

국제 해운 운임지수와 미국과 중국의 무역 불확실성 사이의 의존성 구조 분석

김부권* · 김동윤** · 최기홍***

Analysis of dependence structure between international freight rate index and U.S. and China trade uncertainty

Kim, Bu-Kwon · Kim, Dong-Yoon · Choi, Ki-Hong

Abstract

Trade is an important economic activity. In particular, since the establishment of the World Trade Organization (WTO), the scope of trade has been expanding due to events such as the entry of China into the WTO in 2001, the establishment of a multilateral trading system, mitigation and integration of trade barriers, and the establishment of the free trade agreement (FTA). Despite the expansion of the trade market, however, extreme events such as the 2008 global financial crisis, the 2016 Brexit, and the 2018 US-China trade war have had a direct negative impact on the trade market. Therefore, the present study analyzed the dependence structure between the international shipping freight rate index, a variable representing trade activities, and the trade uncertainty between the US and China. The following is a summary of the analysis results. First, the US-Chinese trade policy uncertainty and international shipping freight rate index presented a Frank copula and rotated Clayton copula 270° distribution, respectively, showing the same distribution structure for each country. Second, the Kendall's tau correlation revealed a negative dependence between the international shipping freight rate index and US-Chinese trade policy uncertainty. The degree of dependence was greater in the combination of uncertainty in China's trade policy and international shipping freight rates. In other words, the dependence of global demand and trade policy uncertainty confirmed that China was stronger than the US. Finally, the tail dependence results revealed that the US-Chinese trade policy uncertainty and international shipping freight rates were independent of each other. This means that extreme events related to the trade policy uncertainty or international shipping rate index were not affected by each other.

Key words: Copula Model, Trade, Trade Policy Uncertainty Index, Baltic Dry Index

▷ 논문접수: 2020. 11. 29. ▷ 심사완료: 2020. 12. 18. ▷ 게재확정: 2020. 12. 28.

* 부산대학교 경제학과 박사과정, 제1저자, kimbk8824@pusan.ac.kr

** 부산대학교 무역학부, 강사, 공동저자, ace9618@gmail.com

*** 부산대학교 경제통상연구원, 연수연구원, 교신저자, stoltz@nate.com

I. 서론

무역은 국가 경제활동에 중요한 역할을 담당하고 있으며 세계은행(world bank)에 따르면 전 세계 GDP에서 수출·입이 차지하는 비중은 2018년 기준으로 각각 약 30%, 약 29%를 차지하고 있을 정도로 무역은 모든 국가에서 중요하다(김안호·기성래, 2005). 특히, WTO 출범과 2001년 중국의 WTO 가입과 함께 다자간 무역체계가 확립되고 각국의 적극적인 자유무역협정(FTA)체결 등으로 무역의 범위가 확대되고 있어 이를 통한 국가 간 무역장벽의 완화와 통합으로 인해 무역 시장의 규모가 점차 확대되고 있다. 전 세계 교역량을 보면, 2000년 이후로 꾸준히 상승하고 있으며, 2018년 기준 약 20조 달러를 기록하고 있다. 이처럼 무역 시장의 규모는 확대되고 있으며, 자유무역협정으로 인해 진입장벽도 낮아지는 추세라고 할 수 있다.

그러나 세계 무역 시장의 규모가 확대되에도 불구하고, 2008년 글로벌 금융위기, 2016년 브렉시트, 2018년 미·중 무역전쟁과 같은 극단적인 사건이 발생하여 국가 간 교역에 직접적으로 영향을 미쳤다. 특히, 최근 미·중 무역전쟁은 전 세계 무역 활동에 부정적인 영향을 미친 가장 대표적인 사건이다. IMF(2019)에 따르면, 미·중 무역전쟁으로 인해 세계 경제 성장률 전망치를 3.5%에서 3.0%로 하향 조정했으며, 당사자인 미국과 중국뿐 아니라 양국의 분쟁이 다른 국가에 영향을 주고 있으며, 미·중 무역 갈등으로 인한 세계무역 불확실성 심화는 제조업 수출 의존도가 높은 국가에 더 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이처럼 무역 불확실성이 확대되면, 해당 국가의 경제에 불확실성을 확산시키고, 기업의 투자 및 수·출입 결정을 연기하게 되므로 무역 활동에 부정적인 영향을 미치게 된다

(Caldara et al., 2020; Novy and Taylor, 2020; Handley, 2014). 따라서 무역 불확실성과 무역활동 사이의 관계를 파악하는 것은 매우 중요하다고 볼 수 있다.

불확실성은 일반적으로 미래 경제 상태를 예측할 수 없는 상황을 말하고, 불확실성은 석유파동, 9·11테러, 2008년 금융위기, OPEC 석유파동과 같이 극단적인 사건(extreme event)이 발생한 이후에 급격히 증가하는 경향이 있다(Bloom, 2009; Knight, 1921). 그러나 무역 불확실성은 일반적인 불확실성과 달리, 공식화된 사건에 의한 변화¹⁾가 상대적으로 적고, 관행적인 사건에 의한 변화²⁾가 자주 발생하는 특징이 있다(Handley, 2014). 이를 고려해 Baker et al.(2016)은 주요 신문사의 신문기사에서 무역 불확실성과 관련된 용어를 추출해 불확실성 지수를 생성하였고, 이 지수는 다수의 연구에서 이용되고 있다(Handley and Limao, 2015; Davis et al., 2019;).

따라서 본 연구의 목적은 전 세계 무역활동을 대변할 수 있는 국제 해운 운임지수와 무역 불확실성 사이의 의존성 구조를 파악하는 것이다. 특히, 규모별, 선형별 국제 해운 운임지수와 무역 불확실성의 관계를 파악하고자 한다. 기존 연구에서는 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 사이에 선형 관계를 가정한 모형을 주로 이용하고 있다. 그러나 극단적인 사건(extreme event)이 발생하는 경우를 고려할 때, 선형관계를 가정하여 분석하면 두 변수 사이의 관계를 왜곡할 가능성이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 자료의 특성과 관계없이 두꺼운 꼬

1) 공식화된 사건에 의한 변화는 관세의 변화와 같이 법에 따라서 지정되는 형태를 의미한다.

2) 관행적인 사건에 의한 변화는 환경변화에 따라 발생하는 형태, 양적완화에 따른 변화, 상품의 품질 및 안전성 규제 변화와 같은 것을 의미한다.

리(fat-tail), 비선형 관계를 모형화하는데 유용한 분석방법인 copula 모형을 적용하였다. 현재까지 copula 모형은 금융 분야, 기상·재난 분야, 에너지 분야에서 주로 이용되고 있다(Sraj et al., 2015; Schindler and Jung, 2018; Aas, 2020).

본 연구의 구성은 다음과 같다. II절에서는 무역 불확실성과 무역 활동에 대한 기존연구를 살펴보고, III절에서는 분석에 이용될 방법론과 자료를 살펴본다. IV장에서는 실증분석 결과를 제시하고, 이를 바탕으로 IV장에서 결론 및 시사점을 제시한다.

II. 선행연구

무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 의존성을 살펴보기 전에, 본 절에서는 무역 불확실성과 무역 활동의 관계에 대한 기존 연구를 살펴보고자 한다. 해외연구의 경우, 무역 불확실성과 무역활동의 관계를 분석한 연구는 다수 존재하고 있다(Limão and Maggi, 2015; Shin et al., 2018; Novy and Taylor, 2020; Handley, 2014). Eaton et al.(2016)은 구조방정식을 이용해 동적 다국가 일반균형 모형(dynamic multi-country generalized equilibrium model)을 개발하여, 21개의 국가를 대상으로 금융위기 불확실성과 무역의 관계를 분석하였다. 분석 결과 불확실성의 직접적 충격은 내구재 투자 효율성 하락, 무역 상품 수요 감소와 같은 효과를 보였고, 금융위기로 인한 불확실성은 전 세계 무역의 29%가 감소한다는 것을 주장했다. Bems et al.(2011), Kee et al.(2013)은 경기 침체에 불확실성이 높을 때, 보호무역주의 정책이 작용한다는 것을 발견하였고, 특히, Kee et al.(2013)은 관세와 반덤핑 관세 증가로 무역 불확실성이 확대되고 수·출입의 급감이 설명될 수 있음을 발견하였다. Iacovone and

Javorcik(2010)은 9개의 개발도상국과 9개의 선진국을 대상으로, GARCH 모형을 이용해 환율과 해외소득의 불확실성이 국제 무역에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 환율과 해외소득 불확실성 모두 수출활동에 음(-)의 영향을 미치고 있으며, 그중 해외소득의 불확실성이 수출활동에 더 큰 영향을 미친다고 주장하였다. Caldara et al.(2020)은 DSGE 모형을 이용해 무역 불확실성이 수출활동에 미치는 영향을 분석했는데, 그 결과 무역 불확실성은 기업의 투자를 감소시키고, 이에 따라 기업의 수출결정에 부정적인 영향을 미치게 되고, 무역 불확실성이 국내 및 해외 시장의 수요와 무역활동을 축소시킨다는 것을 주장하여, 무역 불확실성이 중요한 요소라는 것을 강조하였다.

그러나 해외 연구보다 국내 연구에서는 환율 불확실성과 무역활동의 관계를 분석한 연구에 집중되어 있고, 무역 불확실성을 고려한 연구는 많지 않다.(김창범, 2010; 이승준, 2010; 안경애, 2017; 최봉호, 2007) 김창범(2010), 전선애(2013), 최봉호·이재득(2006)은 환율 변동성이 우리나라 수·출입 컨테이너 물동량에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과 환율 변동성은 우리나라 수·출입 컨테이너 물동량에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, 김창범(2010)은 환율 변동성이 경기 변동성보다 물동량에 더 큰 음(-)의 영향을 미치는 것을 확인하였다. 조성일(2010)은 ARDL 모형을 이용하여 원/위안 환율변동 불확실성이 한·중 무역에 미치는 영향을 분석하였는데, 분석 결과 환율 불확실성이 수출에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 단기적 효과는 수출에만 음(-)의 영향을 미치지 만, 장기적으로는 수출과 수입 모두에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타나 환율 불확실성이 장기적인 영향이 더 크다는 것을 주장했다.

기존 연구에서는 국가 및 기업 단위로 불확실성이 무역 활동에 미치는 영향을 분석하고 있지만, 글로벌 금융위기 이후로 세계 시장의 동조화가 강화되고 있으며, 미·중 무역 갈등과 같은 대국 중심의 무역분쟁 문제 등의 여파가 전 세계적으로 확산되고 있는 추세이다. 무역 분쟁으로 인해 무역이 감소하면 물동량이 감소하고 그러면 국제 해운운임 지수가 하락할 것으로 판단된다. 따라서 불확실성의 확대와 무역활동 간의 관계를 분석할 필요성이 있다. 또한, 최근 미·중 무역갈등, 한·일 무역갈등과 같이 전 세계 무역에 영향을 미치는 극단적인 사건이 주로 발생하고 있기 때문에, 선형관계를 가정하여 분석하게 되면 무역 불확실성과 국제 해운운임지수의 관계가 왜곡될 가능성이 있다. 이에 본 연구에서는 비선형 관계를 고려할 수 있는 copula 모형을 적용하여, 세계 해상 무역활동을 대표하는 지수인 BDI, 항로별, 규모별로 구분하였고, 세계교역량에서 미·중의 무역량이 차지하는 비중을 고려하여 미국과 중국의 무역 불확실성 지수를 이용하여 서로 간의 의존성 구조를 파악한다.

III. 분석방법 및 자료

1. 분석방법

1) 모형의 개요

본 연구는 해운운임지수와 무역 불확실성의 의존성을 파악하기 위해 정적 copula 모형을 이용하였다. Copula 모형을 적용하는 경우, 각 변수의 한계분포를 추정하는 것이 중요하다(Patton, 2009; 2012). 일반적으로 한계분포를 추정하는 경우 시계열 자료가 갖고 있는 문제를 통제하기 위해 ARMA-GARCH 모형을 이용한다. 그러나 Aloui et

al.(2013a, 2013b)은 ARMA-GARCH 모형을 적용하지 않은 원 자료를 이용하더라도, 동일한 결론이 나타난다는 것을 보였고, ARMA-GARCH모형을 적용한 결과보다 원 자료를 이용한 분석이 더 정확한 결과를 제공한다고 주장하였다. 따라서 본 연구에서도 ARMA-GARCH 모형을 적용한 자료를 사용하지 않고, 원 자료를 이용하여 분석하기로 한다. 추정의 순서는 다음과 같다. 먼저 경험적 균등분포함수(empirical uniform distribution function)를 사용하여 각 시계열에 대한 한계분포를 구성한 다음, MLE(maximum likelihood method) 방법을 사용하여 copula 모형을 통해 의존성을 추정한다³⁾.

2) Copula 모형

Sklar(1959)에 의해 제시된 Copula 모형은 의존성(dependence)을 파악하는데 유용한 모형으로, 변수의 한계분포를 Copula 함수를 이용해 다변량 분포로 결합시켜주는 모형이다. 이를 식으로 표현하면 다음의 식 (1)과 같다.

$$F_{12}(x_1, x_2) = C(F_1(x_1), F_2(x_2)) \quad (1)$$

$F_1(x_1)$ 과 $F_2(x_2)$ 는 연속인 변수 x_1 과 x_2 의 누적 한계분포이고, $C(F_1(x_1), F_2(x_2))$ 은 누적 한계분포 $F_1(x_1)$ 과 $F_2(x_2)$ 를 copula 함수로 결합한 형태를 의미한다. 즉, Sklar 정리에 따르면 누적 결합분포함수를 copula 함수로 이용해 누적 한계분포 $F_1(x_1)$ 과 $F_2(x_2)$ 로 분해할 수 있으며, $F_1(x_1)$ 과 $F_2(x_2)$ 를 copula 함수를 통해 누적 결

3) 본 연구에서 copula 모형을 추정하기 위해, 소프트웨어 R 프로그램의 'Copula', 'VineCopula' 패키지를 활용하였다.

합분포 $F_{12}(x_1, x_2)$ 를 생성할 수 있다. 이 과정에서 일반적으로 선형 모형으로 결합분포를 생성하는 경우에 각 한계분포가 갖고 있는 고유한 정보를 잃어버릴 수 있는 단점이 있지만, copula 모형을 이용하여 결합분포함수를 생성하는 경우, 비선형 관계를 고려하기 때문에 한계분포의 고유한 정보를 반영할 수 있는 장점이 있다(Aloui et al. 2016, Patton(2009; 2012)). 식 (1)을 이용해 변형하면, 결합확률밀도 함수 $f_{12}(x_1, x_2)$ 는 copula 함수와 한계밀도함수의 곱으로 나타낼 수 있고, copula 함수는 결합확률밀도함수와 각 한계밀도함수의 비율로 나타난다. 이를 나타내면 다음 식 (2)와 같다.

$$f_{12}(x_1, x_2) = c(F_1(x_1), F_2(x_2))f_1(x_1)f_2(x_2)$$

$$c(F_1(x_1), F_2(x_2)) = \frac{f_{12}(x_1, x_2)}{f_1(x_1)f_2(x_2)} \quad (2)$$

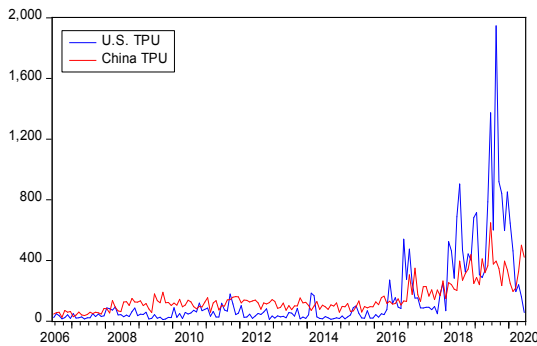
또한 copula 모형은 결합분포의 꼬리 의존성을 포착해주기 때문에 호황(upper-tail dependence)과 불황(lower-tail dependence)과 같은 극단적인 사건이 발생할 때 변수 사이의 의존성을 파악할 수 있다. 아래 식 (3)은 꼬리의존성을 나타낸다.

$$\lambda^L = \lim_{u \rightarrow 0} \Pr(F_1(x_1) \leq u | F_2(x_2) \leq u)$$

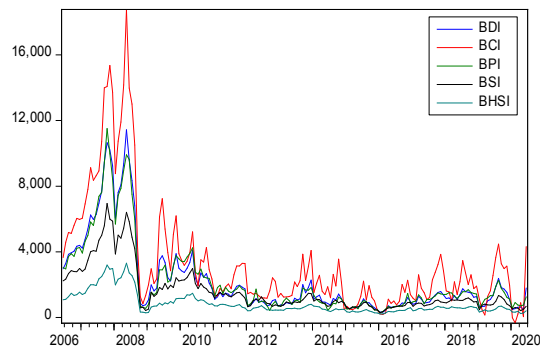
$$\lambda^U = \lim_{u \rightarrow 1} \Pr(F_1(x_1) \geq u | F_2(x_2) \geq u) \quad (3)$$

여기서 λ^L 과 λ^U 는 각각 아래 꼬리의존성(lower-tail dependence)과 위 꼬리 의존성(upper-tail dependence)을 나타낸다.

무역 불확실성과 국제 해운 운임지수 사이의 의존성을 파악하기 위해서 Elliptical copula, Archimedean copula, mixed copula를 적용하였다. Elliptical copula는 Gaussian copula, Student's t copula가 해당되고, Archimedean copula는 Clayton, Gumbel, Joe, Frank가, mixed copula는 BB1, BB6, BB7, BB8에 해당한다. Elliptical copula는 의존성 계수값이 양수를 가질 수 있지만, Archimedean copula, mixed copula는 의존성 계수값이 음의 값을 가질 수 없기 때문에, 이를 추정하기 위해서는 rotated copula를 이용해야 한다. 이처럼 다양한 copula 모형 중 결합분포의 적합한 모형을 선택하기 위해서 AIC 정보기준을 이용한다.



(a) 미국 및 중국 무역 불확실성



(b) 국제 해운 운임지수

〈그림 1〉 무역 불확실성 및 국제 해운 운임지수 추이

〈표 1〉 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 기초통계량

	U.S. TPU	China TPU	BDI	BCI	BPI	BSI	BHSI
평균	152,108	149,156	2216,142	3316,053	2188,083	1580,006	829,746
최댓값	1946,683	649,100	11440	18749	11515	6949	3304
최솟값	10,564	24,900	317	-328	287	304	214
표준편차	259,576	100,566	2309,291	3412,593	2290,070	1368,218	656,129
왜도	3,520	1,919	2,165	2,172	2,158	2,004	2,012
첨도	19,018	7,286	7,161	7,669	7,259	6,460	6,467
관측치	169	169	169	169	169	169	169

3) 자료

무역 불확실성과 해상 무역활동 사이의 의존성 구조를 파악하기 위해서, 무역 불확실성은 무역 정책 불확실성을 대리변수로 이용하고, 해상 무역활동의 대리변수로 전 세계 원자재 수요를 반영하는 국제 해운 운임지수를 이용하였다. 무역 불확실성은 Steven et al.(2019)과 Baker et al.(2016)이 개발한 중국 및 미국의 무역 불확실성 자료를 선정하였다. 무역 불확실성은 미국과 중국의 주요 신문사의 신문기사 단어 중에서 무역과 관련된 용어를 추출하여 지수화 한 것⁴⁾이다. 이 변수가 커질수록 무역에 대한 불확실성이 높다는 것이고, 작아질수록 무역에 대한 불확실성이 낮다는 것을 의미한다. 해운 운임

지수는 대표적인 해운 운임지수인 BDI와 항로 및 선박의 크기에 따라 BCI, BPI, BSI, BHSI를 선정하였다. 분석기간은 2006년 6월부터 2020년 6월까지의 월별자료를 이용하였다. 해운 운임지수(BDI, BCI, BPI, BSI, BHSI) 자료는 Informax에서 이용하였고, 중국 및 미국의 무역 불확실성은 Economic policy uncertainty⁵⁾에서 이용하였다.

〈그림 1〉은 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 추이를 볼 수 있다. 왼쪽 그림은 미국 무역 불확실성(U.S. TPU)과 중국 무역 불확실성(China TPU)을 나타낸다. 미국 및 중국의 무역 불확실성은 2015년까지 큰 움직임이 없지만, 미·중 무역전쟁 시기인 2017년부터 급격하게 변화하고 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 미국과 중국의 무역 불확실성은 유사하게 움직이지만, 미국 무역 불확실성이 더 잦은 빈도로 변화하는 것을 볼 수 있다. 〈그림 1〉의

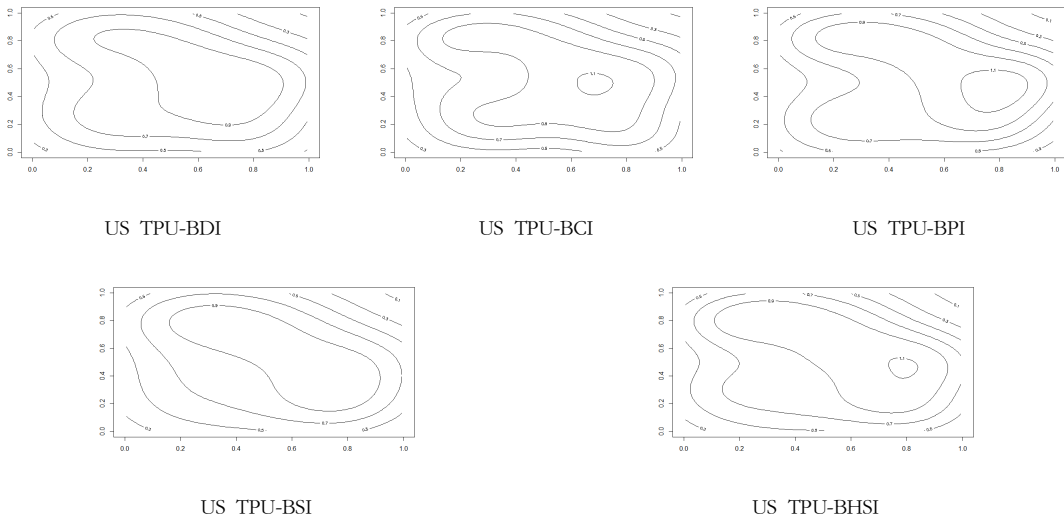
4) import tariffs, import duty, import barrier, WTO, world trade organization, trade treaty, trade agreement, trade policy, trade act, Doha round, Uruguay round, GATT, General Agreement on Tariffs and Trade, dumping, protectionism, trade barrier, export subsidies가 무역정책 불확실성을 추출하기 위한 용어이다.

5) <https://www.policyuncertainty.com/index.html>에서 중국 및 미국 무역 정책 불확실성 자료를 이용하였다.

오른쪽 그림은 대표적인 해운 운임지수인 BDI⁶⁾와 항로와 선박의 크기에 따라 분류되는 BCI, BPI, BSI, BHSI의 추이를 나타낸다. BDI와 선로별 해운 지수의 움직임은 유사한 것으로 나타나고 있으며, 선형별 운임지수 중에서 BCI의 변화가 가장 큰 것을 볼 수 있다.

〈표 1〉은 미국, 중국의 무역 불확실성과 BDI, 선형별 운임지수(BCI, BPI, BSI, BHSI)의 기초통계량이 제시되어 있다. 무역 불확실성의 경우, 평균은 미국 무역 불확실성이 중국보다 더 높게 나타나 무역 불확실성은 미국이 더 높은 것을 알 수 있다. 최대값과 최소값의 범위와 표준편차도 미국의 무역 불확실성이 더 높게 나타나 중국 무역 불확실성보다 변동이 높은 것으로 나타났다. 또한 미국과 중

국 무역 불확실성은 침도가 3보다 커서 정규분포보다 뾰족한 분포를 가지고 왜도도 양으로 나타나 정규분포보다 음의 값으로 기울어져 있는 것을 알 수 있다. 해운 운임지수의 경우, 선형별 운임지수는 선박의 크기순⁷⁾으로 평균 가격 지수가 크게 나타난다. 최대값과 최소값의 범위⁸⁾ 및 표준편차도 선박의 크기순으로 표준편차가 크게 나타나 선박의 크기가 클수록 변동이 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 BDI 및 선형별 운임지수는 침도가 3보다 커서 정규분포보다 뾰족한 분포를 갖고, 왜도도 양으로 나타나 정규분포보다 음의 값으로 치우쳐져 있는 것을 알 수 있다.



〈그림 2〉 US TPU와 국제 해운 운임지수 조합의 contour plot

주) contour plot은 R 프로그램의 'VineCopula' 패키지의 BiCopMetaContour 함수를 이용하여 작성하였음.

6) 2018년 2월 이전에는 BCI, BPI, BSI, BHSI를 가중평균하여 BDI 지수를 생성했지만, 2018년 이후부터는 BHSI를 제외한 BCI, BPI, BSI를 가중평균하여 BDI 지수를 생성하고 있다. 따라서 본 연구에서는 2018년 이전자료를 포함하고 있기 때문에, BHSI도 함께 고려하여 분석하였다.

7) 해운 운임지수는 항로 및 선박의 크기별로 분류될 수 있는데, 선박의 크기별로 분류하면 BCI는 180,000dwt 이상, BPI는 82,500dwt 이상 ~ 180,000dwt 미만, BSI는 58,328dwt 이상 ~ 82,500 미만, BHSI는 58,328 미만으로 구성되어 있다.

IV. 실증분석 결과

본 연구는 미국, 중국 무역 불확실성과 대표 국제 해운 운임지수인 BDI, 선형별 국제운임지수 (BCI, BPI, BSI, BHSI) 조합의 의존성을 분석하였다. 먼저 미국의 무역 불확실성과 해운 운임지수 사이의 결과를 살펴보면, <표 2>에 나타나 있다. <표 2>의 Panel A에는 다양한 copula⁹⁾ 모형 중 AIC 정보기준으로 선택한 copula 모형이 나타나 있다. 미국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 모든 조합에서 일관되게 Frank copula가 선택되었

다. 이는 미국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수 각 조합의 결합분포 구조가 동일하다는 것을 의미한다. 미국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수 조합의 contour plot은 <그림 2>에 나타나 있다. 분포의 정도는 다르지만, 모든 조합에서 음의 관계를 보이는 것을 알 수 있다.

<표 2>의 Panel B에는 미국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수 사이의 의존성 모수값이 제시되어 있다. 각 조합 사이의 의존성 모수값이 모두 음의 값을 가지며, 이에 따라 미국의 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수와 음의 의존성을 갖는 것으

<표 2> US TPU와 국제 해운 운임지수의 의존성 추정 결과

Panel A : 적합한 copula 모형					
	TPU-BDI	TPU-BCI	TPU-BPI	TPU-BSI	TPU-BHSI
Copula 모형	Frank	Frank	Frank	Frank	Frank
Panel B : 의존성 계수					
θ	-0.987** (0.457)	-1.130** (0.460)	-0.698 (0.455)	-1.448*** (0.462)	-1.306*** (0.458)
Kendall' s tau	-0.109	-0.123	-0.077	-0.154	-0.140
Log Likelihood	2.339	3.024	1.182	4.971	4.089
AIC	-2.678	-4.047	-0.365	-7.942	-6.179
Panel C : 꼬리의존성					
upper	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
lower	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

주) ()안에 있는 수치는 표준오차를 의미하고, *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의하다는 것을 의미한다.

8) BCI의 최소값은 음의 값을 가지는데, 이 시기는 2020년 2월로 COVID-19로 인해 나타난 현상이다. 해운 운임지수가 음의 값을 가지는 것은 화물 선적 및 원자재 선적에 대한 실제 수요가 없다는 것을 의미한다. 본 연구에서는 무역 불확실성과 해운 운임지수 사이의 의존성을 정확히 파악하기 위해서 해운 지수가 음의 값을 갖는 경우도 고려하였다.

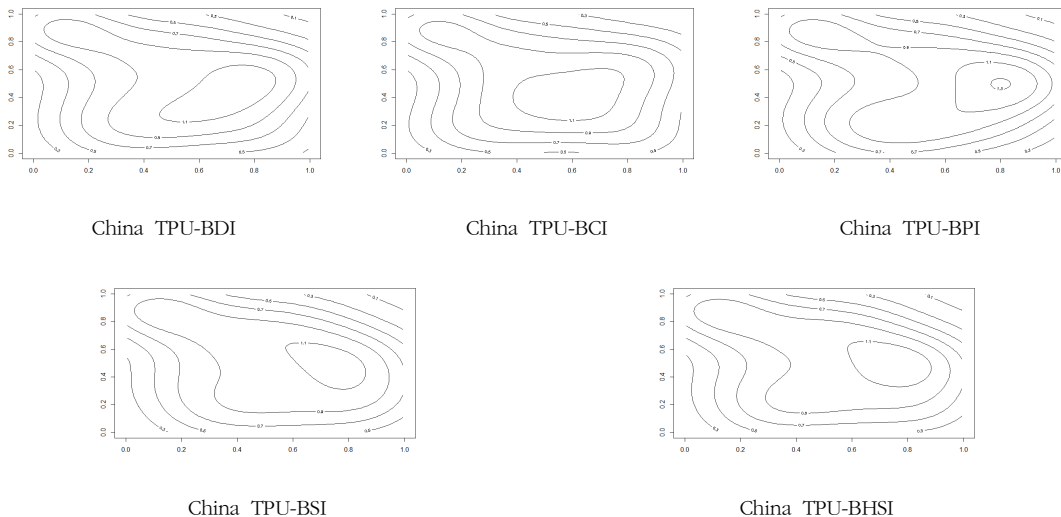
9) 본 연구에서 적용한 copula 모형은 Gaussian copula, Student' s t copula, Clayton copula, Gumbel copula, Joe copula, Frank copula, BB1 copula, BB6 copula, BB7 copula, BB8 copula이며, rotated copula를 적용한 모형은 Clayton copula, Gumbel copula, Joe copula, BB1 copula, BB6 copula, BB7 copula, BB8 copula이다.

로 나타났다. 의존성 모수값은 모형마다 그 범위가 달라지기 때문에, 모수를 이용하여 도출된 Kendall' s tau 값을 비교하면, 전체적으로 미국의 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수 간에는 음의 의존성이 존재하는 것으로 나타났다. 이는 무역 불확실성과 관련된 내용이 공포 혹은 확산하면, 기업과 국가의 수입 및 수출 결정에 악영향을 미치게 되고, 이에 따라 수요측면에서 국제 운임지수에 음의 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미한다(Novy and Taylor, 2020; Handley, 2014). 각 조합의 Kendall' s tau 값을 세부적으로 살펴보면, TPU-BDI가 -0.109, TPU-BCI가 -0.123, TPU-BPI가 -0.077, TPU-BSI가 -0.154, TPU-BHSI가 -0.140으로 나타났다.

〈표 2〉의 Panel C의 꼬리 의존성 결과를 보면, 모든 조합에서 0으로 나타나 서로 독립적인 관계임을 의미한다. 이는 미국 무역 불확실성이 높을 때(낮을 때), 국제 해운 운임지수가 낮게(높게) 나타

날 확률이 0이라는 것을 의미하며, 극단적인 사건이 발생했을 때 서로 의존성이 없다는 것을 말한다. 다음으로 중국의 무역 불확실성과 해운 운임지수 사이의 결과를 살펴보면, 〈표 3〉에 나타나 있다. 〈표 3〉의 Panel A에는 다양한 copula 모형 중 AIC 정보기준으로 선택한 적합한 copula 모형이 나타나 있다. 미국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 각 조합과 유사하게, 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 모든 조합에서 일관되게 Rotated Clayton 270°가 선택되었다. 따라서 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 분포 구조가 동일하다는 것을 알 수 있다. 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 contour plot은 〈그림 3〉에 나타나 있다. 미국의 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 구조와 달리, 중국의 무역 불확실성과 선행별, 규모별 국제 해운 운임지수 조합의 구조가 매우 유사한 것으로 나타났다.

〈표 3〉의 Panel B에는 중국 무역 불확실성과 국



〈그림 3〉 China TPU와 국제 해운 운임지수 조합의 contour plot

주) contour plot은 R 프로그램의 'VineCopula' 패키지의 BiCopMetaContour 함수를 이용하여 작성하였음.

〈표 3〉 China TPU와 국제 해운 운임지수의 의존성 추정 결과

Panel A : 적합한 copula 모형					
Copula 모형	TPU-BDI Rotated Clayton 270°	TPU-BCI Rotated Clayton 270°	TPU-BPI Rotated Clayton 270°	TPU-BSI Rotated Clayton 270°	TPU-BHSI Rotated Clayton 270°
Panel B : 의존성 계수					
θ	-0.652*** (0.164)	-0.624*** (0.173)	-0.624*** (0.214)	-0.769*** (0.146)	-0.727*** (0.145)
Kendall' s tau	-0.246	-0.238	-0.238	-0.278	-0.267
Log Likelihood	17.830	16.222	17.189	22.667	20.703
AIC	-33.661	-30.445	-32.377	-43.334	-39.405
Panel C : 꼬리의존성					
upper	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
lower	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

주) ()안에 있는 수치는 표준오차를 의미하고, *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의하다는 것을 의미한다.

제 해운 운임지수 사이의 의존성 계수값이 제시되어 있다. 각 조합 사이의 의존성 계수값이 모두 음의 값을 가지기 때문에, 중국의 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수는 음의 의존성을 갖는 것으로 나타났다. Kendall' s tau 값을 보면, 전체적으로 중국의 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수와 음의 의존성이 존재하는 것으로 나타났다. 미국의 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수 의존성 결과와 동일하게 중국 무역 불확실성과 관련된 내용이 공표 혹은 확산하면, 기업과 국가의 수입 및 수출 결정에 악영향을 미치게 되고, 이에 따라 수요 측면에서 국제 운임지수에 음의 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 각 조합의 Kendall' s tau 값을 세부적으로 살펴보면, TPU-BDI가 -0.246,

TPU-BCI가 -0.238, TPU-BPI가 -0.238, TPU-BSI가 -0.278, TPU-BHSI가 -0.267으로 나타나, TPU-BSI가 가장 높은 음의 의존성을 보이며, TPU-BCI, TPU-BPI가 가장 낮은 음의 의존성이 나타났다. 마지막으로 〈표 3〉의 Panel C의 꼬리 의존성 결과를 보면, 모든 조합에서 0으로 나타나 서로 독립적인 관계임을 의미한다. 이는 중국 무역 불확실성이 높을 때(낮을 때), 국제 해운 운임지수가 낮게(높게) 나타날 확률이 0이라는 것을 의미하며, 극단적인 사건이 발생했을 때 서로 의존성이 없다는 것을 말한다.

위의 두 결과를 종합하면 다음과 같다. 전체적으로 미국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수, 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 결합분

포는 각각 Frank copula, rotated Clayton copula 270° 로 다르게 나타났다. 그러나 세부적으로 미국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 선형별 조합을 살펴보면 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 선형별 조합은 일관되게 동일한 분포로 나타나는 것을 알 수 있다. 따라서 국가별 무역 불확실성과 국제 운임지수 사이의 결합 분포구조가 일관성 있게 동일하다는 것을 알 수 있다. 또한, Kendall' s tau 값을 살펴보면, 국제 해운 운임지수와 미국, 중국 무역 불확실성 사이에 동일하게 음의 의존성을 갖는 것을 확인할 수 있다. 그러나 의존성 정도는 중국이 더 크게 나타나고 있어 전 세계 수요와 무역 불확실성의 의존성은 미국보다 중국이 더 강하다는 것을 알 수 있다. 이는 전 세계 상품 교역의 주요 국가가 중국이라는 현실 상황과 일치되는 현상이라는 것을 알 수 있다. 마지막으로 꼬리 의존성 결과를 살펴보면, 미국, 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수가 서로 독립적인 관계로 나타나고 있어 무역 불확실성의 극단적인 사건 혹은 국제 해운 운임지수의 극단적인 사건이 발생해도 서로 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

IV. 결론

WTO 체제하에서 세계 무역시장의 규모가 확대됨에도 불구하고, 2008년 글로벌 금융위기, 2016년 브렉시트, 2018년 미·중 무역전쟁과 같은 극단적인 사건이 발생하여 무역 불확실성이 확대되고 있으며, 이에 따라 무역 불확실성에 관한 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 연구는 무역 활동을 대변하는 변수인 국제 해운 운임지수와 무역 불확실성 사이의 의존성 구조를 파악하였다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 미국,

중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수(BDI), 선형별 국제 운임지수(BCI, BPI, BSI, BHSI)의 조합별 결합분포가 각각 Frank copula, rotated Clayton copula 270° 으로 나타나, 미국, 중국 국가별로 동일한 분포로 나타나, 동일한 구조를 보이는 것으로 나타났다.

둘째, Kendall' s tau를 살펴보면, 국제 해운 운임지수와 미국, 중국 무역 불확실성 사이에 음의 의존성을 갖는 것을 확인할 수 있다. 그러나 의존성 정도는 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 조합에서 더 크게 나타나, 전 세계 수요와 무역 불확실성의 의존성은 미국보다 중국이 더 강하다는 것을 확인하였다. 이는 전 세계 상품 교역의 주요 국가가 중국이라는 현실 상황과 일치되는 현상이라는 것을 알 수 있다.

마지막으로, 꼬리 의존성 결과를 살펴보면, 미국, 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수가 서로 독립적인 관계로 나타났다. 이는 무역 불확실성의 극단적인 사건 혹은 국제 해운 운임지수의 극단적인 사건이 발생해도 서로 영향을 받지 않는 것으로 의미한다.

이상의 결과로 미루어보면, 무역 불확실성이 증대(감소)되면, 무역 활동이 감소(증가)하게 된다는 것을 유추할 수 있다. 특히, IMF(2019)에 따라 제조업에서의 무역 의존도가 높은 국가가 더 큰 영향을 받을 수 있다는 것과 무역의존도가 높은 국가가 무역 불확실성에 영향을 많이 받는다는 것을 고려하면, 한국의 경우 무역 불확실성에 극심한 영향을 받을 수 있다는 것을 알 수 있다.

국제기구로서의 WTO의 영향력 약화, 미·중 무역 갈등이 장기화, 이로 인한 중국의 글로벌 가치사슬이 약화하고 있는 점을 고려하면, 정책입안자는 국내 제조업의 인프라 구축, 소재·부품 산업의 지

원정책 및 다양한 수·출입 관로 구축을 고려해야 할 것이다.

본 연구는 국제 무역활동의 대리변수로 국제 해운 운임지수를 적용해 무역 불확실성과의 관계에 대한 기존연구의 연구방법이 가진 한계로부터 자유로운 copula 모형을 이용해 의존구조를 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 무역 불확실성이 수출 의존도가 높은 국가 혹은 수입 의존도가 높은 국가마다 다르게 영향을 미칠 수 있지만 본 연구에서는 이를 고려하지 못한 한계가 있다. 특히, IMF(2019)에서 지적한 것처럼, 제조업에 수입의존도가 높은 국가일수록 무역 불확실성에 매우 큰 영향을 받을 수 있기 때문에, 후속 연구에서는 수출 주도 국가와 수입주도 국가를 중심으로 분류하여 각각의 국가의 무역 가치사슬에 따라 무역 불확실성이 무역 활동과 어떤 관계가 있는지 분석할 필요가 있다. 또한 불확실성과 컨테이너운임 지수와 비교하는 것도 의미가 있다고 판단된다.

참고문헌

- 김안호·기성래(2005), 항만산업의 경제적 파급효과. 한국항만경제학회지, 제21집 제4호, 141-160.
- 김창범(2010), 환위험과 경기 불확실성이 우리나라의 수입 물동량에 미치는 영향, 한국항만경제학회지, 제26집 제4호, 88-103.
- 안경애(2017), 환율변동성이 우리나라 컨테이너 수출입 물동량에 미치는 영향 분석, 무역상무연구, 제75권, 95-116.
- 이승준(2010), 실질환율 불확실성과 수출: 개별자료 접근, 무역학회지, 제35권 제1호, 57-76.
- 전선애(2013), 환율의 변동성이 국제무역에 미치는 영향: ARDL Bounds 검정 이용, 여성경제연구, 제10권 제1호, 133-164.
- 조성일(2010), 원/위안 환율변동 불확실성과 한국과 중국의 무역, 무역연구, 제6권 제3호, 153-172.
- 최봉호(2007), 환율변동성과 컨테이너물동량과의 관계, 한국항만경제학회지, 제23집 제1호, 1-18.
- 최봉호·이재득(2006), 환율변동성의 무역수지에 대한 영향, 국제통상연구, 제11권 제3호, 67-86.
- Aas, K.(2016), Pair-copula constructions for financial applications: A review, *Econometrics*, 4(4), 43.
- Aloui, R., M. S. B. Aïssa and D. K. Nguyen(2013), Conditional dependence structure between oil prices and exchange rates: a copula-GARCH approach, *Journal of International Money and Finance*, 32, 719-738.
- Aloui, R., R. Gupta and S. M. Miller(2016), Uncertainty and crude oil returns, *Energy Economics*, 55, 92-100.
- Aloui, R., S. Hammoudeh and D. K. Nguyen(2013), A time-varying copula approach to oil and stock market dependence: The case of transition economies, *Energy Economics*, 39, 208-221.
- Baker, S. R., N. Bloom and S. J. Davis(2016), Measuring economic policy uncertainty, *The quarterly journal of economics*, 131(4), 1593-1636.
- Bems, R., R. C. Johnson and K. M. Yi(2011), Vertical linkages and the collapse of global trade, *American Economic Review*, 101(3), 308-12.
- Bloom, N.(2009), The impact of uncertainty shocks, *econometrica*, 77(3), 623-685.
- Caldara, D., M. Iacoviello, P. Molligo, A. Prestipino and A. Raffo(2020), The economic effects of trade policy uncertainty, *Journal of Monetary Economics*, 109, 38-59.
- Davis, S. J., D. Liu and X. S. Sheng(2019), Economic policy uncertainty in China since 1949: The view from mainland newspapers, In Chicago Booth Research Paper 19-04.
- Davis, S. J., D. Liu and X. S. Sheng(2020), Stock Prices, Lockdowns, and Economic Activity in the Time of Coronavirus, University of Chicago, Becker Friedman Institute for Economics Working Paper, (2020-156).
- Eaton, J., S. Kortum, B. Neiman, and J. Romalis(2016), Trade and the global recession, *American Economic Review*, 106(11), 3401-38.

- Handley, K.(2014), Exporting under trade policy uncertainty: Theory and evidence, *Journal of international Economics*, 94(1), 50-66.
- Handley, K. and N. Limao(2015), Trade and investment under policy uncertainty: theory and firm evidence, *American Economic Journal: Economic Policy*, 7(4), 189-222.
- Iacovone, L. and B. S Javorcik(2010), Multi-product exporters: Product churning, uncertainty and export discoveries, *The Economic Journal*, 120(544), 481-499.
- IMF, "World Economic Outlook Update: A Weakening Global Expansion," January 2019.
- Kee, H. L., C., Neagu and A. Nicita(2013), Is protectionism on the rise? Assessing national trade policies during the crisis of 2008, *Review of Economics and Statistics*, 95(1), 342-346.
- Knight, F. H.(1921), Risk, uncertainty and profit (Vol. 31), Houghton Mifflin.
- Limão, N. and G. Maggi(2015), Uncertainty and trade agreements, *American Economic Journal: Microeconomics*, 7(4), 1-42.
- Novy, D. and A. M. Taylor(2020), Trade and uncertainty, *Review of Economics and Statistics*, 102(4), 749-765.
- Patton, A. J.(2009), Copula-based models for financial time series, In Handbook of financial time series, Springer, Berlin, Heidelberg, 767-785.
- Patton, A. J.(2012), A review of copula models for economic time series, *Journal of Multivariate Analysis*, 110, 4-18.
- Schindler, D. and C. Jung(2018). Copula-based estimation of directional wind energy yield: A case study from Germany. *Energy conversion and management*, 169, 359-370.
- Shin, M., Zhang, B. M. Zhong and D. J. Lee(2018), Measuring international uncertainty: The case of Korea, *Economics Letters*, 162, 22-26.
- Sraj, M., N. Bezak. and M. Brilly(2015), Bivariate flood frequency analysis using the copula function: a case study of the Litija station on the Sava River, *Hydrological Processes*, 29(2), 225-238.

국제 해운 운임지수와 미국과 중국의 무역 불확실성 사이의 의존성 구조 분석

김부권 · 김동윤 · 최기홍

국문요약

무역은 국가 경제에 중요한 경제활동이다. 특히, WTO 출범 이후 2001년 중국의 WTO 가입, 다자간 무역체계의 확립, 자유무역협정(FTA) 등으로 무역의 범위가 확대되고, 국가 간 무역장벽의 완화 및 통합화로 인해 무역시장의 규모가 확대되고 있다. 그러나 무역시장 규모가 확대됨에도 불구하고, 2008년 글로벌 금융위기, 2016년 브렉시트, 2018년 미·중 무역전쟁과 같은 극단적인 사건 발생하여 무역시장이 직접적으로 타격받고 있다. 이에 본 연구는 무역활동을 대변하는 변수인 국제 해운 운임지수와 미국, 중국 무역 불확실성 사이의 의존구조를 분석 하였다. 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 미국, 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수 조합의 결합분포가 각각 Frank copula, rotated Clayton copula 270° 으로 나타나, 미국, 중국 국가별로 동일한 분포 구조를 보이는 것으로 나타났다. 둘째, Kendall's tau 상관관계를 살펴보면, 국제 해운 운임지수와 미국, 중국 무역 불확실성 사이에 음(-)의 의존성을 갖지만, 의존성 정도는 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수의 조합에서 더 크게 나타났다. 즉, 전 세계 수요와 무역 불확실성의 의존성은 미국보다 중국이 더 강하다는 것을 확인하였다. 마지막으로, 꼬리 의존성 결과를 살펴보면, 미국, 중국 무역 불확실성과 국제 해운 운임지수가 서로 독립적인 관계로 나타났다. 이는 무역 불확실성의 극단적인 사건 혹은 국제 해운 운임지수의 극단적인 사건이 발생해도 서로 영향을 받지 않는 것으로 의미한다.

주제어: Copula 모형, 무역활동, 무역 불확실성, 국제 해운 운임지수