

국제 원유선물시장의 지역블록화에 관한 연구

마예 이은화
동국대학교 국제통상학과 박사과정 동국대학교 국제통상학과 조교수

A Study on Regional Blocs of International Crude Oil Futures Market

Rui Ma^a, Yin-Hua Li^b

^aDepartment of International Trade, Dongguk University, South Korea

^bDepartment of International Trade, Dongguk University, South Korea

Received 29 May 2022, Revised 27 June 2022, Accepted 28 June 2022

Abstract

This study intends to examine the regional blocs of the international crude oil futures market by analyzing the dynamic conditional correlation between the international crude oil futures markets using the DCC-GARCH model. For statistical data, from April 2, 2018 to March 31, 2022, international crude oil futures prices such as Europe, the United States, China, and Dubai were used. To summarize the results of the study, first, the phenomenon of regional blocs in the international crude oil futures market is occurring, and it is found that it is gradually strengthening as time goes by. Second, it was found that the dynamic correlation of the international crude oil futures market is temporarily strengthened when a supply-demand imbalance problem occurs due to a global shock. Third, it was found that the volatility of the Chinese crude oil futures market affects the international crude oil futures market. This study confirmed that the regional blocs phenomenon in the international crude oil futures market is strengthened as time goes by. In particular, it suggested that China's influence in the international oil market would increase.

Keywords: Crude Oil Futures Market, DCC-GARCH Model, Dynamic Conditional Correlation Among, Globalization, Regional Blocs.

JEL Classifications: C32, F65, Q54

^a First Author, E-mail: ruilove96@naver.com

^b Corresponding Author, E-mail: liyinhua1619@dongguk.edu

© 2022 The Korea Trade Research Institute. All rights reserved.

I. 서론

21세기 세계 경제를 골디락스(Goldilocks)로 만들어 준 세계화(Globalization)가 쇠퇴 기조를 보이고 있다. 2008년 글로벌 금융위기 이후 브렉시트(Brexit), 중·미 무역 갈등 그리고 글로벌 공급망을 마비시킨 팬데믹까지 겹쳐 세계 경제의 ‘탈세계화(Deglobalization)’ 현상이 점차 가속화되고 있다. 더불어 지난 2월에 러시아의 우크라이나 침공을 계기로 세계 경제는 ‘지역블록화(Regional Blocs)’ 현상이 나타나고 있다¹⁾.

우크라이나 전쟁은 지역전쟁으로 시작됐지만, 미국 등 서방국가의 대러시아 경제제재로 미국-유럽 대 중국-러시아 간의 거대한 경제전쟁으로 확대되고 있는 상황이다. 팬데믹 이후 국제 원유시장의 불안정성은 우크라이나 전쟁으로 더욱 심화되고 있다. 국제유가는 팬데믹 기간에 10달러/배럴 수준으로 하락했다가, 전쟁이 발발한 후 120달러/배럴로 급등한 바가 있다(Yang Eui-Seok et al., 2022).

국제 원유선물시장은 유럽의 브렌트(Brent) 원유, 미국의 WTI(West Texas Intermediate) 원유, 중동지역의 두바이(Dubai) 원유 및 중국의 상하이(Shanghai) 원유를 열거할 수 있다.

두바이 원유선물은 두바이상품거래소에서 거래되고 있는 오만(Oman)산 원유이다²⁾. 2021년에 두바이 원유선물시장의 거래량은 58만 계약으로 세계에서 네 번째로 큰 원유선물시장이다. 중동지역의 원유 거래는 두바이 원유선물가격을 기준가격으로 적용한다(Dubai Mercantile Exchange, 2022).

중국 원유선물은 2018년 3월에 상장된 후, 거래량이 지속적으로 증가하여 2019년에 6,000만 계약을 초과하여 미국의 WTI 원유에 이어 세계 2대 원유선물시장으로 성장하였다(Ma

Rui and Li Yin-Hua, 2021). 한편 중국 원유선물시장은 최초로 해외 투자자들에게 개방한 상품선물시장이며 위안화 결제 방식을 사용하고 있다. 중국의 원유선물 거래대상은 중질 고유황 원유로 중국과 한국, 일본, 기타 아시아지역 정유기업들이 주로 사용하는 오일이다(Ren Jian-Bin, 2020).

현재 세계 원유 거래는 영국의 Brent 원유와 미국의 WTI 원유를 기준 지표로 삼고 있으며, 아태지역의 실제 원유 수요 및 공급을 반영할 수 있는 가격 기준이 없다. 중국 원유선물의 출시는 중국과 아태지역의 수급관계를 반영하는 원유가격의 벤치마크를 형성하고, 국제 원유가격 시스템을 개선하며, 원유가격 결정권에 대한 중국의 영향력을 증대시킬 수 있는 동인으로 작용할 것으로 예상된다(Jia Zhao, 2020).

이처럼 세계 경제가 ‘지역블록화’ 현상이 심화되고 있는 배경 하에 국제 원유선물시장의 ‘지역블록화’에 대해 검토할 필요가 있다. Weiner (1991)의 연구에서는 일부 원유시장의 상관관계가 강화되어 관련 원유시장들이 지역화 현상이 나타나고 있다고 지적한 바가 있다. 따라서 본 논문에서도 원유시장 간의 상관관계가 강화되는 것을 ‘지역블록화’로 정의하고자 한다.

국제 원유시장의 지역화에 관한 선행연구는 1990년대부터 진행되어 왔으며, 관련 선행연구로 Weiner (1991), Gulen (1999), Dar (2018) 등이 있다. 이러한 선행연구들은 대부분 Brent 원유선물시장과 WTI 원유선물시장을 중심으로 분석하였으며, 2000년대에 설립된 두바이 원유선물시장과 상하이 원유선물시장을 포함한 연구가 거의 없다. 따라서 기존의 Brent 원유선물시장과 WTI 원유선물시장에 두바이 원유선물시장과 상하이 원유선물시장까지 포함하여 국제 원유선물시장이 통합되어 있는지 아니면 지역화를 이루고 있는지에 대해 검토할 필요가 있다.

본 연구는 DCC-GARCH 모형을 사용하여 4대 국제 원유선물시장 간의 동태적 조건부 상관관계를 분석하여 국제 원유선물시장의 지역블록화에 대해 검토하고자 한다. 통계자료는 2018년 4월 2일부터 2022년 3월 31일까지 유

1) 지역블록화의 사전적 의미는 국가 간의 경계를 넘어서 여러 국가들이 단일 시장경제체제 아래에서 자본·노동·상품 따위를 자유롭게 교환하거나, 여러 지역이나 국가가 사회적·경제적·정치적 이득을 얻기 위하여 행동이나 뜻을 함께하는 일이라고 정의하고 있다.

2) 2000년대 들어 두바이의 원유 생산량이 감소한 관계로 두바이상품거래소에서 거래되고 있는 원유 선물은 오만산 원유이다.

럽, 미국, 중국, 두바이 등 국제 원유선물가격을 사용하였다.

I 장에서는 연구 배경 및 연구 목적에 대해 살펴본다. II 장에서는 선행연구를 검토한 후, III 장에서는 분석에 사용된 연구모형을 소개하고, IV 장에서는 국제 원유선물시장 간의 동태적 조건부 상관관계에 대해 분석한다. V 장에서는 연구결과를 요약하고 정책적 시사점을 제시한다.

II. 선행연구 검토

1970년대에 2차래의 오일쇼크가 발생한 후, 세계 경제학자들은 국제 원유가격에 대해 많은 연구를 수행해 왔다. 국제 원유가격에 관한 선행연구는 주로 국제 원유가격의 변동성, 국제 원유가격의 영향요인, 국제 원유가격의 변동성이 경제에 미치는 영향, 국제 원유시장의 통합화 및 지역화 등에 관한 연구가 있다.

국제 원유가격의 변동성에 관한 연구로 Plourde and Watkins (1998), Wai Mun-Fong and Kim Hock-See (2002), Kang Sang-Hoon, Kang Sang-Mok and Yoon Seong-Min (2009), Sathyanarayana, Harish and Gargsha (2018), Zavadzka, Morales and Coughlanc (2020) 등이 있다. 이들 연구들은 주로 국제 원유가격의 변동성 추이, 예측, 전이효과에 대해 분석하였다.

국제 원유가격의 영향요인에 관한 연구로 Bernanke, Gertler, Watson, Sims and Friedman (1997), Yang, Hwang and Huang (2002), Miao Hong, Ramchander, Wang Tian-Yang and Yang Dong-Xiao (2017), Alredany (2018), Wen Feng-Hua, Zhang Min-Zhi, Deng Mi, Zhao Yu-Pei and Jian Ou-Yang (2019), Dey, Edwards and Das (2020) 등이 있다. 이들 연구들은 국제 원유가격의 영향요인으로 원유의 수급, 투기, 달러, 금, 주식가격, 상품가격, 통화정책, 지정학적 요인 등 변수들을 사용하여 분석하였다.

국제 원유가격의 변동성이 경제에 미치는 영향에 관한 연구로 Burbidge and Harrison (1984), Jones and Leiby (1996), Hamilton

(2009), Chen Zhi-Ying and Li Dong-Yang (2012) 등이 있다. 이들 연구들은 국제 원유가격의 변동성이 각국의 GDP, 경제성장률, 물가, 통화정책, 실업률 등 거시경제 변수에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

국제 원유시장의 통합화에 관한 연구로 Adelman (1984), Kleit (2001), Bachmeier and Griffin (2006), Juan (2011) 등이 있다. Adelman (1984)은 국제 원유시장이 하나의 큰 시장임을 주장한 것을 시초로 국제 원유시장이 지역적으로 분류되어 있는지, 하나로 통합되어 있는지에 관한 논의가 지속적으로 이루어져 왔다. Kleit (2001)은 차익거래이론을 이용하여 1990년대 이후 원유가격 간의 상관성이 커져 국제 원유시장이 보다 강력하게 통합되고 있음을 증명하였다. Bachmeier and Griffin (2006)은 오차수정모형과 Granger 인과 검정을 통해 원유가격 간의 인과관계를 확인하여 국제 원유시장이 통합된 시장임을 증명하였다. Juan (2011)은 Copula 함수를 이용하여 원유가격 간의 종속성 구조를 분석하는 방식으로 원유가격 간의 동조성을 확인하였다.

이에 반해 국제 원유시장의 지역화를 주장한 연구로 Weiner (1991), Gulen (1999), Dar (2018) 등이 있다. Weiner (1991)는 주요 원유가격 간의 상관관계 분석과 변환회귀모형 검정을 통해 국제 원유시장이 높은 수준으로 지역화되어 있음을 주장하였다. Gulen (1999)는 다변량 공적분 검정방법을 사용하여 주요 원유시장의 지역화를 확인하였다. Dar (2018)은 DWT(Discrete Wavelet Transform)방법을 사용하여 유럽의 Brent 원유와 미국의 WTI 원유를 중심으로 최근 몇 년 동안 두 시장이 지역화된 것을 확인하였다.

이처럼 기존 선행연구들은 주로 공적분 검정, 오차수정모형 및 Granger 인과검정 등 방법으로 국제 원유시장 간의 관계에 대해 분석하였다. 공적분 검정방법은 국제 원유시장 간 장기적 상관관계를 검토할 수 있지만, 원유시장 간의 영향 수준과 방향을 검토하지 못하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 오차수정모형과 Granger 인과검정방법을 사용하여 국제 원유시장 간의 장·단기 인과관계를 분석할

수 있다. 그러나 공적분 검정, 오차수정모형 및 Granger 인과검정방법은 모두 시간 불변적이라고 가정하고 있다. 이러한 방법은 국제 원유 시장 간의 동태적 상관관계의 변화를 파악할 수 없는 한계가 있다.

Engle (2002)은 시계열 변수들 간의 상관관계가 시간의 흐름에 따라 변화한다는 가정을 모형에 포함시켜 DCC-GARCH 모형을 제안하였다. DCC-GARCH 모형은 주식시장의 동태적 상관관계를 분석하는데 주로 사용해 왔는데, Cho and Parhizgari (2008), Lee Ki-Seong and Ryou Jai-Won (2012), Chittedi (2015), Ahmed and Lin Le-fen (2019), Hou Yang, Li and Feng-Hua Wen (2019), Thao Phan Thi Dieu LE and Hieu Luong Minh TRAN (2021) 등의 연구가 그러하다. 최근에 국제 원유시장과 주식시장 간의 관계에 대해서도 DCC-GARCH 모형을 사용한 연구가 있는데, Filis, Degiannakis and Floros (2011), Antonakakis and Filis (2013), Hou Yang, Li Steven and Wen Feng-hua (2019), Ashfaq, Tang Yong and Maqbool (2019), Hongsakulvasu, Khiewngamdee and Liamukda (2020) 등의 연구를 들 수 있다.

기존 선행연구들은 주로 WTI 원유와 Brent 원유를 중심으로 국제 원유시장의 통합화 및 지역화에 대해 분석하였으나, 본 논문은 두바이 원유와 중국 원유를 추가하여 국제 원유선물시장의 지역블록화에 대해 분석하고자 한다. 또한 국제 원유가격의 변동성을 고려하여 DCC-GARCH 모형을 사용하여 국제 원유선물 시장 간의 동태적인 상관관계를 검토한다는 점이 선행연구와의 가장 큰 차이점이다.

III. 분석모형 및 통계자료

1. 분석모형

Engle (2002)은 시계열 변수들 간의 상관관계가 시간의 흐름에 따라 가변적이라는 가정을 연구모형에 포함시켜 DCC-GARCH (Dynamic Conditional Correlation Multivariate Generalized

Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) 모형을 제안하였다. DCC-GARCH 모형은 시계열 변수들의 조건부 공분산행렬을 GARCH 모형으로 표준화 잔차를 구한 후, 동태적 조건부 상관계수를 추정한다. DCC-GARCH 모형은 다음과 같은 식으로 표시한다³⁾.

$$r_t = \mu_t + \epsilon_t, \quad \epsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, H_t) \quad (1)$$

$$H_t = D_t R_t D_t = (\rho_{ij,t} \sqrt{h_{ii,t} h_{jj,t}}) \quad (2)$$

$$h_{ii,t} = \omega_i + \alpha_i \epsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i h_{ii,t-1} \quad (3)$$

$$u_t = \frac{\epsilon_t}{\sqrt{h_{ii,t}}} = D_t^{-1} \epsilon_t \sim iid.N(0, I_N) \quad (4)$$

$$R_t = \text{diag} \left(\frac{1}{\sqrt{q_{ii,t}}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{q_{jj,t}}} \right) \\ Q_t \text{diag} \left(\frac{1}{\sqrt{q_{ii,t}}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{q_{jj,t}}} \right) \\ Q_t = (q_{ij,t}) \quad (5)$$

$$Q_t = (1 - \alpha - \beta) \bar{Q} + \alpha u_{t-1} u_{t-1}' + \beta Q_{t-1} \quad (6)$$

$$q_{ij,t} = (1 - \alpha - \beta) \bar{p}_{ij} + \alpha u_{i,t-1} u_{j,t-1}' + \beta q_{ij,t-1} \quad (7)$$

$$p_{ij,t} = q_{ij,t} / \sqrt{q_{ii,t} q_{jj,t}} \quad (8)$$

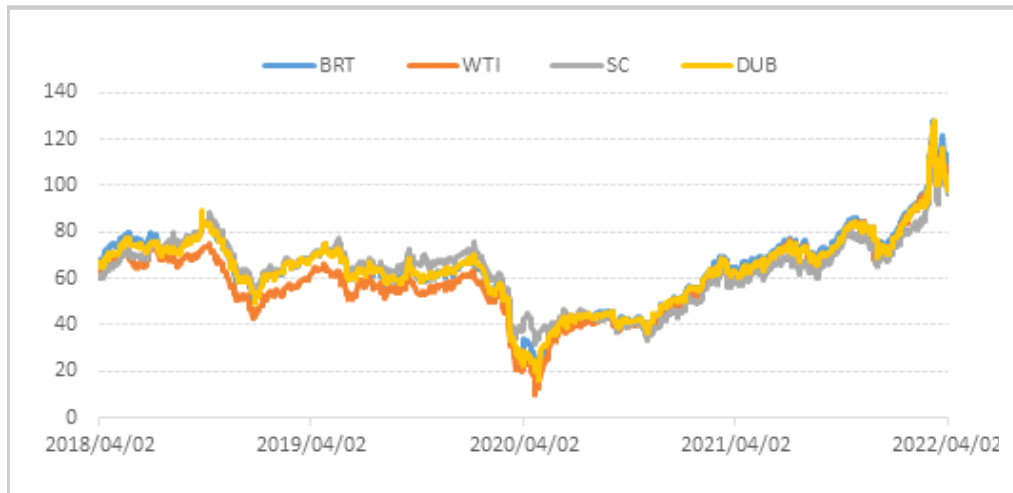
$$L_t(\theta, \phi) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [k \log(2\pi) + 2 \log |D_t| \\ + \log |H_t| + u_t' R_t^{-1} u_t] \quad (9)$$

여기서 r_t 는 $N \times 1$ 자산수익률 벡터이고, Ω_{t-1} 은 $t-1$ 기의 정보 집합이다. H_t 는 조건부 공분산 행렬이고, D_t 는 조건부 분산의 $N \times N$ 대각행렬이며, R_t 는 $N \times N$ 동태적 조건부 상관계수행렬이다. $h_{ii,t}$ 는 t 시점 개별 변수의 조건부 분산이고, u_t 는 표준화 잔차이며, I_N 은 N 차 항등행렬이다. $Q_t = (q_{ij,t})$ 는 표준화 잔차의 시간 가변적 공분산행렬, $\bar{Q} = E[u_t u_t']$ 는 표준

3) 연구모형은 Lee Ki-Seong and Ryou Jai-Won (2012)와 Luo Dan-Dan and Li Yin-Hua (2022)를 참고하였다.

Table 1. Variable Description

Variables	Variables Definition	Source
BRT	Brent Crude Oil Futures Price	International Petroleum Exchange
WTI	WTI Crude Oil Futures Price	New York Mercantile Exchange
SC	China Crude Oil Futures Price	Shanghai Futures Exchange
DUB	Dubai Crude Oil Futures Price	Dubai Mercantile Exchange

Fig. 1. International Crude Oil Futures Prices Trend

Notes: Unit is \$/barrel.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 04. 02).

화 잔차의 비조건부 분산행렬이다. 비음(Non-Negative)인 스칼라 모수 α 와 β 는 0보다 커야 하고, $\alpha + \beta$ 의 값은 1보다 작아야 하는 조건을 만족시켜야 한다. α 는 충격의 강도가 클수록 시간 가변적 상관관계의 분산이 커진다. β 는 충격이 소멸되는 데 소요되는 시간이며, $\alpha + \beta$ 는 상관관계의 연속성을 나타낸다. $p_{i,j,t}$ 는 DCC-GARCH 모형의 동태적 조건부 상관계수를 나타낸다. DCC-GARCH 모형은 최대우도추정(Maximum Likelihood Estimation) 방법으로 추정한다. 조건부 대수 우도함수(Conditional Log-Likelihood Function) $L_t(\theta, \phi)$ 는 D_t 와 관련된 단변량 GARCH 추정치들의 합인 변동성 부분(θ)과 R_t 와 관련된 상관계수 부분(ϕ)을 분

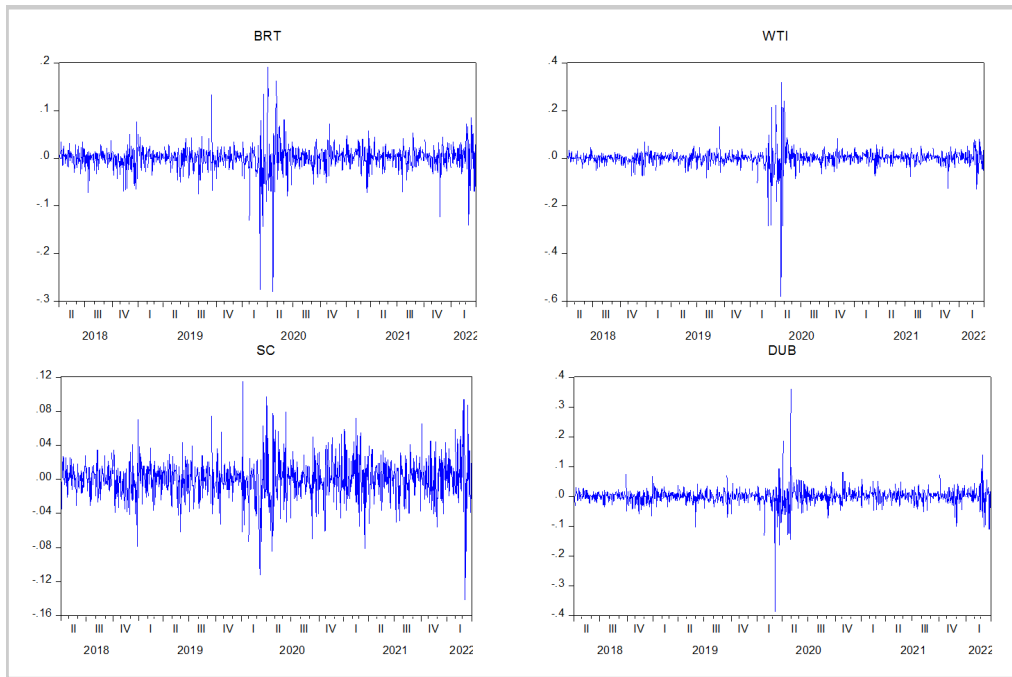
리한 2단계 절차로 최대화하여 모수를 추정한다.

2. 분석자료 및 기초통계

본 연구는 Brent 원유선물가격(BRT), WTI 원유선물가격(WTI), 중국 원유선물가격(SC), 두바이 원유선물가격(DUB)을 분석대상으로 하였다. 시계열 자료는 2018년 4월 2일부터 2022년 3월 31일까지 일별 자료이며⁴⁾, 총 관측치 수는 975개이다. <Table 1>은 국제 원유선물가격의 통계자료 출처이다.

4) 중국 원유선물이 2018년 3월 26일에 상장하였고, 또한 중국이 상대적으로 공휴일이 많은 관계로 거래 일자의 차이 문제는 중국을 기준으로 수정하였다.

Fig. 2. International Crude Oil Futures Rate of Return Trend



Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).

〈Fig. 1〉은 국제 원유선물가격의 변화 추이를 보여주고 있다. 전반적으로 보면 국제 원유선물가격은 비슷한 추세로 변화하고 있는 것으로 나타났으며, 2018년 하반기와 2020년 초에 2차례의 가격 하락 현상이 발생하였다. 2018년 하반기에 미국의 주가가 급락하게 되면서 국제 원유선물가격도 동반 하락하였다. 2020년 초에 국제 원유선물가격이 하락한 것은 팬데믹 초기에 각국이쇄국정책을 실시하게 되면서 생산 감소가 주 원인이다. 한편 올해 2월 말에 우크라이나 전쟁의 발발로 국제 원유선물가격이 급등한 것으로 나타났다.

〈Fig. 2〉는 연속 수익률로 변환한 국제 원유선물가격 수익률 추이를 보여주고 있다⁵⁾. 샘플 기간 동안 Brent 원유선물, WTI 원유선물, DUB 원유선물의 수익률은 비슷한 양상으로 나

타났으며, 특히 2020년 초에 페르시아만의 지정학적 긴장 고조와 코로나19의 팬데믹으로 급등락하는 현상이 나타났다. 중국 원유선물의 수익률은 활발하게 변동하고 있으나 변동 폭이 상대적으로 작은 편이다.

〈Table 2〉는 국제 원유선물의 일일 가격 수익률에 대한 기초통계량이다. 국제 원유선물의 평균 수익률은 0에 가깝고, 첨도는 3보다 현저히 큰 값을 가지고 있다. Jarque-Bera 통계량은 1%의 유의수준에서 국제 원유선물가격 수익률의 분포가 정규분포한다는 귀무가설을 기각하고 있다.

시계열 변수들의 안정성을 검증하기 위한 ADF(Augmented Dickey-Fuller) 검정결과는 〈Table 3〉과 같다. 검정결과, 1% 유의수준에서 수준 변수들은 단위근이 존재하여 불안정한 시계열로 확인되었고, 차분 변수들은 안정적인 시계열로 나타났다.

5) 시장수익률은 $R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$ 로 표시한다. 이 중 P_t 는 t일 가격, P_{t-1} 은 t-1일 가격이다.

Table 2. Basic Statistics on the International Crude Oil Futures Rate of Return

Variables	Minimum value	Maximum value	Average	Standard Deviation	Kurtosis	Jarque-Bera
LNBRT ALL	-0.2798	0.1908	0.0005	0.0301	22.8279	16,274.8400***
LNBRT I	-0.2758	0.1348	-0.0020	0.0278	26.5751	11,702.5000***
LNBRT II	-0.2798	0.1908	0.0030	0.0321	20.6961	6,417.4410***
LNWTI ALL	-0.5812	0.3196	0.0005	0.0410	58.4295	125,703.1000***
LNWTI I	-0.2822	0.2136	-0.0023	0.0318	31.3524	16,702.1600***
LNWTI II	-0.5812	0.3196	0.0033	0.0484	55.1223	55,667.6900***
LNSC ALL	-0.1413	0.1154	0.0005	0.0244	6.3712	464.7500***
LNSC I	-0.1120	0.1154	-0.0010	0.0212	7.8466	487.0401***
LNSC II	-0.1413	0.0973	0.0019	0.0272	5.3504	113.0262***
LNDUB ALL	-0.3863	0.3613	0.0004	0.0319	45.4855	73,134.4700***
LNDUB I	-0.3863	0.0934	-0.0021	0.0293	66.0236	82,559.8200***
LNDUB II	-0.1453	0.3613	0.0031	0.0340	32.1892	17,802.1600***

Notes: 1. * $p < 10\%$, ** $p < 5\%$, *** $p < 1\%$.

2. ALL Step: 2018. 04. 02 - 2022. 03. 31; Step I : 2018. 04. 02 - 2020. 03. 31; Step II: 2020. 04. 01 - 2022. 03. 31.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).

Table 3. ADF Test Results of Time Series Data

Level Variable	t-Statistic	Prob.	Difference Variable	t-Statistic	Prob.
LNBRT ALL	-1.1493	0.9188	Δ LNBRT All	-29.0572***	0.0000
LNBRT I	1.7706	1.0000	Δ LNBRT I	-22.6708***	0.0000
LNBRT II	-3.6584	0.0261	Δ LNBRT II	-20.3780***	0.0000
LNWTI ALL	-1.7989	0.7048	Δ LNWTI All	-8.4656***	0.0000
LNWTI I	1.9215	1.0000	Δ LNWTI I	-5.5652***	0.0000
LNWTI II	-2.2593	0.1859	Δ LNWTI II	-7.9026***	0.0000
LNSC ALL	-0.8423	0.9602	Δ LNSC All	-31.2195***	0.0000
LNSC I	-0.6473	0.9754	Δ LNSC I	-19.9034***	0.0000
LNSC II	-3.0317	0.1246	Δ LNSC II	-23.5434***	0.0000
LNDUB ALL	-1.3676	0.8698	Δ LNDUB All	-29.8231***	0.0000
LNDUB I	1.1795	1.0000	Δ LNDUB I	-22.7891***	0.0000
LNDUB II	-1.7454	0.4077	Δ LNDUB II	-19.8007***	0.0000

Notes: 1. * $p < 10\%$, ** $p < 5\%$, *** $p < 1\%$.

2. ALL Step: 2018. 04. 02 - 2022. 03. 31; Step I : 2018. 04. 02 - 2020. 03. 31; Step II: 2020. 04. 01 - 2022. 03. 31.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).

Table 4. Estimation Result of Parameters Using DCC(1,1)-GARCH(1,1) Model

Variables	Estimate	ALL	I	II
BRT-SC	α	0.0029***	0.0080***	0.0217***
	β	0.8681***	0.8598***	0.6108***
	$\alpha + \beta$	0.8710***	0.8678***	0.6325***
WTI-SC	α	0.0054***	0.0092***	0.0414***
	β	0.8302***	0.8358***	0.7505***
	$\alpha + \beta$	0.8356***	0.8450***	0.7919***
BRT-DUB	α	0.0218***	0.0154***	0.0064***
	β	0.8063***	0.9047***	0.8674***
	$\alpha + \beta$	0.8281***	0.9201***	0.8738***
WTI-DUB	α	0.0282***	0.0672***	0.0150***
	β	0.3232***	0.1864***	0.7923***
	$\alpha + \beta$	0.3514***	0.2536***	0.8073***
BRT-WTI	α	0.2200***	0.2221***	0.1381***
	β	0.6078***	0.3509***	0.8374***
	$\alpha + \beta$	0.8278***	0.5730***	0.9755***
SC-DUB	α	0.0392***	0.0321***	0.0336***
	β	0.7847***	0.9014***	0.9571***
	$\alpha + \beta$	0.8240***	0.9335***	0.9907***

Notes: 1. * $p < 10\%$, ** $p < 5\%$, *** $p < 1\%$.

2. ALL Step: 2018. 04. 02 - 2022. 03. 31; Step I: 2018. 04. 02 - 2020. 03. 31; Step II: 2020. 04. 01 - 2022. 03. 31.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).

IV. 실증분석결과

1. DCC-GARCH 모형을 이용한 모수 추정결과

본 연구는 DCC(1,1)-GARCH(1,1) 모형을 사용하여 국제 원유선물가격의 동태적 조건부 상관관계를 분석하고자 한다. <Table 4>는 DCC(1,1)-GARCH(1,1) 모형을 사용한 시계열 자료의 모수 추정결과이다⁶⁾.

<Table 4>를 살펴보면 1% 유의수준에서 모

든 모수들이 유의한 것으로 나타났다. α 와 β 는 모두 정(+)의 값을 가지며, $\alpha + \beta < 1$ 의 조건을 만족시켜 국제 원유선물가격의 수익률 자료가 안정적인 것을 확인하였다. 이 중 BRT-WTI의 α 값이 가장 높은 것으로 나타났는데, 이는 두 원유선물시장 간의 가격 조정효과가 가장 강한 것으로 해석된다. 동태적 상관관계의 지속성을 나타내는 β 값은 WTI-DUB를 제외하고 대체로 0.6를 초과하여 각 원유선물시장 간 동태적 상관관계의 지속성이 강한 것을 확인하였다. $\alpha + \beta$ 값도 WTI-DUB를 제외하고 대체적으로 0.8를 초과하여 각 원유시장 간 상관관계가 높은 것을 확인할 수 있다. 특히 II단계에서 BRT-WTI와 SC-DUB의 $\alpha + \beta$ 값은 각각 0.976과 0.991로 나타나 II단계에서 서방 선진국 그룹과 개도국

6) DCC(1,1)-GARCH(1,1) 모형으로 추정하기 전에 시계열 변수에 대해 ARCH 모형과 GARCH(1,1) 모형으로 추정해야 하는데, ARCH 모형과 GARCH(1,1) 모형의 추정결과는 <부록 1>과 <부록 2>이다.

그룹으로 구분된 지역블록화 현상이 강화된 것을 확인할 수 있다.

2. 국가별 동태적 조건부 상관관계 분석결과

〈Fig. 3-1〉, 〈Fig. 3-2〉는 유럽, 미국, 중국, 두바이 등 주요 국제 원유선물시장 간의 동태적 조건부 상관관계의 변화를 나타내고 있다.

구체적으로 보면, BRT-SC의 상관계수 변동은 0.26~0.34 범위 내에서; WTI-SC의 상관계수 변동은 0.20~0.34 범위 내에서 변화한 것으로 나타났다. 중국 원유선물시장은 설립 기간이 짧아 선물시장으로서의 기능이 미숙한 관계로 선진국 원유선물시장과의 상관관계가 상대적으로 낮은 것으로 해석된다.

BRT-DUB의 상관계수 변동은 0.2~0.8 범위 내에서; WTI-DUB의 상관계수 변동은 0.1~0.8 범위 내에서 변화한 것으로 나타났다. 두바이 원유선물시장은 중국 원유선물시장보다 설립 기간이 길지만, 선진국 원유선물시장처럼 금융 기능이 높지 않은 관계로 선진국 원유선물시장과의 상관관계가 그리 높지 않은 것으로 풀이된다.

BRT-WTI의 상관계수 변동은 0.3~1.0 범위 내에서 변화한 것으로 나타났다. 유럽과 미국의 원유선물시장은 금융화 수준이 상당히 높은 관계로 두 시장 간의 동태적 상관관계가 매우 강한 것으로 나타났다.

SC-DUB의 상관계수 변동은 0.2~0.8 범위 내에서 변화한 것으로 나타났다. 중국과 두바이의 원유선물시장은 아직 금융기능이 미숙한 편이지만, 중국이 중동산 원유를 대량 수입하고 있으며, 상하이 선물거래소에서 중동산 원유선물도 거래되고 있는 관계로 두 시장 간의 상관관계가 높은 것으로 나타났다.

이상 국제 원유선물시장 간 동태적 조건부 상관관계를 종합하면 다음과 같은 특징이 있다.

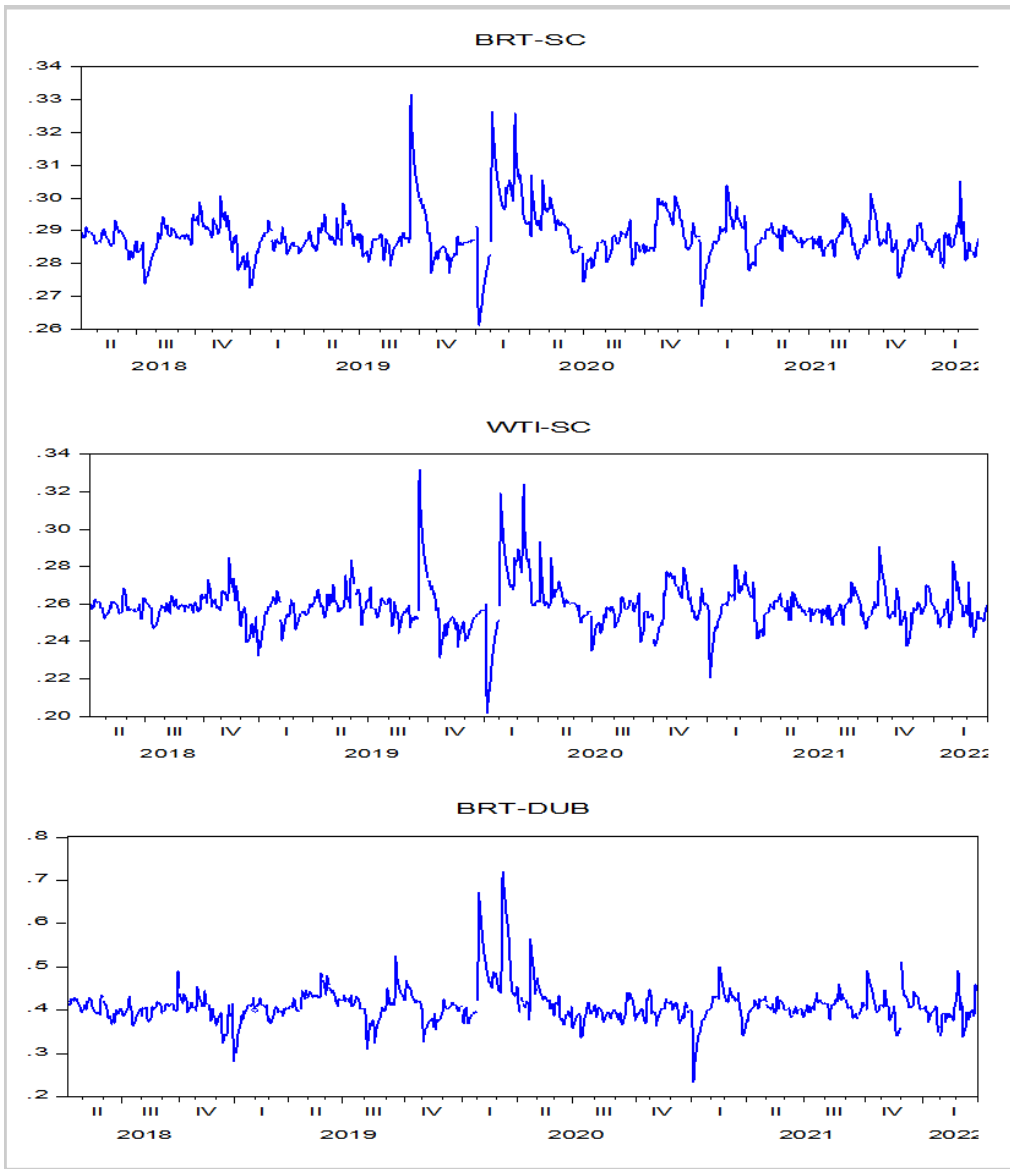
첫째, 국제 원유선물시장은 지정학적 리스크를 받아 수급 불균형 문제가 발생할 경우 동태적 상관관계가 강화되는 것으로 분석되었다. 특히 중동지역 전쟁이 발생한 2019년 9월과

2020년 1월에 BRT-SC, WTI-SC, BRT-DUB, WTI-DUB의 상관관계가 일시적으로 강한 정(+)의 충격반응을 일으킨 것으로 나타났다.

둘째, 중국 원유선물시장의 변동성이 국제 원유선물시장에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 2020년 1월에 BRT-SC, WTI-SC, SC-DUB의 상관관계가 일시적으로 강한 부(-)의 충격반응을 일으킨 것으로 나타났다. 2020년 1월 초에 코로나 발원지가 중국이라는 언론 보도가 나온 후, 중국 원유선물가격이 일시적으로 급락하였는데, 이는 국제 원유선물시장에 부(-)의 영향을 미친 것으로 해석된다.

셋째, 국제 원유선물시장은 선진국그룹과 개도국그룹으로 구분된 지역블록화 현상이 나타나고 있다. BRT-WTI의 상관계수는 0.9를 기준으로 가장 활발하게 움직이고 있고, 다음으로 SC-DUB의 상관계수가 0.65를 기준으로 활발하게 움직이고 있어 국제 원유선물시장이 선진국그룹(BRT-WTI)과 개도국그룹(SC-DUB)으로 구분되고 있는 것으로 나타났다.

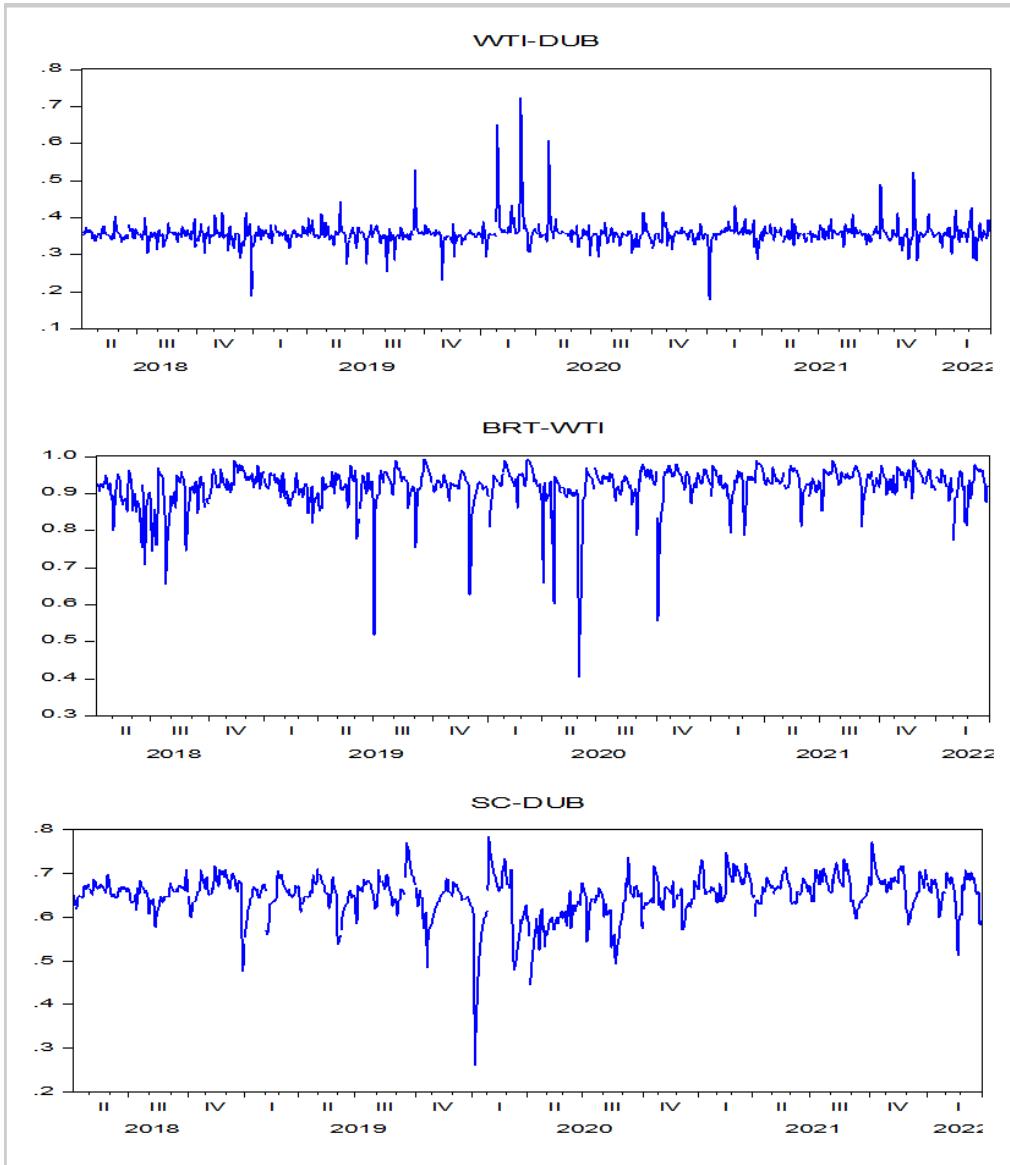
Fig. 3-1. The Dynamic Conditional Correlation Among International Crude Oil Futures Prices



Notes: ALL Step: 2018. 04. 02 - 2022. 03. 31; Step I : 2018. 04. 02 - 2020. 03. 31; Step II: 2020. 04. 01 - 2022. 03. 31.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).

Fig. 3-2. The Dynamic Conditional Correlation Among International Crude Oil Futures Prices



Notes: ALL Step: 2018. 04. 02 - 2022. 03. 31; Step I : 2018. 04. 02 - 2020. 03. 31; Step II: 2020. 04. 01 - 2022. 03. 31.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).

Table 5. The Dynamic Conditional Correlation Coefficient Among International Crude Oil Futures Prices(by Stage)

Variables	Steps	BRT	WTI	SC	DUB
BRT	ALL	1			
	I	1			
	II	1			
WTI	ALL	0.9191	1		
	I	0.9101	1		
	II	0.9353	1		
SC	ALL	0.2882	0.2586	1	
	I	0.3053	0.2745	1	
	II	0.2517	0.2228	1	
DUB	ALL	0.3932	0.3564	0.6495	1
	I	0.4043	0.3443	0.6256	1
	II	0.3846	0.3355	0.6820	1

Notes: ALL Step: 2018. 04. 02 - 2022. 03. 31; Step I: 2018. 04. 02 - 2020. 03. 31; Step II: 2020. 04. 01 - 2022. 03. 31.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).

3. 단계별 동태적 조건부 상관관계 분석결과

본 연구에서는 국제 원유선물시장의 동태적 상관관계에 대해 단계별로 구분하여 분석하였다. ALL은 전체 연구기간인 2018년 4월 2일부터 2022년 3월 31일까지; I 단계는 2018년 4월 2일부터 2020년 3월 31일까지; II 단계는 2020년 4월 1일부터 2022년 3월 31일까지이다. <Table 5>는 국제 원유선물시장의 단계별 동태적 조건부 상관관계에 대한 분석결과이다.

우선 전체 기간(ALL)을 보면 BRT-WTI의 평균 상관계수는 0.919로 가장 높았고, 다음으로 SC-DUB의 평균 상관계수가 0.650으로 두 번째로 높은 것으로 나타났다. 그 외에 BRT-DUB, WTI-DUB, BRT-SC, WTI-SC 등 순으로 나타났다.

단계별로 보면 BRT-WTI의 평균 상관계수는 I 단계의 0.910에서 II 단계의 0.935로 증가하였다. SC-DUB의 평균 상관계수도 I 단계의 0.626에서 II 단계의 0.682로 증가하였다. 반면 BRT-SC, WTI-SC, BRT-DUB, WTI-DUB의 평

균 상관계수는 II 단계가 I 단계보다 낮은 것으로 나타났다.

국제 원유선물시장의 단계별 동태적 조건부 상관관계 분석결과를 보면 선진국그룹(BRT-WTI)의 상관관계가 점차 강화되고 있는 동시에, 개도국그룹(SC-DUB)의 상관관계도 강화되고 있는 것으로 나타났다. 반면 선진국-개도국(BRT-SC, WTI-SC, BRT-DUB, WTI-DUB) 간의 상관관계는 점차 약화되고 있는 것으로 나타났다. 즉, 국제 원유선물시장은 시간이 지날수록 지역블록화 현상이 강화되고 있는 것으로 분석되었다.

V. 결론

본 연구는 DCC-GARCH 모형을 사용하여 2018년 4월 2일부터 2022년 3월 31일까지의 Brent 원유선물가격(BRT), WTI 원유선물가격(WTI), 중국 원유선물가격(SC), 두바이 원유선물가격(DUB) 등 일별 시계열 자료를 이용하여

국제 원유선물시장 간의 동태적 조건부 상관관계를 분석하였다. 본 연구의 연구결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 국제 원유선물시장은 선진국그룹(BRT-WTI)과 개도국그룹(SC-DUB)으로 구분된 지역블록화 현상이 나타나고 있으며, 시간이 지날수록 점차 강화되고 있는 것으로 나타났다.

둘째, 국제 원유선물시장은 전쟁, 팬데믹 등 글로벌 충격을 받아 수급 불균형 문제가 발생할 경우 동태적 상관관계가 일시적으로 강화되는 것으로 나타났다. 그러나 시간이 지날수록 선진국-개도국 원유시장 간(BRT-SC, WTI-SC, BRT-DUB, WTI-DUB)의 상관관계는 점차 약화되고 있는 것을 확인하였다.

셋째, 중국 원유선물시장의 변동성이 국제 원유선물시장에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

상기 국제 원유선물시장 간의 동태적 조건부 상관관계에 관한 연구결과를 종합하여 다음과 같은 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 최근 국제 원유선물시장은 글로벌 충격을 받았을 경우 일시적으로 동조화가 강화되지만, 시간이 지날수록 지역블록화(Regional Blocs) 현상이 강화되고 있다. 국제 원유선물시장의 지역블록화 현상은 국제 원유가격을 인상시켜 생산비용의 상승을 초래할 수 있다. 지금까지 미국과 유럽 등 선진국에서 국제 원유시장의 가격 결정을 주도하고 있었다. 그러나 국제 원유시장의 지역블록화로 인해 중국·러시아·중동국가로 재편한 개도국그룹도 국제 원유시장에 참여하여 주도권을 행사하려고 할 것이다. 따라서 국제원유의 가격 결정에 있어 선진국그룹과 개도국그룹 간의 충돌이 발발할 것으로 예상되며, 이 과정에서 국제 원유가격이

인상되어 생산비용의 상승을 야기시킬 것으로 전망된다.

둘째, 중국은 위안화 표시 원유선물로 국제 원유가격 결정권에 대한 중국의 영향력을 증대시킬 것으로 전망된다. 중국의 원유선물 도입은 중국 정부가 추진하고 있는 ‘일대일로 전략’의 일환인 동시에, 중국이 원자재 상품시장에서 국제화 전략의 주도권을 잡기 위한 것이라 할 수 있다. 따라서 세계 최대 원유 수입국이자 2대 원유 소비국이라는 점을 고려할 때, 중국은 자국의 수급을 반영하는 중국 원유선물시장의 가격결정권 역할을 확대시킬 것으로 예상된다.

셋째, 개도국그룹의 원유선물 거래가 안정적으로 자리를 잡으면, 아태지역의 수급관계를 반영하는 원유가격의 벤치마크를 형성할 수 있다. 이는 한국 정유산업에 있어 실제 유종에 더 가까운 선물거래로 헤지할 수 있고, 또한 국제 원유시장에서 합리적인 가격이 결정된다면 긍정적으로 작용할 것으로 기대된다.

본 연구는 국제 원유선물시장의 동태적 조건부 상관관계에 대해 분석하였으며, 시간이 지날수록 국제 원유선물시장은 지역블록화 현상이 강화되는 것을 확인하였다. 또한 국제 원유시장에서 중국의 영향력이 증대될 것이라고 전망하였다. 본 연구는 국제 원유선물시장의 상관관계 분석을 통해 지역블록화를 제시하였는데, 기타 거시경제변수와 결합하여 국제 원유선물시장의 지역블록화를 분석하지 못한 한계점이 있다. 따라서 향후 기타 거시경제변수들을 추가하여 새로운 연구모형을 개발하여 국제 원유선물시장의 지역블록화에 대해 보다 면밀한 연구를 수행해야 한다.

References

- Adelman, M. A. (1984), “International Oil Agreements”, *The Energy Journal*, 5(3), 1-9.
- Ahmed, S. J. and Le-fen Lin (2019), “Stock Market Integration of Pakistan with Its Trading Partners: A Multivariate DCC-GARCH Model Approach”, *Sustainability*, 11, 1-23.

- Alredany, W. H. D. (2018), "a Rregression Analysis of Determinants Affecting Crude Oil Price", *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(4), 110-119.
- Antonakakis, N. and G. Filis (2013), "Oil Prices and Stock Market Correlation: a Time-Varying Approach", *International Journal of Energy and Statistics*, 1(1), 17-29.
- Ashfaq, S., Yong Tang and R. Maqbool (2019), "Volatility Spillover Impact of World Oil Prices on Leading Asian Energy Exporting and Importing Economies' Stock Returns", *Energy*, 188, 1-13.
- Bachmeier, L. J. and J. M. Griffin (2006), "Testing for Market Integration: Crude Oil, Coal, and Natural Gas", *The Energy Journal*, 27(2), 55-72.
- Bernanke, B. S., M. Gertler, M. Watson, C. A. Sims and B. M. Friedman (1997), "Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 91-157.
- Burbidge, J. and A. Harrison (1984), "Testing for the Effects of Oil price Raises Using Vector Autoregressions", *International Economic Review*, 25(2), 459-484.
- Chen, Zhi-Ying and Dong-Yang Li (2012), "Research on the Correlation between my Country's Fuel Oil Futures Price and Consumption Enterprise Stock", *Journal of Finance and Economics*, 9, 54-57.
- Chittedi, K. R. (2015), "Financial Crisis and Contagion Effects to Indian Stock Market: 'DCC-GARCH' Analysis", *Global Business Review*, 16(1), 50-60.
- Cho, J. H. and A. M. Parhizgari (2008), "East Asian Financial Contagion Under DCC-GARCH", *The International Journal of Banking and Finance*, 6(1), 17-30.
- Dar, A. B. (2018), "The Globalisation-Regionalisation Debate in International Crude Oil Markets: Old Wine in New Bottles", *OPEC Energy Review*, 42(3), 244-261.
- Dey, A. K., A. Edwards and K. P. Das (2020), "Determinants of High Crude Oil Price: A Non Stationary Extreme Value Approach", *Journal of Statistical Theory and Practice*, 14(1), 1-14.
- Engle, R. F. (2002), "Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models", *Journal of Business and Economic Statistics*, 20(3), 339-350.
- Filis, G., S. Degiannakis and C. Floros (2011), "Dynamic Correlation Between Stock Market and Oil Prices: The Case of Oil-Importing and Oil-Exporting Countries", *International Review of Financial Analysis*, 20(3), 152-164.
- Gulen, S. G. (1999), "Regionalization in the Wrld Crude Oil Market: Further Evidence", *The Energy Journal*, 20(1), 125-139.
- Hamilton, J. D. (2009), "Causes and Consequences of the OilShock of 2007-08", *Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research Cambridge*, 5-12.
- Hongsakulvasu, N., C. Khiewngamdee and A. Liamukda (2020), "Does COVID-19 Crisis Affects the Spillover of Oil Market's Return and Risk on Thailand's Sectoral Stock Return?: Evidence from Bivariate DCC-GARCH-in-Mean Model", *International Energy Journal*, 20(4), 647-662.
- Hou, Yang, S. Li and Feng-hua Wen (2019), "Time-Varying Volatility Spillover Between Chinese Fuel Oil and Stock Index Futures Markets Based on a DCC-GARCH Model with a Semi-Nonparametric Approach", *Energy Economics*, 83, 119-143.
- Jia, Zhao (2020), "Analysis on the Impact of WTI and Brent on INE Crude Oil Futures Price", *Petroleum & Petrochemical Today*, 28(10), 18-23.
- Jones, D. W. and P. N. Leiby (1996), "The Macroeconomic Impacts of Oil Price Shocks: a Review of the Literature and Issues", *Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory*, 8-15.

- Juan C. R. (2011), "How do Crude Oil Prices Co-Move?: A Copula Approach", *Energy Economics*, 33(5), 948-955.
- Kang, Sang-Hoon, Sang-Mok Kang and Seong-Min Yoon (2009), "Forecasting Volatility of Crude Oil Markets", *Energy Economics*, 31(1), 119-125.
- Kleit, A. N. (2001), "Are Regional Oil Markets Growing Closer Together? An Arbitrage Cost Approach" *The Energy Journal*, 22, 1-15.
- Le, T. P. T. D. and H. L. M. Tran (2021), "The Contagion Effect from U.S. Stock Market to the Vietnamese and the Philippine Stock Markets: The Evidence of DCC-GARCH Model", *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(2), 759-770.
- Lee, Ki-Seong and Jai-Won Ryou (2012), "Analysis of Dynamic Conditional Correlation among Northeast Asian Stock Markets", *Journal of Northeast Asian Economic Studies*, 24(3), 1-24.
- Luo, Dan-Dan and Yin-Hua Li (2022), "An Analysis of Dynamic Conditional Correlation among International Carbon Emission Trading Prices", *Korea Trade Review*, 47(1), 99-114.
- Ma, Rui and Yin-Hua Li (2021), "An Analysis of the Causes of Fluctuations in the Futures Price of Fuel Oil in China Using the VECM Model", *Journal of International Trade & Commerce*, 17(2), 209-224.
- Miao, Hong, S. Ramchander, Tian-Yang Wang and Dong-Xiao Yang (2017), "Influential Factors in Crude Oil Price Forecasting", *Energy Economics*, 68, 77-88.
- Plourde, A. and G. C. Watkins (1998), "Crude Oil Prices between 1985 and 1994: how Volatile in Relation to other Commodities?", *Resource and Energy Economics*, 20(3), 245-262.
- Ren, Jian-Bin (2020), "Comparative Analysis of the Linkage Relationship between Domestic and Foreign Crude Oil Futures Prices", *China Economic and Trade Tribune*, 1, 57-58.
- Sathyanarayana, S., S. N. Harish and S. Gargasha (2018), "Volatility in Crude Oil Prices and its Impact on Indian Stock Market Evidence from BSE Sensex", *SDMIMD Journal of Management*, 9(1), 1-23.
- Wai, Mun-Fong and Hock-See Kim (2002), "A Markov Switching Model of the Conditional Volatility of Crude Oil Futures Prices", *Energy Economics*, 24(1), 71-95.
- Weiner, R. J. (1991), "Is the World Oil Market 'One Great Pool'?", *The Energy Journal*, 12(3), 95-107.
- Wen, Feng-Hua, Min-Zhi Zhang, Mi Deng, Yu-Pei Zhao and Ou-Yang Jian (2019), "Exploring the Dynamic Effects of Financial Factors on Oil Prices Based on a TVP-VAR Model", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 532, 1-12.
- Yang, C. W., M. J. Hwang and B. N. Huang (2002), "An Analysis of Factors Affecting Price Volatility of the US Oil Market", *Energy Economics*, 24(2), 107-119.
- Yang, Eui-Seok, Jin-So Park, Tae-Hwan Kim, Tae-Heon Kim, Ji-Min Park and Seong-Gyu Lee et al. (2022), *Russian invasion of Ukraine-Changes in the global energy supply chain and long/short-term response strategies*, Ulsan City, Korea: Korea Energy Economics Institute, 4-7.
- Zavadska, M., L. Morales and J. Coughlan (2020), "Brent Crude Oil Prices Volatility During Major Crises", *Finance Research Letters*, 32, 1-8.

Appendices

Table A. Estimation Result of ARCH Model

Variables	Coefficient	T-statistic	Prob.
LNBRT ALL	0.2417	7.7514	0.0000
LNBRT I	0.1941	4.3437	0.0000
LNBRT II	0.2096	5.0754	0.0000
LNWTI ALL	0.2643	8.5290	0.0000
LNWTI I	0.2680	6.1084	0.0000
LNWTI II	0.2650	6.0863	0.0000
LNSC ALL	0.2016	6.4063	0.0000
LNSC I	0.2818	6.4180	0.0000
LNSC II	0.1213	2.7720	0.0000
LNDUB ALL	0.1573	4.9592	0.0000
LNDUB I	0.2036	4.3812	0.0000
LNDUB II	0.3084	7.1249	0.0000

Notes: 1. ALL Step: 2018. 04. 02 - 2022. 03. 31; Step I : 2018. 04. 02 - 2020. 03. 31; Step II: 2020. 04. 01 - 2022. 03. 31.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).

Table B. Estimation Result of GARCH(1,1) Model

Variables	ω	α	β	$\alpha + \beta$
LNBRT ALL	3.52E-05	0.1590	0.8086	0.9676
LNBRT I	1.06E-04	0.2631	0.6093	0.8723
LNBRT II	2.90E-05	0.1140	0.8376	0.9516
LNWTI ALL	2.48E-05	0.1456	0.8459	0.9914
LNWTI I	3.08E-05	0.0842	0.8660	0.9505
LNWTI II	3.08E-05	0.0842	0.8662	0.9505
LNSC ALL	3.81E-05	0.1535	0.7859	0.9394
LNSC I	8.86E-05	0.2496	0.5518	0.8014
LNSC II	5.30E-05	0.1166	0.8043	0.9209
LNDUB ALL	6.61E-05	0.3190	0.6237	0.9427
LNDUB I	2.87E-04	0.9743	0.0194	0.9936
LNDUB II	4.14E-05	0.1971	0.7556	0.9527

Notes: 1. ALL Step: 2018. 04. 02 - 2022. 03. 31; Step I : 2018. 04. 02 - 2020. 03. 31; Step II: 2020. 04. 01 - 2022. 03. 31.

Sources: International Petroleum Exchange, New York Mercantile Exchange, Shanghai Futures Exchange, Dubai Mercantile Exchange (2018. 04. 02 - 2022. 03. 31).