

대학연습림의 효율적 관리를 위한 지리정보시스템의 활용방안

권태호¹ · 김태균²

Application of Geographic Information Systems for Effective Management of University Forests

Taeho Kwon¹ · Taekyun Kim²

요 약

대학연습림의 기능이 점차 확대되면서 산림 및 자연환경에 대한 다양한 정보가 필요하게 되고, 연습림의 관리전략에도 복잡한 기술이 요구되고 있다. 따라서 GIS 기법을 응용한 소위 산림정보시스템과 같은 체계적 수단을 통해 산림 및 입지환경에 대한 여러 가지 정보들을 보다 손쉽게 수집, 편집, 관리, 분석, 갱신하고 나아가 의사결정을 지원할 수 있다면 연습림의 관리에도 많은 효과를 얻을 수 있게 된다. 본 연구는 대구대학교 성주연습림을 대상으로 이러한 목적을 시범적으로 모색해보고자 한 것으로, 일차 단계로서 각종 공간자료를 수치지도화 하여 지형을 비롯한 임상, 토양형 등 여러 수치주제도를 구축함으로써 도면정보의 유지 및 통합과정의 어려움을 해소하면서 위치적 통일성과 정보의 통합성을 어느 정도 확보하였다. 또한 영림계획상의 속성자료와 연결하여 사용자 중심의 시스템을 개발함으로써 보다 신속한 검색, 분석은 물론 각종 산림계획의 수립, 평가, 실행과정의 의사결정 수단으로 활용할 수 있었다. 그러나 시스템의 기능에 대한 다양한 요구에 부응하고 효율성을 높이기 위해서는 최신 자료로의 갱신이나 새로운 기술의 도입 등 문제점에 대한 지속적인 보완이 필요할 것으로 생각된다.

주요어: 대학연습림, 수치지도화, 주제도, 산림정보시스템, 산림자원관리

ABSTRACT

The functional change of university forest have led to need more complicated techniques for forest management strategies, and more information about forest and natural environment. Therefore the systematic tools, like the so-called Forest Information System to which apply the techniques of geographic information system, are eagerly required for collecting, editing, managing, analyzing the various data about forest and environment, and for supporting the decision-making process. The digital mapping, which could be a primary step to construct the Forest Information System, was

1999년 11월 30일 접수 Received on November 30, 1999

¹ 대구대학교 자연자원대학 (foren95@biho.taegu.ac.kr) College of Natural Resources, Taegu University

² 대구대학교 대학원 자연자원학과 (taekyun@biho.taegu.ac.kr)

Dept. of Natural Resources, Graduate School, Taegu University

carried out using the many kinds of thematic spatial data referring to the Seongju Experimental Forest of Taegu University. As a result, various digital maps including forest type, soil type and so on were constructed. And then we made an user-interface system to link the attributive data in management plan to the thematic spatial data. This system was regarded as the effective tool capable of the more rapid query, analysis and update of related data for systematic management of university forest. Moreover, it would be a useful tool of decision-making in devising, assessing and operating the plan of forest management and development. But there would be much room for supplementation and improvement to make the more convenient and powerful system for the external demands, therefore more concerns and efforts in collecting, revising and updating the data is continuously required.

KEYWORDS: *University Forest, Digital Mapping, Thematic Map, Forest Information System, Forest Resources Management*

서 론

대학 연습림은 본래 다양한 산림자원의 육성과 이에 필요한 시설을 확충하여 산림자원을 비롯한 여러 관련 학문분야의 수준 높은 실험·실습 및 연구를 수행하기 위하여 대학이 제공하는 교육장소로서 우리나라의 산림분야 발전에 일익을 담당하고자 하는 대학시설이다. 그러나 최근 산림의 다목적 기능에 대한 사회의 요구가 증대됨에 따라, 비교적 소유규모가 적정하고 학술적 관리가 가능한 대학 연습림을 중심으로 기존의 전문교육 뿐 아니라 자연자원을 보전하면서 동시에 환경교육을 위한 자연학습장이나 보건·휴양·정서함양 등을 겸한 수련·연수활동 등을 위한 복지공간으로서의 사회적 기능을 확대해 나가하고자 하는 방안들이 강구되고 있다. 이는 산림이 지닌 공익적 효용을 보다 극대화함으로써 국가 및 지역 사회에 기여하고자 하는 것으로, 대학 연습림 지역에 자연휴양림 및 자연학습원 등을 조성하려는 일련의 계획들이 그 대표적인 사례이다.

대구대학교는 경북 성주군 금수면 소재 307.6ha의 성주연습림과 경북 영천군 경산캠퍼스 일대의 경산연습림을 대학 연습림으로 보유하고 있으며, 1994년 말 이들 연습림에 대한 '장기발전계획'(대구대학교, 1995)을 제안한 바

있다. 이 장기발전계획의 기본방향을 보면, 학생 및 교직원에게 숲의 중요성을 인식시키고 학생교육 및 교수연구를 활성화하며, 교직원 및 학생 수련장으로서의 복지시설을 제공함은 물론 일반 시민 및 청소년들을 대상으로 환경교육 등의 교육기회를 제공하는 공간으로 활용하고자 하고 있다. 아울러 자연휴양림 조성 및 운영 등을 통해 인적 자원 및 기술적 노후가 풍부한 대학이 일반 도시민의 자연인식과 이용 수준의 질적 향상과 정착을 주도하면서 이를 바탕으로 한 긍정적이면서 지속적인 홍보효과도 동시에 추구하고 있다. 즉 전문분야의 교육과 연구에만 비중을 두어 오던 종래의 개념에서 벗어나 대학연습림이 지닌 각종 자연자원과 기능의 가치를 재인식하고 이들 자원과 기능의 효율적인 활용을 극대화할 필요가 있다는 것이다.

이러한 대학 연습림의 활용성 확대를 위해서는 먼저 다양한 각종 자원들에 대한 기초조사가 선행되어야 하고, 이를 바탕으로 효율적이고 체계적인 자료의 수집 및 처리와 합리적인 분석과정이 필요하다고 생각되며, 그 다음으로 분석된 정보를 통해 연습림 개발 방향에 대한 의사결정과 적절한 관리방안이 뒤따라야 할 것이다.

그러나 우리의 현실은 산림으로부터 수집되는 산림관련 정보들이 대체로 야장 또는 수

작업된 도면의 형태로 관리되는 것이 보통이다. 흔히 활용되고 있는 산림관련 도면들도 기본도를 포함한 각종 도면들 간에 연계성과 통일성이 결여되어 산림정보를 총체적으로 파악하기에는 한계가 있었으며, 최신 정보로의 갱신에 있어서도 입력 및 관리상의 낙후성을 면치 못해 왔다(정세경, 1994). 더욱이 끊임없이 요구되고 있는 산림의 이용과 개발을 합리적으로 이루어지기 위해서는 산림 및 자연자원에 대한 적절한 정보의 제공과 개발대안에 대한 평가자료의 추출 및 분석이 필수적인 요소로 등장하고 있음에도 불구하고 아직 산림 및 자연자원 관련자료들을 활용한 종합적인 관리체계를 마련하지 못하여 효과적인 의사결정이 이루어지지 못하고 있다.

이러한 복합적이고 다양한 문제의 해결을 위해서는 지리정보시스템(GIS, Geographic Information system)이 강력한 도구로 이용될 수 있으며, 산림에서의 각종 계획 및 설계, 유지 관리 등의 과정에 이를 도입하면서 적용가능성을 검토해야 할 시점에 이르렀다고 생각된다. 지리정보시스템은 하나의 정보운영체제로서 공간정보에 대한 데이터베이스가 존재하고 대규모의 공간자료 관리가 가능하며, 다양한 공간분석 기능이 있고 실행에 대한 모의실험(simulation)도 가능하다는 장점을 지니고 있기 때문이다.

본 연구는 자연자원을 효율적으로 관리하기 위한 도구로서 GIS를 활용하는 방안을 시범적으로 모색하는 작업의 일환이며, 대구대학교 성주연습림을 대상으로 한 다양한 산림자원 및 환경정보들을 효과적으로 관리, 분석하고, 연습림 지역에 필요한 여러가지 사업계획들에 대한 적절한 사전평가 및 사후 기록을 수행할 효율적인 도구가 필요하다는 인식을 바탕으로 이루어졌다. 따라서 GIS의 기능을 활용하여 현재 대구대학교 연습림이 보유하고 있는 관련자료 및 정보의 현황 파악과 필요한 자료의 수집 및 분류 과정을 통해 각종 주제

도를 수치자료화하고 이를 이용하여 사용자가 쉽게 관리, 분석할 수 있는 시스템을 설계하여 산림자원의 종합적이고 체계적인 관리와 계획을 위한 산림정보 데이터베이스를 구축하여 보았다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상지역

본 연구는 경북 성주군 금수면 일대에 위치한 대구대학교 성주연습림 약 307.6ha를 대상으로 하였다. 이 지역은 가야산을 주봉으로 한 형제봉, 독용산(956m) 등과 연결된 지세를 이루고 있고, 무주, 김천 등지로 연결되는 포장된 30번 국도를 따라 흐르는 수려한 경관의 대가천과 연결해 있으며, 성주댐의 완공으로 수변 환경이 넓게 형성되면서 이 일대를 찾는 이용객이 매년 증가하고 있다. 참나무류를 위주로 한 활엽수림을 주 임상으로 하고 있으나 약간의 소나무림이 혼재되어 있고 낙엽송과 잣나무림이 일부 조성되어 있는 상태이다. 1986년 대구대학교 연습림으로 지정될 당시 총 5개 임반, 11개 소반으로 구획되어 영림계획이 수립되어 있었고, 그동안 어린나무가꾸기 등의 소규모 육림작업이 수차 이루어졌을 뿐 임도개설과 같은 대면적의 사업이나 임지의 개변은 없었으며, 1994년에 연습림을 다목적으로 활용하기 위한 '연습림 장기발전 계획'이 제안된 바 있다(대구대학교, 1995).

2. 연구방법

1) 공간자료의 입력

GIS 구축을 위한 공간자료의 입력방법은 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 기존 도면의 필요한 정보를 투사지를 이용하여 레이어(layer)별로 트레이싱한 후, 스캐닝하여 이미지 파일을 얻고 선추적 프로그램에 의해 벡터 파일로 변환하였다. 도형정보의 양이 비교적 적거나 단순한 경우에 디지털이저를 이용하는

방법으로 보완하였다. 이들 주제 파일별로 자료변환 및 편집, TM좌표로 변환 등의 과정을 거치고 1차 속성정보를 입력하여 수치주제도를 제작하였다. 수치지도화의 작업과정은 그림 1에 나타내었다.

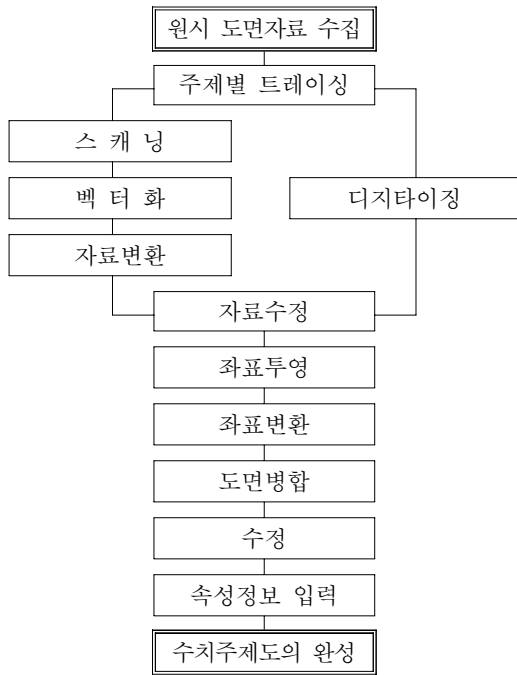


그림 1. 각종 주제도의 수치지도화 작업 흐름도

이들 정보의 종합적인 검색을 위해서 모든 수치주제도들을 중첩하였으며, GIS의 중추적 기능이라 할 공간분석 및 통계분석 등 자료분석의 구현은 pc-Arc/Info 및 GeoMania 2.0을 이용하여 수행하였다.

2) 산림정보시스템의 구축

연습림의 산림정보시스템 개발에 있어 프로그래밍 언어로는 프로그램의 개발에 관련된 tool을 모두 내장한 통합환경을 제공하므로써 여러 프로그램의 다양한 사용자 interface 구축이 가능한 INPRISE사의 DELPHI3.0을 사용하였다. 데이터베이스 엔진은 dBaseIII+, GIS 엔진으로는 공간 데이터를 컴퓨터 내부에 표현하

거나 화면에 출력하는 부분과 관련된 편리하고 재사용이 용이한 각종 API 함수들을 제공하여 GIS 응용 S/W의 제작을 효과적으로 지원하는 개발도구인 거림시스템의 GDK(GeoMania Development Kit)를 이용하였다.

속성자료의 입력에 있어서는 속성자료의 양이 적을 경우에 GeoMania를 이용하여 직접 입력하였고, 시업계획과 같이 자료의 양이 많은 경우에는 dBaseIII+를 이용하여 입력한 다음 공간자료와 결합시켰다.

산림정보 DB 구축은 먼저 산림자원에 관한 다양한 정보의 현황을 파악하고, 이들 정보에 대한 추출 및 분류를 하여 임지이용구분, 산림자원의 현상파악, 산림시업 등을 조사한 후 조사내용의 충족을 위해 현지조사 및 현업 담당자와의 면담을 통해 정보를 평가한다. 다음으로 데이터베이스 구성을 결정하고, 이를 기초로 알고리즘의 상세한 설계 및 데이터베이스의 실연을 위한 표본지에 대한 표본자료를 입력한다. 마지막으로 정보형태에 따라 입력된 정보항목들로 시험운영하여 실용화, 정보화 하는데 필요한 전산화 체계를 조성한다.

이상과 같은 산림정보시스템의 구축과정을 그림 2에 나타내었다.

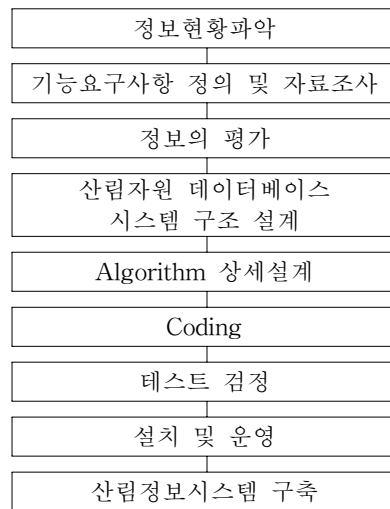


그림 2. 산림정보시스템 구축과정

결과 및 고찰

1. 수치주제도의 제작

대구대학교 연습림에서는 1986년 대학연습림 지정과 함께 1차기 영림계획이 수립되었고, 1991년에 제 2차기 영림계획서가 작성되어졌다. 그러나 연습림의 역사가 일천한 관계로 매년 육림 수준의 소규모 산림작업과 학생들의 현장실습이 이루어지는 것을 제외하고는 아직 종합적인 계획의 수립과 적용이 이루어지지 않고 있는 상태이다. 따라서 연습림 관리 및 계획에 필요한 각종 자료들의 축적이 대단히 빈약한 편이라 하겠으나 지속적으로 자료 확보를 위해 노력하고 있으며, 최근 항공사진을 비롯한 관련자료를 다수 수집해 놓고 있다.

표 1. 수치주제도로 제작된 공간자료의 종류

주 제 도	원 시 자 료			출 처
	도 업 종 류	축척	연도	
등 고 선 도				
표고분포도				
도 로 망 도	지 형 도	1/5,000	1991	국립지리원
수 계 망 도				
행정구역도				
연습림경계도	임 야 도	1/6,000	1991	성 주 군
일반구분도				
소반구분도	영림계획도	1/6,000	1986	대구대학교
임상구분도				
직경급구분도				
영급구분도	임 상 도	1/25,000	1988	산 림 청
소밀도구분도				
산지이용구분도	산지이용구분도	1/25,000	1978	산 림 청
임지생산능력도	간이산림토양도	1/25,000	1975	산 림 청
토양분포도	정밀토양도	1/25,000	1988	농촌진흥청
지질분포도	지 질 도	1/50,000	1970	국립지질조사소

산림정보시스템의 구축은 이러한 자료들의 관리와 활용성을 증대시키는 효과적인 수단으로 생각되는데, 이를 위해 본 연구에서는 대구대학교 연습림에서 확보하고 있는 자료들 중 도면자료를 중심으로 수치 주제도화하였으며, 공간자료의 목록은 표 1에 나타내었다.

표 1에 나타난 원시자료의 특성을 볼 때 수치주제도 제작에 있어 두 가지 문제점이 발견되는데, 도면자료의 축척(scale)이 서로 다르다는 점과 도면정보의 제공연도가 달라 최신 정보가 종합된 것으로 보기는 곤란하다는 점이다. 이러한 문제는 자료의 일치성, 신뢰성과 관련한 중요한 사항이라 할 수 있다. 도면자료의 축척이 서로 다르다는 것은 표현정보의 내용과 질에 차이가 있을 수 있으나 각 원시자료로부터 얻고자 하는 주제정보의 내용이 서로 다르고 제공되는 축척을 바꿀 수 없으므로 불가피한 것이 된다. 다만 도면의 위치적 통일성을 확보하는 데는 문제가 될 수 있으나 본 연구에서는 지리적 좌표를 기준점(tic)으로 하여 트레이싱함으로써 각 도면의 위치적 통일성을 얻었다. 그리고 지금까지 도면정보의 관리 및 종합과정에서의 어려움을 해소하고 정보의 통합성을 확보할 수 있었다.

정보의 최신성에 대해서는 지형, 토양, 지질 등과 같이 정보의 변화가 거의 없는 경우는 크게 문제되지 않겠으나 산림의 상태나 시설물과 같이 시간의 흐름에 따라 생장 또는 변화하는 특성을 가진 자료들의 경우는 문제가 될 수 있다. 이러한 경우는 원시자료의 내용이나 현장의 상황이 변화하면 적기에 수정, 갱신되어야 하나 일반적으로 공급자료의 갱신 및 제공이 일정한 주기를 갖는 경우가 많다. 따라서 자료의 수준에 한계가 있을 수 있으나, 시스템이 일단 구축되면 자료의 갱신주기에 관계없이 필요에 따라 부분적인 변화상황을 수시로 보완해 나갈 수 있게 되므로 전술한 단점을 보완할 수 있으며, 운용과정에서 이러한 GIS의 장점을 잘 활용해야 할 것이다.

일반정보	도면정보	산림정보	사업정보	기타정보
연혁	산림구획 ▶	지황	산림사업계획	자연자원현황
개황	임상정보 ▶	임황	산림사업내역	휴양자원현황
조직	토양정보			범례
경산연습림	지질정보			검색
끝내기	산지이용구분			
	임지생산능력			

그림 3. 산림정보시스템의 구성

2. 산림정보시스템의 메뉴 구성

시스템의 메인 메뉴는 일반정보, 도면정보, 산림정보, 사업정보, 기타정보의 5가지 항목으로 구성되어 있다. 이들 메인 메뉴는 각각의 도면 및 속성자료를 제공하는 19개 항목의 하부메뉴를 갖도록 구성하였다(그림 3).

메인메뉴의 '일반정보'에서는 대구대학교 연습림의 일반정보들을 텍스트 형태 중심으로 볼 수 있으며, 경산캠퍼스 연습림과 연결 운영할 수 있도록 하였다. '도면정보' 메뉴는 연습림의 산림 및 임지환경과 관련한 도면정보들을 중심으로 구성되어 있다. '산림정보' 메뉴는 임반 및 소반으로 구획된 연습림지역 산림의 지황과 임황을 공간정보와 함께 확인할 수 있으며, '사업정보' 메뉴에서는 연습림에서의 각종 사업계획과 그동안 실행되어진 사업내역을 확인할 수 있다. 마지막으로 '기타정보' 메뉴에서는 연습림지역에 분포하고 있는 각종 동·식물 자원을 중심으로 한 자연자원의 현황을 비롯하여 경관, 사적, 휴양자원의 현황을 볼 수 있으며, 각종 범례에 대한 설명과 검색기능을 포함하였다.

아울러 이상의 풀다운 메뉴뿐 아니라 전체 화면의 왼쪽에 별도의 메뉴와 풀다운 메뉴 아래에 툴바를 둬으로써 사용자들이 쉽게 도면에 접근할 수 있도록 지도정보와 확대, 축소, 이동, 선택 등의 화면 제어기능 뿐 아니라 거리의 계산과 도면출력이 가능하도록 하였다.

3. 산림정보시스템의 실행

대구대학교 성주연습림의 산림자원 및 자연환경 정보에 대한 수치주제도 및 속성 DB를 연결하여 산림정보시스템을 구축한 결과의 일부를 그림 4에서 그림 17까지 나타내었다.

성주연습림 산림정보시스템의 실행은 Window 화면에서 대구대학교 성주연습림 아이콘을 더블클릭함으로써 그림 4의 초기 화면과 함께 이루어진다.

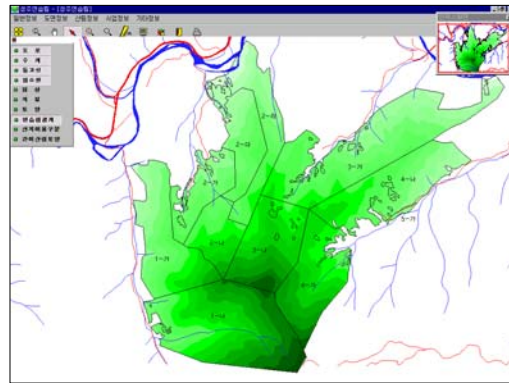


그림 4. 산림정보시스템 실행 초기화면

그림 5에서 그림 13까지는 도면정보 메뉴에 있는 여러 가지 하부메뉴를 실행시켰을 때 나타나는 화면의 예로서, 화면에 나타난 지도 중 관심지역을 선택했을 때 그 지역의 임상, 경급, 영급, 소밀도, 지질, 토양, 경사, 생산능력 등의 속성정보와 함께 면적, 둘레 등이 나타나는 것을 보여주고 있다.

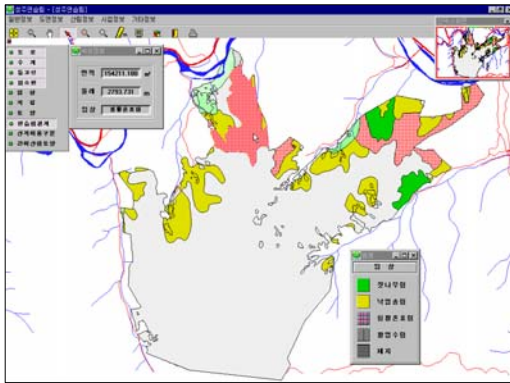


그림 5. 도면정보 메뉴의 임상 실행화면

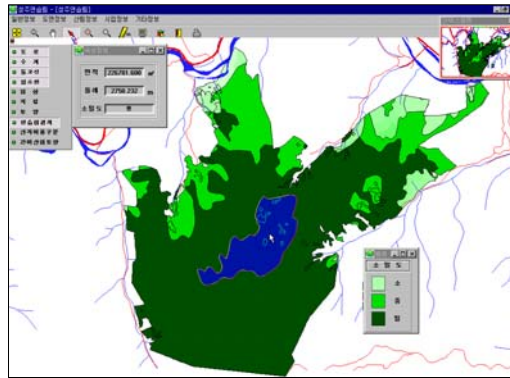


그림 8. 도면정보 메뉴의 소밀도 실행화면

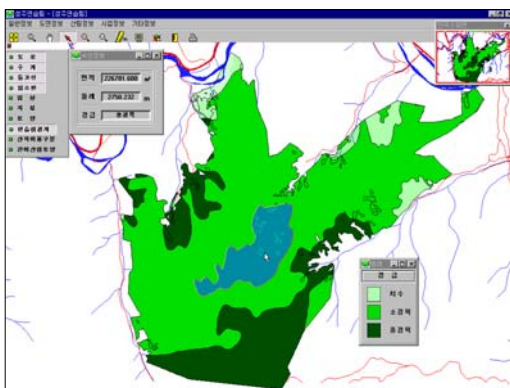


그림 6. 도면정보 메뉴의 경급 실행화면

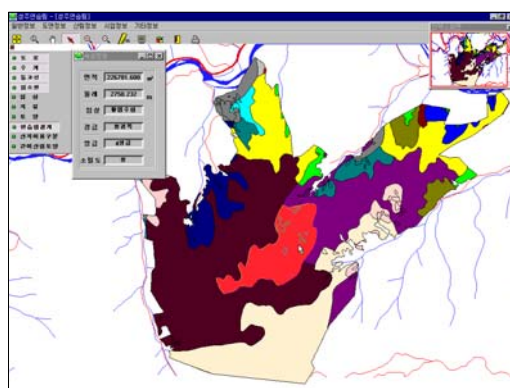


그림 9. 도면정보 메뉴의 임상정보 종합 실행화면

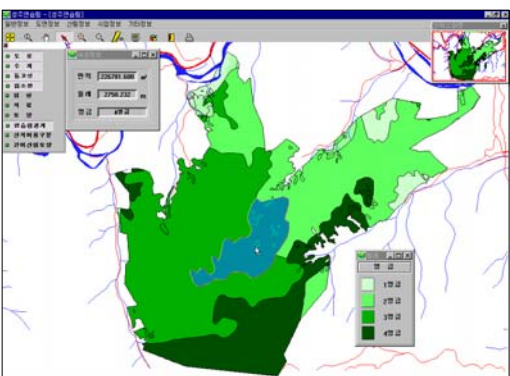


그림 7. 도면정보 메뉴의 영급 실행화면

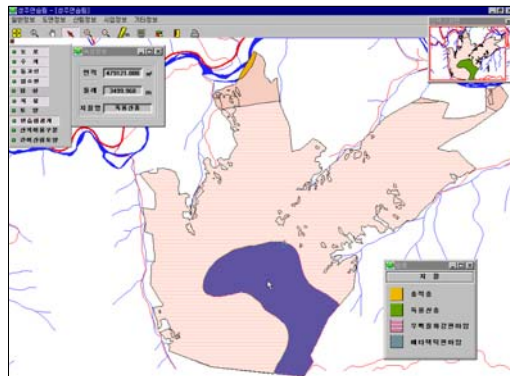


그림 10. 도면정보 메뉴의 지질정보 실행화면

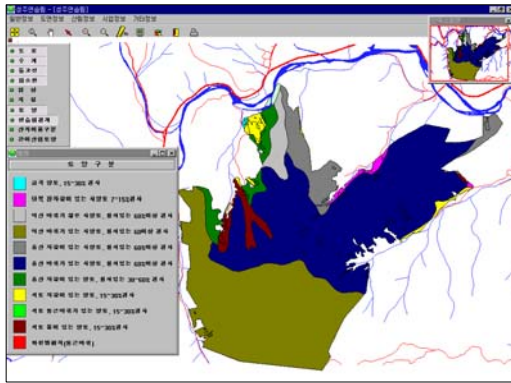


그림 11. 도면정보 메뉴의 토양정보 실행 화면

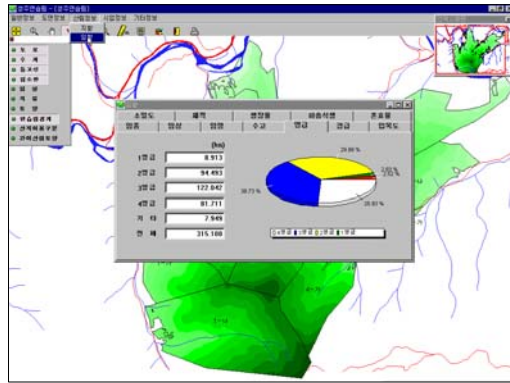


그림 14. 산림정보 메뉴의 임황 실행 예

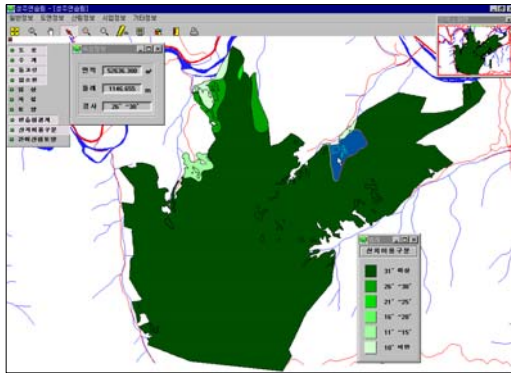


그림 12. 도면정보 메뉴의 산지이용구분 실행 화면

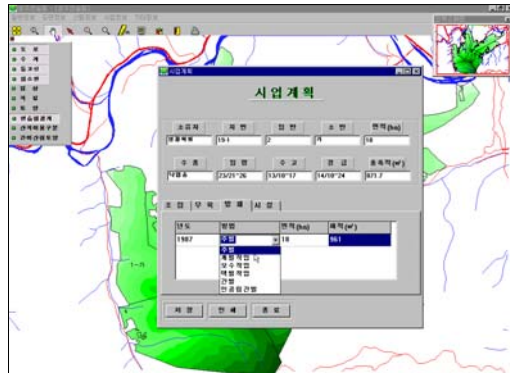


그림 15. 사업정보 메뉴의 사업계획 실행 예

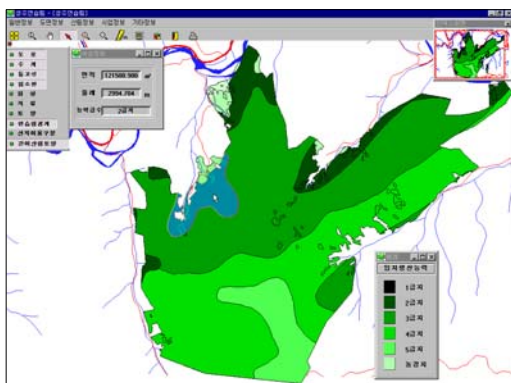


그림 13. 도면정보 메뉴의 임지생산능력 실행 화면

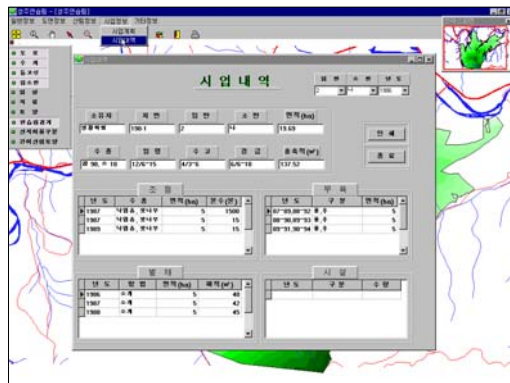


그림 16. 사업정보 메뉴의 사업내역 실행 예

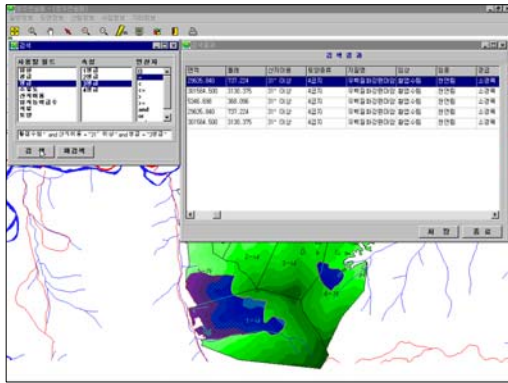


그림 17. 기타정보 메뉴의 검색기능 실행 예

그림 14는 산림정보 메뉴 중 임황을 실행시킨 화면으로 영림계획 자료에 포함된 산림조사부의 임황에 대한 정보를 볼 수 있다. 그림 15는 각종 시업계획의 종류, 수립과정을 나타내는 화면이며, 그림 16은 시업내역의 실행을 통해 기왕에 수행되어진 각종 시업의 내역을 나타내는 화면이다. 그림 17은 기타정보 메뉴 중 검색기능의 실행 사례를 보여주는 화면으로, SQL 질의 구문을 이용하여 화강편마암의 지질조건을 갖는 경사도 31°이상이면서 임지의 생산능력이 4급지에 해당하는 지역 가운데 울폐도가 밀하고 소경목을 중심으로 하는 21~30년생의 활엽수림이 분포하는 곳을 지도 상에서 찾아내는 사례이며, 화면으로 사용자가 원하는 위치를 즉시 찾을 수 있고, 이때 공간자료와 속성자료가 결합된 파일로 저장할 수도 있다.

결론 및 향후 과제

대학연습림 기능의 다양한 확대가 요구되는 시점에서 보다 효율적이고 과학적인 대학연습림 관리체계의 확립이 선행되어야 할 것으로 판단된다. 그 일환으로 본 연구는 대구대학교 성주연습림을 대상으로 산림정보를 체계적으로 수집, 관리하고, 효율적이고 지속적인 산림자원의 이용과 사용목적에 따라 효율적으로 분석, 출력이 가능하도록 GIS 기술을 적용

하여 산림정보시스템 구축을 시도하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 연습림 관리에서 빈번하게 활용되고 있는 도면정보의 유지와 통합 과정에서의 어려움을 해소하고 위치적 통일성과 정보의 통합성을 확보할 수 있었다. 둘째, 수치주제도들을 중첩하여 적지분석 등 사용자가 원하는 지역을 쉽게 추출할 수 있었고, 평면적이면서 방대한 산림정보를 데이터베이스화하여 원하는 자료의 신속한 검색, 분석, 관리가 용이해졌다. 셋째, 영림계획은 물론 연습림지역의 각종 계획수립과정에서 의사결정을 지원하는 수단일 수 있었으며, 기존 수작업 위주의 영림계획체계를 탈피하고 대학연습림으로서의 다목적적인 기능을 확보함에 있어 효율적이고 과학적인 접근이 가능해질 것으로 판단되었다.

그러나 산림정보시스템을 지속적으로 활용할 수 있기 위해서는 계속적인 자료의 수집, 관리와 보완 작업을 통해 새로운 정보를 갱신하여 줌으로써 효용성을 증대시켜 나갈 수 있을 것이며, 이를 위해 다음과 같은 문제점 및 외부적 요구를 수용할 보완작업이 필요하다고 판단되었다.

첫째, 무엇보다 추가적인 산림자원조사를 전면적으로 실시하고, 산림조사부의 사항들이 최신정보로 시급히 갱신되어야 할 것이다. 둘째, 공간자료 구축시 도면 오차의 최소화와 속성자료들의 획득시 정확성을 유지한 측량, 측정에 기초하여 자료의 정확성, 신뢰성 문제를 최소화해야 할 것이다. 셋째, 향후 개발계획이 친환경적이 되도록 사전 평가할 수 있는 기법들이 시스템 기능에 포함되도록 강구되어야 하겠다. 넷째, 대학연습림 기능에 우선적으로 추가될 자연학습 프로그램의 도입과 운영을 염두에 두어 환경해설/안내시스템의 연계 운용에 대한 기술적인 검토가 필요할 것으로 생각된다. **KAGIS**

참고문헌

- 대구대학교. 1995. 자연자원대학 중장기 발전 계획. 278쪽.
- 산림청. 1994. 산림환경정보시스템 구축방안 기본계획 수립. 233쪽.
- 서창완. 1991. 국립공원관리를 위한 GIS의 활용방안에 관한 연구 - 한라산국립공원을 대상으로 -. 서울대학교 환경대학원 석사논문. 89쪽.
- 원현규, 김정남, 우종춘. 1997. 산림경영계획을 위한 산림정보시스템 개발-User Interface 설계를 중심으로. 강원대학교 연수림 연구 보고서 제17호:31-42.
- 안일준. 1998. 델파이 실무 프로그래밍. 사이버출판사. 883쪽.
- 이희연. 1995. 지도학 : 주제도 제작의 원리와 기법. 법문사. 686쪽.
- 정세경. 1994. 산지정보의 효율적 관리방안. 월간 임업정보 36:44-46.
- 황대연. 1998. (알기쉬운) 델파이 3 활용. 정보문화사. 1065쪽.
- Burrough, P.A. 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford. 194pp.
- Heit, M., H.D. Parker and A. Shortreid (ed.). 1996. GIS Applications in Natural Resources 2. GIS World Books. 540pp.
- Muehrcke, P.C. and J.O. Muehrcke. 1992. Map Use: Reading · Analysis · Interpretation. JP Publications. 631pp.
- Worboys, M.F. 1995. GIS - A Computing Perspective. Taylor & Francis. 376pp.

KAGIS