

세계 주요지역 항만의 네트워크 특성이 성과에 미치는 영향에 관한 연구*

강동준**

A Study on the Impact of Liner Shipping Network Characteristics to the World Regional Major Port performance

Dongjoon Kang

Abstract

The purpose of this study is to examine the relationship between the network characteristics of ports and their performance that is represented by port competitiveness for the port operators. The study employs Social Network Analysis (SNA) to evaluate network characteristics comprising four centrality indices. For this research, data from Containerization International Yearbooks for 2006–2011 is used to analyze the service networks of 20 major liner shipping companies. In SNA, nodes (vertices) in the network are the ports and links (edges) in the network are connections realized by vessel movements, such that the liner shipping network determines the port network. In addition, panel regression analysis has been employed to investigate the relationship between port network characteristics and their performance. The results suggest that the four centrality indices identify the roles of the world's major ports from 2006 to 2011 and that port performance is determined not only by macroeconomic variables and service capabilities but also by the eigenvector centrality of ports in networks.

Key words: Liner shipping network, Port centrality, SNA, Port performance

▷ 논문접수: 2015. 11. 15. ▷ 심사완료: 2015. 12. 16. ▷ 게재확정: 2015. 12. 30.

* 이 논문 또는 저서는 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2014S1A5B5A07041371)

** 중앙대학교 국제물류학과 시간강사

I. 서론

전 세계 물동량의 대부분이 해상운송을 통해 이루어지고 있고 해상과 육상운송 사이에서 연결점(Node)인 항만은 생산, 거래, 물류 및 정보 교류의 필수적인 플랫폼으로 글로벌 공급사슬 시스템 상 중요한 역할을 담당하고 있다. 최근 선사들은 전 세계적인 경제위기 및 불황과 맞물린 해운시장의 어려움을 극복하고자 여러 방법을 모색하고 있다. 대형 선사들 간의 인수합병(M&A) 같은 세계 해운시장의 변화가 활발히 나타나고 있으며 보유 선박 및 신조선을 대형화하여 이를 통한 규모의 경제 및 기업경쟁력을 확보하려는데 노력을 경주하고 있다. 이와 더불어 각 선사들은 대형선을 투입함으로써 기존 기항패턴과 달리 주요 거점항만에 기항하고 다른 중소항만은 피더선이나 연근해 선사들을 활용해 연결하는 허브 앤 스포크(Hub & Spoke) 전략을 활용하여 선사의 운영 효율화를 위한 노력을 진행하고 있는 추세이다. 이처럼 기항지 선택이 주요 항만에 집중될 것으로 예상됨에 따라 각 지역별 항만 간 경쟁이 점차 심화되고 있는 추세이며 선사들의 전략적 선택을 수용할 수 있는 항만 대규모화 역시 촉진되고 있다. 전술한 환경 변화에 대응하기 위해 세계 주요 항만당국에서는 항만 대형화와 더불어 국제적인 수준의 컨테이너터미널 및 다목적터미널에 대한 필요성을 인식하고 세계 주요 선사를 유치하기 위한 전략을 준비함으로써 더욱 치열해진 항만 간 경쟁에 대처하기 위한 최첨단 장비 도입 및 항만서비스 강화와 같은 노력을 기울이고 있다. 이와 함께 터미널의 경쟁력을 결정짓는 가장 중요한 요소인 비용절감과 생산력 향상을 위해 앞 다투어 선진화된 터미널 운영시스템을 채택하고 있다.

항만의 경쟁력을 판단할 수 있는 항만 물동량을 결정할 수 있는 것은 해당 국가의 GDP와 같은 경제지표, 수출 및 수입 교역량, 항만비용, 지정학적

위치 등 다양한 요인에 의해 결정될 수 있다. 지금까지 항만 경쟁 및 항만 선택과 관련된 주요 선행연구에서는 항만 경쟁력을 판단하는 기준으로 항만처리물동량(Port Throughput)을 중심으로 평가해 왔으나 항만의 물동량에는 선사의 기항 선택이 중요한 요인으로 작용할 수 있으며 이러한 해운 정기선사의 기항패턴은 항만 간 경쟁에 중요한 영향을 주고 있다는 연구가 진행되어 왔다(Hyung-Sik Nam and Dong-Wook Song, 2011). 다시 말해 해운선사는 화주에게 해상운송 서비스를 제공하기 위해 기항항만을 선택하고 기항주기를 결정하는 의사결정의 주체에 있으며 해운선사의 선택에 의한 기항 패턴은 지역별 항만경쟁에 영향을 미치고 있는 것으로 판단되고 있다(Notteboom, 2009). Wang and Ng(2011)의 연구에서도 역시 세계 정기선 서비스를 항만의 국제적 연결을 결정하는 중요한 기준이라고 주장하였으며 해운 정기선사의 기항패턴은 항만 간 경쟁에 중요한 영향을 주고 있다(Slack, 1985; Heaver, 2002; Tongzon and Sawant, 2007).

따라서 본 연구에서는 항만의 경쟁력을 결정하는데 있어 기존의 항만자체의 내부 인프라에 대한 투자 중심의 패러다임에서 벗어나 항만 외부 관점 즉, 네트워크 관점에서의 요인을 도출하고 이러한 정기선사 기항항만 선택요인이 항만성가에 미치는 영향을 살펴보고자 한다. 이를 위해 정기선 운항 네트워크 분석을 통해 도출된 항만 중심성을 파악하고 항만 경쟁력으로 대변되는 항만물동량에 미치는 영향에 대해 알아봄으로써 컨테이너항만의 경쟁력과 개발정책에 필요한 근거를 마련하고자 한다.

II. 이론적 배경 및 문헌연구

항만 관리에 대한 종합적인 관리, 투자 및 대규모 자본이 투입되기 시작하면서 세계 지역별로 항

만간 경쟁이 중요한 이슈로 대두되었으며 항만의 경쟁력을 화두로 한 연구들이 활발히 진행되어 왔다. 항만의 경쟁력은 많은 이용자들로부터 해당항만이 선택되고, 또한 많은 물동량을 확보하는 문제와 직결되므로 결국 항만 경쟁력의 요인과 관련된 연구와 기항지 선택 기준의 연구는 관련성이 매우 높다고 할 수 있다. 기항지 선택에 관한 연구는 항만 경쟁력 결정요인을 도출하여 항만 간 경쟁력을 비교·평가하고 연구 대상 항만의 경쟁력을 보완하기 위한 방안을 제시되었다.

1. 항만경쟁력 관련 선행연구

Peters(1990)는 항만경쟁력의 결정요인으로 항만의 서비스, 설비의 능력 및 상태, 항만운영전략, 정치 및 사회경제요인, 특성, 수송 및 하역기능 변화 등을 제시하였으며 Murphy 외(1992)는 항만체선·체화의 여부, 항만규모, 항만 근접도, 선박기항빈도 등을 항만 경쟁력의 주요 요인으로 지적하였다.

Van De Voorde et al.(2001)은 항만경쟁이란 항만물류시스템을 구성하는 주체들이 물동량 창출을 위한 제반 작업과 하역 및 항만운영과 관련된 부가서비스 등의 효율적인 활동을 통하여 경쟁력을 높이는 것이라 정의하였다. 또한 항만경쟁은 선사나 화주와 같은 고객들의 수요라 할 수 있는 물동량, 화물처리 능력, 운영주체들의 효율적인 운영을 위한 내·외부 환경 그리고 경쟁항만과 같은 요인들에 영향을 받는다고 설명했다.

여기태(2001)는 주변의 항만관계에서 우월한 지위를 차지하고자 하는 개발전략과 경쟁적인 서비스 제공, 선박 및 화물을 유치하고자 하는 운영전략 등을 통해 선박의 기항 및 화물처리에서 오는 이익으로 자국내 지역 경제 및 국가 경제의 활성화에 기여하기 위한 수단이라고 항만경쟁력을 설명하였다.

김진구·여기태·이종인(2002)는 국제해운항만 로

지스틱스에 있어서 근간이 되는 경쟁항만의 현황을 조사하고, 항만경쟁력을 평가하는 항목으로 항만입지, 항만시설, 물동량, 항만비용, 서비스 수준으로 추출하고, 항만입지에는 정기선취항 선사 수, 항만시설에는 안벽길이, 물동량에는 취급물동량, 항만비용에는 실제 발생비용, 서비스 수준에는 항만정보처리 서비스의 대표속성을 이용해 각 속성의 수치를 조사하여 계층퍼지분석법(HFP)으로 평가항목별 중요도와 상호작용 계수를 산출하여 분석하였다. 연구 결과 Singapore항이 연구 대상지역에서는 가장 경쟁력이 뛰어난 것으로 나타났다.

김태원·유주영·김현·곽규석·남기찬(2006)는 기존의 항만경쟁 구조와 관련된 연구 문헌들을 분석한 연구로 항만에서의 경쟁을 5가지 형태로 제시하였다. 첫째, 항만의 관리·운영을 지원하는 국가 간 경쟁, 둘째, 타국가 및 자국내 항만과의 경쟁을 포함하는 항만 간 경쟁, 셋째, 타항만 또는 동일항만 터미널과 경쟁하는 터미널 운영업체간 경쟁, 넷째, 항만의 범위가 사라진 글로벌 터미널 운영업체간의 경쟁으로 제시했고 다섯째, 대형선사를 포함하는 선사 운영 터미널 운영업체들이 등장하면서 기존 협력 경쟁체제가 자국내 항만에서만이 아닌 더욱 발전하는 형태로 나타나고 있다고 주장하였다.

허윤수(2006)은 동북아시아의 컨테이너 화물 급증, 컨테이너선의 대형화로 선박의 기항지 축소에 따른 각 지역별 중심항 경쟁, 선사 전용터미널의 확산 추세, 글로벌 터미널 운영사의 항만 네트워크 구축, 항만의 종합물류거점화 전력 확산, 물동량 유치를 위한 인센티브 확대 및 효율인하 등과 같은 해운·항만의 환경변화가 이루어지고 있으며 이와 같은 변화에 따라 선사들의 항만선택 및 선호도 그리고 항만경쟁력의 요인이 변하고 있다고 주장하였다.

2. 항만선택에 관한 선행연구

전일수·김학소·김범중(1993)는 항만선택의 결정요인을 항만시설 및 장비 보유현황, 항만의 생산성, 가격경쟁력, 항만의 서비스 품질 등으로 지적하였으며 김학소(1993)는 우리나라 수출입화주 및 선사들을 대상으로 항만선택요인을 분석하였는데, 수출의 경우 해상수송거리, 연간 화물발송량, 선적시간, 항만평균 체선시간, 톤당 화물가격, 내륙수송비용의 순으로 영향력이 큰 것으로 보았으며, 수입의 경우에는 해상수송거리, 정기선 입항척수, 연간화물반입량, 내륙수송비용의 순으로 영향력이 큰 것으로 분석하였다.

Malchow and Kanafani(2001)는 미국의 선사들의 항만선택에 영향을 미치는 요인들로 항로거리, 내륙육송거리, 항해빈도수 및 선박크기의 항만선택 결정요인을 선정하였고, 이후 2004년의 연구에서 미국내 항만선택요인으로 지리적 위치, 항만특성, 선박스케줄 특성 등의 요인을 가지고 분석하였다. Valentine and Gray(2002)는 조직구조, 소유권, 컨테이너 수, 총 선석길이, 컨테이너 부두길이 및 총 물동량 취급통수 등 요인을 이용하여 클러스터 분석 및 DEA분석을 진행하였다.

한철환(2005)은 북미항로를 취항하고 있는 선사들을 대상으로 16개 항만을 분석한 결과 선사들의 기항선호 항만요인을 항만물동량, 항만시설, 항만입지, 항만비용, 서비스 수준 등으로 분석하였으며 이 중 항만물동량과 항만시설이 선사들의 기항선택 시 중요한 요인으로 제시하였다. 또한 초대형선 기항에 대비한 항만시설의 정비와 전용터미널을 포함하여 글로벌 선사들의 터미널 운영참여를 대폭 확대해야한다고 주장했다. 장홍훈, 이종규(2008)는 항만선택 및 항만 경쟁력 결정요인들의 선행연구를 중심으로 항만시설, 항만비용, 항만입지, 항만물동량, 항만서비스, 항만마케팅 요인 등을 중요 요인으로 도출하였다.

김율성·김상열(2011)은 항만선택기준에 관한

선행연구를 요약 정리하였다. 이 연구에서 제시하고 있는 선택기준은 선석길이와, 선석 수, 터미널 공간과 CFS, 하역장비, 기항하는 선박의 길이, 수출입 물동량규모, 하역비 등의 환적비용, 내륙운송비용, 항만운영비용, 선박과 화물의 안전성, 특수 화물 처리능력, 화물처리 절차와 서비스 수준, 선박의 기항횟수, 항만 지체시간, 항만 MIS, 수송거리, 주 간선항로 접근성, 인접항만과 거리, 지역시장의 경제적 규모, 항만배후지 및 경제자유구역의 규모와 활성화 수준 및 수송 수단의 다양성이다.

3. 운송 분야 네트워크 선행연구

최근 빅 데이터의 중요성이 부각되고 광범위한 데이터를 분석하는 등 연구범위가 확장되면서 기존에 확인하지 못했던 무질서한 네트워크에서 발견될 수 있는 질서들에 관련된 연구가 다양한 분야에서 수행되고 있다. 무역의 파생수요로써 국가 간 화물 운송은 대부분 해운 또는 항공을 통해 이루어지고 있으며 세계 경제 성장에 중요한 역할을 담당하고 있다. 전 세계 운송의 대부분을 처리하고 있는 해운서비스는 거점과 지점(hub-and-spoke)의 운영구조인 복잡한 운송네트워크 시스템을 채택하고 있으며 이는 항공운송에도 유사한 형태를 띠고 있다. 지금까지 사회 네트워크 관점에서 항만 및 항공 네트워크에 대한 연구는 주로 네트워크 유형의 위상변화를 이해하기 위해 연구가 수행되어 왔다(임병하, 2011).

Weber et al.(2001)은 지리적 여건에 영향을 받으며 인간활동 시스템으로부터 발생한 교통네트워크의 일부로 항공교통을 설명하였으며 새로운 장거리 항공노선의 개발 시 기본적인 형태와 경향을 분석하였고, 지리, 규제, 제작자, 여객, 항공사 등 장거리 노선의 발생 요인에 대해 분석하였다. 세계화 시대에 접어들면서 이제는 국가를 떠나 큰 도시들의 영향력이 점점 커지고 있다. 도시의 주요 경쟁력의 하나는 국제적인 연결 능력이며 이를

수행하는 것은 공항이다. 특히 허브공항은 수많은 네트워크의 세계를 연결시켜 주는 곳으로서 도시에 미치는 파급효과가 매우 크다고 주장하였다.

Matsumoto(2004)는 세계의 주요 도시 간 여객과 화물의 흐름 변화를 시기별로 분석하였고 중력모형을 기반으로 도시의 허브(hubness) 모형을 개발하였다. 이 모형은 국제선 여객수를 종속변수로 설정하였으며, GDP, 인구, 거리(물리적 거리)를 설명변수로 하고 있다. 대륙 간 교통량에서 GDP나 인구보다 거리가 가장 많은 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나 유럽 내에서는 세 가지 모두 영향력이 비슷한 것으로 분석되었다. 허브공항은 국가 또는 도시 간의 경쟁력과 상호 작용에 중요한 요소로 작용하고 있기 때문에 개별 공항의 시각에서 점차 네트워크적인 시각으로 확대하여 다루어지고 있다.

이호상(2010)의 연구에서는 세계 주요 도시의 네트워크성(networkability)을 분석하기 위해 사회네트워크의 중심성 이론을 바탕으로 도시의 중심성 개념을 만들고, 항공노선의 연결성 개념을 도입하여 이 둘을 조합한 네트워크성 모델을 만들었다. 그는 국제여객유동량 자료를 이용하여 1992-2004년의 세계도시의 네트워크를 분석하였다. 이 연구는 사회연결망 분석의 수정된 모델을 이용하여 각 항공 노선수와 유동량, 도시의 중심성을 고려하였으며 국제 항공 네트워크상의 도시 간 상호연계성을 밝히고 있다.

임병학(2011)은 컨테이너항만 네트워크가 항만 생산성에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하여 실제 복잡한 네트워크의 하나인 항만 네트워크의 복잡한 네트워크 구조의 특성이 무엇을 의미하는지에 대한 연구를 수행하였다. 항만 네트워크의 중심성이 높은 항만은 Singapore(SGP)로 나타났고, 생산성이 높은 효율적인 항만은 Singapore(SGP), Hong Kong(HKG), Tanjung Priok(TPK), Yokohama(YHH)로 나타났으며 항만 생산성에 가장 높은 영

향을 미치는 네트워크 변수는 근접 중심성 변수가 유의한 영향을 미치고 있음을 확인하였다.

Cesar Ducret et al.(2011)은 2006년 컨테이너 운송의 세계 해운네트워크를 살펴보고 5가지 범주(Circulation, foreland, connectivity, centrality and neighbourhood)를 설정하여 항만 간 비교를 통한 새로운 지표를 제시하였다. 연구 결과로는 네트워크 관점에서 항만의 위치와 기능에 따라 항만을 분류하고 항만 물동량에 가장 크게 영향을 미치는 변수를 제시하였다. 비록 중심성 지표들은 항만물동량과 높은 상관관계를 나타내고 있지만 다른 항만에 가장 크게 영향을 주는 변수는 지리적 변수인 최장 거리로 나타났다.

Laxe et al.(2012)은 2008년과 2010년 사이에 중국에 1회 이상 정박한 선박의 TEU 물동량을 대상으로 그래프 이론을 적용하여 취약성(vulnerability)과 중심성 분석을 실시하였다. 그 결과 2년 사이에 경제위기로 인해 물동량이 감소하였으나 Hong Kong항이나 Singapore항과 같은 중심성이 높은 항만은 물동량이 감소하지 않고 배후지가 확장되었으며, 파나마 운하의 지역에 위치한 항만이 새로 부상되는 항만임을 파악하였다.

Cesar Ducruet and Theo Notteboom(2012)은 컨테이너 해운 서비스의 구성의 관점에서 정기선 서비스 네트워크를 분석하였다. 다양한 정기선 서비스 종류와 같은 정기선 서비스 디자인의 결정요인에 대해 논의하였으며 선박 운항 데이터를 기반으로 세계 정기선 해운 네트워크의 글로벌 청사진을 나타내어 주요 기항항만 연결의 지역적 분포는 최근 정기선 해운 네트워크의 재편에 의해 조금씩 변경되고 있음을 파악하였다. 또한 정기선 해운 네트워크의 관점에서 세계항만의 중심성 체계 및 선택 요인에 대해 살펴보았다.

항만의 경쟁력에 관련된 연구는 다수 수행되어 왔으나, 실질적으로 항만의 경쟁력이나 항만 선택 요건을 결정짓는 주체의 관점이 한 방향으로만 치

우쳐 있다. 즉, 항만 경쟁력의 필수 조건인 항만 물동량은 항만 자체의 투자만으로 결정되는 것이 아닌 해상운송 서비스를 제공하는 선사의 선택에 따라 결정될 수 있으며 선사 관점에서의 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 네트워크(Network) 이론, 특히 SNA를 통해 글로벌 선사들의 지역별 항만 네트워크를 분석하고 이를 통해 분석된 주요 항만의 중심성과 더불어 항만경쟁력에 영향을 미치는 요인을 선행연구를 통해 도출하여 이러한 요인들이 항만성과 즉, 항만물동량에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 연구하고자 한다.

III. 연구방법

1. 사회 네트워크 분석

사회 네트워크 분석에 대한 설명에 앞서 네트워크의 개념을 살펴보면 수학의 그래프 이론에 의해 $G=(N, L, \beta$ 로 나타낼 수 있는데, 여기서 G 는 네트워크이며, N 은 노드들의 집합이고 L 은 링크들의 집합, β 는 노드들이 각각 링크를 통해 어떻게 연결되어 있는지를 설명하는 $N \times N$ 연결 함수로 정의될 수 있다. 네트워크 과학(network science)이란 세상을 바라보는 새로운 시각으로 점과 선으로 이루어진 모든 것들을 어떠한 구성 성분과 그들 사이의 상호관계라는 연결선으로 바라본다는 측면에서 살펴본다. 1736년 Euler가 Königsberg 지역의 다리에 대한 문제를 수학적으로 증명하면서 시작되어 최근 여러 학문 분야에 적용되어 사회과학 분야와 물리학, 생물학 등 자연과학분야 그리고 의학을 포함한 생명과학 분야에서 연구가 수행되고 있다. 네트워크분석이 지닌 특성 중 하나는 여러 차원에서 개인이나 조직, 국가 및 어떠한 주체 사이의 구조적인 연결 모습을 살피는 데에 유용하다는 점이다. 네트워크분석에서 대상은 '실체' 그 자체라기 보다는 '실체'를 구조화하는 연결의 양상이다. 이러

한 맥락에서 네트워크분석적인 접근은 대상으로서의 자기 자신, 또는 자기 자신을 대상화하여 그것과 어떻게 관계를 맺을 것인가에 초점을 둔다(이재열 외, 2007). 최근 네트워크 과학(Science of network)의 연구가 활발히 진행됨에 따라 많은 학자들은 네트워크구조의 공통적인 특징을 발견하고 그 원리를 규명하기 시작했다. 즉, 사회 네트워크 분석(Social Network Analysis)은 사회현상을 구조적으로 접근하는 방법으로서, 지적 근본은 사회학의 구조적인 시각이라고 할 수 있다. 전통적으로 사회학에서는 사회를 구조적 시각으로 바라본다. 사회라는 것은 다수의 행위자들이 상호작용을 하는 곳에서 발생하는 것이라고 볼 수 있다. 대상과 대상 사이의 상호작용이 필요하며, 이러한 대상들 사이에는 일정한 패턴이 존재하고 네트워크 구조로부터 영향을 받는 것이다(Simmel, 1971).

사회 네트워크에서 가장 일반적으로 분석되어 이용되는 중심성 측정 방법으로는 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성 및 아이겐벡터 중심성이 있다(손동원, 2008). 중심성(Centrality) 지표는 '네트워크에서 어떤 노드 또는 링크가 다른 것들에 비해 더 중심적이다'라는 직관을 정량화하기 위한 것으로 사회 네트워크 분석에서 노드가 네트워크 내에서 얼마나 중심적인지를 판단하고 평가하기 위해 중심성에 관한 많은 개념이 오랜 기간 동안 정립되어 왔다. 일반적으로 단지 노드가 사람이고 링크가 사회관계일 뿐 중심성의 개념은 다른 분야에도 적용이 가능하다. 본 논문에서는 사회 네트워크 분야에서 정립된 중심성 지표들을 활용하여 항만 네트워크의 중심성을 평가하고자 한다. 이 중 본 연구에서 해운항만 네트워크의 특성을 파악할 수 있는 네트워크 특성분석(밀도, 경로거리, 직경, 연결정도 등)와 더불어 항만의 중심성을 파악할 수 있는 중심구조 분석(연결정도, 근접, 매개, 위세 중심성)에 대한 분석을 진행하였다.

첫 번째 중심성은 연결정도 중심성이다. 연결정

도는 노드에 연결된 링크의 수를 말한다. 본 논문에서 연결정도는 선사들이 항만에 기항하는 서비스 수가 된다. 연결정도는 노선의 방향성은 고려치 않는데 예를 들어 Busan→Singapore나 Singapore→Busan이 똑같은 Singapore-Busan로 계산되어 분석된다. 한 노드의 연결정도는 네트워크 내에서 자신의 중심성을 나타내는 지표로 사용될 수 있다. 하지만 이는 한 점에 직접 연결된 이웃 점들 간의 링크만 고려하기 때문에 절대적인 링크의 수로 측정되는 것이며 로컬(local) 중심성의 의미가 강하다(손동원, 2008). 두 번째 중심성은 근접중심성이다. 근접 중심성은 로컬 중심성(연결정도 중심성)에 대응하여 전체 네트워크 내에서의 위치를 고려하는 글로벌 중심성 개념이 포함되어 있다. 전체 네트워크에서의 위치는 한점과 다른 각 점 사이의 거리 개념을 적용하는 방법이 효과적이며 이를 근거로 중심성을 측정하는 방법이 근접 중심성이다(손동원, 2008). 세 번째로 매개 중심성은 네트워크 내에서 한 점이 담당하는 매개자 혹은 중재자 역할의 정도를 나타내는 것으로 한 노드가 다른 노드와 네트워크를 구축하거나 연결하는데 있어 중개자의 역할을 얼마나 할 수 있는지에 대한 개념이다. 이는 한 노드가 네트워크 내의 다른 노드들 사이에 위치하는 비율에 의해 측정되고 정보의 흐름에 있어 큰 영향력을 갖고 있는 것으로 판단할 수 있다. 마지막으로 Bonacich(1972)에 의해 최초로 소개된 위세중심성은 이웃 노드의 중요도가 모두 같지 않다는 개념에서 출발하여 자신과 연결된 이웃들의 중요성을 자신의 중심성을 판단하는 데 사용하는 개념이며 행위자 자신의 중심성이 높은 것으로 네트워크 내 가장 강한 영향력을 갖고 있다 판단하기는 어려우며 행위자 자신과 관계하는 다른 행위자의 중심성에 따라 해당 행위자의 영향력이 영향을 받는다는 것을 의미한다.

2. 패널 회귀분석

국내·외적으로 항만경쟁이 날로 격화되고 있는 환경에서 경쟁력을 갖춘 항만이 되기 위해서는 기존 연구에서 제시된 다양한 요인들을 분석하고 경쟁우위를 갖추기 위해 끊임없이 노력해야 한다. 기존 항만 개발전략은 수출입 해상물동량과 환적 수요에 근거해 수립되어 왔다. 이러한 전략은 오늘날처럼 항만 수가 많아지고 경쟁이 치열해 진 경우 단순 물동량에 근거한 항만 개발전략은 문제가 발생할 수 있다. 세계 다수의 항만이 하나의 네트워크를 이룸으로써 항만의 패러다임 전환이 이루어지고 있기 때문에 항만 개발전략은 항만이 갖추어야 할 항만 기존 경쟁력 요인과 더불어 선사와 항만으로 이루어진 해운 네트워크에 대한 이해를 동시에 파악할 필요가 있다.

1) 패널 데이터의 개념

패널분석(Panel分析, Panel analysis)은 패널데이터를 이용한 계량경제 분석으로 시계열 분석과 횡단면 분석을 동시에 수행하는 회귀분석의 분석 방법 중의 하나이다. 특히 패널분석에서 다루는 패널데이터(Panel data)는 횡단면적 데이터 정보뿐만 아니라 시계열 데이터 정보를 보유하고 있어 시계열 분석 내지 횡단면 분석만으로 파악할 수 없는 추가적 정보를 얻을 수 있다. Hsiao(1985), Klevmarken(1989), Solon(1989)는 패널데이터 분석에 대한 장점을 다음과 같이 설명하고 있다. 첫째, 개별적 특이성(individual heterogeneity)을 통제할 수 있다는 것이다. 개별적인 특이성을 통제하지 못할 경우 시계열 분석이나 횡단면 분석은 왜곡된 결과를 얻을 위험이 커지게 되는데, 패널데이터 분석은 시계열 분석이나 횡단면 분석에서는 불가능한 개별특성효과(individual effect)와 시간특성효과(time effect)를 모두 통제할 수 있다는 장점이 있다고 설명하였다. 둘째, 패널데이터는 연구자에게 다양

한 정보를 제공해 주며 다중공선성의 문제를 줄일 수 있다. 게다가 보다 많은 자유도(degree of freedom)와 가변성(variability)을 제공해 분석을 용이하게 해준다. 셋째, 패널데이터는 조정의 동태성(dynamics of adjustment)을 가능하게 해준다는 것이다. 상대적으로 안정된 횡단면 분포에서는 포착하기 힘든 다양한 변화를 포착하게 도와준다. 넷째, 패널데이터는 순수 횡단면이나 순수한 시계열데이터에서 포착하기 힘든 효과를 보다 잘 측정해 낼 수 있다는 것이다. 다섯째, 횡단면 자료나 시계열 자료에 비해 복잡한 행태적 모형을 구축하고 검증하게 해준다. Hsiao (1986)는 시차모형(lag model)에 있어서도 패널데이터가 시계열자료보다 자료에 대한 제약이 덜 가해지기 때문에 효과적이라고 하였다. 여섯째, 패널데이터는 개인, 기업, 정부 등과 같이 미시적인 단위에서 수집되는 데이터에서 발생하는 편이(bias)를 통제하게 해준다. 이것은 두 번째의 개별특성효과와 비슷한 것을 개별 데이터 셋(set)에서 생길 수 있는 종의 편이들을 제거하여 분석할 수 있음을 의미한다.

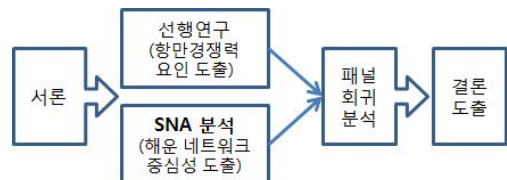
2) 패널분석 모형의 특징

패널모형의 특성인 오차항의 형태에 따라 고정효과모형(fixed effect model), 임의효과모형(random effect model)로 구분될 수 있으며, 어떤 모형을 선택할 것인가는 연구결과를 도출하고 해석하는데 중요한 문제가 될 수 있어 계량경제학계에서도 최근 다양한 형태로 논의되고 있다(Baltagi, 2008).

최충익(2009)에 따르면, 고정효과모형과 임의효과모형 중 어느 모형을 선택하는 것이 합리적인가 하는 문제는 학자들마다 주장하는 바가 모두 다르나 두 모형을 구분하는 가장 탁월한 방법은 시간 불변의 개별특성효과가 독립변수들과 관련되어 있는가를 살펴보는 것이다. 관련이 있으면 고정효과모형을 선택하며, 관련이 없을 경우 임의효과모형을 선택한다(Johnston and DiNardo, 1997).

이정동, 오동현(2010)에 따르면, 주어진 자료의 속성과 분석대상에 대한 분석자의 직관에 따라 모형을 택하는 것이 더 나은 경우도 있고 기존 연구에 따르면 다음과 같은 몇 가지 직관적 규칙이 존재한다고 밝혔다. 첫째, 시계열이 길고 관측치의 수가 적을 경우 고정효과모형과 임의효과모형 사이에는 큰 차이가 없어 상대적으로 추정이 간편한 고정효과모형을 사용해도 무방하다. 둘째, 시계열이 짧고 관측치가 많을 경우, 고정효과모형은 상당량의 더미변수를 생성하기 때문에 추정의 효율성이 떨어지기 때문에 일반적으로 임의효과모형을 활용하는 것을 추천한다. 셋째, 관측치가 모집단의 규모가 상대적으로 큰 곳에서 임의적으로 추출된 것일 경우, 관측치 별 고유속성이 전체 모집단의 속성을 반영하는 것으로 판단하여 임의효과모형을 사용하는 것이 바람직하다. 넷째, 관측치의 수가 전체집단의 수 혹은 또는 전체집단의 수와 가까울 때는 관측치 별 고유속성이 확률적일 수 있다는 가정이 불필요하다. 다섯째, 관측치 고유의 속성이 독립변수와 상관관계를 갖고 있을 경우 임의효과모형은 편의(biased)를 야기한다. 즉, 이러한 사전적인 심증이 있을 경우에는 고정효과모형을 사용하는 것이 타당하다.

본 연구에서는 SNA를 활용하여 전 세계 항만 네트워크의 구조적 특성과 중심성을 분석하고 이를 통해 도출된 중심성을 기존 선행연구에서 제시되어온 요인들과 함께 항만성으로 대별되는 물동량에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 패널분석을 실시하였다.



IV. 실증분석

1. 분석범위 및 방법

본 연구에서는 두 가지 실증분석을 실시하였다. 우선 해운항만 네트워크분석을 통해 중심성을 도출하고자 사회 네트워크 분석을 수행하였으며 이를 통해 도출된 중심성과 더불어 선행연구 분석을 통해 선별된 항만성과에 영향을 미칠 수 있는 요인을 선정하여 중심성과 함께 패널분석을 실시하였다.

첫째로, 항만경쟁에 영향을 미칠 수 있는 SNA(Social Network Analysis) 분석을 하기 위해 필요한 세계 해운·항만 네트워크 데이터를 구성하기 위해 UNCTAD에서 집계한 2006년부터 2011년까지의 세계 주요 20대 선사를 대상으로 항로의 구성과 항로별 투입되는 선박의 크기를 분석하여 Raw Data를 수집하였다. 이 중 본 연구에서는 2006년부터 2011년까지 지속적으로 상위 20위에 포함되어 있는 19개 선사를 선정하여 분석에 사용하였고 이를 통해 구성된 항만 네트워크는 전 세계 지역의 항만(노드)들이 자기 지역 내 또는 다른 지역의 항만들과 연결하고 있는 항로(링크)들을 포함하고 있다.

세계 주요 20대 선사는 전 세계 컨테이너 해운 시장에서 약 70% 이상의 화물을 운송 중에 있으며 큰 규모 선사들의 M&A 및 경쟁구도 변화와 피더운송의 참여로 인해 상위권 컨테이너 정기선사의 운송 물동량은 더욱 늘어날 전망이다. 본 연구의 분석대상 선사는 Maersk Line (Denmark), MSC (Switzerland), CMA CGM(France), APL(Singapore), COSCO(China), Evergreen (China, Taiwan), Hapag-Lloyd(Germany), CSCL(China), Hanjin (Korea), MOL (Japan), OOCL(China, HK), Zim(Israel), HMM (Korea), NYK(Japan), Yang Ming(China, Taiwan), Hamburg Sud(Germany), K Line(Japan), CSAV(Chile),

PIL(Singapore), Wan Hai(China, Taiwan)로 선정하였다. 위 20대 선사가 보유한 선박은 전체 선박의 30%만을 차지하지만 전체 물동량의 69.6%를 처리하고 있다. 사회 네트워크 분석을 수행하기 위해 사용한 데이터는 전 세계 정기 선사들의 취항 데이터와 항만의 기초 자료를 모아놓은 Containerization International Yearbook과 On-line에서 제공하는 정보를 수집하였으며 분석 툴로는 UCInet과 PAJket의 강력한 기능을 통합한 포괄적인 사회연결망 분석 방법을 제공하고 있는 NetMiner 4.2를 사용하였다.

더불어 사회네트워크 분석을 통해 도출된 중심성이 개별항만 성과에 미치는 영향을 분석하기 위해 세계 주요항만 중 20개를 선정하여 2006년부터 2011년까지의 데이터를 수집하였다. 패널분석을 위한 대륙별 20개 주요 항만은 Shanghai(SHA), Singapore(SIN), Hong Kong(HKG), Busan(BSN), Ningbo(NGB), Qingdao(TAO), Rotterdam(RTM), Kaohsiung(KHH), Port Klang(PKG), Antwerp(ANR), Hamburg(HAM), Los Angeles(LAX), Tanjung Pelepas (PTP), Long Beach(LGB), New York/New Jersey (NWY), Dalian(DLC), Laem Chabang(LCH), Bremen/Bremerhaven(BRE/BRV), Jawaharlal Nehru(NSA), Tanjung Priok(TPP)이며 자료 수집 역시 Containerization International Yearbook과 각 해당 항만청 사이트 등의 자료에 기초하여 수집하였다. 분석에 사용된 전체 sample 수는 20개 항만을 대상으로 6년간의 데이터를 이용하여 총 120개를 분석에 이용하였다. 각 중심성 결과를 제시한 10개 항은 각 지역을 대표하는 항만으로 선정하였다.

2. 항만 네트워크의 중심성 분석

1) 연결 중심성 분석 결과

2006년부터 2011년까지의 분석대상 중 대륙별 주요 항만의 네트워크의 연결정도 중심성을 분석한 결과는 <표 1>과 같다.

표 1. 연결정도 중심성(2006-2011)

No	Port	Country	Continent	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
				In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
1	SHA	China	Asia	2,005	2,200	4,511	4,517	2,812	2,821	3,064	3,058	3,547	3,540	4,029	4,057
2	SIN	Singapore	Asia	3,266	2,732	2,423	2,443	4,059	4,041	4,029	4,024	4,559	4,559	5,003	5,022
3	HKG	China	Asia	4,340	4,175	3,577	3,567	4,173	4,166	4,239	4,251	4,694	4,737	5,287	5,289
4	BSN	S. Korea	Asia	2,055	1,824	1,884	1,862	1,946	1,954	1,748	1,748	2,331	2,331	2,855	2,859
5	RTM	Netherlands	Europe	1,507	1,409	1,583	1,597	1,603	1,619	1,640	1,641	2,052	2,068	1,985	2,019
6	KHH	Taiwan	Asia	1,707	1,597	2,051	2,042	1,791	1,801	1,651	1,634	2,442	2,437	2,451	2,448
7	ANR	Belgium	Europe	963	1,040	1,100	1,100	1,082	1,082	1,024	1,024	926	928	1,063	1,063
8	HAM	Germany	Europe	1,278	1,116	1,445	1,445	1,493	1,490	1,466	1,466	1,736	1,736	1,782	1,782
9	LAX	USA	N/A	338	340	588	588	533	533	509	509	660	660	615	615
10	NWY	USA	N/A	841	851	999	999	963	963	808	805	1068	1058	909	901

분석대상 항만 중 연결중심성이 높은 항만은 2011년 기준 Hong Kong, Singapore, Shanghai, Busan 순으로 분석되었다. 연결정도 순위 및 중심성 지수를 나타낸 <표 2>를 살펴보면 Hong Kong 과 Singapore의 경우 지속적으로 연결정도 중심성이 높게 분석되었으며 Busan 항의 경우 2006년 2,055에서 2011년 2,855까지 상승하였으나 순위는 3위에서 6위로 떨어졌다. 세계 정기선 시장은

2008년 리만 브라더스 사태 이후 금융위기 여파로 인해 2009년 까지 불황기에 직면하였다. 각 항별 연결중심성을 살펴보면 지속적인 성장세를 띠던 중 2008년도에 주춤하는 것을 확인할 수 있으나 이후 회복해 꾸준한 성장세를 나타내고 있다. 항만 네트워크에서 연결 중심성이 높은 항만은 네트워크 내의 많은 다른 항만들과 직접적인 관계를 맺고 있으며 네트워크 리더로써 큰 영향력을 행사

표 2. 근접 중심성(2006-2011)

No	Port	Country	Continent	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
				In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
1	SHA	China	Asia	0.353	0.312	0.346	0.323	0.358	0.326	0.372	0.344	0.335	0.330	0.344	0.335
2	SIN	Singapore	Asia	0.392	0.372	0.400	0.387	0.387	0.391	0.396	0.404	0.381	0.377	0.383	0.387
3	HKG	China	Asia	0.342	0.374	0.345	0.384	0.352	0.350	0.356	0.360	0.333	0.340	0.339	0.345
4	BSN	S. Korea	Asia	0.325	0.317	0.341	0.326	0.345	0.342	0.355	0.330	0.324	0.331	0.337	0.344
5	RTM	Netherlands	Europe	0.375	0.331	0.363	0.353	0.357	0.337	0.366	0.346	0.343	0.335	0.354	0.340
6	KHH	Taiwan	Asia	0.329	0.335	0.341	0.341	0.348	0.334	0.345	0.351	0.345	0.327	0.348	0.328
7	ANR	Belgium	Europe	0.336	0.350	0.342	0.379	0.321	0.361	0.329	0.353	0.318	0.344	0.315	0.365
8	HAM	Germany	Europe	0.328	0.320	0.310	0.321	0.331	0.308	0.341	0.331	0.319	0.303	0.318	0.302
9	LAX	USA	N/A	0.321	0.303	0.332	0.306	0.330	0.280	0.309	0.284	0.330	0.274	0.309	0.288
10	NWY	USA	N/A	0.348	0.290	0.356	0.327	0.367	0.316	0.348	0.311	0.354	0.309	0.351	0.298

하는 항만을 나타낸다. Ahuja(2000)는 연결중심성이 높을 경우 자원공유 및 지식 확산의 혜택을 누릴 수 있으며, 특히 직접적인 연결에 중점을 두고 있어 노하우와 자산의 공유와 이전의 결과로 인해 혁신의 성과를 높일 수 있다고 주장하였다.

2) 근접 중심성 분석 결과

근접 중심성의 개념은 다른 노드와의 경로거리로 측정할 수 있으며 근접중심성이 높은 노드는 네트워크 내의 다른 노드들과 최단 경로로 연결될 수 있어 네트워크 전역에서 가장 일반적인 영향을 가지는 즉, 전체 중심성을 표현하는 대표적인 지표이다. 따라서 개별 노드의 직접적인 영향력뿐만 아니라 간접적인 영향력을 모두 포함한 포괄적인 의미의 리더를 표현하는 지표라고 할 수 있다. 2006년도에는 Singapore, Rotterdam, Shanghai, New York 항 순으로 분석되었으며 2006년부터 2011년까지의 근접중심성이 가장 높은 항만은 Singapore 항으로 전체 항만 네트워크에서 관문의 역할을 수행하고 있다는 사실을 반증하고 있다. 즉, 직접적인 항만간의 연결뿐 아니라 항만의 파트너, 즉 잠재적 파트너 항만을 포함한 직·간접적인 연결을 의미하고 있다. 근접 중심성이 높은 항만은 네트

워크에서 핵심이 되는 항만과 가까운 거리에 위치하고 있어 주요 정보를 빠르게 확보할 가능성이 높다. 따라서 선사들의 선택에 의해 결정되어지는 전체 항만 네트워크 내에서 가장 중심위치에 존재하는 항만은 정보, 권력, 영향력, 지위, 물동량에 대한 확보와 접근이 쉽기 때문에 네트워크상에서 영향력이 크다.

3) 매개 중심성 분석 결과

매개 중심성은 다른 네트워크와 가교적인 연결이라 할 수 있다. 한 노드가 다른 노드들 사이의 최단경로 상에 위치하는 정도를 측정하는 전체 중심성을 측정하는 지표로 매개 노드는 정보 전달의 책임, 대변자, 모니터 혹은 조정자 역할을 수행하고 있다. 즉, 서로 다른 두 노드 및 네트워크를 연결하는 매개자의 기능을 평가하는 것으로 노드를 지나는 가장 짧은 모든 경로의 비율로 나타내며 이는 전이성(transitivity)을 반영한다. 본 연구에서 분석한 항만 네트워크에서는 Singapore항과 Antwerp항의 매개 중심성이 가장 높은 것으로 나타났다. 위의 두 항만은 지리적으로 전 세계 해운 운송의 간선항로에 위치해 있어 이러한 매개의 역할을 수행하는 것으로 분석되었다. 매개 중심성이

표 3. 매개 중심성(2006-2011)

No	Port	Country	Conti	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	SHA	China	Asia	0.052	0.031	0.064	0.069	0.038	0.050
2	SIN	Singapore	Asia	0.210	0.215	0.210	0.243	0.210	0.212
3	HKG	China	Asia	0.108	0.095	0.068	0.063	0.061	0.065
4	BSN	S. Korea	Asia	0.030	0.056	0.067	0.066	0.043	0.063
5	RTM	Netherlands	Europe	0.058	0.050	0.052	0.051	0.041	0.050
6	KHH	Taiwan	Asia	0.050	0.047	0.042	0.045	0.051	0.053
7	ANR	Belgium	Europe	0.061	0.120	0.066	0.070	0.069	0.073
8	HAM	Germany	Europe	0.021	0.013	0.023	0.021	0.022	0.013
9	LAX	USA	N/A	0.010	0.022	0.008	0.002	0.013	0.009
10	NWY	USA	N/A	0.021	0.026	0.031	0.022	0.039	0.025

표 4. 아이겐벡터 중심성(2006-2011)

No	Port	Country	Conti	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	SHA	China	Asia	0.340	0.363	0.391	0.420	0.409	0.407
2	SIN	Singapore	Asia	0.279	0.310	0.375	0.332	0.309	0.315
3	HKG	China	Asia	0.581	0.540	0.474	0.471	0.463	0.456
4	BSN	S. Korea	Asia	0.250	0.153	0.161	0.153	0.185	0.204
5	RTM	Netherlands	Europe	0.031	0.043	0.067	0.057	0.049	0.034
6	KHH	Taiwan	Asia	0.320	0.293	0.253	0.214	0.247	0.194
7	ANR	Belgium	Europe	0.015	0.024	0.048	0.034	0.017	0.018
8	HAM	Germany	Europe	0.017	0.019	0.042	0.034	0.022	0.029
9	LAX	USA	N/A	0.032	0.052	0.048	0.038	0.041	0.031
10	NWY	USA	N/A	0.020	0.027	0.038	0.032	0.020	0.008

높은 항만일수록 환적 물동량을 높일 수 있는 항만으로 판단할 수 있으며(임병학 외, 2011) 동시에, 잠재적으로 개발 항만의 의제에 따라 정보를 필터링 하거나 네트워크를 취약하게 만드는 위험을 내포하고 있다(김용학, 2011)

4) 아이겐벡터 중심성 분석 결과

아이겐벡터 중심성은 개별 행위자의 중심성과 해당 행위자(ego)와 연결된 다른 행위자(alterns)의 중심성 지표를 함께 고려한 것으로 한 노드의 영향력 또는 중요도를 평가하는데 사용하는 개념이다(이수상, 2010). 아이겐벡터(위세) 중심성은 네트워크 내에서 가장 영향력이 있는 중심 노드를 나타내고 있다. 즉, 주변에 영향력이 상대적으로 높은 결절점들과 연결되어 있는 경우 자신의 영향력을 증가시킬 수 있는 기회를 가질 수 있다는 점을 반영해주는 지표라 할 수 있다. 항만네트워크의 경우 아이겐벡터 중심성이 높은 항만일수록 네트워크 내 중심성이 높은 항만과 많은 연결을 맺고 있다는 것이며 이처럼 높은 영향력이 있는 항만과의 전략적 제휴 및 협력은 항만의 물동량을 늘릴 수 있는 기회를 찾을 수 있을 것으로 판단된다.

2006년부터 2011년까지 지속적으로 아이겐벡터 중

심성이 높은 항만은 HongKong, Shanghai, Singapore, Kaohsiung 등으로 나타났다. <표 4>를 살펴보면 아이겐벡터 중심성이 높은 항만은 주로 아시아 지역 위치하고 있는 주요항만이다. 이는 물동량이 많은 항만일수록 선사의 기항선택이 많아진다는 것을 의미하며 아시아 지역의 항만의 중심성이 매우 높은 것을 반영한 결과라고 할 수 있다. 부산항의 경우 상대적으로 타 아시아 지역 항만에 비해 낮은 위세중심성을 기록하였다. 이는 앞으로 우리나라 항만운영정책이 자기중심성을 높이는 항만정책과 더불어 주변 중심성이 높은 항만과의 전략적 제휴를 통한 허브 항만으로서의 기능을 더욱 강화하는 정책적인 결정이 필요할 것으로 생각된다.

3. 패널회귀분석

1) 연구모형의 설정

항만경쟁력에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위한 최적화 모형(Specification)은 다음과 같다. 본 연구에서는 네 가지 중심성 간의 강한 상관관계를 나타내고 있어 다중공선성 문제를 발생시킬 수 있어 모형의 적합도를 높이고 네트워크 내에서 잠재적 통제력이 항만물동량에 미치는 영향을 측

표 5. 변수 설명

변수명		정의
설명변수	Betweenness Centrality	다른 항만간 연결을 매개하는 빈도
	Eigenvector Centrality	연결이 많은 항만과 연쇄적으로 연결되어 있는 정도
	LN_GDP	log(각 항만이 위치한 국가의 GDP)
	LN_Berth	log(컨테이너항만 선석 수)
	LN_Length_Berth	log(컨테이너항만 선석 당 선석길이)
	LN_Crane_Berth	log(컨테이너항만 선석 당 크레인 수)
	LN_SR	log(컨테이너항만의 적재능력)
종속변수	LN_TA	log(컨테이너항만의 장치장의 넓이)
	LN_TEU	log(컨테이너항만의 화물 처리량)

표 6. 기술통계 분석

변수명		수	최소값	최대값	평균	표준편차
설명변수	Betweenness Centrality(%)	120	0.2774	0.3977	0.3281	0.0252
	Eigenvector Centrality(%)	120	0.0038	0.5680	0.1287	0.1455
	Ln_GDP(천만\$)	120	9.2787	16.5297	14.1039	1.5693
	LN_Berth(개)	120	1.3862	4.0775	2.9537	0.6246
	LN_Length_Berth(m)	120	3.3273	6.8989	5.6814	0.4453
	LN_Crane_Berth(대)	120	0.6701	2.0149	1.2740	0.2798
	LN_SR(TEU)	120	8.923	13.6916	10.7316	2.9770
	LN_TA(m2)	120	13.4421	16.7370	14.8045	0.7076
종속변수	LN_TEU	120	15.3453	17.2718	16.0869	15.9949

정하기 위해 각 중심성을 대변하는 변수로 위세 중심성(Eigenvector Centrality)과 사이 중심성(Betweenness Centrality)을 분석에 투입하였다.

분석에 필요한 설명변수로 항만경쟁력과 항만선택요인에 관련된 선행연구에서 이용된 변수를 바탕으로 구성하여 거시경제요인과 항만의 시설 및 인프라에 대한 변수를 모델에 구축하였다. 또한 항만 경쟁력의 필수 조건인 항만 물동량은 항만자

체의 능력만으로 결정되는 것이 아니라 항만에 화물을 운송하는 선사의 선택에 따라 결정되는 것이므로 항만의 물동량을 결정짓는 선사의 기향패턴 분석을 통해 도출된 항만의 중심성을 설명변수로 투입하였다.

$$\text{LnTEU}_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \beta_0 + \beta_1 BC + \beta_2 EC + \beta_3 \text{LnGDP} + \beta_4 \text{LnCrBerth} + \beta_5 \text{LnTA} + \beta_6 \text{LnSR} + \beta_7 \text{LnLengthBerth} + \beta_8 \text{Berth} + \varepsilon_{it}$$

표 7. 상관관계분석

구분	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) LN_TEU	1								
(2) BETWEENNESS CENTRALITY	0,636	1							
(3) EIGENVECTOR CENTRALITY	0,846	0,474	1						
(4) LN_GDP	-0,160	-0,486	-0,202	1					
(5) LN_BERTH	0,365	0,427	0,109	-0,003	1				
(6) LN_LENGTH BERTH	0,220	0,007	0,119	-0,086	-0,250	1			
(7) LN_CRANE BERTH	0,367	0,230	0,280	-0,193	-0,386	0,619	1		
(8) LN_SR	-0,084	-0,080	-0,254	-0,073	0,392	-0,207	-0,161	1	
(9) LN_TA	0,342	0,267	0,029	0,159	0,769	0,071	-0,026	0,357	1

표 8. Hausman Specification Test 결과

Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
19,046413	8	0,0146

표 9. 항만경쟁력 결정요인 패널회귀분석

Variable	Panel Data analysis			
	Random-Effect Model		Fixed-Effect Model	
	Coefficient	t-Statistic	Coefficient	t-Statistic
Betweenness Centrality	1,108	1,387	-0,522	-0,473
Eigenvector Centrality	2,650***	9,858	1,848***	4,180
LN_GDP	0,026	1,334	0,044*	1,669
LN_Crane_Berth	0,351***	2,930	0,130	0,844
LN_TA	0,029	0,668	0,052	1,137
LN_SR	0,008	1,099	0,012	1,453
LN_Length_Berth	0,032	0,865	0,026	0,692
LN_Berth	0,310***	4,255	0,243**	2,522
Constant	13,145***	22,650	13,193***	18,663
R-squared	0,630		0,972	
N	120		120	

주) ***, **, * : 각각 1%, 5%, 10%에서 유의함

2) 기술통계분석
항만 경쟁력에 영향을 분석하기 위한 데이터의

기술통계량은 <표 6>에 제시되었다. 총 기간은 각각 6년으로 표본 수는 총 120개이다.

3) 상관관계분석

항만 물동량에 영향을 미치는 요인에 대한 가설 검증에 앞서 설명변수들 간의 상관관계분석을 실시하였다. 상관분석은(Correlation analysis)은 두 변수 사이의 관계가 어느 정도 밀접한가를 측정하는 분석 기법으로 단순상관계수(simple correlation coefficient), 다중상관계수(multiple correlation) 그리고 부분상관계수(partial correlation)의 세 종류가 있다. 상관계수는 두 변수사이의 일차적인 관계가 얼마나 강한지를 나타내는 지수로써, 두 변수사이의 일차적인 관련정도를 나타낸다. 본 분석을 위해 SPSS 20.0 버전이 활용되었다. <표 7>에 제시된 상관관계 분석결과를 살펴보면 전반적으로 보통 이하의 상관관계로 분석되어 패널회귀분석을 하는데 문제가 없는 것을 판단되었다.

4) 항만경쟁력 결정요인 분석결과

설명변수들과 패널개체특성(α_i)간 상관관계를 알아보기 위해 하우스만 검정(Hausman Specification Test) 결과, Prob. 값이 0.05보다 낮아 유의한 것으로 분석되어 설명변수와 패널개체특성간의 상관관계가 존재하는 것으로 판단되며 이에 따라 본 연구에서는 고정효과모형(Fixed effect model)을 선택하는 것으로 결정하였다. <표 8>은 하우스만 검정의 결과이다.

<표 9>에 제시된 분석결과 중 하우스만 검정을 통해 채택된 고정효과모형(Fixed-Effect Model)의 R^2 값이 0.972로 분석되어 연구모형은 적합한 것으로 나타났으며 위 Model 1~6과 비교하여 살펴본 경우에도 가장 높은 설명력을 가지고 있는 것으로 나타났다. 회귀계수를 살펴보면, 10% 유의수준 하에서 거시경제변수인 GDP가 높은 항만일 수록 항만 경쟁력인 항만물동량에 정(+)의 유의미한 영향을 주는 것으로 분석되었다. 종속변수인 항만 물동량과 설명변수 중 통제변수들에는 자연

로그(natural logarithm)를 취하여 설정하였다. 이 경우 각 지수가 변화율로 바뀌기 때문에 결과에 대한 해석은 GDP가 1% 변할 경우 항만 물동량에는 0.044%의 영향을 준다고 할 수 있다. 또한 설명변수 중 항만의 시설 및 인프라에 대한 변수에서 선석의 변화율에 따라 항만물동량에 정(+)의 유의미한 영향을 주는 것으로 분석되었다. 즉, 선석이 1% 변할 때, 항만의 물동량은 0.243% 변화하는 것으로 해석할 수 있다. 마지막으로 항만 중심성 중 항만 경쟁력을 대변하는 항만 물동량에 정(+)의 영향을 미치는 변수로 위세 중심성(Eigen-vector Centrality)이 선택되었다.

결과를 살펴보면 선석 당 크레인 수, 터미널의 면적, 컨테이너 보관능력 및 선석 당 선석길이는 유의확률 0.4, 0.258, 0.149, 0.490으로 나타나 항만 경쟁력에 영향을 미치지 못하는 것으로 분석되었고 컨테이너 선석 수만 5% 유의수준 안에서 0.098의 높은 통계적 유의성을 나타내고 있다. 즉, 항만의 시설이나 인프라와 관련되어 있는 변수는 대부분 항만 물동량에 통계적으로 유의하지 않는 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과는 중요한 시사점을 제공하고 있다. 기존의 각 국가와 항만당국의 항만개발계획은 항만 물동량이 지속적으로 증가할 것이라는 예측과 정기선사의 해상운송 패턴이 변하지 않을 것이라는 것을 전제로 하고 있었다. 항만 물동량이 지속적으로 증가할 것이라는 것은 항만 물동량의 예측 가능성에 기반을 두고 있으며 이를 기반으로 항만별 화물배분과 더불어 항만의 화물유치 목표량을 설정하였다. 즉 각 항만당국은 이러한 목표에 따라 항만 시설 및 인프라를 확충하고 항만에 대한 투자를 진행하여 왔다. 또한 선사의 해상운송 패턴의 경우 항만당국이 항만 시설이나 인프라에 대한 공급을 충분히 제공할 경우 선사가 항만을 기할 것이라는 막연한 전망에 따라 항만개발 계획이 이루어져온 것은 자명한 사실이다. 하지만 분석결과로 나타나듯이

항만시설의 수준이나 항만 인프라의 구축정도가 항만의 경쟁력 즉, 항만 물동량에 모두 유의한 영향력을 미치지 못하고 있는 것으로 분석되었다. 이는 항만 물동량에 미치는 요인에 대한 새로운 관점에서의 접근이 필요하다는 사실을 반증하고 있다. 다시 말해 지금까지 항만당국은 항만의 경쟁력을 높이기 위한 전략으로 항만 시설이나 인프라를 확충하기 위한 노력을 경주하였다면, 지금부터는 항만을 기항하는 선사의 요구를 수용하는 전략적인 대책이 필요한 시점이라 볼 수 있다.

이러한 사실을 반증하듯 분석결과 항만 중심성 중 위세(아이겐벡터) 중심성이 0.000의 유의수준으로 분석되어 항만 물동량에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. Co-efficient값을 살펴보면 위세 중심성 단위가 1 변할 경우 항만 물동량이 1.848% 증가하는 것으로 나타났으며 이는 많은 탄력도를 나타내고 있다는 사실을 확인할 수 있다. 위세(아이겐벡터) 중심성은 해당 항만 자체의 중심성 뿐 아니라 이웃하고 있는 항만의 연결정도를 고려하여 도출된 항만의 중심성을 모두 고려하여 항만의 중요도 혹은 영향력을 측정하는 지수이며, 위세 중심성이 높은 항만은 세계 20대 선사의 기항패턴에 의해 가장 높은 영향력을 가진 항만으로 판단할 수 있다. 즉, 선사들의 운항 패턴에 따라 도출된 항만의 중심성은 항만 물동량에 유의한 영향을 미치고 있다. 이는 항만 물동량을 기준으로 항만 경쟁력을 평가하고 항만에 대한 개발계획을 세웠던 기존의 틀에서 벗어나 항만 외부, 즉 항만에 물동량을 실어 나르는 선사의 관점에서 항만을 평가해야 한다는 사실을 반증하는 결과라 할 수 있다. 또한 항만 물동량을 따라서 각 항만 당국은 항만개발계획을 세우고 시행 시 선사가 항만을 기항 할 수 있는 유인책을 마련하고, 이에 따르는 항만 개발계획을 세워야 할 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구는 사회네트워크 분석을 이용하여 2006년부터 2011년까지 19개 선사의 기항패턴과 선박 투입량을 대상으로 항만 네트워크 분석을 실시하였다.

연구결과, 네트워크 내 중심성 분석결과 연결정도 중심성 순위는 Hong Kong, Singapore, Busan, Shanghai 순으로 나타났으며 지속적으로 중심성이 높게 분석되었다. 근접 중심성 분석결과 Singapore, Rotterdam, Port Klang, Shanghai, NewYork순으로 나타났으며 분석기간 중 근접중심성이 가장 높은 항만은 Singapore로 네트워크상에서 중심에 위치해 관문의 역할을 수행하고 있다는 것을 반증하였다. 매개 중심성은 Singapore와 HongKong의 매개 중심성이 가장 높은 것으로 분석되었으며 위의 두 항만은 지리적으로 전 세계 해운운송의 간선항로에 위치해 있어 이러한 매개자 역할을 한다고 볼 수 있다. 마지막으로 2006년부터 2011년까지 지속적으로 아이겐벡터 중심성이 높은 항만은 HongKong, Shanghai, Yantian, Singapore, Kaohsiung 등으로 나타났으며 주로 아시아 지역에 위치한 항만이 차지하고 있다. 이는 아시아 지역의 항만의 중심성이 매우 높은 것을 반영한 결과라고 할 수 있다.

선사들의 운항 패턴에 따라 도출된 항만의 중심성은 항만의 경쟁력을 측정하는데 유의한 영향을 미칠 것으로 사료된다. 이는 항만 물동량을 기준으로 항만 경쟁력을 평가하고 항만에 대한 개발계획을 세웠던 기존의 틀에서 벗어나 항만 외부, 즉 선사의 관점에서 항만을 평가할 수 있다는 사실을 고려해야 한다. 또한 각 항만 당국은 항만개발계획을 세우고 시행 시 선사가 항만을 기항 할 수 있는 유인책을 마련하고, 이에 따르는 항만발전 전략을 수립해야 할 것으로 생각한다.

타 연구분야에서는 사회네트워크분석을 통한 연

구가 활발히 진행되어 왔으나 해운, 항만, 무역, 물류 분야에서는 초기단계의 연구수준에 머무르고 있는 실정이다. 사회네트워크분석을 통해 세계항만 네트워크의 구조적인 특성과 항만 중심성을 분석하여 향후 연구에 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 기대되며 유사 분야에서 연구 시에도 기초자료로 활용될 것으로 생각한다. 본 연구의 한계점으로는 자료 취득의 한계로 항만에 투입되는 실제 물동량이 아닌 선사가 기항항만을 선택하고 투입하는 선박크기를 계산하여 분석을 실시하였다. 향후 범위를 확대한다면 좀 더 정확한 네트워크 구조를 파악할 수 있을 것이라 생각된다. 또한 데이터 수집의 한계로 2011까지의 데이터가 최근 상황을 반영하지 못한다는 것에 본 연구의 한계가 있다. 더불어 각 지역별 분석과 피더 네트워크 분석을 위한 로컬 중심 선사의 분석역시 향후 연구방향으로 기대되는 바이다.

참고문헌

김용학(2011), 『사회연결망분석』, 제3판, 박영사, 2011.
 김윤성·김상열(2011), “항만배후부지 경쟁력 평가에 관한 연구”, 『한국항만경제학회지』, 제27집 제4호, 73-90.
 김진구·여기태·이종인(2002), “국제해운항만 로지스틱스에 있어서 항만 경쟁력의 평가에 관한 연구”, 『로지스틱스연구』, 제10집 제2호, 37-69.
 김태원·유주영·김현·곽규석·남기찬(2006), “항만 경쟁구조 분석”, 『한국항해항만학회지』, 제30집 제6호, 509-515.
 김학소(1993), “우리나라 수출입 화주의 항만선택 결정요인에 관한 연구”, 해운산업연구원.
 손동원(2002), 『사회 네트워크 분석』, 경문사.
 여기태(2001), “동남아시아 국가의 경쟁력에 관한 연구: 컨테이너항만 인프라를 중심으로”, 『한국동남아학회지』, 제11호, 179-203.
 이수상(2010), “공저 네트워크 분석에 관한 기초연구”, 『한국도서관·정보학회지』, 제41집 제2호, 297-315.
 이재열·안정옥·송호근(2007), 『네트워크 사회의 구조와 쟁점』, 제3호, 서울대학교출판부.

이정동·오동현(2010), 『효율성 분석이론』, IB Book.
 이호상(2010), “항공교통을 통한 도시 간 국제적 상호작용 패턴”, 『국토연구』, 163-179.
 임병학(2011), “컨테이너항만 네트워크가 항만 생산성에 미치는 영향에 대한 연구: 사회 네트워크 분석을 중심으로”, 『로지스틱스연구』, 제19집 제3호, 19-35.
 장홍훈·이종규(2008), “신·화주의 항만결정요인에 따른 광양항 활성화 방안에 관한 연구”, 『한국물류학회지』, 제18집 제3호, 87-109.
 전일수·김학소·김범중(1993), “우리나라 컨테이너 항만의 국제경쟁력 제고방안에 관한 연구”, 해운산업연구원, 90, 219-258.
 최충익(2009), “알기쉬운 국토연구 방법론”, 국토연구원, 191-201.
 한철환(2005), “북중국 환적 화물추정에 관한 실증연구-북미항로를 중심으로”, 『해운물류연구』, 44(단일호), 41-60.
 허윤수(2006), “항만경쟁력 변화분석에 따른 부산항의 대응방안”, 부산발전연구원.
 Baltagi, B. H.(2008), *Econometric Analysis of Panel Data*, 4th Edition. John Wiley & Sons.
 Bonacich, P.(1987), “Power and centrality: A family of measures,” *American Journal of Sociology*, 1170-1182.
 Ducruet, C & Notteboom, T. E.(2012), Developing Liner Service Networks in Container Shipping. in: Song, D. W., Panayides, P. (eds.), *Maritime Logistics: A complete guide to effective shipping and port management*, Kogan Page, London, ISBN 978 0 7494 6369 4, 77-100.
 Ducruet, C., Lee, S. W. and Song, J. M.(2011), “Network position and throughput performance of seaports,” *Current Issues in Shipping, Ports and Logistics*, 189-201.
 Heaver, T., Meersman, H. and Van de Voorde, E. (2001), “Co-operation and competition in international container transport: strategies for ports,” *Maritime Policy & Management*, Vol.28 No.3, 293-305.
 Hyung-Sik, Nam. and Dong-Wook, Song(2011), “Defining maritime logistics hub and its implication for container port,” *Maritime Policy and Management*, Vol.38 No.3, 269-292.
 Hsiao, C.(1985), “Benefits and limitations of panel data,” *Econometric Reviews*, Vol.4 No.1, 121-17.

- Hsiao, C.(1986), *Analysis of Panel Data*, Econometric Society Monograph, 11.
- Johnston, J. and DiNardo, J.(1997), *Econometric methods*(pp.348-58). McGraw-Hill: NewYork.
- Klevmarcken, A.(1989), *Modelling Labor Supply in a Dynamic Economy* (No. 247).
- Laxe, F. G., Seoane, M. J. F. and Montes, C. P. (2012), "Maritime degree, centrality and vulnerability: port hierarchies and emerging areas in containerized transport," *Journal of Transport Geography*, Vol.24, 33-44.
- Malchow, M. and Kanafani, A.(2001), "A disaggregate analysis of factors influencing port selection," *Maritime Policy & Management*, Vol.28 No.3, 265-277.
- Matsumoto, H.(2004), "International urban systems and air passenger and cargo flows: some calculations," *Journal of Air Transport Management*, Vol.10 No.132, 241-249.
- Notteboom, T. E.(2009), "Complementarity and substitutability among adjacent gateway ports," *Environment and planning. A*, Vol.41 No.3, 743.
- Peters, H. J.(1990), *Structural changes in international trade and transport markets: The importance of logistics*, The 2nd KMI International Symposium, Seoul, 151-189.
- Simmel, G.(1971), *On Individuality and Social Forms*, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Slack, B.(1985), "Containerization, inter-port competition and port selection," *Maritime Policy and Management*, Vol.12, 293-303.
- Solon, G.(1989), *The value of panel data in economic research, Panel Surveys*, New York: John Wiley and Sons, 486-496.
- Valentine, V. F. and Gray, R.(2002), "An organizational approach to port efficiency," In *Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference*, 13-15.
- Wang, J. J. and Ng, A. K. Y.(2011), "The geographical connectedness of Chinese seaports with foreland markets: a new trend?," *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Vol.102 No. 2, 188-204.
- Weber, W. and Williams, G. (2001), "Drivers of long-haul air transport route development," *Journal of Transport Geography*, Vol.9, 243-254.

세계 주요항만의 네트워크 특성이 성과에 미치는 영향에 관한 연구

강동준

국문요약

본 연구의 목적은 네트워크 이론 관점에서 정기선 운항에 따른 해운네트워크 분석을 통한 세계 주요 항만의 중심성을 분석해 보고 항만경쟁력으로 대변되는 항만물동량에 미치는 영향에 대해 알아봄으로써 선사 중심의 항만경쟁력 평가 및 항만당국 및 항만운영자의 컨테이너항만 경쟁력 향상방안과 개발정책에 필요한 근거를 마련하는데 있다. 항만의 네트워크 중심성을 파악하기 위해 이용된 데이터는 Containerization Yearbook과 online의 2007년부터 2011년까지 6년간의 정기선사 서비스 및 항만 데이터를 활용하였으며 분석방법으로는 그래프 이론의 한 부문인 사회 네트워크 분석(SNA: Social Network Analysis)을 이용하였다. 또한 이를 통해 도출된 주요 항만의 중심성과 항만경쟁력에 영향을 미치는 요인을 선행연구를 통해 도출하여 항만물동량과의 패널 회귀분석을 실시하였다. 연구결과, 세계 주요항만의 중심성을 분석하여 시간에 흐름에 따른 항만 네트워크 내 역할에 대해 파악되었고, 고정효과모형(Fixed effect model)으로 선택된 패널회귀분석을 통해 거시경제변수인 GDP, 선석의 변화율 및 항만 중심성 중 위세 중심성(Eigenvector Centrality)이 정(+의 영향을 미치는 변수로 분석되었다.

주제어: 해운 네트워크, 항만 중심성, Social Network Analysis, SNA, 항만 성과