

발틱 운임지수와 원유시장 간의 상호관련성

최기홍*, 김동윤**

Relationship between Baltic Dry Index and Crude Oil Market

Choi, Ki-Hong, Kim, Dong-Yoon

Abstract

This study uses daily price data on three major types of crude oil (Brent, Dubai, and WTI) and BDI from January 2, 2009 to June 29, 2018, to compare the relationship between crude oil prices and BDI for rate of change and volatility. Unlike previous studies, the correlation between BDI and crude oil prices was analyzed both the rate of change and variability, VARs, Granger Causality Test, and the GARCH and DCC models were employed.

The correlation analysis, indicated that the crude oil price change rate and volatility affect the BDI change rate and that BDI volatility affects the crude oil price change rate and volatility. The relationship between oil prices and BDI is identified, but their correlation is low, which is likely a result of lower dependence on crude oil as demand for natural gas increases worldwide and demand for renewable energy decreases. These trends could result in lower correlations over time. Therefore, focusing on the changing demand for raw materials in future investments in international shipping(real economy) and oil markets and macroeconomic analysis is necessary.

Key words: Baltic Dry Index, Crude Oil Prices, Volatility, Causality

▷ 논문접수: 2018. 11. 25. ▷ 심사완료: 2018. 12. 17. ▷ 게재확정: 2018. 12. 28.

* 부산대학교 사회급변현상연구소 전임연구원, 제1저자, stoltz@nate.com

** 부산대학교 무역학부 시간강사, 교신저자, ace9618@gmail.com

I. 서론

영국 런던의 발틱해운거래소에서 발표하고 있는 종합 운송지수인 발틱운임지수(Baltic dry index, 이하 BDI)는 세계 해운업계의 경기상황을 나타내는 대표적인 지수이다. 특히 BDI는 원자재에 대한 전 세계 수요를 명확히 보여주는 주요 지수중 하나이며, 실물 부문의 대표적인 지수로써 활용되고 있다. 따라서 지수의 변동성이 커지면 미래에 대한 불확실성이 확대되고 경제성장에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

BDI는 2005~2007년 사이의 중국의 석탄 수입 급증과 건화물 선박의 부족 현상이 시장에 반영되어 급격하게 증가하였다. 하지만 그 이후 해상운임 수요가 폭락하면서 지수는 큰 폭으로 하락하였다. BDI는 일반적으로 원자재에 대한 수요가 증가함에 따라 증가하고, 원자재에 대한 수요가 감소함에 따라 BDI가 하락한다. 또한 원자재의 추가 수요가 발생하게 되면 원자재 가격의 상승을 예상할 수 있는데 원자재의 수요가 증가하면 BDI가 상승하게 되고 원자재의 가격 역시 상승하게 된다. 2007년도 BDI가 상승함에 따라 중국의 석탄 가격이 상승하게 되는 현상을 경험하였다. 원자재 가격 변화와 BDI는 상호 영향을 받는 것으로 보인다. 따라서 BDI는 전 세계 원자재 수요 동향을 실시간으로 제 공함에 따라 원자재 가격에도 영향을 미칠 수 있다.

원유의 경우 다양한 산업에서 원자재로 활용되고 있는 중요한 자원이며, 해운기업으로서는 선박운임 산정에 영향을 미치는 중요한 요소라 할 수 있다. Lee and Chang(2011)은 선박 연료유 가격 변동이 해상운임지수 변동에 대한 영향을 줄 수 있다고 지적하고 있다. 이는 선사의 비용에서 선박 연료유가 많은 부분을 차지하고 있기 때문이다. 즉, 원유 가격의 변동이 출하되는 원자재의 운송비용에 영향

을 미침에 따라 BDI와 관련성이 높다. 원유가격 변동은 소비자 행동과 금융시장과 실물 부분에 직접 영향을 미치는 요인이므로 전체 경제의 성과(경기 변동)에 영향을 미칠 수 있다고 볼 수 있다(Malik and Ewing, 2013). 따라서, 원유가격은 BDI와 밀접하게 관련되어 있다.

기존연구에서는 거시경제지표중 하나로 BDI를 활용하여 주식시장과 경제활동 등을 예측할 수 있는지를 분석하여 왔다(Alizadeh and Muradoglu, 2014; Bakshi et al., 2010; Fan and Xu, 2011; Groen and Pesenti, 2011; Lin and Sim, 2013). 또한 일부 연구에서는 원유가격과 BDI의 상관관계를 분석하였다. 정상국·김성기(2011)는 VAR 모형을 이용하여 BDI, BCI, BPI 3개의 운임지수에 국제유가가 어떠한 영향을 미치는지에 대해 분석하고 국제유가가 BDI에 정(+)의 영향을 주고 있다고 밝혔다. 김현석·장명희(2013)는 BDI와 선박 연료유 가격 간의 선형모형에 근거한 분석은 장기균형 관계가 존재하지 않으나, 비대칭 모형은 장기균형 관계가 존재하는 것으로 분석되었다.

Sariannidis et al.(2015)는 BDI의 변동성이 원유 가격 변화에 영향을 미치고 있다는 것을 보여주었다. Ruan et al.(2017)은 MF-DCCA(Multifractal detrend cross-correlation analysis) 방법을 이용하여 BDI와 원유가격(Brent, WTI)간의 횡단면 상관관계(Cross-correlation)를 분석했다. 이들은 BDI와 원유 가격 사이에 횡단면 상관관계가 다차원적임을 보여 주었다. 단기에는 상관관계가 강하게 지속하지만 장기적으로는 약한 지속성을 가지는 것으로 나타났다.

운송비용과 원자재 수요에 대한 선도 지표로서 BDI는 국제 원유 가격의 변화와 관련성이 높으므로 BDI와 원유 시장 사이의 상호관련성을 분석하는 것은 해운 경기(실물경제) 및 원유 시장의 투자

자와 거시경제 분석가에게 매우 중요한 부분이다.

따라서 본 연구는 BDI와 원유가격 사이의 상호 관련성에 대해 다양한 관점으로 분석하고자 한다.

본 연구의 차별성은 기존연구들에서는 BDI 변화율과 원유가격 변화율 분석하고 있으며, BDI를 거시경제의 대리변수로써만 활용되고 있다. 특히 원유가격 변동성과 BDI 변화율과 변동성 사이의 관계에 대한 연구는 미비하다. 따라서 본 연구에서는 BDI와 원유가격 사이의 상호 관계 분석을 위해 VAR(vector autoregression)모형을 이용하여 Granger 인과관계를 검정하고 원유가격 변화율과 BDI 변화율의 관계뿐만 아니라 변화율과 변동성간의 관계도 분석하였다. 이를 위해 GARCH(generalized autoregressive conditional heteroskedasticity) 모형을 이용하여 변동성을 추정하여 이 추정치를 이용하여 변화율과 변동성간의 관계를 분석하고, 변동성간 전이효과를 파악하기 위해 GARCH 모형에 변동성을 추가하여 분석하였다. 또한, 동적 상관관계의 분석을 위해 DCC(Dynamic conditional correlation) 모형을 이용하여 분석함으로써, 원유가격과 BDI가 서로 미치는 영향을 폭넓게 파악하고자 한다.

본 연구의 구성은 II장에서 자료의 단위근 검정 및 기초통계량에 관해 설명하고, III장에서는 분석모형을 소개한다. IV장은 실증분석 결과들을 제시하고 마지막으로 V장은 결론과 이 연구의 시사점을 제시한다.

II. 분석자료

1. 분석자료

본 연구에서는 원유가격은 세계 3대 유종으로 꼽히는 브렌트유(Brent), 두바이유(Dubai), 서부텍사스유(WTI) 현물가격자료의 일별 자료를 이용하였다. 금융위기로 인한 불안정한 시

기를 고려하여 분석 기간은 2009년 1월 2일부터 2018년 6월 29일까지로 정하였다. 자료는 원유가격 및 BDI 시계열에 자연로그 차분을 취하여 변화율로 전환하여 이용하였다.

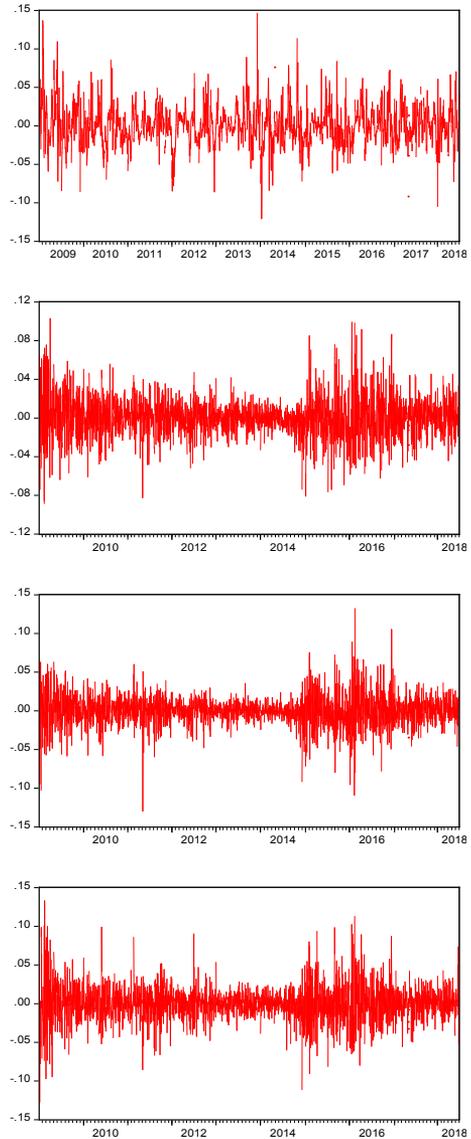


그림 1. BDI와 원유가격(Brent, Dubai, WTI) 변화율 추이

표 1. 기초통계량

	BDI	Brent	Dubai	WTI
평균	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
최대값	0.1464	0.1028	0.1323	0.1330
최소값	-0.1207	-0.0884	-0.1297	-0.1274
표준편차	0.0251	0.0206	0.0199	0.0230
왜도	0.4016	0.2036	-0.1178	0.1837
첨도	5.5306	5.5389	7.3640	6.5514
J-B	659.9756	619.0432	1788.2470	1193.4880
p-값	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
LB-Q(10)	2156.8	14.971	11.03	21.533
p-값	0.0000	0.1331	0.3552	0.0176
ARCH(10)	422.64	212.07	304.67	264.68
p-값	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

분석기간 동안 BDI와 원유시장의 변화율에 대한 기초통계량은 <표 1>에서 볼 수 있다. 3개의 원유 가격과 BDI의 평균 변화율은 대체로 비슷한 것으로 나타났다. 그러나 표준편차는 상대적으로 BDI와 WTI 변화율이 높은 것으로 나타났으며, BDI의 변화가 원유가격 수익률보다 더 심하게 변동하였다는 것을 알 수 있다. J-B 검정을 통하여 수익률 분포의 정규성에 대해 검정하였는데, 모든 자료가 정규 분포를 따르지 않는 것으로 나타났다.

<그림 1>은 3개의 원유가격(Brent, Dubai, WTI)과 BDI 수익률의 움직임을 보여준다. BDI 변화율의 경우에는 계속해서 큰 움직임을 보여주고 있지만, 원유가격 변화율은 변동이 큰 시기와 변동이 약한 시기가 교대로 나타나고 있다.

III. 분석방법

1. VAR 모형

VAR 모형을 이용하여 원유가격 변화율과 BDI 변화율 사이의 동적인 관계를 분석하고, 원유가격 변화가 BDI 변화에 선행하는지, 아니면 BDI 변화가 원유가격 변화에 선행하는지를 분석하기 위하여

VAR 모형을 기반으로 원유가격 변화율과 BDI 변화율 사이의 Granger 인과검정을 한다. 아래의 VAR 모형을 추정하여 인과관계가 존재하는지를 검정한다.

$$R_{i,t} = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i R_{t-i} + \sum_{i=1}^n b_i B_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

$$B_t = c_0 + \sum_{i=1}^n c_i B_{t-i} + \sum_{i=1}^n d_i R_{t-i} + \pi_t. \quad (2)$$

위 식 (1) 과 식(2)에서 R_t 와 B_t 는 t 시점의 원유가격 변화율과 BDI 변화율을 각각 나타낸다. $b_i \neq 0$ 이고 통계적으로 유의하다면 BDI 변화율은 원유가격 변화율에 영향을 주고 있다는 것을 의미한다. 또한, 본 연구에서는 BDI 변화율과 원유가격 변동성 간의 인과관계와 원유가격 변화율과 BDI 변화율과 변동성 간의 인과관계를 실증적으로 분석하기 위하여 아래의 Granger 인과검정을 한다.

$$V_{j,t} = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i V_{j,t-i} + \sum_{i=1}^n b_i R_{j,t-i} + \epsilon_{j,t}, \quad (3)$$

$$r_{k,t} = c_0 + \sum_{i=1}^n c_i R_{k,t-i} + \sum_{i=1}^n b_i V_{k,t-i} + \xi_{k,t}, \quad (4)$$

위 식 (3) 과 식(4)에서 $V_{j,t}$ 와 $r_{k,t}$ 는 t 시점 원유시장과 BDI 변화율의 변동성과 원유시장과 BDI 변화율을 각각 나타낸다. $b_i \neq 0$ 이고 통계적으로 유의하다면 BDI 변화율은 원유가격 변화율의 변동성에 영향을 주고 있다는 것을 의미한다. VAR 모형의 시차 길이는 SIC(Schwarz Bayesian information criterion)를 사용하여 결정하였다.

2. 변동성 전이효과

본 연구에서는 원유시장과 BDI의 변동성을 추정하기 위하여 GARCH(Generalized autoregressive conditional heteroscedastic)모형을 추정하였다. 실제로, 원유의 변동성 예측에 관한 연구(Marzo and Zagaglia, 2010; Wei et al., 2010)는 GARCH 모형을 적용하였다. 이러한 선행연구를 기반으로 본 연구에서도 GARCH 모형을 적용하여 분석한다. 또한 BDI의 변동성 예측에 관한 연구(김현석·오용식, 2012; 모수원, 2005)에서도 GARCH 모형이 우수한 모형으로 판명되었다. 따라서 본 연구에서도 GARCH 모형을 적용하였다. 본 연구에서는 AR(1)-GARCH(1,1) 모형을 적용하였다. 평균방정식과 분산방정식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$r_{i,t} = a_i + b_i r_{i,t-1} + v_{i,t}, \quad (5)$$

$$h_{i,t} = \phi_i + \gamma_i \epsilon_{i,t-1}^2 + \delta_i h_{i,t-1}, \quad (6)$$

$$v_{i,t} \sim GED(0, h_{i,t}). \quad (7)$$

여기서 $r_{i,t}$ 는 t 시점의 원유가격 변화율과 BDI 변화율의 평균방정식이다. $h_{i,t}$ 는 t 시점의 원유가격 변화율과 BDI 변화율의 조건부 분산을 나타낸다.

BDI의 변동성에서 비롯되는 충격이 원유가격 변동성에 영향을 미치는지 아닌지를 확인하기 원유가격의 분산방정식에서 BDI 변화율의 변동성을 외생

변수로 추가한다. 또한 BDI 변화율의 분산방정식에 원유가격의 변동성을 포함하여 원유가격의 변동성이 BDI의 변동성에 어떠한 영향을 미치는지 아닌지를 분석한다. 분산방정식은 다음과 같이 표현된다.

$$h_{i,t} = \phi_i + \gamma_i \epsilon_{i,t-1}^2 + \delta_i h_{i,t-1} + \sum_{k=1}^K \tau_k h_{j,t-k+1}. \quad (8)$$

이 τ 계수는 BDI에서 원유가격에 이르는 변동성의 잠재적인 전이효과를 나타낸다. 만약에 $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k = 0$ 이라는 가설이 기각된다면, BDI의 충격이 원유가격에 전달된다는 것을 의미한다. 반대로 원유가격에서 발생하는 충격이 BDI에 어떻게 영향을 주는지에 대해서 파악할 수 있다.

3. DCC-GARCH 모형

일반적인 다변량 GARCH 모형들은 변수의 수가 증가함에 따라 추정해야 할 모수가 급격하게 증가하게 되므로 추정의 어려움을 지니고 있다. 또한 CCC-GARCH(Contant conditional correlation-generalized autoregressive conditional heteroscedastic)모형은 추정해야 할 모수의 수는 줄어들었지만 조건부 상관관계가 일정하다는 가정을 하고 있어서 상관관계의 동태성을 고려하지 못한다. 따라서 모형의 설정에 있어서 변수 간의 상관관계가 시간 가변적이라는 가정을 두고 있는 Engle(2002)의 DCC-GARCH(Dynamic conditional correlation-generalized autoregressive conditional heteroscedastic) 모형을 적용하여 원유가격과 BDI 사이의 동적 조건부 상관관계를 분석한다. DCC-GARCH 모형은 다음과 같이 표현된다.

$$r_{i,t} = a + b r_{i,t-1} + \epsilon_{i,t}, \quad (9)$$

$$h_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 \epsilon_{i,t-1}^2 + \delta_1 h_{i,t-1}, \quad (10)$$

$$\epsilon_t = \sqrt{h_t} u_t, \quad u_t \sim N(0,1), \quad (11)$$

$$H_t = D_t R_t D_t. \quad (12)$$

여기서 $r_{i,t}$ 는 각각 원유가격 변화율과 BDI 변화율이고, 조건부 평균은 AR(1)를 따르는 것으로 가정한다. ϵ_t 는 오차항이며 u_t 는 표준잔차를 나타낸다. ohm_{t-1} 은 $t-1$ 시점까지의 정보집합이다. $h_{i,t}$ 는 t 시점의 원유가격 변화율과 BDI 변화율의 분산방정식이고, 이는 GARCH(1,1) 모형을 따른다고 가정한다. H_t 는 조건부 공분산 행렬이고 D_t 는 조건부 표준편차의 대각행렬이고 R_t 는 시간 가변 상관관계수 행렬을 나타낸다. DCC 모형은 다음과 같이 나타낸다.

$$R_t = Q_t^{*-1} Q_t Q_t^{*-1}, \quad (13)$$

$$Q_t = (1-\gamma-\delta)\bar{Q} + \gamma u_{t-1} u'_{t-1} + \delta Q_{t-1}. \quad (14)$$

여기서 Q^* 는 Q 의 주대각 원소들의 제곱근으로 구성된 대각행렬이다. \bar{Q}_t 는 u_t 의 비조건부 공분산 행렬이다. 여기서, 비음 스칼라 모수인 γ 과 δ 는 조건부 분산의 안정성을 위해 $\gamma + \delta < 1$ 의 조건을 만족해야한다.

IV. 실증결과

1. 단위근 검정

불안정한 시계열을 이용하여 회귀분석을 하게 되면 가성회귀문제가 발생할 수 있으므로, 본 연구 자료의 안정성을 검정하기 위하여 단위근 검정(Unit root test)을 하였다. 본 연구에서는 ADF(Augmented Dickey-Fuller) 검정과 PP(Phillips-Perron) 검정을 하였다. 단위근 검정을 할 때 추세항은 포함하지 않고 상수항만을 포함해서 검정하였다. 단위근 검정모형의 시차는 SIC 정보기준에 의하여 시차 길이를 선택하였다. 원유가격 변화율과 BDI 변화율에 대한 단위근 검정 결과는 <표 2>에서 확인할 수 있다. <표 2>에서 panel A는 변화율에 대한 것이고, panel B는 변동성에 대해 단위근 검정을 한 것이다. 단위근 결과를 보면, 모든 변수의 검정통계량이 모두 1% 유의수준에서 단위근이 존재한다는 귀무가설을 기각한다. 따라서 원유가격과 BDI 변화율과 변동성은 단위근이 없고 시계열이 안정적이라는 것을 알 수 있다.

표 2. 단위근 검정 결과

	ADF	PP
Panel A: 변화율		
BDI	-20.1786a	-19.2865a
Brent	-44.9577a	-44.9217a
Dubai	-47.0380a	-47.0838a
WTI	-48.8639a	-48.8760a
Panel B: 변동성		
BDI	-15.3848a	-14.0702a
Brent	-7.1312a	-6.9993a
Dubai	-6.5205a	-6.5988a
WTI	-6.9466a	-6.8919a

주: a는 1% 유의수준에서 단위근이 존재한다는 귀무가설을 기각한다는 것을 나타낸다.

2. Granger 인과관계 검증

〈표 3〉 ~ 〈표 5〉에서는 원유가격과 BDI 사이의 Granger 인과검정 결과를 볼 수 있다. Panel A는 BDI와 Brent와의 관계이고 Panel B는 BDI와 Dubai와의 관계이고 Panel C는 BDI와 WTI 사이의 인과관계 검정결과들이다. 〈표 3〉의 결과는 BDI 변화율과 원유가격 변화율 간의 인과관계 결과이

다. 모든 원유가격에서 BDI 변화율은 원유가격 변화율에 Granger 인과 하지 않는 것으로 나타났지만, Brent와 WTI의 경우에는 원유가격 변화율은 BDI 변화율에 Granger 인과 하는 것으로 나타났다. Dubai 원유가격 변화율은 Granger 인과하지 않는 것으로 나타났다. 다른 원유가격 변화율은 시차가 길어질수록 낮은 유의수준을 가지는 것으로 나타났다.

표 3. 원유가격과 BDI 변화율 사이의 Granger 인과관계검정 결과

	BDI \Rightarrow Oil	Oil \Rightarrow BDI
Panel A: BDI와 Brent		
1-lag	1.2973[0.2548]	6.4240[0.0113]b
2-lag	0.8680[0.4199]	3.2966[0.0372]b
3-lag	1.3244[0.2647]	2.1198[0.0957]c
Panel B: BDI와 Dubai		
1-lag	0.2053[0.6505]	2.4551[0.1173]
2-lag	0.1371[0.8719]	1.0581[0.3473]
3-lag	0.2956[0.8286]	0.7566[0.5184]
Panel C: BDI와 WTI		
1-lag	0.1005[0.7512]	4.7035[0.0302]b
2-lag	0.0567[0.9448]	2.5791[0.0761]c
3-lag	0.5034[0.6799]	1.8046[0.1442]

주: 1. []의 값은 p-값을 나타낸다.
 2. a, b, c는 각각 1%, 5%, 10% 수준 내에서 통계적으로 유의하다는 것을 의미한다.

표 4. 원유가격 변동성과 BDI 변화율 사이의 Granger 인과관계검정 결과

	BDI \Rightarrow Oil	Oil \Rightarrow BDI
Panel A: BDI와 Brent		
1-lag	5.4511[0.0196]b	4.2642[0.0390]b
2-lag	3.5254[0.0296]b	3.0059[0.0497]b
3-lag	2.6548[0.0470]b	2.6143[0.0496]b
Panel B: BDI와 Dubai		
1-lag	3.6414[0.0565]c	2.7181[0.0994]c
2-lag	3.3551[0.0351]b	2.5329[0.0797]c
3-lag	2.4218[0.0642]c	2.0266[0.1081]
Panel C: BDI와 WTI		
1-lag	5.0592[0.0246]b	3.6865[0.0550]c
2-lag	2.6797[0.0688]c	2.0064[0.1347]
3-lag	1.8846[0.1301]	3.2114[0.0221]b

주: 1. []의 값은 p-값을 나타낸다.
 2. a, b, c는 각각 1%, 5%, 10% 수준 내에서 통계적으로 유의하다는 것을 의미한다.

〈표 4〉의 결과들은 BDI 변화율이 원유가격 변동성을 Granger 인과 하지 않는다는 것과 두 번째로 원유가격 변동성이 BDI 변화율을 Granger 인과 하지 않는다는 가설을 검정한다. 그 결과 BDI 변화율

과 모든 원유가격 변동성 사이에 양방향 인과관계가 있다는 것을 보여준다.

즉, BDI 변화율이 원유가격 변동성에 영향을 미치고, 원유가격 변동성이 BDI 변화율에 영향을 주

표 5. 원유가격 변화율과 BDI 변동성 사이의 Granger 인과관계검정 결과

	BDI ≠ Oil	Oil ≠ BDI
Panel A: BDI와 Brent		
1-lag	0.0590[0.8080]	0.0492[0.8244]
2-lag	0.2857[0.7515]	1.2620[0.2833]
3-lag	0.3915[0.7591]	1.0559[0.3667]
Panel B: BDI와 Dubai		
1-lag	0.0007[0.9786]	0.1993[0.6553]
2-lag	0.0020[0.9980]	0.6427[0.5260]
3-lag	0.1736[0.9143]	1.1569[0.3248]
Panel C: BDI와 WTI		
1-lag	0.0022[0.9621]	0.2454[0.6204]
2-lag	0.0881[0.9156]	1.6748[0.1876]
3-lag	0.0731[0.9755]	1.1509[0.3248]

주: 1. []의 값은 p-값을 나타낸다.
 2. a, b, c는 각각 1%, 5%, 10% 수준 내에서 통계적으로 유의하다는 것을 의미한다.

표 6. 원유가격과 BDI 변화율 간의 VAR 모형의 추정결과

	Brent		Dubai		WTI	
	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>
BDI_{t-1}	0.7945a (0.0210)	0.0140 (0.0246)	0.7113a (0.0148)	0.0075 (0.0167)	0.7940a (0.0210)	0.0069 (0.0276)
BDI_{t-2}	-0.1173a (0.0210)	0.0105 (0.0245)			-0.1163a (0.0210)	-0.0005 (0.0276)
Oil_{t-1}	0.0462b (0.0180)	0.0513b (0.0211)	0.0293 (0.0187)	0.0086 (0.0210)	0.0347b (0.0161)	-0.0303 (0.0211)
Oil_{t-2}	-0.0005 (0.0180)	-0.0353c (0.0211)			0.0124 (0.0161)	-0.0093 (0.0212)
<i>Const</i>	0.0001 (0.0004)	0.0002 (0.0004)	0.0001 (0.0003)	0.0002 (0.0004)	0.0001 (0.0004)	0.0002 (0.0005)
R^2	0.5147	0.0044	0.5071	0.0001	0.5144	0.0010

주: 1. ()의 값은 표준오차를 나타낸다.
 2. a, b, c는 각각 1%, 5%, 10% 수준 내에서 통계적으로 유의하다는 것을 의미한다.

고 있다는 것이다. <표 5>는 BDI 변동성이 원유가격 변화율을 Granger 인과 하지 않는다는 것과 원유가격 변화율이 BDI 변동성을 Granger 인과 하지 않는다는 가설을 검정한다.

모든 결과에서 BDI 변동성과 원유가격 변화율 사이에 양방향 인과관계가 존재하지 않는 것으로 나타났다. 서로 간에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 결과들을 종합해보면, BDI 변화율의 경우에는 원유가격 변화율과 원유가격 변동성에 영향을 받고 있다는 것을 볼 수 있다. 또한 원유가격 변동성이 BDI 변화율에 영향을 미치고 있다는 것을 확인하였다. 이는 해운경기의 변화에 따라 원유가격의 변동성이 변할 수 있다는 것을 시사한다. 원유가격의 변동성은 미래의 운송비용 변화와 원자재 수요에 대한 변화를 일으킬 가망성이 크기 때문에 BDI 변화에 영향을 미칠 수 있다고 판단된다.

3. VAR 모형 결과

<표 6> ~ <표 8>은 원유가격 변화율과 변동성이 BDI 변화율의 방향을 예측할 수 있는지와 BDI 변화율과 변동성이 원유가격 변화율을 예측할 수 있는지에 알아본다. 각 변수에 대한 VAR 결과를 확인할 수 있다. 두 번째 열에서는 BDI가 종속변수이고 세 번째 열에서는 원유가격이 종속변수인 결과이고, 나머지 열도 같다. <표 6>은 원유가격 변화율(Brent, WTI)은 BDI 변화율에 양(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. Dubai 가격 변화율은 BDI 변화율에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 BDI 변화율은 원유가격 변화율에 유의한 영향을 주지 않는다. 이것은 원유가격이 증가하게 되면 BDI도 증가한다는 것을 의미한다. 그러나 원유가격의 증가는 일시적으로 BDI의 상승으로 이어지게 되고 이러한

표 7. 원유가격 변동성과 BDI 변화율 간의 VAR 모형의 추정결과

	Brent		Dubai		WTI	
	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>
<i>BDI_{t-1}</i>	0.7943a (0.0210)	0.0000 (0.0000)	0.7949a (0.0210)	0.0000 (0.0001)	0.7934a (0.0210)	-0.0000 (0.0001)
<i>BDI_{t-2}</i>	-0.1204a (0.0211)	-0.0001 (0.0000)	-0.1196a (0.0210)	-0.0001c (0.0001)	-0.1179a (0.0210)	-0.0000 (0.0001)
<i>Oil_{t-1}</i>	-10.0332 (10.9276)	1.0285a (0.0211)	-6.1440 (5.1051)	1.0022a (0.0211)	2.3793 (6.3528)	0.9713a (0.0211)
<i>Oil_{t-2}</i>	12.0590 (10.8294)	-0.0412b (0.0209)	7.5588 (5.0606)	-0.0243 (0.0209)	-1.0637 (6.2932)	0.0151 (0.0209)
<i>Const</i>	-0.0008 (0.0006)	0.0000a (0.0000)	-0.0006 (0.0005)	0.0000a (0.0000)	-0.0006 (0.0005)	0.0000a (0.0000)
<i>R²</i>	0.5147	0.9923	0.5145	0.9738	0.5142	0.9892

주: 1. ()의 값은 표준오차를 나타낸다.

2. a, b, c는 각각 1%, 5%, 10% 수준 내에서 통계적으로 유의하다는 것을 의미한다.

표 8. 원유가격 변화율과 BDI 변동성 간의 VAR 모형의 추정결과

	Brent		Dubai		WTI	
	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>	<i>BDI</i>	<i>Oil</i>
BDI_{t-1}	0.9591a (0.0209)	-1.6654 (2.2694)	0.9586a (0.0209)	-0.1389 (2.1996)	0.9586a (0.0209)	-0.9509 (2.5404)
BDI_{t-2}	-0.1407a (0.0209)	1.6236 (2.2695)	-0.1403a (0.0209)	0.1236 (2.1996)	-0.1402a (0.0209)	1.0611 (2.5405)
Oil_{t-1}	0.0001 (0.0002)	0.0557a (0.0211)	-0.0001 (0.0002)	0.0022 (0.0211)	-0.0001 (0.0002)	-0.0302 (0.0210)
Oil_{t-2}	-0.0003 (0.0002)	-0.0300 (0.0210)	-0.0002 (0.0002)	-0.0002 (0.0211)	-0.0003 (0.0002)	-0.0035 (0.0210)
<i>Const</i>	0.0001a (0.0000)	0.0002 (0.0006)	0.0001a (0.0000)	0.0002 (0.0006)	0.0001a (0.0000)	0.0002 (0.0007)
R^2	0.7130	0.0041	0.7129	0.0000	0.7131	0.0010

주: 1. ()의 값은 표준오차를 나타낸다.
 2. a, b, c는 각각 1%, 5%, 10% 수준 내에서 통계적으로 유의하다는 것을 의미한다.

결과는 정상국·김성기(2011)의 결과와 일치한다. <표 7>은 원유가격 변화율의 변동성과 BDI 변화율 간의 VAR 모형의 결과이다. 결과를 보면, Dubai의 경우에만 BDI_{t-2} 가 음(-)의 값을 가지고 유의한 것으로 나타났다. 그러나 Brent와 WTI에서도 유의하지는 않지만, 음(-)의 값을 가지고 있다. 이는 BDI가 증가하게 되면 원유가격 변동성이 작아진다는 것을 의미한다. BDI의 증가는 미래 경제가 좋아진다는 것을 암시하므로 원유가격의 변동성이 줄어든다는 것을 의미한다. 그러나 BDI 변화율은 원유가격의 변동성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. <표 8>은 BDI 변화율의 변동성과 원유가격 변화율 간의 VAR 모형의 결과이다. BDI 변화율의 변동성은 원유가격 변화율에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 그 반대도 마찬가지이다. 이러한 결과들을 종합해 보면, 변동성은 변화율을 예측하는 데 도움을 주지 못하고 있는 것으로 나타났다.

그러나 BDI 변화율은 원유가격 변화율의 변동성을 예측하는 데 도움을 주고, 원유가격 변화율은 BDI 변화율에 영향을 주는 것으로 나타났다. 향후 경기가 좋아지면서 안정될 경우 원유가격이 상승할 여지가 있다는 것을 보여준다.

4. 변동성 전이효과

<표 9>와 <표 10>은 변동성 전이효과에 관한 결과이다. 표에서 1과 2는 분산방정식에 현재의 변동과 전기의 변동을 포함해서 분석한 결과이다. 현재와 전기를 나타내는 τ_t 와 τ_{t-1} 의 계수는 변동성 전이효과를 나타낸다. <표 9>는 BDI 변동에서 원유가격으로의 변동성 전이효과의 결과이다, 변동성 전이효과 계수인 τ_t 와 τ_{t-1} 는 음(-)의 값을 가지고 Dubai와 WTI에서 유의한 것으로 나타났다. Dubai 변동성은 BDI의 현재 변동과 전기의 변동에 의해서 영향을 받지만 WTI 변동성은 BDI의 전기 변동

에 의해서만 영향을 받는다. 이는 BDI에서 원유가격에 대한 변동성 전이효과가 존재한다는 것을 의미한다. BDI 변동이 발생하게 되면 바로 원유가격 변동성에 영향을 미치기보다 시간을 두고 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 따라서, BDI의 충격(해운 경기에 대한 충격)은 원유시장에 대한 미래 충격에 전달된다는 것을 의미한다.

〈표 10〉은 원유가격에서 BDI로의 변동성 전이효과 결과의 결과를 볼 수 있다. 모든 결과에서 τ_t 와 τ_{t-1} 은 유의하지 않은 것으로 나타났다. 원유가격의 현재 변동과 전기 변동은 BDI 변동성에 영향을 미치고 있지 않다는 것을 의미한다.

결과를 종합해보면, 원유가격 변동성은 BDI 변동성에 영향을 미치지 못하고 있지만, 그 반대의 경

표 9. 원유가격에 대한 BDI 변동성 전이효과

Oil	Mean equation			Variance equation				
		<i>a</i>	<i>b</i>	ϕ	γ	δ	τ_t	τ_{t-1}
Brent	1	0.0002 (0.0003)	0.0322 (0.0205)	0.0000b (0.0000)	0.0394a (0.0074)	0.9561a (0.0077)	-0.0019 (0.0016)	
	2	0.0002 (0.0003)	0.0322 (0.0205)	0.0000b (0.0000)	0.0388a (0.0073)	0.9569a (0.0076)		-0.0018 (0.0015)
Dubai	1	0.0001 (0.0002)	0.0055 (0.0210)	0.0000a (0.0000)	0.0749a (0.0121)	0.9194a (0.0120)	-0.0040a (0.0015)	
	2	0.0002 (0.0002)	0.0042 (0.0209)	0.0000a (0.0000)	0.0741a (0.0120)	0.9203a (0.0119)		-0.0039a (0.0015)
WTI	1	0.0005 (0.0003)	-0.0077 (0.0203)	0.0000a (0.0000)	0.0501a (0.0091)	0.9417a (0.0098)	-0.0038 (0.0024)	
	2	0.0005 (0.0003)	-0.0076 (0.0204)	0.0000a (0.0000)	0.0515a (0.0093)	0.9395a (0.0098)		-0.0040c (0.0024)

주: 1. ()의 값은 표준오차를 나타낸다.

2. a, b, c는 각각 1%, 5%, 10% 수준 내에서 통계적으로 유의하다는 것을 의미한다.

표 10. BDI에 대한 원유가격 변동성 전이효과

Oil	Mean equation			Variance equation				
		<i>a</i>	<i>b</i>	ϕ	γ	δ	τ_t	τ_{t-1}
Brent	1	-0.0013 (0.0009)	0.7591a (0.0119)	0.0000a (0.0000)	0.2329a (0.0331)	0.7187a (0.0316)	0.0095 (0.0074)	
	2	-0.0013 (0.0009)	0.7591a (0.0119)	0.0000a (0.0000)	0.2320a (0.0330)	0.7198a (0.0315)		0.0086 (0.0072)
Dubai	1	-0.0013 (0.0009)	0.7591a (0.0119)	0.0000a (0.0000)	0.2334a (0.0331)	0.7222a (0.0313)	0.0032 (0.0047)	
	2	-0.0005 (0.0003)	0.5320a (0.0083)	0.0004b (0.0001)	0.0659a (0.0094)	0.4792b (0.1976)		0.0027 (0.0045)
WTI	1	-0.0012 (0.0009)	0.7588a (0.0119)	0.0000a (0.0000)	0.2325a (0.0332)	0.7228a (0.0314)	0.0020 (0.0044)	
	2	-0.0012 (0.0009)	0.7588a (0.0119)	0.0000a (0.0000)	0.2307a (0.0329)	0.7249a (0.0312)		0.0014 (0.0043)

주: 1. ()의 값은 표준오차를 나타낸다.

2. a, b, c는 각각 1%, 5%, 10% 수준 내에서 통계적으로 유의하다는 것을 의미한다.

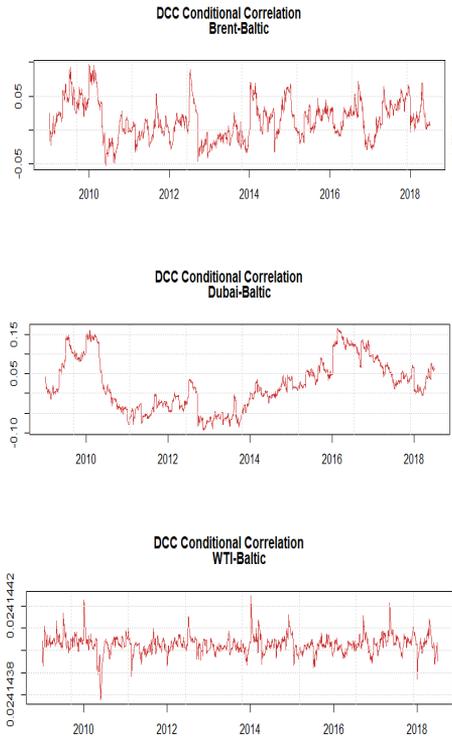


그림 2. 조건부 상관관계

우에는 영향을 주고 있다. 이는 원유가격 변동은 미래의 해운 경기 충격에 영향을 주지 못하지만 해운 경기의 충격은 원유가격 충격에 영향을 줄 수 있다는 것을 의미한다. 이는 원자재에 대한 급격한 수요 변화가 원유가격에 영향을 줄 수 있기 때문으로 판단된다. <그림 2>는 원유가격 변화율과 BDI 변화율의 시간가변(time-varying) 상관관계 수 그림을 볼 수 있다. Brent, Dubai 와 BDI 사이에 양(+의 상관관계와 음(-)의 상관관계가 시간이 따라 교차하며 변화하고 있으며, 상관관계 정도도 변화하고 있다는 것을 보여준다. 그러나 WTI와 BDI 사이에는 양(+의 상관관계만을 보이고 상관관계 정도도 거의 변화가 없다.

원유가격과 BDI 간의 상관정도는 -0.0938 ~ 0.1649 정도의 구간에서 움직이고 있다. 이러한 결

과는 상관관계 정도가 시간에 따라 변화하고 있지만 상관관계가 거의 존재하고 있지 않다는 것을 의미한다.

V. 결론

본 연구는 2009년 1월 2일부터 2018년 6월 29일까지 원유가격(Brent, Dubai, WTI)의 3대 유종과 BDI의 일별가격 자료를 이용하여 원유가격과 BDI의 상호관련성을 변화율과 변동성 측면에서 분석하였다. 본 연구에서 얻은 실증분석의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, Granger 인과검정을 통하여 발견한 것은 다음과 같다. 원유가격 변화율은 BDI 변화율에 Granger 인과관계가 있는 것으로 나타났으며, BDI 변화율과 원유가격 변동성 사이에 양방향 인과관계가 있다는 것으로 나타났다. 즉, BDI 변화율이 원유가격 변동성에 영향을 미치고, 원유가격 변동성이 BDI 변화율에 영향을 주는 것으로 나타났다. 마지막으로 BDI 변동성과 원유가격 변화율 사이에 양방향 인과관계가 존재하지 않는 것으로 나타났다.

둘째, VAR 모형의 결과를 보면 원유가격 변화율이 BDI 변화율에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으나, 그 반대의 경우는 영향을 미치지 않았다. 또한, BDI 변화율과 원유가격 변동성 간의 관계에는 Dubai 경우에만 BDI 변화율에 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 원유가격 변동성은 BDI 변화율에 영향을 미치지 않았다. BDI 변동성과 원유가격 변화율 간의 분석에서는 서로 간에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

셋째, 변동성 전이효과 결과를 보면, BDI에서 원유가격에 대한 변동성 전이효과가 존재하고, 원유가격에서 BDI로의 변동성 전이효과는 존재하지 않는 것으로 나타났다. 원유가격의 변동성이 BDI 변동성

에 영향을 주지 않는다는 것이다.

마지막으로 DCC 모형의 결과에 따르면 원유가격 변화율과 BDI 변화율의 시간가변(time-varying) 상관계수 그림을 볼 수 있다. Brent, Dubai와 BDI 사이에 양(+의 상관관계와 음(-)의 상관관계가 시간이 따라 교차하며 변화하고 있으며, 상관관계 정도도 변화하고 있다는 것을 보여주지만, 강한 상관관계는 존재하지 않는다.

모든 결과를 종합해보면, 원유가격 변화율과 변동성이 BDI 변화율에 많은 영향을 주는 것으로 나타났다. 그리고 BDI 변동성이 원유가격 변화율과 변동성에 영향이 있는 것으로 나타났다. 이는 원유가격 변동에 따라 실물경제가 변화할 수 있다는 것을 보여주는 것이다. 이러한 결과는 원유가격의 움직임은 세계 경제에서 중요한 부분을 차지하고 있다는 것을 보여주는 것으로 판단된다.

또한, BDI 충격(실물경제의 충격)이 원유가격의 변화로 이어진다. 원유가격이 변화하는 것은 원유에 대한 수요의 변화로 이어질 수 있다는 것을 보여준다. BDI의 변동성이 커지면 불확실성 증가하여 원유가격의 변화를 유도할 수 있는 것으로 보인다. 하지만 원유가격과 BDI 사이에는 상호 영향을 주고받는 관계가 확인되었지만 상관 정도는 낮은 편이라고 볼 수 있다. 이는 전 세계적으로 현재 천연가스에 대한 수요가 증가하고 신재생에너지에 대한 수요가 증대됨에 따라 원유에 대한 의존도가 하락하고 있으므로 둘 간의 상호관련성은 시간이 지남에 따라 더 낮아질 수도 있을 것으로 판단된다. 앞으로 해운 경기(실물경제) 및 원유시장의 투자와 거시경제 분석에 있어 원자재에 대한 수요 변화에 초점을 맞추어 나갈 필요가 있을 것으로 보인다.

원유와 BDI는 국제 경제에 중요한 영향을 미치는 요소라 할 수 있기 때문에 경제 성장을 예측하는데 광범위하게 사용되고 있다. 따라서 현재 상호

영향을 주고받는 관계가 낮은 것으로 확인되고 있지만 서로 간의 관계를 지속적으로 확인할 필요가 있다.

참고문헌

- 김현석·오용식, “해운선사 주가와 운임지수 BDI 변동성 간의 관계 분석”, 『해운물류연구』, 제75집, 2012, 687-702.
- 김현석·장명희, “벙커가격과 건화물선 지수(Baltic Dry-bulk Index) 간의 비대칭 장기균형 분석”, 제29집 제2호, 2013, 63-79.
- 모수원, “발틱 건화물운임지수의 변동성과 뉴스충격”, 『한국항만경제학회지』, 제21집 제2호, 2005, 65-79.
- 정상국·김성기, “국제유가의 변화가 건화물선 운임에 미치는 영향과 건화물선 운임간의 상관관계에 관한 연구”, 『한국항만경제학회지』, 제27집, 제2호, 2011, 217-240.
- Alizadeh, A. H. and Muradoglu, G., “Stock market efficiency and international shipping-market information”, *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 33, 2014, 445-461.
- Bakshi, G., Panayotov, G., and Skoulakis, G., “The Baltic Dry Index as a predictor of global stock returns, commodity returns, and global economic activity”, Working paper, University of Maryland, 2010.
- Engle, R.F., “Dynamic Conditional Correlation - A Simple Class of Multivariate GARCH Models”, *Journal of Business and Economic Statistics*, 20, 2002, 339-359.
- Fan, Y., and Xu, J. H., “What has driven oil prices since 2000? A structural change perspective”, *Energy Economics*, 33(6), 2011, 1082-1094.
- Groen, J.J., and Pesenti, P. A., “Commodity prices, commodity currencies, and global economic developments”, In *Commodity Prices and*

- Markets, East Asia Seminar on Economics, 20, 2013, 15-42.
- Lin, F., and Sim, N. C., "Trade, income and the Baltic dry index", *European Economic Review*, 59, 2013, 1-18.
- Malik, F. and Ewing, B.T., "Volatility transmission between gold and oil futures under structural breaks", *International Review of Economics and Finance*, 25, 2013, 113-121.
- Marzo, M., and Zagaglia, P., "Volatility forecasting for crude oil futures", *Applied Economics Letters*, 17(16), 2010, 1587-1599.
- Ruan, Q., Wang, Y., Lu, X., and Qin, J., "Cross-correlations between Baltic Dry Index and crude oil prices", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 453, 2016, 278-289.
- Sariannidis, N., Galyfianakis, G., and Drimbetas, E., "The effect of financial and macroeconomic factors on the oil market", *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(4), 2015, 1084-1091.
- Wei, Y., Wang, Y., and Huang, D., "Forecasting crude oil market volatility: Further evidence using GARCH-class models", *Energy Economics*, 32(6), 2010, 1477-1484.

발틱 운임지수와 원유시장 간의 상호관련성

최기홍, 김동윤

국문요약

본 연구는 2009년 1월 2일부터 2018년 6월 29일까지 원유가격(Brent, Dubai, WTI)의 3대 유종과 BDI의 일별가격 자료를 이용하여 원유가격과 BDI의 상호관련성을 변화율과 변동성 측면에서 분석하였다. 기존연구와 달리 VAR, Granger 인과검정, GARCH, DCC 모형을 이용하여 BDI와 원유가격 사이의 상호관련성을 변화율 측면과 변동성 측면 모두를 분석하였다.

상호관련성 분석결과 원유가격 변화율과 변동성이 BDI 변화율에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 BDI 변동성이 원유가격 변화율과 변동성에 영향을 주는 것으로 나타났다. 원유가격과 BDI 사이에는 상호 영향을 주고받는 관계가 확인되었지만 상관정도는 낮은 편이라고 볼 수 있다. 이는 전 세계적으로 현재 천연가스에 대한 수요가 증가하고 신재생에너지에 대한 수요가 증대됨에 따라 원유에 대한 의존도가 하락하고 있으므로 둘 간의 상호관련성은 시간이 지남에 따라 더 낮아질 수도 있을 것으로 판단된다. 따라서 향후 국제 해운(실물경제) 및 원유시장의 투자와 거시경제 분석에 있어서 원자재에 대한 수요 변화에 초점을 맞추어 나갈 필요가 있을 것으로 보인다.

주제어: 발틱운임지수, 원유가격, 변동성, 인과검정

