

FRAGSTATS를 활용한 경관다양성의 시공간적 분석*

권오성¹⁾ · 나정화²⁾ · 구지나¹⁾ · 김진효¹⁾

¹⁾ 경북대학교 대학원 조경학과 · ²⁾ 경북대학교 조경학과

Temporal-Spatial Analysis of Landscape Diversity using FRAGSTATS*

Kwon, Oh-Sung¹⁾ · Ra, Jung-Hwa²⁾ · Ku, Ji-Na¹⁾ and Kim, Jin-Hyo¹⁾

¹⁾ Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Kyungpook National University,

²⁾ Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University.

ABSTRACT

This research selected Daegu Metropolitan City representing a combination of natural space and urban space for this case study. To achieve this, a prerequisite was to set up an optimal block size to evaluate landscape diversity of the research site by using a RPR-Area Curve. Further, landscape diversity evaluation was conducted based on land cover map by using FRAGSTATS to analyze spatio-temporal changes. Notably, this research regarded it as the most significant to set forth criteria in order to apply landscape diversity to the development plans of the newtown and outskirt of a city under high pressure development. Results derived from this research are summarized as follows.

According to the results derived from establishing the optimal block size, a size about 2km² was analyzed to measure landscape diversity of the research site. Also, according to the results derived from land diversity evaluation based on land cover map, land diversity was highly measured around urban stream such as Nakdong River and Geumho River, and in particular, the value of landscape diversity was measured considerably high around the urban parks. Results derived from analysis on spatio-temporal changes of land diversity demonstrated that a certain level of urban development

* 이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2014R1A1A2057441).

First author : Kwon, Oh-Sung, Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea, E-mail : kos8282@naver.com

Corresponding author : Ra, Jung-Hwa, Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea, E-mail : jhra@knu.ac.kr

Received : 2 April, 2015. **Revised** : 25 June, 2015. **Accepted** : 26 June, 2015.

exerted a positive effect on an increase in land diversity, but consistent urban development lowered a value of landscape diversity. Results derived from regression analysis to set forth the optimal urban space showed that an urban area of a space about 2km^2 exerted a positive effect at a rate of about 0~43.3% and a negative effect at a rate about 43.3~100%.

In conclusion, the results of this research are considered to provide important basic data for future urban and landscape planning. Nonetheless, as only the layout on the 2D plane was analyzed in this research, further research in future is required to complexly consider diverse factors such as height of structure and change in visible real area arising from geographical features.

Key Words : FRAGSTATS, Landscape Diversity, Land Cover Map, Urban space.

I. 연구배경 및 목적

1970년대 경제개발로 인하여 농촌인구의 도시집중 현상은 날로 가중되었다. 이에 따라서 급증하는 도시인구를 수용하기 위해 도시공간은 오늘날까지 계속해서 확장되고 있다. 그러나 무질서한 도시확장은 도시경관의 부조화뿐만 아니라 도시이미지를 결정하는 기본경관유형인 자연공간을 파괴 및 훼손하고 있는 실정이다. 이러한 무분별한 도시지역의 확장은 지역고유의 특색 및 정체성이 사라진 획일화된 도시양상의 큰 원인이 되고 있다(Robinson et al., 2005; Ra et al., 2008).

최근에는 이러한 도시의 문제점을 해결하기 위해 지속가능한 도시의 필요성이 대두되고 있다. 특히, 국내외적으로 지속가능한 도시를 뒷받침하는 도시생태계를 탄력적으로 보호하기 위하여 경관다양성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Yeh and Huang, 2009). 우선 국내의 경우 경관다양성 평가 방법론에 관한 연구가 주를 이루고 있다(Jang & Hwang, 2011; Jang & Lee, 2009). 일례로 나정화 등(2013)은 우수한 경관지역의 설정을 위하여 지형, 식생, 토지이용형태, 특이경관 등 평가지표의 다양성 분석 및 평가모형을 설정하고 타당성 검증을 실시하였다. 국외 역시 경관다양성을 경관평가를 위한

중요한 기초자료로 활용하고 있다(Hung et al., 2010; Buyantuyev, 2010). 특히 Forman(1995)은 경관을 구성하는 요소가 다양 할수록 경관의 불균일성을 높여주어 높은 경관가치를 가진다고 평가하였다.

그러나 상기 언급했던 연구들의 경우, 경관다양성 지수를 적용하는 공간경계는 시, 군, 구 등 행정구역 경계를 따르고 있어 실제 세부공간에 반영하기에는 한계가 있었다. 또한 도시공간이 경관다양성에 미치는 영향을 정량적으로 파악하기에는 한계가 있었다.

이에 본 연구에서는 이러한 점을 감안하여 도심지, 도·농 복합지역, 농촌지역의 경관유형이 고루 분포하고 있는 대구광역시를 연구대상지로 선정하여 경관다양성을 분석하였다. 또한, 시공간적분석을 위해 경관다양성 분석결과를 토대로 경관변화에 따른 경관다양성 차이를 파악해보고자 하였다. 특히 도시공간과 경관다양성간의 상관성 파악을 통해 새롭게 개발될 신도시 및 개발압력이 높은 도시 외곽지를 대상으로 하는 공간계획에 경관다양성을 적용하기 위한 기준을 제시해보는데 가장 큰 의의를 두었다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구 대상지 현황

본 연구대상지는 영남내륙 중심에 위치한 대

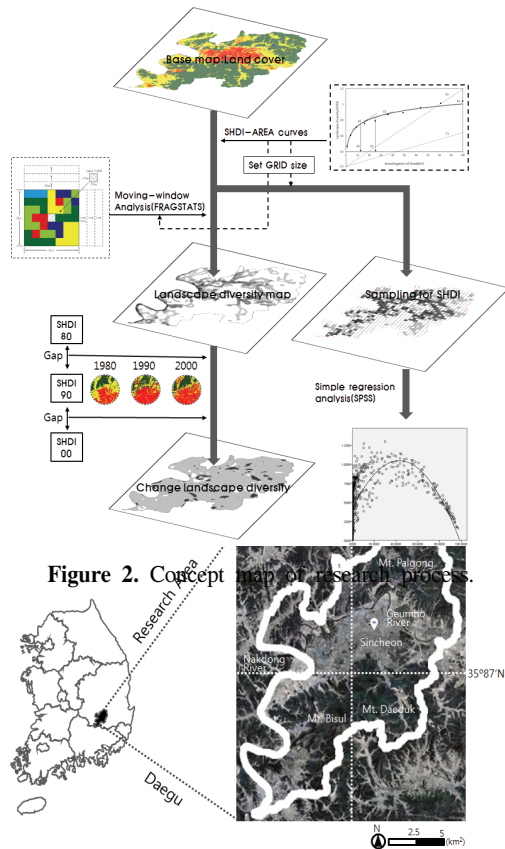


Figure 2. Concept map of research process.

Figure 1. Research area.

구광역시로서 북쪽에는 팔공산, 남쪽에 대덕산과 비슬산, 동서로는 완만한 구릉지에 시가지가 형성된 분지형 도시이며, 서남쪽으로는 개활지로서 새로운 부도심이 형성되고 있는 지역이다. 또한 앞산에서 발원한 신천이 도심을 남북으로 가로질러 금호강과 합류하고 낙동강에 유입되고 있다. 동·서간 약 34km, 남·북간 약 45km에 이르며 총 대상지 면적은 약 884.46km²이다 (Figure 1).

2. 연구범위

본 연구의 공간적 범위는 대구광역시 일원으로 총 면적 884.46km²로 제한하였다. 도시 발전에 따른 경관다양성 값의 변화를 알아보기 위한 시간적 범위로는 도시화가 급격히 진행된 1970대 말~1990년대 말까지 Landsat 영상을 활용하여 제작된 토지피복도를 기반으로 진행하였다. 내용적 범위로서 경관다양성 평가기준은 대상지내 출현하는 경관유형의 수와 각 유형이 점유한 비율에 의해 도출되는 SHDI (Shannon's diversity index)¹⁾로 제한하였다(Table 1).

Table 1. Shannon's Diversity Index, after McGarigal et al (2002).

	$SHDI = - \sum_{k=1}^s p_k \ln p_k$	P_k = proportion of the landscape occupied by patch type (class) k.
Description	SHDI equals minus the sum, across all patch types, of the proportional abundance of each patch type multiplied by that proportion. Note, P_k is based on total landscape area (A) excluding any internal background present.	
Units	Information	
Range	SHDI ≥ 0 , without limit SHDI = 0 when the landscape contains only 1 patch (i.e., no diversity). SHDI increases as the number of different patch types (i.e., patch richness, PR) increases and/or the proportional distribution of area among patch types becomes more equitable.	

- 1) SHDI는 종다양성을 평가하기 위한 지수로 종풍부성과 균등도의 복합적인 개념이며, 대상지 내 출현하는 생물 종의 수와 각 생물종이 점유한 비율에 의해 도출된다. 본 연구에서는 이러한 개념을 응용하여 경관다양성지수 값을 계산하였다. 지표 s는 출현하는 경관유형의 개수이며, P_k 는 특정 경관유형이 전체 면적에서 점유한 비율로 계산이 가능하다. 특히 SHDI 수식 특성상 경관유형에 대해 가중치를 두지 않는다. 일례로 생태적으로 상당히 가치가 높은 경관유형이 단일유형으로 나타날 때 경관다양성 값은 0이 된다. 이 경우 경관다양성은 낮으나, 실제 경관의 생태성은 높은 가치를 가질 수 있는 한계점이 있다.

3. 연구내용 및 방법

본 연구는 전체적으로 경관다양성 분석을 위한 적정 Block 설정, 토지피복분류도를 기반으로 한 경관다양성 평가, 경관다양성의 시공간적 변화 분석, 적정 도시공간 제시를 위한 단순회귀 분석 등 4단계로 구성되어 있으며 연구수행절차를 그림으로 제시하면 다음과 같다(Figure 2).

1) 경관다양성 분석을 위한 적정 Block 크기 설정

경관다양성은 측정 면적이 증가함에 따라 수치 역시 상승하는 형태를 지닌다. 따라서 경관다양성을 평가하기 전 측정 면적에 대한 논의가 필요하다(McGarigal et al., 2012; Yeh & Huang, 2009; Forman, 1995). 일례로 S. Chmielewski 등 (2014)은 너무 큰 사이즈의 Block으로 경관다양성을 분석할 경우 지나친 일반화의 오류를 범할 수 있으며, 반대의 경우 공간의 연속성이 무시될 수 있다고 주장하였다.

Block 크기를 설정하는데 활용한 방법은 표본 조사구 크기 결정시 활용되는 종-면적 곡선(Species-Area Curve)이론을 활용하였다(Preston, 1962; Brewer & McCann, 1982; Rosenzweig, 1995). 종-면적 곡선은 면적변화에 따라 출현 종수의 변화에 의해 곡선이 결정되어지며, 일반적으로 처음에는 면적이 증가함에 따라 출현 종수가 기하급수적으로 증가하다 면적이 일정수준 이상 증가 시 변화량이 미비해지는 log함수의 곡선

형태를 가진다(Gleason, 1925).

종-면적 곡선을 응용하여 본 연구에서는 Block 크기 변화에 따른 출현 경관수의 변화량을 살펴보기 위하여 출현될 수 있는 경관유형의 최대가능수와 점유하는 경관유형의 수에 의해 계산이 가능한 RPR(Relative Patch Richness) 지수를 활용하였다(Table 2).

우선 Block 크기를 200m×200m에서부터 가로세로 200m씩 증가시켜 4,000m×4,000m 까지 총 20가지의 Block 크기를 설정하였다. 여기서 200m×200m는 도시계획시설의 결정 구조 및 설치기준에서 정하고 있는 보조간선도로와 집산도로의 배치간격과 유사한 것으로 사료되어 가장 작은 Block의 크기로 설정하였다. 또한 4,000m×4,000m는 개발사업 등에 대한 자연경관 심의지침의 원경의 면적과 유사하기 때문에 가장 큰 Block의 크기로 설정하였다.

다음으로 무작위 표본추출법에 의해 연구대상지내 100개의 포인트를 도출하여 포인트마다 20가지의 Block 크기별 RPR지수를 측정하였다.

이후 Block 크기별 평균 RPR지수를 도출하였다. 도출된 RPR 지수와 Block 크기 간의 관계를 분석하여 경관다양성 분석을 위한 적정 Block 크기를 결정하였다.

2) 토지피복분류도를 기반으로 한 경관다양성 평가

Table 2. Relative Patch Richness, after McGarigal et al. (2002).

$RPR = \frac{m}{m_{\max}}(100)$		m = number of patch types (classes) present in the landscape, excluding the landscape border if present.
Description	RPR equals the number of different patch types present within the landscape boundary divided by the maximum potential number of patch types specified by the user, based on the particular patch type classification scheme, multiplied by 100 (to convert to percent).	
Units	Percent	
Range	$0 < RPR \leq 100$ RPR approaches 0 when the landscape contains a single patch type, yet the number of potential patch types is very large. RPR = 100 when all possible patch types are represented in the landscape	

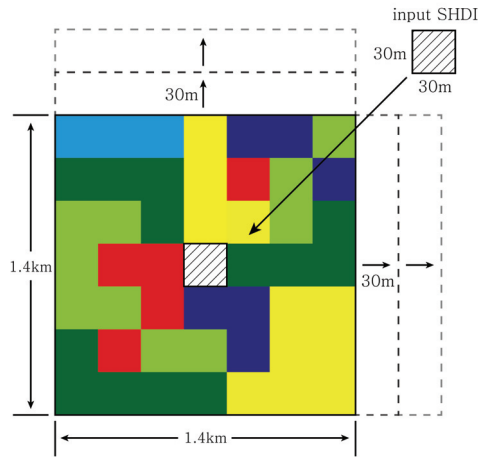


Figure 4. Way of Measuring of moving-window analysis.

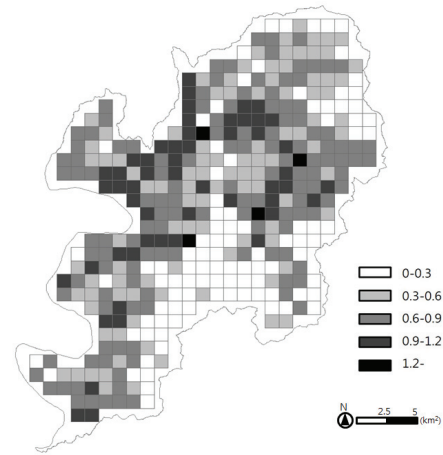


Figure 5. Sampling maps showing the patterns SHDI.

경관다양성 분석을 위하여 1970년대 말~1990년대 말, 해상도 30m×30m의 대구광역시 대분류 토지피복도를 활용하였다(Figure 3). 중분류, 세분류 토지피복도의 경우 유형분류 체계가 상대적으로 자연공간보다 도시공간의 유형이 세분화되어 있어 경관유형의 수에 따라 값의 차이가 많이 나타나는 경관다양성의 특성상 경관다양성 평가에는 한계점이 있을 것으로 판단되어 본 연구에서는 대분류체계를 사용하였다.

대분류 토지피복도를 기반으로 연구대상지의 경관다양성을 평가하기 위해 FRAGSTATS 4.2 프로그램²⁾을 활용하였다. Block의 크기는 상기의 연구방법에서 도출된 크기를 적용하였으며 특히 설정된 Block이 cell 크기만큼 상하좌우 이동하는 Moving Window 기법을 사용하여, Block 내 출현하는 경관유형들에 대해 SHDI 값을 측정하였다. 다음으로 측정된 SHDI 값은 Block의 가장 가운데 cell(30m×30m)에 입력시켰다. 이와

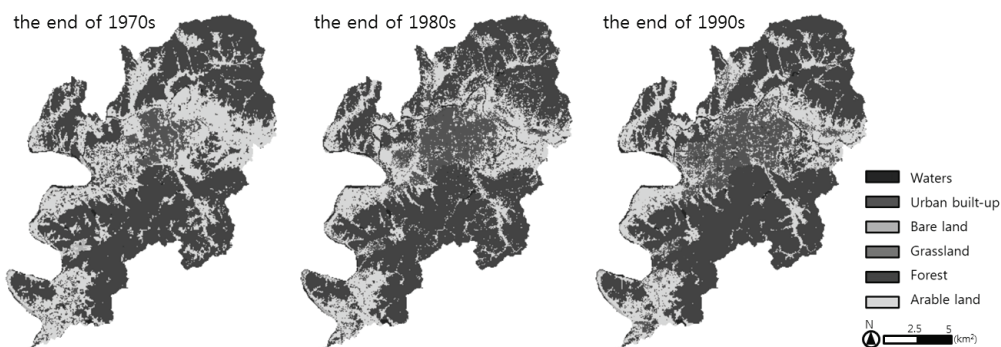


Figure 3. Land cover change in the Daegu region from 1970s to 1990s.

- 2) FRAGSTATS 4.2는 경관 특성을 정량적으로 분석하기 위한 경관지수를 자동적으로 계산해 줄 수 있는 프로그램이다(McGarigal et al., 2012). 본 프로그램을 활용하여 광역적 경관요소들에 대한 구조적 패턴 및 변화양상을 효율적으로 규명하고 있다(Heo et al., 2007).

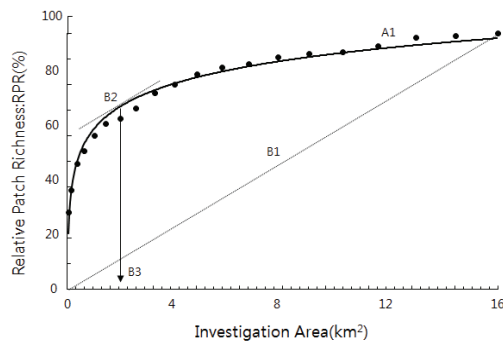


Figure 6. RPR-Area curve of the DAEGU.

같은 기법을 사용하여 연구대상지내 모든 cell에 SHDI 값을 입력할 수 있었다(Figure 4). 최종적으로 연구대상지의 경관다양성 도면을 30m×30m cell 크기로 작성하였다.

3) 경관다양성의 시공간적 변화 분석

경관다양성 평가결과를 활용하여 실제 연구대상지의 경관다양성 변화원인을 파악하기 위해서는 시공간적 접근의 필요성이 사료되었다.

우선 경관다양성 변화에 관한 연구에서 경관다양성의 증가와 감소를 판단하는 기준은 공간 규모에 따라 다르게 설정하고 있다. 예를 들어 공간의 규모가 증가 할수록 경관다양성 값이 크게 변화 증가, 감소 지역으로 구분된다.

일례로 3~7km²의 호수주변의 경관다양성을 분석한 Chmielewski 등(2014)은 경관다양성 값이 0.01내로 변화한 지역들은 경관이 변화하지 않은 지역으로 설명하고 있다. 한편 대도시지역을 대상으로 한 Yeh와 Huang(2009)의 연구에서는 0.3 내의 경관다양성 변화는 유의미하지 않은 지역이라 설정하였다.

상기의 선행연구 결과를 바탕으로 본 연구에서는 ArcGIS의 Raster Calculator 기능을 활용하여 경관다양성 변화량을 계산하였다. 계산 결과 값을 바탕으로 한 도면제시 시 대도시지역에서 적용 가능한 0.3내의 경관다양성 변화는 경관다양성이 변화하지 않은 지역으로 설정하였다. 따

라서 시공간적 변화에 따른 경관다양성 변화 값들은 경관다양성이 감소된 지역(-0.3 미만), 변화가 없는 지역(-0.3 이상~0.3 이하), 경관다양성이 증가된 지역(0.3 초과)등 3등급으로 구분하여 도면으로 제시하였다.

4) 적정 도시공간 제시를 위한 단순회귀분석

경관다양성의 시공간적 변화 분석에서 나타난 경관다양성의 증가 및 감소의 원인을 파악해 볼 필요성이 있었다. 이에 시가화지역의 증가에 따른 인공적인 공간의 증가가 경관다양성 변화에 영향을 미치는지 알아보기 위해 SPSS ver.22를 활용하여 단순회귀분석을 실시하였다.

1990년대 말 연구대상지의 대분류 토지피복도를 바탕으로 상기의 연구에서 설정된 Block 크기에 의거하여 단순회귀분석을 위한 표본을 추출하였다. 표본 추출 시 연구대상지 경계를 포함하는 Block들은 표본추출에서 제외하여 총 384개의 표본을 추출하였다(Figure 5).

이후 추출된 Block의 SHDI와 도시공간 면적 비율을 측정하여 두 변수간의 상관성을 살펴본다. 또한, 도시공간 면적 비율을 독립변수, SHDI는 종속변수로 설정하였다.

특히 이와 같은 분석방법을 통해 도출된 선형관계식을 활용하여 실제 도시계획에 기준이 되는 평가결과를 내는데 본 분석의 가장 큰 의의가 있다.

III. 결과 및 고찰

1. 경관다양성 분석을 위한 조사면적 평가

종면적 곡선에 의하여 최소 크기의 적정 조사구를 결정하는데 있어서 특정한 법칙은 없으나, 일반적으로 조사면적의 증가율 보다 출현 종의 증가율이 낮을 때 적정 조사면적으로 인정된다(Park & Moon, 1996; Brewer and McCann, 1982).

이와 같은 수치를 활용한 본 연구의 RPR-면적 곡선(A1)을 그림으로 살펴보면 다음과 같다

(Figure 6).

우선 선분 B1은 Block 면적 증가율에 비하여 RPR 증가율이 같은 형태를 나타내고 있다. 선분 B2는 선분 B1에 평행하여 RPR-면적 곡선(A1)에 접하고 있다. 또한 선분 B3는 선분 B2와 선분 A1과의 접점에 대한 Block면적을 나타낸 것으로 Block의 크기가 약 2km²을 나타낼 때 RPR증가율과 Block 면적의 증가율이 동일한 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 상기의 분석결과를 반영하여 경관다양성 분석을 위한 적정 Block 크기를 약 2km²(1.4km×1.4km)로 선택하였다. 선택된 면적은 중간선도로들로 이루어진 구역의 면적과 유사하며, 조망 시 공간의 형태가 식별 가능하고 경관의 특성이 나타나는 범위이다. 즉, 선택된 Block의 크기는 자연과 건물들의 조화성이 강조되어야 하는 범위인 중경영역까지 고려가 가능하다.

2 토지피복분류도를 기반으로 한 경관다양성 평가

연구대상지의 경관다양성 분석을 실시하기에 앞서 시대별 개략적인 토지피복현황을 살펴보면 다음과 같다(Table 3).

우선, 가장 많이 증가한 지역은 시가화지역으로 1970년대 말 약 5.31%에서 1990년대 말 약 12.93%로 약 2.5배가량 증가한 것을 확인할 수 있었다. 한편, 가장 많이 감소한 지역은 농경지로서 1970년대 말 약 35.39%에서 1980년대 말

약 28.37%로 약 3분의 1가량 감소한 것으로 나타났다. 이를 통해 지난 20년간 시가화 지역은 대부분 농경지가 전환이 된 것을 확인할 수 있었다. 또한 가장 우점하고 있는 경관유형은 산림유형으로 연구대상지인 대구광역시의 앞산, 팔공산 등 규모가 큰 산림들에 둘러싸인 분지형 도시로 형성되어 있기 때문인 것으로 사료되었으며, 그 변화량은 미비하였다.

대분류 토지피복도를 기초로 작성된 경관다양성분석결과를 도면으로 제시하면 다음 그림과 같다(Figure 7).

전반적으로 낙동강과 금호강을 중심으로 경관다양성이 높게 측정되었으며, 특히 도시공간이 우점하고 있는 공간에서는 두류공원, 학산공원 등과 같은 근린공원을 중심으로 경관다양성이 상당히 높게 측정되는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 도시공간이 확장함에 따라 연호동 일대의 개발제한구역을 중심으로 경관다양성이 높게 측정되었다. 한편, 앞산 및 팔공산 등 규모가 큰 산림 지역은 다양성 값이 낮게 나타났다. 이와 같이 도시외곽의 규모가 큰 산림지역이 경관다양성이 낮게 나타난 이유는 경관다양성을 측정하는 기준 Block의 크기보다 산림이 훨씬 큰 면적을 차지하고 있어 Block내에 단일 산림경관유형만 나타난 것으로 사료되며, 연구가 대도시 지역보다 넓은 공간 척도 수준에서 수행될 경우, 즉 Block의 크기가 커질수록 규모

Table 3. Change of landuse in the Daegu.

Landuse types	Percentage of Landuse (%)		
	the end of 1970s	the end of 1980s	the end of 1990s
Waters	1.04	1.41	1.47
Urban built-up	5.31	10.13	12.93
Bare land	0.71	0.61	0.46
Grassland	0.07	0.14	0.05
Forest	57.47	56.56	56.51
Arable land	35.39	30.92	28.37

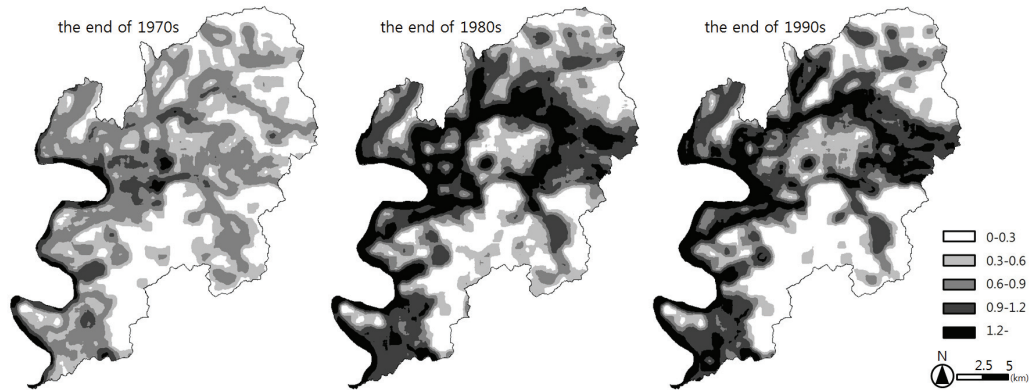


Figure 7. Maps in grid format(pixel size of 30m×30m) showing the values for SHDI by moving-window analysis.

가 큰 산림지역은 점차 경관다양성에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

3. 경관다양성의 시공간적 변화분석

경관다양성의 시공간적 변화분석 결과를 살펴보면 다음과 같다(Table 4, Figure 8).

1970년대 말부터 1980년대 말까지 경관다양성은 경관다양성 값이 증가한 지역이 전체면적의 약 37.90%, 감소한 지역이 약 1.12%로 나타났다.

경관다양성 변화 값이 1.36으로 가장 많이 증가한 지역은 금호강변에 위치한 북구 검단동 지역으로 1970년대 말에는 경작지가 우점하고 있었으나, 1980년 들어서 대구시 섬유공업의 지속적인 발전을 목적으로 조성된 검단 산업단지의 개발이 본격화된 지역이다. 농경지 중 일부가

산업단지로 전환되었다. 또한 산업단지계획과 착공까지의 시기적 차이로 인해 발생한 폐경지가 2차 초지로 전환되면서 경관다양성이 증가되었을 것으로 사료된다. 한편, 경관다양성 변화값이 -0.77로 가장 많이 감소한 지역은 서구 이현동의 서대구산업단지 지역이다. 서대구 산업단지는 1976년 착공한 제1차지역과 1978년에 착공한 제2차지역으로 구분이 된다. 그러나 1970년대 말 제작한 토지피복도의 원시영상 시기가 1977년인 것을 고려해볼 때 1970년대 말 토지피복도에서는 제2차지역이 나타나지 않은 것으로 판단된다. 이와 같은 이유로 서대구 산업단지 지역은 도심과 가까운 위치적 특성을 가지며 공업지역의 지속적인 증가로 인해 경관다양성 값이 감소한 것으로 사료된다.

한편, 1980년대 말부터 1990년대 말까지의

Table 4. Change of SHDI in the Daegu.

Legend	Percentage of SHDI (%)	
	1970s~1980s	1980s~1990s
Increase	37.90	1.08
Not Change	60.98	92.24
Decrease	1.12	6.68
Max	1.36	0.6
Min	-0.77	-0.89

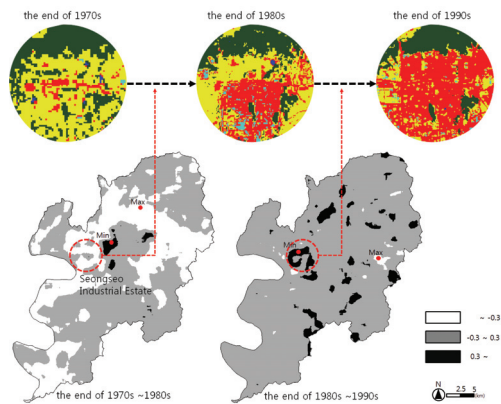


Figure 8. The change in landscape diversity and their relationships with land cover change.

경관다양성의 시공간적 변화를 살펴보면, 대구시 전체면적의 약 1.08%가 경관다양성이 증가하였고, 약 6.68%가량이 경관다양성이 감소하였다.

수성구 고산동 일대는 1980년대 말 농경지가 우점하고 있던 지역에서 1992년 택지개발화를 통해 도시공간으로 전환되면서 경관다양성 변화값이 0.60으로 가장 많이 증가하였다. 특히, 이 일대의 경우 우점하고 있는 농경지가 일부 도시공간으로 전환되는 과정에서 연호지, 원장지, 송곡지, 대덕지와 같은 호수들이 보전되면서 소규모 자연공간 자원들이 경관다양성 증가에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다. 한편, 달서구 이곡동, 갈산동 일대의 경우 경관다양성 차이값이 -0.89로 가장 많이 감소하였다. 해당 지역은 현재 성서산업단지가 우점하고 있는 지역으로 1988년에 1차단지가 조성된데 이어 1992년 2차단지, 1997년 3차단지까지 마무

리 되었으며 현재 5차단지까지 조성되어있다. 경관다양성이 감소한 가장 큰 원인으로는 고밀화된 도시공간의 계속적인 개발 때문인 것으로 사료된다.

특히 전체적으로 대구시를 가로지르는 도시하천인 금호강 주변부로 1970년대 말부터 1980년대 말까지는 경관다양성 값이 증가한 것을 확인할 수 있었다. 그러나 금호강 주변의 일부지역의 경우 1980년대 말부터 1990년대 말까지 경관다양성 변화를 살펴보면 감소하는 지역이 상당 부분 분포하는 것을 확인할 수 있었다.

이와 같은 결과를 통해 일정수준의 시가화지역의 증가는 경관다양성에 긍정적인 영향을 미친다고 사료된다. 이는 도시 경관을 생태적, 시각적 관점뿐만 아니라 사회경제적 관점을 공히 고려해보았을 때(Alberti et al., 2007; Grimm and Redman, 2004; Luck and Wu, 2002) 전체적인 경관의 질을 향상시킬 수 있을 것이라고 사료가 된다. 경관다양성 값이 감소한 지역들의 경우 대부분 도시공간이 계속해서 확장한 지역들인 경우를 살펴볼 때 지나친 도시화로 인해 도시공간이 우점하게 되면서 경관다양성에 부정적인 영향을 미친다고 사료되었다. 이와 같은 도시화는 결국 전체적으로 도시 경관의 질을 저하시키는 요인으로 사료가 된다.

4. 적정 도시공간 제시를 위한 단순회귀분석

도시공간의 증가와 경관다양성 사이의 관계를 파악하기 위해 SHDI 값을 종속변수(Y)로 두고 도시공간 비율을 독립변수(X)로 하여 단순회귀분석을 수행하였다. 먼저 예측모형의 결정

Table 5. Satisfaction analysis.

	B	Standard error	Beta	t	P-
Pland_U	0.032	0.002	2.595	18.241	.000
Plnad_U2	0.000	0.000	-2.434	-17.110	.000
Constant	0.407	0.015		26.829	.000

계수(R^2)는 0.469로 경관다양성 예측을 약 47% 설명할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 도출된 회귀방정식의 계수를 살펴보면 통계적 유의성($p<0.01$)을 가지고 있다(Table 5, Figure 9).

경관다양성의 회귀방정식을 살펴보면 독립변수인 도시공간이 약 2km^2 내에 약 0~43.3%의 비율을 가질 때 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 하지만 43.3~100%의 출현 비율에서는 음(-)의 영향을 가지는 2차방정식 모형이 도출되었다. 다음과 같은 분석결과를 통해 일정수준의 시가화지역의 건설은 경관다양성과 양의 상관관계를 가지지만 지속적인 시가화지역의 증가는 도시의 경관다양성을 감소시킨다는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 경관다양성의 시공간적 변화분석 결과와 유사한 것으로 사료된다. 이러한 결과를 바탕으로 특히 향후 개발이 진행될 신도시지역, 도심지 외곽부분에서의 고밀화된 시가화 지역의 증가를 예방하기 위해서는 기존의 자연공간을 충분히 보전하는 방안의 개발 정책이 수립되어야 할 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구는 자연공간과 도시공간이 복합적으로 나타나고 있는 대구광역시를 사례지로 선정하여 신도시 및 개발압력이 높은 도시 외곽지의 개발계획에 경관다양성을 적용하기 위한 기준을 제시해 보는데 가장 큰 의의를 두었다.

이를 위해 우선 종-면적 곡선이론을 활용하여 연구대상지의 경관다양성 평가를 위한 적정 Block크기를 설정하였다. 또한 대분류 토지피복도를 기반으로 경관다양성 평가를 수행하고 시공간적 변화를 분석하였다. 주요결과를 요약하면 다음과 같다.

먼저 종-면적곡선을 활용한 적정 Block 크기 설정 결과, 연구대상지의 경관다양성을 측정하기 위하여 약 2km^2 의 크기가 적절한 것으로 분

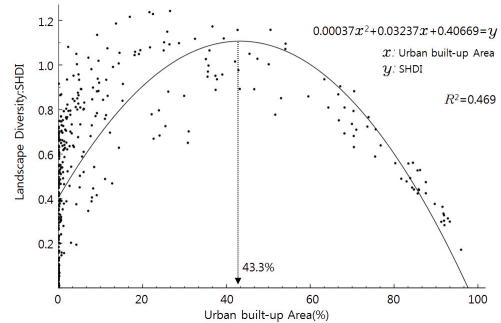


Figure 9. Satisfaction analysis (SHDI-Urban area).

석되었으며 이와 같은 면적의 공간은 자연과 건물들의 조화성이 중요시 여겨지는 중경의 영역에 포함된다. 또한 토지피복도를 기반으로 한 경관다양성 평가 결과, 전반적으로 낙동강과 금호강 등 도시하천을 중심으로 경관다양성이 높게 측정되었으며, 특히 도시공원을 중심으로 경관다양성 값이 상당히 높게 측정된 것을 확인할 수 있었다. 경관다양성의 시공간적 변화분석 결과 1970년대 말~1980년대 말까지 금호강 주변 시가화지역의 증가는 경관다양성 값을 증가시켰으나, 이후 1990년대까지 동일한 지역의 지속적인 시가화 지역의 확장은 경관다양성 값을 감소시켰다. 적정 도시공간 제시를 위한 단순 회귀분석 결과 예측모형의 결정계수(R^2)는 0.469로 경관다양성 예측을 약 47% 설명하는 것으로 나타났다. 특히 도출된 회귀방정식을 살펴보면 도심지면적은 약 0~43.3% 비율에서 정(+)의 영향을 미치며 약 43.3~100% 범위에서 음(-)의 영향을 미치는 것으로 도출되었다. 또한 약 2km^2 의 면적에서 도시화된 공간이 약 43.3%비율을 차지할 때 가장 높은 경관다양성을 나타내는 것으로 분석되었다.

사실 자연공간을 보전하고 유지하는 것이 지속가능한 도시를 구현하는데 가장 바람직할 것이다. 그러나 부득이 도시외곽 및 신도시를 개발할 경우 고밀개발을 지양하여 경관다양성을 유도하는데 있어 본 연구결과는 중요한 기초자

료를 제공 해 줄 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 활용된 토지피복분류도는 자연적인 공간과 인공적인 공간의 분포 현황을 2차원적으로 판단하기 때문에 실제 드러나는 경관은 차폐 등으로 인해 전혀 다르게 나타날 수 있을 것이다. 따라서 향후 연구에서는 실제 건축물의 높이, 지형으로 인한 가시면적의 변화등과 같은 다양한 요인도 복합적으로 고려해야 할 것으로 사료된다.

References

- Alberti, M. · Booth, D. · Hill, K. · Coburn, B. · Avolio, C. · Coe, S. and Daniele, S. 2007. The impact of urban patterns on aquatic ecosystems: an empirical analysis in Puget lowland sun-basins. *Landscape Urban Planning*. 80: 345 - 361
- Brewer, R. and M. T. McCann. 1982. *Laboratory and Field Manual of Ecology*. Saunders College Pub. New York. pp. 269.
- Buyantuyev, A. · J. Wu and C. Gries. 2010. Multiscale analysis of the urbanization pattern of the Phoenix metropolitan landscape of USA: Time, space and thematic resolution. *Landscape and Urban Planning* 94(3-4): 206-217.
- Chmielewski, S. · T. J. Chmielewski and P. Tompalski. 2014. Land cover and Landscape Diversity Analysis in the West Polesie Biosphere Reserve. *International Agrophysics*. 28: 153-162.
- Forman, R. T. T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University.
- Gleason, H. A. 1925. Species and Area. *Ecology* 6(1): 66-74.
- Grimm, N. B. and Redman, C. L. 2004. Approaches to the study of urban ecosystems: the case of Central Arizona-phoenix. *Urban Ecosystem*. 7: 199-213.
- Heo SG · Kim KS · Ahn JH · Yoon JS · Lim KJ · Choi JD · Shin YC and Lyou CW. 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(1).
- Hung W. · Y. Chen and K. Cheng. 2010. Comparing landcover patterns in Tokyo, Kyoto, and Taipei using ALOS multispectral images. *Landscape and Urban Planning* 97(2): 132-145.
- Jang BK and Hwang GW. 2011. Spatio-temporal pattern of landscape diversity in the process of urbanization. *Journal of regional studies* 19(4): 167-179. (in Korean with English summary)
- Jang RI and Lee MW. 2009. Techniques for Evaluation of Ecological and Aesthetic Aspects of Landscapes through GIS Overlay Method. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 37(4): 22-31. (in Korean with English summary)
- Luck, M. and Wu, J. 2002. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study form the phoenix metropolitan region. *Arizona, USA. Landscape Ecology*. 17: 327-339.
- McGarial, K. · S. A. Cushman and E. Ene. 2012. FRATSTATS v4: Spatial pattern analysis program for categorical maps. <http://www.umass.edu>
- Park IH and Moon GS. 1996. Plot Size for Investigating Forest Community Structure (IV). *Korean Journal of Environment and Ecology* 9(2): 197-201. (in Korean with English summary)

- Preston, F. W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. *Ecology* 43: 185-215 and 410-432.
- Ra JH · Cho HJ and Lee HT. 2008. A Basic Study on Establishment of the Ecological Landscape Planning Model. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 36(4): 48-64. (in Korean with English summary)
- Ra JH · Lee YE · Cho HJ · Ku JN and Kwon OS. 2013. Development and Application of Landscape Diversity Evaluation Model on the Basis of Rural and Natural Area. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 41(6): 84-95. (in Korean with English summary)
- Robinson, L. · J. P. Newell and J. M. Marzluff. 2005. Twenty-five years of sprawl in the Seattle region: growth management responses and implications for conservation. *Landscape and Urban Planning* 71(1): 51-72.
- Rosenzweig, M. L. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Yeh, C. and Hung S. 2009. Investigating spatiotemporal patterns of landscape diversity in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning* 93(3-4): 151-162.