

# 통합 Fuzzy AHP-PROMETHEE법을 이용한 수상운송기업군의 경영성과 평가

† 장운재

† 목포해양대학교 해상운송학부 교수

## An Evaluation of Business Performance for Water Transportation Company Groups Using the Integrated Fuzzy AHP-PROMETHEE Method

† Woon-Jae Jang

† Professor, Division of Maritime transportation, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

**요 약** : 최근 정부는 수상운송기업의 경쟁력을 강화하기 위한 지원정책을 추진하고 있다. 이러한 정책을 효과적으로 수행하기 위해서는 수상운송기업의 경영성과를 평가하고 정책의 모니터링이 필요하다. 이 연구는 통합 FUZZY AHP-PROMETHEE법을 이용하여 우리나라 수상운송기업의 경영성과를 평가하여 우선순위를 선정하기 위한 것이다. 이를 위해 먼저 수상운송기업을 7개의 대상그룹으로 구분하고, 경영성과 평가를 위한 평가항목을 추출한다. 두번째는 전문가 설문조사를 통해 Fuzzy AHP법을 이용하여 평가항목의 중요도를 산정한다. 마지막으로 평가항목의 중요도와 Fuzzy PROMETHEE II법을 결합하여 수상운송기업군의 전체 우선순위를 결정하고 Fuzzy PROMETHEE I법을 이용하여 기업군간의 우선순위를 분석한다. 따라서 제안된 모델에서는 성장성, 생산성, 수익성, 기술성 등 4개의 평가 항목이 추출되었다. 그 결과 기타해상운송업의 경영성과가 가장 높게 나타났고, 내륙수상여객및화물운송업의 경영성과가 가장 낮게 나타났다. 따라서 기타해상운송업은 성과를 지속하기 위해 생산성을 증대해야 하고, 내륙수상여객및화물운송업은 성과향상을 위해 모든 항목을 증대해야 할 것이다.

**핵심용어** : 수상운송기업군, 경영성과, Fuzzy AHP, 중요도, Fuzzy PROMETHEE

**Abstract** : The Korean government has been pursuing many supporting programs to enhance the competition of water transportation companies in recent years. To implement the policies effectively, which needs its monitoring and evaluates about their business performance. The purpose of this study was to evaluate the business performance of water transportation company groups and determine the outranking between the groups using the Integrated Fuzzy AHP-PROMETHEE. To achieve this purpose, first, the companies were classified into seven alternative company groups and the criteria for their evaluation was extracted. Second, the weights of the criteria, by maritime and port expert survey, were calculated using the Fuzzy AHP. This paper, finally, determined the total priority orders of their company groups as the link Fuzzy PROMETHEE II with weights of the criteria and the local priority orders between them using the Fuzzy PROMETHEE I. In the proposal for this model, thus was collected four criteria such as growth ability, beneficial ability, technical ability, and productive ability. Through the result of this evaluation, the other marine transportation services group was determined as the highest outranking but the inland passenger & cargo transportation services group was lowest. Thus, the developing plan of the productive ability for the other marine transportation services group should be reviewed to continue its good performance, and all off the criteria for the inland passenger & cargo transportation services group to raise the performance should be reviewed.

**Key Words** : water transportation company groups, business performance, Fuzzy AHP (Analytic Hierarchy Process), weights, Fuzzy PROMETHEE (preference ranking organization method for enrichment evaluation).

### 1. 서 론

통계청의 통계분류에 따르면 노선 또는 정기 운송여부를 불문하고 수상운송설비로 여객 및 화물을 운송하는 기업을 수상운송기업이라고 정의하고 있다. 이러한 수상운송기업들은 2008년 이후 세계경기의 침체에 따라 장기 침체기를 맞이하고 있다. 따라서 경기에 특히 민감하게 반응하는 수상운송기업은 영업과 자본력, 리스크 관리 능력 등을 갖추고 자체적인 구조

조정 등을 통해 경쟁력을 갖추어야 한다. 최근 해양수산부에서는 2017년 한진해운 파산을 통해 수상운송업이 국민경제발전과 밀접하게 연계되어 있음을 인지하여 해운재건 5개년 계획 등 다양한 수상운송기업 지원정책을 추진하고 있다. 그러나 이러한 지원정책을 성공적으로 추진하기 위해서는 정책수혜기업의 경영성과를 측정하는 지표를 개발하고, 이를 활용한 평가를 통하여 지속적으로 성과를 모니터링 및 피드백하는 체계 마련이 필요하다.

† 종신회원, jwj98@mmu.ac.kr 061)240-7183

현재까지 수상운송기업에 대한 경영성과를 평가한 연구는 Shin and Lee(2017)와 같이 투입/산출에 의한 효율성 평가가 대부분이며, 일부기업으로 평가대상을 한정하여 평가하였다. 다만 Han and Lee(2018)가 국내 증소해운물류기업을 외항, 내항운송기업 등으로 구분하여 비교적 자세한 경영성과 결정요인을 분석할 수 있었으나, 기업군에 대한 평가까지는 이루어지지 않았다. Bank of Korea(2109)에서도 수상운송기업의 경영성과를 매년 발표하지만 전체 자료만 게시하기 때문에 개별 기업군에 대해서는 알 수 없다. 그러나 항만분야에서는 Ko and Kil(2011)이 경영성과를 평가 지표로 설정하고 터미널운영사를 대상으로 우선순위를 평가하였다. Chon and Ha(2019)는 마이클 포터(Michael Porter)의 다이아몬드(diamond) 모델을 기반으로 지표를 구성하고 AHP법을 이용하여 우선순위를 평가하였다.

본 연구는 국내 수상운송기업군의 경영성과를 평가한 연구로 객관적인 평가를 위해 정량적으로 확보가 가능한 통계청의 운수업체 조사보고서를 평가항목으로 선정하였다. 일반적으로 평가항목에는 하위요소간 중복이 있고, 운수업체 조사보고서가 표본집단으로 작성되어 모집단과 차이 및 평균값의 한계 등으로 어느 정도 폭을 고려하고자 Fuzzy 수를 이용하였다. 또한 평가문제에 널리 활용되는 AHP법은 종합순위 선정에 있어 순위역전현상이 있어 PROMETHEE(Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation)법, TOPSIS(Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution)법 등이 평가에 이용되고 있다. 그러나 이들 기법에서도 평가항목의 중요도는 AHP(Analytic Hierarchy Process)법을 통해서 산출하여 평가항목의 일관성을 유지하며 이들 기법과 통합한 방법이 국내외적으로 널리 사용되고 있다. 한편 TOPSIS법은 최대, 최소의 이상적인 해와 대체안과의 거리비교를 통해 우선순위를 선정하고 있다(Jang, 2013). PROMETHEE법은 여러 가지가 제안되어 있는데 PROMETHEE II는 전체 우선순위, PROMETHEE I은 개별 대체안간 선호 결정에 이용되며, 둘다 사용하면 양자의 단점을 서로 보완할 수 있다. 본 평가에는 이상적인 해의 제시가 없으므로 PROMETHEE(I & II)법을 이용하는 것이 적절할 것이다. 따라서 수상운송기업 경영성과를 평가하기 위해 본 연구에서는 기존 AHP-PROMETHEE법의 절차를 Fuzzy수로 확장한 통합 Fuzzy AHP-PROMETHEE법을 이용하고자 한다. 이 기법을 이용한 평가는 경영성과의 분석에 있어 강력한 도구임에도 국내 및 해외 해양분야에서의 적용사례가 적어 향후 관련 연구자 및 정책입안자들의 다양한 요구를 충족시키는 새로운 평가기법이 될 것으로 예상된다.

본 연구의 통합 Fuzzy AHP-PROMETHEE법을 이용하면 기업의 투입/산출에 의한 효율성(생산성)을 포함하여 기타 경영성과 지표들에 대하여 종합적인 평가 및 강·약점 분석이 가능하다. 또한, 경기변동 등의 불확실성에 대해 일반기업 비해 민감하게 반응하는 수상운송기업군의 특성상 불확실성을 Fuzzy

로 취급한 본 연구는 다른 기법보다 유연하고 효과적인 평가가 가능하다.

## 2. 수상운송기업군 경영성과 평가

### 2.1 Geometric Fuzzy AHP

퍼지 집합이론은 평가항목에 중복이 있거나 값의 폭을 고려한 의사결정문제에 많이 이용되고 있다. 퍼지집합이론에서 언어적인 측정은 단순성과 선형성 때문에 일반적으로 삼각 퍼지수(Triangular Fuzzy Numbers)를 이용하며, 이때의 퍼지수는 일반적인 집합(Crisp Set)에서의 수와는 다른 의미를 갖는다.

본 연구의 평가항목의 중요도를 산출하기 위한 AHP의 쌍대비교에 활용되는 언어표현 척도와 이에 해당하는 삼각 퍼지수는 Table 1을 활용한다.

Table 1 The linguistic variables and fuzzy numbers for weights (Chan and Kumar, 2007).

| Definition                         | Membership function                      |
|------------------------------------|--|
| Just equal                         | (1, 1, 1)                                |
| Between equal and moderate         | (1, 2, 3)                                |
| Moderate importance                | (2, 3, 4)                                |
| Between moderate and fairly strong | (3, 4, 5)                                |
| Fairly strong importance           | (4, 5, 6)                                |
| Between fairly and very strong     | (5, 6, 7)                                |
| Very strong importance             | (6, 7, 8)                                |
| Between very strong and absolute   | (7, 8, 9)                                |
| Absolute importance                | (8, 9, 9)                                |
| Reciprocal                         | $M_1^{-1} \approx (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1)$ |

Fuzzy AHP는 통상의 AHP분석 절차를 따르면서 퍼지수를 이용하고 있으며, 이 중 Chang이 제안한 Extent analysis method와 Buckley가 제안한 Geometric mean of fuzzy comparison values가 가장 일반적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 Buckley가 제안한 방법이 계산에서 보다 용이하고, 직관적으로 이해하기 쉬우므로 이 방법을 이용한다. Buckley의 Fuzzy AHP는 아래와 같은 5단계의 절차로 구성된다(Ayhan, 2013).

- 1 단계 : 평가집단의 언어적 표현을 삼각퍼지수로 변환

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & \tilde{d}_{12} & \cdots & \tilde{d}_{1n} \\ \tilde{d}_{21} & \cdots & \cdots & \tilde{d}_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \tilde{d}_{n1} & \tilde{d}_{n2} & \cdots & \tilde{d}_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{단, } \tilde{d}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \tilde{d}_{ij}^k}{K} \quad (1)$$

한다. 여기서  $\tilde{d}_{ij}$ 는 평가집단의 평균이며  $\tilde{d}_{ij}^k$ 는 k번째 평가자의 삼각퍼지수이다.

- 2 단계 : 평가항목의 퍼지 비교수 Geometric mean을 산출한다.

$$\tilde{z}_i = \left( \prod_{j=1}^n \tilde{d}_{ij} \right)^{1/n}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

- 3단계: 평가항목의 퍼지 중요도  $\tilde{w}_i^*$  계산

$$\tilde{w}_i^* = \tilde{z}_i \otimes (\tilde{z}_1 \oplus \tilde{z}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{z}_n)^{-1} = (rw_i, uw_i, vw_i) \quad (3)$$

한다. 식(3)은 각  $\tilde{z}_i$ 의 벡터합을 구하고, 벡터합의 역수를 취하여 삼각퍼지수로 나타내기 위해 증가수로 배열한 것이다.

AHP법에서는 일관성 검증을 통해 설문 응답자의 유효성을 검사하고 있으므로 Fuzzy AHP법에서도 일관성 검증을 통해 유효성 확인이 필요하다. 본 연구에서는 Chou&Chang(2008)이 제안한 비퍼지화 방법을 이용하여 일관성 검증을 수행하였는데, 각 삼각 퍼지수  $(r, u, v)$ 의 쌍대비교 행렬을  $(r+u+v)/3$ 을 이용하여 크리슈 수로 변환하여 통상의 AHP법으로 일관성 검사를 이용하였다. 이 크리슈 AHP에서 CI 또는 CR값이 0.1이하면 유효성이 인정된다.

## 2.2 Fuzzy PROMETHEE법

Fuzzy PROMETHEE(preference ranking organization method for enrichment evaluation)법은 통상의 PROMETHEE법 절차를 따르며 퍼지수로 확장하여 대체안을 선정하는 것으로 아래 7단계의 절차에 의해 수행된다(Eric et al, 2015).

- 1단계 : 자료의 정규화

Fuzzy AHP의 중요도  $\tilde{w}_i^*$  및 원자료는 정규화를 통해 단위의 일치가 필요하다. 이때 값의 증가와 감소에 따른 공식이 이용되며 어떤 공식을 사용할지의 결정은 자료의 특성에 따른다.

$$\tilde{S} = [\tilde{s}_{ij}]_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

여기서  $\tilde{s}_{ij} = \left( \frac{\tilde{r}_{ij}}{v_j^+}, \frac{\tilde{u}_{ij}}{v_j^+}, \frac{\tilde{v}_{ij}}{v_j^+} \right), v_j^+ = \max_i v_{ij}$ 이다.

- 2단계 : 선호함수 산출

대체안의 상대적인 차이의 정도로 Brans에 의해 6가지가 제안되었는데 본 연구에서는 Type I 함수를 이용한다.

$$\tilde{P}_j(m, n) = \begin{cases} 0, & \tilde{s}_{mj} \leq \tilde{s}_{nj} \text{ if } d(\max(\tilde{s}_{mj}, \tilde{s}_{nj}), \tilde{s}_{nj}) \leq d(\max(\tilde{s}_{mj}, \tilde{s}_{nj}), \tilde{s}_{mj}) \\ 1, & \tilde{s}_{mj} > \tilde{s}_{nj} \text{ if } d(\max(\tilde{s}_{mj}, \tilde{s}_{nj}), \tilde{s}_{nj}) > d(\max(\tilde{s}_{mj}, \tilde{s}_{nj}), \tilde{s}_{mj}) \end{cases} \quad (5)$$

여기서 두 퍼지수  $\tilde{x}_{ij} (x_{ij}^r, x_{ij}^u, x_{ij}^v)$ ,  $\tilde{y}_{ij} (y_{ij}^r, y_{ij}^u, y_{ij}^v)$ 의 거리비교는 vertex 방법으로

$$d(\tilde{x}_{ij}, \tilde{y}_{ij}) = \sqrt{1/3[(x_{ij}^r - y_{ij}^r)^2 + (x_{ij}^u - y_{ij}^u)^2 + (x_{ij}^v - y_{ij}^v)^2]}$$

이다(Adel&Madjid, 2011; Jang, 2013).

- 3단계 : 평가항목의 중요도를 고려한 종합 선호함수 산출

$$\tilde{\pi}(m, l) = \sum_{j=1}^k \tilde{P}_j(m, n) \otimes \tilde{w}_j \quad (6)$$

한다. 여기서  $\tilde{w}_j$ 는  $j^{th}$  평가항목의 정규화된 퍼지 중요도이다.

- 4단계 : 입출력 순위결정 흐름의 결정

$i^{th}$  대체안의 출력(긍정) 흐름은

$$\phi^+(m) = \frac{1}{n-1} \sum_{m \neq l} \tilde{\pi}(m, l), \quad \forall m, l \in A \quad (7)$$

이고,  $i^{th}$  대체안의 입력(부정) 흐름은

$$\phi^-(m) = \frac{1}{n-1} \sum_{m \neq l} \tilde{\pi}(m, l), \quad \forall m, l \in A \quad (8)$$

이다. 여기서 n은 대체안의 수이며 각 대체안은 n-1개의 다른 대체안과 마주친다. 출력흐름은 특정 대체안이 다른 대체안보다 어느 정도 큰 것인지를 나타내고, 입력흐름은 다른 대체안이 특정 대체안보다 어느 정도 큰 것인지를 나타낸다. 순위결정흐름에 기반하여 Fuzzy PROMETHEE I 법은 대체안들의 그래프를 그려 개별 대체안간 우선순위를 제공하고, Fuzzy PROMETHEE II 법은 선호관계의 순흐름을 이용하여 전체 우선순위를 산출한다.

- 5단계 : Fuzzy PROMETHEE II 법으로 각 대체안의 순순위결정흐름 산출은 식(9)와 같다.

$$\phi(m) = \phi^+(m) - \phi^-(m) \quad (9)$$

- 6단계:  $\phi(i)$ 의 값에 의한 모든 대체안의 순위결정

$\phi(i)$ 의 값이 클수록 더 좋은 대체안이다. 즉, 최고의 대체안은  $\phi(i)$ 가 가장 큰 값을 가지는 것이다.

- 7단계 : Fuzzy PROMETHEE I 법으로 순위관계 그래프화 수상운송기업군 a, b에 대해 4단계의 산출값을 이용하여 식(10)의 관계를 비교한다(Brans, 1986).

$$\begin{cases} aP^I b & \text{if } \begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) = \phi^-(b); \end{cases} \\ aI^I b & \text{if } \begin{cases} \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) = \phi^-(b); \end{cases} \\ aR^I b & \text{if } \begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) > \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) < \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b); \end{cases} \end{cases} \quad (10)$$

여기서  $P^I$ 는 선호성,  $I^I$ 는 유사성,  $R^I$ 는 비교불가성으로  $P^I$ 를 추출하여 관계 그래프를 그릴 수 있다.

## 2.3 수상운송기업군 경영성과 평가 모델

수상운송기업 경영성과 평가는 Fig. 1에서 보이는 바와 같이 크게 3단계의 절차에 의해 수행된다.

첫 번째는 평가항목을 선정하는 것으로 평가목표와 평가항목을 추출하고 선정하는 것이다.

두 번째는 Fuzzy AHP법을 이용하여 중요도를 산출하는 것으로 평가항목의 일관성을 검사하고, 중요도를 계산한다.

마지막 단계에서 Fuzzy PROMETHEE법을 이용하여 순위를 결정하는 것으로 자료의 정규화와 선호함수를 산출한다.

그리고 Fuzzy AHP법으로 산출한 중요도와 선호함수를 결합하여 Fuzzy PROMETHEE II는 전체 순위를 계산하고, Fuzzy PROMETHEE I은 부분적 선호관계를 그래프로 나타낸다.

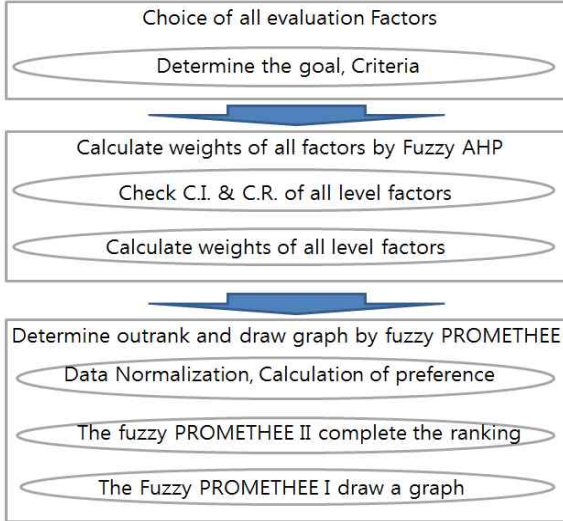


Fig. 1 The evaluation model of Business Performance of Water Transportation Company Groups

### 3. 수상운송기업군 경영성과 평가모델 구성

#### 3.1 평가항목 추출 및 선정

수상운송기업의 경영성과를 평가하기 위해서는 평가항목을 추출해야 한다. 먼저 문헌연구의 평가항목을 Table 2와 같이 조사하면 항만분야에서는 Chon and Ha(2019)가 항만경쟁력에 관한 연구로 항만선택의 요인을 결정하였는데 포터의 국제경쟁우위론에서 요소조건, 수요조건, 관련 및 지원산업, 기업의 전략/조직 및 경쟁의식 등을 평가항목으로 하였다. Ko and Kil(2011)은 주체, 환경, 자원, 메커니즘으로 성과평가 지표를 구성하여 퍼지이론 및 AHP를 이용하여 터미널운영사를 평가하였다. 또한 해운기업의 효율성을 평가 연구로 Shin and Lee(2017)은 투입변수로 노동(종업원수), 자본(자본금), 가변재(운항비용) 등 3가지를 산출변수로 총DWT를 사용하였다. 그러나 Bank of Korea(2019)은 기업의 경영성과 분석으로 성장성, 수익성, 생산성, 부가가치 등 4가지 항목을 공표하고 있다. Han and Lee(2018)은 해운기업의 경영성과평가 지표 결정 연구에서 자료 확보의 한계로 인해 성장성을 제외한 수익성, 생산성, 부가가치 등 3가지 항목을 분석하였다. Ha et al.(2015)은 일반기업의 경쟁력 지수로 성장성, 수익성, 안정성/기술성(노동생산성/연구개발비용) 등 3가지 항목을 선정하였다.

Table 2 Recent studies on Business Performance in shipping and Port

| Author               | Adoption factors   |
|----------------------|--|
| Shin&Lee.(2017)      | Labour(employer numbers), Fund(amount of funds), Variable Expenses(navigation costs)   |
| Ko&Kil(2011)         | Subject, Environment, Resource, Mechanism  |
| Chon& Ha (2019)      | Demand Condition, Production Condition, Related and Support Industry, Industrial Strategy and Policy while the corresponding |
| Bank of Korea (2019) | Concerning Growth, Relationship Ratios of Income and Expenses, concerning Productivity, Gross Value Added                    |
| Han & Lee(2018)      | Relationship Ratios of Income and Expenses, Concerning Productivity, Gross Value Added                                       |
| Ha et al(2015)       | Concerning Growth, Relationship Ratios of Income and Expenses, Stable/Technical ability                                      |

이상의 해운분야 선행연구에서는 평가항목은 성장성, 수익성, 생산성, 부가가치, 안정성/기술성, 경영일반 등으로 구성하고 있다. 특히 해운기업의 디지털화 등 예측불가능성에 대해 4차산업혁명 기술을 적극 도입하여 경쟁력을 강화하여 부가가치를 높여야 하므로 기술성을 포함하여 선행연구에서 주로 언급된 성장성, 수익성, 생산성으로 Table 3과 같이 평가항목을 구성할 수 있다. 평가에 이용된 자료로 본 연구에서는 통계청의 운수업체 조사보고서를 이용하였다(Statistics Korea, 2018). 성장성은 전년대비 매출액 증가율로 2013~2018년까지 6년간의 매출액 자료를 이용하여 5년간을 산출하였다. 수익성은 영업이익을 매출액으로 나눈값으로 2016~2018년까지 3년간 자료를 사용하였다. 생산성은 종업원 1인당 생산성을 측정하는데 감가상각을 제외한 매출액에서 종업원수로 나눈값으로 2014년~2018년까지 5년간을 산출하였다. 기술성은 연구개발비를 매출액으로 나눈값으로 2018년만 있어서 5% 여유폭을 고려하였다. 이상의 평가항목에 대해 해양항만분야 전문가(교수, 연구원 등)를 대상으로 설문 및 면접조사하여 검증을 하고, 평가항목의 중요도를 산출하기 위해 어느 평가항목이 다른 평가항목보다 얼마나 중요한지에 대해 Table 2의 언어로 설문을 하였다. 이후 일관성 검사를 수행하여 일관성이 있는 설문지 총 24부의 유효한 설문지를 평가에 사용하였다.

Table 3 Evaluative criteria for Business Performance of Water Transportation Company Groups

| Criteria               | Definition   |
|------------------------|--|
| Growth Ability(GA)     | Subtracting Summation of the past total revenue value from the current its value             |
| Beneficial Ability(BA) | Business profit divide by summation of total revenue   |
| Technical Ability(TA)  | Research & Development costs divide by summation of total revenue                            |
| Productive Ability(PA) | Summation of total revenue subtract Depreciation cost, then divide by total employer numbers |

#### 3.2 대상기업군

대상기업은 Table 4와 같이 통계청의 운수업체 조사보고서 자료를 이용한다. 수상운송기업에는 외항여객운송업, 외항화물운송업, 내항여객운송업, 내항화물운송업, 기타해상운송업,

내륙수상여객및화물운송업, 항만내여객운송업 등 7가지로 분류된다. 또한 2013년~2018년까지 총 6년간 평균 618개 업체를 조사하였으며, 선박수는 2,865척이다. 사업체별 가장 많은 업체비율을 나타내는 것은 내항화물운송업이 239개(38.66%)이지만 선박수는 외항화물운송업체가 1,447(50.49%)척으로 가장 많은 것으로 나타났다.

Table 4 Details in alternative Water Transportation Company Groups

| Category | Company |       | Ship    |       |
|----------|---------|-------|---------|-------|
|          | Numbers | %     | Numbers | %     |
| OP       | 14      | 2.21  | 21      | 0.73  |
| OC       | 153     | 24.68 | 1,447   | 50.49 |
| CP       | 68      | 11.01 | 205     | 7.16  |
| CT       | 239     | 38.66 | 748     | 26.12 |
| OM       | 74      | 11.92 | 268     | 9.35  |
| IPC      | 10      | 1.67  | 57      | 1.97  |
| PT       | 61      | 9.85  | 120     | 4.18  |
| Sum      | 618     | 100   | 2,865   | 100   |

\* Overseas passenger transportation services(OP), Overseas cargo transportation services(OC), Coastal passenger transportation services(CP), Coastal cargo transportation services(CT), Other marine transportation services(OM), Inland passenger&cargo transportation services(IPC), Passenger transportation services within port(PT)

### 4. 수상운송기업군 경영성과 평가

#### 4.1 Fuzzy AHP를 이용한 평가항목 중요도 결정

식(1)을 이용하여 전문가의 설문조사를 취합하면 Table 5와 같다. 비퍼지화하여 일관성 검사를 수행한 결과 CI는 0.077과 CR은 0.085로 모두 0.1이하로 유효성이 인정된다.

Table 5 Fuzzy number in every criteria

|    | Growth Ability(GA) |       |       | Beneficial Ability(BA) |       |       | Technical Ability(TA) |       |       | Productive Ability(PA) |       |       |
|----|--------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|
| GA | 1.000              | 1.000 | 1.000 | 3.230                  | 4.370 | 5.160 | 6.140                 | 7.380 | 8.420 | 2.650                  | 3.420 | 4.170 |
| BA | 0.194              | 0.229 | 0.310 | 1.000                  | 1.000 | 1.000 | 2.120                 | 3.070 | 4.380 | 0.186                  | 0.249 | 0.306 |
| TA | 0.119              | 0.136 | 0.163 | 0.228                  | 0.326 | 0.472 | 1.000                 | 1.000 | 1.000 | 0.119                  | 0.140 | 0.164 |
| PA | 0.240              | 0.292 | 0.377 | 3.270                  | 4.020 | 5.380 | 6.090                 | 7.140 | 8.420 | 1.000                  | 1.000 | 1.000 |

\* Maxλ=4.231, C.I.=0.077, C.R.=0.085

Table 5의 퍼지수를 식(3)을 이용하여 평가항목의 퍼지 중요도  $\tilde{w}_i^*$ 를 계산할 수 있고, 식(4)를 이용하여 정규화된 퍼지 중요도  $\tilde{w}_i$ 를 산출하면 Table 6과 같다.

Table 6 Criteria factors to calculate weights

|                    | $\tilde{w}_i^*$ |       |       | Normalized $\tilde{w}_i$ |       |       |
|--------------------|-----------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
| Growth Ability     | 0.560           | 0.778 | 1.061 | 0.472                    | 0.692 | 1.000 |
| Beneficial Ability | 0.109           | 0.155 | 0.232 | 0.102                    | 0.150 | 0.230 |
| Technical Ability  | 0.050           | 0.067 | 0.097 | 0.048                    | 0.066 | 0.097 |
| Productive Ability | 0.308           | 0.408 | 0.588 | 0.281                    | 0.400 | 0.595 |

정규화된 퍼지 중앙값을 기준으로 평가항목의 중요도는 성장성 0.692로 가장 높게 나타났고, 그다음으로 생산성 0.400, 수익성 0.150, 기술성 0.066 순으로 나타났다.

#### 4.2 Fuzzy PROMETHEE를 이용한 우선순위 결정

##### 1) 대상기업군 원자료 분석

평가항목별 각 대상기업군에 대한 원자료는 Table 7과 같다.

Table 7 Determined initial data for analysis

(Unit : %)

|     | Growth Ability(GA) |      |      | Beneficial Ability(BA) |       |       | Technical Ability(TA) |       |       | Productive Ability(PA) |      |      |
|-----|--------------------|------|------|------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|------------------------|------|------|
| OP  | 0.70               | 0.98 | 1.26 | 7.18                   | 8.53  | 9.88  | 0                     | 0     | 0     | 371                    | 421  | 471  |
| OC  | 0.81               | 0.93 | 1.05 | -1.63                  | 0.60  | 2.83  | 0.001                 | 0.001 | 0.001 | 1654                   | 1914 | 2174 |
| CP  | 0.70               | 1.09 | 1.48 | -1.51                  | 6.68  | 14.87 | 0                     | 0     | 0     | 159                    | 199  | 238  |
| CT  | 0.87               | 0.98 | 1.10 | 2.28                   | 3.59  | 4.91  | 0.018                 | 0.022 | 0.027 | 241                    | 251  | 260  |
| OM  | 0.95               | 1.18 | 1.41 | 8.11                   | 10.87 | 13.64 | 0.089                 | 0.111 | 0.132 | 165                    | 195  | 224  |
| IPC | 0.18               | 0.70 | 1.22 | -4.21                  | 3.02  | 10.25 | 0                     | 0     | 0     | 64                     | 128  | 192  |
| PT  | 0.48               | 0.82 | 1.16 | 2.94                   | 8.41  | 13.89 | 0                     | 0     | 0     | 95                     | 111  | 127  |

\* Overseas passenger transportation services(OP), Overseas cargo transportation services(OC), Coastal passenger transportation services(CP), Coastal cargo transportation services(CT), Other marine transportation services(OM), Inland passenger&cargo transportation services(IPC), Passenger transportation services within port(PT)

각 평가항목의 왼쪽값은 기간중 가장 낮은 연도의 값이고, 오른쪽은 가장 높은 연도의 값이며 중앙값은 평균값이다. 평균값을 기준으로 평가항목별 가장 높은 대상기업군은 성장성, 수익성, 기술성에서 기타해상운송업이 각각 1.18%, 10.87%, 0.111%로 가장 높고, 생산성은 외항화물운송업이 1,914%로 가장 높다. 수상운송기업 경영성과 평가에서 성장성, 수익성, 기술성, 생산성 등 모든 평가항목은 값이 높을수록 성과가 높기 때문에 정규화 함수는 Max인 식(4)로 결정 한다.

##### 2) 정규화

식(4)를 이용하여 정규화행렬을 작성하면 Table 8과 같다.

Table 8 Normalized fuzzy numbers for alternatives

|     | Growth Ability(GA) |       |       | Beneficial Ability(BA) |       |       | Technical Ability(TA) |       |       | Productive Ability(PA) |       |       |
|-----|--------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|
| OP  | 0.119              | 0.472 | 0.826 | -0.110                 | 0.040 | 0.190 | 0.000                 | 0.001 | 0.001 | 0.044                  | 0.051 | 0.058 |
| OC  | 0.325              | 0.556 | 0.787 | -0.283                 | 0.203 | 0.690 | 0.001                 | 0.002 | 0.002 | 0.030                  | 0.059 | 0.089 |
| CP  | 0.547              | 0.627 | 0.707 | 0.153                  | 0.242 | 0.330 | 0.002                 | 0.002 | 0.002 | 0.076                  | 0.090 | 0.103 |
| CT  | 0.472              | 0.661 | 0.850 | -0.101                 | 0.449 | 1.000 | 0.002                 | 0.003 | 0.004 | 0.073                  | 0.091 | 0.110 |
| OM  | 0.586              | 0.664 | 0.742 | 0.198                  | 0.566 | 0.934 | 0.007                 | 0.009 | 0.011 | 0.111                  | 0.115 | 0.119 |
| IPC | 0.475              | 0.738 | 1.000 | 0.483                  | 0.574 | 0.665 | 0.136                 | 0.169 | 0.202 | 0.170                  | 0.194 | 0.217 |
| PT  | 0.643              | 0.796 | 0.950 | 0.545                  | 0.731 | 0.917 | 0.674                 | 0.837 | 1.000 | 0.761                  | 0.880 | 1.000 |

\* Overseas passenger transportation services(OP), Overseas cargo transportation services(OC), Coastal passenger transportation services(CP), Coastal cargo transportation services(CT), Other marine transportation services(OM), Inland passenger&cargo transportation services(IPC), Passenger transportation services within port(PT)

식(5)~식(6)을 이용하여 중요도를 고려한 대상그룹에 대한 선호합수를 계산하면 Table 9와 같다.

Table 9 Calculate the aggregated preference function

|     |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|
|     | OP   | OC   | CP   | CT   | OM   | IPC  | PT   |
| OP  | 0.00 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 6.49 | 0.00 | 0.00 |
| OC  | 4.33 | 0.00 | 4.33 | 6.49 | 6.49 | 2.16 | 2.16 |
| CP  | 4.33 | 4.33 | 0.00 | 4.33 | 6.49 | 0.00 | 2.16 |
| CT  | 4.33 | 2.16 | 4.33 | 0.00 | 6.49 | 0.00 | 2.16 |
| OM  | 2.16 | 2.16 | 2.16 | 2.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| IPC | 6.49 | 6.49 | 8.66 | 8.66 | 8.66 | 0.00 | 4.33 |
| PT  | 6.49 | 6.49 | 6.49 | 6.49 | 8.66 | 2.16 | 0.00 |

\* Overseas passenger transportation services(OP), Overseas cargo transportation services(OC), Coastal passenger transportation services(CP), Coastal cargo transportation services(CT), Other marine transportation services(OM), Inland passenger&cargo transportation services(IPC), Passenger transportation services within port(PT)

3) 순위결정

Table 9를 기초로 식(7)~식(9)를 이용하여 출력흐름 값, 입력흐름 값, 순순위결정흐름 값을 산출하면 Table 10과 같다.

Table 10 Determine the leaving and entering outranking flows

|     |      |      |       |      |
|-----|------|------|-------|------|
|     | r+   | r-   | r     | rank |
| OP  | 4.69 | 3.25 | 1.44  | 3    |
| OC  | 4.33 | 4.33 | 0.00  | 5    |
| CP  | 5.05 | 3.61 | 1.44  | 3    |
| CT  | 5.41 | 3.25 | 2.16  | 2    |
| OM  | 7.21 | 1.44 | 5.77  | 1    |
| IPC | 0.72 | 7.21 | -6.49 | 7    |
| PT  | 1.80 | 6.13 | -4.33 | 6    |

\* Overseas passenger transportation services(OP), Overseas cargo transportation services(OC), Coastal passenger transportation services(CP), Coastal cargo transportation services(CT), Other marine transportation services(OM), Inland passenger&cargo transportation services(IPC), Passenger transportation services within port(PT)

순순위결정흐름 값으로 대상그룹의 순위를 결정하면 기타 해상운송업이 5.77, 내항화물수송업 2.16, 내항여객수송업 1.44, 외항여객수송업 1.44, 외항화물수송업 0.00, 항만내여객운송업 -4.33, 내륙수상여객화물운송업 -6.49 순으로 나타났다.

4) Fuzzy PROMETEE I 을 이용한 최종 순위결정

식(10)을 이용하여 대상그룹간 선호관계를 나타내면 Table 11과 같다.

Table 11 Preferable relation in every alternative

|     |    |    |    |    |    |     |    |
|-----|----|----|----|----|----|-----|----|
|     | OP | OC | CP | CT | OM | IPC | PT |
| OP  | I  | R  | R  | R  | P  | R   | R  |
| OC  | P  | I  | P  | P  | P  | R   | R  |
| CP  | R  | R  | I  | P  | P  | R   | R  |
| CT  | R  | R  | R  | I  | P  | R   | R  |
| OM  | R  | R  | R  | R  | I  | R   | R  |
| IPC | P  | P  | P  | P  | P  | I   | P  |
| PT  | P  | P  | P  | P  | P  | R   | I  |

\* Overseas passenger transportation services(OP), Overseas cargo transportation services(OC), Coastal passenger transportation services(CP), Coastal cargo transportation services(CT), Other marine transportation services(OM), Inland passenger&cargo transportation services(IPC), Passenger transportation services within port(PT)

Table 11의 대상그룹간 선호관계에 대하여 Table 10의 결

과를 고려하여 종합적인 그래프를 그리면 Fig. 2와 같다.

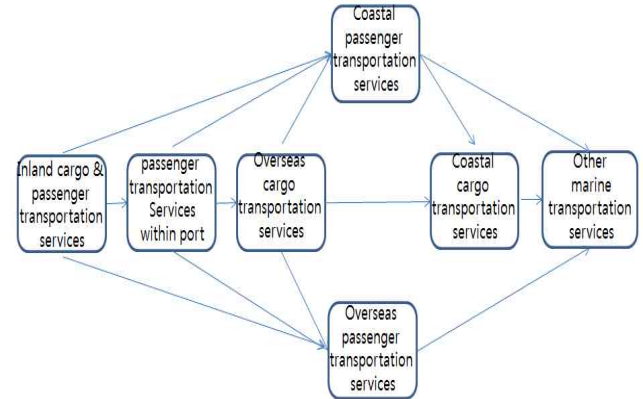


Fig. 2 Preference relative graph

Fig. 2에서 보이는 바와 같이 외항여객운송업과 내항여객운송업과의 선호관계가 없어 공동 3위로 나타나고 있다. 따라서 기타해상운송업이 1위, 내항화물수송업 2위, 내항여객수송업과 외항여객수송업 공동 3위, 외항화물수송업 5위, 항만내여객운송업 6위, 내륙여객및화물운송업 7위 순으로 나타났다. 기타 해상운송업의 순위가 가장 높은 것은 성장성, 수익성, 기술성이 모두 높기 때문으로 지속유지를 위해 생산성을 향상시켜야 한다. 내륙수상여객및화물운송업은 4개의 모든 항목이 매우 낮기 때문에 모든 항목을 향상시켜야 한다.

5. 결 론

최근 해양수산부에서는 해운기업의 지원정책을 추진중인데 이러한 정책의 효과적 수행을 위해서는 수상운송기업의 경영성과를 평가하여 정책의 효과성을 모니터링하고 피드백이 필요하다. 본 연구에서는 통합 Fuzzy AHP-PROMETHEE법을 이용하여 우리나라 수상운송기업군의 경영성과를 평가하기 위한 평가항목을 선정하고 우선순위를 결정하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 평가항목은 성장성, 생산성, 수익성, 기술성 등 4개의 항목을 선정하였다.
2. 평가항목의 중요도는 성장성, 생산성, 수익성, 기술성 순으로 중요도가 높게 나타났다.
3. 평가 결과 대기업 기타해상운송업이 1위, 내항화물수송업 2위, 내항여객수송업과 외항여객수송업 공동 3위, 외항화물수송업 5위, 항만내여객운송업 6위, 내륙수상여객및화물운송업 7위순으로 나타났다.

따라서 수상운송기업군의 경영성과 평가결과 낮게 평가된 내륙수상여객화물운송업은 평가항목 전체의 향상을 위한 방안을 마련하고, 평가결과가 높게 평가된 기타해상운송업은 생산성 향상 방안을 마련하여 지속적인 경영성과를 유지할 수

있도록 해야 할 것이다.

본 연구는 수상운송기업군 경영성과를 평가하기 위해 평가 항목을 추출하고, 통합 Fuzzy AHP-PROMETHEE법을 이용하여 우선순위를 평가하였다는데 의의가 있다. 향후 연구에서는 정기선/부정기선 등으로 구분한 평가로 확장연구가 필요하다.

## References

- [1] Adel, H. M. and Madjid, T.(2011), “An extension of the Electre I method for group decision-making under a fuzzy environment”, Omega, Vol. 39, pp. 373-386.
- [2] Ayhan, M. B.(2013) “A fuzzy AHP approach for supplier selection problem: a case study in a gearmotor company”, International Journal of Managing Value and Supply Chains, Vol. 4, No. 3, pp. 11-23.
- [3] Bank of Korea(2019), Financial Statement Analysis for 2018, Bank of Korea.
- [4] Brans, J. P., Vincke, P. and Mareschal, B.(1986), “How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method”, European journal of operational research, Vol. 24, No. 2, pp .228-238.
- [5] Chan, F. T. S. and Kumar, N.(2007), “Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach”, Omega 35, pp. 417-431.
- [6] Chon, S. Y. and Ha, H. K.(2019), “Analysis on the Determinants of Port Competitiveness with Porter’s Diamond Model: Application of AHP (Analytic Hierarchy Process)”, Peter Drucker Society Vol. 12, No. 1, pp. 113-144.
- [7] Chou, S. W. and Chang, Y. C.(2008), “The implementation factors that influence the ERP(Enterprise Resource Planning) Benefits”, Decision Support Systems, Vol. 46, No.1, pp. 149-157.
- [8] Eric, A. D., Zuzana K. O. and Stephen, N.(2015), “Selecting Start-Up Businesses in a Public Venture Capital Financing using Fuzzy PROMETHEE”, Procedia Computer Science, Vol. 60, pp. 63-72.
- [9] Ha, T. J., Moon, S .U., Jeong, G. C. and Koh, M. J.(2015), “Performance Analysis of NGE Policy based on Firm Competitiveness Index”, Industrial Revolution Research Vol. 31, No. 1, pp. 1-30.
- [10] Han, S. Y. and Lee, J. S.(2018), “Business Performance Indicators and Determinants Analysis of Small and Medium Sized Shipping Logistics Companies in Korea - Using 2015 Economic Census Data”, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 34, No. 4, pp. 53-68.
- [11] Jang, W. J.(2013), “Priority Evaluation of Preliminary Cases for IMO Information Management System using Fuzzy TOPSIS and AHP”, Journal of Navigation and Port Research. Vol. 37, No. 5, pp. 493-498.
- [12] Ko, H. J. and Kil, K. S.(2011) “A Study on the Evaluation of Competitiveness for Container Terminal Operators”, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 35, No. 8, pp. 667-675.
- [13] Shin, S. H. and Lee, M. H.(2017), “An Analysis of Competitiveness for Korean Shipping Companies”, The Journal of Shipping and Logistics Vol. 53, pp. 1-15.
- [14] Statistics Korea(2018), Report on transportation survey(2013-2018), <http://kostat.go.kr/>

---

Received 08 June 2020

Revised 29 June 2020

Accepted 22 July 2020