

도시생태계 구조를 고려한 비오톱 유형 구분

김정호* · 한봉호**

*동문건설(주) 환경사업단 특화사업부 · **서울시립대학교 조경학과

Biotope-Type Classification Considering Urban Ecosystem Structure

Kim, Jeong-Ho* · Han, Bong-Ho**

*Dept. of Specialization Project, Dongmoon Construction Co., Ltd.

**School of Landscape Architecture, University of Seoul

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze biotope types of urban land-use patterns. Forest areas were considered according to vegetation type and potential for succession. Urban ecosystem structure was analyzed according to land use, land coverage, vegetation structure (actual vegetation, diameter at breast height, layer structure, and revetment). As a results of the classification, the biotopes were divided into 71 types according to the urban ecosystem structure. In the case of the Hanam province, the biotopes were divided into 51 types: 26 forest types; 5 swampy and grass land types; 3 farm land types; 3 types of planted land, and 8 types of urbanization.

Key Words: Land Use, Land Coverage, Vegetation Structure, Actual Vegetation

I. 서론

도시 공간 내에는 인위적으로 변형된 요소뿐 아니라 자연요소들이 함께 포함되어 있어 도시라는 공간관리를 위해서는 도시 전체의 생태 공간별 현황을 분석해야 한다. 생태계 구조를 고려한 도시관리는 지속 가능한 도시 개발의 중요한 모범 사례이며(Cortner and Moote, 1994) 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 고려되어져야 한다. 특히 생태계 동적 기능은 생태적 천이와 인간 간섭에 의한 자연의 동적 기능을 포함한다.

모든 생물은 생존에 필요한 조건을 만족시키는 특정 공간이 요구되며 생물 군집은 비오톱(biotope)이라는 적당한 서식 공간을 필요로 하는데 비오톱은 생물 군집과 함께 생태계를 구성한다. 일반적으로 비오톱은 특별히

Corresponding author: Jeong-Ho Kim, Department of Specialization Project, Dongmoon Construction, Seoul 150-744, Korea, Tel.: +82-2-780-9067, E-mail: hoyal209@chol.com

가치가 있고 보호할 필요가 있는 서식공간만을 의미하는 것은 아니며(Sukopp, 1990) 어떤 생물 한 종 또는 한 개체군이 서식하는 공간으로 정의할 수 있다(송인주, 1999). 특히 도시 특성을 고려한 생태적 관리를 위해서는 도시 생태적 특성을 고려한 비오톱 구분이 중요하다(Freeman and Buck, 2003; Löfvenhaft *et al.*, 2004). 이는 기존 생태적 연구가 산림, 공원 등에 대한 단편적 문제점 제시 및 복원에 대한 연구이었다면 도시 전체적인 맥락 속에서 도시 생태계를 분석하고 이를 관리할 수 있는 가능성성이 있기 때문이다.

국내 주요 도시를 대상으로 연구한 비오톱 연구로는 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(성남시, 2004) 등이 있으며 이 외 도시 비오톱의 경관 생태학적 특성 분류(나정화와 이정민, 2003) 등의 연구가 수행되었으나, 주로 도심내 토지이용 형태를 중심으로 이루어졌으며 일부 경관 생태학적 측면을 고려하여 식물, 동물, 기후, 토양 등 다양한 관점에서 접근하였으나, 주로 산림지역을 제외한 시가화 지역과 농경지 지역에 초점이 맞추어져 있다. 그러나 우리나라에는 전국토의 65% 이상이 산림으로 구성되어 있고 다양한 식생이 분포하면서 천이 상태, 인위적 간섭 등에 따라 그 가치가 달리 구분되어야 하나, 지금까지 국내 도시지역 비오톱 유형화에서는 다양한 속성을 반영하기보다는 산림, 하천 혹은 자연림, 인공림 등으로 단순화시켜 다양한 생태적 속성을 반영하지 못하고 있는 실정이다.

국외의 경우, Löfvenhaft *et al.*(2002)은 도시내 다양한 생태적 공간유형별 특성을 고려한 비오톱 유형화를 실시하였으며 Freeman(1999)은 도시지역내 자연 식생 분포 지역은 크기, 전형성, 희귀성, 다양성, 생태적 지위 등, 시가화 지역은 역동성, 위치, 녹지율 등을 고려해야 함을 제시하였다. 특히 Freeman and Buck(2003)은 비오톱 유형 구분시 지역별 특성을 반영한 유형 구분을 위해 토지이용과 현존식생을 고려하였다.

본 연구는 도시를 구성하고 있는 토지이용 유형별 생태계 속성을 반영한 비오톱 유형화를 실시하고자 하였다. 특히 도시지역에서 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 산림지역은 다양한 생태계 특성을 포함하고 있으

므로 자연성, 잠재성, 희귀성, 다양성 등을 고려한 비오톱 유형화를 실시하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상지

연구 대상지 선정을 위해 수도권 중소도시의 도시별 특성 즉, 정책 및 계획 특성, 자연 생태 현황 그리고 개발 압력 현황을 분석하였다. 정책 및 계획 특성에서는 수도권 정책 특성 및 변화 실태를 분석하기 위해 경기도 공간 골격 구상, 경기도 환경 목표 및 기본 전략을 파악하였고 자연 생태 현황에서는 녹지 및 오픈스페이스 현황과 개발 제한 구역 현황을 분석하였다. 개발 압력 현황은 서울시 광역 도시권 분석, 수도권 중소도시 유형 구분, 경작지 감소율 및 창고 조성 현황, 수도권 광역 교통 체계를 분석하였다. 분석 결과 하남시는 자연발생적으로 형성된 도시 중 개발 제한 구역으로 지정되어 도시 생태계 구조는 양호하지만, 개발 압력이 높은 도시이었다. 자리적으로는 한강 동쪽에 위치하면서 과거 한강의 범람원 역할을 수행하는 등 양호한 생태계 구조이었으나, 1989년 시 승격 이후 비닐하우스 등의 시설경작지, 축사 및 창고, 택지 개발 등으로 인해 도시생태계 구조가 크게 해손되고 있는 도시이다. 그러나 개발 제한 구역이 시 전체 면적의 98%(도시계획구역 면적대비) 정도가 지정되어(하남시사 편찬위원회, 2001) 산림 등은 양호하게 보전되어 있었다. 본 연구 대상지로 선정한 하남시는 수도권 중소도시 중 자연성이 양호하면서 개발 압력이 큰 도시로 향후 도시의 생태적 관리를 위해 도시 생태계 특성을 고려한 비오톱 유형 구분이 필요한 적정 대상지로 판단되었다.

2. 조사분석방법

1) 도시 생태계 구조 분석

생태도시 조성을 위한 기본적 검토 사항으로 도시 규모, 형태, 구조, 기능, 형성 수단, 순환계, 자연, 에너지, 생물다양성 등이 제시되고 있으며(이춘기, 2004) 이를 요약하여 생태도시 조성 원칙으로 엔트로피 저감, 물순환 체계 확립, 생물다양성 확립이 제시되고 있다

(한봉호, 2000). 이중 엔트로피는 도시 토지이용과 밀도 (玉川, 1984; 이건호와 장현봉, 1994), 물순환 체계는 불 투수포장 면적 비율(Schueler, 1994)과 관계가 있다. 생 물다양성은 다양한 측면에서 접근 가능하나, 본 연구에서는 식생구조로 대별하였다. 식생구조는 그 지역의 지형, 토양, 발달 기원, 인위적 간섭을 대별하는 인자이기 때문이다(Motwkin *et al.*, 1999). 이상의 기준 연구 결과를 고찰하여 본 연구에서는 도시 생태계 구조를 고려한 비오톱 유형화 구분을 위해 토지이용, 토양피복, 식생구조를 분석하였다. 식생구조는 다시 생태계 공간 유형별 특성을 분석하기 위해 산림지역은 현존 식생, 흥고 지역과 충위구조를, 하천 지역은 식생유형 및 호안구조를, 조경수식재지는 수목 성상을 각각 조사하였다.

토지이용유형은 기준 서울특별시(2000) 토지이용유형 분류 기준을 참고로 재구성하였다. 시가화 지역은 주거지, 상업지, 창고 및 공업지, 공공 용도지 등으로 구분하였는데 하남시와 같은 수도권과 인접한 도시에는 무허가 불법 창고(축사의 불법 용도 변경)가 물류 창고 및 공업지로 활용되고 있으므로 공업지를 창고 및 공업지 유형으로 구분하였다. 녹지 및 오픈스페이스 지역은 산림, 논, 밭, 시설경작지, 조경수목식재지 등으로 구분하였고 특히 평지 지형에서 자연 상태의 숲(버드나무군락 등)에 해당하는 유형은 평지 형태의 숲으로 분류하였다. 하천은 국가와 지방자치단체의 관리 권한이 다르므로 하천법에 의한 국가 하천과 지방 하천으로 구분하였다. 즉, 한강과 같은 국가 하천, 덕풍천, 산곡천과 같은 지방하천, 그리고 연못과 같이 인공적으로 조성하여 물이 고인 곳으로 구분하여 조사·분석하였다.

토양피복현황은 우수(雨水)의 토양 침투 여부에 따른 생태계 공간 단위별 훼손 정도를 파악하기 위한 것으로 Schueler(1994)의 불투수 면적 산정 방법에 의거하여 불투수면적율은 3개 유형 즉, 0~10%, 11~25%, 26~100%로 구분하였으며 시가화 지역은 건폐지와 비 건폐지를 구분하였고 녹지 및 오픈스페이스 지역은 자연 지반과 인공 지반을 구분하였다.

식생구조 중 현존 식생은 식생 분포 다양성을 판단하기 위한 것으로 토지이용유형 구획 단위를 기본으로 하였으며 최소 단위 면적은 10m×10m 이상을 기준으로 재구획하였다. 현존식생유형 분류는 서울특별시(2000)

자료를 참고로 하여 도시화 지역은 시가화 지역과 도로로 구분하였으며 Löfvenhaft *et al.*(2002)의 방법을 참고로 시가화 지역내 조사 단위 복록별 녹지율에 따라 3개 유형(녹지율 0~10%, 11~30%, 31% 이상)으로 구분하였으며 녹지 및 오픈스페이스 지역은 초지 및 수역, 조경수목식재지, 경작지, 산림지역으로 중분류하고 우점종 식생 상관에 의해 세분류하였다. 산림 식생은 다시 평균 흥고직경과 충위구조를 분석하였는데, 평균 흥고직경은 식생 생육 발달 단계를 추정할 수 있는 근거가 되며(최송현, 1996; 김갑태, 2002) 충위구조는 단일 식생 구역내에서 식생 다양성 지표로 이용된다(환경부, 2001). 여기서 평균 흥고직경은 복록별 흥고직경의 최빈값을, 충위구조는 아교목충과 관목충 식피율 30%(권전오, 2003)를 기준으로 하였다.

하천의 경우, 국가 하천인 한강을 제외하고 폭이 5m 이상인 지방하천을 대상으로 하천식생유형 및 호안구조를 1/5,000지도를 활용하여 조사·분석하였으며 유형별 면적과 비율을 산정하였다. 식생 유형은 습지성 자생종, 건조 지성 자생종, 귀화종으로 구분하였으며 호안구조는 자연상태와 인공화 여부에 따라 구분하였다. 이상 비오톱 유형화 구분을 위한 조사 자료는 현장 자료에 근거하여 작성하였으며 현장 조사는 2004년 1월부터 12월까지 1년간 실시하였다.

2) 비오톱 유형화 및 체계

비오톱 유형화를 위한 토지이용유형별 분류 항목은 표 1, 분류 체계는 그림 1과 같다. 산림은 자생종, 식생구조, 크기 및 잔존 특성, 평균 흥고직경, 잠재성(천이 잠재성), 하천은 규모, 수계 구조, 식생유형, 습지 및 초지는 식생유형, 경작지는 경작 행위, 조경수 식재지는 충위구조와 수종, 시가화 지역은 충고(이용강도), 녹지율, 불투수포장 비율을 분류 항목으로 선정하였다. 식생 잠재성은 아교목충과 관목충 교목 성상 여부에 따라 구분하였으며 충위구조는 아교목충 식피율 30%를 기준으로 디충 구조와 단충 구조로 구분하였다. 특히 야생동물 서식공간은 식생 및 충위구조, 이용강도, 불투수포장면적율 등으로 대별할 수 있으므로(나정화 등, 2001) 제외하였으며 문화재 보호지역, 천연기념물 등 법적 보호지역은 본 유형화에서 제외하였다.

표 1. 비오톱 유형화를 위한 토지이용 유형별 분류항목 및 기준

토지이용유형	분류항목	항목별 분류기준
산림	식생유형(자생종)	자연림(낙엽활엽수, 참나무류, 소나무), 인공림
	식생구조	다층구조, 단층구조(아교목층 식폐율 30% 기준)
	크기 및 잔존 특성	대규모 산림, 도심내 잔존 산림
	평균 흥고직경	소경목(0~10cm), 중경목(11~20cm), 대경목(21~30cm)
	잠재성	아교목·관목층 중 교목성상 자생종 출현 상태
하천	규모	국가 하천, 지방 하천, 인공 조성
	수계 구조	자연상태, 인공상태(콘크리트 등) 호안
	식생유형	습지성 자생초본, 건조지성 자생초본, 귀화종 초본 우점
습지 및 초지	식생유형	습지성 자생초본, 건조지성 자생초본, 귀화종 초본 우점
경작지	경작 행위	논, 밭, 과수원, 시설경작지
조경수 식재지	층위구조	다층구조, 단층구조
	수종	향토종 수목, 외래종 수목
시가화 지역	층고(이용강도)	고층 건물군(11층 이상), 저층 건물군(10층 이하)
	녹지율	단위블록별 녹지율 30% 기준
	불투수포장 비율	단위블록별 불투수 포장비율 25% 기준

특히 그림 1에서 산림지역 유형화 중 천이잠재성 항목은 식생의 평균 흥고직경, 아교목층과 관목층에 출현하는 자생종 교목 성상 비율(식폐율 30% 기준) 등을 고려하였다. 인공 식생과 자연 식생이 경쟁중인 경우에는 우점 식생을 우선으로 천이잠재성 항목에 포함하여 유형화하였다. 크기의 경우 산림면적보다 녹지연계 및 단절상태를 중심으로 구분하였으며 도시남쪽 대규모로 연계된 녹지는 대규모 산림으로, 도로 및 주거지 등에 의해 녹지가 단절되어 도심내 잔존 녹지 형태로 남아있는 산림은 잔존 산림으로 구분하였다.

조경수 식재지의 경우에는 수종 구분이 무의미해 향토종과 외래종으로 구분하였다. 시가화 지역의 경우 녹지율은 주거 및 상업지역에 적용하였고 불투수포장 비율은 창고 및 공업지에 적용하였다. 이는 수도권 주변에 소규모로 조성되는 창고 등은 녹지율 확보가 거의 없는 상태로 오히려 포장 공간에 의한 물순환 체계 훼손이 우려되고 있는 상황을 고려한 것이다.

III. 결과 및 고찰

1. 토지이용현황

하남시 토지이용현황을 분석하고자 도시 전체 지역을 시가화 지역과 녹지 및 오픈스페이스 지역으로 대분류하고 대분류 유형 중 시가화 지역은 주거지, 상업지, 창고 및 공업지, 공공 용도지 등 10개 유형, 녹지 및 오픈스페이스 지역은 산림, 논, 밭, 시설경작지, 과수원, 하천 및 호소 등 10개 유형으로 중분류하였다.

시가화 지역은 하남시 전체 면적 93,076,837.5km² 중 20.9%를 차지하고 있었고 이중 창고 및 공업지가 8.3%로 가장 넓은 유형이었으며 주거지 3.7%, 교통 시설지 2.3% 등이 주요 유형이었다. 특히 창고 및 공업지는 개발 제한 구역내 경작지 지역에 축사로 허가를 내고 불법으로 물류 창고나 공장으로 용도를 변경한 사례로 최근 그 면적이 지속적으로 증가하고 있었다.

녹지 및 오픈스페이스는 하남시 면적 대비 79.1%이었고 이중 산림이 49.5%로 가장 넓었으며 한강을 포함한 하천 및 호소가 7.9%이었다. 하천 및 호소는 국가 하천인 한강과 지방 2급 하천인 덕풍천, 산곡천, 망월천,

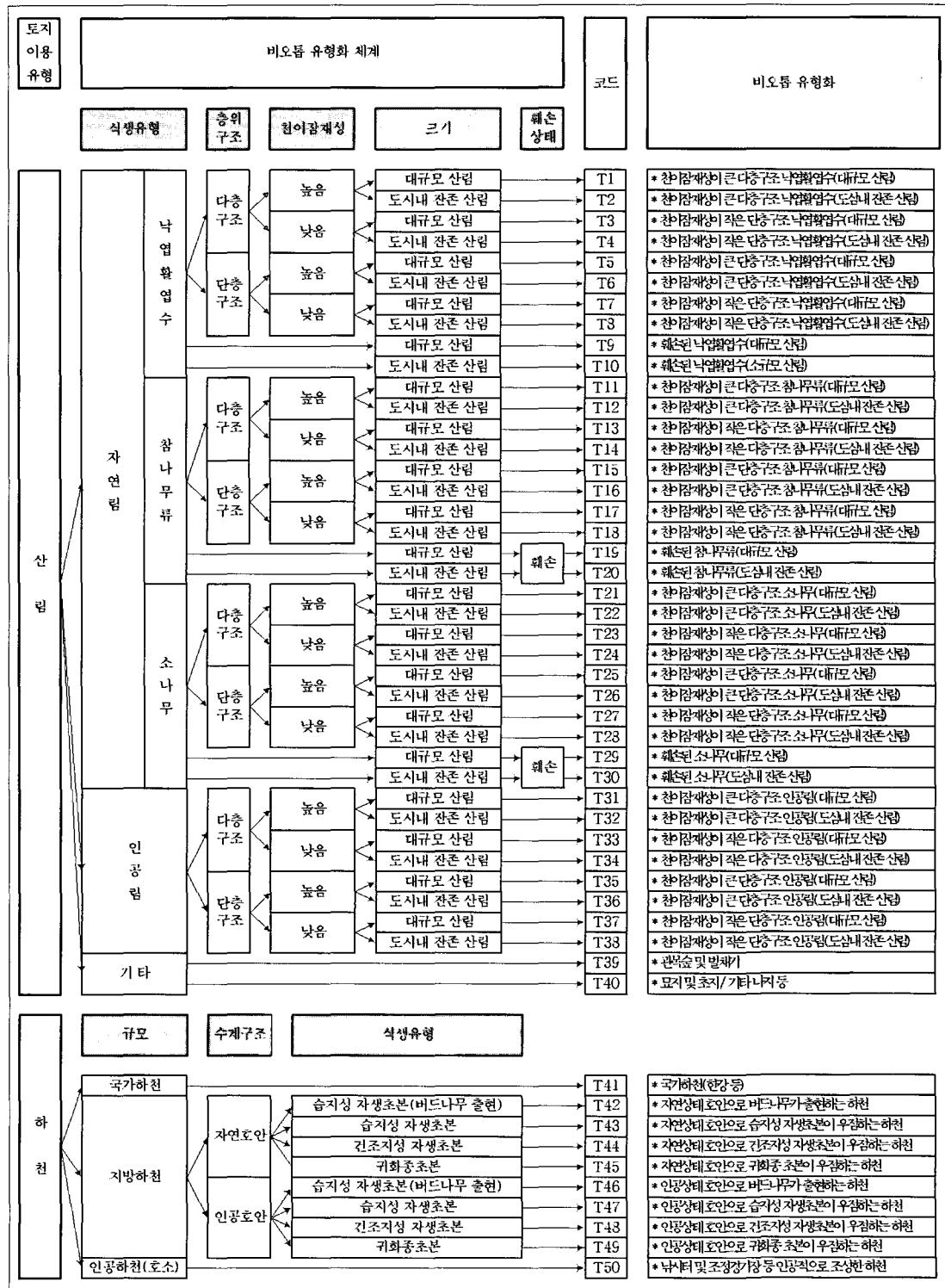
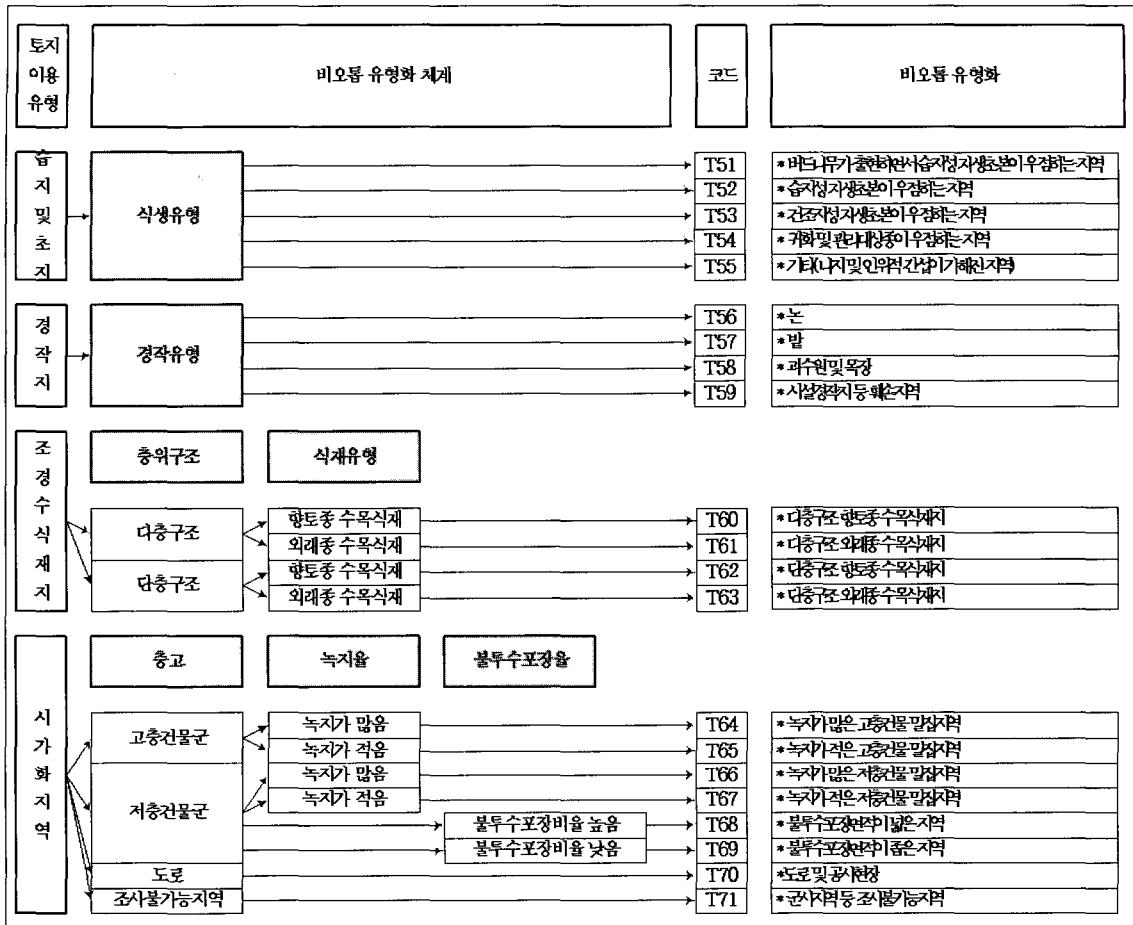


그림 1. 비오톱 유형화 분류 체계도



(그림 1 계속)

연못 등으로 세분화 결과 한강이 6.7%로 대부분이었다. 경작지는 논, 밭, 시설경작지 등으로 구분되었으며 이중 밭이 6.4%로 가장 넓었고 시설경작지 4.6%, 논 2.2% 등이었다. 이는 서울특별시 비오톱 조사 결과(서울특별시, 2000) 경작지 5.75%보다 넓은 면적이었으며 특히 서울특별시는 도시 외곽부 일부에만 경작지가 존재하나, 하남시에는 도심내에 다양하게 분포하고 있고 일부 시가화 지역과 혼재된 상태이었다. 시설경작지는 이용성과 경제성이 높은 작물재배가 이루어져 농약과다 살포문제, 비닐하우스에 의한 우수 침투 불가능, 도시 열섬 증가 등의 문제점이 야기되므로(송인주와 진유리, 2003) 관리가 필요한 유형이다.

녹지 및 오픈스페이스는 산림과 경작지 유형이 대부분이며 산림은 겹단산, 청량산, 객산 등이 남한산성과

경계를 이루며 하남시 북쪽으로 한강을 향해 쪘기 형태로 분포하고 있었다. 경작지는 하남시 북쪽의 미사동 남단과 서하남 I.C.와 서울외곽순환도로 사이, 덕풍천과 산곡천 주변에 주로 위치하고 있으나, 최근 창고 및 비닐하우스에 의해 그 면적이 점차 감소하고 있었으며 3개의 골프장은 하남시 서남쪽 산림 저지대 사면에 주로 분포하고 있었고 한강변에는 초기 지역이 넓게 형성되어 있었다. 평지 형태 높은 한강변과 하천변에 벌드나무가 군락으로 우점하고 있는 형태로 자연성이 양호하며 생태적 가치 또한 높은 유형이었으며 하남시에는 1.4%가 분포하고 있었다.

2. 토양피복현황

토지 개발의 흔적은 크게 두 가지 형태로 나타나는데,

표 2. 하남시 토지이용 유형별 면적 및 비율

대 분류	중분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)		
				소비율	중비율	대비율
주거지	단독 주택지	2,732,328.5	2.9	3.7	20.9	
	단독 주택지-창고 및 공업지	27,182.4	0.0			
	공동 주거지	698,181.5	0.8			
주거 및 상업 혼합지		917,667.9	1.0	1.0		
상업 업무지		1,411,069.3	1.5	1.5		
창고 및 공업지		7,681,575.9	8.3	8.3		
시가화 지역	교육 시설	270,077.3	0.3	1.0		
	행정 및 연구기관	265,887.6	0.3			
	대규모 운동시설	388,309.6	0.4			
교통 시설지		2,178,240.0	2.3	2.3		
도시 부양 시설지	정수장	122,149.7	0.1	0.5		
	발전소	316,929.2	0.3			
	쓰레기 관련 시설	60,765.8	0.1			
나지	건설 현장 지역	729,812.4	0.8	2.0		
	건설현장이 아닌 나지	828,573.3	0.9			
	야적장	266,248.0	0.3			
문화 유적지		24,977.9	0.0	0.0		
특수 지역	군사 시설	565,386.8	0.6	0.6		
녹지 및 푸른 이스	산림	46,109,913.3	49.5	49.5	79.1	
	논	2,019,229.7	2.2	2.2		
	밭	5,920,756.3	6.4	6.4		
오풀스페이스	시설 경작지	4,307,975.5	4.6	4.6		
	과수원	100,802.7	0.1	0.1		
	조경 수목 식재지	1,403,191.1	1.5	1.5		
이스	평지 형태 숲	1,290,570.9	1.4	1.4		
	묘지 및 초지	2,376,931.7	2.6	2.6		
	골프장	2,672,264.2	2.9	2.9		
하천 및 호수	국가 하천	6,312,566.2	6.7	7.9		
	지방 하천	630,844.8	0.7			
	연못 및 인공 지역	446,428.0	0.5			
총계		93,076,837.5	100.0	100.0	100.0	100.0

하나는 주택과 같은 건축물로 피복된 건폐지이고 다른 하나는 교통 시설(도로와 주차장) 등 비건폐 포장지이다. 비건폐 포장지내 불투수포장 비율은 건폐지보다 도시의 환경적 강도를 더 잘 나타내준다(한국환경정책·평가연구원, 2003).

불투수포장 비율을 3개 유형으로 구분하여 조사·분석한 결과 시가화 지역 중 건폐지는 16.1%이었고 건폐지 중 블록별 불투수율이 0~10%는 0.3%, 11~25%는 1.6%, 26~100%는 14.2%이었고 비건폐 포장지는 하남시 전체 면적 대비 4.8%이었으며 이중 불투수율이 26~100%인 유형은 2.4%이었다.

녹지 및 오픈스페이스에서는 투수율이 100%이므로 자연 지반과 인공 지반에 따라 그 유형을 구분하였으나, 대부분 자연 지반 상태이었다. 하남시의 토양피복 현황을 종합한 결과 자연 지반이 79.1%로 전체적으로는 물순환 체계가 양호하였으나, 시가화 지역 20.9% 중 건폐지가 16.1%를 차지하고 있어 시가화 지역은 대부분 불투수포장 면적 비율이 높았다.

3. 식생구조 현황

1) 현존 식생

하남시 현존 식생 조사 결과(표 4 참조) 시가화 지역은 20.2%, 녹지 및 오픈스페이스는 79.8%이었다. 토지 이

표 3. 하남시 토양피복 유형별 면적 및 비율

대분류	중분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)		
				소비율	중비율	대비율
시가화 지역	건폐지	0~10%	268,362.0	0.3	16.1	20.9
		11~25%	1,530,957.2	1.6		
		26~100%	13,093,381.8	14.2		
	비 건폐지	11~25%	2,206,197.0	2.4	4.8	
		26~100%	2,225,981.4	2.4		
녹지 및 오픈스페이스	인공 지반		8,433.8	0.0	79.1	79.1
	자연 지반		73,743,524.3	79.1		
	합계		93,076,837.5	100.0	100.0	100.0

표 4. 하남시 현존식생유형별 면적 및 비율

대분류	중분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)			
				소분류	중분류	대분류	
시가화 지역	시가화 지역	녹지율 0~10%	14,004,598.3	15.0	18.0	20.2	
		녹지율 11~30%	2,214,155.3	2.4			
		녹지율 31% 이상	525,620.9	0.6			
	도로	2차선 이상의 포장된 도로	2,022,144.4	2.2	2.2		
조경 수목 식재지	조경 수목 식재지	외래종 수목식재지(단층구조)	3,083,226.0	3.3	4.2	79.8	
		향토종 수목식재지(단층구조)	502,771.7	0.5			
		향토종 수목식재지+관목(단층구조)	28,821.8	0.0			
		층위로 조성된 조경 수목식재지	28,821.8	0.0			
		관리가 되지 않는 조경수목식재지	30,392.9	0.0			
		묘포장	369,651.3	0.4			
	초지 및 수역	잔디 식재지	912,914.4	0.1	12.4		
		귀화종 초지	727,875.9	0.8			
		건조지성 자생종 초지	473,917.6	0.5			
		습지성 자생종 초지	126,158.2	0.1			
		초본+벼드나무 식생지	1,338,295.1	1.4			
		수면	7,301,856.8	7.8			
		나지	525,015.0	0.6			
녹지 및 오픈 스페 이스	경작지	벌채지	180,741.2	0.2	13.4	79.8	
		콘크리트로 포장된 호안	45,991.2	0.0			
		논	2,037,096.1	2.2			
		밭	5,981,930.0	6.4			
		시설경작지	4,275,493.5	4.6			
산림지역	아까시나무	아까시나무	5,780,934.3	6.2	7.4	49.8	
		아까시나무-인공 식재종	163,806.7	0.2			
		아까시나무-자생종	888,127.9	1.0			
	풀오리나무	풀오리나무	112,915.5	0.1			
		풀오리나무-자생종	5,497.1	0.0			
	현사시나무	현사시나무	105,597.8	0.1			
		현사시나무-인공 식재종	26,315.4	0.0			
	일본잎갈나무	일본잎갈나무	1,655,305.8	1.8	2.0	49.8	
		일본잎갈나무-인공 식재종	4,302.8	0.0			
		일본잎갈나무-자생종	192,084.4	0.2			
	밤나무	밤나무	2,639,552.2	2.8	4.2	49.8	
		밤나무-인공 식재종	162,134.0	0.2			
		밤나무-자생종	1,082,101.0	1.2			
	리기다소나무	리기다소나무	591,473.0	0.6	0.8	49.8	
		리기다소나무-인공 식재종	96,647.0	0.1			
		리기다소나무-자생종	87,137.0	0.1			
	잣나무	잣나무	626,008.0	0.7	0.8	49.8	
		잣나무-인공 식재종	17,160.0	0.0			
		잣나무-자생종	56,197.0	0.1			
	전나무	전나무	11,225.0	0.0	0.0	49.8	
		전나무-자생종	10,672.0	0.0			

(표 4 계속)

대분류	중분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)		
				소분류	중분류	대분류
녹지 및 오픈 스페이스	산림지역	소나무	소나무	2,120,704.0	2.3	49.8
			소나무-인공 식재종	176,619.0	0.2	
			소나무-자생종	1,016,865.0	1.1	
		신갈나무	신갈나무	13,597,284.0	14.6	
			신갈나무-인공 식재종	92,304.0	0.1	
			신갈나무-자생종	933,847.0	1.0	
		갈참나무	갈참나무	292,785.0	0.3	79.8
			갈참나무-인공 식재종	4,786.0	0.0	
			갈참나무-자생종	80,876.0	0.1	
		줄참나무	줄참나무	52,120.0	0.1	
			줄참나무-인공 식재종	10,166.0	0.0	
			줄참나무-자생종	719,138.0	0.8	
		굴참나무	굴참나무	4,020,471.0	4.3	
			굴참나무-인공 식재종	190,176.0	0.2	
			굴참나무-자생종	1,761,685.0	1.9	
		상수리나무	상수리나무	2,407,376.0	2.6	49.8
			상수리나무-인공 식재종	748,474.0	0.8	
			상수리나무-자생종	1,019,519.0	1.1	
		떡갈나무	떡갈나무	58,113.0	0.1	
			떡갈나무-자생종	60,205.0	0.1	
		참나무류혼효림	참나무류	652,025.0	0.7	79.8
			참나무류-인공 식재종	181,867.0	0.2	
			참나무류-자생종	7,826.0	0.0	
		참나무류유령림	참나무류 유령림	23,435.0	0.0	
		오리나무	오리나무	34,614.0	0.0	
			오리나무-인공 식재종	4,450.0	0.0	
		물박달나무	물박달나무	26,857.0	0.0	49.8
			물박달나무-자생종	33,344.0	0.0	
		피나무	피나무	5,498.0	0.0	
		물푸레나무	물푸레나무	3,828.0	0.0	
			물푸레나무-자생종	17,920.0	0.0	
		서어나무	서어나무	5,441.0	0.0	
			서어나무-자생종	81,100.0	0.1	
		낙엽활엽수	낙엽활엽수	630,321.0	0.7	79.8
			낙엽활엽수-인공 식재종	24,921.0	0.0	
			낙엽활엽수-자생종	48,576.0	0.1	
		가종나무	가종나무	5,382.0	0.0	
			가종나무-인공 식재종	11,722.0	0.0	
		관목식생지	관목식생지	646,099.0	0.7	0.7
합 계			93,076,837.5	100.00	100.00	100.00

용 현황 조사 결과에서 제시된 녹지 및 오픈스페이스 면적 비율 79.1%와 다소 차이가 발생하였는데 이는 토지 이용유형에서 녹지가 넓은 시가화 지역 중 일부 녹지가

현존 식생 조사시 조경수목식재지 등으로 분류되었기 때문이다.

시가화 지역은 별록 단위별 녹지율에 따라 3개 유형

으로 구분하였는데, 녹지율이 0~10%인 블록이 15.0% ($14,004.598.3m^2$)로 가장 넓었으며 녹지율이 11~30%인 블록은 2.4%, 녹지율이 31% 이상인 지역이 0.6%이었다. 시가화 지역 중 도로가 차지하는 면적은 하남시 전체 면적 대비 2.2%이었다.

녹지 및 오픈스페이스에서는 산림이 49.8%, 초지 및 수역 12.4%, 경작지 13.4%, 조경수목식재지 4.2%이었다. 산림에서는 신갈나무가 우점하는 군집이 하남시 전체면적 중 15.7%로 가장 넓은 면적을 차지하고 있었고 인공 식재한 아까시나무가 우점하는 군집이 7.4%, 굴참나무가 우점하는 군집 6.4%, 상수리나무가 우점하는 군집 4.5%, 밤나무가 우점하는 군집 4.2% 등의 순이었다. 이외에 계곡부 산림에 선형으로 분포하는 낙엽활엽수군집(0.8%), 물박달나무군집(0.0%), 서어나무군집(0.1%) 등이 자연림 중 희귀성이 있는 현존식생 유형으로 분류되었다. 경작지에서는 밭 유형이 가장 넓었으며 다음으로 논과 비닐하우스 등의 시설경작지 순이었고 조경수목식재지에서는 향토종 수목식재지(단층구조)와 외래종 수목식재지(단층구조)가 대부분이었다. 초지 및 수역에서는 국가 하천인 한강이 포함된 수면이 7.8%로 가장 넓었고 잔디 식재지 3.8%, 벼드나무가 출현하는 초본 식생지가 1.4% 등이었다.

현존식생 유형별로는 시가화 지역의 경우 녹지율이 10% 미만인 지역이 대부분이었으며 녹지 및 오픈스페이스 지역 중 산림 유형은 신갈나무, 굴참나무 등 참나무류가 우점하는 군집이 주로 사면과 능선부에 넓게 분포하였고 사면 저지대와 계곡부, 도심내 잔존 산림지역은 인공 식재한 아까시나무, 밤나무, 일본잎갈나무 등이 넓게 분포하고 있었다. 낙엽활엽수는 계곡부를 중심으로 일부 지역에만 선형으로 분포하고 있는 상태로 전체적으로 자생 수종이 넓게 분포하고 있으나, 신갈나무와 굴참나무가 우점하는 단순한 식생유형이었고 식생 종 다양성이 높은 낙엽 활엽수 군집은 면적이 협소하고 동시에 산림 저지대에는 관리된 인공 식재림이 넓게 분포하고 있어 생물다양성이 낮은 상태이었다.

2) 산림식생 흥고직경 및 층위구조

흥고직경은 수목 생산량, 수령, 천이단계와 상관성이 있고(최송현, 1996; 송광섭, 2001) 층위구조는 식생 및

야생 조류 다양성과 연관이 있으므로(李宇新, 1990) 하남시 산림지역 중 묘지 및 초본 식생지, 관목 식생지, 기타 나지 등을 제외한 면적 $46,084.704m^2$ 를 대상으로 흥고직경과 아교목층 · 관목층 식피율 및 자생종 여부를 조사 · 분석하였다.

아교목층과 관목층 식피율은 우리나라 중부지방 아교목층 식피율과 층위구조 성립 관계를 연구한 권전오(2003)의 연구 결과와 서울특별시(2000) 산림식생 평균 아교목층과 관목층의 식피율을 고려해 30%를 기준으로 하였다. 특히 아교목층과 관목층의 식피율이 높아 층위구조를 형성하면서 교목 성상의 식피율이 높을 경우 이는 식생 천이 및 잠재 식생으로 유추 가능하므로(김종원, 2004) 다른 지역보다 그 가치가 높다고 할 수 있다. 유럽의 경우 잠재 식생 분석시 토양 구조 및 화분 분석을 주로 하며 일본에서는 주변 자연 식생 식피율과 지형 상태를 활용하고 있다.

소경목($0\sim10cm$)은 산림식생 중 9.4%이었고 이중 아교목층 식피율이 30% 이상 중 자생종이 우점하는 유형은 1.4%이었고 외래종이 우점하는 유형은 4.2%이었다. 중경목($11\sim20cm$)은 산림 식생 중 80.7%로 하남시 산림 식생의 대부분을 차지하고 있었으며 아교목층이 미발달된 중경목 군집은 36.4%이었다. 아교목층 식피율이 30% 이상인 중경목 군집은 44.3%이었고 이중 자생종이 우점하는 중경목 군집은 40.2%이었다. 중경목 군집 중 아교목층과 관목층에서 모두 자생종이 우점하면서 식피율이 30% 이상인 군집은 17.8%이었다. 대경목($21\sim30cm$)은 산림지역 중 9.9%이었고 이중 아교목층 미발달 대경목 군집은 5.6%이었고 아교목층 식피율이 30% 이상이면서 자생종이 우점하는 군집은 3.2%이었다.

흥고직경과 층위구조 분석 결과 산림 식생 중 평균 흥고직경 $11\sim20cm$ 인 중경목이 우점하는 군집은 전체 산림식생 중 80.7%로 대부분이었으며 아교목층과 관목층 식피율이 30% 이상이면서 자생종이 우점하는 군집은 소경목 1.1%, 중경목 15.0%, 대경목 1.3%이었다. 분포위치(그림 2 참조)는 소경목은 금암산 북쪽, 중경목은 객산과 금암산 일대, 대경목은 겹단산 북쪽과 객산 사이의 계곡부에 각각 위치하고 있었다.

3) 하천식생현황 및 호안구조

표 5. 하남시 산림지역 흉고직경 및 층위구조별 면적 및 비율

흉고직경 (cm)	식피율(층위구조)		블록수	면적(m^2)	비율(%)	
	야교목총	관목총				
소경목 (0~10)	미발달	미발달	50	504,620	1.1	3.8
		외래종 30% 이상	38	457,342	1.0	
		교목성상 자생종 30% 이상	37	496,762	1.1	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	26	274,872	0.6	
	외래종 30% 이상	미발달	9	1,216,058	2.6	4.2
		외래종 30% 이상	27	619,801	1.3	
		교목성상 자생종 30% 이상	7	85,487	0.2	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	-	-	-	
	자생종 30% 이상	미발달	4	63,750	0.1	1.4
		외래종 30% 이상	-	-	-	
		교목성상 자생종 30% 이상	18	514,783	1.1	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	7	81,927	0.2	
중경목 (11~20)	미발달	미발달	358	8,463,009	18.4	36.4
		외래종 30% 이상	97	1,418,862	3.1	
		교목성상 자생종 30% 이상	185	5,190,102	11.3	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	84	1,703,612	3.7	
	외래종 30% 이상	미발달	13	144,275	0.3	4.2
		외래종 30% 이상	62	1,324,778	2.9	
		교목성상 자생종 30% 이상	18	378,223	0.8	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	4	67,175	0.2	
	자생종 30% 이상	미발달	44	3,247,969	7.1	40.2
		외래종 30% 이상	5	183,820	0.4	
		교목성상 자생종 30% 이상	143	6,895,762	15.0	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	62	8,193,261	17.8	
대경목 (21~30)	미발달	미발달	71	810,770	1.8	5.6
		외래종 30% 이상	8	116,625	0.3	
		교목성상 자생종 30% 이상	60	965,400	2.1	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	29	706,144	1.5	
	외래종 30% 이상	미발달	4	408,427	0.9	1.1
		외래종 30% 이상	1	3,575	0.0	
		교목성상 자생종 30% 이상	5	73,092	0.2	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	2	14,846	0.0	
	자생종 30% 이상	미발달	14	240,076	0.5	3.2
		외래종 30% 이상	-	-	-	
		교목성상 자생종 30% 이상	29	596,369	1.3	
		교목성상 이외 자생종 30% 이상	12	623,132	1.4	
합계			1,533	46,084,704	100.0	100.0

하천은 일반적으로 큰 강을 의미하며 일년 중 대부분의 기간에 지표수가 흐르고 크고 작은 물길과 물을 통칭한 개념으로(조용현, 1997) 강과 내(川)를 모두 포

함하나, 본 연구에서는 한강과 같은 국가 하천은 국가 관리이므로 이를 제외하고 하남시에 흐르고 있는 지방 하천을 중심으로 조사하였다. 또한 호수는 하천의 연속선

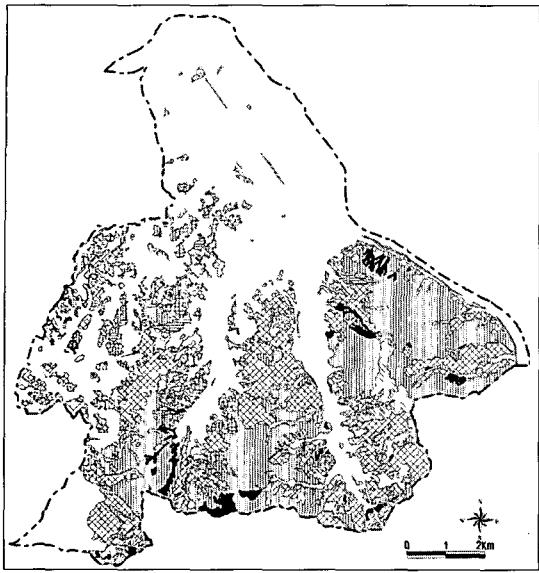


그림 2. 하남시 산림지역 흉고직경급 및 층위구조별 분포 현황도

- 범례:
- 소경목-아교목총 미발달
 - 소경목-아교목총 외래종 30% 이상
 - 소경목-아교목총 자생종 30% 이상
 - 중경목-아교목총 미발달
 - 중경목-아교목총 외래종 30% 이상
 - 중경목-아교목총 자생종 30% 이상
 - 대경목-아교목총 미발달
 - 대경목-아교목총 외래종 30% 이상
 - 대경목-아교목총 자생종 30% 이상

상 일부로서 물이 정체되어 있는 곳, 즉 정체수 위주의 공간으로서 하천과 물리적·생태적 특징이 다르기 때문에 생태적으로 하천과 구별하여(Odum, 1971) 하천의 범위에서 제외하였다.

한강을 제외한 하남시 하천 지역별 식생유형을 분석한 결과(표 6 참조), 전체 면적은 $629,203m^2$ 이었으며 이 중 습지성 자생종 초지가 37.6%로 가장 넓었으며 귀화종 초지 28.1%, 건조지성 자생종 초지 23.1%였고 기타 주차장 지역이 11.2%이었다. 한강을 제외한 하천 지역 식생 유형별 현황을 분석한 결과 시가화가 진행되고 있는 덕풍천과 산곡천 등의 하류 지역은 귀화종 초지가 넓게 분포하였고 산림과 인접한 하천 중·상류 지역은 하천 고유 식생에 가까운 습지성 자생종 초지가 우점하고 있었다.

독일에서는 하천의 생태적 복원을 위한 방법론에서 하천의 질을 규명하기 위해 하천 구조를 고려하고 있으

표 6. 하남시 하천지역내 식생 유형별 면적 및 비율

식생유형	면적(m^2)	비율(%)
습지성 자생종 초지	235,996	37.6
건조지성 자생종 초지	145,592	23.1
귀화종 초지	177,001	28.1
기타(주차장)	70,613	11.2
합계	629,203	100.0

며(조용현, 1997) 일본의 하천 식생 자연도 평가에서도 하천내 식생유형과 더불어 하천 제방 및 호안구조를 중요한 평가 인자로 활용하고 있다(建設成東北地方建設局, 1994). 또한 하천 구조의 입지적 조건은 하천내 생물다양성과 밀접한 연관성이 있다(玉井 등, 2001). 특히 자연적, 인위적 교란 영향으로 형성된 하천 호안구조는 식생 분포에 악영향을 미치며(條況, 1995) 도시 하천의 경우 상류, 중류, 하류 지형적 분포가 명확하지 않아(김주환, 2001) 주변 토지이용에 따라 그 영향을 많이 받는다. 즉 상류 지역에서는 자연성이 양호하나, 중류역과 하류역은 도시 지역이나 경작지, 주거지를 관통하면서 관리와 인간 간섭에 의한 교란이 심해 식생 폐도도 낮고 하천 구조도 인공화되고 있다(정경진, 1999).

하남시 하천 구조 현황 분석을 위해 기존에 제시된 유형 중 하남시 하천 구조를 고려하여 자연 호안, 자연형 정비 호안, 호안 블록으로 구분하여 분석한 결과(표 7 참조) 전체 면적 $629,203m^2$ 중 하천 상류 지역을 중심으로 자연형 호안구조가 75.3%로 가장 넓게 분포하고 있었으며 중류 지역과 하류 지역은 호안 블록 지역이 넓은 상태이었다. 하천 하류 지역을 중심으로 형성되어 있는 호안 블록 지역은 식물 생육 공간을 부족하게 하므로(배정희, 2004) 하남시 하천 생태계 훼손은 가중될 것으로 예상

표 7. 하남시 호안구조별 면적 및 비율

하천구조	면적(m^2)	비율(%)
자연 호안	473,889	75.3
자연형 정비 호안	5,831	0.9
호안 블록	149,482	23.8
합계	629,203	100.00

되었다.

4. 비오톱유형 구분 및 현황

표 1과 그림 1에서 제시한 비오톱 유형 분류 기준 및 체계에 근거하여 유형화한 결과 하남시는 총 51개 유형으로 구분되었으며 이중 산림지역은 26개 유형, 하천은 6개 유형, 습지 및 초지는 5개 유형, 경작지는 3개 유형, 조경수목식재지는 3개 유형, 시가화 지역은 8개 유형으로 각각 구분되었다(표 8 참조).

51개 비오톱 유형을 대분류로 구분해 보면 산림지 비오톱이 53.5%로 가장 넓은 면적이었다. 이외에 시가화 비오톱 20.2%, 경작지 비오톱 13.4%, 하천 비오톱 7.8%, 습지 및 초지 비오톱 3.6%, 조경수목식재지 비오톱 1.54%였다.

비오톱 중분류 유형별 세부 현황을 살펴보면(표 8, 그림 3 참조) 산림지 비오톱에서는 자연림 유형 33.4%, 인공림 유형 15.4%, 기타 유형은 4.6%이었다. 중분류를 천이잠재성, 자연성, 충위구조, 면적 등을 고려하여 세분류한 결과 천이잠재성이 작은 단층구조 참나무류림(대규모 산림)유형이 9.7%로 가장 넓었고 천이잠재성이 큰 단층구조 참나무류림(대규모 산림)유형 9.1%, 천이잠재성이 작은 단층구조 참나무류림(대규모 산림)유형 4.0% 등으로 주로 참나무류림 유형이 넓은 면적을 차지하고 있었다. 하남시 소나무림 유형은 면적이 협소하고 대부분 관리가 된 상태로 흉고직경급을 고려해 두가지 유형으로 구분한 결과 대부분 중경목 이하 소나무림 유형으로 산림 능선부와 묘지 주변에 주로 분포하고 있었다. 소나무는 천이 초기단계 수목으로서 현 상태로 유지된다면 신갈나무 등 참나무류에 의해 도태될 것이므로 생태적, 경관적으로 양호한 지역은 지속적 보전 대책이 마련되어야 할 것이다.

인공림 유형은 산림저지대와 도시내 잔존 산림을 중심으로 넓게 분포하고 있으며 천이잠재성이 작은 단층구조 인공림(대규모 산림)유형이 5.8%로 대부분이었다. 주로 지속적 관리가 이루어지는 밤나무림과 더불어 잣나무림 경우에는 잣나무의 타감작용(allelopathy)에 의해 다른 수종들이 출현하지 않았으며 아까시나무림에서는 아교목층과 관목층도 아까시나무 우점도가 높

아 자생종 우점도가 매우 낮은 상태이었다. 이는 우리나라 다른 도시녹지내 인공림의 문제점인 인공림 세력이 교목·아교목·관목층 모두에서 세력이 커 자연식생으로 천이 가능성이 희박하고 생물종 다양성이 매우 낮다(조우, 1995)는 연구 결과와 유사한 경향이었다.

하천 비오톱은 크게 하남시 북쪽 한강과 남쪽 산림에서 발원하여 한강으로 유입되는 덕풍천과 산곡천이 주요 유형이었으며 이중 국가 하천 한강이 가장 넓은 면적을 차지하고 있었고 지방 하천 중에서는 호안구조가 자연상태이면서 귀화종 초본 식생이 우점하는 하천 유형이 0.1%로 가장 넓어 하남시는 하천 자연도의 대표적 평가지표인 호안구조 측면(조용현, 1997)에서는 양호한 상태이었으나, 주변의 과도한 개발로 인해 귀화종 초본식생이 우점하는 지역이 넓었다. 또한 미사리조 정경기장내 수면, 낚시터 등과 같은 인공 호소 유형이 소규모로 존재하고 있었다.

습지 및 초지 비오톱은 3.6%이었으며 이중 버드나무가 출현하는 자생 습지성 초지 유형이 한강변 당산습지를 중심으로 넓게 분포하고 있었으며 기타 하남시 내부에 소규모로 분포하는 지역에서는 귀화식물이 우점하는 초지와 나지 등이 주요 유형이었다. 경작지 비오톱은 밭, 과수원 등이 6.7%, 비닐하우스 등 시설경작지 유형이 4.6%이었고 과거 경작지 비오톱의 대부분이었던 논 유형(2.2%)은 현재 비닐하우스, 창고 및 공장, 택지 개발 등으로 인해 면적이 지속적으로 감소하고 있었다. 조경수목식재지 비오톱은 하남시 전체 면적 대비 1.5%이었고 이중 단층 구조 외래종 식재지 유형이 0.9%이었다.

시가화 비오톱은 기존 시가지 경우 녹지율과 층고를 고려하여 분류하였으며 창고 및 공장이 넓게 분포하고 있는 지역은 불투수포장 면적 비율에 따라 구분하였다. 면적 비율로는 불투수포장 면적이 넓은 지역(창고 및 공장지역)이 8.1%로 가장 넓게 분포하고 있었으며 주로 서하남 I.C. 부근 기존 경작지와 잔존 산림이었던 지역과 덕풍천과 산곡천 주변, 망월동과 미사동 주변에 넓게 자리잡고 있었다. 기존 시가지를 중심으로 녹지가 없는 저층건물 밀집지역(주거 및 상업지역) 유형은 5.7%이었다.

하남시 비오톱 유형별 현황을 살펴보면, 산림지 비오톱은 식생뿐만 아니라 다양한 생물이 서식·분포할 수

표 8. 하남시 도시생태계 특성을 고려한 비오톱 유형별 면적 및 비율

중분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)		
			소분류	중분류	
산림	자연림	T1. 천이 잡재성이 큰 다층구조 낙엽활엽수 자연림(대규모 산림)	163,720.0	0.2	
		T3. 천이 잡재성이 큰 단층구조 낙엽활엽수 자연림(대규모 산림)	199,312.1	0.2	
		T7. 천이 잡재성이 작은 단층구조 낙엽활엽수 자연림(대규모 산림)	137,258.5	0.2	
		T9. 훼손된 낙엽활엽수 자연림(대규모 산림)	29,371.1	0.0	
		T11. 천이 잡재성이 큰 다층구조 참나무류림(대규모 산림)	8,472,908.0	9.1	
		T12. 천이 잡재성이 큰 다층구조 참나무류림(도심내 잔존 산림)	405,728.2	0.4	
		T13. 천이 잡재성이 작은 다층구조 참나무류림(대규모 산림)	9,040,636.7	9.7	
		T14. 천이 잡재성이 작은 다층구조 참나무류림(도심내 잔존 산림)	33,836.1	0.0	
		T15. 천이 잡재성이 큰 단층구조 참나무류림(대규모 산림)	3,665,756.3	3.9	
		T16. 천이 잡재성이 큰 단층구조 참나무류림(도심내 잔존 산림)	347,818.2	0.4	
		T17. 천이 잡재성이 작은 단층구조 참나무류림(대규모 산림)	3,702,169.3	4.0	
		T18. 천이 잡재성이 작은 단층구조 참나무류림(도심내 잔존 산림)	275,605.5	0.3	
		T19. 훼손된 참나무류림(대규모 산림)	1,140,191.6	1.2	
		T20. 훼손된 참나무류림(도심내 잔존 산림)	104,722.7	0.1	
		T27. 중경목 이하 소나무군집	2,966,929.0	3.2	
		T28. 대경목 소나무군집	404,057.2	0.4	
인공림	인공림	T31. 천이 잡재성이 큰 다층구조 인공림(대규모 산림)	1,718,688.9	1.9	
		T32. 천이 잡재성이 큰 다층구조 인공림(도심내 잔존 산림)	670,134.3	0.7	
		T33. 천이 잡재성이 작은 다층구조 인공림(대규모 산림)	1,747,711.1	1.9	
		T34. 천이 잡재성이 작은 다층구조 인공림(도심내 잔존 산림)	1,610,085.5	1.7	
		T35. 천이 잡재성이 큰 단층구조 인공림(대규모 산림)	1,585,736.5	1.7	
		T36. 천이 잡재성이 작은 단층구조 인공림(도심내 잔존 산림)	325,357.9	0.4	
		T37. 천이 잡재성이 작은 단층구조 인공림(대규모 산림)	5,410,624.7	5.8	
		T38. 천이 잡재성이 작은 단층구조 인공림(도심내 잔존 산림)	1,280,244.9	1.4	
		T39. 관목숲 및 벌채지	826,840.3	0.9	
		T40. 묘지 및 초지(골프장 포함)	3,490,576.4	3.8	
하천	국가 하천	T41. 국가 하천인 한강	6,312,566.2	6.8	
		T43. 자연상태 호안으로 습지성 초지가 형성된 하천	280,155.4	0.3	
		T44. 자연상태 호안으로 건조지성 초지가 형성된 하천	78,469.3	0.9	
		T45. 자연상태 호안으로 귀화종 초지가 형성된 하천	97,849.7	0.1	
		T47. 콘크리트 호안의 습지성 초지가 형성된 하천	123,636.1	0.1	
습지 및 초지	인공 호수	T50. 낚시터 및 조정경기장 수면	386,401.3	0.4	
		T51. 버드나루가 출현하는 습지성 자생종 초지	1,338,295.1	1.4	
		T52. 버드나루가 출현하지 않는 습지성 자생종 초지	106,227.3	0.1	
		T53. 건조지성 자생종 초지	473,917.6	0.5	
		T54. 귀화식물이 우점하는 초지	727,875.9	0.8	
경작지	경작형태	T55. 나지 등	681,767.1	0.7	
		T56. 논 경작지	2,037,096.1	2.2	
		T57. 밭 경작지	6,197,344.9	6.7	
조경수 식재지	층위구조 수종	T59. 비닐하우스 등 시설물 경작지	4,275,493.5	4.6	
		T60. 다층구조 외래종 식재지	59,214.7	0.1	
		T62. 단층구조 향토종 식재지	502,771.7	0.5	
시가화 지역	녹지율	T63. 단층구조 외래종 식재지	875,215.3	0.9	
		T64. 녹지가 많은 고층건물 밀집지역(아파트)	4,643.6	0.0	
		T65. 녹지가 없는 고층건물 밀집지역(아파트)	602,322.7	0.7	
	불투수 포장율	T66. 녹지가 많은 저층건물 밀집지역(주택지 및 상업지)	356,561.9	0.4	
		T67. 녹지가 없는 저층건물 밀집지역(주택지 및 상업지)	5,346,835.5	5.7	
		T68. 불투수포장 면적이 넓은 지역(창고 및 공업지)	7,554,515.7	8.1	
		T69. 불투수포장 면적이 좁은 지역(창고 및 공업지)	127,060.1	0.1	
합계		T70. 군사 지역 및 조사 불가능지	565,386.8	0.6	
		T71. 도로 및 기타	4,209,192.5	4.5	
			93,076,837.5	100.0	
				100.0	

있는 지역으로 생물다양성 측면에서 중요하다. 하남시의 경우 산림지역 사면과 능선부를 중심으로 신갈나무, 굴참나무, 상수리나무 등 참나무류로 비오톱이 단순형 형태로 넓게 분포하고 산림 저지대에는 관리된 인공림 비오톱이 분포하고 있었다. 하남시는 자생종이 우점하는 비오톱 면적은 넓으나, 종구성이 단순하여 생물다양성은 낮은 상태이었다.

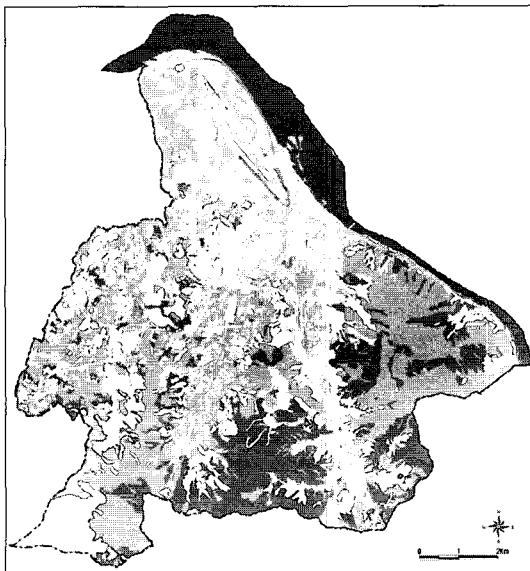


그림 3. 도시생태계 구조를 고려한 하남시 비오톱 현황도

범례:		
산림지 비오톱	자연림	천이 잡재성이 큰 자연림비오톱 천이 잡재성이 작은 자연림비오톱
	인공림	천이 잡재성이 큰 인공림비오톱 천이 잡재성이 작은 인공비오톱
	국기화천	기타 인공림비오톱
하천 비오톱	한강비오톱	한강비오톱
	지방하천	자연상태의 습지성 초본식 생비오톱 자연상태의 건조지성 초본식 생비오톱 콘크리트 호안의 습지성 초본식 생비오톱 귀화식물 및 기타식 생비오톱
	천공호수	기타 인공수면비오톱
습지 및 초지비오톱	자생종	습지성 초본식 생비오톱 건조지성 초본 비오톱 귀화식물 및 기타식 생비오톱
	귀화종	논비오톱
정착지 비오톱	논	논비오톱
	밭	밭비오톱
	기타	시설정착지비오톱
조경수목 식재지 비오톱	향토종	단층구조의 조경수목식 재지비오톱
	외래종	다층구조의 조경수목식 재지비오톱 단층구조의 조경수목식 재지비오톱
시가화 비오톱	주거지 및 상업지	녹지가 많은 고층건물 밀집지역비오톱 녹지가 많은 고층건물 밀집지역비오톱 녹지가 많은 고층건물 밀집지역비오톱 녹지가 많은 고층건물 밀집지역비오톱
	창고	불투수포장 면적이 넓은 창고 및 공업지역비오톱
	공업지	불투수포장 면적이 좁은 창고 및 공업지역비오톱
	기타	기타 시가화비오톱

하천 비오톱은 하남시 북쪽 한강과 하남시 내부에서 발원하여 한강으로 유입되는 덕풍천, 산곡천 등이 있으며 한강은 둔치가 인공화되어 물순환 체계가 다소 훼손된 상태이나, 전체적으로 아직 양호한 상태이었다. 습지 및 초지 비오톱은 하천 비오톱 지역과 연계하여 주로 분포하고 있으며 일부 도시 내부에 소규모로 분포하면서 다양한 자생 수목 및 초본류들이 넓게 분포하고 있어 생물다양성 측면에서 양호한 상태이었다. 그러나 하천둔치 인공화로 인한 물순환 체계의 훼손에 따라 지하수위가 낮아져 건조지성 자생종 초지와 귀화종 초지면적이 지속적으로 확대되고 있는 상황이었다. 경작지 비오톱은 과거 하남시 중앙부와 한강을 중심으로 논 경작지비오톱이 넓게 분포하고 있었지만 최근 시가화가 진행되면서 시설경작지 비오톱, 시가화 비오톱으로 용도가 변경됨에 따라 생물다양성과 물순환 체계가 지속적으로 훼손되고 있었다. 조경수목식재지 비오톱과 시가화 비오톱은 하남시 다른 비오톱 유형 중 면적이 협소하였으며 이중 조경수목식재지 비오톱은 외래종이 우점하는 단층구조 형태로 생물다양성이 낮은 상태이었다. 시가화 비오톱은 저층 주거지역 및 창고 등의 면적이 넓어 엔트로피 감소 측면에서 양호하였으나, 최근 대규모 고층 아파트 건설에 따라 엔트로피의 지속적 증가와 물순환체계 훼손까지 우려되는 상황이었다.

IV. 결론

본 연구는 도시를 구성하고 있는 토지이용유형별 생태계 속성을 반영한 비오톱 유형화를 실시하고자 하였다. 특히 도시지역에서 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 산림지역은 다양한 생태계 특성을 포함하고 있으므로 식생유형과 천이의 잡재성 등을 고려하고자 하였다.

연구 대상지는 생태계 속성은 양호하지만 최근 개발 압력이 큰 경기도 하남시를 대상으로 하였으며 비오톱 유형화를 위한 도시생태계 구조 분석으로 토지이용 현황, 토양피복현황, 식생구조현황을 분석하였다.

토지이용현황은 토지이용유형과 더불어 도심내 엔트로피와 상관성이 큰 항목으로 하남시는 녹지 및 오픈스페이스가 넓게 분포하고 있어 자연성이 양호한 도시 유형이나, 최근 경작지를 중심으로 대규모 택지 개발 사

업, 불법 창고 및 공업지 등의 확대 등으로 자연성 훼손이 가중되고 있는 상황이다. 토양피복현황으로는 토지 개발의 흔적 지표로 대별되는 불투수포장 면적을 조사한 결과 시가화 지역(20.9%) 중 건폐지가 16.1%를 차지하고 있어 시가화 지역내 불투수포장 면적 비율이 높게 나타났다. 특히 불투수포장은 우수의 지하 침투를 불가능하게 하여 지하 수위를 저하시켜 토지의 생태적 가치를 훼손시킨다.

식생구조 현황에서는 현존 식생, 흥고직경 및 층위구조, 하천 식생 및 호안구조를 분석하였다. 현존 식생은 다시 시가화 지역과 녹지 및 오픈스페이스를 구분하여 분석하였는데 시가화 지역은 녹지율, 녹지 및 오픈스페이스는 식생유형에 따라 구분하였다. 분석 결과 시가화 지역은 녹지율이 매우 낮았으며 현존 식생의 경우 신갈나무, 굴참나무 등 참나무류가 우점하면서 계곡 및 사면 지역을 중심으로 인공 식재한 아까시나무, 밤나무, 일본잎갈나무림이 넓게 분포하고 있었다. 특히 식생종 다양성이 높은 낙엽활엽수 군집은 계곡부에 소규모로 분포하고 있었다. 흥고직경 및 층위구조는 중경목이 우점하는 군집이 전체 산림식생 중 80.74%로 대부분이었으며 천이 잠재성은 높지만 자생종 소경목 지역도 일부 분포하고 있어 이들에 대한 유형 분류가 필요한 상황이었다.

도시 생태 구조를 고려해 총 71개 비오톱 유형화를 실시한 후, 하남시 적용결과 전체 51개 유형으로 구분되었다. 이중 산림지역은 자연성, 다양성, 잠재성, 희귀성 측면을 고려하여 28개 유형으로 구분되었으며 하천 9개 유형, 습지 및 초지 5개 유형, 경작지 3개 유형, 조경수식재지 3개 유형, 시가화지역 8개 유형으로 구분되었다.

도시 생태계 구조를 고려한 비오톱 유형 구분을 위해서는 반드시 다음 세 가지가 먼저 선행되어야 한다. 첫째, 토지이용 유형화 및 현황조사, 둘째, 도심내 불투수포장 현황조사, 셋째, 식생구조 조사이다. 특히 식생구조는 녹지 및 오픈스페이스에서 가장 중요한 항목으로 현존 식생, 흥고직경 및 층위구조, 하천 호안구조 등이 반드시 조사되어야 한다. 본 연구는 국내 도시 생태계 구조를 고려한 비오톱 유형화를 실시한 것으로 향후 도시 생태계 관리 자료로 이용할 수 있을 것이다.

인용문헌

1. 권전오(2003) 환경친화적 택지개발계획 수립을 위한 환경생태

- 평가기법 활용에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
2. 김경태(2002) 백두대간 자연생태계의 지역구분을 위한 식생지수에 관한 연구. 한국환경생태학회지 16(3): 223-232.
 3. 김종원(2004) 녹지생태학. 서울: 월드사이언스.
 4. 김주환(2001) 지표공간의 이해: 지리학적인 접근. 서울: 푸른세상아카데미.
 5. 나정화, 이석철, 사공정희, 류연수(2001) 생물종 및 서식지 보전의 관점에서 본 대도시의 비오톱 구조분석 -대구광역시 수성구를 중심으로-. 한국조경학회지 28(6): 29-51.
 6. 나정화, 이정민(2003) 도시비오톱의 경관생태학적 특성분석 -대구광역시를 사례로-. 한국조경학회지 30(6): 128-139.
 7. 배정희(2004) 도시하천의 횡단지형구조 및 호안구조에 따른 식생분포특성과 식생도입방안. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
 8. 서울특별시(2000) 도시생태개념의 도시계획에의 적용을 위한 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립 -1차년도 보고서-. 서울특별시.
 9. 성남시(2004) 비오톱 등급평가 및 도시생태현황도(Biotope map) GIS 구축. 성남시.
 10. 송광섭(2001) 인공위성영상의 식생지수를 이용한 산림지역의 녹지량 추정에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
 11. 송인주(1999) 드일의 생태도시 사례연구. 녹색서울 21: 96-101.
 12. 송인주, 전유리(2003) 서울시의 경관생태학적 분석을 통한 시설경작지 관리방안. 한국환경생태학회지 17(1): 56-70.
 13. 이건호, 장현봉(1994) 엔트로피 원리를 이용한 도시내 토지 이용의 용도별 공간분포 특성수명에 관한 연구. 대한국토·도시계획학회지 29(1): 25-36.
 14. 이춘호(2004) 한국에 적합한 생태도시 조성방안. 지역사회 개발연구 29(1): 53-77.
 15. 정경진(1999) 한강지류에서 하천변의 식생분포와 지형, 토양, 수문특성과의 관계. 성균관대학교 대학원 박사학위논문.
 16. 조용현(1997) 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
 17. 조우(1995) 도시녹지의 생태적특성 분석과 자연성 증진을 위한 관리모형 -서울시를 중심으로-. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
 18. 최송현(1996) 산림생태계의 환경영향평가기법에 관한 연구 - 녹지의 자연성평가를 중심으로 -. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
 19. 하남시사편찬위원회(2001) 환경도시 하남. 하남시사편찬위원회.
 20. 한봉호(2000) 생태도시 구현을 위한 도시녹지축의 생태적 특성 평가 및 식재모델에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
 21. 환경부(2001) 지속가능한 개발을 위한 생태계 지표 개발. 환경부.
 22. 한국환경정책·평가연구원(2003) 유역관리 효율화를 위한 불투수면 지표개발과 적용. I. 한국환경정책·평가연구원.
 23. 建設省都市局(1994) 環境共生都市づくり. ぎよらせい.
 24. 玉井信行, 奥田重俊, 中村俊六(2001) 河川生態環境評價. 東京大學出版會.
 25. 玉川英則(1984) 都市内における土地利用ハタン及びその変化の計量的分析. 都市計画學術研究論文集 19: 343-348.
 26. 李宇新(1990) 森木環境構造と鳥類の採餌ニッチに関する研究. 北海道大學大學院博士學位論文.

27. 梶原健太(1995) 沖積河川の水邊生態環境とその整備について
研究 東京大學博士學位論文
28. Cortner, H. and M. Moote(1994) Trends and issues in land
and water resources management: setting its agenda for
change. Environmental Management 18(2): 167-173.
29. Cortner, H., M. Wallace, S. Burke, and M. Moote(1998) Institutions matter: the need to address the institutional challenges of ecosystem management. Landscape and Urban Planning 40: 159-166.
30. Freeman, C.(1999) Geographic information systems and the conservation of urban biodiversity. Urban Policy Res. 17(1): 51-61.
31. Freeman, C. and O. Buck(2003) Development of an ecological mapping methodology for urban areas in New Zealand. Landscape and Urban Planning 63:161-173.
32. Lackey, R.(1998) Seven pillars of ecosystem management. Landscape and Urban Planning 40: 21-30.
33. Lessard, G.(1998) An adaptive approach to planning and decision-making. Landscape and Urban Planning 40: 81-87.
34. Löfvenhaft, K., C. Björn, and M. Ihse(2002) Biotope pa-tterns in urban areas: a conceptual model integrating bio diversity issues in spatial planning. Landscape and Urban Planning 58: 223-240.
35. Löfvenhaft, K., S. Runborg, and P. Sjögren-Gulve(2004) Biotope patterns and amphibian distribution as assessment tools in urban landscape planning. Landscape and Urban Planning 68:403-427.
36. Motwkin, G., P. Wilson, D. R. Foster, and A. Allen(1999) Vegetation patterns in heterogeneous landscapes: the importance of history and environment, Journal of Vegetation Science 10: 903-920.
37. Odum, E. P.(1971) Fundamentals of Ecology(3rd ed.). Philadelphia: W.B. Saunders Company.
38. Schueler, T.(1994) The importance of imperviousness, Watershed Protection Techniques 1(3): 100-111.
39. Slocumbe, D. S.(1998) Defining goals and criteria for ecosystem-based management. Environmental Management 22(4): 483-493.
40. Sukopp, H.(1990) Urban Ecology-Plants and Plant Communities in Urban Environments-. Hague: SPB Academic Publishing.

원 고 접 수: 2006년 3월 20일

최종수정본 접수: 2006년 5월 23일

3인의명심사필