

환경지리정보 기반의 환경평가 적용시 습지분포 및 규모예측

A prediction and distribution of Moors Applying to Environment Assesment Based on E-GIS

곽영주* · 박상용** · 강인준***

Kwak, Young Joo · Park, Sang Yong · Kang, In Joon

要 旨

환경의 변화에 민감하여 인위적 간섭에 매우 취약한 생태계가 바로 습지이다. 이 자연자원은 인간생활에 매우 중요하다. 따라서 습지의 보전과 관리대책 마련이 필요하다. 습지 분포지역의 명확한 위치정보를 수록하고 있는 수치지도를 활용한 습지의 공간 DB를 구축하고 정보를 공유하며 지리정보시스템(GIS)을 이용한 체계적인 시스템 관리가 필요하다. 본 연구에서는 산지습원에 대한 통합 DB로서 습지관리의 기초자료를 구축하는 것을 우선하였다. 기준점 측량방식을 이용하여 정확한 위치를 규정하였고 습지분포 수치지도를 표준화하였다. 특히, 친환경 건설계획 수립 시 GIS를 활용하여 중요한 자연자산인 습지를 보존하는데 주안점을 두었다. 현재 환경부에서 지정하고 있는 보존습지의 구성 인자 지형, 지질, 동·식물상 분포를 분석하여 GIS를 적용함으로써 발견되지 않은 습지 분포지역을 예측 할 수 있도록 모델을 제시하였다.

핵심용어 : 산지습원, 환경평가, 환경지리정보(E-GIS)

Abstract

The moors ecosystem is sensitive environment change and weak in artificial interference. These nature property are very important to people. It is necessary to preservation and protection the moors with a countermeasure. We really need to Environment-GIS(E-GIS) using Geographical Information System(GIS) and digital map including range, correct position and attribute data of moors. In this study, we take priority of making a database of moors management. Taking effect an environment assesment, we concentrate on a standard method of digital map production and a preservation of moors in our research using GIS. Especially, we have to preserve our important national heritage using GIS when Environment Assesment is conducting under construction. We suggest to pre-estimated model of hidden moors as analysing terrain, geological feature, a geographical distribution of plants and animals using GIS.

Keywords : Moors, Environment Assesment, Environment-GIS(E-GIS)

1. 서 론

환경의 변화에 민감하고 인위적 간섭에 매우 취약한 생태계가 바로 습지이다. 생물들이 서식하는 장소인 습원이 훼손되면 이들 생물들은 멸종할 수밖에 없는데도 존재 유무가 게재조차 안 된 상태에서 도로, 철도, 임도 등의 건설, 목장, 위락지 조성 등으로 무분별하게 개발되어 사라지고 있다. 따라서, 학술적 선행 기초조사인 습지의 변화과정 및 조사와 병행하여 습지 분포지역의 명확한 위치정보를 수록하고 있는 수치지도를 활용한 습지의 공간 데이터베이스를 구축하고 정보를 공유하며 지

리정보시스템(GIS)을 이용한 체계적인 시스템 관리가 필요하다(울산지역 환경기술개발센터, 2005).

미국의 경우 습지 관리 정책을 보면 최근 우리나라에서 제정한 습지보전법과 같은 단일법에 의해 습지를 보전하지 않아 매우 다양하고 복잡하다. 또한 습지 규제와 관련된 권한(authority)이 연방정부의 한 기관에만 독점되어 있지 않고, 습지의 보존과 관련된 연방정부의 여러 기관이 상호 견제하도록 되어 있다. 미국의 습지 보존 정책에 있어 중요한 내용 중의 하나는 습지의 용도를 제한할 수 있는 용도지구의 지정과 지정된 부지 내에서 인간의 이용 행위를 제한하는 방법이 있다. 미국 위스콘신

2005년 9월 2일 접수, 2005년 9월 15일 채택

* 주저자, 학생회원, 부산대학교 토목공학과 박사과정 (maestro99@pusan.ac.kr)

** 학생회원, 부산대학교 토목공학과 석사과정 (p2107yong@hanmail.net)

*** 정회원, 부산대학교 토목공학과 교수 (ijkang@pusan.ac.kr)

주의 경우, 습지를 특별히 보호해야 할 지역(Wetland Protection Zoning Ordinance)으로 지정함으로써, 습지의 각종 개발을 금지하고 습지 내에서의 인간의 활동을 제한하고 있다.

미국 FICDC는 광범위하고 대규모인 환경지리자료의 구축 및 공유를 위해 자료 형식의 표준화를 지정하는 것과 주정부나 군기관까지도 사용 가능한 시스템을 구축하는 것이다. 따라서 각 환경 및 지리정보 관련 기관들이 보유하고 있는 자료의 전산화와 그 특성을 고려한 수집 방법 및 표준지정을 위해 분야별 위원회가 구성되어 있고, 기관별 협력위를 구성하여 놓고 있다. 미국 NBS(National Biological Survey)에서는 척추동물들과 자연상태의 보존을 위해 지면피복, 종의 분포, 서식지의 위치가 주된 데이터베이스인 GAP(Gap Analysis Program)을 2005년을 완성 목표로 하고 기존의 보존 지역과의 상관관계를 분석한다. EPA(Environmental Protection Agency)는 미국 정부기관 중에서 가장 큰 규모의 지형공간데이터를 이용하는 곳으로서 자연자원과 인간과의 공간적 관련성을 분석, 이용하기 위한 환경관리시스템을 구축 중이다(건설교통부, 2004).

본 연구에서는 산지습원에 대한 현지조사를 바탕으로 한 정밀한 수치지도 제작을 표준화하고, 하나의 통합 데이터베이스로서 습지관리의 기초자료를 구축할 수 있도록 연구방향을 설정하였다. 기준점 측량방법은 Total-Station과 GPS(Global Positioning System)를 이용하여 정확한 위치를 규정하였고 습지분포 수치지도를 일반 평원에 위치하는 바와 달리 산악지형에 분포한 습원을 대상으로 표준화하였다. 지리정보데이터의 구축이 완성된 다음 단계로 친환경 건설계획 수립에 주안점을 두었다. GIS를 활용하여 도형정보와 속성정보를 중첩하여 습지형성 대표인자를 추출함으로써 중요한 자연자산인 습지를 보존하는 방안을 모색하였다. 현재 환경부에서 지정하고 있는 보존습지의 구성인자 지형, 지질, 동식물상 분포를 분석하여 GIS를 적용함으로써 발견되지 않은 습지 분포지역을 예측 할 수 있도록 모델을 제시하였다.

2. 친환경 지리정보이론

2.1 환경영향평가

환경영향평가란 환경영향평가대상사업의 사업계획을 수립함에 있어서 당해 사업의 시행으로 인하여 환경에 미치는 해로운 영향을 미리 예측 분석하여 환경영향을 줄일 수 있는 방안을 강구하는 것을 의미한다. 환경영향평가는 각종 개발계획을 수립 시행함에 있어 예상되는 환경파괴와 환경오염을 사전에 방지하기 위한 정책수단

으로서 환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발을 유도하여 쾌적한 환경을 유지·조성하는 것이 궁극적인 목적이라 할 수 있다(건설교통부, 2004).

2.2 사전환경성검토

사전환경성검토는 각종 개발계획이나 개발사업을 수립, 시행함에 있어 타당성 조사 등 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려토록 함으로써 개발과 보전의 조화 즉, 환경친화적인 개발을 도모코자 도입된 제도이다.

사전환경성검토(사전협의제도)의 기능은 첫째, 지속가능한 개발이념의 실현으로 환경에 영향을 미치는 행정계획 또는 개발사업이 확정, 시행되기 전에 환경적 영향을 고려토록 함으로써 지속가능한 계획의 수립 또는 사업이 추진될 수 있도록 하는 것이다. 둘째, 사전 입지의 타당성 검토를 통한 합리적 대안의 제시로서 주로 실시계획단계에서 이루어지는 환경영향 평가시 사실상 배제되거나 간과되어 온 상위 기본계획에 대하여 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화여부 등을 검토함으로써 환경친화적인 합리적 대안을 모색할 수 있도록 한다. 셋째, 환경영향평가의 효율성 제고로 환경영향평가 과정에서 쟁점이 되고 있는 입지의 타당성, 토지이용계획의 정당성 등을 사전환경성검토 과정에서 미리 스크린 함으로써 환경영향평가 협의기간 단축 및 효율성을 제고하는 것이다. 표 1은 환경정책기본법에 의한 사전협의대상 개발사업의 종류 및 규모를 시행령 제 7조 제1항 시행령 별표 2에 근거하여 정리하였다(건설교통부, 2004).

2.3 습지 정의

습지(moors)는 연안에서 내륙까지의 모든 수역과 토양 의 습윤 지역이나 범람원을 포함하며 가장 간단하게 말

표 1. 습지보전 환경정책기본법

	개발사업의 종류 및 규모	협의 시기
습지보전법 적용지역	습지보전법 제 8조 제 1항의 규정에 의한 습지보호지역에서의 사업계획 면적이 5,000 제곱미터 이상인 것	사업 허가전
	습지보전법 제 8조 제 1항의 규정에 의한 습지주변관리지역에서의 사업계획 면적이 7,500제곱미터 이상인 것	사업 허가전
	습지보전법 제 8조 제 2항의 규정에 의한 습지개선지역에서의 사업계획 면적이 7,500 제곱미터 이상인 것	사업 허가전

하면 물을 담고 있는 땅을 의미한다. 습지의 역할은 물을 모아 지하수층으로 보내어 유기물 등을 축적 운반하며, 범람 억제와 물의 공급을 막고, 영양소(유기물이나 영양 염류)의 보호유지(Retention of Nutrients) 등의 역할을 수행한다(대한토목학회, 2004).

2.4 환경지리정보시스템

환경부에서는 환경지리정보시스템(E-GIS)을 구축하여 웹으로 제공하고 있다. 이 시스템에서는 생물종정보, 지형경관정보, 문헌정보, 식생조사표 등의 정보검색기능과 인공위성사진, 토지피복지도, 국토환경지도, 수치표고모델 등의 자료에 관한 다운로드가 가능하다(환경부, Web GIS). 표 2는 현재 환경지리정보시스템에서 제공하고 있는 GIS 데이터베이스 목록이다. 환경지리정보시스템의 특징은 Web-GIS기반의 시스템 구축으로 환경관련 다양한 주제도를 웹을 통하여 손쉽게 취득이 가능한 점이다.

표 2. E-GIS 데이터베이스 목록

자료명칭	Data Format	
	인터넷게시 자료	원본 자료
생물종목록	HTML	PDF
지형경관목록	HTML	PDF
식생조사표	GIF	MDB, GIF
문헌정보	HWP	PDF
지상기준점	제작현황	HTML
자연환경현황도	DDC(Web-GIS)	MDB, ORACLE
국토환경지도	PDF	PDF
토지피복지도 (대분류)	PDF, GeoTIFF (Web-GIS)	GeoTIFF
토지피복지도 (중분류)	PDF	GeoTIFF
토지피복지도 (세분류)	PDF	GeoTIFF
수치표고모델 (DEM)	HTML	USGS DEM
위성사진	GIF	Landsat 30m
항공사진	GeoTIFF(Web-GIS)	COT
동식물분포도	DDC(Web-GIS)	MDB
Index Map	DDC(Web-GIS)	MDB, SHP
행정구역도	DDC(Web-GIS)	MDB, SHP
하천도 (환경업무용)	JPG	MDB, SHP

자연환경현황도(Web-GIS), <http://ngis.me.go.kr/egis/>

단점은 GIS 데이터포맷을 일부 한정자에게만 제공한다 는 점이 있으며 시스템 분석기능이 주어지지 않아 의사 결정에 정보가 반영되지 못한다는 아쉬운 점을 포함하고 있다. 이러한 점들을 보완하여 습지분포관리의 향상된 기능을 구현하고자 한다.

3. 환경평가에 따른 GIS예측

3.1 연구 모델

우선 습지 지역의 수치지도 제작을 위해 국토지리정보원에서 발행하는 울산광역시 지역의 측량 기준점을 이용하였다. 신불산 고산습지와 화염늪, 무제치늪의 정확한 X, Y 좌표를 얻기 위해 Sokkia GSR2600 GPS 장비를 이용해서 울산지역 2등기준점과 3등기준점 성과를 골격으로 삼 각측량을 실시하였다. 임시기준점 좌표를 확보하고 Total-Station으로 경계측량을 실시하여 대상 모델의 정확한 습지경계(Outline)를 규정 할 수 있었다(울산환경기술개발센터, 2005).

3.2 연구 프로세스

평가분석을 위한 프로세서 항목별 데이터 취득을 위하여 1:5,000 수치지형도, 1:25,000 임상도, 생태자연도, 1:50,000 수치지질도를 기반자료로 계층을 구축하였다. 데이터 형성 시 축척과 파일포맷이 상이하여 이를 중첩하는 과정을 거쳐 습지분포예측을 하였다. 그림 2는 본 연구의 프로세스를 나타낸다.

논리가 계층구조를 이룰 때는 낮은 계층에 개념과 작동원리가 주어지고, 그 윗계층에서는 그에 의해 생성된 결과들이 만들어지는 것을 논리계층구조(Logic Hierarchy)라 한다. 그리고 그 생성결과들이 또 다른 개념으로 대체되고 그 개념들 사이의 원리가 구성되어 다시 그 윗계층에 생성결과 계층을 형성한다. 이렇게 여러 계층을 이루는 논리구조에서는, 아랫계층의 개념과 원리가 적용되어

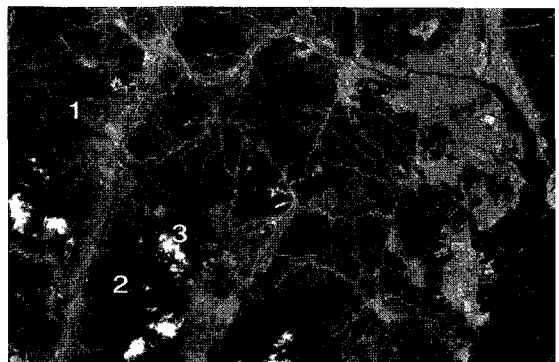


그림 1. 연구 모델(1. 신불산 고산습지 2. 화염늪 3. 무제치늪)

생성된 결과가 윗계층을 이루고, 모든 계층에서 이러한 관계가 반복되어 층층이 쌓인 구조를 이룬다.

그림 3에서는 습지 생태계 중에서 식물상에 대한 데이터베이스의 계층구조를 작성하였고, ArcGIS 프로그램으로 습지가 존재할 가능성이 가장 높은 지역을 분석하였다. 1:5,000 축척의 수치지형도를 사용하여 등고선으로부터 DEM을 추출한 후 3차원 TIN모델을 구축하였다. 논리구조의 분석을 위하여 경사도, 향분석 자료를 Raster 데이터로 변환 후, Raster 데이터를 Raster calculation 방식을 적용함으로써 계층구조별 조건을 찾아내었다. 그 결과 표 3에서와 같은 환경부 지정 습지보전 구역의 대표인자들을 결정할 수 있었다.

3.3 습지 분포규모 예측

정확한 경계측량으로 환경부 지정 습지 3지역의 면적 분포를 파악하고 1:5,000 수치지형도 생성으로부터 5m 간격의 등고선을 추출하여 TIN모델을 생성한 후 수치지도모델을 구축하였다. 무체치능(환경부, 1998) 분포현황과 그에 따른 습지 대표 인자를 고려하여 계층구조 분석에 따른 Raster Calculation 방식으로 황색표면은 조건을 만족하지 못하는 지역이고 밝은 녹색지역이 습지가 존재할 가능성이 높은 지역이다. 대부분 황색표면 바탕으로 분포되어져 있음을 그림 4에서 확인할 수 있다. 지형 표면과 경사 그리고 특히 지질조건이 화강암 기반암으로 구성되어 있는 지형인자를 우선 고려한 결과 전 지역에

표 3. 환경부지정 습지의 대표인자

습지구성인자	인자 내용	영향	data
경사도(slope)	>5.87도 미만	완만한 구릉지	Surface Analyst
향분석 (Aspect)	Flat : - 1 North : 0 ~ 22.5 Northeast : 22.5 ~ 67.5 Southeast : 112.5 ~ 157.5	경사에 따른 지형 방향 물의 증발이 최소화되는 지형	Surface Analyst
지 질	흑운모화강암	물을 담을 수 있는 기반암 형성	수치지질도
입 상	소나무, 밤나무	식물상의 영급과 밀도를 고려	입상도
생태보전	1등급	1~5등급 중 보전가치가 가장높은 등급이 존재하는 지형분포(동식물상 내포)	생태자연도

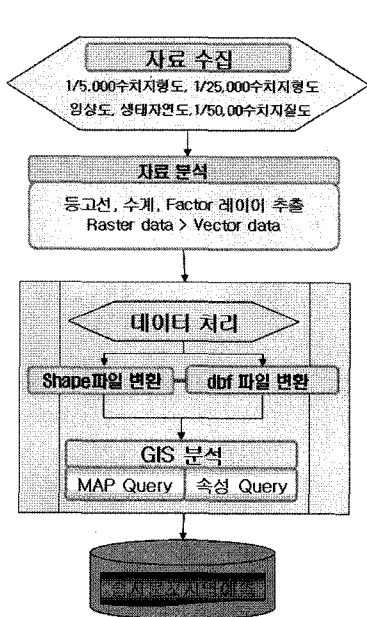


그림 2. 연구 프로세스



그림 3. 생태 계층구조

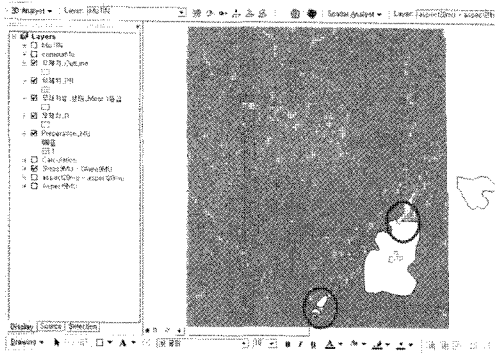


그림 4. 습지 대표인자에 따른 적지분포 결과

부분적으로 고루분포하게 되어 분포가능성은 있으나 발생가능성은 미약하여 중요인자로서 역할은 부족하였다. 1차 지형인자 고려 후, 생태자연등급 1등급을 중첩분석하게 되면 임상인자를 고려한 결과로써 습지 적지 분포 가능 지역이 지형인자 예측결과와 교차함으로써 발생가능성의 확률이 높아지며 기존 습지형성지역과도 일치함을 확인할 수 있었다. 그림 4에서 분포된 지형조건을 고려한 임상인자 중첩의 예측 결과 위치를 타원으로 표현하였다.

3.4 비교 고찰

습지분포 주제도인 수치지도의 양적 관리와 영향평가 항목별 자료를 모델링하여 습지의 규모, 분포된 범위를 파악함과 동시에 습지의 기준을 형성하고 있는 요인을 분석하였다. 복잡다양하고 불일치요소들을 모두 포괄할 수 없으므로 각 지형·환경별 요인을 단순화 하였다. 습지분포의 동식물상이 분포되어 있는 장소와 일치하는 수준의 정보를 구축하기 위하여 불규칙적으로 변화하는 습지분포 범위 내에 발생하는 이벤트와 동·식물, 경계 등을 계층구조와 주요 인자를 바탕으로 예측하였다. 습지가 분포한 지역으로부터 자연적, 인공적 재해여부, 향 후 동식물상의 변이, 습지분포 진행 방향과 속도 등을 관측, 예측 할 수 있도록 자료를 교환함으로써 이러한 변화들을 데이터베이스에 반영하여 습지관리의 중요한 담당 업무를 수행 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 국가정보화 사업과 연계하여 현재 운영 중인 환경지리정보시스템을 보완함으로써 시스템 기능성, 관리용이성, 비용효과측면 등이 잘 조화된 시스템으로 업그레이드를 하고자 할 때 공간데이터로서 그 기능을 충실히 수행할 수 있을 것이다. 습지의 시간적 추이에

따른 경계변화와 규모변화 그리고 동 식물상의 변화 등 과거 데이터에 근거한 습지규모 분포의 변화추이에 따른 예측 관리가 가능하게 된다. 따라서, 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 산지습원에 대한 우수한 습지 생태환경을 지속적으로 보호하고 엄격한 관리를 위하여 습지 분포지역의 명확한 수치자료를 바탕으로 습지 관리의 최적화를 위한 환경 구축 및 자료기반을 형성하였다. 시간적 추이에 따른 환경변화에 대응하기 위하여 데이터베이스를 구축함으로써 습지정보관리시스템의 객관적 수치자료 활용과 동시에 예측기법을 구현하였다.

둘째, GIS 데이터를 분석한 결과 임상인자와 지형인자의 영향으로 습지가 분포되며 최우선 형성가능 지역으로 결정되었다. 지질인자는 습지분포도에 비해 광범위하게 분포되어있어 밀도에 따른 영향이 미흡하였고 분포지역 결정 후 생태전문가와 함께 현지조사를 병행하며 식물상과 동물상을 검토 및 확인하였다.

셋째, 친환경 건설계획 수립 시 GIS를 활용하여 습지 분포지역의 정확한 위치와 경제 결정의 활용 가능성을 확인하였다. 사전 환경성 검토에 따른 필수평가 항목으로 습지의 구성인자인 지형, 지질, 동·식물상 분포의 데이터베이스를 활용함으로써 아직 발견되지 않은 습지 분포지역을 예측하여 환경평가에 반영할 수 있는 정보를 제공할 수 있다. 따라서, 습지 주변지역의 설계, 계획단계 시 개간, 도로, 철도, 임도의 건설 및 확장 그리고 목장, 위락지 조성 등 무분별한 개발로부터 우선적인 습지분포 관리를 통하여 공공 기관과 토지이용관리 기관에 정보를 제공하여 향 후 발생하게 될 민원발생 분쟁이나 시민단체와의 의견차이로 인한 행정력 손실을 사전에 방지할 수 있었다.

참고문헌

1. 강인준, 곽영주, 2005, "친환경 건설에 따른 습지환경 평가 GIS 예측기법", 2005년 대한토목학회 정기학술대회, 대한토목학회.
2. 곽영주, 강인준, 2004, "습지 분포 지역의 수치지도 제작", 2004년도 대한토목학회 정기학술대회, 대한토목학회, 제4권, pp. 270-273.
3. 건설교통부, 2004, "친환경 요인을 고려한 SOC 공사에 시공간적 3차원 통합영향평가 연구보고서", 건설기술기반구축사업 최종완료보고서, 건설교통부, pp. 41-68.
4. 울산지역 환경기술개발센터, 2005, "울산지역 습지 분포 및 규모수치화 지도제작", 2004년도 최종보고서(04-2-70-76), 낙동강 환경청, pp. 1-51.
5. 울산지역 환경기술개발센터, 2003, "울산지역 습원 발굴조사" 최종보고서, 낙동강환경청, pp. 5-11, p. 117.
6. 환경부, 2002, "양산·울산(10-24)의 자연환경 생태조사보고서", 환경부, pp. 297-333.
7. 환경부, 1998, 정족산 무제치늪 조사 결과 보고서(2차년도), 환경부, pp. 14-78.
8. 환경부, 자연환경현황도(Web-GIS), <http://ngis.me.go.kr/egis/>