

발틱운임지수(BDI)와 해상 물동량의 인과성 검정

배성훈

중앙대학교 무역물류학과 박사과정

박근식

중앙대학교 국제물류학과 조교수

Analysis of causality of Baltic Drybulk index (BDI) and maritime trade volume

Sung-Hoon Bae^a, Keun-Sik Park^b

^aPh.D Student, Department of International Logistics, Chungang University, South Korea

^bAssociate Professor, Department of International Logistics, Chungang University, South Korea

Received 7 March 2019, Revised 21 March 2019, Accepted 21 April 2019

Abstract

In this study, the relationship between Baltic Dry Index(BDI) and maritime trade volume in the dry cargo market was verified using the vector autoregressive (VAR) model. Data was analyzed from 1992 to 2018 for iron ore, steam coal, coking coal, grain, and minor bulks of maritime trade volume and BDI. Granger causality analysis showed that the BDI affects the trade volume of coking coal and minor bulks but the trade volume of iron ore, steam coal and grain do not correlate with the BDI freight index. Impulse response analysis showed that the shock of BDI had the greatest impact on coking coal at the two years lag and the impact was negligible at the ten years lag. In addition, the shock of BDI on minor cargoes was strongest at the three years lag, and were negligible at the ten years lag. This study examined the relationship between maritime trade volume and BDI in the dry bulk shipping market in which uncertainty is high. As a result of this study, there is an economic aspect of sustainability that has helped the risk management of shipping companies. In addition, it is significant from an academic point of view that the long-term relationship between the two time series was analyzed through the causality test between variables. However, it is necessary to develop a forecasting model that will help decision makers in maritime markets using more sophisticated methods such as the Bayesian VAR model.

Keywords: BDI, Dry Bulk, Granger causality analysis, Impulse response, VAR

JEL Classifications: F10, F13

^a First Author, E-mail: shbae3423@gmail.com

^b Corresponding Author, E-mail: pksik0371@cau.ac.kr

© 2019 The Korea Trade Research Institute. All rights reserved.

I. 서론

글로벌 경제 환경 변화에 민감한 산업 가운데 하나인 해운산업은 세계 경제 흐름에 건화물(Dry Cargo) 시장 운임이 크게 반응한다. 건화물 시장은 주로 철광석, 석탄(연료탄 및 원료탄), 곡물 등을 운송하는 해상 운송시장으로 반·완제품을 주로 운송하는 컨테이너와 원유 및 정유 그리고 케미컬을 운송하는 탱커 시장과 구분된다. 또한, 타 산업 대비 진입장벽이 낮은 완전 경쟁 시장으로 해상 운임은 수요와 공급의 수급관계에 의해 결정되므로 이에 따른 변동성이 매우 큰 특징이 있다(Lee Seok-yong, 2017).

2019년 1분기까지 건화물 시황은 작년 미국과 중국의 관세 전쟁으로 시작된 원자재 물동량 급감 우려와 경기 둔화 전망 등이 영향을 끼치며 2018년도 대비 크게 하락한 수치를 기록 중이다. 역대 최저 수준 시황을 기록했던 2016년 대비하여 회복 중인 단계는 맞으나, 여전히 손익분기점 수준에는 미치지 못하고 있다. 따라서 운임이 지속적으로 상승하여 해운시황 회복이 이루어질 필요가 있다.

건화물 시장의 대표 화물은 철광석, 석탄, 곡물(대두, 밀, 옥수수 등), 비료, 보크사이트 등이 있으며, 자원수출국에서 수입국으로 무역의 흐름에 따라 해운물류가 이루어진다. 한편, 영국 발틱해운거래소에서 매일 발표되는 BDI(Baltic Dry Index: 발틱운임지수)는 주요 건화물들의 선형별 대표 운임을 분석하여 지수화한 것이다. BDI는 해상운송과 연관된 여러 지수들 가운데 가장 영향력이 높은 대표성을 가지고 있다. 따라서, BDI가 상승하면 해운시황의 미래 상승을 뜻하며 해상 운송 또한 활발하게 이루어지고 있다고 볼 수 있다.

최근, 2019년 건화물 시황은 급작스러운 브라질 댐 붕괴로 인한 Vale社의 철광석 수출량 감소와 중국의 호주산 석탄 수입 금지로 인한 정치적 이슈 등 많은 리스크가 상존하고 있다. 다만, 미·중 무역전쟁 화해 제스처 일환으로 중국의 미국 곡물(대두) 수입량이 늘어날 전망과 더불어 기타 마이너 화물의 물동량인 보크사이트, 니켈 오어의 지속적 수요 요인으로 인해 건화물 시황에 긍정적 영향을 미치고 있다.

해운 산업에 영향을 미치는 다양한 정치적, 경제적 이슈 가운데, 본 연구는 BDI와 설명변수인 철광석 물동량, 유연탄 및 원료탄 물동량, 곡물 물동량, 마이너 화물 물동량 간의 인과관계를 연구하여 건화물 화물의 흐름에 중요한 영향을 미치고 있는 요인을 선정하고 그 영향력을 파악하고자 한다.

건화물 시황에 대해서 분석한 선행연구 대다수는 주요 건화물 해상 물동량이 시황에 미치는 영향을 특정 시점 또는 단기간을 분석하였다. 따라서 장기간 마이너 화물을 포함한 분석 연구는 이루어지지 못했다. 본 연구는 27년간 장기간에 걸쳐 철광석, 석탄(유연탄 및 원료탄), 곡물 그리고 마이너 화물의 건화물 물동량을 설명변수에 포함시켜 분석을 수행하여 건화물 시황 리스크 관리 측면에서 시사점을 도출했다는 데 의의가 있다. 즉, 등락이 큰 부정기선 해운 시황을 설명하는 다양한 변수들 중에서 실무에서 중요시해야 할 최적의 변수를 선정하고, 선정된 변수의 영향력을 파악하여 해운 선사의 리스크 관리를 돕는데 본 연구의 목적을 두고 있다.

2018년 총 해상 물동량 52억톤 중 철광석, 석탄, 곡물의 3가지 주요 물동량 합계는 전체 건화물 물동량의 60%, 기타 마이너 화물 물동량이 40%로 각각 높은 비중을 차지한다. 따라서 물동량 기준 건화물 3대 화물인 동 3가지 품목과 마이너 화물 물동량을 설명변수에 포함하여 분석을 수행하는 것은 건화물 시황에 미치는 영향을 추정하는 데 유효할 것으로 판단된다.

이를 위해 본 연구는 먼저 단위근 검정을 실시하고 설명변수 간에 안정성 여부를 검증하였다. 일반적으로 시계열 데이터에는 계절성과 추세가 반영되어 있어 이러한 편향(bias)을 제거한 후에 분석할 필요가 있다. 따라서, 시계열 데이터의 불안정성을 테스트하는 단위근 검정(Unit Root Test)을 통해 안정화 작업을 먼저 거쳐야 한다. 본 연구의 단위근 검정 결과 설명변수가 불안정한 시계열로 분석되어 차분을 통해 안정 시계열로 변환한 이후, 그랜저 인과검정을 실시하여 변수 간 인과관계 파악을 하였다. 이후 차분된 변수를 이용해 충격반응분석, 예측 오차분해분석을 진행하며 분석 결과를 통해 해운 이해관계자에게 시사점을 제시하고자 한다.

II. 선행연구 고찰

1. 건화물(Dry Cargo) 해운시장에 관한 연구

Bae Sung-Hoon 외 2인 (2018)은 2006년 5월부터 2017년 12월까지 총 140개월 대상으로 대표적인 BDI와 이를 구성하는 BCI, BPI, BSI, BHSI를 종속변수로 하여 독립변수인 철광석 해상 물동량과 가격, 석탄 해상 물동량과 가격, 전체 선박량, 중국 대두수입량, 미국 곡물수출량, 일본 후판가격, 유가, 미국 다우존스지수, 중국PMI, 국제 금 가격을 설정하여 다중회귀분석을 실시하였다. 그 결과 BDI는 석탄 물동량, 중국대두수입량, 철광석과 석탄 가격 그리고 중국PMI 지수와 유의한 결과가 있음을 검증하였다. 본 연구는 선행별 해운 시장을 판단하는데 있어 연관이 되는 요인을 선정한 것에 의의가 있다.

Bakshi, Panayotov and Skoulakis (2010)은 BDI와 원자재 지수 그리고 세계 주식시장 및 경제 성장률과의 관계에 대한 분석을 하였다. 그 결과로, 세 가지 독립변수(원자재 지수, 세계 주식시장 및 경제성장률)와 BDI간에 각각 정(+)의 관계가 있음을 확인하였다. 또한, 선행 지표로써 BDI가 확률적으로 유의함을 알 수 있었다. 따라서 BDI를 분석할 때, 세계 경제 흐름을 유심히 살펴볼 필요가 있음을 확인하였다.

Batrinca and Cojanu (2014)는 세계 부정기선 해운 수요와 공급 그리고 GDP가 BDI에 미치는 영향을 연구하였다. 저자는 방법론으로 선행회귀분석을 사용하여 연구를 진행하였다. 연구 결과로, 공급과 BDI는 부(-)의 상관관계, 수요와 BDI는 정(+)의 상관관계 그리고 GDP와 BDI는 정(+)의 상관관계가 있음을 확인하였다. 그 중에서 세 가지 변수 요인(수요, 공급, GDP)가운데 공급 측면의 요인이 BDI에 미치는 영향이 가장 큼을 알 수 있었다.

Kalouptsidi (2014)는 세계 해상 운송에서 선박 신조 시점의 영향과 수요의 불확실성을 계량화하여 변동성을 측정하였다. 동적 모델을 사용하여 분석하였고, 그 결과 중고선 가격은

해운 시장 변동에 있어서 매우 중요한 요인임을 발견하였다. 즉, 시간에 따라 끊임없이 변하는 선박 가격을 낮추는 투자를 통해 변동성 관리에 대한 중요성을 강조하였다.

Kim Chang-Beom (2011)은 중국의 경제성장률에 따른 해상 운송 시장의 변화를 알아보는 연구에서 BDI, 중국 경기, 해상운임 및 선박량을 변수로 선정하여 동태적 인과관계 분석과 중국 경기가 변수들에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 먼저, 단위근 검정과 공적분 검정을 실시하여 시계열 데이터의 안정성 여부를 확인하였다. 그리고 충격반응함수를 이용해 중국 경제 충격이 해상 운임과 선박량에 미치는 영향을 검증하였다. 확인 결과로는 중국 경제 충격이 선박량 증가와 해상 운임 상승을 야기시키는 요인임을 밝혀냈고, 또한 선박량의 충격도 해상 운임을 하락시키는 요인임을 알 수 있었다. 본 연구 결과, 중국 경제 충격에 대한 해상 운임의 등락이 선박량 움직임보다 더 크며 지속기간도 더 장기적이므로 중국 경제 충격과 해상 운임의 관계를 면밀히 살펴볼 필요가 있음을 시사점으로 제시하였다.

Kim Hyun-Sok and Oh Yong-Sik (2012)은 부정기선 해운 시장에 영향을 주는 요인으로 현대상선과 대한해운 주식 가격을 선정하여 상관관계 분석을 진행하였다. 저자는 방법론으로 상태공간모형을 이용해 변동성을 두 가지 속성(영속적, 일시적)으로 나누어 분석하였다. 그 결과, 영속적 변동성하에서 BDI와 해운 선사의 주식 가격간에는 장기균형관계가 있음을 확인하였다. 본 논문은 재무적 관점에서 시장 등락에 따른 리스크 관리가 중요함을 제시하였다.

BDI와 무역성장률 그리고 소득과의 관계에 대한 분석 결과에 따르면, 소득수준에 따른 국가별 분류를 통해 BDI와 무역성장률이 유사한 관계가 있음을 검증하였다. 즉, 무역성장률 1%의 상승은 BDI에 0.5%상승하는 정(+)의 영향이 있음을 도출하였다. 이를 통해, BDI를 분석하는 데 있어 무역 성장률 요인을 면밀히 살펴볼 필요가 있다(Lin and Sim, 2013).

신조선 가격과 중고선 가격 모두 기본적으로 수요와 공급에 따라 움직인다. 그 중에서도 수요 측면에서 선주의 재무적 유동성, 신용도(금

리), 기대 예상수익 등이 선가(신조선, 중고선)에 미치는 영향이 큼을 설명하였다(Stopford, 2009).

앞서 건화물 해운 시장에 대한 선행연구 대부분은, BDI를 종속변수로 선정하여 이에 유의한 독립변수를 살펴보았다. 본 논문의 차별성으로는 단순 변수들 선정에서 벗어나 장기적 관점에서 해운 시황에 미치는 영향력을 분석하였는 데 의의가 있다.

2. 연구방법론

본 연구는 벡터자기회귀모형(VAR)을 사용하여 변수 간 관계를 분석한 선행연구를 고찰하였다. 선행연구를 살펴보면 다변수 회귀분석 수행시, 안정적인 장기균형방정식을 도출하기 위하여 안정 시계열로 변환 후 벡터자기회귀모형을 활용하였다.

Ahn Kyung-Ae (2017)는 해상운송 수출입 외부적 요인인 환율변동성과 환율 그리고 국내외 경제 변화 등과 해상운송 수출입이 어떠한 영향과 관계가 있는지 벡터오차수정모형을 이용한 충격반응 분석과 예측오차 분산분해를 실시하였다. 그 결과로, 전체기간 동안 환율변동성 및 국내경기가 해상운송 수출입에 영향을 미치는 주요 요인임을 밝혔고, 충격반응 분석으로 환율변동성과 환율은 부(-)의 반응을 보인 반면 국내 및 세계 경제 수준은 정(+의) 반응을 보임을 확인하였다. 다만, 지역별 영향이 다를 수 고려하여 국제무역의 다변화 전략이 필요함을 제시하였다.

Ahn Young-Gyun, Kim Ju-Hyeoun and Lee Min-Kyu (2017)는 건화물 시황에 내재된 다양한 위험을 관리하기 위해 케이프, 파나마스 선가와 선형별 운임과의 관계를 검증하였다. 시차상관분석을 통해 운임과 선박의 수명주기에는 순차적인 시차가 존재함을 확인하였다. 그리고 그랜저인과관계 분석을 통해 운임과 선가 사이에 인과관계가 있음을 검증 후, 충격반응 함수를 통해 운임이 정(+의) 방향으로 3~4개월 간 선가에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

Ahn Young-Gyun and Lee Min-Kyu (2019)는 선박 벅커유 가격에 영향을 미치는 요인들

을 공적분, 벡터오차수정 모형을 통해 분석하였다. 1996~2017년 동안 총 22년간의 데이터를 사용하여 벅커유 가격, 원유 생산량, 해상 물동량, 세계 선복량 그리고 세계 GDP를 검증하였다. 그 결과, 원유 생산량과 해상 물동량만이 유의수준 5%에서 유의미한 것으로 나타났다. 본 연구는 벅커유 가격이 선사의 경영성과에 미치는 기존의 연구에서 벗어나 주요 요인별 영향력을 도출했다는 데 의의가 있다.

Alizadeh (2013)은 부정기선 해운 시장에서 선형 내 항로별 FFA 선물 가격과 거래량의 관계에 대한 연구를 하였다. 단위근 검정, 그랜저 인과검정, VAR 모형을 이용하여 진행하였다. 상기 연구를 통해 케이프와 파나마스에서는 FFA 가격이 거래량에 정(+의) 영향을 미치고, 수프라막스 선형에서는 거래량이 FFA 가격에 정(+의) 영향을 미침을 분석하였다. 향후 과제로는 FFA 가격의 변동에만 집중하지 말고 선물 가격과 거래량간의 유동적인 관계에 대한 지속적인 연구가 필요함을 강조하였다.

Cho Chan-Hyoun (2012)은 글로벌 금융위기가 국제해운시황 변동성에 미치는 영향을 분석하고자 벌크선 운임 대표 지수인 BDI, BCI, BPI와 컨테이너 운임 지수를 활용하였다. 금융위기 전·후로 나누어 GARCH 모델을 적용하였고, 분석 결과로 대형선 부문은 운임지수 하락이 변동성의 축소로 이어지지만 반면, 상대적으로 소형 선박 인덱스를 나타내는 BPI 부문은 비대칭성이 발견되지 않음을 알 수 있었다. 반면, 컨테이너 운임지수 부문에서는 수익률 하락 충격이 변동성을 확대하는 일반적인 패턴을 확인하였다.

Choi Bong-Ho (2005)는 무역수지를 결정하는 요인 선정과 관련하여, 단위근·공적분 검정을 통해 변수간 장기적 상관관계를 연구하였다. 그 결과, 우리나라 무역수지는 세계경기, 환율, 교역조건과는 정(+의) 관계가 있었고, 국내경기와는 부(-의) 관계가 나타났다. 또한, 예측오차 분산분해를 통해 환율변동과 국내경기 변동이 우리나라 무역수지의 분산에 미치는 영향이 큼을 확인하였다. 저자는 분석결과를 통해 대외의존도가 높은 우리나라 경제에서 환율의 안정적 관리, 수입유발적 수출구조 개선 필

요성을 시사점으로 제시하였다.

국제 유가가 운임지수에 미치는 영향을 VAR 모형을 통해 검증한 결과에 따르면, 충격반응 함수 결과를 통해, 국제 유가 충격시 BDI의 반응은 유가가 1.04% 상승하였을 때, 약 3개월정도 계속적으로 상승한 이후 점차 감소함을 검증하였다(Chung Sang-Kuck and Kim Seong-Ki, 2011).

Jeon Ki-Jeong and Yang Chang-Ho (2016)는 세계 상위 10대 컨테이너 선사와 한국의 대표적인 원양정기 선사인 한진해운과 현대상선을 대상으로 운임과 신조선 발주전략의 관계를 분석하였다. 선박 발주량과 컨테이너 운임지수(BDI, CCFI, HRCI)를 사용하여 그랜저 인과관계분석과 충격반응함수를 적용하였다. 결과로, 4가지 선사유형을 구분하였고, 한국의 두 선사는 '과다발주에 동침 후 시황하락'형에 속해 당시 잘못된 판단으로 인한 재무적 어려움을 잘 보여주고 있다.

Jun Chan-Young (1997)은 건화물 운임지수의 충격이 중고선 가격, 해체량, 해상 물동량에 미치는 영향을 검증하였다. VAR 모형과 충격반응함수를 이용하여 연구를 진행하였다. 결과로는 건화물 운임 지수 충격이 중고선 가격이나 선박해체량에 영향을 미치고 다시 균형 상태로 도달하는 데에 5개월 전후가 소요됨을 알 수 있었다.

Kavussanos and Alizadeh-M (2002)은 케이프, 파나마스, 핸디 사이즈 각각의 현물 운임과 1년 평균 운임 그리고 3년 평균 운임의 장기균형관계를 연구하였다. 공적분 검정과 VAR 모형을 이용하여 분석을 하였고 그 결과, 장기균형관계 가설을 입증하는데 실패하였다. 실패 원인으로 대부분의 선주들은 현재 부정적인 상황에도 불구하고 리스크를 가지고 미래의 불확실한 상승 경우에 베팅을 하는 경우가 많기 때문이다.

Kavussanos and Visvikis (2004)에 따르면, 파나마스 선형 대표 항로인 1A와 2A에서 현물 가격과 FFA(Forward Freight Agreements)가격 간에 시차를 두고 관계가 있음을 발견했다. 분석을 위해 저자는 VECM모형과 충격반응분석을 이용하여 요인간 관계를 분석하였다. FFA

시장은 현물시장 대비 거래 비용이 적은 점과 더불어 현물 가격에도 새로운 정보를 주는 장점이 있다. 저자는 의사 결정자가 결정을 하는데 있어 FFA 가격을 중요시 봐야 한다고 강조하였다.

벡터자기회귀모형을 이용하여 건화물 시장 운임과 중고선가의 관계를 검증한 결과에 따르면, 케이프 선형과 파나마스 선형의 운임지수와 중고선가에서 인과성이 있음을 검증하였다. 또한, 충격반응함수와 오차분해분석 등을 수행하여 시차에 따른 영향이 있음도 확인하였다(Kim Myoung-Hee, Lee Ki-Hwan and Kim Ji-Young, 2014).

Ko (2013)는 건화물 시장 운임 결정구조를 분석하는데 VAR모형을 이용하였다. 동 연구는 1992~2012년간의 시계열 데이터를 사용하여 시장 운임에 영향을 미치는 충격요인을 살펴보았다. 분석 결과, 외생적 충격이 발생했을 때 단기적으로는 운임에 큰 영향을 주지 못하더라도 장기적으로는 운임의 변동성에 영향이 발생함을 검증하였다.

Lee Seok-yong (2017)은 건화물 시장 운임과 벌크선 선가와와의 동태적 관계를 분석하고자 시차상관분석, 적정시차기준설정, 그랜저 인과관계 검정을 이용하였다. 케이프, 파나마스 운임 충격이 각 선형의 신조, 중고선, 해체선가에 영향을 미치는지 검증하였다. 분석 결과, 운임과 선가 상에 인과관계가 존재하며, 운임 충격 영향에 따라 정(+)의 방향으로 3~4개월간 영향이 있음을 확인하였다.

Mo Su-Won (2005)은 예상하지 못한 뉴스충격이 건화물 해상운임의 변동성에 미치는 영향을 밝히고자 다양한 비대칭·대칭 모형을 이용하여 분석하였다. 먼저 단위근 검정을 통해 차분 변수가 안정적임을 밝히고, 운임의 변동성에 미치는 효과를 분석하기 위해 뉴스충격곡선을 추정하여 분석하였다. 그 결과, 대칭모형인 GARCH모형이 비대칭모형에 비해 운임의 조건부 분산을 설명하는 데 적합하다는 것을 확인하였다.

Rim Jong-Kwan, Kim Woo-Ho and Ko Byoung-Wook (2010)은 건화물 시장을 분석하기 위해 1985년부터 2008년까지 연간 자료를

활용해 수요(운송량), 공급(선복량), 가격(운임) 변수를 선정하였고 이를 통해 동태적 관계를 연구하였다. 분석 결과로 수요(운송량)요인이 공급(선복량)에 영향을 미치는 점을 알 수 있었다. 그리고 BDI와 수요 요인에 대한 충격은 계속적으로 분석될 필요성이 있음을 제시하였다.

Veenstra and Franses (1997)은 변동성이 심한 해상 운임 예측을 위해 VAR모형을 이용하였다. 케이프 선형 대표 항로 3개 운임과 파나마스 선형 대표 항로 3개 운임, 총 6개를 선정하여 단위근 검정을 수행하였고 그 결과 불안정 시계열임을 검증하였다. 따라서 변수들을 1차 차분하여 안정 시계열로 변환 후 VAR 모형을 적용하였다. 저자는 6개 운임이 전반적으로 큰 패턴에서는 같은 추세를 보이나, 각 항로별 특징이 매우 달라서 VAR모델로는 신뢰성 있는 운임 예측하기는 어렵다고 결론 내렸다.

Yin, Luo and Fan (2017)은 현물 가격과 FFA 가격간 관계성을 연구하였다. 이에 따르면, 파나마스 선형 평균 용선료와 케이프 사이즈 C7 항로 운임에서 현물 가격과 FFA 가격간 관계가 있음을 발견했다. 분석을 위해 VAR모형과 VECM모형, 그리고 충격반응분석을 이용하였다. 그 결과, 파나마스 선형 평균 용선료가 케이프 사이즈 C7 항로 운임보다 현물과 FFA 가격에서 장기균형관계가 더욱 분명함을 발견했다. 저자는 수익성 확보와 리스크 관리 측면에서 FFA 가격 활용성을 강조하였다.

Zhang and Tong (2017)에 따르면 중국 경제성장과 BDI간 관계가 있을 것이라는 가설을 정립하고 연구하였다. 단위근 검정을 통해 2차 차분한 데이터를 이용하여 그랜저 인과관계 검정을 수행하였다. BDI가 중국 GDP에 인과성을 가짐을 분석한 후, VAR 및 충격반응함수를 이용해 4차시에 BDI의 영향력이 컸음을 분석하였다.

벡터자기회귀 모형과 관련된 선행연구를 살펴보면, 변수 간 인과관계를 먼저 검증한 후 각 변수의 충격에 따른 영향을 확인하였음을 알 수 있다. 분석된 선행연구 결과를 바탕으로, 해운 시장 및 운임에 미치는 요인들의 영향을 지속적으로 확인하고 검증해야 할 필요가 있다.

Ⅲ. 분석모형

1. VAR모형 정의

본 연구에서는 해상운임과 해상물동량의 인과관계를 검증하기 위해 VAR 모형을 이용하였다. 이 모형은 최소한의 가정만을 가지고도 각 변수들 사이의 다양한 영향들을 분석할 수 있는 장점이 있는 방법이다. VAR 모형을 통해 동태적 인과관계에 대한 분석과 더불어 한 변수의 변화에 따른 영향력을 분석하는데 용이한 충격반응분석도 시행하고자 한다. 마지막으로 내생변수 변동 영향이 전체변동에 기여한 부분의 상대적 크기를 분류할 수 있는 예측오차분해 분석도 시행하고자 한다.

대부분 시계열 자료는 추세성을 띄고 있어 시계열을 일차 또는 그 이상의 차분을 통해 시계열을 정상화한 후 분석해야 한다. 비록, 차분으로 인해 원자료가 가지고 있는 장기적 특성을 잃게 되는 단점은 있지만, 그랜저 인과분석 등 유의성 검정을 위해서는 차분 후 검정을 수행하여야 한다. 이에 따라 본 연구에서는 먼저 단위근 검정 이후, 각 시계열 변수의 인과성 검정을 진행한다. 그리고 VAR모형을 적용하여 BDI와 해상 물동량과의 관계를 파악하고자 한다.

2. 단위근 검정

아래의 수식(1)은 1차 시계열 데이터를 자기회귀 모형으로 나타난 것이다.

$$x_t = \mu + \Phi_1 x_{t-1} + \omega_t \quad (1)$$

Φ_1 은 자기상관계수로서 이 값이 1보다 작으면 안정 시계열이 된다. 하지만 자기상관계수 $\Phi_1 = 1$ 인 경우에는 단위근이 존재하게 되고, 그 분산이 ∞ 가 되어 불안정한 시계열이 된다. 이렇게 단위근이 존재하는 경우에는 차분을 통해 안정 시계열로 변환하여야 한다.

대표적인 단위근 검정 방법에는 DF(Dickey-Fuller)검정, ADF(Augmented Dickey-Fuller)검정 등이 있다. DF 검정은 위의 수식 (1)에서 $\Phi_1 = 1$ 인지를 확인하기 위해 Φ_1 을 $1 + \delta$ 로 두

이 $\delta=0$ 인지를 t 검정통계량을 이용하여 단위근 검정을 수행한다. ADF 검정은 오차가 자기상관되어 있는 경우 진행한다. 이 방식은 차분항의 시차항을 추가하여 δ 를 추정하는 것으로 수식(2)와 같이 나타난다.

$$\Delta x_t = \mu + \Phi_1 x_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta x_{t-i} + \omega t \quad (2)$$

이외에도 단위근 검정 방법으로 PP(Phillips-Perron) 검정 방법도 있다. 이는 비모수적 방법을 사용하여 단위근을 검정하는 방법으로 고차의 자기상관이 나타나는 데이터의 경우에 이용된다.

2. 벡터자기회귀(Vector Autoregressive, VAR)모형

Sims (1980)에 의해 개발된 VAR 모형은, 여러 변수들간의 관계를 설명할 수 있는 통계적 모형이다. VAR 모형의 특징으로는 첫 번째, 모형 안에 있는 모든 과거 데이터를 이용하여 각 변수들간의 시계열을 서로 연결시키는 점이다. 두 번째로는 변수 간 동태적 상관관계를 분석하여 예측력을 높일 수 있는 특징이 있다. VAR 모형의 장점으로는 충격반응함수, 예측오차분산분해를 통해 한 변수의 충격이 전체에 미치는 영향을 측정 가능하다는 점이고, 단점으로는 예측, 분석 결과 등이 변수 선택과, 변수들의 순서 그리고 시차의 길이 등에 따라 크게 영향을 받는 특징이 있다.

VAR(p)모형은 단일변수에 대한 AR모형을 다변수에 적용하여 구성변수의 상호관계와 특징을 분석하는 모형이다. 즉, AR(p)모형으로 벡터 x_t 가 p기 동안의 과거값에 영향을 받는 구조를 띈다.

$$x_t = \mu + A_1 x_{t-1} + A_2 x_{t-2} + \dots + A_p x_{t-p} + \varepsilon_t \sim \text{VAR}(p)$$

$$A_p(B)x_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$A_p(B)x_t = I_n - A_1 B - A_2 B^2 - \dots - A_p B^p$$

$$x_{t-k} = B^k x_t$$

n개의 변수로 구성된 벡터 y_t 에 대한 VAR모형은 $(n \times p)$ 개의 설명변수를 포함하여 다음과 같은 회귀모형의 형태로 나타낼 수 있다.

$$Y_{n,t} = \alpha_{n1}^{(1)} y_{1,t-1} + \alpha_{n2}^{(1)} y_{2,t-1} + \dots + \alpha_{nm}^{(1)} y_{n,t-1} + \alpha_{n1}^{(2)} y_{1,t-2} + \alpha_{n2}^{(2)} y_{2,t-2} + \dots + \alpha_{nm}^{(2)} y_{n,t-2} + \dots + \alpha_{n1}^{(p)} y_{1,t-p} + \alpha_{n2}^{(p)} y_{2,t-p} + \dots + \alpha_{nm}^{(p)} y_{n,t-p} + \varepsilon_{n,t}$$

1) 그랜저 인과관계 분석

그랜저 인과관계 검정은 한 변수의 현재값을 다른 변수의 과거값이 얼마나 설명할 수 있는가를 검정하는 모형으로 이 방법을 통해 변수 간 원인과 결과 순서를 명확하게 확인할 수 있다(Jeon Ki-Jeong and Yang Chang-Ho (2016)). 본 연구에서는 BDI와 해상 물동량의 관계를 분석하여 인과성을 분석해보고자 그랜저 인과관계 검정을 수행한다.

$$X_t = C_1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j Y_{t-j} + \omega_1 t \quad (3)$$

$$Y_t = C_2 + \sum_{i=1}^r \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \lambda_j X_{t-j} + \omega_2 t \quad (4)$$

X, Y의 인과관계 여부를 판단하기 위해 먼저 X_t 와 Y_t 를 각각의 관측된 과거 값과 상수항에 대해 회귀분석을 실행한다. 그 이후 아래와 같이 각 변수의 계수가 0인지를 추정 및 판단한다.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_q = 0$$

$$H_1 : \lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_q = 0$$

변수 사이에 Granger-causes하지 않는다는 귀무가설로 F통계량을 사용하여 판단한다. 귀무가설의 기각은 변수사이 인과관계가 존재하지 않으며 또한 상호독립적 관계라고 분석된다. 덧붙여, 적정 차수를 결정하기 위해서 AIC(Akaike Information Criterion) 또는 SCB(Schwarz Bayesian Criterion) 검정 결과를 사용한다.

2) 충격반응분석

충격반응분석은 VAR모형 계수에 대한 정보를 이용하여 한 변수에 충격이 주어졌을 때, 시간의 흐름에 따라 다른 모형을 구성하고 있는 변수들에 어떻게 영향을 미치는 지를 측정할 수 있는 방법이다. VAR 모형을 갖는 벡터 yt를 MA모형으로 표현하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 y_t &= C(L)\epsilon_t \\
 &= \sum_{j=0}^{\infty} C_j \epsilon_{t-j} \\
 &= \epsilon_t + C_1 \epsilon_{t-1} + C_2 \epsilon_{t-2} + \dots \\
 &\quad + C_s \epsilon_{t-s} + \dots \quad (5)
 \end{aligned}$$

$n \times n$ 행렬인 $C_s (C_s = \frac{\theta y_{t+s}}{\theta \epsilon_t})$ 행렬의 (i,j)번째 원소 $\frac{\theta y_{i,t+s}}{\theta \epsilon_{j,t}}$ 는 변수 y_j 에 대한 충격 ϵ_t 가 s 기 후의 변수 y_i 에 미치는 영향, 즉 변수 y_i 가 변수 y_j 의 변화에 반응하는 정도를 나타낸다.

즉, 충격반응함수는 $\frac{\theta y_{j,t+s}}{\theta y_{j,t}}$ 를 s 의 함수 형태로 나타낸 것이다.

여기에서 y_j 에만 나타나는 충격에 대한 변수 y_i 의 반응을 분석하고자 한다. 즉, 오차항 벡터 ϵ_t 를 구성하는 오차항들 사이에 상관관계가 나타나지 않도록 직교화된 오차항 ($v_t = A^{-1} \epsilon_t$)으로 변형한다.

3) 예측오차분해분석

예측오차분해분석을 통해 한 변수의 움직임에 대한 예측오차를 각 변수에 의해서 발생하는 비율로 분할하여 각 변수들의 상대적 중요성 정도를 알 수 있다.

벡터 yt를 VMA모형으로 나타내면 yt의 미래 값 yt+s에 대한 예측치 \hat{y}_{t+s} 의 오차항($e_{t,s}$)과 그에 대한 분산(MSE)은 다음의 수식(6)과 같이 나타난다.

$$\begin{aligned}
 MSE(\hat{y}_{t+s}) &= MSE(e_{t,s}) \\
 &= E[(\hat{y}_t - \hat{y}_{t+s})(\hat{y}_t - \hat{y}_{t+s})'] \\
 &= D + C_1 D C_1' + C_2 D C_2' + \dots \\
 &\quad + C_{s-1} D C_{s-1}' \quad (6)
 \end{aligned}$$

정규직교벡터로 이뤄진 오차항(v_t)을 이용하여 예측오차의 분산(MSE)을 다음의 수식(7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 D &= E(\epsilon_t \epsilon_t') = a_1 a_1' \cdot Var(u_{1t}) \\
 &\quad + a_2 a_2' \cdot Var(u_{2t}) + \dots \\
 &\quad + a_n a_n' \cdot Var(u_{nt}) \\
 MSE(\hat{y}_{t+s}) &= \\
 &\quad \sum_{j=1}^n Var(u_{jk}) \cdot [a_j a_j' + C_1 a_j a_j' + \dots \\
 &\quad + C_{s-1} a_j a_j' C_{s-1}'] \quad (7)
 \end{aligned}$$

변수 y 에 대한 s 기 후의 예측치 $\hat{y}_{i,t+s}$ 의 예측오차에서 j 번째 변수에 나타나는 충격(u_{jt})이 차지하는 비중 $\omega_{ij}(i, j=1, 2, \dots, n)$ 를 수식(8)과 같이 도출할 수 있다.

$$\omega_{ij} = \frac{Var(u_{jk}) \cdot [a_j a_j' + C_1 a_j a_j' + \dots + C_{s-1} a_j a_j' C_{s-1}']_{ii}}{MSE(\hat{y}_{t+s})_{ii}} \quad (8)$$

IV. 데이터 및 실증분석

본 연구에서는 VAR 모형을 사용하여 BDI와 해상 물동량의 인과성 검정을 진행하고자 한다. 먼저 그랜저 인과관계 검정을 통해 BDI와 해상 물동량의 인과관계 방향성을 확인한다. 이후 충격반응분석을 통해 BDI(해상물동량)의 변화가 다른 변수에 얼마의 충격(반응)을 미치는지 분석한다. 더불어 BDI(해상물동량)의 변화가 미래 다른 변수들의 변화에 얼마나 영향

Table 1. Description of the variables

(Unit: Index, Million/ton)

Division	Mean	Std. dev.	Min.	Max.	Skewness	Kurtosis
BDI Index	2,068.95	1,626.82	673.12	7,071.20	2.02	3.76
Iron Ore	773.18	396.10	342.62	1,472.73	0.60	-1.14
Steam Coal	545.24	274.47	198.07	976.49	0.33	-1.40
Coking Coal	195.68	37.11	157.63	263.38	0.77	-1.08
Grain	285.27	93.58	177.54	480.44	0.93	-0.33
Minor Bulks	1,399.79	392.81	791.66	2,022.47	-0.02	-1.33

을 주는지를 분석하기 위한 오차분해분석도 수행한다.

1. 데이터

건화물 시장 분석을 위한 다양한 지수들이 존재하나 대부분 BDI를 통해 건화물 시장을 판단하는 경향이 지배적이다. BDI는 1999년 11월 1일부터 발표되었으며, 구성 요소로는 Baltic Capesize Index(BCI), Baltic Panamax Index(BPI), Baltic Supramax Index(BSI), Baltic HandySize Index(BHSI)의 4가지 선형별 지수로 구성되어 있다. 하지만, 최근 핸디 사이즈 선박의 선물 거래량(FFA)감소와 수프라막스 사이즈와 대동소이한 시장 움직임 이유로 인해 2018년 1월 1일부터 BDI 구성 요소에서 BHSI는 제외되고 현재 BCI 40%, BPI 30%, BSI 30%의 가중치로 계산되어진다.

Capesize는 100,000dwt의 Mini Capesize와 그 이상의 표준형 선박을 뜻한다. 통상적으로 Panamax는 65,000 ~ 80,000dwt, Supramax는 50,000 ~ 60,000dwt, Handysize는 20,000 ~ 40,000dwt에 해당한다.

본 연구에서는 클락슨(Clarkson)에서 제공되는 1992년부터 2018년까지 건화물선 대표 운임 지수인 BDI와 철광석 해상 물동량, 연료탄 해상 물동량, 원료탄 해상 물동량, 곡물 해상 물동량 그리고 기타 해상 물동량의 연도별 자료를 이용하고자 한다. 관련 BDI지수와 해상 물동량

의 기초 통계량을 보면 보면 <Table 1>과 같다.

<Table 1>은 표준편차로 측정된 변동성의 경우, BDI가 가장 높고 그 다음 철광석, 마이너 물동량 순으로 높게 나타나고 있다. 왜도의 경우, 마이너 물동량을 제외한 다른 모든 변수에서 정(+)의 값을 갖는 것으로 나타났는데 이는 각 변수들의 분포가 오른쪽 꼬리분포 형태를 따르고 있음을 의미한다. 첨도의 경우, BDI를 제외한 다른 모든 변수들은 부(-)의 값을 갖는 것으로 나타났다.

2. 단위근 검정

BDI와 해상 물동량 각 변수들의 단위근 검정을 통해 시계열 데이터의 안정성 여부를 먼저 확인해야 한다. 본 연구에서는 ADF(Augmented Dickey-Fuller)검정을 실시하여 단위근 검정을 수행하였다. <Table 2>분석 결과에 따르면, 원자료의 경우 5% 유의수준에서 모든 변수들이 단위근을 갖는다는 귀무가설을 채택한다. 즉, 원자료 데이터의 경우 모든 변수들이 불안정 시계열임을 보여주고 있다. 이에 원자료 변수를 차분하여 단위근 검정을 실시하였으며 곡물 물동량의 경우는 4차 차분된 변수, 나머지 모든 변수들은 2차 차분된 변수의 경우 귀무가설을 기각하여 모두 안정 시계열임을 확인할 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 곡물 물동량은 4차 차분 변수, 나머지 변수들은 2차 차분 변수를 이

Table 2. Unit root tests for stationarity

Division Time series	Levels		Differences	
	ADF	p-value	ADF	p-value
BDI Index	-1.196	0.879	-4.073 **	0.021
Iron Ore	-2.225	0.487	-3.709 **	0.042
Steam Coal	-2.461	0.397	-3.876 **	0.030
Coking Coal	-1.279	0.848	-4.759 **	0.010
Grain	-0.303	0.984	-4.115 **	0.019
Minor Bulks	-2.950	0.210	-3.777 **	0.037

Notes: 1. The optimal lags are provided in parentheses.
 2. *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.001.

Table 3. Results of Granger tests between BDI Index and Drybulk Cargoes

Variable	Division Causality Direction	F-value			
		Lags 1	Lags 2	Lags 3	Lags 4
BDI Index ↓ Iron Ore	BDI → Iron Ore BDI ← Iron Ore	0.263 1.203	0.018 0.883	0.049 0 0.527	0.487 0.524
BDI Index ↓ Steam Coal	BDI → Steam Coal BDI ← Steam Coal	0.629 0.393	0.880 0.012	2.276 0 0.042	2.024 0.376
BDI Index ↓ Coking Coal	BDI → Coking Coal BDI ← Coking Coal	0.029 0.976	1.534 4.016 **	2.555 * 3.266 *	3.885 ** 2.153
BDI Index ↓ Grain	BDI → Grain BDI ← Grain	0.815 0.010	0.886 1.005	0.523 1.110	0.513 1.518
BDI Index ↓ Minor Bulks	BDI → Minor Bulks BDI ← Minor Bulks	0.045 0.437	15.145 *** 5.903 **	9.187 ** 4.368 **	5.841 ** 3.529 **

Note: *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.001.

용하여 BDI와 해상 물동량의 인과 관계 검정을 수행하였다.

3. 그랜저인과성 검정

본 연구는 AIC 분석 결과에 따라 4차수까지 고려하여 모형을 설정하였으며 F검정 통계량을

이용하여 변수간의 관계를 검정하였다. 그 결과 값은 <Table 3>과 같다. <Table 3>의 인과성 검정 결과를 살펴보면, 1% 유의수준에서 VAR(2) 모형에서는 “BDI => 마이너 물동량”의 방향성은 성립하는 것으로 나타나고 있다. VAR(3) 모형에서는 “BDI => 원료탄”에 10% 유의수준에서 방향성이 성립하는 것으로 나타나

Table 4. Results of Impulse response between BDI Index and Drybulk Cargoes

Time Lags	BDI Index ↓ Iron Ore	BDI Index ↓ Steam Coal	BDI Index ↓ Coking Coal	BDI Index ↓ Grain	BDI Index ↓ Minor Bulks
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	-0.418	-10.497	3.442	-3.450	-4.232
3	1.508	-2.987	-2.446	7.689	-6.910
4	-3.280	0.470	-0.405	-8.544	-2.682
5	2.061	3.215	1.589	4.638	5.851
6	-1.972	-0.798	-1.580	-1.033	-5.002
7	-2.462	-1.687	1.134	0.687	3.535
8	8.358	2.704	-0.668	0.015	-2.269
9	-4.799	-3.157	0.351	-2.763	1.421
10	-3.860	0.407	-0.186	4.536	-0.944

고 있다.

또한, VAR(2) 모형에서 “원료탄 => BDI”와 “마이너 물동량 =>BDI”가 인과성을 가지고 있었다. 즉, 시차에 따라 다르지만, BDI와 마이너 물동량간의 관계는 상호 영향을 주고 있고, BDI와 원료탄의 관계도 시차에 따라 다르지만 일방 영향은 있음을 알 수 있다. 반면에 다른 변수들에서는 인과성이 없는 것으로 분석되었다.

일반적으로 해운시황은 수요(해상물동량)와 공급(선복량)에 의해 결정된다. 그중에서도, 해운시장의 경우 적지 않은 시간이 소요되는 공급량의 변동에 비해 상대적으로 탄력성이 큰 수요의 측면 비중이 더 크다. 본 연구 결과에 따르면, 해운시황의 변동이 해상 물동량 중에서도 원료탄과 마이너 화물의 물동량 변동에 영향을 주는 것으로 해석된다. 또한, 원료탄과 마이너 화물의 물동량 변화도 해운시황의 변동에 영향을 주는 것으로 해석된다. 다만, 2가지 물동량 외에는 해운 시황 변동이 해상 물동량 변동에 영향을 끼친다는 가정에 대해서는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그 이유는 각 화물별 특징에 따른 변동이 BDI의 움직임에 직접적인 영향을 주지 못하기 때문인

것으로 판단된다.

4. 충격반응분석

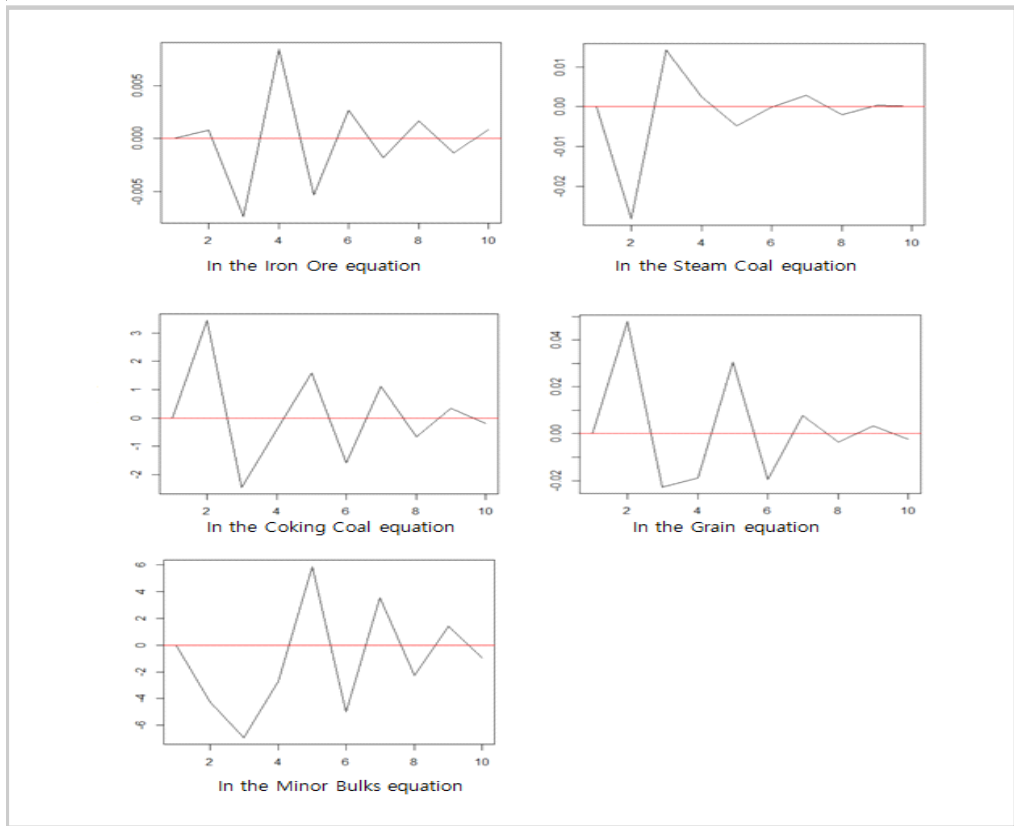
충격반응분석 결과는 <Table 4>와 같다. 그랜저 인과성 검정에서 통계적으로 유의한 지표였던 원료탄과 마이너 화물에 대해서 살펴보자. BDI의 충격은 2시차 이후의 원료탄 물동량에 가장 크게 영향을 주며 그 충격은 서서히 줄어들어 10시차 이후에는 거의 사라지는 것으로 나타난다. BDI가 마이너 화물에 미치는 영향을 살펴보면, 3시차에 마이너 화물 물동량에 가장 크게 영향을 미치며 그 충격 역시 서서히 소멸되어 10시차에는 거의 사라지는 것으로 나타난다.

10시차까지 고려하여 BDI의 변화에 따른 해상 물동량의 충격반응 분석 결과를 도식화하면 <Fig. 1>와 같이 나타난다.

5. 예측오차분해

예측오차 분산분해는 단일 변수의 움직임 설명하여 각 변수의 상대적 중요성을 파악할 수 있는 방법이다. 이는 예측오차에서 여러 변

Fig. 1. BDI to one SE shock on the Drybulk cargoes



수들의 충격이 포함되어 있기 때문에 이를 각 요인별로 그 영향도에 따라 분류 가능해야 한다. 이러한 정보는 경제적으로도 매우 유용한 정보를 제공할 수 있다. 즉, 예측오차분산분해를 통해 특정 변수의 충격이 모형 내에 포함된 다른 변수의 움직임에 대해 상당 부분 설명 가능한 특징이 있다.

예측오차 분산분해의 결과는 다음의 (Table 5)에 제시하였다. 분석결과를 살펴보면, BDI는 마이너 화물 충격의 비중이 장기(10시차)에 30.0% 설명하며, 마이너 화물 충격이 가장 큰 것으로 나타났다. 자체 충격의 비중은 단기(1시차)에 36.2% 설명하였으나 중기(5시차)에서 장기(10시차)로 경과함에 따라 비중이 소폭 감소하며 자기 자신을 29.2% 설명하고 있다. 그리고 철광석이 12.0%, 연료탄이 4.3%, 원료탄은

15.6% 각각 설명하는 것으로 나타났다. 또한, 1시차를 제외하고는 2시차 이후 각 설명변수의 비중은 시차가 지남에도 비슷함을 알 수 있었다.

V. 결론

본 연구에서는 VAR 모형을 이용하여, BDI와 벌크선 화물 물동량의 인과성 검증, 충격반응 분석, 예측오차분해분석을 수행하였다.

그랜저인과관계 검증 결과, 4시차에 BDI와 원료탄, 마이너 화물 물동량 간에는 상호 영향을 주지만, 이외에는 철광석, 연료탄, 곡물 물동량에 영향을 미치지 못하는 것으로 분석되었다. 충격반응분석 결과, BDI의 충격은 2시차 이후의 원료탄 물동량에 가장 크게 영향을 주

며 그 충격은 서서히 소멸되어 10시차 이후에는 거의 사라지는 것으로 나타났다. BDI가 마이너 화물에 미치는 영향을 살펴보면, 3시차에 마이너 화물 물동량에 가장 크게 영향을 미치며 그 충격 역시 서서히 소멸되어 10시차에는 거의 사라지는 것으로 나타났다.

예측오차분해분석 결과는 건화물 대표 운임지수인 BDI의 판단에 있어서 장기(10시차)에 마이너 화물 비중이 30.0% 설명하며, 가장 큰 것으로 나타났다. 다음으로 BDI 자체 충격의 비중이 29.1%, 원료탄이 15.6%, 철광석 12.0%, 연료탄은 4.3% 설명함을 알 수 있었다. 또한, 1시차를 제외하고는 2시차 이후 각 설명변수의 비중은 시차가 지남에도 비슷함을 알 수 있었다.

본 연구의 결과는 실무적인 측면과 학문적인 측면에서 다음과 같은 의미를 가진다. 우선 실무적 측면에서는 해운 시장 참여자 및 이해관계자들에게 불확실한 여러 요인 중 벌크 화물 해상 물동량과 BDI와의 관계를 살펴봄으로써 리스크 관리 측면에 조금이나마 도움이 될 것으로 보인다. 즉, 원료탄과 마이너 화물 물동량이 BDI와의 장기적 관계에서 상호 영향을 주는 점과 BDI 오차 분해에서 마이너 화물 충격 비중이 가장 큰 점을 통해 두 변수의 물동량 추이를 향후 유심하게 지켜볼 필요가 있다는 결론을 내릴 수 있었다. 학문적 측면에서는 시계열

데이터 분석을 통해 BDI와 해상 물동량 간에 인과성 검증을 수행함으로써 두 시계열 간의 장기적인 관계를 분석했다는 데 큰 의의가 있다. 또한, 충격반응함수와 예측오차분해분석을 통해 변수의 움직임과 중요성도 파악할 수 있었다.

본 연구의 한계점으로는 변수 및 표본 기간 그리고 시차선정에 따라 변수사이의 과급효과 결과가 달라질 수 있는 VAR모형의 단점을 먼저 들 수 있다. 이러한 단점을 고려하여 동태적 상관관계분석에 대한 예측력이 더 높은 베이지안 VAR 모형과 같은 정교한 방식이 사용될 필요가 있다. 두 번째로는 수요(물동량)분석 측면에서 벗어나, 최근 브라질 발레 소유의 광미뎀 붕괴와 같은 일회성 이슈가 해운시황에 미치는 파급에 대해 다각도로 연구할 필요성이 있다.

따라서 향후 연구에서는 보다 정확한 해운시황 판단을 위해서 다양한 변수를 이용하여 적용 가능한 모델을 개발해야 할 필요성이 있다. 그리고 이러한 다양한 모델을 통해 관련 주제에 접근하려는 노력이 필요할 것으로도 판단된다. 즉, 해운시장에서 주된 역할을 하는 여러 변수들을 찾아내고 각 변수들 간의 관계를 검증하여 해운시장 이해관계자들의 의사결정 과정에 도움이 되는 예측모형 개발이 필요할 것으로 판단된다.

References

- Ahn, Kyung-Ae (2017), "The Effect of Exchange Rate Volatility on Export and Import of Marine Transportation by Continent", *Korea Logistics Review*, 27(5), 73-88.
- Ahn, Young-Gyun, Ju-Hyeoun Kim and Min-Kyu Lee (2017), "The Estimation of Elasticity of Maritime Transport Demand Using Co-Integration Test", *Korea Logistics Review*, 27(6), 211-219.
- Ahn, Young-Gyun and Min-Kyu Lee (2019). "An Empirical Analysis on the Long-term Balance of Bunker Oil Prices Using the Co-integration Model and Vector Error Correction Model", *Korea Trade Review*, 44(1), 75-86.
- Alizadeh, A. H. (2013), "Trading volume and volatility in the shipping forward freight market", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 49(1), 250-265.
- Bae, Sung-Hoon, Young-Mok Ha and Keun-Sik Park (2018), "An Empirical Study on the Effect of the Factors Influencing on the Dry Bulk Freight Rate", *Korea Logistics Review*, 28(5), 117-132.
- Bakshi, G., G. Panayotov and G. Skoulakis (2010, October 1), "The baltic dry index as a predictor of

- global stock returns, commodity returns, and global economic activity, *Commodity Returns, and Global Economic Activity*, SSRN, 52.
- Batrinca, G. I. and G. S. Cojanu (2014, February), "The determining factors of the dry bulk market freight rates", In 2014 International Conference on Economics, Management and Development, 109-112.
- Cho, Chan-Hyouk (2012), "A Study on the Volatility of International Seaborne Trade Due to the Global Financial Crisis", *Korea Trade Review*, 37(1), 25-44.
- Choi, Bong-Ho (2005), "A Study on Estimation of Influence of the Determinant Factors of Trade Balance", *Korea Trade Review*, 30(6), 5-25.
- Chung, Sang-Kuck and Seong-Ki Kim (2011), "A Study on the Effect of Changes in Oil Price on Dry Bulk Freight Rates and Intercorrelations between Dry Bulk Freight Rates", *Journal of Korea Port Economic Association*, 27(2), 217-240.
- Jeon, Ki-Jeong and Chang-Ho Yang (2016), "The Study on Correlation between the Shipbuilding Order Quantity of Major Shipping Liners and Maritime Freight Rates: Using Granger Causality Analysis", *The Journal of shipping and logistics*, 89, 5-27.
- Jun, Chan-Young (1997), "Empirical Analysis of the Dry Market by Structural VAR Model", *Ocean Policy Research*, 12(1), 185-203.
- Kalouptsidi, M. (2014), "Time to build and fluctuations in bulk shipping", *American Economic Review*, 104(2), 564-608.
- Kavussanos, M. G. and A. H. Alizadeh-M (2002), "The expectations hypothesis of the term structure and risk premiums in dry bulk shipping freight markets", *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 36(2), 267-304.
- Kavussanos, M. G. and I. D. Visvikis (2004), "Market interactions in returns and volatilities between spot and forward shipping freight markets", *Journal of Banking & Finance*, 28(8), 2015-2049.
- Kim, Chang-Beom (2011), "The Effects of International Finance Market Shocks and Chinese Import Volatility on the Dry Bulk Shipping Market", *Journal of Korea Port Economic Association*, 27(1), 263-280.
- Kim, Hyun-Sok and Yong-Sik Oh (2012), "Empirical Approaches to Testing the Relationship Between Stock Price and BDI", *The Journal of shipping and logistics*, 75, 687-702.
- Kim, Myoung-Hee, Ki-Hwan Lee and Ji-Young Kim (2014), "Causality Test of the Relationship between the Freight Indexes and the Ship Prices in Second-hand Bulk Market", *The Journal of shipping and logistics*, 83, 637-654.
- Ko, B. W. (2013), "Analysis of term structure in dry bulk freight market", *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(1), 1-22.
- Lee, Seok-yong (2017), "An empirical study on the dynamic relationship between freight and vessel prices of new-build, second-hand and demolition vessels in dry bulk market", *The Journal of shipping and logistics*, 97, 703-727.
- Lin, F. and N. C. Sim (2013), "Trade, income and the baltic dry index", *European Economic Review*, 59, 1-18.
- Mo, Su-Won (2005), "Baltic Dry Index Volatility and News Impacts", *Journal of Korea Port Economic Association*, 21(2), 65-79.
- Rim, Jong-Kwan, Woo-Ho Kim and Byoung-Wook Ko (2010), "An Empirical Analysis of the Dry Bulk Market Using a Recursive VAR Model", *The Journal of shipping and logistics*, 64, 17-35.
- Sims, C. A. (1980), "Macroeconomics and reality", *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1-48.

- Stopford, M. (2009), *Maritime economics* (3rd ed.), London: Routledge.
- Veenstra, A. W. and P. H. Franses (1997), "A co-integration approach to forecasting freight rates in the dry bulk shipping sector", *Transportation Research Part A: policy and practice*, 31(6), 447-458.
- Yin, J., M. Luo and L. Fan (2017), "Dynamics and interactions between spot and forward freights in the dry bulk shipping market", *Maritime Policy & Management*, 44(2), 271-288.
- Zhang, J. and Z. Tong (2017, May 26), *The Relationship between the Prices of Shipping Market and China's Economy*, Wuhan, China : WHICEB, 27.