

## 생태학의 새로운 분야로서 경관생태학의 발전과 역할

홍 선 기\* · 이 창 석

서울여자대학교 생태연구소\* · 서울여자대학교 생물학과

### Development and Roles of Landscape Ecology as An Emerging Opportunity for Ecology

Hong, Sun-Kee\* and Chang-Seok Lee

\*Center for Ecological Research, Seoul Women's University

Department of Biology, Seoul Women's University

#### ABSTRACT

Landscape ecology is an emerging interdisciplinary ecology field to understand the holistic human and natural systems on the basis of concept and database obtained from pure ecology. Landscape ecology is an integrated ecology widely available for environmental science such as nature conservation and sustainable land-use planning. It is also a practical study as an applied ecology to restore and to manage local environment. Landscape ecological study is realized by embodiment of human disturbance system which is rigorously extending on natural system. Considering Korean status without landscape ecological studies, we briefly reviewed establishing process, study goal and methodology of landscape ecology as well as the related several concepts through current landscape ecological studies in the world. We hope that this paper will be helpful to ecologists having interest in landscape ecology.

*Key words*: Applied ecology, Environmental study, Human system, Inter-disciplinary science, Landscape, Landscape ecology.

#### 서 론

최근 순수생태학의 발전과 더불어 제반 환경문제의 해결 및 자연생태계의 보존이나 관리와 같은 응용분야에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히 기존의 순수생태학에서 얻어진 과학적 이론 및 축적된 자료를 자연생태계의 보존 및 관리에 직·간접적으로 응용하며, 자연환경을 총체적으로 이해하고 분석하는 종합과학으로서 생태학의 발전이 요구되고 있다. 생물학의 연구는 일반적으로 생물개체를 보다 미시적인 수준으로 분해하여 생명현상을 밝히고자 하는 분자생물학적인 연구와 어떤 생물개

체, 집단 또는 주변 환경과의 관계를 분석하여 생명현상을 밝히고자 하는 생태학적 연구로 대별되고 있다. 이와 마찬가지로 생태학적 연구도 그 중심주체인 생태계를 대상으로 그것을 구성하는 구성원별로 구분하여 그 실체를 밝히려는 연구와 생태계 사이의 관계를 분석하여 그것을 밝히려는 연구로 구분할 수 있는데, 거시생물학의 한 축을 이루는 생태학 분야에서 지금까지의 연구는 생태계를 포함하여 그 이하의 차원에 대한 연구가 주로 진행되어 왔다.

그러나 생태학 연구의 중심주체라 할 수 있는 생태계는 개방계이다. 따라서 생태계와 생태계 사이는 서로 영향을 주고 받는다. 자연생태계 사이의 관계는 서로 조화를 이룬 상태이므로

그 영향은 각 생태계의 항상성이 유지될 수 있는 수준이다. 그러나 양과 질 양면에서 모두 상승일로에 있는 도시생태계를 비롯한 인공생태계가 주변의 자연생태계에 미치는 영향은 그 항상성을 넘어서는 수준으로 진행되고 있다. 그 결과 오늘날 생태계 사이의 상호영향의 관계는 보다 분명한 현상으로 나타나고 있는데, 오염물질의 장거리 이동에서 비롯한 삼림쇠퇴 현상, 인간의 간섭이 심하거나 그 영향이 지속되는 도시 주변이나 농산촌의 특성이 반영된 경관유형, 경관의 단편화로 인한 생물서식처의 단절과 그것으로 인한 생물 다양성의 감소 등에서 그 예를 찾을 수 있다. 이러한 예에서 보면, 인구밀도가 높아지고, 토지이용압이 높아짐에 따라 복합생태계인 경관은 질적으로 저하되고, 자연의 다양성이 소실되고 있다. 이러한 시점에서 서로 다른 기능을 갖는 생태단위 사이의 상호작용으로부터 발생하는 제반 문제를 해결하는데 그 목적을 두고 있고 학제간(inter-disciplinary) 또는 통합과학(integrated science) 연구의 결정체인 경관생태학(Landscape ecology, (獨)Landschaftsökologie)이 새롭게 부각되고 있다(Forman and Godron 1986, Golley 1987, Zonneveld and Forman 1990, Leser 1991, Naveh and Lieberman 1994, Zonneveld 1990, 1995)

인간은 자연을 개발하고 이용하면서 주변 환경을 인간생활에 맞추어 개조시켜 왔다(Fig. 1). 그러나 현재 한국을 비롯하여 전 세계의 자연생태계가 떠맡고 있는 제반 환경문제의 근본적인 원인요인이 인간 자체라고 해도 지나치지 않을 정도로 인간에 의한 자연의 과도한 이용과 파괴는 절정에 달해 있다. 이러한 결과는 인간 자신이 자연에서 비롯되었고, 그들의 생활환경이 자연의 일부라는 사실을 감안하면 인간생활 자체에 위협이 되고 있다고 할 수 있겠다. 또한 이러한 인간의 간섭으로 인한 자연환경의 파괴로 인해 파생된 제반문제는 그 피해범위도 광범위해지고 있는 추세로서 국제적인 생태계뿐만 아니라 지역, 국가, 그리고 나아가서는 국제적인 문제로까지 확대되어가고 있는 것이 현실이다. 이러한 시점에서 경관생태학은 기존의 생태학 관련 연구에서 가능한 한 배제되어 온 인간의 영향 - 토지 및 산림 이용형태와 같은 인위적 요인을 포함 - 이 가해진 생태계를 과감히 연구주제로 삼을 수 있는 학문이다. 더욱이 인위적으로 생태계를 창조하거나 복원하며 관리를 하는 복원생태학 관련 응용생태연구와 토지의 이용과 개발, 지역생태계 보존과 같은 환경계획분야에도 경관생태학의 이론적 배경과

방법론을 효율적으로 적용하여 발전시킬 수 있는 종합학문이라 할 수 있다(Fig. 2). 국내의 경관생태학 관련 연구결과를 보면, 그 대부분이 조경학자들에 의해 이루어진 연구로서 도시주변 식생의 시각 및 미적경관을 관리하기 위한 조경학적 연구(Landscape architectural study) 연구에 편중되어 있다(i. e 김과 장 1993, 오와 이 1993, 김 1996, 이 1997). 따라서 생태학자를 포함하여 일반인들은 경관생태학은 조경학 또는 풍치학의 수준으로만 인식하고 있다. 물론 생태학자에 의해 경관생태학에 관한 발표도 있었으나 실제 연구이기 보다는 그 이론의 일부를 소개하는 수준에 그치고 있다(장 1992, 조 1992). 따라서 저자들은 본 논문을 통하여 경관생태학의 이론적 배경, 연구목적과 방법, 그리고 최근의 연구 등을 소개하여 그 개념의 바른 이해와 함께 뜻있는 관련학자들의 관심을 유도하고자 한다.

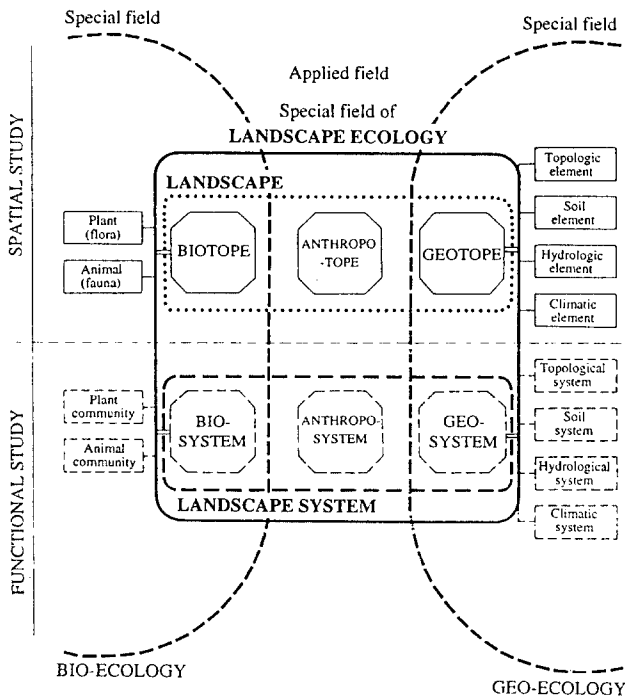
### 경관생태학의 성립배경과 발전

경관생태학은 1938년 지리학자 Carl Troll이 제창한 연구영역이다. 그는 과학적 연구가 분석적 방향으로만 치우쳐 가고 있음을 우려하면서 지역, 지역환경, 인간과 환경이 서로 얽혀 있는 인간생태계를 이해하기 위한 분야로서 경관생태학을 제창하였다(申村 등 1991). Troll은 1963년 독일에서 개최된 국제식생학회(International Association for Vegetation Science)의 "Phytosociology and Landscape Ecology" 라는 심포지움에서 경관생태학의 개념과 의의를 다음과 같이 정리하였다. 즉, 경관생태학은 경관과 생태학이 갖는 별개의 개념과 양쪽이 결합된 개념으로서의 두 가지로 설명된다. 이 개념은 과학적 연구의 전문화와 세분화가 진행됨에 따라 자연현상과 사회현상을 분석적으로 해석하려는 경향과 반대로 사물을 종합적으로 탐구하여 평가하고자 하는 사고에서 비롯되었다(武內 1994).

경관생태학은 생물공동체와 그것을 포함하는 환경조건 사이에 존재하는 종합적이고 복합적인 상호작용을 해명하는 학문이다. 이것은 Tansley의 Ecosystem을 지역(또는 경관)규모로 확대시킨 개념이다(申村 등 1991). 생태계는 생물군집과 환경이 상호작용을 통하여 결합된 하나의 물질순환계이다(Odum 1983). 그러나 실제로 자연계내에서 그러한 생태계는 주변의 다른 생태계와 환경요소의 상호작용으로 복잡하게 얽혀 있다. 경관은 바로 이러한 복합적인 복수의 생태계가 전체시스템으로서

**Fig. 1.** A comparison of rural landscapes in the East and the West. Each photograph shows a spatio-temporally different human activity on landscape heterogeneity. Rural landscapes, therefore, had been played an important role in a development of landscape-ecology concepts. A : wheat cultivation field intersected with hedgerow in central Italy, B : a high mountain landscape with patch-matrix forest near Bern, Switzerland, C : terrace paddy field, village and pine forest at central Yunnan Province, China, D : a rural landscape under human impact at Kyeryong-myon in Kongju-gun, Korea(foto di Hong).





**Fig. 2.** Landscape ecology, bioecology and geoecology. Approaches to systems, subsystems and sub-subsystems. Landscape ecology is a holistic integrated discipline related with sub-hierarchical and anthropogenic attributes, therefore, it is an applied ecology available for planning and practice(after Leser 1991).

나타나는 공간적 구조이다. 이러한 시스템간 또는 전체시스템의 상호관계 및 구조가 밝혀지고, 그곳에서 인간을 포함한 생물의 역할이 이해되면 경관의 기본적인 특성이 파악될 수 있다. 따라서 경관생태학에서 중점을 두어야 할 사항은 경관 모자이크(landscape mosaic)나 경관 패턴(landscape pattern)의 특정한 분포형태나 자연지역단위를 파악하는 것이다(Forman and Godron 1986).

결국 Troll이 제창한 경관생태학은 지리학의 연구방법인 항공사진 판독 등에 의해 전 지역을 이해한다는 점과 밀접한 관계가 있다. 항공사진판독의 본질은 종합적인 접근(integrated approach)에 있으며, 사진판독으로 지역환경의 종합적인 현상을 읽고, 그것의 성립과정에 미친 요인을 탐구하는 것이다. 따라서 경관생태학은 항공사진 판독에 의해 지역을 분류하고, 지역내의 기능적 관계를 명확히 하면서 지역의 시간적인 변화를 추적한다고 할 수 있다.

1981년 네덜란드의 Veldhoven에서 개최된 네덜란드 경관생태학회 주최 국제회의가 모태가 되어 국제조직인 국제경관생태학회(International Association for Landscape Ecology)가

성립되었고, 4년 마다 국제학회를 개최함과 동시에 1987년부터 "Landscape Ecology" 라는 공식학술지를 발간하고 있다. 미국에서는 1986년 Syracuse대학에서 개최된 제4차 국제생태학회에서 경관생태학적 연구의 역할과 중요성이 중심과제로 대두된 이후 여러 분야로 발전하고 있으며(Naveh and Lieberman 1994), 일본에서도 1991년에 국제경관생태학회 일본 지부 (IALE-Japan)가 설립된 이후 매년 학술모임과 함께 국내외로 활발한 활동을 하고 있다. 일본의 경우를 보면, 전문 영역에 따라 경관의 개념은 조금씩 다르지만, 나름대로 체계를 잡아가고 있고, 특히 동북 아시아의 독특한 농촌경관을 중심으로 한 경관시스템의 해석에 관심이 집중되고 있다(根平 1993, 中越 1995, 1997, Nakagoshi and Ohta 1992, Hong 1994, Hong et al. 1995, Kamada and Nakagoshi 1996).

### 경관 및 경관생태학의 개념

경관의 개념을 살펴보기에 앞서, 우선 landscape (獨 Landschaft)을 경관으로 번역하는 것에 대해 이견을 제시하는 경우가 있고, 또한 경관이라는 용어의 사용에 있어서 일상생활에서 흔히 사용하는 경치차원의 경관과 혼동하여 사용하는 등 몇 가지 이해 차이가 있다. 한국과 마찬가지로 한자문화권인 일본에서는 Landscape Ecology(Forman and Godron 1986, Naveh and Lieberman 1994, Zonneveld 1995)에서 landscape에 대한 이해의 차이에 따라 景觀生態學(中越 1997), 地域 또는 景域生態學(武内 1994), 環境 또는 地生態學(橫山 1995)이나 景相生態學(沼田 1996) 등으로 사용되고 있어서, 각 전문가들의 분야별 연구대상 및 접근방법에 따라 용어해석에 이견을 보이고 있다. 그러나 20세기초 지리학의 경관개념과 Haeckel의 생태학개념을 조합하여 경관생태학을 대동시킨 Carl Troll이나 Schmithüsen이 주장하고 있는 경관의 기본 개념으로부터 한 걸음 진보되고 발전된 개념으로 받아드리고 있는 현 시점에서 경관이라는 용어의 해석 차이에 대한 이견은 큰 의미가 없다고 생각된다. 한국에서는 아직까지 이러한 용어사용의 문제점이 없이 경관생태학으로 받아드리고 있다. 중국에서도 景觀生態學이 보편적으로 사용되고 있다. 따라서 저자들도 "Landscape"과 "Landscape Ecology"를 각각 "경관"과 "경관생태학"으로 사용하고자 한다.

경관의 의미는 동서양을 불문하고 지리학적 의미로서 토지 또는 대지로서의 개념, 생태학적 의미로서 생태계와 주변 생태계를 포함한 생태계에 대한 상위규모로서의 규모(scale), 그리고 일상적인 풍치, 풍경과 같은 관념적이고 심미적인 의미로 사용되어 오고 있다. 그러나 생태학으로서 경관을 다루는 것은 앞의 두 가지라고 생각된다. 그러나 인간생활에서 환경의 질을

높이고 인간 중심으로 환경을 창조하고자 하는 조경 관련 입장에서 심미적 의미로서 경관의 사용도 배제할 수 없다고 생각한다. 결국 같은 모습으로 나타나는 추상적인 경관의 모습을 과학적으로 분석할 수 있도록 어떤 이론과 방법으로 정성, 정량화시키는 가가 각 연구자들이 추구해야 할 과제라고 생각된다.

1996년 9월 영국 Lancaster 대학에서 개최된 제 39회 국제식생학회에서는 “Vegetation Science and Landscape Ecology”를 본 학회의 주제로 설정하였으나 식생학자들이 대부분이었던 참가자들의 landscape에 대한 개념 차이로 인하여 진정한 의미의 경관생태학 관련 연구사례는 드물었다. 한국에서도 풍치, 경치 또는 풍경과 같은 심미적 의미로 경관이라는 용어가 자주 사용되고 있고, 특히 조경학 관련연구에서는 이러한 의미로 경관을 받아드리고 있는 것이 현실이다(이 1997). 따라서 저자들은 주요 경관생태학자들이 저술한 교과서를 중심으로 경관의 개념을 설명하고자 한다. Forman과 Godron(1986)은 경관(landscape)을 상호의존적인 생태계의 집합체가 전 지역에 걸쳐 비슷한 형태로 반복하여 출현하는 불균질한 토지라고 정의하고 있다. 그리고 Naveh와 Lieberman(1994)은 경관을 “총체적인 인간생태계(the holistic human ecosystem)로서 출현하는 모든 구체적인 時·空間시스템”으로 정의하고 있다. 미국과 유럽에서 각각 대표적인 경관생태학 교과서로 인정되고 있는 이들 두 문헌에서 전자는 항공사진 등을 이용하여 어떤 지역의 겉모습을 지도상에 범례화함으로써 시각적으로 단위화되는 집합체를 경관이라고 표현하였고, 후자는 그러한 시각적 단위들의 배치를 결정하는 요인으로 문화나 경제 등의 인간활동을 포함시켜 인간 자체를 중심으로 한 시스템(또는 넓은 의미의 생태계)을 경관으로 다루고자 하는 것으로 생각된다(Zonneveld *personal communication*).

이러한 경관의 개념에 대한 차이는 경관생태학의 발전과정의 차이에서 유래된다고 생각된다. 미국의 경관생태학은 조감적인 개념에 기초를 둔 경관의 해석방법과 이론을 중심으로 발전하고 있으나(Turner 1989, Forman 1995), 유럽에서는 전통적인 생물지리학과 인문과학을 바탕으로 하고 거기에 식물사회학적 방법을 도입하여 각 지역을 대상으로 토지이용계획을 설정하는 등 보다 응용적인 측면을 강조해 오고 있다(Birks *et al.* 1988, Leser 1991, Vos and Opdam 1993, Zonneveld 1995). 다시 말하면, 후자의 경우는 특정지역의 구체적인 환경계획(environmental planning)을 강하게 의식하여 제반문제를 해결해 나감과 동시에 그 지역의 사회적인 배경, 육구 등도 포함시켜 생각하고 있다(Zonneveld and Forman 1989). 물론 미국에서도 보존생태학적 측면에서 종 다양성을 유지하기 위해 지역이나 경관을 대상으로 한 연구방법론이 필연적이라는 논의도 있다

(Kim and Weaver 1994). 그러나 미국에서는 Yellowstone 국립공원과 같은 광대한 자연보호구처럼 인간의 거주지와는 판이하게 다르거나 격리된 장소를 대상으로 한 연구가 많은 만큼(Romme 1982, Romme and Knight 1994) 유럽의 경관생태학의 역사적 배경과는 매우 다르다고 할 수 있다.

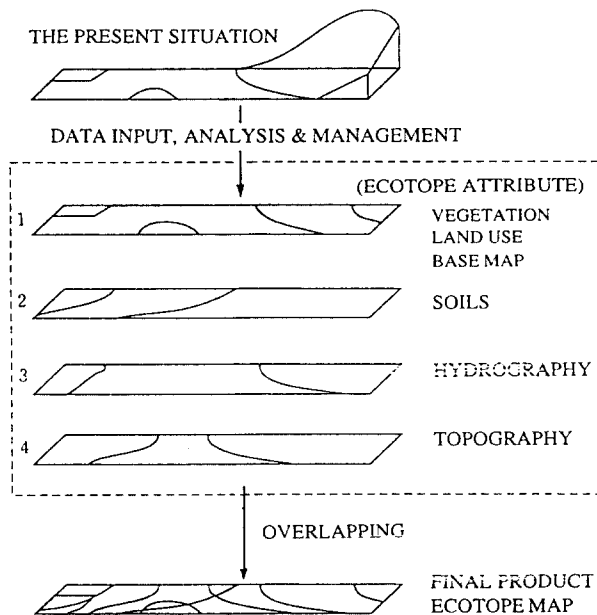
국제경관생태학회(International Association for Landscape Ecology)의 공식학술지인 “Landscape Ecology”의 편집장인 미국 Georgia 대학의 Frank B. Golley교수는 이와 같은 국가간의 경관생태학에 대한 개념 차이를 다음과 같이 서술하고 있다(Golley 1989). “어떤 나라에서는 경관생태학이 국가 전체 또는 지역의 개발계획을 수립하는 과정에서 과학적인 토대를 제공하고 있다. 따라서 경관생태학은 생물학이 농학이나 의학을 연구하기 위한 기초로서 역할을 하고 있는 것처럼 기초학문으로 자리매김되고 있다. 이러한 국가들의 당면과제는 경관생태학자와 개발계획을 수행하는 당국이 효과적으로 연대하여 경관에 대한 정보를 유용하고 설득력있는 형태로 만드는 것일 것이다. 그 밖에 개발계획이 경관생태학이 중요한 연구과제로 되어 있지 않은 국가도 있다. 이러한 국가에서 경관생태학은 생태학으로부터 파생된 과학의 한 분야로서 경관의 형성 및 발전과정(process), 그리고 그 형태(pattern)를 분석하는 것을 중심과제로 삼고 있다. 예를 들면, 미국에서 경관생태학의 급속한 발전은 개체, 개체군, 군집, 그리고 더 나아가 유역(지역)이라는 생태적 체계(ecological hierarchy)에서의 과정이 공간적인 측면으로 진행되고 있다는 인식을 통하여 지속되고 있다. 생물종들이 생육에 적합하거나 부적합한 서식처가 서로 연결되면서 분포하고 있는 경관속에 존재하고 있다는 뜻으로 생각할 때, 종의 분포와 다양성(풍부함 포함)은 경관의 기능을 나타내는 중요한 지표로서 인식될 수 있다. 그리고 이러한 국가들에서 경관생태학은 중요한 생태계 관리방법으로서 받아들여지고 있다.”

### 경관생태학의 연구 방향, 방법론 및 목표

Golley(1988)는 경관생태학 연구의 특징을 다음과 같이 요약하고 있다. 첫째, 수 km<sup>2</sup> 이상의 경관을 조사 대상으로 삼고 있다. 둘째, 이러한 경관을 구성하는 patch를 여러 가지 축적으로 지도화할 수 있도록 정량적인 방법으로 표현되고 있다. 셋째, 경관형성에 미치는 인간의 역사, 혹은 동물의 생활사, 행동 등을 생태학적으로 접근하고 있다. 끝으로 이와 같은 연구가 지역개발에 어떻게 도움이 되고 있는가를 사례를 들어 서술하고 있다. 이러한 자료는 생태학으로서 경관생태학의 연구방향과 대상을 간접적으로 표현하고 있다고 생각된다. 다시 말하면, 경관생태학은 “수 km<sup>2</sup> 이상의 경관을 대상으로 그 지역의 경

관형태가 형성된 배경을 이해하고, 또한 이와 같은 이론 또는 방법론의 실제적 적용 가능성 여부를 진단하는 학문”이라고 할 수 있다. 그리고 더 나아가 경관을 구성하는 개개 경관 구성요소(*i. e.* patch, matrix, corridor, hedgerow *etc.*)의 기능을 생물종의 분포형태 및 이동, 물질순환, 에너지흐름 등의 측면에서 이해하며 경관 구성 요소간의 상호작용을 명확히 하는 것이다 (Adams and Dove 1989, Haber 1990a, b, Hansen and di Castri 1992).

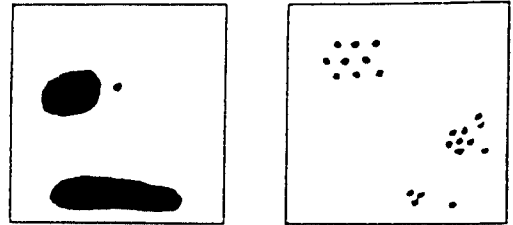
경관생태학의 창시자인 Carl Troll은 경관에 미치는 지리적 인자의 성격에 따라 경관생태학의 연구범을 두 가지로 나누고 있다(橫山 1995). 첫째는 수평적 관찰법으로서 지역적으로 특징 있는 경관의 내부구조 및 지리적 인자의 상호작용을 분석하여 형태적, 기능적으로 동질한 경관단위로 구분하는 것이다. 이 방법은 지리적 인자의 분석으로부터 시작되며 지형, 토양, 온도, 식생 등의 조사에 의하여 형태적, 기능적으로 동질한 최소 경관단위인 생태 소공간(ecotope)를 구분하고, 인접한 동류의 ecotope과 결합시켜 경관적 지역구분을 한다. 구분된 경관지역은 축척에 따라 경관지역 구분도로서 지도화된다. 다른 하나는 수직적 관찰법이다. 이는 경관의 형태와 기능을 지리적 인자의



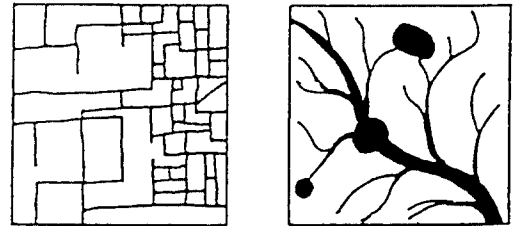
**Fig. 3.** Processing of ecotope mapping. Each line of classification map shows a boundary of each landscape attribute, therefore, each ecotope encircled by the line was shown in ecotope map. In recent, GIS(Geographic Information System) as one of the principal technologies available for obtaining landscape attribute data in investigations of landscapes is greatly expanded (after Nakagoshi 1995).

분석과 경관의 생태적 분석에 의해 밝히고자 하는 것이다. 즉, 경관형성에 관련된 결정적인 인자를 찾고, 그것의 기능적 역할을 해명하는 것으로서 지리적 요인뿐만 아니라 생물학적 또

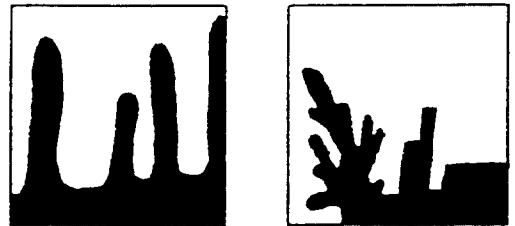
a. Scattered patch landscapes



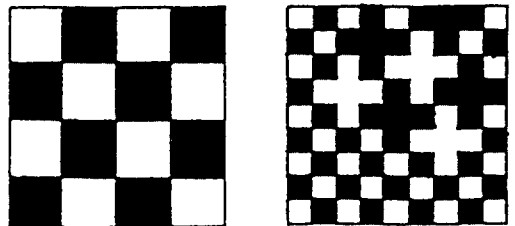
b. Network landscapes



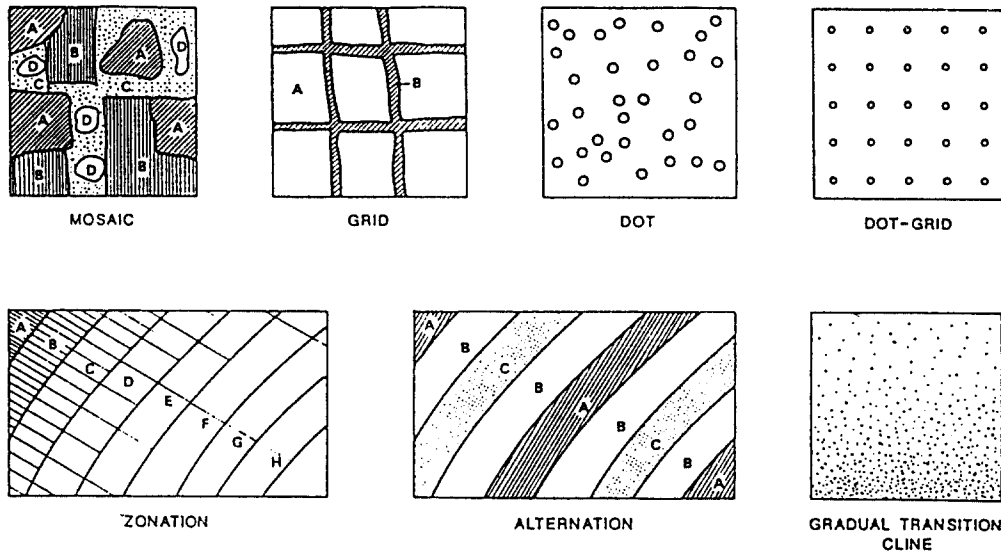
c. Interdigitated landscapes



d. Checkerboard landscapes



**Fig. 4.** Four basic landscape types characterized by distribution pattern of structures(patch, corridor, matrix *etc.*)(after Forman 1990). a. Scattered patch landscapes: types of distributions of villages and agricultural field in rural area and of city parks in urban area. b. Network landscapes: distribution types of road, drainage system, and hedgerow patterns. c. Interdigitated landscapes: boundaries of agricultural field and forest in mountainous area, Vegetation pattern in a high mountain by topographical gradient. d. Checkerboard landscapes: man-made landscape types like plantation and orchards.

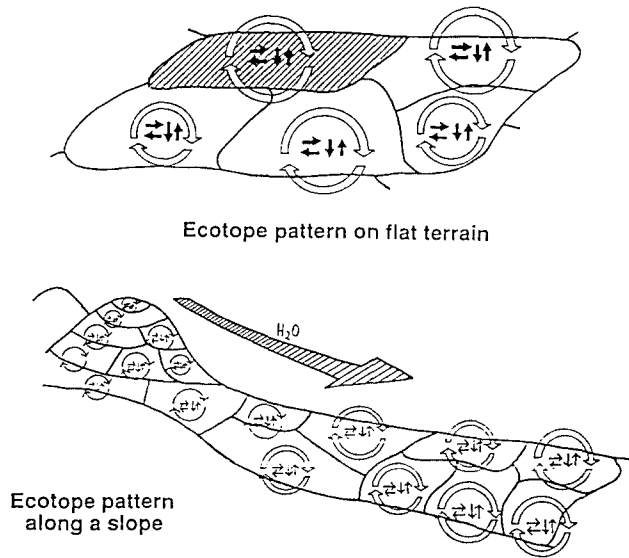


**Fig. 5.** Pattern types classified according to format and composition of landscape components (e. g. line, dot, matrix, etc.). Mosaic: a regular or more irregular checkerboard-like arrangement of two or more vegetation types. Grid: a non random mosaic pattern. Dot: the most simple mosaic form composed of only two elements of dot and matrix. Zonation: an arrangement of units according to a distinct gradient (e. g. mountain slope with a climate gradient, an area bordering on a lake or river, etc.). Alternation: this is related to zonation, but the units (at least two) alternate, so that there is not one distinct continuous gradient. Between the three main types all kinds of combinations and transitions may occur, and many subdivisions according to size and form of the pattern elements (dot-grid, gradual transition cline) can be made (after Zonneveld in Küchler and Zonneveld (eds.), 1988, Zonneveld 1995).

는 인간의 활동 등을 분석함에 따라 경관의 형태와 기능을 생태학적으로 분석하고 이해하고자 하는 것이다. 이와 같은 고전적 연구방법은 첨단기술이 발달된 오늘날까지도 연구의 기본 도구로 사용되고 있다.

경관생태학은 경관의 구조, 기능, 그리고 변화의 세가지 측면에 중점을 두고 있다 (Forman and Godron 1986, Forman 1995). 경관 구조 (landscape structure)는 생태계와 생태계 사이에 존재하는 요소, 즉 에너지, 물질, 종(크기, 형태, 종류)의 분포와 이들 경관요소 사이의 공간적인 관계이다 (Franklin and Forman 1987, Turner *et al.* 1989, Hong *et al.* 1995). 경관 기능 (landscape function)이란 일련의 공간적인 구조를 갖춘 각 요소들의 상호관계, 즉, 에너지, 물질, 종의 이동이며 (Hansson 1979, van Dorp and Opdam 1987, Danielson 1991, Soulé *et al.* 1992, Hong and Nakagoshi 1996), 마지막으로 경관 변화 또는 동태 (landscape change or dynamics)는 시간경과에 따른 경관의 구조와 기능의 치환으로서 앞서 Troll이 제시한 수평 및 수직적 경관의 총체적인 변화를 의미한다 (Turner and Ruscher 1987, Nakagoshi and Ohta 1992, Traubaud and Galtié 1996).

그러나 국제경관생태학회의 초대 회장이었던 Issac S. Zonneveld는 앞서 서술한 Forman(1995)의 최근 연구는 경관의 패턴에 편중되어 있다고 비판하면서 (Zonneveld *personal communication*) 경관생태학의 일반적인 연구과정에 대하여 다음과 같은 순서를 설정하고 있다 (中越 1995). 첫째, 일정 지역의 경관구조를 파악한다. 이 경우 항공사진이나 원격탐사 화상자료 (remote sensing image)를 해석하여 가시화된 토지이용실태, 식생의 patch 등을 지도상에 옮긴다 (Küchler and Zonneveld 1988, Nakagoshi *et al.* 1992). 둘째, 경제·사회적 변화에 따른 토지이용실태의 변천, 식생조사자료, 지리정보시스템(GIS)에 의한 지리·지형적 자료 등을 지도상의 경관구조와 대비시켜 경관요소인 ecotope을 도식화한다 (Fig. 3). 이때 ecotope은 자연계의 공간단위로서 고유의 경계를 갖는 이질적인 존재가 된다 (Turner and Gardner 1991, Haines-Young *et al.* 1996). 셋째, 각 경관요소의 분포 및 분포양식에 영향을 미치는 자연환경요인과 인문사회적 요인 (Figs. 4 and 5)을 분석하고, 각 경관요소 사이, 그 내부 또는 주변에서 발생할 수 있는 생태학적인 기능 - 예를 들면, energy flow 등 - 을 파악한다 (Fig. 6) (Haber 1990b, Hansen and di Castri 1992, Hansson *et al.*



**Fig. 6.** A function between landscape elements. Up: pattern of ecotopes on flat terrain, resulting in relative lithospheric self-sufficiency of the ecotopes (substance cycling through the ecosystem pools only). Down: pattern of ecotopes along a mountain slope. Contrary to flat terrain, downward flowing water and matter (an oblique line) connect the ecotopes and create dependence of lowland on upland ecotopes (Modified from Haber 1990b).

1995, Zonneveld 1995).

이와 같은 일련의 연구과정을 거쳐 경관생태학이 추구하는 최종목표를 얻을 수 있다. 그 목표는 수평 및 수직적 공간학문으로서의 생태학을 완성함과 동시에, 지금까지 연구되어 축적되었던 제반 생태학적 이론을 경관규모로 확대하여 재검증하고 (Pickett and White 1985), 경관의 경제, 사회적 변화를 파악하고, 토지의 과학적 속성과 종합적인 토지평가를 바탕으로 적절하고 지속 가능한 토지이용계획을 설정하는 데 있다.

## 결론

현재까지의 경관생태학 관련 연구사례를 보면, 경관의 구조와 형태에 대한 해석에 편중되어 왔다. 즉, 정확한 구조를 파악하기 위한 기술의 개발, 구조 해석 및 경관요소와 patch 형태의 정량화를 위한 다양한 지수(index)의 고안 등 아직까지 생물학적 생태학으로 보다는 지리학적 생태학에 가까운 방향으로 발전하고 있다 (O'Neill *et al.* 1988, 1990, Turner and Gardner 1991). 더욱이 Remote sensing 이나 GIS(지리정보시스템)와 같은 첨단기술이 개발되면서 과거 항공사진에만 의존

해오던 지역경관의 관독이 그 편리함과 신속함, 그리고 정량화 등에서 보다 발전하고 있는 추세이다. 이처럼 경관의 구조와 형태를 분석하는 기초적 연구는 앞으로도 지속되리라 생각된다. 한편, 경관계획의 중요성이 증가됨에 따라 경관이라고 불리는 이질적인 계의 기능에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 최근에는 경관구조 내외에서 생물학적 또는 생태학적 현상을 탐구하고자 하는 연구, 즉 경관의 기능적인 측면을 분석한 연구도 속출하고 있다 (Hansen and di Castri 1992, Hansson *et al.* 1995). 또한 도시내의 녹지축 조성, 도시와 농촌 개발, 그리고 자연이나 인간에 의해 교란된 지역의 복원 등 환경계획이나 녹지정책에서도 경관생태학의 개념과 원리가 도입되고 있다 (Haber 1990a, Vos and Opdam 1993, Naveh and Lieberman 1994, Hobbs and Norton 1996). 이처럼 경관생태학은 지금까지 제한된 지역내에서 얻어진 순수생태학적 이론을 자연과 인위적 요인이 복합적으로 작용하는 경관내에 확대 적용시키고자 하는 것이다. 경관생태학의 개념에는 인간의 활동을 포함하고 있다. 즉, 인간이 지구의 자연자원을 이용하는 최상위의 존재라기 보다는 지구라는 생태계를 구성하는 수많은 생물학적 요인 중 하나로 보는 것이다 (McDonnell and Pickett 1990). 따라서 경관생태학의 최종목표는 생태계 구성요소로서의 인간과 자연 사이의 공존이 가능하도록 하는 지속 가능한 토지 이용(sustainable land-use)을 하는데 필요한 과학적이고 분석적인 연구 자료를 제공하는 데 있다 (Forman 1990, Zonneveld 1995). 인간 중심의 역사속에서 변형되어 온 자연을 보존하고, 가속화된 경제 개발과 도시화에 의해 사라지고 있는 전통적인 경관의 모습을 되찾는 것도 자연생태계내의 종 다양성 및 풍부도를 유지하는 일 만큼의 가치를 가지고 있다 (洪 1994). 생태계의 종류에 따라 다르겠지만, 과도한 토지이용 과정에서 과생되는 환경과괴와 경관단편화(landscape fragmentation)가 세계적인 경향인 만큼 이것을 복원하고 관리하는 것이 종 보존과 더불어 인간을 보호하는 길이라 생각된다 (Hobbs and Saunders 1993, Naveh 1994). 그것은 동·식물이나 인간은 서식처로서의 생태계를 떠나서는 그 존재 가치를 발휘할 수 없기 때문이다.

경관생태학은 연구의 성과가 학문적인 단계로 끝나기 보다는 정책에 반영되어 실천에 옮기는 환경계획학이다 (Naveh and Lieberman 1994). 그 계획에는 경관생태학이 목표로 삼고 있는 자연의 보존과 인간환경의 질적 향상을 위한 대안이 포함되어 있다. 즉, 경관생태학은 land pattern에 따라 경관의 기능이 어떻게 변할 것인지를 예측하여 그것을 바탕으로 경관을 구성하는 이질적인 생태계가 지속적으로 존립할 수 있는 대안을 제시한다 (Figs. 1, 4 and 5). 따라서 이러한 토대 위에서 환경계획이 수립될 때 생물서식환경을 가로 질러 바둑판과 같은 도로망



을 구축하거나 섬형태로 자연공간을 절단하여 다양한 생물이 서식할 수 없는 경관을 만드는 실수를 하지 않는 것(조 1992, 環境情報センター 1992, 1995, 김과 안 1996).

이와 같이 인간의 토지이용에서 발생하는 여러 가지 문제를 원만히 해결하여 지속 가능한 개발을 이루기 위해서는 우선 문제를 탐지하고, 그것을 정책결정자, 경관계획자 및 자연보전관계자에 통보하여 그들의 관심을 유도할 필요가 있다. 그 다음에는 체계적인 연구를 통하여 그 문제를 해결하기 위한 대안을 제시하여야 한다. 이러한 역할을 원만히 수행하기 위해서는 경관 및 경관생태학에 대한 바른 이해와 그 이론과 방법론에 바탕을 둔 연구결과를 널리 보급하는 일일 것이다.

## 적 요

경관생태학은 순수 생태학에서 얻어진 과학적 이론과 축적된 자료를 기초로 인간활동을 포함한 자연환경을 총체적으로 이해하고자 하는 학제간 학문이다. 또한 경관생태학은 자연생태계 내에서 그 영향력이 날로 커져가고 있는 인위적 교란에 관한 연구를 좀 더 구체적으로 수행하여 그 실태를 파악하고, 나아가 그 자료를 토대로 지역의 환경복원이나 관리와 같은 응용생태분야 뿐만 아니라, 국가의 지속 가능한 토지이용, 자연보존과 같은 환경과학분야에도 폭넓게 적용될 수 있는 종합학문이다. 본 논문에서는 아직 경관생태학의 연구가 구체화되지 않은 한국의 현실을 감안하여 경관생태학의 발전과정과 개념, 연구목표, 방법론 등을 해외에서의 연구사례 등을 통하여 소개하였다. 본 논문이 경관생태학에 관심있는 연구자들에게 도움이 되기를 기원한다.

## 감사의 글

경관생태학의 이론적 조건과 자료를 제공해 주신 일본 히로시마대학 환경연구과 Nakagoshi Nobukazu교수와 徳島縣立博物館의 Kamada Mahito박사께 감사를 드린다. 그리고 본 논문을 작성하는데 풍부한 경험과 지식을 살려 조건해 주신 네덜란드의 Issac S. Zonneveld 명예교수(International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, ITC)께 진심으로 감사를 드린다.

## 인용 문헌

김학범, 장동수. 1993. 마을 원림의 경관의미에 관한 연구. 한국조경학회지 20: 12-25.

- 김명수, 안동만. 1996. 도시공원의 경관생태학적 분석 -Patch의 형태지수와 분산도 분석을 중심으로- 한국조경학회지 23: 12-19.
- 김성균. 1996. 도시환경림의 생태미학적 경관분석기법에 관한 연구. 한국조경학회지 24: 97-108.
- 오충현, 이경재. 1993. 도시녹지의 생태학적 조성 및 관리방안에 관한 연구. 한국조경학회지 21: 125-137.
- 이영경. 1997. 경관의 의미와 경관평가에 관한 연구 -경관의 미적 특질, 사람들의 목적 및 사회 문화적 경험과의 관련성을 중심으로- 한국조경학회지 24: 59-73.
- 장남기. 1992. 경관조성의 생태적 접근과 자연관. 한국조경학회 창립 20주년 기념 한국조경학회, 한국생태학회 공동심포지움. pp. 15-23.
- 조도순. 1992. 경관생태학적 원리를 이용한 생물다양성의 보존. 한국조경학회 창립20주년 기념 한국조경학회, 한국생태학회 공동심포지움. pp. 25-39.
- 中越信和(編). 1995. 景觀のGrand Design. 共立出版株式會社. 178 p.
- 中越信和. 1997. 景觀 システムの基礎的解析の開発と標準化. 文部省科學研究費補助金基盤研究(A) 報告書 270 p.
- 中村和郎, 手塚 章, 石井英也. 1991. 地域と景觀. 地理學講座 4. 古今書院. 204 p.
- 沼田 眞(編). 1996. 景相生態學:ランドスケープ エコロジ -入門. 朝倉書店.
- 武內和彦. 1994. 地域の生態學. 朝倉書店. 254 p.
- 根平邦人. 1993. 地域特性を生かした 二次植生の保全・利用のための景觀生態學的研究. 文部省科學研究費補助金(C) 研究報告書. 70 p.
- 橫山秀司. 1995. 景觀生態學. 古今書院. 207 p.
- 洪善基. 1994. 大韓民國と日本における里山アカマツ林の植生動態. 廣島大學總合科學部紀要 IV理系編 20: 271-274.
- 環境情報センター. 1992. 都市計劃と環境. 環境情報科學 21: 1-45.
- 環境情報センター. 1995. 生態學的な環境修復技術. 環境情報科學 24: 1-31.
- Adams, L.W. and L.E. Dove. 1989. Wildlife reserves and corridors in the urban environment. A guide to ecological landscape planning and resource conservation. National Institute for Urban Wildlife. Columbia, Maryland. 91 p.

- Birks, H.H., H.J.B. Birks, P. Kaland and D. Moe (eds.). 1988. The cultural landscape: Past, present and future. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Danielson, B.J. 1991. Communities in a landscape: the influence of habitat heterogeneity on the interactions between species. *Am. Nat.* 138: 1105-1120.
- Forman, R.T.T. and M. Godron. 1986. Landscape ecology. John Wiley, 620 p.
- Forman, R.T.T. 1990. Ecological sustainable landscape: The role of spatial configuration. In Zonneveld, I.S. and R.T.T. Forman(eds.), *Changing landscapes: An ecological perspective*, pp. 261-278. Springer-Verlag, New York.
- Forman, R.T.T. 1995. *Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. 632 p.
- Franklin, J.F. and R.T.T. Forman. 1988. Creating landscape patterns by forest cutting: ecological consequences and principles. *Landscape Ecol.* 1: 5-18.
- Golley, F.B. 1987. Introducing landscape ecology. *Comments of the editor. Landscape Ecol.* 1: 1-3.
- Golley, F.B. 1988. Passing a milestone: Editor's comment. *Landscape Ecol.* 2: 1-2.
- Golley, F.B. 1989. International dimensions of landscape ecology: Editor's comment. *Landscape Ecol.* 2: 137-138.
- Golley, F.B. 1989. Landscape ecology and biological conservation. *Landscape Ecol.* 2: 201-202.
- Haber, W. 1990a. Using landscape ecology in planning and management. In Zonneveld, I.S. and R. T.T. Forman(eds.), *Changing landscapes: An ecological perspective*, pp. 217-232. Springer-Verlag, New York.
- Haber, W. 1990b. Basic concepts of landscape ecology and their application in land management. *Physiol. Ecol. Japan* 27: 131-146.
- Haines-Young, R., D.R. Green and S.H. Cousins. 1996. *Landscape ecology and GIS*. Taylor & Francis. 299 p.
- Hansen, A.J. and F. di Castri(eds.). 1992. *Landscape Boundaries, Consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-Verlag, New York. 452 p.
- Hansson, L. 1979. On the importance of landscape heterogeneity in northern regions for the breeding population densities of homeotherms: a general hypothesis. *Oikos* 33: 182-189.
- Hansson, L., L. Fahrig and G. Merriam(eds.). 1995. *Mosaic landscapes and ecological processes*. Chapman & Hall. 356 p.
- Hobbs, R.J. and D.A. Saunders(eds.). 1993. *Reintegrated fragmented landscapes: Towards sustainable production and nature conservation*. Springer-Verlag, New York. 332 p.
- Hobbs, R.J. and D.A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecol.* 4: 93-110.
- Hong, S.K. 1994. *Vegetation dynamics of pine forests in human-influenced landscapes in rural Korea and Japan*. Dissertation. Hiroshima University. 154 p + Maps.
- Hong, S.K., N. Nakagoshi and M. Kamada. 1995. Human impacts on pine-dominated vegetation in rural landscapes in Korea and western Japan. *Vegetatio* 116: 161-172.
- Hong, S.K. and N. Nakagoshi. 1996. Biomass changes of a human-influenced pine forest and forest management in agricultural landscape system. *Korean J. Ecol.* 19: 305-320.
- Kamada, M. and N. Nakagoshi. 1996. Landscape structure and the disturbance regime at three rural regions in Hiroshima Prefecture, Japan. *Landscape Ecol.* 11: 15-25.
- Kim, K.C. and R.D. Weaver. 1994. *Biodiversity and landscapes, A paradox of humanity*. Cambridge University Press. 431 p.
- Knight, D.H. 1994. *Mountains and Plains: The Ecology of Wyoming Landscapes*. Yale Univ. Press. 338 p.
- Küchler, A.W. and I.S. Zonneveld(eds.). 1988. *Vegetation mapping*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Leser, H. 1991. *Landschaftsökologie*. UTB 521, Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, 647 p.

- McDonnell, M.J. and S.T.A. Pickett. 1990. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: An unexploited opportunity for ecology. *Ecology* 71: 1232-1237.
- Nakagoshi, N., M. Kamada and S.K. Hong. 1992. Map of actual vegetation map in Miwa-cho, Hiroshima Prefecture. *Bull. Biol. Soc. Hiroshima Univ.* 58: 3-6+Map.
- Nakagoshi, N. and Y. Ohta. 1992. Factor affecting the dynamics of vegetation in the landscapes of Shimokamagari Island, southwestern Japan. *Landscape Ecol.* 7: 111-119.
- Naveh, Z. 1994. From biodiversity to ecodiversity: A landscape-ecology approach to conservation and restoration. *Restoration Ecol.* 2: 180-189.
- Naveh, Z. and A. Lieberman. 1994. *Landscape ecology: Theory and application.* Springer-Verlag, New York. 360 p.
- Odum, E.P. 1983. *Basic Ecology.* Saunders College Pub., New York. 613 p.
- O'Neill, R.V., J.R. Krummel, R.H. Gardner, G. Sugihara, B. Jakson, D.L. DeAngelis, B.T. Milne, M.G. Turner, B. Zygmunt, S.W. Christensen, V.H. Dale and R.L. Graham. 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecol.* 1: 153-162.
- O'Neill, R.V., S.J. Turner, V.I. Cullinan, D.P. Coffin, T. Cook, W. Conley, J. Brunt, J.M. Thomas, J.M. Comley and J. Gosz. 1990. Multiple landscape scales: An intersite comparison. *Landscape Ecol.* 5: 137-144.
- Pickett, S.T.A. and P.S. White. 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics.* Academic Press. 472 p.
- Romme, W.H. 1982. Fire and landscape diversity in subalpine forest of Yellowstone National Park. *Ecol. Monog.* 52: 199-221.
- Romme, W.H. and D.H. Knight. 1982. Landscape diversity : The concept applied to Yellowstone Park. *BioScience* 32: 664-70.
- Soulé, M.E., A.C. Albert and D.T. Bolger. 1992. The effects of habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. *Oikos* 63: 39-47.
- Trabaud, L. and J.-F. Geltié. 1996. Effects of fire frequency on plant communities and landscape pattern in the Massif des Aspres(southern France). *Landscape Ecol.* 11: 215-224.
- Turner, M.G. 1989. Landscape ecology : The effect of pattern on process. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 20: 171-197.
- Turner, M.G. and C.L. Ruscher. 1988. Changes in landscape patterns in Georgia, USA. *Landscape Ecol.* 1: 241-251.
- Turner, M.G. and R.H. Gardner(eds.). 1991. *Quantitative methods in landscape ecology.* Springer-Verlag, New York. 536 p.
- Turner, M.G., R.H. Gardner, V.H. Dale and R.V. O'Neill. 1989. Predicting the spread of disturbance across heterogeneous landscapes. *Oikos* 55: 121-129.
- Van Dorp, D. and P. Opdam. 1987. Effects of patch size, isolation and regional abundance on forest bird communities. *Landscape Ecol.* 1: 59-73.
- Vos, C.C. and P. Opdam(eds.). 1993. *Landscape ecology of a stressed environment.* Chapman and Hall. 310 p.
- Zonneveld, I.S. 1990. Scope and concepts of landscape ecology as an emerging science. *In* Zonneveld, I.S. and R.T.T. Forman(eds.). *Changing landscapes : An ecological perspective,* pp. 3-20. Springer-Verlag, New York.
- Zonneveld, I.S. 1995. *Land Ecology-An introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation.* SPB Academic Publishing, Amsterdam. 199 p.
- Zonneveld, I.S. and R.T.T. Forman(eds.). 1990. *Changing landscapes : An ecological perspective.* Springer-Verlag, New York. 285 p.