

경관생태적 측면에서의 도시 에코톱의 분류방법 및 특성분석 - 대구광역시를 사례지로 -

나 정 화 · 이 정 민*
경북대학교 조경학과 · *경북대학교 대학원 조경학과
(2003년 7월 28일 접수; 2003년 12월 11일 채택)

The Analysis of Classification Method and Characteristics of Urban Ecotopes on the Landscape Ecological Aspect - The Case of Metropolitan Daegu -

Jung-Hwa Ra and Jung-Min Lee*

Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

*Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

(Manuscript received 28 July, 2003; accepted 11 December, 2003)

The purpose of this research was to investigate the characteristics of urban ecotopes and to classify ecotopes systematically from them. Total of 15 characteristics for classification of ecotopes were selected, and there were categorized 3 factors, that is abiotic, biotic and anthropological factors. The ecotope types in the study area were classified into 67. The classification of ecotope was made with SPSS for Windows Version 10.0 on the basis of the 15 characteristics. As the results of cluster analysis using the average linkage method between groups, groups of ecotope type were divided into 15 clusters. It was known that there was not a great difference in an affinity as the result of overlapping the maps of ecotope type and land use type. This research suggested characteristics for classification of ecotopes, but there was a limit to get the objective method for grade classification because of lacking in the basic data, the research of characteristics will be accomplished continuously.

Key words : Ecotope Type, Land Use Type, Landscape Ecological Aspect, Cluster Analysis

1. 서 론

1.1. 연구 목적

19C 이후, 성장지향 산업화 과정을 거치면서 도시는 과밀화, 거대화되어 왔으며, 도시 녹지의 소멸 및 단절현상이 가속화되었다. 이는 자연에 대한 인공적인 환경부하를 증가시켰으며, 자연이 가지고 있는 자정능력을 상실시켜 도시생태계 불균형이라는 심각한 환경문제를 야기하였다. 이에 도시를 생태적 유기체로 파악하고 자연과 인간이 공존할 수 있는

친환경도시로 유도할 필요성이 대두되었다.

이러한 시대적 요구에 부응하여 경관생태학적 이론에 입각한 도시형성의 노력이 활발하게 진행되고 있으며, 특히, 최근에는 비오톱에 기초를 둔 경관생태계획에 관한 연구가 진행되고 있다. 국내·외의 비오톱 관련 연구를 살펴보면, 비오톱의 개념 및 유형 연구^{1~4)}를 비롯하여, 비오톱 평가 및 평가지표 연구⁵⁾, 비오톱 네트워크 연구^{6,7)}, GIS를 활용한 비오톱 도면화 연구^{8,9)} 등을 들 수 있다.

그러나, 국내의 비오톱 관련 연구는 대부분 생물적 요소를 위주로 수행되어 무생물적 요소와 인간행태적 요소의 고려가 부족한 실정이며 복합체로서의 도시 생태적 공간 특성을 경관생태계획 및 평가에 반영하는데 한계가 있다. 따라서, 자연생태시스

Corresponding Author : Jung-Hwa Ra, Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
Phone : +82-53-950-5785
E-mail : jhra@knu.ac.kr

템의 원리에 기초한 생물, 무생물 측면과 인간행태적 측면까지 포함하는 전체론적인 공간 개념 즉, 비오톱의 의미에서 보다 확대된 차원의 에코톱을 토대로 한 유형분류 및 분석에 관한 연구가 요구되고 있다¹⁰⁾.

이에, 본 연구의 목적은 첫째 대구시를 사례지로 에코톱유형 분류방법을 제시하고 에코톱체계 및 특성을 분석하는데 있다. 둘째 토지이용유형에 의한 분류와 본 연구 방법에 따른 에코톱 분류 결과를 비교분석하여 이들 상호간의 관련성을 파악해 보는데 있다.

1.2. 경관생태학에서의 에코톱(Ecotope) 의미

경관생태학은 근대 생태학의 한 분과이며, 다양한 스케일의 경관에서 지생태적, 생물생태적 및 인문적 요인을 포함하는 공간 구조 및 기능적 변화에 관한 연구로 정의할 수 있다^{10,11)}. 특히, 중부 유럽권 국가에서 경관생태학은 주로 전체론적 경관구조분석, 계획 및 보존의 전문적 노력을 지향하는 경향이 있으며, 구미권에서의 경관생태학은 생물 물리적 경관요소를 강조하는 측면에서의 경관의 이질성, 역동성, 에너지 흐름 등을 연구하는 경향이 있다¹²⁾. 전자의 경관생태학적 기반, 즉 경관생태학의 전체론적 개념을 위한 토대는 Troll, Neef에 의해 제 2차 세계대전 이후의 고도로 발전한 중부와 동부 유럽의 산업

국가에서 시작되었으며 경관계획과 관리의 전체론적 방법(Holistic method)에 의해 발전되고 널리 적용되어 왔다¹⁰⁾. 경관생태학에서 전체론적 연구방법론은 복잡한 구조와 과정의 이해를 용이하게 하기 위해서 분석학적 관찰을 지양하며, 경관을 분리된 조각으로 보지 않고, 상호간에 연결된 전체로서 분석한다는 측면에서 중요하다¹³⁾.

전체론적 경관생태학의 개념은 여러 학자에 의해 정의되었다. Troll은 경관을 구체적이고 유형적인 존재로써 바라보았고 그런 경관에 대한 이해는 '자연과 인간이 거주하는 공간 전체'라는 그의 전체론적인 개념을 고무시켰다¹³⁾. Leser와 Mosimann은 경관생태학을 자연 지리학 연구의 한 측면에서 보았으며, 동일한 자연경관으로 이루어진 지역은 동질성을 나타내는 상호 이질적인 요소들의 복합작용체계로 이루어진 전체론적인 실체로 간주하였다^{11,14~16)}.

전체론적 경관생태학에 입각한 경관생태계획은 경관 본질의 유지, 경관 지속성의 증진, 장소의 자연성과 인문성의 강화라는 세가지 상호 관련된 총괄적 중요목표에 의해 좌우된다¹⁷⁾. 이러한 목표를 달성하기 위해서 경관생태학에서 경관의 계층적 분류방법이 발전되었다. 경관의 계층적인 분류방법은 경관을 이해하는 작업이고 경관 디자인을 하기 위한 중요한 계획 도구이다¹⁷⁾. Haber와 Zonneveld는 경

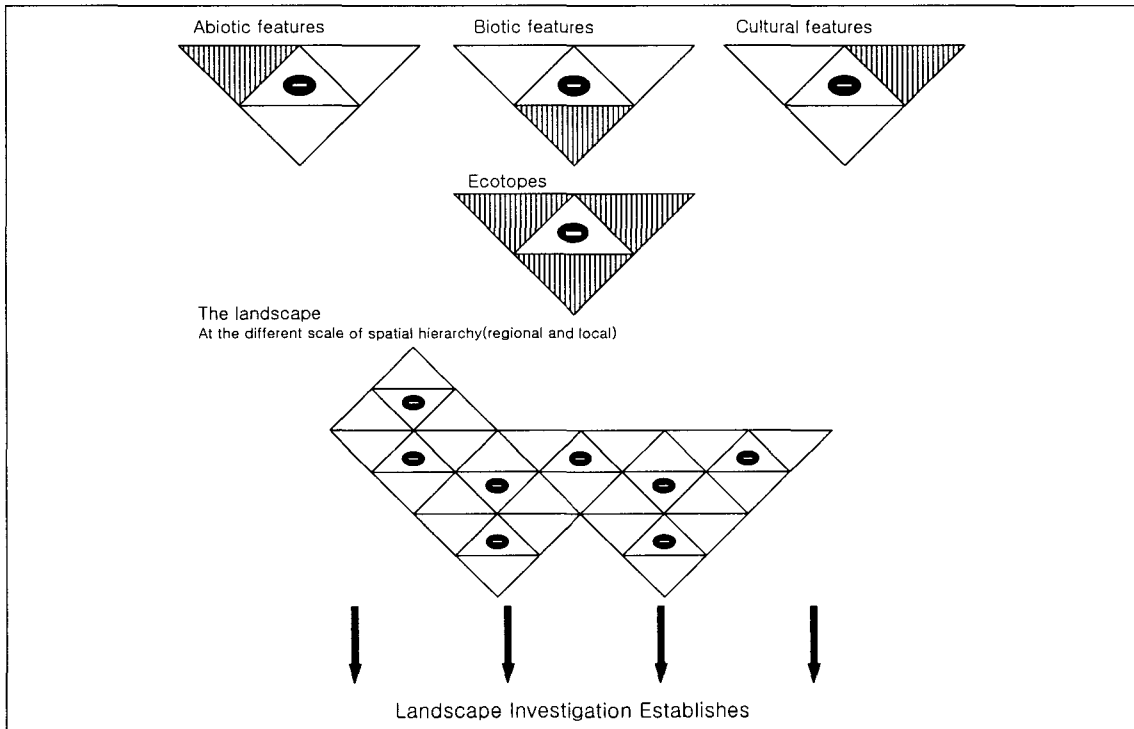


Fig. 1. Distribution of landscape units in space.

관생태적 공간단위를 구분하기 위해 경관의 규모에 따라 단위를 구분하였다. 그리고, 공간단위 중 에코톱을 경관생태적 동질성을 나타내는 최소단계의 공간으로 제안하였으며, 적어도 대기, 식생, 토양, 암석, 물 등의 경관생태적 특성 중 하나의 특성이 동질하며, 그 밖의 다른 특성들이 과도하게 다르지 않는 특성을 가지는 것으로 그 개념을 정의하였다^{11,18,19)}. 즉, 에코톱은 인문환경과 자연환경이 하나의 시스템으로 이루어진 것으로 보는 전체론적인 경관생태학에서 경관생태적으로 동질한 성격을 지닌 최소 공간단위로 볼 수 있다. 특히, 지역의 무생물, 생물, 인간 상황에 의해서 결정되는 복합체와 구조를 가지는 공간단위로 해석하고 있다^{13,17)}(Fig. 1).

본 연구는 이러한 측면에 입각하여 도시공간을 대상으로 경관생태학의 구조적 측면에서 에코톱을 분류하였으며, 특히 경관생태적 동질성을 나타내는 최소 단위공간으로서의 도시 에코톱을 구분하기 위해서 무생물, 생물, 인문적 측면에서의 주요 인자들을 추출하여 동질성 여부를 판단하는 에코톱 공간단위로 재분류를 시도하였다.

2. 연구 방법

2.1. 사례지 선정

사례지 선정을 위해 축척 1:25,000 지형도를 활용하여 연구대상지인 대구광역시 전역을 500m×500m 격자로 나누었고, 격자의 기준선은 최남단, 최서단(좌표축 x, y)으로 정하였다. 그리고, 연구대상지를 토지이용유형별로 구분하기 위해 도시경관생태자료 및 대구광역시 기본구상도, 토지이용계획도, 토지지목별 현황²⁰⁾을 참고하였다. 도시 전체 면적 중 토지이용유형별로 나누어진 각각의 면적점유비율을 계산하고 그 비율에 비례하게 사례지를 추출한 후, 이를 전수 조사하였다. 특히, 대표성이 큰 사례지를 추출하기 위해서 토지이용유형별 면적점유비율 및 특성을 고려하여 비례층화추출(Proportional stratified sampling) 또는 비례할당추출(Proportional allocation sampling) 중 적합한 표본추출방법을 사용하였다²¹⁾. 즉, 모집단에서 구성비율이 큰 집단은 주관적인 표본추출을 최대한 배제하기 위해 각층에서 층의 크기에 비례한 수의 표본을 무작위적(Random)으로 추출하는 방법인 비례할당추출을 활용하였다. 또한, 경관생태적으로 가치가 있지만, 모집단 내 구성비율이 작아서 사례지 선정시 누락될 가능성이 있는 집단은 각층이 점하는 비율에 따라 각 층의 크기를 할당하여 표본을 추출하는 방법인 비례층화추출을 사용하여 사례지를 추출하였다. 상기의 표본 추출방법에 의해서 총 103개의 사례지를 선정하였으며, Fig.

2로 제시하였다. 구체적으로, 산림지역에서 27개, 농업지역에서 18개, 수공간지역에서 12개, 주거지역에서 12개, 상업지역에서 7개, 공업지역에서 5개, 교통시설지역에서 10개, 도시자연공원을 제외한 도시공원과 유원지에서 4개, 기타지역에서 8개의 사례지를 추출하였다.

2.2. 에코톱유형 분류를 위한 형질의 설정

형질의 설정은 기존의 도시생태 관련 연구결과^{2,5,22)}를 활용하였으며, 특히 경관생태적 측면에서 에코톱유형을 분류하기 위해서 무생물 요소, 생물적 요소, 인문적 요소를 포함하는 형질 및 등급기준을 설정하였다. 에코톱유형 분류와 관련이 있다고 판단되는 형질을 일차적으로 가능한 한 많이 추출하였으며, 이중 서로 유사성이 강한 형질은 정보의 중복을 배제하기 위해 유사 형질 중 하나만을 선택하였다. 형질의 등급 구분은 경관생태적 가치 차이에 의한 구분이 아니라 에코톱유형 분류를 위한 경우의 수에 따른 구분을 의미한다. 그리고, 현장조사를 추가로 실시하여 현장 적용성이 떨어지는 형질 및 형질의 등급은 수정 및 보완하였다.

2.3. 운영분류단위 및 에코톱유형 설정

운영분류단위(Operation Taxonomic Unit: OTU) 및 에코톱유형의 설정을 위해 우선, 축척 1:5,000 지형도를 기초도면으로 하였다. 그리고, 축척 1:5,000 지적도, 축척 1:20,000 항공사진, 임상도 및 기타 관련 자료들을 추가적으로 활용하였다.

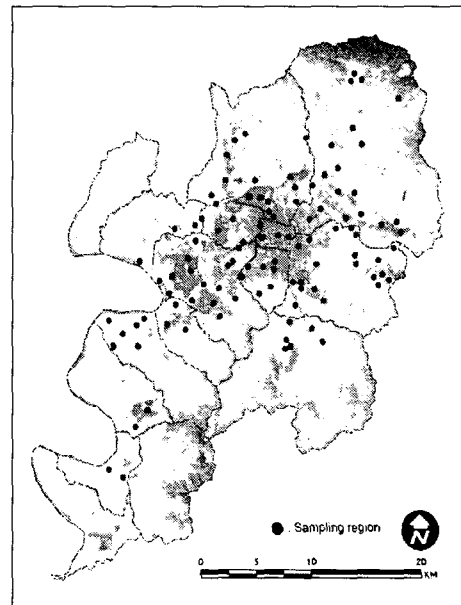


Fig. 2. Location and number of sampling regions.

사례지 내에서 나타나는 경관생태적 특성이 다른 모든 공간을 에코톱유형 분류를 위한 최하위 단위인 OTU로 설정하고, OTU의 최소면적한계는 도면 축적 및 표기의 한계성이라는 맥락에서 30m×30m로 제한하였다. 그리고, 현장조사를 통해 OTU의 형질 조사 결과가 유사한 공간들은 묶어서 하나의 에코톱유형으로 설정하였다. 현장조사에서 OTU 및 에코톱유형을 설정하고 내업에서 재차 수정 및 보완 작업을 실시하여 에코톱유형을 최종적으로 확정하였다.

2.4. 현장 조사

분류된 에코톱유형에 대한 현장조사는 준비한 야장표를 활용하였으며, 경관생태적 측면에서 에코톱유형 분류를 위해 설정된 형질을 중심으로 실시하였다. 그리고 선정된 사례지의 전체적인 구조를 기록하기 위하여 사진촬영을 실시하였다. 식생조사는 식물사회학적인 방법을 응용하였으며, 개체중 동정은 부분적으로 전문가의 자문을 통해 확인과정을 거쳤고 식물종명은 대한식물도감²³⁾에 따라 기록하였다. 또한 층위구조의 조사는 목본종의 경우, 수고 2m이상의 수관층은 교목층으로, 수고 2m미만의 수관층은 관목층으로 구분하였으며, 초본성 식물의 경우, 수고가 낮은 관목을 제외한 초본층으로 구분하여 실시하였다. 또한, 불투수성 포장률, 나지화 비율, 수공간 비율, 녹피율은 전체면적에 대한 면적점유비율(%)을 조사하였다.

2.5. 군집분석

현장조사를 통해 수집한 자료를 토대로 통계패키지 SPSS for Window Ver. 10.0(SPSS Inc., 2002)을 이용하여 군집분석을 실시하였다. 본 연구에서는 조사된 형질의 단위가 서로 다르므로 형질의 조사결과치를 표준점수(Z-score)로 변환한 후 제곱 유클리디안 거리를 사용하여 에코톱유형간의 유사성을 계산하였다. 그리고, 군집분석 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위해, 최단연결법, 최장연결법, 중심연결법, 중위수연결법, 군집간 평균연결법, 군집내 평균연결법, WARD의 방법 등 7가지 방법을 적용한 후 그 결과들이 유사한가를 비교, 검토하였다²⁴⁾. 그리고 각 분석결과를 비교한 후 적합하다고 판단되는 군수(number of cluster)를 결정하여 이를 최종적으로 에코톱유형군으로 결정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 에코톱유형 분류를 위한 형질

에코톱유형 분류를 위한 형질설정된 형질은 Table 1과 같이 무생물적 요소, 생물적 요소, 인문적 요소로 구분하여 총 15개로 설정하였다. 무생물

적 요소에서 지표면 온도²⁵⁾, 경사형태, 나지화 비율, 수공간 비율 등 총 4개의 형질을 추출하였다. 일례로, 나지화 비율을 무생물적 요소로 설정한 근거와 등급기준을 제시하면 다음과 같다. 평균지하수의 형성률에 관한 연구에서 나지는 평균 증발율 40%, 평균 지하수 형성률 60%로, 초지는 평균 증발율 75%, 평균 지하수 형성률 25%로, 관목식생지는 평균 증발율 85%, 평균 지하수 형성률 15%로, 숲은 평균 증발율 90%, 평균 지하수 형성률 11%로 조사되었다²⁶⁾. 이에 나지는 지하수 형성시 가장 효율적인 지역으로 우수의 유출억제 및 이용량을 증가시킴으로써 도시 내 자연상태에 가까운 물 순환을 촉진시키는 지역으로 판단된다. 또한, 도시 내의 나지는 인간의 간섭이 상대적으로 배제된 장소로서 시간이 경과함에 따라 식생이 유입되어 녹지로 이행될 가능성이 있다고 판단되어 녹지가 적은 도심내에서 경관생태적으로 중요한 역할을 수행하는 공간으로 사료된다. 따라서, 나지화 비율을 무생물적 형질로 설정하였으며, 현장조사시 등급을 구분하지 않고 전체 면적에 따른 나지 면적의 비율(%)을 산정하였다.

생물적 요소에서는 녹피율, 종풍부도, 층위구조, 발생형태, 식생의 활력도, 조류 출현 및 서식의 적합성, 희귀종 및 멸종위기종에 처한 종출현의 전제조건 등 총 7개의 형질을 추출하였다. 일례로 층위구조는 식생의 수직적인 구조를 판단할 수 있는 기준이며, 생물종의 다양성에 직접적인 영향을 끼치는 것으로²⁷⁾, 도시지역에서 녹지의 생태적인 기능을 판단하는 중요한 지표로 사료된다. 따라서, 층위구조를 생물적 요소로 설정하였으며, 교목, 관목, 초본의 상호조성형태에 따라 3등급으로 구분하였다.

인문적 요소로는 불투수성 포장률, 건물층수, 구조적 다양성, 헤메로비 등급 등 4개의 형질을 추출하였다. 구조적 다양성은 수직적이고 수평적인 경관의 구조적 다양성을 파악하는 형질이고, 수직적 경관 요소는 협곡, 능선, 계곡, 구릉지 등과 같은 독특한 경관요소의 출현, 서로 다른 계층구조의 존재를 의미하고, 수평적 경관 요소는 서로 다른 성장형태와 색채, 꽃을 가진 식물종의 출현을 의미한다²⁸⁾. 헤메로비등급은 인간의 자연에 대한 간섭정도를 나타내는 단위²⁹⁾로서 생태계에 미치는 인간의 영향력 정도를 제시하는 중요한 지표로 판단된다. 따라서, 헤메로비등급을 인문적 요소로 선정하였으며 Blume과 Sukkop³⁰⁾, Kaerkes³¹⁾의 연구를 응용하여 총 7등급으로 구분하였다.

3.2. 에코톱유형

현장조사를 통해 OTU를 분석한 결과, 총 67개의 에코톱유형으로 구분되었으며 Table 2와 같다. 에코톱유형의 분류내용을 모두 기술하기에는 지면상 한계가 있었던 바, 본고에서는 수공간에서 출현한 에코

Table 1. Characteristics and its grade for classification of ecotope types

Characteristic		Grade
Abiotic factor	Ground temperature	I. Built-up areas(24.2℃) II. Bare ground(21.3℃) III. Grassland, farmland such as paddy and dry field(18.7℃) IV. Forest, woodland(15.0℃) V. Water(14.8℃)
	Slope	I. Inclined land II. Inclined land+flatland III. Flatland
	Bare ground rate	· Area of bare ground÷the total area×100(%)
	Water rate	· Area of water÷the total area×100(%)
Biotic factor	Vegetation rate	· Area of vegetation cover÷the total area×100(%)
	Species abundance	I. More than 21 species II. 11-20 species III. 1-10 species
	Stratum structure	I. 3 stratum: trees/shrubs/bushes II. 2 stratum: trees/shrubs, trees/bushes, shrubs/bushes III. 1 stratum: trees, shrubs, bushes
	Development morphology	I. Natural vegetation(diverse structure) II. Natural vegetation(simple structure) III. Artificially formed vegetation(diverse structure) IV. Artificially formed vegetation(simple structure)
	Vegetation vitality	I. Most favorable growth of vegetation II. Favorable growth of vegetation III. Unfavorable growth of vegetation
	Existence of bird and it's habitat	I. Existence of bird and it's habitat II. Existence of bird, Non-existence of it's habitat III. Non-existence of bird and it's habitat
	Necessary condition for rare & endangered species	I. Under the advantageous condition II. Under the disadvantageous condition
	Artificial cover rate	· Area of artificial covered land÷the total area×100(%)
Anthropogenic factor	Building floor	I. Nonexistence of the building II. 1-2 floors III. 3-5 floors IV. More than 6 floors
	Landscape structure diversity	I. Extremely horizontally and vertically diverse structure II. Horizontally and vertically diverse structure III. Vertically diverse structure IV. Horizontally diverse structure V. Non-diverse structure
	Hemeroby	I. a-hemeroby II. oligo-hemeroby III. meso-hemeroby IV. β-euhemeroby V. α-euhemeroby VI. poly-hemeroby VII. meta-hemeroby

톱유형에 관한 분류결과를 예로 제시하였다. 에코톱 유형 분류를 위해 사진에 현장조사를 실시한 결과, 수공간은 물의 흐름유무와 제방의 조성형태, 하폭 등에 따라 형질에서 차이가 나타나는 것으로 조사되었다. 우선, 흐름유무에 따라 유수와 정수로 구분하였으며, 유수는 하폭이 50m이상인 경우를 하천으로, 50m 미만인 경우를 개천으로 구분하였다. 하폭에 따른 분류는 현장조사시 표본내에서 출현하는 수공간의 평균

하폭을 토대로 하여 그 범위를 정하였으며, 유수와 정수는 형성된 제방의 조성형태에 따라 각각 세분하였다. 따라서 수공간은 자연재료로 형성된 하천, 자연재료로 형성된 개천, 인공재료로 형성된 제방을 가진 하천, 인공재료로 형성된 제방을 가진 개천, 자연재료로 형성된 저수지, 인공재료로 형성된 제방을 가진 저수지, 늪·습지, 계곡 에코톱유형으로 분류하였다.

Table 2. List of ecotope types

Code	Ecotope type
1	Natural river
2	Natural Stream
3	River with artificial bank
4	Stream with artificial bank
5	Natural water reservoir
6	Water reservoir with artificial bank
7	Swamp, wetland
8	Valley, waterfall
9	Coniferous forest
10	Deciduous forest
11	Mixed coniferous and deciduous forest
12	Edge with trees
13	Edge with shrubs/bushes
14	Edge with trees/shrubs/bushes
15	Naturally developed and high grassland(non-intensive management)
16	Naturally developed and low grassland
17	Artificially managed grassland(intensive management)
18	Bedrock in forest(bedrock dominated pine)
19	Bare ground in forest
20	Paddy field
21	Dry field
22	Orchard
23	Cultivated land with a hothouse
24	Remaining woodland in the farmland
25	Typical farmhouse
26	Modernized farmhouse
27	Afforested land
28	Artificial sapling field
29	Neighboring park
30	Cemetery park
31	Physical training park
32	Historical remains site
33	Museum
34	Golf course
35	Amusement park
36	Vegetable garden
37	Traditional residential area
38	Detached dwelling with dense vegetation($\geq 30\%$ of total area)
39	Detached dwelling with sparse vegetation($< 30\%$ of total area)
40	Residential area of multiple households
41	Apartment complex of medium and low height
42	Apartment complex of high height
43	Commercial area on the permeable land with dense vegetation($\geq 30\%$ of total area)
44	Commercial area on the impermeable land with dense vegetation($\geq 30\%$ of total area)
45	Commercial area with sparse vegetation(10-20% of total area)
46	Commercial area with very sparse vegetation(5-10% of total area)
47	Building area with almost no vegetation($< 5\%$ of total area)
48	Industrial area with dense vegetation($\geq 15\%$ of total area)
49	Industrial area with sparse vegetation($< 15\%$ of total area)
50	Public building area with dense vegetation($\geq 20\%$ of total area)
51	Public building area with sparse vegetation($< 20\%$ of total area)
52	Facility district of supplying water
53	University
54	Elementary · middle · high school
55	Railway area with dense vegetation($\geq 30\%$ of total area)
56	Railway area with sparse vegetation($< 30\%$ of total area)
57	Railroad station
58	Road with dense vegetation
59	Road with sparse vegetation
60	Non-pavement parking lot
61	Pavement parking lot
62	Bus terminals
63	Building area with playground
64	Athletic field with no or scattered vegetation
65	Remaining bare ground in the city center
66	Construction work district
67	Military installations district

3.3. 현장조사

분류된 67개의 에코톱유형에 대한 현장조사는 야장에 기록된 15개의 형질을 중심으로 실시하였다. 일례로, 수성구 황금동에 위치하고 있는 박물관 에코톱유형을 현장조사한 결과, 이 에코톱유형은 범어공원지구내에 위치하며 대구 어린이 대공원과 인접해 있어서 공원과 유사한 조성형태를 보이고 있는 것으로 조사되었다. 출현 식물종은 소나무, 느티나무 등 총 44여종으로, 이중 교목은 26종, 관목은 15종, 덩굴 및 초본은 3종으로 조사되었다. 녹피옴은 평균 70%로 인위적인 식재가 많은 부분을 차지하고 있었으며, 층위구조는 구간별로 다소 차이가 있었으나 전체적으로 교목층 위주의 다층구조로 구성되어 있었다. 또한, 자연적 지형을 일부 포함하고 있으나 인위적 간섭이 심하였던 바, a-euhemeroby 단계로

판단하였다. 주변의 토지이용유형은 대부분 주거지역으로 구성되어 있었고 인근에 녹지가 거의 출현하지 않았으며, 이로 인해 인근 주민들이 조깅, 산책, 휴식 등의 휴양활동을 이 에코톱유형에서 행하고 있어 주민들의 휴양을 위한 지역으로써 중요한 기능을 수행하고 있는 것으로 판단된다.

3.4. 군집분석

현장 조사를 통해 67개의 에코톱유형에 대한 형질 조사결과를 토대로 군집분석을 실시하였다. 상기의 7개 군집분석방법으로 에코톱유형을 분석한 결과, 서로 유사한 군집을 형성하고 있는 것으로 나타났다. 그 중 군집내 평균연결법에 의한 군집결과가 가장 적합한 것으로 판단되어 그 결과를 토대로 한 덴드로그램을 Fig. 3과 같이 제시하였으며, 여기에

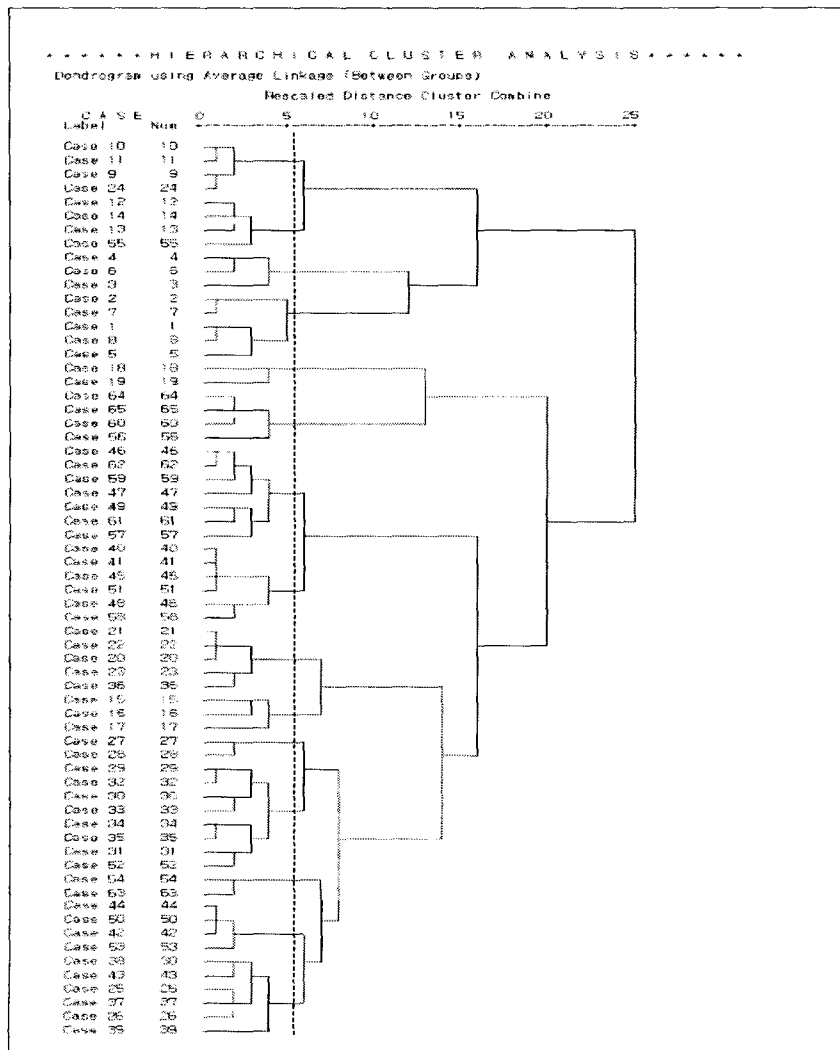


Fig. 3. Dendrogram using average linkage method.

서 세로축은 67개의 에코톱유형의 코드를 의미하며, 가로축은 군집간 유사성 거리계수의 상대적 거리를 나타낸다.

에코톱유형의 군집화 과정과 명칭에 관해서는 군집 7의 예를 통해 살펴보면 다음과 같다. 군집 7은 녹지가 빈약한 공업지역, 포장된 주차장, 철도역, 녹지가 아주 빈약한 상업지역, 시내·외 버스정류장, 녹지가 거의 존재하지 않는 건축물지역, 녹지가 빈약한 도로 에코톱유형이 하나의 군집으로 형성되었다. 군집 7의 포함된 에코톱유형의 현장조사결과와 군집분석결과를 토대로 살펴본 결과, 군집 7은 식생 종과 층이 단순하며, 대기오염 및 관리 소홀로 인해 식생의 생육상태가 불량한 편이었으며, 불투수성 포장률 90%이상, 녹피율 10%미만으로 나타났다. 이 에코톱유형군 내에 포함된 에코톱유형들은 고밀화된 도시 중심부에서 주로 출현하였으며, 특히, 이 에코톱유형군과 같이 도시 중심부에서 그 출현이 흔히 나타나는 군집 8, 13, 14, 15에 소속된 에코톱유형들에 비해 불투수성 포장율, 녹피율에서 다소 차이가 나타났으며, 환경오염 및 인위적인 간섭이 심한 군집으로 조사되었다. 이에 군집 7을 개발지 I 에코톱유형군으로 그 명칭을 정하였으며, 군집 7과 경관생태적 형질의 조사결과가 가장 유사한 군집 8을 개발지 II 에코톱유형군으로 정하였으며, 군집 13, 14, 15는 개발지 III, IV, V 에코톱유형군으로 정하였다.

최종적으로, 이러한 과정을 통해 설정된 15개의

에코톱유형군과 67개의 에코톱유형을 토대로 도시 에코톱분류체계를 표 3과 같이 제시하였다. 그리고 도면 작성시 에코톱유형군과 에코톱유형의 표기시 식별성과 용이성을 위해 에코톱유형군과 에코톱유형의 코드체계를 다음과 같은 방법으로 표기하였다. 각각의 에코톱유형군별 코드체계는 군집1에서부터 군집15 까지 알파벳순서에 따라 표기하였으며, 각 에코톱유형군에 귀속된 에코톱유형군들은 알파벳 두자리로 표기하였다.

이상의 군집분석에 의해 분류된 에코톱유형군을 수치지도로 나타낸 결과, Fig. 4와 같이 나타났다.

3.5. 에코톱유형과 에코톱유형군별 특성 분석

상기의 현장조사와 문헌조사를 토대로 에코톱유형과 에코톱유형군별 특성을 분석하였다. 일례로 가장자리유형군의 특성을 분석하면 다음과 같다. 가장자리 에코톱유형군은 투수성 포장율 100%, 녹피율 90%로 조사되었으며, 대부분 좁고 긴 선적인 녹지축을 형성하였다. 가장자리 에코톱유형군에 속한 대부분의 에코톱유형의 토양상태는 다른 유형군에 비해 답압 등의 인위적인 간섭이 배제되어 토양의 고결화 현상이 거의 나타나지 않았다. 그리고 가장자리 에코톱유형군은 서로 다른 생태계 또는 토지이용사이에 존재함으로써 생태계의 교란에 의해 영향을 받을 수 있고, 그 경계가 불명확한 경우가 많으나, 다양한 자원에 쉽게 접근할 수 있는 기회를 제공하며 외부압력에 어느 정도의 안정성을 제공한다¹⁶⁾.

Table 3. Classification system of urban ecotopes

Group of ecotope type	Ecotope type
Forest/Woodland(A)	10(AA), 11(AB), 9(AC), 24(AD)
Edge(B)	12(BA), 14(BB), 13(BC), 55(BD)
Artificial Water(C)	4(CA), 6(CB), 3(CC)
Natural Water(D)	2(DA), 7(DB), 1(DC), 8(DD), 5(DE)
Bare ground I : located in forest(E)	18(EA), 19(EB)
Bare ground II : located in city center(F)	64(FA), 65(FB), 60(FC), 56(FD)
Developed land I (G)	46(GA), 62(GB), 59(GC), 47(GD), 49(GE), 61(GF), 57(GG)
Developed land II (H)	40(HA), 41(HB), 45(HC), 51(HD), 48(HE), 58(HF)
Open area I : cultivated land(I)	21(IA), 22(IB), 20(IC), 23(ID), 36(IE)
Open area II : grassland(J)	15(JA), 16(JB), 17(JC)
Semi-open area I (K)	27(KA), 28(KB)
Semi-open area II (L)	29(LA), 32(LB), 30(LC), 33(LD), 34(LE), 35(LF), 31(LG), 52(LH)
Developed land III (M)	54(MA), 63(MB)
Developed land IV (N)	44(NA), 50(NB), 42(NC), 53(ND)
Developed land V (O)	38(OA), 43(OB), 25(OC), 37(OD), 26(OE), 39(OF)

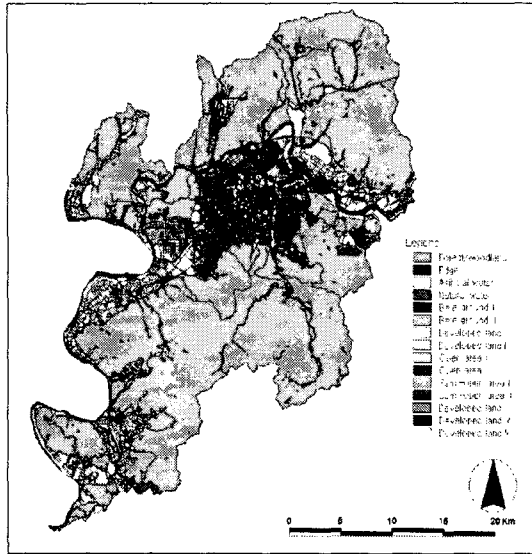


Fig. 4. Map of ecotope type.

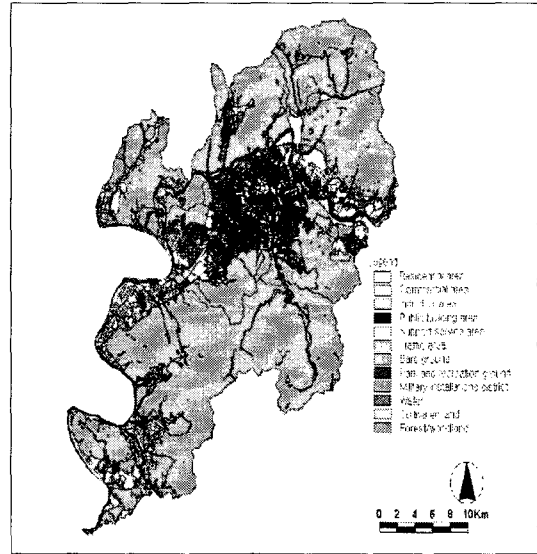


Fig. 5. Map of land use type.

교목 우점의 가장자리 에코톱유형은 수변과 산림의 경계 또는 도로와 산림의 경계부에 주로 출현하였고, 가장자리의 폭이 다른 가장자리 에코톱유형보다 상대적으로 좁게 조사되었으며, 이 유형 중 가장자리의 폭이 좁은 에코톱유형일수록 인간의 통행 등의 간섭활동을 많이 받는 곳에 위치하고 있었다. 이는 가장자리의 구조가 미세기후, 토양, 동물 및 인간에 의해서 만들어지며, 이 요인들간의 상호작용에 의해 경계의 폭, 수직적 특성이 결정되므로, 인간의 간섭활동이 많은 곳에서는 그 폭이 감소하는 것으로 유추된다¹⁶⁾. 이 유형은 평균적으로 투수성 포장을 100%, 녹피율 95%로 조사되었으며, 층위구조는 키가 큰 교목성 우점의 1-2층으로 단순한 편이었다. 이 유형은 식생의 종 조성상태에 따라 구분할 수 있으며 아까시 나무가 우점하는 가장자리, 아까시·밤나무·소나무 등이 골고루 섞여 있는 잡목혼효림 가장자리 등으로 구분된다. 관목과 초본 우점의 가장자리 에코톱유형은 산림지와 주거지, 주거지와 농경지 사이의 경계에서 주로 출현하였으며 관목, 초본의 2층 구조로 형성되어 있었다. 관목이 조밀하게 생육하는 가장자리에는 곤충류가 자주 출현하거나 서식하고 있었다. 교목·관목·초본이 혼재된 가장자리 에코톱유형은 도시 외곽지 산림지역에 인접한 비교적 인간간섭이 적은 장소에 주로 출현하였으며, 인위적으로 식재된 도심지내 절토 사면에서도 가끔 출현하였다. 이 에코톱유형은 불투수성 포장을 100%, 녹피율 90%로 조사되었으며 층위구조는 교목, 관목, 초본으로 구성되어 다른 가장자리 비오톱 유형에 비해 상대적으로 다양하게 나타났다. 도시

외곽지 산림지역에서 출현하는 교목·관목·초본이 혼재된 가장자리 에코톱유형이 다른 가장자리 에코톱유형에 비해 상대적으로 경관생태적 가치가 높을 것으로 판단된다. 이는 서식지, 여과장치, 통행로, 공급원, 소멸지 등의 가장자리 기능이 가장자리 구조상 초본피복의 바로 안쪽에 높은 밀도의 관목 및 소형교목층으로 이루어진 임연군락이 발달할 때 이행되므로 이 에코톱유형이 다른 가장자리 에코톱유형에 비해 임연군락이 밀도 높게 잘 발달해있기 때문이다^{16,32)}.

3.6. 에코톱유형군과 토지이용유형의 비교

본 연구는 도시활동의 공간적 표현이며 도시 경관 생태계에 영향을 미치는 중요한 인자인 토지이용유형에 의한 분류와 본 연구 방법에 따른 에코톱 분류 결과가 크게 상이하지 않을 것이라는 가정 하에서 연구를 수행하였다. 이러한 가정이 입증된다면 도시의 경관생태학적 측면에서 관련 계획을 수립할 때 본 연구에서 수행한 복잡한 과정을 거치지 않고 토지이용형태와 식물군집구조를 중심으로 경관생태적 동질성 공간을 구분하는 과정³⁰⁾을 통해 작업을 좀 더 용이하게 수행할 수 있을 것이다. 또한, 본 연구에서 획득한 에코톱유형군, 에코톱유형과 토지이용유형 간의 상호 전환가능성이 제시된다면 도시계획시 서로 다른 공간 규모의 계획에서 원활하게 접목할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 관점에서 상기의 에코톱유형군과 토지이용유형을 비교·분석하였다. 우선, 사례지에 대한 토지이용유형분류는 대구광역시 토지이용계획도 및 토지지목별 현황²⁰⁾을 기초자료로 활용하였다. 토지이용유형의 분류결과는 주거지역, 상업지역,

공업지역, 공공시설지역, 도시기반시설지역, 교통시설지역, 나지, 공원지역, 군사시설지역, 수역, 경작지역, 산림지역의 총 12개 지역으로 구분하였다. 일례로, 상업지역은 상가, 백화점, 고층업무빌딩 등이 중심으로 된 저·중·고층 상업지역, 주거상업복합지역으로 구분하였다. 이를 토대로 Fig. 5와 같이 토지이용유형분류도를 작성하였다.

최종적으로 Fig. 4의 에코토퉈유형군 분류도와 Fig. 5의 토지이용유형 분류도를 종합하여 비교·분석해본 결과, 유사성에서 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 일례로, 에코토퉈유형군 분류도의 개발지Ⅳ 에코토퉈유형군은 토지이용유형 분류도의 주거지역과 분포상황이 유사하게 나타났다. 이는 전통적인 농촌주거지역, 근대화된 농촌주거지역, 전통 주거지역, 녹지가 풍부한 단독주거지역, 녹지가 빈약한 단독주거지역, 녹지가 풍부한 투수성 상업지역 에코토퉈유형으로 구성된 개발지Ⅴ 에코토퉈유형군이 토지이용유형 중 주로 녹피율 15-30%정도의 녹지공간을 포함하고 있는 주거지역으로 나타난 것에 기인한 결과라고 판단된다.

그리고, 이러한 사실은 에코토퉈유형군분류도와 토지이용유형분류도가 크게 상이하지 않을 것이라는 본 연구의 가설에 대한 타당성을 뒷받침하고 있는 것으로 사료되며, 에코토퉈유형군과 토지이용유형의 전환가능성을 제시한 것으로 판단된다. 또한, 궁극적으로는 본 연구를 통해 얻어진 에코토퉈유형군분류도는 차후 환경친화적인 도시 및 토지이용계획을 수립함에 있어 경관생태적 측면을 보다 더 강하게 접목시켜나갈 수 있는 주요한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 대구광역시를 대상으로 에코토퉈분류를 위한 형질 및 방법을 제시하여 에코토퉈의 체계 및 특성을 분석하고, 에코토퉈유형군분류도와 토지이용유형분류도를 작성하여 상호관련성을 파악해 보는 데 의미가 있다. 이상의 분석 결과 및 제언을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 문헌연구를 통해 설정된 형질은 총 15개로 분석되었다. 무생물적 요소로는 지표면 온도 등 총 4개, 생물적 요소로는 녹피율 등 총 7개, 인문적 요소로는 불투수성 포장률 등 총 4개의 형질을 설정하였다. 둘째, 현장조사를 통해 OTU를 분석한 결과, 에코토퉈유형은 자연재료로 형성된 하천 등 총 67개로 분류되었다. 셋째, 군집내 평균연결법에 의한 군집분석결과, 에코토퉈유형군은 15개의 군집으로 분류되었다. 군집 7을 일례로 살펴보면, 녹지가 빈약한 공업지역, 포장된 주차장, 철도역, 녹지가 아주 빈약한 상업지역, 시내·외 버스정류장, 녹지가 거의 존

재하지 않는 건축물지역, 녹지가 빈약한 도로 에코토퉈유형이 하나의 군집으로 묶였다. 군집 7의 군집화과정과 현장 조사결과, 군집 7은 평균적으로 불투수성 포장률 90%이상, 녹피율 10%미만으로 나타났으며, 다른 군집에 비해 환경오염 및 인위적인 간섭이 심한 군집으로 조사되어 이를 개발지Ⅰ 에코토퉈유형군으로 정하였다. 넷째, 현장조사와 문헌조사를 토대로 가장자리 에코토퉈유형군의 특성을 분석한 결과, 가장자리 에코토퉈유형군은 투수성 포장을 100%, 녹피율 90%로 조사되었으며, 대부분 좁고 긴 선적인 녹지축을 형성하였다. 가장자리 에코토퉈유형군에 속한 대부분의 에코토퉈유형의 토양상태는 다른 유형군에 비해 답압 등의 인위적인 간섭이 배제되어 토양의 고결화 현상이 거의 나타나지 않았다. 그리고 이 유형군 중 교목·관목·초본이 혼재된 가장자리 에코토퉈유형이 다른 가장자리 에코토퉈유형에 비해 상대적으로 경관생태적으로 중요한 유형으로 판단된다. 이는 이 에코토퉈유형의 임연군락이 밀도 높게 잘 발달하여 서식지, 여과장치, 통행로, 공급원, 소멸지 등의 가장자리 기능을 잘 이행할 것으로 판단하였기 때문이다^{16,32)}. 다섯째, 본 연구에서 제시한 에코토퉈유형군 분류도와 토지이용유형분류도를 중첩시킨 결과 유사성에서 큰 차이가 없는 것으로 분석되었던바, 본 연구에서 설정한 가설의 타당성이 입증되었다고 사료된다. 그리고, 에코토퉈유형군과 토지이용유형간의 상호관련성과 전환가능성이 제시되었으며 이는 도시 관련 계획시 서로 다른 공간규모에 따라 에코토퉈를 세분화하거나 통합할 경우, 에코토퉈를 토지이용유형과 비교하여 원활하게 적용할 수 있게 하는 기초자료가 될 것으로 사료된다. 마지막으로, 본 연구는 차후 환경친화적인 도시 및 토지이용계획 수립시에 중요한 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 판단되며, 에코토퉈에 따른 도시구조를 분류하는데 있어 방법론적 기초자료를 제공할 것으로 사료된다. 특히 계획과의 접목을 위한 에코토퉈유형 분류의 첫 시도라는 점에서 의의가 있다. 그러나, 본 연구는 에코토퉈 유형분류의 초보적 단계로서 차후 정확도를 높이기 위해서 도시공간전체에 대한 도시생태관련 자료(도시기후도, 토양도, 수리도, 비오토퉈도 등)의 사전준비가 선결과제로 사료되며, 경관생태적 측면에서의 에코토퉈를 분류하기 위한 형질 및 등급구분에 관한 보다 객관화된 검증(예: 전문가 설문분석)이 수행되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 1) 나정화, 이석철, 사공정희, 류연수, 2001, 생물종 및 서식지 보전의 관점에서 본 대도시의 비오토퉈 구조분석: 대구광역시 수성구를 중심으로, 한국조경학회지, 28(6), 29-51.

- 2) 서울특별시, 2000, 도시 생태개념의 도시계획에의 적용을 위한 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립, 1차년도 연구보고서, 3-242pp.
- 3) Sukopp, H., 1980, Biotopkartierung in besiedelten bereich von Berlin, Garten und Landschaft, 80(7), 560-568.
- 4) Löfvenhaft, K., C. Björn and M. Ishe, 2002, Biotope patterns in urban areas: A conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning, Landscape and Urban Planning, 58, 223-240.
- 5) 나정화, 류연수, 사공정희, 2001, 평가지표에 의한 도시 비오톱의 가치평가, 한국조경학회지, 29(1), 100-112.
- 6) 환경부, 1995, 전국 그린 네트워크화 구상: 사람과 생물이 어우러지는 자연 만들기, 3-208pp.
- 7) 나정화, 사공정희, 류연수, 2001, 비오톱 연계망 구축을 위한 서식공간 평가: 대구시 수성구를 중심으로, 한국조경학회지, 29(1), 67-79.
- 8) 조영동, 1998, 도시생태계 보전을 위한 비오톱맵핑의 적용과 활용방안에 관한 연구: 수치지도의 도입과 GIS의 활용을 중심으로, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문, 1-73pp.
- 9) Sukopp, H. and S. Weiler, 1988, Biotope mapping and nature conservation strategies in urban areas of the federal republic of germany, Landscape and Urban Planning, 15, 39-58.
- 10) Naveh, Z., 2000, What is holistic ecology?: A conceptual introduction, Landscape and Urban Planning, 50, 7-26.
- 11) Naveh, Z. and A. S. Lieberman, 1993, Landscape ecology: Theory and application, Springer Verlag, 3-360pp.
- 12) Palang, H., Ú. Mander and Z. Naveh, 2000, Holistic landscape ecology in action, Landscape and Urban Planning, 50, 1-6.
- 13) Makhzoumi, J. M. and G. Pungetti, 1999, Ecological landscape design and planning: The Mediterranean context, E & FN SPON, 1-330pp.
- 14) Leser, H., 1991, Landschaftsoekologie, Ulmer., 45-51pp.
- 15) Mosimann, T., 1984, Landschaftsoekologische komplexanalyse, Wiesbaden, 110-121pp.
- 16) Forman, R. T. T., 1995, Land Mosaics: The ecology of landscape and regions, Cambridge University Press, 3-524pp.
- 17) Makhzoumi, J. M., 2000, Landscape ecology as a foundation for landscape architecture: Application in Malta, Landscape and Urban Planning, 50, 167-177.
- 18) Haber, W., 1864, Ueber Landschaftspflege, Landschaft+Stad, 16, 194-198.
- 19) Zonneveld, I. S., 1989, The land unit: A fundamental concept in landscape ecology, and its applications, Landscape Ecology, 3(2), 67-86.
- 20) 대구광역시, 2002, 대구광역도시권통계.
- 21) 성내경, 2000, 표본조사방법론, 자유아카데미, 1-294pp.
- 22) 송영배, 2002, 도시기후지도의 작성: 상계 4동을 중심으로, 한국조경학회지, 29(6), 27-36.
- 23) 이창복, 1993, 대한식물도감, 향문사, 1-990pp.
- 24) Sharma, S., 1996, Applied multivariate techniques, John Wiley & Sons, 1-493pp.
- 25) 박경훈, 정성관, 1999, 광역적 녹지계획 수립을 위한 도시열섬효과 분석, 한국지리정보학회지, 2(3), 35-45.
- 26) Klausning, O. and G. Salay, 1974, Die abhaengigkeit der grundwasser neubildung von vegetation und bewirtschaftung, AFZ, 49, 1091-1094.
- 27) Forys, E. and S. R. Humphrey, 1999, The importance of patch attributes and context to the management and recovery of an endangered lagomorph, Landscape Ecology, 14, 177-185.
- 28) Bauer, G. K., 1976, Landschaftsrahmenplan erholungspark ville, Beitrage zur Landesentwicklung, Koeln, 35, 149-173.
- 29) Sukopp, H., 1969, Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation, Vegetation, 17, 363-369.
- 30) Blume, H. P. and H. Sukkop, 1976, Ökologische bedeutung anthropogener bodenveraenderungen, schriftenr. f., Vegetationskunde, 10, 75-85.
- 31) Kaerkes, W., 1987, Zur ökologischen bedeutung urbaner freiflaechen, Diss., Universitaet Bochum, 207-262pp.
- 32) O'Meara, T. E., J. R. Monkler, H. Stelter and J. G. Nagy, 1981, Nongame wildlife responses to changing of pinyon-juniper woodland, Journal of Wildlife Management, 45, 381-389.
- 33) Sukkop, H., 1993, Stadtoekologie, Gustav und Fischer, 1-75pp.