

CEVSA기후변화모델을 이용한 산림부문 취약성 평가

이종수¹⁾, 이우균²⁾, 손요환²⁾, 조용성³⁾, 홍현정¹⁾

1)한국환경정책·평가연구원 환경정보센터, 2)고려대학교 환경생태공학부

3)고려대학교 식품자원경제학과

Vulnerability Assessment in Forest Sectors Using CEVSA Climate Change Model

Lee, Chongsoo · Lee, Wookyun · Son, Yowhan · Cho, Youngsung

Hong, Hyunjung

cslee@kei.re.kr, leewk@korea.ac.kr, yson@korea.ac.kr, yscho@korea.ac.kr

hjhong@kei.re.kr

요약

점차 심각해지고 있는 기후변화 문제에 대응하기 위해서는 기후변화에 따른 영향(impacts), 취약성(vulnerability), 적응(adaptation)등에 관한 연구가 필요하다. 그러나 기후변화 연구는 미래 시점에 대한 대안으로 다양한 변수를 포함하여 수행해야 하는 어려움이 있기 때문에 현재 대부분의 연구는 영향평가에 주안점을 두고 있다. 따라서 본 연구에서는 시점과 면적, 변수 사용이 용이한 GIS 기반의 CEVSA(Carbon Exchange between Vegetation, Soil, and Atmosphere)모형을 이용하여 기후변화가 산림부문에 미치는 취약성을 평가하였다. 평가결과 미래 기후변화에 취약한 지역의 면적은 44,201.95 km²로 전체 연구대상지 면적 146,187.45 km²의 30.24%에 달하는 것으로 분석되었다.

1. 서론

2007년 2월 2일 IPCC가 발표한 '기후변화 4차 보고서'에서는 금세기 안에 지구 기온이 급상승해 인류가 가뭄과 폭염 등 재앙에 시달릴 것으로 예고하였다(IPCC, 2007). 우리나라의 경우 국토면적의 약 67%를 차지하고 있는 산림부문에 대한 피해가 예상된다. 그러나 우리나라는 지세가 복잡하고 개발로 인한 토지이용형태가 급속히 변하며 또한 식생대가 서로 인접하게 분포하고 있어 산림부문의 취약성을 평가하기가 어려운 여건이다.

그동안 산림부문 기후변화 연구는 기온과 강수량 등의 한정된 자료 사용, 토지이용형태 미고려, 토양과 습도 등 산림의 천이에 영향을 주는 인자를 고려하지 못한 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 산림변화에 중요한 요소인 산림의 천이를 고려한 CEVSA(Carbon Exchange between Vegetation, Soil, and Atmosphere)모델

을 적용하여 기후변화가 미래 산림의 취약성에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상지

CEVSA모형에서 요구하는 자료의 취득가능성을 고려하여 연구대상지는 남한전역을 포함한 위도 33° 05' ~ 39° .50', 경도 125° .85' ~ 129° .55' 로 하였다.

2.2. 연구방법

연구의 흐름은 그림1과 같이 모델분석, 입력자료준비, CEVSA모형을 활용한 잠재식생분포 모델화, 현재식생분포와 잠재식생분포 비교를 통한 산림 취약성 평가 과정으로 진행하였다.

(1)모델분석

CEVSA모형은 식물 광합성과 호흡작용 및 토양미생물 활동에 있어서 식생, 토양

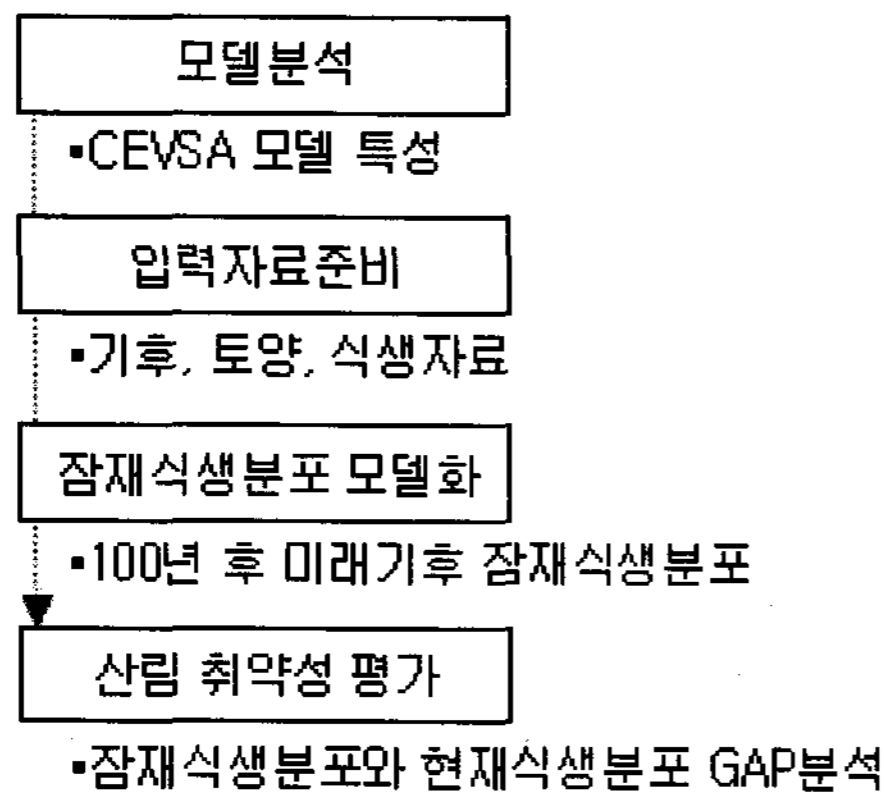


그림1. 연구흐름

과 대기 간의 에너지 전환과 물·탄소와 질소순환, 생산력 변화과정을 모의한 지구 화학모델이다. CEVSA모델은 생리반응, 식물정체, 생태계의 여러 척도를 결합하여 분석할 수 있다. 또한 환경변화에 따른 생태계의 동태적인 반응을 모델화할 수 있다(이종수 등, 2006). CEVSA모델의 구조도는 그림2와 같다.

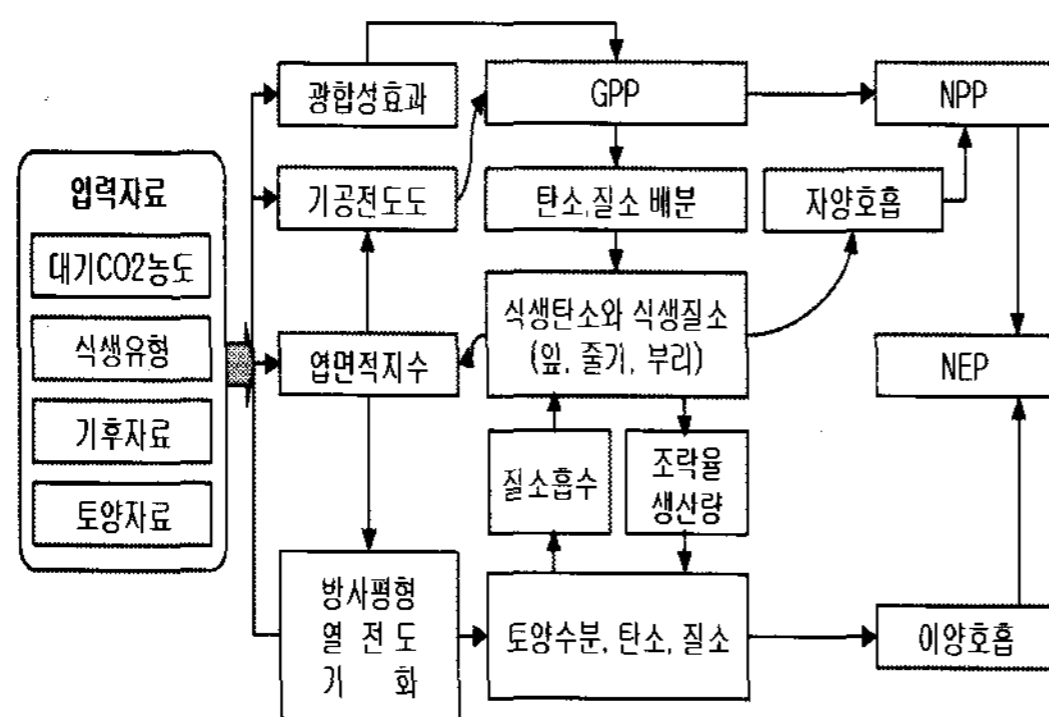


그림2. CEVSA모델 구조도(Yu, 2006)

(2) 입력자료 준비

CEVSA모델의 입력자료는 표1과 같이 기후자료, 토양자료, 식생자료로 구분된다. 기후자료는 GHCN, 기상청과 IPCC의 1971년부터 2000년 까지의 30년 평년자료로 10일 평균 기온·상대습도·운량, 10일 누적 강수량 자료를 구축하였다. 토양중 질소와 탄소 함유량자료는 정진현 등(1998, 2000)의 자료를 활용하여 제작하였고, 토질자료는 FAO에서 제공하는 0.08°x0.08° 간격의 텍스트 자료를 활용하여 사토·미사토·식토 함유량 자료를 구축하였다. 그 외 현존식생분포 자료는 Hansen(2000)이 제시한 공간해상도 1km x

1km의 세계 토지피복자료를 GRID연산하여 사용하였다.

모든 입력자료는 최종적으로 0.1°x0.1° 공간해상도의 GRID포맷으로 제작하였다.

표1. 입력자료 현황

	구분	단위	원시자료 출처
기후	기온	℃	GHCN, 기상청
	강수량	mm	GHCN, 기상청
	상대습도	%	기상청
	운량	%	IPCC(DDC)
토양	토질	%	FAO
	탄소함량	g/m ²	정진현 등(1998)
	질소함량	g/m ²	정진현 등(2002)
식생	식생유형	-	Hansen(2000)

(3) 잠재식생분포 모델화

CEVSA 모델에 기초자료를 입력하여 미래 100년후 시점의 잠재식생분포도를 제작하였다. 본 연구는 CEVSA 모델 구동을 위한 초기적용 단계로 당초 식생유형인 상록침엽수림(evergreen needleleaf forest), 낙엽활엽수림(deciduous broadleaf forest), 혼효림(mixed forest), 유림지(woodland), 희소나무초지(wooded grassland), 개방관목(저목림, open shrubland), 초지(grassland), 농경지(Cropland), 시가화 지역(Urban and Built-up)과 수역(Water)을 우리나라 여건에 적합하도록 침엽수(evergreen needleleaf forest), 활엽수(deciduous broadleaf forest), 혼효림(mixed forest), 기타(etc)로 범주화하였다.

(4) 산림 취약성 평가

잠재식생분포와 현재식생분포를 중첩하여 현재 시점을 기준으로 미래 시점에 산림이 변화하는 지역을 기후변화에 따른 산림 취약성 지역으로 도출하였다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1. 잠재식생분포 모델화

CEVSA 모델 적용결과 미래의 잠재 식생분포는 그림 4, 표 2 와 같이 분포하는 것으로 예측되었다. 기존의 침엽수림의 경우 현재 21,483.63 km²에서 7,037.74 km²으로 감소하며 주로 강원도 고지대에 일부

표2. 현재식생과 미래잠재식생 분포 변화

미래 식생		침엽수	활엽수	혼효림	기타	합계	
현재 식생	침엽수	km ²	1,605.10	7,284.68	11,729.57	864.28	21,483.63
		%	7.47	33.91	54.60	4.02	100.00
	활엽수	km ²	1,975.51	7,408.15	19,384.65	0.00	28,768.31
		%	6.87	25.75	67.38	0.00	100.00
	혼효림	km ²	987.75	1,975.51	4,444.89	0.00	7,408.15
		%	13.33	26.67	60.00	0.00	100.00
	기타	km ²	2,469.38	48,029.49	30,249.94	7,778.56	88,527.37
		%	2.79	54.25	34.17	8.79	100.00
	합계	km ²	7,037.74	64,697.83	65,809.05	8,642.84	146,187.45
		%	4.81	44.26	45.02	5.91	100.00

분포할 것으로 예측되었다. 활엽수림은 주로 서남해안지역에 분포하며 면적은 현재 28,768.31 km²에서 64,697.83 km²으로 증가할 것으로 예측되었다. 혼효림은 현재 7,408.15 km²에서 65,809.05 km²으로 면적이 증가하며 주로 강원도 내륙지역과 백두대간에 분포하며 일부 남해안 지역과 제주도에도 분포할 것으로 예측되었다.

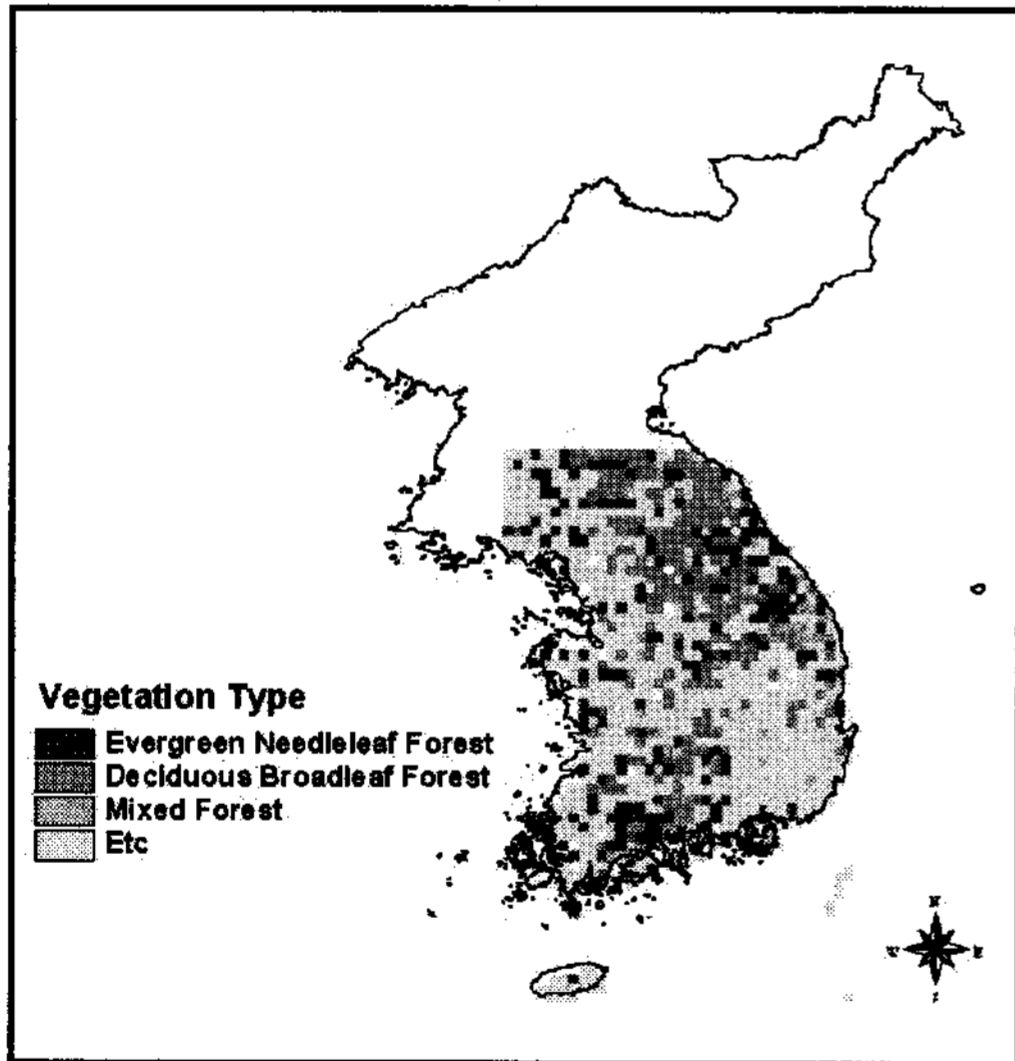


그림 3. 현존식생분포도

3.2. 산림 취약성 분석

현재 산림지역중에서 미래에 임상이 변화하는 지역을 기후변화에 따른 산림 취약성 지역으로 도출한 결과는 그림 5 와 같다. 산림 취약지 면적은 44,201.95 km²로 전체 연구대상지 면적 146,187.45 km²의 30.24%에 달하는 것으로 분석되었다.

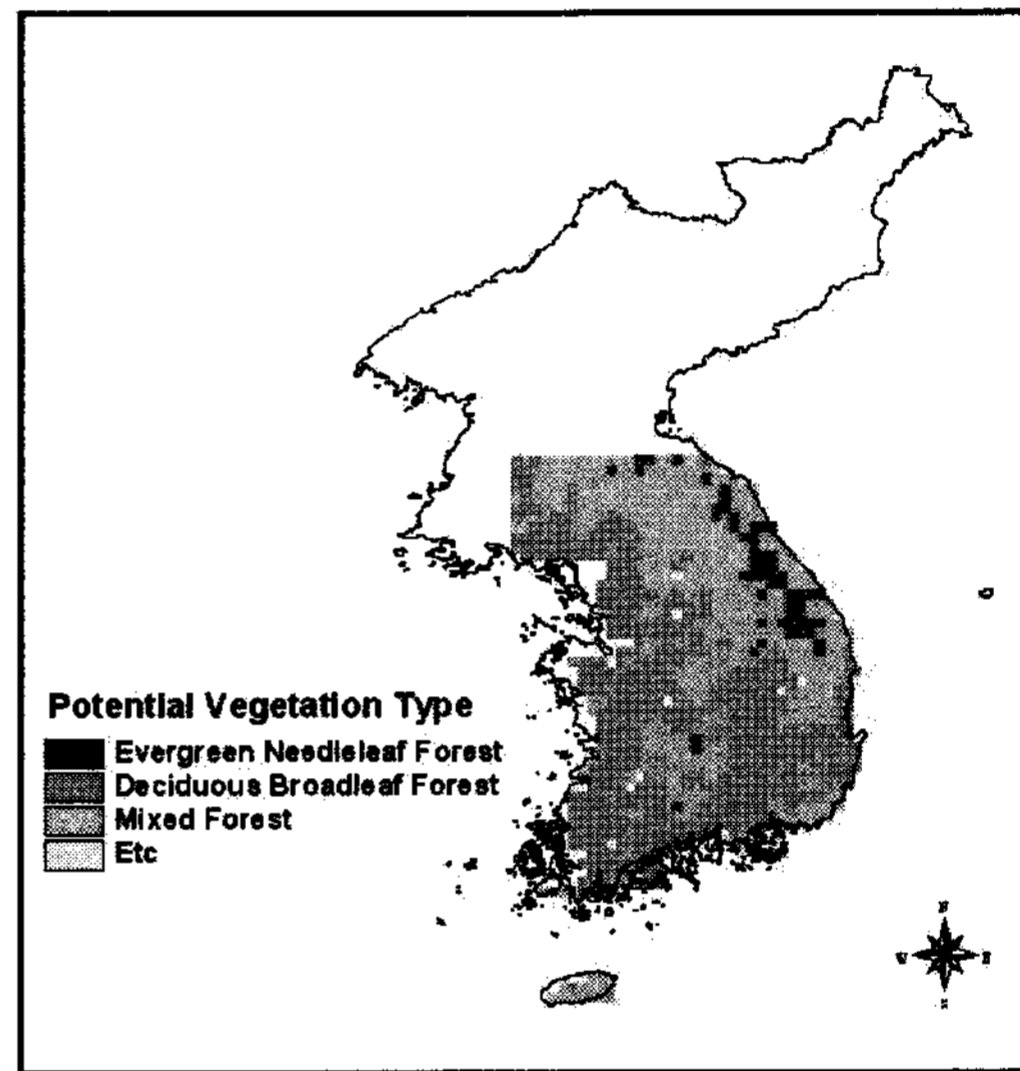


그림 4. 잠재식생분포도

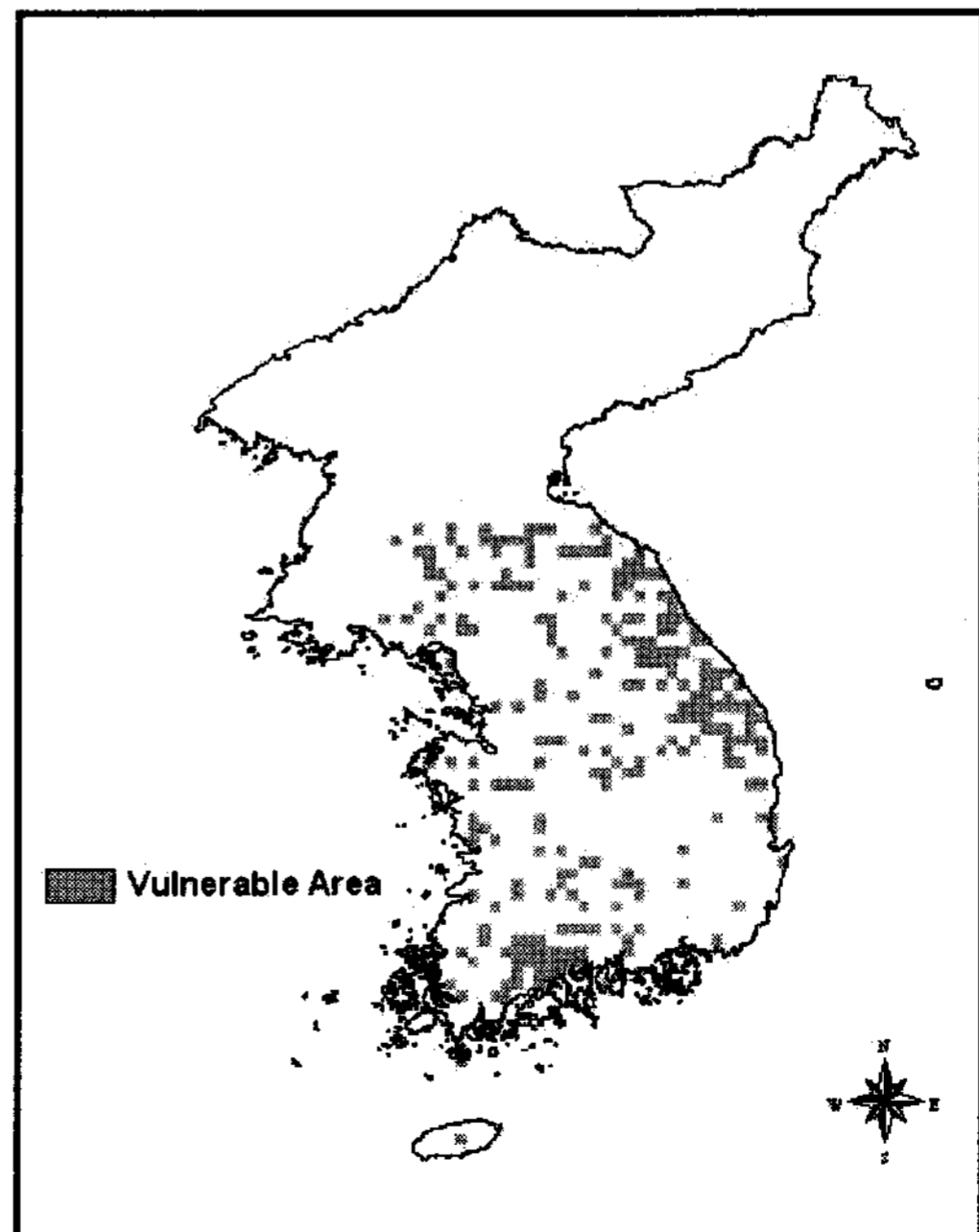


그림 5. 기후변화에 따른 산림 취약지역

4. 결론

기존의 취약성 평가 모델들이 주로 기온과 강수량 등의 기후 조건만을 고려하였던 것에 비하여 본 연구에서는 산림의 천이과정, 토질, 토지피복상태 등을 반영하였다는 점에서 진일보한 산림부문 취약성 평가결과를 도출하였다고 할 수 있다.

그러나 입력자료의 제한으로 연구대상지가 한반도 전역을 포함하지 못해 주변 지역 생태계와의 연결성을 고려하지 못한 한계가 있다. 따라서 향후에는 광역적인 지역간 생태계 연결요소를 반영한 후속 연구가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 경제·인문사회연구회 협동연구과제인 ‘기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅱ’ (과제번호:06-24-01)의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] 이종수, 이우균, 손요환, 조용성, 송철철. 2006. 산림부문에서의 기후변화 취약성 평가모형 비교. 한국산림측정학회지 9(1): 88-101.
- [2] 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91: 694-700.
- [3] 정진현, 김춘식, 이원규. 1998. 지역별, 임분별 산림토양 내 탄소량 추정. 산림과학논문집 57: 178-183
- [4] Hansen, M.C., DeFries, R.S., Townshend, J.R.G., and Sohlberg, R., 2000. *Global land cover classification at 1km spatial resolution using a classification tree approach*. International Journal of Remote Sensing.
- [5] IPCC. 2007. *Climate Change 2007 : The Physical Science Basics-Summary for Policymakers*.
- [6] Yu, R. 2006. *Assessment the vulnerability of natural ecosystems to climatic change in China*. Chinese Academy of Sciences. Ph.D. thesis(in Chinese).
- [7] <http://www.geog.umd.edu/landcover/1km-map/>
- [8] http://www.kma.go.kr/gw.jsp?to=/weather_main.jsp