

제15호
2012

ISSN-1226-8321

산지환경



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

2012

산지환경

제15호

(사)한국산지환경조사연구회

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 조립
- 토양 개량
- 시비량 산정
- 환경영향 평가
- 산지재해 방지
- 산지이용계획과 관리
- 산림경영계획
- 입목축적 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 계획의 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

일반 현황

- 연구회명 : 사단법인 한국산지환경조사연구회
- 대표이사 : 안 병 영
- 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)
 - 2011. 2. 28 소프트웨어 사업자 신고 (신고번호 B11-39525)
 - 2011. 3. 23 엔지니어링 활동주체 신고 (신고번호 12-000210)
- 주 소 : 경기도 남양주시 진접읍 장현리 627-2층
- 전화번호 : (031)572-1678, 0063, 0127 FAX:572-7387
- E-mail : ipji7387@hanmail.net ○ 홈페이지 : <http://www.ksfer.or.kr>

산림임지조사장비



하그로프 수고측정기
Vertex IV-BT-360



하그로프 초음파 레이저 수고측정기
VL-402-BT-60



하그로프 생장추
20~80cm



썬토 톱파스 · 크리노메타
Tandem



썬토 고도계
Vector



표준토색칩
일제, 406색



토양경도계
山中式



토양pH측정기
토양 직접 삽입식



토양시료캔
100ml, 6개입

[주]신일사이언스

대표전화 : 02-452-0520 www.shin21.co.kr

서울특별시 성북구 길음2동 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	- 정밀산림입지도(1/5,000) - 임지생산능력 급수도 ○ 정밀산림 토양도 ○ 임지생산능력 구분도 - 임상도 ○ 임상도 - 산사태 위험구분도 ○ 산사태 위험구분도 - 산지이용 구분도
○연구용역 사업 ○ 토양관리 ○ 산림실태 ○ 산사태 위험도 평가 ○ 산사태 복구 및 예방 대책	- 각종 수치화도면 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
- 경영계획 산림조사 2000~2011 : 298,987ha
- 산림입지도 확대제작 1:5,000 2007~2011 : 474,713ha
- 산림정밀 임상도 지도제작 2009~2011 : 634도엽
- 조사연구 용역 2001~2011 : 16건

제16차 정기총회 개최

일시 : 2012년 2월 17일

장소 : 본회 회의실



2012 산림입지도 확대 제작사업



◀ 현지 조사



▶ 현지 교육



◀ IT 컨버런스 참석

2012 정밀임상도 제작사업



▶ 실연회



◀ 현지 조사



▶ 임업기술 컨설팅

머리말	안병영 / 3
산림정책	
산림청의 산림공간정보 정책 소개	김성택 / 5
논 단	
국토녹화와 임업발전에 기여한 공적 (향산 현신규 박사)	김사일 / 12
미래지향적 산림생산기술분야의 전망	김석권 / 18
특 집	
우면산 산사태 발생원인과 대책	최 경 / 22
평창 동계올림픽 사이언스 오벌을 목조건축물로	박문재 / 48
기술정보	
산림청 활용 프로그램 소개	김찬희 / 56
도시산록 그린벨트지역의 정비공사에 관한 소고(小考)	전근우 / 64
식생(식물군락) 조사 방법	유영한 / 72
산림욕 피톤치드의 효능 및 활용	이성숙 / 84
소나무류에 발생하는 주요병해의 진단 및 방제Ⅱ	김경희 / 93
소나무류 주요해충의 생태 및 방제	고상현 / 99
시	
두물머리 연가	김청광 / 104
부록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 105

머 리 말

60년 만에 찾아온다는 흑룡의 해 임진년의 문을 두드리며 시작한 올 한해도 절반이 훌쩍 지나고 있습니다.

흑룡의 해답게 올 초여름에는 30℃가 넘는 무더운 더위가 연일 지속되면서 40여년만의 가뭄이 전국을 강타하여 저수지가 바닥나는 초유의 사태가 발생하였습니다. 산에는 병해충이 창궐하고 정원수 및 임목이 고사하는 지경이 발생하였고 전기 대란으로 상가 및 사무실 냉방에 비상사태로 업무의 효율성을 떨어트리고 있습니다.

그런 와중에도 2012년 산림IT컴퍼런스가 대전에서 6월 26일~27일까지 2일간 성대하게 개최되어 임업과 IT접목이라는 큰 명제 아래 대성황을 이루었으며 임업 전반에 걸쳐 수치화·전산화가 차질 없이 진행되고 있어 한국 임업발전이 전반적으로 큰 틀이 확고하게 정립 되었다고 확신합니다.

본회도 부스 설치로 사업실적 및 조사, 연구, 홍보 등을 전시하여 많은 호응을 받았습니다.

한국산지환경조사연구회는 본회 설립 목적과 취지에 부합되게 임업 전반에 걸쳐 조사 및 연구를 착실히 수행하고 있습니다. 올해에도 국가공간정보체계구축의 일환으로 조사되는 전국의 임상도 및 산림토양도 작성에 직원 30명이 참가하여 업무를 수행하고 있으며 그 외에도 양묘장 토양조사, 훼손지 발생 예방조사, 녹색공원조성 토양조사 및 설계, 자문 임업전반에 걸쳐 컨설팅을 하고 있습니다.

한국산지환경조사연구회는 임업 서비스를 위하여 더욱 노력 할 것을 임업인 여러분께 약속드립니다.

‘산지환경지’도 벌써 15회째 발간하게 되었습니다.

산지환경지의 알찬 편집을 위하여 집필진과 긴밀한 협조 하에 최선을 다할 것이며 올해에도 산림정책, 논단, 특집, 임업기술정보 등을 다양하게 수록 하였습니다.

아울러 임업기술정보를 더욱 많이 보급하고 실무에서 실용화 할 수 있도록 현장을 통하여 보급 전달 할 것을 다짐합니다.

산지환경지를 위해 옥고를 주신 산림청 정보통계과 김성택 사무관님, 사방협회 전문위원 최경 박사님, 강원대학교 전근우 교수님, 공주대학교 유영한 교수님, 한국산지환경조사연구회 김사일 자문위원님, 국립산림과학원 김석권 박사님, 박문재 박사님, 김경희 박사님, 이성숙 박사님, 고상현 박사님과 본회 편집위원님에게 진심으로 감사드리면서 이러한 내용들이 임업을 담당 하시고 활용 하시는 임업인 여러분들에게 유용하게 활용되기를 기원합니다.

아울러 여러분들의 아낌없는 성원과 협력을 부탁드립니다. 모든 임업인 가정이 항상 건강 하시고 행운이 늘 함께 하시기를 축원합니다. 감사합니다.

2012년 7월 일

(사)한국산지환경조사연구회
회 장 안 병 영

산림정책

산림청의 산림공간정보 정책 소개

김 성 택

산림청 정보통계사무관

1. 추진배경 및 필요성

가. 추진배경

산림은 국토의 64%인 약 637만ha로 산림의 효율적인 관리를 위하여 산림공간정보 정책의 도입 필요성이 꾸준히 제기되어 왔다.

또한 1992년 UN기후변화협약 및 1997년 교토의정서 발효에 따라 기후변화에 따른 산림정보의 중요성이 증대 되었으며, 산림휴양인구의 증가, 산림이용을 원하는 산림소유자 및 민원인, 지자체 및 학계의 요구 등 산림에 대한 관심의 확대로 보다 정확하고 신속한 산림공간정보 제공의 요구가 크게 증가하고 있다.

그리고 공간분석을 통한 과학적인 산림관리와 신속한 민원처리를 위하여 1997년부터 시작된 NGIS 제1단계 기본계획을 바탕으로 산림공간정보(FGIS)의 구축이 본격화되었다.

나. 필요성

제3차 국가GIS기본계획(2006~2010)이 수립됨에 따라, 산림분야의 GIS 구축사업도 이와 연동하여 효과적으로 추진하기 위한 중장기 GIS계획을 수립·추진하였다. 또한 산림분야 데이터의 중복 구축을 방지하고 일관성·지속성을 유지하며 시스템 및 데이터의

공동 활용을 촉진하기 위한 종합적인 계획수립이 더욱 필요하게 되었다.

그리고 국제사회의 환경변화에 적극 대응하기 위한 온실가스 통계기반 구축, 통일에 대비한 자료 축적, 임업선진국으로의 도약을 위하여도 산림공간정보의 기반 구축은 반드시 필요하다.

또한 국가산림의 균형발전을 위한 산림 개발 및 보존 정보의 체계적인 관리, 산림공간정보의 부가가치 창출 및 신성장 동력 기반조성 등 그 필요성은 너무나 광범위하고 다양하다고 하겠다.

2. 산림공간정보시스템 구축 및 활용

가. 산림공간정보시스템 개발

산림청에서는 산림과 관련된 각종 공간정보 체계를 구축하여 수요자 중심의 정밀하고 정확한 산림관련 정보를 제공하여왔으며, 또한 활용시스템을 개발·보급함으로써 다양한 가치창출을 통한 산림분야 경쟁력 제고 및 대국민서비스 만족도 향상을 위하여도 지속적으로 노력하여 왔다.

본 시스템은 산림공간정보를 활용한 위치검

색, 속성정보 조회와 각 주제도의 중첩/분석 및 고도모델(DEM)을 이용한 3차원 구현(3D)을 통해 보다 합리적이고 과학적인 산림정책 수립과 효율적인 산림행정업무를 추진할 수 있도록 지원하고 있다.

먼저 국가기본지도인 수치지형도 및 지적도를 기반으로 하여 산림주제도인 산지구분도, 임상도, 산림입지토양도, 국유재산기본도, 산사태위험지관리도 등 현장에 가지 않더라도 대상지의 공간정보 취득이 가능하고, 사업완료 후에는 성과도 작성 및 분석 등을 손쉽게 할 수 있도록 '산림공간정책지원시스템'을 개발·활용할 수 있도록 하고 있다.

산사태에 영향을 주는 주요 요소인 토양, 경사도, 임상 등을 분석하고 산사태의 사전 예측 및 위험도 평가를 통하여, 일선에서 체계적이고 효율적으로 산사태를 예방·관리할 수 있는 「GIS를 이용한 산사태관리시스템」을 구

축, 매년 발생하고 있는 산사태로부터 국민의 생명과 재산 피해를 최소화하는데 기여할 수 있게 되었다.

그리고 154만ha의 국유림을 효율적으로 경영·관리 할 수 있도록 Web기반의 '국유림경영정보시스템'을 개발하였으며, 지역별, 시간대별 산불발생 위험을 실시간으로 제공하는 '산불위험예보시스템'도 개발하여 서비스하고 있다.

또한 일반국민 및 산림소유자 등 산림에 관심 있는 고객들이 산림위치를 편리하게 찾을 수 있도록 「산림공간정보서비스(<http://fgis.forest.go.kr>)」를 구축하였다.

본 시스템은 지도서비스(내산위치 찾기, 지도검색, 산림정보검색, 산림명소, 백두대간, 산림행정기관), 자료유통서비스, 산림주제도(임상도, 산림입지토양도, 산지구분도, 임도망도, 백두대간보호지도, 산사태위험지관리도,

(자료 : 산림청 기획조정관실)

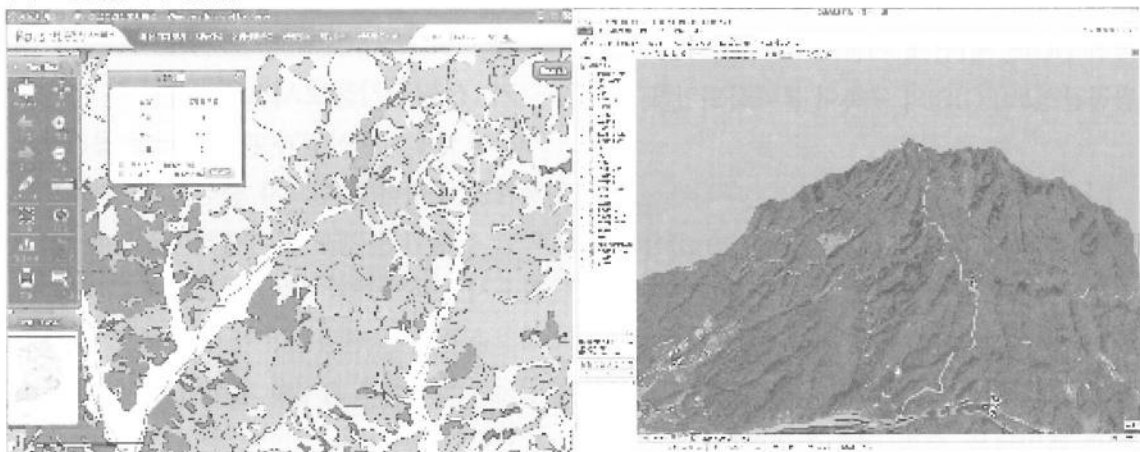


그림 1. 산림공간정보서비스 / 산림공간정책지원시스템

맞춤형조림지도), FGIS시스템, GIS현황도(임상분포, 산림입지도양분포, 백두대간보호지역도, 산사태위험지관리도) 등으로 이루어져 있으며, 이를 통하여 다양한 산림공간정보를 종합적으로 서비스 받을 수 있도록 구축한 산림청 산림공간정보 사이트이다.

나. 산림주제도 DB 구축 및 활용

산림청에서는 그동안 종이도면으로 관리되어 오던 산림분야 지도를 편리하게 활용할 수 있도록 산림주제도 DB 구축을 계속하여 진행하여 왔다.

대표적으로 구축된 주제도로는 산림 내 임상·영급·경급·소밀도 등을 조사하여 지도로 제작한 임상도와 산림의 법적인 이용형태를 나타내는 산지구분도, 국유림의 경영의 기반 단위인 임소반을 알 수 있는 임소반도, 임도의 거리, 폭 등의 현황을 나타내는 임도망도, 산림토양 및 입지여건 등을 나타내는 산림입지도양도 등이 있다.

이후 각 개별법 및 업무별로 백두대간보호구역의 정보를 나타내는 백두대간보호구역도, 지적도에 근거한 1:5,000의 국유재산기본도, 경제림육성단지를 GIS 기반에 DB화한 경제

〈자료 : 산림청 기획조정관실〉



그림 2. 산림분야 공간정보 주제도 구축 현황

림육성단지현황도를 제작하였으며, 또한 산림 토양인자 등을 분석하여 적지적수가 가능하게 하는 맞춤형조림지도, 산사태위험지를 예측할 수 있는 산사태위험등급도 등을 제작 완료하여 인터넷을 통하여 대국민 서비스를 실시하고 있다.

3. 2011년 추진내용

첨단 정보통신 기술을 기반으로 한 공간정보 기술의 발달로 '산림공간정보서비스시스템' 역시 지속적인 고도화를 추진하여 왔다. 산지정보, 국유림경영정보, 산불위험예보, 산사태위험지관리 등 기 구축된 산림공간정보를 꾸준히 현행화 및 갱신을 추진하여 최신 산림자원 정보의 검색 및 조회, 자료의 종합분석이 보다 용이하게 되었고, 이를 통한 과학적인 산림정책 수립과 효율적인 업무를 지원하게 되었다.

또한 국가공간정보 통합체계 구축사업 3차년도로 임상도(1:5,000)제작에 128억원을 투입하여 경남·경북·충북·전남·울산·대구 지역 약 183만ha를 구축 하였으며, 산림입지토양도(1:5,000)제작은 23억의 예산으로 전북지역 35만ha를 완료하였다.

가. 산림공간정책지원시스템 구축

산림자원통합 1단계 구축사업의 결과로 기존의 산림공간정보 업무지원을 위하여 보급한 FGIS종합관리시스템을 고도화한 산림공간정

책지원시스템을 개발하여 사용자 중심의 업무시스템으로 완성하였다.

그동안 개별 PC용으로 사용해오던 사용방식(Stand Alone)에서 서버 공유방식(Client/Server)으로 개선하여 온라인 자료공유가 가능하게 하였고, Daum, Naver 등의 민간 포털 사이트와 정밀항공사진의 공동 활용 등 융·복합 서비스를 실현하였다.

나. 임상도·산림입지토양도(1:5,000)확대 제작 사업 추진

국가공간정보 통합체계 구축사업은 국토해양부와 행정안전부가 주관이 되고 산림청을 비롯한 6개 부처가 공동으로 참여하여 각 소관분야의 공간정보를 표준화된 기준에 따라 통합 구축함으로써 상호연계, 융합 및 시너지 효과를 창출하고자 추진하는 전자정부사업이다.

산림청에서는 약 434억원의 전자정부 예산을 확보하여 1:5,000 임상도 확대제작 사업을 추진하여 왔으며 2012년 완료 할 예정이다.

또한 DMZ 등 접경지역과 도서지역 약 50만여 ha의 임상도 제작사업도 연차적으로 추진 할 계획으로 있으며, 산림입지토양도의 경우 제작 특성상 임상도 제작과 연계하여 산림청 자체예산으로 구축하여 왔으며 2011년 말 현재 전체 산림면적의 21% 구축에 머물러 있다.

지금까지 임상도 및 산림입지토양도 추진현황 및 실적은 <표 1> 및 <표 2>와 같다.

표 1. 임상도 확대 제작사업 추진현황

구분		전체 사업량	2008~2009구축	2010 구축	2011년 추진	2012년 (계획)	비고
산림면적	ha	588만	88만	132만	183만	185만	2012년 완료 예정
추진비율 (누계)		100%	14.9% (14.9)	22.5% (37.4)	31.1% (68.5)	31.5% (100)	
추진지역		전국	대전 전남 충남 충북 인제군	서울, 인천, 부산, 전남, 전북, 제주, 성주군, 횡성군	경남, 경북 충북, 전남 울산, 대구	경기, 강원 충북, 경북	
예산액(계획)		434억	73억	95억	128억	(138억)	

표 2. 산림입지도양도 확대 제작사업 추진

구분		전체 사업량	2008~2009구축	2010 구축	2011년 추진	2012년 (계획)	2013년 이후	비고
산림면적	ha	588만	52만	35만	35만	27만	439	2012년은 산사태등을 대비하여 대도시 위 주로 변경
추진비율 (누계)		100%	8.8% (8.8)	6% (14.8)	6% (20.8)	4.6% (25.4)	74.6% (100)	
추진지역		전국	대구, 대전, 충남 충북일부, 서울(강동, 노원), 춘천	경기, 충남 충북, 전북 일부	전북	서울, 부산 광주, 울산 인천, 경기 경남, 경북 전남일부	기 구축 제외 지역	
예산액(계획)		377억	28억	23억	23억	23억	280억	

(자료 : 산림청 기획조정관실)

다. 산림공간정보 활용 기반 구축

산림공간정보를 활용하기 위해서는 FGIS 운용에 필요한 PC, 소프트웨어, 플로터, GPS 장비 등을 매년 소속기관과 지자체를 대상으로 확충하고 있으며, 지자체의 경우 국고보조

30%를 지원하고 있다.

한편 사용자 역량강화를 위하여 산림교육원에서는 '산림공간정보시스템반' 전문교육 프로그램을 운영하여 공간정보 활용능력을 향상시키고 있다. 또한 올해에는 2010년까지 추

〈자료 : 산림청 기획조정관실〉



그림 3. 2011 Forest IT 컨퍼런스 행사

진하던 FGIS Workshop을 IT 분야까지 포함하여 한 단계 발전시킨 'Forest IT 컨퍼런스'를 성황리에 개최하였으며, 본 행사에는 산림청장 및 청와대 IT특별보좌관 등 주요인사와 각 분야 관계관 등 약 600명이 참석하여 그동안 추진한 다양한 추진사례 등을 공유하여 전문가 및 참가자들로부터 커다란 호응을 얻은 바 있다.

4. 향후 전망 및 추진과제

'95년 국가공간정보정책사업 이후 각 기관별, 개별 업무별로 GIS시스템을 구축하기 시작하였다. 산림청의 산림공간정보정책도 그와 같은 맥락에서 진행되어 왔으며 상당한 발전과 진척이 있어 온 것도 사실이다. 그리고 그동안 IT기술의 놀라운 발전 속도로 현재 구축되어있는 시스템의 고도화·현행화는 물론 모

바일, 빅데이터, 클라우드 등을 기반으로 한 새로운 시스템의 구축 요구도 점점 거세어지고 있다.

또한 국가공간정보정책의 주무부처인 국토해양부에서는 지금까지 각 기관별로 구축하여 온 국가공간정보를 한곳에서 보다 손쉽게 유통·활용함으로써 공간정보의 융·복합 서비스 기반을 확보하고 관련 기술발전을 촉진하기 위한 오픈 플랫폼 등 범국가적 차원의 국가공간정보 공동 활용 기반을 마련하려고 노력하고 있다.

국외적으로 영국에서는 지금까지 유상으로 제공하여왔던 각종 국가 공간정보를 전면적으로 무상으로 제공하기로 결정하였으며, 한발 더 나아가 제공받은 정보를 이용한 상업화도 적극 장려하기로 국가공간정보의 정책을 전면 수정하기로 하였다. 이는 국가예산으로 투입한 각종 공간정보를 국민에게 돌려줌으로서 공간정보의 활용도를 높이고 이를 통한 산업 경쟁력 확보에도 도움이 될 것으로 판단한 것

으로 보여 우리에게도 시사하는 바가 크다고 하겠다.

산림청에서는 산림공간정보의 효율적·체계적 운영을 위하여 지속적으로 노력하여 왔으나, 앞으로도 계속 추진하여야 할 몇 가지 과제를 살펴보면, 첫째 관련 예산 및 지원세력 확보, 둘째 산림공간정보의 활용도 제고, 셋째 타 공간정보와의 융·복합을 위한 지속적 기술개발 등을 들 수 있겠다.

이를 위해서는 국가기관 및 지자체는 물론 대학, 연구기관, 단체, 학회, 수요자집단 등 각 계각층의 많은 노력이 필요하다고 판단된다. 특히 수요자 편의를 보다 증진시킬 수 있는 기술개발과 우리청의 산림공간정보는 물론 국토해양부, 행전안전부, 환경부, 등 유관기관이 보유하고 있는 공간정보 공유 및 융·복합 활용을 위한 협력관계도 매우 중요하다고 하겠다.



국토녹화와 임업발전에 기여한 공적 (향산 현신규 박사)

김 사 일
본회 자문위원

○ 머리말

향산 현신규 박사하면 우리나라가 낳은 세계적인 임목육종 학자이시며 아세아에서 최초로 임목육종연구를 시작한 학자이기도 하다. 국내에서는 임목육종학자로서 뿐만 아니라 황폐한 전국 산림을 30년이란 단기간에 완전녹화한 대위업을 달성하는데 누구도 추종할 수 없는 선구자역할을 다해 온 임학자이시며 평생 임업후계자 양성에 몸바쳐온 교육자였다. 금년(2012년)이 고 향산 현신규 박사 탄신 100주년이 되는 해며 제자의 한 사람으로 우리나라 임업발전에 기여한 선생님의 공적을 다시 한번 되새겨 보고자 한다.

○ 산림부국론의 제창

우리나라는 전국토의 65%가 산지로 되어 있어 산림부국(山林富國) 정책이 나라를 부강(富強)하게 하는 길이라고 강조하시며 우리나라도 옛날에는 산림이 울창한 태평성대(太平聖代)의 시대가 있었고 그 시대에 세계사(世界史)에 빛나는 찬란한 문화를 이룩할 수 있었다고 말씀하셨다. 우리의 선조들이 이 땅에 태어

나게 된 뜻을 확실히 인식하고 그 울창하였던 산림을 그대로만 가꾸어 왔다면 저절로 세계 제일가는 산림부국이 지속되었을 것이고 동서고금(東西古今)을 통하여 세계유수(世界有數)한 강대국들 중에 울창한 산림을 가지고 있지 않은 나라가 어디 있었느냐 울창한 산림은 바로 그 나라의 문화와 국력의 바로미터(BAROMETER)라고 강조하시며 특히 독일의 산림을 자주 예로 들곤 하셨다. 일찍이 독일을 통일한 위대한 정치가 '비스마르크'는 독일의 산림이 망가지는 그때는 강대한 적국(敵國)들이 쳐 들어온 것보다 더 무서운 환란(患亂)이 닥쳐 올 것이라고 경고하고 산림을 나의 생명처럼 여기고 아껴야 한다고 독일국민에게 철저히 인식시켜 왔다. 그 결과 세계2차 대전과 같은 대 환란을 겪으면서 도시가 완전히 폐허가 되다시피 파괴되었는데도 독일의 그 울창한 산림은 파괴되지 않고 온전하게 지켜져 왔으며 산림을 사람의 생명보다 더 소중하게 여기는 독일국민의 애림정신(愛林精神)에 진심으로 감동을 받았다고 하시며 이와 같은 독일국민의 애림정신이 지속되는 한 독일은 울창한 산림과 더불어 영원히 번창 할 것이라고 하셨다.

○ 산림녹화에 대한 의지

우리나라는 일제(日帝) 36년간의 수탈정책(收奪政策)으로 많은 산림이 남벌(濫伐)로 쇠퇴(衰退)한 가운데 설상가상(雪上加霜)으로 해방, 6.25동란, 4.19혁명 등 격동(激動)과 혼란(混亂)기를 지나오면서 산림은 더욱 황폐하여 한발과 홍수의 조절기능을 상실하게 되어 매년 홍수와 한발의 피해를 다반사(茶飯事)로 겪을 수밖에 없었다. 이와 같은 열악한 환경에서 농사를 제대로 지을 수 없어 해마다 봄이 되면 양식(糧食)이 떨어져 초근목피(草根木皮)로 연명(延命)하는 사람이 헤아릴 수 없을 만큼 많았던 가난한 나라였다. 현신규 박사는 이와 같은 곤궁(困窮)한 시대를 같이 해온 임학자(林學者)로서 국민이 당면하고 있는 빈곤의 환란에서 벗어날 수 있는 최선책은 산림녹화사업의 추진으로 생존기반을 확충해 나가는 것이라고 강조하시면서 산림녹화 사업은 목전의 자기 이익보다 나라와 겨레의 먼 장래를 위하여 봉사하는 일이며 국민전체가 이와 같은 봉사정신으로 무장하여 실천하겠다는 각오와 생활철학이 없이는 이루어 낼 수 없는 사업이라고 하였다.

○ 식목일 제정요청

1945. 8. 15 해방으로 남한에는 미군이 주둔하게 되었고 동년 9.11에 미군정(美軍政)을 선포하고 초대 군정청장관으로 육군소장 아놀

드(Arnold)장군이 부임하여 동년 10월1일 미군정하의 초대 임업시험장장으로 수원농림전문학교 현신규 교수를 임명하였다. 장장으로 부임한 선생님은 우리나라가 현재와 같은 가난에서 벗어나기 위해서는 황폐한 산림의 녹화사업의 추진이라고 강조하시며 1945. 11월 미군정청 산하 한국부흥계획위원회의 회의에 참석하여 녹화사업의 차질없는 추진을 위하여 식목일 제정을 요청하였다. 그 요청이 받아들여져 1946년 과도정부에 넘어와 4월 5일을 식목일로 제정공포하게 되었고 이 날 전국적으로 제1회 식목일 행사가 거행되었다(향산 현신규 박사 탄신 100주년 기념사업문집, '제가 본 향산 현신규박사' 임우회장 김연표)

제1회 식목일 기념을 위하여 당시 비행기로 산포(散布)하였던 전단지(傳單紙)를 제7대 산림청장을 역임하신 이상희 청장(1981. 6~1982. 5)께서 청계천변 고서점에서 발견하였는데 임업사료가 될 것 같아서 광릉수목원 내 산림박물관에 기증코저 한다고 하시며 1989년에 손수 가지고 왔으며 현재 국립수목원 박물관 사료전시실에 전시 보관되어 있다.

○ 현신규 박사와 박정희 대통령의 만남

1964. 12월 서독을 방문한 박정희 대통령은 1,2차 세계대전의 패전국이란 어려운 경제여건하에서도 울창한 산림을 온전하게 지켜온 독일국민의 국민성에 감탄하고 선진국의 저력

을 통감할 수 있었다고 술회하시며 서독과 같은 부강한 나라가 되려면 국토녹화가 선행되어야 한다는 확고한 신념을 가지게 되었다고 한다. 이와 같은 박대통령의 감동은 1954년 현신규 박사가 서독을 방문하고 받았던 감동과 같으며 임학자와 대통령이 서로 다른 목적으로 서독을 방문하고 같은 감동을 받았다는 것은 우연의 일치가 아니라 국가를 재건하는데 국토녹화가 선행되어야 한다는 확고한 신념을 서로 공유하고 있었기 때문이라고 생각한다. 또한 산림녹화의 성공적인 추진을 위해서는 선진화된 임업기술과 강력한 추진력이 요구된다고 하는데 뜻을 같이하고 있어 두 사람의 만남은 산림녹화사업추진에 있어서 서로가 백만우군(百萬友軍)을 얻은 것 같은 기쁨이 있을 것이다. 그 후 박대통령은 현박사의 기술지원과 조언을 받아 산림정책수행에 필요한 각종 제도개선, 산림청발족, 치산녹화10년 계획수립 및 추진 등 각종 산림정책의 강력한 추진으로 20년이란 짧은 기간에 전국토의 완전 녹화라는 대위업(大偉業)을 달성할 수 있었다.

○ 낙엽채취금지의 촉구

산에는 해마다 많은 잎이 떨어져 쌓여 썩어서 부식질(腐植質)이 되어 토양을 점점 비옥하게 만들어 나무가 잘 자라게 할 뿐만 아니라 토양의 물리적 성질을 개량하여 수원함양기능을 향상시켜 홍수와 한발의 피해를 막아 주는 중요한 역할을 하기 때문에 어떠한 일이 있어

도 낙엽채취는 근절 시켜야 한다고 현 박사께서는 기회가 있을 때마다 토파(吐破)해 왔다.

그러나 당시의 대부분의 국민들은 산에서 낙엽을 채취하지 않고서는 연료문제를 해결할 수 있는 방법이 없었다. 연료문제 해결을 위한 궁여일책(窮餘一策)으로 연료림 조성사업이 책정되어 농가당 0.5ha의 연료림확보를 위하여 1959~1967년까지 784,239ha를 조성하여 연료림외의 산림에서는 연료를 채취하지 못하도록 단속을 강화하여 왔다.

이와 병행하여 연료절약을 위한 농촌아궁이 개량사업을 대대적으로 실시하면서 도시에는 임산연료반입을 금지하고 대체연료개발에 박차를 가해왔다. 그 결과 임산연료 대체용으로 무연탄 개발사업이 점차적으로 활기를 띠게 되면서 도시의 연료는 물론 농촌의 연료까지 무연탄으로 대체할 수 있게 되어 기히 조성된 연료림은 점차 용도폐기 되어 용재림으로 환원되고 지금은 그 흔적도 찾아볼 수 없게 되었다. 요컨대 현박사께서 강조한 낙엽채취금지를 위한 과감한 정책의 추진은 산림을 더 빨리 푸르게 하였고 무연탄과 같은 임산대체연료 산업발전에 촉매제가 되었다는 것을 결코 잊어서는 아니 될 것이다.

○ 조림지에 대한 철저한 사후관리 당부

우리나라는 해방 후 미군정과 정부수립초기에도 많은 면적의 조림을 실시하여 왔으나 주

민동원에 의한 부역(負役)으로 조림을 하고 황폐한 황무지에 심겨진 나무들은 양분부족으로 자라지 못하고 고사(枯死)하게 되어 조림은 거의 실패하다시피 하였다. 현박사께서는 부역에 의한 물량 위주의 조림보다 조림기술자(숙련공)에 의한 질위주의 조림으로 나가야하고 조림 후 조림목에 대한 철저한 비배관리를 하지 않고서는 조림을 성공할 수 없다고 강조해 왔다. 그러나 나라의 경제사정으로 부역에 의한 조림은 불가피하고 논 밭에 줄 비료도 없는 데 산에 줄 비료가 어디 있으며 설사 조림용으로 비료가 나와도 산으로 가지 않고 논 밭으로 가는 것을 어떻게 막을 수 있겠느냐 등 거부반응도 적지 않았다. 그러나 박대통령께서는 매년 식목일 행사 때마다 현박사를 초청하여 산림녹화에 대한 소견을 경청(傾聽)할 정도로 현박사를 존경해 왔다. 현재까지는 산림녹화를 위하여 나무를 심는데 만 급급해 왔을 뿐 조림 후 나무가 잘 자라도록 시비, 가지치기, 말뚝기 등 육림관리를 잘 하지 못해왔다는데 공감하고 박대통령께서 나무를 심는 것도 중요하지만 심은 나무가 잘 자라도록 육림관리를 철저히 하는 것이 더 중요하다고 강조하시며 온 국민에게 육림작업의 중요성을 고취(鼓吹)시키고 적극적인 참여의 계기(契機)를 마련코저 매년 11월 첫째주 토요일을 육림의 날로 제정하고 있다. 1977년 11월 5일에 제1회 육림의 날 행사를 박대통령과 현박사가 참석한 가운데 성대히 거행하고 매년 육림의 날을 중심으로 육림주간을 정하여 전국적으로 육림작업을 실시해 오고 있으며, 산림용으로 공급된 비료

가 농작물용으로 전용할 수 없게 지효성인 산지전용고형복합비료를 개발해 1977년 제 1회 육림의 날 시비용으로 공급되기도 하였다.

○ 조림수종개발과 산림녹화에의 공헌

향산 현신규 박사는 세계적인 임목육종학자로 많은 연구업적을 남겼지만 그 중에서도 우리나라의 황폐한 산야(山野)에 잘 자랄 수 있는 리기테다소나무, 현사시(은수원사시나무), 개량포플러(이태리포플러)I-147, I-476의 개발은 타의 추종을 불허하는 구국일념(救國一念)으로 이루어낸 위대한 연구업적이었다. 개발된 이들 수종은 중요조림수종으로 전국 방방곡곡에 식재되었다. 산림청 통계요람에 따르면 리기테다소나무는 1962~2001년까지 40년 동안에 47,087ha에 약 141,461천본, 현사시는 1967~1991년까지 25년 동안에 183,929ha에 148,564천본, 개량포플러는 1962~1996년까지 약 35년 동안에 766,218ha에 354,699천본을 조림한 것으로 되어 있으며, 이 3수종을 합한 조림면적은 1,003,234ha로 제1차 치산녹화10년 계획기간중의 총 조림면적 100만 ha를 능가하는 면적으로 전 국토 완전녹화의 대위업을 달성하는데 견인차(牽引車)역할을 톡톡히 하였다.

표 1. 연도별 수종별 조림현황

수종	리기테다소나무		현사시		개량포플러	
	면적(ha)	본수(천본)	면적(ha)	본수(천본)	면적(ha)	본수(천본)
1962	8	24			216	137
1963	28	85			2,570	1,192
1964					11,294	6,636
1965	117	350			14,202	8,278
1966	146	437			21,544	16,828
1967	858	2574	33	26	21,490	13,842
1968	740	2220	347	278	11,444	5,234
1969	5,270	15,777	823	658	5,751	2,996
1970	1,805	5,416	2,493	1,994	14,478	6,866
1971	1,011	3,035	3,386	2,709	3,848	2,202
1972	513	1,540	2,527	2,022	2,596	1,462
1973	1,570	4,709	1,380	1,104	3,715	2,434
1974	747	2,242	5,811	4,649	31,681	16,056
1975	704	2,111	22,375	17,854	32,298	21,675
1976	58	175	18,085	14,468	47,557	26,770
1977	84	251	13,716	10,973	40,233	21,743
1978	472	1,415	19,963	15,971	149,043	59,617
1979	1,573	5,011	15,306	12,382	97,600	39,053
1980	1,628	4,906	24,633	19,823	72,140	28,857
1981	1,214	3,692	27,597	16,606	52,126	20,866
1982	2,320	6,960	13,062	10,456	47,156	18,890
1983	3,375	10,058	6,485	6,055	21,453	8,986
1984	1,862	5,588	6,273	6,008	14,634	6,172
1985	1,664	4,986	2,798	2,262	8,056	3,260
1986	2,133	6,365	1,639	1,313	6,499	2,598
1987	1,440	4,315	669	535	6,513	2,606
1888	1,365	4,089	197	159	4,882	1,962
1989	1,343	4,034	155	126	3,977	1,599
1990	974	2,922	85	68	3,745	1,288
1991	1,114	3,342	91	65	3,675	1,214
1992	1,936	5,808			3,613	1,193
1993	1,447	4,339			3,577	1,180
1994	751	2,254			2,217	734
1995	620	1,849			379	253
1996	1,521	4,562			16	20
1997	1,509	4,523				
1998	988	2,961				
1999	983	2,948				
2000	600	1,800				
2001	371	1,113				
2002	225	675				
계	47,087	141,461	189,929	148,564	766,218	354,699

○ 맺는말

제1차 치산녹화10개년 계획(1973~1982)을 4년이나 앞당겨 완수할 수 있도록 이끌어 온 제3대 손수익 산림청장께서 말씀하시기를 항산 현신규 박사는 국토녹화에 대한 우국충정(憂國衷情)과 타의추종을 불허하는 열정을 간직한 겨레의 스승이시며 이 나라 치산녹화사(治山綠化史)에 길이 남을 박정희 대통령의 정책자문교수로 대통령으로부터 존경을 받아온 위대한 임업과학자라고 회고(回顧)하였다. 손수익 청장님의 회고에서와 같이 현신규 박사

와 박정희 대통령은 우리국민에게 산림을 통한 나라사랑의 길을 일깨워 주셨고 하면 된다는 확고한 신념(信念)의 실천으로 산림녹화에 대한 여망(興望)을 실현(實現)할 수 있게 이끌어 주신 애림녹화(愛林綠化)의 선구자(先驅者)들이 었다. 이제 전국토가 완전녹화 되었다고 하나 산림부국(山林富國)으로 가는 길은 아직 멀었으며 산림부국으로 가는 새로운 도전(挑戰)을 위하여 제2, 3의 현신규 박사와 박정희 대통령 같은 임업과학자와 정치지도자가 나오기를 바라는 바이다.



미래지향적 산림생산기술분야의 전망

김 석 권

국립산림과학원 산림생산기술연구소장

1. 산림생산기술분야의 여건 변화

가. 시대환경 변화에 맞는 숲가꾸기 정책 지원

최근의 숲가꾸기 정책은 기후변화에 대응하기 위한 탄소흡수원 증진과 국민의 다양한 숲에 대한 수요를 충족하기 위한 정책으로 재편되고 있다. 이에 따라 산림내 탄소흡수원 확충 및 산림환경 변화를 고려한 산림자원 육성과 함께 산림이 가지고 있는 고유의 기능을 최대화할 수 있는 숲가꾸기 기술 개발이 시급하다. 또한, 지금까지는 숲아베기 위주의 육림정책이었다면 앞으로는 중·대경재의 수확·갱신 중심의 정책으로 전환이 불가피하며, 변화된 정책을 뒷받침해 줄 수확작업과 갱신작업이 연계된 시스템 정립이 시급하다.

나. 새로운 조림 정책 대응

양묘·조림 분야에서도 기후변화에 따른 기상재해로 노지묘의 피해가 급증하고 있어 묘목의 안정적 공급이 위협 받고 있는데, 이에 대응하기 위해 용기묘 생산의 확대가 요구되는 실정이다. 이와 함께 민간에서는 소나무, 낙엽송 등 대부분 수익성이 높은 침엽수 위주의 양묘가 이루어지고 있기 때문에 상대적으로

로 양묘가 어려운 활엽수에 대한 국가차원의 묘목생산기술을 개발·보급하여야 하며, 향후 활엽수재 수요 증가에 대비한 조림기술의 개발이 필요한 시점이다. 또한 북한 산림복구, 특수지(간척지, 수변지, 한계농지, 해안림 등) 조림 및 해외 조림 기술 지원과 함께 주벌수확 임지에 대한 재조림은 입지환경의 변화가 고려된 조림수종의 선정기준과 조림방법의 정립이 시급히 요구되고 있다.

다. 천연림 숲가꾸기 작업 기술 재정립

지금까지 우리나라의 숲가꾸기는 주로 인공림 위주로 수행되었으며 상대적으로 천연림의 숲가꾸기는 상대적으로 미흡하여 천연림의 고가치재 육성 기반은 빈약한 실정이다. 따라서 우리나라 실정에 적합한 천연 활엽수림의 산림관리기술의 개발이 필요하다. 특히, 한국형 산림작업종 개발을 통해 참나무류가 주종인 천연 활엽수림과 천연 소나무림에 대한 숲가꾸기 기술의 체계화가 시급한 실정이다. 또한, 숲가꾸기와 산림병해충 방제가 연계된 산림병충해 통합관리시스템을 구축하고, 병충해 발생 예방과 확산 방지를 위한 임업적 방제기술의 개발이 요구되고 있다.

라. 산림작업 환경변화에 따른 새로운 작업시스템

2012년 초 현재 국내에 도입되어 활용되는 임업기계 장비는 18종 691대이며, 국산 장비는 19대에 불과하다. 산림작업의 생산성 향상을 위해서는 우리나라 지형에 적합한 도입 외 국기종의 성능 개선과 함께 장비의 국산화 필요성이 증가하고 있다. 또한, 소경재 간벌에서 중·대경재 수확으로 산림정책이 전환됨에 따라 고성능 임업기계를 활용한 효율적 수확시스템 마련이 시급하며, 숲가꾸기 산물의 이용도를 높이기 위해서는 산물수집용 임업기계의 확대 보급과 함께 바이오에너지에 대한 시대적 관심이 증가함에 따라 벌채부산물의 연료화와 연소최적화 기술 개발을 통해 산림자원의 활용을 극대화해야 할 시점이다.

마. 산림환경 변화를 고려한 생산기반 체계 구축

산림자원의 양과 질이 향상되고 산림정책이 육림위주에서 수확·이용 중심으로 전환됨에 따라 임도를 중심으로 한 효율적인 산림생산기반 체계 구축에 대한 필요성이 크게 증가하고 있다. 이에 따라 산림자원의 이용도 증진과 중·대경재 생산시스템에 필요한 인프라의 확충이 절실히 요구되며, 산림바이오에너지 원료공급 체계에 대응한 세부노망 수립 및 산물처리 공간 구축도 시급하다. 또한, 산림노동환경의 변화에 따른 산림작업자의 안전성 확보와 새로운 작업시스템에 따른 작업품셈 표준화 등에 대한 필요성도 대두되고 있다.

2. 연구분야별 기술 개발 내용

산림생산기술 분야의 연구는 생물학적 학문을 기반으로 하는 산림자원 조성 및 육성 분야와 산림공학적인 학문을 기반으로 하는 산림자원 생산 및 이용시스템 분야로 크게 나눌 수 있으며, 이들 분야가 서로 유기적으로 연계되어 시너지 효과를 낼 수 있는 방향으로 연구되고 기술이 개발되어야 할 것이다.

가. 조림 분야

조림분야는 기존의 양묘 연구와 연계하여 산지 식재를 위한 조림기술 개발 및 북한 산림복구, 특수지 및 해외 조림기술 지원 등으로 영역을 확대·발전시켜야 하며 이에 따른 연구영역은 활엽수 양묘기술, 기후변화 대응 양묘기술, 재조림지 조림기술, 북한 황폐지 산림복구 기술 지원, 특수지 및 해외조림 기술 등이다. 보다 구체적으로는 주요 수종의 용기묘 생산을 위한 최적 생육 환경 구명, 묘목 월동 및 저장 기술, 갱신방법에 따른 맞춤형 조림수종 선정 및 조림 기법, 북한 산림황폐지 복원을 위한 조림 기술, 사막화 방지를 위한 녹화(조림) 기술 등에 대한 연구들이 선행적으로 수행되어야 할 것이다.

나. 산림육성 분야

산림육성 분야는 기존의 숲가꾸기 기술 연구를 바탕으로 기후변화 대응, 산림의 기능 증진, 경제림 육성, 천연림 관리에 대한 기술 개발 등을 연구영역으로 하여 산림정책 변화의

기술적 측면을 지원하고 산림자원의 질적 향상 및 지속적 생산을 위한 산림육성을 목표로 해야 할 것이다. 이에 따라 탄소흡수 증진 숲 가꾸기 기술, 산림재해 및 병해충에 강한 숲가꾸기 기술, 산림의 경관 및 복지 기능 증진 숲 관리 기술, 경제수종의 가치 극대화 기술, 지속적 목재생산을 위한 영급구조 개선 연구, 천연 활엽수림의 한국형 산림작업종 개발, 소나무림 육성기술 체계화 등이 수행되어야 할 실행과제들이다.

다. 임업기계화 분야

임업기계화 분야는 양묘, 조림, 육림, 수확, 이용, 갱신 등 산림생산기술 전 분야에 걸친 장비의 기계화, 우리나라 실정에 맞는 임업기계의 국산화, 첨단공법을 활용한 기계장비의 자동화 및 표준화 그리고, 산림바이오매스 이용 기술들이 연구영역이다. 이를 바탕으로 임목수확 장비의 성능개선 및 양묘, 조림, 육림 작업용 장비 기계화, 목재수확 및 집재장비 국산화, 임업기계의 무선제어 기술 및 메카트로닉스 기술을 활용한 자동화 기술, 임업기계의 성능시험 코드 개발 및 성능시험용 테스트 벤치 개발, 벌채부산물 수집 기계화 시스템 공정 연구 및 이동식 소형 목재 펄릿 제조 플랜트 개발 등이 실행되어야 할 과제들이다.

라. 산림작업시스템 분야

산림작업시스템 분야는 중·대경재 수확에 따른 효율적 작업시스템, 수확 및 갱신작업종별 기계화 작업 기술 그리고 기계화 작업에 투

입되는 작업원의 안전, 작업환경 및 품셈 등 산림노동과학에 대한 연구 등이 연구영역이다. 작업시스템 연구는 고성능 임업기계에 의한 고효율 작업시스템 개발, 임목수확방법별 장비조합에 따른 생산성 향상 기술, 임지조건과 기계특성별 작업계획 등이 실행하여야 할 과제들이며, 기계화 작업 기술 연구는 벌출작업 최적화 시스템 계획 및 운용기술, 갱신작업종에 따른 가선계 및 차량계 집재 기술, 천연 갱신을 위한 기계화 수확작업기술 등이 실행 과제들이다. 산림노동과학 연구는 산림작업의 노동부담 경감을 위한 작업개선, 임업기계의 소음 및 진동저감 기술, 새로운 작업시스템에 따른 지속적인 작업품셈 표준화 등의 과제들이 실행되어야 할 것이다.

마. 생산기반 분야

생산기반 분야는 기존의 임도연구를 토대로 산림노망 연구, 임도설계·시공 연구, 임도유지관리 등이 연구영역이며, 산림노망 연구는 전간·전목생산시스템 대응 인프라 조성 계획 연구, 산림경영을 위한 적정 임도밀도 연구, 임업기계성능별 임내도로 세분화 및 시설기준 재정립, 산림바이오매스 수집을 위한 세부노망 계획 및 평가 등이 실행되어야 과제들이다. 임도 설계·시공 연구는 적정 임도망 측량·설계 방법 개선, 환경친화형 임도 시공 기술, 임도 구조개량 방법 연구 등의 과제가 실행되어야 하며, 임도유지관리는 임도의 종합적 관리를 위한 유지관리 시스템 구축, 임도 재해예방을 위한 유지관리 매뉴얼 작성, 임도의 환경

영향 기법 및 저감기술 개발 등에 대한 과제들이 수행되어야 할 것이다.

3. 기대효과

이와 같은 연구를 통하여 조림분야는 우량 묘목의 양묘산업 기반 구축과 조림지 특성에 맞는 수종선정 및 조림기술 확립이 가능할 것으로 기대되며, 산림육성분야는 산림의 기능을 최적으로 유지·발휘하는 숲가꾸기 기술, 한국형 산림작업종 개발에 따른 천연활엽수림 육성 기술 및 산림병해충의 임업적 방제기술 확립이 가능할 것으로 여겨진다. 임업기계화 분야는 도입장비의 개량 및 장비의 국산화와 함께 목재 및 바이오에너지 원료생산의 기계화·자동화 시스템이 구축될 것으로 판단된다. 산림작업시스템 분야는 산림자원의 생산·공급·이용을 위한 최적화 시스템 및 기계화에 의한 갱신작업 체계 구축 그리고, 산림작업원들의 작업안전성 증진을 위한 매뉴얼 개발이 가능할 것으로 기대된다. 또한, 생산기반 분야는 지속적 산림경영을 위한 생산인프라 구축과 산림의 다기능 이용을 위한 산림노명 활용방안이 도출될 것으로 기대된다.

이와 같은 산림생산기술분야의 과학기술적 도약은 국가 산림자산의 가치 증대, 건강한 산림조성에 의한 국토보존 효과 극대화, 기계

화·자동화 시스템을 통한 목재생산 원가 절감 및 임업 경쟁력 확보, 바이오에너지 생산시스템에 의한 신재생에너지원 이용 활성화 등 사회·경제적으로 파급효과가 클 것으로 기대되며, 더 나아가 산림생산기술의 고도화를 근간으로 하는 산림정책 선진화 및 위상 제고를 통해 국가정책 발전에 기여할 것으로 판단된다.

4. 결론

정부에서는 ‘기후변화 대응 산림자원 육성 5개년 종합계획’, ‘목재산업 진흥 종합계획’ 등 수립하고 ‘탄소흡수원 증진 및 유지에 관한 관한 법률’, ‘목재의 지속가능한 이용에 관한 법률’ 등의 법령을 제정하고, 한편으로는 기후변화에 대응하여 산림의 탄소흡수원 증진 기능과 기상 이변에 대비한 산림의 6대 기능 향상 위한 정책을 펴고 있으며, 다른 한편으로는 주벌수확을 통한 국산재 시대를 대비하여 목재의 이용 확대와 목재산업의 육성을 위한 노력을 기울이고 있다. 산림생산기술분야는 이러한 시대 흐름의 와중에서 핵심적인 역할을 담당하고 분야로, 이 시대의 상황 변화에 대처할 수 있는 대안을 제시할 수 있는 연구결과 도출과 기술 개발을 통하여 우리나라 임업 발전에 크게 기여해야 할 책무와 기회를 함께 가지고 있음을 유념해야 할 것이다.



우면산 산사태 발생원인과 대책

최 경
사방협회 전문위원

1. 머리말

2011년 7월 27일 오전 8시경 우면산 일대에서 산사태가 발생하여 19명의 인명과 많은 재산 피해를 보았다. 산사태가 발생한 우면산은 도시 내에 위치하고 있어 피해량이 극심하였으며, 산지 내에 군부대가 있을 뿐 아니라 주거 지역, 사찰, 생태 공원 등 개발 지역과 휴식공간을 제공하기 위하여 각처에 조성되어

있는 약수터나 등산로 등이 산재되어 있어 산사태 발생 원인이 논쟁의 대상이 되기도 하였다. 다음은 우면산 일대에서 발생한 12개 산사태 지역 중 피해가 가장 큰 4개 지역(① 래미안 아파트 ② 신동아 아파트 ③ 전원 마을 ④ 형촌 마을)에 대한 산사태 발생 원인과 피해 대책에 관한 조사 결과를 요약하여 기술한다.



그림 4. 산사태 재해 지역

표 1. 우면산 일대의 산사태 피해 현황

지역	면적(m ²)	인명피해(인)	지역	면적(m ²)	인명피해(인)
① 남태령 전원마을	4,150	사망 6	⑦ 자연생태공원 (형촌마을)	13,000	사망 1, 60가구 고립
② 남부순환도로변 (래미안, 신동아 Apt.)	18,000	사망 6	⑧ 국립 국악원 뒤	2,000	-
③ 성위마을	2,000	실종 1	⑨ 관문사 뒤	6,000	-
④ 보덕사 뒤	500	사망 1	⑩ 교육방송 뒤	200	-
⑤ 송동 마을 뒤	300	사망 2	⑪ 우면산 터널 하행선	2,000	-
⑥ 양재 자동차학원 뒤	500	사망 1	⑫ 서초 구민회관 뒤	1,600	-

2. 산사태 발생 원인

산사태를 일으키는 원인은 직접적인 원인이 되는 유인(誘因)과 간접적인 원인이 되는 소인(素因)으로 대별할 수 있다.

직접적인 산사태 발생 원인이 되는 유인은 ① 자연적인 요인과 ② 인위적인 요인으로 구분되며 간접적인 원인인 소인은 ① 지형적인 요인과 ② 지질적인 요인으로 구분할 수 있다.

이들 유인과 소인을 명확히 밝히는 것은 산지재해 방지 대책을 수립하는데 매우 중요한 일이나 산사태는 어느 한가지 요인에 의하여 발생된다고보다는 유인과 소인 등 여러 인자가 복합적으로 작용하여 발생하기 때문에 산사태 발생 원인을 명쾌하게 규명하기는 매우

어려운 문제이다.

금번 우면산 산사태는 감수성이 높은 도시 지역에서 발생하였기 때문에 발생 원인에 대하여 많은 국민들이 관심을 가지고 있다. 차제에 전술한 관점에서 산사태 발생원인을 고찰해 보고자 한다.

가. 직접적인 원인(유인)

1) 자연적인 요인

자연적인 요인으로 중요한 것은 ① 과다한 강우 ② 폭설 ③ 지진과 같은 천재지변이 해당된다. 우리나라에서는 폭설과 지진 피해는 거의 없으므로 과다한 강우가 가장 큰 문제가 되고 있다.

우리 나라의 연평균 강수량은 지역적으로 차이를 보이고 있으나 대체적으로 1,300~1,500mm(중부: 1,300mm 남부: 1,500mm)를 보이고 있으며 최근에는 온난화 현상으로 연 평균 강수량이 증가 추세에 있으며 국지성 호우에 의하여 지역에 따라 집중적으로 내리기 때문에 연속강우량과 시우량(강우 강도)도 증가되고 있다. 한국에서의 산사태 발생 강우 조건에 관한 연구로, 1962년부터 1982년까지 산사태 발생지의 최대 시우량과 연속 강우량(1시간 최소 시우량이 0.1mm 이상으로 지속되는 누적 강우량)의 하한치를 분석한 결과 최대 시우량은 31.6mm 이상이고 연속강우량은 200mm 이상임이 밝혀진 바 있다. 따라서 최대 시우량이 30mm 이상이고 연속강우량이 200mm 이상이면 산사태가 발생할 수 있는 조건이므로 2011년 7월 27일의 서울 지역(우면산)의 최대 시우량 68.5mm, 연속강우량 250mm 이상은 산사태가 발생할 수 있는 충분한 조건이라 할 수 있다.

2) 인위적인 요인

인위적인 요인은 택지 조성, 도로 건설, 골프장 조성 등 각종 산지 개발에 따른 토목공사가 원인이 되어 산사태가 발생한 경우에 해당된다.

토목공사에 의한 절, 성토 사면에 산지재해 방지 대책공이 설치되지 않은 상태에서 산사태가 발생할 경우, 절, 성토가 산사태 발생에 직접적인 원인이라고 확신할 수 있으나 산지재해 방지 대책공(산사태 방지공사, 토목공사)이 이미 설치되어 있는 상태에서 산사태가 발

생하였을 경우에는 대책공사의 적정성을 점검하여 원인을 판단해야 하기 때문에 확신하기가 매우 어렵다.

일반적으로 인위적인 산사태 발생원인 구명은 산지재해의 규모가 작을 경우에는 비교적 쉬울 수 있으나 발생 규모(면적)가 크거나 장대거리(길이가 긴 산사태 발생지(토석류))인 경우에는 그 한계(산사태 발생 기여도)를 가늠하기가 매우 어려운 일이다.

우면산 산사태지에서 인위적인 요인(인제)으로 거론될 수 있는 요인은 우면산 산정부에 위치한 군부대 조성지와 우면산 내 산재되어 있는 산책로와 약수터 조성 등에 따른 산지 훼손지, 공원을 위한 산지 훼손지가 해당될 수 있다.

○ 군부대 문제(산지 훼손 등 토목공사)

- 우면산 정상부의 군부대는 부지 조성을 위하여 과거에 산정부를 훼손한 것은 사실이다. 지형 조건을 감안하여 계단식으로 부지를 조성하였기 때문에 위치에 따라 절개사면과 성토사면이 조성된 곳도 있을 것이다. 금번 피해지역 중에서 군부대와 연관되는 곳은 래미안 아파트와 신동아 아파트 및 형촌마을이 해당된다. 래미안 아파트와 신동아 아파트에 피해를 준 토석류의 최상단부는 군부대 경계면과 연결되어 있다. 산사태 시발점의 지형은 비교적 토심이 깊고 경사가 급하며 산사태 발생 주원인은 토양 단면상의 불연속

면이 존재하거나 지중수가 용출되어 발생한 것으로 조사되었다. 이들 시발점의 붕괴는 산지사면에서 발생한 산복붕괴에 해당되며 이들 붕괴지의 토석류는 바로 계안붕괴와 연결되고 있다.

- 산복붕괴는 입지조건에 따라 다소 다르겠으나 땀지(계류)에 이르러 계안붕괴(토석류)와 연결되는 것이 일반적이다. 우면산의 경우 사면의 길이는 짧고 계류는 길게 구성되어 있어 산복붕괴는 곧 계안붕괴로 연결되어 계류 하부로 내려갈수록 주위 산지사면에서 발생한 산복붕괴(와지붕괴) 또는 계류의 중, 하 침식에 의하여 토석류의 양(토사량)이 증가된다. 래미안 아파트 피해 계류에서는 2개소의 와지붕괴가, 신동아 아파트 피해 계류에는 1개소의 와지붕괴가 추가로 합류하여 토석량을 증가시켰다.
- 형촌마을에 피해를 준 계류는 1개의 주계류에 8개의 지류가 합하여서 발생한 토석류 피해 지역이다. 헬기장 하단부의 사면이 붕괴되면서 계안붕괴로 연결 되어지고 있다. 이 지역에서는 군부대와 관계가 없는 7개의 지류에서 산복붕괴, 계안붕괴 등의 산사태가 발생하여 토석량을 증가시켰다. 산사태 시발점의 대부분은 과도한 용출수에 의하여 발생한 와지붕괴로 조사되었다.

○ 공원화를 위한 산지 훼손지

공원화(휴식공간 제공)를 위한 산지 훼손 형

태는 주로 산책로와 약수터 조성지가 해당된다. 과거 이들 시설물들을 조성하기 위하여 국부적으로 사면이 훼손되었겠으나 훼손된 후 대부분 산비탈 돌쌓기와 기슭막이 등 이미 사면 안정 공사가 실시되어 있었던 지역들이다. 또한 산지 계류에는 지표수를 배출시키기 위하여 누구막이, 구곡막이, 낮은 바닥막이(대공), 침사지와 일부 지역에는 사방댐 등 사방공사가 실시되어 있었던 지역이다.

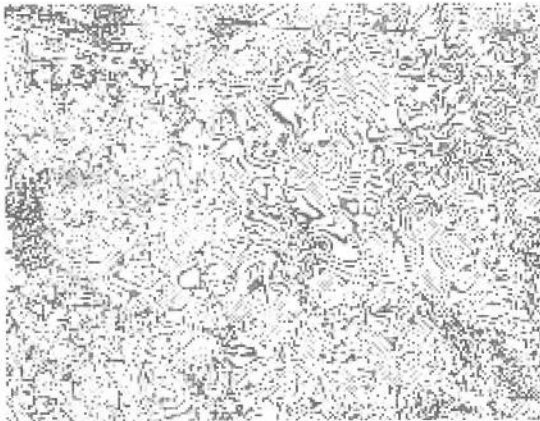
이러한 지역에서 집중 강우 시 침식이나 소규모의 붕괴가 발생되어 토사가 유실되는 경우는 전국적으로 흔한 일이다. 사면의 경사도가 15° 이상이 되는 지역에서는 인위적인 훼손이 전혀 이루어지지 않은 자연사면인 지역에서도 산사태가 발생할 수 있다. 따라서 산지 재해 방지공사(사방공사, 토목공사)가 이루어진 이들 지역의 피해 원인은 산지 훼손에 의한 직접적인 원인이라기보다는 임지 이용상의 문제점으로 간접적인 원인에서 다루는 것이 더 타당하다 하겠다.

나. 간접적인 원인(소인)

1) 지형적인 요인

가) 지형

우면산은 최고 표고 312.6m, 최저표고(남쪽사면) 35여m로 표고 차(기복량)가 280여m 이하의 구릉지이다. 북쪽사면은 최저표고가 70여m로 남쪽사면에 비하여 높고 사면거리(계류장)도 짧다. 따라서 평균 경사도 역시 남



지형도

우면산 지역의 지형(종단면형)은 대체적으로 하강사면 또는 복합사면형을 이루고 있다



와지붕괴

변각점이 되는 만지에서 주로 발생되며 지중수가 용출되어 발생된다 외형상으로는 패각상을 보인다

쪽 사면에 비하여 북쪽 사면에서 높게 나타나고 있다.

사면의 길이(짧은 지역)가 500m 이하의 구릉성 산지(구릉지)로 사면의 위치에 따라 경사도의 변화가 심한 지형세를 이루고 있다.

이러한 현상은 지역에 따른 암석의 선택적 풍화작용에 의한 것으로 판단된다.

나) 사면형(종단면형)

전체적으로 산각부에서 산정부로 갈수록 경사가 급하여 지는 하강사면 형이나 그 과정에서 경사각이 변하는 변각점이 2-3개 지점이 있어 복합사면형으로 구분할 수도 있다.

산사태 발생은 하강사면 또는 복합사면에서 잘 발생되며 발생지점은 변각점이 되는 만지

형에서 발생된다. 이러한 지역에서는 침투수가 용출되는 장소로 와지붕괴(산복붕괴의 일종)의 발생 원인이 된다.

다) 경사길이

경사길이는 강수의 집수와 관계가 깊기 때문에 산사태 발생과 관계가 깊다. 우면산 지역의 소유역의 형태는 거의가 종장형으로 계류의 길이는 비교적 긴 편이나 소유역의 폭은 매우 짧다. 때문에 이러한 지역에서는 산복붕괴보다는 계단 붕괴가 잘 발생되며 토석류 발생이 용이한 지형적 특성을 지니고 있다. 래미안과 신동아아파트 방향의 소유역은 사면의 길이가 짧기 때문에 지류의 발달이 거의 없으며 수로가 제대로 형성되어 있지 않아서 집중 강

우 시 빠른 배수가 이루어지지 못하여 지중수는 점차적으로 토양을 포화시키며 침식과 산사태를 촉발시킨다.

수계망(하계망)은, 래미안과 신동아아파트 방향의 소유역은 유역의 폭이 좁고 급경사를 이루는 지역이 많기 때문에 대체적으로 평행상을 보이며 전원마을과 형촌마을의 소유역은 수지상을 보이고 있다. 피해 지역의 대부분은 계류의 발달이 뚜렷하지 못하여, 수계분석

이 어려운 상태이다.

강수가 비교적 많은 지역에서 계류가 뚜렷하게 발달하지 못한다는 것은 강수의 많은 양이 땅속으로 스며든다는 것을 의미한다.

2) 지질적 요인

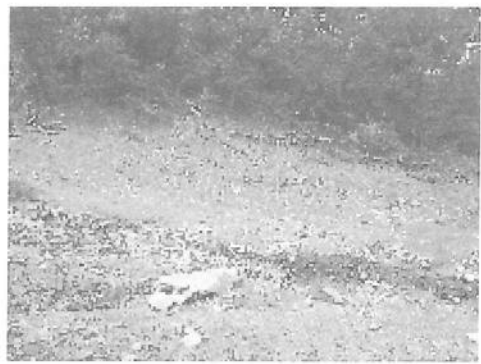
가) 지질 및 모암

이 지역의 지질은 경기 변성암 복합체로 고생대 선캄브리아기 이전의 후기 시생대에서



기암에서 점토로 직접 풍화하고 있다.

풍화된 점토층은 포화 시 활동 면이 되어 산사태 발생을 용이하게 한다.



기암에서 자갈-모래로 풍화되고 있다.

편마암의 풍화과정





절개면의 풍화상태
풍화(풍화대)가 깊게 진행되어 있다.

전기 원생대에 생성된 암석으로 추정되며 매우 오래된 (약 22억년전) 편마암 지대이다. 대부분의 지역이 흑운모 호상편마암이며 우면산 산정부 일부에만 화강암질 편마암이 분포하고 있다.

흑운모 호상편마암은 주로 석영, 장석, 운모, 각섬석 휘석 및 석류석 등으로 구성되어 있으며 석영과 장석으로 구성된 우 백질대와 흑운모로 구성된 우 흑질대가 상호 교호하여 나타나는 호상구조(편마상 구조)가 특징적이다. 이러한 호상구조는 전 암석에서 나타나는 것은 아니고 지역에 따라서는 화강암질 편마암도 흔히 나타나고 있다. 편마암류는 화강암보다 풍화가 어려운 단단한 암석이나 이 지역의 편마암은 생성 시기가 오래되었기 때문에 풍화가 깊게 진행되어 풍화대(weathering zone)가 깊다.

일반적으로 편마암류의 풍화과정은 기암 → 자갈 → 모래 의 풍화과정과 기암 → 점토로 풍화되는 극단적인 불연속 풍화과정을 밟기 때문에 이 지역에서 머리보다 큰 암석은 발견되기 어렵다. 편마암류는 깊게 풍화되지 않으면 붕괴에 강하나 편마암의 엽리(foliation)는 암석을 약하게 하고 붕괴를 발생 시키는 요인이 된다.

기암에서 점토로 직접 풍화되는 지역에서는 기반암 위에 점토층이 형성되어 있으며 이들 점토층은 강우에 의하여 토양이 포화될 경우 활동면이 되어 산사태 발생을 유발 시키는 원인이 되기도 한다

나) 불연속면의 발달상태

이 지역에서 관찰되는 불연속면은 주로 엽리, 절리, 소규모 단층이며 엽리의 주향은 주로 북동쪽(N24-61E)이고 경사는 남동쪽 (40-



암석의 절리 방향

※ 암석의 절리방향이 사면의 경사 방향과 역방향을 보이고 있다.



편마암의 노두

지표면과 평행한 판상절리(사진 왼쪽)와 직각절리(사진 오른쪽)등 절리가 잘 발달되어 있다.

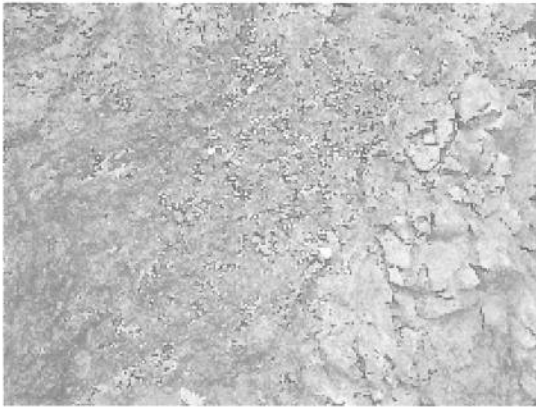


편마암의 불연속면(절리) 발달 상태

74SE)을 보이고 있어서 우면산 북쪽 사면에서는 암석의 주 절리 방향이 사면의 경사 방향과 역 방향을 보이고 있어서 강수가 절리면(불연속면)을 따라 침투되기 쉽다. 침투된 물은 단단한 기반암을 따라 지중수로 발달하고 하류 어느 지점에서 용출하게 되어 “샘”을 형성 하게 된다. 본 암석은 여러 방향(주로 3방향)의 절리

가 잘 발달되어 있어 붕괴가 용이하다.

판상 절리, 직각절리, 종절회 등 절리가 잘 발달되어있어 기암에서 자갈로 풍화되며 자갈은 모래 또는 점토로 풍화된다. 절리(불연속면)를 따라 강수가 암석 틈 사이로 침투하기 용이하다.

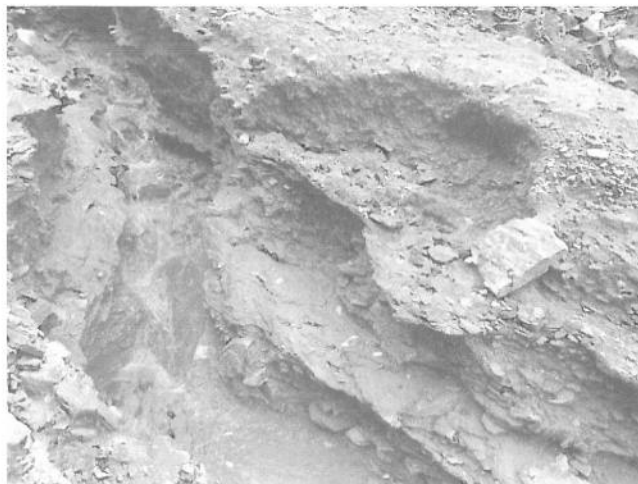


소규모의 단층

다) 토양 발달 상태

토양과 산사태 발생과의 관계는 많은 연구 결과가 있으며 일반적으로 토양 단면상의 불연속 면이 중요한 원인으로 알려져 있다. 토양 내에 자갈층이나 암반층 또는 불침투성의 점토층이 존재할 경우 산사태 발생이 용이하다. 토양 내에 자갈층은 지중수의 이동 통로가 되기 때

문에 산사태 발생이 용이하며 암반층과 점토층은 산사태 발생의 활동 면을 형성하기 때문에 산사태 발생이 용이하다. 토양의 토성(Soil texture)은 강수의 침투와 관계가 깊어서 경사지에서 모래질 토양은 침투가 용이하여 지중수를 형성하기 쉬우며 점토질 토양은 유거(표면 유출)가 용이하다. 산림 토양에서 토양은 대체적으로 토양 내로 침투가 용이하여 배수가 불량한 경우 산사태 발생이 용이하다. 토심과 산사태 발생과는 토심이 깊은 지역에 비하여 토심이 얇은 지역에서 쉽게 물로 포화되어 잘 발생한다. 우면산 지역의 토양은 풍화가 깊게 진행되어 토심(C층까지의 깊이)이 깊은 지역이 많다. 특히 화강암질 편마암 지대에 비하여 흑운모 호상편마암 지대에서 깊게 나타나고 있다. 토양 중에는 점토분이 많아서 토양과 암석층 사이에는 점토층이 형성되어 있어 토양이 강수로 포화 시 활동 면이 되기도 한다.

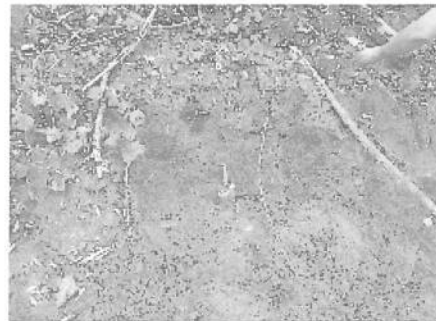


마지에 정체수에 의하여 토양이 암회색으로 grey화한 전경



흑운모호상편마암지대의 산림토양단면
(레미안 아파트 소유역)

A층:65cm B층:65~120cm 이상
붕적성 토양으로 토심이 매우 깊다



흑운모 호상 편마암지대의 토양단면
(신동아 아파트 소유역 산록부)

붕적성 토양으로 토심이 150cm 이상 깊게
형성되어 있다.



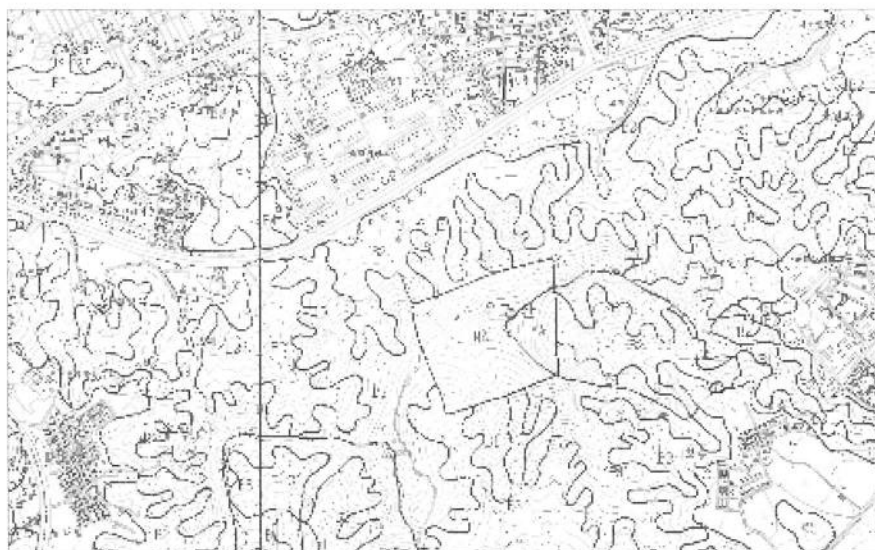
흑운모호상편마암지대의 산림 토양 단면
(신동아 아파트 소유역 산복부)

A층:70cm C층:75~150cm 이상
잔적성 토양으로 A층이 깊게 발달되어 있고
C층의 모재층이 깊게 형성되어 있다



지중수 용출 현상
(신동아 아파트 소유역 산복부)

A층과 모재층인 C층 사이에서 지중수가 용
출되고 있다(사진 상 검은 구멍)



우면산 일대 산림입지토양도 (1:25,000)

또한 계류부의 땅지는 장기간 지중수가 흐르거나 정체되어 있어 토양이 암회색으로 grey화한 개소가 많이 발견되고 있다.

우면산일대의 산림입지토양조사결과에 의하면 대체적으로 토양형은 갈색산림토양으로 능선부에는 갈색건조산림토양(B1)이고 계곡부에는 갈색약건산림토양(B2)과 갈색적윤산림토양(B3)이 나타나고 있다. 금번 피해지역의 산림토양형은 대체로 계곡부에 갈색약건산림토양(B2)과 능선부의 갈색건조산림토양(B1) 지역에 해당되며 토심(A층과B층까지의 깊이)은 대체적으로 40~72cm를 보이고 있다.

우면산 지역은 모암 특성 상 위치에 따라 토심의 변화가 심한 지역이어서 산지 재해 방지를 위해서는 토양 관리(계류 관리)가 필요한 지역이다.

3) 임지 이용 상의 문제점

가) 임상

산림은 산사태를 방지하는데 도움이 되는가 아닌가에 대한 많은 연구가 과거에 수행되어 왔는데 결과적으로 수목은 산사태를 유발시킨다는 부정적인 면보다 산사태를 방지하는데 도움이 되는 긍정적인 면으로 결론짓고 있다.

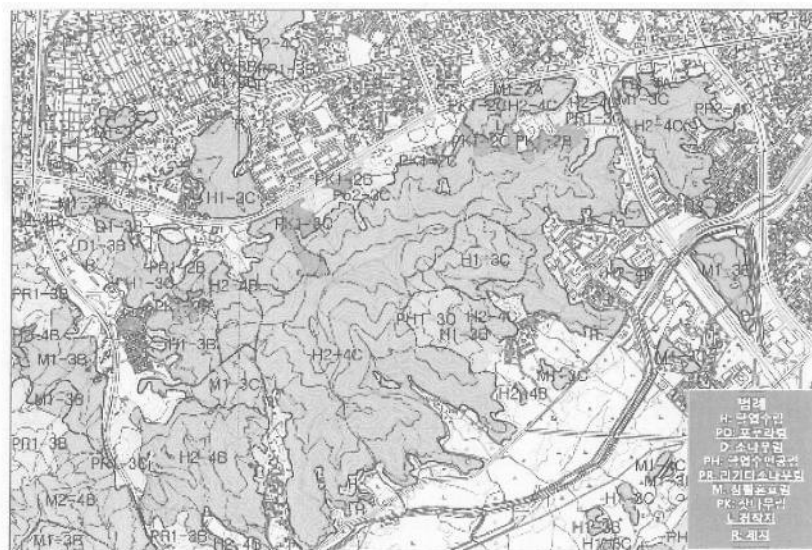
수목의 뿌리는 수평적, 수직적 방향의 힘이 제한되어 있기 때문에 대규모의 산사태에는 견디어 내지 못하고 있다.

토심이 얇은 지역에서 수목의 뿌리는 산사태 방지에 도움이 된다. 연구 결과에 의하면 토심이 1m 이상인 지역에서는 대경목일지라도 산사태를 방지할 수는 없는 것으로 나타나고 있다. 우면산의 임상은 대부분 천연림의 활엽수로 되어 있으며 일부지역에 잣나무, 포플

러, 리기다소나무, 독일가문비, 현사시, 아까시 나무, 낙엽송 등의 조림수종이 자라고 있다. 리기다 소나무, 아까시 나무 등은 사방 사업 시 식재된 수종으로 비교적 토심이 얇은 지역에 식재되었으며 잣나무, 낙엽송, 독일 가문비 등은 목재생산을 위하여 비교적 토심이 깊

은 지역에 식재한 수종들이다.

금번 우면산 산사태 발생지의 임상은 대부분 소나무, 활엽수 등 천연림 지대가 대부분이며 일부 잣나무, 독일 가문비나무, 포플러 등 조림지가 포함되어 있다. 토심이 깊기 때문에 산사태 방지에 효과가 없었으며 계류를 따른



우면산 일대 산림입지토양도 (1:25,000)



로면침식으로 임간나지화된 등산로



수목 뿌리의 붕괴 방지 기능

입목은 유목(流木)화 되어 오히려 산사태 발생을 확대시키는 결과가 되었다. 등산객에 의하여 임간나지화된 등산로 주변의 입목은 침식에 의하여 수목의 뿌리가 노출되어 있어 붕괴 토사에 쉽게 도복되고 유목화 되어 산사태 발생을 대형화 하는데 일익을 담당하였다고 평가된다.

나) 등산로와 배수시설

우면산 내에는 등산로가 조성되어 있고 계류를 따라 인공적인 배수로가 설치되어 있으나 등산로 변을 따른 측구가 일부 설치되어 있지 않고 있으며 인위적인 배수로도 과거에 설치되었기 때문에 통수 단면적이 작아서 집중 호우시 범람의 소지가 다분히 내포되고 있었다.



유목에 의한 계류 차단 현상



등산로 전경

측구가 없으며 강수가 로면을 따라 흐르다가 주변을 침식하고 있다.



파손된 배수로

배수로의 통수 단면적이 홍수 유출량에 비하여 좁게 설계되어 있다.

3. 복구 대책

가. 복구 대책 구분

산지재해 발생지의 복구 대책으로는 ①응급 복구 대책 ②중기 복구 대책 ③장기 복구 대책으로 구분할 수 있다.

1) 응급 복구 대책

산지재해 발생 직후 추가적인 2차 피해를 방지하기 위하여 응급적으로 실시하며 피해지 주변 및 보전 대상지를 중심으로 실시한다. 조치방법으로 ①붕괴 위험구역 내로 강수가 침투하지 못하도록 비닐 등으로 피복하며 ②배수가 잘 되도록 배수로를 확보하여 주며 ③붕

괴 위험성이 있는 퇴적 토사는 제거하거나 유토공으로 사면을 안정화시킨다. 사용재료는 주로, 구하기 쉽고 작업이 편리한, 흙포대를 이용한다.

2) 중기 복구 대책

중기 복구 대책은 산지재해 발생 후 응급복구 이후부터 장기적인 대책공이 시공되기까지의 2차 피해를 방지하기 위하여 실시하는 대책공으로 사용재료는 운반이 편리하고 사면이 식생으로 피복될 수 있는 종자부착(초종 및 목본류)용 녹화마대(그린마대)를 이용하는 것이 효과적이다.

대책공으로는 산지 사방공법으로 누구막이, 산비탈 마대 쌓기, 산복수로내기 (완경사지)등을 우선 설치하며 돌 구조물이 필요하지 않은 지역에 주로 설치하여 붕괴원을 안정화시켜주는데 주목적을 둔다. 이러한 공법들은 장기 복



종자 부착 녹화 마대를 이용하여 수로를 조성한 전경

구대책공 시공 시 제거되지 않는 장소에서 주로 시공하기 때문에 경제적이다.

3) 장기 복구 대책(항구 복구 대책)

장기 복구 대책은 일반적인 복구 대책으로 산지재해 피해지 복구대책공 이외에 산지재해를 방지할 수 있는 예방 대책도 포함된다.

나. 복구 대책(장기 복구 대책)

우면산 산사태 피해지역은 주로 토석류에 의한 피해로 구조물에 의한 피해복구 대책과 앞으로의 산지재해 재발방지(예방사방)를 위한 산지 관리대책이 필요하다.

1) 구조물 (사방시설물) 대책

우면산 산사태 피해지역은 산복붕괴와 토석류에 의한 피해가 대부분으로 산복 붕괴와 토석류를 방지할 수 있는 대책이 필요하다. 산복 붕괴는 산지사면에서 발생되기 때문에 피해지역에 대하여는 산지사방공법을 채택하며 토석류 발생지에 대하여는 계안 및 야계사방공법을 채택하여 복구한다.

가) 산복붕괴지에 대한 복구대책공(산복공)

- 토공: 단끊기, 사면정리(부유토사 제거)
- 산비탈 돌쌓기 : 사면침식과 붕괴를 방지한다.
- 누구막이 : 유속을 완화시키고 세굴에 의한 침식을 방지한다.

- 땅속 흙막이 : 부유토사를 유치시키고 사면을 안정화시킨다.
- 수로내기 : 유역 내 집수된 유수를 신속하게 배출시킨다.
- 식재 및 파종 : 사면을 피복 녹화하여 우격에 의한 침식을 방지한다.

나) 토석류 피해지에 대한 복구 대책공

토석류는 산복붕괴 토사와 하천 또는 계류의 중형침식에 의한 계안 붕괴토사 및 계상의 퇴적토사가 한꺼번에 하류로 유출되어 발생하는 산지재해로 하천 및 계류의 계안과 계상을 보호하고 토석류를 저지할 수 있는 구곡막이(골막이), 기슭막이와 바닥막이, 사방댐 등의 사방 시설물이 필요하다.

- 누구막이 : 계류의 중형침식방지
- 구곡막이(골막이) : 산지사면을 보호하고 계상구배를 완화시켜 계류의 중침식을 방지하며 계상을 보호한다.
- 기슭막이 : 계안을 보호하여 계류의 횡침식을 방지한다.
- 바닥막이 및 낮은 바닥막이 (대공) : 계상구배를 완화시키며 계류의 중침식을 방지한다. 다소간의 저사저수 기능을 가지고 있어 사방댐을 설치하기에는 좁은 공간에서 사방댐 역할을 일부 담당할 수 있다.
- 사방댐 : 토석류와 유목을 유치시켜서 토석류에 의한 하류의 피해를 방지시키는 대책공으로 집수 유역이 넓고 상류계곡

이 넓은 지역에 채용할 수 있다. 토석류의 종류와 유목의 종류에 따라 볼투과형, 반투과형, 투과형 등 여러 종류의 사방댐을 설치할 수 있다.

- 산복공 : 토석류 피해 지역에서 하천 또는 계류 주위의 피해 사면(산지사면)에 복구 대책공으로 채택된다.(산복 붕괴지에 대한 복구 대책공 참조)

2) 산지 관리 대책

산지 재해를 방지하기 위하여 산지 이용과 산림 관리 등과 같은 산지 관리에 대한 대책이 필요하다.

가) 산지 이용에 대한 관리 대책

(1) 침식 및 붕괴 발생 소지 제거

우면산과 같이 도시 내에 위치한 산지는 많은 등산객이 이용하게 되므로 산지는 황폐화되기 쉬우며 수목은 답압과 침식에 의하여 고사되기 쉽다. 따라서 등산로 주변에 침식을 받기 쉬운 지역에는 ①deck을 설치하여 사면침식을 방지하여야 하며 길이가 길고 폭이 넓은 등산로에는 측구를 설치하거나 도수로를 설치하여 노면을 따른 유수에 의하여 노면 침식이 발생되지 않도록 하여야 한다. 또한 ②등산로 주변에 누구 또는 구곡침식이 발생된 지역에 대하여는 사방사업을 실시하여 초기에 붕괴의 소지를 제거하여 주어야 한다.



등산로 주변에 누구 및 구곡 침식지
(2011년 6월 2일 우면산 방배동 일대에서 촬영)

(2) 기존 사방시설물의 점검 및 보완공사 실시

우면산 등산로 주변에 기 설치되어 있는 사방시설물[수로공, 기슭막이, 골막이, 배수관(배수box)등]은 노후 되었거나 파손되어 그 기능이 상실된 개소가 많으며 통수 단면적이 작아서 집중강우 시 범람의 소지가 많으므로 전 지역의 배수로 시설을 일체 점검하여 정리하여야 한다.

특히 배수로의 방향이 직각으로 꺾이는 지역, 유목에 의하여 막혀진 배수로 등 철저한 관리가 필요하다.

래미안 아파트, 신동아 아파트 등과 접하고 있는 남부순환도로와 연결된 계류의 유출수가 지하 배수로로 연결되는 배수 system(터널 배수로)도 개선되어야 하겠다.



통수 단면적이 작은 배수로

나) 산림 관리 대책

산림은 인간에게 없어서는 안 될 유용한 가치를 가지고 있으나 경우에 따라서 산지재해 발생에 간접적인 원인(소인)이 될 수 있다. 토심이 얇은 급경사지에서의 교목류(아까시 나무 등)는 바람에 잘 도복되어 산사태를 발생시키기도 하며 계류변의 임목들은 산사태 발생 시 유목화되어 산지재해를 유발시키기도 한다. 따라서 입지 조건에 따라서 숲을 관리하여 산지재해를 최

소화 하는 방안이 검토되어야 한다.

토심이 얇은 급경사 암반 지대에서는 교목성 수종은 가능한 한 관목류로 대체 시키며 토석류 위험 계류에서는 숲 가꾸기를 통하여 유목화가 용이한 임목들은 제거하여 주어야 한다. 또한 바람에 도복된 풍도목이나 병해충에 의하여 발생된 도복목들과 숲 가꾸기로 생산된 부산물들은 유목이 되지 않도록 제거하여 주거나 안전한 장소로 옮겨 주어야 한다.

다) 예방 사방 대책

우면산 일대는 지형 및 지질적인 소인에 의하여 산지재해 발생 가능성이 높으므로, 특히 피해 감수성이 높은 지역(보전가치가 높은 지역)에 대해서는 정밀진단을 수행하여, 그 결과 토석류 등 산지재해 발생 위험지역에 대하여는 예방 사방을 실시하여 인명과 재산 피해를 최소화 하여야 한다.

예방 사방에는 토목공학적 방법(중,형 공작물)과 산림생물학적 방법(녹화공 및 조림) 이외에도 경영관리적 방법(토지 이용 형태 변경 또는 경영관리 방법 전환)과 예방적인 방법(산지재해 위험 정도에 따라 건축행위 제한) 등이 포함되어야 한다.

다. 피해 지역 별 사방 시설물 복구 대책

1) 계상구배에 의한 복구대책공

우면산 산지재해는 토석류에 의한 피해지로 토석류 발생지역은 대체적으로 계상구배에 의하여 사방 시설물이 배치된다.

일반적으로 계상구배가 20° 이상이면 토석류 생산구간이 되며 $10^\circ \sim 20^\circ$ 는 유하구간, 10° 이하구역은 퇴적구간으로 구분할 수 있으며 이들 구간별 사방 시설물이 다소 다르게 설치된다.

○ 복구대책공

- 토석류 생산구간(계상구배 20° 이상 구역)
 - 산복 붕괴지 : 산복공사 [단끊기, 사면정리, 산비탈 돌쌓기(산비탈 단쌓기), 누구

막이, 땅속 흙막이, 수로내기, 식재 및 파식 등]

- 토석류 유하구간(계상구배 $10^\circ \sim 20^\circ$ 구간)
 - 계안보호공 : 사방댐, 기슭막이
 - 계상보호공 : 사방댐(불투과형, 반투과형, 투과형), 골막이(구곡막이) 바닥막이, 낮은 바닥막이(대공)
 - 사면 피해지역 : 산복공사
- 토석류 퇴적구간(계상구배 10° 이하 구간)
 - 토석류, 유목저류공 : 사방댐(불투과형, 반투과형), 유사지
 - 사면피해지역 : 산복공사

2) 피해지역 별 복구 대책

토석류에 의한 산지재해 발생 지역이라 하더라도 입지 조건[계상구배, 하계망(수계망), 임상, 집수유역면적 등]에 따라 사방 시설물의 종류와 규모를 다르게 배치한다.

가) 피해 지역 별 입지 조건

(1) 수계분석

피해 지역 별 수계분석 결과는 다음과 같다.

(가) 유역현황

대체적으로 피해 지역의 유역 면적은 소유역으로 계상 구배가 매우 급하며 지류의 발달이 적은 중 밀도의 지대이다. 계상 구배가 급하기 때문에 토석류 발생 시 파괴력이 급상승하게 되어 계상 구배를 완화시키는 구조물의 수량이 많아야 한다.

표 1. 피해 지역 별 유역 현황

피해지역	유역면적 (ha)	주 계류장 (m)	계류연장 (m)	수계밀도 (m/ha)	평균계상 구배 (°)
래미안 아파트	7.9	605	769	97.3	18
신동아 아파트	13.3	583	1,235	92.9	16
전원마을①	3.6	190	431	119.7	17
전원마을②	14.8	521	1,600	108.1	15
형촌마을	30.1	730	3,270	108.6	13

※ 수계밀도 - 저밀도 : 18/ha ~ 25/ha
 - 중밀도 : 75/ha ~ 100/ha
 - 고밀도 : 187/ha ~ 250/ha
 - 약 지 : 1250/ha 이상

(나) 유역 형상 및 수계망상

유역 형상은 유달 시간과 관계가 깊으며, 수계망상은 지형, 지질과 관계가 깊어서 유출계수 결정에 참고 자료가 된다. 일반적으로 계류의 발달이 미진한 지역은 지중으로 침투되는 양이 많기 때문에 유출계수는 낮게 되어야 한다.

※ 아래 도면 상의 하천 차수는 일반적인 지형학이나 수문학에서 규정하고 있는 차수 개념과는 차이가 있음. 여기서의 차수 개념은 최소 유역에서 물이 흘러내리는 가능성이 있는 계류부터 산출한 것임

○ 신동아 아파트

○ 래미안 아파트

○ 전원마을 ①

○ 전원마을 ②



-유역형상: 종장형
 -수계망: 평행상

-유역형상: 종장형
 -수계망: 평행상



-유역형상: 종장형
 -수계망: 수지상

-유역형상: 원형
 -수계망: 수지상

○ 형촌마을



-유역형상: 종장형
-수계망: 수지상

(2) 입지 현황

산지에서 경사도, 표고, 모암과 방위 등은 식생(임상)의 종류와 생장에 관계가 깊으며 이러한 식생은 종류에 따라 산사태 발생 시 유목에 의한 피해를 가중시킬 수 있다. 피해 지역별 입지 현황은 다음과 같다.

(가) 래미안 아파트 지역

래미안 아파트 피해지 소유역은 표고는 최고 311.1m, 최소 71.7m로 표고 차는 약 239m의 구릉지이다. 방위는 주로 북서(북서, 북)향이며 경사도는 주로 $10^{\circ} - 30^{\circ}$ 로 평균 경



피해지 주변의 임상

아까시 나무, 낙엽송, 잣나무가 분포하고 있다.

사 18.7°를 보이고 있고 모암은 호상 혹은모 화강 편마암으로 되어 있다. 임상은 활엽수 천연림과 부분적으로 포플러 류와 잣나무림이 조성되어 있으며, 피해 임분은 대부분 잣나무림과 포플러, 아까시 나무, 낙엽송림이며 산북부 이상의 지역은 천연 활엽수림으로 되어 있다. 임분의 경급은 대부분 중경급(흉고직경 18~28cm)이며 영급은 3~4영급(21~40년생)이고 밀도는 대부분 밀(피도 71% 이상)한 상태이다. 임상이 울창하여 산사태 발생 시 유목 발생이 용이하므로 유목 저지 사방댐의 설치가 필요하다.

(나) 신동아 아파트

신동아 아파트 피해지 소유역은 표고는 최고 255m, 최저 70m(남부순환도로) 표고 차 185m의 구릉지로 방위는 대부분 북서향(서, 북서, 북향)을 이루고 있다. 경사도는 대부분 10°~30°로 평균경사 20°를 보이며, 임상은 천연활엽수림(55%)과 잣나무림(45%)으로 구성되어 있다.

피해지역의 임상은 대부분 계류에 연한 잣나무림이며, 임상의 경급은 소경목(흉고직경 6~16cm)과 중경목(흉고직경 18~28cm)이고 영급은 3영급(21~30년)과 4영급(31~40년)이며 밀도는 중(피도 41~70%)과 밀(피도 71% 이상)한 상태이다.

임상이 울창하여 산사태 발생 시 유목 발생이 용이하여 산지 재해 방지를 위해서는 숲 가꾸기 사업이 필요하며 복구대책공으로 유목을 처리할 수 있는 slit댐이나 screen댐 등의 투

과형 또는 반투과형 사방댐 설치가 필요하다.

(다) 전원마을(1)

전원마을(1) 피해지 소유역은 표고는 최고 180.7m, 최저는 65m로 표고 차 116여m의 구릉지이다. 방위는 대부분 북서향과 서향이며 경사도는 대부분 10°~35°로 평균경사 21°를 보이고 있다.

임상은 이 지역 역시 천연 활엽수와 잣나무림으로 구성되어 있으며, 피해지의 대부분이 잣나무림이었다. 이 지역은 대부분 소경목으로 영급은 2~3영급 소밀도는 대부분 중(피도 51~70%)으로 복구대책공 설계 시 유목 저지를 위한 대책공 시설이 필요하다.

(라) 전원마을(2)

전원마을(2)의 피해지 소유역은 표고는 최고 178.2m, 최저 65.0m이며 표고 차는 약 113m의 구릉지로 방위는 서향(북서, 서, 남서)을 이루고 있다. 사면 경사도는 대부분 10°~30°로 평균 경사도는 약 19°이고 임상은 활엽수림(54.9%)과 침활 혼효림(40.7%)으로 구성되어 있으며 피해 지역의 임상은 활엽수림과 침활 혼효림으로 나타나고 있다. 임분의 경급은 대부분 소경목(흉고 직경 6~16cm)이고 영급은 2~3영급이며, 임분의 밀도는 대부분 (85%)이 밀도 중(피도 71% 이상)으로 산림이 울창하다.

(마)형촌 마을

형촌 마을 피해지 소유역은 표고는 최고

311.7m, 최저 75m로 표고 차는 약 136m의 구릉지이다. 모암은 흑운모호상편마암(13%)과 산정부의 화강암질편마암(82%)으로 구성되어 있다. 방위는 북동, 동, 남동, 남 등 주로 동향이며 경사도는 15~35°가 대부분이며 평균경사 24°를 보이는 급경사지이다. 임상은 대부분이 천연 활엽수림이며 피해지역 모두가 활엽수 임지이다. 경급은 소경목과 중경목, 영급은 3~4영급 밀도는 모두 밀(피도 71%이상)한 지역으로 복구대책공 설계 시 유목 저지를 위한 구조물 설치가 필요한 지역이다.

(3)수문특성

서울지점의 100년 주기 확률 강우량(시우량)인 114.6mm(건설교통부 도로 배수시설 설계 및 유지관리 지침)를 적용하여, 최대 홍수 유출량을 합리식에 의해 산출하였다.

$$Q = 0.2778 CIA$$

Q : 유출량(m³), C : 유출계수,

I : 강우강도(114.6mm),

A :유역면적(km²)

※ 합리식을 적용할 경우 합리식에 의한 유출계수 기준표에 의하여 유출계수를 결정하여야 하겠으나 금번 우면산의 경우는 지형 특성상 적절한 기준이 없어서 유역 면적 별 유역 형상에 의한 유출계수를 적용함

- 래미안아파트 : 0.75

- 전원마을① : 0.75

- 신동아아파트 : 0.65

- 전원마을② : 0.70

- 형촌마을 : 0.65

○ 피해지역 별 최대 홍수 유출량

표 1. 피해 지역 별 유역 현황

피해지역	유역면적 (ha)	최대홍수 유출량(m ³ /sec)
래미안 아파트	7.9	1.886
신동아 아파트	13.3	2.752
전원마을①	3.6	0.860
전원마을②	14.8	3.30
형촌마을	30.1	6.229

※ 최대 홍수 유출량은 피해 지역 소유역의 최저점에서의 유출량임

나)피해 지역 별 복구대책공

산사태 피해 지역의 복구에는 가능한 한 지형을 변형시키지 말고(작업로 조성 등) 원래의 지형을 토대로 적지적공법 원칙하에 친자연적으로 복구공사를 실시해야 한다.

(1) 래미안아파트, 신동아아파트

두 지역 소유역의 지형, 지질 및 임상 조건이 유사하여 대책 공법도 유사하다.

- 소유역의 최상단부(붕괴발생원) 또는 산복 붕괴지에는 산복공사(산비탈 돌쌓기, 돌수로 내기, 누구막이, 식재 및 파종)를

실시한다.

산비탈 돌쌓기, 누구막이 및 돌 수로 내기에 사용재료는 이 지역이 편마암 지대이므로 편마암의 석재를 이용하는 것이 친자연적이다.

- 붕괴 발생원(최상단부) 이하 계류지역에는 상류로부터 돌누구막이, 돌구곡막이(돌골막이) 등을 계통적으로 설치한다. 계류를 따른 산지사면은 등고선 방향으로 단을 끊고 흙막이공사(산비탈 돌쌓기 등)를 하여 사면의 침식과 붕괴를 방지하여 준다. 사면 및 단상에는 관목류(싸리, 남아초등)와 초종(새류 등)을 파종하거나 이식하여 준다.
- 경사 10~15° 중에서 계류의 폭이 비교적 넓은 지역을 선정하여 유목을 저류 시킬 수 있는 투과형 댐을 설치하여 준다.
- 경사도 10° 이하의 하단부 계류에는 위치에 따라 구곡막이, 바닥막이, 소규모 사방댐을 설치하여 준다. 사방댐은 토사와 유목을 저류 시킬 수 있는 불투과형 사방댐으로 한다.
- 신동아 아파트 소계류 중에서 지류와 만나는 주계류 하단부에 바닥막이를 설치하여 주며 계안이 급경사지를 이루고 있는 개소에는 기슭막이를 설치하여 준다.
- 계류 이외에 산지사면 피해 지역은 산복공사를 실시하여 침식과 붕괴를 방지하여 준다.

(2)전원마을

전원마을(1) 지역은 경사가 급하며 토심도 비교적 깊어 잣나무림으로 되어 있으며, 전원마을(2) 지역은 경사가 비교적 완만하며 활엽수림과 침활 혼효림으로 구성되어 있어 토심은 전원마을(1) 지역에 비해 얇은 편이다.

(가)전원마을(1) 지역

- 경사가 급하고 계류가 짧다. 이 지역 붕괴 발생원 지역은 산복공사를 실시하며 계류에는 돌누구막이, 돌구곡막이를 주로 설치하여 준다. 계류 최하단부에는 소규모의 사방댐을 설치하여 준다.

(나)전원마을(2) 지역

- 경사가 비교적 완만하다. 붕괴 발생원 지역은 산복공사를 실시하며 계류에는 돌구곡막이, 돌바닥막이 등을 설치하여 주며 지류와 합치되는 지점 하단부에는 구곡막이 또는 바닥막이를 설치하여 준다.
- 두개의 주 계류 하단부에는 각각 유목 저지를 위한 slit댐이나 screen댐을 1개소씩 설치하여 주며 유역 최하단부에는 토사 저지형 소규모의 사방댐을 설치하여 준다.

(3)형촌마을

- 형촌마을 상류 유역은 평균사면경사(24°)는 매우 급하나 평균계상구배(13°)는 피해 지역 중 가장 낮은 지형을 가지고 있

다. 집수유역이 비교적 넓기 때문에 지류가 발달되어 있으며 임상은 소밀도가 밀한 활엽수림이 대부분이다.

- 이 지역은 유목과 토석의 저류를 위한 사방댐 시설이 필요한 지역이다.
- 붕괴 발생원 지역은 산복공사를 실시하여 주며 각 지류가 주 계류와 만나는 장소에는 구곡막이를 설치하여준다. 계상구배가 급한 지역은 상류부에는 누구막이와 구곡막이를 계통적으로 설치하여 계상구배를 완화하여 준다.
- 유역의 하단부에는 바닥막이와 유목저류용 slit댐을 설치하여준다.
- 파괴된 연못(생태공원) 자리에는 물 가두기 사방댐을 설치하여 재해 발생 시 유목과 토석류 저류는 물론이고 과거의 생태공원 기능을 유지하도록 한다.
- 이상의 사방 시설물들은 그 위치에 따라 최대 홍수 유출량의 2~3배의 통수 단면적이 되도록 설계·시공하여야 한다. 사용재료는 가능한 한 친환경적인 재료를 사용하며 부득이 강도가 요구되는 구조물인 경우는 콘크리트를 이용한 후 전석붙임을 한다.
- 사방 시설물들의 규모는 통수 단면적은 가능한 한 크게 설치하며, 구조물의 유효고는 계류 내 소 동물들의 이동이 가능하도록 최대한 낮게 설치하여야 한다.

4. 맺는 말

- 우면산 산사태는 소규모의 산복붕괴(토양 단면상의 불연속 또는 지중수의 용출에 의하여 발생)와 계안붕괴(계류의 중, 횡 침식)에 의하여 발생한 천층의 토석류 발생지이다.
- 우면산의 산사태는 산사태 발생 기준 우량을 훨씬 뛰어넘은 집중 강우량(최대 시우량: 68.5mm, 연속 강우량: 250mm)과 산사태 발생 잠재력이 높은 우면산의 지형(사면형, 경사 길이, 경사도) 및 지질학적 특성(모암, 불연속면의 발달상태, 토심, 토성 등)이 복합적으로 작용하여 발생되었다.
- 이외의 산사태 발생 원인으로 임지 이용상의 문제점인 군사시설지, 샘터 조성, 등산로 등 국민 편의시설물이 거론되고 있으나 이러한 인자들은 위치에 따라 지엽적으로 산사태 발생의 시발점이 되어 토사량(피해 토사량)을 증가시키는데 영향을 주었을지는 모르나 하류 지역의 산사태 피해에 직접적으로 영향을 주었다고는 판단되지 않는다.
- 산사태 피해지 대책공은 땅밀림 현상과 같은 심층의 붕괴지가 아닌 천층의 산사태 발생지에서는 피해 현황에 따라 대처공법이 명확하다. 경사도에 따라 또는 피해 부위에 따라 적정공법을 채택한다. 우면산 산사태 발생 유형이 거의 동일하므로 채택공법도 유사하고 단순하다.

- 복구 시 부토(뚝 흙) 또는 성토사면은 최소화하고 사방구조물이 과대하게 조성되지 않아야 한다. 구조물은 최대한 그 기능을 발휘하고 경관미가 있도록 설치하여야 하며 경제적이어야 한다.
- 우면산은 도심지 내 도시림으로 피해지 복구 이외에도 산지관리 면에서 산지 전반에 걸쳐 침식 및 붕괴 발생 소지 제거, 기존 사방 시설물 점검 및 보완 공사, 산림 관리(숲가꾸기 사업) 및 예방 사방 대책(종합적 방재 대책)을 수립하여 대비하여야 하겠다.

참고문헌

- 경상북도, 2007, 경북의사방
- 사방, 사태기술협회 저, 한국시설안전공단편역, 2010, 토석류 재해대책을 위한 조사법, 도시출판사
- 사방협회, 2010, 사방시설이 완성되기까지, 일본 알기쉬운 사방백과 (오쿠보 준이사장) 번역집
- 산림청, 1998, 사방기술교본
- 산업기지개발공사, 1985, 85암반사면의 안정분석을 위한 현장조사 지침서
- 최경, 2011, 암석풍화에 따른 토양발달, 산지환경, 한국산지환경조사연구회
- 최경, 1986, 한국의 산사태발생 원인과 예지에 관한 연구, 박사학위논문



평창 동계올림픽 사이언스 오벌을 목조건축물로

박 문 재

국립산림과학원 재료공학과장

최근 기후변화 대응을 위한 실효성 있는 대책으로 목조건축물을 필두로 한 녹색건축물 보급 확대에 대한 논의가 활발하게 진행되고 있다. 목조건축물의 친환경성과 내진 등 구조 안전성이 공학적인 이론과 실험에 의해 입증되면서 세계적으로 대형 목조건축물의 설계와 시공이 증가하고 있다. 북미나 유럽 등 각국에서는 6~9층의 목조아파트를 비롯하여, 경간이 170m에 이르는 넓은 야구장이나 빙상경기장 등 실내 돔구장, 수영장, 박물관, 학교, 전시시설 등을 목조건축물로 짓는 사례가 늘고 있다.

우리 민족은 645년 삼국시대에 황룡사 9층 목탑을 탁월한 기술로 지었고, 이 기술을 전파하여 일본이 자랑하는 세계문화유산이자 현존하는 가장 오래된 목조건축물인 호류사 5층 목탑을 짓도록 도왔던 문화민족이다. 세계적 명소가 될 평창 동계올림픽의 아이콘 - 사이언스 오벌을 강원도산 목재를 활용한 목조건축물로 지어, 평창 올림픽이 역사에 기록될 성공적인 친환경 경제 올림픽으로 기억되게 하자.

* 2010 동계올림픽의 아이콘 - 리치몬드 오벌 목조경기장

밴쿠버 올림픽 빙상 경기장으로 사용되었던 리치몬드 올림픽 오벌은 우리에게도 낯익은 경기장이다. 이 오벌에서 우리나라의 모태범과 이상화, 이승훈 등 3명의 선수가 역사상 처음으로 스피드스케이팅 종목에서 금메달을 따내던 기억이 아직도 생생하다. 하지만, 이 오벌이 이 지역에서 생산된 목재로 만든 집성재와 우드웨이브 패널 신공법으로 지어졌다는 사실을 아는 사람은 많지 않다. 이 오벌은 빼어난 지붕구조미와 세계적 수준의 시설을 갖추어, 올림픽이 끝난 후에도 사회적 공헌과 경제적 유익을 지역사회에 돌려주고 있다. 오벌



그림 1. 리치몬드 올림픽 오벌

은 경간이 100m에 달하는 14개의 대형 집성재 아치로 지은 관중석 8,000여개의 목조 빙상경기장이다. 올림픽이 끝난 지금 2개의 아이스링크와 6개의 농구코트, 200m 육상 트랙, 선수역량개발센터, 스포츠과학센터, 실내 패딩센터, 스포츠 회복 및 의료시설, 지역 주민 회의실 등 실내 스포츠 및 문화센터로 활용되면서 인기를 누리고 있다.



그림 3. 호류사 5층 목탑

* 꿈의 무대 - 평창올림픽 사이언스 오벌을 목조건축물로 짓자

645년 삼국시대에 황룡사 9층 목탑을 우리의 탁월한 기술로 지었고, 우리는 이 기술을 전파하여 일본이 자랑하는 세계문화유산이자 세계에서 현존하는 가장 오래된 목조건축인 호류사 5층 목탑을 짓도록 도왔던 문화민족이다. 우리가 멈춰서는 사이 가까운 일본이나 북미, 유럽 각국에서 9층 목조 아파트를 비롯한 대형 목조건축물을 짓고 있으며, 경간 170m



그림 2. 황룡사 9층 목탑

에 이르는 목조 돔구장도 늘어나고 있다.

세계적 명소가 될 2018 평창 동계 올림픽경기장을 우리나라에서 산림자원이 가장 풍부한 강원도에서 자란 낙엽송과 소나무, 잣나무로 지을 것을 제안한다. 세 번의 도전 끝에 개최지 결정권을 따낸 평창 동계올림픽에 멋진 목조 올림픽경기장을 우리기술로 건축하여 지구 환경에 기여함과 동시에 지역 경제 활성화 효과도 극대화하도록 하자. 평창 동계올림픽의 캐치프레이즈인 New Horizons의 정신을 살려 성공적인 친환경 경제올림픽으로 기억되게 하자.

* 목재는 친환경건축을 위한 최상의 재료

세계식량기구(FAO) 등 국제사회에서 인정하는 세계적 조림 성공국에 머물지 않고 산림의 새로운 패러다임인 지속가능한 산림경영(SFM)을 완성하는 산림국가로서 위상을 세계에 알리는 증거로서, 전과정평가(LCA: Life Cycle Assessment)로 친환경성이 입증된 목

조 경기장을 지어 환경 올림픽의 새로운 지평을 열자는 것이다. 목조건축은 기후변화 대응에 가장 효과적인 건축물로서 지구환경을 보전하는데 도움을 준다. 최근 우리나라 국회에서 법안 통과된 '탄소흡수원 증진법'에 따르면 목재가 저장하는 이산화탄소를 탄소배출권으로 인정하도록 규정하고 있다. 세계적으로 공인된 친환경성 평가 기법인 전과정평가 연구결과에 의하면, 국산 낙엽송 제재목을 시공 현장에 운반할 때까지 이산화탄소 배출량은 수입재에 비해 입방미터당 180kg가 적은 것으로 나타났다. 국산재의 이산화탄소 배출량은 수입재에 비해 47%에 불과한 것으로 분석되어, 지역산 목재 사용(地産地消)의 중요성이 새롭게 부각되었다.

리치몬드올림픽오벌의 경우 목구조 기반 친환경 건축으로 인하여 미국친환경설계위원회(LEED)의 실버 등급을 획득하였다. 리치몬드 오벌 목조경기장에 사용되는 목재 속에 저장되는 CO₂량은 2,900톤이고, 다른 재료 대신 목재를 사용함으로써 배출이 저감되는 CO₂량은 5,900톤으로, CO₂ 배출저감량 전체는 8,800톤에 달할 것으로 분석되었다. 평창올림픽에 비슷한 규모의 목조경기장 1동을 지으면 유사한 양의 CO₂ 배출저감 효과를 거둘 수 있을 것으로 생각된다. 이는 서울숲 면적의 40년생 소나무림 9개가 1년간 흡수하는 CO₂량과 같다. 또 중형 승용차 1,100대가 지구 1바퀴 돌 때 배출되는 CO₂량과 같은 것으로 분석되었다. 이 자료는 친환경 올림픽 개최를 입증하는 근거자료로 활용하는데 필수 자료가

될 것으로 판단된다.

* 대목장의 나무사랑과 목조건축

우리나라는 국제사회에서 인정하는 모범적인 조림 성공국으로서, 작년 기준 헥타아르당 125입방미터의 입목축적을 보이며 산림자원 보유량도 꾸준히 증가하고 있다. 조선시대부터 궁궐 등을 지을 때면 강원도나 경북의 금강 소나무가 사용되었다. 금강 소나무는 우리나라에서 궁궐건축 등 목조건축물을 지을 때 사용되던 최고급 목재로 평가되었다. 어느 대목장에 의하면, 나이 들어 저물어가는 나무를 보면 그 나무를 다시 살리고 싶은 충동에 휩싸인다고 한다. 나무를 베어 잘 말리고 켜서 집의 기둥이나 대들보로 만들면 나무를 또다시 살게 하는 길이 되지 않을까 생각한다는 것이다. 나무도 나이 들어 벌기령에 도달하면 자라는 속도가 늦어지고 세력도 약해져 이산화탄소 흡수량도 줄어든다. 충분히 자란 나무를 베어서 도심 속에 목조건축의 숲을 이루어 기둥과 보로 사용한 목재에 탄소를 오랫동안 저장하면서, 베어낸 자리에 어린 나무를 심어 왕성하게 자라게 한다면 환경을 살리고 돈도 벌게 되는 이치이다.

* 목재는 지속가능한 건축을 위한 가장 좋은 재료

목조건축을 구성하는 가장 기본적인 요소는 구조부재이다. 목조건축의 구조부재에는 목재를 사용한다. 건축재료로 사용되는 목재는 매우 매력적이고 이상적인 건축재료이다. 목재

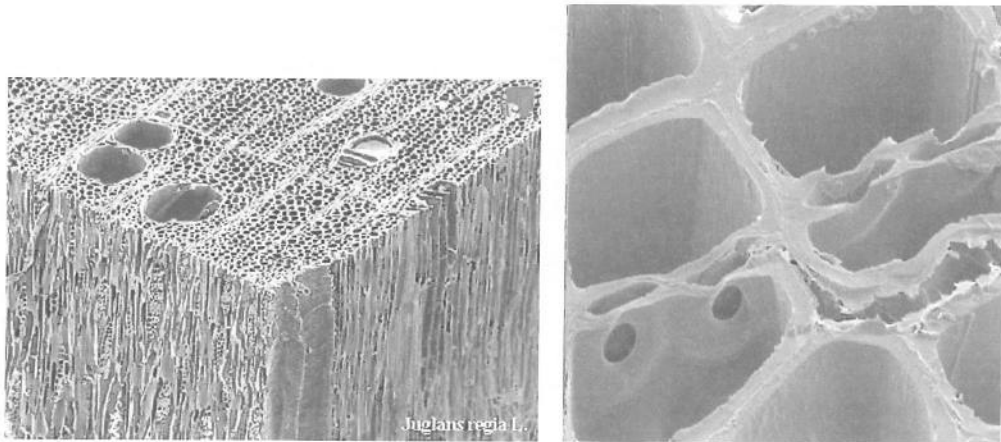


그림 4. 목재세포의 배열과 관상구조

두께 2cm와 나비 2cm 각재의 압축강도는 승용차 1대를 거뜰히 떠받칠 수 있다. 건축재료로서 목재의 미세구조를 살펴보자. 목재는 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스, 리그닌 등 3가지의 화학성분으로 구성된다. 목재는 우리나라에서 가장 흔히 사용되는 건축재료인 철근콘크리트와 비유할 수 있다. 목재를 구성하는 셀룰로오스는 철근으로, 헤미셀룰로오스는 자갈로, 리그닌은 시멘트로서 역할을 한다고 볼 수 있다.

목재세포는 관상의 긴 세포가 다발 모양으로 구성되어 있다. 이러한 관상구조는 지구상 가장 강한 구조내력을 보유할 수 있는 구조로 알려져 있다. 세계에서 가장 높은 건축물중 하나인 말레이시아의 페트로나스 트윈타워(높이 452m) 등 대부분의 초고층 건축에서 관상구조를 활용하는 것을 볼 수 있다. 이러한 관상구조는 천연상태에서 자라 생성되는 목재의 세포모양을 본떠 재구성하여 설계한 건축구조

로서 생체모방학을 활용한 대표적인 사례라 할 수 있다. 목재가 뛰어난 구조성능을 보유한 건축재료라는 것을 실증적으로 입증하는 것이다.

구조부재는 건축디자인을 현실화하고 건축물의 구조안전성을 확보하는데 결정적인 역할을 한다. 목조건축물의 구조안전성을 확보하기 위하여 각국에서는 건축법과 구조설계기준 등 법규를 제정하여 적용하고 있으며, 목재의 허용응력 등 구조설계자료를 제공하고 있다.

* 공학목재인 구조용집성재로 지은 안전한 건축물

목조건축의 구조부재로 사용되는 목재는 천연의 재료이기 때문에 웅이나 갈라짐, 비틀림, 나무결의 경사 등 결점을 가지고 있는데, 이러한 천연 결점 때문에 소재 목재는 구조재료로서 역학적 성질의 변이가 크게 나타나는 특성을 지닌다. 현대 목조건축 분야에서 해결되어

야 할 중요한 과제중 하나는 목재의 구조성능에 대한 변이를 줄이면서 구조부재의 신뢰성을 향상시키는 일이다.

건축재료인 목재를 절약하면서 강도에 대한 신뢰성을 향상시키는 가장 합리적인 방안은 공학목재(engineered wood products)를 건축현장에 적용하는 것이다. 공학목재는 구조성능에 대한 신뢰성이 소재(solid wood)보다 현저히 높다. 공학목재는 중소경재 등의 비교적 품질이 떨어지는 재료를 사용한 최적의 설계와 공정을 통해 제조된다. 공학목재는 합리적인 제조공정을 거쳐 부가가치가 높은 부재

로 생산되고, 구조내력 등 우수한 성능으로 인하여 건축현장에서 널리 활용하고 있다. 공학목재 가운데 가장 대표적인 재료는 구조용집성재라 할 수 있다.

국립산림과학원에서는 공학목재 중에서 가장 많이 활용되고 있는 구조용집성재 제조 및 구조설계 기술을 연구하여 오면서, 구조용집성재 요소기술을 이전하여 벤처기업으로 창업한 바 있다. 이 기술로 제조된 낙엽송 구조용집성재를 활용하여, 금강산 아난티 CC 클럽 하우스를 시공하였으며, 대한민국 목조건축대전에서 대상의 영예를 차지하기도 하였다.

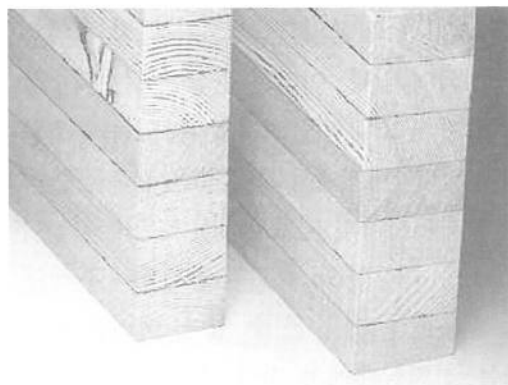
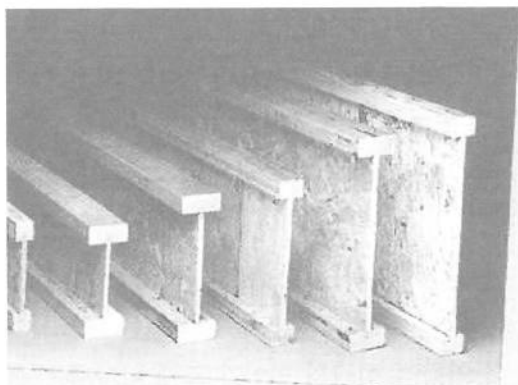


그림 5. 여러 가지 공학목재



그림 6. 금강산 아난티 CC클럽 하우스

국내 구조용집성재 제조 역사는 20여년에 이르며, 최근 구조용집성재의 수요 증가에 따라 구조용집성재 제조업체의 수가 늘고 있다. 한국산업표준(KS) 인증을 받아 소비자 신뢰를 얻기 위해 노력하는 업체도 있다. 2005년과 2009년에는 대한건축학회와 공동으로 건축구조기준 제8장 목구조 규정을 집필하여 건설교통부 고시로 공포하기에 이르렀다.

* 지진과 화재에도 안전한 목조건축

우리나라에서 최근 큰 지진이 발생하지 않고 있으나, 과거 한반도에 대형 지진이 발생한

기록이 발견되고 있다. 따라서 현재 지진이 발생하지 않고 있다 하더라도 건축법에서는 앞으로 발생할 가능성이 있는 지진에 대비하여 내진설계를 하도록 규정하고 있다.

여러 나라에서 발생한 지진에 노출된 목조 건축물의 지진피해 조사 결과에 의하면, 0.6g 이상 최대가속도에 노출되었던 대부분의 목조 건축물은 지진에 의한 구조적 피해나 붕괴가 없었다. 사망 등 인명피해도 거의 발생하지 않는 것으로 조사되어, 건축현장에서도 목조 건축물의 탁월한 내진성능이 입증되었다. 지진에 노출된 현대식 목조건축물은 육안적인 피해도 발견되지 않았으나, 건축법에 의해 내진 설계하지 않고 지은 목조건축물에서는 부분적인 피해가 발생하였다. 제정된 건축법에 의해 내진설계·시공한 목조건축물은 다른 어떤 구조의 건축물에 비하여도 탁월한 내진성능을 보유한 사실이 지진발생지 실태조사 결과 공식적으로 입증되었다.



그림 7. 알래스카지진(1964)피해에도 건재한 목조주택

우리나라를 비롯하여 북미, 유럽, 일본 등에서 구조용 집성재 등을 사용한 중목구조는 구조적으로 필요한 치수에 내화성능을 확보하도록 치수를 추가한 목재를 사용하여 내화구조를 만족시킨다. 즉, 중목구조는 목재 부재 치수를 충분히 크게 하여 시공하기 때문에, 목재 자체의 화재에 대한 저항력으로 건축에 필요한 내화성능을 충족하는 구조로 내화설계할 수 있다. 내화설계로 시공된 중목구조 건축물은 상업용 목조건축과 공동주택, 대형 체육관 등 대규모 목조건축과 다중시설로 시공될 수 있다.

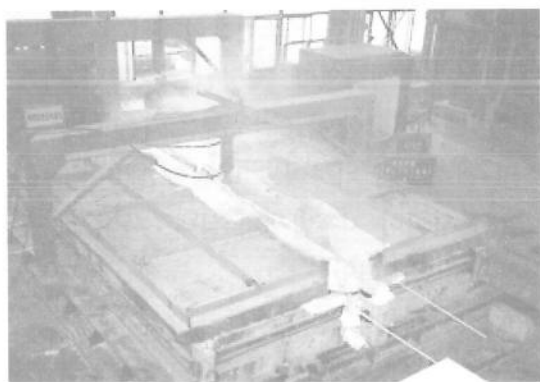


그림 8. 목구조 바닥의 내화성능시험 장면



그림 9. 실대 7층 목조공동주택의 내진실험

* 천연목재 첨단기술로 친환경 경제 올림픽 개최를

최고의 악기를 만드는 음향적 성질을 보유한 천연 목재 하이테크 소음저감기술을 적용하면, 소음저감계수(NRC)가 0.85-0.95로 매우 높아 경기 중 발생하는 소음을 흡수하여 선수들이 경기에 집중하면서 기록단축에도 크게 도움을 준다. 목구조 하이브리드 건축으로 천연과 인공의 재료를 사용한 녹색건축기술의 양상블로 세계적 명소를 연출하는 새로운 지평을 열자. 빙상경기장을 목재와 강재, 콘크리트가 각 재료가 보유한 최적의 성능을 조화롭게 뽑내는 목재기반 하이브리드 건축물로 짓자.

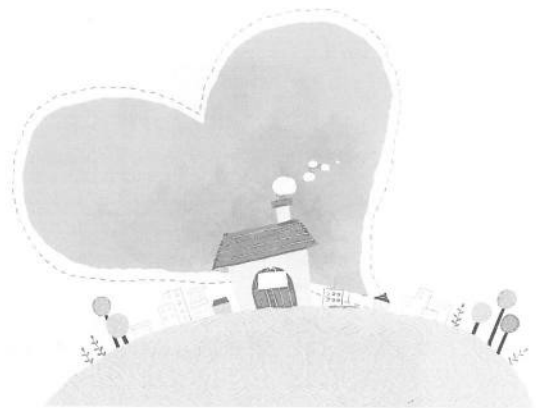
목조경기장은 우수한 내진성능을 비롯한 구조안전성을 보유하며, 친환경성과 내화성, 차



그림 9. 리치몬드 올림픽 오벌의 스케이팅 경기 모습

음성에 더하여 아름다움과 따뜻함, 친근감까지 선사한다. 나아가 목조 빙상경기장을 명품 복합스포츠 국제센터로서 운영한다면, 투자한 금액을 회수하는 경제 올림픽을 개최하는데 도움을 주게 될 것이다. 동계올림픽이 열린 아름다운 목조 국제스포츠센터에 걸맞는 다양한

프로그램을 수용할 수 있는 설계와 미래를 예측한 운영계획까지 사전에 세심하게 세워, 지역 경제에 기여하고 이용객과 관람객, 세계인 모두에게 기쁨을 주는 성공적인 친환경 경제 올림픽이 개최되는 축제의 장이 되기를 기원한다.



산림청 활용 프로그램 소개

김 찬 회

산림청 정보통계 담당관

이 프로그램은 산림청에서 제공하는 자료로 널리 활용하시기 바라며 기타 필요한 자료는 산림청 정보통계관실 (042-481-4168)로 연락 바랍니다.



개 요

- ▶ 관공서 방문 없이 내 산위치 등 다양한 정보를 온라인 상에서 직접 열람 및 출력 가능
- ▶ 산림경영 등을 위해 필요한 각종 산림공간정보 조회와 분석 가능
- ▶ 산림공간정보에 대해 각종 정책, 자료, 새소식 등을 실시간 제공

주요서비스

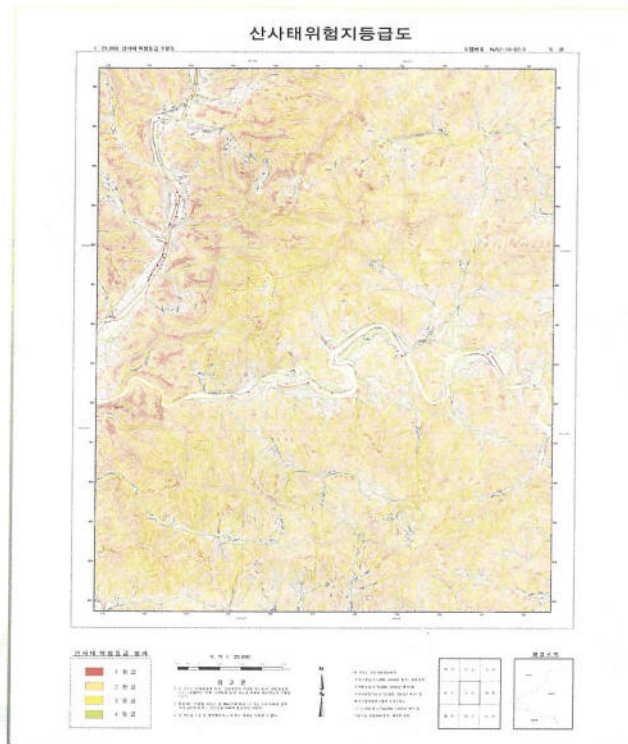
다양한 산림분야 공간정보를 '산림공간정보포털'에서 제공합니다.





소 개

- 전국의 산림을 대상으로 집중강우 등 산사태 유발요인이 작용할 경우, 산사태 발생이 진행될 가능성이 높은 지역을 위험도 순으로 4등급으로 구분하였다.
 - 발생가능성이 대단히 높은 지역 ■ 1등급
 - 발생가능성이 있는 지역 ■ 3등급
 - 발생가능성이 높은 지역 ■ 2등급
 - 발생가능성이 없는 지역 ■ 4등급



주요 내용

- 산사태 예보제 시행의 활성화를 통한 적극적인 산사태 예방 행정서비스 제공
- 전국적으로 산사태위험지를 관리함으로써 신속한 예방대책 수립 등 효율적 산림관리 및 국토이용관리 체계 구축
- 행정안전부 시도행정정보화시스템 및 소방방재청 국가안전관리 정보시스템과 연계시켜 원스톱 방재행정 구축
- 인명과 재산피해 최소화에 따른 재해복구비 절감 및 자연재해 감소를 통한 신뢰받는 산림행정 실현



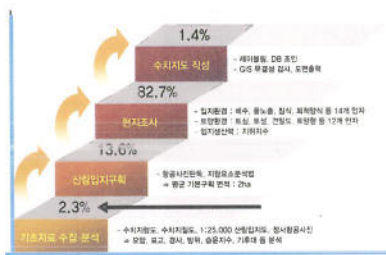


목 적

- 국가공간정보 인프라 및 공유체계에 부응할 전국 산림에 대한 입지도양 정보 구축
- 합리적 산림경영과 대국민 서비스 증진을 위한 산림공간정보 활용 기반 조성

구 축 방 안

- 디지털 기법의 접목을 통한 저비용/고효율의 산림입지도양도 표준공정도 완성
- 속성정보 정확도 제고를 위한 GIS 자동분석 프로그램 및 현지조사용 전자야장 등 개발



산림입지도양도 제작 표준공정

표준지 분석 프로그램 및 전자야장



기대효과 및 활용방안

- 정밀도 높은 산림입지정보 구축으로 효율적 국토이용 정보제공 및 산촌소득 증대 등에 기여
- 산사태 예방, 환경영향평가, 산림경영계획 등 대내외 활용도 제고
- 산사태위험등급도, 맞춤형 조림지도, 임지능력급수도 등 응용지도 작성에 활용

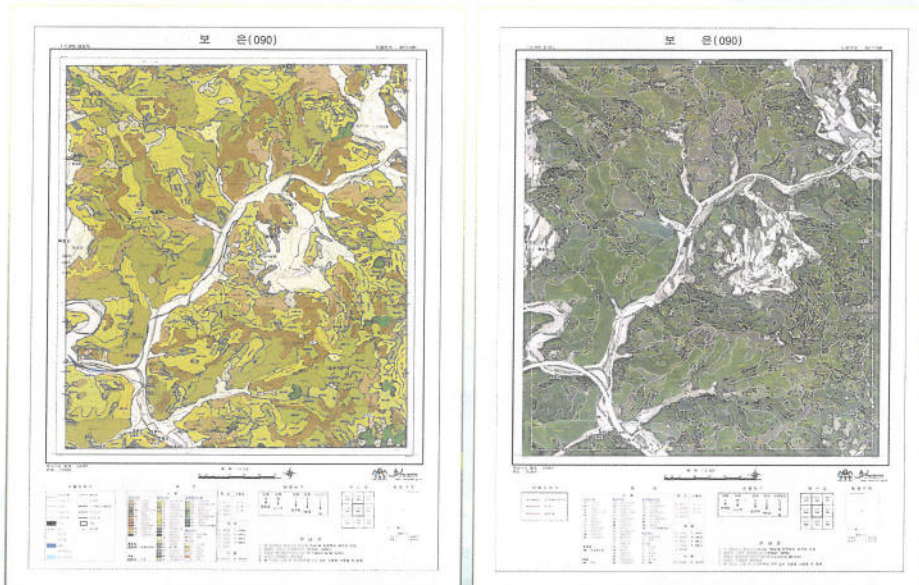




소 개

- 우리나라의 국토의산림이 어떻게 분포하고있는가를 보여주는 대표적인 산림지도로 지형도, 토양도, 지질도 등과 더불어 국가기관에서 전국적 규모로 제작하는 주요 주제도 중 하나임.
- 항공사진을 판독하여 산림-비산림 구분, 임목지와 무림목지의 구분, 임종(인공림/천연림)구분, 임상(침엽수림, 활엽수림, 혼효림, 죽림)구분, 주요 수종구분, 영급, 경급, 소밀도 등을 구분 구획하고 현지 임상조사 후 지형도 또는 디지털 컬러항공사진 위에 수치화한 도면.
- 국가공간정보 통합체계기반구축사업(2009~2012)에 포함되어 전국 1/5,000 임상도 제작사업 연차별 추진중.

주제도 구성



기타 속성 정보

- 영 급 임목지로서 1~10년생 임목의 수관점유 비율이 50%이상인 임분을(1영급, 11~20년(2영급)....등으로 분류
- 경 급 흉고직경 6cm미만의 임목의 수관점유 비율이 50%이상인 임분을(치수, 흉고직경 6cm~16cm(소경목), 흉고직경 18cm~28cm(중경목),흉고직경 30cm이상(대경목)순으로 분류
- 소밀도 교목의 수관점유면적이 50%이하인 임분을 소밀도-소, 51%~70% 소밀도-중, 70%이상 소밀도-대 순으로 분류

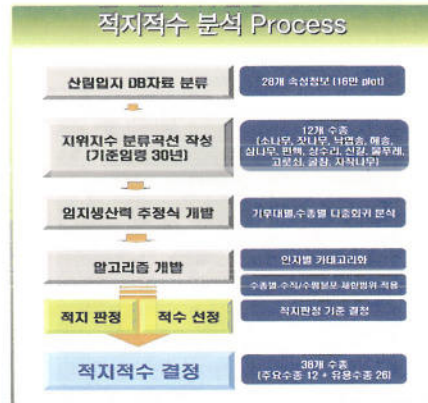




개

- FGIS를 이용한 합리적, 과학적 산림조성 및 관리를 위한 최적의 조림수종 선정기법 개발로 맞춤형 산림경영
- 산림입지환경과 토양조건, 기후를 분석하여 토양형에 가장 적합한 최적의 조림수종을 도면화한 맞춤형조림지도 제작
- 선정수종은 총 38개 수종으로 주요수종 12개 수종과 유용수종 26개 수종으로 구분

제작현황



※ 맞춤형 조림지도는 산림공간정보포털사이트(<http://fgis.forest.go.kr>)를 통해 대국민서비스 중



추진 배경

- 기존 종이대장과 도면의 활용으로 인한 불편으로 수치화된 자료 필요
- 공간정보와 속성정보의 비연계로 별도 관리 및 활용이 어려움
- DB화된 대장을 수치화하여도 다른 업무와 연계활용이 어렵고 담당자이외에는 업무에 무관심

추진 방법

DB자료 구축내용 선정	수치화가 필요한 관리소 보유 대장
DB자료 구축범위 설정	17개 대장의 DB 작성 기준, 작성사유, 작성내용에 따라 설정
DB 구축	작성기준에 따라 EXCEL서식으로 17개 대장 DB 구축
구축자료 고유 ID 작성	구축된 DB와 수치화된 도면과의 매칭을 위한 고유 ID 작성 ※ 국유재산기본도는 연속수치지적도의의 PNUK형상구획코드+지번코드값을 활용

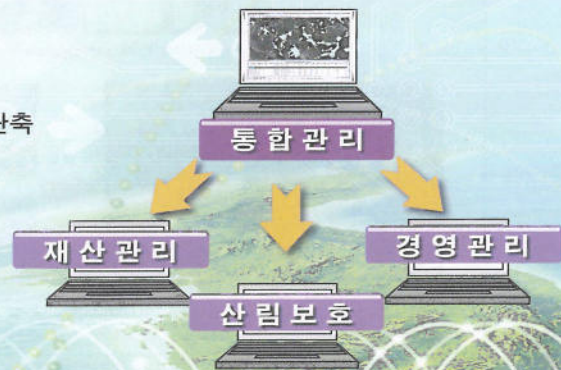
ONE-STOP FGIS 구축



- 각 업무별로 구축되는 다양한 산림분야 공간정보를 통합 구축하여 한 국유림관리소 안에서 이루어지는 모든 행정을 누구나 통일된 기준으로 활용할 수 있는 ONE-STOP FGIS를 구축

기대 효과

- ONE-STOP FGIS의 통합 관리
- 민원전화의 빠르고 확실한 대처
- 산림사업 준비과정 시간과 노력 단축
- 산불발생시 신속한 대응



※ 본 주제는 중부지방산림청 단양국유림관리소에서 추진한 과제입니다.

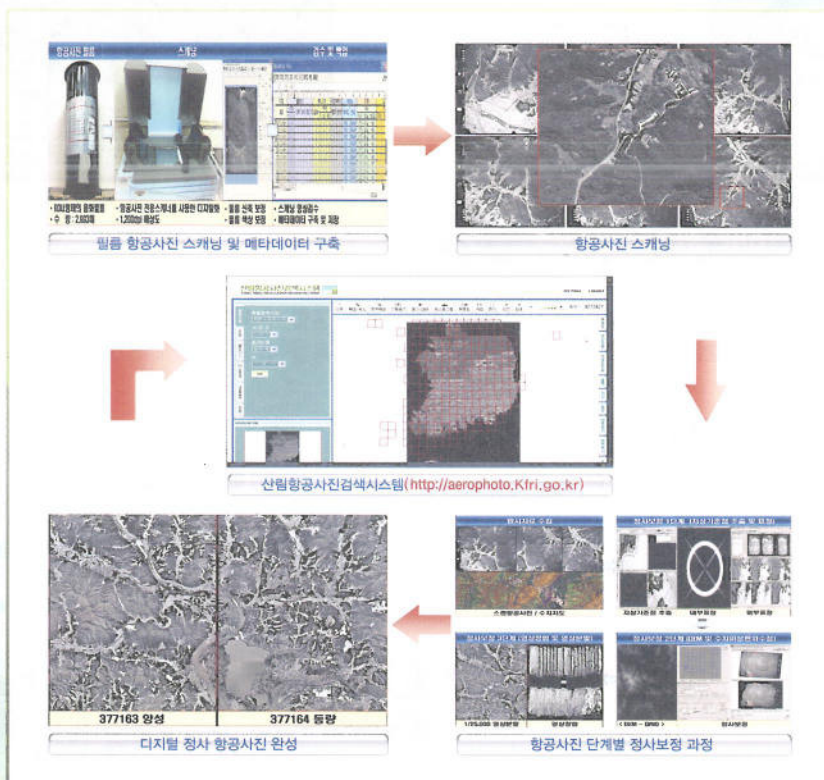




소 개

- 국가 산림자원조사를 위해 항공사진을 2004년부터 3년간 DB구축하여 GIS와 연계 활용할 수 있는 수치형태의 디지털 항공사진 DB제작 및 검색 시스템 구축
- 산림정책 수립, 산림자원 및 식생조사, 수치임상도 제작을 위한 기초자료로 활용
- 국제협약 대응을 위한 산림정보 제공으로 과학적, 체계적인 행정업무지원과 웹서비스 제공으로 학술 연구 및 관련업무에 활용할 수 있는 체계 확립

제작현황



※ 관련사이트는 <http://aerophoto.kfri.go.kr> 에서 서비스 중



소 개

- 산림청은 국토의 64%에 해당하는 640만여 ha에 대한 광범위한 면적을 관리하는 중앙 행정기관으로 한정된 인력과 예산으로 아날로그 방식에 의한 산림 관리로 많은 어려움이 있었으나, 최근 GPS(Global Positioning System)장비를 활용하여 보다 정확하고 편리하게 산림공간 정보를 DB화 할 수 있어, 과학적인 산림 관리와 신속한 대민서비스가 가능하게 됨

구 성



활용 사례

- 각종 산림 관련 DB구축시 GPS 활용으로 신속 및 정확성 제고
- 과거 기계식 측량 방법을 자동화 함으로써 업무 효율 극대화
 - 산지 측량 : 1/4 절감 - 도면 작성 : 1/10 절감
- 기존 산림 관련 자료 (임도노선, 사업지 위치도, 산불 피해지) 등의 DB화 및 좌표체계에 의한 산림 관리



도시산록 그린벨트지역의 정비공사에 관한 소고(小考)

전 근 우

강원대학교 산림환경과학대학

도시산록 그린벨트지역의 정비공사는 토사 재해에 강한 지역을 조성하고, 도시지역의 양호한 도시환경, 풍치환경, 생태계 및 종 다양성의 보전과 육성 등을 목적으로 진행하여야 한다. 따라서, 각종 지역계획과의 정합을 도모하고, 또한 그 일부를 담당하여야 하며, 실시 시에는 타 산업과의 연계를 염두에 두고 추진하여야 한다.

1. 목적

도시산록 그린벨트의 정비는 ① 토사재해의 방지, ② 양호한 도시환경, 풍치환경, 생태계 및 종 다양성의 보전과 육성, ③ 도시의 무질서한 택지화 방지 및 ④ 건전한 레크리에이션 장소의 제공을 목적으로 하여 적절한 설정과 계획의 공포 및 실시를 하는 것이다.

따라서, 도시산록 그린벨트 내에서 수목을 포함한 사방관계시설의 정비를 요하는 구역은 원칙적으로 사방지정지 또는 급경사지붕괴방지구역, 산사태방지구역으로 지정하여야 하고, 지정지 내에서 실시되는 사업에 필요한 토지는 매수하여 정비를 추진하여야 한다. 또한,

기타 구역에 대하여는 토지이용상황, 관리상황을 파악한 후, 관계기관과 조정하여 타 법령에 의한 적절한 토지이용과 관리가 이루어지도록 상호 연계하는 것이 중요하다.

그러나 적절한 토지이용과 관리가 이루어진다고 할지라도 토지소유자의 입장에서는 토지이용상의 제약이 동반되는 경우도 있으므로 지역종합계획 등과의 관련 등이 포함된 계획내용을 공개하여야 하고, 그 중요성에 대하여 토지 소유자와 지역 주민으로부터 폭넓게 이해와 협력을 구하는 것이 중요하다.

2. 정비계획

1) 계획의 기본

도시산록 그린벨트는 시가지에 인접하는 일련의 녹지공간을 항구적으로 담보하여, 산복에서는 식생과 보조공에 의하여 유해한 토사가 발생하는 것을 직접적으로 억제하고, 산록에서는 상부지역으로부터의 토사유출에 대한 완충지대의 역할을 하는 것으로 녹지공간이 토사의 생산억제와 포착이라고 하는 두 가지의 기능을 갖게 하는 것이다. 이와 같은 녹지

공간의 확보는 도시지역에 있어서는 양호한 도시환경이나 풍치경관, 생물의 다양성을 보전하는 동시에 건전한 레크리에이션의 장소를 주민에게 제공하고, 무질서한 시가지화의 방지에도 기여하는 것이다.

이와 같이 도시산록 그린벨트의 다기능성을 효과적으로 발휘하기 위해서는 사망관계 법령 뿐만이 아니라 각종 법령에 근거하여 토지이용 상의 조정이 가능하도록 하는 것이 바람직하다. 그렇게 하여야만 이들 각종 법령의 의의, 존재를 존중한 관리를 할 수 있게 되고, 생활환경의 안전성을 높여 시민을 안심시키게 되며, 시민에게 다가가는 양호하고도 건전한 사업이 될 수 있다.

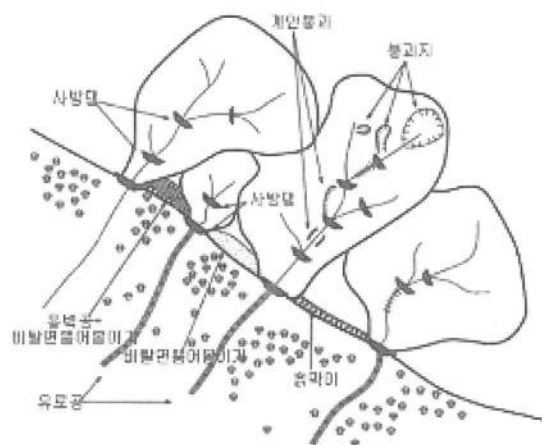
즉, 도시산록 그린벨트의 정비계획은 사방
관계 부서가 필요에 따라 관계 각 방면과의 조

정을 시도하면서 대상지역의 녹지방재공간에 관한 마스터플랜을 작성하고, 타 산업 등과의 연계 아래 면적인 사방관계사업을 실시하여 양호하고도 토사재해에 강한 지역조성을 추진해 가는 것이다.

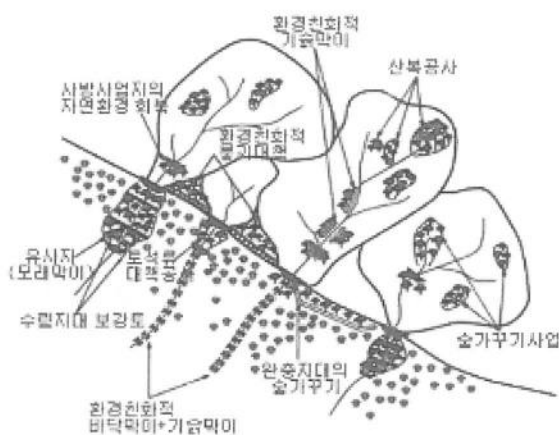
2) 정비방침

사방사업이 종래와 같이 계류에 편중되지 않도록 산복사면, 계류 및 산록에서 토사유출의 억제와 조절을 주체로 한 면적인 사방계획, 사면재해대책계획으로 정비하는 것으로 종래에 실시된 사방공사와의 설비계획에 대한 개념의 차이는 그림 1과 같다.

식생을 활용한 사방계획을 책정할 때에는 보전대상과의 위치관계, 정비대상지에 요구되는 안전도 등에 유의하여야 한다. 예를 들면,



(a) 종래의 사방사업의 이미지



(b) 도시사방의 이미지

그림 1. 도시산록 그린벨트 정비사업에 의한 사방대책의 이미지(池谷 등, 2001)

상류지역의 황폐계류에 사방댐이 설치되어 있는 경우나 나지사면이 보전대상으로부터 멀리 떨어져 있는 경우에는 시간을 충분히 들여 질 좋은 녹화를 실시할 수도 있다. 그러나 토석류나 산사태가 보전대상으로부터 가까운 곳에서 발생하는 경우에는 숲의 기능에만 의존하는데에는 한계가 있으므로 사방댐과 같은 공작물에 의하여 재해발생을 확실하게 억제할 필요가 있다. 따라서, 콘크리트 구조물을 적게 시공하고, 숲에 의하여 재해를 억제하기 위해서는 보전대상물과의 거리를 길게 하거나 일정 규모의 완충지대를 확보하여야 하며, 특히 두 경우 모두 정비대상지의 특성에 따라 방침을 검토하여야 한다.

한편, 식생(수림대)의 주요 사방효과로는 다음과 같은 사항을 기대할 수 있다.

- ① 평상시에는 사면으로부터의 토사생산을 억제하고, 하류의 사방댐의 용량을 확보하거나 계상에 불안정한 토사의 퇴적을 억제한다.
- ② 토석류의 퇴적구간(물매 10° 이하)에 있어서 토석류를 감세하거나 포착한다.

또한, 사전조사를 실시할 때에는 대상지역에 대하여 종래의 지형, 지질조사와 함께 식생 상황을 충분히 조사하여야 하고, 특히 식생이 갖고 있는 토사억지효과를 기대할 수 있는가의 여부, 생태계의 균형이 유지되고 있는가에 대한 사항을 검토할 필요가 있다.

3. 공종

1) 공종의 선정

공법을 선택할 때에는 종래의 사방공사, 산사태방지공사 및 급경사지붕괴방지공사에 필요한 하나의 공종을 선정하는 것이 아니라 식생과 일체가 되어 면적인 방재공간을 확보할 수 있도록 하여야 한다. 그리고 시설관리상 종래의 사방공사, 산사태방지공사 및 급경사지붕괴방지공사로 분류하여야 할 경우에는 각 법률에 근거한 지정지의 구분을 참고로 하여야 한다.

한편, 공원 등과 연계할 경우에는 공원시설에 의한 수림지대의 보강공법으로도 활용할 수 있으므로 실정에 따라 검토하여야 한다. 또한, 공종을 선정할 때에는 가능하면 자연환경에 부담을 경감시키기 위하여 다음과 같은 특징이 있는 공종을 채택하여야 한다.

- ① 공종으로는 산복녹화공이나 수림대와 같이 식생이 갖고 있는 토사억제·포착효과를 최대한 활용할 수 있을 것을 채택할 것
- ② 재료로는 돌이나 돌망태 등과 같이 구조물이 다공질이 될 수 있을 것(생물의 생육환경에 기여)을 채택할 것
- ③ 현지 발생토를 활용하는 시공단계에 있어서 건설잔토나 폐자재가 적게 생산되는 것을 채택할 것
- ④ 소규모 작업용 도로에 의하여도 운반이 가능한 소형 건설기계나 자재로 건설이 가능한 것을 채택할 것

2) 공종의 사례

- (1) 일반적으로 활용되는 공종
- 도시산록 그린벨트의 정비에 일반적으로 활용되는 공종은 그림 2와 같다.
- 산복기초공사
산복녹화공사

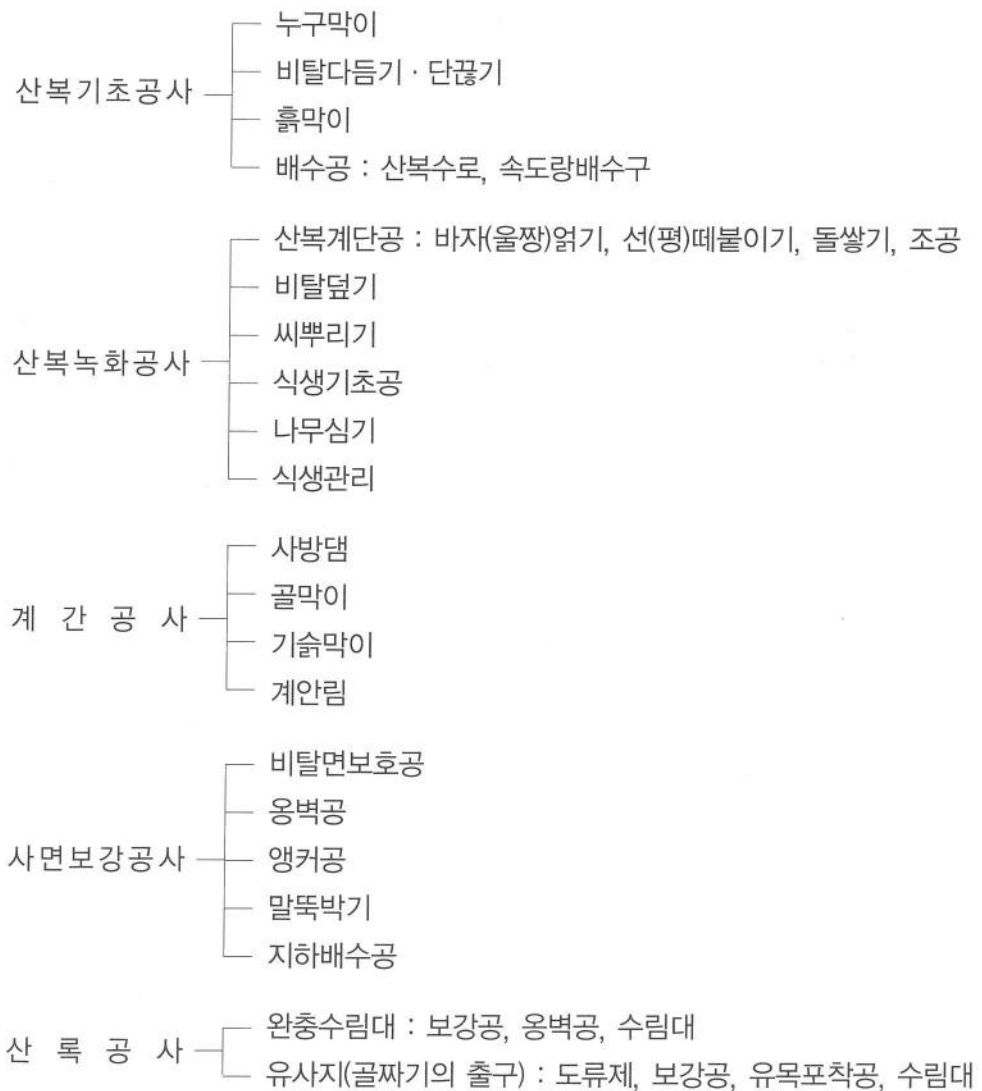


그림 2. 도시산록 그린벨트의 정비에 사용되는 공법의 사례

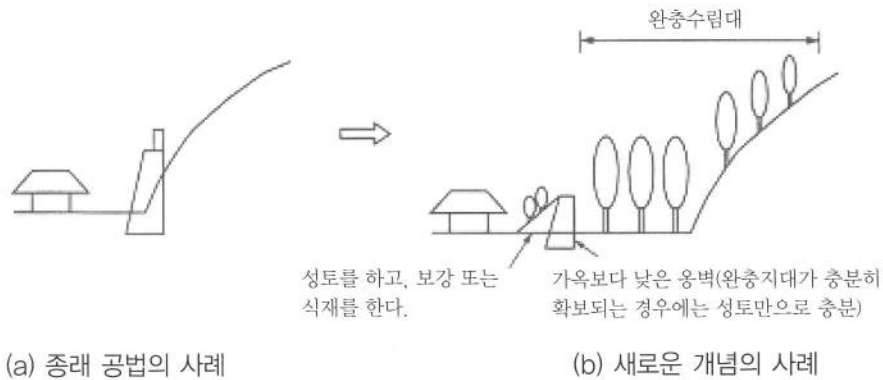


그림 3. 완충수립대의 개념도

또한, 급경사지붕괴방지공사에 채택되고 있는 옹벽공과 완충수립지대의 개념은 그림 3과 같다.

(2) 천연소재나 현지 발생자재를 활용한 공종

이러한 공법에는 돌쌓기 등과 같이 구조물의 자중에 의하여 외력에 저항하는 것과 식재 등과 같은 식물이 갖고 있는 토사억지효과에 기대하는 것이 있다. 두 경우 모두 범용성과 내구성은 콘크리트나 철강을 사용하는 구조물에 비하여 낮고, 적용할 수 있는 범위가 한정적이다. 따라서, 천연소재나 현지 발생토를 활용한 공법을 채택할 때에는 설치할 장소의 조건, 특히 외력을 검토하여야 하고, 필요에 따라서는 보강공법을 도입할 필요가 있다.

특히, 사용하기에 부적당한 장소, 또는 외력을 검토할 때에 보강하여야 할 곳은 다음과 같다.

- ① 토석류의 유하구간(계상물매 10° 이상) : 토석류의 충격력에 의하여 파괴될 우려가 있다.
- ② 사방계획 상 근간이 되는 시설 : 계상물매를 결정짓는 데에 근간이 되는 사방시설은 만일에 파괴될 경우 상·하류의 사방댐 등의 안정성을 확보할 수 없게 된다.
- ③ 보전대상의 직상류에 있는 시설 : 보전대상에 대한 필요 안정성을 정량적으로 확인하기가 곤란하다.
- ④ 시공 후의 유지관리가 곤란한 장소 : 콘크리트나 강재를 사용하는 공법에 비하여 파손되기 쉽다(파괴될 경우에 유지관리가 곤란하다).
- ⑤ 전석을 포함한 토사유출량이 많은 구간 : 전석을 포함한 토사유출량이 많은 경우에는 파괴되기 쉽다.

그림 4에 전통적 사방공법의 대표적인 사례를 제시하였다.

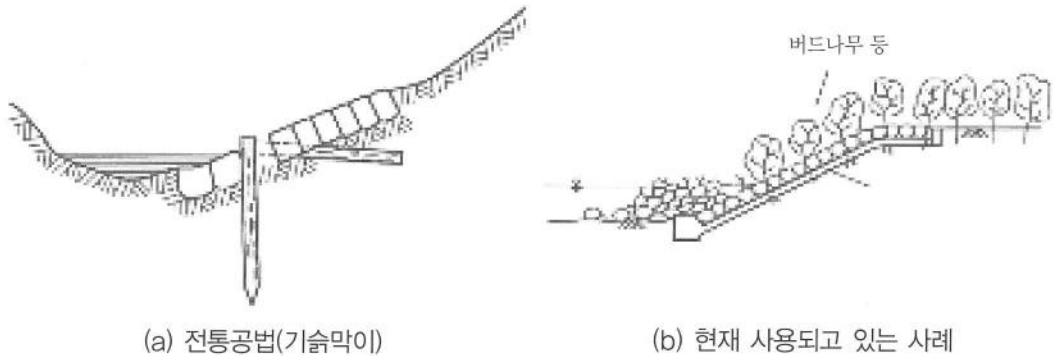


그림 4. 전통적인 사방공법의 대표 사례

4. 기능향상 및 관리

식생이 목표로 하는 기능을 발휘하기 위하여 사전에 단계적인 기능향상계획을 책정하고, 그에 근거하여 필요한 시간을 두고 완성시키는 것이 중요하다.

또한, 장기간에 걸쳐 관리하여야 하기 때문에 어느 정도의 차량이 통과할 수 있는 관리용 도로와 작업을 효율적으로 실시하기 위한 작업용 인도(폭 1.0~1.5m)를 확보하고, 평상시에는 산책 등에 이용할 수 있도록 배려하면 보다 효율적이다.

도시산록 그린벨트의 기능향상 및 관리기간에 관한 내용 중, 식생이 주체가 되는 부분에 대하여는 산복공사를 참고로 하면 된다. 즉, 산복사면의 정비·관리에 대하여는 그 주된 실시 내용에 따라 관리기간을 설정하여야 하며, 적절한 관리를 계속적으로 실시할 필요가 있다.

산복공사를 실시할 때에는 도입식생에 대하여 그 생육과 이후의 식생천이가 토사유출억

제효과를 지속적으로 유지할 뿐만 아니라 자연적으로 이루어지도록 확인할 필요가 있다. 따라서, 초기도입식생의 보육관리뿐만 아니라 대상사면이 주변의 자연사면과 조화될 때까지의 관리방침을 정해 둘 필요가 있다.

토사생산방지 면에서의 산복사면의 정비·관리방안으로는

- ① 황폐한 사면으로부터의 심한 토사생산을 신속하게 억제한다.
- ② 토사생산이 억제된 상태가 인위적으로 유지되도록 한다.
- ③ 인위적인 유지관리를 실시하지 않더라도 토사유출 퍼텐셜이 주변 자연사면에 비하여 적어지도록 한다.

등 크게 3단계로 나눌 수 있다.

한편, 생물체로서 식물군락을 유지하여야 한다는 관점과 기능향상 및 관리에 대한 주안점은 다음의 세 기간으로 나누어 생각할 수 있다.

1) 제1기

제1기는 산복공사의 토목시공이 완료된 다음, 빗물이 지표면을 직접 타격하거나 지표유하수가 특정 장소에 집중되지 않을 때까지 초기식물군락에 의한 피복이 달성되는 것을 목표로 한다. 따라서, 이 기간은 식생관리를 포함한 산복공사를 실시하는 일련의 공사기간으로 간주할 수 있다.

2) 제2기

제2기는 사면 전체의 안정성은 일단 확보된 상태이지만, 식생이 갖고 있는 토사유출 억제 효과를 유지하여 자연사면과 유사한 상태로 근접시키는 것을 목표로 한다. 따라서, 제1기의 공사가 종료된 후에 식생천이를 포함한 토

사유출 억제기능에 문제가 있다고 간주되는 경우에는 울폐의 완화, 수종 전환, 2차 산복공사의 실시라고 하는 관리적 공사를 실시하여야 한다. 특히 근계가 발달하는 수종이 침입하기까지 산복기초공사 본래의 기능을 유지하도록 하여야 할 필요가 있다.

3) 제3기

제3기는 주변의 자연사면을 구성하는 수종이 해당 사면의 차세대 종으로 확인된 이후의 시기이다. 따라서, 이 시기에 실시하여야 할 내용은 적당한 간격을 두고 식생의 천이상황이나 토사생산 퍼텐셜에 대한 지속적인 모니터링을 실시하는 것이 중심이 되어야 하며, 이 시기부터는 산복공사지 뿐만이 아니라 주변의

관리 · 확인항목	(경과년수의 기준)					(년)
	0	10	30	50	100	
	제1기		제2기		제3기	
산복기초공사 등에 의한 표층토의 안정화 기능	시공 → 기능 확인 → (기능의 저하 · 자연사면과의 동화) [보수 · 유지관리]					
식생 등의 피복에 의한 표면침식 억제기능	표층토의 이동억제 → 초본 또는 저목 → 산림의 성립, → A ₀ 층 · 하층식생의 유지 또는 식생의 도입 등에 의한 피복 A ₀ 층 · 하층식생의 존재 [간벌 등에 의한 울폐의 완화]					
사면식생의 천이 및 유지	선구수종에 의한 → 근계가 발달하는 → 주변 자연식생 → 다양한 혼효림의 성립 · 군락의 성립 수종의 침입 수종의 침입 주변 자연식생과의 융합 [보육(보식, 시비 등)] [수종 전환 · 천이 촉진]					
식생기반으로서의 토양의 발달	산복공사 등에 의한 → A층의 형성 → A · B층 → 식생을 쇠퇴시키지 → 산림토양의 초기기반의 정비 의 발달 않는가? 발달 [2차 산복공사의 실시]					
표층토의 안정에 기여하는 근계의 발달	수평근의 발달에 의한 토양 발달에 따른 네트의 형성 수직근의 생장					

[]는 지장이 확인된 경우의 대응 내용

그림 5. 기존 산복공사 시공지의 실태조사를 통한 산복사면의 정비·유지기간의 구분(小山内 등, 2000)

광범위한 구역을 일괄적으로 감시하여야 한다.

5. 유의점

도시산록 그린벨트의 사업목적에 따라 유의하여야 할 사항은 다음과 같다.

1) 자재의 선정

공사에 의한 건설폐자재가 가능하면 적게 발생하도록 하여야 할 뿐만 아니라 만일 구조물이 파손된 경우에도 자연환경에 부담이 적게 들도록 현지 발생자재, 천연자재, 재활용자재를 활용하여야 한다.

예 : 간벌재 → 흙막이 자재(목책), 버팀목
전정한 가지, 하예작업에 의해 생산된
부산물 → 식재기반재
전정한 가지, 목재 칩 → 멀칭자재

또한, 필요에 따라 주변의 수목으로부터 채취한 종자나 향토종을 이용하는 등, 대상지의 생태계를 배려하여야 한다.

2) 시공 시

토지의 개변이나 수목의 벌채를 적극적으로 억제하는 시공계획을 작성한다. 특히 공사용 도로나 작업장의 설치 등 가설공사는 가능하면 현재의 환경을 파괴하지 않도록 하여야 하며, 가설자재도 반복이용이나 재생이용이 가능한 것을 사용하여 폐기물의 발생량을 억제하도록 하여야 한다.

사사

이 원고는 산림청에서 지원하는 2012년도 산림과학기술개발사업 기획연구과제(연구과제명 : 도시사방의 확립 및 신공법 개발)에 의하여 작성하였다.

인용문헌

小山内信智/南哲行/竹崎伸司/大手桂二/堀内成郎/吉田延雄. 2000. 砂防事業としての山腹斜面の整備/管理のあり方に關する一考察. 砂防學會誌 52(5) : 30-40.

池谷浩・吉松弘行・南哲行・寺田秀樹・大野宏之. 2001. 現場技術者のための砂防/地すべり/がけ崩れ/雪崩防止工事ポケットブック. 山海堂. 380pp.



식생(식물군락) 조사 방법

유 영 한

공주대학교 자연과학대학

자연계의 식물들의 특징은 한 지역에서 모여 산다는 것이다. 이와 같이 식물이 모여 살고 있는 모습을 식생이라고 한다. 식물군락은 식생의 기본단위이다. 식생은 시간에 따라 변화하고 있다. 가을의 식생은 산과 들이 온통 예쁜 색으로 단장을 하고 있다. 단풍이 들어 식생의 색이 봄의 꽃보다 더 아름다운 것도 바로 식생이 시간에 따라 변하기 때문이다. 이러한 식생은 기온, 강수량, 흙 등의 물리화학적 환경요인의 상호작용에 의하여 만들어진 다. 예를 들면, 우리나라에서 제주도 서귀포 일대는 1년 내내 푸른 식물들로 이루어진 난대상록수림(식생)이 나타나고, 춥고, 눈이 많이 오고, 바람이 많이 불며, 흙이 얇은 북부지방의 산꼭대기에는 키가 작은 관목림 식생이나 초지가 나타난다. 이러한 식생은 같은 지역 안에서 다시 세부적으로 구분지으면, 암벽식생, 목발식생, 물가에 나는 오리나무군집이나 갈참나무군집, 발독이나 논둑에 나는 독식생 등 매우 여러 종류가 나타난다.

이와 같이 식생은 그 지역의 자연환경의 특성을 반영하여 나타나는 것이다. 따라서 식생을 조사하여 분석하면 그 지역의 환경적 특징도 함께 알 수 있는 것이다. 그리고 식생은 무엇보다도 생태계의 근간을 이루는 생산자이

다. 따라서 식생은 그 지역의 소비자와 분해자의 특성 뿐만 아니라 생물종 다양성을 결정짓는 생태계의 결정 인자로 어느 지역의 식생이 좋으면 그에 비례하여 우수한 생태계라 할 수 있다. 우리나라에서도 보전과 개발관련하여 그 판단 기준으로 삼는 것도 그곳의 식생이 어떠한가에 바탕을 두고 있다. 더욱이 지구생태계(biome)의 구별도 동물이나 기후가 아닌 식생을 가지고 정한다.

이러한 식생은 식물공동체의 특성을 가지고 있고, 우리 주변에서 흔히 접하고 관찰할 수 있는 자연환경의 가장 중요한 부분이다. 본 글에서 이러한 식생의 구조를 조사하는 식생조사방법에 대하여 소개하고자 한다.

1. 식생(식물군락)의 일반적 특성

식물군락이란 특정 지역 내에서 함께 발견되는 상호작용을 하는 여러 종들의 모임, 생물간의 모임에서 가장 큰 것으로 개체군(population)등의 모임을 말하며, 다음과 같은 7가지의 속성을 가지고 있다.

(1) 상관(Physiognomy) : 어떤 식생(숲)

의 겉모양으로, 한 군집의 형태와 구조

- 1) 생장형(Growth form) : 식물의 생장하는 형태 - 교목(tree), 관목(shrub), 초본식물(herb), 이끼(moss)
- 2) 생활형(Life form) - Raunkiaer's 생장형의 특이한 형태들을 눈(bud)의 위치에 따라 식물의 생장형을 구분

(2) 계층구조(Stratification) : 수직적인 군집의 구조

- 1) 육상식물군집: 교목층(Tree layer), 아교목층 (Subtree layer), 관목층 (Shrub layer), 초본층(Herb layer), 이끼층(Moss layer)
- 2) 수생군집: 녹조류(Green algae), 갈조류(Brown algae), 홍조류(Red algae)

(3) 대상구조(Zonation) : 수평적인 군집의 구조로 물리적 환경에서의 수평적인 식생의 변화이다. 호수(lake)의 연안대(Littoral zone)에서 나타나는 식생의 대상구조는 육지로부터 점차 물이 깊어짐에 따라 정수식물(emergent vegetation), 부엽식물(floating vegetation), 침수식물(submerged vegetation)이 분포한다.

(4) 영양 구조 : 먹이그물에서의 영양 단계와 생물의 배열

(5) 종 상대성 : 구성 종에 따라 상대적으

로 많고 적음이 있다

- 우점종: 가장 중요치(IV)가 높은 종임
- 일반적 중요치(importance value, IV) = 밀도(density) + 빈도(frequency) + 피도(cover) (밀도: 단위 면적당 발견되는 수, 빈도: 얼마나 자주 발견되는가(얼마나 골고루 퍼져 있는가), 피도: 지면을 얼마나 덮고 있는가)

(6) 종 다양성(species diversity)

- 종 풍부도: 종수
- 종 균등도: 구성 종이 얼마나 균등하게 분포하는가

(7) 변화성(일변화, 계절적 phenology)과 천이(succession)

2. 식생구조에 관한 조사 방법

(1) 조사지 정보

식생을 조사할 지역에 대한 기존의 정보를 얻어 자세히 얻는 것이 중요하다. 현재는 포털 사이트에서 항공사진을 자세히 제공하여 줌으로 이것을 사용하되, 식생의 상관이 명확히 구별되도록 겨울(낙엽수 활엽수 구분)을 포함한 2계절의 것을 이용하는 것이 중요하다. 이렇게 얻은 항공사진은 조사할 곳의 수치지도(지형도)위에 덮어 1차적인 식생조사의 기본자료로 활용한다. 또한 시간은 지났지만, 그래도 수령에 대한 정보를 비교적 정확히 제공해주는 산림청의 임상도의 정보도 이 수치지도위

에 덧붙여 한다. 이러한 작업은 CAD나 GIS 프로그램을 활용한다.

(2) 식생조사

식생조사는 기존의 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, Z-M학과 방법 1964)을 따른다. 이에대한 자세한 내용은 식생조사법(김 등 1987)을 참고한다. 아래 그림은 환경부의 식생조사과정을 보여주는 모식도이다. 환경부에서는 기존의 식생정보를 바탕으로 계속하여 새롭게 추가하여 매년 정보를 수정 보완한다.

(가) 조사 면적

식생 조사구의 면적은 식생의 정보를 완전하게 표현되도록 최소면적이상으로 한다. 식물사회학적 조사에서는 최소면적을 강조하지만, 일반적인 식생조사에서는 정보의 양으로 보았을 때 가능하면 면적은 큰 것이 바람직하다. 그러나 항상 논쟁의 거리가 되듯이 작은 조사구를 여러 개 설치할 것인지, 혹은 큰 조사구를 소수로 할 것인지는 식생 조사의 목적에 따라, 혹은 조사지의 특성에 따라 조사자가 합리적으로 선택하여야 한다. 또한 조사구의

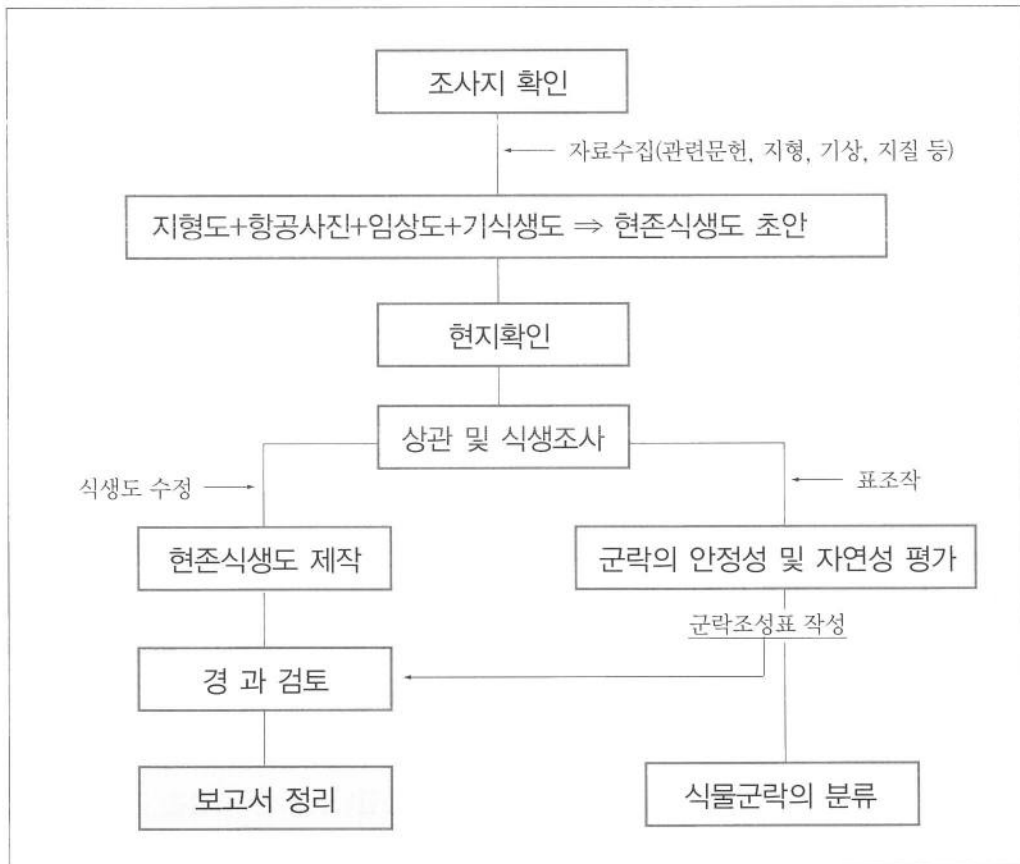


그림 1. 식생조사 과정

표 1. 식생 유형에 따른 조사구의 최소면적

식생형		식물군락의 해설 및 사례	최소면적(m ²)
부유 식생	단층	수면에서 서식하는 식물군락 사례: 부엽침수식생(생이가래-좀개구리밥군락) 등	0.1~3
초원 식생	단층	키 작은 초본만으로 구성되는 식물군락 사례: 하천초본식생(고마리군락), 해안절벽초원식생(땅채송화군락), 해안사구초본식생(갯방풍군락), 염습지식생(칠면초군락), 자연풍충초원, 저지암벽초본식생(돌양지꽃군락), 터주식생(질경이-토끼풀군락), 고층습원식생(끈끈이주걱군락) 등	1~10
	이층	키 큰 초본과 키 작은 초본으로 구성되는 식물군락 사례: 해안절벽초원식생 및 자연풍충초원(억새군락), 저층습원식생(갈대군락), 경작지식생(망초-개망초군락), 중간습원식생 및 고층습원식생 그리고 고산·아고산 고경광엽초본식생 등	1~25
관목 식생	이층	키 작은 목본으로 구성되는 식물군락 사례: 하천림(갯버들-달뿌리풀군락), 해안풍충저목림(동백나무-돈나무군락), 해안사구관목식생(해당화군락), 선구성 및 임연성 관목림(쑥군락, 누리장나무군락) 등	12~150
삼림 식생	이층, 단층	이층 이하의 층구조를 가지는 식물군락(교목층-초본층) 사례: 조림식생(왕대림, 리기다소나무조림군락) 등	50~200
	다층	삼층 이상의 층 구조를 가지는 식물군락(교목층-아교목층-관목층-초본층) 사례: 상록활엽고목림, 계곡림(느티나무-팽나무군락), 상록활엽이차림(후박나무군락), 상록침엽이차림(소나무군락), 하록활엽이차림(굴참나무-은방울꽃군락) 등	200~500

모양도 다양하게 제안될 수 있으나 일반적으로는 4각형을 가장 많이 사용하고 있다. 국내의 식생조사 구의 면적은 아래 표와 같이 식생 유형에 따라 제안되고 있다(김과 이 2006). 그렇지만 보통 국내에서 식생조사 구의 면적은 100m²이 선호하고 있는 편이다.

(나) 야외조사에 필요한 도구

특히 GPS와 사진기가 필수적이다. 현장에

서 식생조사한 곳의 GPS좌표점은 수치지도에 입력하여 나중에 현존식생도를 작성하는데 꼭 필요하다. ㉠ 식생조사표(야장) ㉡ 지형도(수치지도): 축척1/5,000, 25,000의 지형도 ㉢ 항공사진 및 임상도 ㉣ GPS와 고도계 ㉤ 방위계: 클리노메타 이용 ㉥ 경사계: 클리노메타 이용 ㉦ 줄자 ㉧ 수고계 ㉨ 식물채집도구 ㉩ 사진기 ㉪ 식물도감 ㉫ 필기도구 등

※ 군락단면도는 필요한 경우 뒷면에 스케치

- ◆ 조사구 번호(Relevé No.) : 조사지에서의 조사순서대로 일련번호를 기입한다.
- ◆ 조사자(Investigator) : 현장조사에 참가한 조사자의 이름을 기입한다.
- ◆ 지형 : 산정, 산지능선부, 사면(상, 중, 하, 凹, 凸), 계곡부, 평지, 기타로 구분한다.
- ◆ 토양(토양도 참조) : 갈색산림토, 적황색산림토, 암적색산림토, 회갈색삼림토, 침식토, 미숙토, 암쇄토, 기타
- ◆ 모암 : 퇴적암 - 석회암, 셰설암 (역암, 각력암, 이암, 세일 등); 화성암 - 화산암 (현무암, 안산암, 유문암), 심성암 (화강암, 섬록암, 반려암 등); 변성암 - 압쇄암, 편마암, 편암, 화강편마암, 호른펠스(hornfels), 규암 등 ※ 모암의 종류는 자원지질연구소의 지질도를 이용한다
- ◆ 낙엽부식층 : 매우 양호 (11 cm 이상), 양호 (10-6 cm), 보통 (5 cm 이하), 불량 (1 cm 이하), 매우 불량 (나대지)
- ◆ 식생형 : 식생평가등급에서 제시된 상관에 의한 식생형을 기입한다.
- ◆ 해발 : 고도계 또는 GPS를 이용하여, 지도상에 위치를 판정하고 조사구 지점의 해발고도를 기록한다.
- ◆ 방위 : 경사계(클리노메타)를 수평으로 하고, 지표수의 자연적 유출방향으로 반면의 N 방향을 향하게 하여 바늘이 정지할 때, 북쪽을 가리키고 있는 반면상의 위치가 경사의 방향이다.
- ◆ 경사 : 수평면에 대한 조사구의 평균 경사도 (0 ~ 90도 범위로 최소단위는 1도) - 경사계 이용
- ◆ 교목 제 1 층(T1)의 높이와 식피율 :
m %
- ◆ 교목 제 2 층(아교목층, T2)의 높이와 식피율 : m %
※ 교목층의 2층 구별이 불가능할 경우에는 1층으로 판정하여 조사한다(즉 교목층, 관목층, 초본층의 3층구조로 본다).
- ◆ 관목 제 1 층(S1)의 높이와 식피율 :
m %
- ◆ 교목 제 1 층의 높이에 따라 상대적으로 5층 구조의 구분이 가능.
- ◆ 관목 제 2 층(S2)의 높이와 식피율 :
m %
※ 관목층의 2층 구별이 불가능할 경우에는 1층으로 판정하여 조사한다(즉 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층의 4층구조로 본다).
- ◆ 초본층(H)의 높이와 식피율 : m %
※ 갈대, 억새, 호장근 등과 같은 고정초본 우점의 초지식생에서는 초본층을 초본 제 1 층과 초본 제 2 층으로 구별할 수 있으며, 삼림식생과 같은 다층을 포함하는 여타 식생에서는 일반적으로 초본층을 한 층으로 한다.
- ◆ 이끼층(M)의 식피율 : %
- ◆ 인접군락 : 동서남북 방향에 인접하는 주요 식물군락을 기재한다.
- ◆ 출현종수 : 해당 조사구의 모든 식물종의 종수를 기록하며, 한 식물종이 여러계층에서 출현했더라도 1종으로 계산한다.

표 3. 우점도(피도)의 계급 판정기준(Braun-Blanquet, 1964)

-
- 5 : 식피율이 조사구 면적의 3/4이상이고, 개체수는 임의
 4 : 식피율이 조사구 면적의 1/2-3/4이상이고, 개체수는 임의
 3 : 식피율이 조사구 면적의 1/4-1/2이상이고, 개체수는 임의
 2 : 식피율이 조사구 면적의 1/10-1/4이상이고, 혹은 개체수가 많다.
 1 : 개체수는 많으나 피도가 낮다. 혹은 산재하나 식피율은 높다(식피율이 1/10 이하).
 + : 식피율은 낮고 산재
 r : 고립하여 출현하고 식피율은 극히 낮다.
-

표 4. 전추정법에 의한 군도계급의 판정

-
- 군도5 : 어떤 종이 조사구의 전 면적을 카펫트 모양으로 덮는다.
 군도4 : 어떤 종이 덮는 카펫트 모양에서 곳곳에 구멍이 뚫여 있다.
 군도3 : 어떤 종이 덮는 면적이 반문상으로 산재한다.
 군도2 : 어떤 종이 벼 포기 모양으로 총생하여 생육한다.
 군도1 : 어떤 종이 단독으로 떨어져서 생육한다.
-

- ◆ 비교 : 특기할 만한 식물종, 사진번호, 군락 단면모식도가 뒷면에 그려졌는지의 여부, 기타 필요한 사항 등을 기록한다.
- ◆ 식생평가등급 : 식생평가등급기준(표 7 참조)에 따라 표시한다.
- ◆ DBH (cm) (흉고직경) : 조사구 내에서 교목층의 식물명과 흉고직경을 측정하여 기입한다.
- ◆ SPP.(식물종)과 D.S(피도 및 군도) : 각 계층별로 식물종을 목록화 하고 그 식물종의 피도 및 군도를 기입한다.
- ◆ 군락 단면모식도(Profile diagram) : 조사

구 내외의 군락 상관을 묘사하는 것으로 향후 군락분류 해석에 매우 귀중한 정보를 제공한다. 군락 단면모식도는 모든 조사구에서 꼭 필요한 것은 아니지만 생태학적으로 해당군락의 특징을 기재할 필요가 있을 경우에 (1) 조사구의 지형 및 미지형적 특성, (2) 인접군락의 종류와 상관관계, (3) 주요 식물종의 생육방식(맹아 형성, 고사목의 종류 등)과 입지내의 분포적 특성, (4) 기타 생물적 간섭에 의한 구조적 특기 사항 등이 나타나도록 표시한다.

표 6. 상관에 의한 군락명의 판정기준

최상층의 우점비율		군락명칭
A종	B종	
70%이상	30%이하	A군락
50%	50%	A-B군락 또는 B-A군락
60%	40%	A-B군락
40%	60%	B-A군락

* 3종 이상이 우점한 경우는 최우점종과 차우점종을 연명으로 군락명을 정하며, 3종이 동일한 우점비율을 차지한 경우는 입지의 잠재자연식생에 더욱 가까운 종을 2종 선정하여 연명으로 군락명을 정한다.

표 8. 우점도계급과 피도백분율

우점도계급	피도%	평균피도백분율
5	75 ~ 100	87.5
4	50 ~ 75	62.5
3	25 ~ 50	37.5
2	10 ~ 25	17.5
1	1 ~ 10	5.0
+	-	0.1

아우점종이 있을 경우 상관에 의하여 다음과 같이 판정한다.

- ⑤ 각 군락에 대한 설명에서는 구분종을 명시, 군락 구조 및 입지의 특성 등을 서술한다.

(마) 현존식생도 작성

- ① 수치지형도위에 조사지역에 관한 기존의 정보-항공사진, 식생도, 임상도등-를 활용하여 현존식생도 초안을 만든다.

- ② 현존식생도 초안을 가지고 현지 확인과 상관조사 및 식생조사를 실시하여 완전한 현존식생도를 작성한다. 이 때 기재하는 식물군락명은 앞에서 언급한 우점도나 상관에 의한 이름을 주로 사용한다.

(바) 식생평가등급의 부여

식생의 근거로 한 환경평가는 다양하게 이용될 수 있으나 이 글에서는 환경부의 식생평가방식(생태자연도 등급)을 소개하고자 한다.

이 방법은 과거의 녹지자연도에 의한 평가의 한계를 고려하여 식생의 다양성, 온전성, 희귀성 및 역사성에 근거하여 새롭게 평가한 것이

다. 이 등급을 현존식생도의 식물군락위에 매겨 기재한다.

표 9. 식생 평가 등급 기준

평가 등급	수직 식생대	상 관	녹지 자연도	주요 식생형
I (생태 자연도 1등급)	고산대	고산대관목림 /고산대초원	10	고산히이드, 풍충초원, 눈밭식생, 자연초원, 암극식생
	아고산대	아고산대초원	10	자연초원
	산지대	산지대초원	10	자연초원, 풍충초원, 고경초원
	구릉대 -산지대	암벽식생	10	?
	각 식생대 공통	습원	10	저층습원, 중간습원, 고층습원
	"	습지식생	10	?
	"	수생식물군락	10	부엽·침수식물군락, 달뿌리풀군락, 물억새군락 등
	"	염소지식생	10	거머리말군락, 통통마디-지채군락, 해홍나물-갯질경군락 등
	"	사구식생	10	해당화군락, 갯마늘-통보리사초군락, 갯금불초군락 등
	"	석회암지식생	10	회양목군락, 측백나무군락 등
	"	해안초본식생	10	?
	"	해안단애식생	10	?
	"	자연나지	10	?
	고산대	고산대관목림	9	들쭉나무군락, 월굴-눈잣나무군집
	아고산대	아고산침엽수림	9	분비나무-가문비나무군목/분비나무-가문비나무군단, 구상나무군단 소속의 군집 및 군락
	"	아고산하록 활엽수림	9	사스레나무군락/자작나무군락
	"	아고산하록 활엽수이차림	9	사스레나무군락 등
	산지대	산지하록 활엽수림	9	당단풍-신갈나무군목/생강나무군단 소속의 군집 및 군락
	"	산지침엽수림	9	전나무군락, 소나무군락 등
	"	산지계곡림	9	느티나무군락 등
	"	산지습성림	9	느릅나무군락, 들메나무군락, 물푸레나무군락 등

평가 등급	수직 식생대	상 관	녹지 자연도	주요 식생형
I (생태 자연도 1등급)	"	산지하천변림	9	개키버들군락 등
	"	산지풍충암각 지관목림	9	설악눈주목군락, 흰참꽃군락 등
	"	산지하록 활엽수이차림	9	신갈나무군락, 서어나무군락 등
	구릉대	상록활엽수림	9	동백나무군강/모밀잣밤나무군단 소속의 군집 및 군락
	"	계곡림	9	느티나무군락, 고로쇠나무군락 등
	"	상록해안풍충 관목림	9	돈나무-줄가시나무군집, 사철나무-돈나무군집 등
	"	관목림하반림, 습성림관목림	9	팽나무군락, 오리나무군락 등
II (생태 자연도 1등급)	"	저지대하천변림	9	왕버들군락, 선버들군집, 갯버들군집 등
	산지대	하록활엽수림	8	신갈나무군락 등
	구릉대-산지대	상록침엽수림	8	소나무군락, 곰솔군락 등
III (생태 자연도 2등급)	구릉대	상록활엽수 이차림	8	구실잣밤나무 및 정가시나무맹아림/약령림
	구릉대-산지대	하록활엽수 이차림	7	신갈나무군락, 서어나무-개서어나무, 자작나무, 줄참나무, 굴참나무, 상수리나무군락 등
	구릉대-산지대	상록침엽수 이차림	7	소나무군락, 곰솔군락 등
	산지대	산지선구성 관목림	7	붉은병꽃나무군락 등
	구릉대	대나무림	7	죽순대군락, 왕대군락 등
	산지대-아고산대	이차초원	5	억새초원 등
IV (생태 자연도 3등급)	각 식생대 공통	하록활엽수림 상록침엽수림	7	굴참나무군락, 상수리나무군락, 갈참나무군락, 소나무군락 등
	"	상록침엽수조림	6	소나무, 곰솔, 편백, 측백, 삼나무, 전나무, 가문비나무, 분비나무, 구상나무조림 등
	"	낙엽침엽수조림	6	일본잎갈나무조림 등
	"	상록활엽수조림	6	녹나무조림 등
	"	낙엽활엽수조림	6	상수리나무, 밤나무조림 등

평가 등급	수직 식생대	상 관	녹지 자연도	주요 식생형
V (생태 자연도 3등급)	구릉대	조릿대초원, 군락	5	조릿대류군락
	구릉대	임연성관목 -덩굴군락	5	?
	구릉대	이차초원	5	억새초원
	구릉대	이차관목림	5	?
	각 식생대 공통	벌채지군락	4	?
	"	휴경지잡초군락	4	?
	"	이차초원	4	잔디초원, 왕포아풀군락
	"	길가잡초군락	4	철-환삼덩굴군락, 썩군락
	"	휴경지	4	망초군락, 개망초군락 등
	"	목초지	4	목장이나 목초 재배지
	"	과수원	3	사과나무, 배나무 등의 각종 과수원
	"	농경지	2	논, 밭 등의 경작지

4. 참고문헌

김준민, 김철수, 박봉규. 1987. 식생조사법
(식물사회학적 연구법). 일신사. 서울. 170p.
김종원. 1993. 우리 나라의 자연 환경 현황

분석 연구. 한국환경기술개발원. 서울. 83p.

환경부. 2008-2011. 전국자연환경조사 식
생조사지침서. 국립환경과학원. 인천.

Braun-Blanquet, J. 1964.
Pflanzensoziologie. New York. 865p.



산림육 피톤치드의 효능 및 활용

이 성 숙
국립산림과학원

1. 피톤치드란?

최근 우리는 방송 매체를 통하여 산림육이라는 단어를 자주 접하게 되었으며 이러한 산림육은 피톤치드와 관련이 있다는 설명을 듣게 된다. 산림육이라는 단어는 본래 1982년 일본 아사히(朝日) 신문에 실린 기사를 통해 일반화되었으며 그 기사에는 ‘숲의 향기를 맡으면서 심신을 단련하자’라는 부제가 붙어 있었다. 이처럼 숲에 들어가면 상쾌한 공기가 가득하고 조금만 걷고 있어도 풋풋한 내음을 맡을 수 있다. 이러한 숲에서 나는 향기의 정체가 바로 피톤치드이며 이 향기를 맡음으로써 스트레스가 해소되고 몸과 마음이 상쾌해진 다.

피톤치드(phytoncide)라는 단어는 러시아의 발생학자인 토킨(B. P. Tokin) 박사에 의해 1930년대에 만들어진 러시아 조어이다. 피톤(phyton)은 ‘식물’을 의미하는 그리스어이며, 치드(cide)는 ‘죽이다’를 의미하는 라틴어에서 유래되었다. 즉 피톤치드는 본래 ‘식물로부터 방출되어 다른 생물을 죽이는 물질’이라는 의미이다.

그렇다면 식물은 무슨 이유로 피톤치드를 만들어 내는 것일까? 바로 이 피톤치드가 식

물 자신을 보호하는 다양한 역할을 한다. 다른 식물에 대한 생장저해작용, 곤충이나 동물로부터 줄기나 잎을 보호하기 위한 섭식저해작용, 곤충에 대하여 기피·유인·살충작용을 하거나 병원균에 감염되지 않도록 살균 작용을 하는 등 역할이 매우 다양하다. 땅에 뿌리를 내리고 살아가는 식물은 이동할 수가 없으므로 외적인 공격이나 자극으로부터 자신을 보호하기 위해 피톤치드를 발산하는 것이다.

그러면 피톤치드는 언제 가장 많이 방출될까? 산림 중에 방출되는 피톤치드의 양은 상록활엽수가 낙엽활엽수나 낙엽침엽수보다 많으며 계절별로는 봄이나 가을철보다 여름철에 상대적으로 방출량이 많다. 특히 신갈나무, 낙엽송은 잎이 붙어 있는 시기에 비해 잎이 떨어진 11월에 방출량이 급감한다. 따라서 산림내 대기 중의 피톤치드의 양도 봄부터 증가하여 기온이 상승하는 여름철에 최대치에 달하게 된다. 하루 중에는 침엽수나 활엽수 모두 기온이 상승하는 정오 무렵에 방출량이 최대치에 이르러 아침 또는 저녁의 2~3배에 달하게 된다.

현재 피톤치드라는 용어는 넓게 해석되어 ‘모든 식물이 만드는 휘발성 및 비휘발성 물질로 다른 생물에 영향을 미치는 물질’로 정

의된다. 따라서 음식 만들 때 눈물샘을 자극하는 양파의 냄새도 마늘의 강렬한 냄새도 피톤치드의 일종이라고 할 수 있다.

2. 생활 속의 피톤치드

피톤치드가 다른 생물에게는 공격적으로 작용하지만 인체에 대해서는 유익하며 일상생활에 유용하다는 사실은 경험적으로 알고 있다. 이러한 경험을 실생활에 활용한 예를 살펴보기로 하자.

생선찜집에서는 생선회를 써는 도마로 소나무가 사용되고 있다. 이는 소나무에는 휘발성 물질인 테르펜류 성분이 다량 함유되어 있으며 이들 성분이 항균활성을 나타내기 때문이다. 또한, 생선회가 담긴 그릇에는 레몬 조각이 함께 나오는데 레몬의 리모넨이라는 성분이 항균 및 탈취효과가 있기 때문이다.

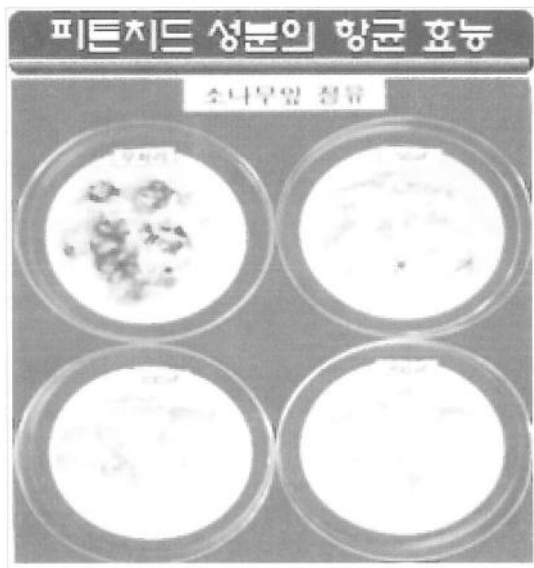
일본에서는 초밥을 넣은 유리 케이스 안에 화백 잎을 넣는다. 이것은 단지 보기 좋게 하기 위한 것은 아니며 화백에 함유되어 있는 성분인 피시페릭산(pisiferic acid)의 강한 산화방지 효과를 활용한 것이다. 초밥을 만들 때 고추냉이(일명 와사비)를 사용하는데 이것 역시 고추냉이에 포함되어 있는 항균성분을 이용하여 생선의 선도를 유지하기 위함이다. 초밥을 먹을 때 마시는 녹차에도 카테킨(chatechin)이라는 항균성분이 포함되어 있으며 초밥과 함께 곁들여 먹는 생강에도 항균성분이 있다.

우리가 송편을 찌 때 솔잎을 넣는 것 역시 솔잎의 항균성분을 활용하여 떡이 부패하는 것을 막기 위함이다. 또한 떡갈나무 잎으로 떡을 싸서 찌기도 하는데 이것 역시 잎에 포함되어 있는 유게놀(eugenol)이라는 항균성분을 활용한 예라고 할 수 있다.

위스키의 술통으로 참나무를 사용하는 것은 나무 향으로 인해 독특한 풍미를 내는 동시에 방부효과도 있기 때문이다.

피톤치드를 일상생활에 유용하게 사용하는 예는 비단 식품에 제한되는 것은 아니다. 집을 지을 때 소나무나 편백 등의 목재를 사용하는 것도 피톤치드 성분에 의해 집먼지진드기, 모기, 곰팡이 등의 피해를 막기 위함이다. 또 가구에 나무를 사용하는 것도 같은 이유 때문이다. 녹나무는 캠퍼(camphor)라는 방충·방부 효과가 우수한 성분을 포함하고 있어 녹나무로 만든 가구는 방충제를 넣을 필요가 없다고 할 정도이다.

소나무 잎 피톤치드 성분을 이용하여 식품의 부패를 어느 정도 막을 수 있는지 실험한 결과가 있다. 먼저 패트리디쉬에 여과지를 깔고 일정량의 피톤치드 성분이 스며들게 하였다. 그리고 밥을 여과지 위에 올려놓고 4시간 동안 그대로 방치하여 균의 침입을 유도하였다. 4시간 후 패트리디쉬의 뚜껑을 덮고 실온에서 5일간 보관한 후 균의 번식 상태를 조사하였다. 그 결과 사진에서 보는 바와 같이 피



톤치드를 넣지 않은 무처리(왼쪽 위)의 경우 하루도 지나지 않아 무수한 균이 침입하여 부패가 진행되었다. 반면에 소나무 피톤치드를 $50\mu\text{l}$ 처리 한 경우에는 2일간(오른쪽 위), $100\mu\text{l}$ 처리 한 경우에는 3일간(왼쪽 아래) 그리고 $200\mu\text{l}$ 처리 한 경우에는 5일간(왼쪽 아래) 균이 발생하지 않았다. 즉, 균의 포자 발아나 생육을 소나무 잎 피톤치드가 억제한 것이다. 이상의 실험 결과에서 보듯이 수목의 피톤치드는 식품의 부패를 억제하는 탁월한 능력이 있는 것이다.

3. 피톤치드와 정유

앞에서도 언급하였듯이 숲에 가면 느낄 수 있는 상쾌한 향기 성분이 휘발성 피톤치드로

벌목, 가지치기, 제초작업 등을 한 후에 보다 강하게 느낄 수 있다. 식물로부터 나오는 휘발성 성분들은 주로 테르펜류의 화합물과 페닐프로파노이드(phenylpropanoid)계통의 물질들이 많다.

휘발성 물질인 테르펜 화합물은 천연물 중 가장 널리 분포되어 있으며 화학적으로 많은 관심이 집중되고 있는 물질이다. 발라흐(Wallach)는 '테르펜(terpene)은 $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$ 의 조성을 가지며 구조상으로도 이소프로펜(isoprene) 분자가 기본 단위로 이것의 골격 변화 없이 첨가되어 이루어져 있다'는 이소프로펜 법칙을 제창하였는데 자연계에 존재하는 테르펜의 대부분이 이소프로펜(isoprene)법칙을 따른다. 예전에는 $n=2$ 인 것, 즉 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ 의 조성을 갖는 화합물만을 테르펜이라고 하였으나 현재는 이것을 모노테르펜

(monoterpene)이라고 하고, $n=3$ 인 것을 세스퀴테르펜(sesquiterpene), $n=4$ 인 것을 디테르펜(diterpene), $n=6$ 인 것을 트리테르펜(triterpene)이라고 한다. $n=1$ 인 C_5H_8 의 조성을 갖는 화합물은 이소프로펜(isoprene)이라 하여 테르펜에는 포함시키지 않는다.

모노테르펜은 방향성이 강하지만 $n=3$ 이상인 세스퀴테르펜, 디테르펜 등은 일반적으로 냄새가 없다. 모노테르펜과 세스퀴테르펜으로 구성되어 있는 물질을 정유(essential oil)라고 부르는데 숲 속에서 느낄 수 있는 향기 성분들이 정유에 포함된다. 즉, 우리가 통칭하여 부르는 피톤치드는 포괄적인 의미이고 보다 과학적인 측면에서 피톤치드 성분 중 향기를 내는 테르펜류 화합물 및 지방족 쇠상화합물과 방향족 화합물 등 수십 내지 수백 성분을 함유하는 물질이 정유이다. 따라서 개념상 '피톤치드>정유>테르펜'으로 정리할 수 있지 않을까 한다.

정유는 식물의 2차 대사산물로서 식물의 표피나 엽육조직에서 분화된 세포외 특정 공간에 저장되어 있는 저끓는점의 기름성 물질들로 공기 중에 쉽게 휘산되어 인간의 후각을 통해 인지될 수 있는 저분자량의 액상 혼합체이다. 주로 유선(油腺, oil glands) 또는 선모(腺毛, glandular hair) 내에 함유되어 있거나 수지 내에 녹아있는 형태로 저장된다. 정유는 대부분 무색 또는 옅은 색으로 빛에 의해 광분해를 일으키기 쉬우며 공기 중에 산화되어 과산화물이나 결정성 혼탁물질을 생성한다. 향기 성분의 분자량 범위는 26~300, 끓는점은 120~

350℃이며, 비중은 0.84~1.17의 범위로 알려져 있다. 정유는 통상 물에 불용이며 지방에 잘 녹는 유용성의 액체로서 대부분이 물보다 가벼우나 그 중에는 정향유(clove oil), 계피유(cassial oil) 등과 같이 물보다 무거운 것도 있다. 정유를 함유하는 식물 부위는 잎, 수피, 목질부, 뿌리 또는 근경, 과실, 종자, 꽃 등이다.

4. 정유 함량 및 성분

정유 함량은 나무의 종류에 따라 차이를 보이며 계절에 따라서도 차이가 있다. 구상나무, 편백, 화백, 전나무 등에는 정유가 다량 함유되어 있으나 잡목림에서 흔히 볼 수 있는 참나무류나 아까시나무 그리고 상록활엽수인 사철나무, 차나무, 회양목 등에는 거의 함유되어 있지 않다. 일반적으로 침엽수(평균 1.06%)가 활엽수(평균 0.22%)보다, 여름철이 겨울철보다 정유 함유량이 많다. 침엽수의 경우 구조적으로 정유를 저장할 수 있는 기관이 존재하나 활엽수의 경우 특히 참나무의 경우는 정유 저장기관이 존재하지 않기 때문에 정유 수율이 낮다.

정유성분의 조성은 추출 식물종의 유전적 특성과 재배지역의 환경 및 채취시기에 따라 차이가 있다.

소나무과의 목재는 주목, 남양 삼나무, 편백 등의 목재와 향기성분이 거의 유사하여, α -피넨(α -pinene), β -피넨(β -pinene), 캄펜(camphene), 리모넨(limonene), 초산보르닐

(bornyl acetate) 등의 모노테르펜이 주성분이다. 특히 솔잎에서 나는 상쾌한 냄새의 주체는 초산보르닐로 분비나무, 가문비나무 등의 침엽수 정유에 포함되어 있으며 '숲의 향'으로 알려진 주요한 향료의 원료이다. 낙엽송의 가지 및 잎에는 α -피넨, β -피넨과 초산보르닐이, 일본 전나무에는 α -피넨, 캄펜, 펠란드렌(phellandrene)이 주요한 정유성분이다.

남양 삼나무과의 아가티스에는 α -피넨(α -pinene), β -피넨(β -pinene), 리모넨(limonene), 캄펜(camphene) 등의 고리형태의 모노테르펜이 향기의 주성분이다. 편백의 가지 및 잎에는 α -피넨, β -피넨, 리모넨 등 수종의 성분이, 재유에는 α -피넨, γ -카디넨(γ -cardinene)과 7종의 모노테르펜이 함유되어 있다. 연필향나무의 목재는 균일하게 절삭될 뿐 아니라 세드렌(cedrene), 세드롤(cedrol), 세드레놀(cedrenol) 등을 함유하고 있어 향기가 나므로 연필 제조용으로는 최적 수종으로 알려져 있다. 눈측백은 네즈콘(nezukone), α -, β -, γ -유데스몰(γ -eudesmol), 옥시돌(occidol) 등이 정유의 중요 성분으로 서양측백의 성분과 유사하다. 강한 향기를 가진 서양측백의 정유는 세스퀴테르펜 알코올의 옥시돌과 옥시덴탈롤(occidentalol)이 주성분이다.

소나무류에 많이 함유되어 있는 α -피넨은 초목 향기의 대표 성분으로 산림 대기 중에 가장 많이 비산되어 있는 성분이다. 연필향나무에 함유되어 있는 세드롤은 살충작용이 있으며 간장의 약물대사효소를 활성화시키는 작용을 한다.

5. 정유의 효능

1) 항균 효능

정유는 넓은 범위의 다양한 미생물에 대한 항균효능을 보인다. 편백 정유의 경우 병원성균 중 위장관염을 일으키는 *Aeromonas hydrophila* CF-2, 설사를 유발하는 *Edwardsiella tarda* ECK-1, 호흡기 질환을 야기하는 연쇄상구균(*Streptococcus* sp.), 무좀과 같은 피부질환을 야기하는 피부사상균에 대한 생장억제 효과가 있다. 1,000 ppm 편백 정유를 처리할 경우 목재부후균인 *Gliocladium virens*(생장억제율 45.8%), *Tyromyces palustris*(생장억제율 55.4%), *Trametes versicolor*(생장억제율 84.3%), 수목병원균인 *Endothia nitschkeii*(생장억제율 53%)의 생장을 억제한다. *Bacillus subtilis*와 *Pseudomonas aeruginosa*에 대한 편백 정유의 최소 생장억제 농도(minimum inhibitory concentration)는 각각 0.01%, 0.8%로 보고되고 있다. 계피나무 정유의 경우 호흡기 감염균에 대한 뛰어난 항박테리아 활성을 나타낸다. 소나무 잎 정유는 식중독 균인 *Listeria monocytogenes*에 대한 생장억제 효과가 있다. 측백나무 잎 정유는 인체에 감염되면 설사를 일으키고 패혈증, 복막염 등의 질병을 유발하는 *Aeromonas*속 균주의 증식을 저해한다.

2) 살충(방충) 효능

정유는 곤충에도 영향을 미친다. 식물은 종

죽변식을 위해 곤충을 유인하거나 또는 해충들의 침입을 억제하기 위한 기피제로서 정유물질을 방출한다. 실제 식물에서 추출한 정유는 곤충들에게 살충, 방충효과가 있다.

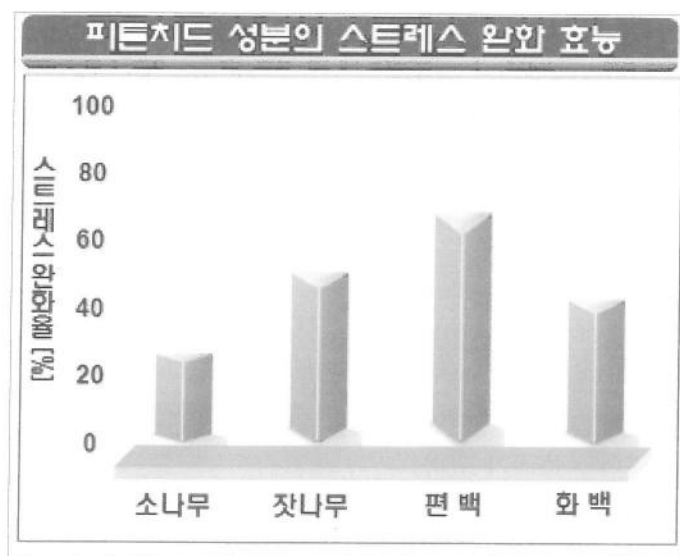
서양측백 정유는 작물에 피해를 주는 담배거세미나방 유충에 대해 강한 살충효과를 나타내었다. 녹나무 종자에서 추출한 정유는 쌀바구미에 대한 방충효과가 있다. 목재 해충인 흰개미에 대해 편백재 뿐만 아니라 편백잎 정유는 높은 살충력을 보였다. 편백 정유는 쌀바구미와 팟바구미에 대해서도 활성을 갖는 것으로 보고되고 있다.

3) 스트레스 완화 효능

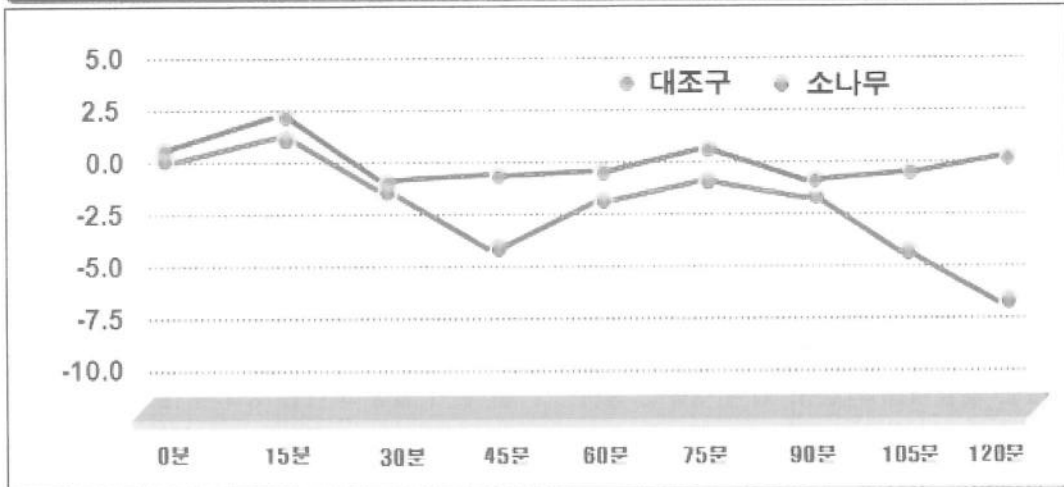
정유는 중추신경계에도 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 비교적 끓는점이 높아 휘발되기 어려운 성분이 많이 포함되어 있는 목재는 진정작용을 하며 비교적 끓는점이 낮아 휘

발하기 쉬운 성분이 많이 있는 나뭇잎의 향기는 각성작용을 한다. 삼나무 목재, 편백나무 목재, 라벤더, 레몬향기는 진정작용을, 삼나무나 편백나무 잎의 향기성분은 각성작용을 한다.

흰쥐에 전기 자극 스트레스를 가한 후 정유를 처리한 경우 스트레스 지표 호르몬인 혈중 코티졸(cortisol) 농도가 감소하는 것으로 나타났다. 흰쥐에 전기로 자극을 가하면 스트레스를 받아 혈중 코티졸 농도가 정상치의 15배 이상 상승한다. 전기 자극을 가한 후 소나무, 잣나무, 편백, 화백 정유가 자연 기화되어 있는 상자 속에 흰쥐를 넣으면 전기 자극만을 가한 대조구에 비해 혈중 코티졸 농도가 급격히 감소하였다. 소나무를 비롯한 잣나무, 편백, 화백에서 추출한 정유는 정도의 차이는 있지만 혈중 코티졸 농도를 저하시키는 효과, 즉 스트레스를 완화시키는 효과가 입증된 것이다.



피톤치드 성분의 혈압 저하 효능



4) 혈압 저하 효능

정유는 쥐(랫드)의 혈압을 저하시킨다는 연구 결과도 있다. 쥐에 소나무 정유를 흡입시키면서 2시간 동안의 혈압변화를 15분 간격으로 측정했을 경우 전반적으로 동맥혈압을 감소시키는 경향을 나타내었다. 즉 기화된 소나무 정유를 쥐에 흡입시켰을 때 유의성 있는 평균 동맥 혈압 변화를 가져오지는 않았지만 대조구와 비교하여 평균 동맥압을 저하시키는 경향을 나타내었다. 정유가 동물의 혈압 조절에 긍정적으로 작용한다는 사실은 산림욕 효능을 증명하는 명백한 자료가 된다.

5) 포름알데히드 저감 효능

정유는 새집증후군의 원인물질로 알려져 있는 포름알데히드를 제거하는 효과가 있다. 편백나무 목재 정유는 1 ppm농도에서 약 50%

정도 포름알데히드를 제거하였다. 편백잎 정유의 효과는 편백재유 보다 더 우수하였다. 전나무나 분비나무 잎 정유는 70~80%의 포름알데히드를 제거하고 삼나무 잎 정유는 90% 이상의 포름알데히드를 제거하였다.

6) 기타

이 외에도 정유에는 여러 가지 효능이 있는 것으로 알려져 있다. 대표적인 것이 항산화 효능으로 편백 정유의 경우 항산화 활성이 우수한 것으로 보고되고 있다. 정유의 부종 억제효과로 인해 염증유도로 인한 반응을 완화시킬 수 있는 가능성이 있다는 보고도 있으며, 최근에는 편백 정유에 의한 아토피개선 효능이 밝혀지기도 하였다.

6. 정유의 활용

정유는 현재 약 3,000종이 알려져 있으며 그 중 약 300종의 정유는 약학, 작물, 식품, 화장품, 향료 산업에서 상업적으로 사용되는 것으로 알려져 있다.

정유나 정유의 몇몇 성분들은 독특한 향으로 인해 주로 향료산업에 많이 사용되고 있으며 화장품, 위생제품, 치과용 제품 이외에 농업 부문에서 보존제, 첨가제, 천연치료제로 사용되고 있다. 예를 들면, 리모넨(d-limonene), 초산게라닐(geranyl acetate), 카르본(d-carvone)은 향료, 크림, 비누에 사용되며, 식품에는 향첨가제로, 생활청소용품에는 향으로서 또는 산업적 용제로서 사용된다. 이외에도 정유는 식물성 오일과 함께 혼합하여 마사지나 목욕할 때 사용되며 향기요법(aromatherapy)에도 많이 사용되고 있다.

7. 맺음말

최근 휴일이 되면 도시의 번잡함을 피해 산을 찾는 사람들이 늘고 있다. 그리고 숲을 걸으면서 느끼는 상쾌함과 깨끗한 내음에 스트레스가 해소된다고도 한다. 이러한 숲에서 나는 독특한 향기의 원천이 바로 정유(피톤치드)로 나무가 발산하는 테르펜류가 주성분을 이루고 있다. 테르펜류는 앞에서도 언급했듯이 항균 효능, 살충 효능, 스트레스 완화 효능, 혈압 저하 효능 등 다양한 효능이 있는 것으로

보고되고 있다. 그러나 이러한 효능은 수목에서 인위적으로 추출한 테르펜 성분을 직접 처리했을 때 나타나는 것으로 우리가 산림욕을 통해 숲에서 발산되어 대기 중에 머물고 있는 테르펜 성분을 흡입하였을 때도 같은 효능을 얻는다고는 할 수 없다. 이유는 고온에서 인위적으로 추출할 경우에는 다양한 종류의 테르펜 성분이 추출되는 반면 숲에서 발산되는 테르펜 성분은 주로 끓는점이 낮은 물질로 성분 조성에 차이가 있기 때문이다. 그리고 실험에서 사용한 테르펜의 농도는 높은 반면 숲의 대기 중에 존재하는 테르펜의 농도는 낮기 때문이다. 따라서 연구 결과를 통해 테르펜 성분이 다양한 효능이 있다는 것은 증명되었지만 산림욕을 통한 효능과 반드시 일치한다고는 할 수 없다. 그러므로 최근에 정유의 효능에 대한 과학적인 규명 없이 만능인양 과대 포장되어 상업적으로 이용되는 것을 경계해야 할 것이다. 그리고 정유 성분은 같은 수종이라도 생산지, 추출 시기, 추출 방법 등에 따라 차이가 있으므로 사용에 세심한 주의가 요망된다.

8. 참고문헌

- 강하영, 최인규. 2000. 편백재의 흰개미 살충활성에 관한연구. 한국농화학회지, 43(1): 67-71.
- 나기정, 강하영, 오종환, 최인규. 1998. 침엽수종으로부터 분리된 정유의 스트레스 완화 효과. 한국실험동물학회지, 14(1): 93-96.

나기정, 강하영, 윤신근, 정의배. 1999. 침엽수 정유의 생물학적 효능. 한국실험동물학회지, 15(1): 79-81.

박영규. 2004. SPME법을 이용한 식물정유 성분분석을 통한 유해가스 제거 특성연구. 한국생물공학회지, 19(3): 231-235.

송지숙, 류수노, 김관수, 방진기, 이봉호, 채영암. 식물성 정유의 분석기술과 농업 분야 이용. 한국국제농업개발학회지, 11(1): 107-125.

안정엽, 이성숙, 강하영. 2004. 편백(*Chamaecyparis obtusa*) 정유의 향균, 항염, 항산화효과. 대한화장품학회지, 30(4): 503-507.

이근광. 1999. 측백나무(*Thuja orientalis*)

와 편백나무(*Chamaecyparis obtusa*) 정유(Essential oil)의 향균력 검색. 한국미용학회지, 5(2):567-577.

이성숙, 강하영, 최인규. 2002. 수목 정유의 생리활성에 관한연구(I). 목재공학회지, 30(1): 48-55.

이현옥, 백승화, 한동민. 2001. 편백정유의 향균효과. 한국미생물생명공학회, 29(4): 253-257.

최성희, 김혜정. 2000. 저장조건에 따른 당귀의 정유성분 변화. 한국식품과학회지, 32(3):513-518

홍철운, 김철생, 김남균, 김영희. 2001. 편백과 화백의 잎과 열매에서 분리한 정유성분의 조성. 한국농화학학회지, 44(2): 116-121



기술정보

소나무류에 발생하는 주요병해의 진단 및 방제 II

김 경 희

국립산림과학원 산림병해충연구과

산지환경 제14호(2011년)에 연재된 “소나무류에 발생하는 주요병해의 진단 및 방제 I”에서는 소나무재선충병, 피목가지마름병, 흑병, 푸사리움가지마름병을 다루었다. 이번 호에는 소나무류의 잎에 많이 발생하는 잎마름성 병해 4종의 진단요령과 방제법에 대하여 알아본다.

1. 그을음잎마름병

(*Rhizosphaera needle blight*)

1) 병원균

Rhizosphaera kalkhoffii

2) 기 주

소나무, 잣나무, 리기다소나무, 전나무, 개잎갈나무

3) 피 해

우리나라에서는 1984년에 처음 보고되었지만 오래 전부터 발생하고 있었던 것으로 추정된다. 본 균의 병원성은 매우 약하다고 보고되고 있으며, 보통 인공접종에 의해서도 병원성

이 잘 관찰되지 않는다. 그러나, 이른 봄의 생장초기 전후에 너무 습하거나 건조하여 뿌리 발달이 나쁠 때나, 과도한 가지치기 등으로 인해 측아가 발달하여 수관이 과밀하게 될 때 주로 발생하며, 특히 아황산가스 등 대기오염의 피해를 받은 나무에서 피해가 심하다. 일본에서는 잣나무가 곰솔보다 피해가 심하게 발생한다는 보고가 있다. 본 병원균은 병원성이 약하지만 기주의 생장초기 전후의 과습(過濕) 또는 과건(過乾)에 의한 뿌리의 부패와 발달불량, 해충에 의한 피해 등에 의해 유인된다.

4) 병징·표징

6월 상순부터 주로当年생의 새 잎에 발생한다. 침엽의 끝부분이 적갈색으로 변하여 점차 1/3~2/3까지 확대되면서 전전부와는 뚜렷하게 구분된다. 변색부에는 원형의 아주 작은 돌기(분생포자각)가 기공을 따라서 줄지어 형성되고, 병반은 회갈색~회색으로 되어 죽는다. 소나무에서 가장 전형적인 병징이 나타난다. 표징은 병든 부위에는 검은색의 분생포자각이 기공을 따라 나란히 형성된다.

5) 방제법

이른 봄 묘포 및 임지가 지나치게 건조하거나 다습하지 않도록 묘포관리에 유의하며, 묘포에서는 병든 묘목을 뽑아서 태운다. 조경목인 경우 작은 가지가 총생하면 이 병의 발생이 심하므로 가지치기에 주의한다. 4-4식 보르도액 또는 만코제브 수화제(mancozeb 75%) 500배액을 4월 하순부터 10월까지 2주 간격으로 3~4회 살포한다.



그림 1. 병징 : 잎 끝부분이 마르는 모습

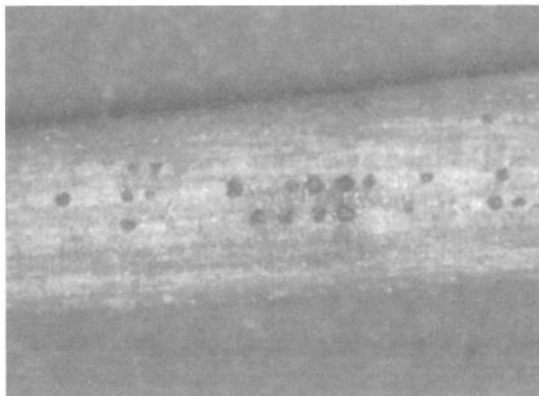


그림 2. 기공에 형성된 분생포자각

2. 소나무류 갈색무늬병(Brown spot, *Lecanosticta needle blight*)

1) 병원균

Lecanosticta acicola

2) 기주

소나무, 잣나무, 곰솔

3) 피해

늦은 여름(9월 초순)부터 감염된 잎에서 증상이 나타나기 시작하며 주로 수관하부의 침엽에 발생한다. 우리나라에는 1963년 식물병 해충잡초명감에 보고가 되어 있으나 연구된 바는 없으며 곰솔에 자주 관찰된다. 주로 묘포장이나 가로수 혹은 정원수에서 발생되며 나무는 일부의 침엽을 잃을 뿐 죽지 않지만 심하게 감염되면 나무전체가 죽을 수도 있다. 현재까지 한국에서는 불완전세대를 발견했을 뿐 완전세대인 *Mycosphaerella dearnessii*는 관찰되지 않았다.

4) 병징 및 표징

감염된 침엽에 0.5mm의 작은 적갈색의 반점이 생기고 시간이 지날수록 길이가 1.5mm의 짙은 점이나 밴드로 나타나게 되며, 전체적인 잎 색깔이 갈색으로 변하고 경계부위는 어두운 색을 띤다. 경계부위에서부터 침엽 끝까지 노랗게 변할 때도 있다. 짙은 점과 밴드는 때때로 하나로 엮어지고 침엽 끝이 죽게 된다. 감염이 심하면, 나무 전체의 침엽이 떨어지게 된다.



그림 3. 곰솔에 발생한 피해증상

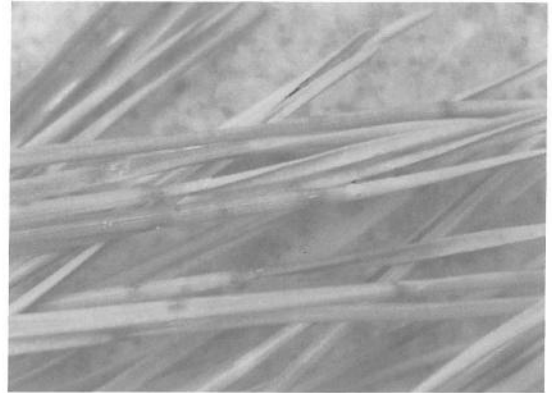


그림 4. 피해잎 확대

회갈색으로 죽은 침엽의 표피 아래에 검은 색의 분생자좌가 형성되며 성숙되면 자좌가 표피를 뚫고 잎표면으로 돌출한다.

5) 방제법

심하게 발생한 묘포장에서는 연작을 하지 않도록 하고, 병든 낙엽은 제거한다. 5~10월에 2주 간격으로 보르도액, 만코제브 수화제(mancozeb 75%) 등을 살포한다. 특히 침엽이 전개되는 6~7월에는 집중적으로 관리해야 한다.

3. 소나무류 잎녹병(Needle rust)

1) 병원균

Coleosporium spp.

2) 기 주

우리나라에는 16종의 *Coleosporium*속이 보고되어 있으나 녹포자세대의 기주와 중간기주가 모두 보고되어 있는 것은 단지 6종뿐이다. 일본에는 약 30여종이 보고되어 있다.

병 원 균	기주(0, I)	중간기주(Ⅱ, Ⅲ)
<i>Coleosporium asterum</i>	소나무	쑥부쟁이류, 취류 등 국화과식물
<i>C. campanulae</i>	소나무, 곰솔	잔대, 애기도라지, 모싯대
<i>C. eupatorii</i>	잣나무, 스트로브잣나무	등골나물류
<i>C. paederiae</i>	잣나무, 스트로브잣나무	계뇨등
<i>C. phellodendri</i>	소나무	황벽나무
<i>C. xanthoxyli</i>	곰솔	산초나무

3) 피 해

병든 나무는 정상적인 나무보다 일찍 잎이 떨어져 생장에 손실을 주지만 급속히 말라 죽지는 않는다. 매년 심한 피해를 받은 묘목은 말라죽기도 한다. 분재 또는 조경수목으로 식재된 소나무, 잣나무, 곰솔에서는 관상적 가치를 떨어뜨린다.

4) 병징 · 표징

소나무류 잎에 병이 나타나는 시기는 5월 초순부터 약 1개월 정도이다. 처음에는 침엽에 황색 또는 황백색의 작은 주머니(녹포자퇴)가 나란히 형성된다. 녹포자퇴의 크기 및 침엽에서의 배열상태는 병원균의 종류에 따라 다르게 나타난다. 녹포자퇴는 형성된 후 터지면서 노란색가루(녹포자)가 비산하게 된다. 녹포자가 비산하고 나면 병든 잎은 부분적으로 퇴

색하고 말라 죽는다. 병원균은 종류에 따라 기주 및 중간기주를 달리하지만 병징은 거의 비슷하다. 침엽의 녹포자퇴에서 비산한 녹포자는 주위의 중간기주의 잎을 침입하고 7월 이후에는 잎 뒷면에 노란색 가루(여름포자퇴)가 형성되고 성숙한 여름포자는 8월경까지 반복적으로 전염한다. 8~9월에는 중간기주의 잎에 겨울포자퇴를 형성하고 겨울포자가 발아하여 형성된 담자포자가 소나무류의 침엽에 침입하여 월동한다.

5) 방제법

피해임지 외곽 5~10m 이내에 풀깎기를 하며, 소나무 임지에서는 중간기주식물을 제거한다. 만코제브 수화제(mancozeb 75%) 600 배액을 겨울포자가 발아하기 전인 9~10월에 3주 간격으로 2~3회 살포한다.

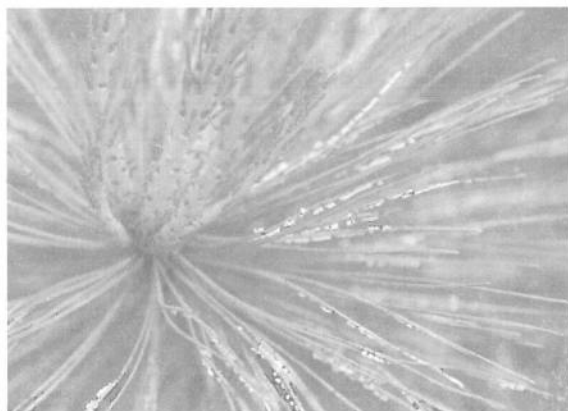


그림 5. 소나무에 발생한 모습

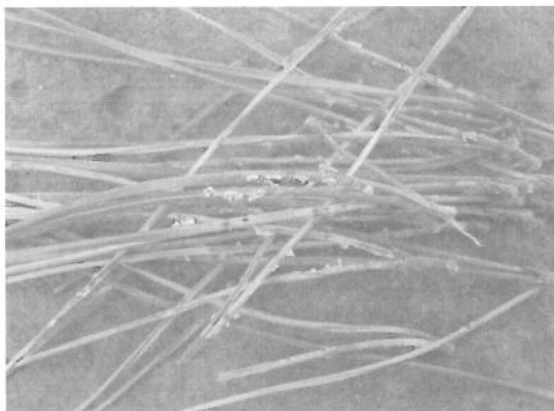


그림 6. 곰솔에 발생한 잎의 확대

4. 소나무류 잎떨림병(Needle cast)

1) 병원균

Lophodermium spp.

2) 기주

잣나무, 곰솔

3) 피해

병든 나무는 급격히 말라죽지는 않으나 수년간 계속적으로 피해를 받으면 생장이 뚜렷하게 떨어진다. 습도가 높은 조건에서 자낭포

자를 방출할 수 있으면서 건조에 견딜 수 있는 특이한 구조의 자낭반과 자낭포자를 형성하기 때문에 추우면서 습기가 많은 곳에서 피해가 심하다. 소나무의 수종에 따라 병원균의 종류 및 피해의 정도에 큰 차이가 있으며 병적인 피해는 *L. maximum*에 의한 잣나무, *Lophodermium sp.*에 의한 곰솔에 나타난다.

4) 병징 및 생활사

주로 어린 나무에서 피해가 많이 나타나며 3~5월에 새잎이 나오기 전에 묵은 잎이 갈색



그림 7. 잣나무에 발생된 피해 전경



그림 8. 병든 잎에 형성된 자낭반(곰솔)

으로 변하면서 일찍 떨어지므로 나무 전체가 죽은 것처럼 보인다. 6월 초순~7월 하순에 걸쳐 떨어진 낙엽 또는 갈색으로 변하는 침엽부위에 1~15개의 자낭반(표징)이 형성된다. 6월 하순~8월 초순에 비가 내린 직후나 다습한 조건에서 자낭반이 세로로 열리며 이때 자낭포자가 비산하여 새로 나온 잎의 기공을 통하여 침입한다. 자낭포자가 침입한 잎에는 가을부터 이듬해 초봄까지 처음에는 황색 반점들이 형성되나 곧 갈색으로 변하면서 노란 띠가 양쪽에 형성된다. 이 반점들은 합쳐지며 3~5

월에 병든 침엽은 적갈색으로 변하고 일찍 떨어진다.

5) 방제법

병든 낙엽은 태우거나 묻는다. 수관하부에서 발생이 심하므로 어린 나무의 경우 풀깎기를 하며 수관하부를 가지치기하여 통풍을 좋게 한다. 6월 중순~8월 중순 사이에 2주 간격으로 베노밀 수화제(benomyl 50%) 1,000배액 또는 만코제브 수화제(mancozeb 75%) 600배액을 살포한다



기술정보

소나무류 주요해충의 생태 및 방제

고 상 현

국립산림과학원 산림병해충연구과

1. 주요 해충의 발생 현황

우리나라의 대표적인 수종인 소나무류를 가해하는 주요해충으로는 충영(벌레혹)을 형성하는 솔잎혹파리와 흡즙성 해충인 솔껍질깍지벌레, 식엽성 해충인 솔나방, 천공성 해충인 솔수염하늘소 등이 있다.

솔잎혹파리는 소나무와 곰솔의 신엽 밑 부분에 충영을 만들어 잎을 조기에 고사시킴으로써 신초고사와 임목고사를 일으켜 산림에 극심한 피해를 주는 해충이다. 1929년 서울과 전남 목포에서 그 피해가 최초로 보고된 이래 현재는 전국으로 확대, 분포되어 있어나 꾸준한 방제와 관리로 기생벌인 솔잎혹파리먹좀벌과 혹파리살이먹좀벌이 정착되어 전체적으로 솔잎혹파리의 밀도안정화에 기여하고 있다. 하지만 솔잎혹파리는 10~12년의 주기성을 가지고 있으므로 국지적으로 피해가 재발생하는 지역이 있어 각별한 관리가 요망된다. 그리고 2000년 이후 북한의 금강산 지역까지 침입하여 피해를 주고 있는 실정이다. 솔잎혹파리 피해는 2004년도 73,206ha에서 2005년도 148,846ha로 급증하였고, 2006년에는 195,759ha까지 피해지 면적이 늘어났으나 이후에는 감소 추세를 보이고 있으며 2011년 피

해지는 82,125ha로 줄어들었다.

솔나방은 소나무류와 낙엽송의 잎을 식해하는 해충으로 1970년대 중반까지는 연 40만ha 내외의 대발생이 지속되어 산림의 가장 중요한 해충으로 인식되었으나 1975년을 기점으로 발생면적은 급격히 감소되어 2011년에는 서울, 인천, 충남, 전남, 경남, 제주 일부지역에서만 국소적으로 발생하고 이중 피해가 심한 제주도에서는 613ha에 발생하였다. 전국적으로 그 피해정도는 미미하며 개체군의 밀도도 점차 안정화되어가고 있다. 그러나 2012년 봄에는 경기 화성, 안성, 충북 옥천, 대전, 충남 연기, 경남 고령, 창원 등에서 돌발적으로 발생하고 있다.

솔껍질깍지벌레는 1963년 전남 고흥에서 최초로 발생되었으나 이 해충이 솔껍질깍지벌레의 피해로 판명된 것은 1983년이다. 겨울철(11월~이듬해 3월)에 구기를 수간의 인피부에 꽂고 수액을 흡수하여 임목고사를 일으키는 특이한 생태습성을 지닌 해충으로 현재 충남 태안과 경북 포항지역 까지 확산되었다. 솔껍질깍지벌레 피해지는 2007년에 47,207ha를 정점으로 감소하고 있으며 2011년에는 12,524ha로 줄어든 것으로 나타났다.

2. 주요 해충의 생태와 방제

2-1. 식엽성 해충, 솔나방(*Dendrolimus spectabilis* 나비목 솔나방과)

피해 : 4월 상순부터 7월 상순까지, 8월 상순부터 11월 상순까지 유충이 잎을 갉아 먹어 심한 피해를 받은 나무는 고사하기도 한다. 묵은 잎을 주로 식해하나 밀도가 높으면 새로 자라는 잎도 식해한다.

생태 : 1년에 1회 발생하는 것이 보통이나 남부지방에서는 해에 따라 연 2회 발생하는 경우도 있다. 월동유충은 4월 상순부터 잎을 갉아먹기 시작하며 6월 하순부터 번데기가 된다. 번데기 기간은 20일 내외이고 7월 하순~8월 중순에 성충이 우화하며 추광성이 강하다. 산란은 우화 2일후부터 약 500개의 알을 솔잎에 무더기로 나누어 놓으며 알덩어리 하나의 알수는 100~300개이다. 5~7일의 알기간을 거친 후 부화한 어린 유충은 처음에는 솔잎에 모여서 식해하고 바람이나 충격에 의해 실을 토하며 낙하하여 분산한다. 11월경에 5령충으로 월동에 들어간다.

방제 : 춘기(4월 중순~6월 중순)와 추기(9월 상순~10월 하순)에 유충이 솔잎을 가해할 때 디플루벤주론 또는 트리플루미폰 25% 수화제 6,000배액을 살포하거나 비티쿠르스타키 수화제 1,000배액을 살포한다. 7월 하순부터 8월 중순까지 성충 활동기에 피해 임지내 또는 그 주변에 유아등이나 유살등을 설치하여 성충을 유살한다. 6월 하순부터 7월 중순사이에 소나무 잎에 붙어있는 번데기 또는 7월 하순



그림 1. 소나무 잎을 식해 중인 솔나방 유충

부터 8월 중순까지 알덩이가 붙어있는 소나무 가지를 잘라서 소각한다.

2-2. 충영 형성 해충, 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis* 파리목 혹파리과)

피해 : 유충이 솔잎 기부에 충영(벌레혹)을 형성하고 그 속에서 수액을 흡즙가해하여 솔잎을 일찍 고사하게 하고 임목의 생장을 저해한다.

생태 : 연 1회 발생하며, 지피물 밑이나 1~2cm깊이의 흙속에서 유충으로 월동한다. 5월 상순~6월 중순에 고치를 짓고 그 속에서 번데기가 된다. 성충우화기는 5월 중순~7월 중순으로 우화최성기는 6월 상·중순이며 특히 비가 온 다음 날에 우화수가 많다. 교미 후 수컷은 수 시간내 죽고 암컷은 산란을 위해 1~2일 생존한다. 암컷은 새로 자라고 있는 솔잎에 평균 6개씩 산란한다. 부화한 유충은 솔잎 기부로 내려가 잎 사이에서 수액을 빨아 먹고 6월 하순 충영이 형성되기 시작하면서 솔잎 생장은 중지된다. 유충은 9월 하순~다음해

1월(최성기 11월중순)에 충영에서 탈출하여 낙하하며 특히 비오는 날에 많이 낙하하여 지피물밑 또는 흙속으로 들어가 월동한다.

방제 : 임목을 보존해야 할 주요지역, 충영형 성률이 20%이상으로 피해가 심한 임지에는 솔잎혹파리 산란 및 부화최성기인 6월 중에 포스파미돈 액제(50%), 이미다클로프리드 분산성 액제(20%)를 나무주사한다. 기생성 천적인 솔잎혹파리먹좀벌(*Inostemma seoulis*), 혹파리살이먹좀벌(*Platygaster matsutama*) 등을 천적이 분포하지 않는 지역이나 기생률이 낮은 지역에 이식한다. 간벌, 불량치수 및 피압목을 제거하여 임내를 건조시킴으로써 솔잎혹파리 번식에 불리한 환경을 조성한다.



그림 2. 산란중인 솔잎혹파리 성충

2-3. 천공성 해충, 솔수염하늘소 (*Monochamus alternatus* 딱정벌레목 하늘소과)

피해 : 소나무류에 치명적인 피해를 주는 소나무재선충을 매개하는 곤충이다. 이 해충이 주



그림 3. 후식중인 솔수염하늘소 성충

는 직접적인 피해는 크지 않으나 소나무재선충 매개충이기 때문에 문제해충으로 취급된다. 소나무류의 수피 밑에서 유충이 형성층과 목질부를 식해한다. 주로 수세 쇠약목, 고사목에서 발견되며 건전한 나무에는 산란을 하지 않는다.

생태 : 연 1회 발생하고 유충으로 월동하며 추운지방에서는 2년에 1회 발생하는 경우도 있다. 목질부 속의 가해부위에서 월동한 유충은 4월경에 수피와 가까운 곳에 번데기방을 만들고 번데기가 된다. 성충은 5월 하순~8월 초순(최성기는 6월 중·하순)에 수피에 원형의 구멍을 만들고 밖으로 나와 어린 가지의 수피를 갉아 먹는다(이를 후식이라 함). 후식기간에 매개충 성충으로부터 탈출한 재선충이 후식부위를 통해 나무에 침입한다. 암컷은 6~9월에 입으로 수피에 상처를 내고 1개씩 산란한다. 부화유충은 내수피를 식해하면서 가는 톱밥을 배출하며 2령 후반부터는 목질부도 식해한다. 유충은 4회 탈피하여 종령 유충이 되며, 10월

까지 목질부에 번데기방을 만들고 그 속에서 월동한다. 목질부 속에서 휴면상태로 월동한 유충은 4~6월에 번데기가 된다.

방제 : 성충의 우화 및 후식피해 시기인 5~7월에 메티트로티온 유제(50%) 또는 티아클로프리드 액상수화제(10%)를 3~4회 수관에 살포(항공 또는 지상)하여 성충을 구제한다. 피해임지에서 피해목을 메탐소디움 액제(25%) 또는 메탐포타시움 액제(54%)로 혼증한다. 고사목을 철저히 벌채하여 소각하거나 칩 또는 톱밥으로 파쇄한다. 피해지의 고사목, 피압목 등 솔수염하늘소의 서식처를 미리 제거한다. 임목 밀도가 높은 임분을 대상으로 적정한 간벌을 실시하여 매개충이 서식하지 못하게 한다.

2-4. 흡즙성 해충, 솔껍질깍지벌레

(*Matsucoccus thunbergianae*
노린재목 이세리아깍지벌레과)

피해 : 전형적인 피해증상은 4~5년생의 수관 하부 가지의 잎부터 갈색으로 변하며 심한 경우에는 수관 전체가 갈변하여 고사한다. 피해가 오래된 지역에서는 가지가 밑으로 처지는 현상이 나타나지만 선단지에서는 피해가 빠르게 진전되므로 수관 형태가 그대로 유지된 채 고사하는 경우가 많다. **생태 :** 연 1회 발생하며, 암수의 생활경과가 다른 특이한 생태를 갖는다. 후약충으로 월동하여 4월 상순~5월 중순에 암컷과 수컷 성충이 출현하며 교미 후에는 나무껍질 틈이나 가지 사이에 알주머니를 분비하고 그 속에 산란한다. 5월 상순~6월 중

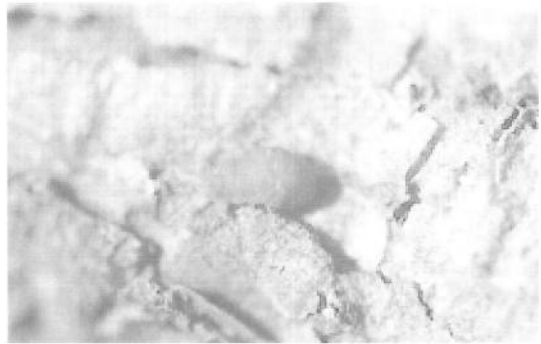


그림 4. 솔껍질깍지벌레 암컷 성충

순에 알에서 부화된 약충은 가지 위를 기어다니다 가지의 인편 밑 또는 수피틈에 정착하여 몸 주위에 왁스물질을 분비하며 즙액을 흡수한다. 정착약충은 6월부터 약 4개월간 하기휴면을 하고 가을에 기온이 낮아지면 휴면이 끝난다. 11월 이후 발육이 왕성해져 후약충이 되며 가장 피해를 많이 주는 충태이다. 피해를 받은 자리에는 약 1년 후에 갈색 반점이 나타나고 이 반점이 줄기나 가지에 환상으로 연결되면 치명적인 피해를 주게 된다. 다음해 3~4월에 전성충(수컷)이 출현한다. 암컷성충과 형태가 비슷하나 크기가 작은 전성충은 고치를 짓고 번데기가 되며 3월 20일경이 용화최성기이다. 암컷 성충은 날개가 없고 후약충에서 번데기시기를 거치지 않고 직접 성충이 되며 페로몬을 발산하여 수컷을 유인한 후 교미한다.

방제 : 피해선단지의 대면적 발생임지는 후약충 말기인 2월 하순~3월 중순에 부프로페진 액상수화제(40%)를 항공살포한다. 3월에 부프로페진 액상수화제(40%)를 고성능 분무기

를 이용하여 10일 간격으로 2~3회 줄기와 가지의 수피가 충분히 적셔지도록 골고루 지상 살포한다. 잎이 변색되기 이전의 피해 초기임

지에는 후약충 가해시기인 12월에 이미다클로 프리드 분산성액제(20%) 또는 포스파미돈 액제(50%) 원액을 나무주사한다.



두물머리 연가

김 청 광

(사)한국산림문화회 이사장

두 물이 만나는 곳에서
나도 너를 만나고 싶다

천굽이 만굽이 돌아오면서
흐린 것 무거운 것 다 가라앉히고
이제는 오로지 맑은 물이 되어
말없이 서로 껴안는 저 물같이
나도 너를 그렇게 만나고 싶다

먼 하늘 지나온 아득한 시간이
연꽃의 미소를 안으로 머금게 하고
고요한 물이 한가로이
갈대를 어루만지는 곳

노을이 내려앉는 황혼녘에
산허리 절간의 종소리를 들으며
연꽃의 미소로
갈대의 침묵으로
간절히 한 몸이 되는 저 물같이
나도 너를 그렇게 만나고 싶다



부 록

정 관

1996. 8. 9 허가
 1998. 4. 28 개정
 1999. 11. 13 개정
 2001. 3. 26 개정
 2005. 12. 6 전문개정
 2009. 10. 1 개정

제1장 총 칙

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

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

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

제4조(사업) 본 회는 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. 산림경영계획의 작성
6. 산림재해 방지 및 수자원 보존을 위한 오염실태조사
7. 원격탐사기법의 임업적 응용연구
8. 산림영상판독 및 산림측정기술 개발
9. 산림지리정보 시스템개발 및 DB구축
10. 산림영상사진 판독사 자격 검증 및 관리 운영

② 임업기술과 관련된 국외 기술협력 및 정보교환

- ③ 본 회 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 발인권만 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 법인의 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.
- ⑥ 총회의 의사결정을 과정 등을 명확히 하기 위하여 의사록을 작성하고 의장과 출석한 이사는 기명 날인 또는 서명한다.

제21조(이사회) 본 회의 회장은, 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) 이사회 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 의결하되 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 이사회 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 이사회 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) 본회는 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) 본회의 감사는 정관 제14조 제5호의 규정에 따라 회의 업무 및 재무에 관한 사항을 연 1회 이상 감사하여 총회에 보고해야 한다.

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

제35조(청산 재산의 처리) 본회의 청산 잔여재산은 산림청장이 지정하는 국가, 지방자치단체 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.

부 칙 (2009. 10. 1.)

- 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 잔여임기까지로 한다.

회원 명단 및 임원 주소록

임 원

- 자문위원 : 이여하, 김사일, 김태훈, 이진규, 김태옥, 박순조, 류택규
- 명예회장 : 김규현
- 회 장 : 안병영
- 부 회 장 : 김정환, 심우범
- 상임이사 : 연정수
- 이 사 : 김성호, 김재수, 김재원, 박규종, 박승중, 박제순, 박재인, 손요환, 송장호, 오종환, 원현기, 원형규, 이명종, 이승호, 이종학, 이천용, 정용호, 정진현, 조현제, 홍의기, 홍인표, 홍한표
- 감 사 : 장영기

회 원

구교상, 구장덕, 김성하, 김동관, 김문검, 김선성, 김용민, 김종찬, 김종호, 김준섭, 김철민, 김철수, 김춘식, 노대균, 류재철, 마수정, 박관수, 박남창, 박동근, 박병배, 박정신, 박종봉, 박창순, 배상원, 변재경, 서수안, 서호석, 신상철, 심경용, 안경모, 어운갑, 오인자, 윤호중, 이대섭, 이대호, 이봉수, 이상수, 이승우, 이시영, 이원규, 이종명, 이창우, 이춘택, 이충화, 이태수, 전수진, 조현국, 지동훈, 차성준, 채광석, 최 경, 최인규, 최형택, 홍석주, (54명)

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	전한국산지환경조사연구회장	경기 남양주시 화도읍 창현리 745두산아파트 205-1303호	(031)511-8863
"	박 순 조	전 임업연구원 부장	서울 성북구 하월곡동 88-957 성북힐스테이트아파트 102-903	(02)949-4687
"	류 택 규	전 원광대학교 교수	서울 동대문구 청량리동 동부아파트 103-1404	(02)959-0773
명예회장	김 규 현	전 임업연구원 부장	서울 구로구 구로1동 주공아파트 110-1303	(02)869-2133

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
회 장	안 병 영	한국산지환경조사연구회	경기 의정부시 호원동 우성3차아파트 303동 1408호	(031)874-5109
부회장	김 정 환	한국산지환경조사연구회	경기 성남시 분당구 정자동 느티마을 406-1802	(031)712-0791
"	심 우 범	한국산지환경조사연구회	경기 남양주시 퇴계원면 퇴계원리 신도아파트 102-804	(031)574-0279
상임이사	연 정 수	한국산지환경조사연구회	서울 도봉구 창4동 동아아파트 6-706호	(02)995-0194
이 사	김 성 호	한국임업진흥원	서울 마포구 월드컵북로 361 DMC 상암2단지 한솔교육빌딩 12층	010-4786-1538
"	김 재 원	산림생산기술연구소	경기도 포천시 소흘면 직동리	(02)938-1772
"	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 종 환	전 임업연구원 임산공학부장	서울 도봉구 창5동 북한산 아이파크아파트 503-702호	(02)908-8817
"	원 형 규	전 국립산림과학원	서울 노원구 상계동 동아불암아파트 105-2006	070-7504-1129
"	원 현 기	전 북부지방산림관리청	서울 노원구 상계동 1404-109	016-7346-1962
"	이 명 종	강원대학교 교수	춘천시 효자2동 192-1 강원대학교 산림과학대학	(033)50-8314
"	이 승 호	국립산림과학원	서울 도봉구 방학동 730 극동아파트 101-205	(02)3494-4212
"	이 종 학	(주)하이에스 대표	서울 송파구 방이동 109-11 유미빌딩 302호	(02)421-0522
"	이 천 용	한국산지보전협회	서울 서초구 태봉로 114-1(우면동 142) 한국교원단체 총연합회 6층	010-4528-1346
"	정 용 호	전 국립산림과학원	서울 동대문구 청량2동 207 국립산림과학원	(02)2205-7166
"	정 진 현	산림중앙회 자원조사본부	서울 노원구 상계동 현대아파트 305-302호	010-8934-4826
"	조 현 제	안동대학교 교수	경북 안동시 송천동 388번지	(054)820-7702
"	홍 의 기	전 국립환경연구원 연구관	경기 남양주시 와부읍 덕소리 코오롱아파트 115-	(031)9637-6031
"	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

주요일지

설립약사

- 1995. 10. 29 창립총회
- 1996. 8. 9 사단법인 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)
- 2011. 2. 28 소프트웨어 사업자 신고(신고번호 B11-39525)
- 2011. 3. 23 엔지니어링 활동주체 신고(신고번호 12-000210)
- 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
- 2009. 10. 1 제5차 정관개정 승인
- 1997. 2. 21 제1차 정기총회 이후 2012년까지 제16차 정기총회 개최

1996년 ~ 2011년 사업실적

- 산림입지조사 및 1:25,000 입지도 제작
 - 산림입지조사(1996~2000년) : 1,640,975ha
 - 산림입지조사 보완(1999~2002년) : 1,040,494ha
 - 산림입지구획을 위한 항공사진 판독(1996~2000년) : 2,485,014ha
- 국유림경영계획 작성을 위한 산림조사
 - 산림조사면적(2000~2011년) : 298,987ha
 - 조사 경영계획구수 : 27개
 - 조사 경영구명 : 철원,인천,원통,영해,보은(보완),단양(보완),성산,울릉,단양,진안,무주(보완),진부,교가,옥천,화천,화성,순천,기린,보은,순천,포항,곡성,창춘,대전,횡성,국립수목원, 공주(보완)
- 국유림 잡종재산 실태 조사 : 2,877필지
- 산림정밀지도 제작 및 활용시스템 구축
 - 사업기간 : 2007 ~ 2009 (3년간)
 - 조사지역 : 단양; 64,219ha, 경주; 34,683ha, 달성; 26,079ha

- 국가공간정보 기반 구축사업
 - 1:5,000 입지도 제작 : 2009년 412도엽(156,547ha). 2010년 260도엽(97,647ha)
2011년 297도엽(95,538ha)
 - 1:5,000 임상도 제작 : 2009년 109도엽. 2010년 166도엽(79,495ha)
2011년 359도엽(166,453ha)
- 공원지역 토양조사
 - 서울숲 및 부산 경남경마공원 토양조사 : 2009년 2건
- 연구용역
 - 사방댐 및 황폐지 복구등 사방 관련 시험연구 4건
 - 민통선지역의 산림토양 및 산지이용실태 조사연구 1건
 - 산림훼손실태 및 건강모니터링 1건
 - 시험림의 입지환경조사 2건(광릉, 제주시시험림)
 - 국유양묘장 포지 토양조사(2006~2010) : 10개소
(춘양,울진,정선,보성,평창,남원,용문,홍천,간척,삼성)
 - 사유양묘장 포지 토양조사(2011년) 13지역 90개소
- 외국 관련 용역
 - 중국 서부지역(5개지역) 조림사업 PMC용역 1건
 - 미얀마 중부지역 녹화시험단지 조성사업 1건
 - 중국 북경지구 산림종합경영 시범사업 PMC용역 1건
- 산지환경회지 발간 : 14회

2012년 사업계획

- 산림입지조사 및 1:5,000입지도 확대제작 사업 : 172도엽(74,814ha)
- 국가공간정보시스템 구축 : 1:5,000 임상도 제작사업 : 417도엽(151,200ha)
- 인천 송도 삼성바이오로직스 조정공사지 토양조사 1건
- 산지정화 및 산불조심 캠페인 : 2회
- 산지환경회지 발간 : 제15호

부 록

연도별 회지 목록

창간호 1998

창간사	김태옥
축 사	
산지환경 창간호 발간을 축하하며	이보식
격려사	
전문화지로 발전하기를 기원하며	이여하
산지환경지 창간을 축하하며	김사일
산림경영과 산지환경	
산지환경과 산지활용	류택규 / 9
특별기고	
산림청에서는 이런일을 하고 있다	산림청공보실 / 16
논 단	
자연친화적 산지개발을 위한 생태학적 고찰	이창석 · 유영한 / 19
숲의 중요성	전영우 / 39
생물다양성과 산림 생태계	조현제 / 50
입지환경	
산림토양조사 약사	정진현 / 63
우리나라의 산림입지조사	안병영 / 76
제 언	
효과적인 산림입지조사 추진방향	김시민 / 104
산림종합 정보망 구축에 의한 우리의 미래상	이광섭 / 106
국내외 기술정보	
독일의 산림입지조사	배상원 / 108
미국의 토양 분류체계	박관수 / 119
국가지리정보 체계의 구축과 산림입지환경조사	마호섭 / 123
부 록	
정관,회원명단 및 임원 주소록, 주요일지	/129

제2호 1999

머리말

김태욱

논 단

산림기능평가와 산림관리

김현식 / 5

산림과 水 환경

손희만 / 13

산림토양분야연구의 발전과 전망

손요한 / 16

지역개발과 산림

안상남 / 24

특 집

1998산사태 발생특성과 21세기를 대비한 방재대책

최 경 / 31

물 순환과정 조절을 통한 친환경적 산원수자원증대방안

정용호 / 51

입지환경

바람직한 산지 구릉지 개발의 추진방향에 관한 소고

최영국 / 64

지구환경오염을 말한다(I)

이충화 / 84

산림생산력과 임지양분유효도 향상

김춘식 / 88

석회암지역의 임지관리

안병영 · 김정환 / 92

제 언

산지환경개선을 위한 산림경영방안

이병기 / 98

21세기를 향한 산지환경정책

김동수 / 100

국내외 기술 정보

뉴질랜드 토지이용의 지속가능성의 문제

구창덕 / 102

독일 헛센주의 산림입지조사

배상원 / 113

부 록

회원명단 및 임원 주소록, 주요일지

/ 124

제3호 2000

머리말

김태욱

논 단

산지 관리제도(요약)해설

전범권 / 5

풍요로운 새 천년을 위한 임업 설계	이원규 / 11
대기오염(산성비)에 의한 산림피해 현상과 대책	유정환 / 17
도시산림, 녹지의 중요성과 식생관리계획	조현재 / 26
토양 중 탄소축적에 대한 산림경영의 영향	박관수 / 32
기후변화와 산림내 탄소	김춘식 / 39
특 집	
21세기 임업과학의 전망	심중섭 / 44
영월댐이 하류 수질환경에 미치는 영향	김범철 / 46
입지환경	
생태띠숲 조성과 관리(I)	구교상 / 54
송이 증산을 위한 입지환경	김재수 · 구창덕 / 60
자생식물을 이용한 임도비탈면 복원	박완근 / 65
지구환경오염을 말한다(II)	이충화 / 73
국내외 기술 정보	
산림입지도의 활용	배상원 / 76
산사태 유형	최 경 / 81
수량 수질확보를 위한 수원함양보안림 확충 및 관리	정용호 / 94
부 록	
정관, 회원 명단 및 임원 주소록	/ 108

제4호 2001

머리말	김태욱
논 단	
임업경영과 환경보전과의 관계해명	김사일 / 5
제3종 수원함양보안림 실태 및 대책	정용호 / 9
생태학을 응용하는 개념과 경관임업	구창덕 / 16
산림은 깨끗한 에너지의 보고	박순조 / 22
특 집	
국토생태통합 네트워크의 구축과 관리방향	김선희 / 24
지속가능한 산림경영을 위한 활용 방안	정진현 / 39

입지환경

산불발생임지의 토양특성변화	김춘식 / 47
폐탄광지 현황과 복구공법	최 경 / 56
지구환경 오염을 말한다(III)	이충화 / 81

국내외 기술 정보

일본의 환경친화적 계류사방	전근우 / 87
식물을 이용한 오염물질 정화	유정환 / 94
산림유역의 물 순환과 유역시험 결과	김경하 / 102
국내의 흰개미 분포 및 피해	강창호 / 116

제 언

임업계를 대변할 비정부기구(N.G.O)육성	박순조 / 121
-------------------------	-----------

부 록

정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 124
--------------------------	-------

제5호 2002**머리말**

류택규

논 단

21세기 국유림 관리 기본방향	김용하 / 5
지속가능한 생태를 향한 조림	구창덕 / 20
소나무재선충의 피해와 방제방안	신상철 / 26

특 집

일본에 있어서 수변지역 관리와 보전(I)	전근우 / 34
백록담 분화구의 수리 수문학적 특성	정용호 / 43
수변구역 산림의 수원함양 및 수질정화기능 증진을 위한 몇 가지 방안	박재현 / 51

입지환경

황사현상과 발원지의 황사방지 방법	이천용 / 92
중국의 방호림대와 모래막이 울타리의 사막화 방지기능	최 경 / 99
밤 재배지의 토양특성 변화 및 재배적지	구교상 / 113

기 술

산불의 대형화와 위험지역 구분	이시영 / 120
------------------	-----------

국립공원 자연자원조사	송인순 / 131
자연 친화적 산지기계류 복원기법(I)	김경하 / 138
묘포 토양의 특성 및 관리방안	변재경 · 정진현 / 153
제 언	
광릉숲 보존에 관하여	김도경 / 174
부 록	
정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 178

제6호 2003

머리말	류택규
특별기고	
산지환경조사연구회에 바란다	조정무 / 5
전국토 완전녹화 기념관 건립을 촉구함	김사일 / 7
논 단	
사유림 경영 활성화를 위한 대안	김의경 / 11
새로운 산림조사의 체계 및 방향	이승호 / 16
특 집	
일본에 있어서 수변지역 관리와 보전(II)	전근우 / 33
계곡 및 야계에 설치되는 인공구조물의 순기능과 역기능에 관한 고찰	박재현 / 42
입지환경	
임지 산성화의 생태적 의미와 회복을 위한 토양개량	이승우 / 61
전국 산림입지조사 및 수치산림입지도 구축 활용 방안	원형규 · 정진현 / 70
국내외 기술 정보	
자연 친화적 산지기계류 복원기법(II)	김경하 / 82
일본의 오존, 산성비 및 토양산성화에 대한 연구동향	이충화 / 95
중국 서부지역 사방조림 지원사업 현장 정밀조사	안병영 / 105
제 언	
우리나라 국유림 경영관리에 대한 제언	최정기 / 123
북한의 식량사정과 사방조림을 통한 지원 필요성	이태수 / 127
부 록	

정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지

/ 132

제7호 2004

머리말

류택규

산림정책

2004년도 산림정책 방향

김남균 / 5

논 단

우리나라 수원함량 보안림제도에 대한 고찰

김사일 / 14

지구규모의 환경파괴와 토양

이원규 / 23

특 집

일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(III)

전근우 / 28

계곡 및 야계에 설치되는 인공구조물의 관리전략

박재현 / 35

입지환경

산림사업관리가 산림토양에 미치는 영향

김춘식 / 68

국내외 기술정보

뉴질랜드 라디아타소나무의 지속가능한 조림

구창덕 / 73

산림경관 보전을 위한 철강재 사방댐의 경관향상

안병영·최경·오종환·홍한표 / 89

기법개발

중국서부지역 사방조림 지원사업 추진방향

최 경 / 119

부 록

정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지

/ 132

제8호 2005

머리말

류택규

산림정책

숲다운 숲을 가꾸어 산림복지 국가를 이룩합시다

조연환 / 3

특별기고

백두대간 보호에 관한 법률의 허와 실

김사일 / 8

경기도 산지전용 현황과 관리대책

황인표 / 12

산불피해지 수토보전기능 실태 및 조기회복 방안	정용호 / 19
전국산림입지조사 성과와 수치산림입지도 구축	정진현 / 31
수치산림입지도의 효율적인 활용방안 제시	안병영 / 42
논 단	
일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(IV)	전근우 / 44
중국의 산림피해 및 대기오염 실태	이충화 / 49
중국서부지역 사방조림 지원사업 추진현황과 성과(I)	최 경 · 안병영 / 54
북한의 산림황폐 실태 및 복구 전략	박재현 / 84
연구논문	
산사태의 지질학적 원인	박 경 · 임주훈 · 이명보 / 102
산불로 인한 산림도양의 변화	이계한 / 114
해외정보	
산림경영을 위한 입지와 임분형 구분	배상원 / 122
제 안	
임도시설시 고려하여야 할 사항	윤하공 / 130
부 록	
정관,회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 135

제9호 2006

머리말	류택규
축 사	서승진
축 사	김성훈
산림정책	
우리나라 산림정책 현안과 과제	김사일 / 7
논 단	
수목을 이용한 환경 오염지 정화기술	이충화 / 14
조사연구	
2005년 중부지역 산림건강 모니터링 조사연구	오종환 / 18
동해광산 복구지역의 생태환경조사연구	최 경 외 12 / 31
비무장지대에 인접한 민통선지역의 유존군락 및 산림이용실태 조사연구	홍인표 / 47

광릉시험림의 천연림소나무 보존대책	안병영 외 3 / 62
산림경관 보전을 위한 철강재사방댐의 경관향상 기법개발	안병영 외 8 / 73
제주시험림 서귀포 상호지역 산림입지환경 조사연구	안병영 외 3 / 83
조사용역사업	
전국산림입지조사	한국산지환경조사연구회 / 91
국유림 영림계획 산림조사	" / 92
수도권 잡종재산 실태조사	" / 94
전국 선사유적지 토양조사	" / 95
해외사업	
중국서부지역 사방조림 지원사업 추진현황과 성과	최 경 외 6 / 103
미얀마중부지역 산림녹화시범단지 조성사업	류택규 외 3 / 118
중국북경지구 산림종합경영 시범사업	최 경 외 2 / 131
부 록	
정관,회원명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 138

제10호 2007

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
산림경영 인증의 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
2006년중부지역 산림건강모니터링 조사연구	오종환 외 10인 / 67

비무장지대 인접한 민통선지역의 야생식물 유존자원과 산지이용실태조사연구	홍인표 외 7인 / 87
기술정보	
건강한 숲을 만들어가는 국유림 산림조사	장관웅 / 103
합리적인 산림경영을 위한 맞춤형 적지적수프로그램개발	원형규 / 116
세계측지계의 이해와 좌표변환	김철민 / 121
부 록	
정관,회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 130

제11호 2008

머리말	김규현 / 3
제27대 하영제 산림청장 취임사	산림청 / 5
특별기고	
새 정부에 대한 임업계의 기대감	김사일 / 9
산림정책	
도시숲 정책 현황과 추진전략	김경목 / 15
논 단	
우리 임업 발전 방향설정에 대한 소고	박순조 / 31
21세기를 바라본 산림의 기능별 발전방안	이춘택 / 35
산림보전을 위한 산림환경 서비스 지불제의 도입	박경석 / 40
논 문	
탄소 흡수원으로서 산림의 역할	손영모 / 45
조사연구	
2007년 산림건강 모니터링 조사연구	안병영외 6명 / 52
중국북경지구 산림종합경영 시범사업 추진현황	최경 · 이시영 / 64
기술정보	
국가 재해예방사업으로서의 산림유역관리	정용호 / 81
산불발생 억제를 위한 산불원인 감식 및 산불위험 정보활용	구교상 / 93
부 록	
정관,회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 104

제12호 2009

머리말	김규현 / 3
제28대 정광수 산림청장 취임사	산림청 / 5
산림정책	
녹색성장과 산림의 역할	이창재 / 9
산림입지도의 의의 및 활용	황효태 / 12
논 단	
비정부 측면에서 본 산림청 등록단체 소고	박순조 / 16
녹색뉴딜 4대강 살리기 프로젝트와 산림분야 사업	이춘택 / 18
새만금 매립토 확보가 어렵다면 준설토를 활용해야	정용호 / 24
논 문	
과학적인 감식을 통한 산불원인을 밝힌다	구교상 / 32
서울숲 입지환경과 토양관리	안병영 외 5명 / 38
기술정보	
산림기본공간정보로서의 1:5,000 산림입지도	이승우 / 45
1:5,000 임상도 제작사업 소개	조현국 / 60
항공사진 DB구축 및 디지털 영상자료의 활용	류주형 / 67
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 71

제13호 2010

머리말	김규현 / 3
산림정책	
청정녹색연료, 목재펠릿의 가치와 전망	진선필 / 5
논 단	
저탄소 녹색성장 과제	류택규 / 11
특 집	
해외산림자원 개발 현황 및 가능성	박종호 / 17

지구환경 보전과 목조건축	박문재 / 24
산림의 인간 건강증진 및 질병 치유효과	유리화 / 34
조사연구	
국립수목원 소관 광릉숲 산림조사	안병영 외 6명 / 43
기술정보	
21세기 녹색성장을 위한 산림과학 연구	정진현 / 52
토양조사	최 경 / 60
목재펠릿 현황과 전망	이수민 / 65
기후변화에 따른 수목병 발생동향	김경희 / 81
유비쿼터스와 산림	김경민 / 93
산림토양 산성화가 낙엽분해에 어떤 영향을 미치는가?	이충화 / 104
지속가능한 산림경영을 위한 합리적인 산림토양질 평가 체계	이승우 / 107
기행문	
미국 서부지역 여행에서 받은 인상과 소견	김사일 / 112
칼 럼	
중 심(中心), 중도(中道), 중용(中庸)	박순조 / 119
시	
밀림	박순조 / 42
안개꽃	김청광 / 111
체험수기	
산림입지도 제작사업 조사자로서 우리의 역할	조성철 / 122
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 125
연도별 회지 발간 목록	/ 136

제14호 2011

머리말	안병영 / 3
산림청장 취임사	이돈구 / 5
논 단	
산림경영을 위한 축적1/5,000 산림입지도	류택규 / 10

산림의 건강 활력도 진단 평가	김석권 / 15
특 집	
산림조사 사업의 품질관리 현황과 과제	신만용 / 18
국가공간정보통합체계구축사업	김경호 / 28
산림자원조사 40년에 즈음하여	김성호 / 39
새로운 임업창출을 위한 일본의 산림정보사 자격제도	정진현 / 50
기술정보(해외)	
일본의 산지계류내 거석의 입경조사법(토석의 최대입경에 관한 타당성 검증)	전근우 / 56
중국의 봄철 황사 발생 특징(2000년~2008년)	박기형 / 63
기술정보(국내)	
항공사진 영상자료의 인터넷 검색 웹서비스 실시	류주형 / 82
산불피해지의 토사재해 대비 사방댐 설치	이창우 외2인 / 87
산림유역 개발로 인한 부유 토사 유출이 습원환경에 미치는 영향 (일본쿠시로 습원의 연구사례)	이충화 / 92
우리나라 산림식생의 대립종군에 의한 군락유형 분류	윤충원 / 96
새로운 소득자원 꽃송이 버섯	박 현 / 104
녹색성장과 그린홈 목조주택 혼그린	박문재 / 111
소나무류 주요 병해의 진단 및 방제 I	김경희 / 118
기후변화와 산림생태계	박용목 / 126
암석 풍화에 따른 토양 발달	최 경 / 134
시	
동화	김문억 / 151
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/152

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 : 안 병 영

위 원 : 오 중 환, 홍 인 표, 최 경

山地環境

第15號

發行人 編輯人 安秉榮 2012年 7月 印刷

2012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 627-2층

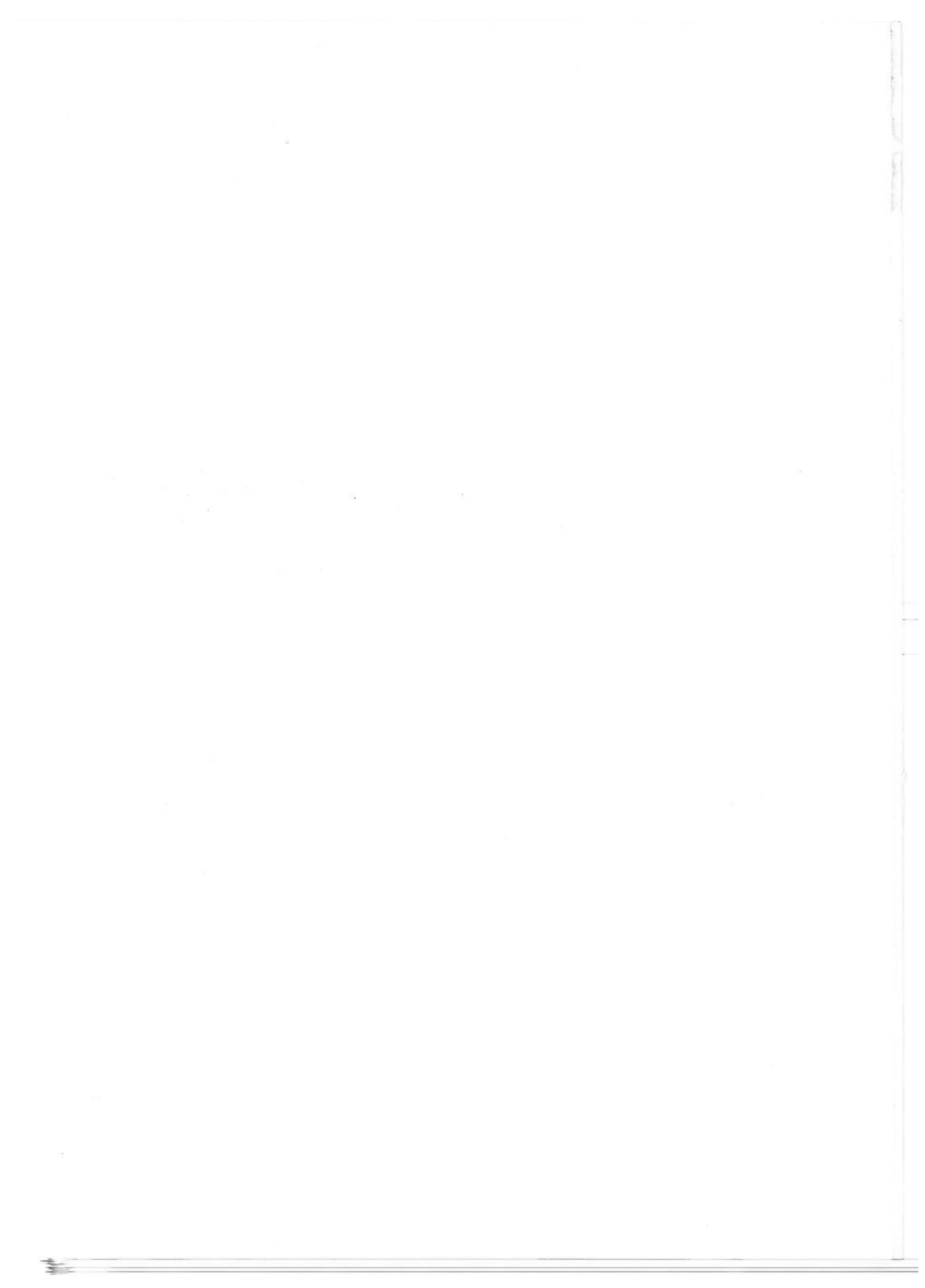
TEL (031)572-1678 · 0063 · 0127

FAX (031)572-7387

E-mail: ipji7387@hanmail.net

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

印 刷 삼정인쇄공사 ☎ (02)2261-4431





토양단면



영상사진판독

정밀한 영상사진 판독에 의한 입지구획으로
토양특성과 지위급을 파악하여 산림생산력 증대로
저탄소 녹색성장은 한국산지환경조사연구회가 책임집니다.

(사)한국산지환경조사연구회

주 소 : 경기도 남양주시 진접읍 장현리 627(2층)

전 화 : (031) 572-1678 Fax : (031) 572-7387

E-mail : ipji7387@hanmail.net

홈페이지 : <http://www.ksfer.or.kr>