

세계 주요 정기선사의 항만네트워크에 관한 연구

강동준* · 방희석** · 우수환***

A Study on the Liner Shipping Network of the Container Port

Dongjoon Kang · Heeseok Bang · Suhan Woo

Abstract : Competitiveness of container ports has been traditionally evaluated by capability of individual ports to provide services to customers or their service quality. However, since container ports are connected by container shipping networks to varying degrees, the status of the ports in liner shipping service networks also determines competitiveness of the ports. Sometimes same ports may play different roles in different forms of shipping networks. Shipping network connections that formulate in container ports therefore have more significant impact on their performance than service capabilities they have.

This study aims to explore how the shipping and port network has been structured and changed in the past and to examine the network characteristics of ports using Social Network Analysis(SNA). In this SNA study, nodes in the network are the ports-of-call of the liner shipping services and links in the network are connections realized by vessel movements, such that the liner shipping networks determine the port networks. This study, therefore, investigates the liner shipping networks and through its results demonstrates the network characteristics of the ports that are represented by the four centrality indices. This provides port authorities and terminal operating companies with managerial implications to enhance competitiveness from customers' perspectives.

Key Words : Liner shipping network, Port network, Social Network Analysis, SNA

▷ 논문접수 : 2014. 02. 21 ▷ 심사완료 : 2014. 03. 04 ▷ 게재확정 : 2014. 03. 14

* 중앙대학교 시간강사, jamesroom@naver.com, 010-4455-6499, 대표집필

** 중앙대학교 국제물류학과 교수, hsbang@cau.ac.kr, 02)820-6498, 교신저자

*** 중앙대학교 국제물류학과 교수, shwoo@cau.ac.kr, 02)820-3665, 공동집필

I. 서론

세계 교역량의 85%는 해상운송을 통해 이루어지기 때문에 무역과 해상운송은 상호 밀접한 관계를 지니고 있다. 하나의 수송시스템은 연결점(Node), 수송수단(Mode) 및 물적 유통(Flow, Link)으로 구성된다(방희석, 2013). 해상과 육상운송의 접점인 항만은 생산, 거래, 물류 및 정보 교류의 필수적인 플랫폼으로 각 항만을 교차하는 공급사슬 시스템의 노드이다. 항만은 이를 이용하는 선사와 화주에게 경쟁우위를 확보할 수 있도록 해야 하며, 출발지와 도착지 국가 경제에 큰 영향을 미치고 있다(Lam and Yap, 2011). 해운선대 재편과 얼라이언스(Alliance)의 초대형화 및 초대형 컨테이너선의 등장으로 허브항만 위주의 선택적 기항전략이 펼쳐질 것으로 예상됨에 따라 각 항만은 허브항만이 되기 위한 화물 유치경쟁이 치열해지고 있다.

항만 물동량에는 소재 국가 및 지역의 경제성장률, 수출입 교역량, 항만 서비스 품질, 항만 비용 및 지정학적 위치 등의 다양한 요인에 의해 영향을 받고 있다. 지금까지 이루어진 컨테이너 허브항만에 대한 대부분의 연구에서는 항만의 경쟁력을 TEU 단위의 항만처리물동량(Throughput)으로 평가하여 왔다. 그러나 최근 컨테이너 처리물동량이 특정 지역 내 허브항만으로서의 주된 혹은 유일한 조건인가에 대한 의문이 제기되고 있으며 항만과 항만을 연결하는 해운선사들에 의한 항만 간의 연결성 정도가 지역 내 확실한 허브 항만인지에 대한 판단을 할 수 있는 요인으로 부각되고 있다(Nam and Song, 2011). 해운 정기선사의 기항패턴은 항만 간 경쟁에 중요한 영향을 주고 있다(Slack, 1985; Tongzon and Sawant, 2007). 즉, 해운선사는 화주에게 운송서비스를 제공하기 위해 기항항만을 선택하고 무역통상로의 기항주기를 결정하는 의사결정자이며 이러한 기항 패턴의 이동은 항만경쟁의 변화를 초래하고 있다(Notteboom, 2009). Wang and Ng(2011)는 세계 정기선 서비스를 항만의 국제적 연결을 결정하는 중요한 기준이라고 주장하였다.

우리나라의 기존 항만 개발전략은 주로 수출입 해상물동량과 환적수요에 근거해 수립되어 왔다. 이러한 전략은 기계론적 세계관에 입각한 것으로 항만 수가 많아지고 경쟁이 치열해지고 있는 상황에서 단순 물동량에 근거한 항만 개발전략은 실패할 가능성이 크다. 이는 세계 다수의 항만이 네트워크를 형성함으로써 항만의 패러다임 전환이 이루어지고 있기 때문이다. 따라서 향후 항만 개발전략은 기존의 경쟁력 요인과 더불어 선사와 항만으로 이루어진 네트워크에 대한 이해를 파악하는 방법을 모색해야 한다.

따라서 본 연구의 목적은 네트워크 이론 관점에서 정기선 운항에 따른 항만 네트워크의 구조적인 특성과 세계 주요항만의 4가지 중심성을 파악하여 항만 네트워크를 살펴보고 과거 주 평가기준이 되어왔던 물동량의 관점이 아닌 네트워크 관점에서 항만을 평가해 보고자 한다.

Ⅱ. 정기선 해운네트워크와 항만경쟁

1. 정기선 해운네트워크

1) 정기선 해운네트워크의 의의와 구성

정기선 해운시장에서의 네트워크는 연결점인 항만을 연결하는 링크의 정기선사 조합으로 이루어진다. 정기선 해운 네트워크는 기항 빈도, 직·기항 수 및 환적시간과 같은 글로벌 공급사슬의 수요가 증가함에 따라 발전되어 왔다. 정기선사가 해운서비스를 디자인할 때, 화주의 요구와 운영상의 비용은 항상 trade-off 관계에 놓이며 가용범위나 선박크기 및 항만에 의한 수익 등을 고려하여 서비스를 최적화하는데 힘쓰고 있다.

정기선 해운 네트워크 역학의 핵심은 항로를 연결하는 것이다. 컨테이너 화물을 운송하는 서비스 결합의 형태는 두 가지 수준에서 결정될 수 있다. 첫째, 개별 정기선 서비스 결합의 목적은 구간 서비스(end-to-end service)의 항로를 따라 다양한 항만을 기항함으로써 컨테이너 화물을 집하하여 선적하는 것이다. 구간 서비스란 2개 대륙지역을 양 끝단을 이용하여 대륙지역간의 최단거리를 제공하는 서비스를 말한다. 선사는 대형 화주의 요청 또는 해운시장의 변화를 인지하여 기항항만, 운송시간, 선적화물 할당 등의 운항 및 영업전략을 탄력적으로 운영함으로써 화주를 만족시킬 수 있는 서비스 개발과 도입을 추진할 수 있으며(방희석, 2013), 구간 서비스의 결합으로 더 나은 서비스를 제공할 수 있다(Notteboom, 2006). 이와 같은 개별 정기선 서비스의 결합의 대표적인 형태는 세계일주서비스(Round-the world service)와 시계추 서비스(pendulum service)를 들 수 있다. 둘째, 두 개 이상의 정기선 서비스를 결합하는 방식은 Hub and Spoke 네트워크 형태, 둘 이상의 노선에 걸쳐 결합하는 형태(Interlining) 및 중계항(Relay)의 형태로 나타난다. 글로벌 해운 네트워크의 형성은 교역항로의 접점에서 허브항만이 발전됨에 따라 생성된다. 1990년대 중반 이래 다양한 항만시스템 하에서 중간 허브항만이 등장하였다. 허브항만은 항해 접근성, 주요 항로와의 접근성 및 다국적 터미널 운영사의 소유 여부 등의 일반적인 특성을 가지고 있으며 선사의 기항 선택권을 크게 높이고 역내 Hub-and-Spoke 네트워크의 중심축의 역할을 통한 네트워크의 연결성을 증가시켜 중계항이나 동서간 서비스 및 역내 서비스를 이어주는 역할을 하고 있다.

정기선 서비스의 구성은 서로 혼합되어 이용되어 복잡한 다층구조의 네트워크를 형성하고 있다. 이는 선박의 화물 적재율을 높이고 초대형 선박을 투입하여 규모의 경제를 달성할 수 있으며 기항빈도를 높일 수 있고 더 많은 지역을 서비스할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 세계 주요 선사들은 글로벌 정기선사로서 각기 다른 네트워크를 구성하고 있으며 이들의 네트워크의 집합이 전 세계 해운 네트워크를 구성하고 있다.

〈그림 1〉 개별 정기선 서비스의 결합

Line bundling service (symmetric and asymmetric)



Round-the-world service



Pendulum service



출처 : Ducruet, C and Notteboom, T. E., 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, 2012, p.97.

2) 세계 주요항로의 변동추이 및 교역

세계 컨테이너 항로는 크게 3개의 주요 교역항로와 기타항로로 나뉘고 있다. 즉, 미국과 유럽을 연결하는 대서양항로(Transatlantic), 극동과 북미지역을 연결하는 태평양항로(Transpacific), 아시아와 유럽을 연결하는 유럽극동항로(Euro-Asia) 등이 있으며 이밖에도 연근해 항로, 호주, 아프리카, 카리브 등의 항로가 있다(방희석, 2013).

〈표 1〉 주요 교역 항로별 점유율

(단위 : Millions of TEU and %)

년도	태평양항로		유럽-극동항로		대서양항로	
	극동-미주 EB*	미주-극동 WB**	극동-유럽 WB	유럽-극동 EB	유럽-북미 WB	북미-유럽 EB
2009	10.6	6.1	11.5	5.5	2.8	2.5
2010	12.3	6.5	13.3	5.7	3.2	2.7
2011	12.4	6.6	14.1	6.2	3.4	2.8
2012	13.3	6.9	13.7	6.3	3.6	2.7
2011-2012년 증가율	7.4	5.2	-2.6	0.4	5.9	-6.9

출처: UNCTAD, Review of Maritime Transport 2013, p.24.

주*: EB; East bound

주**: WB; West bound

〈표 1〉은 주요 교역 항로별 점유율을 나타내고 있다. 2011년 6%의 증가율을 보였던 극동항로와 유럽항로의 점유율은 2012년, 2.6% 하락하였으며 유럽지역의 경제적 어려움에 기인한 수입물동량의 하락이 주요 이유이다. 북미항로와 극동항로의 경우 전년대비 점유율이 7.4%, 5.2%를 기록하여 크게 상승하였고, 대서양항로 중 유럽-북미 경우 유럽지역의 수입수요의 하락에 영향을 받아 6.9% 하락하였으나, 북미-유럽의 경우 미국의 상대적으로 강한 수요로 인해 5.9% 상승하였다.

2. 항만경쟁의 여건변화

1) 동북아시아의 경제성장

글로벌 경제는 2012년 2.2%의 GDP 성장률을 기록한데 비해 2011년에는 2.8%의 성장을 기록하였다. 이는 유럽의 재정위기와 더불어 미국의 더딘 경제회복 및 선진 경제 국가들이 직면한 여러 가지 어려움은 글로벌 경제의 저성장 요인으로 작용하고 있다. ADB(Asian Development Bank)의 보고서에 따르면 21세기 아시아는 세계 최대의 경제권으로 부상할 것으로 전망하였다. 전 세계 Global Output 중 아시아가 차지하는 비중은 〈표 2〉와 같이 현재 27.4%에서 2050년에는 두 배 수준인 50.6%로 예상되고 있으며 특히 중국, 인도, 인도네시아, 일본, 한국, 태국, 말레이시아 등 7개 국가를 중심으로 성장될 것으로 예측하고 있으며, 이러한 성장 추세와 예측은 세계 경제의 축이 기존 선진국이 위치한 미주나 유럽에서 아시아지역으로의 이전됨을 나타내고 있고, 전 세계 무역교역의 네트워크 중심 또한 아시아 지역으로의 이전을 예측할 수 있다.

〈표 2〉 아시아의 Global Output in 2050

Index	2010	2020	2030	2040	2050
Global output (market exchange rates, US\$ trillions)	62	90	132	195	292
Asian share of global output	27.4%	33.5%	38.9%	44.5%	50.6%
Global growth (prior decade ending in column year)		4.0%	3.9%	3.8%	3.6%
Asia growth		5.8%	5.2%	4.8%	4.4%
Asian share of global growth		55.7%	59.3%	62.8%	66.0%

출처 : ADB, Asia 2050: Realizing the Asian Century, 2011 p.32에서 재구성

2) 선박의 대형화에 따르는 해운시장의 구도변화

최근 2011년과 2012년 사이에 선사들이 제공하는 서비스는 4.5% 감소하였으나 최대 컨테이너선형의 크기는 11.5% 증가하였다. 정기선 해운시장의 침체에 대응하기 위해 선사들은 컨테이너선의 대형화를 통한 규모의 경제를 추구하여 운항비용의 절감에 전력하고 있다. 최근 해운경기의 침체가 지속되고 있음에도 불구하고 1만 TEU급 이상의 초대형 컨테이너 선박들이 본격적으로 인도되고 있다. 컨테이너선의 대형화는 규모의 경제 실현에 의한 원가절감과 선사의 고도성장을 통한 경영규모의 대형화를 위해 추진되고 있다. Drewry(2011)에 따르면 2011년 7월 현재 95척인 1만 TEU급 컨테이너 선박이 2014년에는 249척으로 증가할 것으로 추정하고 있다. 초대형 컨테이너선의 등장은 다수의 대형항만과 피더항만을 중심으로 운영되던 기존의 해운시장 구도에 큰 변화를 가져올 것으로 예상된다. 초대형 컨테이너선의 등장으로 인해 기항항만으로 선택된 소수의 항만들은 거대허브항만으로 성장하고 나머지 대형항만들은 물동량이 감소되어 중형항만이나 피더항만으로 변모할 가능성이 있다.

3) 정기선 경쟁구도 재편의 동향

컨테이너 정기선사는 글로벌 서비스의 구축을 기본방향으로 컨소시엄 등 전략적 제휴가 확산되고 있다. 주요 선사들은 기존의 선대 및 조직으로는 단시일에 전 세계에 걸친 서비스망을 구축하는 것이 현실적으로 불가능하기 때문에 타 선사와의 다각적인 전략적 제휴를 통해 이를 조기에 달성하는 방안을 추진하기 시작하였다.

〈표 3〉 글로벌 정기선사의 최근 전략적 재편 및 서비스 개편

전략적 협력	주요 선사	시기
Daily Service	Maersk Line	발표 : 2011. 9. 5 개시 : 2011. 10. 1
G6	Grand Alliance (NYK(일본), Hapag-Lloyd(독일), OOCL(홍콩)) + New World Alliance (APL(싱가포르), 현대상선(한국), MOL(일본))	발표 : 2011. 12 개시 : 2012. 3. 1
MSC+ CMA CGM	MSC(스위스)+CMA CGM 프랑스)	발표 : 2011. 12. 1 개시 : 2012. 3
CKYH + Evergreen	CKYH(COSCO(중국), K-LINE(일본), YANG M1ING(대만), 한진해운(한국)) + Evergreen(대만)	발표 : 2011. 12 개시 : 2012. 4

출처 : KMI, 정기선시장 경쟁구도 변화와 전망, KMI 현황분석, 2012, p.3.

세계 최대 선사 머스크(Maersk)는 공급과잉을 극복하기 위해 선대운영의 효율성을 기하고, 집하력을 강화하기 위한 데일리 서비스(Dairy Service)를 시작함에 따라 2011년 12월 세계 2위 MSC와 3위 선사인 CMA CGM은 전략적 제휴에 합의하여 2012년 3월부터 서비스를 시작하였고, 글로벌 얼라이언스인 G6(Grand Alliance와 The New World Alliance)의 등장을 비롯해 CKYH와 Evergreen 역시 전략적 협력 체제를 구축하였다. 20위권 선사들 가운데 머스크 등 독립선사인 세계 1~3위 선사와 CSCL, Zim, PIL, UASC 등 일부 선사를 제외하고, 나머지 13개 선사는 얼라이언스 체제에 편입되었다.

〈표 4〉 주요 선사 얼라이언스 시장 점유율 변화

선대 재편 이전		선대 재편 이후	
운영선대	점유율	운영선대	점유율
Maersk	16.1%	Maersk	16.1%
MSC	13.7%	MSC+CMA-CGM	22.0%
CMA-CGM	8.3%		
Grand Alliance	9.1%	G6	17.8%
New world Alliance	8.7%		
CKYH	11.4%	CKYH+Evergreen	15.2%
Evergreen	3.8%		
소계	71.1%	소계	71.1%

출처 : Alphaliner, 2011

Ⅲ. 이론적 배경 및 선행연구 검토

1. 사회 네트워크 분석의 이론적 배경

사회 네트워크(Social Network)는 1954년 J. A. Barnes에 의해 사용되기 시작한 용어로, 오랜 시간 동안 사회과학 분야에서 사용되는 중요한 연구방법론이다. 전통적인 사회학 분야에서 사회 네트워크는 인간관계의 행동 패턴과 관계 속에서 나오는 사회 효과를 설명하기 위한 것으로 일반적인 네트워크 이론과 같이 그래프 이론에 바탕을 두고 있다. 일정한 네트워크 사회를 구성하는 노드(node)와 각 구성 요소간의 관계를 링크(Link) 및 에지(edge)로 묶어 표현한 사회구조를 사회 네트워크라 한다.

사회 네트워크 이론은 1930년대부터 사회 및 행동과학(Social and behavioral science)의 범주에서 시작해 20세기말까지 서서히 발전하였는데, 이때 계량사회학(Sociometry), 그래프 이론(Graph theory), 다이애드(Dyads), 트라이애드(Triads), 하위그룹(Sub group), 블록모델(Blockmodel) 등의 개념이 정립되어 네트워크 이론이 활성화되기 시작했다.

김용학(1987)은 사회네트워크 분석이 적용된 연구를 기술적 연구, 설명적 연구로 구분하였다. 사회네트워크 분석은 계량적인 접근방법으로, Wassernam and Faust(1994)에 의하면 네트워크 내 행위자(actor)들 혹은 노드(node) 간의 관계(relation)에 대한 네트워크를 행렬(matrix) 등의 방법을 사용하여 다양한 지표(중심성, 밀도 등)를 계량적인 방법으로 분석한다. 또한 노드와 관계를 사용하여 네트워크를 표현하는 수학적 방법이 그래프 이론이다. 그래프 이론을 사용하여 노드와 관계가 가지는 다양한 그래프적인 특성을 사회네트워크 적인 특성에 따라서 지표화한 것이 사회네트워크 방법이다. 사회 네트워크방법으로 인해 네트워크 내의 노드 또는 조직에 대한 초점에 따라 다양한 지표들을 통해 분석할 수 있으며 이에 대한 주요 지표는 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> SNA방법의 분류

구분	분석방법	지표		내용
네트워크 특성 분석	네트워크 수준	밀도(density)		총 노드에서 실제로 맺어진 노드의 비율
		포괄성(inclusiveness)		결점의 총수에서 ‘연결되어 있지 않은 노드(isolates)’ 들의 수를 뺀 수의 비율
	노드 수준	인접성 지표	경로거리(distance)	한 노드가 연결을 맺은 노드와의 거리
			직경(diameter)	가장 큰 구성 집단 안에서 가장 멀리 떨어진 노드 사이의 거리
		연결성 지표	연결정도(degree)	노드가 맺고 있는 다른 노드의 수
			연결강도(strength)	결속간의 빈도

중심 구조 분석	네트워크 /노드 수준	중심성 지표	연결정도 중심성 (degree centrality)	전체 노드의 수와 실제 관계를 맺고 있는 노드수의 비율 (In & Out Degree)
			근접 중심성 (closeness centrality)	노드가 연결될 수 있는 최단거리를 더한 것에 논리적으로 가능한 최소 근접성의 역수
			매개 중심성 (betweenness centrality)	한 노드가 다른 두 노드 간의 연결(최단경로) 사이에 있는 비율
			위세 중심성 (eigenvector centrality)	영향력이 큰 노드와 많은 연결을 한 비율
		집중도(중심화) (centralization)	네트워크의 결속정도를 측정하며 각 중심성 지표에 대응하여 존재	

2. 해운 · 항만분야 네트워크 분석의 선행연구

지난 50년 간 항만 네트워크에 대한 연구는 크게 세 가지 분류로 나누어 살펴볼 수 있다. 첫째, Garrison(1960)과 Kansky(1963)는 수리학 그래프 이론을 적용한 방법으로 형태학 또는 위상학적인 접근법으로 지역 개발주제에 대해 관계를 정리하고 확인하는 작업을 통해 근본적인 본질에 대한 연구를 수행하여 왔다. 둘째로, 좀 더 기능적인 방법으로 지리학적 거리보다는 시간이나 비용을 경제학적으로 측정하여 연구하였고 마지막으로 선행연구를 보완하여 주관적으로 선정한 요인이 출항일정이나 운송수단 혹은 성과에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구 및 개인이나 집단 간 인식조사를 통한 연구가 수행되어 왔다.

항만을 네트워크 관점에서 분석한 문헌들을 살펴보면 Fremont(2007)가 머스크사를 대상으로 분석하여 항만 네트워크에 대한 연구를 실시하였다. 또한 아시아지역의 해상운송 네트워크를 분석 통해 항만 네트워크의 공간적인 확대와 확장을 통한 해상업체의 전략을 분석하였다 (Robinson, 1998; Comtois and Wang, 2003; Rimmer and Comtois, 2005; Ducruet et al., 2010). 그러나 네트워크상에서의 항만의 상대적인 위치는 시스템적으로 측정되지 못하였으며 피더 서비스와 같은 지역 서비스는 제외되어 몇몇 주요 서비스로 제한되어 분석되어 왔다. 즉, 선사 간의 전략적 제휴나 통합과 같은 운송인의 경제적 혹은 운영전략에 초점을 맞추어 접근(Bergantino and Veenstra, 2002, 2007; Parola and Beenstra, 2007)하거나 네트워크상에서 항만의 경쟁이나 성과에 관한 연구가 주를 이루었다. 이러한 문헌들의 공통점은 기업의 전략이나 네트워크 구조 사이의 관계변화에 대해 평가하지 않았기 때문에 항만 간 연결의 상대적인 거리의 속성, 즉 네트워크적 속성을 무시하고 수행되었다. 결과적으로 산업 공학에서 수행한 정기선 네트워크에 관련된 연구에서는 정기선 경로의 최적화 연구나 항만선택 매커니즘의 모델링을 수행하는 반면 지리학적인 관점에 대한 관점은 무시한 채 주로 경제적 성과에 초점을 맞추어 진행되어 왔다.

임병학(2011)은 컨테이너항만 네트워크가 항만 생산성에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하여 실제 복잡한 네트워크의 하나인 항만 네트워크 구조의 특성에 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 높은 영향을 미치는 네트워크 변수는 근접 중심성임을 밝혔다.

임병학 외 2인(2011)은 국적 선사들의 물동량 이동을 기반으로 항만 네트워크를 구축 및 분석하고 이를 통해 4개국(한국, 중국, 일본, 대만) 국적선사들에 의한 항만 네트워크 구조를 비교하여 시사점을 찾고자 하였다. 연구결과 연결정도 중심성, 근접중심성, 매개중심성 및 아이겐벡터 중심성을 파악하여 결과를 제시하였으며 네트워크 효과적 크기에 입각한 거점항만을 제시하였다.

박용안(2012)은 항만과 해운네트워크 그리고 배후지와 내륙 네트워크에 대한 검토를 실시하였다. 본 연구에서 광양항의 컨테이너 처리 기능에 한정하여 해운네트워크 발달을 분석하고 내륙네트워크와 화주분포를 살펴봄으로써 광양항의 기능발달과 배후지 형성(형성기, 성장기, 현재)을 고찰하였다. 하지만 해운 네트워크를 우리나라 항만을 중심으로 고찰하여, 산출된 중심성 지수가 우리나라 항만끼리만 비교할 수 있는 한계점을 보유하고 있다. 또한 우리나라 항만과 외국항만들을 모두 포함할 경우, 주요국 항만들에 대한 선박운항 스케줄 시계열자료를 확보해야 하지만 세계 주요 항만에 대한 선박운항 스케줄 자료의 확보가 어려워 외국항만들을 고려하지 못하였다.

Yihong Hu et al.(2008)의 연구에서는 Node가 항만이고 Link가 컨테이너 운송인 전 세계 해상운송네트워크에 대한 실증분석을 수행하였다. 네트워크 위상(망 접속 형태)의 다른 형태(spaces L and P)를 제시하여 해운 네트워크의 통계적인 특징(연결수 분포, 가중치 분포, 힘 분포, 평균 최단경로, 선 길이 분포 및 중심성 측정)에 대해 연구하였다. 이 연구에서는 세계 해운네트워크는 멱함수 법칙을 따르는 좁은 세상 네트워크임을 확인하였으며, 중심성 지표들-연결정도, 근접, 매개 중심성-간 강한 상관관계가 있음을 밝혔고, 항만 네트워크는 다른 운송 네트워크와 같이 계층형 구조와 부익부 빈익빈(부의 불평등 현상) 현상이 있음을 주장하였다.

Tiam Wei et al.(2008)은 척도 없는 네트워크에 관련된 논문들을 기반으로 글로벌 정기선 해운네트워크의 복잡한 네트워크 구조의 특성에 대한 실증분석을 수행하였다. 분석결과 해운 네트워크는 평균 최단거리나 멱함수 법칙을 따른다는 면에서 복잡계 네트워크의 특성을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 네트워크의 군집계수가 크지 않고 일부 항만의 군집계수는 매우 작기 때문에 네트워크는 전형적인 복잡계 네트워크의 특성을 따르지는 않고 있지만, 정치, 지리, 경제적인 요인에 의해 선사의 네트워크가 영향을 받기 때문에 해운 네트워크의 정확한 상황을 표현하고 있다고 주장하였다.

Cesar Ducruet et al.(2009)의 연구에서는 전 세계 컨테이너선의 운항 데이터를 이용하여

1996년과 2006년의 동북아시아 정기선 네트워크상의 한국 항만들의 위치를 평가하여 제시하였다. 주요 결과로는 비록 중국항만이 해운 네트워크 시스템에서 그들의 위치를 점진적으로 증가시키고 있지만 한국의 항만들(특히 부산)의 경우 동북아시아 지역에서 여전히 주요 허브항만으로서의 기능을 유지하고 있다. 그러나 다차원 분석(Multi-scalar analysis)의 결과 한국항만들은 한계를 보이고 있다고 주장하였다.

Cesar Ducruet et al.(2010a)은 선박 기항 데이터를 이용하여 1996년과 2006년 동북아시아 정기선네트워크를 분석하였다. 본 연구를 통해 주요 허브항만의 이동여부에 관한 분석과 각 지역의 인근 지역에 대한 분석을 수행하였다. 연구기간 내 중국항만의 급격한 물동량 증가에도 불구하고 한국과 홍콩항만의 허브항만 양극화 현상이 유지되고 있었으며, 해운네트워크 디자인의 진화와 지역항만의 정책사이의 관계를 나타내었다.

Cesar Ducruet et al.(2010b)은 대서양 지역을 중심으로 항만의 Hub-and-Spoke 전략의 영향 정도와 해상 운송인의 해운 네트워크 구조의 변화를 연구하였다. 1996년과 2006년 정기선의 흐름에 대해 살펴보았으며 이러한 방법론은 다양한 계층구조로 이루어진 해상운송인의 패턴으로부터 항만의 순위변동을 나타냈다. 이러한 문헌은 몇 개의 주요 항만에 의해 대서양 네트워크가 양극화 되어 있다는 현상을 설명하는 동시에 정기선사로부터 이지역이 부분적으로 통합이 증가하고 있다는 사실을 주장하고 있다. 또한,

Jasmine Siu Lee Lam et al.(2011)의 연구에서는 공급사슬 시스템 상의 항만 간 관계와 항만 연결성과의 역학관계를 이해하기 위하여 컨테이너 해운 서비스의 기항요청 패턴을 분석하여 동 분야에 대한 새로운 관점을 제시했다. 본 연구에서는 정기선 해운 네트워크 관점에서 4개 주요 항만(상하이, 부산, 카오슝 및 닝보항)간의 선적능력, 무역 경로, 항만 간 지리적 지역 연결정도, 해운회사 및 항만 간 관계의 범위와 집중도에 대해 분석하였다. 분석 결과로 주요 동-서 무역 경로의 선적능력의 대부분은 독점되지 않고 2~4개 항만에 분산되었으며 항만 계획자, 항만 운영업자 및 운송인들은 같은 터미널 운영업자로서 터미널을 소유하는 포트폴리오를 선사에게 제공하여 선택된 항만 간에 존재하는 상호 보완적인 관계의 개발을 통해 기회를 축적한다고 하였다.

Cesar Ducruet 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. 연구결과, 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 출입구 지역에 위치한 항만이 새로이 부상되는 항만임을 파악하였다. Ducruet and Notteboom(2012)은 컨테이너 해운 서비스의 구성의 관점에서 정기선 서비스 네트워크를 분석하였다. 다양한 정기선 서비스 종류와 같은 정기선 서비스 디자인의 결정요인에 대해 논의와 더불어 선박 운항 데이터를 기반으로 하여 전 세계 정기선 해운 네트워크의 글로벌 스냅샷을 제공하였다. 주요 기항항만 연결의 지역적 분배 변화는 최근 정기선 해운 네트워크의 재편에 의해 조금씩 연구되고 있다. 마지막으로, 정기선 해운 네트워크의 관점에서 세계항만의 중심성, 체계 및 선택 요인에 대해 살펴보았다.

3. 본 연구의 차별성

항만 평가와 관련된 연구들은 주로 이론적 배경이 부족하거나 결정요인 규명에 초점을 두고 있으나, 본 연구는 네트워크(Network) 이론, 특히 SNA를 통해 선사들의 항만선택 결정요인을 찾고자 한다. 또한 선행연구들은 대부분 공신력 있는 2차 자료를 활용하기 보다는 설문조사 방식에 의한 분석을 중심으로 항만을 운영하거나 이용하는 주체를 대상으로 연구를 진행하였으며 인터뷰를 통해 데이터 수집 및 분석을 진행하여왔다. 또한 이를 바탕으로 주로 회귀분석이나 AHP 및 ANOVA분석을 통해 항만관련 연구를 수행하였다. 이러한 기존 연구방법의 단점을 극복하고 계량분석 결과의 정확성과 신뢰성을 높이기 위해 본 연구에서는 항만선택에 관한 글로벌 선사들의 의사결정을 분석하기 위한 연구방법론으로 SNA를 이용하여 네트워크 관점에서 항만을 평가하고 전통적인 기준인 물동량을 기준으로 항만 내부에서 항만을 평가하는 것이 아닌 항만의 경쟁력을 항만 외부인 선사의 관점에서 항만을 살펴보고자 한다. 또한 네트워크 분석으로 항만을 바라본 기존 연구의 경우 단년도 비교를 통해 연구를 진행하였으나 본 연구에서는 다년도의 연구를 통해 추세를 살펴볼 수 있도록 연구를 수행하였다.

IV. 주요 정기선사의 항만 네트워크의 분석

1. 분석범위 및 방법

본 연구에서는 전 세계 컨테이너 해운시장에서 약 75% 이상의 화물을 운송하는 20대 선사의 항로와 항로별 투입되는 선박의 크기 데이터를 수집하였으며 이를 통해 SNA(Social Network Analysis)에 필요한 세계 해운·항만 네트워크 데이터를 구성하였다. 본 연구의 대상인 세계 주요 20대 선사의 항만 네트워크는 전 세계 지역의 항만(노드)들이 자기 지역 내 또는 다른 지역 항만과 연결하고 있는 항로(링크)를 포함하고 있다. UNCTAD에서 집계한 2006년부터 2011년까지의 세계 주요 20대 선사는 Maersk Line, MSC, CMA-CGM GROUP, APL, COSCO, Evergreen Line, Hapag-Lloyd, CSCL, Hanjin, MOL, OOCL, Zim, HMM, NYK, Yang Ming, Hamburg Sud, K Line, CSAV, PIL, Wan Hai이다. 정기선사의 서비스는 대부분 전 세계를 대상으로 제공하고 있지만, 각 선사별로 주요 서비스를 제공하는 지역이 달라 분석대상이 되는 선사가 각 연도별로 상이할 경우 연구결과에 다른 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 2006년부터 2011년까지 상위 20개 선사 중 위 분석기간 동안 지속적으로 포함되어 있는 19개 선사를 선정하여 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 UCInet과 PAjket의 강력한 기능을 통합해 포괄적인 사회연결망분석 방법을 제공하고 있는 NetMiner 4.2를 사용하였다.

2. 항만 네트워크의 구조적 특성

1) 항만 네트워크의 밀도와 거리

주요 19개 컨테이너 정기선사가 구성하는 전 세계 항만 네트워크는 2006년부터 2011년까지 평균 505개 항만으로 구성되어 있으며 이들 노드간의 연결된 링크의 수는 9,962개 이다. 분석 결과 세계 19대 주요정기선사가 구성하는 항만 네트워크의 밀도는 2006년부터 2011년까지 0.010으로 나타났다. 항만 네트워크에서 평균 거리는 5.34로 나타났으며, 이는 평균적으로 어느 특정 항만에서 5.34단계를 거치면 다른 모든 항만과 연결될 수 있다는 의미이다. <표 6>의 공항네트워크의 거리와 비교해보면 공항네트워크의 거리보다는 길고 전력망이나 공저자 네트워크보다는 짧은 거리를 나타냈다. 이는 하버드 대학의 교수 Stanley Milgram이 제시한 여섯 단계의 분리(six degrees of separation) 법칙에 해당되는 것으로 우리 사회의 엄청난 규모에도 불구하고 단 6단계만 거치면 연결되어 있는 좁은 세상(Small World)의 특성을 해운 네트워크에서도 나타내고 있는 사실을 확인할 수 있다. 네트워크의 밀도를 상대적으로 비교하기 위

해 다른 분야의 네트워크 특성들과 비교하면 <표 6>과 같다.

<표 6> 네트워크 밀도와 거리의 비교

네트워크	노드 수	링크 수	밀도	거리
항만 네트워크 (2006)	490	9,468	0.011	5.437
항만 네트워크 (2007)	482	9,366	0.012	5.697
항만 네트워크 (2008)	514	10,010	0.011	5.661
항만 네트워크 (2009)	512	10,352	0.011	5.662
항만 네트워크 (2010)	513	9,942	0.011	5.442
항만 네트워크 (2011)	523	10,635	0.011	5.522
항만 네트워크 평균	505.7	9962	0.011	5.570
공항네트워크	3883	27051	0.004	3.483
철도망	587	19603	0.114	2.16
전력망	4341	6594	0.0005	18.99
영화배우 네트워크	449913	25516482	0.00025	3.48
수학논문 공동저자 네트워크	253339	496489	0.000015	7.57

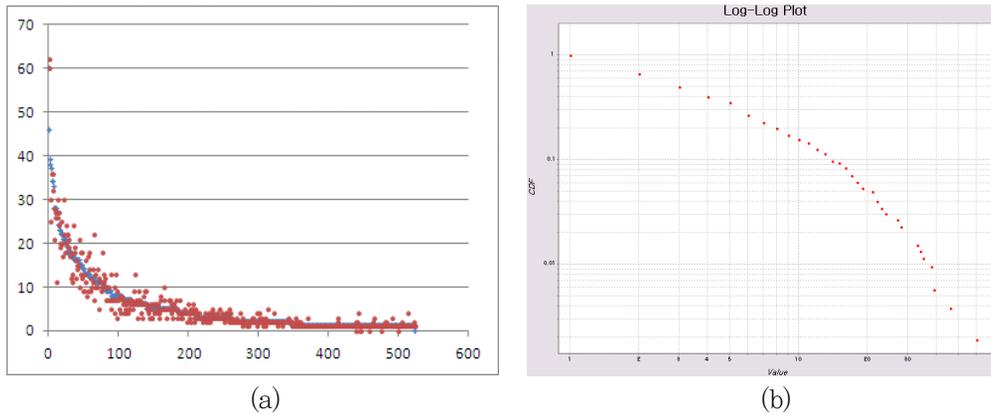
출처 : Yang, H., Nie, Y., Zhang, H., Di, Z., (2009); Newman, M. E. J. (2010)의 내용을 연구자의 연구결과와 조합하여 재구성

2) 항만네트워크의 특성

사회네트워크 분석방법을 사용하고자 할 때 항만 네트워크는 ‘복잡계(complex system) 특성’인 멱함수의 법칙을 따라야 하며 프리네트워크 임이 검증되어야 한다(Barabasi, 2002). ‘복잡계(complex system)’란 수많은 구성요소들의 상호작용을 통해 구성요소의 특성과는 다른 새로운 형상과 질서가 나타나는 시스템을 말한다(Noel Scott et al, 2008). 항만 네트워크의 연결정도 분포는 <그림 2>와 같다. (a)그래프는 빈도의 수로 나타낸 것이며, (a)그래프에 y축을 빈도수를 대신하여 비율로 나타내 같은 추세선을 그려 로그-로그 축으로 표현하면 (b) 그래프가 된다. k=1인 항만들은 176개였고, 가장 큰 k=60인 항만은 1개이다. 낮은 k에서는 빈도수가 높고 높은 k에서는 드물게 나타나 멱함수 법칙이 따르는 네트워크일 것이라 추측이 가능하다. (b)그래프는 수직축을 누적확률분포로 나타낸 것이다. 꼬리 부분에서 기울기가 더 급한 것으로 나타나는데 이는 통상 네트워크의 규모가 작을 경우에 주로 나타나며 멱함수 법칙을 따를 경우 그림과 같은 형태를 나타내게 된다. 척도 없는 네트워크에서는 γ 값이 대부분 $2 < \gamma < 3$ 사이의 값을 가진다. 이러한 값을 벗어날 경우에도 척도 없는 네트워크일수는 있으나 이러한 사실을 판별할 수 있는 것은 멱함수 법칙을 따르고 있는지의 여부이다. 항만 네트워크

의 γ 값은 2.536이며 다른 네트워크의 γ 을 살펴보면 2에서 3사이의 값을 갖고 있음을 알 수 있다. 항만네트워크가 멱함수 법칙에 부합한다는 사실은 일반적인 네트워크의 특성을 지니고 있다는 것과 항만의 Hub&Spoke 현상을 나타내고 있다.

〈그림 2〉 항만 네트워크의 연결정도 분포



3. 항만 네트워크의 중심성 분석

1) 연결정도 중심성 분석 결과

2006년부터 2011년까지의 항만 네트워크의 연결정도 중심성 순위는 Hong Kong, Singapore, Busan, Shanghai 순으로 나타났다. 연결정도 순위 및 중심성 지수를 나타낸 <표 7>를 살펴보면 Hong Kong과 Singapore의 경우 지속적으로 연결정도 중심성이 높게 분석되었으며 Busan 항의 경우 2006년 2,055에서 2011년 2,855까지 상승하였으나 순위는 3위에서 6위로 떨어졌다. Ningbo의 경우 2006년부터 꾸준한 성장세를 유지하며 2011년 기준 4위, 3,203의 연결정도 중심성 지수를 기록하였다. 항만 네트워크에서 연결 중심성이 높은 항만은 네트워크 내의 많은 다른 항만들과 직접적인 관계를 맺고 있음을 의미하므로 항만 네트워크에서 리더로써 큰 영향력을 행사하는 항만을 나타낸다고 할 수 있다. Ahuja(2000)는 연결중심성이 높은 기업의 경우 자원 공유의 혜택과 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 논리적인 거리가 길고 짧음으로 정의된다. 즉 한 노드가 전체 네트워크의 다른 노드와 연결된 논리적 거리를 모두 고려할 수 있게 되어 다른 요인들과 잘 연계되는 요인을 찾을 수 있도록 해준다. 근접중심성이 높은 노드는 네트워크 내의 다른 노드들과 최단 경로로 연결될 수 있는 노드이다. 직접적인 영향력뿐만 아니라 간접적인 영향력을 모두 포함한 좀 더 포괄적인 의미의 리더를 표현하는 지표라고 말할 수 있다. 2006년도에는 Singapore, Rotterdam, Port Klang, Shanghai, NewYork 항 순으로 나타났다. 2006년부터 2011년까지의 근접중심성이 가장 높은 항만은 Singapore 항이었으며 이는 전체 항만 네트워크에서 관문의 역할을 수행하고 있다는 사실을 반증하고 있다. 또한 직접적인 항만간의 연결 뿐 아니라 항만의 파트너, 즉 잠재적 파트너 항만을 포함한 직·간접적인 연결을 의미한다. 즉, 근접 중심성이 높은 항만은 네트워크에서 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. 이런 매개 노드는 정보 연락 책임자, 대변인, 모니터 역할, 혹은 조정자 역할로 활동할 수 있다. 즉, 서로 다른 두 노드를 연결하는 매개자의 기능을 평가하는 것으로 노드를 지나는 가장 짧은 모든 경로의 비율로 나타난다. 이는 전이성(transitivity)을 반영한다고 할 수 있다. 본 연구에서 분석한 항만 네트워크에서는 Singapore항만과 HongKong 항의 매개 중심성이 가장 높은 것으로 나타났다. 위의 두 항만은 지리적으로 전 세계 해운운송의 간선항로에 위치해 있어 이러한 매개자 역할을 한다고 볼 수 있다. 매개 중심성이 높은 항만일수록 환적 물동량을 높일 수 있는 항만으로 판단할 수 있다(임병학 외, 2011).

4) 아이젠벡터 중심성 분석 결과

아이젠벡터 중심성은 네트워크에서 노드의 중요성을 측정한다. 다시 말해 개별 행위자의 중심성과 해당 행위자(ego)와 연결된 다른 행위자(alter)의 중심성 지표를 함께 고려한 것으로 한 노드의 영향력 또는 중요도를 평가하는데 사용하는 개념이다. 아이젠벡터 중심성은 흔히 위세 중심성 혹은 보나시치 권력 중심성(Bonacich power centrality)이라고도 불리며, 사회네트워크 분석에서 산출되는 중심성 지표들 가운데 가장 중요한 지표라고 볼 수 있다. 직, 간접 연결성 뿐 아니라 자신과 연결되어 있는 상대방의 중심성도 고려하여 중심성을 측정한다는 특성

을 가지고 있고 연결된 상대방의 중심성과 두 결절점간의 유동량이 가중치로 고려되기 때문에 중심성이 높은 결절점과 연결되어 있거나 유동량이 많으면 아이젠벡터 중심성이 높아진다. 따라서 주변에 영향력이 상대적으로 높은 결절점들과 연결되어 있는 경우 자신의 영향력을 증가시킬 수 있는 기회를 가질 수 있다는 점을 반영해주는 지표라고 볼 수 있다. 항만 네트워크의 경우 아이젠벡터 중심성이 높은 항만일수록 네트워크상에서 중심성이 높은 항만과 많은 연결을 맺고 있다는 것이며 이처럼 높은 영향력이 있는 항만과의 제휴 및 협력은 항만의 물동량을 늘릴 수 있는 기회를 찾을 수 있을 것으로 판단된다.

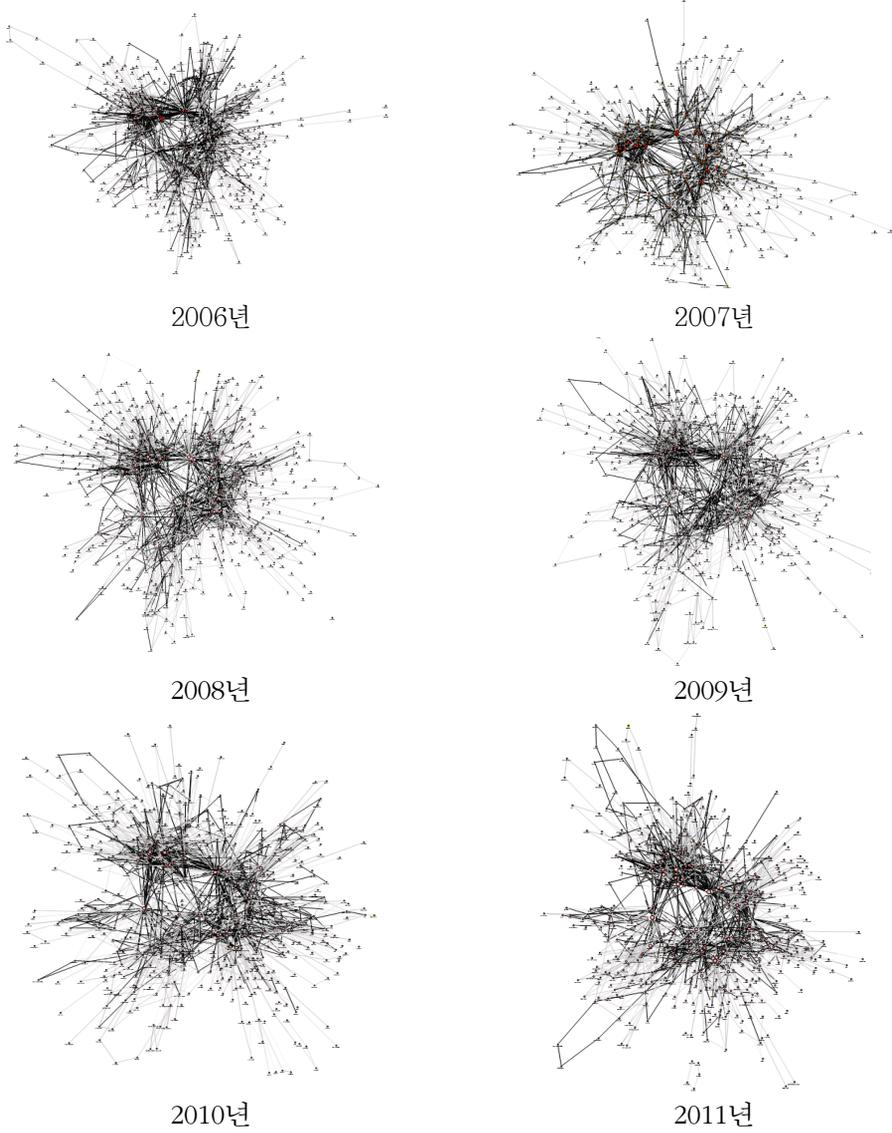
2006년부터 2011년까지 지속적으로 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 HongKong, Shanghai, Yantian, Singapore, Kaohsiung 등으로 나타났다. <표 7>을 살펴보면 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 주로 아시아 지역에 위치하고 있다. 이는 물동량이 많은 항만일수록 선사의 기항선택이 많아진다는 것을 의미하며 아시아 지역의 항만의 중심성이 매우 높은 것을 반영한 결과라고 할 수 있다. 특히 우리나라 항만의 경우 부산과 광양항이 상위권에 위치하고 있는 것으로 분석되었고 이는 우리나라 항만의 중심성이 높은 이유와 최근 물동량이 상승하여 선사들이 자주 기항하는 중국항만과의 연계성이 높아 아이젠벡터 중심성 분석에서 좋은 결과를 나타내고 있는 것으로 분석할 수 있다. 이는 기존의 우리나라 허브항만정책을 반영하고 있는 결과라 생각할 수 있으며 앞으로 우리나라 항만운영정책이 자기중심성을 높이는 항만정책과 더불어 중심성이 높은 항만과의 전략적 제휴를 통한 환적항만으로서의 기능을 더욱 강화해야 할 것으로 사료된다.

〈표 7〉 Centrality Measures of Top 5 ports (2006-2011)

Year	Rank	Degree Centrality			Closeness Centrality			Betweenness Centrality		Eigenvector Centrality	
		Country	In	Out	Country	In	Out	Country	NC	Country	NC
2006	1	HongKong	4,340	4,175	Singapore	0.392	0.372	Singapore	0.21	HongKong	0.581
	2	Singapore	3,266	2,732	Rotterdam	0.375	0.331	HongKong	0.108	Yantian	0.382
	3	Busan	2,055	1,824	PortKlang	0.356	0.343	Manzanillo	0.095	Shanghai	0.34
	4	Shanghai	2,005	2,200	Shanghai	0.353	0.312	Algeciras	0.089	Singapore	0.32
	5	Kaohsiung	1,707	1,597	NewYork	0.348	0.29	Kingston	0.069	Kaohsiung	0.279
2007	1	HongKong	4,511	4,517	Singapore	0.4	0.387	Singapore	0.215	HongKong	0.54
	2	Singapore	3,577	3,567	Rotterdam	0.363	0.353	Antwerp	0.12	Yantian	0.393
	3	Shanghai	2,423	2,443	PortKlang	0.359	0.359	HongKong	0.095	Shanghai	0.363
	4	Yantian	2,055	2,055	NewYork	0.356	0.327	Algeciras	0.093	Singapore	0.31
	5	Kaohsiung	2,051	2,042	Algeciras	0.354	0.354	Kingston	0.087	Kaohsiung	0.293
2008	1	HongKong	4,173	4,166	Singapore	0.387	0.391	Singapore	0.21	HongKong	0.474
	2	Singapore	4,059	4,041	NewYork	0.367	0.316	LeHavre	0.08	Shanghai	0.391
	3	Shanghai	2,812	2,821	Shanghai	0.358	0.364	PortKlang	0.077	Singapore	0.375
	4	Yantian	2,241	2,230	PortKlang	0.358	0.326	HongKong	0.068	Yantian	0.343
	5	Ningbo	2,032	2,044	Rotterdam	0.357	0.337	Shanghai	0.067	Ningbo	0.335
2009	1	HongKong	4,239	4,251	Singapore	0.396	0.404	Singapore	0.243	HongKong	0.471
	2	Singapore	4,029	4,024	Shanghai	0.372	0.344	Manzanillo	0.071	Shanghai	0.42
	3	Shanghai	3,064	3,058	Rotterdam	0.366	0.346	Antwerp	0.07	Ningbo	0.368
	4	Yantian	2,207	2,206	PortSaid	0.363	0.336	Shanghai	0.069	Singapore	0.332
	5	Ningbo	2,163	2,198	PortKlang	0.358	0.373	Santos	0.066	Yantian	0.328
2010	1	HongKong	4,694	4,737	Singapore	0.381	0.377	Singapore	0.21	HongKong	0.463
	2	Singapore	4,559	4,559	Shanghai	0.354	0.309	Manzanillo	0.082	Shanghai	0.409
	3	Shanghai	3,547	3,540	Rotterdam	0.347	0.349	Antwerp	0.069	Ningbo	0.373
	4	Yantian	2,940	2,940	PortSaid	0.345	0.327	Shanghai	0.067	Singapore	0.358
	5	Ningbo	2,499	2,499	PortKlang	0.343	0.335	Santos	0.067	Yantian	0.309
2011	1	HongKong	5,287	5,289	Singapore	0.383	0.387	Singapore	0.212	HongKong	0.456
	2	Singapore	5,003	5,022	Rotterdam	0.354	0.34	Manzanillo	0.091	Shanghai	0.407
	3	Shanghai	4,029	4,057	NewYork	0.351	0.298	PortKlang	0.087	Ningbo	0.378
	4	Ningbo	3,203	3,175	Kaohsiung	0.348	0.328	Algeciras	0.08	Yantian	0.37
	5	Yantian	3,034	3,034	PortSaid	0.347	0.344	Antwerp	0.073	Singapore	0.315

〈그림 3〉은 2006년부터 2011년까지 6년간의 항만 네트워크 구조의 진화과정을 그림으로 시각화 한 것이며 각 네트워크 그림 안의 원의 크기는 연결정도의 값을 항만의 속성으로 부여 하여 나타낸 것으로 즉, 원의 크기는 연결정도의 크기이다. 연결정도 측면에서 주요한 몇몇 노드가 그림 상에 크게 표시되어 나타나고 있다.

〈그림 3〉 연도별 항만 네트워크의 변화



V. 결 론

본 연구는 사회네트워크 분석을 이용하여 2006년부터 2011년까지 19개 선사의 기항패턴과 선박투입량을 대상으로 항만 네트워크 분석을 실시하였다. 본 연구는 항만 네트워크의 구조를 파악하고 항만 중심성을 파악한 첫 시도의 연구이며 분석에 이용된 데이터 역시 선행연구와 달리 선박의 기항패턴과 투입선박을 계산하여 분석에 활용하였다. 또한 시계열 자료(2006년~2011년)를 이용하여 연도별 중심성 추이를 나타낼 수 있었다.

연구결과, 항만 네트워크의 구조적인 특성으로 주요 19대 컨테이너 정기선사가 구성하는 항만 네트워크는 평균 505개 항만으로 구성되어 있으며 링크의 평균수는 9,962로 나타났다. 항만 네트워크의 밀도는 평균 0.011이고 평균 거리는 5.34로 여섯 단계의 분리(six degrees of separation) 법칙과 좁은 세상(Small World) 네트워크의 특성을 나타냄을 분석했다. 또한 항만 네트워크는 '복잡계(complex system) 특성' 인 멱함수의 법칙을 따르고 있으며 척도 없는 네트워크의 특성을 지닌 것으로 분석되었다.

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 간선행로에 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 항만 개발계획을 세워야 할 것으로 생각한다.

타 연구분야에서는 사회네트워크분석을 통한 연구가 활발히 진행되어 왔으나 해운, 항만, 물류 분야에서는 위 분석방법을 통한 연구가 초기단계에 머무르고 있는 수준이다. 사회네트워크 분석을 통해 세계항만 네트워크의 구조적인 특성과 항만 중심성을 분석하여 향후 연구에 기초 자료로 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. 더불어 각 지역별 분석과 피더 네트워크 분석을 위한 로컬 중심 선사의 분석역시 향후 연구방향으로 기대되는 바이다.

참고문헌

- 김용학, 『사회연결망분석』, 제3판, 박영사, 2011
- 방희석, 『국제운송론』, 개정3판, 박영사, 2013
- 임병학, 선사국적을 기반으로 한 아시아 주요항만 네트워크비교: 사회네트워크(SNA) 접근법을 중심으로. 『한국지식정보기술학회지』, 제6권 제5호, 2011, 45-56,
- 임병학, 컨테이너항만 네트워크가 항만 생산성에 미치는 영향에 대한 연구: 사회 네트워크 분석을 중심으로. 로지스틱스연구, 제19권 제5호, 2011, 19-35.
- Ahuja, G., "Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study," *Administrative Science Quarterly*, Vol.45, No.3, 425-455.
- Bergantino, A. S. and Veenstra, A. W., "Interconnection and co-ordination: an application of network theory to liner shipping," *International Journal of Maritime Economics*, Vol.4, No.3, 2002, 231-248.
- Ducruet, C. and Notteboom, T. E., "The Worldwide maritime network of container shipping: Spatial structure and regional dynamics," *GaWC Research Bulletin*, Vol.364, 2010, <http://www.lboro.ac.uk/fawc/rb/rb364.html>.
- Ducruet, C. and Notteboom, T. E., "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, 2012, 77-100.
- Ducruet, C., Rozenblat, C. and Zaidi, F., "Port in multi-level maritime networks: evidence from the Atlantic(1996-2006)," *Journal of Transport Geography*, Vol.18, No.4, 2010, 508-518.
- Ducruet, C., Sung-Woo Lee. and Adolf K. Y., "Centrality and vulnerability in liner shipping network: revisiting the Northeast Asian port hierarchy," *Marit. Pol. MGMT.*, Vol.37, No.1, 2010, 17-36.
- Ducruet, C., Sung-Woo Lee. and Stanislas Roussin., "Local strength, global weakness: A maritime network perspective on South Korea as Northeast Asia' s logistics hub," *International Journal of Maritime Affairs and Fisheries*, Vol.1, No.1, 2009, 32-50.
- Fremont, A., "Global maritime networks: The case of Maersk," *Journal of Transport Geography*, Vol.15, No.6, 2007, 431-442.
- Garrison, W. L., "Connectivity of the interstate highway system," *Papers in Regional Science*, Vol.6, No.1, 1960, 121-137.
- Hyung-Sik, Nam. and Dong-Wook, Song., "Defining maritime logistics hub and its implication for container port," *Maritime Policy and Management*, Vol.38, No.3, 2011, 269-292.

- Jasmine S. L. L. and Wei Y. Y., “Dynamics of liner shipping network and port connectivity in supply chain systems: analysis on East Asia,” *Journal of Transport Geography*, Vol.19, 2011, 1272–1281.
- Laxe, F. G., Seoane, M. J. F. and Montes, C. P., “Maritime degree, centrality and vulnerability: port hierarchies and emerging areas in containerized transport,” *Journal of Transport Geography*, Vol.24, 2012, 33–44.
- Notteboom, T. E., “Traffic inequality in seaport systems revisited,” *Journal of Transport Geography*, Vol.14, 2006, 95–108.
- Notteboom, T. E., “Complementarity and substitutability among adjacent gateway ports,” *Environment and planning A*, Vol.41, No.3, 2009, 743.
- Parola, F. and Veenstra, A. W., “The spatial coverage of shipping lines and container terminal operators,” *Journal of Transport Geography*, Vol.16, No.4, 2008, 292–299.
- Reynolds–Feighan, A. J., “The impact of US airline deregulation on airport traffic patterns,” *Geographical Analysis*, Vol.30, No.3, 1998, 234–253.
- Rimmer, P. J. and Comtois, C., “China’s extra and intra–Asian liner shipping connections 1990–2000,” *Journal of International Logistics and Trade*, Vol.3, 2005, 75–97.
- Scott, N., Baggio, R. and Cooper, C., “Network analysis and tourism: From theory to practice,” *Channel View Publications*, Vol.35, 2008.
- Slack, B., “Containerization, inter–port competition, and port selection,” *Maritime Policy and Management*, Vol.12, 1985, 293–303.
- Tiam W., Ghushi D. and Peijian W., “Analysis of Network Effect in Port and Shipping System Characterized by Scale–free Network,” *Chinese Journal of Management*, Vol.3, 2008, 1272–1281.
- Tongzon, J. L. and Sawant, L., “Port choice in a competitive environment: from the shipping lines’ perspective,” *Applied Economics*, Vol.39, No.4, 2007, 477–492.
- Wasserman, S. and Katherine, F., 『Social Network Analysis: Methods and Applications』, Cambridge University Press, 1994.
- Yihong H. and Daoli Z., “Empirical Analysis of the worldwide maritime transportation network,” *Physica A*, Vol.388, 2008, 2061–2071.

국문요약

세계 주요 정기선사의 항만네트워크에 관한 연구

강동준 · 방희석 · 우수한

해상과 육상운송의 접점인 항만은 생산, 거래, 물류 및 정보 교류의 필수적인 플랫폼으로 각 항만을 교차하는 공급사슬 시스템의 노드이다. 또한, 항만은 이를 이용하는 선사와 화주에게 경쟁우위를 확보할 수 있도록 하며, 국가 경제에 큰 영향을 미치고 있다. 지금까지 이루어진 항만에 대한 선행연구에서는 항만의 경쟁력을 TEU 단위의 항만처리물동량(Throughput)으로 평가하여 왔다. 그러나 최근 컨테이너 처리물동량이 허브항만으로서의 주된 혹은 유일한 조건인가에 대한 의문이 제기되고 있으며 항만과 항만을 연결하는 해운선사들에 의한 주변 항만들과의 연결성 정도가 지역 내 확실한 허브 항만인지에 대한 판단을 할 수 있는 요인으로 부각되고 있다.

본 연구는 사회네트워크분석(SNA: Social Network Analysis)을 이용하여 2006년부터 2011년까지 19개 선사의 기항패턴과 선박투입량을 대상으로 전 세계 항만 네트워크 분석을 실시하였다. 연구결과로 좁은세상, 멍함수 법칙 등과 같은 항만 네트워크의 구조적인 특성을 파악하고 네 가지 항만중심성을 나타냈으며 시계열 자료(2006년~2011년)를 이용하여 연도별 중심성 추이를 나타내고 있다. 이를 통해 항만운영자 및 선사의 항만개발계획 및 선대운영시 항만물동량만을 기준으로 계획을 세우는 것이 아닌 새로운 개선 정책이 필요할 것으로 판단된다.

핵심 주제어 : 항만 네트워크, Social Network Analysis, SNA, 사회네트워크분석