

비오톱유형에 의한 농촌생태마을의 경관생태학적 특성분석*
- 환경부지정 생태마을 중 전남 일부 지역을 대상으로 -

김근호¹⁾ · 조동범²⁾ · 김미향³⁾

¹⁾ 전남대학교 바이오하우징연구소 · ²⁾ 전남대학교 조경학과 · ³⁾ 전남대학교 산림자원조경학부 박사과정

Analyzing Landscape Ecological Characteristics of
Biotope Types in Rural Eco-Villages*

- Focusing on Eco-Villages of Chonnam Region Designated by Ministry of Environment -

Kim, Keun-Ho¹⁾ · Cho, Tong-Buhm²⁾ and Kim, Mi-Hyang³⁾

¹⁾ Biohousing Research Institute, Chonnam National University,

²⁾ Department of Landscape Architecture, Chonnam National University,

³⁾ Graduate School, Chonnam National University.

ABSTRACT

The research aim is to classify biotope types of rural eco-villages designed by ministry of environment and analyze landscape ecological characteristics of them. This information would provide information on eco-villages' potential and specific needs to improve landscape ecological structure of eco-villages. Two eco-villages, designated by ministry of environment, in Yoocheon-ri and Sanduk-ri were selected and the landscape ecological metrics used in this study were Area, Shannon diversity index, Shape index, Distance index. The results are as follows. 1) There were five biotope types in large-scale classification, 13 biotope types in Sanduk-ri and 9 biotope types in Yoocheon-ri in middle-scale classification, 31 biotope types in Sanduk-ri and 24 biotope types in Yoocheon-ri in small-scale classification. 2) In the case of area, artificial biotope types, such as artificial forest, agricultural irrigation canal, wet paddy, dry paddy and residential area, covered more than 80% of total area. However, natural biotope types, such as natural forest, river, reservoir, covered just more than 10% of total area. In details, an orchard (26.69%) was the dominant biotope type, followed by artificial forest

* 이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업(바이오하우징연구소)의 지원에 의하여 연구되었음.

Corresponding author : Kim, Keun-Ho, Biohousing Research Institute, Chonnam National University,

Tel : +82-62-530-0319, E-mail : manchester99@hanmail.net

Received : 16 September, 2006. **Accepted** : 11 December, 2006.

(19.10%) in Sanduk-ri and the first most abundant biotope type was artificial forest (49.71%), followed by wet paddy (15.95%) in Yoocheon-ri. 3) The result of Shannon diversity index indicated that Sanduk-ri (2.158) had more heterogeneity landscape, rather than Yoocheon-ri (2.051). 4) In the case of shape index, road (13.09) had more complex and irregular shape than either agricultural irrigation canal (3.35) or artificial forest (2.46) in Sanduk-ri. Road (6.52) was also the most irregular biotope shape, followed by river (5.70) and agricultural irrigation canal (4.78) in Yoocheon-ri. 5) Mean Nearest-neighbour Distance (MND) was smallest in wet paddy and dry paddy biotope types in the two study area, suggesting that these biotope types were concentrated within these study areas. From the result, this research suggested information to protect and improve biotopes of eco-villages in the landscape ecological terms. To achieve this improvement plan, there should be strong support by ministry of environment and local governments.

Key Words : *Biotope, Eco-village, Landscape ecological characteristic, Landscape ecological metrics.*

I. 서 론

농촌의 도시화와 도시로의 인구이동으로 보존 가치가 높은 농촌마을경관 구조와 요소가 파괴되고, 생물서식공간으로서의 역할도 크게 줄어들고 있다. 잃어가는 생태적으로 우수한 농촌마을경관을 보존하기 위해서 환경부는 자연환경보전법 제 42조를 근거로 하여 자연생태 우수마을 지정제도를 도입하여 지난 2001년 이래 2005년 2월까지 전국적으로 총 42개 생태마을 지역을 지정·운영하고 있다¹⁾. 환경부의 지정요건에 따르면 생태마을이란 자연환경이 잘 보존되고 지역주민이 자연과 조화를 이루며 살고 있거나 주민의 노력으로 자연친화적인 생활양식 등을 가꾸어 나가는 마을이며, 지정을 위한 평가방법은 75%는 지역 자연환경 여건(자연환경여건, 경관·녹지공간, 친환경 생활양식), 25%는 지역문화 및 주민활동(주민활동, 지역문화)으로 이루어져 있어 지정된 생태마을은 기존 농촌마을보다 자연경관이 수려하고 다양한 생태계를 이루고 있어 많은 종류의

야생 동·식물이 서식하고 생태적 가치가 매우 높다고 할 수 있다. 이렇게 생태적으로 우수한 마을들의 보존·관리방안을 위한 구체적인 후속대책이 필요하지만 아직 현재까지는 가시적인 진전은 이루어지지 않고 있다. 지속가능한 자연생태계의 유지·보존을 위해서는 우수한 비오톱과 생태적으로 잠재성이 있는 비오톱을 선정하여 보존·복원 방향을 수립하고 비오톱의 생태적인 구조 개선을 위한 기초 연구가 필요하지만 아직까지 어떤 비오톱을 보존하고 어떤 비오톱을 복원해야 할지 구체적 방안은 제시하지 못하고 있는 실정이다. 이를 위한 기초적인 자료로서, 도시 지역을 대상으로 한 비오톱 매핑, 모델 및 보존방안에 관한 연구(서울특별시, 2001; 나정화·이정민, 2003; 나정화·류연수, 2003; 김현수·문채, 2004; 채진확·구태희, 2004; 김정호·한봉호, 2006)들은 활발하게 이루어지고 있지만 농촌마을을 대상으로 한 비오톱 연구는 부족한 실정이다. 농촌을 대상으로 한 연구는 주로 농촌 활성화 및 개발을 위한 경관적 특성에 따른 유형 분류(전영길·류수형, 1998; 권정아 등, 2000, 2001; 임승빈 등, 2002; 윤성수·주호길, 2005), 농촌 경관구조 변화에 대한 연구(홍선기·임영득, 2000) 등으로 수행되어 왔다. 최근에는 경관생태

1) 2005년 2월 현재 전국적으로 총 42개 생태마을이 지정되어 있으며, 이 중 전남에는 총 7개 생태마을(영광군 효동마을, 장흥군 운주마을, 무안군 상동마을, 화순군 유촌마을, 함평군 고산동마을, 담양군 후산마을, 해남군 동해마을)이 지정되어 있다.

지표를 활용한 생태마을 계획(황보철·이명우, 2005), 생물서식공간으로서의 농촌정주공간의 유형분류 및 특성분석 연구(나정화 등, 2005) 등의 농촌 비오톱 연구에 대한 관심이 높아지고 있다. 환경부가 지정한 생태적으로 우수한 도시근교 생태마을은 최근에 그린벨트가 해제된 탓으로 현대식 전원주택들이 마을 곳곳에 들어서 있어 생태마을의 경관·생태적 훼손 가능성은 날로 증가하고 있다. 도시근교에 위치한 생태마을을 보존하기 위한 연구가 시급한 실정이지만 농촌생태마을의 우수한 비오톱을 선정·보존하고 잠재력 있는 비오톱을 복원하기 위한 비오톱 조사, 분류 및 정량적 평가에 관한 폭 넓은 연구가 이루어지지 않고 있다. 이러한 배경에서 본 연구는 다음과 같은 내용을 연구목적으로 하였다.

(1) 많은 경관생태지표가 있지만 대부분이 복잡하고 이해하기 어려운 산술 및 다양한 입력자료를 요구하고 있는 실정에서 사용자가 쉽게 농촌생태마을의 비오톱의 가치를 정량화 할 수 있는 경관생태지표를 제시하고자 하였다.

(2) 전라남도에 소재하고 있는 환경부지정 생

태마을 중 광주광역시 근교 생태마을을 사례지로 선정하여 농촌생태마을에서의 비오톱 유형분류를 실시하고 분류된 각 비오톱 유형별 경관생태학적 특성을 분석하여 그 결과를 토대로 생태마을의 경관생태학적 문제점과 생태마을의 지정목적에 적합한 보존방안을 모색하고자 하였으며, 차후 생태마을의 경관생태학적 정비를 위한 기초 자료를 제공하는데 목적을 두고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 대상지

도시 거주자의 주거 수준의 질적 향상에 대한 욕구와 가족의 신체적·정신적 건강에 대한 가치의 증대로 새로운 대안적 주거문화를 추구하려는 경향이 대도시 주변을 중심으로 빠른 속도로 확대되고 있다. 이런 주거문화의 하나인 전원주택은 대체로 자연보존 상태가 양호한 경관이 뛰어난 곳에 입지하여 자연 생태적 환경을 훼손하는 경향을 띄고 있다. 농촌마을 중에서 생태적으로 우수한 농촌마을을 보존하기 위해서 환경부가

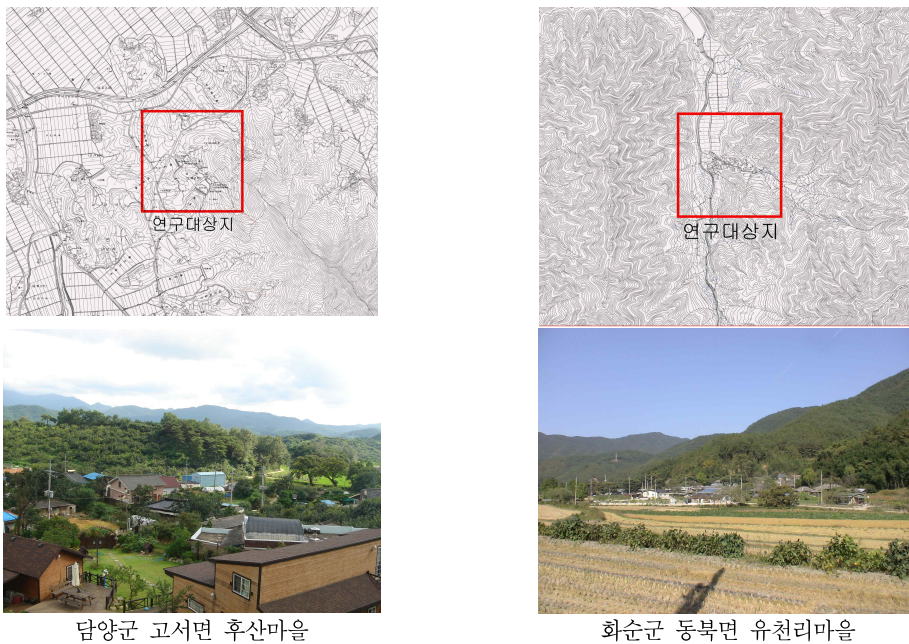


그림 1. 연구대상지.

지정한 생태마을에서도 최근에 그린벨트가 해제된 탓으로 현대식 전원주택들이 마을 곳곳에 들어서 있어 전형적인 농촌마을의 형태, 경관 및 생태를 위협하고 있다. 특히 광주광역시 주변에 위치한 생태마을의 현대식 전원주택개발로 인한 경관생태적 훼손 가능성은 날로 증가되고 있다. 따라서, 연구대상지 선택기준은 광주광역시를 중심으로 반경 30-40km에 위치한 통근시간 40분 이내의 담양군 고서면 산덕리 후산 생태마을과 화순군 동북면 유천리 생태마을을 그 대상으로 하였다. 생태마을의 정주공간을 중심으로 한 연구라는 점 때문에 넓은 행정적인 마을범위를 연구대상지로 하지 않고 각 마을중심으로부터 주변 800m×800m을 실제조사면적으로 설정하였다(그림 1).

2. 자연생태적 특징

1) 담양후산마을

세대수 54개, 인구수 약 132명으로 주민 대부분이 농·축산업에 종사를 하고 있으며 우리나라 가사시가누정문화의 대표적 산실이라 할 수 있는 지역에 위치하고 있는 후산(后山)마을은 친환경자연농법을 이용한 단감 주산지로 유명하다. 마을입구 저수지 주변에 500여년 된 팽나무, 왕버들 등이 즐비하고 기념물로 지정된 800년 된 인조대왕계마수(은행나무)와 300여년 된 50여 그루의 목백일홍군을 거느린 명옥헌 원림이 있어 경관이 아름답고 유서 깊은 마을이다. 후산마을 주변에 있는 매물산, 호봉산 등은 개발의 손길이 미치지 않은 지역으로 오솔길과 자연 동식물이 훼손되지 않은 채 자라고 있으며 산속에는 토끼, 꿩, 멧비둘기, 고라니, 멧돼지 등이 많다. 마을 주변으로 저수지가 많이 있어 연방죽(蓮, 골방죽)이라 불리며 연과 창포 등이 많고 토종물고기인 미꾸라지, 붕어, 피라미, 메기 등이 많이 살고 있다.

2) 유천리마을

유천마을은 동쪽으로는 운알치에서 누룩재까

지 능선이 북에서 남으로 뻗어 순천시와 경계를 이루며 서쪽은 맹화봉을 경계로 독상리와 구분되며 촛대봉을 경계로 칠정리와 나뉘어 있다. 남쪽은 모후산 골짜기로 용문재가 위치하며 북쪽으로는 유천 저수지가 있다. 평야는 남에서 북으로 흐르는 유천천 주변에 좁게 형성되어 있으며 마을의 방향은 서쪽을 향하고 있다. 세대수 74개, 인구수 약 175명으로 주민 대부분이 농·축산업에 종사를 하고 있고 수령이 200-300년 된 20여 그루 느티나무(당산나무)숲이 유천마을 입구에 그대로 보존되어 있으며 대대로 내려오는 돌담이 1000여 미터 그대로 보존되고 있다. 새마을사업을 하여 마을 안길을 넓히면서도 옛날 돌담장을 그대로 보존하였고 맑고 깨끗한 계곡에는 미꾸라지, 붕어, 피라미, 가재 등 토종 물고기들이 살고 있으며 계곡 내에는 부분적으로 자연석이 그대로 형태를 유지하고 있다. 산속에는 토끼, 꿩, 까치, 멧비둘기, 고라니, 멧돼지 등이 많고 마을아래에는 유천저수지가 있으며, 유천저수지의 맑은 물에는 백로, 청둥오리 등 철새들이 날아들어 그 보존 가치는 날로 증가되고 있다.

3. 비오톱 유형 분류 및 도면화

비오톱 유형화란 경관생태학적 관점에서 고유한 환경속성을 가지며 다른 환경과 구분될 수 있는 경계를 가지는 생물군집을 묶어내어 분류하는 작업이라 할 수 있다. 전체 비오톱 현황조사를 통해 이 연구에서 비오톱을 대분류, 중분류, 소분류 유형으로 구분하고, 이를 바탕으로 비오톱 유형도를 작성하였다. 2006년 4월부터 2006년 7월까지 기존 도시·농촌 비오톱 유형 분류체계를 참조하여 생태마을에 적합한 초안 비오톱 유형을 분류하였다. 초안 비오톱 유형 분류를 위해서 산림청의 흑백항공사진(축적 1 : 15,000), 국립지리원의 수치지형도(1 : 5,000), 지적도(1 : 3,000), 산림청의 임상수치지도(1 : 25,000)를 사용하였고 현장조사 및 주민인터뷰를 통한 확인·수정 작업을 통하여 최종 비오톱 유형을 분류하였다.

대분류 유형은 토지이용유형을 기준으로 구분하였고, 주로 산림지 비오톱, 수생 비오톱, 경작지 비오톱, 정주지 비오톱, 교통 비오톱으로 구분하였다. 이러한 유형들을 다시, 산림 비오톱은 우점종의 자연성을 기준으로, 수생 비오톱은 점, 선, 면 유형에 따라, 경작지 비오톱은 경작형태, 정주지 비오톱은 농촌 정주지공간의 특성을 고려해서 주거지와 공동부지로 분류하였고, 교통시설 비오톱은 시설물 유형에 따라 분류를 하였다. 비오톱 분류 결과는 AutoCAD와 ArcView 3.2를 사용하여 수치지도화 하였고 2006년 8월부터 9월까지 분류된 비오톱의 경관생태학적 특성평가를 위한 2차 현장조사를 실시하였다.

4. 비오톱 유형별 경관생태학적 특성 분석을 위한 지표

경관생태학의 원리는 경관의 구조, 기능 및 변화로 이루어져있다. 경관구조는 경관의 공간적 유형이나 배열상태이며, 기능은 경관구조내의 동식물의 물, 바람, 물질, 그리고 에너지의 이동과 흐름이다. 그리고 변화는 시간변화에 따른 공간적 유형과 기능의 동태나 변화를 말한다. 본 연구에서는 이러한 경관생태학적 원리 중 경관생태구조지표를 이용하여 생태마을의 경관생태학적 구조특성을 파악하고자 하였다. 현재 다양한 경관생태지표가 개발되어 사용되고 있지만 이들 대부분은 복잡하고 생물학적 의미가 모호하여 지표 선택에 따라 생물종 다양성 가치의 평가에 중요한 영향을 줄 수 있다(McGarigal, 2002; Wiens, 2002). 또한 데이터의 포맷(raster vs vector)과 스케일(regional vs landscape)이 지표값에 아주 중요한 영향을 주고 또한 지표는 토지피복분류 기준에 민감하다(Gustafson, 1998; McGarigal, 2002; Li and Wu, 2004; Wu, 2004). 데이터오류 자체가 지표오류 또는 분류오류보다 지표값 오류에 가장 큰 영향을 준다고 선행연구에서 분명히 보여주고 있다(Wickham et al., 1997). 이러한 잠재적 제한점들을 염두에 두고, 이 논문에서는 비오톱의 구

조와 그에 따른 생태적 기능의 연계성을 정량화하고, 계산이 용이하고 사용하기 편리한 경관생태지표를 경관생태학과 관련된 문헌 연구를 통해서 도출하였다(Romme, 1982; Turner, 1989; Baker and Cai, 1992; Forman, 1995; Gustafson, 1998; Cook, 2002; McGarigal, 2002; Sklenička and Lhota, 2002; 나정화 등, 2005; Kim and Pualiet, 2005, 2007). 이러한 관련된 문헌연구의 분석을 통해서 이 논문 목적과 부합한 점유면적, 경관이질성, 형태, 거리지표를 선정하였다. ArcView의 확장 프로그램인 Patch Analyst 2.3을 사용하여 점유면적, 경관이질성, 형태 지표값을 분석하였고 Nearest Features v.3.6d를 사용하여 거리 지표값을 분석하였다. 선정된 각 지표는 중분류 비오톱 유형군에 적용하였고 지표들에 대한 구체적인 연구방법은 아래와 같다.

1) 점유면적(Area)

비오톱의 점유면적은 한 경관에서 많은 기본적인 생태진행과정에 영향을 미치고 생물다양성 과도 밀접한 관련성이 있다. 면적이 큰 자연식생 비오톱은 작은 면적의 비오톱보다 많은 생물종을 보호할 수 있고, 대수층과 이와 연결된 하천수계를 보호하고 내부에 핵심서식처를 제공하여 내부종의 개체군을 유지시키고 중심 서식지와 넓은 서식지역을 갖는 척추동물들이 대피할 수 있는 식생을 제공하고 자연 상태에 가까운 교란을 일으키는 구조물로 작용한다(Forman, 1995; Dramstad et al., 1996). 반면, 넓게 퍼져 있는 매트릭스에 모여 있는 작은 자연식생 비오톱은 생물종의 이동을 위한 징검다리 역할을 하고 큰 비오톱에는 없거나 큰 비오톱에 적합하지 않는 특수한 생물종도 보유할

2) 분류된 세부 비오톱 유형별로 4개 지표들에 대한 분석 결과를 모두 기술하기에는 지면상 한계가 있었던 바, 본 연구에서는 각 농촌생태마을의 대표성을 나타내고 있는 중분류 비오톱 유형에 대한 지표의 분석결과를 기초로 비오톱 유형별로 경관생태학적 특성을 정량화하여 평가하였다.

수 있다(Forman, 1995; Dramstad et al., 1996). 이와 같이 비오톱의 크기와 점유면적은 다양한 경관 생태학적 가치를 내포하고 있기때문에, 본 연구에서는 점유면적을 지표 중 하나로 사용하였다.

2) 경관이질성(Shannon diversity index)

Shannon diversity index는 경관이질성을 측정하기 위한 지표이다. 일반적으로 다양성은 실제 동식물종을 조사한 데이터를 이용해서 생물종 다양성의 측정에 이용되어 왔으나, 최근에는 토지 이용 데이터를 이용하여 공간의 다양성 평가 및 잠재적인 생물다양성 가치 평가에도 이용되고 있다(Alberti, 2000; Kim and Pauleit, 2005). 한 경관에 있어 높은 경관이질성 지표값은 경관구조를 유지시키고 복원력과 장기간의 지속가능성을 확보할 수 있고 생물다양성이 높다는 것을 의미한다(Odum, 1959; Hansson, 1977; Noss, 1983; Meentemeyer and Box, 1987; Forman and Godron, 1986; Forman, 1995; McGarigal and McComb, 1995; Sklenička and Lhota, 2002). 본 연구에서는 실제 동식물종 데이터가 아닌 비오톱 유형별 자료를 이용해서 Shannon diversity index 값을 산출하여 조사지역 생태마을이 갖고 있는 비오톱 다양성 가치를 평가하였다.

$$SHDI = \sum_{k=1}^s P_i \ln P_i$$

s =비오톱의 수;

P_i = 전체경관면적에 대한 k 비오톱의 면적비율

이 수식은 연구 조사지역내 서로 다른 비오톱 유형수가 증가할수록 또는 각 비오톱 유형의 면적이 균등하게 분포 될수록 지표값은 증가한다.

3) 면적을 반영한 평균 형태지표(Area

Weighted Mean Shape index)

평균형태지수(MSI)는 비오톱의 둘레길이 및 면적간의 관계를 기초로 경계부분의 복잡성을 측정

한다. 그 값이 증가할수록 경계부분의 형태가 복잡해짐을 의미한다(Forman and Godron, 1986; Moser et al., 2002). 비오톱 형태 복잡성은 비오톱 다양성과 생물다양성 감소를 초래하는 인간의 토지이용활동 증가에 따라 감소한다고 여러 연구에서 제시하고 있다 (Kammerbauer and Ardon, 1999; Mander et al.,1999; Moser et al., 2002). MSI는 입력자료의 형태에 따라 적용기준이 상이한데, 벡터(vector)자료는 원을 기준으로 래스터(raster)격자는 비오톱 면적과 동일한 크기의 정사각형을 기준으로 얼마만큼 변형되었는가를 측정하는 지수이다. 만약 완전한 원의 형태를 가지는 비오톱의 경우는 형태지수의 값으로 1을 가지게 된다. 따라서 지표값이 증가할수록 비오톱 형태가 좀 더 복잡해짐을 의미한다. 또한 인간의 집약적 토지이용에 의해서 만들어진 곧바른 경계선을 가진 비오톱보다 자연적 산림지 또는 꾸불꾸불한 하천 같은 형태의 복잡한 비오톱 유형이 생물종 다양성이 높고 그 경계부에서 동물들의 이동이 더 활발하다(Buechner, 1989; Moser et al., 2002). 면적은 넓지만 주변이 직선화되어 주변길이가 짧아 형태지표값이 면적보다 주변길이값이 더 큰 비오톱의 형태지표 값보다 덜 나오는 경우가 있다(Kim and Pauliet, 2007). 이 논문에서는 이런 단점을 극복하기 위해서 각 비오톱의 면적을 형태지표값에 반영하는 AWMSI(Area Weighted Mean Shape Index)를 사용하였고 입력자료는 벡터로 하였다. 본 논문에서는 이 지표를 사용하여 비오톱 경계부분의 복잡성을 분석하였다. 형태 지표수식(Shape Index)은 다음과 같다.

$$SI_i = \frac{P_i}{\sqrt{a_i x \pi}}$$

P_i 는 i 비오톱의 둘레길이, a_i 는 i 비오톱의 면적

이 수식값이 1일때는 비오톱 형태가 원이고, 비오톱 형태가 복잡해질수록 이 수식값은 무한대로 커진다.

$$AWSI = \frac{\sum_{i=1}^m SI_i x a_i}{\sum_{i=1}^m a_i}$$

SI_i=i비오톱의 형태 지표값, a_i=i 비오톱의 면적

4) 거리지표(Nearest Neighbour Distance index)

거리지표는 조사 지역내 동일 비오톱간의 고립도(Isolation)정도를 측정한다. 비오톱의 예로, 고립도는 왜 파편화된 비오톱들이 모여있는 비오톱들에 비해 적은 새중을 갖고 있는지를 잘 설명한다(van Dorp and Opdam, 1987). 잘 연결된 비오톱은 고립된 비오톱에 살고 있는 다양한 생물종 이동을 촉진시킨다. 이 지표값이 크면 동일 비오톱간의 고립도가 크다. 거리지수 수식은 다음과 같다. 이 지표를 사용하여 생태마을 내에 나타나는 동종 비오톱 유형간의 고립도 정도를 파악하였다.

NND=d_{jk}

NND=비오톱 j의 가장자리에서 비오톱 k의 가장 짧은 가장자리까지의 거리

III. 결과 및 고찰

1. 생태마을의 비오톱 유형화

조사를 통해서 나온 생태마을의 비오톱을 체계적으로 대분류, 중분류, 소분류로 유형화하여 수치지도화 하였다(그림 2). 이 결과 담양군 고서면 후산마을 13개, 화순군 동북면 유천리마을 9개로 중분류 비오톱 유형이 나타났다. 농촌생태마을의 대상지의 특성에 따라 다시 소분류를 하여 담양군 고서면 후산마을에서는 31개, 화순군 동북면 유천리마을에서는 24개로 총 55개의 세부 비오톱 유형이 조사되었다. 생태마을 생태계는 크게 논, 밭, 하천, 도로, 정주지, 산림 등 다양한 비오톱으로 구성되어 있다. 도시의 비오톱 유형과 비교해 볼 때(서울특별시, 2001; 나정화

도후조, 2003), 특징적인 비오톱 유형은 침엽수자연림, 농수로, 저수지, 자연지형의 과수원, 갈대습지, 텃밭과 관리창고가 있는 주거지유형, 불투성(정자, 창고, 공동주차장)·투수성(노거수, 보호수, 폐교) 공동부지 등이다.

2. 경관생태학적 특성 분석

1) 점유면적

담양군 후산마을의 경우 높은 점유면적 비오톱 유형을 보면 과수원(26.69%), 인공림(19.10%), 논(18.59%), 밭(10.11%) 등의 순으로 나타났으며, 반면 목장(0.11%), 연못(0.34%), 공동부지(0.38%) 등은 낮은 면적 비오톱 유형으로 나타났다(표 1). 화순군 유천리마을의 경우 인공림(49.71%), 논(15.95%), 자연림(10.97%), 밭(10.59%) 등의 순으로 비오톱 유형이 높게 나타난 반면 공동부지(0.59%), 농수로(0.95%) 등의 순으로 낮은 점유면적 비오톱 유형으로 나타났다. 두 조사지를 통해서 보면, 인간에 의한 인위적인 비오톱 유형(인공림, 농수로, 논, 밭, 주거지, 공동부지, 도로, 과수원, 목장)은 전체면적의 80%이상을 차지하는 반면, 자연적인 비오톱 유형(자연림, 하천, 저수지, 습지)은 10% 조금 넘는 정도를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이 연구결과는 인간의 인위적인 토지이용 및 간섭에 의해 인공적인 비오톱 면적이 늘어난다는 선행 연구결과와도 유사한 것으로 나타났다(홍선기 등, 2000; 나정화 등, 2005; Kim and Pauleit, 2005).

2) 경관이질성 지표(Shannon diversity index)

전체 경관이질성 지표값은 후산마을 2.158, 유천리마을 2.051로 나타났다(표 2). 지표값에서 후산생태마을이 유천리마을보다 높게 나온 것은 유천리 생태마을에 없는 저수지, 습지, 연못, 목장 등 소규모 비오톱 유형과, 대규모 비오톱인 과수원이 후산생태마을에 분포되어 있었기 때문이다. 선행 연구결과에 의하면, 높은 경관이질성 지표값은 경관공간을 구성하는 요소가 다양함을 내포

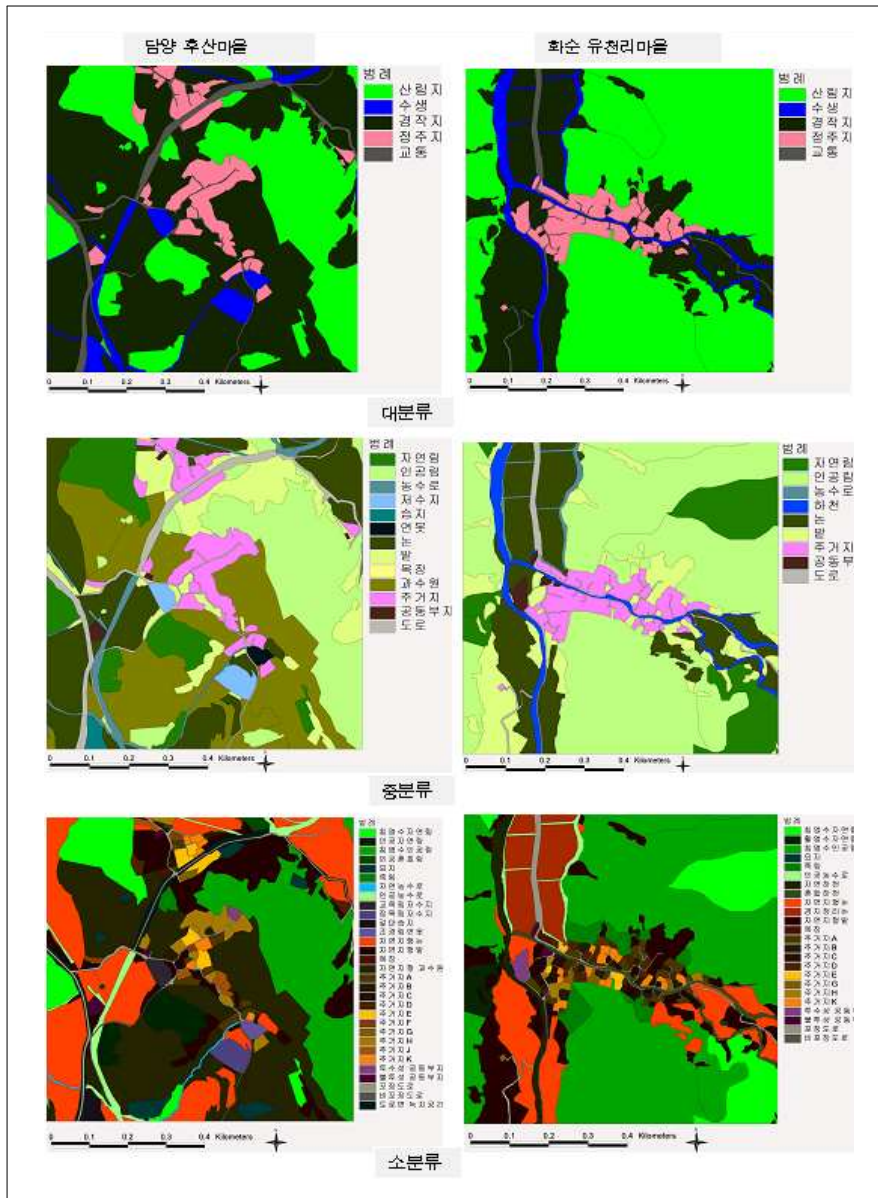


그림 2. 체계적인 비오톱 유형화.

하고 있고 경관구조를 유지시키고 복원력과 장기 간의 지속가능성을 확보할 수 있고 생물다양성이 높다는 것을 의미한다(Forman, 1995; Kim and Pauleit, 2005). 따라서 후산 생태마을은 유천리마을보다 다양한 생태계의 유형을 갖고 있으므로 복원력과 장기간의 지속가능성이 높고 생물다양성이 높다고 볼 수 있을 것으로 사료된다.

3) 면적평균 형태지표(Area Weighted Mean Shape Index)

평균형태 지표값이 표 2에 의하면 1보다 큰데, 이는 모든 비오톱 유형의 형태가 원이 아님을 내포하고 있다. 담양 후산마을 경우 도로(13.09), 농수로(3.35), 인공림 비오톱(2.46) 등이 공동부지(1.14), 연못(1.17), 저수지(1.25), 목장(1.41), 논

표 1. 비오름 유형별 면적과 면적율.

대분류	점유면적 (ha)		면적율 (%)		중분류	점유면적 (ha)		면적율 (%)		소분류	점유면적 (ha)		면적율 (%)		
	후산	유천리	후산	유천리		후산	유천리	후산	유천리		후산	유천리	후산	유천리	후산
산림지	18.15	38.83	28.37	60.67	자연림	5.93	7.02	9.27	10.97	침엽수 자연림(소나무림)	3.99	6.11	6.24	9.55	
										활엽수 자연림(낙엽활엽수림, 졸참나무림 등의 혼효림)		0.91		1.42	
										인공 자연림(자연림과 아까시나무 등이 경쟁중인 지역)	1.94		3.03		
					인공림	12.22	31.81	19.10	49.71	침엽수 인공림(리기다 소나무림, 잣나무림 등)	10.63	29.79	16.61	46.55	
										인공 혼효림(인공침엽수림과 낙엽활엽수림 혼효림)	0.22		0.35		
										묘지(조경수위주 식재(외래종 수목 또는 잔디)	1.15	0.23	1.80	0.36	
										죽림(0)	0.22	1.79	0.34	2.80	
	수생	21.39	2.94	4.72	4.59	농수로	1.57	0.61	2.45	0.95	자연 농수로(자연재료로 형성된 농수로)	0.18		0.28	
											인공 농수로(인공재료로 포장된 농수로)	1.39	0.61	2.17	0.95
						하천		2.33		3.64	자연하천(자연재료로 형성된 하천)		1.40		2.19
										혼합하천(부분적으로 인공재료를 사용하여 정비한 하천)		0.93		1.45	
					저수지	0.91		1.42		교목림 저수지(교목림으로 형성된 저수지)	0.33		0.52		
										잡목림 저수지(잡목림으로 형성된 저수지)	0.58		0.90		
					습지	0.32		0.50		갈대 습지(갈대림으로 형성된 습지)	0.32		0.50		
					연못	0.22		0.34		조경림 연못(인공조경수목으로 형성된 연못)	0.22		0.34		
경작지		39.94	16.99	55.50	26.55	논	11.90	10.21	18.59	15.95	자연지형 논(자연지형을 유지한 논)	11.90	6.09	18.59	9.52
											경지정리 논(경지정리를 통하여 지형구조가 변환된 논)		4.12		6.44
					밭	6.47	6.78	10.11	10.59	자연지형의 밭(자연지형을 유지한 밭)	6.47	6.78	10.11	10.59	
					목장	0.07		0.11		목장(소, 돼지 등 가축을 기르는 지역)	0.07		0.11		
					과수원	17.08		26.69		자연지형의 과수원(자연지형을 유지한 과수원)	17.08		26.69		
	정주지	4.66	4.03	7.28	6.30	주거지	4.42	3.65	6.91	5.71	주거지A(현재 가옥은 없고 대지를 농지로 이용)	0.69	1.00	1.08	1.56
											주거지B(현재 폐옥만 존재하는 대지)	0.26	0.45	0.41	0.70
											주거지C(주택외부공간을 불투성 포장한 주택)	0.16	0.36	0.25	0.56
											주거지D(주택건물+50%이상 포장+식생대)	0.24	0.66	0.38	1.03
											주거지E(주택건물+50%이하 포장+식생대+텃밭)	0.70	0.17	1.10	0.27
										주거지F(주택건물+일부분 투수성포장+식생대)	0.18		0.28		
										주거지G(주택건물+부분포장+식생대+텃밭+관리장고)	0.09	0.21	0.14	0.33	
										주거지H(주택건물+식생대)	1.37	0.22	2.14	0.34	
										주거지I(주택건물+텃밭)	0.36		0.56		
					공동부지	0.24	0.38	0.38	0.59	불투성 공동부지(장고, 정자, 공동주차장, 마을회관 등)	0.14	0.11	0.22	0.17	
교통	2.65	1.21	4.14	1.89	도로	2.65	1.21	4.14	1.89	포장도로(포장된 불투성 도로)	1.12	1.15	1.75	1.80	
										비포장도로(투수성 비포장도로)	0.21	0.06	0.33	0.09	
										도로변 녹지공간(도로변 조경수 및 초지가 식재된 공간)	1.32		2.06		
	Total	64	64	100	100		64	64	100	100		64	64	100	100

(1.52), 밭 비오름(1.83) 보다 평균 형태지표값이 더 높게 나타났다. 화순 유천리마을 경우 도로(6.52), 하천(5.70), 농수로(4.78) 등의 순으로 높게 나타난 반면, 공동부지(1.29), 논(1.47), 밭(1.66) 등은 지표값이 낮게 나타났다. 이 결과에 의하면, 공동부지, 연못, 저수지, 목장, 경지정리

가 된 논, 밭의 경우 인간의 인위적인 간섭으로 인한 기하학적 구조로의 변모 및 이로 인한 경계 부분의 외곽부가 단순해졌다고 판단된다. 주거지 비오름 형태지표 경우 담양 후산마을은 2.04, 화순 유천리마을은 2.11 로 평균값 정도를 나타냈는데 이는 주거공간이 비록 인간의 간섭으로 형

성되었지만, 자연지형에 순응하는 배치 등으로 인해 이러한 결과를 나타낸 것으로 추측할 수 있다. 이 연구결과는 인간의 토지이용에 의한 경계의 단순화로 인하여 형태 지표값이 낮아진다는 선행 연구결과와도 유사한 것으로 나타났다(이도원 등, 2000; 나정화 등, 2005; Kim and Pauleit, 2005).

4) 거리지표(Nearest Neighbour Distance Index)

선행 연구결과를 보면, 거리 지표값이 크면 동일 비오톱 유형의 고립도가 크고 생물종 이동을 저하시킨다(van Dorp and Opdam, 1987; Forman, 1995). 따라서 담양 후산마을 경우 저수지(202.92m), 공동부지(184.74m), 자연림(136.47m) 순으로 비오톱의 고립도가 크고 이와 반대로, 논(14.21m), 과수원(19.69m), 밭(23.88m) 순으로 비오톱이 잘 연결된 것으로 해석할 수 있다(표 2). 화순 유천리마을의 경우 자연림(325.12m), 인공림(78.00m), 공동부지(18.97m) 순으로 비오톱 고

립도가 높고, 논(10.23m), 밭(15.63m), 농수로(16.60m) 순으로 비오톱 연결성이 높다고 해석할 수 있다.

3. 비오톱 유형별 경관생태학적 문제점 및 구조 개선 방향

이상과 같이 분석한 결과를 토대로 이 논문에서 농촌생태마을의 대분류 비오톱 유형별로 경관생태학적 생태마을 개선·보존방향을 제시하고자 한다.

1) 산림지 비오톱

경작지 비오톱처럼 산림지 비오톱은 농촌생태마을을 구성하고 있는 주(主) 비오톱 중 하나이다. 면적이 큰 자연식생 산림지 비오톱은 안정된 서식처를 요구하는 생물종에게 생태적 가치가 매우 높다. 후산마을 경우 경작지 비오톱 다음으로 높게 나타나서 보존대상 비오톱이지만 인공림 비율이 너무 높게 나타났다. 인공림은 전체조사 면적의 19.10%, 산림면적의 67%이다. 유천리마을

표 2. 경관생태 지표값.

비오톱유형	경관이질성		평균형태지표		면적평균 형태지표		거리지표(m)	
	후산	유천리	후산	유천리	후산	유천리	후산	유천리
자연림			1.49	2.71	1.37	2.15	136.47	325.12
인공림			1.49	2.00	2.46	2.22	87.90	78.00
농수로			3.28	4.14	3.35	4.78	67.31	16.60
하천				6.08		5.70		
저수지			1.25		1.25		202.92	
습지			1.28		1.28			
연못			1.17		1.17			
논			1.63	1.51	1.52	1.47	14.21	10.23
밭			1.59	1.43	1.83	1.66	23.88	15.63
목장			1.60		1.41			
과수원			1.93		2.40		19.69	
주거지			1.47	1.51	2.04	2.11	37.90	15.51
공동부지			1.23	1.27	1.14	1.29	184.74	18.97
도로			13.09	5.44	13.09	6.52		16.16
Total	2.158	2.051						

경우 인공림은 전체조사 면적의 49.71%, 산림면적의 82%로 조사되어졌고 인공림은 리기다소나무, 현사시나무, 밤나무 등 외래종을 높은 밀도로 식재한 후 방치하여 광의 투입량이 부족하여 자생관목 및 초본의 생육이 저조하여 생물서식기능을 발휘하지 못하고 있는 것으로 파악되었다. 또한 우리나라 인공림의 천이계열을 살펴보면 인공림에서 참나무류로 천이되며, 이는 다시 서어나무 등 낙엽활엽수로 천이되는 것이 일반적이다(이경준 등, 1999). 조사 기간 중 이런 천이 현상을 조사지역에서 발견할 수 없었으므로 현재 조사지역의 인공림은 천이 진행이 이루어지지 못하고 있는 상황으로 보여진다. 두 마을의 인공림을 정상적인 자연림으로 변화시키기 위한 방안으로는 첫번째로는 보다 많은 광이 아교목층과 관목층으로 투입될 수 있도록 교목층의 밀도를 조절해 주는 관리가 필요하며 두 번째로는 인공림과 어울려 살 수 있는 아교목과 관목성의 참나무 및 자생수종을 식재하여 변화를 유도할 수 있다. 또한 거리지표에 의하면, 후산마을 136m와 유천리마을 325m로 자연림의 고립도가 크게 나타났다. 이런 단점들을 극복하기 위해서는 산림지 생물종이 다른 비오톱으로 이동할 수 있도록 도와줄 수 있는 징검다리 비오톱 조성 및 산림지 가장자리를 경작지 비오톱과 연결하는 방안이 필요할 것으로 간주된다. 조사지역내의 산림지는 주로 인간의 간섭으로 형성된 농경지와 정주지 비오톱에 접해 있어 기하학적 형태를 띠고 있고 산림지 가장자리의 구조는 하층 식생이 없거나 매우 빈약한 교목식재 위주로 형성되어 있다. 두 마을의 훼손된 산림 추이대(ecotone)를 불규칙한 자연형태의 다층구조로 복원하여 농경지 내부의 흩어져 있는 잡목림과 연결하여 산림지의 고립도를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

2) 수생 비오톱

후산마을의 수생 비오톱(농수로, 저수지, 습지, 연못) 면적율은 전체조사 면적의 4.72%이고 유

천리마을은 전체면적의 4.59%로 나타났다. 비록 점유면적은 적지만, 형태 지표값이 가장 크게 분석되어 생물서식 가능성 및 생물종 다양성이 커서 보존할 가치가 매우 큰 비오톱 유형으로 간주된다. 특히 자연상태를 유지하고 있는 자연하천 및 갈대습지, 자연농수로, 저수지 비오톱은 보존해야 할 비오톱 유형이다. 특히 화순 유천리 생태마을 하천의 경우 마을 중심부를 긴 선적 형태로 통과하고 있어 생물이동통로와 주변의 다른 비오톱과의 연결성 기능을 하여 종다양성 증진과 유지에 중요한 역할을 하고 있는 바, 이에 대한 지속적인 관리가 필요하다고 여겨진다. 하지만 콘크리트로 포장된 인공농수로와 하천호안, 수변공간의 식생부족으로 양서류, 파충류 및 야생 소동물의 이동 및 서식처를 파괴하고 있는데, 서식처의 파괴는 야생동물의 개체수 감소 및 생물다양성 저하 등 생태마을의 생태계 파괴를 초래할 수 있다. 주변 거점녹지인 산림지 비오톱과 연결, 콘크리트 제방의 자연형 유도와 수변 수림대 조성을 통한 선적 녹지축 기능 복원 및 인공적인 재료의 사용을 지양하고 생태재료를 사용하여 생태적 기능을 할 수 있는 복원 계획 등이 생태마을의 야생동물종 확보 및 다양성에 큰 역할을 할 것으로 판단된다.

3) 경작지 비오톱

경관생태학적 관점에서 큰 점유면적을 가진 비오톱 공간을 유지·보호하는 것은 생물서식처 보존 및 다양성 증진을 위해 중요한 가치를 가지고 있다(Forman, 1995). 그러나 점유면적이 높다고 해서 반드시 생태적 효과가 큰 것은 아니다. 선행 도시 경관생태연구(Kim and Pauleit, 2005, 2007)를 보면 전형적인 도시의 대표적인 비오톱 유형은 정주지이다. 그러나 이런 점유면적이 가장 높은 정주지 비오톱이 생물적 다양성 가치가 높다고 말할 수는 없다. 두 마을 조사결과에 의하면, 산림지와 경작지 비오톱이 점유하고 있는 면적이 전체 조사 생태마을 부지의 80% 이상으로

나타났다. 비록 논, 밭 등 경작지 비오톱의 점유면적이 가장 높게 나타나지만, 획일화된 작물을 반복해서 재배할 경우 생물종 다양성 가치가 높다고 볼 수 없다(나정화 등, 2005). 또한 비오톱 형태가 굴곡이 심하고 복잡한 구조일수록 종다양성이 높지만(Forman and Godron, 1986; Moser et al., 2002), 논-밭 등의 경작지 비오톱을 보면, 인간의 간섭에 의해 형태가 상당히 직선형이고 단순하며 각이 진 형태를 띠고, 농경면적의 확대현상에 의한 산림 주변부의 훼손으로 생물의 이동성 제한 및 추이대 서식생물의 서식처를 파괴하는 결과를 가져오고 있다. 또한 유기화학비료의 남용으로 생물서식처 파괴, 단일작물 재배로 서식 생물종 제한, 정주지이용에서 비롯된 오염물질의 유입 등은 농경지 생태계를 열악하게 만드는 요인이 되고 있다. 현재 자연적 경계의 형태를 유지한 경작지를 최대한 보존하고 경작지 내 특색 있는 잔여 경관생태 요소들의 보호, 복원 및 주변 비오톱과의 연결 계획이 필요할 것으로 판단된다. 농경지의 경관생태학적 기능개선을 위해서는 화학물질 사용을 자제하고 환경친화적인 농법을 활용하여 생물서식공간으로 돌려놓는 것이 필요하다. 내한성이 약해서 중북부 지방에서 자라지 않지만 조사지역인 남부지방에서 자라는 자운영을 심어 자연퇴비로 사용할 수 있는데 이런 자운영과 함께 논둑에 콩을 심어 땅에 질소를 공급함으로써 화학비료 및 제초제 사용을 줄일 수 있다. 또한 조류 서식처 보호를 위한 윤작을 함으로써 하절기나 동절기 동안 경작지의 사용을 보류하여 동절기 동안 곡류를 섭취하는 조류의 서식처를 제공해 줄 수 있을 것으로 판단된다.

4) 정주지 비오톱

도시에 비해 농촌생태마을의 정주지 비오톱이 차지하는 점유면적은 매우 낮은 편이다. 주거지 C(주택건물+포장)유형은 후산마을 경우 총 정주지 면적의 3.62%, 유천리마을 경우 총 정주지 면적의 9.86%로 적지만, 포장을 제거하고 녹지로

조성할 경우 정주지 생태적 기능을 향상시킬 수 있다. 또한 농촌인구의 도시이주로 인한 폐가(주거지A와B 유형)가 상당히 존재한다. 후산마을의 경우 총 정주지 면적의 21.5%, 유천리마을의 경우 39.7%를 차지하고 있고 이런 정주지 유형공간을 생태마을에 이질감을 주지 않는 녹지로 조성하여 경관이질성을 높이고, 조성한 녹지는 인근의 자연 경작지 또는 산림지 비오톱과 연결함으로써 생태마을 녹지공간구조의 연결성을 증대시킬 수 있다. 또한 이렇게 형성된 녹지는 이동생물종의 징검다리 역할도 할 수 있으며, 추가된 녹지면적은 크지 않기 때문에 녹지형태의 틀레를 다양하게 하여 생물종 다양성을 높이는 방안도 고려해야 할 것으로 사료된다.

5) 교통 비오톱

형태지표분석 결과 두 사례지에서 도로 비오톱이 가장 높게 나타났다. 이 의미는 도로 비오톱 형태가 연구대상지에서 가장 복잡하고 불규칙적이라고 할 수 있지만 도로 비오톱은 불투성 포장으로 되어 있어 생물종 다양성이 높다고는 볼 수 없다. 두 생태마을 대상지의 도로는 이용 빈도가 낮고 폭이 좁고 도로변에 여유 공간을 가지고 있다. 이러한 여유 공간에 야생초화지, 초지 및 지역 자생수종을 이용한 선형 녹지대를 조성하여 생태연결통로로 이용한다면 생태마을 전체 녹지공간구조의 연결성을 증대할 뿐만 아니라 주변 경작지 비오톱과 연결하여 생물이동을 자유롭게 도와 줄 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 결 론

현재까지 환경부에서 지정한 생태마을에 존재하는 가치 있는 비오톱의 보존 및 복원 계획방안들을 제시하지 못하고 있는 시점에서, 본 연구는 사용자가 쉽게 농촌생태마을의 비오톱의 가치를 정량화할 수 있는 경관생태지표를 제시하고 전라남도 소재하고 있는 환경부지정 생태마을 중에

서 도시근교에 위치하여 현대식 전원주택개발로 인한 경관·생태적 훼손 가능성이 높은 사례지를 선정하여 농촌생태마을에서의 비오톱 유형분류를 실시하고 분류된 각 비오톱 유형별 경관생태학적 특성을 분석하여 그 결과를 토대로 생태마을의 경관생태학적 문제점과 생태마을의 지정 목적에 적합한 보존방안을 모색하고자 하였다. 본 연구는 생태마을을 구성하고 있는 비오톱을 분류·유형화하여 제시한 경관생태지표를 통해 비오톱의 경관생태학적 특성을 분석하여 생태마을의 경관생태학적 구조 개선방향을 제시하였고 제시한 비오톱 유형을 차후 다른 생태마을 비오톱 조사시 그대로 사용할 수는 없지만 대분류 비오톱 유형(산림지, 수생, 경작지, 정주지, 교통)을 사용한 큰 분류체계 틀에서 다른 생태마을에 적합한 중분류 및 소분류를 하는데 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 사료되고 생태마을 스케일에 적합하고 간단하게 사용할 수 있는 최소한의 경관생태지표를 본 연구에서 제시했다는 점에서 의의가 있다. 본 논문의 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조사지 내의 비오톱 유형분류 결과, 5개의 대분류 비오톱 유형(산림지, 수생, 경작지, 정주지, 교통), 담양 13개, 화순 9개의 중분류 비오톱 유형, 다시 소분류를 하여 후산 31개, 유천리 24개의 세부 비오톱 유형으로 분류되었다.

2. 점유면적의 경우 인위적인 비오톱 유형(인공림, 농수로, 논, 밭, 주거지)이 차지하는 면적은 전체면적의 80%이고 자연적인 비오톱 유형(자연림, 하천, 저수지)은 10% 조금 넘는 수준이다. 세부적으로 보면, 후산마을의 경우 과수원(26.69%), 인공림(19.10%) 순으로, 유천리마을의 경우 인공림(4.71%), 논(15.95%)순으로 점유면적이 높게 나타났다.

3. 경관이질성 지표값은 후산생태마을이 2.158, 유천리가 2.051로 보다 높게 분석되었다. 이는 유천리 생태마을보다 후산 생태마을이 생태적으로

안정한 구조를 유지할 수 있는 다양한 비오톱 유형을 갖고 있는 것으로 해석할 수 있다.

4. 후산마을 경우 도로(13.09), 농수로(3.35), 인공림 비오톱(2.46) 순으로, 유천리마을 경우에는 도로(6.52), 하천(5.70), 농수로(4.78) 등의 순으로 선형 비오톱 유형의 형태 지표값이 높게 나타났다.

5. 두 마을 모두 논, 밭 비오톱의 연결성이 가장 높게 나타났다. 유천리 생태마을이 후산마을 보다 상대적으로 거리지표값이 낮게 나타나 유천리 생태마을 비오톱 유형들이 보다 집약적으로 분포하고 있으며 파편화로 인한 고립도가 상대적으로 낮은 것으로 해석할 수 있다. 이는 유천리 생태마을이 후산 생태마을보다 비오톱 유형별로 서식하는 생물종 이동을 더 촉진시킬 수 있는 환경을 가지고 있다고 볼 수 있을 것이다.

경관생태지표가 가지고 있는 제한점을 사용시 주의해야 하고 가치가 높은 비오톱에 대한 생태정밀조사 및 비오톱 가치를 평가할 수 있는 추가적인 경관생태 지표연구가 차후 수행되어야 할 것으로 판단된다. 이 논문에서 제시한 경관생태학적 농촌생태마을 구조개선 방안이 실현되기 위해서는 정부 관련부서 및 지자체의 적극적인 지원방안이 있어야 할 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

권정아·이동근·최재용. 2000. 환경친화적인 농촌개발을 위한 평가지표의 개발과 그 적용에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 3(3) : 29-36.

권정아·이동근·최재용. 2001. 문화마을의 유형별 평가를 통한 환경친화적인 농촌계획의 방향설정에 관한 연구. 국토계획 36(2) : 33-43.

김정호·한봉호. 2006. 도시생태계 구조를 고려한 비오톱 유형 구분. 한국조경학회지 34(2) : 1-17.

- 김현수문채. 2004. 비오톱과 도시계획. 대한민국 토도시계획학회(10월호) : 3-16.
- 황보철·이명우. 2005. 경관생태지표를 활용한 생태마을계획 원리. 한국조경학회지 33(4) : 71-78.
- 이도원·장현정·강신규. 2000. 생태학적 육수학적 현상들에 대한 프랙탈의 적용. 한국육수학회지 33 : 69-79.
- 나정화·도후조. 2003. 도시 중심부 지역의 비오톱 구조분석 및 평가-대구광역시 중구 사례지를 중심으로. 한국환경복원녹화기술학회 6(5) : 9-20.
- 나정화·류연수. 2003. 도시 경관생태계획 지표 설정 및 중요도 평가-대구광역시를 중심으로. 국토계획 38(1) : 21-35.
- 나정화·이석철. 2000. 대도시의 비오톱 구조분석-자연체험 및 휴양지의 관점에서. 한국조경학회지 28(3) : 72-87.
- 나정화·이정민. 2003. 도시 비오톱의 경관생태학적 특성분석-대구광역시를 사례로. 한국조경학회지 30(6) : 128-140.
- 나정화·차성운·도후조·이정민. 2005. 농촌 정주공간의 경관생태학적 특성 분석. 한국환경복원녹화기술학회 8(2) : 1-20.
- 서울특별시. 2001. 도시생태 개념의 도시계획의 적용을 위한 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립. 서울특별시.
- 윤성수·주호길. 2005. 다변량분석을 이용한 충청북도 읍면단위 농촌계획 수립을 위한 지역유형구분 분석. 농촌계획 11(2) : 35-41.
- 이경준·한상섭·김지홍·박은식. 1999. 산림생태학. 향문사.
- 임승빈·신지훈·윤희정. 2002. 생태·문화자원에 기초한 농촌마을 유형구분 및 문제점 분석. 농촌계획 8(1) : 77-84.
- 전영길·류수형. 1998. 유형화기법에 의한 농촌 지역개발범역 설정방향모색-리/읍·면 단위 지역의 지역특성 규명을 중심으로. 농촌계획 4(2) : 128-137.
- 채진환·구태희. 2004. 서울시의 조류다양성 증진을 위한 도시비오톱 특성 분석. 국토연구 (40) : 87-100.
- 홍선기·임영득·中越信和·장남기. 2000. 한국 농산촌 경관의 구조와 이질성 및 다양성의 최근 변화 : 경관의 보전과 복원과의 관계. 한국생태학회지 23(5) : 359-368.
- Alberti, M. 2000. Urban form and ecosystem dynamics. In : Williams, K., Burton, E., Jenks, M.(Eds.), Achieving Sustainable Urban Form. E & FN Spon, London, pp.84-96.
- Baker, W. L., and Y. Cai. 1992. The r.le programs for multiscale analysis of landscape structure using the GRASS geographical information system. Landscape Ecology, 7(4) : 291-302.
- Buechner, M. 1989. Are small-scale landscape features important factors for field studies of small mammal dispersal sinks? Landscape Ecology, 2 : 191-199.
- Cook, E. A. 2002. Landscape structure indices for assessing urban ecological networks. Landscape and Urban Planning, 58 : 269-280.
- Dramstad, W. E., J. Olson and R. Forman. 1996. Landscape Ecology Principles for Landscape Architecture and Land Use Planning. Washington D.C : Island Press.
- Forman, R. T. T. 1995. Land Mosaics : The Ecology of Landscape and Regions. Cambridge : Cambridge University Press.
- Forman, R. T. T., and M. Godron. 1986. Landscape Ecology. New York : John Wiley & Sons.
- Gustafson, E. J. 1998. Quantifying landscape spatial pattern : what is the state of the art. Ecosystems, 1 : 143-156.
- Hansson, L. 1977. Landscape ecology and stability of population. Landscape Planning, 4 : 85-93.
- Kammerbauer, J., and C. Ardon. 1999. Land use

- dynamics and landscape change pattern in a typical watershed in the hillside region of central Honduras. *Agricultural Ecosystems & Environment*, 75 : 93-100.
- Kim, K. H., and S. Pauleit. 2005. Landscape metrics to assess the ecological conditions of city regions : Application to Kwangju city, South Korea. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 12 : 227-244.
- Kim, K. H., and S. Pauleit. 2007. Landscape character, biodiversity and land use planning : The case of Kwangju city region, South Korea. *Land Use Policy*, 24 : 264-274.
- Li, H., and J. Wu. 2004. Use and misuse of landscape indices. *Landscape Ecology*, 19 : 389-399.
- Mander, U., M. Mikk and M. Kulvik. 1999. Ecological and low intensity agriculture as contributors to landscape and biological diversity. *Landscape and Urban Planning*, 46 : 169-177.
- McGarigal, K. 2002. Landscape pattern metrics. In : El-Shaarawi, A.H., Piegorsch, W.W.(Eds.), *Encyclopedia of Environmetrics Volume 2*. John Wiley & Sons, Sussex.
- McGarigal, K., and W. C. McComb. 1995. Relationships between landscape structure and breeding birds in the Oregon coast range. *Ecological Monographs*, 65 : 235-260.
- Meentemeyer, V., and E. O. Box. 1987. Scale effects in landscape studies. In Turner, M.G.(ed.) *Landscape Heterogeneity and Disturbance*, pp. 15-34(New York : Springer-Verlag).
- Moser, D., H. G. Zechmeister., C. Plutzer., N. Sauberer., T. Wrbka and G. Grabherr. 2002. Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscapes. *Landscape Ecology*, 17 : 657-669.
- Noss, R. F. 1983. A regional landscape approach to maintain diversity. *BioScience*, 33 : 700-706.
- Odum, E. P. 1959. *Fundamentals of Ecology*. Pennsylvania : W.B. Philadelphia.
- Romme, V. H. 1982. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone National Park. *Ecological Monographs*, 52 : 199-221.
- Sklenička, P., and T. Lhota. 2002. Landscape heterogeneity-a quantitative criterion for landscape reconstruction. *Landscape and Urban Planning*, 58 : 147-156.
- Turner, M. G. 1989. Landscape ecology : the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20 : 171-197.
- van Dorp, D., and P. F. M. Opdam. 1987. Effects of patch size, isolation and regional abundance on forest bird communities. *Landscape Ecology*, 1 : 59-73.
- Wickham, J. D., R. V. O'Neill., K. H. Ritters., T. G. Wade and K. B. Jones. 1997. Sensitivity of landscape pattern metrics to land cover misclassification and differences in land-cover composition. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63 : 397-402.
- Wiens, J. A. 2002. Central concepts and issues of landscape ecology. In : Gutzwiller, K.J.(Ed.), *Applying Landscape Ecology in Biological Conservation*. Springer, New York, pp.3-21.
- Wu, J. 2004. Effects of changing scale on landscape pattern analysis : scaling relations. *Landscape Ecology*, 19(2) : 125-138.