

# 지속가능한 토지이용을 위한 경관규모 생태계평가기법 연구\*

황국웅<sup>1\*</sup> · 박소윤<sup>2</sup>

## Landscape Scale Ecosystem Evaluation for Sustainable Landuse Planning\*

Kook-Woong HWANG<sup>1\*</sup> · So-Yoon PARK<sup>2</sup>

### 요 약

본 연구에서는 경북 봉화군을 대상으로 하여 지속가능한 토지이용을 위한 생태계정보를 추출하기 위하여 경관생태학적 방법에 의한 생태계의 종합적 건강성을 평가하였다. Landsat TM 위성영상 자료를 가지고 봉화군에 대한 토지피복분류를 실시한 후, 산림지역에 대하여 경관지수를 적용하여 생태계 건강성에 대한 면별 비교평가를 실시하였으며, 그 결과를 정규식생지수(NDVI)와 비교하였다. 경관지수를 이용한 생태계 건강성 종합평가에서는 석포면, 재산면, 소천면이 가장 양호한 것으로 평가되어 지역의 생물종의 풍부도와 다양성이 높을 것으로 보여진다. 봉화읍은 10개 면 중에서 생태계 건강성이 가장 낮은 상태로 나타났다. 정규식생지수(NDVI)와 비교하였을 때, 재산면, 춘양면, 소천면의 수치가 가장 높고, 봉화읍의 수치가 가장 낮은 것으로 나와 춘양면을 제외한 결과는 생태계 건강성 종합평가와 비슷한 결과를 보여주었다. 앞으로 보다 많은 보완적인 연구가 필요하지만, 경관지수를 이용한 경관규모 생태계 평가기법은 지속가능한 토지이용과 관련한 생태계 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

주요어: 경관생태학, 경관지수, 정규식생지수

### ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the ecosystem soundness in landscape scale using landscape indices, and to extract regional information that can be used for sustainable landuse planning. About BongWha-gun, the landcover classification using Landsat TM images and patch analysis were carried out, and some landscape indices were calculated using geographic information system(GIS) and patch analyst program. As the results of this study, Seokpo, Jaesan and Sochun got higher scores in landscape indices related to the ecosystem soundness. But, Bonghwa-eup got lowest scores in the 10 regions. When compared with normalized difference vegetation index(NDVI), this result showed consistency to some degree. Although, there needs more supplementary studies, it is

2003년 2월 14일 접수 Received on February 14, 2003 / 2003년 3월 22일 심사완료 Accepted on March 22, 2003

\* 이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2001-002-G00051)에 의하여 연구되었음

1 대구가톨릭대학교 환경정보학부 Faculty of Information & Environmental Science, Catholic University of Daegu.

2 대구가톨릭대학교 대학원 환경과학과 Dept. of Environmental Science, Graduate School, Catholic University of Daegu.

\* 연락처 E-mail: kwhwang@cu.ac.kr

anticipated that landscape scale ecosystem evaluation using landscape indices can gives us some informations related to sustainable landuse planning.

**KEYWORDS:** *Landscape Ecology, Landscape Indices, NDVI*

## 서 론

국토의 이용계획과 각종 개발계획은 토지의 생태적 능력과 인간적 요구가 잘 조화되어 지속가능한 토지이용이라는 관점에서 이루어져야 하며, 생태계에 기반을 둔 계획과 관리가 무엇보다도 중요하다. 생태계에 기반을 둔 계획과 관리는 생태계에 대한 체계적인 정보위에서 이루어져야 한다. 생태계에 대한 정보로는 녹지자연도, 임상도, 토양도, 지질도, 현존식생도 등의 자료에 의지하고 있으나, 이들 자료는 생태계 전체를 대표하지 못하거나 지역적인 대표성의 한계로 생태계에 대한 정보를 제공하지 못하고 있는 실정이다.

지속가능한 토지이용을 위하여는 전반적인 생태계 상태를 알 수 있는 통합된 평가방법이 있어야 한다. 경관규모 생태계평가는 토지이용패턴과 관련하여 건강하고 생산적이며, 지속가능함을 목표로 하고 있으며, 토지이용을 결정함에 있어서 생태계의 상태를 알지 못하고 계획하는 데서 오는 부작용을 막을 수 있는 정보를 제공할 수 있을 것으로 보고 있다.

이러한 경관생태학적 입장에서 토지이용과 관련한 평가사례로서, 미국의 환경보호국(EPA, Environmental Protection Agency)에서는 원격탐사기법과 GIS(지리정보체계)의 공간분석기법 등을 사용하여 광역적 규모의 생태계를 에너지, 물, 영양 물질, 생물상 등에 흐름을 주는 경관유형을 중심으로 통합적으로 생태적 조건과 경향을 연구한 바 있다(EPA, 1994).

국내에서는 경관생태학적 방법에 의한 경관지수를 이용하여 토지이용과 관련한 분석을 시도한 연구로 산림경관의 시공간적 변화를 분석한 이용경(1998), 경관지수를 이용하여 지

역의 생태계평가를 시도한 조용현(2000), GIS 공간유형 분석모형을 이용한 경관규모 생태계를 평가한 손학기 등(2000), 토지이용의 변화에 따르는 도시의 경관구조변화를 경관지수를 통하여 해석하고자 시도한 정성관 등(2002) 등의 연구가 있다.

본 연구에서는 지속가능한 토지이용 및 관리를 위하여 활용할 수 있는 생태계정보를 추출하기 위하여 경관생태학적 방법에 의한 경관지수를 이용하여 생태계평가를 시행하고, 그 활용가능성을 고찰하였다.

## 연구 재료 및 방법

연구의 대상지인 경상북도 봉화군은 1개 읍과 9개 면으로 구성되어 있으며, 면적 약 1,201km<sup>2</sup>으로 동서간 거리 48km, 남북간 거리 39km의 크기이다. 봉화군은 예로부터 접근교통이 불편하여 자연생태계가 비교적 잘 보존되어 왔다. 그러나 중앙고속도로의 건설로 인하여 접근성이 개선되어 지역개발이 확대되고 경제가 활성화됨과 동시에 인위적 개발압력에 동반한 자연생태계의 훼손이 뒤따를 전망이어서 개발과 보존이 함께 진행되는 지속가능한 토지이용의 측면에서 생태계 평가를 시도하였다.

봉화군의 토지이용현황을 분석하기 위하여 Landsat TM 영상을 이용하여 토지피복분류를 실시하였으며, GIS 프로그램을 이용하여 경관지수를 산출하고, 면별로 지수 값을 비교하였으며, 그 결과를 비교할 수 있는 근거로서 동일한 위성영상을 이용하여 정규식생지수(NDVI)를 산출하여 위의 결과와 비교하였다.

연구에 사용된 자료는 Landsat-5호의 TM 센서로 2000년 10월 16일에 관측된 114-34

scene과 114-35 scene을 사용하였다. 분석결과  
의 비교평가를 위하여 봉화군(2000)의 통계연  
보를 이용하였으며, 자료처리를 위하여는 위성  
영상분석용 소프트웨어인 PCI Geomatics사의  
Geomatica Ver. 8.2를 사용하였다. 경관생태학  
적 구조 분석과 정규식생지수(NDVI) 산출을  
위해서는 ESRI(Environmental Systems Research  
Institute)사의 ArcView3.3과 Extension 프로  
그램인 Spatial Analyst 1.0과 Patch  
Analyst(Grid) 2.1(Elkie 등, 1999)을 사용하였다.

경관지수는 경관생태계의 구조와 기능 그  
리고 변화양상 등을 수치로 나타내기 위해 만  
든 개념으로서, 절대적이 아닌 상대적 수치이  
다. 경관지수는 산림의 양과 같은, 생태계 구  
성요소 혹은 순 1차 생산성과 같은 생태계 과  
정의 측정치가 될 수 있고, 모형화된 교정을  
통해 종합적인 생태적 상태를 이해하기 위해  
측정치에 해석할 수도 있다. 경관지수는 ①면  
적지수(area metrics), ②패치밀도 및 크기 지수  
(patch density & Size metrics), ③가장자리 지  
수(edge metrics), ④형태 지수(shape metrics),  
⑤다양성 및 산재성 지수(diversity & interspersion  
metrics), ⑥핵심지역 지수(core area metrics)  
로 분류하고 있으며, 각 지수별로 다시 하위 지  
수들로 구성되어 있다(Elkie 등, 1999).

본 연구에서는 봉화군의 생태계 건강성에  
대하여 종합적인 평가를 하기 위하여 CA(클  
래스 면적 비율), NP(패치 수), MPS(평균 패  
치크기), MSI(평균 형태지수), LSI(경관형태지  
수), MNN(평균 근접거리), TCA(전체 핵심지  
역면적), MCA(평균 핵심지역면적), ED(가장  
자리 밀도) 등 9개의 지수를 선정하였으며, 토  
지피복분류 항목 가운데에서 산림지역에 대하  
여 면별로 경관지수를 분석하고 그 결과를 서  
로 비교하였다.

산림에 대한 경관지수평가를 종합하여 면  
별로 생태적 건강성을 비교하였다. 경관지수는  
절대적인 평가를 할 수는 없고, 봉화군의 10개

읍/면에 대하여 상대적인 비교를 행하였다. 비  
교하는 방법은 각 지수별로 생태적 건강성에  
유리한 순서대로 1에서 5까지의 등급으로 구  
분하여 표시하였다. 그리고 면별 비교는 1등급  
혹은 5등급의 관정을 받은 지수의 수로서 비  
교하였다. 참고로 EPA(1997)에서는 미국의  
Mid-Atlantic 지역 생태계를 평가하면서, 여러  
가지 지수에 대한 유역별 특성을 비교하기 위  
하여 5단계 등급을 색상으로 표현하여 평가하  
였다. 또 이러한 종합평가의 객관성을 알아보  
기 위하여 정규식생지수(NDVI)와 비교하였다.

## 연구결과 및 고찰

### 1. 인공위성영상에 의한 토지피복분류

토지이용상태에 대한 전반적인 상황과악을  
위하여 Landsat TM영상을 이용한 토지피복분  
류를 실시하였다. 자료처리과정은 크게 전처리  
과정과 분류과정, 비교검토과정으로 나눌 수  
있으며, 전처리 과정은 위성의 관측궤도에 따  
른 기하학적 왜곡을 바로잡아 지상좌표계와  
일치시키는 것으로서, 국립지리원에서 발행한  
수치지도를 이용하여 지상기준점에 대한 좌표  
를 얻은 후, affine 변환 식을 적용하여 기하보  
정을 실시하였다.

분류과정은 수치화상자료를 일정한 기준에  
의하여 화소 값의 특성에 따라 몇 개의 항목  
으로 구분하는 것으로서, 사전확률을 이용하는  
최대우도법(maximum likelihood classifier)을  
적용하여 토지피복분류를 실시하였으며, 7개  
밴드를 모두 사용하였다. 분류항목으로는 산  
림, 경작지, 시가지, 수역(물), 나지 등 5개 항  
목으로 설정하였다. 그러나, 실제 분류 시에는  
분류항목간의 분리도를 고려하여 좀 더 세분  
화하여 분류한 후, 다시 5개 항목으로 재분류  
하였다.

그림 1과 표 1은 봉화군의 Landsat TM 영  
상을 이용하여 토지피복분류를 한 결과이다.

이를 보면 산림이 면적 1077.2km<sup>2</sup>로서 토지면적의 89.6%를 차지하고 있고, 다음으로 농경지가 면적 121.0km<sup>2</sup>로서 토지면적의 10.1%를 차지하며, 나머지 지역이 1% 미만을 차지하고 있으므로 봉화군은 농산촌 지역임이 극명하게 드러나고 있다.

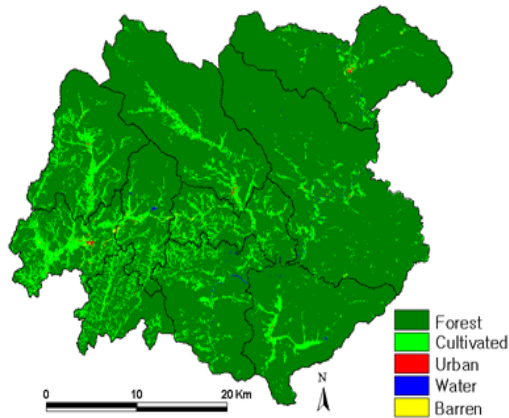


FIGURE 1. Landcover classification map of Bonghwa-gun

TABLE 1. The result of landcover classification of Bong-Hwa Goon

Landcover	Area(km <sup>2</sup> )	%	Land categories
Forest	1,077.2	89.6	Forests
Cultivated	121.0	10.1	Paddies, fields, orchards, pastures, cemeteries
Urban	1.3	0.1	Housing sites, educational sites, factory sites
Water	1.6	0.1	Streams, reservoirs
Barren	1.7	0.1	Roads, rail roads, sports grounds, banks, etc.
Total	1,202.8	100	

2. 산림에 대한 면별 경관지수분석

봉화군의 토지피복분류 결과에서 산림에 대하여 경관지수를 적용하고, 이를 근거로 하여 각 면별 생태계의 건강성을 평가하였다. 표 2는 산림에 대한 경관지수 적용결과를 나타내고 있다.

CA(산림면적비)는 토지면적에 대하여 산림

TABLE 2. The result of patch analysis about forest

Region	CA	NP	MPS	MSI	LSI	MNN	TCA	MCA	ED
Bonghwa	69.5	234	22.1	1.35	<b>6.55</b>	41.8	1,796	16	<b>5.4</b>
Moolya	85.0	132	70.7	1.28	5.94	40.2	5,886	92	4.6
Bongsung	85.2	28	202.1	1.75	4.72	54.8	3,392	65	2.9
Beobjun	82.7	24	242.4	<b>2.14</b>	5.64	33.1	2,748	38	4.1
Choonyang	91.8	66	234.8	1.55	5.35	38.7	12,476	446	3.9
Sochun	<b>95.9</b>	67	372.1	1.34	5.78	34.1	<b>21,200</b>	<b>1,413</b>	4.5
Seokpo	<b>96.8</b>	<b>23</b>	<b>648.5</b>	1.38	3.75	40.1	<b>12,689</b>	705	2.4
Jaesan	93.1	<b>20</b>	<b>581.5</b>	1.43	4.04	<b>33.0</b>	9,333	<b>1,333</b>	2.5
Myongho	88.3	41	246.2	1.65	6.24	<b>32.1</b>	6,371	89	4.9
Sangwoon	81.3	29	164.7	<b>1.94</b>	<b>16.5</b>	35.9	1,840	17	<b>8.5</b>
Average	87.0	66.4	278.5	1.58	6.45	38.4	7,773	421	4.4

\* notes ; CA: Class area ratio, NP: Number of patches, MPS: Mean patch size(ha), MSI: Mean shape index, LSI: Landscape shape index, MNN: Mean nearest neighbour distance(m), TCA - Total core area(ha), MCA - Mean core area(ha), ED - Edge density(m/ha)

이 차지하는 면적의 비를 면별로 계산한 것이다. 산림면적비의 전체 평균은 87.0%로서 봉화군은 산림면적이 많은 지역임을 알 수 있다. 석포면이 96.8%로 가장 높고, 봉화읍은 69.5%로 가장 낮다. NP(패치 수)는 패치의 개수를 의미하며, 산림의 파편화된 정도를 나타내는 지수로서, 같은 면적일 때 패치수가 많을수록 파편화 정도가 높고, 인간의 간섭을 받은 정도가 높다는 것을 의미한다. 면별 평균 패치 수는 66.4이며, 시가지가 밀집해 있는 봉화읍이 234로 가장 높게 나왔고, 재산면이 20으로 가장 작게 나타났다.

MPS(평균 패치크기)는 패치크기의 평균을 의미하며 패치의 위축정도를 표현하는 것으로도 볼 수 있다. 전체 패치면적이 같다고 한다면 패치의 수가 증가할수록 MPS는 감소하게 된다. MPS의 면별 평균은 278.5ha이고, 석포면이 648.5ha로 가장 크고, 봉화읍이 22.1ha로 가장 작다.

MSI(평균형태지수)와 LSI(경관형태지수)는 패치의 모양의 복잡성을 기준으로 경관의 형태를 정량화 한 것으로서, 패치의 모양이 불규칙할수록 높은 값을 가지며, 경계부에서는 외부와 접촉하는 부분이 많으므로 서식하는 생물종의 다양성이 증가하는 경향이 있다(이도원, 2001). MSI는 각 면들이 유사한 값을 가지며, LSI는 면별 평균이 6.45이며 상운면이 16.50으로 가장 높고 석포면이 3.75로 가장 낮게 나타났다.

MNN(평균근접거리)는 같은 종류의 패치간의 근접도를 알아보는 수치로서, 값이 작을수록 분리된 패치간의 거리가 좁아 생물의 이동에 유리한 측면이 있다. 면별 평균값은 38.4m이고 명호면과 재산면이 32.1m과 33.0m으로 가장 낮았다.

핵심지역면적은 생태학적으로 중요한 개념으로서 생물종이 외부로부터 보호될 수 있는 임계면적을 말하며, TCA(전체 핵심지역면적)와 MCA(평균 핵심지역면적)이 클수록 산림내 생물종의 다양성과 건강성이 좋다고 보았다. TCA의 면별 평균은 7,773.64ha이며, MCA의 면별 평균은 421.28ha이다. 소천면이 두 지수

값 모두 21,200.85ha(TCA)와 1,413.39ha(MCA)로 가장 높은 값을 보여주었다.

가장자리는 두 패치간의 경계부분에 위치하여 식물군집과 동물군집이 겹쳐서 나타난다. ED(가장자리 밀도)는 가장자리의 전체길이를 토지면적으로 나눈 값으로서, ED가 높을수록 생태적 잠재력이 높다고 볼 수 있다. ED의 면별 평균은 4.4이며, 상운면이 8.5로 가장 높았고 석포면이 2.4으로 가장 낮았다.

### 3. Landsat TM 영상을 이용한 정규식생지수 평가

식생지수는 인공위성 영상으로부터 식생의 분포와 상태 등을 표현하기 위하여 고안된 처리기법으로서, 지구 표면에서 식물과 식물이 아닌 물체들의 분광반사특성을 이용하여 식물에 관한 정보를 추출하는 방법이다. 식생지수는 일반적으로 식물의 생체량, 생산량, 엽면적지수, 광합성량 등과 밀접한 관계를 가진 지표로서 건강한 식물이 많이 분포한 지역일수록 높은 지수 값을 가지게 된다. 식생지수의 산출은 여러 가지 방법이 사용되고 있지만 가장 널리 사용되고 있는 기법은 정규화한 식생지수 값을 갖게 되는 정규식생지수(NDVI)이다. 본 연구에서는 Landsat TM 영상의 BAND3와 BAND4를 이용하여 정규식생지수를 산출하였으며, 사용한 식은 다음과 같다.

$$NDVI = \frac{BAND4 - BAND3}{BAND4 + BAND3}$$

NDVI는 -1에서 1사이의 값을 가지게 되는데, 일반적으로 눈, 구름, 토양 등과 같이 식물이 아닌 토지피복에서는 -1에서 0에 가까운 값을 갖게 되며, 식물은 0부터 1사이의 값을 갖게 된다. 또한 식물이 있는 지역 내에서도 식물의 양이 많거나 건강한 식물이 있는 지역이 노화된 식물이나 병충해 등의 피해를 입은 식물이 있는 지역보다 높은 값을 갖게 된다(이규성, 1998).

위 식에 의하여 산출된 NDVI는 -1에서 1사이의 소수 값을 가지게 되므로, 본 연구에서는 자료의 처리를 편하게 하기 위하여 NDVI값에 1을 더한뒤 100을 곱하기 하여 0부터 200까지의 정수 값을 갖게 하였다. 표 3은 이러한 식생지수(NDVI)의 면별 개요를 표시하였으며, 평균값이 높은 순서를 표시하였다. 봉화군의 식생지수는 재산면, 춘양면, 소천면 등의 순으로 가장 높게 나타나고, 봉화읍이 가장 낮게 나타났다.

4. 종합 고찰

표 4는 표 2의 내용을 근거로 하여, 각 지수별로 생태적 건강성에 유리한 순서대로 1에서 5까지의 등급으로 구분하여 표시한 것이다. 표 4에서 보는 바와 같이, 석포면, 재산면, 소

천면은 1등급 판정을 받은 지수가 4개 또는 3개로서 가장 높은 값을 가져 생태적 건강성이 우수한 것을 알 수 있고, 명호면과 춘양면은 1등급 판정을 받은 지수는 적지만 2등급 판정이 많고, 5등급 판정이 없기 때문에 비교적 양호한 것으로 판단된다.

법전면과 봉성면은 1등급에서 5등급까지 고르게 판정을 받았으며, 물야면은 1등급 판정은 없고, 5등급 판정을 3개나 받아 생태적 건강성이 비교적 나쁘다고 판단된다. 상운면은 1등급과 5등급 판정을 각 3개씩 받았으나, 산림이 지나치게 분산되어 있기 때문에 생태적 건강성은 그리 높지 않을 것으로 판단된다.

봉화읍은 5등급 판정을 받은 지수의 수가 6개로서 현저하게 높아 다른 면에 비해 생태적

TABLE 3. The summary of normalized difference vegetation index

Region	Area (cells)	Sum of NDVIs	Minimum value	Maximum value	Mean	Order
Bonghwa	83,022	10,864,535	57	165	130.9	10
Moolya	122,163	17,011,724	64	167	139.3	4
Bongsung	73,830	10,211,778	63	168	138.3	6
Beobjun	78,213	10,571,481	70	167	135.2	9
Choonyang	187,582	26,302,174	73	169	<b>140.2</b>	<b>2</b>
Sochun	288,881	40,375,468	50	170	<b>139.8</b>	<b>3</b>
Seokpo	171,323	23,295,160	50	167	136.0	8
Jaesan	139,015	19,517,548	60	168	<b>140.4</b>	<b>1</b>
Myongho	127,200	17,622,008	51	170	138.5	5
Sangwoon	65,514	8,970,440	51	168	136.9	7

TABLE 4. Ecosystem Evaluation using patch analysis statistics

Region	CA	NP	MPS	MSI	LSI	MNN	TCA	MCA	ED	Total 1sts	Total 5ths
Bonghwa	5	5	5	4	<b>1</b>	5	5	5	<b>1</b>	2	6
Moolya	4	5	5	5	2	4	3	3	2	0	3
Bongsung	3	2	4	2	4	5	4	4	4	0	1
Beobjun	4	2	3	<b>1</b>	3	2	4	4	3	1	0
Choonyang	2	4	3	3	4	3	2	2	4	0	0
Sochun	<b>1</b>	4	2	5	3	2	<b>1</b>	<b>1</b>	3	<b>3</b>	1
Seokpo	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	4	5	4	<b>1</b>	2	5	<b>4</b>	2
Jaesan	2	<b>1</b>	<b>1</b>	3	5	<b>1</b>	2	<b>1</b>	5	<b>4</b>	2
Myongho	3	3	2	2	2	<b>1</b>	3	3	2	1	0
Sangwoon	5	3	4	<b>1</b>	<b>1</b>	3	5	5	<b>1</b>	3	3

건강성이 가장 나쁜 것을 알 수 있으나, 1등급 관정을 받은 지수도 2개나 되었다.

경관지수를 이용한 평가와 식생지수를 비교하면, 소천면과 재산면이 가장 높게, 봉화읍이 가장 낮게 평가된 점은 서로 일치하였다. 그러나, 경관지수평가에서는 석포면이 높게 평가된 반면에 식생지수평가에서는 춘양면이 높은 값으로 나타났고, 석포면은 8번째로 나타났다. 이는 식생지수평가가 한가지 사항만을 가지고 평가하는 반면, 경관지수평가에서는 여러가지 지수에 대한 종합적인 결과를 가지고 평가하는 데서 오는 차이인 것으로 판단된다. 그러나, 이 점은 약간의 순서적 차이일 뿐이며, 두가지 평가에서 비교적 높은 값을 가지는 점은 일치된다고 보아진다.

## 결 론

본 연구에서는 경북 봉화군을 대상으로 하여 지속가능한 토지이용을 위한 생태계 정보를 추출하기 위하여 경관생태학적 방법에 의한 생태계평가를 시행하였다. 봉화군은 전체면적 중 산림이 가장 큰 비중을 차지하고 있기 때문에, 산림에 대해 경관지수를 적용하여 생태계 건강성에 대한 읍면별 비교평가를 실시하였으며, 그 결과를 정규식생지수(NDVI)와 비교하였다.

경관지수를 이용한 생태계 건강성 종합평가에서는 석포면, 재산면, 소천면이 가장 양호한 것으로 평가되어 지역의 생물종의 풍부도와 다양성이 높을 것으로 보여진다. 봉화읍은 10개 읍면 중에서 개발이 가장 활발히 일어난 지역으로, 산림이 차지하는 비율이 낮고 그에 반해, 농경지와 시가지가 높은 비율을 나타내어 생태계 건강성이 가장 낮은 상태로 보여진다. 정규식생지수(NDVI)와 비교하였을 때, 재산면, 춘양면, 소천면의 수치가 가장 높고, 봉화읍의 수치가 가장 낮은 것으로 나와 춘양면을 제외한 결과는 생태계 건강성 종합평가와

비슷한 결과를 보여주었다.

이러한 결과에서 경관지수를 이용한 생태계 평가는 지역의 개발계획을 수립함에 있어서 사전에 생태계에 대한 평가자료를 제시할 수 있다고 보여진다. 그러나, 아직은 축적된 연구가 부족하고, 분석 결과를 검증할 수 있는 생태계 전반에 대한 자료가 부족한 상황이다. 이러한 한계점을 보완하고 전국을 대상으로 체계적으로 생태계를 평가할 수 있는 자료가 구축되어진다면, 국토계획이나 개발계획에 적절히 사용되어질 수 있을 것으로 전망된다. **KAGIS**

## 참고문헌

- 봉화군. 2000. 봉화통계연보2000. 291쪽
- 손학기, 김원주, 박종화. 2000. GIS 공간유형분석 모형을 이용한 경관규모 생태계의 평가 기법. 한국GIS학회지 8(2):233-241.
- 이규성. 1998. 인공위성 영상자료와 GIS를 이용한 녹지자연도 등급판정기법 개발. 환경부.
- 이도원. 2001. 경관생태학. 서울대학교출판부. 350쪽.
- 이용경. 1998. Trend of forest fragmentation in the lower region of the Han River basin. 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문. 108쪽.
- 정성관, 오정학, 박경훈. 2002. 토지이용변화에 따른 경산시의 경관구조 분석. 한국지리정보학회지. 5(3):9-18.
- 조용현. 2000. 경관지수를 이용한 지역생태계 평가 - 용인시를 대상으로 -. 환경영향평가 9(4):349-362.
- Environmental Protection Agency(EPA). 1997. An Ecological Assessment of the United States Mid-Atlantic Region : A Landscape Atlas.
- Elkie, P.C., R.S. Rempel and A.P. Carr. 1999. Patch Analyst User's Manual, A Tool for Quantifying Landscape Structure; NWST Technical Manual TM-002, Ontario. **KAGIS**