

VECM에 의한 BDI 예측과 영향요인에 관한 실증연구

이성윤* · † 안기명

*가야대학교 항만물류학과 조교수, † 한국해양대학교 해운경영학부 교수

Study on the Forecasting and Effecting Factor of BDI by VECM

Sung-Yhun Lee* · † Ki-Myung Ahn

*School of Port and Logistics, Kaya University, Gimhae 50830, Korea

† Division of Shipping Management, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요약 : 부정기시장은 정기선시장과는 달리 특정 선주나 화주가 운임에 영향을 미칠 수 없는 완전경쟁시장으로서 화물수요와 선복량에 의해 운임이 결정되지만, 금리, 환율, 경제성장률과 같은 거시경제 변수와 금융위기와 같은 경제적 충격에도 영향을 받기 때문에 용선의사결정 시 이를 고려하여야 한다. 본 논문은 금융위기 전후기간 동안(2005년부터 2017년) BDI지수에 영향을 미치는 요인이 무엇인지를 분석하고 예측하였다. ARIMA 개입모형 분석결과에 의하면, 금융위기충격은 BDI 지수에 매우 강한 영향관계가 있는 것으로 검증되었다. VEC모형 분석 결과에 의하면, 첫째로, 리보금리는 BDI 지수에 음(-)의 영향을 미치고 환율은 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다. 셋째로, Johansen 검정결과에 의하면, 중국경제성장률이 BDI 지수에 정(+)의 영향을 미치고 있는데 이는 선행연구와 마찬가지로 중국은 세계의 공장 이면서 소비시장으로 원자재 및 석유수요가 매우 높아 BDI 지수에 정(+)의 영향관계가 있는 것으로 입증되었다. 넷째로, 벌크발주 선복량은 BDI 지수에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 실증되었다. 따라서, 해운선사는 단순한 운송기업에서 벗어나서 거시경제변수변화에 적절히 대처하고 경기변화에 따라 발주선복량을 적절히 조절할 수 있는 트레이딩(Trading) 경영전략을 보다 적극적으로 구사하여야만 한진해운파산 같은 안타까운 사태를 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : BDI 지수, ARIMA 개입모형, 벡터오차수정모형, 충격반응함수, 공적분검정

Abstract : The Bulk market, unlike the line market, is characterized by stiff competition where certain ship or freight owners have no influence on freight rates. However, freights are subject to macroeconomic variables and economic external shock which should be considered in determining management or chartering decisions. According to the results analyzed by use of ARIMA Intervention model, the impact of the financial crisis was found to have a very strong bearing on the BDI index. First, according to the results of the VEC model, the labor rate affects the BDI index negatively (-) while exchange rate affects the BDI index by positively (+). Secondly, according to the results of the VEC model's Johanson test, the order ship volume affects the BDI index by negatively (-) while China's economic growth rate affects the BDI index by positively (+). This shows that the shipping company has moved away from the simple carrier and responded appropriately to changes in macroeconomic variables (economic fluctuations, interest rates and exchange rates). It is believed that the shipping companies should be more aggressive in its "trading" management strategy in order to prevent any unfortunate situation such as the Hanjin Shipping incident.

Key words : BDI, ARIMA Intervention Model, Vector Error Correction Model, Impulse Response Function, Cointegration Test

1. 서 론

2008년 금융위기이후 세계경기 불황의 여파로 해운시장은 침체의 늪에서 아직도 벗어나지 못하고 있다. 해운시장은 크게 정기선 시장과 부정기선시장으로 구분되는데 정기선시장은 운항항로가 고정되어 있어 있고 장기운송계약에 의해 운임이 결정되기 때문에 운임변동이 심하지 않지만 부정기선 시장은 화물과 항로가 고정되어 있지 않기 때문에 시장상황에 따라 운임이 수시로 변하고 있다. 부정기시장의 대표적인 운임지수는 BDI 지수인데, 2008년 5월에 10,844 으로 정점을 기록

하였지만, 금융위기 여파로 2008년 12월에는 743으로 무려 15배 하락하였으며, 이후 등락을 거듭하면서 2017년 12월에는 1,619 로서 2008년 5월에 비하여 7배 감소한 수준을 보여 주고 있다. 이처럼 부정기선 시장은 운임변동이 심하여 해운선사의 선대확보와 화물확보 의사결정 및 경영실적에 중대한 영향을 미치고 있다. 한진해운도 금융위기이후 급속한 운임하락으로 이전에 계약한 높은 용선료에 견디지 못하고 파산한 것도 이러한 해운시장의 특성에 기인된다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 BDI운임지수에 영향을 미치는 주요 요인을 실증적으로 규명함으로써, 해운선사가 영향요인의 변화에 따른 운임

† Corresponding author : 중신회원, kmahn@kmou.ac.kr 051)410-4385

* 중신회원, leesy@kaya.ac.kr 055)330-1197

변동을 예측하여 선대확보와 용선의사결정을 보다 합리적으로 할 수 있게끔 하는 것이 연구목적이다.

2. 이론적 배경과 선행연구

부정기선은 화물이 있으면 용선시장에서 선박 확보가 가능하여 화물수요에 따라 시기와 항로에 관계없이 선박투입이 수행되기 때문에 주로 철광석, 곡류, 목재, 원유 등 대량의 벌크화물운송에 적합하다. 이러한 부정기선 시장¹⁾은 정기선 시장처럼 국제적인 정기선사의 전략적 제휴가 형성되지 않기 때문에 시장참여가 완전히 자유로운 완전경쟁시장 형태를 띠고 있으며, 벌크화물의 가격변동, 대체에너지 변동, 세계 정치 경제적 요인 및 곡물가격에 영향을 미치는 기후나 계절적 요인에 영향을 받고 있다. Klovland, (2004)과 Stopford(1997)의 연구에 의하면, 세계의 실질경제활동은 운송서비스에 대한 수요의 가장 중요한 결정요인으로 보고 있다. 경기침체로 해상물물량이 낮은 수준에서는 해운공급곡선의 기울기는 상대적으로 작다. 그러나 경기호황으로 해상물동량이 증가함에 따라 해운운송서비스에 대한 수요곡선은 우측으로 이동하게 되고, 해운공급곡선의 기울기는 점점 가파르게 되고 운임은 상승하게 된다. 반면에 운송물동량이 증가하는 경우 공급곡선의 기울기는 점점 커지게 되고, 모든 가용 선박은 운항이 가능하게 된다.

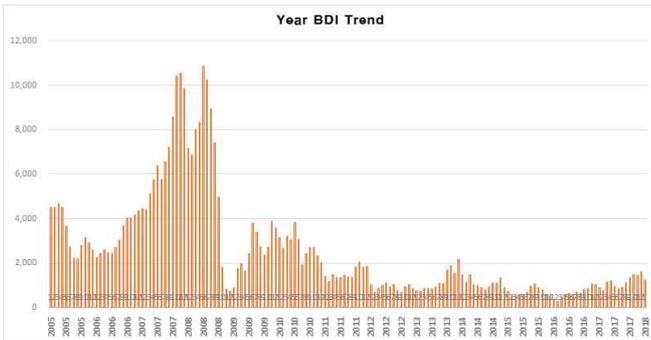


Fig. 1 BDI Annual trend

따라서 초기의 높은 수준의 경제활동이 소진되는 장기에서 추가적인 선박건조가 일어나고, 이는 운임을 떨어뜨리게 된다. 장단기를 고려한 부정기시장의 공급곡선은 S1, S2처럼 하방경직성을 지니고 운임이 상승할수록 가파른 모양을 지니게 된다. 이러한 수급특성을 지니는 부정기시장에서, 금융위기이후 BDI운임지수의 변화를 설명하면 다음과 같다. 최초의 부정기시장의 공급곡선이 S1이고 호황시 벌크화물수요곡선이 D1일 경우 균형점은 A에서 결정되어 호황시 운임은 P1이고 물동량은 Q1이 된다. 금융위기이후 경기침체로 인하여

벌크화물수요곡선이 D2로 이동한다면 운임은 P2로 급락하고 물동량 역시 Q2로 감소하게 된다. 그러나 가장 효율적인 선박의 한계비용인 최저계산점이 마지노선이다. 한편 감소한 운임에 견디지 못하는 선박(선사)가 퇴출하고 선박체체 등 선복조정이 이루어지면 공급곡선이 S1에서 S2로 이동하여 운임은 P3로 다소 상승하고 물동량은 Q3로 이동한다.

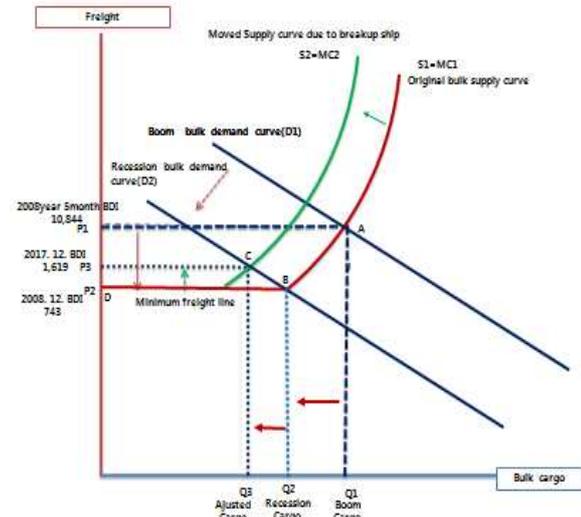


Fig. 2 Bulk shipping freight market

운임지수를 이용한 국내연구도 다양하게 시도되어 왔다. 먼저 Shim and Mo(2008)은 다변량 인과모형, ARIMA와 같은 단변량 및 Hodrick-Prescott 필터기법 등을 이용하여 BDI에 대한 예측문제를 분석하였다. Mo(2005)의 연구에서는 예상하지 못한 뉴스충격이 해운운임의 변동성에 미치는 영향을 분석하였다. Mo(2007)은 BDI의 움직임에 대해 BCI 및 BPI와의 관계식을 설정하고, 건화물선 시장에서 합리적인 기대가설이 성립하는지를 분석하였다. Chun(1997)은 건화물 시장의 운임지수, 중고선 가격, 해체량, 해상물동량 등의 변수를 이용하여 구조적 VAR 모형을 적용하였다. Rim, Kim and Ko(2010)은 연간 자료를 활용하여 건화물선시장의 수요, 공급, 운임지수(BDI) 간의 동태적 관계를 VAR모형을 통해 분석하였다. 한편, 예상하지 못한 환율변동으로 야기되는 위험이 운임에 미치는 영향을 밝히는 것은 해운업계나 무역업자에게 매우 중요한 의미를 갖는다고 볼 수 있다. 여기에 대해서 Mo(1998)의 연구는 RW(Random Walk)모형과 GARCH-M(Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity in Mean) 모형을 결합하여 환율의 변동성을 도출하여, 이러한 환율변동이 운임에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구의 또 다른 중요한 분야는 BCI와 BPI 운임지수를 이용하여 케이프사이즈와 파나마스 시장 간의 상호 상관관계에 대한 분석이다. 일반적으로

1) 해운시장에는 화물운송계약으로 항해용선계약(Voyage Charter Part)와 유사운송계약인 장기운송계약(COA)과 연속항해용선계약(Consecutive Voyage Charter Part, VC)이 있고 선박용선계약으로는 정기용선계약(Time Charter Part)과 나용선계약(BareBoat Charter Part)이 있다.

건화물 해운시장은 선형의 크기와 선박에 의해서 분류되고, 특정한 상품의 운송과 관련되어 있다. 그러나 때로는 비슷한 선형의 부류에 있는 선박은 대체재의 성격을 갖는다고 볼 수 있다. 이러한 경우 한 시장에서의 충격은 다른 시장으로 전파될 수 있다는 것이다. Table 1은 BDI 운임지수 영향에 관한 주요 선행연구 결과를 정리한 것이다.

Table 1 Preceding study

Author	Research Topic	method	Research Results
Lee, E. S. (1999)	A Study on the Effective Factor of Bulk Shipping Freight Rate	Regression	Between BDI and World Iron ore, coal, used ship price, oil price are positive(+)/discharge quantity of ships (-)
Lee, S. M. (2011)	A Study on the Change of Determinants on Freight Fluctuations in Dry Bulk Shipping Market as per Shipping Crisis	Regression	Prior to 2008: Between BDI and World Iron ore/since to 2008: oil price & Rate variability correlated significantly.
Jeong, S. J. (2016)	A Study on the Relationship between Micro economic Variables and BDI	VECM Model	Prior to 2008: Between BDI and libo interest rate, stock price, raw material price /since to 2008: only raw material price correlated significantly.
Kim, T. S. (2012)	Study on the method to cope with fluctuation in the freight of tramper in shipping market	Correlation/Regression	Between BDI and quantity of world Iron ore, oil price, new built ship delivery quantity correlated (+) significantly
Kim, C. B. (2013)	Dynamic Causality among International Financial Variables, China Effect, and Shipping Business Cycle after the Global Financial Crisis	VECM Model	since to 2008: oil price, China import volumes & america stock price correlated significantly.
Chung, S.K. and Kim, S.K. (2011)	A Study on the Effect of Changes in Oil Price on Dry Bulk Freight Rates and Interrelations between Dry Bulk Freight Rates	VAR VECM Model	Changes in international crude oil price have a statistically significant positive effect for Capesize at lag 1, for Panamax a significant negative effect at lag 3 and a significant positive effect for Baltic dry index at lag

2.1 선행연구와 차별성

상기 선행연구를 보면, BDI의 영향요인 분석을 주로 금리와 환율에 초점을 맞추어 상관관계분석과 회귀분석에 의하고 있고 추세를 고려하지 않는 VAR모형에 의해 일부 변수에 대해 실증하였다. Chung and Kim(2011)의 연구에서는 VAR와

VECM에 의해 원유가격과 건화물운임지수와의 관련성을 실증하였다. 본 연구에서는 금융위기 전후로 금융위기의 충격을 ARIMA 개입모형에 의해 살펴 보고, 추세를 고려한 다변량 시계열 인과모형인 VECM에 의하여 BDI 영향요인을 검증하고 비교하여 의미있는 분석결과를 제시하였다. (Lee, 2016, Lee and Ahn, 2017).

3. 연구의 설계

3.1 ARIMA 개입모형에 의한 BDI 예측

본 연구 대상변수는 세계 부정기선 시장의 대표적인 운임지수인 BDI 이다. 측정기간은 2005년 1월부터 2017년 12월까지 월별지수로 산출하였다. BDI 지수는 Clarksons의 Shipping Intelligence Network 자료를 활용하였다²⁾. Dickey-Fuller의 단위근 검정으로 추세존재 여부를 판단하고 AC검정과 PAC검정으로 AIRIMA 모형을 식별한 후, AIC와 BIC 값과 오차 분석을 통해 최적 예측모형을 도출하여 예측하였다.

부정기시장의 화물은 경기 변동에 대단히 민감하다. 장기운송계약에 의하여 정해진 운임에 의해 운송하는 정기선 시장과는 달리 부정기선 시장에는 그때마다 운송화물과 운임이 결정되기 때문에 세계 및 국내 경기변동에 민감할 수 밖에 없다. 때에 따라서는 부정기선 운임지수와 용선료는 자본시장에서 추가변동보다도 더 경기변동에 따라 심하게 반응하는 특성을 보이고 있다. 본 연구에서는 2008년 금융위기 충격이 BDI에 미치는 영향을 측정하기 위해 ARIMA Invention Model(개입모형)을 활용하였다.

3.2 VECM에 의한 BDI 영향요인 분석과 예측

VAR 모형과 VEC 모형은 경제적인 이론을 고려하지 않고 이용가능한 모든 시계열 변수간의 관계를 추정함으로써, 경제변수들 간의 동태적인 관계를 분석하는 기법이다. VEC 모형은 변수들간의 일정한 추세(공적분)관계가 있을 경우 타당한 분석모형으로 모형에서 많은 변수들 처리가 곤란하여 본 연구에서는 내생변수로 다음 4개로 국한하였다. 2005년 1월부터 2017년 12월까지 월별 BDI지수를 활용하여 ARIMA Invention Model과 VECM에 의해 2018년 1월부터 8월까지 예측하였다.

3.2.1 내생(영향)변수

BDI 영향변수인 독립변수 선정은 선행연구결과를 참조하고 다음과 같은 근거로 선정하였으며, 2005년 1월부터 2017년 12월까지 Clarksons의 Shipping Intelligence Network 자료를 활용하였다.

- (1) 금리 변동 : 부정기선 시장은 정기선 시장과는 달리 운

2) <https://sin.clarksons.net>(2018년 5월 12일 검색)

송향로나 운송화물이 정해져 있지 않기 때문에 Spot 시장에서 운임이 수시로 변동하는 특성을 보이고 있다. 따라서 선사들은 특정화물을 확보하기 위해 정기용선이나 항해용선을 단기적으로 또는 재용선이 수시로 행해지고 있다. 이에 따라 부정기선 시장에서는 투자와 투기가 빈번하게 행해지고 있고 금리 변동이 운임수준에 영향을 미치고 있다. 이러한 부정기시장의 운임결정행태를 고려하여 대표적인 금리인 리보(Libo)금리를 독립변수로 선정하였다. 시계열자료는 국가별 금리가 아니고 overnight rate를 사용하였다.

(2) 환율변동 : 해운은 국제성이 강한 산업이다. 해운산업에서는 선박이 전세계적으로 이동하면서 운임수입과 비용이 발생하기 때문에 환율변동은 운임수입과 비용에 상당한 영향을 미치고 있다 즉 환율변동에 따른 외화환차손익과 환산손익은 그 어느 산업에 비하여 당기손익에 큰 영향을 미치고 있어 환위험이 높은 산업이다. 특히 운임수입이 일정하지 않고 부정기적으로 발생하는 부정기선시장의 경우 환위험에 더욱 더 노출이 심하기 때문에 영향요인으로 선정하였다. 본 연구기간에서 BDI와 유의적인 인과관계(유사한 추세)를 지닌 환율은 달러-유로 환율이기 때문에 이 환율을 변수로 선정하였다.

(3) 부정기선 시장에서 운임에 영향을 미치는 수요요인은 벌크화물량이고 공급요인은 선복량이다. 측정기간 동안에 세계물동량에 가장 영향을 많이 미친 국가는 세계의 생산공장이면서 소비시장으로 부각된 중국이다. 따라서 본 연구에서 중국의 경제성장율을 부정기선 운임시장의 수요요인으로서 BDI에 영향을 미칠 것으로 예상되어 영향요인으로 선정하였다.

(4) 선복량은 총선복량보다는 발주선복량이 보다 유의미한 변수이기 때문에 부정기선 운임시장 공급요인은 벌크선 발주 선복량으로 측정하였다.

3.2.2 연구가설

- [가설 1] 경기변동(금융위기)은 BDI 에 영향을 미칠 것이다.
- [가설 2] 리보금리는 BDI에 (-)영향을 미칠 것이다.
- [가설 3] 환율은 BDI에 (+)영향을 미칠 것이다.
- [가설 4] 벌크발주 선대규모는 BDI에 (-)영향을 미칠 것이다.
- [가설 5] 중국경제성장율은 BDI에 (+)영향을 미칠 것이다.

[가설 1]은 ARIMA Invention Model(개입모형)에 의해 검정하고 [가설] 2, 3, 4, 5는 VECM에 의해 검정하였다.

3.3 연구대상과 분석방법

본 연구에서 사용된 자료는 2005년부터 2017년까지 13년간 BDI 운임지수와 이에 영향을 미치는 4개 유형의 영향변수이다. 분석방법은 벡터오차수정모형(Vector Error Correction Model)을 사용하였으며, 분석프로그램은 Stata version 18.0이다. VECM 분석모형은 다음과 같다.

n(5)개의 변수(BDI, 금리, 환율, 벌크발주선복량, 중국경제성장율)로 구성된 벡터 시계열 **yt** 의 구성 변수들 간에 공적

분 관계(장기 균형관계)가 있는 경우,

$$\Delta Y_i = -\rho\alpha Y_{t-1} + A_1\Delta Y_{t-1} + A_2\Delta Y_{t-2} + A_{p-1}\Delta Y_{t-p} + \epsilon_t$$

$$\Delta Z_i = -\rho ZY_{t-1} + A_1\Delta Y_{t-1} + A_2\Delta Y_{t-2} + A_{p-1}\Delta Y_{t-p} + \epsilon_t$$

ρ : 장기균형관계로부터 이탈했을 때, 균형점으로 복구하는 속도를 반영한 계수

α : 장기 균형관계를 규정하는 공적분 벡터

오차수정항($Z_{t-1} = \alpha Y_{t-1}$) 구성변수 사이의 장기관계정보

ϵ_t : 무작위 오차항

4. 실증분석

4.1 기술통계분석결과

종속변수인인 BDI를 포함한 변수들의 기초통계량은 Table 2 와 같으며, 연구기간동안 156개 월별 자료들을 실증모형 검증에 사용되었다. Table 3 은 변수들간의 상관계수로 BDI와 가장 높은 상관계수는 환율이고, 그 다음으로 중국 경제성장율, 리보금리 그리고 벌크선박발주규모 순으로 보이고 있으며, 모든 변수들의 유의확률은 0.000으로 매우 강한 상관관계를 보이고 있다.

Table 2 Descriptive statistics for variables

Variables	Mean	Std. Err	Min	Max
BDI	2,307	1,994	307	10,245
libor	0.018	0.018	0.003	0.056
EX	1,100	104	919	1,448
GT	248	77	138	417
Gr_C	9.2	2.2	6.7	14.2

주) libor=리보금리, Ex=달러-유로환율(환율x100), GT=세계발주 벌크선박톤수(백만톤), Gr_C=중국경제성장율

Table 3 Correlations analysis

Variables	BDI	libor	EX	GT
libor	corr coef	.628***		
	P	0.000		
EX	corr coef	.769***	.682***	
	P	0.000	0.000	
GT	corr coef	.473***	0.020	.304***
	P	0.000	0.806	0.000
Gr_C	corr coef	.667***	.807***	.764***
	P	0.000	0.000	0.000

주) *** : P<0.01, ** : P<0.05

4.2 ARIMA 개입모형에 의한 BDI 예측

Table 4는 BDI 와 내생변수들의 시계열자료가 추세가 있는 지를 검정하는 단위근 검정결과(Dickey-Fuller test)이다. 검정결과에 의하면 모든 변수가 단위근이 존재하나 차분을 하면 단위근이 없어지는 것으로 나타나고 있다. 따라서 ARIMA 개입모형에는 차분한 BDI 시계열자료를 활용하였다.

Table 4의 DF 단위근 검정결과에 의하면, BDI는 단위근이

존재(추세가 있음)하고 차분후에는 존재하지 않은 것으로 나타나고 있다. VEC 모형에서 BDI와 GT 시계열자료는 변동성이 크게 때문에 자연 로그를 취한 값으로 검정하였다. 검정결과 4개의 내생변수 모두 차분 전에는 단위근이 존재하고 차분 후에는 존재하지 않는 것으로 식별되고 있다.

Table 4 Dickey-Fuller test Results

Variables	MacKinnon approximate p-value for Z(t)	
	Before difference	After difference
bdi	-2.752(0.0654)*	-7.451(0.000)***
lnbdi	-1.930(0.3182)	-9.039(0.000)***
libor	-0.755(0.8319)	-7.952(0.000)***
ex	-1.029(0.7424)	-9.668(0.000)***
lngt	0.114(0.9670)	-5.587(0.000)***
gr_c	-1.168(0.6872)	-12.378(0.000)***

* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

ARIMA 모형에서는 차분한 D.bdi 변수를 사용하였고, AC와 PAC에 의하여 시차(Lag)를 산출한 결과, 적합한 모형은 MA(1 4), AR(1), AR(1 4)로 나타나고 있고 이들 모형에 대한 통계량은 Table 5에 요약되어 있다. Visual분석결과에서 두드러지는 스파이크(즉 신뢰한계를 벗어나는 값)가 1과 4이며 Table 5에서도 유의적인 통계값(***)으로 나타나고 있다.

Table 5 ARIMA model analsis results

lnbdi	ma(1 4)	ar(1)	ar(1 4)
_cons	-.0065560	-.00625064	-.00655951
ARIMA ma			
L1.	.35513153***		
L4.	.21891752***		
ARIMA ar			
L1.		.29807118***	.28323433***
L4.			-.15551471**
sigma			
_cons	.20811698***	.21578958***	.21281841***
Statistics			
aic	-38.337396	-29.410922	-31.604806
bic	-26.163695	-20.280647	-19.431106

Table 6 Statistics of error

Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
e1	-.000153	.2088488	-.9299	.5257
e2	-.0000262	.2164858	-.8896	.6290
e3	-.000199	.213525	-.9030	.4961

Table 5에서 세 모형 유의적으로 적합한 모형이지만 aic와 bic가 가장 낮은 모형은 ar(1)이며, 오차의 평균도 ar(1)이 가장 낮아 최적모형은 ARIMA(1, 1, 0)로 선정하였다. 이 모형에 금융위기 시점을 더미변수화(금융위기이전에는 0, 금융충격이 발생한 시점은 1)한 X변수를 추가한 개입모형의 분석결과는 Table 7과 Fig. 3과 같다. X1 모형은 step invention으로 금융위기로 BDI가 폭락한 2008년 10월부터 더미변수 1로 처리한 모형으로 개입효과가 비유의적이다. X2모형은 2008년 10월만

1로 처리한 pulse모형으로 BDI가 0.7737578 만큼 감소한 것으로 나타나고 있다. X3모형은 2008년 10월부터 2009년 1월까지 BDI지수가 가장 하락한 월을 1로 처리한 pulse모형으로 BDI가 0.4580997 만큼 감소한 것으로 나타나고 있다. X4모형은 2008년 10월부터 2008년 12월까지 BDI지수를 1로 처리한 pulse모형으로 BDI가 0.6064927 만큼 감소한 것으로 나타나고 있다. X5모형은 BDI지수가 하락장조를 보이는 2008년 8월부터 2009년 12월까지 BDI지수를 1로 처리한 pulse모형으로 BDI가 0.4785787 만큼 감소한 것으로 나타나고 있다. 상기 5개 개입모형중에서 step모형인 X1은 비유의적인 모형이고 나머지 모형은 유의적인 모형이지만, 통계량과 유의수준으로 볼 때, X3 모형이 가장 적합한 개입모형이라고 볼 수 있다. 이 모형에 의한 예측치는 2017년 12월말보다 약간 낮게 일정수준으로 유지되는 것으로 보이고 있다. 즉, 2018년 1월에는 1,614, 2월에는 1,582, 3월에는 1,569 수치로 예측되고 있다.

Table 7 ARIMA invention model analsis results

D.lnbdi	Coef.	Std. Err.	z	P> z
x1	-.0281109	.0845611	-0.33	0.740
ARMA_ar(L1)	.2969917	.0633304	4.69	0.000
sigma	.2155999	.0097685	22.07	0.000
Log likelihood	17.83935	Wald chi2(2)	22.25	P=0.000
x2	-.7737578	.2175117	-3.56	0.000
ARMA_ar(L1)	.2087808	.0801028	2.61	0.009
sigma	.2072988	.010641	19.48	0.000
Log likelihood	23.94931	Wald chi2(2)	18.03	P=0.000
x3	-.4580897	.0653187	-7.01	0.000
ARMA_ar(L1)	.2688139	.0653347	4.11	0.000
sigma	.2075194	.011361	18.27	0.000
Log likelihood	23.76924	Wald chi2(2)	85.35	P=0.000
x4	-.6064927	.0827054	-7.33	0.000
ARMA_ar(L1)	.2001876	.080638	2.48	0.013
sigma	.2040959	.0107472	18.99	0.000
Log likelihood	26.3639	Wald chi2(2)	76.61	P=0.000
x5	-.4785787	.065401	-7.32	0.000
ARMA_ar(L1)	.1588009	.0783077	2.03	0.043
sigma	.2050714	.0106576	19.24	0.000
Log likelihood	25.63459	Wald chi2(2)	64.46	P=0.000

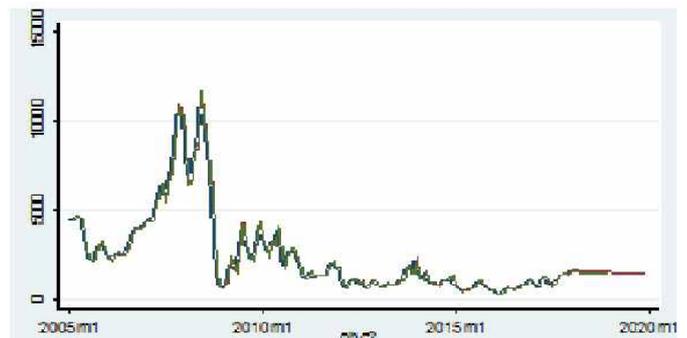


Fig. 3 Actual and forecasting BDI

4.3 VEC모형에 의한 BDI 영향요인분석과 예측

Table 4의 DF 단위근 검정결과에 의하면 lnbd, libor, ex, lngt 그리고 gr_c(중국경제성장율)은 추세가 있는 내생변수 즉 공적분이 존재하기 때문에 이들 변수간의 영향관계를 VEC 모형에 의해 검정하였다. 첫 분석단계로 AIC, HQIC SBIC 지표에 의해 Lag(시차)를 결정하면 최적시차는 2 Lag로 나타나고 있다. Table 8의 vecrank 분석결과에 의하면 최적 rank 수는 3개로 나타나고 있다. 즉 내생변수들 간에 공적분 관계는 3개가 존재한다는 것이다. 따라서, 시차(lags)가 2이고 공적분(rank)이 3인 VEC모형 분석결과는 Table 8와 Table 9이다.

Table 8 AIC · HQIC · SBIC results

llag	LL	p	AIC	HQIC	SBIC
0	356	0.000	-4.89291	-4.85939	-4.81041
1	1392	0.000	-19.0653	-18.8977	-18.6528
2	1451	0.000	19.6562*	-19.3545*	-18.9137*
3	1464	0.056	- 19.6136	-19.1778	-18.5412
4	1472	0.378	-19.5102	-18.9403	-18.1078

Table 9 Vecrank analysis results

rank	parms	LL	eigenvalue statistic	trace value	5% critical
0	30	1442.34	.	93.6931	68.52
1	39	1461.93	0.22465	54.5102	47.21
2	46	1474.09	0.14603	30.1998	29.68
3	51	1482.96	0.10881	12.4592*	15.41
4	54	1487.71	0.05980	2.9627	3.76
5	55	1489.19	0.01905		

Table 10에서 내생변수의 설명력을 보여주는 R²을 살펴 보면, 발주선복량(gt3)이 0.5659로 가장 크고 그 다음으로는 리보금리(libor)가 0.3351, BDI 자체가 0.331, 환율이 0.24 그리고 중국경제성장율은 0.043으로 가장 낮은 수준을 보이고 있다.

Table 10 Fitness of variables

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
D_lnbd	9	.191354	0.3310	71.24952	0.0000
D_libor	9	.001508	0.3351	72.58918	0.0000
D_ex2	9	.034195	0.2400	45.47108	0.0000
D_lngt3	9	.015383	0.5659	187.7221	0.0000
D_gr_c	9	.458062	0.0430	6.465674	0.6926

Log likelihood=1482.963, AIC=-18.59, HQIC=-18.18, SBIC=-17.59

Table 10에서 BDI는 제1 공적분(ce1)에서는 유의적인 관계를 나타내고 있지만, 제2, 제3 공적분(ce2, ce3)에서는 유의적인 관계를 나타내지 않고 있다. 또한 BDI는 자체적으로 과거 시계열과 유의적인 관련성이 있으며, 리보금리와 환율도 유의적인 관련성이 있지만 중국경제성장율은 유의적인 관련성이 나타나지 않고 있다. 보다 자세한 영향관계를 진단하게 위해 요한슨 정규화 분석표를 살펴 볼 필요가 있다.

Table 11 VECM analysis results

D_lnbd	Coef.	Std. Err.	z	P> z
_ce1 L1.	-.1370979	.0323866	-4.23	0.000
_ce2 L1.	1.814416	1.360378	1.33	0.182
_ce3 L1.	-.1395034	.0886972	-1.57	0.116
lnbd LD.	.2949411	.0729281	4.04	0.000
libor LD.	-38.80878	9.681731	-4.01	0.000
ex2 LD.	1.725138	.4295044	4.02	0.000
lngt3 LD.	-.0830772	.9239395	-0.09	0.928
gr_c LD.	.0070535	.0369351	0.19	0.849

Table 12의 Johansen의 공적분 검정결과를 보면, 제1공적분(ce1), 제2공적분(ce2) 및 제3 공적분(ce3)의 X²은 27.46, 43.05, 13.72로서 유의확률(P)는 0.0001 이하로 적합한 것으로 보이고 있다.

Table 12 Johansen cointegrating test

Equation	Parms	chi2	P>chi2
_ce1	2	27.46522	0.0000
_ce2	2	43.05323	0.0000
_ce3	2	13.72267	0.0010

Table 13 Johansen normalization restrictions imposed

Variables	Coef.	Std. Err.	z	P> z
_ce1 lnbd	1	.	.	.
libor	-3.55e-15	.	.	.
ex2	0 (omitted)			
lngt3	1.503488	.6073199	2.48	0.013
gr_c	-.4610585	.088246	-5.22	0.000
_ce2 lnbd	-3.47e-18	.	.	.
libor	1	.	.	.
ex2	-2.60e-18	.	.	.
lngt3	.0756441	.0135769	5.57	0.000
gr_c	-.0106793	.0019728	-5.41	0.000
_ce3 lnbd	0 (omitted)			
libor	8.88e-16	.	.	.
ex2	1	.	.	.
lngt3	-.5952324	.1626485	-3.66	0.000
gr_c	.0472002	.0236335	2.00	0.046

Table 11의 제1 공적분(ce1)에서 환율은 생략되고 금리는 무시할 정도로 작기 때문에 계수들 인과관계를 표시하면,

lnbd = 0.4610585 gr_c - 1.503488 lngt3 가 된다. 즉, 중국경제성장율의 0.4610585 만큼 lnbd가 정의 관련성이 있으며, ln별크발주선복량의 1.503488 만큼 부(-)의 관련성을 보여 주고 있다. 제2 공적분(ce2)에서는 환율은 무시할 정도로 작기 때문에 계수들 인과관계를 표시하면, libor = 0.0106793 gr_c - 0.0756441 lngt3 가 된다. 즉, 중국경제성장율은 0.0106793 만큼 리보금리와 정의 관련성이 있으며, ln별크발주선복량은 0.0756441 만큼 부(-)의 관련성을 보여 주고 있다. 제3 공적분(ce3)에서는 금리는 무시할 정도로 작기 때문에 계수들 인과관계를 표시하면, ex2 = -0.0472002 gr_c + 0.5952324 lngt3 가 된다. 즉, 중국경제성장율의 0.0472002 만큼 환율과 부의

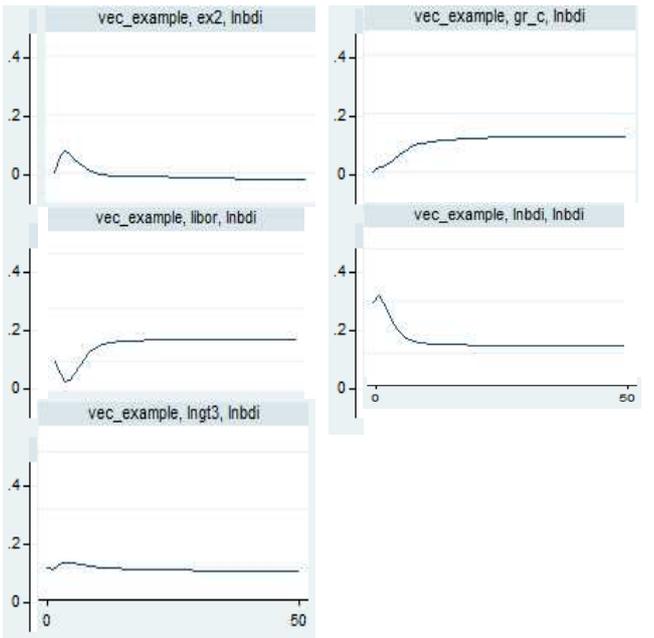
관련성이 있으며, ln벌크발주선복량의 0.5952324 만큼 정(+)의 관련성을 보여 주고 있다. Table 14는 ARIMA 개입모형과 VEC모형에 의한 BDI 예측치를 비교한 표이다. 2018년 1월부터 5월까지의 VEC모형이 예측오차가 적지만, 6월이후에는 개입모형이 오히려 예측오차가 적기 때문에 어떤 모형이 더 우수한 모형이라고 단정할 수 없다. 아무리 정교한 계량모형이더라도 과거자료로 미래를 정확히 예측하는 데에는 한계가 있다. 미래를 보다 정확히 전망할 수 있는 주관적 경험이나 판단이 중요하다고 볼 수 있다.

Table 14 BDI comparison between Focasting and Actual

2018 year	BDI			Forecasting Error	
	VECM	Invention	Actual	VECM	Invention
Jan	1,579	1,614	1,242	337	372
Feb	1,477	1,582	1,125	352	458
Mar	1,364	1,570	1,154	210	415
April	1,269	1,531	1,129	140	402
May	1,201	1,513	1,293	-92	220
June	1,154	1,503	1,352	-197	152
July	1,125	1,494	1,650	-525	-156
August	1,107	1,489	1,717	-610	-228

4.4 충격반응분석과 예측결과

다음 Fig. 4는 50시차동안 환율, 리보금리, 발주선복량 그리고 중국경제성장율의 충격이 BDI 지수에 얼마나 오랫동안 영향을 주는 지를 동태적으로 보여주는 충격반응함수 분석결과를 나타내는 도표이다.



Graphs by irfname, impulse variable, and response variable

Fig. 4 Response for BDI by impulse variable

Fig. 5, 6, 7, 8은 신뢰구간내에서의 예측도표로서, 리보금리는 완만하게 증가추세를 보이는 것으로 전망되며 이에 따른 BDI는 처음에는 다소 크게 감소하다가 완만하게 감소하는 추이를 보여 주고 있다.

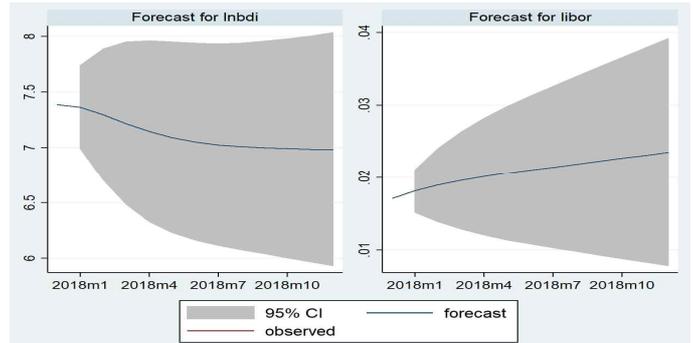


Fig. 5 Forecast for BDI by libor

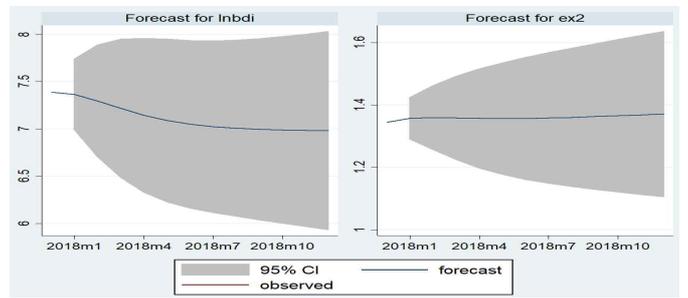


Fig. 6 Forecast for BDI by exchange rate

환율은 거의 일정한 완만한 추세를 보이는 것으로 전망되며 이에 따른 BDI는 처음에는 다소 크게 감소하다가 완만하게 감소하는 추이를 보여 주고 있어 금리 유사하다. 벌크발주선복량은 완만하게 감소추세를 보이는 것으로 전망되며 이에 따른 BDI는 처음에는 다소 크게 감소하다가 완만하게 감소하는 추이를 보여 주고 있다.

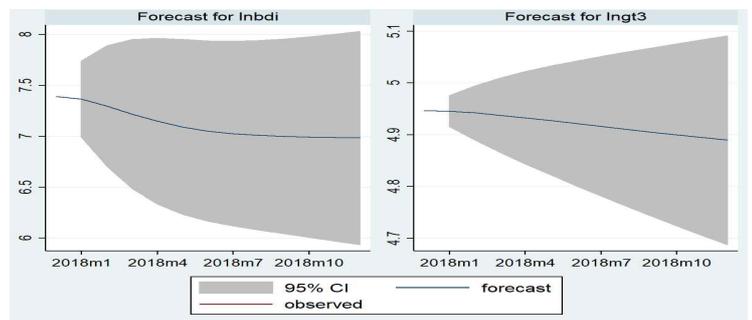


Fig. 7 Forecast for BDI by order ship volume

중국 경제성장율은 완만하게 현재와 동일한 추세를 보이는 것으로 전망되며 이에 따른 BDI는 처음에는 다소 크게 감소하다가 완만한 감소 추이를 나타내고 있다.

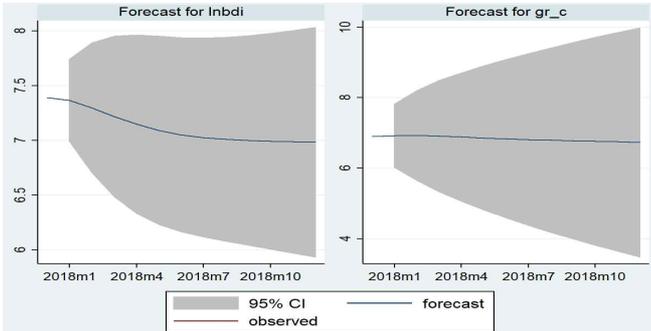


Fig. 8 Forecast for BDI by china economic growth ratio

5. 결 론

본 논문은 금융위기 전후기간동안(2005년부터 2017년) BDI 지수에 영향을 미치는 요인이 무엇인지를 실증하였을 뿐만 아니라, 이를 이용하여 예측력을 비교하였다. 분석결과에 의하면, BDI 시계열자료 특성상 최적 ARIMA 모형은 ARIMA(1,1,0)이며, 2008년 금융위기 충격을 개입변수로 추가한 ARIMA 개입모형에 의해 예측하였다. 또한, 변수들간에 장기균형상태가 존재하는 VEC모형에 의해 금리, 환율, 벌크발주선복량 그리고 중국경제성장율이 BDI에 영향을 미치는 것으로 예측되었다. VEC모형 분석결과에 의하면, 첫째로, 리보금리는 BDI 운임지수에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다. 이는 금융시장에서 금리와 주가 및 채권가격이 역의 관계가 성립되는 것과 유사한 논리가 검증되었고 선행연구(Kim, C. B.;2013)와 유사한 결론이다. 둘째로, 환율은 BDI 지수에 유의한 정(+)의 영향을 미치고 있다. 환율이 인상되면, 수출규모가 확대되어 해운물동량이 증대되어 BDI에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 실증되었다. 셋째로, Johansen 검증결과에 의하면, 중국경제성장율이 BDI 지수에 정(+)의 영향을 미치고 있는데 이는 선행연구와 마찬가지로 중국은 세계의 공장이면서 소비시장으로 원자재 및 석유수요가 매우 높아 BDI 지수에 정(+)의 영향관계가 있는 것으로 입증되었다. 넷째로, 벌크발주 선복량은 BDI 지수에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 실증되었다.

여섯째로, ARIMA 개입모형 분석결과에 의하면, 금융위기 충격은 BDI 지수에 매우 강한 영향관계가 있는 것으로 검증되었다. 경기선시장과는 달리, 부정기시장에서는 운송화물과 선박이 정해지지 않고 상황에 따라 결정되기 때문에 경기변화에 매우 민감할 수 밖에 없다. 2008년 금융위기 직전에 비하여 직후인 2008년 12월에 BDI 지수가 무려 15배 하락한 것도 이러한 벌크시장의 특성에 기인한다고 볼 수 있다. 마지막으로 개입모형과 VEC모형에 의해 예측결과를 비교해보면, 2018년 1월부터 5월까지는 VEC모형이 예측오차가 적지만, 6월이후에는 개입모형이 오히려 예측오차가 적기 때문에 어떤 모형이 더 우수한 모형이라고 단정할 수 없다. 이처럼 예측오차가 발생하는 것은 아무리 정교한 계량모형이더라도 과거자료로 미

래를 정확히 예측하는 데에는 한계가 있다는 점을 보여 주는 결과이다. 미래를 보다 정확히 전망할 수 있는 주관적 경험이나 판단이 예측에서는 중요하다고 볼 수 있다는 점도 본 연구에서 시사하는 점이다.

본 연구의 실증분석결과처럼 벌크시장은 금리, 환율 등의 거시경제변수와 금융위기와 같은 경제적 충격요인 그리고 경제성장율과 발주선복량 등이 BDI 지수에 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다. 따라서, 벌크화물을 취급하는 해운선사는 직접적인 수급요인 뿐만 아니라, 경기변동, 금리변동 및 환율변동을 적절히 전망하고 이에 대응하는 경영전략이 필요한 것으로 판단된다. 지금까지는 해운선사는 화주로부터 주어진 화물만 운송하고 운임을 받는 단순한 운송기업이었다. 특히 벌크화물을 운송하는 해운선사는 거시경제변수(경기변동, 금리, 환율)변화에 적절히 대처하고 보유선대를 적절히 트레이딩(Trading)하여 외부충격에 대비하는 트레이딩 경영전략을 보다 적극적으로 구사하여야만 한진해운과 같은 안타까운 사태를 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구자료는 월별자료이기 때문에 변화가 심한 일별 변동까지는 측정하지 못했으며, 공적분을 계산하는 VEC 모형의 한계로 많은 내생변수를 고려할 수 없다는 연구 한계점이 있다. 즉, 중요 벌크화물 가격, 유가 및 선가를 고려하고 본 연구의 한계점을 보완하는 연구는 향후 연구과제이다.

References

- [1] Chun, C. Y.(1997), "An Characteristic Analysis of the Dry Bulk Market by Structural VAR Model, Ocean Policy Research, Vol. 12, pp. 185-203.
- [2] Chung, S. K. and Kim, S. K.(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, Vol. 27, No. 2, pp. 217-240.
- [3] Jeong, S. J.(2016), A Study on the Relationship between Microeconomic Variables and BDI, The Graduate School of Economics, Sogang University, a master's thesis.
- [4] Kim, C. B.(2013), Dynamic Causality among International Financial Variables, China Effect, and Shipping Business Cycle after the Global Financial Crisis, Journal of Shipping and Logistics, Vol. 29, No. 3, pp. 575-588.
- [5] Kim, T. S.(2012), Study on the method to cope with fluctuation in the freight of tramper in shipping market, The Graduate School of Human Resource Development, Chung-Ang University, a master's thesis.
- [6] Klovland, J. T., "Business Cycles, Commodity Prices and Shipping Freight Rates: Some Evidence from the

- pre-WWI Period”, Paper presented at the Workshop on Market Performance and the Welfare Gains of Market Integration in History, European University Institute, Florence, Italy, July 1-4, 2004.
- [7] Lee, E. S.(2007), A Study on the Effective Factor of Bulk Shipping Freight Rate, The Graduate School of Human Resource Development, Chung-Ang University, a master’s thesis.
- [8] Lee, S. M.(2008), A Study on the Change of Determinants on Freight Fluctuations in Dry Bulk Shipping Market as per Shipping Crisis, The Graduate School of Human Resource Development, Chung-Ang University, a master’s thesis.
- [9] Lee, S. Y.(2016), “The Effects of Economic Conditions on Capital Structure: Evidence from Korean Shipping Firms”, *Journal of Korean Navigation and Port Research*, Vol. 40, No. 6, pp. 451-458.
- [10] Lee, S. Y. and Ahn, K. M.(2017), “Study on the Relationship between Capital Structure and Earning Management in the Korean Shipping Companies”, *Journal of Korean Navigation and Port Research*, Vol. 41, No. 4, pp. 235-241.
- [11] Mo, S, W.(1998), “The Bulk Freight by Exchange rate Volatility”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 14, No. 2, pp. 515-530.
- [12] Mo, S, W.(2005), “Baltic Dry Index Volatility and News Impacts”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 21, No. 2, pp. 65-79.
- [13] Mo, S, W.(2007), “The Unbiaseness Property and Causality of the Baltic Freight Indices”, *Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 54, pp. 1-21.
- [14] Rim, J. K., Kim, W. H. and Ko, B. W.(2010), “An Empirical Analysis of the Dry Bulk Market Using a Recursive VAR Model”, *Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 26, No. 1, pp. 17-35.
- [15] Shim, J. H. and Mo, S. W.(2008), “Forecasting the Baltic Dry Freight Index via Econometric Approaches”, *Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 58, pp. 1-18.
- [16] Stopford, M., *Maritime Economics*, 2nd ed., Routledge: London, U.K.,(1997).

Received 28 September 2018
Revised 17 October 2018
Accepted 18 October 2018