

해상운임지수와 중고 벌크선박 가격의 동태적 인과성 분석

이정우 · 장철호* · 최정석†

목포해양대학교(학생) · *초당대학교(강사) · †목포해양대학교(교수)

A Study on Dynamic Causality Analysis of Maritime Freight index and Secondhand Bulk Ship Price

Chong-Woo LEE · Chul-Ho JANG* · Jung-Suk CHOI†

Mokpo National Maritime University(student) · *Chodang University(lecture) ·

†Mokpo National Maritime University(professor)

Abstract

This study is an empirical analysis of the effect on the ship prices due to changes in ocean freight rates in terms of demand. It consists of freight panel data (BDI, BHSI, BPI, BCI) for 14 years from 2008 when the financial crisis occurred to 2021 when abundant liquidity flowed into COVID-19, and bulk ship prices were for 5 years old and 10 years old of Handy, Panamax, and Cape ship. As a result of the Granger causality test, It was found that each freight affects the wire price in both directions, but BCI does not affect not only the Cape linear price but also other linear prices. This is presumed to be due to the fact that the number of Cape ship is significantly small, large size cargo collection is difficult, and that the charterer prefers long-term transportation contracts to secure the ships continuously, which should be studied in detail through follow-up research.

Key words : Secondhand ship, Volatility of shipping freight, Shipping industry, Panel granger-causality test

I. 서론

해운사는 선박을 이용하여 해상에서 여객과 화물을 운송하고 운임을 받는 해상 운송사업을 수행하는 회사로, 사업 수행을 위해서는 운송의 매개체인 선박을 적기에 확보하여 운용 가능한 적정 선복량을 유지하는 것이 중요하다.

선박을 확보하는 방법은 주로 신조 선박을 발주하거나 다른 선주의 선박을 임차하는 용선, 그

리고 중고선박 구입 등이 있다. 본 연구는 중고선박 구입을 통한 선박 확보를 가정한다. 해운사는 중고선박 구매 결정 시 선박 자체의 상태뿐만 아니라, 해운시장의 변동성 등 여러 요인을 고려해야 한다. 특히 운임의 변동은 선복을 공급하는 선박 가격에 영향을 미치며, 운임의 변동성에 가장 큰 영향을 받는 것이 중고선이다(Lee, 2017). 이는 해운산업의 공급 측면에서 해운사 수입의 근간이 되는 운임의 변동이 선박 확보에 영향을

† Corresponding author : 061-240-7163, jschoi@mmu.ac.kr

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Foundation of Korean (NRF-2020S1A5A8042768)

준다고 할 수 있으며, 국내 상위 20개 해운사의 선박 투자 결정에도 해운 시황과 전망이 중요한 요인이 된다(Kim et al., 2013). 따라서 해운사는 구매 단위 가격이 높은 선박 투자에 대한 의사결정 시 수입과 직결되는 운임에 민감할 수밖에 없다.

그러나, 해상운임과 중고선박 가격의 중요성에도 불구하고, 기존 선행연구는 운임의 연간 또는 월간 단위 시계열 데이터를 활용한 운임과 선박 가격의 상관성을 측정함으로써 빠르게 변화하는 해운시장의 두 변수 간 상호 관계를 명확히 도출하기 어려웠다. 따라서, 이 연구에서는 2008년 금융위기 이후 운임지수 등락과 최근 COVID-19의 영향으로 운임지수가 급등하는 기간을 포함하는 2008년부터 2021년까지 14년 간의 주간 데이터를 활용하여 해상 운임과 선박 가격 간의 동태적 인과성을 분석하고자 한다. 특히 선박 구입 후 바로 시장에 투입 가능한 중고벌크 선박의 전체 사이즈를 연구 대상으로 선정하였으며, 주간 데이터를 활용하여 좀 더 세밀하게 운임과 선박 가격 간의 상호 영향력을 확인한다면 현재 선박 투자에 나서는 해운사의 경쟁력 강화에 기여할 것으로 예상된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제Ⅱ장에서 중고선박 투자 관련하여 중고선박 가격에 미치는 요인들과 그 상관성 관련 선행연구 및 본 연구에서 활용한 각 데이터와 분석모형을 설명한다. 제Ⅲ장에서는 실증분석 및 그 결과값을 제시하였다 그리고, 제Ⅳ장에서는 연구 결과를 정리하며, 그에 따른 해석과 시사점을 서술한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 선행연구조사

해운사가 선박을 확보하는 목적은 일차적으로 화물수송으로 인한 운임수취에 있고, 이차적으로는 향후 선박매각으로 인한 매매차익까지 고려한

자산관리의 측면이 있다. 그러나 이러한 선박 확보에 대한 의사결정이 해운 시황에 역행적으로 이루어졌을 경우 비용에 비하여, 낮은 운임 수입 뿐만 아니라 향후 선가하락시에 매각 했을 경우에 심각한 경영상 손실로 이어질 수도 있다. 이에 많은 기존 선행연구들은 선박 가격의 변동성 예측을 위해 노력해 왔다. 그러나 기존 연구는 선박 가격의 변동요인 분석이 대부분이었으며, 운임 변동과 선박 가격 간의 연구는 거의 이루어지지 않았다. 또한 운임 변동성과 선박 가격 간의 기존 선행연구에서도 종단면분석이 주를 이루어 그 객관성을 담보하지 못했다. Haralambides et al.(2004)는 중고선 가격 변동은 신조선 시장가격에 영향을 미치며, 중고선 시장이 신조선 시장의 선행지수가 될 수 있음을 제시하고 있다. 이로 인해, 중고선 거래량을 조정함으로써 신조선 가격을 통제할 것이 가능하다는 결론을 내렸다. 그러나 실무적으로는 중고선 거래를 통제할 수단이 구체적으로 존재하지 않으며, 해운회사가 선박구매를 결정할 때 통상적으로 신조선과 중고선을 동시에 검토하는 구조이기에 모호함을 드러내기도 했다. Piscaiu et al.(2015)은 선박 가격과 선박량 등의 상관관계를 분석하였으며, 해운사들이 선박 가격이 오르거나 해체량이 증가하여 잔존선박감소 시기에는 신조 선박보다 바로 투입이 가능한 중고선박을 선호한다는 결과를 도출하였다. 또한 Lee(2017)는 시차 상관 분석과 공적분 검정 등을 이용하여 벌크선(Bulk Ship) 시장운임과 선박의 신조, 중고, 해체 당시의 가격변동추이를 연구하였다. 연구 결과, 운임과 선박 가격 사이에 장기 균형 관계가 존재하며 운임과 선가 사이에 정의 인과관계로 약 3~4개월간 영향이 지속된다는 결론을 도출하였다. 처음에 도출해내려 했던 운임의 변동이 해체선가에 미치는 명확한 영향력을 밝혀내지 못하고, 철재 가격과 환율이 더 강할 것이라고 추측하였다. 이는 선박의 일련의 주기(Cycle)을 살펴보았으나, 그 자료가 2010년부터 2017까지의 변동성이 크게 없는 시기로 한정 지

어 설명변수의 급격한 변동에 따른 영향력은 살펴보기 힘들다는 한계를 보여주고 있다. Jeon et al.(2016)은 해상 운임과 10대 정기 컨테이너선사 신조 발주물량 간의 상관관계를 분석하였다. 특히 해운 선사별 투자유형을 구분하여 분석하였으며, 이는 본 연구에서 다루어지는 해상 운임이 벌크중고선 가격에 미치는 요인으로 가능한지를 미루어 짐작할 수 있는 연구로 보인다. Ahn(2019)은 중고선박 거래량에 미치는 요인을 해상물동량, 선복량, 신조선 발주량, 세계 GDP 성장률로 나누어 그 영향력을 살펴보았다. 분석에는 VECM(Vector Error Correction Model)을 활용하였다. 분석 결과, 공급 측면에서 선복량 1% 증가 시 중고선 거래량은 1.8% 감소하는 것으로 확인되었으며, 신조선 발주량 1% 증가 시 중고선 거래량은 0.2% 감소하는 것으로 확인되었다. 그리고 수요 측면에서 해상물동량 1% 증가 시 중고선 거래량은 6.3% 증가하며, 세계 GDP 성장률 1% 증가 시 중고선 거래량은 0.18% 증가하는 것으로 확인되었다. 그러나 이와 같은 분석 결과는 선종에 따라 선적 가능한 화물이 상이하고, 전체 선박의 거래량을 종속변수로 활용했기 때문에 선

종별로 세분화된 현재의 해운산업에 있어서는 그 적용에 한계점이 있다. Kim et al.(2014) 역시 해상 운임과 중고선박 가격의 상관성을 검증하고자 하였다. 분석 결과, 운임지수는 선가에 영향을 미치지나 중고선가는 운임지수에 영향을 주지 않는 것으로 확인되었다. 또한, 운임지수변동은 중고선가에 2개월 후 가장 큰 영향을 미치고, 1년이 지난 시점에 거의 소멸한다는 결론을 제시하였다. 이 연구는 월간 단위의 자료를 활용하여, 빠르게 움직이는 해운 시황에 대처할 수 없다는 한계를 보였다. 따라서 본 연구는 기존 연구를 참고하여 수요 측면에서 운임 변동성에 따른 중고선박 가격의 변동추이를 확인하고자 한다. 특히 분석 기간을 2008년 1월부터 2021년 12월까지 설정하여 2009년 금융위기와 2021년 COVID-19로 인하여 큰 변동성을 보였던 기간을 포함하였으며, 기존 선행연구에서는 연간 또는 월간 데이터 자료를 활용하였으나 본 연구에서는 주간 데이터 자료를 활용하였다. 또한, 기존의 연구들에서 화물의 다양성 등을 이유로 다루지 않았던 HANDY SIZE 선형을 연구범위에 포함시켜 전선형을 검토한 것이 차별성으로 볼 수 있다.

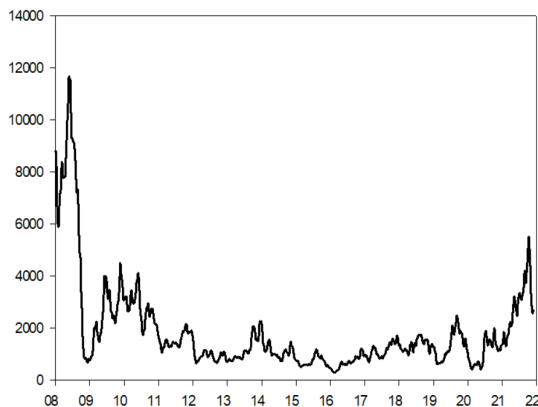
<Table 1> Prior study of secondhand ships

Researcher	Variable	Subject	Model
Haralambides et al.(2004)	price of used ships	new ships	VAR
Kim et al.(2014)	price of used ships	used ships	VAR
Puscaiu,Puscaciui(2015)	price of used ships, Ship Disposals	ships	VAR
Lei, D. et al.(2015)	ship fare	new and used ships	Tri variate Garch
Jeon & Yang(2016)	ship fare	new shipsbuilding	VAR
Adland, R et al.(2018)	used ships	ship fare	Hedonic price
Lee(2017)	ship fare	new and used ships	VAR
Ahn(2019)	traffic volume, GDP etc.	used ships	VAR
KIM & Chang(2020)	price and fare of used ships	new and used ships	Multidimensional mixed panel

2. 실증분석

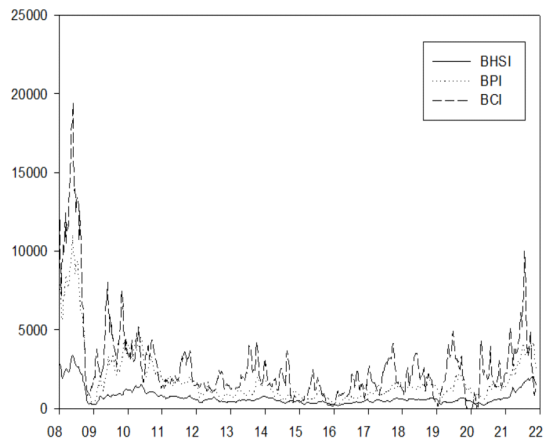
가. 자료 및 분석 방법

본 연구는 변동성을 가지고 있는 해상 운임과 중고별크 선박 가격의 동태적 인과성(Dynamic Casuality)을 분석하기 위해 패널데이터를 새롭게 구성하였다. 먼저 중고선박 가격은 핸디(Handy)선, 파나마스(Panamax)선, 케이프(Cape)선 3종의 선형별 5년 차, 10년 차로 총 6개 유형으로 분류하였으며, 자료는 영국의 조선·해운시장 리서치 기관인 클락슨(Clarkson Research Studies)의 데이터를 활용하였다. 그리고 해상 운임은 발틱해운 거래소의 건화물선 운임지수(Baltic Dry Index, 이하 BDI)와 더불어 각 선박 사이즈별 해상 운임 지수인 케이프 운임지수(Baltic Cape Index, 이하 BCI), 파나마 운임지수(Baltic Panamax Index, 이하 BPI), 소형 선박 운임지수(Baltic Handy Size Index, 이하 BHSI)를 활용하였다. 본 연구에서는 데이터 구축을 위해 각 중고선박 선형 및 선령을 횡단면 단위로 설정하고, 14년 719주의 시계열 데이터로 구성된 패널자료를 구축하였다. 이 패널 변수를 기초로 중고선박 가격과 해상 운임 사이의 전반적인 동태적 인과관계를 분석하였으며, 선박 사이즈별 중고가격과 운임지수별 상호 간의 연관성도 동시에 분석하였다. 분석에 투입된 자

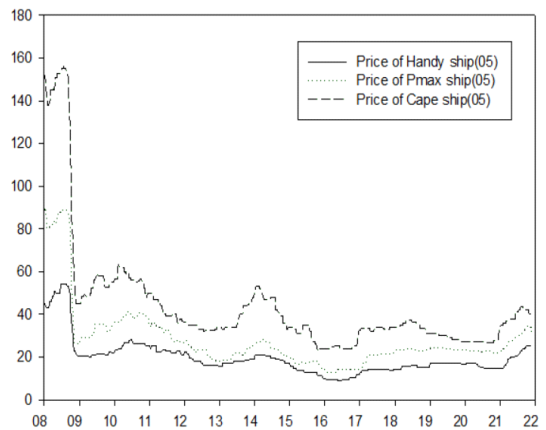


[Fig 1] Weekly change of BDI
*Source : Clarkson Research Studies.

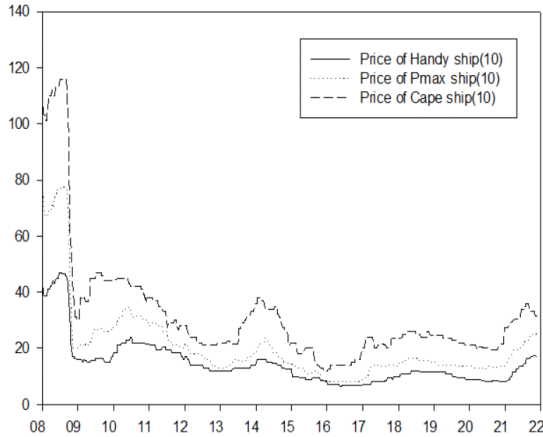
료는 2008년 1월부터 최근 코로나19의 영향으로 급격하게 변동된 2021년 12월까지 자료를 총 4,332개 패널자료로 구성하여 분석을 시행하였다. 이와 관련하여 사용되어진 변수는 아래 그림 1부터 그림 4까지와 같으며, 2008년 금융위기에 급락하고 2021년에 다시 상승하는 모습을 보인다.



[Fig 2] Weekly change of BCI, BPI, BHSI
* Source : Clarkson Research.



[Fig 3] Weekly change of secondhand ship price (5 years)
* Source : Clarkson Reserch.



[Fig 4] Weekly change of secondhand ship price(10 years)

* Source : Clarkson Research.

나. 패널 단위근 검정

분석에 앞서 패널자료에 대한 단위근 검정을 실시하도록 한다. 단일 시계열자료의 단위근 검정은 ADF(Augmented Dickey Fuller) 검정과 PP(Phillips Perron) 검정 등 주로 활용되는 분석 방법이 있으나, 패널자료에 대한 단위근 검정은 아직 우월한 방법론이 없다. 따라서 본 연구에서는 Levin, Lin and Chu(2002)의 LLC 검정, Im-Pasaran and Shin(1997)의 IPS-W 검정, ADF-Fisher형 검정 등을 다양하게 적용하였다. 이와 같은 패널 단위근 검정은 단일 시계열자료가 아닌 다수 계열에 대한 단위근 검정을 패널자료 구조로 적용할 수 있어 효율적이며, 전통적인 시계열 관점뿐 아니라 그룹 관점 또는 통합 관점에서 다수 계열 구조에 대한 검정을 시행할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구의 패널 단위근 검정 결과는 다음 <Table 2>와 같다.

분석 결과, 해상 운임과 중고선박 가격 변수 모두 패널 단위근이 존재하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 각각의 데이터가 모두 정상 자료임이 확인되었으므로 패널 공적분 검정을 수행하여 패널 벡터자기회귀모형(Panel Vector Autoregressive Model, 이하 패널 VAR)에 기초한 그랜저 인과관

계를 분석할 것인지 아니면 패널 벡터오차수정모형(Panel Vector Error Correction Model, 이하 패널 VECM)에 기초한 그랜저 인과관계를 분석할 것인지 결정토록 한다.

<Table 2> Result of panel unit root tests

Variable	Test	LLC	IPS-W	ADF-F χ^2	PP-F χ^2
BDI	test statistic	-2.782	-3.458	13.303	-5.429
	p-value	0.001**	0.000**	0.000**	0.000**
BCI	test statistic	-2.964	-7.593	29.802	-22.776
	p-value	0.002**	0.000**	0.000**	0.000**
BPI	test statistic	-2.567	-3.666	12.761	-6.734
	p-value	0.005**	0.000**	0.000**	0.000**
BHSI	test statistic	-3.029	-2.303	16.191	-2.689
	p-value	0.000**	0.009**	0.004**	0.000**
ships price	test statistic	-4.168	-5.161	5.819	-2.033
	p-value	0.000**	0.000**	0.023*	0.000**

*, **: statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

다. 패널 공적분 검정

패널 공적분 검정에는 Westerlund and Edgerton(2007)의 검정 방법을 이용하였다. 단일 시계열자료의 공적분 검정에서는 주로 요한슨 공적분 검정(Johansen cointegration test)이 주로 활용되나, 패널 공적분 검정에서는 아직 우월한 방법론이 존재하지 않아 다중 내생적 구조변화를 확인할 수 있고 상호의존성(cross section dependence)을 고려할 수 있는 웨스터룬드 공적분 검정(westerlund cointegration test)을 활용하였다. 패널 공적분 검정을 시행하고, 그 통계량을 고려하여 종합적으로 패널 변수 사이의 공적분 관계를 판단하였다. 패널 공적분 검정 결과는 다음 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Result of panel cointegration test

Variable	Westerlund cointegration test	
BDI-ships price	test statistic	-48.609
	p-value	0.0000**
BCI-ships price	test statistic	-84.031
	p-value	0.0000**
BPI-ships price	test statistic	-41.273
	p-value	0.0000**
BHSI-ships price	test statistic	-35.982
	p-value	0.0000**

*, ** : statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

분석 결과, 해상 운임과 중고선박 가격 변수 모든 경우에서 패널 공적분 관계가 성립하는 것으로 나타났다. 따라서 패널 VECM에 기초한 그랜저 인과관계를 분석하도록 한다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 그랜저인과관계(Granger Causality)분석 이론 및 모형

본 연구에서는 해상 운임과 중고선박 가격의 인과관계를 분석하기 위해 패널 VECM에 기초한 그랜저 인과관계를 분석하였다. 계량적으로 분석 방법은 일반적인 단일 시계열분석과 유사하지만, 패널자료를 이용함으로써 시계열 및 횡단면 자료의 정보를 모두 활용하기 때문에 단일 시계열분석보다 통계적으로 유의성 측면 조금 더 유용하다.

일반적으로 그랜저 인과관계 분석은 선형적인 예측만 가정하고 있으나, 경우에 따라 비선형 혹은 그와 유사한 선형 변형에서도 인과관계가 변동되지 않는다. 따라서 X 와 Y 두 변수의 패널 VECM은 다음과 같이 구성할 수 있다.

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_{i,j} Y_{i,t-j} + \sum_{j=1}^n \beta_{i,j} X_{i,t-j} + \epsilon_{i,t} \quad \dots (1)$$

$$X_{i,t} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \delta_{i,j} X_{i,t-j} + \sum_{j=1}^n \alpha_{i,j} Y_{i,t-j} + v_{i,t} \quad \dots (2)$$

여기서 X 는 중고벌크 선박의 가격을 의미하며, Y 는 해상 운임 그리고 i 는 선박 연식에 따른 5년 차, 10년 차 구분, t 는 시간, j 는 AIC(Akaike information criterion)로 선택한 최적 시차를 의미한다. 그리고 β 는 중고벌크 선박 가격의 과거 데이터가 해상 운임의 그랜저 원인인지를 파악하는 계수를 의미하며, α 는 해상 운임의 과거 데이터가 중고벌크 선박 가격의 그랜저 원인인지를 파악하는 계수를 의미한다. 따라서 $\beta_{i,1} = \beta_{i,2} = \dots = \beta_{i,n} = 0$ 이라는 결합가설이 기각된다면 중고벌크 선박 가격은 해상 운임의 그랜저 원인이 될 수 있다. 역시 $\alpha_{i,1} = \alpha_{i,2} = \dots = \alpha_{i,n} = 0$ 의 결합가설이 기각된다면 해상 운임은 중고벌크 선박 가격의 그랜저 원인이 된다.

2. 패널 그랜저 인과관계 분석

패널 그랜저 인과관계 분석 결과는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Granger causality test result of all size ships price

Variable	Z-BAR	AIC difference	Hypothesis
BDI	BDI→PRICE	7.256**	6 reject
	PRICE→BDI	23.888**	6 reject
BHSI	BHSI→PRICE	8.603**	10 reject
	PRICE→BHSI	35.345**	5 reject
BPI	BPI→PRICE	7.804**	4 reject
	PRICE→BPI	28.162**	6 reject
BCI	BCI→PRICE	1.453	10 accept
	PRICE→BCI	1.506	5 accept

*, ** : statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

해상 운임지수와 전체 중고선박 가격의 인과관계를 분석한 결과, BDI, BHSI, BPI는 중고선박 가격과 양방향 인과성을 가지는 것으로 분석되었다. 즉, BDI, BHSI, BPI는 중고선가에 영향을 주고, 반대로 중고선가의 변화 역시 BDI, BHSI, BPI에 영향을 주는 것으로 나타났다. 다만, BCI와 중고선박 가격은 어떤 방향으로도 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

구체적인 변수 간 인과관계를 확인하기 위해 중고선박의 선형 및 연령별 그랜저 인과관계를 각각 실시하였다. 해상 운임지수와 핸디 사이즈 선령 5년 차 중고선박 가격의 인과관계 분석 결과는 다음 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Granger causality test result of handy size ships price (5 years old)

	Variable	Z-BAR	AIC difference	Hypothesis
BDI	BDI→PRICE	14.947**	4	reject
	PRICE↔BDI	1.572	3	accept
BHSI	BHSI→PRICE	16.137**	4	reject
	PRICE→BHSI	2.804**	10	reject
BPI	BPI→PRICE	17.641**	6	reject
	PRICE↔BPI	1.694	3	accept
BCI	BCI↔PRICE	1.281	4	accept
	PRICE↔BCI	0.171	10	accept

*, ** : statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

핸디 사이즈 선령 5년 차 중고선박은 AIC로 선택한 최적 차수를 적용하여 인과관계를 살펴본 결과, “BDI → 중고선박 가격”의 방향성은 성립되지만 “중고선박 가격 → BDI”는 성립하지 않는 것으로 나타났다. 그리고 BPI 역시 “BPI → 중고선박 가격”의 방향성은 성립되지만 “중고선박 가격 → BPI”는 성립하지 않는 것으로 나타났다. 다만, BHSI는 양방향 모두 방향성이 성립하는 것으로 나타났다.

다음 <Table 6>은 해상 운임지수와 핸디 사이즈 선령 10년 차 중고선박 가격의 인과관계 분석 결과이다. 핸디 사이즈 선령 10년 차 중고선박은 5년 차 선박과 달리 BDI, BHSI, BPI은 양방향 모두 방향성이 성립하는 것으로 나타났다. 하지만 BCI는 역시 양방향 모두 방향성이 성립하지 않는 것으로 나타났다.

<Table 6> Granger causality test result of handy size ships price(10 years old)

	Variable	Z-BAR	AIC difference	Hypothesis
BDI	BDI→PRICE	10.382**	4	reject
	PRICE→BDI	2.805**	6	reject
BHSI	BHSI→PRICE	11.218**	4	reject
	PRICE→BHSI	6.401**	6	reject
BPI	BPI→PRICE	11.679**	4	reject
	PRICE→BPI	2.088*	4	reject
BCI	BCI↔PRICE	1.829	4	accept
	PRICE↔BCI	0.385	10	accept

*, ** : statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

다음 <Table 7>은 해상 운임지수와 파나마스 사이즈 선령 5년 차 중고선박 가격의 인과관계 분석 결과이다. 파나마스 사이즈 선령 5년 차 중고선박은 BDI, BHSI, BPI의 경우 양방향 모두 방향성이 성립하는 것으로 나타났으나, BCI만 양방향 모두 방향성이 존재하지 않는 것으로 나타났다. 핸디 사이즈 선령 5년 차 선박과는 달리 파나마스 사이즈 선박은 BDI, BPI에서도 모두 양방향 방향성이 존재하는 것으로 분석되었다.

다음으로 해상 운임지수와 파나마스 사이즈 선령 10년 차 중고선박 가격의 인과관계 분석 결과는 <Table 8>과 같다. 파나마스 사이즈 선령 10년 차 중고선박은 동형의 5년 차 중고선박과 마찬가지로 BDI, BHSI, BPI은 양방향 모두 방향성이 성립하는 것으로 나타났으나, BCI만 양방향 모두 방향성이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

<Table 7> Granger causality test result of Panamax size ships price (5 years old)

	Variable	Z-BAR	AIC difference	Hypothesis
BDI	BDI→PRICE	12.208**	7	reject
	PRICE→BDI	3.807**	8	reject
BHSI	BHSI→PRICE	21.039**	4	reject
	PRICE→BHSI	5.122**	10	reject
BPI	BPI→PRICE	14.039**	9	reject
	PRICE→BPI	3.718**	4	reject
BCI	BCI↔PRICE	0.398	4	accept
	PRICE↔BCI	0.382	10	accept

*, ** : statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

<Table 8> Granger causality test result of panamax size ships price (10 years old)

	Variable	Z-BAR	AIC difference	Hypothesis
BDI	BDI→PRICE	10.176**	7	reject
	PRICE→BDI	4.496**	7	reject
BHSI	BHSI→PRICE	18.589**	6	reject
	PRICE→BHSI	3.483**	9	reject
BPI	BPI→PRICE	15.961**	5	reject
	PRICE→BPI	3.407**	4	reject
BCI	BCI↔PRICE	-0.484	5	accept
	PRICE↔BCI	1.841	10	accept

*, ** : statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

다음 <Table 9>는 해상 운임지수와 케이프 사이즈 선령 5년 중고선박 가격 간의 인과관계를 분석한 결과이다. 케이프 사이즈 선령 5년 차 중고선박 역시 파나마크스 사이즈 선박과 같이 BDI, BHSI, BPI은 양방향 모두 방향성이 성립하는 것으로 나타났으나, BCI만 양방향 모두 방향성이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

<Table 9> Granger causality test result of cape size ships price (5 years old)

	Variable	Z-BAR	AIC difference	Hypothesis
BDI	BDI→PRICE	8.556**	4	reject
	PRICE→BDI	3.751**	6	reject
BHSI	BHSI→PRICE	12.785**	4	reject
	PRICE→BHSI	8.722**	6	reject
BPI	BPI→PRICE	3.569**	6	reject
	PRICE→BPI	6.188**	4	reject
BCI	BCI↔PRICE	-0.298	5	accept
	PRICE↔BCI	0.636	10	accept

*, ** : statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

다음 <Table 10>은 해상 운임지수와 케이프 사이즈 선령 10년 차 중고선박 가격의 인과관계 분석 결과이다. 케이프 사이즈 선령 10년 차 중고선박도 BDI, BHSI, BPI은 양방향 모두 방향성이 성립하는 것으로 나타났으나, BCI는 양방향 모두 방향성이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

<Table 10> Granger causality test result of cape size ships price (10 years old)

	Variable	Z-BAR	AIC difference	Hypothesis
BDI	BDI→PRICE	12.386**	6	reject
	PRICE→BDI	0.958	3	accept
BHSI	BHSI→PRICE	12.206**	6	reject
	PRICE→BHSI	2.501*	6	reject
BPI	BPI→PRICE	9.542**	6	reject
	PRICE→BPI	3.368**	3	reject
BCI	BCI↔PRICE	0.953	6	accept
	PRICE↔BCI	0.145	10	accept

*, ** : statistical significance on the 5% and 1% level, respectively

각 선형 및 선령별 중고선박을 대상으로 해상 운임지수와 중고선박 가격의 인과관계를 분석한 결과 핸디 사이즈 선령 5년 차 중고선박을 제외하고 BDI, BHSI, BPI는 중고선박 가격과 양방향으로 상호 영향력이 있는 것으로 나타났지만 BCI는 선박 사이즈와 무관하게 양방향 모두 영향력이 없는 것으로 나타났다.

IV. 결론

본 연구는 2008년부터 2021년까지 해상 운임지수와 중고선박 가격의 패널자료를 구축하고, 이를 활용하여 각 변수 간 상호 인과관계를 분석하였다. 분석을 위해 우선 자료의 단위근 유무를 확인하기 위해 LLC 검정, IPS-W 검정, Fisher형 검정 등 총 4가지의 검정을 실시하였으며, 자료 모두 단위근이 존재하지 않는 것으로 분석되었다. 다음으로 패널 공적분 검정을 실시하여 패널 VECM에 기초한 그랜저 인과관계를 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 해상 운임지수와 중고선박 가격은 BCI를 제외하고 운임지수와 선박 가격 간 상호 양방향의 영향을 주고받는 것으로 나타났다.

둘째, 해상 운임지수와 선형 및 선령별 중고선박 가격 간의 인과관계를 분석한 결과 역시 핸디 사이즈 5년 차 중고선박의 경우를 제외하고 전체 중고선박 가격과 같이 BCI 이외에 BDI, BHSI, BPI 모두 상호 양방향의 영향을 주고받는 것으로 나타났다.

기존 선행연구에서는 BCI 또한 중고선박 가격에 영향을 미치는 것으로 분석되었으나, 이는 통계분석 시 시차를 최소한으로 제한했기 때문으로 판단된다. 본 연구는 선행연구와 달리 해상 운임지수별 각각의 자료 특성을 고려하기 위해 AIC에 따른 최적 차수를 선별하여 특정 시차로 제한하지 않고 적용하였다. 또한 기존 선행연구는 연 단위 혹은 월 단위 시계열자료를 활용하였

으나 본 연구는 주간 단위 자료를 패널자료로 구성하여 활용하였다.

본 연구는 해운산업에서 운송이라는 본연의 업무에 가장 필수요소인 선박을 확보할 때 그 선박 가격의 변동성을 수요 측면의 운임지수와 연계하여 알아보았으며, 모든 선형의 다른 지수와는 다르게 케이프 선형 지수인 BCI는 운임과의 연계성이 없다는 결과를 확인하였다. 케이프 사이즈 선박은 다른 선형과는 달리 선박의 숫자가 현저히 적고, 대량화물의 집하가 힘든 점 그리고, 통상적으로 화주가 선박의 지속적인 확보를 위해 장기 운송계약(Contract of Affreightment)을 선호하기에 해상 운임지수의 변동성에 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단되나 이는 후속 연구를 통해 구체적으로 연구하고자 한다.

References

- Adland R, Cariou, P and Wolff FC(2018). Does energy efficiency affect ship values in the second-hand market. *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 111, 347~359.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.03.031>
- Choi I(2001). Unit Root Tests for Panel Data. *Journal of International Money and finance*, 20, 249~272.
[https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6)
- Haralambides HE, Tsolakis SD and Cridland C(2005). *Econometric Modelling of Newbuilding and Secondhand Ship Prices*, *Research in Transportation Economics*, 12(1), 65~105.
[https://doi.org/10.1016/S0739-8859\(04\)12003-9](https://doi.org/10.1016/S0739-8859(04)12003-9)
- Holtz-Eakin D, Newey W and Rosen HS(1988). Estimating vector auto regressions with panel data. *Econometrica*, 56(6), 1371~1395.
- Im KS, Pesaran MH and Shin Y(2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 115, 53~74.
[https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- Jeon KJ and Yang CH(2016). The Study on Correlationbetween the Shipbuilding Order Quantity of Major Shipping Liners and Maritime Freight Rates: Using Granger Causality Analysis. *The*

- Journal of shipping and logistics, 32(1), 5~27.
<https://doi.org/10.37059/tjosal.2016.32.1.5>
- Johansen S(1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231~254.
[https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Kim MH, Lee KH and Kim JY(2014). Causality Test of the Relationship between the Freight Indexes and the Ship Prices in Second-hand Bulk Market. *The Journal of shipping and logistics*, 30(83), 637~654.
<https://doi.org/10.37059/tjosal.2014.30.3.637>
- Kim KS, Park KS and SH Woo(2014). Ship Investment Decision-Making Patterns of Shipping Companies. *Korea Logistics Review*, 24(2), 167~194.
<https://doi.org/10.37059/tjosal.2015.31.3.529>
- Kim SH and Chang MH(2017). Analysis of the synchronization between Global Dry Bulk Market and Chinese Market. *Journal of Korean Navigation and Port Research*, 41(1), 25~32.
<https://doi.org/10.5394/KINPR.2017.41.1.25>
- Kim, SH and Chang MH(2020). The Causal Relationship Test between Marine Business Cycle and Shipping Market Using Heterogeneous Mixed Panel Framework. *Journal of Korea Port Economic Association*, VOL 36(2), 109~124.
<https://doi.org/10.38121/kpea.2020.06.36.2.109>
- Kim SB, Jung HJ, Lee HY and Yeo GT(2013). An Analysis on Weighting the Decision Making Factors of Ship Investments for Korean Shipping Companies. *Journal of Korea Port Economic Association*, 29(2), 137~157.
<https://doi.org/10.38121/kpea.2020.06.36.2.109>
- Lee SY(2017). An Empirical Study on The Dynamic Relationship Between Freight And Vessel Prices of New-build, Second-Hand and Demolition Vessels in Drybulk Market. *The Journal of shipping and logistics*, 33(4), 703~727.
<https://doi.org/10.37059/tjosal.2018.33.4.703>
- Lee TH and Yeo GT(2015). Analysis of Ship Investment Pattern according to Changing Shipping Market Conditions. *The Journal of shipping and logistics*, 31(3), 529~547.
<https://doi.org/10.37059/tjosal.2015.31.3.529>
- Lee, TH(2018). An Analysis of Korean Shipping Companies' Ship Investment Synchronicity. *The Journal of shipping and logistics*, 34(3), 413~430.
 DOI : 10.37059/tjosal.2018.34.3.413
- Lei D, Hao H and Di Z(2015). An empirical analysis of freight rate and vessel price volatility transmission in global dry bulk shipping market. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2(5), 353~361.
<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2015.08.007>
- Levin A, Lin CF, and Chu C(2002). Unit Root Tests in Panel Data : Asymptotic and Finite Sample Properties. *Journal of Econometrics*, 108, 1~24.
[https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Lim SS, Lee KH, Yang HJ and Yun HS(2019). Panamax Second-hand Vessel Valuation Model. *Journal of Navigation and Port Research*, 43(1), 72~78.
<https://doi.org/10.5394/KINPR.2019.43.1.72>
- Puscaciu V, Mihalache M and Puscaiu FD(2015). World Fleet and the Price of the Ships. *Science Direct*, 191, 2873~2878.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.595>

-
- Received : 10 August, 2022
 - Revised : 24 August, 2022
 - Accepted : 30 August, 2022