

부산권 도시성장 잠재지역의 특성 및 토지이용규제 실태 분석*

김호용¹ · 김지숙^{1*}

Analysis of Characteristics and Land Use Regulation of Urban Growth Potential Area in Busan Metropolitan City*

Ho-Yong KIM¹ · Ji-Sook KIM^{1*}

요 약

토지이용의 합리화를 위하여 도입된 토지이용규제는 사회경제적인 발전과 함께 복잡다기화 되면서 국민경제생활에 불편을 초래한다는 이유로 최근 규제 완화로 패러다임이 변화하고 있다. 이에 본 연구에서는 CA 모델을 이용하여 시뮬레이션 함으로써 부산권 도시성장의 잠재지역을 도출하고, 토지이용 규제지역과 함께 공간적 특성을 분석하였다. 분석을 통해 토지이용규제 제도가 실제로 도시성장을 억제하고 토지이용의 효율화를 도모하고 있는지, 또는 국민생활에 불편을 초래할 수 있는 다른 요인이 있는지를 검토하였다. 분석결과 도시외부의 개발압력이 높은 지역에 존재하는 개발제한구역은 토지이용규제라는 역할을 수행하고 있었지만, 많은 지역에서 토지이용에 대한 다중규제가 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 순기능을 하고 있는 토지이용규제는 최대한 유지하면서, 도시성장 잠재력이 높은 지역에 존재하는 다중규제를 재고하는 등 다양한 접근과 검토가 필요할 것으로 사료된다.

주요어 : 셀룰라 오토마타, 전이규칙, 도시성장 잠재지역, 토지이용규제, 시뮬레이션

ABSTRACT

Land use regulations introduced for rationalization of land use due to the diversification of socio-economic development, resulting in inconvenience to the people's economic life, have recently changed the paradigm due to deregulation. In this study, the potential areas for urban growth in the Busan area were derived by simulating using the CA model and spatial characteristics were analyzed along with land use regulated areas.

2018년 09월 04일 접수 Received on September 4, 2018 / 2018년 09월 27일 수정 Revised on September 27, 2018 / 2018년 09월 27일 심사완료 Accepted on September 27, 2018

* 이 논문은 2017년도 정보(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2017R1D1A1B03032873).

1 동아대학교 도시계획공학과 Dept. of Urban Planning and Engineering, Dong-A University

* Corresponding Author E-mail : kjisook@dau.ac.kr

The analysis examined whether the land use regulations were actually intended to curb urban growth and promote the efficiency of land use, or if there were other factors that could cause inconvenience to the people's lives. The analysis showed that the greenbelt zones in areas with high development pressure outside urban areas were acting as land use regulations, but there were multiple regulations on land use in many areas. Therefore, it is deemed that various approaches and reviews will be needed, including reconsideration of multiple regulations in areas with high urban growth potential, while maintaining the net function of land use regulations.

KEYWORDS : Cellular Automata(CA), Transition Rule, Urban Growth Potential Area, Land Use Regulation, Simulation

서 론

우리나라 도시화의 진행정도를 알 수 있는 지표인 도시지역 인구비율은 60년대 이후 지속적으로 급격히 상승하여 2010년 90%대로 진입하였으며, 앞으로도 일정수준까지는 완만한 증가 추세로 도시화가 진행될 것으로 예상된다(통계청 국가지표체계). 우리나라는 급격한 산업의 발달과 구조 개편으로 도시화에 대한 요구가 확산되는 과정에서, 무분별하고 무계획적인 토지 이용과 비체계적인 규제 수단으로 인해 개발의 논리와 보존의 논리가 갈등을 빚는 양상을 종종 드러내왔다. 이는 과거 산업화의 과정을 거친 세계적 대도시들에서도 공통적으로 나타나는 현상이기도 하며, 대도시로의 인구유입으로 인하여 개발의 수요가 증가함에 따라 도시의 광역화가 이루어지면서, 토지이용규제는 과거의 단순한 위생 문제 해결이라는 목적에서 토지를 지나치게 사적으로 이용함으로써 발생하는 제반 문제를 해결하기 위한 수단으로 변모하였다(Kim *et al.* 2013).

우리나라는 1960년대 초반에 용도지역·지구제를 도입하여 토지이용의 합리화를 도모하기 위해 토지의 용도를 제한하고 지정 목적에 따라 이용행위를 허용/제한하는 장치를 마련하였다. 이후 용도지역의 세분화와 체계화를 거쳐 지금에 이르렀으나, 경제·사회적인 발전과 함께 개별 법령에서 수많은 토지이용규제제도가 다양한

목적으로 도입됨에 따라 토지이용규제가 복잡다기화 되었다. 이에 제도가 국민경제생활에 불편을 초래한다는 이유로 최근 규제 완화로 패러다임이 변화하고 있다. 대표적으로 지역경제의 활성화 및 고용창출이라는 명목 하에 산업단지 조성 및 지역현안사업에 필요한 토지 확보를 위하여 개발제한구역 중 일부가 해제되고 있다. 하지만, 해제지역이 환경평가 결과 보존가치가 낮은 지역을 중심으로 부분적·점진적으로 지정되고 개발제한구역에 대한 비지적 개발(leap-frog development)이 진행됨으로써 거시적 차원에서 개발제한구역의 근본적 취지가 흔들리고 있다.

따라서 지역경제의 활성화 및 국민의 토지이용 편의를 도모하면서도 무계획적인 개발의 소지를 미연에 방지하기 위해서는 현재 도입된 토지이용규제의 실태를 점검할 필요가 있다. 또한 토지이용변화를 관측하고 예측하여 현재 토지이용규제 실태와 비교 검토함으로써 토지이용규제의 효율적 적용방안의 마련이 필요하다.

이에 본 연구에서는 토지의 효율적 활용을 위해 정량적이고 과학적으로 도시지역의 변화를 분석할 수 있는 시뮬레이션 기법을 이용하여 부산권의 도시성장 잠재지역을 예측함으로써 도시지역 토지이용규제의 효율적 적용방안을 도출하고자 한다. 이 과정에서 토지이용변화에 영향을 주는 다양한 요인뿐만 아니라 현재 토지이용규제의 목적으로 적용되는 제도를 다양한 대안으로 실험하고, 실험결과를 바탕으로 토지이용규

제의 역할과 한계에 대하여 평가함으로써 차후 개발과 보존의 논리에 적용할 수 있는 효율적인 방안을 제시하고자 한다.

이론적 고찰

1. 도시성장 및 토지이용규제

토지이용정책은 필연적으로 도시의 성장과정에 영향을 미치며 이에 따라 토지의 규제가 도시 성장에 어떠한 영향을 주었는지, 또한 그 과정에서 토지 규제의 부작용이 존재하는지를 살펴보는 연구들이 다양하게 이루어져왔다.

Onsted and Chowdhury(2014)는 토지이용정책이 도시의 landscape을 어떻게 바꾸는가를 살펴 보면서 도시 성장을 모델링하는 과정에서 zoning) 정보를 활용해야 함을 역설하면서 토지이용을 규제하는 zoning이 도시 성장분석에 있어서 강력한 예측요소임을 강조하였다. 개발규제가 도시성장을 억제하는 효과가 있는지를 살펴본 연구로 Lee and Oh(2010)는 마르코프 체인과 셀룰라오토마타를 이용하여 개발제한구역의 유무에 따른 도시의 성장을 예측하였다. 이 연구에서는 개발제한구역이 도시 스프롤현상 방지와 인구 집중 제한, 그리고 서울시의 대기 질에 긍정적인 영향을 미침으로써 효과적으로 기능하고 있는 것으로 나타났다.

한편, 1960년대 초반에 현재와 같은 근간이 형성된 우리나라의 용도지역지구제는 국토환경의 여건에 따라 변화를 거쳐 왔으나 구조적인 문제와 더불어 실제 운영과정에서의 문제점들로 인해 국토의 효율적 관리에 상당한 장애요인이 되고 있는 것으로 지적되었다(Seo *et al.*, 2008). 이러한 문제를 해소하기 위해 2006년부터 토지이용규제기본법이 시행되었으나 여전히 복잡하고 다양한 토지이용규제와 이로 인한 중첩규제, 복잡한 절차 등 여러 가지 문제점을 양산하고 있다.

이러한 문제점들을 지적한 연구로 Jeong and Lee(2010)는 토지이용규제 수단인 각종 지역·지구들이 법률간 체계성을 갖추지 못하고 있고, 규제의 복잡성 및 중첩규제, 행위제한 내

용 불투명 등의 문제점을 낳고 있으며, 이의 해결을 위한 정부의 노력에도 불구하고 유사목적 규제의 중첩은 해결의 실마리를 찾지 못하고 있다는 점을 인식하여, 지역·지구 지정 및 중첩 현황을 분석하고 생태계 및 상수원보전 목적의 지역·지구를 중심으로 정비방안을 제시하였다.

Kim *et al.*(2013)은 우리나라의 토지이용규제 체계로서의 용도지역제가 난개발의 성행, 도시환경의 단조로움, 부동산 가격의 양등과 같은 도시문제를 극복하기에 한계가 있음을 지적하고 개선과제를 제시하는 연구를 수행하였다. 토지이용규제 수단으로써 영국, 미국, 독일의 사례를 살펴본 결과 우리나라의 경우 세 가지 사례의 혼합방식을 취함으로써 오히려 사업자나 지자체 담당자들에게 혼란을 가중시키고 있다는 점을 지적하였다.

Lee(2010)는 환경보전을 위해 토지이용규제가 필요하나 토지이용규제에 있어 규제 법령 간에 체계성이 떨어지고 환경보전에 의미 없는 지역을 지정하는 등의 문제점이 있음을 지적하였다. 따라서 개발 위주의 법령과 보존 위주의 법령 간에 유기적인 체계 확립의 필요성을 강조하였다.

2. 셀룰라 오토마타

본 연구에서는 도시성장 잠재지역을 예측하기 위하여 토지이용변화를 예측하는 시뮬레이션 기법중 하나인 셀룰라 오토마타(CA: Cellular Automata)모델을 이용하였다. CA 모델은 1950년대 초 John von Neuman과 그의 동료 Stanislaw Ulman에 의해 발표된 이론 및 기법으로 자연과학 및 공학 분야에서 다양한 동적 현상들을 연구하는데 사용되었으며, 도시계획분야에서는 Tobler(1979)에 의해 최초로 지리학적 모델링에 적용되었다(Kang and Park, 2000). 과거부터 현재까지의 데이터를 바탕으로 도시성장에 대한 규칙을 규명하고, 이를 토대로 향후 도시지역의 확산을 예측할 수 있는 CA모델은 지역에 적합한 변수와 규칙을 적용함으로써 공간적 특성을 반영한 도시화지역의 예

측이 가능하다.

CA 모델은 기본단위인 동일한 셀(cell)에 의해 구성되는 공간에서 해당셀이 주변셀의 상태에 의하여 변화되어가는 변화양상을 추정하는 방법이다. 2차원 그리드 셀을 기본으로 하는 CA 모델은 셀룰라 공간(cellular space), 상태(states), 네이버후드(neighborhood), 전이규칙(transition rule) 그리고 시간(time)으로 구성되며, 시간 t 에서의 셀의 상태와 네이버후드의 상태 함수, 그리고 전이규칙에 따라서 $t+1$ 시점의 셀 상태로 되는 셀룰라 오토마타 기본구조는 다음 식 (1)과 같은 함수 형태로 표현할 수 있다(Yun, 2002; Kim 2016).

$$S_{ij}^{t+1} = f(S_{ij}^t, \Omega_{ij}^t, T^t) \quad (1)$$

여기서

S_{ij}^{t+1} : 시간 $t+1$ 에 대한 ij 의 상태

S_{ij}^t : 시간 t 에 대한 ij 의 상태

Ω_{ij}^t : ij 의 네이버후드에 대한 상태

T^t : 전이규칙을 정의한 함수

CA 구성요소를 바탕으로 임의의 시점에서 해당셀이 네이버후드인 이웃셀의 상태에 따라 어떻게 변화하는지를 정의하는 전이규칙은 CA모델링에서 가장 중요한 부분으로 도시성장 시뮬레이션에서는 지역 및 시간적 여건에 따라 각기 다른 전이규칙이 존재한다. 따라서 도시성장 시뮬레이션을 통해 정확한 분석결과를 얻기 위해서는 연구대상지의 여건에 맞는 전이규칙을 도출하는 과정이 매우 중요하다.

연구방법 설정

1. 분석방법 설정

도시성장 잠재지역의 토지이용규제 실태를 분석하기 위하여 본 연구는 크게 세 단계로 진행되었다.

첫 번째 단계는 도시성장 잠재지역을 도출하기 위한 단계이며, 분석을 위한 본 연구의 공간

적 범위로 부산광역시 전역을 연구대상지로 설정하여 CA 시뮬레이션을 적용하였다. 시간적 범위는 과거의 도시성장 패턴을 분석하기 위하여 2000년과 2014년 기준 공간데이터를 활용하였으며, 대상지의 도시성장패턴인 전이규칙을 현재의 도시지역에 적용함으로써 2028년의 도시성장 잠재지역을 도출하였다.

두 번째 단계는 토지이용규제지역에 대하여 분석하는 단계로, 토지이용규제에 관한 법률과 토지이용규제 관련 선행연구를 바탕으로 대상지역에 적용되는 토지이용규제법을 선정하였다. 선정된 토지이용규제법은 한국토지정보시스템(KLIS)에서 제공하는 데이터를 이용하여 대상지역에 적용함으로써 대상지역의 토지이용규제 실태를 살펴보았다.

마지막 단계는 도시성장 잠재지역의 공간적 특성을 분석하는 단계로 도시성장 잠재지역의 현황과 토지이용규제 현황을 분석하고, 도시성장 잠재지역과 토지이용규제지역의 중첩을 통하여 토지이용규제의 효과와 토지이용규제가 도시 성장에 미치는 공간적 특성을 살펴보았다.

2. 도시성장 잠재지역 도출방법 설정

도시성장 잠재지역을 도출하기 위하여 본 연구에서는 CA 방법을 적용하였다. CA 시뮬레이션 결과의 정확도 향상을 위해서는 대상지의 지역적 특성이 반영된 전이규칙 도출이 필요하며, 이를 위해 본 연구에서는 CA 구성요소들에 대한 다양한 대안을 적용함으로써 연구대상지의 전이규칙을 도출하였다.

먼저 도시성장 잠재지역 도출 시뮬레이션을 위한 변수는 도시 성장에 관한 선행연구(Jeong, 2001; Yun, 2002; Kim, 2016)에서 사용한 변수를 바탕으로 본 연구의 목적에 맞게 일부 조정하여 적용하였다. 변수는 크게 자연환경 변수와 인문환경 변수로 구분하였다. 자연환경 변수로는 표고 데이터와 경사 데이터를 설정하였고, 인문환경 변수는 용도지역의 주거·상업·공업지역과 도로를 설정하였다. 선행연구에서는 도시의 무작위적인 성장을 억제하기 위하여 개발제한구

TABLE 1. Variables used in CA model

Categories		Source	Data type	
Natural	Elevation	Digital map(1:5,000)	fuzzy	
	Slope	Digital map(1:5,000)	fuzzy	
Residential	Land Use	KLIS : Residential area(1) : Commercial area(1) : Industrial area(1) : Another area(0)	boolean	
		Road	KLIS : distance from road	fuzzy

역 등의 규제지역을 변수로 사용하였으나, 본 연구에서는 도시성장 잠재지역에 토지이용규제가 미치는 영향을 검토해야 하므로 규제지역은 제외하였다. 변수 중에서 용도지역의 주상공 지역은 1 나머지는 0의 불린(boolean)의 개념을 적용하였고 나머지 변수는 도시 확장의 영향력을 차등적으로 적용하는 선형퍼지(fuzzy linear) 값을 부여하여 데이터를 구축하였다(표 1).

연구대상지의 전이규칙은 앞서 설정한 변수를 기준으로 CA 구성요소에 따라 다양한 대안을 적용함으로써 도출가능하다. CA는 셀룰라 공간(cellular space), 상태(states), 네이버후드(neighborhood), 전이규칙(transition rule), 시간(time)으로 구성된다. 먼저 셀룰라 공간은 동일한 크기의 셀(cell)에 의해 구성되는 시물레이션을 위한 기본적인 공간으로 10×10m 크기의 그리드 셀로 구축하였다. 상태는 셀의 특성을 나타내는 것으로 불린과 퍼지 값을 적용한 도시지역을 설정하였다. 네이버후드는 rectangle 3×3, rectangle 7×7, circle2, circle5의 대안들을 가지고 시물레이션 하였다. 전이규칙은 선행연구(Yun 2002; Kim 2016)에서 사용한 Wu의 전이규칙을 사용하였다. Wu의 전이규칙에서는 전환가능성(Pij)과 도시성장조절계수(α)를 조절하여 시물레이션 함으로서 대상지역에 적합한 전이규칙을 찾아낼 수 있다. 본 연구에서 도시성장조절계수는 2와 3, 전환가능성인 Pij는 0.25~0.45까지 0.05 간격으로 5가지를 설정하여 시물레이션

하였다. 시간은 2000년 데이터를 시물레이션 하여 2014년 도시지역과 비교 검토하였다.

다양한 대안을 이용하여 대상지의 전이규칙을 도출하면, 2014년 데이터에 전이규칙을 적용함으로써 미래의 도시성장지역인 도시성장 잠재지역을 도출할 수 있다.

3. 토지이용규제지역 설정

토지이용규제 기본법 제5조1호에서 규정하는 토지이용규제를 하는 지역·지구 등은 총 238개에 달한다. 삭제된 지역·지구를 포함하면 253개이며, 동법 시행령 3조에 의해 43개의 지역·지구가 토지이용규제 항목에 포함된다. 이중 실증분석을 토대로 한 토지이용규제 관련 선행연구를 참고하고 연구대상지에 맞는 규제지역을 선정하였다.

선행연구로는 개발제한구역을 중심으로 살펴본 연구(Lee and Oh, 2010; Kim and Yeo, 2008), 자연환경 보전에 관련한 규제를 살펴본 연구(Kim and Choi, 2010; Seo *et al.*, 2008; Jeong and Lee, 2010) 등이 있으며 연구자에 따라 차이는 있지만, 토지이용규제 중 규제 강도나 행위 제한의 범위 등에서 수많은 논란을 야기해 온 규제들을 선정하였다.

본 연구에서는 선행연구를 참고하고 연구대상지의 현재 규제 실정을 감안하여 개발과 보존의 논리에서 갈등을 빚어온 규제지역으로 개발제한구역, 상수원보호구역, 문화재보호구역, 농업진흥지역, 습지보호지역을 선정하였다. 선정된 5개의 토지이용규제지역은 표 2와 같으며, 법령

TABLE 2. The land use regulations applied to the study

ID	Area/zone	The legal basis	Purposes
A	Development restriction zones	Act on special measures for designation and management of development restriction zones (Article3)	Preventing urban sprawl and ensuring the healthy living environment through the conservation of the natural environment surrounding cities
B	Water-source protection area	Water supply and waterworks installation act (Article7)	Securing water sources and conserving the quality of water as an area for the protection of water sources
C	Protection zone	Cultural heritage protection act (Article27)	Protection of cultural properties
D	Agricultural promotion area	Farmland act (Article28)	For the efficient utilization and preservation of farmland
E	Wetlands protection area	Wetlands conservation act (Article8)	Conservation of wetland ecosystems

명은 국가법령정보센터의 표기양식을 따라 표기하였다. 토지이용의 제한이 이루어지는 각 규제 지역들은 각각 나름의 목적과 순기능이 있으나 규제의 강도가 비교적 강한 지역이 중첩되거나 규제 기능상 목적달성이 미흡하여 오히려 역효과를 보이는 지역이 있는지 살펴보는 것도 도시성장관리의 맥락에서 의미가 있을 것으로 보인다.

5개의 토지이용규제법을 연구대상지에 적용한 토지이용규제지역의 현황은 그림 1과 같다 (A:개발제한구역, B:상수도보호구역, C:문화재보호구역, D:농업진흥지역, E:습지보호지역). 연구대상지의 토지이용규제지역 분포를 살펴보면 낙동강 및 강하구 지역을 중심으로 분포하는 문

화재보호구역(291.1km²)이 가장 많은 면적을 차지하고 있으며, 두 번째로 많은 개발제한구역(279.9km²)은 강서구·북구·금정구·해운대구·기장군 일대로 원도심 지역을 둘러싸고 분포하고 있다. 습지보전지역(143.9km²)은 낙동강 하구를 중심으로, 가장 면적인 적은 농업진흥지역(3.6km²)은 기장군과 강서구 일대에 분포하고 있다. 상수도보호구역(79.2km²)은 금정구와 기장군 일대를 중심으로 분포하고 있다.

도시성장 잠재지역의 공간적 분석

1. 도시성장 잠재지역 도출 및 결과 검증

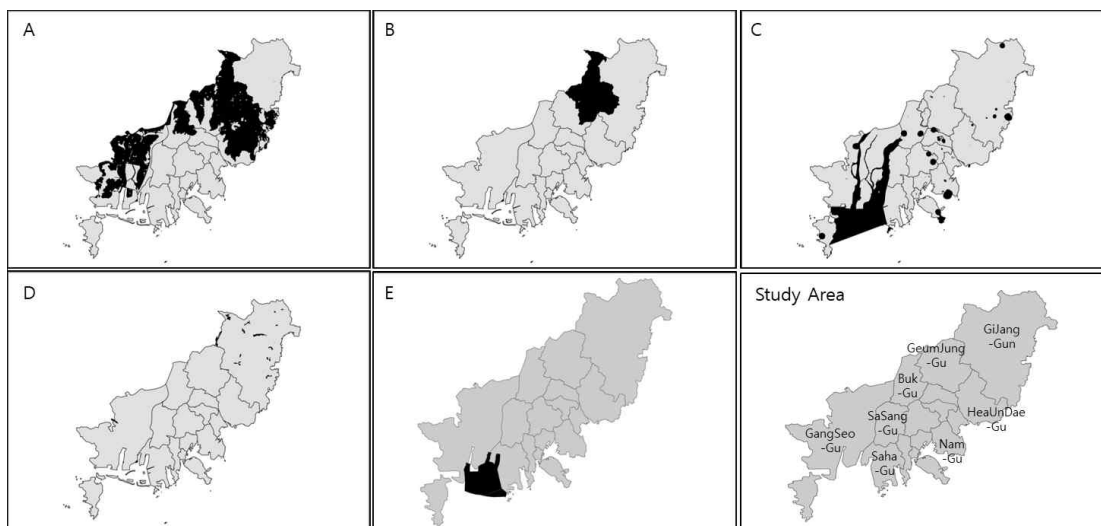


FIGURE 1. Land use regulation regions and study area

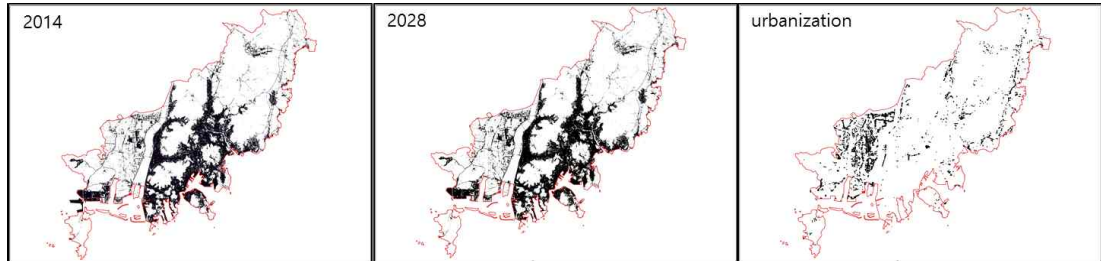


FIGURE 2. Cellular automata result of urbanization

도시성장 잠재지역은 CA 구성요소를 바탕으로 설정한 대안으로부터 도출한 전이규칙을 적용함으로써 도출하였다. 전이규칙은 앞서 설정한 성장계수 2가지, 전환가능성 5가지, 네이버후드 4가지를 적용한 총 40가지 대안을 2000년 데이터에 적용하여 시뮬레이션 하였으며, 2014년 데이터와 민감도분석을 통하여 대상지에 가장 적합한 대안을 선정하였다. 민감도분석은 시뮬레이션 결과와 실제 데이터(2014년)를 단순하게 비교하는 방법(MR)과 셀들 간의 일관성을 계산하는 방법(CR)을 사용하였으며, CR 값이 높은 대안을 우선순위로 선정하였다.

민감도분석 결과 성장계수 2, 전환가능성 4.0, rectangle 3×3 네이버후드가 대상지에 가장 적합한 전이규칙으로 도출되었다. 그림 2는 기준년(2014) 도시화지역과 전이규칙과 전이규칙 도출에 사용된 시뮬레이션 횟수를 적용하여 얻은 미래 도시성장지역(2028), 그리고 기준년과 비교하여 도시지역으로 전환된 도시성장 잠재지역을 나타낸 것으로, 기준년 대비 1,716,900m² 만큼 도시지역이 성장하는 것으로 나타났다.

2. 도시성장 잠재지역의 특성 분석

도시성장 잠재지역으로 나타난 지역의 토지이용현황을 살펴보면 초지가 62.1%(10,661m²) 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며, 다음으로 농업지역(19.8%)과 나지(14.0%)순으로 높은 비중을 차지하고 있었다. 이는 초지가 농업지역이나 산림지역처럼 다른 토지이용규제가 적용될 가능성이 낮기 때문인 것으로 판단된다. 이외 습지(3.2%), 산림지역(0.3%)등 소수의 토지이

용 지역이 도시성장 잠재지역으로 나타났다.

지리적 현황별 도시성장 잠재지역을 살펴보면 평균 표고는 12.5m, 평균 경사도는 6%이며, 전체 잠재지역의 93% 이상이 표고 50m, 경사도 15% 이하인 지역에 존재하였다. 이는 지리적으로 완만하고 표고가 낮은 지역을 중심으로 도시성장 잠재력이 나타나는 것을 의미한다. 구·군별 도시성장 잠재지역을 살펴보면 강서구에 가장 많은 도시성장 잠재지역(67.6%)이 존재하고 있었으며, 기장군(9.4%)—해운대구(6.1%)—금정구(4.3%) 순으로 도시성장 잠재지역이 분포하고 있었다(표 3). 또한, 도시성장 잠재지역이 높은 네 개의 구는 대상지의 외곽 지역에 위치하며, 토지이용규제 중에서 개발제한구역이 존재하는 구와 일치하고 있다.

TABLE 3. Urban growth potential area by region

Gu/Gun	Area(100m ²)	Percentage
GangSeo-Gu	11,613	67.6%
GeumJung-Gu	735	4.3%
GiJang-Gun	1,616	9.4%
NamGu	203	1.2%
DongRae-Gu	99	0.6%
BusanJin-Gu	575	3.3%
Buk-Gu	383	2.2%
SaSang-Gu	530	3.1%
Saha-Gu	239	1.4%
Seo-Gu	2	0.0%
SuYoung-Gu	36	0.2%
YeonJea-Gu	14	0.1%
YoungDo-Gu	81	0.5%
HeaUnDae-Gu	1,043	6.1%
Total	17,169	100.0%

도시성장 잠재지역의 특성분석 결과를 종합적으로 고려해보면 연구대상지의 경우 표고가 낮고 경사도가 완만하고 초지의 토지이용이 특성이 있는 곳을 중심으로 도시성장 잠재력이 높게 나타났다. 이 지역들 중에서 도시 내부지역은 어느 정도 개발이 진행된 기개발지가 대부분이어서 도시성장의 기회가 상대적으로 약하게 나타났으며, 도시 외부지역은 상대적으로 미개발된 지역으로 도시성장의 개발압력이 높게 나타났다.

3. 토지이용규제 실태 분석

대상지의 토지이용규제 실태를 분석하기 위하여 본 연구에서는 표 2와 같이 5개의 토지이용규제를 적용하였으며, 대상지의 토지이용규제 분포는 그림 3의 A와 같다. 대상지 전체면적(765.82km²) 중에서 하나 이상의 토지이용규제가 적용되는 지역은 41.0%(314.0km²)이며, 2가지 토지이용규제가 적용되는 지역은 31.4% (240.5 km²)가 존재하였다. 3가지 토지이용규제가 적용되는 지역은 0.2%(240.5km²)이며, 6,766m²는 4가지 토지이용규제가 적용되고 있다. 대상지의 매우 넓은 지역이 토지이용규제를 받는 실정이며, 그중 일부는 다중으로 토지이용규제가 적용되고 있었다.

도시성장 잠재지역 중에서 토지이용규제지역과 중복된 지역은 그림 3의 B와 같다. 중복된 지역의 현황을 살펴보면 표 4와 같이 전체 도시성장 잠재지역의 31.8%를 제외하고 토지이용규제가 적용되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 일부 지역은 2개와 3개의 토지이용규제인 다중규제가 적용되고 있었다. 도시성장 잠재지역에 중첩되는 토지이용규제를 살펴보면 개발제한구역(Zone-A)이 63.6%로 가장 많이 존재하고 있었으며, 문화재보호구역(Zone-C) 5.0%, 상수도보호구역(Zone-B) 3.6%순으로 존재하였다(표 5).

도시성장 잠재지역 중에서 습지보호지역(Zone-E)과 중복된 지역은 없는 것으로 나타났다. 이는 대상지의 습지보호지역이 오랜 기간 개발행위가 이루어지지 않는 낙동강 하류의 미개발 습지지역에 존재하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 또한 습지보호지역과 중복된 지역이 없다는 결과는 본 연구에서 적용한 토지이용규제중 4가지 제도만 중첩된 것이며, 앞서 나온 결과인 6,766m²은 적용된 4가지 토지이용규제가 모두 중첩되었다는 것을 의미한다.

토지이용규제 실태분석의 결과를 종합적으로 고려해보면 대상지의 41%라는 매우 넓은 지역이 토지이용규제를 받는 실정이었다. 또한, 도시성장 잠재지역 중에서 토지이용규제지역과 중복

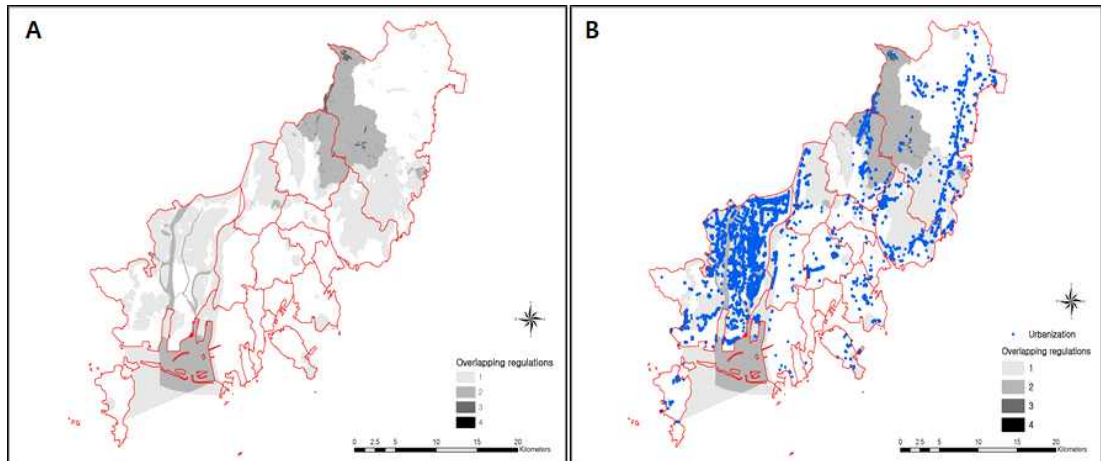


FIGURE 3. Overlap of land use regulated area and urban growth potential area

TABLE 4. Duplication regulations among urbanization regions

Duplicate regulation	area(m ²)	percent
0	546,700	31.8%
1	1,092,600	63.6%
2	73,800	4.3%
3	3,800	0.2%
total	1,716,900	100.0%

된 지역은 68.2%이며, 이중 개발제한구역(Zone-A)이 63.6%로 가장 많이 존재하고 있었다. 도시성장 잠재지역 특성과 토지이용규제 실태특성 분석을 종합적으로 검토해보면 도시외부의 개발압력이 높은 곳에 존재하는 개발제한구역은 개발행위에 대한 토지이용규제의 역할을 수행하고 있는 것으로 해석된다. 뿐만 아니라 많은 지역에서 토지이용에 대한 다중규제가 존재하는 것으로 나타났다.

결론

최근 토지이용의 합리화를 도모하기 위해 도입된 장치인 토지이용규제가 국민경제생활에 불편을 초래한다는 이유로 규제를 완화하는 방향으로 패러다임이 변화하고 있다. 이에 본 연구에서는 무계획적인 개발의 소지를 미연에 방지하면서도 토지이용 편의를 도모하기 위하여 토지이용규제 실태를 검토하고 도시성장 잠재지역의 특성 및 토지이용규제 실태를 분석하였다.

도시성장 잠재지역 분석은 도시성장 시물레이션 방법인 CA 모델을 이용하여, CA 구성요소를 바탕으로 설정한 총 40가지 대안을 2000년 데이터에 적용하여 시물레이션 하였다. 시물레이션 결과는 2014년 데이터와 민감도분석을 통하여 대상지에 가장 적합한 전이규칙을 도출하였으며, 전이규칙 도출에 적용된 시물레이션 횟수를 적용하여 미래 도시성장 가능지역인 잠재지역을 예측하였다. 토지이용규제는 선행연구등을 검토하여 대상지에 존재하는 5가지의 토지이용제도를 도입하였다. 이후 도시성장 잠재지역과 토지이용규제지역의 중첩분석을 통하여 토

TABLE 5. Overlap with urbanized areas and land use regulated areas

Zone/Area	area(m ²)	percent
A	1,091,200	63.6%
B	60,700	3.6%
C	86,600	5.0%
D	13,100	0.8%
E	0	0.0%

지이용규제 제도의 효과 및 제도가 도시성장에 미치는 특성을 분석하였다.

도시성장 잠재지역의 분석 결과 표고가 낮고 경사도가 완만하며 상대적으로 미개발지역이 많이 존재하는 도시 외곽지역이 개발압력이 높게 나타났고, 토지이용규제 실태분석 결과 대상지의 많은 지역이 토지이용규제를 받고 있으며, 이중 개발제한구역이 가장 많이 존재하였다. 이러한 결과를 종합적으로 검토해보면, 도시외곽의 개발압력이 높은 곳에 존재하는 개발제한구역이 무분별한 도시 확산을 야기할 수 있는 개발행위에 대한 규제라는 순기능 역할을 수행하고 있는 것으로 해석된다. 하지만, 많은 지역에서 토지이용에 대하여 다중규제가 존재함으로써 국민경제생활에 불편을 초래할 가능성이 있다는 역기능도 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 순기능을 수행하고 있는 개발제한구역은 최대한 유지할 필요가 있다.

하지만, 현시점에서 광역계획을 통해 개발제한구역 내에 지정되는 조정가능 지역 등 제도의 해제 및 완화가 필연시 되고 있다. 따라서 소규모로 산재되는 개발예정지보다 제도의 목적인 도시연담화를 방지하는 녹지축의 유지와 함께 다중규제가 적용되는 지역 및 도시성장 잠재력이 높은 지역을 재고하는 등 다양한 측면에서 접근하고 검토할 필요가 있을 것으로 보인다.

KAGIS

REFERENCES

- Batty, M. 1997. Cellular automata and urban form: a primer. *Journal of the*

- American Planning Association 63(2):266-274.
- Jeong, J.J. 2001. Cellular automata modeling for analysis and prediction of urban growth in capital area. Ph.D. Thesis, Univ. of Seoul, Seoul, Korea (정재준. 2001. 수도권 도시성장 분석 및 예측을 위한 셀룰라 오토마타 모델링. 서울대학교 대학원 박사학위논문).
- Jeong, Y.W. and S.S. Lee. 2010. A research on the reorganization of overlapped designations and similar deed restrictions in the zoning system. Journal of Korea Planners Association 45(7):31-45 (정연우, 이삼수. 2010. 유사목적 지역·지구 정비방안에 관한 연구-생태계 및 상수원보전 목적의 지역·지구를 중심으로. 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 45(7):31-45).
- Kang, Y.O. and S.H. Park. 2000. A study on the urban growth forecasting for the Seoul metropolitan area. Journal of the Korean Geographical Society 35(4):621-639 (강영욱, 박수홍. 2000. 서울 대도시지역 도시성장 예측에 관한 연구. 대한지리학회지 35(4):621-639).
- Kim, H.Y. 2016. Simulation of land use change by storylines of shared socio-economic reference pathways. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 19(2):1-13 (김호용. 2016. 사회경제 경로 시나리오에 따른 토지이용 변화 시뮬레이션. 한국지리정보학회지 19(2):1-13).
- Kim, J.I. and C.H. Yeo. 2008. Measuring greenbelt policy effects through the urban growth prediction model. Journal of Korea Planners Association 43(3):211-233 (김재익, 여창환. 2008. 도시성장예측 모형을 활용한 개발제한구역의 효과측정. 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 43(3):211-233).
- Kim, S.J., S.S. Kim and D.K. Kim. 2013. The problems and improvements of land use regulation in Korea. The Korea Spatial Planning Review 78:91-104 (김상조, 김성수, 김동근. 2013. 우리나라 토지이용규제의 문제점 및 개선과제. 국토연구 78:91-104).
- Lee, S.H. and K.S. Oh. 2010. Analyzing the effect of greenbelt on urban growth and environmental pollution by cellular automata method. Journal of Korea Planners Association 45(3):193-208 (이상헌, 오규식. 2010. 셀룰라 오토마타를 이용한 개발제한구역의 효과분석. 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 45(3):193-208).
- Lee, S.J. 2010. A study on the land use restriction system for the environment conservation. Public Land Law Review 48:175-202 (이순자. 2010. 환경보전을 위한 토지이용 규제제도의 검토. 한국토지공법학회 48:175-202).
- Li, X. and A.G.O. Yeh. 2000. Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS. International Journal of Geographical Information System 14(2):131-152.
- Onsted, J.A. and R.R. Chowdhury. 2014. Does zoning matter? A comparative analysis of landscape change in Redland, Florida using cellular automata. Landscape and Urban Planning 121:1-18.
- Seo, S.T., B.M. Choi, B.J. Lee, S.S. Lee and D.S. Choi. 2008. Land use rationalization plan of area and district. Urban Information Service 319:3-18 (서순탁, 최봉문, 이병준, 이삼수, 최대식. 2008. 지역·지구 등의 토지이용 합리화 방안. 도시

- 정보 319:3-18).
- Statistic Korea : national indicator system
(www.index.go.kr)
- Yun, J.M. 2002. A Study on the urban growth using fuzzy-AHP and cellular automata. Ph.D. Thesis, Pusan National Univ., Buan, Korea (윤정미. 2002. 퍼지-AHP와 셀룰라 오토마타를 이용한 도시성
장에 관한 연구. 부산대학교 대학원 박사학위
논문).
- Wu, F. 1998. Simland: a prototype to simulate land conversion through the integrated GIS and CA with AHP-derived transition rules. International Journal of Geographical Information System 12(1):63-82. **KAGIS**