



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

經營學碩士 學位論文

인공신경망(ANN)모델을 활용한 건화물선 운임 예측

- 중국 해상 철광석 수입 항로를 중심으로 -

A Study on the Forecasting of Drybulk Freight Using
Artificial Neural Network : Focused on the Chinese Iron Ore
Import Routes



韓國海洋大學校 海洋金融·物流大學院

海運港灣物流學科

姜 淳 日

本 論文을 姜淳日의 經營學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 金 玆 聖 ㉠

委 員 金 剛 燮 ㉠

委 員 申 英 蘭 ㉠



2018年 06月

韓 國 海 洋 大 學 校 海 洋 金 融 · 物 流 大 學 院

< 목 차 >

국문초록	i
Abstract	iii
제1장 서론	1
제1절 연구의 배경과 목적	1
제2절 연구의 방법 및 구성	5
제2장 이론적 고찰	7
제1절 부정기선 운임	7
제2절 인공신경망	9
제3장 국제 철광석 시장 현황	12
제1절 철광석 시장 동향	12
1. 세계 해상 철광석 산업 동향	12
2. 주요국 철광석 품위 동향	23
3. 국제 철광석 가격 추이	26
제2절 중국 철광석 시장 동향	29
1. 중국 철광석 생산 현황	29
2. 중국 철광석 수입 현황	30
제4장 해상운임 결정요인	33
제1절 부정기선 해운시장의 수요	33
제2절 부정기선 해운시장의 공급	37

제3절 부정기선 해운시장의 운임	41
1. 세계 해운 산업 대표 지수 현황	41
2. 부정기선 해상운임 결정요인	44
3. 중국 철광석 수입 향로 운임 결정요인	46
제5장 인공지능망 운임예측 모델	48
제1절 인공지능망 모델링 과정	48
제2절 인공지능망 입력 변수 설정	50
제3절 2018년 케이프선 운임 예측 결과	52
제4절 인공지능망운임 예측 정확도 비교	54
제6장 결 론	56
제1절 연구결과의 요약	56
제2절 연구의 시사점 및 한계	58
참고 문헌	60
<국내 문헌>	60
<외국 문헌>	62

<표 목차>

<표 3-1> 국가별 철광석 매장량	12
<표 3-2> 철광석 해상 물동량	14
<표 3-3> Rio Tinto 소유 광산 목록	16
<표 3-4> Rio Tinto 철광석 사업 현황	17
<표 3-5> BHP Billiton 철광석 사업 현황	18
<표 3-6> Vale 철광석 사업 현황	19
<표 3-7> 철강생산량 국가별·기업별 순위(1998년)	22
<표 3-8> 철광석 가격 추이 (Fe62%, CFR 중국)	28
<표 3-9> 중국 철광석 생산량 추이	30
<표 4-1> 건화물 톤마일 추이 및 전망	35
<표 4-2> 건화물별 물동량 추이 및 전망	36
<표 4-3> BFI 항로별 비중 현황	41
<표 5-1> 케이프 운임 예측 변수별 기술 통계	50
<표 5-2> 인공신경망 케이스 처리 요약	51
<표 5-3> 입력변수 중요도	53
<표 5-4> 운임 예측 결과	54

〈그림 목차〉

〈그림 3-1〉 글로벌 철광석 물동량 현황	20
〈그림 3-2〉 한국 철광석 수입량 및 세계 시장 비중 동향	23
〈그림 3-3〉 호주 철광석 매장량 품위별 비중	25
〈그림 3-4〉 세계 주요국 GDP 성장률	31
〈그림 3-5〉 세계·중국 철강 생산 현황	31
〈그림 3-6〉 세계 해상 철광석 내 중국 점유율	32
〈그림 5-1〉 인공지능망 모델링 구조	48
〈그림 5-2〉 서호주-중국 청도 운임 추이	51
〈그림 5-3〉 인공지능망 예측 구조	52
〈그림 5-4〉 인공지능망 예측 결과	53
〈그림 5-5〉 인공지능망 운임 예측 결과	55



국문초록

인공신경망(ANN)모델을 활용한 건화물선 운임 예측
- 중국 해상 철광석 수입 향로를 중심으로 -

강순일

한국해양대학교 해양금융·물류대학원 해운항만물류학과

본 연구는 변동율이 높은 해운 시장의 특성을 반영한 운임 예측 모형을 살펴보기 위해, 인공신경망(ANN) 모델을 활용하여 중국 해상 철광석 수입 향로를 중심으로 한 건화물선운임을 예측하였다.

선행연구를 통해 드라이벌크선 운임 변동에 영향을 미치는 주요 변수들을 도출하였으며, 이를 바탕으로 비선형 예측이 가능하고 과거 시계열을 바탕으로 자가학습이 가능한 다이내믹 기법인 인공신경망 모델을 통해 운임 예측을 진행하였다.

기존 선행연구에서 이미 상관관계가 입증된 변수들을 바탕으로 벌크선 메이저 화물 중 비중이 가장 높은 철광석 화물, 그리고 철광석 화물의 주요 수입국인 중국향 철광석 향로를 중심으로 분석을 하였다.

해운 시장 내에서도 철광석은 기타 석탄, 곡물 등과 대비하여 이를 수입·출입하는 업체들의 수가 한정되어 있는 독점적인 형태로 인해 기타 시장 대비 운임의 변동성이 높다고 볼 수 있다.

인공신경망 모델은 복잡한 비선형 예측에서도 독립변수와 종속 변수간의 관계를 찾아내기 용이하다는 장점을 가지고 있으며, 본 연구에서는 다수의 훈련과 검정과

적을 통해 최적의 예측 모델을 구축하였다.

본 연구는 총 5장으로 구성되어 있으며, 이를 통해 운임 예측 분석을 수행하였다.

제1장의 서론에 이어 2장에서는 해운시장의 예측과 관련된 기존 선행연구들을 살펴보고 본 연구가 지닌 차별성 및 학문적인 의미 그리고 중요성에 대해 고찰하였다. 3장에서는 인공지능망 모델을 활용하여 케이프선 운임예측 모델을 구축하고 2018년 중국 철광석 수입 항로 운임을 예측하였으며, 이를 바탕으로 4장에서는 인공지능망 운임 모델을 설명하고 예측된 운임의 정확도를 분석하였다. 5장에서는 연구결과의 요약 및 본 연구가 제공한 시사점과 한계점에 대하여 제시하였다.



Abstract

A Study on the Forecasting of Drybulk Freight Using Artificial Neural Network: Focused on the Chinese Iron Ore Import Routes

Kang, Sunil

Department of Shipping and Port Logistics
Graduate School of Marine Finance and Logistics

The study aims on freight rate forecast of Chinese iron ore import route, using Artificial Neural Network(ANN). ANN is computing system that can learn from its previous performance, a highly reliable tool for forecasting.

Iron ore is a raw material widely used in steel production and the scale of the raw material market has grew rapidly over the last few centuries. China accounts for over 70% of seaborne iron ore imports while Australia and Brazil share around 80% of the export. Meaning that the market is more or less monopolistic, thus understanding the surrounding nature of seaborne iron ore market is essential in freight forecast.

Precedent study corroborated that freight rate is heavily affected by supply, demand and price in large. Hence, time series of Australia's iron ore export volume, China's iron ore import volume and China's iron ore import price were used as independent variables with C5 route's rate in 2018 as dependent variable. Using the above variables, 30 tests were performed as the

convergence occurred in the test beyond certain number. The result showed that the rate in 2018 would average out to be USD8.15/ton, which is about 21% higher than that of 2017. The accuracy of the forecast was very high with MAPEs standing at 16.67%. Even though the results were highly satisfying, the study bear few limitations.

ANN itself can not present logical explanation between the nodes and the number of variables used in the analysis were limited. Also other analysis models should have been performed to cross check the result with ANN but the study only includes a single analysis model.



제1장 서론

제1절 연구의 배경과 목적

글로벌 시대에서 물류산업은 경제발전에 중추적인 역할을 해왔으며, 특히 해운 운송 산업은 항공/철로 운송 산업 대비 크기나 중량에 제한은 받지 않는 점, 낮은 운송 단가 등 다양한 장점으로 인해 세계 무역 시장에서 없어서는 안 될 산업으로 자리 잡았다.

그리고 다양한 운송 산업에 사용되는 선박, 항공기, 철도 등은 모두 철을 사용하여 생산되는 인프라이다. 이에 따라 철은 인류의 생활을 지탱하는 중심 역할을 하는 금속이다. 추가로 철은 도로, 건물을 비롯하여 자동차 생산 등 다양한 인프라 생산에 필수 재료로 활용됨에 따라 우리 삶에 필연적인 자재 중 하나로 꼽을 수 있다.

철 생산에는 크게 두 가지 방식이 있는데, 철광석과 원료탄을 용광로에 녹여 철을 생산하는 용광로 방식과 이미 생산되어 사용된 고철을 녹여 만드는 전기로 방식이 존재한다. 이에 따라 철 생산에는 철광석이라는 원료가 주 재료로 사용됨에 따라 철광석의 중요도는 철과 그 비중을 같이 한다고 볼 수 있다. 철은 용도에 따라 합판, 후판, 코일 등 다양한 모습으로 가공 되는데 가장 기초가 되는 철은 조강(Crude Steel)이다. 세계철강협회(World Steel Association)에 의하면 17억톤의 조강 생산을 위해 21억톤의 철광석(iron ore)이 소비된 것으로 알려졌다.¹⁾

이에 따라 철강 산업의 흐름을 살펴보면 세계 선진국들의 경제 발전은 철강 산업에서 주도권을 가지고 있을 때 상당히 이루어진 것을 알 수 있다. 영국은 18세

1) Raw Materials. (2018, April 22). Retrieved from <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/raw-materials.html>

기 산업혁명 이후 100년간 철강 산업을 주도하였으며, 이후 1960년대까지는 미국이 철강 산업을 기반으로 가파른 경제 성장을 한 끝에 세계 1위의 경제대국 위치로 올라섰다. 1970년~1990년대에는 일본이 신기술 및 임해제철소를 바탕으로 철강 산업을 주도하였으며, 2000년대 들어서는 중국이 생산 및 소비 측면에서 주도를 하고 있으며, 중국 역시 최근에는 경제성장 증가세가 둔화세를 보이고 있지만 여전히 기타국가들 대비 월등한 경제 성장세를 보이고 있다.

국내 철강 산업의 경우 1918년 황해도에서 검이포제철소가 한국 최초의 제철소로 가동을 시작하였으며, 동 제철소를 통해 생산된 선철은 전쟁무기 생산을 위해 주로 일본에 공급되었다. 이후 국내 철강 산업의 발전은 미비하였으나, 1968년 포항에 국내 최초의 일관 제철소가 설립되며, 한국의 철강 산업은 본격적인 발전을 이루기 시작하였다. 포항제철이 가동되며, 짧은 시일 안에 100만톤을 돌파하였으며, 지속적인 설비 투자 등으로 인해 한국은 2016년 기준 세계 6위의 철강 생산국으로 성장하였다.

과거에는 고온을 유지할 수 있는 기술력 부족으로 인해 현재와 같이 다양한 종류의 철강이 생산되지 못하였으나, 1855년 영국인 헨리 베세머(Henry Bessemer)에 의해 현대적 제철법인 고로법이 개발된 이후 철강 산업은 빠른 속도로 발전하기 시작하였다.

베세머는 용광로를 개량하여 불순물 제거를 손쉽게 할 수 있는 베세머 전로를 발명하였으며, 이를 통해 철강 생산에 드는 비용 하락과 함께 과거 대비 비교적 간단한 방법으로 생산이 가능해졌다. 베세머 전로 개발 이후 철강 생산 기술은 더욱 발전하였으며, 과거에는 주로 연철, 스펀지철 등이 생산되었으나, 이후 스테인레스강 등 더욱 양질의 철강 생산이 가능해졌다.

기술이 개발됨에 따라 철강 시장은 더욱 활성화 되어 왔으며, 다방면에서 활용

도가 매우 높은 원자재이며 기타 원자재 대비 변동성이 높은 시장이기도 하다. 최근 들어 글로벌 철강 산업의 변화가 관측되고 있는데 이는 주요 원료인 철광석의 경제적이고 안정적인 확보 방안이 철강 기업들의 생존과 직결됨에 따른 변화로 볼 수 있다.

그만큼 철강 산업은 자본집약적이고, 장치산업인 특성상 기타 서비스 산업 등과는 달리 경쟁력 우위를 잡하기 위해서는 원가 경쟁력의 확보가 중요하다.

철강 가격은 원료의 가격 변동과 비슷한 흐름을 보이며, 4~6년 간격으로 상승과 하락을 반복해 왔다. 특히 2000년대에는 철강 최대 소비국인 중국의 철강 생산량 및 소비량 급증으로 인해 철강 시장 가격의 변동성은 더욱 커진 상황이다.

그런데 최근 철광석과 원료탄 등 철강 원료 가격의 변동세로 인해 철강 제조 원가 가운데 원료비가 차지하는 비중이 크게 증가하고 있다. 특히 철강 제품의 주원료인 철광석의 가격 변동 추이는 예측이 불가능할 정도로 급격하게 이루어지고 있다.

철광석은 탄광에서 채굴되는 돌 혹은 미네랄의 일종으로써 철 함유량에 따라 저·중·고 품위로 나뉘게 되며 세계적으로 철 함유량 62%를 기준으로 지표로 활용된다.

철광석은 기타 지하자원들과 동일하게 생산성 여부에 의거 일부 국가에서만 채굴이 진행되고 있으며, 브라질과 호주를 중심으로 생산이 이루어진다. 이후 기타 공정작업을 통해 철강재로 공정되기 위하여 부정기선인 벌크선으로 운송이 이루어지며, 통상적으로 중국이 철광석 교역량 가운데 60%를 차지하며 최대 수입국 자리를 차지하고 있다. 철광석은 광물의 특성상 무게로 인해 해상 운송료가 원가에 큰 부분을 차지함에 따라 계약 조건에 따라 선사, 화주 등이 운송료 예측을 통해 리스크 관리가 중요시 되고 있는 시점이다.

2016년 역대 최악의 불황을 경험했던 건화물 해운시장은 2017년부터 점진적인

회복세를 보이고 있다. 다른 선종에 비해 특히 건화물선 시장의 경우 2017년부터 두드러진 상승세를 보였으며, 그 배경에는 케이프선의 상승이 큰 기여를 했다. 건화물 시장 경기를 대변하는 BDI 운임지수는 2016년 673P에서 2017년 1,145P로 70% 가까운 상승세를 보였다. 같은 기간 케이프선의 평균 용선료는 USD7,388/day에서 USD15,129/day로 100% 이상 상승하며 전체 건화물 시장 상승을 주도했다.

케이프선 상승의 주요 배경에는 수급여건의 개선이 가장 큰 영향을 미친 것으로 분석된다. 공급적인 측면에서는 2017년 선대 증가율이 1.9%로 과거 3년간의 평균 선대 증가율 3.45%를 하회하며 긍정적인 모습을 보였다. 수요적인 측면에서는 중국의 2017년 철광석 수입량이 10.76억톤으로 전년대비 5% 급증하며 케이프선 시장 상승에 기여했다.

통상적으로 케이프선 전체 수요의 70% 이상을 차지하는 철광석의 수요변화는 케이프선 운임 시장 변화에 밀접한 영향을 미치고 있다. 특히 2016년 기준 전 세계 철광석 물동량 14.18억톤 가운데 호주의 철광석 수출량은 8.92억톤으로 전체 물동량의 63%를 점유하며 막대한 영향력을 보이고 있다. 이 가운데 중국은 전 세계 철광석 물동량의 72%를 차지하는 최대 수입국으로 사실상 중국의 철광석 수입에 따라 케이프선 시장이 좌지우지되고 있는 상황이다.

중국이 철광석 수입을 지속적으로 증대시키고 있는 이유는 자국 광산에 대한 구조조정으로 경쟁력이 도태된 업체가 문을 닫으면서 자국 내 생산량이 감소하고 있기 때문이다. 이와 반면 중국의 산업생산은 지속적으로 증대되면서 건설과 인프라 구축을 위한 철강 등의 원자재 수요는 증가하고 있는 상황이다. 중국의 철광석 수입이 증가하면 수출국인 호주와 브라질 등에서 가격을 인상하게 되며, 운임이 반영된 CFR 기준 중국의 철광석 수입가격은 실제로 2016년 USD59.8/Ton에서 2017년 USD71.4/Ton으로 19% 이상 상승했다.

따라서 케이프선 운임 변화에 영향을 미칠 것으로 예상되는 중국의 철광석 수입과 호주의 철광석 수출, 그리고 중국의 철광석 수입가격을 관찰하고 연구한다면 정확한 운임시장의 예측도 가능할 것이다.

제2절 연구의 방법 및 구성

본 연구는 선행연구를 바탕으로 이미 상관관계가 입증된 변수들이 여전히 과거와 같은 유의수준 및 상관성을 유지하고 있는지에 대한 분석 그리고 벌크선 3대 메이저 화물 가운데 가장 비중이 높은 중국 철광석 수입 항로를 중심으로 분석을 진행하고자 한다.

운임시장 변화에 영향을 미치는 주요 변수들을 활용하여 미래 시장을 예측하는 방법으로 회귀분석과 같은 선형방식의 예측기법들이 주로 사용되어 왔다. 그러나 수요시장의 변화가 단순한 선형관계가 아닌 비선형의 형태로 움직이고 있기 때문에 보다 동태적이고 비선형방식의 예측분석들이 최근의 연구에서 요구되고 있는 모습이다.

인공신경망 모델은 비선형 예측이 가능하고 문제에 대한 해결을 다양한 학습을 통해 분석하여 결과를 도출하는 다이내믹 기법으로 복잡한 해운시장의 구조적 변화를 예측하는데 적합한 연구방법이다. Jack V Tu(1996)에 의하면 인공신경망 모델은 기존의 시계열 예측 기법 대비 복잡한 비선형 예측에서도 독립변수와 종속변수간의 관계를 찾아내기에 용이하다고 연구한 바 있다.

이에 본 연구에서는 케이프선의 철광석 운송 항로에 해당하는 Baltic C5(서호주-중국 청도)항로를 사례로 선정하여 다이내믹 기법에 해당하는 인공신경망을 활용하여 2018년 케이프선 운임을 예측하는 연구를 수행하였다.

케이프션 운임변화를 야기하는 주요 철광석 변수들을 입력층 노드에 삽입하고 훈련과 검증과정을 통해 최적의 예측 모델을 구축하였다.

이후 인공신경망 기법을 통해 구축된 모델을 기반으로 2018년 케이프션 운임을 예측한 후 예측 정확도를 MAPE(평균절대비율오차)를 분석하였다.

본 연구는 총 여섯 개의 장으로 구성되어 있으며, 각 장의 세부 내용은 다음과 같다.

제1장은 서론으로 연구의 배경 및 방법 등을 기술하였다.

제2장에서는 해운시장의 예측과 관련된 기존 선행연구들을 살펴보고 본 연구의 중요성과 차별성에 대해 고찰하였다.

제3장은 국제 철광석 시장 및 중국 철광석 시장 동향을 살펴보았다.

제4장은 인공신경망 모델을 활용하여 케이프션 운임예측 모델을 구축하고 2018년 케이프션 운임을 예측하였다.

제5장에서는 인공신경망 운임예측 정확도를 분석하였다.

마지막으로 제6장인 결론에서는 연구결과 요약, 시사점 및 연구의 한계점에 대하여 제시하였다.

제2장 이론적 고찰

제1절 부정기선 운임

해운 운임은 기타 시장 대비 변동성이 높은 특성을 가지고 있어 이를 예측하기 위한 다양한 모델 및 연구가 진행되어왔다. 특히 부정기선의 경우 현물 운임 예측을 위해 물동량, 선복량, 원유가격, 주요 국가별 경제성장률 등을 통한 회귀분석 및 상관분석 등에 집중적으로 연구가 수행되었다. 그러나 컨테이너, 탱커, 벌크 등 선종별 분석 및 특정 주요 항로를 중심으로 분석한 연구는 미미하다.

선행연구를 살펴보면, 이은숙(2007)은 Megastat 단순회귀분석을 활용하여 부정기선의 운임율에 영향을 미치는 요인으로 독립변수인 수요(해상물동량 추이), 공급(선복량), 외생변수(중고선가), 종속변수로는 발틱운임지수를 활용하여 검증을 하였다. 동 연구의 결과는 수요 및 외생변수 요인 그리고 공급 측면의 신조 인도량과 정(正)의 관계가 있으나 선박 탈퇴량은 음(逆)의 관계가 있는 것으로 나타났다.

배성훈(2016)은 발틱운임지수(BDI)를 구성하는 4가지 지수를 종속변수로 설정한 후 상관관계 분석을 통해 종속변수들에 영향을 미치는 요인들과의 관계를 검증하였다. 또한 다중회귀분석을 통해 동 종속변수들과의 관련성을 실증적으로 검증했다. 이를 통해 해상 석탄 물동량 및 운임선물거래(FFA: Forward Freight Agreement) 지수 등은 발틱운임지수와 정(正)의 관계가 있음을 검증하였다.

정수진(2016)은 벡터오차수정모형(VECM)을 활용하여 BDI에 영향을 미치는 거시경제변수들과의 관계를 2008년 금융위기 이전과 이후로 나누어 연구를 진행하였다. 그 결과 금융위기 이전에는 대부분이 유의한 영향을 가졌으나, 이후에는 원자재 지수만이 유의한 변수로 작용하였으며 유가의 경우 두 기간 모두 BDI에 크게

영향을 미치지 못하는 것으로 검증되었다.

Ruan, Qingsong, et al.(2016)은 Cross-correlation statistics test과 Multifractal detrended cross-correlation을 통해 BDI지수와 유가와외의 교차상관성을 비교 분석하였다. 이를 통해 단기간에는 두 변수들간의 상관성이 높으나 시간이 지날수록 낮은 상관성을 보인다는 점을 입증하였다.

Manolis G. Kavussanos와 Amir H. Alizadeh-M(2001)은 ARIMA모형을 통해 계절성(deterministic 혹은 stochastic)에 따라 벌크선 운임의 변동성에 대해 연구하였다. 독립변수로는 벌크선의 선형별 운임, 계약 기간, 성수기 및 비성수기 기간 등이 사용되었다. 결과로는 대형선이 소형선 대비 계절에 따른 민감도가 높은 것으로 나타났다으며, 계약 기간이 늘어날수록 계절적 민감도가 낮아지는 것으로 나타났다.

Cullinane(1992)은 Box-Jenkins 방식을 사용하여 Baltic Freight Index(BFI) 예측 연구를 하였다. Beenstock과 Vergottis (1993), Stopford (1997, 2009), Veenstra와 Fanses (1997)은 해운과 직·간접적으로 영향을 미치는 경제요인들을 변수로 사용한 VAR/VECM 모델을 통해 케이프선과 파나마스선의 현물 운임 예측 모델을 개발하였다.

Kavussanos와 Ilias(2003)은 운임 선물 시장과 현물 시장과의 선·후행 관계를 일부 선별된 모델을 중점으로 연구하였다. VAR을 통해서는 변화 추이 그리고 Seemingly Unrelated Regressions (SUR) 모델인 VECM과 ARIMA를 통해서는 외인성 요인 변화(exogenous explanatory variables)를 살펴보았다.

Alizadeh와 Nomikos(2003)은 선물 운임 시장 분석을 통해 현물 시장에서 해운 운임 예측 연구를 하였다. 동 연구를 통해 선물 시장이 예측변수로 활용되기 적절하지 않았으며, 선물 만기에 다다를수록 예측이 반비례 한다는 결과가 나타났다.

Batchelor et al(2007)은 현물과 선물 시장의 운임을 복합적인 변수로 사용하여 향후 현물 운임 예측이 가능한 지를 살펴보았다. 이를 위해 평균제곱근오차(Root Mean Square Error, RMSE)에 근거하여 VAR, VECM, S-VECM, ARIMA, Random Walk (입자추적모형) 등의 모델을 통해 연구가 진행되었다.

제2절 인공신경망

인공신경망 모델을 활용한 운임 예측에 대한 국내외 선행연구 및 관련 이론은 학계에서 연구가 활발히 진행되지 않은 편이다.

운임 예측과 관련해서는 시계열 예측기법인 ARIMA와 VAR 등을 활용한 연구들이 주를 이뤘고 일부 해외를 중심으로 인공신경망 모델이 적용된 연구가 보고되었다.

Jun Li et al(1997)는 인공신경망을 활용하여 중단기 탱커 운임시장을 예측하였으며, 예측결과 ARIMA 모형과 같은 시계열 예측 모형에 비해 예측 정확도가 높은 것을 입증하였다.

Mohamed M. Mostafa(2006)는 인공신경망 모델과 ARIMA를 활용하여 수에즈 운하의 통항량을 예측한 후 두 결과를 비교 분석하여 인공신경망의 우수성을 입증하였다. 또한 인공신경망이 예측과 경기분류 연구분야에 많이 사용되고 있으며 기존의 회귀분석과는 다른 관점의 분석기법으로 최근 많이 사용되고 있다고 설명했다.

모수원(2010)은 ARIMA모형과 필터 기법을 이용하여 2010년의 BDI 운임지수를 3,000~3,500P 수준으로 예측하였으며, 실제 BDI지수와 상당부분 일치한 결과를 연구를 통해 도출하였다.

전찬영(1999)은 VARMAX 모델을 활용하여 탱커시장의 World Scale 지수를 생성하는 주요 항로 가운데 A.G-Rotterdam 항로 지수와 탱커선 선복량, 탱커선 선가 추이, 연료유 가격 추이를 대입하여 VLCC선의 운임을 예측하고 이를 검증하였다.

김창범(2015)은 인공신경망 모델과 ARIMA를 이용하여 해상운송 물동량을 예측하였으며, 예측결과 두 모델의 예측 오차율이 모두 10% 미만의 높은 예측 정확도를 입증하였다. 인공신경망 모델의 예측 정확도와 관련된 연구들은 주식시장과 경기예측 분야 등에서 다수 보고되고 있다.

Bennell, J.A. 와 Sutcliffe, C.M(2003)은 FTSE100지수의 옵션 가격 결정에 대해 인공신경망과 Black-Sholes 모형을 통해 비교 분석하여 인공신경망의 예측력이 Black-Sholes 모형 대비 우수하다는 것을 입증하였다.

Hill, T., O'Connor 와 Remus W.(1999)은 유럽국가의 경기동향 예측을 위해 인공신경망과 시계열 예측기법인 ARIMA, AR, SETAR를 동시에 적용하여 1989년부터 2008년까지의 주요 경제지표들을 비교 분석하였다. 분석 결과 인공신경망과 ARIMA 모형이 예측력에서 AR과 SETAR에 비해 우수한 것을 입증하였다.

이수용과 이경중(2011)은 개별주식 가격이 아닌 KOSPI 200의 고가, 저가, 시가, 종가를 인공신경망 모델과 기타 데이터 마이닝 방법들을 활용하여 예측하였다. 예측 결과 인공신경망의 예측률이 70%로 가장 높게 분석되었으며, 기타 데이터 마이닝 기법들의 평균 예측률은 61.4%로 인공신경망의 예측 우수성을 비교 분석하였다.

이렇듯 인공신경망 모델은 주식시장과 경제지표의 예측 등 다양한 분야에서 예측의 우수성이 입증되고 있는 상황이지만 해운시장의 운임예측 분야에서는 아직까지 연구가 미미한 실정이다. 오히려 해운시장의 운임 예측에는 ARIMA와 같은 시계열 예측 모델이 주로 사용되고 있으며, 예측의 정확도도 높은 편이다.

따라서 본 연구에서는 다른 분야에서 활발히 연구되고 있는 인공지능망 모델을 활용하여 예측 결과를 분석하고자 한다. 이후 예측 결과를 바탕으로 MAPE 분석을 수행하여 예측의 정확도를 검증하고 본 연구의 시사점과 의의를 도출하였다.



제3장 국제 철광석 시장 현황

제1절 철광석 시장 동향

1. 세계 해상 철광석 산업 동향

1) 철광석 해상수출물동량 현황

아래 <표 3-1>에서 보듯이 매장량 기준 Top 4 국가는 호주, 러시아, 브라질, 중국이다. 매장량 기준 2위국인 러시아의 경우 매장량은 많은 반면 프리미엄급 철광석 생산이 저조하며, 자국 소비량이 많고 주로 철로를 이용한 유럽항 수출비중이 높아 철광석 최대 수입국인 중국으로는 해상운송이 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 러시아가 해상 철광석 운송 시장에서 미치는 영향력은 극히 제한적이라고 볼 수 있다.

<표 3-1> 국가별 철광석 매장량

국가	철광석 매장량 (백만톤)
호주	50,000
러시아	25,000
브라질	23,000
중국	21,000
기타	18,000
인도	8,100
우크라이나	6,500
캐나다	6,000
스웨덴	3,500
미국	2,900
이란	2,700
카자흐스탄	2,500
남미	1,200
전 세계	170,000

자료: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. (2018, January). Retrieved from file:///C:/Users/KR/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/FPL20184/mcs-2018-feore.pdf.

매장량 기준 4위국인 중국 역시 높은 매장량을 바탕으로 생산량 역시 많은 수준이다. 하지만 해상 철광 수출 시장 및 철광석 수입 시장에서는 막대한 영향력을 발휘하고 있으나, 해상 철광석 수출 항로 관점에서는 저품질 생산 및 내수 소비량이 높은 수준임에 따라 러시아와 동일하게 해상 철광석 수출 시장을 논할 때 중국은 거의 거론 되지 않는 국가이다.

반면 매장량 기준 1위와 3위국인 호주와 브라질은 기타 국가 대비 프리미엄급 철광석 생산 비중이 높은 편이며, 자국 내 철광석 소비 대비 수출 비중이 상당한 수준이다. 또한 드라이벌크선 지수로 가장 높은 인지도를 가지고 있는 Baltic Dry Index에서 역시 철광석 항로 운임을 수출국 측면에서는 호주와 브라질을 중심으로 발표 하고 있는 실정이다.

<표 3-2>에서 볼 수 있듯이 철광석 해상 수출 물동량은 거의 매년 증가세를 보이고 있다. 1990년 3억 5,577만톤에서 2011년 까지 연간 5.4% 증가세를 기록한 결과 연간 물동량은 10억톤을 넘어섰다. 이후 2012~2017년 까지는 연간 5.9%의 증가세를 보였으며 2017년 기준 연간 철광석 해상 물동량은 14억 7,373만톤으로 역대 최고 수준으로 증가하였다.

이러한 증가세는 중국의 경제 급성장 시기와 철광석 가격 하락 시기가 맞물림에 따라 중국이 폭발적으로 철광석 수입량을 늘린 것이 주요 배경이다. 또한 주요 수출국들인 호주와 브라질의 철광석 메이저들인 Vale, Rio Tinto, BHP Billiton 등이 재고 감축을 목적으로 밀어내기 식 수출까지 감행한 바 있다.

이후에도 브라질과 호주를 중심으로 철광석 해상물동량은 증가세를 보여 왔으나 두 국가가 국제 철광석 해상 물동량 시장에서 차지하는 비중 증가세는 다소 차이점이 나타난다.

2000년대 초에는 브라질과 호주의 철광석 수출량이 비슷한 수준에 머물렀으나 최대 수입국인 중국과의 운송거리로 인해 호주의 철광석 수입량이 브라질 대비 급격한 증가세를 보였다.

<표 3-2> 철광석 해상 물동량

년도	물동량 (백만톤)	연간 증감율	호주 수출량 (백만톤)	브라질 수출량 (백만톤)	호주·브라질 비중 (백만톤)
1990	356	-	-	-	-
1991	363	2.0%	-	-	-
1992	343	-5.6%	-	-	-
1993	358	4.6%	-	-	-
1994	383	7.0%	20.05	-	-
1995	404	5.5%	130.35	-	-
1996	392	-3.1%	128.62	-	-
1997	426	8.8%	147.07	-	-
1998	423	-0.8%	136.44	-	-
1999	399	-5.7%	140.13	-	-
2000	447	12.1%	157.87	160.11	71.1%
2001	449	0.6%	157.22	155.16	69.6%
2002	477	6.2%	165.39	163.15	68.9%
2003	512	7.4%	187.71	171.11	70.1%
2004	589	15.0%	209.83	211.37	71.5%
2005	660	12.0%	239.31	216.57	69.1%
2006	709	7.5%	247.43	242.53	69.1%
2007	773	9.0%	266.88	267.95	69.2%
2008	837	8.4%	309.47	277.39	70.1%
2009	897	7.1%	362.42	264.34	69.9%
2010	990	10.3%	401.85	306.50	71.6%
2011	1,050	6.1%	437.82	326.33	72.8%
2012	1,107	5.5%	491.61	322.40	73.5%
2013	1,188	7.3%	579.91	320.40	75.8%
2014	1,340	12.8%	719.23	337.68	78.9%
2015	1,364	1.8%	768.15	361.99	82.9%
2016	1,418	4.0%	809.24	370.23	83.2%
2017	1,474	3.9%	830.23	380.20	82.1%
2018 *	1,520	3.1%	65.83	-	-

자료: Clarkson Shipping Intelligence Network. (2018, May).

Retrieved from <https://sin.clarksons.net/Timeseries>.

이렇듯 장거리 운송에 따른 운임 부담으로 인해 국제 시장에서 브라질 철광석 업체들의 경쟁력이 약화되자 브라질 최대 철광석 업체인 Vale사는 40만톤급 VLOC, Valemax를 통해 경쟁력 강화에 힘쓰는 바 있다.

하지만 2016년까지 Valemax는 중국항만에 입항이 금지되었으며, 인도네시아 환적항을 통해 기존 17만 톤급 케이프선으로 철광석을 수출하였다. 그럼에도 불구하고 지리상 불리한 여건을 쉽게 극복하지 못하며 브라질 철광 수출 시장은 호주 대비 약세를 보이고 있다.

이렇듯 브라질 철광석 물동량 증가세가 호주 대비 약세인 상황임에도 불구하고 여전히 국제 철광석 시장에서는 주요 수출국임이 분명하며, 이에 따라 호주와 브라질이 세계 해상 물동량에서 차지하는 비중은 과거 대비 지속적으로 증가하여 최근 5년 내 평균은 80% 이상을 기록하였다.

호주의 경우 철광석 메이저 업체들은 Rio Tinto, BHP Billiton, Fortescue Metal Group이 있으며 호주에서 위 3개사의 생산/수출량 비중은 90%를 넘어가고 있다. 호주의 수출량은 1995년 1억 3,035만톤에서 2017년에는 8억 3,023만톤으로 24년간 6배 넘는 성장을 하였으며, 연간 평균 증가율은 9%를 기록하였다.

또한 서호주 철광석 주요 수출 항만인 Cape Lambert 및 Dampier이 기반시설 보강을 통해 연간 수출 용량이 1억 5,000만톤에서 2억 1,000만톤으로 증가한 점 역시 수출량 증가에 도움을 주었다. 추가로 서호주에 위치한 세계 최대 철광석 수출 항만인 Port Hedland 역시 기반시설 보강을 진행 중이며, 완공 시 수출 가능 용량이 4억 9,500만톤으로 증가할 전망이다.

호주 내에서도 1위 생산업체인 Rio Tinto의 경우 철광석을 포함하여 알루미늄, 구리, 다이아몬드 등 다양한 광물을 생산하는 업체이며 현재 서호주에서 14개의

철광석 허브를 운영 중이며 이 가운데 7개 허브가 2000년 이후 개장하며 높은 생산량을 보이고 있다.

<표 3-3> Rio Tinto 소유 광산 목록

허브명	광산주	위치	지역	생산용량 (백만톤)	개장 시기
Brockman mine	Rio Tinto	Tom Price	Pilbara	8.7	1992
Brockman 4 mine	Rio Tinto	Tom Price	Pilbara	22.0	2010
Channar mine	Rio Tinto	Paraburdoo	Pilbara	20.0	1990
Eastern Range mine	Rio Tinto	Paraburdoo	Pilbara	20.0	2004
Hope Downs mine	Rio Tinto	Newman	Pilbara	30.0	2007
Hope Downs 4 mine	Rio Tinto	Newman	Pilbara	15.0	2014
Marandoo mine	Rio Tinto	Tom Price	Pilbara	15.0	1994
Mesa A mine	Rio Tinto	Pannawonica	Pilbara	25.0	2010
Mesa J mine	Rio Tinto	Pannawonica	Pilbara	7.0	1994
Mount Tom Price mine	Rio Tinto	Tom Price	Pilbara	28.0	1966
Nammuldi mine	Rio Tinto	Tom Price	Pilbara	6.6	2006
Paraburdoo mine	Rio Tinto	Paraburdoo	Pilbara	20.0	1972
West Angelas mine	Rio Tinto	Newman	Pilbara	29.5	2002
Yandicoogina mine	Rio Tinto	Newman	Pilbara	52.0	1998

자료: Iron ore mining in Western Australia. (2018, July). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Iron_ore_mining_in_Western_Australia.

동 업체의 철광석 생산량은 2000년대 들어 가파른 증가세를 보여왔다. 철광석 생산량은 2007년 기준 1억 4,470만톤에서 2012년에는 2억 4,600만톤으로 증가하였으며 2017년에는 3억 2,980만톤을 기록하였다.

수출량의 경우 2012년 2억 5,270만톤에서 2017년 3억 3,301만톤으로 약 8,000만톤 증가하였으며, 2018년에는 3억 3,000만톤~3억4,000만톤을 생산할 예정이다.

<표 3-4> Rio Tinto 철광석 사업 현황

연도	생산량 (백만톤)	연간 증가율	수출량 (백만톤)	연간 증가율
2012	246.0	-	252.7	-
2013	259.0	5.28%	266.0	5.26%
2014	295.4	14.05%	302.6	13.76%
2015	327.6	10.90%	336.6	11.24%
2016	329.5	0.58%	327.6	-2.67%
2017	329.8	0.09%	330.1	0.76%

자료: Rio Tinto Annual Report. (2012-2017). Retrieved from <http://www.riotinto.com/investors/results-and-reports-2146.aspx>.

BHP Billiton의 경우, Rio Tinto에 이어 호주에서 두 번째로 철광석 생산량이 많은 메이저 광산 업체이다. 동 업체는 니켈, 석탄, 우라늄 등의 광물 및 석유 역시 생산하여 판매하는 업체이다.

동 업체가 보유하고 있는 철광석 허브는 총 6곳으로 Newman, Area C, Yandi, Jimblebar, Wheelarra, Samarco가 있다. 이 중 가장 생산량이 많은 곳은 Newman 과 Yandi이며 이 두 허브에서 연간 생산량 가운데 약 50% 가량이 생산된다.

동 업체의 철광석 생산량과 수출량은 2007년 1억 1,560만톤에서 2017년에는 2억 6,830만톤으로 11년간 2배 넘는 가파른 성장세를 보여왔으며, 수출량 역시 이에 비례하는 수준으로 증가하였다.

<표 3-5> BHP Billiton 철광석 사업 현황

연도	생산량 (백만톤)	연간 증가율	수출량 (백만톤)	연간 증가율
2007	115.6	-	114.97	-
2008	130.58	13.0%	132.18	15.0%
2009	133.14	2.0%	134.18	1.5%
2010	145.06	9.0%	144.6	7.8%
2011	156.06	7.6%	157.01	8.6%
2012	185.61	18.9%	155.47	-1.0%
2013	197.89	6.6%	200.37	28.9%
2014	236.01	19.3%	234.22	16.9%
2015	268.02	13.6%	270.01	15.3%
2016	262.72	-2.0%	263.62	-2.4%
2017	268.30	2.1%	268.23	1.7%

자료: Operational Review. (2007-2017). Retrieved from <https://www.bhp.com/investor-centre/financial-results-and-operational-reviews>.

호주를 이어 세계에서 두 번째로 해상 철광석 수출량이 많은 국가는 브라질이다. 브라질의 해상 철광석 수출량은 2000년도 기준 1억 6,011만톤으로 호주 대비 많은 수출량을 보였으나 이후 지리적 여건의 불리함으로 인해 수출량 증가세가 호주 대비 낮은 모습을 보였으나, 꾸준히 증가세를 보여왔다.

그 결과 2010년 수출량은 3억650만톤, 2017년 수출량은 3억8,020만톤으로 역대 최고 수준을 기록하였다.

Vale사는 브라질 최대 철광석 업체로 철광석, 니켈 석탄 등을 생산하며 철광석 분야에서의 수익이 전체 수익 가운데 70%를 넘어가는 철광석 산업 의존도가 높다. 또한 전체 판매 수익 가운데 41%가 중국에서 창출되는 만큼 중국향 철광석 운송이 주요 수익사업 중 하나로 분류할 수 있다.

Vale사는 브라질 내에서 크게 4개 지역, Northern System, Southeastern System, Southern System, Midwestern System에서 10개의 철광석 허브를 운영하고 있다. 이 가운데 S11D 허브는 가장 최근 운영에 들어간 광산이다. Vale사는 2016년 12월 브라질 Ibama 환경 에이전시로부터 향후 10년 간 S11D광산의 운영

허가권을 취득하였으며 2017년 1월부터 동 광산 운영을 개시하였다.

S11D는 세계 최대 철광석 플랜트로써, 브라질 Para주에 위치한 철광석 개발 프로젝트로써 수명은 43년에 달하는 것으로 분석된다. 동 광산은 2017년 들어 2,218만톤의 철광석을 생산하였으며, 최대 생산능력은 9,000만톤에 이르는 광대한 프로젝트이다. 동 프로젝트의 개발에는 약 143억불이 소비되었으며, 그 가운데 64억은 광산개발, 79억은 철로 및 운송시설 개발에 소비된 것으로 알려졌다.

S11D광산의 생산 및 운송 시스템은 기존 광산들과는 달리 대부분이 첨단 자동화 시스템으로 이루어진다. 프로세스를 간략히 요약하자면, 생산된 철광석은 9km에 이르는 Long-Distance Belt Transporter(TCLD)로 운송되어 추출과정을 거친다.

이후 자연적인 습도를 이용한 불순물 제거 과정을 거친 후 101km에 이르는 Carajas Railroad(EFC) 철로를 사용하여 브라질 북부에 위치한 Ponta da Madeira Maritime Terminal (TMPM)으로 이동하게 된다. 이러한 시스템으로 인해 Vale사는 해상운송으로 인한 경쟁력 약화를 일부 만회할 수 있는 것으로 분석된다.

<표 3-6> Vale 철광석 사업 현황

연도	생산량 (백만톤)	연간 증가율	수출량 (백만톤)	연간 증가율
2007	295.90	-	262.69	-
2008	301.70	1.9%	264.02	0.51%
2009	238.00	-21.1%	229.17	-13.20%
2010	307.80	29.3%	254.90	11.23%
2011	322.60	4.8%	257.29	0.94%
2012	309.05	-4.2%	258.10	0.31%
2013	299.80	-3.0%	264.60	2.52%
2014	331.56	10.6%	255.88	-3.30%
2015	345.88	4.3%	276.39	8.02%
2016	348.85	0.9%	293.44	6.17%
2017	366.51	5.1%	291.33	-0.72%

자료: Vale Production Report(2007-2017).

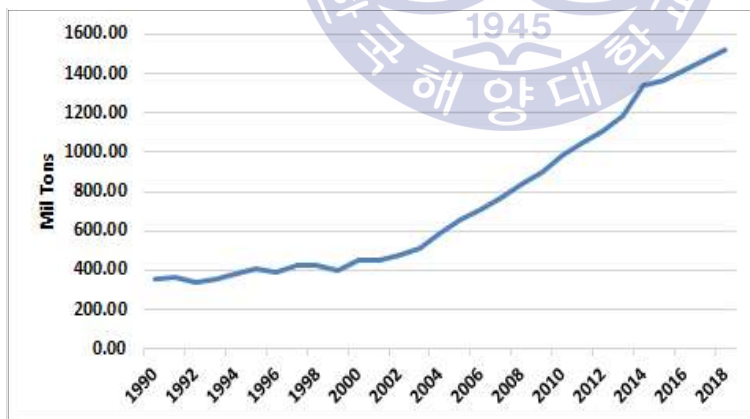
Retrieved from <http://www.vale.com/EN/investors/services-investor/Pages/default.aspx>.

2) 철광석 해상수입물동량 현황

철광석 해상 수입 물동량은 과거 일본과 한국을 중심으로 계약기반 시장이 형성되어 있었으며, 시간이 지남에 따라 중국 경제 성장과 함께 그 규모가 급성장하기 시작하였다. 또한 주요 수출국들의 생산량 증가 및 세계 철강 산업 성장등과 함께 증가세를 보여 왔다.

아래 <그림 3-1>에서 보듯이, 클락슨에 따르면 주요 국가들의 철광석 물동량은 1990년대 연간 평균 4억톤 미만이었으나, 2000년대 들어 6억 5,000만톤 가까이 증가하였으며, 2011년에는 최초로 연간 물동량 10억톤 돌파, 2017년에는 14억 7,000만톤 수준으로 증가하는 모습을 보였다.

이렇듯 2000년대를 기점으로 철광석 물동량은 급성장하기 시작하였으며, 그 이후부터 중국의 영향력이 커지기 시작한 시기이기도 하다. 2000~2010년 사이 중국의 GDP는 연간 평균 10.32% 증가하였으며, 이러한 경제 발전을 바탕으로 신규 인프라 시설 구축, 자동차 생산 등을 위해 철광석 수입이 대폭 증가하였다.



<그림 3-1> 글로벌 철광석 물동량 현황

자료: Clarkson Shipping Intelligence Network(2018, May). Retrieved from <https://sin.clarksons.net/Timeseries>.

한편 과거 철광석 수입 시장에서 높은 비중을 차지하던 일본과 한국은 시장 규모 증가세가 세계 철광석 수입 증가세 대비 미약한 모습을 보이며 그 위상이 감소한 바 있다. 과거 중국의 철광석 수입이 미비하던 시절 한국과 일본의 철강 산업은 급속히 성장함에 따라 해상 철광석 수입 시장에서 상대적으로 큰 영향력을 발휘하였다.

우리나라 철강산업의 역사는 1918년 미쓰비시 제철주식회사가 고포 제철소를 설립하면서 시작되었다고 볼 수 있다. 1930년대부터 일본이 전쟁수행에 필요한 철강재 공급을 목적으로 철강산업의 육성을 도모하였다. 그리고 1937년에는 성진, 1939년에는 합금철과 특수강을 생산하는 제철소를 청진에 설립하였다.

또한, 1940년대에는 미국이 일본산 고철 금수조치를 취하자 일본은 추가로 선철 공급원을 확충하기 위하여 인천공장(1941년, 현 현대제철), 삼척공장(1943년, 현 동국제강), 청진공장(1942년) 등을 설립한 바 있다.

이처럼 해방되기 이전 한국의 철강산업은 일제의 요구에 일방적으로 종속되어 성장하였으며, 기타 철제품 대비 선철 및 특수강과 같은 특정 부문이 상대적으로 성장하는 모습을 보였다.

해방 이후 남한에 남아있던 철강공장은 인천공장과 삼척공장에 불과하였으며, 이들 역시 원자재 수급 단절, 전문인력 부족, 내수 시장 부재 등 어려움에 놓여있어 대부분 휴면 상태에 놓여있었다. 이후 1950년대 들어 국내 군소 철강업자들이 한국전쟁의 잔재물인 전쟁고철을 수집하여 재생선철과 주물을 생산하며 철강산업의 명맥이 유지되었다.

그리고 1960년대부터 정부가 주도하여 산업을 육성하기 시작하였으며, 이로 인해 철강재 생산의 필수 원자재인 철광석 수입 비중도 높았다고 볼 수 있다. 이에 우리나라 철강 산업은 국내 최초로 고로(용광로) 업체인 포항제철(현 POSCO)이

1968년 설립된 이후 1973년 생산량이 100만톤을 넘어선 이후 1981년 1,000만톤, 1989년 2,000만톤 1993년 3,000만톤을 돌파하는 등 엄청난 속도로 성장을 하였다. 또한 1998년, POSCO는 세계 1위 철강 업체로 부상하였으며, 대한민국의 당해연도 GDP 가운데 철강산업 비중이 2.1%, 총수출에서는 6.0%의 비중을 보인 바 있다.

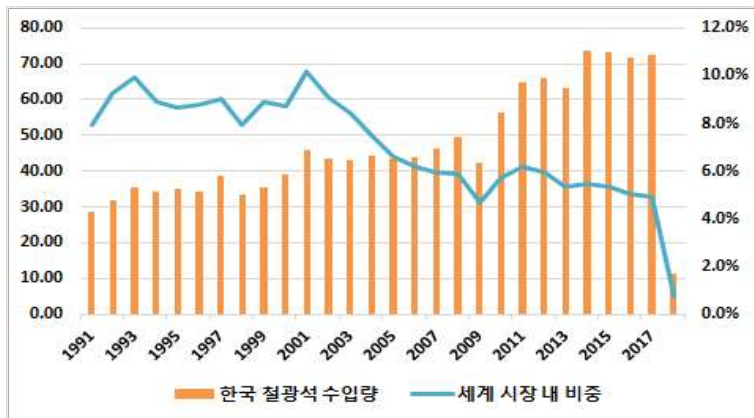
<표 3-7> 철강생산량 국가별·기업별 순위(1998년)

구분	국가별 순위		기업별 순위		
	국가명	조강 생산량 (백만톤)	기업명	소속국가	조강생산량 (백만톤)
1위	중국	114.35	POSCO	한국	25.57
2위	미국	97.65	Nippon Steel	일본	24.07
3위	일본	93.55	Arbed Group	룩셈부르크	20.30
4위	독일	44.05	LNМ Group	영국	17.20
5위	러시아	43.82	Usinor	프랑스	16.40
6위	한국	39.9	British Steel	영국	16.31
7위	룩셈부르크	25.8	Thyssen Krupp Stahl	독일	14.80
8위	브라질	25.76	Riva Group	이탈리아	13.31
9위	우크라이나	24.45	NKK	일본	10.54
10위	인도	23.86	US Steel	미국	10.17

자료: 한국철강신문·한국철강협회(1999), pp.542~546, pp.556~557.

이후 우리나라 철강 산업은 철강재 고부가 가치화 전략을 추구하며 지속적으로 영향력을 넓혀왔으며, 2007년 POSCO가 세계 최초로 가루 형태의 철광석을 가공 없이 제철원료로 사용할 수 있는 FINEX 상용화에 성공하며 세계적인 이슈를 낳았다. 그리고 2010년 현대 제철은 민간 최초로 인관제철소를 당진에 준공한 바 있다.

그러나 우리나라 철강산업은 Arcelor Mittal, China Baowu Steel Group, Hesteel Group 등 중국을 중심으로 대규모 철강 업체들이 늘어남에 따라 국가적 차원에서 상대적으로 철강 생산량이 감소하는 추세를 보였다. 이에 따라 철광석 수입 시장에서 차지하는 비중도 감소하였으며, 철광석 수입 비중은 1991년 7.8%에서 2008년 5.9%, 2017년에는 4.91%로 감소하였다.



<그림 3-2> 한국 철광석 수입량 및 세계 시장 비중 동향

자료: Clarkson Shipping Intelligence Network. (2018, May). Retrieved from <https://sin.clarksons.net/Timeseries>.

2. 주요국 철광석 품위 동향

1) 호주 철광석 품위 현황

매장량이 가장 많은 호주의 경우 Premium Brockman, Brockman, Other Hematite, Marra Mamba, Channel Iron Deposit, Magnetite 등으로 품위를 구분하고 있다.

Premium Brockman의 경우 서호주 Mount Whaleback 및 Mount Tom Price에 매장이 되어 있는 품위이며 프리미엄 철광석으로 구분된다. 동 지역에서 채굴된 철광석은 인 함유량이 적으며 단단한축에 속하는 적철석의 일종이다. 구성은 65% 철(Fe), 0.05% 인(P), 4.3% 이산화규소(SiO₂), 1.7% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 되어있다.

Brockman의 경우 인 함유량이 비교적 높은 편이며 단단하고 침철석 형태를 띠는 것이 특징이다. 서호주에 위치한 Channar, Paraburadoo, Jimblebar 광산에서 주

로 채굴되며 구성은 62.7% 철(Fe), 0.10% 인(P), 3.4% 이산화규소(SiO₂), 2.4% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져있다.

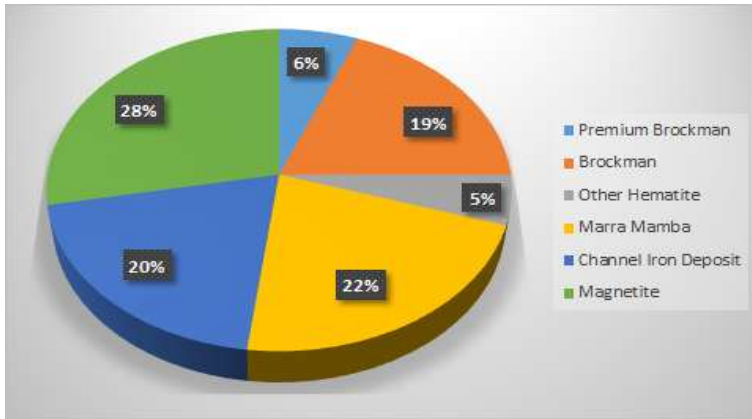
Other Hematite의 경우 Pardoo, Koolan Island 광산 등에서 주로 생산되며 구성은 57.4~63.8% 철(Fe), 0.017~0.09% 인(P), 6.13~7.07% 이산화규소(SiO₂), 1.01~2.4% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져있다.

Marra Mamba의 경우 황토색 미네랄 광물로써 Nammul야, West Angelas, Cloud Bleak 등에서 채굴이 이루어진다. 구성은 62.0% 철(Fe), 0.06% 인(P), 3.0% 이산화규소(SiO₂), 1.5% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져있다.

Channel Iron Deposit의 경우 Robe River 및 Yandicoogina지역에서 주로 채굴이 되며 구성은 58.0% 철(Fe), 0.05% 인(P), 4.8% 이산화규소(SiO₂), 1.4% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져있다.

Magnetite의 경우 Balmoral, Cape Lambert, Karara 지역에 주로 매장이 되어 있으며, 구성은 66.3% 철(Fe), 0.02% 인(P), 1.9% 이산화규소(SiO₂), 0.4% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져있다.

각기 다른 품위를 지닌 철광석을 혼합하여 FB, HIY, JMBF 등으로 분류되어 수출되고 있다. 구성은 크게 철 함유량에 따라 두 가지로 나뉘며 각각 62.0% 철(Fe), 0.09% 인(P), 4.0% 이산화규소(SiO₂), 2.25% 산화알루미늄(Al₂O₃) 그리고 58.0% 철(Fe), 0.05% 인(P), 5.5% 이산화규소(SiO₂), 1.5% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져 있다.



<그림 3-3> 호주 철광석 매장량 품위별 비중

자료: Richard, O. Australia's Iron Ore Product Quality. Retrieved from http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjOyLS3nqvcAhXIwrwKHXiRCSUQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.australianminesatlas.gov.au%2Fmapping%2Ffiles%2Faustralianironorequality.pdf&usg=AOvVaw35mM62BW_wOTK5ZdLy-xsf.

2) 브라질 철광석 품위 현황

브라질의 경우 매장량이 230억 톤으로 호주 및 중국에 이어 3위국에 위치하고 있다. 브라질의 주요 철광석 생산 업체는 Vale, CSN, Samarco 등으로 3개 업체의 생산량이 브라질 전체 생산량 가운데 약 70%를 차지한다.

브라질의 철광석 품위는 지역별로 상이하며 크게 두 종류로 구분된다. Kumba 지역에서 생산되는 프리미엄급의 경우 66.3% 철(Fe), 2.8% 이산화규소(SiO₂), 1.2% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져있다. 동 지역에서 생산되는 일반 등급의 철광석은 64.5% 철(Fe), 4.8% 이산화규소(SiO₂), 1.5% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져있다. 수출 시에는 품위별로 혼합을 하여 Brazilian Blend Fines(BRBF), Iron Ore Carajas Fines(IOCJ)로 수출되고 있으며 BRBF의 경우 구성은 62.5% 철(Fe), 0.07% 인(P), 5.2% 이산화규소(SiO₂), 1.80% 산화알루미늄(Al₂O₃)로 이루어져있다.

3. 국제 철광석 가격 추이

2000년대 이전에는 풍부한 공급 및 저조한 수요로 인해 철광석 시장은 기타 시장 대비 가격 변화가 크게 발생하지 않으며, 비교적 매력이 없는 시장으로 분류가 되었다. 또한 1960년대부터 철광석 가격은 철광석 메이저들과 철강사들과의 연간 계약을 바탕으로 가격이 정해진 바 있다.

이에 따라 과거 포스코, 신일본제철, 상해보강 등의 대형 철강사들은 계약 가격을 바탕으로 철광석을 구매하였으나 다수의 중국 중소형 철강사들은 현물 시장에서 철광석을 구매했다.

철광석 가격은 1980년~2003년 까지 톤당 15.0달러 미만을 유지하는 모습을 보였다. 이후 중국의 수입량이 급증한 시기와 맞물려 철광석 메이저 업체들의 시장 지배력이 강화되며, 2004년부터 상승추세를 보이고 있다. 2004년 연간 평균 가격이 역대 최고인 톤당 16.39달러를 기록하였으며 이듬해인 2005년에는 톤당 28.11달러로 71.5% 증가하였다.

이는 1980년부터 2000년 까지 약 20년간 평균 가격 증가율이 0.5%에 그쳤다는 점을 고려하면 당시 엄청난 과장을 불러왔으며, 철광석 시장이 세계에서 주목을 받게 된 계기이기도 하다.

이후 철광석 가격은 전반적으로 상승세를 보였으며 특히 2010년의 연간 가격 상승률은 83.4%로 다시 한 번 철광석 시장의 역사를 새로 쓰기도 했다. 이러한 상승세의 배경으로는 중국의 수요 및 수입량 급증과 더불어 기존에 철광석 메이저들과 주요 철강사들을 중심으로 연간 계약 형태로 가격이 체결되던 형식에 변화가 이루어졌기 때문이다.

기존에는 철광석 현물 가격은 기존 연간 계약 수준에서 시장 상황에 따라 소폭

등락하였으나, 지난 40년간 유지되어온 계약 체제가 BHP Billiton, Rio Tinto 등의 대형 메이저 중심의 공급자 주도 시장으로 변화함에 따라 2010년 3월부터 분기 계약 체제로 변경되었다. 이에 따라 계약 직전 3개월간의 현물 가격이 분기 계약 체제에 반영된다. 한편 이러한 계약 체제 변경은 석유(1970년대), 알루미늄(1980년대), 연료탄(2000년대 초) 대비 오히려 늦게 일어났다고 볼 수 있다.

한편 이러한 가격 체제 변화가 가능하였던 배경은 중국의 철광석 수요가 급증함에 따라 중소형 철강사들의 현물시장에서 구매하는 철광석 비중이 확대된 반면, 철광석 공급자는 브라질의 Vale, 호주의 BHP Billiton, Rio Tinto 등 제한적으로 인해 공급자들의 영향력이 높아졌기 때문이다.

한편 <표 3-8>에서 볼 수 있듯이 최근에는 중국의 철광석 수요 증가세가 과거 대비 둔화됨에 따라 철광석 가격 역시 이전과 같은 상승세를 보이지 못했다. 2017년에는 평균 가격이 톤당 71.07달러에 머물러 2009년 수준으로 회귀한 모습이 관측되었다.

철광석이 선물 시장에서 상품화 되어 거래가 이루어지는 점 역시 시장의 불확실성을 증가시키는 요인으로 작용하고 있으며, 궁극적으로 철강과 철광석 산업 간 공급사슬의 수익성을 위협하는 요인으로 분류할 수 있다.

<표 3-8> 철광석 가격 추이 (Fe62%, CFR 중국)

년도	평균가	년도	평균가
1980	12.15	2000	12.45
1981	12.15	2001	12.99
1982	14.05	2002	12.68
1983	12.54	2003	13.82
1984	11.31	2004	16.39
1985	11.49	2005	28.11
1986	11.36	2006	33.45
1987	10.94	2007	36.63
1988	10.51	2008	61.57
1989	12.03	2009	79.99
1990	14.05	2010	146.72
1991	15.03	2011	167.79
1992	14.31	2012	128.53
1993	12.58	2013	135.36
1994	11.45	2014	96.84
1995	12.27	2015	55.21
1996	12.97	2016	57.68
1997	13.04	2017	71.07
1998	13.41	2018	74.35
1999	11.93	-	-

자료: Iron Ore. (2018, May). Retrieved from <https://www.marketindex.com.au/iron-ore>.

제2절 중국 철광석 시장 동향

1. 중국 철광석 생산 현황

중국의 철광석 생산량을 살펴보기 위해서는 Usable Ore과 Crude Ore의 차이점을 알아야 한다. 대부분의 국가들은 Usable Ore(철강재 생산에 부합하는 철 함유량이 58%~65% 가량인 철광석)을 기준으로 생산량 통계를 집계 하나 중국의 경우 생산된 철광석 가운데 철 함유량은 대부분 10%~35% 수준에 불과하여 Crude Ore(철함유량 58% 미만의 철광석)을 기준으로 생산 통계를 발표한다. Crude Ore의 경우 선광(Beneficiation)작업을 통해 철함유량을 일정 수준 이상으로 끌어 올려야 철강소에서 사용을 할 수 있다. 이에 따라 중국 철광석 생산량 통계는 기타 국가들과는 직접적인 비교가 어려운 상황이다. 따라서 본 논문은 중국 통계청에 보고된 Crude Ore 기준 데이터를 바탕으로 분석하였다.

중국의 철광석 생산은 프리미엄급의 경우 장기간 채굴이 진행됨에 따라 미미하며 주로 저품질이 생산된다. 2014년 청도 국제 항운 금융 결정 칼럼에서는 관련 기구의 고위층 인사가 중국의 철광석 시장은 생산을 할수록 손해를 보는 악순환에 빠져있다고 언급하는 등 생산성이 미약한 상황이다. 특히 2004~2014년의 경우 중국의 철광석 생산 업체들 가운데 적자 기업의 수는 210개에서 519개로 증가하는 등 중국의 철광석 생산 분야의 미래는 밝지 않은 상황이다.

중국의 철광석 생산량은 2002년 2억 2,580만톤에서 연간 2009년 까지는 연간 평균 25% 이상의 증가세를 기록하며 생산량이 10억 90만톤을 기록하였다. 하지만 2010~2014년까지는 평균 7.4%로 증가세가 둔화되었으며, 2015~2017년에는 6.7% 감소하는 모습이 관측되었다.

<표 3-9> 중국 철광석 생산량 추이

연도	중국 철광석 생산량(백만톤)	연간 증감율
2002	225.8	-
2003	253.8	12.4%
2004	299.7	18.1%
2005	396.8	32.4%
2006	574.0	44.7%
2007	698.0	21.6%
2008	784.0	12.3%
2009	1,069.0	36.4%
2010	1,141.0	6.7%
2011	1,259.0	10.3%
2012	1,400.0	11.2%
2013	1,451.0	3.6%
2014	1,514.0	4.3%
2015	1,381.0	-8.8%

자료: China Intelligence Monthly. (2002-2018). Retrieved from
<https://sin.clarksons.net/Publications>.

2. 중국 철광석 수입 현황

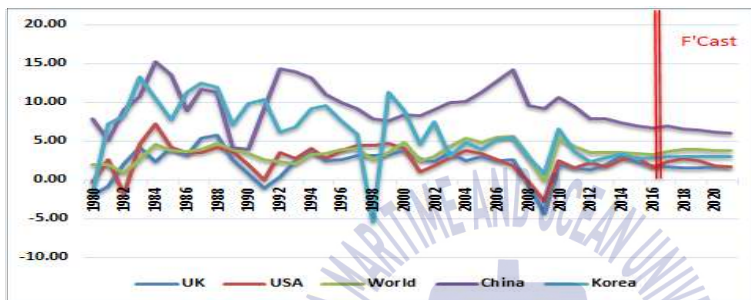
철광석 해상 수입 물동량 주요 지역은 아시아로 그 중심에는 중국이 있다. 중국은 과거 계획경제(국가가 주도하여 각 분야별 생산량/수입량 등을 책정하는 체제; 공산주의 국가의 경제 체제)로 인해 1970년 중반부터 약 3,624억 위안의 재정적자를 지니고 있었다. 이는 곧 노동력의 효율 낭비와 창의적인 활동이 제한되었기 때문이다.

하지만 1978년 개혁개방(The Reform and Opening-Up Policy)을 시행하며 시장주의(시장 내 수요와 공급에 따라 가격이 결정됨; 민주주의식 체제)로 체제가 변화함에 따라 경제가 급성장하기 시작하였다.

10년간(1980~1990년) 평균 GDP성장률이 각각 9.76% 및 9.99%에 이르렀으며, 당시에는 농업, 축산업, 수산업 등의 1차 산업을 위주로 경제성장을 도모하였다.

이후 2000년대의 경우 2001년 12월 중국이 WTO에 가입함에 따라 외국계 투자 자본 유치 그리고 광업, 제조업, 건설업 위주의 2차 산업을 중심으로 경제 성장을 이룬 끝에 10년 평균 10.29%의 GDP 성장률을 달성하였다.

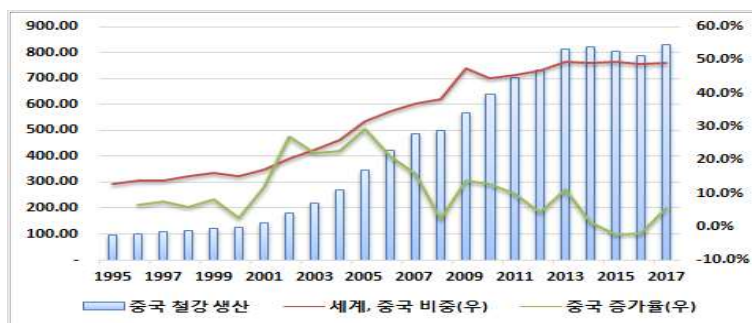
2010년부터는 1차산업 비중이 10%대로 감소한 반면 1, 2차 산업에서 생산된 물품을 판매하는 도매, 숙박, 운송, 금융업 등의 서비스 산업 혹은 3차 산업을 중심으로 발전하였으며 이를 통해 2017년 까지 GDP가 평균 7.95% 성장하였다.



<그림 3-4> 세계 주요국 GDP 성장률

자료: Clarkson Shipping Intelligence Network. (2018, May). Retrieved from <https://sin.clarksons.net/Timeseries>.

이러한 경제성장을 바탕으로 국민들의 삶의 질이 높아짐에 따라 각종 인프라 시설 건설 및 자동차 생산이 증가하였으며, 이를 위해 철강 생산량이 급증하는 결과를 가져왔다.



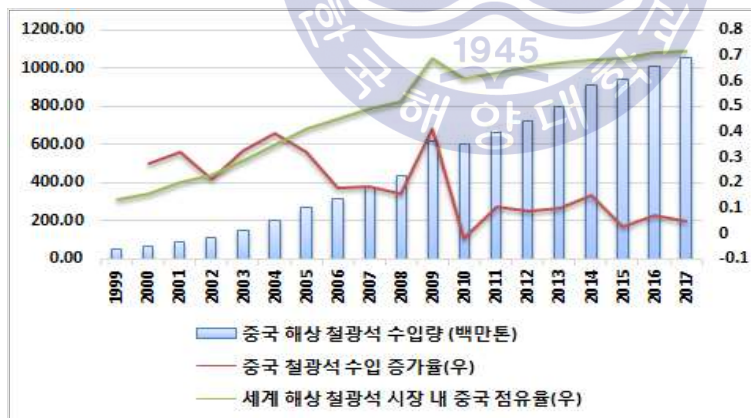
<그림 3-5> 세계·중국 철강 생산 현황

자료: Clarkson Shipping Intelligence Network. (2018, May). Retrieved from <https://sin.clarksons.net/Timeseries>.

중국의 철강 생산량은 약 20년간 9배 가까이 성장하며 세계 철강 생산량 가운데 50% 가량을 생산하고 있다. 1995년 기준 중국의 철강 생산량은 9,340만톤으로 세계 시장에서 비중이 12.8%에 불과하였으나 WTO를 체결한 2001년부터 7년간 연간 평균 20% 넘는 증가세를 보였다. 이후에도 10% 전후의 증가세를 보인 끝에 2017년 기준 생산량 8억3,170만톤, 비중은 49.2% 까지 올랐다.

자국 철강시장의 성장을 위해 중국은 해상 철광석 수입시장에서 영향력을 발휘하기 시작하였다. 1999년 5,441만톤에 불과하던 철광석 수입량은 2009년 6억 1,461만톤으로 약 10년간 평균 27.7% 증가하였으며, 2016년에는 세계 최초로 단일국가 철광석 수입량이 10억톤을 넘어서는 등 최대 수입국으로 위치를 공고히 하였다.

이에 따라 세계 해상 철광석 물동량 가운데 중국이 차지하는 비중은 1999년 15.5%에서 2017년에는 71.8%까지 증가하였다. 이에 따라 철광석 시장은 거의 중국의 수요에 따라 가격/물동량 등이 결정된다고 보아도 과언 과언이 아닐 정도로 중국의 영향력은 무시할 수 없는 상황이다.



<그림 3-6> 세계 해상 철광석 내 중국 점유율

자료: Clarkson Shipping Intelligence Network. (2018, May). Retrieved from <https://sin.clarksons.net/Timeseries>.

제4장 해상운임 결정요인

제1절 부정기선 해운시장의 수요

Martin Stopford(2016)에 의하면 건화물선(Bulk Carrier)은 철광석이나 석탄, 설탕, 곡물과 같은 건화물을 운반하는 단일 선창의 선박을 말한다. 소형 선박은 자체 크레인을 보유하기도 하지만, 대형 선박들은 항만에 설치된 장비를 이용하여 하역 작업을 수행한다.²⁾

건화물(Dry Bulk)교역은 제철, 알루미늄, 비료제조 등 주요 관련 산업의 원료수송에 의해 이루어진다. 특히 이들 원료는 해외의 공급업체로부터 수입을 해야 하는 경우가 대부분이어서 이들 원자재를 대량으로 수송할 수 있는 대형 선박의 건조가 필요하게 되었다. 그 결과 벌크 해운은 크게 성장하였고 벌크선박은 선박 톤수 기준으로 전 세계 선대의 3/4 정도를 차지할 정도로 늘어났다.

임석민(1985)은 부정기선의 수요를 집합수요(Collective Demand), 즉 다양한 품목별 개별수요가 집합된 것이라고 서술하였다. 이는 제품생산량에 대한 수요 탄력성은 드라이벌크선의 주요 운송품목인 철광석, 석탄, 목재 등의 수요 탄력성과 높은 상관관계를 보이기 때문이다.

벌크선 주요 화물은 철광석, 곡물, 석탄 인산염과 보그사이트가 있으며 이 가운데 철광석은 비중이 기타 화물 대비 월등히 높다. 벌크선은 시즌별 수요에 차이가 있으며, Manolis G. Kavussanos(2000)은 계절적 요인으로 인해 3/4월 운임이 상승하며 6~7월에는 운임이 급하락하는 패턴을 보였다고 밝혔다.

정기선의 경우 TEU별로 계약이 체결되나, 벌크선은 정기선과 달리 수송단위가

2) S. Martin(2009), *Maritime economics*, Great Britain, GB: Taylor & Francis Group.

1척을 채울 수 있는 경우가 많기 때문에 수송 계약도 선박단위로 이루어지며, 계약의 종류로는 Voyage Contract(VC) 및 Time Charter(TC)이 있다. VC계약의 경우 톤당 운임, TC는 일일 용선료 기준으로 체결된다는 점이 가장 큰 차이점이다.

부정기선의 수요지와 공급지는 다른 재화의 수요에 의해 발생하는 무역에 주로 의존하여 형성되며, 부정기선의 수요는 독립적으로 발생되지 않고 운송할 화물의 수요에 의해 주로 발생된다고 볼 수 있다.

이에 따라 부정기선의 수요는 주로 세계시장의 교역량을 비롯하여, 농산물 및 제조업 관련 생산과 소비자와 공급자간의 지리적인 배경, 원산지와 구매자의 목적지 간에 드라이벌크선에 의해 운송되는 화물에 대한 수요로 그 규모가 결정된다.

추가로 부정기선의 수요는 톤마일 및 경제성장률에도 직접적인 영향을 받는 것으로 나타난다. 전 세계 경제성장률이 높아질수록 해상 물동량은 많아지며, 경제가 활성화 될 시 제조업 관련 설비 투자와 생산량이 증가함에 따라 완제품을 생산하기 위한 기초 원자재, 즉 건화물 해상 물동량 증가로 이어지게 된다.

톤마일은 화물 수송단위의 일종으로 선박의 톤수와 운항 마일을 곱하여 일정 기간 내의 수송량을 의미한다. 예를 들어 중동-서유럽 항로의 경우 수에즈운하를 통한 항로는 6,000마일 수준이지만 남아공 Cape Hope을 지나가는 항로는 11,000마일로 거리가 두배 가까이 연장되며, 이는 동 선박이 기타 화물을 수배할 수 있는 경우의 수를 배재하게 되기 때문에 간접적으로 해운수요 증가 및 공급 감소를 시키는 역할을 하게 된다.

<표 4-1> 건화물 톤마일 추이 및 전망

톤마일	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 f'cast
BN Tonne Miles	19,238	18,592	21,041	22,331	23,723	24,936	26,445	26,675	27,236	28,663	29,670
% Change	1%	-4%	13%	6%	6%	5%	6%	1%	2%	5%	4%

자료: Clarksons Dry Bulk Outlook. (2008-2018). Retrieved from <https://sin.clarksons.net/Publications>.

이와 반대로 경기가 둔화할 시 산업 또한 둔화하게 되며, 이는 앞서 언급한 구조와 반대급부로 인해 해상물동량 하락에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 흔히 철광석, 석탄 그리고 원유를 벌크 3대 화물이라고 일컬으며, 부정기선 가운데 탱커선으로 운반되는 원유를 제외하고는 세계 부정기선 화물 비중이 75% 이상을 차지하는 화물(철광석, 석탄, 곡물, 보크사이트/알루미늄, 인광석)을 벌크 5대 화물이라고 부른다.

<표 4-1>은 세계 5대 건화물의 해상 물동량 추이이다. 건화물 해상 물동량은 지속적으로 증가추이를 보이고 있으며, 특히 3대 건화물 비중은 기간이 지날수록 높아지고 있다. 2008년의 경우 55%에서 2013년에는 60% 그리고 2017년에는 63% 수준으로 증가하는 모습을 보였다. 이 가운데 3대 건화물 내 철광석의 비중은 2008년 43%에서 2013년에는 43%로 크게 차이가 없었으나 2017년에는 46%로 비중이 높아진 모습이 관측되었다.

<표 4-2> 건화물별 물동량 추이 및 전망

(단위: 백만톤)

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 (f'cast)
Iron Ore	837	897	990	1,050	1,107	1,188	1,340	1,364	1,418	1,474	1,520
Coal	790	804	926	998	1,111	1,182	1,216	1,138	1,142	1,197	1,217
Steam Coal	594	619	698	780	886	924	960	892	896	940	953
Coking Coal	196	185	228	218	225	259	256	245	246	256	264
Grains	319	321	343	344	376	391	432	460	481	515	527
Wheat/Coarse	240	240	246	254	280	287	315	331	347	364	368
Soy bean	79	81	97	91	96	105	117	129	134	151	159
Major Bulks	1,946	2,022	2,259	2,392	2,594	2,761	2,988	2,961	3,041	3,186	3,264
Minor Bulk	1,602	1,402	1,578	1,682	1,736	1,823	1,844	1,871	1,868	1,910	1,969
Total Dry Bulk	3,548	3,424	3,837	4,074	4,330	4,584	4,833	4,832	4,909	5,096	5,233
% Change	2%	-3%	12%	6%	6%	6%	5%	0%	2%	4%	3%

자료: Clarksons Dry Bulk Outlook. (2008-2018). Retrieved from <https://sin.clarksons.net/Publications>.

철광석의 비중이 증가한 것과 반대로 곡물과 석탄의 3대 건화물 내 비중은 2008년 기준 각각 41% 및 16%에서 2017년 38% 및 16%로 낮아진 모습을 보였다. 세계 경제 발전에 따라 철강 시장이 급성장함에 따라 원료로 사용되는 철광석의 비중이 높아졌다는 것을 볼 수 있다.

제2절 부정기선 해운시장의 공급

Martin Stopford(2016)에 의하면 건화물선(Bulk Carrier)은 철광석이나 석탄, 설탕, 곡물과 같은 건화물을 운반하는 단일 선창의 선박을 말한다. 소형 선박은 자체 크레인을 보유하기도 하지만, 대형 선박들은 항만에 설치된 장비를 이용하여 하역 작업을 수행한다.

시간이 지남에 따라 선박의 대형화가 이루어지면서 통상적인 선박 사이즈 명칭에 변화가 나타났으며, 현재에는 케이프사이즈(Capesize), 파나마스(Panamax), 수프라마스(Supramax), Handysize(Handysize)로 구분되고 있다.

케이프선의 경우 통상 파나마·수에즈 운하를 통과하지 못하는 사이즈 선박으로 주로 남아프리카 공화국 Cape Town을 지나 해역간 장거리 노선 운항에 이용되는 선박이다. 과거에는 10만DWT를 넘어서는 선박을 지칭하였지만, 현재에는 17만~18만 DWT의 선박을 일컫는다. 추가로 브라질-중국 철광석 운송을 위해 브라질 철광석 메이저인 Vale사가 주로 소유 혹은 용선하고 있는 40만DWT VLOC(Very Large Ore Carrier)가 있다. 케이프선은 호주와 브라질을 통해 중국으로 향하는 장기 운송 항로에 주로 투입되며, 주요 선적화물은 철광석과 석탄이다.

파나마스선의 경우 벌크선 가운데 중형선박을 지칭하며 파나마 운하를 통과할 수 있는 재원을 갖춘 선박을 지칭한다. 1914년 파나마운하가 최초로 개장하였을 때는 전장 294.13m, 선폭 32.31m, 흘수 12.56m 이내의 particular을 갖춘 선박들을 파나마스로 불렀으나, 파나마 운하가 확장됨에 따라 New Panamax급들의 particular은 366m, 49m, 15.2m로 높아졌다. 또한 과거에는 5.25만~10만DWT 사이즈 벌크선을 파나마스로 구분하였으나 최근에는 6만~12만DWT 벌크선을 뜻한다. 주요 선적 화물로는 석탄, 곡물 등이 있다.

수프라막스선의 경우 수에즈운하를 통과할 수 있는 선박들이며 통상적으로 4만~6만DWT 급 선박들을 지칭한다. 동 선박은 중소형선 선박으로 석탄, 곡물, 마이너벌크 운송에 주로 사용되며, 대형선들이 크기 혹은 장비의 문제로 입항하지 못하는 항만에 주로 입항하기 때문에 자체 하역 장비를 갖추고 있다는 장점이 있다.

핸디선의 경우 1만5천~3만5천DWT급 이하 벌크선을 지칭하며, 동 선박은 세계 대부분의 항만에 입항하는 재원을 갖추고 있다. 주요 선석화물로는 목재, 비료, 곡물, 마이너벌크 화물 등이 있다.

해운시장의 공급을 놓고 보면 선복량 관련 자료가 중요하게 작용한다. 이는 선복량의 증감이 해상운송능력에 직접적인 영향을 주기 때문이다. 선복이란 해운의 공급능력의 표준이 되는 지표이며, 생산단위이기도 하다. Stopford는 해운 시장에서 공급 변수를 세계 선복량, 선박생산성, 신조선 인도량, 해체 및 멸실, 운임수익으로 구분하였다.

선박공급은 수요 대비 의사결정 및 건조에 걸리는 시간으로 인해 변화에 느리게 대응한다는 특징이 존재하며, 일반적으로는 건조부터 폐선까지 약 20~30년간 운영하게 된다.

해운 시장의 공급 가운데 선복량을 가장 큰 기준으로 볼 수 있으며, 이는 선복량이 선박의 해상운송 능력을 나타내는 기준이기 때문이다. 이에 따라 일반적으로 공급 과잉 혹은 공급 감소 등이 언급될 때에도 선복량 기준이 중요한 판단 자료로 활용된다.

해운시장의 공급측면에서 가장 핵심적인 자료는 선복량이며, 이는 선복량이 공급에 직접적인 영향을 미치는 점과 선박의 해상운송능력을 나타내는 기준으로 사용되기 때문이다. 선복(Shipping Space)은 선박의 정량적/물리적 개념으로 해상운

송은 선박(Vessel)에 의해 이루어진다. 또한 해운시장에서의 공급능력은 선복량을 기준으로 계산되며, 이는 생산단위로 표현되기도 한다. 공급능력은 선종/선형별 그리고 항로별로 분류할 수 있으며, 이는 선박의 적재 능력과 항해거리를 곱한 값으로 발표된다.

부정기선의 공급은 다수의 변수에 의해 영향을 받게 되며 이들이 모두 결정 요인으로 작용한다. 과거와 달리 조선 기술의 발달로 인해 선박 건조에 소요되는 시간이 단축되었으며, 항해 기술 발전으로 인해 운항 최고 속력이 높아진 점은 공급과잉에 영향을 미치기도 한다. 비록 대부분의 선주들은 연료의 효율성을 위해 최대 속력으로 운항하는 경우는 거의 없다고 볼 수 있다. 또한 해운 시장 운임 전망에 따라 발주 및 폐선 등이 이루어지는 점 역시 공급에 영향을 미친다고 볼 수 있다.

선박의 공급 형태의 경우 운항중인 선박(Active Tonnage), 현재 계선, 수리, 압류 등으로 인해 운항을 하지 않고 있으나 시장에 즉시 투입이 가능한(Available Tonnage) 그리고 선종 개조 및 신규 건조 등에 있어 향후 시장에 투입 시기가 예측 가능한 선박(Potential Tonnage) 등으로 구분되며 이들을 모두 포함하는 것이 총 공급(Total Tonnage)로 볼 수 있다. 실제 운임 예측 등을 위해서는 Total Tonnage를 기준으로 전망이 진행된다.

해운 시장에서의 공급량의 경우 선박 수, 선박 크기, 적화율, 선박 생산성, 항해 속도, 공선운항 시간, 항만에서의 회항시간 등 다양한 요인들에 의해 결정되는 것이 일반적이다.

시장 공급측면에서 단기라 함은 통상 3-4개월 즉 F/Haul 항로와 같이 가장 긴 항해 시간을 요하는 항로를 왕복할 수 있는 기간 보다 조금 긴 기간을 의미하며, 선박 건조는 대부분 2~3년이 걸린다는 점을 고려하여 총 공급에 영향을 미치지 않는 수준인 1년 이내의 기간을 단기로 칭하기도 한다.

공급 확대에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 단연 신조선 건조로 볼 수 있으며, 일부 선박 개조 등도 공급 증가에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 반대로 공급 축소 요인으로서 노후화 및 사고 등으로 인해 해체 그리고 전용선 등으로의 전환 등이 존재한다.

선박 공급은 운임 전망에 밀접한 관계를 가지고 있으며, 최근 나타나고 있는 신보호무역주의 등에 의해서도 영향을 받는다. 운임 상승 시 선박 발주가 늘어남에 따라 공급이 증가할 시, 이는 중·장기적으로 운임 하락 요인으로 작용하게 된다. 이는 곧 해체 혹은 계선 등을 통한 공급 조절로 이어지게 되며 다시 운임 상승이 나타나는 등 공급과 운임 시장은 Cycle형식으로 돌아가게 된다.



제3절 부정기선 해운시장의 운임

1. 세계 해운 산업 대표 지수 현황

Baltic Dry Index (BDI)란 드라이벌크 해상운임지수를 대표하는 지수이다. 동 지수는 과거 Baltic Freight Index (BFI)를 대체한 종합운임지수로서 1999년 11월 1일부터 발표되고 있다.

BFI는 1985년 1월 4일 발표되었으며 당시에는 13개의 Voyage 항로를 기준으로 Time Charter 항로는 제외되었었다. BFI 산정에 사용된 항로별 가중치는 시장에 미치는 영향력과 화물운송량 등을 고려하여 각각 2.5%~20%로 상이하게 적용되었다.

<표 4-3> BFI 항로별 비중 현황

Route	Size	Cargo	Route Description	Weightings
1	55,000	Light Grain	US Gulf to A.R.A	20%
2	52,000	HSS	US Gulf to S.Japan	20%
3	52,000	HSS	US Pacific coast to S.Japan	15%
4	21,000	HSS	US Gulf to Venezuela	5%
5	20,000	Barley	Antwerp to Red Sea	5%
6	120,000	Coal	Hampton Roads to S.Japan	5%
7	65,000	Coal	Hampton Roads to A.R.A	5%
8	110,000	Coal	Queensland to Rotterdam	5%
9	55,000	Coke	Vancouver to Rotterdam	5%
10	90,000	Iron Ore	Monrovia to Rotterdam	5%
11	20,000	Sugar	Recife(Brazil)-USEC	5%
12	20,000	Potash	Hamburg to WC India	2.5%
13	14,000	Phosphates	Aqaba to WC India	2.5%

자료: Baltic Exchange Indices Calculation Methods and Upcoming Regulation. (2013, April).
Retrieved from <http://www.imsf.info/media/1039/market-indices-calculations-etc.pdf>.

BDI는 런던의 발틱 해운거래소가 발표하는 외항 부정기선의 종합운임 지수이며, 드라이벌크 내 선형별 Cape, Panamax, Supramax, Handysize 등에서 대표항로를 선정, 각 항로별 톤마일 비중에 따라 가중치를 적용하여 발표하고 있다. BDI는

1985년 1월 기준 1,000포인트로 설정되어있으며, 선형별 지수는 Baltic Capesize Index (BCI), Baltic Panamax Index (BPI), Baltic Supramax Index (BSI), Baltic Handysize Index (BHI)로 구분되어 있다.

BDI산정에는 선형별 지수가 25%의 비율로 동일하게 책정되어 있었으나 선형별 Tonnage 차이 및 지수의 정확성을 높이기 위해 2018년 1월 2일부터 BHSI지수는 BDI에 포함되지 않는다고 발틱은 발표하였다.

조정된 가중치는 BCI 40%, BPI 30%, BSI 30%로 발표되었다. 건화물선 평균 화물운송비율은 Capesize 62%, Panamax 20%, Supramax 및 Handysize 18%로 상이하며, Tonnage 비중 역시 선형별로 상당한 차이를 보인다.

BDI 산정 모델 :

$$\frac{Cape\ TCAvg + Pana\ TCAvg + Supra\ TCAvg + Handy\ TCAvg}{4} \times 0.110345333\ HRCI$$

Haigh et al.(2004)에 의하면 BDI가 발표되기 이전부터 시장 관계자들은 해상운송비 헷징의 필요성에 대해 공감대를 형성하였다. 해상운송비 헷징을 위해서는 선물시장에서 가격의 근거가 되는 기초자산(underlying asset)이 필요하다. 동 기초자산이란 계약만료일에 배달되는 실물상품(Physical Goods)이 아닌 해상운송 서비스를 의미한다. 이에 따라 기초자산을 형성할 수 있도록 해상운송비를 대변하는 지수의 필요성이 언급되었다.

1985년 발틱해운거래소는 건화물 시장 정보 및 해상운송비를 대변할 수 있는 BDI 지수를 발표하였다. 동 지수는 세계 각국의 브로커(이하 패널)들이 입력한 운임을 지수화하여 발표하였다. 추가로 발틱해운거래소는 The Baltic International Freight Futures Market(BIFFEX)를 설립하여 BDI를 근간으로 파생상품 시장을 조성하였다. 이를 통해 선주와 화주들이 자신들의 리스크를 관리할 수 있는 시장

이 마련되었다.

Denning et al.(1994)은 BIFFEX, 파생상품 시장에 대한 연구를 진행하였다. 동 연구에 의하면 BDI의 목적은 일일 운송비 변화를 이해하기 위함이지 미래의 운송비 평가에 사용할 수 있는 지수는 아니다. 또한 BDI지수가 현물시장과 후행을 한다고 밝히며, 이는 운송비를 지수화 하는 작업의 어려움과 항로별로 정보가 충분치 않은 점 그리고 Voyage 계약의 특성상 각기 다른 화물 종류, 선적 양하항, 선적양 등을 이유로 밝혔다.

Kavussanos와 Nomikos(2000, 2003)는 BIFFEX 선물 계약의 영향력에 대해 연구를 진행하였다. 동 연구에 의하면 BDI는 BIFFEX 시장에서 기초자산으로 활용되고 있으며, 드라이벌크 시장 관계자들에게 가장 인지도 및 신뢰성이 높은 지수라고 밝혔다. BDI는 다양한 항로별 지수를 대표하고 있으며, 정확성 또한 높다고 밝혔다. 이는 운송이 세계적으로 일어남에도 불구하고 모든 관계자들이 통용하고 있는 기관의 부재로 인해 BDI의 효율성이 높다고 밝혔다.

영국의 대표적인 해운컨설팅 및 브로커 업체인 Howe Robinson C.I사가 1997년 1월 15일 운임을 1,000포인트로 설정하여 발표하는 HRCI 컨테이너 운임 지수이며, 세계 컨테이너 용선시장에서 통용되고 있다. 동 지수는 선형별 세부지수 12개 및 종합지수로 구성되어 있다.

CCFI는 중국 교통부 주관 하에 Shanghai 해운거래소가 집계하는 지수로 1998년 1월1일 1,000포인트를 기준으로 하고 있다. 동 지수는 HRCI지수와 달리 중국해운 시장을 중심으로 발표되는 컨테이너 운임지수로서 중국발 구주노선, 미주노선, 한국, 홍콩, 남미, 아프리카 등 각각의 항로별 운임정보를 지수화 하여 주간 단위로 발표하고 있다.

2. 부정기선 해상운임 결정요인

해운이란 컨테이너선, 드라이벌크선, 탱커선 등의 선박을 통하여 이루어지는 해상에서의 여객 및 재화의 운송이다. 해운시장이란 화주의 요구와 해상운송인의 수락에 의해 적정한 운임이 형성되어 거래가 이루어지는 곳으로 해운업에 따른 모든 거래가 이루어지는 시장을 말한다.

실물적인 관점에서 해운 운임은 모든 산업들과 동일하게 크게는 수요와 공급이라는 내생 변수에 따라 운임이 결정된다고 볼 수 있다. 하지만 이면에는 정치적 영향, 기후상태, 심리적 요인, 전쟁 등 다양한 요소들이 영향력을 미치는 변동성이 상당히 높은 시장으로 정의할 수 있다.

이렇듯 해운시장 운임에는 사전에 대비하기 힘든 변수들이 다소 존재함으로, 정량화 할 수 있는 데이터를 기반으로 시장 변동 위험에 대한 리스크를 최소화하여야 한다.

특히 해운 운임에 직접적으로 영향을 미치는 요인들은 해운 물동량, 선박 공급 등이 존재하며, 교역량이 증가할수록 해상 물동량은 증가하며, 이는 해상운송수요 증가로 이어진다. 이에 반해 세계 경제 침체 시에는 국제무역이 둔화됨에 따라 해운 경기는 침체되는 상황이 발생하며 이는 곧 교역량 감소와 함께 운임 하락으로 이어질 가능성이 높다.

해운경제학의 저자인 Martin Stopford는 4개의 서로 다른 형태의 변수가 존재하는데, 우리는 이를 '실재적(tangible)', '기술적(technological)', '행위적(behavioural)', 그리고 '예측 불허(wild card)' 변수 등으로 구분할 수 있다.

실재적 변수는 실제로 구분이 가능하며, 따라서 이론적으로 높은 정도로 사전에 결정된다. 예를 들어, 중동에서부터 중국 또는 인도까지의 거리라든가 유조선의 최

대 운항속도 등은 정확하게 정의된다. 기술적 변수는 산업생산 한 단위당 사용되는 에너지의 양 등이며, 고유가 시대에 대비하여 자동차 산업이 현재보다 더욱 연료를 절감하는 자동차를 만들 수 있는가와 같은 것이다. 행위적인 변수는 사람들이 행동하는 방법에 의존한다. 예측 전문기관이 유조선 운임이 폭등할 것이라고 예측하여, 선주들은 이를 기반으로 유조선에 보다 많이 발주하였고, 그 결과 선복량 과잉 공급으로 운임이 폭락한다면 이는 예측에 따라 선주들이 그들의 행위를 바꾸었기 때문이다. 마지막으로 예측불허변수는 태풍, 특정 지역의 혁명 등으로 선박이 정해진 표준보다 일찍 출발할 수 있는 예측이 불가능한 변수이다.

방희석(1984)은 “용선활동은 운임시장에서 부정기선의 영업행위”를 의미한다고 서술하였으며, 용선이란 선박을 보유한 업체에서 사용자에게 빌려주는 행위를 의미하며, 용선의 기간 및 세부사항에 따라 그 형태는 다양할 수 있다. 대부분의 용선은 부정기선운항을 위해서 성약(fixture)되고, 부정기선 선박은 용선을 통해서 해상 수송에 임하게 되는데, 즉 부정기선의 선박 확보 내지 운송계약을 용선이라 한다. 용선이 이루어지기 위해서는 선주가 용선할 선박 정보를 그리고 화주나 용선주가 운송될 화물에 대한 정보를 시장에 각각 제공함으로써 가능하므로, 이러한 정보를 가지고 있는 개인(broker)들이 거래가 이루어지도록 하는 역할을 한다.

방희석(2013)은 만약 경제활동이 상승국면에 있으면 해운수요의 증가가 예상되기 때문에 신조선 발주량이 늘어나게 되며, 신조선의 인도와 더불어 공급량은 확대되는데 이때 수요증가로 인한 운임을 상승보다 공급이 현저하게 증가되면 운임율은 오히려 하락하게 되는 것이다.

Martin Stopford(2000)에 따르면 부정기선 해운시장은 수요와 공급에 의해서 운임율의 수준이 결정된다. 운임율에 영향을 미치는 요인을 살펴보면 선박사이즈, 산업생산성, 유류가격 등이 있다.

부정기선의 주된 공급은 신조선의 인도라고 볼 수 있는데 조선 산업은 선대 조성 과정의 일부분으로 근본적으로 수요의 변화에 맞추어 신조 발주량이 결정된다.

신조는 그 주문과 인도까지 2~4년의 시차가 벌어지는 긴 주기의 과정이라 신조 발주의 조절이 어려우며 빨리 이루어질 수 없으므로, 이러한 미래 수요의 예측이 잘못된 판단으로 나타나기도 한다.

3. 중국 철광석 수입 항로 운임 결정요인

중국이 해상을 통해 수입하는 철광석 대부분은 케이프선(17만DWT)이상 선박을 사용하여 이루어진다. Martin Stopford(2016)에 의하면 대형 건화물선을 통해 규모의 경제를 달성할 수 있다는 것은 1950년대부터 잘 알려져 있었으며, 1965년 전체 철광석의 80%는 4만DWT 이하의 선박으로 운반되었으나, 2005년에는 80%가 8만 DWT 이상의 선박으로 운송되었다.

이에 선박대형화가 지속됨에 따라 현재 케이프선은 17만DWT에서 40만DWT 까지 존재하며 동 선형의 물동량 가운데 90%이상은 철광석이며, 철광석 물동량 가운데 85% 이상은 케이프선을 통해 운송된다.

앞서 언급한 바 와 같이 세계에서 철광석 수입량이 가장 많은 국가는 중국이며, 과거 브라질과 호주가 수출시장을 양분하였으나, 최근에는 호주의 비중이 급격히 높아졌다는 점을 알 수 있다.

기존 선행연구 및 데이터 등을 통해 확인한 결과 종속변수인 중국 철광석 항로에 영향력이 높은 변수들은 수요 부분에서는 중국이 해상운송을 통해 수입하는 철광석 수입량, 중국향 수출량이 가장 많은 호주의 철광석 수출량 그리고 이러한 수

요와 공급에 영향을 주는 철광석 가격으로 정의할 수 있다.

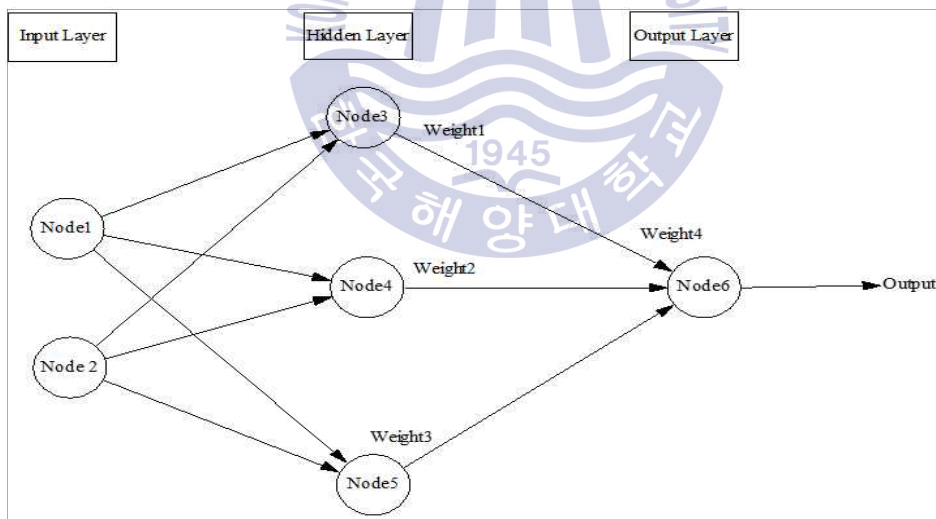
이에 따라 본 연구에서는 위에 언급된 종속변수와 독립변수를 바탕으로 운임예측 모형을 설계한 후 단기 운임 예측을 진행하고자 한다.



제5장 인공신경망 운임예측 모델

제1절 인공신경망 모델링 과정

인공신경망은 우리 몸에 존재하는 뉴런이라는 신경 세포에서 착안하여 개발한 알고리즘이다. 1940년대 중반 임계논리(Threshold Logic)라 불리는 알고리즘을 바탕으로 신경망을 위한 수학적 모델이 제안되었고 1980년대 중반 David E. Rumelhart와 James McClelland가 병렬분산처리 측면에서 인공신경망을 적용한 후 최근까지 다양한 분야에서 활발하게 연구되고 있는 알고리즘이다. 인공신경망의 적용방식은 명령을 내리는 과정에서 복잡한 연산등의 신호를 받아들이는 Input Layer와 신호를 전송하는 Output Layer의 역할을 수행하는 각각의 뉴런들이 연결되어 동태적으로 계산을 처리하는 모델이다.



<그림 5-1> 인공신경망 모델링 구조

자료: Artificial neural network model predicts hardness. (2018). Retrieved from https://www.google.com/search?q=artificial+neural+network+model&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj_v_TovjaAhUSh7wKHZ4ECgcQ_AUICigB&biw=1440&bih=770

현재 산업계에서는 인공지능망을 통해 마케팅 분야에서 소비자의 구매패턴 등 방대한 데이터를 처리하여 수요자의 니즈를 사전적으로 파악하는데 사용되거나 대량의 데이터를 기반으로 미래 시장을 예측하는데 사용되는 등 실생활에 광범위하게 적용되고 있다.

인공지능망의 기본구조는 일반적으로 사용되는 기본적인 알고리즘인 다층인공지능망(Multi-Layer Neural Network)의 경우 입력값을 받아들이는 입력층(Input Layer)과 은닉층(Hidden Layer), 그리고 출력층(Output Layer)과 같이 3가지 층으로 구분되어 있다. 그리고 각 층들은 Node 들로 구성되어 있다. 인공지능망의 알고리즘은 각각의 입력 단자에 할당된 가중치를 입력값에 곱한 값들을 모두 합하여 가중합을 구한 후, 고정된 임계치보다 가중합이 작으면 0, 그렇지 않으면 1과 같은 방식으로 출력값을 내보낸다.

인공지능망의 계산과정을 살펴보면 박혜영·이관용(2011)은 입력층의 Node 들로 새로운 정보가 입력되면 은닉층으로 정보가 전달되어 각각의 Node들은 입력된 정보 D_1, D_2, D_3, D_4 을 합산 후 은닉층 활성화 함수 F_d 를 통해 아래와 같은 구조에 따라 데이터가 처리된다고 소개했다.

$$F_d\left(\sum_{p=1}^2 w_{pq}i_p + w_{q0}\right) = d_q$$

은닉층의 Node들 i_p 와 가중치 w_{pq} 및 바이어스노드 w_{q0} 이 합산된 후 은닉층 활성화함수 F_d 를 거쳐 아래와 같은 과정으로 결과값이 출력된다.

$$F_0\left(\sum_{p=1}^n u_q i_q + u_0\right) = y$$

제2절 인공신경망 입력 변수 설정

본 연구에서 인공신경망을 활용한 모델 구축 대상은 케이프선 운임이다. 좀 더 세부적으로 발틱해운거래소가 발표하는 케이프선 운임 가운데 C5 항로에 해당하는 W.Australia-Qingdao 구간의 미래 운임을 예측하였다.

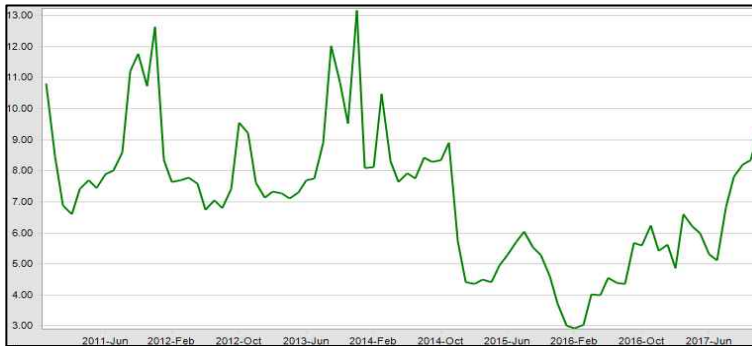
운임 예측에 투입되는 입력변수는 중국 철광석 수입량, 중국 철광석 수입가격, 호주 철광석 수출량이며 월간 기준 2010년 11월부터 2017년 12월까지의 데이터를 확보하여 예측에 사용하였다.

운임 예측 대상인 C5항로의 케이프선 운임은 지난 2014년 하반기부터 급락 추세를 보이며 2016년 1분기 역대 최저 운임 수준까지 하락했으나 2016년 하반기부터 반등하여 현재 점진적인 회복 추세를 보이고 있다.

이와 같이 운임 예측에 사용되는 주요 입력변수들은 <표 5-1>과 같으며, 예측 대상인 서 호주-중국 청도 항로 케이프 운임 추세는 <그림 5-2>와 같다.

<표 5-1> 케이프 운임 예측 변수별 기술 통계

구분	BDI C5	중국 철광석 수입량 (Import)	중국 철광석 수입가격 (Price)	호주 철광석 수출량 (Aus)
데이터 값 수	86	98	98	98
최소	2.93	47.78	41.00	25.99
최대	13.16	101.25	187.00	75.07
평균	7.16	72.30	102.54	54.66
표준편차	2.21	12.99	42.68	13.01085157



<그림 5-2> 서호주-중국 청도 운임 추이

본 연구에서 케이프선 운임 예측을 위한 주 모형으로는 다층 퍼셉트론 인공신경망 모델이 활용되었다.

다층 퍼셉트론 인공신경망 모델은 총 30회의 반복학습을 통해 가장 유효한 케이스를 예측 결과에 반영하였다. 주어진 입력변수는 훈련과 검정에 기본 비율에 해당하는 8:2로 배분하여 설정하였다. 그러나 실질적으로 예측 결과에서는 86%와 14%의 비율로 구분되었을 때 예측의 정확도가 가장 높았다.

각 데이터 세트들에 대한 데이터 배정은 무작위로 할당되도록 자동 설정되었으며, 그 결과 매 1회의 분석마다 적용되는 훈련의 비율이 상이하어 다수의 반복 실험을 통해 예측의 정확도를 제고시켰다. 훈련횟수를 30회로 설정한 이유는 30회 이상부터는 학습 및 예측 결과가 이전 시뮬레이션 결과값에 수렴하는 양상이 나타났기 때문이다. 인공신경망 모델의 케이스 처리 결과는 아래 <표 5-2>와 같다.

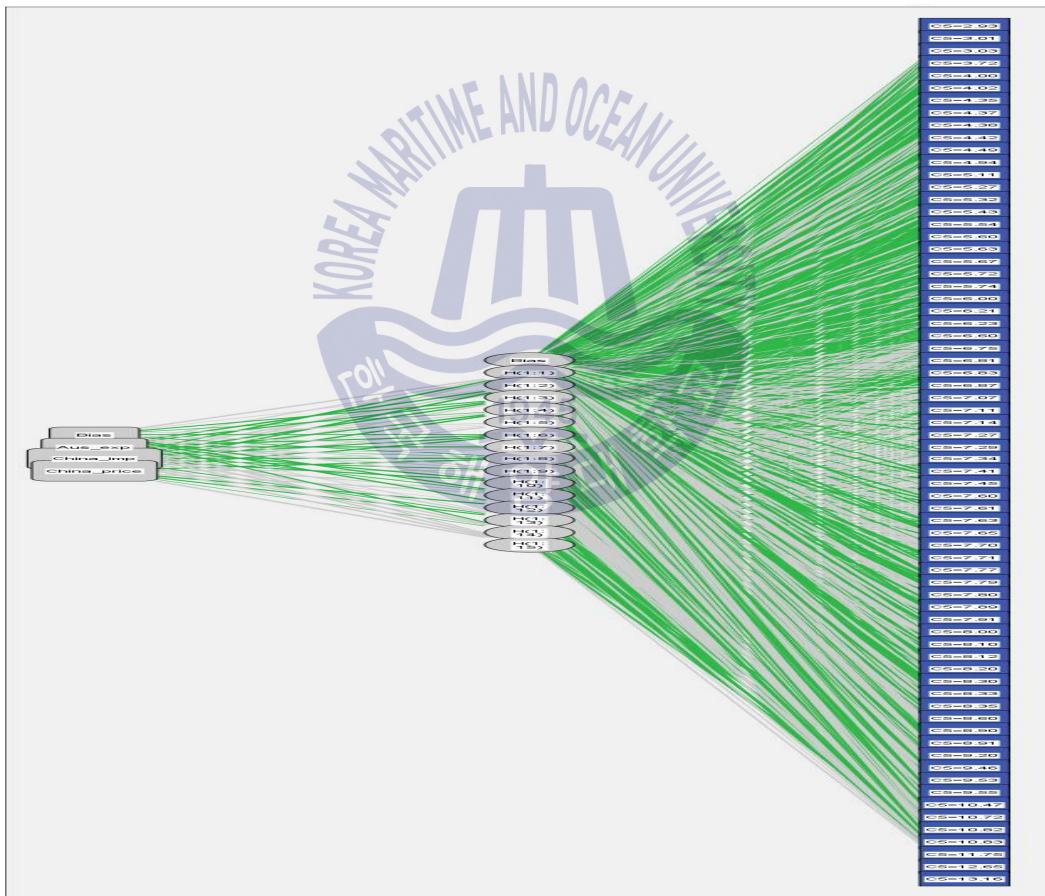
<표 5-2> 인공신경망 케이스 처리 요약

구분		N	비율(%)
표본	훈련	89	86%
	검정	15	14%
유효		104	100%
제외됨		37	
합계		110	

제3절 2018년 케이프선 운임 예측 결과

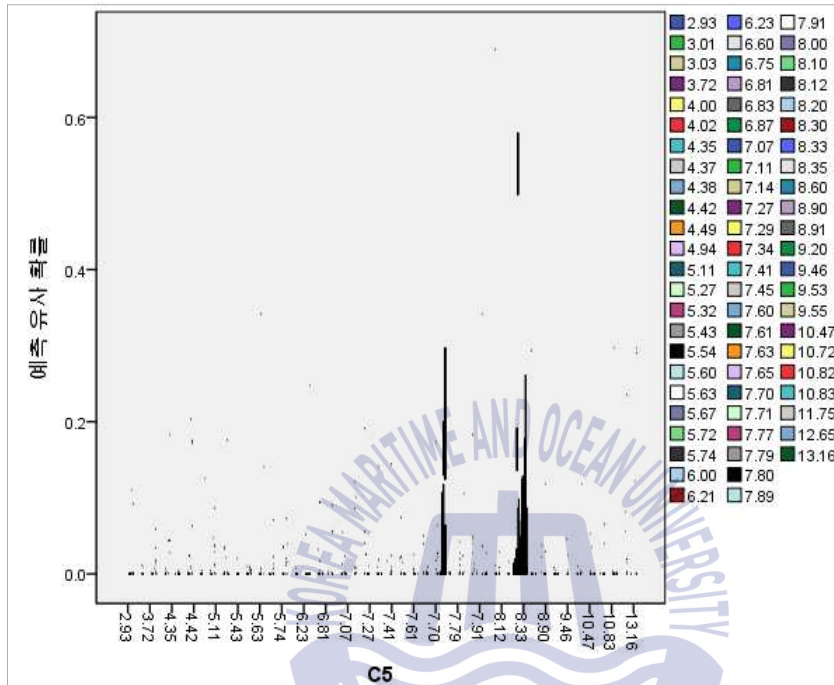
인공신경망을 활용한 2018년 케이프선 운임 예측 결과 기간 평균 운임은 USD8.15/Ton으로 예측되었다. 2017년 평균 운임이 USD6.70/Ton인 점을 감안하면 약 21% 이상 상승한 수준이다. 이는 경제 성장과 함께 물동량이 증가할 전망이다. 이는 점을 감안한다면 충분히 근간이 있는 전망치로 고려된다.

<그림 5-3>과 같이 예측을 위해 총 16가지의 Hidden Layer가 생성되었으며, 입력 변수 가운데 중국 철광석 수입량 변수가 예측에 가장 높은 영향력을 미쳤다.



<그림 5-3> 인공신경망 예측 구조

또한 <그림 5-4>에서와 같이 무수한 케이스별 예측 처리 결과 값들이 주로 USD 7.70~8.33을 중심으로 형성되고 있음을 알 수 있다.



<그림 5-4> 인공지능망 예측 결과

입력변수 중요도의 경우 <표 5-3>과 같이 중국 철광석 수입량이 0.387의 값으로 가장 예측결과에 많은 영향력을 보였으며, 중국의 철광석 수입 가격(0.349), 호주 철광석 수출량(0.264) 순으로 높은 중요도를 나타냈다.

<표 5-3> 입력변수 중요도

구분	AUS	IMPORT	PRICE
중요도	0.264	0.387	0.349
정규화 중요도	68.4%	100.0%	90.2%

제4절 인공지능망운임 예측 정확도 비교

인공지능망을 활용한 케이프선 운임 예측 결과의 정확성을 비교 분석하기 위해 MAPE(평균절대비율오차)와 R^2 (결정계수)를 사용했으며, 과거 실제 운임 정보를 기반으로 예측값들을 비교한 결과 인공지능망의 예측값들이 높은 정확도와 설명력을 나타냈다.

MAPE의 경우 Lewis(1982)는 $MAPE < 10\%$ 이면 매우 정확한 예측, $10\% < MAPE < 20\%$ 우수한 예측, $20\% < MAPE < 50\%$ 합리적 예측, $MAPE > 50\%$ 부정확한 예측이라고 해석하였다.

$$MAPEs(Y) = 100\% \times \left(\sum_{t=1}^N |e_t / y_t| \right) / N$$

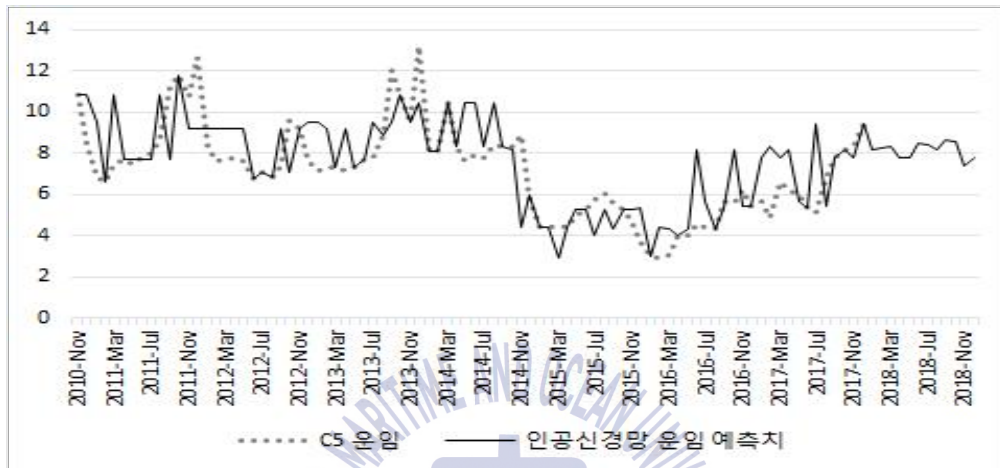
인공지능망을 활용한 2018년 케이프선 운임 예측 결과 인공지능망의 MAPE값은 16.67%을 보였다. 이는 매우 정확하지는 않지만 우수한 예측 값에 속하는 것으로 보이며, 인공지능망 역시 과거 VAR, ARIMA 모델에 의존되던 시계열 분석의 범주에서 벗어나 자가학습을 통해 우수한 예측력을 보일 수 있다는 점을 검증하였다.

케이프선 운임 실제 데이터와 예측치와의 설명력을 평가하는 R^2 값의 경우 0.7382로 적합성을 나타냈으며, 절대 오차값의 합은 94.25 그리고 절대오차값 평균은 1.10으로 비교적 오차 수준이 안정적인 것으로 나타났으며 운임 예측 결과는 <표 5-4>와 같다.

<표 5-4> 운임 예측 결과

구 분	R^2	절대오차값	절대오차값 평균	MAPEs:%	2018 예측결과
인공지능망	0.7382	94.25	1.10	16.67%	8.15

아래 <그림 5-5>와 같이 인공지능경망을 활용한 예측 결과 2010년부터 추세적으로 케이프션 운임과 일치성을 나타냈으며, 변동성 측면에서도 비교적 급등락의 패턴 반영이 잘되고 있는 것으로 분석된다.



<그림 5-5> 인공지능경망 운임 예측 결과



제6장 결 론

제1절 연구결과의 요약

본 연구에서는 드라이벌크 선박이 운송하는 다양한 화물 가운데 가장 비중이 높은 철광석, 그리고 동 원자재 수입량이 세계에서 가장 많은 중국을 중심으로 진행되었다.

또한 철광석 시장은 석탄, 곡물, 마이너 벌크 등과 달리 생산 및 수입 업체가 제한적인 시장으로 독점적인 시장과 비슷한 유형으로 볼 수 있다. 즉, 대체재의 한계로 인해 특정 화주에 의한 운임 변동성이 기타 화물 대비 높은 모습을 보인다.

이에 본 연구에서는 중국 철광석 수입 향로에 높은 상관성을 보이는 변수들인 중국 철광석 수입량, 중국 철광석 수입 가격, 호주 철광석 수출량을 독립변수 그리고 발틱해운거래소에서 발표하는 서호주-중국 철광석 향로 지수를 종속변수로 설정하여 설정하였다.

동 변수들을 바탕으로 동태적 예측기법에 해당하는 인공신경망 모델을 활용하여 2018년의 서호주-중국 향로 운임 예측을 수행하였다.

예측결과 2018년 케이프선의 서 호주-중국 청도 향로 운임은 인공신경망은 USD8.15/Ton로 2017년 실제 운임 평균치인 USD6.70/Ton 대비 높은 수준을 기록했다.

동 향로의 2010년 이후 조사기간 동안의 평균 운임은 USD7.16/Ton이었으며, 동 예측 결과는 전년평균과 조사시간 평균을 모두 상회하는 수준으로 2018년 케이프선 시장의 상승세를 예상했다. 전반적으로 2018년 케이프선 시장은 지난 2015년

이후 최고 수준이 예상되며, 2013년에 비해서는 낮은 모습을 보일 것으로 전망되었다.

이후 예측 결과에 대한 정확도를 검증하기 위해 MAPE와 R^2 등을 통해 실제 과거 시계열 자료와의 비교 분석을 실시하였다. 검증 결과 MAPE값이 인공신경망의 경우 15.35%, R^2 역시 인공신경망이 0.7로 정확성이 높은 수준으로 보여진다.

예측 모형을 통해 나타난 결과 값을 과거 서호주-중국 항로 운임 시계열과 시각화하여 살펴보았을 때에도 상승 및 하락 추이가 잘 반영되어 나타나는 점을 확인하였다.



제2절 연구의 시사점 및 한계

해상운임이 결정되고 변화하는 과정에 영향을 미치는 요인은 수요, 공급, 경제 변수 등 다양하다. 또한 이들 변수들이 상호간에 인과적으로 영향을 미치면서 운임 시장을 정확하게 예측하기는 힘든 상황이다. 따라서 운임시장의 변화요인을 보다 동태적이고 핵심지표를 활용하여 평가하는 연구에 대한 해운업계의 필요성은 증대되고 있다.

이러한 요구사항 속에서 운임 시장 예측과 관련된 연구는 지금까지 국내에서 활발히 진행되지 않았으며, 이와 유사한 항만수요 예측과 관련된 연구가 주를 이루었으나 대부분 시계열 분석 기반의 VAR, ARIMA 모형 등 예측 분석이 중심이었다.

따라서 인공지능망을 활용한 케이프선 운임 예측 분석은 다음과 같은 부분에서 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다.

첫째, 인공지능망 모형은 회귀분석과 같이 선형 중심의 정형화된 예측 방식에서 벗어나, 복잡한 시장 구조로 인한 비선형의 예측을 가능하게 한다.

둘째, 인공지능망은 입력된 원인변수를 통해 스스로 학습이 이루어지면서 함수를 형성하고, 해결하고자 하는 문제에 대한 최적의 대안을 제시하여 문제 해결의 정확도를 제고시킬 수 있다.

셋째, 케이프선 운임예측의 정확도를 제고시키기 위해 세부 항로인 서호주-중국 청도 구간을 예측 대상으로 선정하고, 실제 동 항로의 운항형태 등에 대해 분석함으로써 예측의 정확도를 제고시켰다.

반면 인공지능망을 활용한 운임 예측 역시 몇 가지 부분에서 연구의 한계점을 보이고 있으므로 향후 보완을 통해 개선이 필요하다.

첫째, 인공신경망의 훈련 결과는 학습을 통해 할당되는 내부적인 가중치에 따라 결과 값이 예측되고 있는데 이러한 가중치의 결정방식에 대한 논리적인 입증이 부족하다는 인공신경망 모델 자체가 갖고 있는 한계점을 내포하고 있다.

둘째, 인공신경망 모델의 예측력을 극대화하기 위해서는 예측의 기반이 되는 원인 변수들의 데이터 샘플이 많고 각각의 데이터 값들의 중복성이 지양되어야 하지만 데이터 확보의 한계 등으로 인해 이러한 점이 개선되지 않았다.

셋째, 인공신경망 예측 결과의 정확도를 검증하기 위해 보다 다양한 예측 기법과의 비교 검토가 수행되어야 하지만 본 연구에서는 인공신경망만을 활용하여 예측을 하였다는 점이 개선되어야 한다.



참고 문헌

<국내 문헌>

- 김정인(2012), “국제 철광석 가격의 변동요인에 관한 실증분석”, 중앙대학교 박사학위논문.
- 김진호(2016), “Fractional ARIMA 모형을 사용한 금리예측”, 「계량경제학회」, 제7권, pp.99-117.
- 김창범(2015), “개입 승법계절 ARIMA와 인공신경망을 이용한 해상운송 물동량의 예측”, 「한국항만경제학회지」, 제31집, 제1호, pp.69-84.
- 모수원(2010), “2010년 BDI의 예측 - ARIMA모형과 HP기업을 이용하여”, 「한국항만경제학회지」, 제26집, 제1호, pp.222-233.
- 모수원(2013), “해운경기의 예측: 2013년”, 「한국항만경제학회지」, 제29집, 제1호, pp.67-76.
- 박동주(2012), “부정기 해운시장에서의 운임선도거래를 통한 시장 예측에 관한 연구”, 중앙대학교 석사학위논문.
- 박동주(2017) “정기선 해운시장 공급요인과 상해운임지수 변동성간의 관계분석”, 한국해양대학교 석사학위논문.
- 배동진(2010), “불확실성하에서 한국해운산업 의사결정 구조연구”, 서강대학교 박사학위논문.
- 배성훈(2016), “부정기선 해운시장의 운임변동성 영향 요인 연구”, 중앙대학교 석사학위논문.
- 양병철(2015), “국제해운 시장의 정기선 운임결정 요인에 관한 연구”, 연세대학교 박사학위논문.
- 이상민(2011) “해운위기에 따른 부정기선 해운시장의 운임변동성 영향요인 연

- 구”, 중앙대학교 석사학위논문.
- 이수용·이경중(2011), “시계열 자료의 데이터 마이닝을 위한 패턴 모델 설계 및 성능 비교”, 「한국 지능 시스템 학회 논문지」, 제21집, 제6호, pp.730-736.
- 이은숙(2007), “부정기선 운임율에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”, 중앙대학교 석사학위논문.
- 이재득(2013), “승법계절 ARIMA 모형에 의한 부산항 컨테이너 물동량 추정과 예측”, 「한국항만경제학회지」, 제29집, 제3호, pp.1-23.
- 이재봉(2017) “한국 선박투자회사의 분산투자 효과에 관한 연구”, 중앙대학교 박사학위논문.
- 이충배(2010), “부정기선 해운시장의 운임변동성에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”, 중앙대학교 석사학위논문.
- 임석민(1985). “不定期船 운항전략에 관한 研究”, 「월간해양수산」, 제9호, pp.24-25.
- 장새한(2017) “중국의 곡물 수입량 변동이 부정기선 해운시장에 미치는 영향”, 중앙대학교 석사학위논문.
- 전찬영(1999), “탱커운임지수 예측을 위한 VARMAX 모형의 설정”, 「해운물류연구」, 제28집, 제1호, pp.171-195.
- 전찬영·송주미(2007), “인공신경망모형의 항만물동량 예측 적용에 관한 연구”, 「해운물류연구」, 제53권, pp.65-82.
- 정상국·김성기(2011), “국제유가의 변화가 건화물선 운임에 미치는 영향과 건화물선 운임간의 상관관계에 관한 연구”, 「한국항만경제학회지」, 제27권, 제2호, pp.217-240.
- 정수진(2016), “부정기선 해상운임지수(BDI)와 거시경제변수간의 관계 연구”, 서강대학교 석사학위논문.

<외국 문헌>

- Bennell, Julia., & Charles Sutcliffe(2005), “Black-Scholes Versus Artificial Neural Networks in Pricing FTSE 100 Options,” *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, Vol.12, No.4, pp.243-260.
- Claveria, Oscar., & Salvador Torra(2013), “Forecasting Business Surveys Indicators: Neural Networks vs. Time Series Models,” *Regional Quantitative Analysis Research Group (AQR) Working Paper*, University of Barcelona. pp4-6 http://www.ub.edu/irea/working_papers/2013/201320.pdf.
- Dai, Lei et al(2015), “An empirical analysis of freight rate and vessel price volatility transmission in global dry bulk shipping market,” *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, Vol.2, No.5, pp.354-355.
- Dreiseitl, S., Machado, L.O.(2002), “Logistics Regression and Artificial Neural Network Classification Models: a Methodology Review,” *Journal of Biomedical Informatics*, Vol 35, No.5, pp.352-359.
- Duru, Okan(2012), “A fuzzy extended Delphi method for adjustment of statistical time series prediction: An empirical study on dry bulk freight market case,” *Expert Systems with Applications*, Vol.39, No.1, pp.842-843
- G. Peter., Zhang. (2003), “Time Series Forecasting Using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model,” *Neurocomputing*, Vol.50, pp.159-175.
- Goulielmos, Alexandros M., & Maria-Elpiniki Psifia(2009), “Forecasting Weekly Freight Rates for One-Year Time Charter 65,000 dwt

- Bulk Carrier, 1989–2008, Using Nonlinear Methods,” *Maritime Policy & Management*, Vol.36, No.5, pp.411–436.
- Hill, T., O’Connor, M. & Remus, W.,(1996), “Neural Network Models for Time Series Forecasts,” *Management Science*, Vol.42, No.7, pp.1082–1092.
- Jun Li & Michael G. Parsons.(1997), “Forecasting tanker freight rate using neural networks,” *Maritime Policy & Management*, Vol.24, No. 1, pp.9–30.
- Kaan Uyar, et al.(2016) “Long term dry cargo freight rates forecasting by using recurrent fuzzy neural networks,” *Procedia Computer Science*, Vol.102, pp.643–649.
- Kavussanos, Manolis G., & Amir H. Alizadeh-M(2001), “Seasonality Patterns in Dry Bulk Shipping Spot and Time Charter Freight Rates,” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.37, No.6, pp.443–467.
- Kavussanos, Manolis G., & Ilias D. Visvikis(2003), “Market Interactions in Returns and Volatilities between Spot and Forward Shipping Freight Markets,” *Journal of Banking & Finance*, Vol.28, No.8, pp.2015–2049.
- Kyriaki Mitroussi(2004), “The ship owners’ stance on third party ship management: an empirical study,” *Maritime Policy & Management*, Vol.31, No.1, pp.31–45.
- Mohamed M. Mostafa.(2006), “Forecasting the Suez Canal traffic: a neural network analysis,” *Maritime Policy & Management*, Vol.31,

No.2, pp.139-156.

Rikard, Bakkehug, et al.(2014), "A stochastic programming formulation for strategic fleet renewal in shipping," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.72, pp.62-63.

Ruan, Qingsong, et al.(2016), "Cross correlations between baltic dry index and crude oil prices," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Vol.453, pp.278-289.

Shibasaki, Ryuichi, et al.(2017), "Global route choice and its modelling of dry bulk carriers based on vessel movement database: Focusing on the Suez Canal," *Research in Transportation Business & Management*, Vol.25, pp.51-65.

Tu, J. V.(1996), "Advantages and disadvantages of using artificial neural networks versus logistic regression for predicting medical outcomes," *Journal of Clinical Epidemiology*, Vol.49, No.11, pp.1225-1231.

感謝의 글

저는 참 운이 좋은 사람입니다.

인생에 첫 장을 연 그 순간부터 저를 사랑으로 키워주시고 인생의 굴곡을 맞이할 때마다 옳은 길을 선택할 수 있도록 인내심을 가지고 기다려 주시고 조언해주신 부모님이 계셨기에 제가 이렇게 자라날 수 있었다고 생각합니다.

어린 시절 더욱 유익한 삶을 살 수 있도록 유학이란 길로 인도해주시고 자신들의 삶을 희생해가며 저를 뒷바라지 해주신 그 마음. 어려운 형편 가운데서도 저를 위해 그런 결단을 내려 주신 점 마음 깊이 새기고 평생 보답하며 살아가도록 하겠습니다.

그리고 사회생활을 하다 보니 저의 아버지이자 한 회사의 훌륭한 구성원이셨던 아버지가 너무 존경스럽습니다.

저는 미처 몰랐습니다.. “아빠” 라는 존재가 사회에서 그렇게 훌륭한 사람이었는지, 얼마나 다른 사람들에게 귀감이 되는 모습으로 사셨는지 너무 늦게 깨달아 버렸습니다. 제가 조금 더 철이 들었다면.. 아버지의 마음을 이해할 수 있었다면.. 너무 늦어버린 후회에 죄책감만을 가지고 있습니다.

아버지께서 밤낮없이 자신을 희생하며 뿌리신 씨앗의 열매가 드디어 영글었는데..

저에게 남기신 말씀처럼 어머니, 동생, 할머니 모두 최선을 다해 지키며, 저희 행복한 가족이 될 수 있도록 제가 열심히 살아가겠습니다.

그리고 항상 저에게 따뜻하게 대해 주시고 기도하시는 우리 할머니.. 평생 효도하며 살겠습니다.

사랑하는 동생.. 학창시절 많은 어려움이 있었음에도 불구하고 우리가 같이 있었기에 그 모든 것을 극복할 수 있었고 그 결과 우리는 정말 특별한 우애를 가지고 있다고 생각한다. 너무 자랑스럽고 사랑한다. 이제 한 가정을 이끌어 나가는 가장으로써 많은 어려움이 있겠지만 이때까지 그래왔던 것처럼 평생 서로에게 의지하며 살아가자.

우리 가족 사랑합니다! 너무 그립습니다 아버지.

대학원에 진학하여 논문이란 언덕을 넘기에는 철부지 같은 저를 위해 논문 지도를 비롯하여 인생 지도 까지 아낌없이 해주신 신영란 지도교수님, 김율성 부단장님 및 해양만물류학과 교수님들이 안계셨다면 정말 불가능 했다는 것을 잘 알고 있습니다.

비록 훌륭한 논문은 아니지만 중도 포기 하지 않고 이렇게 끝맺음을 할 수 있도록 지도해 주신 신영란 학과장님께 정말 감사하다는 말씀 드리고 싶습니다. 제가 부족한 점이 많아 답답한 마음이 많으셨을 텐데 끝까지 저를 위해 관심과 애정으로 지도 해주신 점 잊지 않겠습니다.

제가 사회생활에 집중할 수 있도록 힘든 육아와 집안일들을 힘든 내색 없이 버텨 준 사랑하는 아내 그리고 장인어른, 장모님, 처형 모두 감사드립니다. 신혼임에도 불구하고 회사 및 학교생활 등으로 인해 가정에 많은 시간을 할애하지 못하였어도 배려와 희생을 해주신 처갓집 가족들이 있었기에 모든 일이 순조로웠던 것 잘 알고 있습니다. 현빈이와 지운이 잘 보살피며 살아가겠습니다.

현빈아 지금 여유가 없는 것처럼 느껴지지만 점차 나아질 것이란 희망을 가지고 하루 하루 힘내서 살아가자! 내가 책임감을 가지고 살아가도록 할게. 현빈아 사랑합니다!

저의 논문임에도 불구하고 김강혁 박사님, 최정석 박사님이 자신들의 논문처럼 같이 고민을 해주시고 주말에도 시간을 내어 도와주신 점 정말 감사합니다. 그리고 논문에 집중할 수 있도록 배려하여 주신 윤상호 본부장님, 박종연 팀장님, 임강빈 차장님, 최우림 주임님 그리고 남종식 팀장님 정말 감사합니다.

마지막으로 저희 아버지의 지인분들.. 오랜 시간이 지났음에도 연락을 드리면 환영해 주시니 너무 감사합니다. 제가 보답하며 살도록 하겠습니다.

감사의 글을 적으며 다시 한 번 느꼈습니다. 이렇게 많은 분들이 저를 도와주시고 이끌어 주시니 저는 정말 운이 좋은 사람입니다. 이제껏 제가 받은 사랑 앞으로 되갚으며, 그들에게 버팀목이 될 수 있도록 노력하겠습니다.