

## 글로벌 팬데믹에 따른 국내 해운물류 네트워크 변화 분석

-전남지역 연안 여객 항로의 소규모 항만을 중심으로-\*

손유미\*\* · 김화영\*\*\*

Analysis of Effect on Domestic Shipping and Logistics Network due to COVID-19 Pandemic

-Focusing on the Small-sized Ports of Coastal Ferry Routes in Jeollanamdo Province-

Son, Yoo-Mi · Kim, Hwa-Young

### Abstract

This study analyzes the changes in the coastal ferry transport network in South Korea due to the significant impact of the COVID-19 pandemic on the domestic shipping and logistics sector. Focusing on the small-sized ports network distributed across mainland and islands that make up the coastal ferry transport network, the research employs Social Network Analysis (SNA) methods to examine the structural changes and characteristics of the network from 2018 to 2021, distinguishing between the periods before and after the COVID-19 pandemic. By utilizing centrality indices such as the degree centrality, closeness centrality, and betweenness centrality, the study assesses the changes in the influence of small-sized ports within the network before and after the COVID-19 pandemic.

The scope of this study focuses on Mokpo and Wando region in the Jellanamdo province, which have the largest coastal ferry transport networks and notable passenger transport performance in South Korea. It examines the primary ports in these regions and the small-sized ports located on the islands. Analysis of the Mokpo coastal ferry transport network indicates that the number of connected islands decreased before and after the pandemic, and connectivity to other islands within the network diminished. Factors such as the decline in tourist numbers due to COVID-19, the connecting with land bridges between the mainland and islands, and subsequent closure of ferry sea routes are believed to have impacted these network changes. In the Wando region, the sharp decrease in both island residents and tourists after the pandemic led to the suspension of ferry operations, resulting in disrupted connectivity with some small-sized ports on the coastal ferry transport network. This has affected network characteristics such as concentration and average path length in the Wando region.

This study aims to analyze the changes in the domestic shipping and logistics, coastal ferry, network due to the COVID-19 pandemic, providing insights to predict potential network changes caused by uncertain events in the future and contributing to the formulation of proactive policies for effective responses.

*Key words: Coastal Ferry Transport, Small-sized Port, COVID-Pandemic, SNA*

▷ 논문접수: 2024. 09. 13.      ▷ 심사완료: 2024. 09. 26.      ▷ 게재확정: 2024. 09. 29.

\* 이 논문은 2024경제학공동학술대회에서 발표한 논문을 수정한 것이며, 2022년도 해양수산부 제원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220257, 전남씨그랜트).

\*\* 국립목포해양대학교 대학원 해상운송시스템학과, 제1저자, sym436@naver.com

\*\*\* 국립목포해양대학교 해사대학 해상운송학부, 교신저자, hwayoung@mmu.ac.kr

## I. 서론

국내 해운물류 분야, 특히 연안 여객 운송부분은 2020년에 발생한 코로나 팬데믹(COVID-19 Pandemic)의 영향, 저출산에 따른 지역 인구의 감소와 섬 주민의 고령화로 위기에 직면하고 있다. 코로나 시기, 섬 주민과 관광객의 발이 되어주는 연안 여객선을 운영하는 일부 연안 여객선사는 여객 감소에 따른 경영난 증가로 여객선을 감축 운항하여 여객들이 큰 불편을 겪기도 했다. 해양수산부 자료에 따르면 연안 여객선사의 평균 영업손실 규모는 코로나 이전인 2019년 4.5억원에서 2020년 5.9억원, 2021년 7.1억원으로 지속적으로 증가한 것으로 나타났다(해양수산부, 2023).

우리나라는 연안에 약 3,000여개의 섬을 보유하고 있다. 연안 여객 운송은 섬과 육지를 연결하는 주요 교통수단으로 섬 주민과 관광객의 생활수단이자 물자 운송수단 기능을 수행하고 있다(Kim and Lee, 2021). 앞서 언급한 바와 같이 섬 지역은 불편한 해상교통과 부족한 생활 인프라로 육지보다 빠른 인구 감소와 고령화 문제에 직면해 있다(손유미·김화영, 2023). 이러한 문제점을 해결하기 위해서 연안 여객 운송 부분의 문제점을 발굴하고 해결할 필요가 있다. 정부도 이런 상황을 인지하고 2020년 연안 여객선을 버스, 철도 등과 같이 대중교통에 포함시켰다(한국해운조합, 2020). 특히 국내 연안 여객선의 절반 이상은 여객과 화물을 동시에 수송할 수 있는 차도선이 약 70%를 차지한다. 이러한 이유로 여객 승하선 시, 안전사고 위험이 존재하고, 여객의 보행환경이 열악하여 개선이 시급한 실정으로 지속적인 연구가 수행되어왔다(류재형, 2011; Kim, 2020; Pham, 2020; Kim, 2021; Aratani, 2022; Kim, 2022).

특히 연안 여객 운송분야의 변화는 코로나 팬데믹을 기점으로 변화하고 있다. 본 연구에서는 우리나라 해운물류 분야 중 연안 여객 운송 네트워크를 대상으로 코로나 전후의 변화를 실증 분석하고자 하였다.

네트워크 중심성 지수를 중심으로 연안 여객 운송 네트워크에서 네트워크를 구성하는 섬에 위치한 여객과 화물을 처리하고 있는 소규모 항만들의 영향력을 사회연결망분석(SNA) 방법을 활용하여 분석하였다.

## II. 선행 연구 분석

박성훈 외 4인(2018)은 사회연결망분석(SNA)의 연결정도 중심성, 매개 중심성, 아이겐벡터 중심성과 실제 수송 인원 데이터를 이용하여 국내 연안해운 여객 이동 변화를 분석하였다. 그 결과 남해권역의 여객 항로가 높은 순위를 차지하였고 중심성 결과를 바탕으로 연안 해운 지원 우선순위 결정이 필요하다고 제안하였다. 하지만 일반항로와 국가보조항로의 구분, 운임, 거리, 시간 등의 구체적 데이터가 반영되지 않은 것은 연구의 한계점이다. 이와 유사한 연구로 고재우 외 3인(2015)은 2005년부터 2013년까지의 자료를 이용하여 사회연결망분석 방법을 적용하여 국내 연안 여객선 항로를 분석하였다. 이를 통해 중심선을 기준으로 우선시 되는 항구의 순위를 정하였다. Pham et al.(2020)은 여객선 이용객의 이동 부담이 여객선 항로 효율성에 미치는 영향을 PCA-DEA 모델과 퍼지씨민클러스터링(Fuzzy C-means clustering) 방법을 이용하여 평가하였다. 분석 결과에 따르면 항로의 길이가 길수록 항상 높은 효율성을 보이는 것은 아니며, 일반 여객 수송 실적 비율이 높을수록 일반항로와 국가보조항로의 효율성에 긍정적 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 김태일 외 2인(2022)은 인천, 목포, 통영 지역의 연안 여객터미널을 이용하는 일반 여객과 도서민 여객을 대상으로 여객선의 운항 및 시설, 운임, 안전성에 대한 인식을 조사분석하였다. 일반인, 즉 관광객과 도서민을 대상으로 지역별로 차이가 있는지를 독립표본 T검정과 일원배치 분석분석을 이용하여 분석하였다. 그 결과 지역에 관계없이 공통적으로 교통약자 시설 우수성,

운임 적정성, 운임 안내 적절성이 부정적인 결과를 얻었으며, 교통약자를 위한 시설, 운임에 대한 정책 검토가 필요하다고 제안하였다. 이와 함께 여객선 시설 및 운영, 운임, 안전측면에 대한 편의시설 확충과 개선사업 확대, 여객선터미널과 육상 교통 간 연계 확대, 연안 여객 해상교통의 탄력적 운임조정 등을 대안으로 주장하였다. 우양호(2022)는 연안 여객선 주 이용객인 섬 주민을 대상으로 여객선 준공영제 정책의 효과와 만족도를 측정하였다. 여객선 준공영제가 섬 주민들의 이동권 보장, 정시성 향상, 경제적 측면에서는 긍정적 효과가 있으나, 정책 인지도, 서비스, 공공성, 정주여건 측면에서는 그 효과가 낮게 나타난 것으로 분석되었다. 저자는 공공재정 투입을 통한 여객선 적자운항 노선 확보, 준공영제의 미시적 정책 보완이 필요함을 주장하였다.

선행 연구에서는 네트워크 분석을 이용해 일부 연안 여객 항로의 연결성을 분석하였으나, 항로의 종류, 거리, 여객 수송 실적 등 중요한 데이터를 반영하지 못한 한계점이 있었다. 더불어 일반 여객과 섬 주민을 대상으로 설문조사를 기반으로 한 여객선 이용 만족도, 준공영제 정책 효과를 측정하는 연구에 그치고 있었다. 또한 최근 발생한 코로나 팬데믹의 영향에 따른 해운물류의 변화를 구체적으로 분석한 연구는 이루어지지 않았다. 이에 본 연구에서는 코로나 팬데믹으로 인한 국내 해운물류의 변화를 연안 여객 운송 네트워크를 중심으로 분석함으로써 선행 연구와 차별점을 두었다.

### III. 연구 모형

#### 1. 사회연결망분석(SNA) 방법

본 연구는 코로나 팬데믹 전후로 해운물류 네트워크가 어떻게 변화되었는지 사회연결망분석(SNA) 방법을 활용하여 연안 여객 운송 네트워크를 분석하는

데 있다. 네트워크 분석에 활용한 사회연결망분석 방법은 네트워크를 구성하는 노드(Node)와 노드 간을 연결하는 링크(Link)를 통해 네트워크의 구조적 특징을 분석하는 방법이다(김석수, 2018).

이 연구에서 노드는 항로를 생성시키는 섬, 즉 소규모 항만을 의미하며 링크는 노드 사이를 연결하는 항로에 해당한다. 사회연결망분석에서 네트워크를 파악하는 개념에는 밀도(Density)가 있다. 밀도는 네트워크에서 링크가 얼마나 촘촘히 연결되어 있는지를 나타내는데, 네트워크에서 최대한 연결될 수 있는 링크 수 대비 실제 연결된 링크 수의 비율을 식(1)을 이용해 구할 수 있다(손동원, 2002). 밀도가 높을수록 네트워크상에서 소규모 항만 사이 항로가 빠르게 연결되어 있음을 의미한다.

$$Density = k/g(g-1)/2 \tag{1}$$

$k$  = 실제 연결된 링크수

$g$  = 전체 네트워크에 존재하는 노드의 개수

또한 사회연결망분석에는 네트워크 내에서 어떤 노드가 중요한 역할을 하는지 판단할 수 있는 중심성 지수가 있다. 대표적인 중심성 지수에는 연결정도 중심성(Degree centrality), 근접 중심성(Closeness centrality) 그리고 매개 중심성(Betweenness centrality)이 있다(곽기영, 2017). 연결정도 중심성은 대상 노드에 다른 노드가 얼마나 많이 직접 연결되어 있는지를 나타낸다. 즉, 연결정도 중심성은 소규모 항만이 다른 항만과 얼마나 직접 연결되어 있는가를 나타낸다. 다른 노드와 직접 연결된 횟수에서 '전체 네트워크에 존재하는 노드의 개수 - 1'(g-1)로 나누어 상대적 연결정도 중심성을 식(2)와 같이 구할 수 있다.

$$D_i = \sum_{j=1}^g Z_{ij} / (g-1) \tag{2}$$

$D_i$  = 노드  $i$ 의 연결정도 중심성

$Z_{ij}$  = 노드  $i$ 와 노드  $j$ 의 직접 연결

또한 연결정도 중심성을 이용해 하나의 노드가 링크를 독점하는지 또는 모든 노드가 균등한 수의 링크를 가지는지 파악할 수 있는 집중도(Centralization index)를 구할 수 있다. 집중도가 1에 가까울수록 하나의 항만에 많은 항로가 집중되어 있고 0에 가까울수록 항로가 분산되어 있음을 의미한다. 집중도는 0%에서 100%로 나타낼 수 있고, 식(3)을 통해 구할 수 있다(김용학 · 김영진, 2016).

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^g [C_D(p_*) - C_D(p_i)]}{\max \sum_{i=1}^g [C_D(p_*) - C_D(p_i)]} \quad (3)$$

$C_D$  = 네트워크의 집중도

$C_D(p_i)$  = 노드  $i$ 의 연결정도 중심성

$C_D(p_*)$  = 네트워크에서 연결정도 중심성 최댓값

$\max \sum_{i=1}^g [C_D(p_*) - C_D(p_i)]$   
 = 한 노드의 연결정도 중심성과 나머지 노드의 연결정도 중심성 차이가 최대가 되는 경우의 합

근접 중심성은 한 노드가 네트워크의 다른 모든 노드와 얼마나 가까이 연결되어 있는가를 의미한다(류기진, 2017). 근접 중심성은 다른 노드에 도달하기 위한 단계는 짧을수록 유리하기 때문에 해석의 용이성을 위해 측정값에 역수를 취하여 나타낸다. 표준화를 위해 이론상 가질 수 있는 최대 근접 중심성인  $1/(g-1)$ 을 나누어 상대적인 근접 중심성을 식(4)와 같이 구할 수 있다. 즉 근접 중심성이 높은 소규모 항만일수록 네트워크상에서 다른 항만과 가까이 연결되어 네트워크상에서 직·간접적인 영향력을 끼칠 수 있다.

$$C_i = (g-1) \left[ \sum_{j=1}^g X_{ij} \right]^{-1} \quad (4)$$

$C_i$  = 노드  $i$ 의 근접 중심성

$g$  = 전체 네트워크에 존재하는 노드의 개수

$X_{ij}$  = 노드  $i$ 에서 노드  $j$ 까지의 직/간접 연결 단계

매개 중심성은 네트워크에서 한 노드가 다른 노드 쌍 사이에 위치하는 정도를 정량화한 값이다. 매개 중심성은 대상 노드가 네트워크상에서 서로 다른 노드들 사이에서 다리 역할을 하는 정도를 알려준다. 이론상 가능한 최대 매개 중심성은 전체  $g$ 개의 노드로 구성된 네트워크의 노드에서 해당 노드를 제외한  $(g-1)$  개의 최대 링크 개수인  $g-1$   $C_2 = (g-1)(g-2)/2$ 이다(곽기영, 2017). 따라서 상대적인 매개 중심성은 노드 쌍 사이를 잇는 최단 경로에 해당 노드가 존재하는 확률을 이론상 가능한 최대 매개 중심성으로 나누어 식(5)와 같이 구할 수 있다. 즉 이 연구에서 매개 중심성은 서로 다른 섬, 즉 소규모 항만들 사이를 잇는 최단 경로에서 해당 소규모 항만을 거칠 확률을 고려하여 계산할 수 있다.

$$B_i = \left( \sum_{j=1}^g X_{iMj} / X_{ij} \right) [2 / (g-1)(g-2)] \quad (5)$$

$B_i$  = 노드  $i$ 의 매개 중심성

$g$  = 전체 네트워크에 존재하는 노드의 개수

$X_{iMj}$  = 노드  $M$ 이 노드  $i$ 와 노드  $j$  사이를 잇는 최단 경로에 위치하는 횟수

$X_{ij}$  = 노드  $i$ 와 노드  $j$  사이의 최단 경로의 수

## 2. 연구 범위

본 연구의 목적은 코로나 팬데믹 전후로 우리나라 해운물류 네트워크의 변화를 연안 여객 운송 네트워크를 이용하여 분석하는데 있다. 국내 전체 연안 여객 운송의 약 40%를 차지하고 있는 목포지역과 완도 지역의 연안 여객 운송 네트워크 내 속해 있는 섬에

위치한 소규모 항만을 분석범위로 하였다. 분석기간은 코로나 팬데믹 전후에 해당하는 2018년부터 2021년까지의 한국해운조합 통계 자료를 활용하였고, 사회연결망분석 도구 Netminer 4.0을 사용하였다.

#### IV. 연안 여객 운송 네트워크 현황

##### 1. 연안 여객 운송 항로

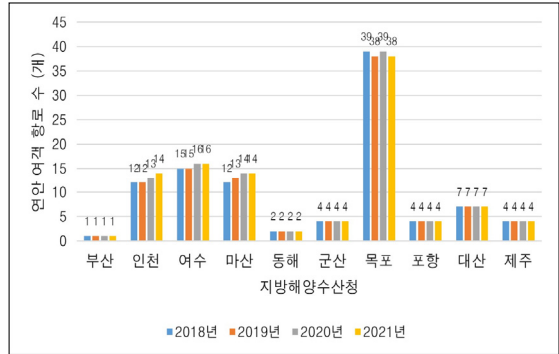
국내 연안 여객 항로는 표 1.과 같이 코로나 이전인 2019년에는 100개 항로에 162척의 여객선이 운항되었다. 그러나 코로나 발생 후 2021년에는 104개 항로에 164척의 여객선이 운항되었다(한국해운조합, 2019-2022).

표 1. 코로나 전후 연안 여객 항로수 및 연안 여객선 척수 추이

연도	항로 수			척 수		
	합계	일반	보조	합계	일반	보조
2018	100	73	27	166	140	26
2019	100	73	27	162	136	26
2020	104	77	27	162	135	28
2021	104	77	27	164	137	27

자료: 한국해운조합 연도별 연안 여객선 업체 현황, 2019~2022년

코로나 전후 지방청별 연안 여객 항로수 추이는 그림 1.과 같다. 본 연구의 대상지역인 목포지방해양수산청에서 관리하는 목포와 완도지역의 연안 여객 항로는 2021년 기준으로 38개로 국내 연안 여객 항로의 36.5%를 차지했다. 이에 비교하여 인천, 여수, 마산지방해양수산청이 관리하고 있는 연안 여객 항로수는 코로나 이후 소폭이지만 증가한 것으로 나타났다.



자료: 한국해운조합 연도별 연안 여객선 업체 현황, 2019~2022년

그림 1. 코로나 전후 지방청별 연안 여객 항로수 추이

목포지역의 연안 여객 항로는 목포시, 신안군, 영광군 등 행정구역에 속한 섬에 위치한 소규모 항만과 연결되어 있다. 완도지역은 완도군, 해남군, 장흥군 등에 속한 섬에 위치한 소규모 항만과 연결되어 있다. 목포와 완도지역의 소규모 항만은 각 권역의 거점항인 목포항, 진도의 팽목항, 완도항과 연결되어 있으며 여객선이 이들 항로에 운항되고 있다.

##### 2. 연안 여객 수송 실적

코로나 이전인 2019년 국내 여객 수송 실적은 총 14,585천명으로 일반인이 11,027천명, 도서민이 3,557천명이었다. 코로나 이후 2020년에는 10,602천명으로 전년 대비 27.3% 감소하였다. 특히 도서민보다 일반인 여객 실적이 약 31% 감소하여 코로나 영향을 많이 받았다.

표 2. 지역별 연안 여객 수송 실적 추이

(단위: 천명, %)

지역	2018	2019	2020	2021	
합계	14,625	14,585	10,603	11,464	
목포	목포	3,766 (25.7)	3,249 (22.3)	2,422 (22.8)	2,307 (20.1)
	완도	2,239 (15.3)	2,330 (16.0)	1,818 (17.1)	1,783 (15.6)
	마산(통영)	1,902 (13.0)	1,897 (13.0)	1,592 (15.0)	1,688 (14.7)
제주	1,566 (10.7)	1,943 (13.3)	1,306 (12.3)	1,588 (13.9)	
인천	1,410 (9.6)	1,485 (10.2)	1,253 (11.8)	1,538 (13.4)	
여수	1,980 (13.5)	1,789 (12.3)	1,087 (10.3)	1,154 (10.1)	
포항	614 (4.2)	693 (4.8)	332 (3.1)	510 (4.4)	
대산	486 (3.3)	462 (3.2)	352 (3.3)	348 (3.0)	
동해	420 (2.9)	452 (3.1)	191 (1.8)	246 (2.1)	
군산	225 (1.5)	241 (1.6)	224 (2.1)	240 (2.1)	
부산	19 (0.1)	44 (0.3)	26 (0.2)	27 (0.2)	

주: 괄호 안의 수치는 비중(%)을 의미함.  
 자료: 한국해양조합 연도별 연안 여객선 업체 현황, 2019~2022

지역별 여객 수송 실적 추이는 표 2.와 같으며 목포와 완도지역이 가장 많은 여객 수송 실적을 보였으며, 마산(통영), 제주, 인천, 여수지역 순으로 나타났다. 특히 목포와 완도지역의 경우 전체 여객 수송 실적의 약 40%를 차지하였다. 코로나 이후 2020년에는 모든 지역에서 여객 수송 실적이 감소하였는데, 동해와 포항지역은 감소비율이 50%를 넘었고, 부산, 여수, 제주지역 순으로 감소세가 크게 나타났다. 2021년 여객 수송 실적은 전년 대비 약 8% 증가하여 회복세를 보였고, 모든 지역에서 증가하였으며 포항, 동해, 인천, 제주지역의 회복세가 두드러지게 나타났다. 목포지역의 항로별 여객 수송 실적은 대표적인 관

광지인 목포~제주, 목포~홍도 항로가 높았으나, 코로나 영향으로 2020년에 큰 폭으로 감소하였다. 목포~암태 항로는 2018년 약 65만명의 여객을 수송하였으나, 2019년 천사대교가 개통되면서 이 항로의 여객선 운항이 중지되었다. 완도지역의 항로별 여객 수송 실적은 해남군 땅끝과 완도군 노화도 산양항을 잇는 땅끝~산양 항로가 가장 높게 나타났고, 화흥포항과 소안도를 연결하는 화흥포~소안 항로, 완도~청산 항로도 상대적으로 높은 여객 수송 실적을 보였다. 완도지역 관광지인 청산도를 연결하는 완도~청산 항로도 코로나 이후 2020년 여객 수송 실적이 큰 폭으로 감소하였다. 목포와 완도지역의 섬에 위치한 소규모 항만은 관광객 수송과 물자 이동에 큰 역할을 담당하고 있으나 코로나 이후 네트워크 변화가 발생한 것으로 판단된다. 이에 연안 여객 항로를 지탱하는 소규모 항만의 네트워크가 코로나의 영향으로 구체적으로 어떻게 변화하였는지 살펴보고자 한다.

## V. 네트워크 분석 결과

### 1. 목포지역 분석 결과

목포시 주변에 분산되어 있는 목포항, 송공항 등 연안 여객 운송 네트워크의 특성은 표 3.과 같다. 목포지역의 연안 여객 운송 네트워크에서 노드의 개수는 섬을 의미하는데 코로나 팬데믹과 관계없이 노드 수는 변화가 없었으나, 코로나 팬데믹 전후의 링크와 밀도는 감소한 경향이 나타났다. 집중도는 2018년 6.3%로 가장 높았고 2019년 5.3%, 2020년과 2021년에 5.4%로 코로나 팬데믹 후에 링크(항로)가 분산된 경향을 보였다. 평균 연결정도는 해마다 감소하였고 평균 경로거리는 2019년 9.639로 가장 짧은 것과 비교해 코로나 이후 증가하였다.

표 3. 목포 연안 여객 운송 네트워크 특성 변화

(단위: 개, 단계)

구분	2018	2019	2020	2021
노드(Node)	106	107	106	107
링크(Link)	135	134.5	130.5	131
밀도(Density)	0.024	0.024	0.023	0.023
집중도 (Centralization index)	6.3%	5.3%	5.4%	5.4%
평균 연결정도 (Average degree)	2.528	2.505	2.453	2.430
평균 경로거리 (Mean distance)	10.145	9.639	10.230	10.618

이러한 결과로 미루어볼 때 목포지역과 인근 섬 간의 연결성, 즉 연안 여객 운송 네트워크는 코로나 이후 감소한 것으로 판단된다.

코로나 전후의 목포지역 연안 여객 운송 네트워크 변화를 살펴보기 위해 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성에 추가하여 실질적인 통계자료인 여객 수송 실적을 반영하여 분석을 수행하였다. 그 결과는 그림 2.에서 그림 4.와 같으며 연결정도 중심성 상위 10개의 섬을 살펴본 결과, 비금도와 수지도는 코로나 후에도 중심성 지수가 상승하여 네트워크 상에서 영향력이 높아졌다. 비금도는 2018년 섬 관광객이 63,790명에서 2021년 119,533명으로 두 배 가까이 증가하여 여객 수송 실적을 반영한 분석의 영향을 받은 것으로 판단된다. 수지도의 경우에도 연결정도 중심성이 증가하였는데, 2018년 목포~가산 항로와 목포~도초 항로 2개 항로에서 2021년 남강~가산, 목포~가산, 도초~목포 3개 항로로 증가하면서 연결정도 중심성이 높아진 것으로 보인다. 목포와 신안 지역의 대표적인 관광지인 흑산도와 홍도의 경우 근접 중심성과 매개 중심성은 증가하였지만, 코로나 이

후 관광객이 감소하여 여객 수송 실적을 반영한 연결정도 중심성은 감소하였다. 안좌도는 목포~암태 항로에 속해 있어 연결 정도 중심성을 유지하고 있었으나, 2019년 천사대교가 개통되면서 안좌도에 여객선 기항이 중지되면서 연결정도 중심성이 크게 감소하였다. 분석 결과를 통해 연안 여객 항로는 섬을 찾는 관광객, 방문객의 증감이 네트워크에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 이와 함께 코로나 전후 목포와 신안지역을 연결하는 연육교 개통과 항로 폐쇄도 연안 여객 운송 네트워크에 영향을 주고 있음을 확인하였다.

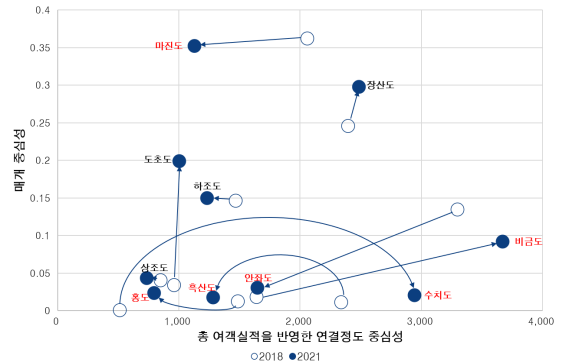


그림 2. 코로나 전후 목포지역 연안 여객 운송 네트워크의 매개 중심성 변화 결과

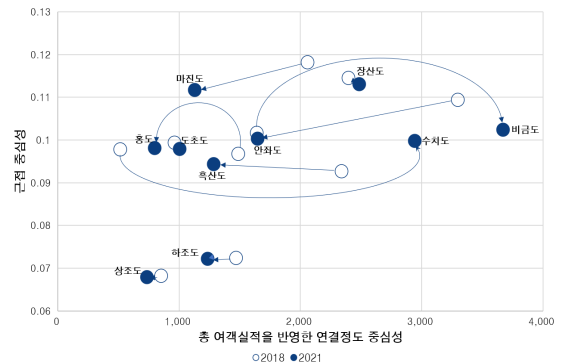


그림 3. 코로나 전후 목포지역 연안 여객 운송 네트워크의 근접 중심성 변화 결과

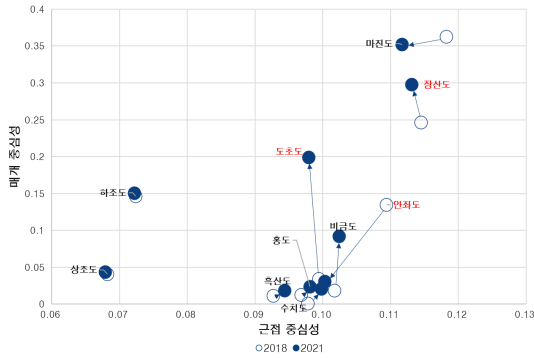


그림 4. 코로나 전후 목표지역 연안 여객 운송 네트워크의 매개 중심성과 근접 중심성 변화 결과

## 2. 완도지역 분석 결과

완도지역 연안 여객 운송 네트워크 특성 분석 결과 표 4.와 같이 2018년에서 2020년까지 노드수(섬의 수)가 34개를 유지하다가 2021년 30개로 감소하였다. 그 원인은 섬에 거주하는 인구가 대폭 감소하면서 완도 연안 여객 운송 네트워크에서 대장구도, 대정원도, 죽굴도, 어룡도가 코로나 이후 항로가 없어졌기 때문이다. 섬 사이를 잇는 항로를 의미하는 링크 수도 2018년 36.5에서 2021년 32.5로 감소하였다. 반면에 밀도와 집중도는 소폭 증가하여 2021년 각각 0.074, 10.6%를 보였다. 이와 함께 평균 연결정도가 2020년 2.059로 가장 낮아 다른 섬과 연결성이 적은 것으로 나타났다. 다른 섬에 도달하기 위해서 거쳐야 하는 평균 경로거리도 노드수 감소에 따라 2018년 4.027에서 2021년 3.043으로 감소하였다.

표 4. 완도 연안 여객 운송 네트워크 특성 변화

(단위: 개, 단계)

구분	2018	2019	2020	2021
노드(Node)	34	34	34	30
링크(Link)	36.5	36.5	35.5	32.5
밀도(Density)	0.064	0.064	0.062	0.074
집중도 (Centralization index)	9.3%	9.3%	9.5%	10.6%
평균 연결정도 (Average degree)	2.118	2.118	2.059	2.133
평균 경로거리 (Mean distance)	4.027	4.027	4.026	3.043

완도지역 연안 여객 항로의 여객 수송 실적을 반영한 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성으로 코로나 전후의 네트워크 변화를 분석하였고, 그 결과는 그림 5.에서 그림 7.과 같다. 연결정도 중심성이 상위 10위에 위치하는 섬 중 노화도와 넓도가 코로나 전후에 연결정도 중심성, 매개 중심성은 다소 감소하였으나 근접 중심성은 증가하였다. 특히 근접 중심성에 있어서 대부분의 섬이 증가하였는데, 이것은 2021년 완도지역 연안 여객 운송 네트워크에서 대장구도, 대정원도, 죽굴도, 어룡도가 사라져 모든 섬에 도달하는데 걸리는 거리가 짧아진 것으로 판단된다. 따라서 코로나 전후 완도지역 섬의 인구감소로 인해 연안 여객 운송 네트워크의 구조에 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다.



## VI. 결론

우리나라 해운물류 분야 중 연안 여객 운송 부분의 코로나 팬데믹 전후 네트워크 변화를 살펴보는 것은 도시에 위치한 항만과 섬에 위치한 소규모 항만의 네트워크 변화와 동일하다고 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서 우리나라 연안에서 여객과 화물 운송을 담당하고 있는 연안 여객 운송 항로 중 가장 규모가 큰 목포, 완도지역의 연안 운송 네트워크 변화를 분석하였다. 코로나 팬데믹 전후 네트워크 변화를 분석하기 위해 코로나 발생 전은 2018년, 2019년으로 코로나 발생 후는 2020년, 2021년으로 분석 기간을 설정하였다. 네트워크 변화는 네트워크 중심성 지수인 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성을 활용하였고, 연도별·항로별 여객 수송 실적 통계를 적용하여 실질적인 네트워크 변화를 분석하였다.

목포지역 연안 여객 운송 네트워크 분석 결과, 코로나 전후 평균적으로 연결된 섬의 개수는 줄어들었고 네트워크 상의 다른 섬에 도달하기 위한 거리는 증가하여 섬 간의 연결성은 감소한 것으로 나타났다. 그리고 육지와 섬을 연결하는 연육교 개통으로 여객 항로가 폐쇄되면서 연안 여객 운송 네트워크 상에서 사라진 섬이 존재하여 네트워크 변화에 영향을 미쳤다. 연결정도 중심성이 증가한 소규모 항만도 있었는데, 이것은 섬을 방문하는 관광객이 증가한 것으로 판단되고,新安군에 위치한 비금도가 이 경우에 해당된다. 근접 중심성과 매개 중심성은新安군 마진도, 울도, 평사도 등 목포지역의 국가보조항로에 속한 항만들이 순위가 높게 나타났다. 연안 여객 수송 실적을 고려한 분석에 있어서도 비금도와 수치도의 소규모 항만은 코로나 전후 네트워크 변화에 있어서 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성이 증가하여 네트워크 상 중요한 영향력을 끼치고 있었다. 반면에 마진도와 안좌도에 위치한 소규모 항만은 반대 양상을 보였다. 안좌도의 경우 기항지로 속해 있던 목포-암태 항로가 연육교 개통으로 폐쇄되면서 네트

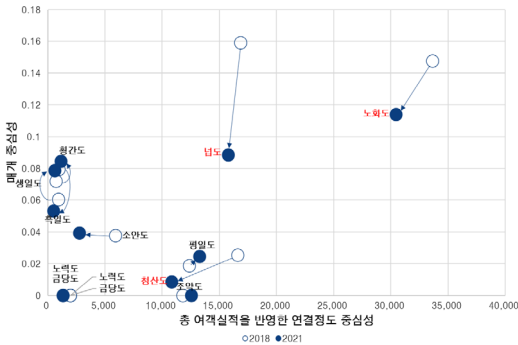


그림 5. 코로나 전후 완도지역 연안 여객 운송 네트워크의 매개 중심성 변화 결과

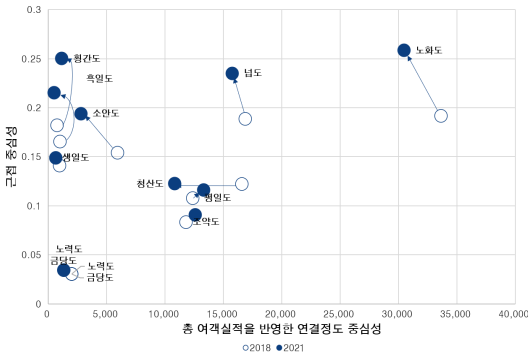


그림 6. 코로나 전후 완도지역 근접 중심성 연안 여객 운송 네트워크의 근접 중심성 변화 결과

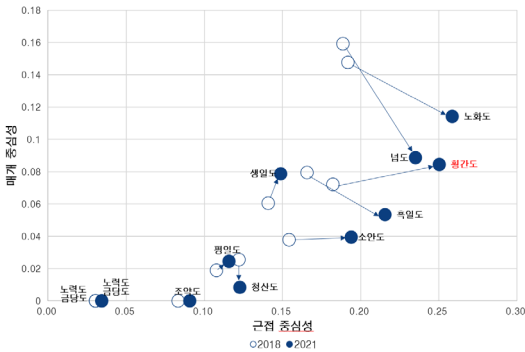


그림 7. 코로나 전후 완도지역 매개 중심성과 근접 중심성 변화 결과

워크에서 영향력이 감소한 것으로 판단된다. 목포와 신안지역의 대표적인 관광지인 흑산도와 홍도의 경우, 코로나로 인해 관광객이 급감하면서 연결정도 중심성이 감소하였다.

완도지역의 연안 여객 운송 네트워크 분석 결과는 코로나 영향으로 섬 주민이 급격히 감소하면서 여객 선 운항이 중지된 후, 연안 여객 운송 네트워크 상의 완도군 대장구도, 대정원도, 죽굴도, 어령도의 연결성이 끊어지고 집중도, 평균 경로거리 등 네트워크 특성에도 부정적 영향을 미쳤다. 완도지역의 대표 관광지인 노화도와 넓도가 모든 중심성 지수에서 상위권을 차지했다. 여객 수송 실적 통계를 반영한 네트워크 분석에 있어서도 넓도, 노화도도 코로나로 인한 관광객 감소와 일부 섬에 위치한 소규모 항만과의 연결이 끊어지면서 연결정도 중심성, 매개 중심성은 감소하였다. 반면에 다른 섬에 위치한 소규모 항만과의 빠른 연결에 영향을 주는 근접 중심성은 증가하였다.

국내 해운물류 분야 중 연안 여객 운송은 도시에 위치한 항만과 섬에 위치한 소규모 항만과의 연결성을 파악하는데 중요하다. 코로나 전후 목포지역에 위치한 중소항만의 연결성이 감소한 것을 확인하였다. 이것은 코로나의 영향으로 사람의 이동이 제한되면서 관광객 수가 급격히 감소했기 때문인 것으로 풀이된다. 또한 코로나 전후 목포지역과 신안지역의 섬을 연결하는 연육교가 개통된 것도 영향을 미친 것으로 판단된다. 완도지역에 위치한 소규모 항만의 연결성은 섬 주민이 급감하고 관광객 감소, 연육교 개통으로 연결정도 중심성, 매개 중심성이 감소하면서 소규모 항만의 네트워크 상 연결성에 부정적 영향을 미치고 있음을 확인하였다.

육지와 섬을 잇는 해상교통수단인 연안 여객 선의 유지와 발전을 위해서 운송 네트워크 관리가 중요하다. 연결성이 높은 여객 항로에 대한 지속가능한 정책 개발과 더불어 연결성이 낮은 항로의 문제점을 찾아내 개선할 수 있는 지속적인 연구와 지역 정책

마련이 필요하다.

이 연구는 향후 코로나 팬데믹과 같은 해운물류의 불확실성에 대응하기 위한 자료로 활용됨을 목표로 하였다. 연구의 한계점으로 국내 연안 여객 운송 네트워크에서 목포, 완도지역에 한정해서 분석을 수행하였고, 화물을 제외한 여객을 중심으로 한 네트워크 분석에 치중했다는 한계점이 있다. 이 연구는 향후 코로나 팬데믹과 같은 불확실한 이벤트에 따른 네트워크 변화를 예측하고 능동적 대응을 위한 정책 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- 고재우·최창목·김성호·정완희(2015), 사회 네트워크 분석 방법을 활용한 국내 여객항로 분석 연구, 한국항해항만학회지, 39(3), 73-96.
- 곽기영(2017), 소셜네트워크분석, 청담.
- 김석수(2018), 글로벌 컨테이너 선사와 국내 컨테이너 선사의 아시아 역내 해운 네트워크 비교 연구(석사학위논문), 인하대학교.
- 김용학·김영진(2016), 사회 연결망 분석, 박영사.
- 김태일·박성화(2022), 한국의 연안 여객선 이용객 인식 조사 분석 -인천, 목포, 통영 여객터미널 이용객을 중심으로-, 한국항해항만학회지, 46(3), 191-202.
- 류재형(2011), 섬과 섬, 섬과 육지를 연결하는 연안 여객 운송 실태와 정책과제, 국토연구, 358, 73-96.
- 박성훈·주동영·오재균·남태현·여기태(2018), SNA 방법을 통한 연안해운 승객 중심성 이동변화 분석, 해운물류연구, 34(4), 527-544.
- 손동원(2002), 사회 네트워크 분석, 경문사.
- 손유미·김화영(2023), 코로나 팬데믹에 따른 항만물류 네트워크 변화 분석 연구, 한국항만경제학회지, 39(4), 205-222.
- 우양호(2022), 연안 여객선 준공영제의 정책 효과성 -섬 주민의 인식을 토대로-, 도서문화, 303-331.
- 한국해운신문(2020), 연안 여객선도 대중교통으로 인정, (<http://www.maritimepress.co.kr>, 검색일 2024. 09. 01)
- 한국해운조합(2019), 2018년도 연안해운 통계연보. (2020), 2019년도 연안해운 통계연보.

(2021), 2020년도 연안해운 통계연보.

(2022), 2021년도 연안해운 통계연보.

해양수산부(2023), 시장 맞춤형 제도 개선으로 연안교통산업 경쟁력 높인다. (<http://www.mof.go.kr>, 검색일 2024. 09. 01)

Aratani, T., Kim, H., Pham, T.Q.M. & Miyazaki, K.(2022), Mobility Burden on User of Remote Island Route Comparison between Japan and South Korea, 8(1), 47-54.

Kim, H., Choi, J., Nam, Y., Youn, J. H.(2022), Characteristic Analysis of the Built Environment of Ferry Terminals: A Case Study of Mokpo, South Korea, sustainability, 14(4), 2115-2331.

Kim, J., Kim, H.(2021), Evaluation of the Efficiency of Maritime Transport Using a Network Slacks-Based Measures (SBM) Approach: A Case Study on the Korean Coastal Ferry Market, sustainability, 13(11), 6094-6111.

Kim, J., & Lee, H.J.(2021), Educational Problems and Improvement on Ulleungdo Islands in Korea, Journal of Marine and Island Cultures, 10(1), 196-205.

Kim, J., Lee, G., & Kim, H.(2020), Analysis of Operational Efficiency Considering Safety Factors as an Undesirable Output for Coastal Ferry Operations in Korea, Journal of Marine Science and Engineering, 8(5), 367-391.

Pham, T.Q.M, Lee, G. & Kim, H.(2020), Toward Sustainable Ferry Routes in Korea: Analysis of Operational Efficiency Considering Passenger Mobility Burdens, sustainability, 12(21), 1-22.

## 글로벌 팬데믹에 따른 국내 해운물류 네트워크 변화 분석 -전남지역 연안 여객 항로의 소규모 항만을 중심으로-

김화영 · 손유미

### 국문요약

이 연구는 국내 해운물류 분야에 큰 영향을 준 코로나 팬데믹에 따른 연안 여객 운송 네트워크의 변화를 분석하였다. 국내 연안 여객 운송 네트워크를 구성하고 있는 육지와 섬에 분산된 소규모 항만 네트워크 자료(2018년~2021년)를 코로나 전후로 구분한 후 사회연결망분석(SNA) 방법을 활용하여 네트워크 구조와 특성의 변화를 살펴보았다. 특히 사회연결망분석의 중심성 지수인 연결정도 중심성, 근접 중심성 및 매개 중심성을 활용하여 코로나 팬데믹 전후로 네트워크를 구성하는 소규모 항만의 영향력 변화를 분석하였다.

연구범위는 국내 연안 여객 운송 네트워크를 가장 많이 보유하고, 여객 수송 실적도 우수한 목포와 완도지역의 기점항만과 섬에 위치한 소규모 항만을 대상으로 하였다. 목포지역 연안 여객 운송 네트워크는 코로나 전후로 연결된 섬의 개수가 줄어들었으나, 네트워크 상에서 다른 섬에 접근하기 위한 연결성은 감소한 것으로 분석되었다. 코로나에 따른 관광객의 감소, 육지와 섬을 연결하는 연육교 개통, 이로 인한 여객항로 폐쇄 등이 네트워크 변화에 영향을 미친 것으로 판단된다. 완도지역은 일부 섬의 경우, 코로나 이후 섬 주민과 관광객의 급격한 감소로 여객선 운항이 중지되어 연안 여객 운송 네트워크 상 일부 섬의 소규모 항만과의 연결성이 끊어지고 집중도, 평균 경로거리 등 네트워크 특성에서 영향을 미친 것으로 나타났다.

이 연구는 코로나 팬데믹에 따른 국내 해운물류 네트워크 변화를 분석하여 향후 해운물류 분야에 영향을 줄 수 있는 불확실한 이벤트에 따른 네트워크 변화를 예측하고, 능동적 대응을 위한 정책 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 해운물류, 연안여객운송, 소규모 항만, 코로나 팬데믹, 사회연결망분석