

지형, 토양 및 임상정보에 기초한 도시림 관리시스템 개발⁺

이우균 · 손요환 · 송철철 · 정기현 · 김운경 · 류성렬 · 김현섭

고려대학교 산림자원환경학과

Development of an urban forest management system based on information of topography, soil and forest type⁺

Lee, Woo-Kyun · Son, Yo-Whan · Song, Chul-Chul · Chung, Kee-Hyun
Kim, Yoon-Kyoung · Ryu, Soung-Ryoul · Kim, Hyun-Sup

Department of Forest Resources and Environment, Korea University

Abstract

For the effective management of urban forest, a variety of informations on urban forest needs to be accurately measured and effectively used in decision-making processes. This study aims at developing an urban forest management system with reference to GIS and making it possible to effectively manage urban forests.

A detailed forest type map were constructed with the help of aerial photograph and terrestrial inventory. A geographical map in terms of slope, aspect and altitude were also prepared by Digital Elevation Model(DEM). A soil type map containing chemical characteristics were also made through soil analysis.

These thematic maps which contain informations on forest type, geography and soil were digitalized with reference to GIS, and an urban forest management system of user interface were developed. With the help of this urban forest management system, various spatial and attribute informations which need for urban forest management could be easily used in decision-making processes in relation to urban forest.

Key words : forest type map, geographical map, soil type map, GIS, urban forest management system, user interface

⁺ 본 논문은 1998년도 서울특별시 동작구청에서 위탁하여 수행한 연구과제 "동작구 근린공원 생태계조사연구" 결과 중 도시림 관리시스템과 관련된 부분임.

I. 서론

최근 환경에 대한 관심이 증대되면서 도시림의 보존과 이용에 대한 관심 역시 증대되고 있다. 도시림은 인공구조물이 대부분인 도시내의 녹지공간을 제공함으로써 시민의 보건휴양은 물론 도시내 생태축을 유지시키는 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 과도한 이용에 따른 훼손 및 생태계의 교란, 대기오염 등의 공해에 의한 피해 등이 도시림의 제 기능을 약화시키고 있으며, 도시림 관리상의 어려움을 유발시키고 있다. 이러한 문제의 인식하에 최근에는 도시림의 효과적 관리를 위한 방안들이 제도,⁷⁾¹⁷⁾ 생태 및 환경,¹⁾¹⁵⁾¹⁹⁾²²⁾²³⁾ 경관,⁵⁾²⁵⁾ 조사²⁸⁾²⁹⁾ 등의 다양한 측면에서 다각도로 제시되고 있다.

도시림의 관리를 위해서는 도시림의 임상 및 생태·환경에 대한 정보가 정확하게 조사·파악되어야 하며, 이들 정보가 의사결정에 효과적으로 활용될 수 있어야 한다. 그러나 도시림관리를 위한 정보의 양은 방대하기 때문에 조사는 물론 활용에 많은 어려움이 뒤따르고 있다. 따라서 이러한 방대한 양의 정보를 효과적으로 관리 및 활용할 수 있는 도시림관리시스템의 개발이 절실한 실정이다. 최근, 활용분야가 급속하게 다양화되고 있는 지리정보시스템(GIS: Geographic Information System)을 이용하면 이러한 난점을 극복하고 도시림 관리의 효율화를 기할 수 있을 것이다.

이러한 취지 하에 본 연구에서는 이러한 지리정보시스템을 이용하여 동작구 근린공원을 대상으로 도시림관리시스템을 개발하여 도시림관리의 효율화를 도모하고자 하였다. 이를 위해 도시림관리를 위한 필수요소인 정밀임상도를 항공사진 및 현지조사를 통해 작성하였으며, 전산화된 지형도의 수치지도모델을 통해 경사, 방위, 고도 등의 지형정보를 제공하는 지형분석도를 제작하였다. 또한, 토양 및 유기물의 조사·분석을 통해 이들의 이화학적 특징 및 중금속농도에 대한 정

보를 갖는 토양분석도를 임상구역에 따라 작성하였다. 이상의 임상, 지형, 토양 등에 대한 지형 및 속성정보가 통합관리 될 수 있도록 이들을 GIS로 전산화하였으며 사용자환경(user interface)의 도시림 관리시스템을 구축함으로써 정보활용의 편의성을 높이고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지 및 재료

서울시 동작구 관내 까치산근린공원, 노량진근린공원, 상도근린공원, 현충묘지공원(능선을 중심으로 내부와 외부로 구분함) 등의 도시림을 연구대상지로 하였다(그림 1).

2. 기본 주제도 구축

표 1은 본 연구에서 작성된 각종 주제도의 종류 및 작성과정을 나타내고 있다. 지형도, 경계도, 토양도, 임상도, 도로망도, 간이산림토양도, 지질도 등과 같이 기존도면들을 일반 주제도로 분류하였고, 지형도, 항공사진 및 현지조사자료의 분석을 통해 마련된 공원별 지형분석도, 정밀임상도, 토양분석도 등을 분석주제도로 분류하였다.

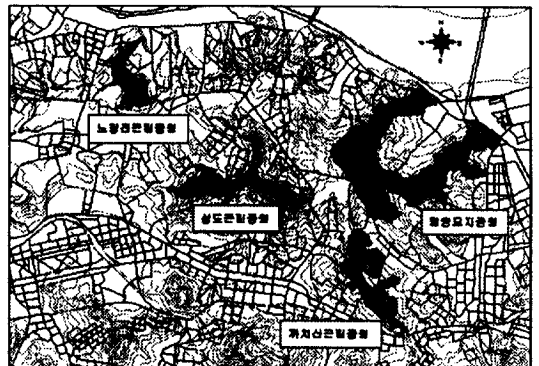


그림 1. 연구대상지의 위치도

3. 분석 주제도 구축

1) 지형의 3차원 분석에 의한 지형분석도 제작

지형분석도작성을 위한 3차원지형분석을 위해서는 1:5,000 지형도에서 추출한 등고선도를 unix 용 Arc/Info(version7.1.2)의 ArcTIN, GRID 모듈로 분석하였다. TIN형태의 자료를 기반으로 10m×10m 크기의 격자구조를 가지는 수치고도모델

(Digital Elevation Model)을 구축하고, 이 자료를 이용하여 표고, 방위, 경사 등을 인자로 하는 지형분석도면을 제작하였다(표 2). 이러한 과정으로 unix체제에서 grid구조로 구축된 지형분석에 관한 자료들을 polygon구조의 coverage로 전환하여 PC 체제의 산림자원정보시스템에서 운영이 가능하도록 하였다.

표 1. 각종 주제도의 내용 및 구축방법

주 제 도	도 면	입력방법	정보체계 구축		도입제과	도면 제작구분
			공간자료	속성자료		
지형도	전체 지형도	1/25,000 지형도(1997)	Scanning	10m 간격의 등고선 입력	각 등고선별 고도 입력	
	각 공원별 지형도	1/5,000 지형도(1998)	Scanning	5m 간격의 등고선 입력	각 등고선별 고도 입력	정밀임상도와 overlay
경계도	구 경계도	1/25,000 (1996)	Scanning	polygon coverage	-	
	각 공원별 경계도	1/3,000 도시계획도 (1998)	Scanning	polygon coverage	-	임상구획도와 overlay
토 양 도	1/50,000 개략토양도 (1971)	Digitizing	토양대별 polygon표시	토양대별로 기호로 표시	-	일반 주제도
임 상 도	1/25,000 임상도 (1992)	Digitizing	임상별 polygon표시	임상별로 기호와 숫자로 표시	-	
도로망도	1/25,000 지형도(1997)	Scanning	도로를 line으로 표시	차선규모별 차등 표시	-	
간이산림 토 양 도	1/50,000 (1976)	Scanning	산림지역의 토양을 표시	토양의 명칭을 기호화		
지 질 도	1/50,000 (1975, 1982)	Scanning	지질대별 polygon표시	지질대를 기호로 표시		
토양분석도	1/5,000	Scanning	정밀임상도의 polygon구획에 준함	토양, 중금속, 유기물의 성분 함량 표시		
정밀임상도	1/5,000 항공사진(1997) 판독→현지 조사 병행	Scanning	임상별 polygon 표시	polygon별 임상 구조 DB구축	경계도와 취합한 후 지형도와 overlay	분석 주제도
지형분석도	1/25,000, 1/5,000 지형도	TIN이용	표고, 방위, 경사를 10×10m Polygon으로 표시	Altitude, Aspect, Slope 값을 가짐	임상도와 Overlay	

표 2. 지형분석도 자료구조

	필드명	크기	형태	내용
1	Altitude	3	Numeric	표고
2	Aspect	5	Numeric	방위
3	Slope	2	Numeric	경사

진을 이용하여 임상 및 임상구역을 구분한 다음 1:5,000 축척의 지형도에 옮겨 임시임상도를 작성하였다. 현장조사를 통해 임시로 작성된 임상도를 수정 및 보완하였으며, 각 임상구역에 임시군락명칭을 부여하였다.

2) 임분조사에 의한 정밀임상도 제작

(1) 지형정보

1997년도에 촬영한 1:5,000 축척의 흑백항공사

(2) 속성정보

각 임상구역별로 임상구역의 크기 및 동질성에 따라 10m×10m(0.01 ha) 크기의 표본점을 2에서 6개소까지 설정하여 임분조사를 실시하였다. 임

표 3. 정밀임상도 자료구조

	필드이름	크기	형태*1)	내용		필드이름	크기	형태*1)	내용
1	Area	3	N	군락면적(m ²)	18	Mort1_p	3	N	고사목1의 IV
2	Perimeter	40	N	군락둘레(m)	19	Mort2	10	C	고사목2
3	G_no	3	N	군락번호	20	Mort2_p	3	N	고사목2의 IV
4	G_name	40	C	군락명칭	21	Shrub1	10	C	하층우점종1
5	Over1	10	C	상층우점종1	22	Shrub1_p	3	N	하층우점종1의 IV
6	Over1_p	3	N	상층우점종1의 IV*2)	23	Shrub2	10	C	하층우점종2
7	Over2	10	C	상층우점종2	24	Shrub2_p	3	N	하층우점종2의 IV
8	Over2_p	3	N	상층우점종2의 IV	25	Shrub3	10	C	하층우점종3
9	Over3	10	C	상층우점종3	26	Shrub3_p	3	N	하층우점종3의 IV
10	Over3_p	3	N	상층우점종3의 IV	27	Status	4	C	상태
11	Mid1	10	C	중층우점종1	28	Cover	3	N	울폐율(%)
12	Mid1_p	3	N	중층우점종1의 IV	29	Ground_c	3	N	지피피복율(%)
13	Mid2	10	C	중층우점종2	30	Over_dcls	1	N	상층경급*3)
14	Mid2_p	3	N	중층우점종2의 IV	31	Mid_dcls	1	N	중하층경급*3)
15	Mid3	10	C	중층우점종3	32	SH	1	N	Shannon의 다양성지수*4)
16	Mid3_p	3	N	중층우점종3의 IV	33	Nokji	1	N	녹지자연도*5)
17	Mort1	10	C	고사목1					

*1) N: Numeric, C: Character, *2) IV: 상대우점치(Importance Value)

*3) 경급 구분

등급	1	2	3	4	5	N
범위(cm)	-6 (치수)	6-16 (소경급)	18-28 (중경급)	>30 (대경급)	시설	미조사

*4) Shannon의 다양성지수 등급구분

등급	0	1	2	3	4	5	N
기준	시설지	0.00-0.50	0.51-1.00	1.01-1.50	1.51-2.00	2.01-2.50	미조사

*5) 녹지자연도 등급구분

등급	1	2	3	4	5	6	7	8
기준	시가지	농경지	과수원	이차초원(A)	이차초원(B)	조림지	이차림(A)	이차림(B)

분조사에서는 우선 육안 판단에 의해 임분상태를 3등급으로 판단한 다음, 교목층, 관목층 및 하층 식생에 대해 조사하였다. 교목층은 상층, 중·하층, 고사목으로 구분하여 수종, 흉고직경, 수고, 수관 및 수간의 형태와 피해 등을 조사하였으며, 관목 및 하층식생은 각 식생이 점유하는 비율을 조사하였다. 또한, 울폐 및 피복정도에 따라 교목층에 대해서는 울폐도를, 관목층에 대해서는 지피피복율을 각각 조사하였다. 이와 같이 조사된 임분자료를 산림정보분석시스템(FIAS1.5)²⁵⁾으로 분석하여 정밀임상도에 필요한 속성정보를 마련하였다. 시스템구축을 위한 속성정보로는 출현하는 수종의 상대우점치(importance value)에 따라 임상구역별로 부여된 최종군락명칭, 상태등급, 울폐도, 상층·중층·하층의 주출현수종 및 상대우점치, 경급, Shannon의 종다양성 지수, 녹지자연도 등이 포함되도록 하였다(표 3).

3) 낙엽층 및 토양성질조사에 의한 토양분석도 제작

정밀임상도의 각 구역별로 4개의 지점에서 낙엽층과 무기광물 토양층으로부터 시료를 채취, 분석하여 낙엽층 유기물의 화학적 성질, 토양 내 화학적 성질 및 중금속 농도 등을 조사하였다. 유기물 시료는 낙엽층의 L, F, H층이 골고루 포함되도록 하였고, 무기광물토양은 A층과 B층이 고루 포함되도록 유의하여 채취하였다. 유기물 시료는 건조시키고 분쇄하였으며, 토양 시료는 기건 후 2mm의 체를 통과시킨 다음 분석을 실시하였다.

토성은 피펫법으로 입경을 구분한 다음 미국 농무성법에 따라 결정하였고, 유기물과 토양의 pH를 측정하였다. 유기물 및 토양 시료를 Kjeldahl법에 의하여 분해하고, 전질소와 총인의 농도를 측정하였으며, 토양의 유효태 인산 농도를 측정하였다.¹⁰⁾ 또한 시료 내 Mg, Ca, Na, K 등의 농도도 측정하였다. 공원 토양의 중금속 원소 포함 정도를 파악하기 위하여 채취한 무기광물

토양 시료의 일부를 수질오염공정시험방법³¹⁾에 따라 추출하고 ICP-MS(Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry)를 이용하여 Cr, Zn, Cd, Pb, Ni, Cu 등의 농도를 측정하였다. 각 임상 구역별로 파악된 토양 및 유기물 관련 속성정보를 표 4와 같이 마련하였다.

4. 도시림 관리시스템 구축

1) 공간자료(spatial data) 구축

공간자료를 입력하는 방법은 scanner를 이용하여 raster형태의 자료로 입력한 후 이를 vector화시키는 방법과 digitizer를 이용하여 직접 vector형태의 자료로 입력하는 방법이 있는데, 본 연구에서는 입력 대상자료의 특성에 따른 입력의 용이

표 4. 토양분석도 자료구조

	필드이름	크기	형대기	내 용	비고	
1	G_no	3	N	군락번호	-	
2	G_name	40	C	군락명칭	-	
3	pH	2	N	토양산도	토양 성분	
4	TN	2	N	전질소(%)		
5	Av_P	2	N	유효태인산(ppm)		
6	Mg	2	N	마그네슘(me/100g)		
7	Ca	2	N	칼슘(me/100g)		
8	Na	2	N	나트륨(me/100g)		
9	K	2	N	칼륨(me/100g)		
10	Cr	2	N	크롬(ppm)		중금속 성분
11	Zn	2	N	아연(ppm)		
12	Cd	2	N	카드뮴(ppm)		
13	Pb	2	N	납(ppm)		
14	Ni	2	N	니켈(ppm)		
15	Cu	2	N	구리(ppm)		
16	OpH	2	N	유기물산도	유기물 성분	
17	OTN	2	N	전질소(%)		
18	OP	2	N	총인(ppm)		
19	OMg	2	N	마그네슘(ppm)		
20	OCa	2	N	칼슘(ppm)		
21	ONa	2	N	나트륨(ppm)		
22	OK	2	N	칼륨(ppm)		

*1) N: Numeric, C: Character

성을 고려하여 스캐닝방법과 Head-up 디지털링의 두 방법을 병행하여 공간자료를 구축하였다. 스캐닝한 raster형태의 지형자료를 vector형태로 전환하기 위해서 자동 vectorizing 프로그램인 CadCore를 사용하였고, Head-up 디지털링을 위해서는 ArcView(Version3.1)를 사용하였다. 각 도면의 coverage 구축을 위해서는 Windows용 PC Arc/Info(version3.5.1)를 사용하였다.

2) 속성자료(attribute data) 구축

속성자료는 PC Arc/Info의 Tables와 Microsoft Excel을 이용하여 입력하였다. ArcView를 이용하여 만들어진 공간자료는 ArcView의 format형태인 shape file형태로 저장이 되는데, 이 shape file의 속성자료는 ArcView내의 table editing기능을 이용하여 입력하였다.

3) 시스템 구축

도시림관리시스템은 ArcView를 기반으로 구축하였으며, 사용자의 편의를 도모하기 위해 ArcView(version3.1)³²⁾에서 지원되는 Dialog designer³⁴⁾와 ArcView program language인 Avenue³³⁾를 이용하여 사용자환경(user interface)으로 시스템을 구축하였다.

III. 결과 및 고찰

표 2, 3, 4에 제시한 자료구조를 기초로 지형, 임상 및 토양에 대한 자료를 공원별로 데이터베이스화 하였다. 이와 같이 구축된 데이터베이스는 도시림 관리시스템의 기초자료로 활용되며, 이들을 근거로 각 공원별 현황을 살펴보고자 한다.

1. 정밀임상도에 의한 임상현황

1) 임상구성

부록 1은 본 연구에서 제작된 정밀임상도 중

현충묘지공원의 정밀임상도를 나타낸다. 이와 같이 제작된 정밀임상도에 따르면, 조사대상공원 전체적으로 아까시나무식재림이 40-50%정도, 현사시식재림이 3-9% 정도를 차지하고 있으며, 이차림으로 볼 수 있는 활엽수혼효림의 비율은 4-20%정도로 매우 적은 편이다(표 5). 현충묘지공원내부 및 노량진근린공원을 제외한 지역에서는 아까시나무 및 현사시나무식재림이 공원면적의 절반을 넘고 있다. 이차혼효림 비율은 현충묘지공원내부를 제외한 지역에서는 20%를 넘지 못하고 있으며, 현충묘지공원의외부, 상도근린공원에서는 이차혼효림 비율이 3 또는 6%에 불과하였다. 또한, 상록침엽수의 비율은 비교적 낮은 편으로 노량진근린공원이 1% 까지산근린공원 및 상도근린공원이 7%, 현충묘지공원의 외부 및 내부가 각각 12 및 18%를 차지하고 있다. 노량진근린공원 및 현충묘지공원내부는 경작지가 없었으며, 이외의 공원에서는 공원면적의 2-8%를 경작지가 점유하는 것으로 나타났다. 또한, 까치산근린공원, 현충묘지공원내부, 노량진근린공원에서는 공원내 경계구역안에 주택지가 거의 나타나지 않았으나, 현충묘지공원 외부의 경우는 공원면적의 9%가 주택지로 점유되어 있었으며, 상도근린공원은 19%로 가장 높은 주택점유율을 보이고 있다.

기타 공원지구와는 다르게 현충묘지공원내부는 대체적으로 안정된 임상을 보이고 있다. 즉, 도시림 임상관리의 문제점으로 드러나는 아까시나무림비율이 14%로 매우 낮고, 현사시나무림은 존재하지 않는 특징을 지니고 있다. 이에 비해 공원의 대부분(61%)이 신갈나무, 굴참나무, 팔배나무, 리기다소나무 등이 혼효된 2차림으로 구성되어 있어 비교적 안정된 상태를 나타내고 있다.

2) 울폐도

까치산근린공원은 울폐도 61~80%를 보이는 지역이 약 65%이상으로 우수한 임상이 많은 것으로 나타났다. 상도근린공원은 울폐도 80%를 상

표 5. 각 공원별 임상구성표

(단위: %)

공원명칭	이차혼효림	아카시나무림	현사시나무림	침엽수림	경작지	주택지	기타
까치산근린공원	10	50	3	7	8	0	22*1)
상도근린공원	6	45	9	7	6	19	8*2)
노량진근린공원	19	35	1	1	0	1	43*3)
현충묘지공원(외부)	3	50	11	12	2	9	13*4)
현충묘지공원(내부)	61	14	0	18	0	0	7*5)

*1): 묘지, 관악구지역, 운동시설 등, *2) 학교용지, 사찰, 운동시설 등, *3) 군사보호구역, 운동시설 등
 *4): 사찰, 운동시설 등, *5) 사찰, 도로 등

회하는 지역이 대부분으로, 울폐도 80%이하의 지역은 거의 나타나지 않는다. 노량진근린공원은 다른 공원들에 비해 시설지구가 많아 울폐도가 0%인 지역이 가장 많이 나타났다. 그러나 시설지를 제외한 임지중 60%이상의 울폐도를 가지는 지역이 83%(전체의 약 33%)정도로 나타나 산림지의 울폐도는 비교적 높은 것으로 나타났다. 현충묘지공원외부는 각 울폐를 등급이 공원면적의 20% 내외를 고루 점유하고 있는 것으로 나타났으며, 그 중 41-60%의 울폐등급은 전체공원면적의 약 36%를 차지하는 것으로 나타났다. 현충묘지공원내부는 울폐도 60%이상의 임지가 약 85%에 달해 타 근린공원에 비해 울폐정도가 상당히 높은 것으로 나타났다.

3) 경급

까치산근린공원은 상층의 경우 대경목은 나타나지 않았고, 중경목이 차지하는 비율이 약 63%로 나타났다. 소경목 및 치수림은 2-5%의 낮은 점유율을 보였다. 중층의 경우는 대부분 소경목으로 나타나 전체적으로 중·소경목 위주의 임상이 까치산근린공원을 이루고 있다고 볼 수 있다. 상도근린공원의 경우도 상층에서 대경목은 나타나지 않았으며, 중경목의 비율이 58.3%로 상당히 높았다. 중층의 경우도 소경목의 비율이 60.1%로 상당히 높은 반면, 중경목은 없는 것으로 나타났다. 노량진 근린공원은 상층의 경우 대경목과 중경목이, 중층의 경우는 중경목과 소경목이 비슷

한 비율로 나타났다. 현충묘지공원 외부는 현충묘지공원내부와 그 구성이 유사하나 상대적으로 대경목의 비율이 32.2%로 공원들 중 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 중경목의 비율도 48.9%로 비교적 높게 나타났다. 중층은 중경목이 32.1%, 소경목이 47.5%의 비율로 나타났다. 현충묘지공원내부의 경우 상층에서는 중경목이, 중층에서는 소경목이 대부분인 것으로 나타났다.

4) 생육상태등급

생육상태등급은 육안판단에 의해 양호, 보통, 불량으로 구분하였다. 까치산근린공원의 경우, 불량임지는 거의 나타나지 않았고 보통 및 양호한 임지가 대부분인 것으로 나타났다. 상도근린공원은 양호 또는 보통임지가 대부분을 차지하고 있었으며, 불량임지의 비율이 약 12%로 다른 공원에 비해 훼손된 불량임지가 많이 나타났다. 노량진근린공원은 근린시설이 58.9%로 비율이 상당히 높고 산림지에서는 상태가 대부분 보통인 것으로 나타났다. 현충묘지공원외부에서 양호한 임지는 11.2%, 보통상태는 62.6%로 나타났다. 또한 불량상태의 임지비율이 8.9%로, 현충묘지공원내부에 비해 불량임지의 비율이 다소 높은 것으로 나타났다. 현충묘지공원내부의 상태는 매우 양호하여 양호임지가 61.3%를 차지하고 있으며, 상태가 보통인 임지의 비율도 30.3%정도가 나타나고 있다.

5) 다양성도

각 공원의 종다양성을 파악하기 위해 Shannon 다양성지수를 이용하여 구분하였다. 대상지가 한 수종으로 구성되어 있을 때 Shannon 다양성도는 0의 값을 가지게 되며 출현종이 다양할수록 높은 값을 가지게 된다.³⁶⁾ 까치산근린공원에서는 종다양성의 분포가 비교적 균등하게 나타났으며, 상도근린공원에서는 종구성이 다양한 임지(1.0이상)와 다양하지 않은 임지(0.5이하)의 비율이 각각 47.8%, 43.8%로 양극현상을 보이고 있었다. 노량진근린공원에서는 종다양성지수가 1 이하인 지역이 공원면적의 약 76%를 차지하고 있어 다양성이 비교적 낮은 것으로 나타났다. 현충묘지공원의 외부도 까치산근린공원과 마찬가지로 종다양성의 분포가 비교적 균등하게 나타났으며, 현충묘지공원내부는 다양성지수 1.5 이상인 임지가 공원면적의 67%를 차지하고 있어 다른 공원들에 비해 종다양성이 비교적 높은 것으로 나타났다.

2. 지형분석도에 의한 지형특징

부록2는 지형분석 결과 중 노량진근린공원의 표고분석분포도를 나타낸다. 이와 같은 지형분석도는 10m×10m 격자공간에 대해 경사, 방위, 고도 등의 정보를 가지고 있으며, 공원별로 제작·전산화되어 도시림관리시스템의 기초자료로 활용되고 있다.

1) 경사

노량진근린공원을 제외하고는 공원의 대부분이 10에서 30도 미만의 경사지로 구성되어 있어 중경사급의 경사유형을 보이고 있다. 노량진근린공원은 공원면적의 약 51%가 경사 10도 미만인 완경사지로 이루어져 있어 공원중 저경사지의 비율이 가장 높은 것으로 나타났다.

2) 방위

까치산근린공원의 경우 북사면~동사면의 비율이 높으며 남사면의 비율이 낮은 것으로 나타났다. 상도근린공원도 남사면보다 북사면의 비율이 높았으며, 노량진근린공원과 현충묘지공원은 모든 방향의 방위가 고루 분포하였다.

3) 표고

까치산근린공원의 대부분과 노량진근린공원 전체는 표고 100m 이하의 낮은 고도로 이루어져 있으며, 특히 노량진근린공원의 경우는 공원면적의 약 반정도가 표고 50m이하인 것으로 나타났다. 현충묘지공원에서는 100m이상인 표고가 공원면적의 약 30%를 차지하고 있었으며, 상도근린공원의 경우는 공원면적의 60%가 표고 100m이상으로 나타나 다른 공원에 비해 고도가 가장 높은 것으로 나타났다.

3. 토양분석도에 의한 토양 및 낙엽층 성질

부록 3은 공원별로 작성된 토양분석도 중 토양의 아연(Zn)분포를 상도근린공원에 대해 보여주고 있다. 이와 같은 공원별 토양분석도를 표 4의 자료구조로 전산화시켜 도시림 관리를 위한 기초자료로 활용되도록 하였다.

1) 토양성질

조사대상 공원 전체적으로 토양 구성 무기광물 입자의 비율은 모래 56.5%, 미사 18.1%, 점토 25.4% 등으로 우리 나라 산지에 가장 널리 분포하는 갈색산림토양의 평균치인 모래 54%, 미사 34%, 점토 12%에 비하여³⁷⁾ 점토의 비율이 높게 나타났다. 토성은 사질식양토, 양토, 사양토, 사질식토 등으로써 일반 산림토양에서의 토성과 유사하였다.

까치산근린공원의 경우 pH는 4.10-5.00 사이를 보이며, 임상단위 전체 평균값은 4.53을 나타내고

있다. 이러한 수치는 전국 산림토양에서 일반적으로 관찰되는 pH 5.2-5.4에 비하면 매우 낮고,²⁴⁾ 공단주변의 오염지 토양이나 서울 도심의 산림지대에서 측정되는 수치에 비하여는 약간 높은 수준이다.⁹⁾¹¹⁾¹⁶⁾²²⁾³⁸⁾ 조사대상 지역이 비교적 도심에 인접하여 대기오염에 의한 산성물질의 유입이 많아 토양의 산성도가 심한 것으로 볼 수 있다.²⁰⁾ 이 공원 토양의 전질소와 유효태인산의 평균 농도는 각각 0.62%, 96.1ppm으로 나타나고 있다. 이와 같은 수치는 서울 도심의 산림에서 측정된 값에 비해서는 높고,¹⁶⁾ 일반 산림토양에서 측정되는 결과와 비교하여도 큰 차이가 없는 것으로서, 임목 생장에 가장 필요한 질소와 인의 양은 부족하지 않은 것으로 볼 수 있다. 한편 양이온의 평균 농도(me/100g)는 Mg 2.4, Ca 7.9, Na 0.8, K 1.3 등으로, 산림토양의 평균치에는 못 미치나 모암별로 측정된 산림토양 양분 농도와 비교하면 상당히 높은 수준이고,²⁴⁾ 서울의 도심이나 주변의 산림에서 측정된 다른 수치보다 높다.³¹⁾⁶⁾²¹⁾ 산림토양에 비해 양이온의 농도가 낮은 것은 토양의 산성화로 인하여 양이온이 용탈된 때문인 것으로 사료된다.²⁰⁾ 노량진근린공원에서 토양 내 pH가 4.31로 조사대상 4개 공원 가운데 가장 낮아 매우 강한 산성을 띠고 있는 것을 제외하면 조사대상 공원들의 토양성질은 대개 유사한 것으로 나타나고 있다.

2) 토양의 중금속 오염정도

까치산근린공원 토양 내 중금속 원소의 평균 농도(ppm)는 Cr, Zn, Cd, Pb, Ni, Cu 등이 각각 <0.1, 1.0, <0.1, 1.9, 0.1, 0.6 등으로 나타나고 있다. 토양 내 중금속 원소의 농도는 측정 방법에 따라 차이가 있을 수 있기 때문에 연구방법과 무관하게 단순히 산술 평균을 비교하는 것은 무리가 있다. 그러나 조사대상 공원 토양의 중금속 농도 정도에 대한 이해를 돕기 위해 본 연구에서 측정된 결과를 전국의 일반 산림토양에서 측정된 수치와

비교하면 Zn의 농도가 약간 높으나 나머지 다른 원소들의 농도는 낮으며,¹⁸⁾³⁰⁾ 서울특별시의 인근 산림에서 측정된 값과 비슷하거나 약간 낮다.²⁾ 또한 본 연구에서 측정된 중금속 농도는 우리나라와 일본에서 측정된 자연함유량이나,⁴⁾ 국내 토양측정망에서 나타난 농경지, 주거지, 공원 여가지 등의 토양 중금속 농도¹⁴⁾와 공단 주변 토양에서 측정된 농도⁶⁾에 비해 낮은 수준이다. 상도근린공원, 노량진근린공원 그리고 현충묘지공원의 능선을 경계로 바깥쪽과 안쪽 지역의 토양에서 측정된 중금속 원소의 농도는 까치산근린공원과 큰 차이가 없이 낮게 나타나고 있다. 전체적으로 본 연구에서 나타난 조사대상 근린공원 토양 내 중금속의 농도는 식물의 생장을 제한할 만한 수준에는 이르지 않는 것으로 사료된다.¹³⁾³⁹⁾

3) 낙엽층 성질

까치산근린공원의 경우 낙엽층 유기물의 pH는 평균 5.31을 보이며, 전질소 1.59%, 그리고 인 312ppm을 나타내고 있다. 또한 낙엽층 유기물 내에서 Mg 3,062ppm, Ca 10,786ppm, Na 671ppm, 그리고 K 3,661ppm 등의 농도를 보이고 있다. 한편 상도근린공원, 노량진근린공원 그리고 현충묘지공원에서도 이와 유사한 수치를 나타내고 있다. 낙엽층 유기물 내 각종 원소의 농도는 인을 제외하고 국내의 산림에서 일반적으로 조사되고 있는 수치와 매우 유사하여⁸⁾¹²⁾³⁵⁾³⁷⁾ 토양 중의 양이온 농도가 낮은 결과와는 상당히 대조적인 것으로 나타나고 있다.

4. 도시림관리시스템의 기능

1) 공원선택

본 연구를 통해 개발된 도시림관리시스템은 공원별로 자료를 관리하고 있다. 따라서 시스템을 운영하기 위해서는 우선적으로 원하는 공원을 선택해야 하는데, 2가지 방법을 적용할 수 있다. 우

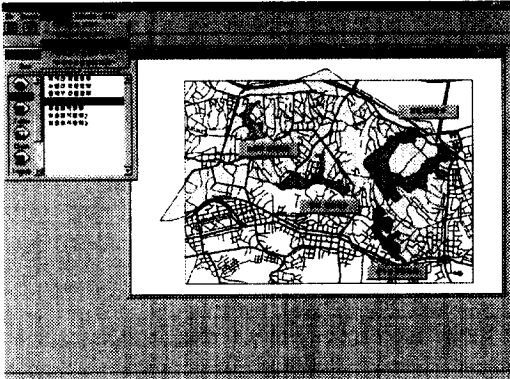


그림 2. 산림 생태계 관리시스템의 초기화면

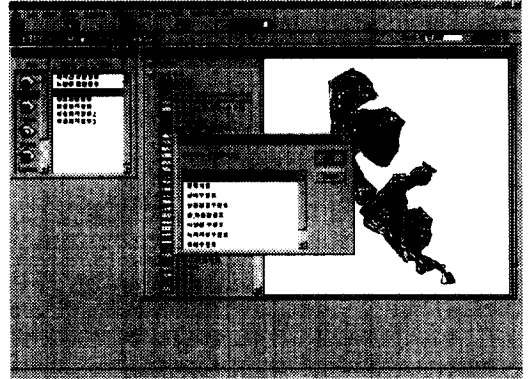


그림 3. 각 공원별 주제도 선택

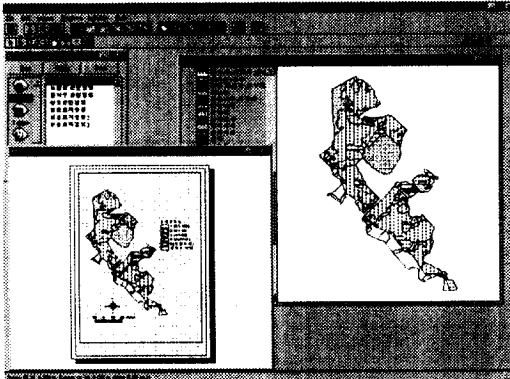


그림 4. 주제도 출력

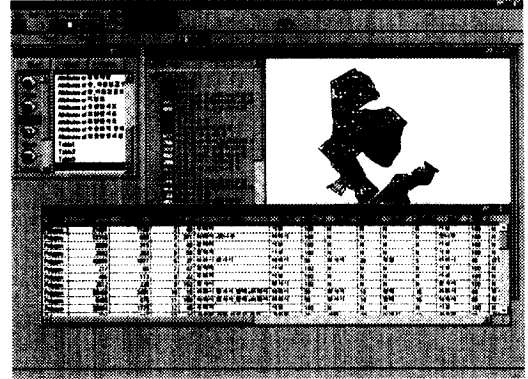


그림 5. 주제도 속성자료관리

선, Menu의 “도면보기”항목이나 Project창의 Views메뉴 중 “동작구 근린공원”을 클릭하여 동작구 전체도면을 열고 각 공원 밑에 있는 공원이름을 누르면 해당공원이 선택된다(그림 2). 또 다른 방법은 Menu의 “도면보기”항목이나 Project창의 Views메뉴 중에서 원하는 공원을 직접 클릭하는 방법이다. 이와 같은 방법으로 원하는 공원이 선택되면, 해당 공원에 대한 View창이 활성화되면서 상부의 Menu bar가 View창 mode로 전환된다(그림 3). 이 메뉴에는 공간자료를 관리하는 “Layer찾기”, 속성자료를 관리하는 “속성보기”, 분석을 담당하는 “질의”, 각종 도면을 출력할 수 있는 “도면출력” 등의 메뉴가 추가되어 있다.

2) 주제도의 공간정보관리

View창에는 해당공원의 각종 주제도가 포함되어 있으며, 사용자는 이들 중 원하는 주제도를 개별적으로 또는 중첩하여 선택할 수 있다. Menu bar의 “Layer찾기”를 클릭하면 해당 공원의 각종 주제도가 나타나는데, 이 중 원하는 도면을 선택하면 해당주제도가 View창에 나타난다.

현재 활성화되어 있는 주제도는 Menu bar의 “도면출력”을 선택하여 출력할 수 있다. “도면출력”을 클릭하면 범례와 기타 도식기호가 나열되어 있는 Layout창이 활성화되는데(그림 4), 여기에서 출력을 원하는 공원과 주제도를 선택하고 Button bar의 Printer 표시 button을 누르면 선택된

주제도가 출력된다.

3) 주제도의 속성자료관리

속성자료의 조회는 View창 menu bar의 “속성 보기”를 선택하여 “Layer찾기”와 같은 방법으로 원하는 주제도의 속성자료를 조회할 수 있다. 속성자료창이 활성화되면, 상부의 Menu bar가 Table창 mode로 바뀌게 되며, 여기에 “자료 수정 갱신” 메뉴가 추가되어 있다(그림 5). 이 메뉴의 “Start Editing”을 선택하면 Table의 Field명의 글자체가 이태릭체에서 정자로 바뀌게 되는데, 이 상태에서 속성자료를 수정할 수 있다. 속성자료의 수정항목 역시 Toggle형태로 지정이 되어 있어 수정이 끝나고 다시 Menu를 보면 “Stop Editing”으로 바뀌어진 것을 볼 수 있다. 이것을 선택하고 나면 수정한 내용을 저장 할 것인가를 물어 보는 작은 창이 나타난다. 이렇게 하여 수정된 자료들의 저장까지 완료할 수 있다.

속성정보를 출력하고자 할 때는 Button bar에서 Printer 표시의 button을 선택하면 활성화된 속성자료가 인쇄된다. 또한, 질의를 통해 선택되거나 사용자가 선택한 Record나 Field를 반전시킨 상태에서의 출력도 가능하다. 또한, 각 주제도의 속성자료는 Arc/Info에서 Coverage구축시에 만들

어진 PAT(Point Attribute Table), AAT(Arc Attribute Table), PAT(Polygon Attribute Table)의 형태로 구축되어 있다. 도시림관리시스템에서는 속성자료를 Excel이나 기존의 DataBase Program에서 활용할 수 있도록 Export가 가능하다. Table이 활성화되어 있는 상태의 Menu에서 File항목의 아래에 Export를 선택하면 Export Format형식을 묻는 대화상자가 나온다. 여기에서 원하는 형식을 선택하고, 변환된 파일을 저장할 디렉토리에 저장을 하면 Export가 완료된다.

4) 분석기능

도시림관리시스템은 기초적으로 각종 주제도면의 보기 및 출력, 속성자료의 조회, 갱신, 출력 등의 기능을 가지고 있어 주제도면과 그의 속성자료를 효율적으로 관리하는 데 활용될 수 있다. 이러한 기초적 이용단계보다도 도시림관리시스템의 가치는 사업과 관련된 각종 의사결정을 효율적으로 지원한다는 데 있다. 도시림관리시스템에는 사업의사결정에 중요한 의사결정인자인 임상, 토양, 지형 등의 자료가 정밀임상도, 토양분석도, 지형분석도 등의 지형 및 속성자료로 구축되어 있으며 이들 자료의 조합을 통해 사업 적지를 선정할 수 있는 기능이 포함되어 있다(그림 6).

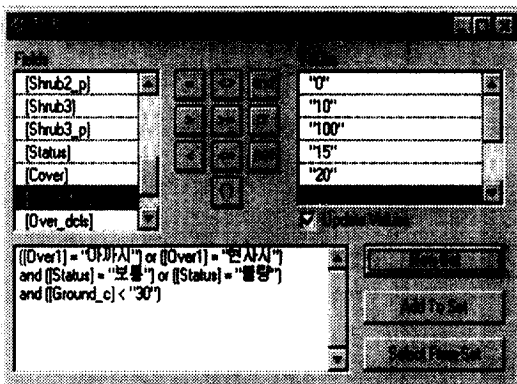


그림 6. 질의상자에 의한 질의과정

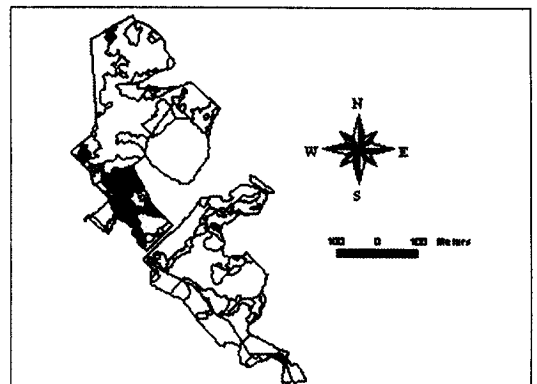


그림 7. 질의상자에 의한 질의결과상층:아까시나무 또는 현사시 나무, 생육상태:불량 또는 보통, 지피피복율:30%미만

예를 들어 까치산근린공원에서 아까시나무 또는 현사시나무임분 중 수종갱신대상지역을 선정하기 위해 하층식생이 빈약한 불량 또는 보통생육상태의 아까시나무 및 현사시나무림을 조회하고자 한다면 Query Box에서 일련의 조건을 주고 대상지역을 선정할 수 있다(그림 6). 즉, 상층우점종은 “아까시나무 또는 현사시나무”로 하고, 생육상태를 “불량 또는 보통”, 지피피복율을 “30%미만”으로 한 조건을 주면 그림 7과 같이 조건에 해당하는 부분이 위의 조건에 맞는 지역이며, 이 지역에서는 하층식생이 거의 없는 불량 현사시나무 또는 아까시나무림에 적합한 수종갱신사업을 적용할 수 있을 것이다.

이와 같이 본 연구에서 개발된 도시림관리시스템을 활용하면 의사결정자가 요구하는 조건에 적합한 지역을 손쉽게 선정할 수 있으므로 사업 또는 사업종류별 적지선정에 효율화를 기할 수 있다. 더불어 선정된 지역에 대한 속성자료를 함께 조회할 수 있어 도시림관리를 위한 의사결정시 필요한 정보를 실시간 조회할 수 있는 효과가 있다.

IV. 결 론

도시림의 합리적 관리를 위해서는 우선적으로 도시림에 대한 각종 정보가 정확하게 조사·파악되어야 하며, 이들 정보가 의사결정에 효과적으로 활용될 수 있어야 한다. 본 연구에서는 지리정보시스템을 이용하여 동작구 근린공원을 대상으로 도시림관리시스템을 개발하여 도시림관리의 효율화를 도모하고자 하였다. 이를 위해 도시림관리를 위한 필수요소인 정밀임상도를 항공사진 및 현지조사를 통해 작성하였으며, 전산화된 지형도의 수치고도모델을 통해 경사, 방위, 고도 등의 지형정보를 제공하는 지형분석도를 제작하였다. 또한, 토양 및 유기물의 조사·분석을 통해 이들의 이화학적 특징 및 중금속농도에 대한 정

보를 갖는 토양분석도를 임상구역에 따라 작성하였다. 이상의 임상, 지형, 토양 등에 대한 지형 및 속성정보가 통합관리 될 수 있도록 이들을 GIS를 이용하여 전산화하였으며 사용자환경(user interface)의 도시림관리시스템을 구축함으로써 정보활용의 편의성을 높이고자 하였다.

이와 같이 구축된 도시림관리시스템은 기초적으로 각종 주제도면의 보기 및 출력, 속성자료의 조회, 갱신, 출력 등의 기능을 가지고 있어 주제도면과 그의 속성자료를 효율적으로 관리하는 데 활용될 수 있다. 이러한 기초적 이용단계보다도 도시림관리시스템의 가치는 사업과 관련된 각종 의사결정을 효율적으로 지원한다는 데 있다. 도시림관리시스템에는 사업의사결정에 중요한 의사결정인자인 임상, 토양, 지형 등의 자료가 정밀임상도, 토양분석도, 지형분석도 등의 지형 및 속성자료로 구축되어 있으며 이들 정보의 중첩분석을 통해 도시림관리에 필요한 의사결정을 수행할 수 있다.

따라서 본 연구에서 개발한 도시림관리시스템은 도시림의 각종 정보관리 및 도시림 관련업무에 효과적으로 활용될 수 있으며, 합리적인 의사결정의 수단으로 높은 가치를 지니게 되므로 본 시스템을 이용하여 도시림의 체계적인 관리를 꾀할 수 있다.

참고문헌

1. 김귀곤, 1998, 도시림생태계의 현황 및 관리대책: 생태적 네트워크를 중심으로, 서울시정포럼, 13-22
2. 김교봉, 황동진, 성시경, 손병목, 이정자, 박상현, 1985, 서울시 일원의 토양 중금속오염도 조사(II), 서울특별시 보건환경연구소보 21:128-135.
3. 김동엽, 황인찬, 1998, 서울지역 도시림 토양의 산성화와 완충능력 변화, 한국임학회지 87:

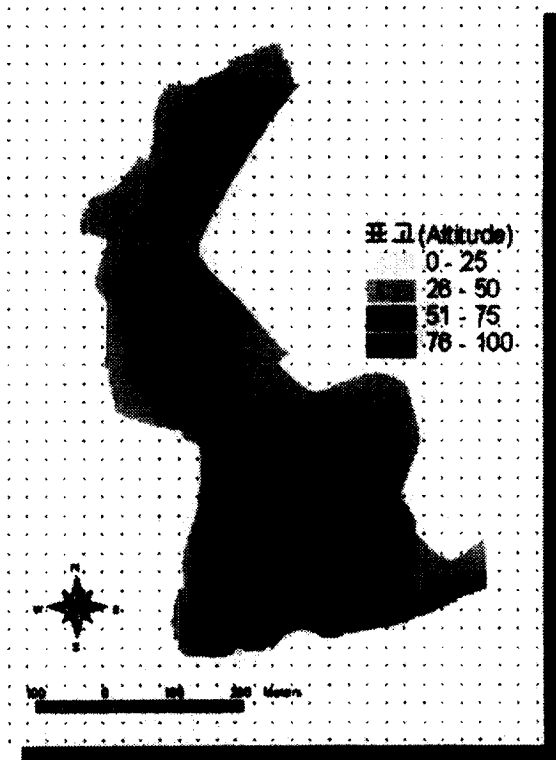
- 188-193.
4. 김복영, 1993, 토양오염 실태와 개선 대책, 환경보전형 농업을 위한 토양관리 심포지엄, 한국토양비료학회.
 5. 김성균, 1996, 도시환경림의 생태미학적 경관 분석기법에 관한 연구, 한국조경학회지 24(1), 97-108.
 6. 김성조, 백승화, 문광현, 장광호, 김수진, 1998, 익산 제1공단 토양의 중금속 함량 분포 조사, 한국환경농학회지 17: 48-53.
 7. 김용하, 1998, 21세기 도시권역 산림의 생태적 관리를 위한 정책방향, 도시권역산림의 관리체계확립과 생태적 관리방안 심포지엄, 산림청, 89-103
 8. 김종성, 손요환, 임주훈, 김진수, 1996, 리기다 소나무와 낙엽송 인공조림지의 지상부 생체량, 질소와 인의 분포 및 낙엽에 관한 연구, 한국임학회지 85: 416-425.
 9. 김준호, 1995, 대기오염 및 산성비에 대한 내성종과 Bioindicator의 선별, 육종 개발, G-7 환경공학기술개발과제 발표자료.
 10. 농업기술연구소, 1988, 토양화학분석법: 토양, 식물체, 미생물, 농촌진흥청.
 11. 문형태, 표재훈, 김준호, 1998, 여천공단 주변 지역 토양의 화학적 성질, 한국생태학회지, 21: 1-6.
 12. 박봉규, 이인숙, 1980, 광릉의 잎갈나무(*Larix kaempferi*)와 졸참나무(*Quercus serrata*) 낙엽의 분해에 미치는 잎의 영양함량과 입지의 영향, 한국식물학회지 23: 45-48.
 13. 박용하, 1996, 중금속 및 비소 오염 토양질 평가를 위한 토양오염지표의 고안과 응용 가능성, 한국토양환경학회지 1: 47-54.
 14. 박용하, 윤정호, 이승희, 김강석, 1996, 토양오염지표에 의한 국내 토양의 중금속과 비소 오염도 및 향후 전망, 한국토양환경학회지 1: 55-65.
 15. 박인규, 1998, 지자체 입장에서 바라본 도시권역 산림의 합리적 관리방안, 도시권역산림의 관리체계확립과 생태적 관리방안 심포지엄, 산림청, 15-23
 16. 박현, 1997, 탈질균 및 황산환원균 정량을 통한 서울의 대기오염이 남산의 토양에 미치는 영향 평가, 한국임학회지 86: 98-104
 17. 산림청, 1998, 도시림관리체계의 확립과 조성방안, 181pp
 18. 서울특별시, 1997, 산림생태계조사 연구보고서: 1차년도.
 19. 오정수, 1998, 도시권역 산림의 생태적 조성 및 관리를 위한 시업방안, 도시권역산림의 관리체계확립과 생태적 관리방안 심포지엄, 산림청, 49-86
 20. 유정환, 김춘식, 변재경, 구교상, 채지석, 차순형, 이원규, 1997, 도시와 농촌지역의 산림 토양의 화학적 성질 비교, 산림과학논문집 55: 19-24.
 21. 유정환, 변재경, 김춘식, 이충화, 김영걸, 이원규, 1998, 산성화된 산림토양에 석회, 황산고토 및 복합비료 시비가 토양의 화학적 성질에 미치는 영향, 한국임학회지 87:341-346.
 22. 이경재, 1998, 도시권역 산림생태계 쇠퇴징후 및 개선방향, 도시권역산림의 관리체계확립과 생태적 관리방안 심포지엄, 산림청, 3-12
 23. 이경재, 조우, 류창희, 1993, 도시림의 생태적 관리계획에 관한 연구, 한국조경학회지 20: 1-11.
 24. 이수욱, 1981, 한국의 삼림토양에 관한 연구 II, 한국임학회지 54: 25-35.
 25. 이우균, 독고세준, 변우혁, 1998, 위치종속산림 조사용 산림정보분석시스템(FIAS1.5) 개발, 한국산림측정학회지 1(1): 37-49
 26. 임승빈, 허윤정, 1995, 도시녹지의 시각적 접근성 측정모델에 관한 연구, 한국조경학회지 23(3): 1-14

27. 鄭鐵炫, 金泰勛, 具教常, 車淳馨. 1995. 韓國의 山林土壤分類および褐色山林土壤群の性質と 林木生長. 日土肥誌 65:483-492.
28. 조현제, 1997, 도시권역 산림식생단위구분과 정밀식생도 작성 -부산광역시 황령산 일대를 모델로 하여-, 산림과학논문집 56: 1-12.
29. 조현제, 조신형, 1998, 관악산 산림식생 유형구분과 정밀식생도 작성에 관한 식물사회학적 연구, 산림과학논문집 59: 121-132
30. 최영섭, 조희두, 1998, 담양호, 광주호 유역의 삼림생태계에서 중금속의 함량 비교, 한국임학회하계학술발표.
31. 환경처, 1991, 수질오염공정시험방법.
32. ESRI, 1996a, ArcView GIS, ESRI, 340pp
33. ESRI, 1996b, Avenue, ESRI, 260pp
34. ESRI, 1998, ArcView Dialog Designer, ESRI, 74pp
35. Kimmins, J.P., D. Binkley, L. Chatarpaul and J. de Catanzaro, 1985, Biogeochemistry of temperate forest ecosystems: literature on inventories and dynamics of biomass and nutrients, Information Report PI-X-47E/F, Canadian Forestry Service. pp. 227.
36. Ludwig, J.A. and J.F., Reynolds, 1988. Statistical ecology, John Wiley & Sons, 337pp
37. Mun, H.T., C.M. Kim and J.H. Kim, 1977, Distributions and cyclings of nitrogen, phosphorus, and potassium in Korean alder and oak stands, Kor. J. Ecol. 3: 109-118.
38. You, Y.H., C.S. Lee and J.H. Kim, 1998, Selection of tolerant species among Korean major woody plants to restore Yecheon industrial complex area, Kor. J. Ecol. 21: 337-344.
39. Zanini, E. and E. Bonfacio, 1992, Heavy metals pollution in agricultural soils: a geostatistical approach near Turin(Spain). Fresenius Environmental Bulletin 1: 821-826.

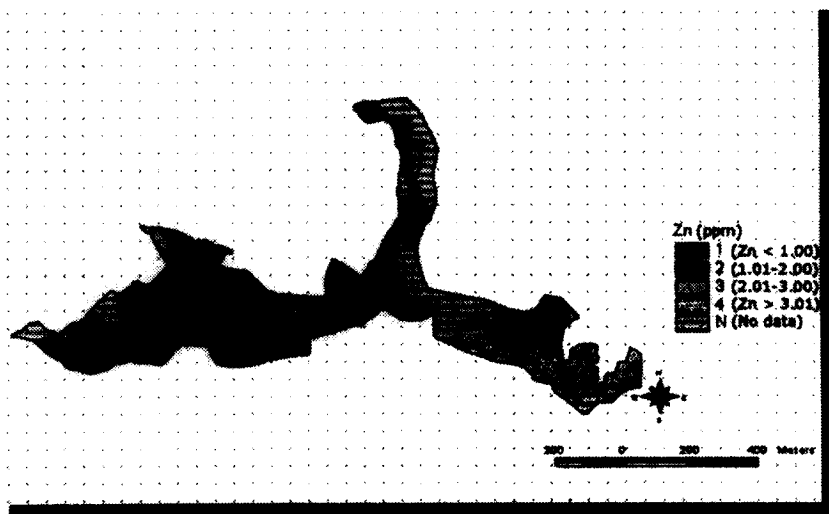
<현충묘지공원 정밀시생도>
(식생구역명은 약칭으로 기재함)



부록 1: 정밀시생도(현충 묘지공원)



부록 2: 표고분포도(노랑진 근린공원)



부록 3: 토양의 아연(Zn) 분포도(상도 근린공원)