개발제한구역은 도시의 확산을 방지하였는가?

-대전광역시의 도시공간구조를 중심으로 -

정 창 무 *
심 정 주 **

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 선행연구의 검토
Ⅲ. 연구의 방법
Ⅳ. 모형의 추정결과
Ⅴ. 개발제한구역이 도시경계에 미치는 영향분석
Ⅵ. 결 론

Ⅰ. 서 론

최근 몇 년간 수많은 논란을 불러 일으켰던 개발제한구역이 대폭 해제될 전망이다. 금년 11월 12일 여당인 국민회의는 개발제한구역에 대한 조사연구와 여론수렴을 거쳐 해제 가능한 개발제한구역은 조속히 해제하겠다는 원칙을 천명하였다. 인구 1천명 이상의 집단취락지구나 300가구 이상의 주택밀집지역의 경우 광역도시계획 수립 후 개발제한구역 해제여부를 결정하겠다는 정부의 방안을 통해서는 2년 이상의 시일이 걸리므로, 대선 공약 준수를 위해서 정부와 협의하여 조기해제가 가능한 지역만이라도 우선 해제하겠다는 것이 여당의 입장이다.[1)]

* 서울시립대학교 도시공학과 교수, 정회원
** 서울시립대학교 도시공학과 대학원

1) 중앙일보, 1999년 11월 12일자, 「여, 그린벨트 조기해제 추진」 기사 참조.

개발제한구역이란 『도시의 무질서한 확산을 방지하고 도시주변의 자연환경을 보전하며, 도시민의 건전한 생활환경을 보호하기 위하여 또는 국방부장관의 요청이 있어 안보상 도시의 개발을 제한할 필요가 인정되는 때』(도시계획법 제21조 1항), 지정되는 도시계획구역이다. 그 동안 개발제한구역에 대한 논쟁은 주로 도시주변의 자연환경에 대한 초점을 두고 진행되었다. 개발제한구역 해제기준을 설정하기 위해 14개 도시권 모두를 대상으로 수행된 개발제한구역에 대한 조사 역시 개발제한구역의 환경적 보전가치를 평가하는 것이었으며(건설교통부, 1999 : 5), 환경운동단체 등이 제시한 헌법소원의 청구내용 역시 국민의 환경권 침해라는 것을 부각하고 있다.[2)]

개발제한구역의 설정 목표 중 첫 번째로 언급되는 기능인 『도시의 무질서한 확산을 방지』라는 명제는 여론으로부터도 정책당국으로부터도, 또 학계로부터도 오랫동안 소외되었던 논제였다. 개발제한구역이 도시의 무질서한 확산을 방지했을 것이라는 상식 이상의 실증적인 연구나 토론은 없었다. 개발제한구역의 첫 번째 기능이 논의의 지평선상에 떠오른 것은 영국 도시·농촌계획학회(1999)가 작성한 「한국 개발제한구역 제도개선에 대한 평가보고서」 덕분이다. 이 보고서의 서론은 다음과 같이 시작한다.

> *한국은 서울과 13개 여타 지역 주변에 '그린벨트'를 정의하는 잘 짜여진 체계를 갖추고 있다. 이 14개 권역에서는 신규 개발이 엄격하게 통제되어 있다. 이 체계의 주목적은 이들 도시의 성장을 억제하고 연담화를 방지하는데 있다...*

영국 도시·농촌계획학회는 개발제한구역의 주목적은 도시주변의 자연환경 보전이 아닌, 도시의 성장을 억제하고 연담화를 방지하는 것으로 파악하고 있으며, 개발제한구역이라는 제도의 성패 역시 이러한 관점에서 검토되고 있다. 개발제한구역에 대한 우리의 시각과는 상이한 이러한 관점은 개발제한구역을 대도시 성장관리의 수단으로 활용하고 있는 영국이나 미국 등의 시각을 반영하는 것이라고 할 수 있다(정창무, 1998). 하지만, 유감스럽게도 개발제한구역의 도시확산방지에 대한 우리의 평가는 상식의 수준을 크게 벗어나지 못하고 있다. 이 글의 목적은 개발제한구역이 과연 도시의 확산방지에 어느 정도나 기여했는가를 실증적으로 규명하는 것이다. 또 확산방지에 기여했다면, 그 효과는 언제 어떤 방식으로 나타났으며, 개발제한구역의 존재가 도시공간구조에 어떤 영향을 미쳤는가를 검토하는 것이다.

---

2) 한국경제, 1999년 9월 6일자, 『그린벨트 대폭해제 반대 헌법소원 제기...국민행동』 기사참조.

Ⅱ. 선행연구의 검토

개발제한구역에 대한 많은 실증연구들은 개발제한구역이 주는 경제적 비효율성에 대한 논의가 대부분이라고 할 수 있다. 김경환 외 2인(1986)이 수행한 개발제한구역에 대한 우리 나라 최초의 실증연구는 개발제한구역의 환경적 효용에 대한 것이었다. 이들의 연구는 개발제한구역이 제공할 수 있는 쾌적성의 효용가치가 미미한 수준이므로, 개발제한구역을 해지하여 토지공급을 늘이는 것이, 오히려 도시민 전체의 효용을 높일 수 있다는 주장을 견지하고 있다. 이러한 주장은 이후 Lee(1994), 최막중(1994)과 한선옥(1997)의 연구에서 반복되고 있다. 최막중(1994)의 연구는 수도권 개발제한구역이 해지될 경우 1987년을 기준으로 7.5% 정도의 평균지가가 하락하며, 한선옥(1997)의 연구 역시 개발제한구역의 존재로 인해 불필요한 통행비용을 사회전체가 부담하고 있다는 실증결과를 제시하고 있다. Lee(1994)의 실증연구 역시 개발제한구역이 지정초기에는 쾌적성을 제공하였다고 볼 수 있지만, 도시가 성장함에 따라 개발제한구역으로 둘러싸인 지역 내 혼잡발생으로 인해, 개발제한구역이 주는 쾌적성이라는 효용의 크기보다 혼잡이라는 비효용의 크기가 더 커졌다고 결론짓고 있다. 경제적 효용성이란 관점에서 개발제한구역에 대한 이러한 부정적 평가는 개발제한구역 제도개선위원회의 공식보고서에 그대로 이어지게 된다. 동(同) 위원회는 개발제한구역제도로 인해 '도시 내 가용토지공급이 부족하게 되고, 이로 인해 집값·땅값 상승 및 녹지잠식이 초래되었고, 개발제한구역을 넘어서 도시가 개발되어 교통비용이 증가되는 부작용이 발생'하였다고 천명하고 있다(개발제한구역제도개선위원회, 1998: 2).

개발제한구역이 지니는 환경적 효용성에 대한 수많은 실증연구와는 달리 개발제한구역이 도시공간구조에 미치는 영향에 대한 실증연구 사례들은 많지 않다. 도시공간구조를 규명하는 많은 실증연구들은 많지만, 개발제한구역이라는 변수를 고려한 연구는 드물다(민봉기, 1983; 송미령, 1997; 전명진, 1995a; 전명진, 1995b; 최남희, 1997; 하성규·김재익·전명진, 1995). 개발제한구역이 도시공간구조에 미치는 최초의 실증적 시도는 조정재·음성직·나종성(1982)에 의해 수행된 "수도권 인구확산과 개발제한구역의 역할"이라는 연구에서이다. 동 연구는 인구수와 인구밀도를 종속변수로 사회경제적 요인 등을 독립변수로 하여 분산분석 및 회귀분석을 시도한 것이

다. 분석 결과 개발제한구역의 지정이 수도권 인구확산방지에 어느 정도 기여하였음을 밝히고 있지만, 기준연도 대비 인구 또는 인구밀도 증가율을 독립변수로 사용하여 공간구조 전반에 대한 분석을 수행하지는 못했다. 개발제한구역이 지가에 미치는 영향을 검토한 Lee(1994)와 최막중(1994)의 연구, 채미옥(1997)의 실증연구가 이어지지만, 개발제한구역이 공간구조에 미치는 영향에 대한 실증연구는 시도되지 않았다.

개발제한구역의 도시공간구조에 미치는 영향을 규명하려는 최근의 시도는 권용식(1998)과 Jun(1999)의 연구에서 찾아볼 수 있다. 권용식(1998; 102-3)의 경우 인구밀도, 고용밀도, 통근패턴이란 측면에서 서울시의 공간구조를 고찰하면서, 인구밀도 경사에 대한 개발제한구역의 영향을 검토하였으나, 유의미한 결론을 도출하지는 못했다. Jun(1999)은 서울·인천·경기지역을 서울 메트로폴리탄 지역으로 설정하고 지역 내에 존재하고 있는 개발제한구역, 개발제한구역으로 둘러싸여 있는 내부도시, 개발제한구역 바깥 배후지역 등 3개 지역으로 구분하여 개발제한구역이 고용(인구)밀도에 미치는 영향력을 비교·분석하였다. 고용자밀도와 인구밀도의 로그값을 종속변수로 두고 각 중심지(인구 또는 고용의 중심지)로부터의 거리변수, 각 지역더미변수(개발제한구역, 구역으로 둘러싸인 지역, 구역 바깥지역 등 3개) 등을 독립변수로 둔 밀도함수 추정식을 사용하여 개발제한구역의 존재로 개발제한구역 내부의 인구밀도가 약 35%가량 상승한 것으로 분석하였다. 이 연구는 개발제한구역이 존재할 때와 존재하지 않을 때의 도시경계를 동일하게 상정한 까닭에 두 경우의 평균인구밀도가 필연적으로 동일해지게 된다. 때문에 동 연구는 개발제한구역의 유무에 따른 수도권의 공간구조분석이 아니라, 수도권 전체의 평균인구밀도를 개발제한구역 내부의 인구밀도, 개발제한구역 외부의 인구밀도와 비교한 셈이 된다. 결과적으로 개발제한구역의 존재에 따른 도시공간구조의 동태적 측면의 분석이 이루어지지 않은 셈이고, 바로 이 점이 이 연구를 통해 새로 규명하려고 하는 부분이 된다.

Ⅲ. 연구의 방법

이 연구의 사례대상지역은 대전광역시이다. 개발제한구역이 도시공간구조에 미치는 영향을 묘사하기 위해 채택된 모형은 인구밀도경사함수를 세미로그모형으로 변용한 것이다. 인구밀도 경사함수의 세미로그모형은 선형모형으로 변환된 지수함수모형으로 도시의 공간구조를 인구밀도경사도라는 측면에서 쉽게 파악할 수 있어 많은

연구들이 채택하고 있는 모형이다(권일, 1999; 전명진, 1995b, 조재성, 1995).

$$\text{인구밀도} = e^{a+\sum biX_i}$$

여기서 a는 상수항, Xi는 인구밀도경사도에 영향을 주는 변수, bi는 계수값들이다. 이 모형의 세미로그모형은 다음과 같이 표현된다.

$$\ln(\text{인구밀도}) = \alpha+\sum\beta_iX_i$$

연구의 목적이 개발제한구역이 도시공간구조에 미치는 동태적 영향에 있으므로, 단순회귀분석 대신 시계열적인 변화를 추적할 수 있는 TSCS 회귀분석법(Time Series Cross Sectional Regression Analysis)을 사용하여 인구밀도모형을 추정하였다. TSCS 회귀분석은 각기 다른 시간대에 존재하는 여러 개의 공시적 자료를 이용하여 각 시간차를 고려한 회귀모형을 추정하는 것이며, 분석방법의 종류로는 Fuller 추정방법, Da Sillva 추정방법, Park 추정방법 등으로 구분된다. 이 연구에서는 Fuller 추정법을 이용한다.

TSCS 회귀분석을 수행하기 위해서는 패널자료의 구축이 필요하다. 분석에 적합한 자료들이 많지 않고 입력단위들이 달라, 자료구축을 위해 면적비율이나 밀도개념 등을 이용하여 분석단위를 일치시켜 주었다. 동일한 연도별로 필요한 자료들이 구축되어 있지 않아, 분석시 동일연도의 자료가 없을 경우 시간적으로 근접한 연도의 가용자료를 활용하였다. 분석에 사용된 자료의 공간적 범위는 대전시 내부도시와 주변 그린벨트지역을 포함하고 있으며, 79년 이후부터 현재에 이르는 시간적 범위에 해당한다. 자료는 행정동 단위를 기준으로 구축하였으며, 크게 각 행정동에 대한 인구, 면적, 주요 시설물수 등의 행정자료, 인공위성 피복분류 자료, 주요시설물들에 대한 거리자료, 고도 및 경사를 포함한 지형자료, 그리고 경제관련 자료로는 지가, 산업체 관련자료 등을 이용하였다. 그 자세한 내용은 다음의 표와 같다.

< 표 1 > 분석자료목록[3)]

구분	자료명	가용연도
행정자료	인구밀도(인/평방미터)	· 1983년, 1993년, 1997년 인구 및 주택센서스자료
	면적(평방미터)	· 1998년 현재자료
시설관련 자료	고밀도주택수(아파트, 연립주택 등), 주요시설물 수(공공기관 및 청사, 병원, 학교, 시장 등)	· 1998년 현재자료
교통시설 물과의 거리 자료	고속버스 터미널, 남대전IC, 대전역, 대전IC, 동부버스터미널, 비룡IC, 서대전역 등	· 1998년 현재자료, GIS 도형자료를 이용하여 계산
경제관련 자료	지가	· 1987년, 1993년, 1997년 법정동용도지역별 지가자료
	산업체종사자수, 산업부지면적, 산업체건물연면적, 연급여액, 총출하액 등	· 1983년, 1988년, 1997년 산업체 총조사자료
지형자료	경사도, 고도 등	· 1998년 현재자료
인공위성 피복자료	도시, 논, 밭, 산림, 수역, 나대지 등	· 1979년, 1989년, 1997년 인공위성사진 피복자료
기타	도로율	· 1998년 현재자료

대전광역시는 다핵도시이다. 강력한 단일 도심이 존재하는 것이 아니라, 도심과 유성과 서대전 등 몇 개의 부도심으로 이루어진 도시공간구조를 가지고 있다. 이러한 다핵도시의 도시공간구조를 규명하기 위해 흔히 채택하고 있는 방법은 다핵 인구밀도 경사 함수식을 적용하는 것이다(전명진, 1995b). 이 연구에서 채택한 방식은 다핵 인구밀도 경사 함수식을 사용하지 않고, 대전시내에 주요 도심 및 부도심 다섯 곳(도심, 유성, 신탄진, 서대전, 유천)을 선정, 해당지역으로부터 이 들 다섯 개 도심 및 부도심까지의 평균거리를 해당지역의 도심 접근성을 설명하는 대리변수로 활용하였다.[4)] 이는 주요 교통시설물(버스터미널, 정류장, IC, 역 등)과 각 해당 동까지의 거리자료를 사용할 경우 일차선형결합에 따른 다중공선성의 문제를 피하기 위해서이다.

3) 자료의 출처는 한국토지공사이다.

4) 구체적으로 도심 및 부도심에 위치한 주요교통시설물(고속버스터미널, 대전역, 서부버스공용터미널, 신영역, 유성고속버스 등)으로부터의 각 거리자료 5개에 대한 평균거리를 사용하였다.

Ⅳ. 모형의 추정결과

모형의 추정은 개발제한구역을 포함한 전체지역에 대한 분석과 개발제한구역을 제외한 지역에 대해 구분하여 실시하였다. 개발제한구역을 포함하여 분석하는 경우에는 현재 개발제한구역이 존재할 경우의 인구밀도를 설명하는 모형으로, 인구밀도에 대한 개발제한구역의 영향력을 확인할 수 있다. 분석대상에서 개발제한구역을 제외할 경우에는 개발제한구역 내부지역만의 인구밀도를 설명하는 모형이 된다.

분석가능한 자료 취득상의 제약으로 인해 1983년 자료와 1993년을 한 쌍으로 하는 2개년 TSCS 모형과 1993년과 1997년 자료를 한 쌍으로 하는 또 다른 2개년 TSCS모형, 1983년과 1993년, 1997년을 한 쌍으로 하는 3개년 TSCS모형 등 모두 3개의 모형을 추정하였다. 추정결과 1993년과 1997년을 한 쌍으로 하는 2개년 TSCS 모형의 설명력이 가장 우수한 것으로 나타났다. 개발제한구역을 포함시킬 경우 결정계수 값은 0.9711, 개발제한구역을 제외한 개발제한구역 내부지역만을 분석대상으로 하여 추정할 경우의 결정계수 값은 0.9973으로 나타났다. 분석결과는 다음과 같다.

< 표 2 > 인구밀도경사함수 세미로그모형 추정결과 : 개발제한구역 포함시(R^2=0.9711)

구분	GB더미변수	주택밀도	피복산림	중심지평균거리	연도
계수	-1.033284	2.198934	-0.025219	-0.000180	0.007325
T값	-3.356512 (0.0009)	4.222917 (0.0001)	-5.171049 (0.0001)	-3.187299 (0.0017)	29.591574 (0.0001)

$$D(\text{인구밀도}) = e^{-1.033284\times\text{개발제한구역}+2.198934\times\text{주택밀도}-0.025219\times\text{산림면적}-0.00018\times\text{중심지평균거리}+0.007325\times\text{연도변수}}$$

< 표 3 > 인구밀도경사함수 세미로그모형 추정결과 : 개발제한구역 제외시(R^2=0.9973)

구분	주택밀도	중심지평균거리	경사도	도로율	연도
계수	2.318581	-0.000294	-0.055933	0.112674	0.007454
T값	9.533812 (0.0001)	-7.721462 (0.0001)	-3.181743 (0.0018)	3.385633 (0.0009)	44.602220 (0.0001)

$$D(\text{인구밀도}) = e^{2.31851\times\text{주택밀도} - 0.000294\times\text{중심지평균거리} - 0.055933\times\text{경사도} + 0.112674\times\text{도로율} + 0.007454\times\text{연도변수}}$$

이 2개년(1993년과 1997년) TSCS분석에서는 인구밀도의 경우 93년과 97년, 주택밀도는 91년과 97년, 사업체데이터는 93년과 97년, 인공위성피복데이터는 89년과 98년, 지가데이터는 93년과 97년 자료가 각각 사용되었다. 주택밀도와 인공위성 피복자료의 경우 1993년의 자료가 가용하지 않아 각각 1991년, 1989년의 자료를 사용하였다.

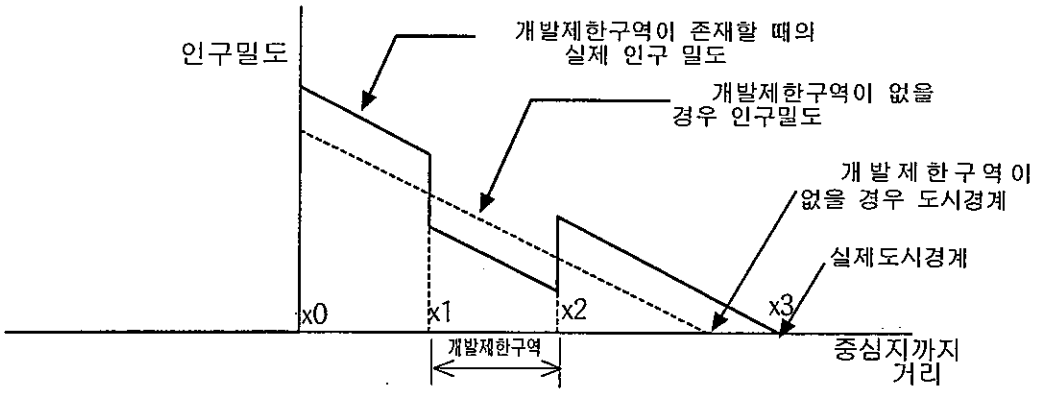
추정결과를 보면, 도심으로부터의 거리가 증가함에 따라 인구밀도가 지수함수형태로 감소하는 것으로 나타나며, 산림면적이 많을수록, 그리고 경사도가 급할수록 인구밀도가 낮게 나타나고 있다. 더미변수로 처리한 개발제한구역 역시 인구밀도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타나며, 모형식에 포함된 변수들의 부호와 계수가 모두 유의미한 것으로 나타났다. 모형식을 구성하고 있는 변수들간의 상관관계가 약 0.1~0.5정도이며, 특히, 주택밀도를 종속변수로 두고 독립변수들 만으로 구성한 선형식의 설명력이 약 60%수준으로 드러나 다중공선성의 존재하고 있는 것으로 판단이 되나, 본 모형식 추정의 주된 목적이 예측에 있으므로, 다중공선관계 자체가 심각한 문제는 아니라고 할 수 있다.[5)]

5) 자세한 내용은 Gujarati(1993: 307-10)를 참조. 패널자료이기 때문에 시계열자료의 자기상관문제가 있을 수 있으나, 시계열의 수가 2개년도에 불과하여 자기상관의 검토가 가능하지 않다 (Gujarati, 1993: 391-401; 452-4).

V. 개발제한구역이 도시경계에 미치는 영향 분석

개발제한구역이 도시공간구조에 미치는 영향을 검토하기 위해 위에서 추정한 인구밀도경사모형을 활용하기로 한다. 이해를 돕기 위해 단핵도시의 인구밀도분포단면을 가정해 보기로 하자. 개념적으로 개발제한구역이 존재할 경우의 인구밀도 경사는 아래 그림의 실선과 같고, 개발제한구역이 없을 경우의 인구밀도는 그림의 점선과 같이 거리에 따라 차츰 감소하는 양상을 지닐 것이라고 가정할 수 있을 것이다. 따라서 개발제한구역이 없었을 경우의 도시경계를 확인할 수 있다면 개발제한구역이 실제로 도시확산에 얼마만큼 영향을 미쳤는지 간접적으로 확인할 수 있을 것이다.

< 그림 1 > 개발제한구역 유무에 따른 인구밀도 변화 개념도



대전광역시란 실제 도시는 복잡다단한 공간구조를 지닌 도시로 현실세계의 도시경계를 확정하기는 어렵다. 대신 인구밀도 경사 추정모형에서 가정한 바와 같이 가상 도심으로부터의 거리에 따른 도시경계선의 추정을 시도하기로 한다. 즉 추정모형식에서 도출된 중심지평균거리에 대한 인구밀도경사변화를 이용하여 현재의 도시경계와, 개발제한구역이 존재하지 않았을 경우의 가상적인 도시경계를 비교하여 개발제한구역이 도시의 확산방지에 어느 정도 기여했는가를 추정할 수 있다.

다음 그림과 같이 전체지역에 대한 인구밀도 추정모형은 개발제한구역의 영향력

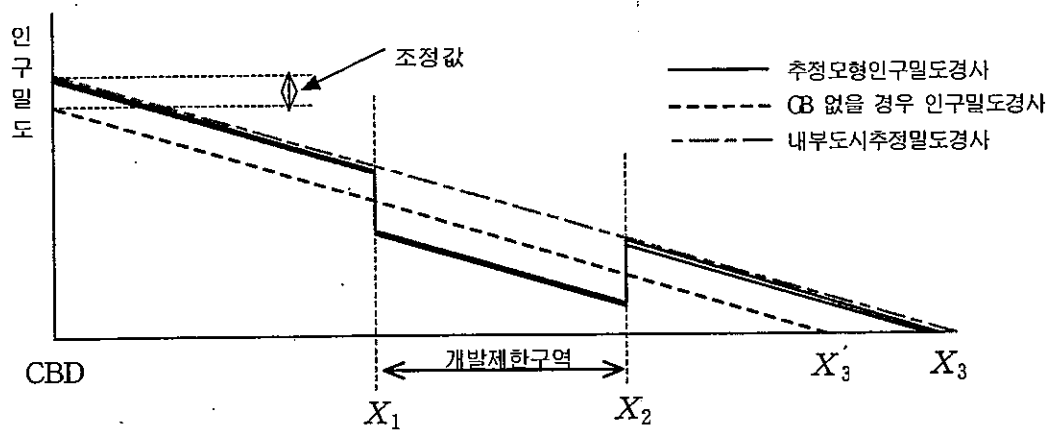
을 담고 있는 모형이다. 내부도시의 인구밀도경사도와 개발제한구역이 존재하지 않았을 경우의 인구밀도경사도가 동일하다고 가정한다면, 추정된 내부도시인구밀도모형을 실제 인구수에 맞도록 절편값을 조정해주는 것으로 개발제한구역이 존재하지 않았을 경우의 인구밀도모형을 대신할 수 있을 것이다. 즉 내부도시인구밀도모형으로 계산한 전체도시인구수는 실제 인구수보다 많게 추정이 될 것이므로, 실제인구수와 같도록 과다 추정된 인구수를 실제인구수에 맞게 조정하여야 한다. 조정되는 것은 아래 그림의 '조정값'에 해당되는 절편 감소치의 의미를 갖는다. 이 연구에서 추정한 모형은 세미로그선형모형(Semi-Log Model)이므로 조정값을 포함하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\ln(\text{인구밀도}) = \alpha + \sum \beta_i X_i - \text{조정값}$$

모형의 원형태는 다음의 식과 같기 때문에 이 조정값은 실제 인구수에 $e^{\text{조정값}}$만큼 영향을 미치는 것이다.

$$\text{인구밀도} = e^{\alpha + \sum bi X_i - \text{조정값}}$$

<그림 2> 개발제한구역 유무에 따른 인구밀도 변화 추정방법 개념도



조정값을 α라고 할 때 다음과 같은 식을 풀이하여 간단하게 조정값을 계산해 낼 수 있다.

$$\sum_{i=1}^{n}\{AREA_i \times (MODELPOP_i * e^{\alpha})\} = \sum_{i=1}^{n}\{AREA_i \times POP_i\}$$

$$e^{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\{AREA_i \times POP_i\}}{\sum_{i=1}^{n}\{AREA_i \times MODELPOP_i\}}$$

여기에서 $AREA_i$는 동i의 동면적, $MODELPOP_i$는 추정된 동별 인구밀도, POP_i는 실제동별인구밀도 등이다. α를 제외한 다른 사항들은 알려져 있으므로 α의 추정이 가능하다. 여기에 적용하는 모형은 개발제한구역을 제외한 내부도시만을 대상으로 하여 추정한 93년, 97년의 2개년 TSCS인구밀도모형이다.

위의 식을 계산해보면 e^{α}의 값은 0.80682910이다. 즉 추정된 밀도값에 0.80682910을 모든 동별 인구수에 곱해주면 실제인구수가 된다. 바꾸어 말하면 추정인구수가 실제 인구수보다 1/0.80682910 (=1.23941985)배만큼 과추정된 것이며, 여기서 α는 -0.21464341로 계산된다. 이를 원래의 개발제한구역을 제외하고 추정한 2개년TSCS 모형에 더하면 다음과 같다.

$$\text{인구밀도} = e^{2.318581*\text{주택밀도} - 0.000294*\text{중심지평균거리} - 0.055933*\text{경사도} + 0.112674*\text{도로율} + 0.007454*\text{연도} - 0.21464341}$$

$$\ln(\text{인구밀도}) = 2.318581*\text{주택밀도} - 0.000294*\text{중심지평균거리} - 0.055933*\text{경사도} + 0.112674*\text{도로율} + 0.007454*\text{연도} - 0.21464341$$

이제 다른 변수들을 고정하고 중심지로부터의 거리에 따른 단순인구밀도경사모형을 가정해 보자. 인구밀도는 높이 H, 도시경계가지의 거리는 반지름R인 도시인구밀도 원뿔을 가정할 수 있으며, 원뿔의 체적은 인구수에 해당된다고 할 수 있다. 원뿔의 중심에서 밑변 쪽으로 거리 R km(도시경계까지의 거리)만큼 이동할 때마다 $e^{-0.294*R}$에 비례하여 인구밀도가 감소하게 된다. 원뿔의 빗면은 중심지평균거리에 대한 지수함수이고 나머지 변수항들은 고정된 상수로 가정하고, 원뿔의 중심에 존재하는 최고인구밀도를 H라고 하면 거리R에 따라 다음과 같은 인구밀도 함수식을 정의할 수 있다.

$$D(\text{인구밀도}) = H * e^{-0.294*R}$$

여기에서 H는 자연수에 대한 지수인 e^{α}로 정의할 수 있다. 그럴 경우 위 식은 다음과 같이 표현이 가능하다.

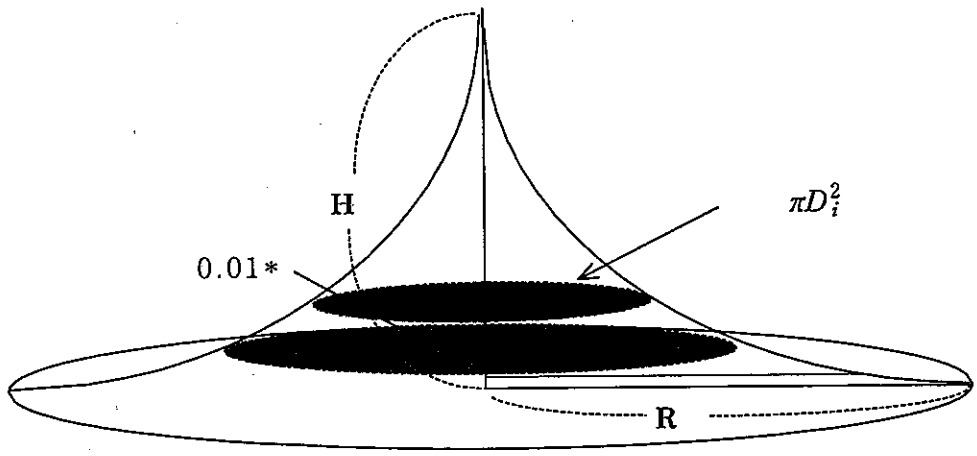
$$D(\text{인구밀도}) = e^{\alpha - 0.294 * R}$$

이 원뿔의 체적을 구하기 위해서는 정적분을 이용하여야 하며, 바닥면이 원의 형태를 띄고 있으므로 인구밀도를 n개로 나누고 각 단위 개에 해당되는 원의 면적을 모두 더하는 방법을 이용하여야 한다. 도시의 경계를 일단 도시 중심지 인구밀도의 1%가 되는 지역으로 가정하고 정적분을 이용하여 원뿔의 체적을 구하면 다음과 같다. .

$$\text{전체인구수} = 0.01H * \pi \left(\frac{\alpha - \ln x}{0.294}\right)^2 + \int_{0.01H}^{H} \pi \left(\frac{\alpha - \ln x}{0.294}\right)^2 dx, \text{ x는 인구밀도.}$$

$$\text{전체인구수} = 0.01H * \pi \left(\frac{\alpha - \ln x}{0.294}\right)^{2+} \frac{\pi}{0.294^2} \{[x(\alpha - \ln x)^2]_{0.01H}^{H} + 2[x(\alpha - \ln x)]_{0.01H}^{H} + 2[x]_{0.01H}^{H}\}$$

< 그림3 > 원뿔형태를 가정한 인구밀도경사 개념도



현재 대전광역시의 인구가 133만명이므로 원뿔의 중심인 도심의 최대 인구밀도 값은 17,090인/㎢로 계산되며, 최대 인구밀도 값의 1%에 해당하는 도시경계거리는

16.6854㎞, 도시경계지역의 인구밀도는 170.9인/㎢으로 계산된다.[6] 여기에 조정값 -0.21464341을 인구밀도모형에 적용하면 가상 도시경계는 도심으로부터 반경 14.9㎞ 정도로 계산된다. 이는 조정전에 비해 도시경계선의 반경이 1.8㎞정도 축소된 것이다.

위의 추정식을 이용하여 대전광역시 도시계획의 목표연도인 2006년의 도시경계 확산속도를 예측해 보자. 2006년의 대전광역시의 목표인구는 180만명이므로 현재 시점에서 개발제한구역을 계속 유지할 경우의 가상도시경계는 반경 17.8㎞, 해제하였을 경우의 경계는 반경 16㎞로 개발제한구역의 해제 유무로 인한 도시경계의 차이는 1.8㎞이다. 개발제한구역이 없었다고 가정한 뒤 1998년과 2006년의 도시경계를 비교하면, 도시경계는 8년간 연평균 약 0.140㎞정도의 속도로 확산하는 것으로 나타나며, 예전의 도시경계지역의 인구밀도는 약 170.9인/㎢에서 약 232인/㎢으로 상승하게 된다.

이제 언제 대전광역시 개발제한구역에 인구성장압력이 도달하였는가를 알아보기로 하자. 대전광역시 개발제한구역의 평균인구밀도는 약 400인/㎢이며, 개발제한구역이 없는 가상도시에서 이와 동일한 인구밀도를 보이는 지점은 도심 반경 13.6㎞이다. 실제 대전광역시의 도심에서 개발제한구역간의 평균 도달거리는 약 8.7㎞이므로, 현재 개발제한구역은 대전광역시의 도시개발압력을 막고 있는 셈이 된다.

대전광역시의 도시확산압력이 개발제한구역에 도달한 시기를 추정하기 위해 각 년도별로 개발제한구역이 없는 가상도시 도심으로부터 개발제한구역과 동일한 인구밀도를 보이는 공간거리를 추정한 결과가 아래의 표이다. 표에서 보면 인구밀도경사도란 측면에서 대전광역시의 도시확산압력은 이미 1980년 이전에 도달한 것으로 추정된다. 즉 1980년 대전광역시 개발제한구역의 인구밀도는 134.54 인/㎢이며, 개발제한구역이 없는 가상도시에서 동일한 인구밀도를 보이는 도시경계지역은 도심으로부터 13.64㎞ 떨어진 거리이다. 도심으로부터 개발제한구역까지의 평균거리가 약 8.7㎞이므로 1980년 당시에도 개발제한구역이 도시의 외연적 확산을 억제하고 있었던 셈이다. 개발제한구역과 동일한 인구밀도를 보이는 도심으로부터의 거리지점의 80년대와 90년도 값이 유사하다는 것이 의미하는 바는, 개발제한구역으로 인해 시가지지역의 고밀개발이 유도되었지만, 그와 동시에 개발제한구역 역시 시가지지역의 고밀화에 비례하여 개발압력을 어느 정도 수용하였다는 것을 시사한다. 만약 개발제한구역에 더 이상의 개발이 억제되었더라면, 현재 개발제한구역의 인구밀도와 동일한 인구밀도를 보이는 가상도시의 반경은 더 확대되었을 것이기 때문이다.

---

6) 실제 도시경계는 행정단위나 인구밀도가 주변 배후지 인구밀도와 동일하게 되는 거리가 될 것이다.

<표 4> 각년도 가상도시 도심으로부터 개발제한구역과 동일한 인구밀도를 보이는 공간거리

구분	80년	83년	89년	90년
대전시 전체인구(인)	748,421	797,961	1,045,398	1,085,219
대전시 전체인구밀도(인/㎢)	1,591.016	1,696.331	1,930.379	2,003.91
개발제한구역내 인구수(인)	63,286	65,809	93,059	94,550
개발제한구역 인구밀도(인/㎢)	134.536	139.898	294.652	299.372
개발제한구역과 동일한 인구밀도를 보이는 공간거리(㎞)	13.64	13.73	12.03	13.08
도심인구밀도의 1%수준의 인구밀도(인/㎢)	95.5	102.8	134.3	139.5
가상 도시경계(㎞)	14.87	14.85	14.86	14.88

Ⅵ. 결 론

개발제한구역이 도시의 공간구조에 미치는 영향에 대한 실증연구는 드물었다. 이 연구는 개발제한구역이 도시의 공간적 구조, 특히 도시확산방지에 어느 정도나 기여했는가를 실증적으로 검토한 연구이다. 대전광역시를 사례지역으로 하여 사회경제적 자료와 지형자료를 이용하여 행정동 단위별로 시계열 자료를 구축하였으며, TSCS 회귀분석을 이용하여 인구밀도경사함수를 추정하였다. 이 인구밀도 경사함수식을 사용하여 개발제한구역이 도시의 외연적 확산방지에 어느 정도나 기여했는가를 실증적으로 검토하였다.

시간이 일치하지 않은 시계열자료들을 사용하였으며, 도시의 경계(도심 인구밀도의 1%가 되는 곳)에 대한 이론적이고 실증적인 검토 없이 임의로 가정한 점, 분석의 공간적 범위가 대전광역시에 한정된 점 또한, 앞에서 언급하였던 자기상관이나 다중공선성의 발생 가능성 등은 이 실증연구의 결과의 신뢰성을 손상시키는 약점이라고 할 수 있다. 또한 가상도심을 가정하고 대리변수를 사용하여 가상도심으로부터의 거리를 측정한 점 역시 논리적인 하자가 될 수 있을 것이다. 그럼에도 불구하고 이 연구는 산발적으로 흩어져있는 이용가능한 거의 모든 공간자료를 정리하여 분석에 활용하였으며, 개발제한구역이 도시공간구조 특히 도시의 외연적 확산을 어느 정도

나 억지하였는가를 실증적으로 규명한 최초의 연구라는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

이 연구를 통해 우리는 개발제한구역이 도시의 외연적 확산을 방지하는데 결정적이고 절대적인 기여를 하고 있다는 점을 밝혔다. 영국의 도시·농촌계획학회(1999)가 주장하듯 개발제한구역제도의 가장 큰 목적이 대도시의 성장을 억제하고 연담화를 방지하는 것이라면, 개발제한구역은 제도로서 그 목적을 훌륭하게 수행하였다는 점을 검증하였다. 개발제한구역에 대한 최근의 논의가 개발제한구역의 환경적 가치에만 머물지 않고, 도시성장관리란 측면에서 개발제한구역의 기능과 역할을 포괄할 수 있도록 확대되어야 할 것이다.

<참고문헌>

개발제한구역제도개선위원회, 1998,「개발제한구역 제도개선방안」, 미출판 유인물.

건설교통부, 1999,「개발제한구역 제도개선방안」 발표자료.

권용식, 1998,「서울대도시권의 공간구조변화에 관한 연구 - 인구, 고용분포 및 통근패턴을 중심으로」, 서울시립대학교 박사학위 청구논문.

권일, 1999, "공간적 입지특성에 따른 우리 나라 인구밀도의 공간적 분포특성변화," 34(4), pp. 7-19.

민봉기, 1983, "인천시 CBD 의 공간구조 및 성장 · 변화에 관한 연구," 국토계획 18(2), pp. 74-90.

송미령, 1997, "서울 공간구조의 변화와 특징 : 1980 ~ 1990 고용과 사무실공간의 분포를 중심으로," 국토계획 32(4), pp. 209-28.

영국 도시·농촌계획학회, 1999,「한국 개발제한구역 제도개선에 대한 평가보고서」.

전명진, 1995a, "다핵도시공간구조하에서의 통근행태 - 서울대도시권을 중심으로 -," 국토계획 30(2), pp. 223-36.

전명진, 1995b, "Is Seoul Really Polycentric? : 다핵밀도경사모형을 이용한 서울 대도시권의 도시공간구조분석," 국토계획 30(4), pp. 285-94.

정창무, 1998, "미국의 성정관리정책과 그린벨트," 도시과학논총 24(1), pp. 21-34.

조재성, 1995, "지가경사면을 이용한 주거지분포구조에 관한 연구 - 전주시의 사례를 중심으로 -," 국토계획 31(2), pp. 145-63.

조정재·음성직·나종성, 1982, "수도권 인구확산과 개발제한구역의 역할," 국토계획

17(2), pp. 39-58.

채미옥, 1997,「서울시 지가의 공간적 분포특성과 지가결정요인에 관한 연구」, 서울시립대학교 박사학위 청구논문.

최남희, 1997, "수도권 공간구조의 동태적 변화와 영향요인에 관한 연구," 한국행정학보 31(4), pp. 261-87.

최막중, 1994, "그린벨트가 서울대도시지역 지가에 미치는 영향에 관한 실증분석," 대한국토·도시계획학회지,「국토계획」 29(2), pp. 97-111.

하성규·김재익·전명진, 1995, "대도시공간구조 변화패턴에 관한 연구 (서울시를 중심으로)," pp. 141-52.

한선옥, 1997,「그린벨트규제의 사회적 비용추계」, 서울: 한국경제연구원.

Gujarati, Damodar N., 박임구 (역), 1993,「계량경제학 강의」, 서울: 형설출판사.

Jun, Myung-Jin, 1999, "The Effects of Seoul's Greenbelt on Urban Structure," 한미도시포럼 및 강남대 산학기술연구소 주최,「한국 도시 및 지역계획의 과제와 전망」세미나 자료집, pp. 71-82.

Kim, Kyung-Hwan, Edwin S. Mills, and Byung Nak Song, 1986,「Korean Government policy toward Seoul's Greenbelt」, Korea Research Institute for Human Settlements, Warking Paper 86-2.

Lee, Chang-Moo, 1994,「Greenbelt Impacts on Dynamics of Physical Urban Development and Land Market : A Welfare Analysis - The Case of Seoul's Greenbelt」, Ph. D. diss., University of Pennsylvania.