

ORIGINAL ARTICLE

강릉시 도시 경관 구조의 시계열적 변화 연구

염정현*

강릉원주대학교 환경조경학과

Structural Urban Landscape Changes over Time Series in Gangneung-Si

Jung-Hun Yeum*

Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

Abstract

This study analyzes structural landscape changes over a time-series for a small and medium-sized city, Gangneung-Si, based on area and distribution patterns, and according to the type of land cover. Among the types of land cover, the area ratio of urbanized areas increased by 2.02% in the late 2010s as compared to the late 1980s, while there was a decrease of 2.69% in farmland and 0.69% in grassland areas. On analyzing the changes in land cover use by applying the Fragstats program, it was confirmed that landscape changes in urban and management areas were relatively severe according to the Landscape Shape Index, Largest Patch Index, and Aggregation Index. A pattern of concentrated expansion was also found around certain areas. In particular, from the analysis, it was established that the proportion of urbanized area had considerably increased and that the extent of farmland damage to management areas, including planned management areas, was large. Additionally, the Total Core Area generally indicated a reduction in the core areas of farmland and forest within urban and management areas. A medium-sized city showed significant changes besides large cities in terms of landscape structure. The developmental pressure on management areas, in particular, was quite high.

Key words : Land cover, Structural landscape change, Development pressure, Management area

1. 서론

우리나라는 수도권을 중심으로 한 급격한 도시화 및 인구집중 현상이 지속되고 있으며, 이러한 도시의 고밀화 및 팽창은 도시내 공간구조를 급변시키고 있다. 도시내 토지의 효율적인 이용 및 관리를 위해 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에서는 용도지역 및 용도지구 등을

구분하고 있으며, 도시·군계획 수립을 통하여 공간구조와 발전 방향에 대한 계획을 수립하고 있다. 최근에는 「국토계획 및 환경보전계획의 통합관리에 관한 공동훈령」을 통하여 지자체 단위에서의 도시·군계획과 환경보전계획 간 통합적 관리에 대해 규정하고 있으며, 상호 기초자료의 공유를 통해 공간환경정보가 연계되도록 하고 있다. 도시의 공간구조에 대한 정보는 토지피복현황을

Received 23 June, 2021; Revised 17 August, 2021;

Accepted 16 September, 2021

*Corresponding author: Jung-Hun Yeum, Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea
Phone : +82-33-640-2479
E-mail : zelkovaycum@gwnu.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

Ⓒ This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

기본으로 하고 있으며(Vitousek, 1994), 시계열적인 토지피복 변화 분석을 통해 지자체의 도시화 정도를 확인할 수 있다(Brown et al., 2000). 특히, 도시·군계획 및 시·군·구 환경보전계획의 부문별 계획에서 제시하고 있는 도시경관에 대한 분석은 토지피복 변화 경향, 자연경관에 대한 보전, 녹지축 설정 및 훼손 방지 등 자연에 대한 훼손 최소화, 녹지축, 경관축 등에 대한 연결성 유지 등에 대한 방향성을 제시하고 있다(Ministry of Environment, 2020).

경관이란 인간과 자연환경간의 관계속에서 나타나는 공간적 토지 모자이크로 정의될 수 있으며, 경관분석은 도시화에 따른 토지피복 변화의 속도, 토지피복 유형별 분포 패턴 변화, 녹지의 연결성 훼손 등에 대한 종합적인 분석을 가능하게 한다(Griffith et al., 2000; Buyantuyev and Wu, 2010). 기존 경관구조 관련 연구들은 주로 토지피복을 기반으로 하여 공간단위(spatial unit)별 경관지수 산정 방식을 적용하고 있으며, 특히, 경관 구조, 형태, 기능 등의 다양한 지수적용이 가능한 Fragstats 모형을 활용한 연구의 비중이 높았다(McGarigal and Marks, 1995; Kang et al., 2018). 이들 연구는 선적 요소에 의한 경관 파편화(Shiliang et al., 2014) 분석을 기반으로 하고 있으며, 산림과 하천 유역권내 토지피복유형간 파편화 및 경관 구조 분석 연구(Heo et al., 2007; Choi et al., 2010), 수도권, 대전광역시, 부산광역시 등을 대상으로 한 도시의 파편화 및 연결성 변화 분석 연구(Kwon et al., 2012; Kim et al., 2016; Kang et al., 2018) 등이 수행된 바 있다.

하지만, 도시계획과 환경보전에 대한 연동제가 실시되고 있는 정책 방향성 속에서, 기초지자체 단위의 연동제는 아직 초기 단계에 있으며, 환경보전계획에서도 경관에 대한 공간계획을 수립하게 되어 있으나, 이를 뒷받침할 기초자료가 매우 부족한 상황이다. 자료 확보가 용이한 대도시 권역(50만 이상)을 대상으로 하는 연구가 다수 진행된 바 있으나, 개발 압력이 심한 중소도시에 대한 경관 분석연구는 제한적이었다. 도시 관리를 위한 계획이 토지피복면적 변화, 개략적인 녹지축의 연계성 등만을 다루는 현 상황에서, 용도지역, 유역권, 행정동 등 다양한 공간단위 구분에 따른 경관지수의 도출은 도시의 변화를 정량적으로 인지할 수 있도록 하며, 도시 관리 방향을 설정해 가는데에 유용하게 활용 될 수 있을 것으로

판단된다.

따라서 본 연구는 중소 관광도시인 강릉시를 대상으로 하여 도시경관구조의 시계열적 변화특성을 분석함으로써, 향후, 도시관리 정책에 반영될 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1. 연구대상지

본 연구는 강원도 중소도시인 강릉시를 대상으로 하였으며, 총 면적은 1,041 km²이다. 강릉시의 행정구역은 1읍 7면 13동으로 구성되어 있으며, 도시인구는 215,603 명(2021년 기준)이다. 용도지역별 면적비율(2019년 기준)은 도시지역이 전체 면적의 8.1%이었고, 그 외 관리지역 19.2%, 농림지역 60.6%, 자연환경보전지역 12.1% 등이었다(Fig. 1). 입지 특성상, 강릉시는 서측은 백두대간이 위치하며, 동측으로는 동해바다와 인접한 전형적인 해양성기후의 도시이다. 이러한 우수한 자연환경에 기반하여 관광수요가 집중되고 있으며, 최근 문화체육관광부에서 지정하는 ‘지역관광거점도시’, ‘법정 문화도시’로 지정되는 등 관광 인프라 강화 및 거주환경 개선을 위한 도시개발 압력이 증가하고 있다.

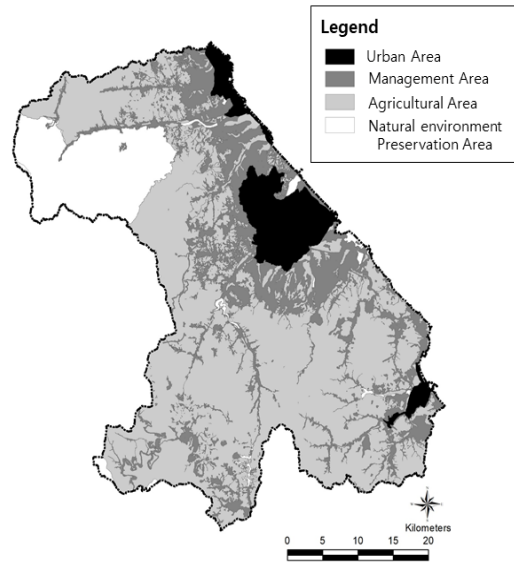


Fig. 1. Study area according to use area in Gangneung-Si.

Table 1. Landscape index used by this study

Landscape index	Formula	Range	Unit
CA (Total (Class) Area)	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right)$	a_{ij} = area (m ²) of patch ij. CA > 0, without limit.	ha
PLAND (Percentage of Landscape)	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$	P_i = proportion of the landscape occupied by patch type (class) i. a_{ij} = area (m ²) of patch ij. A = total landscape area (m ²). 0 < PLAND ≤ 100	Percent
LSI (Landscape Shape Index)	$LSI = \frac{.25 \sum_{k=1}^m e_{ik}^*}{\sqrt{A}}$	e_{ik}^* = total length (m) of edge in landscape between patch types (classes) i and k; includes the entire landscape boundary and some or all background edge segments involving class i. A = total landscape area (m ²). LSI ≥ 1, without limit.	-
AI Aggregation Index	$AI = \left[\frac{g_{ii}}{\max_{i \neq j} g_{ij}} \right] (100)$	g_{ii} = number of like adjacencies (joins) between pixels of patch type (class) i based on the <i>single-count</i> method. $\max_{i \neq j} g_{ij}$ = maximum number of like adjacencies (joins) between pixels of patch type (class) i (see below) based on the <i>single-count</i> method. 0 ≤ AI ≤ 100	Percent
TCA Total Core Area	$TCA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \left(\frac{1}{10,000} \right)$	a_{ij}^c = core area (m ²) of patch ij based on specified edge depths (m). TCA ≥ 0, without limit.	Hectares
LPI (Largest Patch Index)	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$	a_{ij} = area (m ²) of patch ij. A = total landscape area (m ²). 0 < LPI ≤ 100	Percent

2.2. 조사분석방법

강릉시의 전체 토지피복 변화 경향을 분석하기 위해 환경부 환경공간정보서비스(Ministry of Environment, 2021)에서 제공받은 1980~2010년까지의 1:50,000 대 분류 토지피복지도를 활용하였으며, Arcgis 10.8을 활용하여 1980년대말, 1990년대말, 2000년대말, 2010년대말까지의 시계열적 토지피복 면적비율(%) 변화 경향을 분석하였다. 토지피복 유형은 도시지역(Urbanized area), 경작지(Farmland), 산림(Forest), 초지(Grassland), 습지(Wetland), 나지(Bareland), 수역(Water) 등 7개 유형으로 구분되었으며, 유형별 면적비율(%) 변화는 국가통계포털(Korean Statistical Information Service, 2019)에서 제공하는 지목별 면적 변화와 비교함으로써 토지피복도의 오류 가능성을 검토하였다. 용도지역별 시계열적 경관 구조에 대한 분석은 FRAGSTATS 4.2 프로그램을 활용하였다. 분석지수는 패치(Patch), 클래스(Class), 경관(Landscape) 수준에서 평가가 가능하며, 토지피복 유형 간의 변화 분석을 위해 Kang et al.(2018)의 연구에서 활용된 지수 중 클래스(CLASS) 단위에서 분석 가능한 6개의 지수를 선정하였다(McGarigal, 2015). 시계열별 토지피복유형의 총량적 변화를 분석하기 위해 클래스 면적(Class Area, CA) 및 경관면적비율(Percentage of

Landscape, PLAND)을 분석하였으며, 파편화 정도를 파악하기에 효율적인 최대패치면적비율(Largest Patch Index, LPI), 경관형태지수(Landscape Shape Index, LSI) 등을 분석하였다. LPI는 토지피복유형 별 가장 큰 패치의 면적 변화 파악을 통해 산림, 경작지 등 거점 녹지의 훼손 경향을 파악 할 수 있는 지수이며 간접적으로 집중화 정도를 파악할 수 있는 지수이다(Choi et al., 2010), LSI는 경관 내 모든 가장자리의 총합을 클래스 면적의 평방근으로 나눈 지수로서 지수값이 클수록 경관 형태가 불규칙하고 복잡해짐을 의미한다. 또한, 녹지 공간에서 중심지 면적이 넓은 형태일수록 보다 안정된 구조를 나타내며, 이를 분석하기 위해 총핵심지역면적(Total Core Area, TCA)을 분석하였다. 마지막으로, 근접성과 연결성을 평가하기 위해 집합지수(Aggregation Index, AI)를 분석하였으며, 집합지수는 클수록 연결성이 높은 경관임을 의미한다(Table 1). 용도지역별 외곽 경계(Border) 설정을 위해 버퍼(Buffer) 값을 지정하였으며, 최소 1개의 셀 너비를 기준으로 하여 30m를 반영하였다(McGarigal, 2015). 주연부 깊이(Edge depth)는 각 인접 토지피복 유형간 상호 영향정도를 설정하는 것이며, 본 항목에 대해서는 인간의 간섭이 가장 강한 도시 지역이 나머지 유형에 영향을 주는 강도를 기반으로 설정

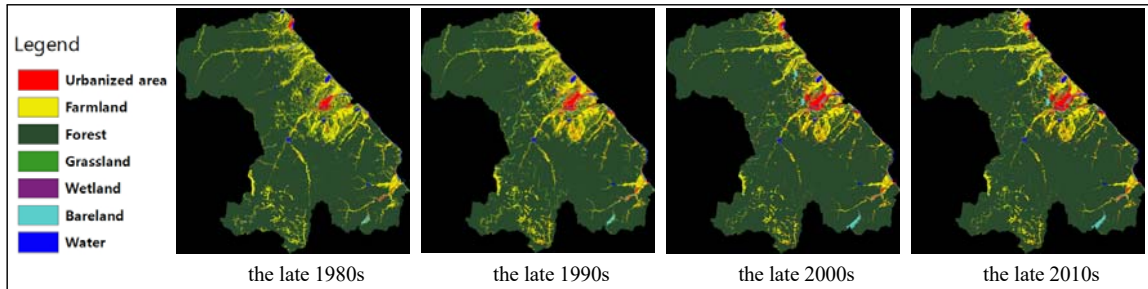


Fig. 2. Changes of land cover type according to the time.

하였다. 설정 기준은 ‘인간 간섭도’의 개념으로서, 도시에서의 교란 정도에 활용되는 ‘헤메로비 지수’적 접근(Hill et al., 2002)을 활용하였으며, Son and Kim(2021)의 토지피복에 대한 인간의 간섭 가중치 중 산림(1), 습지(1), 초지(0.75), 수역(0.75), 경작지(0.5), 나지(0.5) 등을 적용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 시계열적 토지피복 변화

강릉시의 1980년대말 부터 2010년대말 까지의 시계열적 토지피복을 분석한 결과(Fig. 2), 2010년대말 강릉시의 토지피복 유형 면적비율(%)은 산림이 85.28%, 경작지 8.87%, 시가화지역 3.08%, 나지 1.06%, 초지 0.96%, 수역 0.59%, 습지 0.16%의 순으로 분포하였다. 시가화지역은 1980년대말 1.06%, 1990년대말 1.97%, 2000년대말 2.29%, 2010년대말 3.08%로 뚜렷한 증가 추세를 보였으며, 경작지는 1980년대말 11.56%, 1990년대말 11.65%, 2000년대말 9.06%, 2010년대말 8.87%로서 감소율이 가장 높았다. 초지 역시 1980년대말 1.65%, 1990년대말 1.69%, 2000년대말 0.86%, 2010년대말 0.96%로 감소하는 경향을 나타냈다. 산림은 1980년대말 84.17%, 1990년대말 82.87%, 2000년대말 85.89%, 2010년대말 85.28%로서 증감을 반복하며 1980년대말에 비해 증가한 것으로 분석되었다. 나지는 1980년대말 0.89%, 1990년대말 1.23%, 2000년대말 1.35%, 2010년대말 1.06%, 수역은 1980년대말 0.67%, 1990년대말 0.59%, 2000년대말 0.54%, 2010년대말 0.59% 이었다. 습지식생은 1980년대말 0.01%, 1990년대말 0.00%, 2000년대말 0.00%, 2010년대말 0.16%

로서 1980년대말에 비해 소폭 증가한 것으로 분석되었다.

Park and Kim(2014)은 중분류이상의 토지피복도의 경우, 토지피복의 시계열적 변화 경향을 확인하는데 유용하지만, 통계연보 등 공식적인 통계자료와 비교하여 토지피복의 과분류 또는 오분류에 대해 검토하는 것이 필요하다고 하였는데, 국가통계포털에서 2009년 강릉시의 시가화지역 비율은 2.02%, 경작지 10.32%, 임야 80.90% 이었고, 2019년 시가화지역 비율은 2.51%, 경작지 9.94%, 임야 80.17%로서 토지피복도의 변화 경향과 유사한 것으로 판단 되었다. 다만, 산림의 경우, 토지피복도와 통계자료의 면적 비율값의 차이가 상대적으로 큰 것으로 분석되었다.

3.2. 용도지역별 경관구조 변화

강릉시의 도시지역은 교동, 홍제동, 포남동, 노암동, 입암동 등 19개 동을 중심으로 형성되어 있으며, 북측으로 주문진읍과 남측으로 옥계면 일부가 도시지역으로 지정되어 있다. 클래스별 전체면적(CA)을 경관단위 내 비율로 표시한 경관면적비율(PLAND) 분석결과(Table 2), 도시화된 면적비율은 1980년대말에 비해 2010년대말 18.40% 증가하였고, 경작지(9.75%), 산림(8.69%), 수역(0.25%) 등은 감소하였다. 습지식생은 1.66% 증가하였는데, 이는 2008~2013년 진행된 남대천 복원사업에 의한 것으로 분석되었다. 관리지역은 1980년대말과 비교하여 2010년대말 도시화된 면적비율이 약 2.44% 증가하였다. 특히, 경작지와 산림의 변화가 가장 큰 것으로 분석되었으며, 경작지는 7.39% 감소하였으나, 산림은 6.12% 증가하였다. 산림의 증가는 강릉시 전체지역 면적 변화에서 확인된 산림지역 주변에 대한 과분류 또는 산림전용지 등에 대한 오분류로 인한 것이라고 판단

Table 2. Changes of land cover area and ratio according to the zoning(1980~2010)

Type	Urban area				Management area			
	The late 1980s		The late 2010s		The late 1980s		The late 2010s	
	CA(ha)	PLAND(%)	CA(ha)	PLAND(%)	CA(ha)	PLAND(%)	CA(ha)	PLAND(%)
Urbanized area	749.97	9.76	2164.50	28.16	275.04	1.37	766.26	3.81
Farmland	2720.16	35.38	1970.73	25.64	5145.48	25.60	3660.75	18.21
Forest	3443.22	44.79	2774.88	36.10	13527.09	67.31	14757.84	73.43
Grassland	241.47	3.14	111.15	1.45	805.23	4.01	525.06	2.61
Wetland	6.30	0.08	133.56	1.74	3.51	0.02	35.37	0.18
Bareland	328.95	4.28	354.33	4.61	198.63	0.99	290.88	1.45
Water	192.78	2.51	173.70	2.26	138.15	0.69	56.79	0.28

Type	Agricultural area				Natural environment preservation area			
	The late 1980s		The late 2010s		The late 1980s		The late 2010s	
	CA(ha)	PLAND(%)	CA(ha)	PLAND(%)	CA(ha)	PLAND(%)	CA(ha)	PLAND(%)
Urbanized area	45.36	0.07	228.51	0.36	31.77	0.26	48.24	0.39
Farmland	3796.83	6.00	3270.42	5.16	406.71	3.28	334.80	2.70
Forest	58602.24	92.54	59089.14	93.31	11602.17	93.71	11723.40	94.69
Grassland	593.55	0.94	338.76	0.53	87.03	0.70	24.75	0.20
Wetland	1.35	0.00	1.71	0.00	0.18	0.00	-	-
Bareland	193.23	0.31	305.01	0.48	55.89	0.45	35.28	0.28
Water	50.58	0.08	49.50	0.08	183.87	1.49	201.15	1.62

되며, 상대적으로 관리지역에서 집중 발생한 것으로 판단된다. 이는 충청남도를 대상으로 토지피복도의 활용과 한계에서 Park and Kim(2014)이 규명한 태안군 산림지역 면적의 왜곡과 유사하였다. 관리지역 중 도시지역의 인구와 산업을 수용하기 위하여 도시지역에 준하여 체계적으로 관리되고 있는 계획관리지역은 70.80%로 분포하였다. 농림지역은 1980년대말과 비교하여 2010년대말 시기화면적은 0.29%, 산림면적은 0.77%으로 증가하였고, 경작지는 0.83%로 감소하였다. 자연환경보전지역 내 토지피복변화는 시기화지역이 0.13%, 산림지역 0.98% 증가하였고, 경작지는 0.58% 감소하였다.

강릉시 전체 시계열적 변화(1980~2010)가 가장 큰 시기화지역, 경작지, 산림에 대한 경관구조 분석결과(Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5), 시기화지역은 LSI값이 모든 용도지역에서 증가하였고, 도시지역에 비해, 오히려 관리지역과 농림지역에서의 경관 복잡성이 높은 것으로 분석되었다. Kim et al.(2016)은 LSI값이 증가할 경우, 파편화로 인해 서식지의 단순한 형태가 점차 복잡한 형태로

변화였기 때문이라고 분석한 바 있다. AI값은 도시지역, 농림지역에서 다소 높은 것으로 분석되었다. Lim and Kim(2016)은 AI값이 클수록 개발이 확산보다는 집중화되는 경향을 보인다고 분석한 바 있는데, 시기화지역의 확대 패턴이 인접 토지피복 유형의 파편화에 영향을 미치면서 동시에 소규모의 산발적인 개발보다는 특정지역을 중심으로 집중되는 경향을 보이는 것으로 판단되었다.

경작지에 대한 LSI값은 도시지역에서 1980년대말에 비해 2010년대말 15.83으로 감소하였고, 관리지역은 18.99로 감소하였다. 농림지역과 자연환경보전지역에서도 각각 10.25, 7.14 감소하였다. 반면에 AI값은 모든 지역에서 1.52%~7.39% 범위에서 증가한 것을 확인하였다. TCA값은 관리지역에서 1484.73 ha로 가장 크게 감소하였고, 도시지역, 농림지역, 자연환경보전지역 등의 순으로 감소한 것으로 분석되었다. LPI값은 도시지역에서 4.5%로 가장 크게 감소하였고, 관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역에 대한 변화는 미미하였다. 파편화정도를 나타내는 LSI값과 LPI값 등은 대체적으로 낮아

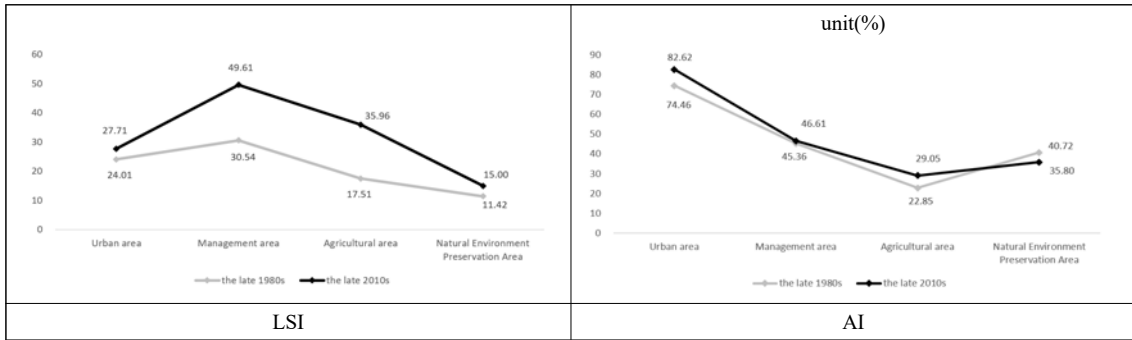


Fig. 3. Analyzing graph of landscape indices according to the zoning of urbanized area.

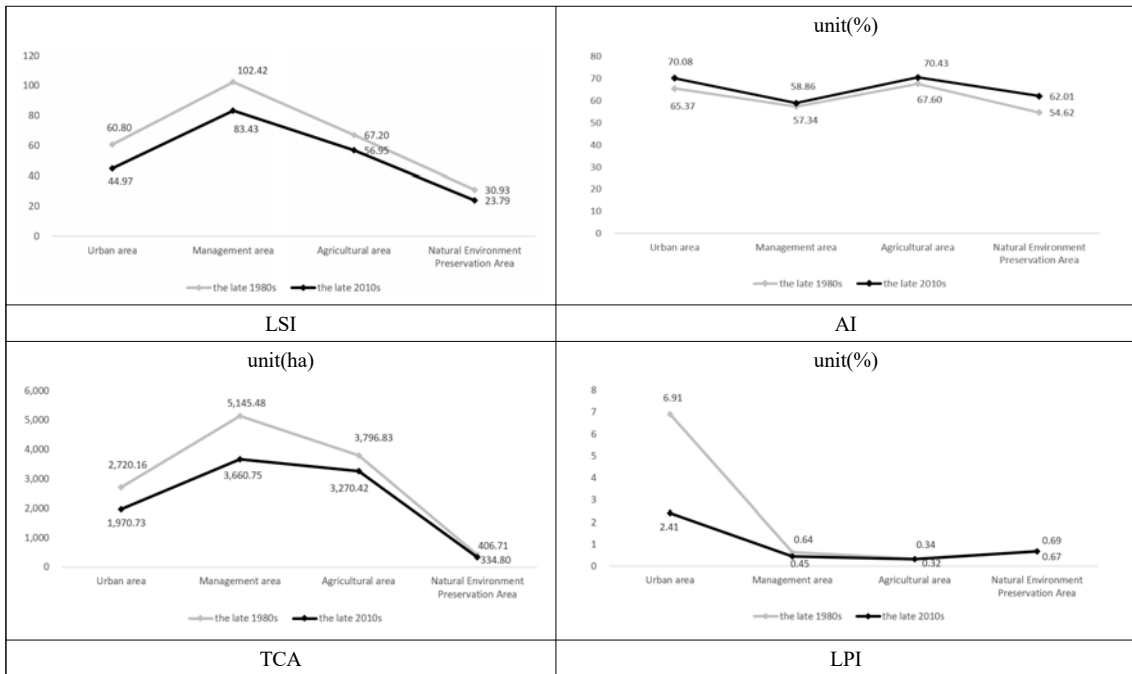


Fig. 4. Analyzing graph of landscape indices according to the zoning of farmland.

지는 경향을 나타냈으며, 경작지 유형의 훼손 및 토지피복 분포 패턴이 오히려 단순해진 것을 의미하였다. 강릉시 전체의 시계열적 면적변화에서 확인된 시가지지역의 증가(18.40%)와 경작지의 면적 감소(9.75%) 결과와 연계하여 설명될 수 있으며, 산발적으로 분포하던 중소규모의 경작지가 사라지는 과정에서 특정지역을 중심으로 대면적으로 분포하는 경작지만이 존치되는 상황이 반영된 것으로 판단된다. AI값 역시, 경작지의 분포 경향이 모든 용도지역에서 집중화되는 경향을 보이는 것으로 분

석되었다. TCA값은 관리지역에서 도시지역에 비해 오히려 크게 감소한 것이 확인되었고, Kwon et al.(2012)은 TCA값이 클수록 내부생물종의 서식에 적절하다고 하였는데, 생물다양성이 높고 야생동물의 중요서식지 역할(Francisco et al., 2001)을 하고 있는 논습지를 포함한 도시지역내 경작지 뿐만아니라, 도시지역 인접한 관리지역에서도 야생조류의 먹이터이자 휴식처(Watanabe et al., 2008)인 경작지가 훼손된 것으로 판단된다.

산림지역에 대한 LSI값은 도시지역에서 1980년대

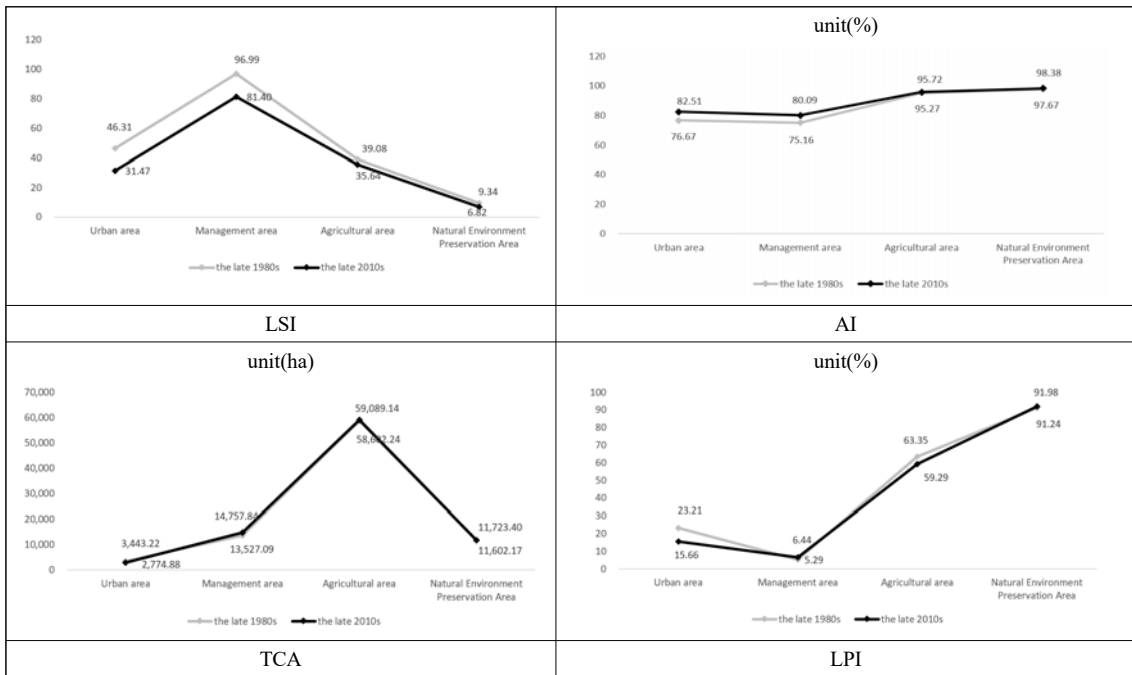


Fig. 5. Analyzing graph of landscape indices according to the zoning of forest.

말에 비해 2010년대말 14.84으로 감소하였고, 관리지역은 15.59로 감소하였다. 농림지역과 자연환경보전지역에서도 각각 3.44, 2.52 감소하였다. 반면에 AI값은 모든 지역에서 0.71%~5.84% 범위에서 증가한 것을 확인하였다. 상대적으로 도시지역(5.84)과, 관리지역(4.94)에서의 증가값이 큰 것으로 분석되었다. TCA는 관리지역에서 668.34 ha 감소하였고, 도시지역, 농림지역, 자연환경보전지역에서는 121.23~1,230.75 ha 범위에서 증가한 것으로 분석되었다. LPI값은 도시지역에서 7.55%로 가장 크게 감소하였고, 농림지역에서 4.06으로 감소하였으며, 그 외 지역의 변화는 미미하였다. LPI값과 AI값을 통해, 도시지역과 관리지역에서의 산림 훼손이 발생하였고, 산림분포가 상대적으로 집중화되고 있는 것으로 분석되었다. 파편화 정도를 나타내는 LSI값은 경작지와 유사하게 도시지역과 관리지역을 중심으로 하여 낮아지는 경향을 나타냈으며, 산림 유형의 토지피복 분포 패턴 역시 단순해진 것으로 분석되었다. 강릉시 전체의 시계열적 면적비율 변화에서 확인된 산림 면적 감소(8.69%) 결과와 연계하여 살펴보면, 산발적으로 분포하던 중소규모의 잔존 산림 및 해안림이 훼손되는 과정에서 상대적으

로 규모가 큰 산림을 중심으로 존치된 상황이 반영된 것으로 판단 되었다. TCA값은 도시지역에서만 감소하였고, 내부종의 서식이 용이한 그 외 지역에서 소폭 증가하였는데, 관리지역의 면적 증가가 가장 큰 것으로 미루어, 전체 토지피복변화에서 확인된 산림면적의 왜곡 현상과 연계된 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 토지피복유형에 따른 면적 및 분포 패턴 등을 기반으로 하여 중소규모 도시인 강릉시에 대한 지난 30년간의 시계열적인 경관구조 변화특성을 분석하였다. 토지피복유형 중 시가지지역의 면적비율은 1980년대말에 비해 2010년대말 2.02% 증가한 것으로 분석되었고, 경작지 2.69%, 초지 0.69 등은 감소한 것으로 분석되었다. 용도지역별 변화 특성을 분석한 결과, 시가지지역의 경우, 파편화 정도를 나타내는 LSI값은 모든 용도지역에서 증가하는 경향을 보였고, AI값은 도시지역과 농림지역에서 높은 수치를 나타내었는데 이는 기존의 도시지역과 농림지역의 개발과정에서 파편화와 병행하여 택지

개발 등 도시개발사업을 통해 대규모집중화 현상이 있었던 것으로 분석되었다. 경작지의 경우, LSI값과 LPI값이 모든 용도지역에서 감소하는 경향을 보였고, AI는 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 파편화보다는 중소규모의 경작지가 훼손되면서 토지피복 분포가 단순화되고 집중화된 것으로 판단되었다. TCA값은 도시지역내 분포하는 경작지의 핵심지역의 면적이 크게 감소하였음을 나타내었다. 마지막으로 산림지역의 경우, 경작지와 유사하게 LSI값과 LPI값이 전체적으로 감소하는 경향을 보였고, AI값은 도시지역과 관리지역에서 증가한 것으로 확인되었다. 이를 통해 산발적으로 분포하던 중소규모의 잔존 산림 및 해안림이 훼손되는 과정에서 산림분포가 단순해졌고, 도시지역과 농림지역내 기존 대규모산림에 의한 집중화 현상도 발생한 것으로 분석되었다.

본 연구는 도시계획상의 용도지역과 연계한 토지피복 유형의 시계열적 변화 분석을 통해 개발 압력이 지속되는 중소규모 도시의 경관구조 변화 특성을 분석하였다는 데 의미가 있다. 하지만 산림 등 일부 과분류 또는 오분류가 포함된 대분류 토지피복도를 기반으로 분석하였다는 점에서 한계가 있었고, 향후, 중소도시를 대상으로 하여 도시계획과 환경계획간 연동제에 활용할 수 있는 정밀하고, 다양한 기초 공간자료 구축 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Brown, D. G., Duh, J. D., Drzyzga, S. A., 2000, Estimating error in an analysis of forest fragmentation change using North American Landscape Characterization (NALC) data, *Remote Sens. Environ.*, 71, 106-117.
- Buyantuyev, A., Wu, J., 2010, Urban heat islands and landscape heterogeneity: Linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns, *Landscape Ecol.*, 25, 17-33.
- Choi, J. Y., Kang, M. S., Bae, S. J., Kim, H. K., Chung, S. W., 2010, Analysis of landscape structure on the impervious cover of the gap-stream watershed using FRAGSTATS, *J. Korean Soc. Agric. Eng.*, 52(4), 53-61.
- Francisco, C., Jose, R., Oliver, H., Margarita, M., 2001, Restoration of wetlands from abandoned rice fields for nutrient removal and biological community and landscape diversity, *Restor. Ecol.*, 9, 201-208.
- Griffith, J. A., Martinko, E. A., Price, K. P., 2000, Landscape structure analysis of Kansas at three scales, *Landscape Urban Plan.*, 52, 45-61.
- Heo, S. G., Kim, K. S., Ahn, J. H., Yoon, J. S., Lim, K. J., Choi, J. D., Shin, Y. C., Lyoo, C. W., 2007, Landscape analysis of the forest fragmentations at Doam-Dam watershed using the FRAGSTATS Model, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 10, 10-21.
- Hill, M. O., Roy, D. B., Thompson, K., 2002, Hemeroby, urbanity and ruderality: Bioindicators of disturbance and human impact, *J. Appl. Ecol.*, 39, 708-720.
- Kang, J. E., Choi, H. S., Hwang, H. S., Lee, S. H., 2018, Analysis of ecological network according to invalidation of decision on urban parks : Focused on Busan, *J. Environ. Impact Assess.*, 27, 618-634.
- Kim, J. H., Ra, J. H., Lee, S. J., Kwon, O. S., Cho, H. J., Lee, E. J., 2016, Fragmentation analysis of Daejeon City's green biotope using landscape index and visualization method, *J. Korean Env. Res. Tech.*, 19(3), 29-44.
- Korean Statistical Information Service, 2019, <https://kosis.kr>.
- Kwon, S. S., Choi, S. H., Lee, S. D., 2012, A Study of the landscape analysis at Su-ji/Gi-heung in Young-in city using the FRAGSTATS Model, *J. Environ. Impact Assess.*, 21, 781-787.
- Lim, S. J., Kim, K. Y., 2016, Spatio-temporal changes of urban sprawl process in Seoul metropolitan area : Spatial structure-based approach, *Journal of The Korean Association of Regional Geographers*, 22, 628-642.
- McGarigal, K., 2015, <https://www.umass.edu>.
- McGarigal, K., Marks, B. J., 1995, FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, U.S.A..
- Ministry of Environment, 2020, Guidelines for the establishment of environmental plans of Si/Gun/Gu, Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- Ministry of Environment, 2021, <https://egis.me.go.kr/>
- Park, J. C., Kim, J. S., 2014, Application and limitation of national land-cover map in land-cover change detection -A case study on Chungcheongnam-do-, *Journal of the Association of Korean Photo-Geographers*, 24(1), 19-34.
- Shiliang, L., Yuhong, D., Li, D., Qi, L., Haidi, Z., Shikui, D., 2014, Forest fragmentation and landscape connectivity

- change associated with road network extension and city expansion: A case study in the Lancang River Valley, *Ecol. Indic.*, 36, 160-168.
- Son, Y. H., Kim, D. E., 2021, Evaluation of perceived naturalness of urban parks using hemeroby index, *J. KILA*, 49(2), 89-100.
- Vitousek, P. M., 1994, Beyond global warming: ecology and global change, *Ecology*, 75, 1861-1876.
- Watanabe, T., Watanabe, H., Yamamoto, A., Shimizu, Y., 2008, The importance of *Zizania latifolia* as food for geese and swans at inland waters and differences in foraging methods among species, *Jpn. J. Ornithol*, 57, 97-107.
-
- Professor. Jung-Hun Yeum
Department of Environmental Landscape Architecture,
Gangneung-Wonju National University
zelkovayeum@gwnu.ac.kr