

BDI가 해운선사 네트워크 연계성에 미치는 영향: CoVaR 네트워크 연계성을 중심으로*

정대성** · 최기홍***

The Effect of BDI on the Network Connectedness of Shipping Companies: Focusing on CoVaR Network Connectedness

Jung, Dae-Sung · Choi, Ki-Hong

Abstract

Based on daily data from January 4, 2016 to September 27, 2022, the impact of extreme movements of BDI on shipping companies' network connectivity was analyzed using CoVaR network connectivity.

The main results and policy implications are as follows. First, according to the copula model results, the Student-t copula was selected as the most suitable model for COSCO, HMM, HRAG, MAERSK, and WAN. EVER was selected as a time-varying Gumbel copula, and YANG was selected as a time-varying rotated-Gumbel copula.

Second, as a result of analysis using the TVP-VAR model, the linkage between shipping companies tended to increase when the BDI turned into an extreme risk state. In the comparison of net connectivity, the roles of COSCO and EVER changed. In addition, in the analysis of net pairwise connectivity, it was found that the change in the extreme risk state of BDI also affected the connectivity of shipping companies. In particular, EVER, WAN, and COSCO showed large changes.

Taken together, the extreme fluctuations in BDI changed the role of Asian shipping companies, intensifying competition among shipping companies and strengthening risk delivery. It was confirmed that BDI has a great influence on the network connectivity of shipping companies and has an important influence on the stability of the stock market network. Therefore, the results of this study should consider not only the connectivity of shipping companies according to market conditions, but also the connectivity in extreme situations.

Key words: Connectedness, Shipping company stock price, BDI, VaR, CoVaR

▷ 논문접수: 2023. 12. 08. ▷ 심사완료: 2023. 12. 23. ▷ 게재확정: 2023. 12. 28.

* 『이 연구는 2023년도 광주대학교 대학 연구비의 지원을 받아 수행되었음.』

** 광주대학교 경영학과 조교수, 제1저자, jungdaesung@gwangju.ac.kr

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

I. 서론

세계 무역량 증가와 국제 무역 확대로 인해 해운 산업이 성장하고 있으며, 세계 무역량의 지속적인 증가와 국제 무역 활동의 확대로 해운 산업은 계속해서 성장하고 있다. 특히 중국, 유럽, 미국 등 주요 국가 간의 무역이 활발하게 이루어지고 있다. 해운업은 세계 무역의 주요한 주역으로서, 2023년 11월말 기준으로 약 80~85%의 교역량이 해상운송(2,802만 TEU)을 통해 이루어졌다. 그중에서도 글로벌 상위 2M 얼라이언스(MSC, Maersk)가 차지하는 비중은 전체 선복량의 25%(966만 TEU)를 차지하고 있으며, The Alliance(ONE, Hapag Lloyd, Yang Ming), Ocean Alliance(OOCL, COSCO SHIPPING, CMA CGM, EVERGREEN)가 세계 3대 해운 동맹을 이루고 있으며, 글로벌 상위 9개 선사가 전세계의 선복량은 83%를 차지하고 있다. 그리고 HMM도 2020년 디 얼라이언스에 가입되어 있다¹⁾.

최근 세계무역기구(WTO)의 보고서에 따르면, 2024년 세계 교역량 예측치는 3.2%로, 지난 5년 평균을 웃도는 높은 성장을 예상하고 있다. 동시에, 발틱운임지수(Baltic Dry Index, BDI)도 2023년 12월 1일에 3,192로 반등하여 증가세를 보이고 있다. 이는 중국의 재개방, 제조업 호황, 그리고 기준금리 인하 기대 등으로 인한 세계 경제의 회복 신호로 해석될 수 있다. BDI는 주요 26개 해상운송경로를 지나는 선적량 15천 톤 이상 선박의 화물운임과 용선료 등을 종합해 산정하는 지수로 세계 경제 선행지표로도 사용한다(서지영, 서현원, 2010).

2020년 코로나19 팬데믹으로 인해 해운업계는 물동량 감소 우려가 있었지만, 재택근무로 인한 가구, 가전 등의 수요가 폭발적으로 증가로 2021년, 2022년 컨테이너 물동량 회복하고, 동시에 운임이 상승하

여 해운업계는 막대한 이익을 남겼다. 이러한 글로벌 해운업의 호황은 운임지수의 상승이 크게 기여하였으며, BDI는 2021년 10월 7일 5,650을 기록하였다. 2023년 해운시장은 탄소배출규제, 운하요율 인상, HMM의 지분 매각, 2M의 얼라이언스 종료 등 다양한 이슈로 시작하였으며, BDI지수도 2021년 10월 최고점 이후 지속적으로 하락하여 2023년 2월 16일 530까지 90%가 하락하여 전반적인 해운업의 약세를 보였다. 그리고 글로벌 소비위축, 러시아-우크라이나 전쟁, 고인플레이션, 팔레스타인 하마스 이스라엘 분쟁 등의 불확실성 확대로 2분기 세계 10위의 이스라엘 짐라인(ZIM Line)과 11위 대만의 완하이(Wan Hai)의 적자전환으로 나타났으며, 3분기 덴마크 머스크(Maersk)도 영업손실을 기록하여 시장에 큰 충격을 주었으며, 주가도 급락을 하게 되었다. 이와 같이 BDI와 해운사의 주가는 매우 밀접한 관계를 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 Adrian and Brunnermeier(2016), 최기홍·김동윤(2019), 최기홍(2022), 최기홍, 김부권(2022), 등과 달리 개별 회사에 집중하는 것이 아니라, 해운시장 전반의 시스템적 상호작용과 연계성에 주목한다. 본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, BDI의 극단적인 변동이 어떻게 여러 해운선사뿐만 아니라 해운시장의 생태계 전체에 미치는 영향을 다루고자 한다. 둘째, VaR 연계성과 CoVaR 연계성 사이의 직접 비교를 통해 해운시장에서 해운선사 주식 시스템으로부터의 위험 이동을 분석한다. 이와 같은 연구 방향은 해운시장의 복잡한 네트워크와 시스템 상에서의 상호작용을 이해하고, 특히 시장 내에서의 위험 전이와 파급효과를 파악하는데 도움이 될 것으로 기대된다. 이는 향후 금융감독 당국과 투자자에게 해운시장에 대한 더 나은 이해와 효과적인 위험 관리 전략 제시에 기여할 것이다.

제 I 장 서론에 이어 제 II 장에서는 선행연구를 제시하고, 제 III 장에서는 글로벌 해운사와 BDI의 연계성을 분석하기 위한 연구자료와 연구모형을 설명한

1) 세계 1위 스위스 MSC와 2위 덴마크 머스크(Maersk)의 해운동맹 2M이 2025년 1월 해체하기로 하였으며, 2027년에 오션 얼라이언스(Ocean Alliance)의 계약이 종료 예정이다.

다. 그리고 제IV장에서는 CoVaR 연계성을 활용하여 해운선사 시스템에서 BDI가 극단적인 위험이 존재할 때 조건부 연계성한 실증분석 결과를 설명하고 마지막 제V장에서는 본 연구의 결과를 요약하고, 연구에서 도출된 시사점과 연구 한계를 제시한다.

II. 선행연구

BDI와 해운선사의 주가에 관한 연구를 살펴보면, Alizadeh and Muradoglu(2014)는 국제 운송 운임의 변화가 미국과 국제 주식시장의 수익률을 예측할 수 있다고 주장하였으며, Tsouknidis(2016)는 변동성전이지수를 통해서 건화물과 탱커 운임 시장 간의 전이효과를 분석한 결과, 해운 운임 시장 전반에 걸쳐 시간에 따라 크게 변화하는 변동성 파급효과가 존재하며, 이는 글로벌 금융위기 기간과 그 이후에 더욱 심해진다고 주장하였다. 또한, Ginannarakis et al.(2017)은 BDI가 주가지수 수익률에 미치는 영향을 분석한 결과, 해상 운송비가 사회적 책임 기업의 주식수익률, 금, 석유, 미국 무역수지에 영향을 미친다는 것을 밝혔다. Yang et al.(2022)은 해운업시장, 주가지수 및 유가시장 사이의 전이효과를 분석한 결과, 글로벌 금융위기 이후에 해운업시장과 유가시장 간에 위험전이효과가 강하게 발생하였다. Liu et al.(2022)는 고차원 조건부 위험 가치(CoVaR) 네트워크를 사용하여 석유 시장에서 시스템으로 전이효과를 쌍별전이 및 시스템적 관점에서 분석한 결과, 위기가간에만 유가로부터 G20 주식시장으로 상당한 리스크 전이효과가 발생함을 밝혔다. 또한, CoVaR 연결성 결과에 따르면 G20 주식전이효과는 지역별 특성이 존재하며, 시장상황에 따라서 WTI시장에 관련하여 미국, 캐나다, 멕시코 등 북미 석유 관련 국가들이 가장 큰 영향을 받으며, 아시아 국가들은 석유 시장이 정상 상태에서 극단적 위험으로 전환될 때 충격이 거의 없다고 주장하였다. Bandyopadhyay

& Rajib(2023)는 건화물 운임 변동에 영향을 미치는 요인을 수요, 공급, 운임별로 구분하여 수요 요인 중심으로 분석한 결과, 운임이 정상 범위를 초과하는 극단적인 상황에서 시장이 과열되고, 운임은 실제 수요와 공급에 의해 결정되기보다는 시장 참여자들의 운임 특정 수요에 의해 결정된다고 주장하였다.

BDI가 국내 주식시장에 미치는 영향을 분석한 결과는 운임지수가 주가에 부정적인 연구결과가 지배적이다. 김형호·성기덕·전준우·여기태(2016)의 연구결과에서 BDI, CCFI, HRCI는 국내 해운선사 주가에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 최기홍과 김동운(2019)의 연구결과에서도 BDI가 산업별로, 제조업, 서비스업, 화학업 지수수익률에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 변동성에 있어서는 대형주보다 소형주의 변동성을 증가시키는 것으로 나타났다. 이와 유사하게 황요평·오예은·박근식(2022)은 BCI(Baltic Capesize Index)가 제철 원료 운송시장의 변동성에 증가시키기 때문에 제철 원료, 해상운송 및 철강시장의 변동성 전이효과를 고려하여 위험관리하는 것이 필요하다고 주장하였다. 더욱이 코로나19와 같은 위기가간에 해상운임지수가 상품가격(곡물, 에너지)을 주도하게 되기 때문에 해상운임지수가 국제 무역의 연계성을 파악하는데 중요한 위치를 차지한다(최기홍과 김부권, 2022).

BDI에 관련된 선행연구에서 사용된 모형은 <표 1>에 제시한다.

표 1. 저자 및 사용모형

저자	사용모형
Alizadeh and Muradoglu(2014)	EGARCH-X
Tsouknidis(2016)	DCC-GARCH, volatility spillover index
Adrian and Brunnermeier(2016)	CoVaR
김형호 · 성기덕 · 전준우 · 여기태(2016)	VAR model, VECM
Ginannarakis et al.(2017)	GARCH
최기홍과 김동윤(2018)	DCC-GARCH
최기홍과 김동윤(2019)	EGARCH
이충호,박근식(2021)	VAR
Yang et al.(2022)	value-at-risk(VaR)
Liu et al.(2022)	LASSO-VAR, CoVaR
최기홍과 김동윤(2022)	volatility spillover index
최기홍(2022)	TVP-EGARCH, wavelet
황요평 · 오예은 · 박근식(2022)	GARCH, EGARCH, DCC-GARCH
Bandyopadhyay & Rajib(2023)	Causality-in-quantiles model
최기홍(2023)	VaR, CoVaR

III. 연구자료 및 연구모형

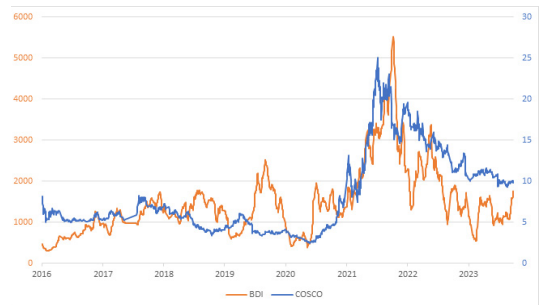
1. 연구자료

본 연구에서는 글로벌 대형 해운선사와 BDI의 연계성을 분석하기 위해서 2016년 1월 4일부터 2023년 9월 27일까지의 일별 자료를 investing.com에서 추출하여 사용하였다.

분석대상은 프랑스의 조선·해운 분석기관 알파라이너(Alphaliner)²⁾의 해운사 선복량을 기준으로 글로벌 상위 해운사 MSC(Mediterranean Shg Co, 비상장기업), Maersk(티커 MAERSKb), CMA CGM Group

(비상장기업), COSCO Group(티커 601919), Hapag Lloyd(티커 HLAG), ONE(Ocean Network Express, 비상장), Evergreen Line(2603), HMM Co Ltd(티커 011200), Yang Ming Marine Transport Corp.(티커 2609), ZIM Integrated Shipping Services Ltd(티커 ZIM), Wan Hai Lines Ltd(2615) 중 비상장기업(MSC, CMA CGM Group, ONE)이거나 데이터가 충분하게 존재하지 않는(ZIM(2021년 1월부터 존재) 해운사를 제외하고, Maersk(MAERSK), COSCO Group(COSCO), Hapag Lloyd(HLAG), Evergreen Line(EVER), HMM Co Ltd(HMM), Yang Ming Marine Transport Corp.(Yang), Wan Hai Lines Ltd(Wan)를 분석대상으로 하였다.

〈그림 1〉은 글로벌 해운선사 주가의 추이를 BDI와 비교해서 제시하고 있다. 해운선사 주가와 BDI의 움직임은 각각 파란색과 빨간색 선으로 표시되어 있다.

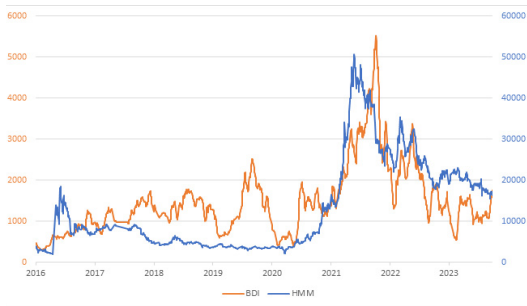


(a) COSCO

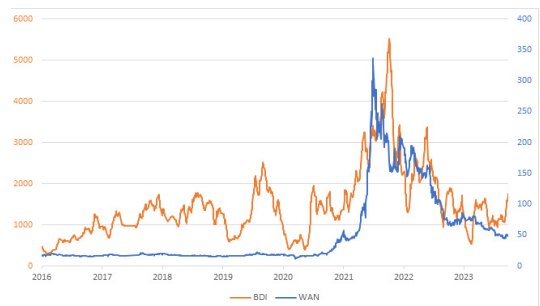


(b) EVER

2) <https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/>

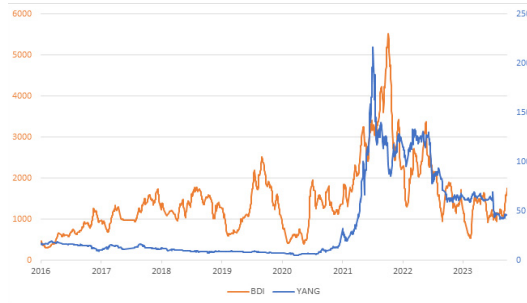


(c) HMM

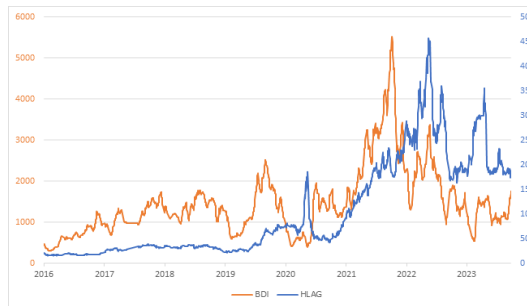


(g) WAN

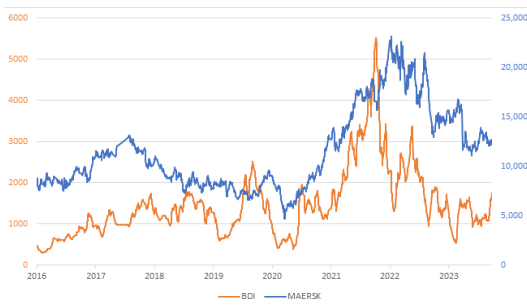
그림 1. 글로벌 해운선사 주가와 BDI 추이



(d) YANG



(e) HLAG



(f) MAERSK

각 해운선사 주가수익률과 BDI 변화율의 기초통계량은 <표 2>에 제시되어 있다. 해운선사 주가수익률을 살펴보면, 평균값은 0에 가까운 값을 가진다. 표준편차는 MAERSK가 0.026으로 가장 작게 나타났으며, HMM이 0.228로 MAERSK보다 8.8배 큰 것으로 나타났다. 이는 2번째로 표준편차가 큰 EVER보다도 5.4배 큰 수치이다. 그리고 왜도는 양의 왜도(EVER, YANG, WAN)와 음의 왜도(HMM, COSCO, BDI, HLAG, MAERSK)가 혼재하고 있다. 첨도는 모든 자료에서 초과첨도를 보이고 있다. 또한, 모든 해운선사 주가수익률과 BDI 변화율의 분포는 정규분포를 따른다는 귀무가설을 기각하는 것으로 나타났다.

표 2. 기초통계량

	Mean	Median	Max.	Min	Std.	Ske.	Kur.	J-B
COSCO	0.000	0.000	0.275	-0.240	0.032	-0.086	11.249	4,513***
EVER	0.001	0.000	0.890	-0.505	0.042	4.959	148.259	1,405,282***
HMM	0.001	0.000	1.939	-0.327	0.063	18.629	572.130	21,564,497***
YANG	0.001	0.000	0.455	-0.277	0.035	0.959	26.729	37,571***
HLAG	0.001	0.000	0.238	-0.374	0.041	-0.498	14.672	9,097***
MAERSK	0.000	0.001	0.112	-0.276	0.026	-1.135	13.470	7,608***
WAN	0.001	0.000	0.228	-0.183	0.031	0.334	9.041	2,448***
BDI	0.001	0.000	0.440	-0.447	0.041	-0.025	27.025	38,263***

주: J-B는 정규성을 검정하는 Jarque-Bera 통계량을 나타낸다. 은 1% 유의수준을 나타낸다.

2. 연구모형

본 연구는 CoVaR 연계성을 활용하여 해운선사 시스템에서 BDI가 극단적인 위험이 존재할 때 조건부 연계성을 분석한다. VaR 연계성과 CoVaR 연계성 사이의 직접 비교를 통해 해운선사 주가와 BDI 사이의 의존성을 분석하고, 해운시장에서 해운선사 주식시 시스템으로부터의 위험 이동을 분석한다.

1) 한계분포

CoVaR를 추정하기 위해서는 먼저, 변수의 한계분포를 추정한다. 본 연구에서는 ARMA(m,n) - GARCH(1,1) - skewd-t 모형을 사용하여 한계분포를 추정하며, 평균방정식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$r_t = a_0 + \sum_{i=1}^m a_i r_{t-i} + \sum_{j=1}^n b_j \epsilon_{t-j} + \epsilon_t \quad (1)$$

여기서 r_t 는 t 시점의 해운선사의 수익률을 나타낸다. a_0, a_1, b_1 는 평균 방정식의 상수, 자기회귀 및 이동 평균 계수이다. ϵ_t 는 오차항을 의미한다. 그리고 분산 방정식은 다음과 같다.

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \epsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2. \quad (2)$$

σ_t^2 는 t 시점의 조건부 분산을 나타내고, ω 는 상수이며, ϵ_{t-1}^2 과 σ_{t-1}^2 는 ARCH와 GARCH항을 의미한다.

2) Copula 모형

본 연구에서는 copula 방법론을 활용하여 해운선사 주가와 BDI 사이의 의존성을 분석한다. Sklar(1959)에 의해 소개된 copula 함수는 확률변수 간의 관계를 분석하는 효과적인 방법으로 알려져 있다. Sklar 정리에 따르면, 이차원 분포 함수 F 는 한계분포 $F_i(z_i)$ 와 copula 함수 C 로 나누어진다. 정리에 따르면, 다변량 분포 F 는 copula 함수 C 로 표현될 수 있다.

$$F(z_1, z_2) = C(F_1(x_1), F_2(z_2)) \quad (3)$$

여기서 $F(z_1, z_2)$ 는 결합분포함수이고, $F_1(z_1)$ 과 $F_2(z_2)$ 는 확률변수의 한계분포함수이다. 본 연구에서는 정적(static)과 시간가변적(time-varying) copula 모형을 이용하였다. 최적의 copula 모형을 선정하기 위해 최소가 되는 LL과 AIC 정보기준을 비교하여 선정한다. 정적 copula의 경우는 총 7가지 모형

(normal, student-t, clayton, rotated clayton, gumbel, rotated gumbel, SJC)을 이용하였고, 시간가변적 모형도 7가지 모형(normal, student-t, clayton, rotated clayton, gumbel, rotated gumbel, SJC)을 이용하였다.

3) VaR and CoVaR 추정

VaR은 신뢰수준내에서 투자자의 잠재적인 손실로 정의할 수 있다. 신뢰수준이 $1-\alpha$ 인 경우 시간 t 에서 VaR은 $\Pr(r_t \leq VaR_{\alpha,t}) = \alpha$ 이다. VaR은 다음과 같이 표현된다.

$$VaR = \mu_t + t_{v,k}^{-1}(\alpha)\sigma_t \tag{4}$$

여기서 μ_t 는 평균수익률이며, σ_t 는 수익률의 표준편차를 나타낸다. 그리고 $t_{v,k}^{-1}(\alpha)$ 은 Student-t 분포의 α -분위수를 의미한다. 다음으로 위험 전이를 추정하기 위해 CoVaR 방법론을 적용한다. CoVaR 추정치는 변수 j 가 극단적인 변화가 있을 때 변수 i 의 VaR로 정의된다(Adrian and Brunnermeier, 2016). 따라서 BDI의 충격이 해운선사 VaR에 미치는 영향을 추정한다. 해운선사의 CoVaR는 특정 신뢰 수준 $1-\beta$ 에서 BDI의 극단적인 움직임에 대한 극단적인 손실을 나타낸다.

$$\Pr(r_t^C \leq CoVaR_{\beta,t}^C | r_t^B \leq VaR_{\alpha,t}^B) = \beta \tag{5}$$

여기서, r_t^C 과 r_t^B 는 각각 해운선사와 BDI의 수익률을 나타낸다. $VaR_{\alpha,t}^B$ 은 BDI 수익률의 VaR을 의미한다. Copula 추정치를 CoVaR와 결합하여 해운선사에 대한 BDI의 영향력을 추정할 수 있다.

$$C(F_{r_t^C}(CoVaR_{\beta,t}^C), F_{r_t^B}(VaR_{\alpha,t}^B)) = \alpha\beta \tag{6}$$

여기서 $F_{r,t}^C$ 와 $F_{r,t}^B$ 는 해운선사 수익률과 BDI 수익률의 한계분포를 나타낸다.

4) VaR 연계성 and CoVaR 연계성

VaR과 CoVaR은 금융시장 꼬리위험이나 극단적 위험을 측정하기 위해 광범위하게 적용되기 때문에 VaR과 CoVaR 연계성은 금융시장 위험 연계성을 모형화한다. VaR과 CoVaR 연계성에 대한 명확한 설명을 위해, 본 연구에서는 Antonakkis et al.(2020)의 TVP-VAR모형을 사용하여 해운선사 주가 간의 연계성을 추정한다. H시차를 예측하기 위한 예측오차분산분해(forecast error variance decomposition)는 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{ij} \sum_{h=0}^{H-1} (e'_i \sum e_i)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e'_i A_h \sum e_i A_h' e_i)} \tag{7}$$

여기서 σ_{ij} 는 j 번째 시장의 오차항의 표준편차이며, \sum 은 오차 벡터의 분산행렬이다. 반면 e_i 는 선택벡터이다. 그리고 e_i 는 i 번째 구성 요소에 대해 하나의 구성 요소와 다른 구성요소에 대해서는 0을 가져야 한다. 분산 분해행렬의 각 행이 단위 합계를 갖도록 하기 위해 각 항목을 행 합계로 정규화한다. 이는 다음과 같다.

$$\theta_{ij}^{\sim g} = \frac{\theta_{ij}^g H}{\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g H} \tag{8}$$

열 합계를 사용하여 분산 분해 행렬의 요소를 정규화할 수 있다. 그 후에 얻은 총연계성은 행 합계로 정규화한 후 얻은 지수와 비교할 수 있다. 따라서 구

조적으로 $\sum_{j=1}^n \theta_{ij}^{\sim g}(H) = 1$ 과 $\sum_{j=1}^n \theta_{ij}^{\sim g}(H) = n$ 이

다. 아래의 식을 이용하여 고려 중인 시장 전체의 총 연계를 측정하는 총연계성을 계산할 수 있다.

$$S^g(H) = \frac{\sum_{i,j=1, j \neq 1}^N \theta_{ij}^{\sim g}(H)}{\sum_{i,j=1}^N \theta_{ij}^{\sim g}(H)} \times 100 \quad (9)$$

식(9)에 제시된 총 연계성을 이용하여 방향성 연계성을 계산할 수 있다. 유출연계성(TO) 해당 변수 i 에서 다른 모든 변수 j 로의 방향성 연계성은 다음과 같이 측정할 수 있다.

$$S_{i \rightarrow j}^g(H) = \frac{\sum_{i,j=1, i \neq j}^N \theta_{ij}^{\sim g}(H)}{\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^{\sim g}(H)} \times 100 \quad (10)$$

유입 연계성(FROM)는 다른 모든 변수 j 로부터 해당 변수 i 가 받은 방향성 파급효과는 다음과 같이 측정할 수 있다.

$$S_{i \leftarrow j}^g(H) = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \theta_{ij}^{\sim g}(H)}{\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^{\sim g}(H)} \times 100 \quad (11)$$

순연계성(NET)은 유출연계성(TO)에서 유입연계성(FROM)를 차감하여 측정할 수 있다.

$$S_i^g(H) = S_{i \leftarrow i}^g(H) - S_{i \leftarrow j}^g(H) \quad (12)$$

IV. 실증분석 결과

1. 한계분포와 copula 모형 추정결과

본 연구에서는 GARCH 모형을 적용하여 한계분포 모형을 추정하였으며, 평균방정식의 ARMA(m,n)의 시차는 AIC 기준으로 선정하였다. 이 결과는 <표 3>에서 확인할 수 있다. 한계분포의 결과를 얻은 후 copula 모형을 추정하였다.

표 3. 해운선사의 한계분포

해운선사	모형
COSCO	arma(1,1)-GARCH(1,1)-Skewed t
EVER	arma(0,1)-GARCH(1,1)-Skewed t
HMM	arma(0,0)-GARCH(1,1)-Skewed t
YANG	arma(2,2)-GARCH(1,1)-Skewed t
HLAG	arma(1,2)-GARCH(1,1)-Skewed t
MAERSK	arma(0,0)-GARCH(1,1)-Skewed t
WAN	arma(0,0)-GARCH(1,1)-Skewed t

<표 4>는 해운선사와 BDI 사이의 관계에 대한 선정된 copula 모형의 결과를 보여준다. Copula 모형은 최소 LL과 AIC 기준으로 선정하였다. 선정된 copula 모형을 보면, COSCO, HMM, HLAG, MAERSK, WAN은 Student-t copula가 BDI와 추가간의 관계를 가장 잘 포착하는 것으로 나타났다. 이는 BDI와 COSCO, HMM, HLAG, MAERSK, WAN 주가 사이에 대칭적 꼬리 의존성이 존재하는 것을 의미한다.

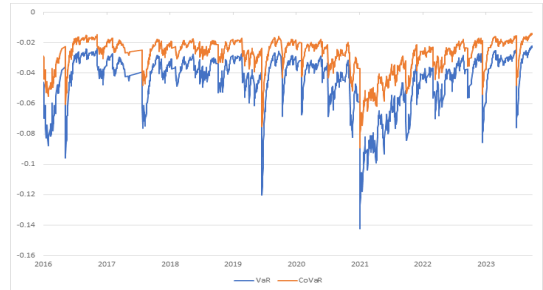
표 4. 선정된 copula 모형

	Copula	LL	AIC
COSCO	Student-t	-10.2319	-20.4613
EVER	Time-Varying-Gumbel	-15.3526	-30.7015
HMM	Student-t	-8.7645	-17.5264
YANG	Time-Varying-Rotated-Gumbel	-13.1748	-26.3458
HLAG	Student-t	-9.4715	-18.9406
MAERSK	Student-t	-9.0849	-18.1673
WAN	Student-t	-12.3841	-24.7657

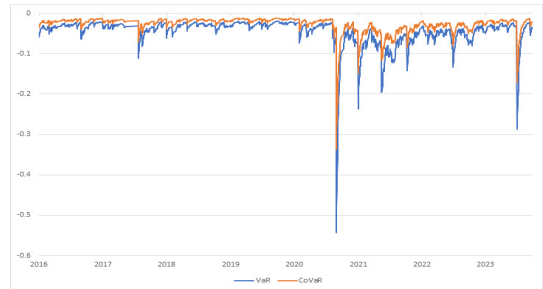
EVER는 시간가변적 Gumbel copula, YANG은 시간가변적 rotated-Gumbel copula가 가장 적합한 모형으로 선정되었다. 이 모형은 꼬리 의존성에 비대칭성이 존재한다는 것을 보여준다. BDI와 EVER는 극단적인 양(+)의 수익률이 발생할 때 같이 움직인다는 것을 의미한다. 그러나 BDI와 YANG은 극단적인 음(-)의 수익률이 발생할 때 같이 움직인다는 것을 의미하게 된다.

2. VaR과 CoVaR 추정결과

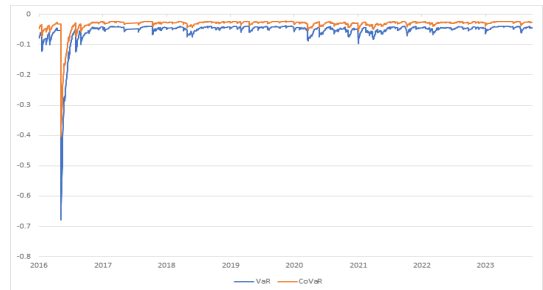
〈그림 2〉는 해운선사의 VaR과 CoVaR의 추이를 확인할 수 있다. VaR과 CoVaR의 움직임은 각각 파란색과 빨간색 선으로 표시되어 있다. 각 해운선사의 극단적인 시기에 따라 차이가 나는 것을 볼 수 있으며, 아시아 해운선사들의 위험 변동이 큰 것을 알 수 있다. 그리고 VaR과 CoVaR를 비교했을 때 BDI의 극단적인 변화가 해운선사의 VaR에 영향을 주는 것으로 나타났다. 전반적으로 BDI가 해운선사의 극단적인 위험을 감소시키는 것으로 나타났다. 이는 BDI의 하락이 해운선사의 위험을 감소시키는 것은 BDI가 해운업의 불황을 시사하여 투자자들이 해운선사의 위험 관리에 대한 주의가 높아질 수 있기 때문이다. 이러한 경향은 투자자들이 해운업의 불확실한 요인들에 대해 신중한 태도를 보여 해운선사의 위험을 일부 감소시킨 것으로 판단된다.



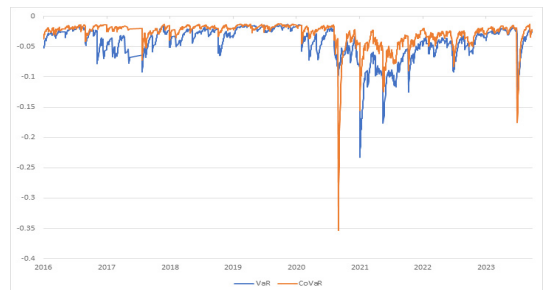
(a) COSCO



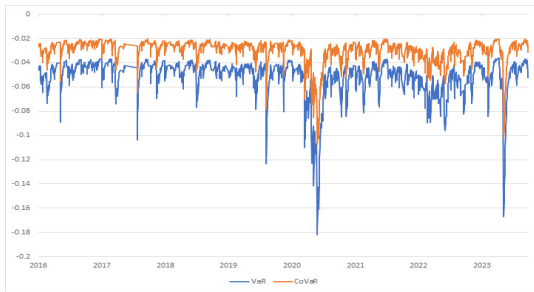
(b) EVER



(c) HMM



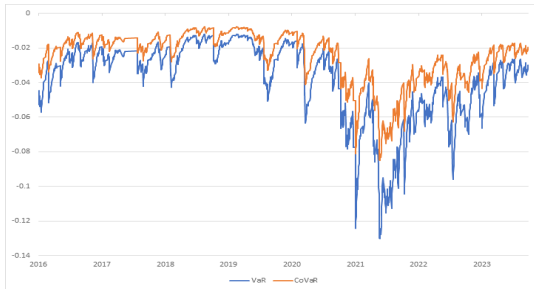
(d) YANG



(e) HLAG



(f) MAERSK



(g) WAN

〈그림 2〉 VaR와 CoVaR 추이

4. VaR과 CoVaR 연계성 추정결과

TVP-VAR 모형을 적용하여 조건부 꼬리 위험(CoVaR) 연계성을 구축하여 BDI의 극단적인 위험에 대한 조건부 해운선사 연계성을 분석한다. 〈표 5〉의 Panel A와 Panel B는 BDI를 조건부로 포함하지 않은 위험 연계성의 VaR 연계성을 나타내며, Panel B는 BDI가 조건부로 포함된 조건부 위험 연계성

CoVaR 연계성을 보여준다. Panel A에서 해운선사 간의 총 연계성은 22.91%로 나타났다. Panel B에서 해운선사 간의 총 연계성은 24.26%로 증가했음을 보여준다. 이는 해운선사 간의 상호연계성이 BDI의 극단적인 위험으로 인해 더 강화된다는 것을 의미한다.

TO에 대한 결과를 비교해보면 Panel A의 결과에서는 YANG이 가장 큰 전달자 역할을 하는 것으로 나타났으며, WAN, COSCO가 그 뒤를 이었다. 그러나 Panel B 결과에서는 EVER가 가장 큰 전달자 역할을 하는 것으로 나타났으며, 그 뒤로 YANG, WAN 순으로 바뀌었다.

FROM에 대한 결과를 비교해보면, Panel A에서는 YANG, WAN, EVER 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 Panel B에서는 EVER, YANG, WAN 순으로 영향을 받는 것으로 나타나, 다른 해운선사로부터 영향을 받는 정도가 증가하거나 순위가 바뀐 것을 확인할 수 있다. 한편, 순 연계성을 비교해보면, Panel A VaR 연계성에서는 COSCO, YANG, MAERSK, WAN이 양(+)의 값을 보이며 순 전달자로 나타났지만, Panel B에서는 EVER, YANG, MAERSK가 순 전달자로 나타났다. 순 연계성에 있어서도 BDI의 영향으로 인해 COSCO와 EVER의 역할이 바뀐 것을 확인할 수 있다.

이러한 결과는 해운선사 간의 위험 연계성은 BDI의 극단적인 위험에 따라 증가한다고 볼 수 있다. 해운선사 간의 연계성이 강화된다는 것은 해운산업이 외부의 경제적, 환경적 요인에 민감하게 반응한다는 것이다. 또한, EVER의 경우 BDI의 극단적인 위험으로 인해 다른 해운선사들에 대한 전달자 역할이 커지고, 다른 해운선사들로부터 더 큰 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있다.

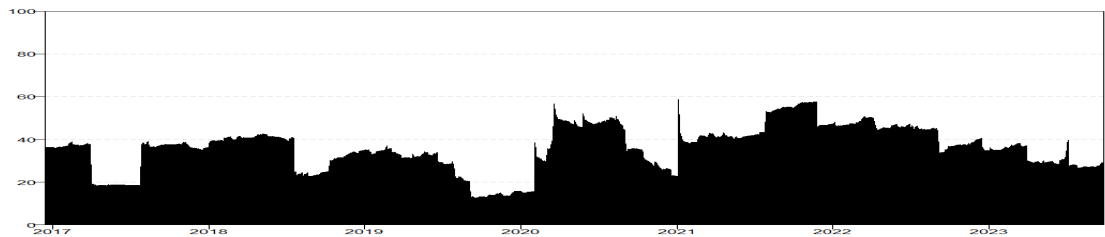
다음으로 해운선사 간 평균 연계성이 시간에 따라 어떻게 변화했는지를 확인하기 위해 동적 연계성을 추정했다. 〈그림 3〉은 시간가변적 총 연계성을 보여준다. VaR 총 연계성과 CoVaR 총 연계성을 비교하 다음으로 해운선사 간 평균 연계성이 시간에 따라

표 5. VaR와 CoVaR 연계성

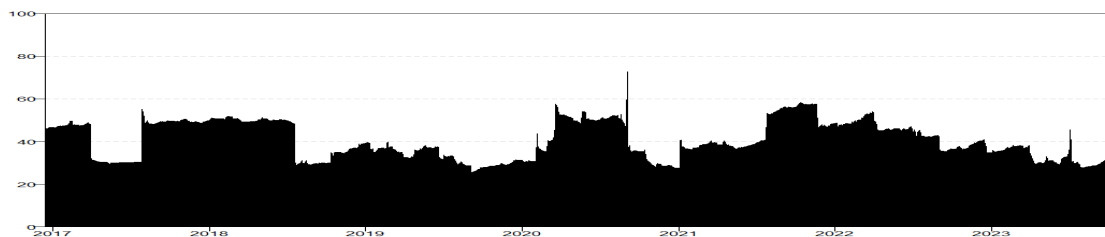
Panel A, VaR 연계성								
	COSCO	EVER	HMM	YANG	HLAG	MAERSK	WAN	FROM
COSCO	74.55	1.75	6.38	10.88	1.07	0.16	5.20	25.45
EVER	3.22	69.33	0.05	18.88	0.29	0.01	8.21	30.67
HMM	8.45	0.05	86.76	0.54	2.56	0.06	1.58	13.24
Yang	8.41	15.48	0.24	57.35	0.45	0.05	18.01	42.65
HLAG	0.64	0.23	1.77	1.22	88.71	6.08	1.35	11.29
MAERSK	0.20	0.01	0.15	0.26	2.25	96.93	0.20	3.07
Wan	4.82	5.19	0.65	22.13	0.96	0.23	66.00	34.00
TO	25.75	22.72	9.25	53.92	7.59	6.60	34.54	
NET	0.30	-7.95	-4.00	11.27	-3.70	3.53	0.54	22.91

Panel B, CoVaR 연계성								
	COSCO	EVER	HMM	YANG	HLAG	MAERSK	WAN	FROM
COSCO	81.04	2.31	7.36	2.24	1.21	0.25	5.59	18.96
EVER	1.87	46.30	0.03	46.29	0.25	0.01	5.24	53.70
HMM	7.42	0.04	88.39	0.04	2.48	0.14	1.48	11.61
Yang	1.85	46.31	0.03	46.34	0.25	0.01	5.20	53.66
HLAG	0.44	0.42	1.51	0.40	90.66	5.01	1.56	9.34
MAERSK	0.28	0.02	0.12	0.02	1.75	97.62	0.18	2.38
Wan	5.20	6.32	0.74	6.15	1.25	0.49	79.85	20.15
TO	17.06	55.42	9.81	55.14	7.20	5.92	19.25	
NET	-1.90	1.72	-1.80	1.48	-2.14	3.54	-0.90	24.26

주: 본 표는 연계성을 분석하기 위해서 Antonakkis et al.(2020)의 TVP-VAR에 의해서 측정된 전이효과 매트릭스를 나타낸다. Panel A는 VaR의 연계성을 나타내며, Panel B는 CoVaR의 연계성을 나타낸다. 표에서 마지막 열은 유출전이효과(*FROM*)를 나타내며, 마지막 행은 유입전이효과(*TO*)를 나타낸다.



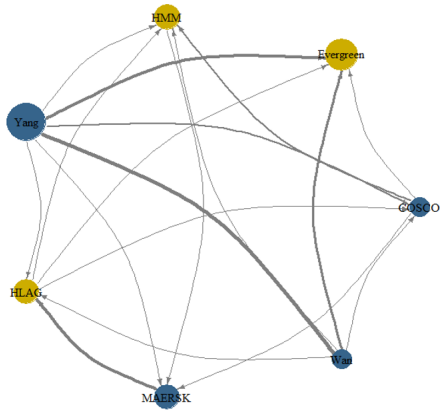
(a) VaR 총 연계성



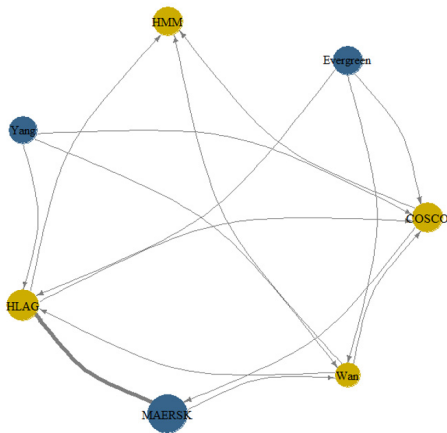
(b) CoVaR 연계성

그림 3. VaR과 CoVaR의 총 연계성

어떻게 변화했는지를 확인하기 위해 동적 연계성을 추정했다. <그림 3>은 시간가변적 총 연계성을 보여준다. VaR 총 연계성과 CoVaR 총 연계성을 비교하면 2017년부터 2020년까지 CoVaR의 총 연계성이 VaR 총 연계성보다 더 큰 것으로 나타났으며, 그 이후는 둘 간의 총 연계성은 비슷한 수준을 보이는 것을 알 수 있다.



(a) VaR



(b) CoVaR

그림 4. VaR과 CoVaR의 순 쌍별 연계성

<그림 4>는 해운선사 VaR 네트워크와 극단적인 위험에 처한 BDI을 조건으로 하는 CoVaR 네트워크에 대한 순 쌍별 연계성을 보여준다. 각 해운선사에 대한 원의 색상과 크기는 연계성의 방향과 크기를 나타낸다. 파란색은 순 전달자를 의미하고, 노란색은 순 수신자를 의미한다. 그리고 원의 크기는 전달이나 수신 정도를 말하며 화살표의 방향은 연계성의 방향과 두께는 연계성의 크기를 나타낸다. VaR과 CoVaR 분석 결과는 해운선사별로 서로 다른 역할을 하고 있음을 보여주고 있다. HMM은 HLAG는 큰 변화가 없지만, EVER, WAN, COSCO는 가장 큰 변화를 보이고 YANG, MAERSK도 큰 변화를 보이고 있다. BDI가 극단적인 위험상태로 전환될 때, MAERSK가 연결선(edge) 수가 증가하고, YANG은 연결선(edge) 수가 감소하였다.

모든 결과를 종합해보면, 기존의 해운선사 주식 네트워크에서 BDI의 극단적인 사건이 발생했을 때 해운선사 주식 간의 연계성이 강화되며, 해운선사의 특성에 따라서 네트워크에서 담당하고 있는 역할이 달라진다는 것을 실증적으로 확인하였다. 특히, EVER, COSCO, WAN는 정상상태에서 BDI가 극단적인 위험 상태로 바뀌면 다른 해운선사에 대한 효과가 바뀌기 때문에 더욱 주의해야 한다.

V. 결론

본 연구는 2016년 1월 4일부터 2022년 9월 27일까지의 일별 자료를 기반으로 CoVaR 네트워크 연계성 통해 BDI의 극단적인 움직임이 해운선사 주식 시스템에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다. 본 연구에서는 copula 모형을 이용하여 CoVaR를 추정하였으며 그리고 추정된 CoVaR를 이용하여 Diebold and Yilmaz(2012) 방법론을 적용하여 연계성을 추정하였다.

주요 실증분석 결과와 정책적 함의는 다음과 같

다. 첫째, copula 결과에 따르면, COSCO, HMM, HLAG, MAERSK, WAN은 Student-t copula가 가장 적합한 모형으로 선정되었다. EVER는 시간가변적 Gumbel copula, YANG은 시간가변적 rotated-Gumbel copula이 선정되었다. 둘째, TVP-VAR 모형을 사용하여 BDI의 극단적인 위험에 따른 해운선사 간의 연계성을 분석한 결과, BDI가 극단적인 위험 상태로 전환될 때 해운선사 간의 연계성이 증가하는 것으로 나타났다. 순 연계성을 비교해보면, Panel A에서 COSCO, YANG, MAERSK, WAN이 순 전달자로 나타났지만, Panel B에서는 EVER, YANG, MAERSK가 순 전달자로 나타났다. 이는 BDI의 영향으로 인해 COSCO와 EVER의 역할이 바뀐 것을 의미한다. 순 쌍별 연계성을 분석한 결과, BDI가 극단적인 위험 상태로 전환될 때 해운선사 위험 연계성도 변화된다는 것을 확인할 수 있었다. 특히, EVER, WAN, COSCO는 가장 큰 변화를 보이고 YANG, MAERSK도 큰 변화를 보이고 있었다. 이러한 결과는 경쟁력 분석과 전략적 파트너십 구축에 있어 유용한 정보를 제공할 수 있다.

결론적으로 BDI의 극단적인 변화에 따라 아시아 해운선사들의 역할이 변화하는 것으로 나타났다. 이는 아시아 해운시장의 성장으로 인해 해운선사 간의 경쟁을 심화시키고, 위험 전달을 강화시킨 것으로 볼 수 있다. 이는 해운산업의 위험을 평가하고 관리하는데 있어 중요한 기준이 될 수 있다.

이러한 결과는 BDI가 해운사의 주가와 연계성에 결정적인 영향을 주는 것을 확인하였으며, BDI가 주식시장의 네트워크의 안정성에 중요한 함의를 갖는다. BDI의 극단적인 변동은 해운선사 간의 연계성을 강화하게 되고, 이러한 영향에 의해서 해운사의 수익성이나 위험에 심각하게 부정적인 영향을 미칠 수도 있다. 따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 해운선사들은 정상적인 시장 상황에서 연계성뿐만 아니라 극단적인 시장 상황에서의 연계성도 고려해야 한다. 특히 외부 위기 상황에서의 위험 관리 전략을 수립해야

한다.

EVER, COSCO, YANG, MAERSK, WAN는 해운사 간의 네트워크에 순 전달자의 역할을 수행함으로 중요한 의미를 가지며, 특히 상황에 따라서 순 전달자의 역할이 변경되는 COSCO와 EVER는 중요한 의미를 제시하고 있다.

따라서 본 연구의 결과는 다음과 같은 시사점을 제공한다. 해운선사 네트워크 연계성 증가는 위험 전염의 가능성을 증가시킨다. 이를 막기 위해 정책 당국은 해운산업의 안정성과 지속가능성을 높이는데 필요한 정책을 수립하거나 해운선사 간의 연계성을 감소시키는 조치를 고려해야 한다. 그리고 투자자들은 해운선사 간의 연계성과 BDI의 영향력을 이해함으로써, 해운산업에 대한 투자 결정을 내릴 때 이러한 정보를 고려해야 할 것이다.

참고문헌

- Adrian, T., and Brunnermeier, M. K.(2016), CoVaR, *The American Economic Review*, 106(7), 1705.
- Alizadeh, A. H., and Muradoglu, G.(2014), Stock market efficiency and international shipping-market information, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 33, 445-461.
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., and Gabauer, D.(2020), Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions, *Journal of Risk and Financial Management*, 13(4), 84.
- Bandyopadhyay, A., and Rajib, P.(2023), The asymmetric relationship between Baltic Dry Index and commodity spot prices: evidence from nonparametric causality-in-quantiles test, *Mineral Economics*, 36(2), 217-237.
- Giannarakis, G., Lemonakis, C., Sormas, A., and Georganakis, C.(2017), The effect of Baltic Dry Index, gold, oil and usa trade balance on dow jones sustainability index world, *International Journal of Economics and Financial Issues*,

- 7(5), 155.
- Liu, B. Y., Fan, Y., Ji, Q., and Hussain, N.(2022), High-dimensional CoVaR network connectedness for measuring conditional financial contagion and risk spillovers from oil markets to the G20 stock system, *Energy Economics*, 105, 105749.
- Sklar, M.(1959), Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges. *In Annales de l'ISUP*, 8(3), 229-231.
- Tsouknidis, D. A.(2016), Dynamic volatility spillovers across shipping freight markets, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 91, 90-111.
- Yang, J., Zhang, X., and Ge, Y. E.(2022), Measuring risk spillover effects on dry bulk shipping market: a value-at-risk approach. *Maritime Policy and Management*, 49(4), 558-576.
- 김형호 · 성기덕 · 전준우 · 여기태(2016), 해운선사 주가와 해상 운임지수의 영향관계 분석. *Journal of Digital Convergence*, 제14권 6호, 157-165.
- 서지영 · 서현원(2010), *KDI 경제정보센터*.
- 최기홍(2022), 시장 공포, 불확실성, 주식시장, 해상운임지수가 원유시장의 위험-수익 관계에 미치는 영향, *한국항만경제학회지*, 38(4), 107-118.
- 최기홍(2023), 해운선사 주가와 해상운임지수 사이의 위험 전이효과, *한국항만경제학회지*, 39(1), 115-129.
- 최기홍 · 김동윤(2018), 발틱 운임지수와 원유시장 간의 상호관련성, *한국항만경제학회지*, 34(4), 125-140.
- 최기홍 · 김동윤(2019), 발틱운임지수가 한국 주가 변동성에 미치는 영향. *한국항만경제학회지*, 제35권 2호, 61-76.
- 최기홍 · 김부권(2022), 해상운임지수와 상품가격 사이의 동적 연계성 분석, *한국항만경제학회지*, 38(2), 49-67.
- 황요평 · 오예은 · 박근식(2022), 제철원료 운송시장의 변동성 전이 분석에 대한 연구, *무역학회지*, 제47권 4호, 215-231.

BDI가 해운선사 네트워크 연계성에 미치는 영향: CoVaR 네트워크 연계성을 중심으로

정대성 · 최기홍

국문요약

2016년 1월 4일부터 2022년 9월 27일까지의 일별 자료를 바탕으로, CoVaR 네트워크 연계성을 활용하여 BDI의 극단적인 움직임이 해운선사 네트워크 연계성에 미치는 영향을 분석했다.

주요 결과와 정책적 함의는 다음과 같다. 첫째, copula 모델 결과에 따르면, COSCO, HMM, HLAG, MAERSK, WAN은 Student-t copula가 가장 적합한 모델로 선정되었다. EVER는 시간가변적 Gumbel copula, YANG은 시간가변적 rotated-Gumbel copula로 선정되었다.

둘째, TVP-VAR 모델을 사용하여 분석한 결과, BDI의 극단적인 위험 상태로 변할 때 해운선사 간의 연계성이 증가하는 경향을 보였다. 순 연계성 비교에서는 COSCO와 EVER의 역할이 변화했다. 또한 순 쌍별 연계성 분석에서, BDI의 극단적인 위험 상태 변화가 해운선사 연계성에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, EVER, WAN, COSCO 등이 큰 변화를 보였다.

이를 종합하면, BDI의 극단적 변동은 아시아 해운선사들의 역할을 변화시키며, 해운선사 간의 경쟁을 심화시키고 위험 전달을 강화시켰습니다. BDI가 해운선사 네트워크 연계성에 큰 영향을 미치며, 주식시장 네트워크의 안정성에 중요한 영향을 미친다는 것을 확인했다. 따라서 이 연구 결과는 해운선사들이 시장 상황에 따라 연계성뿐만 아니라 극단적 상황에서의 연계성도 고려해야 해야한다.

주제어: 연계성, 해운선사 주가, BDI, VaR, CoVaR