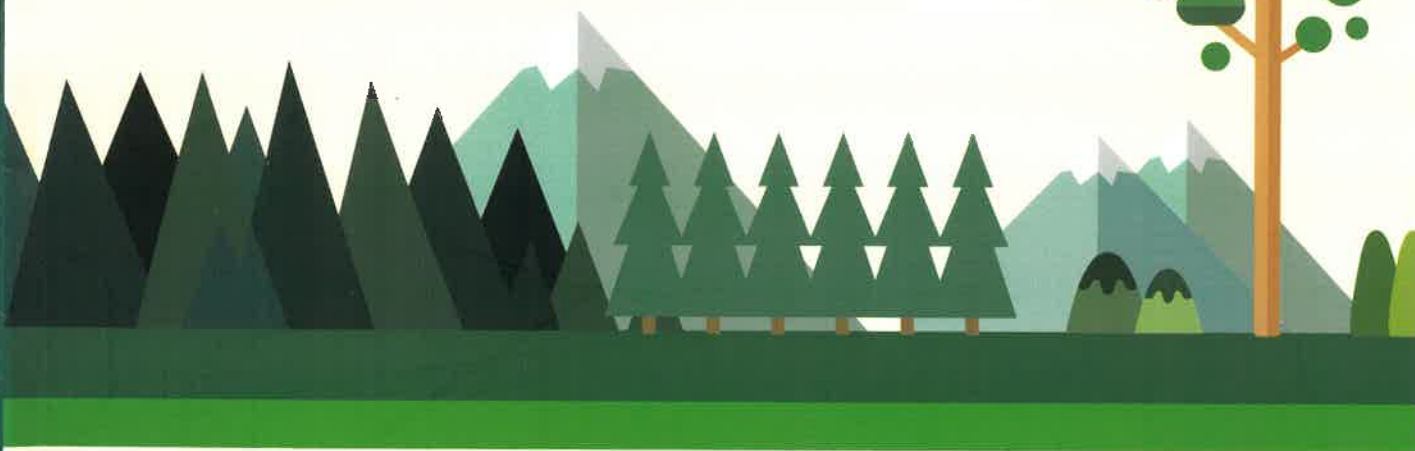


제18호
2015

ISSN-1226-8321

산지환경



(사)한국산지환경조사연구회
KOREAN SOCIETY OF FOREST ENVIRONMENT RESEARCH

(사)한국산지환경조사연구회소개

설립목적

- ▶ 산림환경에 관련된 종합적인 조사·분석·연구 및 과학적인산림자원 관리
- ▶ 산림정책 수립에 필요한 산림자원 통계 생산 및 산림 기본정보 제공으로 임업발전에 기여

주요 활동분야

- ▶ 적지적수 및 산림토양 관리
- ▶ 산지이용계획 및 관리
- ▶ 산림경영계획(산림조사) 및 임목축적 조사·분석
- ▶ 산지재해 방지 및 환경영향 평가
- ▶ 산림생태 환경조사 분석 및 평가
- ▶ 국외 임업기술 협력 및 정보교환
- ▶ 임업관련 기술 컨설팅 및 교육 서비스

중점사업

- ▶ 산림자원 조사 및 모니터링
- ▶ 산림입지토양환경조사 및 토양도 제작
- ▶ 산림생태환경 및 생물다양성 조사·분석
- ▶ 산지재해 방지 및 수자원 보존을 위한 실태조사
- ▶ 항공사진 판독 및 임상도 제작
- ▶ 산림지리정보 콘텐츠 개발및 DB 구축
- ▶ 임업관련기술, 국외기술 협력 및 정보교환
- ▶ 임업관련 교육서비스 및 컨설팅

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, 2층
- ▶ 전화번호 : (031)572-1678, 0063, 0127 팩스: 572-7387
- ▶ E-mail : ipji_7387@hanmail.net 홈페이지 : <http://www.ksfer.or.kr>

산림토양·임상 조사장비



하그로프 Vertex 수고측정기
Vertex IV-BT-360



하그로프 VL5 수고측정기
VL5-BT-360



생장추
20~80cm



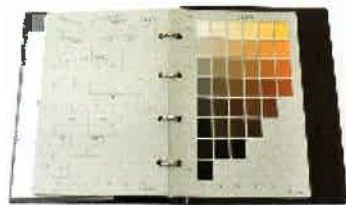
GPS 수신기
Montana 650



썬트 콤파스/크리노메타
Tandem



하그로프 윤척 (접이식)
Mantax Black



표준토색첩
일제, 406색



토양경도계
山中式



토양 수분·온도·염분측정기
EC-350

(주)신일사이언스

TEL : 02-452-0520 E-mail : info@shin21.co.kr 홈페이지 : www.shin21.co.kr

서울특별시 성북구 동소문로43길 26-8 (길음동 945-2)

사업 분야

○ 조사사업

- ▶ 산림입지토양 환경조사 및 토양도 제작
 - 산림입지환경 및 토양 단면조사
 - 산림식생 조사
- ▶ 산림조사 및 임상도제작
 - 임목축적 및 생장량 조사
 - 임상, 임령, 영급 및 임분밀도 조사
- ▶ 국유림산림경영계획 수립을 위한 산림조사
 - 임상, 지황조사 및 경영계획도 작성
 - 산림조사부 DB구축
- ▶ 산사태 위험도 조사 및 평가
 - 산복붕괴 우려지(자연사면, 인공사면) 조사 · 분석
 - 토석류 위험 계류 및 땅밀림 우려지 조사
- ▶ 시험림 산림입지토양도 제작(광릉, 제주시험림)
 - 산림입지 환경 및 토양환경 조사 · 분석
 - 기본정보 및 조사자료 DB구축

○ 연구용역사업

- ▶ 국 · 사유 양묘장 토양조사 · 분석 및 관리방안 제시
- ▶ 공원조성을 위한 토양조사(서울숲, 경남경마공원) · 분석 · 평가 및 관리방안 등 기술자문
- ▶ 사방댐 및 황폐지 복구 및 예방을 위한 토양조사
- ▶ 훼손지 토양조사 · 분석 및 보전 등 기술자문
- ▶ 산림휴양문화산림치유교육 서비스 자문
- ▶ 해외조림사업기술지도 및 자문 등
- ▶ DMZ 지역산림 토양 및 산지이용 실태 조사 · 분석
- ▶ 중국 서부(귀주성 등 5)지역조림사업 PMC 용역
- ▶ 중국 북경지구 산림종합경영시범사업 PMC 용역
- ▶ 미얀마 중부지역 녹화시범단지조성사업 기술 지도 · 자문

주요 사업실적

- | | |
|--|---------------------------------|
| ▶ 산림입지구획(항공사진 판독) | '96~'02 : 2,485천ha |
| ▶ 산림입지조사(1/25,000) 및 입지도 제작 | '96~'02 : 2,681천ha |
| ▶ 공원지역토양조사(서울숲, 경남경마공원, 인천송도) | '09~'12 : 3건 |
| ▶ 국유림잡종재산 실태조사 | '01~'02 : 2,877필지 |
| ▶ 국 · 사유림 양묘장 토양조사 | '06~'14 : 31지역(국유14, 사유17) |
| ▶ 국유림 경영계획(산림조사) | '00~'13 : 299천ha |
| ▶ 산림입지토양조사 및 토양도(1:5,000) 제작 | '07~'14 : 2,337도엽(739,555ha) |
| ▶ 임상도 제작(1:5,000) | '09~'12 : 1,051도엽 |
| ▶ 임상도 현행화 구축사업 | '14 : 신규(단양 37도엽), 보완(충남 459도엽) |
| ▶ 숲체험교육사업(녹색자금) | '14 : 1건 |
| ▶ 중국북경, 서부, 미얀마 중부지역산림종합경영시범사업 및 조림사업 PMC 용역 | '00~'07 : 3건 |
| ▶ 시험림산림입지토양환경조사 및 도면제작(광릉, 제주) | '05~'07 : 2지역 |
| ▶ DMZ 지역 산림토양 및 산지이용 실태조사 | '05 : 1건 |
| ▶ 연구 용역사업 | '01~'11 : 16건 |

제 19차 정기총회 개최

일시 : 2015년 2월 13일

장소 : 본회 회의실



착수보고회

일시 : 2015년 6월 18일

장소 : 산림자원조사센터(대전)



자체교육



산림입지토양도 교육



보안교육



국립산림과학원장 방문



산림입지 토양도 제작

〈한국임업진흥원 합동〉



머리말 안병영 / 7

「산지환경」 발간 18주년 축하 메시지 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

차례

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
광릉 숲 시험림의 토양속성 및 공간분포 특성 원형규/김정환/김용민 / 172	
낙엽송 노지양묘 활성화를 위한 토양관리	안병영/최인규 / 185
임산물가격정보 서비스 소개	서수안 / 193

산림문학

질경이.....	김청광 / 195
----------	-----------

부록

정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지.....	196
-----------------------------	-----

머 리 말

한국산지환경조사연구회가 발족한지 19년이라는 세월이 흘러 「산지환경」지 18호를 발간하게 되었습니다.

금년에는 온 나라가 메르스라는 증후군으로 서로 서로 만나기를 꺼리고 종합병원에서도 진료와 면회를 분리 관리하여 병원가기를 기피하는 현상이 일어나고 있으며 나라경제와 서민들은 최대의 위기를 맞이하는 사향으로 변하고 있습니다.

날씨도 중부지방에는 30여년만의 최대 가뭄으로 농수원은 물론 식수원도 위협하고 있으며 32℃가 넘는 불볕더위로 발작물 수확이 감소하여 감자 값이 금감자로 불리고 있습니다.

이럴 때 일수록 많은 바 업무에 충실하고 지혜를 발휘하여 모든 일에 최선을 다하는 모습을 보일 때입니다.

한국산지환경조사연구회는 설립목적에 따라 사업에 충실하고 임업서비스를 우선으로 산림입지토양도 및 임상도 제작과 국사유양묘장의 토양관리, 전국의 산양삼 재배자를 위한 토양 적합성 조사 및 생산성 과정등 산양삼 소득증대를 위하여 최선을 다하며 조사·연구를 지속 할 것 입니다.

아울러 임업전반에 걸쳐 산림의 중요성에 대하여 홍보하고 산림토양의 관리와 숲이 국민에 미치는 효과에 대해서 심도 깊은 조사·연구는 물론 전반적인 임업에 대한 컨설팅을 지속적으로 할 것을 다짐 합니다.

본 「산지환경지」가 산림기술지로 더욱 발전시키고 실무에 실용성 있게 활용 할 수 있는 알찬 산지환경지로 발전 할 수 있도록 전국의 임업인의 협조를 당부 드립니다.

올해에도 산지환경지 발간을 위하여 격려하여 주신 국립산림과학원 남성현원장님께 감사를 드립니다. 아울러 옥고를 보내주신 박재현교수님, 윤충원교수님, 전근우·서정일·김석우교수님, 김춘식교수님 대단히 감사합니다.

국립산림과학원 임주훈과장님, 성주한과장님, 임종환센터장님, 최형태박사님, 김용석박사님, 이경재박사님, 김종호박사님, 국립수목원 조용찬박사님, 한국임업

진홍원 이승우박사님, 서수안팀장님, 사방협회 최경박사님께 감사를 표합니다. 좋은
시를 보내주신 산림문학의 김청광이사장님 대단히 감사합니다.

끝으로 한국산지환경조사연구회 편집위원님과 원고를 써주신 직원 여러분에게
진심으로 감사를 드립니다.

국토를 사랑하는 임업인 여러분들의 아낌없는 성원과 협력을 다시 한 번 부탁드립니다.
면서 모든 임업인의 가정에 사랑과 행운이 충만 하시기를 기원합니다. 감사합니다.

2015년 8월

(사)한국산지환경조사연구회

회 장 안 병 영

「산지환경」 발간 18주년 축하 메시지

대한민국의 아름다운 숲과 환경을 가꾸는 한국산지환경조사연구회 회원 여러분
안녕하십니까? 반갑습니다.

먼저 임업발전과 전문기술보급의 저변 확대를 위하여 노력하시는 한국산지환경조사
연구회의 무궁한 발전을 기원하며 「산지환경」의 발간 18주년을 진심으로 축하드립
니다.

그동안 「산지환경」은 산림자원 조사, 산림입지환경 조사, 산지이용구분 조사, 오염
지 실태조사, 원격탐사기법을 응용한 산림영상판독 및 산림측정기술의 생생한 현장자
료를 산림정책 관계자와 임업인에게 제공하는 중요한 역할을 해왔다고 생각합니다.

우리 과학원은 지난 7월 1일자로 '정책과 현장이 하나 된 산림과학 싱크탱크'로 거듭
나기 위하여 일부 조직을 개편하였습니다. 산림정책연구부는 창조경제와 국제통상
부문을 실질적으로 뒷받침하기 위해 산림산업연구과와 국제산림연구과로 개편하였으며
고객의 목소리를 절실히 듣기 위해 고객지원콜센터를 신설하였습니다.

지금 정부는 개방·소통·공유·협력을 핵심가치로 하는 정부3.0을 추진하고 있습
니다. 이런 의미에서 「산지환경」은 한국산지환경조사연구회와 국립산림과학원이 오랫동안 축적된 산림정보와 노하우를 정부3.0 관점에서 공유하고 개방하여 수요자와
소통하는 정보은행이 되기를 희망합니다.

아울러 그동안 선배님들이 국가공간정보구축사업이나 산림기본정보구축사업을 통해
추진하신 임상도나 산림입지토양도 제작사업이 임업을 전공하는 많은 후배들에게
일자리를 제공하는데 큰 기여를 했다고 생각합니다. 앞으로 한국산지환경조사연구회가

지속적인 임업의 발전을 위하여 더욱 번창하기를 기원하는 바입니다.

끝으로, 정부의 국정비전인 '국민행복과 국가발전이 선순환 하는 새로운 패러다임' 시대에 부응하고, '임업인에게 희망을! 기업에게 활력을! 국민에게 행복을!' 이루고자 하는 산림정책비전을 실현하는데 일조하는 「산지환경」지(誌)가 되기를 기원합니다.

2015년 8월
국립산림과학원장
남 성 현

특별기고

북한의 심각한 황폐지 복구 전략에
대한 소고

박 재 현

국립경남과학기술대학교 교수

1. 서론

최근 남북한의 경색국면이 심각한 지경이나 북한의 기아와 가난 그리고 산림환경의 황폐화는 남의 일이라고 강 건너 불구경만 해서는 안 될 것이다. 왜냐 하면 언젠가 올 통일 이후 우리의 할 일은 너무도 많아지기 때문이다. 더구나 그때 들어가야 할 경제적 액수나 노력은 지속적으로 상승할 것이고 또 그로 인해 피해는 우리에게도 영향을 미치게 되기 때문이다. 따라서 최근 들어 민간에서 하던 북한의 양묘장 지원 사업 등도 차단된 상황에서 북한의 황폐화된 산지를 복구하기 위한 노력은 통일부라는 정부조직과 각종 민간단체에서 합심하여 추진해 나가야 할 것이다. 그것이 통일을 앞당기는 초석이 될 것으로 필자는 생각한다.

6·25전쟁 이후 북한의 산림현황, 제도 및 정책에 관한 자료는 동북아 지역에서 일부 알려지고 있으나 북한의 산지황폐화와 관련된 내용은 거의 알려져 있지 않은 실태이다.

산지황폐화는 산지의 지피식생이 오랜 기간에 걸쳐 소멸되거나 파괴되고 각종 형태의 토양침식이 발생되어 강우 시에 토사의 유실이

일어나는 지역을 말한다. 즉, 산림황폐지는 자연 상태에서 임목지로 회복이 불가능하며, 일반적으로 토심이 얇고 C층(모재층) 토양이 드러나 있고, 초본과 목본을 합한 피복도가 40% 미만인 상태를 말하는데, 북한의 산림황폐 현상은 북한의 농업생산기반 및 식량 및 연료 사정과 밀접하게 연관되어 있다(산림청, 1988). 특히 연료난은 산림의 도남별로 이어지고 그로 인해 산지침식이 증가하여 결국에는 산지의 황폐화를 유발하는 가장 큰 요인이 되고 있다.

뿐만 아니라 식량 부족 문제를 해결하기 위해 북한은 농경지 확장을 중심으로 한 농지개발에 지대한 관심을 기울였다. 농경지 확장으로는 간석지 개발, 다락밭 건설, 새 땅 찾기 등이 대표적인 사업이다. 이 중 다락밭 건설은 1976년 10월 노동당 중앙위원회에서 추진하기로 한 5대 자연개조사업의 하나로 16° 이상의 경사지 20만ha에 다락밭을 건설하고 관개체계를 수립하면 생산증대 및 기계화도 가능하다는 판단으로 시작된 농경지 확장 사업이다. 이 사업은 현재도 진행 중인 사업으로 해발고도가 높은 산지도 다락밭으로 전략하고 있다. 최근 우리나라의 대관령 고랭지 채소밭이 강우 시

침식되어 황폐지로 전락하는 경우와 같은 상황이 벌어지는 것도 북한 산지의 농경지 확장에 따른 산지실태를 실례로 보여주는 사례라 할 것이다.

북한의 다락 밭 건설 사업은 농지가 적고 산과 농경지가 많은 북한의 환경에서는 어느 정도 불가피하며 지형, 토양, 기후 등의 조건에 따른 토사유출 방지와 작부체계에 대한 철저한 계획이 뒷받침된다면 매우 유용하리라 판단하여 제시한 것이었다. 그러나 토사 유출에 대한 적절한 대응책의 미흡과 사후 관리의 미비로 산지는 황폐화되고 토사의 유출로 농경지가 유실되는 등 많은 부작용을 초래하였다.

더욱이 북한의 산림황폐화는 식량부족으로 인한 산지개간 및 산림내 연료채취, 홍수해 발생, 토지황폐화, 농경시설 파괴, 농업생산 감소 및 식량난 가중, 화전, 도·남벌 및 산림내 연료채취 심화, 산림황폐화 가속, 농업생산 기반 붕괴, 산지 파괴 과정이 반복되는 등 악순환이 계속되고 있다.

막대한 면적에서 발생하는 토양침식은 여러 가지 2차적인 문제를 발생시킨다. 표층토양이 강물에 씻겨 내려가면 하상에 퇴적물이 증가하면서 강둑이 높아지게 되고 강어귀의 삼각주가 넓어진다. 즉, 숲이 벌채된 지역에서는 토양 침식이 과도하게 증가하고 이러한 증가량은 산림지대보다도 20배 이상이나 높다. 이러한 결과로 하상이 높아져 홍수가 발생하고 넓은 삼각주는 더욱 넓어지게 되는 것이다. 따라서 북한의 산림황폐는 결국 우리나라로 흐르는 강의 유역에도 영향을 미칠 수 있음을 상기시키는

일인 것이다.

2. 북한의 산림황폐 실태

북한에서도 산림파괴로 인해 발생될 문제들의 심각성을 인식하고 있고, 이를 위해 대대적인 조림사업을 실시하지만 실효를 거두지 못했고, 최근 들어 더욱 악화된 북한의 경제사정으로 국가의 사회 전반적인 통제력을 상실하기에 이르렀다. 결국 산림에 관한 국가의 사회 전반적인 통제력의 상실로 인해 중국접경지역의 물물교환이 가능해 지면서 다양한 채널을 통해 중국으로의 목재반출이 증가하게 되었다. 이러한 산림자원의 감소가 누적되어 오늘에 이르게 되어 북한의 산림은 현재 남한의 1960년대 초와 같이 민둥산이 되어 1995년 이후 현재까지 매년 홍수로 인한 피해를 거듭하고 있다. 이렇게 수출되는 목재는 대부분이 산업용 원목인 반면 북한 내 벌채목들은 85% 이상이 연료용으로 사용되고 있다. 반면 1999년에는 식량사정이 호전되고 원목 형태로의 수출을 제한하고 일차 가공된 형태로 수출을 장려하여 중국 등 인근 국가로 원목 및 목제품 수출이 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 최근 들어 북한의 목재수요량은 산업용재를 비롯해서 연료재, 농업 및 자재용 목재 등 연간 약 900만^{m³}에 달하는 것으로 추정된다. 이 중 적어도 약 400만^{m³} 이상은 불법 벌채인 것으로 추론된다. 더욱이 북한은 산림의 황폐화 및 에너지 부족 등으로 인해 산림공급이 매우 어려운 실정이며, 소련으로부터 들어오던 약 180만^{m³}에 달하는 목

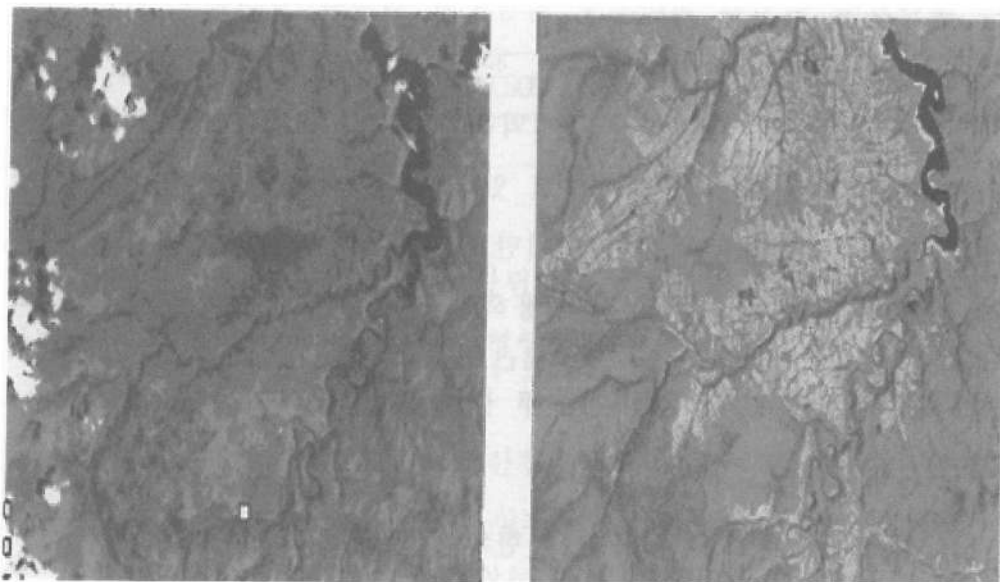


그림 1. 1981년 LANDSAT MSS 영상(좌)과 1993년 TM 영상의 비교
(양강도와 함경북도 접경지역 대흥단군 - 북부내륙 산림개발 정책으로
약 10,000ha의 대규모 산림이 농지로 개간된 모습)

재 도입도 거의 중단되어 목재부족이 심각한 상태이다. 즉, 북한의 행정구역별 산림면적은 현재까지 약 220만ha의 산림이 감소된 것으로 보고되고 있다.

더욱이 최근에 북한에서는 식량보다 쌀값 문제가 더 심각하다. 쌀이 있어도 쌀값이 없어 밥을 못해 먹는 주민들이 늘고 있기 때문이다. 특히 평야지대인 황해도 지방의 쌀값문제는 최악의 국면을 맞고 있다. 황해도에서는 그동안 벳짚이나 석탄 등을 이용해 쌀값문제를 해결했으나 벳짚이 일본으로 수출되고 다른 용도로 많이 전용되자 쌀값으로 사용할 수 있는 양이 줄어들어 더욱 어려움에 몰리고 있다. 따라서 쌀값을 구하기 위해서는 최소한 30리 이상이나 나가야 마른 풀이라도 굵어올 수 있고, 야산의

나무뿌리를 뽑고 가랑잎도 너무 굵어 남아있는 것이 없을 정도이다. 한 예로 북한 근로자 월급(2,500원)으로는 휘발유 1.3리터밖에 구입할 수 없고, 연탄은 8장 밖에 구입할 수 없는 형편이며, 이로 인해 화물차를 비롯한 대부분의 차량은 목탄에 의지해 운행되고 있는 실정이다(조선일보, 2005). 따라서 목탄의 수요가 높아지면서 벌채면적도 늘어나고 이로 인해 황폐화되는 지역은 점차 증가하고 있는 추세이다.

북한은 먹는 문제 해결을 위해 지난 1990년대 중반부터 전사회적인 운동으로 풀 먹는 집짐승 기르기 사업을 추진하고 있다. 풀 먹는 집짐승 기르기는 김정일의 직접 지시에 의한 것으로 염소, 양, 토끼, 거위 등 풀 먹는 집짐승을 길러 젓과 고기, 버터와 치즈, 요구르트 등을

언어 만성적인 식량난을 덜려고 하는 것이다. 이를 위하여 각지에서 풀씨 확보와 초지 조성, 대단위 염소목장, 염소전문 축산기지 조성 등 사업을 확대하고 있다. 풀씨 확보는 가을철 청년동맹과 소년단 등 청소년 단체를 통해 조직적으로 이루어지고 있다. 주로 토끼풀, 아까시나무, 오리새 등의 씨앗을 집중적으로 모으고 있다. 뿐만 아니라 풀판 조성을 위해 농사가 안 되는 빈 땅이나 산기슭, 비탈 등에 나무를 베어내고 경계를 지음으로써 만드는데(조선일보, 2002), 이 과정에서 산림의 황폐화가 진행되고 있다. 더욱이 염소 등 가축의 답압에 의한 토양 환경의 악화는 여름철 집중강수에 의한 침식의 원인으로 작용하고 있는 것이다. 더욱이 현재 북한 전역에서 벌어지고 있는 나무심기도 마찬가지로의 사정이다. 즉, 주민들은 산의 나무를 뽑고 일구어놓은 뚝배기에 봄이 되면 당국의 지시에 따라 다시 나무를 심는다. 군인들도 동원된다. 그러나 이 나무들은 얼마 후 다시 뽑혀진다. 밭이라 나무심기도 좋고 다시 뽑아내기도 수월하다. 이들에게 중요한 것은 몇 그루의 나

무를 심어야 한다는 목표량뿐인 것이다(조선일보, 2002)

북한 지역을 산림황폐지의 3가지 유형(나지, 개간나지, 무림목지)과 기타 논, 밭, 주거지, 수역, 산림의 8개 지역으로 구분한 결과, 북한 전체면적 12,298.6천ha 가운데 13.3%인 1,631.7천ha가 황폐산지로 분류되고(표 1), 황폐산지의 유형 중 개간산지의 비율은 약 60%로 분류된다. 또한 황폐산지를 포함한 북한 전체 산림면적은 916만6천ha로 북한 전체 면적의 약 74.5%로 추정된다(임업연구원, 1999).

즉, 산림청 국립산림과학원의 인공위성 사진 자료 분석 결과에 따르면 북한 전체 산림면적 916만ha 가운데 17.8%인 163만ha가 개간과 벌목 등으로 민둥산이 되어 버렸다. 따라서 이 지역을 제대로 복구하기 위해서는 40만ha는 연료림을 조성하고, 113만ha는 경제림을 조림하며, 나머지 10만ha 정도는 홍수로 인한 산사태 등을 예방하기 위한 사방사업이 필요한 것으로 분석되었다.

표 1. 북한의 산림황폐지 실태

(단위 : ha)

계	산림 (입목지)	황폐산지				기타 (논, 밭, 주거지)
		계	개간산지	무림목지	나지	
12,298,640.6 (100%)	7,534,058.8 (59.6%)	1,631,705.9 (13.3)	972,007.6 (7.9%)	533,492.8 (4.3%)	126,205.5 (1.1%)	3,132,876.0 (27.1%)

3. 북한의 황폐지 복구를 위한 임업교류

북한의 황폐지 복구를 위한 사방사업은 대규모의 자본과 기술 및 장비를 필요로 하나 북한은 현재 이를 자체적으로 해결하기 위한 여력이 없기 때문에 남북한이 서로 협력하여 해결하는 것이 바람직하다고 생각된다. 아울러 동사업의 추진에 있어 자본이 부족할 경우에는 필요시 국제협력기구나 다자간 협의체, 구성된 민간단체에서 추진하도록 해야 할 필요가 있을 것으로 생각한다.

석현덕(1999)은 북한 지역에서는 경사 16° 이상의 다락 밭 17만7천450ha에 사방공사가 필요하다고 지적하였으며, 북한의 사방사업에 들어갈 비용을 최대 8조2천363억 원에서 최소 2조2천200억 원으로 추정하고 통일 이전이라도 북한의 산림복구에 나서야 한다고 강조하였다. 현재 북한의 황폐지면적은 약 220-230만ha로 추정되는 것으로 볼 때에도 그 비용은 더욱 더 늘어날 것이다. 산지사방의 면적에 비례하여 야계사방 대상거리와 산사태 등 산지재해를 예방하는 사방댐도 막대하게 필요할 것이다. 즉, 이를 대상으로 추정된 사방대상 전체 면적에 대한 사업비용은 석현덕(1998)이 비용산정법을 이용한 결과 노무비를 포함하지 않는 최소 1조2천억 원에서 노무비가 포함된 최대 4조6천억 원으로 추정되는데 이 비용은 현재시점으로 판단할 때 훨씬 더 소요될 것으로 판단된다.

북한은 수년 전 김정일의 지시로 모든 시·군마다 20~60정보의 양묘장을 만들기 위한 사업이 진행되어 현재 시·군마다 모든 산

을 푸른 숲으로 덮을 나무모밭들이 속속 생겨나고 있다고 보도했었다. 국가양묘장과 함께 군중양묘장도 증시되어 리마다 산이용반이 조직되어 활동하고 있으며, 기관, 기업소들에도 자체 양묘장이 만들어지고 있다고 보도하며, 국토환경보호성에서는 산하 중양양묘장과 지방양묘장들에서 채종체계와 육종체계를 바로 세우고 숲 사이 나무 기르기 방법과 앞선 나무 모기르기 방법을 적극 받아들여 나무모 생산을 끊임없이 늘리기 위한 대책도 빈틈없이 세우고 있다고 밝혔다. 그러나 북한만의 노력으로는 한계가 있다. 즉, 북한은 현재와 같은 에너지 및 연료 부족 상황에서는 마이너스의 경제성장을 탈피할 수 없으므로, 에너지난 완화를 위한 방안으로 연료림을 조성하여 땔나무가 부족한 도심 인근의 황폐된 산림지역에 맹아림을 조성하고자 노력하고 있다. 이를 위해 싸리나무, 참나무류, 오리나무, 서어나무, 아까시나무를 포함한 이들 종자의 공급, 조림지까지 어린 묘목을 운반할 수송용 차량, 연료림 식재와 하예작업 등을 세계에 요청하고 있다.

따라서 필요에 따라 용재림으로 전용할 수 있는 연료림 조성은 현실적으로 매우 실용적인 계획으로 연료림의 용재림 전환을 전제했을 경우 최초 연료림의 수종선택은 전제하지 않았을 때와 다르게 될 것이다. 특히 연료림 조성 시 여러 가지 수종으로 혼식할 경우 용재림 수종으로서 참나무류를, 입지에 따라서는 잣나무를 연료림 수종인 싸리나무, 아까시나무, 오리나무류와 혼식하는 방안도 고려해 볼 필요가 있다.

4. 북한의 황폐지 복구 전략

북한 산림의 복구는 크게 묘사방지, 연료림 조성지, 일반조림지로 나눌 수 있으며, 산림복구사업은 계획단계에서부터 각각의 사업에 필요한 기초정보를 확보하고 사업기반을 구축하여야만 시행착오를 범하지 않고 바라는 사업의 성과를 이룩할 수 있을 것이다. 또한 이 사업이 협력 사업이기 때문에 북한과 우리나라 간에 지원 및 협력사항이나 현지 임업여건과 산림환경에 대하여 충분한 의견교환 및 현지기초조사가 이루어진 후에 사업계획이 준비되어야 하지만 현 상황에서는 임업외적으로 많은 어려움이 있다. 따라서 과거 우리나라에서 실시한 산림 복구과정에서 경험했던 성공요인과 실패요인을 분석하고, 지금까지 직·간접으로 얻을 수 있는 북한 현지 산림의 임업정보를 분석하여 북한의 황폐지 복구에 필요한 구체적인 지원 사업을 설계하는데 활용하는 것이 최선의 길이라 생각한다.

이를 위해 적정 수종을 선정하고 복구대상지별 종자의 확보, 묘목의 생산, 묘목의 식재, 식재묘의 활착 및 생존, 성립 후의 이용, 벌채 후 갱신 등 일련의 문제를 고려해야 한다. 또한 적정수종이 선택된 후에는 그 수종을 해당하는 복구지에 활착시키기 위한 구체적인 기술체계를 파악해야 한다.

뿐만 아니라 북한 산림복구사업의 구체적인 협력방안을 모색하기 위해서는 우선적으로 북한이 산림 복구사업을 달성하기 위해 우리나라가 협력할 수 있는 가장 좋은 방법은 과거 40

년간 산림 복구사업에서 경험했던 성공요인과 실패요인을 분석하여 그 정보를 북한에 제공하는 것이라 생각된다. 특히 수종 및 적지선택, 연료림 조성방안, 수종갱신에 관한 정보는 오랜 시간에 걸쳐 얻은 결과이므로 매우 귀중한 자료가 될 것이다.

즉, 이와 같은 남북 협력 아래 현재 북한의 산림복구를 위하여 시급한 사업은 연료림 조성 사업이라 할 수 있다. 즉, 북한 녹화사업의 1차 목표는 연료림 조성과 무림목지 녹화사업이고, 2차 목표는 산림의 질적 구성을 향상시키는 수종갱신사업을 위하여 적지적수의 묘목을 양묘하는 사업이 선결되어야 할 것이다. 또한 연료림 조성은 과거 우리나라에서 실행하지 못했던 연료림의 용재림, 유실수림을 전제로 하여 조성하는 것도 좋을 것으로 판단된다.

더욱이 산림복구를 위해 수종선택을 신중히 하여야 할 것이다. 즉, 황폐지에 대한 복구 수종 선택은 복구 대상지의 기후와 토양 등 생물학적 환경과 임업경영학적 조건 및 수종이 갖는 특성을 고려하여 적지적수의 원칙에 따라 결정되어야 한다. 또한 과거 우리나라의 복구과정에서 많이 식재되었던 수종의 생장특성과 조성방법 및 결과에 관한 자료를 북한에 제공한다면 유용할 것으로 생각된다.

아울러 기술 및 장비에 관한 실무자간 논의가 필요하다고 생각된다. 북한은 양묘기술, 연료림 조성 기술, 식재 및 조림기술에 관해 기술적인 면에서는 상당히 높은 수준에 있을 것으로 생각된다. 그러나 이러한 기술을 실제로 적용하는데 필요한 장비 및 재료가 부족한 것이

현실이다. 따라서 이에 관하여 남북한 전문분야의 실무자간 논의가 필요하다고 생각된다. 특히 남북한 공동연구사업을 통하여 새로운 산림복구기술을 개발함으로써 장기적으로 사업의 효율성을 높여야 할 것이다. 예를 들면 장비의 적용성도 중요한 문제인 것이다. 우리의 장비가 전자식이라면 북한은 아직도 기계식이므로 그 활용성도 고려해야만 하는 문제인 것이다.

이울러 북한 현지에서의 시험연구도 추진해야 할 것이다. 남북한 임업협력사업 중에는 대부분이 북한 현지에서의 시험연구를 통한 검증을 필요로 한다. 예를 들어 협력 사업으로는 직파조림에 의한 조방적 조림사업, 포트묘 식재 시험, 혼농임업시험, 완효성 비료시험, 낙엽송림 갱신 시험 등이 이에 속한다.

종자뿐 아니라 비료 및 농약 등 필요한 물품을 적극 지원해야 할 필요가 있다. 또한 조림에 필요한 물품 특히 양묘장 및 종자 등의 부족에 대한 대책방안을 논의하여 마련해야 할 필요가 있다. 과거 수년간 민간단체에서 북한지역의 금강산, 평양, 순안, 중화, 개성시, 회령시, 나선시 등 양묘장을 만들어 놓았으나 그 활용도의 미확인 상태 등 황폐지 복구사업과 함께 다른 사업들을 병행하여 추진하도록 할 필요가 있다.

가. 정책적 전략

남북한 임업협력사업이 활성화되기 위해서는 협력 사업에 대한 국민의 이해와 전폭적인 지원이 필요하다. 이는 국민의 완전한 동의 없

이는 다양한 협력 사업들이 어느 순간 일회성으로 사라져 버릴 위험성이 존재하기 때문이다. 따라서 산림분야 협력 사업이 성공하기 위해서는 끊임없는 교육과 홍보 지원이 필요하다고 생각된다. 즉, 이러한 바탕 위에 지원 사업 실시하되 정부의 적절한 지원과 관련 단체 간의 협의가 필요하다. 따라서 정부와 민간부문의 역할 분담, 재원조달과 국제적 협력체제의 강화, 민간단체의 협력사업의 독자성을 부여하되 상호 연계와 통합 추진 또한 필수적이라 생각된다.

대북 산림조성·보존 협력의 경우 상호 보완적 임업체계 형성을 추진한다는 원칙아래 남북한 산림협력사업은 북한이 토지와 노동력을 지원하고, 남한이 자본과 기술을 지원하는 등 상호호적인 프로그램을 구축하여 북한의 임업자원과 남한의 첨단기술의 결합 형태로 추진해 가야 하는 것이 최선의 방책이라 생각한다. 또한 북한의 임업기반이 취약한 점을 감안하여 남북한 산림협력사업은 임업물자와 기술지도가 함께 제공되는 형식의 협력 사업을 사업의 타당성, 경제적 경제외적 파급효과, 우선순위 등을 검토한 후 추진할 필요가 있다고 사료된다. 특히 북한에 제공되는 종자나 묘목은 한반도 나아가서는 동북아 산림환경개선에 사용되는 비용으로 간주하여 정부의 전폭적인 재정적 지원이 필요하다고 생각된다. 북한의 황폐한 산림의 복구 및 인공 조림을 통한 녹화에 들어가는 비용은 향후 기후변화협약시 남한이 탄소배출권을 인정받을 경우 그 혜택을 돌려받을 수 있을 것으로 생각된다.

민간단체 또는 민간 기업이 남북협력기금에 의한 지원만으로는 북한의 황폐한 산림을 복구하거나 인공조림을 통한 녹화, 그리고 임산 자원의 효율적인 이용을 위한 협력사업 실시 에 재원 확보가 충분하지 못하므로 북한의 산림복구 또는 임산업에 종사하는 단체 및 기업 에 대한 지원을 담당할 북한산림복구기금(가칭)을 조성 운영하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

현재 경색국면인 남북한의 관계 개선을 위해서도 남북 산림협력 및 북한 황폐지 복구사업 은 필요한 일이며, 무조건 퍼주기식이라는 생각을 전환할 필요가 있다. 즉, 북한의 황폐지 복구사업에 소요되는 기계, 장비, 재료 등은 모두 우리나라에서 사서 가지고 가는 것이기 때문에 실질적으로는 우리나라의 경제에 도움 되는 것이므로 이러한 부분도 대국민 홍보를 통해 인식을 전환할 필요가 있는 것이다. 특히 경색된 남북한의 관계 개선시 민간단체를 활용하는 것도 필요한 일로 사료된다.

나. 기술적 전략

북한의 황폐지를 복구하기 위해서는 각종 임업적 기술뿐만 아니라 묘목, 양묘장 등 다양한 시설 및 재원이 필요한데, 무엇보다도 중요한 점은 북한에 지원되는 이러한 재료 및 장비 등은 남북협력 차원에서 무상으로 지원해 주는 방안이 고려될 수 있으나, 상호 협력 차원에서 기술이전 및 그에 상응하는 대가가 있어야 할 것으로 생각된다. 이에는 탄소배출권 문제, 장

기적으로 볼 때 인공 조림한 임목이 성장하여 벌목할 시기에 달했을 때 벌채권을 우리나라에 일정 부분 양도하거나 우리나라가 북한의 벌채 임목 사용권을 얻을 수 있도록 하는 방안도 강구할 필요가 있을 것으로 생각된다.

5. 참고문헌

1. 강광규, 정희성, 1998. 북한의 에너지 대기 환경문제와 남북협력방안. 에너지경제연구원.
2. 산림청, 1988. 황폐지복구사. 854p.
3. 산림청, 1999. 남북 임업협력 방안 연구. 산림청. 302pp.
4. 산림청, 1999. 5대강유역 수원함양산림 종합관리계획(2단계). 산림청. 3-30pp.
5. 산림청, 2002. 보도자료 -北개성시 200여 ha 산림조성-. 산림청 홈페이지 12월 3일자.
6. 석현덕, 1998. 북한지역의 황폐산림 복구대책(동북아산림포럼 창립기념세미나 발표자료). 55p.
7. 석현덕, 1998. 산림분야의 남북한 교류·협력방안 3 - 통일이후 북한지역의 산림관리 방안. 농촌경제연구원. 54p.
8. 손기성, 박석찬, 1989. 아까시나무림의 조성 기술. 산림과학 1:289-297.
9. 연합뉴스, 2000. 북한연감 창간호, 460p.
10. 임업연구원, 1999. 인공위성 자료를 이용한 북한의 산림황폐지 조사. 임업연구사업 보고서(산림자원 5-Ⅲ):303-311.

11. 조선일보, 2002, 풀을 고기로 바꾼다 염소 기르기 장려, 2월 20일자 56면.
12. 조선일보, 2002, 만물상, 4월 9일자 40판.
13. 조선일보, 2005, 한 달 벌어 연탄 8장 사면 끝...다섯식구 쌀값이 월급 6배, 1월 10일자 A5면.
14. 조선총독부, 1927, 조선임정계획서, 17p.
15. 한국임업신문, 2002, 北산림 18% 황폐화—개간·벌목이 주요원인 ‘분석’, 10월 14일자 1면.



특별기고

상수원 보호를 위한 세계 주요 도시의 산림관리 현황

최 형 태

국립산림과학원 산림수토보전과

세계 대부분의 도시들은 인구집중 및 도시화로 인해 음용수자원의 안정적인 확보와 수질보전이 매우 중요한 사회적 이슈가 되어 왔다. 이에 따라 각 도시들은 안정적인 음용수자원 확보를 위한 상수원지의 보호를 위해 다양한 대책을 마련하여 시행하고 있다.

전 세계적으로 세계에서 가장 큰 대도시 105개 중 적어도 1/3인 33개 도시들은 산림보호구역으로부터 직접 음용수자원의 상당 부분을 공급받고 있다. 미국만 하더라도 산림은 국유림, 주유림(州有林), 사유림의 형태로 미국 본토면적의 29%를 차지하고 있지만, 전체 수자원량의 약 53%를 공급하고 있다. 또한 미국 본토 하천의 거의 80%가 산림에서 발원하고 있다.

이 글에서는 5개 대륙의 주요도시별 수원함양보호구역 지정 및 관리 현황을 살펴봄으로써 대륙별 주요 도시들이 안정적 음용수자원 확보를 위해 어떠한 노력을 하는지 파악하고자 한다.

〈표 1〉에는 상수원 보호를 위한 세계 주요도시의 수원함양보호구역 현황을 요약하였으며, 〈표 2〉에는 수원함양을 위한 세계 주요도시의 산림관리 현황을 나타내었다.

1. 아시아

가. 인도 뭄바이(뭄베이)

뭄바이는 인도 서부 마하라슈트라주의 주도로써 인구 1천2백만명의 인도 최대의 도시이다. 뭄바이 근교의 여섯 개 호수(Bhatsa, Upper Vaitarna, lower Vaitarna, Tansa, Vihar, Tulsi)에서 하루에 뭄바이에 공급하는 음용수자원의 양은 251만m³에 달한다. 주요 상수원지인 뭄바이 근교 포와이(Powai) 호수와 비하르(Vihar) 호수 유역은 주로 열대남부 습윤 활엽수림으로 피복되어 있으며 Sanjay Ghandi 국립공원(면적 8,696ha)으로 지정되어 보호·관리되고 있다.

나. 일본 도쿄

도쿄의 1일 수자원사용량은 623만m³에 달한다. 필요한 수자원량의 대부분은 강과 하천으로부터 공급되며, 지하수 이용율은 전체 수자원량의 0.2%에 불과하다. 도네(Tone) 강과 아라(Ara) 강에서 수자원량의 78%를 취수하

표 1. 상수원 보호를 위한 세계 주요도시의 수원함양보호구역 현황 요약

	도시	보호구역(면적)
1	인도 뭄바이 (뭄베이)	Sanjay Ghandi 국립공원(8,696 ha)
2	인도네시아 자카르타	Gunung Gede Pangrango(15,000 ha) Gunung Halimun(40,000ha)
3	파키스탄 카라치	Kirthar 국립공원(308,733 ha) Dureji 자연보호구역(178,259 ha) Surjan, Sumbak, Eri and Hothiano 동물보호구역(40,632ha) Mahal Kohistan 자연보호구역(70,577ha) Hub Dam 자연보호구역(27,219ha) Haleji Lake 자연보호구역(1,704ha)
4	일본 도쿄	Nikko 국립공원(140,698 ha) Chichibu-Tama 국립공원(121,600ha)
5	싱가포르	Bukit Timah(2,796 ha),
6	미국 뉴욕	Catskill 주립공원(99,788 ha)
7	콜롬비아 보고타	Chingaza 국립공원(50,374 ha)
8	브라질 리우데자네이루	Tijuca 국립공원(3,200 ha) Tingua 생물권보호구역 Pedra Branca 주립공원 Gericinó-Mendanha APA 대서양 열대우림 생물권보호구역(320,180 ha)
9	미국 로스앤젤레스	Angeles 국립공원(265,354 ha)
10	콜롬비아 칼리	Farallones de Cali 국립공원(150,000 ha)
11	브라질 브라질리아	Brasilia 국립공원(28,000 ha)
12	도미니카공화국 산토도밍고	Armando Bermúdez 국립공원(76,600 ha) Juan B. Pérez Rancier (Valle Nuevo) 국립공원(40,900 ha) José del Carmen Ramírez 국립공원(73,784 ha) Nalga de Maco 국립공원 Ebano Verde 학술보호구역(2,310 ha)
13	콜롬비아 메데인	Alto de San Miguel 휴양공원(721 ha)
14	베네수엘라 카라카스	Guatopo 국립공원(122,464 ha) Macarao 국립공원(15,000 ha) Avila 국립공원(85,192 ha)
15	베네수엘라 마라카이보	Perijá 국립공원(295,288 ha)
16	브라질 상파울로	Cantareira 국립공원(7,900 ha) Guarapiranga 생태공원 Morro Grande 주립보호구역

	도시	보호구역(면적)
17	브라질 살바도르	Lago de Pedra do Cavalo 환경보호구역 Joanes/Ipitinga 환경보호구역(60,000ha)
18	브라질 벨루오리존치	Mutuca, Fechos, Rola-Moça, Taboões, Catarina, Bálsamo, Barreiro, Cercadinho, Rio Manso and Serra Azul (17,000 ha)
19	스페인 마드리드	Peñalara 국립공원(15,000 ha) Cuenca Alta del Manzanares(46,323 ha)
20	오스트리아 빈	Donau-Auen 국립공원(10,000 ha)
21	스페인 바르셀로나	Sierra del Cadí-Moixeró (41,342 ha) Paraje Natural de Pedraforca (1,671 ha)
22	불가리아 소피아	Rila 국립공원(107,924 ha) Vitosha 국립공원(26,607ha) Bistrishko Branishte 생물권보호구역 (Category Ia, 1,062 ha)
23	나이지리아 이바단	Olokemeji 산림보호구역 (7,100 ha) Gambari 산림보호구역
24	코트디부아르 아비장	Banco 국립공원(3,000 ha)
25	남아프리카공화국 케이프타운	Cape Peninsula 국립공원(29,000 ha) Hottentots Holland 자연보호구역(24,569 ha)
26	케냐 나이로비	Aberdares 국립공원(76,619 ha)
27	탄자니아 다르에스살람	Udzungwa Mountain 국립공원(190,000 ha) Selous 동물보호구역(5,000,000 ha) Mikumi 국립공원(323,000 ha) Kilombero 동물보호구역(650,000 ha).
28	남아프리카공화국 더반	Ukhahlamba-Drakensberg 공원(242,813 ha)
29	남아프리카공화국 요하네스버그	Maluti/Drakensberg Transfrontier 공원 Ukhahlamba-Drakensberg 공원242,813 ha)
30	오스트레일리아 시드니	Blue Mountains 국립공원(247,021 ha) Kanangra-Boyd 국립공원(65,280 ha) Dharawal 자연보호구역(341 ha) Dharawal 주립휴양지(5,650 ha)
31	오스트레일리아 멜버른	Kinglake 국립공원(21,600 ha) Yarra Ranges 국립공원(76,000 ha) Baw Baw 국립공원(13,300 ha)
32	오스트레일리아 퍼스	Yanchep 국립공원(2,842 ha)

표 2. 수원함양을 위한 세계 주요도시의 산림관리 현황

	도시	수원함양을 위한 산림관리 현황
1	일본 도쿄	도쿄시 수자원국에서는 수원함양 증진, 저수지 퇴사 방지, 수질정화기능 향상, 자연환경 보전을 위하여 다마(Tama) 강 상류 수원지역의 산림을 관리 중임.
2	중국 베이징	베이징의 주요 상수원지인 미윈(Miyun) 저수지 유역에서 수자원 보호를 위해 산림을 관리 중임.
3	미얀마 양곤	미얀마 산림청에서는 양곤시의 주요 상수원인 Gyobyu와 Phugyi의 2개 댐 유역 산림을 대상으로 산림보전 및 복원사업을 추진 중임
4	칠레 산티아고	산티아고 인근 산림은 생태보전구역으로 관리되고 있으며, 이곳에서 공급하는 수자원량은 산티아고 시의 음용수 수요의 20%에 달함.
5	스웨덴 스톡홀름	Mälaren호수와 Bornsjön호수에서 스톡홀름에 수자원을 공급함. 스톡홀름 시에서는 Bornsjön호수의 전체 유역면적 5,543ha를 관리하고 있으며, 이 중 약 40%인 2,323ha는 FSC 인증 생산임지임. 산림관리는 수질보호를 최우선 과제로 중점을 두고 있으며, 산림보전 및 복원을 위한 구역이 잔존됨.
6	독일 뮌헨	1900년 뮌헨 수도공사가 설립된 이래 수질보호를 위해 산림관리를 매우 중요시해옴. 현재 2,900ha의 산림이 수질보호를 위해 관리되고 있으며, 이와 함께 1,900ha의 산림은 인증받은 지역 임업인과 장기계약하여 관리하고 있음.
7	벨로루시 민스크	민스크 시외의 약 80km의 그린벨트지역과 민스크 저수지의 보호구역이 수질보호를 위해 중요한 역할을 하고 있음. 이 지역에서는 벌채가 금지됨.
8	오스트레일리아 시드니	시드니 유역관리청에서 시드니 유역을 보호, 관리하고 있음. 유역 면적의 약 25%가 수질보호를 위한 완충지역 및 수원함양 지역으로 특별 관리되고 있음.
9	오스트레일리아 멜버른	멜버른 수자원 이용량의 90%가 멜버른 북부 및 동부 산림지역에서 공급됨. 국영기업인 멜버른 수자원공사가 이 지역에서 수자원 개발과 보호, 관리정책을 총괄하고 있음. 유역면적의 약 50%가 산림보호구역으로 관리되고 있으며, 이 산림보호구역에서의 산불방지도 수질보호 차원에서 매우 중요시되고 있음.

며, 다마(Tama) 강에서는 19%를 취수한다. 댐의 상류유역의 대부분은 국립공원으로 지정되어 있다. 그러나 국립공원이 상수원지의 보호를 위해 지정된 것은 아니다.

도쿄 북쪽의 닛코(Nikko) 국립공원(면적 140,698ha)은 도네강과 우라강 유역에 위치한다. 공원의 대부분은 활엽수림으로 피복되어 있으며 높은 생물다양성을 가지고 있다.

지치부-다마(Chichibu-Tama) 국립공원(면적 121,600ha)은 도쿄 북서쪽 50km에 위치한다. 공원 내에서 4개의 강(Fuefuki, Tanba/Tama, Kawamata, Nakatsu /Arakawa)이 발원한다. 이 공원은 도쿄와 거리상 가까운 관계로 이용객의 수가 급증하고, 도쿄지역에 전기 공급을 위한 수력발전소가 2개소나 지어지는 등 여러 위협요소들을 가지고 있다.

도쿄 메트로폴리탄 정부의 수자원국이 다마강 유역의 해발고도 500m에서 2,100m의 상류수원지역에서 상수원 보호를 위한 산림관리를 실시하고 있다. 산림은 동서방향으로 31km, 남북방향으로 20km의 크기를 가지고 있다. 상류수원지인 산림 면적의 크기는 216km²로써 다마강 유역면적의 약 44%를 차지하고 있다. 산림은 수원함양 증진, 저수지 퇴사방지, 수질정화기능 향상 및 자연환경 보호를 위해서 관리되고 있다.

다. 중국 베이징

베이징은 북중국평원의 북쪽에 위치하고 있다. 지난 수세기동안 이 도시에 대한 수자원 공

급에 많은 어려움을 겪었으며, 현재도 연간 물 부족량이 10억m³에 달하는 것으로 평가되고 있다. 미윈(Miyun) 저수지 유역이 베이징 수자원 공급에 있어서 가장 중요한 지역이다. 이 지역은 수자원 보호를 위해 지정 관리되고 있으며 이외에도 다양한 이용을 전제로 관리되고 있다. 전체 3,298ha의 유역면적 중 경사가 급한 813ha의 지역에서 산림보전 및 벌채 금지 등 산림관리가 실시되고 있다.

라. 미얀마 양곤

양곤은 미얀마 최대의 도시로 정치·경제 활동의 중심지이다. Teikgyi 지역의 Gyobyu와 Phugyi 2개 댐이 양곤에 음용수를 공급하는 주요 수원지이다. 유역면적은 대부분 산림으로 피복되어 있어, Gyobyu 댐 유역은 유역면적 3,344ha 중 2,068ha가 산림이고, Phugyi 댐 유역은 6,176ha의 유역면적 중 5,042ha의 면적이 산림이다. Gyobyu 저수지는 휴양지로도 이용되고 있다. 미얀마 산림청이 이 두 유역의 산림보전을 책임지고 있으며, 그동안 댐 주위의 산림복원을 지속적으로 실시하여 현재까지 Gyobyu 댐 유역에서는 304ha, Phugyi 댐 유역에서는 1,608ha의 산림이 복원되었다.

마. 인도 하이데라바드

하이데라바드 시는 인도 안드라프라데시 주의 주도로써 데칸고원의 해발고도 540m 지점에 위치하며, 인구는 9백2십만 명이다. 하이

데라바드 시의 생활용수 공급을 위해 인접한 Majeera 강에 8억5천만 m^3 저수용량의 댐을 건설하였다. Majeera 강은 Godavari 강의 지류로서 인도 서부에 위치한 서가츠 산맥(Western Ghats)의 산림지역에서 발원한다. 이 서가츠 산맥의 산림지역은 Eravikulam 국립공원(면적 9,700ha), Silent Valley 국립공원(면적 8,952ha) 등의 여러 보호구역으로 지정, 관리되고 있다. 현재 하루 50만 m^3 의 용수를 도시에 공급하고 있다.

2. 아메리카

가. 미국 뉴욕

뉴욕 시는 미국에서 가장 인구밀도가 높은 도시 중에 하나이다. 뉴욕 시와 인접 시군의 9백만 시민들은 Catskill, Delaware 및 Croton의 3개 유역에서 음용수를 공급받는다. 이 세 유역에서 하루에 뉴욕 시 및 인접 대도시지역에 공급하는 수자원량은 490만톤에 달하며, 특히, 뉴욕 시 북서쪽 160km에 위치한 Catskill과 Delaware의 2개 산림유역이 뉴욕 시의 음용수 수요량의 90%를 공급하고 있다. 이 두 유역의 면적은 4,100 km^2 에 달한다. Croton 유역은 970 km^2 의 유역면적을 가지며 뉴욕 시 음용수 수요량의 10%를 공급하고 있다. 유역면적의 75%가 산림으로 피복되어 있으며, 뉴욕 시가 유역면적의 10%를 소유하고 있다. Catskill 주립공원(면적 99,788ha)은 Catskill과 Delaware 유역을 거의 포함하고 있으며, 약 40%의 면적

을 주정부가 소유하고 있다. Catskill 산림보호구역은 Catskill 주립공원 내에 포함된 주 소유 산림이며 유역면적의 약 25%를 보호하고 있다.

나. 미국 로스앤젤레스

Owens Valle와 Mono Basin 유역으로 이루어져있는 Eastern Sierra 유역(면적 891,000ha)이 로스앤젤레스의 주요 수원지이다. 미국 산림청과 미국 토지관리국, 로스앤젤레스 수자원 및 전력국에서 이 유역 면적의 98%를 소유하고 있다. 미국 캘리포니아 주에서는 안전하고 지속적인 수자원 공급을 위해 많은 국유림을 이용하고 있다. Angeles 국유림은 미국 산림청에서 관할하는 태평양 연안지역 18개 국유림 중 하나이다. 캘리포니아 주에 분포하는 국유림은 캘리포니아 주 면적의 20%에 불과하지만 주 전체 수자원량의 50%를 생산하고 있다. Angeles 국유림(면적 265,354ha)은 1892년에 설치되었으며, 미국 산림청 산하이다. Angeles 국유림은 해발 3,000m까지 분포하는데, 저지대에는 관목림이 분포하고, 고지대에는 침엽수림과 혼효림이 분포한다. Angeles 국유림의 총면적은 32,500ha이며 그 안에 많은 보호구역이 지정, 관리되고 있다. 6,900ha 면적의 San Dimas 시험림은 생물권 보호구역이면서 공익적인 연구들이 수행되고 있으며, 555ha 면적의 Fern Canyon 시험지는 침식, 산불, 대기질 등과 관련한 참나무림의 역할에 대한 연구가 진행중이다.

다. 브라질 살바도르

살바도르 시는 브라질 동부 해안가에 위치한 바이아 주의 주도로서 브라질 제 4의 대도시이다. 최근에 지정된 2개의 보호구역이 살바도르 도시지역에 음용수를 공급하고 있다. Lago de Pedra do Cavalo 환경보호구역은 살바도르 시와 인접 도시지역에 수자원을 공급하기 위해 건설된 인공 호수의 보호를 위해 필수적인 산림을 보호하기 위해 1997년에 지정되었다. Joanes/Ipitinga 환경보호구역(면적 60,000ha)은 망그로브 숲과 대서양 연안림을 보호하기 위해 지정되었으며, 이 지역에서 공급하는 수자원은 살바도르 시가 필요로 하는 음용수자원량의 40%에 달한다.

라. 브라질 브라질리아

브라질리아 시는 브라질 중서부 지방의 중앙고원에 위치한 브라질 연방의 수도이다. 평균 고도는 해발 1,172m로 상프란시스코 강의 최상류부에 위치한다.

브라질리아 국립공원(면적 28,000ha)은 브라질리아 시 총인구 2백만 명 중 약 40만 명에게 음용수자원을 공급해주는 가장 중요한 상수원지를 보호하기 위해서 지정되었다. 브라질리아 시의 음용수 수요량의 약 40%가 국립공원에서 직접 공급된다. 브라질리아 국립공원은 대부분 산림으로 피복되어 있으며, 주로 고지 사바나, 세라도 및 캄포세라도로 구성되어 있다. 이 지역은 도시민의 휴양지로도 많이 이용

되고 있다.

3. 유럽

가. 터키 이스탄불

벨그라드(Belgrad) 숲은 이스탄불 시의 유럽 쪽에 위치하고 있으며, 오스만 왕조 시절에 만들어진 여러 저수지들이 분포해 있다. 벨그라드 숲은 주로 너도밤나무(*Fagus sylvatica*), 서어나무(*Carpinus betulus*), 참나무류(*Quercus frainetto*, *Q. petraea*, *Q. robur*) 등으로 구성된 활엽수림이다. 한때 이스탄불 시의 음용수자원을 모두 벨그라드 숲에서 공급한 적이 있을 만큼 풍부한 수량을 자랑하였으나 인구증가 및 도시화가 계속 진행됨에 따라 숲의 보전이 위협받고 있다. 특히 지난 10년간 약 6,000ha의 숲이 산불 등에 의해 파괴되었다. 현재 벨그라드 숲은 수문학적 중요성으로 인해 연구와 휴양 목적으로 공동 관리되고 있다. 임목수확 또는 기타 자원의 개발은 제한받고 있으나, 연구 목적 또는 숲의 건강성을 증진하기 위한 간벌 등 조림학적 처리는 일부 제한적으로 허용하고 있다.

나. 러시아 모스크바

모스크바 시는 러시아의 수도로서 유럽러시아 중부, 오카 강 지류인 모스크바 강 유역에 자리잡고 있다. 인구는 1천만 명 정도이다. 모스크바의 음용수는 다수의 수로와 저수지를 통

해서 모스크바 강과 볼가 강에서 공급받는다. 이들 수로와 저수지는 보호구역으로 관리되는 완충대를 가지고 있다. 강둑과 호수 및 저수지 주위의 산림은 음용수자원의 수질보전과 함양에 도움이 된다. 모스크바 지역에서는 지역 내 산림면적의 10% 이상이 음용수자원의 보호를 위해 보호구역으로 지정 및 관리되고 있다.

다. 이탈리아 로마

로마 시는 이탈리아의 수도로서 이탈리아 중부의 아펜니노산맥에서 발원하는 테베레 강 하류에 면한 구릉지대에 자리잡고 있다. 인구수는 약 2백 8십만 명이다. 이탈리아 라지오 지방의 로마를 비롯한 60여개 시군은 300km 이상의 길이를 가진 7개의 송수관을 통해 음용수를 공급받는다. 로마는 식수원이 매우 청정하기 때문에 천연상태의 물을 정수없이 바로 음용수로 이용할 수 있는 세계에서 몇 개 안되는 도시 중의 하나이다. 음용수 수요의 97%를 천연적 식수원에서 공급받으며, 나머지 3%는 지하수를 이용한다. 이 상수원지에는 여러 개의 산림보호구역을 지정되어 수원지를 보호하고 있다.

라. 폴란드 바르샤바

바르샤바 시는 폴란드의 수도이며 바르샤바 평야의 중심부인 비스와 강(江)의 중류 양안에 위치한다. 인구수는 약 1백7십만 명 정도이다.

폴란드 산림의 약 40%가 수자원 보호기능

을 발휘하고 있는 것으로 평가된다. 바르샤바시는 Vistula 강으로부터 수자원을 취수하는데, Vistula 강 유역은 폴란드 전체면적의 70%를 차지하는 대유역(면적 180,247km²)이다. 이 중 약 10%의 면적이 보호구역으로 지정·관리되고 있다.

마. 오스트리아 빈

빈 시는 오스트리아의 수도이며 오스트리아의 북동쪽 도나우(Donau) 강변에 위치한다. 인구수는 약 1백7십만 명 정도이다. Donau-Auen 국립공원(면적 10,000ha)은 빈 시의 음용수 수요량의 20%를 공급하는 매우 중요한 상수원지이다. 고산 산림보호구역으로부터 도시까지 파이프라인을 건설하여 음용수자원을 공급하고 있다.

바. 스웨덴 스톡홀름

스웨덴의 수도인 스톡홀름은 스웨덴 전체인구의 20%가 넘는 180만 명이 살고 있다. 스웨덴에서 음용수의 공급과 폐수처리는 법적으로 지방자치정부의 책임 하에 있다. 스톡홀름에서는 시소유인 Stockholm Vatten 사에서 스톡홀름 시와 인접 10개 시군에 음용수를 공급하고 있다. Stockholm Vatten 사는 2개의 정수 시설 및 3개의 하수처리시설을 운영하고 있다. 2002년 한해 동안에 133백만m³의 음용수를 공급했으며, 품질이 상당히 높은 것으로 평가받고 있다.

Mälaren 호수는 스톡홀름 시에 물을 공급하는 가장 큰 상수원지이다. 1904년 스톡홀름 시는 Mälaren 호수에서의 음용수 취수에 일시적인 문제가 발생할 경우에 대비하여 Bornsjön 호수를 매입했다. Stockholm Vatten 사는 Bornsjön 호수의 유역면적 5,543ha를 모두 소유하여 관리하고 있다. 이 유역면적의 약 40%인 2,323ha가 산림으로 이루어져 있으며, 이 대부분이 생산임지이다. Bornsjön 호수 유역에서 이루어지는 산림경영은 수질보호를 가장 최우선 목표로 수행하고 있다. 이에 따라 유역 전체에서의 토양침식 및 호수로의 토사유입을 최소화하는 것이 산림경영의 최우선 과제이다. 이에 따라 수로 및 호수 보호를 위해 가능한 한 많은 나무들을 잔존시키고, 지표토양의 교란을 막기 위해 유역 내에 중장비 운용을 금지하고 있다.

사. 독일 뮌헨

뮌헨 시는 독일 남부 바이에른 주의 주도이며 인구수는 약 1백4십만 명이다. 1900년경 뮌헨 수도공사가 설립된 이래, 산림경영 및 임업 라이선스 제도의 운용 목표는 수질 보호에 있다. 현재 2,900ha의 산림이 수질보호를 위해 관리되고 있으며, 이와 더불어 1,900ha의 산림이 산주와의 장기계약을 통해 관리되고 있다. 이 계약에 참여하는 산주는 인증받은 생태적 유기농법에 따라 경영을 실시해야 한다.

4. 아프리카

가. 케냐 나이로비

케냐의 수도인 나이로비 시는 3백만 명의 인구를 가지고 있으며, Ruiru, Sasumua, Chania II 및 Ndakaini 댐들로부터 음용수를 공급받고 있다. 케냐 수자원부에서는 나이로비 시와 케냐 전역에 지속적으로 수자원 공급을 늘리기 위해 빗물 수확, 댐 유역 보호구역 지정, 산림복원 등을 지속적으로 추진하고 있다.

현재 케냐는 수자원 관리와 환경을 위해 15년 후 산림면적을 국토면적의 40%까지 증가시키는 것을 목표로 대규모 나무심기 운동을 펼치고 있다. 특히 케냐의 여성 환경운동가인 왕가리 마타이(Wangari Maathai)는 1977년부터 케냐에서 여성이 주축이 된 ‘그린벨트 운동’을 창설해 아프리카 녹화사업을 벌여 3천만 그루 이상의 나무를 심었다. 이 운동은 환경을 고려하지 않은 무분별한 벌목으로 훼손되는 땅을 푸르게 되살리자는 아프리카 최대의 녹화사업이다.

나. 남아프리카공화국 요하네스버그

요하네스버그 시는 남아프리카공화국 가우텡 주에 있는 도시로서 인구수 약 2백1십만 명의 남아프리카공화국 최대 도시이다. 해발고도 1,900m의 내륙고원에 위치한다.

요하네스버그 시에 음용수를 공급하는 경로는 크게 두가지로 나뉜다. 첫 번째

는 Mnweni 지역과 같은 산악지역을 포함한 Ukhahlamba- Drakensberg 공원에서 오는 물을 Tugela/Vaal 운하를 경유하여 공급받는 경로이고, 두 번째는 레소토 고원의 습지 보호 지역으로부터 공급받는 경로이다. 레소토 고원 지역 습지는 Phofung 지역과 같이 전통적인 보호지역이며 일부 소유역들도 Ts'ehlanyane 자연보호구역 및 Bokong 자연보호구역과 같은 보호구역에 포함되어 있다. 남아프리카공화국은 청정한 수자원관리를 위한 유역관리전략의 내용을 담은 National Water Act에 세계에서 첫 번째로 조인한 국가 중에 하나이다. 요하네스버그 시는 남아프리카공화국에서 지역 수준의 유역관리전략을 첫 번째로 수립한 도시 중의 하나이다.

5. 오세아니아

가. 오스트레일리아 시드니

시드니 시는 오스트레일리아 뉴사우스웨일스 주의 주도로서 인구수는 약 4백6십만 명으로 오스트레일리아 전체 인구수의 약 1/4에 해당한다.

시드니 유역관리청은 1999년 7월에 설립되었으며 시드니 유역을 보호하고 시드니 워터(Sydney Water)와 같은 수도 사업체들에게 상수원수를 공급하는 역할을 한다. 시드니 워터(Sydney Water)는 오스트레일리아의 대표적인 수도 사업회사로서 시드니 시와 인접 시군에 거주하는 시민 4백만 명에게 하루에 160만m³

의 음용수를 공급하는 회사이다.

시드니 유역관리청이 관할하는 유역면적은 약 16,000km²에 달하며 이 지역에서 공급하는 음용수를 뉴사우스웨일스 주 주민의 60% 이상이 이용하고 있다. 이 유역면적의 약 25%는 “특별구역(Special Area)”으로 지정되어 관리되고 있다. 특별구역은 대부분 저수지나 댐에 인접한 잡목숲 지대이다. Kanangra-Boyd 국립공원(면적 65,280ha)와 함께 Warragamba 특별구역은 시드니 시에 가장 많은 음용수자원을 공급하는 Burragorang 호수의 수질보호를 위해 매우 중요한 기능한다. 이 지역의 식생분포는 주로 건조 산림지대(공원 전체면적의 45%), 유칼립투스 숲지대(38%), 암석 관목숲지대(10%), 고원 관목숲지대(3%), 열대우림지대(2%) 등이다.

나. 오스트레일리아 멜버른

멜버른 시는 오스트레일리아 남동부 빅토리아 주의 주도이며 인구수는 3백8십만 명 정도이다.

멜버른 시 음용수 공급량의 90%가 시 북쪽과 동쪽에 있는 산림유역에서 공급된다. 이 157,000ha의 유역면적 중 약 50%의 면적이 유칼립투스 수종인 마운틴애쉬(Mountain Ash; Eucalyptus regnans) 숲으로 피복되어 있다.

오스트레일리아 빅토리아 주정부가 소유하고 있는 수도사업체인 멜버른 워터(Melbourne Water) 사가 수자원 확보를 위해 일부 유역을 직접 관리하고 있으며, 빅토리아 주 소유

산림 및 Kinglake 국립공원(면적 21,600ha), Yarra Ranges 국립공원(면적 76,000ha) 및 Baw Baw 국립공원(면적 13,300ha) 등의 유역 관리를 위해 빅토리아 주 지속가능성 및 환경관리국(Department of Sustainability and Environment) 및 공원관리국(Parks Victoria)과 밀접하게 협력하고 있다.

멜버른 워터 사는 산림유역 내에 9개 대형 저수지를 보유하고 있으며, 이들 저수지의 총 저수량 1,773백만m³에 달한다. 각 저수지에 저장된 물은 1년에서 5년까지 머물게 하는데 이는 자연적인 과정을 거쳐 물이 정화될 수 있는 시간을 주기 위해서이다. 멜버른 워터 사가 한해에 공급하는 음용수는 5억m³에 달하며, 멜버른 시는 오스트레일리아 내에서 가장 음용수 수질이 좋은 도시로 평가받고 있다.

다. 오스트레일리아 퍼스

퍼스 시는 오스트레일리아 남서부에 위치한 웨스턴오스트레일리아 주의 주도(主都)이다. 인구수는 1백4십만 명 정도이다.

지속적인 기후변화로 인해 지난 27년간 서부 오스트레일리아의 남서부 지방은 12%의 강우량이 감소하였으며, 이로 인해 퍼스 시에 음용수를 공급하는 저수지의 유입량도 50%나 감소하였다. 현재 퍼스 시의 음용수 수요량의 70%가 저수지에서 공급되며, 나머지는 지하수를 이용하고 있다. 유칼립투스 숲으로 피복되어 있는 Darling Ranges 지역이 퍼스 시의 주요 상수원지로서 11개의 댐과 저수지가 분포하고 있다.



특별기고

변화하는 환경과 광릉 숲 생물다양성 보전

- 숲과 식물 다양성을 중심으로 -

조 용 찬

국립수목원 산림자원보존과

요약

유네스코 생물권 보전지역 광릉숲은 최근의 급격한 기후변화 및 토지이용 변화에 의한 부정적 영향에서 벗어날 수 없다. 기온, 강수, 가뭄, 태풍과 같은 교란체제 등과 같은 환경의 변화는 많은 불확실성을 내포하고 있지만, 광릉숲의 기온은 상승하고 있으며, 주변의 토지이용은 주거지 등의 인위 경관요소로 급변하고 있다. 지구적 차원, 그리고 광릉숲 생태 공간 모두 이러한 현저한 변화의 영향을 받으며 또한 적응하고 있다. 본 연구에서는 광릉숲의 미기후 변화, 생물다양성의 지지기반이 되는 지형 및 수계의 변화, 토양과 같은 비생물 요인, 그리고 식물군집과 분류군 별 현황과 환경변화의 영향에 대하여 고찰하였다. 수도권의 산업화 및 토지이용 변화에 따른 산성비와 대기오염 등의 영향은 광릉숲 보전관리의 영역과 한계를 나타내는 요소들이 된다. 현재에도 이러한 모든 환경 변화는 광릉숲의 생물다양성과 서비스 기능을 변화시키고 있다. 생물다양성 그리고 생태계 서비스의 동적 속성과 최근의 급격한 환경 변화에 대한 생태계 변화를 고

려할 때, 현재 광릉숲과 같은 보호구역의 효과성은 비교적 낮다. 따라서 광릉숲을 중심으로 DMZ 및 수도권 영역으로의 녹지 네트워크 구축의 필요성과 이를 통한 보호구역의 효과성 증진에 대해 논의하였다.

1. 서론

밀레니엄 생태계 평가 (Millennium Ecosystem Assessment, MA)에 따르면, 생물다양성의 가장 큰 위협은 농업개발, 도시화 및 지속가능하지 않은 산림이용에 의한 경관 변화와 기후변화이다 (MA 2005). 지구 육상생태계의 약 12%가 직접적인 인위적 토지 피복 변화에 대하여 공식적으로 보호되고 있는 것과 함께 (Chape et al, 2005), 광릉숲 및 국립공원과 같은 보호구역은 인간 참살이를 위해 이익이 되는 생물다양성과 생태계 보전, 지역민의 영속, 그리고 자연적 생태 과정들을 위해 필수적 요소이다 (Balmford et al, 2005, Naughton-Treves et al, 2005).

현재의 보호구역 관리는 급격한 환경변화의 영향과 결과를 고려하지 못하고 있다. 이점

은 보호구역이 구역 내 종의 분포 이동과 변화로 인하여 장기적 지속성을 확보하지 못한다는 것을 의미한다 (Lovejoy 2005). 서식처 보호와 주요 종의 보전에 대한 지구적 보호구역 네트워크의 효과는 과거 인간에 의한 토지 이용 변화와 관련하여 다양한 평가가 이루어졌다 (Rodrigues et al. 2004, Hoekstra et al. 2005). 그러나 보호구역의 역할에 대한 과거 지향적인 retrospective 평가가 생물다양성 보호에 대한 미래의 효과에 대한 지침을 제공해 줄 것인지는 의문이다.

보호구역은 신중한 접근이 필요한 어려운 문제인 종 또는 생태계 분포의 거대한 움직임에 대해 완충작용을 할 수 없다. 또한 효과적인 보호구역 관리체계, 주변 지역의 더욱 효과적 관리, 그리고 지역/국가/지구 수준의 협력 증진 (Bruner et al. 2004) 등은 상호보완적이며 우선적인 보전 행동을 나타낸다. 확실히, 미래의 토지이용과 기후변화 영향은 앞으로 모든 이러한 보전 행동의 요소들을 더욱 통합시킬 필요성을 제기하고 있다.

지구 평균 기온은 지난 세기 동안 0.7도 상승하였고 2100년까지 1.1에서 6.4도까지 더 상승할 것으로 예상되고 있다 (IPCC 2007). 지난 세기의 변화는 다양한 생태 시스템에 대한 명확한 영향을 나타내었다. 무엇보다, 우리는 생태적 현상의 시기 그리고 종 분포 이동에서의 변화를 목격하고 있다 (Walther et al. 2002, Parmesan and Yohe 2003, Root et al. 2003). 예를 들어, 개화, 결실 그리고 동물 이동과 같은 봄철 현상이 빨라지고 있다. 또한 많

은 종들이 온난화 경향에 반응하여 고지대와 고위도 지역으로 그들의 생육 범위를 이동하였다. 기후의 최근 변화는 또한 수문학과 자연화재의 빈도와 강도의 변화와 밀접하게 연관되어 있다 (Poff et al. 2002, Westerling et al. 2006). 미래의 기후 변화가 과거 세기보다 더욱 크게 예상되는 것을 고려하면, 앞으로 생태계는 더욱 극적인 변화를 겪게 될 것이다.

보전 계획은 보통 현재의 생물다양성에 기초하고 있다. 그러나 기후변화와 같이, 종들은 물리적 기온 압력, 서식처 변화, 자원 유용성, 새로운 포식자 또는 경쟁자, 그리고 새로운 질병과 기생충에 반응하여 분명히 이동할 것이다. 따라서 미래에 대하여 광릉숲과 같은 현재의 보호구역은 동일한 종과 동일한 생태계에 대한 보호작용을 하지 못할 것으로 생각된다. 미래에 대한 효과적으로 생물다양성을 보호할 수 있는 보호구역의 네트워크 개발은 분명히 기후변화와 같은 환경 변화를 고려해야 한다.

광릉숲은 한반도 또는 동북아시아에서 보기 드문 대표적 노령림으로서, 국립수목원은 그것의 역사성, 문화성 그리고 생물학적 다양성 (Biological diversity, 이후 생물다양성)과 생태적 온전성 (Ecological integrity)을 후대에 보전할 의무가 있다. 특히, 광릉숲의 다양성과 온전성은 국가, 연구기관 그리고 시민 등의 광범위한 사회적 관심을 받는 주요인이 되고 있다 (Cho et al. 2007). 본 보고서에서는 광릉숲의 물리 및 비생물환경을 포함한 생물다양성을 최근의 환경변화와 관련하여 전망하고자 한다. 여기에는 광릉숲의 기후 및 물리 환경, 생물군,

다양성 패턴, 군집 및 경관 등 다양한 연구 결과에 대한 고찰이 포함되며, 이를 바탕으로 광릉숲 생물다양성을 종합적으로 기록할 것이며, 생태계 서비스 보전과 건강성을 증진시킬 수 있는 방안을 논의하고자 한다.

2. 광릉숲 환경변화

- 기후 환경변화

광릉숲 지역에서 연평균 기온이 가장 낮은 시기는 1974년의 9.44℃ 였으며, 가장 높았던 시기는 1983년의 15.74℃였다. 연도별 기온 변화를 단선적으로 분석하면 그림 1과 같다. 선형 회귀식에 의한 기온상승률은 연간 0.013℃로 37년간 0.48℃ 상승된 것으로 나타났다.

강수량은 1974년부터 평균 1,000mm를 웃도는 강수량을 유지하지만 1990, 1998년에 2,000mm 이상 강수량을 보였다 (그림 2). 분석 기간 동안 강수 변화의 경향은 288mm 상승한 것으로 분석되었다. 그러나 기온은 해마다 다양한 변동을 보이는 특징이지만 전체적으로는 상승으로 변화가 진행되고 있는 경향을 보이는 한편, 극단적 변동의 특징을 갖는 년도에서 높게 나타났다. 이는 현재 지구적인 기후변화 경향에서 나타나고 있는 극단적 기상현상(extreme weather events)의 강수패턴과 일치하는 특징으로 강수 집중도의 증가로 해석할 수 있다.

향후 100년간 기온변화를 분석한 결과 (그림 3), 2010년에 10.48℃에서 2107년에는

12.16℃로 상승하였고, 연간상승률은 0.028℃로 향후 100년 후에는 광릉수목원 지역의 연평균 기온은 약 2.7℃ 상승될 것으로 예상되고 있다.

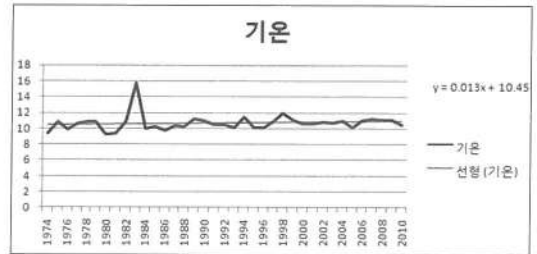


그림 1. 광릉숲 지역의 최근 기온변화

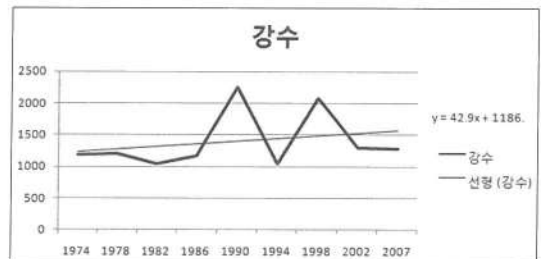


그림 2. 광릉숲 지역의 최근 강수량 변화

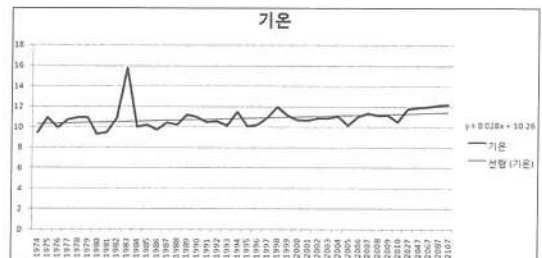


그림 3. 2107년까지의 기온 변화

기온과 강수의 공간적 분포 양상에서는 봉선사천을 중심으로 기온이 상승되고 있는 것으로

보이는데, 관통도로를 중심으로 토지이용 변화 및 도시화에 따른 열섬현상의 결과로 해석된다.

－ 토지이용 및 무기 환경 변화

광릉숲 생물 시스템에 영향을 미치는 주요 인위적 활동은 저지대를 중심으로 조성된 조림지에서 이루어지고 있다. 또한 광릉숲 인근 지역 역시 조림지가 넓게 분포하고 있다. 따라서 광릉숲의 사면 중·상부의 자연활엽수림은 섬의 형태를 나타내고 있으며, 최근 주변 지역의 개발 활동은 광릉숲을 더욱 고립시키고 있어 생물다양성 유지에 큰 위협이 되고 있다.

광릉숲은 수도권에 위치한 지리적 조건으로 인하여 대기오염물질상하, 산성비, 개발압력, 통행객 및 방문객이 증가하고 있다. 인근의 식당을 비롯한 각종 업소로부터 배출되는 오염물질이 광릉국립수목원을 가로지르는 하천의 수질을 악화시키고 있으며 숲을 관통하는 도로는 대기오염물질과 소음을 발생시켜 이곳의 숲과 그곳에 살고 있는 많은 야생동물들에게 직·간접적으로 부정적인 영향을 가하고 있다 (이창석 등 2004). 또 왕숙천을 따라 그 주변으로 빠르게 진행되는 도시화 또한 광릉숲에 부정적 영향 (빛의 영향, 대기오염, 교통량 증가)을 미치고 있다. 이러한 환경적 영향은 가시적으로는 쉽게 나타나지 않지만, 누적적이고 연쇄적으로 나타날 가능성이 항상 존재한다.

광릉숲의 강우 산도는 1985년부터 2004년까지 강우 pH는 지속적으로 하락하고 있어, 산성비가 지속적으로 내리고 있는 것으로 나타났다

(표 1). 광릉숲 주변에 대기 오염시설이 거의 존재하지 않는 것을 고려하면, 이러한 결과는 서울의 영향을 받고 있는 것으로 해석할 수 있다 (김준호 2005). 한편, 광릉숲에 내리는 비는 서울의 것보다 더욱 산성을 띠고 있는 것으로 나타났다. 이러한 경향의 원인은, 도시 대기의 미세먼지가 강우 내 음이온 농도에 영향을 주고 있기 때문으로 생각된다 (김준호 2005).

표 1. 광릉숲 및 서울시 지역의 강우 산도

지 역	1985년	1995년	2004년
광릉숲	5.5	4.9	4.2
서울시	—	—	5

* 2004년의 자료는 8월 중 7회 측정된 값임

광릉숲 토양 pH 역시 빗물과 마찬가지로 산성을 강하게 나타내고 있다 (그림 4). 우리나라 산림토양의 평균 pH는 5.5 정도이다 (국립산림과학원 2006). 광릉숲의 토양은 약건 또는 적습 갈색산림토양이 대부분을 차지하고 있는데, 이 토양의 일반적인 산도는 우리나라 토양 평균값과 거의 유사하다 (국립산림과학원 2006).

광릉숲의 토양 산도는 1990년도에 이미 우리나라 평균 이하의 값을 나타내었고 (pH 5.2), 1990년대 중반 pH 4.7까지 감소하였다. 이후 2005년까지 정체된 후, 2010년 pH 4.9 정도로 증가하였다. 그러나 우리나라 평균값과 비교했을 때, 뚜렷하게 낮은 수치를 나타내고 있다. 이것은 앞서 언급한 산성비가 지속적으로 내리고 있는 것과 관련이 있다. 또한 대기중 질소 침적의 영향도 고려해야 한다. 이러한 광릉숲

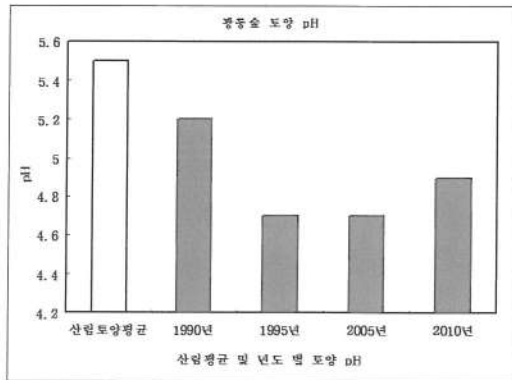


그림 4. 광릉숲 토양 산성도 변화

의 토양 산성도를 고려하면, 토양동물과 같은 토양생태계 구성요소들이 큰 피해를 받았을 것으로 생각되며, 정상적인 기능을 수행하기 어려울 것이다. 또한 숲의 양분순환 이상, 유기물 세탈에 의한 토양 단립화, 그리고 이에 따른 토양 건조가 나타나고 있을 것이다.

한편, 자세한 연구 결과를 찾아보기는 어렵지만, 광릉숲의 건강성에 큰 영향을 줄 수 있는 인자는 질소이다. 이미 광릉숲 계류수에서 질소포화의 징후가 보고되고 있으며 (김준호 2006), 우리나라 산림생태계 역시 질소 포화의 징후가 나타나고 있다 (이천용 및 원형규 1994). 광릉시험림 계류수의 NO_3^- 유출량을 살펴보면, 우리나라의 삼림에 질소 포화의 징후가 나타났음을 알 수 있다 (김준호 2006). 광릉의 침엽수림과 활엽수림의 계류수에서, 질산이온 (NO_3^-)의 유출량은 각각 0.06 및 $0.16 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ 으로 나타나고 있다. 산림생태계의 계류에서 $3 \mu\text{eq/L}$ 이상의 질산이온이 유출되면 질소 포화에 있다고 정의한다 (Harriman et al. 1998).

1990년대와 2010년의 광릉숲 식물생태계 조사 결과, 주름조개풀과 같은 호질성 다년생 초본인 주름조개풀이 주요 지표종으로 분석되었다. 숲이 질소로 포화되면 계류수에 NO_3^- 가 유출되고 $\text{NO}_3^-/\text{N}/\text{NH}_4^+/\text{N}$ 의 비가 높아지며, 식물 잎의 N/P, N/K 및 N/Mg의 비가 높아지고 (Aber et al. 1998; Flückiger and Braun 1999), 토양의 pH가 낮아지며, C/N 비가 높아지고 염기성 양이온(BC)/Al 몰 비가 낮아져 (Bergkrist and Folkeson 1992) 식생의 생산성 감소 (Pardo and Driscoll 1996)와 쇠퇴로 연결된다 (Emmett 1999). 그리고 대기질소강하가 계속되는 숲에서는 혐질소성 종이 호질소성 종으로 대체된다 (Rodenkirchen 1992, de Vries 1993, Sven and Liu 1995, Wedin and Tilman 1996).

최근 광릉숲의 광릉요강꽃이 거의 사라진 것은 난과 식물의 건강성과 밀접한 상관을 나타내는 균근균의 활성 변화 영향이 있었을 것이다. 산림생태계가 질소 포화 수준에 이르게 되면, 균근균 (mycorrhiza)의 다양성과 활성이 감소하는데 (Hüttl 1990). 대부분의 식물이 균근과 공생관계를 형성하고 있는 것을 고려하면, 광릉숲의 질소 포화는 치명적일 수 있다.

산성비 그리고 질소 침적과 같은 무기 환경 변화로 인한 광릉숲 토양 산성화 등으로 예상되는 다양한 피해는 정량적으로 표현하기는 어렵다. 그러나 무기 환경 변화 및 그것에 의한 토양생태계의 기능 저하는 지상부의 종조성, 구조, 다양성, 생산성 등의 모든 측면에 영향을 주게 되므로 지속적으로 관찰해야 한다.

3. 광릉숲 생태계와 환경변화의 잠재적 영향

－ 식물 생태계

광릉숲 식생은 총 32개 식생단위가 분포하고 있으며, 총 17개군락 21개군 5개소군으로 구분된다 (표 2). 과거 일본인들에 의해 조성된 조림 식생이 식생다양성의 대부분을 차지하고 있는 것이 특징적이며, 이러한 불균형을 해소하기 위한 복원 활동이 필요하다 (국립수목원 2011)

상위단위 식생군락은 소나무군락, 전나무군

락, 낙엽송군락, 리기다소나무군락, 잣나무군락, 방크스소나무군락, 독일가문비나무군락, 가문비나무군락, 졸참나무군락, 신갈나무군락, 굴참나무군락, 서어나무군락, 갈참나무군락, 상수리나무군락, 고로쇠나무군락, 기타활엽수군락1, 기타활엽수군락 2 등이다.

광릉숲 상관우점 식생은 17개 식물군락과 제지, 전시원 등 일반 시설지구의 25개 유형으로 구분되며 (그림 5), 식생단위에 기초한 정밀식생은 32개 단위로 나타난다. 면적단위별 순서는 졸참나무군락-고로쇠나무군 (401ha) > 소나무군락-매죽나무소군 (193ha) > 졸참나무군락-전형군 (166ha) 순으로 나타난다.

표 2. 광릉숲 식물군락 별 명칭 및 식생단위별 명칭

1A. 소나무군락	1D. 리기다소나무군락	2A. 졸참나무군락
1A1. 잣나무군	1D1. 쪽동백나무군	2A1. 고로쇠나무군
1A1a. 매죽나무소군	1D2. 전형군	2A2. 전형군
1A1b. 참회나무소군	1E. 잣나무군락	2B. 신갈나무군락
1A1c. 전형소군	1E1. 음나무군	2B1. 참회나무군
1A2. 물푸레나무군	1E2. 산뽕나무군	2B2. 전형군
1A3. 전형군	1E3. 굴참나무군	2C. 굴참나무군락
1B. 전나무군락	1E4. 전형군	2D. 서어나무군락
1B1. 까치박달군	1F. 방크스소나무군락	2D1. 까치박달군
1B1a. 당단풍나무소군	1G. 독일가문비군락	2D2. 전형군
1B1b. 개웃나무소군	1H. 가문비나무군락	2E. 갈참나무군락
1B2. 물봉선군		2E1. 서어나무군
1B3. 전형군		2F. 상수리나무군락
1C. 낙엽송군락		2G. 고로쇠나무군락
1C1. 고로쇠나무군		3A. 기타활엽수군락 1
1C2. 전형군		3B. 기타활엽수군락 2

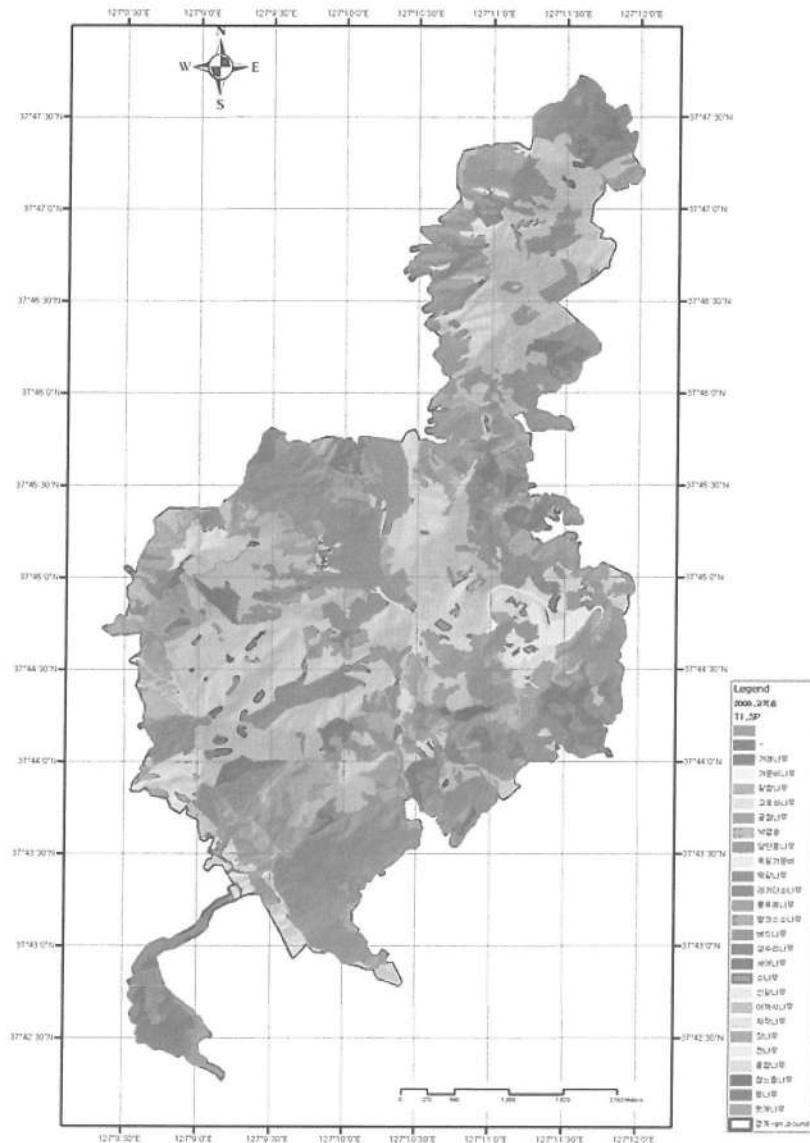


그림 5. 광릉숲 현존상관식생도

- 자연림 식생 구조 및 동태

광릉숲 자연림은 졸참나무의 ($7.7 \pm 0.8 \text{ m}^2/\text{ha}$) 흉고단면적이 가장 높아 우점하는 것으로 판단한다. 다음으로 서어나무, 갈참나무, 신갈

나무, 소나무, 굴참나무의 순서이다 (표 3). 줄기 밀도는 서어나무 ($152.1 \pm 18.3 \text{ 개/ha}$)가 가장 높으며, 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무, 갈참나무, 소나무의 순서이다.

표 3. 광릉 숲 자연림에 대한 평균흉고단면적(m^2/ha) 및 줄기 밀도(stems/ha)

Scientific name	Korean name	Abh(m^2/ha)	Density(stems/ha)
<i>Quercus aliena</i>	갈참나무	2.97 ± 0.63	26.48 ± 5.30
<i>Prunus mandshurica</i>	개살구나무	<0.01	0.21 ± 0.21
<i>Acer pictum subsp. mono</i>	고로쇠나무	0.69 ± 0.16	9.84 ± 1.54
<i>Quercus variabilis</i>	굴참나무	2.15 ± 0.54	36.00 ± 8.77
<i>Platycarya strobilacea</i>	굴피나무	0.01 ± 0.01	0.10 ± 0.10
<i>Carpinus cordata</i>	까치박달	1.78 ± 0.27	92.10 ± 10.55
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	느릅나무	0.01 ± 0.01	0.42 ± 0.21
<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	<0.01	0.10 ± 0.10
<i>Maackia amurensis</i>	다릅나무	<0.01	0.10 ± 0.10
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	당단풍나무	0.23 ± 0.05	33.18 ± 5.15
<i>Styrax japonicus</i>	매죽나무	0.27 ± 0.05	47.41 ± 9.34
<i>Quercus dentata</i>	떡갈나무	0.07 ± 0.05	1.99 ± 1.20
<i>Pinus rigida</i>	리기다소나무	0.17 ± 0.13	1.78 ± 1.26
<i>Cornus walteri</i>	말채나무	<0.01	0.31 ± 0.31
<i>Betula davurica</i>	물박달나무	<0.01	0.31 ± 0.23
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	물푸레나무	0.23 ± 0.08	3.04 ± 0.82
<i>Castanea crenata</i>	밤나무	0.19 ± 0.09	5.65 ± 2.65
<i>Prunus spp.</i>	벚나무류	0.24 ± 0.05	12.87 ± 3.36
<i>Acer triflorum</i>	복자기	<0.01	0.10 ± 0.10
<i>Cornus kousa</i>	산딸나무	0.37 ± 0.05	48.98 ± 5.16
<i>Morus bombycis</i>	산뽕나무	0.07 ± 0.02	7.95 ± 2.21
<i>Carpinus laxiflora</i>	서어나무	4.04 ± 0.41	152.07 ± 18.33
<i>Pinus densiflora</i>	소나무	2.80 ± 0.77	18.00 ± 4.75
<i>Picrasma quassioides</i>	소태나무	<0.01	0.52 ± 0.52
<i>Quercus mongolica</i>	신갈나무	2.81 ± 0.49	66.67 ± 15.43
<i>Paulownia coreana</i>	오동나무	0.02 ± 0.02	0.21 ± 0.21
<i>Kalopanax septemlobus</i>	읍나무	0.12 ± 0.03	3.35 ± 0.64
<i>Larix kaempferi</i>	일본잎갈나무	0.05 ± 0.04	2.41 ± 2.11
<i>Pinus koraiensis</i>	잣나무	0.45 ± 0.15	16.01 ± 6.31
<i>Abies holophylla</i>	전나무	0.03 ± 0.03	1.36 ± 1.16
<i>Quercus serrata</i>	줄참나무	7.66 ± 0.83	78.49 ± 9.18
<i>Styrax obassia</i>	쪽동백나무	0.33 ± 0.04	44.48 ± 5.09
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	참회나무	0.07 ± 0.02	18.73 ± 6.75
<i>Cornus controversa</i>	충충나무	0.76 ± 0.17	21.04 ± 3.77
<i>Sorbus alnifolia</i>	팔배나무	0.36 ± 0.06	15.49 ± 1.84
<i>Celtis jessoensis</i>	풍계나무	0.13 ± 0.06	2.62 ± 0.77
<i>Tilia amurensis</i>	피나무	0.02 ± 0.02	0.73 ± 0.40
<i>Magnolia sieboldii</i>	합박꽃나무	<0.01	0.31 ± 0.31
<i>Hovenia dulcis</i>	헛개나무	0.19 ± 0.08	2.09 ± 0.67
<i>Sophora japonica</i>	회화나무	0.03 ± 0.03	0.21 ± 0.21
Total		29.37 ± 0.81	776.56 ± 37.65

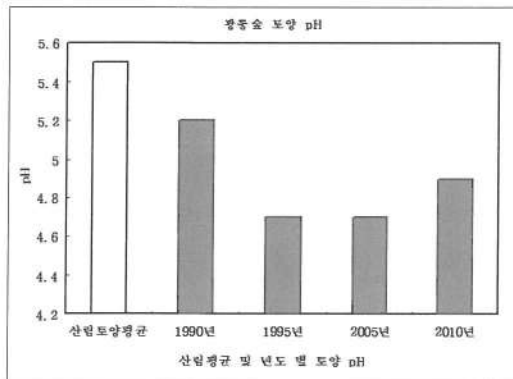


그림 6. 광릉 숲 자연림의 흉고직경급 분포도

자연림에서 교목 수종의 흉고직경급 분포를 통해 동태를 살펴보면 (그림 6), 어린 직경급에서 졸참나무, 서어나무의 구성비율이 높게 나타나고, 직경급 분포 또한 역J자 형태를 나타내고 있어 향후 침엽수림과 같은 이질적인 유형의 숲으로의 변화는 일어나지 않을 것으로 판단된다. 다만 잣나무의 직경급 분포 또한 안정적인 분포를 나타내고 있는데, 이것은 조사구 선정에서 일부 포함된 잣나무의 영향이다.

한편, 어린 직경급에서 쪽동백나무 및 때죽나무와 같은 쪽동백속 (*Styrax* spp.)의 구성비율이 높게 나타나고 있다. 때죽나무는 남부지방에 주로 분포하며, 공단지역이나 도시림과 같이 인위적인 교란이 빈번히 발생하는 지역에서 주로 생육한다. 광릉숲 지역의 풍균기온 상승 및 교란으로 인한 영향이라고 추측되지만 장기적인 관찰이 요구된다.

— 광릉숲 식생 조성 변화

1990년, 2004년 및 2009년 식생조사 자료

를 바탕으로 광릉숲의 식생 조성의 변화를 살펴보면 (표 4), 최근 광릉숲에서 높은 빈도를 나타내고 있는 주름조개풀, 잣나무, 그리고 전나무의 출현빈도 변화를 조름조개풀은 1990년 출현하지 않거나 (서어나무림), 20 % 이하의 빈도를 나타내었으나, 2004년 및 2009년의 조사에서는 출현 빈도가 매우 증가하였다 (굴참나무림의 경우 71 %). 잣나무 역시 주름조개풀과 마찬가지로 대부분의 임상에서 빈도가 증가하였다 (서어나무림 제외). 전나무의 경우 1990년도에는 전혀 나타나지 않았고, 2004년 높은 빈도를 보인 후 2009년 다시 빈도가 감소하였다.

주름조개풀은 대기오염에 매우 강한 1년생 벼과식물이며 공단지역 및 대도시 식생의 하층에 매우 높은 빈도를 나타내는 호질소성 종이다 (김점수 및 이강영 1996). 그리고 주로 동물의 몸에 붙어 종자를 전파하는 양식을 나타낸다. 미국 일부 지역의 경우 조름조개풀류 (*Oplismenus* spp.)를 심각한 침입종 (Invasive species)으로 구분하여 관리하고 있다 (Global Invasive Species Database 2013).

주름조개풀의 빈도가 점차 높아진 원인은 임분 내부 및 외부 요인으로 구분하여 생각할 수 있다. 광릉숲은 임분 관리와 연구를 위해 많은 인위적 활동이 이루어지고 있는데, 연구자 및 관리자의 몸에 붙어 전파되어 숲 내부에 지속적으로 종자가 공급될 수 있었을 것이다.

광릉숲은 서울과 인접한 곳에 성립되어 있기 때문에 대기오염물질 및 산성비의 영향을 지속적으로 받고 있다. 대기오염 및 건조 내성이 강

한 주름조개풀은 이러한 환경 변화에 비교적 잘 적응할 수 있었을 것이다. 실제, 서울, 대구 및 부산 등의 도시림 식생에서 주름조개풀은 매우 높은 빈도와 피도를 나타내고 있다.

잣나무 및 전나무는 자연적으로 광릉숲 지역에 분포하기 어려운 식물이다. 잣나무의 경우, 자연림에서 매우 빈도가 높아지고 있는데, 강호상 등 (2007)은 활엽수림 내에 정착한 잣나무는 약간 건조한 곳에 정착하고 있다고 지적하고 있다. 광릉숲의 산성비 및 토양 산성화 수준을 고려하면 유기물 세탈에 따른 토양 입단화 및 건조화가 많이 진행되었을 것으로 판단되는데, 잣나무의 활발한 정착은 이러한 토양 환경의 변화와도 관련이 있을 것으로 생각된다. 한편, 학술시험림의 장기생태연구지의 설치 목적은 온대활엽수림의 천이 연구였으나, 잣나무 등 조림목의 침입 및 정착으로 그것의

본래 목적을 달성하기 어렵다.

전나무의 경우 광릉을 중심으로 옛날부터 식재가 된 것으로 알려져 있고, 1990년대 자연림에서는 거의 발견할 수 없었는데 2000년대 이후 정착하고 있는 것으로 보이며, 현장에서 관찰할 수 있는 전나무는 잣나무 개체들과는 달리 비교적 치묘 수준의 것이 대부분이다. 장기간에 걸친 관찰 결과가 없어 판단하기는 어렵지만 전나무의 종자생산 또는 환경 조건의 변화에 따라 이입률과 사망률의 변동이 있는 것으로 생각되며, 유묘 수준으로 성장하는지 여부에 대한 관찰이 필요하다.

- 관속식물 다양성

광릉숲에 분포하는 관속식물상은 총 942분류군으로 120과 450속 804종 7아종 107변종

표 4. 광릉숲 주요 관심종 3종의 20년간 빈도 변화 분석

식물 군락 (년도, 자료 수)	주름조개풀			잣나무			전나무		
	'90	'04	'09	'90	'04	'09	'90	'04	'09
소나무림 ('90=18, '04=17, '09=63)	15	47	67	15	41	52	0	41	25
줄참나무림 ('90=27, '04=28, '09=44)	11	29	55	59	68	84	0	68	14
신갈나무림 ('04=12, '09=16)	-	33	44	-	67	56	-	67	6
굴참나무림 ('04=9, '09=14)	-	56	71	-	11	64	-	11	7
서어나무림 ('90=19, '04=14, '09=13)	0	21	46	47	79	62	0	79	8

표 5. 광릉숲 관속식물 다양성

분류군	과	속	종	아종	변종	품종	분류군수	구성비
양치식물문	12	23	48	—	4	—	52	5.5%
나자식물문	2	3	4	—	—	—	4	0.5%
피자식물문	106	424	755	7	103	21	886	94.0%
쌍자엽식물강	90	318	546	6	74	16	642	68.0%
단자엽식물강	16	106	209	1	29	5	244	26.0%
합계	120	450	807	7	107	21	942	100%

21품종으로 구성된다(표 5). 광릉식물목록 자료에는 1,084분류군으로 보고되었으며, 2007년 목록 중 식재종 제외 및 분류학적 이명처리 등을 검토하여 2008년 869종으로 정리되었다. 그 이후 2008년 목록을 토대로 2010년 확인 조사를 실시하여 204종을 추가하고 135종의 식재종을 제외하여 광릉숲 식물상을 정리하였다.

분류군별 구성은 양치식물 52분류군, 나자식물 4분류군, 단자엽식물 244분류군, 그리고 쌍자엽식물 642분류군 등이다.

주요 식물로는 특산식물 광릉골무꽃, 점현호색, 자란초 등 19분류군, 희귀식물 광릉요강꽃(CR), 층층둥굴레(EN), 느리미고사리(VU), 왕쌔배(VU) 등 24분류군, 환경부 법적보호종 2

표 6. 광릉숲 주요 식물 다양성

분류군	과	속	종	아종	변종	전체
특산식물 ¹⁾	11	15	17	—	2	19
희귀식물 ²⁾	22	23	23	—	2	25
법적보호종 ³⁾	2	2	2	—	—	2
특별산림보호대상종 ⁴⁾	2	2	2	—	—	2
귀화식물 ⁵⁾	23	68	89	—	5	94

※ 분류 기준 1) 국립수목원(2005) 한반도 특산 관속식물 2) 국립수목원(2008)희귀식물평가보고서
3) 환경부 멸종위기야생동식물보호법(2012) 4) 산림청 특별산림보호대상종(2012)
5) 산림과학원, 국립수목원(2002) 우리나라 귀화식물의 분포

표 7. 광릉숲 특산식물 목록 (18종)

구분	종명
광릉숲 분포 특산식물	키버들, 참개별꽃, 진범, 외대으아리, 할미밀망, 금평의다리, 매자나무, 난쟁이현호색, 점현호색, 흰팽이눈, 고광나무, 서울고광나무, 서울제비꽃, 자란초, 광릉골무꽃, 병꽃나무, 각시서덜취, 그늘취, 햇사초

표 8. 광릉숲 희귀식물 목록 (25종)

등급	종 명
CR 멸종위기종(2)	물부추, 광릉요강꽃
EN 위기종(2)	충충둥굴레, 참작약
VU 취약종(8)	느리미고사리, 삼지구엽초, 왜박주가리, 통발, 왕씀배, 금붓꽃, 천마, 백작약
LC 약관심종(13)	늦고사리삼, 쥐방울덩굴, 낙지다리, 도깨비부채, 태백제비꽃, 구상난풀, 수정난풀, 광릉골무꽃, 미치광이풀, 물질경이, 나도개감채, 땀꼭나리, 두루미천남성

분류군, 그리고 귀화식물이 94분류군이 분포한다 (표 6, 7 및 8).

광릉숲 지역의 환경변화 중 기온상승 및 도시화 영향은 이 지역 식물다양성 변화의 가장 큰 고려요인이 된다. 일반적으로 생육기간의 증가가 이미 나타나고 있을 것으로 생각되는데, 기존의 장기 관찰 자료의 부재는 아쉬운 상황이다. 특히 식물 계절현상의 변화는 잠재적으로 매개충과 식물, 그리고 기상자와 기주 간 상호작용 변화를 잠재적으로 가져올 수 있다.

광릉숲 지역의 기온상승은 식물계절의 변화뿐만 아니라 광릉숲의 냉온대성 식물들의 장기적 개체군 쇠퇴에 큰 영향을 줄 것이다. 광릉숲 계곡 곳곳에 나타나는 암괴류 지형은 광릉숲이 과거 주빙하기의 영향을 받은 증거가 되는데, 광릉숲의 저지대 생태계 특성을 나타내고 있음에도 불구하고 삼지구엽초와 같은 온대북부 종들이 분포하고 있는 원인이기도 하다.

4. 변화하는 환경과 광릉숲 생물다양성 보전

우리나라의 자연환경 보전 혹은 보호는 일반적으로 생물다양성 및 생태계 서비스에 대한 정적 접근 (static approach)을 취하고 있다. 이것은, 광릉숲 또는 국립공원과 같은 대표적인 생태계 보호 구역들이 현재의 생물다양성을 보호하기 위해, 또는 역사 속의 조건으로 생태계를 복원하기 위해 선택하고 관리되고 있는 것을 나타낸다. 이러한 접근은 빠르게 그리고 극적으로 변화하는 최근의 환경 변화 속에서는 더 이상 활용할 수 없다. 최근 연구들은 현재의 생물다양성 보호구역들이 환경변화에 의해 변화한 미래에서는 더 이상 보전 역할을 수행할 수 없을 것임을 밝히고 있다 (Bengtsson et al, 2003). 예를 들면, 기후변화에 따라 식물과 동물의 분포범위 변동이 발생하면, 보호구역의 안과 밖으로 들어가기도, 나가기도하기 때 문이다. 또한 화재 및 수리적 체제의 변동과 같

은 생태계 유지 체계의 변화는 기존의 경관, 생태계 및 종의 복원을 불가능하게 만들며 또한 무의미하게 만들고 있다. 성공적인 생물다양성 그리고 생태계 서비스의 보전 전략에서는 토지 이용, 기후변화와 같은 환경변화의 잠재 영향을 반드시 고려할 것을 요구하고 있다.

미래의 광릉숲 보전은 좁은 면적, 그리고 주위 토지이용의 급격한 변화 영향을 고려한 네트워크 확장 전략이 필요하다. 광릉숲 보전은 지역의 생물다양성과 생태학적 특이성 형성의 배경인 역사문화성을 기초적으로 고려하여 진행되어 왔다. 이러한 기초 위에서, 변화하는 환경에 대한 생태계 적응현상을 면밀히 관찰하는 것이 우선적으로 필요하다. 광릉숲 생물다양성을 창출하고 있는 생태적 특성은 노령림인 것과 더불어 구성 생태계들이 온전히 연결되어 있는 높은 생태적 연결성에 있다. 특히 저지대, 그리고 하천 및 하변 식생의 존재는 광릉숲 다양성 유지에 매우 중요한 요인이 된다. 우리나라 대부분의 저지대, 특히 범람원을 포함하는 하변생태계와 산림지역의 연결성과 자연 요소의 부족은 광릉숲을 하나의 경관수준의 복원 모델로써 삼는 것을 가능하게 한다. 이렇듯, 인간 문화와 관련된 오랜 노력에 의해 유지되어 온 광릉숲의 높은 공간 연결성은 지역 생물다양성의 핵심이다.

광릉숲의 우수한 수직적 생태계 연결성 이외의 더욱 중요한 네트워크 연결성은 주변 지역의 자연 요소 및 다양성이 낮은 조림지 생태계들이다. 광릉숲 지역 주변의 산지들의 자연성을 증진시켜 광릉숲 자연 노령림의 고립현상

을 저감시켜야 한다. 광릉숲의 높은 생물다양성 요소들을 보전하는 것 뿐만 아니라, 광릉숲이 주변 생태계의 생물다양성을 공급하는 핵심 요소로서 작용할 수 있도록 큰 공간규모에서의 연결성 증진 계획을 이행할 필요가 있다. 경기도 북부권 산지와 광릉숲을 연결성을 높이는 것은 DMZ 지역, 서울의 수락산 및 불암산 지역 생태계 기능 증진에 유리한 전략이 될 것이다.

변화하는 환경 속에서 효과적으로 생물다양성의 핵심 영역인 산림 지역들의 네트워크 구축을 통한 연결성 증진은 다양한 부정적 환경 변화 영향에 대한 생태계 회복력 (resilience)을 증진시킬 수 있을 것이다 (Bengtsson et al, 2003). 회복력은 교란 도는 변화 이후 기존의 상태로 시스템이 되돌아 갈 수 있는 능력을 의미하며, 산불 이후 식생의 재생, 홍수 이후 어류 군집의 재생, 그리고 봄철 서식지를 파괴한 태풍 이후 조류 개체군의 회복 등을 예로 들 수 있다. 한편, 생태계 회복력에 대한 다양한 접근들이 이루어지고 있지만 (Pearsons et al, 1992 참고), 어떠한 요소가 생태계 회복력을 창출하는지에 대한 지식은 매우 제한적이다. 그럼에도 불구하고 환경변화에 대한 회복력을 증진시키는 기본적인 생태계 속성들에 대한 연구는 계속되고 있으며, 이러한 동적인 요인들을 고려한 생물다양성 보전 전략들이 수립되고 있다.



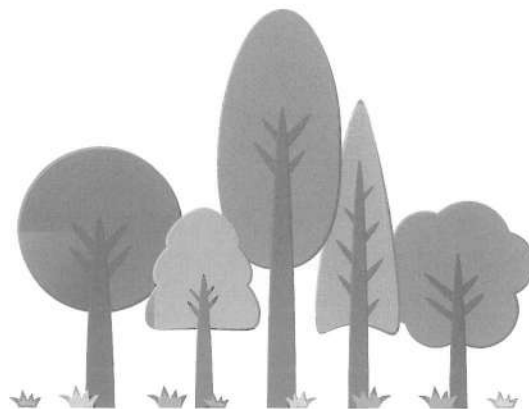
그림 7. 광릉숲-DMZ 생태계 네트워크 개념도. 1번: 광릉숲 죽엽산에서 수원산, 금주산, 불무산 및 종자산에 지나 연천군의 DMZ로 연결하는 네트워크; 2번: 광릉숲 소리봉을 통하여 칠봉산, 소요산을 지나 연천군 미산면, 왕징면을 거쳐 DMZ로 연결하는 네트워크; 3번: 광릉숲 소리봉에서 의정부 천보산을 지나 팔일봉, 파주시 문산읍을 지나 DMZ로 연결하는 네트워크; 4번: 광릉숲 소리봉에서 의정부 천보산, 팔일봉, 파주시를 지나서, 한탄강과 한강의 하구 합류지점을 연결하는 네트워크. 이 축은 하구생태계와의 연결을 고려; 5번: 광릉숲에서 수락산, 북한산 및 북악산을 연결하여 남산 및 한강으로 연결하는 네트워크. 현재 서울시의 활발한 녹지축 조성을 고려한 녹지축이며, 비원 등과의 연결은 문화적 가치가 있음; 6번: 광릉숲에서 불암산 및 아차산을 거쳐 한강과 연결하는 네트워크; 7번: 광릉숲에서 수원산을 거쳐, 운악산과 백운산으로 진행되는 한북정맥을 연결하는 네트워크

참고문헌

- 강호상, 임종환, 천정화, 이임균, 김영걸, 이재호. 2007. 광릉 천연활엽수 성숙림에서 주변 인공림으로부터 잣나무 치수의 침입 정착. 한국임학회지 96: 107-114.
- 국립산림과학원. 2006. 포켓용 산림토양 조사·진단 매뉴얼. 국립산림과학원.
- 국립수목원. 2011. 광릉숲 보전관리 10개년 계획 (2012~2021). 국립수목원.
- 김준호. 2005. 대기산성강하물: 한국과 세계의 산성비 실태. 한국생태학회지 28: 169-180.
- 김준호. 2006. 대기 산성 강하물 : 삼림의 질소 포화. 산국생태학회지 29: 305-321.
- 이천용, 원형규. 1994. 산림유역 내 계류수질의 변화실태. 임업정보 34: 21-23.
- Aber JD, McDowell W, Nadelhoffer K, Magill A, Berntson G, Kamakea M, McNulty S, Currie W, Rustad L, Fernandez I. 1998. Nitrogen saturation in temperate forest ecosystems. BioScience 48: 921-934.
- Balmford A, et al. 2005 The convention on biological diversity's 2010 target. Science 307, 212-213.
- Bengtsson J, Angelstam P, Elmqvist T, Emanuelsson U, Folke C, Ihse M, Moberg F, Nystrom M. 2003. Reserves, resilience and dynamic landscapes. Ambio 32:389-396.
- Bergkrist B, Falkeson L. 1992. Soil acidification and element fluxes of a *Fagus sylvatica* forest as influenced by simulated nitrogen deposition. Water Air Soil Poll 65: 111-133.
- Bruner AG, Gullison RE, Balmford A. 2004. Financial costs and shortfalls of managing and expanding protectedarea systems in developing countries. Bioscience 54: 1119-1126.
- Chape S, Harrison J, Spalding M, Lysenko I. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. Philosophical Transactions of Royal Society B 360(1454): 443-455.
- Cho YC, Shin HC, Kim SS, Lee CS. 2007. Dynamics and conservation of the Gwangneung National Forest in Central Korea: A national model for forest restoration. Journal of Plant Biology 50: 615-625.
- de Vries W. 1993. Average critical loads for nitrogen and sulfur and its use in acidification abatement policy in the Netherlands. Water Air Soil Poll 68: 399-434.
- Emmett BA. 1999. The impact on nitrogen on forest soils and feedbacks on tree growth. Water Air Soil Poll 116: 65-74.
- Flückiger W, Braun S. 1999. Nitrogen and its effect on growth, nutrient status and parasite attacks in beech and Norway spruce. Water, Air and Soil Pollutions 116: 99-110.
- Global Invasive Species Database. 2013. genus

- Oplismenus. Available from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1557&fi=1&sts=sss&lang=EN> [Accessed 17th April 2013].
- Harriman R, Curtis C, Edwards AC. 1998. An empirical approach for assessing the relationship between nitrogen deposition and nitrogen leaching from upland catchments in the United Kingdom using runoff chemistry. *Water, Air and Soil Pollutions* 105: 193-203.
- Hoekstra JM, Boucher TM, Ricketts TH, Roberts C. 2005 Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8: 23-29.
- H-ttl RF. 1990. Nutrient supply and fertilizer experiments in view of N saturation. *Plant Soil* 128: 45-58.
- IPCC. 2007. Climate change 2007: the physical science basis, summary for policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris.
- Lovejoy T. 2005. Conservation with a changing climate. In: *Climate change and biodiversity* (eds Lovejoy T, Hannah L), pp. 325-328. UK, London, Yale University Press.
- MA 2005 Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Washington, DC: Millennium Ecosystem Assessment. World Resources Institute.
- Naughton-Treves L, Holland MB, Brandon K. 2005. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review of Environment and Resources* 30: 219-252.
- Pardo LH, Driscoll CT. 1996. Critical loads for nitrogen deposition: case studies at two northern hardwood forests. *Water, Air and Soil Pollutions* 89: 105-128.
- Parnesan C, Yohe G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421:37-42.
- Pearsons TN, Li HW, Lamberti GA. 1992. Influence of habitat complexity on resistance to flooding and resilience of stream fish assemblages. *Transactions of the American Fisheries Society* 121:427-436.
- Poff NL, Brinson MM, Day JWJ. 2002. *Aquatic Ecosystems and Global Climate Change: Potential Impacts on Inland Freshwater and Coastal Wetland Ecosystems in the United States*. Pew Center on Global Climate Change, Arlington, VA, USA.
- Rodenkirchen R. 1992. Effects of acidic precipitation, fertilization and liming on the ground vegetation in coniferous forests of southern Germany. *Water Air Soil Poll* 61: 279-294.
- Rodrigues ASL, et al.. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428: 640-643.
- Root TL, Price JT, Hall KR, Schneider SH, Rosenzweig C, Pounds JA. 2003.

- Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.
- Sven B, Liu C. 1995. Impact of sulphur and nitrogen deposition on plant species assemblages in natural vegetation. *Water Air Soil Poll.* 85: 1581-1586.
- Walther GR, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Beebee TJC, Fromentin JM, Hoegh-Guldberg O, Bairlein F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416:389-395.
- Wedin DA, Tilman D. 1996. Influence of nitrogen loading and species composition on the carbon balance of grasslands. *Science* 274: 1720-1724.
- Westerling AL, Hidalgo HG, Cayan DR, Swetnam TW. 2006. Warming and earlier spring increase western U.S. forest wildfire activity. *Science* 313: 940-943.



우리나라의 숲과 군락 유형

윤 충 원
공주대학교 교수

1. 서 론

숲은 수많은 생물과 무생물 요소로 형성된 식물공동체(phytocoenosis)로서 하나의 생태계를 형성하고 있다.

우리나라의 숲은 천연림, 자연림, 인공림, 침엽수림, 활엽수림, 난대림, 온대림, 한대림, 동령림, 이령림, 왜림, 교림, 사유림, 국유림, 유령림, 노령림 등 그 칭하는 용어가 매우 다양하고 풍성하다. 이들 용어가 모두 제각기 다른 숲을 뜻하는 것이 아니라 현존하고 있는 동일한 숲(예 : 설악산 숲)을 놓고서 관리, 학문, 행정 등의 목적 달성을 위한 도구나 기준에 의해 세분되어 달리 불리어 질뿐이다. 특정 기준에 의해 숲이 구체적인 의미를 담고 있는 다양한 숲으로 세분될 뿐만 아니라, 숲을 의미하는 용어 또한 산림, 삼림, 임분, 식분, 수, 개체군, 군락, 식생 등 매우 다양하게 쓰이고 있다. 임분과 식분은 영어의 stand로서 접근하는 학문 분야에 따라 동일한 숲이 다르게 사용되고, 산림, 삼림, 식생 역시 개념적 차이도 있을 수 있으나 학문적, 행정적 접근 방식에 따라 다르게 사용된다. 생물구성체계에 의해서 생태계의 하위에

속하는 군락과 개체군 개념도 식물계에서 숲을 의미하는 용어로 볼 수 있다. 개체군이 동일한 종 개체들의 모임을 의미한다면, 군락은 이들 개체군의 모임으로 해석된다.

우리나라 숲의 군락 종류는 1,000여개 이상이 숲 상관(physiognomy)에 따라 나누어질 수 있다. 그렇지만 지역에 따라 어떤 식물 종이 출현하고 출현하지 않는 차이 즉, 식물구성종과 식물사회에 의해 우리나라 숲의 종류를 단순화하여 이해할 필요가 있다.

따라서 식물사회학적 방법을 기초로 울릉도와 제주도를 제외한 산림(숲)을 대상으로 연구한 한국임학회지 발표논문을 중심으로 우리나라 숲과 군락유형을 재정리하여 보았다.

2. 본론

1) 신갈나무군락형

우리나라 전역에 가장 널리 분포하는 지배적인 식생형은 신갈나무, 당단풍, 물푸레나무, 실새풀, 진달래, 고로쇠나무, 대사초 등의 식별종에 의해 결정된 신갈나무군락형으로 나타났다.



그림 1. 신갈나무군락형

2) 대립종군에 의한 군락형

대립종군이란 전체 식생자료에서 식생단위를 추출하기 위한 표 조작 과정의 첫 번째 산물로서 서로 이질적이고 대립되는 종군을 의미한다. 다시 말해 서로 대립되는 종군은 식물의 분포공간을 달리하기 때문에 추출된 것이므로 대립종군간에는 생태적 환경적 차이가 있음을 반영하고, 서로 대립되는 종군의 종조성을 통해 역으로 숲이 가지고 있는 다양한 환경정보를 유추해 나갈 수 있게 된다.

한국의 산림식생은 대립종군이 총 네 쌍으로 굴참나무군락형과 청시닥나무군락형과 회양목군락형과 팔배나무군락형, 사스래나무군락형과 서어나무군락형, 소나무군락형과 분비나무군락형이 나타났다.

(1) 굴참나무군락형과 청시닥나무군락형

생활형을 비교해 보면 굴참나무군락형은 낙엽활엽교목, 상록침엽교목, 낙엽활엽관목, 낙엽만목, 다년생초본, 다년생덩굴초본으로 6가지 유형의 생활형으로 다양하게 나타났으나, 청시닥나무군락형은 낙엽활엽소교목, 낙엽활

엽관목, 다년생초본으로 3가지 유형의 비교적 단순한 생활형이 나타났다. 또한 굴참나무군락형에는 낙엽활엽교목이 37%로 가장 많은 비율을 차지한 반면, 청시닥나무군락형은 모시대, 투구꽃, 곰취, 동자꽃 등 아고산성식물인 다년생초본이 50%로 출현비율이 높았다.

굴참나무군락형의 분포지역은 우리나라 전역에 걸쳐 있고, 청시닥나무군락형은 백두대간과 낙동정맥의 고산지대에 주로 분포하였다. 또한 굴참나무군락형은 평균해발고가 450m로 상대적으로 낮았고, 지형이 대부분 사면부에 주로 분포하고 있었으며, 반면에 청시닥나무군락형은 평균해발고가 1,252m로 비교적 높고, 지형은 주로 사면상부와 능선부, 계곡부에 집중 분포하고 있었다. 방위는 굴참나무군락형은 남사면에, 청시닥나무군락형은 북서사면과 북사면에 가장 널리 분포하는 경향을 나타내고 있었다.

(2) 회양목군락형과 팔배나무군락형

생활형을 비교해 보면 회양목군락형과 팔배나무군락형은 낙엽활엽교목, 낙엽활엽관목, 상록활엽관목, 다년생초본, 2년생초본, 상록다년

초본, 3년생초본, 1년생초본 등 다양한 유형의 생활형을 가지고 있었고, 두 군락형 모두 다년생초본이 가장 많았고, 그 다음으로 낙엽활엽관목이 주로 나타났다.

회양목군락형은 동강유역에만 국소적으로 분포하고 있고, 팔배나무군락형은 우리나라 전역에 걸쳐 주로 분포하고 있었다. 또한 회양목군락형은 평균해발고가 311m로 비교적 낮았고, 지형이 대부분 사면중부와 사면하부에 주로 분포하고 있었으며, 반면에 청시닥나무군락형은 평균해발고가 671m로 높았으며, 지형은 주로 사면중부와 사면상부에 분포하고 계곡부, 능선부, 정상부에도 다소 골고루 분포하고 있는 경향을 보였다. 그리고 회양목군락형의 평균경사도는 38°, 평균암석노출도는 63%이었으며, 팔배나무군락형은 평균경사도가 19°, 평균암석노출도는 38%로 회양목군락형이 팔배나무군락형에 비하여 평균경사도와 암석노출도가 높았다. 방위는 회양목군락형은 남사면과 남서사면, 서사면에 주로 분포하고 있었으며, 팔배나무군락형은 남사면에 비교적 많이 분포하는 경향이었으나 전반적으로 8 방위에 걸쳐 널리 분포하고 있었다.

(3) 사스래나무군락형과 서어나무군락형

생활형을 보면 사스래나무군락형은 낙엽활엽교목, 낙엽활엽관목, 다년생초본으로 3가지 유형으로 나누어졌고, 서어나무군락형은 낙엽활엽교목, 낙엽활엽소교목, 낙엽활엽관목, 다년생초본으로 4가지 유형이었다. 사스래나무군락형은 개시호, 참당귀, 눈개승마, 송이풀 등

고산성식물인 다년생초본이 74%로 가장 많이 출현하는 반면 서어나무군락형은 낙엽활엽관목이 43%로 가장 많이 출현하는 차이점을 가지고 있었다.

사스래나무군락형은 백두대간과 산악지역에 주로 분포하고 있었고, 서어나무군락형은 우리나라 전역에 고루 분포하고 있었다. 또한 사스래나무군락형은 평균해발고가 1,400m로 매우 높았고, 서어나무군락형은 487m로 비교적 낮았다. 사스래나무군락형의 지형은 대부분 사면상부와 능선부에 집중 분포하고 있었으며, 반면에 서어나무군락형은 전체 지형에 정규분포형으로 분포하고 있었다. 방위는 사스래나무군락형이 남사면과 남서사면, 북서사면에 주로 분포하고 있었으며, 서어나무군락형은 남사면에 주로 분포하고 있었다.

(4) 소나무군락형과 분비나무군락형

생활형을 보면 소나무군락형은 주로 낙엽활엽교목, 아교목, 관목이 25%내외로 분포하고 분비나무군락형은 두루미꽃, 지리강활, 박새, 나래박쥐나물 등 고산성식물인 다년생초본이 53%로 가장 많은 특징을 가지고 있었다.

대립종군의 분포지역을 살펴보면, 소나무군락형은 우리나라 해안지역과 산악지형, 중남부 지역에 주로 분포하고 있었으며, 분비나무군락형은 백두대간상의 고산지역에 주로 분포하고 있었다. 따라서 해발고를 비교하여 보면, 소나무군락형의 평균해발고는 557m이었으나, 분비나무군락형은 1,492m로 고지대에 분포하고 있었다. 소나무군락형의 지형이 대부분 사면

중부와 사면하부에 분포하고 있었으나 반면에 분비군락형의 지형은 주로 사면상부와 능선부에 분포하고 있었다. 소나무군락형과 분비나무군락형은 평균암석노출도가 각각 38%, 43%로 높게 나타났다. 교목층평균수고는 소나무군락형이 12m이고 분비나무군락형은 9m로 나타났고, 교목층 평균흉고직경은 각각 25cm, 30cm로 나타났다. 방위는 소나무군락형은 남사면과 서사면, 북서사면에 주로 분포하고 있었으며, 분비나무군락형은 남사면과 남서사면에 비교적 넓게 분포하고 있었다.

3) 숲의 종류

우리나라 1,456개소의 숲속에서 조사된 식생자료를 바탕으로 식물사회학적으로 체계화한 결과 아래와 같은 10개의 식생단위로 분류되었고, 각 식생단위는 지질, 기후, 지형 등 다양한 환경인자와 출현 식물의 종간 상호관계(correlationship)를 맺고 있으므로, 가장 영향력이 큰 환경인자를 고려하여 귀납적으로 총 7개의 숲 유형으로 요약하여 복잡한 생태계를 단순화하였다.

(1) 석회암지대 숲

식생단위 1의 19개소와 식생단위 2의 21개소가 모두 동강유역의 석회암지대로 나타났고, 회양목, 향나무, 동강할미꽃 등의 식별종들로 구성되었으며 이들 식물종과 환경요인간 상호관계를 고려할 때 지질적인 요소가 가장 지배적인 요소로 생각되었다. 한반도에서 석회암지대가 차지하는 면적은 그다지 크지 않지만 고



그림 2. 석회암지대 숲

생대 오오도비스기의 대석회암층군이 집중분포를 보이는 동강유역의 석회암 지질환경으로 인해 독특한 식물종이 출현하게 된 것으로 판단되었다. 식물구계지리학상으로 볼 때 한반도 중부아구에 속하며, 군계(class)수준에서는 냉온대중부에 해당된다. 본 식생단위로 분류되어진 석회암지대는 지하수 등에 의한 용식작용으로 자병산과 석병산 사이 생계령 일대의 능선부에 지표면이 함몰된 돌리네 지역이 발달하여 백두대간 마루금이 여러 개로 갈라지는 기이한 현상이 나타나기도 하였으며, 돌리네, 우발레, 싱크홀(sinkhole)과 같은 용식와지지형과 동강 일대의 용식잔존볼록지형 등이 출현하였다. 또한 토양의 이화학적 성은 pH가 높고, 사면경사가 급하고, 노암율이 높으며, Ca^{++} 이온의 농도가 높은 입지에 주로 분포하는 경향이었다.

(2) 난대림 숲

식생단위 3은 느티나무, 사람주나무, 윤노리나무, 합다리나무 등의 식별종들에 의해 구분된 느티나무아군락군에서 다시 해당화, 순비기나



그림 3. 난대림 숲



그림 4. 해안림 숲

무, 노랑팽나무, 쉬나무, 병아리꽃나무 등의 식별종들은 출현하지 않고, 붉가시나무, 마삭줄, 자금우, 새비나무, 사스레피나무, 예덕나무, 팡나무, 동백나무, 이대, 생달나무, 후박나무, 남오미자, 검양옻나무, 참식나무, 콩짜개덩굴, 육박나무, 산동쥐똥나무, 상동나무 등이 출현함에 의해 분류되었다.

분포지는 총 134개소가 완도, 두륜산, 달마산 지역에 분포하고 있었다. 이 숲은 과거 벌채, 연료채취, 조림 등 인위적 영향으로 대부분 파괴되었고, 국지적으로 상록수들이 잔존하고 있으며, 임상층(林床層)에서 상록활엽수가 활착하여 생육하고 있었다. 따라서 출현 식물종과 환경요인간 상호관계를 고려해 볼 때 기온인자가 가장 지배적인 환경요인인 것으로 판단되었다.

(3) 해안림 숲

식생단위 4는 느티나무, 사릅나무, 윤노리나무, 합다리나무 등의 식별종들에 의해 구분된 느티나무아군락군에서 붉가시나무, 마삭줄,

자금우, 새비나무, 사스레피나무 등의 식별종들이 출현하지 않고, 해당화, 순비기나무, 노랑팽나무, 쉬나무, 병아리꽃나무, 왕고로쇠, 먹넉출, 갯그렁, 통보리사초, 갯완두, 쯤보리사초, 수송나물, 나문재, 모래지치, 갯보리, 갯보리사초, 갯지치, 갯잔디, 칠면초, 금새우난, 갯기름나물 등의 출현에 의해 구분되었다.

식생단위 4는 우리나라 해안사구와 염습지, 갯벌에 적응하며 생육하고 있는 염생식생이 분류되어 해안생태형으로 구분되었다. 해안사구 지역은 바다와 육지생태계라는 두 생태계의 완충 역할을 수행하고 있으며, 이러한 생태계 전이지역에는 두 생태계와는 다른 독특한 식물상을 구성하는 고유식물종들이 서식하는 경우가 많다. 특히, 사구지에는 염생식물이나 내염성이 강한 사구물질이 발달되어 있어 육상식생과는 구별되는 독특한 사구식생을 형성하고 있고, 이러한 해안사구의 식생은 염분, 영양염류, 습도의 영향과 토양층의 발달 정도에 해안선에 서부터 육지쪽으로 대상분포를 보이는 특색을 가지고 있다. 우리나라의 동해안, 서해안, 남

해안에 분포하는 주요 해안식생들은 해수욕장, 군사시설, 간척지, 양식장 등의 이용으로 파괴되어 가고 있으므로, 이에 대한 국토의 생물다양성 및 해안생태계 보전을 위하여 해안식생을 구성하고 있는 고유종의 생물학적 특성을 파악하는 것이 필요하고, 우리나라 전체 산림식생에서 식생단위 4의 해안림생태형의 독특성을 고려한 식생관리가 필요한 것으로 판단되었다.



그림 5. 온대남부계곡림 숲

(4) 온대남부계곡림 숲

식생단위 5는 느티나무, 사람주나무, 윤노리나무, 합다리나무, 소사나무, 산딸나무 등의 출현으로 구분된 느티나무아군락군에서 다시, 나도밤나무, 수리딸기, 말오줌때, 정금나무, 보리밥나무, 굴거리, 해송, 팽나무, 단풍나무, 차나무, 갯까치수영 등의 식별종 및 표징종이 출현하지 않는 식생단위이다.

온대남부지역에 분포하는 식물종에서 주로 계곡성 식물의 식별종 및 표징종으로 구성된 종군에 의하여 구분되었고, 주요환경요인은 기온과 지형인 것으로 사료되었다. 그러나 본 식생단위의 식별종이 대부분 계곡성 식물종임에도 불구하고 지형분포에서 사면상부와 계곡부가 동시에 높게 나타나는 것은 노암율과 공중습도가 높은 사면상부와 산정부 및 능선부에 식생과 계곡부식생의 종유사도가 높기 때문인 것으로 사료되었다.

계곡이란 산 속의 물이 흐르는 골짜기와 V자형의 대상(帶狀)지형을 말하는 것으로 계곡부는 지형적인 특성으로 토양수분과 양분함양 및 광량, 水位 변화, 流速 등의 다양한 환경인자의

차별성으로 인하여 계곡 식생은 사면부나 능선부의 식생과는 다른 독특한 생태계 구성을 보이고 있다. 우리나라에는 계곡이 많은 지형적 특성을 지닌 산림지대가 많고, 이러한 계곡은 하천의 원류가 되며, 다양한 동·식물이 서식하고 있으므로 계곡부의 전형적인 식생은 생태학적 측면과 생물다양성의 유지·증진, 지속가능한 경영관리의 대상에서도 중요한 위치를 차지하는 것으로 판단되었다.

(5) 온대중북부 숲

식생단위 6은 굴참나무, 떡갈나무, 노간주나무, 땃대이덩굴, 땅비싸리 등의 식별종 및 표징종이 출현하는 굴참나무군락군에서 느티나무, 사람주나무, 윤노리나무, 합다리나무, 소사나무 등의 식별종이 출현하지 않으므로 분류된 단위이다. 이 숲은 온도대를 중심으로 구분한 온대중북부의 숲과 일치하는 것으로 판단되었다.

(6) 계곡림 숲

식생단위 7은 사스래나무, 털진달래, 개시



그림 6. 온대중북부 숲

호, 참당귀, 눈개승마, 송이풀 등의 식별종이 출현하지 않고, 황벽나무, 가래나무, 광대수염, 가는잎썩기풀, 등칠향, 당개지치, 산물통이, 사시나무, 야광나무, 참바위취, 산괭이눈, 산외, 황철나무, 꿩고비, 병풍쌈, 쪽비들 등의 출현에 의해 분류되었다. 식생단위 7은 졸참나무, 쪽동백나무, 주름조개풀, 고깔제비꽃, 파리풀 등에 의해 구분된 졸참나무산림식생유형과 서어나무, 소태나무, 좀개잎나무, 작살나무, 고추나무 등에 의해 구분된 서어나무산림식생유형의 하위단위로도 볼 수 있다. 이는 각 종군들이 계곡성 식물종으로 구성되어 있고, 대부분 지형이 계곡부임을 알 수 있었다.

느티나무전형군락유형은 느티나무, 사람주나무, 패죽나무, 비목나무 등 일부 계곡성 식물종이 나타나기는 하나 전체적으로 온대남부림에 해당하는 수종들이 많고 평균해발고가 326m로 낮게 나타났다. 그러나 식생단위 7은 암석노출도가 55%로 식생단위 2의 다음으로 높았고 평균해발고가 864m로 비교적 높게 나타나 아고산성 식물종이면서 계곡성 식물종과



그림 7. 계곡림 숲

황철나무, 두메닥나무 등 지역적으로 드물게 분포하는 생태적 특이성을 가진 종에 의해 분류되어진 것으로 유추할 수 있었다. 이러한 계곡림은 교목층의 우점종들이 상관적으로 이질적인 모습을 하고 있더라도 하나의 관리단위로 보아야 할 것이다.

(7) 아고산대 숲

식생단위 8, 9, 10은 황벽나무, 가래나무, 광대수염, 가는잎썩기풀, 등칠향 등이 출현하지 않고, 사스래나무, 털진달래, 개시호, 참당귀, 눈개승마, 송이풀 등의 식별종들에 의해 구분된 사스래나무아군락군에 속한다. 구상나무, 흰참꽃, 반들사초, 가야산은분취, 금평의다리, 개족도리의 식별종, 가문비나무, 분비나무, 두루미꽃, 백당나무, 꽃개회나무, 지리강활, 박새의 식별종, 팻두릅나무, 눈측백, 설악눈주목, 눈향나무, 덩굴오리나무, 이노리나무, 가래고사리, 땃대나무, 요강나물 등의 식별종, 주목, 당분취, 각시서덜취, 칼잎용담, 구슬땃대, 두메취, 흰진범, 넓은잎취오줌풀, 모데미풀 등의 식



그림 8. 아고산대 숲

별종 출현에 의해 하나의 식생단위로 분류되었고 전체적으로 아고산대 숲을 형성하고 있었다.

식생단위 9의 주요 분포지인 설악산은 식물구계지리학상 한반도 온대아구에 속하여 온대중부의 대표적인 산림지대로서 북방계식물 남한계와 남방계식물 북한계 지대에 해당되어 다양한 식물들이 분포하고 있었다.

우리나라 아고산대에는 지질시대에 살았던 유존종(遺存種 relict species)과 고유종(固有種 endemic species) 또는 특산종이 많았고, 주요 수종의 개체수 및 분포면적이 매년 줄어 들고 있으므로 국가생물종다양성 및 생태적 산림복원 측면의 관리전략이 마련되어야 할 것이다.

3. 결론

우리나라 숲에 대한 군락유형을 식물사회학적으로 분류한 결과, 4개의 대립종군, 10개의 식

생단위, 7개의 숲 유형으로 요약할 수 있었다.

- 우리나라 전역에 가장 널리 분포하는 지배적인 식생형은 신갈나무, 당단풍, 물푸레나무, 실새풀, 진달래, 고로쇠나무, 대사초 등의 식별종에 의해 결정된 신갈나무군락형이었다.
- 굴참나무군락형과 청시닥나무군락형 : 우리나라 전역에 광역적으로 분포하는 것이 굴참나무군락형이라면 청시닥나무군락형은 백두대간과 낙동정맥의 고산지대에 주로 분포하는 것이 특징이었다.
- 회양목군락형과 팔배나무군락형 : 고생대 오오도비스기의 석회암지대에 분포하는 회양목군락형의 생태적 특징에 의해 구분된 것으로 판단된다.
- 사스래나무군락형과 서어나무군락형 : 해발고의 기준에 의해 구분된 것으로 보이며 사스래나무군락형은 평균해발고가 1,400m로 높았고 서어나무군락형은 487m로 비교적 낮은 것이 특징이었다.
- 소나무군락형과 분비나무군락형 : 해발고 기준으로 구분되며, 소나무군락형의 평균해발고는 557m이나 분비나무군락형은 1,492m로 나타났다.
- 10개 식생단위의 식물종과 환경인자간의 관계를 고려하여 석회암지대 숲, 난대림 숲, 해안림 숲, 온대남부계곡림 숲, 온대중북부림 숲, 계곡림 숲, 아고산대 숲의 7개 유형으로 숲이 분류되었다.



논 단

산림복지 서비스사업의 맞춤형 숲 체험교육 (숲 속 오감체험학교, Green Dream Camp)

원형규/안병영/김용민
한국산지환경조사연구회

□ 머리말

녹색사업단에서 산림환경기능증진과 해외산림자원 확보 사업을 수행하기 위하여 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」에 따라 설립된 산림청 산하 공공기관으로서 녹색자금(복권기금)으로 낙후지역 및 사회복지시설을 대상으로 생활환경 개선사업인 “나눔 숲 조성”, 산림체험·문화를 접하기 어려운 환경에 있는 사회적·경제적 취약계층을 주요대상으로 “숲 체험교육사업” 등의 산림복지 서비스 사업의 일환으로 2014년 한국산지환경조사연구회에서 산림청 녹색사업단과 함께 푸른 숲 속에서 산림의 교육적 기능을 활용하여 유·청소년의 건전한 발달과 정서함양에 기여하고, 가족들 간의 즐거운 추억을 제공하며, 자연 속에서의 오감체험과 참가자에 따라 차별화된 맞춤형 프로그램을 통해 TV와 컴퓨터에 익숙한 자녀들과 가족들의 생태적 감수성과 감성역량을 증진하는데 기여하고자, 다문화가족 자녀, 3D업종 등 저소득층 자녀와 취약계층 등 경제적, 사회적 여건 등으로 인해 “자아정체감의 수립” 등 건강한 발달과업 수행의 기회를 경험하기 어려운

경우가 더 많으며, 음주와 탈선 등 왜곡된 성인 문화에 노출되기 쉬운 상황이다.

또한, 청소년들은 학교폭력, 인터넷 및 게임 중독, 집단폭력과 가출 등 급증하는 청소년 문제의 주요 원인의 하나가 “자아정체감과 자아존중감에 대한 부족”으로 기인한다는 점을 고려 할 때 소외계층 청소년이 정체감을 수립할 수 있는 올바른 산림문화 체험의 기회를 제공하고자 취약계층, 저소득층 가정 자녀 및 지역 아동센터 아동, 장애인 가족, 일반 청소년, 일반 가족을 대상으로 숲속 비전캠프와 가족캠프를 용화산자연휴양림, 천보산자연휴양림, 경기창작센터, 경기도 청소년수련관, 바다향기수목원에서 숲 기능과 역할에 대한 이해와 토양(흙)이 숲을 움직이는 원동력 등 숲 토양 알아가기 등 전문가들의 작품을 만들어가면서 자기 창의력 개발 등 그동안 직접 체험하여 보지 못했던 맞춤형 프로그램과 숲 속 음악공연 등을 통해 가족 친화력과 의사소통, 문화 창조력 향상 등을 위한 숲속 오감체험학교 사업수행 내용을 소개하고자 한다.

□ 사업의 필요성

○ 우리나라의 冠禮의식, 뉴질랜드의 번지 점프, 일본의 “와카모노야(합숙소제도)”, 아메리카인디언의 Vision Quest 등 예로부터 나라와 민족별로 다양한 자아성장의 문화가 있어, 15세가 될 때 성인으로서 책임과 자부심을 느끼고 자아정체감을 찾는 통과의례(Rites of passage)가 진행되었다.

그러나 오늘날의 청소년들은 학업, 진학이 우선시되면서 정작 자신의 정체감이나 성인이 되어 무엇을 하며, 어떻게 살아야 할지에 대한 고민의 기회를 얻지 못하고 있다. 자신을 돌아볼 수 있는 자아성장의 문화가 쇠퇴하면서 나타난 자아정체감의 혼미, 미래에 대한 불안감 등은 많은 청소년들을 학교폭력, 게임중독, 집단 가출 등 비행의 길로 빠져들게 하고 있는 실정이다.

○ 특히 새터민, 다문화가족 자녀, 3D업종 등 저소득층 자녀 등 취약계층은 일반가정에

비해 경제적, 사회적 여건등으로 인해 “자아정체감의 수립”등 건강한 발달과업 수행의 기회를 경험하기 어려운 경우가 더 많으며, 음주와 탈선 등 왜곡된 성인식문화에 노출되기 쉬운 상황이다.

○ 학교폭력, 인터넷 및 게임중독, 집단폭력과 가출 등 급증하는 청소년 문제의 주요 원인의 하나가 “자아정체감과 자아존중감에 대한 부족”으로 기인한다는 점을 고려할 때, 취약계층 청소년이 정체감을 수립할 수 있는 올바른 문화 체험의 기회를 제공하는 것이 필요하다.

산림체험을 통한 자아성장 프로그램 사례

○ National Outdoor Leadership School

- 청소년들의 자아성장과 리더십 향상을 위해 설립된 자연체험학교로 사회와 사람들, 환경에 대한 리더십을 증진시키기 위해 다양한 활동과 프로그램이 운영되고 있음

산림체험을 통한 자아성장 프로그램 사례

● National Outdoor Leadership School

- 청소년들의 자아성장과 리더십 향상을 위해 설립된 자연체험학교로 사회와 사람들, 환경에 대한 리더십을 증진시키기 위해 다양한 활동과 프로그램이 운영되고 있음

● Youth Vision Quest

- 인디언의 전통적인 통과의례(Rites of passage)를 기반으로 청소년들의 자기성장을 위한 산림 체험프로그램이 운영되고 있음

● Outward bound

- 아웃도어 환경에서의 미션수행을 통해 청소년들의 역경지수강화와 리더십 그리고 Solo를 통한 자기성장의 프로그램으로 운영되고 있음

○ Youth Vision Quest

- 인디언의 전통적인 통과의례(Rites of passage)를 기반으로 청소년들의 자기 성장을 위한 산림체험프로그램이 운영되고 있음

○ Outward bound

- 아웃도어 환경에서의 미션수행을 통해 청소년들의 역경지수강화와 리더십 그리고 Solo를 통한 자기성장의 프로그램으로 운영되고 있음

□ 이론적 배경

○ 청소년과 자아정체감

- 청소년기의 발달과업

정체감은 청소년기의 핵심 키워드이다. 여름 숲에 시련이 도사리고 있듯 인생의 여정에는 정체감의 형성이라는 중대한 발달과업이 버티고 있다. 정체감 발달의 과정은 그 탐색의 범위와 깊이라는 측면에서 매우 복잡한 과정이다. 청소년기가 끝나면 정체감의 탐색이 매듭지어지는 것도 아니다. 청소년기의 정체감 탐색은 아동기의 정체감과 동일시를 추려내고 통합하여 신체, 인지, 정서, 사회 등 발달의 여러 측면에서의 균형 잡힌 발달을 이루어 성인의 성숙함을 향해 갈 수 있도록 자아를 재편하는 성장 과정이다.

- 청소년의 정체감 혼미

정체감 혼미(diffusion)은 청소년들이 아직 위기를 경험하지 않았고 어떠한 헌신

도 없는 상태를 말한다. 이 지위에 있는 청소년들은 무엇을 하면 어떻게 살지에 대해 고민하거나 선택하려는 어떤 기회도 가져보지 못했으며, 그 결과 이와 관련된 어떤 개인적 투자도 하지 않는 상태이다. 정체감 유실(foreclosure)은 정체감에 대한 위기의식 없이 헌신만 있는 상태를 말한다. 예를 들어 청소년이 자신의 정체감에 대해 고민하는 경험을 하기도 전에 부모의 권유나 강요에 의해 자신의 미래나 역할을 미리 결정해 놓고 이에 걸맞는 준비를 하는 경우를 들 수 있다. 정체감 유예(moratorium)는 정체감에 대해서 위기감은 갖고 있으나, 어떠한 관여도 없이 모호하게 남아있는 상태를 말한다. 정체감 성취(achievement)는 청소년이 정체감 위기도 경험하고 이를 위한 개인적 투자나 헌신도 하는 상태를 말한다.

- 현대 청소년기 통과의례의 부재와 왜곡

청소년의 자아정체감 수립을 위해 예로부터 나라와 민족별로 다양한 통과의례가 있었는데, 우리나라의 경우 고려시대 이전부터 성년례가 발달하여 남자는 갓을 쓰고 여자는 쪽을 찌는 관례의식이 수행되었고, 아메리카 인디언의 경우 자연 속에서 자신의 미래 비전을 수립하는 비전퀘스트 문화 등 책임있는 사회의 일원으로 편입되는 통과의례가 널리 퍼져 있었다. 그러나 청소년 문제가 심각한 사회적 문제로 대두되는 현대 그 필요성이 더욱 절실하지만, 실제로는 청소년의 자아

성장을 위한 통과 의례가 사라지거나 형식적으로 왜곡된 형태의 통과 의례만 남아있는 실정이다. 고교 졸업식과 대학 신입생 신고식은 가장 흔하게 치러지는 통과 의례이다. 졸업식장에서 밀가루를 뿌리고 계란을 던지고 심지어는 옷을 찢고 알몸으로 거리를 활보하기도 하는 등의 행태, 대학 새내기들이 각종 모임에서 선배들로부터 기합을 받거나 정신교육을 받거나 과도한 음주를 강요받는 등의 행태들은 모두 이제 너희는 청소년이 아니고 성인임을 입증하는 왜곡된 통과 의례라고 볼 수 있다. 성인으로 진입하는 분명한 형식이나 선이 제시되지 않을 뿐 더러 왜곡된 형태의 통과 의례를 치른 대부분의 학생들은 계속 부모에게 경제적으로 정신적으로 의존하여 생활하여 완전한 성인으로 진입하는데 더 시간이 필요한 것이 현실이다.

- 산림체험 · 문화를 접하기 어려운 환경에 있는 사회적 · 경제적 취약계층(새터민, 다문화가족 자녀, 3D업종 등 저소득층 자녀)을 주요대상으로 추진하는 숲 체험교육
- 산림의 교육적 기능을 활용 올바른 자아 성장과 발달과업 수행기회 제공으로 청소년들의 건전한 발달과 정서함양에 기여함.
- 산림 속에서의 공동체 생활을 통해 상대에 대한 배려를 학습하며, 또래 관계를 통하여 상호 이해하는 인간관계를 형성하고 경험의 공유를 통한 사회성 발달 유도
- 숲이 갖는 치유와 교감의 기능을 맞춤형

된 프로그램을 취약계층 가족에게 제공함으로써, 경제적 여건 등으로 인해 약화된 가족 친화력과 의사소통 등 가족전체 기능 회복에 기여함.

- 평소 문화 활동을 접하기 어려운 취약계층 가족을 위하여 해설이 있는 숲 속 음악 공연 등을 제공하여 문화 창조력과 향유력 향상과 문화예술을 기반으로 한 긍정경험의 기회를 제공함.

□ 사업 목적

한국산지환경조사연구회는 산림청 녹색사업단과 함께 푸른 숲 속에서 산림의 교육적 기능을 활용하여 유·청소년의 건전한 발달과 정서함양에 기여하고, 가족들 간의 즐거운 추억을 제공하며, 자연 속에서의 오감체험과 참가자에 따라 차별화된 맞춤형 프로그램을 통해 TV와 컴퓨터에 익숙한 자녀들과 가족들의 생태적 감수성과 감성역량을 증진하는데 기여함을 목적으로 한다.

□ 사업 내용

○ 사업수요

- 다문화가족 자녀, 3D업종 등 저소득층 자녀와 취약계층은 일반가정에 비해 경제적, 사회적 여건 등으로 인해 “자아정체감의 수립”등 건강한 발달과업 수행의 기회를 경험하기 어려운 경우가 더 많으며, 음주와 탈선 등 왜곡된 성인문화에

노출되기 쉬운 상황이다.

- 청소년들은 학교폭력, 인터넷 및 게임 중독, 집단폭력과 가출 등 급증하는 청소년 문제의 주요 원인의 하나가 “자아 정체감과 자아존중감에 대한 부족”으로 기인한다는 점을 고려 할 때, 소외계층 청소년이 정체감을 수립할 수 있는 올바른 문화 체험의 기회를 제공하는 것이 필요하다.

○ 사업대상자

- 취약계층, 저소득층 가정 자녀 및 지역아동센터 아동 294명, 장애인 가족 46명, 일반 청소년(대학생 포함) 70명을 대상으로 체험교육을 수행하였다.

○ 사업성과

- 숲속오감체험학교는 산림의 교육적 기능을 활용하여 소외계층 청소년 및 장애인 가족과 일반 청소년 및 가족을 대상으로 자연과의 교감과 숲, 그리고 토양 등을 체험할 수 있는 프로그램을 운영하였다.
- 특히, 기본 토양 핸드북을 만들어 숲을 유지해주는 토양을 참가자들이 직접 땅속에 있는 흙, 노래기, 지렁이 등을 만져보고 흙 색깔과 단단한 정도 등 다양한 체험을 통해 흥미로움을 주어 평소 숲만 보다가 흙의 중요성도 알리게 되는 소중한 기회를 제공하는 프로그램으로 운영하였다.

○ 교육프로그램(숲과 토양 핸드북) 내용



- 숲을 움직이게 하는 토양생태계 체험하기 -

○ 체험 교육프로그램 내용

운영 프로그램			
프로그램명	숲속비전캠프	운영횟수	8
프로그램목표	산림체험을 통한 취약계층 및 일반청소년의 건강한 자아성장과 발달에 기여	진행시간	1박2일
주요프로그램	- 숲의 성장과 인간발달 - 숲속오감체험 - 숲속 비전 트래킹 - 비전액자 만들기 - 숲 토양 알아보기	대 상	장애인가정 자녀, 저소득층 자녀, 일반청소년(중고생)
참가자 모집방법	사회복지기관 및 지방교육청을 통한 참가자 모집	준비사항 (교육기자재 등)	
진행내용	1. 교육일정		
	- 1일차		
	시간	프로그램명	비고
	~ 14:00	도착 및 오리엔테이션	
	14:00 ~ 15:00	숲속 오감체험	세미나실
	14:00 ~ 15:00	숲속 오감체험	야영데크 (분임실)
	15:00 ~ 16:00	숲속 오감체험	야영데크 (분임실)
	15:00 ~ 16:00	숲의 성장과 인간발달	숲 속 탐방로
	16:00 ~ 17:00	숲의 성장과 인간발달	숲 속 탐방로
	16:00 ~ 17:00	숲속오감체험	
	17:00 ~ 18:00	비전 트래킹 숲속오감체험 비전 트래킹	임도 및 등산로 임도 및 등산로
	18:00 ~ 19:00	저녁식사	식당 (야외텐트)
	19:00 ~ 20:00	나의 비전액자 만들기	탐방로 및 임도
	20:00 ~ 21:00	나의 비전액자 만들기	탐방로 및 임도
	- 2일차		
	시간	프로그램명	비고
	~ 08:00	기상	
	08:00 ~ 09:00	아침식사	식당 (야외텐트)
	09:00 ~ 10:00	숲 토양 알아보기	숲속 탐방로 등
	10:00 ~ 11:00	숲 토양 알아보기	숲속 탐방로 등
	11:00 ~ 12:00	교육평가 및 느낌나누기	세미나실
	12:00 ~ 13:00	점심식사	식당 (야외텐트)

● 흙은 어떤 존재일까?

‘흙’하면 가장 먼저 연상되는 단어를 떠올려 보자.

어떤 이는 자연, 생명, 모체, 먹거리 등을 떠올리는가 하면, 다른 이는 진창, 무덤, 먼지 등을 생각하기도 한다. 제각기 흙에 대한 인식과 시각의 차이일 뿐 딱히 정답은 없다고 할 수 있을 것이다.

그렇지만 사람은 흙에서 태어나 흙으로 돌아간다는 말이 있듯이 그 만큼 흙은 생명을 잉태하여 길러내는 능력과 만물을 포용하는 능력이 큰 존재임에는 틀림없는 사실이다.

● 흙 없이 살 수 있을까?

이러한 흙의 가치는 우리들이 늘 먹는 저녁상을 통해서도 쉽게 확인할 수 있다. 밥상과 수저를 만드는데 쓰는 복재는 오동나무, 물푸레나무, 잣나무 등과 같이 모두 흙에서 자란 나무로 만들어 진다. 그 뿐만이 아니라 쌀, 배추, 무우, 나물류, 고기류 등 역시 흙에서 자라거나 흙에서 자란 것을 먹고 자라나 밥과 반찬의 재료로 쓰인다. 이것만이 아니다. 흙으로 만든 토기를 사용하고 식사 후 설거지에 쓰이는 물 또한 흙 속에 저장되었던 것을 정수하여 쓰고 있다. 이처럼 한 끼 식사 재료만 해도 흙과 관련되지 않은 것이 없을 정도로 흙은 우리의 삶과 매우 밀접하다.

그러나 아쉽게도 우리들 생명유지에 없어서는 안 될 공기를 언제든지 들어 마실 수 있다는 이유로 그 소중함을 절실히 못 느끼듯이 흙도

마찬가지다. 아마도 단 몇 분 동안 숨 쉬지 못할 때 느끼는 고통을 흙에서 난 것들을 먹고 쓸 수 없을 때도 거의 같이 느끼지 않을까?

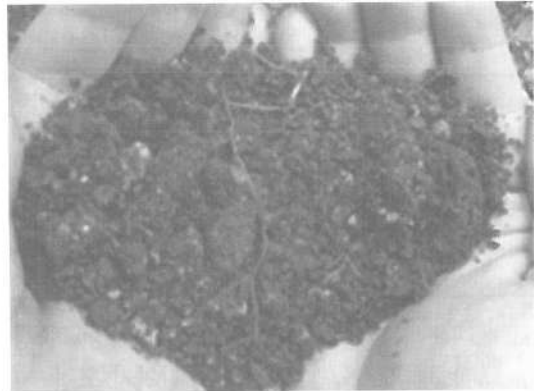


그림 1. 건강한 흙은 생명을 길러내는 자연의 모체이다

● 흙의 소중함을 몸으로 느껴보자.

흙이라 하면 모두가 다 같은 것으로 생각하기 쉽다. 그러나 자세히 관찰해 보면 어느 곳에서 어떠한 용도로 쓰이는 흙이냐에 따라 그 성질과 생김새가 제각기 다르다. 더욱이 사람처럼 건강한 흙이 있는가 하면 그렇지 않은 흙도 있기 마련이다.

지구상에서 가장 건강한 흙은 어떠한 흙일까?

당연히 숲 속의 흙이라 할 수 있다. 그 첫 번째 이유는 다른 흙에 비해 더 많은 물을 저장해 있다가 깨끗한 상태로 만들어 오랫동안 공급해 주기 때문이다. 숲의 계곡에서 늘 흐르는 계곡물이 바로 그 것이다.



그림 2. 계곡물이 늘 흐르는 이유는 숲 흙이 빗물을 저장해 두기 때문이다

아울러 수 없이 많은 풀과 나무를 길러줄 뿐만 아니라 지렁이, 땅강아지 등과 같이 다양한 동물의 서식처가 되어 주기 때문이다.

숲을 찾아가 이러한 건강한 흙의 색, 향기, 감촉, 맛을 체험해 보고 그 속에 사는 동물들을 관찰해 보자.

● 흙 색깔 관찰하기

사람을 피부색에 따라 흑인, 백인, 황인으로 구분하듯이 흙도 돌(암석)의 종류에 따라 제각기 다른 색을 띠고 있다. 예를 들어 우리나라 야구장의 흙 색깔은 붉은 갈색인데 반해 일본 야구장의 흙은 검은색인 것을 종종 텔레비전에서 볼 수 있다. 우리나라는 밝은 색 광물이 주를 이루는 화강암과 화강편마암이 대부분인 반면 일본에는 검은색 광물이 많은 현무암류가 많이 분포하기 때문이다.

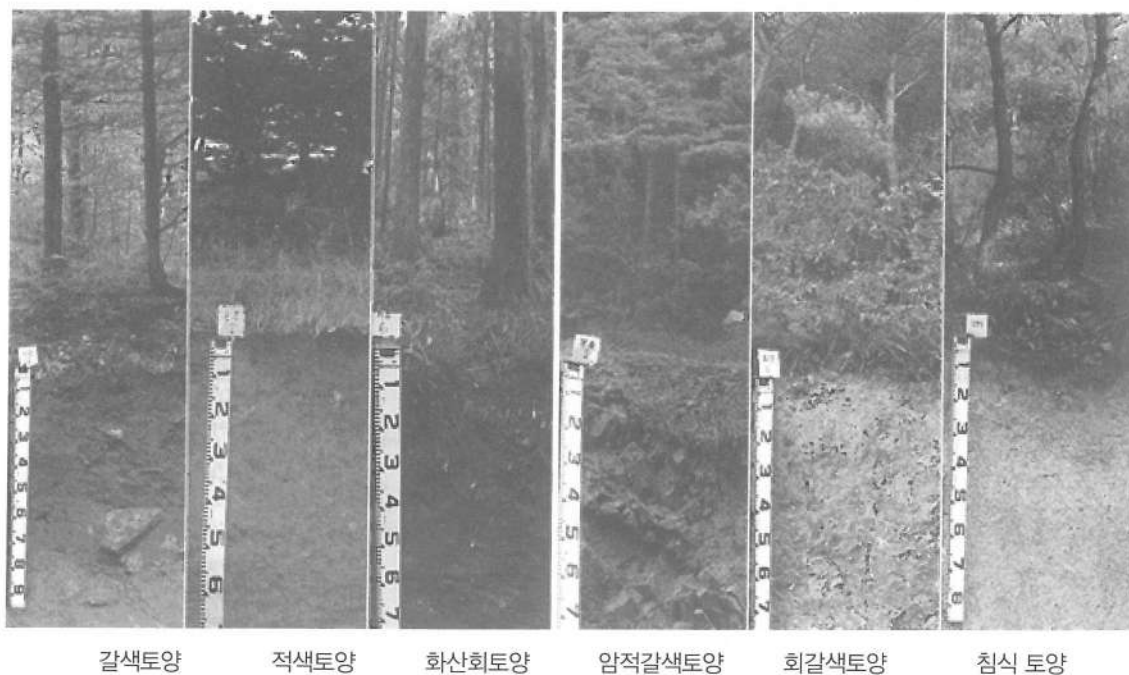


그림 3. 모암(돌) 종류에 따라 다양한 색을 나타내고 있다

각양각색의 숲 토양

우리가 살고 있는 고장의 숲 토양이 어느 토양과 유사한지 비교해 보고 그 이름을 기억해보자.

갈색의 흙은 낙엽 등이 분해되어 만들어진 거름이 더해지면서 검게 변해 가는데 이러한 거름 성분이 많을수록 다양한 토양생물을 길러 내므로 그 만큼 건강한 흙이라 할 수 있다.

● 흙 향기 느껴보기

숲 속에 들어가서 풀향기, 꽃향기, 물향기 뿐만 아니라 흙향기를 맡아보아야 진정한 숲의 향취를 만끽했다고 할 수 있다. 숲의 이불인 낙엽들을 들추어낸 다음 그 아래에 있는 흙을 한 줌 떠서 코에 가까이 대고 숨을 들이켜 보면 무어라 형언하기 어려운 상쾌한 냄새를 맡을 수 있다.

낙엽이 썩어 흙에 더해졌는데도 불쾌감을 느낄 수 없다. 이는 흙속에 사는 크고 작은 동물과 미생물들이 떨어진 가지, 낙엽, 열매 등을 깨끗이 분해시켜 놓았기 때문이다 뿐만 아니라 토양미생물에서 발산되는 '지오스민'이라는 휘발성의 향생물질이 내는 향긋한 냄새 때문이다. 상쾌한 흙 향기가 강하게 날수록 그 흙은 건강하다는 증거이다.

● 흙 감촉 느껴보기

숲속의 흙만이 갖는 또 다른 특징은 무엇일까? 도시에서는 찾아 볼 수 없는 숲 토양만의 감촉을 느껴보자. 바로 부드러움과 촉촉함이다.

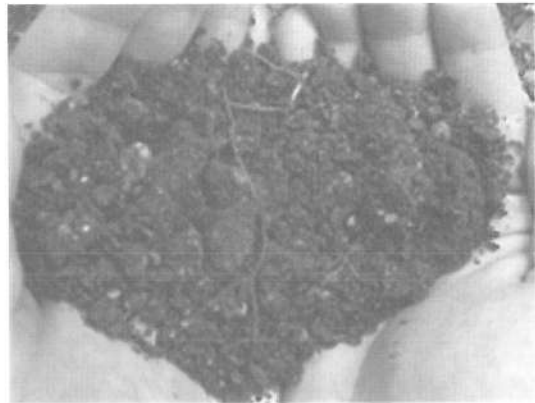


그림 4. 건강한 숲 흙은 상쾌한 향기를 발산한다

숲 바닥에는 크고 작은 식물들의 낙엽이 쌓여 있어 걷다보면 폭신함을 느낄 수 있다. 또한 이들 낙엽과 떨어진 가지 등이 잘게 부서지고 흙속에 섞여 거칠었던 흙을 한층 부드럽게 만든다. 이 속에 다양한 동물들이 먹이를 찾아다니느라 생긴 작은 통로와 식물 뿌리가 뻗어 생긴 통로등에 수분이 잘 모아져 거의 항상 촉촉하게 젖어 있다.

그러나 안타깝게도 가까운 공원이나 뒷산에 가보면 별경계 속살을 드러낸 흙을 쉽게 찾아 볼 수 있다. 사람들이 한 걸음이라도 폭신했던 흙 길을 걷고 싶어 해서 생긴 흔적으로 이곳의 흙을 만져보면 거칠고 아주 메말라 있어 부드럽고 촉촉한 느낌이 거의 없다.

☞ 왜 흙마다 손으로 느껴지는 촉감이 제각기 다른가?

흙 속에 굵은 모래 성분이 많을수록 거친 느낌은 더 강해지고, 반대로 아주 미세한 점토 성분이 많을수록 끈적끈적하기 때문이다.

숲 속 또는 공원을 찾아 그 곳에 있는 흙의
감촉이 어떠한지 관찰해 보자.



그림 5. 건강한 숲 흙은 부드럽고 촉촉하다

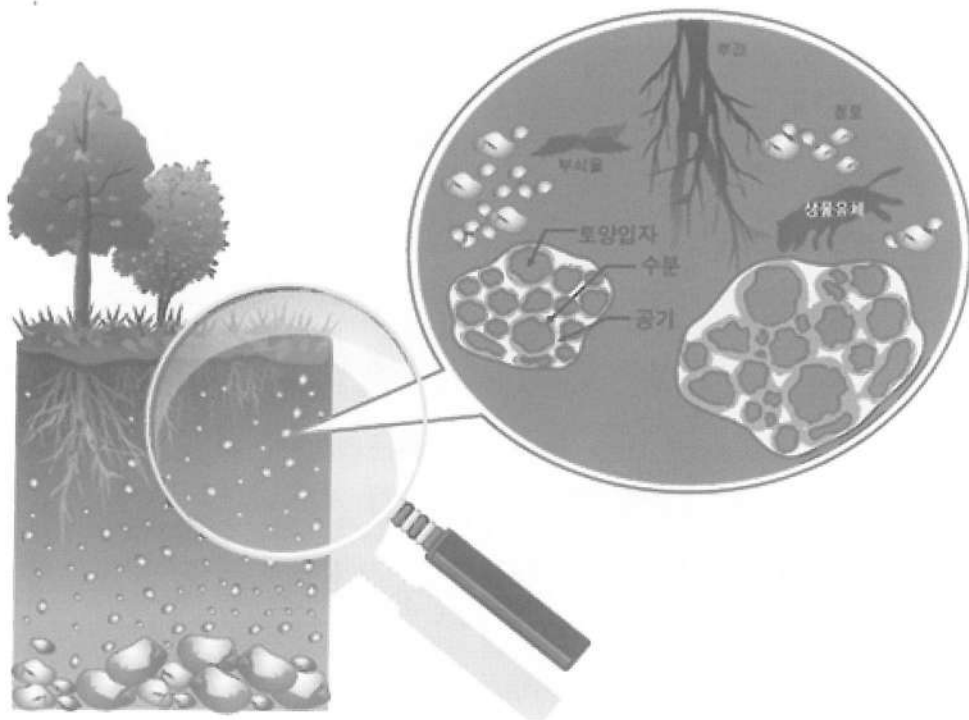


그림 6. 숲 토양의 감촉을 결정짓는 구성 물질

● 흙에 사는 생물 관찰하기

숲 흙속에는 얼마나 많은 생물들이 살고 있을까?

숲 토양 1그램 속에는 수백만~수천만 개의 미생물이 서식하고 있다. 이 외에도 흙을 터전 삼아 살아가는 덩치 큰 동물인 두더지와 들쥐가 있고, 그 보다 작은 땅강아지, 개미, 노린재, 짚신벌레, 지네, 거미, 달팽이, 응애 등도 활발히 움직인다. 이처럼 크고 작은 토양생물들을 모두 합치면 헤아릴 수 없이 많은 종류의 생물이 흙 속에서 살아가고 있다.

방선균과 같은 토양미생물은 인체에 이로운 항생물질을 분비하므로 흙내음을 좋게 만들뿐더러 산림욕의 효과도 높여주는 역할을 한다.

건강한 숲 흙에 사는 이들 생물들의 활동은 흙이 물을 저장하거나, 식물을 자라게 하거나 하는 등의 기능을 보다 더 좋게 만들어 준다. 보통 부드럽고 촉촉한 흙에 토양생물이 더 많이 서식하게 되므로 결국에는 이들 생물의 활동에 의해 흙은 더욱 건강해 지는 셈이다.

☞ 토양생물들은 무엇을 먹고 살까?

주로 나무에서 떨어진 잎, 가지, 열매 등을 먹이로 삼는다. 일례로 낙엽이 땅위에 떨어지면 크고 작은 토양생물들의 먹이가 되어 약 2~4년 정도가 지나면 원래의 잎 모양은 전혀 남지 않게 된다. 이러한 과정을 통해 낙엽은 완전히 분해되어 다시 토양으로 되돌아가고 결국

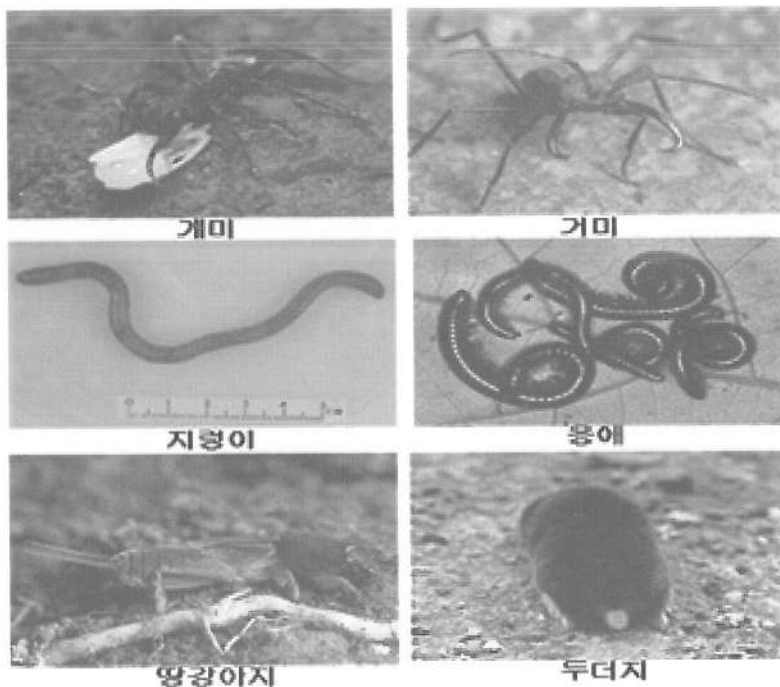


그림 7. 숲 흙을 건강하게 만드는 토양 동물들



그림 8. 숲 토양생물들의 먹이가 되는 양분과 수분

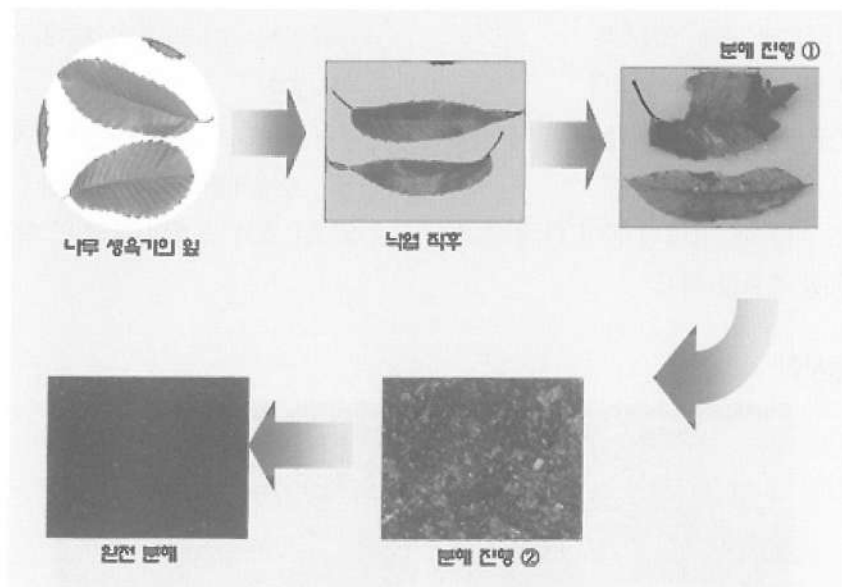


그림 9. 숲 토양생물의 먹이가 되는 나뭇잎의 분해과정

식물의 거름으로 재이용된다.

땅속에서 활동하는 생물들은 이렇게 분해된 양분과 토양 속 수분을 먹이로 삼아 살아간다.

● 기대효과

- 산림의 교육적 기능을 활용한 올바른 자아 성장과 발달과업 수행 기회 제공으로 청소년들의 건전한 발달과 정서함양

- 자연과의 교감의 기회를 통해 청소년의 생태적 감수성과 감성역량을 증진
- 산림 속에서 공동체 생활을 통해 상대에 대한 배려를 학습
- 또래 관계를 통하여 상호 이해하는 인간관계를 형성 및 사회성 발달 유도
- 취약계층 가족에게 숲이 갖는 치유와 교감의 기능 제공으로 약화된 가족 친화력과 의사소통 등 가족전체 기능회복에 기여

● 숲 체험 프로그램을 통한 녹색자금 홍보

○ 사업홍보

- 홍보매체 : 한국산지환경조사연구회 홈페이지, 관련 단체, SNS 등

- 홍보방법

- 교육사업과 관련한 주요 내용을 홈페이지 게재
- 저소득층, 다문화, 장애인 관련 단체 홈페이지를 통한 홍보물 게시

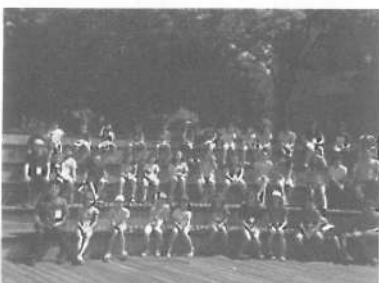
○ 체험 활동사진

- 기초 자치단체 사회복지과 등 방문을 통한 사업내용 전파
- 교육지원청 상담센터 등 청소년 상담전문기관 방문을 통한 사업 지원 요청
- 사업과 관련한 주요 행사 및 회의
 - 저소득층, 다문화, 장애인 관련 담당자 간담회 개최
 - 교육전문기관(한국생산성본부, 한국표준협회 등)과 교육과정 개발협의회
 - 교과과정 교육 편차 개선을 위한 정기적 참여강사 워크숍 개최 등

● 교육결과물 활용

- 개발된 교육과정의 체계화를 통한 표준모델화
 - 표준교육과정의 관련 단체 보급을 통한 산림체험교육과정 확산
- 교육효과 측정의 분석 및 활용





기후변화 적응, 위험성 관리를 염두에 둔 산림관리

임 중 환

국립산림과학원 기후변화연구센터장

지구온난화는 생태계에 전체적인 압력으로 작용하며 빠르게 진행 중

이상기상, 그것도 어느 측면에는 방향성을 가지지만 예측하기 어려운 기상현상들이 해마다 찾아오고 있고 이제 그러한 것이 의례 발생하는 것으로 이미 우리가 순응하고 있는 것 같다. 2014년은 1880년 이래 지구 관측사상 가장 더웠던 해였음을 동시에 발표하였다. 지역에 따라서 또는 그해 상황에 따라 극지방에서 내려오는 폭한이 중위도 지역을 덮치기도 하지만 지구 전체 평균기온이 가파르게 상승하고 있는 것이다. 그리고 금년 5월 우리나라는 전국적 측후소가 구축된 1973년 이래 가장 높은 기온을 기록하고 심지어 폭염 주위보까지 발령하였으며, 이후 지속된 가뭄으로 댐이 바닥을 드러내고 열악한 토양환경의 도시 수목과 숲의 나무들도 고사하는 것을 많이 볼 수 있다.

기후의 변화는 기온, 강수량을 포함한 기상현상들의 단기적인 변동성을 포함한 장기적인 추세로서 숲의 다양하고 복잡한 생태적 과정들, 즉 광합성, 호흡, 생물계절(개엽, 개화, 낙엽, 조류 도래 등의 생물적 시기), 종 및 개체간

경쟁과 공생, 갱신과 고사, 먹이망 등에 영향을 미칠 뿐 만 아니라 산불, 산사태, 풍해 등과 같은 교란양상에도 영향을 미친다. 이러한 일차적 반응의 결과로 종의 시공간적 이동, 우점종의 변화, 생물 멸종과 지역적 멸종, 생태계 내의 종 구성과 구조의 변화, 생산성 등이 달라진다. 이러한 변화는 생태계서비스로 일컫는 숲이 발휘하는 다양한 혜택들도 영향을 받을 수밖에 없다. 그리고 실제 생물계절의 변동, 수목 분포의 고도상승, 수목 고사, 병해충 대발생, 멸종 등의 피해나 영향이 기후변화와 직간접적으로 연계되어 관찰되고 있다.

불확실성의 시대의 산림관리는 위험성 관리에 초점을 두어야

기후변화는 고온, 폭우, 교란 등과 같은 생태계 변화의 원인이 요인들에 대해 전체적으로 누르는 압력처럼 작용하기 때문에 이러한 생태계의 변화나 파급효과가 기후변화에 의한 것이냐 하는 의문을 낳게 하곤 한다. 그러나 단기적인 변동성이 장기적인 추세를 가지며 그 변동폭도 커지면서 숲 생태계와 우리 인간이 받

는 영향은 매우 심각한 수준으로 나타날 것으로 우려되고 있다. 기후변화로 인한 산림과 임업에 미치는 영향이 일부는 긍정적으로 나타날 수도 있지만 많은 부분 부정적일 것으로 예상되며 더욱 어려운 것은 그 결과가 불확실성이 매우 크다는 데 있다. 아울러 최근의 기후변화는 지구 역사적인 기후변화 속도에 비해 100배 이상 빠른 속도로 진행되고 있어 수목들과 다양한 생물들이 생태계의 반응에 대한 예측과 산림부문의 적응은 더욱 어려울 수 있다. 특히 산림과 임업은 수 십 년에서 백년 이상을 한 세대로 관리되고 있어 그 기간 동안의 기상변동을 감수하여야만 하는 특성이 있다.

따라서 이제 산림관리 목적과 방식 모두가 새로운 전환기를 다시 맞이하게 된 것이다. 즉, 과거 목재생산에서 다목적 산림경영 등을 통해 가능한 숲의 생산성을 높이고 다양한 혜택을 발휘하는데 초점이 두어졌다면 이제는 불확실한 미래 환경에 대비한 위험성 관리가 전제되어야 한다는 점이다.

우리나라 생태계 특성과 기후변화 취약성

우리나라의 지형은 대부분 산지로 구성되어 있고 저지대는 경작지나 도시 등으로 개발되어 있으며 숲은 산지에 놓여 있다. 따라서 계곡과 능선, 사면 방향과 위치 등 지형적 구조에 의해 광량과 기온 등의 미세 기후와 토양조건과 토양수분 조건이 크게 다르다. 이로 인해 몇 또는 수십 미터의 작은 규모에서도 식생 유형이 다르게 나타나기도 한다. 숲은 대부분 1960년대까지

파괴되었다가 1970년대에 많이 성립되어 이제 약 64%가 4영급에 속하여 임목 간 경쟁이 치열한 단계에 놓여 있다. 아울러 1960년대까지 숲의 50% 이상이 소나무 단순림이었으나 점차 숲의 발달하면서 참나무류가 침입하고 산불과 병해충의 피해 등으로 혼효림과 활엽수림이 더 많아졌다. 우리나라는 유라시아 대륙의 동안 그리고 태평양의 서편에 위치하는 반도에 놓여있다. 이로 인해 편서풍지대의 온대 기후구에 속하며 사계절이 뚜렷하며 여름철에는 덥고 비가 많이 내리며 겨울철에는 강수량이 적고 기온이 낮다. 남북으로의 기온과 강수량이 거리에 비해 크게 차이가 나며, 산맥구조에 의해서도 지역 간 차이가 생긴다. 크게 차이를 보이는 곳이 영동과 영서지방으로 편서풍에 의한 바람이 산맥을 넘으면 덥고 건조해진다. 대구 분지는 백두대간과 낙남정맥 등으로 둘러싸여 다른 지역에 비해 강수량이 적은 편이다. 저지대와 고지대의 차이도 크며 기후변화에 따른 기온과 강수량도 지형적 위치에 따라 차이가 발생할 것이다.

최근 기후변화시나리오에 따르면 우리나라는 아주 엄격하게 온실가스 배출의 저감하는 경우부터 매우 많은 양을 배출하는 경우까지 2100년도에 1.8~4.8℃ 정도 상승하며 강수량은 6.5~13.2% 증가할 것으로 예상하고 있다. 그런데 산림생태계와 임업에서는 연평균기온과 연강수량보다 계절별 변화가 더욱 큰 의미를 가지는 경우가 많다. 우리나라의 기후도 1973년부터 이래 겨울철 기온이 여름철보다 더 크게 상승하였고, 강수량은 매년 변동성이 매우 큰데 장기적인 추세를 보면 여름철에 크게

상승한 반면 봄철에는 오히려 감소하였다.

이러한 특성들을 종합해보면, 산림과 임업에 있어 다음과 같은 부문에서 특히 기후변화에 취약할 것으로 보인다.

- 폭우에 의한 산사태 및 시설물 피해. 이것은 우리나라 지형이 대부분 산지 구릉형이어서 경사가 급하며, 여름철에 집중 강우가 내리는데 기후변화 시나리오에 따르면 미래에 여름철 강수량이 증가할 것으로 예상되기 때문이다. 폭우는 산사태를 유발하며 일시에 숲과 구조물, 임도 그리고 다른 건축물, 시설물, 경작지 심지어 인명 피해까지 일으킬 수 있다.
- 산불피해. 이는 우리나라 숲이 우거져 임내에 많은 연료가 적재되어 있는데다가 봄철 강수량은 늘고 있지 않고 기온은 상승하고 있기 때문이다.
- 상록침엽수림 쇠퇴. 구상나무, 분비나무, 가문비나무 등은 소규모 집단이 높은 산지에 고립되어 있다. 이들은 저지대에서 올라오는 다른 수종들과의 경쟁에서 밀려나며 치수발생이 줄고 적정 서식지의 고도가 상승하면서 임지의 면적이 급속히 감소할 것이다. 이는 필자가 2003년부터 연구를 수행한 한라산 구상나무림의 쇠퇴 현상과 2009년과 2014년 소나무림의 고사현상들이 나타나 벌써 우리나라 숲의 가시적인 피해로 드러나고 있다. 특히 겨울과 봄철 기온 상승과 가뭄이 겹쳤을 경우 고사목 발생이 늘어난다. 우리나라 임업에서 매우 중요한 소나무와 잣나무 숲도 개체간 경쟁이 치열한 단계에 있고 겨울과 봄철의 빠른 기온 상승이 가뭄과 겹칠 확률이 높아지

면서 이들의 피해가 늘어날 전망이다.

- 병해충 피해. 급작스런 환경변화나 가뭄 등은 수목이 병이나 해충에 저항하는 능력이 저하된다. 참나무시들음병은 나무종류가 병을 옮기고 주로 성목들을 공격하는 데 우리나라의 숲의 많은 면적이 참나무류가 주 수종이며 영급도 높아져 이들의 기주가 되고 있어 향후 더욱 확산될 가능성이 높다. 아울러 가뭄과 연관된 피목가지마름병원균 피해와 다른 외래 병해충에 의한 피해도 우려되며, 소나무재선충병도 온난화가 잠재적 피해범위를 넓힐 수 있다.

이외에도 산림과 임업의 거의 모든 분야가 기후변화에 영향을 받을 것으로 예상된다. 숲에 사는 다양한 동식물이 있으며 이들도 모두 영향을 받고 있다. 특히 분포범위가 좁은 우리나라 특산종이나 남방 한계에 위치는 개체군들의 경우에는 특별히 주의를 기울여야 할 것이다. 소나무림이 변화하고 기후가 달라지면서 송이의 생산이나 산양삼 재배적지, 고로쇠 수액 생산, 산채와 같은 임산물에 있어서도 변화가 있을 것이다. 숲이 쇠퇴하거나 병해충 또는 교란이 발생하면 탄소저장고에도 크게 영향을 미친다. 식재된 수종이 미래 기후에 적합하지 않으면 생산력이 저하될 수 있다.

기후변화 위험성을 고려한 산림관리 방안

아직 우리 숲에 대해 기후변화 취약성과 위험성에 대해 보다 확실성을 가지고 진단하지는 못하였지만 앞서 짚어 본 기후변화에 따른 우리나라 산림의 기후변화 취약성을 바탕으로 기

후변화 적응을 위한 산림관리에 있어 불확실한 미래에 대비한 산림관리 방안을 살펴보자.

우선 여름철 폭우로 인한 사면붕괴나 임도와 시설물 훼손을 줄이기 위해서 이들과 관련된 시설물 안전 기준을 강화하여야 할 것이다. 임도와 같은 경우는 안전기준이 매우 높지만 과거 100년에 1번 발생할 기상현상이 미래에는 30년 또는 10년에 1번 발생할 수 있기 때문에 집수구와 배수로 등을 포함해 다시 검토해 볼 필요가 있을 것이다. 산불진화 체계도 비교적 잘 갖추어져 있지만 더 강화할 부분이 없는 지 살펴야겠다. 그리고 도로변과 같은 산불 발생 피해 위험지에 대해서 수관화로의 전이를 줄이기 위한 임분구조의 개선과 임상의 연료량 조절이 필요하다.

상록침엽수림에 대한 각별한 주의와 관리가 요구된다. 개체군 규모가 작은 높은 산지의 수종들에 대해서는 무엇보다 현지 내에서의 유전적 다양성을 높여주고 후계목의 발생을 돕는 작업이 필요할 것이다. 숲가꾸기는 현재까지 역점을 두고 추진해 온 사안이지만 더욱 박차를 가해 개체목간 경쟁을 줄이고 건강성을 증진시켜 가뭄에 의한 피해를 줄여야 한다. 아울러 장기적 계획을 가지고 영급과 숲의 다양성 증진 등을 통하여 경관규모에서의 건강성도 증진시키고 빠른 환경변화에 대한 적응력과 회복력을 증진시키는 노력이 필요하다. 임분구조에 있어서 동령단순림보다는 천연림이 탄력성이 크다.

불확실한 미래 환경에 대비하는데 있어서 단

일 유형의 유전형으로 숲을 조성하는 것은 위험성이 크다. 숲가꾸기에 있어서도 재래의 방식대로 특정 형질, 예를 들어 수간이 통직하고 지하고가 높은 나무)을 기준으로 선별하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 조림을 할 때 생산성만을 고려하여 잘 자라는 특정 형질의 유전형을 가진 클론으로 식재하는 것은 좋지 않다. 이러한 경우 예기치 못한 변화, 예를 들어 가뭄, 고온 또는 외래 병해충의 피해에 크게 피해를 입을 가능성이 있기 때문이다. 산림관리 과정에서 벌채와 조림에 의한 갱신도 이루어질 것이다. 훼손된 생태계의 복원과 산림생태계 간의 연계성 증진 등도 중요한 사안들이다.

기후변화 문제에 있어서 불확실성을 배제할 수 없으며 생태계 자체가 복잡한 시스템이므로 그 결과가 예기치 못할 경우가 많다. 따라서 산림에서 우리가 어떠한 계획을 가지고 사업을 하든지 모니터링이 필요하며 이를 바탕으로 방식과 계획을 수정해 나가는 적응식 경영을 하여야 한다. 불확실성에 대처하고 생태계의 탄력회복성을 증진하기 위해서 우선 경관과 지역 규모에서의 보다 정밀한 기후변화 취약성을 평가하고 그 규모에서의 취약점을 찾아내어 대비책을 마련하여야 한다. 산림관리 주기의 장기적 특성을 고려하였을 때, 장기간의 환경변화에 적응하지 않으면 숲의 건강성과 생산성을 기대할 수 없다. 따라서 숲의 적응력과 탄력회복성을 높이는 작업과 더불어 위험성을 줄이는 사업들을 한 발 앞서 시행하는 것이 필요하다.



논 단

우리나라의 산림건강성 모니터링 현황

성 주 한

국립산림과학원 산림생태연구과장

숲은 지구온난화의 주범인 이산화탄소를 흡수하고 우리에게 깨끗한 산소와 맑은 물을 제공한다. 이 외에도 숲이 주는 혜택은 목재, 산채, 버섯 등과 같은 산림자원을 통한 경제적 이윤 창출을 기본으로 산림동물보호, 산림경관, 산림생물다양성보존에서 산사태, 홍수 등의 자연재해 방지에 이르기까지 매우 다양하다. 최근에는 심신을 건강하게 하는 산림휴양, 산림치유 기능이 알려지면서 숲을 찾는 국민들의 발길이 급증하고 있는 추세이다.

이러한 숲의 기능은 숲이 건강할 때 그 효과가 가장 클 것이다. 근래에는 기후변화에 의한 이상기후, 병해충, 산사태, 환경오염 등의 위협요인이 증가함에 따라 건강한 숲에 대한 중요성이 더욱 커지고 있다. 이에 따라 ‘산림건강성을 어떻게 유지하고 또 증진할 것인가’는 산림 관련 연구자뿐만 아니라 전 국민적인 과제가 되었다.

산림 선진국에서는 이미 1980년대부터 인류생존 및 건강유지에 필수자원인 산림의 중요성을 인식하고 산림생태계의 다양성과 건강성 유지 및 복원에 대한 범국가적 차원의 전략을 세

워 대국민 녹색서비스를 향상시키고 있다.

미국은 1986년 산림건강 모니터링에 대한 장기적인 접근법을 설계하기 위해 국가식생조사(NVS: National Vegetation Survey)를 시작하였고 1990년부터는 주요 생태자원 상태를 모니터링하기 위한 환경모니터링 및 평가프로그램(EMAP: Environmental Monitoring and Assessment Program)과 통합하여 연방 산림건강모니터링 프로그램(FHMP: U.S. Forest Health Monitoring Program)이 추진되고 있다. 연방 산림건강모니터링 프로그램은 몬트리올 프로세스의 67개 지표 중 16개를 모니터링 하고 있다. 국제적 인증을 받은 지표들과 함께 몬트리올 프로세스에서 채택된 산림건강 관련 데이터의 분석과 보고의 표준화를 지속적으로 추구하고 있다. 그 결과, 몬트리올 프로세스의 기준과 지표로서 미국 산림의 상태와 변화를 기술한 국가 단위의 산림건강 조사 기술 보고서(Forest Health Monitoring: National Technical Report)를 발간하고 있다.

유럽의 산림건강은 ‘대기오염이 산림에 미치는 영향에 관한 평가 및 모니터링에 관한 국제협력 프로그램(ICP 포레스트, International

Cooperation Program on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forest)'을 통해 모니터링 된다. ICP 포레스트 프로그램은 1985년 유엔유럽경제위원회(UNECE)에서 제정한 대기오염물질 장거리 이동에 관한 협약(CLRAP)에 따라 수립되었다. ICP 포레스트는 설립이후 현재까지 독일 함부르크에 소재한 독일 연방 임업 임산물 연구센터(BFH)에서 총괄하고 있으며 유럽 40개국을 포함하여 미국과 캐나다도 참여하고 있다. ICP 포레스트의 임무는 대기오염과 그 밖의 인적·자연적 스트레스 요인들이 산림의 상태와 발달에 미치는 영향을 모니터링 하는 동시에 산림 생태계에서 작동하는 인과관계들을 보다 명확하게 규명하는 데 있다. ICP 포레스트는 유럽 산림의 현 상태와 발달 상황을 평가하고 환경 요인들과 연관시키며 정책입안자·과학자·일반 대중에게 그 결과를 정기적으로 보고하는 것을 목표로 한다.

현재 일본에서는 몬트리올 프로세스의 기준과 지표에 기반 하는 산림 자원 모니터링 지표 개발 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 일본은 몬트리올 프로세스의 시작 이후로 참석해 오고 있고, 지속가능한 산림관리의 기준과 지표를 작성하고 적용시키기 위한 노력을 활발히 하고 있다. 몬트리올 프로세스 이후 일본 산림에 관한 정보는 종합적인 산림 자원 모니터링과 지속가능한 산림 관리 상태를 평가하기 위해 다양한 방법으로 수집된다. 현재 일본은 몬트리올 프로세스의 67개의 지표 중 50개를 측

정하고 보고하고 있다. 이후 일본은 산림관리 모니터링 기술을 개선하고, 산림 정책안에 모니터링 결과를 반영하기 위한 방법을 세우는 노력을 지속하고 있다. 한편, 일본 산림종합연구소(Forestry and Forest Products Research Institute, FFPRI)에서는 몬트리올 프로세스의 기준과 지표에 기반을 둔 모니터링과 평가 방법에 대해서 독립적인 조사를 이바라키현의 카사마 지구, 홋카이도 지소 등에서 추진하고 있다.

우리나라의 산림건강은 2005년 산지보전협회에서 몬트리올 프로세스의 지표 중 29개 조사 항목을 선정하고 전국 52개 산림지역을 대상으로 실시한 것이 시작이다. 그 이후 2006년에는 하안·댐·해안·도시림을 포함한 89개 산림지역, 2007년은 특·광역시 도시림 64개 지역을 대상으로 조사되었다. 2008년부터는 산림청과 국립산림과학원이 전국 조사표본점을 선정하여 매년 평균 95개 지역을 조사하고 산림건강 관련 데이터를 분석, 보고하였다. 2010년 10월, 산림청에서는 산림생태계의 변화를 분석하고 평가하여 산림을 보다 건강하게 관리해 나가기 위하여 『산림보호법』 제19조를 제정하여 '산림의 건강·활력도 진단·평가'를 위한 법적 근거를 마련하였다. 이에 따라 2011년부터는 국립산림과학원 주관으로 전국 산림을 대상으로 한 "산림의 건강·활력도(이하, 산림건강성) 모니터링"이 시행되고 있다. 산림건강성 모니터링은 사람이 건강한 삶을 유지하고자 정기적으로 신체 검진을 받는 것과 같이 산

림생태계의 건강성에 대한 현재 상태와 잠재 추이를 살피는 활동이다. 산림의 건강 상태와 관련해 수집된 정보는 통합, 분석, 평가 및 대안 제시 과정을 거친다. 이는 국민에게 지속적으로 안정되고 건강한 자연환경을 제공함과 동시에 산림자원의 질적 가치를 증대시키기 위한 목적으로 추진되고 있다.

현재, 우리나라 산림건강성 모니터링의 체계는 전국 산림의 1,000개 고정표본점을 대상으로 매년 200개소씩 5년 주기로 구축되어 2011년부터 추진되고 있다. 산림건강성 모니터링은 수목, 식생, 토양, 대기 등 크게 4개 대부분으로 구성되어 있으며, 보다 정밀한 진단을 위하여 부문별로 세부 항목을 선정하여 조사 분석하고 있다. 첫 번째 수목건강 부문은 산림과 그 구성원인 수목의 특성을 가장 잘 나타내는 건강성 지표로서 수관활력도, 수관급 등 9개 항목, 두 번째 식생건강 부문은 산림 식생의 구조 및 천이단계, 생태적 지위 등을 평가할 수 있는 11개 항목, 세 번째 토양건강 부문은 토양 물리성과 화학성에 대한 8개 항목으로 총 28개 세부항목을 조사, 분석하고 있다. 마지막 대기건강 부문은 지의류 중수 1개 항목으로 산림건강성 진단 항목으로 적용하기 위하여 2015년 시범조사가 진행 중에 있다.

전국 산림의 1,000개 고정표본점에 대한 산림건강성 종합 평가에 앞서, 지난 4년간(2011~2014년) 조사된 전국 800개 고정표본점에 대한 예비 평가를 실시하였다. 조사항목

중 수관활력도, 수관급, 형질급, 종다양성, 토양산도, 유기물함량, 유효토심 등 7개 항목을 평가 지표로 선정하여 산림건강성을 평가한 결과, 우리나라 산림의 86.6%가 건강한 산림으로 평가되었고 그 중 8.1%는 '매우 건강' 상태였다. 건강성이 다소 떨어지는 산림은 13.2%, 매우 쇠약한 산림은 0.2%로 평가되었다.

산림건강성 진단 항목별 분석 결과는 수관활력도(산림을 구성하는 나무들의 건강 상태)의 건강등급 비율이 89.6%로 나타났고 6.3%의 나무는 적정생육밀도(임분수확표 임령별 밀도 기준)보다 평균 1.2배 과밀한 상태에 있어 숲가꾸기가 필요한 것으로 분석되었다. 또 토양산도는 평균 pH 4.9 ± 0.4 로 생육적정범위보다 약간 낮았으나 토양 내 유기물, 전질소, 양이온치환용량 등 양분 상태는 생육적정범위를 나타냈다.

제1차 산림건강성 조사(2011~2015년)는 우리나라 산림생태계의 건강 상태에 대한 객관적인 자료 수집을 기본 목적으로 하며 그 결과는 수관활력도, 토양산도 등 핵심지표 선별 및 평가 모형 개발을 통해 종합적으로 평가될 계획이다. 제2차 산림건강성 조사(2016~2020년)에서는 1차에서 조사된 동일한 조사표본점을 대상으로 모니터링 조사를 실시함으로써 산림의 건강성 변화 양상이나 취약성 등을 평가할 수 있게 된다.

우리나라 산림은 다양한 산림유형을 가지고 있기 때문에, 국립산림과학원에서는 보다 정도 높은 산림건강성 진단·평가를 위하여 "산림건

강성 지표 및 평가기법 개발”에 지속적인 노력을 기울이고 있다. 또한, 산림건강 DB 및 웹사이트 구축, ‘산림건강등급지도’ 개발 등재 등을 통하여 국민이 필요시 관련 정보에 쉽게 접근할 수 있는 대국민 서비스를 마련할 계획이다. 산림건강은 산림 학·업계 관련자들만의 문제가 아니라 국민의 삶과 직접적으로 연계되기 때문에 산림에 대한 정보를 국민에게 공개한다면 국민적 공감과 이해를 도모할 수 있을 것이다.

과연, 어떤 숲을 ‘건강한 숲’이라 정의할 수 있을까? 쪽쪽 높게 뻗은 나무들이 많은 숲, 다양한 종류의 나무들이 어우러져 있는 숲, 깨끗한 공기와 맑은 물이 흐르는 숲, 사시사철 푸른 숲 등 사람마다 다른 정의를 가지고 있을 것이다. 사실, 숲은 ‘산림생태계’라고 불리는 복잡한

자연공동체이기 때문에 그 건강성을 단순한 기준과 잣대로 말하기란 쉽지 않다. 하지만 생태적 관점에 인간 중심의 이용자적 관점을 더한 ‘생태적으로 안정된 구조와 기능을 유지하면서 사회적, 경제적, 문화적 편익 또한 원활히 제공하는 산림’이라는 해석이 주로 사용된다. 이 정의는 생태적으로 안정된 산림에서 더 많은 편익을 기대할 수 있다는 인간만이 가지는 이기적인 의미를 포함하고 있다. 우리가 건강한 숲과 함께 많은 편익을 누리며 오래 상생하길 바란다면, 우리 숲을 더 건강하게 하는 방법, 숲의 건강을 유지하는 방법이 무엇인가를 끊임없이 연구하고 노력해야 할 것이다. 산림건강성 모니터링은 이러한 생각의 실천으로 우리 숲의 건강을 지키는 튼튼한 기반이 될 것이라 기대한다.



산림토양과 식생을 연계한 산림입지도양도 제작 필요성

임주훈/김용석
국립산림과학원 산림복원연구과

1. 서언

1993년 독일 프라이부르크(Freiburg) 대학교 조림학연구소의 Albert Reif 교수는 '한국의 보속적인 산림 이용' 전제 조건과 전망'이라는 글에서 한국의 산림은 숲이 가진 다양한 기능 중에서 목재 생산 기능 보다는 간접적인 기능, 즉 토양 침식 방지, 수원 함양, 휴양, 자연 보호 기능 등이 보다 더 큰 의미를 갖는다고 지적한 바 있다. 이러한 산림 기능의 유지는 숲의 보속적인 관리·무역을 전제로 했을 때 가능한 것으로서 임업의 속성 상 최종 경영 목표인 나무를 벌채 이용하기까지 장기간이 소요되기 때문에 가능하다.

한국의 산림대는 지리적 위치와 기후적 특성으로 인하여 참나무류를 중심으로 한 활엽수종으로 이루어져 있는 것이 특징이다. 지난 수백 년 동안의 산림 이용은 각각 그 시대에 필요했던 이용 목적과 기술적인 가능성 여부에 따라 이루어졌다. 그리고 예나 지금이나 다양한 목재 생산물과 산림 부산물들이 또한 이용되었다. 지난 60년대까지만 해도 우리나라 산림의 나무들은 주로 땔감으로 쓰여 졌다. 이와 같은

산림 이용은 맹아력이 강한 수종의 번식을, 그리고 침엽 수종의 쇠퇴를 유발하였다. 그리고 낙엽 채취는 지력을 약화시켰으며 결과적으로 많은 임분들이 구조적으로 파괴되는 결과를 초래하였다. 이러한 산림 이용의 결과로 극상림이라 일컫는 숲은 오로지 오지 등의 특수 입지에서만 남을 수 있게 되었다(Reif, 1993).

2. 산림 생산력 저하

우리나라의 산림토양은 오랫동안 도벌, 남벌, 낙엽 채취, 산불 등의 인위적인 교란을 받아 토양 층위가 파괴된 상태가 지속되어 왔다. 정상적인 토양 발달이 이루어져야만 토양 층위가 유기물층(낙엽층+분해층+부식층), 용탈층, 집적층, 모재층으로 구분될 수 있는데 용탈층 뿐만아니라 집적층까지도 침식되어 모재층이 노출된 것이다. 60~70년대의 치산녹화사업을 거치면서 나지(모재층)에 구덩이를 파고 퇴비를 넣은 후 나무를 심었다. 이제 그 나무들이 커서 유령림 상태를 벗어나 장령림으로 생장해 가는 상태이다. 나무 크기가 커지면서 토양에 대한 요구도가 점점 커지게 되는데 이를 뒷

반침할만한 빠른 속도로 토양 발달이 이루어지지 않는다. 모암이 풍화하여 형성된 토양 모재가 낙엽, 낙지 등의 유기물이 썩으면서 배출된 양분과 섞여야만 토양화 작용이 일어나는데 지표면이 보호된 이래 미처 충분한 시간이 흐르지 않아 용탈층과 집적층의 형성이 되지 않은 것이다. 따라서 수분을 머금을 수 있는 토양 공극도 부족하고 양분을 저장할 수 있는 가는 입자의 점토 성분의 발달도 미약하기 때문이다. 결국 토양 양분 부족으로 임목의 생장이 더디어 지고 수관 경쟁은 치열해 지며 하층식생도 빈약한 숲이 되고 만다. 이를 극복하기 위한 방법으로는 두 가지가 있다. 임지에 비료를 뿌려 주어 비옥하게 하는 방법(손요환, 1999)과 숲 아베기를 통하여 임분 밀도를 조절해 주는 방법이다(김춘식, 1999). 전자는 산림을 청정 지역으로 유지하고 맑은 물의 공급처로 보는 국민적 인식 때문에 화학비료를 산지에 사용하기가 쉽지 않으며 더군다나 각종 슬러지(sludge, biosolids)를 산림에 뿌리는 것은 극히 제한된 지역에서 가능한 방법이다. 결국 보편적으로 선택할 수 있는 방법은 숲 가꾸기 밖에 없다. 최근 미국의 경우에도 산불 피해가 빈번하기 때문인지 ‘숲이 너무 무성하다.’는 해석과 인디언 시대의 임분 밀도 정도로 낮추자는 의견이 많다고 한다. 우리나라의 숲도 강도 간벌을 통해 밀도를 조절하여 개체가 가질 수 있는 생육 공간을 넓게 해 주는 것이 좋다. 물론 독일 경영림의 경험처럼 숲 가꾸기(간벌)을 해주는 것과 벌기까지 방치하는 것과 경제성 측면에서는 별 차이가 없을 지라도 하층식생의 발달과 토

양화 촉진, 산림 생태계 다양성 및 건강성 회복이라는 측면에서는 숲 가꾸기는 절대적으로 필요한 작업이다.

3. 입지토양조사

우리나라의 산림입지도 제작 발전 과정은 1974년부터 1976년까지 수행한 ‘간이산림토양도’ 제작에서 비롯되었다. UNDP사업으로서 국제기구의 지원을 받아 수행한 이 사업은 1974년 1,533천ha, 1975년 4,055천ha, 1976년 1,052천ha로서 3년간 조사한 총면적이 6,640천ha에 달하는 방대한 조사사업이었다. 이때 제작된 ‘간이산림토양도’는 임지능력급수를 5등급으로 구분하였는데 도시기본계획 수립 시 환경영향평가 항목의 하나인 입업적성도를 구분하는데 활용되기도 하였다.

그 후 1988년에 산림토양분류체계가 완성되어 8개 토양군, 11개 토양아군, 22개 토양형이 분류되었다. 즉, 토양군은 토색과 발달 정도에 따라 갈색, 적황색, 암적색, 회갈색, 화산회, 침식, 미숙, 암쇄토양으로 분류되었고 토양아군은 갈색산림토양을 갈색산림토양과 적색계 갈색산림토양으로, 적황색산림토양을 적색산림토양과 황색산림토양으로, 암적색산림토양을 암적색산림토양과 암적갈색산림토양으로 세분하였다. 여기에 토양수분 정도와 침식 정도 등을 고려하여 토양형을 정하였다. 즉, 갈색산림토양은 갈색건조산림토양, 갈색약건산림토양, 갈색적윤산림토양, 갈색약습산림토양으로 구분하였으며 적색계갈색산림토양은 적

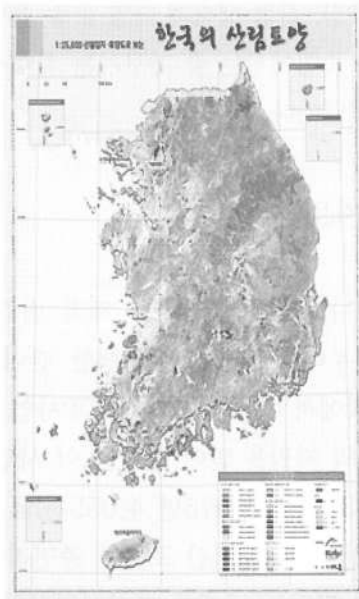


그림 1. 1:25,000 산림입지토양도

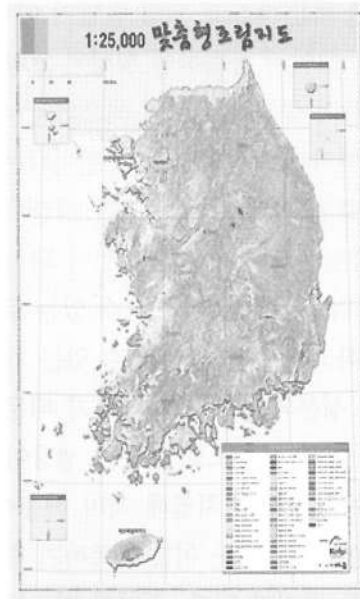


그림 2. 1:25,000 맞춤형 조림지도(적지적수도)

색계갈색건조산림토양과 적색계갈색약건산림토양으로 구분하였고 적색산림토양은 적색건조산림토양과 적색약건산림토양으로 구분하였다. 황색산림토양은 황색건조산림토양 한가지로 적용하였고 암적색산림토양은 암적색건조산림토양과 암적색약건산림토양으로 구분하였다. 암적갈색산림토양은 암적갈색산림토양 한가지로 구분하였으며 회갈색산림토양 역시 회갈색산림토양 한가지로 적용하였다. 화산회산림토양은 화산회건조산림토양, 화산회성적황색산림토양, 화산회석력산림토양, 화산회습윤산림토양으로 구분하였으며 침식토양은 약침식토양, 강침식토양, 사방지토양으로 세분하였다. 미숙토양은 미숙토양 한가지로, 암쇄토양 역시 암쇄토양 한가지로 분류하였다. 이를 토대로 1995년부터 2003년까지 수치산림입지

도 813개 도엽의 구축사업을 실시하였다(그림 1). 그 후 4개 기후대별, 38개 조림수종에 대한 조림적지를 선정한 '맞춤형 조림지도(적지적수도)' 구축사업을 수행하였는데(그림 2) 이때까지 사용한 지도의 축척은 1:25,000 이었으며 6개 토양형을 추가한 28개 토양형을 적용하였다.

2009년부터는 '국토통합정보시스템(국가공간정보체계)'와의 연계하기 위한 산림주제도로서 임상도, 산지구분도와 함께 산림입지토양도가 선정됨에 따라 1:5,000 축척의 도엽으로 확대하는 작업을 수행 중에 있으며 전국 5,879,000ha(2012년 임상도 제작 면적기준)의 산림에 대하여 16,270개 도엽을 구축할 예정이다. 1:5,000 산림입지토양도 제작은 현재까지 약 3,520,821ha(전국 산림면적의 40.1%)의 진

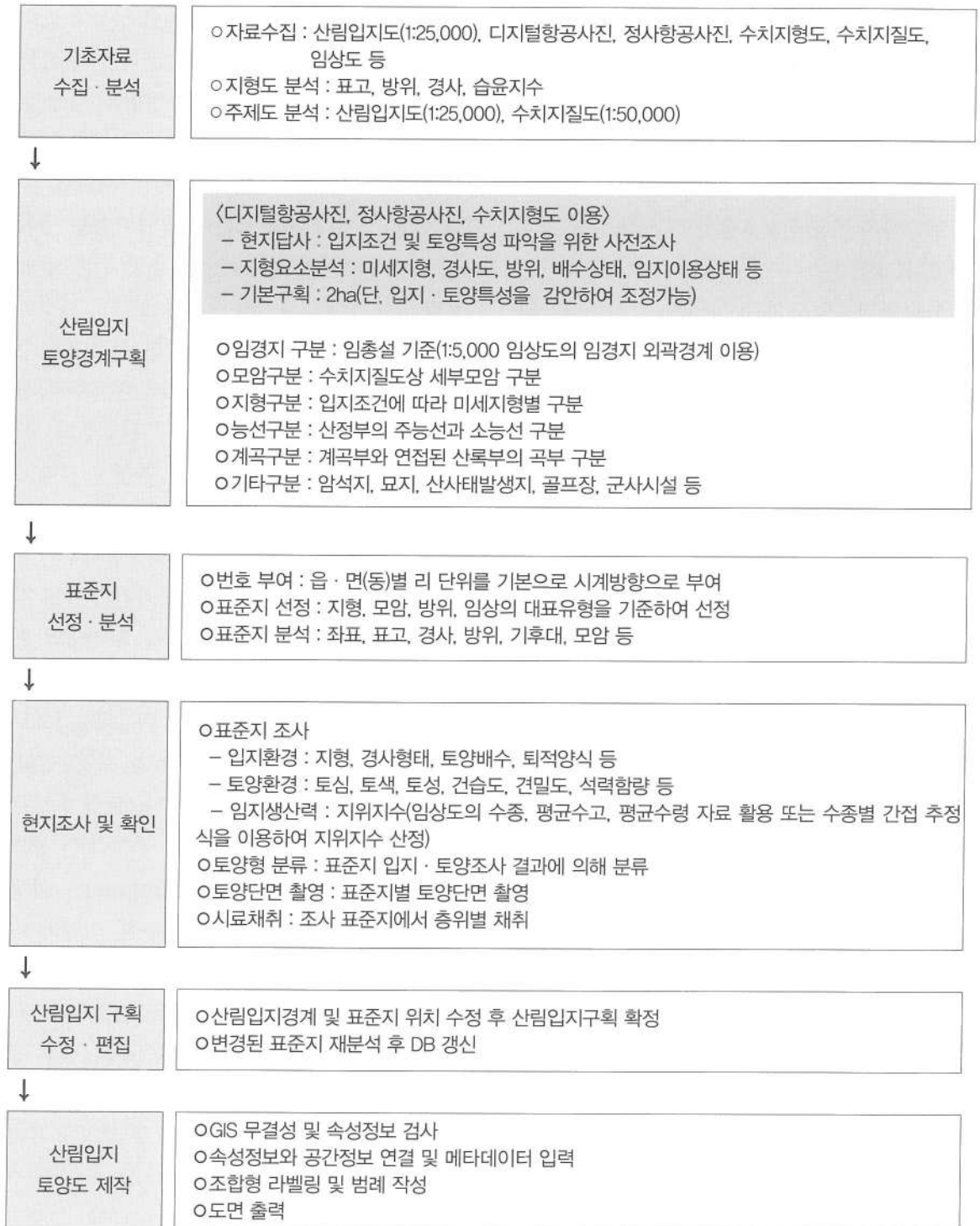


그림 3. 1:5,000 산림입지도 제작 작업 흐름도

행울을 보이고 있다. 1:5,000 산림입지토양도 제작사업에서는 산림입지토양경계 구획 시 수치지형도 및 디지털항공사진을 기반으로 구획하고, 입지환경 분석, 조사표준지 선정 및 분석, 메타데이터 작성, 도면출력, 전자야장 등의 프로그램을 이용하여 효율성 및 정확성을 증대시켰다(그림 3).

산림입지토양도의 속성정보는 시스템, 정책, 행정, 주제도, 연구 등 여러 분야와 기관에서 활용되고 있다. 특히, 산림입지토양정보의 활용은 국토관리 및 환경분야와 산림분야로 대별하여 언급할 수 있다. 국토관리 및 환경분야에서는 환경영향평가(국토해양부), 산전 환경성 검토(환경부), 수자원 관리, 도시계획, 기후변화협약 기초자료 등으로 활용할 수 있으며 산림분야에서는 산림정책(산림기본계획, SFM 등) 수립, 국·사유림 경영계획 수립, 맞춤형 조림지도 제작, 산사태 위험지도 제작, 산불 예측, 복구계획 수립, 임도·사방 등 산림사업에 활용할 수 있다(정진현, 2010).

4. 산림 입지 조사 발전 방향 · 식생과의 결부

산림 이용 패턴의 변화는 앞으로도 지속될 것이다. 노동 인력 확보의 어려움과 생산 비용의 증가는 임업 기계화를 동반할 것이다. 따라서 경영림의 경우에는 기계화 작업을 적용할 것이지만 기계화 작업이 곤란한 산림은 자연에 순응하도록 유도할 것이다. 이러한 이유로 산림 입지에 대한 평가 인자도 경영림과 자연림

을 기준으로 바뀔 수도 있다. 이런 경우에 필요한 입지조사 방법은 현재의 방법, 즉 임목 생장량을 변수로 하는 지위지수 추정법과 식생(생태적 지표종 그룹)을 지표로 하는 입지형 구분 방법이 병행될 것이다. 독일 헷센(Hessen) 주의 산림 입지 조사에서는 산림입지형을 생육권, 기후 습기(Klimafeuchte), 토양 수분 상태, 토양 양분 상태의 4가지 요소를 토대로 결정한다(배상원, 1999). 생육권은 자연 산림대를 수직-수평적으로 구분한 것으로서 헷센주의 경우 너도밤나무림대, 너도밤나무 혼효림대, 참나무 혼효림대를 각각 상부와 하부 산림대로 구분하여 6개 생육권으로 구분하고 있다. 예를 들어 생육권의 하나로서 '하부 너도밤나무림대'가 있다. 기후 습기는 식물 생장기간의 습도 지수로서 '5~9월의 평균 강수량'을 '5~9월의 평균 기온 + 10'으로 나눈 값이다. 습도 지수가 16 미만이면 대륙성, 16 이상이면 해양성으로 구분한다. 식물 생태종 그룹으로는 토양수분과 토양양분 등급을 판정할 수 있다. 토양 수분은 적윤, 건, 습, 과습, 주기적 습, 주기적 건 등으로 구분하며 토양양분 등급(Trophie)은 식생 상태(식물종이 다양함, Luzla 우점, 산앵도 우점 등)와 유기물형(mull, moder, Rohhumus) 상태를 보아 양급 공급 수준을 판정한다. 과영양, 영양, 영양 결핍 등, 헷센주의 경우 생태적 지표종 그룹의 예로, '약건~약적윤 입지에 출현하는 식물 생태종 그룹' 중 토양의 유기물층 집적 상태가 조부식질(Rohhumus)인 경우는 강산성 토양(과습지에서 나타남) 그룹인 *Vaccinium myrtillus* 그룹이 나타난다는 식으

로 입지 특성과 출현종 그룹을 결부시켰다. 즉 어떤 입지형에는 어떤 식물이 나타난다는 식으로 생태적 지표종을 정하여 지표로 활용하고 있다. 다시 말하면 하층식생으로 *Vaccinium myrtillus*이 나타나는 입지는 약건~약적운 입지로서 토양유기물층은 조부식 상태인 과습지이다. 이러한 4가지 요소를 나열하여 입지형을 명명한다. '하부 너도밤나무림대-강한 준 해양성-적운-과영양 *Dentaria*-너도밤나무림'와 같이 입지형을 기록한다.

5. 우리 숲의 미래

우리나라 산림 면적의 약 25%는 소나무림이다. 지나간 30 ~ 40년 간 벌거벗은 척박한 입지에 소나무(*Pinus densiflora*) 위주의 조림을 실시하였고 약 30년 전부터 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*) 피해가 극심해 지자 이에 대한 대체 수종으로 잣나무(*Pinus koraiensis*)를 식재하였다. 그래서 80년대 이후에 대면적에 걸친 잣나무 일제 단순림이 조성되었다. 여기서도 조림 지역의 다른 식물종들이 잣나무의 활력에 미칠 수 있는 영향을 전혀 고려하지 않은 채로 식재하였다. 그래서 이미 일부 잣나무 인공림은 잣나무털녹병의 피해를 받았으며 나무들은 대개 나이를 먹을수록 활력이 떨어지며, 생물학적 피해나 기상재해 등 무생물학적인 환경 영향 등에도 나이를 먹을수록 점점 더 불안정하게 되는데, 잣나무 임분에도 앞으로 이와 같은 현상이 나타날 것이다(Reif, 1999) 최근 소나무재선충병 피해를 받

는 것이 이에 대한 증거라고 볼 수 있다.

조림 수종을 선택할 때에는 향토 수종이라 할 수 있는 많은 활엽 수종을 고려하여야 한다. 이미 천연 활엽 수종이 섞여 있는 소나무 임분은 음지에서는 활엽수 위주로, 양지에서는 혼효 임분으로 유도하여야 한다. 활엽수 맹아림은 점차적으로 종자 갱신을 통한 교림으로 유도해야 할 것이다.

6. 맺음말

현재 '산림입지토양도(맞춤형 조림지도)'를 1:5,000 축척으로 제작 중에 있다. 1:5,000 축척을 국가기본도로 한다는 정부의 방침에 따라 1:25,000 축척의 적지적수도를 발전시키는 작업이다. 도엽의 축척이 바뀔에 따라 25배로 정밀한 지도를 제작해야 한다. 독일의 경우 1:10,000 축척의 입지도를 제작하는데 박사급 조사원이 연중 6개월 이상의 출장으로 50미터 간격을 두고 현지조사를 실시하여 지도화 작업을 하는 모습을 본 적이 있다. 그 당시에 이미 식생, 입지 특성에 대한 연구가 완료되어 출현종만 봐도 토양 상태를 파악할 수 있는 정도였다. 그런데 우리는 그것보다도 정밀한 1:5,000 축척의 지도를 제작하고 있다. 독일 수준의 작업을 한다면 25미터 간격으로 식생-토양을 확인하고 입지명을 붙이는 작업을 해야 한다는 계산이 나온다. 그런 정도의 정밀입지도를 제작하기에는 우리나라의 과학 수준으로는 불가능하다. 그러나 미래의 발전을 위해서는 입지조사 수행 시 식생조사를 병행해야 하며 산림

토양학자와 식생학자 간의 공동연구를 통한 새로운 입지분류체계가 정립되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Reif, A.(배상원 옮김). 1993. 한국의 보속적인 산림 이용 · 전제 조건과 전망. 숲과 문화 2(2): 35-42.
2. Reif, A.(배상원 옮김). 1993. 한국의 보속적인 산림 이용 · 전제 조건과 전망. 숲과 문화 2(6): 7-15.
3. 김춘식. 1999. 산림생산력과 입지 양분유효도 향상. 산지환경 2: 88-91.
4. 박봉우. 998. 자연공원의 식생자원관리를 위한 입지도 작성방법 개발. 한국과학재단. 39pp.
5. 배상원. 1999. 독일 헷센(Hessen) 주의 산림입지조사. 산지환경 2: 113-123.
6. 손요환. 1999. 산림토양분야 연구의 발전과 전망. 산지환경 2: 16-23.
7. 임주훈. 1993. 천연혼효임분의 구조파악과 갱신 및 무육방법 구명. 한국과학재단. 24pp.
8. 임주훈, 신만용, 전영우. 1993. 입지에 따른 전나무-신갈나무 천연 혼효 임분의 구조 분석. 산림과학 6: 5-17.
9. 정진현. 2010. 제1기 임상 · 산림입지도 제작 전문가과정. 산림인력개발원. p.1-12.



기술정보(일본)

일본 북해도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(1) -어류와 계류환경에 대한 체크리스트-

김 석 우 / 전 근 우
강원대학교 산림환경과학대학 교수

일본의 홋카이도에서는 종래의 계류 관리에서 주요 목적으로 삼았던 「치수」, 「이수」와 함께 「환경」에 대한 관심이 고조되면서 「홋카이도의 계류조성사업 기본계획」을 책정하여 다양한 식물이 생육하고, 풍부한 생물이 서식하는 「생동감 넘치는 계류조성사업」을 추진하고 있다(北海道河川環境研究會, 2010).

원래 산지계류의 환경특성은 현지답사, 문헌조사 및 청취조사 등을 통하여 자연환경을 파악하는 것이 바람직하다. 그 중에서도 어류에 관한 정보는 가장 얻기 쉽기 때문에 목표를 설정하기도 용이하다.

따라서 어류조사에 의하여 얻어진 정보를 참고로 보전하여야 할 장소나 배치하여야 할 어종을 설정함으로써, 하도계획이나 시설설계에 필요한 사항, 공사 실시시기나 작업상의 유의점을 검토하여야 한다. 또한, 시공된 시설 등의 효과나 영향에 대하여 어류의 관점에서 사업을 평가하여 그 결과를 앞으로의 사업에 피드백 하여야 할 것이다. 한편, 이 자료는 한국연구재단의 기본연구지원사업(과제번호 : 2013R1A1A2011515)에 의하여 정리된 것이다.

1. 어류와 계류환경에 대한 조사

1) 조사의 순서

어류와 계류환경에 대한 조사는 그림 1에서 알 수 있듯이 사방사업의 각 단계별로 적절히 실시하여야 한다.

① 개황파악조사

전체 구간의 기본적인 하도형상, 평면·종횡 단형을 설정하는 데에 필요한 조사로, 전체구간에서 유의하여야 할 요소인 어종 등을 파악한다.

② 생활사를 고려한 환경조사

공사구간의 상세한 결정, 자연환경보전방법 및 사방공법 등을 비교, 검토하기 위한 조사로, 관련 구간에서 유의하여야 할 사항인 여울과 소(沼) 및 산란장소 등을 파악하여 설계에 반영한다.

③ 모니터링조사

자연에 순응할 수 있도록 하도를 관리하고 계류환경을 개선할 목적으로 실시하는 조사로, 모니터링을 실시하여 계류환경의 변화를 파악하고, 사업효과나 영향을 재검토한다.

2) 체크리스트의 활용

사방사업의 각 단계별로 적절하게 조사하기 위해서는 주요 사업실시 단계별로 계류의 관리자가 파악하여야 할 확인사항을 정리하고, 연구자나 조사위탁자 등과 협의하여야 한다.

따라서 어류생식환경에 대한 전문지식이 없더라도 계류의 물리환경을 기입함으로써 생식환경으로서 확인하여야 할 생활사가 파악될 수 있도록 체크리스트를 고안하여야 한다.

- ① 계획 시의 체크리스트(계류환경의 개요 확인)
- ② 설계 시의 체크리스트(어류 생식환경의

간편한 확인)

- ③ 모니터링 시의 체크리스트(사업효과의 확인)

2. 체크리스트

- 1) 계획 시의 체크리스트(계류환경의 개요 확인)

[조사목적]

사방사업을 실시할 계류를 대상으로 산천어의 생활사를 파악하고, 양호한 환경이나 개선하여야 할 환경 등의 개략적인 내용을 파악한다.

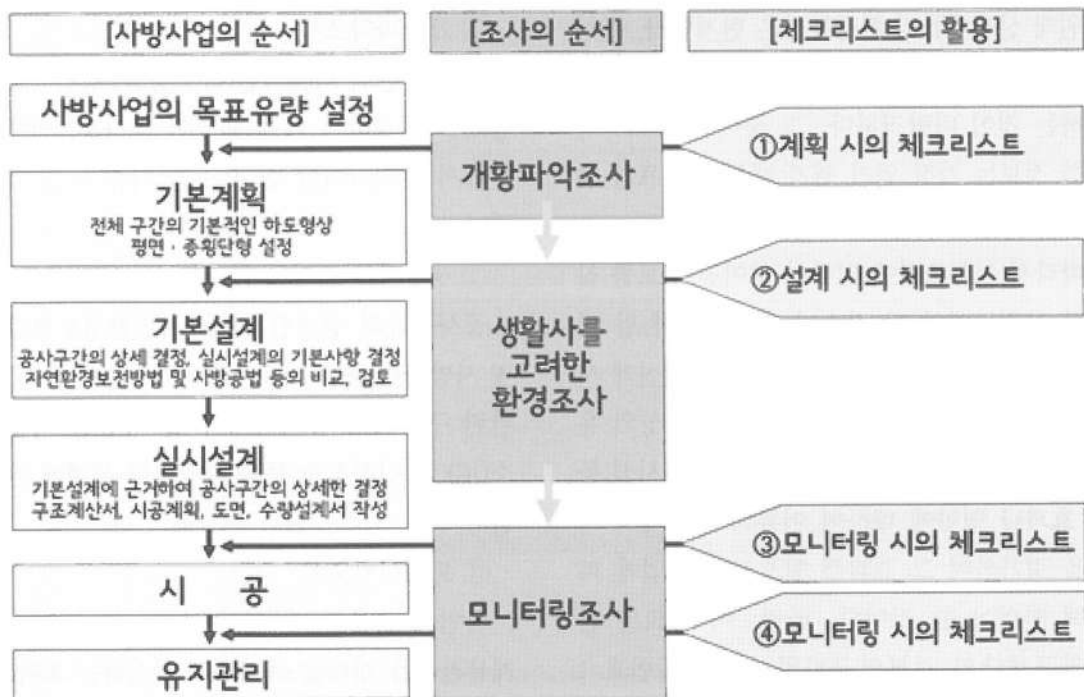


그림 1. 사방사업의 순서, 조사의 순서 및 체크리스트의 활용 흐름도
(多自然川づくり研究會, 2008)

산천어는 상류지역으로부터 하류지역까지를 폭 넓게 이용하면서 생활하기 때문에 사방사업을 실시할 때에는 먼저 대상 계류의 전 지역에 대한 개황을 파악하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

기본계획을 작성할 때에는 먼저 「계획 시의 체크리스트」를 이용하여 산천어가 생활사에서 해당 계류의 어느 구간을 어떻게 이용하고 있는가를 대략적으로 파악한다. 이 때 개황과 약조사를 참고로 하여 지형도 등에서 알 수 있는 전 구간의 환경개요를 조사한 후, 그림 2와 같은 모식도에 정리한다.

또한, 사방계획구간의 현지답사를 실시하여 어류의 생식을 배려하는 데에 중요한 정보를 지도에 기입한다.

현지답사 시에 기입하여야 하는 계류의 정보는,

① 어류의 이동에 장애가 되는 것

폭포, 횡단공작물(사방댐, 골막이, 바다막이 등), 어도가 없는 횡단공작물 등

② 유황

커다란 소(沼)가 있는 곳, 여울·소 구조가 명확한 구간, 여울이 계속되는 장소, 유속의 변화가 적은 곳, 수심이 매우 낮은 곳, 사행 유로, 자연하도구간, 지수역(止水域), 합류지점 등

③ 하도의 상황

암반 계상, 계상변동이 심한 구간, 계상재료가 풍부한 구간, 침전물 퇴적구간, 하원(河源)이나 사주(砂洲), 자갈 및 모래 퇴적지, 간석지(干潟地), 유목, 도목 등

④ 수제(水際) 형상

기슭막이의 유무, 계안 단구, 양호한 수제의 요철, 갈대 생육지역, 수제 식생, 수제 구간 등

⑤ 계류의 주변 상황

습지의 유무, 유로 주변의 나지나 조성지의 유무, 자갈 채취지의 유무 등

⑥ 수변림 등

대규모 계안림 성립구간, 수제에 계안림이 연속적으로 성립된 구간, 수제에 계안림이나 식생이 없는 구간 등

⑦ 어류나 동물

소상하는 산천어에 대한 정보, 산란장소의 유무, 어류의 유영 여부, 반딧불이의 목격 여부, 독수리의 목격 여부 등

⑧ 수산증식 관련

포획장소, 부화장소, 양식장소, 방류지점, 낚시꾼이 많은 장소 등

⑨ 수질

썩은 냄새, 탁수구간, 수초의 다소(多少) 등

[체크범위] : 사방사업을 실시하는 계류의 전 구간을 대상으로 하여 확인한다.

[사용방법] : 산천어의 관점에서 보전하여야 할 장소나 개선하고 싶은 장소 등을 확인하고, 체크리스트 및 지형도에 정보를 기입한다. 필요에 따라서는 사진을 촬영한다.

[활용시기] : 기본계획 검토 시(정비계획, 하도계획)에 활용한다.



그림 2. 전 사업구간의 개요에 대한 모식도

① 계획 시의 체크리스트(계류환경 개요의 확인)

No.

[사용목적] : 사방사업을 검토하는 계류를 대상으로 산천어의 생활사를 파악하고, 양호한 환경 이나 개선하여야 할 환경 등의 개략적인 내용을 파악한다.

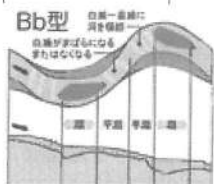
[체크범위] : 사방사업을 실시하는 계류의 전 구간을 대상으로 하여 확인한다.

[사용방법] : 산천어의 관점에서 보전하여야 할 장소나 개선하고 싶은 장소 등을 확인하고, 체크리스트 및 지형도에 정보를 기입한다. 필요에 따라서는 사진을 촬영한다.

[활용시기] : 기본계획 검토 시(정비계획, 하도계획)에 활용한다.

계류명칭		조사구간			
기입일시	년 월 일	조 사 원			
유역개요	유로연장	km	유역면적	km ²	

2-1. 계류의 형태를 구분하고, 산천어의 생활사를 파악하며, 사방계획구간의 범위를 기재한다.

사방계획구간								
계류의 유역구분	상류		중류			하류		
	상류	중간 지류	중류	중하류		하류		
계류생태학에 의한 구분	Aa형	Aa-Bb이행형	Bb형	Bb-Bc이행형		Bc형		
								
사방공학에 의한 구분	구분 M	구분 1	구분 2		구분 3			
			2-1	2-2				
								
계상재료	다양함	2cm 이상	3cm~1cm	1cm~0.3mm	0.3mm 이하			
계상물매	다양함	1/60~1/400	1/400/1/5,000		1/5,000~			
지 형 구 분	산간지역	선상지						
			곡지평야					
			자연제방지대					
								삼각주
산천어의 생활사에 의한 구분		①소상환경, ②월하(越夏)환경						
	③산란·부화환경							
	④성장환경, ⑤월동환경							
		⑥강해(降海)환경						

2-2. 사회상황

●내수면 어업권의 설정	있음	없음	불분명		
●보호수면 등의 유무	보호수면	자원보호수면	기타 규제	구제 없음	
●산천어의 방류	있음	없음	불분명		

2-3. 어류의 생식상황

2) 설계 시의 체크리스트(어류의 생식환경에 대한 간편한 확인)

[사용목적]

기본설계를 검토하기 위하여 계류환경을 파악하고, 설계에 필요한 각종 조사내용을 판단한다.

기본설계 시에는 「설계 시의 체크리스트」를 사용하여 사방사업 등을 실시할 구간의 「계류의 상황」에 대하여 기재하고, 산천어의 생식환경을 파악하는 데에 필요한 조사항목을 판단한다.

이 체크리스트는 계류환경의 개항이 정리된

것이기 때문에 관계자와의 협의과정 시의 기초자료나 각종 조사 및 계획 설계업무를 위탁 발주할 때의 시방서 정보로 활용할 수 있다.

[체크범위] : 사방계획구간을 대상으로 평면·횡단형상 등과 같이 계류의 상황이 변화하는 구간별로 체크한다.

[사용방법] : 계획 시의 체크리스트 및 개항파악조사에 근거하여 평면·횡단형상 등과 같이 계류의 상황이 변화하는 구간별로 계류의 정보를 기입하고, 각각의 환경을 체크한다. 그리고 그 결과로부터 산천어의 생활환경을 판단하여 필요한 조사항목을 선정한다.

[활용시기] : 기본계획 검토 시(기슭막이설계, 시설설계)에 활용한다.

② 설계 시의 체크리스트(어류의 생식환경) No.

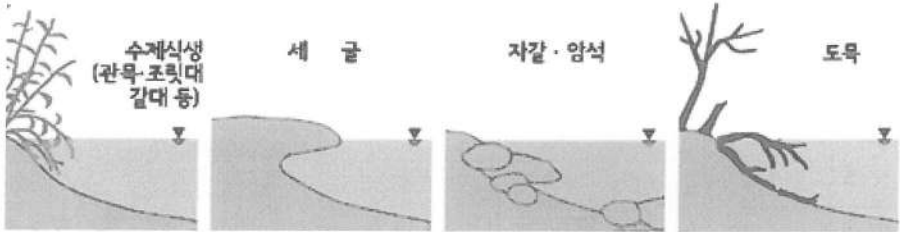
[사용목적] : 기본설계를 검토하기 위하여 계류환경을 파악하고, 설계에 필요한 각종 조사내용을 판단한다.

[체크범위] : 사방계획구간을 대상으로 평면·횡단형상 등과 같이 계류의 상황이 변화하는 구간별로 체크한다.

[사용방법] : 계획 시의 체크리스트 및 개항파악조사에 근거하여 평면·횡단형상 등과 같이 계류의 상황이 변화하는 구간별로 계류의 정보를 기입하고, 각각의 환경을 체크한다. 그리고 그 결과로부터 산천어의 생활환경을 판단하여 필요한 조사항목을 선정한다.

[활용시기] : 기본계획 검토 시(기슭막이설계, 시설설계)에 활용한다.

계류명칭		조사구간	
기입일시	년 월 일	조 사 원	

계류의 상황	
계류의 형태	Aa형 · Aa-Bb 이행형 · Bb형 · Bb-Bc 이행형 · Bc형
구 분	구분 M · 구분 1 · 구분 2-1 · 구분 2-2 · 구분 3
주요 계상재료	암반 · 진흙(0.074mm이하) · 모래(0.074~2mm) · 자갈(2~100mm) · 암석(100~500mm) · 거석(500mm 이상)
평 면 형 상	직선구간 · 만곡구간(수충부) · 분류지점 · 합류지점 · 기타()
횡 단 형 상	제방 · 계안단구 · 산록 · 기타()
배후지 이용	상업지역 · 공업지역 · 주택지역 · 공원녹지 · 농업지역 · 산림 · 기타()
소(沼), 여울의 분포	분포하지 않음 · 부분적으로 분포함 · 명확하게 분포하고 있음
계안의 물매	[우안] 5%보다 급함 · 물매 5~20% · 20%보다 완경사임
	[좌안] 5%보다 급함 · 물매 5~20% · 20%보다 완경사임
	[우안] 수제 식생 · 계안림 · 콘크리트블록 · 세굴 · 자갈 · 암석 · 도목
	[좌안] 수제 식생 · 계안림 · 콘크리트블록 · 세굴 · 자갈 · 암석 · 도목
계안 · 수제의 형상	

필요한 조사		
소상 · 월하(越夏) 환경조사	횡단공작물	낙차, 월류(직하)수심 등, 횡단공작물의 물리환경 파악
	어도	어류의 어도 사용상황 파악 어도의 유황이나 토사, 유목의 퇴적상황 등의 파악
	소 · 여울	어류가 월하할 수 있는 소와 여울의 분포상황 조사와 월하할 수 있는 장소의 분포 확인
산란 · 부화(孵化) 환경조사	산란장소	연어과 어류의 산란장소 분포 파악 산란장소로 적합한 계상재료나 하도지형의 유무 확인
성장 · 월동(越冬)	유어생식상황	치어의 생식장소 확인
	월동	월동 개체수나 월동장소가 되는 장소의 분포상황 파악

3) 모니터링 시의 체크리스트(사업효과의 확인)

[사용목적]

사방공사의 효과 및 영향을 간단하게 평가한다.

「모니터링 시의 체크리스트」에서는 사방공사 전후의 계류 물리환경을 체크한다. 그림 3과 같이 공사가 생물에 미치는 영향을 파악하여 목표와 현상과의 차이를 분석함으로써 사방공사를 평가할 수 있다.

[체크범위] : 사방공사 실시구간 중에서 특별히 환경이 양호한 곳이나 환경복원을 시도한 곳을 선정하여 각각의 환경을 체크한다.

[사용방법] : 공사 전후에 지속적으로 계류환경을 체크하고, 사진을 촬영하여 경년변화를 파악한다. 또한, 그 결과로부터 사방공사의 영향과 효과를 평가하고, 문제가 있으면 개선조치를 재검토한다.

[활용시기] : 사방공사 실시 전후와 같은 계절에 활용한다.

[기타] : 계상재료의 구분은, 암반·진흙(0.074mm 이하)·모래(0.074~2mm)·가는 자갈(2~20mm)·중간 자갈(20~50mm)·굵은 자갈(50~100mm)·작은 돌(100~200mm)·중간 돌(200~500mm)·큰 돌(500mm 이상)로 한다.

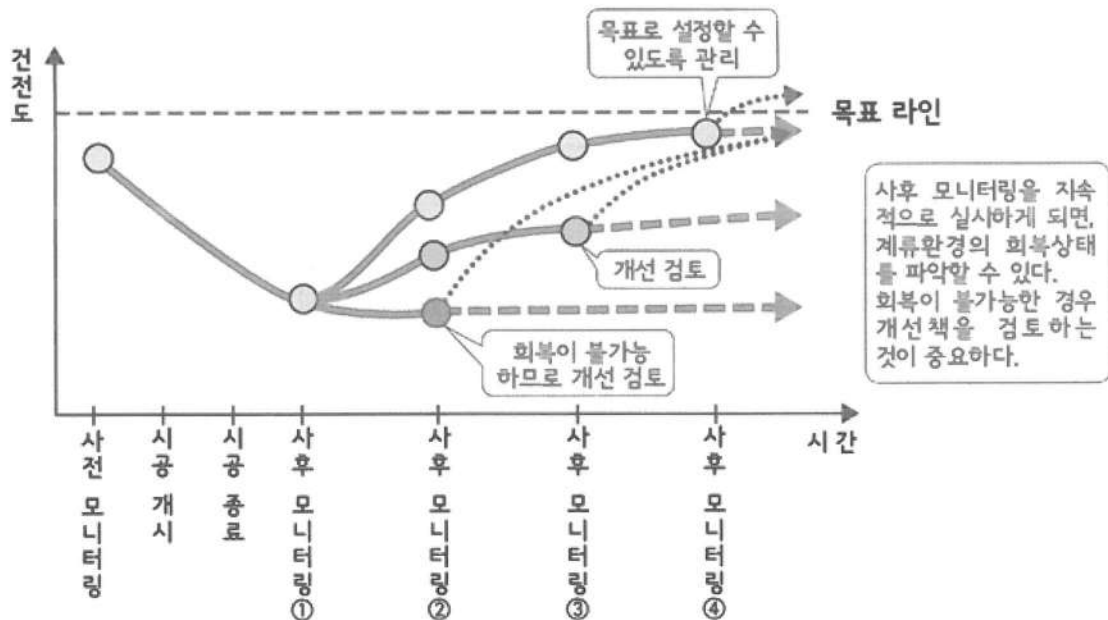


그림 3. 사업효과의 확인에 대한 이미지도

③ 모니터링 시의 체크리스트(어류의 생식환경)

No.

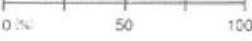
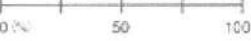
[사용목적] : 사방공사의 효과 및 영향을 간단하게 평가한다.

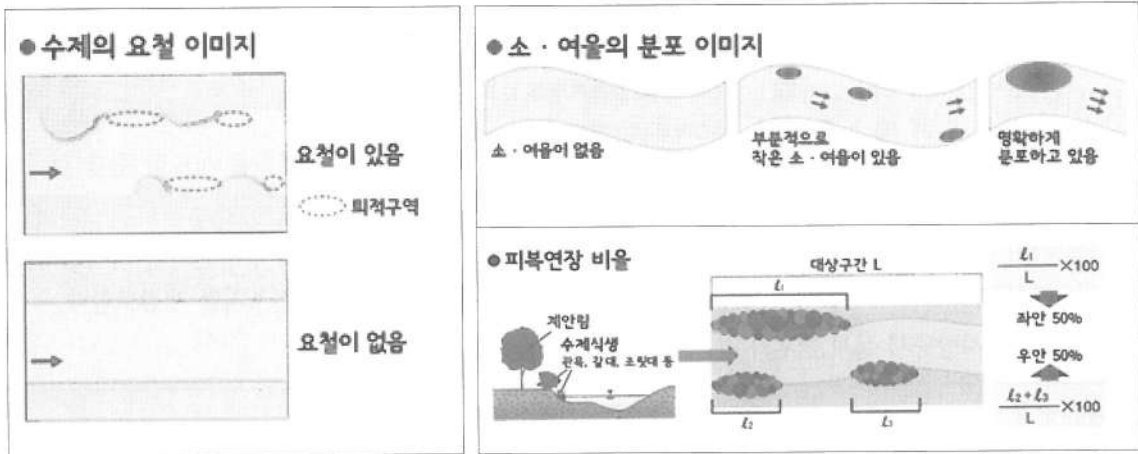
[체크범위] : 사방공사 실시구간 중에서 특별히 환경이 양호한 곳이나 환경복원을 시도한 곳을 선정하여 각각의 환경을 체크한다.

[사용방법] : 공사 전후에 지속적으로 계류환경을 체크하고, 사진을 촬영하여 경년변화를 파악한다. 또한, 그 결과로부터 사방공사의 영향과 효과를 평가하고, 문제가 있으면 개선조치를 재검토한다.

[활용시기] : 사방공사 실시 전후와 같은 계절에 활용한다.

계류명칭		조사구간	
기입일시	년 월 일	조 사 원	

조사항목	조사일시	년 월 일	조사일시	년 월 일	사전사후의 변화
		사전 · 사후 년차		사전 · 사후 년차	
계상재료		암반 · 진흙(0.074mm이하) 모래(0.074~2mm) 가는자갈(2~20mm) 중간자갈(20~50mm) 굵은자갈(50~100mm) · 작은돌(100~200mm) 중간돌(200~500mm) · 큰돌(500mm 이상)		암반 · 진흙(0.074mm이하) 모래(0.074~2mm) 가는자갈(2~20mm) 중간자갈(20~50mm) 굵은자갈(50~100mm) 작은돌(100~200mm) 중간돌(200~500mm) 큰돌(500mm 이상)	있음 · 없음
소 · 여울의 분포		없음 · 부분적으로 분포함 명확하게 분포하고 있음		없음 · 부분적으로 분포함 명확하게 분포하고 있음	단순화 · 복잡화 변화 없음
계안의 상황 (우안)	수제의 구조	토사가 퇴적하여 요철이 생김 협착부가 없고, 거의 직선적임		토사가 퇴적하여 요철이 생김 협착부가 없고, 거의 직선적임	단순화 · 복잡화 변화 없음
		수제식생 · 계안림 · 암석 콘크리트블록 · 세굴 · 도목		수제식생 · 계안림 · 암석 콘크리트블록 · 세굴 · 도목	단순화 · 복잡화 변화 없음
	수제식생의 비율	관목 · 갈대  조릿대 등 우안 피복연장 비율		관목 · 갈대  조릿대 등 우안 피복연장 비율	증가 · 감소 변화 없음
기타 (주의점 등)					



3. 참고문헌

- 1) 多自然川づくり研究会, 2008, 多自然川づくりポイントブックⅡ -川の營みを活かした川づくり-, 財團法人リバーフロント整備センター, 122pp.
- 2) 北海道河川環境研究会, 2010, 魚のすみやすい川づくりガイド -サクラマスを代表種として-, 財團法人北海道建設技術センター, 142pp.



기술정보(일본)

일본 북해도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(2) —어류와 계류환경에 대한 각종 조사—

전근우/서정일

강원대학교 산림환경과학대학 / 공주대학교 산업과학대학 교수

일본에서는 환경, 관광 및 건강 등을 키워드로 한 다양한 계류복원사업이 최근 들어 전국적으로 진행되고 있지만, 홋카이도에서는 이전부터 사람과 자연의 공생을 도모하기 위하여 환경의 보전과 창조를 위한 계류복원사업이 진행되어 왔다(北海道河川環境研究會, 2010).

한편, 산지계류의 환경특성은 현지답사, 문헌조사 및 청취조사 등을 통한 자연환경을 파악하는 것이 중요하며, 이에는 개황파악조사, 생활사를 고려한 환경조사 및 모니터링조사가 포함되어야 한다. 따라서 어류와 계류환경에 대한 조사항목, 조사시기, 개황파악조사, 소상·월하(越夏)환경조사, 산란·부하환

경조사, 성장·월동환경조사 및 모니터링조사 등에 대하여 정리하였다. 한편, 이 자료는 한국연구재단의 기본연구지원사업(과제번호 2013R1A1A2011515)에 의하여 진행된 연구결과의 일부이다.

1. 조사항목

각종 조사는 표 1에서 알 수 있듯이 개황파악조사, 생활사를 고려한 환경조사 및 모니터링조사로 구분된다. 또한, 어류포획조사 시에는 사전에 특별포획허가를 지방자치단체장에게 신청하도록 규정하고 있다.

표 1. 조사항목의 선정표

		조사항목	조사목적과 개요	기본계획단계	기본설계 실시설계 단계	시공 및 유지관리 단계
개황파악조사	자료수집	문헌조사 청취조사	- 기존문헌이나 청취조사로부터 유역 내에 서식하는 어류 등을 파악하여 조사계획입안에 활용한다. - 문헌이나 과거의 항공사진으로부터 이전의 하도 상황이나 소여울의 분포를 파악하고, 현재의 계안식생이나 토지이용상황을 파악한다.	◎		

		조사항목	조사목적과 개요	기본계획 획단계	기본설계 설시설계 단계	시공 및 유지관리 단계
개황파 악조사	현지 개요조사	어류상(相) 조사	• 유역에 서식하는 어종을 파악한다. • 어류의 소상 상황을 파악한다.	◎		
		계류환경 개요조사	• 서식환경, 월하환경이 되는 장소에 대한 분포상 황을 파악한다. • 소상을 저해하는 공작물을 확인한다.	◎		
생활사 를 고려한 환경조 사	소상·월 하 환경조사	횡구조물 조사	• 낙차, 월류수심, 직하수심 등, 횡구조물의 물리 환경을 파악한다.		○	
		어도조사	• 성어(成魚)의 어도 사용여부를 파악하고, 어도의 현황이나 토사유목의 퇴적상황 등을 파악한다.		○	
		소(沼)· 여울조사	• 성어가 월하할 수 있는 소여울의 분포상황과 월 하장소가 되는 곳의 분포상황을 확인한다.		○	
	산란·부 하 환경조사	산란상(相) 조사	• 어류의 산란상 분포를 확인한다. • 산란상으로 적합한 계상재료나 하도지형의 유무 를 확인한다.		○	
		치어서식 상황조사	• 치어의 서식장소를 확인한다.		○	
		월동조사	• 월동 개체수나 월동장소가 되는 곳의 분포상황 을 파악한다.		○	
모니터링 조사		서식밀도 조사	• 사업 전후의 개체수 변화를 파악한다.			○
		기타 조사	• 사업목적이나 공사내용, 서식환경 등을 고려 하여 필요한 조사를 실시한다.			○

2. 조사시기

어류의 생활사별 조사항목과 조사시기를 표 2에 정리하였다. 물리환경조사는 시기와 관계 없이 실시할 수 있지만, 산란조사나 월동조사

등은 특정 계절에 이루어지는 행동이기 때문에 조사시기가 한정된다. 또한, 산란시기는 지역에 따라 차이가 있기 때문에 조사 시에 계획을 확실하게 입안하는 것이 중요하다.

표 2. 어류의 조사일정표

조사항목			4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월
개황조사	현지 개요조사	어류상(相) 조사												
		계류환경 개요조사												
생활사를 고려한 환경조사	소상·월하 환경조사	황구조물 조사*												
		어도조사 (물리환경)												
		어도조사 (이용상황)												
		소(沼)·여 울조사												
	산란·부하 환경조사	산란상(相) 조사												
	성장·월동 환경조사	치어서식 상황조사												
		월동조사												
	강해(降海) 환경	황구조물 조사*												
모니터링조사		생식밀도 조사												

*황구조물조사는 소상강해(降海)환경을 함께 조사한다.

*치어서식환경조사를 다년도에 걸쳐 실시할 경우에는 같은 시기에 조사한다.

*황구조물조사는 소상강해(降海)환경을 함께 조사한다.

*치어서식환경조사를 다년도에 걸쳐 실시할 경우에는 같은 시기에 조사한다.

*황구조물조사는 소상강해(降海)환경을 함께 조사한다.

*치어서식환경조사를 다년도에 걸쳐 실시할 경우에는 같은 시기에 조사한다.

 조사적기(한정)
 조사적기

3. 개황파악조사

기본계획을 책정할 때에는 자료수집이나 현지개요조사에 의하여 계류환경에 대한 개요를 파악하고, 어류의 생활환경을 추측한다.

1) 자료수집

[조사목적]

유역에 서식하고 있는 어종이나 계류환경을 파악하여 조사계획을 입안하는 데에 활용할 목적으로 문헌조사·청취조사를 실시한다.

[조사방법]

① 문헌조사

- 계류 수변의 국세조사(國勢調査)(國土交通省河川局河川環境課, 2006) 등, 과거에 유역 내에서 실시된 어류와 계류환경 조사 자료를 수집하여 해당 계류에 서식할 수 있는 어종명(魚種名)을 확인한다.
- 항공사진이나 기존의 조사자료로부터 현재의 하도상황인 세그먼트 구분, 소·여울의 분포 등이나 유황, 감수(減水)구간 등, 황구조물(바닥막이, 골막이, 사방댐 등) 및 계안식생을 파악한다. 또한, 가능한 범위 내에서 과거의 항공사진이나 지형도 등을 이용하여 이전의 하도상황이나 소·여울의 분포상황을 파악한다.
- 필요에 따라 유역 주변의 토지이용상황, 식생상황 및 지질상황 등에 관한 기존자료를 수집하여 정리한다.

② 청취조사

- 필요에 따라 어업 관계자, 지역 관계자 등을

대상으로 청취조사를 실시하여 해당 계류의 어류에 대한 서식상황이나 유의사항 등의 정보를 파악한다.

2) 현지개황조사

[조사목적]

유역의 환경이나 서식하고 있는 어종을 파악하여 조사계획을 입안하는 데에 활용할 목적으로 현지개황파악조사를 실시한다.

[조사시기]

기본계획단계

[조사방법]

① 어종상조사

- 필요에 따라 계류 수변의 국세조사(國勢調査)(國土交通省河川局河川環境課, 2006)에 준한 어류조사를 실시하여 해당 계류에 서식하는 어종을 확인한다.

② 계류환경개황조사

- 사전에 확인한 정보를 참고로 소·여울 분포 등의 하도상황이나 황구조물 등의 개략적인 확인을 1/10,000 ~ 1/25,000 지도 수준에서 실시한다.
- 문헌조사나 청취조사에 의하여 획득한 정보를 계류정보도(多自然川づくり研究會, 2008) 등에 정리한다.

3) 계류환경의 표기방법 ②

면도 및 단면도에 대한 구분방법은 다음의 표 3과 같다.

계류생태학에 있어서 계류형태별 특징과 평

표 3. 계류생태학에 있어서 계류형태의 구분(川那와 水野, 1989)

Aa형	하나의 사행구간에 소와 여울이 2개 이상 있고, 소와 여울의 낙차가 큰 형태로, 상류에서 발견된다.	■ 평면도 ■ 단면도
Bb형	하나의 사행구간에 소와 여울이 1개씩 있고, 작은 낙차가 파도 모양으로 유입되는 형태로, 중간유역에서 발견된다.	■ 평면도 ■ 단면도
Bc형	하나의 사행구간에 소와 여울이 1개씩 있고, 작은 낙차가 파도치지 않는 모양으로 유입되는 형태로, 하류에서 발견된다.	■ 평면도 ■ 단면도

Aa형



사츠나이가와(札内川)

Bb형



맛카리가와(眞狩川)

Bc형



무카와(鵜川)

4. 소상·월하(越夏)환경조사

1) 횡구조물조사

[조사목적]

어류가 소상할 수 있는 구조물인지에 대한 여부를 확인하기 위하여 계류에 설치된 횡구조물의 구조를 조사한다. 또한 동시에 강해(降海)시의 영향에 대하여도 확인한다.

[조사시기·회수] 5~11월, 1회

[조사방법]

각 횡구조물에 있어서 「방수로 밑면에서 계상까지의 높이」, 「방수로 밑면에서 수면까지의 높이」, 「구조물 직하부의 최대수심」, 「월류수심」을 계측한다.



사진 1. 횡구조물의 조사·계측지점



사진 2. 횡구조물조사

2) 어도조사

[조사목적]

설치되어 있는 어도가 유효하게 기능하고 있는가를 조사한다.

[조사시기·회수] 5~11월, 1회

[조사방법]

횡구조물에 어도가 설치되어 있는 경우 어도의 기능을 파악하기 위한 물리환경조사를 실시한다. 어도의 유입구·중심부·유출구의 수심을 계측하여 어도 내의 수량을 파악하고, 또한 어도 내에 유목 등의 포착 여부 등, 어류의 소상이 가능한 상태인지를 파악한다.

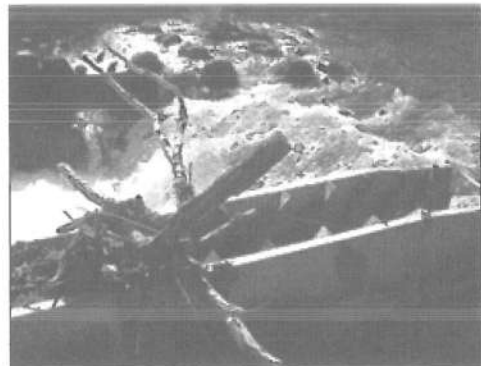


사진 3. 횡구조물과 어도

[기타 조사방법]

어도의 물리환경을 조사하는 것을 「어도조사」라고 하지만, 어류의 어도 사용여부를 확인하는 것을 의미하기도 한다. 어도의 조사방법에는 다음과 같은 세 가지 패턴이 있고, 조사시기는 8~9월로 조사회수는 현장에 따라 판단한다.

- ① 어도에 망(트랩)을 설치하여 소상하는 어류를 포획한다.
- ② 조사대상 어도의 상하류에서 치어의 서식밀도나 성어(成魚)의 숫자(산란 후에 죽

은 치어를 포함)를 비교한다.

- ③ 어도의 상류 쪽에서 성어나 산란장소의 숫자를 확인한다.

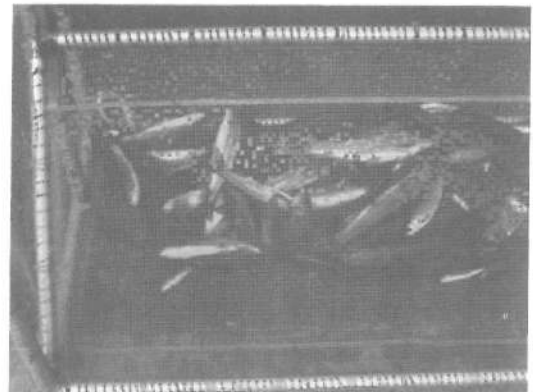
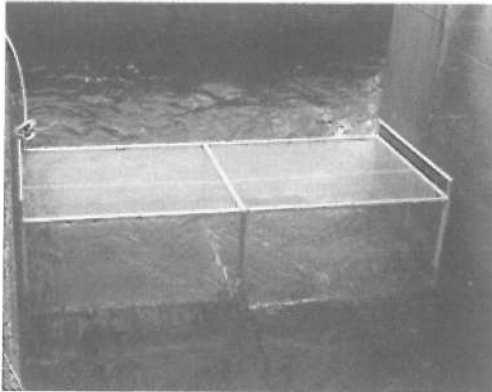


사진 4. 어도 조사방법

3) 소(沼)·여울조사

[조사목적]

성어(成魚)의 월하장소 및 치어의 서식장소를 확인하여 보전하여야 할 장소를 파악할 목적으로 계류 내의 소(沼)·여울 등의 분포상황을 조사한다.

[조사시기·회수]

5~11월, 1회

[조사방법]

① 소(沼)·여울의 분포상황조사

- 계류를 답사하여 소·여울의 위치를 도면에 기록한다. 또한, 각 소·여울의 대표적인 장소에서 수심·유속·계상재료 등을 측정한다.

② 서식장소조사

- 수제(水際)나 수중에 분포하고 있는 서식장소에 대하여 종류·위치·수심(필요에 따라 유속)을 계측한다. 수제의 서식장소는 수면으로부터 50cm 이내를 대상으로 조사하며, 계안으로부터 서식장소의 선단까지의 거리도 계측한다. 또한, 성어가 확인된 경우에는 그 장소를 기재한다. 수심(유속)은 1장소에서 3지점 정도를 계측하고, 필요에 따라서는 수심과 함께 유속을 계측한다.

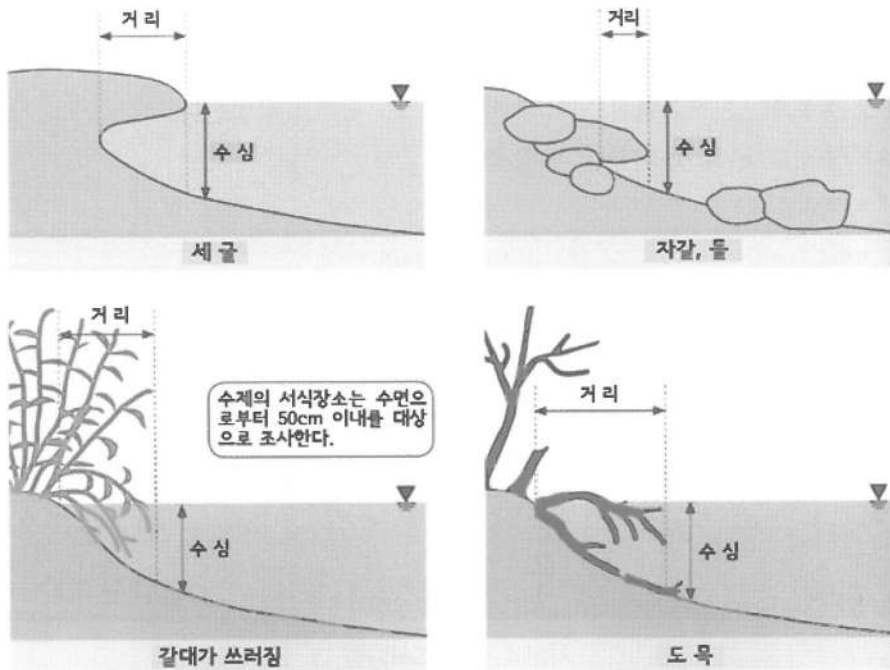


그림 1. 주요 서식장소의 종류

[조사 시의 유의사항]

- 여울의 수심유속은 여울의 시작, 중간 및 끝 지점 등, 3지점에서 계측한다.
- 계상재료는 표 4에 제시한 계류 수변의 국세조사의 구분을 사용한다.
- 가능하면 갈수기에 조사하는 것이 좋다.
- 서식장소 조사 시의 수심(유속)은 1개소에서 3지점 정도를 계측한다.

표 4. 계상재료의 구분(國土交通省河川局河川環境課, 2006)

계상재료의 구분			
계상재료	입경 등	계상재료	입경 등
암반	암반·콘크리트	굵은 자갈	50~100mm
진흙	0.074mm 이하	작은 돌	100~200mm
모래	0.074~2mm	중간 돌	200~500mm
가는 자갈	2~20mm	큰 돌	500mm 이상
중간 자갈	20~50mm		

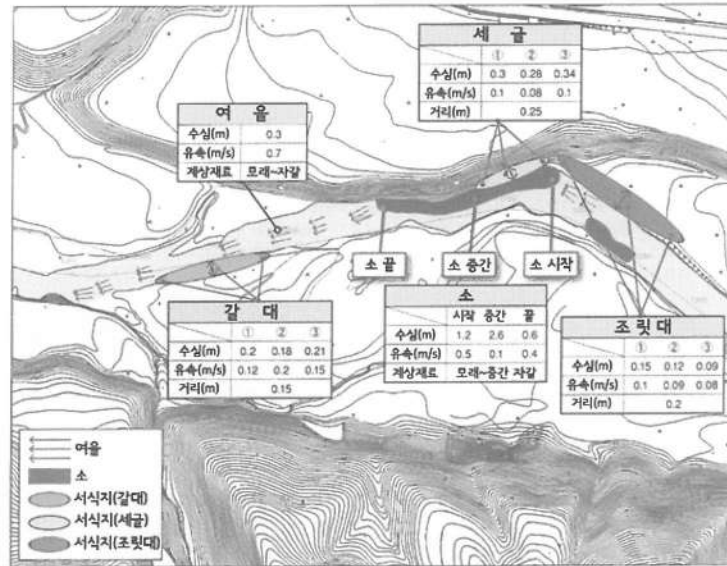


그림 2. 소(沼) · 여울조사의 이미지도

5. 산란 · 부화환경조사

1) 산란장소조사

[조사목적]

산란장소가 많은 곳이나 산란장소로 되기 쉬운 장소 등, 보전하여야 할 곳을 파악할 목적으로 산란장소의 분포상황을 조사한다.

[조사시기 · 회수] 8월 하순~10월, 2회 이상 실시하는 것이 바람직함

눈으로 직접 하도 내의 산란장소를 확인하여 그 위치, 폭과 길이(어종에 따른 산란장소의 차이를 확인하기 위하여 계측), 수심, 유속, 수온 및 계상재료의 구성비 등을 기록한다. 단, 산란장소는 산란 후 1주일이 경과하면 녹조가 발생하여 분별할 수 없기 때문에 조사시기에 주의하여야 한다.

① 어종에 따른 산란상의 차이

- 어종에 따라 산란하는 장소가 다르지만, 산란하기 적합한 장소가 소상하기 어려운 환경일 때에는 다른 어종이 같은 곳에 산란하는 경우도 있다. 일반적으로 몸집이 큰 어류는 작은 어류에 비하여 산란장소가 큰 특징이 있다. 계안 쪽의 식생이 있는 곳을 선택하는 어종이 있는 반면, 서식장소에 의존하지 않고 계류의 중앙에 산란하는 어종도 있다(柳井 등, 1996).

② 뜬 돌과 가라앉은 돌

• 뜬 돌

돌과 돌이 겹쳐 있어서 돌 사이에 공극이 많고, 모래와 진흙에 의해 묻혀 있지 않은 상태의 돌

• 가라앉은 돌

일부가 모래와 진흙에 묻혀있는 상태의 돌

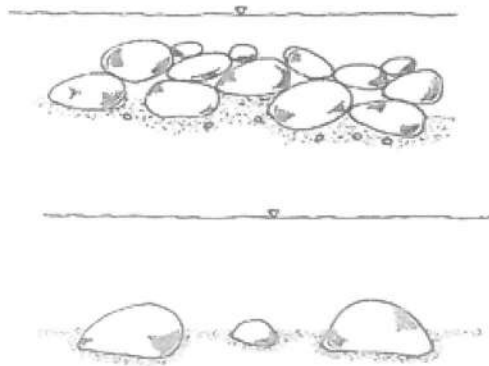


그림 3. 뜬 돌과 가라앉은 돌

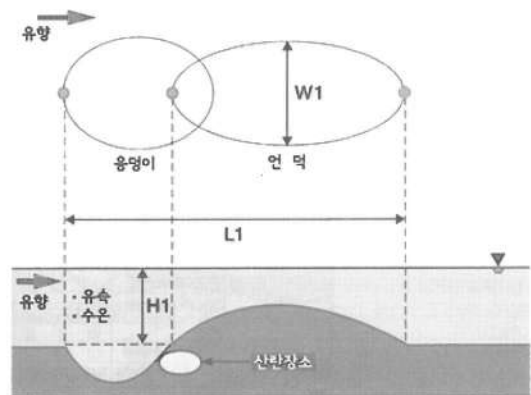


그림 4. 산란장소를 측정하는 장소

- 산란장소에 미세 모래가 퇴적될 경우, 알의 생존율이 현저하게 저하된다(山田和中村, 2001). 따라서 산란장소는 물이 잘 통과하고 뜬 돌이 많아 공극이 풍부한 장소이어야 한다.

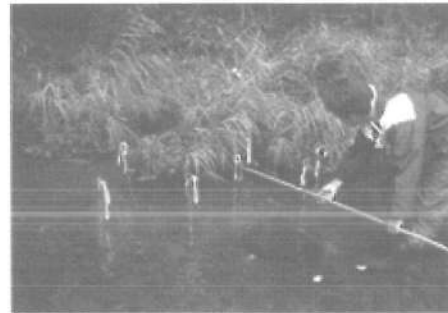


사진 4. 조사 풍경



그림 5. 산란장소의 조사결과 이미지도

6. 성장 · 월동환경조사

1) 치어서식상황조사

[조사목적]

치어가 대상 계류의 어떠한 곳을 이용하여 서식하고 있는가를 확인하고, 보전하여야 할 계류환경을 파악할 목적으로 치어를 포획하여 조사한다.

[조사시기 · 회수] 6~7월 · 9월, 연 2회

- 치어의 서식상황을 다년간에 걸쳐 조사할 경우에는 매년 같은 시기에 조사를 실시할 것.

- 6~7월에는 당년도에 태어난 어류와 전년도에 태어난 어류가 함께 서식하고 있음.
- 치어가 9월 조사에서는 6~7월보다 성장하게 되며, 당년도에 부화된 어류도 나타남.
- 6~7월과 9월의 조사자료는 서식환경의 변화나 포획, 자연감소, 이동 등의 영향에 의하여 차이가 나타남.

[조사방법]

「계류수변의 국세조사」에 준하여 조사구간을 구분한 후, 각각의 환경구분별로 어류를 포획한다. 이어서 어종, 포획숫자, 체장(필요에 따라 체중) 등을 기입하고, 성어가 포획된 경우는 그 위치를 기록한다. 가능하면 물고기에 피해가 적은 조사방법을 선택하는 것이 바람직하다.

표 5. 주요 조사방법별 적합한 환경

주요 조사방법	적합한 환경
투 망	소형의 소(沼), 수심이 얇은 장소, 편평한 여울 등이 있는 장소
전기충격기	도하가 가능한 중소규모의 하천

※ 전기충격기는 물고기에게 미치는 영향이 크기 때문에 가능하면 낮은 전압의 것으로 조사하며, 사용할 때에는 관계기관과 사전협의 하에 결정할 것.



사진 5. 투망과 전기충격기를 이용한 어류포획

2) 월동조사

[조사목적]

동절기에 치어가 월동할 수 있는 장소를 확인한 후, 보전하여야 할 계류환경을 파악할 목적으로 월동장소가 될 수 있는 곳의 분포조사나 포획조사를 실시한다.

[조사시기 · 회수] 12~2월, 1회

[조사방법]

① 월동장소조사

월동장소가 되는 곳을 월하 시와 마찬가지로 조사한다. 눈사태에 의하여 형성되는 월동장소도 조사대상으로 한다.

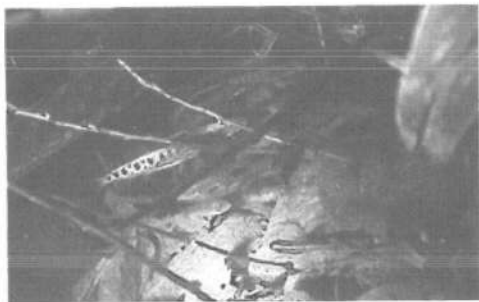


사진 6. 수변에서 공급된 식물체와 치어

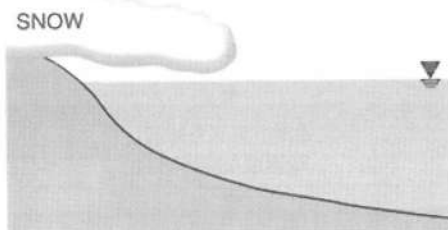


그림 6. 눈사태로 형성되는 월동장소

[조사방법]

② 포획조사

월동장소의 조사결과를 참고로 하여 해당 장소에서 치어를 포획 조사한다.

조사는 일평균최고수온이 5℃ 이하인 시기에 실시한다. 전기충격기 등을 사용하여 조사구역 내의 계안에 생육하고 있는 하초·눈 아래·돌 밑 등을 중점적으로 조사하며, 포획숫자·체장(필요에 따라 체중)·포획위치를 기록한다.



사진 7. 치어의 월동장소

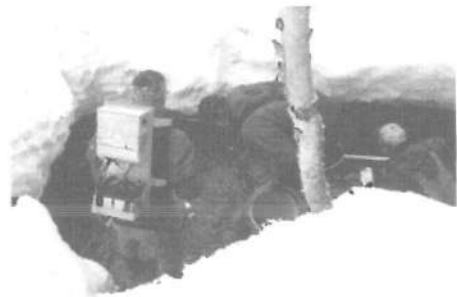


사진 8. 포획조사

7. 모니터링조사

실시사업의 효과나 계류환경에 미치는 영향을 확인할 경우, 시공 이전(사전)과 시공 이후(사후)에 동일한 방법으로 조사를 실시하여 비교한다. 주요 방법으로는 치어의 서식숫자를 지표로 하여 비교하는 서식밀도조사가 있다.

사전 및 사후조사에 의하여 획득한 정보를 참고로 개선한 하도의 중단형상과 계류공작물의 공법·구조를 평가 검증한 후, 실시 중인 사업내용을 개선한다. 또한, 이것들을 피드백 하는 것이 중요하다.

사후 모니터링조사에서는 당초 예상한 계류환경(목표치)과 현상과의 차이를 체크한다. 목표와 현상과의 차이가 클 경우에는 사업내용을 개선하여야 한다.

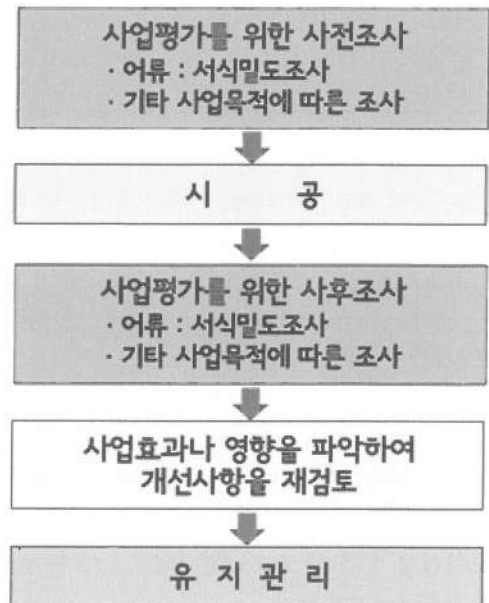


그림 7. 사업과 모니터링조사의 흐름도

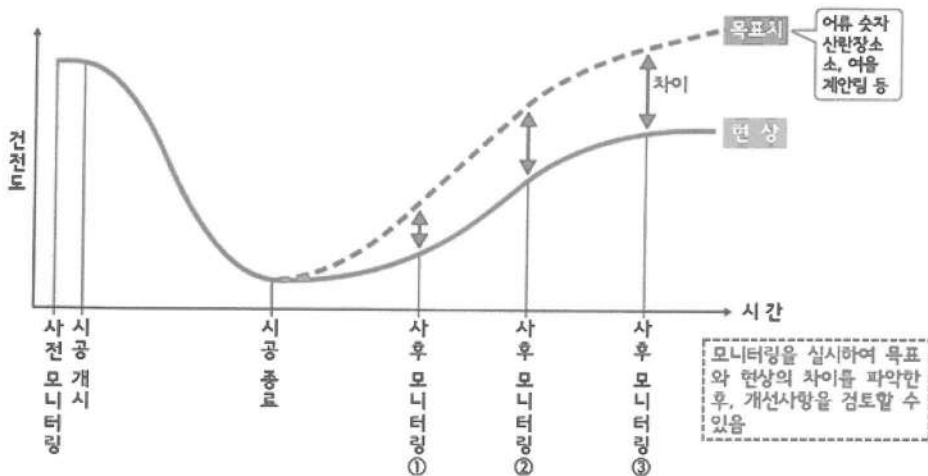


그림 8. 사후 모니터링조사에 의한 사업평가

1) 「모니터링 시의 체크리스트」에 의한 간단한 조사

[조사목적]

사방공사의 효과 및 영향을 간단하게 평가할 목적으로 사업 전후에 실시한다.

[조사시기 · 회수]

년 1회(사방공사 실시 전후의 같은 계절)

[조사방법]

「모니터링 시의 체크리스트(사업효과의 확인)」를 사용하여 평가한다.

2) 서식밀도조사

[조사목적]

계류의 중요도에 따라 계류환경의 정량적인 평가가 필요한 경우에는 치어의 서식밀도조사를 「모니터링 시의 체크리스트」에 의하여 실시한다.

[조사시기 · 회수]

6~7월 · 9월, 연 2회(사전 사후에 조사)

[조사방법]

조사는 소(沼)와 여울이 한 세트가 된 범위(단위 형태)에서 실시한다. 제거법(安藤 등, 2002)이나 petersen법(水野, 1993), 잠수관찰법(國土交通省河川局河川環境課, 2006) 등, 계류의 상황에 따라 적합한 조사방법으로 서식밀도를 파악한다.

[조사사례]

① 제거법

30분마다 수차례에 걸쳐 투망 등을 사용하여 어류를 포획하고, 포획숫자의 감소곡선을 작성하여 서식 개체수를 추정한 후, 투망의 면적을 이용하여 단위면적당 서식밀도로 변환한다.

② petersen법

투망 등을 사용하여 어류를 포획하고, 표식을 붙인 후에 방류하고, 재차 포획을 실시하여 표식어가 포함된 비율로부터 서식밀도를 산출한다. 추정개체수(N)는 첫 번째 포획숫자(M)와 두 번째의 총포획숫자(m) 중 표식어류의 숫자(n)에 의하여 산출한다.

③ 잠수관찰법

투명도가 높은 곳이나 투망을 사용할 수 없는 경우에 유효한 방법이다. 수경, 스노클, 잠수복 등을 착용한 후 수중에서 직접 관찰한다. 급류나 수심이 깊은 곳에서는 위험하기 때문에 조사경험이 풍부한 전문가가 실시하도록 한다.



3) 기타 사업목적에 따른 조사

필요할 경우 사업목적에 따른 조사를 실시한다. 예를 들면, 횡구조물을 설치한 경우에는 성

어가 소상하는지를 조사할 목적으로 어도나 산란장소를 조사할 필요가 있다.

[조사사례]

어도조사, 산란장소조사, 소(沼)·여울조사, 생물조사(식성조사·유하곤충조사 등)

8. 참고문헌

- 1) 国土交通省河川局河川環境課, 2006, 平成18年度版 河川水邊の國勢調査基本調査マニュアル 河川版, 財團法人リバ・フロント整備センター, 102pp.
- 2) 多自然川づくり研究會, 2008, 多自然川づくりポイントブックⅡ -川の營みを活かした川づくり-, 財團法人リバ・フロント整備センター, 122pp.
- 3) 柳井清治・永田光博・積丹川共同調査グループ, 1996, 河川改修がサクラマス(Oncorhynchus masou)の産卵環境に及ぼす影響, 砂防學會誌 49(4): 15-21.
- 4) 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 -サクラマスを代表種として-, 財團法人北海道建設技術センター, 142pp.
- 5) 山田浩之・中村太士, 2001, 微細砂堆積による河床透水性の低下がサクラマス卵の生存率に及ぼす影響, 日本林學會北海道支部論文集 49: 112-114.
- 6) 水野信彦, 1993, 河川生態環境工學 -魚類生態と河川計劃: 標識・再捕法(ピーターセン法)-, 264-266.
- 7) 安藤大成・宮腰靖之・竹内勝己・永田光博・柳井清治・北田修一, 2002, 都市近郊の河川におけるサクラマス幼魚の遊漁による釣獲尾數の推定, 日本水産學會誌 68: 52-60.



소나무 천연림 관리방안

이 경 재

국립산림과학원 산림생산기술연구소

1. 서언

우리나라의 산림은 최근 여러 요인으로 많은 어려움을 겪고 있다. 그 중에서도 소나무재선충병, 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 푸사리움가지마름병, 참나무시들음병 등으로 많은 피해를 받고 있다. 특히 소나무와 해송은 소나무재선충병으로 인하여 그 존립을 위협받고 있는 실정이다.

우리나라 국토 면적은 현재 10,003천ha이며, 산림 면적은 6,369천ha로서 63.7%에 달한다. 이 중 소나무천연림은 1,447천ha로 산림면적의 22.8%, 소나무인공림은 20천ha로 산림면적의 0.3%를 차지하고 있어 우리나라 소나무림의 대부분은 천연림으로 이루어져 있음을 알 수 있다(산림청, 2012).

소나무 천연림은 다양한 입지적 조건, 임분 유형, 임분밀도, 임목형질을 가진 복잡한 형태로 이루어져 있으며, Ⅲ-Ⅳ영급에 해당하는 소나무가 가장 많이 분포하고 있다. 여러 통계자료에 의하면 최근 소나무림 면적이 급격히 줄어들고 있는 것으로 파악되고 있다. 소나무림의 주요 쇠퇴원인으로는 솔잎혹파리, 소나무

재선충병 등과 같은 산림병충해와 산불에 의한 피해, 산림의 자연 천이과정 및 소나무림 관리의 미흡을 들 수 있다.

소나무 천연림은 높은 임분 밀도와 상층 임분 구조의 단순성으로 인하여 임내에 발생하는 고사목과 더불어 생존해있는 나무의 형질도 매우 낮은 상태이다. 따라서 소나무의 경쟁력과 부가 가치를 높이기 위해서는 소나무 천연림에 대한 질적·양적 개선이 필요하며 현재의 임분상태를 고려한 시업법 개발이 시급한 실정이다.

2. 임분유형별 시업방안

소나무 천연림의 산림생태권역에 따른 주요한 임분유형을 구분하기 위하여 영동지방을 포함하는 강원 북부지역과 강원 남부지역, 경상 남·북도를 포함하는 영남지역, 충청남·북도 및 서해안지역을 포함하는 중부지역으로 구분하여 기존 조사자료와 현지조사를 통하여 소나무 천연림의 식생유형을 다음과 같이 분류하고 시업내용을 정리하였다. 소나무 전형군락, 당단풍군락의 당단풍전형군과 단당풍-충청나무군 등은 임목의 형질과 생장이 양호하여 우량

대경재 생산사업이 가능한 것으로 판단되었다.

－ 강원 북부지역 식생유형별 사업내용

구 분		주요 사업조치 내용
굴참나무군락	싸리-새소군	가지치기, 혼효율 조절, 갱신상 조성, 치수발생 유도
	싸리-줄참나무소군	가지치기, 혼효율 조절, 치수유도
	굴참나무 전형군	가지치기, 혼효율 조절, 하층소나무 생장촉진
당단풍나무군락	당단풍-줄참나무군	하층경쟁목 제거, 치수발생 유도
	당단풍-조릿대군	하층식생(조릿대)제거, 적정 임분밀도 유지(↑)
	당단풍-층층나무군	우량 대경재사업 대상지(천연림보육)
소나무전형군락		우량 대경재사업 대상지(천연림보육) 적정 임분밀도 유지(↓)

－ 강원 남부지역 및 영남지역 식생유형별 사업내용

구 분	주요 사업조치 내용
소나무전형군락	우량 대경재사업 대상지(천연림보육), 적정 임분밀도 유지
굴참나무군락	가지치기, 혼효율 조절, 갱신상 조성, 치수발생 유도
줄참나무군락	적정밀도 유지, 생장 촉진
물박달나무군락	하층 경쟁목 제거, 치수발생 유도
당단풍군락	우량 대경재사업 대상지(천연림보육)
산앵도군락	생장불량지, 적정 임분밀도 유지
조릿대군락	하층식생(조릿대) 제거, 적정 임분밀도 유지

－ 중부·해안지역 식생유형별 사업내용

구 분		주요 사업조치 내용
당단풍군락	당단풍-산딸나무군	밀도조절(↓), 중·하층 활엽수 조절, 천연림개량
	당단풍전형군	우량 대경재사업, 하층관리, 형질개선, 갱신상 조성
상수리나무군락		하층관리, 혼효율 조절, 생장촉진, 속아베기
비목군락		유용활엽수 보육, 가지치기, 천연림개량, 밀도조절(↑)
소나무전형군락		하층식생 유입, 임분무육, 생육단계별 사업가능

3. 시업법 체계화

가. 시업유형 구분

소나무 천연림에 대한 시업유형은 소나무와 활엽수의 혼효정도에 따라 단순림시업형과 혼효림시업형으로 구분하였다. 「지속가능한 산림자원 관리지침」에는 소나무 천연림의 생산목표를 대경재(특수재) 생산만을 규정하고 있으나, 합리적인 시업관리를 위해서는 소나무 인공림

과 같이 단순림시업형은 대경재(특수재)를 포함하여 중경재 및 소경재 생산을 생산목표에 추가할 필요가 있다. 혼효림시업형은 무육 및 생산목표를 소나무 중심형, 활엽수 중심형, 혼합형으로 구분하여 소나무 중심형은 단순림시업형을 준용하고 혼합형과 활엽수 중심형은 기존의 천연림 시업체계를 적용한다. 소나무 천연림의 시업유형 구분 의사결정 흐름도는 <그림 1>과 같다.

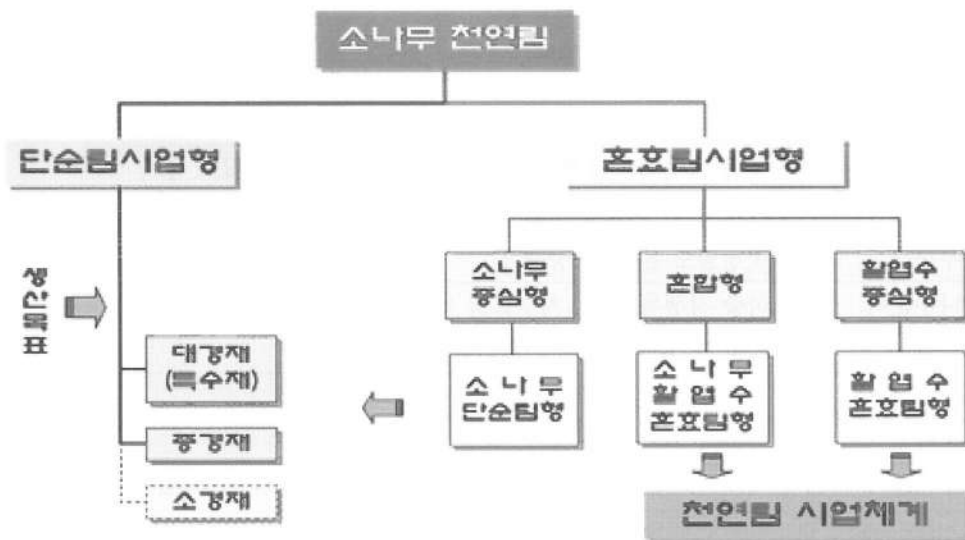


그림 1. 시업유형 구분 의사결정 흐름도

나. 시업체계 적용

<단순림시업형>

- 특수재 생산 시업체계

벌기령은 120년, 목표 흉고직경은 60cm, 최

종 수확본수는 200본/ha으로 하고, 어린나무 가꾸기 2회, 숙아베기 4회, 가지치기 2회를 실시한다<그림 2>.

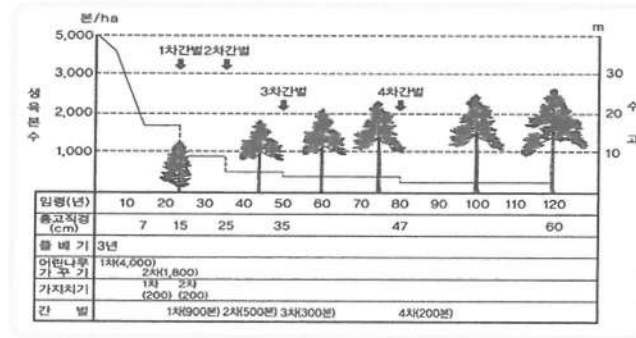


그림 2. 특수재 생산 시업체계도

• 대경재 생산 시업체계

벌기령은 80년, 목표목고직경은 40cm, 최종 수확본수는 350본/ha으로 하고, 어린나무가꾸기 2회, 솥아베기 3회, 가지치기 2회를 실시한다<그림 3>.

• 중경재 생산 시업체계

벌기령은 50년, 목표 목고직경은 30cm, 최종 수확본수는 600본/ha으로 하고, 어린나무가꾸기 1회, 솥아베기 2회, 가지치기 1회를 실시한다<그림 4>.

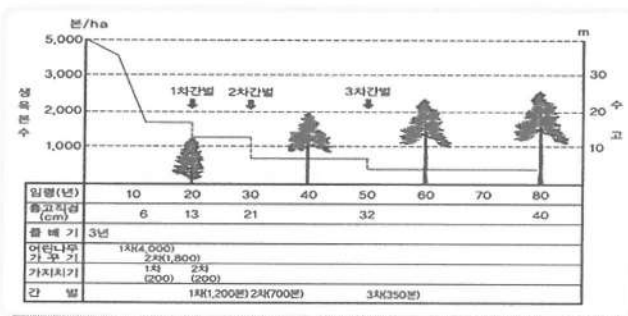


그림 3. 대경재 생산 시업체계

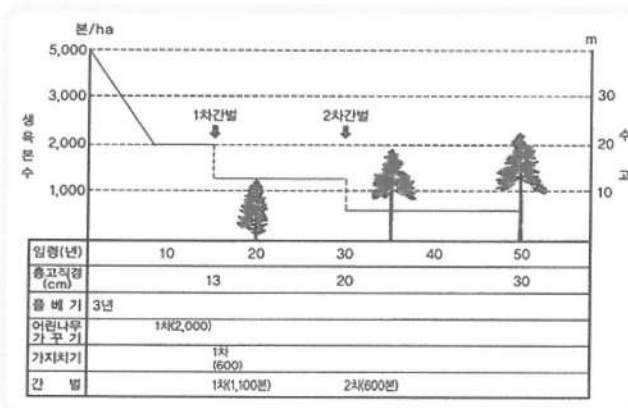


그림 4. 중경재 생산 시업체계도

• 소경재 생산 시업체계

별기령은 30년, 목표 흉고직경은 18cm, 최종 수확본수는 1,300본/ha으로 하고, 어린나무가 꾸기 1회, 숙아베기 1회를 실시한다(그림 5).

－ 혼효림 시업형

소나무-활엽수혼효림인 혼합형과 활엽수-

소나무혼효림인 활엽수중심형은 기존의 천연림 시업체계를 준용한다. <그림 6>과 같이 보호대상지의 임분형질이 우량한 경우에는 장별기 대경재생산을 목표로 하는 천연림보육작업을 실시하고 임분형질이 불량하면 천연림개량작업을 통하여 임분형질을 개선하는 시업을 실시한다.

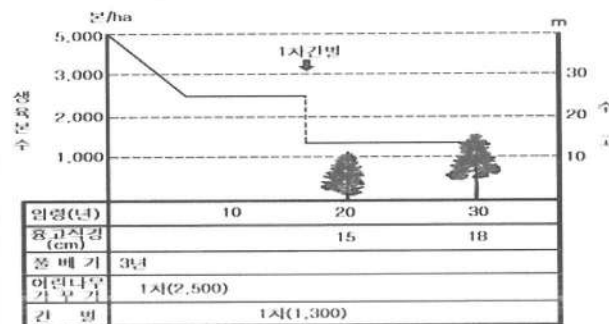


그림 5. 특수재 생산 시업체계도

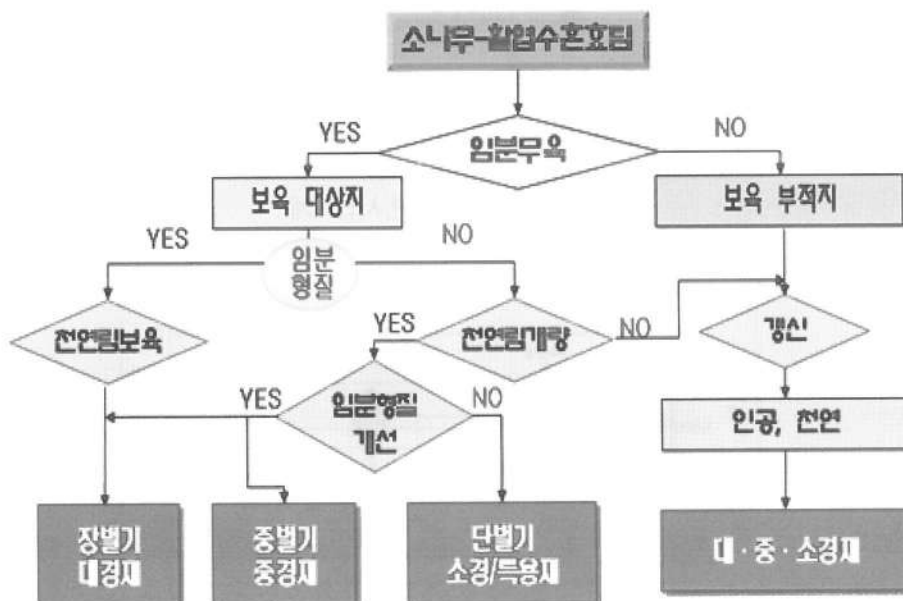


그림 6. 시업유형 구분 의사결정 흐름도

4. 소나무재선충병 피해임분 관리방안 제언

가. 현행 방제방법의 재검토

지금까지 우리나라에서 소나무재선충병 방제는 소나무재선충과 매개충인 솔수염하늘소와의 연결고리를 끊기 위한 방법에만 집중하여 매개충을 죽이기 위한 항공방제, 피해목의 소각, 훈증 등 물리적, 화학적인 방법만을 고집해

온 점이 없지 않다(그림 7).

소나무재선충병 피해를 어떻게 관리해야 할 것인지에 대한 생각은 거의 없었고, 피해목 제거에만 급급해온 것 또한 사실이다. 그렇다 보니 방제작업을 시행 한 임분은 훈증 무더기만 남아 보아 흉한 산림의 모습을 보이고 있다(그림 8). 이제, 소나무재선충병도 소나무재선충, 매개충, 피해목의 제거라는 굴레에서 벗어나 산림생태계 관리라는 보다 넓은 관점에서의 접근이 필요하다고 생각된다.

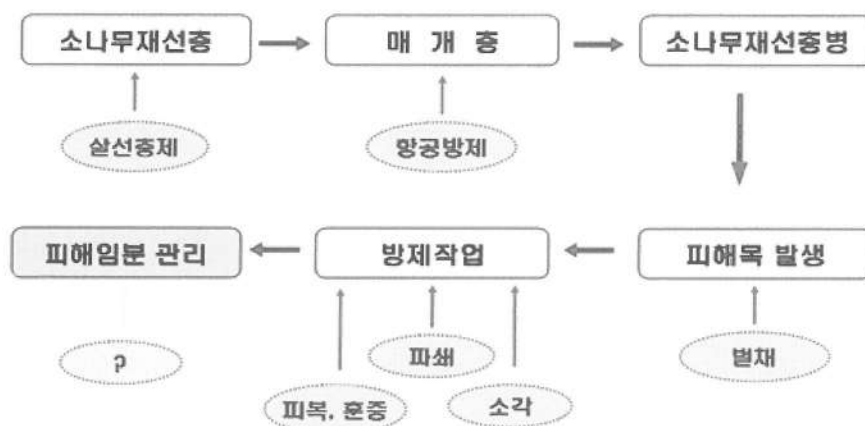


그림 7. 현행 소나무재선충병 방제체계 흐름도



그림 8. 훈증작업 후 방치 피해목 주변 임분

나. 피해 발생 소나무림의 임분구조

〈표 1〉과 〈표 2〉는 남부산림연구소 시험림내 소나무림의 일부를 2006년도에 조사한 결과이다. 〈표 1〉에서 고사목 본수의 비율 39.1%, 고사목+피압목의 본수비율이 최대 52.0%까지 나타나고 있고, 〈표 2〉에서는 고사목의 비율이 31.6%, 고사목+피압목의 비율이 최대 73.7%까지 나타나고 있어 이들 임분이 매우 과밀하

다는 것을 알 수 있다. 즉, 현재의 소나무림은 매우 최악한 상태로 소나무재선충병이 아니라도 다른 종류의 피해를 쉽게 받을 수밖에 없는 상태에 있다. 소나무재선충병이 발생하고 있는 다른 지역의 소나무림도 이와 크게 다르지 않을 것으로 사료된다. 따라서, 소나무재선충병 피해가 발생하고 있거나 발생할 우려가 있는 지역의 소나무림은 조속히 건강을 회복할 수 있는 처방과 조치가 시급한 상황이다.

표 1. 진주시 문산읍 상문리지역의 소나무림 수형급 분포

조사구	전체		건전목		열세목		피압목		고사목	
	본수 (본/ha)	비율 (%)	본수 (본/ha)	비율 (%)	본수 (본/ha)	비율 (%)	본수 (본/ha)	비율 (%)	본수 (본/ha)	비율 (%)
1	3,714	100.0	1,503	40.5	796	21.4	619	16.7	798	21.5
2	2,387	100.0	796	33.3	1,061	44.4	0	0.0	531	22.2
3	4,067	100.0	1,326	32.6	1,149	28.3	0	0.0	1,592	39.1
4	1,680	100.0	531	31.6	619	36.8	88	5.2	442	26.3
5	3,448	100.0	1,680	48.7	884	25.6	0	0.0	884	25.6
6	1,503	100.0	707	47.0	619	41.2	0	0.0	177	11.8
7	995	100.0	547	55.0	348	35.0	0	0.0	99	9.9
8	1,326	100.0	707	53.3	89	6.7	265	20.0	265	20.0
9	1,680	100.0	707	42.1	884	52.6	0	0.0	88	5.2
10	4,974	100.0	1,393	28.0	994	20.0	995	20.0	1,592	32.0
11	2,564	100.0	796	31.0	707	27.6	531	20.7	531	20.7
12	2,741	100.0	1,238	45.2	707	25.8	0	0.0	796	29.0
13	1,503	100.0	884	58.8	619	41.2	0	0.0	0	0.0
14	4,178	100.0	2,188	52.4	597	14.3	796	19.1	597	14.3
15	1,503	100.0	796	53.0	265	17.6	0	0.0	442	29.4
16	796	100.0	398	50.0	398	50.0	0	0.0	0	0.0
17	2,034	100.0	1,061	52.2	796	39.1	0	0.0	177	8.7
평균	2,417	100.0	1,015	44.4	678	31.0	194	6.0	530	18.6

※ ①건전목: 우세목, 준우세목, 중용목(개재목), ②열세목: 부분 피압목,

③피압목: 완전 피압목

표 2. 진주시 금산면 장사리지역의 소나무림 수형급 분포

조 사 구	전체		건전목		열세목		피압목		고사목	
	본수 (본/ha)	비율 (%)	본수 (본/ha)	비율 (%)	본수 (본/ha)	비율 (%)	본수 (본/ha)	비율 (%)	본수 (본/ha)	비율 (%)
1	1,442	100.0	696	48.2	498	34.5	149	10.3	99	6.9
2	1,149	100.0	531	46.2	618	53.8	0	0.0	0	0.0
3	972	100.0	442	45.4	442	45.5	0	0.0	88	9.1
4	1,768	100.0	972	55.0	442	25.0	0	0.0	354	20.0
5	2,210	100.0	1,149	52.0	619	28.0	0	0.0	442	20.0
6	1,415	100.0	796	56.3	265	18.7	0	0.0	354	25.0
7	4,686	100.0	1,592	34.0	0	0.0	1,680	35.8	1,414	30.2
8	7,560	100.0	1,989	26.3	0	0.0	3,184	42.1	2,387	31.6
9	2,034	100.0	707	34.8	531	26.1	177	8.7	619	30.4
10	1,945	100.0	796	40.9	796	40.9	176	9.1	177	9.1
평균	2,518	100.0	967	44.0	421	27.3	537	10.6	593	18.2

※ ①건전목: 우세목, 준우세목, 중용목(개재목), ②열세목: 부분 피압목,

③피압목: 완전 피압목

다. 시업을 통한 소나무재선충병 발생임분 관리방향

소나무재선충병이 발생하고 있는 지역에서
의 소나무림 관리는 소나무재선충병이 발생하
고 있는 소나무 임분과 발생하지 않고 있는 소
나무 임분을 구분하여 접근해야 할 것이다<그
림 9>.

소나무재선충병 피해지역이지만 아직 피해
가 발생하지 않고 있는 산림은 피해지역 외곽
부터 숲가꾸기작업을 실시하여 쇠약한 소나무
림이 건강하게 자랄 수 있도록 하여야 하며, 밀
도조절로 인하여 하층에서는 다양한 활엽수들
이 발생하게 되어 생태적으로도 건강한 숲으로

변하여 여러 산림재해의 예방에 도움이 될 것
으로 생각된다<그림 10>.

라. 관리방안 제언

소나무재선충병의 방제는 궁극적으로 건전
한 소나무림을 육성하기 위한 것이다. 지금까
지 소나무재선충병 방제는 매개충과 소나무재
선충 사이의 연결고리를 끊기 위한 방제작업
에 주력하여 매개충과 피해목 제거를 위한 물
리적·화학적 방제작업만이 이루어져 왔다. 이
제 소나무재선충병의 확산을 막기 위하여 현행
의 방제작업을 포함한 다양한 방제수단을 강구
하여 조속히 소나무재선충병의 피해를 막고 확

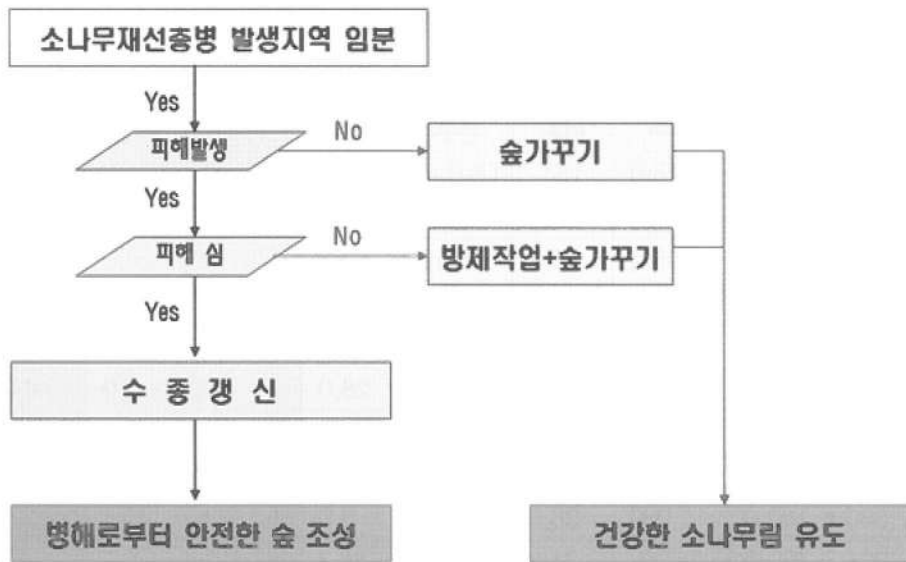


그림 9. 소나무재선충병 피해 발생 임분 관리방향 의사결정 흐름도

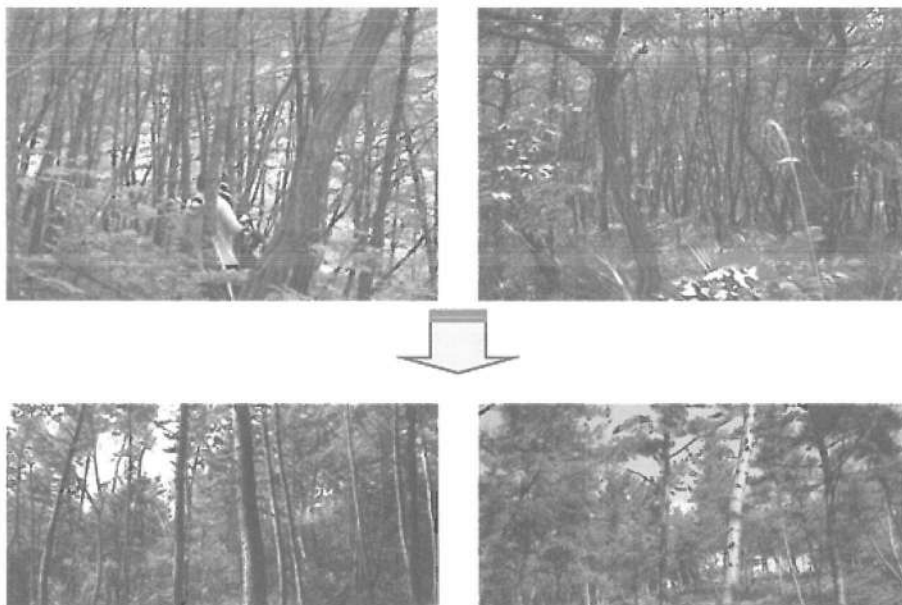


그림 10. 숲가꾸기 전의 과밀한 소나무림(위)과 후의 소나무림(아래) 모습

산을 줄여야 할 시기가 도래하였다. 그렇게 하기 위해서는 소나무재선충과 매개충 뿐만이 아니라 그들이 살고 있는 산림을 포함하는 산림생태계 관리 차원에서의 접근이 필요하다. 산림생태계를 고려한 접근방법 중의 하나가 임업적인 산림관리방법, 즉 임업적 방제방법이다.

이 방법은 과거부터 오랫동안 시행해 온 방법으로 산림을 건강하게 할 수 있는 친환경적인 방제방법이다. 단지, 언제 어떻게 적용할 것인가를 결정하면 되며 이때 발생하는 산물을

체계적으로 이용할 수 있는 시스템도 반드시 구축되어야 할 것이다.

이러한 관점에서 앞의 내용을 종합하여 다음의 <그림 11>과 같이 소나무재선충병 피해임분에 대한 관리방안을 제안한다. 피해 임분의 면적이 넓을 때에는 피해의 정도와 경관관리의 필요성 등을 고려하여 구역을 구분한 후 구분된 구역별로 임분 관리방법을 결정한다. 발생한 산물은 전목집재방식으로 수집하고 피해목과 건전목을 구분하여 최대한 활용해야 한

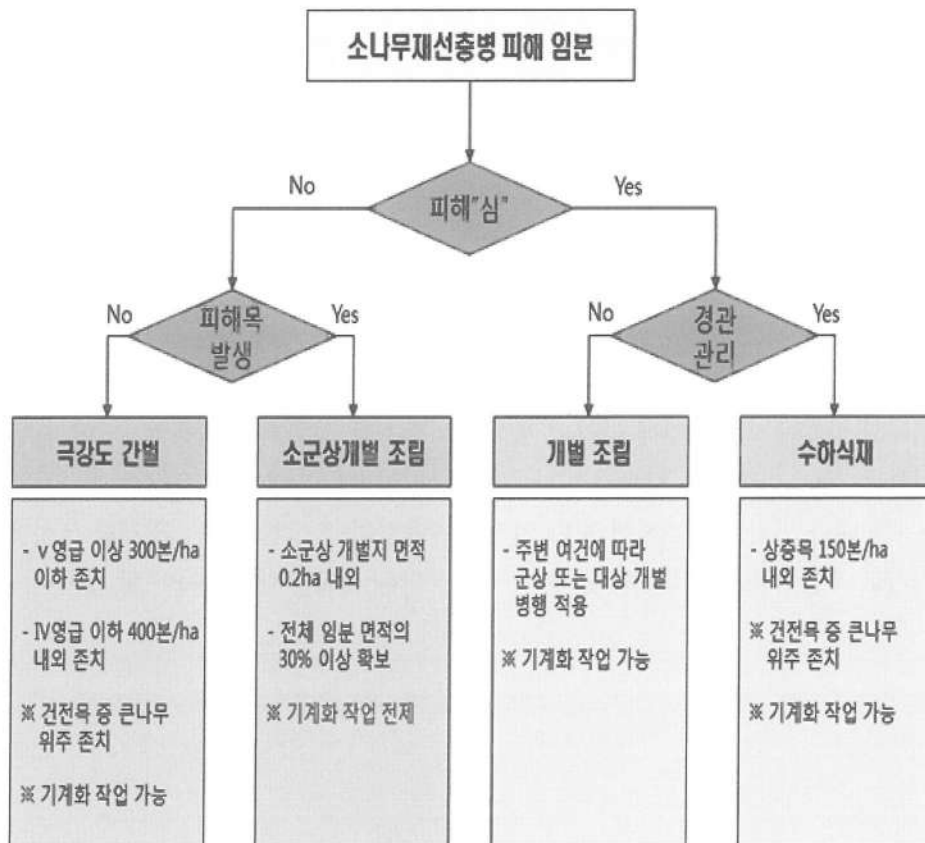


그림 11. 소나무재선충병 피해 발생 임분 관리방향 의사결정 흐름도



그림 12. 숲가꾸기 전의 과밀한 소나무림(위)과 후의 소나무림(아래) 모습

다. 한편, 소나무재선충병은 단목상으로 발생하고 일시에 대면적으로 확산되지 않기 때문에 〈그림 12〉 산물수집이 곤란하거나 산물을 임외로 반출하기 어려운 지역에서는 벌채작업의 시기를 조절하여 산물이 빨리 부후되도록 임내에 고루 흩어놓고 차후에 피해상황에 따라 방제작업을 실시하는 것도 고려해 볼 필요가 있다. 조림수종은 기후대와 입지를 고려하여 일반 임지와 마찬가지로 조림수종을 선정하면 된다.

5. 맺음말

산림자원으로서 가치가 크고 우리나라 국민에게 가장 사랑받는 소나무가 본래의 모습을 찾아 제 역할을 다 할 수 있도록 소나무림의 현 주소를 정확히 파악하고, 그에 적합한 맞춤형 시업법을 적용하여 우량한 소나무림으로 적극 육성하고 한편으로는 후계림 조성에 주력하여 다음 세대를 대비하여야 할 것이다.



기술정보(국내)

산양삼 재배를 위한 입지도양 정보 활용

이 승 우

한국임업진흥원 산림정보본부 토양정보팀장

1. 로하스 시대의 산양삼

최근 현대인의 사회적 트렌드를 대표하는 용어 중에는 웰빙, 힐링과 함께 ‘로하스(LOHAS)’가 있다. ‘Lifestyles of Health and Sustainability’의 줄임말로 건강과 환경, 사회의 지속적인 발전 등을 고려하는 생활 패턴을 의미한다. 기존 참살이(웰빙)의 개념에 사회와 환경의 의미를 더해 친환경적인면서도 합리적인 소비패턴을 지향하겠다는 것을 함축하고 있다.

이러한 시대적 흐름에 잘 어울리는 상품에는 황토주먹, 목조주먹 등 여러 가지가 있겠으나 산에서 나면서 건강에 도움까지 줄 수 있는 임산물(林産物)이야말로 진정한 로하스 시대를 대표하는 먹거리 상품이라 할 수 있다. 그러한 임산물 중에서도 산에서 나는 산양삼이 가장 으뜸이라는 데는 이견이 거의 없다.

그 이유를 2가지만 설명하자면 다음과 같다. 하나는 인삼의 식물학적 학명인 *Panax*의 어원(Pan : 모든 것, Anox : 치료하다)에 보듯이 인삼은 ‘만병통치’를 상징하는 대표적인 약용식물이기 때문이다. 다른 하나는 이러한 인삼을

가장 친환경적이면서 청정한 지역인 산림에서 길러낸 것이 산양삼이기 때문이다.

2. 산삼, 인삼, 그리고 산양삼

그렇다면 산삼과 인삼의 다른 점은 무엇일까? 우선 자라난 자연환경이 다르다는 것과 그 차이에 따라 성상은 물론 그 희소성에 따라 시장에서 서로 다른 가치로 거래된다는 것도 차이점 일 것이다. 이러한 측면에서 오늘날 자연삼과 산삼, 그리고 재배삼과 인삼의 관계가 거의 같은 의미의 용어로 쓰이고 있으며, 그 중간에 산양삼이 있지 않나 싶다.

이들 삼의 차이는 본질적으로 생육환경의 차이로 해도 과언이 아닐 것이다. 이중 자연삼의 생육환경에 대한 역사적 기록을 살펴보면 이해가 쉽다. 일례로 우리나라의 오랜 역사서인 ‘高麗史’에는 옛 중국의 원나라 황제가 “세상에 전하기를 인삼은 고려에서 나는 것이 좋다”고 말했다고 기록되어 있다고 한다. 이를 보더라도 인삼은 산과 밭의 경계뿐만 아니라 국가와 국가의 경계를 넘어서는 생육환경에 따라 그 가치가 다르게 평가되었음을 알 수 있다.



그림 1. 세계의 인삼 속 식물 자생지 분포

따라서 인삼의 분포지를 살펴보고 인삼의 생육환경 중 입지토양 환경에 대해 이해함으로써 산양삼 재배지를 선정하거나 안정적인 산양삼을 생산하는데 도움이 되리라 생각한다.

3. 자연삼의 분포 특성

인삼속 식물의 자연 분포지는 산지(山地)에서 키워야 하는 산양삼의 재배환경을 이해하는데 중요한 정보가 된다. 이를 위해 두릅나무과 인삼속 식물의 자연 분포지를 살펴보면 <그림 1>과 같이 동아시아 지역과 북아메리카 지역의 서늘한 지방에서 서식하는 것으로 알려져 있다. 지구적 규모에서 보면 북반구 중위도권에 한정된 일부 지역에서만 분포하는 것을 알 수 있다.

우리나라의 경우는 어떨까? 관련된 사료를 정리한 것을 보면 고려시대 송나무 서공이 쓴 「고려도경」에 당시 인삼의 산지를 두고 ‘在在有之’라고 표현한 대목이 있다. 이는 고려시대까



그림 2. 조선시대 인삼공납 지역 분포 (세종실록지리지)

지만 해도 자생 인삼이 전국 방방곳곳에 분포하였음을 엿볼 수 있다.

그 이후 조선 전기시대의 「세종실록지리지」의 기록을 통해 약 550년 전의 상황을 알 수 있는데, 당시 인삼을 토공으로 받쳤던 군과 현이 어딘지를 통해 인삼의 주산지를 짐작할 수 있다(양정필, 여인석, 2004). 주로 태백산맥 등 주요 산맥을 따라 인삼의 산지가 분포하였으며, 강원도, 평안도, 함경도와 소백산맥을 중심으로 한 내륙 산간지방이 주요 지역이었다(그림 2). 이를 종합해 보면 조선시대까지만 하더라도 전국의 주요 큰 산을 중심으로 자생했다는 것을 알 수 있다.

4. 자연삼이 자라는 생육 환경

자연 삼이 자라는데 영향하는 환경적 요인은 기온, 강수량, 계절성, 토양 등 주로 풍토(風土)와 관련된 것들이 주를 이룬다. 이중 풍에 해당하는 기후적인 인자는 자연삼 뿐만 아니라 대부분의 식물의 서식과 생장을 제한하는 가장 큰 요인으로서 일반적으로 공간적인 서식 분포가 지역 또는 지방 등과 같이 대체로 큰 것이 특징이다. 반면 토양에 해당하는 생육기반 인자로서의 지형, 토성, 토양수분 등의 인자는 그 영향의 범위로 볼 때 협의적인 요인이라 할 수 있다.

표 1. 주요 국가별 자연삼의 생육지 특성

구분	한국(산삼)	중국(야생삼)	미국(야생삼)	공통점
분포지	태백산맥, 소백산맥 등 산간지 (700m 내외)	길림, 요녕, 흑룡강, 하북, 산서 등 (500~1,100m)	동북지역	중간산지대 여름철 서늘 공중습도 유지
연평균기온	0~10℃	—	10℃ 내외	
광합성 적온	20~22℃	15~25℃	—	
강수량	—	500~1,000mm	1,000~1,250mm	
사면방위	북, 동북	북, 동북	북~동	
경사	10~30도	—	11~22도	
토질	배수 좋고 부식질 많은 비옥토	배수 좋고 공극이 많은 비옥토	배수 좋고 공극이 많은 비옥토	낙엽분해 신속 표층 발달 적당한 양토 (전토심 깊음)
임상	낙엽활엽수림, 침활혼효림 (3:7 이하)	침활혼효림, 낙엽활엽수림	심근성 낙엽활엽수 (참나무 제외)	
울폐도	80~90%	70~80%	75%~85%	

따라서 이들 자연환경적 요인들이 지역별로 어떻게 다른가에 따라 인삼의 성상이 달라지고 그에 따라 종을 분류하기도 하는 것이다. 이러한 측면에서 중국, 한국, 그리고 미국에서의 자연 삼의 생육지 특성을 요약해서 비교하면 표 1과 같다.

5. 자연생육 환경을 이용한 산양삼 재배지 선정

인삼은 생육지 환경을 까다롭게 가리는 다년생 식물로 알려져 있다. 이는 오래된 문헌에도 기술되어 있다. 조선시대 만들어진 「해동역사」와 「임원경제집육지」 등에는 인삼을 재배하기 적합한 토양 조건으로 ‘비옥하지도 척박하지도 않은 검은 색의 미립질의 토양이어야 한다’고 쓰여 있다. 얼핏 보면 쉬워 보이지만 면밀히 따지고 들면 실제로 이러한 토양조건을 찾기란 그리 만만치 않은 일이다. 이유는 우리나라는 화강암과 화강암질편마암이 주를 이루기 때문에 이들 모암으로부터 발달은 토양이 대부분은 갈색이기 때문이다. 즉, 갈색토양에 속하는데 어찌 검은색 토양을 찾으란 말인가?

그렇다면 문헌자료를 통한 산양삼 재배지 선정은 불가능한 것인가? 아니다. 속뜻을 풀어서 판단해야 한다. 다시 말해 흙이 검은 것은 흙 자체가 검은 것이 아니라 토양에 부식질이 많이 함유되어 토색이 그리 보인다는 뜻일 것이

다. 그리고 이러한 토양이 만들어지려면 우선 토양수분 조건이 건조해서는 안 되므로 바라보는 사면이 남쪽 내지는 서쪽을 피해 북쪽일 것이다. 그리고 바람의 영향을 직접적으로 받고 빗물이 머무르는 기간이 짧은 산정 또는 산등선이기 보다는 양분과 수분이 모이는 산록 하단부(산기슭)가 제격일 것이다.

이처럼 토색 한가지 단서로 이러한 토양이 출현하는 주변 환경을 종합해서 판단하는 것이 바로 제대로 된 재배적지 선정의 좋은 예라 하겠다.

이 밖에도 산삼이 채삼되었던 곳의 주요 지표 식물종을 기록해 두었다가 유사한 지형조건을 우선 찾고 그들 지표종이 분포하는 지를 확인하여 재배적지를 택하는 방법이 있다. 문헌에서 보면 피나무, 거제수나무, 사스레나무, 당단풍나무, 개웃나무가 대표적인 지표종이라 할 수 있다.

6. 간추린 산양삼 재배지 조건

이상에서 언급한 자연생육지 조건, 여러 문헌, 현장 재배자의 기록 등을 종합해서 산양삼을 재배하기 유리한 조건을 간추려 정리하면 다음과 같다. <표 2> 중에서 ‘최적’ 조건과 ‘부적’ 조건을 제외한 조건은 ‘가능’으로 보아도 무방할 것으로 판단된다.

표 2. 산양삼 재배 시 고려할 재배지 조건

구분		최적	부적	이유
입지	방위	북, 북동	남, 서	광유입량 적당 공중습도 유지 눈덮임 지속
	표고	700m 내외	100m 이하	고랭지로 여름철 서늘
	경사	완경사 (5~15°)	평탄, 절험(30° 이상)	배수, 작업환경 유리
	사면 위치	3부 능선이하 계곡부 양면	8부능선 이상	방풍, 수분보유 유리(물질이동)
임분	수종	잎 작은 낙엽활엽수	소나무류, 갈참나무	낙엽분해 신속, 양분/수분 이용 유리
	뿌리	심근성	천근성	표토층 수분경쟁 억제
	울폐도	80~90%	50% 이하	산란광 유입
토양	토성	양토	사토, 점토	배수 양호, 보비, 보수 유리
	토심	60cm 이상	30cm 이하	토층 발달
	구조	떼알	세립	토양공극 발달
	건밀도	송~심송	견~강견	뿌리 굵기 유리
	건습도	적윤	건조, 습	수분공급 유리

7. 산양삼 재배에 필요한 기초 토양이해

7.1 토양의 생성과정 및 주요 기능

산림토양은 단단한 암석이 오랜 세월동안 부서지고 쪼개지고를 반복하여 조그만 입자 상태로 되는 일련의 풍화과정과 동·식물의 사체 또는 잔해가 더해져 만들어진 산물이다. 이러한 과정을 거쳐 생성되는 토양의 종류는 다양한데, 장소에 따라 기후, 지형, 생물, 모암 등과 물리적인 시간과 인위적 간섭 정도 등 토양

생성 인자가 각기 다르기 때문이다. 이 중 모암과 지형이 토양특성을 결정짓는 가장 큰 요소라 할 수 있다. 일반적으로 깊이 1cm 토양이 만들어지기 위해서는 약 100년의 시간이 소요된다고 하는데, 인간사와 비교하면 3세대 이상이 걸리는 셈이다

7.2 토양화학성

토양화학성은 특정 작물의 산물 양과 질을 결정짓는 주요한 인자로 작용한다. 이 때문에

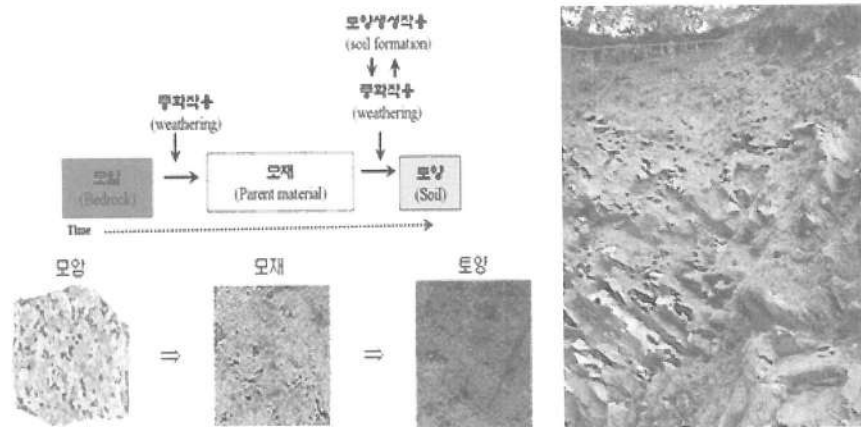


그림 3. 토양의 생성과 발달

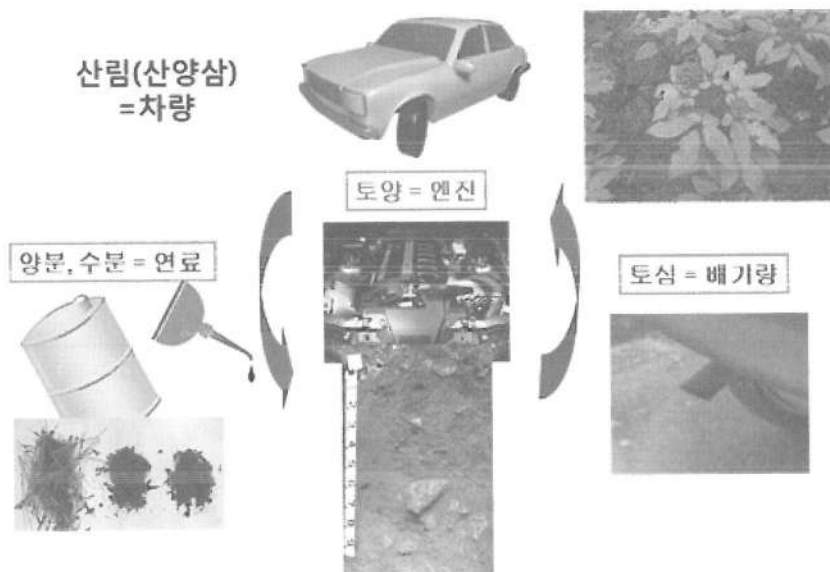


그림 4. 산양삼 생육과 토양의 관계

작물의 산물(産物)과 주요 토양화학성과의 관계를 밝혀 관리해야 할 토양화학성의 기준을 설정하는 것이 일반적이다. 하지만 아직까지 산양삼의 경우 이러한 단계까지 진행되지 않은 관계로 재배 인삼의 예정지 토양의 화학성 적합범위(표준인삼경작방법, 2001)를 적용해야

할 것이다.

그리고 <표 3>에서 기술한 각 성분의 식물생장과 관련된 여러 생리작용 등의 기능에 관한 내용은 다음 <표 4>와 같다. 더불어 토양양분의 균형 상태를 대략적으로 판단할 수 있는 토양산도(pH)별 적응수종을 <표 5>에 기술하였

표 3. 인삼재배 예정지 토양의 화학성 적합기준

구 분	부 족	적 합	허용범위	과 다
토양산도 pH (1:5)	5.0 이하	5.0~6.0	6.0~6.5	6.5 이상
염류농도 EC (dS/m)	—	0.50이하	0.50~1.00	1.00 이상
질산태질소 (mg/kg)	—	50 이하	50~100	100 이상
유기물 OM (g/kg)	15 이하	15~25	25~35	35 이상
유효인산 Av.P2O5 (mg/kg)	70 이하	70~200	200~300	300 이상
칼륨 K (cmol+/kg)	0.2 이하	0.2~0.5	0.5~0.8	0.8 이상
칼슘 Ca (cmol+/kg)	2.0 이하	2.0~4.5	4.5~6.0	6.0 이상
마그네슘 Mg (cmol+/kg)	1.0 이하	1.0~2.0	2.0~4.0	4.5 이상

표 4. 주요 토양화학 성분의 식물생장 기능

구 분	식물생장 생리작용
토양산도	- 토양양분 공급능력 판단 지표 - 강산성(pH 4.5 이하) 시 석회질 비료로 산도 교정 - 강염기(pH 8.0 이상) 시 양분 이용률 저하
유기물	- 토양 중에 양분과 수분 저장 기능 - 부족 시 초기생장 둔화 - 과잉 시 도장
질소	- 양분의 흡수 및 동화작용에 관여(생육촉진) - 단백질, 아미노산 등의 구성 물질 - 부족 시 초기생장 둔화, 과잉 시 도장
인산	- 뿌리신장, 발아, 분열, 개화결실에 관여 - 부족 시 조기낙엽, 종자 불충실 - 과잉 시 영양생장 중지, 부피생장 과다
칼륨	- 단백질 합성, 탄수화물 대사(이동, 축적)에 관여 - 증산작용 조절, 내병성 - 과잉 시 양분결핍 초래
칼슘	- 세포막 형성, 분열조직 발달 - 뿌리, 줄기의 신장 - 부족 시 뿌리 생장점 피해
마그네슘	- 엽록소의 구성성분 (광합성) - 인산 흡수 및 이동에 관여 - 부족 시 조기낙엽, 엽 황화~백화

표 5. 토양산도별 적응 수종

산 도	생 육 수 종
3.9 이하	지의류, 선태류, 관목류
4.0~4.7	소나무, 리기다소나무, 낙엽송 등의 침엽수
4.8~5.5	잣나무, 가문비나무류 등 침엽수
5.6~6.5	대부분의 침엽수 및 참나무류, 단풍나무류, 피나무류
6.6~7.3	미생물 활동 왕성, 호두나무, 양버즘나무, 전나무 등
7.4~8.0	오리나무, 네군도단풍, 물푸레나무, 측백나무 등
8.1~8.5	포플러류

으므로 토양비옥도를 판단하는 지표종으로 활용이 가능할 것이다.

7.3 숲 바닥, 임상(林床)

임상(林床)이란 토양 위에 있는 낙엽, 낙지, 분해물을 포함한 모든 유기물을 말하며 산림 토양의 가장 뚜렷한 특징 중의 하나다. 유기물 층과 여기의 미생물 또는 동물상은 산림환경을 잘 나타내주며, 산림토양과 농업토양을 구분하는 기준이 된다. 낙엽이나 동식물의 유체는 점점 토양과 혼합되어 토양유기물입자를 만든다. 미생물의 죽은 세포를 포함한 토양유기물은 다음 세대의 에너지원이 되고, 먹이와 서식처가 되며 계속되는 낙엽은 고등식물에 필요한 질소, 인, 유황 등을 공급한다. 따라서 임상을 제거하면 토양이 악화한다. 또한 임상은 극단적인 기후와 수분상태를 완화시키고 빗방울의 충격을 감소하여 침식력을 억제하고 물의 투수를 증가시킨다.

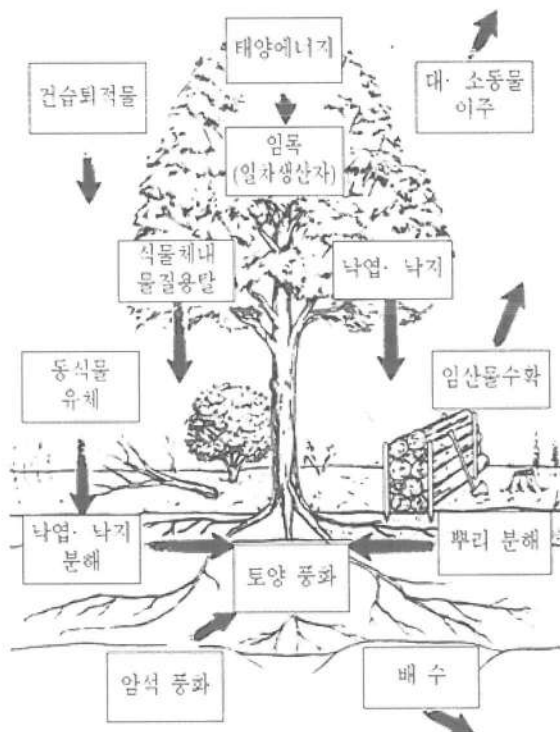


그림 5. 산림내 물질 순환

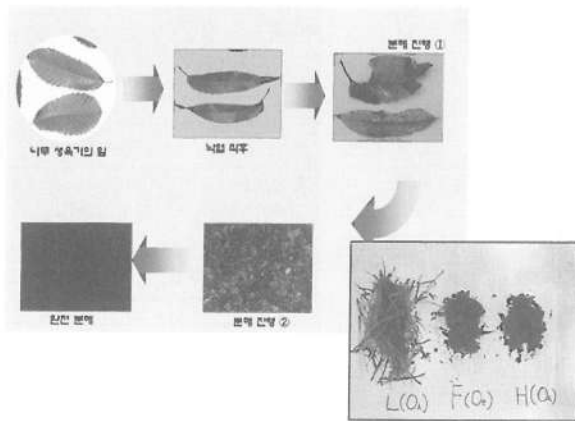


그림 6. 낙엽의 분해 과정



그림 7. 낙엽분해 불량으로 인한 과도한 낙엽축적

7. 4 토양물리성

산림내 물질순환이 정상적으로 이루어지기 위해서는 토양에 양분과 물이 충분하고, 공기의 유통이 자유로우며, 뿌리발달이 제한되지 않아야 한다. 이와 관련된 토양의 물리적 성질을 좌우하는 것은 토양입자, 입자 사이의 물과 공기의 구성 상태, 보수력, 토양의 견밀도 등이다. 산림토양은 농지토양과 같이 객토, 경운,

배수 등과 같은 방법으로 토양의 물리적인 성질을 개선하기 어렵다.

주로 토양 물리성의 기본성질은 토성에 의해 결정되는데, 토양의 고상(固狀) 중에서 광물질 입자의 직경 분포에 따른 토양의 분류를 토성이라 한다. 입경 2mm 이상의 입자를 자갈, 2mm 이하는 세토로 구분한다. 세토는 다시 구성 광물질의 입경에 의하여 모래(조사, 세사), 미사 및 점토로 나뉜다.

표 6. 토성 구분

구 분	촉감	함량비(%)			기호
		모래	점토	미사	
사질양토	약간 거침	43-85	0-20	0-50	SL
양토	보통	23-52	7-27	28-50	L
미사질양토	"	0-50	0-27	50-90	SiL
미사질식양토	고옴	0-20	27-40	40-73	SiCL
사질식양토	약간 고옴	45-80	20-35	0-28	SCL
식양토	고옴	28-45	27-40	15-53	CL
양질사토	거침	70-90	0-15	0-30	LS
사토	매우 거침	85-100	0-10	0-15	S

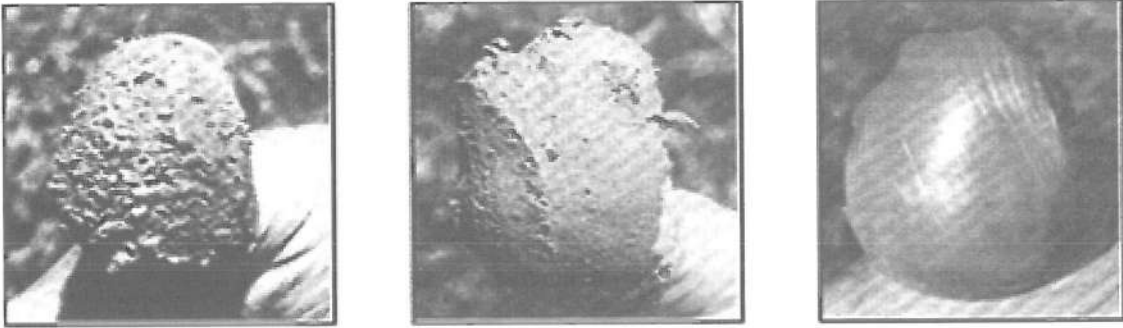


그림 8. 주요 토성별 외형

표 7. 토양 건습도 구분

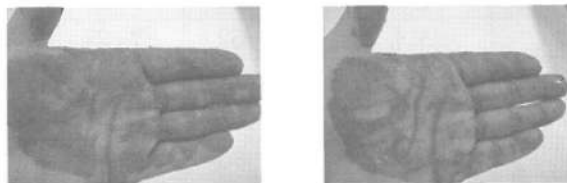
구 분	기 준	주 분포지형	비 고
건조	손으로 째 쥐어 습기가 전혀 느껴지지 않는 정도	산정, 능선부	지피식생 단순
약건	짜 쥐었을 때 손바닥에 물기가 약간 묻을 정도	산복, 경사면	지피식생 보통
적윤	짜 쥐었을 때 손바닥 전체에 물기가 묻지만 쉽게 떨어지지 않는 정도	계곡, 평탄지, 산록	지피식생 다양 임목생장 양호
약습	짜 쥐었을 때 손가락 사이에 물기가 약간 비치는 정도	경사가 완만한 계곡 및 평탄지	지피식생 다양
습	짜 쥐었을 때 손가락 사이에 물방울이 맺히는 정도	요형(凹形) 지역의 지하수위가 높은 곳	지피식생 다양



<건조>

<약건>

<적윤>



<약습>

<습>

그림 9. 토양수분 조건별 외형

표 8. 토양 견밀도 구분

구 분	기 준			
	측정값		지압법	토양입자의 결합력
	mm	kg/cm ²		
심송	5이하	0.5이하	누르면 거의 저항을 거의 느끼지 못한다.	토양입자의 결합력이 거의 없다.
송	5~8	0.5~1.0	누르면 약간의 저항을 느끼나 잘 들어간다.	매우 연하여 약간의 외력에도 잘 부서진다.
연	8~12	1.0~2.0	힘을 가하면 저항이 있어 지흔이 생긴다.	비교적 단단해 손으로 눌러야 부서진다.
견	12~16	2.0~3.5	단단하여 지흔이 겨우 생긴다.	단단하여 힘을 가해야 부서진다.
강견	16이상	3.5이상	힘을 가해도 지흔이 거의 생기지 않는다.	매우 단단하여 상당한 힘을 가해야 부서진다.



〈심송〉



〈연〉



〈견〉



〈강견〉

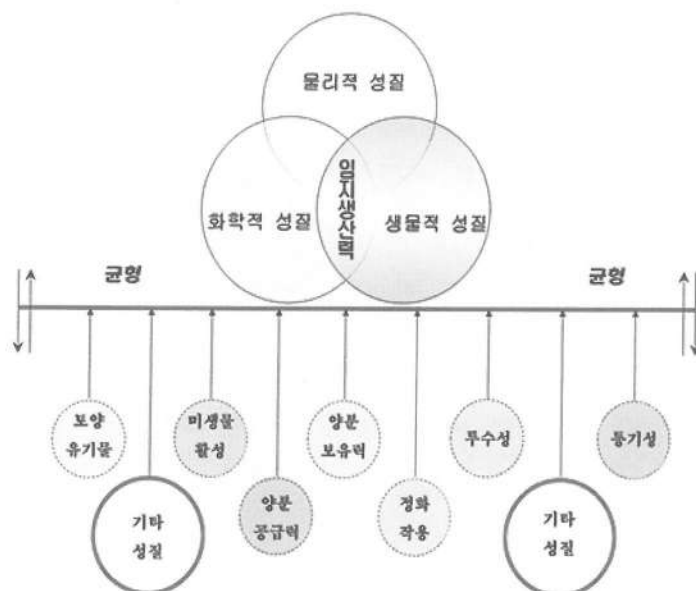


그림 10. 산림토양 물리성과 다른 성질과의 관계

7.5 우리나라 산림토양의 종류

행태적 특징을 기준으로 우리나라의 산림토양은 크게 8개 종류로 구분하고 있으며, 토양의 종류는 토양생성작용, 지질, 토양단면형태의 차이, 각 층의 구조, 토양색깔의 차이에 따라 구분한다.

중부내륙지방에는 갈색산림토양, 서해내륙

지방에는 적색계 갈색산림토양, 서해안지방에는 황색계 적황색산림토양, 남해안지방에는 적색계 적황색산림토양이, 동해남부지방에는 회갈색산림토양, 영월, 삼척, 단양 등 석회암지역에는 암적색 산림토양, 경남북부지방과 경북남부지방에는 암적갈색 산림토양이 주로 분포하고 있다.

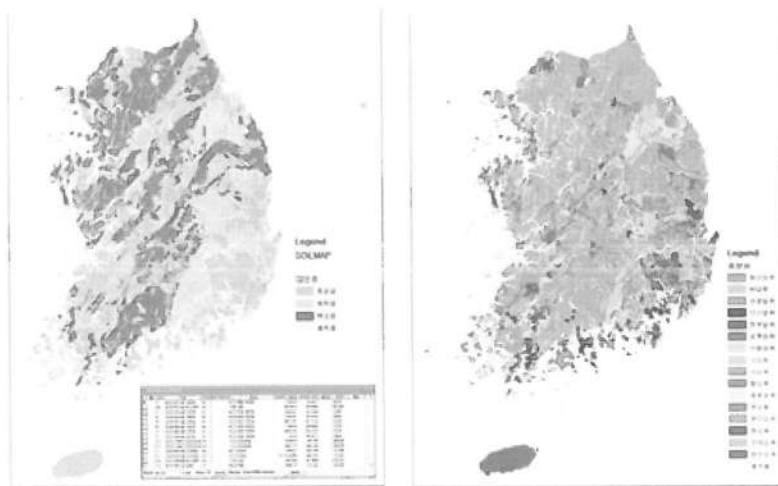


그림 11. 우리나라 암석의 대분류(좌)와 세분류(우) 분포

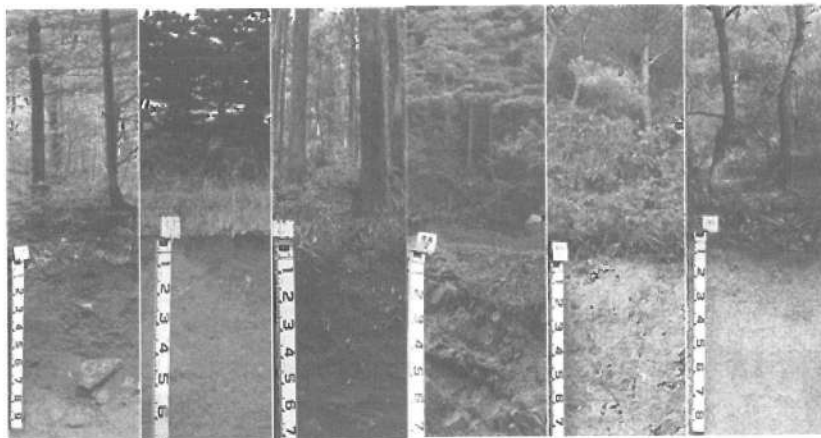
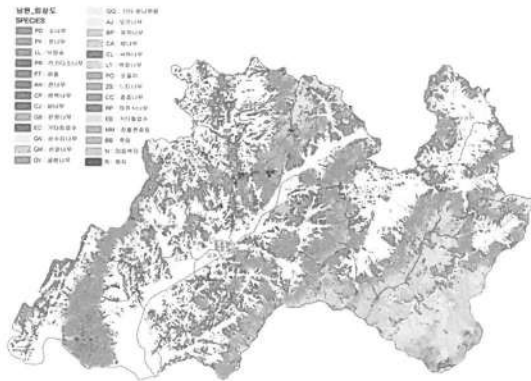


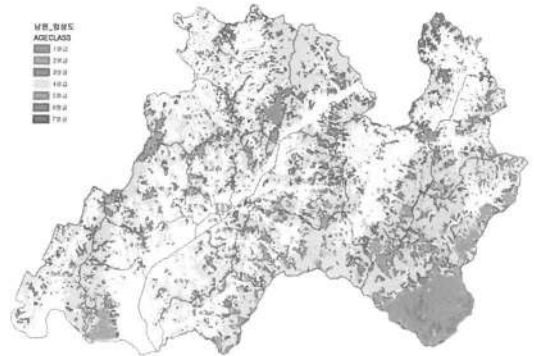
그림 12. 대표 산림토양 단면의 외형

8. 산양삼 재배를 위한 산림공간정보 분석 사례 (남원)

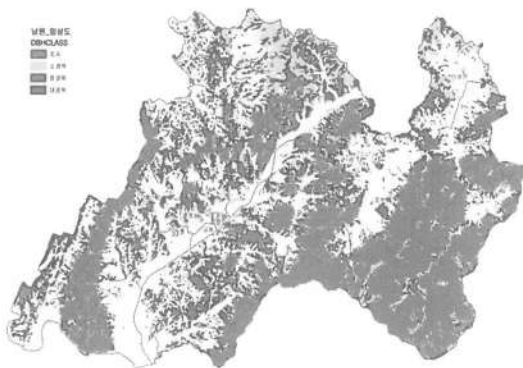
8.1 수종 분포



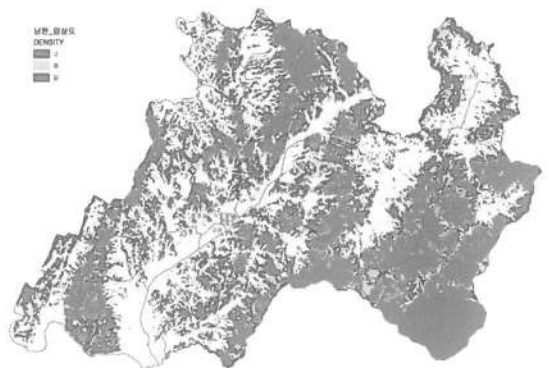
8.2 영급 분포



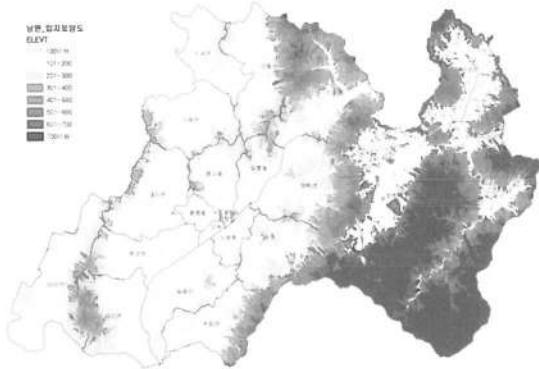
8.3 경급 분포



8.4 수관밀도 분포



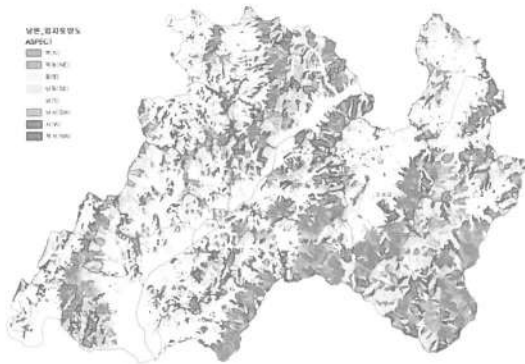
8.5 표고 분포



8.6 경사 분포



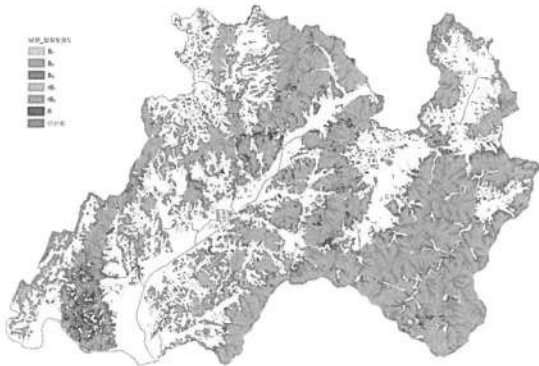
8.7 방위 분포



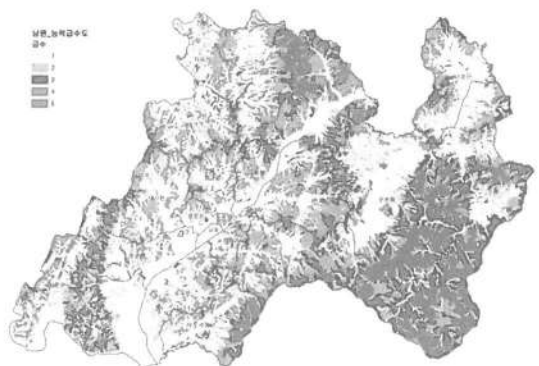
8.8 토심 분포



8. 9 토양 건습도 분포



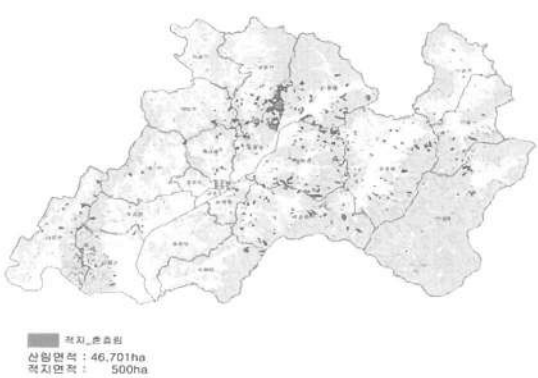
8. 10 임지생산능력급수 분포



8. 11 조림적지 및 적수 분포



8. 12 산양삼 재배적지 분포



산양삼 재배지의 산림토양형별 토양이화학 특성

김 춘 식

경남과학기술대학교 산림자원학과 교수

1. 서론

국내에서 수행된 산양삼 관련 연구 결과에 따르면 국내 산양삼재배는 낙엽송, 리기다소나무, 소나무, 잣나무 등과 같은 침엽수림이나 참나무류나 서어나무 같은 활엽수림의 상층임관 종류에 관계없이 재배하고 있는 것으로 알려져 있다(한상섭 2006). 그러나 국내에서 실시된 산양삼 관련 연구는 재배적지의 생육특성에 관련된 연구가 대부분이며(이명보 등 1981; 우수영과 이동섭 2002; 우수영 등 2002; 산림청 2008), 산양삼재배지의 입지 특성이나 토양 및 입지요인과의 관계 등과 관련한 과학적이고 체계적인 정보는 미흡한 편이다. 또한 산양삼 재배지의 경우 외부에서 양분이 공급되지 않기 때문에 산양삼재배지 입지환경요인은 장기간 산양삼이 정상적으로 생육하기 위한 미기후 및 양분순환 조건을 가지고 있어야 한다. 산양삼 재배에 관련한 재배적지 선택 측면에서 상층임관의 식생상태나 입지환경요인 및 토양특성이 산양삼 재배에 있어서 가장 중요한 요인으로 사료되나 아직까지 산양삼재배지의 이들 관련 정보는 매우 미흡한 편이다. 본 연구는 국내에

서 산양삼재배가 가장 활발한 지역 중의 하나인 경상남도 함양군을 대상으로 산양삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)을 집약적으로 재배하는 30개소를 선정하고 임분별, 해발고도별, 산림토양형 별 토양 이화학적 특성을 구명하여 과학적이며 체계적인 재배지 관리를 위한 토양정보의 기초 자료를 확보하기위한 목적으로 실시되었다.

2. 연구내용

본 연구의 조사지역의 연구내용과 범위 관련 내용은 경상남도 함양군 산양삼재배지의 입지환경 특성(김춘식 2013, Kim et al. 2015)에 상세히 기술되어 있다.

3. 연구결과

1) 임분별 토양특성

경상남도 함양지역에서 선정된 30개 조사구중 각각 1개소씩 조사된 편백과 잣나무임분을 제외한 소나무임분 8개소, 활엽수임분 13

개소, 낙엽송조림지 4개소, 침·활혼효임분 3개소 등의 토양특성을 비교한 결과 토양용적밀도는 소나무임분 $0.96\text{g}/\text{cm}^3$, 침·활혼효임분 $0.92\text{g}/\text{cm}^3$, 활엽수임분 $0.79\text{g}/\text{cm}^3$, 낙엽송조림지 $0.69\text{g}/\text{cm}^3$ 으로 소나무임분의 토양용적밀도가 가장 높고 활엽수임분이나 낙엽송조림지의 토양용적밀도가 낮게 나타났다(그림 1). 이는 소나무임분의 경우 일반적으로 산림내 교란이 심한 지역에 주로 분포하기 때문에 토양용적밀도가 활엽수임분에 비해 높게 나타난 것으로 사료된다. 또한 토양용적밀도에 영향을 미치는 요인인 토양 유기물함량 등도 소나무임분과 활엽수임분의 토양용적밀도 차이 발생 원인으로 사료된다. 특히 낙엽송조림지의 경우 토심이 깊은 산록부에 주로 식재되고 이들 지역의 경우 일반적으로 봉적모재가 주로 분포하기 때문에 토양용적밀도가 낮게 나타난 것으로 사료된다. 토양 삼상중 고상의 경우 토양용적밀도가 증가하면 감소하는 경향을 보이기 때문에 소나무임분이 34.5%로 가장 높고, 낙엽송조림지가 25.9%로 가장 낮게 나타났다. 소나무임분의 액상은 18.8%로서 침·활혼효임분 34.6%, 활엽수임분 36.0%에 비해 낮게 나타나 토양수분조건이 가장 열악한 것으로 조사되었다. 기상의 경우 조사구 임분 모두 30%이상으로 산양삼재배지의 통기성은 비교적 양호할 것으로 나타났다.

토양의 화학적 특성 중 토양 pH는 침·활혼효임분이 pH 4.55로 가장 높았으며 소나무임분 pH 4.46, 활엽수임분 pH 4.36, 낙엽송조림지 pH 4.35로 활엽수임분과 낙엽송조림지는

유사한 토양 pH를 보였다. 그러나 조사된 전 지역 토양 pH는 4.6이하로 토양산성화가 심한 것으로 나타났다. 전질소함량의 경우 활엽수임분 0.44%, 낙엽송조림지 0.38%, 침·활혼효임분 0.32%로 소나무임분의 0.19%에 비해 1.5에서 2배 이상 높게 나타났다(그림 2). 토양유기탄소함량의 경우도 활엽수임분 6.16%, 낙엽송조림지 5.18%, 침·활혼효임분 4.09%로서 소나무임분의 2.64%에 비해 높게 나타났으며 전질소와 유기물함량을 고려하면 소나무임분의 경우 산양삼 재배에 가장 열악한 토양특성을 가지는 것으로 나타났다. C/N 율의 경우 일반적으로 낮은 값에서 토양내 무기양분의 방출이 활발한 것으로 알려져 있으며, 활엽수임분이나 침·활혼효임분, 낙엽송조림지의 C/N 율은 12.8-14.2범위에 분포하여 토양내 무기양분공급이 비교적 양호할 것으로 사료되었으나 소나무임분의 경우 16.5로 타 임분에 비해 높게 나타났다. 유효인산의 경우 낙엽송조림지가 6.8ppm으로 가장 높은 값을 보이고 있으나 전체 조사된 임분의 인산함량이 매우 낮았다. 이는 인산질비료의 경우 시비후 토양에 잔류하는 특성을 가지기 때문에 전 조사구에서 낮은 값을 보이는 것은 이들 지역에 시비 등의 관리는 전혀 실시되지 않았기 때문으로 사료된다. 칼륨, 칼슘, 마그네슘 같은 치환성 양이온 중 칼륨의 경우 침·활혼효임분이나, 활엽수임분은 $0.24\text{cmolc}/\text{kg}$ 으로 유사하였으나 소나무임분은 $0.14\text{cmolc}/\text{kg}$ 으로 낙엽송조림지 $0.15\text{cmolc}/\text{kg}$ 과 유사하였다. 칼슘의 경우 침·활혼효임분은 $2.52\text{cmolc}/\text{kg}$ 로 가장 높은

값을 보이고 있으며, 낙엽송조림지 1.75cmolc/kg, 활엽수임분 1.65cmolc/kg으로 소나무임분 0.64cmolc/kg에 비해 높은 값을 보이는 것으로 조사되었다. 마그네슘함량 또한 칼륨이나 칼슘과 유사한 경향을 보이며 침·활혼효임분이 가장 높았으며 활엽수임분, 낙엽송조림지, 소나무임분 순으로 나타났다(그림 3). 산양

삼재배지의 임분별 토양특성의 경우 토양용적 밀도나 액상, 기상 등 물리적 특성과 토양 pH, C/N율, 전질소 및 유기탄소함량, 치환성 양이온함량 등을 고려할 때 활엽수임분, 침·활혼효임분, 적윤지에 식재된 낙엽송조림지 등은 비교적 산양삼 재배에 양호한 입지특성을 보이거나 소나무임분은 가장 열악한 토양특성을 가지

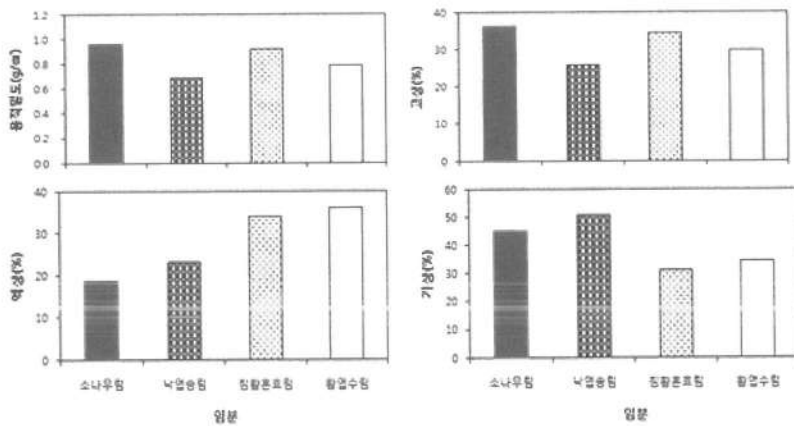


그림 1. 임분별 산양삼재배지의 토양용적밀도와 토양삼상

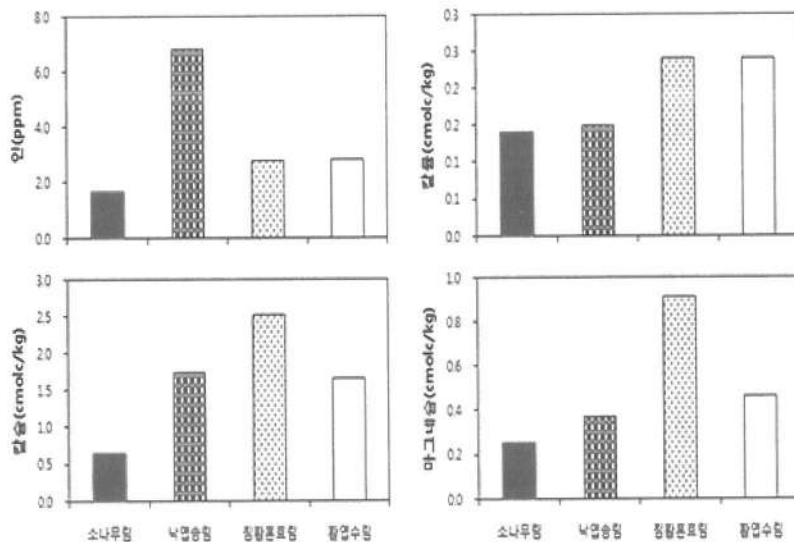


그림 2. 임분 별 산양삼재배지의 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘함량

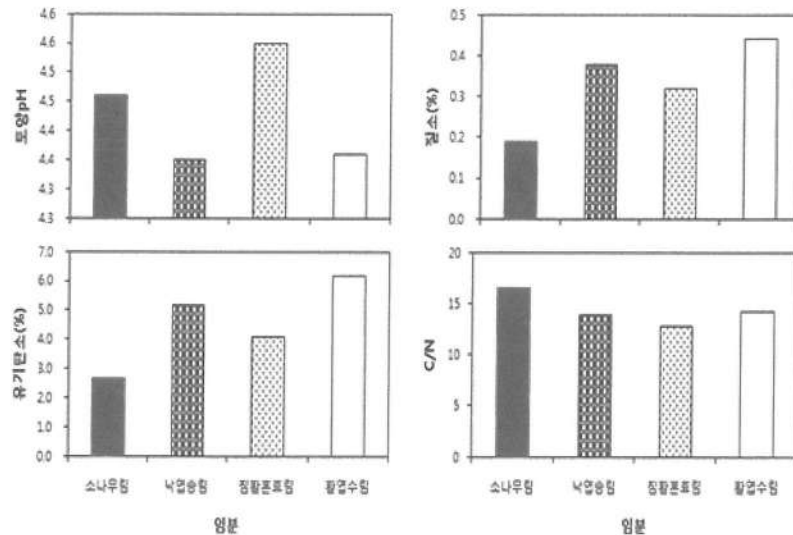


그림 3. 임분 별 산양삼재배지의 토양pH, 질소, 유기탄소, C/N율

는 것으로 나타났다.

2) 해발고에 따른 토양특성

해발고별 토양 물리적 특성중 토양용적밀도는 해발고가 높아질수록 감소되는 경향을 보였으며 해발 700m이상 산양삼재배지의 토양용적밀도는 $0.73\text{g}/\text{cm}^3$ 으로 타 해발고에 비해 가장 낮았으며, 300m이하가 $0.96\text{g}/\text{cm}^3$ 으로 가장 높았다(그림 4). 이는 낮은 해발고의 경우 인위적인 교란이 심하였기 때문으로 사료된다. 토양 삼상 중 고상은 해발고 700m이상 27.5%로 가장 낮았고 300m이하가 36%로 높게 나타났다. 액상의 경우도 해발고가 높았던 700m 이상이 32%로 가장 높았고 300-500m사이 21%로 가장 낮았으나 기상의 경우는 해발고에 따라 큰 차이가 없었다. 토양 화학적 특성중 토양 pH는 700m이하 지역이 pH 4.52에서 4.55

로 해발고 간 차이가 뚜렷하지 않았으나 700m 이상 지역의 경우 4.19로서 토양산성화가 가장 심하였다(그림 5). 이는 고산지역의 경우 인위적인 교란이 심하지 않아 낙엽이나 세근에 의한 유기물 환원이 활발하여 유기물함량이 높고 부식산의 방출이 높았기 때문으로 사료된다. 전질소의 경우 700m이하의 지역은 0.2-0.29%로 큰 차이가 없었으나 700m이상의 지역은 0.45%로 높은 값을 보였으며 이는 전질소 함량에 밀접한 관련이 있는 유기탄소 함량이 이 지역에서 높게 나타났기 때문이다. 토양 유기탄소함량은 700m이상 지역이 6.12%로 가장 높았으며 300m에서 500m 사이는 3.20%로 가장 낮았고, 300m이하 지역과 500-700m사이 4.0%정도 분포하였다. C/N율의 경우 700m이상지역이 13.7로 가장 낮았으며 300-700m 사이는 15.6에서 16.1정도로 타 해발고에 비해 높았다. 유효인산의 경우 2.1ppm

에서 3.7ppm 까지 분포하였으나 해발고별 차이가 크지 않았다. 치환성 양이온중 칼륨의 경우 300m이하가 0.26cmolc/kg으로 해발고가 높았던 700m이상은 0.10cmolc/kg 보다 낮았다. 칼륨의 경우 해발고가 낮은 지역이 높은 값을 보여 300m이하 지역이 2.31cmolc/kg로서 가장 높았고 300m이상 지역은 1.6cmolc/kg이하로 분포하였다. 마그네슘의 경우 해발고 300m이하 지역이 0.88cmolc/kg로서 가장 높았으며 300m이상 지역은 0.33~0.41cmolc/

kg정도 분포하였다(그림 6). 해발고별 토양 물리적 특성중 토양용적밀도나 액상, 전질소, 유기탄소함량, C/N율 등은 해발고가 높았던 700m이상 지역이 양호한 특성을 보이나 치환성 양이온 중 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 300m이하 지역이 타 지역에 비해 높았다. 해발고가 높은 지역에서의 산양삼재배시 토양 pH의 교정과 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등의 치환성 양이온의 공급방안의 수립은 산양삼 재배시 토양양분 관리를 위해 필수적인 것으로 사료된다.

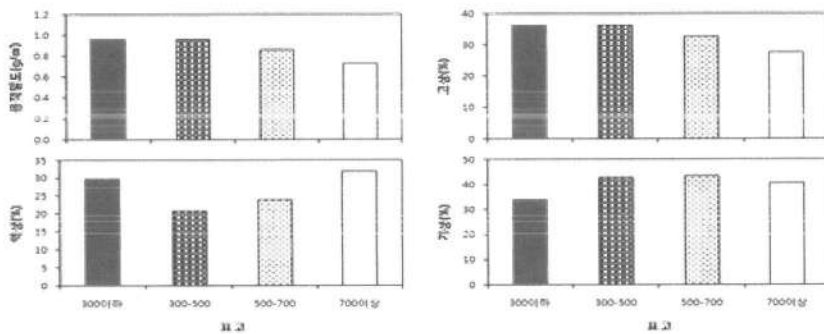


그림 4. 해발고에 따른 토양용적밀도와 토양삼상

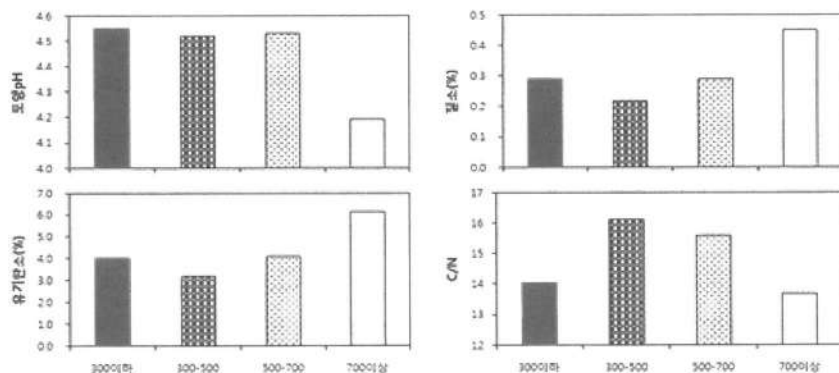


그림 5. 해발고에 따른 토양pH, 질소, 유기탄소, C/N율

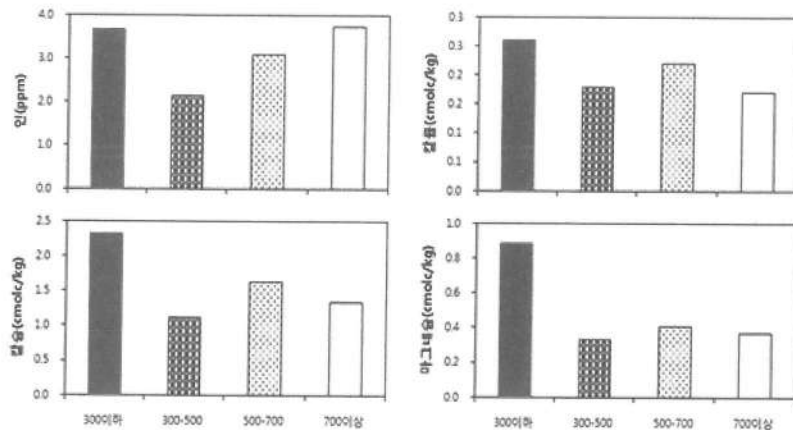


그림 6. 해발고에 따른 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘함량

3) 산림토양형에 따른 토양특성

토양용적밀도의 경우 갈색건조산림토양형(B1)으로부터 갈색약습산림토양형(B4)으로 수분조건이 증가함에 따라 토양용적밀도가 감소하는 경향을 보였으며 고상 또한 토양용적밀도와 유사한 경향을 보였다. 토양 내 액상의 경우 갈색건조산림토양형이나 갈색약습산림토양형은 20%이하였던 반면에 갈색적운산림토양형과 갈색약습산림토양형은 30%이상으로 높았다(그림 7). 그러나 기상의 경우 산림토양형별 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 토양 pH의 경우 갈색건조산림토양형과 갈색약건산림토양형은 토양 pH가 4.5이상이었던 반면에 갈색적운산림토양형과 갈색약습산림토양형은 4.5이하로 나타났다. 토양 전질소함량은 토양형별 차이가 심하였으며 갈색약건산림토양형이나 갈색건조산림토양형은 0.18%이하, 갈색적운산림토양형이나 갈색약습산림토양형은 0.43-

0.51%까지 분포하였다(그림 8). 토양유기탄소함량의 경우 갈색건조산림토양형이 2.9%이었던 반면 갈색적운산림토양형이나 갈색약습산림토양형은 5.8-6.4%까지 분포하였다. 토양 C/N율의 경우 갈색건조나 갈색약건산림토양형은 16.4-17.4정도로 나타났고 갈색약습이나 갈색적운산림토양형은 13.6-14.7로 나타나 갈색약습산림토양형이나 갈색적운산림토양형이 갈색건조나 약건산림토양형에 비해 양분의 무기화가 활발한 것으로 나타났다. 유효인산의 경우 토양형별 큰 차이가 없었으나 갈색약습산림토양형이 4.4ppm로 가장 높았다. 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 경우도 갈색적운산림토양형이나 갈색약습산림토양형이 갈색건조산림토양형이나 갈색약건산림토양형에 비해 1.5-2배 이상까지 높게 나타났다(그림 9). 토양형별 물리·화학적 특성의 경우 갈색적운산림토양형이나 갈색약습산림토양형이 산양삼재배에 비교적 양호한 토양특성을 보였다.

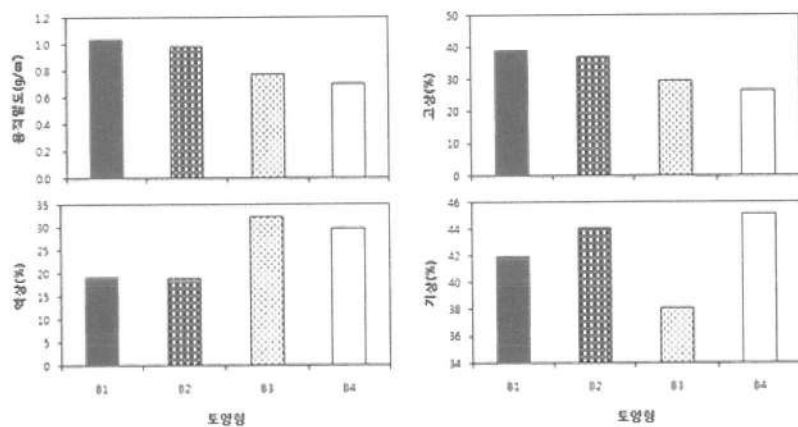


그림 7. 토양형에 따른 토양용적밀도와 토양삼상

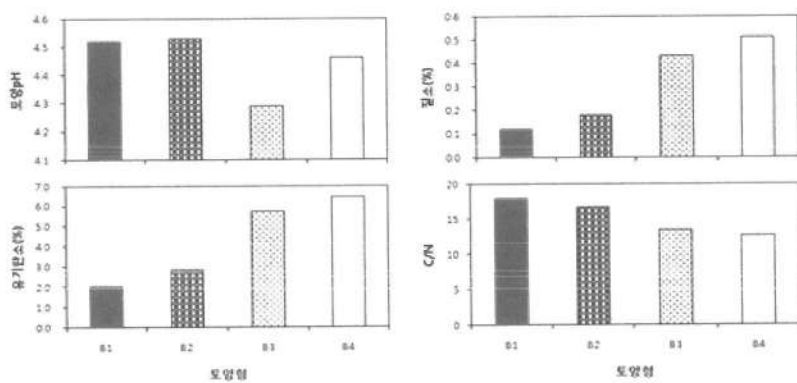


그림 8. 토양형에 따른 토양pH, 질소, 유기탄소, C/N율

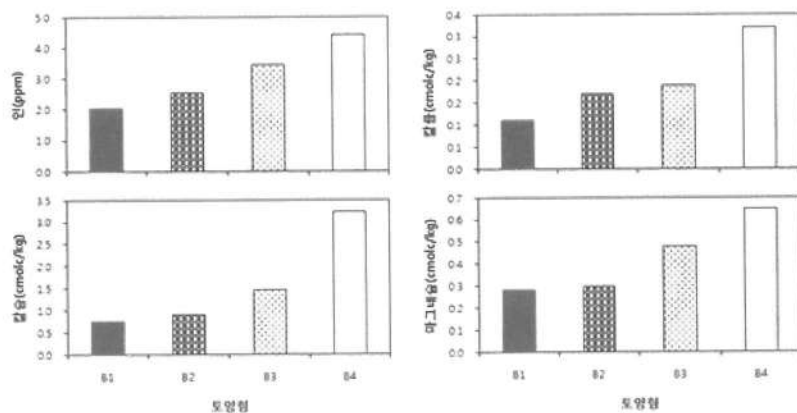


그림 9. 토양형에 따른 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘함량

4. 연구요약

함양군내 산양삼재배지 28개소의 임분 별 토양 물리·화학적 특성의 경우 토양용적밀도는 소나무임분 $0.96\text{g}/\text{cm}^3$, 침·활 혼효임분 $0.92\text{g}/\text{cm}^3$, 활엽수임분 $0.79\text{g}/\text{cm}^3$, 낙엽송조림지 $0.69\text{g}/\text{cm}^3$ 로 소나무임분의 토양용적밀도가 가장 높고 활엽수임분이나 낙엽송조림지의 토양용적밀도가 낮게 나타났다. 토양 삼상중 액상은 소나무임분이 18.8%로서 침·활혼효임분 34.6%, 활엽수임분 36.0%에 비해 낮게 나타나 토양수분조건이 가장 열악한 것으로 조사되었다. 토양 pH는 침·활혼효임분이 토양 pH 4.55로 가장 높았으며 소나무임분 pH 4.46, 활엽수임분 pH 4.36, 낙엽송조림지 pH 4.35로 활엽수임분과 낙엽송조림지는 유사한 토양 pH를 보였다. 질소함량의 경우 활엽수임분 0.44%, 낙엽송조림지 0.38%, 침·활혼효임분 0.32%로 소나무임분의 0.19%에 비해 1.5에서 2배 이상 높게 나타났다. C/N율의 경우 활엽수임분이나 침·활혼효임분, 낙엽송조림지의 C/N율은 12.8-14.2범위에 분포하여 토양내 무기양분공급이 비교적 양호할 것으로 사료되었으나 소나무임분의 경우 16.5로 타 임분에 비해 높게 나타났다. 칼륨, 칼슘, 마그네슘 같은 치환성 양이온은 침·활혼효임분이 가장 높았으며 활엽수임분, 낙엽송조림지, 소나무임분 순으로 나타났다. 산양삼재배지의 임분별 토양 특성의 경우 토양용적밀도나 액상, 기상 등 물리적 특성과 토양 pH, C/N율, 전질소 및 유기탄소함량, 치환성 양이온함량등을 고려할 때

활엽수임분, 침·활혼효임분, 적운지에 식재된 낙엽송조림지 등은 비교적 산양삼 재배에 양호한 입지특성을 보이거나 소나무임분은 가장 열악한 토양특성을 가지는 것으로 나타났다.

해발고별 토양용적밀도는 700m이상 지역이 $0.73\text{g}/\text{cm}^3$ 로 가장 낮았으며, 300m이하가 $0.96\text{g}/\text{cm}^3$ 로 가장 높았고, 토양 삼상중 액상의 경우 700m이상 지역이 32%로 가장 높았고 300-500m사이 지역이 21%로 가장 낮았다. 토양 pH는 700m이하 지역이 pH 4.52에서 4.55로 해발고간 차이가 뚜렷하지 않았으나 700m이상지역의 경우 4.19로서 토양산성화가 가장 심하였다. 전질소의 경우 700m이하의 지역은 0.2-0.29%로 큰 차이가 없었으나 700m이상 지역은 0.45%로 높은 값을 보였으며 이는 전질소 함량에 밀접한 관련이 있는 유기탄소함량이 이 지역에서 높게 나타났기 때문이다. 치환성 양이온인 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 300m이하 지역이 타 해발고에 비해 높았다.

산림토양형별 토양용적밀도의 경우 갈색건조산림토양형으로부터 갈색약습산림토양형으로 수분조건이 증가함에 따라 토양용적밀도가 감소하는 경향을 보였다. 토양 pH의 경우 갈색건조산림토양형과 갈색약건산림토양형은 토양 pH가 4.5이상이었던 반면에 갈색적운산림토양형과 갈색약습산림토양형은 4.5이하로 나타났다. 전질소함량은 토양형별 차이가 심하였으며 갈색약건산림토양형이나 갈색건조산림토양형은 0.18%이하, 갈색적운산림토양형이나 갈색약습산림토양형은 0.43-0.51%까지 분포하였다. C/N율의 경우 갈색건조나 갈색약건산림

토양형은 17.4-16.4정도 분포하였다. 유효인산의 경우 토양형별 큰 차이가 없었으나 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 경우도 갈색적운산림토양형이나 갈색약습산림토양형이 갈색건조산림토양형이나 갈색약건산림토양형에 비해 1.5-2배 이상 높게 나타났다. 토양형별 이화학적 특성의 경우 갈색적운산림토양형이나 갈색약습산림토양형이 산양삼 재배에 비교적 양호한 토양 특성을 보였다.

5. 감사의 글

본 연구는 2009년 경상남도 산림환경연구원의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 “산양삼재배지 입지환경요인 및 식생구조분석” 보고서의 일부입니다. 또한 본 내용은 Kim, C., G.C. Choo, H.S. Cho and J.T. Lim, 2015. Soil properties of cultivation sites for mountain-cultivated ginseng at local level. *Journal of Ginseng Research* 39: 76-80에 발표되었습니다.

6. 참고문헌

- 김춘식, 2013. 경상남도 함양군 산양삼재배지의 입지환경 특성. *산지환경* 16: 75-88.
- 산림청, 2008. 장뇌산삼의 최적재배기법 및 국내외산 식별기술 개발. *산림과학* 특정연구과제 보고서 150pp.
- 이명보, 이봉수, 오민영, 홍한도, 홍성호. 1981. 산림에서의 인삼재배 적성에 관한 연구. *임업시험장 연구보고* 28: 227-239.
- 우수영, 이동섭, 2002. 임상별 임간인삼의 생육과 최적환경에 관한 연구(I). *한국농림기상학회지* 4: 65-71.
- 우수영, 이동섭, 민재기, 2002. 인삼의 산지재배시 임상별 생육과 환경에 관한연구(II). *한국임학회지* 91: 304-312.
- 한상섭, 2006. 산양삼 재배사례 및 실습. *산양삼(장뇌)재배반*, 산림청 223-230.
- Kim, C., G.C. Choo, H.S. Cho and J.T. Lim, 2015. Soil properties of cultivation sites for mountain-cultivated ginseng at local level. *Journal of Ginseng Research* 39: 76-80.



기술정보(국내)

암석의 분류와 풍화산물에 대한 고찰

최 경
사방협회 전문위원

1. 서론

모든 생명체의 터전이 되는 토양(soil)과 산지재해 발생에 크게 영향을 주는 암석과 그 풍화생성물(regolith)의 특성을 결정하는 데에는 모재, 기후, 지형, 생물, 시간 등 여러 요인이 복합적으로 작용하고 있지만, 동일한 조건이라면 그 중심에 암석이 있다.

산지의 토양특성과 산지에서 발생되고 있는 침식, 산사태, 땅밀림 등 산지재해를 다루고 있는 임업인들에게 암석(rock)에 대한 지식은 매우 중요하다고 느끼고 있으면서도 타 분야 학문인 양 간과(看過)하고 있다. 차제에 암석에 대한 이해를 증진시키기 위하여 현지조사 자료와 문헌을 중심으로 ① 산지 현장의 암석(암반)을 쉽게 식별할 수 있는 방법과 ② 암석의 풍화산물의 특성(토양 및 입지 특성) 등에 대하여 고찰해보고자 한다.

2. 암석의 구분

1종 또는 그 이상의 광물들이나 유기물이 자연의 작용으로 모여서 어떤 덩어리 또는 집합

체(자연체)를 만들면 이를 암석이라고 한다. 덩어리나 집합체는 강도와 고결도에 관계없이 인공적인 것 이외의 것은 모두 암석이라 정의하고 있다. 따라서 사력, 토양, 석탄, 얼음, 눈 등도 모두 암석이라 할 수 있다. 이상의 암석에 대한 정의는 광의의 암석이고, 협의의 암석은 견고한 돌이나 바위를 의미하는 자연체로서 물리적, 역학적 특성을 가지는 무결암(無缺岩, intact rock)을 뜻한다. 보통 암석이라 하면 협의의 암석을 뜻하며 현지 상태에 있는 다양한 형태의 불연속면(절리, 단층 등)을 가지고 있는 암반(岩盤, bedrock)과는 구별된다.

가. 암석의 종류와 분포 현황

암석은 그 성인(成因)에 따라 화성암, 퇴적암, 변성암으로 구분하며, 1:25,000 수치 지질도 상에서 대분류, 중분류, 소분류(세분류) 등 3등급으로 구분하고 있다. 소(세)분류에 의하면 암석은 400여종에 이르고, 중분류는 아래(표 1)에서와 같이 16종으로 구분하고 있으며, 암석 성인별(成因別), 지질시대별 한반도의 암석지층별 분포 비는 표2와 같다.

표 1. 암석의 분류

대분류	중분류
화성암	화강암류, 반암류, 규장암류, 안산암류, 현무암류, 섬록암류
퇴적암	석회암류, 사암류, 이암류, 혈암류, 응회암류, 역암류
변성암	편마암류, 편암류, 천매암류, 점판암류

표 2. 지질시대별 암석지층 분포 비(건설부 국립지리원 1980)

암석 성인	지질시대	암석 지층 명	면적(km ²)	백분율(%)
퇴적암	신생대 제 3기	제 3계	3,265	1.48
	상부 중생대	경상누층군(외)	19,791	8.97
	중부 중생대	대동누층군(외)	1,986	0.90
	하부 중생대	평안누층군	6,178	2.80
	상부 고생대	조선누층군	18,622	8.44
	하부 고생대	소계	49,842	22.59
	원생대	상원계(외)	4,854	2.20
변성암	시생대	화강편마암 및 결정편암	89,138	40.40
		소계	93,992	42.60
	신생대	화산암류	10,480	4.75
화성암	중생대	반심성암 및 화강암류	66,323	30.06
		소계	76,803	34.81
	계		220,637	100.00

한반도의 암석분포 현황은 표2에서와 같이 퇴적암이 22.6%, 변성암이 42.6%이고 화성암이 34.8%로 변성암이 가장 넓게 분포하고 있으며, 변성암 중에서는 편마암류와 편암(결정편암)이 대부분이며, 퇴적암류 중에서는 석회암류(30%), 사암류(15%)와 혈암류(siltstone과 합하여 55%)가 가장 많이 분포하고 있는 것으로 조사되고 있어 최소한 이들 암석에 대해서는 많은 관심을 가지고 관찰하여야 하겠다.

나. 암석의 일반적인 분류 기준

우리가 산지에 가서 암석을 식별한다는 것은 암석의 종류를 구분(분류)하는 것으로 전문가가 아닌 임업인들 에게는 매우 어려운 일이다. 지질학 서적에 의한 암석분류 기준은

○화성암의 경우 화학성분이 일정하지 않고 성분을 조금씩 달리하기 때문에 거의 무한한 수의 변종을 포함하므로 화성암을 몇 종류로

구분하는 기준은 없으며 단지 인위적으로 암석의 화학성분, 구성입자(粒子)의 크기, 조직(石理, texture), 구조(structure), 암석의 색(色)에 의하여 분류한다.

○퇴적암은 퇴적물의 종류와 구성 물질에 따라 분류하며

○변성암은 변성의 정도, 구조(조직), 입자의 크기에 의하여 구분한다고 되어있으나 변화가 심한 자연 상태에서 암석을 구분(식별)하기란 어려운 일이다.

다. 현지조사 자료의 검토

1) 조사내용 및 조사결과표

암석 식별(분류)에 대한 이해를 증진시키기

위하여 최근의 임도 타당성 평가와 산사태 위험지 조사 시 암석을 수집하고 암석의 풍화상태와 토양발달 상태, 토성과 암석노출도 등을 조사하였다. 임도는 사면이 절개되어 있는 곳이 많기 때문에 그 지역의 전반적인 토양단면과 암석의 풍화상태 등을 조사하기에 좋은 장소이다.

그 외에 대표 암석과 출현가능 암석 등을 조사하였는데, 이는 1:250,000 지질도폭의 설명서와 한국의 지질(1998), 신 지질학 개론(1983) 등 지질관련 서적을 이용하였다. 조사지는 화강암 지역이 6개 지역, 편마암 지역이 11개 지역, 편암 지역이 2개 지역이며 응회암 지역이 1개 지역 등 20개 지역이다.

조사지역별 조사결과와 암석 사진은 표3, 4와 사진1, 2와 같다.

표 3. 현지조사 결과 표(화강암 분포지)

조사 No.	조사지	대표 암석명	출현 가능 암석	비고
1	강원 원주시 호저면 주상리	흑운모화강암	• 각섬석 흑운모화강암 • 반상 흑운모화강암 • 반상 화강암 • 복운모화강암	• 주구성광물:석영, 가리장석, 사장석, 흑운모 • 부구성광물:인회석, 스피넬, 저콘 • 풍화토:미사질 양토 • 중립질 • 암석노출도:20~50%
2	경기 양평군 양동면 계정리	흑운모화강암	• 우백질 화강암 • 흑운모화강암	• 주구성광물:석영, 가리장석, 사장석, 흑운모, 백운모 • 중립질 • 풍화토:사양토
3	경기 용인 양지면 양지리	흑운모화강암	• 흑운모화강암 • 석류석 복운모화강암	• 주구성광물:석영, 가리장석, 사장석, 흑운모, 백운모 • 중립질~조립질 • 풍화토:사양토 • 암석노출도:5%이하

조사 No.	조사지	대표 암석명	출현 가능 암석	비고
4	경기 양주 광적 효청리	대보화강암	• 석류석 흑운모화강암 • 각섬석 흑운모화강암 • 세립질 흑운모화강암 • 장석반암	• 주구성광물:석영, K장석, 사장석, 흑운모 • 풍화토:사질토 • 조립질 • 암석노출도:5%이하
5	강원 인제 북면 한계리 산1-67	대보화강암 (인제화강암)	• 각섬석 흑운모화강암 • 반상 흑운모화강암 • 등립질 흑운모화강암 • 복운모화강암	• 고산 급경사 • 중립질~조립질 • 풍화토:사질토
6	경기 포천 창수 오가리 산125-8	흑운모화강암	• 석류석 흑운모화강암 • 석영 섬록암	• 중립질~조립질 • 주구성광물:석영, 사장석, 알칼리장석, 흑운모 • 풍화토:사양토

표 4. 현지조사 결과 표(편마암, 편암 및 응회암)

조사 No.	조사지	대표암석명	출현 가능 암석	비고
7	경기 포천 신북 금동리 산182	• 호상편마암	• 호상구조가 불량한 화강암질 편마암 • 다수의 규암, 대리암 협재	• 풍화토양:사양토 • 구성광물:석영, 장석의 우백 질대와 흑운모의 우흑질대
8	경기 용인 묘현 갈담리	• 호상편마암	〃	• 풍화토양:점토질 기암→점토로 풍화
9	경기 남양주 조암 진중리 산26-1	• 호상편마암	〃	• 풍화토:사양토
10	경기 용인 양지 평창리	• 호상편마암	〃	• 풍화토양:사양토 • 암석노출도:5%이하
11	경기 동두천시 안흥동 산183	• 흑운모 편마암	• 상부에 운모편암 협재	• 풍화토:사양토 • 절리가 3set 이상으로 자갈크기로 분리
12	경기 양평 양서 목왕리 90-5	• 호상흑운모 편마암	• 석영-장석대와 흑운모대의 호상구조	• 풍화토:사질+점질토 • 암석노출도:5%이하
13	경기 가평 설악 엄소리 산38-5	• 호상편마암	• 규암 및 대리암 협재 • 반상변정질편마암	• 풍화토:사양토 • 암석노출도:5%이하

조사 No.	조사지	대표암석명	출현 가능 암석	비고
14	강원 춘천 동면 상걸리 산38-1	• 호 상 흑 운 모편마암 (석영-장 석편마암)	• 석회암, 석회규산염암 • 면구상 편마암 • 흑운모편암 협재 • 석영-장석편마암	• 풍화토:사질토+점질토 • 암석노출도:5%이하
15	경기 양평 서종면 정배리	• 호 상 흑 운 모 편마암	• 석영-장석대와 흑운모대의 호상구조	• 풍화토:사양토 • 암석노출도:5%이하
16	경기 양주 장흥 부곡리 산20-1	• 흑운모 편마암	• 이질/사질 편암 • 호상편마암, 운모편암 협재	• 풍화토:사질토+점질토 • 암석은 선택적 풍화로 표면이 거침 • 암석노출도:30% 이상으로 노두는 거의 없음
17	경기 가평 설악 위곡리 956-3임	• 호상편마암	• 다수의 규암 및 대리암 협재 • 우백질대는 전형적인 화강암 성질을 보임	• 풍화토:모래+점토
18	전북 완주 봉동읍 장구리	• 운모편암	• 석회암, 규암 협재 • 변질사암 • 함력규암 • 석영편암 • 각섬석편암	• 함력규암의 역들은 엽리방 향으로 신장되어 있음 • 풍화토:사질+점질토 • 땅밀림지 • 암석노출도:5%이하
19	충북 충주시	• 녹니석편암	• 암녹색의 천매암 • 건운모편암, 흑색점판암	• 풍화토:점토질 • 자갈크기의 석력지 분포
20	경기 연천 신서 내산리 산1-8	• 유문암질 응회암	• 용결 응회암	• 풍화토:사양토 • 암색:담 홍색, 담갈색, 회청 색 • 암편:퇴적암, 편암, 역암 화강암, 안산암, 현무암, 용결응회암 • 암석이 날카로운 면으로 분 리되고 있음 • 암석노출도:30% 이상

※ 풍화토에서 사질토+점질토는 사질토와 점질토가 부분적으로 출현함을 의미함.



조사No.1. 흑운모화강암



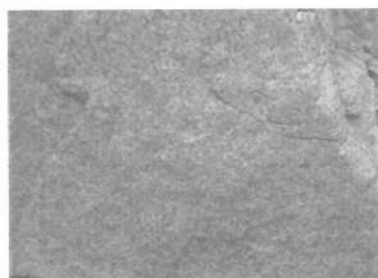
조사No.2. 흑운모 화강암



조사No.3. 흑운모화강암



조사No.4. 대보화강암



조사No.5. 대보화강암

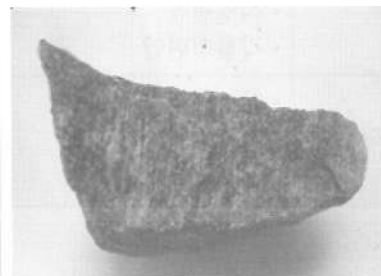


조사No.6. 흑운모화강암

사진 1. 화강암류의 암석



조사No.7. 호상편마암



조사No.8. 호상편마암



조사No.9. 호상편마암



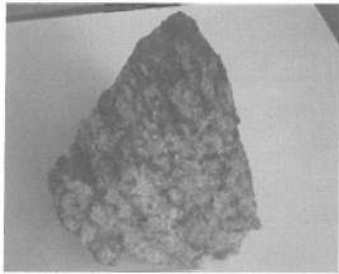
조사No.10. 호상편마암



조사No.11. 흑운모편마암



조사No.12. 호상흑운모편마암



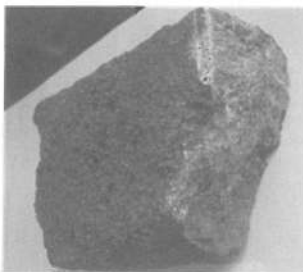
조사No.13. 호상편마암



조사No.14. 석영-장석 편마암
(호상흑운모편마암)



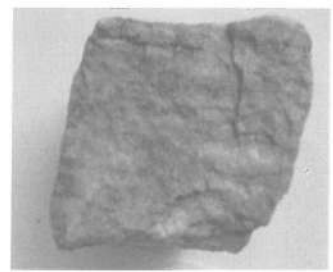
조사No.15. 호상흑운모편마암



조사No.16. 흑운모편마암



조사No.17. 호상편마암



조사No.18. 석영편암 (함력규암)



조사No.18. 운모편암



조사No.19. 녹니석편암



조사No.20. 유문암질 응회암

사진 2. 편마암, 편암류 및 응회암의 암석

2) 조사 암석에 대한 특성과 산상(産狀)

조사된 암석에 대한 일반적인 기존 사실들을 요약하면 다음과 같다.

가) 화강암류

- 광의의 화강암은 아다멜라이트(adamellite: 화강암질 암석으로 석영 몬조나이트는 동의

어)와 화강섬록암을 포함하나, 협의의 화강암은 알칼리 화강암이다. 알칼리 화강암은 장석(60% 내외) 특히 알칼리 장석(정장석, 미사장석)과 석영(20~40%), 운모 등을 주성분으로 하는 완정질(完晶質)이고 현정질(微晶質)인 등립질(等粒質)이며 유색광물의 양은 10% 내외이므로 주로 밝은 색인 담

색으로 유백색 내지 담홍색, 담회색을 띠며 담록색인 경우도 있다. 함유된 유색광물 중 양적으로 많은 것의 이름을 화강암 앞에 붙여서 화강암의 종류로 구별한다.

협의의 화강암인 알칼리 화강암은 세계적으로 그 분포 면적이 좁다. 우리나라에 분포하고 있는 화강암은 지질시대에 따라 크게 대보화강암류(쥬라기), 불국사화강암류(백악기)와 기타 화강암류(기타 시대)로 구분하고 있다.

- 중생대 트라이아스기에서 쥬라기의 대보화강암류(Jgr)는 반려암, 섬록암 또는 석영섬록암, 화강섬록암, 흑운모화강암, 복운모화강암, 백운모화강암, 혼성암(migmatite)이 포함되며, 한반도 남쪽 면적의 25%로 분포 면적이 가장 넓다.
- 중생대 백악기 말에서 신생대 제 3기의 불국사화강암류(Kgr)는 각섬석화강암, 화강섬록암, 섬록암, 흑운모화강암, 반상화강암과 반려암을 포함하고 있다.
- 기타 화강암류는 선캄브리아기 또는 시대 미상의 고기화강암류(Ffgr, gr)와 제 3기 이후의 화강암(Tgr)이 있다. 이들 분포는 부산도폭의 경북 구미시 일대와 동해안 연안에 소규모로 분포하고 있으며, 고기화강암류(Ffgr)는 세립질인 것으로 알려져 있다.

나) 편마암 및 편암류

- 편마암류는 입도(粒度)가 높은 두 종류 이상의 광물들이 불안전하고 불규칙한 호층(互層)을 보이며, 화성 기원의 편마암(정편마암)

과 퇴적 기원의 편마암(준편마암)이 있다. 주 구성광물은 장석, 석영, 운모, 각섬석, 휘석 및 석류석을 포함하고 있다.

- 호상편마암은 경기육괴(京畿陸塊)의 최하부 기반암인 경기변성암 복합체에서 가장 넓게 분포하는 암석으로, 주로 석영-장석으로 구성된 우백질대와 흑운모로 구성된 우흑질대가 상호 교호하여 나타나는 호상구조(縞狀構造, banded structure)를 보이는 것이 특징이다. 그러나 경기육괴를 구성하는 대부분의 암석이 고도의 다변성작용(多變成作用)과 고기(古期) 화성활동과 구조(構造) 운동을 받은 변성암이어서 상대적으로 성분대의 분화가 불충분한 화강암질 편마암도 흔히 나타나며, 화강암 성질이 우세한 우백질 편마암과 반상변정질 편마암이 나타나기도 한다. 다수의 규암과 대리암(大理岩, marble)이 협재되어 나타나기 때문에 암석을 판단(식별)하기 위해서는 많이 분포하고 있는 암석(대표암석)을 찾아내는 것이 중요하다.

- 편암류는 경기변성암 복합체에서 소규모로 분포하며 주로 운모편암, 석영-운모편암과 석영-장석편암으로 구성된다. 편암류 내에는 석회암이 흔히 협재되며 주변의 호상편마암과 일부 점이적으로 접촉하고 있어 혼재되어 나타나기도 한다. 엽리(葉理, foliation)는 몇 차례의 중복 변형작용에 의하여 매우 교란되어 있으며 일부 편암류는 화강암 물질의 유입에 의하여 부분적으로 호상구조가 나타나기도 하여 호상편마암과 구별이 어려

운 경우가 있다. 편암류는 대부분 퇴적 기원의 암석이며 변성도(變成度, metamorphic grade)에 있어서는 편마암류와 별 차이가 없으나 상대적으로 화강암화 작용 내지 미그마타이트(migmatite)화 작용은 덜 받았다.

- 전북 완주 지역에 나타나는 편암류는 대부분 운모편암류로 구성되어 있으나 석영편암, 각섬석편암 및 규암도 간혹 협재되어 나타난다. 습곡과 스러스트(thrust)의 발달이 관찰되며, 곳에 따라 석영이나 장석의 입자 크기가 증가하여 편마암류와 구별이 모호하기도 하다.

※ thrust: 지각의 일부가 다른 지각 위로 올라가는 운동으로, 충상단층(衝上斷層)을 뜻한다. 단층면의 경사가 45° 이하이다.

- 소백산 편마암 복합체의 편암류는 주로 석영견운모편암, 석영복운모편암, 녹니석편암, 녹니석견운모편암 혹은 천매암 상이며 이외에도 흑연, 녹니석견운모편암, 석영편암, 각섬석녹니석편암 상(相)을 보이는 곳도 있고 소량의 결정질 석회암을 협재하기도 한다. 흑운모편마암의 분포지 내에는 소규모의 편암대(片岩帶)가 발달하여 편마암과의 관계는 점이적인 경우가 많다. 편암은 육안으로 결정(結晶)이 구별되나 편마암보다는 작은 결정으로 되어 있다. 무색 광물로 석영, 백운모, 견운모가 가장 많고 장석은 적다. 유색 광물로는 흑운모, 각섬석, 녹니석, 흑연, 휘석, 녹염석 등이 있다.

다) 화성쇄설암

화성쇄설암은 화산쇄설물이 고결되어 이루어진 암석으로 직접 화산활동에 의해 퇴적된 암석 외에도 바람이나 유수의 작용으로 재퇴적된 암석도 포함된다. 따라서 화산 기원 이외의 쇄설물을 소량 함유하기도 하며 그 양이 많아지면 비화산성 쇄설암으로 이화(移化)한다.

○ 응회암은 화성쇄설물이 고화된 암석을 총칭하나 대개는 화산재가 굳어서 생긴 화성쇄설암이며 구성입자는 직경 4mm(외국은 2mm) 이하이다.

○ 응회암은 화산회(화산쇄설립)와 소량의 광물편(鑛物片)과 암편(岩片)으로 구성되어 있다. 광물편은 2mm 이내의 사장석, 석영, 불투명 광물질이며, 암편은 규암, 편암, 유문암, 안산암, 현무암, 퇴적암, 화강암 등 주위 암석의 암편들이다.

○ 연천군 고대산 부근의 화산암류는 유문암질 응회암 내지 용결응회암으로 담홍색, 담갈색, 회청색의 다양한 암색을 띠며, 암편의 함량 변화가 심하다.

3) 조사결과 검토

조사결과를 요약하여 보면

○ 조사지역은 경기 16개, 강원 2, 충북 1, 전북 1개소로 20개 지역이다.

○ 암석으로 구분하면 화강암 6개 지역(대보 화강암), 변성암 13개 지역(편마암 11개 지역, 편암 2개 지역), 퇴적암 1개 지역(유문암질 응회암)이다. 화강암을 세분하면 화강암

2개 지역, 흑운모화강암 4개 지역이며, 변성암 중 편마암은 호상편마암이 6개 지역으로 가장 많고 흑운모편마암 2개 지역, 호상흑운모편마암 3개 지역(석영-장석 편마암 1개 지역)이다. 편암류는 운모편암 1개 지역, 녹니석편암 1개 지역이고, 퇴적암은 응회암(유문암질응회암) 1개 지역이다.

○ 암석 식별(분류) 상의 문제점

- 화강암

- 같은 흑운모화강암이라도 입도가 다르고 시각적으로 다르게 나타나고 있다. 조사 No.2와 조사 No.3이 유사하게 나타나 보이나 조사 No.1과 조사 No.6은 다르게 보인다.
- 동일한 대보화강암이나 입도의 차이로 조사 No.4와 조사 No.5가 다소 다르게 나타나 보인다.

- 편마암

- 호상편마암은 조사 No.7, 8, 9, 10, 17은 유사하게 보이나, 조사 No.13은 반상변정질편마암에 가까운 것으로 보인다.
- 흑운모편마암은 조사 No.11과 16은 다르게 보인다. 특히 입도와 풍화 표면이 다르게 나타나고 있다.
- 호상흑운모편마암은 조사 No.12, 14, 15가 각기 다르게 보인다. 조사 No.14는 석영-장석편마암으로 보이고, 조사 No.15는 안구상편마암에 가까운 것으로 보인다.

- 편암

- 석영편암은 조사 No.18 지역의 운모편암 지역에서 산출된 것으로 함력규암에

가까운 것으로 판단되며, 조사 No.18의 운모편암과 조사 No.19의 녹니석편암은 식별이 가능하며

- 유문암질 응회암(조사 No.20)도 식별(분류)이 가능하다.

전체적으로 동일한 화강암이라도 지역에 따라 시각적으로 다른 형태로 나타나고 있으며 변성암도 호상편마암과 호상흑운모편마암 및 흑운모편마암을 식별할 수 있는 뚜렷한 차이점이 나타나지 않는 것은 대표 암석 이외에 출현 가능 암석이 많이 존재하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 호상편마암의 특징인 우백질대와 우흑질대가 암편의 면(面)에 따라 다르고 미분화된 암석들이 많이 분포하기 때문이다.

○ 암석의 풍화토

- 화강암의 풍화토는 일반적으로 사양토가 많이 나타나고 있다. 특히 대보화강암은 사질 토양이 많이 나타나며 풍화가 깊게 진행된 토양에서는 사양토가 많으며, 일부 점토질 토양이 나타나기도 하나 그 분포면적은 국부적이다.

- 흑운모화강암의 풍화토양은 점토질이 다소 많이 함유된 토성이 나타날 수 있다.

- 편마암류와 편암류는 구성성분에 따라 많은 차이를 보이고 있으나, 대체로 점토질이 많이 포함된 토양을 형성한다. 구성 암석의 종류에 따라 사질토양과 점질토양이 국부적으로 따로 나타나는 경우도 많다. 녹니석은 일종의 점토질 광물로서 녹니석편암의 풍화토는 점토질이 많다.

- 화산암설류는 그 풍화 과정이 ①기암→암
괴→자갈 ②기암→자갈→미사 ③ 기암→미
사 ④ 기암→점토 등 다양한 과정으로 풍
화되기 때문에 풍화토층은 모래질에서 부
터 점토질까지 다양하다. 연천의 조사지역
(조사 No.20)인 유문암질 응회암 지역에서
는 고결도(固結度)가 높아서 암석이 단단하
고 각이 진 암석으로 분리, 풍화되고 있으
며 토성은 사양토이나 점토분(미사질)이 다
소 많다.

○ 암석 노출도

암석 노출도는 풍화의 종류와 풍화과정에
따라 많은 차이를 보이며 입지조건에도 크
게 영향을 준다.. 화강암 지대에서도 고산
(高山) 지역이나 저산(低山) 지역이나에 따
라서, 고산 지역은 일반적으로 암석 노출도
가 높게 나타나며, 저산 지역, 특히 산록완
사면(pediment) 에서는 낮게 나타나고 있
다. 편마암 지역에서는 호상편마암 지대에
서 대체적으로 낮게 나타나고 있으며, 응회
암 지대인 연천 지역(조사 No.20)에서는 매
우 높게 나타나고 있다.

라. 암석 분류

암석을 분류(식별)하기 위해서는 일반적으로
암석의 구성 물질, 구조, 조직과 색 등이 구분
되어야 할 것으로 판단된다. 다음에 제시한 암
석 성인별 암석의 구분(표5~11)은 지질학자들
이 추천하는 것으로

1) 화성암의 구분 기준(요인)을 보면

①암석의 SiO_2 의 함량 ②암석의 재료가 되는
magma의 냉각 깊이 ③구성입자의 크기 ④유
색 광물의 함량(색) ⑤암석의 구조 등이 이용되
고 있다. 이들 5가지 요인을 모두 활용할 경우
가장 정확할 것이나, 이용 상에 복잡함이 있어
쉽게 구분하기 위해서는 2~3개의 요인을 활용
하는 것이 가장 경제적인 것이다.

○ 표5는 magma의 분출 위치와 SiO_2 함량과
구조(조직)에 의한 화성암의 구분(분류)표이
다.

- SiO_2 (규산)의 함량은 색(色)과 관계가 있
어 동일한 것으로 취급하여도 무리가 없다.
 SiO_2 의 양은 색으로 대신하여 평가할 수
있어 분류에 도움이 된다.

- magma의 분출 위치는 심성암, 반심성암
및 화산암(분출암) 등으로 암석을 쉽게 구
분할 수 있어, 구분에 어려움이 없다.

- 다음으로 구조와 조직은 암석에서 유리질,
다공상, 행인상 등으로 구분이 용이하므로
쉽게 구분할 수 있다. 표5의 구분표는 지질
학 개론(정창희, 1983)에서 사용하고 있는
분류표이다.

○ 표6(응용 지질암반 공학, 김영근, 2013)은
규산(SiO_2)의 함량과 광물입자의 크기로 구
분한 표인데 간단하기는 하나 정확도가 높지
않다. 일반적으로 심성암은 조립질이고 반심
성암은 중립질, 화산암(분출암)은 세립질로
구분하였는데, 화강암의 경우 평균적으로는
조립질이나, 세립질부터 조립질까지 분포하
고 있기 때문이다.

○ 표7(지질 환경과학, Frederick K. Lutgens 등, 2011)은 화학조성(SiO_2 함량과 비례)과 암석의 색, 암석의 구조와 조직 등으로 구분하고 있는데, 화학조성, SiO_2 함량, 암석의 색은 동일한 기준이며, 암석의 구조 또는 조직은 식별이 가능하기 때문에 분류에 큰 어려움은 없다. 이 표는 표5와 유사하여 활용하는데 도움이 될 것이다.

2) 퇴적암의 암석 구분 기준은

①퇴적성인(쇄설성, 유기적, 화학적 퇴적암 등) ②구성물질(퇴적물질) ③광물(석영, 방해석, 석고, 암염 등)과 ④조직 등이 있으나 퇴적

성인과 구성물질(퇴적물질)을 이용하는 것이 가장 효과적이다.

○ 표8(응용 지질암반 공학, 김영근, 2013)은 퇴적성인과 구성물질에 의하여 작성된 분류 기준표이나 화산쇄설암이 누락되어 있다.

○ 표9(암석학 개론, 안건상, 2013)는 화산쇄설암만을 분류한 것이어서 퇴적암 분류는 표8과 표9를 동시에 이용하여 분류하는 것이 바람직하다.

3) 변성암의 암석 구분 기준은

①변성작용 구분(변성 정도) ②조직 ③원 암석과 ④입자의 크기 등이 있다.

표 5. 마그마(magma)의 분출 위치와 SiO_2 함량에 의한 화성암 구분

색		← 담색			검은색 →		
SiO ₂ %		65 이상	60 ±	65~60	55 ±	50~45	45 ±
광물성분		석영 정장석 흑운모 백운모 각섬석	정장석 흑운모 백운모 각섬석	정장석 Na-사장석 석영 흑운모 각섬석 백운모	Na-Ca사장 석 각섬석 흑운모	Ca-Na사장석 휘석 감람석	감람석 휘석 자철석 크로마이트
심성암		화강암	섬장암	석영몬조나이트 화강섬록암	섬록암	반려암	감람암
반심성암		화강반암 석영반암	섬장반암 반암	화강섬록반암	섬록반암	반려반암 조립현무암	
화산암 (분출암)		유문암 석영조면암	조면암	석영안산암	안산암	현무암	
비현정질암맥		← 규장암 → ← 현무암					
유리	유리질	← 흑요석 →				분석 행인상 현무암	
질	다공상구조	← 부석 →					
석리	행인상구조	← 행인상 부석 →					

표 6. 광물입자의 크기와 SiO₂의 함량에 의한 구분

광물입자 크기	색	←암색→		
	SiO ₂ 함량	염기성암(52%)	중성암	담색→ (66%)산성암
세립질	화산암	현무암	안산암	유문암
중립질	반심성암	휘록암	섬록반암	석영반암
조립질	심성암	반려암	섬록암	화강암

표 7. 광물 조성과 조직에 따른 화성암의 구분

화학 조성		규장질-산성암 (화강암질)	중성암질-중성암 (안산암질)	고철질-염기성암 (현무암질)	초고철질- 초염기성암
주성분 광물		석영 K-장석 Na-장석	각섬석 Na-사장석 Ca-사장석	휘석 Ca-사장석	감람석 휘석
부성분 광물		각섬석 백운모 흑운모	휘석 흑운모	각섬석 감람석	Ca-사장석
조직	현정질 (조립질)	화강암 화강섬록암	섬록암	반려암	감람암 페리도타이트 (peridotite)
	비현정질 (세립질)	유문암 데사이트(dacite 석영안산암)	안산암	현무암	코마타이트 (희소 komatites)
조직	반정질 (반상조직)	화강반암	안산반암	휘록암	
	유리질	흑요석(완전 유리질) 부석(거친 다공질 유리질)			
	거정질	거정질 화강암(페그마타이트)			
	다공질	부석	스코리아	다공질 현무암	
	화산쇄설성 (암편질)	응회암(2mm 이하의 암편으로 구성) 화산각력암(2mm 이상의 암편으로 구성)			
암석의 색 (유색광물의 함량 %)		0~25	25~45	45~85	85~100

표 8. 암석 성인과 구성 물질(입자의 크기)에 의한 퇴적암 구분

성인	구성 물질			암석	특징
쇄설성 퇴적암	자갈류	>2mm	각력	각력암	모가 난 암편, 괴상
			등근력	역암	등근 자갈 함유
	모래	1/16~2	모래>85%	사암	단단하고 표면이 거침
			점토>15%		이질 사암
	실트	1/256~1/16		실트암(silt stone)	석영, 장석, 운모로 구성
	점토	<1/256	괴상	이암(mud stone)	층리가 없고 괴상
판층(flat layer)			셰일(shale)	얇게 잘 쪼개짐	
유기질 퇴적암	석회질 생물체(calicite)			석회암(돌로마이트)	치밀한 조직, 괴상
	규질 생물체(silica)			규조토/쳐트(chert)	층상, 괴상
	식물체 (탄질)			석탄(coal)	탄화 작용
화학적 퇴적암	탄산칼슘(CaCO ₃ calcite)			석회암	회색~흑색, 염산반
	돌로마이트[CaMg(CO ₃) ₂]			돌로마이트	치밀한 조직, 괴상
	염화나트륨(NaCl helcite)			암염	결정질 암석
	황산칼슘(CaSO ₄ 2H ₂ O)			석고	결정질 암석, 백색 투명

표 9. 화산쇄설물과 화산쇄설암의 분류

분류 기준	분출 상태	고체 또는 반고체	유동류	
	파편의 크기(mm)	특정한 형태 내부구조를 갖지 않음	특정한 형태를 가짐	다공질
화산쇄설물 (pyroclastic material)	64 이상	화산암괴(volcanic block)	화산탄 (volcanic bomb) 용암떡(dribblet)	부석(pumice) 스코리아(scoria)
	64~2	화산력(lapilli)		
	2 이하	화산재(volcanic ash)	펠레의 털, 눈물(Pele's hair, tear)	
화산쇄설암 (pyroclastic rocks)	64 이상	화산 각력암 (pyroclastic breccia) 응회 각력암(tuff breccia)	응회 집괴암 (agglomerate) 화산판+세립기질 스코리아 집괴암 (agglutinate)	부석 응회암 (pumice tuff)
	64~2	화산 응회암 (lapilli tuff)	응회암, 응회집괴암 응회암, 스코리아 집괴암	스코리아응회암 (scoria tuff)
	2 이하	응회암(tuff)		

※ 용암떡(dribblet): 용암의 튀어 오른 덩어리가 땅에 떨어져 납작해진 것으로 spatter와 거의 동일한 용어.

※ 펠레털(머리카): 화산에서 용암이 흘러나와 가늘게 늘어나 형성된 자연적인 유리질 섬유를 말하며, 펠레의 눈물은 화산 폭발로 분출된 유리질 알갱이(수mm 이하의 작은 구형이거나 원추형의 덩어리)로 펠레의 털에 부착물처럼 부수된다.

○ 표10(응용 지질암반 공학, 김영근, 2013)은 변성작용(변성 정도), 조직, 입자의 크기와 원암의 종류에 의하여 구분한 것으로, 단점은 원암의 종류가 단순하고 암석 구분 수도 적다는 것이다. 예를 들면 편마암의 원암은 화강암뿐만이 아니라 shale과 화산암도 포함되며, 혼펠스도 이암뿐만이 아니라 모든 암

석이 포함되므로 이들이 포함될 경우 표 자체가 바뀌어야 할 것이다.

○ 표11(지질 환경과학, Frederick K. Lutgens 등, 2011)은 표10과 같은 기준에 의하여 작성되었으나 원암의 종류도 다 포함되었고, 분류 암석의 수도 많이 포함하고 있어 이용하기에 가장 적합한 표라 판단된다.

표 10. 변성작용 및 조직에 의한 암석 구분

구분		조직	특징	암석 특징		원암석	암석명
광역 변성 작용	압력 V 온도	일정 방향으로 엽리 또는 선모양의 무늬배열 있음 (모암의 원래 무늬는 사라짐)	세립질 (육안 식별 불가)	치밀하고 흐린 광택	얇은 판으로 잘 쪼개짐	쇄설성 퇴적암	점판암
				비단 광택	녹니석, 백운모가 겨우 보임		천매암
			조립질 (육안 식별 가능)	얇게 부서짐 (1~10mm의 가는 알갱이)	석영, 운모 잘 보임 석류석 출현 파동구조		편암
				검고 밝은색 띠로 배열 굵은 알갱이	밝은 색: 석영, 장석 검은색: 흑운모, 각섬석	화강암	편마암
접촉 변성 작용	온도	알갱이(입자) 무늬가 있음 (모암의 원래 무늬는 나타남)	유리보다 단단함	석영 우세 다양한 밝은 색 계통		사암	규암
				어둡고 치밀 가는 알갱이(입자)		이암	혼펠스
			유리와 손톱 사이	산에 반응, 검은색		석회암	대리암
			손톱보다 약하다	청색 혹은 녹회색 계통 미끄러운 촉감 활석과 기타 물질		퇴적암	비누암 (soapstone)

3. 암석 풍화와 입지 특성

가. 암석의 풍화

암석은 그 종류에 따라 풍화에 대한 저항도가 다르다. 이는 암석의 ①구성광물 ②주변의 지층응력과 ③지표 노출상태와 ④시간에 따라서 다른 풍화양상을 보인다.

○ 암석의 풍화대(weathered mantle)는 레골리스(regolith)라고도 하는데, 이는 변하지 않은 신선한 기반암층 위에 놓여있는 풍화물질 층을 의미한다. 이 풍화대에는 풍화되지 않은 기반암의 조각들이 포함되어 있는데, 이를 나타내는 단면(profile)을 풍화단면(weathering profile)이라고 한다. 그림1에서와 같이 신선한 암석과 풍화된 암석의 경계부를 풍화전선(weathering front)이라고 하고 풍화전선 바로 위의, 풍화가 첫 단계로 진행 중인, 각이 진 암석(각진 핵석) 분포지를 샹록(saprock)이라고도 부른다. 그리고 풍화가 보다 진전되어 둥근 암석(둥근 핵석)이 나타나는 분포지는 새프롤라이트(saprolite)라 한다. 둥근 핵석 분포지(saprolite)와 각진 핵석 분포지(saprock) 사이의 풍화암석을 그러스(grus)라 한다.

saprolite의 최상단부는 토양학에서 말하는 모재층(母材層, parent material layer)이 포함되며, 풍화대(regolith)에는 토양학에서의 토양층(soil horizon)이 포함된다. 지질학에서는 토양층을 이동대(mobile zone), 조직이 사라진

지대(zone of lost fabric), 잔적층(residuum) 또는 페도리스(pedolith)라는 명칭을 혼용하지만 합의된 명칭은 아니다.

○ 조암광물의 풍화

석영, 장석, 운모 등 화성암의 조암광물들은 magma가 식으면서 굳을 때 생긴(晶出) 것들이다. 이들 광물은 높은 온도 또는 높은 온도와 높은 압력 상태에서 생긴 것이기 때문에 지표의 환경에 노출되면 화학적으로 불안정해진다. 그래서 이들 광물이 풍화작용을 받는 것은 새로운 환경에 적응해가는 움직임이라고 볼 수 있다. 따라서 현재의 지표면 조건 하에서 이들 조암광물의 풍화작용에 대한 저항력은 고온, 고압에서 정출된 광물보다는 현재의 지표면 조건에서 정출된 광물이 강하게 나타난다.(표11 참조)

그러므로 화성암이나 변성암에 비하여 낮은 온도, 낮은 압력 하에서 산출되는 퇴적암이 풍화에 강하다. 특히 사암은 어떤 환경에서나 풍화와 침식에 강하다. 혈암(shale)은 기계적으로 잘 부서져도 화학적으로 매우 안정하다.

○ 암석의 풍화는 기계적 풍화에 의하여 암반의 불연속면을 점차 확대시켜서 암편의 크기를 작게 하며, 화학적 풍화는 불연속면을 따라 유동하는 지하수의 영향을 크게 받기 때문에 암반의 풍화는 기후조건에 의한 습도와 온도, 지형조건에 의한 배수상태와 암반의 절리상태에 영향을 받는다.

○ 화성암의 경우 광물입자가 크고 장석, 석영 등이 많이 포함되어, 풍화될 경우 일반적

표 11. 조직과 입자 크기에 의한 변성암의 구분

암석명	조직	입자 크기	특징	원암석
점판암	변성 정도 증가 ↓ 엽리 상	극세립	벽개가 잘 발달됨 부드럽고 둔감한 표면	세일, 이암, 실트암
천매암		세립	굴곡진 면을 따라 깨짐 번들번들한 광택	"
편암		중립 및 조립	운모류 광물이 우세함 비늘 모양의 엽리	"
편마암		중립 및 조립	광물 분리에 의한 성분 층리	세일, 화강암, 화산암
혼성암		중립 및 조립	밝은 색의 결정질층을 포함한 줄무늬 암석	"
암쇄암	상엽리 약간	세립	입자가 미세립일 때는 처트와 유사 가끔 판상으로 쪼개짐	모든 암석
변성역암		조립	특정 방향성을 보이는 신장된 자갈들	석영이 많은 역암
대리암	비엽리 상	중립 및 조립	서로 맞물려 자란 방해석 혹은 백운석 입자들	석회암, 백운암
규암		중립 및 조립	융합된 석영 입자, 괴상 매우 단단함	석영, 사암
혼펠스		세립	일반적으로 어둡고 괴상이며 둔감한 느낌을 줌	모든 암석
무연탄		세립	패각상의 균열과 광택을 보여주는 검은색 암석	역청탄
단층각력암		중립 및 극조립	방향성 없이 배열된 암석 파편	모든 암석

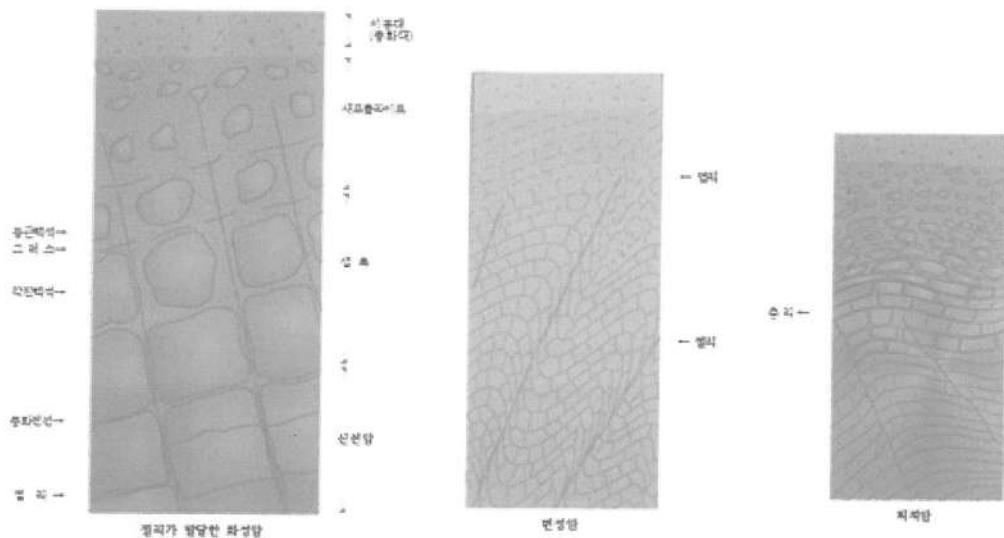


그림 1. 암석의 풍화단면

표 12. 풍화작용에 대한 광물의 안정도

풍화작용에 대한 저항도	고철질(mafic)	규산염광물(silicate mineral)
1	○ 감람석(olivine)	
2		○ 칼슘사장석(calcic plagioclase, 석회사장석)
3	○ 휘석(augite)	
4		○ 칼슘-알칼리사장석(calcic-alkalic plagioclase)
5		○ 알칼리-칼슘사장석(alkalic-calcic plagioclase)
6	○ 각섬석(hornblende)	
7		○ 알칼리사장석(alkalic plagioclase)
8	○ 흑운모(biotite)	
9		○ 칼리장석(potash feldspar)
10		○ 백운모(muscovite)
11		○ 석영(quartz)

※ 감람석에서 석영에 이르기까지 위에서 아래로 내려갈수록 풍화작용에 대한 저항이 크다. 이순서는 magma가 일어나는 정출(晶)

으로 사질토의 토양이 형성된다. 절리들이 규칙적으로 발달하기 때문에 절리를 따른 풍화(선택적 풍화, 구상풍화)로 핵석(core stone)이 자주 나타나며 지반선(地盤線)이 뚜렷한 경우가 많으나 단층지역에서는 불규칙한 풍화단면을 보인다.

화강암이 분포하는 지역은 금강산, 설악산, 북한산과 같은 높은 지형을 이루거나, 춘천시, 평창, 양양 지역과 같이 주위 산지보다 풍화작용을 빨리 받아 저지형을 이루는 지역이 있다. 화강암은 대체로 다른 암석에 비하여 등방성(等方性)이어서 지표면과 거의 평행한 박리(剝離, exfoliation) 형태를 갖고

있어서 판상절리가 잘 발달한다. 그러나 지하로 갈수록 절리나 단층을 따라 풍화 면이 매우 불규칙하게 나타나는 것이 특징적이다.

화강암 풍화 층의 두께나 분포는 원암의 암질과 구조에 지배되어, 지역에 따라 많은 차이를 보이고 있으며, 풍화토(마사토)가 두껍게 형성되는 지역의 조건은 다음과 같다.

- 조립이고 산성보다는 중성의 암질인 경우, 즉 석영이나 정장석이 풍부한 것 보다는 사장석, 흑운모, 각섬석을 많이 포함하는 화강섬록암이나 섬록암 지대.
- 지형이 평탄하고 강수량이 적으며 침식작

용이 미약한 준 평원화 지역.

- 단층 파쇄대 부근에서 물의 공급, 침투가 용이한 지역.
- 새로운 퇴적물로 덮여있고, 장기간에 걸쳐 풍화를 받는 지역 등이다.

○ 변성암은 그 조성(조산대와 같은 대규모 지각변동)과 조직(단층, 습곡, 엽리 등)에 따라 매우 광범위한 풍화 특성과 다양한 풍화 단면으로 인해 풍화대의 깊이와 지반선(地盤線, ground surface line)이 아주 불규칙하다.

암석의 풍화는 풍화대에서는 주로 엽리를 따라 진행되며, 풍화 심도는 절리 간격에 따라 다르게 나타난다. 변성암 중에서 이질원(泥質原) 기원의 암석은 점토질이 풍부하여 붕괴되기 쉽다.

- 편마암은 편리(片理)가 일정한 방향으로 발달하고 있어 편리를 따른 차별 풍화가 발생하여 암반의 강도를 저하시키며, 우백질대와 우흑질대는 풍화에 약한 광물을 많이 포함하고 있어 화학적으로 쉽게 변질되어 암반에서 연약대를 만든다.

- 편암, 점판암, 천매암은 편리면(schistosity plane)이나 벽개면(cleavage)을 따라 쉽게 쪼개지기 때문에 단단한 광물로 구성되었다고 하여도 물과 얼음에 의해 쉽게 풍화된다. 또한 천매암과 편암은 운모암질이 풍부하여 미사질 토양을 형성하고, 강한 엽리면을 갖는 암석은 엽리면에 나타난 날이 선 노두(露頭)를 형성하며 풍화한다.

- 녹니석편암(chlorite schist)은 철, 마그네슘, 알루미늄 등이 함유된 함수규산염 광물로 비늘같이 생긴 얇은 조각으로 된 녹색 결정의 녹니석을 다량 함유한 광역 변성암의 일종이다. 녹니석은 점토광물로 운모와 흡사하고 함께 산출되나, 운모와 같은 탄성(elasticity)은 없다. 풍화되면 점토질 토양이 된다.

○ 암석의 풍화 단면은, 대체로 심도가 깊을수록 신선해지는 점이적인 풍화 양상으로, 지형과 유사한 형태로 보이지만 층리, 단층 등의 불연속면을 통해 유동하는 지하수에 의해 불연속면 주변에서 불규칙한 풍화 단면을 보인다.

화학적 풍화는 열대 지방의 습윤한 기후에서 활발히 일어나며, 지표에 노출되고 물과 접하게 되면 보다 안정한 광물로 화학적 변화를 일으킨다. 따라서 지표 부근의 상온, 상압 하에서 형성된 쇄설성 퇴적암에서는 화학적 풍화작용이 별로 발생하지 않으나 화성암과 변성암의 광물 중에서 장석과 철, 마그네슘 계열의 광물(고철질 광물)이 가장 쉽게 화학적 풍화작용을 받고 상대적으로 석영은 저항력이 가장 강하다. 화학적 풍화작용은 가수분해, 산화작용, 환원작용, 탄산염화 작용, 증발작용에 의해서 진행된다. 탄산염 광물(방해석 등)은 지하수 중의 탄산에 의해 비교적 쉽게 용해, 풍화되며, 장석은 풍화되어 고령토를 형성한다.

○ 퇴적암류에서 사암 또는 이암과 같은 쇄설성 퇴적암은 모암의 입도에 따라서 풍화 토

양의 입도가 결정되어 역암이나 사암 지대에서는 역질 또는 사질토 층이 생성되고, shale이나 이암의 경우에는 미사질(silt) 이하의 세립질 토층을 이루게 된다. 사암이나 shale 또는 shale과 silt stone의 암반지대에서는 차별풍화가 발생하여 약선대(弱線帶)로 나타나는 것이 일반적이다.

이암과 shale은 매우 작은 입자들로 형성되어 있어서 공기에 노출되기 전에는 높은 강도를 가지나, 일단 공기에 노출되면 빠르게 풍화가 진행되어 연약지반을 형성한다. 풍화토양은 점토질이다.

- 석회암 지역에서는 풍화 양상이 매우 불규칙하여 신선한 암반이 나타나다가도 갑자기 풍화토인 붉은 점토를 가지는 공동(空洞)이 나타나기도 한다.

나. 암석의 풍화산물(風化產物)과 입지 특성

- 지형이 평탄화되는 평형작용(gradation)에 가장 큰 영향을 주는 것이 지하에서 수분과 접촉하면서 이루어지는 화학적 풍화작용(심층 풍화 또는 지중 풍화작용)이다.

화학적 풍화작용은 기온이 높고 강수량이 많은 지역에서 잘 이루어지며 변성암이나 퇴적암은 화강암에 비하여 상대적으로 풍화속도가 느려서 풍화층의 두께도 얇으며 고르게 풍화되지 않는 경우가 많다. 암석이 지하에서 풍화되는 속도는 기후조건에 따라 다른데, 습윤 열대지역에서 매우 빠르고, 한랭하거나 건조한 기후 하에서는 그 속도

가 매우 느리다.

풍화층의 두께는 열대지역에서 보통 수십 m~수백m이고 최대 200m에 이르는 곳도 있다고 한다. 온대지방에서는 5~7m, 사막 지역에서는 0.1m 미만이라고 한다.

- 한국에서 풍화층의 두께는 기후조건, 지질, 해발고, 사면의 경사(지형), 침식상태(정도)와 밀접한 관계가 있다. 경사가 완만한 화강암 지역에서는 보통 5~30m 정도이고, 남부지방의 일부 침식지역에서는 70여m에 이르는 곳도 있는 것으로 알려져 있다.

화강암이 지반 깊은 곳에서 풍화(지중풍화)되면 체적의 변화가 일어나지 않으며, 광물의 색과 배열상태를 그대로 유지하면서 쉽게 부서질 정도로 풍화되어, 쉽게 침식된다. 따라서 풍화산물은 마사토이고, 지표면에는 암괴나 자갈이 거의 없어 암석노출도는 5% 이하 상태를 보인다.

- 한국에서 과거 황폐화하여 1960~1970년대에 대단지 사방사업을 실시한 화강암 지대와 편마암 지대를 살펴보면, 지형이 대부분 저지형이고 풍화대가 깊고 침식이 용이하며 암석노출도가 5% 이하를 보이고 있었던 사실을 감안할 때, 이들 지역(표12)에서도 장기간에 걸쳐 지중풍화(화학적 풍화)가 진행되어온 것으로 판단된다. 이들 지역은 과거 사방사업에 의하여 현재 지표가 고정되어 있고, 산림이 조성되어 있어 사면이 안정화되어 있는 것 같으나 풍화대가 깊어서 앞으로 산사태 위험성이 매우 높은 잠재성을 가지고 있다고 생각된다. 2013년 여주 사방

표 13. 도별 대단지 황폐지 분포 상황(1935년 통계)

도	군
경기	양주, 여주, 이천, 수원
강원	양양~강릉, 울진
충북	청주
충남	대덕, 공주, 연기, 천안
전북	남원
경북	영일, 울산, 김천, 선산, 상주, 예천, 영덕, 합천, 거창

※ 군별 황폐지 면적이 3,000ha 이상 지역임(단 경북 영일 지역은 대부분 이암지대임)

시공지에서 발생한 대형 산사태가 바로 그것이다. 이러한 사실은 과거 대단지 사방사업 시공지에 대한 지속적인 관리가 필요하다는 중요한 이유가 된다.

- 편마암이나 편암지대에서도 풍화대가 깊은 지역이 많이 나타나고 있다. 특히 점토층으로 이루어지고 땅밀림 현상이 나타나는 지역들은 대부분 풍화대가 깊다.

서울의 우면산 일부 지역, 충주 대청호 주변의 편암지역, 양평(땅밀림)지역, 완주 봉동읍 장구리(땅밀림지) 등 많은 지역이 있다. 이들 지역들도 대부분 암석노출도가 5% 이하를 보이고 있다.

- 암석의 풍화산물은 “암석의 풍화”에서 설명한 바 있지만, 암석 종류별로 구성광물의 차이에 따라 토양의 토성(土性)이 다르고, 불연속면의 상태에 따라 분리되는 암석의 크기와 형태가 다르게 나타나서, 토양의 특성과 사면의 붕괴성향이 결정된다. 같은 암석이라 하더라도 지형(사면경사)에

따라 풍화작용과 토심(풍화대 깊이)이 다르고, 수분상태와 암석노출도에도 관련하여 입지에 많은 영향을 준다. 따라서 현지에서 암석을 식별(분류)한다는 것은 토양의 특성과 산지재해 위험성을 판단하는데 많은 도움을 준다.

4. 결론

지금까지 현지에서 암석을 식별(분류)할 수 있는 방법과 암석의 풍화로 산출되는 풍화산물(토양, 모재, 풍화암) 중 토성(토양)과 풍화암석(암석노출 상태) 상태에 대하여 문헌과 현지조사 자료에 의하여 검토한 결과

- 지질도의 최소 단위면적이 크기 때문에 현지에는 대표암석 이외에도 유사한 암석들이 분포하고 있어서, 지질도에 의한 암석분류(대표암석)에는 한계가 있는 것으로 판단된다. 따라서 암석 성인별 암석분류 기준표

(표5~11)를 이용할 경우, 국지적(소규모 사면별)으로도 암석의 중분류(16종)에 대한 식별(분류)이 가능할 것으로 판단되어, 이의 활용을 추천한다.

- 또한 본 고찰을 통하여 암석별 풍화특성에 대한 많은 정보를 얻을 수 있었으며, 암석 종류별 풍화산물인 토양과 풍화암석(암석 노출상태, 암석의 크기, 형태) 등은 암석의 절리상태를 반영하며 입지특성에 많은 영향을 주므로 현지조사 시 면밀한 조사가 이루어져야 하겠다.

4. 참고문헌

- ① 권혁재, 2013, 지형학(제4판), 법문사
- ② 김계훈 외 13인, 2014, 토양학, 향문사
- ③ 김영근, 2013, 응용지질 암반공학, 씨아이알
- ④ 대한 지질학회, 1999, 한국의 지질, 시그마프레스
- ⑤ 안건상, 2014, 암석학 개론, 북스힐
- ⑥ 양승영 외 3인, 2010, 지질학 사전, 교학연
- 구사
- ⑦ 이병주, 선우춘, 2014, 토목 기술자를 위한 한국의 암석과 지질구조, 씨아이알
- ⑧ 장재훈, 2002, 한국의 화강암 침식지형, 성신여자대학교 출판부
- ⑨ 정창희, 1983, 신지질학 개론, 박영사
- ⑩ 조백현 외 2인, 1983, 신고토양학, 향문사
- ⑪ 한국자원연구소, 1999, 서울 남천점 지질도 폭(1:250,000) 설명서 외 7편, 과학기술부
- ⑫ Edward A. Keller, 2010, 환경지질학, 시그마프레스
- ⑬ Frederick K. Lutgens & Edward J. Tarbuck, 2011, 지질환경과학, 시그마프레스
- ⑭ Luis I. Gonzalez de Valleio, Mercedes Ferrer, Luis Ortuno, Carlos Oteo, 2004, 지질공학, 씨아이알
- ⑮ Richard John Hugget, 2013, 지형학 원리, 시그마프레스



조사 · 연구

산지은행제도의 도입방안 연구결과 소개

김 종 호

국립산림과학원 산림정책연구부

1. 산지은행제도의 도입 필요성

우리나라의 산지는 전 국토의 64%를 차지하고 있으며, 이중 사유림은 약 68.1%를 차지하고 있다. 사유림의 소유구조를 보면, 1인당 소유면적은 2.1ha, 10ha 미만 산주수 97%, 면적으로는 55%로 영세성과 분산적 특징을 갖고 있으며, 부재산주가 산주수의 54%, 면적에서도 54%를 차지하고 있어 사유림의 산림경영기반이 취약한 상황이다.

우리나라 산림의 소규모·분산적 임업경영 여건 개선과 산주의 고령화, 부재산주 증가 등으로 인한 임업경영의 문제점을 개선하기 위한 방안으로 산림의 매매, 임대차 등을 통해 임업경영 규모의 확대와 방치된 산림의 효율적인 경영관리와 산림을 담보로 한 임업인 노후생활 안정지원을 위해 산지은행제도 도입이 필요한 시점이다.

산지은행제도는 제5차 산림기본계획 변경(2013~2017)에 사유림경쟁력 강화를 위한 경영규모 확대 추진을 위해 산지은행 제도가 반영되었고, 박근혜 정부의 산림청 국정과제로

채택되었다. 국립산림과학원에서는 산지은행제도를 추진할 수 있는 방안을 마련하고자 2013년 4월부터 9월까지 산지은행제도 도입방안 연구를 수행하였다. 아울러 2013년 7월 김우남 의원 대표발의로 산림조합에서 산지은행 사업을 수행할 수 있도록 산림조합법 일부개정법률안을 제안하면서 산지은행제도 도입 추진이 가시화되고 있다.

본고에서는 산지은행제도에 도입방안 연구결과를 간략하게 소개하고 검토과제를 제시하고자 한다.

2. 연구결과

□ 산지은행제도의 개념

산지은행제도는 매입, 임차, 신탁인수, 연금 등의 방법에 의해 공급자로부터 산지를 공급받아 매도, 임대 등의 방법으로 수요자에게 산지를 공급함으로써 유동성을 증가시켜 산지의 사용가치를 높이고, 소규모로 분산된 사유림을 규모화·집단화하여 효율적인 산림경영을 통

해 임업경쟁력을 제고하는 것으로 정의할 수 있다.

□ 산지은행제도 도입 타당성을 위한 설문조사

산지은행제도의 도입 타당성 및 수요 등을 파악하기 위해 산주, 비산주 및 귀농·귀촌인을 대상으로 산지은행제도 도입의 필요성, 기대효과, 이용의향, 도입방안 등에 대한 설문조사를 실시하였다. 소재산주 262명, 부재산주 152명, 비 산주 427명, 귀농·귀촌인 101명을 대상으로 한 설문조사 결과, 산지은행제도 도입이 필요하다고 응답한 비율이 산주 77.5%, 비 산주 63.8%로 나타났으며, 산주와 비 산주 모두 산지은행제도에서 이용의향이 있거나 수행하기를 기대하는 사업으로 연금과 임대사업을 선호하였다. 귀농·귀촌인의 설문조사에서도 약 75%의 귀농·귀촌인들이 산지은행제도가 농산촌 생활에 도움을 줄 것으로 기대하였으며, 임차와 매수사업에 대한 사업이용의향이 높게 나타났다.

□ 산지은행 사업의 운영주체

산지은행 사업 운영주체는 산림조합, 지방청, 기타 새로운 법인 혹은 공사 등 가능하지만, 법제화와 기존 조직 및 직원 활용 여부, 신규기관 설립 시 인원 및 예산 등을 고려하여 사업운영주체를 선정하는 것이 효율적이다. 산림조합은 전국 단위 신용사업과 다양한 금융사업

의 노하우뿐만 아니라 사유림 경영활성화 사업을 수행하고 있으며 기존 직원 활용이 용이하므로 신규조직을 신설하는 것 보다 산림조합이 운영주체가 되어야 효율적이고 제도 도입 초기에 혼란을 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

□ 산지은행제도의 사업별 도입방안

산지은행의 주요기능은 산지를 수탁 받아 산주 등에게 중계·알선하는 산지임대차 및 매도수탁사업, 사유림 경영 활성화 및 소규모로 분산된 사유림을 규모화·집단화하여 지속가능한 산림경영 유도하기 위한 산지규모화사업, 고령 산주의 안정된 노후생활 보장을 위한 산지연금사업, 일시적으로 경영위기에 처한 임가의 경영회생 지원 및 산림경영복귀 임가의 지원을 통해 산림경영의 활성화를 도모하고자 하는 경영회생지원사업이 포함될 수 있다.

1) 산지임대수탁사업

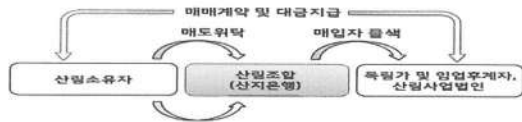
산지은행이 임대 위탁받은 산지를 임업인에게 임대함으로써 산지의 효율적 이용과 안정적 관리를 도모하고, 임업인 등의 경영규모화 촉진에 기여하고자 하는데 있다.



2) 산지매도수탁사업

산지은행이 산지 매도를 희망하는 자의 산지를 수탁 받아 임업인에게 매도함으로써 산지

유동화를 촉진하고, 임업인의 경영규모 확대에 기여하고자 하는데 목적이 있다.



3) 산지연금사업

65세 이상 산주의 산지를 담보로 노후생활안정자금을 매월 연금 방식으로 지급하여 고령산주의 노후생활안정을 지원하는데 있다.



4) 산지구묘화사업

전업 임가의 산림경영규모를 확대하고, 경영산지를 집단화할 수 있도록 산지은행이 산지의 매매와 장기임대차, 교환 또는 분리·합병을 통하여 규모화·전문화된 임업인 육성 및 산지의 효율적 활용과 임업인의 소득증대 및 안정적인 생산기반 확보를 목적으로 하고 있다.



5) 경영회생지원사업

경영회생지원사업은 일시적으로 경영위기에 처한 임가의 경영회생 지원 및 산림경영복귀 임가의 지원을 통해 산림경영의 활성화를 도모하고자 하는 사업이다. 지원대상은 5년 이상 산림을 경영한 64세 이하의 산주로 하고, 지원

방법은 임업인이 소유한 산지를 매입하여 다시 그 임업인에게 임대하는 형태로 한다.

□ 산지은행사업 도입 우선순위

산지은행사업 도입 우선순위는 사회적 여건 및 시대적 흐름을 반영하여 단계적으로 도입하고, 도입우선순위는 예산확보의 문제와 정책여건변화에 따라서 결정되어야 할 것이며, 산림청의 산지은행도입 추진 계획은 2016년 산지은행제도 시범운영 후 2017년부터 산지임대·매도수탁사업, 직접 임대차·매매사업, 산지연금사업 순서로 계획하고 있지만, 본 연구에서는 당초 예산확보의 가능성과 정부정책의 시급성 등을 고려하여 산지임대·매도수탁사업, 산지연금, 산지구묘화사업, 산지매입비축사업의 시행 우선순위를 제안하였다.

□ 산지은행제도 도입을 위한 자원조달 방안

산지은행제도 도입을 위해서는 사유림 경영활성화를 위한 국가의 특정한 사업을 위한 지속적이고 안정적인 자금지원을 위한 '산지관리기금' 설치가 필요하다고 보며, 이를 위한 조성방안은 산림환경기능증진기금(녹색자금) 활용, 산림청 예산 중 사유림 경영활성화 예산 일부 분 활용, 대체산림자원조성비 활용, 국유림 확대를 위한 사유림 매수자금의 기금 활용 방안 등을 고려할 수 있다.

□ 산지은행제도 법제화 방안

산림조합이 산지은행사업을 수행하기 위한 법률적 근거를 상위법에 마련하고, 산림조합법에 산지은행업무에 대한 구체적인 사항을 명시하여야 하며, 산림조합법 내 법제화시 포함되

어야 할 사항으로는 산지은행의 목적, 산지은행 사업추진기관 지정, 산지은행의 사업내용, 산지임대차·매도수탁사업, 산주의 노후생활 안정 지원 사업, 기금설치, 사업별 수수료 등이 포함될 수 있다.

표 1. 산지은행제도 법제화(안) 주요내용, 목적, 사업, 기금

구분	산림조합법 개정(안)
목적	[현행] 산림조합법 제1조(목적) 이 법은 산림소유자와 임업인의 자주적인 협동조직을 통하여 지속 가능한 산림 경영을 촉진하고 산림생산력을 증진 시키며 그 구성원의 경제적·사회적·문화적 지위 향상을 도모함으로써 국민 경제의 균형 있는 발전에 이바지함을 목적으로 한다. [조항 수정] 산림조합법 제1조(목적) 이 법은 산림소유자와 임업인의 자주적인 협동조직을 통하여 지속 가능한 산림 경영을 촉진하고 산림생산력을 증진 시키며 그 구성원의 경제적·사회적·문화적 지위 향상을 도모하고 산지은행사업을 시행하여 임업경영규모의 적정화, 산지의 효율적 이용, 임업구조개선, 산지시장 안정, 산주 및 임업인의 소득안정과 국민 경제의 균형 있는 발전에 이바지함을 목적으로 한다.
사업	[조항 신설] 산림조합법 제3장제3절제108조(사업)3-2 3-2. 임업경영규모의 적정화, 산지의 효율적 이용, 임업구조개선 및 산지시장과 임업인의 소득 안정 등을 위한 다음 각 목의 사업(이하 “산지은행사업”이라 한다) 가. 산지 임대·매도 등의 수탁사업 나. 산지를 담보로 한 산주의 노후생활안정 지원 사업 다. 산지의 매매·임대차·교환·분리·합병에 관한 사업 라. 산지의 가격·거래동향 등에 대한 정보의 제공 ※참고: [현행] 산림조합법 제2장제4절제46조(사업) 2. 경제사업 자. 임목·임야의 매매·임대차·교환 등의 중개
기금 설치	[조항 신설] 제4장 산지관리기금 제138조(산지관리기금의 설치) ① 정부는 임업경영규모의 적정화, 산지의 집산화, 산지의 조성 및 효율적 관리와 기타 사유림 경영 활성화를 위해 필요한 자금을 조달·공급하기 위하여 산지관리기금(이하 “기금”이라 한다)을 설치한다.

3. 맺는말

산림청이 도입하려는 산지은행제도는 세계 어느 나라에서도 시행한 한 사례가 없어 선진국의 제도를 벤치마킹할 수 없어 대신 우리나라의 농지은행사업을 벤치마킹하여 산지은행의 성격에 맞도록 사업을 구상하였고, 농지은행제도를 통한 시사점과 산지은행제도 도입에 따른 기대효과 및 향후 과제를 제시하였다.

산지은행은 농지소유와 달리 소유와 거래에서 제한을 받지 않기 때문에 산지은행의 정보제공을 통한 산지매매거래는 농지은행보다 더 많을 것으로 예상된다. 산지은행의 연금사업은 소득이 없는 노령산주에게 노후생활 안정지원에 유용할 것으로 생각된다. 공시지가에 의한 산지평가를 하면 연금수령액이 적어 신청자가 많지 않을 것이나, 산림감정평가방법과 산림보험이 정립된 후 감정평가에 의한 연금수령액을 산정하면 연금수령액이 늘어나 산지연금신청자는 공시지가에 의한 방법보다 늘어날 것으로 예상된다.

또한 산지은행 운영을 통해 사유림 소유와 경영권을 분리함으로써 사유림 경영규모 확대에 따른 임업경영 활성화를 도모하는 한편, 산지와 임목을 담보로 산지은행의 여러 사업을 통해 소득사업은 물론 금융거래를 할 수 있으므로 산주와 임업인의 소득안정에 기여하는 효과가 기대된다. 또한 부재산주들에게는 소유산림의 안정적인 경영과 소득을 제공하고, 임업경영규모화를 희망하는 독립가 등 임업인에게는 경영규모를 확대할 수 있는 기회를 제공하여 산림경영을 통한 소득을 안정적으로 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다. 또한 귀농·귀촌인에게는 산지은행이 산지임대차 및 매물정보를 제공함으로써 필요한 산지를 확보하여 임업을 통한 소득을 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

농지은행제도도 시행된 후 개선해야 할 점이 많은 상황인데 농지은행보다 여러 가지 여건이 어려운 상황에서 도입될 산지은행제도는 충분한 시간을 갖고 연구하고 이해관계자들의 의견을 수렴한 뒤 추진되어야 할 것으로 사료된다.



조사 · 연구

광릉 숲 시험림의 산림토양속성 및 공간분포 특성

Soil Properties and Spatial Distribution Characteristics of Gwangneung Forest

원형규/김정환/김용민
한국산지환경조사연구회

○ 연구배경 및 필요성

광릉 숲 시험림은 광릉 숲의 역사적 · 학술적 · 문화적 온전성 보전연구 증가와 도시화에 따른 광릉 숲의 산림토양 악화 등으로 인해 산림토양속성정보 및 공간정보 특성을 구명하여 장기 모니터링 기반을 마련하고자 2014년 국립수목원 위탁연구 용역 사업으로 수행한 자료를 중심으로 작성하였다.

○ 연구개발 목표

광릉 숲 시험림의 산림입지토양환경에 대한 속성정보와 공간정보를 구축하고, 임반별 공간분포 특성과 산림토양특성을 분석하여 지속적인 정보관리를 위해 광릉 숲 시험림의 산림토양도를 작성하였다.

○ 국내 · 외 활용사례

가. 국외사례

- 1) 독일은 1997-2000년에 일부 주단위의 수치산림입지도를 제작하여 임도망

도와 임소반도, 수자원 정보, 임상정보 등과 함께 지속적인 산림경영에 활용하고 있다.

- 2) 일본에서는 산림입지도를 작성하여 산지이용도 및 GIS와 연계하여 사용하고 있으며, 특히 GIS 자료는 R/S와 항공사진 정보도 함께 사용하고 있어 수치산림입지도를 오버랩하여 적지분석과 적수선정 등 산림경영에 직접 활용하고 있다.

나. 국내사례

- 1) 1:25,000 산림입지도 구축 현황 및 활용 전국 산림을 대상으로 산림입지환경 및 산림토양조사를 실시 유형별로 구분하고 속성정보를 전산화(1995~2003)하여 FGIS에 탑재되어 산림경영계획, 산림기본 정책수립, 적지적수선정 등의 기초자료로 활용하고 있다.

2) 1:5,000 산림입지토양도 제작

가) 2007년 홍천(산지), 완주(준산지, 구릉지) 일부 지역을 대상으로 대축척의 산림입지도(1:5,000) 제작을 위한 기본 지침 매뉴얼 작성을 위하여 시범 사업을 하였다.

나) 2008년 대구광역시를 대상으로 산림입지도 제작 사업을 효율적으로 추진하기 위하여 전자야장 및 표본점 자동 분석 프로그램을 개발하여 활용하고 있다.

다) 2009~2014 산림입지토양도 제작

국토의 효율적 이용 및 사이버공간정보 구축 등을 목적으로 국토통합정보시스템(국가공간정보체계)구축사업과 연계하기 위하여 산림공간정보기반(FSDI) 구축을 위한 산림주제도의 대축척화 사업으로서 산림행정효율을 증대하고, 수요자 중심의 산림공간정보를 제공함으로써 대국민 만족도와 국토공간정보체계의 연계성을 확보하여 산림공간정보 활용도를 증대하기 위하여 추진 중에 있다.

○ 연구내용

가. 임반, 임분, 주요수종별 산림입지환경에 따른 산림토양단면조사를 실시하고 토양시료를 채취하여 물리성과 화학성을 분석하여 토양특성을 파악하였다.

나. 산림토양 물리성(토성, 삼상, 가비중) 및 화학성(pH, 유기물함량, 전질소, 유효인

산, CEC, 치환성양이온(k^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})을 분석하였다.

다. 사면위치에 따른 산림토양조건별 공간분포 특성을 분석하였다.

라. ArcGIS(ArcMap)툴을 이용하여 조사자료(입지환경 및 토양단면속성)를 DB화하고 산림토양도를 작성하였다.

○ 광릉 숲 일반현황

가. 지리적 위치

광릉 숲은 한반도 중부에 위치 북위 $37^{\circ}42'1.65'' \sim 37^{\circ}45'34.06''$ 동경 $126^{\circ}00'15.36'' \sim 126^{\circ}02'28.34''$ 위치하고 지리적으로 한반도의 중심부에 해당하며 행정 구역으로는 경기도 포천시 소흘읍, 남양주시 진접읍, 별내면, 의정부시 민락동과 낙양동의 3개시에 걸쳐 있으며 동서로 약 4km, 남북 약 7km에 달하고 있다.

나. 지형

광릉 숲은 소리봉을(해발 536.8m) 중심으로 북, 남, 동의 3방향으로 갈라진 지맥(地脈)에 의하여 형성되었으며, 북으로는 물푸레봉을(해발 476.8m) 지나 소흘읍 이곡리까지 뻗어 있고, 남으로는 형제봉(해발 476.8m)을 지나 남양주시 별내면 용암리에서 진접읍 내각리까지 긴 지맥으로 이루어져 있으며, 동으로는 남양주시 진접읍 장현리와 부평리까지 연결되어 있으며 전체적으로 산세가 험준하지 않고 경사가

비교적 완만하다.

다. 임황

광릉 숲은 자연림과 인공림으로 자연림은 소리봉을 중심으로 졸참나무 군락, 서어나무군락, 신갈나무군락 등이 우점하고 있으며, 인공림은 저지대 하단부 중심으로 잣나무, 젓나무, 리기다소나무, 낙엽송조림지와 참나무류, 아까시나무, 밤나무 등 활엽수 조림지가 소면적으로 잔존하고 있다. 광릉 숲 임상은 침엽수림(41%), 활엽수림(49%), 기타 혼효림으로 구성되어 있다.

식물상으로 식물종은 119과 449속 804종 7아종 106변종 21품종 총 938종류와, 희귀식물 19과 22속 22종 1변종 23종류, 특산식물 10과 14속 16종 18종류 구분되었으며, 광릉 숲 특산식물은 광릉골무꽃, 점현오색 등 16분류군, 희귀식물은 광릉요강꽃, 층층둥굴레, 느리미고사리, 왕쑥배 등 25분류군, 귀화식물은 개망초, 중국굴피나무, 지느러미영정귀 등 94분류군이 분포하고 있다(국립수목원 2005, 2008, 2012).

라. 교통

광릉 숲 시험림(국립수목원) 주변의 도로현황은 동북쪽은 국도 47번 구리~진접읍 부평리와 인접되어 있고, 국도 47번에서 분기된 86번 국지도로 의정부~축석~남양주 진접, 광릉내 5km 구간이 죽엽산과 소리봉 사이를 관통하고 있으며, 장현리에서 산림교육원까지 마을도로

와 내각리 임송에서 별내면, 의정부까지 이어지는 국도가 있다.

마. 기후

광릉 숲 시험림(국립수목원)은 소리봉, 물푸레봉, 죽엽산, 운악산, 천견산 등에 둘러싸여 있는 분지를 형성하고 있어 서울의 기후와는 상당한 차이를 나타내고 있다. 포천시의 최근(1980~2014년) 35년간 연평균 기온 11.7℃, 평균 강수량은 1,433.8mm이다. 해당 기간 중 연 평균기온이 가장 높았던 해는 1998년으로 12.8℃를 기록하였고, 가장 낮았던 해는 1980년으로 10.2℃를 기록하였다.

연 강수량과 연평균온도의 변화추세를 살펴보면 시간이 지날수록 모두 증가하고 있으나, 온도의 증가폭이 더 크게 나타나고 있다. 2014년 포천시의 연평균기온은 12.6℃로 최근 평균기온보다 약 0.9℃ 높았으며, 연강수량은 780mm로 최근 평균 강수량보다 653.8mm 적은 것으로 나타났다.

※ 자료는 국립수목원 광릉 숲 시험림 보고서에서 인용하였다.

○ 자료수집 · 분석 및 현지조사 방법

가. 자료수집

- 산림입지도(1:5,000), 임상도(1:5,000), 수치지형도(1:5,000), 수치질도, 항공사진 및 기상자료 등을 수집하였다.

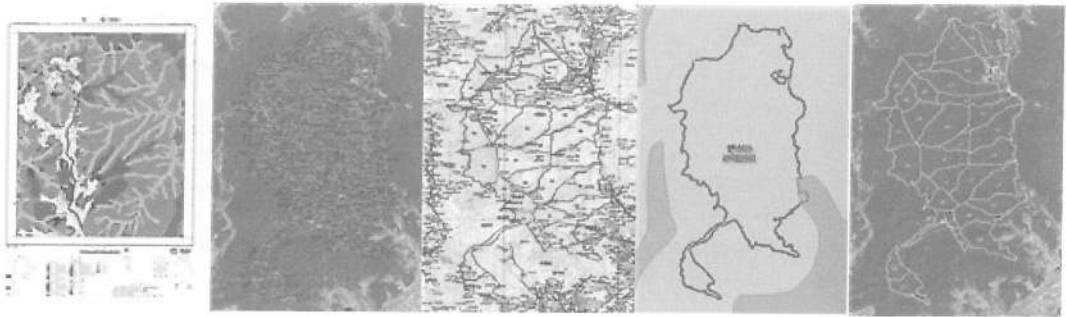


그림 1. 산림입지도, 임상도, 수치지형도, 수치지질도, 항공사진

나. 자료분석

1) 수치지형도 및 수치지질도 정비

- 등고선, 표고점, 삼각점의 등 고수치를 정비하였다.
- 수치지질도(1:50,000)상 모암을 중·세분류로 구분하여 현지조사에 활용하였다.

2) DEM 분석

- 자료의 정확성을 높이기 위해 ArcGIS 9.3.1기반으로 만들어진 포인트 분석프로그램을 사용하고, 수치지형도상 TIN을 생성하여 경사, 표고, 방위를 분석하였다.
- DEM 자료는 산림토양경계, 조사표준지 선정 등 기본 자료로 활용하였다.

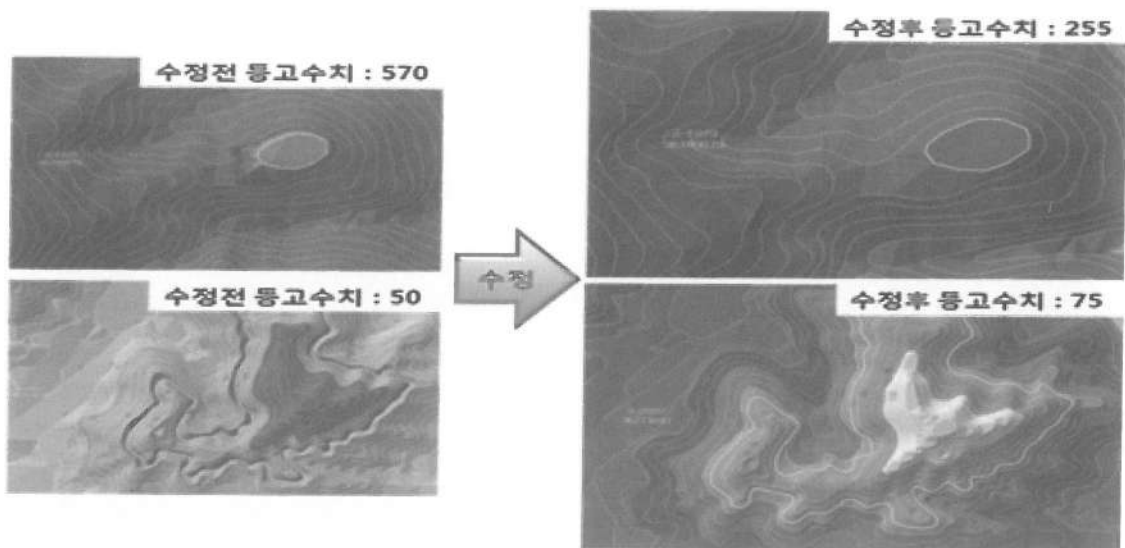


그림 2. 수치지형도 정비

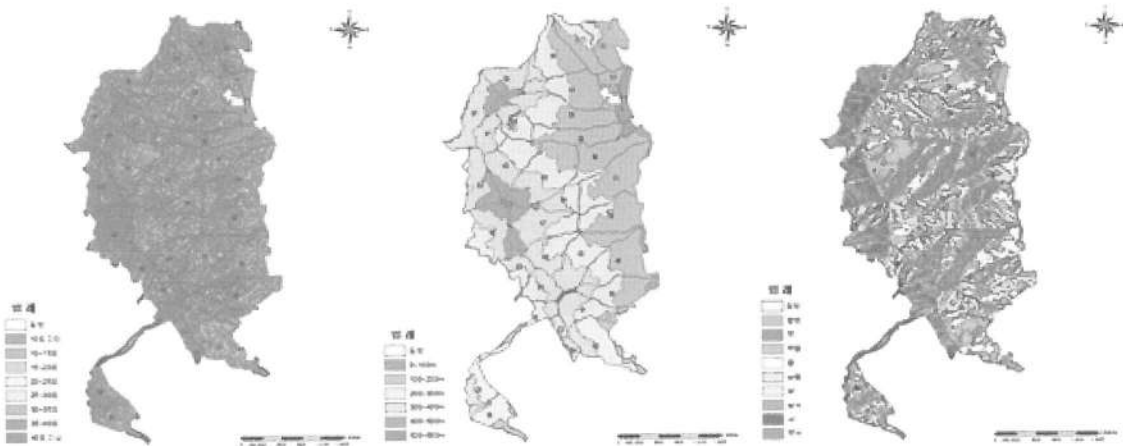


그림 3. 경사, 표고, 방위

다. 산림토양경계구획 및 조사표준지 선정

위해 DEM 분석 자료를 중첩하여 활용하였다.

1) 산림토양경계구획 설정

정사항공사진상에서 지형, 경사, 방위, 기복, 침식, 식생, 임지이용 상태 등을 기준으로 지형 요소분석법에 의거 ArcGIS 9.3.1(Arc Map)틀을 이용 판독하여 산림토양형의 경계구획을 잠정적으로 설정하였다. 구획 시 정확도를 높이기

2) 조사 표준지 선정

잠정적으로 구분한 산림토양경계구획 내에서 임상·산림토양조건별 등을 고려하여 임반별/산림토양형별로 산림입지를 대표하는 곳으로 선정하였다.

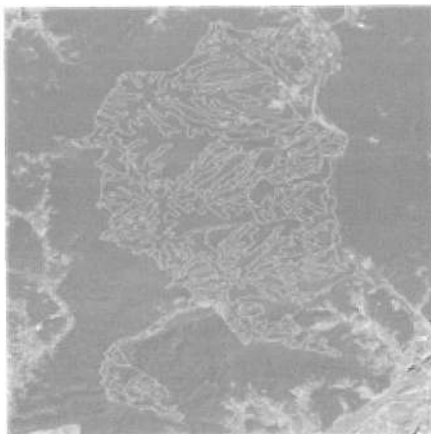


그림 4. 산림토양경계구획

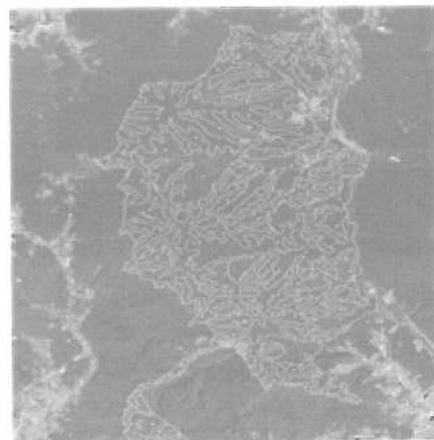


그림 5. 조사표준지 선정

라. 현지조사 및 분석

1) 산림입지환경 및 산림토양단면조사

가) 산림입지환경조사

- 도엽명, 좌표, 표고, 경사, 방위, 모암, 지형, 사면위치, 경사형태, 퇴적양식, 풍노출도, 배수상태, 침식상태, 암석노출도 등을 조사하였다.

나) 산림토양단면조사

- 산림토양의 형태적 특성을 파악하기 위하여 가능한 인위적 교란이 없는 곳을 표준지로 선정하여 가로 1m, 세로 1m로 하고 깊이는 모재층 까지 산림토양단면을 제작하여 토양조사 매뉴얼에 따라 낙엽층 두께, 유효토심, 토심, 토색, 풍화정도, 토성, 토양구조, 건습도, 석력함량, 견밀도 등을 조사하였으며, 토색은 표준 토색첩에 의해 식별하고, 산림토양의 견밀도는 견밀도 측정기로 측정하였다.
- 산림토양형은 산림입지환경 및 산림토양단면인자의 결과를 종합적으로 판단하여 결정하였으며 산림토양단면 및 근경을 촬영하여 조사지의 입상과 산림토양단면의 외형적 특성을 파악하였다.

다) 산림토양의 이화학성 분석

(1) 산림토양시료 채취

- 광릉숲 시험림에 분포하는 산림토양특성별 산림토양의 이화학성을 분석하기 위하여 조사표준지별로 A층, B층으로 구분하

여 층위별로 채취하였다.

- 토성, 삼상, 가비중에 대한 물리적 성질을 분석하기 위하여 100cc캔을 이용하여 층위별로 채취하였다.
- 화학성(PH, 유기물 등) 분석용 시료는 층위별로 1kg정도씩 비닐봉투에 채취하여 분석 전문기관인 한국임업진흥원에 의뢰하여 분석하였다.

(2) 분석방법

- 산림토양 물리성

취한 캔 시료는 흔들리지 않게 운반하여 수분중량을 측정한 후, 항온항습기에 3일(72시간) 동안 건조 후 삼상 및 가비중을 측정하였으며, 토성은 Hydro-meter법으로 측정하였다.

- 산림토양 화학성

산림토양 pH는 pH-meter법을 이용하여 측정하였고, 유기물, 전질소는 건식 산화법, 유효인산은 Lancaster법, 양이온치환용량용량은 1N-초산암모니움 침출법, 치환성양이온은 원자흡광광도법, 전기전도도는 EC-meter 법으로 측정하였다.

○ 조사결과

가. 산림토양형 분포

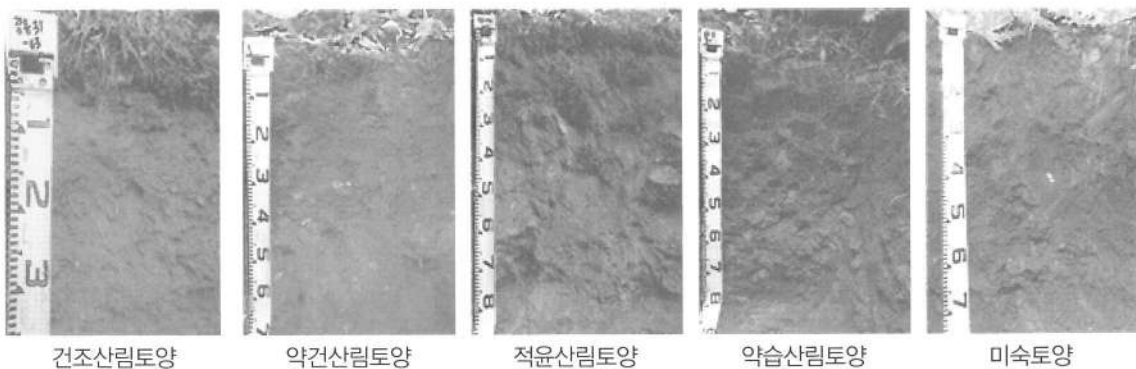
광릉 숲 시험림을 대상으로 임반별/산림토양 분포 조건별로 91개 표준지를 선정하여 토양단면조사결과 화강편마암과 화강암을 모재로 하

는 갈색산림토양이 분포하고 있으며, 산림토양 분포를 살펴보면 소리봉을 중심으로 주능선과 부능선을 이루고 노출이 많은 곳의 소나무, 리기다소나무 등이 분포하는 침엽수 지역에는 대부분 건조한 산림토양이 분포하고, 소리봉에서 육림호와 산림교육원으로 이어지는 활엽수천

연림 지역에는 산림토양의 성숙도가 높은 약건 ~ 적윤산림토양이 비교적 넓게 분포하고 산록부와 산복 사면부에는 약건한 산림토양이 분포하고 있으며, 임지생산력이 중 이상의 약건~약습한 산림토양 74%, 임지생산력이 비교적 낮은 건조한 산림토양 25.6%가 분포하고 있다.



그림 6. 광릉 숲 시험림 산림토양도



〈광릉 숲 주요 산림토양단면〉

나. 모암 분포

화강편마암과 호상편마암이 대부분 분포하고 있으며 내각리 쪽 일부 화강암이 분포하고 있다.

1) 화강편마암(花崗片麻岩, granite gneiss)

화강편마암은 변성암의 일종으로 화강암이 동력변성작용을 받아서 생성된 것으로 광물 조성이나 조직에 있어서 화강암과 유사하게 보이거나 흑운모나 석영과 장석의 집합체들이 미약한 엽리를 나타내는 것이다. 이는 일련의 화강암 화작용 또는 부분용융의 과정을 말해주는 것이다. 육안으로는 화강암과 유사하나 성분이 층상으로 배열되고 편상구조(片狀構造)를 이루고 있는 것으로 구별하며 편마암류는 흔히 광역변성작용을 받은 지역에 넓게 분포하고 있다.

2) 호상편마암(縞狀片麻岩, banded gneiss)

편마암에는 서로 다른 광물로 구성된 층들이 교대로 나타나는 줄무늬가 있는데 보통 층의 두께가 1mm 이하일 때는 미층, 1mm 이상일 때는 거층이라고 하며 이 줄무늬가 뚜렷한 편마암을 구분하여 호상편마암이라고 한다.

우리나라에서 흔하게 볼 수 있는 암석으로 석영과 장석이 주성분인 투명하고 밝은 색의 광물대와, 흑운모가 주성분인 어두운 유색 광물대가 서로 모여서 형성된 편마암 구조가 나타나는 광물이다. 변성 작용이 일어나는 광역

변성 작용에 의해 생성되므로 넓은 지역에 걸쳐 분포한다.

다. 산림토양의 형태적 특성

광릉 숲 시험림에 분포하고 있는 산림토양의 형태적 특성을 파악하기 위하여 산림토양단면을 조사한 결과 입지환경 및 산림토양조건에 따라 5개 유형의 산림토양이 출현하고 단면형태 및 산림토양의 성질이 다르게 나타났다.

1) 전토심

광릉 숲 시험림의 평균 전토심은 62cm로 토양형별로 살펴보면 그림7.과 같이 갈색건조산림토양 36cm, 갈색약건산림토양 60cm, 갈색적윤~약습산림토양 80cm로 나타나고, 약건산림토양에서도 전국 산림평균 52cm보다 높게 나타났다.

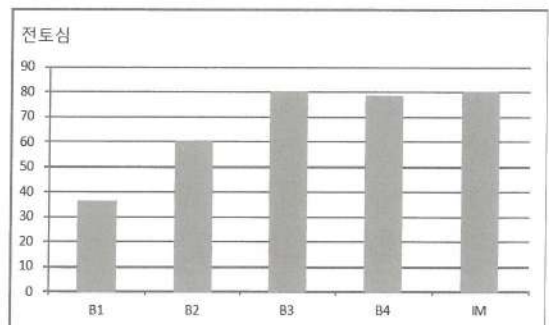


그림 7. 토양형별 전토심

2) 유효토심

임목이 성장하는데 가장 큰 영향을 주는 토양 깊이로서 뿌리발달, 양분 및 수분보유 등의

토양특성과 관계가 있는 유효토심으로 건조한 산림토양 21cm, 약건산림토양 27cm, 적윤~약습한 산림토양에서 38cm로 임목이 생육하는데 적합한 것으로 나타났다.

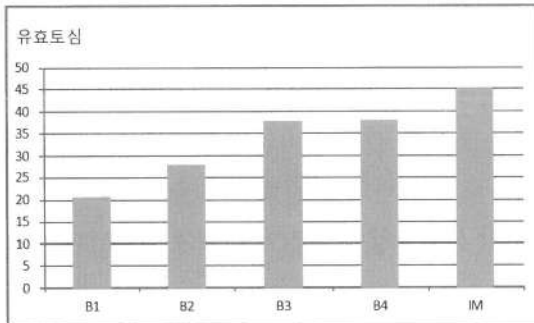


그림 8. 토양형별 유효토심

3) 토양구조

토양구조는 토양입자가 서로 결합 배열되는 상태로, 유기물, 탄산염 등에 의해 결합된 토괴의 모양, 크기, 발달정도를 나타내는 특성으로 광릉 숲의 약건~적윤한 지역의 A층에는 입상~떼알구조가 주로 나타나고, B층은 약괴상~괴상구조가 발달하고 있으며, 건조한 지역의 A층은 세립~입상구조가 B층은 견과상구조가 발달하고 있다.

라. 산림토양의 물리적 성질

산림토양의 물리적 성질의 주요인자인 토성, 삼상, 가비중 분석결과 심토층의 조성비를 보면 모래 49.4%, 미사 31.6%, 점토 19.0% 순으로 토성은 사양토 내지 양토이며, 전국 갈색산림토양의 평균치인 모래 54%, 미사 34%, 점토 12%와 비교하여 볼 때(정진현 등 2003), 모래

함량과 미사함량이 비슷한 값을 보이고 있으나 사양토가 분포하는 곳은 점토함량이 낮은 값을 보여 산림토양 보수력은 높은 반면, 양분 흡착력이 낮은 산림토양특성을 가지고 있는 것으로 보아 광릉 숲 시험림 장령임분에는 산림토양내 양분결핍 현상을 보이고 있다. 산림토양의 답압이나 견밀한 정도를 나타내는 산림토양 용적밀도(가비중)은 A층 0.98, B층 1.12로 기준치(0.8~1.5)범위로 나타나 산림토양구조 발달이나 공극량에 차이는 있으나 뿌리의 발달에는 적정한 것으로 판단된다.

1) 토성

화강편마암을 모재로 하고 있는 토성은 산림토양의 양분과 보수력, 공극량, 특히, 토양배수에 영향을 많이 미치는 사양토~양토가 나타났다. A층 모래 43.8%, 미사 37.2%, 점토 19.1%, B층 모래 49.4%, 미사 31.6%, 점토 19.0%로 임목생육환경에는 적합한 것으로 나타났다.

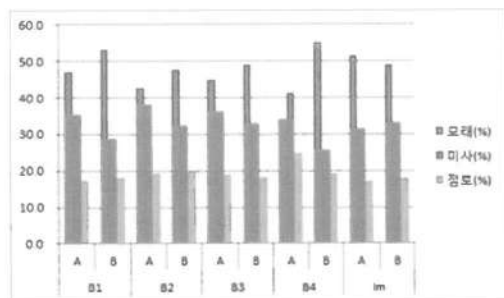


그림 9. 토양형별 모래, 미사, 점토 함량

2) 토성

산림토양삼상은 입단화와 관계가 깊으며 삼상의 비율을 보면 액상 27.1, 고상 39.7, 기상

33.2로 기준치(액상 25~30, 고상 40~55, 기상 25~30) 범위에 있으나, 액상과 고상은 다소 적은 반면 기상은 높게 나타났다. 기상이 높은 이유는 뿌리의 호흡에 필요한 공기가 충분하여 뿌리 호흡이 잘 되고 있는 것을 알 수 있다.

3) 가비중

가비중은 A층 0.98, B층 1.12로 기준치(0.8~1.5) 범주에 있어 산림토양구조 발달이나 공극량에 차이는 있으나 뿌리의 발달에는 적정하였으며, 삼상과 가비중 분석결과는 아래 그림 10, 11과 같다.

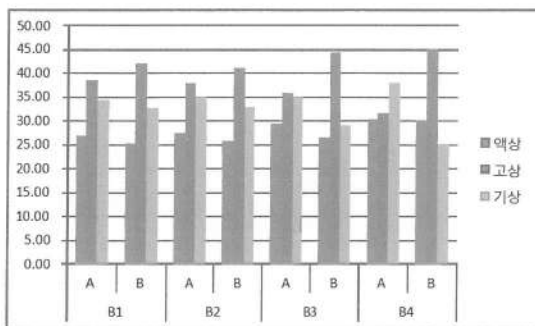


그림 10. 토양삼상

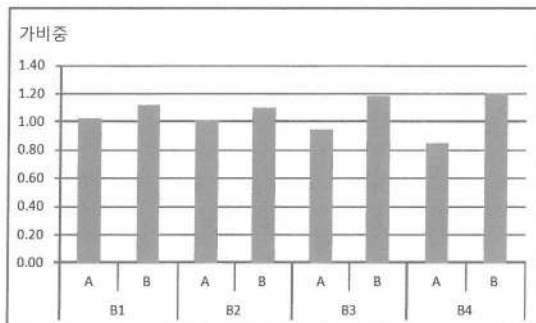


그림 11. 가비중

마. 산림토양의 화학적 성질

산림토양의 화학성의 주요인자인 산도, 유기물, 유효인산, 양이온치환용량, 치환성양이온을 분석한 결과 인자 간 약간의 차이를 보이고 있으나, 유기물, 전질소, 양이온함량은 전국평균치와 비슷한 경향치를 보이고 있으며, 산도, 유효인산, 치환성양이온은 비교적 낮은 경향치를 나타내고 있다.

1) 산림토양 pH

광릉 숲 시험림의 평균 pH는 A층 4.7, B층 4.9로 전국 산림토양 평균치(5.0~6.2)보다 강한 산성을 보이고 있어 식물, 산림토양동물과 미생물의 생활환경에 적합한 pH가 낮은 것으로 나타났다. 이것은 대기오염 등 산성비와 같은 산성물질의 영향과 낙엽층의 조부식 과정에서 발생하는 유기산이 산림토양에 유입으로 인한 염기 용탈작용에 의한 염기포화도 저하가 산림토양산성화를 일으키는 요인으로 작용하고 있는 것으로 추정할 수 있다.

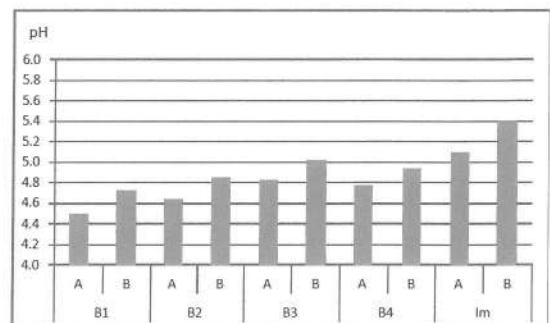


그림 12. pH

2) 유기물

유기물함량을 분석한 결과 A층 6.74%, B층 2.79%으로 전국산림평균 3.0%보다 높은 값으로 임목이 생육하기에 적절한 것으로 나타났다.

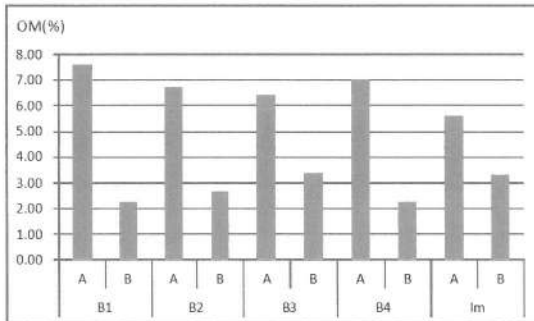


그림 13. 유기물

3) 전질소(TN)

전질소함량을 분석한 결과 A층 0.261%, B층 0.117%으로 전국산림평균 A층 0.25%와 비슷한 경향치를 나타내고 있어 임목이 생육하기에 적절한 것으로 나타났다.

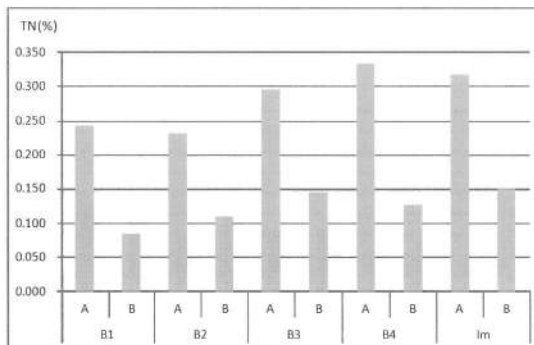


그림 14. 전질소

4) 유효인산

유효인산을 분석한 결과 A층 10.7mgkg⁻¹, B층 3.4mgkg⁻¹로 전국평균 60mgkg⁻¹보다 적은 양을 보이고 있어 유효인산의 보충이 필요한 것으로 나타났다.

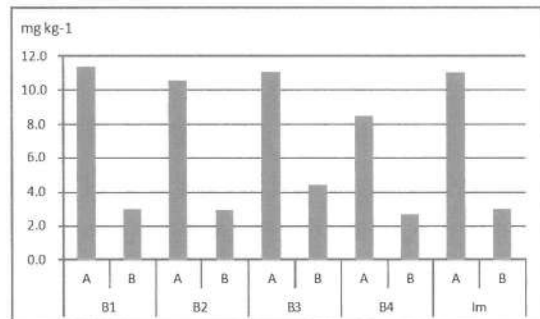


그림 15. 유효인산

5) 양이온치환용량용량(C.E.C)

양이온치환용량용량(C.E.C)을 분석한 결과 A층 14.18cmolckg⁻¹, B층 12.58cmolckg⁻¹로 전국평균 12~20cmolckg⁻¹와 비슷한 경향치로 임목생육에는 적절한 것으로 나타났다.

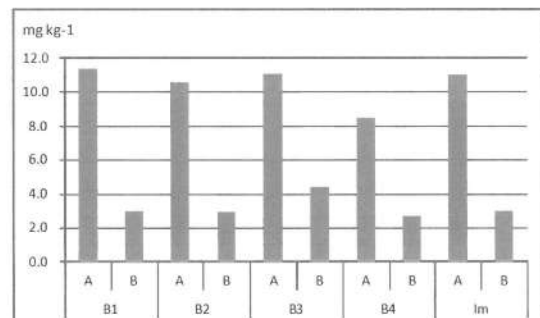


그림 16. 양이온치환용량

6) 치환성양이온

치환성양이온에서 K⁺함량 A층 0.27cmolckg⁻¹, B층 0.21cmolckg⁻¹로 전국평균 0.25~0.5cmolckg⁻¹과 비슷한 경향치를 나타냈으며, Na⁺함량 A층 0.06cmolckg⁻¹, B층 0.05cmolckg⁻¹로 전국평균 0.1~0.5cmolckg⁻¹보다 비교적 적은 양을 보이고 있다. Ca²⁺함량 A층 1.10cmolckg⁻¹, B층 0.54cmolckg⁻¹로 전국평균 2.50~5.00cmolckg⁻¹보다 낮은 수치를 나타냈다. Mg²⁺함량은 A층 0.28cmolckg⁻¹, B층 0.18cmolckg⁻¹로 전국평균 1.50~5.00cmolckg⁻¹보다 현저히 적은 양을 보이고 있다. 식물이 흡수하는데 필요한 치환성양이온은 전국평균보다 비슷하거나 적은 양으로 적절한 시비대책이 필요한 것으로 나타났다.

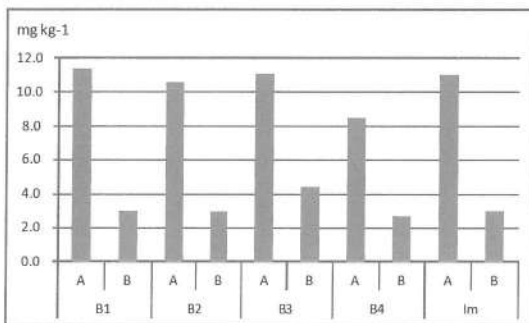


그림 17. 치환성양이온

○ 광릉 숲 시험림 고찰

광릉 숲 시험림에 분포하고 있는 산림토양의 종류를 파악하고 산림토양형별로 산림토양의 이화학적 성질을 구명하고자 산림입지환경 및 토양단면조사를 실시하여 산림토양도를 작성하고 산림토양 및 토양이화학성을 종합적으로

분석한 결과 다음과 같다.

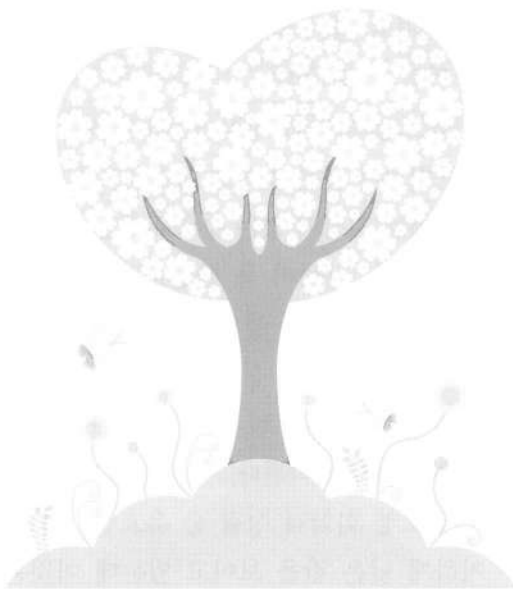
- ① 광릉 숲 시험림은 시생대의 선캄브리아기의 암층인 화강편마암과 호상편마암을 모재로 하는 갈색산림토양이 분포하는 것으로 나타났으며, 산림토양형 분포조사 결과 갈색산림토양, 건조, 약건, 적윤, 약습 토양 및 미숙토양의 5개 산림토양형이 분포하는 것으로 나타났다. 이는 입지환경과 산림토양환경조건 등 산림토양 생성에 영향을 미치는 인자들의 특성에 따라 차이가 나는 것으로 판단된다.
- ② 산림토양 물리적 성질 중 토성은 사양토~양토가 주를 이루고 있으며, 사양토가 나타나는 곳은 모래함량이 높고 점토함량이 비교적 낮은 관계로 산림토양 투수력은 높은 반면 양분 흡착력이 낮은 산림토양특성을 가지고 있는 것으로 보아 양분순환이 원활치 못하며 장령임분으로서 산림토양 내 가지고 있는 양분이 많이 소모된 것으로 판단할 수 있다.
- ③ 산림토양 물리적 성질 중 가비중은 전국평균치보다 낮은 것으로 나타났으나, 임목 성장에는 지장이 없는 것으로 판단된다.
- ④ 대기오염, 산성비 등 산성물질의 영향과 낙엽층 내 유기산 등의 유입에 의해 낮아진 산림토양 pH는 산림토양환경을 회복시키기 위한 산도 교정 등에 관한 연구가 필요한 것으로 생각된다.
- ⑤ 산림토양 화학적 성질 중 유효인산이 현저하게 낮은 값을 보이고 있는데 이것은

산림토양내의 유기물이 인산의 주공급원이나 산림토양 산도가 낮아짐에 따라 산림토양과 인산의 적절한 순환관계를 형성하지 못함에서 나타나는 현상으로 보인다.

- ⑥ 광릉 숲 시험림 조사·분석결과에서 나타난 산림토양변화에 대한 성질을 일시적으로 개량시키는 것은 상당히 어려울 것으로

사료되며, 지속적인 모니터링과 보전을 위한 산림토양관리 및 대책이 필요한 것으로 판단된다.

- ⑦ ArcGIS(Arc Map)기반으로 작성한 산림토양도는 장기 모니터링 연구 및 경영계획 등 기초자료로 활용할 수 있다.



조사·연구

낙엽송 노지양묘 활성화를 위한 토양관리

-춘양·용문 국유양묘장 중심으로-

안 병 영/최 인 규
한국산지환경조사연구회

국유양묘장에 대한 입지환경 및 토양조사 및 분석을 실시 토양환경에 대한 토양특성을 파악하여 효율적인 토양관리는 물론 건전 우량양묘 생산을 위한 합리적인 낙엽송 양묘장 관리 방안을 제시하고자 함

1. 일반사항

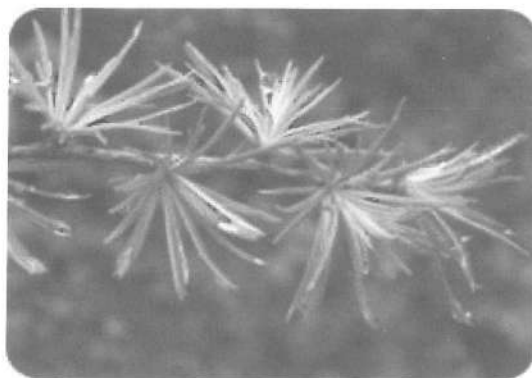
낙엽송은 우리나라의 황폐지 복구에 일조한 조림수종이다. 60~70년대의 녹화사업 중에 그 가치가 인정되어 조림되었던 대표적인 수종이다.

현재 전체 산림면적 중 6.6%에 해당되는 면적에 조림되어 있으며 최근 목재로서의 활용 가치가 재발견되어 앞으로도 주요 조림수종으로 매김 할 것이다.

1.1 생태학적 특성

낙엽송은 일본과 한국의 주요 조림 수종으로 심재는 암적갈색, 변재는 담황백색으로 다량의 수지를 함유하고 있다.

수고는 약 30m에 달하고 있으며, 잎은 줄



모양이며 40~50개씩 짧은 가지에 모여 나고 길이 2~3cm이다. 꽃은 자웅 1가화로 수꽃이삭은 긴 타원형이고 암꽃이삭은 넓은 달걀 모양으로 5월에 꽃이 핀다.

1.2 조림학적 특성

낙엽송은 흉고직경 50cm 내외로서 우리나라

라의 경우 중부이남 지역에 식재되었다. 극양수로 어릴 때 생장이 매우 빠르며 침엽수이지만 가을이면 낙엽이 떨어지는 낙엽수이다. 곧게 자라는 성질을 가지고 있어 과거 철도 침목이나 구조용 집성재로서 쓰임이 많은 수종이다.



1. 3 양묘학적 특성

토양은 사질양토, 양토 또는 부식질이 많은 사토가 적합하며 배수가 양호한 포지가 좋으며 시비량은 파종상, 이식상 모두 m^2 당 요소 30g, 과석 70g, 염화加里 15g을 묘목 성장상태에 따라 시비하되 7월 상순까지는 시비를 완료해야 한다.

양분 요구도가 비교적 높은 다비성 수종이며 온도변화와 수분조건에 민감하여 고온 및 건조 피해가 자주 일어날 수 있으므로 관수 및 시비 관리를 철저히 해야한다.

낙엽송 묘목은 동해에 약하므로 묘목의 내한성을 강화시켜 주어야 하므로 가을에 배수를 철저히 하고 질소질 비료를 과다하게 주지 말아야 한다.

묘목이 어릴 때 집중호우로 묘상에 배수가 불량하여 물이 고여 있을 시 고사할 확률이 매우 높으므로 배수 관리를 철저히 해야 하며, 묘

상을 기존보다 조금 높이거나 타원형으로 만들어 예방하는 방법 등이 있다.

2. 노지 양묘 생산 방법

낙엽송은 우리나라의 대표적인 조림수종으로 지금까지 많은 묘목이 식재되어 성공적인 조림 사례로 알려져 있다. 한때 낙엽송 목재의 활용도 문제로 조림 기피 수종으로 인식된 적이 있었으나, 최근 목재로서 활용도를 높이는 기술개발과 함께 대경목으로서의 가치가 재발견됨으로써 '제5차 산림 기본 계획'에서 조림 면적을 확대시키고자 하는 대표적인 수종으로 확인된 바 있다.

2.1 파종 시기

봄철인 3월말에서 4월초에 파종하며 되도록 일찍 파종하는 것이 생육기간을 연장하여 좋으나 발아 후에 지나친 온도의 변화가 발생하거나 늦서리가 내리면 오히려 피해를 받기 쉽다.



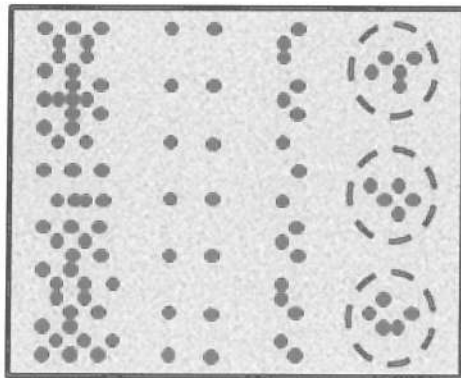
2.2 파종 방법

파종 전에 1~2일간 살균을 겸하여 침수 후 노천매장하였다가 4월경에 $1m^2$ 당 20g 가량을

흩어 뿌린다. 토양은 사질양토, 양토 또는 부식질이 많은 사토가 적합하며 배수가 좋은 포지를 선택한다.

파종 방법은 묘상 전면에 종자를 고르게 흩어 뿌리는 산파 방법으로 비 내리는 날과 바람 부는 날을 피하여 파종한다. 복토자는 5mm를 사용하여 복토는 너무 두껍게 덮이면 종자 발아 시 유근이나 유아가 흩 덮은 부위를 뚫고 나오지 못하고 지중에서 부패 할 수 있으며, 너무 얇게 덮으면 한발의 피해를 입어 종자가 말라 죽는 경우도 있으므로 항상 주의가 요망된다.

복토가 완료되면 입고병 예방을 위하여 긴 짚을 한점으로 늘어놓을 정도로 덮은 후 비을 망을 설치한다. 파종상을 너무 습하게 하거나 건조시키면 발아율이 떨어진다.



산파 점파 조파 상파

2.3 발아시기

파종 후 약 18일이 경과하면 발아가 시작된다. 발아 후 즉시 살균제를 살포하여 입고병을 예방한다.

2.4 육묘관리

▶ 해가림

낙엽송 묘목은 고온에 약하기 때문에 해가림을 하여 지면에서 수분을 증발하는 것을 막아 건조의 피해를 예방해야 한다. 단, 해가림을 하여 햇볕이 적게 들면 묘목이 연약하게 도장하여 뿌리 발달에 좋지 않아 추위, 건조에 의한 2차적인 피해를 입을 수 있으므로 적당량의 햇볕을 받기 위해 차광망(40~50%)을 설치한다.

해가림은 파종 후 종자 발아가 완료되는 6월 중순까지 설치하며 일시에 제거하면 묘목이 일사의 피해를 받을 우려가 있으므로 2주 전부터 가끔씩 열어 주어 묘목을 어느 정도 경화시킨 후 점차적으로 제거하여야 하며 구름 낀 날, 비 오는 날, 아침, 저녁으로 햇볕이 약한 때와 밤에는 걷어 주어야 한다.

▶ 솟아내기

종자를 알맞게 뿌렸다 하더라도 묘목이 서로 적당한 간격에 서 있도록 할 수는 없기 때문에 형질이 나쁘거나 발육 상태가 좋지 못한 것은 2~3회 솟음을 한다.

솟아내기 작업은 2~3회 나누어 실행하되 늦어도 7월 하순까지는 잔존 본수 1㎡ 당 500 본만을 생립시키고 나머지는 전량 제거한다. 보통은 제초 때 같이 하는 것이 편리하고 솟음을 하는 정도는 1회 때 전체 솟음을 할 수량의 40% 정도를 뽑아내고 2회, 3회 때는 각각 30%로 한다.

7월말까지 수종별로 기준이 되는 본수만 남겨 두고 나머지는 모두 솎아준다.

표 1. 낙엽송 묘목 적정 생립 밀도

묘령	시업본수 (본/㎡)	득묘본수 (본/㎡)
1-0	600	500
1-1	64	50

2.5 제초

잡초가 묘상에 발생하면 묘목이 흡수해야 할 수분과 양분의 탈취는 물론 일광과 통풍이 차단되어 병해충이 발생하여 묘목의 생장을 저해하므로 잡초는 어릴 때부터 지속적으로 제거하여야 한다.

Pendimetalin(Stomp), Zifop(Onecide), Oxyfluorfen(Goal)을 1㎡ 당 제초제 0.2ml를 물 200ml에 희석하여 사용한 결과 잡초 방제 효과가 80~99.5%를 보인다는 실험 결과가 있다.

2.6 관수

파종 후 발아가 완전히 이루어질 때까지 상면이 마르지 않도록 관수한다. 가급적 보도 관수를 실시하며 관수 시 상면에 협잡물이 깔 염려가 있으므로 관수 후에는 협잡물을 제거하고 묘목이 흙탕물에 의하여 토의를 입었을 때에는 토의를 제거하도록 한다.

건조기에는 관수를 하여야 하며 수온과 지표

온도가 유사한 시기인 아침과 저녁에 관수하되 한낮에는 관수를 하지 않는다. 강우가 계속 될 때에는 포지에 물이 고이는 곳이 없도록 배수구를 설치한다.

2.7 추비

파종상은 1~2회 솎음 작업 후 시비한다. 시비량은 파종상, 이식상 모두 1㎡ 당 요소 30g, 과석 70g, 염화加里 15g을 시비하되 7월 상순까지는 시비를 완료한다. 낙엽송은 양분 요구도가 높은 다비성 수종이며 온도 변화와 수분 조건에 민감하여 고온 및 건조 피해가 자주 일어날 수 있는 수종으로 관수 및 시비 관리를 철저히 하여야 한다.

2.8 묘목 굴취

묘목의 굴취는 가능한 가식 기간을 줄이기 위하여 다음 날 산출할 양만큼 또는 이식할 만큼 굴취하는 것이 이상적이다. 굴취시 가급적 깊이 파고 뿌리가 상하지 않도록 하며 비바람이 심할 때는 작업을 피하는 것이 좋다. 가식 장소는 건조하거나 물이 고이지 않고 배수가 잘 되는 곳을 선정하고 선묘 결속된 묘목은 즉시 가식하여야 하며 1일 당 가식 본수를 동일하게 하여야 본수 파악이 용이하다. 1-0묘는 추기에 묘목을 굴취, 토굴하여 이듬해 봄에 이식하며, 1-1묘는 일반 가식으로 뿌리만 묻어주고 이듬해 봄에 산지 식재한다.

3. 생산량 저하 요인

묘목 생산량을 늘리는 기술 개발만큼 중요한 것이 생산량 저하 요인을 분석하고 이에 대비하는 것이다.

생산량 저하 요인은 침수, 고온, 과다 시비, 토양 문제 등과 더불어 지리적 특성과 작업 환경 등 복합적인 인자에 의한 유기적 경우가 많다.

낙엽송 노지 양묘가 비교적 잘 되고 있다고 알려진 A 양묘장과 최근 생산량의 저하를 보이는 B 양묘장의 조사결과를 예로 비교하여 생산량 저하 요인을 검토하고자 한다.

3.1 고온에 의한 해

낙엽송 묘목은 다른 수종에 비해 비교적 고온에 의한 해를 입기 쉬운 수종으로 알려졌다. 낙엽송 노지 양묘가 비교적 잘 되고 있다고 알려진 A 양묘장과 최근 생산량 저하를 보이는 B 양묘장의 지난 5년간 기온데이터를 분석한 결과 B 양묘장의 경우 6월부터 급격한 기온 상승으로 최고 기온이 29.5도를 기록하고 있으며 이는 A 양묘장에 비해 3도 정도 높은 수준이다.

결국 B 양묘장의 경우 고온 및 건조에 대한 대비책 수립이 6월 이후에는 좀 더 세밀히 진행되어야 한다.

또한 고온은 낙엽송 묘목에 직접적인 영향을 주는 동시에 간접적으로 토양 온도 상승으로 인한 피해도 복합적으로 일으키며 여름철 습해와 유기적으로 발생 시에는 그 피해가 급증한다.

표 2. 토양온도와 묘목 생장 상태

토양 온도	생장 상태
4℃	정지
4~18℃	보통
18~21℃	빠름
21~29℃	보통
29℃	정지

3.2 집중호우에 의한 수해

우리나라 양묘 산업의 기상 재해 상황을 분석해 보면 1981년부터 2007년까지 기상재해를 입은 묘목은 약 3억본이며 그 중 풍수해가 58.7%로 가장 높게 나타났다.

토양을 기반으로 하는 노지 양묘는 기상재해에 직접적으로 노출되어 있다.

2013년 7월 B 양묘장의 20mm 이상 강우 일수는 9일로 A 양묘장의 3배에 해당함 또한 140mm 이상의 집중 호우도 2회 나타났다.

지난 5년간의 강수량을 분석해 보면 B 양묘장의 7월 강수량은 641mm로 A 양묘장에 비해 2배 이상 많은 양을 보이고 있다. 비정상적으로 높은 강수량이 B 양묘장의 낙엽송 생산량 저하에 큰 영향을 주는 요인임을 추정 할 수 있었다.

3.3 묘포병해충에 의한 해

묘포시업은 일반적인 임지와 다르게 집약적이고 반복적인 생산 형태를 나타내고 있다. 그렇게 때문에 병충해 발생시 임지에서와는 다르

게 빠른 전파력을 보이며 화학비료의 시비 또한 뿌리 병원균의 발생 빈도를 높인다.

최근 지구온난화에 따른 기상이변과 여름철 고온다습한 날씨는 묘포병해충 발생에 피해가 중요인으로 작용하므로 여름철 강수량이 높은 용문양묘장의 경우 그 피해가 심각할 것으로 예상된다.

4. 생장량 증대 방안

복합적인 생산량 저하 인자에 영향을 받고 있는 노지 양묘의 경우 실질적 해결 방안에 관한 연구는 지속되어 왔지만 예측하기 힘든 기상 재해 앞에서 여전한 미해결 과제로 남아 있는 것도 사실이다.

근본적인 해결 방안으로 낙엽송과 같이 기상 재해에 민감한 수종은 시설 양묘로 전환하는 것이 바람직하지만 묘목의 산지 적응력과 시설 양묘 구축의 고비용의 벽을 넘는 것 또한 쉽지 않다. 생산량 저하 원인에 대한 적응력을 높이는 방법은 다음과 같다.

4.1 고온피해 대비

▶해가림막 설치

묘상의 건조와 지표온도의 상승을 방지하기 위해 일사량의 65~75% 내외가 차단되는 흑색 차광막을 설치한다.

파종후 일조량에 따라 설치하며 9월 이후 제거하며 차광막 제거 2주전부터 차광막을 주기적으로 열어 변화될 환경에 적응할수 있도록

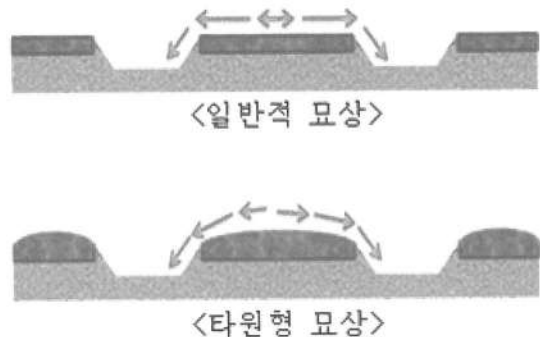
해준다.



4.2 집중호우 대비

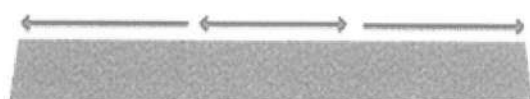
▶타원형 묘상 만들기

일반적 고상의 묘상 형태는 수평을 이루고 있어 집중 강우 시 침식과 배수 불량으로 인한 피해가 발생하기 쉽다. 타원형 묘상형태의 고상의 경우 좌우 구배를 따라 배수가 용이하여 집중호우에 대한 피해를 줄일 수 있다.

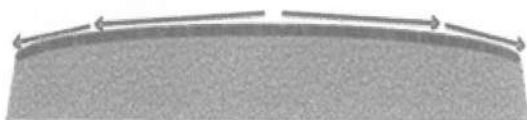


▶아치형 이랑

일반적 이랑은 수평을 이루고 있어 집중강우 시 배수불량으로 인한 침수 피해로 고사확률이 높다. 아치형의 이랑의 경우 좌우 구배가 배수를 용이하게 하며 집중호우시 물빠짐을 용이하게 해준다.



<일반적 이랑>



<아치형 이랑>

4.3 병해충 방제

▶돌려짓기

묘목 생산만 하고 휴식이 없는 토양은 브레이크 없는 자동차와 같아서 매우 위험하다. 양묘사업에도 휴식을 통한 활력보충이 필요하며 사업의 중장기적 계획을 수립 후 돌려짓기를 실시하는 것이 병해충 방제를 위한 기초적 방안이다.

▶퇴비

화학 비료는 묘목생장에는 이로우나 궁극적으로 토양 내 유기물 결핍 등의 토양 열화를 초래한다.

천연 비료인 퇴비 사용은 토양을 부드럽게하여 이화학적 성질을 개선시키며 뿌리 생장을 왕성하게 하므로 병해충 방제에 효과적이다.

▶토양 소독제

토양소독제는 토양내 병해충 방제를 위해 직접적으로 사용되는 약제이다. 가장 큰 효과를 나타내고 있으나 비용적이 측면이 현장

적용의 걸림돌이 되고 있다. 병해충 방제에 따른 득묘율 향상이라는 경제적 효과를 감안할 때 토양 소독제 처리를 위한 정부차원의 경제적 지원이 시급하다.

4.4 토양 관리

낙엽송 묘목은 동해에 약하므로 묘목의 내한성 강화를 위해 가을철 배수를 철저히 하고 질소 비료의 과다 시비에 유의하여야 한다.

특히 묘목이 어릴 때 집중 호우에 의한 피해가 크므로 배수 관리를 철저히 해야 하며 배수력이 높은 모래의 함량을 높여 피해를 방지한다. 묘상을 기준보다 조금 높이거나 타원형으로 만들어 예방하는 방법도 있다.

낙엽송은 기본적으로 인의 요구도가 높은 수종으로 토양 내 인의 함량에 유의하여야 하며 과거 논 토양이었던 곳에 조성된 양묘장의 경우 침출 경운을 통해 토양내에 불투수층이 생기지 않도록 한다.

낙엽송 묘목은 배수 불량 시 습해로 인한 고사 및 병해충 발생률이 높아지며, 산지에 조림시 내건성이 떨어져 정상적인 생장을 하지 못한다.

▶토성

묘포 토양에 적합한 토성은 모래 함량 50~65%, 미사 함량 20~35%, 점토 함량 10~20%인 토양배수가 양호한 사질양토(SL: Sandy Loam) 또는 양토(L: Loam)이다.

표 3. 모래,미사,점토함량에 따른 토양특성

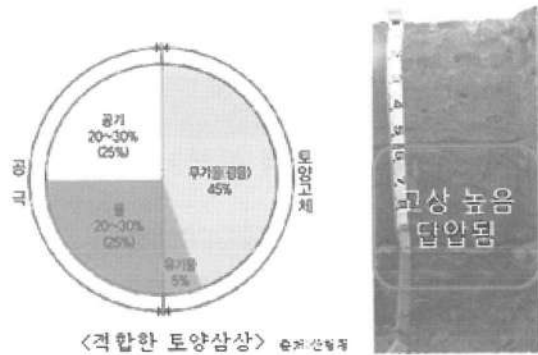
토양특성	모래	미사	점토
수분보유력	낮음	중간~높음	높음
통기성	좋음	중간	나쁨
물빠짐정도	높음	다소 느림	느림
봄철 온도상승 속도	높음	중간	낮음
다져지는 정도	낮음	중간	높음
침식 민감성	낮음	높음	보통
비온 후 경운 적합성	높음	중간	낮음

▶토양 삼상

토양 삼상은 고상(토양 입자와 유기물), 액상(토양 용액), 기상(토양 공기)의 용적 비율을 말하며, 이들이 적당한 비율로 조합되어야 묘목 생장에 좋은 영향을 미치며 이상적인 토양 삼상의 비율은 고상 45%, 액상 25%, 기상 30% 정도이다.

고상이 높은 것은 위와 같이 답압이 되었거나 통기성이 나쁜 토양인 경향이 있고 배수가 안되는 토양은 액상 비율이 낮게 나타나며 통기성이 양호한 토양은 기상의 비율이 높게 나타난다.

고상이 높은 경우 퇴비, 목탄 등 유기질 물질을 투입하며 액상이 높은 경우 토양 경운을 통한 개량이 필요하다.



▶산도

제조제 살포, 질소질 비료의 다량 공급 등으로 묘포 토양이 산성화 되어 있는 경우가 많다. 토양이 산성화 되면 독성 물질이 증가하고 양분을 고정화 시키기 때문에 석회, 퇴비, 목탄 등을 이용한 토양개량이 필요하다.

▶유기물

토양 내 유기물이 4.0% 이상인 경우 거친 재료를 이용한 완속 퇴비를 공급하며 2.0% 이하인 경우는 완속 퇴비의 주기적 적정량 공급 및 심경 치환을 통한 토성 개량이 필요하다.

본 원고는 국립산림과학원의 위탁연구로 수행된 '2014년 묘목생산시설 토양조사(1533-300-210-15)' 결과를 바탕으로 작성되었으며 본 과제 수행을 위해 도움을 주신 국립산림과학원 임주훈 과장님과 김용석 박사에게 감사드립니다.



조사 · 연구

임산물가격정보 서비스 소개

서 수 안

한국임업진흥원 산림정보본부 임업경제팀장

한국임업진흥원은 산주와 임업인에게 만족과 희망을 줄 수 있는 임업기술 서비스 전문기관입니다.

우리 원은 국민과 소통하고 고객이 만족하는 서비스를 제공하기 위해 “임산물생생가격정보 시스템”을 운영하고 있으며, 이는 귀농 · 귀산촌을 희망하는 예비 임업인은 물론 임산물생산자와 소비자들이 보다 쉽게 정보를 접할 수 있는 서비스입니다.

“임산물생생가격정보시스템”은 단기소득임산물 생산자의 이익과 소비자의 만족도 증진을 위해 오픈하였습니다. 그날그날의 임산물가격 정보를 생생하게 전달해 드리겠다는 의미를 담고 있는 “임산물생생가격정보시스템”은 전국

주요 도매시장에서 거래되고 있는 가격을 한데 모아서 볼 수 있는 임산물가격정보 통합서비스입니다.

전국 주요 도매시장에서 거래되는 수실류, 산나물류 등 84개 품목에 대해 경 · 도매가격을 조사하여 서비스하고 있습니다. 메인페이지에서 보여주는 평균가격뿐만 아니라 각 주요시장별로 품목별 · 등급별 가격 그래프, 엑셀파일 등으로 다양하게 제공하고 있습니다. 단기소득 임산물 생산자는 매일 거래되는 도매시장의 가격정보를 활용하여 경영계획 수립, 판매시기의 조절 등에 활용할 수 있고, 이를 구매하는 소비자들은 보다 저렴하게 알찬 구매를 할 수 있어 생산자나 소비자 모두에게 활용성 높은 시스템이며, 스마트폰 이용자를 위하여 모바일서비스



도 제공하고 있습니다.

또한, 생산자들의 판로확대와 소비자들이 유통비용을 절감한 저렴한 가격으로 제품을 구매할 수 있도록 임산물거래장터 게시판을 운영하고 있습니다. 목재제품을 제외한 단기소득임산물과 원목에 대해 생산자와 소비자의 직거래 방식으로 마련된 게시판입니다. 생산자는 생산 지역, 연락처 등 인적사항과 게시판에 작성하고, 소비자는 본인이 구매하고자 하는 품목에 대해 인적사항만 게시판에 작성하면 되는 간단하고 편리한 서비스라고 할 수 있습니다. 다만



판매자 및 판매하는 품목에 관련된 정보나 매매관련 모든 사항은 한국임업진흥원과는 무관하오니 이를 유념하시어 사용하시기를 부탁드립니다.



팝니다

삽니다

▶ 임산물 거래장터(팝니다)

🔍 조회하기

생표고 재배농가입니다. (밤...

작성자 : 정재성
작성일 : 2015-03-12

취나물 팝니다. (산지 직배송...

작성자 : 윤은성
작성일 : 2015-03-12

참나무 원목 1등급 팝니다. ...

작성자 : 김민영
작성일 : 2014-12-22

임업인에게 희망을! 주민에게 신뢰를!

‘임산물생생가격정보시스템’서비스(<https://fps.kofpi.or.kr>, 문의 : 02-6393-2689)

질경이



김 청 광

E-mail kchk0205@hanmail.net, 010-3702-2341

2001년 월간 『호맥문학』시 부문 신인상 등단, 제8회 호맥문학상 수상.

시집 『나무여 큰 숲이여』, 현 (사)한국산림문학회 이사장 · 계간문예지 『산림문학』 발행인, 산림청 국장 역임

밟혀도 일어선다는 것은
생명의 뜻을 뚜렷이 하는 것

천 근 무게로 밟고 밟아도
목숨의 뿌리는 밟지 못하리

무궁한 창공 바람 햇살 더불어
오랜 인고 질긴 목숨 이어 왔으니

우마차 바퀴 아래 눌릴지라도
다시 꽃대 꽃꽂이 세우며 일어나리라



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. 재직회원 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 4장 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, 재직회원 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 6 장 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 7 장 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 이사회의 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

임원

- 자문위원 : 이여하, 김사일, 김태훈, 이진규, 김태옥, 박순조, 류택규, 김규현
- 회 장 : 안병영
- 부 회 장 : 김정환, 심우범, 원형규
- 상임이사 : 연정수
- 이 사 : 김성호, 김재수, 김재원, 김춘식, 박관수, 박승종, 박재순, 박재인, 배상원, 손요환, 송장호, 오종환, 이명중, 이승우, 이충화, 정진현, 조현재, 홍의기, 홍인표, 홍한표
- 감 사 : 원현기

구교상, 구승모, 구창덕, 김경하, 김문겸, 김선경, 김용민, 김종찬, 김준섭, 김철민, 김철수, 박동근, 박병배, 박정신, 박종봉, 박종해, 변재경, 서수안, 서호석, 신상철, 안경보, 윤호중, 이다희, 이대섭, 이대호, 이봉수, 이상수, 이승현, 이시영, 이원규, 이종명, 이종민, 이창우, 이춘택, 이태수, 장영기, 전수진, 정양수, 조현국, 지동훈, 지성구, 최 경, 최인규, 최형태, 홍석주 (45명)

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(수택 동, 구리수택주공아파트)	(02)556-1765
"	김태옥	전한국산지환경조사연구 회장	경기도 남양주시 화도읍 비룡로 56-8, 103-701(신명스카이뷰그린아파트)	(02)511-8863 018-319-0106

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
"	박순조	전 임업연구원 부장	서울시 성북구 동소문로44길 17, 102-903 (하월곡동, 성북힐스테이트아파트)	(02)949-4687
"	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	충북 청주시 흥덕구 오송읍 궁평길94-10	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
이 사	김성호	전 한국임업진흥원	서울 서대문구 세검정로1길 102-1003 (풍림2차아파트)	(02)6393-2660
"	김재원	산림생산기술연구소	경기도 포천시 소흘면 직동리	(02)938-1772
"	김재수	충북대학교 교수	충북 흥덕구 개신동 48 충북대학교 신림과학부	(043)212-0708
"	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
"	배상원	한국산지환경조사연구회	경기도 고양시 덕양구 충장로 475번길 14-4, 다동 207(성사동 개나리아파트)	010-5306-9627
"	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
"	이명중	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
"	정진현	전 산림자원조사본부장	서울 노원구 상계동 현대아파트 305-302호	010-8934-4826
"	조현재	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 일 지

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~2014년)

- 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 산림입지도양도 제작 : 2009년 412도엽(156,547ha), 2010년 260도엽(97,647ha),
2011년 297도엽(95,538ha), 2012년 172도엽(74,814ha)
2013년 299도엽(124,800ha), 2014년 897도엽(190,209ha)
 - 1:5,000 임상도 제작 : 2009년 109도엽, 2010년 166도엽(79,495ha)
2011년 359도엽(166,453ha), 2012년 417도엽(151,200ha)
 - 접경지역 임상도 구축 : 2013년 670도엽의 12%(81도엽)
- 공원지역 토양조사
 - 서울 숲 및 부산 경남경마공원 토양조사 : 2009년 2건
 - 인천 송도지구 심성바이오로직스 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(2006~2013) : 12개소
(춘양,울진,정선,보성,평창,남원,용문,홍천,간척,삼성,양구,홍천)
 - 사유양묘장 포지 토양조사(2011~2013년) 15지역 92개소
 - 고정묘포 토양조사(2014년) : 국유묘포 2지역 사유묘포 2지역
 - 임지생산 능력급수도 현행화 및 임상·토양정보 활용모델개발 : 2012년 1건
 - 광릉 숲 토양속성 및 공간분포 특성조사 : 1건
 - 임상도 현행화 구축사업 : 신규(단양):37도엽, 보완(충남):459도엽
 - 녹색자금 숲 체험 교육사업 : 1건
- 외국 관련 용역
 - 중국 서부지역(5개지역) 조림사업 PMC용역 1건
 - 미얀마 중부지역 녹화시험단지 조성사업 1건

- 중국 북경지구 산림종합경영 시범사업 PMC용역 1건
- 산지환경회지 발간 : 17회

사업계획(2015년)

- 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

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	
생태미숲 조성과 관리(I)	구교상 / 54
송이 증산을 위한 입지환경	김재수 · 구창덕 / 60
자생식물을 이용한 임도비탈면 복원	박완근 / 65
지구환경오염을 말한다(II)	이충화 / 73
국내외 기술 정보	
산림입지도의 활용	배상원 / 76
산사태 유형	최 경 / 81
수량 수질확보를 위한 수원함양보안림 확충 및 관리	정용호 / 94
부 록	
정관, 회원 명단 및 임원 주소록	/ 108

제4호 2001

머리말	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 조림	구창덕 / 20
소나무재선충의 피해와 방제방안	신상철 / 26

특 집

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

입지환경

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

기 술

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

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

제6호 2003

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

정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지

/ 132

제7호 2004

머리말

류택규

산림정책

2004년도 산림정책 방향

김남균 / 5

논 단

우리나라 수원함량 보안림제도에 대한 고찰

김사일 / 14

지구규모의 환경파괴와 토양

이원규 / 23

특 집

일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(III)

전근우 / 28

계곡 및 야계에 설치되는 인공구조물의 관리전략

박재현 / 35

입지환경

산림사업관리가 산림토양에 미치는 영향

김춘식 / 68

국내외 기술정보

뉴질랜드 라디아타소나무의 지속가능한 조림

구창덕 / 73

산림경관 보전을 위한 철강재 사방댐의 경관향상

안병영·최경·오종환·홍한표 / 89

기법개발

중국서부지역 사방조림 지원사업 추진방향

최 경 / 119

부 록

정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지

/ 132

제8호 2005

머리말

류택규

산림정책

숲다운 숲을 가꾸어 산림복지 국가를 이룩합시다

조연환 / 3

특별기고

백두대간 보호에 관한 법률의 허와 실

김사일 / 8

경기도 산지전용 현황과 관리대책

황인표 / 12

산불피해지 수토보전기능 실태 및 조기회복 방안	정용호 / 19
전국산림입지조사 성과와 수치산림입지도 구축	정진현 / 31
수치산림입지도의 효율적인 활용방안 제시	안병영 / 42
논 단	
일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(IV)	전근우 / 44
중국의 산림피해 및 대기오염 실태	이충화 / 49
중국서부지역 사방조림 지원사업 추진현황과 성과(I)	최 경 · 안병영 / 54
북한의 산림황폐 실태 및 복구 전략	박재현 / 84
연구논문	
산사태의 지질학적 원인	박 경 · 임주훈 · 이명보 / 102
산불로 인한 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	박문재 / 24
산림의 인간 건강증진 및 질병 치유효과	유리화 / 34
조사연구	
국립수목원 소관 광릉숲 산림조사	안병영 외 6명 / 43
기술정보	
21세기 녹색성장을 위한 산림과학 연구	정진현 / 52
토양조사	최 경 / 60
목재펠릿 현황과 전망	이수민 / 65
기후변화에 따른 수목병 발생동향	김경희 / 81
유비쿼터스와 산림	김경민 / 93
산림토양 산성화가 낙엽분해에 어떤 영향을 미치는가?	이충화 / 104
지속가능한 산림경영을 위한 합리적인 산림토양질 평가 체계	이승우 / 107
기행문	
미국 서부지역 여행에서 받은 인상과 소견	김사일 / 112
칼 럼	
중 심(中心), 중도(中道), 중용(中庸)	박순조 / 119
시	
밀림	박순조 / 42
안개꽃	김청광 / 111
체험수기	
산림입지도 제작사업 조사자로서 우리의 역할	조성철 / 122
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 125
연도별 회지 발간 목록	/ 136

제14호 2011

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

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

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

제16호 2013

머리말	안병영 / 3
산림청장 취임사	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	
파도 속으로 묻고 싶은 것들(시)	권순성 / 147
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 조성 및 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



산지환경조사연구회

www.ksfer.or.kr



산지환경

제18호

2015년 8월 인쇄

2015년 8월 발행

발 행 인 : 안병영

편집위원 : 오종환, 홍인표, 최 경, 원형규

발 행 처 : 사단법인 한국산지환경조사연구회

경기도 남양주시 진접읍 봉현로 42, 2층

TEL. 031-572-1678, 0063, 0127

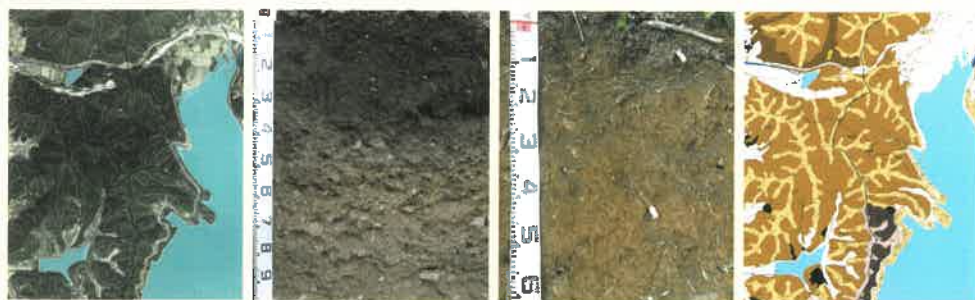
FAX. 031-572-7387

E-mail : ipji7387@hanmail.net

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

인 쇄 처 : 삼정인쇄공사 (02)2261-4431

정밀한 항공사진 판독에 의한 산림입지토양경계구획으로
토양특성과 지위급을 파악하여 산림생산력 증대로
저탄소 녹색성장은 한국산지환경조사연구회가 책임집니다.



(사)한국산지환경조사연구회

주 소 : 경기도 남양주시 진접읍 봉현로 42, 2층
전 화 : (031) 572-1678, 0063 Fax : (031) 572-7387
E-mail : ipji7387@hanmail.net
홈페이지 : <http://www.ksfer.or.kr>