

# 국내 연안여객 항로의 효율성 분석 - 인천지역 항로를 중심으로

장 철 호\*

본 연구는 국내 연안여객 항로를 대상으로 모수적 접근법인 확률변경분석을 활용하여 운영 효율성을 측정하였다. 분석은 현재 운항 중인 연안여객 총 76개 항로를 대상으로 2019년부터 2022년까지 4개년 데이터를 활용하였으며, 산출변수는 연간 운송인원, 그리고 투입변수로 선박 총톤수, 항로 거리, 선박 평균속력, 투입 선박 수, 결손 보조금, 선원 수를 사용하였다. 분석결과, 전국 연안여객 항로의 운영 효율성은 2019년 0.747에서 2022년 0.812로 분석 기간 전체 평균 효율성은 0.757로 분석되었다. 지역별 연안여객 항로의 평균 효율성을 확인한 결과 인천지역 항로는 2019년 0.667에서 2022년 0.752로 다소 향상되었으나, 연구대상 9개 지역 중 6번 째로 전국 평균 효율성보다 낮은 것으로 분석되었다. 인천지역 항로의 주된 비효율 원인으로는 운송 수요 대비 현재 운항 중인 선박 규모가 크며, 중간 기항지의 경유가 많기 때문으로 확인되었다. 따라서 향후 항로의 효율성을 개선하고 연안여객선사의 경영 여건 개선을 위해서는 신규 선박 투입계획 수립 시 보다 과학적이고 체계적인 수요예측이 전제되어 과잉 중복투자를 예방해야 할 것이다. 또한 여러 중간 기항지를 경유하는 현재 항로를 직접 연결하는 등 항로 개선 노력도 필요하다.

주제어 \_ 연안여객 항로, 인천지역 항로, 효율성 분석, 확률변경분석

\* 한국섬진흥원 진흥사업팀 부연구위원(단독저자)

# Efficiency Evaluation of Domestic coastal passenger routes in Korea

## – Focusing on Incheon area routes

Jang, Chulho\*

---

This study measured the operational efficiency of domestic coastal passenger routes using the parametric approach of stochastic frontier analysis. This study analyzed 76 coastal passenger routes currently in operation and used four years of data from 2019 to 2022. As a result of the analysis, the operational efficiency of national coastal passenger routes were analyzed to increase from 0.747 in 2019 to 0.812 in 2022. Next, the efficiency of Incheon area routes was analyzed to be 0.752 in 2022 from 0.667 in 2019, which is lower than the national average efficiency. The main factors for the inefficiency of the Incheon area routes were analyzed to be the use of ships with a larger size than the transportation demand that pass through several intermediate ports. Therefore, to improve the operating conditions of coastal passenger carriers, it is necessary to prevent excessive duplication of investment and improve routes that directly connect ports.

**Key words** \_ coastal passenger route, incheon area route, efficiency analysis, stochastic frontier analysis

---

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

# 1. 서론

우리나라는 3,382개의 크고 작은 섬으로 구성되어 있으며, 이 중 467개 섬에 약 41만 가구 82만 3,600명<sup>1)</sup>의 주민이 거주하고 있다. 섬 지역은 육지와 비교하여 인구소멸, 경제 침체 등 사회·경제적 문제가 더 심각하며, 그 원인의 핵심에는 해상교통이 있다.

섬 주민이 육지 혹은 인근 거점 섬으로 이동하는 유일한 수단은 선박이며, 대표적으로 연안여객선이 있다. 2020년 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」(이하 대중교통법) 개정으로 연안여객선은 도선과 함께 대중교통으로 편입되었으나 개정안을 반영한 제4차 대중교통 기본계획(국토부, 22년)에서는 연안여객에 관한 내용은 거의 반영되지 못하였다. 연안여객 이용자 수가 많지 않아 경제성이 없다는 경제적 논리에 따라 정책적 우선순위에서 육상의 대중교통에 비해 소외되었고, 이에 연안여객선의 낙후성 심화와 불편 가중, 연안여객 수요 감소, 연안여객선사의 재정 악화, 연안여객에 대한 재투자 감소, 다시 낙후성 심화로 이어지는 악순환이 반복되고 있다.

정부는 섬 주민의 고령화와 섬의 국가적 전략 가치 등을 종합적으로 고려하여 섬 지역 활성화를 지원하는 국정과제와 관련 부처의 업무계획<sup>2)</sup>을 수립하여 연안여객의 현 상황을 개선하기 위해 노력하고 있다. 그러나 대규모의 예산이 지속적으로 투입되는 지원 정책은 정부에게 부담이 되는 반면, 개별 연안여객선사는 더욱 적극적인 지원을 요구하고 있다.

연안여객선에 대한 예산지원에 앞서 여객선사의 수익 창출 근원이 되는 항로 운영을 진단하고, 비효율의 원인을 제거함으로써 여객선사 스스로 지속가능한 성장의 토대 마련이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 연안여객 항로의 효율성을 분석하고, 연안여객 항로의 비효율성 원인을 확인함으로써 관련 정책에 대한 시사점을 얻고자 한다. 분석은 전국 연안여객 항로를 대상으로 먼저 효율성을 분석하고, 최근 섬 지역 주민의 정주여건 개선을 위해 완전공영제가 검토되고 있는 인천지역을 중심으로 확인하도록 한다. 분석을 위해 효율성 모형 중 모수적 추정 방법인 확률변경분석(Stochastic Frontier Analysis ; SFA)을 활용하도록 한다. 연안여객 항로의 효율성을 분석한 기존 선행연구에서는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis ; DEA)을 활용하여 상대적 효율성을 분석하였으나, 본 연구에서는 확률

1) 행정안전부 유인섬 현황자료(2022년 12월 31일 기준)를 활용하였다.

2) 국정과제에는 41 해양영토 수호 및 지속 가능한 해양 관리(해수부), 120 지방소멸방지, 균형발전 추진체계 강화(산업부·행안부)가 있으며 해양수산부 23년 업무계획으로 5 섬과 연안 소외계층과 낙후지역도 행복하게, 행정안전부 23년 업무계획으로 2 활력 넘치는 지방시대 2. 기회균등을 위한 지역균형발전 추진, 국토교통부 23년 업무계획으로 3 국민 편의와 미래산업기반인 교통혁신 실현이 있다.

변경분석을 적용하여 항로의 절대적 효율성을 추정하였다는 점에서 그 의의가 있다.

본 연구는 다음과 같이 구성하였다. 제Ⅱ장에서는 추정을 위한 효율성 모형을 간략히 설명하도록 하고, 제Ⅲ장에서는 기존 선행연구를 기반으로 분석에 활용할 투입변수와 산출변수를 선정하였다. 또한 분석에 사용된 자료를 설명하였다. 그리고 제Ⅳ장에서는 기초통계량을 포함하여 실증분석 결과를 제시하였으며, 마지막으로 제Ⅴ장에서는 결론과 향후 연안여객 항로의 효율성 향상을 위한 시사점을 제시하였다.

## Ⅱ. 연구모형

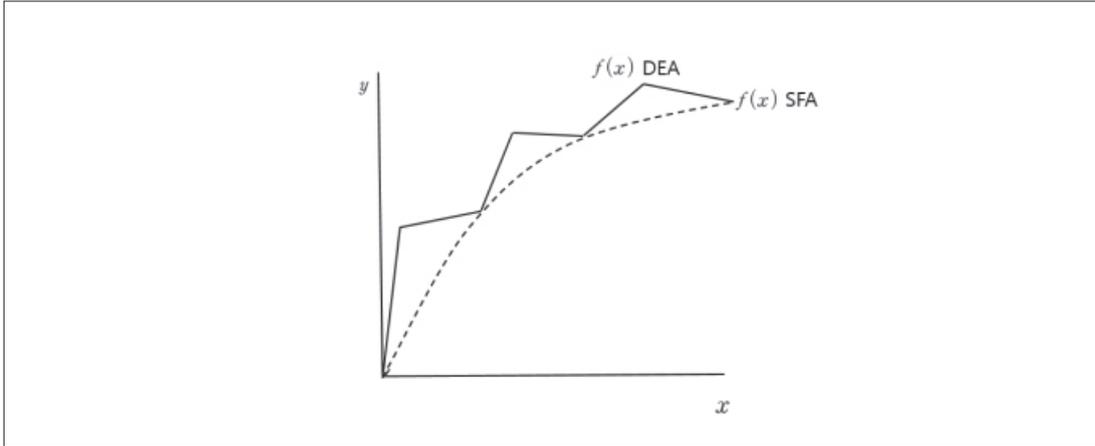
### 1. 효율성 분석

효율성은 투입한 자원 대비 산출 실적의 비율로, 높은 효율성은 투입 대비 더 높은 실적을 거두었거나 혹은 동일한 실적을 얻는데 더 적은 투입이 가능하다는 것을 의미한다. 따라서 효율성 분석은 한정된 자원을 적절하게 배분하고 활용하여 최대의 산출을 끌어내고 있는지를 확인할 수 있다. 또한 연구자는 투입과 산출변수를 활용하여 실적에 대한 종합적인 분석이 가능하므로 향후 구체적인 개선 방향을 수립할 수 있다는 점에서 유용한 지표로 활용될 수 있다.

본 연구에서는 연안여객 항로의 효율성을 연안여객선사가 관광객과 도시민을 육지 혹은 인근 섬 지역 기항지에서 다른 섬 지역 기항지로 이동시키는 과정에서 투입되는 투입물과 이에 따른 산출물 간 비율로 정의한다. 즉, 연안여객 항로의 효율성에 경제학적 개념인 ‘투입 대비 산출’을 적용하여 육지와 섬 지역 간 이동을 위해 투입되는 요소와 이에 따른 산출 요소를 계량적으로 측정하여 비교하도록 한다.

효율성 분석은 모수 추정 여부에 따라 비모수적 방법(distribution free method)과 모수적 방법(parametric method)으로 구분된다. 기존 선행연구는 비모수적인 자료포락분석 방법을 활용하여 투입변수와 산출변수 간 생산함수 및 분포를 분포를 가정하지 않기 때문에 다수의 변수를 동시에 활용할 수 있는 장점이 있다. 하지만 자료포락분석의 경우 각 항로에 따라 발생하는 개별 비효율 오차를 구분할 수 없어 효율성 분석 결과의 정확도가 낮고, 이상치(outlier)에 민감하게 반응하는 단점이 있다. 반면 본 연구에서 활용한 확률변경분석은 이와 같은 자료포락분석의 문제를 보완할 수 있어 최근 많은 연구에서 활용되고 있다.

〈그림 1〉 자료포락분석과 확률변경분석에 따른 효율성 분석 비교



출처 : Coelli T, Rao D, O'Donnell C, Battese G.(2005)

## 2. 확률변경분석

Aigner and Chu(1968)이 확률변경분석 모형을 제시한 이후 Schmidt and Lovell(1979), Greene(1990), Coelli(1996) 등에 의해 발전하였다.

본 연구는 Coelli(1996)가 제시한 모형을 참고하여 연안여객 항로의 효율성 분석을 위한 모형을 구성하였다. 연안여객 항로를 운항하는 선사는 항로  $i$ 운항을 위한 투입물과 산출물의 관계를 다음 식(1)과 같이 표현할 수 있다.

$$Y_i = f(K_i, L_i) \tag{1}$$

여기서  $Y_i$ 는 항로별 운항 성과(산출),  $K_i$ 는 연안여객선을 운항하기 위해 투입되는 자본 요소 그리고  $L_i$ 는 연안여객선 운항을 위해 투입되는 노동 요소를 의미한다. 식(1)을 Coelli(1996)의 확률 프런티어 모형을 참고하여 확률변경 생산함수로 전환하면 식(2)와 같다.

$$Y_i = f(K_i, L_i; \beta) \cdot \exp(v_i) \cdot \exp(u_i), \quad i = 1, 2, \dots, N \tag{2}$$

여기서  $v_i$ 는 독립적이고, 정규분포( $N(0, \sigma_v^2)$ )를 갖는 확률오차로 연안여객선사의 의도와 관계없이 별도로 발생하는 임의적인 충격을 의미한다. 또한  $u_i$ 는 0 또는 양(+)<sup>1</sup>의 범위를 갖는 임의 분포로 항로의

비효율을 의미하며, 연안여객선사가 주어진 투입물로 최적의 산출물, 즉, 운영 실적을 달성하였는지를 확인할 수 있는 항이다. 따라서  $u_i = 0$  인 경우에는 최적으로 여객을 운송하고 있어 운영 효율성이 1로 측정되며,  $u_i > 0$  인 경우 운항의 비효율이 존재하여 운영 효율성은 1 미만으로 측정된다.

분석을 위해 식(2)을 양변에 로그를 취하여 정리하면 다음 식(3)과 같다.

$$\ln Y_i = \ln f(K_i, L_i; \beta) + v_i - u_i, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

확률변경분석은 생산함수와 분포를 가정하므로 본 연구는 생산함수를 콥더글라스 생산함수(Cobb-Douglas production function)로 가정하고 효율성 분석 전 이에 대한 사전 검증을 실시한다.

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \sum_k^K \alpha_k \ln X_{ki} + v_i - u_i \quad (4)$$

여기서  $X$ 는 종속변수  $Y$ 에 영향을 주는 독립변수로 본 연구의 투입요소를 의미한다. 관측값의 확률오차  $v_i$ 가 존재하는 상태에서 비효율 오차항  $u_i$ 의 조건분포 파라미터를 분석하도록 하며, 이때 비효율성은 다음 식(5)과 같다.

$$\begin{aligned} TE_i &= \frac{Y_i}{f(X_i; \beta) \cdot \exp(v_i)} = \frac{f(X_i; \beta) \cdot \exp(v_i) \cdot \exp(-u_i)}{f(X_i; \beta) \cdot \exp(v_i)} \\ &= \exp(-u_i), \quad u_i \geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

여기서  $TE_i$ 는 확률오차에서 비효율 오차항의 조건부 확률밀도 함수로  $\exp(-u_i)$ 의 조건부 기대치로 측정된다. 따라서  $TE_i$ 의 범위는 최소 0과 최대 1 사이 값으로,  $u_i = 0$ 인 경우  $TE_i = 1$ 로 효율적이며,  $u_i \neq 0$ 은 그 값의 크기가 비효율의 크기가 된다. 다시 정리하면 본 연구에서는 확률변경함수로 콥-더글라스 생산함수를 가정하여 추정 계수와 효율성을 추정하도록 한다. 분석에는 통계프로그램 R 4.2.3버전을 사용하였다.

### III. 연구설계

#### 1. 선행연구의 투입변수와 산출변수 검토

국내외 해운 및 항만에 대한 효율성 연구는 활발하게 진행되었으나, 연안여객의 효율성에 관한 선행 연구는 많지 않다. 연안여객과 관련한 선행연구를 살펴보면 <표 1>과 같이 분석 대상에 따라 크게 항로, 여객선사, 여객터미널로 구분할 수 있으며, 본 연구의 대상과 동일한 항로의 효율성에 관한 선행 연구는 다음과 같다.

<표 1> 연안여객 관련 선행연구

연구	대상	분석방법	주요 내용(데이터)
장명희(2010)	항로	CCR, BCC	연간수송실적 상위 50개 항로(2009년)
조건식·여기태(2013)		CCR, BCC, Malmquist	14개 지역 항로(2007-2012년)
여기태 외(2014)		CCR, BCC, Malmquist	26개의 관광항로(2007-2012년)
김태일·박성화(2022)		CCR, BCC, Window	90개 항로(2015-2019년)
정문석 외(2022)		CCR, BCC	22개 항로(2017-2020년)
장철호(2018)	여객선사	CCR, BCC, DEA-Window, Malmquist	26개 연안여객선사(2011-2016년)
박성훈·여기태(2020)		SBM-Window, Undesirable DEA-Window	9개 지방청, 1개 관리단(2007-2016년)
이종우외(2020)	여객터미널	BCC	15개 여객터미널(2017년)

장명희(2010)은 연간수송실적 상위 50개 항로를 대상으로 2009년 운영 효율성을 분석하였다. 분석 결과, 안골-간곡, 진리-정암, 목포-외달 등 총 5개 항로의 운영효율성이 가장 높은 것으로 분석되었다. 조건식·여기태(2013)는 연안에 인접한 14개 지역을 대상으로 2008년부터 2013년까지 데이터를 활용하여 항로 운영 효율성을 분석하였다. 분석결과, 마산과 완도 항로가 효율성이 높은 것으로 분석되었으며, 직항로 개설 및 최신 여객선 투입 등 투입요소 증가를 위한 정부의 지원 노력을 요청하였다. 여기태외(2014)는 총 26개의 관광항로를 대상으로 2007년부터 2012년까지의 항로 효율성을 분석하였다. 분석결과, 모슬포-마라도 항로가 효율적인 항로로 분석되었으며 관광항로 활성화를 위해 선박금융제도 지원 및 공적지원 확장 등 정부의 적극적인 지원정책을 요청하였다. 김태일·박성화(2022)는 국내 90개 항로를 대상으로 2015년부터 2019년까지 데이터를 활용하여 동태적으로 운영 효율성을 분석

하였다. 연구 대상인 90개의 항로는 일반항로 65개, 보조항로 25개를 대상으로 하였다. 분석결과, 효율성은 분석기간 동안 59.7%에서 58.1%로 소폭 감소한 것으로 분석되었으며, 항로의 비효율은 규모가 아닌 순수기술효율성에 기인한 것으로 분석되었다. 정문석 외(2022)는 국내 22개 연안여객 항로를 대상으로 2017년부터 2020년까지의 운영 효율성을 분석하였다. 분석 대상인 22개 항로는 당초 연간수송 실적 상위 50개 항로를 대상으로 하였으나, 자료 확보 및 항로의 연속성 등을 고려하여 22개 항로를 선정하였다. 분석결과, 항로 효율성은 32%~36%로 분석되었으며, 비효율의 원인은 규모의 최적화가 이루어지지 않았기 때문으로 분석되었다.

본 연구의 투입변수와 산출변수 선정을 위해 선행연구에서 활용한 변수를 살펴보면 다음 <표 2>와 같다. 장명희(2010)은 투입변수로 선박 총톤수, 운항 거리, 선박 평균속력을 활용하였으며, 산출변수로는 연안 수송실적을 활용하였다. 조건식·여기태(2013)와 여기태 외(2014) 역시 장명희(2010)와 동일하게 투입변수로 선박 총톤수, 운항 거리, 선박 평균속력을 활용하였으며, 산출변수로는 연안 수송실적을 활용하였다. 다음으로 김태일·박성화(2022)은 투입변수로 선박 총톤수, 운항 거리, 운항 횟수를 활용하였으며, 산출변수는 일반 관광객 운송인원과 도서민 운송인원을 활용하였다. 마지막으로 정문석 외(2022)는 투입변수로 선박 총톤수, 운항 거리, 선박 평균속력을 사용하였으며, 산출변수는 연간 수송 실적, 매출액, 운항률을 사용하였다.

<표 2> 항로 효율성 관련 선행연구의 투입변수와 산출변수

연구	투입변수	산출변수
장명희(2010)	선박 총톤수, 운항 거리, 선박 평균속력	연안 수송실적
조건식·여기태(2013)	선박 총톤수, 운항 거리, 선박 평균속력	연안 수송실적
여기태 외(2014)	선박 총톤수, 운항거리, 선박 평균속력	연안 수송실적
김태일·박성화(2022)	선박 총톤수, 운항 거리, 운항 횟수	일반인 운송실적, 도서민 운송실적
정문석외(2022)	선박 총톤수, 운항 거리, 선박 평균속력	연간 수송실적, 매출액, 운항률

## 2. 변수 선정

효율성 분석에 있어 변수의 선택은 전체적인 분석 결과에 영향을 미치므로 투입변수와 산출변수의 선정은 무엇보다 중요하다.<sup>3)</sup> 본 연구에서는 기존 선행연구를 고려하여 투입변수와 산출변수를 선정하였다.

3) 분석의 신뢰성을 향상시키기 위해 변수 선정 시 다음의 사항을 유념한다. 첫째, 투입과 산출 과정을 설명하는 개념적 모형을 변수 선정을 위한 근거로 사용해야 하며, 둘째, 회귀분석에서의 독립변수 간 다중공선성 문제를 피하기 위해 변수 간 독립성이 유지되어야 한다.

투입변수는 항로 운항을 위해 투입된 자본적 요소와 노동적 요소로 구분하여 설정하였다. 자본적 요소는 주로 선박과 관련한 요인으로 선박 총톤수, 운항 거리, 평균속도, 투입 선박 수, 결손 보상금을 선정하였으며, 노동적 요소로는 선박 운항에 투입된 선원 수로 선정하였다. 산출변수는 항로별 연간 수송 실적을 선정하였다.

〈표 3〉 변수 선정

구분		변수명	단위	설명
투입 요소	자본	선박 총톤수	G/T	운영 중인 연안여객선의 크기
		운항 거리	km	출발 기항지에서 최종 기항지까지의 거리
		선박 평균 속력	knot	연안여객선의 항로 운항 평균 속력
		투입 선박 수	척수	항로에 투입되는 연안여객선 수
	노동	결손 보조금	만원	보조항로에 대한 운항결손 보조금액
산출요소		선원 수	명	운영 중인 선박에 투입되는 선원 수
		연간 수송인원	명	운영 중인 선박의 연간 수송 인원

선박 총톤수(Gross Tonnage, G/T)<sup>4)</sup>는 선박 크기를 나타내는 지표로 현재 항로에 투입된 선박의 용적 크기를 나타내는 톤수이다. 운항 거리는 각 항로별 거리로 출발 기항지에서 최종 기항지까지의 거리를 합산하여 산출하였으며, 단위는 킬로미터(km)이다. 다음으로 선박 평균 속력은 항로별로 선박이 운항하는 평균 속력으로 단위는 노트(knot)이다. 투입선박 수는 특정 항로에 투입되는 총 선박의 수로 단위는 척수이다. 결손 보조금은 보조항로에 대한 운항결손 보조금액으로 단위는 만원이다. 결손 보조금은 연안여객선사 입장에서는 선박 운항의 투입요소가 아닐 수 있으나 사회 전체적인 입장에서 국민의 이동 교통권 보장을 위해 국가에서 예산을 투입하고 있으므로 이를 투입요소로 고려하였다.

산출변수인 연간 수송인원은 일반 관광객과 도서민 운송인원을 합하여 산출하였으며 단위는 명이다.

### 3. 분석 대상 및 데이터

분석 대상은 국내 연안여객 항로이며, 분석 기간은 2019년부터 2022년까지 총 4년으로 선정하였다. 분석 기간 중 사업의 수익성 등의 이유로 폐지 혹은 운영이 중단된 항로는 분석 대상에서 제외하였다. 또한 사업자의 변경 등 기타 사유로 데이터의 신뢰성이 낮은 항로와 분석을 위해 필수적으로 요구되는

4) 선박 총톤수는 상갑판 이하의 모든 공간과 상갑판 위의 모든 밀폐된 장소의 용적에서 선박 안전과 위생을 위한 장소의 용적을 제외하여 산출하며, 일반적으로 관세, 등록세, 도선료 등의 과세와 수수료 산출 기준이 된다.

정보가 부족한 항로 역시 분석 대상에서 제외하였다. 최종적으로 본 연구는 2022년 말 기준 101개 항로 중 25개 항로를 제외한 76개 항로만을 분석 대상으로 선정하였다.

분석을 위한 기초 데이터는 한국해운조합에서 매년 발간하는 「연안여객 업체현황」을 이용하였으며, 항로별 기항지 정보는 「연안해운 통계연보」를 이용하였다. 그리고 선박의 선원 수 정보는 해양수산부에서 운영하는 「해운항만물류정보시스템(PORT-Management Information System)」을 이용하였다. 추가적으로 본 연구는 최대한 기초 데이터의 원자료를 활용하기 위해 노력하였으나, 자료의 이질성과 미분류 등이 발생한 경우는 각 항로를 기준으로 재정리하였다. 우선 항로별로 예비 수요에 대응하기 위해 부정기적으로 투입이 되는 예비선은 제외하였으며, 부분 보조항로<sup>5)</sup>는 보조항로로 분류하였다. 또한 1개의 선박이 2개 이상의 별도 항로<sup>6)</sup>를 동시에 운항하고 있으나 해당 항로 모두 보조항로로 지정된 경우 국가에서 지원하는 결손 보조금은 선박을 기준으로 통계가 집계되어 항로별 보조금 현황을 확인할 수 없다. 이런 경우에는 각 항로의 운항 횟수에 비례하여 보조금을 배분하였다.

## IV. 분석결과

### 1. 기초통계량

분석 데이터의 기초통계량은 다음 <표 4>와 같다. 투입변수부터 살펴보면, 국내 연안여객선의 총톤수는 평균 1,741.7톤으로 규모가 가장 큰 선박은 26,546톤, 규모가 가장 작은 선박은 20.6톤으로 나타났다. 운항 거리는 평균 72.4km, 평균 속력은 평균 17.5 노트이며, 투입 선박 수는 항로 당 평균 1.5척으로 나타났다. 그리고 결손 보조금은 평균 136.7만원으로 나타났으며, 연안여객선 운영을 위해 고용된 선원 수는 항로 당 평균 6.1명으로 나타났다. 또한 산출변수인 연간 수송인원은 최소 2,080명에서 최대 741,658명으로 평균 121,650명으로 나타났다.

5) 부분 보조항로는 일반항로를 운항 중인 연안여객선이 섬 주민의 교통권 보장을 위해 소외도서를 기항하도록 국가에서 보조금을 지급하여 운항하게 하는 항로를 의미한다.

6) 마산청의 통영-두미항로와 통영-삼천포 항로에 바다누리호가 운영되고 있으며, 목포청의 이목-당사 항로와 이목-남성 항로에 섬사랑 1호가 운영되고 있으며, 해당 항로는 국가에서 선박 단위로 보조금을 지원하고 있다.

〈표 4〉 기초통계량

변수		평균	표준편차	최대값	최소값
투입	선박 총톤수	1,741.7	4,845.6	26,546.0	20.6
	운항 거리	72.4	82.9	489.0	4.0
	선박 평균 속력	17.5	8.5	38.0	10.0
	투입 선박 수	1.5	1.0	7.0	1.0
	결손 보조금	136.7	258.0	1,279.0	0
	선원 수	6.1	6.2	31.0	2.0
산출	연간 수송인원	121,649.8	145,154.3	741,658.0	2,080.0

다음으로 변수 간 상관관계를 확인하였으며, 그 결과는 다음 〈표 5〉와 같다. 상관관계는 분석에 앞서 변수 간 상호 밀접관계의 강도와 방향성을 확인하는 수치로 다중공선성(Multi-collinearity)과 연관된다. 변수 간 상관관계 확인 결과, 대부분 변수는 통계학에서 일반적으로 다중공선성 의심 기준인 0.7 ~ 0.9에 미치지 못하였다. 다만, 선박 총톤수와 선원 수가 0.817로 다소 높은 양의 상관관계를 갖는 것으로 분석되었다. 이는 선박 규모가 커질수록 선박안전법 등 관련 법률에 따라 필수 선원 수가 증가하도록 규정하고 있고, 운영을 위해서도 많은 인원이 필요하기 때문으로 판단된다.

〈표 5〉 변수 간 상관관계

변수	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
연간 수송인원[1]	1.000						
선박 총톤수[2]	0.160	1.000					
항로 거리[3]	-0.001	0.615	1.000				
선박 평균속력[4]	0.110	0.162	0.613	1.000			
투입 선박 수[5]	0.597	-0.047	0.034	0.058	1.000		
결손 보조금[6]	-0.379	-0.174	-0.079	-0.288	-0.199	1.000	
선원 수[7]	0.154	0.817	0.667	0.242	-0.052	-0.204	1.000

추가적으로 변수 간 다중공선성을 확인하기 위해 분산팽창계수(Variance Inflation Factor : VIF)를 추정하였으며, 그 결과는 〈표 6〉과 같다. 경험적으로 VIF값이 1이 되면 변수들 간에 다중공선성이 존재하지 않고, 10이상이면 다중공선성이 존재하는 것으로 판단된다. 분석결과, 변수의 VIF값이 모두 10를 넘지 않았으며, 공차(Tolerance) 역시 모든 변수가 0.1이상이므로 다중공선성은 크게 문제되지 않는 것으로 판단하였다.

〈표 6〉 측정된 VIF

변수	선박 총톤수	운항 거리	평균 속력	투입 선박 수	결손 보조금	선원 수
VIF	4.37	3.45	2.16	1.07	1.31	5.88
공차	0.23	0.29	0.46	0.93	0.76	0.17
평균 VIF	3.04					

## 2. 분석결과

### 1) 타당성 검증

분석결과를 제시하기 전 확률변경함수 추정결과에 대한 사전 가설검증을 통해 분석 모형의 타당성을 확인하였다.

먼저 오차항을 기술비효율 오차항과 확률오차를 구분하기 위해 기술비효율 존재에 대한 가설검정을 실시하였다. 이를 위해 귀무가설 I 을 ‘기술비효율이 존재하지 않는다’로 설정하고, 최소제곱법(Ordinary Least Squares ; OLS)과 최우추정법(method of Maximum Likelihood Estimation ; MLE) 중 활용해야 하는 추정 방법을 검증하였다. 귀무가설 I 검정결과, 검정통계량은 280.65로  $\chi^2$  분포의 임계값인 189.07을 1% 유의수준에서 기각되었다. 따라서 각 항로의 운영에는 비효율이 존재하며, 최소제곱법보다 최우추정법을 활용하는 것이 더 적합하다.

다음으로 SFA는 특정한 함수 형태를 가정하므로 현재 사용함수의 적합성을 검정하였다. 귀무가설 II 은 ‘생산함수는 콥-더글라스 함수 형태이다.’로 설정하고 우도비 검정(Likelihood Ratio test ; LR test)을 실시하였다. 검정결과, 검정통계량은 82.521로  $\chi^2$  분포의 임계값인 4.27을 5% 유의수준에서 기각하지 못하였으며, 따라서 생산함수는 콥더글라스 생산함수를 활용하였다.

### 2) 효율성 분석결과

타당도 검증 결과를 반영하여 국내 연안여객 항로의 운영 효율성을 분석하였다. 분석결과는 다음 〈표 7〉과 같다. 효율성에 관한 주요 사항인 분산( $\sigma^2$ ), 감마( $\gamma$ ), 뮤( $\mu$ ), 에타( $\eta$ )이 모두 1% 유의수준에서 유의한 것으로 추정되었다. 즉, 오차항의 분산인  $\sigma^2$ 이 유의하게 분포하고 있으며,  $\gamma$ 의 추정값은 0.860으로, 총 분산 중 비효율 분산이 약 86%를 차지한다. 또한  $\eta$ 의 추정값은 0.055로, 전국 연안여객 항로는 매년 평균 0.055씩 효율성이 향상되는 추세임을 확인할 수 있다.

투입변수 중 자본요소는 선박 총톤수와 항로 거리가 각각 0.187과 -0.264로 1% 유의수준에서 유의하였다. 이는 선박 총톤수 1% 증가는 각 항로의 산출량 즉, 연간 운송인원의 0.187%를 증가시키며, 항

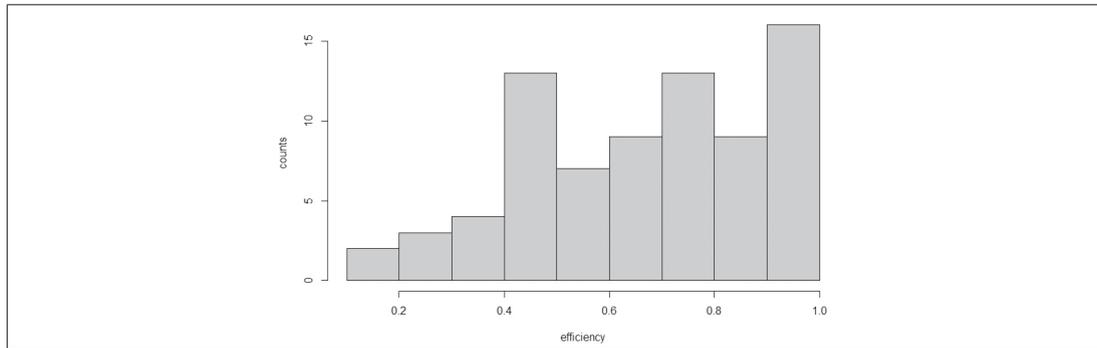
로 거리 1% 증가는 연간 운송인원의 0.264%를 감소시키는 것으로 확인되었다. 또한 투입 선박 수와 결손 보조금은 각각 0.948, -0.206으로 0.1% 유의수준에서 유의하였다. 이는 투입 선박 1% 증가는 연간 운송인원의 0.948%를 증가시키며, 결손 보조금의 1% 증가는 연간 운송인원의 0.206%를 감소시키는 것으로 확인되었다.

〈표 7〉 확률변경생산함수 분석결과

변수	계수값	표준오차	z값
상수	11.127	0.709	15.673
선박 총톤수	0.187**	0.071	2.637
항로 거리	-0.264**	0.128	-2.050
선박 평균속력	0.231	0.325	0.711
투입 선박 수	0.948***	0.167	5.568
결손 보조금	-0.206***	0.035	-5.750
선원 수	0.086	0.162	0.535
$\sigma^2$	1.531***	0.267	5.733
$\gamma$	0.860***	0.028	30.504
$\eta$	0.055**	0.021	2.636
로그우도값	277.1993		

주 : \*\*\* 유의수준 0.1%, \*\* 유의수준 1%, \* 유의수준 5%

〈그림 2〉 효율성 결과 분포



다음으로 각 항로의 효율성을 분석한 후 지역별 개별 항로의 효율성을 평균한 결과는 〈표 8〉과 같다. 전국 연안여행 항로의 효율성은 2019년 0.747에서 2020년 0.705로 하락하였으나, 이후 회복하여 2022년 0.812로 분석되었다. 2020년의 효율성 하락은 코로나19에 따른 일반 관광객 운송인원의 감소에 따른 것으로 판단된다.

연구 기간 중 평균 효율성이 가장 높은 지역은 군산으로 평균 효율성 0.943으로 분석되었으며, 가장 낮은 지역은 여수로 평균 효율성 0.599로 분석되었다. 인천지역 연안여객 항로의 평균 효율성은 전체 9개 지역 중 6번째로 0.686로 분석되었다. 인천 항로의 효율성은 2019년 0.667에서 2020년 코로나19 영향으로 0.662로 다소 낮아졌으나, 2021년 0.663, 2022년 0.752으로 분석되었다.

〈표 8〉 지역별 연안여객 항로의 효율성

지역	2019년	2020년	2021년	2022년	지역 평균
군산	0.939	0.904	0.944	0.985	0.943
동해	0.994	0.713	0.969	0.996	0.918
대산	0.842	0.795	0.932	0.831	0.850
제주	0.834	0.893	0.813	0.825	0.841
포항	0.689	0.758	0.771	0.875	0.773
인천	0.667	0.662	0.663	0.752	0.686
마산	0.555	0.508	0.643	0.720	0.607
목포	0.569	0.504	0.626	0.702	0.600
여수	0.635	0.605	0.531	0.624	0.599
전국평균	0.747	0.705	0.766	0.812	0.757

〈표 9〉 인천지역 항로별 효율성

항로	구분	2019년	2020년	2021년	2022년
A	일반	0.538	0.821	0.864	0.629
B	일반	0.531	0.405	0.415	0.550
C	일반	0.723	0.835	0.667	0.695
D	일반	0.719	0.634	0.757	0.680
E	일반	0.775	0.569	0.580	0.914
F	일반	0.723	0.464	0.500	0.838
G	일반	-	0.785	0.893	0.898
H	일반	-	-	0.529	0.960
I	보조	0.720	0.738	0.733	0.792
J	보조	0.604	0.712	0.691	0.562

인천지역의 연안여객 항로별 효율성은 다음 〈표 9〉와 같다. 2022년 말 기준 인천은 총 15개 항로이나 자료의 연속성과 신뢰성이 없는 항로를 제외한 10개 항로만 분석하였다. 인천지역 항로 역시 코로나 19 영향으로 2020년 효율성이 대체적으로 감소하였으나, 보조항로 등 도서민이 주로 이용하는 생활항로는 오히려 효율성이 증가한 것으로 분석되었다. 또한 G와 H는 각각 2020년과 2021년 신규 개설된

항로로 운항 첫해는 낮은 효율성을 보였으나, 점차 안정화되는 것으로 판단된다. 일반항로와 보조항로의 평균 효율성을 비교한 결과, 각각 0.695와 0.694로 전체 분석기간의 평균에서는 큰 차이가 없었다. 다만, 코로나19의 영향이 적고, 신규 항로가 안정적으로 운영되는 것으로 판단되는 2022년만을 고려할 경우 일반항로와 보조항로의 평균 효율성은 각각 0.771과 0.677로 일반항로의 효율성이 높은 것으로 분석되었다.

인천지역 연안여객의 항로별 비효율성 원인을 확인하기 위해 추가적으로 패널토빗분석(panel tobit analysis)을 실시하였다. 종속변수는 각 항로별 효율성 분석값을 활용하였으며, 독립변수는 연안여객선 운항과 관련한 요인인 선박 총톤수, 항로거리, 운항횟수, 투입 선박 수, 선령, 기항지 수, 항로 구분(일반/보조), 선종을 활용하였다. 분석결과는 다음 <표 10>과 같다.

<표 10> 인천지역 항로의 효율성에 영향을 미치는 요인

변수	계수값	표준오차	t값	
상수	0.659	0.373	1.766	
선박 총톤수	-0.127*	0.083	-1.530	
운항거리	-0.047	0.087	0.543	
운항횟수	-0.180*	0.070	-2.571	
투입 선박 수	-0.569**	0.171	-3.337	
선령	0.055	0.063	0.872	
기항지 수	-0.020**	0.038	-0.526	
항로성격(일반=1)	0.518*	0.218	2.376	
선종	차도선	0.679**	0.241	2.821
	초쾌속선	0.693**	0.213	3.254
	카페리	-0.588***	0.144	-4.063

주: \*\*\* 유의수준 0.1%, \*\* 유의수준 1%, \* 유의수준 5%

인천지역 항로의 효율성에 영향을 미치는 요인을 살펴보면, 선박 총톤수와 운항 횟수, 투입 선박 수, 기항지 수는 항로 효율성에 음(-)의 방향으로 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 선박 총톤수와 투입 선박 수가 효율성에 음(-)의 영향을 미친다는 것은 항로의 운송 수요에 비해 규모가 큰 선박이 중복되어 투입되고 있음을 확인할 수 있다. 또한 이를 운항 횟수와 연계 해석하면, 현재 상황에서 연안여객선사는 과잉 투자로 운항 횟수를 줄이는 것이 운영 효율성을 높일 수 있는 방법이므로 최근 수익을 이유로 운항 횟수를 줄여 사회적 논란이 되고 있는 현상을 실증적으로 확인할 수 있다. 그리고 연안여객선의 기항지 수가 적을수록 항로의 효율성이 높아지므로 중간 기항지를 경유하는 것보다 직접 연결할 수 있도록 항로를 개선하는 것이 필요하다.

또한 선종 중 차도선과 초쾌속선은 항로 효율성에 양(+)의 방향으로 영향을 미치며, 카페리는 (-)의 방향으로 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 항로에 투입되는 선박의 선종이 항로 효율성에 영향을 미치는 것을 실증적으로 확인할 수 있다.

## V. 결론

본 연구는 국내 연안여객 항로를 분석 대상으로 항로의 운영 효율성을 분석하고, 지원 정책에 대한 시사점을 얻고자 하였다. 특히 최근 섬 주민의 이동 교통권 보장을 위해 지원사업을 계획하고 있는 인천지역 항로를 중심으로 개별 항로의 효율성을 제시하고, 인천 항로의 비효율 원인을 확인하였다. 이를 위해 효율성 분석은 기존 선행연구와 달리 확률변경분석을 활용하였다. 기존 선행연구에서 활용한 자료포락분석은 전체 연구대상 항로 중 가장 효율적인 항로를 기준으로 나머지 항로의 효율성을 상대적으로 측정하기 때문에 타 지역과 차별화된 항로의 특성을 고려하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 확률변경분석을 활용하여 절대적 효율성을 측정하였다. 그 분석결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 전국 연안여객 76개 항로의 운영 효율성을 측정한 결과, 2019년 0.747에서 2022년 0.812로 다소 향상되었으며 분석 기간 전체 평균 효율성은 75.7%로 분석되었다.

둘째, 지역별 연안여객 항로의 평균 효율성은 군산지역이 0.943으로 가장 높게 측정되었으며, 여수지역이 0.599로 가장 낮게 측정되었다. 인천지역은 0.686으로 연구 대상 9개 지역 중 6번째로 분석되었다.

셋째, 인천지역 항로별 효율성을 개별적으로 살펴본 결과, 코로나19의 영향으로 2020년 효율성이 대체적으로 감소하였으나, 보조항로 등 도서민이 주로 이용하는 생활항로는 큰 영향이 없었다. 또한 신규 항로는 운항 첫해는 낮은 효율성을 보였으나, 점차 안정화되고 있다.

넷째, 인천지역 항로의 효율성에 영향을 미치는 요인을 살펴본 결과, 선박 총톤수, 투입 선박 수, 기항지 수 그리고 선종 중 카페리는 효율성에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 선종 중 차도선과 초쾌속선은 효율성에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

위 분석결과를 토대로 인천지역 항로의 운영 효율성을 향상시키고, 이에 따른 연안여객선사의 수익성을 개선하기 위해서는 여객 수요대미 선박에 대한 과잉 중복투자를 예방하고, 중간 기항지 축소 등으로 기항지와 기항지를 직접 연결할 수 있는 항로 개선이 필요하다. 또한 항로에 투입되는 선종은 차도선과 초쾌속선으로 이용자의 니즈에 맞는 여객운송 서비스 제공이 필요하다. 특히 변화하는 관광 트렌드를 반영하여 초쾌속선으로 기항지와 기항지를 빠르게 연결하거나, 섬 지역에서 차박 등 캠핑을 원

하는 관광객을 위해 차도선을 투입하는 등 신규 선박 도입 시 항로별 수요예측과 이용자 니즈를 파악한 선박 규모 및 선종 선택이 필요할 것으로 판단된다.

항로의 효율성을 분석하기 위해 기존 선행연구는 상대적 효율성 분석방법인 자료포락분석을 활용하였으며, 따라서 이상치에 대한 민감성과 효율성 측정 시 통계적 오차를 반영하지 못하는 단점이 있다. 본 연구는 이와 같은 단점을 극복하기 위해 절대적 효율성 분석방법인 확률변경분석을 활용하였다는 점에 차별성이 있다.

다만, 연안여객선사의 운영과 정책 수립 시 도움이 되기 위해서는 연구 대상을 항로에 투입되는 선박 별로 진행이 되어야 하나, 본 연구 역시 데이터 수집의 한계로 분석단위를 항로로 선정하여 분석을 진행한 한계가 있다. 또한 현재는 차량 운송실적이 항로별이 아닌 지역단위로만 공개되고 있어 본 연구에서는 산출변수로 이용객의 연간 운송실적만을 활용하였으나 향후에는 다양한 변수를 추가 개발하여 실증 분석할 필요가 있다.

## ■ 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·조건설·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.
- 조건설·여기태(2013). “DEA와 Malmquist지수를 이용한 연안여객 항로 운영 효율성 분석”, 『로지스틱스연구』, 21(4) : 67-85.
- 장철호(2018). 『연안여객운송의 경영성과 제고에 관한 연구』, 고려대학교대학원 박사학위논문.
- 정문석·이수현·김재윤(2022). “DEA모형을 활용한 연안여객항로의 효율성 분석”. 『비즈니스융복합연구』, 7(4) : 35-40.
- 한국해운조합(2020~2023). 『연안여객 업체현황』, 한국해운조합.
- <http://newportmis.go.kr> 해양수산부 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS).

- Aigner, D. & Chu, S. (1968). "On Estimating the Industry Production Function", *American Economic Review*, 58: 826–839.
- 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 | 2023년 10월 10일  
1차심사완료일 | 2023년 10월 30일  
2차심사완료일 | 2023년 11월 14일  
최종원고채택일 | 2023년 11월 16일

장철호 jchulho@kidi.re.kr

2018년 고려대학교에서 경제학 박사학위를 받았다. 현재는 한국섬진흥원 진흥사업팀 부연구위원으로 재직중이다. 주요 관심분야는 효율성분석, 수요예측, 경제성분석 등으로 논문으로는 “국내 해상교통의 네트워크 분석 연구-연안여객 항로를 중심으로”(2023), “Fuzzy AHP를 활용한 중고벌크선박 가격변동 요인분석 : 파나막스 벌크선박을 중심으로”(2023), “실물옵션을 활용한 중고선박 가치평가 연구”(2022) 등 다수 논문을 발표하였다.