

(사)한국산지환경조사연구회소개

설립목적

- ▶ 산림환경에 관련된 종합적인 조사·분석·연구 및 과학적인 산림관리
- ▶ 산림정책수립에 필요한 산림자원 통계생산 및 산림 기본정보제공으로 임업발전에 기여

주요 활동분야

- ▶ 적지적수 연구 및 산림입지토양조사·분석
- ▶ 임상도 제작 및 산지 이용계획·관리
- ▶ 산림경영계획(산림조사) 및 임목 축적 조사·분석
- ▶ 산지재해 방지 및 환경영향 평가
- ▶ 특수임산물 재배 적지선정 연구 및 산양삼 적합성 조사
- ▶ 산림생태환경조사·분석 및 평가
- ▶ 양묘장(국·사) 토양조사 및 관리방안 연구
- ▶ 국내·외 임업기술 협력 및 정보교환
- ▶ 임업관련기술 맞춤형 컨설팅 및 교육 서비스

일반현황

- ▶ 연구회명 : (사)한국산지환경조사연구회
- ▶ 회 장 : 안 병 영
- ▶ 연 혁
 - 1996. 8. 사단법인 설립 산림청장 허가(115221-0001820)
 - 1996. 9. 임업서비스업 사업자 등록(132-82-03732)
 - 2001. 3. 산림사업 법인등록(영림계획-산림청 2001-5호)
 - 2011. 2. 소프트웨어 사업자 신고(신고번호 B11-39525호)
 - 2011. 3. 엔지니어링활동 주체신고(신고번호 12-000210호, 산림분야)
- ▶ 주 소 : 경기도 남양주시 진접읍 봉현로 42
- ▶ 전화번호 : (031)572-1678, 0063, 0127 팩스: 572-7387
- ▶ E-mail : ipji7387@hanamil.net <http://www.ksfer.or.kr>

주요 사업

- ▶ 산림입지토양도(1:5,000) 제작 사업
- ▶ 임상도(1:5,000) 제작 및 현행화 사업
- ▶ 산림경영계획(산림조사) 및 임목 축적 조사·분석
- ▶ 산지구분 조사 및 이용계획·관리
- ▶ 국·사유 양묘장 토양조사 및 관리기술 연구
- ▶ 산림토양 세분류 공동연구 및 연구시험지 토양조사
- ▶ 산림수자원 유역시험지 토양조사 및 주제도 작성
- ▶ 산양삼 생산 적합성 조사 및 품질검사 시료채취
- ▶ 산양삼 종자 공급단지 조성을 위한 임상 및 토양조사
- ▶ 산양삼 재배지 토양환경특성조사

주요 사업실적

- | | |
|--|---------------------------|
| ▶ 산림입지조사(1:25,000) 및 입지도 제작 | '96~'02 : 2,899천ha |
| ▶ 산림입지구획(항공사진 판독) | '96~'02 : 1,162천ha |
| ▶ 공원지역 토양조사(서울숲, 경남경마공원, 인천송도) | '09~'12 : 3건 |
| ▶ 국유림 잡종재산 실태조사 | '01~'02 : 2,877필지 |
| ▶ 국·사유 양묘장 토양조사 | '06~'13 : 27(국12, 사15) |
| ▶ 국유림경영계획(산림조사) | '00~'13 : 299천ha |
| ▶ 산림입지토양도(1:5,000) 제작 | '08~'15 : 843천ha(2,696도엽) |
| ▶ 임상도(1:5,000) 제작 | '09~'12 : 1,051도엽 |
| ▶ 임상도(1:5,000) 현행화 사업 | '14~'15 : 인위, 자연 |
| ▶ 중국북경, 서부, 미안마중부지역 산림종합경영 시범사업 및
조림사업 PCM 용역 | '00~'07 : 3건 |
| ▶ 산림과학원 시험림(광릉, 제주) 토양조사 및 도면제작 | '05~'07 : 2지역 |
| ▶ DMZ 지역 산림토양 및 산지이용실태조사 | '05 : 1건 |
| ▶ 녹색사업단 숲체험 교육사업 | '14 : 1건 |
| ▶ 광릉시험림 공간분포 및 산림토양 특성 | '14 : 1건 |
| ▶ 광릉시험림 정밀산림조사 | '15 : 1건 |
| ▶ 광릉, 양주 산림수자원 유역시험지 토양도 제작 | '16 : 1건 |
| ▶ 기타 연구용역 (산림 훼손지 실태 및 건강 모니터링 등) | '00~'11 16건 |

2015. 8~ 한국산지환경조사연구회 주요활동

창립총회



2015 종무식



2016 시무식



2016 정기총회



업무협약(MOU)체결



사찰림연구소MOU체결



한국산림과학고등학교MOU체결

광릉시험림 정밀산림자원조사



토양세분류조사



동계워크숍



춘계워크숍



홈페이지 개편



남원 · 보성양묘장 토양조사



산림입지토양도 현장 설명회



임상도 현행화



산양삼 재배적지 토양조사



토양단면도집 제작



업무관련 자체교육



◎ 산림수자원 유역시험지 토양조사



발간사 안병영 / 13

격려사/축하메시지 류광수 · 남성현 · 김남균 / 14

산림정책

산림공간정보 기반의 산림재해 · 생태 통합관리체계 구축
..... 김찬희 / 17

특별기고

산지토사재해 연구동향 이창우 / 27
남북 산림자원조사 협력의 필요성과 향후 과제 박경석 / 33
한국의 땅밀림 산사태의 실태와 관리 박재현 / 40
국민행복 실현을 위한 산림복지
- 「산림복지 진흥에 관한 법률」 시행 원년, 현황과 과제 유리화 / 51

기술정보(일본)

일본 홋카이도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(3)
- 계류정비의 기본방침과 유의사항 전근우 · 김석우 / 57
일본 홋카이도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(4)
- 각 생활환경의 개요, 배려사항 및 정비사례 서정일 · 전근우 / 69

기술정보(국외)

인도네시아 열대우림에서 희망을 심다 정양수 / 84

Contents

기술정보(국내)

지반침하(地盤沈下) 최 경/ 90

전남 · 경남지역의 주요 산림입지환경 및 산림토양분포 특성
..... 원형규 · 이상수 / 103

1:5,000 임상도 구축 Process 소개..... 심우범 · 최인규 / 108

사시나무로부터 살리신을 포함한 페놀성 화합물의 대사체 분석
..... 박성범 · 천주현 · 한정연 · 김종윤 · 최용의 114

인삼 PgDDS와 CYP716A47가 도입된 담배 형질전환체에서 인삼
사포닌 전구체인 dammarenediol-Ⅱ 및 protopanaxdiol 생산
..... 박성범 · 천주현 · 한정연 · 김종윤 · 최용의 / 119

조사 · 연구

2015 산양삼 생산적합성 조사 시료채취 및 생산과정 확인
..... 안병영 · 원현기 · 김준섭 · 김용민 · 이종민 / 122

노지양묘 활성화를 위한 토양관리 -정선 · 연곡 국유양묘장
..... 안병영 · 최인규 / 130

광릉시험림 연구시험지 관리를 위한 정밀산림자원 조사
..... 심우범 · 최인규 / 137

산림문학

숲의 영웅(시) 박재현 / 144

부록

정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지..... 145

발 간 사



한국산지환경조사연구회 창립 20주년을 맞이하여 「산지환경」지 19호를 발간하게 되었습니다.

「산지환경」지는 산림분야의 연구결과 및 임업을 발전시킬 수 있는 논문, 국·내외 기술정보를 보급·전달하며 우리 연구회에서 조사·연구한 결과를 매년 수록 하여 임업인들에게 조금이나마 도움이 될 수 있도록 최선을 다하고 있습니다.

우리 연구회는 설립목적에 따라 직원들의 후생복지와 쾌적한 직장 환경은 물론 임업서비스를 우선으로 조사·연구에 충실하며 주요사업인 산림입지토양도 및 임상도 현행화와 조림사업의 기초가 되는 국·사유 양묘장의 토양관리, 전국의 산양삼 재배를 위한 적합성 토양조사 및 생산성 과정과 우량종자 보급을 위하여 종자보급단지 토양조사 등 산양삼 재배자의 소득증대를 위하여 최선을 다하여 조사·연구 하고 있습니다.

한국산지환경조사연구회는 산림토양과 임업인 들과 함께 걸어온 20년을 보람 있게 앞으로 100년을 바라보면서 임업인 에게 희망을 주며 산림사업을 현실화 시키는 숲과 산림의 새 시대를 여는 산림자원과 산림토양을 기반으로 건강한 숲 조성과 임산물 소득증대의 전진기지로 한국산지환경조사연구회가 역할을 다 할 것을 임업인과 산주분 들에게 다짐을 다하면서 「산지환경」지가 명실상부 최고의 산림지로 발전 할 수 있도록 많은 격려와 조언을 부탁드립니다.

「산지환경」지가 더욱 발전 할 수 있는 것은 끝임 없이 좋은 옥고를 써 주신 집필자 덕분입니다.

질 좋은 원고가 임업실무에 실용성 있게 활용 할 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

올해에도 「산지환경」지 발간을 위하여 원고를 보내주신 산림청 김찬희과장님, 국립산림과학원 이창우박사님, 박경석박사님, 유리화박사님, 사방협회 최경박사님, 강원대학교 전근우교수님, 공주대학교 서정일교수님, 경남과학대학교 박재현교수님과 직원들의 노고에 경의와 감사를 드립니다.

「산지환경」지가 발전 할 수 있도록 창립 20주년 축하 메시지를 보내주신 산림청 류광수국장님, 국립산림과학원 남성현원장님, 한국임업진흥원 김남균원장님께 진심으로 감사를 드립니다.

끝으로 「산지환경」지 발간을 위하여 노력하신 편집위원님의 노고를 치하 드립니다.

「산지환경지」가 모든 임업인 에게 유익하게 활용되기를 기원하며 앞으로도 많은 성원과 협력을 부탁드립니다. 임업을 사랑하는 임업인들 가정에 행운과 행복이 늘 함께 하시기를 기원합니다. 감사합니다.

2016년 7월

(사)한국산지환경조사연구회 회장 안 병 영

(사)한국산지환경조사연구회 창립20주년 축하메세지

한국산지환경조사연구회 창립20주년과 더불어 「산지환경」 발간 19주년을 축하합니다.

한국산지환경조사연구회는 산림생태환경, 입지토양환경에 대한 연구내용과 국내·외 연구동향을 「산지환경」에 소개하여 임업인 소득향상을 위한 산림기본정보 구축과 적지적수에 관련된 조사·연구에 중요한 역할을 해왔습니다.

또한, 산림청에서 국가산림공간정보체계의 일환으로 추진한 임상도 현행화와 산림입지토양도 구축사업에 한국산지환경조사연구회가 참여하여 임업 관련 종사자들에게 일자리를 제공하는데 큰 기여를 했다고 생각합니다.

산림청은 ‘임업인에게 희망을! 기업에게 활력을! 국민에게 행복을!’ 이라는 산림정책비전을 실현하기 위하여 숲을 활력 넘치는 일터, 쉼터, 삶터로 재창조하고자 정책을 추진하고 있습니다.

한국산지환경조사연구회는 그동안 축적된 산림정보와 노하우를 산림청과 공유하고 소통하여 「신기후체제에 대비한 산림경영 기반 만들기」 등과 같은 산림정책과제 추진의 정보창고가 되기를 바랍니다.

끝으로, 한국산지환경조사연구회 안병영 회장을 비롯한 회원 여러분의 노고에 감사드리며, 앞으로도 무궁한 발전을 기원합니다.

2016년 7월

산림청 기획조정관 류 광 수

(사)한국산지환경조사연구회 창립20주년 격려사



(사)한국산지환경조사연구회 창립 20주년을 축하드립니다.

대한민국의 아름다운 숲과 환경을 가꾸기 위해 산림환경과 관련된 종합적인 조사연구와 과학적인 산림자원 관리 및 산림정책 수립에 필요한 정보 제공으로 임업 발전에 기여해 온 (사)한국산지환경조사연구회의 20년 발자취에 절로 고개가 숙여집니다.

우리나라는 전 국토의 64퍼센트가 산림으로 이루어진 산림국가로, 산림은 126조원의 공익적 가치를 지닌 대한민국 미래의 핵심 자원이라 할 수 있습니다. 이렇듯 산림의 소중함을 공감하고 그 공존을 모색하는 이때, (사)한국산지환경조사연구회의 역할은 그 의미가 매우 큼니다.

국립산림과학원은 파리협정으로 출범한 신(新)기후체제에서 유엔(UN)이 인정하는 유일한 탄소흡수원인 산림의 탄소흡수능력을 높이기 위한 연구와 함께 산림과학을 통한 예측과 대응으로 산불과 산사태 제로화를 달성, 국민의 생명과 산림생태계의 보전을 위해 최선을 다하고 있습니다.

2016년 국립산림과학원은 “맞춤형 산림과학으로 임업인과 국민께 더욱 다가가겠습니다”를 슬로건으로 기후변화 대응 연구 강화, 안전한 산림생태계의 보전 및 관리, 지속가능하고 경쟁력 있는 산림산업의 육성 등을 위하여 최선을 다해 노력하며 국민을 향해, 산림과학 3.0의 미래를 향해 뛰겠습니다.

임업 발전과 전문기술 보급의 저변 확대를 위하여 (사)한국산지환경조사연구회가 뛰어온 20년의 시간만큼 제19호 발간을 맞은 산지환경이 대한민국 임업 발전에 이바지하는 회지(會誌)가 되기를 기원하겠습니다.

다시 한 번 (사)한국산지환경조사연구회의 스무 번째 생일을 축하드리며 귀사의 앞날에 무궁한 발전을 기원합니다. 끝으로 지금의 산지환경을 있게 한 임직원분들의 노고에 감사와 격려를 전합니다.

감사합니다.

2016년 7월

국립산림과학원장 남 성 현

(사)한국산지환경조사연구회 20주년 격려사

산림환경 조사를 통한 산지이용 활성화의 새로운 길 열어주시길

한국산지환경조사연구회 전문지 발간을 진심으로 축하드립니다. 설립부터 오늘까지 산림 환경 조사분야 발전과 산지이용 기반 조성을 위한 노력에 깊이 감사드립니다.

한국산지환경조사연구회는 1996년 설립 후 20년간 산림조사, 산림입지토양 환경조사, 산사태 위험도 조사, 산양삼 생산적합성 조사 등 각종 조사를 통해 임상도, 토양도 제작 및 산림경영계획도 등 산림 주제도 제작으로 한국 산지의 이용을 위한 기반을 마련하여 왔습니다. 이를 통해 정부, 생산자, 소비자들이 믿고 이용할 수 있는 정보 구축의 큰 역할을 해 왔습니다.

우리나라는 산림면적이 전국토의 64%를 차지하며 세계평균의 2배, 경제협력개발기구(OECD) 회원국 중 4번째로 높은 산림국가입니다. 이러한 산림의 공익적 역할과 경제적 가치는 어느때보다 주목받고 있습니다.

한국산지환경조사연구회 전문지는 새로운 변화에 대응하여 산림자원 정보화 및 활용 확대를 위해 창의적이고 능동적인 업무 개발로 산지이용 활성화와 산림소득 증대를 위한 전문지로서 큰 역할을 기대합니다.

한국산지환경조사연구회 전문지 발간을 다시 한 번 축하드리며 무궁한 발전을 기원합니다.

2016년 7월
한국임업진흥원장 김 남 균

산림정책

산림공간정보 기반의 산림재해 · 생태 통합관리체계 구축

김 찬 회

산림청 정보통계담당관

1. 들어가며

미국 · 일본을 비롯한 선진국에서는 산림을 효과적으로 관리하기 위한 도구로써 공간정보 시스템(Geospatial Information System)을 개발하여 이용하였다. 그리고 이것을 효과적으로 활용하기 위해서는 공간정보의 기억 · 해석 · 표시 단계를 운영 · 관리 할 수 있어야 한다.

산림청에서는 1995년부터 산림경영관리의 기반이 되는 도면 및 대장을 성공적으로 데이터베이스화 하고 있으며, 1972년부터 독자적인 전국산림자원조사를 실시하는 등 매우 귀한 산림정보를 보유하고 있다. 그러나 이러한 산림정보가 각 부서 및 소속기관별로 따로 관리되고 있어 데이터의 융합 및 교차 분석 등을 통한 데이터의 활용측면에서 다소 제약이 있었던 것이 사실이다. 또한 정보가 직원들간 수직 · 수평적으로 공유되지 않음으로써 데이터 조사 · 분석 등의 환류에도 어려움이 있는 것으로 보여진다.

특히 과거 산림청에서 조사한 대량의 산림정보를 비롯하여 자연생태도, 문화재 · 댐 위치

도 등 유관기관의 정보를 함께 활용할 수만 있다면 매우 의미있는 정보(Knowledge)로 재탄생할 수 있을 것이다. 이는 산불 · 산사태 등 산림재해 뿐만 아니라 기후변화 등 산림생태에도 의사결정을 지원하는 데 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

다행히 산림청에서는 2014년부터 다양한 공간정보를 바탕으로 산림재해 · 생태의 효과적인 대응을 위한 ‘산림재해 통합관리체계 구축 사업’을 추진하고 있다. 본 내용에서는 이러한 산림공간정보를 기반으로 하는 산림재해 · 생태 통합관리체계와 빅데이터 기반의 산불예측 모델에 대해서 소개하고자 한다.

2. 산림재해 통합관리체계

산림재해 통합관리체계는 그동안 산림청에서 조사한 각종 산림정보를 한 곳에 모으고, 이를 효과적인 방법으로 해석할 수 있는 정보체계를 만드는 사업이다. 지난해까지 산림공간정보의 효과적인 관리 · 분석 체계를 마련하고, 이를 바탕으로 산림청 고유의 산불 · 산사태 · 산

림병해충의 효과적인 대응 모델을 구축하였다. 올해 3단계 사업을 완료하면 산림재해상황실과 스마트 모바일서비스가 완성되어 현장의 지휘 및 대응 능력이 더욱 강화될 것이다.

2.1 산림재해

산림재해는 광복이후 시대 상황에 따라 산림의 피해도와 행정적 역점 사업에 따라 정책방향을 달리했다. 가정 에너지의 중요자원이었던 1980년대까지 산불(山火)·병충해(病蟲害)·도남벌(盜濫伐)이 주요 3대 산림재해였으나, 근래에는 시민의식의 향상과 경제발전 등으로 산불·산사태·병해충으로부터 국민 생활의 안전과 산림자원의 보호로 산림정책을 추진하고 있다.

지난 10년간(2006~2015) 연평균 395건의 산불이 발생하여 466ha의 산림피해를 입고 있으며, 산불 발생의 원인을 살펴보면 입산자 실화가 39%이고 논·밭두렁 소각 등 소각에 의한 산불이 29%를 차지하고 있다. 더구나 우리나라는 녹화선진국으로서 임목축적의 증가에 따라 산불이 발생하면 풍부한 연료를 바탕

으로 대형산불로 확대될 수 있어 신속한 대응이 필요하다. 또한 산사태는 산림과 가까운 주거지에 토사류 등에 의한 인적·물적 피해가 발생하는 것으로 이에 대비한 과학적인 예측체계가 필요하다. 그리고 산림생태계에 영향을 미치는 소나무재선충병, 솔잎혹파리, 깍지벌레 등 산림병해충으로부터 소중한 산림자원을 지키기 위한 효과적인 관리체계가 요구되고 있다.

2.2 산림재해 정보서비스의 운영

산림청에서는 산불·산사태를 효과적으로 대응하기 위해서 관련 정보시스템을 운영하고 있다. 산불상황관제시스템은 몇 차례의 단계적인 개선을 통해 2010년부터 현장중심의 실시간 대응체계에 초점을 맞춰 산불 감시체계를 유지하고 있다. 산불의 현장대응체계는 전국의 산불 감시인력을 중심으로 현장위치정보 단말기를 이용하여 산불 발생위치를 신속하게 알 수 있다. 이에 따라 초기 대응시간을 혁신적으로 개선하여 산불 피해지역을 최소화하는데 크게 기여하였다. 또한 문화재 및 송전선 위치정보 등

표 1. 임상도의 주요 항목

구 분	값	내 용
산림	1, 2, 0	산림과 비산림을 구분
임상	1, 2, 3, 4	침엽수, 활엽수, 혼효림 등
영급	1~9	나무의 수령에 대한 내용

표 2. 산림입지도양도의 주요 항목

입지환경조사		토양환경조사	
항목	내 용	항목	내 용
모 압	화성암, 퇴적암, 변성암	유기물층	L층, F층, H층
경 사	평판지, 경사지, 절험지 등	토 심	A층, B층, C층
방 위	동, 서, 남, 북 등 8방위	토 색	색상, 채도, 명도를 구분
지 형	평지, 구릉지, 산지	풍화정도	상, 중, 하
사면위치	산정, 산복, 산록, 계곡	토 성	양토, 사토 등 12분류
풍노출도	노출, 보통, 보호	석력함량	5, 15, 30, 50%의 5구간
토양배수	불량, 보통, 양호, 매우양호	건습도	건조, 약건, 적윤, 약습, 습

을 함께 볼 수 있도록 구축하여 신속한 의사결정을 지원하고 있다. 산사태정보시스템은 1999년 용인·안성지역을 대상으로 제작한 산사태 위험지도를 전국으로 확대 보급하기 위해 시스템을 구축하였으며 지난 2011년 우면산 산사태 발생 이후 더욱 개선된 기능을 제공하고 있다. 이러한 정보서비스의 운영에도 불구하고 산불 발생 피해지에서 산사태의 발생여부 등에 대해서 통합적으로 분석하거나 유관기관 간 산림재해에 대한 정보의 연계·활용에는 미흡한 부분이 있다.

이러한 정보시스템은 기본적으로 산림공간정보를 기반으로 운영되고 있다. 산불 예측을 위해서는 숲의 나무종류·크기·밀집도 등을 알 수 있는 입상도가 사용되고 있으며, 산지의 방향과 경사도 등은 산림입지도양도를 통해 산불 예측의 확산 경로 및 세기 등을 판단하거나 산사태 위험등급을 표현하는 알고리즘의 인자로

활용하고 있다. 그리고 원격 지휘를 위해서 항공사진과 위성영상 등을 이용하기도 한다.

2.3 산림재해 통합관리체계의 계획

산림재해 통합관리체계는 산림재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 범부처 공동대응체계를 마련하기 위해서 2013년도에 정보화전략계획(Information Strategy Planning)을 수립하여 <그림 1>과 같이 산림재해 통합관리체계 개념도를 제시하였다. 주요 사업내용으로는 정보화전략계획의 결과에 따라 산림공간정보를 기반으로 하는 산림재해 의사결정서비스를 강화하게 된다. 더불어 국민안전처에서 운영하는 119신고정보 등과 연계하여 유관기관과 신속한 대응체계를 구축하며, 위성정보를 이용한 사후 대응체계 및 산림병해충에 대한 예측체계를 새롭게 구축하는 등 산림재해 전반의 단계



그림 1. 산림재해 통합관리체계 개념도

적인 개선을 추진할 예정이다.

2.4 산림재해 대응 및 관리체계 강화

산불의 경우 다양한 주제도의 분석체계를 강화할 예정이다. 산림감시원이 산불 발생 현장 위치가 상황실에 전송되는 시점에 맞춰 주변의 상황정보를 분석하여 자동으로 표출하는 정보 체계를 갖춘다. 가령 가까운 지역의 문화재 및 담수지 위치 등을 사용자의 별도 입력정보 없이 안내하는 것이다. 또한 임상도·산림입지 토양도 및 실시간 기상정보를 분석하여 산불의 확산경로를 예측하는 것이다. 산사태 분야는

우선 국가재난관리시스템(National Disaster Management System)에서 관리하고 있는 산사태 피해지 정보를 연계하여 과거 산사태 정보의 분석 정보로 활용한다. 다만 현재 입력값이 지번 중심으로 되어 있어 정보의 활용에 제약이 있을 것으로 예상되며, 이러한 문제를 해소하기 위해서 사용자가 국가재난관리시스템에 정보를 입력하는 경우 현장 좌표정보를 입력하기 위한 항목을 국민안전처에 추가로 요청할 예정이다.

산림병해충관리시스템을 새로 구축한다. 과거에도 관련 시스템을 운영한바 있으나 사용자 편의성이 부족하고 현장 담당자의 활용이 낮아



그림 2. 산림재해·생태 분석 활용

활성화되지 못하였다. 이러한 과거 사례를 참고하여 현장 중심의 예찰 및 방제 활동을 관리할 수 있는 산림병해충 정보체계를 구축하여 병해충 피해지의 추이 및 임상 분석, 병해충 정보 등을 제공할 계획이다.

산림재해의 현장대응체계도 한층 강화될 예정이다. 먼저 국민안전처에서 운영하고 있는 119신고서비스와 산림재해 통합체계를 연계하여 임야 지역의 산불 신고정보를 신속하게 접수하고 산림청과 국민안전처의 자원투입현황을 공유함으로써 효과적인 대응체계를 마련할 계획이다. 중앙산불대책본부에서 산불현장정보를 공유하기 위해서 스마트폰을 이용한 다자간 연계채널을 구성하는 시스템도 구축하게 된다. 이렇게 되면 현장상황을 함께 공유함으로써 산림재해 피해를 조기에 수습하는데 도움이 될 것이다.

산림생태정보의 관리체계를 구축하고 이를 산림재해와 연계하여 기후변화에 따른 대응체계를 마련할 예정이다. 국가중정보, 도시숲, 백두대간 등의 정보를 한 데 모으고, 기후변화 시

나리오의 분석기능을 적용하여 산림종 취약성 분석 등의 결과를 도출하게 된다. 이를 통해 기후변화에 따른 산림분야 정책결정을 지원할 예정이다.

2.5 산림공간정보 공동 운영 및 활용 강화

최근 기후변화협약에 따르면 탄소흡수원 배출권은 나지에서 숲을 가꾸는 경우 숲이 저장하는 탄소량을 100% 배출권으로 인정하고, 기존의 숲을 가꾸어 생산된 부분은 15% 정도를 배출권으로 인정한다고 정해져 있다. 이에 따라 각 현장에서 산림피해지 정보와 더불어 현장의 다양한 정보를 온라인에서 관리하고 이에 따른 조림 관리를 위한 연계서비스를 구축함으로써 탄소배출권 확보의 기반체제로 활용할 수도 있을 것이다.

산림공간정보 기반체계 구축사업은 그동안 산림청에서 운영하는 각종 공간정보를 한 곳에 모아 통합적인 관점의 산림정책을 지원하는데 있다. 임상도·산림입지도양도를 만들거나

국가산림자원조사를 실시하는 데 막대한 시간과 예산이 소요된다. 따라서 이러한 정보를 효과적으로 활용할 뿐만 아니라 국립산림과학원에서 이를 활용하여 발표하는 각종 연구결과를 분석·적용함으로써 산림공간정보와 관련된 연구정보와 행정적인 의사결정이 유기적인 선순환체계가 이루어지도록 하는 것이다. 가령 대형산불위험지도, 산림인접지 산불위험지도 등의 산불지도를 새롭게 적용하여 산불감시원의 우선배치 선정이나, 내화성 증진을 위한 숲가꾸기 사업의 우선순위 선정 등에 활용할 수 있어 산불 대응과 숲가꾸기 사업의 공동 활용이 기대된다.

그리고 산림공간정보 관리의 가장 중요한 산림공간정보의 현행화 체계를 새롭게 개편하고 있다. 현장에서 조림지 등에 대한 사업추진 시 공간정보(GIS)를 이용한 현장 측량을 실시하고 있으나, 이 정보가 현장 실무자의 개인 컴퓨터에 저장·관리되고 있어 정책관리자가 산림공간정보의 현황을 알아보기 위해서는 별도의 행정적인 절차를 거쳐야만 했다. 그러나 현장의 관리정보가 온라인상으로 통합적으로 관리될 수 있으면 누구든 정보의 접근이 용이하고 데이터의 통계적인 활용 기회도 확대될 것이다.

정부3.0을 언급하지 않더라도 웹서비스(www)나 지식경영(Knowledge Management) 등의 철학은 처음부터 정보의 공유·협업을 핵심사상으로 하고 있다. 그러나 정부기관의 사무분장에 따른 기관간 정보의 연계·활용은 미흡한 부분이 없지 않다. 산림재해 통합관리체

계는 이러한 정보활용의 어려움을 보완하여 각 기관에서 보유하고 있는 다양한 정보를 연계하여 의사결정을 지원할 예정이다. 기존에 연계 구축된 정보 외에 국민안전처의 재해약자시설 위치정보, 농어촌공사의 담수지 정보 그리고 국립공원관리공단의 대피소 정보 등을 함께 구축하는 것이다. 이를 통해 산불 등 산림재해 발생지역에 대한 국가 주요 자원에 대한 보호 등의 우선순위를 결정하기 위한 정책적 판단을 지원할 수 있다.

반면 2016년 4월 국토교통부와 산림청 간 공간정보 양방향 협약을 통해서 각 기관에서 생산·관리하고 있는 공간 속성정보를 공동으로 활용 할 수 있는 계기가 마련되었다. 이에 따라 산림공간정보의 활용은 산림 이외의 분야로 점진적으로 확대될 것으로 보인다.

3. 빅데이터 기반 산불위험예측서비스 구현

산림청에서는 산림재해 통합관리체계 구축을 위한 정보화전략계획을 수립하면서 정부 3.0의 새로운 정책인 빅데이터 서비스 과제를 도출하였다. 신규 과제로서 ‘빅데이터 기반의 산불위험예보 및 확산서비스’(이하 빅데이터 기반 산불위험예측서비스) 및 ‘기후변화에 따른 산림취약성 분석서비스’를 발굴하고 국립산림과학원의 산림방재연구과와 함께 빅데이터 기반 산불위험예측서비스 사업을 추진하였다.

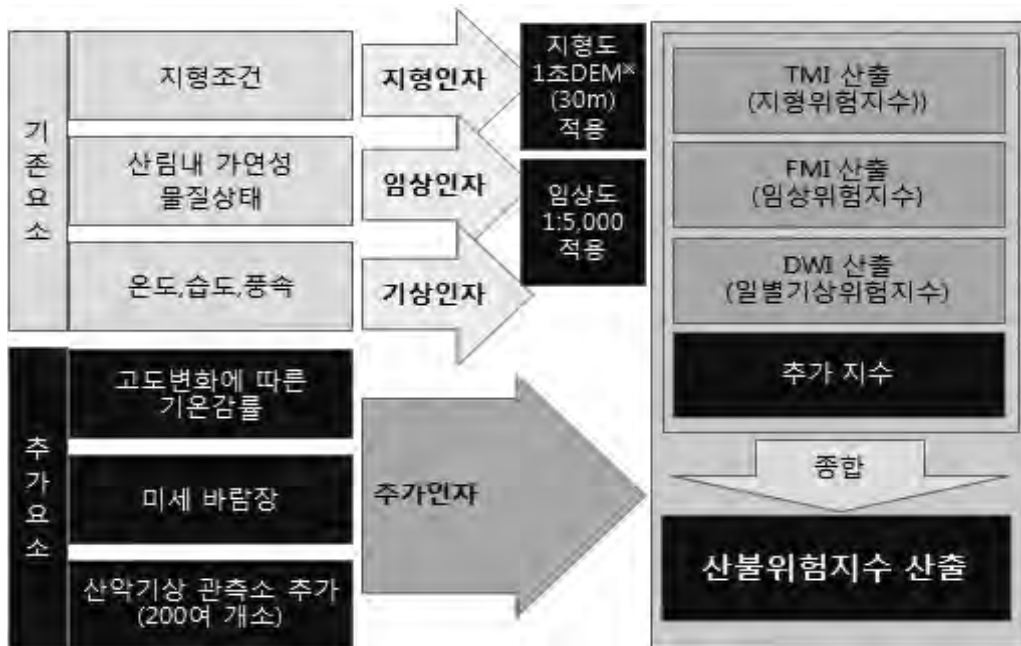


그림 3. 빅데이터 기반 산불위험지수 산출 방안

3.1 국가산불위험예보시스템

국립산림과학원에서는 봄·가을철 산불발생 위험정도를 공무원 및 일반국민에게 안내하기 위해서 2003년부터 국가산불위험예보시스템을 운영하고 있다. 이 시스템은 <그림 3>과 같이 기상청의 실시간 기상정보를 적용하고, 산불의 지속성에 관계되는 연료량 정보를 얻기 위해서 임상도의 속성정보를 인자로 사용하게 된다. 그리고 산림입지토양도를 통해 산지의 경사·방향 등을 인자로 활용하여 시·도별 산불위험의 정도를 산출하고 이를 지도서비스로 표현하여 안내한다.

이러한 산불위험예보시스템은 빅데이터가 발표되기 이전부터 대용량(Volume), 신

속성(Velocity), 다양성(Variety), 서비스가치(Value)를 만족하는 산불위험예측정보를 지원하였다. 그러나 2013년도 말 접경지역을 포함한 전국 임상도의 축척이 1:25,000에서 1:5,000으로 새롭게 제작되어 서비스의 개선이 필요하게 되었다. 더구나 행정자치부에서 전부처에서 공통으로 활용할 수 있는 빅데이터 공통기반을 새롭게 구축하면서 기존의 전통적인 국가산불위험예보시스템의 기능개선을 추진하게 되었다.

3.2 빅데이터 공통기반을 활용한 산불위험 예측서비스 개선

빅데이터 기반 산불예측서비스는 국립산림

과학원 주관으로 기 구축된 임상도의 축척을 1:25,000에서 1:5,000으로 개편함으로써 공간적인 해상도를 25배 정밀화하였다. 수치표고 모델(DEM)도 100m에서 30m로 개선하여 시스템을 고도화하였다. 기상정보의 경우 기상청 및 산림청에서 운영하고 있는 산악기상정보를 새로 입력하되 산림청 자료는 1분 단위로 입력하여 기상청의 1시간 단위로 입력되는 기상정보를 보완하여 실시간 분석서비스를 강화하였다. 이러한 개선 결과를 바탕으로 2014년 실제 산불 66건을 표본으로 모의 분석한 결과, 산불 발생에 대한 예측정확도가 74.2%에서 83.3%로 향상되는 것으로 나타났다. 시스템 개편 후 약 10% 포인트 개선된 것이다. 더구나 분석 대상정보를 직력처리에서 병렬처리로 전환함으로써 자료처리 시간도 기존 3시간에서 50분 이내로 단축하였다.

추가 기능으로 행정자치부에서 운영하고 있는 빅데이터 공통기반과 분리·연계 운영하고 있다. 행정자치부에서 오픈한 빅데이터 공통기반(혜안)은 부처 단독으로 운영하기 어려운 소셜데이터(SNS)를 비롯하여 빅데이터 처리를 위한 데이터의 수집 및 분산처리에 중점을 두고 개발을 한 것으로 본 사업에서는 실시간 기상 분석정보의 데이터 셋을 산림청의 산림재해 통합관리체계에 연계하였다.

특히 이번 사업에서 주목할 부분은 산불방지와에서 제시한 과거 대형산불 피해지의 산불 전후 기상정보의 사례분석에 있다. 과거 100ha 이상 피해를 본 대형산불 시기의 기온·풍속·강수량·습도 등 기상정보를 분석한 후 그 결

과를 산불위험 유사패턴으로 정의하고 데이터 해석 시 실시간 기상정보와 비교하여 통계적으로 유효값을 갖는 경우 해당 시·도에 위험을 알리는 서비스를 적용할 예정이다.

이러한 서비스의 개선과 더불어 과거 산불피해지와 임상도, 기상과의 관계 등을 분석한 서비스를 제공하여 산림공무원이 산불위험에 대한 의사결정을 과학적이고 신속하게 처리하여 인명 및 재산 피해를 최소화 하는 데 활용할 것이다.

4. 맺으며

산림재해 통합관리체계 구축 사업은 그동안 산림청이 보유하고 있던 산림정보를 비롯하여 유관기관의 다양한 정보를 함께 이용할 수 있는 정보체계를 구축하여 산림재해 및 생태와 관련된 산림정책의 의사결정을 지원함으로써 산림행정을 한 단계 향상할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 이러한 사업을 성공적으로 추진하기 위해서는 각 부서 및 소속기관에서 그동안 보유하고 있는 정보를 효과적으로 공유·활용할 수 있도록 사업추진 시 많은 협조가 요구된다. 또한 사업이 성공적으로 추진되었다 하더라도 산림재해 통합관리체계가 지속적인 운영체계를 갖추으로써 언제든지 최신 정보를 활용하고 운영할 수 있는 체계를 갖추어야 만 할 것이다.

스마트정부(Gov3.0) 오픈포럼에서는 2013년 5월 ‘정부3.0’을 출간하면서 Gov3.0의 구현방향으로 유능한 혁신 정부(Sustainable Creative Government)를 제시한 바 있다. 주

요 특징을 살펴보면 협업 및 집단지성의 활용으로 정부정책의 품질을 개선하고 공공서비스의 개선을 주문하였다. 그리고 예측과 분석을 통해 산림재해 등에 대한 발생을 예측하고 피해를 최소화 하는 새로운 가치 창출을 요구하였다. 이러한 점에서 정부3.0 과제로서 추진되고 있는 산림재해 통합관리체계의 구축은 그동안 국가에서 조사하여 운영하고 있는 각종 산림자원정보를 통합적으로 관리하고 이를 바탕으로 통계적인 분석과 소셜서비스(SNS)의 매쉬업(Mashup)을 통해 정부의 산림재해 관리능력이 한 단계 향상될 것으로 기대해 본다.

마지막으로 2016년 3월 각 매체에서 인류의 창조적 사고에 대한 기계의 도전에 대한 다양한 기사가 쏟아졌다. 바로 알파고(AlphaGo)와 이세돌간 바둑대결이었다. 처음에는 이세돌 기사의 우승을 점쳤으나 뚜껑을 열어보니 알파고를 넘을 자는 없을 것이라고 예상하기도 하였다. 빅데이터와 딥러닝(Deep Learning)를 적용한 결과가 인간의 창조적인 영역까지 넘보는 세상이 다가온 것이다. 이러한 기술을 여러 형태의 산림분야에 적용할 수 있다면 더 다양한 정보의 활용이 가능할 것이다.

이를 위해서는 각 기관의 성격에 따라 보유하고 있는 다양한 형태의 정보를 충분히 이해하고 각 정보를 효과적으로 엮어 분석할 수 있는 알고리즘의 발굴이 무엇보다 중요하다. 하지만 이를 효과적으로 분석·설계하기 위한 데이터 전문가는 터무니없이 부족하여 잘 구성된 시스템을 효과적으로 운영할 수 있을

지 의문이다. 따라서 효과적인 시스템의 발굴·개발 및 운영·관리를 위해서는 관련 전문 인력의 지원이 먼저 해결되어야 할 것으로 본다.

인류의 오랜 역사를 살펴보면 예고없이 찾아오는 자연재해로 엄청난 고통을 겪었으며 때로는 문명의 멸망을 야기하기도 하였다. 이스터섬의 경우 모아이(Moai) 석상을 만들면서 숲의 나무를 잘라내는 바람에 산사태 등 재해에 대한 적응능력이 떨어지면서 멸망했다는 보고가 있다. 근래에는 열대우림을 무분별하게 목초지 또는 커피생산지로 개간하는 바람에 기후변화에 따른 기상이변으로 각종 재해가 발생하여 막대한 피해를 야기하고 있다. 이와 같이 산림은 인류 생활과 매우 밀접하게 관계되어 잘 가꾸고 보호해야 할 뿐만 아니라 각종 재해로부터 안전한 관리체계를 만들어 자연과 더불어 살아가는 인류의 발전을 추구해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 정태봉, 산림피해현황(산림재해 심포지엄, 1980)
- [2] 이돈구, 권기원, 김지홍, 김갑태, 「조림학」, 향문사(2011)
- [3] 류광수, 김인호, 김준범, 조명희 역, 산림 GIS입문(일본임업기술협회, 2002)
- [4] 이규태, 지속 가능한 발전을 위한 녹색전략 (2006)

- [5] 산림청, 산림재해 통합관리체계 구축 ISP(2013)
- [6] 산림청, 국가 산림공간정보체계 추진 계획 (2013년~2017년)(2013)
- [7] 산림청, 산림재해 통합관리체계 구축(2차) 사업계획서(2015)
- [8] 국립산림과학원 연구신서 제53호, 기후변화, 숲 그리고 인간(2012)
- [9] 국립산림과학원 연구자료 제651호, 2015 산림재해백서(2016)
- [10] 안전행정부, 빅데이터 공통기반 및 시범과제 확대 구축 사업계획서(2014)
- [11] 국토교통부, 국가공간정보 양방향 연계기관 업무협약(2016)
- [12] 한국정보화진흥원, 정부3.0 새로운 대한민국을 꿈꾸다(2013)
- [13] Sunil Soares, Big Data Governance(2012)
- [14] <https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo>(2016)



특별기고

산지토사재해 연구동향

이 창 우

국립산림과학원 산림방재연구과

□ 산지토사재해 예측 연구

산이 무너져 일시에 토석이 하류로 내려오는 것을 산사태라 하며, 이러한 산사태로 무너져 내린 토석이 물과 혼합되어 유목과 함께 계류로 내려오는 것을 토석류라 한다. 또한 땅밀림은 지질적·인위적 영향으로 토층내부에 형성된 지하수로 인해 산 전체가 중력에 의해 대규모 서서히 아랫방향으로 밀리는 현상을 칭한다. 이러한 산사태, 토석류, 땅밀림을 묶어 산지토사재해라고 한다. 이러한 산지토사재해 위험지 예측을 위해 초기 산사태위험지도는 지질, 지형, 임상인자를 근간으로 한 수량화 분석으로 제작·이용하다가, 현재는 정확도를 높이기 위해 항공영상 분석을 통해 약 1,900여개의 산사태를 기초자료로 GIS 기법을 이용한 로지스틱 회귀분석으로 새로 개발하여 산림청의 산사태정보시스템에 탑재하여 사용하고 있다. 하지만 산사태위험지도는 산사태로 인한 피해범위의 예측에는 한계가 있어 산사태가 발생하여 어느 범위까지 피해를 입히는가를 예측하기 위해 토석류의 피해범위를 예측할 수 있는 토석

류 피해예측지도도 제작되고 있다. 이 지도는 랜덤워크모델(RWM, Random Walk Model)을 이용하여 기존의 토석류 퇴적범위를 조사하여 적용할 모델의 최적파라미터를 산정한 후, 피해예상지역을 도출하였으며, 이들 정보를 산림청 산사태정보시스템을 통해 제공하고 있다.

또한 산사태에 효과적으로 대응하기 위해서는 주요인인 강우를 이용한 산사태 예·경보가 중요하다. 과거에는 시우량, 일우량, 연속강우량으로 구분하였는데, 이는 전국이 단일기준이며, 다중체계로 적용이 어려웠다. 산사태 기준우량의 전국화 방안으로 강우와 지질특성을 고려하여 전국을 11개의 권역으로 구분하여 기준우량을 정하였다. 탱크모델을 이용하여 선행강우량과 예측우량 등 강우상황에 따라 토양이 머금을 수 있는 물의 양 즉, 토양함수지수를 이용하여 산사태를 예·경보할 수 있도록 개발하였으며, 산림청에서 이를 활용하여 예·경보시스템을 운영하고 있다.

특히, 최근에는 첨단과학기술을 이용한 산지토사재해 기초자료 확보 등을 위해 ICT, IoT 기술들을 적극 활용하고 있다. 그 예로 재해분

야에 드론의 활용을 들 수 있다. 산지토사재해가 발생할 경우 인명피해가 발생하여 접근에 애로점이 있으며, 토사가 집이나 도로를 덮친 경우 바로 토사를 제거하게 된다. 따라서 실제 토사의 피해범위 및 양이 얼마나 되는지에 대한 자료가 거의 없는 상황이다. 이러한 점을 보완하기 위해 무인비행장치(드론)를 이용하여 현장에 접근하지 않고 토사재해가 일어난 직후 현장의 상태를 파악하려고 준비하고 있다. 국립산림과학원에서는 2016년 7월 회전익과 고정익 드론을 구입할 것이며 이러한 장비를 이용하여 올해 여름부터 본격적으로 토사재해 정보를 획득하여 재해예측에 활용할 계획이다.



산사태 피해위험지도 (서울 우면산)

□ 구조물 대책 연구

산사태 발생을 억제하기 위해서는 나무의 뿌리가 흙을 잡아주는 힘을 기르기 위해 건강한 숲을 유지하는 것이 필요하다. 2006년 산사태가 많이 발생한 인제지역을 대상으로 숲가꾸기한 곳과 하지 않은 곳의 산사태 발생을 비교한 결과, 숲가꾸기를 하지 않은 지역은 영급에 따른 산사태 발생변화가 작지만, 숲 가꾸기를 한 지역은 영급이 증가할수록 산사태 발생이 점차 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 효율적인 산림관리를 통해 재해를 최소화 할 수 있지만, 숲의 관리만으로 재해를 저감시키는 효과는 한계가 있다. 이를 극복하기 위해 산지계류에 사방구



토석류 피해예측지도 (서울 우면산, 2011)

그림 1. 산사태 피해위험지도와 토석류 피해예측지도

조물을 설치하고 있다.

하지만, 산지의 상황에 따라 다르지만 어느 지역은 너무 많은 방지지설을 한 곳도 있고, 너무 적은 방지지설을 한 곳도 있다는 지적이 있다. 이러한 것을 개선하기 위하여 효율적이고, 과학적으로 산지토사재해 방지지설을 배치할 수 있는 야계사방구조물의 적정배치 의사결정 지원시스템을 개발하고 있다. 이는 평시에 내려오는 토사유출량(침식량)과 집중호우와 태풍으로 인해 내려오는 토사유출량(붕괴량)을 고려하여 적정 배치 및 규모를 가진 산지토사재해 방지지설을 만들고자 하는 것이다.

1986년에 시작된 사방댐 시공은 주로 중력식 콘크리트 사방댐이었으나, 최근에는 주변 환경 및 경관 유지에 대한 관심이 높아지고 있기 때문에 이를 고려한 산지토사재해 방지지설이 복합적으로 검토되어 사방댐도 다양한 종류의 변화를 모색하고 있다. 2011년 우면산 산사태 발생이후, 산사태예방에 대한 국민적 관심이 높아져 도시생활권에서 예방사방 사업의 요구도가 높아지고 있으며, 아울러 사방댐 등의 구조물 시공이 늘어나고 있는 반면, 환경

단체 등에서는 친환경적 구조물 즉, 상·하류 계류의 단절, 대규모 구조물 시공으로 인한 경관 저해 등의 문제 개선 요구도 함께 증가하고 있는 추세다.

우리나라에 시공된 사방댐의 특성을 알기 위해 사방댐의 종류와 기능별로 분류하고 장단점 등을 파악하는 연구를 충남개발연구원, 사방협회 등에서 수행한 바 있다. 이러한 연구에서 일본, 오스트리아 등의 사방댐이 어떠한 구조 및 재료로 시공되는지에 대한 분석도 이루어졌다. 최근 국립산림과학원은 일본 등 외국에서 시공된 사방댐을 응용하여 토석류 제어댐을 개발하였다. 이는 산사태 발생원과 매우 근접해 있고 집약적으로 공간을 활용하는 특성을 가진 도시생활권에서 유용한 사방댐이다. 구조뿐만 아니라 제시된 사방댐의 안정성을 검토하기 위해 활동, 전도, 지지력에 대한 검토가 이루어졌다. 또한 토석류 및 토압에 의한 부재력을 검토하기 위해 휨모멘트, 전단강도 등에 대한 검토가 이루어졌으며, 토석류에 의한 사방댐의 충격력 검토를 위해 국내 최대 규모로 제작된 종합시뮬레이터를 이용하여 시험하고 있다.

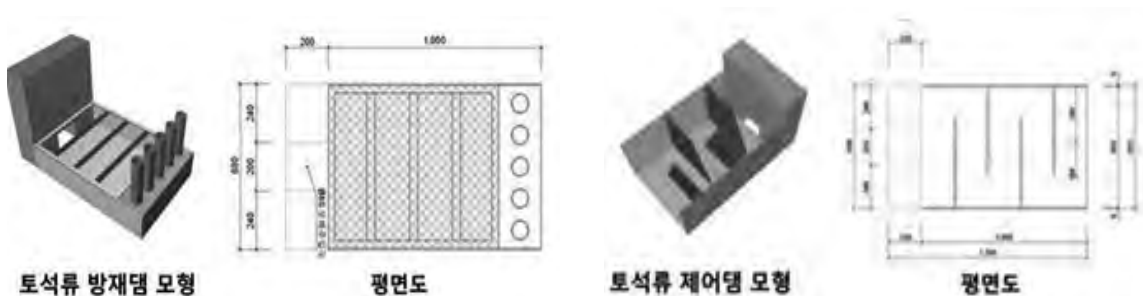


그림 2. 토석류 방재댐과 토석류 제어댐 모형

나아가 약 30년이 지난 기존 사방댐의 효율적인 유지관리를 위해 사방댐의 준설기준 설립, 경관성 평가의 계량화, 탄성과 탐사를 이용한 안정성 평가 등의 연구를 진행하고 있다.

앞으로 사방댐의 경제적 효과 분석, 친환경적이며 경관성이 우수한 사방댐의 지속한 개발, 투과형 사방댐의 안정성 평가, 수리수문학적 근거 마련 등의 연구가 필요하다. 한편 사방댐뿐만 아니라 계류보전사업에서도 자연경관의 훼손, 계곡의 확대, 진입로 개설 등 많은 문제가 제기되고 있으므로 이에 대한 연구도 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

□ 비구조물 대책 연구

사방댐 등 구조물로 피해를 저감할 수 있지

만 무한정 시설을 늘린다는 것은 한계가 있다. 산림청에서 운영하는 산사태정보시스템에서 예·경보를 발령하고 주민들이 효율적으로 대피하기 위해서는 산사태 피해위험성과 대피의 필요성 등에 대한 적극적인 홍보·교육이 필요하다. 특히 인구가 집중되고 사방구조물 설치에 어려움이 많이 따르는 도시생활권 지역에서는 주민을 보호하기 위하여 경보전달 및 경계피난시스템 구축이 절실히 필요하다. 또한 최근 강우특성이 국지적으로 한 곳에 집중되지만 실제로 이러한 국소지역에 대하여 산사태 발생을 예측하는 것은 한계가 있다. 이러한 상황을 고려하여 국립산림과학원은 산사태 고위험지역에 대한 조기경보를 위하여 산사태 무인원격 감시시스템을 개발하는 연구도 추진하고 있다. 토양내부 물의 함유정도를 파악할 수 있

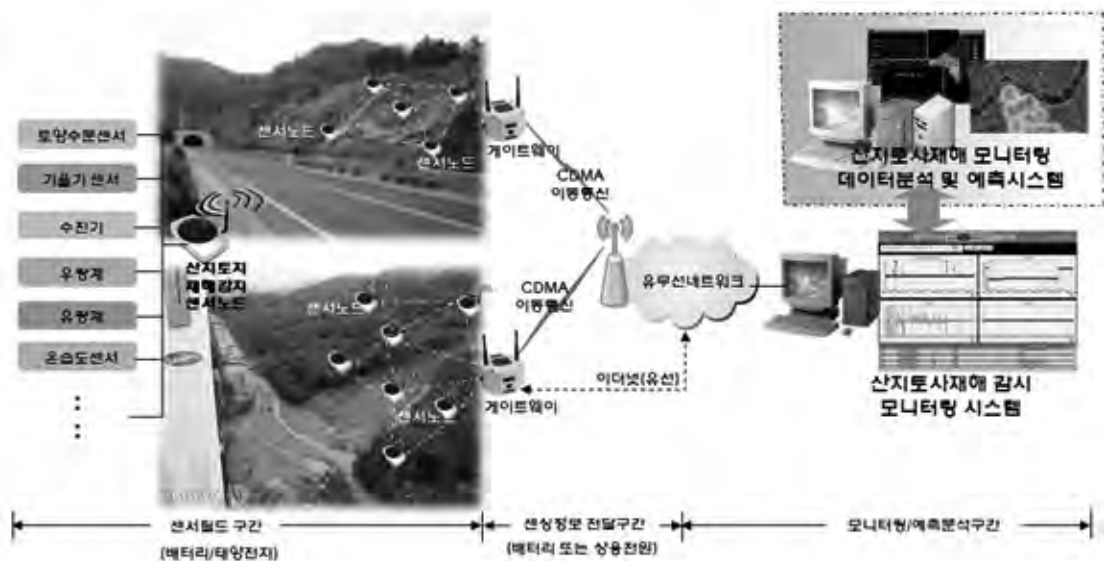


그림 3. 센서 네트워킹 기반 산사태 무인원격 감시시스템

는 토양수분센서, 토양지하수위센서와 땅의 움직임을 파악할 수 있는 기울기센서, 다중온도센서, 음향센서 등의 계측센서에 대하여 감도와 실용성을 검토하였다. 정확한 정보를 위하여 센서의 임계치 즉 어느 정도의 값에 도달했을 때 정보를 내는 것이 좋은지에 대한 연구가 수행 중에 있는데, 붕괴시물레이터 실험을 통해 그 임계값을 찾아내고 있다. 또한 센서와 연계된 무선통신기술을 이용하여 실시간으로 관리자와 주민들에게 전달되도록 하고 있다. 이러한 정보가 전달되면 주민이 신속하게 대피할 수 있도록 대피경로를 안내해 주는 모바일앱도 개발하였다. 무인원격 감시시스템을 현장에 적용하기 위해 2015년 서울과 포항에 시범적으로 구축하고 2018년까지 전국에 10개소로 확대할 예정이다.

산지토사재해의 효율적 대응을 위해서는 사방댐과 같은 구조물 대책과 연계하여 국민의 생명을 보호할 수 있도록 경계피난을 제대로 할 수 있는 비구조물 대책이 병행되어야 할 것이며 이에 대한 연구도 수행되어야 할 것이다.

□ 국내외 연구동향

국내에서 산사태를 연구하는 기관은 한국지질자원연구원, 한국건설기술연구원, 국립재난안전연구원 등이 있다. 한국지질자원연구원은 토질강도 인자를 근간으로 국지적 산사태위험 지도를 개발하였으며, 위험유역에 산사태 조기경보 감시시스템을 구축하여 모니터링하고 있다. 한국건설기술연구원에서는 도로사면 산사

태 감지 센서, 토석류 취약성 모델 개발 및 복구기술 개발 연구를 수행하였다. 국립재난안전연구원은 산사태 예·경보체계와 기준에 대한 연구를 수행한 바 있으며, 대학에서도 산사태와 토석류의 연구가 수행되었다. 국립강릉원주대학은 수충부와 토석류에 대한 연구로 실제규모 토석류 실험에 성공하였으며, 토석류를 제어하기 위해 링네트를 이용하는 방안을 제시한바 있으며, 서울대 평창캠퍼스 팀은 가격이 저렴하고 국내 생산 가능한 산사태 및 토석류 감지센서를 개발하는데 주력하고 있다.

국외에서는 산악국가인 일본, 대만, 홍콩, 오스트리아에서 산지토사재해연구가 많이 수행되고 있다. 모든 나라에서 우리와 비슷한 연구를 수행하고 있으나, 각 나라의 상황에 따라 집중하는 분야에 다소 차이가 있다. 일본의 경우, 집중호우와 태풍이 많아 구조적, 비구조적 대책 연구가 활발하며 특히, 땅밀림 모니터링 연구에 집중하고 있다. 대만은 경계피난 시스템과 현장 적용에 대한 연구에 집중하고 있다. 홍콩은 도시사면의 붕괴 메카니즘과 친환경적 녹화에 집중하고 있으며, 오스트리아의 경우 집중호우가 많지 않아 눈사태 방지 연구에 많은 힘을 기울이고 있다.

□ 맺으며

우리나라는 최근 들어 매년 약 1,000개소의 사방댐을 시공하고 있으며, 더불어 계류보전사업에 집중하고 있다. 지금 우리나라는 산지토사재해 방지사업의 예산을 감안할 때 역사 이

래 최고의 전성기를 맞고 있다. 그러나 일본의 경우 1998년 이후 산지토사재해 예산이 급격히 줄어들었는데, 이는 구조물 신설의 한계성을 인식하고 유지관리 및 비구조적 대책에 치중하고 있기 때문이다. 우리나라의 산지토사재해 방지도 이러한 경향을 따라갈 가능성이 크다. 산지토사재해 방지사업이 가진 미래의 경향, 비정부기구와 토목분야에서 지적하는 산지토사재해 방지사업의 문제점을 감안할 때 새로운 출구로 나가야 할 시기에 도달해 있는 것이다. 산지토사재해 연구가 앞으로 산지토사재해

방지사업을 선도하고 미래에 연착륙할 수 있도록 방향과 방법을 찾아나가야 할 필요가 있다. 국립산림과학원은 이에 대처하기 위하여 내년 부터 향후 10년간 산지토사재해 연구에 대한 마스터플랜을 만들려고 준비하고 있다. 이 과정을 통하여 주위에서 제기하는 문제를 해결하고 향후 산지토사재해 방지사업이 나아가고자 하는 방향을 제시할 수 있는 발판이 되기를 기대한다.



특별기고

남북 산림자원조사 협력의 필요성과 향후 과제

박 경 석

국립산림과학원 국제산림연구과

● 북한의 산림황폐화 실태

북한의 산림전용은 농업생산력 확대와 국토 운영의 효율성과 생산성을 높이기 위해 1976년 ‘자연개조 5대 방침’에 따라 경사도 15도 이하 산지에 다락밭을 조성하면서 시작되었다고 할 수 있다. 산림은 ‘산업건설에 긴요한 목재의 원천지이며 수원고갈과 홍수를 방지하여 농토를 기름지게 할 뿐만 아니라 향토의 미화와 인민보건 향상에 중요한 역할을 수행하는 귀중한 국가적 부원’으로 인민의 생활을 높이고 자립적인 민족경제를 건설하기 위한 자연개조의 대

상이 된 것이다. 또한 북한 당국은 중공업 우선 경제발전에 필요한 목재를 최대한 생산·공급하는 등 산림의 부존자원을 최대한 개발·이용하는 산림정책을 펼친 반면 1대 베고 1대를 심자는 지침은 구호에만 그쳤다. 더욱 1990년대 중반 경제난과 식량난이 극심해지면서 식량배급이 제대로 되지 않자 북한주민들은 자구책으로 무분별하게 산림을 훼손하여 비탈밭, 땀기밭을 만들어 불법 경작을 하였고, 연료부족으로 취사 및 난방을 해결하기 위한 무분별한 땀감채취가 자행되면서 산림황폐화는 가속화되었다.



그림 1. 산지 훼손으로 만들어진 비탈밭, 땀기밭

표 1. 인공위성 영상분석에 의한 북한 황폐산림 변화추이

(단위 : 만ha)

구분	산림면적	입목지	황폐산림			
			소계	개간산지	무림목지	나지
1999	916,57	753,40	163,17	97,20	53,35	12,62
2008	899,25	615,45	283,80	132,20	141,33	10,27
증(△)감	△17,32	△137,95	120,63	35,00	87,98	△2,35
비율	△2%	△18%	74%	36%	165%	△19%

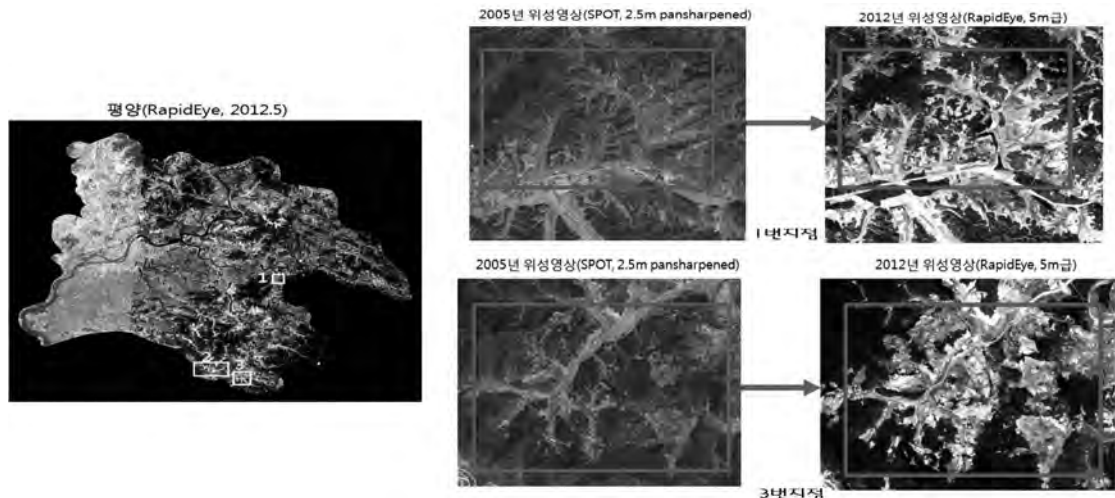


그림 2. 평양 지역 산림황폐화 정도 변화(2005, 2012)

이러한 북한의 산림황폐화 실태는 북한 전역을 촬영한 인공위성 영상 분석 결과에 의해서도 확인되었다. 1999년 북한 황폐산림은 전체 산림면적의 약 18%인 163만ha였는데, 10년이 경과한 2008년에는 전체 산림면적의 32%인 284만ha로 대폭 증가한 것이다(표1). 2013년도에 북한 11개 주요지역에 대한 산림황폐화 정도 변화를 알아보기 위해 실시한 인공위성 영상 분석에서는 전반적으로 황폐산림 면적의 증가 폭은 크지 않았지만, 평양지역의 경우를 예로 들

면 황폐산림에 대한 복구가 지연되면서 수년 간 지속된 토양유실로 황폐화 정도가 심화되었음이 확인되었다(그림2). 앞으로 북한의 황폐산림에 대한 특단의 조치 없이 황폐화 정도가 더욱 심해지면 사방시설 설치 등 산림 토목 분야 추가 지출로 인한 산림복구 비용의 대폭적 증가는 불가피하게 된다. 더욱 산림의 수원함양, 토사 유출방지 기능이 상실되어 지구적 기후변화로 매년 발생하는 극심한 가뭄과 홍수 피해를 피할 수 없고, 산사태와 하천 범람에 따른 인명 피해

및 도로 파손, 광산과 공장 등 경제기반 시설 침수가 반복되어 경제난의 늪에서 벗어나려는 북한당국의 발목을 잡게 될 것이다.

● 최근 김정은 정권의 산림정책 변화와 전망

북한 경제를 회복시키는 치적을 보여야 하는 김정은 정권도 산림황폐화의 심각성을 인정하고 2012년 ‘사회주의강성국가건설의 요구에 맞게 국토관리사업에서 혁명적 전환을 가져올 데 대하여’교시를 발표하면서 중앙정부의 산림조성과 산림관리 정책이 실패했음을 인정하고 전당「전민」전군이 산림복구전투를 벌려 10년 안에 수림화(산림녹화)를 달성하겠다고 천명하였다. 이에 따라 2014, 2015년 2년에 걸쳐 신년사에서 ‘전 당, 전 군, 전 인민이 황폐산림 복구에 모든 힘을 쏟아 황금산으로 전변시키자’고

강조하는 등 산림녹화(수림화) 달성을 위해 전국적으로 나무모 생산의 과학화, 공업화를 집중적으로 확산시키고 있다(그림3).

하지만 북한 산림황폐화는 심각한 식량난과 에너지난 속에서 주민들이 무분별하게 다락밭, 패기밭을 개간하거나 땔나무를 무차별적으로 벌채함으로써 발생하였고, 중앙집권적 계획경제를 지향했던 북한 중앙정부의 통제력이 약화되면서 지방에서의 산림관리 및 보존정책이 작동하지 못해 나타난 결과라고 할 수 있다. 더욱 경제난으로 인한 투자 여력이 없어 현실적으로 북한당국의 힘만으로 산림녹화를 완성한다는 것은 거의 불가능한 일이라고 판단된다. 또한 북한주민들이 식량난과 에너지난에 의해 생계를 위협받고 있는 현 상태에서 산림에서의 땔감채취와 패기밭(소토지) 개간을 통한 식량조달을 포기하고 노력동원식 산림녹화 사업에 능동적으로 동참한다는 것을 기대한다는 것도 어렵다.



〈무동력 분무장치 야외 재배장(삼목묘)〉



〈부직포 나무모 영양단지(포트 묘) 성형기〉

그림 3. 북한 나무모 생산의 과학화, 공업화 사례

그래서 북한의 산림녹화는 북한 주민의 생활 환경 개선과 식량난 해소에 기여하는 인도적 차원의 지원 사업으로 정치와 무관하게 진행되거나, 지구환경 보전 차원에서 신 기후체제를 활용한 탄소흡수원 사업으로 추진하는 등 남한과 국제사회가 함께 참가하는 글로벌 환경협력 사업으로 추진하는 것이 소기의 성과를 빠른 시일 내에 달성할 수 있는 지름길이라고 전망된다.

● 남한의 치산녹화 성공의 경험과 교훈

남북 산림협력 사업은 1999년 민간단체인 ‘평화의 숲’이 창립되면서 시작되었는데, 주로 일회성 사업인묘목 지원이나 공동 식수행사 등 일회성 사업 위주로 이루어져 보다 체계적이고 지속성 있는 사업추진이 필요하다는 평가를 받았다. 그래서 2007년에 북한 산림복구 지원단체의 연합체인 ‘겨레의 숲’을 창설하여 이전보다는 종합적이고 체계적인 남북 산림협력 사업을 시도하였지만 2010년 북한의 천안함 폭침에 대응하여 5.24 대북제재 조치가 시행됨으로써 모든 남북교류·협력이 중단된 채 지금에 이르고 있다. 지금까지의 민간단체 주도의 대북 산림복구 지원 사업은 북측의 일방적인 요구에 의해 소규모 사업으로 진행된 관계로 본격적인 규모화된 조림 사업으로의 전환에 북측도 소극적으로 대응하는 한계가 있었다.

이렇게 대북 산림복구 지원 사업에서 나타난 한계는 북한 황폐산림에 대한 확실한 정보와 정확한 분석의 부족함에 따라 대규모 조림사업으로 전환을 구상하거나 제안하지 못한 점에서 발

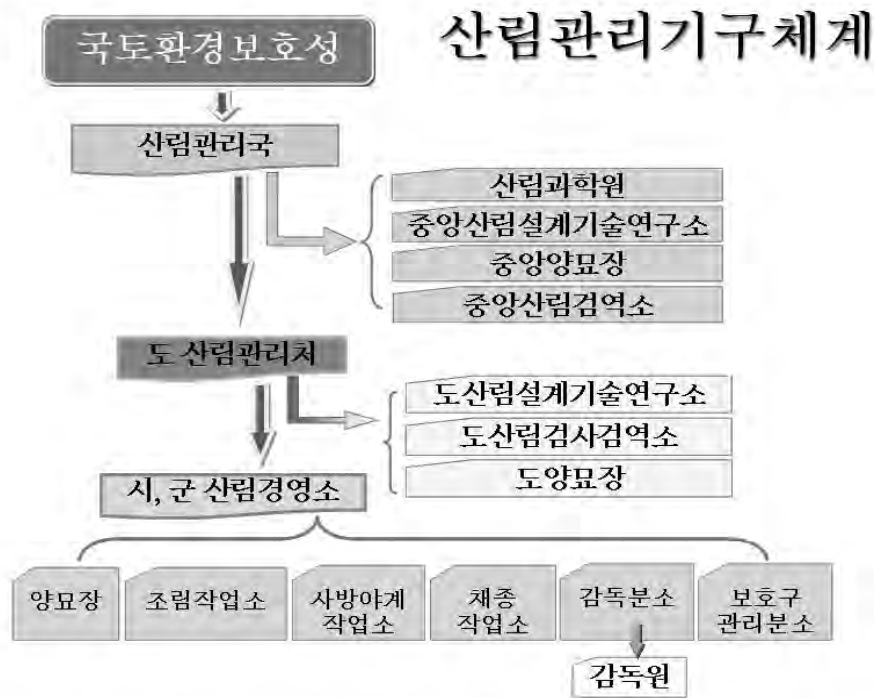
생되었다고 판단된다. 남북관계의 특수성 때문에 산림통계 및 정보의 공유가 어렵고 직접적인 산림현장의 조사가 불가능하기 때문이다. 과거 남한이 치산녹화에 성공한 이유로 통치권자의 강력한 추진의지에 의한 강력한 행정력 집행과 경제발전에 따른 소득증가로 산림의존도가 감소된 것 등을 들고 있지만, 전국 산림조사에 의한 치밀한 장기 치산녹화계획 수립이 녹화성공의 원동력이 되었음을 부정할 수 없다. 남한의 산림실태조사사업은 UNDP/FAO의 자금과 기술지원으로 1964년 UN 한국산림조사사업기구가 발족되면서 본격화되었다. FAO 기준 범위 내에서 조사요령 및 각종 측정방법, 측정단위를 정하고, 현대 통계학적인 기법과 자료 분석법을 적용하여 한국 최초의 근대적인 산림조사방법이 개발되었다. UNDP 공동협력 산림조사사업이 종료된 이후, 당시의 인력과 기술을 계승하여 1969년 말 임업시험장 산하에 ‘산림자원조사소’가 설립됨으로써 비로소 독자적인 산림자원 조사 기반이 확립되었다. 또한 전국 산림토양조사사업도 실시되어 토양형, 임지능력 및 요 사방지가 조사 구분되고, 토양도와 임지능력구분도가 작성됨으로써 조림적수 선정과 사방사업, 적지적수 조림 및 토양관리 등에 유용하게 활용되었다. 이와 같이 남한은 국제기구와의 국제협력 사업으로 시작된 전국 산림조사사업으로 얻어진 정확한 산림정보를 토대로 치밀한 제1, 2차 치산녹화계획을 수립하였고, 과학적이고 체계적인 조림·사방사업을 추진함으로써 세계에서 유례없는 단기간의 녹화성공 국가가 된 경험과 교훈을 갖게 되었다.

● 남북 산림조사 협력사업의 필요성과 향후 과제

북한 김정은 정권에서는 전당, 전민, 전군이 산림복구전투를 벌여 10년 안에 수림화를 달성하겠다는 목표 아래 산림조성 10년 전망계획(2013~2022)을 작성하여 양묘장 현대화에 힘을 쏟고 있고, 군중 동원식 나무심기를 독려하고 있다. 북한 산림당국에서는 2009년에 자체적으로 실시했다는 전국 산림조사 결과를 가지고 중앙산림설계기술연구소(그림4)에서 산림건설총계획(30년)을 수립하고, 1단계인 10년

실시계획을 작성하여 168만 2천ha에 65억 그루를 심겠다고 한다.

최근 북한의 대외선전 매체인 ‘조선의 오늘’은 "첨단과학기술에 기초해 전국적 범위에서 산림자원에 대한 구체적 평가와 지도화를 실현할 수 있는 산림자원관리 정보체계를 개발했다"고 보도했다. 매체는 "전국적인 산림자원관리의 과학화, 정보화 실현은 우리나라에서는 처음으로 진행되는 사업"이라며 "산림자원관리 정보체계가 완성되면 10년에 한번씩 밖에 진행할 수 없었던 전국적인 산림자원 실태조사를 20~30명의 적은 인원으로 해마다 진행할 수



※ 주 : 산림관리국은 최근 김정은의 산림복구전투 강화에 따라 산림총국으로 승격되었음

그림 4. 북한의 산림관리기구 체계 (2014년 심양세미나 북한 발표자료)

있다"고 설명하고 있다. 또한 "산림자원관리 정보체계가 개발됨으로써 산림자원 복구계획을 첨단과학기술에 기초해 과학적으로 현실성 있게 세울 수 있게 됐으며, 그에 따라 산림조성과 보호, 관리를 계획적으로 전망성 있게 진행할 수 있는 확고한 토대가 마련됐다"고 덧붙였다.

북한 선전매체의 보도를 그대로 믿을 수는 없지만 북한 산림당국도 정확하고 주기적인 산림조사에 의한 산림계획 수립 및 모니터링의 중요성을 알고 있음을 엿볼 수 있다. 하지만 최근 국제기구나 국제 NGO 단체들에게 산림인벤토리에 관련한 워크숍, 연수 등을 요청하고 산림측정 장비 지원을 요구하고 있음은 현실적으로 과학적이고 체계적인 전국 산림조사를 실시할 수 있는 역량과 능력이 부족함을 추정할 수 있다.

북한은 2004년 국토환경보호성과 UNDP, UNEP간의 협력으로 3년간에 걸쳐 국가환경상태보고서(2003)를 발간한 바 있다. 국토환경보호성이 작성한 동 보고서는, 농업성, 국가계획위원회, 중앙통계국 등 정부부처와 국가과학원, 산림과학원, 환경개발연구소 등 과학기관의 협조 하에 작성되었다. 이 보고서는 북한의 첫 번째 환경현황 보고서이며, 환경관련 다섯 가지 주요이슈를 다루고 있다. 산림, 물, 공기, 땅, 그리고 생물다양성의 다섯 가지 이슈들은 국토환경보호성과의 협의 후에 확정되었고, 환경이슈별로 현황-압력-영향-대응이라는 체계로 조사되어 작성되었다. 이렇게 북한의 환경상태가 국제기구의 협력으로 대외적으로 밝혀지게 되었고, 국제사회가 열악한 북한환경

개선사업을 위한 지원 사업에 참여하는 계기가 되었다. 박근혜 정부에서도 국정과제로서 제시한 '그린데탕트를 위한 환경공동체 건설'을 이행하기 위해 남북협력자금으로 FAO를 통해 북한 산림상태를 정확히 파악하기 위한 전국 산림조사를 제안하고, 그 조사결과를 토대로 체계적인 산림복구 협력사업을 진행하려 하였다.

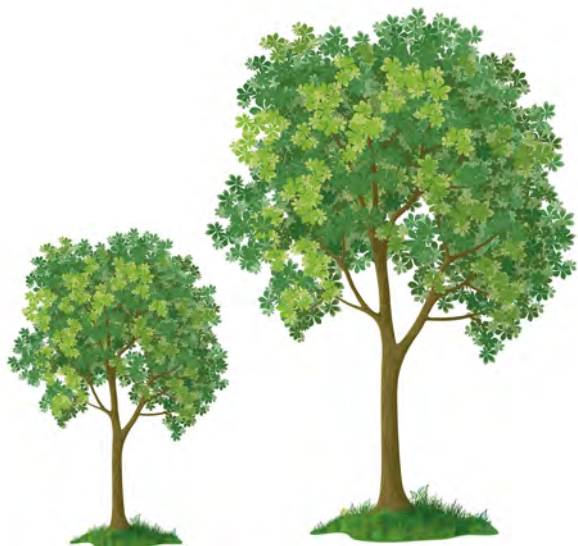
하지만 북한 당국은 남한이 전국 산림조사 비용을 지불한다는 것을 인지하고 국가 산림정보가 유출된다는 의혹감과 의심으로 허용하지 않았다. 또한 북한 당국은 자체의 산림조사 능력과 역량 부족을 감안하여 공동조사참여에 대한 부담감이 있었을 것으로 생각된다.

그래서 향후 남북관계가 개선되면 북한 산림당국에 실제적인 산림조사를 제안하기에 앞서 북측 산림전문가를 대상으로 하는 기후변화와 관련한 산림 인벤토리를 주제로 하는 세미나, 워크숍, 연수 등을 폭넓게 제안·실시하여 상호 이해를 높이고, 능력 배양을 통해 자존감과 실행력을 높여주는 것이 우선 필요하다고 생각한다. 남북의 산림전문가들이 산림 인벤토리라는 동일 주제를 가지고 자주 만나 발표하고 토의하는 자리가 만들어진다면 북한 전국 산림조사의 필요성에 공감하여 자연스럽게 합의에 이를 것이다. 남한의 한국산지환경조사연구회, 한국산지보전협회, 사방협회, 임업진흥원, 산림조합중앙회 등 산림조사와 관련 있는 기관들도 관심을 갖고 앞장서서 북한 산림전문가들과의 만남의 기회를 제 3국에서 자주 가졌으면 좋겠다. 만약 북한이 남한과의 직접 협력이 부담스럽다면 국제기구인 FAO의 국가 산림모니

터링 시스템 구축 프로젝트와 능력배양 프로그램을 활용하는 3자 협력모델을 적극 활용하여 추진할 필요가 있다.

그리고 통일준비 차원에서 정부(산림청)와 민간단체가 북한 산림상태를 정확히 파악하기

위한 산림자원조사가 궁극적으로 남북 산림협력 사업의 성과를 좌우하는 중요한 방향키라는 인식을 함께 공유하고, 북한 산림자원조사에 적극적으로 대응해 나가는 것이 중요하다.



특별기고

한국의 땅밀림 산사태의 실태와 관리

박 재 현

국립경남과학기술대학교 산림자원학과 교수

1. 우리나라의 땅밀림 산사태에 대한 인식

최근 경상북도 포항 지역뿐만 아니라 경상남도에도 위치한 밀양, 하동, 김해지역 등 지질에 따른 문제뿐만 아니라 여름철 집중호우시 땅밀림 산사태 재해가 급증할 우려가 심각하다. 더욱이 이러한 땅밀림 산사태는 1995년 충청북도 단양군 휴석동에서 발생한 이후 땅밀림 산사태란 개념에 대해 학자들 간에 새로운 시각으로 주시하기는 했으나 그 후 땅밀림 산사태 발생시에도 일반적인 산사태의 범주에 포함시켜 조사되거나 산사태 통계에 포함시켜왔다. 그러나 이 후 충청남도 청남대 지역에 땅밀림 산사태가 발생하고 그로 인해 사회적 관심이 부각되면서 산림 당국은 국내에서 발생된 땅밀림 산사태에 대한 개괄적인 조사 연구가 실행되었다.

땅밀림 산사태는 지질조건과 관계가 깊으며, 붕괴구성물질에 따라 암반, 풍화암, 붕괴토사 및 점질토 땅밀림으로 4구분 할 수 있다.

첫째, 암반지 땅밀림은凸형 지형에서 발생

되며, 붕괴 토괴는 암반 또는 약간 풍화된 암석이다. 이동속도는 1일 2cm 이상으로 단시간 내에 발생하며, 대규모 토공이나 사면의 일부가 물에 잠기거나 지진 또는 폭우시 발생한다. 주로 단층지대 파쇄대의 영향을 받는 지역에서 많이 발생한다.

둘째, 풍화암 땅밀림은凸형 대지형(臺地形) 또는凹형 단구상 대지형에서 발생되며, 붕괴 토괴는 균열이 많은 풍화암이다. 이동속도는 1일 1~2cm이며 단속적이다. 집중호우, 이상 융설, 하안 굴취, 지진 및 중정도의 토공에 의해서 발생되며, 주로 결정편마암지대, 신제3기 분포지, 단층, 파쇄대 지역에서 잘 발생된다. 셋째, 붕적토 땅밀림은 다구상(多丘狀)凹형 대지형에서 발생되며, 붕괴토괴는 자갈 섞인 점질 토사이며, 운동속도는 1일 0.5~1.0cm로 단속적이다. 융설, 태풍, 집중호우 또는 토공에 의해서 발생되며, 결정편암지대, 신제3기층 분포지대에서 주로 발생한다. 넷째, 점질토 땅밀림은凹형 지형의 완만한 경사지(凹형 완사면 지형)에서 발생되며, 붕괴 토괴는 자갈이 혼재한 점질토사이며, 운동속도는 1일 0.5cm 이하

이고 계속적이다. 하천침식, 장마비, 융설, 적설, 소규모 토공이 원인이 되어 발생되며, 주로 신제3기층에서 많이 발생되고 파쇄대의 구조선에 연한 지역에서 발견되기도 한다.

이처럼 일반적으로 발생하는 산사태는 국립 산림과학원 등에서 복구방법 및 산사태발생유형 그리고 산사태위험정보발령 등에 대한 연구가 충분히 이루어지고 있으나, 땅밀림 산사태에 대해서는 국내에서 연구가 전무한 수준이다. 또한 땅밀림 산사태지에 대한 표준복구공법도 마련되어 있지 않아 복구 및 예방을 위한 대책이 전무한 실정이고, 과거 땅밀림 산사태지에 적용된 안정 및 녹화공법에 의존하고 있다. 또한 지속적으로 발생하는 땅밀림 산사태는 그 위험성이 산사태에 비해 대규모적이고 피해도 커서 그에 대한 대책을 강구하는 것도 매우 필요한 실정이다. 아울러 땅밀림 산사태는 그 피해규모가 산사태 보다 10배 이상으로 크고, 범위도 광범위하여 땅밀림 산사태재해 발생시 인명 및 재산피해 등 피해가 심각하여 국민의 안녕을 위해 땅밀림 산사태재해 발생을 미연에 예방할 필요가 있다.

2. 우리나라에서 발생한 땅밀림 산사태 지역의 특성

땅밀림 산사태는 발생하여 곧바로 활락해서 종식되는 것과 일정기간의 운동 후 휴식하고 다시 운동을 반복하는 것이 있는데, 일반적으로 후자의 경우가 많다. 이 경우 사면이 변위하므로 이것이 사면상부에 지형으로 남는

다. 이를 땅밀림 산사태 지형이라 부르며 일종의 활동(滑動)지형이라 할 수 있다. 이때 땅밀림 산사태 지형의 흔적은 활동의 양(변이의 양)과 경과시간에 따라 명료한 것과 명료하지 않은 것이 있어 판독에 어려움이 있는데, 활동 후 오래된 것은 침식에 의해 지형이 변화하므로 식별이 어려워진다. 땅밀림 산사태 지형은 규모와 변위가 클 때는 1/10,000 지형도상에서 판독 가능하지만 규모가 작아지면 1/3,000~1/10,000 지형도에서 판독 할 수 없고 답사, 항공사진 등으로 판독이 가능하다. 또한 땅밀림 산사태 지형과 유사하여 오독하기 쉬운 지형으로 하안(河岸)단구 또는 해안단구, 용암대지, 화쇄류(火碎流) 등이 있다.

지질에 따라 땅밀림 산사태를 구분하면, 크게 암반 땅밀림, 풍화암 땅밀림, 봉적토 땅밀림, 점질토 땅밀림으로 구분할 수 있다. 따라서 우리나라에서 발생한 땅밀림 산사태지를 지질적으로 구분하는 것은 대단히 중요한데, 이는 땅밀림 산사태를 유발하는 원인이 되기 때문이다. 우리나라에서 발생한 땅밀림 산사태지는 총 28개소로 지질은 퇴적변성암 7규암 7관입화강암 지역, 규암 7천매암류 7화강암류 지역, 안산암 7유문암 혼재지역, 석회암 7규암 7편암 혼재지역, 퇴적암(사암, 셰일 혼재) 지역, 퇴적암(사암) 지역, 변성암류 지역, 마그마싸이트질편마암 지역, 퇴적암(사암, 심성암류 혼재) 지역, 함각력안산암류 지역, 화성암류(마산암, 규장반암 등) 지역, 화강암 지역, 편암류 지역, 대석회암통 지역, 이암 지역, 우백질화강암지역, 운모편암지역, 화강암질편마암지역, 호상편마암

지역, 천매암지역 등으로 나누어진다.

특히 과거 황폐지가 많았던 우리나라는 산지의 토심이 일본에 비하여 얇았기 때문에 땅밀림 산사태 현상은 규모가 작았고 그 빈도도 적었다. 따라서 땅밀림 산사태 현상이 발생하였다 하더라도 일반적인 산사태로 취급되어 복구되어 왔기 때문에 일반적인 산사태와 구분되어 조사 연구된 경우는 수 개소에 불과하다. 그러나 황폐지가 복구되어 점차 토심이 깊게 형성되어 가고 있고, 토지의 이용도가 증가됨에 따라 많은 산지가 개발되고 있는 과정에서 발생하는 산지훼손(대규모 ~ 소규모 토공)에 의하여 현재에 이르러서는 땅밀림 산사태 현상이 자주 발생되고 있으며, 또한 증가추세에 이르고 있다. 이러한 땅밀림 산사태 현상은 일반적인 산사태에 비하여 토괴의 이동속도가 느리며, 발생 징후도 있기 때문에 사전에 예방하거나 대피할 수 있다는 장점이 있으나 일단 발생하면 많은 재산피해가 발생되며, 복구비도 많이 소요되므로 발생되기 전에 예방사망을 통하여 재해를 최소화 하는 것이 바람직하다.

3. 우리나라에서 땅밀림 산사태가 발생하기 용이한 지역

(1) 대규모 돌너덜(너덜경) 지대를 절취하는 행위로 인한 땅밀림 산사태 발생

산지 사면에 형성된 대규모 돌너덜 지대는 토사와 자갈을 포함한 대형 전석층의 퇴적이 있는 후, 장기간에 걸친 침식과 토사유출로 인

하여 전석 사이를 결합하고 있었거나 전석 등에 섞여 있었던 토양물질이 유실되어 형성된 것으로 추정되며, 이러한 돌너덜지대의 형성으로 인하여 지표는 더욱 큰 투수성을 가지게 되고 우수의 지중침투를 조장하여 산사태의 발생을 촉발시키는 원인이 된다. 특히 이러한 지대의 안정성을 파괴하는 절취나 훼손은 상부지역의 돌너덜의 균형을 잃게 함으로써 돌너덜의 중력방향의 미끄러짐뿐만 아니라 이러한 미끄러짐을 유발하는 지하수의 작용이 활발하게 작용하여 땅밀림 산사태의 발생이 더욱 심화될 수 있다. 따라서 돌너덜이 분포하고 있는 산지에서 임도를 개설할 필요가 있거나 돌너덜 하단부에 기타 구조물을 설치할 필요가 있는 경우 등은 가급적이면 돌너덜에 영향을 주지 않도록 시공해야 한다.

(2) 땅밀림 산사태지 하부에 하천 및 계류가 통과하는 경우

일반적으로 땅밀림 산사태지 하부에 하천 및 계류가 통과하는 경우 하천 및 계류에 의한 애추지역의 포락 및 침식상황이 산사태의 발생을 유발시키는 원인이 된다. 즉, 산지사면과 하천 및 계류가 만나는 하부 산각은 암반이 존재하지 않고 연약한 붕적층으로 이루어져 있기 때문에 홍수시 하천 및 계류의 영향으로 인한 절벽부의 포락침식을 가중시켜 산사태의 이동을 가속시킨다. 또한 이러한 포락이 발생하는 벼랑에서는 하천 및 계류의 홍수시 강물에 의해 계안침식이 발생되고, 이렇게 발생한 포락

과 더불어 포락벼랑의 사면에서 집중호우시 발생하는 대량의 용수로 인한 지하침식이 땅밀림 산사태를 촉발, 진행을 빠르게 일으키는 원인이 된다. 충청북도 단양군 영춘면 휴석동 지역이 이러한 땅밀림 산사태 유형으로 구분되는 지역으로 이 지역은 과거로부터 지속적으로 땅밀림 산사태가 발생하던 지역으로 하부 산각은 암반이 존재하지 않고 연약한 붕적층으로 이루어져 있기 때문에 홍수시 남한강 유역에 의한 절벽부의 포락침식을 가중시켜 산사태의 이동을 가속시키는 것으로 나타났다. 이렇게 포락이 발생하는 벼랑에서는 남한강의 홍수시 강물에 의해 계안침식이 발생되고 있는데, 주로 강물에 의한 포락침식과 포락벼랑의 사면에서 집중호우시 발생하는 대량의 용수로 인한 지하침식도 발생된다. 즉, 상부 산지는 하부 벼랑으로부터 발생하는 포락으로 인해 지속적으로 밀리게 되고, 이렇게 밀리는 붕적토 등은 땅밀림 산사태로 확대된다. 결국 산지 하방으로부터 안정성을 잃게 된 산지는 산지 하방으로 밀리게 되고, 상부 산지는 힘을 잃고 무너져 내리는 현상을 나타내게 되는 것이다. 또한 경상남도 가회면 월계리 산 146은 애추지대 하부에 계곡에서 포락에 의해 침식이 발생되어 상부 산지가 밀리는 현상을 나타내는 등 계곡의 포락이 땅밀림 산사태의 원인이 되는 것으로 분석되었다.

(3) 토사 및 토석채취지의 상단부 비탈면

토사 및 토석채취지는 영구적 안정성을 가지

는 산지비탈면의 산각부를 절취함으로써 상부 산지의 중력방향의 하중의 안정성을 훼손하는 일로써 산각부의 안정성을 잃은 산지는 균형을 잃고 중력방향으로 밀려오는 현상을 나타내게 된다. 특히 토사 및 토석채취지는 발파 등으로 인한 균열, 충격, 진동이 발생함으로써 상부 산지의 안정성에 부의 영향을 미치므로 더욱 안정성에 훼손이 발생된다. 따라서 이러한 지역은 절취되는 산지의 최상단부로부터 상부 산지의 인장균열 가능성, 절리방향, 붕적토의 유무와 양, 나무의 이상성장 등을 확인하고 땅밀림 산사태 가능성에 대해서 충분히 검토할 필요가 있다. 특히 이러한 토사, 토석채취로 인한 산사태 및 땅밀림 산사태는 국내에서 발견된 전체 땅밀림 산사태지 중 2개소가 그러한 경우에 해당하는 것으로 토사, 토석채취로 인하여 땅밀림 발생 가능성이 클 뿐만 아니라 그 위험성이 크기 때문이다.

(4) 지질적으로 규암, 화강암, 안산암, 석회암, 사암, 셰일, 편암, 이암, 편마암, 변성암 등 풍화가 심한 지역

땅밀림 산사태는 지질과 매우 밀접한 관계를 가지는데, 규암, 화강암, 안산암, 석회암, 사암, 셰일, 편암, 이암, 편마암, 변성암 등 완전 풍화가 된 지역에 풍화토 및 붕적토가 쌓여 있는 경우 땅밀림 산사태가 많이 발생한다. 즉, 이들 지질을 지닌 지역에 대하여 땅밀림 산사태에 대한 대비를 강구할 필요가 있으며, 특히 이들 지질을 지닌 지역이 완전풍화가 이루어졌

거나 여기에 붕적토가 쌓여 있는 경우 땅밀림 산사태가 발생하는 것으로 나타났다. 즉, 일반적으로 땅밀림 산사태는 주로 신제3기층 및 지질구조선 부근, 화산변질대 등에서 집중적으로 발생되며, 주로 고결도가 낮고 투수성이 높은 이암, 사암, 역암지대에서 많이 발생된다. 또한 땅밀림형 산사태는 사면경사가 25 ~ 35°정도 인 집수 사면에서 발생하기 쉽고, 지하수가 규칙적인 배열을 하는 경우 발생 위험도가 증가된다. 아울러 산사태 발생시 상부 지표면에 활락에 및 인장균열이 형성되고, 토괴의 신축 및 함몰, 용기현상에 의한 계단상 지형이 발달한다. 아울러 땅밀림형 산사태 발생 시 구조물의 파괴, 수목의 이상 성장 등의 뚜렷한 징후를 수반한다. 따라서 이러한 상태에 해당되는 지역

의 경우에는 집중호우 후 지속적으로 땅밀림 현상이 발생하는지 확인할 필요가 있으며, 인장균열이 발생하였는가 및 지형적으로 횡 또는 종방향으로 수목이 일률적으로 휘어 성장하거나 하는 등 이상 징후에 대하여 조사 관찰할 필요가 있다.

(5) 기존에 땅밀림 산사태가 발생된 지역에서 재발되는 땅밀림 산사태

땅밀림 산사태는 특성상 지속적이며 재발성이 있다. 한 예로 경상남도 김해시 주촌면 내삼농공단지의 경우 땅밀림 산사태는 2002년 8월 10일에 발생하였는데, 이 지역에서는 그 이전에 4차례에 걸쳐 땅밀림 산사태가 발생하였



그림 1. 5차례에 걸쳐 재발된 경상남도 김해시 주촌면 내삼농공단지 땅밀림 산사태지 전경

으며, 그로 인해 복구한 지역이 무너짐으로 인해 피해가 막대하게 커졌다. 즉, 땅밀림 산사태지에 대해서는 보다 정확한 진단과 아울러 완벽한 복구가 이루어져야 하는데, 주변 지형 및 지질적 고려를 하지 않고 복구를 실시하여 땅밀림 산사태가 재발하는 경우에 해당한다. 따라서 땅밀림 산사태 발생 전에 땅밀림 산사태에 대한 전문가의 진단이 우선되어야 하며, 이를 통해 보다 정확한 안전진단을 실시하고, 항구적인 복구대책을 수립해야 한다. 아울러 땅밀림 산사태지에 대한 항구적인 복구가 완료된 후에도 집중호우 및 태풍 등 호우가 올 때에는 지속적으로 땅밀림 산사태지에 대한 관찰과 조사가 필요하다. 특히 이러한 조사시에는 땅밀림 산사태 복구지 전반에 대한 관찰, 즉 지하수 용출, 인장균열 등 발생 유무, 복구공법적용지의 균열 및 이상 현상 등 전반적인 조사 및 관찰이 필요하다. 아울러 한 번 발생한 땅밀림 산사태지에 대해서는 복구공사가 모두 끝났다고 하여도 주변 지형 및 현지에 대하여 지속적으로 관찰하고 이상 유무를 모니터링 할 필요가 있다.

(6) 인장균열 및 단차 발생이 미소하게 나타난 지역에서 집중호우시 땅밀림 산사태 발생

대부분의 땅밀림 산사태는 오랜 시간동안 땅밀림 현상이 미세하게 나타난 지역에서 집중호우에 의해 그동안 발생된 현상이 발현하게 되는 것으로 근본적 원인은 지질 및 지하수가 원

인이 되는 지역으로 여기에 더해 집중호우가 원인으로 촉발되는 것으로 수시로 인장균열이나 단차 등 땅밀림 현상이 발생하는 것에 지속적인 관찰과 모니터링이 필요하다. 특히 계속되는 강우나 집중호우 및 태풍 등 돌발성 강우가 발생하였을 때에는 땅밀림 산사태가 표면적으로 활성화되고 발현하게 된다. 우리나라에서 발생한 땅밀림 산사태는 모두 집중호우 및 태풍 등의 발생 후 나타난 것으로 땅밀림 산사태가 노출된 것은 이러한 집중호우 및 태풍 등에 의한 연속강우 및 단위강우량이 증가한 시점이다. 또한 이러한 지역에서는 땅밀림이 발생하는 하부로 갈수록 토양용적밀도는 증가하고, 공극비는 감소하는 경향을 보이는데 이는 하부의 지표토양이 상부의 지표토양에 비해 더 경화되어 있으며, 이는 이 지역이 산사태의 발생으로 인한 지표면의 신축현상 때문이다. 즉, 땅밀림이 발생하는 상부의 지표면은 산사태 토괴의 이동으로 인한 인장력을 받아 전체적으로 토양이 연화되고 신장되어 공극률 및 용적밀도가 증가하게 되나, 하부의 지표면은 땅밀형 산사태의 말단현상으로 인한 상부토괴의 압력이 작용하여 수축되고 경화되는 현상을 보이기 때문에 이렇게 경화된 토양은 집중호우 등 외부적 충격에 쉽게 침식되어 떨어져 나가 피해를 가중시키는 현상을 나타내는 것이다.

(7) 산지 산각부의 개발로 인한 과도한 절취지에서 땅밀림 산사태 발생

땅밀림 산사태지는 대부분 인위적인 절취

즉, 주택 건설, 공장부지 조성, 토사·토석채취를 위한 비탈면 산각부의 절취지, 붕적토가 쌓여 있는 점질토층의 절취 등 우리나라에서 발생한 땅밀림 산사태는 자연적으로 발생한 지역을 제외한 나머지 모두가 이러한 인위적인 산각부의 절취지로 나타났는데, 이러한 무리한 개발은 기 땅밀림 산사태가 점진적으로 나타나고 있는 지역의 산각부 절취가 근본원인이 되고 있다. 따라서 주택 건설, 토사·토석 채취, 공장부지 조성을 위한 산각부 절취 등 산지 산각부의 절취시에는 상부 비탈면의 산지 지형, 땅밀림 산사태 발생 흔적 즉, 인장균열의 유무, 단차 발생 징후, 수목의 이상 성장 등 다양한 측면에서의 땅밀림 산사태 발생 및 가능성에 따른 검토가 필요하다. 즉, 개발을 위한 산각부 절취시 산지 상부로부터 이러한 측면을 면밀히 조사하여 산각부 절취에 따른 땅밀림 산사태 발생가능성을 예측하고 그에 대한 대책을 강구할 필요가 있다. 특히 이러한 땅밀림 산사태 발생가능성이 예측되었을 때에는 신축계 등 계측기를 설치하여 지속적인 땅밀림 기록을 관측할 필요가 있다.

(8) 과거 사방지인 완전 풍화된 이암지역

1970년대 후반기까지 집중적으로 사방공사를 시행한 포항·영일지역은 지질이 제3기 포항분지의 이암이 분포하는 지역이거나 제3기 포항분지의 이암이 분포하는 지역과 남쪽 인접 지역에는 응회암 및 안산암 등의 화산암이 분포하는 곳으로 이 지역에 분포하는 이암은 지

표에 노출되면 2 ~ 5cm 내외의 작은 조각으로 분리되어 지표면에 떨어지는 현상을 보인다. 또한 이 지역은 활동면(sliding plane)이 깊은 땅밀림 보다 우기 시 급격한 강우가 내릴 때 지표의 암편 조각을 포함한 암편들이 지표유출수에 실려 낮은 곳으로 밀려 올 가능성이 있고, 이러한 현상으로 인해 땅밀림 산사태가 발생할 가능성이 있다. 즉, 과거 사방녹화공사 후 지표층은 녹화 및 토양화과정을 거치면서 얇게 토양이 덮고 있으나 하부층은 이암이 지속적으로 풍화되어 암편화 되어 있어 집중호우시 토양층이 밀려 내려오는 붕적층 땅밀림 및 이암층의 붕괴 등으로 이어지는 땅밀림 산사태가 우려된다.

4. 땅밀림 산사태의 제반 문제와 해결점

(1) 일선 산사태 담당자의 땅밀림 산사태에 대한 인식의 전환과 교육이 필요하다.

땅밀림 산사태는 일반적인 산사태 및 붕락과 다른 특성을 나타내며, 매우 오래전부터 서서히 밀려 내려오다 강우에 의한 지하수위의 상승에 의해 일시적으로 무너지는 특성을 가지고 있다. 또한 땅밀림 산사태 후 무너진 상방과 좌·우측 방향으로 인장균열(크랙)이 발생하여 이곳으로 강우가 유입되어 추후 집중호우시 인장균열 된 면으로 무너지는 현상을 나타내는데, 이러한 인장균열은 무너진 부위에서는 나타나지 않고 대부분 무너진 부위의 주변 산림지대에 나타나고 있다. 이러한 산림지대에 나

타난 인장균열은 조사하지 않고, 무너진 부위만 판단하여 산사태 또는 땅밀림 산사태로 규정하여 판단하는 오류로 인해 정확한 땅밀림 산사태지를 파악하지 못하고 있다. 특히 땅밀림 산사태지에 대한 조사시에는 무너진 부위뿐만 아니라 주변의 지형과 지질, 산림상태 그리고 인장균열 부분에 대한 조사를 위하여 무너진 부위 주변 전체를 조사하고 관찰하여야 하는데 그렇지 못하고 무너진 부위만을 가지고 판단하는 것에 오류가 발생하는 것이다. 따라서 땅밀림 산사태지에 대한 조사는 무너진 부위만을 조사하지 말고 무너진 부위 주변의 산림지에 대해서도 면밀한 조사를 통하여 인장균열, 수목의 성장상태, 지질적 요인 등 다양한 요인을 검토하여 땅밀림 산사태지라는 판명을 하여야 한다.

아울러 현재 일선 지자체 산사태 담당자들은 대부분이 일반적인 산사태와 땅밀림 산사태의 차이 및 현장에서 이를 구별하여 대처할 수

있는 방법에 대하여 잘 인식하지 못하고 있는 것으로 사료된다. 즉, 땅밀림 산사태도 일반적인 산사태와 같이 구분하여 생각하는 등 산사태 발생원인 및 규모, 재발생가능성 등을 검토하고 판단할 수 있는 자질이 부족한 실정이다. 특히 땅밀림 산사태의 경우 재발성이 있으므로 잘못된 판단에 의한 복구공사는 복구공사 후에도 위험성이 상존하게 만드는 경우가 있다. 따라서 땅밀림 산사태 전문가로부터 임업연수원 등 산림공무원 교육시 담당교육 및 강연 프로그램을 만들어 교육을 실시하는 것이 매우 중요하다. 즉, 땅밀림 산사태와 일반 산사태를 구분하는 방법, 땅밀림 산사태지 조사요령, 복구설계를 위한 대처 요령 등 땅밀림 산사태에 대한 기초적인 과정으로부터 복구설계에 이르기까지 교육을 통해 지식을 습득한다면 땅밀림 산사태에 관한 전반적인 내용을 숙지하고 그에 대한 대처를 보다 효과적으로 수행할 수 있을 것으로 사료된다.



그림 2. 땅밀림 산사태지에 발생하는 인장균열에 의한 단차 발생지 및 인장균열

(2) 땅밀림 산사태지 복구시에는 사방공법을 적극적으로 채용해야 한다.

땅밀림 산사태지는 규모가 크고(1~10ha), 매우 천천히 밀리는 특성을 지니고 있을 뿐만 아니라(0.01 ~ 10mm/day) 지질적 영향으로 인해 지층 깊숙이 즉, 특정한 지질 또는 지질구조가 있는 곳에서 많이 발생하는데, 땅밀림 산사태지에서 적용되는 공법은 일반적으로 억지말뚝, 문히기공법, 압성토공법, 앵커공법, 그라우팅공법, 쏘일네일링공법 등 지층이 암반까지 고정할 수 있는 공법을 적용한다. 또한 여기에 문히기 등 사방공법을 적극적으로 채용하여 땅밀림을 지하에서 억지하는 등 지표층 가까이에 대한 침식억지를 가해야 한다. 즉, 사방공법은 억지말뚝 등 영구적인 안정대책에 더하여 부가적인 효과를 기대할 수 있다. 즉, 땅밀림 산사태 발생 시 보링 등을 통해 안정대책을 강구한 후에 사방공법을 적용하여 땅밀림 산사태 방지를 적극적으로 대처해야 한다. 특히 정밀안전진단을 통해 지질적인 복구대책을 강구하여야 하며, 여기에 사방공법을 적용하여 영구적인 안정대책에 더해 지표침식 및 땅밀림 산사태를 부분적으로 억지할 수 있는 부가적인 공법으로 적용하여야 한다. 즉, 땅밀림형 산사태는 주로 비교적 깊은 토층에 다른 활동면을 형성하며, 전단균열대를 매개로 공급되는 유압지하수에 의해 사면의 토괴가 이동하는 현상을 말하는 것으로 특정한 지질 구조에서 많이 발생하는 경향을 가지기 때문이다. 특히 경상남도 김해시 내삼농공단지에서 수차례에 걸쳐 발생

한 땅밀림 산사태지에서는 최종적으로 사방공법인 문히기 등을 채용함으로써 완벽한 복구가 이루어졌으며, 현재까지 안정적인 복구가 이루어진 사례도 있다.

(3) 땅밀림 산사태지의 복구설계를 위해서는 정밀한 안정성검토가 실시되어야 한다.

기왕에 발생된 우리나라에서 발생한 땅밀림 산사태지에서는 지표지질조사를 실시한 수개소와 정밀안전진단을 실시한 수개소를 제외한 대부분 지역에서는 이러한 안정성검토 진단을 받지 않았다. 즉, 복구설계를 위한 기초적인 조치를 취하지 않고 있다. 이는 시추조사 등 예산이 많이 들고 시추조사 등 시간이 많이 소요되기 때문이다. 그러나 땅밀림 산사태는 지질 및 지하수가 근본적인 원인이 되므로 반드시 정밀안전진단을 실시한 후 복구설계를 해야 한다. 그렇지 않을 경우 완전한 복구가 되지 않고 재발되는 경향이 높다. 예를 들어 경상남도 김해시 주촌면 내삼리 땅밀림 산사태지는 정밀안전진단을 실행했으나 진단범위를 재발한 지역에 국한함에 따라 상부 산지로부터 밀리는 현상을 파악하지 못해 지속적으로 땅밀림 산사태가 발생한 사례로 상부 산지 전체를 대상으로 땅밀림 위험이 있는 지역까지 정밀안전진단을 실시한 이후 10여년이 경과되는 동안 더 이상 이 지역에서 땅밀림 산사태 피해는 발생하지 않고 있다. 아울러 정밀 안전진단을 수립하지 않고 복구를 시행한 지역은 복구공사를 한 지역 중

3개소가 복구 후 땅밀림이 재발되어 피해를 발생시켰다. 즉, 땅밀림 산사태는 초기에 땅밀림 산사태로의 진단이 어려우나 산사태 전문가 등의 자문을 통해 땅밀림 산사태로 판명되는 경우에는 반드시 전문가로 구성된 그룹의 정밀한 진단을 통해 지질과 지하수 대책을 수립할 수 있는 복구설계서를 작성 시공하여야 한다.

앞으로의 과제

최근 들어 국가적으로 재해에 안전하기 위한 노력을 기울이고 있는 상황에서 땅밀림 산사태를 억지 예방하는 일은 대단히 중요한 일이다. 이는 국민의 재산과 인명을 보호하는 최우선의 과제이기 때문이다. 따라서 이러한 땅밀림 산사태에 대해 예방하기 위해서는 우선적으로 우리나라에서 발생되었거나 발생하는 지역의 지질 및 면적을 파악하여 도면화 함으로써 땅밀림 산사태 발생상황을 파악할 필요가 있다. 아울러 땅밀림 산사태 위험지역에 대한 관리시스템을 마련하여 땅밀림 산사태 예방으로부터 복구까지 체계적으로 정립할 필요가 있다. 뿐만 아니라 땅밀림 산사태는 일반적인 산사태지 복구공법과 다르기 때문에 땅밀림 산사태지 표준 복구공법을 정립하고 복구비를 산정할 필요가 있다. 이는 정부가 예산을 책정하고 집행하기 위한 작업에도 필수적이라 할 수 있다. 아울러 대표 땅밀림 산사태지에 대한 계측 조사 연구가 필요하다. 이는 장기적이고 지속적으로 땅밀림 산사태가 발생할 가능성이 높기에 이러한 연구를 통해 땅밀림 산사태에 대한 보가 심도

있는 연구자료를 확보하기 위해서도 필수적인 일이다.

참고문헌

1. 김상규, 김교원, 우보명, 박재현. 1995. 휴석동 산사태 조사, 원인규명 및 대책공법 연구 보고서. 한국지반공학회. 202pp.
2. 김윤중, 김원영, 유일현, 박수홍, 백종학, 이현우. 1991. GIS를 이용한 광역 지질재해(산사태) 분석 연구. 대한원격탐사학회지 7(2) : 165 - 178.
3. 김해시. 2000. 김해 내삼지구 사면 안전진단 용역검토보고서. 김해시. 45pp.
4. 마호섭. 1994. 산지사면의 붕괴위험도 예측 모델의 개발 및 실용화 방안. 한국임학회지 83(2) : 175 - 190.
5. 박재현. 1989. 비탈면의 동결융해침식에 관한 연구. 서울대 농학연구 14(1):9-15.
6. 사방·땅밀림기술센터. 2001. 토사재해실태. p. 5.
7. 우보명, 박재현, 최형태, 전기성, 김경훈. 1996. 휴석동 땅미끄러짐 산사태의 발생특성에 관한 연구(Ⅰ) - 땅미끄러짐 산사태지구의 지형 및 지표층위특성 -. 한국임학회지 85(4) : 565 - 570.
8. 우보명, 박재현, 최형태, 전기성, 김경훈. 1996. 휴석동 땅미끄러짐 산사태의 발생특성에 관한 연구(Ⅱ) - 땅미끄러짐 산사태지구의 지질 및 수문특성 -. 한국임학회지

- 85(4) : 571 - 576.
9. 이영남. 1991. 산사태(지반공학과 자연재해 II). 대한토질공학회지 7(1) : 105 - 113.
 10. 일본치산치수협회. 1994. 일본의 치산. p 16 - 17.
 11. 전성기. 1998. 실무자를 위한 사면안정화 설계실무편람. 과학기술. 278pp.
 12. 최경. 1986. 한국의 산사태발생요인과 예지에 관한 연구. 강원대학교 대학원 박사학위논문. 45pp.
 13. 최경, 이홍섭. 1997. 최근에 시공된 화강암 지대 사방지에서의 토양과 식생변화. 산림과학논문집 55 : 1 - 12.
 14. 최경. 2001. 산사태 예보와 위험지 판정기술. 방재연구 3(4) : 15 - 27.
 15. 한국 사방·산림토목연구회. 1991. 산사태에 관한 기초적 특성의 이해. 한국 사방·산림토목연구회. 260pp.
 16. 한국지반공학회. 1995. 일본의 산사태 대책 - 최신 Topics - 초청강연. 67pp.
 17. 建設省河川局砂防部傾斜地保全科. 1990. 急傾斜地崩壊危険箇所點檢要領. 1 - 25pp.
 18. 小橋燈治 等. 1980. 地すべり, 崩壊, 土石流 - 豫測と對策. 鹿島出版會. 334pp.
 19. 小橋燈治, 佐佐恭二. 1990. 地すべり, 斜面災害を防ぐために. 山海堂. 119 - 128pp.
 20. 渡正亮. 1974. 地すべりの調査. 新砂防 Vol. 27, No. 3(94) : 41 - 51.
 21. 地すべり學會關西支部. 1988. 西の谷地すべりについて-自然條件, 地すべり歴史, 調査と對策工-. 地す



특별기고

국민행복 실현을 위한 산림복지

— 「산림복지 진흥에 관한 법률」 시행 원년, 현황과 과제 —

유 리 화

국립산림과학원 산림복지연구과 임업연구관

I. 들어가면서

1980년대 초반 산림욕을 시작으로 우리나라 국토의 64%를 차지하는 산림은 국민들의 여가활동과 야외휴양 장소로 중요한 역할을 해오고 있다. 주 40시간 근무제, 주 5일제, 고속철도의 확충 등은 여가시간의 증가와 더불어 야외휴양 수요의 증가를 가져왔으며 국민의 41%가 월 1회 이상 숲을 찾고 가장 선호하는 여가 활동 1순위로 등산이 선정(2015, 한

국갤럽)되는 등 산림휴양 수요가 점차 확대되고 있다.

이러한 수요는 2000년대 초반까지 자연휴양림을 중심으로 산림휴양 정책에 담아왔으나 최근 산림에 대한 국민적 욕구가 다양화됨에 따라 새로운 정책적 개념의 도입이 불가피하게 되었다. 소득이 증가하고 경제가 성장하며 삶의 질에 대한 가치관이 단순한 편리성과 편안함 추구가 아닌 적극적 참여에 의한 행복감 및 건강증진의 추구로 변화하고 있다(그림 2).

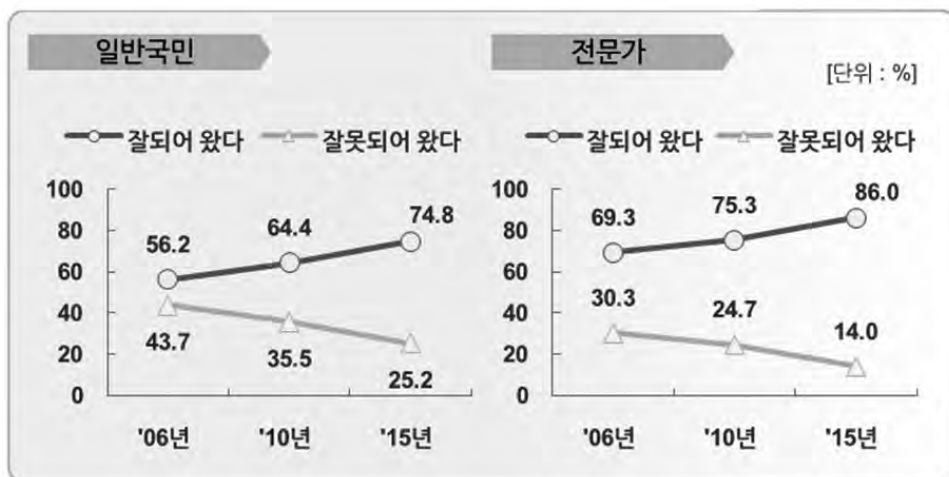


그림 1. 산림휴양시설 조성·운영에 대한 국민인식조사 결과(2015, 한국갤럽)

이를 반영하고자 2013년 산림청은 「산림복지 종합계획(2013~2017)」을 마련하고 같은 해 7월 ‘산림복지로 국민행복시대 실현’이라는 산림 비전을 선포하였으며, 2015년에는 황영철 국회의원의 법률안 대표발의에 따라 산림을 국민복지 증진에 적극 활용하고 이를 체계적으로 추진하기 위한 「산림복지 진흥에 관한 법률」이 제정되었다. 이러한 사회적 배경에 따라 산림복지의 개념, 현황 및 앞으로의 과제에 대해 살펴 보았다.

Ⅱ. 산림복지 개념 및 현황

2000년대에 접어들면서 산림의 휴양이용에 있어 등산 활동과 자연휴양림 방문 이외에도 트레킹, 산림치유, 산림교육 등과 같은 새로운 형태의 수요가 대두되었다.

2015년을 기준으로 자연휴양림 방문객수는 1

천 400만명을 넘어섰으며, 치유의 숲(5개소)의 이용객은 117만명에 달하며 산림교육을 수혜 받는 인구는 89만명, 트레킹길 40만명 이용 등 산림을 통해 제공받을 수 있는 복지편익이 더욱 다양화 되고 있는 상황이다.

산림청은 이와 같은 산림의 다양한 이용 편익을 인간의 생애주기별로 맞춤형으로 제공하기 위해 관련 인프라 및 프로그램을 마련하여 운영 중이다(그림 5). 자연휴양림, 치유의 숲 등과 같은 산림복지시설에서 전 생애에 걸쳐 누구나 산림복지서비스를 누릴 수 있도록 프로그램을 개발·운영하되, 생애주기·건강상태 등 개인의 상황에 맞는 산림복지서비스를 제공할 수 있도록 프로그램의 차별화를 지향하고 있다. 즉 출생기, 유아기, 청소년기, 청년기, 장년기, 노년기 및 회년기 등 생애주기별로 산림복지서비스를 차별화하여 적용할 수 있도록 전달체계를 마련하여 제공하는 것이다.

	기존의 휴양	산림복지 수요 변화		
	등산, 캠핑, 산림욕장, 자연휴양림	숲길 / 트레킹	산림치유	산림교육
활동내용		수평적 숲길 걷기	숲 활동을 통한 건강 증진	숲을 이용한 자연체험 활동
활동목적	여가생활, 취미 등 휴양 활동			
활동효과	정서·심리적 안정	지역의 역사·문화 체험 및 건강 증진	면역력 증진, 스트레스 완화를 통한 질병예방 및 치유	숲에 대한 이해심 창·협동성 증진, 인터넷중독 치유, 학교 폭력 완화
도입시기	자연휴양림 : 1988년 산림욕장 : 1994년	2007년	2009년	2012년

그림 2. 산림복지 수요변화 (출처 : 산림복지종합계획)

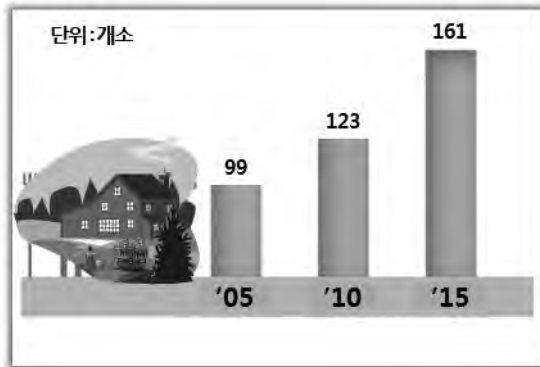


그림 3. 자연휴양림 조성 현황

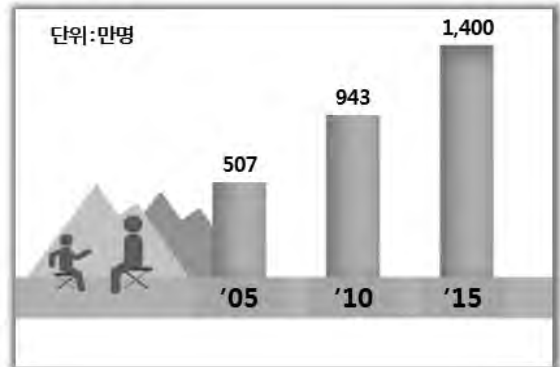


그림 4. 자연휴양림 방문객



그림 5. 생애주기별 산림복지서비스

‘산림복지’는 산림을 국민복지 증진에 적극 활용하기 위해 도입된 새로운 정책적 개념이며 이를 체계적으로 추진하기 위한 「산림복지 진흥에 관한 법률」이 2015년 3월 27일자로 제정

되어 본격적으로 국민행복 실현을 위한 산림복지 정책추진 기반이 마련되었다.

「산림복지 진흥에 관한 법률(이하 ‘산림복지법’)은 산림을 기반으로 하는 산림문화·휴양,

표 1. 산림복지시설 유형 및 법률근거

산림복지시설	근거법률	관련조항
자연휴양림	산림문화·휴양에 관한 법률	제2조제2호
치유의 숲	"	제2조제5호
산림욕장	"	제2조제3호
숲속야영장	"	제2조제8호
산림레포츠시설	"	제2조제9호
숲길	"	제2조제6호
유아숲체험원	산림교육의 활성화에 관한 법률	제12조제1호
산림교육센터	"	제13조제1호
수목장림	장사 등에 관한 법률	제2조제14호



〈자연휴양림〉



〈산림레포츠시설〉



〈치유의 숲〉



〈유아숲체험원〉

그림 6. 산림복지시설의 종류

산림치유, 산림교육 등의 산림복지서비스를 체계적으로 제공함으로써 국민의 건강증진, 삶의 질 향상 및 행복 추구에 이바지함을 목적으로 하며 산림복지단지, 산림복지서비스이용권, 산림복지전문업 등 산림복지 진흥을 위한 새로운 정책을 담고 있다.

산림복지법 제정의 주요 목적은 생애주기별 산림복지서비스를 제공하여 국민 건강증진, 삶의 질 향상 및 행복추구에 이바지 하는 것이며

법률에서 산림복지는 ‘국민에게 산림을 기반으로 하는 산림복지서비스를 제공함으로써 국민의 복리 증진에 기여하기 위한 경제적·사회적·정서적 지원을 말한다(법 제2조)’로 정의하고 있다.

산림복지법에서는 산림복지서비스이용권(바우처) 제도를 통해 산림복지 소외계층에 대한 지원을 강화하고, 산림복지전문업 등록제도 도입을 통해 숲해설가, 산림치유지도사 등 산림

표 2. 산림복지전문가 유형 및 업무내용

산림복지전문가		업무내용
산림교육 전문가	숲해설가	자연휴양림, 수목원 등에서 숲해설 및 숲체험 지도, 숲해설 프로그램 개발 담당
	숲길체험 지도사	100대 명산 등 전국 주요 산에 배치되어 숲길체험 지도 또는 숲길실태 조사 담당
	유아숲 지도사	유아숲체험원 등에 배치되어 다양한 숲 체험활동 및 교육 프로그램 운영 담당
산림치유지도사		치유의 숲 등에서 산림치유 프로그램을 개발·보급하거나 지도하는 업무 담당

복지전문가의 창업·일자리 등 민간시장 일자리 창출과 생태적 산지이용을 통해 산림복지단지를 산지로 지속적으로 관리하는 자연친화적인 산지이용을 도모하고자 하였다.

또한 산림복지 진흥을 위하여 심의위원회 심의를 거쳐 「산림복지진흥계획」을 5년마다 수립·시행하도록 규정하고, 「한국산림복지진흥원」 설립(2016. 4월)을 통해 수준 높은 산림복지서비스의 제공과 제도 운영을 가능하게 하여 산림복지에 관한 전문성 확보와 관련분야 산업화 기여를 모색하고 있다.

특히 한국산림복지진흥원이 운영·관리하게 될 국립산림치유원은 백두대간 산림자원을 이용하여 국민 건강증진 및 낙후지역 균형발전을 목적으로 2010년부터 7년에 걸쳐 경북 영주·예천 지역에 조성한 산림치유 특화시설로 총사업비 1,480억원, 규모 2,889ha(중심시설지구 152ha)에 이른다. 1일 최대 수용인원이 2,064명에 달하고 치유마을, 수련센터, 명상센터, 수

치유센터 등의 시설을 갖추고 있어 앞으로 수준 높은 산림치유서비스 제공에 중심지역이 될 것으로 기대하고 있다.

이와 같이 산림복지 추진에 대한 법·제도적 체계가 마련됨에 따라 앞으로는 산림복지 소외 계층에 대한 배려가 확대되고, 전담기관을 통해 산림복지서비스를 체계적으로 제공할 수 있게 됨으로써 국민행복에 기여하고 관련 일자리 창출과 농산촌 지역발전 등 국민들이 체감할 수 있는 산림복지가 실현될 것으로 기대하고 있다.

Ⅲ. 앞으로의 과제

우리나라는 세계 어느 나라에서도 찾아볼 수 없을 만큼 빠른 속도로 고령사회로 진입하고 있어 이에 대한 대비가 무엇보다 사회적으로 중요해지고 있는 상황이다. 따라서 산림을 활용하여 노인의 건강 및 여가활동 증진을 통해

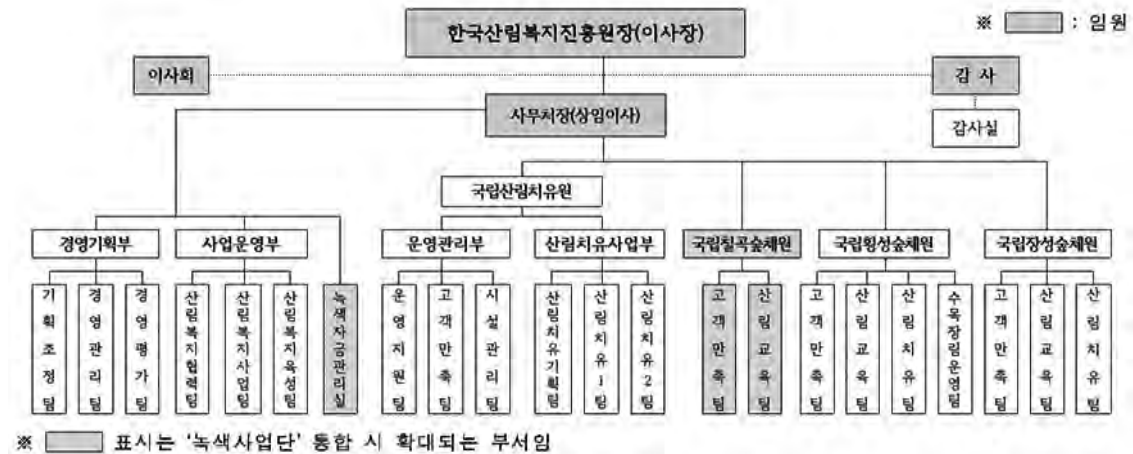


그림 7. 산림복지진흥원 조직구성

고령계층의 삶의 질을 향상하고 국가적 차원에서의 예방적 건강비용을 경감하는 것이 필요하다.

또한 복지의 개념이 강조됨에 따라 이동에 장애가 있거나 장거리 여행에 불편함이 있는 노인, 장애인, 소외계층 또는 사회적 약자 등이 접근성의 문제로 산림복지의 사각지대를 놓이지 않도록 이를 해소하는 정책적 노력이 매우 중요해지고 있다. 이에 따라 비교적 접근성이 양호한 생활권 주변 도시숲의 면적을 늘리고, 도시숲을 활용하여 산림문화·휴양, 산림치유, 산림교육 등의 질 높은 산림복지서비스를 제공하는 정책을 지속적으로 추진해 나가는 것이 필요하다.

2010년 한국갤럽의 조사결과에 따르면 국민의 84.1%가 도시숲 수요가 증가할 것으로 전망하고 있으며, 실제로 국립산림과학원이 남산 등 서울시내 도시숲 이용자 1,000명을 대상으로 조사한 결과(2014), 건강과 밀접한 관련이

있는 산림치유 프로그램의 요구도가 높게 나타났다. 도시숲을 활용한 산림복지서비스의 수요는 높은 반면, 아직까지 다양한 산림복지서비스를 적용하기 위한 정책이나 기술 개발은 성숙되어 있지 않아 이에 대한 연구가 무엇보다 시급히 추진될 필요가 있다.

또한 산림복지의 지속적인 발전을 위해서는 그동안 모델 개발 등을 위해 국가주도로 공급해 오던 산림복지시설을 민간이 조성·운영하여 새로운 소득원이 되도록 유도하는 것이 필요하다. 다각적인 측면에서 민간시장을 활성화시키는 방안을 마련하는 것이 필요하며, 산림복지서비스와 연계한 현장중심의 비즈니스 모델을 개발·보급함으로써 증가하고 있는 산림복지 수요를 충족시키면서 산주·임업인의 소득 제고에 기여할 수 있는 방안 모색이 절실한 시점이다.

기술정보(일본)

일본 홋카이도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(3) -계류정비의 기본방침과 유의사항-

전 근 우 / 김 석 우
강원대학교 산림환경과학대학 교수

일본의 홋카이도에서는 지금으로부터 22년 전에 「홋카이도의 계류정비사업 기본계획(北海道土木部河川課, 1994)」을 책정하고, 이를 근간으로 해당 사업을 추진하고 있다. 이 기본계획에서 다양한 식물이 생육하고, 많은 생물이 서식하는 「살아 있는 계류」를 홋카이도가 목표로 하는 계류의 모습으로 설정하였다.

홋카이도의 계류정비사업은 다음의 4가지 방침에 따라 장기적인 관점에서 자연도가 높은 「살아 있는 계류」를 목표로 하고 있다. 즉, ① 유량이 풍부하고도 맑은 계류, ② 녹음이 짙고

생물이 서식하는 계류, ③ 쉽게 다가갈 수 있는 계류 및 ④ 여유로운 계류 등이다. 한편, 이 자료는 한국연구재단의 기본연구지원사업(과제 번호 : 2013R1A1A2011515)에 의하여 정리된 것이다.

1. 어류가 서식할 수 있는 계류정비사업의 포인트

이 사업은 단순히 어류가 소상·하강할 수 있도록 개선하는 것이 아니라, 각 계류에 서식



그림 1. 오리베가와(居別川)와 시리베츠가와(尻別川)의 미지형 구조

하고 있는 어류가 정상적인 생활사를 영위할 수 있도록 계류환경을 보전·회복하는 것을 목표로 하고 있다.

1) 여울·소(沼) 구조를 보전한다.

계류가 만들어 내는 다양한 지형은 유속이나 수심을 변화시키고, 어류나 저생생물에게 다양한 서식공간을 제공한다. 따라서 유로를 직선화하거나 획일적인 정구 단면을 조성하기보다 계류가 본래 갖고 있었던 여울·소구조 등의 다양한 지형을 보전하는 것이 중요하다. 특히 소는 먹이의 채취장소, 산란장소, 휴식장소 또는 치어의 월동·월하(越夏)환경이기 때문에 보전해야 한다. 또한, 계류의 작용에 의해 여울이나 소, 모래톱 등 다양한 지형구조가 형성된 후, 조금씩 변화하기 때문에 이와 같은 계류의 작용을 잘 활용하기 위해서는 계류에 여유공간을 만들어 계류의 자유도(自由度)를 향상시켜야 한다.

2) 계류의 연속성을 확보한다.

본류나 지류 또는 수로와의 합류지점에 대해서는 수면이나 계상의 연속성을 확보해야 한다. 또한, 낙차공을 반드시 설치해야 할 경우에는 수생생물의 자유로운 이동을 확보할 수 있도록 대책을 강구해야 한다.

3) 수제의 구조(수제식생·수제요철)를 보전한다.

수제부의 구조는 어류의 서식환경으로서 매우 중요하다. 수제식생이나 수제의 다양성은 유속이 느린 영역을 만들어 치어의 생식장소, 홍수 시의 피난장소, 휴식장소 및 월동·월하장소를 창출한다. 따라서 앞으로의 계류정비사업은 수제지역의 확보와 수제구조의 보전·회복을 중시하고, 계류의 작용을 기본으로 한 자연스러운 수제지역을 형성한다는 관점에서 진행해야 한다.

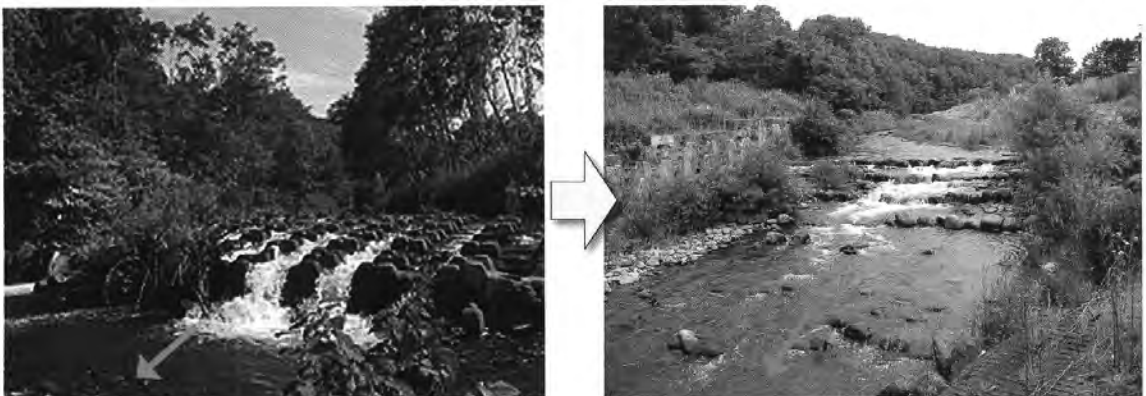


그림 2. 마코마나이가와(真駒内川)의 개량사업 전후의 낙차공 모습

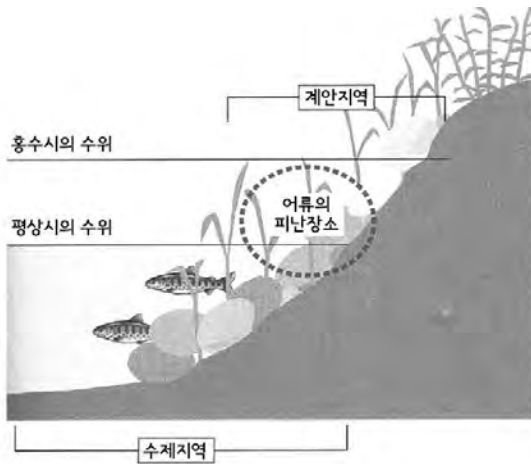


그림 3. 수제지역의 모식도(土木研究所, 2008)와 아바시리가와(網走川) 수제의 다양성

4) 계안림을 보전한다.

계안림은 햇빛의 차단이나 육상곤충의 공급 등과 같은 생태적인 기능이 있을 뿐만 아니라, 어류의 서식에도 중요한 역할을 하고 있다. 또한, 계류의 풍경요소로서도 중요한 위치를 차지하고 있다.

따라서 산지에 인접하고 있는 지역이나 계안림이 연속되는 구간 등에 양호한 자연환경을 공급할 수 있고, 계류와 횡단방향의 연속성이 보전되도록 평면계획 시 유연성 있는 대책을 강구해야 한다.



그림 4. 계안림의 효용 모식도 및 니시다쓰부가와(西達布川)의 수제 계안림

2. 계류정비사업의 유의사항

1) 계류계획에 관계된 유의사항

계류계획을 책정할 때에는 다양한 스케일에 적합한 방안을 검토해야 한다(島谷優二, 2007). 따라서 「유역레벨」, 「구간레벨」 및 「지점레벨」 등 3단계로 구분한 후, 각각의 스케일 레벨에서의 유의사항을 마련해야 한다.

① 유역레벨(수계 전체)〈수 10km~수 100km 레벨〉

이 단계에서는 우선 유역 전체의 계류환경을 파악하고, 계류정비사업의 대상구간이 해당 계류에 서식하고 있는 어류의 생활사에 어떻게 이용되고 있는지 등에 대한 현상을 파악해야 한다.

○계류환경의 특성 파악

지형도나 항공사진, 그리고 전술한 「계획 시의 체크리스트(김석우와 전근우, 2015)」 등을 이용하여 다양한 계류환경의 특성을 확인하고, 어류의 서식지역이나 정비대상구간이 해당 어류의 생활사 중에 어느 생활환경으로 이용되고 있고 있는지 등을 파악한다. 또한, 정비대상구간에 필요한 조사 및 검토항목을 판단해야 한다.

○계류의 연속성 확인

각종 어류나 수생생물의 이동경로를 확보하기 위해 소상에 장애가 되는 유역 내의 횡단공작물의 설치상황 등을 파악해야 한다.

○주변 환경의 파악

계류는 주변의 산림이나 지류·농지 등과 유수나 토사·영양분의 물질순환, 생물의 이동

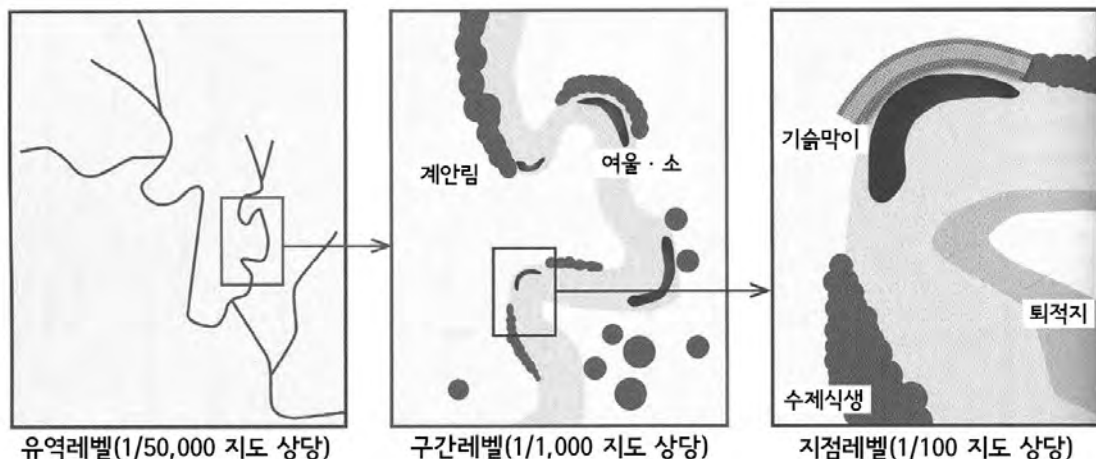


그림 5. 계류계획 책정 시의 스케일 레벨(小倉와 山本, 2005)

등에 의해 연결되어 있다. 따라서 하도의 내부 뿐만이 아니라 유역 전체의 환경을 대상으로 하여 그 과제를 파악해야 한다.

② 구간레벨(정비대상구간)<수 100m~수 10km 레벨>

계류정비계획에 규정된 정비방침에 근거하여 하도의 구체적인 평면형상이나 종·횡단형상 등의 하도계획을 책정한다.

○보전해야 할 장소의 선정

정비대상구간 내의 보전해야 할 환경이 양호한 장소를 선정한 후, 하도계획 등을 책정한다. 또한, 「설계 시의 체크리스트(김석우와 전근우, 2015)」 등을 이용하여 다음과 같은 보전해야 할 환경요소를 선정한다.

- 어류의 월하장소 등이 되는 일정 수심의 여울과 소
- 치어의 월동환경이 될 수 있는 계안의 물웅덩이
- 그늘이 되는 계안의 수목이나 갈대, 조릿대 등의 수제식생이 연속되는 장소(특히 여울이나 월동환경, 피난장소 주변에 있는 수목이나 식생)
- 피난장소가 되는 계안의 물웅덩이로 유속이 느린 장소
- 산란장소가 될 수 있는 사력계상

○정비·창출이 필요한 장소의 추출

현재 계류환경이 양호한 곳을 보전할 뿐만 아니라 악화된 경우에는 개선·창출한다. 예를 들

면, 이동에 장애가 되는 낙차공이나 계상면이 단조로운 구간, 계안림이나 계안식생이 광범위하게 소멸된 구역 등을 추출하여 어도 설치 등과 같은 개선·창출방안을 마련해야 한다.

○견본이 될 수 있는 장소의 활용

하도계획을 책정할 때에는 어느 장소의 무엇을 보전할 것인가, 어떤 공간으로 할 것인가 등의 목표를 설정해야 한다. 이전의 모습이나 양호한 환경이 보전되고 있는 부근의 계류 등을 대상으로 견본이 되는 장소를 선정하여 활용하는 것이 유효하다.

③ 지점레벨(공중 레벨)<수 m~수 100m 레벨>

기슭막이나 수제 등, 구체적인 공중을 선정하는 과정에서 개개의 수제구조, 산란환경의 정비 등 과 같이 실제로 가능한 대책을 검토한다.

○기슭막이·수제의 선정

홍수 시의 계안침식에 대한 대응뿐만 아니라 기슭막이나 수제가 어류의 생활환경으로서 역할을 할 수 있도록 적절한 하도의 단면형상과 공법을 설정해야 한다.

○계상사력의 보전

계상의 사력은 산란장소를 만드는 데에 반드시 필요한 요소이다. 하도의 단면형상이 현재와 크게 변하면 유속이 변화하여 계상사력이 쉽게 유실되고, 이로 인해 계상저하가 발

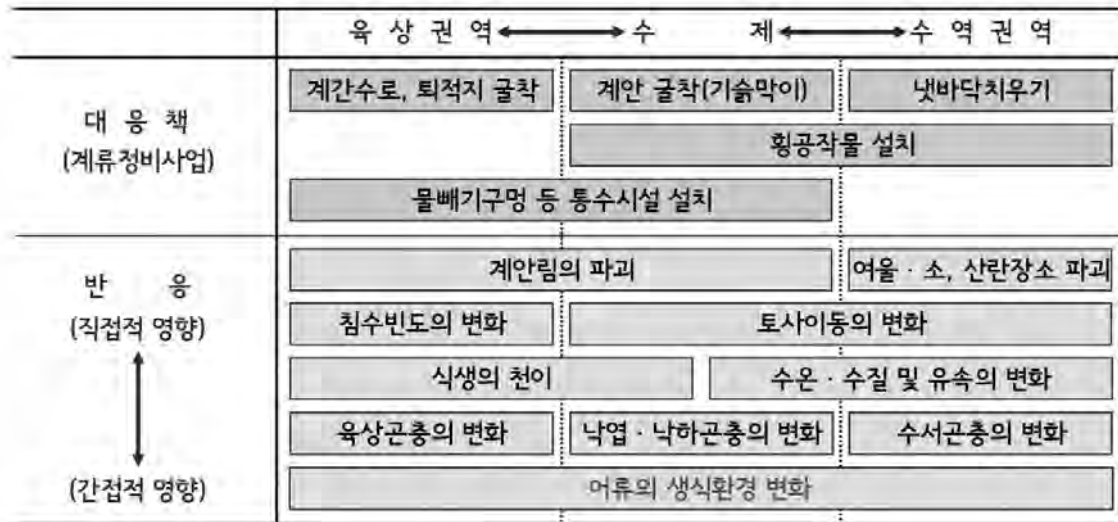


그림 6. 계류정비공사가 어류의 서식환경에 미치는 영향

생한다. 또한, 속도가 저하되면 세립토사가 퇴적하기도 한다. 따라서 하도의 형상이나 공법을 선정할 때에는 이러한 점을 충분히 고려해야 한다.

2) 계류정비공사에 관계된 유의점

계류정비공사가 계류환경에 미치는 영향은 그림 5와 같이 다양하며, 어류의 서식환경에도 영향을 미친다(小倉와 山本, 2005; 河川環境目標檢討委員會, 2008; 玉井信行 등, 1993). 따라서 어류의 생활사에 착안할 때 사방공종별로 다음과 같은 사항을 충분히 유의해야 한다.

① 공사 전반

○계류환경에 미치는 영향

공사 시에 발생하는 탁수는 산란장소에 분포

하는 각종 계상재료의 공극을 쉽게 막아 버리기 때문에 산란 소상시기를 피해서 공사를 실시한다. 그리고 공사 후 일정시간이 경과하면 본래의 계류 모습이 회복되지만, 어중에 따라서는 수명이 짧기 때문에 산란과 부화에 직접적으로 영향을 미치게 된다.

또한, 공사기간 중에 환경이 악화되면 치어의 생육에 영향을 미치기 때문에 가능하면 신속히 복원사업을 실시하여 좋은 환경을 만들어야 한다.

② 계간공사와 계상퇴적지 굴착

○계류환경에 미치는 영향

계간공사나 계상퇴적지의 굴착은 계간림을 파괴하여 침수빈도를 증가시킴으로써 식생의 천이나 육상곤충의 변화 등에 영향을 미친다. 따라서 공사를 진행할 때에는 정비대상구간 주



그림 7. 계류정비사업의 상황



그림 8. 계상퇴적지의 굴착공사 상황

변의 식생이 파괴되지 않도록 주의해야 하며, 공사용 도로를 설치할 경우에는 계안림의 벌채가 최소화되도록 노선을 선정해야 한다. 또한, 굴착 시에는 계상퇴적지의 요철 등과 같은 미지형 구조를 적극적으로 유지해야 하며, 대형토목기계의 전압 등에 의해 과도하게 지표층을 정지하지 않도록 하는 것이 식생회복에 효과적이다.

○공사 전에 필요한 조사
계류환경개요조사(계안림조사)

③ 넷바닥치우기

○계류환경에 미치는 영향

넷바닥치우기는 어류의 산란장소 등과 같은 서식환경에 직접적으로 영향을 미친다. 따라서 공사를 실시할 때에는 여울과 소가 파괴되거나 계상이 단조로워지지 않도록 세심하게 주의해야 한다.

- 평탄작업에 의해 여울과 소가 파괴되어 어류의 서식 및 휴식장소가 소실된다.
- 굴착공사에 의해 산란장소가 파괴되거나 토사가 유입되어 매몰되어 버린다.



그림 9. 넷바닥치우기 상황



그림 10. 수제식생의 보전을 배려한 사례

- 평탄작업에 의해 전체적으로 유속분포가 단조로워지고, 토사이동이 변화한다.
- 여울과 소가 파괴되거나 유로가 변화되면 서식하는 저생동물상이 변화한다.

○공사 전에 필요한 조사
산란장소조사, 여울·소조사, 치어서식상황 조사

④ 계안굴착(기슭막이)

○계류환경에 미치는 영향

계안굴착이나 기슭막이는 계안의 계안림이나 수제식생을 파괴하여 어류의 휴식장소 등과 같은 서식환경에 영향을 미친다. 따라서 공사를 실시할 때에는 정비공사구간 주변의 계안림이 파괴되지 않도록 주의해야 한다. 또한, 기슭막이를 시공할 때에는 현 계상을 개변하지 않도록 배려한다.

- 공사에 의해 계안의 계안림이나 수제식생, 수제의 다양성과 그늘이나 피난장소가 파괴된다.
- 계안의 식생이 파괴되면 그늘효과가 발휘

되지 못해 수온이 상승한다. 또한, 추수(抽水)식물에 의한 수질정화기능이 소실된다.

- 기슭막이에 의해 계안의 유속이 증가하여 휴식장소로서 이용할 수 없게 된다.
- 계안림이나 계안식생이 감소되어 낙엽을 먹이로 하는 수생곤충이 감소하거나 낙하곤충에 의한 먹이공급이 줄어든다.

○공사 전에 필요한 조사

월동조사(그늘조사 및 포획조사), 여울·소조사(그늘조사), 산란장소조사, 치어생식상황조사

⑤ 횡공작물 설치

○계류환경에 미치는 영향

횡공작물 설치공사는 토사의 이동을 증가시켜 어류의 서식환경에 영향을 미친다. 따라서 공사를 실시할 때에는 산란에 필요한 계상사력이 감소되지 않도록 하류에 적절한 토사가 공급될 수 있는 방안을 강구한다. 또한, 시공 시

에 가설공사 등을 실시할 경우에는 하도단면의 축소에 따른 유황변화가 영향을 받아 이상 국소세굴이 발생하지 않도록 주의해야 한다.

○공사 전에 필요한 조사

횡공작물조사, 어도조사, 산란장소조사, 치어서식상황조사

3) 계류관리에 관계된 유의점

계류정비사업은 공사가 완료된 시점에서 종료되는 것이 아니라, 그 후의 홍수나 자연환경의 변화 등의 상태를 계속해서 감시하고 관리하는 것이 중요하다. 따라서 당초의 목표를 달성할 수 있도록 계속해서 모니터링을 실시하면서 그 결과를 평가하고, 개선할 필요가 있다. 전술한 「모니터링 시의 체크리스트(전근우와 서정일, 2015)」 등을 활용하여 목표와 현상과의 차이를 파악하고, 개선사항을 검토해야 한다.



그림 11. 횡공작물과 어도설치 상황



그림 12. PDCA 사이클에 따른 계류관리(河川環境目標檢討委員會, 2008)

여기서 PDCA 사이클이란 Plan/Do/Check/Action의 첫 글자를 모은 것으로 계획(Plan)→실행(Do)→검증(Check)→개선(Action)의 순으로 다음계획에 활용하는 과정을 말한다.

① 계안·계상의 유지에 관련된 과제

계류정비사업은 계류의 작용에 의해 형성된 다양한 지형(계류 본래의 모습)을 보전·회복한다는 생각이 중요하다. 그러나 하도특성에 따라서는 공사 이후의 홍수 시에 국소세굴이

발생하여 기슭막이가 변형되거나 예상보다 많은 토사가 퇴적되는 경우가 종종 발견된다.

또한, 퇴적지의 토사나 수제 등에 사용되었던 목재와 석재 등의 자연자재가 일부 파손되어 유실될 수도 있다. 따라서 적절한 계류관리를 위해서는 시공 후에도 정기적으로 모니터링을 실시하여 당초의 목표대로 환경이 회복되고 있는지, 치수안전 면에서 문제가 없는지를 계속해서 확인해야 한다.



그림 13. 국소세굴로 기슭막이가 변형된 사례와 다량의 토사가 퇴적된 사례

② 계안림이나 식생에 관계된 과제

계안림이나 식생을 보전할 수 있도록 계류정비를 실시하려면 보전방법 혹은 벌채 방법 등의 유지관리방법을 검토해야 한다. 유지관리계획을 책정할 때에는 「계류정비사업을 위한 계안림 가이드(北海道河川環境研究會, 2007)」를 참고로 다양성·연속성·지역성을 배려할 수 있도록 검토해야 한다.

○계류환경에 미치는 영향

수제나 계안에 생육하고 있는 수목과 식생은 어류의 서식환경에 대단히 중요한 역할을 하고 있다(阿部俊夫, 2007; 北海道河川環境研究會, 2007). 따라서 치수안전도를 높이기 위해 하도 내의 수목을 벌채해야 할 경우일지라도 수제 계안림은 절대 벌채하지 않고 존치하는 것이 바람직하다.

또한, 계안림을 벌채하면 벌채작업 시에 탁수나 세립토사가 유출되어 산란장소가 매몰되기 때문에 벌채시기나 토사유출방지를 배려해야 한다. 따라서 계안림을 벌채할 때에는 한번에 긴 구간을 벌채하여 계류에 미치는 영향이

증가되지 않도록 해마다 조금씩 벌채한다.

○필요한 조사 및 검토사항

계안림 가이드(北海道河川環境研究會, 2007)에 게재된 「계안림 현상의 평가 조사표」에 따른 평가

3. 참고문헌

- 김석우·전근우, 2015. 일본 북해도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(1) -어류와 계류환경에 대한 체크리스트-. 산지환경 18 : 85-94.
- 전근우·서정일, 2015. 일본 북해도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(2) - 어류와 계류환경에 대한 각종 조사-. 산지환경 18 : 95-109.
- 島谷優二, 2000. 河川環境の保全と復元 -多自然川づくりの實際-. 鹿島出版會, 198pp.
- 北海道土木部河川課, 1994. 北海道の川づくり基本計劃, 84pp.

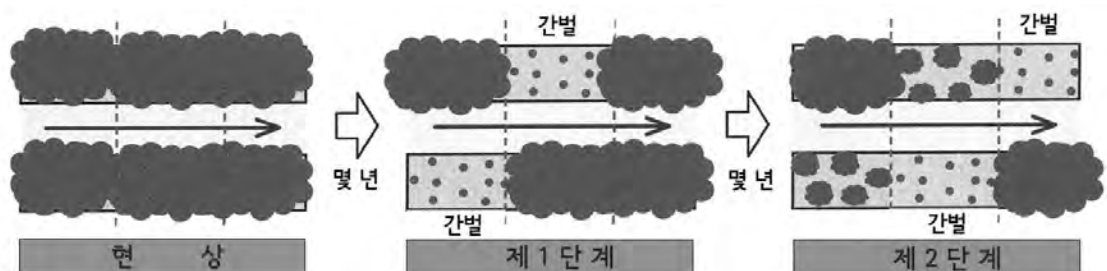


그림 14. 단계적인 계안림 벌채 모식도(北海道河川環境研究會, 2007)

- 北海道河川環境研究會. 2007. 川づくりのための河畔林ガイド -北海道の川づくりに役に立つ河畔林の機能と保全の手引き-. 財団法人北海道建設技術センター. 132pp.
- 小倉紀雄・山本晃一. 2005. 自然的攪亂・人為的インパクトと河川生態系. 技報堂出版. 361pp.
- 玉井信行・水野信彦・中村俊六. 1993. 河川生態環境工学. 東京大學出版會. 309pp.
- 土木研究所自然共生研究センター水環境捐軀グループ. 2008. 多自然川づくりにおける河岸處理手法に関する研究. 研究成果・技術報告(HP.<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/project/2008/pdf/2008-13-4.pdf>). 河川環境目標檢討委員會. 2008. 川の環境目標を考える -川の健康診断-. 技報堂出版. 122pp.



기술정보(일본)

일본 홋카이도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(4)

－ 각 생활환경의 개요, 배려사항 및 정비사례 －

서 정 일 / 전 근 우

공주대학교 산업과학대학 / 강원대학교 산림환경과학대학 교수

계류정비사업을 진행할 때 어류의 생활환경
별로 배려해야 할 사항과 대응방안을 제시하는
것은 매우 중요하다. 일본의 홋카이도에는 「어
류가 서식할 수 있는 계류조성사업 가이드(北
海道河川環境研究會, 2010)」에 근거하여 어류
의 생활환경을 ① 소상·월하환경의 포인트,
② 산란·부화환경의 포인트 및 ③ 성장·월동
환경의 포인트 등으로 구분하여 사업을 진행하
고 있다.

또한, 「소상·월하환경」은 계류의 연속성을
확보하는 것이 중요하기 때문에 소상 장애물
이 없게 하여 어미 물고기가 여름을 보낼 수
있는 환경을 조성하도록 하였고, 「산란·부화
환경」은 여울·소(沼)구조를 보전할 뿐만 아
니라 산란장소는 계류수가 잘 침투되어야 하
기 때문에 계상사력을 보전하도록 규정하고 있
다. 그리고 「성장·월동환경」에는 치어가 먹
이를 채취할 수 있는 장소와 피난장소가 반드시
필요하기 때문에 다양한 여울·소구조를 조
성하도록 규정하고 있다. 한편, 이 자료는 한

국연구재단의 기본연구지원사업(과제번호 :
2013R1A1A2011515)에 의하여 정리된 것이다.

1. 소상·월하(越夏)환경

1) 개요

어미 물고기의 소상·월하환경의 포인트를
정리하면 다음과 같다.

[봄철 소상]	시기 : 4월 ~ 6월 환경 : 소상 후 산란까지 계류에 서 성장하고, 점차 섭취량을 줄임
[월 하]	시기 : 7월 ~ 8월 환경 : 유속이 느린 깊이 2m 이 상인 여울이나 큰 돌과 장 해물 등에 의해 조성된 그 늘에서 서식하고, 먹이를 거의 먹지 않음
[산란 소상]	시기 : 8월 ~ 10월 환경 : 홍수를 이용하여 상류까지 소상하고, 먹이는 먹지 않음

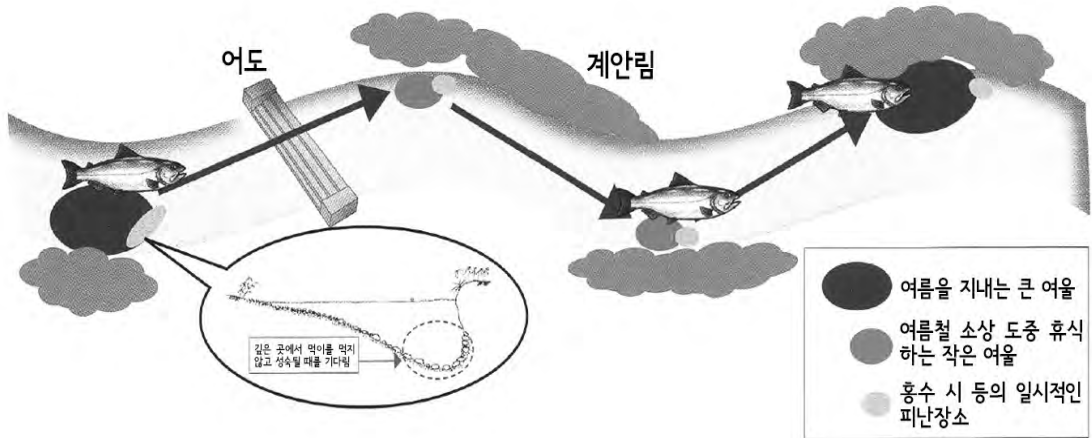


그림 1. 어미 물고기에게 필요한 월하환경의 이미지도

2) 배려사항

① 계류의 연속성 확보

어류가 소상·강하(降河)할 수 있는 환경을 확보하기 위해 소상에 장애가 되는 횡공작물을 설치하지 않도록 한다. 그러나 부득이하게 횡공작물을 설치할 경우에는 낙차공의 구조를 개선하거나 어도 등을 설치하도록 한다.

② 여울·소구조의 보전

어미 물고기는 여름 동안에는 여울 등에서 휴식을 취하면서 조금씩 소상한다. 따라서 월하환경인 큰 여울이나 소상 도중에 휴식할 수 있는 작은 여울 등을 확보할 수 있도록 한다.

③ 수제구조의 보전

어류가 휴식을 취하는 월하장소는 여울을 확보하고, 수제에 그늘을 조성하는 것이 바람직

하다. 따라서 계안에 계안림이 있는 경우에는 절대 벌채하지 않도록 유의하여 월하환경을 보전하도록 한다.

3) 정비사례

① 계류의 연속성 확보 : 소상환경을 확보한 사례

[사례 1] 낙차공의 구조를 개량한 사례

소상에 장애가 되는 횡공작물이 설치된 경우에는 그 구조를 개량해야 한다. 개량방법에는 낙차공의 구조 자체를 계단식으로 하여 낙차를 낮추는 방법과 종래의 낙차가 큰 구조물을 개량하여 기능을 증진시킨 사례가 있다. 즉, 경사식 수로는 거석을 계단식으로 시공하여 각각의 낙차를 낮추었고, 낙차공의 한쪽 면에 전단면 어도를 설치하여 소상을 용이하게 하였다.



그림 2. 마코마나이가와(真駒内川)에 시공된 경사식 수로 및 전단면 어도

[사례 2] 낙차공 구조의 부분적 개선

횡공작물의 구조를 크게 바꾸지 않고, 일부를 개량하여 어류가 소상할 수 있도록 한 사례도 있다. 즉, 그림 3의 왼쪽 사진은 언뜻 보면 어도가 부착된 횡공작물처럼 보이지만, 실제로는 댐둑마루에 물매를 주어 어도 쪽에 수심이나 수로를 확보할 수 있도록 개량하였다. 또한,

그림 3의 오른쪽 사진과 같은 낙차공의 중간에 거석을 계단 모양으로 쌓아 올려 어류의 소상을 배려한 사례이다.

[사례 3] 사방댐 등의 구조 개량

낙차가 있는 횡공작물의 대응책으로 횡공작물의 중간을 절단하여 낙차를 제거하는 등, 다



그림 3. 횡단방향으로 물매를 준 바닥막이와 거석으로 낙차를 완화한 사례(真駒内川)



그림 4. 중간을 절단한 사방댐(丸平の澤)과 호로나이가와(幌内川)의 슬릿형 사방댐

양한 노력이 시도되고 있지만, 아직 토사이동에 따른 지형변화에 대한 기술적 문제가 해결되지 않아 앞으로 충분한 검토가 이루어져야 한다.

② 여울·소구조의 보전 : 월하환경을 확보한 사례

[사례 1] 월하장소가 되는 환경의 대상조치

제안에 설치된 수제나 블록의 간극이 월하장소로서 기능하고 있는 사례이다. 현지에 큰 규모의 여울이 없는 경우에도 아주 작은 대상조치에 의해 월하환경을 창출할 수 있다. 그러나 수제 사이에 토사가 퇴적하여 월하장소의 물웅덩이가 소멸되는 경우도 있기 때문에 이에 대한 충분한 검토가 이루어져야 한다.



그림 5. 수제와 호안블록에 의해 형성된 월하장소(외쪽 網走川, 오른쪽 余布川)

[사례 2] 계곡의 확대에 따른 여울·소환경의 창출
하도를 개량할 때 현 유로의 폭을 확대시키면 유수의 흐름을 어느 정도 자유롭게 하여 여

울과 소를 창출할 수 있다. 과거에 퇴적지를 굴착한 구간(그림 6의 상단)은 계상의 유로 폭이 좁아 하도형상이 변화되지 않았지만, 유로의

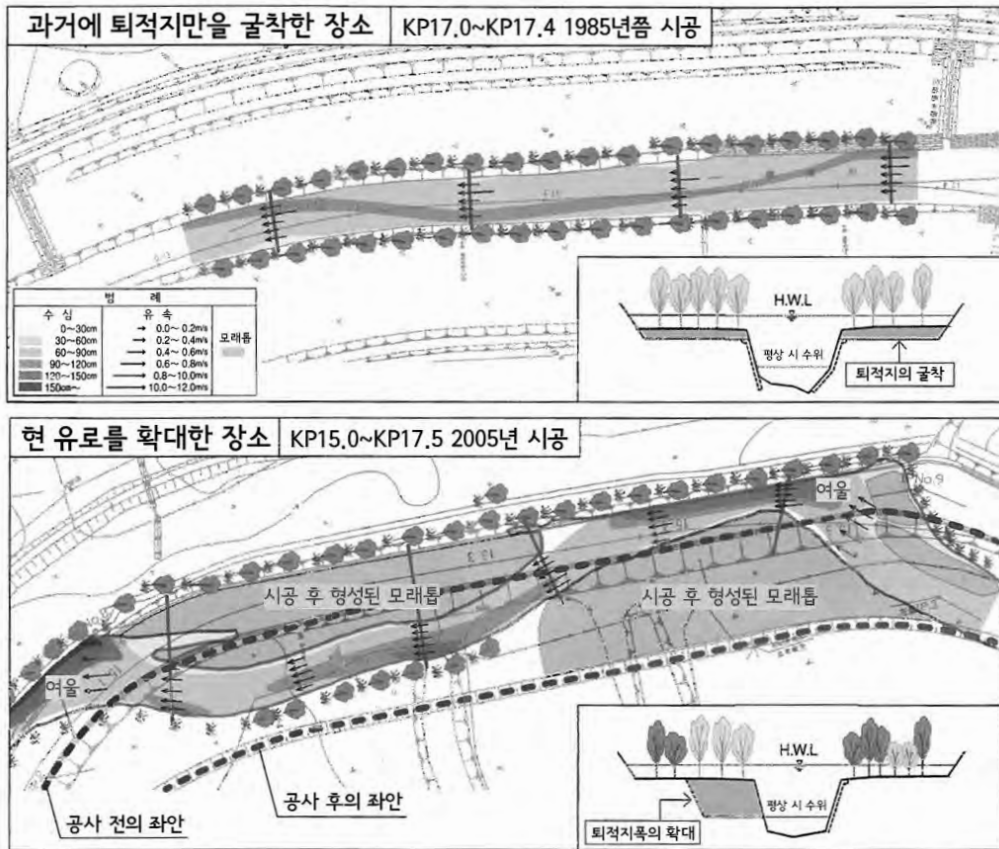


그림 6. 계류가 자유롭게 작용하여 계획한 대로 유로형상이 변화된 모습(標津川)

폭을 확대시킨 구간(그림 6의 하단)에서는 모래톱이 형성되어 수심이 다양한 환경이 형성되었다.

2. 산란·부화환경

1) 개요

어류의 산란·부화환경의 포인트를 정리하면 다음과 같다.

[산란]	시기 : 4월 ~ 6월 환경 : 어류는 주로 소에서 여울로 이행하는 소의 끝부분에 산란하기 때문에 계류수가 침투할 수 있는 사력계상이 필요함(수심 0.1m~0.5m, 유속 0.1~0.5m/s, 계상입경 10~100mm)
------	--

2) 배려사항

① 여울·소구조의 보전

어류는 계류수가 침투할 수 있는 사력계상에 형성된 소의 끝부분에 산란하기 때문에 산란에 적합한 사력을 유지하고, 여울·소구조를 조성하도록 한다.

② 수제구조의 보전

산란장소의 상부에는 몸을 숨길 수 있는 식생의 그늘이 있어야 하기 때문에 여울 주변에 생육하고 있는 계안식생을 보전하는 것이 중요하다. 또한, 산란장소가 세립토사로 매몰되면 계상재료의 공극이 막혀 계류수가 침투하지 못하기 때문에 어류가 산소결핍을 받는 악순환이 발생한다. 따라서 계류보전공사는 산란·부화시기를 피하거나 토사유출을 충분히 방지할 있도록 한다.

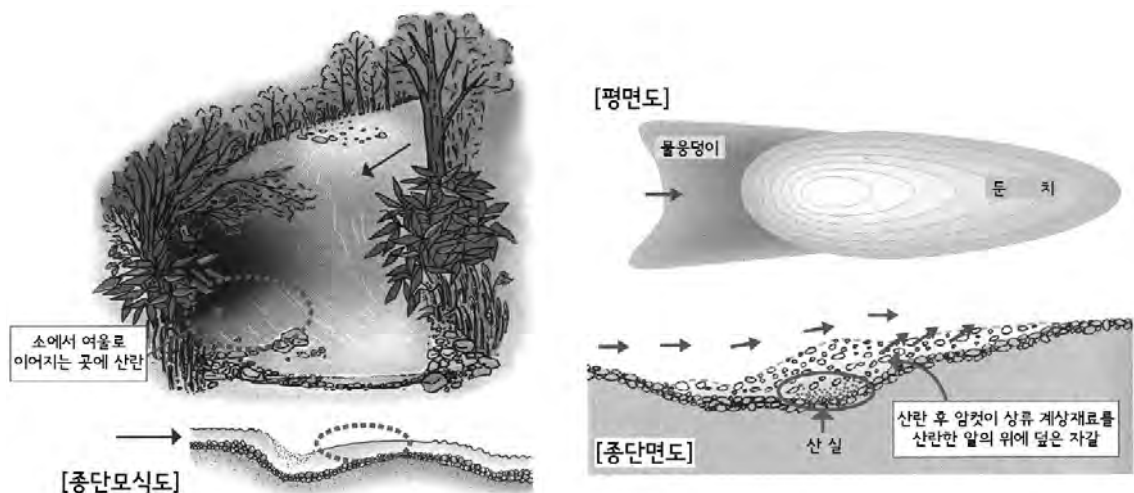


그림 7. 어류가 산란할 수 있는 장소와 산란장소의 모식도

3) 정비사례

① 여울 · 소구조의 보전 : 산란환경을 확보한 사례

[사례 1] 계상사력을 포착하여 사력계상을 적극적으로 복원한 사례

사력이 유출되어 계상의 암반이 노출된 계류에 산란장소를 조성한 사례가 마코마나이가와(真駒内川)이다. 암반 위에 (연결)호박돌수제나 투과성 바닥막이 등을 설치하여 상류로부터 유

출되는 석력을 포착한 결과, 어류가 산란하는 것을 확인할 수 있었다(石山 등, 2009).

[사례 2] 낮은 낙차공군(群)으로 산란환경을 복원한 사례

암반 계상이 진행된 계류에 크고 작은 자연석을 이용하여 아치형으로 낮은 낙차공군을 배치함으로써 다양한 유황을 형성하고, 여울을 유지시킨 결과, 어류의 산란장소가 복원된 사례이다. 이 방법은 다양한 어종에 응용할 수 있다.

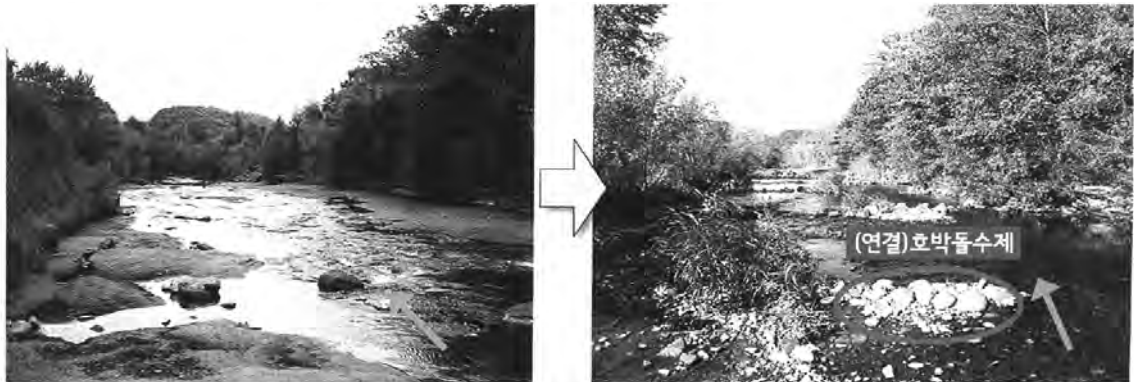


그림 8. (연결)호박돌수제와 사력을 퇴적시켜 산란환경을 복원한 사례

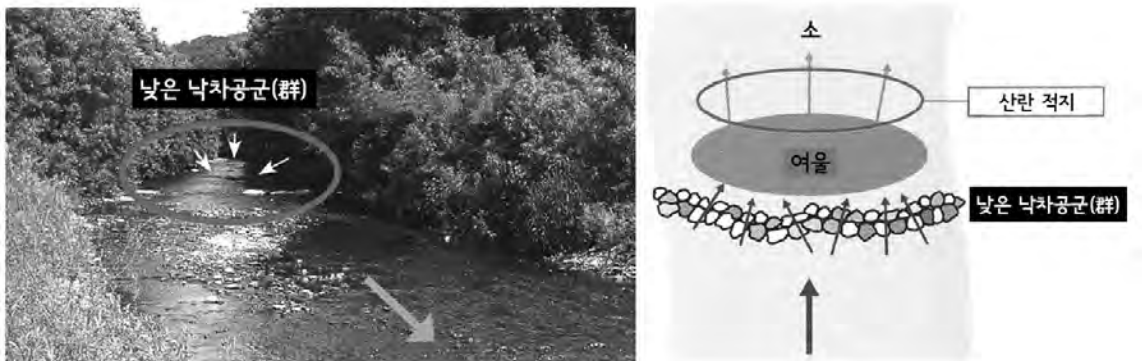


그림 9. 폰오키나이자와가와(ポン沖内川)의 낮은 낙차공군(群)

[사례 3] 계곡을 확대하고 유로의 선형을 보전하여
여울·소구조를 창출한 사례

하도의 법선과 단면을 조정하여 여울·소구조를 창출한 사례이다. 하도의 법선은 홍수 시의 만수위를, 저수로의 단면은 평상시의 유로를 기본으로 하여 설정하였고, 유량 증가 시 유

향이 안쪽으로 변경될 수 있도록 사행부의 안쪽을 굴착하였다.

[사례 4] 수산 증식을 위해 인공 산란장소를 조성한 사례

유로의 폭이 3m 이하인 소규모 계류를 대상

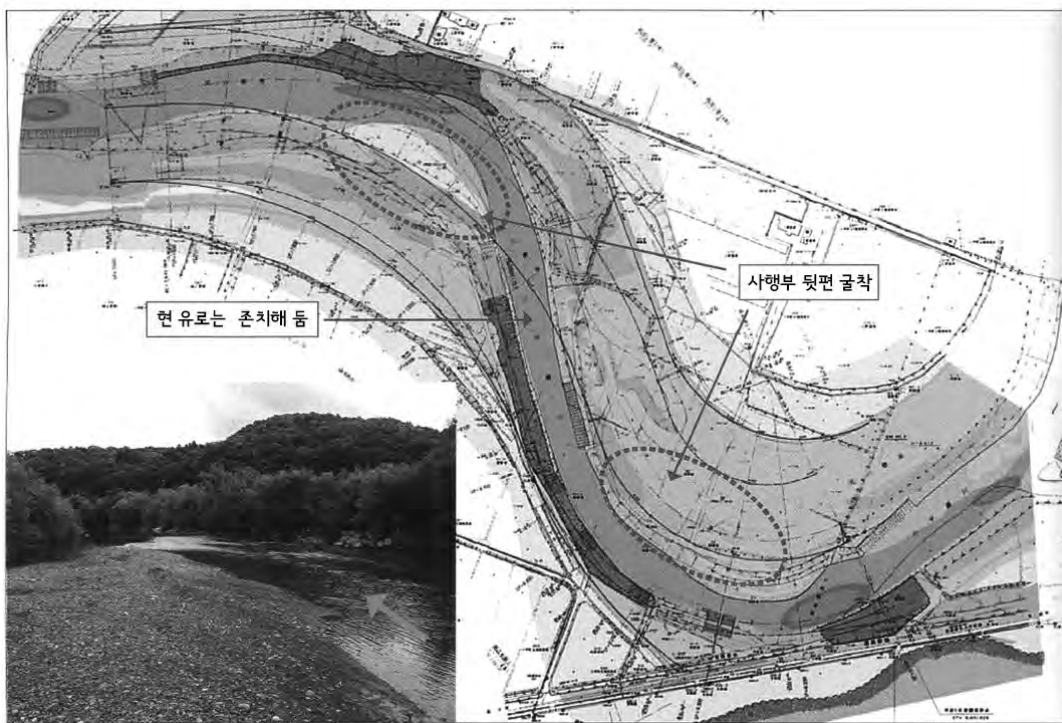


그림 10. 사행부의 안쪽을 굴착하여 유로의 선형을 보전한 사례(小平藥川)

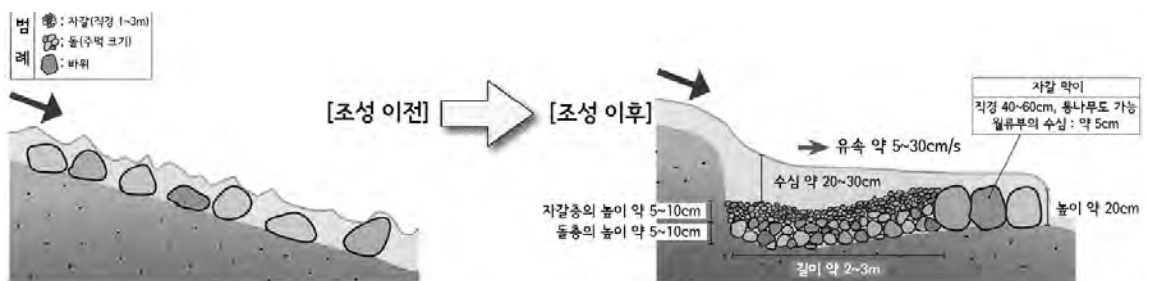


그림 11. 자연재료로 인공 산란장소를 조성하는 방법

으로 하여 산란장소가 감소된 곳에 수작업으로 인공 산란장소를 조성하는 것으로, 자연재료만으로 조성하였다.

② 수제구조의 보전 : 산란장소에서 수제 식생을 보전한 사례

[사례 1] 자연소재를 활용하여 수제에 변화를 준 사례

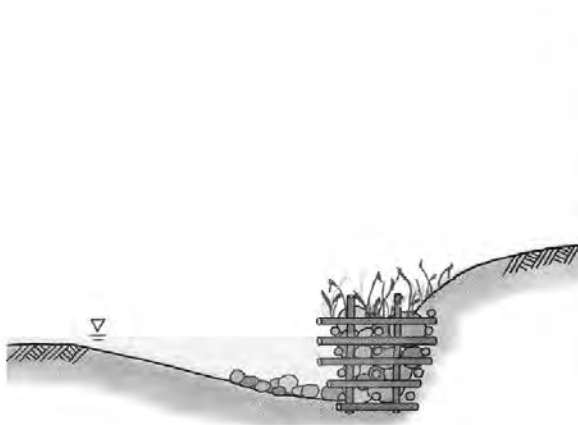


그림 12는 직선형의 인공 계류에 산란장소가 되는 여울·소구조를 조성하고, 그들이 되는 식생도 동시에 복원하한 사례이다. 즉, 목제수제나 버드나무 가지로 엮은 반원 모양의 편책에 자갈을 채운 구조로 시공하였다.

[사례 2] 목공침상수제에 의해 계상사력과 수제식생을 보전한 사례

직선의 인공 계류에 여울·소와 산란장소를



그림 12. 마코마나이가와(真駒内川)에 시공된 자연소재를 활용한 수제



그림 13. 목공침상수제로 산란장소를 조성하고, 버드나무를 식재한 모습(積丹川)

조성한 사례이다. 목공침상수제로 여울과 소를 조성한 후 그 하류에 산란장소로 자갈을 깔고, 목공침상수제로 자갈을 고정시켰다. 그리고 계안에 버드나무를 삼목 하여 수제식생을 복원한 결과, 어류의 산란장소가 다수 확인되었다(柳井 등, 1997).

3. 성장·월동환경

1) 개요

어미 물고기의 소상·월하환경의 포인트를 정리하면 다음과 같다.

[성 장]	시기 : 치어기 4월, 유어기 5월 ~ 10월 환경 : 치어는 얇고 완만한 계안에서 서식하고, 어린 물고기는 넓은 범위에서 서식하므로, 먹이장소가 되는 여울과 휴식장소가 되는 소가 함께 있는 지형, 피난장소 및 그늘이 필요함. 수서곤충이나 낙하곤충을 섭식함
[월 동]	시기 : 11월 ~ 3월 환경 : 5℃ 이하의 낮은 수온에서 먹이 활동이 저하되고, 월동상태로 들어감. 월동장소는 초목 등의 그늘이 있고, 유속이 0.05m/s 이하인 구간으로 빛이 차단된 장소가 사용됨

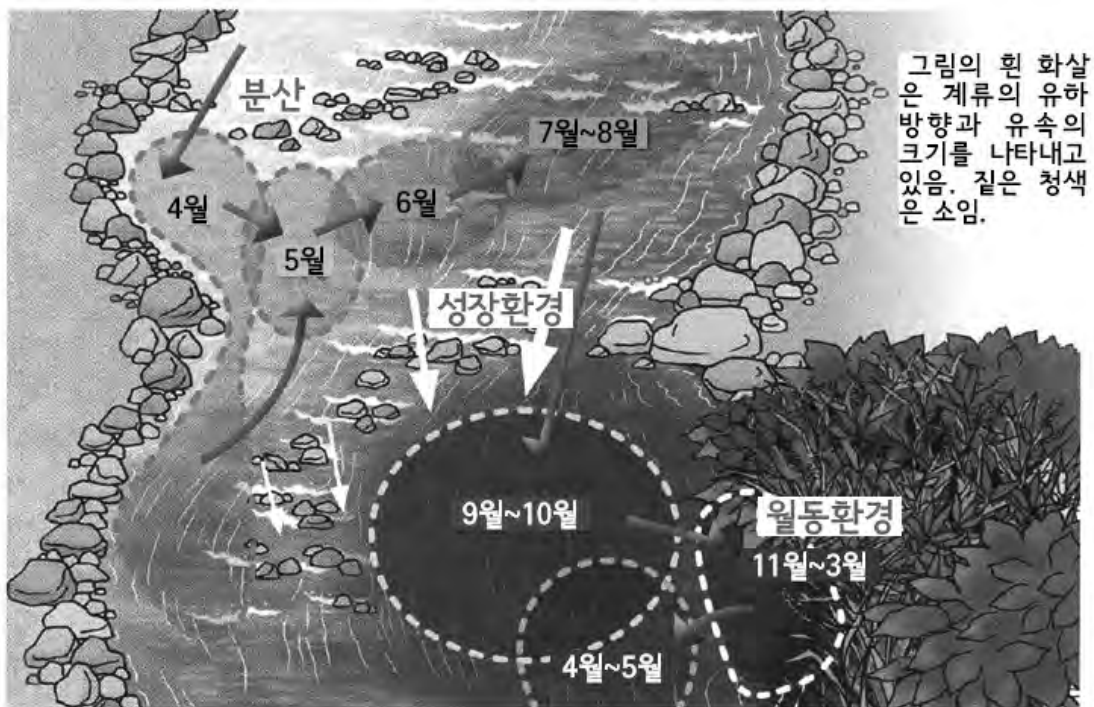


그림 14. 어린 물고기의 생육장소의 계절변화

2) 배려사항

① 수제구조의 보전

수제지역 중에서 유수가 천천히 흐르는 곳은 치어가 홍수 시에 피난하거나 어린 물고기가 월동하는 장소가 된다. 따라서 수제에 유수가 완만하게 흐르는 장소와 식생 그늘을 함께 보전하는 것이 매우 중요하다.

② 여울 · 소구조의 보전

치어는 성장하면서 유영력이 증가할 뿐만 아니라 먹이를 채취하는 여울 · 소환경이 계절에 따라 변화하기 때문에 다양한 여울 · 소구조가 서식지역에 분포하도록 한다.

③ 계류의 연속성 확보

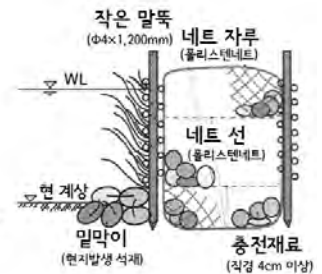
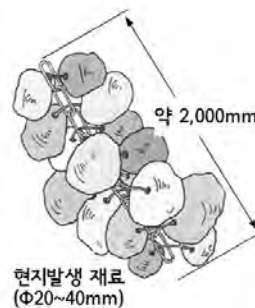
치어가 산란장소에서 부화된 후에 계류를 폭 넓게 분산 · 이동할 수 있도록 계류의 연속성을 확보하도록 한다.

3) 정비사례

① 수제구조의 보전 : 월동장소가 되는 수제구조를 보전한 사례

[사례 1] 수제에 월동환경이 되는 그늘을 복원한 사례

직선형의 계류에는 유속의 느린 구역이나 그늘이 적어 월동환경이 나쁘기 때문에 수제 등에 의해 유속이 느려진 곳에 그늘을 만들어 월동환경으로 개선하도록 한다.



[그늘 시설]

그림 15. 그늘 시설과 유도형 수제로 월동환경을 복원한 사례(眞駒内川)

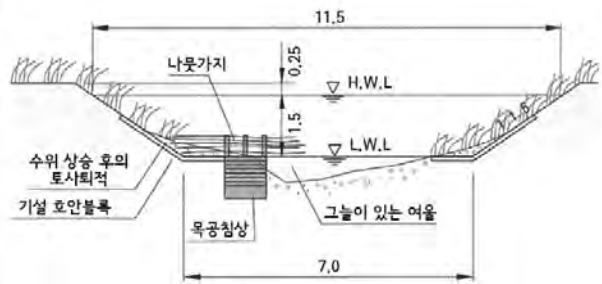


그림 16. 목공침상수제에 의해 월동장소를 복원한 사례(積丹川)

[사례 2] 나무썰다발에 의한 그늘 복원 사례

나무썰다발을 이용하여 수제에 그늘을 만들어 월동장소를 복원한 사례로, 나무썰 다발을 6개 1조로 하여 미니수제의 상류에 고정시켰다.

[사례 3] 은폐 기슭막이로 수제를 대체한 사례

은폐 기슭막이의 전면에 생육하고 있는 수제식생을 회복하고, 수제부에 다소의 세굴을 허용하여 요철 수제구조가 자연적으로 형성되도록 하였다.

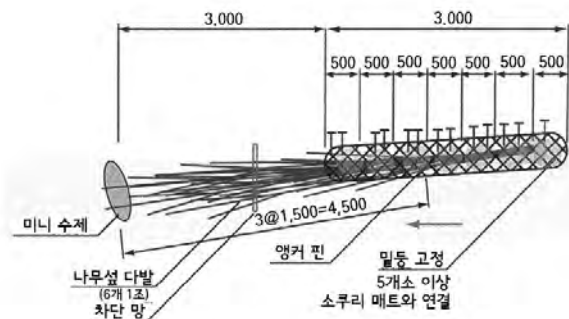


그림 17. 나무썰다발에 의해 월동장소를 복원한 사례(遠間川)

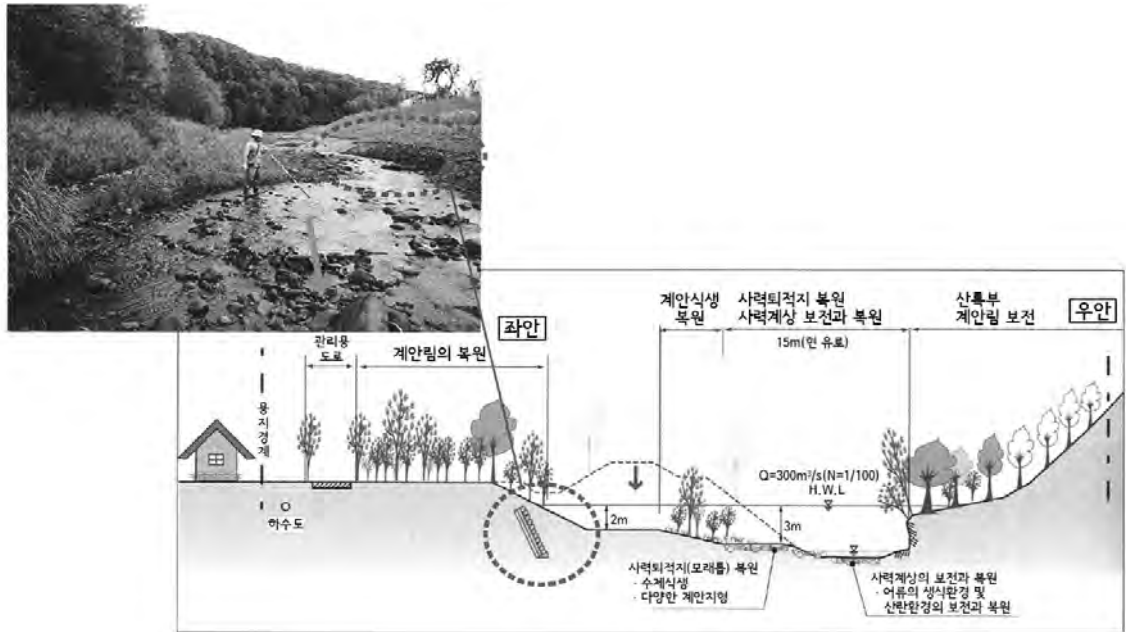


그림 18. 은폐기슭막이로 수제를 대체한 마코마나이가와(真駒内川)

② 여울 · 소구조의 보전 : 성장환경을 확보한 사례

[사례 1] 급물매 법면과 수제를 이용하여 여울과 소를 형성한 사례

수충부에 낮은 수제를 설치하여 불력기슭막이의 기초부를 보호하였고, 수충부에 있는 여울과 소를 보전하였을 뿐만 아니라 수충부의 식생환경을 개선하였다.



그림 19. 낮은 수제 + 밑막이를 설치한 사례의 근경과 원경(網走川)

[사례 2] 현지에서 발생한 유목을 활용하여 여울과 소를 형성한 사례

상류로부터 유출된 유목을 활용하여 여울과 소를 조성하는 방법이다. 거목을 거석으로 고

정한 낮은 낙차공에 해당하는 블록사방댐이나 유목을 격자모양으로 만들어 거석으로 고정하여 포착기능을 갖게 한 수제로 다양한 계상구조를 조성하였다.

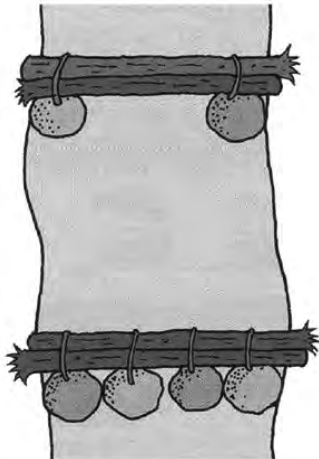


그림 20. 블록사방댐의 평면도와 시공 후 8년이 경과한 모습(판케오로피리카이가와)

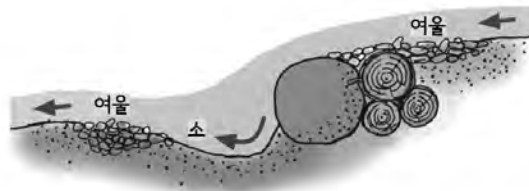
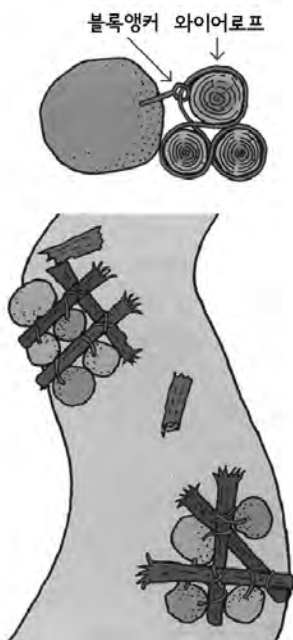


그림 21. 토석류포착공의 평면도와 유목포착용 수제(판케오로피리카이가와)

3. 참고문헌

北海道河川環境研究會, 2010, 魚のすみやす
い川づくりガイドーサクラマスを代表種
としてー, 財團法人北海道建設技術センター,
142pp.

石山信雄・渡邊恵三・永山滋也・中村太士・
劍持浩高・丸岡昇・岩瀬晴夫, 2009, 河床の岩

盤化が河川性魚類の生息環境に及ぼす影響と
礫河床の復元に向けた現地實驗の評價, 應用生
態工學 12(1): 57-66.

柳井清治・長坂有・佐藤弘和・永田光博・宮
本真人, 1997, 木製構造物によるクラマス産卵
環境の改善, 日本林學會北海道支部論文集 45
: 166-169.



기술정보(국외)

인도네시아 열대우림에서 희망을 심다

정 양 수

(사)한국산지환경조사연구회

I. 해외산림과의 120일
(2014. 9. 1~2015. 1. 1)

KORINDO 자원사업본부에 지원하게 되었습니다.

1. 지원 목적

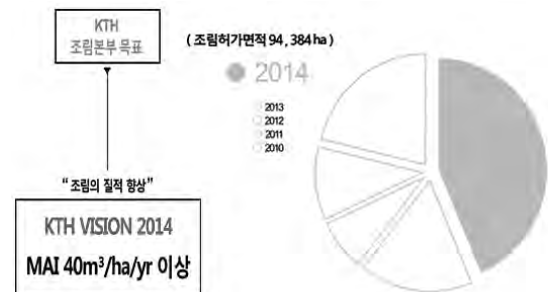
2. KTH 조림본부



꿈이 있는 임학도 라면 누구든 도전하고 싶은 해외열대조림.

저는 누구보다 자신 있고, 힘들어도 즐길 수 있고, 하루하루 보람찬 생활을 하기 위해 많은 사람들이 생소하게 생각하는 임학을 전공했습니다. 국내산림에만 국한되어 있는 좁은 시야를 넓히기 위해서, 또한 머리로만 하는 이론공부가 아닌 몸으로 직접 경험하고 체득하는 진정한 공부가 하고 싶었습니다. 이것이 임업을 배우기 위한 첫 번째 단추라 생각하고

인도네시아 중부칼리만탄 Pangkalan Bun에 위치한 KTH조림본부는 2014년 12,000ha 라는 최대의 식재목표를 두고 있으며 조림의 질적 향상을 위한 프로세스 재정비와, 현지인부의 복지에 초점을 맞춘 VISION 2014를 제시하여, 연평균 성장량(MAI) 40m³/ha/yr 이상을 목표로 두고 있습니다.



II. 조림본부의 “핵심”

1. 조림부서 배치



조림본부에 들어가서 2주간의 기본적인 부서별 업무교육을 마치고, 저는 희망하던 조림부서에 배치되었습니다.

조림부서에서는 식재준비가 되어있는 임지에 묘목을 식재하고 그 묘목이 완벽하게 활착될 수 있도록 집약적으로 관리하는 부서이며, 90%이상의 묘목 초기 활착률을 목표로 두고 적재적소의 무육작업을 통한 조림작업이 진행중에 있습니다.

2. 조림 Process

1) 조림계획면적 & 양묘

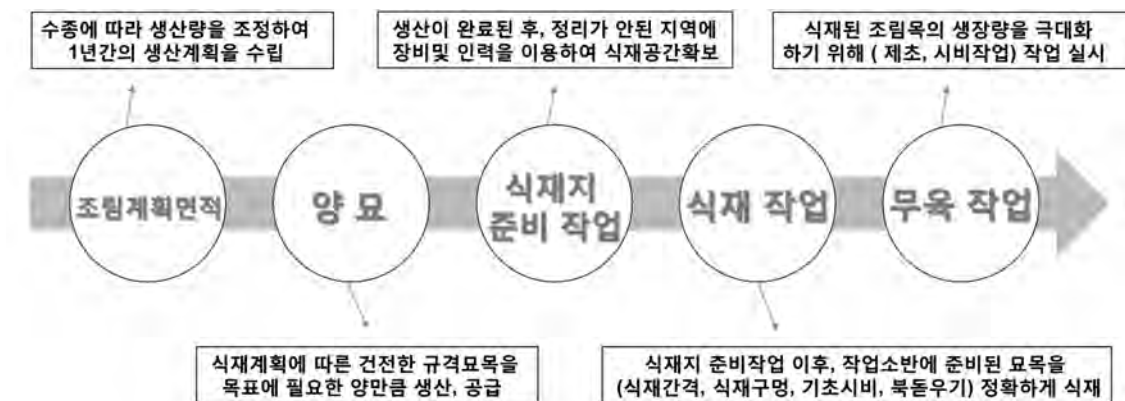
속성수로만 이루어진 3종의 조림수종에 따른 1년간의 임목생산계획을 통해 조림계획면적이 정해지면 (2014년 기준 12,000ha) 식재에 필요한 묘목을 생산하는 양묘단계에 착수하게 됩니다.

2) 식재지 준비작업

묘목이 출하되기 전, 식재 준비지에서는 인력 및 약제 제조작업을 통해 최대한의 식재공간을 확보하고, 식재간격을 맞추거나 초기 묘목의 쓰러짐을 방지하며, 제조작업 시 조림목의 위치를 파악하는 길이 40cm정도의 막대를 꼽는 식재막대기 설치작업이 실시됩니다.

3) 식재작업

조림 프로세스 중 가장 중요한 단계인 식재작업의 조림수종으로는 아카시아 망기움, 자본메라, 유칼립투스 펠리타를 대표 조림수종으로



조림 Process

***Acacia mangium******Jabon merah******Eucalyptus pellita***

식재작업

식재하고 있습니다.

4) 속성수 식재방법

묘목의 초기 활착률과 직접적인 영향이 있는 식재방법에는 각각의 조림수종마다 다른 방법을 사용하며, 높은 품질과 생산성을 위해 토양 소독 및 비료 등에 관한 연구를 수행하는 R&D 연구 부서를 운영하고 있습니다.

식재의 기본이 되는 식재구덩이는 간격에 맞춰 꽃혀진 식재막대기 위치에 작업하며, 가로 20cm 세로 20cm 깊이 25cm 로 굴착한 뒤 작업이 실시됩니다. 묘목을 구덩이에 넣었을 때, 뿌리의 윗부분이 지면보다 10cm 정도 낮게 위치되도록 바닥에 약간의 흙을 채워 넣고 이때 묘목뿌리가 꺾이지 않도록 주의 합니다. 다음 단계에서는 뿌리의 윗부분까지 흙을 채워준 다



속성수 식재방법

Jabon Merah 식재방법

$$\text{Media (1kg)} = \text{a.b (0.5kg)} + \text{k.a (0.5kg)}$$



Jabon Merah 식재방법

음, 50g의 SP-36 비료를 이용한 기초시비를 실시합니다. 마지막 단계에서는 묘목이 바람에 쓰러지거나 유실되는 문제를 방지하기 위해, 또한 묘목의 성장량을 극대화시키기 위해 지면까지 흙을 채우고 지면에서 3~5cm 높이로 추가적인 복토를 실시합니다.

KTH 조림본부의 대표적인 용재조림수종인 Jabon Merah는 조금 다른 식재방법을 사용합니다. Jabon Merah의 식재구덩이는 가로 30cm 세로 30cm 깊이 30cm로 굴착한 뒤 묘목을 넣기 전에 아랑보일러와 계분을 섞은 메디아 1kg과 굴취한 흙을 1:3~4의 비율로 완전히 섞어 묘목뿌리 윗부분이 지면보다 5~10cm 정도 아래에 위치되도록 묘목을 넣고 지면보다는 조금 높게 복토합니다. 마지막으로, 토양의 수분증발 방지를 위한 멀칭을 실시하게 됩니다.

이와 같은 방법으로 완벽한 식재를 했을 경우 초기 활착률 90% 이상 달성과 건강한 묘목을 통한 높은 품질의 목재생산성을 도모할 수 있을 것입니다.

5) 무육작업



인력제초 작업

인력을 투입하여 관목이나 잡초 등을 최대한 지면과 가깝게 제거

약제제초 작업

조림목을 제외한 소반 전 지역의 관목이나 잡초에 약제를 살포하여 최대 성장량 유도

시비 작업

추비 시에는 질소질 비료를 사용하여 구멍을 굴착하고 수중에 따라 100~150g 시비작업

식재작업이 완벽하게 마무리 되어도, 바람을 타고 종자가 날아오거나 잡초가 자라나면, 묘목의 최대 성장량을 유도하기 위한 무육작업이 필요합니다. 무육작업에는 크게 3가지가 있으며, 식재지 준비 작업에서의 인력 및 약제 제초작업이 포함되어있습니다.

무육작업에서의 인력제초작업과 약제제초작업은 작업인력을 소반 내에 투입하여 임목생장에 영향을 주는 관목이나 잡초를 최대한 지면과 가깝게 칼로 제거하거나, round-up 등의 제초용 약제를 살포하여 묘목의 최대성장량을 유

도하는 작업입니다.

마지막으로 말씀드릴 무육작업은 시비작업으로, 질소질비료가 사용되며, 수관 반경 내 삼각형으로 구멍 3개를 깊이 5~10cm 정도를 굴착하여 아카시아망기움과 유칼립투스펠리타는 100g을 시비, 자본메라는 150g에 맞게 비료를 넣고 비가 올 경우 유실을 대비하여 복토를 실시합니다.

Ⅲ. 주요현장활동 과정

1. 식재지 현장관리

60ha의 식재지를 담당하고, 체계적이고, 집약적인 관리를 통해 조림본부의 목표치인 활착률 90%를 달성하였으며, 식재지 세부 정보는 다음과 같습니다.



2. 성공적인 식재를 위한 방법

1) 현장관리능력

현재 식재지의 준비상태와 식재 중 점검내용을 확인하기 위해 체크리스트를 제작하여 작성하였으며, 해당 소반의 작업종류와 작업 진행

정도를 파악할 수 있었습니다.

식재지 Check List											
소반 명		54d				식재 수종		Jabon Merah			
소반 면적		27.53 ha				작업 인원		3명			
작업 시작일		2014. 11. 28				종료 일자		2014. 12. 23			
구분	54d	54e	54f	54g	54h	54i	54j	54k	54l	54m	54n
식재 품	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
비료시비(Media)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
분갈상대	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
식재상대	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
계조작업	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
일일 묘목발출량	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

비 고

① 54d, 54e, 54f, 54g, 54h, 54i, 54j, 54k, 54l, 54m, 54n : 54d, 54e, 54f, 54g, 54h, 54i, 54j, 54k, 54l, 54m, 54n
② 54d, 54e : 54d, 54e, 54f, 54g, 54h, 54i, 54j, 54k, 54l, 54m, 54n
③ 54d, 54e : 54d, 54e, 54f, 54g, 54h, 54i, 54j, 54k, 54l, 54m, 54n
④ 54d, 54e : 54d, 54e, 54f, 54g, 54h, 54i, 54j, 54k, 54l, 54m, 54n
⑤ 54d, 54e : 54d, 54e, 54f, 54g, 54h, 54i, 54j, 54k, 54l, 54m, 54n

2) 최적의 묘목상태

활착률을 높이기 위해서 묘목품질은 가장 중요한 요소 중 하나입니다.

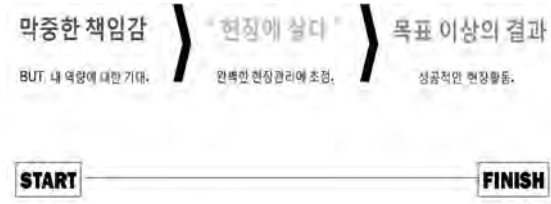
양묘장에서 가장 건전하고 싱싱한 묘목, 대가 굵고, 병해충피해가 없는 묘목을 선별하여 소반 전 지역에 식재를 실시하였습니다.



3) 식재 Quality

품질 좋은 묘목이 있어도 정작 식재가 제대로 이루어지지 않으면, 묘목은 활착될 수 없습니다. 현지인부들에게 식재 매뉴얼을 확실하게 인지시키고, 올바른 방법과 정확한 식재가 될 수 있도록 지속적인 교육을 실시하였습니다.

IV. 맺으며



처음 관리업무를 한다는 것에 대한 긴장감과 막중한 책임감을 가지고, 매일 아침 현장으로 출근했고, 많은 시행착오를 겪었습니다.

아침부터 저녁까지 책임지는 조림, 그것으

로 인해 나의 역량을 평가 받는다는 생각으로 작은 것 하나하나 관심을 가진 결과, 목표치인 90%이상의 활착률을 넘어 95%이상의 성공적인 현장 활동을 수행할 수 있었습니다.

인도네시아 조림사업은 잊을 수 없는 멋진 추억과 동시에 제 자신에 대한 인내심과 책임감, 그리고 임업에 대한 열정을 다시 한 번 되돌아보게 되는 좋은 기회가 되었습니다.



지반침하(地盤沈下)

최 경
사방협회 전문위원

1. 서언

지반침하는 지반물질이 지하공동 속으로 이동하게 될 때만 발생하는 것으로, 특정한 암석이나 지질조건 하에서만 발생할 수 있다. 광산 개발지와 용암동굴은 물론 요즘에는 도로변에서 함몰사태가 자주 발생하여 보도되고 있다. 차제에 지반침하의 발생원인과 유형을, 문헌을 중심으로, 조사, 분석하여 그 결과가 여러 가지 현장조사에 도움이 되었으면 한다.

2. 지반침하(地盤沈下, land subsidence)의 원인

지반침하의 주원인을 정의하는 것은 학자(저자)에 따라 다소 달라진다. 지반침하의 원인으로, 지하공동(地下空洞)(지질공학 기초), 지하저류지에서 유체(流體)의 배출(환경지질학), 자연 압밀(壓密)과 해수면의 상승(지질학 사전), 공동 붕괴(空洞 崩壞, cavity collapse)와 거주활동(settlement)(지형학 원리), 수위 하강, 지하광산과 터널, 석유와 gas의 추출, 집

중적인 대수층 개발, 물질용해의 느린 과정, 지형 및 퇴적과정과 부드러운 유기질 토층의 압밀(지질공학) 등에 무게를 두고 있다. 모두 틀린 말은 아니다. 그러나 가장 중요한 원인은 압밀(consolidation)작용에 의해서 유체가 배출되고 지하공동이 확보되는 현상이라고 생각된다. 물론 압밀작용을 일으키는 과정은 하중, 용식(溶蝕), 지진에 의한 액상화, 지하수압 저하와 상승, 해수면 상승 등 여러 가지가 있을 수 있다.

3. 지반침하의 유형

압밀에 의해서 형성되는 공동(cavity)의 크기는 모암 또는 토질에 따라 다르게 나타나므로, 지반침하의 유형은 공동의 크기와 모암 및 토질에 따라 다음과 같이 구분하였다.

○ 거대 공동지역

- 자연 공동 - 석회암(석회 동굴)
 - 암염(halite)
 - 현무암(용암동굴)

- 개발에 의한 공동(광산 개발지): 석회암, 압연, 석탄, 수자원 등.
- 미세 공동(다공질이며 변형 가능한 지질): 점토, 토탄, 모래, 매립지.
- 기타 지역: 구조적(tectonic) 침하, piping 현상에 의한 침하.

4. 지반침하 유형별 발생원인과 피해 현황

가. 거대 공동 지역

1) 자연적인 침하

가) 석회암 지대의 침하

(1) 공동의 형성과 침하

- 석회암은 물에 녹을 수 있는 유일한 암석으로, 유기물을 포함한 토양에서 나오는 이산화탄소(CO₂)를 충분히 함유하고 있는 빗물에 녹는다. 즉 용해작용(solution)에 의하여 석회동굴(limestone cave)이 형성된다. 석회동굴의 크기는 석회암 지대의 층리 간격, 절리 간격과 절리의 방향성에 의해 결정되는데, 일반적으로 층리 간격은 30~60cm 정도로 나타나지만 지역에 따라서는 수cm 이하에서 수m 이상 되는 경우도 흔하게 발견된다.
- 용해작용은 매우 선택적으로 나타나며, 대부분 절리는 녹아서 열극(裂隙,

fissure) → 우곡(雨谷, gully) → 동굴을 형성한다. 동굴은 공기, 물, 흙으로 채워져 있으며, 양쪽에는 단단하고 풍화되지 않은 암석이 칼날 같은 형태로 남아있게 된다. 이런 이유로 석회암 지역의 특징인 매우 변화가 심한 지반조건을 형성한다. 풍화는 매우 불규칙하게 분포하여 풍화심도가 지역에 따라 차이가 크며 풍화단면도 매우 불규칙한 양상을 보이므로, 토양조사 시 각별한 주의가 필요하다.

- 싱크홀(sinkhole)은 용식 함몰지(溶蝕 陷沒地)로 돌리네(doline)로 알려져 있다. 석회암, 석고, 그밖에 용해성 암석이 분포하는 지역의 카르스트(karst)지형에서는 어디서나 나타나는 sinkhole은 용해성 싱크홀(solution sinkhole), 붕괴성 싱크홀(collapse sinkhole), 매몰형 싱크홀(buried sinkhole)과 침하성 싱크홀(subsidence sinkhole) 등의 종류로 구분되며, 각종 공사 시 종류에 따라 별도로 시공해야 한다.
- 용해성 싱크홀은 매몰계곡처럼 천천히 형성되는데, 형성속도가 느려 지반 파괴, 침하의 위험성은 없다. 지하부에 공동이 있다는 결정적인 증거가 된다.
- 붕괴성 싱크홀은 하부 기반암의 파괴로 인해 발생하는 것으로, 흔하지 않고 암반 붕괴 역시 드물게 나타나며 많은 싱크홀이 이런 붕괴과정을 거쳐 형성되었다. 지질학적 시간 동안 석회암 지역에 불안정한 지반파괴 지역을 형성한다.

- 매몰형 싱크홀은 위의 두 종류의 싱크홀 발생 후 상부가 토사층으로 덮인 경우이며, 대부분 불규칙한 토사-암반 경계면(rock head)을 나타내므로 기초공사 설계 시 주의해야 한다. 다져진 매몰물 위에서 부등(不等)침하가 발생할 가능성이 있다. 원뿔형, 실린더(cylinder)형과 불규칙형이 있고, 단독으로 혹은 군집형으로 나타난다. 깊이는 1~50m, 폭은 1~200m 정도이다.
- 침하성 싱크홀은 석회암 지대에서 발생하는 지반붕괴의 99%를 차지한다. 공동이 생성된 암반층 위의 흙이 암반 열극 사이로, 하부로 유실(suffosion or ravelling)되면서 형성된다. 함몰지는 직경이 1~100m에 달할 수 있고, 그 위치는 예상하기 힘들다. 토사층의 두께는 2~15m인 경우가 가장 흔하다. 발생과정이 빠르게 진행되므로 토목공사에 치명적인 영향을 초래할 수 있다.
- 싱크홀의 붕괴는 상부 토사층의 함몰을 동반한 형태가 많으며, 이는 주로 지하수위의 변동에 따라 발생하므로 지하수위의 계절적 변화, 공사에 따른 급격한 수위변동 등의 자료를 확보하여 영향분석에 사용하게 된다.

(2) 석회암 지대의 공동(空洞)

- 공동에서의 용해작용으로 열극이 형성되며, 땅속의 모든 배수통로로 연결될 때까

지 확장된다. 열극은 무한하게 다양한 동굴 통로와 방(房)의 모양으로 변해간다.

- 많은 석회암 지대에서 대부분 공동의 폭은 10m 미만이다. 하지만 일부 열대지역에서는 폭이 100m가 넘는 경우도 있다. 대부분의 퇴적층과 균열이 영향을 준다.
- 석회암 지대에서 동굴의 위치는 예측하기 어렵다. 일반적으로 지표면에서 확인할 수 있는 징후는 없다. 동굴 하나만 독자적으로 형성되지는 않지만, 그 입구는 토사층에 덮여있거나 단지 작고 구불구불한 열극이 입구일 경우도 있다.
- 동굴의 상부가 구조적 재하(載荷, loading)에 의해 붕괴되는 것은 단단한 상부의 두께가 공동 폭의 0.7배보다 작을 경우에만 일어날 수 있다. 하지만 작은 각각의 공동에서 펀칭파괴(관입파괴, 貫入破壞, punching failure)가 발생할 수 있어 개개의 기초파일이나 주각(柱脚, column base)의 안정성을 위협할 수 있다.
- 통계적으로 볼 때 대부분 동굴은 지표면에서의 작업에 직접적인 영향을 주지 않을 만큼 충분히 심부에 자리 잡고 있다.

(3) 석회암 지대에서의 기반 조사

- 석회암 지대에서는 표토층 아래 열극에서 발달된 첨탑(尖塔)형태의 뾰족한 기반암이 조성되는데 깊이가 불규칙하다. 따라서 이러한 첨탑의 상태와 매몰된 싱크홀의 위치

를 확인하기 위해서는 많은 시추를 수행해야 한다. 또한 암반에 공동이 없는 견고한 상태인지 확인하기 위해서도 많은 검층이 필요하다.

- 그 지역과 현장의 과거 역사를 보는 것도 동굴과 함몰지 피해를 예방하기 위한 좋은 방법이다. shale층 경계와 단층선 부근에 함몰지와 동굴이 집중될 수도 있다. 심부 검층을 통해, 가능한 한, 적어도 동굴 폭의 0.7배 깊이까지 모암을 조사해봐야 한다. 중심에서 바깥쪽으로 펼쳐진 방향의 시추 조사를 통해 침탐형태의 기반암 상부 면이 견고한지 확인해 볼 필요가 있다.

※ 참고 사항

- 석회암에 존재하는 공동(cavity)은 크기 및 하부로부터의 심도에 따라 위험도가 다르게 나타난다. 석회공동 상부 암반의 두께가 10m 이상이면 붕괴의 위험성은 없다.
- 토목공사 시 시공하중으로 인해 붕괴할 위험이 항상 존재하지만, 공동 상부 암반의 두께가 30m 이상이면 영향이 거의 없다.
- 석회공동 상부 암반의 두께가 공동의 폭보다 클 경우 붕괴 위험성은 없다 (Waltham, 1989). 이상의 기준은 경험적인 자료로부터 얻어진 결과로 실제 공사 시 적정한 기준인 것으로 보고되고 있으나, 석회암 공동의 형성을 좌우하는 용해특성은 지역에 따라 현저히 다르게 나

타난다.

- 공동이 소규모로 나타날 경우에는 표면에 대해 물이 침투되거나 토층이 세굴, 침식되는 것을 방지하기 위하여 콘크리트 등으로 표면부를 채워주는 방식이 효과적이거나, 대규모 공동이 노출되는 경우는 암질 불량 및 파쇄대를 수반하는 점토층 또는 토층에 의한 대규모의 붕괴 가능성을 가지고 있으므로 이에 대한 적절한 안정대책이 수반되어야 한다.

나) 암염 침하

암염(岩鹽, halite)은 광범위한 퇴적층으로 나타나며, 지하수 순환작용에 의해 급격하게 녹아 서서히 자연적으로 침하한다. 대부분 용해작용은 암층 상단부, 수리전도도(水理傳導度, hydraulic conductivity, 기존의 투수계수에 해당)가 높은 표류층(漂流層) 바로 아래의, 기반암 상부 면에서 발생하는데, 암염 사이에 협재되었던 이암(泥岩)이 붕괴되면서 잔류성 각력이 만들어진다. 공동은 상당한 규모가 되기 전에 붕괴된다. 선형(linear) 침하는 염수 하천 위로 국한되어 나타나며, 기반암 상부 면을 따라 농축된 지하수가 흐르는 곳으로 대부분은 매몰암염 노두를 따라 흐르는 곳이다. 전형적인 침하규모는 깊이 5m, 넓이 100m, 길이 5km 정도이다.

다) 현무암 지대의 침하

순상화산 지대에서의 용암동굴, 용암터널 등으로, 규모가 작은 공동이 주로 형성된다. 현

무암질 용암류는 수직방향보다는 수평방향으로 다양한 규모의 공동을 불규칙하게 형성하며, 기공이 만들어지기도 한다. 화산성 동굴이나 터널은, 흔하지는 않지만, 규모가 큰 경우는 Canary Island, Azores, Hawaii 등지에서 관찰된다. 이러한 공동들은 지표면의 기초공사 시 재해로 이어질 수 있다. 우리나라에서는 제주도에서 많이 분포하고 있다. 대부분 하중에 의하여 붕괴, 침하되나, 규모가 작아서 침하로 인한 피해는 거의 없는 상태이다.

2) 개발로 인한 지반침하

석탄, 암염 등의 채취, 지하수 개발 및 기타 광산개발이 포함된다. 이들 개발지역에서의 지반침하 현상은 채광방법에 따라 많은 차이를 보인다. 채광방식에는, 다음과 같이, 주방식, 장벽식, 용해, 노천채굴, 오픈캐스트 채광법이 있다.

○ 주방식 채광법(廚房式 採鑛法, board and pillar stopes)

주방식 채광법은 얇고 경사가 급하지 않은 층을 부분적으로 채광하는 심부(深部) 채광법으로, 1940년 이전의 대부분 석탄광에서 사용되었다. 광체(鑛體, ore body)나 석탄의 10~40% 정도는 기둥(pillar)의 형태로 천단부를 지지하도록 남겨둔다. 과거에는 과도하게 채광하여 침하의 위험성이 높았으나, 현대적 광산에서는 계획적으로 개발하여 지표면에 영향은 없다.

○ 장벽식 채광법(長壁式 採鑛法, longwall

mining method)

장벽식 채광법은 길이 수십~200m에 이르는 일직선의 막장(채굴장)을 만들어 채탄하는 방법이다. 팬저 컨베이어(panzer forderer snaking conveyor)를 설치하고, 컨베이어에 따라 채광기계를 이동시켜서 채광하는 것이 일반적이다. 막장 면에서 약 1m 두께의 석탄층을 제거하고 난 후 수압식 지보대(支保臺)가 전진하고, 뒤의 천반(天盤, roof)이 분리하도록 두는 작업을 반복한다. 현대식 광산에서 사용하는 완전 채광법으로, 일반적으로 채굴 즉시 스스로 멈추지 않고 발생하는 지표면 침하를 일으킨다.

○ 용해 채광(溶解 採鑛, solution mining)

용해 채광은, 천부(淺部)에 있는 암염층으로부터 천연염수를 제한없이 뽑아내게 되면 자연적으로 소금물이 흐르는 통로 위로 선형의 침하대가 발생하는 것을 촉진시킬 수 있어, 계획에 따라 심부(深部)의 층에 맑은 물을 주입하고 소금물을 퍼내는 방법이다. 이 방법은 안정적이나, 과거에 무계획적인 염수개발로 많은 침하현상을 발생시켰다.

○ 노천 채굴(露天 採掘, open-pit mining)

또는 채석장

노천 채굴은 광상이 지표 가까이 있어, 표토만 제거하고 갱도 따위는 파지 않고 채굴하는 방법이다. 노천 채굴은 많은 장점이 있으나, 대규모 작업장에서 되메움이 필요한데 많은 경우 불안정하고 압축성이 높은 생활쓰레기로 채워져 있어 침하와 메탄 gas 발생문제로 재개발을

어렵게 하고 있다.

○ 오픈캐스트(opencast) 또는 스트립(strip)

채광

광체를 캐내어 생긴 빈 공간을 상부 피복층으로 채워 넣는 연속적인 지표 채굴법이다. 드래그라인(dragline, 토사굴착기)을 이용하여 광물을 채굴한 지역의 상부 피복층을 채워 넣기도 하지만, 최근에는 종종 스크레이퍼(scraper)를 이용하여 채굴지역 주변의 상부 피복층을 채워 넣기도 한다. 현대적 석탄 채광에 일반적으로 사용되고 있으며, 다수의 탄층이 개발되면 매립지 아래에 계단 형태의 기반암 상부 면이 형성되기도 한다.

가) 폐광산 지역의 지반침하

○ 광산 잔주(殘柱)의 붕괴

잔주의 두께가 너무 얇아 상부 하중이 너무 과하게 작용하는 경우나, 풍화나 침식을 받는 경우 붕괴된다. 도미노(domino) 방식의 다중 파괴는 넓은 지역에 영향을 미칠 수 있는데, 과거에는 과다 채굴 시 잔주를 몰래 캐어갈 때 파괴되는 경우가 많았다. 과거 광산의 붕괴는 100년 또는 그 이상 지연되어 나타날 수 있다. 현재 나타나는 지반붕괴의 경우, 50m 아래 깊이의 광산에서는 가해진 하중이 상부 피복층 하중에 비해 작고 잔주의 풍화가 작으므로 그 영향이 최소화된다.

○ 오래된 수갱(垂坑, 豎坑, pit, shaft)의

붕괴

수갱은 수직으로 파내려간 갱도로, 과거에

는 많은 수갱을 이용해 채광하였기 때문에 현대의 대규모 채광지에서보다도 그 숫자가 많이 존재한다. 수갱은 대부분 지름이 1~5m, 깊이 10~300m의 규모이다. 벽돌 콘크리트, 암석으로 보강되어 있거나 암반 내에 보강 없는 상태로 있기도 하고, 다져지거나 다져지지 않은 퇴적층으로 바닥 혹은 불안정한 공동(空洞) 위까지 채워져 있을 수도 있다. 또는 비어 있기도 하고 목재, 초목, 강재나 콘크리트로 덮여있기도 하며, 잘 봉인되고 덮개가 설치된 경우도 있다. 이러한 여러 형태의 폐광 현황을 파악하는데에는 기록이나 지시자를 찾는 것이 중요하다. 석탄채굴 시 대부분 지하채굴이 지표면 가까운 곳에서 행해지는 곳이나 채굴 후 광산가동이 약해지거나 균열이 심한 암석으로 남아있는 곳에서 침하현상이 발생한다. 보통 50%의 석탄만 채굴하고 나머지는 광산 위에 놓인 암석지붕을 지지하는 기둥으로 남겨 놓는다. 이러한 지역에서 미국에서만 8,500km²의 땅이, 채탄이 중단된 지 오랜 시간이 지난 오늘날에도, 침하하고 있다.

나) 현대식 광산개발로 인한 지반침하

최고의 채광법은 완전 채광법으로 지층으로부터 광물을 완전히 캐내는 것이다. 무지지(無支持)의 천반부(天盤部)가 붕락하여 침하가 반드시 발생하지만, 제어가 가능하도록 유도하기 때문에, 현대식 심부 석탄광에서 세계적으로 널리 사용하는 방식이다.

○ 지표면 침하

－ 침하량은 두께보다 적게 발생하는데, 대

개 m 정도지만 다수의 탄층이 겹치는 경우 작업이 진행되면서 15m를 넘는 경우도 있다. 지표 구조물에 영향을 거의 미치지 않지만 배수관이나 pipe 시설에 영향을 미친다.

- 광산 침하 시 대부분의 구조물이 손상을 입게 된다. 전체 변형률은 인장과 압축을 합한 값으로, 대개 1~10mm/m, 즉 0.001~0.01 정도이다.
- 미소지진은 응력을 받고 있는 단단한 피상의 암반이 움직일 경우 발생하기도 한다.

○ 침하형태

광산침하는 정해진 형태로 나타난다. 침하분지와 변형률곡선의 깊이와 수평방향 범위는 과거의 많은 계측에 근거하여 예측이 가능하고, 경험 data는 이론적인 계산식에 잘 부합된다.

- 침하를 결정하는 중요요소는 갱도까지의 깊이(h), 패널(panel)의 폭(w)과 채탄두께(t) 등이다. 채굴된 패널 위로 지반이 아래로, 안쪽으로 내려앉게 되어, 패널면적보다 더 넓은 지역이 영향권에 들어온다. 영향각도는 보통 panel의 경계부에서의 수직선으로부터 바깥쪽으로 30~35°이고 약한 암반에서는 약간 증가된다.
- 침하 영향권은 패널 밖으로 깊이(h)의 0.7배까지 확대된다. 경계부는 서서히 줄어들기 때문에 분명하게 정의되지 않는다.
- 침하파형은 깊이가 1.4h이고 중간 지점에서 기울기가 최대가 되며, 변형률은 거의

전체 탄층 면에 걸쳐 중립변형률값(neutral strain)을 가진다.

※ 패널(panel): 채광을 위한 석탄층 구획.

다) 석회암 개발에 의한 침하

석회석 광산지에서 암석붕괴로 인한 소규모 사고는 잦으나, 대규모로 갱굴이 무너지는 일은 흔하지 않다. 2012년 강원도 정선군 임계면 가목리 라파즈 한라시멘트 사업장에서 대규모의 암석이 낙하하는 사고가 발생하였다. 이 지역은 노천 채광지로 채광지 사면 상부에서 지반균열이 발생하고, 그로 인해 평면파괴 형식으로 산채가 낙하한 것이다. 이 지역은 단층지대로 지반이 약한 상태였다. sinkhole에 의한 지반침하가 아니라 급경사면에서의 평면파괴, 켜기파괴 또는 원호파괴에 의한 낙하(붕락)라 할 수 있다.

석회석 광산에서의 침하는 2016년 3월 경북 울진군 매화면, 근남면 일원에서 발생하였다. 이 지역은 규모가 큰 산악지형으로 경사가 매우 급하고 절벽을 이루는 지역이 많은 석회석 광산지역으로서, 지하채광이 진행 중인 지역이다. 지하갱도는 표고 40m, 60m, 80m, 100m 등의 지역에 복층으로 설치되어 있고, 갱도가 가로, 세로로 복잡하게 설치된 지역인데, 갱도가 매몰되었다. 현지답사 결과 지상부 지표면의 침하균열이 약 1.2km 나타나고 있었고, 곳에 따라서는 균열선이 여러 곳에서 중복적으로 관찰되었으며, 낙차는 보통 5m 이하로 나타나고 있었다. 침하의 발생 원인이 석회동굴에 의한 것인지 개발에 따른 갱도에 의한 것인지 현



지표면 균열 및 침하상황

재 정밀조사 중이나, 갯도가 침하되었다는 것은, 침하의 원인이 개발에 의한 것일 확률이 높다고 판단된다.

라) 염수개발로 인한 침하
염수하천에서 무계획적으로 염수를 퍼 올리

는 것으로, 선형침하대 형성을 엄청나게 가속화 시켜 수십 년 후 엄청난 지반침하를 발생시킬 수 있다. 현대화된 심부채광은 안정하므로 침하를 일으키지 않으나, 과거 수갱으로부터 염수를 퍼 올리면(염수광산) 심각한 침하를 초래한다. 관정(管井, tubular well)을 통해 물이

암염층 내부에 주입되면 암염은 녹게 되므로, 소금으로 포화된 물을 뽑아내는, 용해법을 이용하는, 방법이다. 암염의 채광은 암석에 공동을 남기고 상부층 암석의 지지력을 약화시키기 때문에 대규모의 지반침하를 야기 시킬 수 있다.

※ 미국 남부 루이지애나에서, 1980년 11월 21일 암염광산의 붕괴로 0.25km² 이상의 지역에 피해를 주었다. 이 사고로 10척의 바지선, 1척의 견인선, 1척의 시추선이 광산으로 빨려 들어갔고, 그밖에 식물원, 온실들과 50만 달러 상당의 집 한 채가 피해를 보았다.

마) 지하수 개발에 의한 침하

지하수 개발이 자연적인 함양량을 초과하는 경우 지하수위가 내려간다. 점토층에서는 간극수압이 떨어지면 넓은 지역에 걸쳐 침하가 발생한다. 모래층에서도 침하가 발생하는데 점토층에 비하여 침하량은 적으나 즉시 발생하며, 탄성적 복원이 가능한 특징이 있어 대수층에 다시 압력이 가해지면 탄성복원 현상이 나타난다. 복원률은 원래 침하량의 10% 미만이다.

※ 캘리포니아 중앙계곡에서, 과도한 지하수 양수의 결과로, 수천 km의 지반이 침하하였다. 로스바노스케틀먼시 지역에서만 5,000 km² 이상의 지역이 0.3m 이상 침하하였고, 이 지역 내측에서 113km에 달하는 계곡 연장부가 평균 3m 이상 침하하였으며, 최대로 침하한 지역은 9m에 달하였다.

나. 미세공동지

1) 점토층에서의 지반침하

점토를 비롯한 세립질 토양은 공극률이 크므로 압축성과 변형률이 높다. 이러한 세립질 토양이 포화되었다가 하중의 재하(load)에 의하여 배수가 발생하게 되어 압밀(1차 압밀)되고, 이어 토양구조의 재배열(2차 압밀)로 공동이 발생하여 침하가 일어난다. 점토광물 중에는 팽창성이 가장 큰 녹점토(綠粘土, smectite) 함량이 높고 silt 함량이 낮으며, 지질학적 연대가 젊어서 과압밀 이력이 적은 두꺼운 점토층에서 지반침하가 가장 크게 발생한다. 토질층 두께의 15%에 달하는 침하를 발생시킬 수 있다.

※ 피사의 사탑은 점토층 위에 설치되어 있으며, 높이 58m이고, 침하에 의하여 수직선으로부터 4m나 이격되어 있다.

2) 토탄(土炭, peat)지역에서의 침하

토탄은 자중의 10배에 달하는 물을 함유하므로, 하중이 가해지면 10~75% 수축될 수 있다. 매우 낮은 전단강도를 초과하는 하중이 가해질 때 토탄은 포행(匍行, creep)현상이 나타나 퍼질 수 있어 보통 상당한 침하가 나타난다. 토탄 지역에서 배수로 인하여 지하수위 하강의 60%에 달하는 침하가 발생한다. 이로 인해 뉴올리언스 교외 지역은 해수면 아래에 놓이게 되어, 2005년 광범위하게 침수피해를 입었다.

3) 모래지반에서의 침하

공극률이 45% 이상 되는 느슨한 모래지반, 특히 ① 모래입자 크기가 0.7mm 미만으로 단일한 입도분포를 보이는 경우 ② 상대적으로 밀도(密度, density)가 작으면서 약하게 다져진 경우 ③ 천부(淺部)에 위치한 지하수면 아래에 놓여있는 경우, 지진발생 시 액상화(液狀化, liquefaction)에 의하여 지반침하가 발생할 수 있다. 지진파가 포화된 토질을 통과하게 될 경우, 갑작스러운 충격파가 모래입자를 밀치게 되고 결국 공극률이 줄어들면서 조밀하게 채워지게 된다. 이 경우 줄어든 공극만큼 지하수는 갈 곳이 없어 외부로 유출되는 현상이 발생하며, 유출된 만큼 지반은 침하하게 된다. 액상화작용은 진동발생 시 강도를 완전히 잃게 만든다.

※ 1964년 일본 니카타 지진의 경우, 지진이 발생했을 때 내진 설계된 견고한 건물이 포화된 충적모래층으로 인하여, 급격하게 침하되었다.

4) 매립지(埋立地)의 침하

무분별하게 매립된 지역에서의 침하 가능성은 매우 높을 수 있다. 가옥의 기초(띠)하중(100Kpa)이 가해졌을 때, 단단한 암석을 매립하면 영률(Young's modulus, 세로 탄성률)은 10Mpa를 넘고 생활쓰레기의 경우 1Mpa 이하의 값으로 다양한 변화를 보인다. 수년에 걸쳐 계속 포행이 일어날 수 있다. 매립지의 배수조건이 변경되어 매립지가 지하수에 포화될 때, 부피가 감소하여 붕괴된다. 다져지지 않은 암

석 부스러기의 경우는 두께가 1% 감소하고 잘 처리되지 않은 광산폐석의 경우 7%, 어떤 폐기물에서는 더 높을 수도 있다.

다. 기타 지역에서의 침하

1) 구조적(tectonic) 침하

여기에서의 구조는 지구조(地構造, geotectonics) 또는 지체구조(地體構造)와 같은 의미로, 지각(crust)과 같이 큰 구조로 전 지구적으로 영향을 주고받는 구조지질학의 의미를 갖는다. 지각의 처짐 현상으로 서서히 침하가 발생하는데, 해수면 상승과 함께 해안이 침수를 야기한다.

※ 영국 런던은 연간 1~2mm씩 가라앉고 있어 테임스 강(Thames river) 갑문(閘門, lock)을 설치하였다. 또 대규모 삼각주에서 지각의 처짐 현상과 퇴적물 압축이 일어나며 미시시피 삼각주 지역은 연간 8mm의 침하가 발생한다.

2) piping 현상에 의한 침하

미세한 흙 입자는, 흙 조직 사이로 흐르는 물에 의해, 씻겨나가 결과적으로 공극률을 증가시키고, 점진적으로 더 큰 입자를 세굴하여 pipe를 형성시킨다. 붕괴 직전의 공동(pipe)은 지름이 수m에 이르기도 한다. 일반적으로 이동하는 물에 의해 흙 입자가 깨진 하수관으로 유입되거나, 자연적으로는 silt질 흙의 단구(段丘, terrace)를 통해 형성된다. 도로변에서 가끔 발생하는 지하공동(underground cavities)과 퇴적지에서 발생하는 지하공동은 모두

piping 현상에 의한 것이다.

piping 현상은 사방시공지에서도 쉽게 발견할 수 있다. 사방시공지인 여주에서 2013년 대규모 산사태가 발생하였다. 이 지역은 화강암 지대로 토양은 모래성분이 많은 사양토이거나 모래질 토양으로 sand와 silt로 구성되어 있어 강우 시 침투가 용이하며, 사방사업으로 토사유출이 정지되어 토심이 깊게 형성되어 있는 지역이다. 침투된 강수가 공극 사이를 흐르

면서 세굴화 되어 pipe를 형성하고, pipe는 점점 규모가 커져서 결국 구곡(溝谷, gully)이 형성되고 붕괴가 발생하게 되었다. 1968~1975년 사이에 시공된 이 지역은 그 당시 예산부족으로, 사방구조물에 석재 사용은 제한적이었고, 대부분 지지력이 약한 식생(떼) 위주로 시공하였기 때문에 piping 현상에 의해서도 쉽게 붕괴가 발생하는 것으로 판단된다. 이러한 관점에서 과거 대단지 사방 시공지에 대한 재점검



piping



gully



piping



gully

〈사방 시공지에서 발생된 piping과 구곡(gully)〉



여주 산사태 피해상황

이 이루어져야 하겠다.

사방 시공지에서의 piping 현상은, 토심이 깊지 않기 때문에 공동 확보가 깊게 이루어질 수 없으므로 구곡(gully)을 형성하여 토양유실을 초래함으로써, 산사태를 유발한다.

5. 종언

지금까지 자연적인 침하현상과 개발에 따른 침하상태를 문헌 및 현지조사를 통하여 검토한 바, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 석회암 지대에서 석회동굴이 많은 지역에 서는, 규모에 관계없이, 자연적인 침하가 종종 발생하고 있음을 확인할 수 있다. 개발지역에서는, 소규모적으로 갱도가 매몰되거나 노천광인 경우 광구 측면에서 붕괴되어 붕락되는 일은 많았으나, 지표면이 침하가 되는 현상은 그리 흔하지 않음을 알 수 있다. 다만 2016년 3월 발생한 울진

군 매화면, 근남면 일원의 석회석 광산지에서의 지표면 함몰현상은, 그 원인이 자연적인 sinkhole 현상인지 개발에 의한 침하현상인지는, 현재 조사 중에 있으므로 단정할 수는 없으나, 지하 갱도가 매몰된 것으로 미루어 개발에 따른 침하로 판단되어진다. 조사결과 개발로 인한 침하현상이 라면, 현대식 채광법을 고려할 때, 채광기술에 문제점이 있는 것으로 판단된다.

- 암염지대에서도 자연적으로 많은 침하현상이 있었으며, 과거 개발지역에서도 무계획적인 개발로 많은 침하현상이 발생하였으나 현대적 채광기술에 의해서는 지표면 침하가 크지 않음을 알 수 있다.
- 현무암지대에서의 용암동굴은 비교적 규모가 작고 수평방향이 많기 때문에, 침하로 인한 피해는 크지 않다.
- 개발로 인한 침하는 탄광지와 수자원 개

발지에서 많았고, 현재에도 과거 개발지에서의 침하현상이 계속되고 있으나, 현대에서는 완전채광법에 의해서 채광함으로써 피해를 최소화하고 있다.

- 광산지 지표면 위에서 침하 영향권은 갱도까지의 길이(h)와 panel의 폭(w)에 의하여, $w+1.4h$ 로 나타난다. 즉 panel의 경계면에서 $30\sim35^\circ$ 가량 밖으로 확대된다.
- 미세토질에서 발생하는 piping 현상에 의한 지하공동(underground cavities)에서의 침하는 현재에도 도로변, 퇴적지 등 많은 지역에서 계속 발생되고 있어 많은 피해가 예견되는 바, 이에 대한 조치가 필요하다. 또한 과거에 떼 위주의 대단지 사방시공지에서의 산사태 발생에 대해서도 계획적인 조치가 고려되어야 하겠다.
- 지하공동에 의한 지반침하 현상은, 그 피해가 작든 크든 간에, 토지의 재개발(활용) 시 기초상의 문제를 야기하기 때문에 사전에 면밀한 조사가 이루어져야 한다. 침하로 인한 지질재해 가능성은 대부분 지질(암석 및 토질)상태에 따라 파악이 가능하므로, 지반침하 지역에 대한 조사 작업이 수행되어야 하겠다.

참고 문헌

- 건축, 토목용어 편집위원회. 2010. 건축토목 용어 사전. (주)건설연구사
- 김영근. 2013. 응용지질 암반공학. 씨아이알
- 양승영. 2010. 지질학 사전. 교학연구사
- 한국지반공학회. 2010. 사면안정(지반공학 시리즈 05). 구미서관
- Edward A. Keller 지음. 박수인 외 11인 옮김. 2010. 환경지질학(제4판). Σ시그마프레스
- Luis I. Gonzalez de Vallejo 외 3인 저. 장보안 외 12인 역. 2013. 지질공학. 씨아이알
- Richard John Huggett 지음. 윤준옥 외 10인 옮김. 2013. 지질학 원리(제3판). Σ시그마프레스
- Tony Waltham 지음. 박형동 외 4인 옮김. 1994. 지질공학의 기초. Σ시그마프레스



기술정보(국내)

전남 · 경남지역의 주요 산림입지환경 및 산림토양분포 특성

원형규/이상수
(사)한국산지환경조사연구회

1. 서론

산림입지토양도(1:5,000)는 국토의 효율적 이용 및 사이버공간정보 구축 등을 목적으로 「국토통합정보시스템(국가공간정보체계)」과 연계하기 위하여 기존 1:25,000 산림입지도를 대축척화 하여 공간정보에 대한 부처 간 상호연계를 통해 공용화 체제에 부응한 타 주제도와의 일괄 서비스 제공을 위하여 전국 산림을 대상으로 1:5,000 축척의 산림입지토양도를 구축하고 있으며, 산림공간정보기반(FSDI)인 산림기본정보로 합리적이고 과학적인 산림경영 및 지속적인 관리 등과 부처 간 정보 공유 및 각종 학술연구 등의 기초 자료로 널리 활용 될 것으로 보인다.

산림입지토양도는 산림입지환경(모암, 지형, 경사 등 13개 인자)과 산림토양환경(토심, 토색, 토양구조 등 10개 인자) 정보가 담겨져 있는 산림의 기본 주제도로 현재 약 47% 구축되어 있으며, 산림의 지하부에 대한 토양정보로 산지이용과 보전, 임지생산력, 조림적지 선

정과 숲 토양 관리 등을 위한 객관적 판단은 물론 국 · 사유림 경영을 위한 기초자료, 산림 행정 업무, 개별 산주에 대한 산림토양 기본정보 서비스 등에 널리 이용 될 것으로 기대하게 된다.

2. 재료 및 방법

대상지역은 전라남도 6개 시 · 군과 경상남도 10 시 · 군을 선정하여 산림입지환경 13개 인자와 산림토양환경 10개 인자를 추출하여 주요 산림입지환경(모암, 표고, 경사, 방위, 지형, 경사) 6개 인자와 산림토양환경(토심, 토성, 건습도, 토양형) 4개 인자에 대하여 분석하였다. 분석 방법으로는 모암은 수치지질도를 이용하여 16개 중분류로 구분하였으며, 표고, 경사, 방위는 ArcView GIS를 이용하여 일관성 있는 분석을 위하여 표준지 선정/분석(PointAnalysis V3.0) 툴을 활용하였고, 지형은 Arc Map을 이용하였으며, 토심, 토성, 건습도, 토양형은 엑셀로 분석하였다.

3. 분석결과

가. 산림입지환경

1) 모암

모암은 국립지리원에서 발행한 수치지질도 (1:50,000)상에서 대분류(화성암, 퇴적암, 변성암)하여 16개 중분류로 구분한 결과 편마암류>사암류>화강암류>안산암류>혈암류>역암>섬록암류 순으로 나타났다.

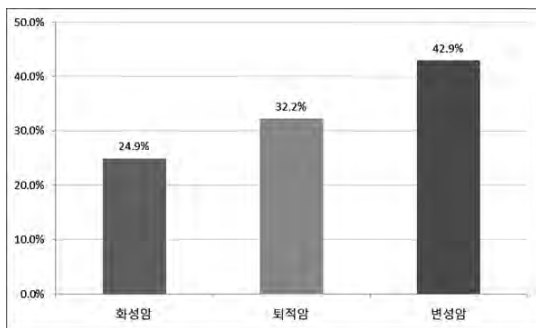


그림 1. 대분류

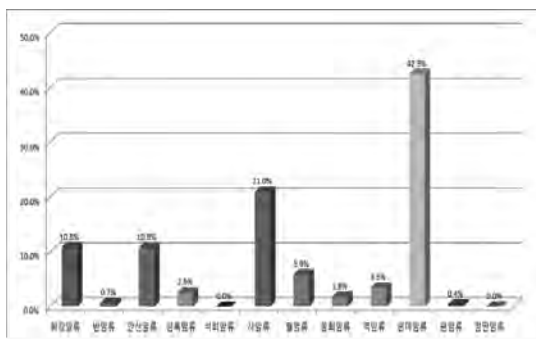


그림 2. 중분류

2) 표고

표고분석은 ArcView GIS(PointAnalysis

V3.0)를 이용하여 분석한 결과 200m이하의 저해발산지 46.5%, 200m~500m의 준산지 37.6%, 500m~1,000m 13.3%, 1,000m이상 산악지 2.7%로 지리산권을 제외하고 대부분 500m이하에 분포하는 것으로 나타났다.

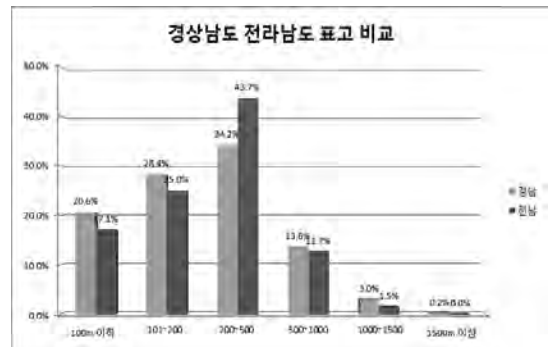


그림 3. 표고

3) 경사도

경사도분석은 ArcViewGIS를 이용하여 완경사지, 경사지, 급경사지, 험준지, 절협지의 5단계로 구분하여 분석한 결과 완경사지16.0%, 급경사지18.7%, 경사지23.6%, 험준지22.3%, 절협지19.5% 순으로 나타났으며, 해안가 및 도시 주변 저산지에서 완경사지의 비율이 높은 반면 하동, 함양, 산청, 구례 등 지리산 권역은 경사가 급한 것으로 나타났다.

4) 방위

방위분석은 ArcViewGIS를 이용하여 북, 북동, 동, 남동, 남, 남서, 서, 북서의 8방위로 분석한 결과 임지생산력이 높은 북향(북, 북서, 북동)이 33.0%, 임지생산력이 비교적 낮은 남향(남, 남서, 남동)이 39.9%로 나타났다.

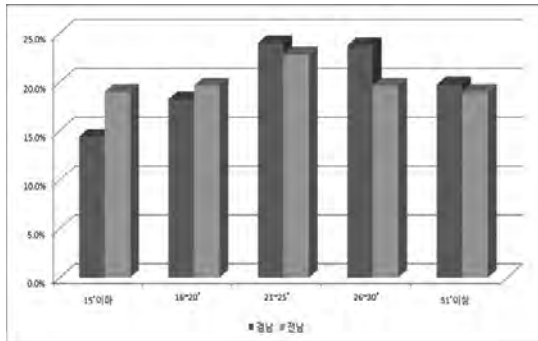


그림 4. 경사도

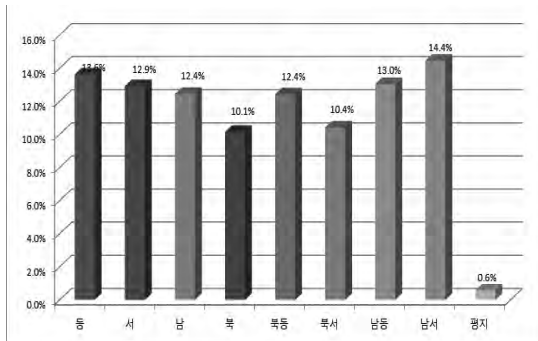


그림 5. 방위

5) 지형

지형구분은 토양조건과 관계가 큰 토양수분, 퇴적양식, 토양구조 등을 판단할 수 있는 중요한 부분으로 평탄지, 구릉지, 산지로 구분하였

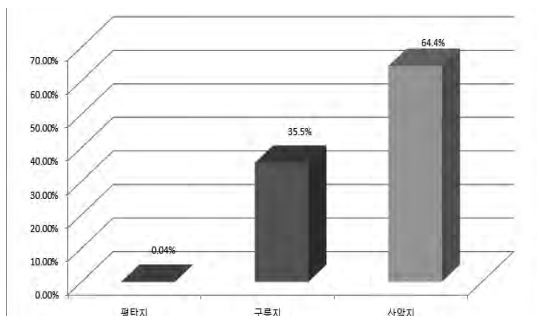


그림 6. 지형

으며 주로 평야지대의 경사 5°~10°미만인 평탄지로 산세가 험하지 않는 산지의 전면에 위치하고 있으며, 경사 길이가 300m이하인 구릉지, 그 외 고산지 및 산맥의 줄기 등 연속된 산은 산지로 구분하여 분석한 결과 5°미만의 평탄지가 0.04%, 구릉지 35.5%, 산지가 64.4%로 대부분 산지에 분포하는 것으로 나타났다.

6) 사면위치

사면위치분석은 경작지와 연접한 3부 능선 이하를 산록으로, 구릉지 및 산악지의 3~7부 능선까지를 산복으로, 8부 능선 이상은 산정으로 하고, 수계 길이가 긴 계곡부는 계곡으로 구분하여 분석한 결과 산록부가 42.0%로 가장 높게 나타났으며, 산정 39.8%, 산복 14.3%, 계곡 3.9% 순으로 나타났다.

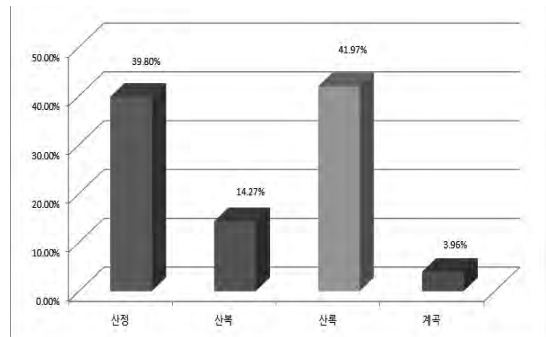


그림 7. 사면위치

가. 산림토양환경

1) 토심

산림토양생산력 등 토양특성을 파악하는 중요한 지표로서 천(30cm미만), 중(30~60cm),

심(60cm이상)으로 구분하여 분석한 결과 척박 건조한 토양에서 주로 나타나는 30cm이하가 34.2%, 30~60cm 51.4%, 임지생산력이 비교적 좋은 60cm이상이 17.5%가 분포하는 것으로 나타났다.

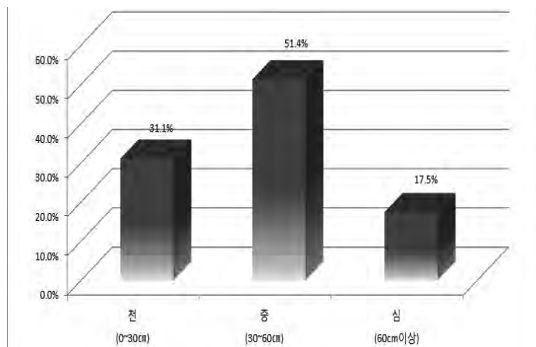


그림 8. 토심

2) 토성

토성은 토양모재와 관계가 깊으며 임목이 생장하는데 중요한 인자이다. 배수가 비교적 잘 되는 사질양토~양토가 79.1%와, 임목이 생장하는데 필요한 양분함량이 많은 미사질양토 19.2%로 대부분을 차지하고 있으며, 토양배수

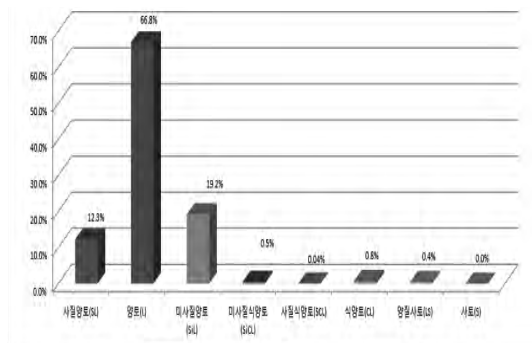


그림 9. 토성

는 양호한 반면 보비력이 약한 척박한 임지에서 나타나는 사토~양질사토가 0.4%와 점토함량이 많은 미사질식양토 등에서 1.3%로 나타났다.

3) 건습도

산림토양형을 판단하는 가장 중요한 지표로서 건조, 약건, 적윤, 약습으로 구분하여 진단층을 분석한 결과 토양생산력에 가장 영향을 주는 적윤~약습토양이 1.6%로 적게 분포하고 있었으며 약건~건조한 토양이 각각 58.3%, 40.1%로 나타나 지리산권을 제외한 지역 대부분이 임지생산력이 낮은 것으로 나타났다.

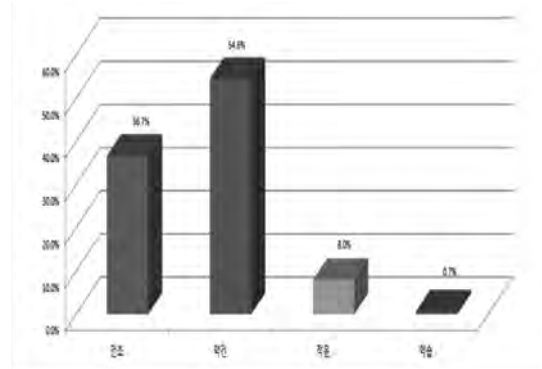


그림 10. 건습도

4) 토양형

산림토양형은 대상지역에 분포하고 있는 토양형별로 구분하였으며 화강암류와 편마암류 모재에서 주로 분포하는 갈색산림토양이 전체 86.3%로 대부분 분포하고 있었으며, 구릉지성 저해발 산지에서 나타나는 비교적 건조한 지역에 나타나는 적색계갈색산림토양이 1.5%, 적색

산림토양(0.003%)과 사암, 혈암, 석회암 등을 모재로 생성되는 암적갈색산림토양이 5.7%, 이암, 세일, 회백색사암을 모재로 생성되는 회갈색산림토양이 약 4.0%가 분포하고 있으며, 침식토양과 사방지토양이 0.8%, 충위의 분화 및 발달이 불완전한 미성숙토양과 급경사지 사면에서 주로 분포하는 암쇄토양이 일부 나타났다.

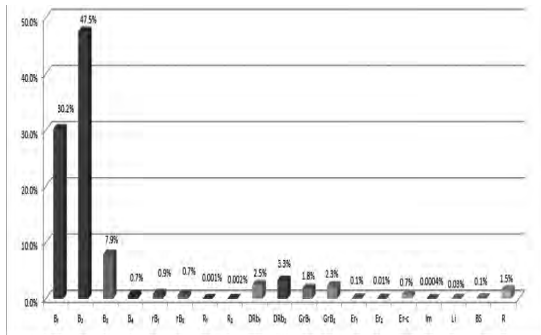


그림 11. 토양형

4. 요약

가. 모암분포는 편마암류>사암류>화강암류>안산암류>혈암류>역암>섬록암류 순으로 나타났다.

나. 표고분포는 지리산권을 제외하고 대부분 500m이하에 분포하고 있었다.

다. 경사도 분포는 유형별 거의 같은 수준의 범위에 있으며 해안가 및 도시 주변 저산지에서 환경사지의 비율이 높은 반면 지리산(하동, 함양, 산청, 구례) 권역에서 급한 것으로 나타났다.

라. 지형구분에서는 산지가 64.4%로 가장

많이 분포하고 있으며, 그 외는 구릉지(35.5%)로 나타났다.

마. 토심분포는 대부분 60cm이하가 약 85%를 차지하고 있어 산림토양생산력이 비교적 낮은 것으로 판단된다.

바. 토성분포는 배수가 비교적 잘되는 사질양토~양토가 79.1%로 나타났으며, 척박한 임지에서 나타나는 사토~양질사토와 점토함량이 많은 미사질식양토 등이 약 3%정도 나타났다.

사. 건습도는 산림토양의 좋고 나쁨을 판단하는 중요한 지표로 약건~건조한 토양이 각각 58.3%, 40.1%로 나타나 지리산권을 제외한 지역 대부분 임지생산력이 낮은 것으로 나타났다.

아. 토양형분포는 편마암과 화강암을 모재로 하는 갈색산림토양이 86.3%로 대부분 분포하고 있었으며, 일부 퇴적암에 분포하는 암적갈색과 회갈색산림토양이 분포하는 것으로 나타났다.

5. 맺으며

현재 전국 산림을 대상으로 추진되고 있는 산림입지토양도는 산림분야에서는 기본적으로 이용하는 토양의 기본정보로서 임지생산력 평가, 적지분석 및 조림수종 선정 등에 객관적 기초자료의 활용은 물론 토양관리·보전 등에 널리 이용 될 수 있을 것으로 기대한다.



기술정보(국내)

1:5,000 임상도 구축 Process 소개

심우범 / 최인규
(사)한국산지환경조사연구회

전국의 산림분포현황을 한눈에 볼 수 있도록 만든 산림지도인 ‘임상도’는 우리나라의 대표적 산림기본지도이다. 산림뿐만 아니라 국토이용 및 보전, 환경 등 다양한 분야에서 중요한 기초 자료로 이용되고 있다.

I. 개요

도를 재구축 하는 사업이다.

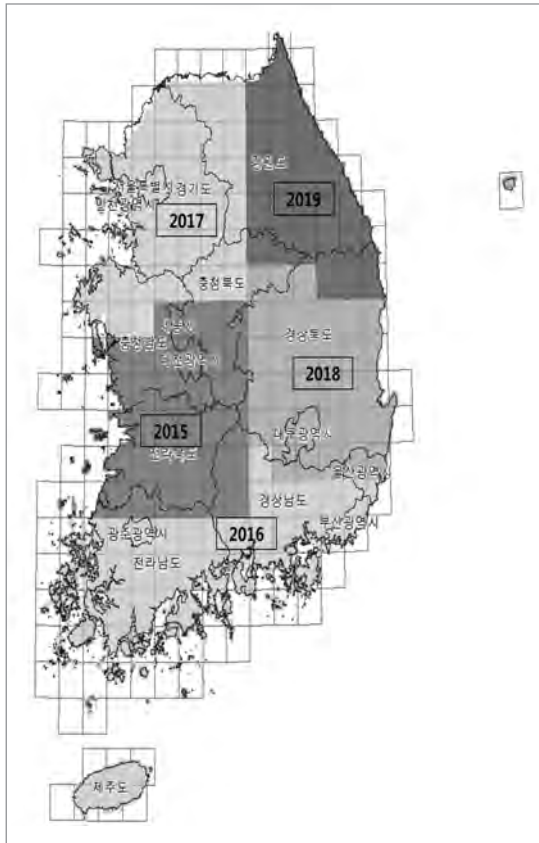
1. 배경

임상도는 우리나라에 분포하는 산림자원의 현황을 파악할 수 있는 대표적인 산림주제도로 1971년부터 5차에 걸쳐 1:25,000 축척으로 제작되었으며, 2009년부터 착수한 “국토교통부 국가공간정보체계구축사업”으로 1:5,000 대축척 임상도 제작을 완료하였으며 현재 정부 3.0 구현 및 수요자 맞춤형 서비스 제공을 위한 현행화를 진행 중이다.

임상도 구축의 현행화는 산림의 변화를 인위적 변화(산림의 타용도 전환, 조림, 벌채, 불법 훼손 등)와 자연적 변화(산림생장, 병해충, 숲가꾸기 등)로 구분하여 기구축되어 있는 임상

2. 구축 목적

- 국가산림기본통계 등 산림정책수립의 기본자료로 활용
- 국토의 효율적 이용을 위한 국가산림기본주제도로 활용
- 산림청 · 국토교통부 · 환경부 등 중앙정부, 지방자치단체 등에서 정책 · 행정 · 연구 등의 목적으로 다양하게 활용
- 국가공간정보통합체계와 연계하여 안전행정부 접경지역정보시스템, 국토교통부 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS) 등에 자료를 제공하여 연계활용



출처 : 2015 임상도 사업계획서 _ 한국임업진흥원

그림 1. 연차별 임상도 현행화 추진 대상지역

3. 지역 및 규모

전국을 5개 구역으로 나누어 매년 국토의 1/5에 해당하는 지역의 자연적 변화를 조사한다.

자연적 조사 이외의 지역은 인위적 조사지역으로 구분하며 인위적 변화 지역과 자연적 변화 지역을 합하면 우리나라 전체가 된다. 결과적으로 매년 우리나라 전체를 갱신하는 형태로

최신의 항공사진과 조림, 벌채, 산지전용대장 등의 자료를 통해 수정보완한다.

4. 기대효과

가. 정성적 기대효과

국토의 효율적 이용을 위한 산림기본주제도로 활용되며 국토부, 환경부 등 유관기관과의 정보 공유를 통해 개방·공유·소통·협력의 정부 3.0에 부합한다. 산지개발 및 산지전용 허가 등 정확한 산림공간정보를 제공으로 대국민 서비스가 강화되며 정확한 산림현황 정보를 제공하여 산림 경영 및 사유림 경영 활성화에 기여하는 등 수요자 맞춤형 서비스 제공의 기반을 마련한다.

또한 완성된 임상도의 적극적인 개방과 공유로 정보의 칸막이를 없애 소통하고 협력함으로써 국민 맞춤형 서비스를 제공하게 된다.

동시에 임상도 구축과 관련된 일자리 창출과 창조경제를 지원한다.

나. 정량적 기대효과

임상도 현행화 제작을 통한 경제적 가치는 약 840억원 (※ 한국공간정보학회『임상도 현행화에 따른 활용 경제성 분석』연구결과)이며, 업무의 간소화에 따른 효율성 증대는 그 가치가 더욱 클 것으로 판단된다.

또한 자연과학이라는 무한한 무대를 활용범위로 볼 때 그 가치는 예측하지 못한 분야에서 더욱 활용도가 높을 것으로 생각된다.

II. 제작과정

임상도의 제작순서는 기초자료 수집 및 분석, 사전현지조사, 임상판독 및 구획, 현지대조, 임상구획 및 속성정보 수정, 임상도면 제작의 순서로 진행되며 인위적변화지는 수집된 기초자료를 바탕으로 변화된 부분에 대하여 수정 제작한다.



그림 2. 임상도 공정흐름도

1. 기초자료 수집 및 분석

가. 항공사진

임상도의 제작을 위한 기초자료를 수집하고 용도에 맞게 편집하는 과정이 제일 먼저 수행되며 이중 제작의 기초가 되는 것이 항공사진을 수령하여 압축을 하고 좌표계에 맞춰 변환하는 작업이다.

Global Mapper 프로그램을 이용하여 영상을



그림 3. Global Mapper 프로그램

압축하고 필요에 따라 좌표계를 변환한다.

나. 수치지형도

임경지의 구획시 활용하며 나중에 최종 성과물중 하나인 ‘수치지형도 배경 PDF’를 제작할 때도 쓰인다. 수치지형도는 여러가지 레이어가 묶여 하나의 도면으로 구성되는데 용량이 크기 때문에 5천의 100개 단위인 5만도엽 단위로 합쳐 놓으면 관리가 용이하다.

NGI 파일 형태로 수령하며 국토지리정보원의 NGI MAP 프로그램을 이용하여 압축을 풀어 사용한다.

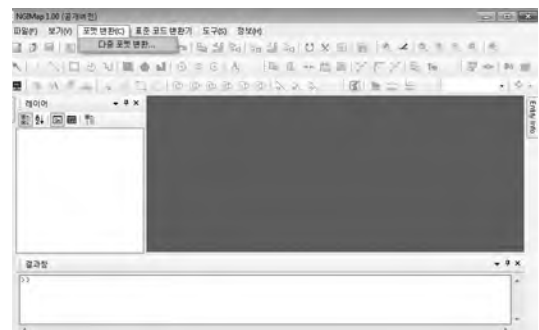


그림 4. NGI Map 프로그램

다. 조림대장

인위적 변화 지역은 상대적으로 기초자료에 대한 의존도가 높으며 그중 조림대장의 활용이 무엇보다 중요하다. 지자체에서 수집한 조림대장은 위치정보가 지번으로(문자정보) 되어 있기 때문에 지적도(공간정보)와 조인하기 위해서 지번을 PNU코드로 바꾸는 작업을 수행한다.

PNU	도	시군구	읍면동
1100000000	서울특별시		
1111000000	서울특별시	종로구	
1111010100	서울특별시	종로구	청운동
1111010200	서울특별시	종로구	신교동
1111010300	서울특별시	종로구	공정동
1111010400	서울특별시	종로구	효자동

그림 5. 조림대장 Xls

기구축 임상도와 현행화 되는 기간 사이에 신규 조림된 내역만 지적도와 조인하여 화면에 표시하면 일일이 신규 조림된 곳의 지번을 찾아 수종을 확인하는 번거로움을 줄일 수 있다.

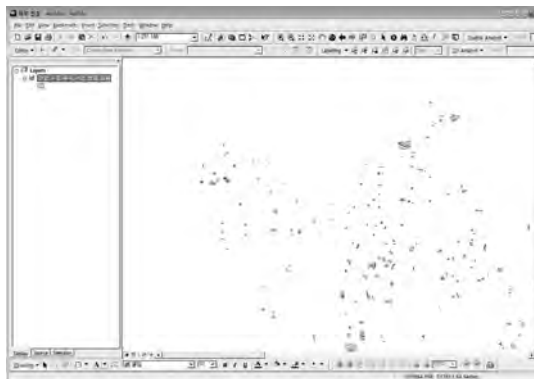


그림 6. 신규 조림지 Export

라. 자료 수집 내역

임상도 현행화 작업에 있어 기초자료로 활용되는 것은 앞서 언급한 정사영상과 수치지형도를 비롯해 연속수치지적도 및 행정경계(SHP)가 필요하며 필수 반영자료로는 수치 임상도, 국유임소반도, 조림대장, 숲가꾸기 대장, 산지전용허가대장, 사유림경영DB 및 벌채 대장이 있다.

참고 자료로는 국가산림자원조사 표본점 자료, 토석 채취허가 대장, 산불 피해 대장 및 도면, 국토모니터링 자료 등이 있으며 이외에도 업무의 효율성을 증대 할 수 있는 유관기관의 자료는 최대한 활용한다.

이미 구축되어 있는 자료를 충분히 활용함으로써 중복 업무 배제를 통한 효율성을 향상시킬 수 있으므로 위에 언급한 자료 이외에도 추가로 반영 할 수 있는 자료에 대해 열린 마음으로 견문을 넓혀야 한다.

2. 사전 현지 조사

사전현지 조사는 현지 조사전에 전반적인 지역의 특성을 개략적으로 파악하여 사전에 조사함으로써 현지조사 시 예측하지 못한 문제 발생에 대해 유기적으로 대응함에 그 목적이 있다.

기구축 임상도에 대한 개략적 확인 및 영상 패턴의 판단을 실시하며 접근불능지역 및 위험지역에 대해 사전에 파악하여 안전사고를 예방한다.

현지조사 기간 동안에 야생동물 사냥 기간과 범위, 지역 축제로 인한 교통 체증, 신규도로 공사 등 특수한 상황은 없는지를 파악한다.

특이사항 발생 내역은 현지조사 팀간에 정보를 공유하며 이를 통해 현지조사의 효율성을 높일수 있다.

3. 임상판독 및 구획

임상의 판독은 정사영상을 통한 실내 판독과 현지 임상조사를 통한 실외 판독으로 이루어진다. 가장 중요한 수종의 판독은 별도의 규정이 없는 한 임분의 상층을 구성하는 주임목(우세목, 준우세목)의 수관점유면적을 기준으로 우점하는 수종을 기입한다.



그림 6. 신규 조림지 Export

임상도의 제작과정 중 가장 중요하면서도 작업자의 주관성이 많이 들어가는 부분이 ‘임상 판독 및 구획’부분이다.

임상도 제작지침에 의거하여 주관성을 최대한 배제하여 판독 및 구획을 하더라도 보는 관점에 따라 아래 그림처럼 말 두 마리로 판단할 때가 있는가 하면 여성 그림으로 판단할 때가 생기게 마련이다.

이러한 사례를 최대한 배제하기 위하여 여러 가지 상황별 판단 매뉴얼을 만들어 교육과 반복을 실시하여 신뢰도를 높이고 있다.

4. 임분고 측정

임상도 현행화 사업을 통해 새롭게 추가된 업무로 실내 임분고 입체 측정과 현장 실측 과정으로 나뉜다.

임분고는 자연적 변화지에 대해서만 측정을 하며 입체 영상을 활용하여 우세목의 수고를 폴리곤당 3본 이상을 측정한다.

측정한 값은 원시자료 형태로 보존되며 최종적으로 폴리곤에 입력되는 값은 3본의 평균값으로 2m괄약 한 값으로 입력하게 된다.

임분고의 측정이 불가한 무림목지 및 치수림, 죽림은 임분고 측정에서 제외한다.

임분고 측정에 필요한 기초자료는 디지털항공사진(25cm급)과 입체날장항공사진(횡60%, 종30%이상 중복) 및 촬영 EO DATA(촬영당시 GPS DATA를 수신한 데이터)와 사진기준점 측량성과(AT), 1/5,000 수치지형도이며 도화용 디지털항공사진은 25cm급으로 비공개영

상이므로 보안검열을 반드시 받은 영상이어야 한다.

다양한 기초자료가 쓰이는 만큼 빠른 확보 및 편집이 요구되며 자료는 국토지리정보원 및 기타 관련기관에 요청하여 수집한다.

임분고를 측정 임분고를 측정하기 위한 과정은 기초자료수집→ 3차원위치결정→ 입체영상생성→ 임분고 관측→ 임분고 대장정리 순으로 진행하게 되며 각 공정에 반드시 필요한 자료를 확인하고 3차원 위치 결정을 이용하여 임분고를 측정한다.

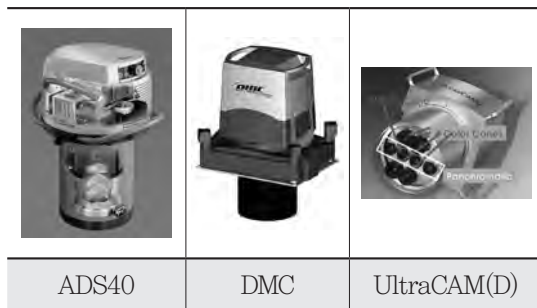


그림 7. 항공사진 촬영 카메라

5. 현지대조

앞서 정사영상 판독한 부분의 현지 확인 과정으로 현지대조를 실시한다. 현지대조시 확인한 수정사항은 빨간색 펜으로 식별이 용이하게 도면에 표기한다. 현지대조 시 실내작업에 반

영해야하는 부분은 디지털카메라로 촬영하여 최종성과물로 제출한다..

현지대조를 위해 출력하는 도면은 A1사이즈로 제작하며 규격화된 폼을 사용한다.

6. 구조화 편집 및 성과물 제작

임상도의 최종성과물은 각종 SHP와 PDF자료이며 현지조사시 촬영된 사진 그리고 현지조사 도면 등 여러 가지가 있다.

조사된 자료를 서비스 하기 위한 통일된 구조화 편집과정은 임상도 제작에 있어 무엇보다 중요한 부분이다.

현장에서 맘쏜린 조사자의 자료가 제대로 반영될수 있도록 신중을 기해야한다.

Ⅲ. 맺으며

산림조사 분야에서 임상도 제작과 같이 대규모의 사업은 많지 않다.

임상도 제작에 있어서 산림업무에 종사한 많은 선후배들이 참여하고 있으며 앞으로도 계속 임상도 내실화에 힘을 기울여 발전시켜 나갈것이며 산림 업무는 물론 국토이용, 환경, 기타 등 유용하게 활용되기를 기대하는 바이다.



기술정보(국내)

사시나무로부터 살리신을 포함한 페놀성 화합물의 대사체 분석

박성범/천주현/한정연/김종윤/최용의
(사)한국산지환경조사연구회/강원대학교 산림자원학과

Abstract

- 연구에서는 사시나무에서 살리신, 살리실산 및 이들 생합성에 관여하는 유도체들을 GC-MS 및 LC-MS로 분석.
- 사시나무에는 살리신의 함량이 높게 존재하는 것은 물론 다양한 유도체들이 존재하는 것으로 나타남.
- 특히 살리신의 함량은 잎에서 가장 높고 그 다음으로 수피, 목부에는 적은 양으로 존재함을 확인.
- 현사시나무와 비교 분석한 결과, 대체적으로 사시나무가 더욱 다양하고 높은 살리신 함량 및 유도체들이 있는 것으로 확인됨.
- 사시나무에 다양한 스트레스 처리후 페놀성 화합물의 크로마토 그람 분석 및 정량을 수행함.

Introduction

- 버드나무 및 포플러속 식물은 아스피린의 전구체인 살리신 (salicin)과 같은 다양한

페놀성 화합물을 많이 함유.

- 이러한 물질들은 식물의 생장은 물론, 다양한 무생물적, 생물적 스트레스에 관여.
- 사시나무의 경우 페놀성 화합물에 대한 정보가 없음
- 대사체 분석 특히 페놀성 화합물 중 benzoid 계열의 물질을 분석하여 이들 물질이 사시나무의 스트레스에 어떻게 반응하고 역할을 수행하는 지의 연구를 위하여 기초 실험을 수행함.
- 대사체 분석은 주로 GC-MS와 LC-MS로 수행함.

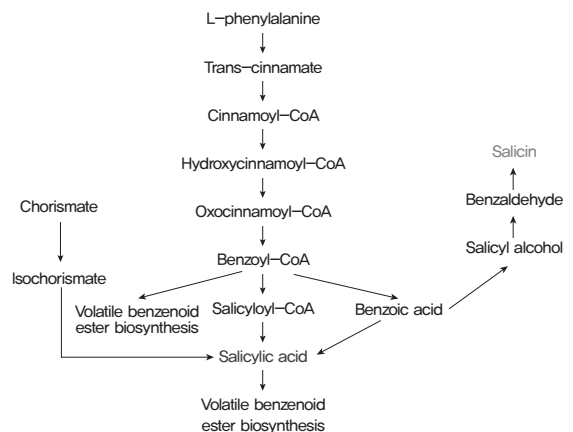


그림 1. Biosynthesis of salicylic acid and salicin

사시나무 잎의 GC-MS 분석 결과

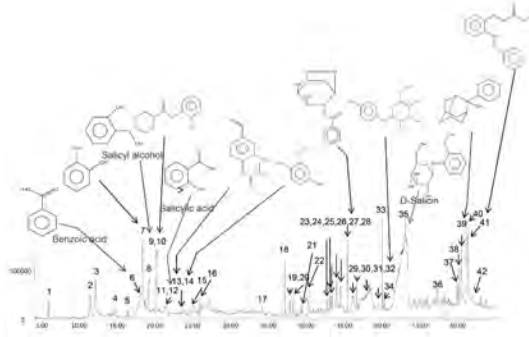


그림 2. 사시나무 잎의 GC 분석 크로마토그램.
Salicin 및 salicylic acid 등 다양한 페놀성
화합물이 검출됨

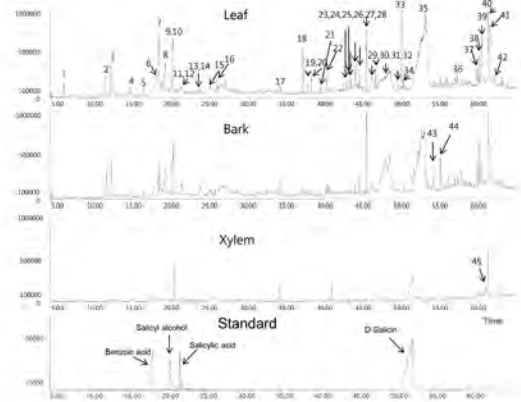
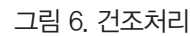
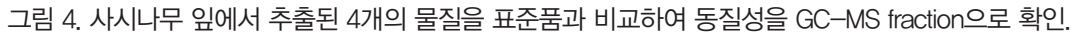


그림 3. 사시나무 잎, 수피 및 목질부 GC 분석 크로
마토그램 비교. 잎에 성분이 가장 많고
salicin (35번 pick)의 함량 또한 가장 높게
검출됨.

표 1. 사시나무 부위별 GC-MS 분석 결과

Peak number	Retention Time	Leaf	Bark	Xylem	Mass spectra
		Compound name (classification)			
1	5.01	Ethanedioic acid	same	ND	59,15,45,29,118
2	10.51	2-Hexene	same	ND	70,69,55,83,112
3	11.17	Cyclohexanone	same	ND	68,84,55,112
4	13.73	Benzoic acid hydrazide	same	same	105,77,51,136
5	15.38	4H-Pyran-4-one	same	ND	144,101,55,72
6	17.01	Benzoic acid	same	same	105,122,77,51,61
7	17.37	1,2-Benzenediol	same	ND	110,64,81,92
8	18.22	2-Furancarboxaldehyde	same	ND	97,126,69,51,109
9	19.17	Salicyl alcohol	same	ND	78,106,77,124,51
10	19.25	Cyclohexanecarboxylic acid	same	same	83,68,55,111,128
11	20.27	2-Methoxy-4-vinylphenol	same	ND	150,135,77,107,77
12	20.44	Salicylic acid	same	ND	92,120,138,64
13	22.55	Propanoic acid	same	ND	151,152,71,101
14	22.74	1,4-Benzenediol	same	ND	140,125,97
15	24.08	2H-Pyran	same	ND	85,55,56,137
16	24.97	1,5,5-Trimethyl-6-methylene-cyclohexene	No	ND	121,93,77,91,136

Peak number	Retention Time	Leaf	Bark	Xylem	Mass spectra
		Compound name (classification)	Compound name	Compound name	
17	33.14	4-((1E)-3-Hydroxy-1-propenyl)-2-methoxyphenol	same	same	137,124,180,91,119,65,103
18	36.12	3-Eicosyne same	same	ND	68,95,55,82,57,69,67,81,123,83
19	36.82	3,7,11,15,-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	same	ND	81,82,68,95,69,79,57,55,107,67
20	37.25	3,7,11,15,-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	same	ND	81,82,68,95,69,79,57,55,107,67
21	38.42	Elemene	same	ND	93,121,79,77,91,107,109,119,68
22	39.24	n-Hexadecanoic acid	same	same	73,60,55,57,69,129,71,167,83,85
23	41.78	1-Hexadecanol	No	ND	55,83,57,69,97,56,111,70,82,71
24	42.12	2-Benzoyloxy-4,5-methylenedioxybenzylalcohol	No	ND	91,150,65,258,107,73,151,92,79,1
25	42.38	Pytol No	No	ND	71,55,57,73,81,69,123,68,83,95
26	42.95	9,12,15-Octadecatrienoic acid	same	ND	79,73,67,55,93,95,80,81,91,60
27	43.47	2-Benzoyl-d-galactosan	same	ND	105,77,51,123,106,57,60,98,70
28	44.41	3,7,11,15,-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	Beta-1-Rhamnopyranoside	ND	81,82,68,95,69,79,57,55,107,67
29	45.09	Decanoic acid	same	ND	91,108,92,57,65,71,69,77,55
30	45.59	1-Eicosanol	same	ND	55,83,57,107,69,97,111,56,91,82
31	46.95	E-2-Hexenylbenzoate	Alpha-D-Glucopyranose	ND	10,,77,99,81,127,123
32	48.52	p-Arbutin	No	ND	110,58,85,73
33	48.98	1-Docosene	No	ND	55,57,83,69,97,71,111,82,56,70
34	49.25	Hexadecanoic acid	No	ND	98,55,57,74,84,239,69,134,83,71
35	52.05	Salicin	same	same	106,124,78,107,77,73,57,85,60,91
43	53.12	No	Sakuranin	ND	167,286,120,285,95,193,166,180,138,91
44	54.04	No	Octadecanal	ND	57,82,55,96,69,83,71,97,68,81
36	56.21	N-Benzyl-2-aminocinnamate	same	ND	105,77,106,124,78,107,267,249,123,51
37	58.81	1-(2,5-Dimethoxy-phenyl)-7-methoxy-3,11-dimethyl-dodeca-2,6,10-triene	same	ND	151, 137, 205, 358, 152
38	59.03	1-(2,5-Dimethoxy-phenyl)-7-methoxy-3,11-dimethyl-dodeca-2,6,10-triene	same	ND	ND 151, 137, 205, 358, 152
39	59.36	Adamantan-2-ol-2-phenyl	same	ND	105,210,228,79
43	59.9	No	No	Benzoic acid 3-methyl-4	105,77,51,249,267,414
40	60.2	Beta-sitosterol	same	same	55, 105, 145,159,213,255,329,414
41	60.39	N-Benzyl-2-aminocinnamate	same	ND	105,77,106,124,78,107,267,249,123,51
42	61.1	3-Benzoyl-5(2-(phenylthio)ethyl)-3,4-diazatricyclo[5,2,0(2,6)]dec-4-ene	same	ND	105,77,124,267,51



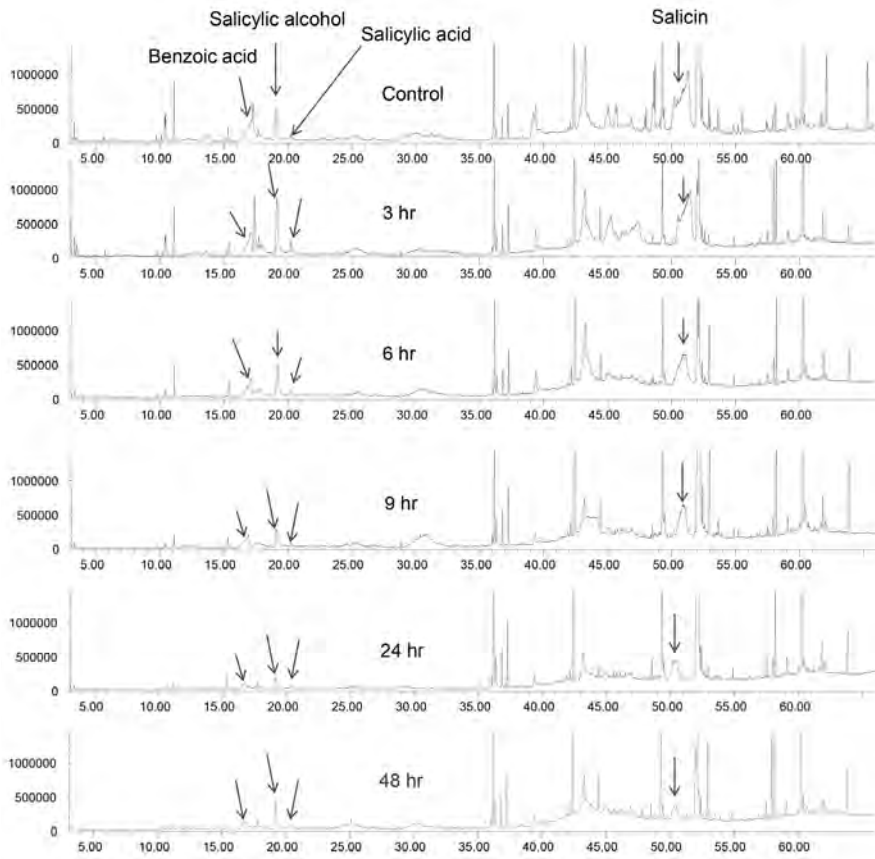


그림 9. 건조처리시 GC 크로마토 그래프 변화

Conclusions

- 사시나무에 페놀성 화합물 중 특히 benzenoid 화합물이 많이 함유를 확인
- 잎이 수피보다 benzenoid 화합물이 많이 함유.
- 수피와 목질부 특이적인 benzenoid 계열의 물질이 함유.
- 건조처리시 salicin은 감소하나 salicylic acid는 3시간 처리시 잠깐 증가.
- 엘리시터 처리시 salicin은 감소하나 salicylic acid는 크게 증가
- 상처처리하는 엘리시터 처리와 비슷한 경향을 보임.

기술정보(국내)

인삼 PgDDS와 CYP716A47가 도입된 담배 형질전환체에서 인삼 사포닌 전구체인 dammarenediol-Ⅱ 및 protopanaxdiol 생산

프라카시/천주현/박성범/한정연/최용의

¹Department of Forest Resources, Kangwon National University,

²Department of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute

Abstract

인삼은 동양에서 가장 가치 있는 천연물 의약품 중 하나이며, 뿌리에 있는 사포닌은 삶의 질을 유지시켜 준다는 명성을 얻어왔다. 인삼 사포닌중 당이 제거된 사포닌은 인체 흡수가 용이하고 높은 생리활성을 갖는 다고 알려져 있다. 그러나 인삼으로부터 사포닌 전구체 및 사포제닌을 추출하는 것은 매우 까다롭다. 본 연구에서 우리는 인삼의 사포제닌인 protopanaxdiol의 생합성에 관여하는 유전자인 dammarenediol-Ⅱ synthase (PgDDS)와 protopanaxdiol synthase (CYP716A47)를 담배에 형질전환하여 dammarenediol-Ⅱ 및 protopanaxdiol 생합성의 변화를 분석하였다. RT-PCR을 통해 CYP716A47유전자가 과발현된 형질전환 식물체에서 CYP716A47 mRNA 축적이 분명함을 확인하였다. 부위별

사포제닌 분석에서는 다른 기관보다 뿌리에서 dammarenediol-Ⅱ과 protopanaxdiol이 많이 검출되었다. 한편 선발한 형질전환체의 잎을 여러가지 효모를 처리하여 캘러스를 유도한 후 GC/MS로 분석한 결과 2, 4-D를 처리한 담배 형질전환 배양세포에서 dammarenediol-Ⅱ과 protopanaxdiol의 합성이 현저히 증가됨을 확인하였다. 이번 연구로 ginsenoside 전구체인 dammarenediol-Ⅱ과 ginsenoside 사포제닌인 protopanaxdiol이 담배에서도 합성된다는 것을 확인하였고 2, 4-D 효모 처리한 배양세포에서 protopanaxdiol의 생합성이 현저히 증가 된다는 것을 밝혔다. 이 결과는 의학적 가치가 높은 ginsenoside의 전구체인 dammarenediol-Ⅱ 및 세포제닌인 protopanaxdiol의 상업적인 생산가능성을 보여준 것이다.

Results

Biosynthetic pathway

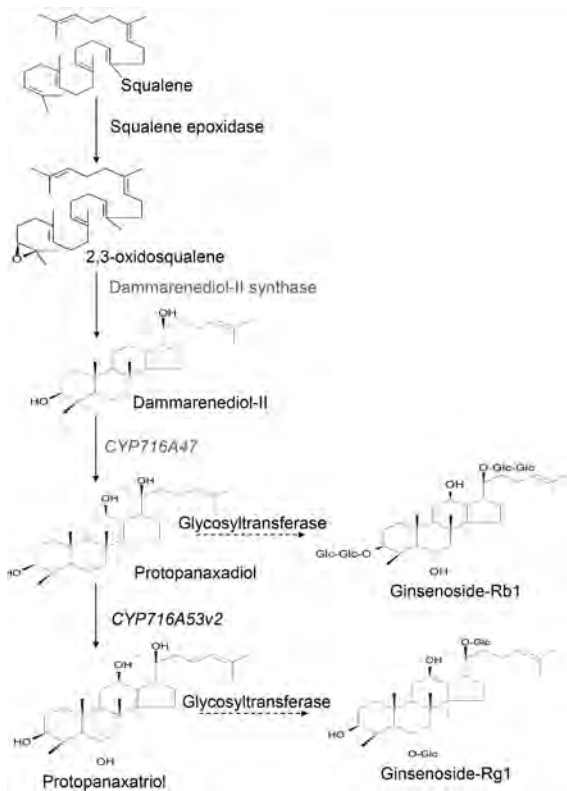


그림 1. *P. ginseng*의 dammaradiol계열 진세노사이드 생합성 과정

Vectoe construction and RT-PCR

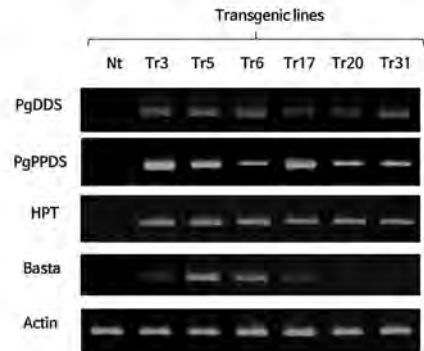


그림 2. 담배 형질전환 식물체에서 RT-PCR을 통하여 PgDDS와 CYP716A47유전자의 도입여부를 확인

GC/MS analysis (1)

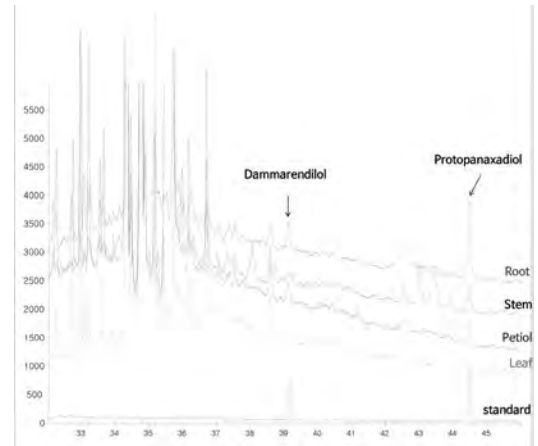


그림 3. 담배 형질전환체의 잎으로부터 2,4-D를 처리하여 유도한 캘러스의 GC/MS 분석 결과

GC/MS analysis (2)

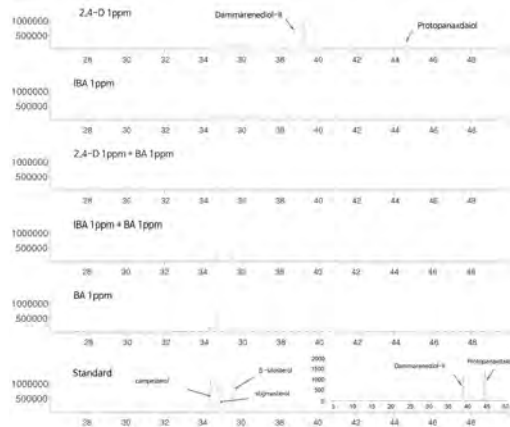


그림 4. 담배 형질전환체의 잎으로부터 유도한 캘러스에 여러 홀몬 처리 후 GC/MS 분석 결과

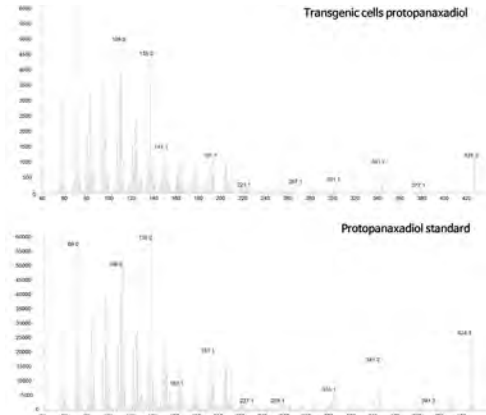


그림 5. 담배 형질전환 식물체에서 protopanaxadiol의 GC/MS분석 결과

GC/MS analysis (3)

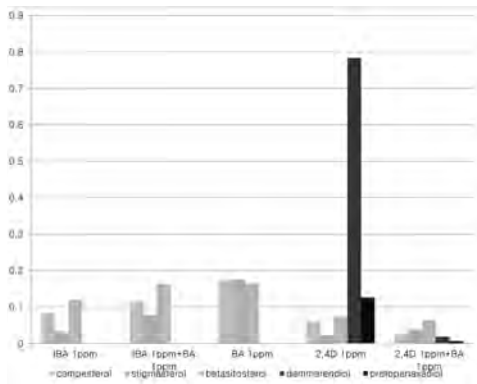


그림 6. 여러가지 홀몬 처리를 하여 담배 형질전환체의 잎으로부터 유도한 캘러스를 GC/MS를 이용한 campesterol, stigmasterol, betasitosterol, dammarenediol, protopanaxadiol의 함량 비 분석 결과

Conclusion

- 아그로박테리아를 이용해 PgDDS유전자를 과잉발현 시킨 담배식물체에 CYP716A47유전자를 과잉 발현 하였다. 6개 라인 형질전환 식물체를 RT-PCR을 하여 유전자 도입을

확인하였다.(Fig.2)

- GC/MS 분석결과 형질전환된 식물체에서 dammarenediol과 protopanaxadiol이 합성됨을 확인하였다.(Fig. 5)
- 형질전환 식물체의 잎에 여러가지 홀몬을 처리 하여 유도한 캘러스의 GC/MS분석 결과 2,4-D 1ppm을 처리한 캘러스에서 dammarenediol과 protopanaxadiol가장 높은 피크를 보이고 있고dammarenediol과 protopanaxadiol의 사포닌계열과 campesterol, β -sitosterol, stigmasterol의 sterol계열은 반비례로 합성되는 것을 보여준다.(Fig. 4)
- 이로써 우리는 담배에서도 의학적 가치가 높은 danmmarenediol-II와 protopanaxadiol의 합성이 가능함을 제시하였고, 2,4-D호르몬을 처리하면 그 합성량이 현저히 증가한다는 것을 확인 하였다.

조사·연구

2015 산양삼 생산적합성조사 시료채취 및 생산과정 확인

안병영/원현기/김준섭/김용민/이종민
(사)한국산지환경조사연구회

청정하고 품질이 우수한 산양삼 생산기반확충을 위해 재배 대상지의 현장확인, 생산적합성조사와 안전성 검사용 시료 채취(토양, 종자, 종묘)를 수행하였다. 생산과정확인인 산양삼 생산신고 후 3년이 경과한 산양삼 생산신고(2012년)임가의 생산과정기록부 작성확인 및 생산과정 현지점검을 하였다. 산양삼 재배지의 기초자료를 확보하고 재배현황 등을 지속적인 관리를 통해 산양삼 품질향상 및 소비자 신뢰도를 제고하고자 조사를 수행하였으며 본조사 결과가 산양삼재배자 및 재배하고자하는 임가에 널리 보급, 활용되기를 기대한다.

(2015년 6월~12월 조사)

I. 사업 개요

1. 배경 및 목적

산양삼에 대한 국민적 관심증가와 산업화 기반구축등 가치증가와 고품격 웰빙 푸드 관심증가, 산양삼의 불법유통과 품질저하로 인해 품질관리가 꼭 필요한 현실이다.

산양삼 생산적합성조사 시료채취 및 생산과정확인인 청정하고 품질이 우수한 산양삼 생산기반 확충을 위해 재배 대상지의 안전성 검사용 시료의 정확하고 신속한 수거와 산양삼 재배현황 및 생산과정기록 점검을 통해 위법·불

량 산양삼 생산을 미연에 방지하여 산양삼 품질향상 및 소비자 신뢰도 재고를 위해 재배지와 재배예정지에 대한 토양관리를 할 수 있다.

산양삼 생산적합성조사 시료채취와 생산과정확인, DB구축의 표준화 및 품질향상이 수행방향으로 청정하고 품질이 우수한 산양삼 생산기반 확충과 효율적이며 정확하고 신속한 전문적인 조사가 필요하다.

2. 범위

○ 대상

– 2015년 산양삼 생산적합성조사 신청

- 임가에 대한 재배대상지 현장확인 및
조사용 시료(토양, 종자, 종묘)채취
- 산양삼 생산신고 후 3년이 경과한 산
양삼 생산신고(2012년) 임가의 생산
과정기록부 작성확인 및 생산과정 현
지점검

○ 규모

총	생산적합성조사			생산과정 확인
	토양	종자	종묘	
793	340	157	37	259
	534			

※ 한국임업진흥원 2015년 생산적합성조사 및 생산과정
확인 전체규모가 아닌 사업 용역건만 해당함

Ⅱ. 조사내용 및 방법

1. 생산적합성조사 시료채취

가. 시료채취 기준

- 『산양삼에 관한 품질관리요령(산림청
고시 2011-49호)』에 의거 시료 채취
- 『산지관리법 제2조 제1호』에 적합한 산
지이며, 인공시설을 설치하지 않은 재
배예정지를 대상으로 시료 채취
- 『특별관리임산물 생산적합성조사신청
서』접수 후 시료 채취

나. 생산적합성조사 시료채취 방법

1) 조사대상지의 토양조사

생산적합성조사 토양 시료채취 대상지
에 대해서 임상, 토양형, 토성, 경사,

방위 등 임황 및 입지토양환경인자에
대한 조사

2) 토양시료 채취방법

가) 검사대상 시료는 조사원이 현장에
서 직접 채취하여야 하며, 검사시
료 채취 시에는 의뢰자가 반드시
입회

나) 시료채취 구역의 단위면적은 3ha
이하로 하며, 선정된 지역의 시료
채취는 지형적 특성을 고려하여 최
소 5개소, 최대 10개소의 채취지점
을 선정한 후 GPS 장비를 이용하
여 시료채취 지점의 위치정보(TM
좌표)를 기록하고 재배지(또는 예
정지)의 면적을 측정



그림 1. 토양시료 채취지점 선정 방법

다) 선정된 채취지점 지표층의 유기
물 층을 걷어내고 A층(10~20cm)
에서 토양을 채취한다. 전체 시료
량은 2kg이상으로 동일필지에서
200g씩 5~10개소에서 시료 채취
한 후 이를 잘 혼합하여 복합시료 1
점(1kg 이상)을 수거한 후 무게를
기록하고 사진을 촬영

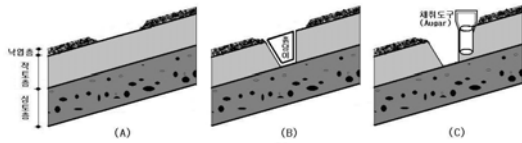


그림 2. 시료채취 순서

3) 종자시료 채취방법

- ① 검사대상 시료는 조사원이 현장에서 직접 채취하여야 하며, 검사시료 채취 시에는 의뢰자가 반드시 입회
- ② 검사대상 단위는 종자의 경우 100kg(면적의 경우는 3ha) 이하로 하고 이때 시료채취량은 50g
- ③ 종자의 시료 채취방법은 기준물량을 단위로 상·중·하의 각 부위에서 고르게 시료를 채취하고 『시료수거 기록서』를 부착한 다음 무게를 기록하고 사진을 촬영

4) 종묘시료 채취방법

- ① 검사대상 시료는 조사원이 현장에서 직접 채취하여야 하며, 검사시료 채취 시에는 의뢰자가 반드시 입회
- ② 시료채취 단위면적을 3ha로하고, 선정된 지역의 상·중·하·좌·우에 5개 채취지점을 선정 후 GPS 장비를 이용하여 위치정보(TM좌표)를 기록하고, 검사대상 재배지 면적을 측정
- ③ 채취지점에서 약 10g씩을 채취하고 솔(brush)을 이용하여 흙 또는 이물질을 제거한 후 휴대용 전자저

울(1논의 값 : 0.1g, 최대표시 값 : 500g)을 이용하여 무게를 측정하여 전체 무게가 50g(줄기 및 잎 포함) 이상의 시료를 채취하여 『시료수거 기록서』(붙임 2)를 부착하고 무게를 기록한 다음 사진을 촬영

다. 생산과정 확인

1) 확인기간

○특별관리임산물(산양삼)의 생산신고한 날로부터 3년이 되는 날의 전후 2개월 이내 확인

○확인대상 : 2012년 산 양삼 생산신고 임가

2) 확인 내용

- 가) 재배자 인적사항, 연락처, 재배자 주소, 면적 등 기본정보
- 나) 종자 및 종묘의 구입처, 파종 및 식재면적 등 재배지 조성현황
- 다) 간벌, 제초, 농약 및 비료의 사용 유무 등 재배지 관리현황
- 라) 작업로, 울타리 및 도난 감시장비 등 시설 및 장비 설치현황 등 확인
- 마) 임상, 방위, 산양삼 출하시기 작성 여부 기록 및 재배지 현장사진 촬영
- 바) 생산과정기록부 작성 여부 확인 후 사본제출

라. DB구축

산양삼 생산적합성조사 및 생산과정확

인은 청정 산양삼 생산을 위한 기반 조성 및 재배지 정보 구축에 목적이 있다.

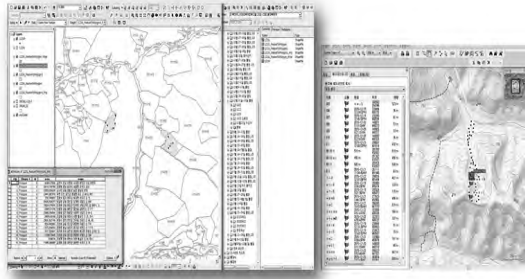


그림 3. 생산적합성조사(토양) GPS 좌표/트랙 및 지도

기초자료와 자료분석, 현지조사 등 자료정리 및 분석을 실시하고 문제점을 협의하고 결과 분석을 통해 DB를 구축한다. 각 재배지별 생산 적합성조사 토양, 종자, 종묘로 나누어서 야장 및 현장사진, GPS좌표 및 트랙을 정리하여 조사일자별로 폴더를 정리한후 다시 재배지별 폴더를 만들어 DB관리한다.

조사자료를 기반으로 ArcMap툴을 이용하여 DB를 구축하였으며, 엑셀 포맷으로 연결하여 이용할 수 있도록 하였다.

생산과정확인 역시 재배지의 기초조사 자료를



그림 4. 조사일자와 재배지별 폴더 정리

출력하여 확인하고 현장점검을 통해 얻은 현지 조사야장과 현장사진 등을 조사일자별로 폴더를 만들어 DB관리한다.

Ⅲ. 조사결과

1. 생산적합성조사

1) 재배면적

재배면적을 통계 결과는 2ha 이상의 재배지가 58.1%로 가장 많이 나타났다.

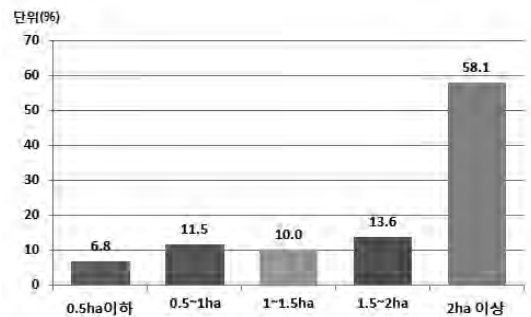


그림 5. 재배면적

2) 표고

재배지 표고는 고르게 분포하였으며, 200~700m 사이가 많이 나타났다.

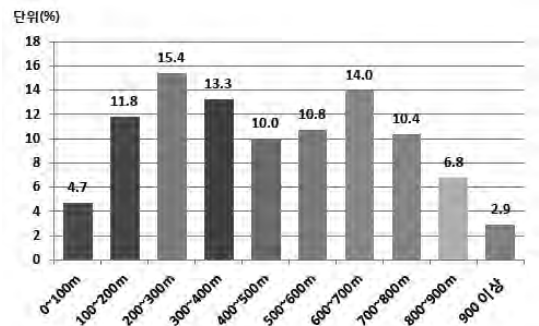


그림 6. 표고

3) 경사

재배지 경사는 경사지와 급경사지가 주로 나타났다으며 15~25°사이이다.

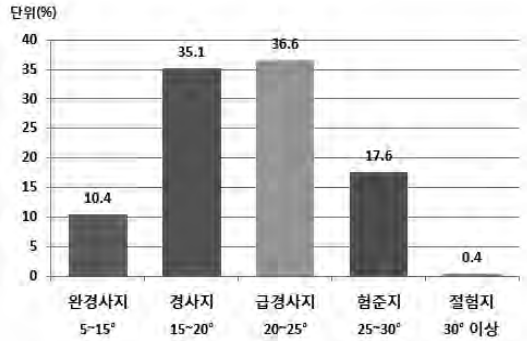


그림 7. 경사

5) 토양형

재배지의 대부분이 갈색산림토양인 약건, 적윤산림토양으로 나타났다.

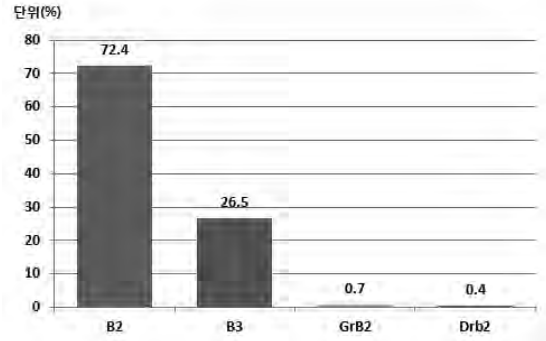


그림 9. 토양형

4) 방위

조사결과 북동향이 28.3%로 가장 많이 나타났다으며 북, 남동, 북서 순으로 나타났다.

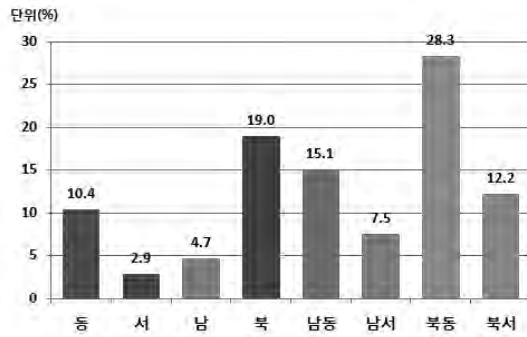


그림 8. 방위

6) 낙엽층

낙엽층은 1~3cm 사이가 가장 많이 분포한다.

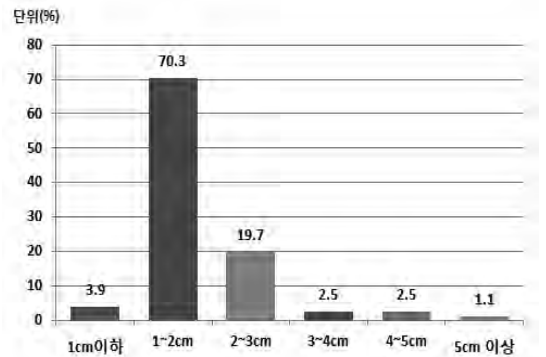


그림 10. 낙엽층

7) 임상

주로 소나무, 신갈, 낙엽송이 가장 많이 나타났다.

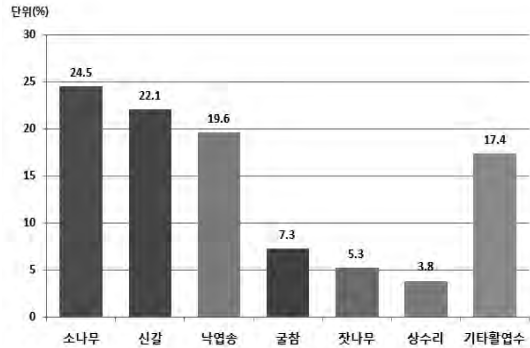


그림 11. 임상

8) 지역별 조사

조사지역 분석결과 강원도가 38.4%로 가장 많이 나타났고 전남이 0.9%로 가장 적게 나타났다.

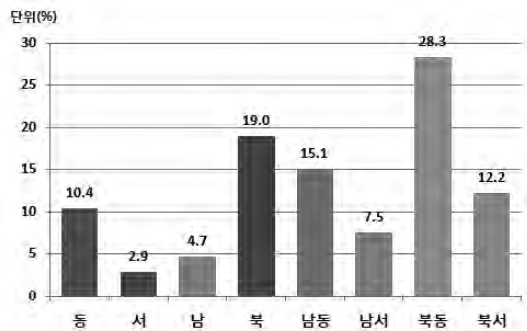
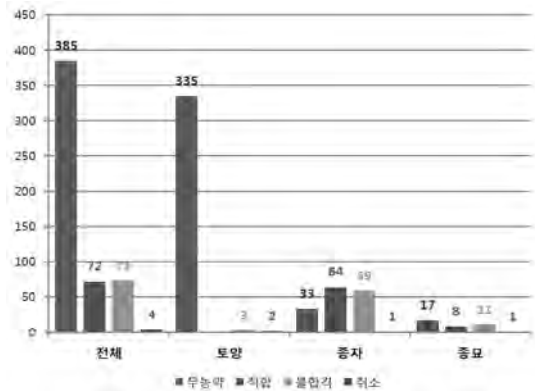


그림 12. 지역별 조사

9) 잔류농약 분석



※ 한국임업진흥원 잔류농약 분석자료 인용

그림 13. 잔류농약 분석

생산적합성 조사 전체 534건 조사 중 385건이 무농약, 72건이 적합, 73건이 부적합, 4건이 취소 결과가 나왔으며, 전체 비율로는 72.1%가 무농약, 13.4%가 적합, 13.6%가 부적합, 0.7%가 취소 판정을 받았다.

세부 내용으로는 재배지 토양 분석결과 적합 비율이 98.5%로 높게 나왔으며, 종자는 적합이 40.7%로 대부분이 적합이며 부적합 비율이 37.58%로 상당수가 농약성분이 검출되었고 종묘는 불합격이 29.7%로 종자보다는 양호한 수치를 나타냈다.

잔류농약분석 결과판정에서 무농약, 적합, 부적합으로 나누어지는데 무농약은 시료 분석결과 농약이 검출되지 않는 등급으로 표시되고 적합은 기준치 이하의 미량의 농약이 검출되었을 때 적합 판정을 받게 된다. 부적합은 등급기준이상의 농약이 검출되었을 때 판정이 되며 산양삼 재배 생산을 할 수 없다.

토양 340건중 335건이 무농약으로 검사 결과가 나왔고, 종자는 총 157건중 33건이 무농약 판정을 받고, 64건이 적합, 59건이 부적합 판정을 받았다. 종묘는 37건중 17건이 무농약 판정을 받고, 8건이 적합, 11건이 부적합 판정을 받았다. 종자와 종묘의 경우 불합격률이 나타나는 것은 인삼종자와 인삼종묘로 판단된다. 현재 산양삼 종자와 종묘가 부족하기 때문에 산림청과 한국임업진흥원은 종자공급단지를 시급히 조성해야 할 것이다.

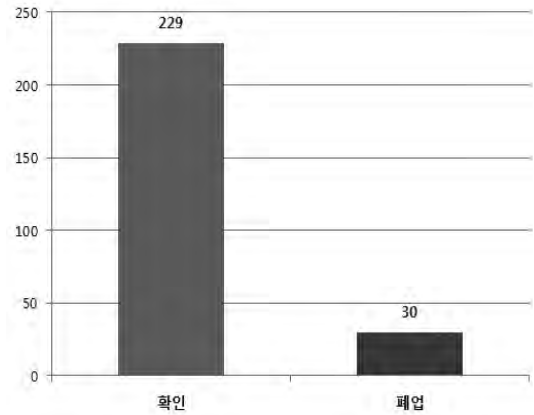


그림 14. 생산과정 확인

2. 생산과정 확인

생산과정확인 259건 중 확인 필지 229건이며, 폐업한 재배지는 30곳이다. 폐업한 이유를 살펴보면 산양삼 재배가 잘되지 않는 것, 산양삼 고사, 산양삼 도난, 개인적인 이유(이민 등)이 있었다. 산양삼 재배가 잘 되지 않는 이유는 산양삼 재배기술 부족과 산양삼 재배적지에 심지 않아 잘 자라지 않거나 고사한 경우로 나

타났다. 생산과정확인 총 259건 중 지역별 통계결과 강원도가 68건으로 가장 많이 조사되었고, 폐업 확인도 강원도가 10건으로 가장 많이 나타났으며, 경기도와 경상남도에는 폐업 없었다. 전남은 39건중 폐업이 7건으로 가장 높은 비율(18%)로 나타났다.(지역별 통계 참조 그림 15, 16)

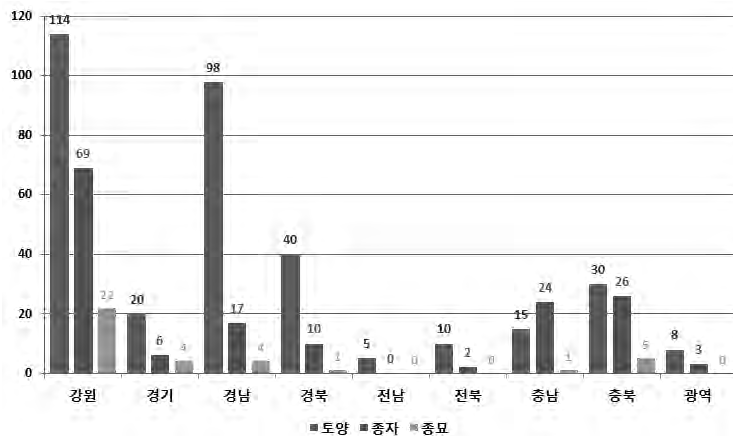


그림 15. 생산적합성조사 지역별 통계

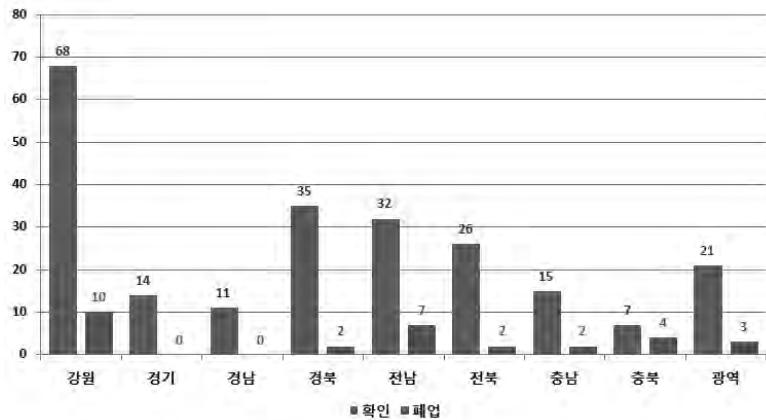


그림 16. 생산과정확인 지역별 통계

IV. 맺으며

산양삼 생산적합성조사 시료채취 및 생산과정확인인 산양삼의 산업화에 따라 재배농가 증가로 인한 생산력 확대와 품질향상을 위해 반드시 필요하다. 품질관리의 필요성이 대두되어 산양삼이 특별관리임산물로 지정되고 『임업 및 산촌진흥촉진에 관한 법률』 제3장 ‘특별관리임산물의 관리’(법제18조2~10) 의해 품질관리를 실시하고 있다. 그러나 아직 법에 대해 모르는 분이 아직 많이 있다. 또한 인삼과 산양삼을 혼동하시는 분도 있다. 대부분 산양삼 재배자는 자기산만 가지고있으면 아무 곳에서나 재배하려고 한다. 따라서 앞으로 산양삼에 대한 홍보와 많은 관심이 더 필요할 것이다.

청정임산물 산양삼은 상품가치가 있는 임산물로서 재배농가의 소득증대와 고품격 웰빙먹거리로 각광받고 있다. 이런 산양삼의 산업화

를 위해서 산양삼 생산적합성조사 시료채취와 생산과정확인을 통해 산양삼 생산을 위한 기반조성과 재배지의 속성정보 구축이 필요하며 일관성 있는 모니터링을 할 수 있는 토양관리가 필요할 것이다. 산양삼 생산적합성조사 시료채취 및 생산과정확인을 통해 산양삼 재배적지 프로그램 제작에 기본자료로 활용할 수 있다. 또한 산양삼 약리효과의 과학적이고 체계적인 연구가 필요할 것이다.

본 내용은 ‘2015년 산양삼 생산적합성조사 시료채취 및 생산과정확인’의 위탁용역사업 수행에 도움을 주신 한국임업진흥원 변재경 본부장과 지동훈 선임연구원에게 감사드립니다.



조사·연구

노지양묘 활성화를 위한 토양관리

—정선·연곡 국유양묘장—

안 병 영/최 인 규
(사)한국산지환경조사연구회

국유 양묘장에 대한 입지환경 및 토양조사를 실시하여 노지양묘 품질 및 생산량 저하 원인을 구명하고 효율적인 토양관리를 위한 관리방안을 수립하고자 토양 조사한 결과를 요약하였다.

(2015년 6월~11월 조사)

임목은 조림에서부터 벌채까지 생육기간이 길어 불량한 묘목을 심게 되면 수확기까지 장기간에 걸쳐 많은 경영손실을 초래하게 되므로 건전·우량묘목의 생산이 매우 중요하다. 이를 위해서는 양묘포지에 대한 토양특성을 정밀하게 파악하고 진단할 필요가 있으며 그 결과에 따라 수종의 선정, 시비기준 및 토양관리기술이 뒷받침되어야 한다.

연작으로 인한 토양 물리성의 악화, 토양의 산성화, 염류장해 및 토양생산력 저하 등으로 병해충 발생, 생육부진 및 고사 등 많은 문제점이 야기되고 있어 그에 대한 대책을 마련하기 위하여 고정묘포를 대상으로 입지환경, 포지의 토양 이화학적 성질 등을 조사·분석하여 그에 맞게 토양 개량 등 관리가 필요하다.

이러한 필요성에 의하여 산림청에서는 매년

국유양묘장의 토양조사에 대한 예산을 집행하고 있으며 본 원고는 2015년의 ‘묘목생산시설 토양조사’용역의 수행 결과를 바탕으로 작성하였다.

I. 일반현황

1. 정선 국유양묘장

가. 위치

강원도 정선은 토지의 86%가 산림 부존자원으로 높은 일교차와 고도 차이를 보이는 지역이 많다. 정선양묘장이 위치한 임계면은 북으로 석병산과 남쪽의 고양산, 서쪽의 왕치산, 동쪽의 두타산으로 둘러싸인 지역에 위치하고 있다.

나. 기후

2011년부터 2015년까지 5년간 연평균기온은 10.2°C이고 연평균강수량은, 219.2mm, 강수량이 가장 많은 6월부터 9월 까지 4개월간 월별 평균 강수량의 합은 891.7mm, 평균 풍속은 1.7m/sec인데 비하여, 2007년 당시 영월 측소에서 조사된 5년간(2002~2006년) 관측자료에 의하면 평균기온 10.7°C, 연평균강수량은 1,350.0mm, 6~9월간 평균 강수량은 988.4mm 이었다.

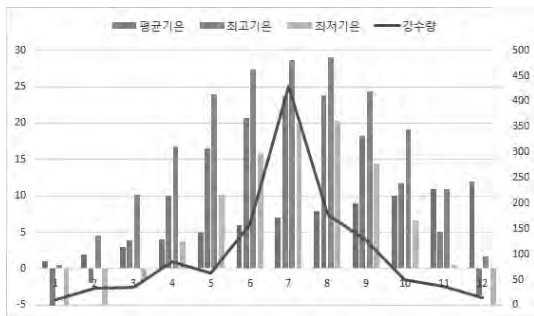


그림 1. 5년(2011~2015)간 정선양묘장 월별 평균 기후

다. 지질

양묘장의 지질은 하성층(河成層)으로 자갈(gravel) 특히 원마도가 양호한 둥근 자갈, 모래와 점토로 이루어진 충적층 지대이다.

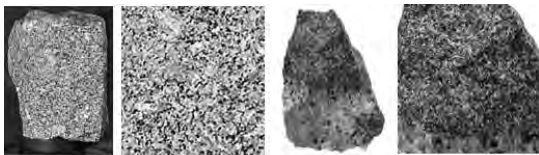


사진 1. 주변 모암 (흑운모화강암, 각석암)

2. 연곡 국유양묘장

가. 위치

한반도의 허리인 태백산맥 동쪽 중앙에 위치하고 있으며 서쪽으로 태백산맥이 남북으로 길게 뻗어 있고 동쪽으로 동해와 접해 있어 해양성 기후와 가까운 특성을 보인다.

나. 기후

강릉 지역은 경동성 지형(傾動性 地形)과 해양성 기후의 영향으로 위도에 비하여 겨울철은 온난하고 여름철은 시원한 편이다. 기온의 격차가 적은 편이며 간혹 북동 기류의 장시간 유입시 겨울철은 대설, 여름철은 폭우와 저온 현상이 있으며, 겨울과 봄철에는 강풍 현상으로 산불에 취약하다.

최근 5년간 연평균 강수량 1,309.5mm, 여름(6~9월) 강수량은 745.8mm이며, 2015년 여름철(6~9월) 강수량은 533.2mm를 보이고있다.

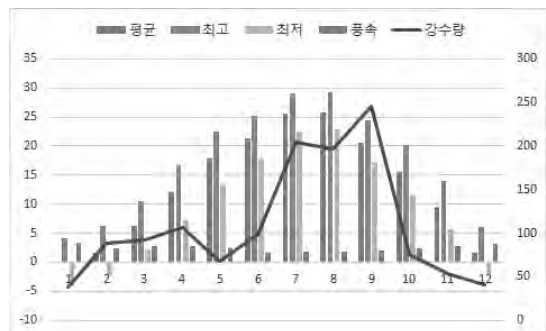


그림 2. 5년(2011~2015)간 연곡양묘장 월별 평균 기후

다. 지질

연곡 양묘장의 지질은 충적층 지대이며 주변 산지는 구릉성 산지로 대보관입암류인 화강암으로 구성되어 있다. 토심이 매우 깊으나 모래층이 많고 자갈층은 거의 없다.



복운모화강암 화강섬록암 흑운모화강암
사진 2. 주변 모암 (복운모화강암, 화강섬록암)

II. 토양 분석

정확한 조사를 위해 52개의 토양단면 조사를 실시하였으며 52점의 삼상분석, 104점의 이화학성 분석, 52점의 투수성 분석을 실시하였으며 정확한 분석을 위하여 한국임업진흥원에 의뢰분석 하였다.

1. 정선

토양 특성을 조사하기 위하여 포지별로 조사 지점을 선정, 토양단면을 조사하고 토양시료를 채취하여 분석하였다.

가. 토양 물리성

정선 양묘장은 1954년부터 활용하여 왔기 때문에 과거로부터 여러 번에 걸쳐 뒤섞기(soil ripping)와 객토(복토)를 실시하여 왔으므로

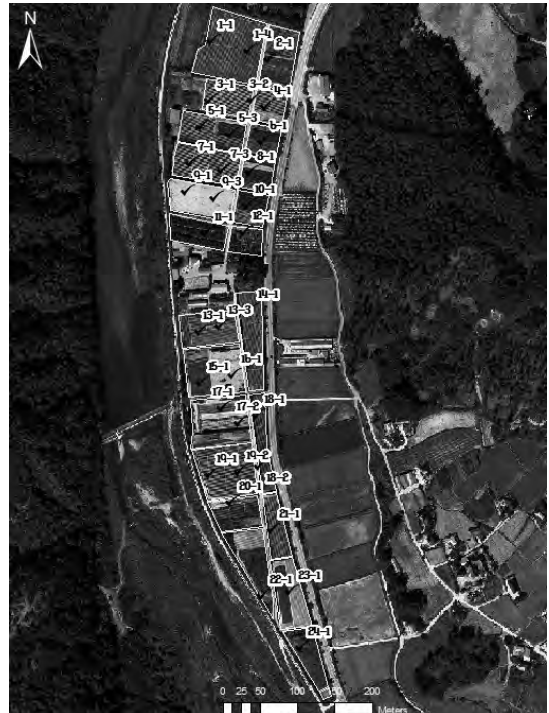


사진 3. 포지별 토양단면 조사 위치도

토양단면 상태가 위치마다 다르게 나타나고 있다.

원래의 토양과 객토가 혼합되어 있으며 그 깊이도 다르기 때문에 층위 구분이 어려운 상태이다.

또한 묘포장이 하천과 접하여 있기 때문에 하천에 연한 지역은 위치에 따라 홍수 재해에 의하여 원래의 표토층이 유실되고 새로이 객토

또는 복토한 지역도 있다. (19, 20, 22 포지) 객토로 사용된 토양은 대체로 사질양토(SL)이나 미사(silt)와 점토(clay)의 함량 비율이 매우 다르고, 일부는 미풍화 모재(parent material) 층을 객토로 사용하여 토양의 질이 떨어지는 지역도 있다.

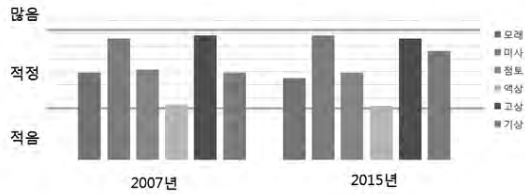


그림 3. 물리성 그래프

나. 토양 화학성

토양 화학성으로는 토양 산도(pH), 토양 양료 함량, 양이온 치환용량(CEC), 치환성 양이온과 전기전도도(EC) 등이 있다.

유기물과 전질소 함량은 전 포지에서 모두 낮게 나타나고 있어 양료의 보충이 필요하다. 양이온 치환용량(CEC)은 표토, 심토 모두 낮은 값을 보이고 있어 보충이 요망된다. 마그네슘(Mg^{2+}) 이온은 전반적으로 부족현상을 보이고 있어 대부분 지역에 마그네슘 비료 황산고토, 백운석 분말, 복합비료, 용성인비 등 시비가 필요하다.

전기전도도(Ec)는 최대 0.74ds/m로 나타나고 있어 심각한 편은 아니나 2007년도 조사결과와 비교할 시 약간의 염류화가 진행중임을 알 수 있다.

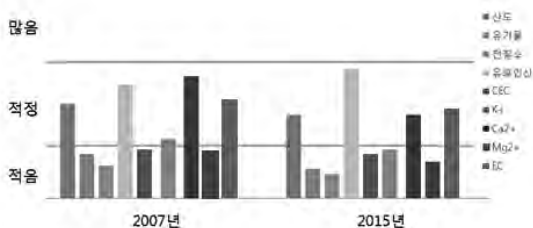


그림 4. 화학성 그래프

2. 연곡

묘포 토양의 특성을 파악하기 위하여 포지별로 토양조사 지점을 선정하여 토양단면을 조사하였으며 층위별로 토양시료를 채취하여 분석하였다.

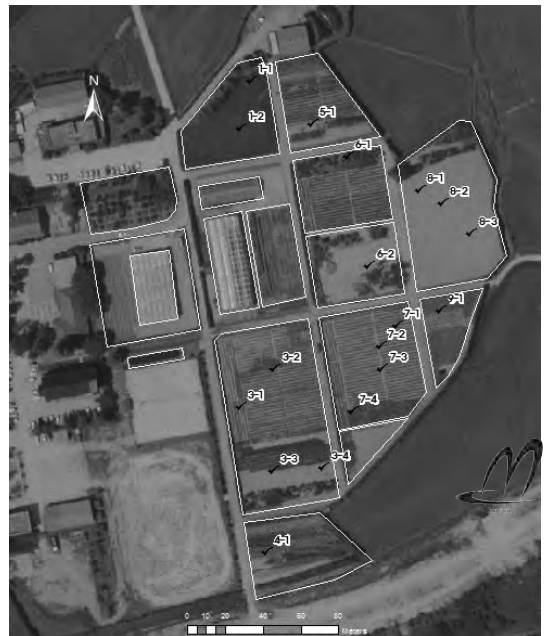


사진 4. 포지별 토양단면 조사 위치도

가. 토양 물리성

연곡 묘포장은 과거 전답으로 이용하던 평탄지로 지질은 충적층에 해당된다. 토양은 진흙, 모래, 자갈 등으로 이루어져 있으며, 토심은 매우 깊게 나타나고 있다. 논이나 밭으로 이용하였던 토지를 포지화 하였기 때문에 위치에 따라 복토 및 객토의 깊이가 다르며, 위치에 따라 토층이 교란되어 있다.

묘포장 주위의 구릉성 산지는 대보 관입암류의 화강암으로 조립질이다. 풍화되면 모래가 많은 사양토를 형성한다.

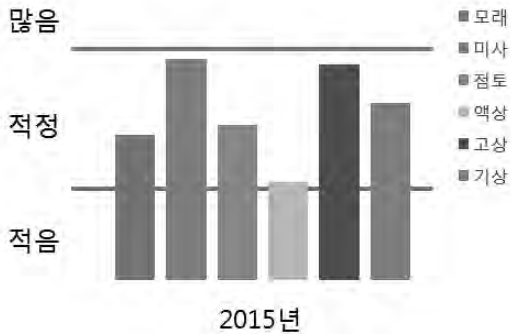


그림 5. 물리성 그래프

나. 토양 화학성

유기물, 전질소 등은 기준량에 비해 부족 상태이며, 양이온 치환용량도 표토, 심토 모두 낮은 값을 보이고 있다. 또한 치환성 양이온에서 K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 이온 모두가 대체적으로 기준치에 비하여 낮게 나타나 이의 보충이 요구된다.

포지(조사 지점)에 따라 일부 지역에서 전기전도도가 높게(1.0ds/m) 나타나고 있어 관리가 요망된다. 전기전도도(Ec)가 최대 1.0ds/m로 나타나고 있으며, 이는 현재까지조사된양묘장의전기전도도중가장높게나온것으로파악된다. 1.0ds/m는 우려할 정도의 염류화는 아니며 양묘장 전체적으로 볼때는 적절한 수준이기에 완화를 위한 처방 보다는 더 이상 진전되지 않도록 관리하는 것이 중요하다.

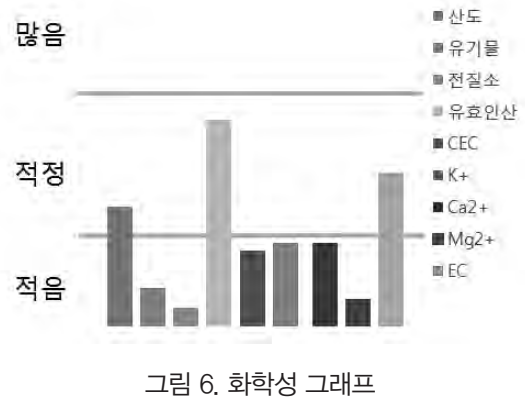


그림 6. 화학성 그래프

Ⅲ. 조사 결과 및 대책

1. 정선 국유양묘장

가. 토양조사 결과

2007년도에 비해 토양 물리성에서 토양 답압 상태와 토양 배수상태 등이 관리상의 결과로 다소 개선된 경향을 보이거나, 토양 양료 함량과 양이온 치환용량(CEC) 및 토양 염류화(EC) 등 토양 화학성이 약간 부족한 상태를 보이고 있다.

나. 관리방안

2007년도 이후 현재까지 계속적으로 객토를 실시하고 있으나 토성이 개선되지 않고 있는 이유는, 사전에 객토용 토양의 토양분석(토성)을 실시하여 묘포 토양 토성 개량에 적합한 토양인가를 확인하고 객토를 실시하여야 하는데 그렇게 하지 않은 것으로 판단된다. 모래 함량이 부족한 묘포 토양은 모래 함량이 많은 미풍

화 마사토를 객토로 사용하여야 하고, 미사와 점토 함량이 부족한 묘포 토양은 잘 풍화된 토양을 객토로 사용하여 모래함량이 75% 내외, 미사 함량 15% 내외, 점토 함량 10% 내외가 되도록 토성을 개량하여 주어야 한다.

2. 연곡국유양묘장

가. 토양조사 결과

전답으로 활용하던 토지를 양묘장으로 활용하고 있기 때문에 토심은 비교적 깊으나, 층적 토양이 많아서 토양 내에는 오랜 경작으로 인한 점토 집적층이 있으며 답압에 의하여 토양의 고상비가 높고 가비중이 크며 토양 경도지수가 높게 나타나고 있어 토양배수가 불량한 것으로 나타나고 있다.

나. 관리방안

점토함량은 적절한 편이나 모래함량이 적고 미사함량이 높은 편이다. 따라서 묘포 토양의 모래함량이 75% 내외, 미사함량이 15% 내외가 되게끔 토성을 개량하여 주어야 한다.

연곡 양묘장은 층적층으로 심토층에 모래와 석력층이 존재하고 있어, 배수상태는 양호한 것으로 사료되나 건조 시에는 유의할 사항이다.

유기물과 전질소 함량은 전 포지에서 모두 낮게 나타나고 있어 양료의 보충이 필요하다. 양이온 치환용량(CEC)은 치환성 양이온은 K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 이온 모두 기준치에 비해 낮으므로 보충이 요구된다.

IV. 종합 관리방안

1. 배수로 및 관수시설의 정비

가. 배수로 정비

정선국유양묘장 내에 3개소의 플룸관을 340m 설치 및 PE 배수로와 작업로 측구를 중심으로 하여 18개소의 설치가 필요하다.

나. 관수 시설장비

봄철 가뭄대비 관정시설 설치 및 땅속 파이프관 매설로 수분 공급의 반자동화를 통한 관수 관리 문제를 해결해야 하며 정선 양묘장은 노후화된 기존 마을 수로관 약 930m의 보수공사를 통해 용수 공급을 원활히 하여야 한다.

이와 더불어 노후화에 따른 문제로 약 200개 정도의 PE 재질의 호수관과 스프링클러 세트를 모두 교체해야 한다.

다. 토양관리 방안

정선양묘장의 11, 12, 19, 20, 22, 23, 24 포지에 대한 객토를 동절기에 실시하고 14, 19, 23포지는 밭사미드 처리를 한다. 객토 후 경운하고 녹비작물(콩, 호밀)을 재배하여 지력을 높이도록 하고 다음해에 퇴비를 충분히 살포한 후 파종, 이식상으로 활용한다.

토양의 염류화를 방지하기 위해서 아래의 방법을 활용한다.

- ① 건조기에 관수를 실시하여 지하수의 상승을 억제

- ② 관개수는 수질 분석을 통하여 염분 농도를 확인
- ③ 토양 내 배수가 원활히 이루어지도록 배수 시설을 정비
- ④ 가능한 염기성 비료의 사용을 금하여 토양 오염원을 제거
- ⑤ 연작을 피하며, 녹비작물을 재배하여 지력을 증진

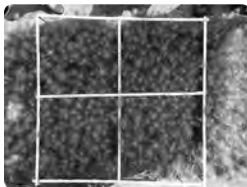
토양소독제 밧사미드는 입고병 방제와 연계하여 연작장애 및 각종 토양병해를 예방하는 효과를 지니고 있으므로 연곡 국유양묘장과 정선 국유양묘장내 포지에 대한 토양소독 실시를 권장한다. 파쇄한 청초와 수피를 굴삭기를 이용해 혼합한 유기물 퇴비를 사용하여 묘포의 지력증진을 통해 우량 묘목의 지속적인 생산을 가능케 한다.

V. 맺으며

‘국유양묘장 토양조사’라고 하여 단순한 토

양조사에서 머무를 것이 아니라 조사가 진행되는 과정에서 나오는 이슈 사항에 대하여 연계연구를 수행하면서 보다 발전적인 방향이 될 수 있도록 계획을 수립하여야 하며 실제로 ‘2015년 묘목생산시설 토양조사’과정 중 알게 된 ‘작물용 토양 소독제에 대한 묘목의 적용 효과’에 대하여 부가적 연구를 진행함으로써 작물용 토양소독제가 묘목의 생산력 증대에 큰 영향을 준다는 것을 도출하였다. 지정된 내용의 수행과 더불어 새로이 발견된 이슈에 대하여 연계연구를 수행 할 수 있도록 지원 및 예산확보가 필요하다.

본 원고는 국립산림과학원의 위탁연구로 수행된 ‘2015년 묘목생산시설 토양조사’의 결과를 바탕으로 작성되었으며 본 과제 수행을 위해 도움을 주신 국립산림과학원 임주훈 과장과 김용석 박사에게 감사드립니다.



조사·연구

광릉시험림 연구시험지 관리를 위한 정밀산림자원 조사

심우범 / 최인규
(사)한국산지환경조사연구회

광릉시험림에 대하여 정밀산림 자원조사를 수행하여 체계적 경영 및 관리를 위한 기초자료를 확보하고 시험림 내에 존재하는 다양한 연구시험지의 관리방안을 수립하고자 정밀 조사한 결과를 요약한 내용이다.

(2015년 11월~12월조사)

I. 조사 개요

1. 배경 및 목적

광릉시험림은 1913년 임업시험림으로 지정되고 나서 2015년 11월 현재까지 103년을 맞이하고 있는 국내 유일의 임업시험림이다. 103년이라는 긴 세월동안 건전한 임업시험림으로 있기까지는 지속적인 관리와 효율적 경영이 뒷받침되었기 때문이다.

최근 오랜 기간 동안 시험지가 누적되어 체계적인 관리의 어려움이 있으며 변화하는 산림에 대한 508개 소반의 정확한 경계 및 산림 현황에 대한 자료가 부족하여 그에 대한 정확한 조사가 필요하게 되었다.

2. 지역 및 규모

광릉시험림은 북위 37도 45분, 동경 127도 10분에 위치하고 있으며 지리적으로 한반도 중심에 위치하고 있다. 행정구역으로는 경기도 포천시 소흘읍과 내촌면, 남양주시 진접읍, 양

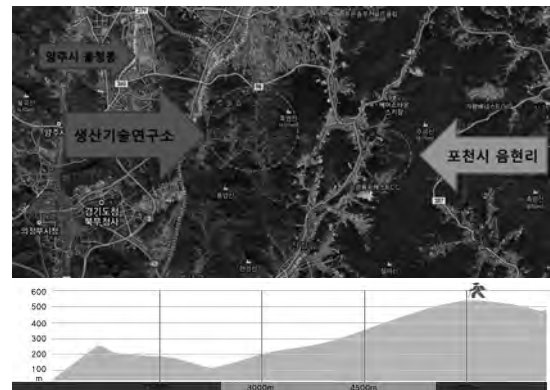


그림 1. 광릉 시험림 위치도

주시 울정동을 포함한 3개시, 2읍, 1면, 1동에 걸쳐 있다.

3. 내용 및 방법

가. 1:5,000 임소반도 및 임상도 작성

1) 임소반도 작성

임소반도는 시업구마다 작성하며 산림의 크기 및 경계 관계를 조사하여 세부적 시업구를 확정하는 것에 그 목적이 있다. 또한 산림경영 계획수립 등을 고려하여 독립경영이 가능하도록 해야 한다.

임반은 관리의 편리 도모를 위해 시업구를 몇 개의 구역으로 나눈 것을 말하며 산림의 내부 및 도면상에서의 임지 위치를 정확히 알 수 있도록, 산림상태를 편리하게 수정할 수 있게 설정하여야 한다. 또한 임반의 설정은 벌채개소의 경계가 되며 경영의 합리화를 도모하는데 유리하다. 임반을 구획할 때 면적은 시업 방법, 집약도, 임지의 분포, 형상 등에 따라 다르게 구획한다.

소반은 임반 내에서 그 상태 및 취급에 차이를 둔 부분이며, 보통 0.5ha 이내는 세분화 하지 않지만 시험림의 특수성을 감안하여 더욱 세밀히 구분한다. 지중구분이 상이할 때, 입목지와 미입목지, 수종 및 작업종이 상이할 때, 임령 및 지위의 차이가 현저할 때 구분한다.

2) 임상도 작성

임상도는 산림의 윤곽, 임·소반, 임도, 하천, 수종 및 혼효상태, 영급, 작업종, 벌채구

역, 주벌 및 간벌의 장소 등을 색채와 기호로 표시한 것으로 어떤 산림이 어디에 분포하고 있는가를 보여주는 대표적인 산림주제도이며 우리나라 산림의 변화를 분석할 수 있는 귀중한 자료이다.

임상도의 제작 순서는 기초자료 수집·분석, 임상판독 및 구획, 소반별 표준지 조사, 임상구획의 수정·편집, 도면 제작의 순서로 진행된다. 기초자료 수집·분석 단계에서는 대상 산림에 대한 각종 임상 정보 자료를 최대한 수집하여 임상 구획 및 분류에 활용하며 최종적으로 도면 제작은 항공사진 판독과 현지 임상 조사 및 표준지조사에 의해 수집된 자료를 기반으로 임상도를 제작한다.

나. 임소반별 산림 생육상황 조사

1) 산림자원 조사 개요

산림생산기술연구소의 광릉시험림을 대상으로 1개 소반 내 1개 표준지(20m × 20m)를 조사하며 소반 편성 원칙에 의거하여 새로 편성되는 소반은 신규 번호를 부여하여 조사를 실시한다. 흉고직경 6cm 미만의 치수림의 경우 매목조사는 하지 않고 임반 현황 조사만 하며, 하층식생 조사는 다양한 하층식생이 분포하지 않는 12월에 조사가 진행된 점을 감안하여 기존 조사 자료를 참고로 작성하고 현지 조사 시 나타나는 하층식생은 조사 야장에 기입한다.

2) 조사체계

광릉시험림의 산림조사는 지황조사와 임황조사 및 하층식생조사로 구분하여 조사한다. 표

고, 경사, 방위는 GIS분석을 통하여 기입하고, 토양관련 인자는 2009년 조사자료를 활용한다. 임황조사는 최신항공사진을 이용해 임소반도 수정을 한 뒤 소반별 대표성을 띠는 지점에 표본점을 배치하여 현지 조사를 하며 취득된 자료 분석을 통해 임소반도를 수정한다.

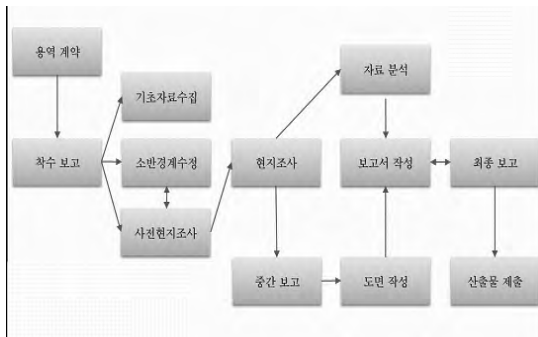


그림 2. 사업체계

II. 일반현황

1. 지형

지형은 동서로 약 2km 남북이 약 6km에 달하고 있으며 32개 임반내 569개소반으로 구분하고, 총면적은 1,109ha이다.

2. 기후

1981년부터 관측이 시작된 동두천 기상 관측 자료에 의한 기후자료는 아래 그림 3.과 같다. 1981년부터 2010년까지 30년간 연 강수량은 1,503mm, 평균기온은 11.2°C, 평균풍속은 1.6m/s로 나타난데 비하여, 최근 5년간

(2011~2015) 조사된 자료에 의하면연강수량은 1,378mm, 평균기온은 15.7°C, 평균풍속은 1.6m/s로 나타났다. 평균풍속은 비슷한 경향을 보이니, 연 강수량은 다소 낮은 수치를 보이고 있다. 이는 아직 15년 12월 데이터가 완전히 반영되지 않은 것을 고려해야 하겠으나, 이 지역의 최근 강수 조건이 낮았음을 보여주고 있다. 기온을 살펴보았을 때, 12월에서 2월 사이에 기온이 낮으므로 월동에 대비해야 한다. 또한 장마기간인 6월에서 8월 사이의 강수량은 921mm로 연 강수량(1,378mm)의 66%에 해당하는 집중호우를 보이므로 홍수 및 토양침식에 대비해야 할 것이다.

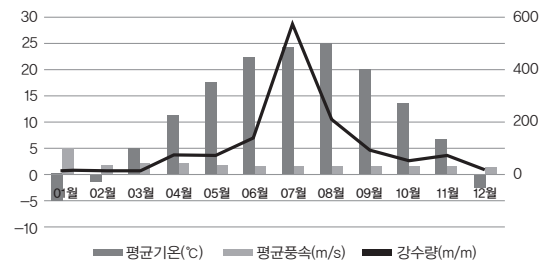


그림 3. 월별 평균 기후

3. 지형 및 지질

광릉시험림의 지형 및 지질을 파악하기 위하여 입지토양도, 지질도를 활용하여 분석하였으며, 경기도 양주시 율정동, 포천시 소흘읍 직동리, 포천시 내촌면 음현리 지역의 모암을 파악한 결과 화강 편마암과 호상편마암이 분포하며, 양주시 율정동에는 화강암이 분포하고 있으며, 모암의 특성상 사양토 및 양토가 대부분 나타난다.



호상편마암

화강암

사진 1. 모암

4. 유래와 역사

산림생산기술연구소가 관할하고 있는 광릉시험림은 원래 조선 제 7대 세조대왕 광릉림의 일부분이다. 광릉 시험림의 연혁은 다음과 같다.

- 1468년 조선 제 7대 세조대왕의 광릉을 부속림으로 지정
- 1908년 세조대왕 능림이 국유로 귀속
- 1911~1924년 국유림 구분조사에 의해 갑종 요존예정임야에 편입
- 1913년 시험묘포와 광릉임업시험지 설치
- 1922년 임업시험장 창설
- 1927년 광릉시험림에 대한 최초의 임상도 제작
- 1945년 조선임업시험장 광릉출장소 개칭
- 1949년 농림부 중앙임업시험장 직속 광릉출장소로 개편
- 1958년 농사원 소속기관으로 편입
- 1987년 임업연구원 중부시험장
- 2001년 1,122.0ha 중부임업시험장 관할
- 2004년(띠어쓰기) 중부임업시험장을 산림생산기술연구소로 명칭 변경

Ⅲ. 조사결과

1. 주로 만나는 나무

가. 소나무

나무 중의 으뜸(수리)이라고 하여 이름 붙여진 소나무는 우리나라의 대표적 수종으로 많은 사람들이 좋아하는 나무이다. 척박한 땅에서도 잘 자라는 소나무의 특성은 한민족의 일과 어우러진다. 조림의 역사를 살펴보면 신라시대부터 화랑도의 수양의 일환으로 심었다고 전해진다. 최근 재선충으로 인한 피해로 소나무의 분포면적이 점점 줄고 있어 그 관리 대책



사진 2. 소나무

이 논의되고 있으며, 재선충 피해로 인해 신규 조림도 증가하고 있는 추세이다.

나. 낙엽송

대표적인 속성수인 낙엽송은 우리나라의 치산녹화 사업의 중추적 역할을 한 나무이다. 우리나라에 1904년에 도입되어 성장속도가 빠르고 목재로써의 가치가 높아 대규모로 조림된 수종이다. 소나무과 가운데 겨울에 잎이 떨어진다고 해서 낙엽송이라 불린다. 최근 목재 가공법이 발달하면서 낙엽송은 자재로서 많이 이용되고 있다.



사진 3. 낙엽송

다. 졸참나무

전국의 산야에서 흔하게 자라는 낙엽활엽교목으로 잎이 작은 대신 한 개체가 지닌 나뭇잎의 유효 면적이 가장 크게 발달하므로 참나무 속 식물 중에서 가장 거대한 규모로 성장해 갈 수 있고 자생지에 따라 나무 전체에 물을 많이 담아 두는 경우가 있어 물참나무라고도 한다.

졸참나무는 생장이 빠르고 재질이 좋고이며 나무껍질은 염료로 이용되며 졸참나무의 도토리는 신갈나무나 떡갈나무에 비해 작지만, 맛은 제일 좋다고도 알려져 있다.



사진 4. 졸참나무

2. 주요 통계

가. 임종

사람의 간섭이 없이 스스로 자란 천연림의 비율이 인공림 보다 약간 더 많이 분포하는 것으로 나타났다.



그림 4. 임종분포

나. 임상

광릉 시험림의 입목지 면적 중 침엽수림이 가장 많은 양을 보이고 있으며 뒤를 이어 활엽수림이 많이 분포하였다.



그림 5. 임상분포

다. 소밀도

임관 상층부의 점유비율에 따라 구분하는 소밀도의 경우 밀이 약 80%로 가장 많이 구성되어 있다.



그림 6. 밀도분포

라. 영급분포

광릉시험림의 역사만큼이나 임분의 영급 분포도 8~10영급의 분포가 주를 이루고 있었다.

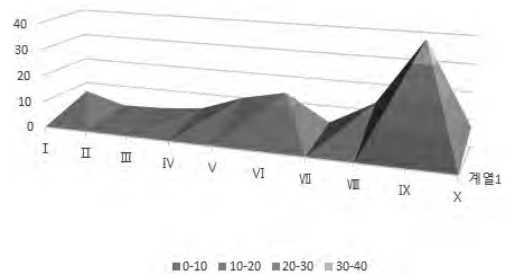


그림 7. 영급분포

마. 임목 축적

ha당 축적의 변화를 보면 1964년에는 95m³, 1980년 135m³, 1990년 178m³, 2000년 255m³,

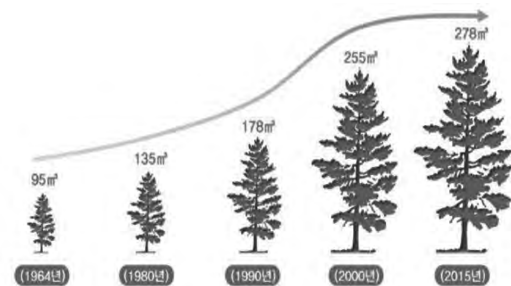


그림 8. 광릉시험림 축적변화
(자료출처:산림청)

2015년 278m³이었다. 1964년에 비하면 늘었지만, 2000년 이후 약 10% 늘어나는 데 약 290% 그쳐 성숙림으로 가면서 생장이 둔화되고 있는 것으로 나타났다.

Ⅳ. 맺으며

광릉숲은 보전가치를 인정받아 유네스코 생물권보전지역으로 지정되어있다. 1468년 세조

의 능림으로 지정되어 지금까지 보호가 되어오면서 임업관련 연구를 위한 다양한 산림자원을 제공해준 숲이다. 시험림 지정 이래로 약 600개가 넘는 시험이 시행된 명실상부한 우리나라 최고의 연구시험림이다.

산림관련 분야 뉴스를 읽다가 2015년에 조사한 본 연구의 결과가 환경일보 등에 기사화 된 것을 보았다.

앞으로도 전문적 연구와 더불어 적극적 애정을 갖고 산림 홍보 및 발전을 위해 임업의 기틀을 잡아주는 연구시험림이 되길 바라며 많은 관심과 지지가 필요할 것으로 생각된다.



그림 9. 연구관련기사
(자료출처:환경일보, 농촌여성신문)

본 원고는 산림생산기술연구소의 위탁연구로 수행된 ‘2015년 광릉시험림 정밀산림 자원조사’의 결과를 바탕으로 작성되었으며 본 과제 수행을 위해 도움을 주신 산림생산기술연구소 이영근 팀장과 정상훈 박사에게 감사드립니다.



산림문학

숲의 영웅

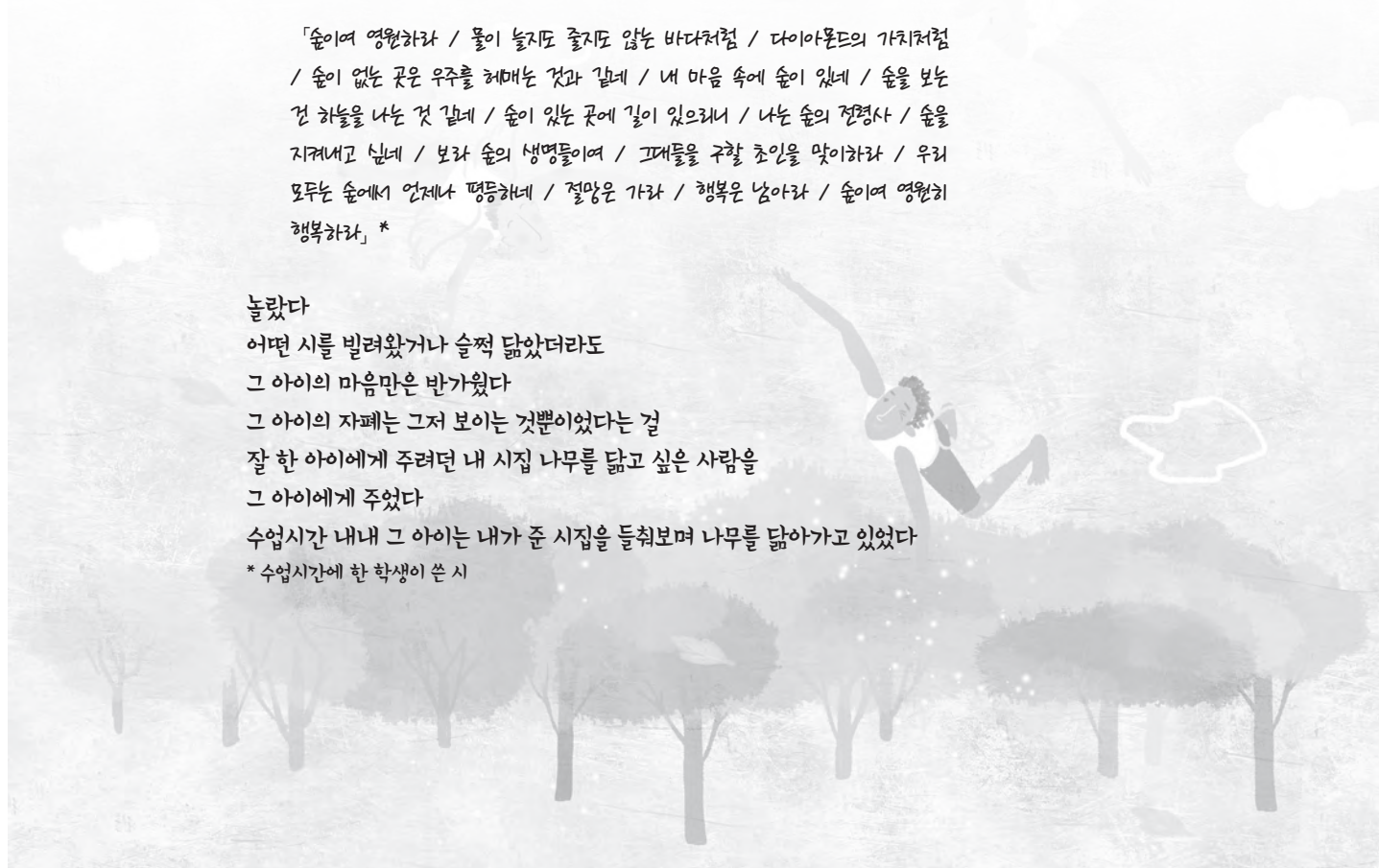
박 재 현

국립경남과학기술대학교 산림자원학과 교수 · 시인

그 아이는 자폐아다
 이따금 수업 시간에 놀랄 만큼 큰 소리로 모두를 놀라게 하기도 한다
 원하던 원하지 않던 엉뚱한 소리를 지르곤 태연하게 무언가에 몰두하며
 어눌한 말로 나를 당황하게 한다
 다른 아이들은 그의 행동에 놀라기도 하며 어떤 때에는 당연한 듯
 비명에 가까운 소리에도 주목하지 않는다
 나는 숲과 관련된 시를 낭송하도록 시 한 편을 외워오라는 과제를 냈고
 지목된 아이들이 한 편의 시를 낭송했다
 대부분의 아이들은 어떤 부분은 외웠으나 자신이 없었고 까먹었고
 흠쳐보며 뒤텔뒤텔 시를 맛있게 외우거나 읽었다
 답답한 차, 나는 자신 있게 낭송할 사람을 호명했다
 그 아이가 손을 번쩍 들었다

「숲이여 영원하라 / 물이 늘지도 줄지도 않는 바다처럼 / 다이아몬드의 가치처럼
 / 숲이 없는 곳은 우주를 헤매는 것과 같네 / 내 마음 속에 숲이 있네 / 숲을 보는
 건 하늘을 나는 것 같네 / 숲이 있는 곳에 길이 있으려니 / 나는 숲의 정령사 / 숲을
 지켜내고 싶네 / 보라 숲의 생명들이여 / 그대들을 구할 초인을 맞이하라 / 우리
 모두는 숲에서 언제나 평등하네 / 절망은 가라 / 행복은 남아라 / 숲이여 영원히
 행복하라」 *

놀랐다
 어떤 시를 빌려왔거나 슬쩍 닮았더라도
 그 아이의 마음만은 반가웠다
 그 아이의 자폐는 그저 보이는 것뿐이었다는 걸
 잘 한 아이에게 주려던 내 시집 나무를 닮고 싶은 사람
 그 아이에게 주었다
 수업시간 내내 그 아이는 내가 준 시집을 들춰보며 나무를 닮아가고 있었다
 * 수업시간에 한 학생이 쓴 시



부 록

정 관

1996. 8. 9 허가
 1998. 4. 28 개정
 1999. 11. 13 개정
 2001. 3. 26 개정
 2005. 12. 06 전문개정
 2009. 10. 01 개정

제 1장 총 칙

제 1조 (명칭) 본 회는 사단법인 한국산지환경조사연구회(이하 “본회”)라 한다.

제 2조 (목적) 본 회는 산림환경에 관련된 종합적인 조사·연구와 과학적인 산림자원 관리 및 산림 정책 수립에 필요한 산림자원 통계의 생산 및 정보 제공으로 임업발전에 기여함을 목적으로 한다.

제 3조(사무소) 본 회의 주 사무소는 경기도 남양주시 진접읍에 두고 필요에 따라 특, 광역시 및 각 도에 지회를 둘 수 있다.

제 4조 (사업) 본 회는 제2조의 목적을 달성하기 위하여 다음 각호의 사업을 행한다.

① 다음 각 호의 사업에 대하여 연구·개발한다.

1. 산림자원조사 및 모니터링
2. 산림입지환경조사 및 산지이용구분조사
3. 산림자원의 가치 및 지속가능성 평가
4. 산림생태환경의 조사 및 영향평가
5. 산림 경영계획의 작성
6. 산림재해 방지 및 수자원 보존을 위한 오염실태조사

7. 원격탐사기법의 임업적 응용연구
8. 산림영상판독 및 산림측정기술 개발
9. 산림지리정보 시스템개발 및 DB구축
10. 산림영상사진 판독사 자격 검증 및 관리 운영
- ② 임업기술과 관련된 해외 기술협력 및 정보교환
- ③ 본 회 목적과 관련된 정보수집, 교류, 세미나, 기술교육 및 간행물 발간
- ④ 본 회 목적과 관련된 사업의 수탁 및 용역

제 2장 회 원

제 5조(회원의 구성) 본 회의 회원은 정회원, 명예회원으로 한다.

제 6조(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 이사회
의 승인을 얻어야 한다.

제8조(회원의 권리)

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

제9조(회원의 의무) 본 회 회원의 의무는 다음과 같다.

1. 본 회의 회원은 정관규정을 준수하고 이사회에서 정하는 바에 따라 회비납부 의무를 이행
하여야한다.
2. 본 회의 회원은 정관 또는 이에 따른 규정과 총회 및 제반업무 수행에 적극협조 하여야
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 는 이사회의 의결에 의하여 제명할 수 있다.
- ④ 회비를 2년 이상 체납 시 회원의 자격이 정지된다.

제 3장 임원 및 조직

제11조(임원의 구성) 본 회의는 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 회원 중에서 총회에서 선출한다.

제13조(임원의 임기)

- ① 임원의 임기는 3년으로 하고 감사는 2년으로 하되 1회에 한하여 연임할 수 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 이 조사연구회의 업무를 집행한다.
4. 이사는 정관의 규정에 의한 이사회의 기능에 속하는 사항과 회무에 관한 사항을 심의 의

결한다.

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 본 회에 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.

제 4 장 회 의

제19조(회의 종류) 본 회의 회의는 총회 및 이사회로 한다.

제20조(총 회) ① 총회는 정기총회와 임시총회로 한다.

- ② 정기총회는 매년 2월중에 개최하고 회장이 소집한다.
- ③ 임시총회는 회장이 필요하다고 인정할 때, 재적이사 3분의 1이상의 요청이 있을때, 재적회원 3분의 1이상의 요청이 있을 때, 또는 감사가 긴급을 요하는 중요한 사유를 발견할때 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) 본회는 회장, 부회장, 이사, 상임이사로 구성되는 이사회를 둔다.

- 제22조(이사회 개최) ① 이사회는 회장이 필요하다고 인정하거나 이사 과반수이상의 요구가 있을 때에는 회장이 이를 소집하여야 한다.
- ② 회장이 이사회를 개최하고자 할 때에는 회의개최 7일 이전에 목적, 일시, 장소를 정하여 이사에게 통지하여야 한다.

제23조(이사회 의결사항) 이사회의 의결사항은 다음과 같다.

1. 업무의 집행에 관한 사항
2. 사업계획의 운영에 관한 사항
3. 예산, 결산서 작성
4. 총회에서 위임 받은 사항
5. 정관에 의하여 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.

제 5장 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 사업연도 초에 사업계획서와 예산을 편성하여 이사회회의 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 이사회회의 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.

제 6장 지 회

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

제31조(운영) 각 지회는 본회의 정관에 준하여 운영한다.

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

제 7장 보 칙

제33조(감사) 본 회의 감사는 정관 제14조 제5항의 규정에 따라 회의 업무 및 재무에 관한 사항을

연 1회 이상 감사하여 총회에 보고해야 한다.

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

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

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

②전항의 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) 이 정관 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) 이 정관 개정당시 재임중인 임원의 임기는 잔여임기까지로 한다.

임원 및 회원 주소록

임 원

- 자문위원 : 이여하, 김사일, 김태훈, 이진규, 김태옥, 박순조, 류택규, 김규현
- 회 장 : 안병영
- 부 회 장 : 김정환, 심우범, 원형규
- 상임이사 : 연정수
- 이 사 : 김재원, 김춘식, 박관수, 박승중, 박재순, 변재경, 손요환, 송장호, 오종환, 이명중, 이승우, 이충화, 조현제, 홍의기, 홍인표, 홍한표
- 전문위원 : 김준섭, 배상원
- 감 사 : 원현기

구교상, 구승모, 구창덕, 김정하, 김문겸, 김선경, 김성환, 김용민, 김종찬, 김철민, 김철수, 도미령, 박동근, 박병배, 박성범, 박정신, 박종봉, 박종해, 서수안, 서호석, 안경모, 윤호중, 이대섭, 이대호, 이봉수, 이상수, 이시영, 이원규, 이종명, 이종민, 이창우, 이춘택, 이태수, 장영기, 전수진, 정양수, 조현국, 지동훈, 지성구, 최 경, 최인규, 최형태, 홍석주 (43명)

임원주소록

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
자문위원	이여하	전 임정연구회 회장	서울시 강남구 봉은사로29길 44(논현동)	(02)548- 5153
"	김사일	(사)한국임우회장	서울시 동대문구 외대역동로14길 23, 202호 (이문동, 이경빌리지)	(02)963- 2058
"	김태훈	전 임업연구원 부장	서울시 영등포구 당산로 214, 412-1902 (당산동5가, 당산 삼성 래미안)	(02)2677-3926
"	이진규	전 임업연구원 부장	경기도 구리시 수택천로 60, 103-1006 (수택동, 구리수택주공아파트)	(02)556-1765
"	김태옥	전한국산지환경조사연구 회장	경기도 남양주시 화도읍 비룡로 5 6-8, 103- 701(신명스카이뷰그린아파트)	(02)511-8863 018-319-0106

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
자문위원	박순조	전 임업연구원 부장	서울시 성동구 매봉로15 레미안 옥수리버젼 108동 1302호(옥수동)	(02)949-4687 010-7272-0970
"	류택규	전 원광대학교 교수	서울시 동대문구 제기로26길 26,103-1404 (청량리동, 동부센트레빌아파트)	(02)959-0773
"	김규현	전한국산지환경조사연구 회장	서울특별시 구로구 구일로4길 65,110-1303 (구로동, 구로주공아파트)	(02)869-2133
회 장	안병영	한국산지환경조사연구회	경기도 의정부시 평화로 360, 303-1408 (호원동, 호원3차우성아파트)	(031)874-5109
부회장	김정환	한국산지환경조사연구회	경기도 성남시 분당구 정자로115, 506-1201	010-8714-9547
"	심우범	한국산지환경조사연구회	경기도 남양주시 퇴계원면 도제원로 84, 102- 804(신도브레뉴파트)	(031)574-0279
"	원형규	한국산지환경조사연구회	서울시 노원구 덕릉로 780 105-2006(상계동, 동아불암아파트)	010-9824-1131
상임이사	연정수	한국산지환경조사연구회	서울시 도봉구 노해로70길 12, 6- 706 (창동, 동아아파트)	(02)995-0194
전문위원	김준섭	한국산지환경조사연구회	서울시 노원구 동일로227길85, 1115동 304 호(상계동, 주공아파트)	010-3580-4835
전문위원	배상원	한국산지환경조사연구회	경기도 고양시 덕양구 충장로 475, 14-4 다동 207(개나리아파트)	010- 5306-9627
이 사	김재원	산림생산기술연구소	경기도 포천시 소흘면 직동리	(02)938-1772
"	김춘식	경남과학기술대학교 교수	경남 진주시 동진로 33 경남과학기술대학교	(055)751-3124
"	박관수	충남대학교 교수	대전광역시 유성구 대학로 99 충남대학교	(042)821-5413
"	박승중	한국산지환경조사연구회	서울시 동작구 신대방6길 9(신대방동)	(02)833-1553
"	박재순	한국산지환경조사연구회	경기도 성남시 분당구 느티로 70, 302-804(정자동,느티마을 3단지)	(031)715-3186
"	박재인	충북대학교 교수	충북 청주시 흥덕구 개신동 삼익아파트 101-12014호	(043)261-2532
"	변재경	한국산지환경조사연구회	경기도 남양주시 별내3로285 현대아이파크 1603동 503호	010- 9493-3924
"	손요환	고려대학교 교수	서울시 성북구 안암1동 고려대학교 자연과학대학	(02)997-0125
"	송장호	한국산지환경조사연구회	서울특별시 도봉구 도봉로110나길 80-12(창동)	(02)902-8254
"	오종환	한국산지환경조사연구회	서울특별시 도봉구 도봉로136길 28, 503-702(창동, 북한산 아이파크)	(02)908-8817

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
이 사	이명종	강원대학교 교수	강원도 춘천시 강원대학길 1 (효자동, 강원대학교 산림과학대학)	(033)250-8310
"	이승우	한국임업진흥원	서울시 강서구 공항대로 475	(02)6393-2671
"	이충화	한국임업진흥원	서울시 강서구 공항대로 475	(02)6393-2610
"	조현제	안동대학교 교수	경상북도 안동시 경동로 1375(송천동)	(054)820-7702
"	홍의기	한국산지환경조사연구회	경기 남양주시 외부읍 덕소리 코오롱아파트 115-901	(031)9637-6031
"	홍인표	한국산지환경조사연구회	경기 의정부시 민락동 송산주공아파트 6단지 602동 904호	(031)852-1645
"	홍한표	한국산지환경조사연구회	서울시 노원구 선발로 265, 17-701 (중계동, 상계아파트)	(02)972-7155
감사	원현기	한국산지환경조사연구회	경기도 의정부시 회룡로 254, 707-703 (장암동, 장암7단지)	010-7346-1962

주요 일지

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 2015년까지 제19차 정기총회 개최

사업실적(1996년~2015년)

- 산림입지조사 및 1:25,000 산림입지도 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 산림입지토양도 제작 : 2009~2015년 2802도엽(1,624,026ha)
 - 1:5,000 임상도 현행화 : 2009~2015년 3477도엽(1,018,871ha)
 - 접경지역 임상도 감리 : 2013년 670도엽의 12%(81도엽)
- 공원지역 토양조사
 - 서울 숲 및 부산 경남경마공원 토양조사 : 2009년 2건
 - 인천 송도지구 삼성바이오로직스 조정공사지 토양조사 : 2012년 1건
- 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(2006~2014) : 14개소
(춘양,울진,정선,보성,평창,남원,용문,홍천,간척,삼성,양구,홍천,연곡)
 - 사유양묘장 포지 토양조사(2011~2014년) 17지역 94개소
 - 고정묘포 토양조사(2015년) : 국유묘포 2지역 사유묘포 2지역
 - 임지생산 능력급수도 현행화 및 임상·토양정보 활용모델개발 : 2012년 1건
 - 광릉 숲 토양속성 및 공간분포 특성조사 : 1건
 - 광릉 시험림 정밀 산림조사(산림생산기술연구소 : 1건)
 - 임상도 현행화 구축사업 : 신규(단양):37도엽, 보완(충남):459도엽
 - 녹색자금 숲 체험 교육사업 : 1건
 - 광릉시험림 정밀 산림조사(산림생산기술연구소) 1건
- 외국 관련 용역
 - 중국 서부지역(5개지역) 조림사업 PMC용역 1건
 - 미얀마 중부지역 녹화시험단지 조성사업 1건
 - 중국 북경지구 산림종합경영 시범사업 PMC용역 1건

- 산지환경회지 발간 : 17회
- 산림입지토양도 제작(1:5000) 및 산림공간서비스 활용체계 구축 : 897도엽(190,209ha)
- 고정묘포 토양조사 : 국유묘포 2지역
- 산림토양 세분류 조사 : 3유형(국립산림과학원 공동연구)
- 임상도 현행화 구축사업 : 자연적 변화 : 424도엽, 인위적 변화 : 1,537도엽
- 특별관리임산물 생산성적합성조사 시료채취 및 생산과정 확인 : 1건
- 산지정화 및 산불조심 캠페인 : 5회
- 산지환경회지 발간 : 제18호

사업계획(2016년)

- 산림입지토양도 제작(1:5000) : 430도엽(168,083)
- 임상도 현행화 구축사업 : 자연적변화 483도엽, 인위적 변화 : 1,435도엽
- 고정묘포 토양조사 : 국유묘포 2지역
- 산림토양 세분류조사 : 2유형(국립산림과학원 공동연구)
- 광릉 · 양주 산림수자원 유역시험지 정밀산림입지토양도 제작 : 1건 (국립산림과학원 위탁과제)
- 산양삼 종자공급단지조성(임상, 토양조사) : 1건
- 산양삼 재배지 토양환경특성조사 : 1건 (산림청기획과제)
- 산양삼 생산적합성조사 시료채취 및 생산과정 확인 : 1건
- 산림토양단면특성 발간 : 제 2호
- 산지환경회지 발간 : 제 19호
- 산지정화 및 산불조심 캠페인 : 3회

부 록

연도별 회지 목록

창간호 1998

창간사	김태옥
축 사	
산지환경 창간호 발간을 축하하며	이보식
격려사	
전문회지로 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	김태옥
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	김태옥
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	
생태미술향 조성관리(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	김태옥
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 조립	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 산림토양의 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
제주시시험림 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	박문채 / 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	
밀립	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 사망담 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	김문익 /151
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/152

제15호 2012

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 발생 원인과 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) 조사방법	유영한 / 72
산림욕 피톤치드의 효능 및 활용	이성숙 / 84
소나무류 주요 병해의 진단 및 방제 II	김경희 / 93
소나무류 주요해충의 생태 및 방제	고상현 / 99
	최 경 / 134
시	
두물머리 연가	김청광 / 104
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/105

제 16호 2013

머리말	안병영 / 3
산림청장 취임식	신원섭 / 5
산림정책	
산림정책 여건 변화와 제5차 산림기본계획 변경	박은식 / 11
특 집	
생물다양성과 산림유전자원보호구역 관리	배관호 / 20
기후변화와 목재 이용	최돈하 / 28

생물 분포 정보는 우리나라 생물자원을 지키고

활용하기 위한 필수자료

양종철, 이유미 / 36

조사·연구

산림입지도양도(1:5,000)DB자료를 이용한 지역별 주요 산림입지 및

토양환경 분포특성

원형규 / 38

숲 치유센터의 주변시설 조성 연구

이현규, 박홍수, 김완석 / 47

산림 내 사찰문화재의 산불피해 특성 분석

이시영 / 65

경상남도 함양군 산양삼재배지 입지환경 특성

김춘식 / 75

기술정보(해외)

일본의 환경보전 사방사업(1) -고향사방사업을 중심으로-

전근우 / 89

일본의 환경보전 사방사업(2)

-safety, Community 모델사업을 중심으로-

서정일, 전근우 / 99

해외의 Community Forest -인도네시아를 중심으로-

박관수 / 111

기술정보(국내)

산림토양 모놀리스의 의의와 작성법 기초

이명종 / 115

독일과 한국의 산림입지조사 방법 비교

배상원 / 121

간벌재를 이용한 생태하천 조성

이동흡 / 128

숲속의 식용버섯

가강현 / 135

산림문화

권순성 / 147

파도 속으로 묻고 싶은 것들(시)

부록

정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지

/ 148

제 17호 2014

발간사

안병영 / 3

산지환경 발간 17주년 축하메세지

윤영균 / 5

산림정책

ICT 기반의 국유림통합관리체계 기반 완성

김찬희 / 7

지속가능한 수자원 확보를 위한 산림유역관리 정책

최형태 / 21

특별기고

- 아시아 최고 수목원! 백두대간 수목원 소개 황효태 / 30

논단

- 산사태와 토석류를 알면 피할 수 있다 김경하 / 37
지구촌 물 전쟁, 숲에서 해답을 찾자! 김수진 / 46

기술정보(해외)

- 일본의 환경보전사방사업(3)
-물과 숲이 울창한 계류사방사업- 전근우, 김석우 / 53
일본의 환경보전사방사업(4)
-사방랜드스페이스창출사업 및 사방학습구역모델사업- 서정일, 전근우 / 62
주요 국가별 토양분류체계 특성 김용석, 구남인 / 72
미국의 토양분류 체계와 토양 특성 최경 / 82

기술정보(국내)

- 개인 산주 맞춤형 서비스 「산림정보 다드림(林)」 시스템 이승우 / 99
동해안 산불피해지 경관조립 임주훈 / 107
대축척 산림입지토양도(1:5,000) 제작 및 산림공간정보 원형규, 김용민, 손민호 / 115
서비스 고도화사업

조사·연구

- 사유 양묘장 토양환경 및 관리 방안 안병영, 최인규 / 128
-강릉시 사천면 미노리 -

제언

- 소외계층을 위한 나눔 숲 조성과 체험교육 지원 고연섭 / 136
-2015년 녹색자금 공모사업 안내 -
꽃내기 회원의 단상, 한국임우회의 어제와 오늘 박승수 / 138

산림문화

- 야 호 ! 박재현 / 141

부록

- 정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지

제 18호 2015

머리말	안병영 / 7
「산지환경」 발간 18주년 축하 메세지	남성현 / 9
특별기고	
북한의 심각한 황폐지 복구 전략에 대한 소고	박재현 / 11
상수원 보호를 위한 세계 주요도시의 산림관리 현황	최형태 / 20
변화하는 환경과 광릉 숲 생물다양성 보전	조용찬 / 31
논단	
우리나라의 숲과 군락 유형	윤충원 / 48
산림복지 서비스사업의 맞춤형 숲 체험교육	원형규/안병영/김용민 / 56
기후변화 적응, 위험성 관리를 염두에 둔 산림관리	임종환 / 70
우리나라의 산림건강성 모니터링 현황	성주한 / 74
산림토양과 식생을 연계한 산림입지토양도 제작 필요성	임주훈/김용석 / 78
기술정보(일본)	
일본 북해도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성 사업(1)	김석우/전근우 / 85
일본 북해도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성 사업(2)	전근우/서정일 / 95
기술정보(국내)	
소나무 천연림 관리방안	이경재 / 110
산양삼 재배를 위한 입지토양 정보 활용	이승우 / 121
산양삼 재배지의 산림토양형별 토양이화학 특성	김춘식 / 136
암석의 분류와 풍화산물에 대한 고찰	최 경 / 145
조사·연구	
산지은행 제도의 도입방안 연구결과 소개	김종호 / 167
공간분포 특성	광릉 숲 시험림의 토양속성 및 원형규/김정환/김용민 / 172
낙엽송 노지양묘 활성화를 위한 토양관	안병영/최인규 / 185
임산물가격정보 서비스 소개	서수안 / 193
산림문학	
질경이	김청광 / 195
부록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 196

산지환경

제19호

2016년 7월 인쇄

2016년 7월 발행

발 행 인 : 안병영

편집위원 : 오종환, 홍인표, 원형규, 김정환, 심우범

발 행 처 : 사단법인 한국산지환경조사연구회

경기도 남양주시 진접읍 봉현로 42

TEL. 031-572-1678, 0063, 0127

FAX. 031-572-7387

E-mail : ipji7387@hanmail.net

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

인 쇄 처 : 삼정인쇄공사 (02)2261-4431
