

도시 비오톱의 경관생태학적 특성분석

- 대구광역시를 사례로 -

나정화* · 이정민**

*경북대학교 조경학과 · **경북대학교 대학원 조경학과

Ecological Landscape Characteristics in Urban Biotopes

- The Case of Metropolitan Daegu -

Ra, Jung-Hwa* · Lee, Jung-Min**

*Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University

**Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Kyungpook National University

ABSTRACT

The purpose of this research was to present characteristics for the classification of biotopes and classification method of biotopes as basic data for ecological landscape planning in Metropolitan Daegu. The results of this study were as follows.

1) The study identified fifteen characteristics for classification of biotopes. Ecological landscape characteristics were divided into structural and functional factors. There are six structural factors such as an inclination, and nine functional factors such as temperature.

2) The study area was separated into sixty eight biotope types. For example, an industrial district was divided into two biotope types: a biotope type of an industrial district with abundant green space, and a biotope type of an industrial district with scarce green space.

3) In the result of cluster analysis using the average linkage method between groups, biotope groups were divided into fifteen clusters and biotope groups were divided into seven clusters. Each cluster was named according to the features of a descriptive statistics analysis. For example, cluster 8 was identified as a biotope type with an impermeable pavement rate of more than 90 percent and an afforestation rate under 10 percent.

4) Fifteen biotope groups were converted to land use patterns for remote application and utilization of urban biotope in city planning. Biotope groups of a building area beyond an intermediate floor with an afforestation rate under 20-30 percent was converted to a land use pattern such as a tall apartment complex or commercial district.

When examining the characteristics that were established in this research, there was a limit to achieve

the objective of grade-classification because of a lack of related basic data. The research of landscape ecological characteristics for the classification of biotopes could not be completed due to a lack of time and resources, thus the study of ecological landscape characteristics will be accomplished over time.

Key Words : Biotope Type, Biotope Group, Land Use Pattern, Ecological Landscape Characteristics, Cluster Analysis

I. 서론

지난 수십년간 성장지향형 산업화 과정을 거치면서 도시는 과밀화, 거대화되어 왔으며, 이러한 과정에서 필연적으로 수반되는 도시 바이오톱 및 녹지의 파괴는 이미 심각한 상태에 이르렀다. 최근에는 도시를 생태적 유기체로 파악하고 자연과 인간이 공존할 수 있는 친환경 도시로서의 유도방안이 관심의 초점이 되고 있다. 이를 도시계획선상에서 현실적으로 실현해 나갈 수 있는 실질적인 하나의 기초 자료로서 도시 바이오톱지도화를 고려해 볼 수 있다.

이러한 시대적 흐름에 부응하여 국내에서는 도시생태계의 불균형을 회복하기 위한 한 방편으로 도시 및 경관계획적 차원에서 바이오톱에 관한 연구가 진행되고 있다. 국내의 주요 바이오톱 관련 연구를 살펴보면, 바이오톱의 개념 및 유형화에 관한 연구(나정화 등, 2001; 서울시정개발연구원, 1999)를 비롯하여, 바이오톱평가 및 평가지표 연구(류연수, 2000), 바이오톱 네트워크 연구(환경부, 1995; 사공정희, 2000), GIS를 활용한 바이오톱 도면화작업에 관한 연구(조영동, 1998) 등을 들 수 있다.

그러나, 이러한 바이오톱 관련 연구가 많음에도 불구하고, 특히 바이오톱지도화의 핵심인 바이오톱 분류방법에 관한 체계적인 연구는 미흡한 실정이다. 또한, 기존의 연구에서는 바이오톱 분류를 위한 기준이 토지이용형태, 식생 등을 중점적으로 활용하고 있어, 토지이용형태, 토양, 기후, 동·식물 등 경관생태학적 관점에서의 다양한 형질을 활용한 바이오톱 유형분류의 필요성이 제기되고 있다.

본 연구에서는 대구시를 사례지로 도시 바이오톱 분류

방법을 제시하여 바이오톱 분류 체계를 수립하고, 도시 및 경관계획과의 원활한 접목을 위해 바이오톱과 도시토지이용형태와의 상호관련성을 파악해 보는데 가장 큰 목적이 있다.

이를 위한 구체적인 연구수행방법으로는 우선, 바이오톱 분류를 위해 경관생태적 관점에서 형질을 설정하고, 운영분류단위 및 바이오톱유형을 설정하였다. 바이오톱유형별로 형질을 현장 조사한 자료를 토대로 군집분석을 실시하여 도시 바이오톱을 분류하고, 현행 도시토지이용형태와의 비교를 통해 바이오톱 분류 체계를 확립하였다.

II. 연구 방법

1. 도시생태 관련 자료

지형도, 지적도, 도시계획도, 임상도, 흑백항공사진 및 위성영상 등 기존의 도시생태 관련 자료들을 수집·분석하여 현황파악과 토지이용형태 및 바이오톱 분류를 위한 기초 자료로 활용하였다. 지형도 분석결과, 토지이용형태, 수리체계, 경사도, 사면방향 등의 정보를 확보하였으며, 지형도에서 모호했던 일부 토지이용형태별 경계를 지적도에서 확인하였다. 도시계획도에서 용도지역별 구분에 대한 자료를 획득하였으며, 임상도에서 산림지역의 군락별, 영급, 경급, 소밀도, 수종 및 생활형에 관한 정보를 확보하였다. 그리고, 흑백항공사진과 위성영상자료를 분석하여 녹피율, 불투수성 포장율 등을 산정하였다.

그러나 지형도, 지적도, 흑백항공사진 및 위성사진은 각 자료의 축척과 좌표체계가 달라 목적에 부합하는 정

보수집에 어려움이 많았으며, 특히 지형도, 임상도의 경우 제작 연도상 본 연구와의 시간적 차이로 인해 일부지역이 현장상황과 일치하지 않는 문제점이 있었다.

본 연구는 이러한 도시생태 관련 자료의 부족과 부정확성을 해결하기 위해 기존의 연구 및 문헌자료, 현장 조사 등의 방법을 통해 보완작업을 수행하였다.

2. 사례지 선정

사례지 선정을 위해 먼저, 대구광역시 전역을 축척 1:25,000 대구광역시도를 이용하여 500m×500m격자로 나누었다. 또한, 대상지를 토지이용형태별로 구분하기 위해 도시경관생태자료, 대구광역시 기본구상도, 토지이용계획도, 토지지목별 현황을 참고하였다. 그리고, 도시 전체 면적 중 토지이용형태별로 나누어진 각각의 면적점유비율을 계산하고 그 비율에 비례하게 사례지를 추출한 후, 이를 전수 조사하였다. 대표성이 큰 사례지를 추출하기 위해서 토지이용형태별 면적점유비율 및 특성을 고려하여 비례층화추출 또는 비례할당추출 중 적합한 표본추출방법을 사용하였으며, 사례지 선정 방법은 그림 1과 같다. 즉, 모집단에서 구성비율이 큰 집단은 주관적인 표본추출을 최대한 배제하기 위해 비례층화추출을 활용하였다. 또한, 경관생태적으로 가치가 있지만, 모집단 내 구성비율이 작아서 사례지 선정 시 누락될 가능성이 있는 집단은 비례할당추출을 사용하여 사례지를 추출하였다. 사례지 선정시 전체 면적의

2%에 해당하는 토지이용형태 A는 2개의 사례지를 선정하였고 전체 면적의 1%에 해당하는 토지이용형태 B는 1개의 사례지를 선정하여 조사하였다.

대구광역시 전체 지역 중에서 총 123개의 사례지를 선정하였다. 구체적으로 산림지의 경우, 비슬산 산림용지 일대 외 54개소, 농경지의 경우, 월성동 농업용지 일대 외 17개소, 수역의 경우, 조야동 하천 일대 외 5개소를 선정하였다. 주거지는 대명 1동 동사무소 인근의 주거용지 일대 외 11개소, 상업지는 성내동 대구백화점 일대 외 6개소, 공업지는 길산동 성서공업단지 일대 외 3개소, 교통 시설지는 원대동 도로용지 일대 외 9개소, 도시공원은 침산공원 일대 외 2개소, 기타지역으로는 상리동 수처리시설 일대 외 7개소를 사례지로 추출하였다.

3. 바이오톱 분류를 위한 형질 설정

바이오톱 분류를 위한 형질 및 등급기준은 경관생태학의 공간 구조적 관점과 기능적 관점에서 국내·외 문헌 (Forman, 1995) 및 기존의 도시 바이오톱 관련 연구(나정화 등, 2001; 서울시정개발연구원, 1999)를 활용하여 설정하였다. 또한 바이오톱 분류와 관련이 있다고 판단되는 경관생태적 형질을 가능한 많이 추출하였으며, 이 중 서로 유사성이 강한 형질은 정보의 중복을 배제하기 위해 유사 형질 중 하나만을 선택하였다. 형질의 등급 구분은 경관생태적 가치 차이에 의한 구분이 아니라 바이오

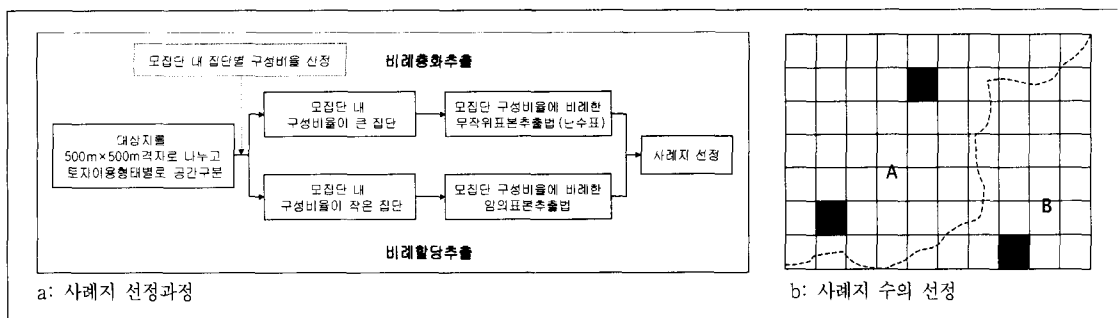


그림 1. 사례지 선정방법

범례: A: 전체 면적의 2%에 해당하는 토지이용형태 : B: 전체 면적의 1%에 해당하는 토지이용형태
 ■: 선정된 사례지 : -----: 토지이용형태간 경계

톱 분류를 위한 경우의 수에 따라 등급을 구분한 것이다. 그리고, 현장조사를 추가로 실시하여 현장 적용성이 떨어지는 형질 및 형질의 등급은 수정 및 보완하였다.

4. 운영분류단위 및 비오톱유형 설정

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

추출된 사례지 내에서 나타나는 경관생태적 특성이 다른 모든 공간을 비오톱 분류를 위한 최하위 단위인 OTU로 설정하였고, OTU의 최소면적한계는 도면 축척 및 표기의 한계성이라는 맥락에서 30m×30m로 제한하였다. 그리고, 현장조사를 통해 OTU의 경관생태적 형질의 조사결과가 유사한 공간들은 묶어서 하나의 동일 비오톱유형으로 설정하였다. 현장조사에서 OTU 및 비오톱유형을 설정하고 내업에서 재차 수정 및 보완작업을 통해 각 비오톱유형을 최종적으로 확정하였다.

5. 현장조사

분류된 비오톱유형에 대한 현장조사는 준비한 야장표를 활용하였으며, 경관생태적 관점에서 설정된 형질을 중심으로 실시하였다. 식생조사는 식물사회화적인 방법을 응용하였으며, 특히 ha당 출현종수를 중심으로 수행하였다. 개체종 동정은 부분적으로 전문가의 자문

을 통해 확인과정을 거쳤다. 또한, 불투수성 포장율, 나지화율, 수공간 비율, 녹피율은 전체면적에 대한 각 면적의 점유비율(%)을 조사하였다.

6. 군집분석

현장조사를 통해 얻어진 자료를 토대로 통계패키지 SPSS for Window Ver. 10.0(SPSS Inc., 2001)을 이용하여 군집분석을 실시하였다. 본 연구에서는 조사된 형질의 단위가 서로 다르다는 점을 감안하여, 형질의 조사결과치 즉 변량을 표준점수(Z-score)로 변환하였으며, 표준화된 변수로 군집분석을 실시하였다. 각각의 비오톱유형 간의 유사성을 산출하기 위해 제곱 유클리디안 거리를 사용하였다. 군집분석은 다른 통계분석방법과는 달리 최종분석 결과에 대한 통계적 유의성을 검증할 수 없기 때문에 비오톱유형에 대하여 최단연결법, 최장연결법, 중심연결법, 중위수연결법, 군집간 평균연결법, 군집내 평균연결법, WARD의 방법 등 7가지 방법을 적용한 후 그 결과들이 유사한가를 비교, 검토하였다. 군집분석 결과의 해석을 통해 다시 비오톱유형군, 비오톱유형군 복합체로 표현군을 구분하였다. 본 연구의 군집분석절차는 그림 2와 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 비오톱 분류를 위한 형질

문헌연구를 통해 경관생태적 관점에서 추출한 형질

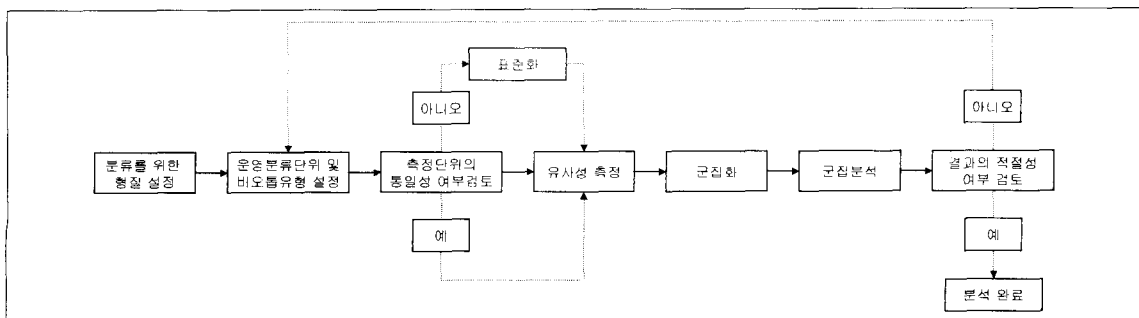


그림 2. 군집분석절차

들은 공간 구조적 관점과 기능적 관점으로 나누어 총 15개의 형질을 설정하였다. 비오톱 분류를 위한 형질분석결과는 표 1과 같다. 공간 구조적 관점에서 경사형태, 건물층수, 불투수성 포장율, 나지화율, 수공간 비율, 녹피율 등 총 6개의 형질을 추출하였으며, 기능적 관점에서는 기온(서울특별시, 2000), 식생형태, 종풍부도, 층위구조, 식생의 활력도, 조류의 유무, 희귀·위협에 처한 종출현의 전제조건, 경관의 다양성, 헤메로비 등급(나정화, 2001) 등 총 9개의 형질을 추출하였다. 그리고, 경관생태적 형질 중 건물층수, 불투수성 포장율, 나지화율, 수공간 비율, 녹피율, 종풍부도, 층위구조는 정량적 기준에 의해 등급을 구분하였으며, 그 외 8개의 형질은 정성적 기준에 의해 등급을 구분하였다. 일례로 경관의 다양성은 부지의 수직적이고 수평적인 경관의 다양한 정도를 파악하는 형질로 설정하였으며 군집분석을 위한 등급기준은 총 5개로 구분하였다. 경관의 수직적 요소는 협곡, 능선, 계곡, 구릉지 등과 같은 독특한 경관요소의 출현, 서로 다른 계층구조의 존재를 의미하고, 수직적으로 다양함, 수직적으로 다양하지 않음의 2가지 경우로 구분하였다. 경관의 수평적 요소는 서로 다른 성장형태와 색채, 꽃을 가진 식물종의 출현을 의미하고, 수평적으로 다양함, 수평적으로 다양하지 않음의 2가지 경우로 구분하였다. 따라서, 수직적 요소 2가지와 수평적 요소 2가지의 조합에 따라 총 4가지 경우의 수를 도출하였다. 그러나, 현장조사시 나타난 수직·수평적으로 매우 독특하고 다양한 경관의 비오톱 유형은 수직·수평적으로 다양함으로 표현하기에 미흡하였다. 따라서 이러한 비오톱유형의 특징을 반영하기 위해 수직·수평적으로 매우 다양함을 경관의 다양성 등급에 추가로 설정하였다.

2. 운영분류단위 및 비오톱유형

현장조사를 통해 OTU를 분석한 결과, 비오톱유형은 총 68개로 나타났으며, 표 2와 같다. 각 비오톱유형의 분류내용을 모두 기술하기에는 지면상 한계가 있었던 바, 본고에서는 공업지역 비오톱유형에 대한 분류결과를 예로 제시하였다. 비오톱 분류를 위해 사전에 현장조사를 실시한 결과, 공업지역 비오톱유형은 공장의 규모에 따라 녹피율이 현저한 차이가 있는 것으로 조사되었

다. 이는 단위공장일 경우, 전체 연면적 2,000㎡이상인 건축물은 대지면적의 15%이상, 전체 연면적 2,000~1,000㎡인 건축물은 대지면적의 10%, 전체 연면적 1,000㎡인 건축물은 대지면적의 5%이상을 녹지대로 조성해야 하며, 공업단지는 단지 총면적의 3%를 녹지대로 조성해야 하는 산업공원 녹지대조성기준에 기인한 것으로 사료된다. 따라서 공업지역 관련 비오톱유형은 대지면적 및 녹피율을 기준으로 하여 녹지공간이 풍부한 공업지역 비오톱유형, 녹지공간이 빈약한 공업지역 비오톱유형 등 2가지로 분류하였다. 공업지역의 경우, 중공업, 경공업 등과 같은 업종별 분류도 타당성이 있으나 본 연구의 사례지 내에서 조사한 공업지역은 업종별 구분에 따른 공간적 특성의 차이가 나타나지 않았다.

3. 현장조사

분류된 68개의 비오톱유형에 대한 현장조사는 야장에 기록된 15개의 형질을 중심으로 실시하였다. 일례로, 수성구 고모동 팔현마을 내에 위치한 자연재료를 형성된 하천 비오톱유형의 조사결과를 제시하였다. 이 비오톱유형은 사례지의 동쪽에서 서쪽으로 흘러가는 낙동강의 일부로 조수보호구역으로 지정되어 있어, 거의 자연형 하천의 형태를 유지하고 있었다. 주변의 토지이용 형태를 살펴보면, 대부분이 농지, 주거지역으로 이 비오톱유형에 미치는 환경적인 영향이 크지 않았으며, 도시지역에서 드문 자연형의 넓은 수공간, 생물서식공간을 확보하고 있어 중요한 비오톱유형이라고 판단되었다.

이 비오톱유형의 녹피율은 35%로 조사되었고, 전체 공간이 자연토양으로 되어있어 불투수성 포장율은 0%로 나타났다. 층위구조는 구간별로 다소 차이가 있었으나 전체적으로 초본층 위주의 다층구조로 구성되어 있었으며, 수변을 따라 잘 발달된 자연발생적 식생군락을 형성하고 있는 것으로 나타났다. 출현 식물종으로 총 24종으로 억새 등이 우점하는 것으로 조사되었다. 하천변에 긴 선적 녹지대를 형성하고 있어 녹지축으로서의 기능이 매우 높은 비오톱유형으로 판단된다. 특히, 이 비오톱유형 주변에는 자료(대구광역시, 2001; 문화재청, 2001)에 의하면 조류와 수달 등 희귀한 생물종이 출현하는 것으로 확인되었다.

표 1. 형질의 등급구분

형질		등급구분
구조적 관점	경사형태	I. 경사지 II. 경사지+평지 III. 평지
	건물층수	I. 건물 없음 II. 저층(1-2층) III. 중층(3-5층) IV. 고층(6층 이상)
	불투수성 포장율	· 불투수성 포장면적/전체면적×100% (건물, 불투수성 포장재료)
	나지화율	· 나지 면적/전체면적×100% (흙, 자갈 등의 자연토양)
	수공간 비율	· 수공간 면적/전체면적×100% (인위적, 자연적 수공간 모두 포함)
	녹피율	· 식물이 피복된 면적/전체면적×100% (교목, 관목, 초본 모두 포함)
기능적 관점	기온	I. 콘크리트, 아스팔트 등의 불투수성 포장재료로 피복된 도시역 II. 나지 III. 초지, 논, 밭 등의 농경지 IV. 산림 V. 수역
	식생형태	I. 자연식생(교목층, 아교목층, 관목층, 초본층 모두 또는 초본층만 자연식생) II. 교목층 - 인공식재, 아교목층 - 관목층 - 자연식생 III. 교목층 - 아교목층 - 인공식재, 관목층 - 자연식생 IV. 인공식재(교목층, 아교목층, 관목층 모두) V. 초본층의 인위식재
	종풍부도	I. 21종 이상 II. 11-20종 III. 1-10종
	층위구조	I. 다층(층위구조가 3층) II. 중간(층위구조가 2층) III. 단층(층위구조가 1층)
	식생의 활력도	I. 식생의 생육이 아주 양호 II. 식생의 생육이 양호 III. 식생의 생육이 나쁘고 생활환을 완결시키기 어려움
	조류의 유무	I. 조류서식 가능 II. 조류출현 가능 III. 조류출현 불가능
	회귀·위험에 처한 종출현의 전제조건	I. 조건이 유리한 II. 조건이 불리한
	경관의 다양성 ^{a)}	I. 수직·수평적으로 매우 다양함 II. 수직·수평적으로 다양함 III. 수직적으로 다양함 IV. 수평적으로 다양함 V. 다양하지 않음
	헤메로비등급 ^{b)}	I. a - hemeroby II. oligo - hemeroby III. meso - hemeroby IV. β - euhemeroby V. α - euhemeroby VI. poly - hemeroby VII. meta - hemeroby

^{a)} 자료: Bauer(1976); ^{b)} 자료: Sukopp(1969)

표 2. 비옴유형

코드	비옴유형	비고
1	자연재료로 형성된 하천	제방재료와 하폭에 따라 분류
2	자연재료로 형성된 개천	하천은 하폭이 50m이상
3	인공재료로 형성된 제방을 가진 하천	개천은 하폭이 50m미만
4	인공재료로 형성된 제방을 가진 개천	
5	자연재료로 형성된 지수지	
6	인공재료로 형성된 제방을 가진 지수지	
7	늘·습지	
8	침엽수림	자연림으로 소나무림이 대부분
9	활엽수림	자연림으로 참나무림이 대부분
10	침·활엽수림	
11	교목 우점의 가장자리	
12	관목·초본 우점의 가장자리	
13	교목·관목·초본이 혼재된 가장자리	
14	초장이 긴 자연 초본식생지	초장 50cm이상
15	초장이 짧은 자연 초본식생지	초장 50cm미만
16	인위적으로 조성되었거나 관리되는 초본식생지	산림 내 목장, 묘터 등
17	산림 내 암석 노출지	
18	산림 내 나지	
19	논	경지정리가 된 논, 경지정리가 안된 논
20	밭	경지정리가 된 밭, 경지정리가 안된 밭
21	과수원	
22	시설물이 있는 경작지	비닐하우스 등의 재배단지
23	농지 내 자연잔존 수림지	
24	전형적인 시골풍의 농촌 주거지역	
25	근대화된 농촌 주거지역	
26	조림지	인공림
27	가식장	일시적 식재림
28	묘목장	일시적 식재림
29	근린공원	
30	묘지공원	
31	체육공원	
32	유격지	
33	박물관	
34	골프장	
35	유원지	
36	텃밭	
37	폐허지	
38	전통주거지	
39	녹지가 풍부한 단독 주거지역	녹피율 30%이상, 큰 정원을 가진 단독 주택지역
40	녹지가 빈약한 단독 주거지역	녹피율 30%미만, 일반 단독 주택지역
41	다세대 주거지역	일반빌라, 연립주택지역
42	중·저층 아파트지역	
43	고층 아파트지역	
44	녹지가 풍부한 투수성 포장의 상업지역	녹피율 30%이상, 투수성 포장율 30%이상, 도시외곽상업지역
45	녹지가 풍부한 불투수성 포장의 상업지역	녹피율 30%이상, 대부분이 규모가 큰 신상가지역, 도시외곽호텔지역
46	녹지가 빈약한 상업지역	녹피율 10~20%미만
47	녹지가 아주 빈약한 상업지역	녹피율 5~10%미만
48	녹지가 거의 존재하지 않는 건축물 지역	녹피율 5%미만, 주거상가복합지역, 재래시장
49	녹지가 풍부한 공업지역	녹피율 15%이상, 규모가 큰 공업지
50	녹지가 빈약한 공업지역	녹피율 15%미만, 일반공업지, 주거·공업복합지역
51	녹지가 풍부한 공공건물지역	녹피율 20%이상, 규모가 큰 행정기관, 병원
52	녹지가 빈약한 공공건물지역	녹피율 20%미만, 규모가 작은 행정기관
53	녹지가 풍부한 상수도 관련 시설지역	
54	녹지가 풍부한 대학교	
55	학교	
56	녹지가 풍부한 철로	녹피율 30%이상, 자연지역을 관통하는 철로변
57	녹지가 빈약한 철로	녹피율 30%미만, 도시지역을 관통하는 철로변
58	철도역	
59	녹지가 풍부한 도로	중앙분리대 또는 가로공원(가로수가 2열 이상 식재)을 포함하고 있는 도로
60	녹지가 빈약한 도로	가로수가 1열로 식재된 도로
61	포장 안된 주차장	
62	포장된 주차장	
63	시내·시의 버스정류장	
64	운동장을 가진 건축물지역	
65	나지에 가까운 운동시설지	테니스장, 축구장
66	도심 내 받치된 나지	골터
67	건설공사지역	
68	군사시설지역	

4. 군집분석

비오톱유형에 대한 형질의 현장조사결과를 토대로 군집분석을 실시하였다. 상기의 7개의 군집분석법으로 비오톱을 분류한 결과, 서로 유사한 군집을 형성하였으며, 이것으로 군집분석의 타당성이 입증되었다고 판단된다. 특히, 다양한 군집분석법 중 군집내 평균연결법에 의한 비오톱 분류 결과는 토지이용형태에 의한 비오톱 분류와 기존의 비오톱 관련 연구(나정화 등, 2001: 서울시정개발연구원, 1999: 정민선과 이명우, 2000: Sukopp, 1980)와 가장 유사하게 나타났다. 따라서 군집내 평균연결법에 의한 비오톱 분류 결과를 토대로 비오톱의 분류 체계를 확립하였다. 그리고, 군집내 평균연결법에 의한 군집화 상태를 덴드로그램으로 표현하였으며, 결과는 그림 3과 같다. 여기에서 세로축은 비오톱 유형의 코드를 의미하며, 가로축은 군집 간 유사성 거리계수의 상대적 거리를 의미한다.

군집내 평균연결법에 의한 군집분석결과, 비오톱유형군은 15개의 군집으로 분류되었고, 비오톱유형군 복합체는 7개의 군집으로 분류되는 것으로 나타났다. 군집화 과정을 살펴보면 비오톱유형 9, 10, 8, 23이 하나의 군집을 형성하고 비오톱유형 11, 13, 12, 56이 또 다른 군집을 형성하였다. 그리고, 비오톱유형 9, 10, 8, 23이 군집화된 것과 비오톱유형 11, 13, 12, 56이 군집화된 것이 다시 하나의 다른 군집으로 묶였다.

한편, 군집분석결과를 바탕으로 한 15개의 비오톱유형군, 7개의 비오톱유형군 복합체 각각의 명칭을 부여하기 위해 기술통계분석을 실시하였다. 비오톱유형군의 기술통계량은 표 3과 같으며, 비오톱유형군 복합체의 기술통계량은 표 4와 같다.

우선, 비오톱유형군은 총 15개의 명칭을 부여하였으며, 결과는 표 5와 같다. 군집 8을 일례로 살펴보면, 녹지가 빈약한 공업지역, 포장된 주차장, 철도역, 녹지가 아주 빈약한 상업지역, 시내·시의 버스정류장, 녹지가 거의 존재하지 않는 건축물지역, 녹지가 빈약한 도로 비오톱유형이 하나의 군집으로 묶였다. 군집 8의 기술통계분석 결과, 평균적으로 불투수성 포장율 93%, 녹

피율 5%로 분석되었다. 따라서, 군집 8을 불투수성 포장율 90%이상, 녹피율 10%미만의 견폐지 비오톱유형군으로 명명하였다. 이는 군집 8에 속한 7개의 비오톱유형이 대부분 도시지역에서 불투수성 포장율이 가장 높고, 녹피율이 가장 낮으며, 대기오염 및 소음공해로 인해 조류 등의 생물이 서식할 수 없는 경관생태적 특징을 가진 것에 기인하는 것으로 판단된다.

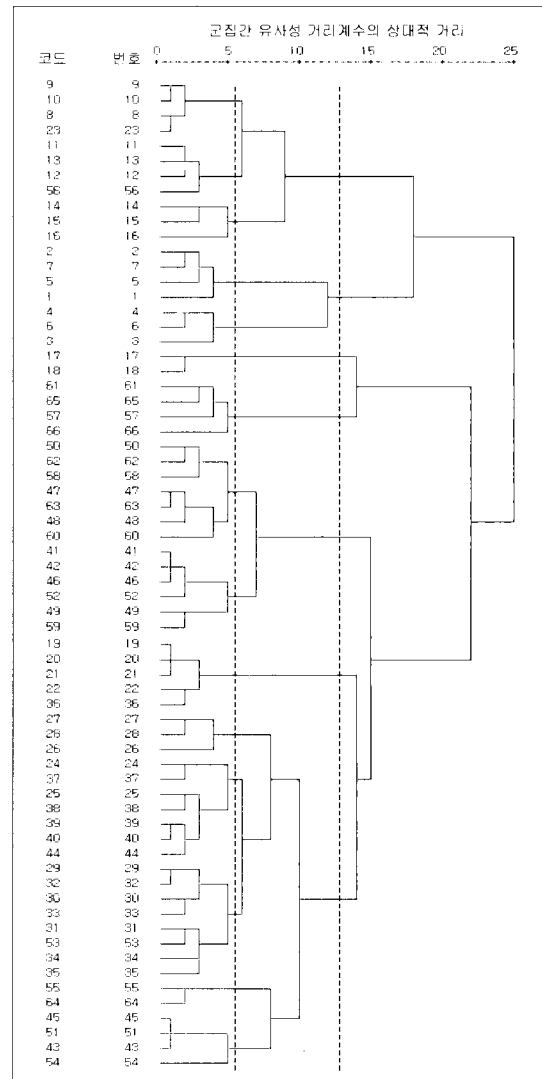


그림 3. 군집내 평균연결법으로 결합된 덴드로그램

표 3. 비오톱유형군의 기술통계량

군집 \ 형질	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
군집 1	1,000	1,000	0,000	4,000	0,000	96,000	2,000	1,000	1,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,250
군집 2	2,000	1,000	0,000	10,000	0,000	90,000	3,000	1,000	1,500	1,500	1,000	2,000	1,000	2,000	3,000
군집 3	2,000	1,000	0,000	1,670	0,000	98,330	3,000	1,000	2,000	3,000	1,000	1,670	1,330	4,000	3,330
군집 4	1,000	1,000	0,000	3,750	66,250	30,000	1,000	1,000	1,250	1,500	1,000	1,000	1,000	3,250	3,000
군집 5	1,000	1,000	18,330	0,000	66,670	15,000	1,000	3,670	2,000	1,670	2,000	1,670	2,000	4,000	4,000
군집 6	1,000	1,000	0,000	90,000	0,000	10,000	2,000	1,000	3,000	2,500	1,000	2,000	2,000	3,500	3,500
군집 7	3,000	1,000	0,000	91,250	0,000	8,750	4,250	3,000	3,000	2,500	2,500	2,500	2,000	5,000	5,000
군집 8	3,000	2,000	92,710	2,860	0,000	4,430	5,000	4,000	2,860	2,430	2,860	2,430	2,000	5,000	7,000
군집 9	3,000	2,500	88,330	0,000	0,000	11,670	5,000	4,000	2,670	1,170	1,830	2,000	2,000	5,000	5,670
군집 10	3,000	1,000	0,000	10,600	0,000	89,400	3,000	4,800	3,000	2,200	1,400	2,000	2,000	5,000	4,800
군집 11	2,000	1,000	0,000	8,330	0,000	91,670	3,000	4,000	2,000	1,000	1,330	2,000	1,670	2,000	4,000
군집 12	3,000	2,000	52,860	14,290	0,000	32,860	3,860	3,140	2,000	1,000	1,290	2,000	2,000	2,000	5,000
군집 13	2,000	2,130	27,500	7,500	3,130	61,880	3,250	3,870	1,500	1,000	1,130	1,500	2,000	1,630	5,630
군집 14	2,500	2,500	40,000	47,500	0,000	12,500	5,000	4,000	2,000	1,000	1,000	2,000	2,000	5,000	6,000
군집 15	2,750	3,750	73,750	0,000	1,250	25,000	5,000	4,000	2,000	1,000	1,000	1,750	2,000	2,000	6,500

: A: 경사형태: B: 건물층수: C: 불투수성 포장율: D: 나지화율: E: 수공간 비율: F: 녹피율: G: 기온: H: 식생형태: I: 종풍부도: J: 층위구조: K: 식생의 활력도: L: 조류의 유무: M: 회귀·위험에 처한 종출현의 전제조건: N: 경관의 다양성: O: 헤메로비 등급

표 4. 비오톱유형군 복합체의 기술통계량

군집 \ 형질	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
군집 I	1,640	1,000	0,000	5,550	0,000	94,450	2,640	1,000	1,640	1,730	1,000	1,550	1,090	2,180	3,180
군집 II	1,000	1,000	7,860	2,140	66,430	23,570	1,000	2,140	1,570	1,570	1,430	1,290	1,433	3,570	3,430
군집 III	1,000	1,000	0,000	90,000	0,000	10,000	2,000	1,000	3,000	2,500	1,000	2,000	2,000	3,500	3,500
군집 IV	3,000	1,000	0,000	91,250	0,000	8,750	4,250	3,000	3,000	2,500	2,500	2,250	2,000	5,000	6,000
군집 V	3,000	2,230	90,690	1,540	0,000	7,770	5,000	4,000	2,770	1,850	2,380	2,230	2,000	5,000	6,850
군집 VI	3,000	1,000	0,000	10,600	0,000	89,400	3,000	4,800	3,000	2,200	1,400	2,000	2,000	5,000	4,800
군집 VII	2,460	2,250	40,210	11,670	1,250	46,880	3,830	3,710	1,830	1,000	1,170	1,790	1,960	2,130	5,420

: A: 경사형태: B: 건물층수: C: 불투수성 포장율: D: 나지화율: E: 수공간 비율: F: 녹피율: G: 기온: H: 식생형태: I: 종풍부도: J: 층위구조: K: 식생의 활력도: L: 조류의 유무: M: 회귀·위험에 처한 종출현의 전제조건: N: 경관의 다양성: O: 헤메로비 등급

또한, 비오톱유형군 복합체는 총 7개의 명칭을 부여하였으며, 결과는 표 5와 같다. 일례로 군집 II를 살펴보면 자연형 수공간 비오톱유형군과 인공형 수공간 비오톱유형군이 하나의 군집을 형성하였다. 군집 II는 수공간 비율이 가장 높고, 군집 VII을 제외하면 수공간을 포함하는 유일한 비오톱유형군으로 분석되었다. 따라서, 군집 II를 수공간 비오톱유형군 복합체라고 명칭을

부여하였다. 자연형 수공간과 인공형 수공간이 하나의 비오톱유형군 복합체로 묶인 것은 인공형 수공간 비오톱유형군에 속한 비오톱유형의 가장자리가 대부분 공원이거나 녹지대로 구성되어 있어 자연형 수공간과 다소의 차이는 있으나, 경관생태적으로 유사한 특성을 가졌기 때문인 것으로 사료된다.

이상의 군집분석과 기술통계분석 결과를 바탕으로

한 바이오톱 분류 체계는 표 5와 같다.

향후 바이오톱의 지도화작업을 위해 바이오톱유형, 바이오톱유형군, 바이오톱유형군 복합체의 코드는 다음과 같은 방법으로 표기하였다. 분류된 7개의 바이오톱유형군 복합체는 알파벳 A~G를 붙였으며, 바이오톱유형군 복합체에 귀속되어 있는 바이오톱유형군은 숫자로 표기하였고, 바이오톱유형군에 포함된 각 바이오톱유형은 다시 숫자를 붙여 표기하였다.

5. 도시계획에서의 활용가능성

도시계획상 서로 다른 공간규모에 부합되게 적용하기 위해 바이오톱유형을 바이오톱유형군, 바이오톱유형군 복합체로 근집화하여 표현하였다. 또한, 도시계획시 원활한 접목이란 측면에서 15개의 바이오톱유형군을 도시토지이용형태로 전환하였으며, 표 6과 같다.

불투수성 포장율 90%이상, 녹피율 10%미만의 건폐지 바이오톱유형군을 도시계획상의 토지이용형태로 전환하면 녹피율이 낮고 헤메로비 등급이 아주 높은 공업지

역이나 교통관련 시설지역으로 해석되었다. 불투수성 포장율 80%이상, 녹피율 10~20%미만의 건폐지 바이오톱유형군은 녹지가 존재하여, 건물의 층수가 높은 다세대 주거지역, 중·저층 아파트지역, 일반 상업지역, 공공건물지역 등의 토지이용형태로 전환이 가능하였다. 그리고, 투수성 포장율 100%의 조경수목 식재지 바이오톱유형군은 조립지, 묘목장, 가식장 등의 조경수목 식재지로 해석할 수 있었다. 녹피율 30%이상의 저층 건축물 지역 바이오톱유형군은 저층의 일반 주거지역, 전통 주거지역, 농촌 주거지역 등으로 변환할 수 있었다. 불투수성 포장율 30%이하인 조경수목 식재지 바이오톱유형군은 공원으로 전환이 가능하였으며, 전체 면적의 40~50%정도가 운동장으로 조성된 건축물지역 바이오톱유형군은 초·중·고등학교, 승마장으로 전환할 수 있었다. 녹피율 20~30%미만인 중층이상의 건축물지역 바이오톱유형군을 도시계획 요소로서의 토지이용형태로 전환하면 고층 아파트지역, 고층 상업지역, 도시기반시설, 규모가 큰 공공건물지역으로 해석되었다.

표 5. 바이오톱 분류 체계

바이오톱유형군 복합체	바이오톱유형군	바이오톱유형
산림지(A)	수림지(A1)	9(A11), 10(A12), 8(A13), 23(A14)
	가장자리(A2)	11(A21), 13(A22), 12(A23), 56(A24)
	초본식생지(A3)	14(A31), 15(A32), 16(A33)
수공간(B)	자연형 수공간(B1)	2(B11), 7(B12), 5(B13), 1(B14)
	인공형 수공간(B2)	4(B21), 6(B22), 3(B23)
산림 내 나지(C)	산림 내 암석노출지·나지(C1)	17(C11), 18(C12)
도심 내 나지(D)	도심 내 나지(D1)	61(D11), 65(D12), 57(D13), 66(D14)
인공지(E)	불투수성 포장율 90%이상, 녹피율 10%미만의 건폐지(E1)	50(E11), 62(E12), 58(E13), 47(E14), 63(E15), 48(E16), 60(E17)
	불투수성 포장율 80%이상, 녹피율 10~20%미만의 건폐지(E2)	41(E21), 42(E22), 46(E23), 52(E24), 49(E25), 59(E26)
경작지(F)	경작지(F1)	19(F11), 20(F12), 21(F13), 22(F14), 36(F15)
	투수성 포장율 100%의 조경수목 식재지(G1)	27(G11), 28(G12), 26(G13)
반인공지(G)	녹피율 30%이상의 저층 건축물지역(G2)	24(G21), 37(G22), 25(G23), 38(G24), 39(G25), 40(G26), 41(G27)
	불투수성 포장율 40%이하의 조경수목 식재지(G3)	29(G31), 32(G32), 30(G33), 33(G34), 31(G35), 53(G36), 34(G37), 35(G38)
	전체 면적의 40~50%정도가 운동장으로 조성된 건축물 지역(G4)	55(G41), 64(G42)
	녹피율 20~30%미만인 중층이상의 건축물 지역(G5)	45(G51), 51(G52), 43(G53), 54(G54)

표 6. 비오름유형군과 도시토지이용형태의 비교

비오름유형군	도시토지이용형태
A1. 수림지	산림지
A2. 가장자리	가장자리
A3. 초본식생지	초본식생지, 산림 내 묘지, 방목지
B1. 자연형 수공간	자연형 하천, 개천, 못, 저수지, 늪·습지
B2. 인공형 수공간	인공재료로 형성된 하천, 개천, 못
C1. 산림 내 암석노출지·나지	절벽, 계곡, 산화지
D1. 도심 내 나지	공터, 나지화된 축구장이나 테니스장
E1. 불투수성 포장율 90%이상, 녹피율 10%미만의 건폐지	공업지역, 교통관련 시설지역(주차장, 정류장, 도로)
E2. 불투수성 포장율 80%이상, 녹피율 10-20%미만의 건폐지	다세대 주거지역, 중·저층 아파트지역, 일반 상업지역, 공공건물지역
F1. 경작지	논, 밭, 과수원, 텃밭, 비닐하우스 재배단지
G1. 투수성 포장율 100%의 조경수목 식재지	주립지, 묘목장, 가식장, 조경수목식재지
G2. 녹피율 30%이상의 저층 건축물지역	저층의 일반 주거지역, 전통 주거지역, 농촌 주거지역
G3. 불투수성 포장율 40%이하의 조경수목 식재지	근린공원, 체육공원, 유원지, 골프장
G4. 전체 면적의 40-50%정도가 운동장으로 조성된 건축물지역	초·중·고등학교, 승마장
G5. 녹피율 20-30%미만인 중층이상의 건축물 지역	고층 아파트지역, 고층 상업지역, 도시기반시설(대학교), 공공건물지역(병원, 규모가 큰 관공서)

N. 결론

본 연구는 대구광역시를 대상으로 체계적인 비오름 분류 기준 및 방법을 제시하여 비오름 분류 체계를 수립하고, 도시계획시 비오름의 원활한 접목을 위해 비오름과 도시토지이용형태의 적용상의 객관성을 검증하는데 의의를 두었다. 분석 결과 및 제언을 요약하면 다음과 같다.

1. 문헌연구를 통해 설정된 형질은 총 15개로 분석되었다. 공간 구조적 관점에서는 경사형태 등 총 6개의 형질을 추출하였으며, 기능적 관점에서는 기온 등 총 9개의 형질을 설정하였다.

2. 현장조사를 통해 OTU를 분석한 결과, 비오름유형은 자연재료로 형성된 하천 비오름유형 등 총 68개로 분류되었다.

3. 군집내 평균연결법에 의한 군집분석결과, 비오름유형군은 15개의 군집으로 분류되었고, 비오름유형군 복합체는 7개의 군집으로 분류되었다. 군집분석결과를 바탕으로 한 15개의 비오름유형군, 7개의 비오름유형군복합체 각각의 명칭을 부여하기 위해 기술통계분석을 실시하였다. 군집 8을 일례로 살펴보면, 녹지가 빈약한 공업지역, 포장된 주차장, 철도역, 녹지가 아주 빈약한 상업지역, 시내·시의 버스정류장, 녹지가 거의

존재하지 않는 건축물지역, 녹지가 빈약한 도로 비오름유형이 하나의 군집을 형성하였다. 군집 8의 기술통계분석 결과, 평균적으로 불투수성 포장율 93%, 녹피율 5%로 나타났다. 따라서, 군집 8을 불투수성 포장율 90%이상, 녹피율 10%미만의 건폐지 비오름유형군으로 명명하였다.

4. 도시계획과의 원활한 접목이란 측면에서 15개의 비오름유형군을 대구광역시 도시토지이용형태로 전환하여 분석한 결과, 녹피율 20-30%미만인 중층이상의 건축물지역 비오름유형군은 고층 아파트지역, 고층 상업지역, 도시기반시설, 규모가 큰 공공건물지역 등의 토지이용형태로 전환할 수 있었다.

5. 본 연구는 향후 도시계획시 비오름의 원활한 접목을 위해 비오름과 도시토지이용형태의 적용상의 객관성을 검증하였으며, 도시생태계의 불균형 회복 및 경관 녹지계획 수립의 실질적인 기초 자료를 마련한 것이 된 것으로 판단된다.

6. 본 연구는 국내·외 문헌연구와 현장조사를 통해 경관생태적 관점에서 형질을 설정하였고 비오름유형을 분류하여 비오름 분류 체계를 확립하였다. 그러나 비오름 분류를 위한 등급구분 기준의 객관성 확보에 대한 한계성을 고려해 볼 때, 비오름 분류를 위한 형질 및 형질 등급에 대한 지속적인 연구와 분석이 수행되어야 할 것으로 판단된다.

주 1. 운영분류단위(Operational Taxonomic Unit)는 수량화를 위한 인위적인 최하위 분류군 또는 분류단위이다.

인용문헌

1. 나정화(2001) Hemeroby 도면작성과 녹지계획에서의 활용 - 대구시를 사례, 한국조경학회지 29(2): 32-41.
2. 나정화, 이석철, 사공정희, 류연수(2001) 생물종 및 서식지 보전의 관점에서 본 대도시의 비오톱 구조분석 -대구광역시 수성구를 중심으로, 한국조경학회지 28(6): 29-51.
3. 대구광역시(2001) 대구자연생태공원 조성 대상지 생태계 조사연구 보고서.
4. 류연수(2000) 도시 비오톱의 평가지표 설정, 경북대학교 대학원 석사학위논문.
5. 문화재청(2001) 천연기념물 수달의 서식실태 및 보호방안 연구.
6. 사공정희(2000) 대도시 녹지네트워크 구축 모델 개발 -대구광역시 수성구를 중심으로, 경북대학교 대학원 석사학위논문.
7. 서울시정개발연구원(1999) 도시생태개념의 도시계획에의 적용을 위한 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지 침수립.
8. 서울특별시(2000) 서울시 기상특성을 고려한 도시계획기법 연구.
9. 정민선, 이명우(2000) 우리나라 중소도시 비오톱 공간의 조성 방안, 한국조경학회지 28(4):75-90.
10. 조영동(1998) 도시생태계 보전을 위한 비오톱매핑의 적용과 활용방안에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
11. 환경부(1995) 전국 그린 네트워크화 구상.
12. Bauer, G. K.(1976) Landschaftsrahmenplan Erholungspark Ville. Beitrage zur Landesentwicklung. Vol. 35, Koeln, pp. 149-173.
13. Forman, R. T. T.(1995) Land Mosaics -The Ecology of Landscapes and Regions. New York: Cambridge University Press.
14. Sukopp, H.(1969) Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation. Vegetation, Vol. 17, pp. 363-369.
15. Sukopp, H.(1980) Biotopkartierung in Besiedelten Bereich von Berlin, Garten und Ladschaft 80(7): 560-568.

부록 1. 비오톱 분류를 위한 야장

a: 경관생태요소들에 대한 일반적 기술

요소	내용
1. 비오톱유형	자연재로로 형성된 하천 비오톱유형
2. 지형도	NI 52-2-04-059
3. 조사일	2001. 7. 20.
4. 위치	수성구 고모동
5. 방위	북동쪽
6. 토양	사질양토 사질토
7. 주변의 토지이용형태	농경지
8. 토지이용형태	하천
9. 녹지의 형태	긴 선적 녹지

b: 비오톱유형의 형질 조사 결과

형질	내용	비고(등급)
1. 경사형태	경사지와 평지가 존재	II
2. 건물층수	건물물이 존재하지 않음	I
3. 불투수성 포장율	불투수성 재료에 의한 포장공간이 출현하지 않음	0%
4. 나지화율	나지는 거의 존재하지 않음	5%
5. 수공간 비율	수질이 맑고 유량이 많음	60%
6. 녹피율	하천변의 거의 대부분 지역이 식생으로 피복	35%
7. 기온	하천으로 도심지 내 기온이 가장 낮음	I
8. 식생형태	자연발생적 식생군락을 형성하고 있음	I
9. 종풍부도	출현 식생 24종	I
10. 층위구조	초본층 위주의 다층 구조를 형성하고 있음	I
11. 식생의 활력도	식생의 생육이 아주 양호함	I
12. 조류의 유무	조류의 서식처로서 여러 종의 조류가 관찰됨	I
13. 회귀·위험에 처한 종출현의 전제조건	멸종위기종이 출현 가능한 현장조건	I
14. 경관의 다양성	수직·수직적으로 다양함. 경관이 수려한 편	I
15. 헤메로비 등급	meso - hmeroby으로 낮은 편	III

c: 주요 출현종

식물종	동물종
<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i> , <i>Arthraxon hispidus</i> , <i>Bidens tripartita</i> L., <i>Beckmannia syzigachne</i> , <i>Typha orientalis</i> , <i>Echinochloa crusgall</i> , <i>Miscanthus sinensis</i> , <i>Phragmites japonica</i> , <i>Pennisetum alopecuroides</i> , <i>Panicum dichotomiflorum</i> , <i>Zizania latifolia</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Cyperus amuricus</i> , <i>Scirpus amuricus</i> , <i>Spirodela polyrhiza</i> , <i>Juncus effusus</i> var. <i>decepiens</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Persicaria hydropiper</i> , <i>Persicaria thunbergii</i> , <i>Nelumbo nucifera</i> Gaertner, <i>Impatiens textori</i> , <i>Oenanthe javanica</i> , <i>Lycopus ramosissimus</i> var. <i>japonicus</i> , <i>Limnophila sessiliflora</i>	양서류, 설치류, 곤충류, 조류

d: 기타사항

내용
팔현마을 인근에 위치한 비오톱유형은 철새도래지로서 조수보호구역으로 지정되어 있었다. 다양한 종의 조류와 수달 등 회귀 및 멸종위기종이 출현하는 것으로 조사·확인되었다.

원 고 접 수 : 2002년 10월 26일

최종수정본 접수 : 2002년 12월 23일

3인인명 심사필