

국내 해수면 도선 항로의 효율성 분석 : 연안여객 항로와 비교하여

장 철 호*

본 연구는 섬 지역 해상교통수단 중 하나인 도선 항로의 효율성을 측정하였다. 특히 연구 대상에 연안여객 항로를 포함하여 국내 해상교통 항로 전반에 대한 효율성을 분석하였다. 이를 위해 자료포락분석 모형을 활용하였다. 분석에는 2023년 각 항로별 자료를 활용하였으며, 산출변수로는 연간 운송인원과 투입변수로는 선박 총톤수, 항로 거리, 선박 평균속력을 활용하였다. 분석결과, 전국 해상교통 항로의 운영 효율성은 0.132로 분석되었으며, 이 중 도선 항로는 0.194, 연안여객선 항로는 0.085로 측정되었다. 지역별 국내 해상교통의 평균 운영 효율성은 제주 항로가 0.406으로 가장 효율적인 것으로 확인되었으며, 개별 항로로는 축정-봉호, 용암포-내지, 성산-우도 항로가 가장 효율적인 항로로 평가되었다. 본 연구는 그동안 해상교통 중 연안여객 항로로 한정되었던 연구 범위를 도선 항로까지 확장하였다는데 가장 큰 의의가 있다.

주제어 _ 해상교통, 연안여객선, 도선, 효율성, 자료포락분석

* 한국섬진흥원 부연구위원(제1저자)

Efficiency Evaluation of Domestic sea level ferry routes in Korea : Compared to coastal passenger routes

Jang Chul-ho*

This study measured the efficiency of the sea level ferry routes, one of the main modes of maritime transportation in the island region. In particular, it analyzed the efficiency of domestic maritime transportation routes in Korea, including coastal passenger routes. And it used a data envelope analysis model for analysis. It used the annual number of people transported in 2023 as the output variable, and the gross tonnage, route distance, and average speed of ships in 2023 as inputs. The analysis showed that the operational efficiency of the national maritime transportation routes was analyzed as 0.132, of which 0.194 was measured for sea level ferry routes and 0.085 for coastal passenger routes. The average operating efficiency of domestic maritime transportation by region was found to be the most efficient at 0.406 for the Jeju route, while the Chukje-Bongho, Yongampo-Naeji, and Seongsan-Udo routes were rated as the most efficient for individual routes. The main significance of this study is that it extends the scope of the study, which has been limited to coastal passenger routes in maritime traffic, to sea level ferry routes.

Key words _ Maritime Transportation, Coastal Passenger Ship, Ferry, Efficiency, DEA

* Associate Research, Korea Island Development Institute(First Author)

I. 서론

도선은 나루와 나루 사이를 오가며 사람이나 짐을 실어 나르는 작은 배로 정의¹⁾된다. 법률상 도선에 대한 명확한 정의는 없으나 유선 및 도선법 제2조(정의)에서 도선사업을 도선 및 도선장을 갖추고 내수면 또는 대통령령으로 정하는 바다목²⁾에서 사람을 운송하거나 사람과 물건을 운송하는 것을 영업으로 하는 것으로서 「해운법」을 적용받지 않는 것이라고 정의하고 있어 도선은 내수면 또는 해수면에서 사람을 운송하거나 사람과 물건을 운송하는 선박으로 정의할 수 있다.

섬 지역은 열악한 접근성으로 인구 이탈이 가속화되고 육지와 비교하여 심각한 소멸 위기에 직면해 있다. 이와 같은 상황에서 도선은 교통수단의 하나로 섬 주민에게 생명선과도 같은 역할을 수행하고 있다. 특히 해상 여객수요 감소에 따른 경영 악화로 폐업한 연안여객선사를 대신하여 운항이 중단된 항로 또는 해상교통 사각지대³⁾에 도선이 투입되어 섬 주민의 이동 및 생필품 보급 등을 담당하고 있다. 이에 '20년에는 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 개정으로 도선은 연안여객선과 함께 해상 대중교통에 포함되어 그 지위를 인정받았다.

그럼에도 불구하고 여전히 도선은 연안여객선과 비교하여 국민적 인식이 낮고, 도선의 연안여객선에 대한 보조적 기능⁴⁾만을 강조하여 도선에 대한 연구는 거의 이루어지지 못하였다. 특히 최근 섬 지역의 고령화와 연도·연륙교의 건설 등에 따른 해상교통 수요 감소로 연안여객선사가 겪고 있는 경영 악화를 도선을 운영하는 도선선사 역시 동일하게 겪고 있어 해수면 도선 항로를 중심으로 운영 효율성을 진단하고, 경영에 도움이 될 수 있는 시사점을 도출할 필요성이 있다.

따라서 본 연구는 섬 지역의 교통수단으로 활용되고 있는 해수면 도선을 대상으로 항로의 효율성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 효율성 분석은 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA) 모형을 활용하였다. 섬 지역을 운항하는 도선의 운영 효율성은 각 항로별로 차이가 발생하기 때문에 각 항로별 특성을 반영하여 해당 항로의 절대적 효율성을 측정할 수 있는 확률적 프론티어 분석(Stochastic

1) 네이버 국어사전(<https://ko.dict.naver.com>)에서 “도선”을 검색하였다.

2) 유선 및 도선 사업법 시행령 제2조(바다목)에서 “대통령령으로 정하는 바다목”은 1. 내수면과 해수면이 접하는 하구나 해안과 해안을 잇는 만(灣)의 형태를 갖춘 해역, 2. 육지와 도서 간 및 도서와 도서 간의 거리가 비교적 가깝고, 해운법에 따른 여객선이 운항되지 아니하는 해역(여객선이 운항되고 있는 도서 중 한 곳과 여객선이 운항되지 아니하는 다른 도서 간의 해역을 포함한다)고 정의하고 있다.

3) 주민이 살고 있는 섬 지역이지만, 해상 대중교통 수단 및 연륙교 등이 존재하지 않은 섬으로 2022년 말 기준 전국 총 73개 섬이 해상교통 사각지대에 해당한다.

4) 도선사업면허처분등취소청구(대법원 2017.11.23. 선고 2017두46271 판결)에서 도선(해수면 도선)과 연안여객선의 관계에 대해 도선이 연안여객선의 해상 교통수요를 보충적으로 충족시키는 관계로 설명하였다.

Frontier Approach ; SFA) 모형 등이 적합하다. 하지만 확률적 프론티어 분석을 위해서는 경영 활동에 영향을 미치는 생산요소 즉, 각 항로별 자본, 노동 등에 대한 구체적인 데이터를 필요로 하나, 도선항로에 대한 자료 수집 등의 제약이 있어 비록 모형 상 한계가 있으나 상대적으로 효율성 추정이 용이한 자료포락분석 모형을 활용하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 I 장 서론에 이어 제 II 장에서는 해수면 도선의 운영현황을 확인하였으며, 제 III 장에서는 효율성 추정을 위한 모형을 설명하였다. 다음 제 IV 장에서는 선행연구를 토대로 투입변수와 산출변수를 선정하고 분석에 활용한 자료를 제시하였다. 그리고 제 V 장에서는 실증분석 결과를 제시하며, 마지막으로 제 VI 장에서는 결론 및 시사점을 제시하였다.

II. 해수면 도선의 운영현황

해수면 도선의 항로 및 운항선박 현황은 다음 <표 1>과 같다. 다만, 국내 해상교통의 전반을 확인하기 위해 해수면 도선과 함께 국내 해상교통의 한 축을 담당하고 있는 연안여객선을 함께 비교하여 제시하였다.

2022년 말 기준 국내 해수면 도선은 총 80개 항로, 91척의 선박이 운항 중에 있다. 또한 이를 운영하는 업체 수는 68개이다. 이에 비해 연안여객선은 총 101개 항로, 156척의 선박이 운항 중이며, 58개 업체가 운영되고 있다.

도선 및 연안여객선 이용객 수는 섬 주민의 고령화에 따른 인구감소, 연도 및 연륙교 개통 등으로 대체적으로 감소 추세에 있다. 또한 2020년 전세계적인 코로나19 영향으로 이용객 수가 대폭 감소하였으나 2021년 이후 점차 증가하고 있는 추세이다.

도선의 이용객 수는 2016년까지 지속적으로 증가하여 1,592만 명까지 증가하였으나 이후 감소하여 2021년에는 858만 명까지 축소되었다. 연안여객선은 역시 약간의 시차가 있으나 도선의 이용객 수와 비슷한 추세를 보이고 있다. 즉, 2017년까지 지속적으로 증가하였으나, 2017년 1,691만 명 이후 지속적으로 감소하여 2021년에는 1,146만 명이 이용하였다.

〈표 1〉 해수면 도선과 연안여객선의 항로와 운항선박 현황

(단위 : 개, 척)

| 해수면 도선 | | | | 연안여객선 | | | |
|--------|--------------------|------|------|-------|------|------|---------|
| 해경서 | 항로 수 ⁵⁾ | 선박 수 | 업체 수 | 관할청 | 항로 수 | 선박 수 | 업체 수 |
| 인천서 | 4 | 6 | 5 | 인천청 | 14 | 22 | 8 |
| 평택서 | 9 | 7 | 4 | | | | |
| 태안서 | 1 | 1 | 1 | 대산청 | 7 | 8 | 2 |
| 보령서 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 군산서 | 1 | 1 | 1 | 군산청 | 4 | 5 | 3 |
| 목포서 | 9 | 9 | 8 | 목포청 | 39 | 65 | 20 |
| 완도서 | 6 | 6 | 6 | | | | |
| 여수서 | 13 | 14 | 8 | 여수청 | 13 | 16 | 9 |
| 창원서 | 5 | 6 | 6 | 마산청 | 13 | 23 | 11 |
| 통영서 | 15 | 17 | 12 | | | | |
| 사천서 | 10 | 10 | 9 | | | | |
| 속초서 | 1 | 2 | 1 | 동해청 | 2 | 3 | 2 |
| 동해서 | 2 | 1 | 1 | | | | |
| 제주서 | 1 | 2 | 2 | 제주청 | 4 | 9 | 4 |
| 서귀포서 | 2 | 8 | 3 | | | | |
| 포항서 | - | - | - | 포항청 | 4 | 5 | 6 |
| 부산서 | - | - | - | 부산청 | 1 | 0 | 1 |
| 합계 | 80 | 91 | 68 | 합계 | 101 | 156 | 66(58*) |

* 중복업체를 제외한 업체 수

자료: 2023년도 연안여객선 업체 현황(한국해운조합), 2023년 유도선 현황(행정안전부)

〈표 2〉 해수면 도선과 연안여객선의 여객수송 현황

(단위 : 천명)

| 구분 | '14년 | '15년 | '16년 | '17년 | '18년 | '19년 | '20년 | '21년 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 해수면 도선 | 13,170 | 15,290 | 15,926 | 14,217 | 12,491 | 13,129 | 8,065 | 8,579 |
| 연안여객선 | 14,271 | 15,380 | 15,423 | 16,910 | 14,625 | 14,585 | 10,602 | 11,464 |

자료 : 2023년도 연안여객선 업체 현황(한국해운조합), 2023년 유도선 현황(행정안전부)

2022년 말 기준으로 해상교통에 활용되는 선박의 선령을 살펴보면 다음 〈표 3〉과 같다. 도선은 5년 이하인 선박 19척, 5년 초과 10년 이하 선박 25척으로, 총 91척 중 10년 이하 선박의 비중은 48.4%이

5) 해수면 도선의 항로는 먼허기준 항로와 운항 기준 항로로 구분되어 관리되고 있으며, 본 연구에서는 운항 기준 항로를 기준으로 항로 수를 집계하였다. 집계 시 항로명이 같더라도 운항코스가 다른 경우는 각각 별도 항로로 취급하였다.

다. 다음 10년 초과 15년 이하 선박은 20척, 15년 초과 20년 이하 선박은 13척으로, 10년 초과 20년 이하 선박의 비중은 36.3%로 확인되었다. 20년 초과 선박은 14척으로 15.3%이며, 특히 25년 초과 선박은 1척으로 확인되었다. 연안여객선은 5년 이하인 선박 29척, 5년 초과 10년 이하 선박 55척으로, 총 156척 중 10년 이하 선박의 비중은 53.9%이다. 10년 초과 15년 이하 선박 20척과 15년 초과 20년 이하 선박 26척으로, 10년 초과 20년 이하 선박의 비중은 29.5%로 확인되었다. 그리고 20년 초과 25년 이하 선박 18척과 25년 초과 선박 8척으로, 20년 초과 선박은 전체 16.6%를 차지한다.

〈표 3〉 해수면 도선과 연안여객선의 선령 현황

(단위 : 척)

| 구분 | 5년이하 | 5년초과 10년이하 | 10년초과 15년이하 | 15년초과 20년이하 | 20년초과 25년이하 | 25년초과 |
|--------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| 해수면 도선 | 19 (20.9%) | 25 (27.5%) | 20 (22.0%) | 13 (14.3%) | 13 (14.3%) | 1 (1.0%) |
| 연안여객선 | 29 (18.6%) | 55 (35.3%) | 20 (12.8%) | 26 (16.7%) | 18 (11.5%) | 8 (5.1%) |

자료 : 2023년도 연안여객선 업체 현황(한국해운조합), 2023년 유도선 현황(행정안전부)

해수면 도선은 과거 연안여객선이 운항하지 않는 항로에서 비교적 가까운 거리의 해상교통 수요를 보완하는 기능 수행과 연안여객선보다 상대적으로 작은 규모의 선박 운항과 사업의 영세성이 차이점으로 부각되었다. 하지만 최근에는 관광객과 섬 주민이 섬과 육지, 섬과 섬을 이동할 때 교통수단으로써 차이가 거의 없다. 다만, 아직까지 법률 상 도선은 행정안전부와 해양경찰의 관할 사무이며, 연안여객선은 해양수산부와 해양수산부 산하기관 관할로 이원화되어 있다.

〈표 4〉 국내 해상교통체계의 관할 사무

| 구분 | 관할 사무 | | | | |
|------|-------|--------------|-------|--------------|---------|
| | 법률운영 | 안전관리 계획 | 사업 면허 | 지도·감독 | 벌칙 부과 등 |
| 도선 | 행정안전부 | 지방해양경찰청 | 해양경찰서 | 해양경찰서 | 해양경찰서 |
| 연안여객 | 해양수산부 | 해양교통 안전공단 | 해양수산부 | 해양교통 안전공단 | 해양경찰서 |

자료 : 장철호(2023), 섬 해상교통 사각지대 해소방안 연구 : 행정선 및 유도선 활용을 중심으로

III. 연구모형

효율성은 투입 대비 산출 비율로, 효율성이 높다는 것은 투입 대비 더 높은 산출을 거두거나 동일 산출을 얻기 위해 더 적은 투입이 가능함을 의미한다. 따라서 효율성 분석을 통해 한정된 자원의 배분과 활용을 통해 최대의 산출을 도출하는지를 확인할 수 있으며, 투입과 산출변수를 활용한 종합적인 실적 분석을 통해 향후 구체적인 개선 방향을 수립하는 지표로 활용된다.

본 연구는 해수면 도선 항로의 효율성을 도선 운항에 투입되는 투입물과 산출물 간 비율로 정의하고, 관광객 및 섬 주민을 육지와 섬, 섬과 섬 간 이동을 위해 투입되는 요인과 이에 따른 산출 요인을 계량적으로 측정하여 비교하였다. 이를 위해 분석모형으로 자료포락분석 모형을 활용하였다.

자료포락분석 모형은 주로 조직의 효율성 분석을 위해 활용되었으나, 최근에는 프로젝트 및 과제 관리, 제품의 경쟁력, 마케팅 전략 수립 등 다양한 분야에서 응용·활용되고 있다. 자료포락분석 모형은 의사결정단위(Decision Making Unit ; DMU)로 투입되는 요인의 합과 이에 따른 산출요인 합을 비율로부터 상대적 효율성을 측정한다. 특히 자료포락분석 모형은 최적해를 도출하는 수리적 방법에 따라 투입방향모형(input oriented model)과 산출방향모형(output oriented model)로 구분할 수 있으며, 본 연구에서는 해수면 도선 항로의 효율성 분석 시 현재의 산출 요인 즉, 수송 실적을 유지하면서 최적의 투입 요소 투입량을 확인하는데 목적이 있으므로 투입방향모형을 활용토록 한다.

1. CCR- θ 모형

CCR모형은 Charnes et al(1978)에 의해 제시된 모형으로 자료포락분석 모형을 활용한 효율성 분석에 가장 기본이 되는 모형이다. CCR 모형은 여러 투입 요소의 투입량 합에 대한 여러 산출 요소의 산출량 합을 비율로, 그 비율은 1을 초과할 수 없다. 투입물과 산출물의 가중치는 0보다 크다는 전제조건과 규모에 대한 보수불변(constant returns to scale) 가정하에 CCR 모형을 활용한 효율성은 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & \text{subject to } \theta x_0 \geq \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j \\
 & y_0 \leq \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \\
 & \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서 θ 는 DMU_0 의 투입물 승수를 의미하며, x_0, y_0 은 DMU_0 의 투입물과 산출물 벡터, x, y 는 DMU_j 의 투입물과 산출물 행렬을 의미한다. 그리고 λ 는 DMU_j 의 가중치 벡터이다. 투입물 승수인 θ 는 1이하의 값을 가지며, 이 값이 바로 CCR모형에 의해 측정된 효율성, 즉 CCR효율성이다.

2. BCC-I 모형

BCC모형은 Banker et al(1996)에 의해 제시되었으며, CCR 모형이 규모에 대한 보수불변을 가정하는 단점을 극복하기 위해 고안되었다. BCC모형은 규모에 대한 보수가변(varialbe returns to scale)을 가정하고, 각 DMU의 볼록성 필요조건을 추가하여 식(2)와 같이 효율성을 측정한다.

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & \text{subject to } \theta x_0 \geq \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j \\
 & y_0 \leq \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{2}$$

BCC모형 역시 θ 는 1이하 값으로 DMU_0 의 BCC효율성이다. CCR모형과 비교할 때 DMU의 참조집합인 λ 의 크기를 1로 제한하는 볼록성(convexity) 조건이 추가되었으며, 이 볼록성 조건에 의해 규모에 대한 수익체증(increasing returns to scale ; IRS), 수익불변(constant returns to scale ; CRS), 수익체감(decreasing returns to scale ; DRS)을 확인할 수 있다.

3. 규모의 효율성

식(1)에서 도출된 CCR효율성은 규모에 대한 보수불변을 가정하여 규모에 따른 효과를 고려하지 않기 때문에 일반적으로 기술적 효율성(technical efficiency ; TE)이라 한다. 반면 식(2)에서 도출된 BCC효율성은 규모에 대한 보수가변을 가정하므로 순수기술효율성(pure technical efficiency ; PTE)라고 한다. CCR효율성과 BCC효율성을 활용하여 각 항로의 규모에 따른 효율성(scale effeciency ; SE)을 측정할 수 있으며, 규모의 효율성 계산식은 $SE = \text{CCR 효율성(TE)} / \text{BCC 효율성(PTE)}$ 이다.

IV. 연구설계

1. 선행연구의 투입변수와 산출변수 검토

자료포락분석은 1978년 Charnes, Abraham, Cooper, William W. and Rhodes E.가 기본 모형인 CCR모형을 제시한 후 지금까지 다양한 분야에서 효율성 분석에 적용되고 있다. 일반적으로 투입변수는 투입된 자본이나 노동, 장비 및 이의 생산을 위해 소요된 투입물을 총칭하며, 산출변수는 투입에 따른 결과로 파생한 생산물이다. 자료포락분석은 효율성에 활용하는 변수에 따라 그 결과값이 민감하게 변화하기 때문에 분석에 활용할 투입변수와 산출변수를 결정하는데 신중해야한다. 따라서 본 연구에서는 변수 선정에 앞서 선행연구에서 이용한 투입변수와 산출변수를 먼저 확인하였다.

국내 해상교통 관련 효율성 연구를 살펴보면 대부분 연안여객선을 대상으로 연구가 진행되었으며, 도선에 대한 연구는 거의 진행되지 못하였다. 이는 서론에서 언급한 바와 같이 도선에 대한 자료 접근의 제약으로 판단된다. 즉, 연안여객과 관련한 자료는 한국해운조합에서 매년 발간하고 있는 「연안여객선 업체 현황」 등을 통해 연도별 자료를 비교적 쉽게 분석을 위한 데이터 수집 가능하나, 도선과 관련한 자료는 부처 및 지자체, 도선선사 내부자료 이외에 세부적으로 공개된 자료가 거의 없어 데이터 수집이 어렵기 때문이다. 국내 해상교통, 특히 연안여객선의 효율성 관련 선행연구는 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 국내 연안여객선 효율성 관련 선행연구

| 연구자 | 분석방법 | 범위 |
|---------------|----------------|-------------------------|
| 장명희(2010) | DEA | 연간수송실적 상위 50개 항로(2009년) |
| 조건식·여기태(2013) | DEA, Malmquist | 14개 지역 항로(2007-2012년) |
| 여기태 외(2014) | DEA, Malmquist | 26개의 관광항로(2007-2012년) |
| 김태일·박성화(2022) | DEA | 90개 항로(2015-2019년) |
| 정문석 외(2022) | DEA | 22개 항로(2017-2020년) |
| 장철호(2023) | SFA | 76개 항로(2019-2022년) |

장명희(2010)는 2009년 연간 수송실적 상위 50개 연안여객선 항로를 연구 대상으로 운영 효율성을 분석하였다. 분석 결과, 안골-간곡 등 총 5개 항로의 운영 효율성이 높은 것으로 분석되었다. 조건식·여기태(2013)는 2008년부터 2013년까지 총 6년 간의 시계열 데이터를 활용하여 연안 인접 14개 지역의 항로 운영 효율성을 분석하였다. 분석 결과 마산지역과 완도지역 항로의 운영 효율성이 높은 것으

로 분석되었으며, 기항지 간 직항로 개설과 신규 여객선 투입 등을 위한 정부의 지원을 요청하였다. 다음으로 여기태 외(2014)는 2007년부터 2012년까지 26개 관광항로를 연구 대상으로 효율성 분석을 진행하였다. 분석 결과, 모슬포-마라도 항로가 운영 효율성이 높은 것으로 분석되었으며, 선박금융 지원 및 공적 지원 확대 등의 필요성을 강조하였다. 김태일·박성화(2022)는 2015년부터 2019년까지 전국 90개 항로를 대상으로 동태적 운영 효율성을 분석하였다. 분석 결과, 2019년 항로 평균 효율성은 58.1%로 2015년에 비해 다소 감소한 것으로 분석되었으며, 순수기술 효율성이 항로의 비효율 원인으로 확인되었다. 정문석 외(2022)는 2017년부터 2020년까지 국내 22개 연안여객 항로의 효율성을 분석하였다. 분석 결과, 항로의 평균 운영 효율성은 32%에서 36%로 분석되었으며, 규모의 효율성이 비효율의 원인으로 확인되었다. 장철호(2023)는 2019년부터 2022년까지 전국 76개 항로를 대상으로 절대적 운영 효율성을 분석하였다. 분석 결과, 2022년 항로 평균 효율성은 81.2%로 2019년 대비 6.5%p 상승한 것으로 분석되었다.

본 연구의 변수 설정을 위해 분석방법이 동일한 선행연구에서 활용한 변수를 살펴보면 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 선행연구에서 활용한 변수 정리

| 연구자 | 투입변수 | | | | 산출변수 | | |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| | 총톤수 | 항로 거리 | 운항 속력 | 운항 횟수 | 수송 실적 | 매출액 | 운항률 |
| 장명희 | √ | √ | √ | | √ | | |
| 조건식·여기태 | √ | √ | √ | | √ | | |
| 여기태 | √ | √ | √ | | √ | | |
| 김태일·박성화 | √ | √ | | √ | √ | | |
| 정문석 | √ | √ | √ | | √ | √ | √ |

장명희(2010), 조건식·여기태(2013), 여기태 외(2014)는 선박의 총톤수, 항로거리, 운항속력을 투입 변수로 설정하였으며, 연간 수송실적을 산출변수로 설정하였다. 김태일·박성화(2022)는 총톤수, 항로거리, 운항횟수를 투입변수로 설정하였으며, 일반인과 도서민의 수송실적을 산출변수로 활용하였다. 정문석 외(2022)는 총톤수, 항로거리, 운항속력을 투입변수로 설정하였으며, 연간 수송실적, 매출액, 운항률을 산출변수로 설정하였다.

2. 변수 선정

효율성 분석, 특히 자료포락분석은 변수에 따라 그 분석 결과가 달라지므로 변수의 선정은 효율성 분석에 있어 가장 중요한 작업 중 하나이다. 특히 효율성 분석 결과의 신뢰도를 높이기 위해 변수 선정 시 유의할 사항은 다음과 같다. 첫째, 평가대상의 수가 충분한 자유도를 허용할 만큼 커야한다.⁶⁾ 둘째, 분석에 활용된 변수가 많아질수록 효율성 분석 결과가 나빠질 가능성이 있으므로 변수의 총 개수에는 일정한 제한이 있어야 한다.⁷⁾ 마지막으로 분석에 활용된 변수 간 상호 관련이 없어야 한다.

따라서 본 연구는 기존 선행연구와 위의 유의사항을 고려하여 최종적으로 다음 <표 7>과 같이 변수를 선정하였다. 투입변수는 선박 총톤수, 운항 거리, 선박 평균속도를 선정하였으며, 산출변수로는 항로별 연안 수송실적을 선정하였다. 선박 총톤수(Gross Tonnage)⁸⁾는 선박의 크기나 규모를 측정하는 지표로 항로에 투입되어 운항 중인 선박의 용적이며, 단위는 톤수이다. 운항 거리는 항로별 거리로 측정되는 출발지에서 최종 목적지까지의 거리 합으로 측정하였으며, 단위는 킬로미터(km)이다. 선박 평균속력은 선박이 항로에서 운항하는 평균 속도이며, 단위는 노트(knot)이다. 마지막으로 산출변수인 연간 수송인원은 항로에 운항되는 선박이 1년 동안 실어나른 사람 수로 단위는 명이다.

<표 7> 변수 선정

| 구분 | 변수명 | 단위 | 설명 |
|------|----------|------|--------------------|
| 투입변수 | 선박 총톤수 | G/T | 운영 중인 선박의 규모 또는 크기 |
| | 운항 거리 | km | 출발지에서 최종 목적지까지의 거리 |
| | 선박 평균 속도 | knot | 선박의 운항 평균 속도 |
| 산출변수 | 연간 수송인원 | 명 | 선박의 연간 탑승 인원 |

3. 분석 대상 및 데이터

본 연구는 도선 항로의 효율성 분석을 위해 도선 면허 항로인 총 80개를 분석 대상으로 설정하였다. 80개 항로 중 속초 청호동-중앙동의 무동력 선박을 이용한 항로와 자료의 신뢰성이 부족한 항로를 제

6) Boussofiane et al.(1991)에 따르면 최소한의 평가대상 수는 투입변수와 산출변수를 곱한 값보다는 커야 한다.
 7) 변수가 많아질수록 효율적인 평가대상의 개수가 늘어나게 되므로 이를 피하기 위해 Banker et al.(1984)은 전체 평가대상 수는 투입변수의 수와 산출변수의 수를 더한 값의 3배 이상 되어야 제한하였다.
 8) 선박 총톤수는 상갑판 이하의 공간과 상갑판 위 밀폐된 장소의 용적에서 선박 안전과 위생 등을 위한 장소를 제외하여 산출한다. 총 톤수는 선박에 부과되는 관세, 등록세, 도선료 등을 산출하는 기준으로 활용된다.

외하여 최종 분석에는 74개 항로를 대상으로 하였다. 또한 국내 해상교통의 한 축인 연안여객선 항로를 분석 대상에 추가하여 함께 효율성을 분석하였다. 2023년 말 기준 연안여객선 항로는 101개이지만, 부정기의 울릉-독도 항로를 제외하여 100개를 분석 대상으로 하였다. 분석 기간은 2023년으로 선정하였다.⁹⁾ 분석을 위한 기초 데이터는 도선 관련 정보는 해양경찰청 및 행정안전부의 내부자료를 활용하였으며, 연안여객선 관련 정보는 한국해운조합에서 발간하는 「연안여객 업체현황」과 「연안해운 통계연보」를 이용하였다. 본 연구는 각 관련 기관에서 발표한 기초 데이터의 원자료를 활용하기 위해 노력하였으나, 자료 분류체계의 차이와 이질성 등으로 각 면허 항로 단위로 재정리하여 분석하였다.

IV. 분석결과

1. 기초통계량

본 연구에서 효율성 분석을 위해 활용한 데이터의 기초통계량은 다음 <표 8>과 같다. <표 8>은 해수면 도선과 연안여객선의 각 투입변수 및 산출변수를 종합적으로 측정한 변수별 기초통계량이다. 투입변수 중 선박의 총톤수는 평균 856.2톤으로 규모가 가장 큰 선박은 26,546톤, 가장 작은 선박은 3.8톤으로 확인되었다. 운항 거리는 평균 33.6km, 선박의 평균 속력은 14.0노트로 확인되었다. 또한 산출변수인 연간 수송인원은 최소 12명에서 최대 1,462,468명으로 평균 105,393명으로 확인되었다.

<표 8> 변수별 기초통계량

| 변수 | | 평균 | 표준편차 | 최대값 | 최소값 |
|------|----------|---------|---------|-----------|-----|
| 투입변수 | 선박 총톤수 | 856.2 | 3424.3 | 26,546 | 3.8 |
| | 운항 거리 | 33.6 | 60.6 | 489 | 0.3 |
| | 선박 평균 속력 | 14.0 | 5.8 | 40 | 9.5 |
| 산출변수 | 연간 수송인원 | 105,393 | 191,950 | 1,462,468 | 12 |

9) 연안여객선 항로에 관한 정보는 한국해운조합에서 매년 발간하는 「연안여객 업체현황」을 활용하여 연도별 데이터를 객관적으로 수집할 수 있으나, 도선 항로의 경우 각 항로에 대한 공식적인 연도별 자료를 구할 수 없어 한 개년도로 한정하였다.

본 연구에 활용된 데이터를 해수면 도선과 연안여객선으로 나누어 비교하면 다음 <표 9>와 같다. 도선과 연안여객선 선박의 평균 총톤수는 각각 82.4톤, 1,437톤으로 연안여객선 선박 규모가 더 크다는 것을 확인할 수 있다. 또한 평균 운항 거리는 도선 2.8km와 연안여객선 56.7km, 선박 평균 운항속력은 도선 11.8knot, 연안여객선 15.7knot로 연안여객선이 더 원거리를 빠르게 운항하고 있는 것을 확인할 수 있다. 반면 평균 운항횟수는 도선 3,307회, 연안여객선 2,478회이며, 평균 연간 수송인원은 도선 86,731명, 연안여객선 112,901명임을 확인할 수 있다. 수치상으로 도선은 연안여객선보다 규모가 작은 선박으로 짧은 거리를 많은 횟수로 운항하고 있음을 알 수 있다.

<표 9> 해수면 도선과 연안여객선의 기초통계량 비교

| 변수 | | 평균 | 표준편차 | 최대값 | 최소값 |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-------|
| 해수면 도선 | 선박 총톤수 | 82.4 | 121.9 | 713 | 4.18 |
| | 운항 거리 | 2.8 | 3.2 | 20 | 0.2 |
| | 선박 평균 속력 | 11.8 | 2.5 | 25 | 10 |
| | 연간 수송인원 | 86,731 | 244,809 | 1,462,468 | 12 |
| 연안 여객선 | 선박 총톤수 | 1,437.4 | 4,449.9 | 26,546 | 39 |
| | 운항 거리 | 56.7 | 71.9 | 489 | 4 |
| | 선박 평균 속력 | 15.7 | 6.9 | 40 | 9.5 |
| | 연간 수송인원 | 112,901 | 127,429 | 500,598 | 2,222 |

2. 분석 결과

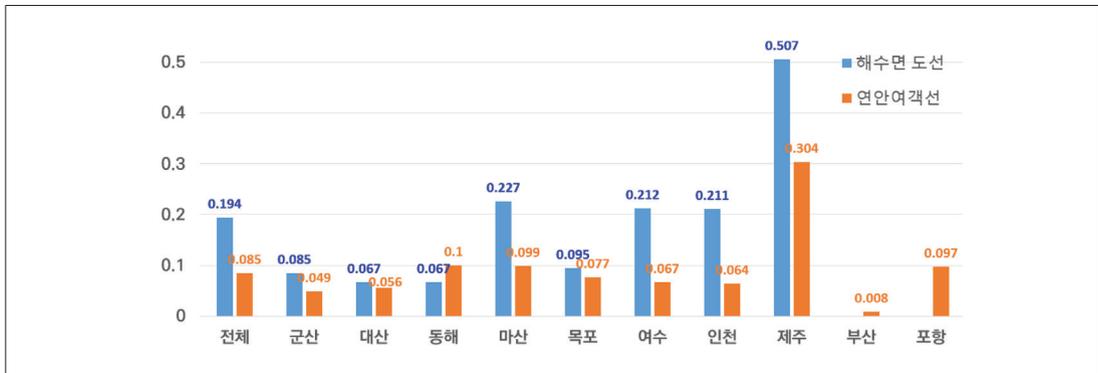
해수면 도선과 연안여객선의 효율성을 분석한 결과는 다음 <표 10>과 같다. 해수면 도선 항로의 평균 효율성은 0.194, 연안여객선 항로의 평균 효율성은 0.085로, 해수면 도선과 연안여객선을 포함한 국내 해상교통 항로 174개의 전체 평균 효율성은 0.132로 측정되었다. 즉, 국내 해상교통 항로의 효율성을 추정한 결과 해수면 도선의 항로 효율성이 연안여객선 항로 효율성보다 높게 추정되어 도선이 더 효율적으로 운영되고 있음을 확인할 수 있었다.¹⁰⁾ 그리고 기존 선행연구 분석 결과와 비교할 때 본 연구의 효율성이 매우 낮게 추정되었으나 이는 분석 대상의 범위의 차이로 판단된다.

10) 해수면 도선과 연안여객선 간 효율성 분석의 차이가 통계적으로 유의한 결과인지를 확인하기 위해 Levene 등분산 검정과 독립표본 t검정을 실시하였다. 먼저 Levene 등분산 검정결과 F값 33.121으로 유의수준 0.01에서 귀무가설이 기각되어 해수면 도선과 연안여객선 간 효율성의 분산은 동일하지 않음을 확인하였다. 또한 독립표본 t검정을 실시한 결과 유의수준 0.01에서 귀무가설이 기각되어 효율성 차이가 유의미함을 확인하였다.

〈표 10〉 해수면 도선과 연안여객선 항로의 평균 효율성 분석 결과

| 구분 | 해수면 도선 | 연안여객선 | 전체 |
|-----|--------|-------|-------|
| 효율성 | 0.194 | 0.085 | 0.132 |

지역적으로 평균 효율성은 다음 〈그림 1〉과 같다. 효율성이 가장 높은 곳은 제주지역으로, 해수면 도선 항로의 운영 효율성은 0.507, 연안여객선의 효율성은 0.304로 제주 항로의 전체 평균 효율성은 0.406으로 분석되었다. 제주 다음으로 지역별 전체 항로의 평균 효율성은 마산(0.163) > 여수(0.140) > 인천(0.138) 순으로 분석되었다.¹¹⁾



〈그림 1〉 지역별 해수면 도선과 연안여객선의 평균 효율성 분석 결과

다음으로 도선과 연안여객선 항로 중 운영 효율성이 높은 주요 항로만을 다음 〈표 11〉과 같이 정리하였다. CCR 효율성 분석 결과, 도선과 연안여객선 전체 항로 중 해수면 도선 3개 항로가 가장 효율적으로 운영되고 있는 것으로 확인되었으며, CCR 효율성이 1인 항로는 BCC 효율성과 규모 효율성 역시 1로 확인되었다. 즉, 측정-봉호(여수), 용암포-내지(마산), 성산-우도(제주) 항로는 효율적인 운영을 하고 있으며, 규모 역시 적절히 운용하고 있는 것을 확인할 수 있다. 이에 비해 국동-경호 외동(여수), 미조-조도-호도(마산) 항로는 BCC 효율성은 1이지만 규모 효율성이 각각 0.944, 0.908로 확인되었다. 이는 규모효과를 고려하면 효율적으로 운용되나, 규모의 효과를 고려하지 않으면 비효율적인 상태를 의미한다.

11) 지역별 효율성 분석의 차이가 통계적으로 유의한 결과인지를 확인하기 위해 Levene 등분산 검정과 ANOVA 검정을 실시하였다. Levene 등분산 검정결과 F값 4.72로 유의수준 0.01에서 귀무가설이 기각되었으며, ANOVA 분석결과 F값 3.79로 유의수준 0.01에서 귀무가설이 기각되어 지역별 효율성 차이가 유의미함을 확인하였다.

〈표 11〉 항로별 운영 효율성 분석 결과

| 구분 | | CCR 효율성 | BCC 효율성 | 규모 효율성 | RTS |
|-----------|--------------------|------------|------------|-----------|-----|
| 해수면 도선 | 축정-봉호(여수) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | CRS |
| | 용암포-내지(마산) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | CRS |
| | 성산-우도(제주) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | CRS |
| | 우도-성산(제주) | 0.984 | 1.000 | 0.984 | CRS |
| | 국동-경호외동(여수) | 0.944 | 1.000 | 0.944 | IRS |
| | 미조-조도-호도(마산) | 0.908 | 1.000 | 0.908 | IRS |
| | 마산크루즈터미널-돌섬터미널(마산) | 0.821 | 0.880 | 0.934 | DRS |
| | 연명-만지도(마산) | 0.521 | 0.712 | 0.732 | IRS |
| | 한림-비양도(제주) | 0.453 | 0.714 | 0.634 | IRS |
| | 박자-반원리(목포) | 0.191 | 1.000 | 0.191 | IRS |
| 연안 여객선 | 모슬포-가파도(제주) | 0.535 | 0.763 | 0.701 | IRS |
| | 산이수동-마라도(제주) | 0.411 | 0.759 | 0.541 | IRS |
| | 모슬포-마라도(제주) | 0.387 | 0.703 | 0.550 | IRS |
| | 일정-당목(목포) | 0.316 | 0.707 | 0.447 | IRS |
| | 화흥포-소안(목포) | 0.285 | 0.882 | 0.324 | IRS |
| | 통영-한산도(마산) | 0.254 | 0.749 | 0.340 | IRS |
| | 삼덕-육지(마산) | 0.250 | 0.647 | 0.386 | IRS |
| | 완도-청산(목포) | 0.228 | 0.694 | 0.328 | IRS |
| | 신기-여천(여수) | 0.225 | 0.988 | 0.228 | IRS |
| | 백야-낭도(여수) | 0.216 | 1.000 | 0.216 | IRS |

또한 연안여객선의 신기-여천(여수)과 백야-낭도(여수) 항로는 비록 CCR 효율성과 BCC 효율성은 0.5 이하로 낮게 추정되었으나, 규모의 효율성은 0.9 이상으로, 비록 항로는 비효율적으로 운영되고 있지만, 항로 규모 면에서는 효율적임을 확인할 수 있다.

규모의 수익성(RTS)은 IRS 항로 122개(70.1%), DRS 항로 1개(0.6%), CRS 항로 51개(29.3%)로 나타났다. 이중 해수면 도선은 IRS 항로가 33개(44.6%), DRS 항로가 1개(1.4%), CRS 항로가 40개(54.1%)로 나타났으며, 연안여객선은 IRS 항로가 89개(89.0%), CRS 항로가 11개(11.0%)로 나타났다. 규모 수익성이 IRS인 항로는 현재 규모가 효율성 측면에서 작은 상태이며, 규모 증가를 통해 수익성의 향상을 기대할 수 있는 항로를 의미한다. 반대로 DRS인 항로는 현재 규모가 효율성 측면에서 큰 상태로, 규모 축소를 통해 수익성 향상을 기대할 수 있는 항로를 의미한다.

장철호·이정우(2024)에 따르면 현재 운영되고 있는 연안여객선은 규모의 경제가 존재하지 않는다고 분석되었으나, 본 연구 결과 도선과 연안여객 전체 항로 중 122개 항로(70.1%) 특히 연안여객선 89개

항로(89.0%)가 규모에 대한 수익 증가의 특성이 있는 것으로 확인된 점을 종합하면 국내 해상교통의 항로 운영 효율성을 증가시키기 위해서는 현재 항로를 적정 규모로 재조정하는 것이 여객선사의 경영에 도움이 될 것으로 판단된다.

〈표 12〉 규모 효율성 분석 결과

| 구분 | IRS | DRS | CRS | 합계 |
|--------|-----------------|--------------|----------------|------------------|
| 해수면 도선 | 33개 (44.6%) | 1개 (1.4%) | 40개 (54.1%) | 74개 (100.0%) |
| 연안여객선 | 89개 (89.0%) | - | 11개 (11.0%) | 100개 (100.0%) |
| 합계 | 122개 (70.1%) | 1개 (0.6%) | 51개 (29.3%) | 174개 (100.0%) |

일반적으로 효율성을 향상시키는 방법으로는 동일한 산출물 생산을 위해 투입을 감소시키거나, 동일한 투입으로 더 많은 산출물 생산하는 것이다. 이 중 본 연구와 같은 항로의 운영 효율성 향상은 동일한 산출물 생산을 위해 투입을 감소시키는 방법이 적당하며, 이를 위해 자료포락분석 모형의 슬랙(slack) 분석으로 가능하다. 도선과 연안여객선 항로 중 효율성이 높은 〈표 11〉의 항로를 대상으로 개선 방안을 살펴보면 다음 〈표 13〉과 같다. 분석 결과, 도선 항로 중 우도-성산 항로는 평균 속력 3.1% 감소, 국동-경호 외동 항로는 선박 총톤수를 45.4%, 평균 속력 23.4% 감소시키면 효율적인 목표에 도달할 수 있을 것으로 확인되었다. 또한 미조-조도-호도 항로는 항로거리 26.2% 감축과 평균 속력 30.3% 감소, 박지-반월리 항로는 항로거리와 평균 속력 각각 11.5% 감소 시 효율성이 향상될 것으로 기대되었다. 그리고 연안여객 항로 중 화흥로-소안 항로는 선박 총톤수 13.7%와 항로거리 25.7%를 감축하면 효율성이 향상될 것으로 기대된다. 다만, 자료포락분석의 슬랙분석은 효율성을 높이기 위한 참고자료일 뿐 현장에 직접적으로 적용하기는 어려운 측면이 있다. 연안여객 항로의 경우 대부분 항로 거리 감축이 운영 효율성 향상에 도움이 되는 것으로 분석되었으나, 현장에서는 항로 면허제로 선사 임의로 항로 거리를 단축하는데 어려움이 있다.

〈표 12〉 항로의 효율성 향상을 위한 개선 방안

| 구분 | 총톤수 | 항로 거리 | 평균 속력 | |
|--------|--------------------|--------|--------|--------|
| 해수면 도선 | 우도-성산(제주) | - | - | -3.1% |
| | 국동-경호외동(여수) | -45.4% | - | -23.4% |
| | 미조-조도-호도(마산) | - | -26.2% | -30.3% |
| | 마산크루즈터미널-돌섬터미널(마산) | - | - | -26.1% |

| 구분 | | 총톤수 | 항로 거리 | 평균 속력 |
|-----------|--------------|--------|--------|--------|
| 해수면 도선 | 연명-만지도(마산) | - | - | -16.5% |
| | 한림-비양도(제주) | - | - | -13.5% |
| | 박지-반월리(목포) | - | -11.5% | -11.5% |
| 연안 여객선 | 모슬포-가파도(제주) | | -24.2% | - |
| | 산이수동-마라도(제주) | | -25.7% | - |
| | 모슬포-마라도(제주) | | -26.3% | - |
| | 일정-당목(목포) | | -16.8% | - |
| | 화흥포-소안(목포) | -13.7% | -25.7% | - |
| | 통영-한산도(마산) | | -21.6% | - |
| | 삼덕-욕지(마산) | | -22.1% | - |
| | 완도-청산(목포) | -7.9% | -20.4% | - |
| | 신기-여천(여수) | -11.5% | -16.9% | - |
| | 백야-낭도(여수) | - | -19.5% | - |

V. 결론

본 연구는 해수면 도선 항로를 중심으로 운영 효율성을 분석하고자 하였다. 특히 연구 대상에 연안여객선 항로를 포함하여 국내 해상교통 항로 전반에 대한 효율성 분석을 진행하였다. 이를 위해 효율성 분석에 주로 활용되고 있는 자료포락분석 모형을 이용하였으며, 그 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 도선과 연안여객선 항로 총 174개의 운영 효율성을 측정한 결과, 평균 효율성은 0.132로 분석되었다. 이 중 도선 항로의 평균 운영 효율성은 0.194로 연안여객선 항로의 평균 운영 효율성 0.085보다 더 크게 측정되어 도선 항로가 연안여객선 항로보다 더 효율적으로 운영되고 있음을 확인하였다.

둘째, 지역별 항로의 평균 운영 효율성은 제주지역이 0.406으로 가장 높게 측정되었으며, 다음으로 마산, 여수, 인천지역 순으로 분석되었다.

셋째, 개별 항로별 효율성을 측정한 결과 총 174개 항로 중 축정-봉호, 용암포-내지, 성산-우도 항로가 가장 효율적인 항로로 평가되었으며, 규모효과를 고려하면 국동-경호 외동 항로와 미조-조도-호도 항로가 효율적인 항로에 포함되었다.

넷째, 항로의 규모에 대한 수익성 특성을 확인한 결과 총 174개 항로 중 122개 항로가 규모의 수익에 대한 증가, 즉 투입량을 증가시킬 경우 투입 대비 산출량이 투입 증가량보다 더 크게 증가할 수 있는 상태로 확인되었으며, 51개 항로가 규모의 수익에 대한 불변 즉, 규모 측면에서 현재 상태가 적절한 상태이고, 1개 항로가 규모의 수익에 대한 감소 특성이 있는 것으로 확인되었다.

다섯째, 자료포락분석 모형의 슬랙분석으로 각 항로별 효율성 향상을 위한 개선 방안을 도출하였으

며, 도선 항로의 경우 평균 운항 속력 감소 그리고 연안여객 항로의 경우 항로 거리 감축이 전반적으로 효율성 향상에 도움이 되는 것으로 분석되었다.

본 연구는 그동안 국내 해상교통 관련 연구가 연안여객 항로에 한정되어 진행된 연구 범위를 도선 항로로 확장하였다는 점에서 가장 큰 의의가 있다. 하지만 본 연구 역시 자료 수집의 한계로 2023년에 한정되어 연구가 진행되었다. 또한, 본 연구에서 활용한 자료포락분석은 데이터의 이상값에 대한 민감성과 효율성 측정 시 통계적 오차를 확인하지 못하는 모형 상의 한계, 그리고 각 항로별 특성을 효율성 분석에 반영하지 못하는 단점이 있음에도 불가피하게 사용한 한계가 있다. 따라서 본 연구의 결과로 제시된 효율성은 절대적인 수치가 아니며, 분석 시 변수의 변경, 데이터 처리 방법 및 분석 기간 등에 따라 변경될 수 있음을 밝혀둔다.

도선 항로에 대한 신뢰성 있는 시계열 데이터 수집 및 축적으로 향후 도선에 대한 보다 체계적이고 다양한 연구가 진행될 수 있기를 기대해본다.

■ 참고문헌 ■

- 김태일·박성화·류희영(2020). 『내항여객운송항로 정책 발전방안 연구』, 한국해양수산개발원.
- 장명희(2010). “연안여객 항로별 운영효율성 분석”, 『물류학회지』, 20(5) : 217-242.
- 박성훈·여기태(2020). “부정산출요소(Undesirable variable)를 고려한 연안여객업 효율성 분석에 관한 연구”, 『해운물류연구』, 36(1) : 1-18.
- 여기태·조건식·이진규·왕영(2014). “국내 해상관광 항로활성화를 위한 효율성 분석에 관한 연구”, 『국제상학』, 29(4) : 245-262.
- 이충우·배후석·신용준(2020). “연안여객터미널 경영 효율성 평가 및 개선에 관한 연구”, 『한국항만경제학회지』, 36(3) : 1-20.
- 조건식·여기태(2013). “DEA와 Malmquist지수를 이용한 연안여객 항로 운영 효율성 분석”, 『로지스틱스연구』, 21(4) : 67-85.
- 장철호(2023). 『섬 해상교통 사각지대 해소방안 연구 : 행정선 및 유도선 활용을 중심으로』, 한국섬진흥원.
- 장철호(2023). “국내 연안여객 항로의 효율성 분석 - 인천지역 항로를 중심으로”, 『GRI 연구논총』, 25(4) : 195-214.
- 장철호·이정우(2024). “연안여객 수요와 운임 결정요인 분석”, 『한국항만경제학회지』, 40(1) : 119-131.

정문석·이수현·김재윤(2022). “DEA모형을 활용한 연안여객항로의 효율성 분석”. 『비즈니스융복합연구』, 7(4) : 35-40.

한국해운조합(2023). 『연안여객 업체현황』, 한국해운조합.

행정안전부(2023). 『2023년 유도선 현황』내부자료, 행정안전부.

Aigner, D. & Chu, S. (1968). “On Estimating the Industry Production Function”, *American Economic Review*, 58: 826-839.

Banker, R.D., Chang, H. and Cooper, W.W. (1996). “Simulation Studies of Efficiency”, *Returns to Scale and Misspecification with Nonlinear Functions in DEA, Annals of Operations Research*, 66: 233-253.

Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”. *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.

Coelli, T. (1996). “A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation”, *Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, CEPA Working Paper*, 96/07.

Coelli, T., Rao, D., O'Donnell, C. & Battese, G. (2005). “An introduction to efficiency and productivity analysis(2nd ed.)”, New York : Springer.

Farrell, M. J. (1957). “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of Royal Statistical Society*, 120(3): 253-290.

Greene, H. W. (1990). “A Gamma-Distribution Stochastic Frontier Models”, *Journal of Econometrics*, 46 : 141-164.

Schmidt, P. & Lovell, A. K. (1979). “Estimation Technical and Allocative Inefficiency Relative to Stochastic Production and Cost Frontiers”, *Journal of Econometrics*, 9(3): 343-366.

원 고 접 수 일 | 2024년 6월 5일

심 사 완 료 일 | 2024년 8월 2일

최종원고채택일 | 2024년 8월 16일

장철호 jchulho@kidi.re.kr

2018년 고려대학교에서 경제학 박사학위를 받았다. 현재는 한국섬진흥원 연구기획팀에서 팀장으로 재직 중이다. 주요 연구분야는 해상교통 및 물류로, 수요예측, 효율성 분석, 경제성 분석을 수행하고 있다. 2024년 정책연구과제로 “섬 지역 해상 수요응답형 교통체계 도입 방안”을 연구 중이며, 연안여객 관련 논문으로는 “연안여객 수요와 운임 결정요인 분석”(2024), “국내 연안여객 항로의 효율성 분석 - 인천지역 항로를 중심으로”(2023), “국내 해상교통의 네트워크 분석 연구 - 연안여객 항로를 중심으로”(2023) 등이 있다.