

第十號

2007

ISSN-1226-8321

山地環境



社團
法人

韓國山地環境調查研究會
KOREAN SOCIETY OF FOREST
ENVIRONMENT RESEARCH

한국산지환경조사연구회 소개

설립 목적

산림환경에 관련된 종합적인 조사·연구와 과학적인 산림자원 관리,
산림정책 수립에 필요한 산림자원 통계의 생산 및 정보제공으로 임업발전에 기여.

주요활동 분야

- 적지적수 조림
- 토양 개량
- 시비량 산정
- 환경영향 평가
- 산지재해 방지
- 산지이용계획과 관리
- 영림계획
- 임목축적 조사

중점 사업

- 산림자원 조사 및 모니터링
- 산림입지 환경 및 산지이용 구분 조사
- 산림자원의 가치 및 지속 가능성 평가
- 산림생태 환경 조사 및 영향 평가
- 산림경영 계획 및 작성
- 산지재해 방지 및 수자원 보존을 위한 오염실태 조사
- 산림영상 판독 및 산림측정 기술 개발
- 산림지리 정보시스템 개발 및 DB 구축
- 임업기술 관련 국외기술 협력 및 정보 교환

일반현황

- 연구회명 : 사단법인 한국산지환경조사연구회
- 대표이사 : 김 규 현
- 연 혁
 - 1996. 8. 9 사단법인 설립 산림청장 허가 (115221-0001820)
 - 1996. 9. 9 임업서비스업 사업자 등록 (132-82-03732)
 - 2001. 3. 17 산림사업 법인등록 (영림계획-산림청 2001-5호)
- 주 소 : 경기도 남양주시 진접읍 장현리 604-3
- 전화번호 : (031)572-1678, 0063 FAX:572-7387
- E-mail : ipji7387@hanmail.net
- 홈페이지 : <http://www.ksfer.or.kr>



신일사이언스는 세계적인 산림측정기기 제조업체인
Haglof(스웨덴) 및 **Suunto**(핀란드) 한국총판으로서, 상시 제품을
 보유하여 수요자의 요구에 즉시 응하고 있습니다.



하그로프 수고측정기



하그로프 초음파 레이저
수고측정기



하그로프 전자
크리노메타



하그로프 생장추



썬토 콤파스 · 크리노메타



썬토 콤파스



썬토 고도계



썬토 생장추

『상세한 규격 및 다른 산림과학 관련기기는 홈페이지를 참조하여 주십시오』



신일사이언스

대표전화 : 02-452-0520 www.shin21.co.kr
 서울특별시 성북구 길음3동 945-2

주요사업 분야와 성과품

사업 분야	성과품
○조사사업 - 토양조사 ○ 입지환경조사 ○ 토양단면조사(토양시료 분석) ○ 식생조사 - 산림실태조사 ○ 임목생장량조사 ○ 임분밀도조사 - 산사태 위험도 평가 ○ 산복붕괴 우려지 - 자연사면 - 전경사 인공사면 ○ 토석류 위험계류 ○ 땅밀림 우려지	- 산림입지도 - 임지능력 급수도 토양도 임지능력 구분도 - 임상도 임상도 - 산사태 위험구분도 산사태 위험구분도 산지이용 구분도
○연구용역 사업 ○ 토양관리 ○ 산림실태 ○ 산사태 위험도 평가 ○ 산사태 복구 및 예방 대책	- 각종도면 및 보고서

사업 실적

- 산림입지구획(항공사진 판독) 1996~2002 : 2,485,000ha
- 산림입지조사(현지조사) 1996~2002 : 1,641,000ha
- 산림입지조사 보완 1999~2002 : 1,040,000ha
- 국유림잡종재산 실태조사 2001~2002 : 2,877필지
- 영림계획 산림조사 2000~2006 : 250,710ha
- 산림훼손허가지 임목축적조사 2001~2006 : 20건
- 조사연구 용역 2001~2006 : 11건

第十一次 定期總會 開崔

일시 : 2007년 2월 14일
장소 : 한국산지환경조사연구회 회의실



▲ 2007년도 사업계획 및 예산(안) 의결



▲ 2007년도 자문회의

조사연구 수행사항



▲ 산림조사 실내교육

▼ Workshop(현장실습)



▲ 중국 연수생 초청교육

▼ 중국 연수생 산불교육



산림 조사 지역의 하층식생



▲ 곰취



▲ 참나물



▲ 동의나물



▲ 연영초



▲ 도깨비부채

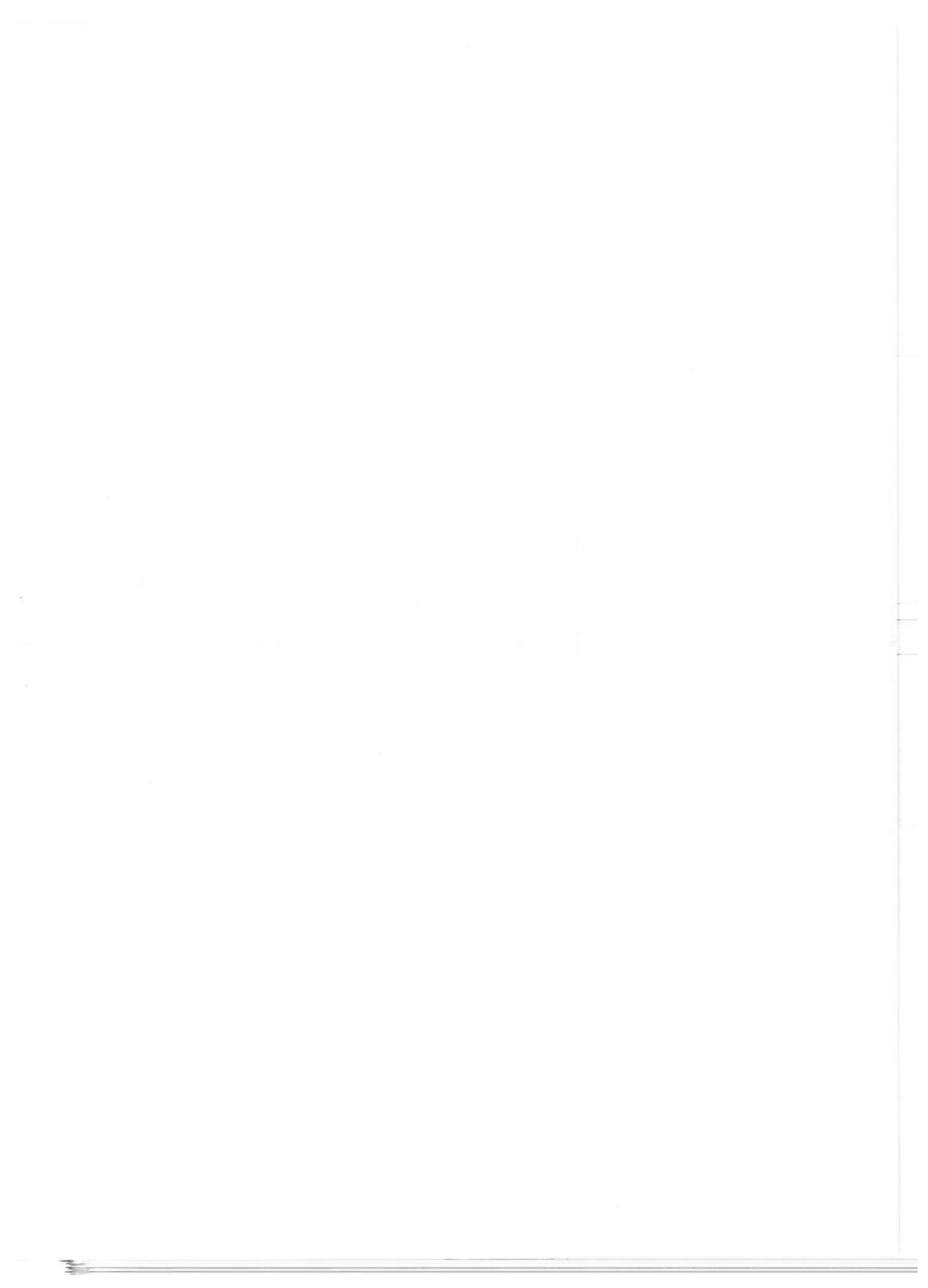


▲ 샷갓나물

차 례

머리말	김규현 / 3
특별기고	
몽골사막지역에 녹화성공신화 다시 쓴다	윤영균 / 5
지구온난화 방지를 위한 지속가능한 바이오 에너지 개발	김사일 / 8
논 단	
국유림경영과 산림경영인증	백을선 / 13
산림경영인증의 이해와 과제	정세경 / 18
논 문	
수변림의 효과적 이용방안	박재현 / 22
대기오염 및 산성비에 의한 산림생태계 변화	이충화 / 44
국유 묘포의 현황 및 토양조사 추진계획	변재경 / 50
조사연구	
임진강유역 황폐지 복구방안에 대하여 김경하 외 4인 / 55 -임진강유역의 일반개황-	
2006년중부지역 산림건강모니터링 오종환 외 10인 / 67 조사연구	
비무장지대 인접한 민통선지역의 홍인표 외 7인 / 87 야생식물 유존자원과 산지이용실태조사연구	
기술정보	
건강한 숲을 만들어가는 국유림 산림조사	장관웅 / 103
합리적인 산림경영을 위한 맞춤형 적지적수 프로그램 개발	원형규 / 116
세계측지계의 이해와 좌표변환	김철민 / 121
부 록	
정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지	130

題 字 : 石溪 韓昌禹
 韓國美協元老作家
 表紙寫眞 : 光陵試驗林



머 리 말

금년에는 제17대 대통령을 선출하는 해로서 한국이 선진국대열에 진입하는데 중추적 역할을 할 대통령을 국민 각자의 한 표로서 결정짓게 되었다. 근대의 임업사를 회고하여 볼때 그렇게 험벗었던 산야를 최단기간내에 이룩한 국토완전녹화 위업의 신화는 온 세계가 인정하며 찬사를 아끼지 않고 있으며 감탄하고 있다. 이는 국·관·민 구별 없이 온 국민이 혼연일체가 되어 피와 땀이 서린 결과를 이루었다는 것은 두말할 나위도 없겠으나 성공의 주역은 바로 나라의 흥망성쇠는 치산치수에 달려있다는 옛 전통을 이어 받아 선정을 베풀었던 당시에 대통령의 업적이라 하지 않을 수 없다.

앞으로 임업의 과제는 지속 가능한 산림경영을 이끌어 가면서 산림자원화 시대를 열어가야 한다. 우리나라 목재수요량의 92%를 외국에 의존하고 있는 상황에서 우리 임업인은 전 국민이 산에서 풍요로운 삶을 누릴수 있도록 하여야 하며 이를 뒷 받침하여 주어야 할 바는 우리의 사명이며 임무이다.

이에 한국산지환경조사연구회도 과거 10여년간 열심히 노력하였으나 한국임업 발전에 무엇을 얼마나 기여하였는지 뒤돌아 보면서 극히 미세한 힘이나마 임업기술 발전에 조금이라도 보탬이 되도록 부단한 노력을 기울려야 한다는 의지를 다시 한번 되새긴다.

본 연구회가 금년에 수행하고 있는 사업내용을 살펴보면 2000년부터 참여하고 있는 국유림 영림계획 산림조사를 북부지방산림청 관내 창춘영림계획구를 실시하고 있으며 또한 각 지방산림청 묘포장의 토양관리 지침을 제시하기 위한 정밀토양조사를 하였고, 한편 한국산지보전협회의 주관으로 실시하고 있는 도시산림건강 모니터링 조사를 서울, 인천, 수원, 대전지역에 대하여 실시중에 있으며 외교통상부 산하 KOICA에서 주관하는 해외임업기술 지원사업으로 중국북경지구 산림종합 경영시범사업의 기술지원 및 교육훈련을 실시하고 있으며 특기할만한 내용으로는 국가주요시책사업의 하나인 국토이용 계획의 일환으로 산림청에서는 산림사업의 기본 자료가 되는 축적 25,000분의 1로 제작된 산림입지도와 임상도를 2008년부터 3~5년 계획으로 5,000분의 1로 제작할 것을 확정단계에 있다. 이에 대한 세부실천 계획을 수립하기 위한 기초자료 수집차원에서

시범적으로 실시하게 되는 충북 단양군 산림에 대하여 현지 산림입지조사와 임상조사 업무를 맡게 되어 상당한 보람을 느끼며 또한 막중한 책임감을 통감한다. 이러한 5,000분의 1의 대축적도면 제작은 임업발전의 전환점을 맞이하게 되며 산림정책의 커다란 전기의 획을 긋게되는 획기적인 일이라 아니 할수없다.

금년으로 「산지환경」지를 창간한지 10년이 되는 해로서 이번에 발간하는 제10호지에는 지구온난화로 인한 기후이변으로 세계적으로 예상치 않은 재해로 막대한 인명 및 재산피해의 대혼란을 겪고 있으며 이는 온실가스 배출이 주원인으로서 “지구온난화 방지를 위한 지속가능한 바이오 에너지개발”과 해가 갈수록 황사발생 빈도가 많아지면서 사람이나 농작물에 많은 피해를 주고 있다. 황사의 발원지가 내몽골 고원과 고비사막에 60%이상으로 산림청에서는 금년부터 몽골에 사막화방지 조림사업을 시작함에 따라 “몽골사막지역에 녹화성공 신화 다시 쓴다”라는 내용을 특별기고로 수록하였으며 그 외 논단, 논문, 조사연구, 기술정보 단계로 나누어 10여편을 담아보았다. 독자 여러분께 조금이라도 도움이 되었으면 하며 잘못된 점은 질책하시고 따끔한 충고도 아울러 바랍니다. 그동안 옥고를 보내주신 필진들에게 진심으로 감사의 말씀을 드리며 우리 회원들과 더불어 회지발간에 참여하신 실무진에게도 깊은 경의를 표하는 바이다. 감사합니다.

2007년 7 월

(사)한국산지환경조사연구회 회 장 김 규 현

특별기고

몽골사막지역에 녹화성공신화 다시 쓴다

윤영균

산림청 자원정책본부장

지난 40년 동안 국토녹화의 성공신화를 이룩한 대한민국 산림청이 이제 해외로 눈을 돌려 몽골사막에서 제2의 산림녹화에 도전한다. 지난 6월 3일 몽골 울란바타르에서 에르덴바타르(Erdenebaatar) 자연환경부장관 등 몽골정부 관계자와 박홍수 농림부장관, 서승진 산림청장 등 한국정부관계자, 그리고 유엔환경계획(UNEP), 유엔사막화방지기구(UNCCD), 유엔아시아태평양경제사회이사회(UNESCAP) 등 국제기구 인사를 비롯한 현지 교민, 주몽골 외교사절 등 300 여명이 참석한 가운데 「황사 및 사막화 방지를 위한 몽골그린벨트 조림사업」 착수를 알리는 대대적인 기념식수행사를 시작으로 금년부터 2016년까지 10년 동안 950만 불을 투입하여 총 3천ha의 사막화 방지 조림을 실시하게 된다.

세계사에서 볼 수 있는 '몽고(蒙古)'는 바로 칭기스칸의 나라 몽골리아(Mongolia)를 가리킨다. 13세기경 유럽에서 아시아에 걸친 대제국을 건설하여 육상과 해상교통로를 발달시키고 인터넷보다 700년 앞서 국제통신망을 건설함으로써 동·서간 경제·문화 교류를 촉진했던 나라, 이런 역사상 대제국이 '어리석은 옛것'이라는 뜻의 '몽고'라 불리우게 된 까닭은 중국인들이 기록한 역사에 기인할 것이다. 중국인

들은 자신들이 세계의 중심이라고 생각했고 동서남북에 사는 모든 다른 민족은 오랑캐로 여기고 동이(東夷), 서융(西戎), 남만(南蠻), 북적(北狄)이라 불렀다. 몽고라는 이름 역시 중국인의 관점에서 본 오랑캐국의 이름인 것이다.

그렇다면 '몽골(Mongol)'의 원뜻은 무엇일까. 몽골 사람들은 이 뜻을 '몽'이란 부족이 '중심(골)'이 되어 세운 국가라고 말하며 어떤 사람들은 '용감한 자의 나라'라고 말하기도 한다. 몽골의 신화라 할 수 있는 칭기스칸 선조의 역사를 보면 '몽골진 고아'라는 여성이 등장한다. [몽골비사] 제3절에 등장하는 이 여인의 이름을 풀어보면 '몽골'이란 뜻의 '아름다운 여성(고아)'이다. 그래서 몇몇 학자들은 몽골진 고아로부터 몽골이란 국가가 나왔다고도 말한다. 어떤 것이든 간에 '무지몽매한 옛것'은 아닐 것이다.

몽골의 고비사막은 한반도를 찾아오는 황사 발원지 중 24%를 차지하는 지역으로 중국 네이멍구(내몽고內蒙古) 지역의 37%에 이어 한반도에 두 번째로 큰 황사 영향을 미치는 곳이다. 황사의 원인이 되는 모래폭풍은 공기와 토양이 건조할 때 일어나는데 약 70%가 건조한 토양조건에서 발생한다. 큰 모래입자는 강풍에 의해 움직이다가 그 부근에 떨어지지만, 작은

입자는 쉽게 떠올라 대기 상층까지 올라간다. 특히 햇빛이 지표면을 뜨겁게 달구면 상승기류가 생겨 입자가 작은 모래흙이 부력을 받아 쉽게 떠오르게 된다. 이때 상공에 강한 바람이 불면 떠오른 모래입자가 우리나라까지 날아오는 것이다. 중국은 무분별한 개발과 벌목 등으로 30개성(省), 889개 지역에서 사막화 현상이 나타나고 있으며 전 국토면적의 11.6%(남한면적의 17배)가 이미 사막화되었고 매년 여의도 면적의 6배에 달하는 면적이 사막화가 진행되고 있다고 한다. 몽골 역시 기후변화와 유목민들의 과도한 방목 등으로 전국토의 40% 이상이 사막화된 상태로서 앞으로 90%까지 사막으로 바뀔 것이라는 예측까지 나와 있다.

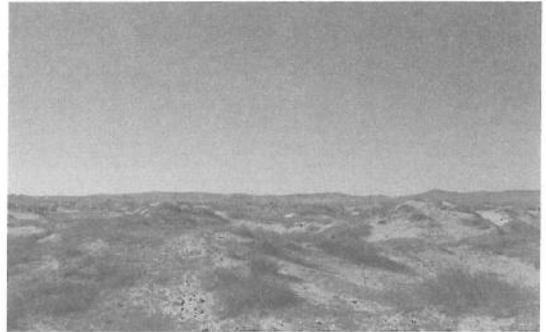
황사 및 사막화에 대한 국제적인 관심이 커지면서 유엔은 1994년 사막화 방지를 위한 국제적 노력에 합의하여 「유엔사막화방지협약(UNCCD)」을 채택하였으며 이날을 기념하기 위하여 매년 6월 17일을 유엔이 정한 「세계 사막화 방지의 날」로 명명하고 사막화로 인한 지구환경 파괴의 심각성을 전 세계에 알리고 있다. 이처럼 사막화 방지에 대한 관심이 높아지고 이에 대한 방지대책이 다양하게 연구되고 있으니 무엇보다도 근본적인 황사 및 사막화 방지대책은 바로 사막화지역에 나무를 심어 방풍림을 조성함으로써 황사의 이동을 막고, 더 이상의 사막화를 방지하는 것이라 할 수 있다.

산림청은 이러한 국제적인 이슈를 주도하고 국제사회에 한국의 조림기술을 전수함은 물론, 과거 우리의 산림이 황폐했던 시절 산림녹화를 위해 임업선진국으로부터 받았던 많은 도움을

국제사회에 되돌려주고자 「몽골그린벨트 조림사업」을 추진하게 되었다. 이 사업 추진을 위하여 작년 8월 산림청장이 직접 몽골 조림후보지를 확인하였고, 전문가로 구성된 조사단이 2회에 걸쳐 현지조사를 실시한 바 있으며 또한 동 사업 추진을 지원할 민·관 협의체를 구성하였다. 이러한 준비과정을 거쳐 대한민국 산림청과 몽골자연환경부는 작년 11월 21일 대전에서 「황사 및 사막화 방지협력 양해각서」에 서명한 바 있으며 이를 토대로 금년 3월 사업추진을 위한 실시 협의록과 사업 감독관 파견계약서에 서명하게 되었고 몽골그린벨트조림사업을 총괄할 사업감독관을 몽골에 파견하였다.

몽골정부의 그린벨트 프로그램은 2005년부터 30년간 몽골의 고비사막과 스텝지역의 경계선을 동서로 있는 약 3,500km에 이르는 산림대를 녹화하고자 하는 국가 프로젝트이다. 그동안 몽골정부의 재원부족과 국제기구 및 선진국의 지원이 미미한 상황에서 추진성과가 불투명하였으나 이제 대한민국 산림청이 이 사업에 참여하게 됨으로써 추진에 탄력을 받게 될 것으로 보인다.

산림청은 이 사업을 통하여 사막화 방지 조림사업의 성공모델을 제시하여 몽골 스스로의 노력과 국제사회의 동참을 유도하는 계기를 마련하고자 하며 또한 이 사업의 성공적인 수행을 통하여 중국 서북부지역으로 사막화 방지조림사업을 확대해 나갈 계획도 갖고 있다. 우리는 과거 70년대 세계가 인정하는 국토녹화의 성공신화를 이루어낸 역사가 있다. 또한 지난 5년간(2001~2005) 우리 정부는 한국 국제협력



단 재원과 산림청 국립산림과학원의 기술지원을 통해 한국산지환경조사연구회가 주축이되어 중국 서부의 사막화 방지를 위하여 8,040 ha의 조림을 실시한 바 있으며, '동북아산림포럼'과 '환경운동연합' 등 민간단체도 산림청과 함께 중국, 몽골 지역의 초지 조성, 사막화방지조림, 국제 세미나 등의 활발한 활동을 벌여왔다. 이러한 사막화 방지 조림에 대한 그간의 축적된 경험과 기술을 바탕으로 추진되는 몽골 그린벨트 조림사업은 반드시 성공적으로 수행될 것으로 믿어 의심치 않는다.

전 지구적인 환경문제인 “황사 및 사막화”를

어떻게 막을 것인가?

산림청은 이에 대한 해답을 찾기 위하여 이제 몽골의 사막 한 가운데서 새로운 기적에 도전하고 있다. 과거 우리나라는 황폐한 산림을 녹화하는데 외국의 도움을 많이 받은 바 있다. 이제 그동안 받았던 국제사회의 도움을 이 곳 몽골에 되돌려주려고 한다. 우리는 지난 40년간 우리가 이루어낸 국토녹화의 성공신화를 10년 후 여기 몽골에 다시 한 번 재현할 것이다. 이는 황사 및 사막화를 막는 것임은 물론 지구환경 보전을 위한 국제사회의 관심과 노력에 크게 기여하는 계기가 될 것이다.

특별기고

지구 온난화 방지를 위한 지속가능한 바이오 에너지 개발

김 사 일
본회 자문위원

1. 머리말

지구의 온난화로 세계의 곳곳에서는 한발, 홍수, 태풍, 폭설, 혹한, 혹서, 해일, 해리케인, 지진 등 기후의 이변이 잇따라 발생하여 많은 인명과 재산을 앗아가고 있음은 부인할 수 없는 현실이다. 이와 같은 지구의 온난화가 계속 된다면 지구상의 모든 생명체가 소멸하게 될 것이라는 예측이 현실로 다가오고 있다. 지구 온난화의 주 원인은 고도산업사회로 발전함에 따른 화석연료의 다량 소모에 의한 온실가스 배출의 증가에 기인한 것이며, 지구환경 보존을 위하여 온실가스 배출을 줄이고자 국제적인 많은 협약의 체결과 협의를 계속하고 있으나 선진국과 후진국 등 각 국가의 입장차이로 완전한 합의를 도출하지 못하고 답보상태에 있으며 지구의 온난화는 지금도 가속도를 내고 있다.

유엔기후변화협약기구(UNFCCC)에서는 지구온난화를 촉진하는 가스로 이산화탄소(CO_2), 메탄가스(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCS), 육불화황(SF_6), 과불화탄소(PFCS) 등을 규정하고 있다. 이와 같은 온실가스 배출량을 줄여 지구온난화를 막으려면 화석연료의 사용량을 줄일 수 있는 대체에너지

개발을 서둘러야 한다.

2. 온실가스 배출감축에 대한 국제협약 및 전망

지구온난화 방지를 위한 온실가스 감축에 대한 최초의 국제협약은 교토의정서로 2005년에 발효하여 2012년에 효력이 끝나도록 되어 있으며, 전 세계 온실가스 배출량의 28%를 차지하고 있는 미국이 국제사회의 비난에도 불구하고 자국산업의 경쟁력 약화를 우려하여 비준을 거부하여 왔기 때문에 사실상 지금까지 교토의정서는 효력을 발휘하지 못하였다. 그러나 2007년 6월 1일부터 3일까지 3일간 독일 하이리겐담에서 모임을 가진 선진 8개국(G7+러시아) 정상들 회의에서 2050년까지 전세계 온실가스 배출량의 50%를 감축하도록 하자는 캐나다, 유럽연합, 일본 등의 제안에 대하여 진지하게 검토하기로 합의를 보았다. 이는 그동안 온실가스 의무감축에 반대해온 미국이 입장을 바꿈으로서 지구온난화 문제에 대한 국제적 논의가 새롭게 시작될 수 있는 중요한 전기가 마련된 셈이며, 2007년 말 인도네시아 발리에서 개최될 유엔기후변화회의에서 구체적으로 다

루어질 것으로 예상된다. 그러나 향후 논의과정에서 각 나라별 의무감축량 책정을 둘러싸고 상당한 진통이 예상되고 중국, 인도 등과 같은 후발 경제 개발국들이 꽤히 참여할지도 미지수다.

우리나라는 세계 10위의 이산화탄소(CO₂)배출국이지만 교토의정서에서 개발도상국으로 인정받아 온실가스 의무감축대상에서 제외국이 되었지만 앞으로는 온실가스 의무감축 대상국에 포함될 것이 확실시되고 있는 바, 화석에너지 파소비형 산업구조에서 절약형 산업구조로의 전환과 화석에너지 수요를 절감할 수 있는 대체에너지 개발을 서둘러야한다.

3. 화석에너지와 지속생산 가능에너지

화석에너지(석유, 석탄, 천연가스)의 매장량은 한정되어 있기 때문에 언제인가는 고갈될 것이지만 현재는 산유국(OPEC)들의 생산 및 공급량 조정으로 유가가 날로 급등하여 비산유국들의 경제발전에 발목을 잡고 있고 이와 같은 상태에서 벗어나기란 어려울 것이며 세계 각국들은 원유확보를 위한 치열한 경쟁을 전개

하고 있다.

화석에너지의 대체에너지로 생각할 수 있는 것은 지속생산 가능에너지(Renewable-energy)로 원자력, 수력, 풍력, 태양력, 조류력(潮流力) 등을 이용하여 얻는 에너지와 식물에서 뽑아내는 바이오디젤(Bio-energy), 즉 바이오에탄올(Bio-ethanol)과 바이오디젤(Bio-diesel) 등으로 화석에너지와는 달라서 지속생산이 가능하고 지구온난화를 감소시킬 수 있는 환경친화적인 에너지로 주목을 받고 있으며, 지속생산 가능 에너지 중 바이오에탄올과 바이오디젤은 자동차, 선박, 비행기 등 이동성 원동기의 가동에너지의 대체에너지로 각광을 받고 있다.

4. 세계 각국의 바이오에탄올 생산현황

2005년도 기준 세계 각국이 생산하고 있는 바이오에탄올 생산현황은 표에서 보는 바와 같으며, 연간 총 생산량은 409억4천9백만 l 이다. 이중에 미국과 브라질이 79.49%를 차지하고 있으며 우리나라는 세계 총생산량의 0.16%에 해당하는 6천4백만 l 을 생산하고 있다.

〈표〉 주요 나라별 에탄올 생산량(2005년 기준)

(단위: 백만 l)

국가별	구분	생산량	비율(%)	국가별	구분	생산량	비율(%)
미	국	16,141	39.42	스	페	352	0.86
브	라	16,000	39.07	영	국	348	0.85
중	국	3,800	9.28	캐	나	231	0.56
인	도	1,700	4.15	일	본	114	0.28
프	랑	908	2.22	스	웨	110	0.27
러	시	749	1.83	한	국	64	0.16
독	일	432	1.05	합	계	40,949	100.00

바이오에탄올 생산원료는 옥수수과 사탕수수이고 바이오디젤 원료는 콩, 유채, 종려의 종자 등이며, 이들은 모두 농산물로 원료확보를 위해서는 광활한 농토를 가진 나라라야 하고 우리나라와 같이 국토가 협소하고 산이 많은 나라에서는 임산물에서 원료를 확보하는 수 밖에 없다.

5. 각국의 바이오에너지(Bio-energy) 정책

(1) 미국

미국의 바이오에탄올(Bio-ethanol) 연간 생산량(2005년 기준)은 161억4천1백만 ℓ로 전 세계 총생산량의 39.42%를 차지하고 있으며 생산량에 있어서 세계 제1위를 점하고 있다. 그리고 부시 미국대통령은 2007년 국정연설을 통하여 앞으로 10년 내에 미국석유소비량의 20%를 줄이고 바이오에탄올로 대체하여 나가겠다고 하였으며, 동년 3월 9일 브라질 방문 시 현재의 바이오에탄올 200억 ℓ에서 2017년까지 1,320억 ℓ(현재생산량의 약 6.6배)로 늘리겠다는 구상과, 바이오에탄올 연구개발비로 연간 16억달러(약 1조5,000억원)를 투자하겠다는 계획을 밝힌 바 있으며 바이오에탄올 생산확대와 세계자원화를 위하여 브라질과 공동 노력하기로 합의하였다.

(2) 브라질

브라질의 연간 바이오에탄올 생산량은 160억 ℓ로 전 세계 생산량의 39.07%를 차지하고 있

으며, 세계 제2위 생산국이다. 수출에 있어서는 세계 제1위로 연간 35억 ℓ를 미국에 수출하고 있으며 앞으로 늘어날 바이오에탄올의 국제수요에 대비하여 2012년까지 매월 1개 이상의 바이오에탄올 생산공장을 건립해 나갈 것이라고 하며, 바이오디젤 생산에 있어서도 선두주자로 현재 11개의 대규모 생산공장을 가동하고 있다. 2007년 말까지 13개의 공장을 증설할 계획을 세우고 있으며 현재 13억 ℓ의 바이오디젤을 생산하여 바이오디젤을 2%이상 의무적으로 혼합하여 사용하도록 하고 있다.

(3) 중국

고도 경제성장으로 에너지수요가 폭발적으로 증가하고 있는 중국은 연간 바이오생산량이 38억 ℓ(2005년 기준)로 세계 제3위 생산국이며 일찍부터 바이오에탄올 생산에 주력을 경주하여 왔다. 그리고 미래 대체에너지 확보를 위해 보조금지급, 세금감면 등 갖가지 증산정책을 펴고 있으며, 중국 국무원 국가개혁발전위원회에 의하여 2010년까지 현재 생산량의 3배인 114억 ℓ의 생산목표를 수립하고 이를 위하여 바이오에탄올 생산원료의 80%를 차지하고 있는 옥수수의 대체작물(카사바와 스위트소금 등) 개발연구에 박차를 가하고 있으며 원료작물 재배면적을 100만ha 이상 확대해 나갈 계획이라고 한다. 현재 중국의 바이오에탄올 소비량은 가솔린 소비량의 2%에 불과하고 이를 5%이상 끌어올릴 목표를 세우고 있다.

(4) 유럽연합

2010년까지 역내 수송분야 연료의 5.75%를 바이오디젤로 대체한다는 목표를 세우고 미국, 브라질을 추격하고 있으며 유럽연합의 선두주자인 독일은 2006년에 연간 200만톤의 바이오디젤 생산능력을 갖추었다고 하며 2003년에 36만톤의 바이오디젤을 생산한 프랑스는 2007년 말까지 생산량을 3배로 늘릴 계획을 세우고 있다. 그리고 바이오에너지 생산용 원료는 사탕무로 바이오에탄올보다 바이오디젤 쪽에 더 무게를 두고 있으며 이 외의 유럽연합 각국도 수송분야 연료의 5.75%를 바이오디젤로 대체한다는 기본목표 달성을 위하여 주력하고 있다.

(5) 기타 각국

인도, 러시아, 캐나다, 일본 등 모든 나라들도 지구온난화 방지를 위한 온실가스 배출량 감축을 위하여 화석연료 의존의 산업구조를 바이오에탄올과 바이오디젤로 대체해 나갈 계획을 수립, 진행중에 있으며, 이중 일본은 2008~2012년에 휘발유의 50%를 바이오에탄올로 대체하고 2030년에는 휘발유의 전량을 바이오에탄올로 대체할 계획을 수립하고 바이오에탄올 보급 인프라에 3,500억엔 이상 투자할 것이라고 한다.

6. 바이오에너지 생산의 문제점

바이오에탄올과 바이오디젤 생산원료는 옥수수, 사탕수수, 콩, 유채, 사탕무 등과 같은

농산물이며, 미국, 브라질, 중국 등과 같이 광활한 농토를 가지고 있어 원료공급이 원활한 나라가 아니면 바이오에탄올과 바이오디젤 생산은 극히 제한적일 수밖에 없다. 광활한 농토를 가진 나라라 할지라도 바이오에탄올과 바이오디젤 증산을 위한 원료확보를 위하여 재배면적을 확대해 나간다면 그만큼 밀, 보리, 귀리 등의 식량작물의 재배면적이 줄어들고 생산량이 감소하여 세계적 식량난을 초래하게 될 것이라고 하는 사람이 있는가 하면, 미국에서는 벌써 곡물가격이 30%나 뛰고 옥수수가격이 3배나 올랐다고 한다. 또한 바이오에탄올과 바이오디젤로 화석에너지를 대체하여 지구환경의 악화를 막아보고자 하나 옥수수, 사탕수수 등 원료작물의 재배면적을 확대하기 위하여 산림을 남벌하게 되어 오히려 지구환경을 더 악화시키고 있는 곳이 많다고 한다. 그 한 예로 브라질에서는 산림의 남벌이 빈발하여 지구환경의 보고인 아마존 유역과 판탈지역의 산림이 크게 훼손되고 있다고 한다. 그리고 많은 나라들이 우려하고 있는 것은 바이오에너지 생산대국들이 단합하여 새로운 그룹을 만들어 현재의 산유국(OPEC)들처럼 바이오에너지 생산량과 가격을 좌지우지할지 모른다는 것이다.

7. 맺는 말

앞에서 언급한 바와 같이 농작물에서 생산되는 곡물 바이오에탄올과 바이오디젤은 광활한 농토를 가지고 있는 나라만이 생산이 가능하고, 우리나라와 같이 농토가 좁은 나라에서는 가능

성이 회복하기 때문에 임산자원을 이용한 임산 바이오 에너지 개발을 서둘러야 한다고 생각하며, 임산바이오에너지는 밤, 대추 등과 같은 열매와 종자를 이용한 수실(樹實)바이오에탄올, 바이오디젤과 목재를 이용한 목재 칩, 목질펠릿, 목질바이오오일, 목질바이오가스, 목질바이오에탄올 등을 들 수 있다.

이와 같이 임산바이오에너지 개발을 위하여 우리나라에서는 국립산림과학원에서 현재 목재칩, 목질펠릿 제조 및 난방장치 개발, 바이오오일 열분해연구, 속성연료목재배 등 초보단계를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 이대로 간다면 국제협약에 의하여 온실가스배출 의무감축량이 확정되면 의무감축량을 감당하지 못하

여 불이익을 당하지 않을까 염려스럽다. 이와 같이 낭패에서 벗어나려면 국립산림과학원에만 맡길 것이 아니라 국가 최우선 연구과제로 책정하여 관련 산업체와 산업자원부, 환경부, 농림부 등 관련부처가 혼연일체가 되어 추진하지 않으면 안 된다고 생각한다.

【참고자료】

- 국제환경, 산림논의동향(산림청, 2004. 11.)
- 2006 목질계 바이오에너지 학술심포지움(국립산림과학원, 2006. 12. 14)
- News-week(통권 제783호, 2007. 6. 6.)
- 중앙일보(2007. 2. 12. 28, 3. 16, 4. 7, 6. 11)



논 단

국유림경영과 산림경영인증

백을선

산림생산기술연구소장

1. 서언

국유림에서의 산림축적은 1960년대의 ha당 평균축적 16m³에서 1990년에는 60m³을 넘어, 2005년에는 105m³으로 증가했다. 이것은 국유림의 경영기반이 자원적인 측면에서 정비되어 가고 있는 결과이며, 금후 국유림경영의 적극적인 대응에도 커다란 기대를 걸게 하는 것이다.

이러한 자원적인 성장 이외에도, 국유림경영의 제도적인 기반이 정비되어 가고 있다. 지난 2001년 산림정책의 기본방향을 담은 '산림기본법'이 제정된 이후, 2005년에는 '산림법'을 분법화하여 국유림에 관한 부분은 '국유림경영 및 관리에 관한 법률'로 제정되었다. 그 주요 내용을 살펴보면, 과거 국가위주의 폐쇄적 경영 관리에서 국민과 지역주민, 지방자치단체가 참여하는 보다 개방적이고 참여형 국유림 경영관리 방식으로 바뀌게 되었다.

이와 같이 산림축적이 늘어나고 있고 국유림경영의 제도적 기반이 정비되어 가고 있는 가운데, 산림정책의 패러다임인 '지속가능한 산림경영'의 이념을 국유림 현장에 실현하기 위하여, 2006년에는 국립산림과학원의 제주시험림 2,741ha와 북부지방산림청의 경영림인 홍천군 내면 일대의 국유림 34천ha에 대하여 FSC 산

림경영인증을 취득한 바 있다.

본고에서는 앞으로의 국유림 경영에 참고가 되도록 하기 위해, 산림경영인증제도의 도입이 의미하는 것들의 내용에 대해 살펴보고자 한다.

2. 지속가능한 산림경영의 개념

1992년에 세계 정상들은 브라질 리우데자네이루에서 지구환경문제를 해결하기 위한 유엔환경개발회의(UNCED)를 개최하여 지속가능한 산림경영(SFM : Sustainable Forest Management)을 해야 한다는 원칙에 동의하고, 이를 보장할 수 있는 법적 구속력이 있는 방안을 마련하기 위한 논의들을 시작하였다. 여기에서 합의된 '지속 가능한 산림경영'이란 생태적으로 건전하고 장기적으로 산림자원의 생산력이 유지되면서, 현재세대 및 미래세대의 사회적, 경제적, 생태적, 문화적 및 정신적인 다양한 산림수요를 충족시킬 수 있도록 산림을 보호하고 경영하는 것을 말한다.

이러한 사회경제적 환경의 변화에 따라 산림에 대한 관심도 급격하게 변화되고 있다. 20세기까지는 산림에서 우리 생활에 필요한 목재공급이 가장 중요시되는 기능이었지만, 이제는 목재뿐 아니라 물과 공기, 의약품의 원료나 산

림휴양 등 인간의 기본적 욕구를 충족시키는 자원이며, 경관을 형성하는 중요한 요소로 인식되고 있다. 또한 산림은 유역이나 생활권을 형성하면서 유전자나 생물종, 생태계를 보전하고 기후를 조절하는 역할도 가지고 있다.

한편 임업은 산림의 바람직한 속성을 영속시키도록 하는 인간의 행위이며 사회적인 활동이다. 그것은 산림이 지닌 자원이나 서비스로서의 능력을 특정한 목적에 맞도록 변화시키는 일련의 활동으로 성립한다. 임업에 있어서 각종 활동은 벌채, 보전, 제·간벌 등의 계획을 통하여 산림구조나 천이과정을 제어한다. 이러한 기능을 발휘하는 과정에서 재화와 서비스는 지역에 배분된다.

이렇게 산림자원은 경제자원이고 환경자원이며 재생산가능한 자원이지만 무한정 존재하는 자원이 아니다. 따라서 산림생태계의 재화와 서비스를 최적의 상태로 유지하도록 사회적이고도 자연적인 환경을 보호하는 가운데, 인간활동이나 자연현상에 의한 바람직하지 않는 변화를 회피하는 노력이 필요하다. 또한 생태계의 잠재력을 유지하고 높이는 노력도 중요하다. 게다가 산림의 유지와 증진을 도모하기 위한 조직이나 정책의 정비, 기술개발에 대한 자본투하도 필요할 것이다. 이와 같이 지속가능한 산림경영은 다양한 사람들의 다양한 생각을 반영할 수 있도록 경제·환경·사회적인 측면에서 동적인 평형상태를 유지하고자 하는 것이다.

한편, 지속가능한 산림경영을 실현하기 위하여 국가단위에서 그 이행상황을 모니터링·평가하기 위해 기술적인 SFM 기준과 지표를 개

발하여 적용하고 있다. 또한 산림경영단위에서 SFM 이행을 제3자기관이 확인하는 산림경영 인증제도가 유럽 및 북미를 중심으로 확산되고 있다.

3. 산림경영인증의 의미

지속가능한 산림경영을 현장에 이행하는 방법의 하나로서 산림경영인증제도가 창안되고, 그 인증면적이 계속 늘어나고 있다. 1996년에 FSC(산림관리협의회, Forest Stewardship Council)가 인증을 시작한 이래 전 세계 산림면적의 5% 이상이 인증 받고 있으며, 그 면적은 점차 확대되고 있는 추세이다.

산림관리의 패러다임이 지속가능한 산림경영으로 변화하면서 대두된 몇 가지 특징적인 점을 살펴보면, 첫째로 기존의 조림학이 생태계 창조학으로 바뀌고 있다. 조림학은 생태학의 뛰어난 응용학문이라고 말할 수 있지만, 20세기까지는 목재생산에 초점을 맞추어 왔다. 이에 대해 지속가능한 산림경영에서는 다양한 산림의 기능 즉 산림자원에서 생산되는 광범위한 재화와 서비스를 대상으로 산림생태계의 생산능력을 다양화하고, 재정적으로 지원하고, 체계화할 것을 목표로 하고 있다. 산림자원이라 함은 산림 안에 있는 모든 생물과 이를 유지하고 있는 무생물체를 말한다. 이러한 산림자원에는 목재, 목제품, 물, 약재, 연료, 사료, 고용, 레크리에이션, 야생동물의 서식처, 경관, 탄소흡수 등과 같은 산림자원이 제공하는 모든 재화와 서비스가 포함된다.

이러한 상황 하에서 산림관리를 위해서는 종래의 조림학과는 비교도 되지 않을 정도로 다양한 과학적인 프로그램이 필요하게 되었다. 연구자나 현장의 담당자는 생태계를 창조하는 학문으로 재구성하기 시작한 것이다.

둘째로 양을 중시하던 경영에서 질을 중시하는 경영으로 변환하고 있다. 과거 목재생산에 있어서는 질보다도 양이 중시되어 왔다. 소비자에게 있어서도 생산자에게 있어서도 목재는 일정한 품질 이상이라면 되었고, 고품질의 제품을 만들어 차별화하는 것이 아니라, 규모의 경제를 발휘하여 대규모 집약적으로 생산하는 방향을 추구하여 왔다. 그러한 기업전략이 생력화를 추진하여 온 것을 생각하면 지속가능한 산림경영이 추구하는 고품질 제품의 생산은 지식 및 노동집약적인 취업기회를 창출하는 것이라고 할 수 있다.

셋째로 산림관리의 단위가 임분단위에서 경역단위로 확장되고 있다. 최근까지도 산림은 목재와 가급적 동질의 개별 임목들이 서 있는 것이라는 취급을 받아왔다. 그러나 오늘날에는 경역내에서 상호 기능적으로 관여하면서 존재하는 나무들의 정연한 집합체라는 견해가 표방되고 있다. 산림을 목재가 집적된 임분으로 보던가 상호의존하는 시스템으로서의 경역으로 볼 것인가의 차이는 대부분은 가치관의 차이에서 오는 것이지만, 경역이라는 개념이 들어오면서 새로운 임업의 개념이 창출되고, 기술전개가 가능하게 되었다. 예를 들어 생태계경영, 유역에서의 합의형성, 도시림, 탄소림 등은 산림이란 무엇이며 어떠한 가능성을 가지고 있는

가 하는 물음에 대한, 인간의 이해의 깊음이 여러 가지 형태로 확산되어 보여주고 있는 일레라고 할 수 있다.

그러한 새로운 움직임에 의해 모든 산림의 속성은 서로 간에 상대적인 위치가 명확하게 되고, 그 결과 경제가치도 충분한 평가를 받을 수 있다. 여기에서 문제는 각 속성의 상대적 중요성 즉 가치가 산림에 대한 재투자자와 연계되는 경제적 이익으로서 회수될 수 있을 것인가의 여부이다.

넷째로 산림관리방식이 개별 소유에서 지역 산림관리방식으로 변화하기 시작한 것이다. 산림의 관리경영은 통상, 특정한 산림소유권이나 법적 열개에 따라 공무원이나 전문가에 의해 행해진다. 이에 대해 지속가능한 산림경영에서는 그러한 획일적인 조정이 아니라 산림의 관리개념·패턴·규모의 다양화가 구해진다. 실제로 산림을 둘러싼 분쟁이 오랫동안 계속되는 배경에는 공적 관리와 현실의 이해와의 간극을 확대하고 있는 상황을 조정하는 유효한 수단이 없는 경우가 많다. 그러므로 지속가능한 산림경영에서는 권한의 분권화가 필요하다.

산림의 관리경영에 지역사회를 참가시키는 것은 지속가능한 산림경영의 중심명제라고 하여도 과언이 아니다. 그것은 지역의 산림관리에 대한 자격을 인정하고, 산림에 대한 투자의 욕을 생기게 한다. 실제로 외국에서는 다양한 형태의 협력·협동·고용창출 등의 시도가 개시되고 있다. 관할영역을 벗어난 유역관리의 대응이나 지역사회에 의한 산림관리 등은 그 좋은 사례이다. 이들 사례는 산림관리에 관한

권한의 분산화에 의해 보다 많은 다른 이해자들을 대표함과 동시에, 산림의 허용력을 증대시켜 산림의 지속가능성을 높이하고자 하는 시행착오의 일단이라고 할 수 있다. 그러한 대응을 계속시키기 위해서는 산림생태계에 관한 충분한 지식과 더불어, 지역사회가 제공하는 노력에 충분히 상응하는 이익이 없어서는 안 된다.

다섯째로 제품으로서의 산림에서 자본으로서의 산림으로 변화하고 있다. 경제적인 견지에서 보아 임업은 산림의 자산가치 즉 경제적인 가치의 증대를 목적으로 한다. 그러나 산림이 잠재적으로 갖는 가치의 극히 일부밖에 경제적인 평가를 받지 못할 뿐 아니라 투자에서 진정한 자산가치 증대를 인식할 수 없어, 산림가치에 상응하는 자금이나 노동력을 계속적으로 투하하고자 하는 유인이 부족하다.

산림은 경제적으로도 대단히 커다란 공헌을 하고 있다는 것은 명확함에도 불구하고, 그 극히 일부밖에 산림의 가치로서 평가되고 있지 않다. 시장재(목재 기타 임산물)생산에서는, 그 가격이 수요공급의 관계에 의해 객관적으로 책정되지만, 환경재(보전·후생기능)의 생산에서는 어떠한 계산방식에 의하더라도, 그 가격의 객관성을 모든 사람이 납득하기는 힘들며, 환경재가격의 적절한 평가방법이 지속적으로 개발된다고 하여도 시장재와 환경재는 이질적인 가치를 지니고 있고, 후자를 전자와 같은 원단위로 측정한다고 하여도 그 이질성의 차이는 남을 것이다. 야생생물·기후변화·생물다양성 등 그리고 눈에 보이지 않는 가치나 특수한 식물·의약품·목재 등 장래적인 가치의 평가는

더욱 더 곤란하다.

지속가능한 산림경영은 이러한 다양한 산림의 가치와 그 혜택을 받는 사람들과 연결하는 노력을 추구하고 있다. 제도개혁은 산림가치의 공급원과 수익자를 직접적으로 연계시킴으로써 자금순환을 원활하게 하는 것을 가능하게 한다.

여섯째로 소비자 의식이 향상되어 가고 있다. 대부분 자연력에 의해 생산된 임산물은 임지의 영양분이나 습도, 생태적인 기능이나 구조에 의해 육성된 것이다. 경쟁적인 경제가 지배하는 세계에서는 산림에서 산출된 이러한 임산물의 가격에 대하여 공짜라고 보아 비용이 상승되는 경우는 없으며, 소비자도 산림에서 벌채하여 생산한 목재에 대해 본래 내재하는 자연에 대한 비용은 고려하지 않고 있다.

최근 수년 산림인증제도의 보급 노력은 소비자가 구입하는 제품이 어떠한 관리체제의 산림에서 만들어진 것인가의 정보를 알리고자 하는 시도였다. 즉, 산림현장에서의 지속가능성 차이에 의해 시장에서의 차별화를 도모하고자 하는 것이다. FSC와 같은 인증기관이 엄정한 기준에 비추어 그 산림경영이 지속가능하다고 인정하는 것이며, 생산자에게는 인정된 제품이라는 라벨을 제공한다. 이 인증제도는 소비자가 시장에서 산림경영에 관하여 선택할 여지를 갖는다.

4. 결론 - 적응학습으로서의 지속가능한 산림경영

21세기에 들어 국유림에서의 산림축적이

100m³/ha이상으로 늘어나고 있고, 국유림경영의 방향을 명시한 '국유림경영및관리에관한법률'이 제정되는 등 제도적 기반이 마련되었다.

이러한 때에 국민이 요구하는 산림의 다양한 기능을 발휘하고 산림생태계를 지속가능하게 관리하기 위하여, 국유림에서는 국민의 숲을 사회자본의 중심적인 존재로 경영관리하여야 한다. 그렇게 하기 위해서는 자발적인 기술과 창조적 경영, 투자, 제도의 개혁을 수반하는 적응학습프로그램으로 인식하고 학습하고 적응하는 시스템으로 인식할 필요가 있다.

산림생태계를 관리하는 복잡하고 불확실한 상황에서는 산림관들의 창조성, 선도성, 모험심

이 필요하다. 상상력 풍부한 활동은 실패를 겁내어 주저하는 것에 비하면 사회적으로 커다란 가치가 있을 것이다. 방법을 음미하는 것만으로도 어느 방법이 더 나을 것인가, 얼마만큼 유리하게 움직일 것인가, 어떤 변화가 지속가능하게 효과적인가를 알 수 있다.

또한 장기적으로 보아 실행가능성을 기본으로 추진할 필요가 있다. 그렇게 하기 위해 필요한 투자를 계속하기에 일정한 수익의 확보가 필요하며, 지역주민들 간에 피해나 분쟁이 발생하지 않도록 충분한 사회적 책임체제가 필요하며, 또한 경험을 현장에 적용하기 위한 충분한 유연성이 요구된다.



산림경영인증의 이해와 과제

정 세 경

국립산림과학원 임학박사

세계산림면적은 39억 헥타르로 지구육상면적의 30%에 달하지만 매년 1백만 헥타르 이상의 산림이 감소하고 있다. 이러한 시대적 상황이 만들어낸 세계적인 사건이 바로 1992년 6월 브라질 리우데자네이루에서 열렸던 유엔환경개발회의(UNCED)이다. 지구환경문제를 해결하기 위한 초석을 마련하고자 세계 각국의 정상들이 한자리에 모인 지구환경정상회담이었다. “환경개발회의”라는 회의명칭이 말해주듯이 환경보전과 경제개발이 결코 별개의 것이 아니며, 대립적 이라기보다는 상호보완적인 관계의 설정을 암시하면서 지속가능한 발전이라는 개념을 구체화하였다.

동회의에서 채택된 산림원칙과 의제21은 지속가능한 산림경영을 위하여 과학적이고 합리적인 기준과 지침을 작성토록 하고 있으며, 국제열대목재기구(ITTO)는 지속가능하게 경영되는 산림에서 생산된 목재 만을 국제시장에서 거래토록 규정하고 있다. 지속가능한 산림경영에 대한 새로운 패러다임은 어떻게 산림의 지속가능성을 객관적으로 평가하고 모니터링 하느냐와 어떻게 지속가능하게 경영된 산림으로부터의 목재생산을 보장하는가의 문제로 요약된다. 지속가능한 산림경영의 모니터링, 평가, 보고에는 기준과 지표가, 목재생산의 생태환경

적 건전성 평가에는 산림인증제도가 주요한 검증 수단으로 이용되고 있다.

국립산림과학원에서는 지난 3월 국제인증기구인 Rainforest Alliance와 공동주최로 제주 난대산림연구소에서 ‘FSC 산림경영인증 워크숍’을, 그리고 국립산림과학원 본원에서 FSC CoC 목제품원료인증 워크숍을 연이어 개최한 바 있다. 이 워크숍은 비영리국제기구인 FSC(Forest Stewardship Council)에서 Rainforest Alliance를 비롯한 여러 공식인증기구들을 통해 제공하는 ‘산림경영인증’과 ‘CoC(Chain of Custody) 목제품원료인증’에 대해 소개하고, 특히 ‘산림경영인증 워크숍’에서는 참석자들이 직접 인증심사의 전 과정을 체험할 수 있도록 하는 ‘심사자 교육 훈련과정’을 제공하였다. 이번 워크숍이 참가자들에게는 FSC 산림인증에 대한 이해와 관심을 높일 수 있는 뜻 깊은 자리가 되었으나, 제한된 인원만이 참석할 수 있었던 관계로 워크숍에 참석치 못한 여러 관심있는 분들과 관련 종사자들의 폭 넓은 이해를 위해 산림인증제도에 대해 소개하고자 한다.

산림경영인증이란? CoC인증이란?

FSC 산림인증은 국제 비정부단체인 산림관

리협의회(Forest Stewardship Council)가 산림을 환경적, 경제적, 사회적으로 지속가능하게 경영되는 지를 국제적 기준과 지침을 가지고 판단하는 인증프로그램이다. FSC 산림인증은 크게 산림경영인증과 목제품원료인증(CoC 인증)으로 구분된다. 산림경영인증은 지속가능한 산림경영 기준과 지침을 통해 목재를 생산하는 산림이 잘 경영되는가를 인증하는 것이다. 목제품원료인증은 산림에서 소비자까지 목재원료의 가공과 유통 과정을 심사하여 환경친화적으로 생산된 목재원료로 만들어진 제품이라는 것을 인증하는 것이다.

FSC는 무분별한 산림의 벌채를 막고 건강한 산림경영을 조장하기 위해서 생태학적, 사회경제적, 조림적으로 건전하고 안정적인 경영활동을 하는 산림경영체들을 우수 산림경영자로 인증(산림경영인증)하고 있으며, 이렇게 인증을 받은 산림경영체들로부터 생산된 목재나 임산물들이 최종소비자에게 제공될 수 있도록 모든 가공 및 유통과정을 투명하게 관리하는 주체들에게 목제품원료 인증서를 발급(CoC인증)하고 있다. 따라서 산림경영인증과 CoC 목제품원료 인증을 통해 목제품시장에서 최종소비자들이 신뢰를 가지고 인증된 목제품을 사용토록 장려하는 제도이다.

FSC 산림인증의 심사

FSC에서는 산림경영인증이나 CoC인증의 심사를 위해서, 10가지 원칙(Principle)과 각 원칙에 대한 평가를 위해 56개 세부기준(Criteri-

a)들을 개발하였다. 비록 인증심사를 위한 원칙과 기준들을 개발하였지만, FSC에서 직접 심사와 인증체결 등의 업무를 담당하는 것은 아니다. FSC에서는 세계적으로 16개의 인증기구들을 공식적으로 지정하여, 심사와 인증체결과 같은 실질적인 업무를 대행하도록 하고 있다. 금번 워크숍의 공동주최자인 Rainforest Alliance도 FSC에서 지정한 공식인증기구 중 하나이다. 인증심사는 예비심사와 본심사로 이루어진다. 100ha 미만 또는 연평균생장량의 20% 미만을 벌채수확하는 소규모경영체의 경우에는 예비심사가 생략된다. 인증서는 5년간 계약이 유효하며, 매년 유지심사를 받고, 5년 후에는 재계약을 해야한다.

국내외 인증획득 실적

2006년 말 현재 FSC가 세계적으로 인증한 산림은 77개 국가에서 총 8천4백만ha에 달한다. 중국도 4개소 44만헥타, 일본은 25개소 27만헥타가 FSC 산림인증을 취득하였다. 세계적으로 FSC 목제품원료인증에 참여하고 있는 임산업관련 회사는 5,400여개에 이른다. 지속가능하게 생산된 목재를 원료로 만든 제품에 대한 시장의 압력 증대로 국제적으로 산림인증을 받는 기업체가 점점 늘어나는 추세이다.

우리나라도 2006년 3월 국내 최초로 국립산림과학원 제주시험림에서 FSC 산림인증을 받았다. 2006년 5월에는 홍천국유림관리소가 FSC 산림인증을 취득하였고, 2007년 3월에는 인제국유림관리소가 인증심사를 받는 등 인증



〈FSC 산림인증서〉



〈인증심사 실습장면〉

실적이 증가하고 있다.

산림인증 획득의 효용성 및 인증시장의 잠재력

산림인증은 전 세계 산림을 무분별한 남벌로부터 보호하고, 건강하게 유지·관리할 수 있는 장치가 된다는 점에서 거시적인 측면의 효용성을 가진다. 또한 인증을 체결한 개별 회원사는 국제인증 목제품시장에 진출할 수 있는 교두보를 확보하게 되며, 인증목제품에 대한 국제거래 수요가 점차 증가하고 있어서 장래

안정적인 수출을 위해서도 필요한 수단이 되고 있다. FSC 산림인증 실적은 세계경제포럼(다보스포럼)이 발표하는 국가별 환경지속성 지수를 평가하는 항목의 하나이다. 현재 우리나라는 이 환경지속성지수의 평가에서 122개 국가 중 95위(2001년), 142개 국가 중 136위(2002년), 146개 국가 중 122위(2005년)로 매우 낮은 실정이며, 따라서 FSC 산림인증의 활성화는 우리나라 산림환경정책에 대한 국제적인 신뢰도를 높이는 데 도움이 된다.

FSC의 발표자료(2005년 4월 25일자)에 따르면, 전세계 인증목제품 시장의 거래규모는 대략 50억불로, 원화로 환산하면 약 4조6천억원에 달한다. 이렇듯 인증목제품에 대한 국제시장에서의 수요와 거래규모가 나날이 증가하고 있음에도 불구하고, 우리나라에서는 아직까지 인증목제품의 거래가 이루어지는 시장조차 전무한 실정이다. 이는 아직까지 산림인증에 대해 사회적인 관심이 높지 않고, 그 실효성에 대한 인식이 부족한데에서 원인을 찾을 수 있겠다. 하지만 우리나라는 현재 전체 목재수요량의 90%이상을 외국으로부터 수입하고 있으며, 아울러 종이, 합판 등 목재가공품의 수출규모가 5,219만불(2006년 산림청 통계)에 달하는 주요 목재수출입국가로서, 앞으로 산림인증을 요구하는 국제사회의 요구에 부응하기 위한 관련업체들의 노력이 경주될 것으로 예상되며, 또한 건강한 산림과 그로부터 얻을 수 있는 폭넓은 혜택을 누리하고자 하는 국민적 요구가 어느 때 보다도 높은 현실임을 감안할 때, 산림인증에 대한 국민적 관심 또한 높아질 것으로



〈제주시험림 삼나무우량림〉

기대된다.

앞으로의 과제

2001년 산림기본법이 제정되면서 제2조에 지속가능한 산림경영의 기본이념을 제시하고, 제3조에는 지속가능한 산림경영의 정의, 제13조에는 지속가능한 산림경영의 평가기준 및 지표 등을 명문화하였다. 2006년 시행된 ‘산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률’ 제6조와 제7조에서는 지속가능한 산림경영의 기준과 지표를 종합적으로 분석하여 우리나라 산림의 경영상태를



〈인증심사 장면〉

알려주는 ‘산림의 지속가능성 지수’를 개발·보급토록 규정하였다.

지속가능한 산림경영의 현장 이행을 강화하기 위해서는 우리나라에 적합한 지속가능한 산림경영 기준과 지표의 보완 및 이들 지표에 대한 전국 단위의 모니터링 및 평가체계를 구축하여야 한다. 또한 우리나라의 산림과 임업 특성 및 여건을 반영한 국내 자체의 산림인증 표준체계를 개발하여 민간주도의 산림인증 운용체계 도입을 위한 기틀도 마련해야 할 것이다.

수변림의 효과적 이용 방안

박재현

진주산업대학교 산림자원학과

I. 수변림의 생태적 기능 및 실태

1. 수변림의 실태

육수 생태계는 전 지구 면적의 1% 이하를 차지하며, 호소, 연못과 같은 정수생태계, 계류, 강과 같은 유수생태계 및 소택지, 늪과 같은 습지생태계로 구분되는데, 이와 같은 육수생태계와 육상생태계의 접경부에는 수변부라는 독특한 생태계가 나타난다(Odum, 1983). 따라서 수변부는 야생동물의 서식지 및 피난처, 부착생물의 착생기질, 동물의 이동통로 제공 및 먹이 공급에 의하여 생물다양성을 제고하고, 대기의 이산화탄소를 저장하며, 토양침식과 홍수를 저감한다. 또한, 지하수 재충전에 기여하며, 식료, 가축사료, 퇴비, 생활용품 재료 등을 공급하고, 아름다운 경관을 형성하며, 좋은 교육 및 생태계 연구의 장을 제공하는 등 그 기여도가 대단히 크다고 할 수 있다(조강현, 1997). 따라서 수변구역의 보전을 고려한 각종 치산·사방사업과 생태계보전 문제를 검토할 때에는 하천 및 계류를 중심으로 하는 것이 타당한데, 이는 하천 및 계류가 이 문제의 핵심적인 결과를 도출해내기 때문이다. 토사재해방지의 관점에서 보면 하천 및 계류는 많은 토사를 하류지역으로 운반하는 기능을 수행하고 있어서 필연

적으로 토사이동을 조절하기 위한 대책은 계류에서 강구하지 않으면 안 된다. 즉, 하천 및 계류에서의 이상적인 토사조절이 산복과 하류지역에 있어서의 토사재해대책에 크게 영향을 주기 때문이다. 따라서 하천 및 계류는 유역에서 토사조절 및 방재대책의 중심이라 할 수 있다. 또한, 생태계보전 측면에서 보면 계류 및 하천은 지극히 다양하면서도 다면적이고, 독특한 기능을 가지고 있다. 결국 치산·사방사업이 유역 전체와 하천, 강 등을 포함하여 해양생태계보전까지 고려할 때 하천 및 계류는 우선적으로 고려해야 할 장소인 것이다.

일본의 경우 하천을 최상류유역으로부터 살펴보면 물은 산지에 유입되어 협곡을 형성하면서 흐르고 평지를 흘러 바다에 도달한다. 즉, 계류 및 계류가 하천에 연결하는 곳은 물이 흐르는 장소만이 아니라 토사가 이동하는 곳이며, 수목과 토사의 상호작용으로 다양한 수변환경이 형성된다. 특히 일본은 국토의 대부분이 산지인 동시에 강수량이 많아서 세계적으로 토사생산이 활발한 지역에 속한다(Ohmori, 1983). 호우와 눈사태 등에 의한 표면침식, 표층붕괴가 발생되거나 땅밀림, 심층붕괴로 인한 토사유출은 하류에 토사공급원이 되고 있다. 협곡부에서 유로는 하천 및 계류 안쪽 기슭의 비탈

면에 한정되지만 평지에서 유로는 좌우로 진로가 변동되기도 한다. 비탈면에 의해 하천 폭이 넓어지는 곳에서는 토사의 퇴적이 발생한다. 이 경우 유로 변동에 따라 토사가 퇴적되는 장소도 변동한다. 이와 같은 결과로 형성된 것이 선상지이다. 선상지의 하류에서는 경사가 완만하고, 토사가 적게 퇴적되는 자연제방지대인 삼각주로 이동한다(貝塚, 1985). 협곡부는 토사가 유송되는 부분이지만 실제로는 유송 메커니즘이 복잡하다. 협곡은 강의 안쪽 기슭의 골짜기가 좁아지는 부분인데 실제 골짜기의 폭은 일정하지 않고, 확폭부에서는 토사가 퇴적되는 경향이 있다(馬場, 1982). 하천이나 계류변의 수역으로부터 육지지역에 걸친 이행대에서는 주변의 산림과는 다른 수변환경에 적응하는 식생이 발달하고 있다. 하천과 산림같이 두 개의 성질이 다른 환경이 서로 이웃한 곳에서는 환경차이에 따라 수변의 독특한 식생경관이 형성된다. 이와 같은 식생의 분포범위는 산림과 하천이 서로 작용하는 공간범위이며, 그 곳에 존재하는 산림은 하천의 상류에서 하류까지를 총괄해 수변림이라 정의할 수 있다. 그러나 실제로, 이들 산림은 계류·하천의 입지환경에 따라서 여러 가지 유형으로 분류된다. 그 첫째가 하변림으로 이는 주로 하류지역의 하천폭이 넓은 하천을 따라서 분포하고 있는 버드나무림 등이 성립하는 지역을 말한다. 습지림은 오리나무·들메나무림과 같이 충적지 등의 정체수가 있고 배수가 나쁜 장소에 분포하며, 수변림은 하천상류지역의 붕적토가 퇴적된 계류 주변 즉, 위치적으로 계곡림은 계류의 최상유역에

분포한다. 즉, 하천은 유역의 위치에 따라 선상지보다 상류인 계류와 그보다 하류인 하천으로 구분할 수 있다. 상류지역의 계류를 따라서 존재하는 숲을 수변림, 하류지역의 하천을 따라 존재하는 숲을 하변림, 하류지역의 후배습지에 형성된 숲을 습지림이라 정의할 수 있다. 또 선상지보다 상류 산간 계곡의 밑바닥이 넓은 장소에서 성립하는 산림을 수변림이라고 통칭한다. 아울러 유로에서 어디까지를 수변림으로 하는가는 세 가지로 구분할 수 있는데, 유로, 사력퇴적지, 범람원 등이 직접 계류·하천에 형성된 지형상에 분포하는 산림, 일사차단, 낙엽·낙지, 유목의 공급 등의 기능을 통해서 계류·하천에 직접 물리적, 화학적, 생물적 영향을 주는 범위에 분포하는 산림, 수변림에서 우점하는 수종에 따라서 구성되는 산림이 그것들이다(中村, 1995; 石塚, 1977).

일본은 최상류유역에서부터 하구에 이르기까지 천연적인 자연환경 속을 흘러가는 대규모의 하천은 존재하지 않는다. 따라서 생태적으로 자연의 모습을 유지하고 있는 하천 및 그 주변 환경은 유일하게 최상류지역에서밖에 찾아볼 수 없다. 이와 같이 천연적인 자연환경이 남아있는 집수구역은 그 자체 환경으로서도 중요하고, 학술적으로도 매우 중요하다. 더욱이 그 곳에서는 하천과 일체된 토지이용이 활발한 일본은 최상류유역에서부터 하구에 이르기까지 천연적인 자연환경 속을 흘러가는 대규모의 하천은 존재하지 않는다.

일본 환경청은 자연환경보전기초조사 가운데 인위적인 영향을 받지 않은, 또는 인공물이

전혀 존재하지 않는 면적이 1,000ha이상 되는 집수역을 천연유역이라 정의하고 그 현황을 조사해 왔다. 그에 따르면 1979년에 실시된 제2차 기초조사에서 등록된 천연유역은 일본 전역에서 109유역, 230,759ha에 지나지 않고 대부분이 홋카이도(40유역, 92,951ha), 도쿄(34유역, 71,527ha) 지역에 편재해 있다. 또한, 제2차 기초조사(1979년 실시) 이후 제4차 조사(1990년 실시)까지 10년간 천연유역의 요건을 충족하지 못하게 된 유역은 14개소에 이르고 있다. 현재는 그 후에 새로 등록한 것을 포함해 99유역에서 총면적 205,634ha인데 해마다 그 면적이 감소하고 있다. 이와 같은 결과는 산림의 벌채와 그에 따른 임도개설이 주된 원인이거나, 인공댐의 건설도 그 원인 가운데 하나로 지적되고 있다. 또한, 천연유역 안에 보전지역(자연공원·자연환경보전지역)으로 지정되어 있는 곳은 79유역에 불과하다. 더구나 이들 천연유역을 보전대상으로 해야 한다는 법제도가 존재하지 않는데, 유일하게 임야청이 국유림보호법제도로 지정한 산림생태계보호지역 21개소, 233,357ha의 천연적인 집수구역 전체를 보전 대상으로 지정하고 있다(林野廳, 1997).

수변림은 하천의 흐름에 따라 형성되는 수변이라는 좁고 특이한 환경에서 연속적으로 존재한다. 그러나 중하류지역에 있어서 하천 주변의 토지이용이나 상류지역에서의 산림개발에 의한 2차림화, 인공림화된 결과 최상류지역에서 하구지역까지 천연적이고 자연도 높은 수변림이 연속해서 존재하는 대규모의 하천은 존재하

지 않지만 일부 지역에는 수변림이 남아 있는 실정이다. 그러나 이러한 자연도 높은 수변림의 대부분은 구체적인 보호대책도 취해지지 않는 실정이다. 홍수나 토사재해를 방지하기 위해 실시하고 있는 일련의 치산·사방·치수사업은 이렇게 단편적으로 존재하는 자연도 높은 임분이나 이차적인 수변림 조차도 파괴하고 있다. 환경청의 제4차 자연환경보전기초조사에 의하면 조사한 153개 하천 안에 양안이 자연지인 비율은 45.3%이고, 樹林地가 차지하는 비율은 41%이었다. 이와 같이 도시지역은 물론 홋카이도, 동북지방의 일부를 제외하고 평야를 흐르는 하천 중에서 연속적인 수변림을 갖는 곳은 대부분이 고립되거나 단편화되었다. 일본의 수변림은 이제 그 연속성을 잃어 상하류와 소유역을 연결하고, 동식물의 분산, 이동을 위한 생태적 회랑으로서의 기능을 달성하지 못하고 있는 실정이다. 수변의 자연지 비율이 100%인 하천은 전국에서 6개 하천에 불과하고, 그 가운데에서도 전체 지역이 자연성 높은 하천은 別寒辺牛川(홋카이도), 岩股川(春田縣), 長棟川(富山縣), 仲良川(沖?縣)의 4개 하천뿐이다(國有林野經營計劃研究會, 1994).

예전에는 최상류유역의 급준한 계류를 제외하고 하천은 통상 유로, 범람원, 그리고 계안비탈면 혹은 자연제방, 단구에 연속적으로 이어지고, 육지와 수역의 생태적인 연결고리가 형성되어 있었다. 그러나 오늘날에는 하천주변에서 농경지, 택지개간 등 토지이용이 진척되어 수변림 등 하천의 배후지를 잃게 되었고, 각종 치산·사방사업 및 개발이 실시되어 육지와 수

역이 일체였던 수변환경을 잃고 있다. 콘크리트호안은 그 가운데 가장 두드러진 것으로 하천과 수변의 상호작용을 단절하고 있다. 그 결과 육지로부터 토사, 물, 유목이나 낙엽·낙지의 공급이 막히고, 하천의 증수, 범람 등에 의한 육지의 교란이 감소하여 육지와 하천이 물리적·생물적으로 일체가 되었던 수변의 환경이 파괴되고 있다.

전국의 주요한 153개 1급하천(6,249km)을 대상으로 조사한 결과 1990년에는 인공화 된 수변이 26.6%(2,441.5km)에 달하고 있다. 수변을 구성하는 산림군락은 많은 적든 하천으로부터의 물리적, 생리 생태적 영향을 크게 받고 있다. 그 때문에 홍수 조절이나 이수를 목적으로 하는 대규모 댐 건설로 하천 유량의 감소나 안정화 등이 발생되고 수변에 자생하는 산림군락에서도 종조성이나 구조에 변화가 나타난다(Maekawa and Nakagoshi, 1997; 鎌田 등, 1997). 따라서 현재까지 수변림과 그 주변 산림은 실제 엄밀하게 구분되지 않고, 또 그럴 필요도 없었다. 그러나 수변지역의 환경복원을 위한 산림관리를 실시하는데 있어서는 구체적으로 수변림의 범위와 그 기능, 그리고 그 지역의 다양성이 검토되어야 할 필요가 있다.

2. 수변림의 다양성

오늘날 식물사회학적 연구에 의해서 수변림의 종조성과 수종의 분포특성이 밝혀져 왔지만(石川, 1980; Ohno, 1982), 수변림의 수종구성은 기후조건에 의해서 달라진다. 홋카이도에서 버드나무류를 우점종으로 하는 수변림은 상류

에서 하류지역까지 넓게 분포하고 있고, 선상지에는 당느릅나무를 우점종으로 하는 산림이, 습지에서는 들메나무가 우점하는 산림이 분포하고 있다(鈴木 등, 1997; Sakio, 1997; 大嶋 등, 1990). 하나의 하천이라도 수변림은 상류와 하류에 따라 다르다. 홋카이도에 있는 상류지역과 하류지역에서는 버드나무의 종도 틀리고, 같은 지역에서도 하천의 특성에 따라 몇몇 종의 버드나무가 공존하고 있다. 관동지방의 황폐계천에서는 최상류지역의 아고산대 하부에서 자라는 낙엽송이나 화백나무가 수변림이다(新山, 1987, 1989).

현재까지는 수목의 분포나 갱신이 하천지형과 퇴적물에 의해서 달라진다는 결과가 보고되었으나, 지형변화를 일으키는 계류·하천의 교란이 수변림의 갱신에 미치는 영향에 관한 연구는 아직 시작 단계에 불과하다(崎尾 등, 1995). 그러나 수변지역에 있어서 생물다양성은 다른 곳에 비해 높다고 할 수 있다. 예를 들면, 식물종의 경우 북미태평양연안의 수변림에서는 인접한 비탈면림보다 종류가 2~3배나 많고(Gregory and Ashkenas, 1990), 스웨덴에서 한 하천의 수변지역에서는 스웨덴에 분포하는 전체 고등식물의 13%가 출현한다(Nilsson, 1992).

일본의 냉온대지역 중소하천변에 발달하는 수변림은 인접한 산복비탈면에 발달하는 산림군집과는 종분포에 큰 차이를 보인다. 안정된 산복비탈면의 임관층에서는 너도밤나무가 우세하고, 임상에서는 조릿대류가 우점하지만 전체적인 종조성은 극히 단순하다(Yamamoto,

1989). 이에 반하여 수변림에는 임관층과 임상에 우세한 종이 없고, 종다양성의 지표가 되는 종다양도지수는 동시에 높은 대표 값을 나타낸다. 이와 같은 수변림에 있어서 종다양성은 단순히 수변의 특성인 입지를 선택적으로 이용하는 식물종군이나 하천의 범람 등 빈번한 교란에 적응하는 종군이 보이지 않고, 상부비탈면에서 우점하는 종군이나 원래 넓은 분포지역을 가지면서도 산복비탈면 등에서 탁월한 종에게 밀려난 희소종이 피난처로서 수변지역을 이용하고 있다(鈴木 等, 1997). 이와 같이 수변지역에서는 다양하고 복잡한 식물군집이 성립하고, 또 그것들을 먹이로 하는 동물종이 존재하여 수변지역의 생물다양성이 형성되고 있다(Gregory and Ashkenas, 1990). 예를 들면, 岩手縣胆澤町の 森林總合研究所 카누마계곡시험지에서는 지금까지 岩手縣전역에서 확인된 하늘소의 3분의 1에 해당하는 83종이 채취되어 수변림에서 종이 풍부하다는 것을 입증하고 있다(森林總合研究所生態秩序森林生態系팀, 1993).

계류·하천지역의 생태계에 있어서 수변림은 하천에 의한 교란과 밀접한 상호작용 하에 유지되고 있다. 계류·하천지역에서는 증수, 범람, 토석류에 의한 사력의 침식, 운반, 퇴적 등의 교란 외에 계류에 접한 비탈면으로부터의 교란이나 바람에 의한 임관틈새의 형성이 부가되어 복잡한 교란체계를 나타낸다. 또한, 빈도, 규모, 강도가 다른 교란(伊藤과 中村, 1994)에 의해서 형성된 수변지역의 미지형 구조는 복잡한 모자이크 형태가 된다. 즉, 그 곳에서는 토

양, 수분, 빛환경이 다른 유로, 사력퇴적지, 계안비탈면 등의 입지에 적응한 식물군이 종, 나이, 규모가 다른 모자이크를 형성한다. 그 결과 수변지역에서는 많은 식물종이 갱신, 생육하여 다양성이 존재하게 된다.

일반적으로 수변지역의 교란은 계류나 하천을 통과하는 사람의 이동 정도에 그치지만, 태풍이나 장마시 집중호우로 인한 홍수 때에는 계류나 하천변 사력퇴적지에서 사력이 침식, 운반, 퇴적되어 작은 둔치가 생기고, 실생종자나 치수 등의 유실이나 매설이 발생한다. 한편, 이로 인해 생긴 사력퇴적지는 새로운 식생의 정착지가 되거나 주변에서 종자가 공급되어 발아하고, 침입종 사이에서 경쟁이 일어난다. 대규모 태풍에 의한 토석류나 산복붕괴는 임관목의 파괴를 동반하고, 일시에 수변지역의 지형을 변화시켜 지표의 교란뿐만 아니라 임관틈새형성에 의한 광환경의 급격한 변화도 발생시킨다. 이와 같이 일단 정착한 이들 식물군집도 장기간 교란에 의한 파괴와 복원을 반복한다. 결국 수변지역에서 종의 다양성은 계속되는 교란에 의한 식물군락의 파괴와 복원에 의해 유지되고 있다고 할 수 있다.

수변림을 구성하고 있는 수목은 종자생산 및 산포, 발아, 실생의 정착, 치수의 성장 등 생활사의 여러 가지 단계에 있어서 계류·하천지역의 다양한 교란현상과 특유의 수분환경에 대응하는 성장을 하고 있다. 한 예로, 홋카이도에서는 수종에 따라서 개화나 종자살포 시기가 다르다. 그 때문에 해빙에 의한 증수시부터 하천수위의 저하에 따라서 하안에는 다른 종의 버

드나무가 정착해 공존한다. 수변지역이나 붕괴지와 같이 지표가 빈번하게 교란하는 입지에 분포하는 종은 정착초기에는 줄기가 한 개이지만, 맹아줄기를 성장시키기 위해서 휴면아를 만들고, 붕괴에 의해 뿌리가 자라지 못할 때에는 맹아를 성장시켜 손상을 복원하고 있다 (Sakai *et al.*, 1995).

수변림은 수관에 의한 일사차단, 대형·소형 동물에의 유기물 공급, 유하물의 포착, 지하수의 수질형성 등을 통해서 하천생물상의 서식환경에 큰 영향을 미치고 있다. 이와 같은 생태적 기능에 대해서 근래 미국서해안의 침엽수림대를 중심으로 많은 연구성과가 발표되고 있는데 (Gregory *et al.*, 1991; Franklin, 1992), 일본의 수변림에서는 이에 대한 연구가 부족한 실정이다.

하천생태계에 있어서 수온의 변화는 미생물, 조류, 무척추동물, 어류 등 그 곳을 서식환경으로 하는 모든 생물에게 영향을 주고, 분포를 제한하는 요인이 된다. 특히 연어과 어류의 서식과 번식을 위해서는 낮은 수온의 유지가 필요하고, 수변림은 하천과 계류에 있어서 수온의 상승을 억제하는 중요한 역할을 하고 있다 (Brown and Krygier, 1971). 상류지역의 수변림에 있어서는 수관이 계류에 내려찍는 직사광을 차단하고 있다. 기온이 상승하는 여름철에는 수관에 의한 일사차단효과가 크고, 특히 유량이 적은 최상류지역에서는 어류의 분포를 억제하고 있다. 하천폭이 넓은 하류지역에 있어서도 수변림 아래는 직사광이 차단되어 어류의 중요한 서식환경이 된다 (中村과 百海, 1989).

그러나 겨울이 되면 낙엽활엽수를 주체로 한 수변림에서는 많은 양의 낙엽이 생산된다. 이들 가운데 일부는 직접 유로 내에 공급되기도 하지만, 일단 임상에 떨어져 바람에 의해 유로 내로 이동하는 것도 있다. 유로 내에 공급된 유기물은 물의 흐름을 타고 흘러 돌 틈이나 유목에 걸리거나, 웅덩이에 퇴적해서 하루살이 등의 유충인 수생곤충의 먹이가 되어 분해되는데, 잎의 분해는 수종에 따라서 다르다 (柳井과 寺澤, 1995).

일본에서는 교각에 걸린 유목이 범람을 일으키거나 토사와 함께 댐을 만들고 그것이 독을 무너뜨려 토석류를 일으키기 때문에, 유로 내의 유목은 방재의 관점에서 제거되어 왔다. 그러나 하천이나 계류에 있어서 유목은 어류의 은신처가 되거나, 그로 인해 형성된 웅덩이는 어류의 중요한 서식장소가 된다. 유목은 계류·하천 내에서 수류나 사력과 상호 작용하여 복잡한 미지형을 형성한다. 즉, 유로를 차단하여 새로운 유로를 만들거나, 토사를 퇴적시켜 댐을 만들기도 한다. 이것들의 복잡한 미지형은 어류 등의 동물이 보이지 않게 하거나, 수변 식물군락의 갱신·유지에도 영향을 미치고 있다 (Nakamura and Swanson, 1994).

계류나 하천변에 분포하고 있는 수목은 토양의 수분상태에 적응한 근계를 발달시키고 있다. 특히 습지에 분포하는 들메나무는 충분한 뿌리줄기를 발달시킬 수 있다. 이들 뿌리줄기에 의해서 여러 가지 물질이 식물의 영양소로서 흡수된다. 예를 들면, 범람원의 농지이용으로 인해 오염된 물이 수변림대를 흐르면서 오염물이

제거되는 등 필터로서의 역할을 하고 있다 (Pinay and Decamps, 1988). 또한, 산림의 토양입자 자체가 이온을 흡착해서 수질정화에 기여하기도 한다(生原, 1992). 뿐만 아니라 하안에 성장하는 수변림 중 버드나무류는 하천의 자정능력을 30~40% 향상시키며, 수변림의 잔가지는 유속을 완화시켜 물 속의 여러 가지 영양염류가 운반되는 것을 방해하여 물질의 침전 및 여과효과가 있고(Engelhart, 1968), 수변림의 폭이 넓을수록 여과효과가 크다(Frede *et al.*, 1994).

수변에 성립하는 산림군집의 생태적 회랑으로서의 기능에 대해서는 아직까지도 그 중요성이 지적되고 있다. 하천을 따라서 형성되는 연속적인 수변림의 존재는 동일수계 내 각 유역을 생태적으로 묶어 주고, 이를 통하여 동식물의 이동·분산을 가능하게 하며, 종개체군의 유지·확대에 기여한다. 이동, 분산능력이 낮은 식물종은 지역적, 장·단기적인 환경변동 측면에서 종개체군의 축소, 확대를 반복하고 있다. 그런 중에 특정 소유역에서 어떤 개체군이 사라지는 경우도 있는데, 이와 같은 경우에는 다른 유역에 남아 있는 개체군이 생물학적 유산이 되어 수변지역을 회랑으로 이용하면서 유역 전체에 재분포를 가능하게 한다. 한편, 수변림을 구성하는 수종 중에는 수변지역에 의존적인 종군이 보이지 않고, 산복비탈면의 대규모 교란지 등에서 우점하는 선구종이나 인접하는 식물대의 구성종, 그리고 개체수가 극단적으로 적은 종 등이 있다. 이는 수변지역이 식물종에 의해서 이동의 회랑 또는 피난장소가 되고 있

다는 것을 의미하는 것이다. 즉, 수변림은 우점종에 의해 넓은 생육환경을 빼앗긴 종군의 피난장소이고, 변화된 환경에서 살아남은 식물종의 이동 회랑이라고 할 수 있다(Franklin, 1992).

II. 수변림에 영향하는 개발

1. 임업적 개발

계류 및 하천 최상류유역에서는 천혜의 자연환경이 남아 있고, 그 곳을 흐르는 계류·소하천 주변에는 자연도가 높은 수변림이 연속적으로 존재하고 있다. 그러나 이와 같은 장소에서 사방댐이나 각종 구조물 등을 건설하는 것은 그 유역에 남겨진 자연경관을 파괴시킬 수 있다. 사방댐이나 각종 구조물 건설이 수변림에 미치는 영향은 사방공사를 위한 공사용 도로나 자재반입시설의 부설, 그리고 댐 본체의 건설로 인하여 하천주변에 성립하는 수변림이 광범위하게 벌채된다. 즉, 수변지역의 산림식생은 수령이 많고 재적이 큰 수목으로 구성되고 종다양성도 높다. 그러한 식생이 한순간에 없어지면 그 숲을 복원하기 위해서는 많은 시간이 필요로 한다. 이는 동시에 수변의 경관파괴도 의미한다. 또한, 공사용 도로가 개설되면 사람이나 자동차의 통행으로 인한 쓰레기의 투기, 수목·초본식생의 도벌이나 남획, 그리고 주변 식생에 적지 않은 영향을 미치게 된다. 한편, 인공댐 등 각종 구조물 등 본체 시설이 완성됨에 따라 하천에 의한 교란체계가 변화하고, 그 결과 댐시설지의 상류부분이나 하류지역 수변

식생의 수몰, 물 유입, 토사퇴적으로 인한 다양한 영향이 나타나게 된다. 대규모 인공댐의 넓고 개방적인 퇴사지에서는 원래 협곡부에는 성립하지 않는 산오리나무 등으로 구성된 임분이 성립하고, 또, 아직 토사가 채워지지 않은 댐에서는 수발공이 막혔을 때 댐내에 수심이 얕은 저습지가 형성됨으로써 초본군락이 형성되어 산지의 수변식물을 교란시키게 된다.

시설공사 완료 후에도 댐이나 공사용 도로로 인해 조기에 식생회복이 어렵기 때문에 침식이나 비탈면붕괴를 방지하기 위해서는 Weeping lovegrass, Kentucky 31 fescue 등 외래 녹화초본류를 도입하는 녹화공사가 실시되고 이로 인해 주변의 자연식생이 영향을 받게 된다. 그러나 이러한 조치에 의해서 댐 양쪽 끝부분이나 작업 도로 지역에서는 식생이 회복되지 않고, 장기적으로 無立木地가 존재하게 되는 경우도 있다. 이와 같이 한번 파괴되어 버린 수변림을 원래의 모습으로 복원시키기에는 많은 노력과 장시간이 필요하게 된다.

2. 하천 개발

하천이 산간지역에서 평야지역으로 흐르는 선상지 부근에서는 유로의 고정이나 범람방지, 세굴로 인한 토지·가옥 등의 유실방지를 목적으로 하는 유로·호안공사 등의 하천개수가 실시되고 있다. 이와 같은 장소에서는 하천 주변의 토지이용도 진전되어 경지·택지 등이 하천에까지 이르러 하천 주변의 자연환경도 손상되고, 수변림에 대해서도 거의가 2차림화되는 현상이 두드러지게 나타난다. 이러한 선상지 주

변에서 실시되고 있는 현재의 유로·호안공사 등의 하천개수사업은 수백 m에서 수km 범위에서 육상생태계와 하천생태계의 연계성을 단절하고, 수변의 생태적 기능을 파손하는 결과를 초래한다.

유로공사는 기본적으로 하천의 방수로화를 의미하고, 유로를 좁게 만들며, 고정해서 육지 지역과의 사이에 큰 낙차를 만들어 내는 것이다. 따라서 건설시에는 하천 주변의 식생이 파괴되고 수변림도 벌채되는 경우가 많다. 그 결과 수변을 서식지로 하는 야생식물의 지역개체군이 절멸하는 위험성이 생기고, 수변림은 생태적 회랑의 기능을 잃게 된다.

유로·호안공사에서는 시설 완공 후 주변의 녹화나 자연적으로 식생회복이 진행되지만 유로가 좁혀지고, 고정됨으로 인해 범람원이 좁아지거나 없어지게 되어 다양한 식물종의 서식장소가 없어지게 되고, 본래의 식생회복이 어렵게 된다. 또한, 사방시설을 보호하기 위해서는 제방 위 또는 유로 내의 식생 회복, 특히 수림대의 성립을 방지하지 않으면 안 된다. 그 때문에 수변지역에 고목성의 수림대는 존재할 수 없다. 제방 위 혹은 후배지에 수변림이 남아 있을 경우에도 하천에 의한 홍수나 범람의 영향을 받지 못하게 되고, 수분환경도 변화하기 때문에 그 조성·구조를 유지하는 것은 어렵게 된다. 뿐만 아니라 미이용지의 유효한 이용을 도모하기 위한 시설 내외에 공원이나 스포츠시설의 정비도 진척되면, 그나마 남아있던 수변의 자연식생은 파괴되어 그 복원 장소를 상실하게 된다(森本, 1998).

III. 수변림의 복원

1. 수변림의 생태적 복원

치산·사방공사나 각종 구조물 공사가 계류 및 하천생태계에 미치는 영향은 다양한데, 이 가운데 중요한 점은 치산·사방공사나 각종 구조물 공사가 토사이동이나 유로변동에 영향을 미친다는 것이다(大野, 1999). 즉, 침식토사의 이동으로 계류의 형상이 변경됨으로써 발생하는 환경구조의 동적변화는 기존의 계류형상에 적응한 생물에 영향을 미친다. 다시 말해서 하상의 얕은 둔덕, 웅덩이로 흘러 들어오는 곳 등은 수생곤충의 서식에 영향을 미치는데, 이들 서식지는 침식토사의 이동이나 유로변동에 쉽게 영향을 받는다. 따라서 침식토사의 이동이나 유로변동의 억제가 수생곤충의 군집변화를 발생시킨다. 또한, 수생곤충의 서식지로서 중요한 하상공극수역에서는 땅속이라도 물이 흐르기 쉬워서 공극에 풍부한 퇴적구조를 보전하는 것이 필요하다. 이와 같은 조건은 토사이동이나 유로변동을 통해서 형성된다. 즉, 수생곤충의 서식지가 형성, 유지되기 위해서는 토사의 침식이나 퇴적이 필요하다. 그런데 치산·사방공사나 유로공사로 인한 시설물은 유로의 직선화, 호안이나 하천바닥의 토사제거 등에 의해 토사의 침식이나 퇴적을 억제하고, 사행의 형성을 방해하여 계류 수생곤충의 서식에 악영향을 미치는 요인으로 작용한다.

수변림도 마찬가지로 토사이동이 그 특성에 영향을 미치는 중요한 요인 가운데 하나가 되

고 있다. 즉, 토사의 침식, 운반, 퇴적 등에 의하여 미지형이 파괴되거나 복원되는 수중, 수령의 복잡한 모자이크형 구조가 형성된다. 어류에 대해서는 계류의 얕은 곳이나 웅덩이 구조는 물론 그보다 작은 서식지로서 유속이나 수심의 차이에 따른 물의 다양한 흐름, 수면이나 수중에 서식하는 식물체 등이 이들 어류의 서식환경으로서 큰 의미를 가지고 있다. 그리고 웅덩이 바닥의 얕은 둔덕에 위치하는 돌이나 자갈무덤이 치어의 서식지로 이용된다. 즉, 이와 같은 장소는 토사의 이동에 의해서 형성, 유지되는데 치산·사방공사나 유로공사가 이러한 토사의 이동을 억제하여 계류 및 하천에 서식하는 어류에 영향을 미치고, 궁극적으로는 계류 및 하천생태계에 마이너스적 영향을 미치고 있다. 한편, 토사이동이나 유로변동은 그 시점에, 그 곳에서 서식하는 동물에 있어서는 치명적인 교란요인으로 작용하지만, 동시에 그 생물에 있어서 필요 불가결한 서식지를 형성, 유지하는데 도움을 주고 있다. 그러나 치산·사방공작물이나 각종 구조물은 이와 같은 동적인 구조를 억제하고, 오히려 토사나 유로를 고정화하는 것을 목적으로 하고 있다. 그 때문에 이러한 야생동·식물 서식지의 근본적인 변화를 가져오는 원인이 된다(竹門, 1991). 더구나 치산·사방공작물이나 각종 개발로 인한 구조물이 설치되는 장소나 그 인근 지역은 식생이 제거되기에 수변림의 보전에 문제가 발생되고 있다. 특히 선상지에서는 유로를 따라 설치되는 유로공에 의해서 수변림이 연속적으로 제거되고 있다.

대대적인 공사가 시행되기 전 즉, 주변 환경이 인위적으로 변화되어도 계류나 하천은 비교적 자연에 가까운 상태로 남아 있어서 동물의 서식지나 이동장소로서 기능하고 있었다고 할 수 있다. 이와 같이 연속적인 생태적 회랑은 그 지역의 생물다양성을 보전하는데 중요한 역할을 담당하였다(Forman and Godron, 1986). 그러나 유로공이 시공되면 수변림이 갖는 회랑으로서의 기능은 저하되고, 유출과정에 따른 서식지의 연속성이 상실된다(崎尾와鈴木, 1997). 뿐만 아니라 유로에서 횡단방향의 연속성도 문제가 된다. 유로 근방에서는 하상공극수역이라는 지하수와 하천수의 중간적인 수역이 있다(White, 1993). 선상지, 범람원, 협곡의 확폭부 등에서는 이와 같은 하상공극수역이 특유의 동물상을 갖는 것과 동시에 하천수와 지하수 사이의 물질순환에 중요한 역할을 담당하고 있다(Stanford *et al.*, 1994). 또한, 지표에 있어서도 육지와 수역의 경계는 명료하지 않지만, 수변에서는 특유한 식생이 분포하고 있고 계곡부는 비탈면과 유로가 연결해 있으며, 양자의 사이에서는 애추의 형성이나 세굴에 의한 토사의 제거 등을 통한 상호관계가 존재한다. 즉, 비탈면은 그 바닥이 토사, 유기물, 무기영양염의 공급원이 되고, 유수는 이들을 하류로 운반하고 비탈면 기부를 세굴함으로써 그 상부 비탈면의 발달과정에 영향을 미치고 있다.

오늘날 환경보전사업은 보전대상 동식물에 한정되고, 그들 서식지의 조건이 되는 환경요소를 간존시키는 것에 주안점을 두는 경향이있다. 그 결과, 어떤 환경요소를 인위적으로 존립

시키는 것으로 환경보전이 달성된다고 생각하는 오류가 발생되었다. 즉, 생태계를 구성하는 각 생물종은 단독으로 서식하고 있는 것이 아니며, 먹고 먹히는 먹이연쇄, 서식지나 먹이 자원에 대한 경쟁, 협력관계 등 다양한 종간 관계를 가지면서 서식하고 있다. 따라서 이와 같은 생물종군의 전체 즉, 생물군집 그 자체가 보전 대상이 되어야 할 필요가 있다. 가령 희소종이나 멸종위기종의 보호를 목적으로 하는 경우에도 대상 종에 있어서 필요한 환경요소를 보전하는 것만으로는 불충분하다. 결국 그 종에 관계하는 다양한 종간관계를 유지하는 것, 나아가서는 생물군집을 보전하는 일이 필요하게 되었다. 게다가 생태계의 관점에서 평가한다면 물질순환을 담당하고 있는 중요한 생물은 오히려 희귀하지 않은 보통 종들이 많다. 그들 생물종군을 통합하여 보전하는 가치는 희소종의 보호와 같이 높게 평가되어야 하는 것이다. 아울러 생물종군을 보전대상으로 하기 위해서는 다수의 생물에 대해서 환경조건을 고려할 필요가 있다. 그 대책으로 대표적인 생물, 각종의 생활사에 필요한 환경요소, 그들의 배치방식을 정리하는 것이 필요하다. 종개체군이 일정한 유역에서 계속 서식하기 위해서는 생활사의 각 단계에서 필요로 하는 서식지가 시간적, 공간적으로 이용 가능하도록 조건을 마련하지 않으면 안 되기 때문이다(竹門, 1991).

2. 수변림 복원을 위한 유역 관리

수변림생태계 복원에 필요한 기본적 인식은 국소지역에서의 대응이 아닌 유역 전체를 대상

으로 하는 목표를 설정해야 한다. 즉, 계류나 하천에서 생물군집의 조성은 원류에서 하구까지 각각의 유출과정마다 특징 있는 종 조성을 유지하고 있다. 따라서 수변생태계 복원을 위해서는 상류지역에서 하류지역에 이르기까지 생물상의 추이나 환경구조의 변화를 인식하여 치산·사방공사나 각종 구조물 공사 등의 영향을 고려하지 않으면 안 된다. 아울러 각 계류에 대한 개별적인 대책을 강구하기보다는 유역 전체에서 치산·사방사업 등 각종 개발과 계류 및 하천생태계 복원과의 조화를 검토해야 한다. 즉, 수변림생태계 복원을 위해서는 하류역, 하구역, 해안역, 연해역 및 인접한 유역과의 관계를 검토하고, 토사공급량 및 이동량을 적절한 수준으로 유지하는 것이 필요하며, 각 유출과정에 따른 서식지보전에 대해서도 이와 같은 전체 계획 아래에서 실현해 가야 한다(玉井 等, 1993).

IV. 수변림의 효율적 조성 및 관리

1. 오염정화 식물을 이용한 수변림의 기능 증진

궁극적으로 수변림은 수변구역에 식재하는 목본 및 초본, 수생식물을 이용한 오염물의 강유입을 최대한 억제한다는 의미를 내포하고 있을 뿐만 아니라 이들 식물에 의한 환경정화, 수질정화를 최대한 활용한다는 측면이 있다. 즉, 수변림은 식물정화의 목표인 토양, 물, 공기를 개선하고자 하는 것이며, 최근 산업화 도시화 등으로 인한 각종 오염물질로부터 수계를

보전하자는 의도가 내포되어 있다고 볼 수 있다. 특히 식물정화의 목표인 토양정화는 수질정화와 매우 밀접한 관계를 갖는데, 이는 대기오염물질이나 물오염 물질 등도 관개수와 함께 토양에 인도되어져 그 토양을 오염시키기 때문이다. 이 가운데 중금속은 흡착력이 뛰어나 토양에 흡착되면 좀처럼 없어지지 않으며, 토양을 기반으로 하는 식물에 심각한 피해를 가져온다. 따라서 식물에 의한 토양정화는 물과 토양으로부터 유기물과 금속을 제거하는 것을 포함한다고 할 수 있다. 즉, 식물정화는 에너지를 집중적으로 투자하는 소각이나 화학적 처리 등의 재래 방법보다 비용이 적게 드는데, 미국의 New Jersey 주에 있는 한 회사는 식물정화(Phytoremediation)를 상업적으로 전환하였는데, 중금속으로 오염된 토양을 $m^2 yard(0.765 m^2)$ 당 약 250불의 비용으로 청소할 수 있다고 하였고, 미국환경청은 19,000톤의 오염된 토양을 청소하는데 7백만불의 비용이 소비되었으며, 폭약으로 오염된 토양을 소각하여 정화하는 비용은 400~1,200불이 소비되고, 심하게 오염된 토양을 청소하는 비용은 톤당 4,000불이 든다고 하였다. 그러나 이러한 중금속과 방사능으로 오염된 토양에 식물을 이용하여 정화하면 시간이 오래 걸리고 독성을 가진 중금속을 흡수한 식생을 야생동물이 먹을 때 또 다른 위험을 야기할 수 있지만 80불만으로 처리 가능하여 경제적으로나 생태적으로 유리할 수 있다(Environmental Health Perspectives, 1995).

따라서 석유오염(PAH(Polyaromatic hydrocarbon), TPH(Total hydrocarbon), TCE(tr-

ichoroethylene)), 중금속에 의한 토양오염이나 지하수오염의 정화를 목적으로 한다고 할 수 있다. 아울러 대기오염원인 질소산화물, 오존, 다이옥신 등 대기환경을 정화하는 데에도 일조를 가할 수 있는 면도 찾을 수 있다.

현재까지 식물 뿌리는 근권미생물에 질소 등 영양분의 공급이 주된 작용인 것으로 알려져 왔다. 그러나 포플러, 뽕나무, 사과나무 등은 방향족화합물을 다량 함유한 석유에 오염된 토양을 정화하는 데 효과적인 것으로 알려지고 있다. 즉, 오염된 토양에서 미생물 단독으로 정화하는 것보다는 식물이 공존할 때 정화효율이 급격히 높아진다고 할 수 있다. 즉, Indian mastard는 세렌을 무기화하고 대기 중으로 기화하는 능력이 있으며, 이때 근권에서의 미생물이 크게 작용한다. 따라서 토양 중의 오염물질은 점토광물 등에 흡착되어 있으며, 오염물질 중 생물체가 도달할 수 있는 범위는 한정되어 있고, 그 범위를 넓히기 위하여는 식물의 뿌리 자체의 작용과 근권에 있어서 미생물과 식물의 상호작용을 이해하는 것이 필수적이라 할 수 있다(珠坪과 原山, 1999; 高川 等, 1999; 김정규, 1998). 아울러 유채과의 갯의 일종인 *Brassica juncea*, *Thlaspi caerulescens*, *T. goesingense* 또는 레몬향을 방출하는 제라늄 등은 카드뮴, 납, 니켈 등의 중금속에 내성이 있고 뿌리로부터 지상부로 흡수하는 능력이 높은 축적종인데, *T. goesingense*는 건중량의 약 1%에 해당하는 니켈을 축적할 수 있고, 최근 외래식물로 문제가 되었던 돼지풀은 카드뮴을 축적하는 종으로 알려져 있다. 또한, 유전자

도입식물인 백합과는 유기수은을 금속수은으로 환원시키고, 대장균에서 유래한 mer A 유전자를 변형하여 식물에서 발현시키면 이 식물의 체내에 흡수된 유기수은이 금속수은으로 환원되며, 이때 무기수은은 비점이 낮으므로 대기 중으로 기화된다. 이 같이 유전자 도입기술을 이용하면 식물의 중금속 제거 능력이 약 10배나 높아질 수 있다. 이러한 축적종이 납이나 ^{137}Cs 등 방사성원소에 오염된 토양복원에 이용되는 예도 있다. 중금속이 흡수된 지상부를 수확 처리할 필요가 있지만 극심한 토양오염의 경우나 오염물질이 방사성동위원소인 경우에는 특히 토양에서의 흡수는 커다란 의미를 내포한다고 할 수 있다. 즉, 식물이 중금속에 내성을 가질 수 있으며, 또한 많은 양을 흡수할 수 있는가, 그리고 그러한 흡수, 해독, 축적 등 매커니즘은 밝혀지지 않았지만 흡수된 중금속이온이 세포내 사과산, 구연산 등과 킬레이트 화합물을 형성하여 액포 내에 저장된다고 한다(森川 等, 1999). 니켈의 다량 축적종인 *T. goesingense*과 비축적종인 *T. arvense*를 비교하면 뿌리에 의한 니켈 흡수에는 양쪽 모두 잘 흡수하지만 *T. arvense*는 니켈 내성이 없으므로 성장이 억제되어 고사한다. 그러나 *T. goesingense*는 흡수된 니켈이온이 세포질에 히스티딘과 복합체를 이루어 결국 구연산 복합체로 변환된 것이 액포로 이동하여 해독시킨다. 이렇게 다양한 중금속이온을 축적 또는 정화할 수 있는 식물과 그렇지 못한 식물의 구분 등의 연구는 중요한 연구과제인 것이다.

한편, 아연광산 인근지역 야생식물 중의 중

금속을 조사하고 식물의 종류와 중금속 종류에 따라서 흡수력과 내성에 차이가 있는데, 토양 중에 과다하면 식물의 황화현상을 일으키는 카드뮴은 고사리와 식물, 구리는 속새과 식물, 카드뮴 등의 오염과 동반하는 아연은 마디풀과 식물이 대체로 높은 체내함량을 나타내고 있었으며(정기채 등, 1993; 최정 등, 1991), 전국의 폐광지역에서 생육하는 토양 중의 중금속 함량을 조사하여 쑥, 도꼬마리, 망초, 달맞이꽃 등이 중금속을 많이 축적하는 초본이었다(임수길 등, 1996). 은수원사시나무, 해바라기, 왕골도 카드뮴을 제거하는데 효과적인데 이중 흡수량은 은수원사시나무가 가장 좋고(김규식, 1980), 쥐뚫나무도 높은 중금속 흡수능력을 보이는 종이다(이길철 등, 1992). 그러나 축적종 체내의 중금속함량은 계절적 변이가 나타나기 때문에 정화효율을 높이기 위해서는 수확시기를 적절하게 선정해야 할 것이다. 따라서 수변구역에 토양정화를 위해서 식물을 활용하고자 할 때에는 대부분의 중금속 축적종의 영양생리가 잘 파악되어 있지 않기 때문에 중금속 흡수·축적을 극대화하고 생체생산량의 증가를 도모할 수 있도록 대상이 되는 축적종의 영양생리를 정확히 이해하기 위한 연구가 필요하며, 식물체 내에 고농도로 중금속을 축적하는 것 이외에 생체생산량이 많은 식물을 선정하여야 할 것으로 생각된다.

수변구역에 포함되는 토양이 오염되었거나 오염될 우려가 있는 지역은 오염물질이 분해·용탈에 의해서 확산되는 문제에 대한 해결을 위하여 중금속에 대한 내성을 가지고 있는 식

물체로 재녹화(re-vegetation)하여야 할 것이며, 그 수변구역에 식물학적 안정화(Phytostabilization) 즉, 금속의 토양 중에서의 이동성과 생물학적유효도를 제한하는 데 효과적으로 식물을 활용해야 할 것이다. 뿐만 아니라 토양에서 금속을 안정화시키는 것 이외에도 토양을 안정화시켜 침식을 최소화하고 침전물의 이동을 최소화하여야 할 필요가 있다. 이는 식물의 뿌리가 뿌리를 둘러싸고 있는 영역을 유기·무기화합물을 분비시킴으로써 변화시키기 때문이다.

또한, 수변구역에 폐수가 유입되는 등 오염의 우려가 있는 지역에는 토양용액과 폐수 속에 함유되어 있는 금속을 여과하는데 식물의 뿌리와 그 주변 환경을 이용하는 정화방법(Rhizofiltration)도 고려할 만 하다고 생각된다. 즉, 육상식물은 수생식물보다 뿌리시스템이 섬유상으로 그물망처럼 발달되어 있고, 뿌리의 길이 생장이 우수하며, 뿌리의 표면적이 크기 때문에 수생식물보다는 *B. juncea* 등 육상식물을 이용함으로써 수변구역에 인접한 폐수유출 위험을 저감하도록 할 필요가 있을 것으로 생각된다. 그러나 식물에 의한 정화는 저렴한 투자비용과 운전경비가 거의 없다는 장점을 가지는 경제적 기술임에 틀림이 없기 때문에 요즘의 우리나라의 경제사정은 물론 전문 기술인력의 부족이라는 문제점을 극복할 수 있는 대안기술이라 생각되나, 대부분의 고농도 금속 축적 식물들은 매우 제한된 종으로 국한된 지역에 서식되고 있어 종의 채집과 효율적인 재배 그리고 대규모의 생산 등 해결해야 할 것들

이 많다. 따라서 폐수 등 중금속 오염물질로부터 영향을 받을 수 있는 수변구역에는 이러한 정화식물을 이용할 수 있도록 계획 식재하고, 또 수확된 축적식물의 처리방안에 대한 해결을 모색할 필요가 있을 것으로 생각된다.

또한, 포플러류를 이용하여 쓰레기매립지를 복辟·녹화하고 쓰레기매립지의 가장 큰 문제 중의 하나인 침출수를 줄이기 위하여 김포쓰레기 매립지에서 침출수를 채취하여 화분에 식재한 현사시나무, 양황철나무, 이태리포플러에 관수한 결과, 포플러류 식재 당년생의 증산에 의한 개체목당 일일 침출수 처리능력은 평균 361mℓ 이었고, 현사시가 409mℓ 로 가장 우수하였으며, 현사시가 1,000본/ha당 평균 73,600ℓ/ha/yr.의 침출수를 감소시킬 수 있는 것으로 추정되었고, 포플러류가 식재된 화분의 토양과 근계를 통과한 침출수는 생물화학적 산소 요구량뿐만 아니라 오염물질인 NH_4 , Total-P 등도 크게 줄일 수 있는 것으로 나타나(구영본, 1998) 이들 식생을 이용한 수변구역의 오염물질 토양정화는 매우 효과적이라 생각된다.

휘발성유기물을 pumping up 하는 식물은 토양에서 물이나 유기화합물을 배출하는 저비용 펌프역할을 하기 때문에 실용적인 정화방법 중 하나이다. 즉, 폐기물 매립지에 식재된 식물은 빗물을 대기 중으로 증산시킴으로써 빗물이 폐기물 층에 스며들지 않도록 하고 있는데(高川 等, 1999), 이 방법은 단순한 것 같지만 수년 또는 수백 년 동안 지하수로의 폐기물 확산을 방지하기에는 가장 값싸고 장기간 사용 가능한 실용적인 방법으로서 이용된다고 할 수

있다. 따라서 수변구역에 인접한 폐기물 매립지 등이 있는 경우에는 적절히 적용할 수 있는 방법이라 생각된다.

아울러 산업화 도시화 등으로 인한 대기오염 물질인 질소산화물의 정화에는 식물의 잎에 있는 기공을 통해 정화할 수 있는데, 식물의 잎에 있는 기공을 통해 흡수된 질소화합물은 잎 세포 내로 환원되어 암모니아가 되고, 이 후 유기화 되어 아미노산과 단백질 등으로 전환된다. 또한 이산화질소는 물에 용해되어 질산이온과 아질산이온으로 되어 식물의 잎 세포 내로 흡수된 후 뿌리로부터 흡수된 비료 중의 질산이온과 같이 환원 동화되고, 그 후 환원 또는 아미노유기화 되어 아민산 등의 구성물질이 된다. 즉, 식물은 사람에게 좋지 않은 이산화질소를 질소비료로 이용하는 능력을 가지고 있다. 따라서 수변구역에는 이러한 식물을 식재하는 것이 바람직 할 것이다. 한 예로 일본 廣島大學에서 廣島市 공원에서 채집한 초본과 목본 등 총 217종에 대하여 이산화질소 동화능력을 조사한 결과 포플러, 플라타너스, 유카리 등이 이산화질소 동화능력이 높은 수종으로 조사되었다(森川 等, 1999). 또한, 국화과식물에는 이산화질소 동화능력이 높은 식물이 많이 포함되어 있으며, 동종 내에서도 개체에 따라서 이산화질소 동화능력이 최대 26배나 차이가 있었다.

질소산화물을 유일한 질소원으로서 생육하는 식물의 육성은 특히 도시에 인접한 수변구역의 녹화에 절대적이라 생각된다. 즉, 식물체 내에 도입된 이산화질소 중의 질소는 질산 중의 질소와 같이 환원, 아미노유기화 되지만 이

산화질소가 자원으로써 식물에 이용되는 것은 몇 가지 해명할 기초적인 문제를 수반하는 것으로 현재 그 해결에 최선의 노력을 경주하고 있다. 한 예로 식물의 질산환원효소활성은 고마리가 가장 높고, 다음으로 미나리, 갈대, 줄, 쯤개구리밥 순이었고, 질소의 정화능은 갈대가 가장 높고 다음으로 고마리, 미나리, 줄, 쯤개구리밥 순이었다. 인의 정화능은 중간 차이가 적었으나 갈대가 질소의 정화능과 함께 가장 높아 수변구역에 적용가능성이 인정되고 있다 (임병선 등, 1996).

아울러 조류증식 억제제 목적으로 은행나무 잎, 잣나무잎, 소나무잎 등을 이용하여 조류증식억제 실험을 실험한 결과, 이들은 조류증식억제효과가 대단히 컸으며, 수생식물인 애기마름도 조류증식억제효과가 큰 것으로 나타났다. 즉, 소나무잎 85%, 은행나무잎 80%, 잣나무잎 75%, 애기마름 78%, 줄 59%, 창포 30% 등의 효과를 나타내었다(임병진 등, 2000a, 2000b). 이처럼 식생의 잎을 이용하여 조류증식효과를 거둘 수 있다는 점에서 수변식생을 잎이 조류증식효과를 거둘 수 있는 수종 또는 수생식물을 이용한 수변구역의 식재도 고려할 만 하다. 이는 수변식생의 잎이 떨어져 하천 및 호소에 유입됨으로써 조류증식억제를 가할 수 있기 때문이다.

2. 수변림의 기능 증진을 위한 수생식물

수생식물은 수처리 능력을 향상시키기 위한 환경을 제공한다. 식물의 뿌리는 미생물의 부착매질로 이용되며, 식물 근계의 통기조직을

통한 산소의 전달은 미생물의 분해 활동을 촉진하여 질산화나 탈질화작용을 유도하며, 식물은 미생물이 분해하는 유기물질을 영양염류로 흡수하고 식물은 합성된 유기물이나 대사산물을 미생물에게 제공한다. 이러한 기작에 의한 수질정화 효과는 유기물 부유고형물, 영양염류, 병원성균과 중금속까지도 제거효율을 갖는다 (Gersberg *et al.*, 1987; Tchobanoglous, 1987).

수변부에 분포하는 대형수생식물은 습지식물과 수중생활을 하는 유관속식물, 대형 조류 및 선태류 등의 기초생산자를 포함하지만 일반적으로 물 속 혹은 물 위에서 성장하거나 적어도 경엽부의 일부가 항상 물 속에 잠겨 있는 유관속 초본식물로 제한하기도 한다. 대형수생식물은 생활형과 생육지에 따라 저토에 뿌리를 박는 유근성 대형식물은 부들속, 갈대속 등의 정수식물과 개연속, 수련속, 마름속 등의 부엽식물, 나자스속, 물부추속, 나사말속 등의 침수식물이 포함되고, 수중이나 수면에 떠서 생활하는 무근성 대형식물인 개구리밥과, 생이가래속 등 부유식물 등이 속하는데(조강현, 1997), 갈대와 같은 대형수생식물은 소형수생식물이나 미생물에 비하여 수중의 많은 질소와 인을 제거할 수 있고, 미나리는 식용으로도 가능하며 수확하기가 용이하여 농촌과 소도시의 비점오염원에 대한 정화에 활용될 수 있다(조강현, 1992). 또한, 갈대는 질소와 인의 제거능이 높아 주로 강 하류와 유기폐수의 유입이 많은 곳에 분포하며, 수중 영양염류의 제거에 크게 기여할 것으로 생각된다. 아열대 지방의 경우 부

레옥잡과 일부 부유식물의 질소와 인의 제거능이 각각 0.41~0.96과 0.10~0.63mg/ℓ/day의 범위이다(Tripathi *et al.*, 1991). 따라서 이들 대형수생식물들은 수변구역에 식재한 목본 등 정수식물과 연계하여 이용이 필요할 것으로 생각된다. 즉, 수중생태계에서 대형수생식물의 가장 중요한 기능은 1차생산자로서 다른 영양단계에 에너지를 공급하고 물질순환에 기본 원동력을 제공하며, 흡수한 영양소를 고정하는 저장고의 역할을 수행하는 등 팔당호의 경우 저토나 수체로부터의 N흡수량은 27.47톤/년이었는데, 이 가운데 정수식물이 18.28톤/년(67%), 부엽식물이 1.06톤/년(4%), 침수식물이 8.13톤/년(29%)으로 수질오염원인 질소 성분을 수체로부터 빨아들여 체내에 축적함으로써 수체로부터 질소성분의 발현을 억제하고 있는 등 수질정화효과가 탁월한 것으로 나타났다. 그러나 대형수생식물이 흡수한 영양소는 고사 후 낙엽으로 되어 물 속에 잠기고 즉시 유기물 분해와 영양소 용탈을 통하여 물 속으로 유리하게 되므로(Carpenter, 1980), 이들 대형수생식물이 기능을 다 한 후에는 즉시 제거하는 방법을 강구하는 것도 필요하다. 이를 위해서는 수변부에 조성할 대형수생식물의 수집 및 조성이 중요한데, 특히 수질정화에 크게 작용하며, 오염물이 집중되는 지역에서도 생존력이 뛰어난 대형수생식물의 적용이 필요하다.

3. 목본 식물을 이용한 수변림의 기능 증진

수변림에 적용 가능한 목본 식생은 한강 등

5대강 유역의 수원함양, 수질정화를 고려한 식생으로서 가능하다고 판단되는데, 이러한 수종들로서 산림청(1999)에서 권고하는 수종은, 한강유역은 낙엽송, 잣나무, 상수리나무, 갈참나무, 자작나무, 거제수나무, 고로쇠나무, 들메나무, 서어나무 등을, 낙동강유역은 갈참나무, 상수리나무, 굴참나무, 물푸레나무, 서어나무, 개서어나무, 느티나무 등을, 금강유역은 낙엽송, 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무, 갈참나무, 고로쇠나무, 들메나무 등을, 영산강유역은 삼나무, 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 참느릅나무, 물푸레나무, 굴피나무, 고로쇠나무 등을, 섬진강유역은 삼나무, 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 참느릅나무, 물푸레나무, 굴피나무, 고로쇠나무 등 뿌리의 양이 많고 땅속깊이 뻗는 수원함양 효과가 높은 수종을 식재하고 내음성이 강한 수종을 나무 아래에 심는 등 수원함양 및 수질정화기능이 큰 수종을 조합할 필요가 있다.

산림의 수원함양기능 즉, 갈수완화기능과 수질정화기능을 증진시키는 일은 산림토양의空隙을 증진시키는 일과 같다고 할 수 있다. 따라서 산림의 수원함양기능, 갈수완화기능, 수질정화기능 등에 관여하는 공통적인 산림의 요건은, 산림토양층을 유지·발달시키고 땅속깊이 뿌리를 내리도록 공극을 넓혀야 한다. 이를 위해서는 무엇보다 산림의 수체가 커야 하며, 임분 전체의 잎의 양을 적게 하기 위해서는 고령림을 위주로 수관을 다소 적게 하는 편이 좋다. 이를 위하여는 나무의 수관에 의하여 빗물을 차단하는 수관차단량, 나무에 의해 증산되는 증산량이 적은 수종이 바람직하다. 특히 인공

림에는 인위적으로 잎의 양을 줄이는 모두베기, 솎아베기, 가지치기 등의 시업이 다소 강하게 실시되어야 한다.

수원함양기능은 궁극적으로 토양보전에 직결되는 문제로서 산지재해방지기능이 발휘되도록 하는 것이 기본이 되며, 이를 바탕으로 산림의 목재생산 기능도 성립하게 된다. 따라서 토양이 침식이나 붕괴가 없이 잘 보전된 경지라는 것은 목재생산기능과 수원함양기능이 동시에 발휘되도록 조성된 산림을 말하는 것이다. 따라서 자연환경하에서 직접적으로 수원함양기능을 발휘하는 것은 토양이며, 토양층 밑에는 기암층이 있다. 수원함양에 관련된 토양의 기능은 크게 세 가지 기능으로 구분된다. 첫째로는 표층토양의 침투능(투수성)이고, 둘째로는 토양층의 저류기능이며, 셋째로는 토양의 저류층에서 물이 기암층으로 스며드는 기능이 바로 그것이다. 토양 속에는 크고 작은 미세한 공간 즉, 공극이 풍부하여 수원함양기능을 발휘하게 되는 것이다. 수원함양에 절대적으로 필요한 공극이 많은 토양구조는 매우 부드러운 토립자로 형성되어 있고 또 한편으로는 빗방울이나 토양표면을 흐르는 미세한 유하수에 의해서도 공극구조가 파괴되기 쉬운 존재로 구성되어 있다. 수원함양기능이 높은 산림에서 이 공극구조가 보호되고 있는 것은 산림을 포함한 식생의 역할 때문이다. 구체적으로 식생이 존재함으로써 토양침식을 일으키지 않는 기구는 두 가지를 생각할 수 있는데, 첫째 침식의 원인인 지표유하수의 발생을 억제하는 것과 유하수가 발생하였을 때 토양이 이동하는 것을

저항하는 힘이다.

산림토양의 공극구조는 부식질을 먹이로 하는 생물들의 활동에 의해 형성되므로 부식이 없다면 자연적으로 공극형성에 필요한 생물활동도 쇠퇴하게 된다. 따라서 토양의 공극구조가 풍부해지고 지속적으로 유지되도록 하기 위해서는 양분이 풍부한 부식질의 공급이 끊임없이 이루어져야 한다. 부식의 큰 공급원은 산림의 낙엽·낙지이며 초본도 중요한 역할을 한다. 초본류는 수명이 짧기 때문에 토양 속으로 유체 즉 고사한 잎, 줄기, 뿌리를 단기간에 반복하는 특징이 있다. 따라서 초본류가 많이 생육하고 있는 곳은 단기간에 부식질 함유량이 많은 토양층을 형성하게 된다. 이와 같이 토양층 퇴적과 풍부한 공극을 가진 토양이라는 것은 산림을 구성하는 임목과 초본의 존재에 의해 형성되어 보호·유지되는 것이며, 장구한 세월에 걸친 산림의 생육조건에 따라 그 성질과 양을 달리하는 산물인 것이다. 토양의 수원함양기능을 산림의 수원함양기능으로 부르는 것은 산림이 국토를 덮는 최대면적의 식생균이기 때문이며, 임목적 구조에서 높은 수원함양기능을 기대할 수 있기 때문이다. 만일 초본과의 공존을 무시한 산림시업을 하는 경우는 토양공극의 양과 성질이 단기간에 나빠지게 되므로 수원함양기능이 저하되게 되므로 주의하여야 한다.

빗방울의 직경이 아주 미미한 가랑비라도 강수가 키가 큰 나무의 수관에 댔혔다가 지면에 낙하하는 빗방울의 속도는 초속 8m 정도로서 1,000m 상공에서 낙하하는 속도와 같아지게

되므로, 토양의 공극구조를 파괴하는 힘을 갖게 된다. 그러나 빗방울이 키가 작은 초본 등 식생의 앞에 댔었다가 다시 지면에 낙하할 경우는 토양의 공극구조를 파괴할 정도의 힘을 갖고 있지 않기 때문에, 키가 작은 식생들은 낙엽층과 마찬가지로 공극구조의 보호재료의 역할을 하게 된다.

이상과 같이 토양의 공극구조의 형성과 보호·유지를 위하여는 초본을 위주로 한 키가 작은 식생이 대단히 중요한 역할을 하기 때문에 하층식생이 생육할 수 있는 밝은 산림환경이 필요한 것이다. 따라서 산림의 수원함양기능 증진을 위하여는 가지치기, 솎아베기 등의 집약적인 시업이 필요하며, 이러한 시업을 할 수 있는 수변림이 중요하다. 산림의 연간 물 저장량은 활엽수림지에서는 ha당 6,313톤이나 침엽수림지에서는 ha당 3,642톤으로 활엽수림지가 침엽수림지에서도 연간 물 저장량이 약 2배 많으며, 침엽수는 활엽수보다 잎의 양도 많고 잎이 달려있는 기간도 길기 때문에 비가 왔을 때 잎에 빗물이 걸리는 양도 활엽수보다 10%가 많아 그 만큼 산림내 토양에 흡수될 수 있는 빗물의 양이 감소한다. 또한, 산림지에 떨어진 강우는 산림토양 속으로 신속히 흡수되는데 이렇게 강우가 산림토양 내에 떨어져 흡수되는 토양의 침투량도 활엽수림지가 침엽수림지보다 1.3배, 벌채지 보다 1.7배, 초지 보다 2.1배나 많다.

산림토양 속으로 흡수된 물은 각종 유기물에 의하여 토양의 입단화가 잘 이루어진 A층에 머물다가 포화가 되면 토양내 커다란 공극이나

토양층의 경계면을 따라 서서히 토양층 밑으로 흡수해 들어간다. 이러한 산림토양이 최대한 저장할 수 있는 ha당 물의 양도 활엽수림지가 침엽수림지보다 1.2배 많으며, 사방지보다는 2.3배가 많은데 이는 활엽수림지가 사방지나 침엽수림지보다 토심이 깊고 토양내 공극이 발달하기 때문이다.

상류 수원을 정화하기 위하여 상수원의 상류 지역에는 활엽수를 조림함으로써 수질을 보전할 수 있다. 예를 들면, 중금속인 카드뮴 농도가 10ppm 정도로 오염된 땅에 은행나무 1그루를 심으면 5년 내에 카드뮴이 모두 정화되고, 버드나무, 은행나무 등 활엽수의 뿌리는 오염물질을 흡수하여 질소의 농도를 약 10분의 1 (10~15ppm→1~2ppm)로 감소시킨다. 또한, 수질을 판단하는 지표인 수소이온농도(pH)에 있어서도 우리 나라 평균 강우산도는 pH5.3으로 2급수 수준이나 이 빗물이 산림을 통과하면 각종 오염물질이 여과되어 수소이온농도는 pH7.1이 되는 등 하천수질환경기준으로 판단할 때 상수원수 1급수가 된다(朴在鉉, 1996).

4. 숲 가꾸기 및 복층림 조성

장령림(약 40년생 이상) 이상의 산림에 대하여 임목의 일부를 벌채하고 인공갱신을 실시함으로써 수관층이 2개 이상 형성되어 있는 산림인 복층림은 단일한 층을 형성한 단층림보다 토양의 ha당 물 저장량은 114%가 많다. 이와 같이 복층림으로 시업하게 되면 단층림에 비하여 단위면적당 임목축적량이 증가하게 되어 낙엽 및 뿌리의 양이 많아지기 때문에 토양의 물

저장량이 증가하게 된다. 따라서 수원함양기능을 증진시키기 위한 시업은 단층림보다는 복층림으로 유도될 수 있도록 시업하도록 하여야 한다. 즉, 수변림의 상층을 형성하는 수종은 빛을 좋아하는 수종인 소나무류 등 양지에서 잘 자라는 수종을 식재하고, 그 밑의 층에는 전나무, 편백 등 상층 임관에서 빛을 차단하여 빛이 잘 들어오지 않는 곳에서도 잘 자라는 음수를 식재하는 등 복층림으로 유도해야 한다. 복층림에서의 벌채에 있어서는 골라베기가 가장 이상적이며, 대면적의 모두베기보다는 소면적에 있어서 모두베기를 하여 수질오염원인 표층 토양이 유실되거나 파괴되지 않도록 신중한 벌채가 필요하다(竹下, 1988; 太田, 1991; 五所 1991).

일반적으로 삼나무, 낙엽송은 10~20년경에 울폐가 시작되는데 이때부터 나뭇잎의 양은 최대가 되고 아랫가지는 고사해 올라가며, 하층 식생도 고사하여 피복도가 거의 없는 상태가 된다. 이는 숲아주기를 거의 하지 않은 상태에서 자주 나타나게 되는데, 상층울폐도가 80% 이상이 되면 하층에 빛이 잘 들어오지 못하게 되어 하층식생이 고사하게 된다. 따라서 상층 수목에 의한 임관이 폐쇄되어서는 안 되며, 울폐도가 70~80%를 유지하는 숲아베기가 이루어져야 한다. 나무의 나이에 따른 숲아베기율은 임령이 10~20년생일 경우에는 25%로 하고, 21~30년생은 20%, 31~35년생은 15%, 36~40년생은 10%, 41~60년생은 5%로 숲아베기하는 것이 산림의 수원함양기능을 증대시키는데 효과적이다. 그러므로 상수원보호지역의 뺄

뺄한 산림을 30% 숲아주면 나뭇잎에서 발생하는 불필요한 증산량과 수관에 의한 차단량을 감소하게 하므로 10~20%의 물이 더 생산되며, 숲아주기를 함으로써 임내에 빛의 투과가 증가하게 하여 관목류, 초본류 등 하층식생이 발달하게 된다. 또한, 관목류, 초본류 등 하층식생의 발달은 낙엽 및 낙지를 증가시키게 하고 산림토양 내에 공극을 증대시키기 때문에 산림토양이 저장할 수 있는 물을 증대시키게 된다. 그리고 상수원보호구역 내 산림면적의 10% 이상을 한꺼번에 베어내면 나무가 토양 침식을 억제하는 작용이 감소되고 침식된 토사가 계류나 하천에 유입되므로 계류수나 하천수가 오염된다. 따라서 상수원보호구역에서는 산림의 30% 정도를 숲아주고 수변림이나 상수원보호구역 산림면적의 10% 이상을 한꺼번에 베어내어서는 안 될 것이다.

가지치기는 수원함양기능상 빛의 양을 조절하여 적당한 지표식생을 유지하는데 필요한 기술이다. 또한 가지치기는 숲아주기, 모두베기 같은 효과를 가지고 있어 숲아주기, 모두베기의 대체기능의 역할을 한다. 수목의 상층의 잎은 직사광선 즉, 조도가 100인 조건으로 최대의 탄소동화작용을 하는 양엽으로 되어 있지만 하층의 잎은 조도가 낮은 상태에서 효율적으로 동화작용을 하는 음엽으로 되어 있다. 그러나 밀도가 높은 산림에 있어서 하층엽의 상대적인 조도가 5~15%가 되면 하층 잎의 대부분은 동화량과 흡수량이 거의 균형상태가 된다. 이러한 조도는 나무 줄기의 성장에는 아무런 관여를 하지 않고 단지 가지와 잎의 생명을 유지하

므로 수분의 낭비라고도 할 수 있으며, 증산작용만 많아지게 된다. 따라서 보상점에 가까운 하층가지의 가지치기는 나무줄기의 생장을 억제하는 일이 없어 형질이 좋은 목재를 생산할 수 있다는 장점과 아울러 수분의 낭비를 억제하는 작용을 하고 있음을 알 수 있다. 즉, 침엽수림의 가지치기는 임목생장과 무관한 상층수관 아래의 나뭇잎을 제거해 주므로 나뭇잎에서의 증산량을 감소시킴으로써 산림토양이 저장할 수 있는 물의 양을 증가시키는 작용을 한다(임업연구원, 1993). 그러나 활엽수림은 원칙적으로 가지치기를 하지 않고 밀생시켜 자연적으로 낙지 되도록 유도한다(임업연구원, 1994). 또한, 혼효림의 간벌은 높이 30cm 이하 상층식생의 피복도가 40% 이상으로 유지될 수 있도록 수시로 실시하고, 중층·상층 임목의 울폐도가 80% 되는 시기에 실시하도록 한다. 아울러 혼효림의 가지치기는 침엽수는 음엽을 제거하는 정도로 실시하고, 활엽수는 원칙적으로 실시하지 않는다(임업연구원, 1995).

대규모 산림을 모두베기 하였을 경우에는 산림의 각종 공익적 기능을 약화시키는 요인으로 작용할 수 있고 산림토양을 교란시킴으로써 양묘손실과 토양침식을 야기시키며, 산림 내에 서식하는 각종 산림구성종을 변화시키는 등 산림생태계에 적지 않은 영향을 미치게 된다. 또한, 모두베기를 위한 과도한 벌채작업은 산림토양의 지표면을 딱딱하게 하여 강우가 토양 내에 흡수될 수 있는 능력을 감소시킴으로써 산림의 수원함양기능을 저해하는 요소로 작용한다. 특히, 모두베기를 할 때에는 성숙임목만

베어내는 것이 아니고 벌채작업에 따라 관목류와 초본류 등 하층식생까지도 파괴시키므로 토양이 저류할 수 있는 물의 양이 감소하고, 토양침식도 가중된다. 즉, 나무의 잎과 가지는 빗물이 직접 토양에 닿아서 침식을 일으키는 에너지를 감소시키는 작용을 하게 되는데 모두베기는 이러한 침식억지원을 모두 제거하기 때문에 토양의 침식을 증가시키게 된다(小栢 等, 1991; 朴在鉉, 1995).

이와 같은 모두베기 작업으로 인하여 딱딱하고 교란되어진 토양에서는 강우시 토양 내에 빗물이 잘 흡수되지 못하고 지표면으로 흐르게 되는데 지표면으로 흐르는 빗물은 물만 흐르는 것이 아니고 지표에 있는 토사입자와 유기물 등과 함께 유출된다. 이때 빗물과 함께 유출된 유기물 등 영양물질과 침식토사는 계류 및 하천에 유입되어 부영양화를 촉진시키게 되어 수질을 악화시킨다. 뿐만 아니라 모두베기는 수온을 상승시켜, 물맛, 색깔, 향기 등을 변하게 하고, 물 속에 박테리아나 세균 등이 증식할 수 있는 좋은 환경을 마련해 줌으로써 물에 서식하는 어류의 생장에 치명적인 악영향을 미치게 하며, 결국에는 사람이 이용할 수 없는 물로 변하게 한다. 즉, 수온은 수질을 판단하는 중요한 지표로 작용하는데 수온이 올라갔을 때에는 계류나 하천에 유입된 각종 오염물질들이 쉽게 녹게 되고 과도하게 산소가 녹음으로써 부영양화가 쉽게 일어나며 물 속의 환경은 악화된다(朴在鉉, 1995). 따라서 산림의 수원함양기능을 증진시키기 위한 벌채는 일반적인 벌기령 이후 골라베기를 실시해야 하는데 ha당 약

400~600본을 남기고 벌채하도록 하며, 벌채 후 나무 밑에 어린 나무를 식재함으로써 수원 함양기능이 우수한 2단림을 조성하도록 한다. 이때 택벌 임분은 나무 밑 식재가 될 정도로 택벌을 반복하여 실시하는 것이 바람직하다(임업연구원, 1993).

아울러 벌채목의 운반시에는 토양의 침식이 발생되지 않도록 특별히 주의해야 한다. 즉, 벌채목을 운반할 때 벌채목의 끝부분이 토양에 닿아 끌리면 토양은 심한 교란을 일으키게 되고 커다란 침식구가 형성된다. 이러한 교란된 침식구에서는 강우시에 토양의 침식이 활발하게 일어나고, 침식된 토사는 계류나 하천에 유입되어 물을 오염시키게 된다. 최근 미국이나 일본 등 임업선진국에서는 산림의 수원함양기능을 증진하고 수질정화기능을 향상시키는 방향으로 산림시업을 추진하고 있으며, 특히 모두베기는 지양하고 플라베기 또는 복층림을 조성하도록 벌채를 실시하고 있다. 따라서 벌채목의 운반시 발생하는 토양침식이 수질에 심각한 악영향을 미치게 되므로 벌채목을 운반할 때에도 가선집재 등을 이용하는 등 토양침식을 방지하는데 최선을 다해야 한다.

나무의 나이가 많아질수록 가지와 나뭇잎은 증가하게 되는데 이로 인하여 낙엽 및 낙지의 양도 증가한다. 또한, 뿌리량의 증가로 토양유기물이 많아지고 토양화작용이 촉진되므로 토양이 저류할 수 있는 물의 양은 증가하게 된다. 즉, ha당 토양이 저류할 수 있는 유효한 물의 양은 나무의 나이가 30년생인 경우에는 나무의 나이가 20년생인 산림보다 약 1.17배, 40년생인

경우에는 나무의 나이가 20년생인 산림보다 약 1.26배, 나무의 나이가 50년생인 경우에는 20년생인 산림보다 약 1.33배로 많다. 더욱이 나무의 나이가 40년생은 나무의 나이가 30년생인 산림보다 ha당 토양이 저류할 수 있는 물의 양이 1.08배, 나무의 나이가 50년생은 나무의 나이가 30년생보다 1.13배로 많아지게 된다. 따라서 나무의 나이가 20~30년생이 대부분인 우리나라의 산림을 보다 울창한 장령림으로 바꾸어야 한다. 나무의 벌기령도 약 40년생 이상인 장령림을 벌채하는 방식으로 유도할 필요가 있다.

5. 임도비탈면의 토사유출 예방

산림 내에 인위적으로 개설되는 임도는 시공시에 자연적으로 땅깍기비탈면(절토, 切土)과 흩쌓기비탈면(성토, 盛土)이 조성된다. 그러나 이러한 땅깍기비탈면과 흩쌓기비탈면은 자연적인 산지를 인공적으로 깎거나 쌓아서 만들었기 때문에 토양이 안정되어 있지 않다. 따라서 여름철 강우시에 땅깍기비탈면이나 흩쌓기비탈면에서는 토양의 침식이 발생할 가능성이 높으며, 식생을 이용한 복구·녹화를 완벽하게 하지 않았을 경우에는 침식이 심하게 발생한다. 특히, 인공적인 땅깍기비탈면과 흩쌓기비탈면은 자연적인 산지경사보다도 급한 경사를 이루고 있으므로 적은 비에도 쉽게 침식되고 많은 비에는 붕괴위험까지도 발생할 수 있다. 임도 시공시 복구·녹화가 완벽하게 이루어지지 않은 땅깍기비탈면이나 흩쌓기비탈면에서 침식된 토사는 토양표면으로 흐르는 유출수와 함께

쉽게 계류나 하천으로 유입되어 물을 오염시키는 악영향을 미치게 된다. 즉, 임도의 땅깍기비탈면에서 침식된 토사는 임도의 노면을 거쳐 흙쌓기비탈면을 따라 침식량이 증가하고 침식속도가 빨라진다. 이렇게 침식된 토사는 산지 사면에 포획되기도 하지만 대부분 계류나 하천에 유입된다.

아울러 임도건설작업은 중장비를 동원하여 공사하기 때문에 토양을 다져지게 하여 토양공극을 감소시키고 배수를 불량하게 함으로써 토양표면유출수의 증가와 토양표면침식을 가속화시키며, 토양수의 이동을 차단하여 식물의 성장에 악영향을 미치게 된다. 더욱이 침식된 토사가 계류나 하천에 유입됨으로써 물의 탁도를 증가시키고 수질을 악화시킨다. 그러나 임도의 땅깍기비탈면이나 흙쌓기비탈면에 식생을 이용하여 복구·녹화하였을 경우에는 식생이 강수에 의한 비탈면 침식을 방지해 주고 계류나 하천에 토사유입을 억제해 줌으로써 결국에는 수질오염을 방지해 주게 된다. 또한, 임도의 인위적인 땅깍기비탈면이나 흙쌓기비탈면을 피복·녹화하여 줌으로써 이들 식생이 토양

을 안정화시켜 강수를 저장하는 등 수원함양기능 및 수질정화기능을 효율적으로 발휘하게 된다. 따라서 임도를 개설할 때에는 인위적으로 토양이 노출된 땅깍기비탈면이나 흙쌓기비탈면을 식생으로 조속히 피복·녹화하여 토사의 침식을 방지하도록 하여야 한다.

또한, 산림은 물의 유출량을 조절할 뿐만 아니라 토양침식 및 토사의 유출량을 경감하고, 수질의 보전작용도 매우 크다. 즉, 산림은 스펀지와 같이 물을 머금었다가 필요한 경우에 내보내주는 작용을 하는 등 안정된 수질을 보전하게 되는데 이는 하류의 농업, 어업 및 공업 등 물 이용에 대해서 안정된 질의 물을 공급한다. 특히, 산림지대의 토양은 낙엽, 낙지 등이 퇴적하고 부식이 잘 형성되어 빗물의 체류기간이 길어지고, 토양 속의 이온교환이 촉진되는 경우가 황폐지에서보다는 많다. 즉, 산림토양, 그 중에서도 부식토는 수질정화에 없어서는 안 되는 필수적인 물질이다. 따라서 수질정화를 위해서는, 황폐지를 녹화하고 녹화된 산림을 잘 경영하여 부식질층, 부식토층을 깊게 유지할 필요가 있다.

논 문

대기오염 및 산성비에 의한 산림생태계 변화

이 충 화

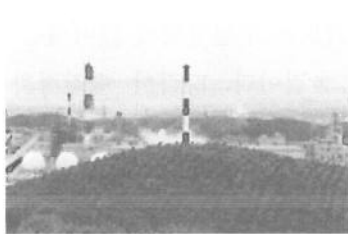
국립산림과학원

18세기 산업혁명 이후 인류는 석탄, 석유 등의 화석연료를 에너지로 이용하는 기술을 개발한 결과, 인간사회에 다양한 편익을 제공하게 되었다. 그러나 금세기에 이르러 인류의 생활환경은 급속히 오염되어 인류생존마저도 위협하는 지경에까지 이르렀다.

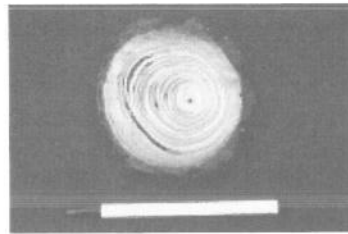
대기오염물질은 초기에는 생활의 에너지를 얻기 위해 연료를 태우는 과정에서 발생하는 매연이나 분진이 주종을 이루었으나 점차 석탄

이 주요 연료로 대체되면서 아황산가스가 주된 오염물질로 등장하였다. 산업혁명이후 유럽에서는 공장주변에 산림피해가 나타나기 시작하였고, 1980년대 초부터는 오염 배출원 주변의 산림고사현상이 원거리, 즉 청정지역 산림에서도 비슷한 피해가 나타나기 시작하였다.

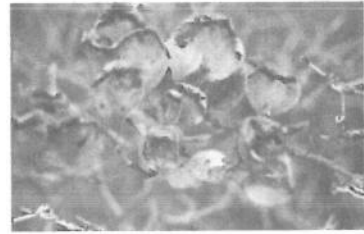
한편 우리나라는 1970년대부터 급속한 경제발전과 함께 공단지역과 대도시지역에서 소나무류의 쇠퇴현상이 뚜렷이 나타나고 있다(사진 1).



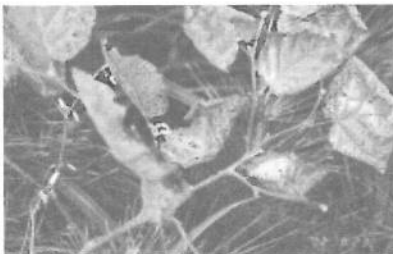
공장주변의 산림



소나무 성장상태



청미래덩굴 피해



개암나무 피해



가로수 은행나무 피해



해송의 고사

사진 1. 산림피해 실태(울산공단지역)

최근 대기오염과 산성비에 의해 공단지역 및 대도시 주변 산림토양이 산성화되어 낙엽분해에 나쁜 영향을 미치고 있다. 토양이 산성화되면 토양소동물이나 미생물의 종류와 수가 감소하여 전반적인 활동이 약화되어 낙엽분해가 지연된다. 여기서는 산림피해방지와 산림의 공익기능 증진을 위한 피해임지 회복방안에 대한 기초자료 제공을 위한 대기오염 및 산림생태계 변화를 소개하고자 한다.

이산화황(SO₂) 농도의 경시변화

전국 산림지역 65개 조사지의 대기 중의 2006년도 연평균 이산화황(SO₂) 농도는 5.4 ppb로 평년도 평균치(1993~2005) 5.2ppb와 비슷한 수준이었다. 이러한 대기중 이산화황 농도의 연변화(그림 1)는 감소추세 시작년도는 1997년 이후 큰 변화없이 일정수준을 유지하고 있다. 이러한 결과는 유럽과 북미 등의 선진국에서도 관찰되는 공통된 경향으로써 대기환경 개선정책의 일환인 저유황 연료 사용 및 탈황시설 설치 확대에 기인한 결과로 보여 진다. 그러나 국내 대기중 이산화황 농도가 점차적으로 감소 추세에 있음에도 불구하고 최근 중국

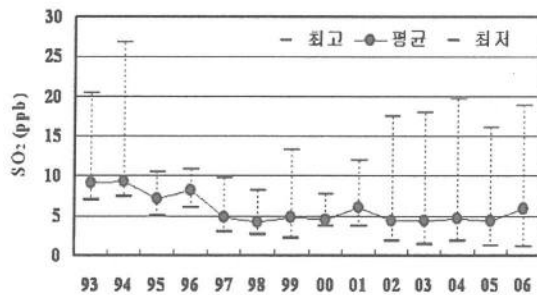


그림 1. 연평균 SO₂ 농도의 경시변화

의 경제성장의 근간이 되는 중화학공업의 급속한 발달로 장거리 이동 가능성이 있는 황산화물이 점차 증가할 것으로 예상되기 때문에 이 산화황의 영향에 대해서는 장기적인 관찰이 필요하다.

강수 pH의 경시변화

전국 산림지역 65개 조사지의 강수량을 가중한 2006년도 연평균 강수산도는 pH 5.1로 1993~2005년 평균치 pH 5.09와 거의 유사한 수준이었다(그림 2, 사진2). 강수산도의 연도별 변화추이를 보면 2001년까지 적은 수준이지만 연차적으로 낮아지는 경향을 보였으나, 2002년도 봄철 황사발생 일수와 발생량이 과거에 비

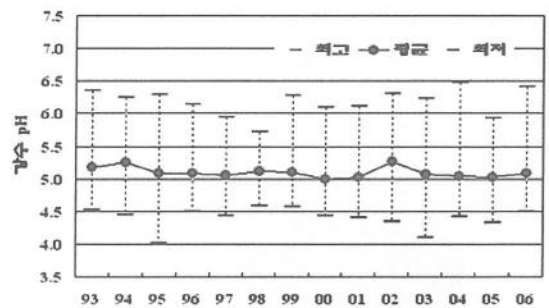


그림 2. 연평균 강수산도(pH)의 경시변화



사진 2. 강우강설 자동 채취기

해 현저히 높았던 결과로 다소 높아졌다가 2003년부터 다시 이전 수준으로 낮았다. 강수 산성화에 기여하는 이산화황(SO_2)이 연차적으로 감소하고 있는 추세임에도 불구하고, 강수 산성화가 회복되지 않는 원인은 차량증가에 따른 질소산화물(NO_x) 방출량이 상대적으로 증가하고 있는 최근의 대기질 환경특성에 기인한 것으로 추정된다.

토양산도(pH)의 경시변화와 지역적 분포

전국 산림토양의 평균 산도는 pH 5.0이었으며, 지역적 분포는 주로 대도시, 공업지역과 서남해안 지역이 대체로 낮은 pH 분포를 보였다(그림 3). 이는 중국으로부터의 대기오염 유입에 의한 서해안의 토양산성화 가속화가 우려된다. 또한 연도별 경시적 변화를 보면(그림 4),



그림 3. 전국 산림토양 pH 분포도

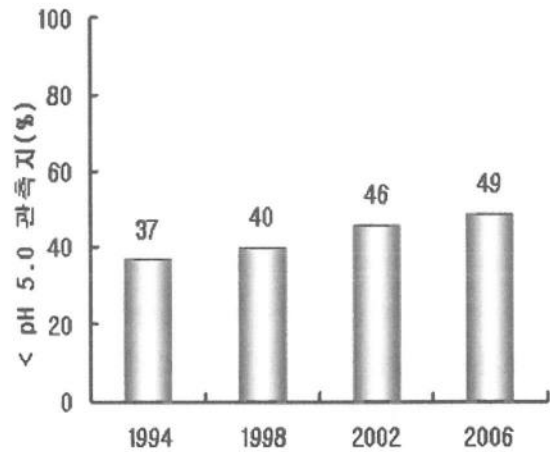


그림 4. 토양 산성화 추세(pH 5.0이하)

65개 조사지 전체 평균치는 1994년 이후 점차 낮아지는 경향을 보였다. 토양 pH 5.0이하의 관측치 분포비를 보면 1994년 37%에서 1998년 40%, 2002년 46%, 2006년 49%로 증가하였다. 이러한 경시적인 토양산성도 증가 추세는 산성화로 인한 산림피해 가능성이 그만큼 높아질 수 있음을 의미하는 것으로 pH 4.5 이하의 산성화가 심한 지역에 대해서는 토양 산도를 교정하고 용탈로 인해 결핍된 Ca 성분과 산성조건에서 부족하기 쉬운 유효인산 등의 필수 양분을 보충 또는 증가시킬 수 있는 석회질 비료 등의 토양개량제 시용이 필요하다.

산림피해의 해부형태학적 평가

일반 산림지역에 비해 대기오염도와 토양산성화가 가장 극심한 지역으로 대표되는 남산지역(토양 pH 3.9~4.2)의 소나무 임분과 청정 산림지역의 계방산 소나무 임분에 대해 1년생 잎과 지하부 세균(직경 1mm 이하)을 광학현

미경을 이용하여 해부형태학적 특성을 비교, 분석하였다. 남산의 소나무 침엽의 경우(사진 3), 계방산 소나무에서 관찰되지 않은 부분적인 wax층의 침식(A)과 엽육조직의 붕괴(B)가 관찰되었다. 이러한 증상은 산성인 대기오염물질에 의한 직접적인 피해반응이라 할 수 있으며, 결과적으로 남산 소나무의 엽면색율과 낙엽율의 증가에 기여한 것으로 보여 진다.

또한 대기오염 발생지에서 나타나는 토양 산성장애의 사례에서 보면, 물질순환 불균형과 그로 인한 제한적인 식물분포 현상 이외에도 식물 뿌리의 피해가 심각한 문제로 대두되고 있다. 서울 남산 소나무림에서의 세근의 횡단면(좌)에서 보듯이 계방산(우)과는 달리 남산 지역 소나무 세근도관이 중심부로 편중(a)되어 분포하고 있으며, 그 사이에 세포가 결정(b)되어 있었다(사진 4).

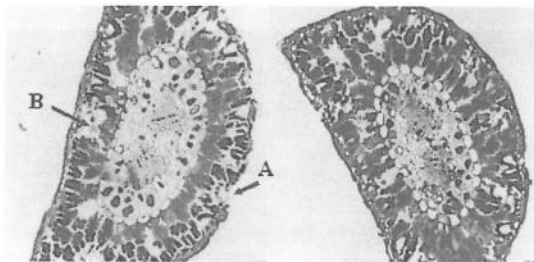


사진 3. 잎의 횡단면(좌: 남산, 우: 계방산)

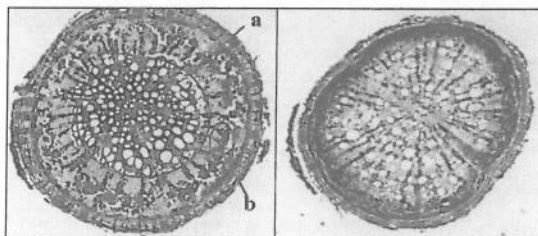


사진 4. 소나무 세근의 횡단면
(좌: 남산, 우: 계방산)

이러한 결과는 토양중의 물과 수분을 흡수한 후 지상부 가지와 잎으로 이동시켜 주는 도관의 기능이 제대로 이루어지지 않아 결국에는 임목의 가지적인 피해를 초래할 수 있음을 반영한다. 이와 관련하여 남산에서는 소나무의 가지가 고사하는 현상이 나타났는데, 이는 소나무가 지상부 가지와 잎을 유지하기에 곤란한 영양상태에 처함으로써 생리적인 균형을 유지하기 위해 스스로 수체의 부피를 줄이는 과정이라고 볼 수 있다.

이상의 피해 반응인자 이외에도 계방산과 유사한 임분밀도와 수령을 갖는 남산의 소나무 임분에서 낙엽의 축적량이 3배 이상 높게 나타나고 있다(표 1). 이는 낙엽분해에 작용하는 토양 미소동물과 분해균의 역할이 그 만큼 적다는 것을 의미하며, 주로 토양 pH 4.5가 이하의 산성조건에서 유기물 분해자의 생육이 용이치 못한 데 기인한다고 본다.

일반적으로 임상(forest floor)을 이루는 낙엽층은 분해과정을 통해 수목에 의해 다시 사용될 필수 영양분의 저장 창고라 할 수 있다. 그러나 분해자의 생육환경이 악화되어 그 수와 활력이 줄게 되면, 저장 창고에 쌓이는 낙엽량은 증가하는 반면 분해되어 이용되는 낙엽량은 감소하여 결국 양분 수급에 장애가 초래된다. 이는 산림생태계 차원에서 볼 때 전체적인 양

표 1. 남산 소나무 임분의 산성화로 인한 잠재적 피해반응 인자

인자	남산	계방산
낙엽축적량(kg/m ²)	1.7	0.5
세근량 (kg/m ² /10cm)	0.09	0.29

분순환계가 규모가 적어지고 그 순환속도도 지연됨을 의미한다.

이밖에도 토심 10cm까지의 세균분포량에 있어서는 계방산에 비해 3배 이상 낮은 것으로 조사되었다. 이는 양분과 수분 흡수 기능을 담당하는 세균이 표토에서 제대로 생육하지 못하고 있음을 반영하는 것으로 토양산성화로 인한 Ca 등 필수양분의 결핍과 Al 독성에 의한 뿌리 생육환경 악화가 일차적인 원인이라 할 수 있다.

토양 pH 수준별 낙엽분해

토양 pH 수준에 따른 소나무 낙엽의 분해율의 경시적 변화를 살펴보면 12개월까지는 pH 처리에 따른 차이는 뚜렷하지 않았으나, 24 및 36개월에서는 pH 4.5이상의 처리구가 pH 3.5이하 처리구에 비해 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(그림 5). 또한 토양의 Al농도는 토양 pH가 감소함에 따라 급격히 증가하였으며, 토양미생물 활성도 지표인 탈수소효소 활성도(dehydrogenase activity, DHA)는 토양

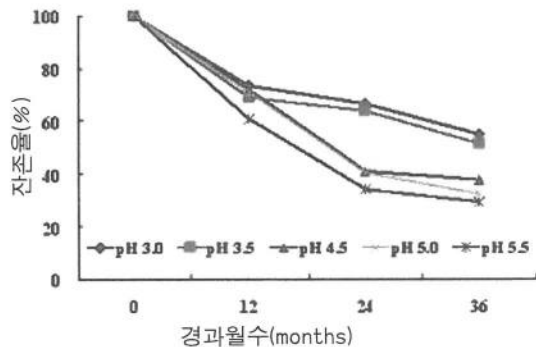


그림 5. 토양 pH에 따른 낙엽 잔존율의 경시적 변화

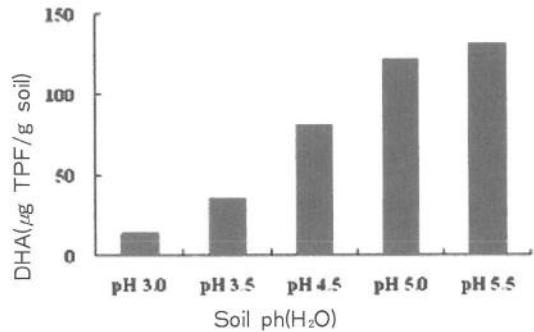


그림 6. 토양 pH에 따른 탈수소효소

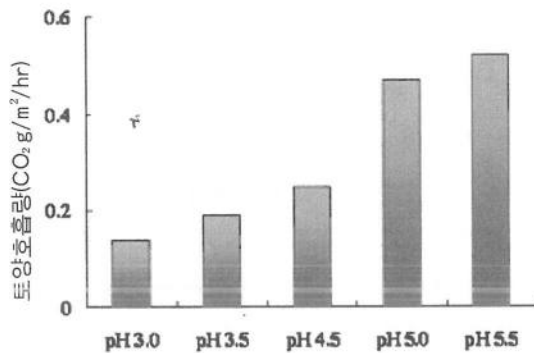


그림 7. 토양 pH에 따른 토양호흡량



사진 5. 토양호흡 측정기(EGM-3)

pH가 낮아질수록 감소하였다(그림 6). 토양미생물이나 토양소동물의 활력이나 개체수의 지표가 되는 토양호흡량은 토양 pH가 낮을수록

증가하는 결과를 보였다(그림 7, 사진 5).

한편 토양세균과 곰팡이는 유기물 분해와 매우 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 알려져 있으며 토양 산성화가 진행될수록(토양 pH 감소) 곰팡이 밀도가 감소하는 경향을 보이고 있어(그림 8, 사진 6), 토양 pH 변화에 대해 민감한 반응을 나타내는 것으로 판단된다. 토양이 산성화되면 식물생장의 유해금속(Al)이 증가하여 토양환경에 악영향을 주어 토양 미생물의

활성도가 떨어짐으로 낙엽 분해를 지연시키는 것으로 판단된다.

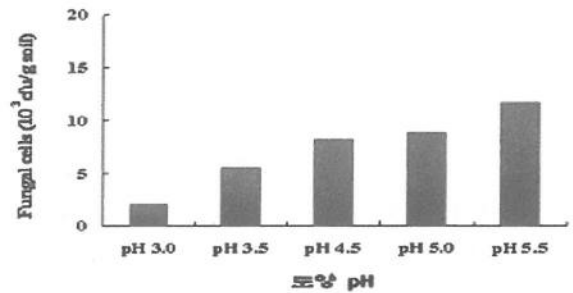


그림 8. 토양 pH에 따른 곰팡이 밀도

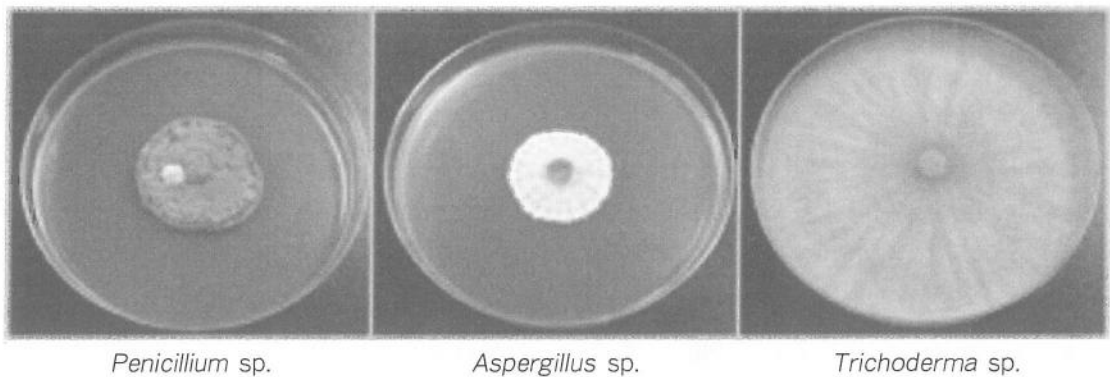


사진 6. 동정된 곰팡이 종류

국유 묘포의 현황 및 토양조사 추진계획

변재경

국립산림과학원 임지보전과 · 이학박사

1. 국유 묘포현황

우리나라에 최초로 묘포장이 생긴 것은 1907년 일본인에 의해 경성, 수원 및 평양에 개설된 것으로 알려져 있다.

현존하고 있는 국유묘포중에서 가장 오래된 곳은 1926년도에 조성되어 일제시대부터 사용하고 있는 춘양양묘장과 울진양묘장이며, 그 뒤를 이어 1927년도에 연곡양묘장이 조성되었다. 가장 최근에 조성된 곳은 중부지방의 국유림 조림면적 증가에 따라 1999년 충북 음성에 82,719m²의 삼성양묘장이 신설되었으며, 난대림복원을 위한 묘목생산을 목표로 1994년도에 전남 보성군 득량면에 70,788m²의 보성양묘장이 추가로 조성되었다. 또한 국유양묘장 대부분이 40년 이상 사용되고 과거 논의였던 곳이기 때문에 연작피해와 많은 문제점이 나타나 새로운 묘포의 필요성이 대두되면서 산지조림의 적응성 및 활착증진을 위해 1990년대 중반이후 4개의 산지묘포장이 조성되었다(표 1).

산림청이 보유하고 있는 국유 고정묘포는 2007년 기준으로 전국적으로 5개 지방산림관리청내 13개소가 있으며 총 면적은 약 128ha(1,279,667m²)이다.

면적이 가장 큰 묘포는 북부지방 산림관리청의 용문양묘장으로 약 26ha(261,899m²)에 달하여 동양에서 최대 면적인 것으로 알려져 있으며, 가장 작은 곳은 중부지방 산림관리청의 보은 산지양묘장으로 약 2.3ha(22,801m²)이다.

국유묘포는 산림녹화사업이 1960년대부터 본격적으로 시작되면서 120만ha의 황폐산림을 녹화시키는데 필요한 양질의 묘목을 원활하게 생산·공급하여 세계적으로 가장 빠르게 치산녹화를 성공한 나라로 인정받는데 많은 기여를 하였다.

국유묘포에서 생산된 묘목은 치산녹화기인 1960년대부터 1984년까지는 속성수종, 사방수종 및 유실수 위주이었고, 산지 자원화기인 1985년부터 1996년까지는 장기수를 비롯한 21개 권장 수종의 묘목을 생산하였다. 1996년도 4차 기본계획이 수립된 이후 현재까지는 산림기능 다양화로 78개 조림확대 가능 수종의 묘목을 생산하기에 이르렀다.

2. 국유묘포 토양조사 추진배경

묘포로 적합한 입지조건은 평탄한 지형보다 배수와 관수가 용이한 경사 5°미만으로서 토심이 30cm이상인 토양이나 용문양묘장을 비롯한

표 1. 지방산림관리청별 포지 현황

(단위 : m²)

관리청별	구 분		조성년도	총면적	부대면적	시업가능면적	시업면적	유휴면적
합 계	계		13개소	1,279,667	527,970	751,697	363,439	388,258
	고정묘포		9개소	1,031,453	365,946	665,507	281,353	384,154
	산간묘포		4개소	248,214	162,024	86,190	82,086	4,104
북 부	계			487,312	237,131	250,181	110,860	139,321
	고정묘포	용문	1967	261,899	87,680	174,219	39,002	135,217
	산간묘포	소계		225,413	149,451	75,962	71,858	4,104
		춘천	1995	54,050	18,708	35,342	32,947	2,395
		홍천	1996	35,294	14,300	20,994	20,994	-
		양구	1998	136,069	116,443	19,626	17,917	1,709
동 부	계			388,454	135,711	252,743	136,283	116,460
	고정묘포	연곡	1927	70,655	29,644	41,011	34,289	6,722
		정선	1954	101,864	28,042	73,822	31,504	42,318
		평창	1943	215,935	78,025	137,910	70,490	67,420
남 부	계			167,702	46,967	120,735	31,543	89,192
	고정묘포	춘양	1926	149,114	42,851	106,263	27,885	78,378
		울진	1926	18,588	4,116	14,472	3,658	10,814
중 부	계			105,520	53,724	51,696	51,696	-
	고정묘포	삼성	1999	82,719	41,251	41,468	41,468	-
	산간묘포	보은	1996	22,801	12,573	10,228	10,228	-
서 부	계			130,679	54,337	76,342	33,057	43,285
	고정묘포	남원	1966	59,891	27,200	32,691	16,265	16,426
		보성	1994	70,788	27,137	43,651	16,792	26,859

※ 2006년도 기준

춘양양묘장, 연곡양묘장 및 운봉양묘장 등 대부분의 국유묘포는 과거 논으로 사용하였던 곳으로 당초부터 묘포로서 부적합한 토양을 포지로 조성하여 많은 문제점을 안고 출발하였다.

논 포지의 토성은 모래함량이 적고 미사와 점토함량이 높은 미사질양토(Silt Loam) 또는 미사질식양토(Silt Clay Loam)가 많아 대부분 배수가 불량하다. 묘포로 수십년간 장기적으로

사용하고 주기적으로 객토를 실시한 포지는 일정한 깊이마다 다른 토색과 토성을 나타내며 매우 단단한 불투수층을 갖고 있다. 또한 지속적인 관수와 토양염류화로 인해 미세한 토양입자(Colloid)가 분산되고 하층으로 이동 집적하여 Fan층을 형성함으로써 토양배수가 불량한 원인이 되고 있다. 이러한 논 포지는 배수불량으로 묘목이 습해를 받는 곳이 많고 이로 인한

생육부진은 병해충 발생이 높아지며 시비를 했을 때 지표면에 집적되어 염류집적이 가중되고 있다. 한편, 미사와 점토함량이 높은 토양은 가뭄시 적절한 관수가 이루어지지 않을 때에는 지표면이 거북이 등처럼 갈라져 잔뿌리가 노출됨으로써 오히려 가뭄피해를 받는 경우도 있다.

건전한 묘목을 지속적으로 생산하기 위해서는 묘포장의 입지환경조건 및 토양의 물리·화학적 성질을 양호한 상태로 유지·관리해 주는 일이 매우 중요하다.

그러나 그 동안 30여년 이상 관행적인 방법에 의한 묘포장 관리, 시비 등으로 묘목을 생산해 왔을 뿐 묘포토양에 대한 체계적이고 과학적인 조사·분석결과를 바탕으로 묘포를 관리·경영하고 있는 사례를 찾아보기 어려운 현실이다.

관행적인 방법에 의한 장기간의 묘포장 운영 결과 토양 물리성 악화, 토양 산성화, 염류장해, 토양생산력 감퇴 및 시비관리 오류로 인한 길항작용 등으로 규격묘 생산이 어려울 뿐만 아니라 병해충발생과 생육부진 및 고사 등 끊임 없이 많은 문제가 야기되고 있다. 이러한 포지에서 생산된 묘목은 수분조건 및 양분조건이 조립지 토양특성과 현저하게 차이가 나므로 산지조림시에 내건성이 떨어져 활착률이 매우 낮을 뿐만 아니라 생존한 것도 생장이 불량하다.

따라서 국유묘포에서 건전 우량묘목 생산을 위해 묘포토양의 실태를 조사·분석하여 고정묘포 토양의 근본적인 문제점을 파악해서 과학적인 시비처방 및 묘포 토양관리의 기초자료로

활용코자 산림청에서 2006년부터 예산을 반영하여 국립산림과학원 임지보전과에서 토양조사를 추진하게 되었다.

묘포 토양조사는 현장조사와 보고서 작성을 효율적으로 조속 추진하기 위하여 외부 전문가 활용 방침을 세워 토양조사 전문기관인 한국산지환경조사연구회와 공동으로 수행하게 되었다.

3. 국유묘포 토양조사 추진계획 및 실적

국유묘포 13개소에 대해 양묘장별 면적을 감안하여 5년간 조사계획을 표 2와 같이 수립하였다. 양묘장으로 조성한지 가장 오래된 곳을 우선 조사하고 최근에 조성된 곳과 과거 토양조사를 실시했던 양묘장은 후반기에 조사할 예정이다. 2006년도와 2007년도 2년간 국유묘포 전체 면적대비 26.6%가 조사되었다.

가. 2006년 조사실적

토양조사 첫해인 2006년도에는 국유묘포로 사용이 가장 오래된 남부관리청 춘양양묘장과 울진 양묘장을 대상으로 실시하였다.

울진양묘장 토양조사는 10월 25일부터 10월 26일까지 실시하였고, 춘양양묘장은 10월 27일부터 10월 28일까지 1차 조사하였으며 11월 7일부터 11월 9일까지 2차조사를 실시하였다.

(1) 토양단면 조사

조사지점을 설정한 후 묘포지의 토양단면 형태, 배수상태, 구조 등 토양기반을 종합적으로 조사하기 위하여 굴삭기를 사용하여 폭 1m,

표 2. 연차별 묘포 토양조사 추진계획

(단위 : m²)

구분	지방산림청	묘포별	전체 면적	시업 가능면적	비 고
2006	남부	춘양	149,114	106,263	조사완료
	"	울진	18,588	14,472	
	소계		167,702	120,735	
2007	동부	정선	101,864	73,822	토양분석 진행중
	서부	보성	70,788	43,651	
	소계		172,652	117,473	
2008	동부	연곡	70,655	41,011	
	서부	남원	59,891	32,691	
	북부	운두령	35,294	20,994	
	소계		165,840	94,696	
2009	중부	삼성	82,719	41,468	
		보은	22,081	10,228	
	동부	평창	215,935	137,910	
	소계		320,735	189,606	
2010	북부	용문	261,899	174,219	
	"	간척	54,050	35,342	
	"	팔랑	136,069	19,626	
	소계		452,018	229,187	
	총계		1,279,667	751,697	

※ 각 묘포는 매 5년 주기로 토양 조사

깊이 1.5m~2.5m로 굴취하였다.

토양단면조사 개소수는 춘양양묘장은 70개소이고 울진양묘장은 15개소이며 조사항목은 표 3과 같다.

(2) 토양시료 채취

토양단면을 조사한 다음 토양의 물리성과 화학성을 분석하기 위하여 토양깊이별로 다음과 같이 시료를 채취하였다.

- (가) 춘양 : 토양 물리성 시료 197점, 토양 화학성시료 202점, 토양 투수성 9점
(나) 울진 : 토양 물리성 시료 51점, 토양 화학성 시료 51점

나. 2007년 묘포 토양조사

산림청에서 2006년 11월에 13개의 국유묘포를 4개의 거점 양묘장과 9개의 비거점 양묘장으로 나누어 운영계획을 수립하였다.

거점양묘장은 소관 지방산림청의 조림사업 추진을 위한 묘목생산과 양묘산업 선도기능을 수행할 양묘장으로서 용문, 정선, 춘양 및 보성 양묘장을 지정하였으며, 비거점 양묘장은 민간 위탁사업 대상지로 선정하여 재정효율을 제고하기 위함이다.

따라서 당초 조사계획을 일부 수정하여 거점 양묘장인 강원도 정선군 임계면 소재 동부지방

표 3. 토양조사 및 분석항목

구 분	조 사 항 목
입지환경	기후, 지질, 모암, 지형, 표고, 방위, 경사, 인문사회환경 등
토양단면	층위, 토심, 토색, 건밀도, 토양구조, 토양건습도, 석력함량, 토양배수
토양화학성	산도, 유기물, 질소, 유효인산, 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘, 양이온치환용량, C/N율, 염기총량, 염기포화도
토양물리성	토성, 삼상, 용적밀도, 투수성



사진 1. 춘양묘포 토양조사



사진 3. 보성묘포 토양단면 굴취

사진 2. 배수불량으로 물이 고여 있는 모습
(춘양 3-6포지)

사진 4. 보성묘포 토양단면 조사

산림청 정선양묘장과 난대수종 묘목을 생산중인 서부지방산림청 보성양묘장을 조사하였다.

토양조사 계획 수립을 위해 3월 6일부터 3월 9일까지 예비답사를 한 다음 토양조사는 보성

양묘장은 3월 14일부터 3월 20일까지 실시하였고, 정선양묘장은 3월 27일부터 4월 4일까지 실시하였으며 현재 채취한 토양시료를 분석중이다.

조사연구

임진강 유역 황폐지 복구방안에 대하여 (I)

- 임진강 유역의 일반 개황 -

국립산림과학원 임지보전과 임업연구관 김 경 하

국립산림과학원 임지보전과 과장 정 용 호

(사)한국산지환경조사연구회 이사 최 경

(사)한국산지환경조사연구회 부회장 안 병 영

1. 임진강 유역의 기상

가. 철원지역

임진강 지류 중 가장 긴 한탄강 발원지인 철원지역은 한반도 중심부에 위치하여 대륙성기후의 성격이 강하고 지형적으로 풍상(風上)의 위치에 있어 지형성 강우가 종종 형성되므로 강수량은 평년값 1,310mm보다 많은 1,417mm를 기록하였다. 월별로는 8월 > 7월 > 9월 순으로 많았으며 특히 2003년 8월에는 전월(全月) 강수량이 756mm로 평년값 262mm의 3배였으며 연강수량의 반 이상이 집중된 것으로 나타났다. 이러한 경향은 편서풍을 타고 서쪽에서 들어오는 강우와 국지성 강우가 합쳐지면서 나타나는 현상으로 생각된다.

월별 강수량의 편차를 보면 평년값은 최저가 12월의 28mm로부터 최대가 8월의 262mm로서 234mm의 차이를 보였으나 철원지역은 각각 17mm와 513mm로 496mm의 큰 편차를 보여 강우가 하절기에 집중되면서 점차 증가하였다. 이 지역 1일 및 1시간 최대 강수량을 보면 1999년 8월 1일 하루에 연강수량의 20%인

280mm의 비가 왔으며 1시간 최대 강수량을 보인 날은 2003년 8월 6일의 70mm인 것으로 나타났다.

철원지역의 연평균기온은 10℃로서 전국 평년값 13℃보다 낮았으며, 최저기온은 평균 -2.4℃로 평년값 7.5℃보다 10℃가 낮았다. 월중 기온이 가장 낮은 1월의 최저기온은 -22.3℃로 평년값 -5.6℃보다 16℃가 낮아 기온차가 큰 것을 알 수 있으며, 최고기온은 연평균 22.6℃로 평년값 17.7℃보다 오히려 높았다. 1월과 8월의 기온의 연교차를 보면 평년값은 24℃이나 이 지역은 29℃로 계절별로 차이가 큰 것을 알 수 있다.

나. 동두천지역

한탄강이 임진강과 합류하는 연천군 군남면과 가장 근거리에 위치한 동두천지역의 기상상태를 보면 연강수량은 1,498mm로 평년값보다 190mm가 많았고, 일 및 시간당 최대 강수량은 1999년 8월 1일의 편차를 보면 최저가 12월의 19mm이고 최대는 8월의 545mm로서 8월 중에 집중호우가 있었으며 계절별로 편차가 큰

것을 알 수 있다. 이를 철원지역과 비교하면 연강수량은 80mm가 많았고 최다 강수량도 역시 1일 강수량 98mm, 시간당 강수량 10mm가 많았다.

연평균기온은 11.0℃로 역시 평년값보다 낮았고 최저기온은 -0.78℃로 철원지역보다는 1.6℃가 높았으나 평년값보다는 8℃이상 낮은 것으로 나타났으며 최고기온은 철원지역과는 차이가 없으나 평년값에 비해서는 6℃이상 높았다. 1월과 8월의 연교차를 보면 28℃로 평년값 보다 크게 나타났으나 철원과는 큰 차이가 없었다.

다. 문산지역

임진강 하류에 가까운 문산지역은 기상관측이 2002년부터 시작되어 2년간의 평균치로 이 지역 기상상황을 살펴보면 연 강수량은 1,472mm로서 평년값보다 162mm 많았으나 철원, 동두천 지역과는 차이가 없으며 연간 편차는 최저가 12월의 11mm, 최대가 8월의 506mm로 철원, 동두천과 유사한 경향으로 나타났다. 일별, 시간별 최대 강수량은 모두 2003년 9월 18일에 나타났으며 하루 최대의 강수량은 151mm와 시간별 최대강수량은 35mm로 철원 등 바다에서 떨어진 내륙지방보다 집중호우가 적은 것으로 생각된다.

연평균 기온은 10.6℃로 철원, 동두천과 같이 평년값보다 낮았으며 최저 기온은 동두천과는 비슷하나 철원보다는 1.4℃가 낮았고 평년값보다는 8.5℃가 낮게 나타났다. 최고기온 역시 평년값보다 5~6℃ 높았으나 동두천, 철원과 유

사하였다.

라. 북측지역

기상청 자료에 나타난 임진강 북쪽의 강원도 평강과 황해남도 개성지역의 강수량과 평균기온을 조사한 결과 평강지역의 강수량은 남쪽의 평년값보다는 90mm이상 적은 1,217mm의 비가 왔으며 개성지역은 1,130mm로서 평년값보다 180mm가 적었다.

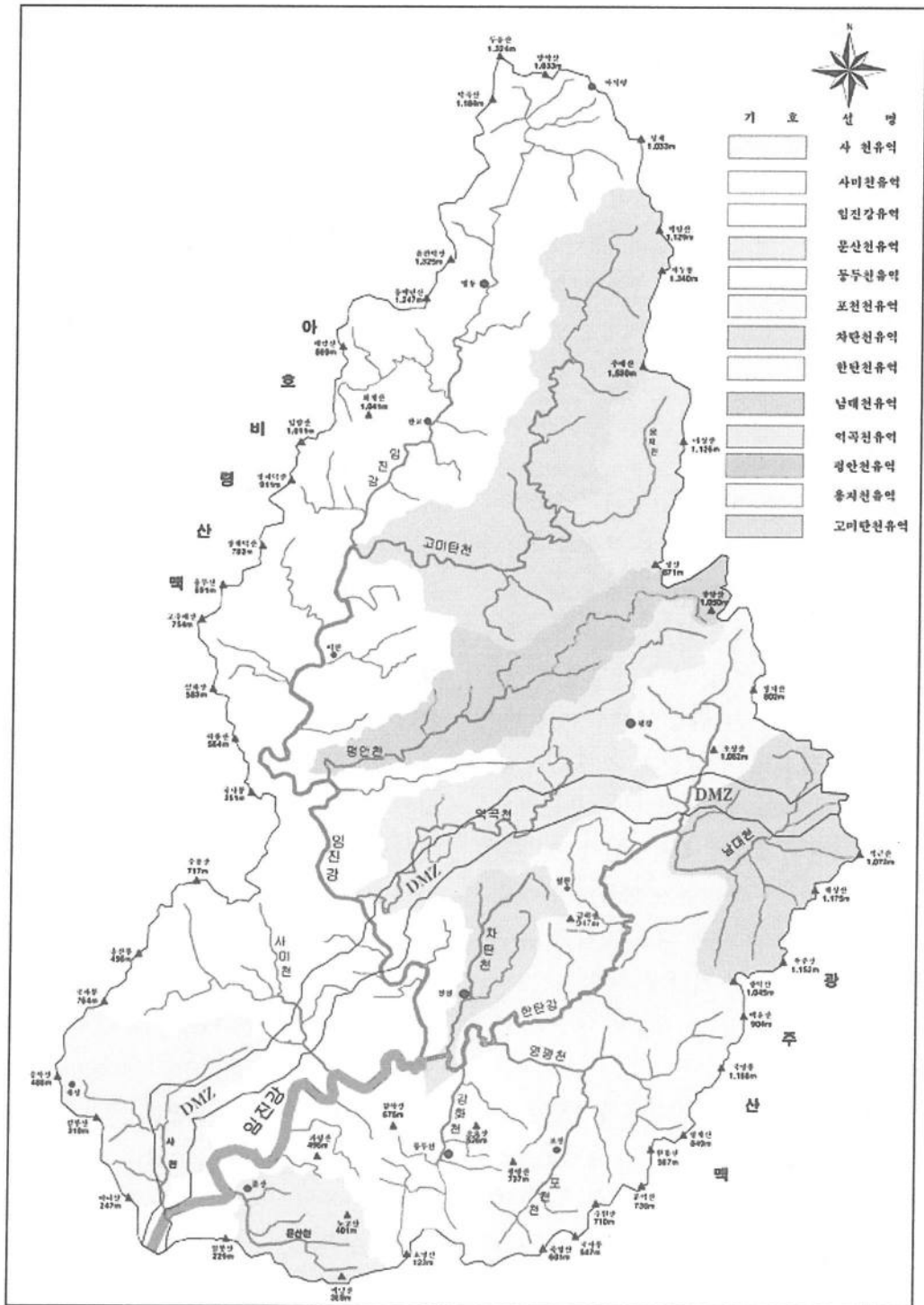
연평균 기온은 평강이 8.7℃, 개성이 10.7℃로 남쪽의 평년값에 비해 2~4℃가 낮았으나 철원 등 남쪽 임진강 유역과는 큰 차이가 없었다. 1월과 8월의 기온편차는 남쪽보다 커서 29~30℃의 차이를 보이고 있다.

2. 임진강 유역의 하천환경

가. 임진강

임진강은 우리나라에서 7번째로 긴 강이다. 총 길이는 254km이고 유역 면적은 8,117.5 km²에 달하며 상류의 대부분은 북측에 있으며 유역면적으로는 62.9%인 5,108.8km²를 차지하고 남측이 3,008.7km²로 37.1%를 차지하고 있다. 임진강은 북측의 두류산에서 발원한 후 평안천의 합류지점까지 거의 절반의 구간은 동쪽에는 마식령산맥이 있고 서쪽에는 아호비령산맥이 있는 험준한 산악지대를 흐른다. 반면 한탄강과 합류한 하류에서는 100m 이하의 구릉과 평지가 넓게 형성되어 있고 철원에도 고도는 높지만 평야가 넓게 형성되어 있다.

임진강 유역의 고도는 하구의 해수면으로부



〈지도〉 임진강 유역의 수계 및 유역도

터 추애산의 1,530m까지 분포한다. 평균고도는 507m이며 800m 이상의 지역이 16.8%, 200m 이하가 13.9%에 달한다. 유역의 평균 경사는 0.27이며, 50% 이상이 0.30 이하, 11%는 0.10 이하의 경사를 가지고 있어서 비교적 완만하다. 주요 지류로는 북측에서 고미탄천, 평안천, 역곡천, 사미천, 사천이 있으며 남측에는 한탄강과 그 지류인 차탄천, 강화천, 영평천, 남대천 등이 있다.

나. 한탄강

한탄강은 임진강의 최대 지류로서 유일하게 강이라는 명칭이 붙은 하천이다. 북측의 평강군 현내면 백자산에서 발원하여 남쪽으로 흐르다가 전곡읍의 도검포에서 임진강과 합류하며, 길이는 133.4km이다. 연천, 철원, 동두천, 양주, 포천 등의 시·군들이 한탄강 유역에 있으며, 유역면적은 2,436.4km²에 달한다. 지류들이 많으며 차탄천, 강화천, 영평천이 전곡 부근에서 갈라지고 남대천은 김화에서 갈라진다. 전곡읍 일대에서는 한탄강의 세 지류가 합류하기 때문에 유량이 갑자기 증가하게 되고 따라서 홍수 시에는 범람의 위험성이 커지게 된다.

다. 차탄천

차탄천은 한탄강의 5km지점에서 합류하는 지류이다. 최대 길이는 36.8km이며 유역면적은 186.8km²이다. 본류는 철원읍 금학산 북쪽 계곡에서 발원한 후 신탄리, 대광리 및 연천읍을 거쳐 전곡에서 한탄강으로 흘러 들며 추가령곡의 '대광리 단층'을 따라서 거의 일직선으로 흐

른다. 좁은 골짜기를 따라 흐르기 때문에 지류들이 발달하지 않았으므로 다른 지류들에 비할 때, 유역면적이 길이에 비해서 좁은 편이다. 연천읍 이하의 하류구간에서는 평탄한 용암대지가 펼쳐져 있으며, 연천읍 이상의 상류에서는 하천 주변에 폭 0.5~1km 정도의 침식평지가 형성되어 있다. 한탄강과 합류하는 구간에서는 주상절리의 단애가 잘 발달하여 있다.

라. 영평천

영평천은 한탄강의 지류 중에서 가장 크고 비교적 큰 포천천을 지류로 가지고 있다. 길이는 40.6km이고 유역면적은 565.7km²에 달한다. 포천군 이동면에 있는 광덕산(1,046m) 남쪽의 백운고개 부근에서 발원하여 남서 방향으로 흐르면서 영중으로 들어온 후에는 서쪽 방향으로 흘러서 전곡의 아우라지에서 한탄강에 합류한다. 영중-전곡구간에서는 하천의 폭이 상당히 넓은 곳도 나타난다. 영평천에는 백의리 일대에서도 현무암이 나타나는데 이는 한탄강을 따라 흐르던 용암이 영평천을 만나면서 역류하여 이곳까지 올라오면서 생긴 것이다. 포천천은 포천읍 남단의 소흘읍에서 발원하여 북쪽으로 흐르면서 포천읍을 지난 후 영중에서 영평천에 합류하는 하천이다. 길이는 30.5km, 유역면적은 239.5km²이다. 포천읍을 중심으로 형성된 분지를 유역으로 하며 수량은 많지 않다.

마. 강화천

강화천은 한탄강의 지류로서 양주군 백석면 호명산에서 발원하여 북쪽으로 흐르면서 양주

와 동두천을 거쳐서 전곡에서 한탄강에 합류한다. 하천 길이 37.5km, 유역면적 339.3km²이다. 전곡에서 동두천까지는 동두천단층을 따라서 거의 일직선으로 흐르며 양주군 일원의 원형의 분지지형에서는 여러 갈래로 갈라지면서 흐른다. 분지에서 여러 개로 갈라진 지류들이 합쳐지면서 동두천을 통과하기 때문에 홍수시 일시에 유량이 집중하여 범람의 위험이 커진다. 강화천을 강화천과 그 지류인 신천으로 구분한다면, 감악산에서 발원한 후 동두천을 지나서 한탄강에 합류하는 구간은 강화천이라 하고, 신천은 양주군 백석면 호명산에서 발원하여 동두천에서 강화천에 합류하는 하천이다. 이 경우 강화천은 25.5km, 신천은 24km의 길이를 가진다.

3. 지형 · 지질

가. 지형

임진강 유역의 지세는 북쪽이 높고 남쪽이 낮으며 동쪽이 높고 서쪽이 낮기 때문에 강은 전체적으로 남서쪽 방향으로 흐른다. 임진강의 북쪽의 고도는 1,530m(추애산), 북동쪽의 한탄강 유역 철원평야의 용암대지의 표고는 평강부근에서 300m이상이며 동쪽의 분수령인 강원도에서는 1,000m이상의 산들이 많다. 반면 임진강 하류인 적성부근에서는 하천 주변의 고도가 20~30m로 낮다.

임진강 유역의 지형은 암석의 종류에 따라서 용암분출에 의해서 형성된 용암지대의 지형과 변성암복합체 또는 화강암 등의 암석에 의해서

형성된 지형으로 구분할 수 있다. 용암분출에 의해서 형성된 지형에서는 하천이 침식에 의하여 수직 절벽을 이루어 협곡을 이룬다.

나. 지질

임진강 유역의 지체구조는 경기육괴에 속하며 변성퇴적암류인 경기변성암 복합체가 주를 이루나 화강암과 퇴적암도 함께 나타나고 있다. 경기변성암 복합체는 매우 복잡한 변성작용을 받아서 변성도가 높은 호상편마암과 마그마타이트질 편마암, 화강편마암, 편암류나 각섬석 등이 포함된다.

변성암은 변성작용을 받는 과정에서 압축되었기 때문에 입자들이 작고 단단하다. 따라서 풍화와 침식에 강하고 험준한 산지를 형성하는 경우가 많고 변성암이 풍화토양은 진흙(점토질) 토양으로 되기 쉽다.

화성암의 종류로는 화강암과 현무암으로 화강암으로는 대보화강암이 가장 넓게 분포하고 있다. 화강암류는 풍화가 용이한 것과 어려운 것으로 구분된다. 이는 괴상구조인 화강암의 절리의 수와 방향수에 따라 구분되며 침식에 강한 화강암지대는 고산을 형성하고 풍화가 쉬운 화강암지대는 평지 또는 저구릉성 산지를 형성한다. 화강암의 풍화토는 석영함량이 많기 때문에 모래질 토양을 형성하여 침식이 용이하다.

현무암은 연천, 철원 및 평강지역에 분포하며 분출한 용암이 낮은 곳을 매우면서 흘렀기 때문에 한탄강과 임진강 주변의 평지에 현무암이 분포하여 용암대지를 형성하고 있고 현무암

풍화토는 점토분이 많은 토양을 생성하며 풍화와 침식에 강하여 산사태 발생에 강한 암석이다. 퇴적암으로는 극히 좁게 나타나고 있으며 사암 및 셰일 등이다.

추가령곡은 오랜 기간에 걸쳐서 복잡한 지질 작용을 받아서 형성되었다고 알려져 있다. 아직까지 완전하게 연구되지는 않았지만, 이곳에는 여러 개의 단층과 여러 시대를 걸쳐면서 분출된 다양한 종류의 화산암이 분포하고 있어서 그 형성과정의 일면을 알 수 있게 한다. 그러나 용암분출의 분화구로 알려진 오리산(452m)을 비롯하여 전체 면적의 절반 이상이 현재까지도 접근이 불가능한 북측에 있기 때문에 형성과정을 밝히는데 장애가 되고 있다. 또한 남측지역에서도 휴전선에 인접한 관계로 접근하기 어려워서 부분적인 연구만이 되어 있다.

추가령곡의 지질구조에서 가장 특징적인 것은 단층이다. 철원에서 전곡, 포천을 거쳐서 서울에 이르는 구간에는 연천단층, 동두천단층, 포천단층, 김화단층 등 여러 단층선이 평행하게 배열된 일명 '대단층'이 분포한다. 이러한 단층은 지질구조, 수계 패턴 조사 등에 의해서 여러 학자들이 확인하고 있다.

임진강 유역의 주요 암석은 경기 변성암 복합체, 화강암 그리고 현무암이다. 경기 변성암 복합체는 가장 넓게 분포하고 있으며 특히 임진강 유역의 서부에 널리 분포하며, 동부에서는 유역 경계부의 산악지대를 따라서 분포한다. 화강암은 양주, 포천, 김화 방향으로 방향성을 보이면서 帶狀으로 분포하고 있다. 현무암은 철원평야와 한탄강 및 임진강변을 따라서 분포

한다. 암석에 따라서 지형도 조금씩 차이를 보이고, 특히 현무암의 분포지역은 다른 두 암석의 분포지역과는 다른 특성을 보인다.

4. 토양조사

가. 강원도 철원군

이 지역의 암석성인은 한탄강 지류인 남대천과 연곡천을 중심으로 한 철원평야지대는 퇴적암이 14%로 비교적 토심이 깊고 토양도 비옥하다. 그러나 산림지대의 모암은 대부분 조립질 화강암으로 86%를 차지하고 있으며 대성산(1174.2m)북쪽, 고대산(831.8m)동쪽과 광덕산(1046.3m) 북방산악지대를 제외한 완구릉지와 남방한계선 부근은 대부분 과거 침식을 받았던 지역으로 현재 토양이 고정되어 가고 있으나 일부 능선부분은 침식이 발생되고 있다. 이 지역의 산림토양은 갈색산림토양군이 80%, 침식토양이 10%, 암쇄토양이 2%, 암석지 및 기타가 8% 분포하고 있다.

갈색산림토양군에는 B₁형, B₂형 및 B₃형이 78%로 대부분 경사가 급한 산악지에 분포하며 토심은 깊고 토양건습도는 건조~적윤상태이다.

침식토양은 약 10%로 대부분 토양이 건조하고 토심이 얇고 유기물 함량이 1.3%로 척박한 토양이며 비가 많이 내릴 경우에는 침식이 우려된다.

철원지역은 토심이 50cm이하가 23%, 50cm이상인 77%이며 경사 25°이하가 8%, 25°이상인 92%를 차지하며 표고 400m이상인 57%로 협

준한 산악지대이다.

나. 경기도 연천군

이 지역의 암석성인은 화성암인 화강암이 61%, 퇴적암이 34%, 변성암이 5%를 차지하고 있으며 일부 현무암이 분포하고 있다. 이 지역은 한탄강지류인 차탄천 동쪽에 위치한 고대산(831.8m)과 천덕산(476.7m) 주위 산악지를 제외한 지역과 남방한계선지역은 경사가 완만한 완구릉지로 이루어져 있다.

이 지역의 산림토양은 갈색산림토양군이 80.4%, 침식토양 2.6%, 적갈색산림토양 2.5%, 암쇄토양이 1.8%, 암석지 및 기타가 12.7%를 차지하고 있다.

갈색산림토양군에는 B₁형, B₂형 및 B₃형이 대부분으로 토심이 50cm 이상이 78%로 토양은 비옥한 편이다.

다만 일부 완구릉지에 능선부위와 산림지역 8부능선까지 개간하여 인삼, 깨, 고추, 울무, 콩 등 농작물을 재배하는 지역은 농작물 재배로 인한 인위적인 침식과 폭우시에 계곡침식이 우려되며 토사유출도 농경지 매몰 및 임진강 범람에 직접적인 원인이 되기도 한다.

다. 경기도 파주시

이 지역의 암석성인은 변성암 91%로 호상편마암, 반상변정질편마암과 화강편마암이 대부분 분포하고 있으며 화성암 9%로 대보화강암이 분포한다. 이 지역은 임진강 지류인 노리천 남동쪽의 감악산(674.9m), 파평산(479.5m) 주위 산악지를 제외한 완구릉지와 남방한계선 부

근은 과거 침식을 받았던 지역으로 현재 완구릉지 하부지역은 토양이 고정되어 가고 있는 상태이나 능선부근은 아직도 침식이 일어나고 있다.

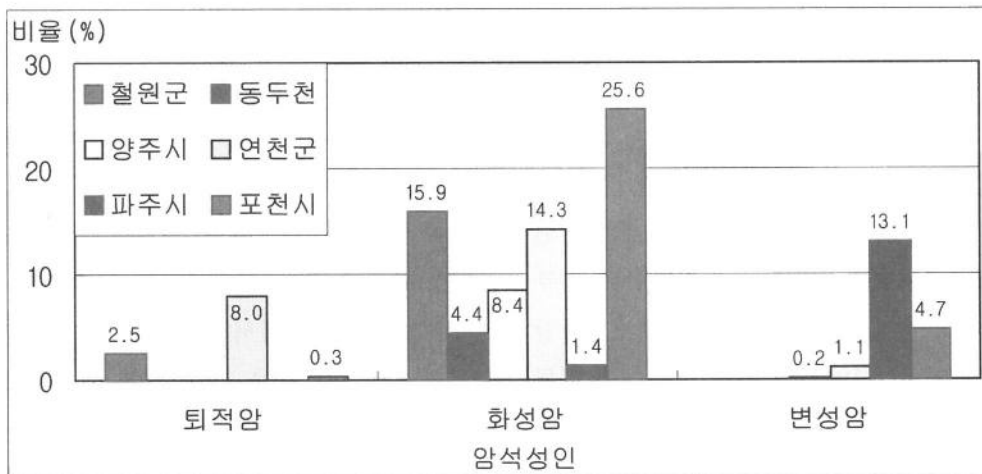
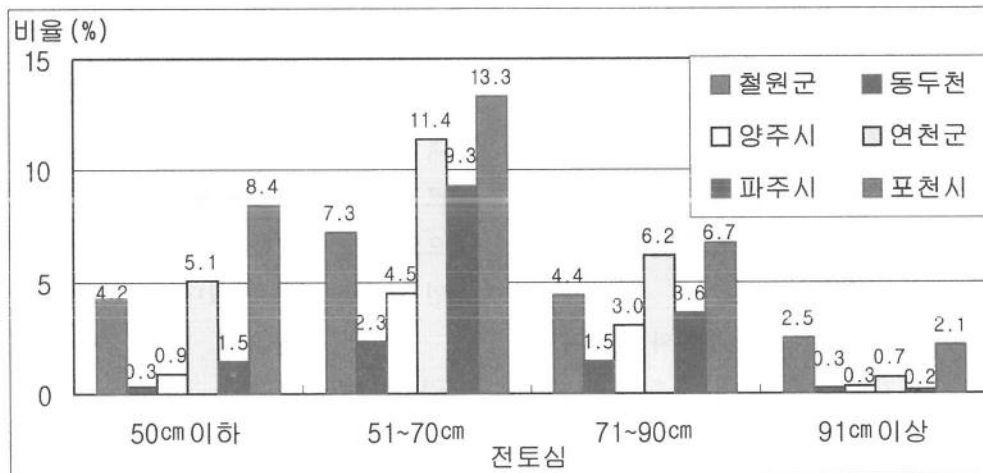
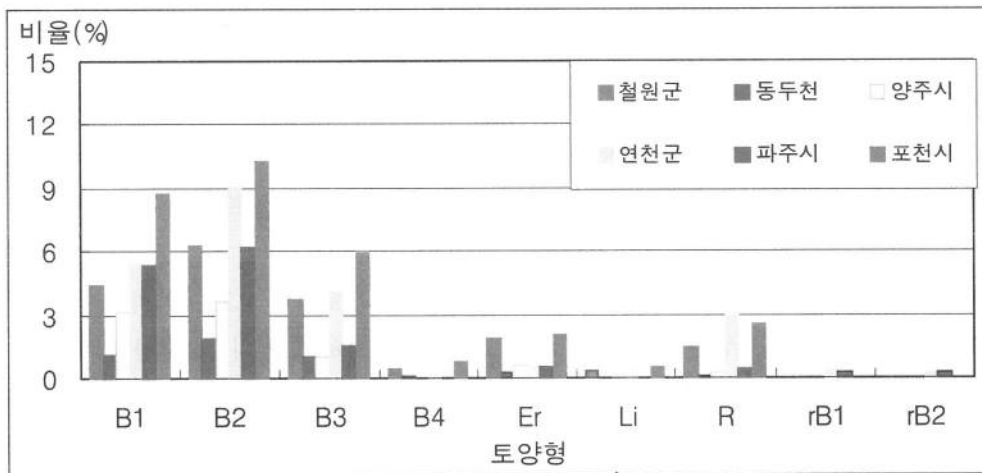
이 지역의 산림토양은 갈색산림토양군이 89.4%, 침식토양이 3.8%, 적갈색산림토양이 3.8%, 암쇄토양이 0.2% 암석지 및 기타가 2.8%를 차지하고 있다. 갈색산림토양군은 대부분 B₁형, B₂형 토양이 대부분으로 토양 건습도가 건조~약건상태이다. 침식토양은 토심이 얇고 건조하며 유기물 함량이 0.70%로 매우 적은 척박한 토양으로 완구릉지 능선부위는 비가 많이 내릴 경우에는 침식이 우려된다.

특히 완구릉지에는 인삼밭 및 무분별한 개간지로 사천과 사미천을 통하여 임진강의 토사유입으로 하상이 높아짐으로 임진강 범람의 직접적인 영향을 미칠수 있다.

라. 경기도 양주시

이 지역은 화강암이 97%, 변성암 3%로 호상편마암이 분포한다. 양주시는 한탄강유역의 지류인 신천을 중심으로 천보산(335.5m) 북쪽과 도악산(439.8m) 주위 산악지와 경사가 완만한 완구릉지로 이루어져 있다. 이 지역에 산림토양은 갈색산림토양군인 B₁형, B₂형 및 B₃형이 90%를 차지하고 있으며 침식토양군이 7%, 암석지 등 기타가 3%를 차지하고 있다.

특히 완구릉지에서는 토심이 얇고 유기물 함량이 0.61%로 매우 적은 건조 척박한 토양으로서 현재도 능선부위에는 침식이 일어나고 있는 지역이 있으며 비가 많이 내릴 경우에는 침



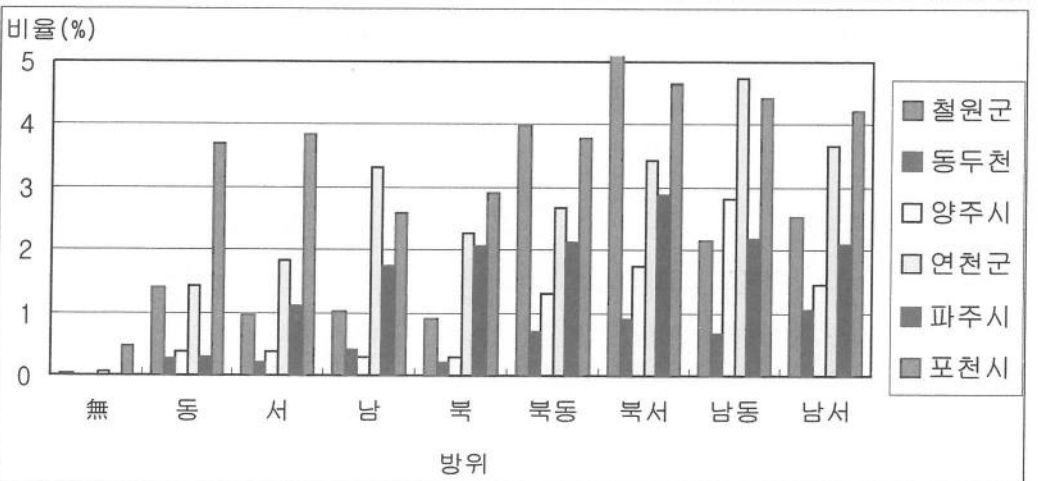
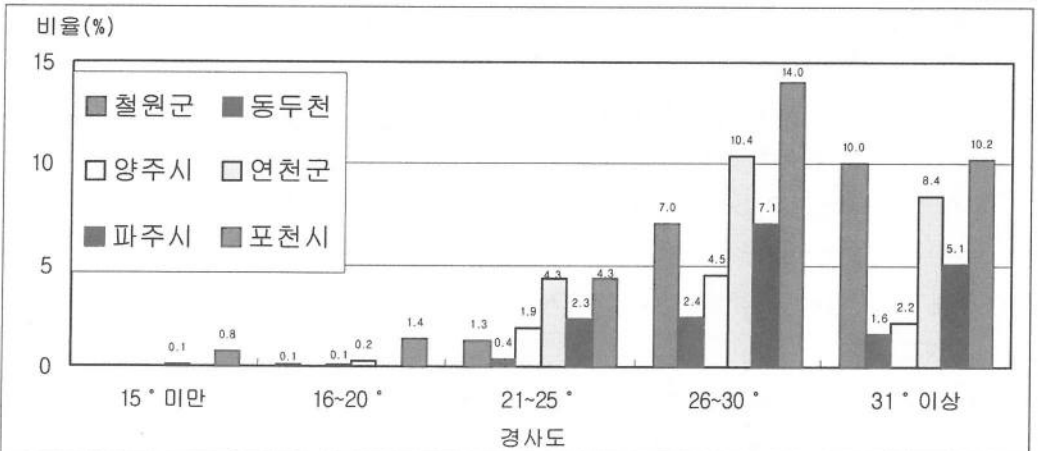
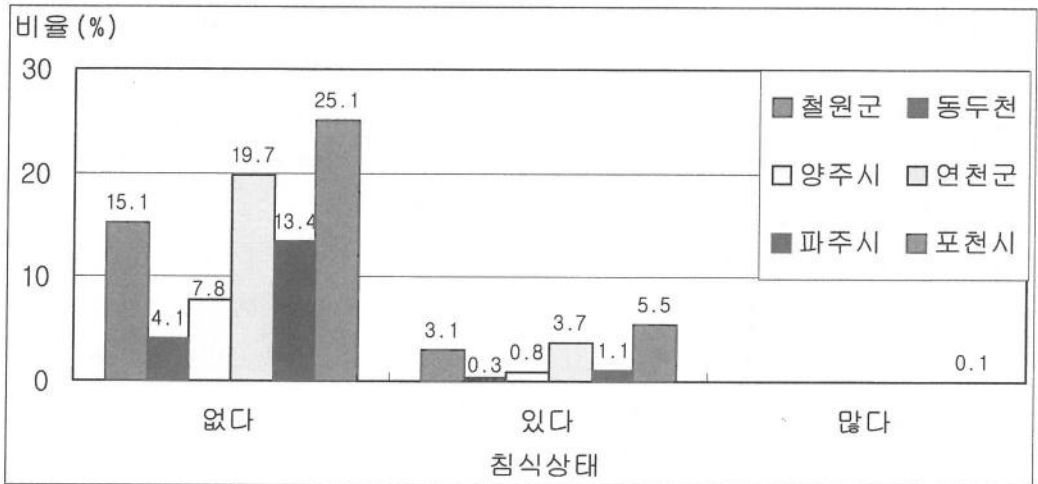


그림 1. 조사지역별 조사인자(토양형, 전토심, 암석성인, 침식상태, 방위)의 분포도

식이 우려 되는 지역이다.

마. 경기도 포천시

이 지역의 암석성인은 화성암에 속하는 화강암이 84%, 변성암인 호상편마암 15% 분포하고 있다. 이 지역은 백운산(903.1m)과 운악산(934.5m)서쪽, 죽엽산(600.6m)북쪽, 관음산(732.6m)남쪽, 해룡산(660.7m)과 지장봉(877.4m)동쪽에 위치하는 산악지와 일부 완구릉지로 구성되어 있으며 한탄강에 지류인 영평천과 영평천 지류인 포천천이 흐르고 있다.

이 지역의 산림토양은 갈색산림토양군으로 B₁형, B₂형, B₃형이 83%분포하고 암쇄토양이 2%, 완구릉지에서는 침식토양이 7%정도 분포하며 건조척박한 토양으로 아직도 능선부위는 침식이 일어나고 있어 비가 많이 올 경우에는 침식이 우려된다. 그밖에 암석지 및 기타가 8%를 차지하고 있다.

특히 토심이 50cm이하가 27%이며 유기물 함량도 0.68%로 매우 건조한 척박한 토양으로 침식에 매우 민감하여 포천지역은 채석지 및 골재채취장도 많이 산재하고 있어 침식과 산사태가 우려되는 곳도 있다.

바. 경기도 동두천시

이 지역의 암석성인은 화성암인 화강암 97%, 변성암인 호상편마암 3% 분포하고 있다. 이 지역은 소요산(535.6m)남서쪽, 왕방산(710.6m)서쪽과 마차산(588.4m)남동쪽에 위치하며 한탄강의 지류인 신천이 흐르고 있다.

이 지역에 산림토양은 갈색산림토양군인 B₁

형, B₂형, B₃형 등이 91.1%, 침식토양이 5.4%, 암석지 및 기타가 2.7%를 차지하고 있으며 침식토양은 토심이 얇고 건조하며 유기물 함량이 매우 적은 척박한 토양으로 현재 능선부위는 약간의 침식이 일어나고 있다.

특히 이 지역은 경사가 30°이상이 91%를 차지하고 있으며 경사의 횡단면형 철(凸)한 곳이 30%로 집중호우시 표면침식이 우려되는 곳도 있다.

그림 1은 조사지역별 조사 인자들의 분포비를 나타낸 표이다.

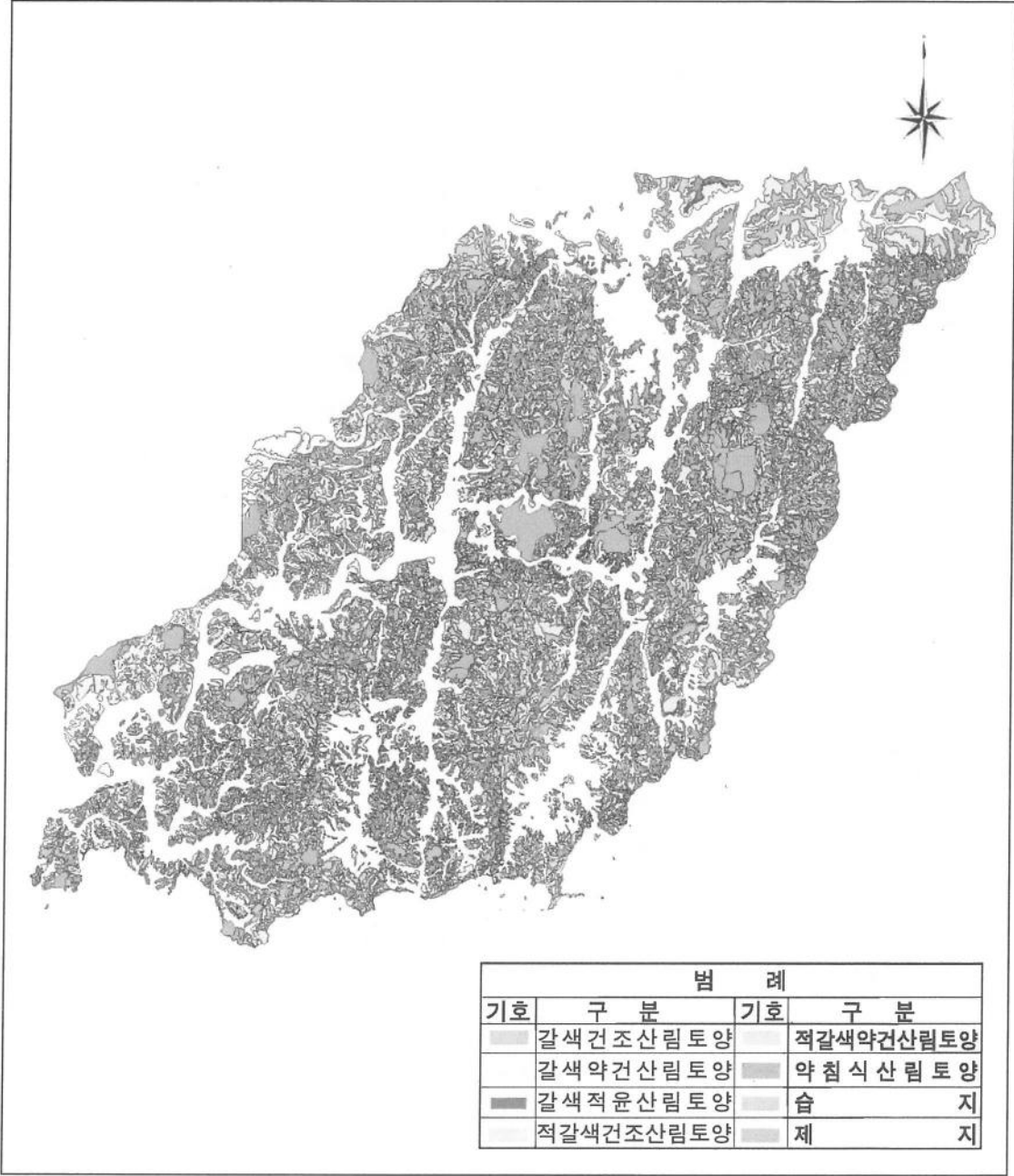
†

5. 임상조사

가. 임진강 유역

남방한계선 부근의 임상은 수령15~30년생의 상수리, 신갈나무가 주 종을 이루고 있으며 그 외에 갈참나무, 리기다소나무, 아까시, 왕버들, 신나무, 소나무, 현사시 등이 분포하고 있다.

일부 산록부분에는 잣나무, 낙엽송 등을 조림하였고 생육상태는 양호한 편이다. 완구릉지에서는 상수리 이외에 아까시, 리기다소나무 등이 분포하고 있으며 관목류로는 개암나무, 노린재, 싸리, 청가시덩굴, 산딸기, 칙, 진달래, 붉나무, 고추나무, 국수나무, 산초나무, 녹나무, 노간주, 보리수나무 등이 분포하고 초본류는 산거울, 실새, 억새, 기름새, 쭉쭉, 마타리, 구절초, 오이풀, 고비, 양지꽃, 대사초, 깨풀, 취류, 애기똥풀, 은방울꽃, 꿀풀 등이 자생하고 있다.



〈지도〉 임진강 유역(남측) 산림토양도

나 사천유역
대부분 무림목지와 늪지대이고 산림지대는
전체 유역면적의 약 10%이하이다. 임상은 주

로 침엽수림이고 주 수종은 리기다소나무, 소
나무와 활엽수로서 신갈나무 등이 분포하고 있
다. 관목류로는 청가시덩굴, 칩, 떡갈나무, 물푸

레나무, 노간주, 싸리, 국수나무, 노린재, 개암나무, 산벚나무, 생강나무, 질레꽃, 단풍나무, 쪽동백 등이 분포하고 초본류로는 산거울, 기름새, 쑥류, 깨풀, 억새, 양지꽃, 고추나물, 꿀풀, 삼주, 오이풀 등이 분포하고 있다.

다. 사미천유역

임상은 주로 10~25년생의 상수리가 주종을 이루고 있으며 그 외에 신갈나무, 아까시, 소나무 등이 생육하고 있으며, 일부 산록부분에는 잣나무, 낙엽송 등이 조림되어 있다.

관목류로는 떡갈나무, 옻나무, 붉나무, 진달래, 산딸기, 청가시덩굴, 국수나무, 싸리 등이 분포하고 있으며 초본류로는 실새, 산거울, 쑥류, 오이풀, 양지꽃, 억새, 깨풀 등이 분포하고 있다.

라. 문산천유역

임상은 주로 30년생의 상수리 및 신갈나무가 주종을 이루고 있으며 그 외에 아까시, 현사시, 리기다소나무 등이 분포하고 피복도는 밀한 상태이다. 남방한계선 남쪽 산악지대의 임상은 20~25년생 갈참나무, 신갈나무, 상수리가 주수종을 이루고 있으며 산록부분은 부분적으로 낙엽송, 잣나무가 조림되어 있고 완구릉지에는 아까시, 상수리, 리기다소나무가 분포하고 있다.

관목류로는 진달래, 청가시덩굴, 국수나무, 싸리, 노간주, 산초나무, 두릅나무, 조팝나무, 보리수나무, 개암나무, 옻나무 등이 분포하고 초본류는 산거울, 억새, 실새, 기름새, 오이풀, 양지꽃, 고비, 고사리류, 삼주, 꿀풀, 은방울꽃,

고추나물 등이 분포하고 있다.

마. 한탄강유역

강원도 철원군 남방한계선 부근은 무육 등 산림관리상태는 전무한 상태로서 임상은 15~25년생의 상수리, 신갈나무, 소나무와 아까시, 리기다소나무 등이 조림되어 있으나 생육상태는 토양이 척박하고 건조하여 일부 산록부분을 제외하고는 불량한 편이며 피복도는 중~밀 상태이다. 그 외에 양주, 동두천, 포천시 임상은 주로 20~40년 상수리, 신갈나무, 갈참나무, 소나무 등이 주 수종을 이루고 있으며 그 외의 잣나무, 낙엽송, 아까시 등이 분포하고 있다.

관목류로는 국수나무, 노린재, 산초나무, 싸리, 진달래, 옻나무, 청가시덩굴, 생강나무, 산딸기, 개암나무, 취, 물박달나무, 쪽동백나무, 쥐뚝나무 등이 분포하고 초본류로는 산거울, 억새, 고들베기, 양지꽃, 오이풀, 망초, 마타리, 대사초, 주름조개풀, 차풀, 쑥류, 고비, 고사리 등이 분포하고 있다.

바. 역곡천유역

임상은 주로 15~35년생의 상수리가 주종을 이루고 있으며 그 외에 신갈나무, 아까시, 소나무 등이 생육하고 있다.

관목류로는 싸리, 국수나무, 떡갈나무, 옻나무, 진달래, 산딸기 등이 분포하고 초본류로는 망초, 실새, 취나물, 오이풀, 양지꽃, 산거울, 참취 등이 분포하고 있다.

조사연구

2006 중부지역 산림건강모니터링 조사 연구

오종환, 안병영, 홍인표, 최 경
 흥한표, 임용호, 박재순, 장영기
 김종호, 연정수, 이대호
 한국산지환경조사연구회

전국 산림건강모니터링 2년차 조사는 경기, 충·남북 등 중부지역에 일반산지 2개 지역 16개소, 도시, 해안·도서, 하안·담 지역 등 특수지역 산지 9개 지역 64개소 등 총 80개소에 고정표준지를 설치고 산림생태계 건강도 평가를 위한 현지조사를 실시하였으며 여기에 그 결과를 요약하였다.

1. 머릿말

사회·경제적으로 국민의 삶의 질이 향상되면서 산림의 휴양수요가 증가되고 산림문화에 대한 관심도가 높아짐에 따라 산림생태계의 건강도와 잠재적 기능을 평가하고, 양질의 경영관리 기법을 도입하여 산지의 경제적, 환경적 기능을 극대화하는 것이 국가적으로 매우 중요한 일로 대두되기 시작하였다.

이와 함께 지구온난화 방지를 위한 온실가스 감축과 탄소배출권 문제가 세계적 관심사로 대두되고 산림의 수자원조절, 야생 동·식물 서

식지개선, 경관가치 향상, 생물다양성 증진 등 다양한 가치창출을 위한 지속가능한 산림경영이 시도되고 있다.

지속가능한 산림경영을 위해서는 산림의 구조적 특성과 생태적 기능, 그리고 경시적 변화를 파악하여 이에 상응하는 적절한 관리기법을 도입해야 하며 이를 위해서는 생태계 각 분야에 대한 장기적이고 지속적인 관찰과 모니터링이 요구된다.

우리 경기 산지보전협회는 “전국 산림건강모니터링 프로그램”에 따라 산림 건강도 측정을 위한 2년차 전국 산림건강 모니터링사업을 실시하였다.

2. 목적

경기, 충남·북 등 한반도 중부의 일반산지와, 도시, 해안 및 도서, 하천 및 담지역 등 특수지역 산지의 산림생태계 특성과 경시적 변화 추이를 3년 간격으로 조사·분석하여 건강하고 지속가능한 산지보전 관리에 필요한 자료로 제공

※ 년차별, 지역별 조사 plot수

구분	조사지역 및 조사구 수				비고
	2005		2006		
	지 역	개소	지 역	개소	
계	8	52	11	80	
백두대간	이화령, 우두령	16			
일반산지	명지산(경기), 용문산(경기) 칠갑산(충남), 칠보산(충북)	32	계룡산(충남), 상당산(충북)	16	
훼손산지	송전탑(경기), 탄광(충북)	4			
도시산지			서울, 인천, 대전, 청주	32	
해안·도서			안면도, 대부도, 대청도	16	
하안·댐			한강, 금강	16	

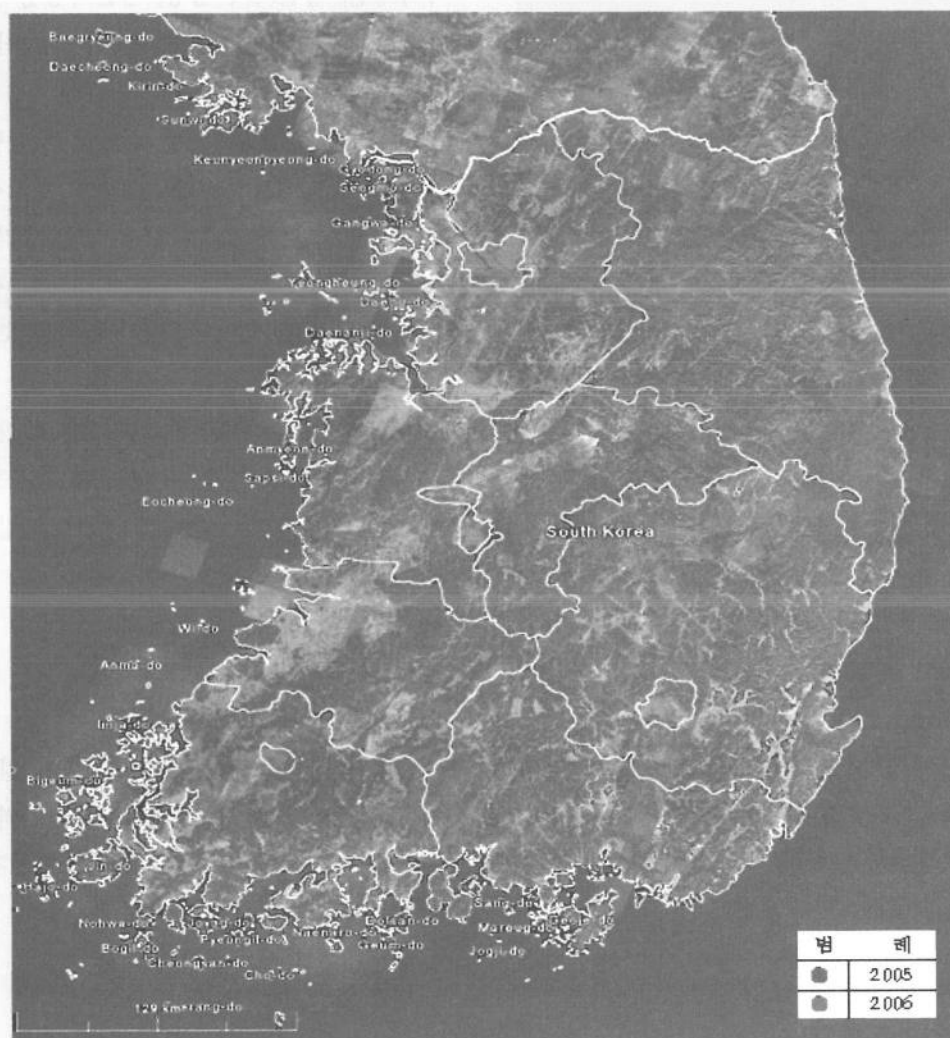


그림 1. 조사지역 위치도

3. 조사방법

가. 조사구설치

고정조사구는 침·활엽 수별로 그림 2와 같이 일반 산지는 2005년도와 같은 규모로, 도시주변, 해안·도서 지역, 하안·담지역 등 특수 지역 산지는 40m×40m의 정방형구내에 10m×10m 크기의 소조사구를 4개씩 설치하였다.

나. 조사내용

○ 입지환경 - 모암, 기후대, 표고, 지형, 방위, 경사, 경사형태, 퇴적형태, 토양 배수, 풍노출, 침식, 암석 노출도, 임지피복도

○ 토양환경

· 물리적 성질 : 토심, 토 색, 토양구조, 견밀도, 건습도, 석력함량, 군사 및 군근, 식물근
· 화학적 성질 : 토성, 토 양산도, 유기물, 질소, 인산, 가리, 마그네슘, 나 트륨, 양이온치환용 량

○ 식생환경 - 임목의 공간분포, 생육상황(수고, 지하고, 고직경), 활력도(수간형, 수관급, 울

폐도, 줄기결함, 수목 활력도, 병해충피해), 식생종 다양도 및 피도

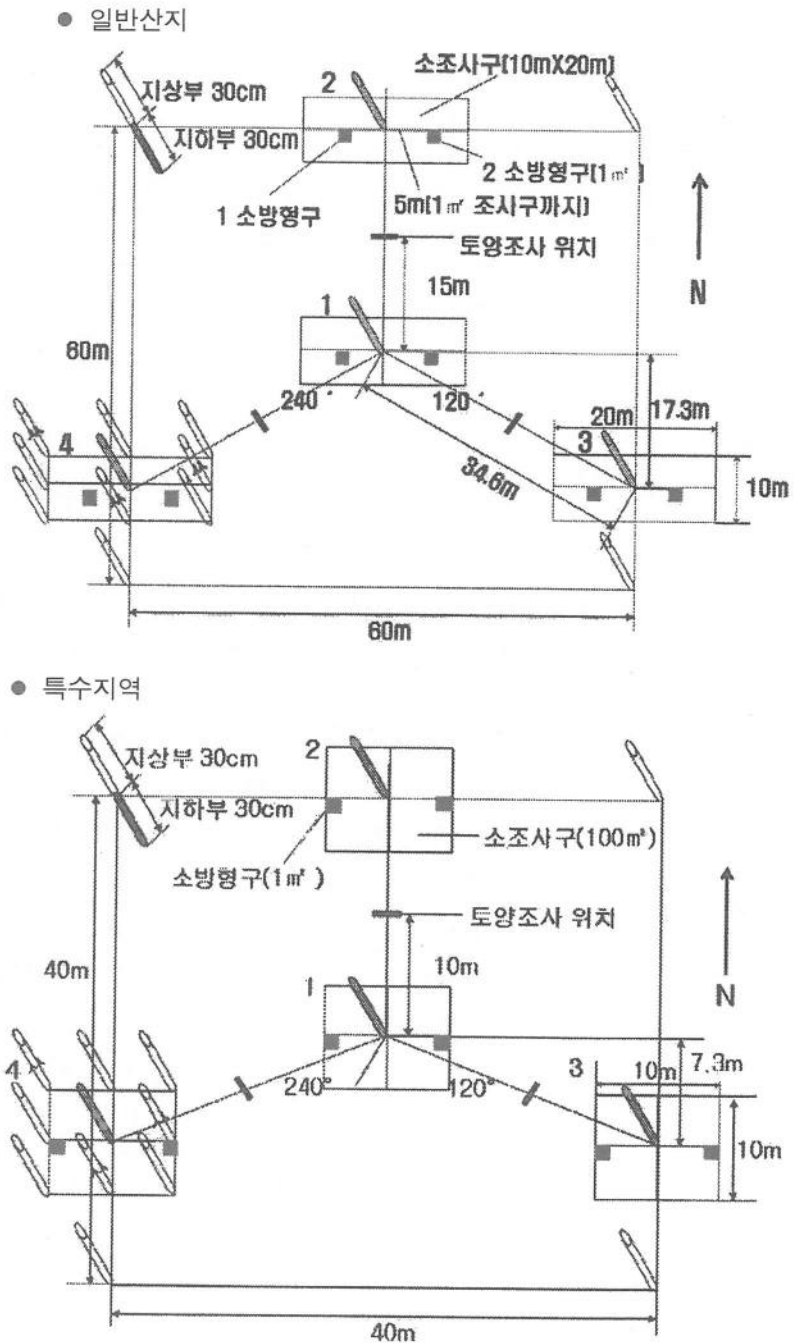


그림 2. 조사지내 고정조사구 설치모식도

4. 조사결과

※ 고정조사구의 지리적 위치

구분	지역	임상별	행정구역	표고 (m)	GPS		비고
					N	E	
일반산지	충남	침엽수	공주시 반포면 상신리	236	36°23'05"	127°13'21"	계룡산(845m)
		활엽수	학봉리	270	36°20'10"	127°15'47"	
	충북	침엽수	청주시 상당구 산성동	405	36°29'51"	127°32'15"	상당산(491m)
		활엽수	청원군 북일면 올량동	393	36°39'53"	127°32'10"	
도시산지	서울	침엽수	종로구 무암동	200	37°35'28"	126°57'41"	인왕산(338m)
		활엽수	도봉구 도봉동	276	37°41'41"	127°01'51"	도봉산(740m)
	인천	침엽수	연수구 옥련동	128	37°25'00"	126°39'38"	청량산(172m)
		활엽수	연수구 청학동	107	37°25'04"	126°39'41"	
	대전	침엽수	중 구 사정동	172	36°17'42"	127°24'17"	보문산(458m)
		활엽수	"	165	36°17'41"	127°24'09"	
	청주	침엽수	상당구 용정동	165	36°38'02"	127°31'40"	신항서원 옆
		활엽수	상당구 명암동	189	36°38'03"	127°31'04"	대성사 뒤
해안·도서	안면도	침엽수	태안군 안면읍 정당리	62	36°33'39"	126°21'59"	
	대부도	활엽수	경기 안산시 남동	28	37°13'30"	126°35'01"	
	대청도	침엽수	웅진군 대청면 대청리	60	37°49'11"	124°41'30"	
		활엽수	"	40	37°49'40"	124°41'44"	
하안·댐	한강유역	침엽수	여주군 여주읍 단현리	65	37°15'43"	127°40'54"	
		활엽수	북내면 천송리	79	37°17'49"	127°39'11"	
	금강유역	침엽수	금산군 제원면 용화리	168	36°05'58"	127°35'24"	
		활엽수	"	175	36°05'55"	127°35'31"	

가. 고정표준지 입지·토양 환경조사

1) 입지 및 토양환경

고정조사지는 해당지역 소나무, 참나무임지
중 임목밀도가 균일하고 접근성이 용이한 곳을

선정하여 조사구 설치기준에 따라 고정조사구
를 설치하였으며 토양환경 조사 및 시료채취를
위하여 3개소에 토양단면을 설치하였다.

가) 일반산지

계룡산 조사구는 화성암을 모재로 하며 산복
사면의 급경사~협준지로 토심은 비교적 깊고

○ 고정표준지의 입지환경

구분	지역	임상별 (군락명)	모암	표고 (m)	지형	방위 (°)	경사 (°)	경사 형태	풍 노출	침식 상태	암석 노출
일반 산지	계룡산	침엽수 (소나무)	화성암류	236~243	사면중부 (산복)	210	25~31	평형	보통	없다	적다
		활엽수 (굴참나무)	"	263~292	"	260~310	21~45	상승	"	"	"
	상당산	침엽수 (소나무)	퇴적암류	405	사면중부 (산복)	135~136	15이하	평형	"	"	"
		활엽수 (신갈나무)	"	393	사면상부 (산복~능선)	320	15~20	"	노출	"	있다
도시 산지	서울 종로 (인왕산)	침엽수 (소나무)	화성암류	188~220	사면중부 (산복~능선)	90~110	17~30	평형~ 상승	노출	있다~ 많다	있다
	서울 도봉 (도봉산)	활엽수 (신갈나무)	"	258~283	사면중부 (산복)	90~120	32~35	평형	보통~ 노출	없다	적다
	인천 연수 (청량산)	침엽수 (소나무)	퇴적암류	118	사면상부 (산복~산정)	205	25~30	상승	노출	없다~ 있다	있다
		활엽수 (신갈나무)	변성암류	107	사면상부 (산복~산정)	350	20~25	평형~ 상승	보통~ 노출	없다	적다~ 있다
	대전 중구 (보문산)	침엽수 (소나무)	화성암류	170~175	사면중부 (산복)	180~240	28~31	평형	보통	없다~ 있다	적다~ 있다
		활엽수 (상수리)	"	163~167	사면하~중부 (산복)	190	17~32	평형	보통	있다~ 없다	적다
	청주 상당	침엽수 (소나무)	퇴적암류	165	사면하~중부 (산록~산복)	155~200	20~25	평형	보통~ 보호	없다	없다
		활엽수 (상수리)	"	193~195	사면하부 (산록~산복)	130~165	10~15	평형	보통	"	"
해안 · 도시	태안 안면도	침엽수 (소나무)	변성암류	62	벤치형 (완구릉지)	270	4~6	평형	노출	없다	적다
	안산 대부도	활엽수 (상수리+갈참)	"	25~30	평탄지 (완구릉지)	30	11~15	평형	노출	없다	적다
	인천 대청도	침엽수 (소나무)	퇴적암류	55~57	사면하부 (산록평지)	320	5~10	평형	노출	없다	많다
		활엽수 (상수리)	"	40~50	사면하부 (산록)	130~165	5~10	평형	보통	없다	적다
하안 · 댐	한강유역 (경기 여주)	침엽수 (소나무)	화성암류	65	사면중부 (산복)	180	25	평형	보통	많다	적다
		활엽수 (상수리+밤)	"	79	평탄지	270	5미만	평형	보통	없다	적다
	금강유역 (충남 금산)	침엽수 (소나무)	"	164~171	사면중부 (산복)	160~240	28~35	평형~ 상승	"	"	있다
		활엽수 (굴참나무)	"	173~191	"	210	35~41	"	"	있다	있다

토양구조가 잘 발달하였으며 암갈색의 약건~적윤성 갈색산림토양으로 소나무임지는 B₂형, 참나무임지는 B₃형 토양지역이다.

충북 청주시 상당산 조사구는 퇴적암을 모체로 하는 지역으로 산복중부~산정부근에 위치하며 침엽수임지는 경사가 비교적 완만한 동남

향으로 B₂형이고, 활엽수임지는 북서향의 사면 중~상부에 위치하는 B₃형 토양지역이다. 두 지역 모두 침식의 흔적이 없는 안정된 환경으로 임목생장 상태는 보통이다.

나) 도시산지

도시산지 중 서울지역은 두 임지모두 화성암류의 화강암을 모재하는 갈색산림토양군으로 산복지역이며 과거 심한 침식을 받았던 곳으로 암석노출이 비교적 많고 바람에 노출되어 있다. 인왕산 침엽수임지는 토심이 얇고 건조하며 구조발달이 미숙한 B₁형 토양이고, 도봉산 활엽수임지는 약건한 암갈색의 B₂, B₃형 토양 지역이다. 인천은 퇴적암과 변성암이 혼재하는 지역으로 두 임지 모두 산복~산정에 위치하며 침엽수임지는 남향으로 침식을 받아 표토가 거의 유실되고 암석노출이 많은 B₂형 토양이고, 활엽수임지는 북향으로 안정된 입지환경을 형성하여 토심이 깊고 적운한 입상~團粒구조의 B₃형 토양지역이다. 대전 보문산은 화성암류를 모암으로 하며 두 임지모두 사면 중~하부에 위치하며 침식의 흔적이 있다. 침엽수임지는 건조하고 풍화정도가 낮은 B₁형 토양이고 활엽수임지는 團粒구조의 적운한 B₃형 토양지역이다.

청주지역은 인근 선도산에서 내려온 능선 하부에 위치하는 임지로 퇴적암을 모재로 하며 중~급경사지로 바람에 보호된 비교적 안정된 입지환경을 형성하고 있으며 침엽수임지는 남동향의 약간 건조한 B₂형 토양이고 활엽수임지는 북서향의 암갈색 B₂, B₃형 토양 지역이다.

다) 해안 및 도서 산지

안면도 침엽수임지는 예로부터 잘 보호된 소나무임지로 변성암을 모재으로 하는 적갈색의 rB₂, rB₃형 토양이며 평탄지로 바람에 노출된 곳이나 오랫동안 잘 보호되어 안정된 입지환경을 형성하고 있으며, 대부도 활엽수임지는 변성암류를 모암으로 하는 약간 건조한 갈색~암갈색의 B₂형 토양으로 완구릉지의 바람에 노출된 임지이다. 인천시 옹진군 대청도 조사구는 퇴적암을 모재로 하며 침엽수임지는 환경사~평탄지로 일부 계곡부위에는 석력이 많으며 강도의 강우시 계류가 넘쳐흘러 계곡침식이 우려되는 지역이며, 활엽수임지는 능선 하단부로 농경지와 인접하며 평탄~환경사지로 풍노출은 보통이고 비교적 안정된 입지환경을 형성하고 있다. 두 지역모두 토심이 깊고 적운한 암갈색의 B₂, B₃형 토양지역이다.

라) 하안 및 댐 지역 산지

경기 여주의 남한강유역 침엽수임지는 화성암류를 모재로 한 사면중부 급경사지로 침식을 많이 받았던 지역이며 토심이 얇고 건조한 황갈색의 B₁형으로 암석지가 약간 분포하며, 활엽수임지는 평탄지로 토심이 비교적 깊고 약건한 B₂형 토양지역이다. 금강유역의 금산지역 침엽수임지는 사면중부의 험준~절험지로 침식을 받아 토심이 매우 얇고 건조한 B₁형 지역으로 암석지가 약간 있으며, 활엽수임지 역시 경사 35°이상의 매우 험준한 산복 절험지로 B₁형 토양이며 약간의 침식 흔적이 남아있다. 두 지역 모두 강도의 강우시 침식 및 산사태가 우려되는 지역이다.

○ 고정표준지의 토양생태환경

구 분	지 역	임상별 (군락명)	낙엽 층 (cm)	토심		퇴적 형태	풍화 정도	토양 배수	토색	토양 구조	건습 도	건밀 도	석력 함량 (%)	균사 및 균근	식물근	토양 형
				전	유효											
일반 산지	계룡산	침엽수 (소나무)	3~4	65~ 70	27~ 29	보행	중	보통	7.5YR 3/3~4/4	입상	약건	송~ 연	있다	없다~ 있다	적다	B ₂
		활엽수 (굴참나무)	2~4	55~ 75	25~ 30	보행	"	양호~ 보통	10YR 2/3~4/4	입상	약건~ 적윤	송	적다	없다	적다~ 있다	B ₃
	상당산	침엽수 (소나무)	3~4	56~ 60	25~ 27	보행	상~ 중	보통~ 불량	5~7.5YR 4/4	입상	약건	연~ 견	적다~ 있다	있다	있다	B ₂
		활엽수 (신갈나무)	6~7	76~ 87	28~ 40	보행	상~ 중	보통	10YR 3/3~3/4	團粒~ 괴상	적윤	송	있다	많다	많다	B ₃
도시 산지	서울 종로	침엽수 (소나무)	1~2	41~ 50	20~ 24	잔적	하	양호	10YR 2/2~2/4	무~ 세립	건조	연	있다	없다~ 적다	적다	B ₁
	서울 도봉	활엽수 (신갈나무)	1~3	50~ 63	20~ 26	잔적~ 보행	중	양호~ 보통	10YR 3/	입상	약건~ 적윤	연	있다	적다	적다	B ₂ , B ₃
	인천 연수	침엽수 (소나무)	4~5	42~ 58	20~ 29	보행	중	보통	7.5YR 3/4~4/6	입상	약건	송~ 연	있다~ 많다	적다	많다	B ₂
		활엽수 (신갈나무)	5~6	63~ 70	32~ 35	잔적	중	불량	10YR 3/	입상	적윤	연	있다	적다~ 있다	있다	B ₃
	대전 중구	침엽수 (소나무)	3	52~ 55	20~ 25	잔적	하	양호~ 보통	7.5YR 3/3~4/4	입상	건조	연	있다	적다	있다	B ₃
		활엽수 (상수리나무)	3~4	60~ 67	27~ 29	보행	중	보통~ 불량	" 3/3	입상~ 團粒	약건~ 적윤	송~ 연	적다	적다	있다	B ₃
	청주 상당	침엽수 (소나무)	4~7	64~ 73	28~ 32	보행	상	보통	7.5~10 YR	입상	약건	건~ 강건	적다	있다~ 많다	적다~ 있다	B ₂
		활엽수 (신갈나무)	7~8	86~ 91	25~ 30	보행~ 붕적	중	보통	10YR 3/3~4/4	입상~ 團粒	약건~ 적윤	송~ 연	적다~ 있다	있다~ 많다	적다	B ₂ , B ₃
해안· 도서	안면도	침엽수 (소나무)	3~4	73~ 85	20~ 25	보행	중	보통	5YR 3/3	입상	약건	연	있다	없다	적다~ 있다	rB ₂ , rB ₃
	대부도	활엽수 (상수리+갈참)	2~3	70~ 80	26~ 30	잔적	중	보통	7.5YR 3/4~4/4	세립~ 입상	약건	연	적다	없다	적다~ 있다	B ₂
	대청도	침엽수 (소나무)	4	75~ 88	22~ 25	잔적	중	보통	10YR 3/4~4/4	괴상	적윤	연~ 견	있다~ 많다	적다~ 있다	많다	B ₃
		활엽수 (상수리나무)	5~6	75~ 88	22~ 25	잔적	중	보통· 불량	7.5YR 4/4~4/6	團粒~ 괴상	약건~ 적윤	송~ 연	있다	적다~ 있다	있다~ 많다	B ₃
하안· 댐	한강 유역	침엽수 (소나무)	2~3	15~ 30	15~ 30	보행	하	양호	10YR 5/6	團粒	건조	견	적다	있다	있다	B ₁
		활엽수 (상수리+밤)	2~4	50	26~ 30	잔적	중	보통	7.5YR 3/4	괴상	약건	강건	적다	적다	적다	B ₂
	금강 유역	침엽수 (소나무)	3~4	15~ 30	15~ 30	잔적	중	보통	10YR 3/3	團粒	건조	견	있다	없다	있다	B ₁
		활엽수 (굴참나무)	5~7	30~ 50	30~ 45	보행~ 잔적	중	보통	7.5YR 3/3	입상	약건	송	있다	없다	있다	B ₂

2) 토양의 화학성 분석

최근 대기오염과 산성비로 인한 토양의 산성
화와 이에 따른 칼슘, 마그네슘, 가리 등 필수영
양소의 유실로 임지 생산력이 감퇴될 뿐 아니라

알루미늄 같은 독성물질이 축적되는 등 토양생태
계가 교란되고 있어 토양의 화학적 성질에 대한
중요성이 새롭게 인식되고 있다. 이 자료는 고
정조사구내에 3개소의 토양단면을 설치하고 층

위별로 시료를 채취하여 분석한 것이다.

가) 일반산지

일반산지의 토양성분을 보면 산도는 계룡산, 상당산 두 지역 침, 활엽수임지 모두 강산성으로 특히 계룡산 활엽수임지 A층은 pH4.3으로 매우 낮았고 청주 상당산 역시 침엽수임지는 pH4.5으로 역시 매우 강한 산성도를 보였다. 유기물 함량은 A층에서는 계룡산 활엽수임지가 8.06%로 가장 높아 우리나라 산림토양 평균의 2배가 넘었고 가장 낮은 곳은 상당산 침엽수임지로 2.40%였으며 B층은 모두 비슷한 수준이었다. A층의 질소함량은 계룡산지역은 침, 활엽수임지 모두 우리나라 산지평균보다 많으나 상당산지역은 낮은 편이며 유효인산은 계룡산 임지는 침, 활 모두 적정함량이나 상당산은 두 임상 모두 극히 낮은 것으로 나타났다. 가리, 칼슘, 마그네슘함량 역시 계룡산지역은 우리나라 산림토양의 평균수준 이상이나 상당산은 매우 낮아 적정량의 20~30% 수준이었다.

나) 도시산지

도시산지 중 서울 인왕산 침엽수임지는 토양산도가 80개 조사지역중 가장 낮은 pH4.0으로 우리나라 산지가운데 공장지대를 제외하면 가장 산성화 된 지역으로 생각되며 이는 대도시의 대기오염과 무관하지 않은 것으로 사료된다. 활엽수임지는 약간 높았으나 역시 pH4.5정도였다. 유기물함량은 침, 활엽수임지 모두 A층은 평균 수준이며, 유효인산은 다소 부족한 상태이고 특히 토양산도를 중화할 수 있는 칼슘, 마그네슘함량이 극히 낮은 것은 토양산성화에 따른 용탈의 결과로 판단되었다. 인천지역은

토양산도가 pH4.5~4.6 정도로 서울보다는 다소 높았고, 인산함량은 비교적 많았으나 칼슘 등 무기염류함량은 적은 것으로 나타났다.

대전, 청주지역은 토양산도는 pH4.6~5.0 수준으로 서울, 인천보다는 덜 산성화 되어있으며 유기물은 1.5~2.2% 정도로 산지평균보다 적은 수준이고 인산함량은 대전지역이 조사지역중 가장 높았으며 무기염류함량은 타 지역과 유사하여 부족한 상태였다.

다) 해안 및 도서 산지

안면도 침엽수임지는 토양산도는 pH4.5로 강산성이고 유기물은 산지평균보다 적었으며 N, P, K 등 삼요소와 칼슘, 마그네슘도 부족한 상태이고, 대부도 활엽수임지는 토양산도는 소나무임지와 같이 강산성이고 유기물은 평균수준이나 질소를 비롯한 양료함량은 적은 것으로 나타났다. 대청도는 토양산도가 타 지역보다 다소 높아 pH4.9~5.0수준으로 조사지역 중 가장 높았고 가리, 칼슘, 마그네슘 함량도 산지의 평균수준을 상회하였다.

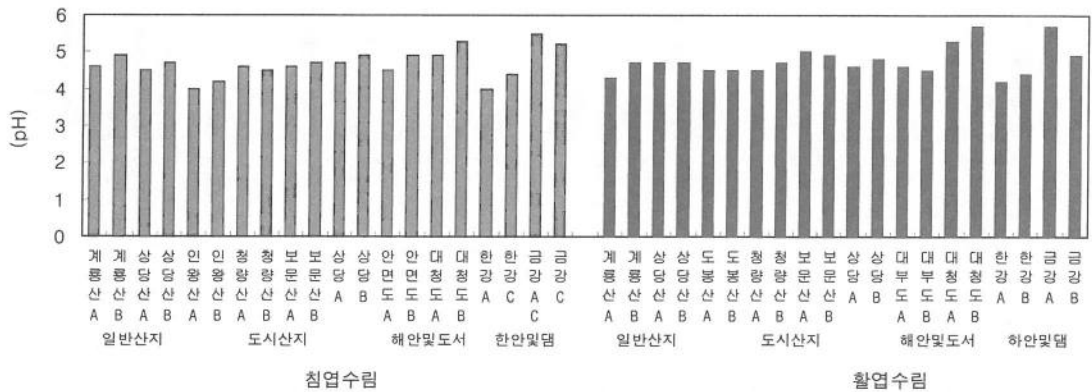
라) 하안 및 댐지역 산지

한강지역은 침, 활엽수임지 모두 강산성으로 pH4.0~4.2정도이며 유기물과 질소함량은 A층은 다소 높았으나 B층은 매우 부족한 상태였으며 칼슘, 마그네슘도 부족한 함량이었다. 금강지역은 토양산도는 pH5.5~5.7로 조사지역중 가장 높아 정상산도를 보였고 유기물, 질소함량도 비교적 높은 것으로 나타났으며 인산, 가리, 칼슘, 마그네슘함량도 조사지역중 가장 높았다. 이지역의 특징은 평탄지 및 산록지역으로 상부에서 유기물이 많이 유출되어 퇴적된

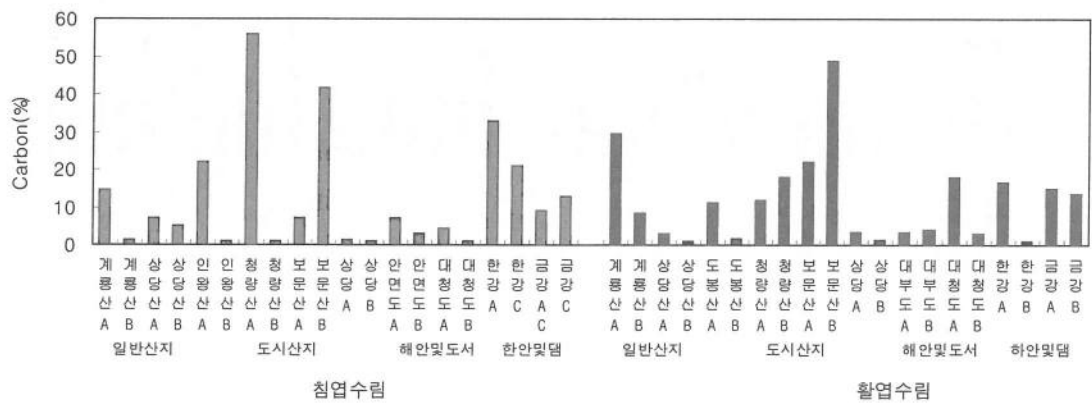
상태로 강우시 범람피해가 우려되므로 각별한 관리가 필요하다.

■ 지역별 화학적 성분 비교

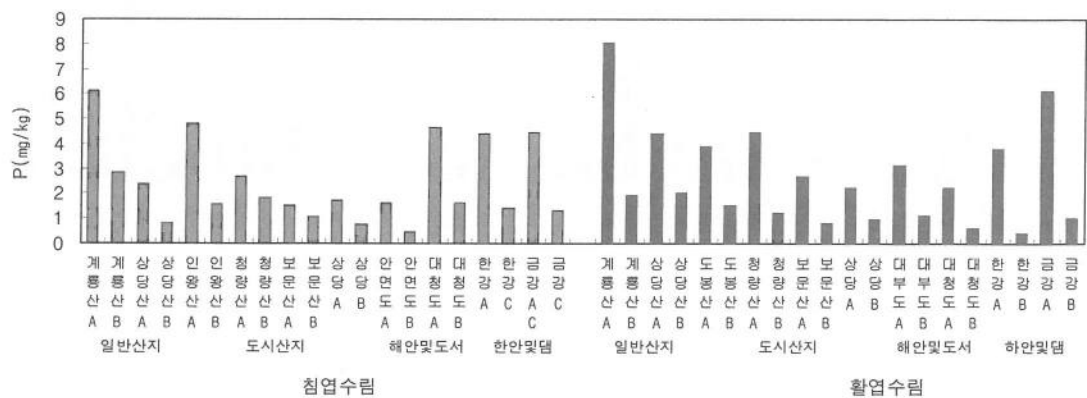
○ 토양산도



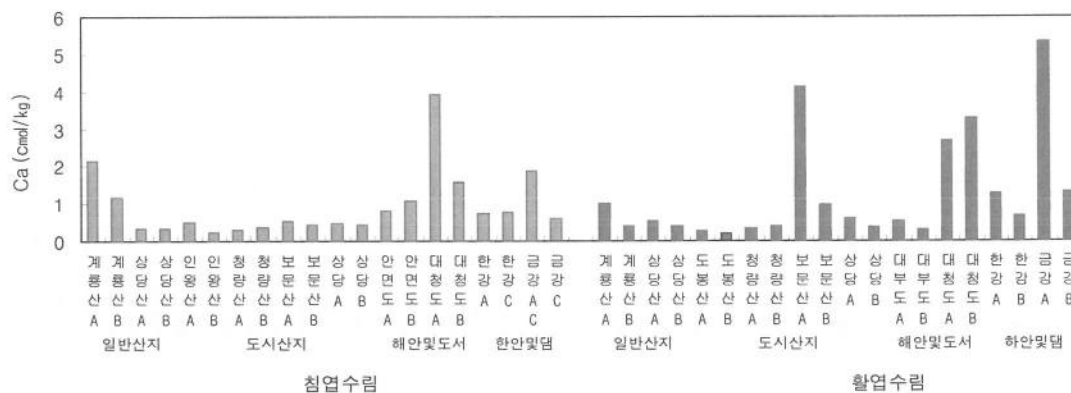
○ 유기물



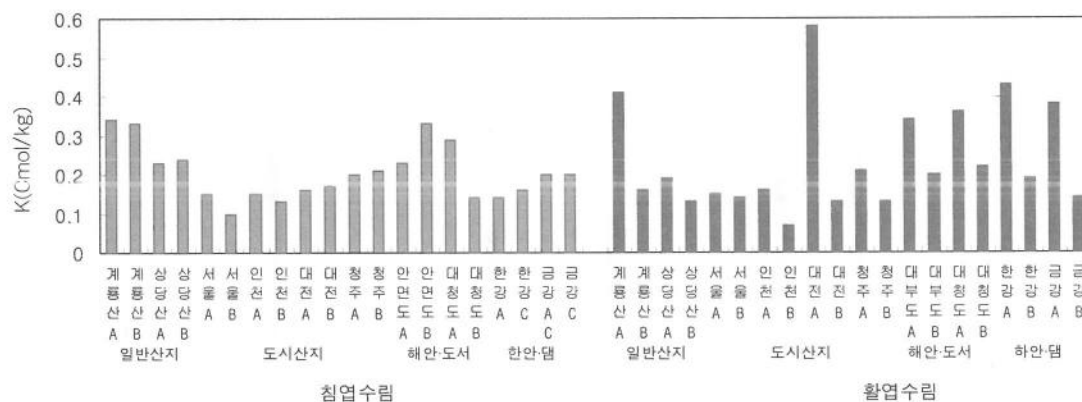
○ 유효인산



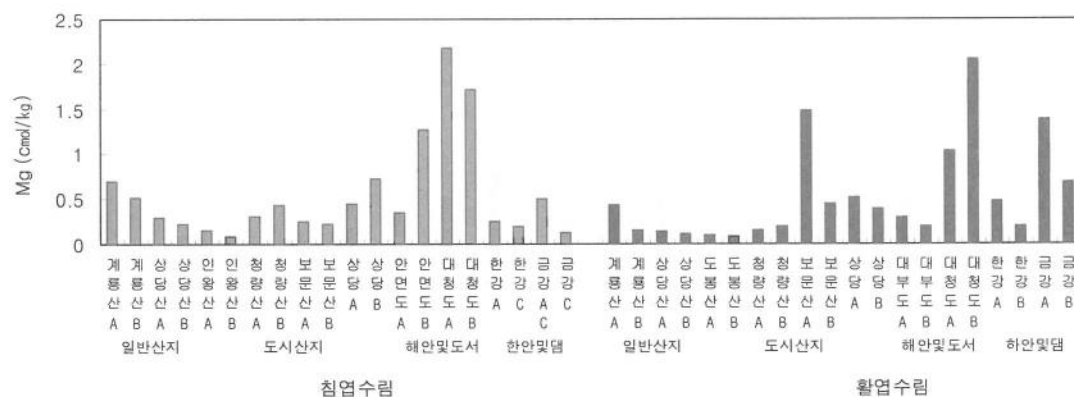
○ 칼슘



○ 칼럼



○ 마그네슘



다) 해안 및 도서 산지

안면도 침엽수임지는 전래의 우량 소나무 단순림으로 89%의 점유율을 보이며 신갈나무, 굴참나무 등이 섞여있고, 대청도는 안면도와 비슷한 홍송 단순림으로 굴참나무, 졸참나무가 약간 들어있다. 활엽수임지는 대부분은 상수리나무와 갈참나무 혼효림으로 6개수종이 혼재하고 있으며 대청도는 상수리나무 군락지에 소나무 수분이 섞여있다.

라) 하안 및 댐지역 산지

한강유역 침엽수임지는 92%의 소나무에 리기다소나무, 상수리나무가 약간 혼재해 있고 활엽수임지는 상수리나무에 밤나무, 귀룽나무 등 6개수종이 혼생하고 있으며, 금강유역은 두임상 모두 소나무와 굴참나무가 100% 군락을 이루고 있다.

2) 생육상황

침·활엽수임지에 설치한 10m×10m 또는 10m×20m의 고정조사구내에 서있는 흉고직경 6cm이상 임목에 대하여 수고, 흉고직경 및 지하고를 조사하였다.

가) 일반산지

계룡산 침엽수임지의 평균수고 12.7m로 74%가 10~15m범위에 들어있으며 지하고는 4~6m 내에 42%, 6~8m범위에 34%, 8~10m에 21%가 분포하여 비교적 급간에 고른 분포를 보였고, 상당산은 평균수고가 14.2m이고 10~15m범위에 44%, 15~20m에 45%가 분포하며, 지하고는 계룡산 보다 다소 양호하여 6~8m에 30%, 8~10m에 35%, 10m이상에

25%가 분포하였다. 두 지역 모두 침엽수는 소경목이 대부분이나 상당산지역이 계룡산보다 높은 수고의 나무가 많았다. 활엽수는 계룡산이 평균수고가 12.2m이고 10~15m범위에 73%가 들어있으며 지하고는 6~8m에 45%, 4~6m에 33%, 8~10m에 12%가 분포하여 소나무임지와 유사한 경향이었으며, 상당산은 평균수고 14.6m에 5~15m에 32%, 15~20m에 66%가 분포하여 역시 상당산 지역이 계룡산보다 높은 수고의 나무가 많았으며 지하고는 10m이상이 25%로 가장 많았고 4~6m, 8~10m, 6~8m범위 순으로 지하고가 비교적 높은 임상으로 되어있다.

나) 도시산지

도시지역 침엽수임지의 수고분포를 보면 서울 인왕산은 평균 수고가 7.6m로 5~10m범위에 93%가 분포하며 지하고는 4m이하가 70%를 차지하여 수형이 불량한 상태인 것을 알 수 있었고, 인천 청량산은 수고가 평균 4.8m로 5m이하가 55%, 5~10m범위에 45%가 분포하였으며 지하고는 96%가 4m이하로 서울과 같은 경향이였다. 대전 보문산은 평균수고가 7.9m로서 10m이하가 81%로 대부분을 차지하며 지하고는 4m이하가 86%로 서울, 인천과 같은 경향이였으며 청주지역은 평균수고 10.6m로서 5~10m범위에 42%, 10~15m범위에 47%가 분포하였으며 지하고는 4~6m에 29%, 6~8m 범위에 35%, 8~10m에 26%가 분포하여 고른 분포를 보였다. 4지역 중 수고생장은 청주지역이 가장 양호하였고 흉고직경 생장은 4곳 모두 밀식상태로서 소경목이 대부분을 차

지하며 특히 인천지역이 경급이 낮은 것으로 나타났다.

활엽수는 서울 도봉산임지는 평균수고 12.2m로 5~10m의 범위에 22%, 10~15m에 63%가 분포하였고 지하고는 4m이하가 33%, 4~6m범위에 59%였으며, 인천은 평균수고가 11.8m이고 10~15m에 80%가 분포하였으며 지하고는 4m이하가 23%, 4~8m범위에 64%가 들어있었다. 대전은 20m이상의 큰 나무가 88%를 차지하여 평균수고가 20.6m로 높았으며 지하고는 10m이상이 54%였고, 청주지역은 평균수고 19.1m로 15~20m범위에 18%, 20m이상이 65%였으며, 지하고는 20m이상이 75%로서 두 지역 모두 높은 수고의 나무로 구성되어있다.

다) 해안 및 도서 산지

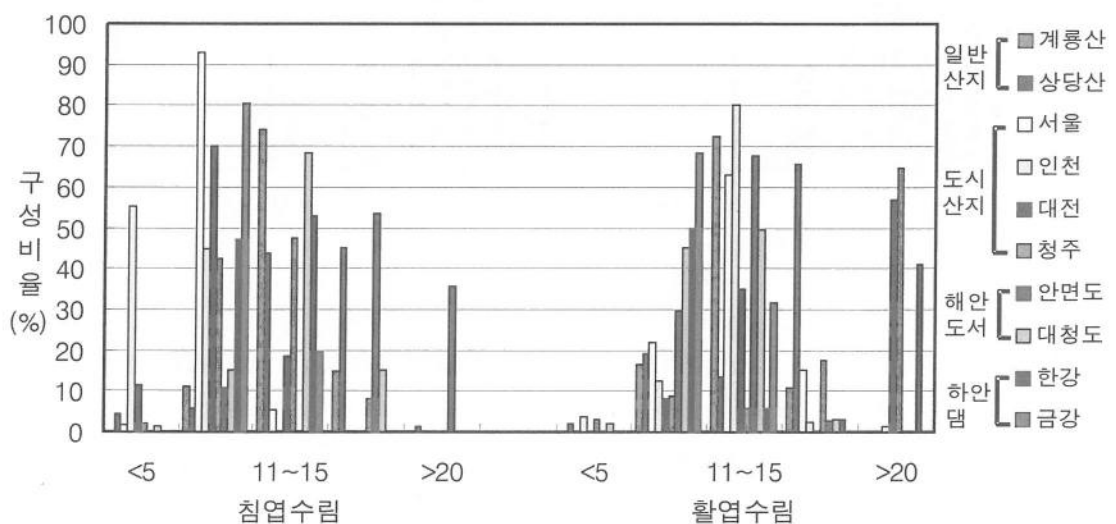
안면도지역 침엽수는 오랫동안 잘 보존된 소나무임지로 평균수고가 18.2m이고 15~20m범위에 54%, 20m이상에 36%가 분포하며 지하고 역시 높아 89%가 10m이상이었다. 대청도

는 평균수고 12.4m로서 10~15m범위에 68%, 15~20m에 15%가 분포하였고 지하고는 6~8m에 58%, 8~10m에 26%가 분포하여 역시 높은 지하고를 보였다. 활엽수는 대부도가 평균수고 11.1m로서 5~10m 내에 30%, 10~15m범위에 68%가 분포하며 지하고는 4m이하에 30%, 4~6m범위에 59%가 분포하였고, 대청도는 평균수고가 10.2m로 5~10m내에 45%, 10~15m범위에 49%가 분포하였으며 지하고는 비교적 낮아 4m이하가 46%, 4~6m에 43%가 분포하였다. 활엽수임지는 두 곳 모두 상수리 나무로서 수고는 비슷한 분포패턴을 나타냈다.

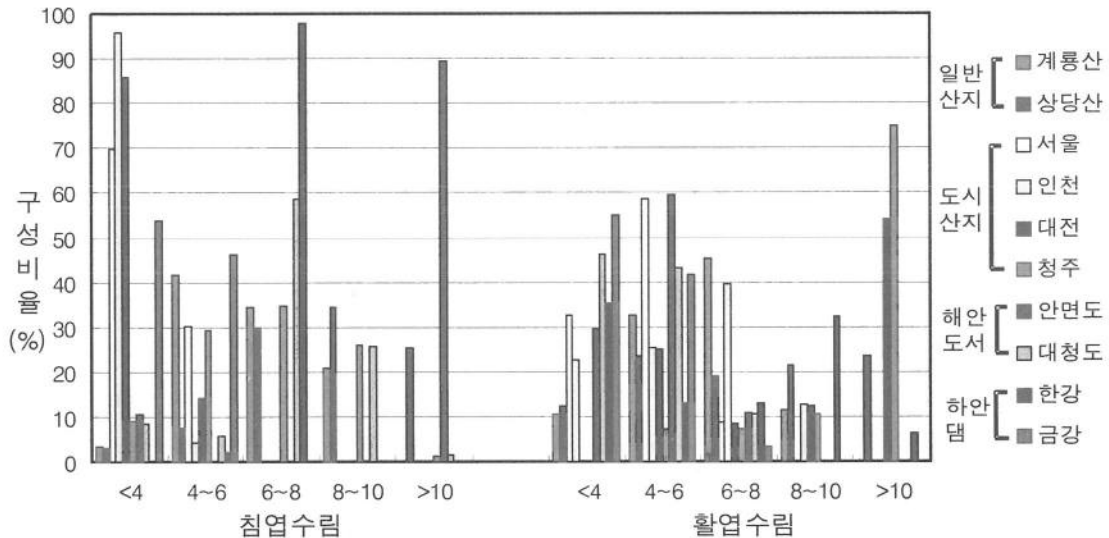
라) 하안 및 댐 지역 산지

한강수계인 여주지역 침엽수임지는 평균수고 12.6m로서 5~10m에 47%, 10~15m범위에 53%가 분포하였고 지하고는 6~8m에 98%가 분포하였으며, 금산지역은 평균수고 8.5m에 5~10m의 범위에 80%가 분포하였고 지하고는 4m이하 54%, 4~6m에 46%가 분포하여 비교

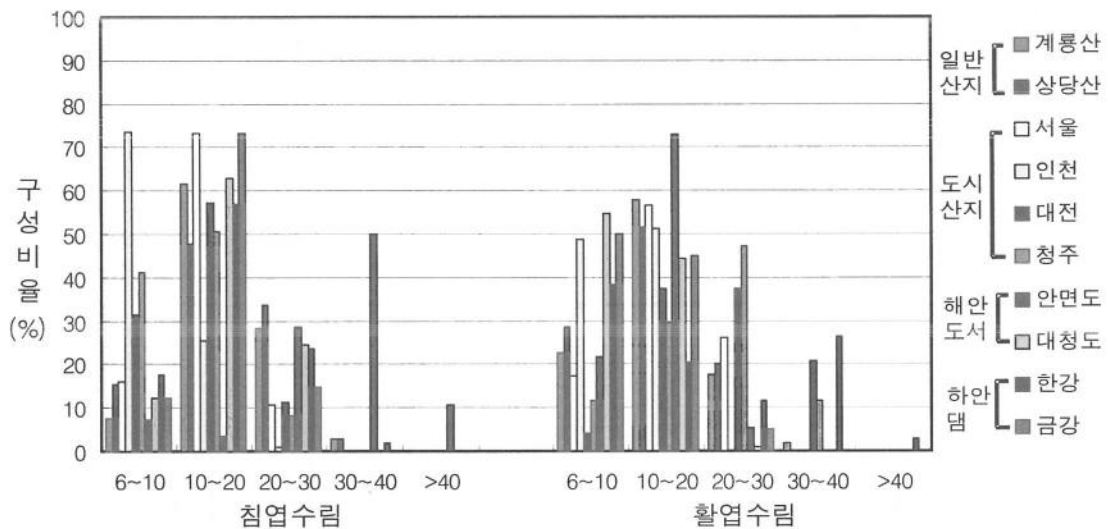
■ 지역별, 임상별 수고(m)분포



■ 지역별, 임상별 지하고(m) 분포



■ 지역별, 임상별 흉고직경(cm) 분포



적 낮은 지하고 분포를 보였다. 활엽수림은 여주가 평균수고 14.2m로서 5~10m범위에 50%, 20m이상이 41%였으며 지하고는 4m이하가 35%이나 8~10m범위까지 고른 분포를 보였으며, 금산지역은 평균수고 9.1m에 5~10m에

68%, 10~15m에 32%가 분포하였고 지하고 역시 6m이하의 낮은 지하고 범위에 대부분 분포하고 있다. 여주지역에서 수고 20m이상인 것은 상수리나무이고 10m이하의 것은 밤나무, 귀룽나무등 기타 활엽수였다.

3) 주 수종 건강도 분석

가) 수간형 분포

① 일반산지

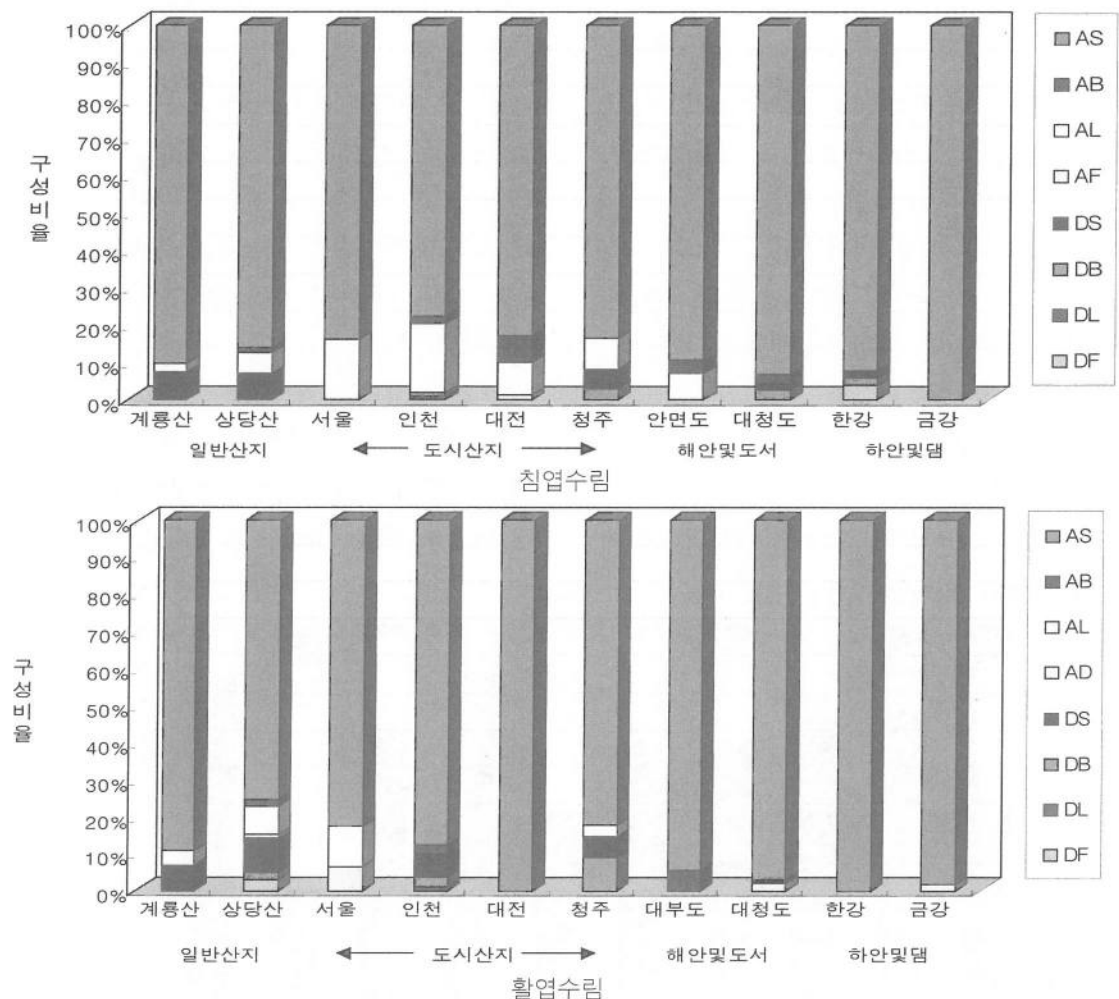
일반산지의 침엽수임지 수간형태는 살아 서 있는 AS형이 대부분으로 계룡산 90%, 상당산 86%로 비슷한 상태이고 기울어진 AL형 나무

가 약간 분포하며 고사목은 모두 선 채로 고사 한 DS형이었다. 활엽수임지는 AS형이 계룡산 89%, 상당산 75%로서 계룡산지역 활엽수가 양호한 수간형을 보였다.

② 도시산지

도시지역 침엽수임지는 서울 인왕산이 AS형

■ 임상별 수간형 분포도



※ 수간형 보기

- 생립목 : AS-살아 서있는 것, AB-살아있으나 주간이 부러진 것, AL-살아있지만 15°이상 기울어진 것, AF-넘어진 채 살아 있는 것, AD-살아있으나 주간 초두부가 죽은 것
- 고사목 : DS-선채로 죽어있는 것, DB-주간이 부러진 채 죽어있는 것, DL-다른 나무에 기대어 죽어있는 것, DF-넘어진 채 죽은 것

84% AL형 16%이고, 인천 청량산은 AS형 78% AL형 18%이며 대전 보문산은 AS형이 83%, 청주지역은 AS형 84%로 인천이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 활엽수임지는 AS형이 서울 도봉산 83%, 인천 85%, 대전 100%, 청주 82%로서 대전을 제외한 3지역은 비슷한 상태였다.

③ 해안 및 도서 산지

침엽수임지는 AS형이 안면도 89%, 대청도 92%로 비슷하며 활엽수임지는 대부도 98%, 대청도 97%로 역시 비슷한 비율로 나타났다.

④ 하안 및 댐지역 산지

하안·댐지역 침엽수임지는 한강유역이 AS가 92%, 금강유역은 AS가 100%였으며, 활엽수임지는 한강유역이 AS 100%, 금강유역이 98%로 침·활 모두 비슷한 수간형을 나타냈다.

나) 수관급 분포

① 일반산지

수관의 크기와 형태는 나무의 건강상태를 가

장 잘 나타내주는 인자로 햇빛을 가장 잘 받는 나무가 건강한 나무이다. 일반산지의 수관급 분포를 보면 침엽수임지는 준우세목이상의 우세 수관급 비율이 계룡산 69%, 상당산 80%로 상당산이 높았으며, 활엽수임지는 계룡산 72%, 상당산 59%로 침엽수와 반대였다.

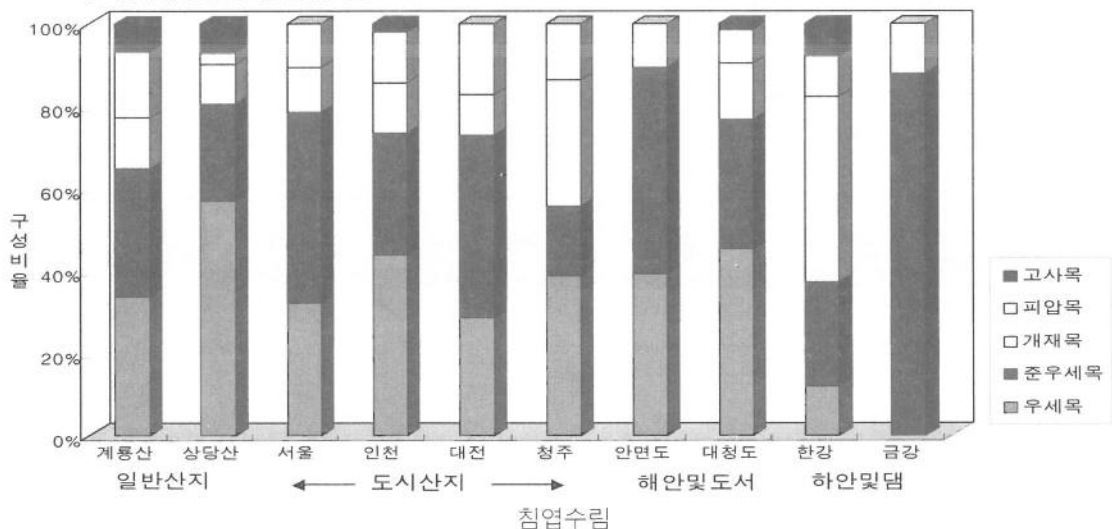
② 도시산지

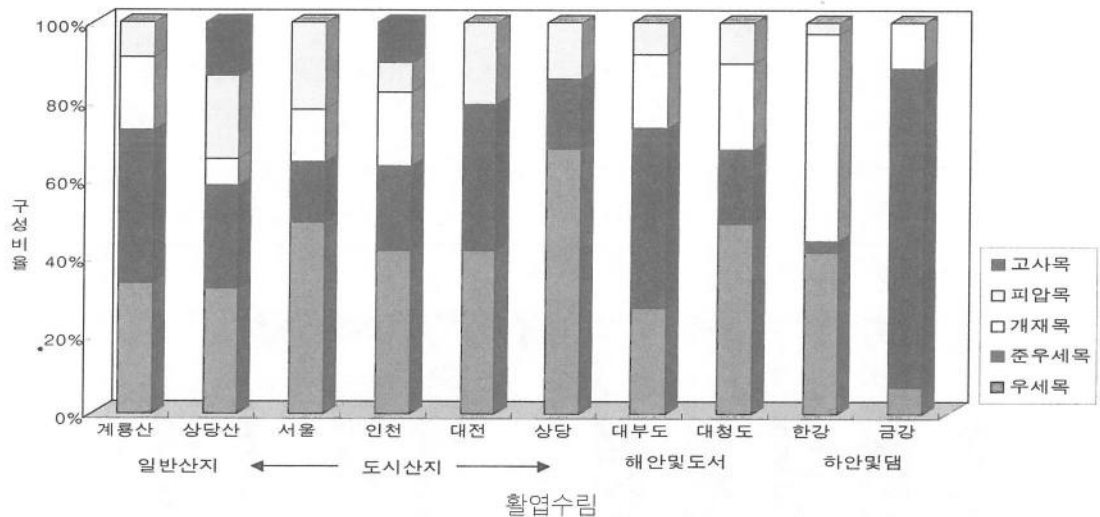
도시림지역 침엽수임지의 우세 수관급 비율은 서울 78%, 인천 66%, 대전 73%, 청주지역 52%으로 서울>대전>인천>청주 순이며, 활엽수임지는 서울 65%, 인천 63%, 대전 79%, 청주 86%로 청주가 가장 높은 것으로 나타났다. 도시림 침엽수임지의 평균 우세 수관급 비율은 67%, 활엽수임지는 74%로 활엽수가 침엽수보다 약간 높았다.

③ 해안 및 도서 산지

안면도 침엽수임지는 우세 수관급이 89%, 대청도 77%로 안면도가 양호하며 활엽수임지는 대부도 73%, 대청도 67%로 두 지역 모두

■ 지역별, 임상별 수관급 분포





침엽수보다는 건강도가 떨어지는 것으로 나타났다.

④ 하안 및 댐지역 산지

하안지역 침엽수임지는 우세 수관급 비율이 한강유역 37%, 금강유역 88%로 여주지역은 우세한 수관급 비율이 극히 낮아 매우 불량한 임지로 사료되며, 활엽수임지 역시 여주지역은 우세 수관급이 44%, 금강 82%로 침엽수임지와 비슷한 경향이였다.

다) 수목 활력도

수목 개체간 또는 집단간의 경쟁과 외부의 기상적, 생물적 압력요인에 의한 결과로 나타나는 수관의 활력상태는 나무의 건강도를 판정할 수 있는 가장 중요한 인자이다. 나뭇잎은 햇빛을 받아 광합성으로 영양분을 만들어 공급하므로 잎의 크기, 색깔과 이들이 달려있는 세지(細枝)의 고사정도는 나무의 건강상태와 직결되는 것이다.

① 일반산지

일반산지 침엽수임지의 활력도를 보면 계룡산

이 활력도 1~2의 비교적 건강한 나무 비율이 82%이고 상당산은 88%로 상당산의 활력도가 약간 높았으며, 활엽수임지는 계룡산이 92%, 상당산이 56%로서 계룡산 활엽수의 활력도가 양호하였다. 일반산지 전체로 보면 침엽수림은 활력도 “1”의 건강한 나무가 52%, 가벼운 쇠퇴(가지 고사 및 잎 변색율 10%이하)인 “2”가 32%정도로 건강한 상태였으며, 활엽수림은 건강한 나무가 45%, 가벼운 쇠퇴가 29%로 침엽수보다는 활력도가 다소 떨어지는 것으로 나타났다.

② 도시산지

도시산지의 침엽수임지는 서울이 활력도 “2”이상의 비교적 건강한 나무가 82%, 인천이 75%, 대전 71%, 청주 65%로 4지역 중 청주가 활력도가 가장 낮았으며, 활엽수임지는 서울 80%, 인천 77%, 대전 88%, 청주 70%로 거의 유사한 경향이였다. 도시림 전체로 보면 침엽수림은 활력도 “1”의 건강한 나무가 30%, 가벼운 쇠퇴인 “2”가 34%로 비교적 건강한 나무가 절반을 넘고 있으며 쇠퇴가 중정도 이상인

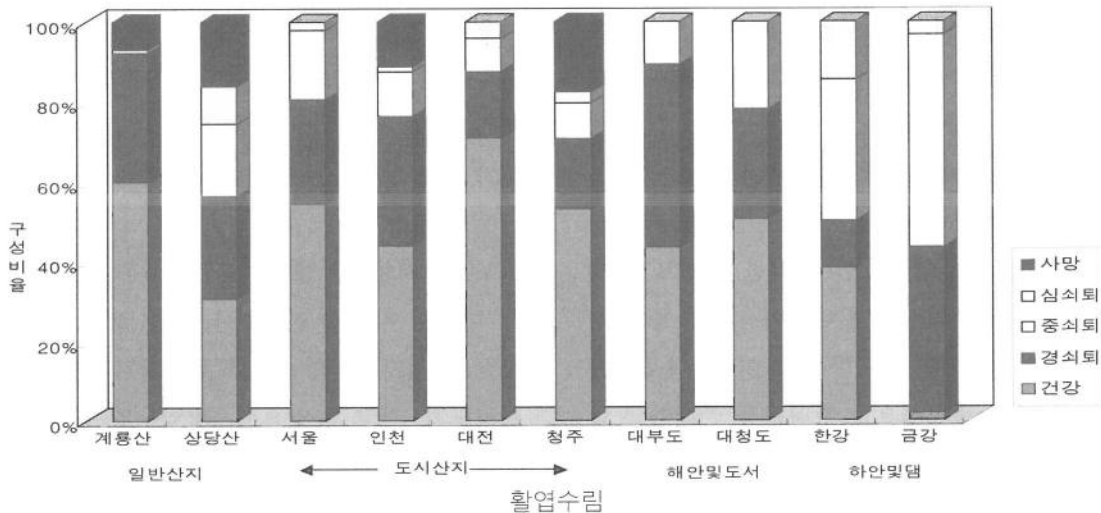
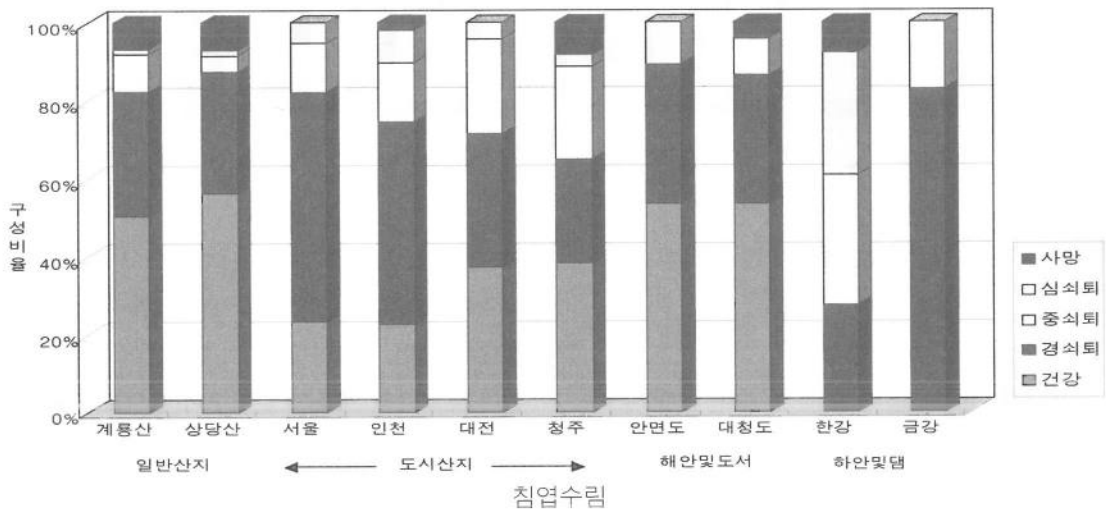
나무도 24%가 되었다. 활엽수림은 건강한 나무가 52%, 가벼운 쇠퇴가 26%이고 중정도이상인 개체는 14%였다.

③ 해안 및 도서 산지

침엽수림지는 두 지역 모두 양호한 활력상태

를 보여 안면도가 가벼운 쇠퇴 이상이 90%, 대청도가 86%로 2차 조사지역 가운데 가장 활력도가 높았으며, 활엽수림지는 대부도가 89%, 대청도가 78%로 대부도가 약간 양호하였다. 해안·도서 전체로는 침엽수림은 건강한 나무

■ 지역별 임상별 활력도 분포



※ 활력도 분류기준

- 1(건강) - 가지 고사율 및 잎 변색율 10%이하
- 2(가벼운 쇠퇴) - 가지 고사율 및 잎 변색율 10~25%, 주가지 또는 수관부 고사율 26%이하
- 3(중간정도 쇠퇴) - 가지 고사율 및 잎 변색율 26~50%, 주가지 또는 수관부 고사율 50%정도
- 4(심한 쇠퇴) - 가지 고사율 및 잎 변색율 50%이상, 주가지 또는 수관부 고사율 50%이상
- 5(사망) - 고사

가 53%, 약간 쇠퇴한 개체가 34%이며, 활엽수림은 건강한 나무가 48%, 약간 쇠퇴한 나무가 32%로 비교적 건강한 개체가 80%이며 중정도 이상의 쇠퇴를 보이는 나무는 19%였다.

④ 하안 및 댐지역 산지

침엽수림지는 활력도가 저조하여 활력도 “2” 이상인 나무가 한강유역 27%, 금강유역 83%로 한강유역 침엽수는 활력도가 떨어지는 것을 알 수 있으며, 활엽수림지는 두 지역 모두 50% 정도이고 나머지는 활력상태가 불량한 나무였다.

4) 고정표준지의 식물상 분석

생물다양성은 산림생태계의 안정성을 나타내는 인자로서 다양성의 감소는 생태계에 대한 인위적, 자연적 제약의 결과로 나타나므로 임상의 건강도를 판단하기 위한 조사의 하나로 고정조사구에 설치한 5m×5m(25m²)의 방형구 내 식생의 종수와 종별 피도를 교목, 관목, 초본류로 구분 조사하였다.

가) 일반산지

표에서 보면 일반산지 중 계룡산지역은 침엽수림내에 38종, 활엽수림에 39종이 분포하여 양 지역 모두 종 다양성이 높았고 총 피도는 3.9로서 지면의 20~25%를 피복하고 있으며 관목류의 개암나무, 싸리류와 초본류로 주름조개풀이 우점하는 것으로 나타났다. 반면 상당산은 침, 활엽수림지 모두 종 다양성이 매우 낮았으며 피도도 15% 이하였다.

나) 도시산지

도시산지 중 서울지역 침엽수림지에는 22종,

활엽수림지에는 38종 분포하며 총 피도는 침엽수림지는 4.9로서 30% 정도의 피도를 보였으나 다양성이 높은 활엽수림지가 오히려 피도는 낮았다. 종 다양성은 관목류가 높았으며 침엽수림지는 교목류인 상수리나무가, 활엽수림지는 국수나무, 진달래 등 관목류가 우점하고 있다. 인천은 침엽수림지에 14종, 활엽수림지에 12종이 분포하며 피도는 두 임지 모두 15% 정도이고 모두 진달래가 우점하고 있다. 대전은 도시산지가운데 종 다양도가 가장 높아 침엽수림에 33종, 활엽수림에 34종이 분포하며 총 피도는 소나무림 3.9, 참나무림 4.8로서 두 지역 모두 30% 정도의 피도를 나타냈다. 종 다양도는 초본류가 높았고 침엽수림지에 진달래와 산거울, 활엽수림지에 갈참나무와 산거울이 우점종으로 나타났다. 청주지역은 침, 활엽수림지 모두 13종으로 다양도가 낮으며 식생에 의한 피도도 20% 이하였다. 도시지역 전체로 보면 침엽수림지의 종 다양성은 대전>서울>인천>청주 순이며 피복도는 대전>인천>청주>서울 순이었다.

다) 해안 및 도서 산지

안면도 침엽수림에는 37종, 대부도 활엽수림에 26종, 대청도 침엽수림에 46종, 활엽수림에 42종이 분포하여 80개 조사구중 해안·도서지방이 식생 종 다양도가 가장 높았으나 식생피도는 3지역 모두 30%미만이었고 대청도 침엽수림지는 식생의 종수는 많았으나 피도는 매우 낮은 것이 특징이었다.

라) 하안 및 댐지역 임지

하안지역 임지는 한강유역이 침, 활엽수 임

○ 식물 종수 및 피도

구 분	지역별	임상	계		교목류		관목류		초본류		우점종
			종수	피도	종수	피도	종수	피도	종수	피도	
일반산지	계룡산	침엽수	38	3.9	6	1.7	16	+	16	1.7	개암, 조록싸리, 주름조개풀
		활엽수	39	4.0	10	1.3	13	1.2	16	1.5	진달래, 고사리, 산거울
	상당산	침엽수	6	1.8	0	0	4	1.3	2	+	진달래, 주름조개풀
		활엽수	7	2.1	0	0	2	+	5	1.6	담쟁이덩굴, 주름조개풀
도시산지	서울 종로	침엽수	22	4.9	5	1.6	11	1.3	6	2.0	상수리, 산초, 기름새
	서울 도봉	활엽수	38	2.2	5	1.2	13	+	10	+	국수, 진달래, 산거울
	인천 연수	침엽수	14	3.7	6	1.2	4	2.0	4	+	진달래, 새
		활엽수	12	3.4	6	+	2	1.6	4	1.3	진달래, 주름조개풀
	대전 중구	침엽수	33	3.9	10	1.4	8	1.2	15	1.3	진달래, 산거울, 기름새
		활엽수	34	4.8	4	2.1	13	1.3	17	1.4	갈참, 개뼉, 산거울
	청주 상당	침엽수	13	1.2	4	+	5	1.2	4	+	진달래, 산거울
		활엽수	13	2.8	5	1.3	3	1.5	5	+	아까시, 주름조개풀
해안·도서	충남 안면도	침엽수	37	3.2	16	1.0	11	1.0	10	1.2	애기나리
	경기 대부도	활엽수	26	4.0	5	1.0	8	1.7	13	1.3	진달래, 산거울
	인천 대청도	침엽수	46	1.5	9	+	16	+	21	+	줄참, 애기나리
		활엽수	42	3.9	3	1.4	15	+	24	1.5	절레, 실새
하안·댐	한강유역	침엽수	29	3.2	7	2.2	12	+	10	+	췌기풀
		활엽수	32	2.0	8	1.0	11	+	13	+	싸리, 췌기풀
	금강유역	침엽수	19	3.9	4	2.9	9	+	6	+	싸리, 기름새
		활엽수	26	3.8	5	1.7	8	+	13	1.6	산거울

지 각각 29종, 32종으로 금강지역보다 종 다양도가 높았으며 식생피도는 양 지역 모두 20% 정도였다.

5. 맺음말

경기산지보전협회에서는 산림의 사회·경제적, 환경적 기능향상과 함께 생태적 안정성과 다양성이 보전되어 국민에게 양질의 휴양기능을 제공할 수 있는 지속가능한 산림을 만들고자 전국 산림건강모니터링사업을 추진하고 있으며 2년차인 2006년도에는 한반도 중부인 경기, 충청지역에서 일반산지 2지역, 도시산지 4지역, 해안 및 도서 산지 3지역, 하안 및 댐지역 산지 2지역 등 11개 지역의 침·활엽수 임

지에 80plot의 고정 표준지를 설치하였으며 산림의 건강도 판정을 위한 1차 조사를 실시하였다. 1년차인 2005년도에는 백두대간 2지역, 일반산지 4지역, 훼손산지 2지역에서 총 52개 plot를 조사하여 모두 132개 plot을 조사하였으며 3차년도인 2007년도에는 도시림지역 4개소에서 32plot의 고정표준지를 선정, 조사하여 모두 164개소에 대한 1차 조사를 완료할 계획이며 4년차인 2008년부터는 2차 조사에 착수하여 3년 간격으로 반복조사 함으로서 전국 산림생태계의 현시적 건강도와 인위적, 환경적 스트레스에 대한 산림생태계의 대응능력 및 경시적 변화추이를 파악하여 지속가능한 산림관리에 필요한 자료를 제시할 것이다.

조사연구

비무장지대 인접한 민통선지역의
야생식물유존자원과 산지이용실태조사 연구안병영,¹⁾ 홍인표,¹⁾ 오종환,¹⁾ 이대호,¹⁾ 박정신,¹⁾
이승호,²⁾ 조현국,²⁾ 김성식,³⁾

1) 한국산지환경조사연구회 2) 국립산림과학원 3) 국립수목원

1. 머리말

비무장지대에 인접한 민통선지역은 생태학적으로 중요할 뿐만 아니라 1953년 한국전쟁 휴전 이후 분단의 아픔과는 달리 50여 년간 철조망이 겹겹이 싸여 오랫동안 사람의 출입이 통제되어 생물학적 특성을 감안할 때 생태학적 연구대상지로 전 세계적으로 찾아 볼 수 없는 중요한 지역이 되었다.

이 지역 환경은 유네스코의 접경생물권 보전 지역으로 지정하여 국제적인 보호방안을 강구하는 등 국제적으로 귀중한 자연유산으로 후대에까지 보전되어야 할 소중한 자산이다.

그간 이 지역의 산림은 20여 년생 내외에 2차림으로 거의 조림이 이루어지지 않고 산림관리는 전무한 상태로서 식생, 산림자원, 야생동물, 곤충, 토양 등에 대하여 분야별로 또는 기관별로 많은 조사와 연구가 수행되어 왔으나 나무를 식재하는데 기본이 되는 토양조사와 산지이용실태에 대한 정밀한 조사는 이루어진바가 없었다.

비무장지대 인접 민통선지역은 보존가치가 매우 높은 지역이나 출입이 통제되어 산림자원

의 분포나 입지환경조사가 매우 어려웠으며 최근 몇 년 전부터 민통선지역에 접근이 부분적으로 허용되면서 산지는 황폐화되고 산사태의 위험성과 토사유출로 인하여 지류의 하상이 높아져 홍수피해에 원인이 되기도 하고 있다. 따라서 민통선지역에 대한 야생식물 유존자원, 토양조사 및 산지이용실태조사를 실시하여 야생식물 유존자원 보전지역을 선정하는 등 효율적인 산림보전과 산지관리 방안에 대한 기초자료를 제공하고자 복권기금(녹색자금) 지원사업으로 수행한 결과이다.

2. 조사 방법

조사대상은 강원도 철원군, 화천군에 대하여 민통선 또는 남방한계선을 중심으로 남쪽방향 약 2km 내외의 산림지역을 조사하였다.

산림입지환경조사는 현지조사로서 입지환경 및 토양단면 조사를 실시하였고 토양시료를 채취 토양의 이화학적 성질을 분석하였으며 이를 종합분석하여 토양형을 분류하고 산림토양도를 작성하였다.

산지이용실태조사와 야생식물유존자원조사

는 영상사진판독과 현지조사를 실시하였으며 산지이용구분도를 작성하였다.

3. 조사 결과

《철원군》

가. 산림입지환경조사

(1) 입지환경조사

본 조사지역인 철원군의 비무장지대에 인접한 민통선지역은 다른 지역에 비하여 아름다운 천혜의 땅으로서 관광지개발과 영농사업으로 인하여 일부지역은 민간인의 접근이 허용되고 있으나 다른 분야에 비하여 토양분야자료는 극히 빈약하고 산림에 대한 관리가 거의 이루어지지 않아 남방한계선 부근 구릉지대는 아직도 침식이 일어나고 있는 실정이다.

본 조사지역의 모암은 평야지대는 충적층과 현무암이 분포하고 산악지대에는 화강암이 분포하고 있다.

철원군 서부조사지역은 야월산(485.9m) 등 준산지와 구릉지로 이루어져있고 동부조사지역은 안암산(588.0m)과 천불산(584.8m) 주위와 대성산(1,174.2m)과 적근산(1,071.1m) 북쪽 산악지로 이루어져 있다. 경사는 구릉지대는 15~20°의 완경사내지 급경사지대이며 산악지대는 대부분 30°이상으로서 험준지~절험지에 속한다. 경사형태는 대부분 평형 또는 철상태이며 풍노출도는 산악지대는 노출되어 입목생장상태가 불량하고 암석노출도는 대부분 10%

이하로 조사되었다.

(2) 산림토양 단면조사

본 조사지역은 화강암을 모재로 하는 갈색산림토양군의 갈색건조산림토양(B₁형), 갈색약건산림토양(B₂형), 갈색적윤산림토양(B₃형), 갈색약습산림토양(B₄형)과 침식산림토양군의 약침식산림토양(Er₁형), 강침식산림토양(Er₂형), 사방지산림토양(Er-C형)이 출현한다. 이지역의 토양단면은 층위경계가 비교적 뚜렷하며 A층에 경우 입상~단립(團粒)구조가 발달하였다.

토양수분 조건은 과거에 침식을 받았거나 침식이 일어나고 있는 구릉지는 대부분 건조하였고 산악지대는 약건~적윤상태였으며 A층의 견밀도는 침식지 이외에는 대부분 송으로 나타났다.

전토심은 침식지는 25~40cm였고 그 외 산림지역은 47~71cm였으며 유효토심은 11~31cm였다. 특히 동송읍 정연리, 강산리, 철원읍 울이리 군작전도로에 접한 일부지역은 토양의 인위적 교란이 심한 지역으로서 유효토심은 11~15cm로서 매우 얇았으며 낙엽층이 거의 없고 침식이 일어나고 있었다.

토양배수 상태는 보통 또는 양호한 편이었다.

(3) 산림토양의 이화학적 성질

토양의 보수력, 배수상태 및 양분보유력등에 영향을 미치며 토양특성을 대표하고 있는 토성은 침식산림토양의 경우 대부분 양질사토 또는 사토로서 배수는 양호하였으며 갈색산림토양군의 토성은 사양토~양토로서 토양배수는 역

시 양호한 편이다.

토양의 표토 산도는 PH 4.03~5.64로서 강산성토양이며 전국 산림지 평균산도인 5.5보다 높게 나타내고 있다. 이는 사계 청소를 위해 실시하는 산불지역이거나 불이타는 동안 발생된 무기염류를 많이 포함한 재들이 낙하하였거나 강우와 함께 씻겨내려와 임지의 축적되어 있기 때문 일수도 있다. 유기물함량은 침식산림토양은 0.48~2.78%로서 매우 척박한 토양이며 갈색산림토양군은 일부 비옥한 지역을 제외하고는 2.67~6.20%로서 보통토양으로 조사되었다. 전질소함량은 침식토양에서는 매우 부족하였으나 갈색산림토양군에서는 일부지역을 제외하고는 적정함량보다는 약간 부족한 것으로 분석되었다. 유효인산은 대부분 0.16~63.40mg/kg로서 지역적으로 차이가 크나 대부분 1.19~14.35mg/kg로서 대단히 부족하였으며 나무를 식재한 경우에는 인산비료의 시비가 요구된다. 양이온치환용량(C.E.C)은 6.16~18.92cmol⁺/kg로서 대부분 적정함량 12.00~20.00cmol⁺/kg보다 약간 부족하였으며 카리함량은 일부지역을 제외하고는 대부분 0.18~0.37cmol⁺/kg로서 약간 부족한 것으로 분석되었다. 그 외에 나트륨함량은 0.07~0.10cmol⁺/kg, 칼슘함량은 0.24~2.95cmol⁺/kg, 마그네슘함량은 0.11~1.15cmol⁺/kg로서 대부분 적정함량보다 현저히 적은 양을 보이고 있다.

(4) 산림토양형 분류

토양생성에 크게 영향을 주는 인자로서는 기후, 모암(모재), 지형, 식생 및 시간 등을 들 수 있으며 이들 인자들이 생성과정에서 서로 연관된 작용을 하여 특성이 다른 토양을 만들게 된다.

산림입지환경 및 토양단면조사 결과는 종합 분석하여 조사지역에 대한 토양군, 토양아군 및 토양형을 분류한 결과 침식산림토양군과 갈색산림토양군으로 분류되었다.

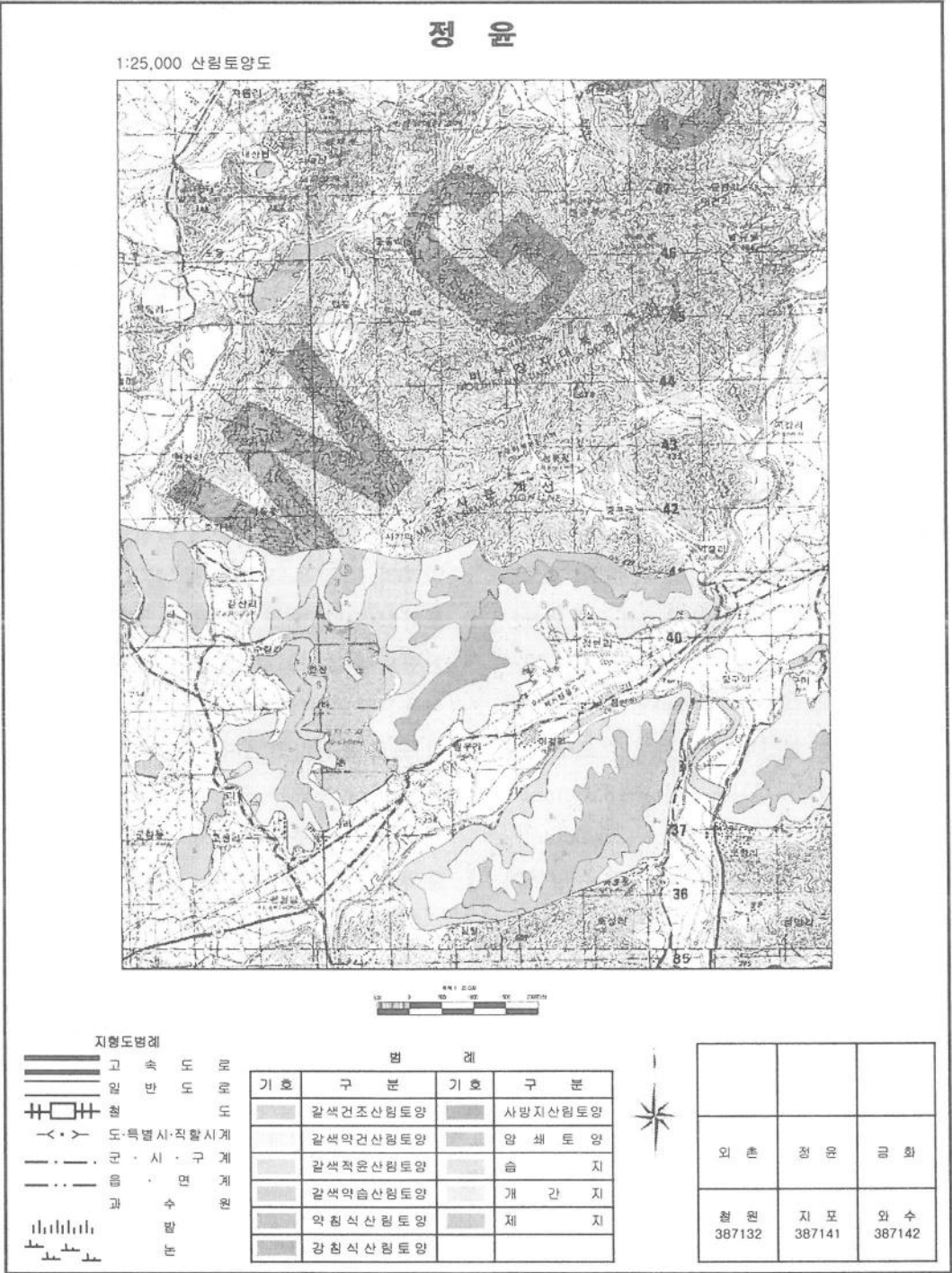
침식산림토양군은 약침식산림토양(Er₁형), 강침식산림토양(Er₂형) 및 사방지토양(Er-C형)으로 분류하였으며 이들 침식산림토양은 산림관리를 할수 없는 민통선 최전방지역인 동송읍 양지리, 갈말읍 정연리 등 산정부근에 많이 분포하고 있다. 한편 갈색산림토양군은 갈색건조산림토양(B₁형), 갈색약건산림토양(B₂형), 갈색적윤산림토양(B₃형) 및 갈색약습산림토양(B₄형)으로 분류하였으며 이들 산림토양형은 근남면 대성산 북쪽과 원남면 적근산 북쪽 및 원동면 흰바위산 주변에 많이 분포하고 있다. 특히 갈색약습산림토양이 분포하고 있는 계곡에는 자갈함량이 10~30% 정도로 많았다.

토양형별 면적은 표 1과 같다.

토양군별 면적을 살펴보면 갈색산림토양군이 19,937ha로서 90% 이상이 분포하고 있었으며 민통선지역이라도 침식토양군이 약 5% 정도 분포하고 있는 것으로 보아 아직도 침식이

표 1. 토양형별 분포 면적

토양형 구분	계	약침식 산림토양	강침식 산림토양	사방지 산림토양	갈색건조 산림토양	갈색약건 산림토양	갈색적윤 산림토양	갈색약습 산림토양	암쇄 토양	습지	개간지	제지
면적(ha)	21,740	739	256	96	3,697	8,443	6,017	1,780	34	354	184	140
비율(%)	100	3.4	1.2	0.5	17.0	38.8	27.7	8.2	0.2	1.6	0.8	0.6



지도 1. 산림토양도

일어나고 있는 것으로 조사되었다. 토양형별 면적은 갈색약건산림토양이 8,443ha로서 가장 많은 38.8%가 분포하고 있는 것으로 조사되었다.

식재가능 수종으로는 갈색약습산림토양과 갈색적윤산림토양 및 갈색약건산림토양이 분포하고 있는 산록, 계곡 및 산복지역에는 잣나무, 낙엽송, 소나무, 전나무 등과 오갈피나무, 두릅나무, 옻나무, 고로쇠, 단풍나무, 헛개나무, 자작나무등 활엽수 식재가 가능하다. 한편 약침식산림토양, 강침식산림토양, 사방지토양과 갈색건조산림토양이 분포하고 있는 산복상부나 산정, 능선지역은 현재 자라고 있는 수종을 무육관리하면서 홍수피해에 간접적인 원인이 되고 있는 황폐화를 최소화하고 통일이후를 대비해서라도 정밀조사에 의한 체계적인 임지관리 및 조림계획을 수립할 필요가 있다.

임지생산력은 임목생장과 가장 밀접한 관계를 가지는 토심, 지형, 건습도, 경사, 퇴적양식, 침식, 견밀도, 토성 등 입지환경 및 토양단면인자에 의거 간접적으로 잠재적인 임지생산능력을 판정하였다.

(5) 산림토양도 작성

국립지리원 발행 축적 1:50,000을 기본도로 1:25,000으로 확대하여 현지조사 결과에 의거 토양형을 구분 산림토양도를 작성하였다.

나. 산지이용구분 실태조사

(1) 산림자원현황(식물상 및 식생)

철원군의 산림대는 온대중부에 속하며 임상

은 주로 신갈나무, 상수리나무, 굴참나무, 갈참나무 등 활엽수가 주종을 이루고 있으며 그 외에 산록, 계곡, 습지 등에는 아까시나무, 버드나무류, 귀룽나무, 신나무 등이 자라고 능선부근 침식지에 일부 소나무가 자라고 있는 비무장지대의 전형적인 2차림의 산림이다. 관목류는 노린재나무, 생강나무, 청가시덩굴, 개웃나무, 붉나무, 산초나무, 조팝나무, 싸리류, 팔배나무, 개벗나무, 국수나무, 진달래, 노간주나무, 산딸기 등이 자라고 있고, 초본류는 고비, 골풀, 쑥류, 삼주, 개미취, 개망초, 톱풀, 산들개, 뚝갈, 마타리, 둥굴래, 개솔새, 큰김의털, 마디풀, 박하, 쑥부쟁이, 구절초, 선씀바귀 등이 자라고 있으며, 특히 민통선 내이면서 출입도로변을 따라 햇볕이 양호한 지역에서는 돼지풀과 단풍잎돼지풀들이 쑥, 억새 등에 우점하여 커다란 군집으로 서식하고 있어 피복도는 지역에 따라 차이가 있었다. 지역별로 야월산, 백마고지, 제2땅굴, 전선휴게소, 안암산, 승리전망대, 대성산, 적근산 및 칠성전망대 등 9개지역 식물종을 조사한 결과 대략 89과 356종 60변종 35품종 8아종등 총 459종류가 조사 되었다.

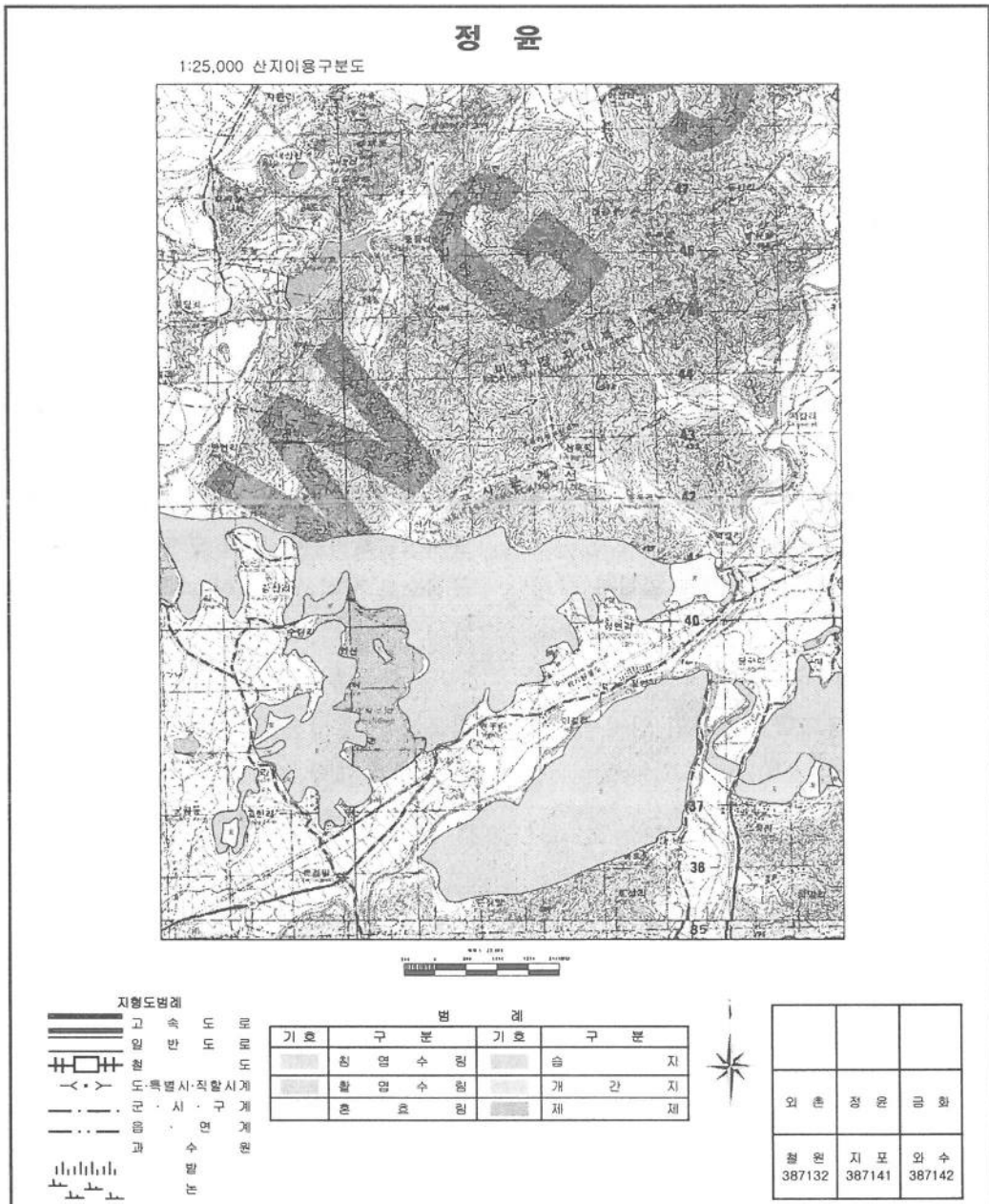
(2) 산지이용실태 분류

산지이용형태 및 임상은 영상자료분석과 현지점검을 실시하여 침엽수림, 활엽수림, 혼효림, 습지, 개간지, 제지 등으로 구분조사 하였으며 산지이용형태별 분포면적은 표 2와 같다.

산림분포현황을 분석한 결과 비무장지대에 인접한 민통선지역은 대부분 인공조림을 실시하지 않은 지역이므로 대부분 I~III영급에

표 2. 산지이용형태 및 임상별 분포 면적

구분	계	침엽수림	활엽수림	혼효림	습지	개간지	제지
면적(ha)	21,740	101	20,847	114	354	184	140
비율(%)	100	0.5	95.9	0.5	1.6	0.9	0.6



신갈나무, 상수리나무, 굴참나무 등 활엽수가 주종을 이루고 있다. 활엽수림이 20,847ha 95.9%로 가장 많이 분포하고 있고 혼효림이 114ha로 0.5%, 침엽수림은 101ha, 0.5%로 조사되었으며 제지는 140ha로 조사되었다.

(3) 산지이용구분도 작성

산지이용구분도는 국립지리원 발행 축적 1:50,000 지형도를 기본도로 하여 축적 1:25,000으로 확대 영상자료 분석과 현지표본 조사에 의거 작성하였다.

(4) 유존자원 식생조사

(가) 특산·희귀·멸종위기식물

철원군 식물상을 야월산, 제2땅굴, 안암산,

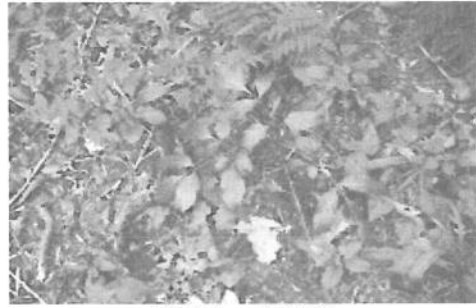
대성산, 칠성전망대 주변 등 9개지역에서 조사한 결과 산림청 지정 특산식물은 매자나무, 꼬리조팝나무, 호랑버들, 꿩고비 등 4종류가 확인되었으며 희귀, 멸종위기식물은 삼지구엽초, 백선, 산작약, 왜우산풀, 병풍삼, 매발톱, 음양고비, 까치수염, 솔밭꽃, 금강초롱꽃, 토현삼, 중나리, 도라지모시대 등 25종류가 확인되었으며 조사지역별 목록은 표 3과 같다. 특히 안암산 주변에서 확인된 삼지구엽초, 백선, 산작약 등은 소군락으로 자생하고 있으며, 삼지구엽초의 경우 상층목이 울폐되어 쇠퇴해가고 있으므로 간벌과 하층목 일부를 제거하여 유존자원의 이용측면에서 보존할 가치가 있는 것으로 확인조사 되었다. 또한 대성산에 자생하고 있는 물푸레나무군락은 장기경제수종으로서 미래목으로

표 3. 특산, 희귀, 멸종위기식물 조사현황

지 역	특 산 식 물	희 귀 식 물	멸종식물
야월산 주변	(2) 매자나무 병꽃나무	(2) 태백제비꽃, 음양고비	
백마고지기념비 주변	(2) 꼬리조팝나무 병꽃나무	(1) 까치수염	
안암산지역	(3) 매자나무 꼬리조팝나무 매자나무	(5) 삼지구엽초, 산작약, 백선 왜우산풀, 매발톱	(1) 산작약
승리전망대 주변	(4) 매자나무 호랑버들 꼬리조팝나무 병꽃나무	(1) 솔밭꽃	
대성산지역	(3) 꿩고비 병꽃나무 고려엉겅퀴	(13) 금강초롱꽃, 도라지모시대, 병풍삼, 토현삼, 구슬 맹덩이, 칼잎용담, 왜우산풀, 도깨비부채, 중나리, 털중나리, 회리바람꽃, 음양고비, 참배암차즈기	(1) 금강초롱꽃
적근산 산록지역	(2) 병꽃나무 매자나무	(2) 귀방울덩굴, 개종용	
칠성전망대 주변	(1) 병꽃나무		



안암산 - 삼지구엽초



안암산 - 산작약



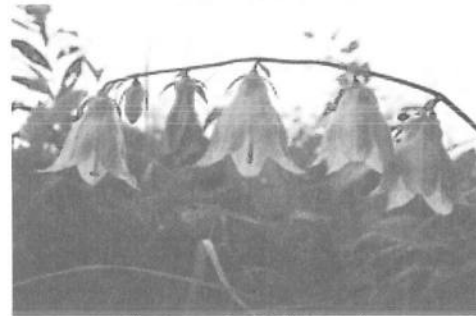
안암산 - 백선



대성산 - 칼잎용담



대성산 - 금강초롱꽃



대성산 - 도라지모시대



대성산 - 병풍삼



대성산 - 왜우산풀

특산, 희귀, 멸종위기식물

가꾸는 것이 좋을 것으로 생각되며 능선을 중심으로 금강초롱꽃, 도라지모시대, 칼잎용담, 왜우산풀, 도깨비부채, 병풍삼등 희귀식물이 매우 폭넓게 분포하고 있어 7부능선부터 정상부까지는 유전자원보존림 또는 희귀식물보존지역으로 지정 특별관리를 할 필요성이 있는 것으로 조사되었다.

(5) 귀화식물

본 조사지역에서 분포하고 있는 귀화식물은 14과 32종류가 확인되었으나 여름철(7~8월)에 조사한 결과이고 세밀한 조사를 할 경우에는 더욱 많은 종류가 조사 될 것으로 예측된다.

조사된 귀화식물 가운데 돼지풀, 미국쑥부쟁이, 단풍잎돼지풀, 망초, 큰달맞이꽃, 개망초, 명아주, 환삼덩굴 등 8종류는 거의 조사지역 전체에서 발견되어 분포범위가 넓은 것으로 조사되었다. 특히 남향 양지쪽에 침입한 단풍잎돼지풀은 우리나라 고유의 자생식물을 위협하고 있으므로 개화결실 전에 제거하지 않으면 안 될 것으로 보였다.

《화천군》

가. 산림입지환경조사

(1) 입지환경조사

본 조사지역인 화천군의 비무장지대에 인접한 민통선지역은 다른 지역에 비하여 관광지 개발과 영농사업 등으로 민간인의 접근이 거의 허용되지 않고 북쪽에 광주산맥이 대성산, 적

근산, 흰바위산 등 연봉을 일으키면서 뻗어 있어 전반적으로 높고 험준한 산악지를 이루고 있는 상서면과 화천읍 일부지역으로 수계는 금강산에서 발원하는 북한강 본류로 남류하고 있다. 본 조사지역에 모암은 경기변성암복합체 및 춘성계 대보화강암이 분포하고 있으며 광주산맥과 태백산맥의 지맥들이 험준하고 불규칙하게 분포하고 있어 경사는 계곡부분을 제외하고도 대부분 30°이상의 험준지 또는 절험지이고 토성이 대부분 사양토로서 홍수에도 산사태 발생의 위험이 높은 지역이다. 경사형태는 요 또는 철 상태로서 산악지 부분은 바람에 노출되어 임목생육상태가 불량하고 계곡에는 자갈이 많이 분포하고 있다.

(2) 산림토양 단면조사

본 조사지역은 경기변성암복합체와 대보화강암을 모재로 하는 산악지대로서 갈색산림토양군의 갈색건조산림토양(B₁형), 갈색약건산림토양(B₂형), 갈색적윤산림토양(B₃형), 갈색약습산림토양(B₄형)이 출현하고 있다.

본 조사지역의 토양단면의 층계는 비교적 명확하고 A층의 구조는 대부분 입상 또는 단립(團粒)구조가 발달하였다.

토양수분조건은 산정이나 능선부근은 건조하였고 그 외에 계곡, 산록, 산복산악지역은 약간~적윤상태 였으며 A층의 견밀도는 대부분 송으로 나타났다.

전토심은 능선과 선정부근 50cm 내외였으며 그 외에 지역은 65~100cm로서 깊은 편이었고 유효토심도 21~35cm로서 토양단면 상태는 좋

은 편이었다. 특히 계곡부근에는 석력함량이 많은 암쇄토양이 소규모로 분포하고 있었으나 도면에 표시하기는 어려웠다. 토양배수도 양호하며 경사가 급한 산악지대로 일시에 비가 많이 올 경우에는 산사태가 많이 나는 특성을 가지고 있어 일부지역에 습지가 산사태에 의거 자갈과 모래가 퇴적되어 사라져 가고 있었다.

(3) 토양의 이화학적 성질

토양의 양분 보유력, 보수력 및 배수상태 등에 영향을 미치며 토양특성을 대표할 수 있는 토성은 대부분 사양토, 양토 또는 양질사토로서 토양배수는 양호한 편이다. 토양 표토의 산도는 일부지역을 제외하고는 PH 5.1~5.8로서 산성토양이며 전국 산림지 평균 산도인 PH 5.5~6.5와 거의 비슷하게 나타내고 있다. 표토의 유기물 함량은 1.1~11.6%로서 지역에 따라 약간 차이는 있으나 일부지역을 제외하고는 비옥한 토양으로 분석되었다. 전질소 함량은 대부분 약간 부족한 것으로 분석되었으며 유효인산은 1.0~3.0mg/kg로 대단히 부족한 것으로 분석되었으므로 나무를 식재할 경우에는 인산비료에 시비가 요구된다.

양이온치환용량(C.E.C)은 10.78~22.00cmol⁺/kg로서 대부분 적정함량과 거의 비슷한 양을 보이고 있다.

(4) 산림토양형 분류

토양생성과정은 기후, 모암, 지형, 식생 및 시간에 따라 특성이 다른 토양을 만들게 된다. 산림입지환경 및 토양단면 조사결과를 종합분석하여 화천군 조사지역에 대한 토양군, 토양아군 및 토양형을 분류한 결과 갈색산림토양군은 갈색건조산림토양(B₁형), 갈색약건산림토양(B₂형), 갈색적윤산림토양(B₃형) 및 갈색약습산림토양(B₄형)으로 분류되었으며 이들 산림토양형은 조사지역 전지역에 고루 분포하고 있었다.

토양형별 면적은 표 4와 같다. 토양군별 면적을 살펴보면 대부분 갈색산림토양군이 분포하고 있었으며 소면적의 능선부위는 침식이 일어나는 지역도 있으나 분류할 정도의 면적은 아니었으며 토양형별로는 갈색약건산림토양과 갈색적윤산림토양이 각각 37.6%와 38.7%로서 가장 많이 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 갈색약습산림토양이 분포하고 있는 계곡부위에는 자갈함량이 5~30%로 많았다.

본 조사지역에 식재가능 수종으로는 갈색약습산림토양, 갈색적윤산림토양 및 갈색약건산림토양이 분포하고 있는 계곡이나 산록, 산복 지역에는 잣나무, 낙엽송, 소나무, 전나무 등과 토양이 비옥한 산록과 계곡지역에는 백합나무, 자작나무, 고로쇠나무, 산딸나무 등 활엽수 식

표 4. 토양형별 분포 면적

토양형 구분	계	갈색건조 산림토양	갈색약건 산림토양	갈색적윤 산림토양	갈색약습 산림토양	습 지
면적(ha)	7,435	1,056	2,795	2,880	684	20
비율(%)	100	14.2	37.6	38.7	9.2	0.3

금 화

1:25,000 산림토양도



0 500 1000 1500 2000m

기호	구분	기호	구분
■	갈색조산림토양	■	사방지산림토양
■	갈색적갈산림토양	■	알채토양
■	갈색적갈산림토양	■	습지
■	갈색적습산림토양	■	개간지
■	악천식산림토양	■	제지
■	갈천식산림토양		



정 원	금 화	양 지
지 포 387141	외 수 387142	다 목 387151

지도 3 . 산림토양도

재가 가능하다. 한편 갈색건조산림토양이 분포하고 있는 지역이나 계곡부위로서 산사태가 우려되는 지역에는 현재 자라고 있는 신갈나무, 굴참나무, 소나무 등을 무육관리하여 홍수에 의한 산사태와 황폐화 방지에 힘써야한다. 또한 통일이후를 대비해서라도 정밀조사에 의한 체계적인 임지관리 및 조림계획을 수립할 필요가 있다.

임지생산능력은 임목생장과 가장 밀접한 관계를 가지는 토심, 지형, 건습도, 경사, 퇴적양식, 침식, 건밀도, 토성 등 입지환경 및 토양단면 인자에 의거 간접적으로 잠재적인 임지생산능력을 판정하였다.

(5) 산림토양도 작성

국립지리원 발행 축적 1:50,000을 기본도로 1:25,000으로 확대하여 현지조사 결과에 의거 토양형을 구분 산림토양도를 작성하였다.

나. 산지이용구분 실태조사

(1) 산림자원현황(식물상 및 식생)

화천군은 온대중부 산악지로서 임상은 주로 신갈나무와 굴참나무가 주종을 이루는 활엽수림으로서 비무장지대에 인접한 민통선지역에는 인공적으로 조림된 지역은 한곳도 없었다. 능선부근에는 굴참나무와 통직한 소나무가 드

물게 분포하고 있었으며 계곡에는 신갈나무, 피나무, 박달나무, 가래나무, 고로쇠나무, 물푸레나무 등이 분포하고 있었다.

관목류는 노린재나무, 생강나무, 개웃나무, 붉나무, 진달래, 철쭉, 싸리, 팥대싸리, 병꽃나무, 층층나무 등이 자라고 있으며 지피식생은 쭉, 미역취, 참취, 삼주, 고사리, 우산나물, 기름새, 양지꽃, 대사초, 노루귀, 쫄신나물 등이 서식하고 있었고 피복도 역시 지역에 따라 별차이가 없었으며 지역별로 평화의 댐 풀무터와 해산터널주변의 식물종을 조사한 결과 대략 77과 172종 46변종 14품종 5아종 등 총 237종류가 조사되었다.

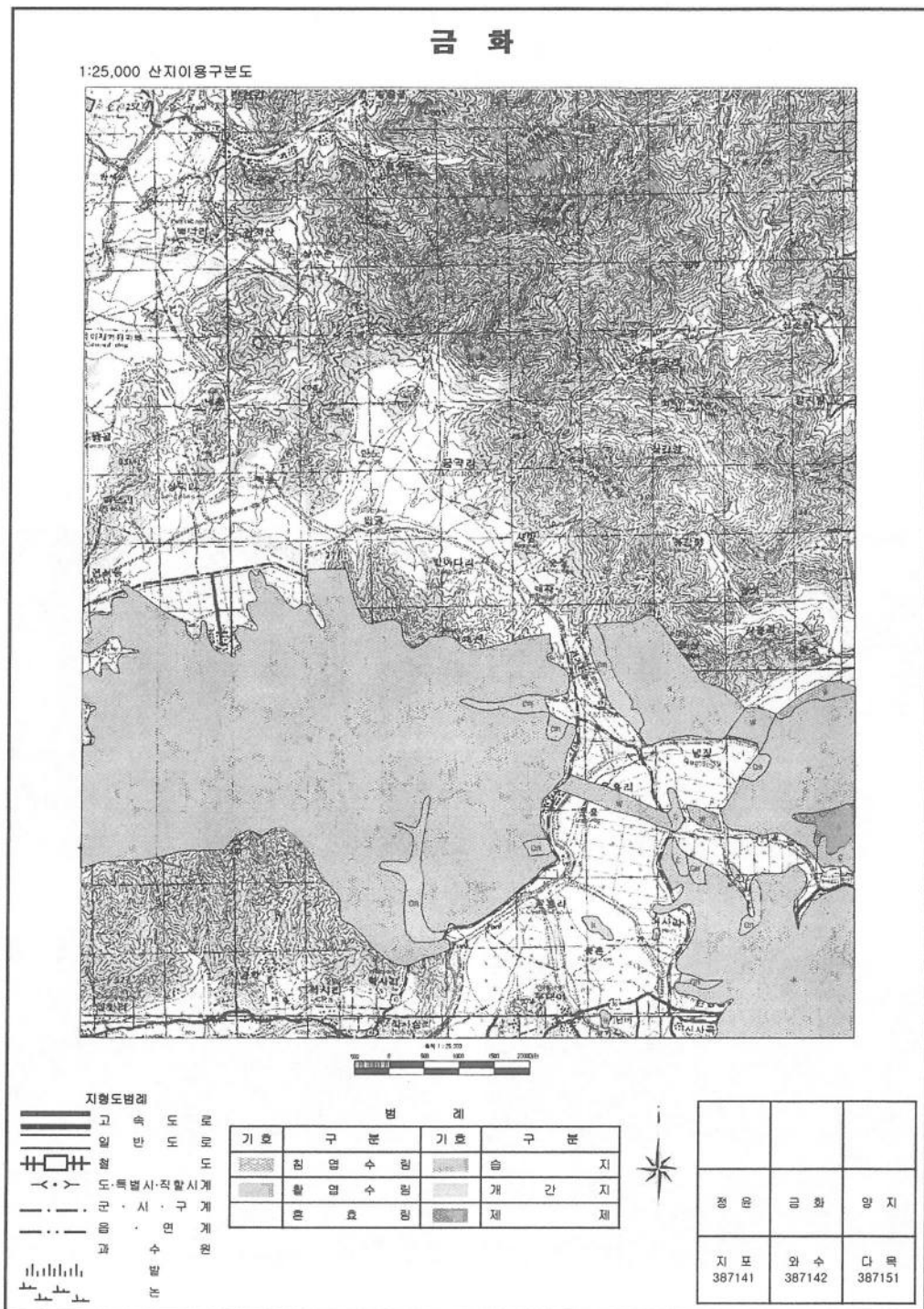
(2) 산지이용실태 분류

산지이용형태 및 임상구분은 영상자료 분석과 현지점검을 실시하여 침엽수림, 활엽수림, 혼효림, 습지, 개간지 및 제지 등으로 구분조사하였으며 산지이용형태별 분포면적은 표 5와 같다.

산림분포현황을 분석한 결과 비무장지대에 인접한 민통선지역은 거의 인공조림이 이루어지지 않았으며 활엽수림이 7,415ha 99.7%로 대부분을 차지하고 있었으며 부분적으로 소면적의 조림과 단목으로 소나무가 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 습지는 20ha, 0.3%가 분포하고 있었다. 한편 평화의 댐 주변의 10~15년

표 5. 산지이용형태 및 임상별 분포 면적

구분	계	침엽수림	활엽수림	혼효림	습지	개간지	제지
면적(ha)	7,435	—	7,415		20		
비율(%)	100		99.7		0.3		

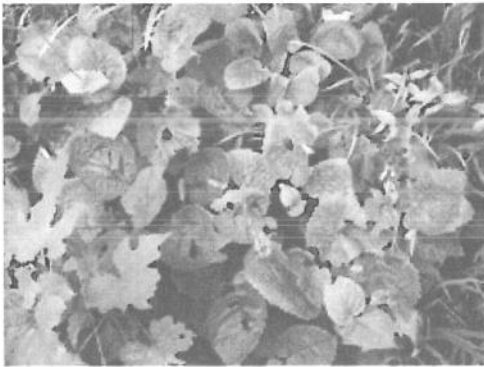


지도 4. 산지이용구분도

생 소나무의 소면적 군락지나 능선부지역의 소나무는 비교적 통직하게 자라고 있어 장래 대경목 생산이 가능할 것으로 예측된다. 특히 화천군 민통선지역은 산악지대로서 주민이 살고 있지 않는 관계로 개간지가 거의 없는 것으로 조사되었다.

(3) 산지이용구분도 작성

산지이용구분도는 국립지리원 발행 축적 1:50,000 지형도를 기본으로 하여 축적 1:25,000으로 확대하여 영상자료 분석과 현지표본 조사에 의거 작성하였다.



평화의 댐(풀무터지역)-참배암차즈기



평화의 댐(풀무터지역)-백작약



해산터널주변-매발톱



해산터널주변-도깨비부채

특산 · 희귀 · 멸종위기식물

(4) 유존자원 식생조사

(가) 특산 · 희귀 · 멸종위기식물

화천군 식물상은 평화의 댐 우측 풀무터지역과 해산터널주변 등 2개 지역만 조사하고 광범위하고 상세한 조사를 하지 못한 관계로 산림청지정 특산식물은 확인하지 못했다. 희귀식물은 평화의 댐 우측 풀무터지역에서 참배암차즈기, 백작약이 확인 되었고 해산터널주변에서는 매발톱, 도깨비부채 등 총 4종류가 확인되었다.

화천군 비무장지대 인접 민통선지역에 특산, 희귀, 멸종위기식물은 추후 더 세밀한 조사가 요구된다. 한편 민통선지역 능선부근이나 산복

과 계곡에 소규모 군상 또는 단목으로 자라고 있는 소나무는 활력도가 높고 통직하게 자라고 있는 것으로 보아 약간에 무육작업을 실시해 주면 장래 대경재 생산이 가능할 것으로 생각되며 평화의 댐 북방 북한강주변에 자라고 있는 15년생 정도에 소나무와 2차림인 신갈나무, 굴참나무, 가래나무 등은 잘 무육 보존할 가치가 있는 것으로 조사되었다.

(5) 귀화식물

화천군 비무장지대에 인접한 민통선지역에 분포하고 있는 귀화식물은 6과 14종류가 확인되었으나 한 여름철(7~8월)에 조사한 결과로서 세밀한 조사가 이루어질 경우에는 더 많은 종류가 분포하고 있을 것으로 예측된다. 귀화식물 가운데 우리나라 고유자생식물을 위협하고 있는 돼지풀은 분포 범위가 넓은 것으로 조사되었다.

4. 맺는말

비무장지대는 물론 인접된 민통선지역도 군사적 특수성이 존재하고 있어 남북관계에 따라 언제, 어떠한 변화가 일어날지 예측하기는 불가능하지만 통일을 내다 볼때 현재 생태적 가치를 유지 증진하기에 앞서 산림토양보전관리 즉 산지황폐화방지에 힘써야 한다.

지난 50여 년간 이 지역은 개발이 제외되거나 제한되어 왔고 이러한 우수 생태자원을 보전하기 위하여 정부, 지방자치단체 또는 각종 시민단체에서 활동이 활발히 이루어져 왔다.

그러나 최근 이들 지역에 대한 다양한 투자가 이루어지고 남북한 교류사업 확대나 도시민의 전원생활에 대한 관심이 증대되고 동시에 민간인에 접근이 허용되면서 앞으로 개발압력이 거세질 것이며 산지황폐화는 더욱 가속화 될 것이 예상되므로 개발과 보전이 조화를 이루어야 하는 새로운 보전 전략이 필요한 시점이다.

첫째, 정밀 산림토양조사에 의한 체계적인 조림이 필요하다.

민통선지역은 군사적 특수성으로 인하여 전 지역을 정밀산림 토양조사를 실시하기는 어려운 실정이나 가급적 산림토양조사 결과에 따라 천연림 보전지역과 수종갱신지역을 구분하여 수종갱신이 필요한 지역에는 적지적수 원칙에 의거 침식토양지와 갈색건조산림토양에는 아까시아, 오리나무, 리기테다소나무 등을 식재하여 침식을 방지해야 한다. 그 외에 지역에는 소나무, 잣나무, 낙엽송 등 경제수종을 대면적으로 식재하는 것보다는 소나무, 전나무, 느티나무, 물푸레나무, 박달나무, 초피나무, 백합나무, 헛개나무, 오갈피나무, 두릅나무, 고로쇠나무, 자작나무, 밤나무, 귀룽나무, 마가목 등을 소면적으로 식재할 필요가 있다.

둘째, 산지훼손과 자연재해 예방에 힘써야 한다.

산지황폐 원인은 산지훼손과 자연재해(홍수 및 산사태)로 구분할 수 있으며 민통선지역의 산지훼손은 일부지역에서 이루어지고 있는 개간과 남북대치상황에서의 필연적인 군사시설 등이 원인이 되기도 하고 있다. 또한 자연재해로서는 홍수와 산사태에 의거 특히 개간지와

침식지에서 토사가 유출되어 임진강 등의 하상이 높아져 홍수피해에 원인이 되고 있으며 앞으로 평화의 댐 상류하상도 높아질 것이 예상되므로 황폐지나 산사태지에 대하여는 산지사방, 특수사방, 야계사방, 사방조림 등을 적절히 실시하여야 하며 무분별한 산지개간을 지양하여 누구침식에 의한 토사유출과 황폐화방지 등 토양관리에 힘써야 한다.

셋째, 유존자원 보존림 또는 보존지역을 지정하여 특별관리에 힘써야 한다.

생태적으로 우수한 지역에 대하여는 그 지역에 특수성을 조사하여 지역주민의 적극적 호응을 얻을 수 있는 보전대책을 수립해야 한다.

철원군의 경우 대성산 물푸레나무군락과 칠성전망대 부근 가래나무숲은 미래목으로 가꾸어야 할 필요가 있으며 금강초롱꽃, 도라지모식대, 병풍삼, 왜우산풀 등 특산식물과 희귀식물이 넓게 분포하고 있으므로 유존자원보존림 또는 희귀식물 보존지역으로 지정하여 특별관리를 하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 한편 화천군의 경우에는 평화의 댐 주변 소나무와 능선에 자라고 있는 소나무는 통직한 생장을 하고 있으므로 장래 대경재 생산을 목적으로 관리할 필요가 있다.



기술정보

건강한 숲을 만들어가는 국유림 산림조사

장 관 웅

북부지방산림청 경영계획팀장

산림조사업무의 하루

경영계획 작성에 앞서 경영계획 작성에 필요한 자료를 현장에서 수집 또는 조사하는 산림조사는 현장업무중에서 제일 어렵고 힘든 업무중 한 업무이다. 담당자 몸소 계절 날씨에 상관 없이 필요하면 언제고 산간오지의 현장을 누비면서 몸으로 부디 치고 자연과 호흡하며 산고를 거듭하면서 얻어지는 자료를 수집하고 있다.

현장조사시 임황 및 지황조사에 필요한 장비가 무려 10kg이상이며 개인 용품까지 포함하면 약20여kg으로 만만치 않은 짐이든 배낭을 메고 깊고 험한 산야를 하루종일 누비고 나면 천하장사도 녹초가 되기 일수다.

이른 봄에는 무릎까지 빠지는 눈속 비탈진 능선을 오르내리다 보면 금새 지쳐 휴식시간에는 신세타령이 화제거리다. 여름철의 경우 계곡물이 많아 하루에 몇 번씩 등산화를 벗었다 신었다 해야 하루 산림조사가 마무리 된다. 여름철에는 그나마 조건이 좋은 편이다. 겨울철에는 물에 빠지거나 적설로 인하여 옷과 살이 얼어 감각이 없을 때도 있어 힘에 겨운 하루 하루의 조사가 된다.

산림조사시 숙박은 현장과 근접해 있는 시골의 이장집이나 산장에서 머물게 되며 이장집

아줌마가 싸준 점심도시락을 먹는 시간이 그날의 유일한 낙이다. 만사위오면 줄려고 모아놓은 애지중지 기른 닭이 나온 알로 만든 계란후라이 맛은 먹어보지 않은 사람은 그 맛을 절대 모를 것이다. 이장 아줌마의 정성도 정성이자만 눈속을 헤메고 다니느라 아침에 먹은 밥이다 내려가 시장이 반찬이다. 도시락 속의 수저가 흔들리는 소리를 뒤로하여 숙소에 도착하여 현장조사한 자료를 정리하고 다음날 현장조사 준비를 하고나면 하루 일과가 끝나게 된다.

힘들고 고달프지만 가끔 황재를 하는 경우도 종종 있어 힘든 가운데 재미를 느끼는 신선함도 있다.

꿈 잘꾸고 산에 올라 장뇌나 산더덕을 캐는날은 바로 황재하는 그날이다. 지친몸 장뇌삼 주제삼아 하루 마무리하는 날은 정말 좋은 출장 경험을 하는 날이다. 신규직원이나 산림조사를 처음하는 직원은 신기하게 생각하기도 하고 일년이면 이런 일을 여러번 경험할 수 있으리라 상상하는 것 같아 그나마 다행스럽기도하다.

산림조사 담당자는 일년에 반은 산속에서 생활하다 보면 일상생활의 리듬과 업무의 정보도 어두어지게 되는 경우가 종종 있다. 예전에는 통신과 교통이 불편하여 산림조사 출장을 가면 그기간은 사무실과 차단된 생활을 하여 출장후

출근하면 회소식 악소식 등 여러가지 소식을 접하고 기뻐하거나 놀라는 일이 다반사였다. 따라서 산림조사업무를 한번 수행한 경험이 있는 직원은 산림조사 업무를 기피 업무로 생각하는 경우도 많다.

여름이면 발이 땀에 뻘어 물집이 생기고 무좀이 생겨서 고생하는 경우는 다반사다. 힘들든 만큼 보람을 느끼는 성과가 있어야하나 그렇지 못 한것 같아 마음이 아프다.

산림조사업무를 왜 기피할까?

산림조사업무는 지방청 경영계획계에서 지방청 전 경영계획구를 대상으로 실시하고 있다. 북부지방청의 경우 24개 경영계획구 40만여 ha을 10년 주기로 산림조사를 하고 있어 매년 2-3개의 경영계획구 4만ha을 산림조사를 실시하고 있다. 이중 외부 전문업체 용역으로 약 절반가량을 조사하고 나머지는 3-4명의 직원이 연중 실시하고 있다. 산림조사는 기상 및 현지 조사 여건 등이 고려없이 반 강제적으로 조사하여야 이월 없이 현장 조사를 할 수 있는 면적이다. 새로운 국유림경영계획에 의한 산림조사는 내업과 외업이 5:5의 비율로 내업량이 많이 증가하여 현지에서 낮에는 현장에서 밤에는 내업으로 야근을 많이 한다.

각 국유림관리소에서 조사하던 산림조사를 지방청에서 TF팀을 구성하여 일괄적으로 조사하도록 하고 있으나 현실적으로 TF팀을 구성하여 조사하는 것이 불가능하여 경영계획계에서 부담을 가지고 조사하고 있다. 그러다보니

반 강제적으로 담당자가 필연적으로 수행하여야하는 현장업무로 담당자는 1년에 2/3는 산속에서 살아야한다.

서울 남산을 산림조사를 할 때 일이다. 초복 전 겉옷은 땀에 젖어 불품없고 얼굴은 햇빛에 그을리고 한마디로 거지중에 상거지였다. 젊은 등산객들이 희죽 희죽 보면서 코웃음을 치고 지나갈 때 그기분은 그누가 알까?

산림조사업무에 종사할 인력확보 또는 외부 전문업체 용역 확대 시급

매년 반복되는 산림조사 업무는 산림경영의 기본으로 상당히 중요하고 정확성과 현장 노하우가 요구되는 업무중의 하나이다. 따라서 현장 조사 경험이 많은 직원이 담당하여야하나 기피 업무로 담당자가 자주 교체되어 필요한 인력 확보가 쉽지는 않은 실정이다. 근본적으로 산림조사는 직원이 직접하는 것이 바람직 하나 내부적으로 인력수급에 한계가 있어 외부 전문업체에 의한 용역으로 조사가 불가피한 상황이다. 물론 장단점은 있다. 직영조사를 하면 직원이 현장을 잘 알고 경영계획 수립에 현장 상황을 잘 반영하지만 외부용역 조사후 결과물을 경영계획에 반영함에 있어 착오가 있을 수 있다.

국유림 산림조사의 외부 전문용역 법인의 역할

국유림 산림조사를 용역으로 조사할 수 있는

자격을 갖춘 전문법인체가 전국적으로 5개 정도로 극히 적어 업체의 의지에 따라 국유림 산림조사의 외부용역에 많은 영향을 끼친다. 물론 법인체는 이익을 창출하는 것이 목적으로 현장조사와 이익을 비례시키는 경우가 있어 현장조사에 소홀함이 있을 수 있으며 산림조사가 현장과 부합하는 정확한 조사가 되었는지 확인이 불가능하여 용역법인의 역할이 국유림경영계획에 많은 영향을 미친다고 보아도 과언이 아닐 것이다. 바라건대 우리나라의 64%인 산림을 보다 건강하고 풍요로운 산을 가꿀 수 있도록 현장조사 법인에서는 궁지와 책임감을 가지고 산림조사를 실시하여 주면 산림조사 담당자로서 더 바랄 것이 없으며 참고로 국유림경영의 기본지침을 아래와 같이 소개하고자 한다.

국유림경영기본 지침

서론

오늘날 산림의 다양한 기능에 대한 국민적 요구는 높아지고 있는 반면, 임업의 경제적 여건은 점차 악화되고 있어 국유림의 경영관리에 있어서 새로운 방향설정이 요구되고 있다.

이러한 여건을 고려하여 국유림에서 달성하고자 하는 목표를 명확히 하고 이를 실현하기 위해 수행되는 각종 경영활동에 적용한 기본지침을 마련하였다.

- 국유림경영을 통해 달성하고자 하는 모든 목표들은 구조적인 질서 즉, 목표체계를 지닌다. 전체 국유림을 하나의 종합 경영체(산림청)로 보며 여기서 달성하고자 하는

총체적 목표(최상위 목표)는 산림생태계의 보호 및 다양한 산림기능의 최적발휘를 도모하는데 있다.

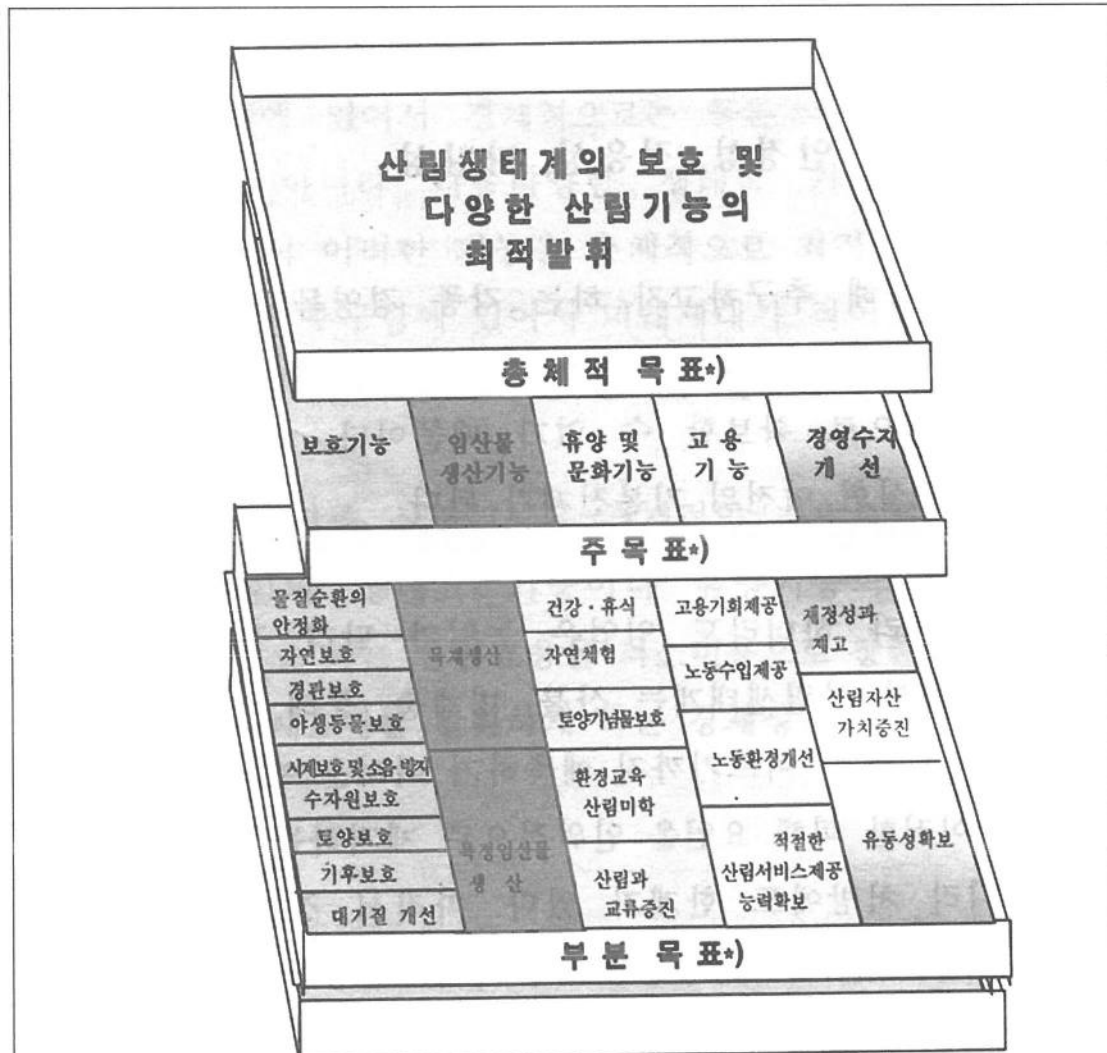
- 부분경영체로서 지방산림청 또는 국유림관리소 단위에서는 당해 지역의 산림상황, 국유림의 지역적 분포, 산림의 다양한 기능에 대한 상대적 중요성 등을 감안하여 목표체계를 설정하여야 한다. 이러한 목표는 중기계획인 국유림경영계획을 통해 구현되어야 한다.
- 부분경영체로서 지방산림청 또는 국유림관리소는 다양한 산림경영목표를 동시에 달성하도록 추구해야 한다. 이 경우 달성하고자 하는 목표 상호간에 상충되는 경우에는 우선순위를 설정하고 절충점을 찾되, 국유림경영계획 및 실행과정에서 이를 명확히 하여야 한다. 이 경우 국유림경영상 기본원칙을 고려하여야 하며, 국가 전체적인 관점에서 부여된 목표의 상대적 중요성을 감안하여야 한다.
- 각종 산림계획이나 조치시 국유림경영원칙상 전제조건으로 제시하고 있는 생태계로서 산림의 안정성, 적응성, 다양성을 확보하는 동시에 지속성 및 경제성원칙을 충족하여야 한다.
- 국유림은 자연친화적인 산림관리방법을 적용하여 각종 위해에 저항성이 강하며 생태적으로 안정되고 경제성(생산성)이 높은 산림구조를 지니도록 하여야 한다.

I. 목표체계

그림은 국유림에서 궁극적으로 달성하고자

하는 목표체계를 나타낸다. 주어진 기본원칙에 따라 산림경영을 실행함으로써 총체적 목표(최상위 목표)를 달성하도록 추구하되 전제조건이 손상되지 않도록 하여야 한다.

〈국유림의 목표체계〉



◇ 기본전제

국유림에서 달성하고자 하는 각종 목표는 생태계로서 산림이 안정성, 적응성, 다양성을 확보하도록 하여야 하며 지속가능하고 경제적인 방법으로 실현하여야 한다.

◇ 기본원칙

- ① 산림사업은 산림의 다양한 기능을 고려하여 실시하여야 한다.
- ② 제시된 목표는 기본적으로 동등하게 취급하여 동시에 추구하여야 한다.
- ③ 추구하고자 하는 목표가 상충될 때에는 상대적 중요성을 감안하여 절충함으로써 총체적으로 바람직한 효과를 얻도록 하여야 한다.
- ※ 제시된 목표가 유지·증진 또는 강화되도록 하여야 한다.

1. 전제조건

산림은 수목을 비롯하여 각종 동·식물이 어우러져 살아가는 생태계이다. 산림경영을 통해 추구하고자 하는 경영목표는 자연생태계로서 산림이 지니고 있는 특성을 고려하지 않고는 달성될 수 없다. 이러한 산림의 특성은 국유림 경영에 있어서도 마찬가지다. 국유림 경영목표 실현에 있어 주요한 전제조건은 다음과 같다.

가. 산림생태계의 안정성, 적응성, 다양성

국유림경영을 통해 추구하고자 하는 각종 경영목표는 산림의 생태적 안정성을 바탕으로 한다. 산림이 생태적으로 안정되지 않고는 다양한 산림기능을 지속적으로 확보할 수 없기 때문이다. 그러므로 산림생태계의 안정성은 경영목표실현 이전의 기본전제가 된다.

다양성은 생명공학기술의 진보에 따라 미래 유전자원의 이용가능성을 확보하는 차원에서도 중요하지만 무엇보다 산림생태계의 안정성과 적응성과도 밀접한 관계를 지니고 있다. 산림생태계가 유전적, 종 및 생태적으로 풍부한 다양성을 지니고 있어야만 환경변화에 적응을 용이하게 함은 물론 안정성을 높여주기 때문이다.

나. 지속성 및 경제성

산림은 국민생활에 있어서 경제적으로는 물론 휴양활동 면에서 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 다종다양한 생태적 기능을 수행하고 있다. 국유림경영에 있어서 이러한 기능을 총체적으로 최적 생산이 되도록 해야 한다. 이러한 목표를 추구함에 있어서 미래세대가 적어도 현재 대 이상으로 산림효용을 누릴 수 있도록 지속

성 원칙을 준수하여야 한다.

2. 기본원칙

목표체계는 산림경영체에 있어서 달성하고자 하는 목표를 명확하게 제시하는데 그 의미가 있다. 이러한 목표체계로부터 필요한 계획이나 시행 또는 국유림경영의 틀이 형성하게 된다. 여기서 기본원칙이라 함은 국유림에 있어서 여러 가지 목표들을 실현해야 하는 경우에 있어서 고려해야 할 필요한 조치를 말한다.

- 각종 산림사업을 함에 있어서 경영목표에서 제시하고 있는 산림의 다양한 기능을 고려하여야 한다.
- 임·소반단위의 계획 및 시행을 함에 있어서 기본적으로 추구하는 목표들을 동등하게 취급하여야 한다. 이들 목표는 임분단위에서 같은 시기에 함께 달성하도록 추구하여야 한다.
- 목표 상호간에 긍정적 또는 부정적인 관계가 성립할 수 있다. 이러한 관계가 명백하게 취급하는 수단(예: 개별임지단위에서의 조치 또는 부분경영체 차원에서의 전략)을 선택해야 하는 경우에는 달성하고자 하는 목표의 상대적 중요성을 감안하여 우선순위를 정하고 가능한 총체적으로 바람직한 효과를 얻도록 해야 한다. 지역에 따라 목표간 상대적 비중을 달리하고자 하는 경우 '5. 경영목표의 우선순위 결정'을 참조한다.

3. 총체적인 목표

국유림경영은 산림이 지니고 있는 사회적·

경제적·환경적·문화적 기능 등을 지속 가능한 방식으로 최적 발휘하는 것을 목표로 한다.

설정된 목표체계를 추구함에 있어서 무엇보다 생태계로서 산림이 자연의 잠재력을 총체적으로 유지 및 증진할 수 있도록 한다.

생태계로서 산림은 적절한 산림관리가 수반된다면 자연력의 기본적인 기능 창출이상으로 환경이나 경제 및 국민생활에 크게 기여할 뿐 아니라 각종 위해를 경감할 수 있다. 여기서 적용되는 적절한 산림관리란 자연친화적인 산림관리방식을 의미한다. 즉, 자연의 진행과정(천이 등)에 상응하거나 여기에 가까운 산림관리방식을 의미한다.

산림의 모든 기능의 최적결합은 각종 목표들이 기본원칙에 상응하도록 적절한 비중을 두고 추구될 때 얻어지게 된다.

4. 주목표 및 부분목표

5개의 주목표와 이들을 구성하는 부분목표는 기본적으로 우선순위가 같다. 이들 목표를 달성하기 위한 계획 또는 시행시 목표간 상충되는 경우가 발생한다면 법적 제한사항과 보호기능을 우선하되 현지 실정을 감안하여 우선 순위를 결정토록 한다.

가. 보호기능

물질순환의 안정화는 생태계인 산림의 자기 조절능력의 향상에 기여한다. 산림에 있어서 물질순환의 안정화는 산림외부로부터 부정적인 영향을 차단하거나 산림경영적인 고려를 통해 보호되어야 하며 필요한 경우 회복시켜야 한다.

특수종 및 산지소생물권(희귀생물 및 자원의 서식공간)의 보호 즉, 자연보호는 국유림에 있어서 자연보호 관련법규에서 규정하고 있는 사항을 준수하여야 한다. 또한, 자연보호는 부분목표로서 공식적인 지침이 없더라도 모든 산림계획 및 시행시 고려하여야 한다. 자연보호목표달성의 전제조건으로서 대규모 밀집산림지역은 보호되어야 한다. 국유림에 있어서는 특수한 산지소생물권은 원형 그대로 보호되어야 하며 필요한 경우 복원시켜야 한다. 산림경영활동을 수행하는 과정에서 자연성, 다양성 및 희귀성을 파악하고 국유림경영계획편성시 그 근거를 확고히 해 두어야 한다.

이밖에도 산림은 경관의 보호, 야생동물의 보호, 시계보호, 소음방지기능, 수자원보호, 토양보호, 기후보호, 대기질 개선의 기능을 하고 있으며 지구의 온난화를 가속화 시키는 온실가스 흡수원으로써 산림의 기능이 우선시 되고 있다.

※ 생태계로서 산림의 여러 기능중에서 보호기능의 유지는 특히, 중요한 의미를 지닌다. 산림의 보호기능과 다른 목표가 상충된다면 보호기능을 우선해야 한다.

나. 임산물 생산기능

임산물생산기능은 목재를 비롯하여 각종 임산물을 생산하는 기능을 말한다. 특히, 목재는 재생가능한 자원일 뿐 아니라 환경친화적인 원자재이다. 현재 지구 전체적으로 소비량보다 임목생장량이 많아 총체적으로 볼 때 목재수급에는 큰 문제가 없으나 지구촌의 인구성장률, 생활수준향상에 따른 소비량의 증가, 개도국의

산림파괴 등을 고려할 때 장래에는 수요량이 공급량을 초과할 것으로 예상된다.

다. 휴양 및 문화기능

우리나라는 산림율이 64%로서 세계평균 산림율 30%을 크게 상회하고 있다. 이와 같은 국토여건으로 인해 주거지, 교외지 및 산간지 등 산림의 위치에 따라 다양한 휴양활동이 전개되고 있다. 특히, 우리 국민에게 있어서 등산 등 산림휴양활동은 삶의 주요한 부분을 차지하고 있다. 따라서 산림휴양활동을 통해 건전한 여가문화를 정착시키는 한편, 국민의 건강을 증진시켜 나가고 삶의 질을 개선하며 경제여건의 안정화에 기여하는 것이 국유림경영의 주요 목표가 된다.

라. 고용기능

국유림경영을 수행하는 과정에서 상응한 노동인력이 필요하다. 특히, 산림률이 높은 농산촌지역에 있어서 산림분야에서의 고용기회제공은 농외 소득원의 확충과 계절적 소득 보전에 크게 기여한다.

마. 경영수지개선

산림행정을 수행하는 데는 많은 비용이 수반된다. 그러므로 재정적인 면에서 보속성이 유지되지 않고는 산림의 다양한 기능을 지속적으로 창출하기 어렵다. 그러므로 경영수지개선은 국유림경영에 있어서 주목표가 되며 높은 비중을 갖는다.

대부분 유령림으로 구성된 영급구조상 현재로서는 목재생산을 통한 수입은 얼마되지 않으나 장기적인 관점에서 재정적자를 유발하지 않고 가능한 흑자 경영이 되도록 재정성과 제고

에 노력을 기울여야 한다.

아울러 유동성을 확보하여 산림경영상 필요한 경비를 지속적으로 조달할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해 산림자산의 지속적 이용이 가능하도록 산림구조(영급구성 등)를 개선해 나가야 한다.

5. 경영목표의 우선 순위 결정

국유림 경영목표체계에 수반된 모든 계획이나 조치는 다목적 이용개념에 따라 실현토록 해야 한다. 기본적으로 경영목표체계에 있어서 목표 상호간에 우선순위는 없다. 모든 개별목표는 임분 단위(소반)에서 동시에 함께 추구하여야 한다. 그러나 목표체계내의 어느 한 목표를 추구하는 것이 다른 목표를 달성하는데 부정적인 영향을 주는 것이 명백한 때에는 개별 임분 또는 개별경영체(부분경영체)단위에서 우선순위를 고려하여 산림기능의 총체적 이용을 최적화하도록 해야 한다.

- 달성하고자 하는 목표 상호간에 상충될 때에는 보호기능을 우선해야 한다. 보호기능은 생태계로서 산림을 보전하는데 있어 보다 큰 의미를 지니기 때문이다. 보호기능이외의 다른 목표는 일률적으로 우선순위를 정할 수 없다. 왜냐하면 이들 목표들은 지역적으로 요구도가 상이하기 때문이다.

- 목표간 상충되는 문제는 임분단위(소반) 또는 경영체단위에 있어서 국유림경영계획을 세우거나 이를 실행하는 과정에서 여러 가지 목표의 우선순위 또는 상대적 비중을 달리함으로써 해결하여야 한다. 궁극적으로 가능한

한 총체적인 목표의 최적실현을 도모하도록 목표간 조화를 도모하여야 한다.

여기서 상위의 주목표 또는 부분목표가 절대적인 우선 순위를 갖는 것이 아니라 상대적으로 비중이 크다는 것을 의미한다. 따라서 상위 목표를 훼손하지 않는 범위안에서 하위 목표들을 달성하도록 노력하여야 한다.

- 우선 순위 결정방법 예시 -

1. 인구밀집지역의 산림경영체

국유림경영계획운영 지역이 도시 등 인구밀집지역인 경우에는 일반적으로 휴양기능이 임산물생산기능을 우선한다. 이 경우, 휴양기능의 침해정도를 감안하여 목재생산을 제한하게 된다.

2. 재정목표

재정목표 역시 국유림경영상 주목표를 형성한다. 그러나 지역적 또는 국가적 차원에서 다른 목표를 우선시 하는 것이 총체적인 목표(최상위 목표)라는 관점에서 보아 바람직할 경우 이를 후 순위로 조정할 수 있다.

3. 고용창출

고용기능은 국민경제적 또는 경영적인 측면을 지니고 있다. 또한 일자리 제공은 재무성과라는 부분목표와도 밀접한 관계가 있으므로 특수한 경우(예 : IMF)를 제외하고는 이점을 고려하여 달성하고자 하는 목표수치를 조정하게 된다.

II. 목표달성을 위한 산림자원관리 지침

기후, 토양 등 산림의 성장여건은 물론 국유림경영을 통해 달성하고자 하는 목표의 상대적 중요성 또한 시대흐름에 따라 변화해 왔다. 앞으로 이들은 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하여 변화하게 될 것이다. 그러므로 자원 조성계획이나 조치는 동적이고 유연하게 형성하여야 한다.

1. 자연친화적인 산림자원관리

자연친화적인 산림자원관리란 단순 동령림 구조의 영급림의 조성 및 이용방식에서 탈피하여 다층구조의 안정된 혼효림을 지향하는 산림자원관리방식을 말한다. 이러한 방식은 수관층 하에서 장기간의 갱신기간(천연갱신의 우대)을 통해 산림경영의 기반으로서 임상의 연속성을 확보함과 아울러 토양의 생산력을 보호하며 숲가꾸기과정을 통해 혼효림으로 유도하고 임분의 수직적 구조를 개선해 나가는 산림관리방식이다. 임목의 이용에 있어서는 가급적 면적단위의 이용방식을 지양하는 대신 우량 대경재를 지속적으로 단목형태로 생산하는 방식을 말한다. 이러한 방식을 현지에 정착하는 데는 장기간이 필요하다.

생태계로서 건강한 산림의 조성여부는 적지적수선정이 무엇보다 중요하므로 특히, 다음 사항을 유의 하여야 한다.

- 입지적 다양성에 부합한 수종을 선정함으로써 산림이 생태계의 안정성을 확보하도록 하여야 한다.
- 특수한 종 또는 산지소생물권 보호목적을 추

구하는 경우에는 설령 입지에 부합하지 않더라도 수종을 대체하지 않도록 한다.

- 부수종을 유지하고 조장하여야 한다.
- 외래수종의 도입여부를 결정할 때에는 이들 수종의 생태적 친화성을 검토하여야 한다. 즉, 산림구조의 개선 및 활력도의 증진 그리고 천연갱신의 가능여부 등을 검토하여야 한다.
- 수종의 선정시에는 예견되는 환경변화(예: 지구온난화, 토양산성화 등)를 고려하여야 한다. 현존하는 유전적 다양성을 유지하는 한편 가치있는 유전자원을 확보하여야 한다. 임분의 조성시에는 입지에 부합한 경우 가능한 천연갱신을 확대하고, 인공조림의 경우 당해 지역에 부합한 산지종자로 육성한 묘목을 사용해야 한다.

숲가꾸기관리는 경영목표에 부합하도록 하여야 한다. 특히, 유령림단계에 있어서 적기에 숲가꾸기작업(어린나무가꾸기, 간벌 등)을 실행하는 것이 중요하다. 이 경우에 있어서도 산림의 안정성, 적응성, 다양성을 개선하고 유지하도록 해야 한다. 숲가꾸기관리는 수종구성의 조절(혼효율)은 물론 산림의 수직적 구조를 개선함과 아울러 최종수확대상인 미래목의 안정성을 촉진시키는데 중요한 의미가 있다. 임목의 질적 개선이 기대되고 고급용재생산을 위한 임분은 미래목 위주로 가지치기를 실행한다.

산림은 생물학적, 무생물학적 위해에 저항력이 강하도록 유도하고 자기조절능력을 제고함으로써 점차 산림보호조치(병해충방제 등)를 줄여나가도록 해야 한다. 산림보호작업에 있어

서 생물적-임업기술적 방식을 다른 방식에 우선하여야 한다. 약제방제는 가급적 줄여나가고 환경친화적인 방식으로 적용하여야 한다.

2. 목표임상

임지단위별로 목표로 하는 임상을 확립하여야 한다. 현존임상과 개별임지의 특성을 감안하여 당해 임지에서 추구하고자 하는 보호, 임산물생산, 휴양 및 문화기능에 가장 적합한 형태의 목표임상을 정하여 산림을 경영하여야 한다.

목표임상도는 장기적인 관점에서 궁극적으로 달성하고자 하는 임상을 결정하여 도면에 표시하는 것으로 국유림경영계획 편성과정에서 작성한다. 이와 같은 목표임상도는 기존 임상에 대한 갱신계획의 근거가 된다.

3. 특수한 보호기능의 유지증진

자연친화적인 산림관리는 고가재의 우량대경제 생산에 적합할 뿐 아니라 산림의 다양한 기능을 확보하는데도 적합한 방법으로 평가되고 있다. 여기서는 종 및 산지소생물권 보호를 위해 필요한 조치를 수행하게 되는데 특히, 다음사항을 국유림경영계획의 편성과정에서 반영되어야 한다.

- 백두대간지역 등 특정지역의 보호 및 복원
- 기능에 적합하도록 산림 내부 및 외부 임연의 보호 육성
- 습지 및 건조지역에 나타나는 자연림의 보전 및 복원
- 산림내 분포하는 습지보전

- 노거수의 보호관리
- 생태적인 면(예: 딱따구리 등 보호)에서 가치가 있는 노령고사목의 보전
- 희귀 야생 동·식물종의 보호
- 생태적인 근거(예: 야생동물 보호)에서 산림 내 공지의 유지

4. 임도개설

임도개설은 임업경영상 활용도가 높고 지역 사회 발전에 기여할 수 있는 지역으로 선정하고, 연중 이용에 불편이 없으며 임지훼손이 적을 뿐만 아니라 가급적 시설비가 적게 소요되는 노선을 선정하여 시공한다.

임도의 안정성을 위하여 절·성토면의 안정 경사를 고려하여 시공하고, 절·성토면은 부토의 안정 및 경관 보호를 위하여 필요한 조치를 한다.

임도시설로 인하여 임도 하단부의 주택이나 농경지 피해가 없도록 각별히 유의하여 환경친화적으로 설계·시공하여야 한다.

5. 산림구획

산림은 임상, 지형 및 지세 등을 감안하되 각종 산림사업을 합리적으로 실행할 수 있고 경영성과의 통제가 용이하도록 구획하여야 한다.

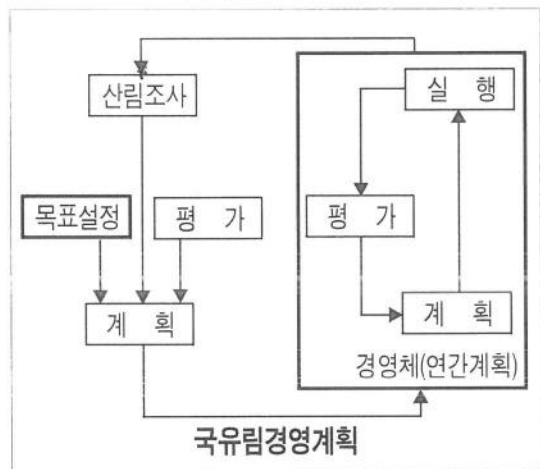
자연친화적인 산림관리방식으로 전환해 나간다는 점을 고려할 때 종래의 영급형 이용방식에 따라 지나치게 세분하지 않도록 한다. 따라서 특별한 사정이 있는 경우를 제외하고는 임반경계는 변경하지 않도록 한다. 이는 경영

관리기록을 유지 하거나 산림경영 내용을 부기 하는데 불편할 뿐 아니라 국유림경영계획상 많은 비용을 소요하기 때문이다.

III. 국유림경영계획의 수립 및 실행

산림경영활동은 국유림경영계획에 근거하여 수립된 연간계획에 따라 집행하며 실행결과의 평가와 분석과정을 통해 보완된다.

〈 계획 및 실행체계도 〉



1. 국유림경영계획

국유림경영계획은 국유림경영의 근간이 되며 산림경영과 관련된 모든 정보를 담고 있는 중요한 정보시스템이라 할 수 있다. 여기에는 각종 도면과 문서 및 자료 등을 포함하고 있다.

국유림경영에 관한 종합계획으로 국유림경영계획이 작성되기 위해서는 자연보호, 수자원보전, 국토이용계획 등 다른 계획분야를 참조하여야 한다.

국유림경영계획은 연간계획을 수립하는데 있어서 기초가 된다. 연간계획은 경영계획구

단위로 편성된 10년간의 사업량에 근거하여 편성된다. 이와 같이 국유림경영계획이 산림경영의 근거가 되므로 계획편성과정에 있어서 책임 있는 모든 관계자가 참여하여야 한다. 이는 모든 국유림경영체에 적용되며 특히, 국유림관리소 단위의 목표설정에 있어서도 마찬가지이다. 이러한 목표를 바탕으로 기술적, 재정적 조치 및 수단이 마련되어야 한다.

특히, 국유림경영계획 편성과정에서 관련 자치단체 및 환경단체 등 다양한 이해관계자를 참여토록 하는 것은 국유림경영에 대한 이해를 증진시키고 사업수행과정에서 협조를 얻는데 용이하다.

가. 단위사업계획 및 종합계획

산림입지여건은 소면적 단위로 상이하기 때문에 임·소반단위로 계획을 수립하게 되는데 이를 단위사업계획이라 한다. 추구하고자 하는 여러 목표간 상충되는 문제도 기본적으로 당해 입지에서 해결되도록 하는 것이 바람직하다.

이와 같은 단위사업계획을 종합한 국유림경영계획 즉, 종합계획이 경영계획구 전체적인 관점에서 만족스럽지 못한 경우에는 단위계획을 적절하게 수정함으로써 원하는 종합계획을 마련하게 된다. 이는 특히, 개개의 부분목표를 조화시키는데도 적용된다.

나. 연간 계획

- 국유림관리소는 종합계획인 국유림경영계획을 토대로 매년 다음사항을 고려하여 연간계획을 작성하여야 한다.
- 국유림경영계획서에 계획된 사업량을 토대로 작성(계획량의 1할 내외범위)

- 당해연도에 산림청에서 제시하는 사업의 우선순위
- 당해지역의 시장상황, 노동력수급사정 등 지역적인 여건변동

산림청에서 배분되는 예산의 범위내에서 당해 경영계획구를 대상으로 설정된 총체적인 목표(최상위목표)를 감안하여 단위 계획을 조정하여 실행한다.

다. 산림의 보호기능에 대한 계획

산림생태계의 다양성, 산지소생물권·토양·수자원보호는 경영적인 관점에서 점차 중요시되고 있다. 그러므로 산림조사시 이에 대한 조사를 실시하고 국유림경영계획에 반영하여야 한다. 국유림경영계획편성을 위해 산림조사를 실시하는 과정에서 파악된 자료는 국유림경영계획서 또는 도면으로 작성하여야 한다. 산지소생물권도면은 산림기능도와 마찬가지로 보호지역 지정의 근거로 활용된다.

라. 산림의 사회·경제적 기능에 대한 계획

국유림경영은 목재 등 임산물생산을 통해 지역산업 및 경제 발전에 기여하고, 농촌지역에 있어서 고용기회를 제공하는 등 사회경제적으로 크게 기여한다. 이러한 내용이 국유림경영계획서에 반영 되어야 한다.

마. 노동력 수급 및 임업기계화 계획

모든 개별사업(예: 갱신, 숲가꾸기, 임목생산, 산림보호 등)에 대한 계획 즉, 사업계획은 합리화 가능성을 고려하여 노동량을 산정 하여야 한다. 노동력 수급계획을 작성함에 있어서 경영방법이나 작업방법에 따라 어떤 분야를 국유림 임업기능인영립단에 맡기며, 어떤 작업은

지역의 전문임업기관 단체에 보급으로 실행할 것인지 그리고 어떤 사업을 기계화 작업으로 할 것인지 고려하여야 한다. 이 경우 국유림관리소 소속 임업기능인영립단의 안정적 고용은 물론 지역의 전문임업기관의 동원 가능성을 고려하여야 한다. 또한 노동력 수급계획에 있어서 산림경영의 탄력성 즉, 경영활동의 효율성을 고려하여야 한다.

국유림경영계획기간 내 필요한 임업기계장비의 소요량으로 보유현황과 비교하여 추가 보급 여부를 계획하고 활용도를 높이도록 한다. 임업기계장비의 사용시 임지에 영향을 적게 주는 자연친화적인 작업방식을 도입하고, 생태적인 산림작업이 되도록 유도한다.

바. 재정계획

재정계획은 경영비용 및 수입 그리고 경영성과로 구분된다. 즉 국유림경영계획기간 동안 실행하고자 하는 사업량에 대한 투자비, 임산물생산 등을 통한 수입 및 달성하고자 하는 경영수지 목표로 구분된다. 재정계획을 수립함에 있어서 적용되는 단가는 국유림경영계획 개시연도의 비용 및 단가를 기준으로 작성한다.

사. 국유림경영계획의 구속력

국유림경영계획은 국유림경영상 기본이 되는 계획으로 철저히 이행하여야 한다. 그러나 예견치 못한 상황이 발생하거나 새로운 기술의 정립 등으로 상황변동이 있는 경우에는 계획기간 중에 조정할 수 있다. 갱신계획이나 이용계획의 변경은 국유림경영계획 관련규정에 부합하도록 하여야 한다.

2. 경영실행

가. 실행원칙

산림경영활동은 특히 다음 사항을 고려하여야 한다.

- 목표 지향적으로 사업실행
- 사업계획의 철저한 준비 및 조정
- 경제적이고 비용절감적인 방법으로 실행
- 합리화가 가능한 모든 수단의 활용
- 모든 산림작업은 노동력을 절감하고 기술적 가능성을 고려하여야 하며 작업방법의 효율화 및 경비절감적인 방법으로 실행하여야 한다.

나. 임산물 생산

지속적으로 안정된 수입을 확보할 수 있도록 계획기간 내 산정된 보속 수확량 범위 안에서 생산량을 정하되, 시장수요에 탄력적으로 대응하여야 한다. 그러나 임목매각상의 이유로 필요한 숲가꾸기사업(예 : 간벌)을 지연해서는 아니 된다.

IV. 경영성과 분석

기본적으로 국유림관리소장 책임하에 산림경영을 실행하되 경영성과분석를 통해 최적의 성과가 달성되도록 하여야 한다. 경영성과분석은 연간평가, 중간평가, 최종평가로 구분하여 국유림관리소, 지방산림청, 산림청에서 실시한다. 경영성과제고를 위해 지속적으로 각급 단위에서 보수교육을 실시한다.

1. 연간평가

국유림관리소장은 연간계획에 의한 사업추

진결과를 성과분석하여 그 결과를 지방산림청장에게 보고한다. 평가항목은 사업계획부분, 재정계획부분, 노동력수급계획 및 임업 기계화 계획부분으로 분류하여 실시한다.

2. 중간평가

국유림관리소장의 연간평가 보고서를 근거 자료로 하여 지방산림청장은 5년마다 당해 국유림경영계획에 대한 중간평가를 실시한다. 중간평가 결과 경제적인 여건변화 또는 중대한 외부인자의 영향으로 인하여 당해 국유림경영계획의 목적을 달성할 수 없다고 판단될 경우 지방산림청장은 기 수립된 국유림경영계획을 수정하여야 한다.

중간평가시 지방산림청장은 해당 국유림관리소장, 경영팀장 등 관계자와 합동으로 모니터링을 실시할 수 있다.

3. 최종평가

지방산림청장은 국유림경영계획이 종료되는 연도에 최종 평가를 실시하고 당해 국유림경영계획의 경영목표 달성여부를 분석하여 산림청장에게 보고한다. 산림청장은 보고된 자료를 토대로 종합적 평가와 분석을 통하여 목표로 하는 산림정책방향에 부합하는지 등을 점검하고, 미래지향적인 국유림경영계획운영 및 방향을 제시한다. 최종평가 및 성과분석 결과는 다음 차기 국유림경영계획에 반영(Feed Back)한다.

위와 같은 일련의 모든과정이 거쳐서 최종적인 국유림 산림경영계획서가 작성되어지며 이 경영계획서를 가지고 향후 10년 이라는 기간동안 본 자료를 기본 원칙으로 산림을 경영하게 된다.



기술정보

합리적인 산림경영을 위한 맞춤형 적지적수 프로그램 개발

원 형 규

국립산림과학원

□ 머리말

전 국토의 64%를 차지하고 있는 산림을 보다 과학적이고 합리적인 산림경영 및 경제·환경적으로 가치 높은 자원으로 조성하고 관리하기 위하여 '내 산에 어떤 나무를 심는 것이 좋을까?' 그동안 일반 산주들은 물론 전문 임업인들 마저도 오랫동안 고민해 온 숙제였으며, 이러한 고민은 내 산이 어떠한 토질의 땅이며 어떤 입지조건을 가지고 있는지를 명확히 알지 못함으로 그 땅에 적합한 수종도 선택할 수 없을 것이다. 일반적으로 토심이 깊고 비옥한 곳은 적지이고 나무가 잘자라는 곳은 적수라고 할 수 있다. 하지만 이러한 적지적수의 기준과 개념을 현장에 접목시키려고 하면 누구나 쉽게 답을 내리지 못하는 것이 현실이다. 이러한 이유는 현재의 입지상황을 객관적으로 파악함은 물론이고 그것을 바탕으로 잠재 임지생산력을 예측하는데 필요한 자료가 턱없이 부족했기 때문이다. 이러한 문제점을 해결하고 극복하기 위해서 나무가 자라고 있는 전국 산지에 대한 기후, 토양의 성질, 지형조건 등 35개 인자를 조사하고 분류하여 나무가 성장하는데 영향을 주는 환경인자를 밝혀내고 임목생장과와의 관계

를 구명함으로써 적지와 적수를 선정 할 수 있는 개관적인 속성자료를 분석하고 임지생산력을 평가 할 수 있는 지위지수 추정식과 생리·생태적 특성을 고려한 알고리즘을 도출하여 GIS 기법을 이용한 적지적수 선정 프로그램을 개발하여 그 내용을 소개하고자함.

□ 적지적수 기법 개발의 밑거름

산림과학 역사를 돌이켜 볼 때 임목이 생육하는데 없어서는 안 될 산림토양자원에 대한 중요성은 이미 오래전부터 인식되어 왔고 그에 대한 기존의 연구활동이 오늘날의 적지적수 연구의 밑거름이 되고 있다.

적지적수에 관련된 사례를 살펴보면 산림자원조사연구소 시절인 1974년부터 1976년까지 전국 산지를 대상으로 지형, 토심, 건습도, 경사도 등의 입지조건 인자를 조사·분석하여 임지의 잠재 생산능력급수를 I 급지에서 V 급지로 구분된 간이산림토양도가 제작된 바 있다. 이를 통해 능선부, 급경사지, 건조지 등 지형 및 토양수분 환경요인과 임지 생산성간의 관계에 대한 이해의 폭이 상당히 확대되었다. 이러한 연구활동은 다소 객관적인 자료가 부족하고

그 활용 측면에 있어서도 제한적이기는 하였지만, 우리나라 최초의 적지판정 기준을 마련한 일례로서 적지적수 연구의 토대가 되었음은 부인할 수 없는 사실이다.

독일, 일본, 캐나다 등 선진 입엽국에서는 오래 전부터 현지 정밀조사를 통해 산림입지 조건을 정확히 파악하는 것을 과학적인 산림경영의 기본 틀로 인식하고 이에 대한 조사와 연구가 상당수준에 달해 있다. 다행스럽게 우리나라도 1995년부터 2003년까지 9년간 640만ha의 전국 산림에 대해 입지조사를 마침으로써 산림입지환경에 부합한 산지이용 및 관리체계 수립이 가능해졌고, 이를 위한 선행작업으로 적지적수 기법 개발이라고 하는 첫 발을 내딛게 되었다.

이러한 산림입지조사는 국가 GIS망과 연계하여 산림자원의 과학적이고 효율적인 관리기반 조성을 위해 추진된 산림지리정보시스템(FGIS) 구축사업의 일환이었고 2004년에는 산

림입지도 전산화 작업까지 완료되어 전국 813개 도엽의 수치산림입지도(1/25,000)와 산림토양도가 완성되었다. 이로써 실질적인 적지적수 선정 기법 개발의 핵심 요소가 갖추어진 것이다.

전산화된 수치산림입지도에는 입지조건인 지형, 표고, 경사, 방위 등 14개인자와, 토양인자 토심, 건습도, 토성, 토양수분 등 16개인자, 임목의 생육상태, 지리조건 등과 관련된 35개의 다양한 입지·토양환경 인자가 포함되어 있다. 이 중 지형, 기후대, 경사도, 토심, 토양수분, 토성 등 임목이 생육하는데 직·간접적으로 영향하는 속성정보가 들어 있어 적지적수의 근간이 되는 임지의 잠재생산능력 평가도 가능해졌다.

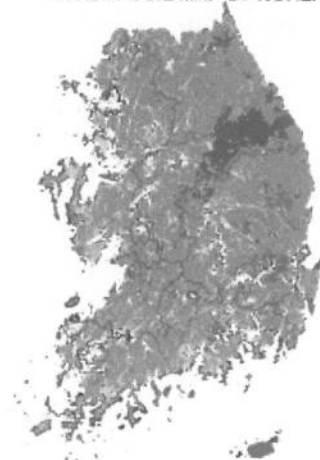
□ 적지적수 선정 기법 개발

객관적이고 과학적인 기초자료에 근거한 적



〈수치산림입지도와 산림토양도〉

한국의 산림토양도 FOREST SOIL MAP OF KOREA





〈적지적수 기법 개발 순서도〉

지적수의 실현은 기존의 분석 방식을 탈피하여 현실 임분에 대한 기후, 토양, 지형 등 임목생장에 영향을 여러 환경인자와 임목생장과의 관계를 통계적으로 분석하여 적지를 구분하고 적수를 선정할 수 있는 해법을 찾아내는데 있다. 이러한 목적으로 추진된 본 적지적수 선정 기법의 개발과정은, ① 산림입지 DB자료의 분류를 시작으로, ② 기준임령을 30년으로 하는 지위지수 분류곡선도 작성, ③ 입지·토양인자를 이용한 임지생산력(지위) 추정식 개발, ④ 수종별 적지적수 판정 알고리즘 개발, ⑤ 최종적인 적지적수 선정의 순으로 분석되었다.

분석과정의 세부내용으로는 전국 약 16만개 plot에 대한 28개 입지·토양의 속성정보를 지역과 수종별로 분류하고 임지생산력 추정식을 도출하기 위해 이를 다시 추정자료와 검증자료로 구분하는 방식의 산림입지 DB 분류 작업이 선행되었다. 또한 종래 적용된 기준임령 20년의 지위지수를 30년으로 확대하여 현실 임분의 생육상황을 반영하였고, 지위지수가 없었던 4개 활엽수종인 굴참나무, 자작나무, 고로쇠나무, 물푸레나무에 대해서도 현지조사를 통해 추가로 지위지수 분류곡선도를 작성하였으며, 입지·토양인자를 이용한 다중회귀분석을 통해 기후대 및 수종별 임지생산력(지위지수) 추정식을 도출하였다. 이들 추정식은 적지적수 선정 추정결과와 통계적 설명력을 확인하기 위해 3가지 통계검증 분석절차를 통해 최종 검증하였다. 마지막 순으로 기후대, 지역분포, 방위, 토심, 토양건습도 등의 수종별 생육 제한조건을 적용하고, 잠재 임지생산력을 평가하도록 지위 ‘중’ 이상을 적지로 하는 등의 적지적수 선정 알고리즘을 만들어 최종적인 적지 및 적수 선정 모듈을 개발하였다.

적지적수 선정을 위한 대상 수종으로는 일차적으로 산림경영 측면에서 특정 목표를 달성하기 위해 조림해야 할 수종에 중점을 두었다. 이를 위해 지위지수 분석이 가능한 소나무, 낙

〈적지적수 선정에 사용된 입지·토양 인자〉

구 분	인 자
입지환경	모암, 표고, 경사, 지형, 기후대, 방위, 경사형태, 풍화정도, 퇴적양식, 토양배수, 풍노출도, 침식상태, 암석노출도
토양인자	전토심, 유효토심, 토양형, 토색, 유기물함량, 토성, 건습도, 견밀도

〈적지적수 선정 대상수종〉

구 분	수 종 명
용재수종	소나무, 낙엽송, 잣나무, 해송, 삼나무, 편백, 상수리나무, 신갈나무, 굴참나무, 자작나무, 고로쇠나무, 물푸레나무
유용·특용 수종	밤나무, 호두나무, 헛개나무, 거제수나무, 느티나무, 음나무, 전나무, 구상나무, 쉬나무, 분비나무, 모감주나무, 소사나무, 황벽나무, 피나무, 찰피나무, 산겨릅나무, 들메나무, 마가목, 가시나무, 황칠나무, 차나무, 비자나무, 솔송나무, 후박나무, 섬잣나무, 참가시나무

엽송 등 침엽수 6개 수종과 상수리나무, 신갈나무 등 활엽수 6개 수종으로 하는 12개 수종을 주요(용재)수종으로 선정하였다. 또한 주요수종 이외에 농가소득 증대에 기여할 수종, 종보존 가치가 있는 수종 등 유용 수종으로 분류된 28개 수종에 대하여는 주요 수종과 생리·생태적 생육특성이 유사한 수종 위주로 선정하였다.

□ 적지적수 선정 프로그램 개발

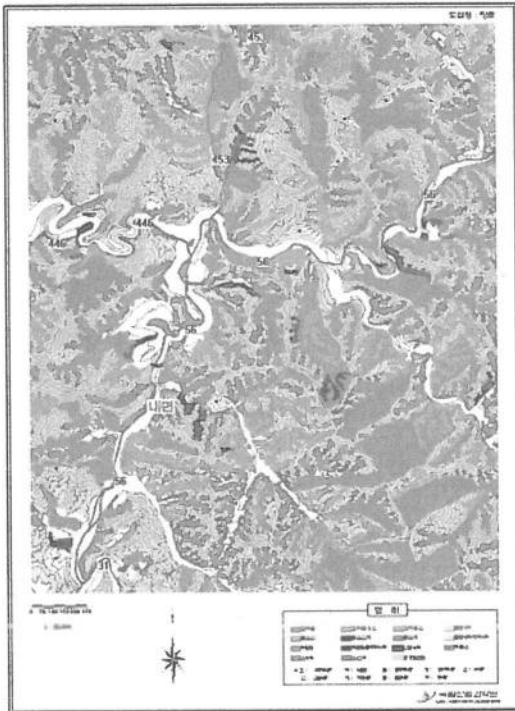
적지적수 선정 프로그램의 개발환경으로는 Windows NT/2000/XP에서 운용할 수 있는 기후대별·수종별 적지적수 선정 프로그램을

지리정보체계를 기반으로 하였으며, GIS S/W 개발도구로는 GDK3.0, GIS DB 포맷인 GSS와 Delphi 6.0툴과 GIS 지도편집 툴을 사용하였다.

프로그램의 분석과정은 28개 산림입지 DB 인자의 최적 조합에 의해 조제된 기후대별·수종별 지위지수 추정식을 기반으로 산림입지 DB의 각 polygon별 입지생산력을 산출한 후, 수종별 적지기준에 따라 적지와 부적지를 구분하였다. 이와 함께 각 수종의 특성에 따라 기후, 입지조건 및 생리·생태적 특성이 반영되도록 수종별 제한범위를 설정하여 프로그램에 포함시켜 주요수종(용재수종)과 연계하여 기타 유용(특용수 포함)수종, 난대수종을 별도 분석



맞춤형 적지적수도



할 수 있도록 적지적수 선정 프로그램을 개발하였다.

또한, 산림청 산림지리정보종합관리시스템 (FGIS)에 연계하여 활용이 가능하도록 지역별·수종별 적지분석 및 임지생산력과 임지·토양조건 등 인자별 속성정보에 대한 검색이 가

능하고 임상도 등 타 주제도와 중첩검색 및 입체분석 기능과 지역별 분할 검색, 축척 임의조절이 가능하도록 구축되었음.

□ 기대효과

산림이 갖고 있는 생산적 기능을 보다 효율적으로 발휘할 수 있도록 하기 위해서는 산지의 기본정보가 체계적이고 효율적으로 이용·관리되어야 한다. 이러한 측면에서 앞에서 전술한 적지적수 선정 기법을 누구나 쉽게 이용할 수 있는 프로그램화 작업은 '내 산에 가장 잘 맞는 나무'를 골라 심을 수 있도록 도와주는 가장 효과적인 방법이 될 것이다. 또한 지역검색, 주제도 중첩, 통계분석 등 다양한 기능을 갖춘 적지적수 선정 프로그램으로써 산림자원조성을 위한 기본계획 수립시 경영목표, 목표임상의 의사결정 수단 제공으로 체계화된 산림조성·관리 시스템 구축, FGIS와의 연계를 통한 신속하고 정확한 산림행정 서비스 제공 등 산림자원을 보다 가치 있게 육성하고 관리하는데 효과적으로 활용될 것으로 기대된다.



기술정보

세계측지계의 이해와 좌표변환

김철민

국립산림과학원 산림자원정보과

지구를 떠나 처음으로 지구를 하나의 둥근 물체로 봤을 때, 농구공 크기였다. 그런데 점점 멀어짐에 따라 야구공 정도의 크기가 되고, 다시 골프공 정도로 되어, 마침내 달에서는 마블만한 크기가 되어 버렸다. 처음에는 그 아름다움, 생명감에 눈을 빼앗기고 있었지만 나중에는 연약함을 느끼게 되었다. 감동했다. 우주의 암흑 속에서 빛나는 푸른 보석, 그것이 지구였다. (제임스 어윈, 1971년 아폴로 15호 승무원)

1. 몇 가지 개념들

가. 지구는 둥글다.

고대 사람들은 지구가 편평하거나 네모 모양이라고 믿었다. B.C. 500년 무렵부터 그리스의 철학자, 과학자들은 지구의 모양이 공처럼 둥근 구형(球形)이라고 생각하기 시작했다. 피타고라스, 헤로도투스, 플라톤, 아리스토텔레스 같은 이들이었다. 피타고라스는 지구가 공처럼 둥근 모양이라고 생각했으며 세상에서 가장 완전한 형태는 원과 구이며 구형인 달의 모양을 보더라도 지구는 당연히 둥글다고 추론했다. 아리스토텔레스도 지구의 형태가 기하학적으로 완전한 구형일 것이라라는 이성적 사유에 동의하였으며 관측 가능한 증거를 찾으려고 애썼다. 결국 아리스토텔레스는 월식 때 달의 표면에 비치는 지구의 그림자를 보고 지구가 둥



〈그림〉 우주공간에서 본 지구의 모습

글다는 자신의 주장을 뒷받침했다.

지구가 구형이라는 가정 아래에서 최초로 지구의 크기를 측량해 낸 사람은 이집트의 에라토스테네스(Eratosthenes, 275-194 B.C.)이다. 알렉산드리아의 도서관 사서로 일하던 그는 우연히 알렉산드리아의 남쪽에 멀리 떨어져 있는 시에네(지금의 아스완)에서는 하지의 정오에 태양이 천정에 왔을 때 깊은 우물 속의 밑바닥에 태양광선이 들어와도 그림자가 생기지 않는다는 것을 알았다. 그러나 북쪽으로 약 5,000스타디아(약 925km) 떨어진 알렉산드리아에 세워둔 기둥에는 하지의 정오에 물체 높이의 1/8에 해당하는 그림자가 생기는 것이었다. 태양이 매우 멀리 떨어져 있기 때문에 시에네와 알

렉산드리아에 도달하는 햇빛은 서로 평행하다고 생각하고, 또 지구가 공처럼 둥글다면 시에네와 지구중심, 그리고 알렉산드리아가 만드는 각도는 $7^{\circ}12'$ 이라는 것이 계산되어 나오고 이를 토대로 에라토스테네스는 시에네와 알렉산드리아 사이의 거리를 50배 하면 지구의 둘레가 된다고 주장했다. 이렇게 해서 추정한 지구의 둘레는 46,250km인데 현재 과학적으로 인정하고 있는 지구 양극을 잇는 지구 둘레가 40,000km라고 할 때 매우 실제에 근접한 값이라고 할 수 있다.

나. 지구타원체와 준거타원체

지구가 완전히 구형이라는데 대해서 의문이 제기되기 시작한 것은 17세기에 들어오면서부터였다. 1671년 프랑스 천문학자인 J. Richer는 파리에선 정확히 맞던 전자시계가 북위 5° 에 위치한 Cayenne에서는 하루에 약 2.5분씩 늦어짐을 발견하였다. 만유인력을 발견한 아이작

뉴턴은 지구밀도를 가정한 후 이론적으로 지구는 적도 방향으로 퍼진 타원체라고 주장하였다. 그리고 이러한 현상이 나타나는 것은 지구 자전효과의 결과 때문인 것으로 해석하였다. 이러한 주장은 18세기 말 프랑스 학술원에서 파견한 측량대에서의 실제 관측을 통해 입증되기도 했다. 실제로 지구의 한 경선을 따라서 적도로부터 극으로 이동하면서 위도 1° 에 해당하는 호의 길이를 측정해보면 지구가 타원체임을 알 수 있다. 즉 위도 $0^{\circ}\sim 1^{\circ}$ 에서 호의 길이는 110.57km이며, $45^{\circ}\sim 46^{\circ}$ 에서는 111.14km, $89^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 에서는 111.70km로 고도가 증가할수록 호의 길이가 점차 길어지고 있어 지구는 적도 쪽으로 부풀은 타원체임을 알게 한다.

이렇듯 지구의 형상이 구형보다는 타원체에 가깝다는 주장이 제기되고, 또 실제 관측을 통해 입증되자 지구타원체의 크기를 측정하고 형태를 구체화하려는 연구와 노력이 많이 뒤따랐으며 다양한 모양의 지구타원체(Earth ellipsoid) 모형이

표 1. 주요 지구타원체의 이름과 제원

이름	적도 반경(km)	편평률	비고
Everest(1830)	6,377,276	1/301	인도
Bessel(1841)	6,377,397	1/299	일본, 독일, 한국
Airy(1844)	6,377,563	1/299	영국
Clarke(1866)	6,378,206	1/295	북아메리카
Clarke(1880)	6,378,249	1/293	프랑스, 남아프리카
Hayford(1909)	6,378,388	1/297	북아프리카, 유럽
International(1924)	6,378,388	1/297	국제적으로 채택
Krasovsky(1938)	6,378,254	1/298	러시아
GRS67(1967)	6,378,160	1/298	남아메리카, 호주
WGS72(1972)	6,378,135	1/298	미국 DMA
GRS80(1980)	6,378,135	1/298	국제적으로 채택하기로 결정
WGS84	6,378,137	1/298	세계적으로 사용

제시되었다.

그러나 지구는 완전한 구(球)가 아니라, 적도반지름이 극반지름보다 약간 긴 일그러진 타원체이며, 그 표면은 산과 바다 등으로 복잡하게 둘러싸여 있으므로 지구타원체는 이러한 지표면의 요철을 무시하고 적도반지름과 편평도만으로 모양과 부피가 지구의 실제 모습과 가깝도록 형상화한 것을 의미한다. 이것은 타원체 타원의 단경을 축으로 하여 회전시켰을 때와 같은 기하학적인 타원체로써, 지구의 부피, 표면적, 반경, 표준중력, 삼각측량, 경위도 결정, 지도제작 등의 기준이 된다.

실제 지구의 지표면은 너무 불규칙하고 복잡하여 지구타원체에서 정의한 것과 같은 기하학적 타원체와 일치하지 않는다. 따라서 굴곡이 있는 지구의 형상을 나타내는 개념인 지오이드(Geoid)와 특정 지역 혹은 국가에 대해 가장 유사한 지구타원체를 선정해서 사용하게 되는데 이를 준거타원체 혹은 기준타원체(Reference ellipsoid)라고 한다.

우리나라에서는 준거타원체로 지금까지 독일의 천문학자이며 수학자인 베셀이 1841년 발표한 베셀1841 타원체를 채택해서 사용해왔다.

다. 데이텀

현실의 특정 지점에 지구타원체를 접합시킬 때는 측지의 기준이 되는 데이텀(datum)을 정의하는 것이 필요하다. 데이텀은 준거타원체를 현실에 적용시킬 좌표체계와 원점의 위치, 축척 및 방향 등을 결정한다. 데이텀은 간단한 측량을 위해 지구를 편평한 형태로 정의한 것



Bessel Friedrich Wilhelm(독일, 1784-1846)

부터 전 세계적 활용을 위하여 지구의 크기와 형태, 방위, 중력장, 각속도까지 정의해 놓은 복잡한 형태의 것까지 종류가 다양하다.

데이텀은 지도제작, 측량, 항법, 천문학 등의 다양한 분야에서 사용되며 측지학의 근간을 이룬다. 잘못된 데이텀에 기초한 좌표는 수백 미터의 오차를 유발시킬 수 있다. 각 나라와 기관들은 서로 다른 데이텀에 기초한 좌표체계를 사용하고 있다. 따라서 전 세계적 측지를 정확하게 하기 위해서는 적절한 데이텀의 선택과 데이텀간의 올바른 변환이 필요하다.

우리나라에서는 지금까지 베셀타원체에 기초한 도쿄 데이텀(Tokyo Datum)을 측지기준으로 사용하고 있는데 이는 우리나라에서 쓰는 경도와 위도가 일본의 동경에 위치한 원점을 기준으로 하고 있다는 의미이다.

라. 지구상의 위치를 결정하는 방법 :

측지기준계

측지기준계(geodetic reference system, 혹은 측지계)는 지구상에 존재하는 어떤 지점의 위치를 결정하기 위한 측지기준(datum), 좌표계와 좌표, 데이터의 처리 방법 및 국제적으로 채택된 상수값, 그리고 투영법을 포함하는 완전한 기준계를 말한다. 측지기준계란 곡면인 지구의 기준이 되는 모델로서 지구상의 어느 위치를 물리적인 지구 형상에 가장 적합하게 구현되도록 적당한 차원의 수량적 좌표로 표현해주는 체계이며, 보통 경위도로 표시하는 좌표계와 지구의 형상을 나타내는 타원체를 총칭해서 나타낸다.

한 국가의 측지기준계는 위치정보의 기준이 되는 것으로서 그 적용 범위는 한 국가를 대상으로 하는 경우와 국제협력을 통하여 전 세계적으로 활용하는 경우 등 다양하며, 국가 단위의 측지기준계는 일반적으로 법령에 기초하여 국가가 정의하고 유지관리를 수행한다.

측지기준계는 지리적 적용범위에 따라 지역 측지계와 세계측지계로 크게 구분한다. 지역측지계는 지역좌표계로 표현되는데 어느 한 국가나 특정 지역에 적합한 타원체를 선택하며 대체로 그 지역의 수준면에 일치하도록 조정되어진 좌표계를 의미한다. 타원체는 지구의 중심과 일치하지 않으며 우리나라에서 기존에 사용해 오던 한국측지계와 Clark1866타원체를 사용하는 미국의 NAD27 측지계 등이 이 경우에 해당한다.

세계측지계는 세계가 공통으로 사용할 수 있는 측지기준계로서 세계적으로 지구의 형상과 크기가 가장 근접하는 타원체와 좌표계를 사용한다. 세계측지계는 보통 지구타원체의 중심이 지구 질량의 중심과 일치하여 지구중심좌표계로 표현된다.

2. 우리나라의 측지계

가. 우리나라 측지계의 성격

우리나라 측지계는 동경원점을 채용한 지역 좌표계로서 동경측지계라고도 한다. 동경측지계는 1910년 일제에 의한 토지조사사업에서 지형도와 지적도 작성을 위해 당시 일본에서 사용하던 측지계를 그대로 연결하여 사용했던 것이 지금까지 계속되었다.

동경측지계는 베셀타원체를 채택하고 천문 관측에 의해 결정된 경위도 원점의 값과 원 방위각을 기준으로 구축되었다. 그러나 당시의 측량기술에 대한 한계 때문에 세계측지계 기준과는 차이가 있으며, 우리나라에서는 실제로 대삼각본점인 부산의 절영도 삼각점이 원점의 역할을 하고 있다.

최근 인공위성을 이용한 측지기술의 발달과 전자통신기술의 비약적 진보로 위치측정의 범위가 전지구적 규모로 확장되고, 위치의 개념이 시대의 변천에 따라 바뀌고 있다. 이에 맞추어 세계 각국은 지금까지 국가단위에서 사용해 오던 위치의 기준을 세계 공통으로 사용할 수 있는 측지기준계를 도입하여 측량의 정도를 높이고 위치의 국제적 표준화를 모색하고

있는 추세이다.

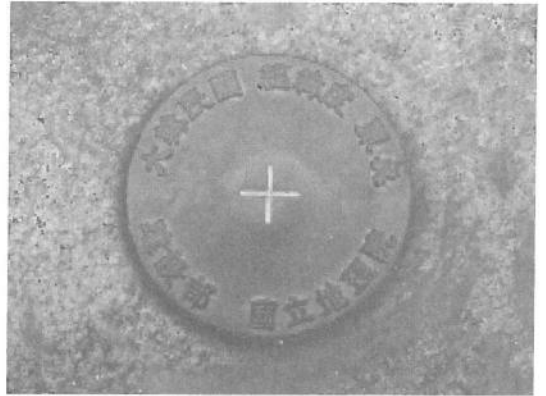
우리나라는 과거 약 100년 동안 국내 활동의 기준이었던 동경측지계를 세계측지계로 전환하고자 측량법을 개정하여 세계화에 적합한 새로운 기준을 도입하였다. 새로운 측량의 기준은 2002년의 측량법 개정을 통하여 2003년 1월 1일부터 적용 시행하는 것으로 계획되었으며, 기존 측량성과와의 혼란을 최소화하기 위하여 처음에는 2006년 12월 31일까지는 모든 측량에 대하여 기존의 동경측지계와 세계측지계를 병행해서 사용할 수 있도록 하고 2007년 1월 1일부터는 변경된 기준에 전면 따르기로 했다. 그러나 2006년에 이르러 측지계 전환에 대한 준비가 미흡하다고 판단하여 경과조치를 3년 연장하도록 측량법을 재개정하였으며(2006. 12. 30.), 이에 따라 2010년부터 세계측지계를 시행하는 것으로 연기되었다.

나. 베셀타원체

동경측지계는 준거타원체로 베셀타원체를 채택하고 있다. 베셀은 독일의 천문학자 베셀이 1941년에 지구의 크기와 형상을 산출한 타원체로서 장반경은 637739.155m, 편평률은 $1/299.152813$ 이며, 일본에서는 메이지 시대부터 준거타원체로 사용해 왔다. 앞으로 세계측지계에서는 타원체로는 GRS80타원체를 채택하고 좌표계는 ITRF 좌표계를 사용하여 세계의 흐름에 맞추어 나아가게 된다.

다. 경위도 원점

일본의 동경에 위치하고 있는 경위도 원점



〈그림〉 대한민국 경위도 원점 모습

(Tokyo datum)은 1881-1882년 기간에 미군이 인도의 마드리스에서부터 요코하마까지 경도 측량을 실시하여 나가사끼-요코하마의 경도차를 산정하고 이를 참조로 일련의 나가사끼-동경의 경도차를 산정하였다. 위도는 1876년 해군관상대에서 천문위도 관측을 실시하여 1885년 일본 경위도원점을 완성하여 1886년 2월에 공시하였으며, 이 기준에 의하여 우리나라의 삼각측량 및 측지원점이 설정되었다. 이후 일본에서는 1918년에 일본의 동경원점 수치에 오류가 있는 것이 확인되어 모든 삼각점의 경도 좌표에 $10.405''$ 를 가산할 것을 공시하였다.

우리나라에서는 경위도 원점으로 그동안 일본의 동경 원점을 준용하였으나 국토지리정보원에서 1981년부터 1984년까지 당시 국립지리원 청사 구내에 원점을 설치하고 정밀 천문측량을 실시하여 1985년 12월에 대한민국 경위도원점의 수치를 고시하였다. 그러나 이후 기설 삼각망과 연결하는 국가사업으로 이어지지 못하여 지금은 상징적인 의미를 가진 원점으로

존재하고 있다.

라. 평면직각좌표계

구면좌표로 측정된 지표상의 점의 위치는 적절한 투영법을 사용하여 국가의 고유 평면좌표(평면직각좌표계)로 표시된다. 현재 우리나라에서는 평면직각좌표계를 4개의 좌표원점(서부, 중부, 동부, 동해)으로 구분하여 사용하고 있다.

투영법으로는 지구타원체를 상사형의 구체에 투영하여 평면상에 펼치는 가우스-크뤼거 상사 이중투영법에 따른 횡메르카토르(Transverse Mercator) 투영법을 사용하며, 좌표의 원점에서의 축척계수는 1.0000을 사용한다. 1910년에 설정된 삼각점의 평면직각좌표는 이 투영법에 의하여 계산되어 현재까지 사용되고 있으며, 좌표값은 음수 표기를 방지하기 위하여 종좌표에 500,000m, 횡좌표에 200,000m를 가산하여 사용하고 있다.

3. 세계측지계

세계측지계란 세계에서 공통으로 이용할 수 있도록 위치 기준을 갖춘 측지계를 말한다. 세계측지계는 구축 기법에 따라 대표적으로 ITRF계, WGS계, PZ계의 3종류로 구분된다. ITRF계는 우리나라를 비롯해 많은 국가가 육지부에 채용하고 있고 WGS계는 미국방성의 체계로서 주로 선박에서 채용하고 있으며, PZ계는 러시아가 채용하고 있다.

우리나라에서 앞으로 사용하게 될 세계측지계는 지구를 편평한 회전타원체라고 상정하여

실시하는 위치측정의 기준으로서 다음 각 호의 요건을 갖춘 것을 말한다(측량법시행령 제2조의5).

1. 회전타원체의 장반경 및 편평률은 다음과 같을 것

가. 장반경 : 6,378,137미터

나. 편평률 : 298.257222101분의 1

2. 회전타원체의 중심이 지구의 질량중심과 일치할 것

3. 회전타원체의 단축이 지구의 자전축과 일치할 것

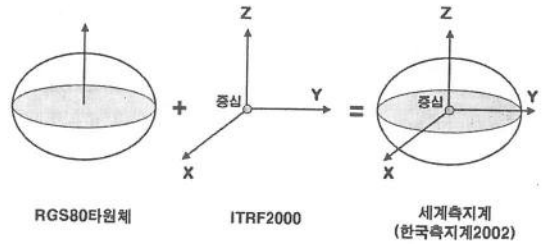
우리나라에서 사용하고자 하는 세계측지계는 ITRF2000 좌표계(International Terrestrial Reference Frame)와 GRS80(Geodetic Reference System 1980)의 타원체를 사용해 나타낸다. 측량법시행령에서 명시하고 있는 장반경과 편평률은 바로 GRS80타원체를 의미하고 있다. 표고에 대해서는 현재와 같게 인천만 평균 해면을 기준해서 나타낸다.

ITRF는 IERS(국제 지구 회전 관측 사업)라고 하는 국제적인 학술 기관이 구축하고 있는 3차원 직교좌표계이다. 이 좌표계는 지구의 질량 중심에 원점을 두고 X축을 그리니치 자오선과 적도의 교점의 방향으로, Y축을 동경 90도의 방향에, 그리고 Z축을 북극의 방향으로 하여 공간상의 위치를 X, Y, Z의 숫자 세트로 표현한다. ITRF계는 국제협력으로 구축되고 있으며 고정밀도로써 민간분야에서 구축한 것이므로 개방적인 특성이 있다.

WGS84(World Geodetic System 1984)는 미국이 구축·유지하고 있는 세계측지계이다. GPS는 처음 미국이 군사용으로 개발한 것이기 때문에 WGS계로 운영되고 있다. WGS84는 지금까지 몇 번의 개정을 거쳐 ITRF계에 접근하고 있으며, 지금은 거의 동일한 것이라고 말 할 수 있게 되었다. 따라서 ITRF는 정밀한 WGS라고 할 수 있을 정도이다.

GRS80은 IAG(International Association of Geodesy 국제측지학협회) 및 IUGG(International Union of Geodesy and Geophysics 국제측지학 및 지구물리학연합)가 1979년에 채택한 것으로, 지구의 형상, 중력 정수, 각속도 등 지구의 물리학적인 정수 및 계산식으로부터 도출한 타원체이며 현재 지구를 가장 잘 나타내고 있는 타원체로서 넓게 이용되고 있다. 그러나 GRS80타원체는 좌표계에 관해서는 명확하게 결정되어 있지 않다. WGS84계에서는 물리정수와 좌표계가 모두 정의되어 있고 또한 타원체로서의 GRS80과 WGS84와의 차이는 단반경이 약 0.1mm 다를 뿐이므로 실용적으로 동일한 것으로 취급해도 큰 문제는 없는 것으로 이해되고 있다.

개념적으로 볼 때 세계 측지계는 세계 유일의 것이지만 국가마다 채용하는 시기(epoch)와 구축기법 및 구현 정확도에 따라 다르게 나타난다. 따라서 장래 모든 국가에서 세계측지계를 채용할지라도 보다 높은 정확도의 측지기준계가 필요하거나 지각변동이 무시할 수 없을 정도로 누적된 경우에는 각국의 측지기준계를 비교하거나 또는 국가의 측지기준계를 재구축해야 한다. 이



〈그림〉 우리나라에서 채택하고 있는 세계측지계의 개념

때문에 측지기준계에서는 구축된 지역과 기준시점마다 다른 명칭이 붙여져 있다.

한국측지계2002(Korea Geodetic Datum 2002 : KGD2002)란, 세계측지계 중 우리나라가 구축한 부분의 명칭을 말하며 우리나라의 측지기준계라는 것과 기준시점을 2002년 1월 1일(epoch 2002.0)로 하여 2천년대 초에 구축된 것을 의미한다.

한국측지계2002에서 경도·위도는 세계측지계인 ITRF2000좌표계와 GRS80타원체를 사용해서 나타낸다. 세계측지계에 근거한 우리나라의 측지기준점(위성측지기준점, 삼각점)의 성과를 한국측지계2002성과라고 하며 이는 종래의 동경측지계에 근거한 성과와 구별하기 위한 호칭이다.

4. 세계측지계 좌표 변환

가. 동경측지계와 세계측지계의 비교

위에서 설명한 바와 같이 동경측지계는 지역 좌표계를 사용하고 있으나 한국측지계2002에서는 지구중심의 세계측지계를 사용하며 이 두 측지계는 서로 다른 타원체를 적용한다. 동경측지계에서 한국측지계2002로 변환함에 따라

표 2. 동경측지계와 세계측지계의 비교

구 분	동경측지계	세계측지계
타원체	Bessel 1841 회전타원체 장반경: 6,377,397.1550m 편평률: 1/299.152813	GRS 1980 회전타원체 장반경: 6,378,137.0000m 편평률: 1/298.257222
데이텀	Korean 1985 데이텀	ITRF 2000 데이텀
투영법	TM (Transverse Mercator)	TM (Transverse Mercator)
투영원점	서부 : 경도* 125도 위도 38도 중부 : 경도* 127도 위도 38도 동부 : 경도* 129도 위도 38도	서부 : 경도 125도 위도 38도 중부 : 경도 127도 위도 38도 동부 : 경도 129도 위도 38도 동해 : 경도 131도 위도 38도
투영원점 가산값	False Easting: 200,000m False Northing: 500,000m	False Easting: 200,000m False Northing: 500,000m
축척계수	1.0000	1.0000

*표시는 10.405 를 가산함

지역에 따라 다르지만 약 350m의 차이가 발생 하는 것으로 분석되고 있다. 세계측지계 변환에 따라 바뀌는 내용을 정리하면 표 2와 같다.

나. 좌표변환

측지계는 지구상의 위치결정을 위한 기준이 되므로 측지계 전환이라 함은 위치결정 과정에 있어서 다른 기준을 적용하는 것을 의미한다. 세계측지계로의 전환은 준거타원체의 변화(베셀타원체에서 GRS80타원체로 전환)와 측지좌표(경위도와 타원체고)가 달라지며, 세계적으로 공통의 위치 표시를 위한 지구 중심의 3차원 좌표계(ITRF)로 표현하는 것을 의미한다. 이에 따라 세계측지계로 전환되면 일반적으로 지도 등에 사용되는 평면직각좌표가 타원체의 차이만큼 이동량이 발생하게 된다. 측지계가

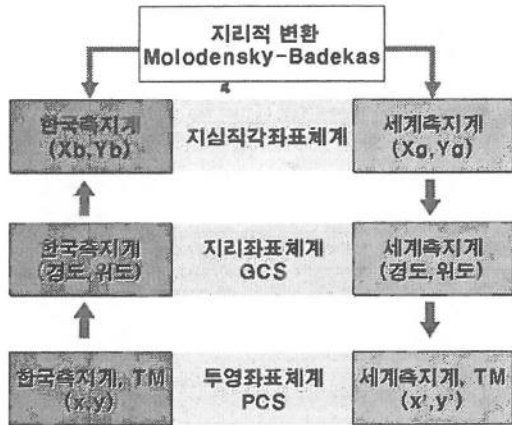
바뀌게 되면 나라마다 위치 결정을 위한 기준 점이 필요하게 되며 이에 따라 측량기준점의 좌표값을 변경하거나 새롭게 구축하는 과정을 거쳐야 한다.

동경측지계를 기준으로 하는 위치 데이터들을 세계측지계로 변환하거나 역으로 변환하기 위해서는 두 측지계간의 변환계수가 필요하다. 하나의 측지계에서 다른 측지계로 변환을 위해서는 일반적으로 변환모델링을 적용하여 변환계수를 결정하게 되는데, 우리나라에서는 기존 한국측지계를 세계적으로 변환하기 위해 Molodensky-Badekas 모델 적용에 따른 표 3과 같은 7개의 국가좌표변환계수를 고시하였다. 이 변환계수를 적용하여 그림과 같은 절차에 따라 변환이 이루어진다.

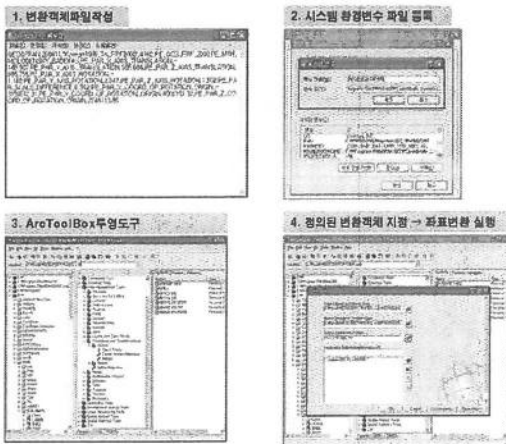
실제 데이터가 변환되는 그림과 같은 일련의

표 3. 국가좌표변환계수(한국측지계→세계측지계)

구분	평행이동량(m)			회전량(")			축척변화량(ppm)
	Δx	Δy	Δz	Rx	Ry	Rz	λ
변환계수	-145.907	505.034	685.756	-1.162	2.347	1.592	6.342



〈그림〉 좌표변환과정 모식도

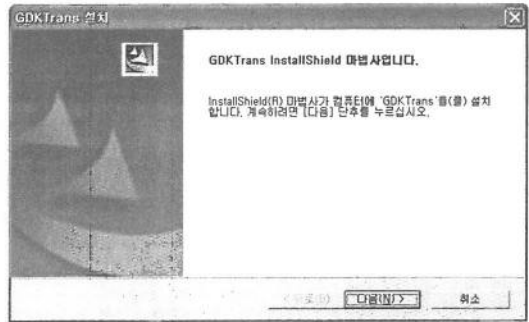


〈그림〉 상용소프트웨어(ArcGIS) 환경에서의 좌표변환 절차

과정은 변환 프로그램 혹은 상용 소프트웨어에서 지원하는 기능을 사용하여 수행 처리된다.

5. 맺음말

우리나라는 GPS측위의 효율을 높이고, 21세기 정보화 시대를 대비한 고정밀위치정보를 제공하기 위하여 새로운 측지기준 좌표계를 도입하기로 하고 측지기준으로는 GRS80타원체를,



〈그림〉 GDKTrans : 국토지리정보원에서 제공하는 1:5,000 축척 이하 수치지도 변환 프로그램

좌표계로는 ITRF2000를 채용하는 측지기준좌표계의 전환을 추진하고 있다.

이 측지기준좌표계의 전환은 측량법에 따라서 2007년 1월 1일부터 전면 시행하도록 되어 있으나 2006년에 이르러 측지계 전환에 대한 준비가 미흡하다고 판단하여, 측량법을 재개정하여(2006. 12. 30.) 2010년부터 세계측지계를 시행하는 것으로 연기하여 경과조치를 3년 연장하였다.

따라서 2010년 1월 1일부터 전면적으로 새로운 좌표계에 의한 위치정보의 제공과 사용이 이루어져야 하므로 기존의 모든 위치정보를 포함하고 있는 데이터베이스와 측지기준점(삼각점, 수준점)의 좌표를 변환하여야 한다. 이에 따라 좌표계 변환과 좌표변화에 필요한 지구타원체와 기준좌표계, 그리고 세계측지계 등에 대한 내용을 개념적으로 살펴보았다. 실무적인 데이터 처리는 이러한 개념의 기반 위에서 적절한 변환프로그램이나 소프트웨어의 도움을 받아 처리해 가면서 변화하는 환경에 잘 대응해 갈 수 있기를 기대한다.

정 관

1996. 8. 9 허가
1998. 4. 28 개정
1999. 11. 13 개정
2001. 3. 26 개정
2005. 12. 6 전문개정

제1장 총 칙

제1조(명칭) 본회는 사단법인 한국산지환경조사연구회(이하“본회”)라 한다.

제2조(목적) 본회는 산림환경에 관련된 종합적인 조사·연구와 과학적인 산림자원 관리 및 산림정책 수립에 필요한 산림자원 통계의 생산 및 정보 제공으로 임업발전에 기여함을 목적으로 한다.

제3조(사무소) 본회의 주 사무소는 경기도 남양주시 진접읍에 두고 필요에 따라 특, 광역시 및 각도에 지회를 둘 수 있다.

제4조(사업) 본회는 제2조의 목적을 달성하기 위하여 다음 각호의 사업을 행한다.

- ① 다음 각호의 사업에 대하여 연구·개발한다.
 1. 산림자원조사 및 모니터링
 2. 산림입지환경조사 및 산지이용구분조사
 3. 산림자원의 가치 및 지속가능성 평가
 4. 산림생태환경의 조사 및 영향평가
 5. 산림 경영계획의 작성
 6. 산림재해 방지 및 수자원 보존을 위한 오염실태조사
 7. 원격탐사기법의 임업적 응용연구
 8. 산림영상판독 및 산림측정기술 개발
 9. 산림지리정보 시스템개발 및 DB구축
- ② 임업기술과 관련된 국외 기술협력 및 정보교환
- ③ 본회 목적과 관련된 정보수집, 교류, 세미나, 기술교육 및 간행물 발간

- ④ 본 회 목적과 관련된 사업의 수탁 및 용역

제2장 회 원

제5조(회원의 구성) 본 회의 회원은 정회원, 명예회원으로 한다.

제6조(회원의 자격)

- ① 정회원은 본 회의 목적에 동의하고 회원가입을 원하는 개인 또는 단체
- ② 명예회원은 본 회 및 임업발전에 기여한 자

제7조(회원의 가입) 본 회의 회원으로 가입하고자 하는 자는 소정의 가입신청서를 제출하고 이사회의 승인을 얻어야 한다 .

제8조(회원의 권리)

- ① 정회원은 임원에 대한 선거권, 피선거권(단체회원 제외) 및 총회에서의 발언권과 의결권을 가진다.
- ② 명예회원은 발언권만 가진다.

제9조(회원의 의무) 본 회 회원의 의무는 다음과 같다

- ① 본 회의 회원은 정관규정을 준수하고 이사회에서 정하는 바에 따라 회비납부 의무를 이행하여야한다
- ② 본 회의 회원은 정관 또는 이에 따른 규정과 총회 및 제반업무 수행에 적극협조하여야 한다.

제10조(회원의 탈퇴, 자격상실, 제명 및 자격정지)

- ① 회원은 임의로 탈퇴할 수 있다.
- ② 금치산, 파산선고, 사망 및 제명 처분을 받았을 때에는 자격을 상실한다.
- ③ 제9조의 의무를 이행하지 않거나 본 회의 목적에 위반 행위를 한 자는 이사회의 의결에 의하여 제명할 수 있다.
- ④ 회비를 2년 이상 체납 시 회원의 자격이 정지된다.

제3장 임원 및 조직

제11조(임원의 구성) 본회는 다음의 임원을 둔다.

1. 회 장 : 1인
2. 부 회 장 : 2인 이내
3. 이 사 : 20인 이내
4. 상임이사 : 3인 이내
5. 감 사 : 2인 이내

제12조(임원의 자격 및 선출) 임원은 회원중에서 총회에서 선출한다.

제13조(임원의 임기) ① 임원의 임기는 3년으로 하고 감사는 2년으로 하되 1회에 한하여 연임할수 있다.

② 보선에 의하여 취임한 임원의 임기는 전임자의 잔여임기로 한다.

③ 회장을 제외한 임원의 임기 중 궐위 또는 유고 시 이사회의 의결을 거쳐 선임하고 총회에 보고한다.

제14조(임원의 직무) 임원은 다음의 직무를 행한다.

1. 회장은 본 회를 대표하여 업무를 총괄하고 총회와 이사회의 의장이 된다.
2. 부회장은 회장을 보좌하며 회장 유고시에는 부회장 중에서 연장자순으로 그 직무를 대행한다.
3. 상임이사는 회장의 명을 받아 본회의 회계 및 서무에 관한 업무를 수행한다.
4. 이사는 정관의 규정에 의한 이사회의 기능에 속하는 사항과 회무에 관한 사항을 심의 의결한다.
5. 감사는 본 회의 재산 및 업무집행 상황을 감사하여 총회에 보고하고 이사회에 참석하여 의견을 진술할 수 있다.

제15조(임원의 보수) 본 회의 임원은 명예직으로 하되 상임이사는 유급으로 하고, 본 회를 위한 임원이 업무수행 시 실비를 지급할 수 있다.

제16조(임원의 해임) 임원은 다음 각호의 1에 해당하는 경우 총회의 결의로 해임할 수 있다.

1. 본 회의 명예를 훼손하였을때

2. 본 회의 부정행위가 있을때
3. 고의 또는 중대한 과실로 본회에 중대한 손실을 초래한 때
4. 재적회원 3분의 1이상이 해임 요구가 있을때

제17조(자문위원 위촉) ① 본 회의 연구발전과 조사기술개발에 대한 자문을 받기위하여 자문위원을 위촉할 수 있다.

② 자문위원은 이사회의 의결을 거쳐 회장이 위촉한다.

제18조(조직)① 본 회의 업무를 원활하게 수행하기 위하여 필요한 조직 및 업무분장 등에 관한 사항은 내규로 정한다.

제4장 회 의

제19조(회의 종류) 본 회의 회의는 총회 및 이사회로 한다.

제20조(총회) ① 총회는 정기총회와 임시총회로 한다.

② 정기총회는 매년 2월중에 개최하고 회장이 소집한다.

③ 임시총회는 회장이 필요하다고 인정할 때, 재적이사 3분의 1이상의 요청이 있을 때, 재적회원 3분의 1이상의 요청이 있을 때, 또는 감사가 긴급을 요하는 중요한 사유를 발견할 때 회장이 소집한다.

④ 총회는 다음 각호의 사항을 심의 결의한다.

1. 사업계획, 예산 및 결산에 관한사항
2. 정관개정 및 범인의 해산에 관한사항
3. 임원선출 및 해임에 관한 사항
4. 사업계획 및 사업보고에 관한 사항
5. 기타 중요한 사항

⑤ 총회는 재적회원 과반수의 출석으로 개최하고 출석회원 과반수의 찬성으로 의결한다.

제21조(이사회) 본 회의 회장, 부회장, 이사, 상임이사로 구성되는 이사회를 둔다.

제22조(이사회 개최) ① 이사회는 회장이 필요하다고 인정하거나 이사 과반수이상의 요청이

있을 때에는 회장이 이를 소집하여야 한다.

- ② 회장이 이사회를 개최하고자 할 때에는 회의개최 7일 이전에 목적, 일시, 장소를 명시하여 이사에게 통지하여야 한다.

제23조(이사회 의결사항) 이사회의 의결사항은 다음과 같다.

1. 업무의 집행에 관한 사항
2. 사업계획의 운영에 관한 사항
3. 예산, 결산서 작성
4. 총회에서 위임 받은 사항
5. 정관이 정한 그 권한에 속하는 사항
6. 기타 회장이 필요하다고 인정하는 사항

제24조(의결정족수) 이사회는 구성원 과반수의 출석으로 개최하고 출석인원 과반수로 의결 하되 가부동수일 때에는 의장이 이를 결정하고 필요에 따라 서면으로 결의할 수 있다.

제5장 재산 및 회계

제25조(재산 및 재정) 본 회의 재산과 재정은 다음 수입으로 충당한다.

1. 회원의 회비
2. 사업수익금
3. 찬조금, 기부금
4. 기타 수입금

제26조(회계연도) 본 회의 회계연도는 정부의 회계연도에 준한다.

제27조(예산의 편성) 회장은 사업연도초에 사업계획서와 예산을 편성하여 이사회의 의결을 거쳐 총회의 승인을 받아야 한다.

제28조(예산의 결산) 회장은 매 회계연도 종료 후 2개월 이내에 회계연도 말 현재 감사의 의견서를 첨부하여 사업보고서와 세입·세출결산서를 이사회의 의결을 거쳐 총회의 승인을 받아야 한다.

제29조(잉여금의 처분) 회계연도 말에 잉여금이 생긴 때에는 총회의 결의에 따라 그 전부 또는 일부를 재산으로 적립하거나 다음 회계연도에 이월시켜야 한다.

제6장 지 회

제30조(설치) 본 회의는 제3조의 규정에 의하여 필요한 지역에 지회를 둘 수 있다.

제31조(운영) 각 지회는 본회의 정관에 준하여 운영한다.

제32조(지회장 선출) 각 지회는 지회장, 총무를 선출하고 선출 즉시 임원명단, 회의록 및 취임 승낙서를 첨부하여 본회에 보고하고 인준을 받아야 한다.

제7장 보 칙

제33조(감사) 본 회의 감사는 정관 제15조 제5항의 규정에 따라 회의 업무 및 재무에 관한 사항을 연 1회 이상 감사하여 총회에 보고해야 한다.

제34조(해산) 본 회의 해산은 이사회 의결을 거쳐 총회에서 회원의 3분의 2이상의 출석과 3분의 2이상의 찬성으로 의결하여 산림청장에게 신고하여야 한다.

제35조(청산 재산의 처리) 본 회의 청산 잔여재산은 산림청장이 지정하는 국가, 지방단자치단체 또는 유사목적을 가진 다른 비영리 법인에 귀속한다.

제36조(정관의 개정) ① 정관의 개정은 재적회원의 과반수 이상의 출석과 출석회원 3분의 2 이상의 찬성으로 의결한다.

② 전항의 정관개정은 주무부처의 승인을 받아야 한다.

부 칙 (1996. 8. 9)

① (시행일) 본 정관은 산림청장의 허가 날로 부터 효력을 발생한다.

② (경과조치) 허가당시 창립총회에서 선출된 임원은 본 정관에 의하여 선출된 것으로 본다.

- ③ 본 정관에 없는 사항은 법령 및 관례에 따른다.

부 칙 (1998. 4. 28)

- ① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (1999.11.13)

- ① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (2001. 3.26)

- ① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (2005. 12. 6.)

- ① (효력발생) 이 정관은 산림청장의 허가를 받아 등기한 날로부터 그 효력을 발생한다.
② (준용) 이 정관에 규정되지 아니한 사항은 민법의 규정에 의한다.
③ (경과 규정) 이정관 개정당시 재임중인 임원의 임기는 2007년 2월 말일까지로 한다.

회원 명단 및 임원 주소록

임 원

- 자문위원 : 이여하, 김사일, 김태훈, 이진규, 김태옥, 박순조, 류택규
- 회 장 : 김규현
- 부 회 장 : 안병영, 박동근
- 상임이사 : 연정수, 김정환
- 이 사 : 공지수, 곽준일, 김재수, 박규중, 박승중, 박재순, 박재인, 손요환, 송장호, 오종환, 원현기, 이명중, 이승호, 이종학, 이천용, 정용호, 정진현, 최 경, 홍인표, 홍한표
- 감 사 : 장영기

회 원

강창호, 구교상, 구창덕, 김경하, 김도경, 김선경, 김종찬, 김종호, 김준섭, 김철민, 김철수, 김춘식, 박경용, 박관수, 박남창, 박정신, 박종봉, 배상원, 변재경, 서수안, 서호석, 신상철, 심경용, 심우범, 안경모, 어윤갑, 원형규, 윤호중, 이대호, 이봉수, 이시영, 이재영, 이충화, 이태수, 임용호, 조현재, 홍의기(37명)

임원주소록

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
자문위원	이 여 하	전 임정연구회 회장	서울 강남구 논현동 222-15	(02)548-5153
"	김 사 일	전 임업연구원 부장	서울 동대문구 이문1동 76-1 이경빌리지 202호	(02)963-2058
"	김 태 훈	전 임업연구원 부장	서울 영등포구 당산동5가42 당산삼성레미안아파트 412-1902	(02)2677-3926
"	이 진 규	전 임업연구원 부장	경기도 구리시 수택동 수택주공아파트 103-1006	(031)556-1765
"	김 태 옥	한국산지환경조사연구회	경기 남양주시 화도읍 창현리 745두산아파트 205-1303호	(031)511-8863
"	박 순 조	전 임업연구원 부장	서울 노원구 월계동 그랑빌아파트 124-1306호	(02)949-4687
"	류 택 규	전 원광대학교 교수	서울 동대문구 청량리동 동부아파트 103-1404	(02)959-0773

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
회 장	김 규 현	전임업연구원 산림자원부장	서울 구로구 구로1동 주공아파트 110-1303호	(02)869-2133
부회장	안 병 영	한국산지환경조사연구회	경기 의정부시 호원동 우성3차아파트 303동 1408호	(031)874-5109
"	박 동 근	한국산지환경조사연구회	강원도 원주시 명륜2동 847-3 청구아파트 201-903호	(033)766-1262
상임이사	연 정 수	한국산지환경조사연구회	서울 도봉구 창4동 동아아파트 6-706호	(02)995-0194
"	김 정 환	한국산지환경조사연구회	경기 성남시 분당구 정자동 느티마을 406-1802	(031)712-0791
이 사	공 지 수	국립산림과학원 산림조사과장	서울 송파구 방2동 선수촌아파트 237-508	(02)448-2777
"	곽 준 일	전 북부지방산림관리청	강원도 원주시 단구동 139-63 5통 1반	(033)763-0570
"	김 재 수	충북대학교 교수	충북 홍덕구 개신동 48 충북대학교 산림과학부	(043)212-0708
"	박 규 종	전 국립산림과학원	서울 노원구 상계8동 주공아파트 1604-205	(02)937-2666
"	박 승 종	전 부여국유림관리소장	서울 동작구 신대방동 616-57	(02)833-1553
"	박 재 순	한국산지환경조사연구회	경기 성남시 분당구 정자동 느티마을아파트 302-804	(031)715-3186
"	박 재 인	충북대학교 교수	충북 청주시 흥덕구 개신동 삼익아파트 101-1204호	(043)261-2532
"	손 요 환	고려대학교 교수	서울시 성북구 안암1동 고려대학교 자연과학대학	(02)997-0125
"	송 장 호	전 임업연구원 산림조사과장	서울 도봉구 창1동 663-28	(02)902-8254
"	오 중 환	전 임업연구원 임산공학부장	서울 도봉구 창5동 북한산 아이파크아파트 503-702호	(02)908-8817
"	원 현 기	전 북부지방산림관리청	서울 노원구 상계동 1404-109	016-7346-1962
"	이 명 중	강원대학교 교수	춘천시 효자2동 192-1 강원대학교 산림과학대학	(033)50-8314
"	이 승 호	국립산림과학원	서울 도봉구 방학동 730 국동아파트 101-205	(02)3494-4212
"	이 중 학	(주)유비시스템 대표	경기 성남시 수정구 복정동 642-3	(031)751-8577
"	이 천 용	전 임업연구원 임지보전과장	서울 동대문구 청량2동 207 국립산림과학원	(02)961-2758
"	정 용 호	국립산림과학원 임지보전과장	서울 동대문구 청량2동 207 국립산림과학원	(02)2205-7166
"	정 진 현	난대산림연구소장	서울 노원구 상계동 현대아파트 305-302호	(064)7307-260
"	최 경	전 임업연구원 임지보전과장	서울 성북구 정능1동 경남아파트 103-603호	(02)915-0057
"	홍 인 표	전 임업연구원 재료시험과장	의정부시 민락동 송산주공아파트 6단지 602동 904호	(031)852-1645
"	홍 한 표	전 중부임업시험장장	서울 노원구 중계동 상아아파트 17-701	(02)972-7155
감 사	장 영 기	한국산지환경조사연구회	경기 의정부시 의정부동 신도아파트 201-802호	(031)876-2999

주요 일지

설립약사

- 1995. 10. 29 창립총회
- 1996. 8. 9 설립허가(산림청장)
- 1996. 8. 31 법인등기(등록번호 115221-0001820)
- 1996. 9. 9 사업자등록(등록번호 132-82-03732)
- 2001. 3. 17 산림사업을 목적으로 설립된 법인등록(산림청 제2001-5)
- 1998. 4. 28 제1차 정관개정 승인
- 1999. 11. 13 제2차 정관개정 승인
- 2001. 3. 26 제3차 정관개정 승인
- 2005. 12. 6 제4차 정관개정(전문개정) 승인
- 1997. 2. 21 제1차 정기총회 이후 2007년까지 제11차 정기총회 개최

1996년 ~ 2006년 사업실적

- 산림입지 구획을 위한 항공사진 판독 : 2,485,000ha
- 산림입지조사(현지조사) : 1,641,000ha
- 산림입지조사 보완 : 1,040,000ha
- 국유림 잡종재산 실태조사 : 2,877필지
- 영림계획편성(산림조사) : 250,710ha
- 산림훼손 허가 예정지등 입목축적조사 : 20건
- 연구용역
 - 사방댐 및 황폐지 복구등 사방관련 시험연구 4건
 - 민통선지역의 산림토양 및 산지이용 실태조사연구 1건
 - 산림훼손실태 및 건강모니터링 1건
 - 시험림의 입지환경조사 2건(광릉, 제주시시험림)
- 외국 관련 용역
 - 중국 서부지역(5개지역) 조림사업 PMC용역 1건
 - 미얀마 중부지역 녹화시험단지 조성사업 1건
 - 중국북경지구 산림종합경영 시험사업 PMC용역 1건
- 산지환경회지 발간 : 9회

2007년 사업계획

- 영림계획편성(산림조사) : 17,203ha
- 중국 북경지구 산림종합경영시범사업 용역 1건
- 산림정밀지도 제작 및 활용시스템구축(공동참여) 1건
- 도시산림건강 모니터링(서울, 인천, 수원, 대전) 1건
- 국유양묘포지 토양조사 1건
- 산지환경회지 발간 : 10호

투 고 안 내

원고의 종류

- 산림입지환경조사연구에 관한 기술 정보
- 산림조사 및 영림계획 운용에 관한 기술정보
- 산림생태, 임업경영, 자원관리 등 임업기술정보에 관한 사항
- 산림 및 임업에 관한 각종 정보

작성요령

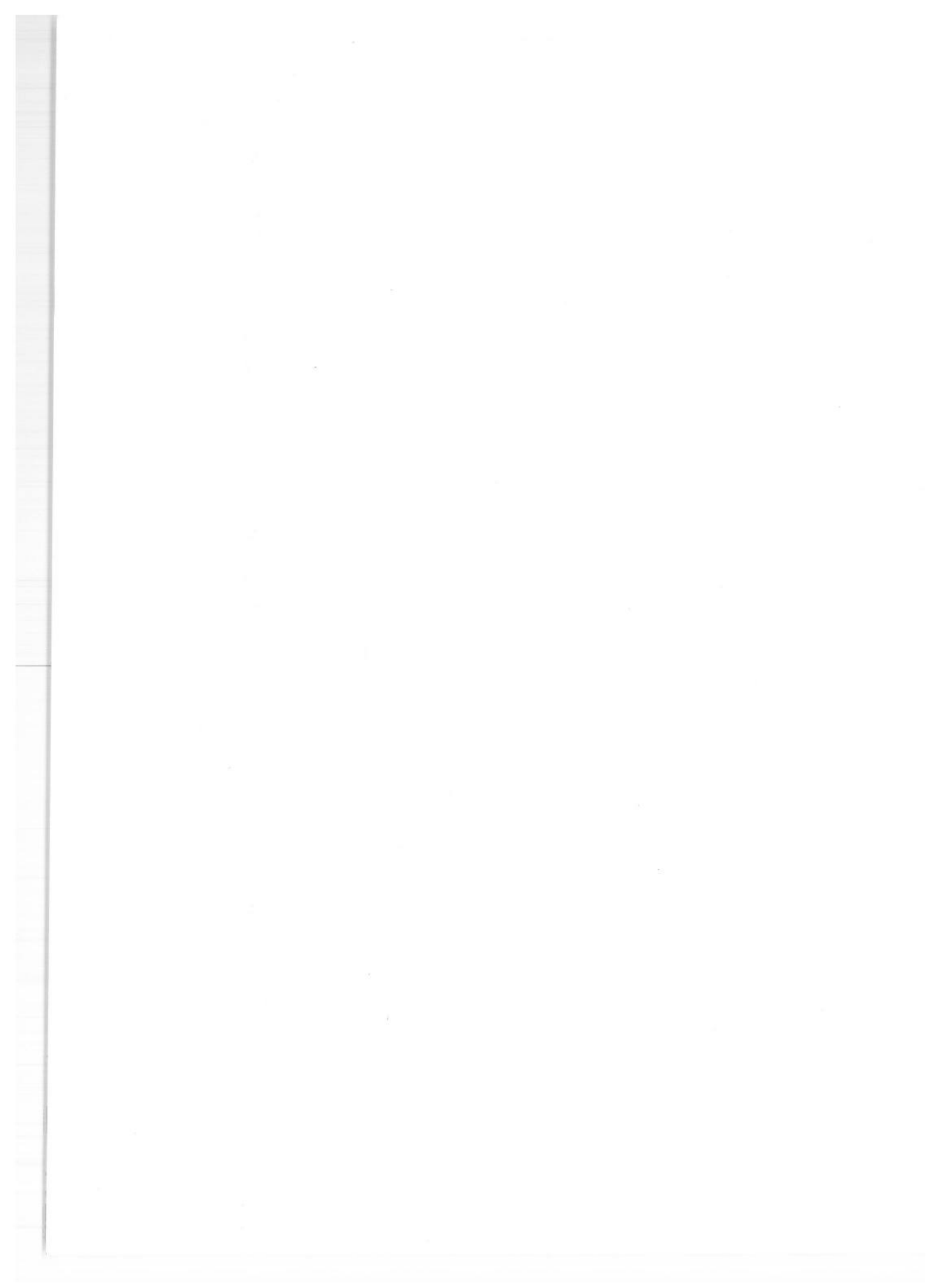
- 국한문 혼용 200자 원고지 50매(A4 10장) 내외
- 원고의 채택
 - 편집위원회에서 결정
 - 등재된 원고는 소정의 고료 지불
 - 수시 접수

편 집 위 원

위원장 : 김 규 현

위 원 : 손요환, 정용호, 정진현

안병영, 연정수, 최 경



山地環境

第10號

發行人 金圭憲 編輯人 金圭憲 2007年 7月 印刷

2007年 7月 發行

發 行 處 社團法人 韓國山地環境調查研究會
京畿道 南楊州市 榛接邑 長峴里 604-3

TEL (031)572-1678

FAX (031)572-7387

E-mail: ipji7387@hanmail.net

ipji7387@naver.com

<http://www.ksfer.or.kr>

印 刷 三星인쇄공사 ☎ (02)2261-4431

정밀한 항공사진 판독에 의한
토양특성과 지위급 파악으로 산림생산력 증대
산림 종합 경영계획 기반 수립



토양 단면



항공 사진 판독

(사)한국산지환경조사연구회

주소 : 경기도 남양주시 진접읍 장현리 604-3
전화 : (031) 572-1678 Fax : 572-7387