대한지리학회지 제38권 제4호 2003 (591~609)

철도망 분석을 통한 중국 도시 네트워크의 변화*

남 영**

A Study for the Change of City Network in China through the Analysis of Railway Network*

Ying Nan**

요약 : 본 연구는 중국 철도망의 구조와 철도여객 및 화물 유동에 대한 분석을 통하여 중국 도시 네트워크의 특징과 변화를 밝히는 것을 주요 목적으로 하였다. 중국 도시의 접근성은 허난성을 중심으로 한 중부지역이 가장 높고 주변으로 향할수록 접근성이 떨어진다. 도시 네트워크의 중심은 중부지역에서 동부지역으로 이동하였으며, 3개의 남북방향 축과 주요 도시들의 지역 중심성은 여전하지만 그들의 영향권은 확대되고 중심성도 분산되었다. 도시 네트워크의 계층구조는 3단계로 구분할 수 있는데 1단계 계층에서 대부분의 영향권은 도시 성(자치구) 범위를 크게 벗어나지 않았고, 2단계 계층에서는 대부분의 지역에서 영향권 교차현상이 나타났으며 선형 패턴이 더욱 뚜렷하였다. 3단계에서는 5대 영향권으로 구분되었다.

주요어 : 도시체계, 도시 네트워크, 중국, 철도

Abstract : The purpose of this study is to exhibit the characteristics and changes of city network in China through the analyses railway structures and movement of passengers and goods in China. On the basis of accessibility analysis,, central China area shows the highest level of accessibility, and it declines toward periphery areas. The center of City network was transfered from the central area to the east. Three main lines from north to south and the central status of main cities remain unchanged. The city network stratum structure of China can be divided into three levels. The first level is in a pattern of linear distribution within provices along main lines. The second level, shows a pattern of strengthened linear distribution and crossed influencial regions. The third level includes 5 areas.

Key Words : urban system, city network, China, railway

1. 서 론

1) 연구 목적

경제 제도의 전환기를 맞이하고 있는 중국은 20세기 마지막 20여 년간 빠른 경제 발전을 이루었으며 중국의 도시는 계획경제체제와 중국식 시장경제체제 하에서 독특한 발전 과정을 겪어왔다. 1949년부터 1976년까지는 계획경제를 위주로 한 사회주의 계획경제 관리체제를 유지해왔으며 도시도 인위적인 통제 하에 있었다. 경제 활동의 엄격한 통제로 인하여 도시는 주로 지역 사회와 경제 중심지 역할을 해왔으며 도시 간의 상호작용은 매우 제한적이었다. 그러나 개혁개방 이후 자본주의 시장경제를 도입하면서 중국경제는 비약적인 발전 단계에 들어섰다. 산업화는 많은 농촌 노동력을 도시로 흡인하여 도시화를 촉진하였다. 그 결과 대도시 규모는 계속커지고 수많은 중·소도시들이 새로이 나타났다.

이러한 발전 과정에서 도시 간 상품의 유동과 상호작용을 가장 뚜렷하게 반영할 수 있는 것은 철도망과 철도 수송라고 할 수 있다. 철도는 중국의 대중 여객 교통과 화물 수송의 주요 수단으로

* 이 논문은 서울대학교 지리교육과 박사학위논문의 일부를 재구성한 것임.

** 중국 연변대학 사범대학 지리교육과 부교수(Assistant Professor, Department of Geography, Yanbian University), nanying@hanmail.net

오랫동안 이용되어 왔다. 1980년대 이후 대외 개방과 경제 발전으로 인하여 자동차 수송이 크게 발전하였지만 도시 간의 인구 이동과 화물 수송에는 철도가 여전히 중요한 교통수단으로 이용되고 있다. 특히 도시 간의 장거리 수송은 철도를 위주로 하고 있으며 철도망의 발달은 중국 도시의 형성과 발전에 중요한 요인으로 간주되고 있다. 현재 급속히 진행되고 있는 세계화와 세계 도시체계의 구조적 변화는 중국 도시체계에도 상당한 영향을 미쳐, 일부 도시들 간에는 네트워크 특징이 나타나고 있지만 중국 도시체계는 여전히 전통적인 계층구조를 유지하고 있다. 그러므로 철도망의 구조와 철도 운송 자료는 중국 도시체계의 공간구조를 이해하는데 적절한 지표라고 볼 수 있다.

도시들 간의 상호작용과 연계에 관한 연구는 도시체계상의 각종 유동(flows)을 통하여 동적인 측면에서 도시체계 내의 도시들 간의 상호작용과 연결 구조를 파악하는 것이다. 도시들 간의 모든 교류는 유동으로 볼 수 있지만 모든 유동을 밝히기 어려우므로 통계적으로 가능한 전화 통화량(Clark, 1973; Abler, 1977; 홍경희, 1973; 남영우, 1988; 이기석, 1992), 항공(Taaffe, 1962), 철도(한주성 · 홍경희, 1979; Yuji Murayama, 1992), 버스(Bromely and Bromely, 1978; 이옥희, 1990) 등 교통 유동량, 인구이동(Ridell and Haarvey, 1972), 상품, 물자, 금융의 유동(Bochert, 1972; Lueck, 1973; Meyer, 1984; Conzen, 1975 Davis and Thompson, 1980; 최재헌, 1987)등을 지표로 활용하며 복합적인 지표를 사용한 연구(Simmons, 1972; Clayton, 1980)도 있다. 그러나 이러한 연구는 도시의 사회 경제적 특성과 같은 포괄적인 방법에 의한 연구가 이루어지지 못하고 대부분은 단순지표를 사용하여 도시체계의 기능적 구조를 통찰할 수 밖에 없다는 한계점이 있다(Clark, 1982).

네트워크 논제는 기업 조직과 공간 변화의 새로운 경향을 설명할 수 있는 해석 방법일 뿐 다양한 분석 구조를 구비한 이론 체계는 아니다(Cooke and Morgan, 1993). 인문지리학에서 네트워크는 주로 도로, 철도, 운하 등의 영구적인 시설물이나 예정된 시각표를 갖는 서비스(버스, 기차, 항공)의 교통망을 지칭해왔다. 이것은 또한 경제 · 사회적 접촉 및 전화통화 수를 포함하는 여러 형태의 선형 구조를 망라하는 것으로 확대되었다.

그 동안 도시 네트워크에 대한 연구는 중심도시 · 교외지역 · 배후지역으로 이루어지는 계층적인 도시배열이라는 관점에서 진행되었고 중심지이론은 이러한 체계를 분석하는 기본이론으로 사용되어 왔다. 이러한 계층적인 네트워크 도시체계에서 중심도시는 주변 배후지역 도시들의 결절지로서 다른 네트워크의 도시들과 연결된다(Hohenberg and Lees, 1985).

1990년대에 들어서면서 계층적인 네트워크 도시체계는 큰 변화가 일어나고 있다. 지역의 사회 정치 문화적 환경을 활용하기 위한 자본주의 체계의 변화는 전 지구 공간을 묶기 위한 지구적 공간 네트워크를 발전시키고 있다. 한편으로 서로 근접한 도시들 사이에서는 기능적 보완성에 기반을 둔 지역화 된 도시 네트워크를 형성하고 있고, 이러한 도시 배열들이 지역적인 도시 네트워크로서 기능을 하고 다시 더 큰 네트워크에 흡수되면서 수평적이고 비 계층적인 도시 네트워크(city-network)가 형성되는 것이다(Camagni and Salone, 1993). 아울러 이러한 도시 네트워크의 형성 과정을 네트워크화(networklization)라고 한다.

유동의 형태는 다양하지만 측정상의 어려움과 통계자료의 부족으로 도시체계 연구에 사용되는 유동의 종류는 매우 한정되어 있다. 그 중 세계 도시 연구와 같은 세계적 규모의 연구에서는 주로 항공 수송, 다국적 기업 및 해외직접투자와 같은 지표를 사용하고 있다. 또 연구방법은 전통적인 방법에서 크게 벗어나지 못하였다. 즉 접근성, 연결성, 유동패턴 분석을 통하여 도시체계의 네트워크 특징을 파악하는 것이다.

중국의 도시 간 상호작용과 네트워크에 대한 연구는 기초 이론의 결여와 통계자료의 부족으로 인하여 구체적인 접근과 분석이 거의 이루어지지 못하였다. 특히 도시 간 유동의 양과 방향을 측정할 만한 지표는 매우 적다. 顧朝林(1996)은 중국 도시의 네트워크 체계를 행정관리, 교통 수송망, 생산협조, 상품유통 등 4가지 네트워크로 구분하고 철도, 도로, 하천 수로, 항공 등 교통망을 통한 지역간의 유동을 분석하였지만 그의 분석은 주로 지역간의 유동 분석을 바탕으로 하였기 때문에 실제 도시간의 네트워크 관계는 밝히지 못하였다. 최초

로 중국 도시 간의 유동을 연구한 학자는 Leung Chi-keung(1980)이다. 그는 20세기 초의 清朝부터 1975년 개혁개방 직전까지의 철도 자료를 지표로 철도망의 구조와 결절점인 도시 간의 접근성, 연결성 등 특성을 분석하였다. 그러나 연구 자료가 너무 오래된 것이어서 현재 중국의 도시 네트워크 특징을 반영하지 못하였다. 최근에 이르러 중국 도시 네트워크에 관한 연구가 나타나기 시작하였다. 郭文炯·白明英(1999)은 항공 수송 자료를 이용하여 직접 연결법으로 중국 도시의 연결 특징을 분석하였다. 그 외에 지역적 차원의 연구 과제로서 도로망의 연결도 분석을 통하여 長江삼각주 도시들의 공간 네트워크 특징과 변화를 고찰한 연구도 있다(沈玉芳·張海燕, 1999).

비록 도시 간의 유동을 지표로 한 중국 도시의 상호작용과 공간 네트워크 특징에 대한 연구가 시작되었지만 아직까지 체계적으로 진행된 연구는 없었다. 앞으로 도시 간의 다양하고 상세한 통계자료가 점차 늘어나면서 도시 네트워크 연구도 활기를 띨 것으로 기대된다.

본 연구의 목적은 철도망의 위상학적 특징 분석을 통하여 도시의 연결성과 접근성을 평가함으로써 중국 도시 네트워크의 구조적 특징을 밝히고, 여객과 화물의 유동과 열차 운행회수를 지표로 도시 간의 유동패턴과 도시 네트워크의 계층구조를 분석함으로써 중국 도시 네트워크의 변화를 밝히고자 한다.

2) 연구 방법

도시체계의 공간구조와 상호작용에 관한 연구는 도시체계의 각종 유동을 통하여 동적인 측면에서 도시체계 내 도시들 간의 상호작용과 연결 구조를 파악하는 것이다. 도시 간의 연결구조는 네트워크 체계라고 볼 수 있다. 일반적으로 네트워크는 점, 선, 이동주체 등 실체로 구성되어 있다. 여기에서 점은 공간상의 도시들이고 선은 도시들을 잇는 도로, 철도, 항공로, 항로, 통신망 등이며 이동주체는 이 연계망을 따라 흐르는 다양한 자원으로서 인구, 상품, 정보, 금융 등의 이동이다. 그러므로 네트워크의 확인은 이들 구성요소에 대한 구체적인 관계에 대한 연구가 선행되어야 한다. 그 동안의 많은 연구들은 주로 네트워크의 구조, 연결성, 접근성, 도시 간의 유동구조, 상호작용 등 면에서 이루어졌다. 본 연구에서는 주로 네트워크의 연결성과 접근성, 도시 간의 유동과 유동구조를 중점적으로 다루었다.

연결성은 점들 간의 결합 정도를 나타내는 지표로서 본 연구에서는 α지수, γ지수 및 β지수를 산출하여 중국 철도망의 변화를 살펴보았다. 접근성은 점들 간의 공간적 지배관계 혹은 경쟁을 파악하는 지표로서 네트워크를 그래프화한 연결성 행렬(connectivity matrix)을 통하여 확인할 수 있는데 본 연구에서는 L행렬과 D행렬을 추출하여 비교 분석하였다. 도시 간의 인구, 물자, 정보 등의 유동구조를 파악하는 그래프 이론과 인자분석 방법을 사용하였다. 그래프 이론은 OD행렬을 이용하여 지역간의 직접적인 연결과 간접적인 연결을 포함한 연결도를 계산하는 방법이다. 인자 주성분 분석 방법의 일종인 고차인자분석(higher-order factor analysis) 방법은 도시 네트워크의 계층구조를 파악하기 위하여 사용하였다. 일반적인 인자분석은 인자간의 상관을 직교 회전(orthogonal rotation)하여 한 단계 유형만 분류할 수 있지만 고차인자분석 방법은 인자간의 상관성을 인정하고 사교회전(oblique rotation)하여 인자간의 상관행렬을 구하고 고차의 인자를 추출할 수 있으므로 계층구조를 밝힐 수 있다.

본 연구에서는 중국의 철도망과 철도 수송 자료를 지표로 삼고 문헌연구, 자료분석 및 통계자료와 그래프를 이용한 통계분석과 GIS분석을 결합하는 방식을 취하였다. 공간분석과 지도 제작은 주로 Mapinfo v.6.5와 ArcGIS v.8.5를 사용하고 최단경로는 TransCAD v.3.2에서 추출하였으며 행렬분석과 통계분석은 SAS v.8.1과 SPSS v.10.0을 사용하였고 그래픽 작업은 주로 MS Exel 2002을 이용하였다.

3) 연구지역

중국 도시체계를 연구하려면 우선 중국의 도시에 대한 개념과 기준에 대한 정확한 인식이 선행되어야 한다. 그 이유는 중국의 도시와 도시인구의 정의는 매우 복잡하고 변화가 심해 연구목적이나 연구내용에 따라 각기 다른 기준을 채택할 수 있기 때문이다.

중국에서 도시를 뜻하는 용어는 성시(城市), 도시(都市), 성진(城鎭) 등이 있다. 성시와 도시는 같은 의미로 사용되는데 '도(都)'는 일반적으로 수

도 혹은 대도시를 가리킬 때도 있다. 城鎭은 도시와 같은 뜻으로 사용되지만 더욱 포괄적인 의미로 사용될 때가 많다. 즉 행정구역상의 시(市)와 진(鎭)을 총칭하는 용어이다.

중국의 행정구역은 중앙정부에서 지정하는데 설치 기준이 여러 차례 바뀌었지만 주로 행정관리적인 지위, 경제발전 수준, 밀집주거지역의 총인구와 비농업인구 등을 지표로 하고 있다. 중국의 행정구역은 직할시(直轄市), 부성급시(副省級市), 지급시(地級市), 현급시(縣級市), 건제진(建制鎭), 집진(集鎭), 농촌(農村) 등 7개 등급으로 구분하는데 그 중 縣級市 이상이 도시에 속한다. 또한 도시는 비 농업인구 규모에 따라 200만 명 이상은 초대도시(超大城市), 100만~200만 명은 특대도시(特大城市), 50만~100만 명은 대도시(大城市), 20만~50만 명은 중등도시(中等城市), 20만 명 이하는 소도시(小城市)로 구분한다. 한편 중국에서는 시(市)가 현(縣)을 관할하는 체제를 실시하는데 지급시 이상의 도시들은 모두 시구(市區)와 시교(市郊) 혹은 관할현(管轄縣)(주로 농업지역)으로 구성되었다. 시(市)라는 개념은 시교와 관할현을 포함한 모든 지역을 가리킬 수도 있고 단지 시구(市區) 지역만 가리킬 수도 있다. 이는 다른 나라와 비교할 때 미우 큰 차이점이다.

중국 도시에 대한 대부분의 연구에서는 호구(戶口) 분류에 의한 도시의 비농업인구를 표준으로 하고 있다. 왜냐하면 도시 비농업인구는 도시체계와 관련된 유일하고 신빙성이 있는 공식 통계 수치이며 서로 다른 시기의 도시인구를 비교할 수 있는 유일한 시계열적인 통계 수치이다. 따라서 본 연구에서도 도시 비농업인구를 사용하였다.

일반적으로 중국은 지리적 위치에 따라 크게 3대 지역으로 구분된다. ①동부지역은 연해 12개 성, 자치구와 직할시를 포함하고 ②중부지역은 9개성과 자치구를 포함하며 ③서부지역은 내륙 10개 성, 자치구와 직할시를 포함한다(표 1). 본문에서 언급한 동부, 중부, 서부는 이러한 구분 기준을 따른 것이다.

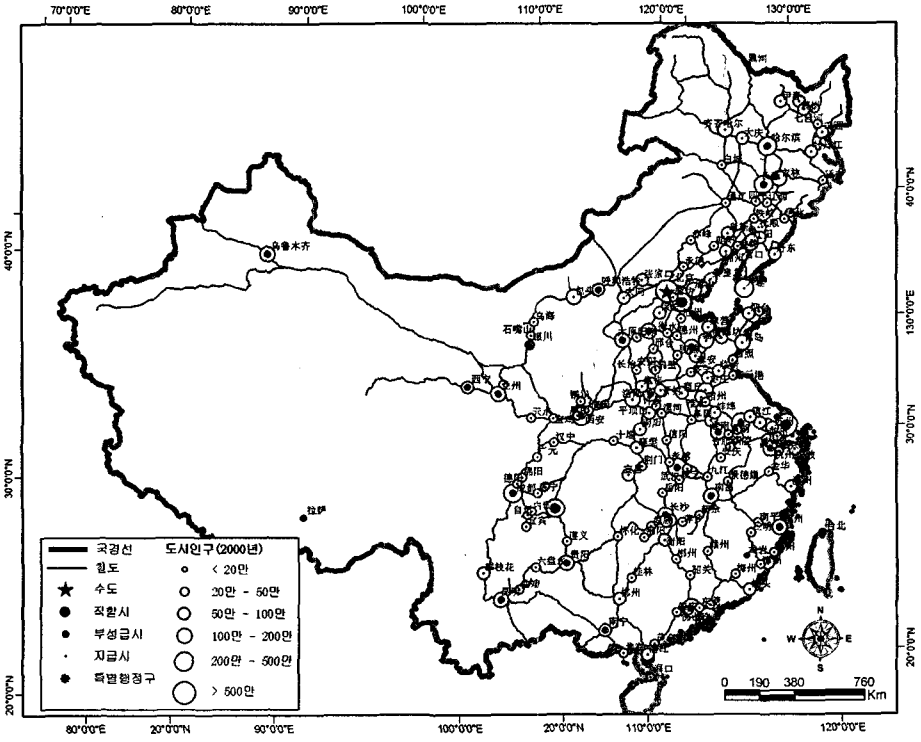

그림 1. 중국 행정구역과 도시인구 분포

표 1. 중국의 지역 구분

구 분	지역(직할시, 성 및 자치구)
동부 지역	베이징(北京), 텐진(天津), 허베이(河北), 랴오닝(遼寧), 상하이(上海), 쟝쑤(江蘇), 저쟝(浙江), 푸젠(福建), 싼둥(山東), 광둥(廣東), 광시(廣西), 하이난(海南)
중부 지역	싼시(山西), 네이멍구(內蒙古), 지린(吉林), 헤이룽쟝(黑龍江), 안후이(安徽), 쟝시(江西), 허난(河南), 후베이(湖北), 후난(湖南).
서부 지역	쓰촨(四川), 충칭(重慶), 윈난(云南), 시짱(西藏), 산시(陝西), 간쑤(甘肅), 닝샤(宁夏), 칭하이(青海), 신쟝(新疆).

현재 중국은 4개 직할시, 22개성(타이완성 제외), 5개 자치구 및 2개 특별행정구로 구성되었는데 2000년 말 총 인구는 12억6,583만 명이다. 전국에는 총 663개 도시가 있는데 그 중 직할시는 4개, 부성급시는 15개, 지급시는 244개, 현급시는 400개가 있다. 그 중 초대도시는 13개, 특대도시는 27개, 대도시는 53개, 중등도시는 218개, 소도시는 352개이다.

중국의 도시들은 대부분 철도와 연결되어 있으며 지역의 교통 결절점 역할을 하고 있다. 본 연구는 철도망 상의 결절점(node)인 철도와 연결된 인구 20만 이상의 지급시 182개를 연구 대상으로 선정하였다(그림 1). 도시 발전 단계와 연구 자료의 한계를 고려하여 연구 시기는 도시체계의 전반 특성은 1949년 이후로, 철도와 도시의 네트워크 분석은 개혁개방이 시작되는 1980년 이후로 한정하였다. 그래픽 작업이 편리하게 본 문에 나오는 모든 중국지도는 남중국해의 일부 섬을 제외하였다.

2. 중국 철도 교통의 특성

철도는 중국의 각 지역과 도시를 잇는 주요한 교통수단으로서 오랫동안 이용되어왔다. 그러나 1980년대부터 자동차 교통이 빠른 속도로 발전하여 여객과 화물수송량에서 철도를 제치고 1위를 차지하였고 1990년대에 들어서 생활수준의 향상과 항공여행에 대한 여러 가지 제한이 풀리면서 항공교통도 빠른 속도로 발전하고 있다. 그러나 철도 여객 인·km은 여전히 1위를 차지하고 있으며 철도 화물 톤·km도 약 40%를 차지하고 있다. 이것은 지역 내 소도시 간의 교류는 주로 자동차 교통을 이용하고 중등도시와 대도시 간의 교류는 여전히 철도를 주요한 교통수단으로 이용하고 있다는 것을 설명한다(그림 2, 3). 그러므로 철도망의 구조와 여객 화물의 유동패턴을 통하여 도시 네트워크의 특징을 파악할 수 있다.

1999년 현재 중국 철도의 총 영업거리는 67,394km로서 미국과 러시아에 이어 세계 제3위를 차지하고 있다. 그 중 전기화 철도는 14,025km이고 복선 철도는 20,925km이다. 그러나 철도망 밀도는 70.2km/km^{2}로서 미국의 1/3이며 인구 당 철도망 밀도는 0.5km/km^{2}로서 미국의 1/13에 불과하다. 복선율도 36.1%로서 비교적 낮은 수준이다. 현재 중국의 철도망은 370여 개의 간선과 지선 및 지방

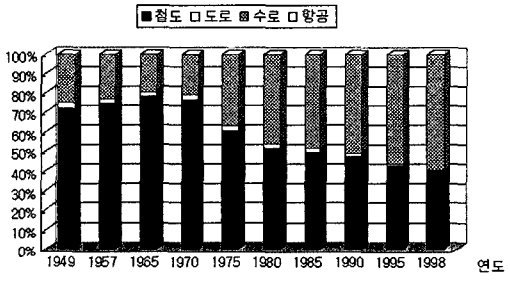

그림 2. 화물 톤·km 구조

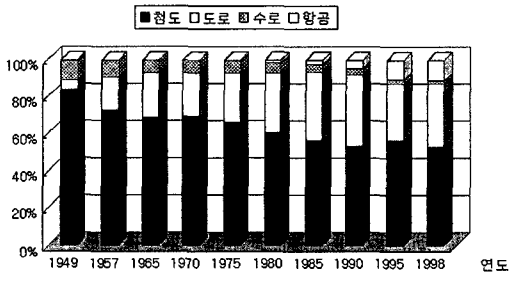

그림 3. 여객 톤·km 구조

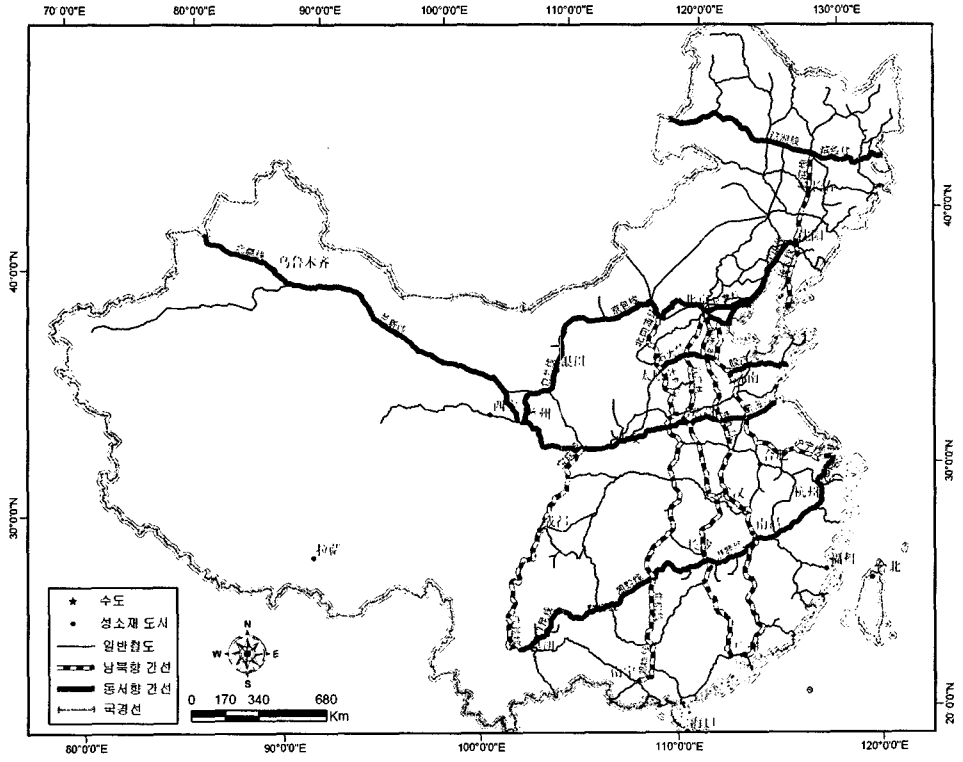

그림 4. 중국 '6종5횡' 철도망의 분포

철도, 5,700여 개의 철도역으로 구성되었다. 그 중 52개 노선은 주요 간선철도로서 전국 철도 총 거리의 60%를 차지한다.

철도망의 구조적 특징으로 볼 때 '6종(縱)5횡(橫)' 구조로 이루어져 있다. 즉 6개의 남북방향 간선(6종)과 5개의 동서방향 간선(5종)이 지역간 유동의 대부분을 부담하고 있다. 이 6개 남북방향 간선은 ①하다선(哈大線), ②진후선(津滬線), ③징광선(京廣線), ④베이퉁푸선(北同蒲線)-타이죠선(太焦線)-죠즈선(焦枝線)-즈류선(枝柳線), ⑤보청선(寶成線)-청쿤선(成昆線), ⑥징지우선(京九線)이고, 5개 동서방향 간선은 ①빈저우선(濱洲線)-빈수이선(濱綏線), ②징선선(京瀋線)-징친선(京秦線)-징보선(京包線)-보란선(包蘭線), ③죠지선(膠濟線)-스더선(石德線)-스타이선(石太線), ④룽하이선(隴海線)-란신선(蘭新線)-베이장선(北疆線), ⑤후항선(滬杭線)-저간선(浙贛線)-샹친선(湘黔線)-구이쿤선(貴昆線)이다(그림 4). 이 26개 주요 간선 철도의 총 거리는 2만km로서 전국 철도 영업거리의 37%, 철도 화물 톤·km의 72%, 철도 여객 인·km의 81%를 차지하며 전국 각 지역을 잇는 교통 대동맥의 역할을 한다.

1978년 개혁개방 이후 경제활동이 늘어나고 생활 수준이 향상되면서 중국의 여행자 수는 계속 증가하였다. 도로와 항공 수송의 발전으로 인하여 철도 여객수송량은 크게 증가하지 않았지만 철도 여객 인·km은 큰 폭으로 증가하였다. 즉 1980년, 1990년 및 1999년의 철도 여객 수송량은 각각 912.5백만 명, 949백만 명, 977백만 명으로 20년간 7% 증가율에 그쳤다. 그러나 이 3년간의 여객 인·km은 각각 1,380억 명·km, 2,341억 명·km, 4,046억 명·km으로 매년 9.7%의 증가율을 나타냈다. 이것은 철도 여객의 평균 여행거리가 늘어나면서 중·장거리 도시 간의 교류가 증가되었다는 것을 의미한다.

1999년에는 징선선, 하다선, 진후선, 징광선, 룽하이선, 저간선, 징지우선 등 7개간선 철도에 여객수송이 집중되어 여객수송량은 전국의 45%를 차지하였다. 이들 간선철도는 베이징, 텐진, 선양(瀋陽),

하얼빈(哈爾濱), 다랜(大連), 스쟈좡(石家庄), 지난(濟南), 정저우(鄭州), 쉬저우(徐州), 상하이, 난징(南京), 창싸(長沙), 광저우(廣州), 시안(西安) 등 지역 중심 도시들과 연결되어 철도 네트워크의 골격을 형성하고 있다. 그 중 베이징-스쟈좡-정저우-창싸-광저우를 잇는 징광선은 1억3천2백만 명으로 가장 높았고 다음은 진부선(津浦線) 9천6백만 명, 하다선 7천4백만 명, 징선선 4천4백만 명이다. 이들은 모두 남북방향 간선 철도로서 동북, 화북, 화동, 중남 등 지역의 여객 유동을 주도하고 있다. 또한 동서방향 간선 철도인 룽하이선은 3천8백만 명, 저간선은 3천3백만 명으로 연해지역과 내륙지역의 여객 유동을 주도하고 있다. 새로 건설된 징지우선도 2천2백만 명에 달해 중부지역의 새로운 남북방향 축을 형성하였다.

1978년 개혁개방 이후 경제건설의 활성화와 도시 간 교류의 증가에 따라 철도 화물수송도 꾸준히 늘어나고 있다. 1999년 철도 화물 수송량은 1,569백만 톤으로서 1980년보다 44.5% 증가하였다. 화물 종류는 연료(석탄, 갈탄, 석유 등), 원자재(철강, 목재, 소금 등), 건축자재(광산자재, 시멘트 등), 광석(금속광석, 비금속광석 등), 농산품과 농업용품(알곡, 화학비료와 농약, 면화 등) 1차 제품이 주종을 차지하고 있다. 1999년 철도 화물수송량 중 연료가 49.4%로 절반 가까이 차지하였고 광석이13.0%, 원자재가 9.5%, 건축자재가 9.1%, 농산품과 농업용품이 7.7%를 차지하였다. 이들 1차 제품은 전체 철도 화물의 88.8%를 차지하고 있는 반면 2차 제품은 11.3%에 지나지 않는다. 20년간 철도 수송 화물의 변화 추이를 보면 1차 제품을 위주로 하는 특징에는 변화가 없지만 구체적으로 보면 연료, 농산품과 농업용품의 비율이 늘어난 반면 광산자재는 큰 폭으로 줄어들었다.

화물의 수송은 주로 북부에서 남부로, 서부에서 동부로 향하는 추세이다. 중국의 연료, 원자재, 광석 등 자원은 주로 서부와 북부에 분포되어 있고 가공공업은 장기간 북부에 집중되어 있었다. 이러한 분포 특징은 도시 간의 화물 유동을 결정하는 주요 원인으로 볼 수 있다. 남북방향 유동은 징선선, 하다선, 징광선, 남 북퉁푸선, 타이죠선-죠류선(焦柳線) 등 간선으로 이루어진 5개 노선을 위주로 형성되었고 동서방향 유동은 빈저우선-빈수이선, 징푸선, 스타이선-석덕선-죠지선, 룽하이선-란신선, 후항선-저간선 등 간선으로 이루어진 5개 노선을 위주로 형성되었다.

3. 도시 네트워크의 주요 특징

1) 연결성 분석

수백 개의 도시와 철도로 연결된 중국 철도망은 복잡한 도시 네트워크를 형성한다. 이러한 네트워크의 구조를 더욱 잘 파악하기 위하여 먼저 그래프 이론을 도입하여 도시 네트워크의 구조적 특징을 살펴보았다.

그래프는 복잡한 교통망을 점과 선의 기본적인 요소로 단순화시킴에 따라 선택적인 구조를 평가할 수 있다. 또한 각 결절간의 연결선의 확대는 도시 간의 교통가관의 개선과 유동의 증대와 연관되므로 연결성은 교통망의 발달과 복잡한 정도를 표현하는 지표라고 볼 수 있다. 이러한 연계망은 점과 선의 속성을 고려하지 않는 위상학적 네트워크, 점과 선의 속성을 고려하는 기하학적 네트워크 및 점과 선에 일정한 값을 부여하는 수치화 네트워크 등으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 이들을 결합하여 도시 네트워크의 구조와 도시 간의 연결성과 접근성을 파악하고자 한다. 우선 각 연대별로 위상학적 네트워크를 작성하여 점 수(v)와 선 수(e)를 추출하고 수치화 네트워크에서 각 도시 간의 최단 거리 행렬을 산출하였다. 다음 이들 자료를 이용하여 네트워크의 연결도를 나타내는 회로수, α지수, γ지수, β지수를 각각 산출하였다(표 2).

α지수와 γ지수로 네트워크의 구조 유형을 파악할 수 있다. 표 2에서 α지수와 γ지수를 살펴보면 중국의 도시 네트워크는 격자형에 속한 것을 알 수 있다[1].

α지수의 변화를 보면 1949년에서 1980년까지 30여 년간 20.4% 증가한 반면 1980년부터 2000년까지 20년간 57.7% 증가하였다. γ지수를 보면 이러한 차이가 더욱 뚜렷하다. 1949년 이후부터 1980년까지 30년간 γ지수는 3.6%만 증가하였지만 그 후 20년간 10%나 증가하였다. 1980년대 이전에도 중국의 철도 건설은 많이 진행되어 왔지만 주로 선로 연장과 지역 확장에 주력해 왔으므로 네트워크의 연

표 2. 철도망의 위상학적 측정지수

측정 지수	1949년	1960년	1970년	1980년	1990년	2000년
v(정점 수)	93	116	137	181	205	220
e(변 수)	107	132	161	218	259	292
(회로 수)	16	17	25	38	56	73
M(총연장거리km)	21965	28158	34626	42476	50373	57861
α지수	0.0884	0.0749	0.0929	0.1064	0.1383	0.1678
γ지수	0.3919	0.3860	0.3975	0.4060	0.4253	0.4465
β지수	1.1505	1.1379	1.1752	1.2044	1.2634	1.3273

결도는 크게 향상되지 못하였다. 1980년대 이후의 철도 건설은 기존 철도망에 대한 개선과 철도 노선간의 연결에 주력해 왔으므로 연결도가 분명히 향상되었다는 것을 알 수 있다. β지수는 1949년에서 1980년까지 4.7%만 증가하였지만 1980년부터 2000년까지는 10.2%나 증가하였다. 1980년대 이후 β지수의 뚜렷한 증가추세도 네트워크 내에 새로 추가된 도시보다 도시 간의 연결선이 더욱 많이 증가하였음을 알 수 있다.

2) 접근성 분석

위에서 언급한 각 지표는 네트워크의 전체적인 특징을 나타낼 뿐 각 점의 특징과 그들 간의 공간적 지배관계는 파악할 수 없다. 접근성은 점들 간의 공간적 지배관계 혹은 경쟁을 파악하는 지표로서 네트워크를 그래프화한 접근성 행렬을 통하여 평가할 수 있다.

위상학적 접근성 행렬은 C행렬, T행렬, D행렬, L행렬 등이 있다. C행렬에서 행 방향은 출발지(Origin), 열 방향은 도착지(Destination)를 의미한다. C행렬은 단지 직접 연결 상태를 나타내고 T행렬은 C행렬을 승산하여 얻은 것으로 간접적인 관계도 나타낼 수 있지만 한 점을 여러 번 통과하는 중복청두 포함하고 있다. D행렬은 위에서 언급한 중복성을 제거할 수 있을 뿐만 아니라 거리체감효과도 포함하는 장점을 갖고 있다. L행렬은 실제 거리, 시간 등 측정치를 사용함으로 실질적인 의미를 갖게 된다[2]. 이러한 장단점을 고려하여 본 연구에서는 D행렬과 열차운행시간을 지표로 한 L행렬을 사용하였다.

우선 1980년과 2000년의 철도망에서 그래프화한 연결성 행렬을 C행렬로 작성하였다. 다음 Shimbel이 제시한 계산방법으로 D행렬을 산출한 다음 각 행을 합계하면 하나의 벡터가 얻어지는데 그 매개요소는 각 도시에서 다른 모든 도시까지의 최단경로를 의미하는 접근성이다. 이 값이 작을수록 그 도시의 접근성은 높다.

2000년의 최단경로에 의한 전체 도시의 접근성은 1980년에 비해 27% 증가하였다. 접근성이 가장 높은 도시들은 루어양(洛陽), 웨이난(渭南), 정저우, 핑딩산(平頂山), 타이위안(太原), 난양(南陽) 등 허난성 중부와 산시성 남부에 집중되었다. 1980년의 접근성 제1위 도시는 루어양이었지만 2000년에는 쌍치우(商丘)로서 그 중심이 동쪽으로 이동한 것을 알 수 있다.

1980년 접근성이 상위권인 도시들은 주로 료닝 남부, 허베이, 산시, 허난, 산둥, 안후이 등 지역에 집중되었는데 주로 징선선, 징광선, 징후선(京滬線), 룽하이선 연변에 위치한 도시들이다. 2000년에는 이러한 집중 현상이 더욱 뚜렷해졌으며 새로 건설된 징지우선과 지류선 및 베이징 주변의 다친선(大秦線), 징친선, 징퉁선(京通線) 등 노선의 개통으로 인하여 접근성이 남북으로 확장되었다. 특히 징지우선에 위치한 쌍치우, 료청(聊城), 부양(阜陽), 베이징, 헝수이(衡水) 등 도시들은 1980년의 20위권 바깥에서 2000년에는 10위권으로 크게 뛰어올랐다. 1980년대까지 네트워크로 연결되지 않았던 지우장(九江), 우한(武漢), 난창(南昌) 등 도시들의 접근성 순위도 큰 폭으로 상승하였다. 반면 접근성 중심이 동부로 이동하면서 중부 내륙의 충칭, 난충(南充), 광우앤(廣元) 등 도시는 30~40위권에서 90위권으로, 청두(成都), 더양(德陽) 등 도시는 80위권에서 140위권

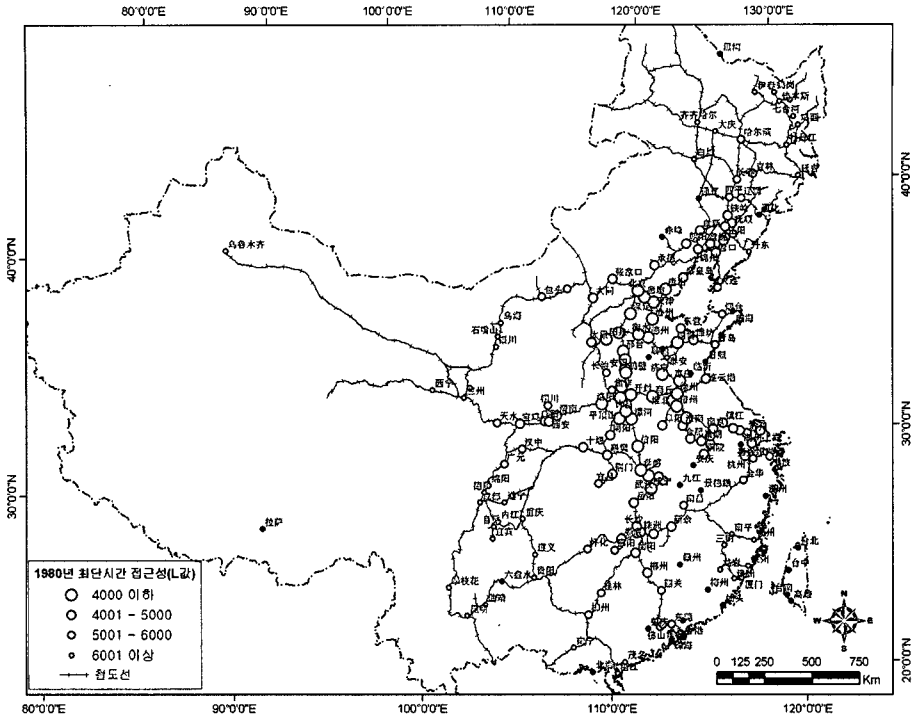

그림 5. 최단시간에 의한 도시 접근성 분포 (1980년)

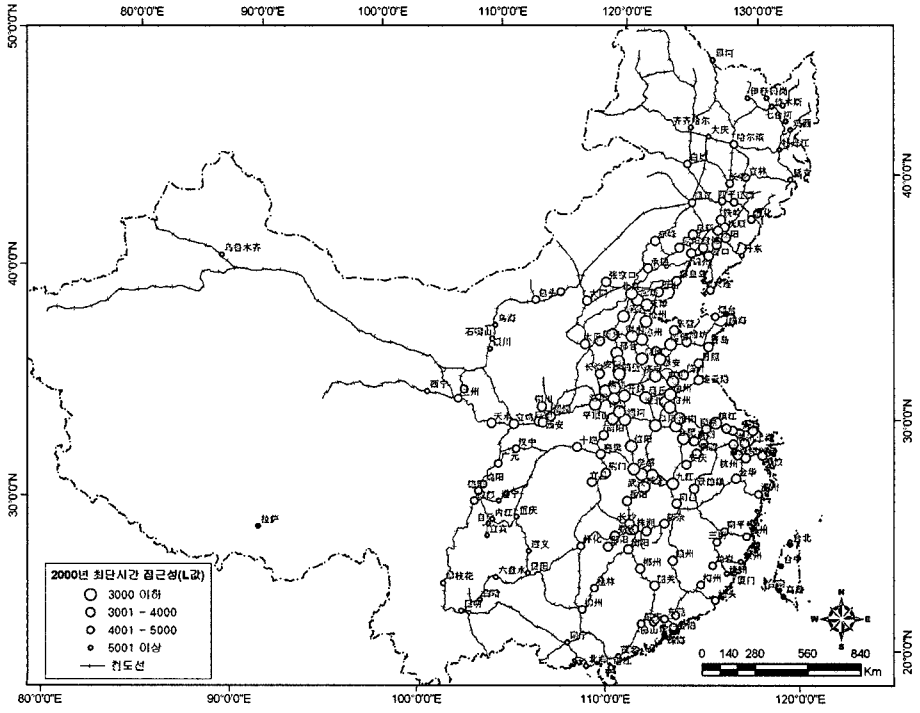

그림 6. 최단시간에 의한 도시 접근성 분포(2000년)

으로 밀려났다. 네트워크의 말단에 위치한 헤이룽장, 신쟝, 윈난, 광시, 광둥, 푸젠 등 지역의 도시들은 접근성이 가장 낮은 것으로 나타났다.

이러한 위상학적 접근성은 거리와 여행 시간 등 실제적인 영향을 고려할 수 없는 단점이 있다. 특히 열차 운행속도의 향상은 일부 도시의 접근성 구조에 큰 영향을 가져왔다. 이러한 변화를 반영하고 위상학적 접근성 구조와 비교하기 위하여 본 연구에서는 도시 간 최단시간에 의한 접근성을 추가 분석하였다. 분석에 필요한 도시 간 열차 운행시간을 추출하기 위하여 우선 각 도시 간의 실제 거리와 열차 운행시간표에 의한 운행시간 및 속도를 계산하여 철도망 지도에 입력한 다음 교통 분석 프로그램인 TransCAD에서 최단경로 탐색 기법으로 개개 도시에서 다른 모든 도시로 가는 최단시간을 추출하였다(그림 5, 6).

분석 결과 전체적인 특징은 최단거리에 의한 도시 접근성 특징과 비슷하였으나 자세히 보면 일부 차이점도 있었다. 2000년 최단시간에 의한 전체 도시의 접근성은 1980년에 비해 34% 증가하였다. 제1위 도시는 1980년에는 정저우였으나 2000년에는 최단거리의 결과와 같은 쌍치우였다. 또한 접근성이 상위권인 도시는 여전히 허난성의 중심부 도시들이고 접근성이 높은 지역 역시 료닝성 남부, 허베이, 허난, 산둥, 안후이, 저쟝 지역의 도시들이다.

그러나 전체적으로 볼 때 접근성이 높은 지역이 더욱 넓게 분포되었다. 징광선, 징후선, 룽하이선, 징하선(京哈線) 등 간선 철도의 열차 운행속도가 빨라지면서 상대적으로 이들 노선의 중심부에 위치한 도시들이 30위 이내를 차지하게 되었다. 베이징, 시안, 난징 등 주변지역의 도시들이 그 뒤로 밀려난 반면 하얼빈, 상하이, 광저우 등 속도가 향상된 간선 철도의 말단에 위치한 도시들의 접근성 순위는 오히려 하위권에서 중위권으로 진입하였다.

위의 분석을 통하여 중국 도시의 접근성 변화를 아래와 같은 3가지 특징으로 정리해 볼 수 있다. 첫째, 중국 도시의 접근성은 허난성을 중심으로 한 중부지역이 가장 높고 주변으로 향할수록 도시 접근성이 낮아진다. 둘째, 접근성이 높은 도시들은 주로 징선선, 징광선, 징후선, 룽하이선, 징지우선, 남 북 퉁푸선, 죠류선, 저간선 등 간선 철도 연변에 위치해 있다. 이는 여객과 화물 수송량이 많은 지역의 분포와 일치하다. 셋째, 열차 운행 속도의 향상과 징지우선 등 신설 철도 간선은 도시의 접근성을 제고시켰으며 도시 네트워크 구조를 크게 개선하였다.

4. 도시간 유동패턴

중국 도시체계에 관한 연구에서 체계 전반의 구조와 계층에 관한 연구는 많이 진행되었지만 개개 도시 간의 유동과 상호작용에 관한 연구는 드물다. 도시 간 교류에 관한 자료 부족이 주된 원인이기도 하지만 방법론적인 이론체계의 결핍도 관련 연구의 큰 장애물로 작용하고 있다. 현재 전국적인 범위에서 도시 간의 유동을 파악할 수 있는 유일한 자료는 「전국열차시간표」이다. 이 자료는 1970년대 말부터 시작하여 매년 새로운 열차편성표에 맞추어 편집 출판되고 있다. 비록 열차 운행 지표는 오래 전부터 도시체계와 도시 간의 상호작용 연구에 활용되어 왔지만 30여 년 간 출판되어온 전국 열차 시간표를 이용하여 중국의 도시체계를 연구한 사례는 아직 적다.

본 연구는 1980년과 2000년의 「전국열차시간표」를 이용하여 J. D. Nystuen과 M. F. Dacey가 제시한 그래프이론[3]으로 중국의 도시 간 유동 패턴을 비교 분석하였다. 인구와 철도와의 연결여부를 근거로 1980년에는 155개 도시를 선택하였고 2000년에는 182개 도시를 선정하였다. 그림 7, 8은 1980년과 2000년 중국 도시 간의 최대 유동패턴을 나타낸 것이다. 각 연계선의 굵기는 행렬에서 연계의 실제 수치에 의해 결정된다.

1) 1980년의 도시간 유동패턴

1980년 1일 열차운행 총 회수에 의한 도시 순위를 보면 베이징이 443회로 1위를 차지하였고 선양을 제외한 10위 이내 도시들은 모두 징광선 베이징-정저우 구간에 위치해 있다. 선양은 동북지역의 중심도시로서 제6위를 차지하였으며 20위 이내의 도시들은 모두 인구가 가장 많은 상하이, 텐진, 시안, 우한, 창싸, 지난 등 대도시들과 정저우, 주저우(株洲), 쉬저우, 루어양 등 네트워크의 중심 도시들이다. 20위 이내 도시들의 총 운행 회수는 전체 열차운행 회수의 42.7%를 차지한다.

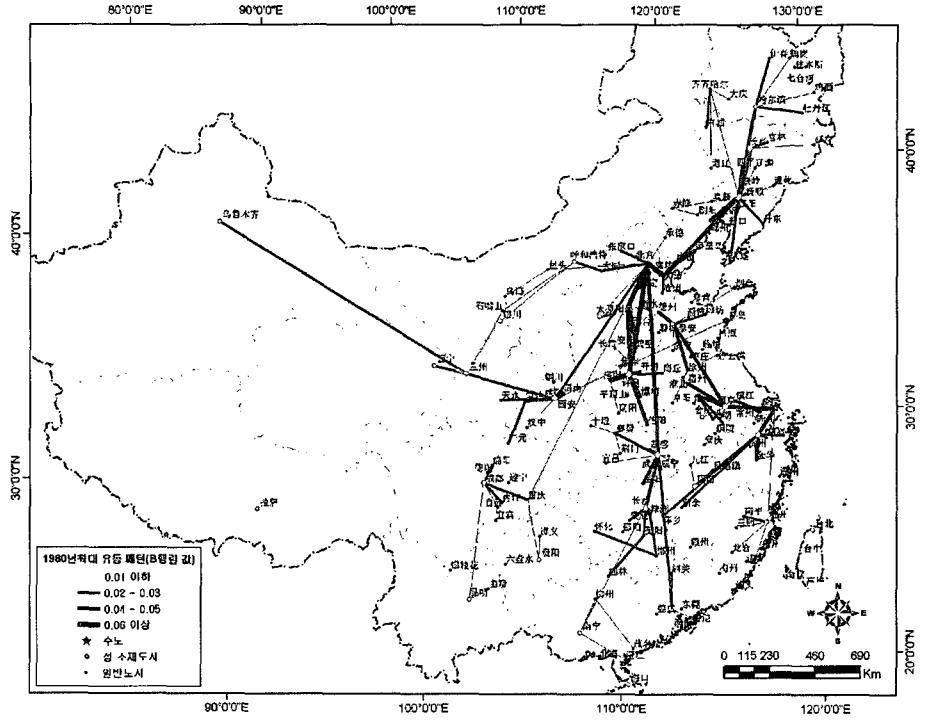

그림 7. 1980년 최대 유동패턴

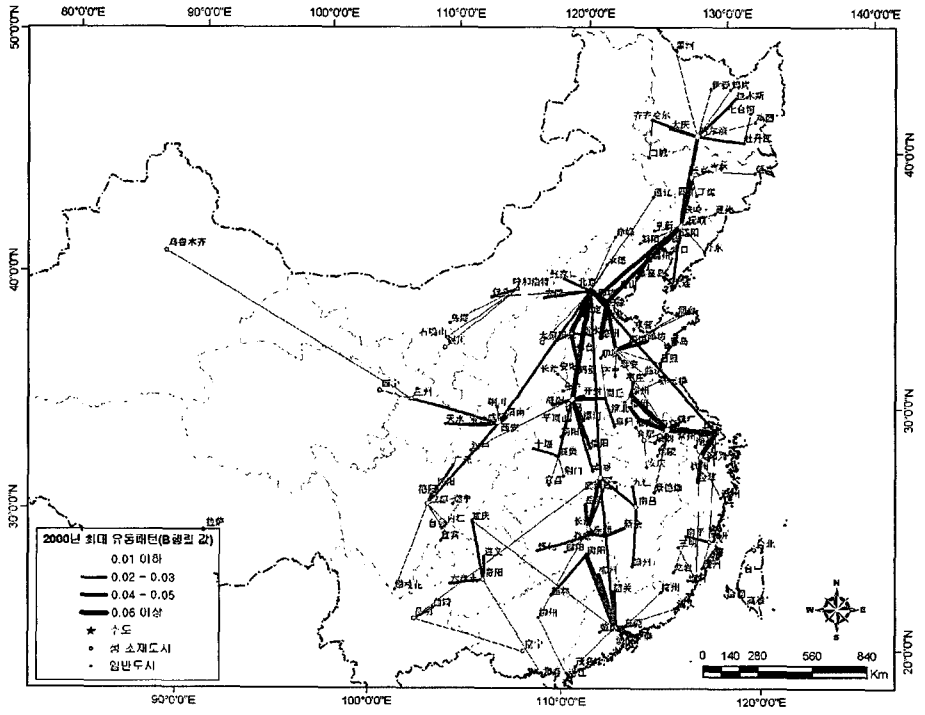

그림 8. 2000년 최대 유동패턴

이들 도시의 중심성은 열차운행에 의한 유동패턴에서도 뚜렷하게 나타난다. 1980년 열차운행에 의한 최대 유동패턴에서 베이징으로 향하는 최대 유동은 전체 최대 유동의 12.4%를 차지하고, 선양은 15.6%, 정저우는 9.3%, 스쟈좡은 8.5%, 시안은 7.3%, 톈진은 6.4%, 우한은 5.9%, 지난은 5.5%, 난징은 5.1%, 항저우(杭州)는 4.9%, 상하이는 4.0%, 창싸는 3.9%을 차지하여 네트워크의 중심 도시를 형성하였다. 제2위 유도패턴에서는 이 도시들의 중심성이 더욱 뚜렷하다.

최대 유동과 제2위 유동으로 중심 도시들의 영향력을 분석한 결과 선양과 연결된 도시는 29개로 특히 동북지역의 모든 주요 도시들과 연결되어 동북지역에서의 종주성을 나타냈다. 베이징과 연결된 도시 수는 18개로 비록 선양보다는 적지만 거의 모든 중심 도시들과 연결되어 동북의 선양, 화동의 상하이, 광둥의 광저우, 쓰추안성의 청두, 산시성의 시안까지 그 영향력을 과시하며 네트워크의 최대 결절점로 나타났다. 상하이와 난징과 연결된 도시는 각각 16개로 화동지역뿐만 아니라 산둥성, 푸젠성, 안후이성까지 그 세력권이 확대되고 있다.

우한과 창싸와 연결된 도시는 각각 19개와 10개로 장강 중류지역의 후베이성, 후난성과 화남 서남지역의 광둥성, 윈난성, 귀주성, 광시성의 도시들을 영향권에 망라하였으며, 정저우와 시안과 연결된 도시는 각각 22개와 14개로 남북지역을 잇는 결절점이자 서부의 신쟝, 칭하이와 쓰추안, 충칭 등 내륙지역으로 향하는 관문이기도 하다(표 3).

네트워크의 형태로 볼 때 1980년의 유동패턴은 중심도시를 결절점로 하는 척추형 특징을 나타냈다. 특히 연결의 방향성이 뚜렷하여 철도망의 구조적 특징과 물류 유동의 특징을 반영하였다. 베이징-톈진-선양-하얼빈 간의 연결 통로는 동북과 관내의 유동을 주도하였고 베이징-톈진-지난-쉬저우-난징-상하이 간의 연결 통로는 동부 연해지역의 남북방향 유동을 주도하였으며, 베이징-정저우-우한-창싸-광저우 간의 연결통로는 중부지역의 남북방향유동을 주도하였다. 동서방향 유동은 2개 주축이 있지만 남북방향 유동보다 뚜렷하지 않다. 그 중 쉬저우-정저우-시안-란저우(蘭州)-우루무치(烏魯木齊) 간의 유동은 서부내륙과 중·동부지역을 연결하는 동서방향 주축을 형성하였고, 상하이-항저우-주저우-구이양(貴州)-쿤밍(昆明) 간의 유동은 서남부와 동부지역을 연결하는 또 하나의 동서방향 주축을 형성하였다.

2) 2000년의 도시간 유동패턴

2000년의 열차운행 회수 순위를 보면 1980년에

표 3. 주요도시의 유동패턴 관련 지표 비교

도 시	최대 유동의 비율(%)		1, 2위 유동과 연결된 도시 수	
	1980년	2000년	1980년	2000년
상하이	4.0	9.9	16	16
베이징	12.4	9.8	18	21
톈진	6.4	7.6	12	20
우한	5.9	4.9	19	11
광저우	2.0	8.6	7	16
선양	15.6	6.5	25	26
난징	5.1	11	16	21
시안	7.3	4.1	14	14
청두	1.6	2.6	8	10
지난	5.5	3.2	11	14
정저우	9.5	11.6	22	29
스쟈좡	8.5	4.9	12	10
항저우	4.9	3.9	10	10
창싸	3.9	4.5	10	10

비해 현저한 변화를 가져왔다. 도시 수는 1980년보다 불과 17.4% 증가하였지만 열차운행 총 회수는 3.2배 늘어났고 주요 도시의 운행 회수도 큰 폭으로 증가하였다. 정저우는 1980년보다 2.4배나 늘어난 944회로 1위를 차지하였으며, 베이징은 2배 늘어난 866회로 2위를 차지하였다. 2000년에는 주요 결절도시들의 중심성이 더욱 두드러지게 나타났다. 인구 순위로 10위 이내의 도시들이 충칭과 하얼빈을 제외하고는 모두 20위권에 진입하였다. 그 중 상하이와 광저우의 상승폭이 가장 현저하였는데 상하이는 1980년의 11위에서 3위로 광저우는 44위에서 14위로 올랐다. 20위 이내 도시들의 총 운행 회수는 전체 열차운행 회수의 35.8%를 차지한다.

또한 네트워크의 중심이 징광선 일대의 중부지역에서 징후선 일대의 동부지역으로 이동한 것을 알 수 있다. 1980년 20위 이내의 도시들 중 12개 도시가 징광선 베이징-창싸 구간에 분포해 있었지만 2000년 20위 이내 도시들 중 12개 도시가 징후선에 분포하고 있다. 징광선에 위치한 도시는 5개만 남았으나 정저우, 난징, 우한 등 징광선 일대의 주요 중심도시들은 여전히 20위권에 남아있어 이들의 영향력은 여전히 무시할 수 없다. 특히 광저우가 새로운 중심도시로 부상하면서 도시 네트워크가 남부지역으로 확장하고 있다는 것을 알 수 있다.

이러한 변화는 3가지 원인으로 설명할 수 있다. 첫째, 개혁개방 이후 20년간의 고속 발전을 거쳐 중국은 이미 세계 최대 시장으로 떠올랐다. 성숙된 자본주의 시장경제 체제와 활발한 경제활동은 도시 간의 교류를 촉진하는 원동력이라고 할 수 있다. 둘째, 연해지역의 경제특구와 개발구들의 비약적인 발전은 중국의 경제 중심을 동부 연해지역으로 이동시켰다. 특히 썬전(深圳)특구와 푸둥(浦東) 개발구는 중국의 새로운 경제 중심으로 부상하면서 광저우를 중심으로 하는 주강삼각주와 상하이를 중심으로 하는 장강삼각주의 경제발전을 주도하였다. 셋째, 징지우선의 건설과 4차례 열차운행 속도향상은 도시 간의 거리를 단축시키고 도시 간의 연계망을 확대시키는 효과를 이끌어 냈다.

2000년의 열차운행에 의한 유동패턴에서도 이러한 변화가 뚜렷하게 나타났다. 정저우와 연결된 최대 유동은 전체 최대 유동의 11.6%를 차지하였고, 난징은 11%, 베이징은 9.9%, 상하이는 9.9%, 광저우는 8.6%, 텐진은 7.6%, 선양은 6.5%, 스쟈좡은 4.9%, 우한은 4.9%, 창싸는 4.5%, 시안은 4.1%, 항저우는 3.9%, 지난은 3.2%를, 청두는 2.6%를 차지하였다.

최대 유동과 제2위 유동으로 연결된 도시 수를 보면 정저우가 29개로 1위를 차지하였고, 선양은 26개, 난징은 21개, 베이징은 21개, 텐진은 20개, 상하이는 16개, 광저우는 16개, 우한은 11개, 시안은 14개, 청두10개, 창싸는 10개로서 대부분 중심 도시와 연결된 도시 수가 1980년에 비해 증가하였다. 특히 정저우, 상하이, 광저우, 난징 등 도시들의 중심성이 크게 증가한 반면 베이징, 선양, 스쟈좡, 시안, 우한, 지난, 항저우 등 도시들의 중심성은 하락하였다. 청두의 중심청두 소폭 상승하여 중부 내륙지역의 중심도시로 부상하기 시작하였다.

네트워크의 형태로 볼 때 2000년의 유동패턴은 1980년의 척추형에서 점차 격자형, 델타형으로 발전하고 있음을 관찰할 수 있다. 3개의 남북방향 주축과 주요 도시들의 지역 중심성은 여전하지만 그들의 영향권은 확대되고 중심청두 분산되었다. 특히 징지우선의 건설과 동남, 서남 지역의 연결통로가 발달되면서 남북방향 연결은 넓게 분산되고 동서방향 연결은 많이 추가된 것을 알 수 있다. 또한 이러한 연결은 각 지역의 계층에 따라 관련 계층의 중심도시에 종속되는 것이 아니라 지역과 계층의 한계를 넘어 타 지역이나 상이한 계층의 도시와 연결되고 있다. 이러한 현상은 중국 도시체계의 네트워크 특징이 더욱 강화되고 있다는 것을 설명한다.

5. 도시 네트워크의 계층구조

본 연구에서는 1980년과 2000년의 열차운행 OD 행렬을 이용하여 고차인자분석의 R기법에 의한 결절점(도시)의 구조를 파악하여 도시 네트워크의 계층구조를 비교 분석하였다. 우선 OD행렬을 주성분 분석을 하여 고유치(eigen value)가 1.0 이상인 성분을 추출한다. 다음 추출된 성분을 사교 회전하여 1단계 계층을 구분한다. 그 중 결절점이 1개인 성분은 제외하고 2개 이상의 결절점을 포함한 성분을 이용하여 같은 방법으로 사교 회전하여 2단계, 3단계 계층을 구분한다. 통계 계산은 SPSS v.10.0의 요인분석 방법으로 진행하였고 사교회전

은 Promax 기법을 선택하였으며 kappa 계수는 기본 설정치인 4를 사용하였다.

1) 1980년의 도시 계층구조

우선 1980년 OD행렬(155×155)을 주성분 분석하여 고유치가 1.0 이상인 성분을 34개 추출하였는데 이 성분들은 총 변수의 79.8%를 설명하였다. 이 34개 성분을 promax기법으로 사교 회전한 결과 5개 성분에 포함된 7개 도시(료위안(遼源), 바이인(白銀), 모밍(茂名), 지우쟝, 초양(朝陽), 훈쟝(渾江))가 결절체계를 이루지 못하였거나 부적인 상관관계를 갖고 있어 분석대상에서 제외되었다. 선택된 29개 성분으로 2차 사교 회전한 결과 고유치가 1.0 이상인 성분이 11개 추출되었는데 이들은 총 변수의 58.9%를 설명하였다. 이들 11개 성분 중에서 4개 도시(퉁추안(銅川), 한중(漢中), 이빈(宜賓), 즈궁(自貢))가 결절점을 이루지 못하였거나 부(負)의 상관관계를 갖고 있어 분석대상에서 제외하였다. 나머지 10개 성분으로 3차 사교 회전한 결과 고유치가 1.0 이상인 성분이 4개 추출되었는데 총 변수의 55.5%를 설명하였다. 그 중 1개 요소가 부(負)의 상관관계를 갖고 있어 별개의 유형으로 구분하였다.

분석 결과 1980년의 도시 계층을 3단계로 구분하였는데 1단계는 29개 영향권, 2단계는 10개 영향권, 3단계는 5개 영향권으로 구분하였다(그림 9). 각 영향권의 중심도시를 득점인자(factor score)를 통하여 지정하고자 하였지만 도시들 간의 득점인자 차이는 크지 않아 도시 인구와 네트워크에서의 위치에 의해 영향권의 이름을 정하였다. 유의할 점은 본 연구는 각 계층의 중심도시를 추출하는 것이 주요 목적이 아니라 도시들 간의 연결도와 계층을 밝히고자 하였으므로 중심도시 추출에 큰 의미를 두지 않았다. 전체적으로 볼 때 1980년의 도시 계층은 지역 특징을 비교적 잘 나타냈다.

1단계 도시 계층에서 일부 간선 철도 지역의 도시들이 선형(線形) 분포 패턴을 나타내고 있지만 대부분 도시의 영향권은 성(자치구) 지역을 크게

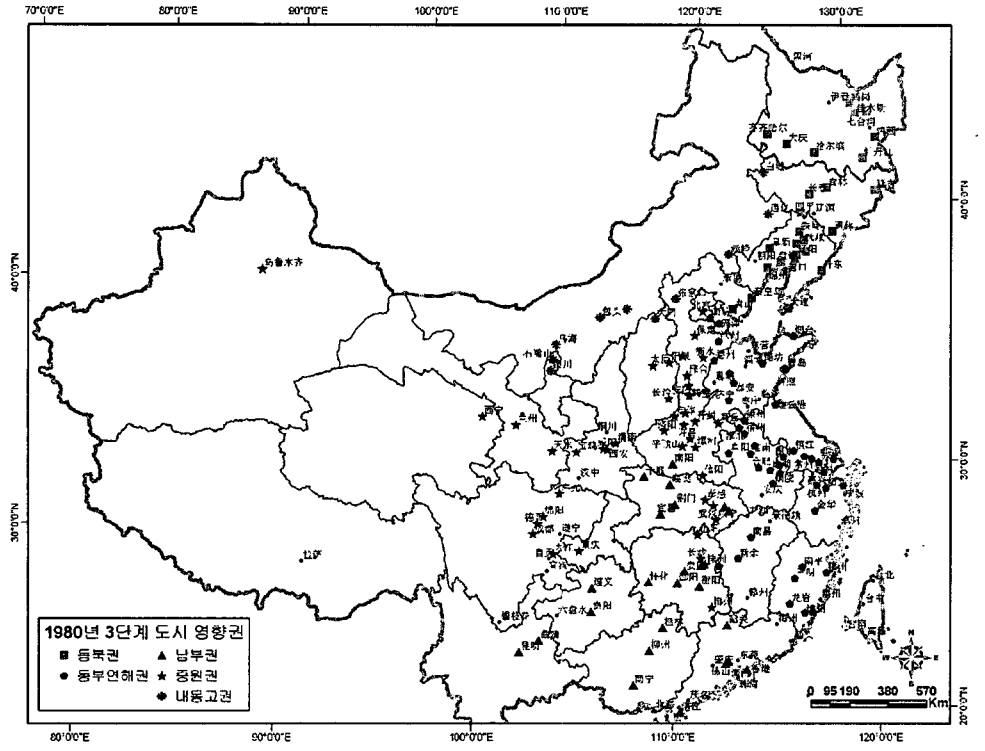

그림 9. 3단계 도시영향권 (1980년)

벗어나지 않았다. 2단계 도시 계층에서는 지역적인 특징이 더욱 잘 나타났다. 동북 북부와 중남부, 네이멍구, 동부 연해, 동남(저쟝성, 푸젠성, 쟝시성), 서남과 화남, 중·서부 내륙 등 지역은 각각의 영향권을 형성하였다. 허베이성, 허난성, 후베이성 등 중부지역은 3~4개의 영향권이 혼합되었지만 남북방향과 동서방향 분포가 교차된 특징이 관찰되었다. 3단계 도시 계층에서는 영향권이 5대 지역으로 분명하게 구분되었다.

동북권은 바이청(白城)을 제외한 동북의 모든 도시와 허베이성 북부 일부 도시들도 포섭하였다. 도시 수는 27개로 전체 도시의 17.4%를 차지한다. 선양을 중심도시로 한 동북권은 완전한 하부 네트워크 구조를 형성하였다. 동부연해권은 허베이성 동부와 산둥성, 쟝수성, 안후이성, 상하이시, 저쟝성, 푸잰성, 쟝시성의 도시들을 포함하고 있다. 안후이성과 쟝시성 외에는 모두 연해 지역으로 인구밀도가 높고 도시화율과 경제수준이 상대적으로 높다. 이 영향권에 포함된 도시는 42개로 전체 도시 수의 27.1%를 차지한다. 그 중에는 상하이, 난징, 톈진, 지난, 허페이(合肥), 난창, 푸저우(福州) 등 대도시들이 포함되어 있다. 중원권은 허베이성, 산시성, 허난성의 대부분 도시와 산시, 쓰촨, 간쑤, 칭하이, 신쟝 지역의 도시 및 후베이성과 후난성 일부 도시를 포함하고 있는데 중국 도시 네트워크의 중심부와 서부 내륙을 차지함으로써 면적이 가장 넓은 영향권이다. 도시 수는 41개로 전체 도시 수의 26.5%를 차지하는데 베이징, 정저우, 우한, 시안, 청두 등 대도시들은 지역 중심도시 역할을 하고 있다. 남부권은 광둥성, 광시자치구, 윈난성, 구이저우성 전부와 후난성, 후베이성 일부 지역을 포섭하였다. 도시 수는 24개로 전체 도시 수의 15.5%를 차지한다. 이 영향권은 후베이성과 후난성에서 중원권과 교차되고 있다. 광저우, 쿤밍, 구이양 등 도시들이 지역 중심도시 역할을 하고 있다. 네이멍구권은 네이멍구자치구와 닝샤자치구의 도시들과 허베이성, 산시성 북부의 일부 도시들을 포함하여 중국 북부에 동북-서남 방향으로 길게 분포되어 있다. 도시 수는 10개로 전체의 6.5%를 차지하며 후르호트(呼和浩特)와 인촨(銀川)이 중심도시 역할을 하고 있다.

2) 2000년의 도시 계층구조

2000년 OD행렬(182×182)을 주성분 분석한 결과 고유치가 1.0 이상인 성분을 29개 추출하였는데 이 성분들은 총 변수의 79%를 설명하였다. 이 29개 성분을 promax기법으로 사교 회전한 결과, 2개 성분에 포함된 3개 도시(바이청, 청두, 베이하이(北海))가 결절체계를 이루지 못하거나 부(負)의 상관관계로 이루어져 분석대상에서 제외하였다. 선택된 27개 성분으로 2차 사교 회전한 결과 고유치가 1.0 이상인 성분이 10개 추출되었는데 이들은 총 변수의 64.2%를 설명하였다. 이들 10개 성분 중에서 1개 성분에 포함된 2개 도시(르조(日照), 린이(臨沂))가 결절점을 이루지 못하여 분석대상에서 제외하였다. 나머지 9개 성분으로 3차 사교 회전한 결과 고유치가 1.0 이상인 성분이 4개 추출되었는데 총 변수의 61%를 설명하였다. 추출된 4개 성분 중에서 1개 요소가 부(負)의 상관관계를 갖고 있어 별개의 유형으로 구분하였다. 이리하여 2000년의 도시 계층을 3단계로 구분하였는데 1단계는 27개 영향권, 2단계는 9개 영향권, 3단계는 여전히 5개 영향권으로 구분하였다(그림 10).

1980년에 비해 2000년의 도시 계층 분포는 다양하고 복합적인 형태로 나타났으며 각 계층의 영향권은 재편성되었다. 전체적으로 볼 때 동북, 화동 및 화남지역의 세력은 확장된 반면 중원지역의 세력은 축소되었다. 또한 영향권 형태의 선형화 경향이 더욱 분명하게 나타났고 각 영향권간의 교차혼합 지역도 확장되어 도시체계의 네트워크 특징이 더욱 뚜렷하게 나타났다.

1단계 계층은 성(자치구) 범위를 크게 벗어나지 않아 1980년의 패턴과 비슷하지만 2단계 계층에서는 동북지역과 네이멍구 지역을 제외한 대부분 지역에서 영향권 교차현상이 나타났고 선형 패턴이 더욱 뚜렷하였다. 허베이성, 산둥성, 쟝수성, 안후이성, 후베이성, 후난성, 쟝시성, 푸젠성, 저쟝성 등 대부분 지역에서 상이한 영향권이 혼합되어 있으며 상하이-난징-쉬저우-루어양-시안-란저우로 이어지는 영향권과 베이징-스쟈좡-정저우-샹판으로 이어지는 영향권은 중국 도시 네트워크의 중심부인 허난성 지역에서 교차되고, 우한-광저우로 이어지는 남북방향 축과 원저우(溫州)-창싸-쿤밍으로

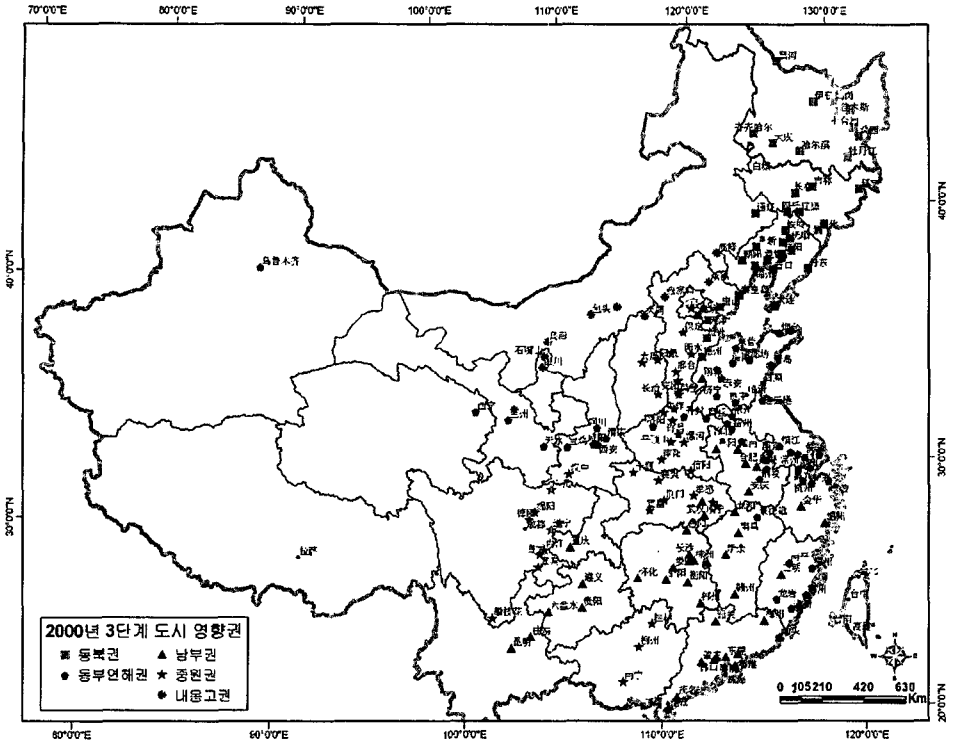

그림 10. 3단계 도시영향권 (2000년)

이어지는 동서방향 축으로 형성된 영향권은 장시 지역에서 허페이-난창-혜주(惠州)로 이어지는 영향권과 교차되었다.

2000년의 3단계 계층구조를 1980년과 비교해보면 이러한 변화가 더욱 잘 드러난다. 동북권은 여전히 완전한 하부 네트워크 구조를 형성하고 있으며 특히 관내 지역과의 교류가 증가하면서 탕산, 톈진, 창저우(滄州) 등 발해만 일대의 허베이성 도시들도 그 영향권에 포함되었다. 도시 수는 38개로 늘어나 전체 도시 수의 20.7%를 차지하였으며 중심도시로는 선양, 톈진, 하얼빈이 있다. 동부연해권은 룽하이선을 통하여 그 세력을 서부내륙의 시안, 란저우, 우루무치까지 확장하였다. 그러나 저장성, 푸젠성, 장시성, 안후이성 등 지역에서는 남부 세력의 확장으로 난창, 허페이, 원저우 등 일부 도시는 남부권으로 편입되었다. 도시 수는 38개로 전체 도시 수의 26.4%를 차지하고 있으며 중심도시들로는 상하이, 난징, 시안, 푸저우 등이 있다. 중원권은 시안, 란저우 등 서부내륙 지역과 후베이성, 후난성의 일부 도시를 동부연해권과 남부권에 내주는 반면, 지류선을 따라 남쪽으로 영향권이 확대되어 샹판, 류저우, 난닝 등 도시를 새롭게 포함하였다. 도시 수는 40개로 전체의 22%를 차지하였다. 중심도시로는 베이징, 정저우, 청두, 난닝 등이 있다. 남부권은 세력을 북, 동쪽으로 확장하여 창싸, 우한, 난창, 허페이 등 도시들을 포함하는 한편 난닝, 류저우 등 광시자치구의 일부 도시를 중원권에 내주었다. 도시 수는 41개로 전체의 22.5%를 차지하였으며 중심도시로는 광저우, 우한, 충칭, 난창 등이 있다. 네이멍구권은 1980년과 비에 큰 변화가 없었다. 도시 수는 10개로 전체의 5.5%를 차지하였다.

6. 결론

본 연구는 철도망의 위상학적 분석과 열차 운행 회수를 지표로 중국 도시 네트워크의 구조적 특징을 밝히고 도시 간의 유동패턴과 도시 네트워크의

계층구조를 분석함으로써 중국 도시 네트워크의 변화를 밝히고자 한다.

철도망은 중국의 지역경제와 도시 분포의 주축으로서 현재 중국의 대부분 대 중형 기업과 도시의 73%가 철도를 따라 입지해 있다. 또한 철도망의 발달은 중국의 경제구조와 도시체계형성에 중요한 추진 역할을 하고 있다.

중국 도시 네트워크의 주축을 이루는 철도망은 지역간의 대부분 유동을 부담하며 '6종5횡'의 구조를 형성하고 있다. 여객의 유동은 7개의 남북방향 간선 철도와 3개의 동서방향 간선 철도가 주도하였다. 화물 유동의 방향은 주로 북부에서 남부로, 서부에서 동부로 향하는 추세이다.

중국 도시 네트워크의 연결도는 중간 수준인 격자형에 속한다. 위상학적인 최단 거리와 열차 최단 운행시간에 의한 도시 접근성 분석 결과 중국 도시의 접근성은 허난성을 중심으로 한 중부지역이 가장 높고 네트워크의 주변으로 향할수록 접근성이 떨어진다.

도시간의 유동패턴을 비교 분석한 결과 네트워크의 중심이 징광선 일대의 중부지역에서 징후선 일대의 동부지역으로 이동하였으며, 3개의 남북방향 축과 주요 도시들의 지역 중심성은 여전하지만 그들의 영향권은 확대되고 중심성도 분산되었다. 도시간의 연결은 각 지역의 계층에 따라 관련 계층의 중심도시에 종속되는 것이 아니라 지역과 계층의 한계를 넘어 타 지역이나 다른 계층의 도시와 연결되고 있다. 이러한 현상은 중국 도시체계의 네트워크 특징이 더욱 강화되고 있다는 것을 설명한다.

중국 도시 네트워크의 계층구조는 3단계로 구분할 수 있다. 1단계 계층은 일부 간선 철도 상의 도시들이 선형(線形) 분포 패턴을 나타내는 외에 대부분의 영향권은 도시 성(자치구) 범위를 크게 벗어나지 않았고, 2단계 계층에서는 동북지역과 네이멍구 지역을 제외한 대부분의 지역에서 영향권 교차현상이 나타났으며 선형 패턴이 더욱 뚜렷하였다. 최고 단계인 3단계에서는 동북권, 동부연해권, 중원권, 남부권, 네이멍구권 등 5대 영향권으로 구분되었다. 각 영향권은 지역적인 특징을 나타내는 동시에 간선철도를 따라 확장, 교차되는 선형 패턴도 나타나고 있다.

본 연구는 중국 도시간의 유동과 도시 네트워크의 특징과 구조를 밝히는데 의의가 있다. 특히 도시간의 유동을 측정할 수 있는 자료가 거의 없는 상태에서 열차 운행 자료를 이용하여 도시간의 유동패턴을 밝힘으로써 중국 도시체계 연구에 새로운 시도를 하였다. 그러나 본 연구는 기존 네트워크 분석 기법에서 크게 벗어나지 못하여 현대 도시 네트워크의 특징을 정확히 파악할 수 있는 방법론을 제시하지 못하였고, 자료의 제한으로 철도 관련 특징만을 분석하였을 뿐 기타 유동을 반영하지 못하였으며, 도시의 인구, 경제규모 등 상황도 반영하지 못한 한계점도 있다. 금후 이용 가능한 자료가 풍부해지면 중국 도시 네트워크에 관한 연구도 더욱 심도있게 진행될 것으로 기대한다.

注

1) α지수가 0이고 γ지수가 1/3~1/2 범위 내에 있으면 척추형에 속하고, α지수가 0~1/2, γ지수가 1/2~2/3 범위 내에 있으면 격자형에 속하며, α지수가 1/2~1, γ지수가 2/3~1 범위 내에 있으면 델타형에 속한다.
2) 네트워크의 접근성에 관한 이론은 E. J. Taaffe(1996)를 참조할 수 있다.
3) 우선 열차시간표에서 선정된 도시 간의 1일 열차운행 회수를 추출하여 각 연도별로 열차운행 OD행렬을 작성한다. 다음 i, j 도시 간의 도착량x_{ij}를 최대 중심지의 총 도착량에 대한 비율을 계산하여 인접행렬(adjacency matrix)Y를 추출한다. 즉:

$$Y_{ij}= x_{ij} / max \Sigma x_{ij}$$
$$0 \le Y_{ij} < 1 \ (i,j=1,2,\cdots\cdots n),$$
$$0 < \Sigma Y_{ij} \le 1 \ (j=1,2,\cdots\cdots n)$$

Y_{ij}를 요소로 하는 인접행렬Y는 수치를 상대화하고 정확히 한다. 도시 i, j 간의 간접적 상호작용을 구하기 위하여 행렬 Y를 자승하여 $Y * Y = Y^2$로 2 단계의 간접적 작용을 표시하며 그 요소a_{ij}는 $a_{ij}= Y_{ik}Y_{kj}$ (k=1,2, ……, n)에 의해 구할 수 있다. 이와 마찬가지로 m단계의 간접적 작용은 행렬 Y^m으로 나타내게 된다. 전 단계의 간접적 작용을 포함한 인접행렬B는 $B= Y+Y^2+Y^3+\cdots+Y^m+\cdots$에 의해 구해진다. 행렬$B$에서 각 행의 요소$b_{ij}$중에서 본 도시보다 규모가 큰 다른 도시 중에서 최대수를 골라내어 그 도시에 종속시킨다. 이와 마찬가지로 제2위의 종속관계도 판단할 수 있다.

文 獻

남영우, 1988, "한국도시의 연결체계," 대한국토계획학회지, 국토계획, 23, 41-53.

이기석, 1992, 정보통신망의 혁신과 도시체계의 구조적 변화에 관한 연구, 한국지역학회, '92 통신 학술연구과제.

이옥희, 1990, 한국의 도시체계와 여객버스 유동에 관한 연구, 이화지리총서 4, 이화여대.

최재헌, 1987, "한국의 도시체계에 관한 연구금융의 공간구조분석을 통하여," 지리교육논집, 18, 94-123.

한주성, 홍경희, 1979, "철도 여객 교통의 지역구조에 관한 연구," 경북대학교 논문집, 27, 113-130.

홍경희, 1973, "통신교류를 지표로 한 우리나라 도시 세력권 설정 및 분석," 교육연구지, 15, 69-98.

顧朝林, 1996, 中國城鎭體系: 歷史·現狀·展望, 北京.

郭文炯·白明英, 1999, "中國城市航空運輸職能等級及航空聯繫特徵的實證研究," 人文地理, 1, 27-31.

沈玉芳·張海燕, 1999, "長江三角洲城鎭體系空間分析及城市網絡高級化的對策思路研究," 廣州: 半個世紀以來中國城市發展的回顧與前瞻國際學術會議論文.

中國鐵路史編輯研究中心, 1996,中國鐵路大事記(1876~1995), 中國鐵道出版社.

中國交通運輸協會, 2000, 中國交通年鑒(1986~2000), 中國交通年鑒社.

國家統計局, 2000, 中國統計年鑒2000, 中國統計出版社.

國家統計局城市社會經濟調查總隊, 1991, 中國城市統計年鑒-1990, 中國統計出版社.

國家統計局城市社會經濟調查總隊, 1999, 新中國城市五十年, 新華出版社.

國家統計局城市社會經濟調查總隊, 2001, 中國城市統計年鑒-2000, 中國統計出版社.

國家統計局城市社會經濟調查總隊, 2002, 中國城市統計年鑒-2001, 中國統計出版社.

國家統計局國民經濟綜合統計司, 1999, 新中國五十年統計資料彙編, 中國統計出版社.

鐵道部統計計劃司, 1992, 全國鐵路歷史統計資料彙編(1949-1991).

鐵道部統計中心, 2000, 1999年全國鐵路統計資料彙編.

鐵道部運輸局, 1980, 1980年全國鐵路列車時刻表, 中國鐵道出版社.

鐵道部運輸局, 1990, 1990年全國鐵路列車時刻表, 中國鐵道出版社.

鐵道部運輸局, 2000, 2000年全國鐵路列車時刻表, 中國鐵道出版社.

Abler, R., 1977, The telephone and evolution of the American metropolitan system, *American Metropolitan System*, 318-341.

Bochert, J. R., 1972, America's changing metropolitan tegion, *Annals of A.A.G.*, 62, 352-373.

Bromely, R. and Bromely, R. D. F., 1978, Defining central place systems through the analysis of bus service: the case of Ecuador, *The Geographical Journal*, 145, 416-436.

Camagni, R.P. and Salone, C., 1993, Network urban structures in northern Italy: elements for a theoretical framework, *Urban Studies*, 30(6), 1053-1059.

Clark, D., 1973, Urban linkage amd regional structure in Wales: An analysis of change; 1958-68, *Transactions*, 58, 41-58.

Clark, D., 1982, *Urban Geography*, Croom Helm, London.

Clayton, C., 1980, Interdependence in urban systems and its application to political reorganization, *Geografisha Annaler*, 62(B), 11-19.

Conzen, M. P., 1975, Capital flows and the developing urban hierachy: state bank capital in Wisconsin 1845-1895, *Economic Geography*, 51, 321-338.

Cooke, P. and Morgan, K., 1993, The network paradigm: new departures in corporate and regional development, *Environment and Planning D: Society and Space*, 11, 543-564.

Davis, W. K. D. and Thompson, R.R., 1980, The structure of interurban connectivity: a dyadic factor analysis of prairie commodity flows, *Regional Studies*, 14, 297-311.

Hohenberg, P.M. and Lees, L.H., 1985, *The Making of Urban Europe 1000-1950*, Harvard Univ. Press, Harvard.

Leung, Chi-keung, 1980, *China: Railway Patterns and National Goals*, The University of Chicago Department of Geography research paper.

Lueck, V., 1973, Hierarchy and diffusion: the U.S. sunday newspaper, in D. A. Lanegran and R. Palm, *An Invitation to Geography*, McGraw-Hill Book Company, 65-70.

Meyer, D. R., 1984, Control and coordination links in the metropolitan system of cities: The south as case study, *Social Forces*, 62, 349-362.

Nystuen, J. D. and Dacey, M. F., 1961, A graph theory interpretation of nodal regions, *Papers of the Regional Science Association*, 4, 29-42.

Riddell, J. B. and Harvey, M. E., 1972, The Urban System in the migratio process: An evaluation of stepwise migration in Sierra Leone, *Economic Geography*, 48, 290-283

Simmons, 1972, Interaction among the cities of Ontario and Quebec, in Bourne and Mackinnon(eds.), *Urban Systems Development in Central Canada*, 198-219.

Taaffe, E. J., 1962, The urban hierarchy: an air passenger definition, *Economic Geography*, 38, 1-14.

Taaffe, E. J., Gauthier, H. L., O'Kelly, M. E., 1996, *Geography of Transportation*(2nd eds.), Prentice Hall, New Jersey.

Yuji Murayama, 1992, Accessibility change in the Japanese urban system: 1898-1990, *IGU Conference on Urban Systems and Urban Development*, Detroit.

최초투고일 03. 05. 22
최종접수일 03. 08. 11