

초과통근분석을 위한 도시 공간적 경계 설정에 관한 연구

Analysis of Setting Up City Boundaries for the Estimation of
Excess Commuting

- | | |
|--------------------|--|
| 마강래
Ma Kangrae | 중앙대학교 도시계획·부동산학과 교수(제1저자)
Professor, Dept. of Urban Planning and Real Estate,
Chung-Ang Univ.(Primary Author)
(kma@cau.ac.kr) |
| 김동호
Kim Dongho | 한국교통연구원 국가교통DB센터 연구원
Researcher, The Korea Transport Institute
(kdh4756@koti.re.kr) |
| 추상호
Choo Sangho | 홍익대학교 도시공학과 교수(교신저자)
Professor, Dept. of Urban Design and Planning,
Hongik Univ.(Corresponding Author)
(shchoo@hongik.ac.kr) |

목 차

- I. 서론
- II. 초과통근 개념 및 문헌연구
 - 1. 초과통근에 대한 초기 논의
 - 2. 수송문제를 통한 초과통근의 계산
- III. 공간적 분석 단위의 변경에 따른
초과통근 추정치의 민감성
 - 1. 다양한 공간적 분석 단위
 - 2. 경계의 효과
- IV. 실증분석
- V. 결론

I. 서론

초과통근(Excess Commuting)은 선형계획기법의 교통문제(Transportation Problem)를 통해 도시 내의 초과통근비용을 최소화하는 이상적인 통행패턴이 현실의 통행패턴과 어느 정도 차이를 나타내고 있는지를 보여주는 지표다. 과거 30년이 넘게 진행되어온 초과통근에 대한 기존 연구들은 직장지와 주거지의 공간적 불일치라는 개념 속에서 지속가능한 교통정책과 토지이용정책의 중요성을 보여주었다. 즉, 이러한 초과통근 지표를 통해 직장지와 주거지의 균형을 촉진하는 정책적 시사점을 제시하고, 이를 토대로 통근통행의 효율성을 증진시키려는 시도라 할 수 있다.

그러나 최근 연구에 의하면 초과통근 추정 시 교통분석존(Traffic Analysis Zone)에 기반을 둔 기법은 공간적 분석단위의 변경에 민감하게 반응할 수 있음이 제시되었다. 특정 도시를 대상으로 한 연구에서도 공간적 분석단위의 변경으로 인해 상이한 초과통근량을 추정할 수 있음은 추정 기법의 신뢰성에 근본적인 의문을 갖게 하는 원인으로 작용했다. 공간적 분석 단위에 대한 고려는 존의 집계수준(Level of Zonal Aggregation), 존의 배열(Zonal Configuration), 도시의 경계설정(Area Boundary)과 관련되어 있다. 기존의 연구에서는 존의 집계수준과 배열이 초과통근 값을 어떻게 변화시키는지에 대한 실증적 연구가 진행되었지만, 상이한 도시경계의 설정에 관련한 실증분석이나 정책적 함의에 대한 논의는 이루어지지 않았다.

이에 본 연구는 상이한 경계설정이 선형계획기법을 통한 초과통근량의 변화에 주는 영향을 도시공간구조와 관련하여 설명하고, 대구광역시와 광주광역시에 대한 사례분석을 통해 공간적 경계설정에 관한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 초과통근 개념 및 문헌연구

1. 초과통근에 대한 초기 논의

초과통근에 관한 논의는 도시경제학에서 설명되는 단일중심도시모형(Monocentric Urban Model)의 설명력을 검증하려는 Hamilton(1982)의 연구로 거슬러 올라간다. Hamilton의 연구는 주택의 가격과 교통비의 상충관계를 기반으로 하는 단일중심모형이 현실 속에서 나타나는 직장지와 주거지의 분포를 어느 정도 반영하는지에 관해 연구했다. 이 연구의 가설은 단일중심모형에서 설명하는 도시 근로자들의 통근통행 최적화전략(Optimization Strategy)이 현실의 통행을 어느 정도 설명하는지에 관한 것이다. 14개의 미국 도시들과 27개의 일본 도시들을 사례로 한 Hamilton의 실증분석 결과는, 미국 도시의 경우 평균적으로 87.1%, 일본 도시의 경우 70~77%가 초과통근임을 보여주었다. 이를 기반으로 Hamilton은 Muth(1969)와 Mills(1972)에 의해 체계화된 단일중심모형의 기본 가정을 신랄하게 비판했다.

이후 White(1988)는 Hamilton이 사용했던 단일중심도시모형의 음지수함수(Negative Exponential Function)를 사용하는 대신, 선형계획기법의 수송문제(Transportation Problem)를 이용하여 초과통근을 다시 계산했다. White가 사용한 선형계획기법은 각 존별로 직장지와 주거지의 수를 현재의 상태로 고정한 채, 평균 통행비용을 최소화하는 통근통행의 흐름을 계산하는 방법이다. 선형계획기법을 통한 개념적 조작은 사람들이 자신들의 직장지나 주거지를 서로 맞교환함으로써 통근 비용을 최소화하는 것을 의미하며, 이는 고전적 도시경제모형론의 근본적인 가정, 즉 도시 근로자들은 주어진 제약하에서 통근통행비용을 최소화하는 노력을 한다는 것을 기반으로 하고 있다. White는 수송문제를 사용하여 25개의 미국 도

시들의 평균 초과통근이 11.1%임을 확인했고, 단일 중심도시모형에 회의적 시각을 가진 Hamilton의 주장을 비판했다.

이후 Small and Song(1992)은 수송문제를 통해 구할 수 있는 이상적인 통행패턴은 통근통행에 관한 도시 근로자들의 비용 최적화 전략을 반영하긴 하지만, 고전적 단일중심도시모형에서 가정하는 지가와 교통비의 상충관계를 통한 주거지 입지 선정과 이에 따른 통행흐름과는 차별성이 있음을 지적했다. 즉, White의 방법론으로는 단일중심도시모형의 설명력에 대해 검증할 수 없다는 것이다. 하지만 White(1988) 이후 수송문제는 초과통근의 계산을 위한 다양한 연구에 사용되었다. 후속 연구에서는 도시경제학에서 언급되는 전형적인 토지이용 특성(예: 단일 중심, 다중심 등)과 관계없이, 특정 시점에서 나타나는 직장지와 주거지의 분포가 도시 근로자들의 비용 최소화 전략을 어느 정도 반영하는가에 관한 연구로 진행되었다.

2. 수송문제를 통한 초과통근의 계산

White가 사용한 선형계획방법은 통근통행량 n_{ij} 를 요소로 하는 O/D행렬과, 이에 상응하는 c_{ij} 를 요소로 하는 통근비용행렬이 이용된다. 이 두 행렬을 이용하여 총통근비용을 최소화하는 통행패턴을 나타내는 n_{ij}^* 를 요소로 하는 O/D행렬을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\min \frac{1}{N} \sum_i \sum_j c_{ij} n_{ij} \quad <식 1>$$

$$\text{단, } \sum_i n_{ij} = D_j \text{ 그리고 } \sum_j n_{ij} = O_i$$

<식 1>을 통해서 구한 n_{ij}^* 를 요소로 하는 O/D행렬이 의미하는 바는, 모든 통근자들이 도시시스

템 내의 총통근 비용을 최소화하는 방향으로 직장지와 주거지를 맞바꾸는 이상적인 상황을 나타내고 있는 것이다. 이러한 상황을 상징하여 도시 내 초과통근(EC)의 계산방법은 <식 2>와 같다.

$$EC = \left(\frac{\bar{t} - \bar{\tau}}{\bar{t}} \right) * 100 \quad <식 2>$$

<식 2>에서 \bar{t} 와 $\bar{\tau}$ 는 각각 실제평균통근비용(Average Commuting Cost)과 최소평균통근비용(Minimized Average Commuting Cost)을 나타내는 것

으로 $\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j c_{ij} n_{ij}$ 와 $\bar{\tau} = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j c_{ij} n_{ij}^*$ 에 의해 계산된다.

이러한 White의 방법은 세계의 여러 대도시들을 대상으로 한 연구에 사용되었다. 미국 도시들을 대상으로 한 대표적인 연구는 Hamilton(1989), Cropper and Gordon(1991), Small and Song(1992), Giuliano and Small(1993), Song(1995), Scott et al.(1997), Horner(2002), Horner and Murray(2002), O'Kelly and Lee(2005)를 들 수 있으며, 그 밖에 일본(Merriman et al. 1995), 영국(Frost et al. 1998; Manning. 2003), 대만(Chen. 2000), 캐나다(Scott et al. 1997; Buliung and Kanaroglou. 2002), 콜롬비아(Rodriguez. 2004), 한국(Ma and Banister. 2006b)의 대도시들이 사례연구의 대상지역으로 사용되었다.

서로 다른 지역을 대상으로 한 기존의 사례연구들은 적게는 10%에서 많게는 80% 이상의 다양한 초과통근량을 보여주었다. 이는 개별 도시들이 가지는 특성을 반영하는 것이라 말할 수 있지만, 같은 도시를 대상으로 한 서로 다른 연구들에서조차 매우 상이한 초과통근량의 값을 나타내는 경우가 발생했다. 이에 대해 Ma and Banister(2006a)는 수송문제를 통한 초과통근량의 계산이 다양한 추정치를 내는 원인을 세 가지로 분류했다. 먼저 상이한 비용행렬의

사용은 서로 다른 결과를 가져올 수 있다. 예를 들어 통근시간을 비용으로 사용하는 것은 통근거리에 비해 더 적은 초과통근량을 보여줄 수 있는데, 이는 통행시간과 통행거리가 비례적인 관계를 보이지 않기 때문에 발생하는 것이다.¹⁾

두 번째로는 교통분석존에 관한 것이다. 동일한 연구지역을 대상으로 하더라도 보다 집계된(Aggregated) 교통분석존을 사용한다든가 교통분석존의 배치(Zonal Configuration)를 달리할 경우 서로 다른 초과통근량을 가질 수 있다. 이는 Horner and Murray (2002)의 시뮬레이션 연구에 의해 증명되었으며, 이 연구에 의해 좀 더 비집계적(Disaggregate)인 교통분석존의 사용이 권장되었다.

세 번째로 도시의 경계 설정을 달리하는 것이 초과통근량에 변화를 줄 수 있음이 지적되었다. 하지만 이에 대한 방법론적 논의나 실증분석에 의한 검증이 이루어지지 않은 상태다.

위에서 지적한 동일한 지역에 대한 초과통근량의 차이를 가져오는 원인 중에서 처음의 두 가지 원인은 현재 우리나라에서 공신력 있게 사용되는 국토해양부의 국가교통데이터베이스 자료의 통행거리가 주로 교통분석용 네트워크상의 교통존의 중심인 센트로이드(Centroid) 간의 최단거리를 기준으로 산정하고 있으므로 실제 통행자의 통행거리를 규명하는 데는 한계가 있으며, 교통 분석존의 경우도 최소단위가 행정동 기반의 읍·면·동으로 되어 있어 미국의 센서스블록처럼 보다 세분화된 존의 자료를 구득하여 분석하는 데는 한계가 있는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 세 번째 원인인 도시의 공간적 경계설정²⁾에 따라 초과통근의 값이 변화될 수 있는 원인을 중점적으로 규명하고자 했다. 여기에 비용행

렬로 통행시간 대신에 통행거리를 이용했다. 다음 장에서는 연구대상 도시의 경계확장이 초과통근에 미치는 영향에 대한 방법론적 논의를 통해 초과통근의 민감도에 대해 분석했다.

III. 공간적 분석 단위의 변경에 따른 초과통근 추정치의 민감성

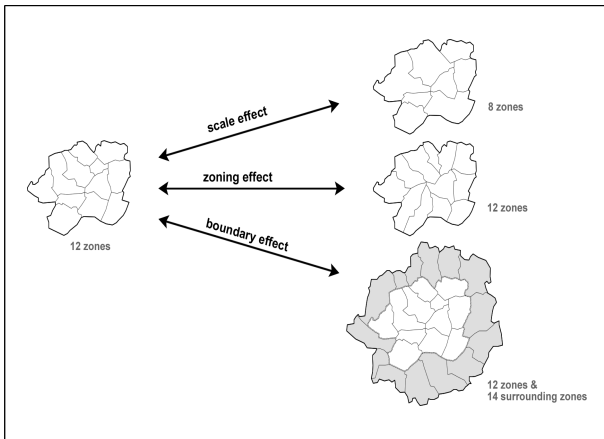
1. 다양한 공간적 분석 단위

앞서 언급한 바와 같이 초과통근 지표는 직장지와 주거지의 균형을 촉진하는 교통정책과 토지이용정책의 시사점 및 방향을 제시해왔다. 이러한 초과통근의 추정치가 공간적 분석단위의 변경에 따라 다양한 값을 보인다면, 보편적으로 사용될 수 있는 지표로서의 역할을 할 수 없다. 즉, 초과통근의 추정치에 대한 신뢰성의 확보는 보다 안정적인 지표를 산출함으로써 가능하며, 민감도(Sensitivity)에 관한 연구는 이러한 지표를 만드는 데 필수적이다. 세부적 공간의 분석단위가 추정치에 미치는 영향은 Horner and Murray(2002)에 의해 연구되었다. 그들의 연구는 예전에 Openshaw and Taylor(1981)가 제기한 변경 가능한 지역적 단위에 관한 문제(Modifiable Areal Unit Problem: MAUP)를 응용하여 초과통근량의 민감도에 대해 분석한 것이다. MAUP는 존의 크기나 배치를 달리함으로써 발생하는 문제들에 대해 언급하고 있다(<그림 1>의 Scale Effect와 Zoning Effect 참조).

연구사례 대상지역의 공간적 범위가 미치는 영향에 관한 연구는 Ma and Banister(2006a)에 의해 잠시 언급되었지만, 기존 문헌에서 그 중요성이 간과되어 왔다. <그림 1>에서 보여주는 경계 효과(Boundary

1) 장거리 통행은 단거리 통행에 비해 일반적으로 빠른 교통수단을 통해 이루어지는 경우가 많음. 이는 통근시간과 통근거리가 비례적 관계에 있지 않음을 의미함. 보다 구체적인 논의는 White(1988), Hamilton(1989), Ma and Banister(2006a) 참조.

그림 1_ 다양한 공간적 분석단위



자료: Ma and Banister(2006a).

Effect)의 중요성은 연구대상 지역을 어디로 한정할 지, 혹은 어디까지 확대할 것인지에 관한 고민과 관련이 있다. 이러한 고민의 예는, 존 단위로 구분되어 있는 연구대상 지역의 범위를 인구밀도나 고용밀도를 이용하여 그 범위를 설정하게 된다면 적용하는 밀도의 기준에 따라 경계가 늘어나거나 줄어들 수 있다는 것이다.

2. 경계의 효과

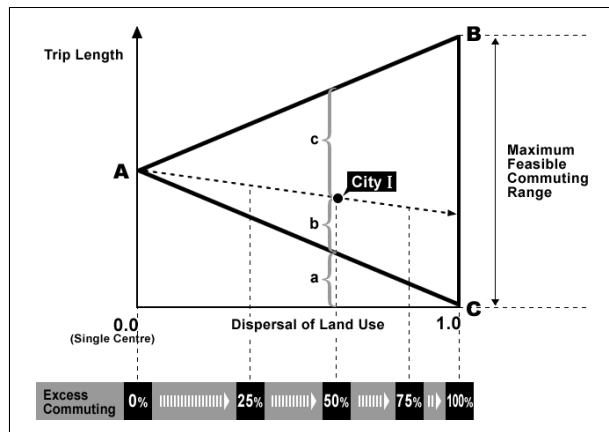
경계의 효과는 도시의 공간구조와 밀접한 관계가 있다. 일반적인 경우 분석대상 도시 경계의 확장은 직장지가 상대적으로 낮은 주거지역을 포함할 가능성이 높으며, 이는 도시 내부로 향하는 통행(Inward Commuting)을 증가시키는 역할을 한다. 결국 경계의 확대는 단일중심을 가진 도시처럼 도시 내부로 향하는 통행을 증가시킴으로써 수송문제에서 최소화된 평균통근거리를 증가시키는 효과를 가질 수 있다.

도시의 분산화 정도와 평균통행거리의 관계를 나타내고 있는 <그림 2>는 최소화된 평균

통근거리가 도시의 분산화 정도에 따라 어떻게 변화하는지를 보여주고 있다. 이 그림은 도시 I의 공간구조가 보다 분산화되는 방향으로 나아가면서 평균통행거리가 감소하는 가상적 상황을 나타낸 것이다.

<그림 2>에서 세로축은 평균통근거리, 가로축은 도시의 분산화 정도를 나타내는 것으로, 왼쪽에서 오른쪽으로 이동할수록 단일중심구조에서 다핵중심구조(Polycentric City Structure)나 분산화된 공간구조(Dispersed City Structure)로 변화됨을 의미한다. 초과통근량의 계산방법에서 살펴보았듯이 단일중심구조, 즉 모든 직장지가 도심에만 존재하는 형태의 공간구조에서는 직장지와 주거지의 교환을 통한 통근거리의 감소가 불가능하므로 초과통근은 존재하지 않게 된다. 단일중심구조에서 직장지가 도심 밖으로 이동하게 된다면, 통근자들의 직주 교환이 가능해져 최소통근 거리를 줄일 수 있는 여지를 갖게 된다. 이러한 개념은 <그림 2>의 선 AC에서 나타나며, 극단적인 경우는 평균통근거리가 0을 보일 수 있다. 이 극단적인 경우는 오래전 가내수공업(Cottage Industry)의 상황을 묘사하는 것으로서, 모

그림 2_ 도시구조와 초과통근



자료: Ma and Banister(2006a).

든 사람들이 자신의 집에서 생산활동을 하는 형태가 이에 해당한다.

<그림 2>에서 초과통근은 $(b(a+b))*100$ 으로 계산될 수 있다. 도시의 공간이 단일중심구조에 가까운 경우 초과통근의 값은 0으로 나타나며, 분산화가 진행될수록 값이 증가함을 알 수 있다. 또한 <그림 2>는 특정 도시의 경계가 일정한 상태에서 도시가 분산화될 때 초과통근량이 어떻게 변화할 수 있는지에 대한 시계열적 설명이다. 이 그림에서 묘사하는 것처럼 도시의 분산화는 수송문제에서 최소화된 평균통근거리를 감소시킴으로써 초과통근량을 줄이는 역할을 한다.

경계의 확대도 이와 마찬가지로 단일중심을 가진 도시의 예처럼 중심으로 향하는 통행을 증가시킴으로써 수송문제에서 최소화된 평균통근거리를 증가시키는 효과를 가질 수 있을 것이다.

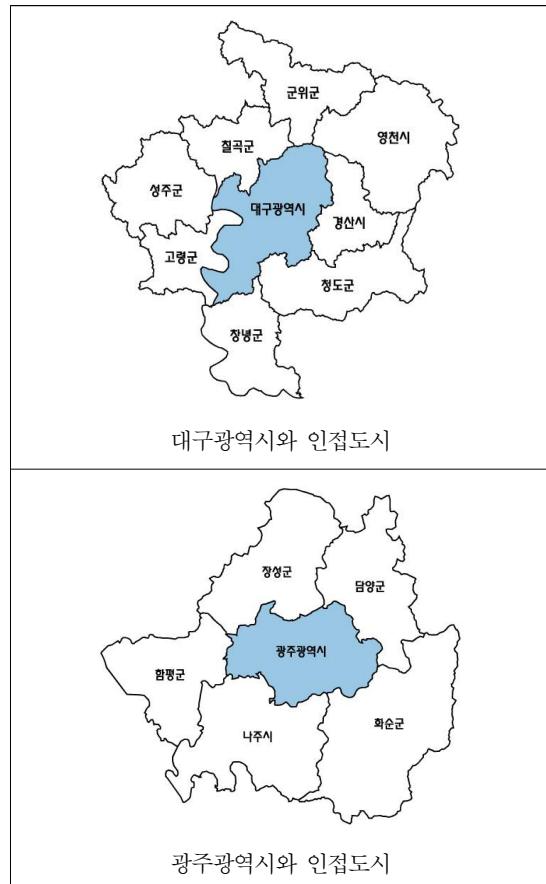
IV. 실증분석

본 연구에서는 우리나라의 대도시 중 인접도시에 시·군이 혼재되어 있는 대구광역시의 광주광역시를 연구대상으로 설정했다. 또한 국토해양부가 제공하는 국가교통데이터베이스 자료 중 기준연도가 가장 최근인 2006년의 자료를 이용하여 분석을 실시했다.

분석내용을 살펴보면, 경계확장의 효과를 살펴보기 위해 해당 광역시와 광역시를 둘러싼 시·군을 포함한 영향권에 대해 각 도시들의 경계를 확장함으로써 발생하는 초과통근을 비교하여 민감도를 분석했다.

먼저 대구영향권을 포함한 분석은 대구광역시를 둘러싸고 있는 6개의 주변 군들(군위군, 칠곡군, 성주군, 고령군, 창녕군, 청도군)과 2개의 시(경산시와 영천시)를 포함한다. 광주광역시의 경우는 2개의 주

그림 3_ 광역시와 영향권



변 군들(장성군, 담양군, 화순군, 나주시, 함평군)과 1개의 시(나주시)를 포함한다.

분석에 사용된 자료는 국가교통데이터베이스 자료 중 해당 도시에 대해 통근통행의 분포를 나타내는 통근 기종점통행량(Origin/Destination, O/D) 행렬과 그에 상응하는 통행비용 행렬이다. 행정 읍·면·동 단위의 교통존에 기반한 대구광역시의 대구광역시를 포함한 영향권 O/D의 경우는 각각 143×143 행렬과 231×231 행렬을 사용했고, 광주광역시의 영향권의 경우는 각각 91×91 행렬과 155×155 행렬을 사용했다.²⁾ 또한 c_{ij} 를 포함하는 통행비용 행렬의 구축을 위해 실제 도로망을 이용한 거리를 사용했

2) Horner and Murray(2002)의 연구에서는 존의 집계수준이 100 이상일 경우 초과통근의 값이 안정적으로 나타남을 보이고 있음.

다. 내부통행거리의 계산은 Frost et al.(1998)의 방법을 적용했는데, 이는 해당 존의 면적을 계산하고 계산된 면적을 원의 면적으로 간주하여 반지름을 구하는 방법이다.

$$(예, 반지름 = \sqrt{\frac{\text{해당 존의 면적}}{\pi}})$$

결과적으로 초과통근량은 해당 도시의 최소화된 평균통근거리와 실제 평균통근거리를 이용하여 계산할 수 있다. 여기서 최소화된 평균통근거리는 앞에서 제시한 White의 <식 1>과 같이 분석대상지의 총통근비용이 최소가 되는 통근통행량을 LINGO 최적화 프로그램을 이용하여 산출한 후 이를 토대로 계산한 평균통근거리를 의미하며, 실제 평균통근거리는 O/D자료상의 통근통행량과 통근거리를 곱한 값의 평균을 의미한다. 또한 초과통근량은 앞장의 <식 2>에 나타난 EC값을 의미한다.

<표 1>에서 나타난 바와 같이 2006년의 경우 대구광역시와 상호작용을 하는 주변 시·군들을 포함한 실제 평균통근거리는 5.21km에서 6.45km로 24%가 증가했음을 알 수 있다. 이는 전반적으로 대구광역시의 외곽에서 발생하는 통근통행의 거리가 대구광역시 자체에서 발생하는 통행에 비해 더 장거리임을 의미한다. 또한 영향권역을 분석에 포함했을 경우 최소화된 평균통근거리는 1.58km에서 2.15km로 36%나 증가했음을 알 수 있다. 결과적으로 최소화된 평균통행거리의 증가율이 실제 평균통행거리의 증가

율보다 크기 때문에 대구영향권을 포함한 초과통근이 약간 더 낮아졌음을 알 수 있다.

광주광역시의 경우도 영향권을 포함했을 때, 실제평균통근거리의 증가율이 24%(5.21km → 6.45km), 최소화된 평균통행의 증가율이 29%(4.52km → 5.81km)로 나타났다. 이는 최소화된 평균통행의 증가율이 실제평균통근거리 증가율보다 높으므로 대구시와 유사하게 광주영향권을 포함해 계산한 초과통근량의 값이 조금 더 낮아졌음을 알 수 있다(74% → 69%).

결국 최소화된 평균통근거리와 실제 평균통근거리가 동시에 증가하여 초과통근량의 변화는 크지 않지만, 공간적 경계에 따라 다르게 산출되는 것을 알 수 있다.

<표 2>의 대구광역시와 광주광역시를 비교해보면, 광주광역시의 경우 외곽지역에서 발생하는 7만 9,872의 총통행 중 15%인 1만 1,857통행이 광주광역시로 유입되는 통행이었다. 광주광역시 유입통행은 대구광역시의 14%(외곽지역에서 발생하는 총통행 16만 7,081 중 2만 3,746통행)에 비해 비율이 높게 나타났다. 이는 광주시 영향권의 인접 도시들이 광주시에 다소 의존적인 공간구조를 지니고 있음을 보여준다. 유사하게 통근통행에 대한 출발기준 자족도 지표의 경우도 대구시 주변도시가 광주시 주변도시들에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석되었다(국토해양부, 2008).

표 1_ 광역시와 광역시를 포함한 영향권역의 초과통근량

구분	통근통행 (통행/일)	최소화된 평균통근거리(A)		실제 평균통근거리(B)		초과통근량 (B-A)/B*100
		거리(km)	증가율(%)	거리(km)	증가율(%)	
대구광역시	707,882	1.58	36%	5.21	24%	70%
대구광역시와 인접영향권	918,694	2.15		6.45		67%
광주광역시	463,284	1.17	52%	4.52	29%	74%
광주광역시와 인접영향권	570,861	1.77		5.81		69%

표 2_ 광역시와 광역시를 포함한 영향권의 통근통행량 분포

구분		통근통행량			비율(%)			구분		통근통행량			비율(%)		
출발지	도착지	대구시	영향권	합계	대구시	영향권	합계	출발지	도착지	광주시	영향권	합계	광주시	영향권	합계
	대구시	영향권	707,882	43,731	751,613	94	6		100	광주시	영향권	463,284	27,705	490,989	94
영향권	대구시	23,746	143,335	167,081	14	86	100	영향권	광주시	11,857	68,015	79,872	15	85	100

분석대상지의 경계확장과 관련하여 광주광역시 가 대구광역시보다 최소화된 평균통근거리의 증가율이 현저하게 높게 나타나는 것은 이러한 사실을 반영한다(광주시 52%, 대구시 36%). 또한 광주의 실제 평균통근거리의 증가율이 대구시보다 높은 것도 이러한 유입통행량과 무관하지 않다.

여기서 좀 더 눈여겨보아야 할 사항은 분석의 공간적 범위를 확대했을 때 발생하는 실제평균통근거리와 최소화된 평균통근거리의 변화다. 먼저 광역시에서는 공간적 경계를 확대했을 때 실제평균통근거리의 증가가 있었다. 외곽지역에서 발생하는 통근거리가 광역시 내에서 발생하는 통근거리보다 길게 나타나는 것은 외곽지역 거주자들이 광역시 내 거주자들에 비해 근접해 있는 직장지를 갖지 못하기 때문으로 해석된다. 광역시 외곽지역의 주거지 대비 직장지수의 상대적 빈약성은 그곳에 거주하는 근로자들의 상당수가 광역시 내의 직장으로 통근하게 되고 이는 공간적 경계의 확대가 실제평균통근거리를 증가시키는 역할을 한다.

두 번째로 공간적 경계를 확대했을 때는 도시 외곽의 직장지밀도가 낮은 지역을 포함시킴으로써 단일중심지의 모형과 마찬가지로 최소화된 평균통근거리를 증가시키는 효과가 있다. 위의 분석 결과에서 공간적 경계를 확대함에 따라 최소화된 평균통근거리가 증가하는 이유는 외곽지역에서 직장지 주거지가 고르게 분포해 있지 않기 때문이다.

결론적으로 본 연구는 대구광역시와 광주광역시

의 사례분석을 통해 도시의 경계설정을 다르게 했을 때 초과통근 값이 변화할 수 있다는 것을 입증했다. 본 연구의 분석에서 나타난 초과통근의 변화량은 약 3~5% 정도로 크지는 않지만, 경계에 포함되는 지역의 자족도(다시 말하면 직주균형의 공간구조) 등에 따라 초과통근 값은 늘어나거나 줄어들 수 있음을 시사하고 있다.

V. 결론

초과통근에 관한 논의가 시작된 지 30년 가까이 지났지만, 이 지표의 민감성에 관한 연구는 상대적으로 적은 실정이다. 초과통근에 관한 연구는 지표의 안정성이 확보되지 않는 한, 결과 값으로 얻어진 추정치에 대한 일반적인 해석을 내릴 수 없다.

이 연구에서는 연구대상 지역 경계의 확장이 초과통근량에 어떻게 영향을 주는지를 분석함으로써 도시별 비교연구의 해석에 도움을 주고자 했다. 이 연구에서 얻은 결론은 다음과 같이 정리할 수 있다. 중심도시(광역시)보다 고용밀도가 상대적으로 낮은 인접 영향권을 포함시키는 공간적 경계의 확장은 최소화된 평균통근거리를 높이는 효과를 갖는 것으로 나타났다. 또한 자족성이 낮은 외곽지역을 포함함으로써 실제평균통근거리를 높이는 효과도 동시에 갖고 있다. 결국 연구대상 지역의 경계를 확대할 경우 초과통근량은 최소화된 평균통근거리와 실제 평균통근거리의 증가율에 따라 결정되는 것이다. 결론적

으로 초과통근의 추정을 위한 도시경계의 설정은 외곽지역의 주거·고용 특성 및 통근행태에 따라 민감하게 반응함이 드러났다.

따라서 도시계획이나 교통정책 수립 시 초과통근 지표의 민감도를 고려하여 적절한 공간적 경계를 설정한 후 정책적 시사점을 도출해야 할 것이다. 끝으로 본 연구에서는 자료의 한계로 인해 초과통근량의 경계설정애 따른 시계열적 변화에 관한 분석을 수행하지 못했다. 최근 국가단위의 대규모 가구통행실태 조사가 수행되었으므로 향후에는 이들 자료를 이용하여 시간적 변화에 따른 초과통근량의 민감성에 관한 연구를 수행해야 할 것이다. 또한 국가교통데이터베이스의 다양한 교통존 체계(대존, 중존, 소존 등)를 토대로 존집합화와 경계설정을 동시에 고려한 초과통근량의 민감도 분석을 통해 앞에서 논의한 초과통근량의 변화에 영향을 주는 다양한 요인들을 종합적으로 분석한 연구도 이루어져야 할 것이다.

참고문헌 •••••

국토해양부. 2008. 2007년 국가교통DB구축사업 8권.
 Buliung, R. N. and P. S. Kanaroglou. 2002. "Commute Minimization in the Greater Toronto Area: Applying a Modified Excess Commute". *Journal of Transport Geography* vol.10. pp177-186.
 Chen, H. P. 2000. "Commuting and Land Use Patterns". *Geographical and Environmental Modelling* vol.4. pp163-173.
 Cropper, M. and P. Gordon. 1991. "Wasteful Commuting: a Re-examination". *Journal of Urban Economics* vol.29. pp2-13.
 Frost, M., B. Linneker and N. Spence. 1998. "Excess or Wasteful Commuting in a Selection of British Cities". *Transportation Research A* vol.32. pp529-538.
 Giuliano, G. and A. K. Small. 1993. "Is the Journey to Work

Explained by Urban Structure?". *Urban Studies* vol.30. pp1485-1500.
 Hamilton, B. W. 1982. "Wasteful Commuting". *Journal of Political Economy* vol.90. pp1035-1053.
 _____. 1989. "Wasteful Commuting Again". *Journal of Political Economy* vol.97. pp1497-1504.
 Horner, M. W. 2002. "Extensions to the Concept of Excess Commuting". *Environment and Planning A* vol.34. pp543-566.
 _____. 2004. "Spatial Dimensions of Urban Commuting: a Review of Major Issues and Their Implications for Future Geographic Research". *Professional Geographer* vol.56. pp160-173.
 Horner, M. W. and A. T. Murray. 2002. "Excess Commuting and the Modifiable Areal Unit Problem". *Urban Studies* vol.39. pp131-139.
 Ma, K. and D. Banister. 2006a. "Excess Commuting, a Critical Review". *Transport Reviews* vol.26. pp749-767.
 _____. 2006b. "Extended Excess Commuting: a Measure of Jobs-housing Balance in Seoul". *Urban Studies* vol.43. pp2099-2113.
 _____. 2007. "Urban Spatial Change and Excess Commuting". *Environment and Planning A* vol.39. pp630-646.
 Manning, A. 2003. "The Real Thin Theory: Monopsony in Modern Labour Markets". *Labour Economics* vol.10. pp105-131.
 Merriman, D., T. Ohkawara and T. Suzuki. 1995. "Excess Commuting in the Tokyo Metropolitan Area: Measurement and Policy Simulations". *Urban Studies* vol.32. pp69-85.
 Mills, E. S. 1972. "Studies in the Structure of the Urban Economy". MD. Johns Hopkins University.
 Muth, R. F. 1969. *Cities and Housing: The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use*. Chicago : Chicago Press.
 O'Kelly, M. E. and W. Lee. 2005. "Disaggregate Journey-to-work Data: Implications for Excess Commuting and Jobs - Housing Balance". *Environment and Planning A* vol.37. pp2233-2252.
 Openshaw, S. and P. J. Taylor. 1981. "The Modifiable Areal Unit Problem". ed. N. Wrigley and R. J. Bennett. *Quantitative Geography*. London : Routledge & Kegan Paul. pp60-69.
 Rodríguez, D. A. 2004. "Spatial Choices and Excess Commuting: a Case Study of Bank Tellers in Bogotá, Colombia". *Journal of Transport Geography* vol.12. pp49-61.

- Scott, D., P. Kanaroglou and W. Anderson. 1997. "Impact of Commuting Efficiency on Congestion and Emissions: Case of the Hamilton CMA, Canada". *Transportation Research D* vol.2. pp245-257.
- Small, A. K. and S. Song. 1992. "Wasteful Commuting: a Resolution". *Journal of Political Economy* vol.100. pp888-898.
- Song, S. 1995. "Does Generalizing Density Functions Better Explain Urban Commuting? Some Evidence from the Los Angeles Region". *Applied Economic Letters* vol.2. pp148-150.
- White, M. J. 1988. "Urban Commuting Journeys Are not 'Wasteful'". *Journal of Political Economy* vol.96. pp1097-1110.

-
- 논문 접수일: 2011. 7. 7
 - 심사 시작일: 2011. 7.19
 - 심사 완료일: 2011. 8.26

Analysis of Setting Up City Boundaries for the Estimation of Excess Commuting

Keywords: Excess Commuting, Commuting Travel, Monocentric Urban Model, Polycentric Urban Model

Excess commuting has been extensively examined over the past two and a half decades, but it has been argued in the previous research that the inconsistencies of spatial analysis zones could cause the variance in excess commuting estimates. This is related to the Modifiable Areal Unit Problem(MAUP) that addresses three main effects: (1) scale effect; (2) zoning effect; and (3) boundary effect. Among them, the first two effects have been investigated in the previous studies but the impact of the boundary on the results of excess commuting is still unknown. This study aims to explain how the position of city boundaries changes the estimation of excess commuting.

A case study of the Daegu and Gwangju areas provides an ideal example for examining the subtle variations in the excess commuting estimates. The effects of changing city boundaries on the results of excess commuting are examined in relation to the discussion of monocentricity and polycentricity. Based on the results, this study argues that considerable variation in excess commuting in the previous literature needs to be understood in relation to different spatial structure and MAUP.

초과통근분석을 위한 도시 공간적 경계 설정에 관한 연구

주제어: 초과통근, 통근통행, 단일중심도시모형, 다중심도시모형

본 연구는 연구대상 지역에 대한 상이한 경계설정에 의한 초과통근량의 변동 원인을 도시경계 모형을 통해 설명하고 안정적인 지표산정을 위한 방안을 제시함으로써, 초과통근량 추정 기법의 신뢰성 제고에 관한 논의를 목적으로 했다. 이를 위해 본 연구에서는 먼저 선형계획방법을 이용한 초과통근의 기본개념과 서로 다른 공간적 분석 단위의 설정에서 발생하는 초과통근 추정치의 민감성에 관한 기존의 연구들을 검토했다. 이후 상이한 도시의 경계 설정 시 발생하는 초과통근량의 변동에 관한 실증분석을 통해 이 추정기법의 한계점 및 향후 발전방향에 관해 논의했다.

대구와 광주지역을 대상지역으로 한 실증분석에서는 연구대상 도시경계를 확대함에 따라 초과통근량에 미미한 변동이 있음이 확인되었다. 이 변동은 실제 평균통근거리와 수송문제(Transportation Problem)에 의해서 계산되는 최소화된 평균통근거리와의 관계에 따라 그 크기가 결정된다. 따라서 초과통근의 추정을 위한 도시경계 설정 시 발생하는 초과통근량의 변동을 외곽지역의 주거·교통 분포를 고려해야 하며, 이러한 공간적 분포는 도시 간 비교연구나 한 도시에 관한 시계열적 분석 시 더욱 중요하게 다루어져야 한다.