

중소도시 개발제한구역의 해제가 식생상태에 미친 효과*

The Effects of Greenbelt Release in Medium-sized Cities on Vegetation Conditions

김재익 Kim Jaeik**, 이섬결 Lee Seomgyeol***, 현준용 Hyun Junyong****

Abstract

This study intends to analyze the effects of greenbelt release on vegetation conditions in the case of the three medium-sized cities in Korea. For this purpose, two types of the difference-in-difference models are performed to estimate the determinants of the NDVI (normalized difference vegetation index) by utilizing the panel data of the study areas which includes both attribute data such as population and land price, and spatial data such as distance to the city center. The findings of this study indicate that the release of the greenbelt restriction made the vegetation condition worse off in all three medium-sized cities. This reflects that the greenbelt functions as a green area reservoir, and proves that the greenbelt restriction is an effective tool to control land development.

Keywords: Greenbelt, Vegetation Index, NDVI, Difference-in-difference Model, Satellite Images

I. 서론

우리나라의 개발제한구역은 「도시계획법」에 기반하여 1971년 제1차 국토종합개발계획에 의거, 전국 14개 도시권역에 지정되었다. 지정 이후 급속한 도시화 및 도시확장에 따른 토지개발 수요와 공급과의 괴리, 중앙정부와 지방정부와의 의견의 차이, 개발논리와 보전논리와의 상충, 재산권과 계획권을 둘러싼 논쟁 등 숱한 우여곡절을 겪었다.

정부는 2001년 규제완화조치의 일환으로 춘천, 청주, 진주, 전주, 여수, 통영, 제주 등 7개 중소도시의 개발제한구역을 전면해제하였다. 따라서 2019년 현재 개발제한구역이 존재하는 곳은 서울을 비롯하여 부산, 대구, 대전, 광주, 울산, 창원, 세종 등 8개 대도시권들이다.

규제완화를 목적으로 한 개발제한구역의 해제는 대도시권역의 부분적 해제와는 다른 효과가 있다. 즉 대도시의 부분적 해제는 개발 압력이 높은 지역으로

* 이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.20170385).

** 계명대학교 도시계획학과 교수(제1저자) | Prof., Dept. of Urban Planning, Keimyung Univ. | Primary Author | kji@kmu.ac.kr

*** 계명대학교 대학원 도시계획 및 교통공학과 박사과정(교신저자) | Ph.D. Candidate, Dept. of Urban Planning and Transportation Engineering, Keimyung Univ. | Corresponding Author | ohgongbi@naver.com

**** 계명대학교 대학원 도시계획 및 교통공학과 박사과정 | Ph.D. Candidate, Dept. of Urban Planning and Transportation Engineering, Keimyung Univ. | hjy@kmu.ac.kr

서 개발을 가능토록 하기 위한 해제이지만 중소도시의 전면해제는 그 목적이 다르기 때문이다.

중소도시의 개발제한구역 전면해제는 개발제한구역의 목적 중의 하나인 자연보존을 중시하는 환경보호단체들로부터 시대의 흐름에 역행하는 조치라는 반발을 받은 바 있다. 이에 개발제한구역을 해제한 중소도시들은 무분별한 개발을 제도적으로 방지하고자 대부분의 해제지역을 녹지로 묶어 놓았다. 그러나 시간이 흐름에 따라 이전에 개발제한구역이었던 곳 중 개발 수요가 높은 곳은 다양한 용도로 개발이 되고 있다. 물론 개발 수요가 적거나 개발 규제가 계속된 도시에서는 개발 수준이 낮을 것이다.

도시개발, 특히 교외지역의 개발은 비도시적 용도인 녹지를 주거, 상업, 공업 등의 도시용도로 전환하는 것을 의미한다. 개발 행위는 지표면을 콘크리트, 철, 아스팔트 등으로 전환함으로써 녹지상태를 대표하는 식생상태를 악화시킨다. 중소도시의 개발제한구역이 해제된 이후 20년 가까이 경과하였으나, 실제 해제지역의 식생상태가 악화되었는지의 여부와 악화 수준, 나아가 도시별 차이 유무 등에 관한 연구가 전혀 없는 실정이다.

본 논문은 중소도시의 개발제한구역이 해제된 이후, 과거 개발제한구역이었던 지역의 식생상태가 어떠한 영향을 받았는지 분석하고자 한다.

II. 선행연구

개발제한구역을 설정하면 어떤 효과가 있는가를 연구한 논문은 수없이 많다. 개발제한구역이 도시개발에 미친 영향은 무엇보다 먼저 개발 가능한 토지를 감소시키는 효과에 초점을 맞추어 토지 및 주택가격을 상승시킨다는 연구가 많다(Son and Kim 1998; Monk and Whitehead 1999; Dawkins and Nelson 2002;

Deaton and Vyn 2015). 반면, 개발제한구역은 정책 목적이 명시하는 바와 같이 도시의 확산을 방지하고 구역 내 환경을 보존하는 효과와 아울러 환경가치가 높다는 점에 초점을 둔 연구도 다수 있다(Brown, Page and Riolo 2004; Siedentop, Fina and Krehl 2016). 나아가 개발제한구역은 상당한 어메니티 가치를 가진다고 제시되기도 한다(Correll, Lillydahl and Singgell 1978; Lee and Fujita 1997; Jun and Kim 2017). 또한 개발제한구역으로 인하여 도시내부의 개발이 촉진된다는 주장과 오히려 개발제한구역을 뛰어넘는 비지적 개발을 유발하여 직장과 주거지의 공간적 격리, 장거리 출퇴근 유발 및 에너지 소비증가 등 다양한 부작용이 초래된다는 주장을 하는 연구도 많다(Jun and Bae 2000).

개발제한구역의 해제는 개발에 대한 규제를 완화하는 조치이므로 개발을 촉진시키는 효과가 있다. 특히 수도권 등 대도시권 개발제한구역의 부분적 해제는 개발 압력이 강한 곳을 대상으로 한 경우가 많아, 개발 허가를 전제로 한 해제로서 해제는 곧 개발을 의미하기도 한다. 실제로 개발제한구역을 부분적으로 해제한 서울을 사례로 한 최근의 연구들은 이러한 추세를 입증하고 있다(Han, Huang, Ahn and Shu et al. 2017; Han 2017; Han and Go 2019). Bengston and Youn(2006)은 개발 압력이 강한 수도권에는 개발제한구역이 수도권 내의 개발을 억제하는 데 실패했다고 결론 내린 바 있다.

개발제한구역이 전면해제된 경우를 대상으로 그 효과를 분석한 연구는 거의 없다. Kim, Hyun and Lee(2019)는 개발제한구역이 2000년대 초 전면해제된 청주, 진주, 춘천 등 세 개의 중소도시를 대상으로 도시개발에 미치는 효과를 2017년과 비교분석한 결과 각 도시의 특성에 따라 개발 효과가 다르게 나타났음을 파악하였다.

개발제한구역은 환경보전을 목적으로 하므로 대부

분의 경우 환경의 질적 수준을 유지하거나 높인다. 이러한 관점에서 환경 효과에 초점을 둔 국내 연구도 있다. 송슬기, 이달별, 정주철(2015)은 개발제한구역 해제지역의 환경적 영향을 대기의 질(NO₂와 SO₂)과 수질(BOD와 COD)을 기준으로 분석하였다. 이들의 연구는 개발제한구역의 환경적 기능을 확인하였고, 또 개발제한구역의 해제는 토지이용에 따라 차이는 있지만 전반적으로 환경의 질적 수준을 하락시켰음을 입증하였다. 그러나 개발제한구역의 해제가 지표면의 식생상태에 어떠한 영향을 미쳤는지 구체적으로 분석한 연구는 없다. 이러한 관점에서 본 논문은 개발제한구역의 해제가 환경에 미치는 영향을 식생상태를 기준으로 분석하고자 한다.

III. 자료 및 접근방법

1. 자료

개발제한구역의 해제가 식생에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 해제 전과 해제 후의 식생상태를 나타내는 자료가 필수적이다. 본 논문은 식생정보를 포함하고 있는 위성영상 중 2000년도는 30m×30m의 해상도를 가진 Landsat TM 5 영상을, 2017년도는 같은 해상도인 Landsat TM 8 영상을 획득, 원격탐사기법을 활용하여 식생자료뿐 아니라 시가지지역(도시개발) 자료를 생성하였다. 이때 연구 대상 기간 동안 변동이 없지만 NDVI에 영향을 미칠 가능성이 있는 하천, 논 등 수계지역은 두 시기 모두 영상에서 제외시켰다. 연구 대상 지역 내 흰색으로 나타나는 지역이 분석제외 지역이다. 그리고 거리변수는 GIS를 이용하여 네트워크 거리 및 직선거리를 측정하였다. 속성자료 중 인구, 가구에 관한 자료는 통계청(2018), 토지가격은 국토교통부로부터 획득하였다.

2. 접근방법

1) 연구 대상 지역

연구 대상 도시는 개발제한구역이 해제된 7개 중소도시를 모두 선정하기보다는 지역에 따라 북부(춘천), 중부(청주), 남부(진주)를 대표하는 도시들로 선정하였다. 개발제한구역은 도시를 둘러싼 벨트형 구역이므로 구역 내부는 도시지역, 외부는 비도시지역이라는 특징이 있다. 개발제한구역이 해제되면 규제가 해제된 구역뿐 아니라 도시 내부 및 도시 바깥지역도 개발의 이전 효과로 인하여 영향을 받는다고 할 수 있다. 본 논문은 이를 구분하기 위하여 분석 대상 지역을 도시 내부(Inner-GB), 개발제한구역(GB), 그리고 외곽지역(Outer-GB)으로 나누어 그 효과를 분석한다. 분석의 단위는 최소행정구역 단위인 읍면동은 규모가 너무 넓어 적합지 않다고 판단하여, 연구 대상 지역을 30m×30m 크기의 그리드 셀로 분할하여 분석의 단위로 설정하였다.

2) 식생지수

식생상태는 자연적 요인(가뭄, 홍수, 바람, 강우, 침식 등)과 인공적 요인(산업화, 화재, 보전정책 폐기 등) 등 다양한 요인에 의해 변화한다. 식생상태를 측정하는 지표는 50여 개가 넘으며, 그중 가장 많이 사용되는 것이 표준식생지수이다(Bannari, Morin, Bonn and Huette 1995). 표준식생지수(NDVI)는 Rouse, Haas, Schell and Deering et al.(1974)에 의해 처음 사용되었는데 그 도출식은 <식 1>과 같다.

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \quad \text{<식 1>}$$

여기서 NIR은 근적외선(Near-infrared Regions)을 나타내며, Red는 문자 그대로 적색광 밴드이다. 본 논문에서 사용하는 2000년 Landsat TM 5 영상은 밴드 4와 3을, 2017년 Landsat 8은 밴드 5와 4이다. 그리고 NDVI의 값은 -1과 +1 사이의 값을 가지며 그 값이 클수록 식생상태가 좋다고 해석된다. 녹지지역은 일반적으로 0.2에서 0.8의 값을 갖는다.

3) 대기보정(Atmospheric Correction)

식생지수를 이용한 분석은 계절효과도 고려해야 하고 대부분의 경우 대기보정이 필요하다. 위성영상은 촬영 당시의 기후, 복사열 등의 영향으로 지표의 상태를 제대로 반영하지 못하는 경우가 있기 때문이다. 이것을 교정하는 것이 대기보정이며, 영상의 전처리과정에서 가장 중요한 작업 중의 하나로 지목된다. 실제 대기보정을 하지 않아 발생하는 오차는 분석결과를 10% 이상 왜곡시킨다는 연구도 있다(Che and Price 1992; Hadjimitsis et al. 2010). 특히 대기에 의한 영상 왜곡은 지표면이 어두운 물체로 표시되는 수계 혹은 식생인 경우 강하게 나타난다(Hadjimitsis, Papadavid, Agapiou and Themistocleous 2010).

본 논문은 식생상태를 대상으로 하므로 대기보정을 고려하지 않을 수 없다. 그러나 본 논문에서는 다음과 같은 이유로 대기보정을 실시하지 않았다. 첫째, 연구를 위해 영상을 선택할 때, 장마철에 나타나는 구름, 습도 등의 영향이 없는 영상을 선정하였으므로 영상 자체에 그리 큰 문제가 없기 때문이다. 둘째, 대기보정은 단일 시점의 영상에는 할 필요가 없기 때문이다. 대기보정은 두 시점 혹은 그 이상의 시점 간의 비교에 필수적이다. 본 논문은 두 시점의 영상을 비교하

되, 각 시점의 영상을 표준화하여 그 값의 차이를 기반으로 분석하므로, 실제 두 시점의 식생차이를 직접 비교하는 것은 아니다. 그럼에도 불구하고 혹 있을지 모르는 대기에 의한 영향을 최대한 배제하기 위하여 습도가 높은 강, 하천, 댐을 비롯하여 두 시점 동안 토지이용의 변화가 없는 논을 영상에서 제외하여 식생의 표준점수를 계산하였다.

표준식생지수의 변화는 두 시점 간의 표준오차를 감안하여 Rogan, Ziemer, Martin and Ratick(2013)이 제시한 다음의 <식 2>를 이용하였다.

$$\Delta zNDVI = \frac{(zNDVI_{2017} - zNDVI_{2000}) \times \sigma_{2000} + (zNDVI_{2017} - zNDVI_{2000}) \times \sigma_{2017}}{2} \quad \text{<식 2>}$$

여기서 $zNDVI_t$ 는 t 시점의 표준화된 표준식생지수이며 σ_t 는 t 시점의 표준오차이다.

3. 모형

본 논문은 개발제한구역의 해제가 식생상태에 어떤 영향을 미쳤는지 파악하는 데 초점을 두고 있다. 대부분의 기존 연구들은 개발제한구역의 부분적 해제효과 혹은 규제효과를 일반회귀분석법이나 공간계량모형을 이용하여 더미변수를 설정하여 그 효과를 해석한다(Jun and Bae 2000; Siedentop, Fina and Krehl 2016). 회귀분석에 기반한 더미변수의 활용은 측정하기도 쉽고 해석하기도 용이하여 널리 사용되고 있다. 그러나 이 경우 개발제한구역 해제가 따른 효과뿐 아니라 다른 효과도 혼재되어 나타나는 문제가 있다(Abadie 2005).

본 논문은 이러한 문제점을 극복하고 개발제한구역의 해제가 식생에 미치는 효과를 측정하기 위하여 패

널자료를 활용하는 이중차분법(Difference-in-difference Model)을 사용한다. 이중차분법은 Abadie(2005)에 의해 발전된 모형으로서 어떤 사건의 효과를 사건 전후의 추세의 차이로 측정한다. 이중차분법은 다음의 <식 3>으로 표시될 수 있다.

$$V_i = \beta_0 + \beta_1 T_t + \beta_2 GB_{i,t} + \beta_3 (T_t * GB_{i,t}) + \gamma X_{i,t} + e_{i,t} \quad \text{<식 3>}$$

여기서 V_i 는 종속변수로서 i 번째 셀의 표준식생지수의 변화로서 앞 <식 2>의 $\Delta zNDVI$ 에 해당한다. 독립변수 중 T_t 는 개발제한구역 해제 여부의 시점 더미(2017년이면 $T_t=1$, 2000년이면 $T_t=0$), $GB_{i,t}$ 는 개발제한구역 포함 여부의 입지더미(개발제한구역 내 $GB_{i,t}=1$, 다른 곳은 $GB_{i,t}=0$), 따라서 교차항인 ($T_t * GB_{i,t}$)은 개발제한구역이면서 해제가 된 지역의 정책효과를 나타낸다. 그리고 $X_{i,t}$ 는 통제변수이며, $e_{i,t}$ 는 오차항이다. 통제변수는 도시성장모형에서 흔히 사용되는 변수를 사용하였는데, 여기에는 연구기간 동안 개발 여부를 나타내는 더미변수, 접근성을 나타내는 변수로서 도심 및 간선도로와의 거리변수, 토

지가격, 인구수 등이 선정하였다. 개발 여부 더미변수는 위성영상을 활용한 원격탐사기법을 통하여, 또 접근성 변수는 지리정보시스템을 활용하여 생성하였다. 토지가격은 실거래가를 획득하는 데 한계가 있어 국토교통부의 공시지가 자료를 이용하였다.

IV. 개발제한구역 해제에 따른 식생상태 변화

1. 기초분석

개발제한구역을 둘러싼 논란은 주로 개발과 보전의 관점의 차이에서 비롯된다. 이러한 관점의 차이를 고려하여 개발과 식생상태와의 관계를 중심으로 기초적인 분석을 실시하였다.

세 중소도시권의 개발제한구역 해제 전후의 인구 변화 및 개발 추이를 도시내부지역, 개발제한구역(GB), 개발제한구역 바깥지역 등 세 지역으로 구분한 <Table 1>을 기초로 살펴보면 다음과 같다.

먼저 청주는 개발제한구역이 해제된 지역의 인구가 감소하고 개발도 그다지 활발하지 않은 반면, 개발제한구역 바깥지역의 인구와 개발이 가장 많이 증가

Table 1_ The Changes of Population and Urbanized Areas by City

Region		Population(person)			Urbanized Area(km ²)		
		2001	2017	Changes(%)	2001	2017	Changes(%)
Cheongju	inner-GB	578,433	657,653	13.70	37.06	48.19	30.03
	GB	57,661	49,857	-13.53	23.16	30.24	30.58
	outer-GB	111,660	159,138	42.52	57.86	88.95	53.73
Jinju	inner-GB	279,162	287,598	3.02	16.55	20.90	26.29
	GB	87,153	92,871	6.56	9.71	21.62	122.61
	outer-GB	47,270	40,364	-14.61	23.13	31.67	36.94
Chuncheon	inner-GB	236,989	265,361	11.97	17.55	25.51	45.38
	GB	54,400	57,135	5.03	9.36	22.85	144.08
	outer-GB	17,467	14,989	-14.19	8.99	27.03	200.58

Source: Authors' calculations based on data from KOSIS(Various years).

하였다. 진주는 개발제한구역 바깥지역의 인구는 감소하고 개발제한구역 내의 인구는 6.56%, 개발이 122.6%나 증가하여 가장 활발하였다. 춘천은 진주와 유사한 인구 및 개발 패턴을 보이지만 인구는 도시내부지역에서, 개발은 개발제한구역 바깥지역의 개발이 가장 활발하게 진행되었음을 알 수 있다. 이에 미루어 개발제한구역 해제는 진주권에서 내부충전식 개발(Infill Development)이 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다. 이 결과는 역으로 보면 개발이 불가능한 개발제한구역이 유지되었다면 비지적 개발(Leap-frog Development)이 불가피했음을 반영하는 결과이기도 하다. 청주권의 경우 개발제한구역 해제에도 불구하고 인구가 감소하고 개발이 세종시 방향의 개발제한구역 바깥쪽에서 활발하여 큰 영향이 없다고 할 수 있다.

이러한 개발 추세를 반영하여 세 도시의 식생상태 변화를 <Figure 1>을 기반으로 하여 간략하게 설명하면 다음과 같다. 먼저 청주는 개발제한구역 해제에도 불구하고 개발제한구역 내 시내지역의 신개발지역과 개발제한구역 바깥지역의 북서쪽 방향의 식생상태 악화가 눈에 띈다. 진주는 그림에서 보는 바와 같이 개발제한구역 내 개발이 가장 활발하게 진행된 곳으로 과거 개발제한구역이면서 개발이 된 곳의 식생상태 악화가 두드러지게 나타난다. 그리고 춘천은 전 지역에서 식생상태의 변화가 큰 기복이 없는 가운데 구역별로 식생상태를 분석한 결과 도시내부지역, 개발제한구역, 개발제한구역 바깥지역 순으로 식생이 악화된 것으로 나타났다.

2. 이중차분법에 의한 분석

개발제한구역이 해제되고 15년 이상이 경과된 이후 식생상태를 비교한 이중차분법의 추정결과를 3개의

Figure 1 _ The Changes of the NDVI by City(2001~2017)

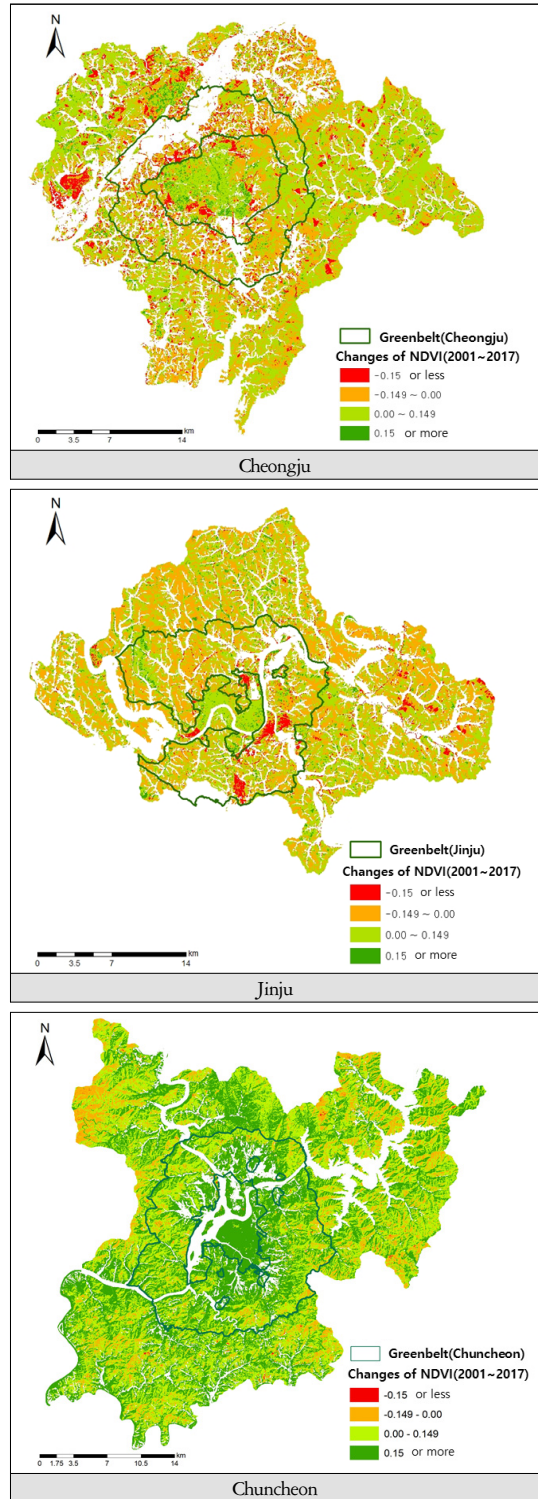


Table 2_ The Effects of GB Release on NDVI(Model-I)

Variable	Cheongju		Jinju		Chuncheon	
	Coefficient	p-value	Coefficient	p-value	Coefficient	p-value
Constant	-1.784*** (0.010)	<0.0001	-1.673*** (0.010)	<0.0001	-2.106*** (0.016)	<0.0001
Time Dummy	0.662*** (0.006)	<0.0001	0.645*** (0.014)	<0.0001	2.449*** (0.022)	<0.0001
GB Dummy	1.120*** (0.009)	<0.0001	1.157*** (0.009)	<0.0001	1.063*** (0.026)	<0.0001
DID(Time*GB)	-0.720*** (0.013)	<0.0001	-0.969*** (0.059)	<0.0001	-0.865*** (0.036)	<0.0001
No. of Observation	82550		43134		13466	
R-squared	0.2237		0.0565		0.5462	

Note: Standard error in parenthesis.

Table 3_ The Effects of GB Release on NDVI(Model-II)

Variable	Cheongju		Jinju		Chuncheon	
	Coefficient	p-value	Coefficient	p-value	Coefficient	p-value
Constant	-1.661*** (0.006)	<0.0001	-1.473*** (0.021)	<0.0001	-2.056*** (0.034)	<0.0001
Time Dummy	0.734*** (0.005)	<0.0001	0.772*** (0.010)	<0.0001	2.471*** (0.020)	<0.0001
GB Dummy	0.755*** (0.007)	<0.0001	0.784*** (0.029)	<0.0001	0.940*** (0.023)	<0.0001
DID(Time*GB)	-0.709*** (0.010)	<0.0001	-0.908*** (0.040)	<0.0001	-0.789*** (0.031)	<0.0001
Development Dummy(yes=1, no=0)	-0.576*** (0.005)	<0.0001	-1.094*** (0.011)	<0.0001	-0.493*** (0.017)	<0.0001
Distance to the CBD	0.053*** (0.0005)	<0.0001	0.000*** (9.159)	<0.0001	0.000*** (0.000001)	<0.0001
Distance to the Main Road	0.023*** (0.001)	0.000	0.000*** (0.000002)	<0.0001	-0.000*** (0.000003)	<0.0001
Land Price	-0.002*** (0.00006)	<0.0001	-5.723*** (1.099)	<0.0001	-2.624*** (2.475)	<0.0001
Population	-0.000*** (0.000007)	<0.0001	-0.000*** (0.00003)	0.002	-0.000*** (0.00004)	<0.0001
No. of Observation	82550		43134		13466	
R-squared	0.509		0.554		0.685	

Note: Standard error in parenthesis.

더미변수만으로 구성된 단순모형(Model-I)은 <Table 2>에, 통제변수를 포함한 모형(Model-II)은 <Table 3>에 각각 구분하여 제시하였다.

1) 단순모형(Model-I)

단순모형의 추정결과 모형의 설명력은 춘천이 가장

높고 진주가 가장 낮은 차이는 있으나 전반적으로 통계적 유의성은 문제가 없는 것으로 판단된다. 또한 세 도시의 추정결과 모든 도시에서 세 개의 독립변수들의 계수가 통계적 유의성이 있으면서 예상한 부호를 나타냈다. 즉, 시간 더미변수가 양의 부호를 보이므로 2001년에 대비하여 2017년의 식생지수가 좋아졌으며, 개발제한구역 더미변수도 통계적으로 유의한 양의 부호를 보여 개발제한구역도 기타 지역에 비해 식생지수가 좋았음을 알 수 있다. 그러나 본 논문의 초점인 과거 개발제한구역이었던 지역은 통계적으로 유의한 음의 부호를 보여 식생상태가 나빠졌음을 나타내고 있다. 이 결과는 계수의 크기 차이는 어느 정도 있으나 세 도시에서 공통적으로 나타나는 현상이므로, 중소도시에서의 개발제한구역의 해제는 식생상태를 악화시켰다고 할 수 있다.

2) 통제변수가 포함된 모형(Model-II)

통제변수가 포함된 Model-II도 유사한 결과를 나타낸다. 특히 모형의 설명력이 전반적으로 높아진 가운데 진주와 청주의 결정계수(R^2)값이 크게 높아졌다. 개발유무, 도심과의 거리, 간선도로와의 거리, 토지가격, 인구수 등을 통제변수로 사용하여 추정된 결과, 세 도시 모두 계수의 부호가 같은 방향을 보이는 가운데 통계적으로도 유의하다. 개발 유무를 나타내는 변수가 토지가격, 인구수 등과 함께 음의 값을 보이므로 식생상태를 악화시키는 것은 개발 활동인 것을 알 수 있다. 그리고 도시를 둘러싼 개발제한구역의 특성상, 도심과의 거리가 멀어질수록, 간선도로와도 멀어질수록 식생상태는 양호해지는 상식적인 결과가 나타난다.

이상과 같은 분석결과는 송슬기, 이달별, 정주철 (2015)의 연구에서 도출한 결과와 마찬가지로 개발제한구역의 전면해제는 환경적으로 부정적인 영향을 미

친다는 사실을 입증한다. 이를 역으로 해석하면 개발제한구역은 대도시는 물론 중소도시에도 환경적으로 가치를 갖는다고 할 수 있다. 외국의 연구결과 역시 이러한 개발제한구역의 환경적 가치를 뒷받침한다 (Correl, Lillydahl and Singgell 1978; Brown, Page and Riolo 2004; Siedentop, Fina and Krehl 2016).

V. 결론 및 고찰

우리나라의 개발제한구역 제도는 도시 확산이 우려되는 곳, 즉 인구 및 산업이 집중되거나 그런 우려가 있는 도시를 대상으로 하기 때문에, 시장기능과 계획기능의 상충이 불가피하다. 즉, 개발 수요가 많은 곳에 계획적으로 개발을 금지하기 때문에 두 기능의 상충에 따른 부작용이 없을 수 없다. 이것은 환경자원의 가치와 개발 억제에 따른 효용의 상실 등의 상쇄 효과가 사회적으로 바람직한가라는 가치 판단으로도 연결된다.

선행연구에 의하면 개발제한구역의 해제가 도시개발에 미치는 영향은 도시의 특성에 따라 달라질 수 있지만, 본 논문에서 확인한 바와 같이 식생상태에 미치는 영향은 세 도시 모두 악화시키는 것으로 판명되었다. 이 결과를 개발제한구역의 전면적 해제가 해당 도시의 대기의 질적 수준을 악화시켰다는 연구결과와 개발제한구역은 환경보전과 어메니티 가치를 갖는다는 국내외의 연구결과와 연계하면 우리나라의 개발제한구역도 환경보전 효과가 인정되기 때문에 개발제한구역의 해제는 환경적 손실을 유발한다고 판단할 수 있다. 특히 건강이 강조되고, 자연생태의 가치에 더 높은 가치를 부여하는 시대적 흐름을 감안하면 개발제한구역은 사회적 가치가 더 높아질 수도 있다. 그러나 개발제한구역의 해체에 따라 주거지 확보, 일자리 창출, 등 사회적 혜택도 부인할 수 없을 것이다. 그러

므로 개발제한구역제도의 사회적 편익과 손실을 면밀하게 비교하지 않은 상태에서는 어떠한 일방적 결론도 내릴 수 없을 것이다.

참고문헌 •••••

1. 국토교통부 국가공간정보포털. <http://www.nsd.go.kr/lxportal/?menuno=4074> (2019년 2월 16일 검색). Korea National Spatial Data Infrastructure Portal. <http://www.nsd.go.kr/lxportal/?menuno=4074> (accessed February 16, 2019).
2. 송슬기, 이달별, 정주철. 2015. 개발제한구역 해제에 따른 지역의 환경적 영향분석. 국토계획 50권, 6호: 33-51. Song Seulki, Lee Dalbyul and Jung Juchul. 2015. Analyzing the environmental impact of lifting greenbelts. *Journal of Korea Planning Association* 50, no.6: 33-51.
3. 통계청. 2018. 주민등록인구현황. http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01 (2019년 2월 16일 검색). Statistics Korea. 2018. Population Statistics Based on Resident Registration. http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01 (accessed February 16, 2019).
4. Abadie, A. 2005. Semiparametric difference-in-differences estimators. *Review of Economic Studies* 72, no.1: 1-19.
5. Bannari, A., Morin, D., Bonn, F. and Huette, A. R. 1995. A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews* 13, no.1-2: 95-120.
6. Bengston, D. N. and Youn Yeochang. 2006. Urban containment policies and the protection of natural areas: The case of Seoul's greenbelt. *Ecology and Society* 11, no.1: 1-15.
7. Brown, D. G., Page, S. E. and Riolo, R. W. 2004. Agent-based and analytical modelling to evaluate the effectiveness of greenbelts. *Environmental Modeling Software* 19, no.12: 1097-1109.
8. Che, N. and Price, J. C. 1992. Survey of Radiometric calibration results and methods for visible and near infrared channels of NOAA-7, -9, and -11 AVHRRs. *Remote Sensing and Environment* 41, no.1: 19-27.
9. Correll, M. R., Lillydahl, J. H. and Singgell, L. D. 1978. The effects of greenbelts on residential property values: Some findings on the political economy of open space. *Land Economics* 54, no.2: 207-217.
10. Dawkins, C. J. and Nelson, A. C. 2002. Urban containment policies and housing prices: An international comparison with implications for future research. *Land Use Policy* 19, no.1: 1-12.
11. Deaton, B. J. and Vyn, R. J. 2015. The effect of Ontario's greenbelt on the price of vacant farmland. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 63, no.2: 185-208.
12. Hadjimitsis, D. G., Papadavid, G., Agapiou, A., Themistocleous, K., Hadjimitsis, M. G., Retalis, A. and Michaelides, S. et al. 2010. Atmospheric correction for satellite remotely sensed data intended for agricultural applications: Impact on vegetation indices. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 10: 89-95.
13. Han, A. T. 2017. Effects of relaxing the urban growth management policy: Greenbelt policy of Seoul metropolitan area, South Korea. *Journal of Planning Education and Research* 22: 374-383.
14. Han, A. T. and Go Minhee. 2019. Explaining the national variation of land use: A cross-national analysis of greenbelt policy in five countries. *Land Use Policy* 81: 644-656.
15. Han, H., Huang, C., Ahn Kunhyuck, Shu, X., Lin, L. and Qiu, D. 2017. The effects of greenbelt policies on land development: Evidence from the deregulation of the greenbelt in the Seoul metropolitan area. *Sustainability* 9, no.7: 1259.
16. Jun Myungjin and Bae Changhee. 2000. Estimating the commuting costs of Seoul's greenbelt. *International Regional Science Review* 23, no.3: 300-315.
17. Jun Myungjin and Kim Heejae. 2017. Measuring the effect of greenbelt proximity on apartment rents in Seoul. *Cities* 62: 10-22.
18. Kim Jaeik, Hyun Junyong and Lee Seomgyeol. 2019. The effects of releasing greenbelt restrictions on land development in the case of medium-sized cities in Korea. *Sustainability* 11, no.3: 630.
19. Lee, C. M. and Fujita, M. 1997. Efficient configuration of a greenbelt: Theoretical modeling of the greenbelt amenity.

Journal of Urban Economics 29, no.11: 1999-2017.

20. Monk, S. and Whitehead, C. M. 1999. Evaluating the economic impact of planning controls in the United Kingdom: Some implications for housing. *Land Economics* 75, no.1: 74-93.
21. Rogan, J., Ziemer, M., Martin, D., Ratick, S., Cuba, N. and DeLauer, V. 2013. The impact of tree cover loss on land surface temperature: A case study of central Massachusetts using Landsat Thematic Mapper thermal data. *Applied Geography* 45: 49-57.
22. Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W. and Harlan, J. C. 1974. *Monitoring the Vernal Advancements and Retrogradation (Greenwave Effect) of Nature Vegetation, Greenbelt*. Washington, DC: NASA.
23. Siedentop, S., Fina, S. and Krehl, A. 2016. Greenbelts in Germany's regional plans: An effective growth management policy? *Landscape and Urban Planning* 145: 71-82.
24. Son Jaeyoung and Kim Kyunghwan. 1998. Analysis of urban land shortages: The case of Korean cities. *Journal of Urban Economics* 43, no.3: 362-384.

- 논문 접수일: 2019. 4. 24.
- 심사 시작일: 2019. 4. 29.
- 심사 완료일: 2019. 6. 14.

요약

주제어: 개발제한구역, 식생지수, 표준식생지수, 이중차분법, 위성영상

본 논문은 2000년대 초 개발제한구역이 해제된 3개의 중소도시들을 대상으로 20년 가까운 시간이 흐른 지금 과연 개발제한구역의 해제가 식생상태에 어떠한 영향을 미쳤는지 분석하는 데 목적이 있다. 본 논문에서는 이를 위하여 청주, 춘천, 진주 등 세 개의 중소도시를 선정하여, 원격탐사기법으로 획득한 기준연도(2001년)와 비교연도(2017년)의 표준식생지수를 비교하고, 그 변화율을 종속변수로 하여 이중차분 모형(Difference-in-difference Model)을 활용하되, 기본

모형과 통제변수가 포함된 두 개의 모형으로 구분하여 추정하였다. 추정결과 세 도시 공통적으로 개발제한구역이 해제된 지역은 식생상태가 해제 전보다 악화된 것으로 나타났다. 이 결과는 개발제한구역이 환경적 가치를 갖고 있음을 방증한다. 식생지수를 악화시키는 요인은 인구수, 토지가격 등 개발과 관련된 변수들로 나타나 개발 규제의 완화로 인해 진행된 개발 행위라는 결론을 얻었다.