

시간거리 접근성 카토그램 제작 및 접근성 공간구조 분석

김소연* · 이금숙**

요약: 본 연구의 목적은 우리나라를 대상으로 절대적 공간을 시간거리 접근성에 의한 공간 카토그램으로 재구성하여 지도 화하고, 이를 바탕으로 접근성의 변화된 공간패턴을 분석하는 것이다. 카토그램은 특정한 목적을 위해 기본도의 형상이나 지역간의 연속성을 강조시켜서 만든 변형된 지도의 일종으로 전통적인 지도와는 매우 다른 이미지를 주게 되지만, 표현하고자 하는 현상의 공간적 구조를 매우 효과적으로 나타낼 수 있다. 시간거리는 교통망을 이용하여 실제 이동 가능성을 나타내는 것으로 접근성을 대변하며, 교통망의 상태에 따라 달라지므로 우리나라 주요 교통망 별 시간거리를 카토그램으로 표현하면 국토공간의 접근성 구조를 시각적으로 확연히 드러 낼 수 있다. 현재 우리나라에서 시간거리 접근성에 가장 큰 영향을 미치는 교통망은 도로망과 일반철도망 및 고속철도(KTX)망 이므로 본 연구에서는 이들 세 교통망을 중심으로 움직일 때 요구되는 실제 이동 소요시간을 이용하여 시간거리 공간 카토그램을 제작하였다. 시간거리로 재구성된 공간 카토그램은 한 지점의 공간적 접근성 및 그에 따른 공간 구조의 패턴을 시각화하여 보여주기 때문에 교통망의 발달에 따른 접근성의 공간구조 변화 분석이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 도로망과 철도망, 그리고 고속철도망 간의 시간거리 카토그램의 공간적 변화를 분석하였다. 또한 접근성의 공간구조의 보다 상세한 분석을 위해 도시별 다차원척도 분석을 실시하였다.

주요어: 시간거리 접근성, 공간 카토그램, 공간패턴 분석, 교통망의 발달, 다차원척도 분석

1. 서론

정보통신기술이 발달함에 따라 방대한 통계데이터의 획득이 용이해지면서 다양한 통계데이터를 활용하여 지역적 현상이나 변화상을 분석하고 파악할 수 있는 시각화에 대한 요구가 증대되고 있다. 현재 방대한 양의 통계데이터를 다양한 표현을 통해 정확하면서도 효과적으로 지도화하는데 주로 사용되고 있는 도구는 지리정보시스템(GIS; Geographic Information System)이다(Jones, 1997). 특히 WebGIS의 발달과 더불어 통계지도를 웹상에서 쉽게 이용할 수 있게 됨에

따라 GIS를 통한 통계데이터의 지도화는 더욱 다양화되고 있다.

카토그램(Cartogram)은 지리공간에 나타나는 지리현상에 대한 통계데이터를 지도화하여 시각적으로 효과적인 표현을 하는 방법 중 하나로 넓은 의미로는 모든 통계지도를 포함지만 좁은 의미에서는 통계데이터의 특징을 지도의 변형을 통해 시각적으로 표현하는 방법을 의미한다. 즉, 카토그램은 특정한 목적을 위해 기본도의 형상이나 지역간의 연속성을 강조시켜서 만든 변형된 지도의 일종으로 전통적인 지도와는 매우 다른 이미지를 주게 되지만, 표현하고자

* 성신여자대학교 대학원 지리학과

** 성신여자대학교 지리학과 교수

하는 현상의 공간적 구조를 시각화하는 매우 효과적인 방법이다(Tobler, 1973). 그러나 우리나라의 경우 카토그램 지도 제작 사례가 극히 드물고 기존의 상용 GIS 툴에서도 카토그램 지도제작 기능을 제공하고 있지 않기 때문에 카토그램 지도 제작이 아직까지 보편화되지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 GIS를 이용하여 우리나라 교통망에서의 시간거리 접근성을 시각화하여 보여줄 수 있는 시간거리 카토그램을 제작하고, 이를 바탕으로 교통망의 변화에 따른 접근성의 공간구조를 분석하고자 한다. 일반적으로 지표공간에서의 공간현상을 지도로 표현할 때 장소와 장소간의 물리적 절대거리를 바탕으로 위치를 나타내고, 그에 기반한 절대적 공간을 지도화 하지만, 우리가 활동하는 현실 공간에서 장소간의 관계는 공간의 내용에 따라 달라지기 때문에 항상 절대적 공간만을 지도화해야 하는 것은 아니다. 공간은 교통수단의 발달에 따라 상대적으로 수축되거나 확장될 수 있으며, 개인의 공간인지상태에 따라서도 공간관계는 다르게 형성될 수 있다. 이렇게 공간의 내용에 따라 공간관계가 형성되는 것을 기능공간이라고 하는데, 시간거리(time-distance)로 표현된 공간은 기능공간의 대표적인 예라고 할 수 있다(정인철, 1992). 그러나 이러한 시간거리 접근성은 교통망과 교통수단의 발달에 따라 상대적으로 변화될 수 있다.

지표 공간에서 지역간의 이동은 교통망을 따라 나타나므로 지표 공간상의 실질적 이동 가능성과 관련된 교통망 거리 또는 시간거리는 절대적 물리거리 보다 중요하게 인식되고 있다. 특히 사회의 발달과 더불어 점점 더 세분되는 기능분화는 공간적 분화와 지역적 특화로 나타나며, 이는 지역간 다양한 활동과 기능간의 복잡한 연계와 함께 막대한 물자와 사람의 교류를 수반하는 결과를 낳고 있다. 이러한 공간이동에서 가능하면 가장 경제적인 경로를(최단 거리, 최소 비용, 혹은 최단 시간) 택하려는 인간의 기본 속성 때문에 시간거리는 지표상의 한 지점이 주변의 다른 지점들로부터 도달하기 쉬운 정도를 나타내는 접근

성을 대변하는 지표로 사용될 수 있으며, 따라서 거의 모든 지표현상의 입지 결정자로 작용한다(Lee and Lee, 1998). 따라서 지표현상의 공간구조를 밝히고자 하는 지리학 연구에서 시간거리 접근성의 공간구조는 매우 중요하게 인식되고 있다(이금숙 1995).

시간거리로 재구성된 공간 카토그램은 각 지점을 중심으로 우리나라 전국과의 상대적 접근성을 시각화하여 효과적으로 보여줄 수 있으며, 이를 바탕으로 교통망의 변화에 따른 접근성의 공간구조의 변화를 분석하는 것이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 우리나라를 대상으로 절대적 공간을 시간거리 접근성에 의한 공간 카토그램으로 재구성하여 지도화 하고, 교통의 발달에 따라 달라지는 지역간 접근성의 공간구조를 분석하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 우리나라 지역간 시간거리 접근성에 가장 큰 영향을 미치는 도로망 및 일반철도망, 그리고 고속철도(KTX)망을 중심으로 지역간 실제 이동 소요시간 자료를 이용하여 시간거리 공간 카토그램을 제작하였다. 또한 원도표는 다차원 척도법에서 나타나지 않는 지역간 상대적 방향성을 보완하기 위해 ArcGIS를 이용하여 제작하였다. 그와 더불어 접근성의 공간 구조를 보다 효과적으로 분석하기 위해 SPSS를 이용하여 다차원척도 분석도 운용하였다¹⁾.

2. 시간거리 카토그램의 작성

통계 데이터를 이용해 작성된 카토그램 형상과 일반적인 지도 형상을 비교해서 그 차이를 통해 통계 데이터의 특징을 인식하게 된다. 따라서 카토그램은 오래전부터 통계 데이터를 효과적으로 시각화하는 방법으로 주목받아 왔다. 특히 이용자가 대상 지역의 지리적 지도 형상에 대한 선행적인 지식을 갖추고 있는 경우 카토그램의 시각화는 특히 효과적이고, 인상적인 시각화가 가능하다(Dorling, 1995).

카토그램의 형태는 크게 거리를 기반으로 한 거리

카토그램(distance cartogram)과 면적을 기반으로 한 면적카토그램(area cartogram)으로 나뉜다. 거리카토그램은 데이터를 거리의 길고 짧음으로 표현하는 방법을 말하고, 면적카토그램은 데이터를 면적에 표현하는 방법을 말한다. 면적카토그램은 지역간의 인접관계를 유지하면서 지도가 연속적으로 변형되는 연속면적카토그램과 각 지역의 인접관계를 추상화해서 표현하는 보다 간편한 형태의 비연속 면적카토그램으로 나눌 수 있다. 연속면적카토그램은 객체간의 토폴로지(topology)가 정확히 유지되기 때문에 지도의 형태가 크게 변형되는 특징이 있고, 비연속면적카토그램은 인접 객체간의 연결성이 유지되지 않기 때문에 각 객체 본래의 형태를 유지하면서 각각의 객체가 자유롭게 커지거나 작아지는 특징이 있다. 특히 각 지역의 통계 데이터에 근거해 지도를 변형시켜 지역의 특징을 표현하는 주제도로서 연속면적카토그램에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 연속면적카토그램은 통계 데이터를 지역 단위의 면적에 속성 값으로 넣고 실제 면적을 속성 값의 크기로 변형하여 표현하는 방법이다. 연속 면적카토그램에서는 지역을 분류함으로써 동시에 두개의 다른 정보를 시각적으로 표현하는 것이 가능하다.

그에 반하여 비연속면적카토그램은 객체의 중심(centroid)을 유지하는지의 여부에 따라서 다시 객체의 중심을 유지하는 중첩(Overlapping) 방법과 비중첩(Non-Overlapping) 방법으로 구분된다. 비연속 카토그램의 또 다른 형태로는 원형면적카토그램을 들 수 있다. 원형면적카토그램은 지도의 형태와 위상(topology), 객체의 중심 등을 유지시키지 않는다²⁾. 이 카토그램은 객체를 적당한 크기의 균일한 형태(보통은 원을 사용함)로 대체하고, 각 형태(shape)의 온전한 영역이 보여 지도를 하기 위해 중첩(Overlap)되지 않게 이동시켜 표현한다는 점이 특징이다.

과거에는 카토그램을 수작업으로 작도했지만, 1960~70년대에 계산기를 이용한 작성 방법이 제안되면서 수많은 카토그램 표현 기법이 제안되었다. 그러나 기존의 카토그램 작성 방법은 계산 과정이 복잡

하고, 수학적으로 불명확한 부분이 존재했으며, 작도 결과에 대한 통계 데이터 시인성이 낮았다. 또한 작성 기법에 대한 소프트웨어가 정비되지 않아 카토그램을 이용한 시각화가 거의 행해지지 못했다. 그러나 최근 계량지리학분야에서 통계 데이터를 시각화하는 방법으로 카토그램을 연구가 주목을 받으면서 연구되고 있다.

본 연구에서는 연속 면적카토그램 작성 방법을 적용하려고 하기 때문에 그의 발전과정을 집중적으로 검토하였다. 초기의 작업으로 Tobler(1973)는 위선과 경선을 압축하거나 팽창시키는 방법으로 지역의 면적을 변화시키는 방법을 이용하였다. 그러나 그 방법은 표현 정밀도가 낮고, 표현 오차가 심해 카토그램 작도에 앞서 지도를 전처리하는 방법으로 사용되었다.

그 후 Dougenik 등은(1985) Rubber Sheet Method라는 새로운 형태의 알고리즘을 고안해냈다. 이 방법은 속성값에 의한 객체의 변위를 진행하기 전 하나하나의 폴리곤에 대한 필수적인 이동을 계산한 후에 곧바로 모든 결절점(node)에 적용시키는 방법이며, 감소함수에 의해 감소되는 이동량을 폴리곤의 중심(centroid)으로부터 멀어지는 방향으로 모든 폴리곤 결절점에 적용한다. 이런 방법으로 차례로 그 다음 폴리곤으로 같은 과정을 되풀이하여 연속적인 변환을 일으키고 폴리곤이 연속적으로 결합된 형태로 결과물이 나타나게 된다. 이렇게 생성된 연속된 형태의 카토그램에서 폴리곤들은 토폴로지(topology) 문제를 피할 수 있다. 러버시트법은 지도상의 모든 정점(vertex: 지도내부에 일정한 간격으로 배열된 정점)에 방사상의 완력을 가하여 지도를 변형시키게 되는데 그 힘의 크기는 면적오차에 비례하고 거리에 반비례하게 된다. 지도가 과도한 값으로 변형되는 것을 방지하기 위해서 지역경계의 중심부에 위치한 정점에는 선형적으로 감소하는 가중치를 부여하였다. 따라서 이 방법으로 작성된 지도에서는 각각의 정점에 가해지는 모든 가중치의 합에 비례하여 이동하고, 균등한 밀도로 분포될 때까지 처리과정을 연속적으로 진행한다. 이 방법에서는 폴리곤 형태의 복잡성에 따라

중복이 발생할 가능성이 있으나 추후 계속된 연구에 의해 보완되었으며, 몇몇 GIS 개발자들에 의해 러버 슈트법(Rubber Sheet Method) 알고리즘을 활용한 지리정보체계 프로그램의 확장기능이 개발되었다.

또한 Dorling(1995)은 지역의 운곽을 유지하지 않고 객체를 적당한 크기의 균일한 원형으로 변환하여 표현했다. Dorling 카토그램은 매우 효과적인 카토그램 방법으로 증명되었지만, 형태, 토폴로지, 객체의 중심이 유지되지 않는다. 주로 원형의 형태로 폴리곤이 변하며, 각각의 폴리곤 객체의 완전한 영역을 표

현하기 위해 객체들 간의 중첩이 일어나지 않는 최단 거리로 이동시킨다. 그밖에도 清水英範와 井上 亮(2004)는 삼각망 분할방법을 사용하여 삼각형의 면적을 데이터에 맞추는 간결한 목적 함수를 기술하였고, 제약 조건인 지역의 형상 및 인접 관계의 유지에 관해서도 삼각망을 구성하는 각 삼각형의 형상 변화와 반전을 억제하는 방법으로 폴리곤의 형상과 토폴로지를 유지하고자 하였다.

그러나 앞서 소개한 다양한 연속 면적카토그램 작성방법은 대상으로 하는 지역의 형상이 다양하기 때

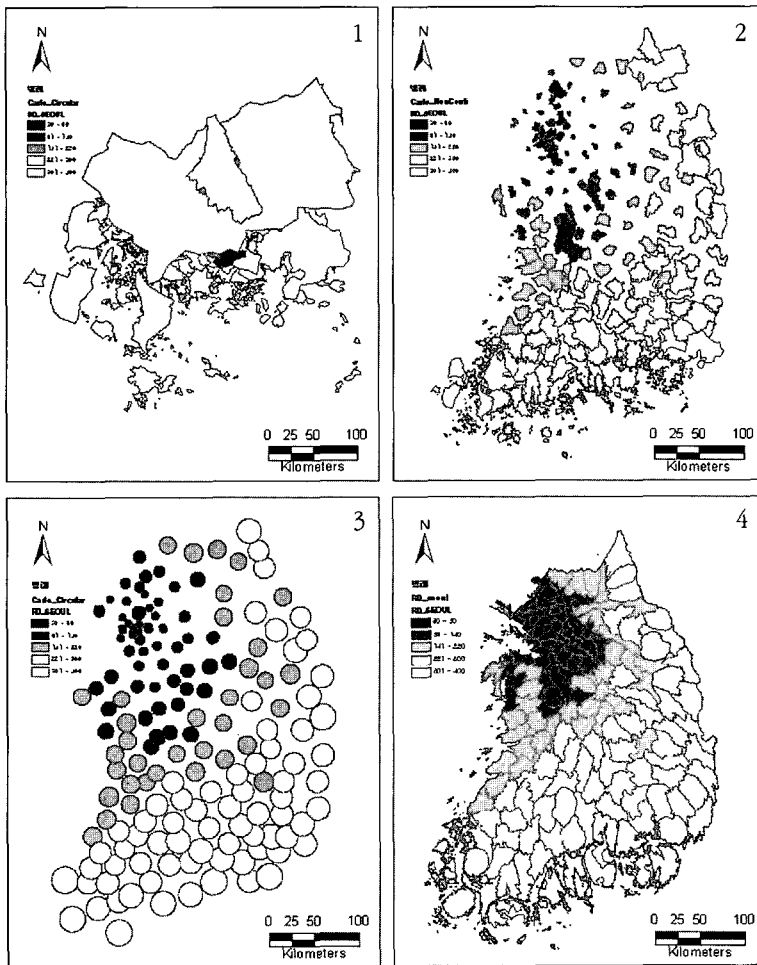


그림 1. 전국도로 교통량상 시간거리 카토그램

문에 모든 지표공간에 적용 가능한 작성 방법의 구축이 어렵다는 한계를 가지고 있다. 따라서 다루고자 하는 대상과 표현하고자 하는 데이터의 속성에 따라 그에 맞는 적절한 카토그램 표현 기법을 선택해야 한다. 특히 카토그램은 지리적 공간을 묘사하지 않고, 어떤 속성(특성)에 따라 객체(object)의 크기를 오히려 바꾸기 때문에 정확한 지도(true map)는 아니다. 따라서 카토그램에 사용된 논리에 대한 신중한 검토가 우선되어야 한다.

본 논문에서는 ArcGIS 9.0의 Visual Basic for Applications(VBA)를 이용한 Wolf의 “Creating Contiguous Cartograms in ArcGIS 9”를 사용하여 한 도시에서 다른 도시까지 이동하는 데 소요되는 시간을 기준으로 지표상의 절대적 공간을 시간거리 공간으로 재구성하였다. 이 카토그램 제작 응용프로그램에서는 러버 시트(rubber sheet), 형상(중첩 혹은 비중첩), 원형(circular) 형태의 카토그램을 작성할 수 있다. 본 논문에서는 시간거리 카토그램 작성에 가장 적절한 방법을 선택하기 위해 우선 서울을 중심으로 하는 도로 교통망상 시간거리³⁾ 값을 대입하여 4가지 형태의 지도를 작성해 보았다. (그림 1 참조)

그림 1의 1번 지도는 중첩된 형상으로 작성된 카토그램이며, 2번 지도는 중첩되지 않은 형상 카토그램이고, 3번 지도는 Dorling 이론을 이용한 원형 카토그램, 그리고 마지막 4번은 러버 시트 방식(Rubber Sheet Method)을 이용한 카토그램이다. 1번 중첩 형상 카토그램의 경우 각각의 폴리곤이 형태를 유지하면서 시간거리 속성데이터에 의해 크기만 변형되어 표현되었다. 중첩 카토그램의 경우 객체의 도심(圖心; centroid)을 유지하기 때문에 상대적인 값이 작은 폴리곤의 경우 값이 큰 폴리곤에 의해 가려져 그 형태를 알아보기 힘들게 된다. 또한 폴리곤이 도심(圖心)에 겹쳐져 각각의 지역에 대한 값을 구분할 수 없다.

2번 비중첩 형상 카토그램의 경우 폴리곤이 시간거리 데이터에 의해 변형된 후 그 형태를 확인 할 수 있도록 폴리곤이 겹치지 않는 한도에서 최소한으로 이동시켜 나타내게 되는데, 중첩 Feature Shape 형태에

비해 데이터 값의 표현은 확인이 가능하지만 연속되어 있는 지역경계가 무시되기 때문에 심미성이 떨어진다. 3번의 경우는 폴리곤을 원형의 형태로 변환하여 단순화 시켜 시간거리 데이터를 표현하게 되는데 속성 값에 의해 변형된 폴리곤의 형태를 보여주기 위하여 폴리곤들의 중첩이 일어나지 않도록 최소한의 이동이 이루어진다. 이 경우 데이터 값의 표현은 효율적이지만 2번의 경우와 마찬가지로 지역경계가 무시되어 심미성이 떨어지고 지도보다는 그래프에 가까운 형태를 나타낸다. 4번 러버 시트 방식에 의한 시간거리 카토그램의 경우 지역경계와 토폴로지가 유지되어 표현된다. 시간거리 카토그램 표현에 있어서 4가지 표현 방법 중 가장 심미성이 뛰어나다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 시간거리를 시각화하는 측면에서 러버 시트 방식을 이용한 카토그램 작성방법이 가장 적합하다고 판단하여 이 방법을 적용하였다.

3. 교통망 변화에 따른 접근성 공간구조 비교 분석

본 논문에서는 우리나라 전국도로망과 철도망, 그리고 고속철도망을 이용하여 한 도시에서 다른 도시까지 이동하는 데 소요되는 시간을 기준으로 지표상의 절대적 공간을 시간거리 공간으로 재구성하였다. 교통망의 변화에 따른 접근성 공간구조의 변화를 파악하기 위해 서울을 중심도시로 놓고 전국 160개 시·군까지 각 교통망으로 접근하기 위해 요구되는 시간거리를 바탕으로 카토그램을 구성하였다. 각 단위 면(160개 행정구역)들의 상대적인 크기는 물리적 절대면적이 아니라 시간거리 접근성을 나타낸다.

먼저 철도교통망의 경우 서울을 중심도시로 전국 160개 시·군지역까지의 접근성을 고속철도(KTX) 개통 전과 후로 비교하여 분석하였다. 철도 시간거리의 경우, 철도청에서 제공하는 열차시각표를 참고하였으며, 기차 정차역이 없는 지역의 경우는 중심도시에

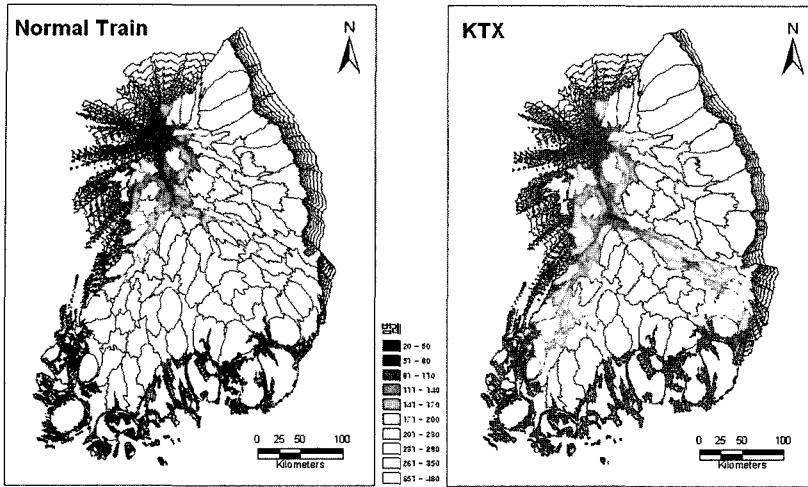


그림 2. 철도교통망 시간거리 카토그램(서울중심)

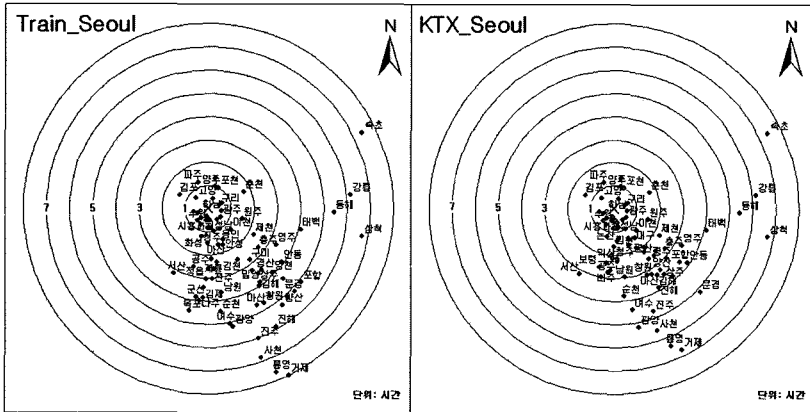


그림 3. 철도교통망 시간거리 원도표(서울중심)

서 출발하여 해당 지역에서 가장 가까운 역까지 도착하는데 소요되는 시간과 다른 교통수단으로 환승하여 목적지까지 도달하는 시간을 모두 합한 시간거리를 이용하였다.

그림 2는 철도교통망 시간거리 접근성을 지도화한 것이다. 기존 철도망에서의 시간거리 접근도와 비교하여 고속철도(KTX) 개통 후 광주광역시 일대와 대구, 부산일대로 폴리곤이 수축하여 접근성이 좋아진 것을 알 수 있다. 강원도 지역의 경우는 폴리곤이 팽

창하여 철도교통망상 접근성이 떨어지는 것을 알 수 있는데, KTX 개통 이후에는 오히려 폴리곤의 크기가 좀더 확대되었다. 이것은 강원도 지역이 기존에 철도를 이용한 접근성이 떨어지는 지역이었고, 고속철도(KTX) 개통이 접근성 향상에 영향을 주지 않았기 때문에 다른 지역의 접근성이 높아짐으로 인해 상대적 접근성은 더 떨어졌다고 볼 수 있다. KTX로 인한 가장 큰 접근성 향상은 대전-대구-부산축과 그 부근 지역, 그리고 서해안일대로 확산되어 나타난다.

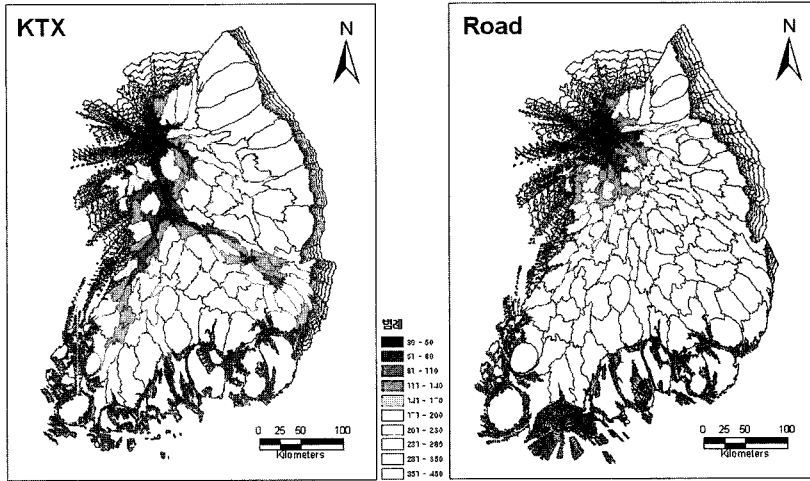


그림 4. 고속철도교통망과 도로교통망 접근성 비교(서울중심)

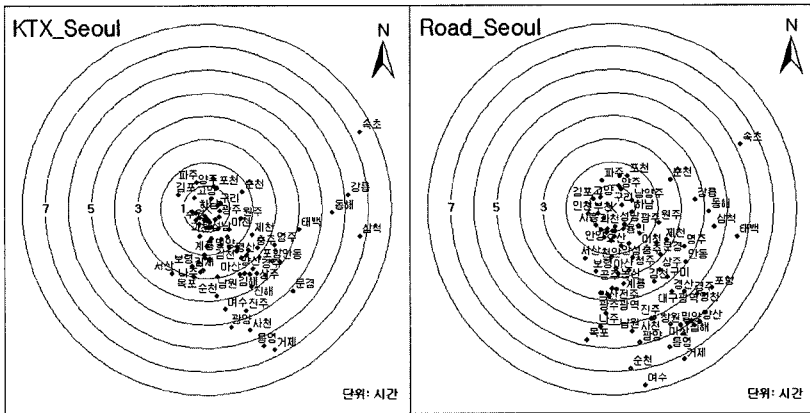


그림 5. 철도교통망과 도로교통망 원도표(서울중심)

이러한 서울을 중심으로 한 기존 철도망과 고속철도망 상에서 시간거리 접근성의 변화의 공간구조를 파악하기 위해 원도표를 작성해 보았다. (그림 3 참조)

또한 도로교통망과의 비교를 위해 서울을 기점으로 160개 대상도시까지 도로를 통한 접근성과 고속철도(KTX)를 포함한 철도를 이용했을 때의 접근성을 비교해 보았다. (그림 4 참조)

시간거리 카토그램에서는 철도교통망의 경우 철도역이 존재하는 지역을 중심으로 뚜렷한 축이 나타나

며 경부선과 호남선 위주로 대전, 대구, 부산, 광주 일대 폴리곤이 수축하였고, 강원도 지방과 경상북도 북부지역, 그리고 남해안 지방의 폴리곤이 크게 팽창하는 현상을 보였다. 이것은 철도교통망상 시간거리 접근성이 이들 지역에 대해 매우 떨어진다는 것을 의미한다. 이에 반하여 도로교통망상 접근성 카토그램의 경우 철도교통망에 비해 경기, 강원지역으로의 수축이 크게 일어났고, 경상남도와 전라남도 지역으로의 팽창이 더 큰 것을 알 수 있다. 강원도와 경기도로

의 연결성은 도로교통망이 우수하며, 전라도와 경상도지역으로의 연결성은 철도교통망이 우수한 것으로 나타났다. 두 지도에서 공통적으로 나타는 교통망상 접근성 낙후 지역은 광주와 부산 사이에 위치한 대부분의 시군들과 강원도의 고성, 속초, 양양, 경상북도의 울진, 영덕지역이다.

80개 시급도시를 원도표로 나타낸 그림 5에서는 서울에서 먼 거리에 위치한 도시들의 철도교통망 접근성이 도로교통망 보다 높게 나타난다. 경기지역과 충청북도지역 두 교통망이 비슷한 접근성을 보이고, 강원지역에 대한 접근성은 도로교통망이 높았으며, 충청남도과 남해안지역에 대한 접근성은 철도교통망이 대체로 높게 나타나고 있다.

4. 시간거리 접근성 공간구조 분석

1) 시간거리 카토그램에 의한 접근성의 공간구조

우리나라 전국도로망을 이용하여 한 도시에서 다른 도시까지 이동하는 데 소요되는 시간을 기준으로 지표상의 절대적 공간을 시간거리 공간으로 재구성하였다. 서울, 대전, 대구, 부산, 광주⁴⁾를 중심도시로 각각의 대상도시에 대한 전국 160개 시·군의 도로교통망상 접근성을 지도화하였다. 각 단위 면(160개 행정구역)들의 상대적인 크기는 육지 면적이 아니라 시간거리 접근성을 나타낸다. 그림 6에서 붉은 색상으로 표시된 지역은 중심도시로부터 상대적 접근성이 떨어지는 지역이며, 초록색으로 표시된 지역은 접근성이 좋은 지역이다. 초록색으로 표시된 면적이 넓을수록 전국대비 도로 교통망상 접근성이 좋은 도시로 해석할 수 있다.

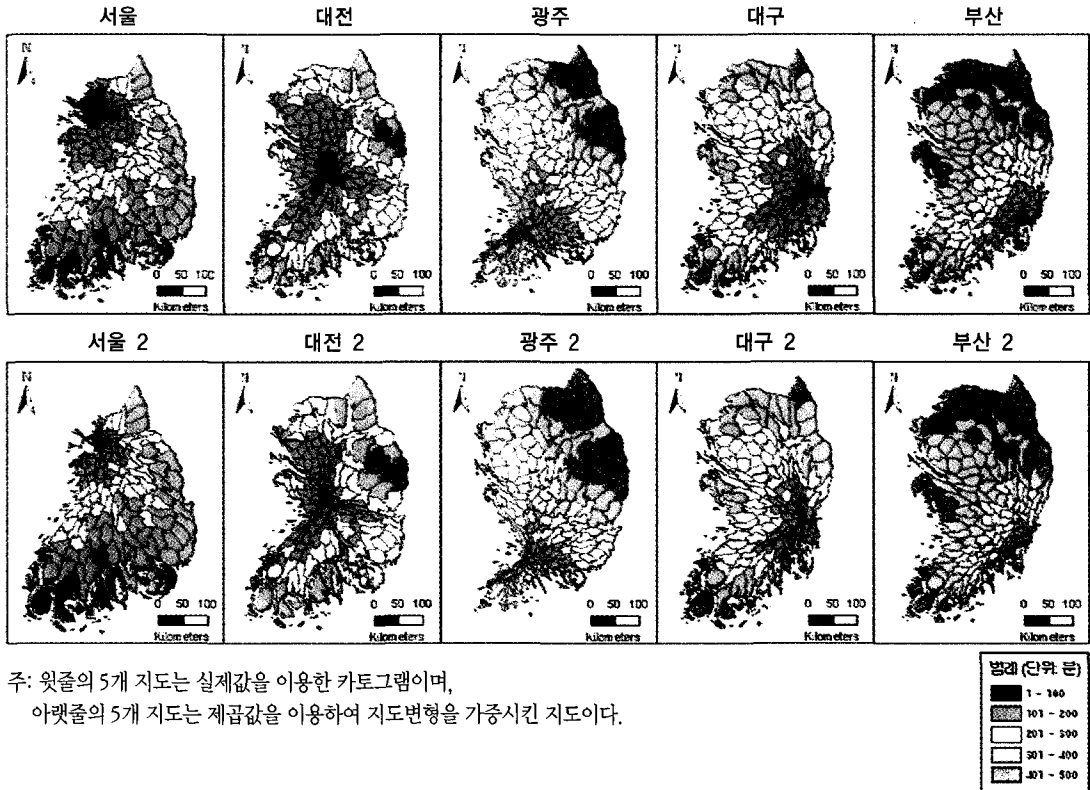
각 도시별로 접근성을 분석해 보면, 서울은 거제, 순천, 여수, 고흥, 강진, 완도, 해남 진도 등 국토 남단의 남해안지역에 대한 접근성이 가장 떨어지는 것으로 나타났다. 서울의 위치가 국토의 서북방향 끝부분이라는 점을 감안했을 때, 전국대비 서울의 접근성

은 매우 높은 편이라고 해석할 수 있다. 전국 모든 도시에 대한 도로 교통망 연결성이 높으며, 특히 강원도와 충청남도의 서해안 일대에 대한 접근성이 타 도시에 비해 우월한 한 것으로 나타났다.

대전의 경우 우리나라의 중심에 위치하고 있기 때문에 전국에 대한 도로 교통 접근성이 가장 좋은 것으로 나타났다. 접근성이 높은 초록색, 연두색 부분이 가장 넓게 분포하는 것을 알 수 있으며, 접근성이 가장 떨어지는 붉은 색 지역이 울진, 태백 두 지역 밖에 나타나지 않는다. 그러나 거리상으로 가까운 서해안의 서산, 태안 지역에 대한 접근성과 전라남도 지역에 대한 접근성이 거리에 비해 높지 않아 도로 교통망 연결성이 떨어지며, 전체적으로는 동해안 지역에 대한 접근성이 떨어지는 것으로 파악된다.

하단 지도는 실제 값보다 가중된 수치로 지도를 변형하면 그 변형상에서 공간수축과 팽창 현상을 보다 확연하게 구분할 수 있다. 제곱된 수치로 변형된 지도를 보면 서울은 서울-강릉으로 수축되며, 진도, 거제 지역으로 팽창되는 경향을 확인 할 수 있고, 대전은 경기, 광주, 대구로 수축되고, 고성, 울진, 진도로 팽창되는 것을 볼 수 있다. 광주는 전북지역으로 수축되며, 강원, 경상북도 동해안지역으로 팽창된다. 대구는 경북, 경기, 광주지역으로 수축하고, 진도와 고성지역으로 팽창하며, 부산은 대구와 광주지역으로의 수축을 제외하고 외곽의 대부분의 지역에서 팽창이 일어나는 것을 알 수 있다.

광주광역시시는 광주를 동서남북으로 나눴을 때, 거리대비 남서방향으로의 접근성이 떨어지고, 북동방향의 거리상으로도 먼 강원지역(고성, 속초, 양양, 인제, 양구, 화천, 정선, 동해, 삼척, 영월, 태백)과의 접근성이 매우 떨어지며, 울진군(경상북도)으로 접근성이 낮아 교통망상 연결성이 부족함을 알 수 있다. 그에 반하여 대구는 지리적 위치에 비해 전국대비 접근성이 대체로 높게 나타났다. 고성, 진도, 완도에 대한 접근성이 가장 낮게 나타났다. 부산의 경우 5대 도시 중에서 전국대비 가장 접근성이 낮은 도시로 분석되었다. 남해안 지역의 완도와 진도, 서해안 일대의 서



주: 윗줄의 5개 지도는 실제값을 이용한 카토그램이며, 아랫줄의 5개 지도는 제공값을 이용하여 지도변형을 가중시킨 지도이다.

그림 6. 5대도시 도로 교통망상 시간거리 카토그램

산, 태안, 홍성, 보령, 경기북부(김포, 고양, 파주, 양주, 연천, 동두천, 포천, 가평, 양평), 강원도의 대부분 지역(철원, 화천, 양구, 인제, 횡성, 고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 정선, 삼척)에 대한 접근성이 매우 떨어졌으며, 부산 주변에 위치한 지역으로의 접근성만이 높게 표현되어 전국적으로 연결성은 떨어지는 것으로 분석되었다.

2) 다차원척도법(Multidimensional Scaling: MDS)을 이용한 시간거리 접근성의 공간구조 분석

본 연구에서는 우리나라 시급 도시들의 상대적인 위치를 확인하기 위해서 다차원척도법을 적용하였다. 다차원척도법은 복잡한 관계를 적은 수의 차원(2

차원 혹은 3차원) 공간에서 단순한 구도로 시각화하여 좀 더 종합적인 관계를 나타내도록 하나의 다차원적 표현으로 감소시키기 위하여 사용하는 통계 분석 기법이다. 따라서 다차원척도법은 일반적으로 일련의 점들 사이의 거리를 단순화하거나 하나의 행렬로 나타내기 위해 사용하나 본 연구에서는 지역간 직선 거리를 바탕으로 지도화된 것을 시간거리로 지도를 변환하기 위하여 사용하였다. 이 기법은 단순분류의 특성을 넘어서서 대상물이 위치하는 지점을 시각적 구도 속에서 알려준다는 점에서 유용하게 사용된다. 본 연구에서 다차원척도법은 입력 데이터를 이용하여 공간상에서 관측 대상들 간의 상대적 거리를 가능한 한 정확히 자리매김 함으로써 다차원 평가 공간을 형성하도록 하였다.

그림 7은 우리나라 40개의 시급도시 간의 근접성

데이터에 대하여 다차원척도분석을 실행하여 얻어진 도표인데 이 도표는 기본적으로 두 측면을 보여준다. 첫째, 공간상의 지도에 대상들의 상대적인 위치를 보여준다. 도표에 위치가 표시된 점은 각 대상을 나타내는데, 대상간의 거리가 멀면 멀수록 멀리 떨어져 나타나고, 거리가 가까우면 가까울수록 가깝게 표시된다. 둘째, 도표는 근접성 데이터 속에 감추어진 구조(차원)를 보여주는데, 관측대상들의 상대적인 거리의 정확도를 높이기 위해서, 다차원 공간에의 적합은 더 이상 개선이 안 될 때까지 반복적으로 계속 된다. 이 적합의 정도를 스트레스 값(stress value)으로 나타낸다. 즉, 스트레스 값은 불일치의 정도로 볼 수 있다. 스트레스 값의 크기에 따라 차원 수 결정이 적절한지를 판단하게 된다. 스트레스 값은 $S \geq 0.2$ 매우 나쁨, $S=0.2$ 나쁨, $S=0.1$ 보통, $S=0.05$ 좋음, $S=0.025$ 매우좋음, $S=0$ 완벽함을 뜻한다. RSQ^2 값은 0.6이상 일 때 모형이 적합하다고 해석할 수 있다. 그

리나 다차원 척도분석에 의해 만들어진 결과는 각 대상간의 거리계산에 의하여 하나의 형상만을 만들어 줄뿐이지, 그 형상의 방향은 결정해 주지 않는다. 그림 7은 우리나라 40개의 시급도시들의 시간거리접근성에 대해 다차원 척도분석을 실시하여 얻은 결과이다.

그림 7에 나타난 우리나라 도시들 간의 상대적인 접근성을 분석해보면 울진군의 도로 교통망상 접근성이 가장 떨어지는 것을 알 수 있다. 그 다음으로 속초, 거제, 목포의 접근성이 떨어지며 대도시 중에서는 부산과 울산의 접근성이 낮은 것을 확인 할 수 있다. 울진군의 경우는 주변에 인접한 도시가 없어 어느 지역에 대해서도 접근성이 좋지 못한 것으로 해석할 수 있다. 거제, 여수, 목포, 속초의 경우도 이와 마찬가지로 좌표 중심축에서의 거리가 멀 뿐 만 아니라 인접한 도시들도 눈에 띄지 않는다. 부산과 울산의 경우는 좌표의 중심에서 떨어져 있지만 주변에 많은 도시들이 인접해 있어 중심으로부터 비슷한 위치에

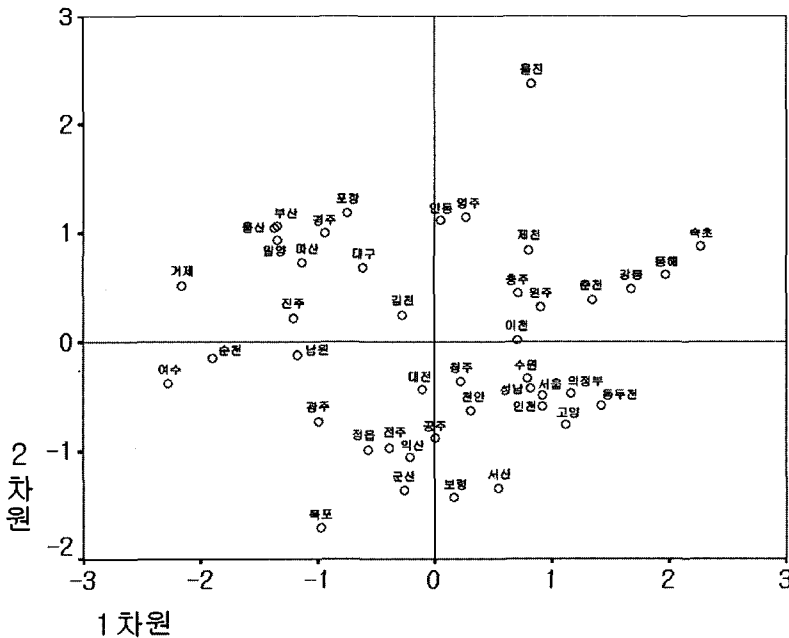


그림 7. 유클리디안 거리 모형을 이용한 다차원 척도분석

주: 인구적 측면에서의 도시의 중요성과 균등한 표본의 분포라는 기준으로 43개 지역을 선정하였음. Stress=0.11680, $RSQ^2=0.93384$.

있는 거제, 여수, 목포, 속초 등에 비해 상대적 접근성이 높은 편으로 해석된다. 광주와 대구는 주변에 발달한 시급 도시가 없고 같은 도에 위치한 순천, 여수, 목포와의 접근성도 높지 않다.

이는 서울과 부산주변에 위치한 도시들에서 인구 성장과 교통발달이 일어나고 하나의 권역을 이루고 있는 것에 비해 광주와 대전은 권역으로의 발달이 미진한 것을 알 수 있다. 강원도의 경우 원주시가 가장 높은 접근성을 보이며 지형상의 특성으로 인해 강원도 내에 위치한 도시들 간의 접근성은 선형의 관계를 이루고 있는 특징을 발견할 수 있다. 이것은 서울과 경기도에 위치한 수도권 도시들이 방사형으로 모여 서로간의 높은 접근성을 보이는 것과는 대조되는 것으로 강원도 내부 도시들 간의 연결성이 떨어지는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

전라북도도는 익산, 군산, 전주, 정읍이 서로간의 높은 접근성을 보이지만 남원시의 경우 전라남도도와 경상남도도에 위치한 도시들과 더 높은 접근성을 보이고 있어 전라북도 권역으로 보기 힘들다. 대전과 청주, 김천은 국토의 중앙부분에 위치하고 있다는 이점 때문에 모든 도시들에 대해 비교적 고른 접근성을 보인다. 그러나 대전과 청주는 수도권과 전라북도에 편중된 모습을 보이며, 김천시는 모든 대도시들과의 연결성이 가장 높고 경상지역에서 수도권지역으로 연결되는 선상의 중심에 위치하는 것을 알 수 있다.

다차원 척도법에 의해 얻어진 윤곽들은 상대공간의 표현이다. 그러면 “어떻게 이 상대공간을 절대공간 혹은 다른 상대공간과 비교할 수 있을까?”라는 의문을 제기할 수 있다. 가장 단순하고 효과적인 방법은 눈으로 비교하는 것이다. 그러나 그 문제점은 관측자의 직업과 신분에 따라 주관적 판단에 의존하여 비교된다는 것이다. 이러한 측면에서 객관적 비교의 필요성이 제기되며 보완된 방법으로 원도표와 Rubber Sheet 연속 Area 카토그램을 선택하였다.

다차원척도법에서 나타나지 않는 지역간 상대적 방향성을 보완하기 위해 다시 각 중심도시 별 원도표를 작성하였다. 먼저 기준도시(출발도시)와 비교될

각 도시들의 상대좌표는 (수치지도 좌표 - 기준좌표)의 식으로 구하고, 지도상의 직선거리(상대좌표 값 (x, y) 를 이용해 직선거리공식 $\sqrt{(x^2+y^2)}$)으로 연산

하여 지역간 시간거리 데이터를 구축하여 시급 도시들만 산출한 후 전체평균속도(직선거리기준)를 계산한 결과 1시간당 45km(45km/시간)라는 값이 산출됐다. 이를 기준으로 (45km/시간*시간거리)를 지도상의 거리로 표현하였다. 또한 ((실제상대좌표/실제직선거리)*지도상에 표현된 시간거리) 공식을 이용해 방향성을 유지하면서 거리비율만 조정하였고, 다시 x, y 값은 상대좌표이기 때문에 기준 좌표와 더하면 절대 좌표 상에 표현될 위치가 나온다.

구축된 도로 교통망상 시간거리는 각 시·군청 간의 거리로 도시 경계까지가 아닌 도시 내부까지 연결된다. 또한 지체현상을 적용한 도시 내부의 통행속도도 반영되었기 때문에 기존에 조사되었던 IC간 시간거리나 고속도로 평균 통행속도, 도로형태만을 고려한 시간거리보다 높은 값이 측정되었다. 원도표는 시각적으로 구분을 용이하게 하기 위해 80개 시급 도시만을 선택하여 작성하였다.

그림 8-12는 각각 서울, 대전, 광주, 대구, 부산을 중심으로 도로망으로의 시간거리 접근성 원도표를 나타낸 것이다. 그림 8에 나타난 것과 같이 서울에서 한 시간 반경에 위치하는 접근성이 높은 지역은 구리, 광명, 부천, 고양, 김포, 과천, 성남, 안양, 오산, 의왕, 시흥, 의정부, 남양주, 하남이며, 접근성이 가장 낮은 지역은 여수, 거제, 순천, 통영, 진해, 속초로 나타났다. 대전중심의 접근성 원도표는(그림 9) 대전에서 한 시간 권역에 계룡시만이 위치하며, 2시간 거리에 청주, 청원, 공주, 논산, 천안, 아산, 평택, 오산, 익산, 김제, 전주, 정읍, 김천, 구미시가 포함된다. 도로 접근성이 가장 낮은 지역은 태백시이고, 속초, 삼척 등 강원도지역으로의 접근성이 대체로 낮게 나타났다. 광주중심의 접근성(그림 10)은 광주에서 한 시간 거리에 나주시가 있고, 2시간 반경에 정읍, 남원, 김제, 전주, 순천, 광양시가 포함된다. 접근성이 가장

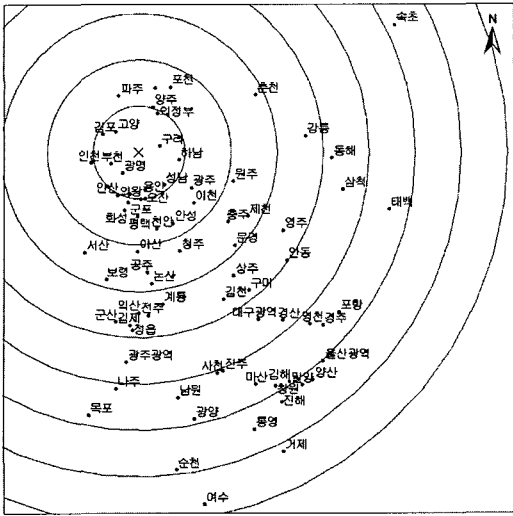


그림 8. 서울중심의 접근성 원도표

주: X표시는 중심도시인 서울이며, 하나의 원은 1시간을 의미한다.

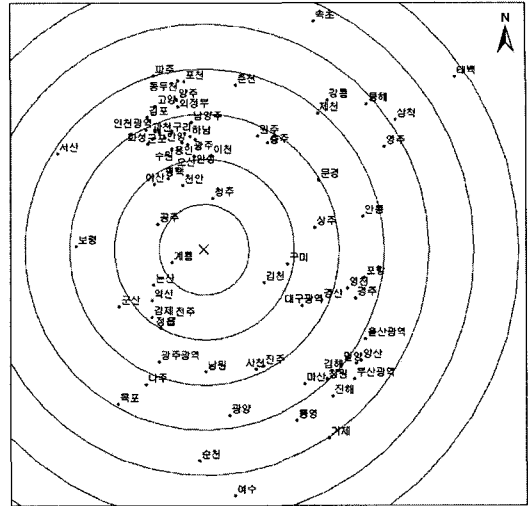


그림 9. 대전중심의 접근성 원도표

주: X표시는 중심도시인 대전이며, 하나의 원은 1시간을 의미한다.

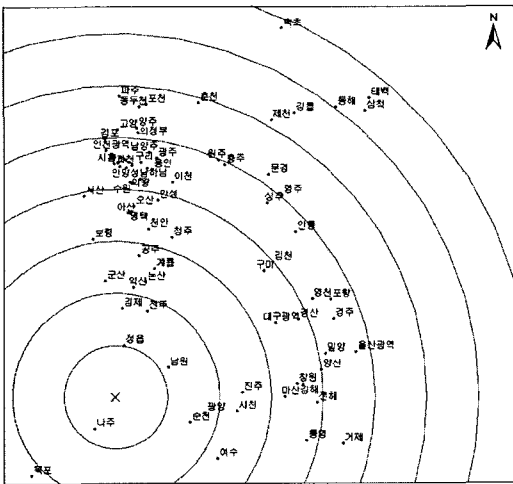


그림 10. 광주중심의 접근성 원도표

주: X표시는 중심도시인 광주이며, 하나의 원은 1시간을 의미한다.

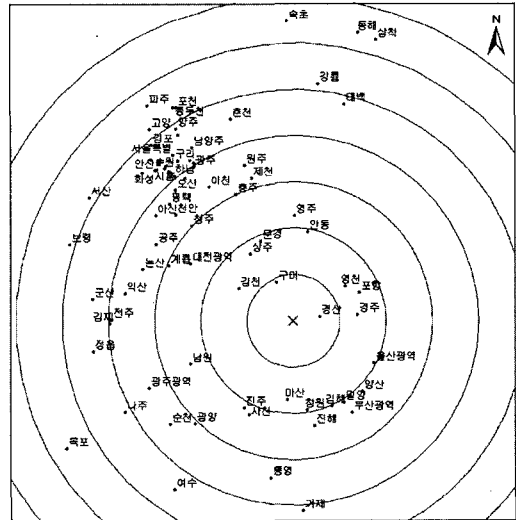


그림 11. 대구중심의 접근성 원도표

주: X표시는 중심도시인 대구이며, 하나의 원은 1시간을 의미한다.

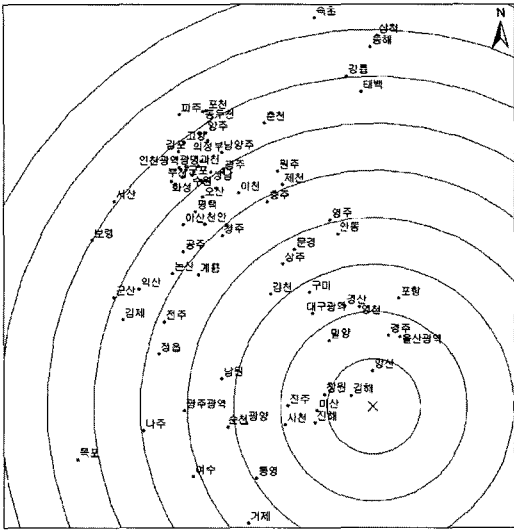


그림 12. 부산중심의 접근성 원도표

주: X표시는 중심도시인 부산이며, 하나의 원은 1시간을 의미한다.

낮은 지역은 속초, 태백, 삼척, 동해, 강릉 순으로 강원도 해안지방으로의 접근성이 가장 낮게 나타났다. 대구(그림 11)에서 가장 접근성이 좋은 도시는 경산시와 구미시이며, 가장 접근성이 떨어지는 지역은 속초, 동해, 삼척시이고, 경기도북부에 위치한 도시들과의 접근성이 좋지 않았다. 부산(그림 12)은 대구와 유사한 접근성 형태를 보이는데, 속초에 대한 접근성이 가장 낮고 김해, 양산, 창원, 마산, 진해, 울산, 경주, 밀양, 진주, 사천시와의 접근성이 높게 나타난다.

이상에서 시간거리 카트그램을 통한 5대 도시의 도로교통망 접근성을 살펴본 결과 전국대비 도로교통망 접근성 순위는 대전-대구-서울-광주-부산 순으로 대전광역시와 가장 높게 나타났고, 부산광역시의 도로교통망 접근성이 5대도시 중 가장 낮은 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 각 도시를 중심으로 생활권역의 범위를 파악하기 위해 일반적인 통근권의 한계시간거리를 100분으로 보고 우리나라 5대도시를 중심으로 100분 거리의 지역적 범위를 구해 보았다. 현재의 교

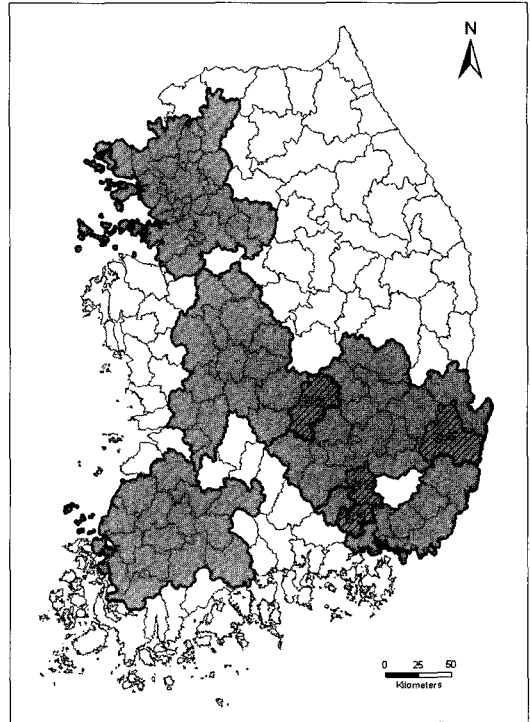


그림 13. 5대도시 시간거리 100분 이내 지역의 분포 (도로교통망 중심)

통망으로 100이내 도달가능한 지역이 가장 넓게 분포하는 도시 순위는 서울-대전-대구-광주-부산 순이다. (그림 13 참조)

서울에서 100분 이내 도달 가능한 지역은 28개 지역(인천, 부천, 김포, 고양, 파주, 동두천, 포천, 양주, 의정부, 남양주, 구리, 하남, 성남, 의왕, 과천, 군포, 안양, 시흥, 광명, 안산, 수원, 오산, 용인, 화성, 평택, 광주(경기도), 여주, 이천)이며, 대전에서 100분 이내 도달 지역은 17개 지역(천안, 진천, 증평, 청주, 연기, 공주, 보은, 옥천, 계룡, 논산, 금산, 영동, 김천, 무주, 완주, 전주, 익산), 대구에서 100분 이내 도달 지역은 16개 지역(함안, 창녕, 함천, 청도, 고령, 거창, 경산, 성주, 경주, 칠곡, 영천, 김천, 군위, 포항, 구미, 의성), 광주에서 100분 이내 도달 지역은 16개 지역(영암, 무안, 나주, 영광, 순천, 화순, 함평, 곡성, 담양, 장성, 고창, 순창, 남원, 정읍), 부산에서

100분 이내 도달 지역은 10개 지역(마산, 진해, 창원, 김해, 함안, 의령, 양산, 창녕, 울산, 경주)으로 나타났다. 김천시는 대전과 대구의 두 대도시에서 100분 이내 도달 가능한 지역이었으며, 경주시, 창녕시, 함안군은 대구와 부산의 두 대도시에서 100분 이내 도달 가능한 지역으로 중복되어 나타난다.

5. 결론

본 논문에서는 우리나라를 대상으로 절대공간을 시간거리 접근성으로 재구성하는데 있어 보다 심미성이 뛰어난 지도화 방법을 연구하고 시간거리 카토그램을 제작하였다. 또한 제작된 시간거리 카토그램을 이용하여 교통망상 접근성 구조를 분석하였다. 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 5대도시권역 도로교통망 분석에서 다차원적 도분석 결과 도시간 상대적 접근성은 울진군이 가장 떨어지는 것으로 나타났으며, 그 다음으로 속초, 거제, 목포시의 접근성이 떨어지고 대도시 중에서는 부산과 울산의 접근성이 낮게 산출되었다. 시간거리 접근성 원도표 분석에서는 5대 도시 중 서울을 제외한 대전, 광주, 대구, 부산에서 강원지역에 대한 접근성이 전반적으로 떨어지는 양상을 보였다. 서울은 경기도지방에 대한 접근성이 가장 높았으며, 접근성이 가장 낮은 지역은 여수, 거제, 순천, 통영, 진해, 속초로 나타났다. 시간거리 공간 카토그램으로 각 도시별 접근성을 분석해 본 결과, 서울은 서울-강릉축으로의 접근성이 높고, 진도, 거제 등 남해안지역에 대한 접근성이 떨어진다. 대전은 경기, 광주, 대구축으로 접근성이 높게 나타나며, 고성, 울진, 진도지역으로의 접근성이 낮다. 광주는 전북지역으로 접근성이 좋고, 강원도와 경상북도 동해안지역으로 연결성이 부족하다. 대구는 경북, 경기, 광주지역으로 높은 접근도를 보이며, 진도와 고성지역에 대해 접근성이 떨어진다. 부산은 대구와 광주지역으로의 연결성을 제외하고

대부분의 국토 외곽지역에 대해 접근성이 낮게 나타난다.

둘째, 철도교통망 분석에서는 고속철도(KTX) 개통 후 광주광역시 일대와 대구, 부산일대로 접근성이 향상되는 모습이 나타났다. 강원도 지역의 경우는 KTX 개통 이전 철도교통망상 접근성에서 낮은 연결성을 보였고, KTX 개통 이후에는 접근성이 더 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 고속철도(KTX) 개통이 강원도지역의 접근성 향상에 영향을 주지 않았으며, 오히려 다른 지역의 접근성이 향상됨에 따라 상대적 접근성은 더 떨어진 것으로 해석할 수 있다. KTX로 인한 가장 큰 접근성 향상은 대전-대구-부산축과 그 부근 지역, 그리고 서해안일대로 나타났다.

셋째, 서울을 기점으로 도로교통망 접근성과 고속철도(KTX)를 포함한 철도 교통망 접근성을 비교해 보았다. 철도교통망의 경우 철도역이 존재하는 지역을 중심으로 뚜렷한 축이 나타나며 경부선과 호남선 위주로 대전, 대구, 부산, 광주 일대 접근성이 높았고, 강원도 지방과 경상북도 북부지역, 그리고 남해안 지방의 시간거리 접근성이 매우 떨어진다. 도로교통망상 접근성 카토그램의 경우 철도교통망에 비해 경기, 강원지역에 대한 교통망 접근성이 높고, 경상남도와 전라남도지역으로의 접근성은 떨어지는 것으로 파악되었다. 강원도와 경기도로의 연결성은 도로교통망이 우수하며, 전라도와 경상도지역으로의 연결성은 철도교통망이 우수한 것으로 해석된다. 두 지도에서 공통적으로 나타나는 교통망상 접근성 낙후 지역은 광주와 부산 사이에 위치한 대부분의 시군들과 강원도의 고성, 속초, 양양, 경상북도의 울진, 영덕지역이다.

대도시권 주변의 도시들은 대도시와의 교류가 강화되면서 인접 대도시로의 접근성이 높게 나타나고 있다. 서울, 대전, 광주, 대구, 부산은 이들 도시를 중심으로 광역교통권을 형성하고 있으며, 장거리 네트워크 형성보다는 권역의 중심도시를 기반으로 연결성이 높게 나타나 권역중심의 네트워크가 형성되었음을 알 수 있다. 광역시가 지방도시 생활권의 중심

이 되므로 지방 대도시간 연결을 중심으로 교통망을 확충하는 것이 지역생활권을 활성화하는 대안이 될 수 있다. 강원지역의 경우 중심도시 역할을 수행할 대도시가 존재하지 않아 강원도내의 도시들간의 연계가 활발하게 일어나지 못하고 있다. 강원도내에서 모든 도시로의 교통망 접근성이 높은 중심도시를 분석하고, 지형특성 및 통행패턴에 알맞은 교통망을 확충할 필요성이 제기된다.

고속철도(KTX)의 개통으로 서울-대전-광주를 잇는 서해안지역과 대전-대구-부산축의 통행시간이 단축되었고, 특히 4시간 이상의 장거리에 대한 접근성이 크게 향상되었다. 이처럼 도시의 접근성이 향상되면 유동인구가 증가하게 되고, 개발가능성이 높아지기 때문에 접근성이 향상된 지방도시 중에서 국토의 균형발전을 위한 인구분산 정책을 시행하는 거점 도시를 육성할 수 있다. 고속철도역사를 중심으로 주거지와 산업시설이 복합된 신시가지를 계획하고, 철도교통망에 대한 접근도가 높은 지역을 개발하는 것이다. 기업의 입지선정에서 가장 중요한 요인은 시장 및 고객과의 접근성이다. 기업의 활동은 승용차 혹은 화물차량에 의한 수송을 중심으로 이루어지고 있기 때문에 도로교통망상 접근도가 높은 지방도시를 산출하여 적합한 도시를 선택하고 해당 도시 위주로 산업단지를 개발하는 전략을 수립할 수 있다. 이와 같은 국토의 균형발전과 효율적 이용을 위한 계획수립에 있어 본 연구에서 사용된 연구방법을 활용할 수 있다.

본 연구는 시간거리(Time-Distance)라는 보이지 않는 개념을 도식화하여 지표상의 절대공간과 실질적으로 지역간 작용하는 기능공간과의 차이를 시각적으로 표현하는 다양한 공간이미지를 지도로 표현해 보았는데 본 연구의 의의가 있다. 지표공간에서의 공간현상을 지도로 표현할 때, 물리적인 절대공간에 의해 장소와 장소간의 거리를 측정하고 지도화하는 것이 일반적이지만, 장소간의 관계는 공간의 내용에 따라 달라지기 때문에 항상 절대적이지 않다. 즉, 공간은 교통수단의 발달에 따라 수축할 수도 있으며,

개인의 공간인지에 따라 공간관계가 다르게 결정되기도 한다. 지도는 지역을 이해하기 위한 가장 좋은 수단이다.

그러나 본 연구에서 적용한 연속 면적카토그램 방법 이외에도 거리 카토그램 등 다양한 카토그램 제작 방법이 존재하며, 최근에는 면적과 거리를 접목시킨 카토그램 제작 기술도 등장하고 있어 앞으로 보다 더 연구 목적에 부합하는 지도화 방법을 적용하게 될 수도 있을 것이다. 또한 본 연구에서는 데이터 구축에 있어 현재 우리나라에서 구득이 가능한 범위로 한정하였기 때문에 과거 시대별 교통망 발전 과정 상의 시간거리 접근성의 공간구조를 비교 분석하지 못하였다. 그러나 시간거리는 공간거리와는 달리 고정되어 있지 않으며 기술의 발달, 특히 교통망이 발달하면서 변화하기 때문에 시대별 접근성 비교가 이루어진다면 시대별 국가의 기능적 공간을 파악하고 그를 바탕으로 다양한 지표 현상들의 공간적 분석이 이루어질 수 있을 것이다.

주

- 1) 통계패키지에 의한 다차원척도 분석법은 지표들 간의 상대적인 거리를 표현하는 것으로 결과물에 방향성이 반영되지 못한다는 단점이 있다.
- 2) 이것을 고안해낸 Danny Dorling(1995)의 이름을 붙여서 Dorling카토그램이라고도 한다.
- 3) 서울을 출발점으로 전국 160개 시·군에 도달하는데 걸리는 시간거리
- 4) 서울과 인접한 인천은 거리가 근접해 있어 카토그램을 작성했을 때, 육안으로 쉽게 구분하기 힘들 정도로 유사한 형태를 가지게 된다. 때문에 인접해 있는 대도시 중에서는 인구 수 등의 규모가 더 큰 지역을 중심도시로 선택하였다. 서울과 인천 중에서는 서울을 중심도시로, 부산과 울산 중에서는 부산을 중심도시로 선택하여 우리나라 7대 특별·광역시 중에서 5개 중심도시(서울, 대전, 광주, 대구, 부산)를 선택하게 되었다.
- 5) 다차원 척도법의 분석결과에 대한 신뢰성과 타당성 검증

을 위해서는 모형의 적합도 지수(RSQ)를 알아보아야 한다. 적합도 지수는 0과 1사이의 값을 가지며, 보통 0.6이상이면 설명력이 높다. (노형진, 2002, 前掲書, pp.509-537)

참고문헌

- 곽영호, 1994, 수도권 교통망의 접근도에 관한 연구, 동국대학교 대학원 박사학위 논문.
- 김형철 · 조용래, 1992, “고속도로 건설에 따른 지역간 접근도의 변화 분석,” 대한교통지리학회지, 10(3), 43-58.
- 원광희, 2003, “고속도로 건설에 따른 지역간 접근성 변화 분석,” 도시행정학보, 16(1), 49-81.
- 이금숙, 1995, “지역접근성 측정을 위한 일반 모형,” 응용지리, 18, 25-55.
- 정인철, 1992, “技能空間 構造分析 및 地圖化에 관한 方法的 研究; 時間距離 接近性を 중심으로,” 地理學, 47, 148-160.
- 조남건, 2002, 국토공간의 효율적 활용을 위한 도로망체계의 구축방향 연구, 국토연구원.
- 행정자치부, 2004, 한국도시연감.
- 행정자치부, 2005, 지방자치단체의 행정구역 및 인구현황.
- 허우궁, 2004, “교통지리정보시스템(GIS-T)에 기반한 접근성 분석,” 地理學論叢, 43, 1-32.
- 허우선, 1986, “다차원적도법에 의한 서울주민의 교통수단 선호 분석,” 대한교통학회지, 4(1), 12-27.
- 최윤정 · 이금숙, 2005, “한국 도시의 경제 문화 사회 복지적 기회 잠재력의 지역적 격차,” 한국경제지리학회 8(1), 91-105.
- Borden Dent, 1999, *Cartography: Thematic Map Design* 5th ed, Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Dorling, D., 1995, *Visualizing Changing Social Structure from a Census, Environment and Planning*, 27, 353-378.
- Dougenik, J.A., N.R. Chrisman and D.R. Niemeyer. 1985, “An Algorithm to Construct Continuous Area Cartograms”, *The Professional Geographer*, 37(1), 75-85.
- Jones, C., 1997, *Geographical Information Systems and Computer Cartography (Textbook Binding)*, Prentice Hall.
- Kocmoud, C., House, D., 1998, “A constraint-based approach to constructing continuous cartograms”. *Proceedings 8th International Symposium on Spatial Data Handling*, Vancouver.
- Lee, K. and Lee, H., 1998, “A New Algorithm for Graph-theoretic Nodal Accessibility Measurement” *Geographical Analysis*, 30(1), 1-14.
- Martellato, D. and Nijkamp, P., 1998, “The concept of accessibility revisited”, in Reggiani, A. (ed.). *Accessibility, Trade and Locational Behaviour*. Ashgate: Aldershot, England, 17-40.
- Perkins, C.R., Parry, R.B., 1990, *Information sources in cartography*, London Bowker-Saur.
- Peterson, M., 1995, *Interactive and Animated Cartography*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc.
- Kanjamla, P., Revesz, P. and Wang, Y., 1998, “MLPQ/GIS: A GIS Using Linear Constraint Databases”, In *Proc. of the 9th COMAD International Conference on Management of Data*, 389-393.
- Tobler, W.R., 1973, “A Continuous Transformation Useful for Districting”, *Annals, New York Academy of Sciences*, 219, 215-220.
- Tobler, W.R., 1986, “Pseudo-Cartograms,” *The American Cartographer*, 13(1), 43-50.
- United Nations, 2000, *Cartography and geographic information science : report on the meeting of the United Nations geographic information working group*, New York: United Nations Department of Public Information.
- Wolf, E.B., 2005, “Creating Contiguous Cartograms in ArcGIS 9”, ESRI GIS Application Support.
- Woodward, D. and G. Malcolm L., 1998, *The History of Cartography*. Volume 2, University of Chicago Press.
- 井上 亮, 2005, “カルト그램の作成手法に関する研究 - GISを用いた 統計データの新たな表現に向けて (Studies on Cartogram Construction Algorithms for Better Visualization of Statistical Data on GIS)”, 東

京大學 大學院工學系研究科 社會基盤工學專攻.
清水英範, 井上 亮, 2004, “時間地圖作成問題の汎用解法”,
土木學會論文集, 765(IV-64), 105-114.

서울고속버스터미널 : <http://www.exterminal.co.kr>

수도권 대중교통이용정보시스템 : <http://www.algoga.go.kr>

웹터미널 : <http://www.kobus.co.kr>

철도회원홈페이지 : <http://barota.com>

한국철도공사 : <http://www.korail.go.kr>

Herzog, A. 2005. MAPresso: Choropleth Maps, Cartograms.
Available online at: <http://www.mapresso.com/index.html>

Keith Clarke, Ian Bortins, Steve Demers, 2002, NCGIA:
Cartogram Central. Available online at http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central

Michael Gastner, Cosma Shalizi, and Mark Newman,
2004, Maps and cartograms of the 2004 US

presidential election results, University of Michigan.
Available online at: <http://www-personal.umich.edu/~mejn/election>

교신 : 이금숙, 서울특별시 성북구 동선동 2가, 성신여자대
학교 지리학과, Tel : 02-920-7138, Fax: 920-2041,
E-mail: kslee@sungshin.ac.kr

Correspondence: Keumsook Lee, Department of
Geography, Sungshin Women's University, Tel: 02-
920-7138, Fax: 02-920-2041, E-mail:
kslee@sungshin.ac.kr

최초투고일 2006년 6월 19일

최종접수일 2006년 7월 31일

Mapping Time-distance Cartogram and the Accessibility Analysis in Korea

So Yeon Kim* · Keumsook Lee**

Abstract : The purpose of this study is to produce time-distance cartograms based on the various Korean transportation networks, and to analyze the spatial structure of time-distance accessibilities. For the purpose this study attempts to develop continuous area cartogram by utilizing Wolf's algorithm for creating contiguous cartogram in ArcGIS 9. The absolute physical space was transformed to the functional space indexed by time-distances along various transportation networks in Korea. We examined the differences in the time-distance accessibilities among transportation networks. This study makes a comparison between the spatial structure of time-distance accessibility of KTX network with them of existing railroad network, as well as with them of road network. In order to clarify the spatial structures of time-distance accessibilities, we restructured them on the time-distance circular diagrams and performing Multi-Dimensional Scaling analysis. Overall structure of time-distance accessibilities shows similar patterns: The time distances are shrunk a lot along the Seoul-Busan axis, while coastal parts, in particular the eastern part of the county, are shrunk relatively little via all transportation networks. The Road network affects significantly on the accessibilities of cities in Gangwon-do and Gyeonggi-do, while railway network affects on the accessibilities of cities in Jeolla-do and Gyeongsang-do in general. When we compared the time-distance accessibilities based on the 5 largest cities, Seoul appears as the most accessible city from/to all other cities in Korea. We can also find significant changes in the time-distance accessibility between KTX network and existing railroad network. Cities along the KTX network, in particular cities which has KTX stops, improved significantly in time-distance accessibilities.

Keywords : time-distance cartogram, accessibility, rubber sheet method, spatial structure

* Graduate School, Department of Geography, Sungshin Women's University

** Professor, Department of Geography, Sungshin Women's University