

## 도시의 형태가 교통혼잡비용에 미치는 영향연구

### The Effects of the Urban Spatial Structure on Traffic Congestion Costs

이태경 Lee, Tae-Kyung  
원재무 Won, Jae-Mu

정희원 · 한양대학교 도시대학원 박사 · 주저자 (E-mail : tk1@unitel.co.kr)  
한양대학교 도시대학원 교수 · 교신저자 (E-mail : won21@hanyang.ac.kr)

#### ABSTRACT

Since the urbanization process has been taking place, negative outcomes such as environmental pollution and traffic congestion have produced as well. Reflecting the phenomenon, our study assumed that physical structure of urban form were implicit in relation to both economic performance and cost. It can be interpreted that as the urban space has been growing bigger, economic performances such as regional product output, economy of scale and the effect of agglomeration economies are increased. On the contrary, the negative effects such as environmental pollution and traffic congestion were incurred as economic loss and expenses. It means that even though economic performance can help increase regional product output, we should consider the loss on economic expenses which are paid for social problems such as environmental pollution and traffic congestion, which are caused by urbanization. Therefore, this study aims to statistically validate the relationship between traffic congestion as the most representative economy costs and physical characteristics of urban in a large city such as Seoul and to suggest its implications. As a result of model development for empirical analysis, GRDP(0.604), the population(0.582), employment GINI coefficients(0.296), population GINI coefficients(0.254) in order led to congestion cost. We can come to the conclusion that in case of scale factor such as the population, if the population tends to concentrate, urban becomes more crowded and that if GINI coefficients (the population, employment) which are variable on inequality according to region have the disparity with surrounding areas, congestion cost is caused a lot on account of movement related with employment. In addition, this phenomenon was caused if both the population and employment were geographically biased on one side.

#### KEYWORDS

*congestion cost, urban shape, regression analysis*

#### 요지

도시가 점점 거대화가 되어감에 따라 지역경제의 측면에서는 지역의 생산량을 증가시키는 긍정적 결과와 함께 환경오염, 교통 혼잡과 같은 부정적인 사회적 문제들을 가져왔다. 이러한 현상에 대하여 Cervero(2000)은 「도시의 물리적인 구조와 형태는 경제적인 성과와 비용을 동시에 내포하고 있다.」고 주장하였다. Cervero가 주장한 내용을 살펴보면 '도시가 점점 거대화가 되어감에 따라 경제적인 성과인 지역의 생산량, 규모의 경제, 집적경제의 효과가 증가되는 긍정적인 효과가 나타나지만, 반면에 환경오염, 교통 혼잡과 같은 경제적 비용(손실비용)도 동시에 발생하게 되었다.' 라고 언급하고 있다. 이는 경제적 성과 측면의 긍정적 효과뿐만 아니라 이로 인해 발생하는 환경오염 및 교통 혼잡과 같은 경제적 비용에 대한 손실도 감안해야 한다는 것이다. 이에 본 연구에서는 서울과 같은 대도시에서 가장 대표적인 경제적 비용인 교통혼잡비용과 도시의 물리적 구조를 대변하는 형태변수와와의 관계를 실증분석하고 시사점을 제시하고자 한다. 실증분석을 위한 영향 모형개발 결과, GRDP(0.604), 인구(0.582), 고용지니계수(0.296), 인구조지니계수(0.254)순으로 교통혼잡비용을 발생시키고 있는 것으로 나타났다. GRDP 및 인구와 같은 지역의 규모를 대변하는 요인이 집중할 경우 도시가 혼잡해지며, 지니계수(인구·고용)와 같은 지역간 불균등을 대변하는 요인이 증가할수록 고용관련 이동의 증가로 인해 교통혼잡비용이 증가하는 것으로 분석되었다. 인구와 고용 모두가 지리적으로 특정지역에 편중되면 발생하는 현상으로 판단된다.

#### 핵심용어

혼잡비용, 도시형태, 회귀분석모형

# 1. 서론

## 1.1. 연구 배경 및 목적

수도권은 급격한 산업의 발달과 인구집중현상으로 인하여 도시의 거대화가 이루어지게 되었다. 도시가 점점 거대화가 되어감에 따라 지역경제의 성과측면에서는 지역의 생산량을 증가시키는 긍정적 결과가 나타났지만, 이와 동시에 환경오염, 교통 혼잡 등의 사회적인 문제들이 발생하는 부정적인 결과도 가져왔다. 이러한 현상에 대하여 Cervero(2000)<sup>1)</sup>은 「도시의 물리적인 구조와 형태는 경제적인 성과와 비용을 동시에 내포하고 있다.」고 주장하였다.

Cervero가 주장한 내용을 살펴보면 '도시가 점점 거대화가 되어감에 따라 경제적인 성과인 지역의 생산량, 규모의 경제, 집적경제의 효과가 증가되는 긍정적인 효과가 발생하지만, 경제적 비용(환경오염, 교통 혼잡 등)과 같은 부정적인 효과까지도 동시에 얻게 되었다.'라고 해석할 수 있다. 이는 경제적 성과가 증가될수록 지역의 생산량 증가에는 도움이 되지만, 이로 인하여 발생하는 환경오염 및 교통 혼잡과 같은 사회적인 문제에 대하여 지불되는 경제적 비용에 대한 손실도 감안해야 한다는 것이다.

이러한 배경 하에 본 연구는 서울과 같은 수도권 지역에서 대표적으로 발생하는 경제적 비용인 교통혼잡비용을 연구의 대상으로 정하고, 도시형태(Urban Shape)와의 관계를 실증 분석(Empirical Study)한다. 본 연구에서 제시될 교통혼잡비용에 대한 영향관계 모형을 토대로 시사점을 제시하고자 한다.

## 1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 수도권(서울, 인천, 경기도)에 속한 시·군·구 64개 지역으로 설정하였다. 본 연구의 대상을 수도권으로 한정하는 이유는 교통혼잡비용이 가장 많이 발생하고 있는 지역이기 때문이다. 하지만, 인천광역시에 속해있는 일부 도서지역(강화군, 옹진군)은 수도권 지역이기는 하지만 특성이 상이하여 제외시켰다.

본 연구의 시간적 범위는 2007년으로 설정하였으며, 2007년 이후 수도권의 도시 형태에 큰 변화가 없어 도시의 형태가 갖추어진 시기라 할 수 있기 때문이다.

본 연구는 수도권 지역에서 발생하는 교통혼잡비용에 영향을 주는 도시형태 요인을 규명하기 위한 연구를 위해 다음과 같이 크게 세 가지 단계로 접근하였다.

첫째, 도시 형태(Urban Shape)관련 국내·외의 다양한 연구를 고찰하고, 연구의 착안점 및 요인을 정의하였다.

둘째, 국내 여건을 고려하여 교통혼잡비용과 수집 가능한 도시 형태(Urban Shape)변수를 조사하였다.

셋째, 통계적으로 유의한 영향모형 개발을 위한 변수 선정을 시도하였으며, 다중공선성검토(VIF)와 상관분석(Correlation Analysis)을 수행하였다.

넷째, 선정된 변수를 기초로 단계별 변수투입 다중회귀분석 모형을 개발하고, 교통혼잡비용에 영향을 주는 도시 형태(Urban Shape)요인을 규명하였다.

다섯째, 영향모형 결과를 종합하고, 실증분석에 대한 시사점을 제시하였다.

## 2. 이론 및 선행연구 검토

### 2.1. 선행연구 검토

본 연구의 주요한 대상인 도시형태와 관련된 경제적 성과 및 비용에 대한 국내외 연구를 고찰해 보았다. 검토결과, 국내의 경우 도시 형태(Urban Shape)를 대상으로 연관관계를 규명한 연구는 미흡하였다. 이에 본 연구는 국외의 연구를 중심으로 선행연구를 검토하였다.

국의 연구를 검토하면, 크게「도시의 물리적인 구조와 경제성과에 미치는 영향」, 「도시 성장 관련 요인이 경제성에 미치는 영향」으로 구분하였다.

#### 2.1.1. 도시의 물리적인 구조와 경제성과에 미치는 영향

도시의 물리적인 구조와 경제성과와의 관련 연구를 살펴보면, Marshall(1952), Mills & Hamilton(1989), Bogart(1998)는 도시의 효율적인 성장관리는 높은 노동력에 있다고 말하였다. 이 저자들의 연구에서는 크게 2가지의 초점에서 연구를 진행하였는데, 첫째는 접근성이 용이하고, 직업 선택의 기회가 많을수록 노동시장이 커지기 때문에 지역성장에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 둘째로 교통인프라가 증가될수록 속도가 높아지고 이에 따라 업체와의 접근이 용이해져 시간을 감소할 수 있다는 점에 기초하여 효율적인 지역성장을 이룰 수 있다고 말하였다.

Krugman(1993)은 고용기회가 동등하게 주어지고, 전문적인 기술을 갖춘 인력을 요구하는 업체가 많을수록 노동시장이 확대되어 지역성장에 양(+)의 영향을 미친다고 하였다.

Shefer(1973), Sveikauskas(1975), Segal(1976),

1) Robert Cervero, Efficient Urbanisation : Economic Performance & the Shape of the Metropolis

Soroka(1984), Beeson(1987)은 과거에는 도시의 크기에 초점을 두고 지역의 생산성에 미치는 영향을 연구 하였으며, 그 결과 도시의 규모와 지역 생산성과는 양(+)의 관계가 있음을 밝혀내었다. 앞서 언급한 학자 이외에도 Boarnet(1977)은 노동정책과 교통시설에 초점을 두어 연구를 진행하였는데, 교통시설에 대한 투자가 이루어져야 도시 크기와 이동성에 대하여 동시에 영향을 주어 효율적인 지역성장을 이룰 수 있다고 하였다.

Prud'Homme(1999)는 한국과 프랑스의 도시를 대상으로 다각도의 시선에서 연구를 진행하였는데, 경제적 성과와 도시의 규모, 근접성을 포함하여 출퇴근의 속도 관계까지 추가하여 이들 요인간의 관계를 규명하고자 하였다. 그 결과 교통시설에 대한 투자가 증가할수록 도시의 경제적 성과가 증가된다고 말하였다.

심교언(2001)은 중소도시를 대상으로 지속가능한 개발과 관련하여 활발히 논의되고 있는 교통에너지와 도시형태의 특성 간의 관계를 분석하여, 국내 도시들이 나아가야 할 방향을 제시하였다. Compact city 이론과 분산된 집중론(Decentralized Concentration)을 고찰하여 장단점을 파악하여 규모와 밀도, 도시의 집중/분산, 단핵/다핵 등과 관련한 교통에너지 소비패턴에 관한 이론을 다루어 가설을 세우고 분석을 시행하였다. 교통에너지 소비의 절감을 위해서 도시의 규모와 밀도, 중심지 분포패턴, 도로밀도 등이 유의한 영향이 있다고 주장하였고, 도시계획 및 설계에서 도시형태 요소들이 조정을 통해 보다 더 지속가능한 도시의 형성이 가능하다고 말하였다.

종합적으로 위의 저자들은 경제적 성과에는 노동시장이 확대되고 교통시설에 대한 투자가 증가되어야 지역의 경제적 성과에 양(+)의 영향이 있다고 주장하였다.

### 2.1.2. 도시 성장 관련 요인이 경제성에 미치는 영향

도시의 물리적인 구조가 도시의 경제적 성과에 영향을 미친다는 연구에 대해서 비평가들은 「도시의 성장 경계선을 제한함으로써 계획과 관리가 용이해짐에 따라 경제적 성과에 양(+)의 영향을 미칠 수 있을 것이다.」라고 주장했다. 이 주장에 근거하여 「도시의 성장 경계선」과 「건물 높이의 제한」과 같은 정책들과 경제적 성과의 관계를 규명하기 위한 연구로서 Porter(1997), Nelson & Peterman(2000)가 대표적이라 할 수 있다.

Porter(1997)는 포틀랜드와 오리건 주를 대상으로 이

와 같은 토지대금을 강요한 지역에서는 토지공급에 제한이 있기 때문에 사람들이 쾌적하게 살 수 있도록 계획과 관리가 잘 이루어진다고 주장하였다.

Nelson & Peterman(2000)은 미국의 대도시 182개 지역을 대상으로 도시의 성장 경계선과 건물 높이의 제한이 도시의 성장관리에 미치는 영향을 검증해본 결과 양(+)의 관계가 있다고 주장하였다.

위의 저자들의 연구를 종합적으로 살펴보면, 「도시의 규모와 경제적 성과」 혹은 「근접성과 경제적 성과」에 초점을 맞추어 진행이 되던 연구가 위의 학자에 의해서 다른 각도로 접근하게 되는데, 성장 경계선과 건물 높이를 제한하는 정책들이 경제적 성과와 관련하여 양(+)의 관계가 있다고 주장하였다.

## 2.2. 연구의 착안점

앞서 언급한 저자들의 연구를 종합적으로 살펴보면, 「도시의 규모와 경제적 성과」 혹은 「근접성과 경제적 성과」에 초점을 맞추어 진행이 되던 연구가 위의 학자에 의해서 다른 각도로 접근하게 되는데, 성장 경계선과 건물 높이를 제한하는 정책들이 경제적 성과와 관련하여 양(+)의 관계가 있다고 주장하였다. 앞서 진행되던 선행 연구들을 종합해 본다면, Cervero<sup>2)</sup>가 주장했듯이 도시가 점점 커짐에 따라 경제적 성과와 경제적 비용은 동시에 내포되어 있지만 이에 대한 연구들은 개별적으로 되어 왔고, 거대화가 갖는 경제적 비용(혼잡비용) 부분에 대한 연구는 상대적으로 미흡하였다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점을 보완하여 주요 경제적 비용인 교통혼잡비용이 도시의 형태에 어떠한 영향이 있는지 상호 복합적으로 분석하고자 한다.

## 3. 자료수집 및 기초통계분석

### 3.1. 변수의 선정 및 조사

본 연구에 사용되는 변수는 크게 경제적 비용, 경제적 성과, 도시 관리, 도시규모 및 형태 이렇게 4가지로 나누었다.

경제적 비용의 경우는 혼잡 비용을 대표변수로 사용하였고, 경제적 성과는 지역의 총 생산량으로 사용하였다. 도시 관리는 서비스 여력, 정부의 관리 정도로 설정했다. 도시 형태 관련 변수로는 도시가 구성하고 있는

2) Robert Cervero, Efficient Urbanisation : Economic Performance & the Shape of the Metropolis

요소들 중에서 도시의 형태<sup>3)</sup>를 대표할 수 있는 지표들을 사용했다(그림 1 참조).

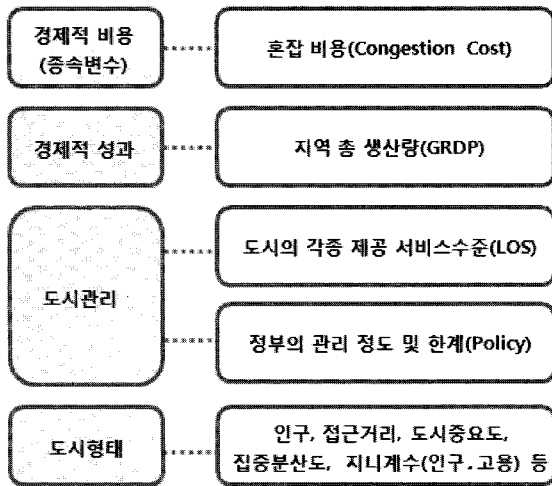


그림 1. 수집된 변수의 대분류 및 설정 개념도

### 3.2. 변수의 세부설명

#### 3.2.1. 경제적 비용

경제학에서 경제적 비용이라는 것은 명시적 비용에 잠재적 비용을 합한 것<sup>4)</sup>을 말하지만, 본 연구에서 경제적 비용이라 함은 도시가 거대화됨에 따라 나타나는 환경오염, 도시혼잡, 인구과밀화 등의 현상이 나타나게 됨에 따라 이러한 요인들에 들어가는 비용을 경제적 비용이라 정하였다.

도시가 점점 거대화가 되어감에 따라 나타나는 현상 중의 하나는 혼잡이다. 대표적인 혼잡으로는 교통 혼잡을 들 수 있는데, 교통 혼잡을 나타내는 방법으로는 지점 교통량을 활용하는 방법이 있으나, 이는 혼잡시간대를 고려해야 하는 어려움이 있으므로 본 연구에서는 교통계획 Package인 emme/2를 활용하여 혼잡비용을 산출하고, 수도권 시간가치 및 차량운행비용<sup>5)</sup>을 적용하여 산출하였다.

$$VOC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{lk} \times VT_k \times 365)$$

3) 도시형태(Urban Form)란 도시내 토지이용 및 가로망패턴, 건축물의 형태 등 인간의 활동과 밀접한 관계를 맺고 있는 요소들의 물리적 형태를 대략 할 수 있으며, 도시형태 영향요소의 구분은 연구자에 따라 다소 차이가 있으나, 안건혁(2000)은 교통네트워크, 토지이용의 집중수준, 개발밀도 등으로 구분함.

4) 네이버 경제용어사전 (www.naver.com)

5) 도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판), 한국개발연구원

여기서,

$VOC$  : 차량운행비용

$D_{lk}$  : 링크별(l), 차종별(k)대·km

$VT_k$  : 차종별(k) 주행속도의 km당 차량운행비용

$k$  : 차종(1=승용차, 2=버스, 3=화물차)

$$VOT = \sum_l \sum_{k=1}^3 (T_{kl} \times P_k \times Q_{kl}) \times 365$$

여기서,  $VOT$  : 수도권 시간가치

$T_{kl}$  : 링크 l의 차종별 통행시간

$P_k$  : 차종별 시간가치

$Q_{kl}$  : 링크 l의 차종별 통행량

$k$  : 차종(1=승용차, 2=버스, 3=화물차)

#### 3.2.2. 경제적 성과

본 연구에서는 지역에서 생산되는 경제적 성과로 지역내 총생산(GRDP)로 설정하였다. 즉 각 시·도 내에 거주하는 각 경제 주체가 얼마만큼의 재화와 서비스를 생산했는가에 대한 지표이다.

현재 국내에서 제공되는 DB에 의해 구축된 GRDP는 광역시·도의 GRDP만이 구축되어 있어 이것을 시·군·구 체계로 맞추기 위해 Cervero<sup>6)</sup>가 사용한 방법과 같은 방법으로 산출하였다.

$$P_{cm} = O_{cm} / W_{cm}$$

$$P_{cs} = P_{cm} \times W_{cs}$$

$$E_s = \sum_c P_{cs}$$

여기서,  $P$  : 생산성(Productivity)

$E$  : 경제적 성과(Economical performance)

$W$  : 총 종사자수(Worker)

$O$  : 총 생산량(product Output)

$c$  : 산업별 종사자 수(industry Category)

$s$  : 시·군·구(diStrict)

$m$  : 특별, 광역시 및 도(Metropolis)

#### 3.2.3. 도시관리

##### ① 서비스 여력

서비스(Service) 또는 용역(用役)은 물질적 재화 이외

6) Efficient Urbanisation: Economic Performance and the Shape of the Metropolis

의 생산이나 소비에 관련한 모든 경제활동을 일컫는다. 경제학에서도 토지·자본·노동이라는 각 생산요소나 정 부가 무엇인가를 생산하거나 혹은 일상생활을 위한 인 간적 욕구를 충족하기 위해 하는 일련의 행동을 포함한다.<sup>7)</sup> 본 연구에서는 사람들이 도시생활에 필요한 대표 적인 서비스 시설로 의료시설, 문화시설, 주택수로 설정 하고, 이를 표준화계수<sup>8)</sup>로 산출하여 하나의 값으로 만 들었다. 의료시설, 문화시설은 해당지역 인구수, 주택수 는 세대수를 나누어 산출하였으며, 이러한 변수는 단위 시설 1개소가 수용할 수 있는 인구를 의미하므로 서비 스 한계 유무를 고려할 수 있을 것이라 판단하였다.

- A = 의료시설 수/인구수
- B = 문화시설 수/인구수
- C = 주택 수/세대수

둘째, 위에서 산출한 값을 이용하여 표준화계수를 적 용시켜 하나의 값으로 만드는데, 표준화계수 산출방법 은 다음과 같다.

$$S = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

여기서, S : 서비스 여력

x : A, B, C의 해당지역 산출값

max : A, B, C의 최대값

min : A, B, C의 최소값

이와 같이 산출하여 지수가 높은 지역은 서비스 여력 이 비교적 안정화되어 있는 것이고, 낮으면 서비스 여력 이 부족한 지역이라고 볼 수 있다.

## ② 정부 관리 한계

도시에서 정부가 하는 역할은 정부의 관리 하에 사람 들이 쾌적하고 안락하게 살 수 있도록 하는 것이다. 도시 가 점점 거대화가 되어 갈수록 인구가 늘어나 한정된 정 부의 인력으로는 이를 감당하는데 어려움이 따르게 되었 다. 이에 따라 본 연구에서는 정부의 관리한계에 대한 대 표변수를 산정하였는데, 정부의 관리한계와 관련된 변수

들은 서비스여력과 동일한 산출방법을 활용하였다.

A = 인구수/공공기관 수

B = 인구수/공무원 수

C = 민원처리 수/공무원 수

본 연구에서는 위에서 열거한 4개의 변수 외에도 도 시의 형태를 대변할 수 있는 변수들을 고려하였다. 경제 적 성과와 경제적 비용에 초점을 맞추기는 하였으나, 이 런 변수 이외에도 도시라는 것을 표현할 수 있는 공통적 인 변수가 필요하다고 판단하였다.

## 3.2.4. 도시형태관련변수

### ① 인구

노동시장이 클수록 많은 노동자가 원하는 기업체로 갈 기회가 생긴다. 또한 기업체는 원하는 전문기술을 갖 춘 노동자를 고용할 기회가 생길 수 있다. 물론 종사자 수가 가장 적합하다고 생각할 수 있으나, 종사자의 경우 해당도시 거주민이 아닐 경우도 있다. 그러나 인구의 경 우는 해당도시 거주민이기 때문에 그 도시의 노동시장 에 대한 크기를 알 수 있을 것이라 판단하였다. 또한, 본 연구에서는 경제적 성과와 비용이 도시 형태에 영향을 미치는 것을 알아보는 것으로서 도시 형태에 대한 변수 도 고려해야 하기 때문에 인구를 변수로 설정하였다.

### ② 접근거리

효율적인 교통기반시설이 노동자와 기업체간의 연결시 간을 줄여줄 것이라 판단하여 도시의 산업체 간의 접근거 리를 변수로 설정하였다. 접근거리를 산출하기 위해서 입 지상 계수인 LQ(Location Quotient Coefficient)<sup>9)</sup>를 이 용하였다. 입지상 계수로 측정되는 산업의 지역 특화도는 산업의 상대적인 집중도를 나타내며, 산출방법은 다음과 같다.

$$LQ_i = \frac{E_i^r / E^r}{E_i^n / E^n}$$

여기서,

$E_i^r$  : 지역 r의 산업 I에 종사하는 고용자 수

$E^r$  : 지역 r의 전체 고용자 수

7) 네이버 경제용어사전 (www.naver.com)

8) 수도권 인구이동의 특성에 관한 연구, 경기개발연구원

9) 도시 및 지역경제 분석론, 김홍배

$E_i^n$  : 전국의 산업 I에 종사하는 고용자 수

$E^n$  : 전국의 전체 고용자수

본래 LQ는 산업의 집중도에 활용되는 것이지만 본 연구에서는 산업의 비중이 높은 곳을 시작으로 이동한다는 판단 하에 이 계수를 이용하였다. 접근거리의 산출 방법에 있어서는 우선 기점을 설정해야 하는데 지수가 높은 지역을 찾아서 그 지역의 산업체가 밀집되어 있는 곳을 찾아 기점으로 설정하고 그 외 나머지 지역의 산업체가 밀집되어 있는 곳을 종점으로 하여 측정한다. 다음의 그림으로 설명을 한다면, 그림에서 점을 찍은 곳이 그 지역에 있는 산업 밀집 지역이다. 만약 A지역의 지수가 가장 높게 나왔다고 한다면, A지역을 기점으로 하여 그 외 다른 지역의 산업 밀집 지역을 찾아 거리를 측정한다.

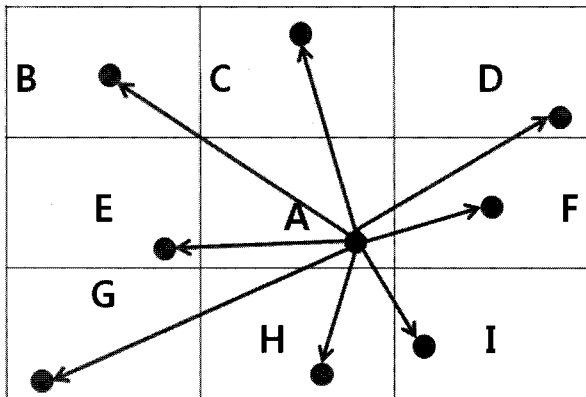


그림 2. 접근거리 산출방법의 예시

이와 같은 방법으로 2차·3차 산업의 접근거리를 각각 산출하였다. 본 연구에서는 2차 산업에서는 경기도 화성시의 지수가 3.01로 가장 높게 나왔고, 3차 산업에서는 서울시 강남구가 1.21로 가장 높은 수치를 보였다. 경기도 화성시의 경우 2차 산업에 해당하는 제조업 및 광공업의 종사자수가 가장 높았고, 서울시 강남구의 경우 3차 산업에 해당되는 서비스업의 비중이 높았기 때문에 이 같은 결과가 나왔을 것이라 판단된다.

거리를 측정한 후에 이들의 거리를 표준화계수에 적용하여 하나의 값으로 산출하였다.

### ③ 도시 중요도

도시 중요도는 그 도시가 가진 매력에 따라 인구가 유입한다는 가정 하에 이 같은 변수를 산정했다. 여기서 말하는 「도시가 가진 매력」이란 도시의 지리적인 위치

를 포함하여 지역명에 따른 효과라고 볼 수 있다. 도시의 인구가 얼마만큼 집중되어 있는지에 따라서 도시의 중요도를 비교해 볼 수 있을 것이라 판단하였다. 도시중요도의 산출방법은 수도권 전체 인구에서 해당도시의 인구수를 나누어 그 도시에 얼마만큼 사람이 집중되어 있는가를 알아보는 방법이다.

$$\text{도시중요도} = \frac{\text{해당도시 인구수}}{\text{수도권 전체 인구수}}$$

### ④ 중심지 분포패턴

중심지 분포패턴은 이론적으로 정해진 방법은 없었다. 그래서 본 연구에서는 선행연구인 심교언<sup>10)</sup>의 논문을 참고하여 단핵/다핵으로 분류하였다. 핵의 설정방법은 해당지역의 최대상업지역을 도시기본계획을 통하여 조사하고 이들을 기준으로 별도로 떨어져 있는 경우는 다핵구조, 그 외의 경우에는 단핵구조로 설정하였다. 이는 단핵과 다핵에 따라 지역의 생산량에 영향이 있는지

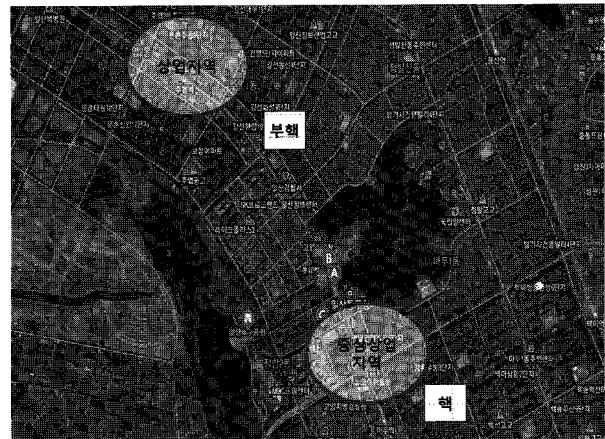


그림 3. 다핵구조의 예 (경기도 고양시)



그림 4. 단핵구조의 예 (경기도 하남시)

10) 도시의 규모 및 밀도와 중심지 분포패턴이 교통에너지 소비에 미치는 영향 연구

를 보기 위함이다. 분석에서는 더미로 처리하여 단핵은 0, 다핵은 1로 분석을 시행하였다.

⑤ 지니계수 (인구·고용)

지니계수의 경우는 도시의 인구와 고용이 불균등/균등에 따라서 지역의 생산량에 미치는 영향을 보기 위함이다. 지니계수의 산출방법은 선행연구에서 소개된 심교연<sup>11)</sup>의 논문을 참조하여 인구와 고용 부문에 지니계수를 적용하였다. 지니계수를 이용하여 산출된 결과 값으로 0에 가까울수록 지역의 인구 및 고용은 균등하게 분포되어 있는 것이고, 1에 가까울수록 지역의 인구 및 고용은 불균등하게 분포되어 있는 것을 의미한다. 지니계수의 산정식은 다음과 같다.

$$G = 1 - \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{P} \left( \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^j P_i \right)$$

여기서,  $G$  : 지니계수       $P_i$  :  $i$  번째의 밀도  
 $P$  : 밀도의 총합       $n$  : 존의 수

지니계수의 산출결과 인구에서는 대체적으로 신도시가 있는 지역이 불균등하게 분포되어 있는 지역으로 나

왔는데, 특히 서울시 양천구가 가장 불균등하게 분포되어 있는 지역으로 나왔고, 경기도 양평군이 가장 균등하게 분포되어 있는 지역으로 나왔다. 이는 신도시가 들어섬에 따라 인구유입이 한 지역으로 편중되어 분포되어 있는 것으로 판단된다.

고용부문에서는 경기도 낙후지역이 가장 불균등하게 분포되어 있는 것으로 나왔다. 서울시 강남구가 가장 균등하게 분포되어 있고, 경기도 가평군이 가장 불균등하게 분포되어 있는 지역으로 나왔는데, 이는 낙후지역의 경우 하나의 산업에만 치중되어 이러한 결과가 나왔을 것이라고 판단된다. 지금까지 살펴본 변수의 정의 및 수식을 활용하여 수도권에 대한 결과를 산출하였으며, 표 1과 같다.

3.3. 기술 통계분석 결과

기술통계 분석결과는 표 2에 제시되어 있으며, 각 변수별로 살펴보면 다음과 같다. 기술통계 분석을 지역별로 해석하는 것은 일부 현실과 맞지 않는 부분이 존재할 수 있으나, 본 연구의 실증분석 결과를 중심으로 개략적 설명을 언급하겠다(향후 연구과제 제시).

경제적 성과의 경우 편차가 상당히 심하였는데, 이는 서울과 경기도 북부지역의 생산량 차이로 인해 발생한 현상이라 판단된다. 혼잡비용의 경우 경기도 용인시가 1,472(원/인)로 가장 높은 수치를 보이고 있어 64개의 지역 중 혼잡비용이 가장 큰 지역으로 나타났고, 경기도

11) 심교연(2001) 연구의 수식을 준용하여 산출함.

표 1. 수도권 지역별 변수 산출결과(예시)

지역명	GRDP	정부의 관리	서비스정도	혼잡가능성	인구	접근거리	도로밀도	도시중요도	3차산업 총재수	집중분산도	지니(인구)	지니(고용)
종로구	10,539,783	0.66	0.39	0.296	173,843	0.49	11.47	0.028	209,435	1	0.985656	0.994372
용산구	4,817,019	0.54	1.25	0.344	248,362	0.54	12.77	0.013	95,117	1	0.987769	0.989582
성동구	5,584,086	0.6	1.38	0.29	341,620	0.52	24.21	0.015	86,070	1	0.994759	0.99232
광진구	4,816,327	0.73	0.73	0.35	386,367	0.58	18.97	0.013	94,118	1	0.996823	0.99063
동대문구	5,701,450	0.8	0.94	0.339	385,825	0.54	22.79	0.015	107,718	1	0.998597	0.993788
강남구	26,927,629	1.34	0.69	1.016	569,176	0.33	10.69	0.072	545,039	1	0.988734	0.996518
송파구	9,942,580	1.31	1.25	0.534	630,691	0.48	10.39	0.027	201,638	1	0.992875	0.991453
강동구	4,953,436	0.98	1.06	0.342	469,021	0.51	11.46	0.013	99,460	1	0.993801	0.988695
연수구	2,336,514	1.37	2.33	0.253	268,668	0.93	7.94	0.006	45,382	1	0.98641	0.985149
남동구	8,369,906	1.33	1.96	0.411	450,054	0.77	7.19	0.021	95,597	1	0.986213	0.986735
부평구	6,621,340	1.74	1.91	0.552	569,246	0.75	8.55	0.017	96,407	1	0.991533	0.98841
수원시	14,582,977	1.35	1.37	0.827	1,067,425	0.6	0.36	0.037	259,606	1	0.987027	0.986014
성남시	13,334,015	1.17	1.21	0.571	942,447	0.69	0.25	0.034	237,242	1	0.98549	0.985567
안양시	9,345,349	0.88	1.68	0.487	620,279	0.49	0.69	0.024	159,924	1	0.987505	0.987159
부천시	11,283,416	1.28	1.62	0.666	867,678	0.64	0.51	0.029	166,089	1	0.989848	0.988989
안산시	11,982,524	0.67	1.45	0.521	708,257	0.63	1.15	0.031	144,364	1	0.985094	0.985455
과천시	1,435,081	0.14	1.99	0.064	69,477	0.5	0.34	0.004	28,301	0	0.984649	0.984718

연천군이 11(원/인)으로 혼잡비용이 가장 낮은 지역으로 나타났다.

서비스 여력에서는 경기도 화성시가 2.54로 서비스 보급에서는 안정적인 지역으로 평가되나, 서울시 중구의 경우 0.32로 현재 갖추고 있는 서비스 시설에서는 한계를 보이고 있음을 짐작할 수 있다.

정부 관리 한계에서는 인천시 서구가 1.89로 지자체가 서구를 관리하는데 있어서는 문제가 없어 보이지만 경기도 과천시시 경우 0.14로 관리하는데 있어서 어려움이 따른 것으로 보인다.

표 2. 변수의 기술통계

변수	속성	평균	표준편차	최소값	최대값
혼잡비용 (원)	연속	0.35	0.27	0.011	1.472
서비스 여력	연속	1.57	0.459	0.32	2.54
정부관리한계	연속	0.95	0.41	0.14	1.89
인구(명)	연속	380,0	230,7	45,49	1,067
접근거리	연속	0.876	0.323	0.4	1.55
도시중요도%	연속	0.015	0.009	0.001	0.04
지니계수(인구)	연속	0.276	0.294	0.00037	1
지니계수(고용)	연속	0.726	0.238	0.22	0.99

## 4. 혼잡비용 영향모형 개발 및 검증

### 4.1. 혼잡비용 영향 요인 규명

혼잡비용과 도시형태 및 서비스변수간의 영향관계를 도출하기 전에 변수에 관하여 상관관계 분석과 다중공선성 분석을 실시하였다.

다중회귀분석모형에서 다중공선성이 강한 변수들이 모형에 동시에 포함되는 경우에는 혼잡비용에 영향을 미치는 변수들의 통계적 유의성, 방향성, 영향의 크기 등의 변형을 유발할 수 있기 때문이다.

표 3. 상관 및 다중공선성 분석 결과

종속변수 (잠재적)	독립변수
혼잡비용	정부의 관리(0.373*), 서비스 여력(0.314*), 인구(0.657**), GRDP(0.688**), 접근거리(-0.382*), 도시중요도(0.381**), 중심지분포(0.286*), 인구지니계수(0.672**), 고용지니계수(0.453**)

주 1) \*p<0.05, \*\*p<0.1

상관분석결과에서는 공통변수로 사용된 도시 형태 관련 변수들이 통계적으로 유의하지 않거나 상관계수 값

이 0.01~0.3 이하로 나타나 변수들 간의 상관관계가 낮음을 알 수 있다. 하지만 종속변수인 경제적 성과 및 경제적 비용과 설명변수들 간에는 0.4 이상으로 상관성이 있게 나타났다.<sup>12)</sup> 다중공선성 분석에서는 다중공선성의 유무를 판단할 수 있는 것으로 분산팽창계수(VIF : Variance Inflation Factor)를 이용하는데, 이 계수 값이 10 이상이면 다중공선성을 의심할 수 있다.

본 연구에서 사용되는 변수들의 VIF값을 확인한 결과 10 미만을 보이고 있어 선정된 변수 10개를 이용하여 모형을 구축하는데 무리는 없을 것으로 판단된다.

표 4. 독립변수에 대한 다중공선성 검토(VIF)

변수	VIF
정부관리한계	1.466
서비스 여력	2.128
인구	1.752
접근거리	1.776
도시중요도	1.928
중심지분포	1.437
지니계수(인구)	1.845
지니계수(고용)	1.579

### 4.2. 혼잡비용 영향모형 개발결과

교통혼잡비용(경제적비용)에 미치는 도시형태 요인을 규명하기 위하여 단계별 변수투입 다중회귀분석 모형을 개발하였다.

교통 혼잡 비용을 대상으로 분석한 결과 모형의 설명력은 57.1%로 나타났으며, 유의확률 0.05보다 작은 유의한 변수는 인구, GRDP, 지니계수(인구·고용)로 나타났다.

표 5. 혼잡비용과 영향모형 결과 요약(Stepwise)

R	R <sup>2</sup>	수정된 R <sup>2</sup>	Durbin-Watson	F-Value
0.769	0.591	0.531	2.165	9.924

주 1) R<sup>2</sup>은 모형의 적합도(설명력)임(1에 가까울수록 모형의 설명력 높음).

주 2) Durbin-Watson 자동상관 검증통계량 임(1.5~2.5의 범위에 존재할 경우 자기상관은 무시됨).

12) 상관계수의 일반적 기준은 다음과 같음.

상관관계	세부설명	자료출처
0.0~0.2	상관관계가 거의 없음	SPSS 통계분석 10.0, 21세기사, 2002
0.2~0.4	상관관계가 다소 있다	
0.4~0.7	상관관계가 다소 높다	
0.7~0.9	상관관계가 높다	
0.9~1.0	상관관계가 아주 높다	



표 6. 혼잡비용과 영향모형 결과 요약(Stepwise)

변수명	B	Beta	t	유의확률
정부의 관리	0.152	0.104	1.494	0.141
서비스 여력	-0.055	-0.139	-0.984	0.329
인구	<b>0.392</b>	<b>0.212</b>	<b>5.272</b>	<b>0.000</b>
접근거리	-0.162	-0.116	-1.590	0.118
GRDP	<b>0.357</b>	<b>0.305</b>	<b>2.902</b>	<b>0.010</b>
도시중요도	-0.173	-0.148	-0.584	0.562
중심지분포	-0.031	-0.059	-0.571	0.571
지니계수(인구)	<b>0.246</b>	<b>0.182</b>	<b>3.263</b>	<b>0.002</b>
지니계수(고용)	<b>0.327</b>	<b>0.193</b>	<b>2.702</b>	<b>0.009</b>

주 1) B(비표준화계수), Beta(표준화계수)

주 2) t값은 계수의 유의성 판단기준임

앞서 언급한 1차 모형의 결과에서 유의한 변수(인구, GRDP, 인구·고용 지니계수)를 중심으로 최종 모형(Enter)의 계수값을 도출하였으며, 모형의 설명력은 56.4%로 나타났으며, 유의확률은 0.05보다 작은 것으로 유의하다고 볼 수 있다.

표 7. 혼잡비용과 영향모형 최종결과 요약(Enter)

R	R <sup>2</sup>	수정된 R <sup>2</sup>	Durbin-Watson	F-Value
0.751	0.564	0.534	2.223	19.061

주 1) R<sup>2</sup>은 모형의 적합도(설명력)임(1에 가까울수록 모형의 설명력 높음).

주 2) Durbin-Watson 자동상관 검증통계량 임(1.5~2.5의 범위에 존재할 경우 자기상관은 무시됨).

표 8. 혼잡비용과 영향모형 최종결과 요약(Enter)

변수명	B	Beta	t	유의확률
인구	0.493	0.582	6.272	0.000
GRDP	0.537	0.604	3.165	0.002
지니계수(인구)	0.330	0.254	2.446	0.017
지니계수(고용)	0.427	0.296	3.409	0.002

주 1) B(비표준화계수), Beta(표준화계수)

주 2) t값은 계수의 유의성 판단기준임

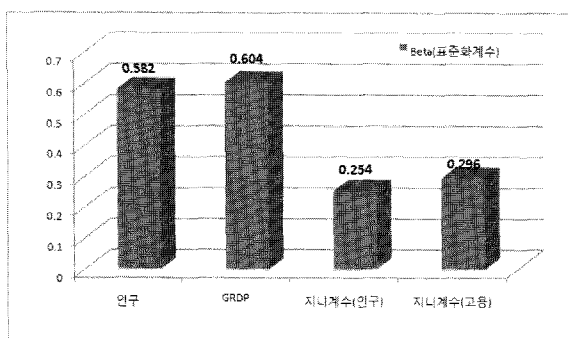


그림 5. 영향요인간 표준화계수 비교 Graph

GRDP와 인구의 경우 인구가 많은 곳일수록 도시를 통행하는 통행자의 증가와 경제활동이 증가하게 되어 교통부문의 혼잡비용이 많이 발생하는 것으로 확인되었다. 다음으로 지니계수(인구·고용)는 점점 불균등화 지역일수록 혼잡비용이 많이 드는 것으로 분석되었는데, 이는 인구와 고용 모두가 지리적으로 한쪽으로만 몰려 있어 혼잡이 유발되는 현상으로 판단된다.

## 5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 서울과 같은 대도시에서 발생하는 부정적 결과인 교통혼잡비용을 연구대상으로 도시형태에 의해 발생할 수 있는 현상에 대한 실증분석(Empirical Study)을 시도하였다. 실증분석을 위해서는 종속변수를 교통혼잡비용(Congestion Cost)으로 독립변수를 도시형태(경제성과, 도시 관리, 집중분산도 등)설정하여 분석을 진행하였다.

실증분석을 활용한 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 교통혼잡비용과 도시형태관련 변수와 1차적인 관계 분석을 수행한 결과, 인구(0.657), GRDP(0.688), 인구지니계수(0.672), 고용지니계수(0.453) 등에 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 결과적으로 도시 형태를 결정짓는 절대적 규모변수와 지역간 상대적 격차를 결정짓는 지니계수(인구, 고용)에 의해 상당부분 관계를 가지는 것으로 나타났다.

둘째, 실증분석을 위한 영향 모형개발 결과를 살펴보면, GRDP(0.604), 인구(0.582), 고용지니계수(0.296), 인구지니계수(0.254)순으로 교통혼잡비용을 발생시키고 있는 것으로 나타났다. 인구와 지역총생산(GRDP)과 같은 지역의 절대적 규모를 대변하는 요인의 경우 인구가 집중할 경우 도시가 혼잡해지고, GRDP가 증가할수록 생산 활동의 증가로 교통부문의 이동이 많아지기 때문으로 판단된다. 다음으로 지니계수(인구·고용)는 지역별 불균등에 관한 변수로 주변지역과 격차가 심할 경우 고용관련 이동으로 인해 혼잡비용이 많이 발생하는 것으로 분석되었다. 인구와 고용 모두가 지리적으로 한쪽으로 편중되면 발생하는 현상으로 판단된다.

본 연구는 공신력 있는 국가기관 데이터(통계청, 한국개발연구원, 한국교통연구원 등)를 바탕으로 실증분석을 실시하였지만 다음과 같은 한계를 내재하고 있다.

첫째, 자료와 변수 수집에 대한 한계이다. 도시형태<sup>13)</sup>를 대변하는 변수 등을 추가적으로 조사 분석한다면, 더욱 의미 있는 시사점을 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

특히, 종속변수에 해당하는 혼잡비용의 경우 시간별에 따라 차이가 발생하므로 이를 고려할 필요가 있다고 판단된다.

둘째, 본 연구에서는 지역 내의 균등 및 불균등에 대한 영향을 고려하지 못하고 있어 기술 통계분석 부분에 일부 해석하기 어려운 부분이 존재하는 것으로 판단되어 이를 보완할 수 있는 내부 자료의 구축도 필요하다고 판단된다.

셋째, 분석대상에 대한 한계이다. 본 연구는 서울 및 수도권을 거시적 측면에서 살펴본 실증연구로서, 좀 더 미시적인 교통존(TAZ)을 활용할 필요가 있다. 또한, 수도권을 제외한 지방 광역권 등으로 확대 적용하는 연구가 필요하다고 판단된다.

향후 이와 같은 여러 연구를 통해 부족한 부분들이 보완되어 도시 및 교통계획분야에서 활용될 수 있도록 연구자의 관심이 요구되어진다.

## 참고 문헌

안건혁, 도시형태와 에너지사용과의 관계연구, 국토계획, 제 35권 제2호, 1998.

심교언, 도시의 규모 및 밀도와 중심지 분포패턴이 교통에너지 소비에 미치는 영향 연구, 서울대학교 박사학위논문, 2001.

이시철, 도시경제발전과 성장관리의 양립가능 모델에 관한 시론적 연구, 국토계획, 제 39권 제2호, 2004.

김선현, 도시·지역 성장 요인 분석, 서강대학교 석사학위논문, 2005.

노정현, 김태균, 김재진, 박영선, 지역의 산업구조와 연령구조의 연관성 및 영향력 분석, 국토계획, 제40권 제2호, 2005.

윤진우, 김의준, 박승규, 수도권의 지역 잠재생산액 추정, 국토계획, 제40권 제2호, 2005.

권영선, 김홍배, 혁신클러스터에 의한 지역혁신과 지역경제 성장, 국토계획, 제40권 제5호, 2005.

김홍배, 문동주, 박준화, 지역진단 지표개발과 지역발전방향에 관한 연구, 국토계획, 제43권 제1호, 2008.

경기개발연구원, 수도권 인구가동 특성에 관한 연구, 1999

한국개발연구원, 도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구 (제4판), 2004

김홍배, 도시 및 지역경제 분석론, 2005

서울특별시 통계연보, 서울특별시, 2008

인천광역시 통계연보, 인천광역시, 2008

경기도 통계연보, 경기도, 2008

Internet Portal Site(www.daum.net, DAUM지도)

Internet Portal Site(www.naver.com, 네이버 경제용어사전)

Bogart, W. *The Economics of Cities and Suburbs*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998

Mills, E. & Hamilton, B. *Urban Economics*, 4th edn. Glenview, IL: Scott, Foresman & Company, 1989

Marshall, A. *Principles of Economics*. NY: Macmillan, 1952

Krugman, P. First nature, second nature, and metropolitan location, *Journal of Regional Science*, 33, pp.129-144, 1993

Shefer, D. Localization economics in SMSAs: a production function analysis, *Journal of Regional Science*, 13, pp.55-64, 1973

Soroka, L. Manufacturing productivity & city size in Canada, 1975 & 1985: does population matter?, *Urban studies*, 31, pp.895-911, 1984

Beeson, P. Total factor productivity growth & agglomeration economics in manufacturing, *Journal of Region Science*, 27, pp.183-199, 1987

Prud'homme, R. & Lee, G. Sprawl, speed & the efficiency of cities, *Urban studies*, 36, pp.1849-1858, 1999

Cervero, R. Efficient Urbanisation: Economic Performance & the Shape of the Metropolis, *Urban studies*, 38, pp.1651-1671, 2001

Clayton, the structure of interstate and interregional migration 1965-70, *annals of regional science*, 11: 109-22

접 수 일: 2011. 4. 8  
 심사 일: 2011. 4. 18  
 심사완료일: 2011. 7. 7

13) 도시형태(Urban Form)란 도시내 토지이용 및 가로망패턴, 건축물의 형태 등 인간의 활동과 밀접한 관계를 맺고 있는 요소들의 물리적 형태라 할 수 있다. 연구자의 견해에 따라 다소차이가 있으나, 안건혁(2000), 임승빈(2000), 이주형(2001) 등의 의견을 요약하면 물리적요인(자연환경, 가로망체계 등), 인문적요인(지가, 밀도, 계층, 토지이용패턴, 도시 관련 규제, 개발사업 및 정책 등)이 있음.