산업을 라진, 선봉을 중심으로 중국을 통해 러시아 항산을 통한 물류활동이 두드러지고 있다. 이는 궤도의 표준화를 위한 하나의 실천으로 볼 수 있다.

4. 물류 시나리오

본 절에서는 통일 후 북한으로의 생활필수품 물류방식을 한 예로 들어 보고자 한다. 이는 물류비용의 감소부분과 거리, 시간, 물동량, 인구밀도, 생활수준 등 다양한 요소를 고려한 가중화된 단위환산으로 시나리오를 설정하고자 한다. 북한은 평양과 대도시 이외에는 엄청난 지역적인 불균형이 존재한다. 통일이 되었을 때에 시뮬레이션에 거론되는 도시이외의 지역은 어떻게 물류관리를 해야 하는가에 대한 공학적 접근방법을 제시하고자 한다.

<표 4> 남북한 주요지역의 거리 가중치

(단위: 없음)

to/ from	개성	해주	사리원	남포	평양	순천	신의주	화천	만포	회령	차이
목포	553.8	574.9	652.5	702.5	753.5	809.4	966.4	942.1	1126.4	1415.9	862.1
인천	348.6	388.0	461.0	516.6	558.4	608.7	788.3	738.3	922.4	1206.5	857.9
부산	605.3	692.0	747.2	810.0	825.8	852.4	1080.4	956.7	1128.6	1281.9	676.6
울산	572.8	667.6	717.1	780.4	789.7	810.9	1046.9	909.0	1077.2	1214.0	641.2
원산	241.0	307.8	258.8	287.5	225.5	185.7	444.1	231.5	393.1	653.8	468.1
함흥	358.7	408.7	346.1	356.6	280.6	214.6	435.7	177.4	296.8	537.4	360.0
신포	422.8	483.4	424.2	437.3	361.8	295.7	507.2	242.3	321.0	472.9	264.9
김책	594.4	660.8	602.1	613.5	536.5	467.3	649.9	386.3	388.7	319.3	341.5
청진	801.1	858.1	793.4	795.4	726.0	642.5	775.9	534.1	462.0	112.9	688.2
나선	911.7	969.2	904.2	905.4	825.8	752.0	874.7	640.1	553.1	81.0	888.2
차이	670.7	661.4	645.4	617.9	600.3	808.9	644.7	779.3	832.1	1334.9	-

표 4는 공학적인 요소와 사회적인 요소를 가중화 한 본 연구의 입력자료이며, 표 5는 북한의 주요항만에 관한 인프라로 입력자료 생성시에 주요한 요소로 고려되었다.

<표 5> 북한 주요 항만인프라 현황

항구	하역 능력 (만톤)	접안 능력 (만톤)	수심 (m)	부두 연장 (m)	주요 장비 (크레인)	비 고
청진	800	2	10	5,270	15톤급	김책제철소 운송지원. 동향에 서는 광석, 철재, 곡물, 일반잡 화 등이 주로 처리되고 만경 봉호 전용부두
홍남	440	2	6.7-13	1,630	10톤급	북한 최대의 함흥공업지구의 관문
라진	300	1.5	10	2,280	5-15톤급	동북부 종착역으로 1974년 무 역항으로 개항. 러시아의 대동 남아 수출관문으로 현재 3호 부두까지 건립되어있음
원산	360	1	6.1-7.9	2,520	-	1976년 군사항으로 사용 후 원산공업지구의 기계, 조선, 섬유지원
남포	800	2	10-13.5	1,890	5톤급	동향은 석탄부두 서향은 관문 으로 사용. 무역화물 처리비중 이 약 30%에 달함. 밀설물의 차이로 인한 제약
해주	240	1	7-12	1,350	10톤급	남한과 가장 접근이 용이한 주요 군사항
송림	160	1	10	700	18톤급	황해제철소 전용부두로 황주 와 연결되는 철도망 구축
선봉	300	20	23	-	-	유류전용항만으로 연간 300만 톤 취급능력으로 석유화력발 전소 지원항
합계	3,410					

(출처: 남북교통인프라 현대화를 위한 자원조당 방안연구, 안병민, 2006)

예를 들어 일본의 도쿄나 후쿠오카에서 생산된 생필품을 북한 전역에 공급하고자 한
다고 하자. 동북아유럽거점에서 살펴보면 후쿠오카에서 한반도로의 물류입구는 평양, 서
울과 부산으로 주어진다. 그러나 한반도 동쪽지역의 경우는 부산, 울산, 원산, 함흥, 신포,

김책, 청진, 나선으로 주어지며, 서쪽지역의 경우는 목포와 인천 등이다. 여기서, 선정된 물류거점을 통한 남한과 북한거점을 제외한 북한지역의 물류비용을 육로나 철도에 무관하게 거리에 대한 함수로 살펴보기로 한다.

할당문제와 수송문제의 시뮬레이션 결과를 보면, 원산지역이 가장 활발한 물류지역으로 나타난다. 물류거점을 잘못 선정해서 나타날 수 있는 가장 큰 차이는 약 130만원 이상의 엄청난 물류비용을 보여준다. 이는 북한이 동서지역으로 격차가 크고 교통수단의 발달차이가 크기 때문이다. 또한 인구밀도의 차이가 심각하고 그에 따라 산업발달의 차이가 심각하기 때문인 것으로 나타난다. 따라서 북한 동쪽지역의 함흥, 신포, 김책, 청진, 나선 등을 통한 철도물류기반이 시급한 것으로 보인다.

북한은 약 3,000Km에 달하는 동.서해안이 분리된 지리적인 한계가 있고 항만시설이 노후하고 이용률이 2~3%에 불과하다. 북한지역의 총 항만시설은 1990년대 초반의 하역 능력과 크게 차이가 없는 것으로 알려지고 있다.

부두면적이 협소하고 항만기능이 상실되어 있기 때문에 재정비 사업이 시급한 상황이며, 이에 따라 선박체류시간이 길어져 과도한 물류비용이 발생함으로써 남북교역확대에 장애요인으로 등장하고 있는 현실이다.

4.1 북한지역의 물류 모의실험

일본에서의 북한 내 물류거점은 아래와 같은 결과를 보여준다. 북한 지역을 인구밀도, 생활수준, 각 도시와 항과의 거리로 지역을 구분하였다. 원산항과 함흥항과의 차이는 크게 보이지 않는다. 통일 후 급박하게 돌아갈 생필품의 물류현상은 현재의 북한 물류수송 및 육로, 항만 및 철도사정을 고려해서 비용적인 면에서 살펴보면, 일본 등 외국에서 수입해서 북한 내 물류공급을 한다면 오히려 물류기반이 확실한 남한의 철도를 통한 비용이 적게 들 수 있다. 이는, 해상을 통한 물품의 종류, 시간을 요하는 물품, 냉동이나 부취지기 쉬운 물품 등 물품의 특성에 따라 수송수단의 차이를 두어야 하기 때문이다. 표 6은 제주도에서 북한지역으로의 물류비용을 해운, 철도, 육로 등으로 평균가중치로 나타낸 것이다.

<표 6> 제주도에서 북한지역으로의 물류비용 (단위:원/km)

	<해운>	<철도>	<육로>	<물류비용>
제주도	목포, 부산 등 (남한)	10개 북한거점	거점 반경 20Km 이내 지역	평균가중치응용
	7원 x 333.9	25원 x 877.7	125원 x 20.0	26,779.8 원
제주도	해주, 남포 등 (북한)	8개 북한거점 (해주, 만포 제외)	거점반경 20Km 이내 지역	평균가중치응용
	7원 x 795.3	25원 x 332.3	125원 x 20.0	16,374.6 원

예를 들어 제주도에서 생산된 생필품 1톤을 북한 전 지역으로 공급하는 물동량의 경우를 살펴보자. 이는 예를 들어, 목포 혹은 여수나 부산항을 통한 철도연결과 제주에서

한반도와 유라시아 물류거점 분석의 경제적 효과

바로 해주나 남포를 통한 철도연결을 고려할 수 있을 것이다. 이 경우의 물류비용은 해상과 철도 그리고 육로를 경유하는 물류비용을 비교분석 해야 하며 북한 지역구분에 따라 설정한다. 그림 5는 제주도과 일본에서 북한으로의 물류경로를 도식화한 것이다.

김경석 ‘남북한 교류도시간 최적 연결회랑 선정에 관한 연구, 2000’에 따르면 해운 7.48, 철도 24.2, 육로 74.07(원/km)이다. 그러나 특히 육로의 경우 현재 2014년도 시점으로 3/5 수준으로 현실적으로 차이가 있다.

위의 모의실험 결과치에 따르면 통일 후 북한 지역의 물류비용은 항만을 통한 물류비용이 평균적으로 약 60% 감소세를 보이고 있다. 이를 육로의 경우 74.07원/km로 계산하더라도 같은 감소세를 보인다. 이는 또한 물동량과 물류거점이 많으면 많을수록 더 큰 물류비용의 감소세를 보일 것이다. 따라서 항만개선을 통한 철도와 육로 확장이 시급한 것을 보여준다.

통일 후 다양한 경로를 통해 남북한 내와 해외에서의 순물류와 역물류 그리고 유라시아와의 연결고리는 일반적으로 인지하고 있는 것이라 하더라도 구체적으로 확인해보고 실행해야 한다. 경로선정의 중요성은 바로 물류비용과 선형적인 함수관계를 보이고 있다. 따라서 생필품과 의식주 수송물류거점외의 교육물류 그리고 최근 선박사고에 따른 위험 분석 물류시스템 등을 지속적으로 연구해야 할 것이다.



<그림 5> 제주도와 일본에서 북한지역으로의 물류경로

5. 결 론

한국의 통일물류시스템은 당연히 북한을 통한다면 중국으로 몽고로 러시아와 유럽까지 물류의 미래세계를 이끌 수 있다고 본다. 그러나 먼저 북한 육로, 철도, 항만과 항공시설의 상태파악과 물류기기나 작업의 표준화, 그리고 정확한 물류거점의 확보 등 여러 가지 당면한 과제가 있다.

첫 번째로, 특히 철도산업을 위한 막대한 건설기반에 대한 투자는 통일 전이라도 남북합의 하에 먼저 시행해야 한다는 것이다. 두 번째로, 이를 위한 물류관리 전문인력과 물류기능인력 양성에 지금부터라도 더 투자를 해야 한다. 북한에도 남한과 유사한 평양 철도대학이 있으며, 앞으로 통일정부가 추진할 '통일친화적 사회로의 전환'과 '문화교육적 물류기반'에 기인한 준비된 자세가 필요하다.

따라서 다음과 같은 통일물류에 관한 연구 과제를 구체적으로 제안하고자 한다. 첫째는 생필품을 위한 수송거점물류연구이다. 이는 물동량 비례 물류비용경로의 최적화 모형, 수송수단의 수와 선정의 최적화 모형, 생필품 대형 물류거점의 최적화 모형, 북한을 통한 유라시아 철도경로 및 시스템 모형이다.

두 번째는 탈북자를 포함한 남북한 문화교육물류 연구이다. 이는, 교육물류거점으로서의 남북한 대학 교류영역의 지형적 선정 최적화 모형, 대규모 영유아 교육거점의 최적화 모형개발, 한국 내 난민들의 지역적 분포에 따른 교육물류거점 선정연구, 남북한 문화재와 작품 등의 교류활성화 및 교육물류에 관한 것 등이다.

세 번째로는, 기반산업에 관한 물류인데, 이는 주로 의학, 의류, 미용, 건축 등 의식주에 관한 물류거점으로 볼 수 있다. 북한 내 지역적 생활수준과 니즈(Needs) 파악에 의한 거점 선정의 최적화 모형, 병원(치의학 및 한의학 포함)과 관련 산업구조 기반 거점의 최적화, 건축 및 미용 등 의식주 물류거점 및 최소비용을 위한 다양한 연구 등이 포함될 수 있다.

마지막으로는 위험분석 물류시스템에 관한 연구이다. 이는, 컨테이너 선적의 최적화 모델, 선박 및 철도의 컨테이너 선적의 최적화 모형, 선박의 컨테이너 일련순서에 의한 불출모형 (Order Picking Sequence), 팔릿의 표준화와 포장의 최적화 모형, 전력 등 관련 기간산업의 자산 위험관리 물류시스템 연구 등이 포함된다.

이와 같이 물류와 관련한 여러 가지 정책이 실현되려면 우선 통일물류정책이 실현될 수 있는 남북간의 신뢰조성도 그만큼 중요하다. 개성공단의 성사과정이 말하듯이 당시 남과 북의 당국자들은 개성공단이라는 교집합의 성사를 위해 각자 자신들의 이념적, 경제적 구조의 상당부분을 양보하면서까지 상대방의 입장을 배려하는 노력을 하였다.

북의 물류 인프라와 시스템을 점검하기 위해서는 우리나라의 전문가가 북으로 직접 들어가는 등 북의 협조가 필요하다. 남과 북의 당국자가 서로의 입장을 존중하고 양보하는 신뢰, 이해심이 필요한 대목이다. 우선 우리 정부가 북한 당국에게 이러한 통일을 대비한 물류사업들이 북에게 실질적인 도움을 주는 것은 물론이고 북한 당국자들이 우려하는 체제의 위협적 요소가 없는 민족을 위한, 통일을 위한 사업이라는 것을 잘 설득하는 것이 필요하다는 것이다.

과거 실크로드가 동서양을 잇는 무역 길의 역할도 했지만 동서양의 문화도 실크로드를 통해서 오고갔다. 통일시대를 대비한 물류도 우선 남북 경제의 비대칭 구조와 경제구

조의 이질감을 해소하는 것에도 일정부분 역할을 하는 것은 물론 반세기를 넘는 분단으로 인한 남과 북의 사회문화적 이질감을 해소하는 것에도 기여할 것으로 판단한다. 물류는 상품만 움직이는 것이 아니라 그 상품을 생산한 사람과 사회의 문화도 함께 싣고 가기 때문이다.

참고문헌

○ 저서 및 논문

- [1] 강미연, “개성공단 경제특구의 작업장 문화”, 박사학위논문, 연세대학교, 2013.
- [2] 김경석, “남북한 교류도시간 최적 연결회랑 선정에 관한 연구”, 2000.
- [3] 성원용 외, “북한교통인프라 현대화를 위한 재원조당 방안 연구”, 2006.
- [4] 안병민, “남북교통망 연결을 위한 기초조사”, 2000.
- [5] 이영균, “남북한간 교통 물류체계 정비 및 확충방안”, 2001.11.
- [6] 정봉민, “남북한 물류체계 통합 및 활용방안(1)”, 2007.12.
- [7] 장치혁, “하나의 유라시아 발전계획”, 한러시아협회, 고려학술문화재단, 2014.10
- [8] 조문수. “산업물류시스템-물류기법을 중심으로”, 2009.
- [9] 한겨레통일문화재단, “접경지역의 발전과 남북관계”, 남북철도연결 5주년 기념 도라산 포럼, 민족화해협력범국민협의회, 2012.5.17.
- [10] “<http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>”, 통계청, 2014.05.

○ 외국문헌

- [11] “국가발전 우선순위로서의 통합유라시아 인프라시스템”, 오시뽀프, 사도브니치, 야쿠닌, 러시아과학아카데미 사회정치문제연구소, 모스크바종합대학, 러시아철도공사, 2013.
- [12] “Multiple-Facility Location in the Plane”, Lecture Note, University of Iowa, Dennis L. Bricker, 1997.