

■ 論 文 ■

도시 교통체계의 지속가능성 평가를 위한 도시 접근성 지표

Urban Accessibility Index for Evaluation of Sustainability in Urban Transport System

신 성 일

(서울시정개발연구원 연구위원)

장 윤 미

(서울시정개발연구원 연구위원)

김 순 관

(서울시정개발연구원 연구위원)

김 찬 성

(한국교통연구원 책임연구원)

목 차

- I. 서론
 - II. 접근성 지표의 속성 및 분류
 - 1. 접근성 지표의 구성
 - 2. 접근성 지표의 분류
 - III. 도시 접근성 지표 측정
 - 1. 데이터
 - 2. 모형
 - 3. 계수의 추정 및 추정결과
 - IV. 접근성 지표의 활용
 - 1. MAG 지표와 지속가능성
 - 2. 서울시의 지속가능성 분석
 - 3. MAG 지표의 활용 예시
 - V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 접근성, 도시접근성 지표, 지속가능성, MAG(modal Accessibility Gap) 지표, 교통체계

요 약

접근성은 접근의 쉬운 정도를 개념화 한 것으로 접근성을 지표화하여 현재 교통시스템의 상태를 수치화, 현재 교통수단의 서비스 개선효과 및 새로운 교통수단의 도입 효과 측정과 같은 교통사업 평가에 중요하게 사용되고 있다. 본 연구의 목적은 다양한 도시 내 통행 행태의 분석이 가능한 서울시 도시 접근성 지표의 제안 및 활용방안 소개를 주 내용으로 하고 있다. 이를 위해 미국 Texas-Austin 대학교 교통연구센터(CTR)에서 제시한 접근성 지표를 바탕으로 서울시의 통행행태를 고려한 서울시 도시 접근성 지표를 구성하였다. 또한 본 연구에서 구성한 서울시 도시 접근성 지표를 에너지 효율적인 수단과 에너지 비효율적인 수단간의 접근성 차이를 반영하여 지속가능성 여부를 평가할 수 있는 MAG(Modal Accessibility Gap) 지표에 적용하여 2002년 서울시 교통시스템의 지속가능성을 평가해 보았다. 이와 함께 서울시 대중교통체계개편 사업이 서울시 교통시스템의 지속가능성에 어떠한 영향을 주었는지 네트워크 데이터를 이용하여 2002년도와 2004년도의 서울시 MAG 지표의 변화를 분석하였다. 서울시 도시 접근성 지표분석에 이용한 데이터는 2002년 가구통행실태조사에서 30%를 추출한 표본 자료이다.

Accessibility is the generalized definition on how ease of access. Accessibility is used to appraise transportation project such as capturing the quality of the existing state of the transportation system at diverse spatial levels. It also reflects on the effect of improvements to the existing travel modes and the introduction of new modes. The overall goal of this study is to propose a measure of urban accessibility in Seoul which can analyze various behavior of travelers in the city and to present applications. In this study, we apply measures of accessibility which are developed by CTR(The Center for Transportation Research, the University of Texas at Austin) to construct the urban accessibility index applicable for explaining trip behavior in Seoul. We evaluate sustainability of urban transport system in Seoul in 2002 by using the MAG(Modal Accessibility Gap) index which is developed to measure the accessibility gap between the more energy-efficient mode and less energy-efficient mode of transport. By analyzing the change of MAG index between 2002 and 2004 based on network data, we show how the public transportation system reform affect the sustainability in transport system.

1. 서론

접근성은 접근의 쉬운 정도를 개념화한 것이다. 접근성에 대한 연구는 전 세계적으로 활발하며 모형에 따라 혹은 적용분야에 따라 다양하게 개발되어 사용하고 있다. 정책적으로는 교통사업에 대한 평가 및 지속가능성에 대한 정책 지표로 제시되어 사용하고 있으며 통행 발생 및 통행분포에 포함되어 모형의 설명력을 높이는 중요한 설명변수로 사용하기도 한다.

접근성을 교통사업에 대한 평가 및 토지이용 변화에 의한 도시행태변화 파악과 같이 정책적으로 사용할 때는 접근성을 지표화 하여 사용한다. 접근성 지표의 경우 접근성을 어떻게 정의하느냐 혹은 이용 가능한 데이터의 수준에 따라서 적절한 모형으로 구성한다. 그러나 보통 현재 까지 주로 개발된 접근성 지표의 경우 분석 지역에 대하여 한 가지 목적 통행에 한 가지 수단에 대한 연구로 한정하여 사용하고 있다. 이는 접근성 지표를 주로 미국에서는 도로 사업에 대한 평가 지표로 혹은 일부 유럽지역에서 지속가능성에 대한 평가 지표로 이용했던 것에 기인하며 즉 보통 전자는 승용차 수단의 통근통행목적 혹은 쇼핑통행목적 후자는 대중교통수단의 통근통행목적으로 제한하여 접근성 지표 모형에 대한 연구를 수행하였다.

접근성 지표를 사용함에 있어서 도시 간 도로사업의 평가 혹은 토지이용에 따른 개괄적인 영향력을 보여 주는 것에는 이러한 단일 목적·단일 수단의 지표로 분석하는 것이 가능하였으나 도시 내 통행 행태를 고려하기 위해서는 보다 실제적인 지표의 설정이 필요하다. 도시내부에는 다양한 통행행태가 존재하기 때문에 실제 정책에 사용할 지표의 활용성을 고려한다면 다양한 통행 목적 및 통행시간, 통행수단을 고려할 수 있는 지표가 더 적합하다. 즉 다양한 통행 목적 및 통행수단을 고려할 수 있는 지표는 도시 내에서의 복잡한 통행행태를 반영할 수 있어 기존의 단일 목적의 단일 수단에 대한 분석을 주로 고려했던 지표보다 도시내부의 다양한 토지이용과 교통시스템의 연관관계를 설명하는데 보다 더 적합하다 하겠다.

이에 본 연구에서는 다양한 통행행태가 발행하는 서울시의 도시 접근성 지표를 구성하기 위하여 미국 Texas-Austin 대학교 교통연구센터(CTR)에서 제시한 접근성 지표를 바탕으로 하여 서울시의 통행행태를

반영한 도시 접근성 지표를 구성하는 것을 주 연구 내용으로 삼고 있다. 본 연구에서 서울시에 적용하고자 하는 CTR의 접근성 정의 및 모형은 기존의 다른 연구들과 다른 차별화된 우수한 특징이 있다. CTR에서는 접근성을 한 개인이 원하는 지역에서 원하는 활동을 하기 위해서 원하는 수단 및 원하는 시간에 쉽게 할 수 있는 정도로 정의하고 있는데, 위 정의에 따라 기존에 단일 목적·단일수단의 접근성 지표가 아닌 다양한 목적 및 통행시간, 통행수단에 따른 접근성 지표를 구성할 수 있다. 또한 CTR에서는 풍부한 문헌연구를 통해 6가지의 다양한 접근성 지표 모형을 제시하여 적용지역의 특성에 맞는 접근성 모형을 구성할 수 있다. 이러한 다양한 모형에 대한 비교연구는 기존 연구에서 일부 제시된바 있으나 도시내 복잡한 통행행태를 다양한 목적으로 분석할 수 있도록 제시한 내용은 CTR 접근성 지표의 가장 큰 특징이다. 본 연구에서는 CTR에서 제시한 6가지 모형들을 기본으로 하여 다양한 서울시 통행 행태를 고려하는 도시 접근성 지표를 구성하였다. 이를 위해 먼저 간단히 접근성에 대하여 고찰하고 서울시를 대상으로 출근, 쇼핑, 레크레이션 목적 통행을 승용차와 대중교통 수단별로 도시 접근성 지표를 구성하여 서울시의 접근성 특성을 분석하였다. 이와 함께 접근성 지표의 활용방안으로 승용차와 대중교통간의 접근성의 차이를 반영하여 지속가능성 여부를 평가할 수 있는 MAG(Modal Accessibility Gap)지표를 서울시에 적용하였다.

II. 접근성 지표의 속성 및 분류

1. 접근성 지표의 구성

일반적으로 토지이용과 교통 시스템은 서로 영향을 주고받으며 발전하는 것으로 알려져 있다. 토지이용의 개발은 교통수요를 증가시키고 동일한 교통 시스템의 용량을 교통수요가 넘게 되면 교통 시스템의 혼잡이 증가하게 된다. 교통 혼잡을 완화하기 위해서 교통시스템의 용량을 증대시키면 통행의 거리 및 시간 비용이 줄어들어 토지 이용 가치가 상대적으로 증가하게 되며, 결과적으로 토지이용은 더욱 활발해진다. 이러한 토지이용과 교통시스템의 상호 인과관계는 도시 계획가들 및 교통 계획가들 사이에 충분히 인식되고 있으나 상호

관계로 인한 영향력 크기에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.

1959년 Hansen은 "How Accessibility Shapes Lands Use"라는 그의 논문을 통해 토지이용과 접근성의 상호작용 효과를 측정할 수 있는 간단한 방법을 제시하였다. 그의 연구는 개념적인 접근성의 토지이용 개발에 대한 영향력을 간단한 방법으로 측정하고 있는데, 이것은 토지이용과 접근성의 상호작용에 대한 측정가능성을 제시한 것으로 접근성 연구의 전환점이 되었다. 그간 도시 계획가들은 토지이용 개발에 접근성이 많은 영향을 준다고 강조를 했었으며 여기서 접근성은 토지이용 및 교통 시스템의 영향력을 나타낼 수 있는 대리 지표로 볼 수 있다. 그 후 토지이용과 교통시스템의 상호작용에 의해 생성되는 접근성은 수많은 연구자들을 통해 다양한 모형들이 제시되었는데, 각 모형들은 접근성을 지표화하여 분석 대상지역의 현재 매력도를 분석 지역 내 타 지역과 지역별 상대적인 크기비교를 통해 파악할 수 있도록 하고 있다.

접근성 지표를 토지이용과 교통시스템의 상호작용으로 인한 영향력으로 볼 수 있다면 '접근성이 좋다'의 의미는 어떻게 해석 할 수 있는가? 토지이용 및 교통 시스템에 관련하여 일상적으로 '접근성이 좋다'라는 표현을 왕왕 사용하지만 보통 통행거리 혹은 통행시간이 짧을 때 '접근성이 좋다'라고 받아들인다. 이렇게 '접근성이 좋다'는 의미는 단순히 분석지역에서 타지역으로의 물리적인 통행시간이 적다라고 생각 할 수도 있으나 그 이면에는 도착 지역의 목적활동별 통행유인원인(통행목적)이 되는 것으로 업무단지, 쇼핑단지 혹은 학원단지 등과 같은 서비스를 제공하거나 통행의 원인 활동을 하는 장소)에 대한 통행자들의 필요욕구 혹은 수요를 고려해야 한다. 이는 접근성 모형을 구성할 때 '도달하기 쉬움(ease of reaching)'의 의미만으로 파악하기 보다는 토지이용 및 통행수요(혹은 통행 목적)을 고려해야함을 알 수 있다. 즉 '접근성이 좋다'는 단순히 '도달하기 쉽다'보다는 '토지이용이 활발한 지역들에 도달하기 쉽다'를 의미한다.

마지막으로 교통시스템의 평가 및 교통사업 선정 지표로 사용되어 접근성지표와 유사한 정책적 활용성을 가지고 있는 지표인 이동성 지표와 접근성 지표의 차이점에 대하여 논하겠다. 이동성 지표와 접근성지표의 개념상 큰 차이점은 모형 내 토지이용의 고려여부에 있다. 이동성의 개념적인 정의는 최종 목적지까지 합리적

인 비용, 시간 그리고 수단을 통하여 도달 할 수 있는 능력이며 즉, 두 지점 간 특정수단을 이용한 통행시간으로 생각할 수 있다. 하지만 접근성 지표의 경우 이동성 지표와는 달리 분석대상 지역의 교통시스템과 함께 토지이용을 고려하고 있다. 따라서 이러한 차이점으로 이동성 지표의 경우 도시 내 교통시스템의 성능 평가에 대한 효과적 판단지표로 사용할 수 있으며 접근성 지표는 현재 교통수요에 대한 고려를 할 수 있고 도시 계획 정책에 따른 교통시스템의 성능 파악 및 교통시스템과 도시 계획 사업간 영향관계에 대한 파악 및 평가가 가능하여 도시 교통정책을 수립하는데 있어서 보다 포괄적이고 실제적인 의사결정도구로 사용할 수 있다.

2. 접근성 지표의 분류

접근성 지표의 모형에 관해서 국내외적으로 많은 연구들이 있었으며 각 연구들에서 접근성 모형은 구성하는데 공통적으로 고려하는 요소가 있다; 저항(Impedance)과 유인력(Attraction). 저항(Impedance)은 교통시스템의 이용 편리성을 반영하는 속성으로 접근성 지표 자체만으로 볼 때는 접근성을 제동하는 역할을 한다. 저항은 보통 통행시간의 역수의 형태로 사용하고 있으며 저항을 표현하는 변수로 통행시간 이외에도 통행거리 및 통행시간과 통행비용을 고려한 composit impedance 행태도 제시되고 있다. 유인력(Attraction)은 분석지역의 토지이용정도를 나타내는 속성으로 해당지역에 대한 통행자들의 통행목적별 수요 및 잠재적 욕구를 반영하는 것으로 목적지 특성과 관련된다. 유인력의 변수로는 보통 인구나 종사자수, 건물 면적 등이 사용되고 있다. 여러 연구에서 각 연구자들은 이러한 접근성 지표의 두 가지 속성을 기본적으로 고려하여 다양한 방법으로 접근성을 측정하였다.

미국 CTR에서 분류한 기준을 바탕으로 하여 다양한 접근성 지표의 모형들을 분류해 보면 접근성 지표는 총 5가지 형태로 분류할 수 있다. 가장 간단한 접근성 지표의 형태는 공간 배분(Spatial Separation)으로 그래프 이론(Graph Theory)이라고도 한다. 공간배분형태는 한 존에서 통행할 수 있는 모든 존까지의 통행시간을 가중 평균한 것으로 오직 거리만을 고려한다. 이러한 지표들은 유인력의 형태로 나타나는 토지이용을 고려하지 않기 때문에 앞에서 살펴보았던 접근성 지표의 일반적인 정의에 부합되지 않는다.(Chandra Bhat et al., 2000) 이 지표의 장점은 교통망의 구조적 특성을 고려할 수 있으며 결정점

들의 접근성을 파악할 수 있다는 것에 있다. 두 번째는 누적 기회(Cumulative Opportunity) 형태이다. 누적 기회(Cumulative Opportunity) 모형에서는 접근성을 한정된 통행시간(통행거리) 동안 해당지역에서 가능한 기회의 수로 나타내었다. 이러한 형태를 가진 지표들은 보통 통행시간이나 거리 중점을 정의한 후 공간적인 단위에 대한 접근성을 두 중점 간 잠재적 활동의 수로 계산한다.(Chandra Bhat at all, 2000) 이 지표의 형태와 관련하여 연구자들은 파라미터를 특성화하여 다양한 연구 목적에 응용하였다. 하지만 이 모형의 경우 행태적 접근방식이 아니며 거리에 상관없이 유인력을 동일시하는 단점이 있다.

세 번째는 중력모형(Gravity Measure) 형태로 거리가 증가하면서 감소하는 기회들의 편익을 모형에 반영하였다. 일반적인 형태는 유인력과 거리의 함수로 표현되는데 중력모형형태에서 중요한 요소는 존의 유인력 특성, 존간 통행저항 변수, 통행저항 함수 형태이다. 많은 연구자들이 통행저항 함수 형태에 대한 연구를 하였는데, 그 대표적인 함수로 Gaussian 함수와 exponential 함수를 들 수 있다. 중력모형형태의 접근성을 이용하여 연구자들은 의료시설, 편의점, 철도역, 쇼핑, 직장 등 특정 목적 활동에 대한 접근성을 평가하였으며, 새로운 수단의 설치로 인한 접근성의 변화와 같은 교통수단의 변화로 인한 접근성의 변화를 평가하기도 하였다. 네 번째는 최대효용이론지표(Maximum Utility Measure) 형태이다. 이 것은 개인의 서로 다른 통행선택에 대해 인지하고 있는 효용을 고려하는 것으로 통행자들이 목적지까지 통행하는데 이용 가능한 교통수단, 통행 경로 등에 관련 대안 중 최대의 효용을 주는 대안을 선택하는 것으로 가정하고 있다. 이 모형의 특징은 개인의 통행특성을 주요 변수로 고려하고 있는 것으로 개개인의 통행 행태를 반영할 수 있다. 하지만 필요한 데이터의 수가 많고 관측 행태만을 반영하는 모형상의 단점이 있다. 마지막 다섯 번째는 시간-공간 지표(Time-Space measure) 형태로 최근 GIS 기술의 발전으로 많은 연구가 수행되고 있다. 시간-공간 지표의 일반적인 형태는 공간적 접근성 지표에 시간제약을 고려한 것으로 사람들이 제한된 시간을 가진다는 가정을 하여 모형을 구성하고 있다. 이 모형의 연쇄통행에 대한 평가가 가능하다는 장점이 있는 반면 분석에 필요한 데이터가 너무 많이 필요로 하는 단점이 있다. 각 모형의 일반적인 형태는 <표 1>에서 확인할 수 있다.

<표 1> 접근성 지표의 형태적 모형 분류

명칭	모형	
Spatial Separation (Graphy Theory)	$A_i = \frac{\sum d_{ij}}{b}$	A_i : 존 i 의 접근성 d_{ij} : 존 i, j 간 거리 b : 파라미터
Cumulative Opportunity	$A_i = \sum_i O_i$	O : t 시간동안 갈 수 있는 지역에 있는 유인력
Gravity Measure	$A_i = \sum_j \frac{O_j}{t_{ij}^\alpha}$	O_j : j 존의 유인력 t_{ij} : 존간 통행시간 α : 파라미터
Maximum Utility Measure	$A_i = E[Max_{i \in C} U_{i=1}]$ $= \ln \sum_{i \in C} \exp(V_{i=1})$	

III. 도시 접근성 지표 측정

본 연구에서는 접근성 지표를 '한 개인이 원하는 종류의 활동을, 원하는 지역, 원하는 수단 및 원하는 시간에 쉽게 행할 수 있는 정도를 측정하는 지표'로 정의한다. 위 정의는 미국 Texas-Austin 대학교 교통연구센터(CTR)에서 다양한 통행 행태가 나타나는 도시의 접근성 지표를 실제적으로 구성하기 위하여 정의한 내용으로 접근성을 통행목적별·통행수단별·통행시간대별로 나타낼 수 있다.

1. 데이터

'2002 서울시 가구통행 실태조사'의 자료를 활용하여 서울시의 각 소존별 통행목적별 승용차와 대중교통수단의 도시 접근성 지표를 구성하였다. 각 접근성 지표 모형의 계수를 산출하는 데 개인 통행 자료 및 존간 통행시간, 오디 자료를 이용하였으며 도시의 유인력을 나타내기 위하여 사회경제지표 자료를 이용하였다. 모든 자료의 지역 구분은 소존 단위로 되어있다.

도시의 유인력을 나타내기 위하여 이용한 사회경제 지표 경우 미국 CTR은 레크레이션 목적 통행을 주차장 연면적 자료를 이용하여 토지이용 정도를 나타내었으나 서울시에 적용 시 3차산업 종사자수를 이용하여 모형을 구성하였다. 미국 CTR에서는 레크레이션 목적 통행을 공원에 가는 통행을 주 대상으로 삼고 있는 반면 본 연구에서는 CTR의 레크레이션 목적 범위를 보다 넓게, 여가/오락/친교통행을 레크레이션 목적 통행의 범위로 삼았다. 레크레이션 목적 통행에 대한 접근성 지표 분석 연구는 국내에서 연구된 바 전무하며 국외에서 역시 그 사례를 찾기 힘들어 토지이용 정도를

〈표 2〉 2002 서울시 가구통행실태조사 자료

범례	분류 내용
목적	출근, 쇼핑, 레크레이션 통행
시간	첨두2시간(도착시간기준)
수단	승용차, 대중교통(버스, 지하철)
지역	서울 발생, 수도권도착통행

〈표 3〉 사회경제지표 자료

목적	이용 자료	지역 단위
출근	총 종사자수	행정동별
쇼핑	도소매업 종사자수	행정동별
레크레이션	3차산업 종사자수	행정동별

CTR연구방법과 동일한 소존별 주차장 연면적 자료를 이용하여 나타내고자 하였으나 2002년 소존별 주차장 연면적 자료를 구득 할 수 없는 자료의 한계로 3차산업 종사자수를 이용하여 모형을 구성하였다. 서울시의 경우 여가/오락/친교 통행의 경우 상가 혹은 공원으로 이뤄지며 이에 각 지역별 3차산업 종사자수를 통해 상가 및 공원의 토지이용 정도를 나타낼 수 있다고 가정하였다.

2. 모형

미국의 CTR에서는 다음의 6가지 모형을 Dallas-Fort 지역에 적용하여 승용차통행에 대하여 설명력이 가장 높고, 이론적 완성도가 높은 모형을 하나 선택하였다. 6가지 모형은 누적기회(Cumulative Opportunity)모형 2가지와 중력모형(Gravity Measures)형태의 4가지 모형이며 이렇게 다양한 모형의 결과를 서로 비교한 이유는 모형마다 서로 다른 특성을 가지고 있기 때문에 해당 분석지역의 특성에 가장 적합한 모형을 선정하기 위해서이다. 이러한 6가지 모형을 서울시의 통행특성을 고려하여 적용한 후 서울시에 가장 적합한 모형을 선택하였다. 각 모형은 출근목적, 쇼핑목적, 레크레이션 목적 통행을 대상으로 승용차 통행과 지하철과 버스를 포함한 대중교통 수단(CTR의 경우 승용차 통행만을 대상으로 함)의 접근성 지표에 각각 적용되었다.

각각의 모형들을 서울시에 적용 시 서울시의 통행특성 및 이용가능한 자료의 수준을 고려하여 다음의 작업을 수행하였다.

- (a) Cumulative Opportunity 모형에서 15분, 30분 통행단위시간을 30분, 40분으로 조정

〈표 4〉 후보 접근성 지표 모형

지표명	지표형태	변수설명
Cumulative Opportunities	$A_i = \sum_j O_{ij}$	O_{ij} : 존 j로부터 t시 간안에 있는 존 i의 기회
Gaussian	$A_i = \sum_j O_{ij} \exp\left[-\frac{(t_{ij}/t_a)^2}{2}\right]$	t_{ij} : i, j 존간 통행 시간 t_a : 목적활동의 평균통행 시간
Composite Impedance	$A_i = \ln\left[\frac{1}{J} \sum_j \left(\frac{O_{ij}^a}{C_{ij}^a}\right)\right]$	J : 분석지역내 총존의수
Activity/Distance	$A_i = \ln\left[\frac{1}{J} \sum_j \left(\frac{O_{ij}}{d_{ij}^a}\right)\right]$	d_{ij} : i, j 존간 거리
Activity/IVTT	$A_i = \ln\left[\frac{1}{J} \sum_j \left(\frac{O_{ij}}{IVTT_{ij}}\right)\right]$	$IVTT_{ij}$: i, j 존간 차내통행시간

- (b) Composite impedance 모형 변형
- (c) Activity/IVTT 모형에서 차내통행시간대신 총 통행시간 사용.

첫째, Dalls/Fort 지역의 경우 평균 출근 시간과 평균 쇼핑 통행시간은 24분, 16분이었으나 서울의 경우 2002년 가구통행실태조사의 결과에 의하면 서울시 관련 통행에서 승용차 통행의 경우 43분, 30분이었다. 이에 누적기회(Cumulative Opportunity)모형의 통행시간 단위를 30분, 40분으로 조정하여 서울시에 적용하였다.

둘째, CTR에서 구성한 통합저항(Composite Impedance) 모형의 경우 출근 통행은 차외통행시간과 차내통행시간을 쇼핑은 차내통행시간 및 주차비용, 레크레이션 통행은 차내통행시간을 고려변수로 삼았다. 서울시에 통합저항(Composite Impedance)모형을 적용하기 위해서 존간 차외통행시간/차내통행시간/주차비용 데이터가 필요함을 알 수 있으나 다음의 이유로 모형의 구성 시 통합저항(Composite Impedance) 모형을 변형하여 사용하였다. ① 쇼핑통행에서 고려한 주차비용변수는 서울시에 있는 대부분의 쇼핑센터의 경우 대규모 주차장을 완비하고 있으며 도로변 불법 주차로 주차시설을 이용하지 않는 사례도 왕왕있어 주차비용의 크기를 통행자들이 쇼핑시설을 이용하는 설명변수로 사용하기에 적합하지 않다고 판단하여 사용하지 않았다. 또한 서울시 소존별 주차비용 자료를 구득할 수도 없었다. ② 2002년 가구통행실태조사 데이터에서는 존간 차외통행시간 및 차내통행시간이 구분되어 있지 않다.

이러한 이유로 통합저항(Composite Impedance) 모형을 서울시에 적용하기 위해서 각 목적별 비용을 총 통행시간변수만으로 삼았으며 단, α, β 변수는 CTR에서 적용했던 바와 같이 비직계 목적지 선택모형을 이용하

여 추정하였다. 이러한 이유로 서울시에 적용한 통합저항(Composite Impedance)모형은 또 다른 형태의 차내통행시간저항(Activity/IVTT) 합수형태로 볼 수 있다.

셋째, 차내통행시간저항(Activity/IVTT) 모형에서 존간 차내통행시간 자료대신 총 통행시간을 이용하여 모형을 구성하였다. 그 이유는 통합저항(Composite Impedance) 모형에서 설명한 내용으로 2002년 가구통행실태조사 데이터에서는 존간 차외통행시간 및 차내통행시간이 구분되어 있지 않다.

3. 계수의 추정 및 추정결과

각 모형 중 통합저항(Composite Impedance)모형, 거리저항(Activity/Distance)모형, 내부통행시간저항(Activity/IVTT)모형은 서울시의 통행태를 나타내는 계수의 추정이 필요하며 이러한 계수의 추정 시 통합저항(Composite Impedance)모형의 α 및 μ 는 목적지 선택 모형(logit model)을 이용하였으며 거리저항(Activity/Distance)모형 및 내부통행시간저항(Activity/IVTT)모형은 회귀모형을 사용하였다.

통합저항(Composite Impedance)모형의 경우 다음과 같은 목적지 선택 모형(destination choice model)을 이용하여 α 와 μ 를 추정하였다.

$$V_{ij}^{Activity} = \alpha^{Activity} \times \ln(ActivityMeasure)_j - \mu^{Activity} \times \ln(Impedance)_{ij}$$

통합저항(Composite Impedance)모형의 계수를 추정하기 위해서 사용한 통행자료는 '2002 가구통행실태조사'서울관련 통행자료 중 각 목적 통행별 첨두시간 개인 통행자료이다. 개인 통행자료는 통행 목적별로 복합수단을 포함한 승용차 및 대중교통 수단으로 구분되어 있으며, 전체 통행자료의 30% 표본자료를 이용하였다. 또한 이렇게 구성된 표본 자료 중 서울관련 통행에 한정된 총 42,559개의 개인 통행자료만을 이용하였다. 목적지 선택 모형(destination choice model)을 이용하여 계수를 추정하기 위해서는 선택 존과 선택하지 않은 대안존에 대한 통행자료(통행시간, 도착지존 토지이용형태 대리변수)를 구축하여야 한다. 기존 연구에서 대안이 많을 경우 이를 모두 고려하지 않고 약 6~20개의 대안만을 고려해서 추정하여도 추정력이 높은 것으로 연구된 바 있어 본 연구에서는 비복원 표본 추출방법으로 각 통행별 6개의 대안집합을 구성하였다.

통행거리저항(Distance Impedance)모형 및 내부통행시간저항(IVTT Impedance)모형의 경우 집계 자료를 이용하여 회귀분석방법을 통하여 통행저항에 대한 α 계수를 추정하였다. 통행거리저항모형은 독립변수로 단위 통행거리(5km)당 통행목적별 누적 통행량을 종속변수로는 단위 통행거리를 이용하였다. 마찬가지로 내부통행시간저항 모형에서 독립변수는 단위 통행시간(10분)당 통행목적별 누적 통행량을 삼고 종속변수는 단위 통행시간을 사용하였다. 추정결과는 <표 5~7>에서 확인할 수 있다.

Dalls/Fort 지역과 서울시의 각 모형별 계수 산출 결과를 비교해보면 각 지역의 특성을 확인할 수 있었다. 첫째, 거리 및 차내 통행시간의 계수는 Dalls/Fort 지역이 서울에 비해 크다. 이는 서울이 Dalls & Fort 지역에 비해 통행시간 및 거리에 대한 민감도가 크다고 해석된다. 둘째, 각 존의 토지이용기회의 경우 출근통행은 비록 약간 계수값이 작게 나왔지만 쇼핑통행 및 레크레이션의 경우 계수값을 서울과 Dalls/Fort 지역과 비교해보면 서울이 Dalls/Fort 지역보다 값들이 컸다. 출근통

<표 5> 통합저항모형의 계수 추정

목적	변수	승용차		대중교통	
		계수	t값	계수	t값
출근	내부통행시간	1.201	101.32	0.4753	49.779
	총종사자수	0.7496	82.887	0.9392	103.042
	L(0)	-41562.69		-36437.17	
	L(c)	-28472.54		-27786.11	
쇼핑	내부통행시간	2.0203	18.496	0.7319	17.169
	도소매종사자수	0.6982	9.178	0.8307	22.22
	L(0)	-819.23		-2002.34	
	L(c)	-369.34		-1453.69	
레크레이션	내부통행시간	1.3358	14.747	0.3412	6.022
	3차산업종사자수	0.2082	2.546	0.6987	12.728
	L(0)	-579.88		-918.47	
	L(c)	-407.24		-792.96	

<표 6> 거리저항모형의 계수 추정

구분	승용차			대중교통		
	출근	쇼핑	레크레이션	출근	쇼핑	레크레이션
계수	1.6855	1.4525	1.3726	1.725	1.9014	1.516
t값	7.83	4.03	7.79	7.98	4.87	7.67
R ²	0.77	0.67	0.79	0.76	0.75	0.79

<표 7> 내부통행시간저항모형의 계수 추정

구분	승용차			대중교통		
	출근	쇼핑	레크레이션	출근	쇼핑	레크레이션
계수	1.7444	1.512	1.473	1.7972	1.7466	1.4708
t값	8	6.4	8.53	9.14	7.5	9.28
R ²	0.78	0.77	0.82	0.8	0.81	0.81

〈표 8〉 각 모형의 계수 추정 결과(승용차)

모형명	CTR			SDI		
	$t = 15, 30$			$t = 30, 40$		
Cumulative Opportunities						
Gaussian	출근	$t = 24$ 분		출근	$t = 37$ 분	
	쇼핑	$t = 16$ 분		쇼핑	$t = 27$ 분	
	레크레이션	$t = 15$ 분		레크레이션	$t = 33$ 분	
Composite Impedance		α	μ		α	μ
	출근	0.7554	2.6507	출근	0.7496	1.2010
	쇼핑	0.2868	3.0780	쇼핑	0.6982	2.0203
	레크레이션	0.1376	2.6770	레크레이션	0.2082	1.3358
Activity /Distance		α			α	
	출근	2.0347		출근	1.6855	
	쇼핑	2.5000		쇼핑	1.4525	
	레크레이션	3.0751		레크레이션	1.3726	
Activity /IVTT		α			α	
	출근	2.6194		출근	1.7444	
	쇼핑	3.1600		쇼핑	1.5120	
	레크레이션	3.9191		레크레이션	1.4730	

행과 쇼핑 통행은 서울과 Dalls/Fort 지역이 동일한 사회경제지표를 이용했었기 때문에 직접적인 계수 크기 비교를 할 수 있는데, 출근목적 통행의 경우 서울과 Dalls/Fort 지역이 비슷한 토지이용 밀도를 보여주며 쇼핑 통행은 서울이 Dalls/Fort 지역보다 밀집된 토지 이용을 보여준다고 해석 가능하다.

서울의 승용차와 대중교통의 각 모형에 필요한 계수산출 결과를 종합한 것이 〈표 9〉이다. 내부통행시간저항(Activity/IVTT)모형과 거리저항(Activity/Distance) 모형의 계수에서 공통적으로 승용차와 대중교통의 계수값이 대체적으로 승용차에 비해서 대중교통이 약간 큼을 확인할 수 있어 대중교통에 비해서 승용차를 이용하는 통행자들이 통행시간 및 통행거리에 더 민감한 것으로 볼 수

〈표 9〉 각 모형의 계수 추정 결과(서울시)

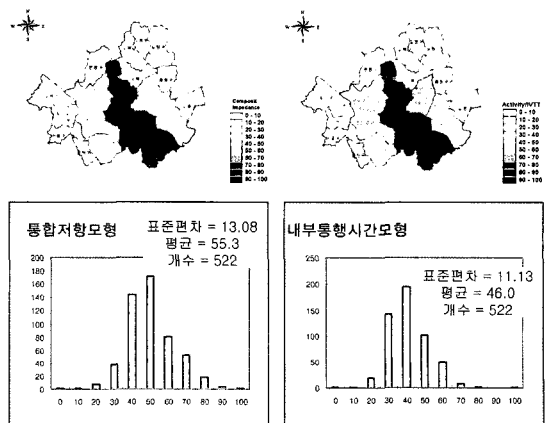
모형명	승용차			대중교통		
	$t = 30, 40$			$t = 30, 40$		
Cumulative Opportunities						
Gaussian	출근	$t = 37$ 분		출근	$t = 52$ 분	
	쇼핑	$t = 27$ 분		쇼핑	$t = 36$ 분	
	레크레이션	$t = 33$ 분		레크레이션	$t = 33$ 분	
Composite Impedance		α	μ		α	μ
	출근	0.7496	1.2010	출근	0.9392	0.4753
	쇼핑	0.6982	2.0203	쇼핑	0.8307	0.7319
	레크레이션	0.2082	1.3358	레크레이션	0.6987	0.3412
Activity /Distance		α			α	
	출근	1.6855		출근	1.7250	
	쇼핑	1.4525		쇼핑	1.9014	
	레크레이션	1.3726		레크레이션	1.5160	
Activity /IVTT		α			α	
	출근	1.7444		출근	1.7972	
	쇼핑	1.5120		쇼핑	1.7466	
	레크레이션	1.4730		레크레이션	1.4708	

있다. 하지만 그 차이가 미미하고 평균통행시간의 경우 승용차와 대중교통의 차이가 크게 나타나는 것으로 보아 대중교통으로 수단을 선택하는 통행자들은 통행시간 및 통행거리 보다 금전적인 통행비용에 의해 대중교통을 선택하고 있는 것으로 해석할 수 있다.

4. 서울시 도시접근성 모형 선택

서울시의 교통시스템 및 토지이용현황을 가장 잘 반영하는 접근성 지표 모형을 선정하기 위하여 다음과 같은 사항을 검토하였다.

첫째, 승용차 수단과 대중교통 수단에 대하여 각 모형별 전반적인 설명력을 살펴보았다. 각 모형의 접근성 지표 계산 결과를 1~100사이의 분포를 갖도록 정규화하여 지역별 혹은 모형별로 상대적 크기 변화 정도를 검토하였다. 이를 위해서 각 모형의 결과값을 구간위로 집계하였으며, 여기서 log 함수 형태인 통합저항(Composite Impedance)모형, 거리저항모형, 차내시간저항모형의 집계는 CTR에서 제시한 집계방법을 이용하였다. 모형을 선택하기 위해 세운 가정은 전 목적에 대해서 서울 도심부와 서초구 및 강남구의 접근성이 타 구에 비해 높을 것 그리고 쇼핑통행과 레크레이션 통행에서는 이와 함께 대형 쇼핑상가가 위치한 구(동대문구, 용산구, 중구, 강남구, 서초구)와 인구가 많은 구(송파구, 노원구, 강남구, 강서구)의 접근성이 다른 지역에 비해 높을 것이었다. 이러한 설명력 비교와 함께 소준 결과 값을 가지고서 각 모형별 지표값들의 빈도분포를 검토하였다. 결과 값의 분포가 정규분포를 띄는 모형이 그렇



〈그림 1〉 승용차의 토건목적 지표결과 비교 (통합저항모형과 내부통행시간저항모형)

지 않은 모형에 비해 설명력이 높은 것으로 판단하였다.

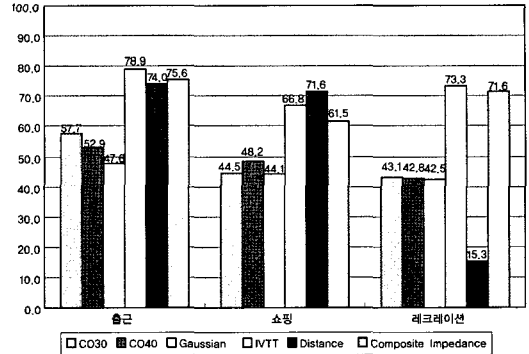
전반적인 모형설명력 및 빈도분포를 살펴보았을 때 내부통행저항모형과 통합저항모형이 타 모형에 비해 우수하였다. 다음의 그림은 출근통행에 대한 승용차 수단 통행의 내부통행저항모형 및 통합저항모형의 접근성 분포 및 빈도수이다.

둘째, 2002년 구별 구세 자료를 지역별 소득의 대리변수로 삼고 각 모형별 소득별 접근성 정도 및 각 소득별 모형별 접근성 정도를 검토하였다. 각 소득 구분은 서울시 25개의 구를 인구당 구세를 기준으로 저·중·고로 나누었는데, 저소득은 50,000(원)미만인 10개구, 중간소득은 50,000(원)이상 100,000(원)미만인 9개구, 고소득은 100,000(원)이상인 6개구이다.

각 모형별 소득별로 평균 접근성 값을 살펴볼 때 저소득, 중간소득, 고소득 순으로 접근성이 높다고 가정하였으며, 각 소득별 모형별 접근성 정도는 각 모형별로 큰 차이가 없다고 가정하였다.

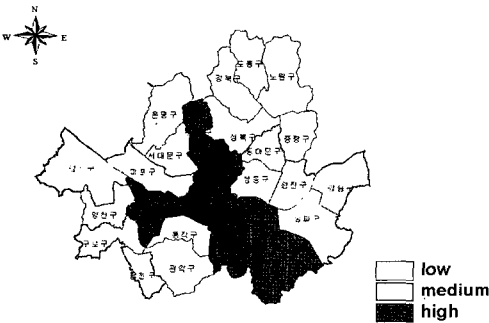
모형별 소득별 평균 접근성 값은 거리저항(Activity/Distance)모형을 제외하고는 전 모형에서 합리적인 결과가 도출되었다. 특이한 사항은 소득별 모형별 비교에서는 누적기회모형(CO30, CO40) 및 가우시안(Gaussian)모형이 통합저항(Composite Impedance)모형, 거리저항(Activity/Distance)모형 및 내부통행시간저항(Activity/

IVTT)모형에 비해 대체적으로 적은 값을 볼 수 있었던 점이다(〈그림 4〉참조).

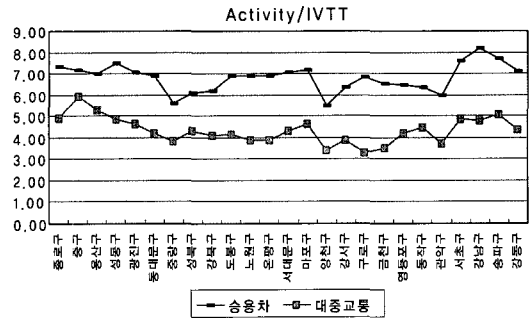


〈그림 4〉 승용차의 소득별 모형별 접근성비교(고소득군)

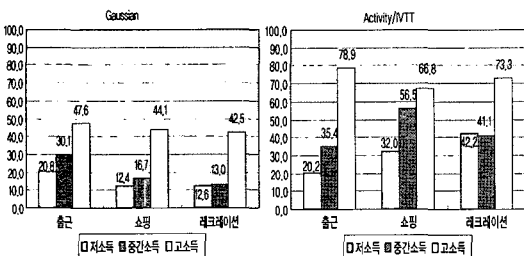
셋째, 각 모형별로 승용차와 대중교통의 접근성 지표 절대값을 비교하였다. 수단간 비교시 각 목적별 토지이용정도는 동일하므로 수단간 교통시스템 정도는 접근성 크기에 큰 영향을 준다. 2002년 서울시 가구통행실태조사 보고서 분석결과에서 서울시 관련통행은 승용차수단이 대중교통수단에 비해 통행시간이 적으므로 수단간 접근성지표 값 비교 시 승용차 수단의 접근성이 대중교통 수단에 비해 높다는 가정을 세웠다.



〈그림 2〉 서울시 소득수준에 따른 구분



〈그림 5〉 수단간 접근도 값 비교(출근목적)



〈그림 3〉 승용차의 모형별 소득별 접근성 비교

이러한 세 가지의 검토사항에 따른 수단별·목적별·모형별 평가결과는 〈표 10〉에서 볼 수 있다. 최종 모형의 선택 시 출근목적의 적합성을 쇼핑 및 레크레이션 목적의 적합성보다 가중하여 고려하였다. 이러한 과정을 통해 수단별·목적별로 각 모형들 중에서 서울시의 통행태를 가장 잘 나타내고 있는 모형은 내부통행시간저항모형으로 이 모형을 서울시 도시 접근성 지표로 선정하였다.

〈표 10〉 접근성 모형별 성능 비교

구 분		전반적 성능		소득별 성능		수단간 비교성능
		승용차	대중교통	승용차	대중교통	
CO30	출근	fair	fair	good	good	fair
	쇼핑	fair	bad	good	good	bad
	레크레이션	bad	bad	good	good	fair
CO40	출근	fair	fair	good	good	fair
	쇼핑	fair	bad	good	good	bad
	레크레이션	fair	bad	good	good	fair
Gaussian	출근	fair	bad	good	good	bad
	쇼핑	fair	bad	good	fair	bad
	레크레이션	bad	bad	good	good	bad
Composite Impedance	출근	good	good	good	good	bad
	쇼핑	good	fair	good	good	good
	레크레이션	good	good	good	good	fair
Activity /Distance	출근	good	good	good	good	good
	쇼핑	fair	good	fair	fair	good
	레크레이션	bad	bad	fair	fair	good
Activity/ IVTT	출근	good	good	good	good	good
	쇼핑	fair	good	good	good	good
	레크레이션	good	good	good	good	fair

IV. 접근성 지표의 활용

환경오염이 전 세계적으로 이슈화되면서 지속가능한 교통시스템에 대한 관심이 커졌다. 지속가능한 교통시스템이란 환경의 질을 저해함 없이 경제성장과 사회발전을 이루면서 사람, 장소, 물건, 서비스에 대한 접근성과 이동성을 증진시켜 도시경쟁력을 강화할 수 있는 교통체계를 의미한다. 이러한 지속가능한 교통시스템을 추구하기 위한 대안 중의 하나는 승용차수단보다 대중교통을 이용하는 것이다. 교통시스템의 지속가능성은 환경을 저해하는 정도가 적으며 에너지 효율이 높은 수단에 대한 통행의존도가 클수록 크다고 볼 수 있기 때문에 개인 교통수단보다 대중교통수단의 이용이 높을수록 지속가능성이 높다고 생각 할 수 있다.

본 연구에서는 앞 절에서 개발한 서울시 도시접근성 지표 활용방안으로 승용차와 대중교통간의 접근성 차이를 반영하여 지속가능성 여부를 평가할 수 있는 MAG (Modal Accessibility Gap)지표를 서울시에 적용하여 서울시의 지역별 지속가능성 정도를 분석하였다. 또한 MAG 지표의 활용 방안을 제시하고자 2004년도 네트워크 분석 자료를 이용하여 대중교통 사업으로 인한 대중교통 서비스 증진이 교통시스템의 지속가능성에 어떠한 변화를 주는지에 대하여 살펴보았다. 이러한 MAG 지표는 서울시 교통시스템의 지속가능성을 평가할 수 있는 한가지 지표로 중요하게 사용할 수 있다.

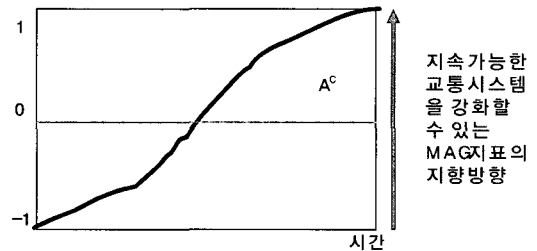
1. MAG 지표와 지속가능성

MAG지표는 대중교통수단과 승용차 교통수단의 접근성 지표간의 차이를 나타내는 것으로 Rebecca & Anthony(2002)가 제시하였다. MAG 지표는 -1.0~1.0사이의 값을 갖게 되며 1.0에 가까울수록 지속가능한 교통시스템을 의미한다.

$$MAG = \frac{A^p - A^c}{A^p + A^c}$$

여기서, A^p : 대중교통의 접근성지표

A^c : 승용차의 접근성 지표



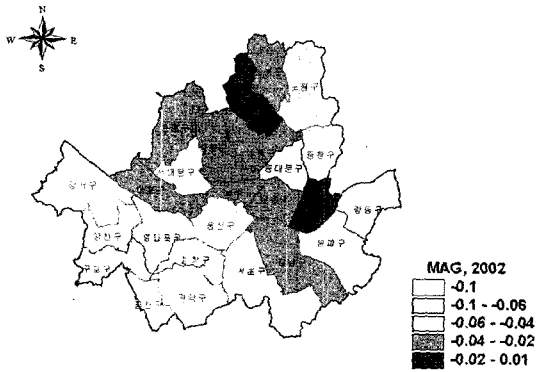
〈그림 6〉 MAG 지표값의 범위

2. 서울시의 지속가능성 분석

2002년 서울시의 MAG 지표 분석에 앞서 승용차와 대중교통의 접근성 지표 차이를 살펴보면 승용차에 비해 대중교통의 접근성이 좋은 곳은 광진구 단 한곳뿐이었다. 승용차에 비해 대중교통의 접근성이 가장 낮은 곳은 동대문구였으며 서초구, 구로구, 영등포구가 그 뒤를 따르고 있다.

이러한 내용은 서울시의 지역별 교통시스템 지속가능성 정도를 살펴볼 수 있는 MAG 지표 분석결과에서도 동일하게 나타난다. 〈그림 7〉에서 2002년도의 서울시 MAG지표의 분포를 볼 수 있는데 -1.0~0.1의 범위를 나타냈다. 가장 MAG 지표가 낮은 지역은 동대문구였으며 가장 높은 지역은 광진구로 분석되었다. 전반적으로 2002년도의 서울시의 전 지역이 대중교통으로 접근하기보다 승용차로 접근하기 좋은 교통시스템을 가진 것으로 해석할 수 있다.

MAG 지표를 해석 할 때 절대값의 크기 또한 부호



〈그림 7〉 2002년 서울시의 MAG지표 분포

의 방향과 함께 중요한데, 이는 접근성 지표의 차이가 크다면 보다 많은 사람들이 접근성이 높은 수단을 선택할 것이기 때문이다. 2002년 서울시의 경우 MAG 지표의 값이 가장 낮은 지역은 동대문구였으며, 동대문구는 또한 절대값도 가장 높았다. 따라서 동대문구로 통행하려는 사람들은 대중교통보다는 승용차를 이용하여 통행하려는 강렬한 편의를 가지게 될 것이며 이 지역의 지속가능성 정도는 더욱 낮아지게 될 것이다. 만약 동대문구의 MAG 지표의 절대값 차이를 줄이게 되면 사람들 일부는 승용차수단을 이용하지 않고 대중 교통 수단을 이용하게 될 수 있음을 시사한다.

3. MAG 지표의 활용 예시

MAG 지표를 활용하여 현재 교통시스템이 지속가능한 것인가에 대한 평가를 수행 할 수 있으며 또한 교통 수요에 영향을 줄 수 있는 정책들(토지이용계획 변화, 대중교통 및 승용차 서비스 증진 사업 실시)이 교통시스템의 지속가능성에 도움을 줄 수 있는 가에 대한 평가를 할 수 있다.

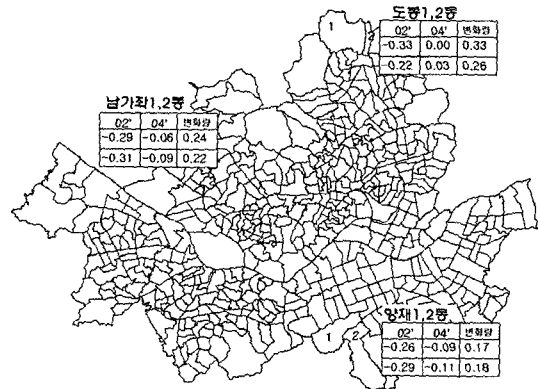
본 절에서는 MAG 지표의 활용예시로 2004년도 서울시 대중교통 체계 개편 사업의 시행이 서울시 교통시스템의 지속가능성에 끼친 영향을 시뮬레이션 자료를 이용하여 분석하였다. 다음은 분석에 이용한 데이터에 대한 설명이다.

- (a) 분석지점 : 중앙버스전용차로제의 시행구간과 인접되어 있는 도봉-미아축의 도봉1·2동, 수색성산로축의 남가좌1·2동, 강남대로와 삼일로의 연결축의 양재1·2동

- (b) 통행시간자료 : 2002년과 2004년의 오전첨두시간 네트워크 시뮬레이션 자료
- (c) 종사자수 : 소존별로 구득할 수 있는 최근년도자료(서울시-2003년, 인천 및 경기도-2002년)
- (d) 내부통행시간저항 모형의 계수 : 앞에서 추출한 승용차 및 대중교통의 2002년도 계수

분석결과는 〈그림 8〉에서 볼 수 있다. 2002년의 경우 모든 분석지점에서 MAG 지표값이 음수였으며 2004년의 경우 도봉1·2동을 제외하고는 모두 음수값이 나타났다. 비록 아직까지 대체적으로 대중교통에 비해서 승용차의 접근성이 좋은 것으로 분석결과가 나타났으나 그 정도가 상당히 개선되었음을 알 수 있다. MAG 지표의 변화가 가장 크게 나타난 도봉1동·2동의 경우 2002년 음수의 값을 보여주었으나 2004년에는 양수로 변해 승용차에 비해 대중교통의 접근성이 더 우수해 진 것으로 해석된다.

이러한 결과를 통해 대중교통시설에 대한 투자로 대중교통 서비스가 증진되었을 때 교통시스템의 지속가능성은 더 높아짐을 확인 할 수 있었다. 또한 접근성 지표를 활용한 MAG 지표가 지속가능한 교통시스템을 추구하기 위한 평가지표로 효과적으로 이용될 수 있음을 보여주었다.



〈그림 8〉 MAG 지표 변화(02년 및 04년)

V. 결론

본 연구는 다양한 도시 내 통행 행태의 분석이 가능한 서울시 도시 접근성 지표의 제안 및 활용방안 소개를 주 내용으로 하고 있다. 이를 위해 미국 Texas-

Austin 대학교 교통연구센터(CTR)에서 제시한 접근성 지표를 바탕으로 서울시의 통행행태를 고려한 서울시 도시 접근성 지표를 구성하였다. 또한 접근성 지표의 활용방안으로 수단간 접근성의 상대적인 차이를 반영한 MAG(Modal Accessibility Gab)지표를 이용하여 2002년 서울시 교통시스템의 지속가능성을 평가해 보았다. MAG 지표는 서울시 교통시스템의 지속가능성을 평가할 수 있는 한가지 지표로 중요하게 사용할 수 있다. 다음은 본 연구내 분석결과의 시사점을 요약한 것이다.

첫째, 모형을 선택하기에 앞서 승용차 수단에 대하여 각 모형별 추정한 계수를 미국 Dalls/Fort Worth 지역과 서울시를 비교하였는데, 거리 및 차내 통행시간의 계수가 Dalls/Fort 지역이 서울시에 비해 큰 것으로 분석되었으며, 토지이용기회 계수는 쇼핑통행 경우 서울이 Dalls/Fort 지역보다 큰 것으로 나타났다. 이는 서울이 Dalls/Fort 지역에 비해 통행시간 및 거리에 대한 민감도가 크며 쇼핑목적 경우 밀집된 토지이용을 하고 있음을 추론할 수 있다.

둘째, 서울시에 대하여 승용차와 대중교통수단별 계수 산출 결과를 비교해 보면 승용차에 비해 대중교통의 계수가 약간 컸으나 그 크기가 미미하였다. 따라서, 평균 통행시간이 대중교통이 승용차에 비해 모든 목적에 대하여 10분이상 차이가 나는데도 대중교통을 선택한 통행자들은 대중교통을 선택한 이유가 통행시간 및 통행거리비용보다 금전적인 통행비용에 의한 것임을 알 수 있다.

셋째, 미국 CTR에서 제안한 6가지 모형을 서울시에 적용한 결과 서울시 통행행태에는 내부통행시간저항(IVTT Impedance)모형이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 모형선택은 세가지 검토사항에 의해 종합적인 결론을 내린 것으로 전반적인 모형설명력 및 빈도분포 검토, 소득수준을 고려한 접근성 결과 검토, 승용차와 대중교통의 접근성 지표 절대값의 비교과정을 통해 서울시 토지이용 및 통행행태를 가장 잘 드러내는 모형을 선택하였다.

넷째, 내부통행시간저항(IVTT Impedance)모형으로 2002년의 서울시 승용차/대중교통 수단별 목적별 접근성 정도를 분석해보면 출근통행의 경우 도심권(종로구·중구·용산구) 및 서초구·강남구 지역은 다른 지역에 비해 승용차 및 대중교통의 접근성이 좋았다. 쇼핑통행은 서초구·강남구 및 송파구가 승용차의 접근

성이 다른 지역에 비해 높았으며, 대중교통 접근성은 도심권이 다른 지역에 비해 다소 높게 나타났다. 레크레이션 목적통행에서는 승용차 접근성은 서초구·강남구가 높았으며, 대중교통 접근성은 중구·용산구·서대문구·서초구의 접근성이 타지역에 비해 높았다.

다섯째, 접근성 지표의 활용방안으로 내부통행시간저항(IVTT Impedance) 모형을 이용하여 MAG(Modal Accessibility Gab)지표를 구성하여 서울시의 지역별 지속가능성 정도를 파악하였다. 2002년 서울시의 경우 전반적으로 대중교통으로 접근하기보다 승용차로 접근하기 좋은 교통시스템을 가진 것으로 분석되었다.

여섯째, MAG 지표는 -1.0~ 0.1의 범위를 가지며 양의 값을 나타내면 지속가능한 교통시스템으로 파악할 수 있다. 네트워크 통행시간 자료를 이용하여 서울시 대중교통 체계개편이 서울시 교통시스템의 지속가능성 정도에 끼친 영향을 버스 중앙전용차로제를 실시한 지역을 대상으로 분석해 본 결과 2002년에 비해 2004년도의 대중교통과 승용차의 접근성 차이가 상당히 개선되었음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 신성일(2004), 「대중교통 이동성 분석지표 개발」, 서울시정개발연구원.
2. 황상규·송선아(2004), 「지속가능한 도시 교통체계구축방안(2단계)」, 교통개발연구원.
3. 조남건 외(2003), 「고속철도 개통에 따른 국토공간 구조의 변화전망 및 대응방안 연구」, 국토개발연구원.
4. 조응래(1993), “도로건설이 지역간 접근성 변화에 미치는 영향”, 연세대학교 박사학위 논문, 연세대학교.
5. 송승호(2004), “서울시 통근통행의 공간구조 변화: 1996~2002년”, 서울도시연구 제 6권 제2호.
6. Bhat, et all.(2000), 「Urban Accessibility Index: Literature Review」, The University of Texas at Austin Center for Transportation Research.
7. Bhat, et all.(2000), 「Accessibility Measures: Formulation Considerations and Current Applications」, The University of Texas at Austin Center for Transportation Research.

8. Bhat, et all.(2001), 「Assessment of Accessibility Measures」, The University of Texas at Austin Center for Transportation Research.
9. Bhat, et all.(2002), 「Development of an Urban Accessibility Index: Formulations, Aggregation, and Application」, The University of Texas at Austin Center for Transportation Research.
10. R C W Kwok & A G O Yeh(2004), The Use of Modal Accessibility Gap as an Indicator for Sustainable Transport Development, Environment and Planning volume 36 number 5.
11. Baradaran S & Ramjerdi F(2001), Performance of Accessibility Measures in Europe, Journal of Transportation and Statistics volume 4.
12. Handy S L & Kelly J C. 2001, "Evaluating Neighborhood Accessibility", Journal of Transportation and Statistics volume 4
13. Bhat, C. R., Govindarajan, A., and Pulugurta, V. (1998), "Disaggregate Attraction End Choice Modeling," Transportation Research Record, Vol 1645, pp.60~68.

✻ 주 작 성 자 : 신성일

✻ 논문투고일 : 2005. 10. 29

✻ 논문심사일 : 2005. 11. 30 (1차)
2005. 12. 15 (2차)

✻ 심사판정일 : 2005. 12. 15

✻ 반론접수기한 : 2006. 4. 30