

유라시아의 주요 철도노선과 중국 철도 네트워크의 특징 분석 - TAR, TEN-T, TRACECA, GMS를 중심으로 -

송민근* · 여기태†

*인천대학교 동북아물류대학원, † 인천대학교 동북아물류대학원 교수

An Analysis of Major Railway in Eurasia and Characteristics of China's Rail Network

Min-Geun Song* · Gi-Tae Yeo†

*,† Graduate school of Logistics, Incheon National University, Incheon 406-772, Korea

요약 : 유라시아의 지역 내 인프라 연결과 협력에 관하여 많은 국가들이 다양한 정책을 추진하고 있는 가운데 중국은 일대일로 사업을 제시했으며, 60여 개국 이상이 사업에 참여하면서 중국은 유라시아 물류 인프라 개발에서 매우 큰 영향력을 행사하게 될 것으로 예상되고 있다. 본 연구는 사회네트워크 방법론을 통해 주요 철도역에 대한 네트워크를 분석했다. 유라시아 대륙의 대표적 철도노선인 TAR, TEN-T, TRACECA, GMS 경로를 통해 65개 국가, 994개 철도역에 대한 네트워크를 구성했으며, SNA의 측면에서 주요 철도역에 대한 특징을 제시하고, 중국과 전체 유라시아 네트워크를 비교했다. 유라시아 및 중국 네트워크에 대한 분석을 통해 연결중심성과 매개중심성에서 각각 상위 30개 역을 제시했으며, 연결성 측면에서 태국 방콕, 조지아의 트빌리시, 아제르바이잔의 바쿠, 중국의 쿤밍, 투르키스탄의 카르시, 터키의 카스 등이 높은 순위를 보였다. 또한, 중국 네트워크에서는 쿤밍, 난닝, 거쥬역의 연결성과 바오지, 쿤밍, 랴저우역 등의 매개성이 높게 도출되었다. 중국에서 추진하는 일대일로 사업은 유라시아 전체의 인프라 연결 확충을 기본 전제로 하고 있지만, 중국과의 연계성 강화를 위한 인프라 개발에 높은 비중이 예상되며, 이런 관점에서 국제 물류 거점에 대한 연구는 중국 네트워크에서 차지하는 중요성을 병행해서 검토할 필요가 있다.

핵심용어 : 유라시아, 철도 네트워크, 중국, 일대일로, TAR, TEN-T, TRACECA, GMS

Abstract : While many countries are implementing various policies regarding the logistics network in Eurasia, China has presented "the Belt and Road" Initiative, a development strategy that focuses on connectivity and close cooperation between China and Eurasia. With more than 60 countries participating in the project, China is expected to have a major influence on logistical infrastructure development in Eurasia. This study analyzed the railway stations network using social network analysis (SNA) methodology. We collected data from major railway lines in Eurasia (TAR, TEN-T, TRACECA, GMS) and established a network of 994 railway stations in 65 countries. This study presented the general characteristics of major railway stations from the perspective of SNA and compared the Chinese network with Eurasian networks. To review the railway networks in China and Eurasia, the top 30 stations were selected based on degree centrality and betweenness centrality. Top "degree centrality" stations included Bangkok (Thailand), Tbilisi (Georgia), Baku (Azerbaijan), Kunming (China), and Bucharest (Romania). Top "betweenness centrality" stations were Baku and Alyat (Azerbaijan), Baoji and Turpan (China), Qarshi (Uzbekistan), and Kas (Turkey). In China, Kunming, Nanning, and Gejiu stations have higher degree centrality while betweenness centrality was higher in Baoji, Kunming, and Lanzhou stations. "The Belt and Road" project advocated by China envisions expansion of transportation infrastructure connections throughout Eurasia, but more emphasis is likely to be placed on connectivity that benefits China. In this regard, studies on key bases of international logistics need to consider relative significance within the Chinese network.

Key word : Rail Network, Eurasia, China, The Belt and Road, One Belt One Road, TAR, TEN-T, TRACECA, GMS

1. 서론

유라시아(Eurasia)는 유럽과 아시아를 포괄하는 지역으로 유럽연합(EU), 중국, 러시아, 인도 등 세계 10대 경제대국의 대부분이 포함되는 공간이자 전 세계 면적의 40%, 인구의

70%(49억 명), GDP의 60%를 차지하는 광활한 지역이다 (Lee, 2015a). 중국은 2013년부터 유라시아 대륙에 대한 국가 전략으로 육상 및 해상경로 개발에 관한 '일대일로(一帶一路, The Belt and Road Initiative)'사업을 추진하고 있으며, 여기서 육상경로에 해당하는 '일대(一帶, One Belt)'는 동아시아,

† Corresponding author : 종신회원, ktyeo@inu.ac.kr 032) 835-8196

* 정회원, haoweahter@naver.com 032) 835-4590

중앙아시아, 중동 및 유럽을 포함하고 있다. 중국은 일대일로에서 육상 경로 연결을 극대화하기 위해 주요 국가와의 협력 사업과 함께 중국 내 철도망과 도로망에 대한 전면적인 개발 및 보강을 추진하고 있으며, ‘중국 중장기 철도망 계획(2016~2025)’ 등을 통해 철도망 구축사업을 단계별로 진행하고 있다.

한편, 유라시아의 주요 국가들도 유라시아의 인프라 및 협력관계 구축에 대해 다양한 정책 및 사업을 진행하고 있는데, 미국의 실�크로드 경제권, 러시아의 신동방정책, EU의 유럽과 아시아의 복합물류망 구축 프로젝트인 트라세카, 인도의 마우삼 프로젝트 등이 여기에 해당된다. 하지만, 일대일로는 중국이 확보하고 있는 세계 최고 수준의 내수시장과 제조 규모 등을 기반으로 하며, 막대한 외환보유고, 실�크로드 기금 및 아시아인프라투자은행(AIIB)을 통해 금융지원의 구체적 방안을 제시함으로써 다른 국가의 정책과 차별화되어 있으며, 이에 따라 현재 기준으로 약 60여 개국 이상이 일대일로 사업에 적극적으로 참여하게 되면서, 중국은 향후 유라시아 대륙의 인프라 개발 사업에 가장 큰 영향력을 행사하게 될 것으로 예상되고 있다.

한국의 경우 2013년 10월 정부에서 ‘유라시아 이니셔티브’를 통해 유라시아 지역의 경제공동체 방안과 ‘부산-북한-러시아-중국-중앙아시아-유럽’을 연결하는 ‘실�크로드 익스프레스’ 등을 제안한 바 있으나 남북갈등 국면 등으로 진행에 어려움을 겪은 바 있다. 또한, 2013년 이후 최근까지 한국에서 진행되어온 유라시아 철도에 대한 연구의 대부분이 ‘유라시아 이니셔티브’ 정책에서 접근하고, 북한을 경유한 대륙과의 연결에 치중되어있는 특징이 있다. 대한민국이 지정학적으로 반도국이지만 남한은 대륙과 직접적 연결에 어려움이 있다는 관점에서 해양국으로 간주될 수 있고, 이런 측면에서 북한과의 협업을 통한 유라시아 대륙과의 철도 연결이 매우 큰 의미가 있는 것은 분명한 사실이다. 그러나 북한과 사업 추진에는 아직까지 상당부분 불안정성이 상존하기 때문에, 한국은 유라시아 이니셔티브와의 연관성이나 육로 연결성에 한정 또는 치중하기보다 유라시아 대륙에서 광범위하게 진행될 육상 인프라 사업에 대한 직접적 참여기회 확대와 주요 철도의 인접 항만개발을 통한 한국과의 연결성 강화 등 유라시아 철도에 대하여 보다 다각화된 접근과 노력이 필요할 것으로 보인다. 이러한 관점에서 본 연구는 유라시아 대륙 전체를 포괄하는 철도 노선에 대한 종합적 분석을 통해 유라시아 육상 인프라 측면에서 철도역 및 주요 국가에 대한 이해를 높이고 중국과 전체 네트워크를 비교하여 특징을 파악하는 것을 연구의 목적으로 하였다.

2. 선행연구

2.1 유라시아 철도 및 물류 네트워크에 관한 연구

유라시아 철도에 관하여 한중, 한일 등 국가 간 복합수송,

대륙횡단철도, 남북한 철도연결 등 많은 연구가 진행되어왔다. Ko(2012)는 중국 연타이와 다롄의 열차페리 현황을 소개하고, 열차페리 운용을 위한 조건으로 접안시설, 조차 및 선로시설, 열차페리 선박 등을 제시했으며, 한중간 열차페리 시스템을 도입하기 위해서 항만 및 철도시설, 운용기술의 확보와 표준화를 위한 작업 등이 선행되어야한다고 언급했다. Park(2010)은 UN ESCAP을 중심으로 아시아 육상교통 연계 사업이 추진되고 있는 현황을 언급하고, 동북아의 인프라 연계사업으로 아시아 하이웨이(AH: Asian Highway)와 대륙횡단철도(TR: Transcontinental Railway)를 제시했고, 한중간 열차페리 및 한일 간 해저터널이 향후에 AH 및 TR과 연계될 수 있는 상황을 가정하여 한국에 가져올 수 있는 파급효과를 파악했다. Jo(2016)는 중국의 부상, 세계 경제 중심축의 동아시아 지역으로의 이동, 경제공동체의 발전 등 변화와 함께 중국 일대일로, 러시아 신동방정책, 미국 실�크로드 경제권, 한국의 유라시아 이니셔티브 등을 언급했다. 저자는 국제 해상운송경로(All Water)와 대비하여 유라시아철도경로의 경쟁력을 시계열적으로 분석, 검토했으며, 분석의 결과, 해상운송과 TSR 중심 국제복합운송경로의 등가경쟁력선(iso competitiveness line)이 시계열적으로 커다란 변동폭을 보이고 있다고 제시했다. Shin(2016)은 한반도를 중단하고 있는 철도망으로 경의선(서울-도라역-평양-신의주), 경원선(서울-철원-원산), 동해선(강원 양양-금강산 청년역, 포항-삼척, 포항-부산진역)의 3개 노선을 제시하고, 한반도의 점진적이고 평화적 통일방식의 일환으로 한반도 중단철도(TKR: Trans-Korean Railway) 부설에 따른 경제적 측면의 기대효과를 검토했다. Lee(2015)는 중국의 일대일로 시행계획을 설명하며 중국이 신창타이 시대로 진입하면서 일대일로 구상을 통해 향후 경제발전을 추진하고 있다고 언급했으며, 아시아와 유럽을 연결하는 ‘실�크로드 경제벨트’를 중심으로 중국 경제에 미칠 영향을 분석했다.

다음으로 물류 네트워크에 대한 연구로 Lee(2016)는 아시아와 유럽 지역에서 운항하는 글로벌 선사들의 간선항로 자료를 토대로 정기선 운송 네트워크를 분석했으며, Yang et al(2016)은 한중일 크루즈 노선을 대상으로 크루즈 항구의 네트워크 분석을 진행했다. 그리고 Kang et al(2014)은 2006년부터 2011년까지 6년간 19개 선사에 대한 자료를 통해 항만 네트워크 분석을 진행했으며, Park(2012)은 한국 항만의 선박운항 스케줄과 네트워크 중심성 지수를 활용해서 광양항의 글로벌 해운 네트워크 구축과정에 대해 분석했다.

2.2 연구의 차별성

유라시아 지역의 철도는 시베리아 횡단철도(TSR: Trans-Siberian Railway), 중국 횡단철도(TCR: Trans-Chinese Railway), 만주 횡단철도(TMR: Trans-Manjulian Railway), 몽고 중단철도(TMGR: Trans-Mongolian Railway), 한반도 중단철도(TKR: Trans-Korean Railway) 등 다양한 노선이 포함되어있으며, 개별 노선 및 특정 지역에 대한 연구가 많이 진행되어왔다. 또한, 한국의 유라시아 철도에 관한 연구는 앞서 서론에서 언급했듯이 ‘유라시아 이니셔티브’ 정책이나

북한을 통한 철도 연결에 다소 치중되어 있다. 하지만 본 연구는 개별 국가 및 단일 노선 중심의 특징이 아닌 유라시아 대륙의 포괄적 경로에서 철도역 및 국가별 특성을 도출하기 위하여 UN ESCAP, EU 등에서 연구한 TAR, TEN-T, TRACECA, GMS를 기준으로 전체 유라시아 철도노선에 대한 종합적 검토를 시도했다. 또한, 유라시아 대륙의 인프라 구축에 매우 큰 영향력을 행사할 것으로 예상되고 있는 중국 네트워크를 분석 하고 유라시아 전체네트워크와의 차이 및 특성을 파악했다는 점에서 연구의 차별성이 있다.

한편, 사회네트워크 분석은 타 연구 분야에서 비교적 활발하게 활용되고 있지만 해운, 항만 등 물류 분야에서는 연구가 초기단계에 머무르고 있는 특징을 보인다(Kang et al, 2014). 본 연구는 물류 거점 간 관계성 분석에 유용한 사회네트워크 분석을 활용하여 유라시아 지역의 주요 철도노선에 분석을 시도했다는 점에서 연구의 의의가 있다.

3. 분석대상 및 연구방법

3.1 분석대상

본 연구는 유라시아 대륙의 주요 철도 노선으로 UN ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2016)에서 발표한 아시아 횡단철도 TAR(Trans-Asian Railroad Network)과 EC(European Commission, 2016)에서 제시한 유럽 내 운송망인

TEN-T(Trans-European Transport Network), 유럽과 중앙 아시아 간 교통협력 프로젝트인 TRACECA(Transport Corridor Europe- Caucasus- Asia), ADB(Asian Development Bank, 2016)에서 발표한 아시아 지역 내 철도 경로 GMS(Greater Mekong Subregion) route를 분석의 대상으로 했다.

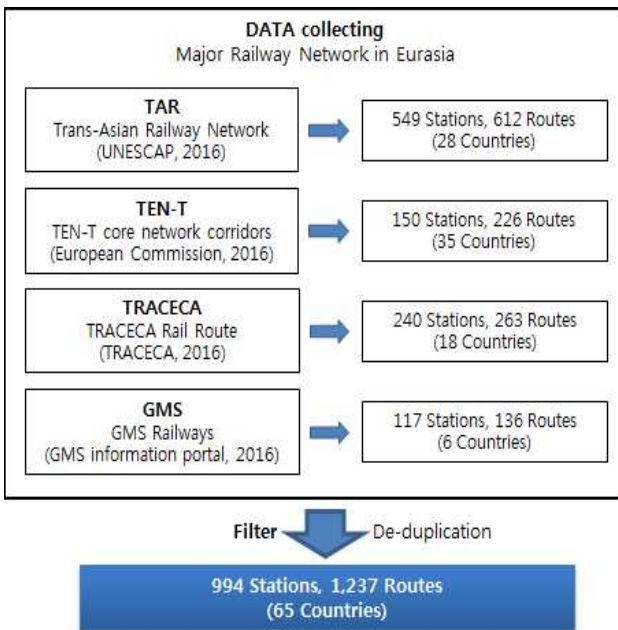


Fig. 1 Data extraction flow

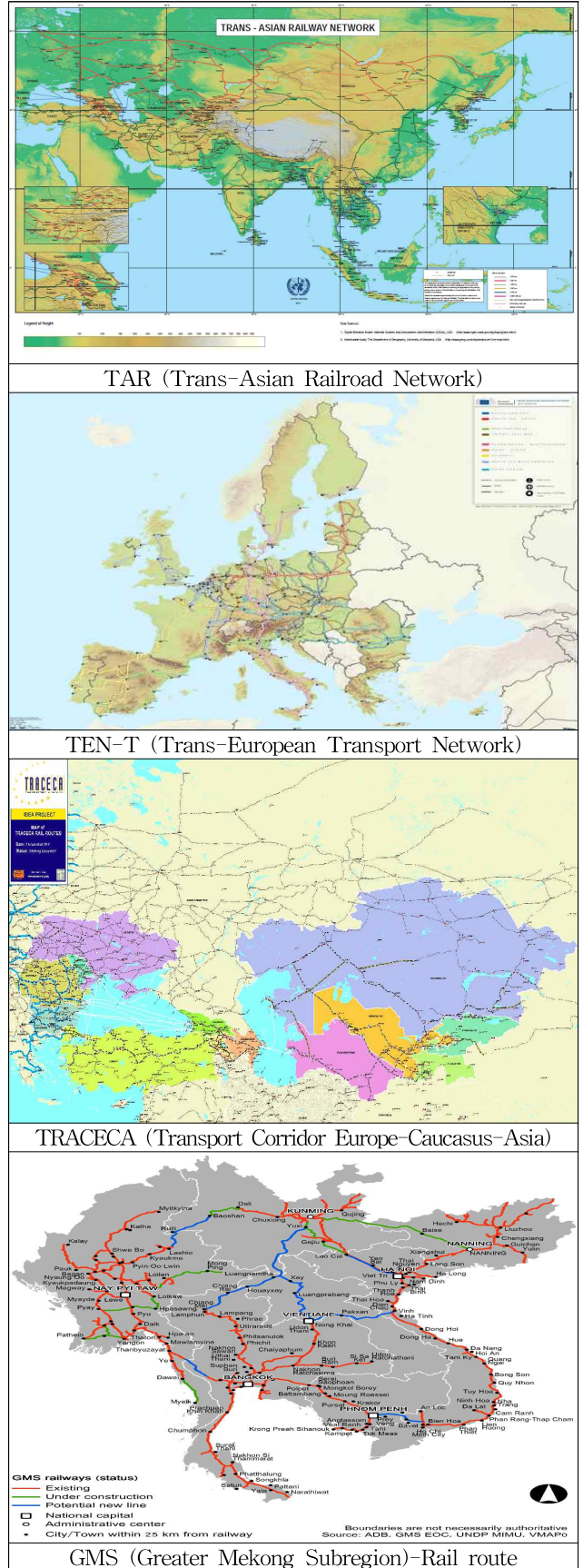


Fig. 2 International transport corridor in Eurasian region

TAR에서 28개 국가, 549개 철도역을 통해 612개 경로를, TENT-T에서 35개 국가의 150개 철도역과 226개 경로 자료를 수집했다. TRACECA에서 18개 국가의 240개 철도역을 통해 263개 경로를 확인했으며, GMS에서 6개 국가에 속한 117개 철도역과 136개의 경로를 수집했다. 이를 종합하고 중복을 제거하여 총 65개 국가, 994개 철도역으로 네트워크를 구성했으며, 철도 네트워크에 대한 SNA분석을 진행했다.

3.2 연구방법

본 연구는 물류 인프라들 간의 관계구조를 해석해줄 수 있는 사회 네트워크분석 방법론을 사용했다. 사회 네트워크 분석(SNA: Social Network Analysis)은 네트워크 내 행위자들의 관계를 측정하여 네트워크에서 사회적 관계 구조를 추론하는 연구이다. 행위자(actor)는 네트워크에서 개인 혹은 조직이고 관계는 행위자들 간 연결을 의미하며, 행위자들 간 자원 공유는 상품 공급과 같은 유형이나 혹은 서비스나 정보 같은 무형이 될 수 있다(Leem, 2010). 물류 네트워크 관점에서 해운의 경우, 항만이 행위자인 노드가 되고 항로는 관계에 해당하는 링크로 볼 수 있는데 철도의 경우, 노드는 철도역, 노드 간 링크는 철도로 간주될 수 있다. SNA분석에는 다양한 기법으로 세분화될 수 있으며 본 논문에서는 연결성과 매개성을 중심으로 분석을 진행했다. 먼저 ‘연결 중심성(Degree Centrality)’은 네트워크에서 한 개체가 다른 개체와 직접적인 연결이 많으면 많을수록 중심성이 높게 나타나는 특징을 갖고 있으며, 본 연구에서 연결중심성은 철도역의 노선이 활성화되어있는 정도로 이해할 수 있다. 노드 i 의 연결 중심성은 네트워크 내에서 노드의 연결성을 나타낸다. 노드 i 와 노드 j 가 이어져있다면 $a_{ij}=1$, 그렇지 않을 때에는 $a_{ij}=0$ 으로 정의되며, 아래의 식(1)과 같이 계산된다(Freeman, 1979 ; Glanzer and Glaser, 1961).

$$C_D(i) = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad \text{식(1)}$$

‘매개 중심성(Betweenness Centrality)’의 경우 네트워크에서 중개자 역할을 수행하는 개체를 파악하는 방식이다. 매개 중심성(betweenness centrality)은 네트워크 내에서 행위자들을 연결하고 있는 가장 짧은 거리를 기준으로 측정하며, 다른 행위자들을 통제할 수 있는 매개자의 역할 정도를 알 수 있도록 도와준다. 연결 중심성과 매개 중심성이 함께 높을 수 있으나 반드시 일치하는 것은 아니며, 중개자로서 문지기 활동을 하는 개체가 전체 네트워크에 영향을 줄 수 있다는 점에서 이를 파악하는 것이 중요하다(Cho, 2016). 물류 네트워크의 관점에서 철도는 고정된 철도에 따라서만 이동이 가능하고 항만 및 공항 등과 비교하면, 거점 간의 자유로운 이동이 매우 제한적이라는 특징을 갖고 있다. 철도 네트워크에서 높은 매개성은 다른 네트워크에 대한 접근성을 갖고 있는

개체를 측정하며, 연결성이 활성화되어있는 정도를 측정한다는 것을 감안할 때, 낮은 연결성의 개체가 높은 매개성을 갖고 있다면 높은 개발 잠재력을 갖고 있다고 해석할 수 있을 것이다. 노드 i 의 매개 중심성은 해당 노드를 지나가는 모든 최단 경로의 비율로 계산된다. g_{jk} 는 노드 j 와 노드 k 사이에 존재하는 가장 짧은 거리의 경우의 수를 나타내며, $g_{jk}(i)$ 는 두 점 j 와 $k(j \neq k)$ 사이에 있는 점 i 를 지나가는 횟수를 나타내며 아래의 식(2)와 같이 계산된다(Freeman, 1977).

$$C_B(i) = \sum_{j < k}^n g_{jk}(i) / g_{jk} \quad \text{식(2)}$$

4. 연구결과

4.1 유라시아 대륙의 철도 네트워크

분석의 대상이 되고 있는 유라시아의 994개 철도역에서 연결성을 기준으로 상위 30개 철도역이 구성하고 있는 네트워크를 분석지도로 구현하면 다음과 같다.

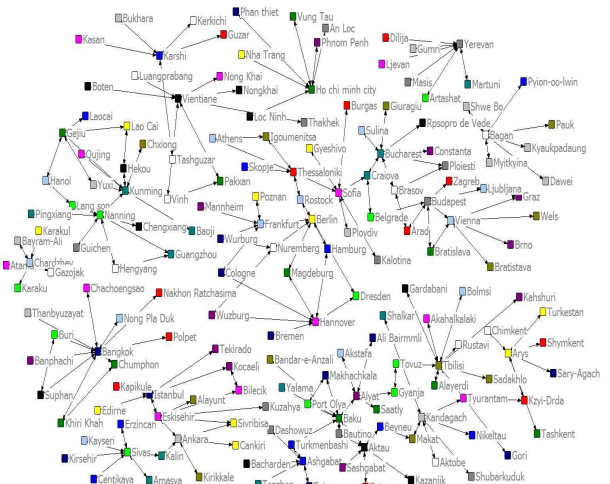


Fig. 3 Network Analysis map of Eurasia rail stations

1) 연결중심성

네트워크 분석에서 연결중심성이 가장 높게 도출된 철도역은 1위 태국의 방콕이었으며, 2위는 조지아 트빌리시, 3위는 아제르바이잔의 바쿠 그리고 중국의 쿤밍과 부쿠레슈티, 비앙티엔, 난닝 등이 뒤를 이었다. 분석의 대상이 되는 994개 전체 철도역의 연결성 평균값은 2.35였으며, 1위 태국의 방콕이 평균과 대비할 때 약 4.3배 연결성이 높았고, 2위 조지아의 트빌리시는 평균대비 약 3.8배 높은 연결성을 보였다. 또한, 상위 30개 철도역에는 독일이 5개 역, 중국과 카자흐스탄이 각각 3개 역, 아제르바이잔과 터키, 베트남 등이 각각 2개 역을 포함하고 있었다.

Table 1 Degree centrality of the top 30 stations

Rank	Stations	Countries	Higher than average (times)
1	Bangkok	Thailand	4.3
2	Tbilisi	Georgia	3.8
3	Baku	Azerbaijan	3.4
4	Kunming	China	3.0
4	Bucharest	Romania	3.0
4	Vientiane	Lao P.D.R.	3.0
4	Nanning	China	3.0
8	Sivas	Turkey	2.6
8	Eskisehir	Turkey	2.6
8	Sofia	Bulgaria	2.6
8	Berlin	Germany	2.6
8	Aktau	Kazakhstan	2.6
8	Kandagach	Kazakhstan	2.6
8	Budapest	Hungary	2.6
8	Arys	Kazakhstan	2.6
8	Yerevan	Armenia	2.6
8	Bagan	Myanmar	2.6
8	Vienna	Austria	2.6
8	Hochiminh	Vietnam	2.6
8	Hannover	Germany	2.6
21	Alyat	Azerbaijan	2.1
21	Kashi	Uzbekistan	2.1
21	Ankara	Turkey	2.1
21	Istanbul	Kyrgyzstan	2.1
21	Chardzhev	Turkmenistan	2.1
21	Ashgabat	Turkmenistan	2.1
21	Thessaloniki	Greece	2.1
21	Frankfurt	Germany	2.1
21	Makat	Kazakhstan	2.1
21	Gejiu	China	2.1

Table 2 Degree centrality of the top 30 countries

Rank	Countries	Degree Centrality	Share of Total (%)
1	Uzbekistan	156.69	6.8
2	Russia	147.30	6.4
3	China	126.88	5.5
4	Kazakhstan	124.00	5.3
5	Thailand	123.42	5.3
6	Turkey	98.23	4.2
7	Vietnam	95.45	4.1
8	India	94.00	4.1
9	Myanmar	89.42	3.9
10	Romania	88.67	3.8
11	Iran	85.24	3.7
12	Indonesia	74.00	3.2
12	Turkmenistan	66.34	2.9
14	Germany	61.00	2.6
15	Pakistan	56.89	2.5
16	Armenia	51.00	2.2
17	Azerbaijan	50.67	2.2
17	Italy	47.78	2.1
19	Kyrgyzstan	45.71	2.0
20	Bulgaria	45.00	1.9
21	Cambodia	40.00	1.7
21	Georgia	38.00	1.6
23	Tajikistan	37.89	1.6
23	France	37.14	1.6
25	Spain	34.00	1.5
26	Malaysia	32.00	1.4
27	Bangladesh	29.00	1.3
28	Mongolia	27.00	1.2
29	North Korea	22.00	0.9
29	Moldova	22.00	0.9
34	Korea	18.00	0.8

연결중심성의 총합을 기준으로 국가별 순위를 살펴보면, 우즈베키스탄이 가장 높았고, 러시아, 중국, 카자흐스탄, 태국, 터키, 베트남, 인도, 미얀마, 루마니아 등이 순차적으로 높은 연결성을 보이고 있는 것으로 나타났다. 연결성의 총합 Degree값은 2,318.4였으며, 1위인 우즈베키스탄이 156.69로 전체 네트워크의 연결성에서 약 6.8%의 비중을 차지하고 있었으며, 2위인 러시아가 147.3으로 약 6.4%, 3위인 중국은 약 5.5%의 비중을 보였다. 철도 네트워크에서 도출된 연결중심성은 특정 국가에 집중되어있지 않고 유라시아 대륙의 전체에 고르게 분포되고 있는 특징을 보였다. 북한은 연결중심성이 65개 국가 중에서 29위로, 한국은 34위로 확인되었다. 한국의 경우, 실질적으로 대륙과 철도가 단절되어있지만, 서울역, 광양역, 대구역, 수원역, 대전역, 목포역, 익산역, 부산역 등 9개 철도역이 UNESCAP의 TAR에서 전체 경로에 포함되어있기 때문에 분석결과 연결성과 매개성이 도출되는 특징을 보였다. 한편, 국가별 비중을 아시아 및 유럽으로 구분해보면 아시아가 차지하는 비중이 약 76%, 유럽이 약 24%로 나타났으며 연결성의 측면에서 아시아 철도 노선이 유럽의 철도 노선보다 활성화되어있는 것을 확인할 수 있었다.

2) 매개중심성

다음으로 매개중심성의 경우, 아제르바이젠의 바쿠가 전체 네트워크에서 매개성이 가장 높게 도출되었으며, 다음으로는 중국의 바오지, 투르판, 아제르바이젠의 알야트, 중국의 란저우, 우즈베키스탄 카르시, 조지아의 트빌리시, 터키의 카스, 아제르바이젠의 간자, 토부스가 순차적으로 뒤를 이었다. 전체 네트워크에서 국가별 Betweenness 평균값은 15,493.3였으며, 1위로 나타난 바쿠가 평균대비 약 14.2배, 2위 바오지는 평균에서 약 12.6배 높은 Betweenness값을 보이고 있었다. 상위 30위 철도역에는 터키의 10개 역이 포함되어있었으며, 아제르바이젠과 불가리아, 중국, 투르크메니스탄 등의 국가에서 각각 4개 철도역을 포함하고 있었다.

Table 3 Betweenness centrality of the top 30 stations

Rank (Betweenness)	Stations	Countries	Higher than Average	Rank (Degrees)
1	Baku	Azerbaijan	14.2	3
2	Baoji	China	12.6	53
3	Turpan	China	12.1	122
4	Alyat	Azerbaijan	12.1	21
5	Lanzhou	China	11.8	345
6	Karshi	Uzbekistan	11.3	21
7	Tbilisi	Georgia	11.2	2
8	Kars	Turkey	10.9	54
9	Gyanja	Azerbaijan	10.9	346
10	Tovuz	Azerbaijan	10.9	55
11	Erzurum	Turkey	10.8	123
12	Sivas	Turkey	10.8	8
13	Askale	Turkey	10.8	347
14	Erzincan	Turkey	10.7	348
15	Ankara	Turkey	10.4	21
16	Kalin	Turkey	10.4	124
17	Akahalkalaki	Georgia	10.4	349
18	Eskisehir	Turkey	10.2	8
19	Istanbul	Kyrgyzstan	9.9	21
20	Chardzhev	Turkmenistan	9.9	21
21	Tekirado	Turkey	9.8	125
22	Edinme	Turkey	9.8	126
23	Sofia	Bulgaria	9.7	8
24	Atamarat	Turkmenistan	9.7	350
25	Svilengrad	Bulgaria	9.7	351
26	Ashgabat	Turkmenistan	9.7	21
27	Dmitrovgrad	Bulgaria	9.7	352
28	Ploydiv	Bulgaria	9.7	127
29	Turkmenbashi	Turkmenistan	7.8	353
30	Kunming	China	6.7	4

매개성과 연결성의 차이를 확인하기 위해서 매개성 상위 30위 철도역과 함께 각 철도역의 연결성 순위를 함께 나타냈다. 매개중심성은 네트워크에서 중간자적 역할을 하는 개체의 경쟁력을 의미하는데, 일반적인 네트워크에서 활성화되어 있는 개체는 연결성과 매개성이 모두 높게 나타나는 경우가 많으며, 위의 Table 3에서 매개성 1위 바쿠역은 연결성에서도 3위로 확인되어 차이가 없었다. 하지만, 2위인 중국의 바오지는 연결성에서는 53위, 3위인 중국 신장지역 투르판역은 연결성에서 122위, 5위 란저우역은 345위로 나타나는 등 철도 네트워크의 매개성과 연결성은 큰 차이를 보이고 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 철도 네트워크에서 매개성의 특색이 잘 나타난 것으로, 철도의 경우 노선이 형성되어 있는 경우에만 개체 간 교류가 가능하고, 해당 노선의 순서대로만 교류가 진행될 수 있다. 공항이나 항만의 경우, 상대적으로 거점 간 이동이 자유롭기 때문에 발달된 공항과 항만에서 대부분 연결성, 매개성이 모두 높게 나타나는 것에 반하여 철도의 경우 상대적으로 연결성이 부족하지만, 국경지대, 국관의 변경지역 등 지정학적 사유로 다른 노선을 중계해주는 철도역에서 매개성이 매우 높게 나타나고 있다. 연결중심성이

높게 도출된 철도역은 해당 역을 중심으로 노선의 활성화가 진행되어있는 거점으로서 중요성이 있고, 매개중심성이 높게 나타난 철도역은 향후 개발 잠재력이 높기 때문에 전체 네트워크 관점에서 중요한 의미를 갖게 된다.

Table 4 Betweenness centrality of the top 30 countries

Rank	Countries	Betweenness Centrality	Share of Total (%)
1	Turkey	1,692,671.36	13.88
2	China	1,368,578.03	11.22
3	Turkmenistan	949,047.10	7.78
4	Iran	934,586.88	7.66
5	Azerbaijan	826,379.26	6.78
6	Pakistan	702,474.77	5.76
7	Bulgaria	643,409.75	5.28
8	Uzbekistan	632,567.22	5.19
9	Kazakhstan	476,143.32	3.90
10	India	409,465.00	3.36
11	Russia	372,684.31	3.06
12	Georgia	369,807.26	3.03
13	Thailand	369,785.43	3.03
14	Romania	299,641.00	2.46
15	Germany	265,197.60	2.17
16	Laos	262,209.87	2.15
17	Myanmar	234,786.77	1.92
18	Kyrgyzstan	180,434.40	1.48
19	Malaysia	154,513.50	1.27
20	Vietnam	152,365.83	1.25
21	Indonesia	84,675.00	0.69
22	Greece	84,312.83	0.69
23	Italy	74,926.58	0.61
23	North Korea	65,767.17	0.54
25	France	63,896.10	0.52
26	Moldova	60,140.00	0.49
27	Armenia	57,532.10	0.47
28	Bangladesh	55,789.00	0.46
29	Mongolia	47,442.00	0.39
30	Spain	33,134.75	0.27
31	Korea	30,441.38	0.25

전체 네트워크에서 Betweenness 총합은 12,197,108이며, 국가 단위 평균은 약 193,605로 나타났다. 터키는 매개성이 합계기준으로 전체에서 약 13.88%의 비중을 보였고, 국가단위 평균과 대비하여 약 8.74배 높은 매개성을 보였다. 중국, 투르크메니스탄, 이란, 아제르바이잔 등이 터키 다음으로 높은 매개성을 보였고, 상위 17위까지의 국가가 평균보다 높은 매개성을 갖고 있었다. 표에서 18위 부터는 평균보다 낮은 매개성을 갖고 있으며, 매개중심성의 총합을 기준으로 해당 국가들의 매개성이 평균에 비해 부족하다고 해석할 수 있을 것이다. 북한은 전체의 23위이고, 평균과 대비할 때 0.34배로 낮은 매개성을 보였으며, 한국의 경우 평균대비 0.25배의 매개성을 보였고 북한보다 낮은 수치이며, 전체 네트워크에서 볼 때 매개성이 낮은 것으로 해석할 수 있다. 또한, 유럽의 철도가 아시아의 철도에 비해서 일반적으로 선진화되어 운영

되고 있는 특징이 있지만 매개성의 비중을 대륙별로 구분할 때, 아시아의 비중이 약 86%였고, 유럽이 약 14%로 나타나서 아시아의 철도가 유럽에 비해 매우 높은 매개중심성을 확보하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

4.2 중국의 개별 철도 네트워크

네트워크에서 중국 철도역을 포함하고 있는 중국 개별 네트워크에 대한 분석지도는 다음과 같다.

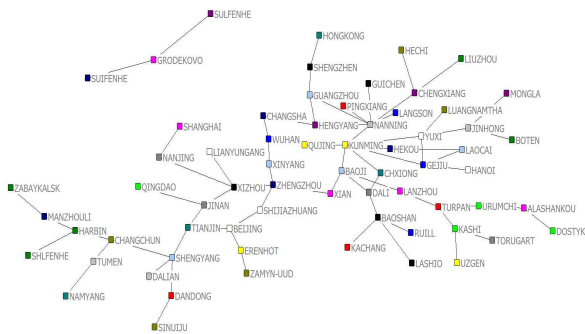


Fig. 4 Network analysis map of Chinese rail stations

1) 연결중심성

Table 5 Degree centrality of the top 30 stations

China Network				Eurasia Network	
Rank	Stations	Countries	Higher than Average	Rank	Stations
1	Kunming	China	3.3	1	Bangkok
1	Nanning	China	3.3	2	Tbilisi
3	Gejiu	China	1.9	3	Baku
3	Baoji	China	1.9	4	Kunming
3	Baoshan	China	1.9	4	Bucharest
3	Shengyang	China	1.9	4	Vientiane
3	Xizhou	China	1.9	4	Nanning
3	Yuxi	China	1.9	8	Sivas
3	Zhengzhou	China	1.9	8	Eskisehir
10	Beijing	China	1.4	8	Sofia
10	Changchun	China	1.4	8	Berlin
10	Chengxiang	China	1.4	8	Aktau
10	Dali	China	1.4	8	Kandagach
10	Guangzhou	China	1.4	8	Budapest
10	Harbin	China	1.4	8	Arys
10	Hengyang	China	1.4	8	Yerevan
10	Jinan	China	1.4	8	Bagan
10	Jinhong	China	1.4	8	Vienna
10	Kashi	China	1.4	8	Hochimin
10	Tianjin	China	1.4	8	Hannover
10	Turpan	China	1.4	21	Alyat
22	Alashankou	China	0.9	21	Karshi
22	Changsha	China	0.9	21	Ankara

22	Chuxiong	China	0.9	21	Istanbul
22	Dandong	China	0.9	21	Chardzhev
22	Erenhot	China	0.9	21	Ashgabat
22	Grodekovo	Russia	0.9	21	Thessaloniki
22	Hekou	China	0.9	21	Frankfurt
22	Lanzhou	China	0.9	21	Makat
22	Laocai	Vietnam	0.9	21	Gejiu

중국 철도 네트워크에서 연결성 1위는 쿤밍역과 난닝역이며, 다음으로 거쥬, 바오지, 바오산, 선양, 시저우, 위시, 정저우역 등의 연결성이 높게 나타났다. 중국 네트워크에서 주요역인 쿤밍역, 난닝역, 거쥬역이 유라시아 전체 네트워크에서 공동 4위와 21위로 각각 확인되었다. 1위인 쿤밍역은 중국 윈난성에 위치하고 있으며, 베이징과 구이저우로 연결되는 철도의 요충지이고, 난닝의 경우 광시장족자치구의 주도이자 중국과 베트남 간 경제·문화 교류의 중심지이다. 또한, 광저우, 홍콩, 마카오와의 연결 등의 관점에서 난닝역은 중국 철도 네트워크에서 차지하는 의미가 크다. 한편, 중국 네트워크에 러시아의 포그라니치니(Grodekovo역) 및 베트남의 라오차이역이 포함되어있는 것을 볼 수 있는데 해당 역은 전체 네트워크에서는 122위 내외로 순위가 낮지만 중국 개별 네트워크에서는 22위로 나타나서 중국에서의 중요성이 큰 것을 확인할 수 있었다.

2) 매개중심성

Table 6 Betweenness centrality of the top 30 stations

China Network				Eurasia Network	
Rank	Stations	Countries	Higher than Average	Rank	Stations
1	Baoji	China	7.04	1	Baku
2	Zhengzhou	China	5.94	2	Baoji
3	Kunming	China	5.90	3	Turpan
4	Xian	China	5.18	4	Alyat
5	Tianjin	China	3.63	5	Lanzhou
6	Shengyang	China	3.43	6	Karshi
7	Nanning	China	3.32	7	Tbilisi
8	Xizhou	China	3.22	8	Kars
9	Lanzhou	China	2.43	9	Gyanja
10	Beijing	China	2.40	10	Tovuz
11	Shijiazhuang	China	2.38	11	Erzurum
12	Jinan	China	2.29	12	Sivas
13	Turpan	China	2.18	13	Askale
14	Changchun	China	2.17	14	Erzincan
15	Dali	China	1.57	15	Ankara
16	Yuxi	China	1.48	16	Kalin
17	Baoshan	China	1.14	17	Akahalkalaki
18	Harbin	China	1.13	18	Eskisehir
19	Chengxiang	China	0.76	19	Istanbul
19	Jinhong	China	0.76	20	Chardzhev
19	Kashi	China	0.76	21	Tekirado
22	Guangzhou	China	0.76	22	Edirne

22	Urumchi	China	0.76	23	Sofia
24	Xinyang	China	0.74	24	Atamarat
25	Hengyang	China	0.64	25	Svilengrad
26	Gejiu	China	0.59	26	Ashgabat
27	Wuhan	China	0.58	27	Dimitrovgrad
28	Changsha	China	0.57	28	Ploydiv
29	Erenhot	China	0.39	29	Turkmenbashi
29	Dandong	China	0.39	30	Kunming

중국 네트워크에서 매개성 기준으로 1위는 바오지역, 2위 정저우, 3위 쿤밍, 4위 시안, 5위 톈진역의 순으로 나타났다. 또한, 중국의 바오지, 투르판, 란저우, 쿤밍역 등이 유라시아 전체 네트워크에서도 각각 2위, 3위, 5위, 30위로 나타나서 높은 매개성을 보였다. 바오지역은 중국 산시성에 위치하고 있으며, 중국의 화북과 서북, 서남지역을 연계하고 있는 퉁하이철도와 바오칭 철도가 연결되는 지역이다. 또한, 중국 간쑤성에 있는 란저우는 란신, 시관과 퉁하이 및 바오란 철도가 접하는 지역으로 중국 철도 네트워크에서의 요충지이다. 중국과 유라시아 전체 네트워크를 비교해보면, 동일 철도역이지만 연결성과 매개성에서 모두 중요도에 적지 않은 차이가 있는 것을 확인할 수 있다. 또한, 유라시아 철도 네트워크는 60여 개 이상 국가의 지역 범위를 포괄하고 있기 때문에 중국 네트워크에서 살펴본 것과 같이 많은 국가들의 개별 네트워크들이 서로 다른 형태로 구축되어있을 것임을 짐작할 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 유라시아 철도 노선인 TAR, TEN-T, TRACECA, GMS 노선을 통해 분석을 진행했으며, 유라시아 대륙 철도 노선에 대한 사회네트워크 분석으로 철도역과 주요 국가에 대한 연결성과 매개성을 도출하고, 중국 네트워크의 특징을 파악했다. 유라시아 대륙 철도 네트워크에서 연결 중심성을 기준으로 볼 때, 태국의 방콕, 중국의 쿤밍과 난닝, 루마니아의 부쿠레슈티, 조지아의 트빌리시, 라오스의 비앙티엔 등의 철도역에서 높은 연결성이 도출되었으며, 국가 기준으로 살펴보면 우즈베키스탄이 가장 높은 연결성을 보였고, 다음으로 러시아, 중국, 카자흐스탄, 태국 등의 연결성이 순차적으로 높게 나타났다. 또한, 아시아와 유럽의 연결성 비중 비교에서 각각 76%와 24%로 아시아의 연결성이 유럽보다 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 매개중심성 기준으로는 아제르바이잔의 바쿠, 알야트, 간자, 토부스, 중국의 바오지, 투르판, 란저우, 우즈베키스탄의 카르시, 조지아의 트빌리시, 터키의 카스 등이 높은 순위를 보였으며, 국가 기준으로는 터키, 중국, 투르크메니스탄과 이란, 아제르바이잔의 순으로 매개성이 높게 나타났다. 또한, 아시아와 유럽의 매개중심성은 각각 약 86%와 14%의 비중을 보였으며, 아시아의 매개성이 유럽보다 매우 높은 것으로 확인되었다.

본 논문의 연구는 다음과 같은 의의와 시사점을 갖고 있

다. 첫째, 특정 노선 및 국가에 한정하지 않고, 유라시아 대륙에 속하는 총 65개 국가의 994개 철도역과 1,237개 철도 경로에 대한 전반적인 분석을 진행했다. 둘째, 한국에서 유라시아 철도에 대한 연구가 유라시아 이니셔티브와의 연관성이나 북한을 통한 육로 연결성에 치중되어있는 경향이 있었지만, 본 분석은 한국 중심적인 관점에서 벗어났으며, 유라시아 육상 인프라에 큰 영향이 예상되고 있는 중국 네트워크에 대한 분석 및 비교를 포함하였다. 셋째, 물류 인프라들 간의 관계 구조를 해석해줄 수 있는 사회네트워크 분석을 통해 연결성과 매개성에서 각각 주요한 철도역을 도출했다. 높은 연결성의 철도역은 노선의 활성화가 진행된 곳이며, 매개중심성이 높은 철도역은 개발 잠재력이 높다고 볼 수 있다. 넷째, 유라시아 전체와 중국 네트워크를 비교하여 네트워크에서 주요 철도역에 차이가 있음을 확인했다. 동일 철도역이라 하여도 개별 국가의 네트워크에서 차지하는 중요도가 다르기 때문에 개발 사업이 추진되는 과정에서 특정 국가는 자신에게 유리한 개발을 추진할 가능성이 크다. 현재 추진되고 있는 일대일로는 중국과 유라시아 주요 국가들 간에 윈윈(win-win)상황이 성립되어 진행되는 사업이며, 유라시아의 전반적 인프라 연결확충이 사업의 목표이지만 상당부분 중국과의 연계성 강화가 극대화되는 방향으로 진행이 예상된다. 일대일로의 발전 가능성을 감안할 때 철도 뿐 아니라 다양한 물류 분야를 포함하여 향후 국제 물류거점에 대한 연구는 중국 관점에서의 중요성을 병행하여 검토할 필요가 있을 것으로 보인다.

한편, 유라시아 철도 노선으로는 본 연구에서 적용한 TAR, TEN-T, TRACECA, GMS 외에도 EATL (Euro-Asian Transport Linkages), TER(Transport Express Regional), SEETO(South-east Europe Transport Observatory) 등 크고 작은 차이를 보이는 많은 경로가 있지만 자료 취득상의 어려움으로 모든 철도 노선을 포함할 수 없었으며, 이 때문에 분석의 결과에서 유라시아 지역의 물류 네트워크에서 중요한 역들이 빠져있을 수 있는 한계점이 있다. 또한, 육상 물류에 관한 연구에서 많이 사용되어오지 않았던 사회네트워크 분석을 통해 65개 국가의 994개 철도역에 대한 광범위한 분석을 진행하여 유라시아 철도역의 관계성 파악을 시도했다는 점에서 의의가 있지만, 연결중심성과 매개중심성에 대한 분석에 한정했고, 철도역의 활성화 정도 및 개발 잠재력에 대한 개발적 이해에 의미를 찾을 수 있었지만, 연구 결과에 따른 실질적 활용성 측면에서는 한계를 갖고 있다. 향후 연구에서는 다른 노드의 중심성을 반영해서 계산하는 아이젠벡터 중심성(Eigenvector Centrality, Ce), Katz 중심성(Katz Centrality, Ck), 페이지랭크(Page Rank, Cp) 등이 검토될 수 있을 것이며, 분석의 범위를 작게 하여 물류비용, 물동량 등 다양한 변수를 추가로 적용하면 보다 깊이 있는 분석이 가능할 것으로 보인다. 또한, 중국 외에도 유라시아 대륙에서 중요한 영향력을 행사하고 있는 러시아, 인도 등 주요 국가의 네트워크에 대한 비교 등이 필요할 것이며, 높은 연결성과 매개성이 도출된 주요 철도역 중 개발 계획이 진행되는 지역

에 대한 구분, 네트워크 분석의 결과와 일대일로 관점에서 거점지역과의 비교, 레간 변경지역에 대한 검토 등에 대하여 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

References

- [1] Cho, S. I., Bae, J. A.(2016), “A Study on Urban Disaster Management Using Network Analysis: Focus on Landslides on Umyeon Mountain(Korean Version)”, Journal of Institute for Social Sciences, Vol. 27, No. 1, pp. 291-309.
- [2] Choi, K. S., Song, C. H.(2012), “Research on the Intention to Adopt a Railway as an International Transportation Mode in Korea: A Focus on Transcontinental Railways(Korean Version)”, Journal of the Korean Society for railway
- [3] Freeman, L.C.(1977), “A Set of Measures of Centrality based on Betweenness,” Sociometry, Vol. 40, No. 1, pp. 35-41.
- [4] Freeman, L.C.(1979), “Centrality in Social Networks Conceptual Clarification,” Social Networks, Vol. 1, pp. 215-239.
- [5] Fremont, A., “Global maritime networks: The case of Maersk,” Journal of Transport Geography, Vol. 15, No. 6, pp. 431-442.
- [6] Glanzer, M. and Glaser, R.(1961), “Techniques for the study of group structure and behavior. II. Empirical studies of the effects of structure in small groups”, Psychological Bulletin, Vol. 58, pp. 1-27.
- [7] Jo, J. H.(2016), “A Competitive Analysis of the Trans-Siberian Railway and All water trasport Routes(Korean Version)”, The Journal of Shipping and Logistics, Vol. 32, No. 1, pp. 27-47.
- [8] Kang, D. J., Bang, H. S., ·Suhan Woo, S. H.(2014), “A Study on the Liner Shipping Network of the Container Port”, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 30, No. 1, pp. 73-96.
- [9] Kang, D. J.(2015), “A Study on the Impact of Liner Shipping Network Characteristics to the World Regional Major Port performance”, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 31, No. 4, pp. 189-207.
- [10] Ko, J. O.,Seo D. W.,Lee S. H(2012), “Technical Implication of an Intermodal Transport System for Implementation between Korea and China - On a train ferry system for Incheon harbor(Korean Version), Journal of Navigation and Port Research, Vol. 36, No. 8, pp. 683-689.
- [11] Lee, J. Y.(2015a), “A Study on Eurasia Initiative and Cooperation Strategy(Korean Version)”, Korean Association of Slavic-Eurasian Studies, Vol. 30, No. 2, (2015) pp. 287-316.
- [12] Lee, J. Y.(2015b), “Study on Economic Cooperation Strategy of China’s Silk Road Economic Belt(Korean Version)”, The Journal of Eurasian Studies Vol. 12, No. 2 (2015), pp. 85-103.
- [13] Lee, S. Y.(2016), “The Structural Equivalence and Role Equivalence of Container Ports in Asia-Europe Container shipping Networks”, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 32, No. 2, pp. 105-122.
- [14] Leem, B. H., Kim, S. M., Hong, H. K.(2010), “Using Social Network Anlaysia to Measure Relationships Between Management Activity Factors of Six Sigma(Korean Version)”, The e-Business Studies, Vol. 11, No. 4, pp. 187-206.
- [15] Leung, X. Y., Wang, F., Wu, B. H., Bai, B., Stahura, K. A., Xie, Z. H.(2012), “A Social network analysis of overseas tourist movement patterns in Beijing: the impact of the Olympic games“, International Journal of Tourism Research, Vol. 14, pp. 469-484
- [16] Park, J. H.(2010), “The Change Analysis of Land Space Structure by assuming the Linkage of Transcontinental Railway-Rail Ferry- Undersea Tunnel(Korean Version), Journal of Navigation and Port Research, Vol. 34, No. 3, pp. 257-265.
- [17] Park, Y. A.(2012), “An Analysis on Development of Shipping and Inland Networks of Gwangyang Container Port“, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 28, No. 3, pp. 215-234.
- [18] Shin, J. C.(2016), “The Economic Gap between North and South Korea, and Policy Implications of the Rail Link Project(Korean Version)”, The Korean-Japanese Journal of Economics and management studies, Vol. 71, pp. 169-189.
- [19] Tovar, B., Hernández, R., Déniz, H. R.(2015), “Container port competitiveness and connectivity: The Canary Islands main ports case”, Transport Policy, Vol. 38, pp. 40-51.
- [20] Wu, Y., Duan Z. G.(2015), “Social network analysis of international scientific collaboration on psychiatry research“, International Journal of Mental Health Systems.
- [21] Yang, J. C., Hwang, K. S., Kang, S. Y.(2016), “A Study on Centrality Analysis of Korea · China · Japan Cruise Course - Focusing on Social Network Analysis of Jeju-do · Shanghai · Yokohama port-”, Food Service Industry Journal, Vol. 12, No. 2, pp. 79-93.

Received 19 May 2017

Revised 29 June 2017

Accepted 29 June 2017

