

## 비오톱 유형을 고려한 산림지역 생태계 평가기법 개발

김 정 호

동문건설(주) 환경사업단 특화사업부

Development of Forest Ecosystem  
Evaluation Considering Biotope Type

**Kim, Jeong Ho**

Department of Specialization Project, Dongmoon Construction Co., Ltd.

### ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze of biotope types and to develop assessment for forest ecosystem evaluation method. Vegetation types divided into 27 types. Considering the vegetation types, vegetation structures, DBH, potentials, and disturbance, it was decided to apply 58 biotope types and survey site's biotopes were divided into 24 biotope types. Assessment indicators were naturalness, diversity, rarity, stability, potential, and disturbance. The areas given the first grade in ecological value included 9.2% of the site's total land. Areas with the second grade accounted for 43.0% of the total land. Areas with the third grade made up 47.8% of the site and mostly they were areas with dominance of fired area and artificial forest. To plan to build naturally-development for Site, there should be plans to conserve areas with the first grades. For the areas with the second, and third grades, plans for ecological land use based on conservation and restoration in terms of securing biodiversity are needed.

Key Words : *Actual vegetation, Vegetation structure, Naturalness, Diversity, Potentiality.*

### I. 서 론

지속성(Sustainability)은 생태, 계획, 건축, 경제, 사회, 철학 등 다양한 분야에서 사용하는 개념으

로서 지속가능한 개발은 지속성 개념을 바탕으로 단순한 유행이 아니라 근본적 목적에 해당한다. 지속가능한 개발개념은 1970년대 이후 인간사회와 생활공간과의 관계에 대한 토의가 있었으나,

**Corresponding author** : Kim Jeong Ho, Department of Specialization Project, Dongmoon Construction,  
Tel : +82-2-780-9067, E-mail : hoya1209@chol.com

**Received** : 20 February, 2007. **Accepted** : 23 June, 2007.

1979년 유엔심포지움 이후에 본격적으로 제시되었으며 1986년 세계환경 및 개발위원회(WCED; the World Commission on the Environment and Development)의 Our Common, Caring for the Earth, 1992년의 Agenda 21 등을 거치면서 그 개념이 확립되었다.

산림생태계에서 지속가능한 개발이란 기존 생태자원의 특성을 고려하여 보전과 이용지역을 명확히 구분하여 양호한 생태계 속성을 최대한 파괴시키지 않으면서 개발하는 것이다. 보전과 이용지역 구분을 위해서는 생태계의 정확한 특성분석 및 평가가 선행되어야 한다.

생태계 관리를 실현하기 위해서는 공간적 범위(Slocombe, 1998; Cortner *et al.*, 1998)와 시간적 범위(Lessard, 1998; Cortner *et al.*, 1998), 생태계 구조 및 다양성, 그리고 생태계 동적 기능(Lackey, 1998) 등의 세가지 원칙이 고려되어야 한다. 특히 생태계 동적 기능은 생태적 천이와 인간간섭에 의한 자연의 동적 기능을 포함한다.

모든 생물은 생존에 필요한 조건을 만족시키는 특정공간이 요구되며 생물군집은 비오톱(biotope)이라는 적당한 서식공간을 필요로 하는데 비오톱은 생물군집과 함께 생태계를 구성한다. 일반적으로 비오톱은 특별히 가치가 있고 보호할 필요가 있는 서식공간만을 의미하는 것은 아니며(Sukopp, 1990) 어떤 생물 한 종 또는 한 개체군이 서식하는 공간으로 정의할 수 있다. 국내 비오톱 연구는 서울시를 대상으로 한 비오톱의 개념 및 유형화에 관한 연구(서울특별시, 2000), 대구시 수성구를 중심으로 한 비오톱 구조 분석(나정화 등, 2001), 성남시를 대상으로 한 비오톱지도 작성 등이 있으며 이외 도시 비오톱의 경관생태학적 특성 분류(나정화·이정민, 2003) 등의 연구가 수행되었다. 비오톱 유형화는 주로 도심내 토지이용형태를 중심으로 이루어졌으며 일부 경관생태학적 측면을 고려하여 식물, 동물, 기후, 토양 등 다양한 관점에서 접근하였으나, 주로 산림지역을 제외한 시가지지역과 농경

지지역에 초점이 맞추어져 있다. 그러나 우리나라는 전국토의 65%이상이 산림으로 구성되어 있고 산림지역은 다양한 식생이 분포하면서 천이상태, 인위적 간섭 등에 따라 그 가치가 달리 구분되어야 하나, 지금까지 국내 비오톱 유형화에서는 다양한 속성을 반영하기보다는 산림, 하천 혹은 자연림, 인공림 등으로 단순화시켜 다양한 생태적 속성을 반영하지 못하고 있는 실정이다.

본 연구는 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발을 실현하기 위한 평가기법을 개발하고자 하였다. 평가기법 개발은 우선 생물다양성을 고려한 서식지 가치를 평가하기 위해 산림생태계의 속성을 고려한 비오톱유형화를 실시하고 이를 객관화하기 위해 국내외 선행연구에서 제시된 평가지표 및 내용을 분석하여 국내 산림지역에 적용 가능한 인자를 도출하고 이를 점수, 등급화하였다. 본 연구는 향후 국내 산림생태계의 개발과 보전이 되는 근거자료를 제시하여 개발예정지의 보전 및 환경친화적 개발을 유도하는데 그 의의가 있다.

## II. 선행연구 고찰

생태계 평가항목 및 기준에 관한 연구는 주로 지역단위를 중심으로 한 연구와 산림지역을 중심으로 한 연구로 구별할 수 있으며 이중 산림지역 생태계를 중심으로 연구한 연구로 Kirby(1986)는 산림생태계 평가를 위해 자연성, 종 풍부도, 희귀종 혹은 특별종, 과거 기록과 미래 전망 등을 제시하였다. Helliwell(1969)은 다양성, 희귀성, 면적, Ractliffe(1971)는 다양성, 자연성, 희귀성, 면적, Tubbs and Blackwood(1971)는 다양성, 희귀성, 잠재적 가치를, Tans(1974)는 다양성, 자연성, 면적, Wright(1977)는 다양성, 자연성, 희귀성, 잠재적 가치, 대표성 등을 선정하였다. Ratcliffe(1977)는 산림평가 10가지 기준으로 크기, 다양도, 자연성, 희귀성, 전형성, 취약성, 일정기간 동안 변화사실, 생태·지리적 위치, 잠재적

가치, 고유성을 제시하였다.

국내 생태계 평가에 관한 연구로는 박용수 등(2006), 환경부(2001), 김종원·이은진(1997), 이명우(1997) 등에 의해 수행되었으나, 다양한 생태계 유형별 평가와 상호관련성에 대한 연구는 미흡한 실정이었다. 식생가치를 기준으로 한 생태지표 항목을 물리적 환경, 생물다양성, 천이, 인공환경 및 관리의 네 영역으로 구분하며 이중 생물다양성은 종다양성과 경관다양성을, 천이에서는 교목의 흉고직경과 잠재자연식생 등을 평가지표로 주로 선정하고 있다(환경부, 2001). 박용수 등(2006)은 개발예정지의 합리적 토지이용계획을 위해 대상지를 생물다양성 측면, 물리적 측면을 고려하여 평가기준을 설정하고 이를 기초로 서식지 가치평가를 실시하였다. 그러나 기존 평가기법인 녹지자연도, 생태자연도 등을 주요 평가기준으로 활용하고 있어 국내 산림식생의 다양한 속성을 고려한 평가측면에서는 그 한계가 있다.

김종원·이은진(1997)은 생태계 기능과 구조에 대한 현존하는 보전생물학적 가치 및 잠재적 가치를 평가할 수 있는 수단을 제시하고자 평가항목으로 식생발달기원, 지리적 분포, 감시대상 식물상, 식생군집 발달기원을 선정하였으며 각 평가항목에 평가계급을 부여하는 방식으로 생태계 가치를 산정하였다. 이명우(1997)는 보전 및 개발지역 선정시 임상, 경급, 영급, 밀도, 향, 경사, 산림면적, 경관에서 위치, 산림 구성 및 구조, 경관 친화성 등을 평가기준으로 활용하였다. 환경부(2001)는 지속가능한 개발을 위한 생태계평가지표로 자연환경보전법과 Miller(2004)의 생태계지표개발에 의한 생태계영역모형에 근거하여 생태계 다양성, 생태계 잠재성, 생태계 안정성, 공익성, 경관을 평가지표로 선정하였다.

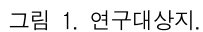
지금까지 우리나라 생태계 평가 및 기준에 관한 연구는 주로 보전지역 설정에 관한 연구가 대부분이며(박소현, 2000) 개발과 보전의 합리적 이용 조화에 대한 생태계 평가기준에 대한 설정은

미미한 편이다. 국내 생태계 평가 잣대로 이용되고 있는 녹지자연도의 문제점 및 개선방안에 대한 연구로는 배병호(1989), 한국토지공사(2001), 김정호(2001) 등에 의해 연구되었다. 그 내용을 살펴보면 기존 녹지자연도의 등급기준은 국내 생태계 현황을 대별할 수 있는 지표가 없으며(배병호, 1989; 김종원·이은진, 1997), 지역별 자연생태계 현황이 다르나 전국적으로 동일한 기준을 이용하고 있고(김정호, 2001), 임령에 의존하여 생태계 가치평가를 실시하므로 식생 다양성, 잠재성, 희귀성 등의 평가가 이루어지지 않고 있다(최송현, 1996). 또한 보전생물학적 관점 누락(한국토지공사, 2001), 녹지자연도 평균화에 따른 오류(김종원·이은진, 1997) 등이 제시되고 있다. 이상을 종합한 결과 국내·외 많은 연구자들에 의해 제시되고 있는 생태계 평가지표는 다양성, 희귀성, 자연성, 크기, 대표성, 안정성, 잠재적 가치 등이나, 국내에서는 생태적 다양성, 잠재성, 희귀성 등에 대한 평가가 부족하였다. 본 연구에서는 기존 생태계 평가 연구결과를 종합하여 산림지역 비오톱 유형화를 실시하고 이를 고려하여 생태계 평가지표를 선정하고자 생태계의 다양성, 희귀성, 자연성, 안정성, 잠재성과 훼손상태를 고려할 수 있는 항목과 지표를 설정하였다. 또한 국내 생태계 관련 통계자료가 미흡한 점을 고려하여 구체적 현장조사에서 취득가능한 지표를 우선하여 선정하였다.

### III. 연구방법

#### 1. 연구대상지

연구대상지는 영인산(363m) 서쪽 일원에 위치하며 2000년도에 산불이 발생한 지역이며 향후 골프장 등의 리조트개발예정지로 선정된 지역이다. 본 대상지는 산림지역이 주로 포함되며 일부 경작지가 포함되어 국내 산림지역의 대표적 사례로 판단되었으며 아울러 대상지내 자연환경을 정확히 평가 후 이를 고려한 환경친화적 토지이용



영인산은 북위 36°49'76.6"~36°51'15.4", 동경 126°56'39.7"~126°57'74.9"로 충청남도 서북부지역에 위치하며 행정구역상으로는 충청남도 아산시 영인면 아산리에 속하고 있다. 영인산 일원은 식물분포 구계상 북대식물계의 중일구계역에 속하고 냉온대 낙엽활엽수림대의 온대중부에 속하며 주요 우점 수종으로는 신갈나무, 소나무, 상수리나무, 졸참나무 등이다(정용문 등, 2006).

산림지역 비오톱 유형화 분류를 위해 연구대  
상지내 현존식생, 식피율, 평균흉고직경, 훼손상

생태적 가치평가 항목은 비오톱 유형화 분류항목을 고려하여 다양성, 자연성, 희귀성, 안정성, 집재성, 훼손성 등 6개를 선정하였다(표 2, 그림 3). 다양성은 식생구조 다양성을 평가하기 위해 평가지표로 층위구조(Ammmer and Utschick, 1988)를, 자연성은 자생적 발달여부를 평가하기 위해 자연식생비율(Hasten and Sturm, 1986)을, 희귀성은



표 1. 비오톱 유형화를 위한 분류항목 및 기준.

분류항목	항목별 분류기준
식생유형(자생종)	자연림(낙엽활엽수, 참나무류, 소나무), 인공림
식생구조	다층구조, 단층구조(아교목층 식피율 30% 기준)
평균흉고직경	소경목(0~10cm), 중경목(11~20cm), 대경목(21cm 이상)
잠재성	아교목, 관목층 중 교목성상 자생종 출현상태
훼손성	아교목, 관목층 훼손상태(산불, 간벌, 하예작업 등)

식생유형의 희귀성을 평가하기 위해 희소식생비율(Jefferson and Usher, 1986)을, 안정성은 시간적 발달단계를 평가하고자 규격(최송현, 1996)을 평가지표로 각각 선정하였다. 잠재성은 잠재식생(龜山, 2002; Tüxen, 1956; 김종원, 2004)을, 훼손성은 인위적 훼손상태를 평가지표로 선정하였다. 항목별 생태적 가치평가는 항목별 획득점수의 합으로 계산하는 방법을 선정하였는데, 이는 첫째, 평가 오차를 줄이는 체계성, 둘째, 과학적 기준으로 적합하게 평가되고 대부분의 평가가 합산 위주로 되어있어 다소 비교단위가 틀려도 유동적으로 이용할 수 있는 점, 셋째, 자료로써 축약된 값이라는 점, 넷째, 즉시 참고하기가 용이하기(Wright, 1977) 때문이다. 평가지표에 의한 점수 구분은

1~5점으로 구분하였다. 생태적 가치평가 점수는 평가항목 최고점수의 70%와 50%를 기준을 적용하여 등급화 하였다(표 2). 등급화하기 위한 평가점수의 70% 및 50%의 기준은 항목별 3단계 평가를 주로 사용할 때 생태적 가치를 판단할 경우 70%를 넘으면 높은 가치가 있는 것으로 판단되나, 비록 70%이하일지라도 그 내용을 검토해서 평가 가치를 높이고 있다(環境情報科學センタ-, 1992).

표 2. 점수의 등급 구분.

등급	등급 I	등급 II	등급 III
점수구분	21점 이상	15점 이상 21점 미만	15점 미만

표 3. 비오톱유형을 고려한 산림지역 생태계 평가항목 및 지표.

평가항목	평가지표	평가지표내용	점 수
자연성	식생유형	자생종 목본식생 우점	5
		자생종이 우점하면서 외래종 혼효	4
		외래종이 우점하면서 자생종 혼효	3
		인공식재종 우점	2
		기타(나지, 관목, 초지)	1
다양성	층위구조	교목+아교목+관목	5
		교목+아교목	4
		교목+관목	3
		교목	2
		관목 및 기타	1
희귀성	식생출현 빈도	1%이하 참나무류군집	5
		1%이하 대경목 소나무군집	4
		2~10% 자연림군집	3
		2~10% 참나무류-인공식재종군집	2
		인공식재종 우점군집	1

표 3. 계속

평가항목	평가지표	평가지표내용	점 수
안정성	천이단계	기후(토지) 극상단계로 이행중	5
		천이중간단계	4
		천이초기로 경쟁활발	3
		이차천이 초기단계	2
		나지 및 초지	1
잠재성	잠재식생	하층에 낙엽활엽 교목성상 목본 출현	5
		하층에 참나무류 교목성상 목본 출현	3
		하층에 교목성상 목본 미출현	1
훼손성	산불피해	산불 무피해	5
		아교목 및 관목층 산불피해	3
		교목 · 아교목 · 관목층 산불피해	1

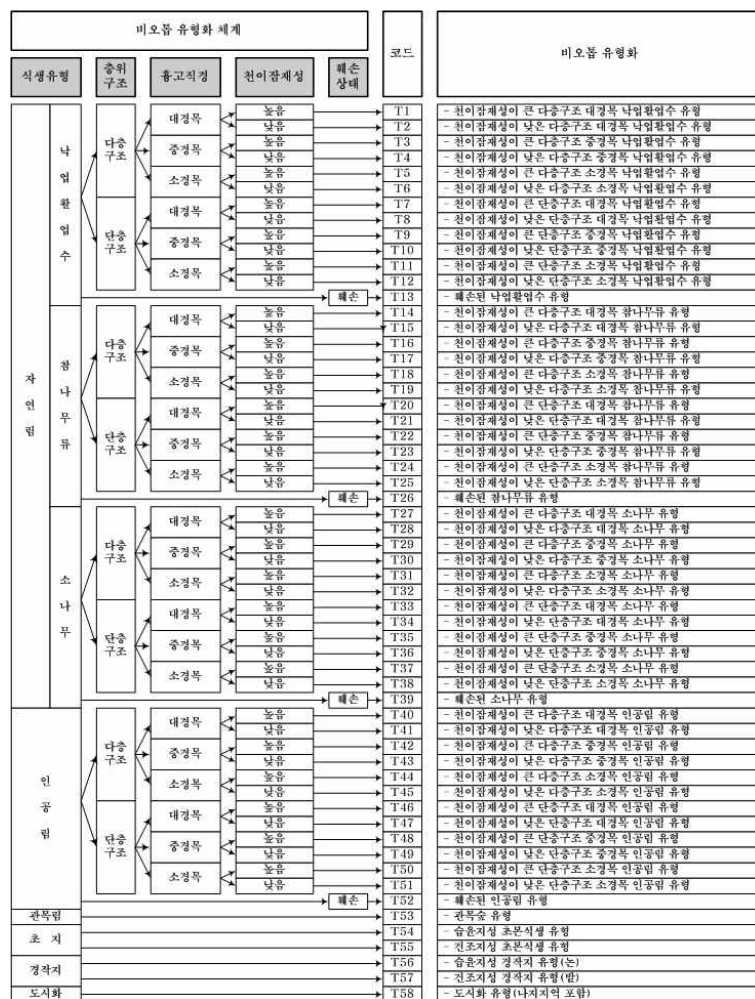


그림 3. 산림지역 비오톱 유형화 분류 체계도.

#### IV. 연구결과 및 고찰

##### 1. 현존식생구조 분석

현존식생구조 분석은 연구대상지 전체의 자연성, 식생발달정도, 훼손정도 등을 파악하여 향후 생태적 복원계획 수립의 기초가 된다(조우 등, 2005). 연구대상지의 현존식생 유형별 면적 및 비율은 표 4와 같고 현존식생유형을 도면화한 것

은 그림 4이다.

현존식생은 총 27개 유형으로 구분되었으며 이중 자연림이 13개 유형으로 가장 많았고 인공림 6개 유형, 관목림 1개 유형, 초지와 경작지가 각각 3개 유형, 도시화지역 1개 유형이었다. 현존식생 중 가장 넓은 면적을 차지하는 유형은 산불후 형성된 관목림이 284,354.8m<sup>2</sup>(25.3%)이었다. 자연림 중에서는 산림 저지대에 주로 분포하는 상수리나

표 4. 현존식생 유형별 면적 및 비율.

현존식생유형			면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)
자연림	소나무	1. 소나무림	110,592.9	9.8
		2. 소나무-줄참나무림	2,328.6	0.2
	참나무류	3. 신갈나무림	77,041.6	6.9
		4. 신갈나무-상수리나무림	26,545.0	2.4
		5. 신갈나무-아까시나무림	15,084.8	1.3
		6. 신갈나무-줄참나무림	6,985.8	0.6
		7. 상수리나무림	189,063.3	16.8
		8. 상수리나무-신갈나무림	11,825.8	1.1
		9. 상수리나무-소나무림	1,858.0	0.2
		10. 상수리나무-줄참나무림	3,261.6	0.3
		11. 줄참나무림	4,370.0	0.4
		12. 참나무 혼효림	31,921.8	2.8
	낙엽활엽수	13. 버드나무림	6,392.3	0.6
인공림		14. 자작나무림	19,635.8	1.7
		15. 리기다소나무림	71,427.8	6.4
		16. 밤나무림	91,397.3	8.1
		17. 밤나무-상수리나무림	5,719.6	0.5
		18. 아까시나무림	8,871.5	0.8
		19. 현사시나무림	13,263.7	1.2
관목림		20. 관목림	284,354.8	25.3
초 지		21. 잔디	3,790.7	0.3
		22. 개망초-갈대	7,699.0	0.7
		23. 갈대	2,373.5	0.2
경작지		24. 논경작지	83,365.5	7.4
		25. 밭경작지	28,390.6	2.5
		26. 휴경지	6,882.1	0.6
도시화지역		27. 시가화지역	9,045.4	0.8
합 계			1,123,488.8	100.0

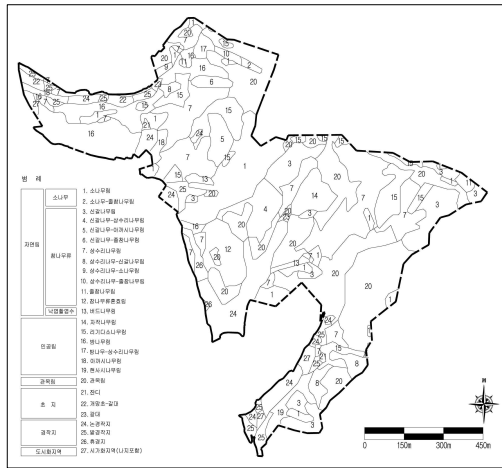


그림 4. 현존식생유형도.

무림이 16.8%로 가장 넓었다. 소나무림은 대상지 내 능선부에 주로 분포하며 면적은 110,592.9m<sup>2</sup> (9.8%)이었고 신갈나무림은 사면지역을 중심으로 분포하고 있으며 면적은 77,041.6m<sup>2</sup>(96.9%)이었다.

대상지 전체면적 중 인공림이 차지하는 면적비율은 18.7%로서 밤나무림(8.1%)과 리기다소나무림(6.4%)이 넓게 분포하였다. 이외 초지는 1.2%, 경작지는 10.5%, 도시화지역은 0.8%이었다.

## 2. 비오톱유형화

연구대상지 산림생태계 특성을 고려하여 생태적 가치평가를 실시하고자 기존 연구결과와

표 5. 비오톱 유형별 면적 및 비율.

번호	코드	비오톱 유형	블록수	면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)
1	T12	천이잠재성이 낮은 단층구조 소경목 낙엽활엽수 유형	2	6,392.3	0.6
2	T13	훼손된 낙엽활엽수 유형	1	3,366.5	0.3
3	T16	천이잠재성이 큰 다층구조 중경목 참나무류 유형	10	157,431.3	14.0
4	T18	천이잠재성이 큰 다층구조 소경목 참나무류 유형	1	31,179.3	2.8
5	T21	천이잠재성이 낮은 단층구조 대경목 참나무류 유형	1	707.0	0.1
6	T22	천이잠재성이 큰 단층구조 중경목 참나무류 유형	6	51,205.7	4.6
7	T23	천이잠재성이 낮은 단층구조 중경목 참나무류 유형	17	124,067.9	11.0
8	T29	천이잠재성이 큰 다층구조 중경목 소나무 유형	1	3,957.4	0.4
9	T35	천이잠재성이 큰 단층구조 중경목 소나무 유형	1	5,012.8	0.4
10	T36	천이잠재성이 낮은 단층구조 중경목 소나무 유형	15	97,422.7	8.7
11	T39	훼손된 소나무 유형	3	6,528.6	0.6
12	T42	천이잠재성이 큰 다층구조 중경목 인공림 유형	6	43,735.8	3.9
13	T43	천이잠재성이 낮은 다층구조 중경목 인공림 유형	1	13,263.7	1.2
14	T45	천이잠재성이 낮은 다층구조 소경목 인공림 유형	1	4,113.5	0.4
15	T47	천이잠재성이 낮은 단층구조 대경목 인공림 유형	2	50,072.0	4.5
16	T48	천이잠재성이 큰 단층구조 중경목 인공림 유형	1	18,691.9	1.7
17	T49	천이잠재성이 낮은 단층구조 중경목 인공림 유형	10	73,747.1	6.6
18	T50	천이잠재성이 큰 단층구조 소경목 인공림 유형	2	6,691.7	0.6
19	T53	관목숲 유형	15	284,354.8	25.3
20	T54	습윤지성 초본식생 유형	5	59,246.7	5.3
21	T55	건조지성 초본식생 유형	6	11,215.9	1.0
22	T56	습윤지성 경작지 유형	6	31,674.3	2.8
23	T57	건조지성 경작지 유형	11	30,364.5	2.7
24	T58	도시화 유형	3	9,045.4	0.8
합 계			127	1,123,488.8	100.0

현장조사를 통한 자료 획득이 가능한 식생유형, 식생구조, 평균흉고직경, 잠재성, 훼손성을 토대로 비오톱 유형화를 실시하였다. 표 5는 비오톱 유형별 면적 및 비율이고 그림 5는 이를 도식화한 것이다.

산림지역내 비오톱유형은 총 58개로 분류되었는데(그림 3), 이를 연구대상지에 적용한 결과 총 24개 유형이 구분되었다. 비오톱 유형별 현황을 살펴보면(표 5), 산불발생후 교목층과 아교목층이 훼손되어 맹아 혹은 치수형태로 형성된 관목숲 유형이 25.3%로 가장 넓었고 천이잠재성이 큰 다층구조 중경목 참나무류 유형은 14.0%, 천이잠재성이 낮은 단층구조 중경목 참나무류 유형이 11.0%이었다. 천이잠재성이 낮은 단층구조 중경목 참나무류 유형은 산불발생으로 인해 아교목층과 관목층 식생 일부가 훼손된 곳이 많으므로 산불이전에는 천이잠재성이 큰 다층구조 중경목 참나무류 유형이었을 것으로 추정되었다.

현존식생 중 소나무림은 대상지 중앙부 능선, 사면지역에 넓게 분포하면서 대부분 천이잠재성이 낮은 단층구조 중경목 소나무 유형(8.7%)으로 구분되었는데, 이는 소나무 보호를 위해 지속적 하에작업 때문이었다. 인공식재림은 천이잠재성이 낮은 단층구조 인공림 유형(6.6%)과 천이잠재성이 낮은 단층구조 대경목 인공림 유형(4.5%)으

로 구분되었는데 전자는 리기다소나무림이, 후자는 밤나무림이 주요 현존식생유형이다.

### 3. 산림지역 생태계 평가

산림지역 생태계 평가를 위해 선정한 6개 평가 유형의 점수별 면적 및 비율은 표 6, 점수별 분포 현황은 그림 6이다. 평가유형별 점수분포 현황을 살펴보면 자연성은 생태계 평가지표로 이용되는 대표적인 항목으로서(Kirby, 1986) 하나의 평가 인자만으로는 측정하기 힘든 종합적 개념이며(최송현, 1996) 주로 식생발달, 식생유형, 입지자연성(Hastein and Sturm, 1986) 등이 함께 언급되나, 자연성 항목 평가시 Ammer und Utschick(1988)는 식생유형을 자연성 평가 대표항목으로 제시하고 있다. 본 연구에서는 인위적으로 식재한 인공림과 자생적으로 발생한 자연림으로 크게 구분하여 이를 조합한 식생유형 평가지표를 선정하였는데 평가결과, 점수별 현황은 자생종 목본이 우점하는 5점 지역이 가장 넓었으며 산불에 의해 형성된 관목림, 나지 등의 1점 지역도 38.5%로 넓게 분포하고 있었다.

다양성은 자연성과 함께 생태계 평가에서 가장 중요한 영역으로서 본 연구에서는 층위구조를 평가지표로 활용하였으며 교목+아교목+관목의 5점 지역이 28.3%(34개 블록)이었고 교목+관목의 3점 지역이 12.5%(28개 블록), 교목의 1점 지역이 22.6%(479개 블록) 등 이었다. 산불 등에 의해 훼손된 지역인 관목림, 나지, 경작지 등은 1점 지역에 포함되며 대상지 전체면적 중 36.2%(42블록)를 차지하고 있었다. 식생 층위구조의 다양성(FHD; Foliage Height Diversity)은 식생가치뿐 아니라 야생조류 종다양성(BSD : Bird Species Diversity)과 연관성이 높다(MacArthur and MacArthur, 1961).

희귀성은 식생출현빈도(龜山, 2002)를 평가지표로 활용하였으며 평가결과 1점지역이 56.6%로 가장 넓은 면적을 차지하고 있었고 이외 3점으로 평가된 신갈나무 등의 자연림군집이 40.4%로 비

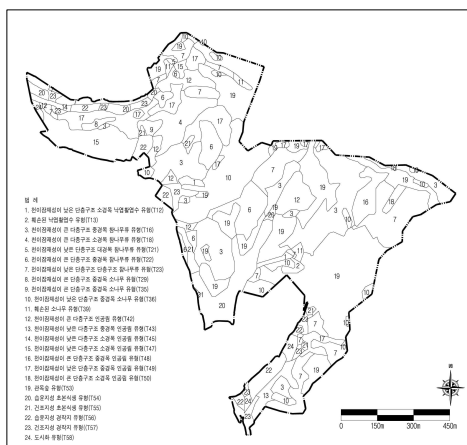


그림 5. 비오톱 유형도.

표 6. 연구대상지 생태계 평가항목 점수별 면적 및 비율.

평가 항목	평가 점수	블럭수	면적(m <sup>2</sup> )	비율 (%)
자연성	5	54	439,249.4	39.1
	4	1	15,084.8	1.3
	3	2	32,264.6	2.9
	2	22	204,596.1	18.2
	1	48	432,293.9	38.5
	합계	127	1,123,488.8	100.0
다양성	5	34	318,357.7	28.3
	4	2	4,775.4	0.4
	3	28	140,503.2	12.5
	2	21	253,697.6	22.6
	1	42	406,154.9	36.2
	합계	127	1,123,488.8	100.0
희귀성	5	5	17,748.1	1.6
	4	-	-	-
	3	52	454,438.6	40.4
	2	1	15,084.8	1.3
	1	69	636,217.3	56.6
	합계	127	1,123,488.8	100.0
안정성	5	-	-	-
	4	3	16,605.0	1.5
	3	31	324,171.5	28.9
	2	25	151,540.7	13.5
	1	68	631,171.6	56.2
	합계	127	1,123,488.8	100.0
잠재성	5	-	-	-
	3	48	612,240.0	54.5
	1	79	511,248.8	45.5
	합계	127	1,123,488.8	100.0
훼손성	5	31	186,493.9	16.6
	3	47	494,066.4	44.0
	1	49	442,928.5	39.4
	합계	127	1,123,488.8	100.0

교적 넓은 면적을 차지하고 있었다.

자연성이 양호한 산림에서 역동성과 천이는 상호 관련성이 있으며(Smith et al., 1992) 생태계 자연성, 다양성과도 연관성이 높다(최송현, 1996). 결국 생태계내에서 에너지 흐름과 물질순환 시간

경과에 따라 역동성을 구현해 나아가는 것은 생태적으로 안정성을 이루는 것이며 이는 다른 생물들과도 깊은 연관성을 가진다. 식생천이단계를 평가지표로 선정하여 안정성을 평가한 결과 산불로 인해 훼손된 관목림인 1점 지역이 56.2%로 가장 넓었고 천이중간단계인 3점 지역 28.9%, 소나무, 소경목참나무류 등의 이차천이 초기단계인 2점 지역 13.5% 등이었다. 이외에 천이중간단계에 해당하는 4점지역이 1.5%이었다.

우리나라 온대 중부림 천이계열은 소나무→참나무류→서어나무, 까치박달(박인협, 1985)로서 연구대상지는 대부분 천이초기 및 중기단계에 해당하는 산림식생이 많았으며 특히 2000년도에 발생한 산불에 의해 식생훼손이 심해 천이초기단계의 식생분포지역이 상대적으로 넓었다.

산림지역 생태계 가치평가 및 생태적 관리를 위해서는 잠재자연식생에 대한 고려가 반드시 이루어져야 한다(김종원, 2004). 그러나 잠재자연식생은 인간간섭을 배제할 경우 미래식생이므로(Tüxen, 1956) 정확한 추정이 어려운 실정이다. 잠재자연식생 추론은 주로 현존식생 종조성과 노거수나 노령림과 같은 잔존식생을 통해 구분가능하나(Tüxen, 1956), 입지 수용력, 식물사회학적 요소, 생물기후학적 요소, 생물지리학적 요소, 지형적 요소, 토지적 요소 등을 복합적으로 고려해야 하므로 정확한 잠재자연식생 추정은 사실상 불가능하다. 우리나라와 자연환경이 유사한 일본은 주변 자연식생에서 지형과 천이를 고려하여 해당 지역의 잠재자연식생을 파악한다. 본 연구에서는 아교목층과 관목층에 출현하는 교목성상의 자생종 출현빈도를 고려하여 향후 잠재식생을 예측하고 이를 평가하였다. 특히 하층에 교목성상의 낙엽활엽수가 출현한다는 것은 해당지역이 기존 낙엽활엽수가 우점하였으나, 인위적 훼손에 의해 현재 인공림 식재 혹은 훼손 후 이차식생인 참나무류에 의해 우점되어 있지만 향후 낙엽활엽수군집으로 천이가 진행 될 잠재력이 크다(박인협, 1985)는 것을 의미한다. 평가결과 3점으로 평가

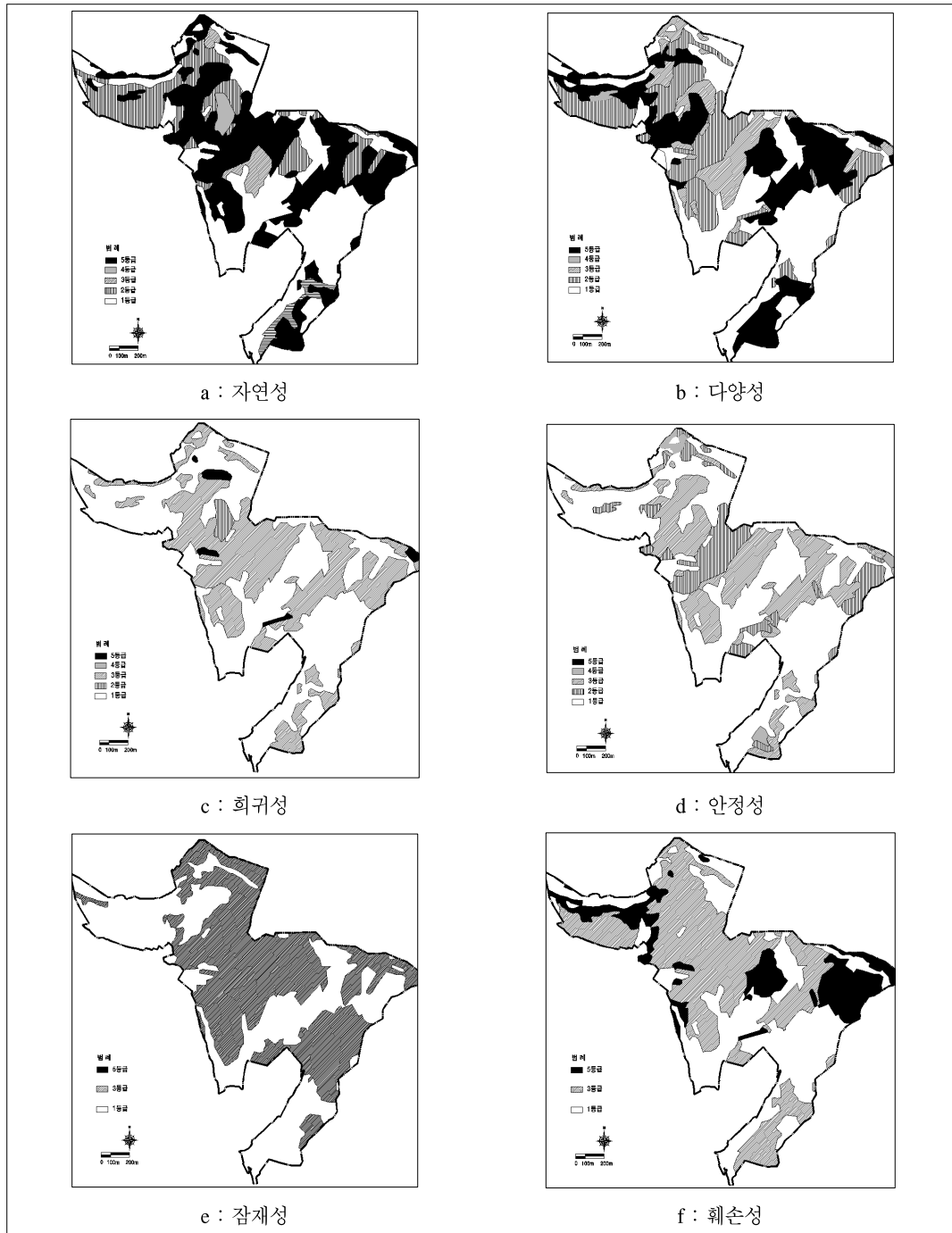


그림 6. 연구대상지 생태계 평가항목별 점수분포도.

된 지역은 54.5%, 1점으로 평가된 지역이 56.2% 이었다.

훼손성은 자연성이 풍부한 지역에서는 평가가

필요없는 항목이지만, 본 연구대상지는 하예작업 등의 인위적 간섭, 산불에 의한 식생훼손 등의 훼손상태가 심하여 평가항목으로 채택하였

표 7. 연구대상지 산림생태계 평가 등급별 면적 및 비율.

등급	블럭수	면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)
I	16	103,830.7	9.2
II	54	482,632.9	43.0
III	57	537,025.2	47.8
합계	127	1,123,488.8	100.0

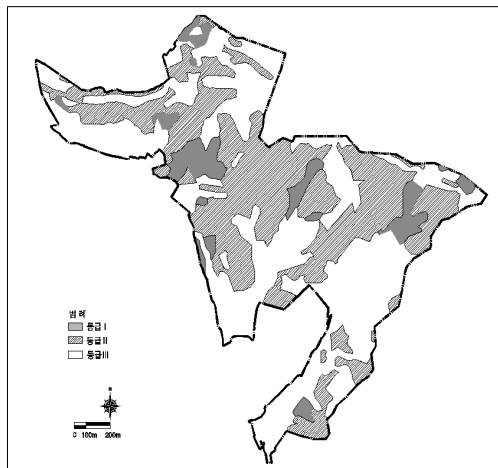


그림 7. 산림생태계 평가 종합도.

다. 평가결과 산불 등의 피해를 입지 않은 5점 지역이 16.6%이었고 산불 혹은 인간의 간섭으로 관목층 일부만 훼손된 3점 지역이 44.0%, 교목층과 아교목층 등이 모두 훼손되어 생태계가 파괴된 지역이 39.4%이었다.

비오톱 유형화를 위해 구분한 현존식생단위 블록별 6개 생태계 평가항목 값의 합을 등급화 한 결과(표 7, 그림 7), 보존조치가 필요한 등급 I 지역은 9.2%로서 주로 대상지 저지대 사면에 넓게 분포하는 상수리나무림과 신갈나무림이 포함되었다. 비오톱 유형으로는 천이잠재성이 큰 다층구조 참나무류 유형과 천이잠재성이 큰 단층구조 참나무류 유형이 대부분이었다. 등급 II 지역은 43.0%, 등급 III 지역은 47.8%이었다. 등급 II 지역은 참나무류 유형중 등급 I 지역을 제외한 모든 참나무류림, 소나무림 유형, 천이잠재성이 큰 다층구조 인공림 유형 등이 주로 포함되었다. 등

급 I 지역은 천이잠재성이 낮은 인공림, 관목림, 나지 등이 포함되었다.

식생의 자연성 및 수령에 크게 의존하는 녹지 자연도 사정결과 대상지의 모든 자연림은 등급 7(46.99%), 인공림은 등급 6(26.55%) 등으로 사정되어 대상지 전역이 개발가능지역으로 제시되었다(국토농림, 2006). 이는 전국적 자료에 근거하여 대상지를 평가하였기 때문에 나타난 결과로 판단되며 본 연구에서는 식생 자체의 생태적 가치평가와 더불어 대상지내에서 차지하는 식생군락별 상대가치를 평가함으로써 합리적 평가체계를 구축하였다.

## V. 결 론

본 연구에서는 산림생태계의 효율적 생태적 가치평가를 위해 비오톱 유형화를 실시하고 이를 고려한 생태계 평가기법을 개발하고자 충청남도 아산시 영인산 자락 일대를 연구대상지로 설정하였다. 현존식생 분류결과 총 27개 유형으로 분류되었고 산불에 의해 형성된 관목림이 가장 넓게 분포하였으며 이외 소나무림과 상수리나무림 등이 넓게 분포하였다. 현존식생 블록단위를 기초로 식생유형, 식생구조, 평균흉고직경, 잠재성, 훼손성을 고려하여 비오톱 유형분류 결과 총 58개 유형으로 구분되었으며 이를 대상지에 적용결과 총 24개 유형으로 구분되었다. 비오톱 유형은 관목숲 유형이 25.3%로 가장 넓었으며 천이잠재성이 큰 다층구조 중경목 참나무류 유형도 14.0%로 비교적 넓은 면적을 차지하였다. 비오톱 유형을 고려하여 자연성, 다양성, 희귀성, 안정성, 잠재성, 훼손성을 평가항목으로 선정하여 생태적 가치 평가를 실시한 결과 등급 I 지역이 9.2%, 등급 II 지역이 43.0%, 등급 III 지역이 47.8%이었다.

본 연구는 산림지역의 생태적 가치를 정량화하여 전국적 지표에 의한 획일적 평가가 아니라 대상지내 생태적 가치를 고려한 평가가 이루어지도록 고려한 점은 큰 의의가 있으나, 평가항목 선

정에 있어 식생이 분포하고 있는 군락의 생태적 가치를 주로 고려하였으므로 향후 지형구조, 유역권 상태, 동물 등의 자료가 종합적으로 고려된다면 더 질 높은 평가기법이 될 것으로 판단되었다. 향후 대상지의 식생, 지형, 동물 등의 자연생태계 속성을 종합적으로 고려한 비오톱 유형화를 실시하고 이를 기초로 한 평가기법을 마련하여 환경영향평가지 생태계평가의 객관성과 평가절차의 간소화에 기여하고자 한다.

또한 생태계는 객관적 지표에 의해 모든 항목이 절대적으로 평가가 이루어지지 않으므로 대상지별 연건을 고려하여 정성적 가치판단도 함께 고려되어야 실질적 평가결과의 정확도를 높일 수 있을 것이다.

## 인 용 문 헌

- 굿모닝힐(주). 2006. 아산굿모닝힐컨트리클럽 조성사업 환경영향평가지서.
- 권전오. 2003. 환경친화적 택지개발계획 수립을 위한 환경생태평가기법 활용에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
- 김정호. 2001. 친환경적 개발을 위한 환경성검토 강화방안 : 경기도 남양주시 개발예정지를 대상으로. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
- 김종원. 2004. 녹지생태학.
- 김종원 · 이은진. 1997. 다항목 매트릭스 식생평가 기법 : 식생의 자연성 평가에 대한 새로운 기법과 그 적용. 한국생태학회지 20(5) : 303-13.
- 나정화 · 이석철 · 사공정희 · 류연수. 2001. 생물종 및 서식지 보전의 관점에서 본 대도시의 비오톱 구조분석 -대구광역시 수성구를 중심으로-. 한국조경학회지 28(6) : 29-51.
- 나정화 · 이정민. 2003. 도시비오톱의 경관생태학적 특성분석 : 대구광역시를 사례로. 한국조경학회지 30(6) : 128-139.
- 박소현. 2000. 자연자원의 평가를 중심으로 한 자연환경감사의 적용 : 파주시 민통지역 및 비무장지대를 대상으로. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 박용수 · 김대희 · 조동길 · 김귀곤. 2006. 개발예정지역에서의 서식지 가치평가를 통한 보전지역 설정에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 9(3) : 25-38.
- 박인협. 1985. 백운산지역 천연림 생태계의 산림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 배병호. 1989. 식생자연도에 관한 제문제의 고찰. 건국대학교 중원연구소 논문집 8 : 175-189.
- 서울특별시. 2000. 도시생태개념의 도시계획에의 적용을 위한 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립.
- 이명우. 1997. 지리정보체계를 이용한 생태환경 분석 및 적지분석 : 자연생태계 보전지역 설정 및 평가모형을 중심으로. 한국환경평가학회지 6(2) : 61-80.
- 조 우 · 김종엽 · 홍석환. 2005. 인천 백마도시자연공원 현존식생 유형과 특성. 한국환경생태학회지 19(4) : 358-366.
- 정용문 · 방의석 · 조용현 · 김현숙 · 송호경. 2006. 아산시 영인산의 산림군락 구조. 한국환경복원녹화기술학회지 9(4) : 60-66.
- 최송현. 1996. 산림생태계의 환경영향평가기법에 관한 연구 : 녹지의 자연성평가를 중심으로. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
- 환경부. 2001. 지속가능한 개발을 위한 생태계 지표 개발.
- 한국토지공사. 2001. 환경친화적 단지계획 수립을 위한 식생자연도 연구.
- 龜山章. 2002. 生態工學. 80pp.
- 環境情報科學セソタ. 1992. 自然環境アセスメント指針, 朝倉書店, 311pp.
- Ammer U., and H. Utschick. 1988. Zur ökologischen Wertanalyse im Wald. Schriftenreihe Bayer.

- Landesamt Umweltschutz, 84 : 37-50.
- Cortner, H., M. Wallace, S. Burke and M. Moote. 1998. Institutions matter : the need the address the institutional challenges of ecosystem management. *Landscape and Urban Planning*, 40 : 159-166.
- Hanstein U., and K. Sturm. 1986. Waldbiotopkartierung im Forstamt Sellhorn : Naturschutzgebiet
- Helliwell, D. R. 1969. Valuation of wildlife resources. *Regional Studies*, 3 : 41-47.
- Jefferson, R. G., and M. B. Usher. 1986. Ecological succession and the evaluation of nonclimax communities. In : M.B. Usher(ed.), *Wildlife conservation evaluation*, Chapman and Hall Ltd., New York.
- Kirby, K. 1986. Forest and woodland evaluation. In : M.B. Usher(ed.), *Wildlife conservation evaluation*, Chapman and Hall Ltd., New York.
- Lackey, R. 1998. Seven pillars of ecosystem management. *Landscape and Urban Planning*, 40 : 21-30.
- Lessard, G. 1998. An adaptive approach to planning and decision-making. *Landscape and Urban Planning*, 40 : 81-87.
- MacArthur, R. H., and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology*, 42 : 594-598.
- Miller, G. Tyler. 2004. *Living in the environment : principles, connections and solutions*(13th ed.,).
- Ratcliffe, D. A. 1971. Criteria for the selection of nature reserves. *Advancement of science*, London, 27 : 294-290.
- Ratcliffe, D. A. 1977. *A nature conservation review*. Cambridge University Press.
- Slocombe, D. S. 1998. Defining goals and criteria for ecosystem-based management. *environmental management*, 22(4) : 483-493.
- Smith, T. M., H. H. Stugart and P. N. Halpin. 1992. Computer models of forest dynamics and global changes in the environment. In : Teller A., P. Mathy and J. N. R. Jeffers(ed.), *Responses of ecosystems to environmental changes*, Elsevier Applied Science, pp.91-102.
- Sukopp, H. 1990. *Urban ecology -plants and plant communities in urban environments*. SPB Academic Publishing.
- Tans, W. 1974. Priority ranking of biotic natural areas. *The Michigan Botanist*, 13 : 31-39.
- Tubbs, C. R., and J. W. Blackwood. 1971. Ecological evaluation of land for planning purposes. *Biological Conservation*, 3(3) : 169-172.
- Tüxen, R. 1956. Die heutige potentielle natürlche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung.- *Angew. Pflanzensoz*, 13 : 5-42. Stolzenau/Weser.
- Wright, D. F. 1977. A site evaluation scheme for use in the assessment of potential nature reserves. *Biological Conservation*, 11 : 293-605.