환경영향평가 제18권 제3호(2009) pp.161~170

연구논문

도시성장에 따른 토지이용패턴의 시공간적 영향 평가

이동근* · 최혜영** · 오규식***

서울대학교 조경 · 지역시스템공학부*, 서울대학교 대학원**, 한양대학교 도시공학과***

(2009년 4월 13일 접수, 2009년 6월 12일 승인)

The Spatiotemporal Impact of Urban Growth based on Landuse Pattern

Dong-Kun Lee* · Hye-Yeong Choe · Kyushik Oh*****

Department of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University*
Graduate School, Seoul National University**
Department of Urban Planning, Hanyang University, Seoul***

(Manuscript received 13 April 2009; accepted 12 June 2009)

Abstract

As urban growth continues, the earth ecosystem is increasingly dependent on the patterns of urban growth. The impact intensity from urban growth is expected to change predictably with distance from the urban center. However we can't fully understand yet how urban development pattern affects urban ecosystem. In researches about urban ecosystem, it is important to relate the spatial pattern of urbanization to ecological processes. So we used gradient analysis with time data; 1980's, 1990's and 2000's. We attempted to quantify the urban spatiotemporal impacts in Daejeon-city and Cheonan-city, Korea, along a 75km long and 3km wide transect. Through the results, we found the impacts range of urbanization with urban development process of two cities. When the urban growth was concentrated on in both cities, the impacts intensity and range were much stronger and wider. As a result, in urban planning or green space planning, we have to consider suitable urban development forms with surrounding areas, and make legal clauses which limits landuse change. This quantifying the urban gradient is an important step in understanding urban ecology.

Keywords : urbanization, urban growth pattern, landscape ecology, gradient analysis

Corresponding Author: Choe, Hye-Yeong, Department of Ecological Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University, 599 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-742, Korea Tel:82-2-880-4885 Fax: 82-2-875-2276 E-mail: hydalki2@snu.ac.kr

www.kci.go.kr

I. 서 론

전 지구적으로 도시화가 가속화되면서 대규모의 인구가 도시로 집중되고 있으며, 이에 따라 경관의 변화, 농경지 손실, 열섬현상의 발생, 수문학적 상태의 변화 등 환경적 문제가 발생하고 있다. 이는 지역적, 지구적으로 생태계의 기능에 상당한 영향을 미치며, 궁극적으로 지역의 지속가능한 개발을 막는다(Alberti, 2005; Han *et al.*, 2009). 향후 지구 생태계는 점진적으로 도시성장 패턴에 의존하게 될 것이며, 교란의 강도는 도심에서의 거리에 따라 상당한 영향을 받을 것으로 예상된다(Alberti, 2005). 그러나 도시성장 패턴이 도심에서의 거리에 따라 어떻게 영향을 미치는 지는 알려져 있지 않으며, 도시화에 따른 변화가 환경적 문제와 생태계에 대해 미치는 영향은 완전히 이해되지 못하고 있는 실정이다(Berling-wolf and Wu, 2004).

도시의 성장은 시공간적으로 확산될 뿐만 아니라, 시간의 흐름에 따라 계획요소, 정책방침 등이 반영되기 때문에 도시화로 인한 영향의 연구는 도시성장에 따른 시공간적 변화 양상의 분석이 필요하다. 이러한 분석은 도시의 공간적 구조와 생태적 과정 사이 상호관계를 이해하고 공간의 구조에 대한 분석 등 공간의 패턴과 그에 따른 다각적인 복원 방안을 모색하는 것에 유용한 경관생태학적 접근을 통해 가능할 수 있다(Pickett and Cadenasso, 1995; Luck and Wu, 2002; Berling-wolf and Wu, 2004; 김귀곤, 2008).

도시성장에 따른 영향을 파악하기 위해서 도시화 단계에 따른 시간적인 변화의 분석과 함께 토지이용 변화, 개발 역사 등에 따른 영향의 범위와 차이의 비교 및 분석이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 도시화의 영향을 공간적으로 분석할 수 있는 방법인 그라디언트 분석(gradient analysis)을 시간적 자료에 적용하고자 한다.

그라디언트 분석은 도시화 정도에 따른 변화 경향의 공간적인 특징을 반영하므로, 생태계와 경관 등의 공간적 변화를 파악하는데 효과적으로 이용될 수 있다(Luck and Wu, 2002). Huang *et al.*(2008)은 중국 Luoyuan만 전지역의 경관 패턴 변화를 분석하기 위해 횡단면을 설정하고 1988년, 2002년, 2007년의 경관 패턴을 분석하였으며, 연구 결과를 통해 근래의 경관 파편화 정도가 크고 경관 패턴의 변화가 복잡해졌음을 분석하였다.

국내에서는 이동근 · 최혜영(2008)이 그라디언트 분석을 적용하여 충청지방의 대전광역시와 천안시를 대상으로 시가화지역 분포, 파편화 정도, 인구밀도, 지표온도의 차이 등 도시화의 영향을 공간적으로 분석하였다. 그러나 하나의 시점에서 도시화 영향을 분석하고 있어 도시성장 정도에 따른 영향의 범위를 파악할 수 없고 도시의 규모에 따른 비교로 연구 결과가 한정되기 때문에, 본 연구에서는 이를 극복하기 위해 시간적 자료를 그라디언트 분석에 반영하여 두 도시의 도시성장 과정에 따른 영향의 변화를 파악하였다. 본 연구의 목적은 도시성장 과정에 따른 도시화의 시공간적영향을 정량적으로 평가하고 도시의 규모 및 도시성장 패턴에 따른 비교를 통해 도시 개발계획에 있어 고려되어야 할 요소와 적정 개발 패턴을 고찰하는 것이다.

II. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

본 연구의 대상 도시는 행정중심 복합도시 건설이 추진되고 있는 충청지방의 대전광역시와 천안시이다(그림 1). 대전시는 1989년 1월 대전직할시가 되었으며 당시 인구는 약 105만명이었고 1995년 1월 대전광역시로 명칭이 변경될 당시 인구는 약 126만명이었다. 2009년 3월 현재 대전광역시의 인구는 약 148만명이다[1]. 천안시는 1963년 1월 천안시로 승격될 당시 인구가 약 19만명이었고 1995년 천안시와 천안군을 천안시로 통합할 당시 인구가 약 33만명이었다. 2009년 3월 현재 천안시의 인구는 약 54만명이다[2].

1) http://www.daejeon.go.kr/
2) http://www.cheonan.go.kr/

www.kci.go.kr

그림 1. 연구 대상지

2. 연구의 방법

1) 분석 요소 선정

이동근 · 최혜영(2008)은 그라디언트 분석을 적용하여 도시화의 영향을 파악한 기존 연구에서 분석 요소로 파편화, 식생, 지표온도, 인구밀도, 소득률의 다섯 항목을 선정하였다. 그러나 본 연구는 기존의 연구 결과를 반영하여, 경관생태학적 관점에서 파편화와 식생 두 가지 요소로 연구 범위를 한정하였다. 파편화 영향을 설명하는 분석 요소는 그라디언트에 따라 차이가 분명하게 나타나므로 도시화에 따른 영향 범위의 파악에 효율적이고, 식물의 활력도와 녹색식물의 생체량을 평가할 수 있는 식생지수의 변화 파악을 통해 그라디언트에 따른 식생에 대한 영향을 용이하게 파악할 수 있기 때문이다. 따라서 시간에 따른 두 요소의 분석을 통해 도시성장에 따른 영향의 파악을 효과적으로 수행할 수 있을 것으로 판단하였다.

지표온도, 인구밀도와 소득률의 경우 시가화지역의 분포 범위와 유사한 패턴을 보이므로 시가화지역의 분석에 따라 예측이 가능한 요소라고 판단하여 본 연구에서는 제외하였다. 향후 이들 요소가 유사한 패턴을 보이는 이유와 요소 간의 관계에 관한 연구는 의의가 있을 것으로 사료된다.

2) 그라디언트 분석

(1) 횡단면(transect) 설정

본 연구에서 사용한 그라디언트 분석(gradient analysis)은 도시를 지나는 횡단면을 따라 공간적인 특징을 반영하는 분석 방법으로 횡단면의 설정이 중요하다. 본 연구에서는 횡단면이 두 도시를 최대한으로 반영하도록 하기 위해, 횡단면이 두 도시의 시청을 지나가도록 설정하였다. 또한 횡단면의 크기는 도시 크기 등을 고려하여 도시 주변의 상황을 파악할 수 있도록 가로의 길이는 본래 도시의 크기만큼 도시 좌우에 거리를 더해주며 세로는 도시 중심의 현황을 잘 파악할 수 있도록 충분한 길이를 주었다. 따라서 두 도시의 횡단면을 가로 75km, 세로 3km로 설정하였으며, 횡단면은 25개의 3×3km^{2}의 셀로 이루어져 있다(그림 1).

(2) 선정한 요소의 분석

도시화에 따른 토지의 파편화를 분석하기 위한 토지이용의 면적, 비율 등 경관 분포 지수 분석은 환경부에서 제작된 1980년대, 1990년대, 2000년대 대분류 토지피복지도를 기반으로 하였다(그림 2). 대분류 토지피복지도의 토지이용은 시가화건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역의 총 7가지 항목으로 구분된다[3]. 경관 분포 지수는 FRAGSTATS(McGarigal *et al.*, 1995)의 경관 메트릭스 개념을 이용하여 본 연구에 적용할 수 있도록 단위를 수정하였으며, 경관 파편화를 공간적으로 파악하기 위해 각 토지이용의 면적, 패치밀도, 평균패치크기를 ArcGIS 9.2(ESRI, 2006)의 Selection 기능을 이용하여 구축하였다. 패치밀도는 하나의 셀(3×3km^2)당 패치의 개수, 평균패치크기는 각 토지이용의 총 면적을 패치의 수로 나눈 값으로 이들 지수의 값을 통해 경관의 파편화 정도, 토지이용 현황 등을 파악하였다.

위성영상을 통해 파악할 수 있는 식생지수에는 NDVI(정규식생지수; Normalized Difference Vegetation Index)와 SAVI(토양조정식생지수; Soil-Adjusted Vegetation Index) 등이 있으며, NDVI와 SAVI는 식생이 건강하고 적외선 분광의 반사율이 높은 식생일수록 높은 값이 나타나며, 인공구조물은 0에 가까운 값이 계산된다(김남신, 2005). 본 연구는 연구하려는 대상지가 도시라는 것을 착안하여 식생지수 중 SAVI를 선정하여 분석

3) http://egis.me.go.kr/egis/

www.kci.go.kr

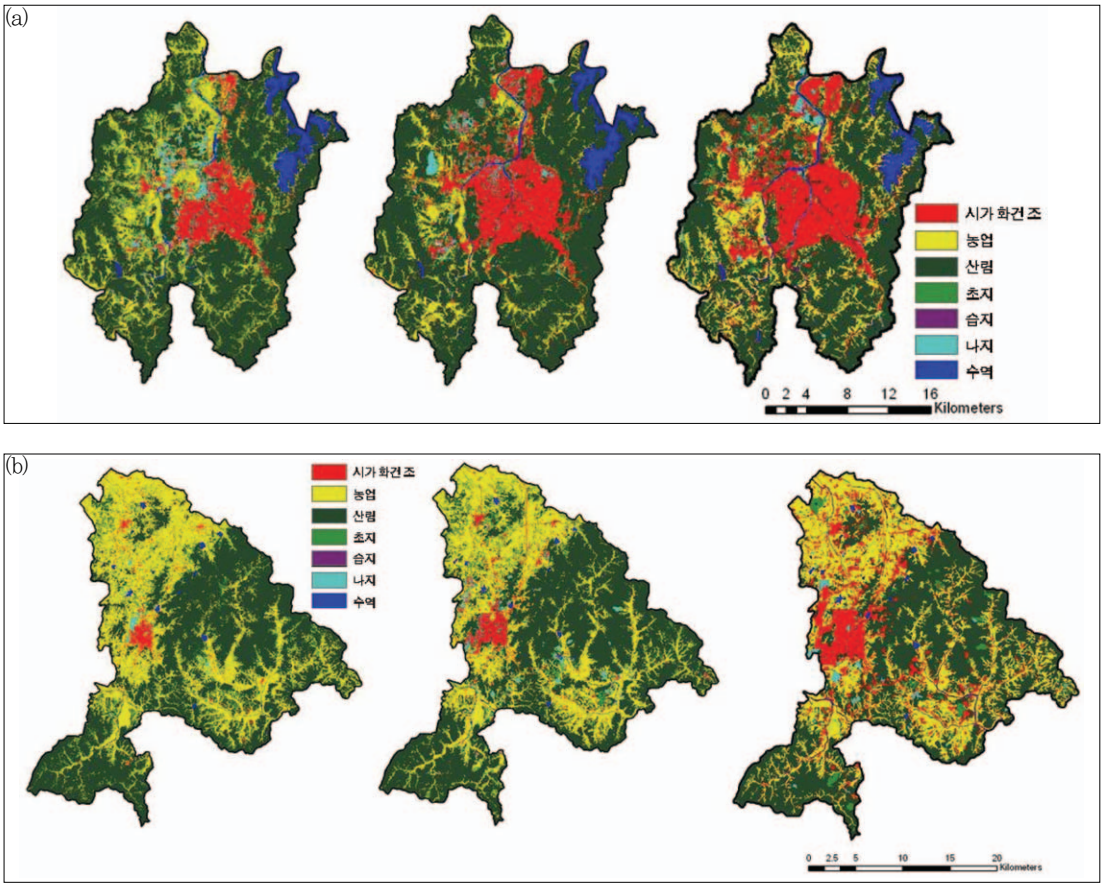

그림 2. 토지피복지도 1980년대(左), 1990년대(中), 2000년대(右): (a) 대전시, (b) 천안시

하였다. SAVI는 식생의 밀도가 낮고 토양의 반사율이 큰 지역에 적절한 식생 지수로 도시 연구에 적합한 지수가 될 수 있으며(Ustin *et al.*, 1999), Huete (1988)에 의해 제시된 산출 방법을 이용하여 계산할 수 있다. SAVI의 데이터는 1986년 4월 24일과 1987년 4월 27일에 촬영된 Landsat 5 TM과 1991년 8월 28일과 1992년 5월 2일에 촬영된 Landsat 7 TM, 그리고 2000년 5월 8일과 2001년 9월 23일에 촬영된 Landsat 7 ETM+를 기반으로 ENVI 4.4(ITT, 2007)와 ArcGIS 9.2(ESRI, 2006)를 이용해 구축하였고, 이 데이터의 공간적 변화를 파악하기 위한 자료 구축은 ArcGIS 9.2(ESRI, 2006)의 Zonal Statistics 기능을 이용하였다.

III. 결 과

1. 대전시의 그라디언트 분석

1980년대부터 2000년대까지 도시화에 따른 토지이용별 면적의 변화는 그림 3a와 같다. 대전시는 도시화가 진행되면서 시가화건조 지역의 면적이 높은 도시의 중심지역(39km에서 45km 사이의 지역)이 변하지는 않았지만 1980년대에서 1990년대 사이 39km 구간의 개발이 급격히 진행된 것을 파악할 수 있었다. 1990년대 이후에는 도시가 확장되면서 33km에서 36km의 지역과 48km 지역의 시가화건조 지역이 확대되었다. 농업지역의 분석결과, 1980년대에서 1990년대에 도시 중심 주변 지역(33km에서 36km 지역)의 농업지역은 감소하였으나 2000년대에 산림지역이 감소하면서 농업지역이

www.kci.go.kr

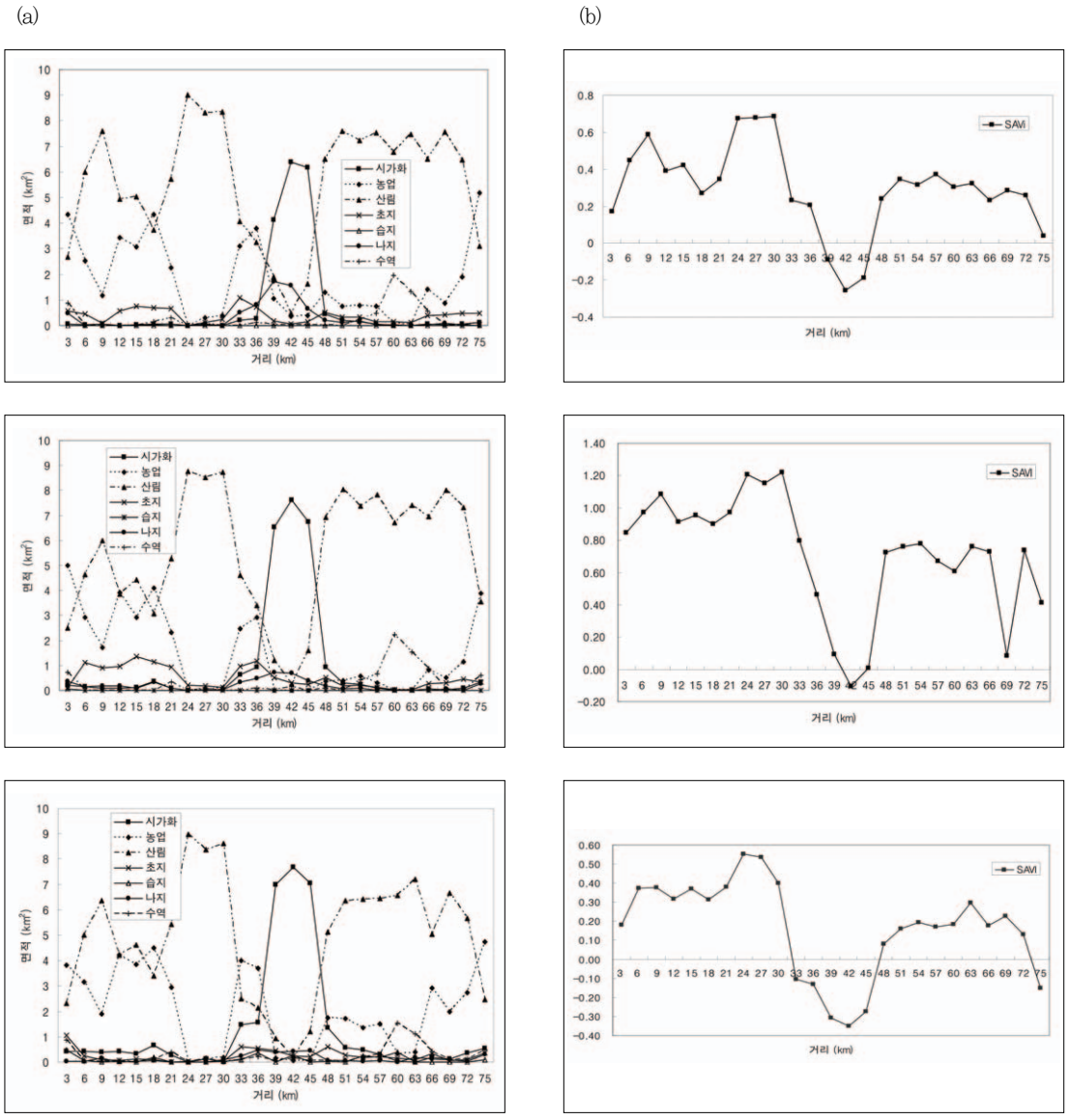

그림 3. 대전시의 그라디언트 분석 1980년대(上), 1990년대(中), 2000년대(下): (a) 각 토지이용의 면적, (b) SAVI

증가하였음을 알 수 있었다.

이러한 토지이용의 변화 결과 시간에 따라 SAVI 값의 차이가 나타나지만 Landsat 영상 취득의 한계로 영상이 찍힌 날씨와 계절 등이 서로 상이하기 때문에 영상 간의 비교는 설명력이 떨어진다. 그러므로 시간별 SAVI 값의 경향을 분석하여 비교하는 것이 필요하며, 분석 결과 1990년대에서 2000년대에 중심지역 외부 9km 구간(30km에서 36km 지역)에서 SAVI 값의 감소가 크게 나타났다(그림 3b).

패치밀도 분석 결과 도시화가 진행되면서 모든 토지이용의 패치밀도가 감소하는 것을 볼 수 있었다(그림 4a). 특히 산림 지역의 경우 도시중심지역을 포함한 총 30km 너비의 구간(30km에서 57km 사이의 구간)에서 분석단위 당 산림 패치의 개수가 급격하게 감소한 것을 파악할 수 있으며 이를 통해 도시 중심지역 주위로 잔여 산림 패치들이 제거되는 등 토지 피복이 단순화되어가는 현상을 파악할 수 있었다. 또한 1990년대에서 2000년대에 42km 지

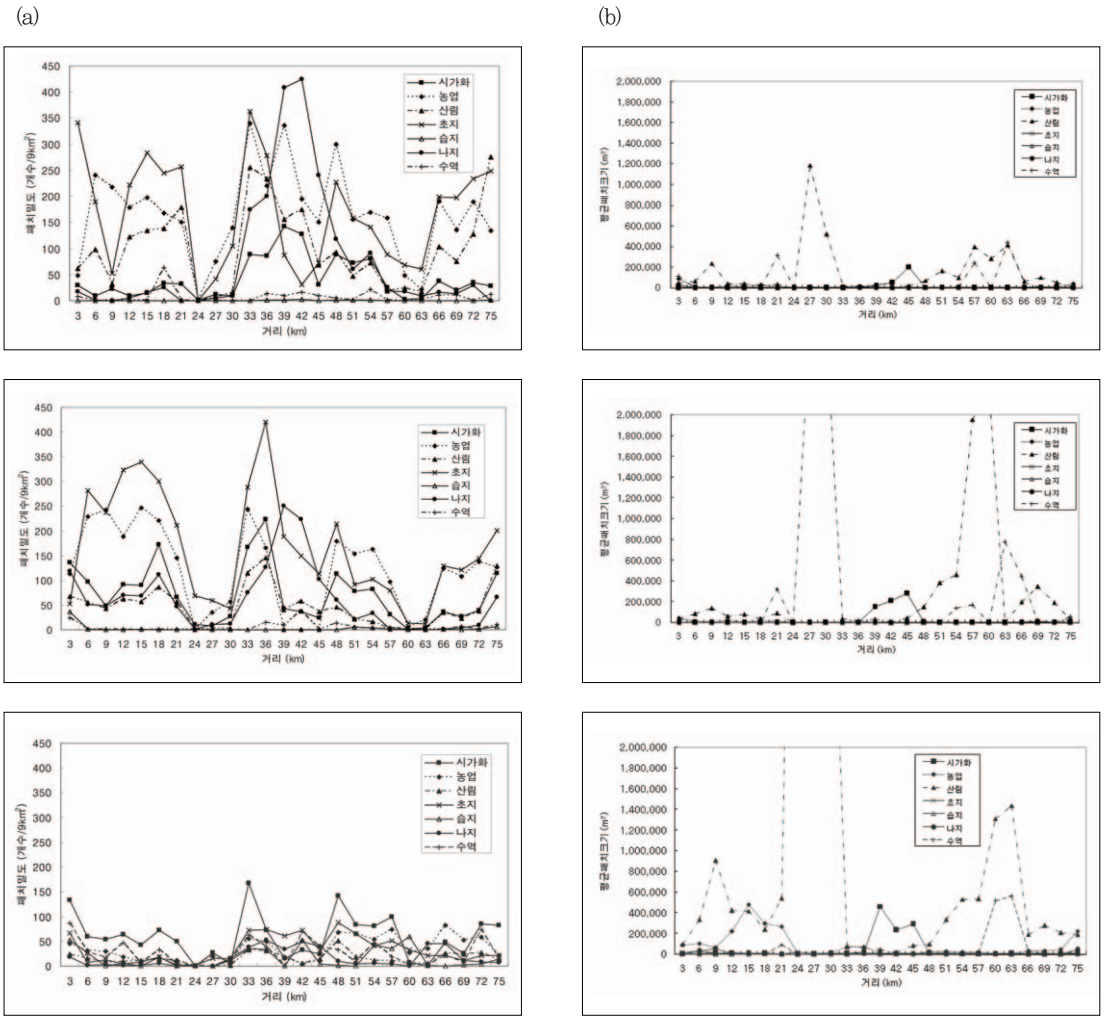

그림 4. 대전시의 그라디언트 분석 1980년대(上), 1990년대(中), 2000년대(下): (a) 패치밀도, (b) 평균패치크기

역은 산림 패치 밀도가 감소한 반면, 48km 지역의 산림 패치밀도는 증가한 것을 통해 도시 중심지역 주변 산림에 대한 파편화 영향을 파악할 수 있었다.

이러한 토지 피복의 단순화와 주변 산림에 대한 파편화 영향은 평균 패치 크기의 분석 결과를 통해 더 자세히 설명될 수 있다(그림 4b). 특히 24km에서 30km 지역은 도시화가 진행되면서 산림의 평균 패치 크기가 급격하게 증가한 것을 볼 수 있으며 이는 도시화가 진행되면서 크기가 작은 잔여 산림 패치들이 제거되고 토지피복이 단순화된 것을 의미한다. 또한 이 범위가 1980년대 3km에서 1990년대 6km, 2000년대 9km로 증가하여 토지피복의 단순화가 급격하게 진행되고 있는 것을 파악할 수 있었다.

2. 천안시의 그라디언트 분석

1980년대부터 2000년대까지 도시화 과정에 따른 천안시의 토지이용별 면적의 변화는 그림 5a와 같다. 천안시는 도시화가 진행되면서 도시의 중심지역(30km에서 33km 사이의 지역)에서 시가화건조 지역의 면적이 급격히 증가하였다. 특히 1980년대에서 1990년대 사이 33km 지역이 급격하게 성장하였으며, 이후에도 시가화지역의 확장이 빠르게 진행되어 1990년대에서 2000년대에 도시 중심지역의 범위가 6km로 확장되었으며, 21km에서

www.kci.go.kr

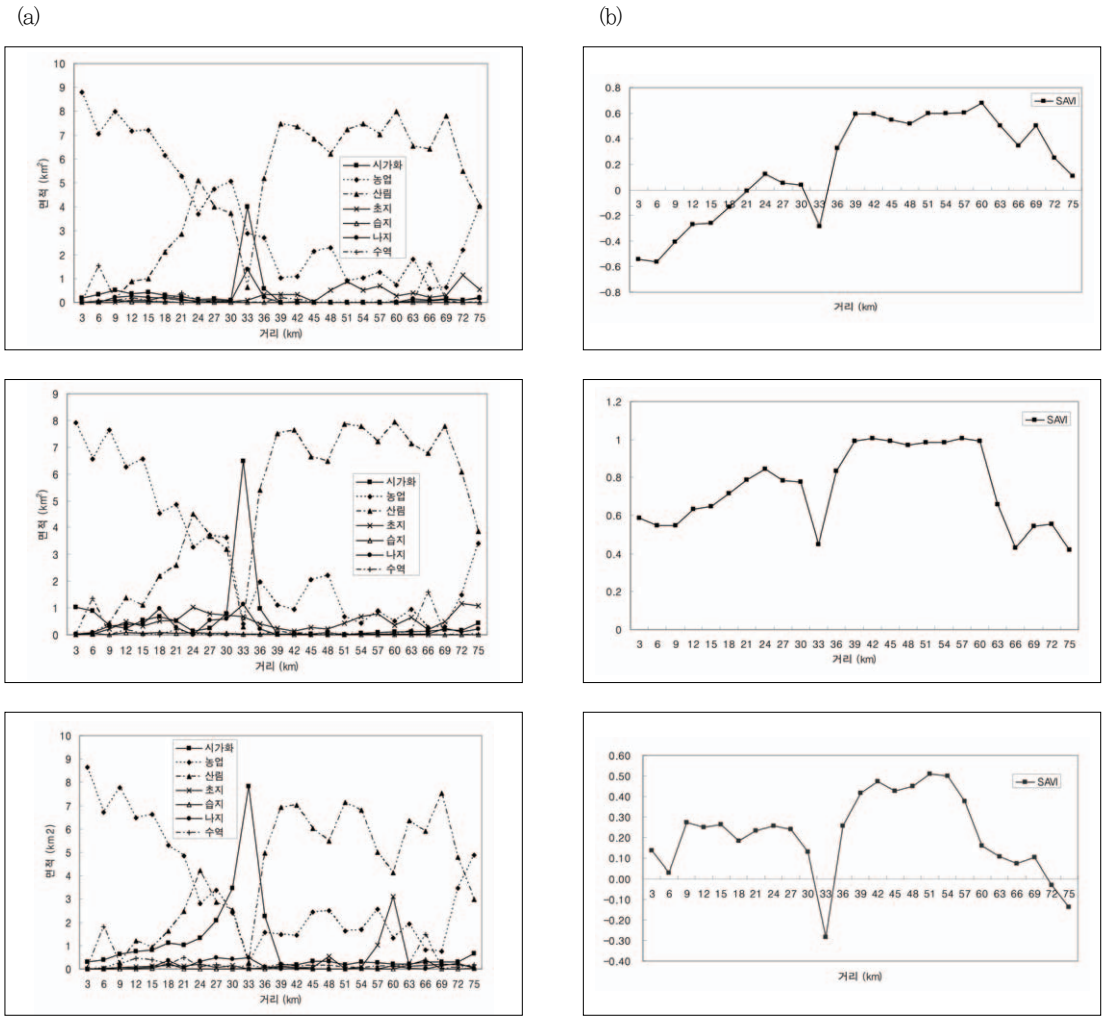

그림 5. 천안시의 그라디언트 분석 1980년대(上), 1990년대(中), 2000년대(下): (a) 각 토지이용의 면적, (b) SAVI

27km의 지역에서도 시가화건조 지역이 크게 증가하였다. 이에 따라 이 지역의 산림지역과 농업지역의 감소가 두드러지게 나타났다. 또한 SAVI 값의 분석을 통해 도시화가 진행되면서 주변지역과 33km 지점의 SAVI 값 차이가 계속 증가하였음을 확인하였다(그림 5b).

패치밀도 분석 결과 천안시 역시 도시화가 진행되면서 모든 토지이용의 패치밀도가 감소한 것을 파악할 수 있었다(그림 6a). 산림 지역 역시 도시중심지역을 포함한 전 지역에서 분석단위 당 산림 패치의 개수가 급격하게 감소한 것을 파악할 수 있으며 이를 통해 토지 피복이 단순화되어가는 현상이 전 지역에 걸쳐 나타났음을 파악할 수 있었다. 한편 1990년대 33km 지역에서 농업지역의 총 면적은 0.4km^{2}로 넓은 면적을 차지하지 않지만 패치밀도가 우세한 것으로 보아, 도시화가 진행되면서 1980년대 넓게 분포했던 농업지역이 감소되고 작은 크기의 농업 지역으로 파편화되어 분포하였음을 파악할 수 있었다.

천안시 토지피복의 단순화 역시 평균 패치 크기 분석 결과를 통해 설명될 수 있다(그림 6b). 산림의 경우 33km에서 72km 지역까지 산림의 평균 패치 크기가 급격하게 증가하였으며, 이를 통해 잔여 산림 패치의 제거와 토지피복의 단순화 범위를 파악할 수 있었다. 또한 33km 지역은 2000년대가 되면

www.kci.go.kr

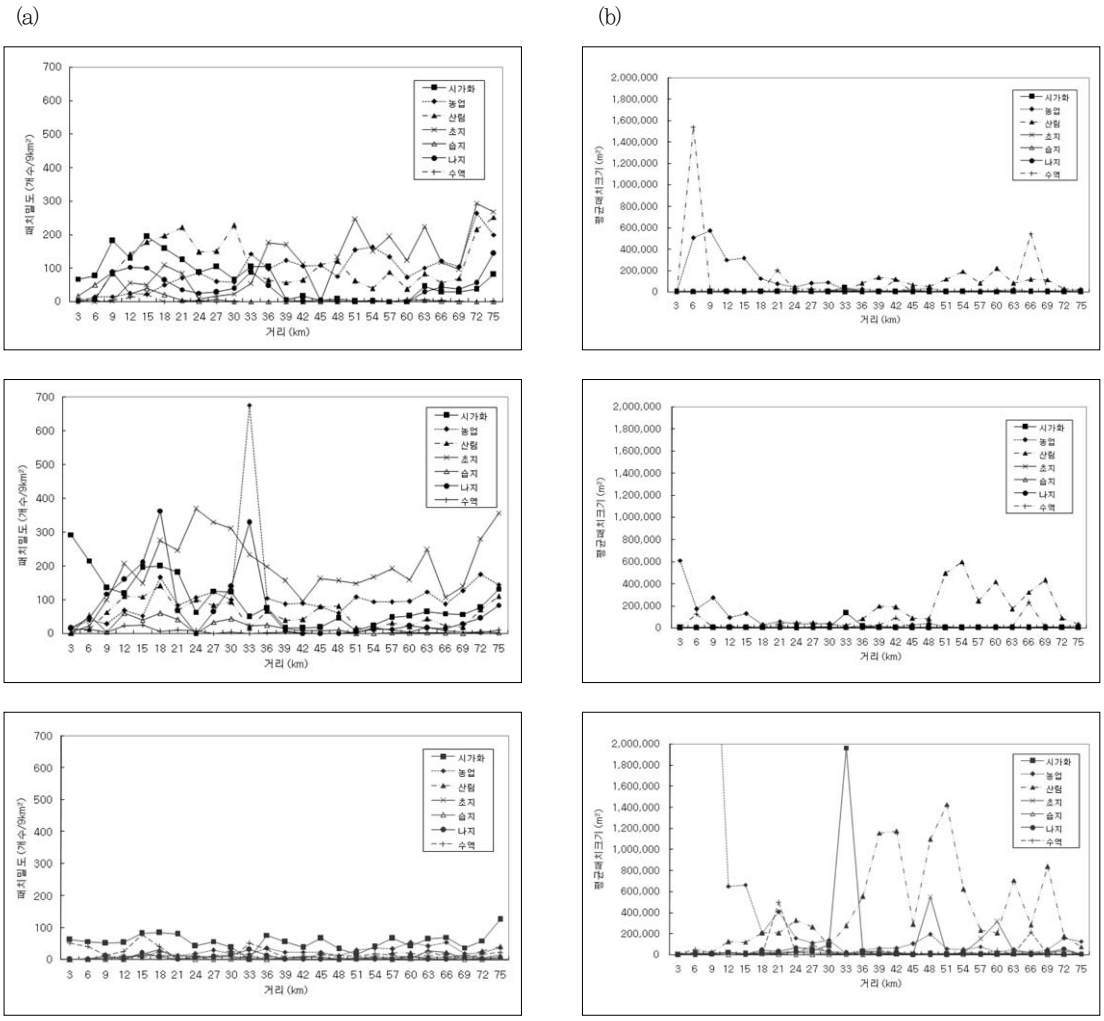

그림 6. 천안시의 그라디언트 분석 1980년대(上), 1990년대(中), 2000년대(下): (a) 패치밀도, (b) 평균패치크기

서 시가화건조 지역의 평균 패치 크기가 급격히 증가한 것을 통해 이 시기에 이 지역의 토지이용 변경이 급격하게 진행되어 시가화건조 지역이 우세하게 변화하였음을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

대전시의 토지이용면적 분석 결과 39km에서 45km 지역의 도시 중심지역은 변하지 않았으며 1980년대에서 1990년대 사이 급속한 개발이 이루어졌음을 알 수 있었다. 또한 도시화가 진행되면서 모든 토지이용의 패치밀도가 감소하는 것을 볼 수 있었으며, 특히 산림의 경우 도시 중심지역을 포함한 30km에서 48km 지역의 패치밀도가 급격하게 감소하였다. 이와 함께 평균패치크기 분석을 통해 도시 중심지역 주변에서 크기가 작은 잔여패치들이 제거되고 있는 것을 파악할 수 있었다.

천안시의 토지이용면적 분석 결과 도시 개발이 지속적으로 진행되어 33km 지역의 도시 중심지역이 2000년대가 되면서 30km 지역까지 확장되었으며 도시화가 주변지역으로 확장되면서 산림지역과 농업지역이 감소되었음을 알 수 있었다. 또한 천안시 역시 도시화가 진행되면서 모든 토지이용의 패치밀도가 감소하였으며 산림의 경우 2000년대가

www.kci.go.kr

되면서 패치밀도가 급격하게 감소하였고 평균패치 크기가 급격하게 증가하였다.

본 연구를 통해 규모의 차이가 있는 두 도시의 도시성장 과정에 따라 토지이용과 식생활력도, 파편화 영향 등을 도심에서의 거리에 따라 파악하고 그 영향 범위 등을 파악할 수 있었다. 두 도시 모두 도시성장에 따라 그 영향이 점차 확장되어 가고 있으며 특히 개발이 집중되는 시기에 도시 주변 지역에 미치는 영향의 정도가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

이동근 · 최혜영(2008)은 2000년대 대전시와 천안시의 도시화 영향을 분석한 기존 연구에서 도시의 규모가 작은 천안시가 대전시에 비해 SAVI의 값이 높고 지표온도가 낮아 규모가 작은 도시의 이점을 설명한 바 있다. 그러나 시간적 자료를 적용하여 분석한 본 연구 결과, 천안시의 경우 1990년대에 도시화가 급속히 진행되면서 SAVI 값의 감소와 파편화 등 도시화의 부정적 영향이 크게 증가하였음을 파악할 수 있었으며, 따라서 천안시에 이와 같은 도시화가 지속될 경우 도시화의 부정적 영향이 더욱 증가할 수 있음을 유추할 수 있다. 그러므로 향후 도시 계획이나 녹지설계에는 주변 지역 영향에 대한 도시의 적정 규모와 형태 등의 고려와 체계적이고 정량적인 연구 결과의 반영이 필요하다.

한편 두 도시 모두 작은 크기의 잔여 산림 패치들이 제거되고 토지이용이 단순화되어 가고 있는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 작은 산림 패치는 내부종의 국지적 소멸 후 종 분산과 재정착이 이루어지는 서식지 또는 징검다리 역할을 하여 생물다양성의 보존에 중요하기 때문에(Forman, 1995), 이에 대한 고려가 이루어져야 한다. 그러므로 도시 재개발 및 도시계획 등 도시 정책 수립 과정에 있어 기존 토지이용에 관한 적정한 기준을 수립한 후 토지이용변경 금지 조항 등이 필수적으로 고려되어야 할 것이다.

그리드 방식의 다차원적 표현방법은 도시의 변화를 더 정확하게 나타낼 수 있지만 자료들이 등급화되어 표현될 수 밖에 없기 때문에 정량적인 평가에 한계가 있다. 반면에 그라디언트 분석의 횡단면 이용은 경계지역의 변화를 나타내는 것에 유용하지만, 분석결과가 횡단면의 위치에 크게 의존적이라는 한계가 있다(Hahs and McDonnell; 2006). 그러나 그라디언트 분석의 연구는 비교적 간단한 기술로 도시화의 환경적 영향에 대한 정량적 평가를 할 수 있으므로 도시화 영향의 분석에 효과적으로 이용될 수 있다. 따라서 향후 도시화 영향의 분석에 관한 연구는 전체 연구지역의 자료와 횡단면의 자료를 함께 분석하여 효과적인 해석 방법을 찾는 것이 필요할 것이다.

사 사

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구이며(No. R01-2008-000-20348-0), 한국환경영향평가학회 2009년 춘계학술대회에서 발표한 “그라디언트 분석을 이용한 도시화 영향의 시공간적 평가”를 수정 · 보완한 것임.

참고문헌

김귀곤, 2008, 지속가능환경생태계획론, 드림미디어, 서울

김남신, 2005, GIS 실습(아크뷰를 활용한 지도 제작과 공간 분석), 도서출판 한울, 서울

이동근, 이현이, 김은영, 2007, 개발에 따른 탄천유역의 파편화 및 이질성분석, 한국환경복원녹화기술학회지, 10(6), 120-129.

이동근, 최혜영, 2008, 단계적 변화 분석(gradient analysis)을 적용한 도시화의 공간적 평가, 환경영향평가, 17(6), 357-366.

정종철, 1999, 식생지수에 의한 경관파편화의 해석기법, 한국지리정보학회지, 2(3), 16-22.

황희연, 2009, 도시성장관리정책에 의한 국토이용제도 개선방안, 한국도시지리학회지, 3(2), 73-87.

홍선기, 임영득, 장남기, 2000, 한국농산촌 경관의 구조와 이질성 및 다양성의 최근 변화: 경관의 보전과 복원과의 관계, 한국생태학회,

www.kci.go.kr

23(5), 359-368.

Alberti, M., 2005, The Effects of Urban Patterns on Ecosystem Function, *International Regional Science Review*, 28(2), 168-192.

Berling-Wolff, S. and Wu, J., 2004, Modeling urban landscape dynamics: A case study in Phoenix, USA, *Urban Ecosystems*, 7, 215-240.

Farr, D., 2007, Sustainable Urbanism, John Wiley & Sons, New Jersey.

Forman, R. T. T., 1995, Land Mosaic: The Ecology of Landscape and Regions, University press, Cambridge MA.

Hahs, A. K. and McDonnell, M. J., 2006, Selecting independent measures to quantify Melbourne's urban-rural gradient, *Landscape and Urban Planning*, 78, 435-448.

Han, J., Hayashi, Y., Cao, X., and Imura, H., 2009, Application of an integrated system dynamics and cellular automata model for urban growth assessment: A case study of Shanghai, China, *Landscape and Urban Planning*, 91, 133-141.

Huang, J., Lin, J., and Tu, Z., 2008, Detecting spatiotemporal change of land use and landscape pattern in a coastal gulf region, southeast of China, *Environment Development and Sustainability*, doi: 10.1007/s10668-008-9178-8.

Huete, A. R., 1998, A soil-adjusted vegetation index (Savi), *Remote Sens Environ*, 25, 295-309.

Luck, M. and Wu, J., 2002, A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA, *Landscape Ecology*, 17, 327-339.

McDonnell, M. J. and Hahs, A. K., 2008, The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: current status and future directions, *Landscape Ecology*, 23(10), 1143-1155.

Pickett, S. T. A. and Cadenasso, M. L., 1995, Landscape ecology: Spatial heterogeneity in ecological systems, *Science*, 269, 331-334.

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Groffman, P. M., Band, L. E., Boone, C. G., Burch, W. R. Jr., Grimmond, S. B., Hom, J., Jenkins, J. C., Law, N. L., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Szlavecz, K., Warren, P. S., and Wilson, M. A., 2008, Beyond Urban Legends: An Emerging Framework of Urban Ecology, as Illustrated by the Baltimore Ecosystem Study, *BioScience*, 58(2), 139-150.

Ustin, S. L., Smith, M. O., Jacquemond, S., Verstraete, M., and Govaerts, Y., 1999, Geobotany: vegetation mapping in earth sciences. In: Rencz AN (ed) Remote sensing for the earth sciences, Manual of remote sensing, John Wiley & Sons, New York, NY.

Zhu, M., Xu, J., Jiang, N., Li, J., and Fan, Y., 2006, Impacts of road corridors on urban landscape pattern: a gradient analysis with changing grain size in Shanghai, China, *Landscape Ecology*, 21, 723-734.

http://egis.me.go.kr/egis (환경지리정보서비스)

http://www.cheonan.go.kr (천안시청)

http://www.daejeon.go.kr (대전시청)

http://www.nso.go.kr (통계청)

www.kci.go.kr 최종원고채택 09. 06. 15