Check for updates

JFMSE, 35(3), pp. 514~525, 2023.
수산해양교육연구, 제35권 제3호, 통권123호, 2023.
www.ksfme.or.kr
https://doi.org/10.13000/JFMSE.2023.6.35.3.514

Fuzzy AHP를 활용한 중고벌크선박 가격변동 요인분석 : 파나막스 벌크선박을 중심으로

이정우 · 서용병* · 장철호†
에이스차터링(사원) · *목포해양대학교(학생) · †한국섬진흥원(부연구위원)

Analysis of Price Fluctuation Factors in Secondhand Ship Using Fuzzy AHP : Focused on Panamax Bulk Carrier

ChongWoo LEE · YongByeong SEO* · Chul-Ho JANG†
Ace Chartering · *Mokpo National Maritime University(student) ·
†Korea Island Development Institute(research specialist)

Abstract

The main source of income of a shipping company is the freight received by operating a ship and the difference income through the sale of a ship. This is possible when ships, which are the medium of income, are economically secured. However, the majority of shipping companies in Korea have made ship purchase decisions based on economic reversals or the owner's judgment, which can threaten the company's existence due to large losses in the event of an economic crisis Therefore, in this study, the determinants of the purchase of secondhand bulk ships were surveyed by a group of shipping experts, and the fuzzy ahp model was used to investigate. As a result, it was confirmed that the demand side factors, the marine freight index and the maritime seaborn trading volume, have the greatest impact on the price of secondhand bulk ships.

Key words : Secondhand bulk ship, Fuzzy AHP, Shipping industry, Shipping freight index, Worldwide seaborn trading

Ⅰ. 서 론

해운회사가 활동하는 시장은 운임시장, 중고선시장, 신조선 시장, 해체시장이다(Stoford 2008). 이는 화물운송에 따른 운임시장과 선박 시장으로 크게 나누어질 수 있으며, 해운회사는 해상화물운송에 따른 운임수취 또는 주요 자산인 선박 가격의 변동 등으로 발생한 가치상승이 주 수입원이 될 수 있다. 이에, 해운선사는 수입 창출의 주요 매개체인 선박을 경쟁력 있는 가격으로 구매를 하고자 선박매매시장에 관심을 두며, 이러한 선박구매는 안정적인 수입 창출을 가능하게 한다. 시장의 경기변동을 활용한 낮은 비용의 투입은 향후 고수입을 기대할 수 있고, 주기적으로 반복되는 불황기에도 도태하지 않고 생존할 수 있으므로 해운선사 입장에서 선박구매 결정은 핵심 경영의사결정 중 하나이다. 또한, 선박 가격은 수요 측면의 해상운임과 공급 측면의 신조선 가격 등 여러 외부 요인의 변동성에 노출이 되어 있으므로, 선박 가격에 영향을 주는 요인을 보다

† Corresponding author : 061-802-1274, jchulho@kidi.re.kr

객관적이고 과학적인 분석을 통해 선박구매 시기를 결정해야 한다. 그러나, 대다수의 국내 해운회사는 이러한 요인분석에 따른 결정보다는 해운경기가 상승할 때 경기순응적방식 또는 경영 결정권자의 의사에 따른 선박구매를 해왔으며(Kim et al., 2017), 그 결과 1998년 외환위기, 2008년 금융위기에 낮은 운임 대비, 높은 가격에 확보된 선박으로 비용을 감당할 수 없어 국내 상당수의 해운회사가 법정관리 또는 파산 등을 겪었다(Bae 2020).

이에, 국제무역 경기의 후방산업이며, 불황과 호황이 반복되는 주기성을 갖는 해운산업에 있어서 유연한 대처와 객관적인 선박 가격 변동요인을 알아보는 것이 요구되며, 이러한 요인분석은 해운 고유의 불확실성에 능동적으로 대처하여, 선박을 적기에 구매하는 것으로 이어질 수 있다. 본 연구는 전략적 의사 결정방법인 Fuzzy AHP(Fuzzy Analytic Hierarchy Process)를 활용하여 벌크선박중에서 선박 가격이 핸디와 케이프의 중간적 위치인 파나막스 중고 벌크선박 가격에 미치는 요인을 알아보고자 한다. 파나막스 중고선박매매시장에 직접 참가하는 해운회사와 선박구매 중계업무를 하는 Sale and Purchase 브로커 그리고 선박 투자 관련 대출업무를 담당하는 금융기관 종사자들을 대상으로 파나막스 중고 벌크선박 가격에 미치는 요인과 요인 간에 상대적 중요도를 파악한다. 본 연구의 구성은 아래와 같다, 제2장에서 중고선박 가격에 영향을 미치는 요인별 이론적 고찰 및 모형소개, 제3장에서는 연구결과 그리고 제4장에서는 결론 및 한계점을 제시하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 선행연구조사

중고벌크선박 가격변동에 미치는 영향을 연구한 문헌은 두 분류로 구분된다. 선박 자체의 제원, 설치된 장비 및 구조물, 본선의 관리 여부 등 본선의 상태에 따른 내부 요인과 해운산업의 수요 측면에서의 해상운임, 해상물동량 및 공급 측면의 신조선 건조량 등 외부 요인으로 나누어진다. 즉, 선박을 구매하는 해운회사 입장에서는 중고벌크선박이 가지고 있는 고유한 상태와 현재 해상운임, 신조선 공급량 및 해상물동량 등으로 선박 가치의 변화를 알아보고, 그 가격이 결정되는 것이 일반적인 절차이기에 2가지 방법은 따로 나누어 생각할 수 없다. 그러나 안타깝게도 기존 대부분의 선행연구에서는 이러한 선박 내부적 요인과 외부 환경적 요인을 각각 나누어 연구가 진행되었다.

외부적인 측면에서 중고선 가격에 가장 많은 영향을 미칠 수 있는 요인은 아래와 같이 검토하였다.

Choi et al.(2022)는 텍스트 마이닝과 토픽 모델링 기법을 이용하여 선박 가치 요인을 추론하고, 총 3개의 요인과 12개 보조요인을 설정한 후, AHP 분석 기법을 활용하여 상대적 중요도를 평가하였다. 이 분석에서, 주요인에서는 Shipping Factor, Investment Factor, Environment Factor 순서로 선박 가치에 영향력을 미치는 것으로 파악되었으며, 보조요인 중에는 Volatility of Shipping Market 등으로 표현된 해운시장의 전반적인 변동요인들이 가장 큰 영향력을 보이는 것으로 도출되었다. 이는 여타 요인 중 해운시장에 변동에 따른 수입 창출 가능성 유무가 선박 가치에 가장 많은 영향을 주는 것으로 판단되었다.

Ahn(2019)은 벡터 오차 수정모형(VECM)을 이용하여, 세계 GDP 성장률, 세계 선복량, 신규 선박 발주량, 세계해상 물동량을 독립변수로, 종속변수로 중고선박거래량을 선정하였다. 이에 수요 측면인 세계물동량이 5%의 유의수준에서 다른 여타 독립변수에 비하여 많게는 6배 가까운 영향력을 가질 수 있다고 주장하였다. 이 또한 Choi et al.(2022)의 연구와 다르지 않게, 수요 측면이 가장 중요한 것으로 나타났다.

Im et al.(2019)은 중고 파나막스 선박 가치에 관한 연구에 대하여 인공신경망 모델을 제안하였으며, 선박 가격에 영향을 미치는 6개 요인(운임, 신조선 가격, 총 선복대비 발주량, 해체선 가격, 선령, 크기)을 선정하여 그 영향력을 검토 후, 독립변수 중 운임, 선령, 크기 3개의 조합일 때 모형 오차가 최소가 되었음을 도출하였다. 이는 선박의 외부 환경 요인보다 선박 내부 요인이 선박 가치보다 더 중요한 요인임을 확인할 수 있다. 또한 신조선 가격 등의 독립변수를 이용했으나, 실질적인 수요 측면의 변수는 없어 본 연구와는 차이점을 보인다.

Lee(2017)는 해상운임과 신조, 중고, 해체선과의 동태적 연구를 시행하였으며, 그랜저 인과 분석 결과 운임과 중고선가 사이에 인과관계가 존재한다는 점을 확인하였다. 또한, Kim et al.(2014)도 그랜저 인과관계 검정 결과, 선형별 운임은 중고선가에 영향을 주는 것으로 분석하였고, 충격 반응분석 결과, 운임의 충격은 2개월 후의 중고선가에 가장 크게 영향을 주며, 예측오차 분해 분석 결과는 운임지수는 1개월부터 중고선가에 영향을 미치다가 2개월 후 큰 영향을 보여주며, 그 크기는 증가하지 않는 것으로 결과를 도출하였다.

Adland et al.(2006)은 2003년부터 2005년까지 벌크선 중 가장 큰 케이프 선박을 대상으로 건화물선 운임 시황과 중고선의 가격 관계를 연구하였다. 오차 수정모형(VECM)을 활용하였으며, 중고선 시장은 신조선 시장과 다르게, 운임시장의 상황과 밀접한 관련이 조재한다는 결과를 도출해 냈다.

Kang et al.(2014)은 정기선 운임에 영향을 미치는 요소들에 대한 분석을 시행하였으며, 선복량이 늘어남에 따라 운임지수의 하락을 가져왔으며, 중고선박매매와 HRI(Howe Robinson Container Index)의 관계에서 동조화 현상이 관측되었음을 도출하였다. 또한, Kim et al.(2020)도 해운시장에서 경기변동요인과 선박 가격 간의 인과관계를 추정하였으며, 운임의 선가에 대한 영향이 1% 수준에서 통계적 유의를 나타내며, 이는 해상운송서비스의 수요 변화가 선박에 대한 수요로 이어진다는 가설에 실증적 결과를 의미하는 것을 밝혀냈다.

Yang(2017)은 2008년 금융위기 이후 해상운임시장 하락으로 선박의 저평가가 지속되었으며, 이는 선박 매각 의사가 없음에도 금융기관이 LTV(Loan To Value)에 따른 추가 담보 설정 또는 대출 조기상환 요청에 따라 해운회사가 어려움을 겪게 되었으며, 이에 따라 과학적인 선박 가격 산정시스템이 필요하며, 본선의 선령이 선박 가치추정에 가장 중요한 것으로 주장하였다. 이와 비슷한 연구로, Lee(2017)는 AHP를 활용하여, 선박 가치평가로 시장요인, 선주 요인, 선박 요인, 금융요인으로 총 4가지의 대분류와 18가지의 소분류로 진행하였으며, 시장요인, 선박 요인, 금융요인, 선주 요인의 순서로 중요성을 도출하였다. 본 연구가 Yang(2017)과 다른 것은 시장요인에 운임 시황을 독립변수에 산정함으로써 외부적 요인을 포함하였으나, 1가지 요인만으로는 시장을 설명하기에는 부족함이 있다. 선행연구를 살펴보면, 선박 가치평가 요인에 관련 연구는 2가지 측면으로 크게 나누어지는 것을 알 수 있다. 첫째, 내부적 요인으로 선박 자체가 가지고 있는 선령, 크기, 사고 여부, 검선 시 본선 상태, 건조 조선소 등이며, 둘째, 외부적 요인으로 선박 구매 당시의 전 세계물동량, 해상운임지수, 이자율, 신조선 가격 등이다. 그러나, 이러한 연구는 대체로 한 방향으로만 연구가 진행이 되었다. 이에 본 연구에서는 2가지 요인을 동시에 추출하여 중요 요인과 서로 간의 상대적인 영향력을 살펴보려 한다.

2. 실증 분석

가. 자료 및 분석 방법

1) 계층분석법

의사결정의 근본 문제는 다양한 기준에 의해 평가되고 있는 대안 중에서 최선의 것을 선택하는 과정이다 (Park, 2011). 이러한 과정의 한가지 방법론으로 제시된 계층 분석적 의사결정 방법(Analytic Hierarchy Process : AHP)은 T. Saaty에 의해 제안된 의사결정의 계층구조를 구성하는 요소 간에 쌍대비교(Pairwise Comparision)를 통한 평가자의 지식, 경험 등을 알아내고자 하는 정성적(Qualitative), 다기준(Multi-Criteria) 의사결정 방법론이다(Cho et al., 2005). AHP는 주로 국가에서 정책 또는 대형사업을 진행하기 전 예비 타당성, 가치평가 또는, 기업의 마케팅, 제조, 생산과 입지선정 등 여러 의사결정에 많이 사용되고 있다.

AHP는 의사결정의 오랜 경험 또는 직관을 평가의 기준으로 수치로 표현할 수 있는 양적인 평가 기준뿐만 아니라, 질적인 평가 기준도 쉽게 처리할 수 있으며, 분석 방법도 비교적 쉽다. AHP의 특징은 첫째, 다중요인 의사결정의 한 방법으로 다속성이나 다목표의 경우를 포함한다. 둘째, 가중치(Importance Weight)를 이용함으로써 다중요인의 문제점을 쉽게 다룬다.

셋째, 상대적 의사결정은 추상적인 의사결정보다

의미 있고 용이하다. 넷째, 우선도를 파악하는 것을 가능하게 해준다. 다섯째, 적합한 단어를 사용함으로 질적인 요소를 비교하고, 규모의 비율적 우선도를 추론하여 양적인 요소와 결합할 수 있다. 여섯째, 의사결정을 하는 데 있어 정확도를 증가시키기 위해 많은 정보를 교환한다(Kim 2014).

2) AHP 분석과정

AHP를 이용하는 분석과정은 다음과 같은 방법을 통해 이루어진다.

① 의사결정 문제 계층화

AHP 적용에 있어서 의사결정 문제를 상호 관련되는 사항들의 계층으로 분리하는 과정이다. 최상층에는 포괄적인 문제가 있고, 다음은 의사결정 목적에 영향을 주는 요소가 놓이게 된다. 그리고 최하위 계층에는 선택 대상인 대안들이 놓이게 되며, 이러한 일련의 과정을 의사결정계층(Decision Hierarchy)이라 한다.

② 의사결정 요소 간의 쌍대비교를 통한 자료를 수집

의사결정 요소 간 쌍대비교 자료를 수집해야 한다. 하위계층의 a 개 항목으로 되어 있다면 모두 a(a-1)/2회의 비교를 1~5점 척도에 따라 작성한다.

<Table 1> Paired comparison scale

importance	definition	uzzy number (low,mid,upper)
1	equally important	(1,1,1)
3	important	(1,1,1)
5	absolutely important	(1,1,1)
2	intermediate value between the above values	(1,1,1)
4		(1,1,1)

Source : Saaty TL and Vargas LG(1991). 251.

③ 의사결정자의 일관성 정도를 측정

일관성을 표시하는 일관성 지수(Consistency Index)와 일관성 비율(Consistency Ration)은 아래 식(1)과 같다. CR이 0의 값을 나타내면 응답자가 완전하게 일관성을 유지하며 쌍대비교를 수행한 것을 의미한다. Saaty는 CR이 0.1 미만일 경우 쌍대비교는 합리적 일관성을 갖는 것으로 판단하였으며, 0.2 이내일 경우에는 용납할 수 있는 수준의 일관성을 가지고 있으나, 0.2 이상이 되면 일관성이 부족한 것으로 재조사가 필요하다고 제시하였다. 아래 식의 RI(Random Index)는 난수 지수를 의미한다.

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)}$$

$$CR = \left(\frac{CI}{RI}\right) \times 100\% \quad \cdots\cdots (1)$$

④ 의사결정 항목의 상대적 가중치를 측정

상대 비교 후에는 의사결정 요소의 상대적인 가중치를 계산해야 한다. Saaty는 이러한 추정 방법의 하나로 고유치 방법을 제시하였다. 상대적 가중치는 아래의 식(2)으로 표현된다.

$$\omega i(i=1,\cdots,n) \quad \cdots\cdots (2)$$

여기서 $a_{ij}=\omega_i/\omega_j(i,j=1,\cdots,n)$는 같은 계층 내 비교 대상이 되는 n개의 항목의 상대적인 중요도를 의미한다.

$$P=\begin{matrix} \omega_1/\omega_1 & \omega_1/\omega_2 & \omega_1/\omega_3 & \cdots & \omega_1/\omega_n \\ \omega_2/\omega_1 & \omega_2/\omega_2 & \omega_2/\omega_3 & \cdots & \omega_2/\omega_n \\ \omega_3/\omega_1 & \omega_3/\omega_2 & \omega_3/\omega_3 & \cdots & \omega_3/\omega_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_n/\omega_1 & \omega_n/\omega_2 & \omega_n/\omega_3 & \cdots & \omega_n/\omega_n \end{matrix}$$

쌍대비교행렬 P의 각 항목에 대한 가중치 ω가 미상일 경우, 이 행렬을 P'라고 가정하면, 행렬의 가중치 추정치 ω' 는 아래 식(3)과 같이 표현된다.

$$P' \bullet \omega' = \lambda max \bullet \omega' \quad \cdots\cdots (3)$$

⑤ 전체범위의 상대적 가중치를 측정

각 대안의 순위 결정을 위해 의사결정 요소의 상대적인 가중치를 정리한다. 상위의 문제해결을 위해 하위계층의 요소들의 영향력을 미치는지를 알아내기 위해 평가 기준의 종합 가중치를 구하는 것이며, 아래 식 (4)와 같이 표현된다.

$$C[1,y]=\prod_{i=2}^{k} U_i \quad \cdots\cdots (4)$$

U_i는 추정된 ω벡터를 구성하는 행을 포함하는 $ni-1 \bullet ni$ 행렬이며, $C[1,y]$는 번째 계층으로부터 y번째 계층 항목에서의 종합 가중치를 보여준다.

3) 퍼지 계층분석법

퍼지이론은 1965년 Zadeh가 퍼지집합(Fuzzy Set)이라는 논문에 의해서 처음 제안된 것으로, 기존의 수학적 접근에서 명확하지 않은 개념을 수치화할 수 있도록 한 것이다. 기존 체계는'0' 또는'1'의 논리체계 (0, 1)로 구성된 일반집합이지만, 퍼지집합은 하나가 하나의 값만을 표현하는 방식이 아니라, 다수의 값으로 정의되는 다치의 논리체계 [0, 1] 개념이다. 예를 들어, 인간의 주관적인 판단으로 불확실하게 표현되는 언어변수 등은 퍼지이론을 이용하면 객관적으로 확인이 될 수 있으며, 이는 곧, 정성적인 개념과 정량적인 수학 간에 매개적인 수단이 될 수 있다. 기존의 수학적, 과학적 발상과의 차이점은 아래의 <Table 2>와 같다.

<Table 2> The differences between the previous scientific perspective and the fuzzy perspective.

	previous scientific perspective	fuzzy perspective
process	objective information only	inc objective matters
theory	theoretical and mathematical logic	clear logic not required
measurement	quantitative	qualitative
noisy	exclusion	accept inclusion
experience & sensory perception	exclusion	utilization
data	accuracy	incompleteness

Source: Kim CH(2003).

퍼지 계층적 분석과정은 이러한 퍼지이론과 기존 분석 기법을 동시에 다루면서 대안 선정을 하고, 각 요인을 찾아내는 방법이기에 기존 분석

(AHP)에서는 표현하기 힘든 의사결정자의 애매함을 반영할 수 있게 해준다. 이러한 것은 언어적 척도를 통해 설문 수행 및 그 범위를 결과에 반영시킬 수 있다. 퍼지집합 이론에서는 언어적 측정을 위해 삼각퍼지수(Triangular Fuzzy Numbers)를 주로 사용하며, 3가지 상황을 두고 있어야 한다.

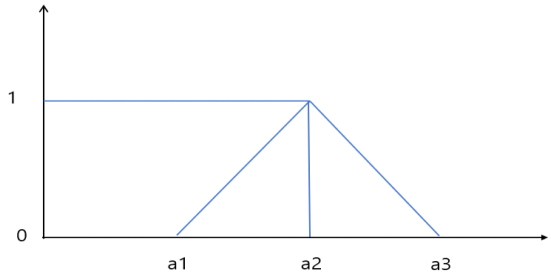
첫째, 퍼지집합이 볼록 함수이어야 한다. 숫자가 애매할 수 있으나, 표현되는 중심값이 있어야 한다. 중심값으로부터 멀어지면 그 정도도 작아지는 것으로 보이며, 볼록한 부분이 한 개만 있어야 한다.

둘째, 중심값을 척도로 소속함수가 끊어지지 않고 연속적이어야 한다.

셋째, 중심값의 소속 정도의 반드시 1이어야 한다. 삼각함수의 소속함수는 아래의 식과 같이 표현되며, 세로는 소속도(Membership)이며, 퍼지 숫자가 a2 시점에 가장 소속도가 크고, a1과 a3에 가까워질수록 소속도가 떨어지게 된다. 이에 관련 식은 (5)와 같다.

$$\tilde{\mu}_i(x)\begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \dfrac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \le x \le a_2 \\ \dfrac{a_3-x}{a_3-a_2}, & a_2 \le x \le a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

아래 [Fig 1]에서 a1에서 a2까지는 증가, a2부터 a3까지는 감소하며, a1과 a3 영역은 획득이 가능한 하한과 상한이며, a2는 소속함수의 꼭짓점으로 1이 된다. 이에 퍼지수는 a1과 a3에 있으며, a2 정도의 퍼지량으로 볼 수 있다.



[Fig 1] Fuzzy number's triangular membership function.

4) Fuzzy AHP 적용 절차

퍼지 계층분석은 쌍대비교를 통해 인간이 판단하는 과정에서 포함하고 있는 불명확하고 불확실성을 수치화할 수 있게 상대 비교 결과를 퍼지의 수로 평가의 기준과 대안의 상대적인 중요성을 알아보기 위한 의사결정 기법이다. 이에, 기존의 고유 벡터법을 사용할 수 없다. 본 연구에서는 중요도 및 우선순위를 측정하는 방법에는 대표적으로 Chang et al.(1998)의 Extent Analysis 방법과 Opricovic & Tzeng(2003)의 CFCS(converting fuzzy data into crisp scores)가 있으나, 본 연구에서는 Opricovic & Tzeng(2003)의 방법에 따라 중요도를 계산하도록 하며, 계산 과정은 다음과 같다.

1단계에서는 복잡하고 판단하기 힘든 의사결정 문제를 바탕으로 평가 요소, 목표, 대안을 분류하여 계층적으로 구조화한다. 이를 위해 아래와 같이 5점 척도를 이용하여 쌍대비교를 실시한다. 2단계에서는 각각의 평가 요소의 상대적 가중치를 구한다. 3단계에서는 마지막 계층의 평가 요소의 대안 간의 상대적 가중치를 도출한다. 4단계에서는 상대적 가중치를 활용하여 가중평균 함으로써 각 대안의 우선순위를 확인한다.

Ⅲ. 연구 결과

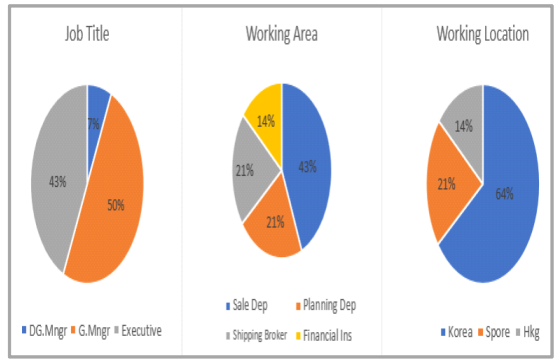
1. 측정요인 선정과 설문지작성

본 연구에서는 현재 파나막스 중고벌크선 시장

에 관여하고 있는 관계자들의 브레인스토밍(Brainstorming) 및 기존 선행연구를 통하여 요인들을 선정하였다. <Table 3>과 같이 대분류로 시장요인, 투자요인 및 선박 요인으로 총 3가지 항목을 제시하였으며, 중분류로는 시장요인에 따른 수요, 공급, 투자요인으로 외부적 요인, 내부적 요인을 선정하였으며 마지막으로, 선박 자체 요인에서도 외부적 요인, 내부적 요인으로 총 17항목을 설정하였다. 설문은 2022년 9월부터 10월까지 구조화된 설문지를 이용하여 실시하였으나, 코로나19 팬데믹으로 인해 이메일과 유선 통화를 이용하여 비대면 조사가 대다수를 이루었다. 응답자의 직급, 근무지역 및 해운 업무영역은 아래 [Fig 2]와 같다. 비대면 조사로 인한 신뢰도 저하를 막기 위해 설문지 답변인의 구성을 현직에 근무하고 있는 차장급, 15년 경력 이상의 분들로 한정하였다.

<Table 3> Factors and Detailed Characteristics of Price Fluctuations in Second-hand Bulk Carriers

1st layer	2nd layer	3rd layer	detailed attributes
market factors	demand	index	index (e.g., bulk dry Index (bdi), containerised freight index (ccfi))
		seaborne cargo qty	fluctuations in the vol' of seaborne cargo
	supply	new-building order quantity	number of newly ordered ships
		bulk carriers fleet capacity	increase or decrease of the global total shipping capacity.
		secondhand ships avaliable	number for sale
investment factors	exterial	interest (libor)	
		exchange rate	
		scrap price	
	interial	cargo contract status	
		investment capital	
		ship condition/crew	manamgent ability
ship-specific factors	exterial	ship age (built year)	
		delivery place & date	
		built yard	
	interial	ship condition	
		ship equipment used in	navigation
		cargo operations	
		existence of ship	major accident



[Fig 2] Classification of Survey Respondents.

본 연구는 AHP 구조와 원리를 반영하여, 단계별로 상대적 중요도를 평가하였으며, 이를 위해 EXCEL 2010을 이용하였다.

2. 분석 결과의 신뢰성 분석

응답자 답변의 오차 정도를 파악하는 하기 위해 CR을 이용하여 측정하였으며, 본 연구의 결과치는 아래 <Table 4>와 같다.

이에 관한 본 연구에서는 4번, 7번, 10번, 11번 답변자의 일관성 비율이 높게 나왔으며, 전체 일관성 비율은 0.13으로 측정되었다. 이에 4명의 응답자의 답변을 벡터의 자료에서 제외하여 일관성 비율을 낮출 수도 있으나, 이 모형의 최초 발표자인 Saaty의 의견에 따라 20% 미만이면 용납할 수 있는 수준의 일관성을 갖춘 것으로 판단되어, 최대한 전체 응답자의 의견을 반영하기로 하였다.

<Table 4> Consistency ration result

ID	max eigenvalue	consistency index	consistency ratio
1	3.05	0.03	0.11
2	3.11	0.05	0.21
3	3.00	0.00	0.00
4	3.14	0.07	0.27
5	3.00	0.00	0.00
6	3.00	0.00	0.00
7	3.14	0.07	0.27
8	3.00	0.00	0.00
9	3.00	0.00	0.00
10	3.14	0.07	0.27
11	3.14	0.07	0.27
12	3.05	0.03	0.11
13	3.07	0.04	0.15
14	3.09	0.04	0.17

3. 대분류에서의 상대적 중요도 분석

대분류로 나누어진 총 3개의 요인 중에서는 <Table 5>와 같이 시장요인이 각각 58.9%, 58.3%로 압도적으로 우세하게 나타났다. 이는 현재 공급과 수요의 요인이 선박 가격에 여타 요인들보다 영향력을 행사하는 것으로 나타났다. 또한 AHP와 Fuzzy AHP의 결과는 0.06%의 차이를 보였다.

<Table 5> Relative Importance Results Table for Major Categories

	market factors	investment factors	vsl-specific factors
AHP	0.589	0.267	0.144
Fuzzy AHP	0.583	0.267	0.150

4. 중분류에서의 상대적 중요도 분석

중분류로 나누어진 총 6개의 요인에 관한 결과는 아래 <Table 6>과 같다. 시장요인 중에서는 선박의 공급보다는 해상물동량, 해상운임지수가 수요 측면이 AHP에서는 0.651, Fuzzy AHP에서는 0.650의 수치를 보이며 약 2배 가까이 우세하게 나타났다. 이는 공급보다는 현재 선박을 바로 가동해 쓸 수 있는 중고선에 있어서는 수요 측면이 선박 가격에 큰 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 투자요인에서는 선박 투자 때 필요한 선박 대출에 따른 Libor 금리, 환율 및 해체가격의 외적 요소(AHP 0.555, Fuzzy AHP 0.552)가 해운회사가 가지고 있는 화물계약, 투자금 및 선박 관리능력(AHP 0.445, Fuzzy AHP 0.552)보다 약 10% 정도로 차이로 우세한 것으로 나타났다. 선박 자체의 요인에서는 본선의 상태 등 내부적 요인(AHP 0.350, Fuzzy AHP 0.352)보다는 본선의 건조 조선소 등 외부 요인(AHP 0.650, Fuzzy AHP 0.648)이 약 2배 가까이 영향을 미치는 것으로 파악이 되었다. 또한 중분류에서도 그 모형의 변화에 따른 결과치 역시 결과치도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

<Table 6> Relative Importance Results Table for Subcategories

major categories	sub categories	AHP	Fuzzy AHP
market factors	demand	0.651	0.650
	supply	0.349	0.350
investment factors	exterial factors	0.555	0.552
	internal factors	0.445	0.448
vsl-specifc factors	exterial factors	0.650	0.648
	internal factors	0.350	0.352

5. 소분류에서의 상대적 중요도 분석

소분류로 나누어진 총 17개의 요인에 관한 결과는 <Table 7>과 같다. 중고벌크선박 가격에 미치는 시장요인 중 총 5개의 소분류에서는 해상운임지수가 가장 우세하게 나타났으며, 그다음으로 해상물동량, 세계 총 선복량, 신조선 발주량, 매매 가능한 중고벌크선박 수의 순서로 그 중요성이 파악되었다.

투자요인은 총 6개 항목으로 분류되었는데, 선박 대출 시 금융비용으로 들어가는 이자율이 가장 우세하게 나타났으며, 화물계약, 투자금, 선박 해체가격, 환율, 선박 관리능력이 그다음으로 중요한 것으로 나타났다. 마지막으로 선박 요인 총 6개 항목에서는 선령이 가장 우세하게 나타났으며, 선박 건조 조선소, 본선의 상태, 본선인도 장소 및 시기, 본선 장착설비, 사고 유무의 순서로 그 중요성이 파악되었다.

6. 전체 상대적 중요도 및 순위 분석

대분류, 중분류, 소분류 각각의 중소선박 가격에 미치는 요인에 대하여 알아보았으며, 전체적인 상대적 중요도 및 순위는 AHP 및 Fuzzy AHP 각각 <Table 8>, <Table 9>와 같다. 가장 영향을 많이 미치는 요인은 0.199를 보인 해상운임지수이며, 2번째로 미치는 순위는 0.185의 수치를 보여주고 있는 해상물동량으로 파악이 되었다. 이 두 항목은 AHP 및 Fuzzy AHP 각각 38.4%, 37.9%를 차지하였으며, 이는 중고선박 가격에 그 수요 요인이 가장 많은 영향을 미치는 것으로 조사가 되었다. 또한 공급요인인 신조선 발주량, 현재 운용 가능한 선박의 수, 중고선박 시장에 있는 매매 가능한 중고선박 수에 따른 전체 중요도는 AHP, Fuzzy AHP 각각 20.5%, 20.4%로 나타내었으며 수요 요인 다음으로 영향을 주는 것으로 나타났다. 투자요인에서는 이자율 AHP, Fuzzy AHP 모두 동일하게 7.5%로 전체순위에서 4위로 중요한 것으로 나타났다. 그 외 환율, 선박 해체가격, 화물계약 여부, 투자금 확보, 선박 및 선원 관리능력의 투자요인이 전체순위상에서 중간순위에 있음을 확인할 수가 있었다.

마지막으로 선박 자체의 요인은 AHP 및 Fuzzy AHP 결과 14.5%, 15.0%를 차지하여, 선박 요인은 중고선 가격에 다른 시장 및 투자요인들보다 상대적으로 적은 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 이에 다시 설문자를 대상으로 선박 요인의 영향도가 낮은 것에 대하여 개별 인터뷰 조사를 시행하였으며, 그 결과, 선박 본연의 상태는 그 조건에 맞게 이미 중고선박 거래 시장에서 수요

<Table 7> Relative Importance Results Table for Minor Categories

major Catagories	minor Categories	AHP	Fuzzy AHP
market factors	ocean freight index	0.518	0.517
	maritime cargo volume	0.482	0.483
	total new-building order quantity	0.307	0.310
	ttl bulk carriers fleet capacity	0.426	0.422
	number of secondhand ships avaliable for sale	0.268	0.267
investment factors	interest rate (libor)	0.515	0.506
	exchange rate	0.226	0.230
	scrap price	0.259	0.263
	cargo contract status	0.495	0.488
	investment capital	0.359	0.358
	ship/crew management	0.146	0.155
vsl-specific factors	ship age	0.475	0.469
	ship delivery place & date	0.219	0.224
	ship built yard	0.306	0.308
	ship condition	0.529	0.516
	ship equipment	0.276	0.280
	ship accident	0.195	0.204

에 따른 선박별 가격이 형성되어 있고, 신조선과는 다르게 중고선은 이미 운항 중이며 그 노후도, 상태, 사고휴무 등을 이미 인지하기에, 중요시되는 요인은 아니며 선박은 같은 조선소에 비슷한 시기에 인도되었을지라도 시간에 지남에 따라 선박의 운용에 따라 다른 상태이기에, 이는 선주와의 협상 사항이라는 답변도 다수 있었다.

<Table 8> Overall Relative Importance Ranking(AHP)

major	sub	minor	final importance	rank
market factors	d	ocean freight index	0.199	1
		maritime cargo volume	0.185	2
	s	total new-building order quantity	0.063	5
		ttl bulk carriers fleet capacity	0.087	3
		number of secondhand vsls avaliable for sale	0.055	7
investment factors	e	interest rate(libor)	0.075	4
		exchange rate	0.033	11
		scrap price	0.038	10
	i	cargo contract status	0.059	6
		investment capital	0.043	9
		ship/crew management	0.017	15
vsl-specific factors	e	ship age	0.045	8
		delivery place & date	0.020	14
		built yard	0.029	12
	i	ship condition	0.027	13
		ship equipment	0.014	16
		ship accident	0.010	17

(d : demand, s : supply, e : exterial factor, i : interial factors)

Ⅳ. 결 론

본 연구에서는 파나막스 중고벌크선박 가격결정에 영향을 미치는 요소가 무엇인지 파악하기 위해 AHP와 Fuzzy AHP를 동시에 활용하여 평가요인별 상대적 중요도를 알아보았다. 기존 선행연구에서는 선박 고유의 요인 또는 외부 요인만을 주로 산정하였으나, 본 연구에서는 두 가지 현상적 요인을 동시에 산정하여 총 17개의 요인으로 측정하였으며 그 결과는 아래와 같다.

<Table 9> Overall Relative Importance Ranking(Fuzzy-AHP)

major	sub	minor	final importance	rank
market factors	d	ocean freight index	0.196	1
		maritime cargo volume	0.183	2
	s	total new-building order quantity	0.063	5
		ttl bulk carriers fleet capacity	0.086	3
		number of secondhand ships avaliable for sale	0.055	7
investment factors	e	interest rate (libor)	0.075	4
		exchange rate	0.034	11
		scrap price	0.039	10
	i	cargo contract status	0.058	6
		investment capital	0.043	9
		ship/crew management	0.018	15
vsl-specific factors	e	ship age	0.045	8
		delivery place & date	0.022	14
		built yard	0.030	12
	i	ship condition	0.027	13
		ship equipment	0.015	16
		ship accident	0.011	17

(d : demand, s : supply, e : exterial factor, i : interial factors)

첫째, 파나막스 중고벌크선박의 가격에 가장 영향을 미치는 것은 시장요인으로 특히 해상운임지수와 해상물동량이 압도적으로 우위를 차지하였다. 같은 시장 요인의 한 범주인 공급 측면의 선박 발주량, 총선복량, 매매 가능한 중고벌크선박 수보다 약 2배 가까운 차이를 보여, 수요 측면이 공급 측면보다 우월한 요인인 것을 시사하고 있다. 또한, 해상운임지수는 대표적인 경기선행지표로서 중고선박도 실물자산이기에 수요가 있으면 그 가격도 상승하는 것으로 파악이 되었으며, 이는 여타의 실물 자산시장에서도 수요가 증가함에 따라 가격상승이 이루어지는 현상과 같은 맥락으로 보인다.

둘째, 투자요인 중에서는 이자율이 여타 다른 요인보다 가장 큰 영향을 미치는 것으로 파악이 되었다. 대형선박으로 갈수록 그 가격이 높아 선박 대출이 실행되기에 본선의 최소운항비용(Hire Base)의 산출할 때 이자율이 선박 가격에도 크게 영향을 주며, 이는 이자율이 높고 선박 운항으로 인한 수입이 이자보다도 낮게 되면 그만큼 해운시장 상황이 낮다는 것으로 파악될 수 있다.

셋째, 선박 본연의 요인이 낮게 평가됨을 알 수 있었다. 실제 선박을 사고, 팔 때 가격에 미치는 요인이 될 수는 있으나, 선주의 요구대로 건조될 수 있는 신조선과 다르게 중고선박은 필요로 하는 구매자가 한정돼 있고 선박의 현재 상태에 따라 이미 여타 비슷한 선형의 거래 사례 비교로 인하여 이미 가격에 반영이 된 것으로 추측이 된다.

본 연구에서는 AHP와 그 정확성을 높인 Fuzzy AHP를 이용하여 파나막스 중고 벌크선박 가격에 미치는 요인분석을 시행하였다. 중고선박 가격에 미치는 요인을 정성적 방법으로 자료를 취합하였으며, 향후 중고선박거래의 당사자인 해운회사가 선박구매 결정 때에 유용하게 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 AHP와 Fuzzy AHP 두 개의 모형을 사용함으로써 두 가지 결과를 동시에 확인 및 비교할 수 있었다. 그러나, 본 연구는, 파나막스 중고선박 운영사가 국내에 10개 미만으로 표본 수가 부족하였으며, 답변인의 대다수가 해운회사와 해운중개인이 차지하였다. 차후 연구에는 좀 더 객관성을 갖기 위해 국내뿐만 아니라 파나막스 벌크선박을 많이 운영하는 그리스, 영국, 중국, 일본 등의 해외 해운회사 근무자로부터 더 많은 의견을 취합하고, 해상운송에 관여하고 있는 화주 등 여타 관계인까지 범위에 포함하는 보완이 요구되어 진다. 또한 AHP의 가장 중요한 전제조건인 상호 독립적인, 완전한 집합적(MESE, Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive) 요인을 찾아내는 연구가 이루어진다면 더욱 완성도 있는 연구가 될 수 있을 것이다.

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

Ahn YG(2019). An Analysis of the Major Factors on the Secondhand Ship Sales Volume, Korea Logistics Review, 29(2), 85~94.
https://doi.org/10.17825/klr.2019.29.2.85

Bae SH(2020). A study on the baltic dry index prediction model, using artificial neural network, Ph.d's thesis in International logistics of ChungAng university. 10.

Cho KT, Jo YG, Kang HS(2003). The Analytic Hierarchy Process. Donghyun Publishing.

Choi JS, Nangung H(2022). A Study on the Evaluation of Importance of Factors Affecting the Vessel Value, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, VOL 28(1), 91~99
https://doi.org/10.7837/kosomes.2022.28.1.091

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

Kim CH(2003). A Study on the evaluation model for hotel enterprise performance using fuzzy-analysis

hierarchny process(Doctoral dissertation), Department of Hotel and Tourism Management, Sejong University. 33.

Kim HJ(2014). A Study on the Importance of Risk Factors in Urban Housing Development Project -Using AHP and Fuzzy Analysis-, Ph.d's thesis in Real Estate Department of Mokwon university. 76~90.

Kang HW, Kim WH, Lee YS(2014). An Empirical Analysis on the Determinants of the Liner Freight Rate, Journal of Korea Trade, 39(5), 43~65. https://doi.org/10.5394/KINPR.2017.41.4.181

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 Woo SH(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 Reserch, 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 Cycleand Shipping Market Using Heterogeneous Mixed Panel Framework. Journal of Korea Port Economic Association, 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

Kim TI, Yun JW, Park SH(2017). An Analysis of ship investment behavior of shipping companies and counter-measures, Korea Maritime Institute, 82.

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. https://doi.org/10.37059/tjosal.2018.34.3.413

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

Park CJ(2011). Synthesizing the AHP and A Fuzzy Model for Performance Evaluation, Korea Corporation Management Association, 18(4), 225~242.

Park H(2000). A Study on Multicriteria Analysis Approach for Concucting a pre-feasibility, Korea Development Institute. 51.

Saaty TL and Vargas LG(1991). Prediction, Projection and Forecasting. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 251. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7952-0

Stopford M(2008). Maritime economics 3e. Routledge.

Yang YO(2017). A Study on the Selection of Pricing Factors for Used Bulk Carriers, Journal of Navigation and Port Research, 41(4), 181~188. https://doi.org/10.5394/KINPR.2017.41.4.181

• Received : 19 April, 2023
• Revised : 09 May, 2023
• Accepted : 15 May, 2023