

시나리오 기반의 생태마을 계획 및 설계 지원 GIS도구 개발

Development of a Scenario-based GIS Tool for Planning and Design of Eco-Village

박 성 우* 김 두 순** 안 경 모***
Park, Sung-Woo Kim, Doo-Soon Ahn, Kyung-Mo

Abstract

A tool to assist in designing an eco-village was developed using GIS(Geographical Information System) and RS(Remote Sensing) data and images. The difficulties of using GIS by untrained designers are resolved by simplifying the usage and making it a user friendly scenario-based tool, so that the designers with limited knowledge in GIS can use as a design tool. For this task, Da-Mu-Po, a village in Pohang, Gyeongbuk was picked as a site to test the design tool; through planning and designing as an eco friendly village, we tested the flexibility and usability of our newly developed design tool. From this experiment we also introduced test version of stand-alone GIS design tool by constructing program scenario and GUI(Graphic User Interface).

키워드 : 생태마을, 설계도구, 지리정보시스템, 시나리오 기반도구
Keywords : eco-village, design tool, GIS, scenario based tool

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

한국은 현재 지속적인 개발과 자연환경 보전이라는 두 가지 도전을 동시에 직면하고 있다. 또한 이농/이촌 현상의 심화로 젊은 세대가 도시로 떠나 공동화 되고 있는 농·어촌 문제와 지역불균형 문제도 국가적인 문제로 떠올라 이의 해결을 위한 많은 노력이 기울여지고 있다. 이러한 노력의 일환으로 전국 도처에서 생태마을을 표방하는 소규모 공동체들이 급속히 생겨나고 있다. 하지만 무분별한 생태마을 개념의 확산과 조성으로 자연생태계의 보전과 지속가능한 설계라는 생태마을 조성의 의의는 점점 모호해지고 있다. 현재 우리나라에서 추진되고 있는 생태마을 만들기는 생태마을의 개념만 도입한 채 지역주민을 배제한 개발과 장기적이고 체계적인 개발계획 미비 등의 이유로 지속가능한 생태마을 조성의 성공사례를 찾아보기 어려운 실정이다.

생태마을 조성계획에서 무엇보다 중요한 것은 지역의 자연/인문환경에 대한 정확한 조사와 이를 기초로 실질적이고 장기적인 조성계획을 세우는 것이다. 또한 장기적으로

진행되는 마을 조성 과정에서 생성되는 많은 자료들을 체계적으로 정리/분석할 수 있는 방안 및 도구가 마을 만들기를 성공적으로 수행하기 위해 반드시 필요하다. 그러나 실제적으로 생태마을 조성을 수행하기 위해 계획, 설계, 시공, 그리고 유지관리 단계에서 생성되는 수많은 정보들이 제각기 다른 포맷과 매개체로 작성되어 일관적인 관리가 수행되지 못하고 있는 실정이다.

생태마을의 계획 및 조성을 위해서 다양한 환경적/지리적 정보들이 필요하며, 이러한 정보들은 생태마을에 어떠한 개념을 부여해야 하는 지에서 시작하여 생태마을 계획의 초기단계인 입지선정, 개발/시공단계에서의 건설관리, 단지/건물의 설계, 그리고 차후 시설물 관리에까지 광범위한 용도로 이용될 수 있다. 생태마을 조성을 위해 조사된 다양한 데이터를 통합적으로 관리할 수 있는 최적의 방법은 GIS(Geographic Information System) 소프트웨어를 통한 데이터베이스 구축/관리와 항공사진/위성사진 등의 RS(Remote Sensing) 이미지 자료를 사용한 그래픽 가시화라고 판단된다.

그러나 실무에서 일하고 있는 건축가, 도시설계자, 토목기술자, 그리고 환경기술자들은 급격히 발전하고 있는 GIS 기술을 생태마을 디자인 프로세스에 충분히 활용하지 못하고 있다. 그 이유는 실무자들이 GIS 기술을 배워서 익히는데 많은 시간이 소요되기 때문에 현장 설계에 활용하기가 쉽지 않다는데 있다. 중앙 및 지방자치단체의 공무원교육에서 GIS응용시스템이 늘어나면서 GIS에 대한 교육을 실시

* 주저자, 한동대학교 건설환경연구소 전임연구원 (swpark@handong.edu)

** 한동대학교 공간환경시스템공학부 교수, 건축사 (adk@handong.edu)

*** 교신저자, 한동대학교 공간환경시스템공학부 교수, 공학박사 (kmahn@handong.edu)

하고 있지만, 단기간의 교육으로 전문성을 습득하기는 어려운 실정이다(사공호상 외, 2002). 이러한 문제점을 개선하기 위한 대안으로 사용자 편리성이 확보된 시나리오 기반의 GIS 도구 개발을 제안할 수 있다.

위와 같은 문제인식에서 시작한 본 연구의 목적은 사용상의 편리성을 가지고 있는 효과적인 생태마을 계획 및 설계를 위한 GIS 도구(software)를 개발하는 것이다. 사용상의 편리성을 확보하기 위한 본 연구의 차별성은 생태마을 계획 및 설계에 필요한 GIS 분석과정을 시나리오로 작성하여 프로그램 개발에 적용하는 것이다. 시나리오 기반으로 개발된 프로그램은 사용자가 GIS 분석의 세부적인 내용을 모르더라도 쉽게 사용할 수 있어 건축/도시/환경/토목 등 다양한 분야의 전문가와 실무자들이 생태마을 계획 및 설계에 GIS 기술을 활용하는데 도움이 되리라 판단된다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구는 생태마을 만들기 프로젝트가 진행되고 있는 포항 다무포 고래해안생태마을<그림 2>을 테스트 사이트로 선택하여 개발하고자 하는 설계도구의 사용자 요구분석과 필요기능을 파악한 후 시나리오와 GUI(Graphic User Interface) 작성 과정을 거쳐 설계도구 테스트 버전을 개발하였고, 개발된 프로그램에 대한 유용성과 편리성을 검토하였다. 구체적인 연구의 과정은 다음과 같으며, <그림 1>에 구체적으로 나타내었다.

작성하고 GIS 분석 과정이 포함된 각 요소별 세부적 시나리오를 작성하였다. 이를 바탕으로 시나리오 기반의 프로그램 GUI를 작성하였다. 시나리오 기반의 프로그램 개발은 사용자가 쉽게 프로그램을 사용할 수 있게 하는 사용자 편리성을 확보하기 위함이다.

3단계는 최종 단계로서 프로그램 구축 과정이다. 2단계에서 제공된 시나리오 및 GUI를 바탕으로 생태마을 설계도구 테스트 버전을 개발하였고, 개발된 생태마을 설계도구의 시범지역 적용 및 프로그램의 유용성과 편리성을 검토하였다.



그림 2. 경북 포항시 다무포 생태마을 전경

1.3 선행연구

본 연구와 관련된 선행연구로 생태마을 조성 기법과 조성 모델에 관한 연구를 고찰하였고, 생태도시계획의 GIS 활용에 관한 연구를 고찰하였다.

먼저 생태마을 조성 기법에 관한 선행연구를 살펴보면 ‘지속가능성 확보를 위한 생태마을 계획요소 개발(우혜미 외, 2012)’은 생태마을의 가치인 지속가능성을 확보하기 위해 통합적인 생태마을 조성 계획요소를 개발하는 연구를 진행하였고, ‘한국형 생태마을의 모형 개발(김귀곤 외, 2002)’은 우리나라의 환경에 적합한 생태마을 모형을 도출하고 도출된 생태마을 모형의 적용 사례를 제시하는 연구를 진행하였으며, ‘생태마을 활성화 방안 연구(환경부, 2004)’는 생태마을 조성 및 운영관리 가이드라인과 생태마을 활성화 방안을 도출하는 연구를 진행하였다.

또한 합리적이고 과학적인 분석 과정을 도출하는 생태마을 조성 모델에 관한 연구로 ‘농촌마을계획 지원을 위한 통합계획모의모형의 개발(김대식 외, 2003)’은 개발대상마을에서 중심마을 선정과 중심마을의 공간계획 수립을 지원하는 모의모형을 개발하려는 시도로서, 각각의 단위계획모형들을 하나의 체계로 통합한 시스템을 구성하는 연구를 진행하였고, 향후 독립적인 소프트웨어 개발의 필요성을 제안하였다. ‘계층적 GIS분석 모델링에 의한 주거지개발 적지선정(한승희, 2011)’에서는 계층적 분석과정과 GIS분석 모델링 방법을 사용하였고, 정량적/정성적 평가요소를 고려하여 합리적인 주거지개발 적지선정을 시도하였으며, ‘농촌마을 조성모델에 기초한 환경친화적 주거단지 입지 적합성 분석(송병화 외, 2004)’은 농촌다움을 유지하고 환경친화적인 주거단지를 입지시키기 위한 개발가능 적지를 1차적으로 선정하고, 평가지표에 따른 입지적합성을 분석하여 개발가능 적지와외의 도면중첩기법을 통해 합리적이고 타당성 있는 분

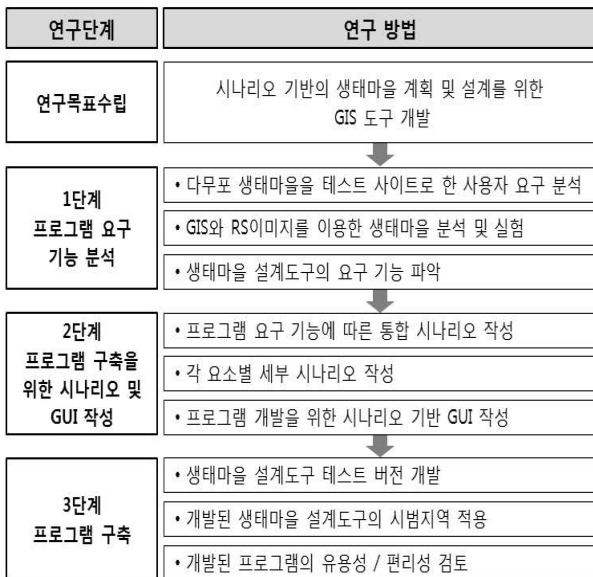


그림 1. 프로그램 개발 단계별 내용 및 작업 흐름도

1단계는 프로그램 구성을 위한 필요기능 파악 과정이다. 포항 다무포 생태마을을 대상으로 GIS와 RS 이미지를 이용한 다양한 분석 및 실험을 통하여 개발하고자 하는 생태마을 설계도구의 사용자 요구 분석과 이에 따른 프로그램 요구 기능을 파악하였다.

2단계는 프로그램 구축을 위한 시나리오 및 GUI 작성 과정이다. 프로그램의 요구 기능에 따른 통합적 시나리오를

석을 수행하는 연구를 진행하였다.

그 외 생태마을과 연관성이 높은 생태도시 계획에 관한 연구를 살펴보면 'GIS를 활용한 생태도시의 토지적합성 분석 (한갑수 외, 2009)'에서 토지용도의 적지분석을 위한 방법으로 GIS를 활용하여 생태환경을 정리, 분석하여 지역 및 공간에 대한 적합성을 판정하였고, 개발/보전/절대보존 공간 등 등급별로 토지용도를 제안하였다. 또한 '도시지역의 토지 이용 적지분석을 위한 지리정보시스템의 이용: 구미시를 중심으로 (이진덕 외, 2001)'에서는 수치지도, 지질도, 토지피복도, NDVI 식생도를 데이터베이스로 구축하여 주거, 상업, 공업, 녹지지역의 토지용도별 적지를 등급별로 도출하여 생태도시 계획 분야에서 GIS 활용의 유용성을 보여주었다.

기존 선행 연구를 분석한 결과, 생태마을 조성 기법에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 생태도시 및 마을 설계 시 GIS 분석이 과학적인 도구로 활용될 수 있음을 보여주었다. 또한 정형화된 마을조성모델 개발을 위한 연구들이 시도되고 있으며, 복잡한 GIS 분석을 단순화한 독립적인 소프트웨어 개발의 필요성을 언급했듯이 생태마을 조성 시 발생하는 수많은 정보와 기초 분석 자료들을 활용하여 지역에 맞는 마을 설계를 가능하게 하는 통합적인 도구 개발 및 생태마을 설계 프로그램 기술에 대한 연구가 필요한 시점이라고 판단된다.

본 연구는 시나리오 기반의 생태마을 설계 및 계획을 위한 GIS 도구를 개발하여 다양한 분야의 전문가들이 쉽게 사용할 수 있게 함으로써 기존 연구와의 차별성을 획득할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 프로그램 사용자 요구 분석

본 연구에서 개발하고자 하는 프로그램의 사용자는 건축가, 공무원, 토목기술자, 환경기술자 등 실무자와 생태마을이 조성된 후에 직접적으로 거주하게 될 마을주민들이다. 본 연구는 실제적으로 생태마을 만들기 프로젝트가 진행되었던 포항 다부포 생태마을을 테스트 사이트로 선택하여 GIS와 RS 이미지를 이용한 다양한 케이스 스터디를 수행하였고, 이 과정을 통해 사용자의 요구 분석을 수행하였다. 사용자 요구 분석과 이에 필요한 GIS 분석 기능을 <표 1>과 같이 정리하였다. 크게 지리정보데이터 처리 기능/자연지형 분석/토지 이용 분석/마을 현황 분석/3D 모델링이 사용자 요구 분석으로 파악되었다.

지리정보데이터 처리 기능은 생태마을 계획 및 설계 과정에서 발생하는 다양한 데이터의 편집/저장 등의 관리의 필요성에서 요구되었으며, 이를 위하여 데이터의 공간/속성 정보에 관한 편집/저장 기능이 필요하다. 지형 분석은 자연환경에 대한 물리적 분석을 참고한 생태마을 계획 및 설계의 필요성에서 요구되었으며, 이를 위하여 기본 대기환경/수자원 관리/산책로 적지 분석에 해당하는 표고/경사도/향/일사량/수자원/가시권 분석 기능이 필요하다. 토지 이용 분석은 생태마을 공간구성에 있어 다양한 이해관계자의 의견을 조율하기 위한 기존 토지 이용에 관한 정보의 필요성에서 요구되었으며, 이를 위하여 주요시설 및 도로와의 접근

성 분석, 토지이용규제 분석, 공시지가 가치화를 통한 토지보상비 예측, 그리고 적지분석을 통한 토지적합성 분석 기능이 필요하다. 또한 토지소유주 현황, 숙박 현황, 그리고 토지이용 현황 분석을 통한 마을 현황 파악이 요구되었다. 마지막으로 가시적 효과를 극대화할 수 있는 3D 모델링 기능이 요구되었으며, 이를 위하여 건물 3D 모델 구축/지형의 3D 모델 구축/경관평가/조망분석 기능이 필요하다.

표 1. 사용자 요구 분석과 필요 GIS 분석 기능

사용자 요구분석		필요 GIS 분석 기능
지리 정보데이터 처리 기능	데이터 저장/관리	저장/가시화
	데이터 편집	공간/속성 정보 편집
자연 지형 분석	기본 대기환경 분석	표고/경사도/향/일사량 분석
	수자원 관리	수자원 분석
	산책로·등산로 적지분석	경사도 분석/가시권 분석
토지 이용 분석	도로·주요시설 접근성	접근성 분석
	토지이용규제 분석	속성정보 추출 및 편집/데이터 탐색
	토지보상비 예측	속성정보 추출 및 편집/데이터 탐색
	토지적합성 분석	좌표체계 변환 기능/적지분석
마을 현황 분석	토지소유주 현황	속성정보 추출 및 편집/데이터 탐색
	숙박 현황	속성정보 추출 및 편집/데이터 탐색
	토지이용현황	속성정보 추출 및 편집/데이터 탐색
3D 모델링	건물 3D 모델 구축	GIS와 3D 객체 결합
	지형 3D 모델 구축	DEM 생성
	경관 평가	가시권 분석
	조망 분석	가시권 분석

3. 프로그램 구성을 위한 필요기능 분석

사용자 요구분석으로 파악된 프로그램 필요기능들을 ArcGIS /스케치업/Sanalyst 등의 프로그램을 활용하여 시연해봄으로서 프로그램 도구로서의 구축 가능성을 타진하였다. 즉, 사용자 요구분석을 통하여 프로그램에 필요한 기능을 파악하였고, 파악된 기능을 기존 상용 프로그램으로 구현하여 구체적인 프로그램 개발의 기초를 마련하였다.

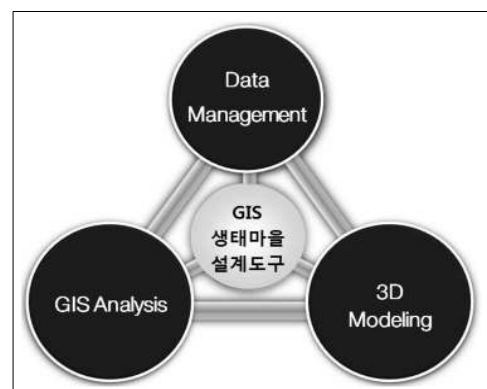


그림 3. 효과적인 설계도구 개발을 위한 프로그램 핵심기능 3요소

그 결과 <그림 3>과 같이 데이터관리(data management), GIS 분석(GIS analysis), 그리고 3D 모델링(3D modeling)의 세 가지 기능이 필요한 것으로 확인되었으며, 이러한 세 가지 기능이 유기적으로 결합될 때 생태마을 조성의 초기 계획에서 설계 및 유지보수 단계까지 일관되게 사용할 수 있는 도구로 활용될 수 있다고 판단하였다.

3.1 데이터 처리/관리 기능

생태마을 설계도구는 기본적으로 다양한 데이터를 가공/관리/저장할 수 있어야 한다. 이는 마을설계에 있어서 필수적인 정보를 사용자에게 효과적으로 제공할 수 있어야 하기 때문이다. 지리정보데이터 처리 시 기본 데이터로 사용되는 수치지도는 국가지리정보체계 구축사업의 일환으로 구축된 전국단위의 전자지도로서 지형지물에 대한 정확한 디지털 데이터가 저장되어 있다. 현재 정부주도로 토지에 대한 모든 정보를 지리정보시스템 기반으로 각 시군구 관청에서 서비스 하고 있으며, 이러한 시스템과 연동하여 공공에게 공개된 토지/필지정보를 생태마을 설계도구에서 제공하는 것은 여러 가지 이점이 있을 것으로 판단하였다.

결론적으로 본 연구에서 개발하고자 하는 설계도구는 수치지도와 같은 벡터(vector)데이터와 위성영상과 같은 래스터(raster)데이터를 다룰 수 있어야 하며, 구체적으로 <표 2>에 제시된 사용자 요구 분석에서 파악된 기능들을 구현하기 위해 필요한 수치지도/수치지적도/하천도/토지피복도/Landsat 위성영상 등의 데이터를 처리할 수 있어야 한다. 또한, 사용자 편리성 확보를 위하여 무엇보다도 사용자가 데이터를 쉽게 구할 수 있어야 함으로 국토지리정보원 등과 같은 각종 데이터 보유기관에서 간단한 신청만으로 쉽게 획득할 수 있는 데이터를 이용할 수 있도록 구성하였다.

표 2. 요구사항에 따른 필요 데이터와 보유기관

요구사항	데이터	보유기관
지리정보데이터 처리 기능	수치지도	국토지리정보원
	수치지도	국토지리정보원
자연 지형 분석	하천도	국가수자원관리 종합정보시스템
	수치지도	국토지리정보원
토지 이용 분석	수치지적도	국토지리정보원
	토지피복도	국가수자원관리 종합정보시스템
마을 현황 분석	Landsat	USGS
	수치지도	국토지리정보원

3.2 GIS 분석 기능

생태마을은 계획가/건축가/공무원/마을주민 등 다양한 의사결정자들이 참여하여 마을 조성에 필요한 요소들을 반영하는 복합적인 과정을 거쳐 하나의 마을로 조성되며, 특히 생태마을의 물리적인 요소는 한번 조성되면 바꾸기 힘든 부분이므로 계획 당시 신중한 고려가 필요하다. 실제로 생태마을 조성에 있어 전문가의 경험적 판단/경제적 논리 등에 의하여 이러한 기본적인 물리적 분석에 의한 검증이 무시된 채 개발이 이루어지고 차후에 그 문제점이 발생하는 경우가 많이 발생하고 있다. 또한 생태마을 조성에 있어서

중요한 것은 환경 친화적인 개발 계획과 구현이며, 개발 대상지역의 생태계를 저해하지 않고 개발할 필요가 있다. 이를 위하여 식생/수자원/토지이용/경관 등의 자연환경 정보를 관리/분석 할 수 있는 기능이 요구된다.

포항 다무포 생태마을을 대상으로 수행한 GIS와 RS 이미지 자료를 이용한 마을조성 계획 활용성 기초연구 결과 본 연구에서 개발하고자 하는 설계도구에 자연환경적 물리적 요소를 분석할 수 있는 GIS 분석 기능이 필요하다 확인되었다. 이러한 도구는 사람의 감각으로 판단할 수 없는 물리적 요소를 분석하여 생태마을 조성 주체 및 전문가 집단에 판단할 수 있는 근거를 제공함으로써 차후에 생길 수 있는 문제를 미연에 방지하고, 다양한 이해관계자의 갈등을 조율할 수 있는 의사결정 자료의 수단으로 활용될 수 있다고 판단하였다.

본 연구에서 개발하고자 하는 설계도구의 GIS 분석 기능은 <그림 4>와 같이 개발환경현황 분석, 개발후보지 분석, 그리고 생태설계 분석의 세 가지 분야로 나누어지며, 다음과 같은 각각의 세부 시나리오를 가진다. 개발환경현황 분석은 법제도상의 토지이용규제/자연·인문 환경 등의 분석을 수행할 수 있으며, 토지이용규제/자연환경분석/인문환경 분석의 세부 시나리오를 가진다. 개발후보지 분석은 토지보상비 예측/접근성 분석/토지이용현황 분석의 세부 시나리오를 가지며, 생태설계 분석은 건물 향 분석/일사량 분석/등산로·산책로 적지 분석/미시기후 분석/수자원 분석의 세부 시나리오를 가진다.

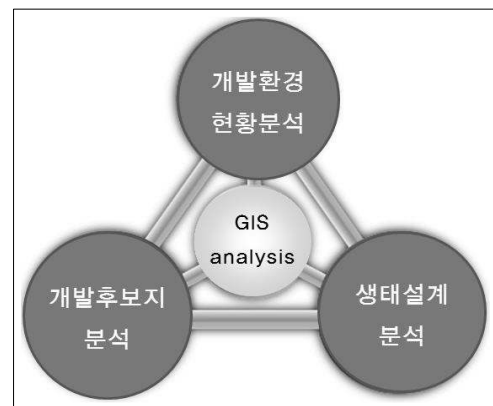


그림 4. GIS 분석 기능의 구성 요소

3.3 3D 모델링 기능

생태마을 조성에서 정확한 자료 조사와 분석도 중요하지만 이러한 데이터가 가시적인 그래픽 요소로 표현되어야 그 가치를 지니게 된다. 예를 들어 CAD는 점/선/면에 의한 지리정보를 표현할 수 있지만 그래픽 표현의 한계를 가지고 있고, 포토샵/일러스트레이터 등의 전문 그래픽 프로그램은 실제세계와 비슷한 그래픽 표현은 가능하지만 그 속에 속성정보를 담는 것이 불가능하기 때문에 단순한 그림 이상의 기능을 수행할 수 없다. 이러한 이유로 현재 대부분의 설계업체/연구기관 등은 생태마을 설계에 관한 데이터를 속성정보와 공간정보로 분리하여 생성/분석/저장하고 있는

실정이며, 이것은 포함 다무포 생태마을을 대상으로 수행한 다양한 케이스 스터디 과정에서도 확인되었다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 공간정보와 속성정보가 함께 표현되는 GIS 데이터를 이용하고 이것을 3D 그래픽 객체와 결합시킬 수 있는 3D 모델링 기능이 필요하다고 판단되었다. 이러한 3D 모델링 기능은 현장방문을 하지 않아도 마치 현장에 있는 듯한 3차원 가시화 기능을 통해 다양한 조사/분석 자료를 효과적으로 계획 및 설계에 반영함으로써 경제적이고 효율적인 마을 설계가 가능하다.

3D 모델링 기능은 <그림 5>와 같이 대상지 현황, 경관변화 시뮬레이션, 그리고 경관지표 분석의 세 가지 분야로 나누어지며, 다음과 같은 각각의 세부 시나리오를 가진다. 대상지현황 분석은 3D 전환 / 주제도 표현의 세부 시나리오로 표현되며, 경관변화 시뮬레이션은 건물 생성 및 편집/조망 분석의 세부 시나리오로 구성되고, 경관지표 분석은 스카이라인/일조권/사선제한의 세부 시나리오로 구성되었다.

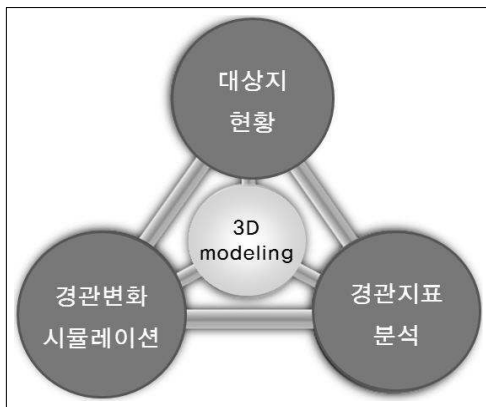


그림 5. 3D 모델링 기능의 구성 요소

4. 프로그램 시나리오 작성

4.1 프로그램 시나리오 작성의 필요성

포함 다무포 생태마을을 대상으로 다양한 케이스 스터디를 수행하면서 개발하고자하는 프로그램의 요구 기능을 파악한 후, 프로그램 구축을 위한 시나리오 작성 작업을 수행하였다. 시나리오 기반의 프로그램 개발은 사용자가 쉽게 프로그램을 사용할 수 있게 하는 사용자 편리성을 확보하기 위함이다. ArcGIS 등 기존의 상용 GIS 프로그램은 사용자가 쉽게 따라할 수 있는 가이드라인(guideline) 등의 시나리오가 존재하는 것이 아닌 각각의 도구를 제공하고 사용자가 사용 목적에 맞게 제공된 도구를 조합하여 사용하는 방식을 취하고 있다. 이러한 방식은 다양한 응용을 통한 광범위한 분석을 할 수 있다는 장점이 있지만, 간단한 교육을 통해 프로그램의 다양한 기능을 익혀서 단기간에 효과적으로 사용할 수 없다는 단점이 있다.

사용자가 경사도 분석을 하려는 상황을 예로 들어 설명해보면, ArcGIS는 별도의 경사도 분석 메뉴를 제공하는 것이 아니라 수치지도 입력 기능, 등고선 추출의 선택(select) 기능, 추출된 등고선을 바탕으로 DEM(Digital Elevation

Model)을 생성하는 기능, 그리고 생성된 DEM을 바탕으로 경사도를 분석하는 기능(slope) 등을 제공하고 사용자가 제공된 각각의 기능을 모두 숙지하고 있어야지만 경사도 분석이 가능한 복잡한 접근 방식을 취하고 있다. 이에 비해 본 연구에서 개발하고자 하는 프로그램은 경사도 분석이라는 메뉴를 제공하고 제공된 메뉴는 경사도 분석 과정이 시나리오로 제공되어 사용자가 쉽게 프로그램에서 제공된 시나리오 순서에 따라 간단한 클릭만으로 경사도 분석을 수행할 수 있게 된다.

이와 같은 사용자 편리성 확보를 위한 시나리오 작성을 위하여 시나리오 구성요소 도출, 전체 시나리오 작성, 그리고 각 항목별 세부 시나리오 작성의 작업을 수행하였다.

4.2 시나리오 구성요소 도출

프로그램 시나리오 작성을 위하여 우선 시나리오 구성요소를 도출하였다. <표 3>과 같이 생태마을 설계를 위한 필요 요소를 파악한 후 각각의 필요 요소를 데이터 입력/편집, 기본환경 분석, 공간 분석, 그리고 3D 모델링의 4가지 분야로 구분하였다. 이렇게 도출된 구성요소에 따라 각각의 시나리오를 작성하였다.

표 3. 프로그램 시나리오 구성요소 도출

1. 데이터 입력/편집	- 수치지도, 수치지적도, RS이미지를 입력받아 공간/속성정보 편집
2. 기본 환경 분석	- 인문·사회적 영향권 분석, 대기환경 분석, 경관 분석, 수자원 분석 - 주변시설과 접근성을 고려하고, 자연환경, 수공간과 조화를 이루며, 양호한 조망 확보
3. 공간 분석	- 건물/마을 단위로 향, 표고, 경사도, 접근성 등 구체적인 분석을 통한 적지 제시
4. 3D 모델링	- 기존 2D 분석을 3D 모델로 변환하여 제공

데이터 입력/편집 부분은 기본적인 입력 데이터인 수치지도/수치지적도/RS이미지 등의 벡터와 래스터 데이터를 자유롭게 입력할 수 있고, 사용자가 원하는 정보 선택 및 데이터 추가 등의 편집 작업을 수행할 수 있다. 기본 환경 분석에서는 생태마을 설계를 위한 영향권 분석/대기환경 분석/경관 분석/수자원 분석 등 기본적인 분석을 수행할 수 있다. 이러한 기본적인 데이터 입력/편집/분석 과정을 거친 후 공간 분석 부분에서 생태마을 조성 최적 입지 및 마을이 필요로 하는 건물에 대한 적지 분석을 수행할 수 있다. 마지막으로 3D 모델링 부분에서 3D 지형 모델링을 통한 지형 분석 및 앞서 분석된 모든 결과물을 3D 지형 모델 위에서 보여주는 작업을 수행할 수 있다.

시나리오의 전체적인 구성은 데이터 구축, GIS 분석을 활용한 공간 분석, 그리고 3D 모델링을 통한 가시화의 과정으로 구분되어 통합 작성되었다. 데이터 입력/편집을 통해 다양한 데이터를 통합적으로 관리/저장하고, 기본환경 분석과 공간 분석을 통해 개발환경 현황/개발후보지/생태설계 분석을 수행할 수 있으며, 3D 모델링을 통해 대상지 현황(3D 주제도)/경관변화 시뮬레이션/경관지표 분석을 수행할 수 있다.

4.3 통합 시나리오 작성

<표 3>과 같이 도출된 시나리오 구성요소를 바탕으로 프로그램 작성을 위한 시나리오를 작성하였고, <그림 6>은 통합 시나리오 작성 결과를 보여주고 있다. 통합 시나리오는 데이터 입력 및 편집, 기본 환경 분석, 공간 분석, 그리고 3D 모델링 부분으로 분류하여 작성되었으며, 세부 내용은 다음과 같다.

데이터 입력/편집 부분은 수치지도/수치지적도/RS이미지 등의 데이터를 입력받아 건물/도로/지목 등 사용자가 원하는 정보만을 추출할 수 있는 편집 기능과 각각의 데이터가 가지고 있는 공간/속성정보를 편집 할 수 있는 기능, 그리고 추가적으로 데이터를 추가하거나 특정 공간 정보를 그려 넣을 수 있는 편집 기능을 포함한다. 이 부분에서 중요한 것은 다양한 형태의 데이터가 자유롭게 입력될 수 있도록 기존 GIS 데이터와의 호환성을 유지하는 것이다.

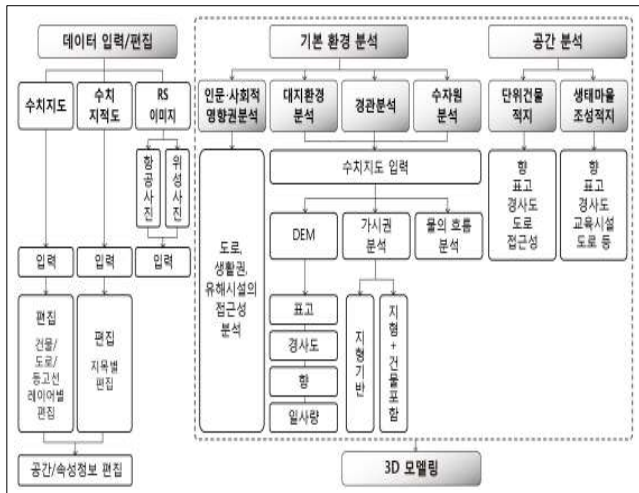


그림 6. 통합 시나리오 흐름도

기본 환경 분석은 인문·사회적 영향권 분석, 대지환경 분석, 경관 분석, 그리고 수자원 분석으로 구성되어 있다. 인문·사회적 영향권 분석은 도로/생활권/유해시설 등의 접근성 분석을 수행하기 위하여 간단한 버퍼(buffer) 기능을 사용한다. 표고/경사도/향/일사량 분석을 할 수 있는 대지환경 분석과 가시권 분석을 할 수 있는 경관 분석, 그리고 물의 흐름을 분석할 수 있는 수자원 분석은 모두 기본 데이터로 수치지도를 입력 받아 DEM을 생성하게 되고, 생성된 DEM을 기반으로 각각의 결과를 산출하게 된다.

공간 분석은 단위건물 적지분석과 생태마을 조성 적지분석의 두 분야로 구성되어 있다. 기본 데이터로 수치지도를 입력 받아 향/표고/경사도/접근성 등의 조건을 만족하는 적지 결과를 보여준다. 마지막으로 3D 모델링 분석은 기본 데이터로 수치지도를 입력받아 대상지역의 3D 지형 모델링 작업을 수행하고, 사용자가 분석한 모든 결과물을 3D 지형 위에서 표시할 수 있는 기능을 가지게 된다.

4.4 세부 시나리오 작성

통합 시나리오 작성 결과로 나온 항목에 대한 세부 시나

리오를 작성하였다. 세부 시나리오는 실제로 프로그램을 구성할 수 있도록 세밀하게 작성하였고, 이 결과는 프로그램 GUI를 작성하는 기초가 된다. 총 14개의 세부 시나리오를 작성하였으며, 모든 시나리오는 사용자가 필요 데이터만 입력하면 자동으로 정해진 조건에 따라 분석 등이 수행되도록 설계되었다. 또한 경우에 따라 사용자가 조건 값을 변경하길 원할 경우 변경할 수 있는 장치를 마련하였다. 본 논문에서는 지면상의 한계로 인하여 14개의 세부 시나리오 중 <그림 7>과 같이 작성된 단위건물 적지분석의 세부 시나리오를 그 예로 설명하겠다.

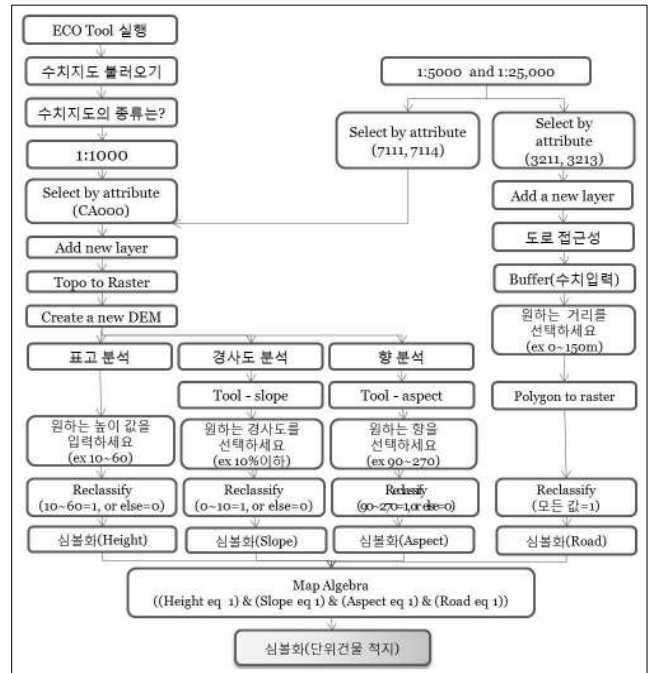


그림 7. 세부 시나리오 작성 예(단위건물 적지분석)

이것은 표고, 경사도, 향, 그리고 도로접근성의 조건을 바탕으로 생태마을에 필요한 숙박시설 적지를 찾아내는 시나리오이며, 데이터로 수치지도가 입력되면 자동으로 정해진 조건에 따라 분석이 수행되어 결과물이 도출되는 과정을 담고 있다. 이때 사용자는 표고/경사도/향 등의 조건값을 변경할 수 있으며, 변경하지 않으면 미리 입력되어 있는 기본 조건값을 사용하게 된다.

생태마을 설계 및 조성에 있어 숙박시설 외에도 다양한 건물이 필요하나 본 연구에서는 시험적으로 숙박시설에 관한 적지를 분석해주는 조건이 입력된 시나리오를 작성하였다. 다른 종류의 건물 적지를 찾아내는 과정도 본 연구의 결과물에서 보여주는 과정과 동일하고 다만 조건 값의 종류 및 범위가 틀러지는 것이며, 향후 다양한 건물의 적지분석이 이루어지도록 보완하여 발전시키도록 하겠다.

5. 프로그램 GUI 작성

구축된 시나리오를 바탕으로 프로그램 GUI를 작성하였다. 프로그램 GUI는 사용자가 사용하게 되는 프로그램의

기능에 따라 실제로 구현되는 프로그램 구성창을 디자인하고, 프로그래머(programmer)가 프로그램 작성 시 참고해야 하는 가이드라인을 자세히 서술하는 작업이다.

총 14개 세부 시나리오에 대하여 각각의 프로그램 GUI를 작성하였으며, 본 논문에서는 지면상의 한계로 인하여 <그림 7>에서 보여준 단위건물 적지분석의 시나리오에 대한 프로그램 GUI 작성 과정 및 결과를 그 예로 설명하겠다. <그림 8>은 단위건물 적지분석 중 사용자가 필요로 하는 조건을 선택하여 체크하는 설정창을 보여주고 있다. 다음 버튼을 누르면 <그림 9>와 같이 DEM을 만드는 창이 뜨고 사용자가 선택한 분석 요소들을 바탕으로 분석을 진행한다.

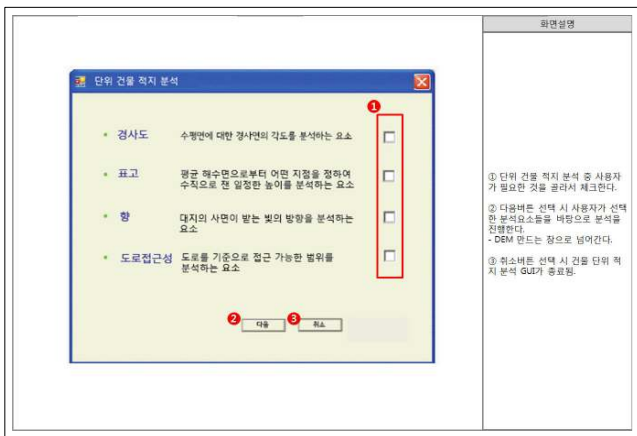


그림 8. GUI 작성 예(단위건물 적지분석) - 01

<그림 9>에서 작성된 DEM을 바탕으로 조건에 맞는 분석 결과물을 생성하게 된다. 표고 10~60m, 경사도 10% 이하, 향 90~270°, 그리고 도로 접근성 150m 이내의 조건은 사용자가 입력하는 것이 아니라 프로그램에 기본값으로 설정되어 있어 사용자가 단위건물 적지분석에 필요한 조건을 모르더라도 쉽게 분석할 수 있도록 설계하였으며, 사용자가 경우에 따라 그 값을 변경할 수 있는 장치 또한 마련하였다.

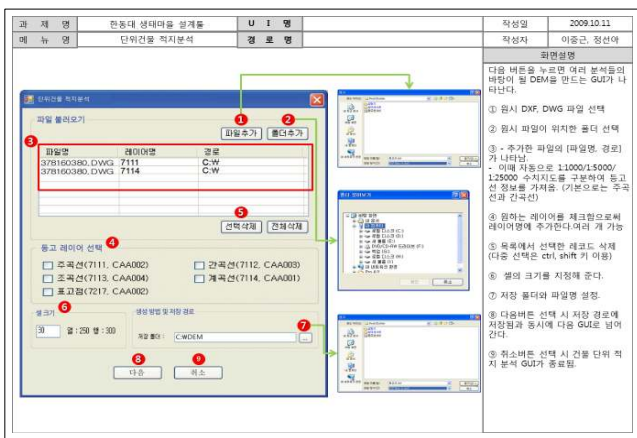


그림 9. GUI 작성 예(단위건물 적지분석) - 02

위와 같이 분석된 각각의 결과물은 <그림 10>과 같은 설정창에서 종합되고, 이를 바탕으로 최종 적지를 찾아낸다.

이 단계에서 재분류(reclassify) 도구를 사용하여 주어진 조건에 해당하는 값들은 '1', 조건에 해당하지 않는 값들은 '0'의 값으로 분류된다. 이렇게 분류된 값들은 래스터 계산 도구를 사용하여 '1'인 값들의 교집합 부분만 공간적으로 선택되고, 이 값이 최종 결과물로 저장된다.

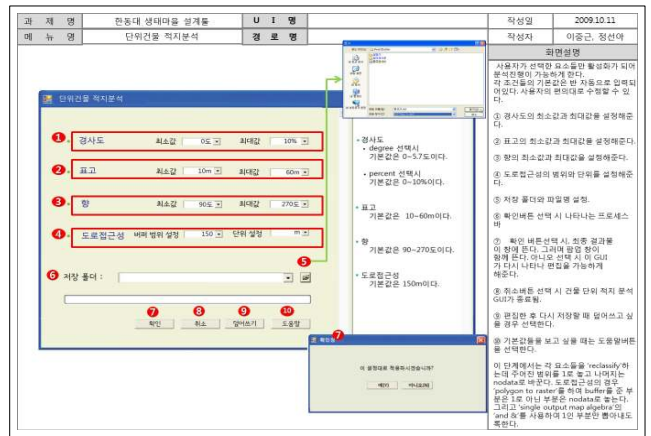


그림 10. GUI 작성 예 (단위건물 적지분석) - 03

6. 프로그램 구축 및 시범지역 적용/검토

6.1 프로그램 구축

본 연구에서 작성된 시나리오 및 GUI를 바탕으로 최종적인 생태마을 설계도구 테스트 버전을 구축하였다. 기본적으로 지오메니아 GMapBeta2009의 GIS 엔진을 사용하였고, <표 4>와 같은 프로그램 개발 환경, 가동을 위한 사전 요소, 그리고 프로그램 개발 방식의 특징을 바탕으로 독립적인(stand-alone) 프로그램 테스트 버전을 개발하였다.

표 4. 프로그램 개발의 개요

프로그램 개발 환경	Visual Studio 2008 (VB.Net)
가동을 위한 사전 요소	지오메니아 HyGIS 2009 Beta
프로그램 개발 방식의 특징	모델 방식으로 개발된 마이크로소프트 닷넷 클래스 라이브러리 모듈(DLL)

개발된 프로그램의 화면구성 모습은 <그림 11>과 같으며, 메뉴/도구바/Connection 파일/지도목록창/지도 편집도구로 이루어져 있다. 메뉴의 파일/편집/지도 도구를 사용하여 자유롭게 벡터 및 래스터 형식의 데이터를 다룰 수 있도록 개발하였다.

도구바는 화면의 확대/축소, 속성정보 확인, 축척 변경, 그리고 인쇄 등의 사용자가 많이 사용하는 기능들을 아이콘으로 표시하여 나타내었으며, 아이콘 모양만으로도 사용자가 쉽게 그 기능을 판단하고 사용할 수 있도록 구성하였다. Connection 파일은 파일 추가 등을 쉽게 할 수 있도록 작업 환경의 경로를 나타내 주는 기능이며, 지도 편집도구는 사용자가 쉽게 입력 데이터의 공간정보를 변경하거나 새롭게 그릴 수 있도록 구성하였다.

지도목록창은 사용자가 행하는 작업에 사용되고 있는 레이어들을 구분하여 보여주고, 각각의 레이어에서 기본적인

레이어 환경설정 및 심볼 변경 등의 작업을 할 수 있도록 구성하였다. 분석 과정의 결과는 지도 목록창 오른쪽에 나타나도록 구성하였다.

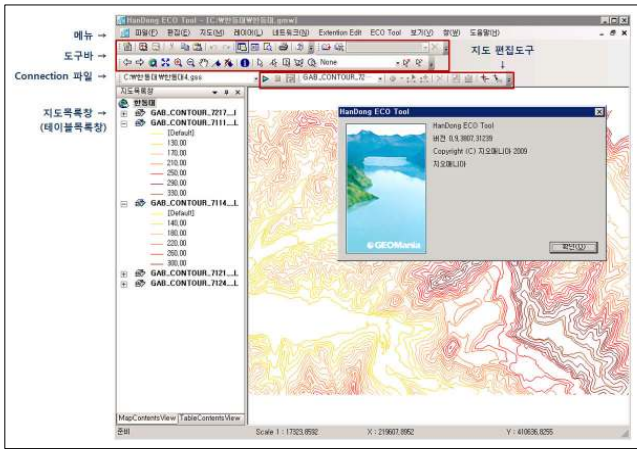


그림 11. 개발된 생태마을 설계도구의 화면구성 모습

메뉴에서 'ECO Tool' 을 클릭하면 <그림 12>와 같은 화면이 생성되며, 이것이 생태마을 설계에 관한 시나리오가 반영된 생태마을 설계도구의 중심 도구이다. <그림 12>를 보면 'ECO Tool' 을 클릭했을 때 드롭다운(drop-down) 형태로 생태마을 설계도구의 시나리오가 각각의 기능별로 나타나게 되며 사용자가 각각의 기능을 선택하면 그에 맞는 분석이 시작되게 된다.

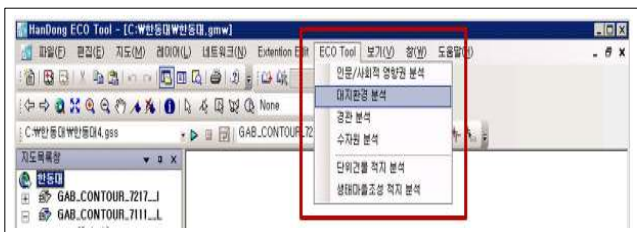


그림 12. 시나리오가 반영된 생태마을 설계도구 작동 모습

프로그램 사용자가 본 연구에서 개발한 생태마을 설계도구를 사용하여 생태마을 계획 및 설계를 위한 GIS 분석 작업을 수행할 때 <그림 12>에 나타나 있는 것처럼 인문/사회적 영향권 분석, 대지환경 분석, 경관 분석, 수자원 분석, 단위건물 적지분석, 그리고 생태마을 조성 적지분석의 각 분야별 카테고리에 따라 작업을 수행할 수 있다. 또한 각각의 작업은 사용하기 쉽도록 작성된 시나리오에 따라 실행되도록 구성되었다.

6.2 개발된 프로그램의 시범지역 적용/검토

본 연구에서는 개발한 프로그램의 유용성을 검증하기 위해 포항 다무포 지역을 대상으로 숙박시설 적지분석을 수행하였다. <표 5>의 입지조건을 적용하여 <그림 13>과 같이 단위건물 적지분석의 시나리오를 수행하였고, 그 결과는 <그림 14>와 같다. <그림 14>를 보면 정해진 조건에 따라

수행된 숙박시설 적지의 결과가 다양한 지역에 빨간색으로 표시된 것을 확인할 수 있다.

이와 같은 결과를 실제로 다무포 지역에서 검토하였을 때 시나리오에 입력된 조건을 모두 만족하는 숙박시설에 적당한 입지로 확인되었으며, 이러한 결과는 생태마을 계획 및 설계에 관련된 실무자/주민 등에게 다양한 옵션을 제공하고, 물리적 조건을 만족하는 선정입지 범위의 축소를 시간적/경제적 비용의 절약을 가능하게 한다.

표 5. 기획요인 결정

요인	용도	숙박시설
경사		10% 이하
표고		10-60m
향		90-270°
도로 접근성		150m 이내

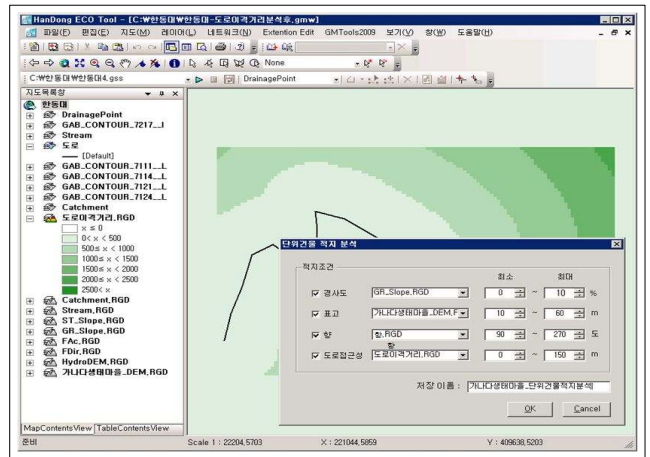


그림 13. 개발된 프로그램을 사용한 단위건물 적지 분석의 수행 모습

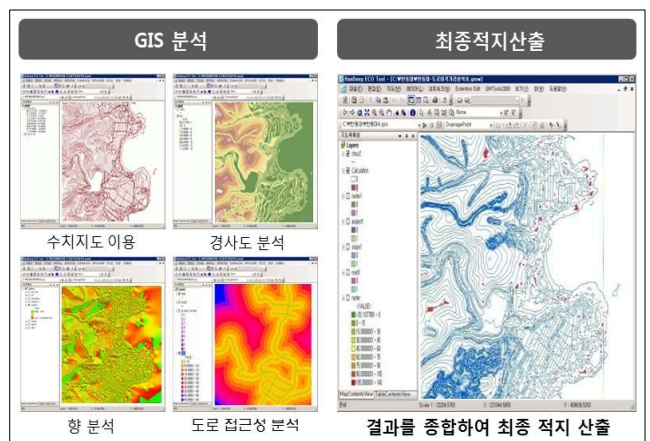


그림 14. 개발된 프로그램의 시범지역 적용 결과 - 숙박시설 적지

7. 결론

본 연구에서 개발한 시나리오 기반의 생태마을 계획 및 설계를 위한 GIS 도구는 포항 다무포 생태마을을 테스트 사이트로 선택하여 사용자 요구분석을 통한 프로그램 필요

기능을 검토한 후 그 내용을 반영하여 프로그램을 구성하였다. 또한 현재 상용화 되어있는 대부분의 GIS 프로그램이 가지고 있는 사용상의 어려움이라는 단점이 해결된 사용상의 편리성을 가지고 있는 GIS 도구(software) 개발을 본 연구의 주요 목표로 삼고, 시나리오와 GUI를 바탕으로 최종적인 생태마을 설계도구 테스트 버전 프로그램을 개발하였다. 시나리오로 기반으로 구축된 프로그램은 사용자가 세부 내용을 잘 모르더라도 필요한 작업을 하는데 지장이 없을 정도로 간단하게 구성되었으며, 사용자들에게 편리하고 유용한 생태마을 설계도구가 되도록 노력하였다. 각각의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. GIS와 RS이미지를 이용하여 생태마을 조성계획을 수립하는 방법은 보다 정확하고 효율적인 공간사용을 가능하게 하며, 모든 자료를 수치지도와 GIS를 통하여 정확하게 저장/분석하고 이것을 항공사진 또는 위성사진과 중첩하여 표현하는 방법은 데이터의 정확성을 유지하면서 보다 이해하기 쉽고 현실감 있는 결과를 나타낼 수 있다.
2. 벡터 및 래스터 데이터를 사용한 설계도구의 개발은 기존의 GIS와 RS이미지 분석기술을 도시/건축/토목/환경설계에 적용하여 생태마을 계획, 마스터플랜 작성, 그리고 향후 유지관리에 활용될 수 있음을 확인하였다.
3. 현실 세계의 데이터를 3D 그래픽으로 객체화 시키고, 속성정보가 포함된 상태에서 GIS 데이터와 결합하는 도구 개발의 가능성을 확인하였다.
4. 수치지도, 항공사진, 그리고 GIS 데이터를 생태마을 조성계획에 통합적으로 이용하는 방법론과 설계도구는 정확하고 효율적인 생태마을 계획 및 설계를 보다 저렴한 비용으로 수행하는데 큰 도움이 되리라 판단된다.
5. GIS와 RS이미지를 이용한 생태마을 설계의 방법론을 프로그래밍시켜 상용화 한다면, 일반적으로 쓰고 있는 CAD/워드/전문 그래픽 프로그램 등이 가지고 있는 한계가 보완되고, 현재 상용화 되어있는 대부분의 GIS 프로그램이 가지고 있는 사용상의 어려움이 해결됨으로서 해당분야 관련자에게 큰 도움이 되리라 판단된다.

후 기

본 연구는 국토해양부 지역특성화연구개발사업의 연구비 지원(05지역특성 B04-01)에 의해 수행되었습니다. ㈜지오매니아의 원영진 연구원이 프로그램 구축에 도움을 주었고 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김귀곤, 조동길, 이준(2002), 한국형 생태마을의 모형 개발, 생태건축(한국에너지기술연구원 세미나).
2. 김대식, 정하우(2003), 농촌마을계획 지원을 위한 통합계획모의 모형의 개발, 한국농촌계획학회지, v.9, n.4, pp.43-51.
3. 사공호상, 임정호(2002), GIS 전문인력 양성실태 및 정책방향 연구, 한국지리정보학회지, v.5, n.4, pp.35-44.
4. 송병화, 양병이(2004), 농촌마을 조성모델에 기초한 환경친화적주거단지 입지 적합성 분석, 한국생태환경건축학회 논문집, v.4,

- n.2, pp.3-10.
5. 안경모(2005), 해안생태관광 활성화를 위한 다무포 고래 해안 생태마을 개발계획, 연구보고서.
6. 안경모(2010), 차세대 해안공간 확보기술 연구, 연구보고서.
7. 우혜미, 반영운, 한경민, 백종민(2012), 지속가능성 확보를 위한 생태마을 계획요소 개발, 한국농촌계획학회지, v.18, n.2, pp.1-11.
8. 이진덕, 이현화, 김성길(2001), 도시지역의 토지이용 적지분석을 위한 지리정보시스템의 이용: 구미시를 중심으로, 한국지리정보학회지, v.4, n.4, pp.29-38.
9. 임상훈(2007), 생태마을의 효과 및 보급에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, v.7, n.1, pp.41-48.
10. 한갑수, 조현길, 이창환, 안태원(2009), GIS를 활용한 생태도시의 토지적합성 분석, 한국지리정보학회지, v.12, n.2, pp.111-119.
11. 한승희(2011), 계층적 GIS분석 모델링에 의한 주거지개발 적지선정, 한국콘텐츠학회지, v.11, n.3, pp.440-447.
12. 환경부(2004), 생태마을 활성화 방안 연구.

투고(접수)일자: 2013년 4월 16일
 수정일자: (1차) 2013년 5월 27일
 (2차) 2013년 6월 17일
 게재확정일자: 2013년 6월 17일