

연구논문

국가 생태정보를 활용한 생물다양성 지도 구축

정다정* · 강경호* · 허 준* · 김창재* · 김성호** · 이정빈**

연세대학교 사회환경시스템공학부*, 국립산림과학원 기후변화연구센터 산림자원정보과**
(2010년 8월 31일 접수, 2010년 11월 29일 승인)

Mapping for Biodiversity Using National Forest Inventory Data and GIS

Da-Jung Jung* · Kyung-Ho Kang* · Joon Heo* ·
Changjae Kim* · Sung-Ho, Kim** · Jung-Bin Lee**

School of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University*
Division of Forest Resources Information Dept. of Forest & Climate Change, Korea Forest Research Institute**
(Manuscript received 31 August 2010; accepted 29 November 2010)

Abstract

Natural ecosystem is an essential part to connect with the plan for biodiversity conservation in response strategy against climate change. For connecting biodiversity conservation with climate change strategy, Europe, America, Japan, and China are making an effort to discuss protection necessity through national biodiversity valuation but precedent studies lack in Korea. In this study, we made biodiversity maps representing biodiversity distribution range using species richness in National Forest Inventory (NFI) and Forest Description data. Using regression tree algorithm, we divided various classes by decision rule and constructed biodiversity maps, which has accuracy level of over 70%. Therefore, the biodiversity maps produced in this study can be used as base information for decision makers and plan for conservation of biodiversity & continuous management. Furthermore, this study can suggest a strategy for increasing efficiency of forest information in national level.

Keywords : Biodiversity, NFI(National Forest Inventory), Mapping, GIS, Decision Tree

1. 서론

기후변화의 다음 이슈로 주목받고 있는 종 다양성에 초점을 맞춘 연구가 전 세계적으로 진행 중이다. 자연생태계는 기후변화에 대응할 수 있는 마지

막 보루이기 때문에 기후변화의 대응책을 생물다양성 보존계획과 연결시키는 것이 절실하다. 이에 따라 CBD(Conservation on Biological Diversity)에서는 2010년을 국제 생물다양성의 해로 공식 지정함으로써 생물다양성의 보전을 장려하고, 생물다

양성 구성요소의 지속가능한 이용의 중요성을 인식 시킴으로써 생물다양성은 생태계 지속을 위해 필수적임을 강조하고 있다.

생물다양성에 대한 연구는 이미, 1980년대부터 일본, 미국, 영국, 브라질, 폴란드 등 해외 선진국에서 추진중에 있다고 한국생명공학연구원(2007)에서 밝혔다. 뿐만 아니라 환경부(2009)에서는 생물다양성 관련한 해외조직인 CBD와 GBIF(Global Biodiversity Information Facility)가 생물학적 다양성에 대한 연구와 생물다양성 정보기반에 대한 네트워크 구성에 힘쓰고 있다고 발표하였다. 하지만 기동원 등(2007)에 의하면 이러한 연구들은 생물다양성의 중요성과 보존에 대해서는 구체적인 대응방안을 제시하지 못하고 있는 실정이다.

그러나, 2007년 3월 독일의 포츠담에서 G8+5(캐나다, 독일, 이탈리아, 일본, 러시아, 영국, 미국, 프랑스의 G8국과 브라질, 중국, 인도, 멕시코, 남아프리카의 5개국)의 환경부 장관이 모인 회의에서 생물 다양성으로부터 얻을 수 있는 경제적 이익과 손실에 관한 비교연구가 생물다양성을 보호·보존하고 분석할 수 있는 기초연구가 될 것이라고 발표하였다. 그리고 European Communities(2008)은 기후변화의 Stern Review와 같은 TEEB(The Economics of Ecosystem and Biodiversity) 보고서를 작성하여 생물다양성의 가치평가를 수행하고자 하였다.

본 연구에서는 전 세계적으로 이슈화되고 있는 생물다양성 보호와 보존을 위한 가치평가의 일환으로써 생물다양성 지도를 구축하고 이를 가시화함으로써, 분포범위를 파악하고자한다. 이는 향후 생물다양성에 대한 관리 및 보전계획 등을 수립하는데 있어 효율적인 의사결정 자료로 활용될 수 있을 것이다. 생물다양성 지도구축은 중요성이 큰 가치평가의 방법임에도 불구하고 주도적인 역할을 하고 있는 TEEB의 보고서에서도 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 생물다양성 지도를 구축하는데 있어 선행 연구가 될 수 있을 것이다.

연세대학교(2010)에 의하면 생물다양성에 대한

	미생물	식생	동물
Gene			
Species			
Ecosystem			

그림 1. 생물다양성 행렬

연구는 그림 1에서와 같이 미생물, 식생, 동물과 유전자, 종, 생태계(군집)로 이루어진 3×3 생물다양성 행렬로 표현이 된다. 본 연구에서는 생물다양성 행렬 중에서 식생 종다양성에 연구 대상을 한정하여 수행하였다.

이를 위해, 본 연구에서는 현재 우리나라에 기 구축되어 있는 국가산림정보인 산림조사부자료와 NFI(National Forest Inventory)자료를 활용해 생물다양성 지도를 구축하고자 한다. 하지만 현재 제공되고 있는 국가산림정보는 연구 대상지역 일부에 국한되어 정보가 제공되고 있으므로 적은 수의 정보를 활용해 넓은 지역(대상지역 전체)에 지도화할 수 있는 방안을 모색해 지도를 구축하고자 한다.

II. 국가 생태정보

1. 산림조사부 자료

산림조사부의 식생조사 자료는 환경부에서 일반적으로 활용하는 식물사회학적 방법으로 이루어진다. 현존식생도는 상관조사 및 식물사회학적인 식생조사에 의해 설정된 조사 대상지역 전 지역에 대해 작성되며, 기존의 임상도와 조사 후 구획된 보완 구획도등을 참고한다. 본 자료는 해발, 방위, 지형, 식생정보와 출현종수 등의 정보를 제공한다. 한국산지보전협회(2007)에 따르면 조사지점은 10m×10m의 정방향 조사면적을 대상으로 하며, 모든 조사지점에 대하여 TM좌표를 기록하고 모니터링에 대비하여좌표가 기록된다.

2. NFI(National Forest Inventory) 자료

NFI는 전국을 산림을 대상으로 조사한 산림자원 조사으로써 과학적인 방법으로 조사·평가하여 국가 산림통계자료를 제공하고 산림자원의 변화 동태를 주기적으로 파악하기위한 목적으로 제작된 자료이다. 이를 통해 지속가능한 산림경영 및 산림기본계획 수립의 기초자료로 제공될 수 있다.

국립산림과학원(2009)에 의하면 NFI자료는 4개의 표본점이 하나의 plot으로 구성되어있으며, 이중 식생조사는 중앙표본점에서 실시한다. 중앙표본점의 중심으로부터 0°, 120°, 240° 방향으로 10m 지점에 1m×1m 크기의 정방형 조사구를 설치하여 측정한다. 즉, 각 부표본점 방향으로 3개의 산림식생 조사구를 설치 조사한다. 그 외에 산림식생의 보조정보로서, 3.1m 반경의 치수조사구 내에 출현하는 초본류의 종을 조사·기록한다. NFI자료는 5년마다 자료가 최신자료로 갱신 되며, 5차 NFI자료부터는 생물 다양성의 정도를 파악할 수 있는 출현종수 정보를 함께 제공하고 있다.

3. 대상지역의 국가 생태정보 확보

현재 국가의 환경 모니터링과 효율적인국토 관리를 위하여 전 국토를 대상으로 산림정보를 제공하고 있다. 현재 기 구축되어 있는 산림정보는 산림

청, 환경부, 한국환경과학원, 국립농업과학원 등에서 제공하고 있다(표 1).

산림청에서 제공되는 산림입지조사도는 전국 산림의 기본정보인 임지의 입지조건 토양 성질, 임목 생육상태를 조사하여 임지의 잠재생산력을 파악, 유형별로 분류·구축함으로써 과학적인 산림경영을 위한 기초자료 및 적지적수, 환경영향평가 등에 활용된다. 동식물분포도는 한국환경과학원에서 동·식물의 조사지점 및 발견지점을 점형태로 표시하고 그에 대한 속성정보를 제공하며, 국립농업과학원에서는 GIS기법을 이용하여 전국을 대상으로 토양의 형태적, 물리적, 화학적 특성을 제공한다. 환경부에서는 국토환경성평가지도, 생태자연도, 토지피복도, 산림조사자료를 제공한다. 국토환경성평가지도는 국토의 친환경적이고 계획적인 보전, 개발, 이용을 유도하기위하여 환경적 가치를 종합적으로 평가하여 전국을 5개의 등급(환경적 가치가 높은 경우를 1등급으로 분류)한 지도이며, 생태자연도는 자연환경보전법 제34조에 의거하여 산, 하천, 습지, 호소, 농지, 도시 등에 대하여 자연환경을 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 등급화한 지도이다. 토지피복도는 위성사진을 주된 자료로 활용하여 국토공간의 피복상태를 대분류, 중분류, 세분류의 3단계의 분류체계로 구분하여 나타낸 지

표 1. 대상지역에 획득한 국가 생태정보

제공 목록	제공 기관	제 공 정 보
산림입지조사도	산림청	임도, 식생조사, 산림휴양림, 산지재해방지림, 소반, 수원함양림, 국유임반계, 자연환경보전림, 수원함양림, 지적도병합자료, 지형도
동식물분포도	한국환경과학원	양서류, 담수어류, 담수무척추동물, 포유류, 파충류, 조류, 육지 지형경관, 곤충, 식물
토양주제도	국립농업과학원	아목, 심토토성, 심토자갈함량, 심토주토색, 배수등급, 모재, 목, 토지이용추천, 지형
국토환경성평가지도	환경부	환경적 가치를 종합적으로 평가하여 전국을 5개의 등급으로 분류
생태자연도	환경부	자연경관, 습지평가, 동식물평가, 식생우수성, 녹지자연도, 밀도, 경급, 영급, 임상, 식물군락명, 식물군락기, 식생보전
토지피복도	환경부	시기화 건조지역, 농업지역, 나지, 초지, 습지, 수계, 산림지역(주거지역, 공업지역, 상업지역, 위락시설, 교통지역, 공공시설지역, 논, 밭, 하우스재배지, 과수원, 채광지역, 자연초지, 골프장, 기타초지, 내륙습지, 연안습지, 내륙수, 해양수, 활엽수림, 침엽수림, 혼효림 등)
산림조사자료	환경부	해발, 방위, 경사, 지형, 군락명, 낙엽 부식층, 우세목의 높이와 식피율(교목 층, 아교목층, 관목제1층, 관목제2층, 초본층), 출현종수
NFI(National Forest Inventory)	산림청	임상, 수관밀도, 경급, 영급, 출현종수, 총본수, 임종, 소유형태 등

도이다. 산림조사부자료는 10m×10m의 정방형 조사면적을 대상으로, 모든 조사지점에 대하여 TM좌표를 기록하고 모니터링에 대비해 좌표를 기록한다. 마지막으로 산림청에서 제공되는 NFI자료는 전국 산림을 대상으로 조사한 산림자원조사로써 과학적인 방법으로 조사·평가하여 국가산림통계자료를 제작하고 있다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상지역

본 연구의 분석 대상지역은 전국산림 면적의 21%를 차지하고 있는 강원도 평창군일대 지역이다. 강원도 평창군의 총 면적은 1,464.16km²로 강원도 총면적 16,874.60km²의 8.7%에 해당하며, 전국 군 중 3번째로 면적이 넓은 지역이다. 특히 임야의 면적이 전체 평창군 면적의 84%를 차지하는 1,227.35km²이다(<http://www.happy700.or.kr/>).

평창군은 1개의 읍과 7개의 면(대관령면, 진부면, 용평면, 봉평면, 방림면, 미탄면, 대화면, 평창읍)으로 구성되어 있으나 본 연구에서는 봉평면, 용평면, 방림면, 대화면에 해당하는 4개의 면에 대해서만 연구를 수행하였다(그림 2).

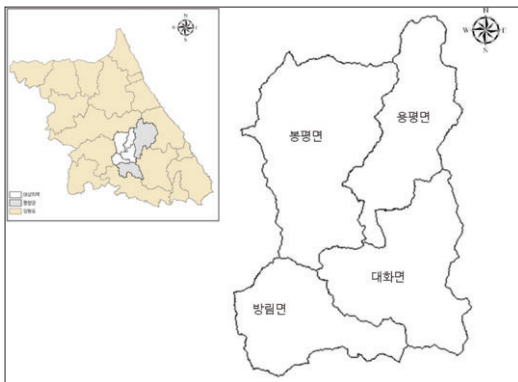


그림 2. 연구 대상지역

2. 의사결정나무(Decision Tree)

최종후와 서두성(1999)은 데이터마이닝에서의 의사결정나무분석은 탐색과 모형화라는 두 가지 특성

을 모두 가지고 있다고 하였다. 그리고 의사결정나무분석은 가정 사항이나 모형에 대해 제약을 받지 않기 때문에 어떠한 자료의 형태나 구조에서도 사용이 가능하며, 나무구조로 모형이 표현되어 해석을 쉽게 할 수 있는 장점을 갖는다고 말하였다. 뿐만 아니라 최종후 등(1998)은 의사결정나무는 이상치나 결측치에 영향을 받지 않으며 설명변수들 간의 상호작용효과를 발견할 수 있다고 하였다.

의사결정나무의 형태는 분류나무(classification tree)와 회귀나무(regression tree)로 나눌 수 있는데, 목표변수가 이산형이면 분류나무를 구성하고, 연속형이면 회귀나무를 구성한다. 그러나 연속형 변수를 비연속적인 값으로 취급하기 때문에 분류를 하는 경계에서는 예측오류가 클 가능성이 있으며, 선형성 또는 주효과가 결여되어 있다는 한계점을 갖는다.

의사결정나무분석을 수행하기 위한 다양한 규칙에는 분리기준, 정지규칙, 가지치기 방법들이 제안되어 있으며, 분석의 목적과 자료의 구조에 따라 적절한 분리기준과 정지규칙을 지정함으로써 자료에 가장 적절한 의사결정나무를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 의사결정나무 생성규칙중의 하나인 가지치기 기준에 의한 의사결정나무를 생성하였다. 송영석과 채병곤(2008)은 가지치기 방법은 지나치게 많은 마디를 갖는 의사결정나무는 새로운 자료에 적용될 때 예측오차가 매우 클 가능성이 있으므로, 형성된 의사결정나무에 적절하지 않은 마디를 제거하여 적당한 크기의 부 나무구조를 가지는 의사결정 나무를 선택하는 방법이라고 말하였다.

대표적인 알고리즘으로는 Kass(1980)에 의한 CHAID(Chi-squared Automatic Interaction Detection)방법과 Breiman *et al.*(1984)의 CART(Classification And Regression Trees), C4.5, QUEST 등이 있으며 본 연구에서는 C 5.0 데이터 마이닝 이론을 사용하였는데 이는 이익비율 표준을 사용하여, 변수의 결과들에 대한 정보에 대한 이익비율이 최대화되는 점에서 데이터 분할을 선택하는 방법이다. 따라서 다음과 같은 알고리즘을 수행하게 된다. 실제 가치를 형성해 분류하는 과정은 매우

복잡하며 균등한 경로를 거치지 못하기 때문에 C 5.0 알고리즘은 가지가 쳐진 노드와 그렇지 않은 가지의 예측오차를 비교하여 결정하게 된다.

3. 연구 방법

본 연구는 광범위한 지역에 대한 생물다양성지도 제작을 위해 생태자연도로부터 취득한 산림의 임상, 밀도, 경급, 영급의 네 가지 정보로부터 의사결정나무(decision tree)에 기반한 출현종수 예측모델을 제안하며, 실제로 강원도 평창군에 대한 생물다양성 지도를 구축하였다. 출현종수 빈도에 따라 3가지 case로 구분하여 의사결정나무 예측모델을 도출하였다. natural break방식을 사용하여 1) 3개의 class로 구분한 경우, 2) 4개의 class로 구분한 경우에 따른 예측모델을 평가하였으며, 3) threshold를 변화시켜 3개의 class로 구분한 경우에 대해서도 예측모델을 평가하였다.

예측모델의 트레이닝과 정확도 평가를 위한 산림조사부 자료와 NFI 자료의 출현종수 정보를 취득하였다. 산림조사부 자료는 10m×10m 조사면적내의 산림의 정보(해발, 방위, 경사, 지형, 군락명, 낙엽부식층, 우세목의 높이와 식피율, 출현종수)를 제공하며, NFI 자료는 중앙표본점과 그로부터 0°, 120°, 240° 방향으로 10m 떨어진 지점의 1m×1m에서의 산림식생조사 정보(임상, 수관밀도, 경급, 영급, 출현종수, 총본수, 임종, 소유형태 등)를 제공한다. 대상지역의 식생다양성을 나타내는 출현종수 정보는 두 자료에서 각각 62점, 111점인 것으로 확인되었다(그림 3).

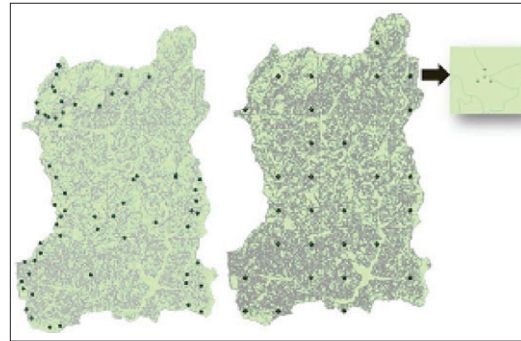


그림 3. 출현종수분포
(좌) 산림조사부자료 (우) NFI자료

IV. 연구수행 결과

1. 3개의 class로 구분한 경우

산림조사부 자료를 활용한 모델로 생물다양성지도를 구축한 경우 35.48%의 정확도를 나타내며 그 결과는 그림 5의 좌측과 같다.

그림 5의 좌측에서 보는것 처럼 대상지역의 북쪽에 출현종수가 풍부하게 나타나는 것을 확인 할 수 있었으며, 특히 참나무림, 낙엽송, 소나무림에서 출현종수가 풍부하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. NFI자료를 활용한 모델의 경우에는 69.37% 정확도를 나타내었다. 이때 도출된 의사결정나무 모델은 그림 4와 같으며 이를 통해 생태자연도의 경급, 임상, 밀도, 영급, 급요소에 의해서 전체모델이 약 70% 설명력을 갖음을 확인할 수 있었다. 특히, 흉고직경이 16cm미만인 침·활엽수 혼효림과 소나무림에서 수관점유밀도가 51%~70%일 때 종이 풍부하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이를 기반으

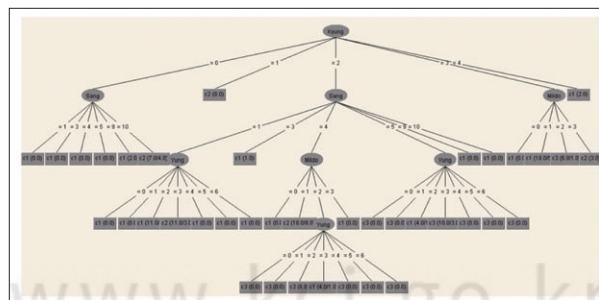


그림 4. 3개의 class로 구분한 경우 (natural break) 의사결정 나무모델

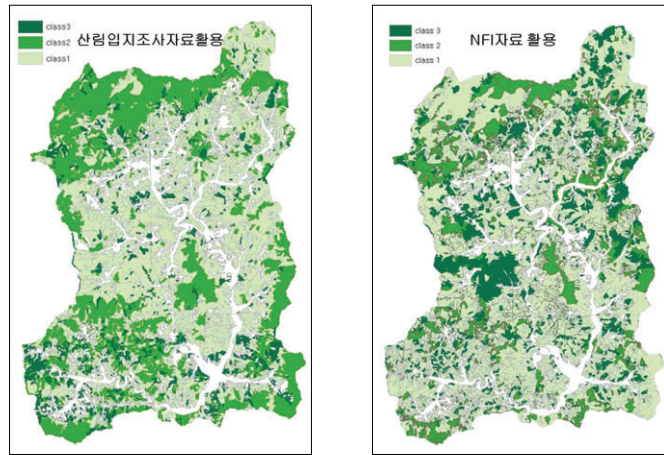


그림 5. 3개의 class로 구분한 경우 (natural break)

로 구축된 대상지역의 생물다양성 지도는 그림 5의 우측과 같다.

2. 4개의 class로 구분한 경우

산림조사부 자료를 활용한 모델의 경우 14.52%

의 정확도를 나타내며 이때 출현종수 풍부도에 영향을 미치는 요소는 조밀한 낙엽송림지역과 31-40년생 활엽수림인 것으로 확인되었다.

NFI자료를 활용한 모델의 경우 62.16%의 정확도를 나타내었다(그림 6). 이 경우 예측된 모델을 통

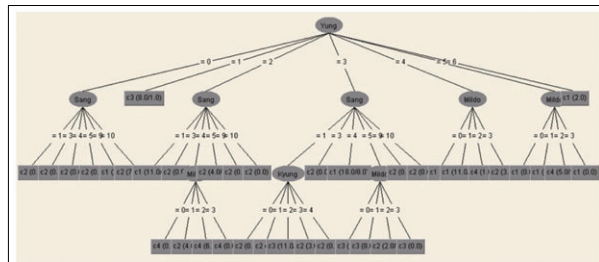


그림 6. 4개의 class로 구분한 경우 (natural break) 의사결정나무모델

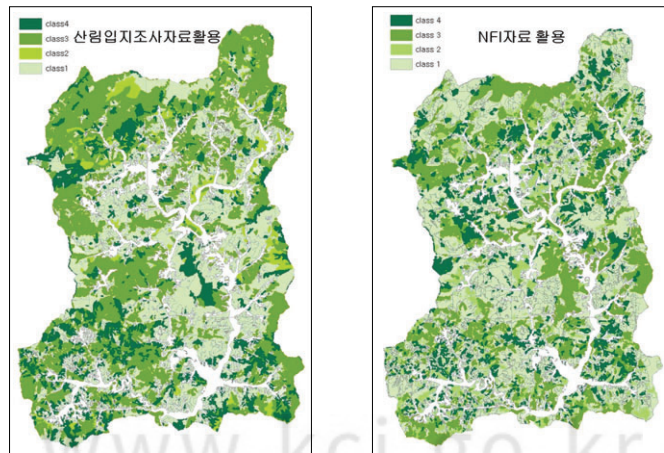


그림 7. 4개의 class로 구분한 경우(natural break)

해 수목의 나이가 21-30년생인 침·활혼효림에서 다양한 종이 발견되는 것을 알 수 있었다.

두 경우 모두 3개의 class로 구분했을 때 결과보다 다소 낮은 정확도를 나타냄을 확인할 수 있다. 이 경우의 의사결정나무 모델을 통해 영급, 임상, 밀도, 경급이 주요한 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 산림조사부자료와 NFI자료를 활용하여 최종적으로 구축된 생물다양성 지도는 그림 7과 같다.

3. threshold에 변화를 주어 3개의 class로 구분한 경우

출현종수의 빈도가 가장 높게 분류된 class의 threshold 비중을 높게 측정하여 3개의 class로 구분한 경우로서, 산림조사부 자료를 활용한 경우 29.03%의 정확도를 갖는다. 이때 참나무림, 낙엽송림, 소나무림에서 종이 풍부하게 나타나며, 생태자연등급이 높은 지역에서도 종이 풍부하게 나타났다.

NFI 자료를 활용한 경우 의사결정나무 모델(그림

8)을 통해 임상, 영급, 밀도의 세요소가 전체 예측모델을 약 70% 설명할 수 있었다. 특히, 소나무림과 침·활혼효림에서수관점유밀도가 51%-70%사이 일 때 다양한 영급(11년생부터 51년생까지)에서 종이 풍부하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 그림 9은 이 경우의 산림조사부자료와 NFI자료를 활용했을 때 생물다양성을 구축한 지도이다.

4. 정확도 검증

본 연구 수행한 강원도 평창군의 생물다양성지도 구축 방법이 타당한지를 확인하기 위해 충청북도 영동군을 대상으로 NFI자료를 활용하여 정확도 검증을 위한 연구를 수행하였다.

이때 구축된 지도는 그림 10과 같다. 그림 10의 지도는 각각 72.38%, 73.33% 그리고 77.14%의 설명력을 갖는 것을 확인 되었다. 이는 강원도 평창군의 생물다양성 지도구축결과보다 높은 설명력을 나타내는 것을 확인할 수 있었고, 본 연구에서 진행된

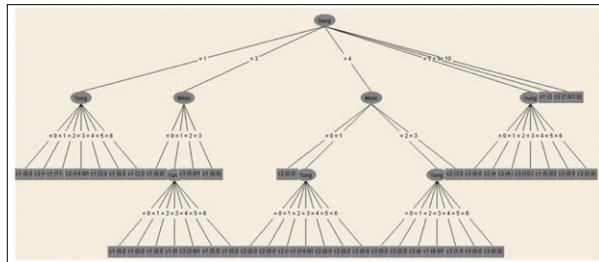


그림 8. threshold에 변화를 주어 3개의 class로 구분한 경우 의사결정나무

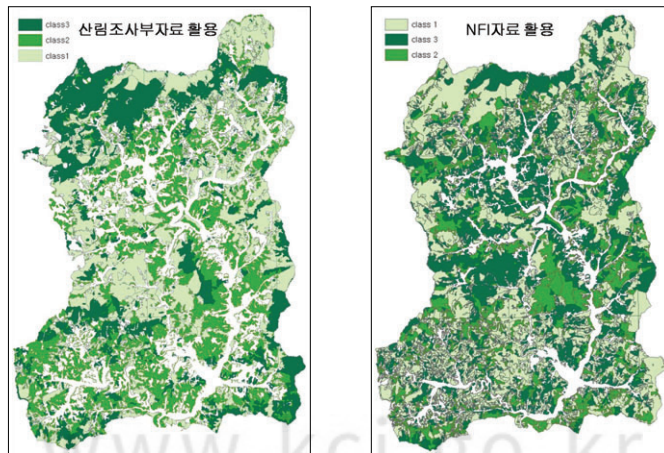


그림 9. threshold에 변화를 주어 3개의 class로 구분한 경우

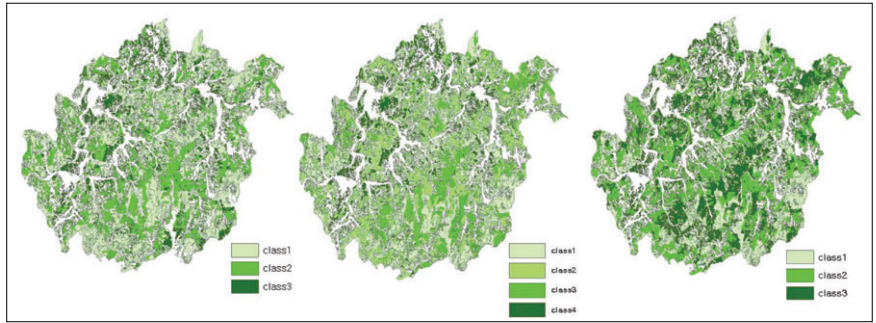


그림 10. 충청북도 영동군 생물다양성 지도 구축결과

생물다양성 지도구축방법이 타 지역에 적용가능함을 확인하였다.

V. 결론 및 토의

본 연구는 기 구축되어 있는 국가 산림정보인 산림조사부 자료와 NFI 자료를 활용하여 의사결정나무에 기반한 강원도 평창군일대의 생물다양성 지도를 구축하였다.

그 결과, 표 2에서 보는 것처럼 산림조사부 자료를 활용한 모델보다 NFI 자료를 활용한 모델의 대상지역의 출현종수 예측력이 전반적으로 높음을 확인할 수 있다. 그리고 이 경우, 특히 소나무림 및 침·활엽수혼효림의 수관점유 밀도가 51%~70%인 지역에서 종이 풍부하게 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 특히 case3의 방법으로 class를 구분 했을 경우가 가장 높은 예측력을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다. 본 연구에서 사용한 연구방법의 신뢰성을 검증하기 위해 충청북도 영동군에 동일한 방법을 적용하여 지도를 구축한 결과 약 72~77%의 설명력을 갖는 것을 확인할 수 있었다.

표 2. 구축결과 분석

		산림조사부 자료		
case		case1	case2	case3
설명력		35.48%	14.52%	29.03%
		NFI 자료		
case		case1	case2	case3
설명력		69.37%	62.16%	70.27%

국가 산림정보의 주기적인 갱신에 맞추어 새로운 지도를 거듭 구축하여 지속적인 산림·생물다양성의 분포를 모니터링 할 수 있다. 그 결과, 생물다양성이 산림의 보전·보호를 나타내는 하나의 평가 지표로써 개발될 수 있을 것으로 사료된다.

하지만 본 연구에서는 생물다양성에 많은 영향을 줄 것으로 예상되는 대상지역의 토양의 입지환경 및 특성에 대한 고려가 미흡하였다. 현재 산림청에서는 1/5,000축척의 산림입지도를 제공하고 있다. 이 주제도에는 대상지역의 토양의 습윤지수, 토성, 토심 등에 대한 토양의 현황정보를 획득할 수 있으므로 추후연구에서는 산림입지도에서 제공되는 정보와 임상도에서 제공하는 정보를 종합적으로 활용한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 연구대상을 식생의 종다양성에 국한하여 연구를 수행하였다. 이는 동물 다양성의 대한 연구는 식생보다 동물의 종이 다양하며 종들의 이동경로가 자유로워 가치를 평가하는데 문제점이 존재할 것으로 판단하였으며, 미생물의 다양성 연구도 종의 분포범위가 매우 방대할 것으로 판단하였기 때문이다. 하지만 추후연구에서는 본 연구에서 도출된 식물의 종다양성 지도구축방법을 기반으로 동물과 미생물의 다양성·식물의 유전자 및 생태계(군집)차원에서 효과적으로 적용시킬 수 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

뿐만 아니라 본 연구에서 출현종수를 빈도를 기준으로 class를 구분하는 과정에서 class의 threshold와 class의 수를 정의하기 위한 보다 다양한 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다. 더불어

어 출현종수를 3단계 또는 4단계로 나누는 기준에 있어 단순히 종의 출현수 뿐만 아니라 희귀종, 고유종, 멸종위기종 등에 대한 차별적인 가중치 부여방안이 고려되어야 할 것이다.

본 연구를 통해 국가 정책적인 측면에서 현재 구축되어 있는 국가산림정보 구축의 문제점을 파악하고 보완하여 생물다양성 추정의 활용을 높이기 위한 새로운 국가수준의 생태정보구축 패러다임을 제안할 수 있다. 뿐만 아니라 국가의 정책 아젠다인 녹색성장과 더불어 생물다양성 보존에 대한 인센티브 지급과 같은 정책을 접목하여 새로운 사업을 도출해 낼 수 있다. 이는 생물다양성의 보존에 대한 필요성을 대중화하고, 지속적인 모니터링을 가능하게 할 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 환경부 “차세대 핵심환경기술개발사업_생태정보관리시스템을 이용한 생물다양성 경제적치평가 기술 개발 및 표준화”로 지원받은 과제임

참고문헌

- 기동원, 박준홍, 이재진, 노백호, 2007, 현장 측정된 토양미생물 종 다양성과 생태자연도 등급 자료 간의 통계적 상관관계 평가와 토양생태의 질 산정방안 제안, 대한토목학회지, 26(6B), 703-710.
- 산림청국립산림과학원, 2009, 제5차 국가산림자원조사 현지조사 지침서.
- 송영석, 채병곤, 2008, 의사결정나무모형을 이용한 편마암 지역에서의 급경사지재해 예측기법 개발, 대한지질공학회, 18(1), 45-54.
- 연세대학교, 2010, 통합 정보관리 시스템을 이용한 생물다양성 경제가치 평가 지침서(인쇄중).
- 최종후, 한상태, 강현철, 김은석, 1998, Answer Tree를 이용한 데이터 마이닝의사결정나무 분석, SPSS아카데미, 42-48.
- 최종후, 서두성, 1999, 데이터마이닝 의사결정나무의 응용, 통계분석연구, 4(1), 61-83.
- 한국산지보전협회, 2007, 산림환경(식생, 토양)조사법.
- 한국생명공학연구원, 2007, 생물자원센터를 위한 OECD 모범운영지침.
- 환경부, 생물다양성협약 제4차 국가보고서 2009.
- Breiman, L., J. H. Friedman, R. A. Olshen, and C. J. Stone. 1984, Classification and regression trees, Wadsworth International Group Belmont, 203-215.
- European Communities, 2008, TEEB(The Economics of Ecosystem and Biodiversity). <http://www.happy700.or.kr/>
- Kangsuk Kim, 2008, Reliability-Improved Optimization for Mapping of Soil Ecological Quality, Graduate School of Yonsei University A Master's Thesis.
- Kass, G., 1980, An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data, Applied Statistics, 29(2), 119-129.

최종원고채택 10. 12. 07