

네트워크 도시이론을 적용한 도시의 효율성 분석

Analysis of City Efficiency Using Urban Network Theory

김주영 한국감정평가연구원 책임연구원

※주요단어: 도시네트워크이론, 도시 효율적, 네트워크외부효과

목 차

I. 연구의 목적 및 내용

1. 연구의 목적
2. 연구의 내용

II. 도시적정규모 이론과 도시네트워크 이론

1. 적정도시규모 관련연구와 그 한계
2. 도시네트워크 이론의 개념과 시사점

III. 네트워크 도시이론을 적용한 도시의 효율성 분석

1. 모델 및 자료
2. 분석 결과

IV. 결론

I. 연구의 목적 및 내용

1. 연구의 목적

적정도시규모이론은 도시들간의 성과의 차이가 인구규모에 따라 달라진다고 보았으며 도시비용과 편익을 인구의 함수로 표현함으로써 최적 도시규모를 제시한 바 있다. 그러나, 도시 적정규모에 대한 도시경제학적인 접근과 연구들은 이제 도시의 효율성을 결정짓는 요소는 인구외에도 도시의 기능이나 도시간 네트워크 통합수준 등 새로운 변수를 고려해야 할 필요가 있음을 보여주고 있다. 이는 도시의 적정규모는 고정된 정적인 개념이라기 보다는 도시기능과 도시네트워크 통합수준에 따라서 변화되는 동적인 개념이라는 점과 일맥상통한다. 왜냐하면 도시가 갖는 개방성과 다른 도시와의 연계성을 고려해볼 때 개별도시의 적정규모는 다른 도시와의 관계와 해당 도시의 기능에 따라서 변화될 수 있기 때문이다.¹⁾

본 연구에서는 적정도시규모이론의 대체적인 개념으로 등장한 도시네트워크 이론²⁾을 도입해서 적정도시규모이론을 재해석하고 이의 의미를 실증적으로 규명해 보고자 한다.

2. 연구의 내용

적정도시규모이론은 현실적인 적용에서의 문제점과 한계에도 불구하고 도시경제적인 관점이나 도시계획적 관점에서 도시성장관리정책에 여러 가지 시사점을 주는 것으로 생각된다. 도시의 효율적 규모에 대한 분석을 위해 먼저 적정도시규모이론의 출발점과 이후 이루어진 주요 연구들을 정리하며 주요 연구들의 결과와 시사점을 도출한다. 또한, 본 연구에서 소개하고자 하는 도시네트워크 이론에서 보는 도시체계의 특성과 이들 이론을 중심으로 한 연구를 소개함으로써 전통적인 도시성장이론과의 차이점을 부각시키고자 한다.

1) F. Lo와 K. Salih 는 도시기능별 효율과 도시규모에 관한 아이디어를 발표했는데 이 이론에 따르면 농업도시로의 적정도시규모, 제조업 중심지로서의 적정규모, 서비스산업 위주의 적정도시 규모가 각각 다르다고 주장한 바 있다(최용호, 1998, p. 62)

2) 김재익 등의 연구에서는 네트워크 패러다임을 도시계획을 지배하는 핵심패러다임으로 인식한 바 있다(김재익외, 2003. 5. “도시계획 패러다임 변화 -네트워크 패러다임을 중심으로-.” 주택연구, 제11(1).

실증분석에서는 우리나라 72개 도시를 대상으로 도시 입지의 효과와 과부하가 도시 규모나 도시기능, 도시 네트워크의 통합정도에 따라 어떤 패턴을 보이는지를 분석하게 된다. 실증분석 결과 나타난 도시입지의 효과와 과부하간의 패턴을 분석함으로써 도시의 효율적 규모가 도시기능이나 네트워크 통합정도에 따라 어떻게 변화될 수 있는지를 알아보고 그 정책적 시사점을 도출하게 된다.

II. 도시적정규모이론과 도시네트워크이론

1. 적정도시규모 관련 연구와 그 한계

Alonso는 도시의 편익과 비용을 도시규모의 함수로 만들었으며 편익의 경우 도시 규모 증가에 따라 체감적으로 증가하며 비용의 경우 체증적으로 증가하게 된다고 가정하였다. 그 결과 도시입지의 순편익이 극대화되는 인구규모를 찾을 수 있으며 이것을 도시의 최적규모라 명명한 바 있다. 이후 도시의 생산성과 도시규모³⁾간의 상관성을 분석하는 다양한 연구들이 진행되었다.⁴⁾

최근회, 이희봉의 연구(1996)에서는 최소비용접근법과 최대순편익접근법을 사용해서 수도권 도시의 적정규모를 재정력 관점에서 규명하였다. 이 연구에서는 우리나라 수도권 도시의 재정력상 적정도시규모는 인구규모 약 75만 내외로 분석하였으며 적정도시규모는 도시의 세원구조나 경제구조 등의 변화에 따라 달라질 수 있다는 점을 지적하였다.

대도시 적정규모에 대한 국토개발연구원의 연구(1980)에서는 도시별 서비스지수와 공공투자지수의 차를 구해서 이 값이 어떤 인구규모에서 가장 높은가를 구함으로써 적정도시규모에 접근하였으며, 도시의 역서비스적인 지표 즉, 주택부족율, 단위도로면적당 자동차수, 천인당 교통사고건수, 만인당 화재건수 등을 활용해서 동일한 방법으로 접근하기도 하였다. 이 연구에 의하면 15~16만이 중소도시의 적정규모로, 55~120만이 대도시의 적정규모로 설정하였으며 집적이익의 관점에서는 550~650만을 최대규모로 산정하였다.

우리나라의 도시성장과 쇠퇴패턴에 대한 연구에서는 도시가 성장하기 위한 최소

3) 도시규모의 적정성을 평가하기 위해서 총인구나 인구밀도, 1인당 소득의 지표가 사용되어 왔다.

4) 적정도시규모를 산정하는 방법은 집적경제를 통한 방법론, 최소비용접근법, 생활의 질에 의한 접근법, 비용·편익분석, 도시기능에 의한 접근법으로 구분할 수 있다.

규모를 10만 정도로 분석한 바 있으며 도시성장과 쇠퇴와 도시산업간의 상관분석을 실시한바 있다(오윤표외, 2000).

대구시에 대한 적정도시 규모에 대한 연구(최용호, 1998)에서는 기존 연구들이 여러 도시를 횡단면으로 분석해서 하나의 최적 도시규모를 도출한데 비해 대구시만을 대상으로 시계열 분석을 실시함으로써 대구광역시에 적합한 도시적정규모를 도출하고 있다는 점에서 의의가 있다. 이 연구에서는 자료구득이 가능하고 실증분석이 비교적 용이한 집적경제를 통한 적정도시규모 이론과 최소비용접근법, 그리고 생활의 질을 통해 본 적정도시규모 이론 등 세가지 이론을 중심으로 대구시의 적정도시규모를 분석했다.⁵⁾

도시규모와 도시의 소득불균형간에 상관성을 찾으려는 연구(Gershon Alperovich, 1995, pp. 863-862)에서는 소득계층의 선호체계가 도시규모와 소득불균형간의 관계를 결정짓는다는 것으로 즉, 저소득가구가 비교역제를 상대적으로 선호하고 고소득가구가 교역제를 더 선호하는 경우 소득불균형은 도시규모가 커짐에 따라 줄어든다는 점을 분석하였다.

한편 인구분포의 적절성을 집적경제와 불경제에 대한 추정에 기반해서 평가하려는 연구(Xiao-Ping Zheng, 1998)에서는 동경 대도시권을 대상으로 인구밀도의 공간적 분포에 따른 집적의 비용과 편익을 평가하였다. 이 연구에서는 도심으로부터의 거리에 따른 집적의 편익과 비용을 조사하기 위해 cubic-spline 함수접근을 이용해서 분석했다. 1인당 편익과 비용의 차이를 분석한 결과 도심으로부터 10km~25km 지점에서 집적불경제가 가장 높은 것으로 나타나 이 구간에서의 인구분포는 부적정한 것으로 평가되었다. 그러나, 이 연구에서는 전체적인 집적경제가 불경제 효과보다 큰 것으로 나타나 동경대도시권의 규모는 적정한 것으로 결론지었다.

적정도시규모이론에서의 지적대로라면 실제세계의 도시들은 일정 규모 이상이 된 후 그 규모가 감소해야 하지만 대부분의 도시들은 그 규모가 계속적으로 증가하고 있다. 이런 점은 최적도시규모이론과 현실세계 도시들간에 나타나는 명백한 괴리라고 할 수 있다.

적정도시규모이론의 한계점에 대해서는 많은 논의들이 전개되어 왔으며 그 내용은 다음의 몇가지로 정리할 수 있을 것이다.

첫째, 적정도시규모이론에서는 주로 규모의 경제를 결정짓는 요소를 도시인구에만 한정함으로써 도시기능의 상이성이나 새롭게 등장하고 있는 도시 네트워크 수준에 따라 변화될 수 있다는 점을 간과하고 있다. 또한, 기존의 연구에서는 도시적정규모

5) 이 연구에서 분석의 범위는 1978년부터 1996년까지이며 집적경제가 극대화되는 인구규모는 약 190만명으로 대구의 1982년 대구의 인구규모에 해당하며 최소비용접근법에 의한 적정규모는 175만명으로 대략 1980~1981년의 인구규모와 비슷한 수준으로 나타났다.

이론이 도시별로 동일한 생산함수를 가정함으로써 나타나는 문제점을 지적한 바 있다. 도시들은 서로 다르므로 생산함수도 다르고 다른 특화를 담당한다. 동일한 도시 생산함수를 모든 도시에 적용하는 것은 최적 도시규모의 추정에서 매우 제한적이라는 점이다. 적정도시규모이론에서는 도시들이 작동하는 공간적 맥락을 고려하지 않는다. 도시들은 정성적인 특성의 결과로써 외부성을 생성한다. Chinitz는 다양하고 경쟁적인 도시생산체계의 중요성을 강조했다(Roberta Capello and Roberto Camagni, 2000).

리차드슨(Richardson)은 적정도시규모의 이론적 수용과 현실세계에서의 도시체계 발전 패턴사이에 모순이 있음을 지적하였다. 그는 이런 모순은 도시의 집적 경제에 영향을 주는 요소가 도시규모 외에 다른 요소들이 있다는 점을 인정함으로써 설명될 수 있다고 하였다. 즉, 도시규모 외의 다른 요소들이란 동태적 요소들인 혁신이나 지속적 정보와 지식의 습득과 같은 동태적 요소들을 통합함으로써 정태적인 최적 도시규모이론의 틀에 의해 설명될 수 있다고 주장하였다.

최근에는 도시적정규모는 도시가 가지는 기능과 전체 도시체계에서 도시의 역할을 고려해서 해석해야 한다는 논의가 전개된 바 있으며 이 이론에 의하면 적정도시의 규모는 Richardson의 지적대로 매우 작은 규모의 도시에서도 규모의 경제가 발생할 수 있다는 의견과 일치하고 있다 (Roberta Capello and Roberto Camagni, 2000).

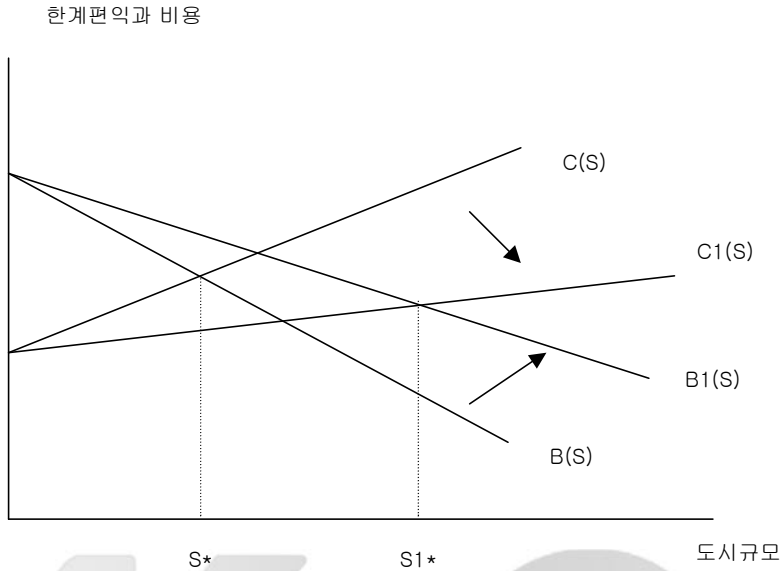
두 번째로는, 적정도시규모이론은 정적인 이론틀로써 동태적인 관점에서 도시의 적정규모는 도시성장과 함께 도시의 구조적 조정으로 변화될 수 있다는 점을 간과했다는 점이다. 1960년대와 70년대의 최적도시규모에 대한 질문은 잘못된 방향으로 진행되었는데 진정한 이슈는 적정도시규모가 아니라 효율적 규모라는 점이다.

이 효율적 규모는 도시의 기능특성과 도시체계 내 공간조직에 의존한다. 규모의 경제는 어느 정도까지는 존재하지만 도시의 발전은 새로운 경제적 이익을 창조하는 구조적 조정을 이끈다. 이런 구조적 조정은 고차기능으로의 전환이거나 다른 도시들과의 연계를 말하게 된다. 이 논문은 이런 과정에 대한 실증 분석을 제시하며 네트워크 통합수준과 도시규모, 도시기능의 수준의 변화에 따른 도시의 입지적 편익과 비용함수의 변화를 보여준다.

세 번째로는, 도시의 적정규모 개념은 현대도시에서 강조되고 있는 도시의 관리 측면을 고려치 못함으로써 도시의 관리수준에 따라 적정규모가 증가될 수 있다는 점을 파악하지 못했다(Remy Prud'homme and Chang-Woon Lee, 1999). 적절한 도시관리 체계의 존재 유무에 따라 도시입지에 따른 편익과 비용곡선이 변화될 수 있다는 점이다. <그림 2-1>에서처럼 도시의 관리변수는 한계비용과 한계편익곡선을

이동시킴으로써 최적 도시규모를 늘릴 수 있게 된다.

<그림 2-1> 도시관리함수로서의 최적도시규모



자료: Remy Prud'homme and Chang-Woon Lee, 1999, p. 1850.

본 연구에서는 도시적정규모의 개념은 도시의 성장패턴을 설명하는데 있어서 그 한계점을 가지고 있으며 효율적 도시규모의 개념에서 접근해야 함을 강조하고자 한다.

2. 도시네트워크 이론의 개념과 시사점

적정도시규모이론은 도시의 크기가 도시의 입지비용과 편익의 근본적 결정인자라고 주장한다. 도시의 효율성은 집적경제에 의해서 달성되며 도시정책은 비용과 편익의 균형을 달성하는 것이다. 그러나 적정도시규모이론이 설명하지 못하는 현실세계의 도시규모와 성장 패턴은 크리스탈러가 제기한 중심지이론에 의해서 설명될 수 있다. 중심지이론에서 도시체계의 특성은 위계적이며 도시의 효율성은 경제의 기능적 상승에 의해서 달성된다고 한다. 이에 비해 네트워크⁶⁾ 도시는 도시규모와 도시기능간의 관계를 단절시켰다는데 가장 큰 이론적 의의가 있는 것으로 평가된다.⁷⁾

6) 네트워크란 개념은 원래 철도, 운하와 같이 땅으로 건설된 곳에 주로 사용되지만 나중에 라디오나 텔레비전 네트워크에 적용되었다.

7) 크리스탈러의 접근에서는 쾰히같은 인구 30만의 도시가 뉴욕이나 도쿄와 같은 국제적

네트워크이론에서의 도시는 거대한 도시체계 내에서 특화된 성격을 가지고 서로 연계되어 있어서 도시간 네트워크 참여에 따른 외부효과와 기능적 상승에 따른 집적경제가 공존하는 도시라 할 수 있다.

<표 2-1> 세가지 이론적 패러다임의 비교

이론별패러다임 요소	적정 도시규모	신고전도시 및 크리스탈러의 도시	네트워크 도시
접근의 특성	실증적	이론적	이론적 및 실증적
도시의 특성	정의되지 않은 도시	특화되지 않은 도시	대규모 도시체계와 연계된 특화도시
도시체계의 특성	고려되지 않음	위계적임	네트워크적임
특성 요소	도시 규모	도시기능을 통해 해석된 도시규모	규모와 기능간의 구별, 공간적 맥락에서 분석이 개발됨
도시 효율성	집적 경제	기능적 상승	집적과 기능적 상승에 따른 망외부효과 의 공존
분석 결과	도시내 균형점 존재	도시내 및 도시간 균형이 존재	도시간 체계를 통해 도달할 수 있는 도시내 균형이 존재
도시정책 목표	비용과 편익간의 균형의 달성	정의상 체계가 균형임	비용과 편익의 균형 달성

자료: Roberta Capello and Roberto Camagni, 2000

도시네트워크 이론에서 보는 도시는 세가지 다른 분야간의 상호작용의 결과라는 생각에서 출발한다. 세가지 다른 분야란 경제적, 물리적(자연 및 인공), 사회적 부분을 말한다. 이런 세가지 다른 분야의 상호작용과 상호발전의 이익과 불이익을 통해서 도시체계는 출현한다. 장기적으로 이런 이익의 합계가 불이익의 합계보다 클 때 도시는 자체적으로 지속가능한 개발을 추진할 수 있는 요소를 가지고 있다고 얘기하는 것이 가능해진다.⁸⁾

인 금융도시로 성장하는가에 대한 설명이 불가능하다.

8) 여기서 도시효과란 집적경제가 정의 외부효과와 결합된 상태이며 도시과부하란 입지비용이 부의 외부효과와 연관된 경우를 가리킨다.

<표 2-2> 도시내 다른 환경들간의 상호작용

	경제 및 물리적 환경간의 상호작용	경제 및 사회적 환경간의 상호작용	사회 및 물리적 환경간의 상호작용
도시효과	<ul style="list-style-type: none"> · 효율적 에너지 이용 · 재생불가능한 자연자원이용 · 도시환경 이용에서의 규모의 경제 	<ul style="list-style-type: none"> · 주택에 대한 접근성 · 직장에 대한 접근성 · 사회적 어메니티에 대한 접근성 · 교육시설 · 건강서비스에 대한 접근성 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 사회적 어메니티로서 녹지 · 녹지에서의 주거시설 · 도시환경 어메니티에 대한 접근성
도시과부하	<ul style="list-style-type: none"> · 자연자원의 소모 · 집약적인 에너지이용 · 수질오염, 대기오염, 녹지의 감소, 교통혼잡, 소음 	<ul style="list-style-type: none"> · 높은 임대료로 인한 · 강제적 교외화 · 노동시장에서의 마찰 · 빈곤 	<ul style="list-style-type: none"> · 도시 건강문제 · 역사건축물의 손실 · 문화유산의 손실

자료: R. Camagni et al., 1998, p. 107.

도시네트워크 개념은 네트워크요소, 네트워크 외부효과 요소, 상호협조 요소라는 세가지로 구성된다. 네트워크요소는 크리스탈러가 주장한 것처럼 중심지들이 지역의 위계적 관계에 기반을 두고 발생하는 것이 아니며 새로운 유형의 동일규모 도시들간의 장거리 관계와 유사하거나 다른 특화를 보이는 관계에서 발생한다. 두 번째 네트워크 외부요소⁹⁾는 네트워크에서의 참여를 통해서 규모의 경제와 시너지효과를 달성하게 된다는 점이다. 세 번째 상호협력 요소는 도시들간의 관계가 더 이상 도심들간의 위계에 의해서 지배되는 대신에 상호 협력이 도시네트워크 패러다임의 기초라는 점이다. 이런 상호협력은 도시 규모의 경제를 달성하게 함으로써 단일 도시의 물리적 성장없이 도시들간의 협력을 통해 경제발전을 가져올 수 있다는 점이다 (Roberta Capello, 2000, pp. 1927 ~1928).

도시네트워크 패러다임에서는 네트워크에 참여하는 도시의 열의가 높고 조직변화에 대한 유연성이 크며 네트워크 참여시 개발적인 태도를 취할수록 네트워크 참여에 따른 성과가 커진다고 말한다. 네트워크 외부효과 개념이 다소 추상적이어서 이를 실증분석한 연구는 아직 많지 않으나 최근 한 연구에 의하면 세계보건기구(WHO)에서 주관하는 건강한 도시 네트워크에 참여한 도시들을 대상으로 실증분석한 결과 네트워크 참여의 외부효과가 큰 것으로 나타났다.

9) 소비네트워크 외부성과 생산네트워크 외부효과로 나뉘어지는데 후자가 핵심적인 개념이다.

III. 네트워크 도시이론을 적용한 도시의 효율성 분석

1. 모델 및 자료

본 연구에서는 Roberta Capello and Roberto Camagni(2000)의 모형을 이용하여 국내 도시의 효율성을 분석하고자 한다.¹⁰⁾ 실증분석을 위해 도입한 생산함수는 로그변환 생산함수이며 이 경우 실증분석 결과 추계된 값은 독립변수 한 단위 증가에 따른 종속변수의 탄력성 값을 의미하게 된다. 이 생산함수는 각각의 독립변수에 대해서 두 번 미분할 수 있는 형태로 구성되어 있다는 특징이 있으며 자본과 노동이 투입요소인 전통적인 형태가 아닌 준생산함수(quasi-production) 형태를 띠게 된다.¹¹⁾

$$\begin{aligned} \ln ALB(ALC) = & \ln \alpha + \alpha_1 \ln D + \alpha_2 \ln FUN + \alpha_3 \ln NT + \beta_1 \frac{1}{2} (\ln D)^2 \quad (1) \\ & + \beta_2 \frac{1}{2} (\ln FUN)^2 + \beta_3 \frac{1}{2} (\ln NT)^2 + \delta_1 \ln D \ln FUN \\ & + \delta_2 \ln D \ln NT + \delta_3 \ln FUN \ln NT \end{aligned}$$

단, D: 인구규모, NT: 전화가입자수, FUN: 3차산업 종사자 비율

(1)식을 인구 변수로 편미분할 경우 (2)식이 된다. 여기서 e_D 는 도시효과의 규모 탄력성을 의미하게 된다. (2)식으로부터 도시효과의 규모탄력성이 어떻게 변화되는지를 구할 수 있게 된다.

$$e_D = \alpha_1 + \beta_1 \ln D + \delta_1 \ln FUN + \delta_2 \ln NT \quad (2)$$

$$e_{DD} = \beta_1, \quad e_{DFUN} = \delta_1, \quad e_{DNT} = \delta_2$$

도시효과를 나타내기 위한 지표로는 8개 지표를, 도시과부하 지표를 나타내기 위해서 4개 지표를 이용하였다.¹²⁾

10) Roberta Capello and Roberto Camagni(2000)의 논문에서는 이탈리아 58개 도시를 대상으로 도시의 효율성을 검증하였으며 연구결과는 본 논문에서 우리나라 도시를 대상으로 분석한 결과와 유사하였다. 이 논문에서는 도시인구의 관점에서 이탈리아의 효율적 도시규모는 36만명으로 평가하였으며 도시기능 수준이 49%에서 가장 도시의 효율성이 높다는 실증분석 결과를 제시하였다.

11) 이런 생산함수 형태는 Chan and Mountain(1983)이 기술변화와 규모의 경제간의 차이를 구분하기 위해서 도입한 생산함수에서 사용된 바 있으며 이 함수의 기본적인 생각은 개별 독립변수들이 동등한 변수로 취급된다는 점으로 각각의 독립변수가 종속변수에 미치는 영향력을 분리해서 평가할 수 있다는 점이다 (Sveikauskas et al., 1988, p.187).

독립변수로는 도시의 전체인구수, 도시기능을 나타내는 지표로는 3차산업 종사자 비중¹³⁾, 도시네트워크 수준을 나타내는 변수로 도시별 전체 전화가입자수를 포함하였다. 도시효과 지표와 도시과부하 지표의 경우 개별 지표들을 통합하였으며 통합시 분석단위의 차이에 따른 문제점을 해결하기 위해서 각 변수들을 해당 변수의 최대값으로 나누는 방법으로 표준화하였다. 경제와 물리적 환경간의 상호작용으로 나타나는 외부경제 효과지표로는 1인당 물사용량과 1인당 연료사용량을 사용하였으며 도시의 경제환경과 사회적 환경간의 상호작용을 나타내는 지표로는 인구당 학교수와 은행수를 이용하였다. 또한, 사회적 환경과 물리적 환경간의 상호작용을 나타내는 도시내 녹지는 도시별 1인당 공원면적을 활용하였다.

도시입지에 따른 과부하 지표로는 1인당 쓰레기 발생량, 1km²당 자동차수, 1인당 SO₂ 배출량 지표를 사용하였으며 사회적 환경과 물리적 환경간의 상호작용으로 나타나는 외부불경제 효과는 인구당 범죄발생건수를 활용하였다.

<표 3-1> 실증분석에 포함된 변수의 개념적 정의

	종속변수			독립변수
	경제 및 물리적 환경간의 상호작용	경제 및 사회적 환경간의 상호작용	사회 및 물리적 환경간의 상호작용	
도시 효과 지표 (ALB)	1인당 물사용량 1인당 연료사용량	학교수/인구 은행수/인구	도시내 녹지 (1인당 km ²)	· 인구 · 전체산업에서 3차산업이 차지하는 비중 · 도시별 전화가입자수
도시 과부하 지표 (ALC)	1인당 쓰레기발생량 1km ² 당 자동차수 1인당 SO ₂ 배출량		범죄발생건수/인구	

도시효과와 도시과부하 지표에 영향을 주는 독립변수로는 도시규모(전체인구), 도시기능의 차이에 따른 영향력 차이를 검증하기 위한 지표로는 전체산업에서 3차산업이 차지하는 비중¹⁴⁾을 이용하였다. 크리스탈러의 중심이론에서는 도시규모가 커

12) 여기에서 사용한 지표들은 Roberta Capello(2000), Roberto Camagni et al.(1998)에서 제시된 지표들을 주로 참조하였다. 도시과부하지표의 경우 도시별 대기오염도, 실업자수 등 지표를 사용할 수 있으나 통계자료가 구축되지 않은 관계로 포함하지 못하였다.

13) 도시의 고차기능 정도를 나타내기 위한 지표로 사용되었으며 도시별 생산액 자료가 없으므로 도시별 전체 고용자수에서 3차산업 종사자수 비율을 이용하였다. 구체적으로는 도소매업, 숙박 및 음식점업, 운수업, 통신업, 금융보험업, 부동산임대업, 사업서비스업, 교육서비스업, 오락문화업이다(서비스업중 공공부문은 제외하였다).

14) 도시별 부가가치생산액에 대한 통계자료는 구축되어 있지 않으므로 사업체기초통계조사의 19개 산업중에서 농업과 제조업 등 1, 2차산업을 제외한 서비스업 관련 종사자수가

질수록 도시가 보다 상위의 기능을 수행하는 것으로 가정하고 있으나 현실적으로 도시규모가 작은 도시들도 전통적인 제조업보다 부가가치가 높은 보다 상위의 산업에 특화되어 있다는 점에서 도시의 이 지표를 독립변수로 추가하였다. 또한 사례도시들이 보여주는 다른 도시들간의 상호작용의 흐름을 독립변수로 사용하기 위해서 도시별 전화가입자수를 활용하였다. 엄밀한 의미에서 이 지표는 사례도시들이 다른 도시들과 참여하는 공동프로그램의 수 등 실질적인 네트워크 통합수준을 나타내는 통계치를 사용해야 하나 자료의 부족으로 이용하지 못하였다.

도시별 연료사용량은 난방, 산업, 수송부분으로 나누어 <표 3-2>의 기준에 의해서 산정하였다.¹⁵⁾ 연료사용에 따라 배출되는 대기오염 물질인 이산화황의 배출량 산정은 환경부, 국립환경연구원에서 조사한 대기오염물질배출량 자료에 나와 있는 배출계수를 적용하여 산정하였다.

<표 3-2> 도시별 연료사용량 산정을 위한 자료 및 방법

사용부문	입력자료	자료출처	도시별 에너지사용량 계산방법	비고
난방부문	주택유형별 시군 내 세대수	도시연감	광역시·도 연료사용량 × \sum 주택유형별 시군내 세대수/(광역시도 세대수 ×연료사용비율)	
산업부문	시군종별 (1,2,3,4,5 종) 배출시설수	전국통계연감	광역시도연료사용량 지 군배출지수/광역시도 배 출지수	배출지수 종별배 출업소수 ×종별가 중치
수송부문	광역시도휘발유, 경유, B-A, B-B, B-C유 사용량	대기오염물질 배출량	· 휘발유 광역시도휘발유사용량 × (시군자가용승용차 ×도 로지수) · 경유 광역시도경유사용량 ×(시군(버스+트럭+특수차) 수×도로지수)	· 각시별 도로길 이는 고속도, 국 도, 지방도, 시군 도로 구분 · 도로지수 고속도×4+(국도 지방도+시군도)× 2
	시군 자가용승용 차, 버스, 트럭, 특수차 차량등록 대수	전국통계연감		
	도로별 연장길이 (고속도로, 국도, 지방도, 시군도)	전국통계연감		

자료: 이동근, 김용준(1999), pp. 74-76에서 정리

전체 도시별 종사자수에서 차지하는 비중으로 산정하였다.

15) 수송부문중 선박부분과 발전부분의 경우 연료사용량 계산에서 제외하였으나 전체적인 통계에는 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

2. 분석 결과

도시입지의 편익함수와 비용함수에 대한 추정결과 모델의 설명력(R^2)은 각각 0.36, 0.24로 나타나 다소 낮게 나타났으나 전체적인 모델의 적합성은(F값기준) 양호한 것으로 보인다.

<표 3-3> 모델 추정 결과

	입지편익함수				입지비용함수 추정			
	계수	표준오차	t 통계량	P-값	계수	표준오차	t 통계량	P-값
Y 절편	-2.03	3.57	-0.57	0.57	12.10	4.27	2.82	0.00
LOG(D)	-0.74	3.17	-0.23	0.81	-2.13	3.80	-0.56	0.57
LOG(FUN)	-1.95	2.90	-0.67	0.50	3.11	3.47	0.89	0.37
LOG(NT)	1.82	2.96	0.61	0.54	-2.41	3.55	-0.67	0.49
(LOGD) ²	-1.40	0.91	-1.52	0.13	1.92	1.09	1.74*	0.08
(LOGFUN) ²	-2.74	2.67	-1.02	0.30	3.50	3.20	1.09	0.27
(LOGNT) ²	-2.11	0.90	-2.34**	0.02	2.32	1.08	2.15**	0.03
(LOGD*LOGFUN)	-0.03	1.90	-0.01	0.98	0.10	2.28	0.04	0.96
(LOGD*LOGNT)	1.63	0.70	2.33**	0.02	-1.68	0.83	-2.01**	0.04
(LOGNT*LOGFUN)	0.29	1.96	0.14	0.88	-0.59	2.35	-0.25	0.80
$R^2=0.36$, F값= 3.94(0.0005)					$R^2=0.24$, F값= 2.22(0.03)			

주: ** 유의수준(0.01), * 유의수준(0.1)

인구규모 변화에 따른 도시효과와 도시과부하를 분석해 보면 전통적인 도시적정 규모 이론에서 제시하는 것처럼 중간규모의 도시가 가장 집적경제의 효과가 큰 것으로 보인다. 실증분석 결과에 의하면 대략 인구규모가 40만 정도인 도시들이 가장 도시효과의 크기가 큰 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 이에 반해 도시과부하 지표의 경우 인구규모가 증가할수록 증가하는 양상을 보이고 있어 우리나라 도시의 경우 인구규모 증가에 따른 혼잡과 외부불경제의 문제가 큰 것으로 보인다.

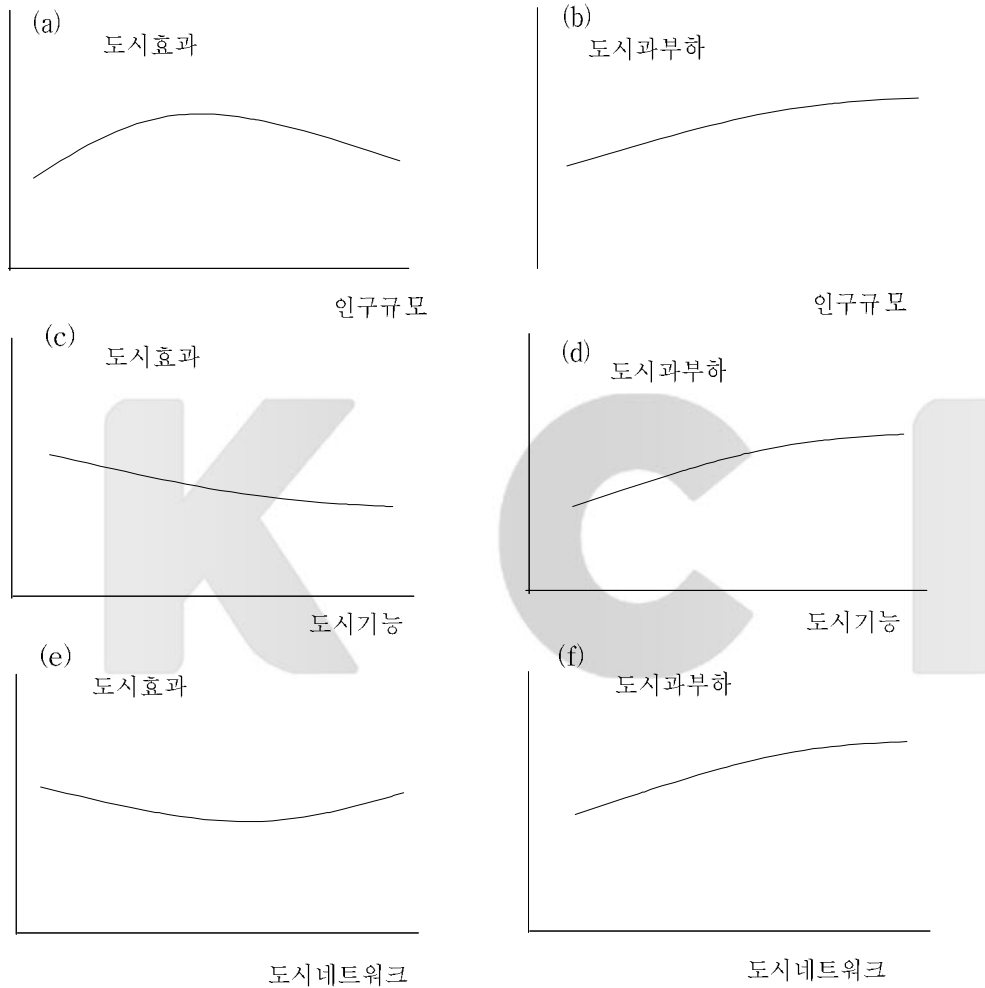
도시기능의 향상에 따른 도시효과 지표와 도시과부하 지표의 경우 도시기능이 향상될수록 도시효과는 약간씩 떨어지는 것으로 나타났으며 도시기능 향상에 따른 도시과부하 지표는 체감적으로 증가하는 패턴을 보이고 있다.

도시의 네트워크 수준은 일정규모에 도달할 때까지는 규모의 불경제가 나타나고 있으나 일정수준을 초과할 경우 규모의 경제가 나타나서 네트워크 수준의 임계치가

16) 이 규모는 수도권 도시의 평균규모보다 약간 큰 것으로 수도권 도시의 평균규모는 대략 36만이었으며, 분석에 포함된 우리나라 72개 도시의 평균 인구규모는 27만으로 나타났다.

존재하고 있음을 보여주고 있다. 도시기능의 상승과 마찬가지로 네트워크 수준이 향상될수록 도시과부하는 증가하고 있으나 이는 도시기능 지표와 마찬가지로 체감적으로 증가하는 패턴을 보여주고 있다.

<그림 3-1> 도시효과 및 과부하의 추정



<표 3-4> 실증분석 결과 해석

	도시효과		도시과부하	
	예상	결과	예상	결과
도시규모	역U자형	예상대로 나타남	U자형	체감적 증가형
도시기능	U자형	감소형	증가형	증가형
도시네트워크	U자형	예상대로 나타남	증가형	증가형

도시규모의 경우 인구규모가 증가할수록 외부경제 효과가 증가하기 때문에 인구 규모 증가시 커지다가 일정규모 이상으로 커질 경우 외부불경제 효과로 인해 집적경제가 감소하는 패턴을 보일 것으로 예상되었다. 예상대로 역U자형의 패턴을 보이는 것으로 나타났다. 이에 비해 도시규모 증가에 따라 도시과부하는 체감적으로 증가하는 형태를 보이고 있었다.

도시기능과 도시효과간의 관계는 일정규모 기능까지는 집적의 효과가 감소하다가 일정규모를 기점으로 집적경제의 효과가 나타날 것으로 예상했으나 기대와 반대로 도시기능 증가에 따라 도시효과는 약간씩 감소하는 것으로 나타났다.

그러나, 전반적으로 도시규모, 도시기능, 도시네트워크 수준변화에 따른 도시효과와 도시과부하의 패턴은 기대한 형태를 띠는 것으로 판단된다.¹⁷⁾

IV. 결론

적정도시규모이론에서는 주로 도시의 경제적인 관점에서 이를 평가하고 집적경제의 효율성을 분석하였다. 또한, 적정도시규모이론에서 제기한 최적규모란 도시의 기능과 다른 도시들간의 연계가 동일하다는 가정하에서만 성립되어 매우 제한적 해석이 가능하다는 한계를 가지고 있다.

이에 비해 네트워크 도시이론에서 보는 도시는 경제적 환경, 물리적 환경, 사회적 환경이 상호작용에 의해 구성되는 체계를 말하며 이런 상호작용의 결과에 의해서 정의 효과와 부의 효과가 나타난다고 설명하고 있다. 본 연구에서는 네트워크 도시이론에서 보는 도시의 개념적 틀을 토대로 우리나라 72개 도시를 대상으로 도시의 규모 뿐만 아니라 도시기능과 도시네트워크 수준의 변화에 따른 도시의 효율적 규모 변화를 분석하였다. 그 결과 적정도시규모이론에서 제시하는 것처럼 인구규모가 중간정도인 도시들이 집적의 경제를 가장 크게 누리는 것으로 분석되었으며, 집적의 불경제를 나타내는 도시과부하의 경우 인구규모에 따라 체감적으로 증가하는 패턴을 보이고 있었다. 또한, 전화가입자수로 표시한 도시네트워크 수준의 변화에 따른 도시효과와 도시과부하 패턴을 분석한 결과 일정한 규모 이상이 되어야 도시네트워크의 정(+)의 효과가 나타나며 도시기능 증가에 따른 도시과부하는 체감적으로 증가하는 것으로 분석되었다. 이에 비해 도시의 고차적 기능 증가에 따른 도시효과의 정(+)적 효과는 기대한 것과 다른 것으로 나타났다. 따라서, 인구규모를 기준으

17) 그래프의 예상패턴은 이론적인 예측과 함께 이탈리아의 58개 도시에 대한 실증분석 결과 나타난 결과를 토대로 작성하였다.

로 한 도시의 적정규모 산정보다는 도시기능과 도시의 네트워크 수준 등을 고려한 도시의 효율적 규모 분석이 도시정책적으로 더 큰 함의를 가질 것으로 판단된다.

본 연구에서는 기본적으로 도시적정규모이론을 통해 도시성장을 설명하는데 나타난 한계점을 토대로 도시성장 패턴을 설명할 수 있는 네트워크 도시이론을 설명하였으며 우리나라 도시를 대상으로 한 실증분석을 시도하였다. 그러나, 도시입지에 따른 편익함수와 비용함수를 추정한 결과 모델의 설명력이 다소 낮아서 해석에 일정부분 한계를 가질 것으로 보인다. 그것은 도시의 네트워크 수준을 나타내는 지표의 설정이나 도시차원에서 수집가능한 자료들이 풍부하지 못하다는 점 등 때문으로 판단된다. 그러나, 네트워크 도시이론이 장래 도시의 성장 측면이나 도시정책적인 함의를 고려할 때 보다 심화된 연구를 통해서 이런 점들을 보완할 수 있으리라 생각한다.



< 참고문헌 >

- 김재익외, 2003.5. “도시계획 패러다임 변화 -네트워크 패러다임을 중심으로-.” 주택연구, 제11(1).
- 이동근, 김용준. 1999. “이산화황 저감을 위한 시군 단위의 이산화황 배출량 산정에 관한 기초연구.” 환경영향평가 8(4): pp. 74-76.
- 임석희. 1998.5. “크리스탈러의 중심지이론.” 국토.
- 오윤표외. “우리나라 도시의 성장과 쇠퇴패턴에 관한 연구.” 2000. 2000년 대한국토도시계획학회 추계학술발표대회.
- 최근희외. 1996.12. “수도권 도시의 재정력과 적정도시규모에 관한 연구.” 서울시립대학교 논문집.
- 최용호. 1998.12. “적정도시규모이론을 통해 본 대구시의 효율성 분석.” 한국지역개발학회지 10(3): pp.53-74.
- 산업자원부, 에너지경제연구원. 1999. 지역에너지통계연보 1999(제2호).
- 에너지경제연구원. 2000. 에너지총조사보고서 1999. 산업자원부.
- 에너지경제연구원, 산업자원부. 2002. 에너지통계연보. 2002(제21호).
- 한국도시행정연구소. 2002. 전국통계연감 상·중·하.
- 환경부. 2002. 환경백서 2002.
- 환경부,국립환경연구원. 2000. 대기오염물질배출량 1999.
- Camagni, R. 1993. “From City Hierarchy to City Network: Reflections about an Emerging Paradigm.” in: T. Laschmanan and P. Nijkamp(Eds) Structure and Change in the Space Economy, pp.66-90. Berlin: Springer Verlag.
- Gershon Alperovich. 1995. “The Relationship between Income Inequality and City Size: A General Equilibrium Model of an Open System of Cities Approach.” Urban Studies 32(6): pp.863-862.
- J. V. Henderson. 1974. “The Sizes and Types of Cities.” American Economic Review 64(4): pp. 649-657.
- Hikaru. 1998. “Preference for Product Variety and City Size.” Urban Studies 35(1).
- Koichiro Hayashi. 1992. “From Network Externalities to Interconnection, The Economics of Information Networks.” C. Antonelli. Elsevier Science Publishers B.V.

- Remy Prud'homme and Chang-Woon Lee. 1999. "Size, Sprawl, Speed and the Efficiency of Cities." *Urban Studies* 36(11): pp.1849-1858.
- Roberta Capello and Roberto Camagni. 2000. "Beyond Optimal City Size: An Evaluation of Alternative Urban Growth Patterns." *Urban Studies* 37(9): pp. 1479-1496.
- Roberta Capello. 2000. "The City Network Paradigm: Measuring Urban Network Externalities." *Urban Studies* 37(11): pp.1925-1945.
- Roberta Capello. 1998. "Urban Returns to Scale and Environmental Resources: an Estimate of Environmental Externalities in an Urban Production Function, *International Journal of Environment and Pollution*" 10(1): pp.28-44.
- Roberto Camagni et al. 1998. "Analysis Towards Sustainable City Policy: an Economy-Environment Technology Nexus." *Ecological Economics* 24: pp.103-118.
- Sveikaukas, L. Gowdy. J. and Funk. M. 1988. "Urban Productivity: City Size or Industry Size." *Journal of Regional Science* 28: pp.185-202.
- Xiao-Ping Zheng. 1998. "Measuring Optimal Population Distribution by Agglomeration Economies and Diseconomies: A Case Study of Tokyo." *Urban Studies* 35(1): pp. 95-112.
- Henderson, J. V. 1986. "Efficiency of Resource Usage and City Size, *Journal of Urban Economics*." 19: pp. 47-70.
- Zheng, X.P. 1990. "The Spatial Structure of Hierarchical Inter-urban Systems: Equilibrium and Optimum." *Journal of Regional Science* 30: pp.375-392.

ABSTRACT

Analysis of Efficient City Size Using Urban Network Theory

Ju Young Kim

※ Keywords: Urban Network Theory, City Efficiency, Network Externalities

The constantly increasing size of cities encountered in the real world is in contrast with the famous 'optimal city size' theory, which envisages a size above which an increase in physical dimension decreases the advantages of agglomeration.

This evident paradox can be overcome either through the hypothesis of different production functions for each city or by expressing the neoclassical logic through the use of the Christaller model. In this second case, neoclassical logic leads to the definition of a hierarchical urban system. But the neoclassical city interpreted within the logic of Christaller is a theory without empirical application. The result achieved by the model is undoubtedly unrealistic.

The central place model is a territorial logic, emphasizing a gravity-type control of market areas, in the city network model, another logic prevails, referring to long-distance competition and co-operation regardless of the distance barrier. The city network concept may consist of three elements: (1) The network element (2) network externalities, (3) mutual cooperation element.

Research findings are summarized as follows. The medium sized cities appear to have a great endogenous capacity to keep social, economic and environmental costs under control. In case of level of network integration, we found out the existence of network externalities.

<부록> 실증분석에 사용된 자료

도시명	$\ln(alb)$	$\ln(aic)$	$\ln D$	$\ln FUN$	$\ln NT$	$(\ln D)^2$	$(\ln FUN)^2$	$(\ln NT)^2$	$(\ln D)(\ln FUN)$	$(\ln D)(\ln NT)$	$(\ln NT)(\ln FUN)$
수원	0.15	0.19	5.98	-0.23	5.71	17.87	0.03	16.29	-1.35	34.12	-1.29
성남	0.15	0.07	5.97	-0.20	5.56	17.81	0.02	15.47	-1.21	33.19	-1.13
부천	0.12	0.24	5.89	-0.32	5.51	17.36	0.05	15.17	-1.89	32.46	-1.77
안양	0.16	0.19	5.77	-0.23	5.48	16.62	0.03	15.02	-1.30	31.61	-1.24
안산	0.13	0.11	5.76	-0.43	5.39	16.59	0.09	14.52	-2.46	31.04	-2.30
용인	0.26	0.01	5.60	-0.33	5.41	15.66	0.05	14.64	-1.84	30.28	-1.78
평택	0.27	-0.04	5.56	-0.34	5.21	15.43	0.06	13.55	-1.92	28.92	-1.80
광명	0.10	0.09	5.53	-0.22	5.29	15.29	0.02	14.02	-1.22	29.28	-1.17
시흥	0.20	0.02	5.51	-0.49	5.10	15.17	0.12	13.02	-2.71	28.11	-2.51
군포	0.09	0.14	5.43	-0.34	4.93	14.76	0.06	12.15	-1.87	26.78	-1.70
이천	0.21	0.18	5.27	-0.43	4.89	13.87	0.09	11.93	-2.24	25.73	-2.08
김포	0.25	0.10	5.22	-0.48	4.90	13.62	0.12	12.01	-2.52	25.58	-2.37
안성	0.30	0.14	5.14	-0.33	4.68	13.20	0.06	10.95	-1.71	24.04	-1.55
하남	0.23	0.04	5.09	-0.23	4.67	12.97	0.03	10.92	-1.18	23.79	-1.09
의왕	0.11	0.12	5.09	-0.32	4.93	12.93	0.05	12.15	-1.63	25.07	-1.58
오산	0.24	0.17	5.03	-0.31	4.70	12.64	0.05	11.05	-1.58	23.64	-1.48
과천	0.37	0.19	4.86	-0.20	4.52	11.79	0.02	10.21	-0.95	21.94	-0.88
고양	0.21	-0.05	5.90	-0.18	5.48	17.42	0.02	15.00	-1.07	32.33	-0.99
의정부	0.10	0.10	5.56	-0.17	5.24	15.45	0.01	13.74	-0.92	29.15	-0.87
남양주	0.12	0.07	5.56	-0.27	4.67	15.43	0.04	10.93	-1.53	25.97	-1.29
파주	0.34	0.08	5.29	-0.37	4.93	13.98	0.07	12.14	-1.97	26.05	-1.84
구리	0.26	0.15	5.23	-0.17	5.20	13.68	0.01	13.53	-0.88	27.21	-0.88
동두천	0.48	0.09	4.89	-0.25	4.78	11.93	0.03	11.43	-1.21	23.36	-1.18
춘천	0.33	-0.12	5.40	-0.17	5.11	14.59	0.01	13.03	-0.93	27.58	-0.88
원주	0.31	0.19	5.43	-0.19	5.06	14.76	0.02	12.80	-1.05	27.48	-0.98
강릉	0.36	-0.10	5.37	-0.19	5.00	14.41	0.02	12.50	-1.02	26.84	-0.95
동해	0.38	0.07	5.02	-0.19	4.67	12.59	0.02	10.89	-0.96	23.42	-0.90
태백	0.49	0.09	4.76	-0.22	4.40	11.31	0.02	9.70	-1.04	20.95	-0.96
속초	0.27	0.21	4.96	-0.13	4.62	12.28	0.01	10.66	-0.64	22.88	-0.59
삼척	0.47	0.06	4.92	-0.27	4.53	12.08	0.04	10.26	-1.34	22.26	-1.23
청주	0.29	0.08	5.77	-0.23	5.47	16.62	0.03	14.95	-1.32	31.53	-1.25
충주	0.36	-0.01	5.34	-0.22	4.96	14.25	0.02	12.29	-1.19	26.47	-1.10
제천	0.34	-0.03	5.17	-0.19	4.80	13.37	0.02	11.51	-0.99	24.81	-0.92
천안	0.25	-0.11	5.63	-0.32	5.28	15.84	0.05	13.94	-1.80	29.72	-1.69
공주	0.38	-0.16	5.13	-0.26	4.74	13.18	0.03	11.21	-1.34	24.31	-1.24
보령	0.29	-0.22	5.07	-0.24	4.68	12.88	0.03	10.94	-1.20	23.74	-1.11
아산	0.41	-0.07	5.27	-0.41	4.90	13.88	0.08	12.00	-2.16	25.81	-2.01
서산	0.37	-0.02	5.18	-0.26	4.80	13.40	0.03	11.51	-1.34	24.84	-1.25
논산	0.47	-0.04	5.23	-0.25	4.84	13.68	0.03	11.73	-1.28	25.34	-1.19
전주	0.28	-0.10	5.79	-0.17	5.47	16.78	0.01	14.93	-0.99	31.66	-0.93
군산	0.47	0.08	5.44	-0.25	5.04	14.82	0.03	12.69	-1.34	27.43	-1.24
익산	0.37	-0.13	5.53	-0.26	5.12	15.27	0.03	13.13	-1.43	28.32	-1.33

도시명	$\ln(\text{alb})$	$\ln(\text{alc})$	$\ln D$	$\ln \text{FUN}$	$\ln \text{NT}$	$(\ln D)^2$	$(\ln \text{FU})^2$	$(\ln \text{NT})^2$	$(\ln D)(\ln \text{FUN})$	$(\ln D)(\ln \text{NT})$	$(\ln \text{NT})(\ln \text{FUN})$
정읍	0.38	-0.21	5.18	-0.23	4.80	13.43	0.03	11.52	-1.21	24.89	-1.12
남원	0.37	-0.21	5.02	-0.23	4.66	12.58	0.03	10.88	-1.16	23.40	-1.08
김제	0.40	-0.20	5.07	-0.29	4.67	12.83	0.04	10.92	-1.45	23.67	-1.34
목포	0.37	0.01	5.39	-0.29	5.05	14.53	0.04	12.73	-1.57	27.20	-1.47
여수	0.34	-0.11	5.51	-0.13	5.10	15.18	0.01	13.03	-0.72	28.13	-0.67
순천	0.30	-0.07	5.43	-0.26	5.04	14.76	0.03	12.71	-1.41	27.39	-1.31
나주	0.53	0.13	5.04	-0.31	4.68	12.69	0.05	10.94	-1.54	23.56	-1.43
광양	0.47	-0.13	5.14	-0.33	4.72	13.21	0.05	11.14	-1.70	24.26	-1.56
포항	0.39	0.13	5.71	-0.29	5.31	16.32	0.04	14.11	-1.67	30.35	-1.56
경주	0.33	-0.04	5.46	-0.27	5.10	14.93	0.04	12.99	-1.48	27.85	-1.38
김천	0.39	0.03	5.18	-0.30	4.78	13.41	0.04	11.44	-1.53	24.77	-1.41
안동	0.35	-0.08	5.27	-0.19	4.89	13.86	0.02	11.98	-0.98	25.77	-0.91
구미	0.44	0.13	5.53	-0.44	5.16	15.31	0.10	13.29	-2.44	28.52	-2.28
영주	0.24	-0.20	5.12	-0.20	4.74	13.10	0.02	11.22	-1.01	24.25	-0.94
영천	0.35	-0.15	5.08	-0.34	4.74	12.91	0.06	11.24	-1.73	24.09	-1.62
상주	0.36	-0.05	5.10	-0.24	4.72	12.99	0.03	11.14	-1.20	24.06	-1.11
문경	0.34	-0.02	4.95	-0.20	4.57	12.27	0.02	10.45	-0.99	22.65	-0.92
경산	0.31	-0.10	5.34	-0.34	4.72	14.23	0.06	11.15	-1.81	25.19	-1.61
창원	0.19	-0.16	5.72	-0.41	5.22	16.35	0.09	13.60	-2.37	29.82	-2.16
마산	0.32	0.03	5.64	-0.22	5.38	15.89	0.02	14.45	-1.22	30.31	-1.16
진주	0.48	-0.05	5.53	-0.19	5.16	15.32	0.02	13.32	-1.08	28.57	-1.01
진해	0.32	-0.12	5.13	-0.29	4.73	13.15	0.04	11.19	-1.50	24.26	-1.38
통영	0.37	-0.03	5.14	-0.22	4.76	13.19	0.02	11.32	-1.11	24.44	-1.02
사천	0.37	-0.07	5.08	-0.29	4.72	12.89	0.04	11.13	-1.48	23.96	-1.37
김해	0.30	0.09	5.54	-0.40	5.17	15.35	0.08	13.38	-2.20	28.66	-2.05
밀양	0.30	0.00	5.10	-0.24	4.73	12.99	0.03	11.18	-1.21	24.10	-1.12
거제	0.35	0.00	5.25	-0.44	4.84	13.76	0.10	11.71	-2.30	25.38	-2.12
양산	0.36	0.03	5.29	-0.44	4.94	13.99	0.10	12.18	-2.34	26.11	-2.18
제주	0.33	-0.02	5.45	-0.16	5.17	14.83	0.01	13.39	-0.87	28.18	-0.82
서귀포	0.48	0.08	4.93	-0.17	4.56	12.17	0.01	10.40	-0.82	22.50	-0.76