

第八號

2005

ISSN-1226-8321

山地環境

특 집

- 일본에 있어서 수변지역 관리와 보전(IV)
- 중국의 산림피해 및 대기오염 실태

山地環境

二〇〇五
第八號

韓國山地環境調查研究會



社團
法人

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

한국산지환경조사연구회 소개

설립 목적

산림의 입지환경 및 생태환경에 관한 조사·연구를 실시하여 산림자원의 과학적 관리에 필요한 정보제공으로 임업발전에 기여

주요활동 분야

- 적지적수 조립
- 산지재해 방지
- 토양 개량
- 산지이용계획과 관리
- 시비량 산정
- 영림계획
- 환경영향 평가
- 입목축적 조사

중점 사업

- 산림입지환경 조사·연구(산림토양 조사)
- 산림실태 조사·연구
- 영림계획의 작성(산림조사)
- 산지이용 구분조사
- 산림의 형질변경 허가에 따른 입목축적 조사
- 산사태 위험도 평가
- 산림사업에 관련된 연구·용역(토양, 산림, 산사태 등)
- 해외 산림자원조사 연구 및 기술지도

일반 현황

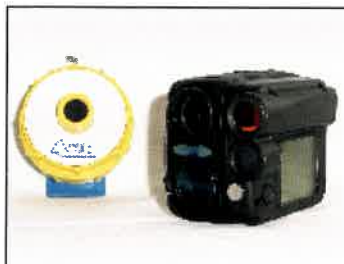
- 연구회명 : 사단법인 한국산지환경조사연구회
- 대표이사 : 류택규
- 연혁
 - 1996. 8. 9 사단법인 설립 산림청장 허가 (115221-0001820)
 - 1996. 9. 9 임업서비스업 사업자 등록 (132-82-03732)
 - 2001. 3. 17 산림사업 법인등록 (영림계획-산림청 2001-5호)
- 주 소 : 경기도 남양주시 진접읍 장현리 604-3
- 전화번호 : (031)572-1678, 0063 FAX:572-7387
- http://ksfer.or.kr
- E-mail : ipji7387@hanmail.net



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



하그로프 수고측정기



하그로프 초음파 레이저
수고측정기



하그로프 전자
크리노메타



하그로프 생장추



썬토 콤파스 · 크리노메타



썬토 콤파스



썬토 고도계



썬토 생장추

『상세한 규격 및 다른 산림과학 관련기기는 홈페이지를 참조하여 주십시오』



신일사이언스

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

주요사업 분야와 성과품

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

사업 실적

- 산림입지구획(항공사진 판독) 1996~2002 : 2,485,000ha
- 산림입지조사(현지조사) 1996~2002 : 1,641,000ha
- 산림입지조사 보완 1999~2002 : 1,040,000ha
- 영림계획 산림조사 2000~2004 : 201,243ha
- 국유림잡종재산 실태조사 2001~2002 : 2,877필지
- 산림훼손허가지 임목축적조사 2001~2004 : 12건
- 조사연구 용역 2001~2004 : 7건

第九次 定期總會 開催

일시 : 2005년 2월 15일
장소 : 한국산지환경조사연구회 회의실



▲ 2005년도 사업계획(안)과 예산(안)을 의결하였다.



▲ 2005년도 임원회의

조사연구 수행 상황



▲ 조림지 정리(식혈) 광경

▼ 중국서부지역 사방조림 광경
(신강위구루 자치구 투루판시)



▲ 민통선부근 침식지(강원 철원 동송)

▼ 임진강수해방지 산림복구계획 수립을 위한
현지조사 광경(경기 파주 장단)



차 례

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 / 54

북한의 산림황폐 실태 및 복구 전략

박재현 / 84

연구논문

산사태의 지질학적 원인

박 경 / 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

題 字 : 石溪 韓昌禹

韓國美協元老作家

表紙寫眞 : 光陵試驗林

머 리 말

한국산지환경조사연구회가 발족한지 10년이 흘렀다. 처음 1995년 산림입지조사로 출발하여 이 사업이 마감되는 2001년에 영림계획을 위한 산림조사를 착수하고 다양한 산림정보 및 연구사업을 실행하였으며 작년부터는 새로이 발족한 산지보전 업무에 관여함과 동시에 경기산지보전협회 창설에 주역이 되었다. 내실을 기하는데 힘써왔다. 또한 2006년부터 시작될 산림통계조사 및 평가업무에 실행체제를 갖추기 위한 산림조사평가협의회 측과 통합방안에 대해서 심도 있는 논의가 진행중이며 KOICA에서 주관하던 중국, 미얀마 황폐지 복구조림 기술협조사업에 있어서 한국산지환경조사연구회가 주관하도록 업무를 대행 받아 착착 실행 중에 있다. 이러한 여러 가지 진행사항들을 보면서 한국산지환경조사연구회의 임무는 국내문제만이 아니라 국제문제에까지 참여하게 되었다는 것은 지난날이 착실하게 성장을 해온 결과가 아닌가도 생각된다. 또한 책임이 막중함도 숨길 수 없는 사실이다.

비록 회장을 맡고부터 신년 초마다 올해는 어떻게 살림해야 하나하고 고심을 하곤 하지만 유능한 회원에 힘입어 연말에 가면 나름대로 성과를 내곤하니 항상 연구회를 위해서 열심히 일하는 회원들에게 감사한 마음을 보낸다. 또한 본인은 임기를 두 번이나 마쳤는데도 또 한번 해 달라는 요구를 받고 주저하였지만 40여년의 직장을 마감하여 시간의 여유를 얻은 형편에서 뿌리칠 만한 구실이 약했던 것도 중임을 하게 된 원인이며 회원들이 나에게 바라는 바가 크지 않은가 하여 더욱 부담스럽기도 하다.

누구나 잘 알다시피 21C는 환경의 시대라고 외쳐대고 있다. 어느 시대 어느 곳에서나 인간은 환경에 민감하게 반응하면서 살아왔다.

그러나 최근 들어 환경오염, 얼마 전에 있었던 쓰나미 지진, 해일 등은 예전에는 전혀 예상치 못한 엄청난 일들이 자주 벌어지고 있다. 이러한 모든 일들이 환경오염과 무관하지 않다고 말하곤 한다. 우리들은 누구나 쾌적한 환경에서 부족함이 없이 편안하게 살아가기를 원하고 있다. 그러면서도 환경을 오염시키는 주범은 인간들이다. 물론 이들 중에는 오염시키는 사항을 잘 알지 못하는 경우가 있을 것이고 또는 그 내용을 알고 있으면서도 부득이 오염에 관여하는 경우도 있을 것이다. 그 어떠한 경우일지라도 환경을 지키고 오염을 감소시키는 노력을 이 시대에 사는 우리들의 당면과제이다. 2월 16일부터 발효되는 도쿄의정서에 의한 탄소세 발효는 산업구조의 개선

과 생활의 변화를 요구하고 있다.

특히 산지환경을 중점으로 다루겠다고 나선 우리들로서는 그 책무가 더욱 크다 하지 않을 수 없다. 우리의 목표는 산림을 통해서 환경을 개선하고 지키며 국민경제에 이바지하는 역할을 충실히 실행하는 것이다. 여기에 해당되는 일에 있어서는 다소를 가리지 않고 기꺼이 참여하여야 한다고 본다. 지난 물 문제 토론회에 참가하여 느끼는 사항은 산지에서는 어떻게 물 문제에 접근하여야 하는가를 생각해 보았다. 이 문제에 대해서 온 국민은 뜨거운 열망과 관심을 가지고 있음을 토론회 현장에서 직감할 수 있었다. 우리들도 이것과 무관하지 않다. 이번 산지환경 8호에서는 산사태 원인을 지질적으로 구명하여 보았으며 산불피해지 산림토양 변화와 회복방안, 새로이 작성된 산림입지도의 이용방안과 현장에서 이용가능성, 독일의 입지활용 경우를 알아보았다. 이러한 내용들이 정책을 담당하는 사람, 현지 실행실무자, 이 분야에서 공부하고 있는 모든 분들에게 유용하게 활용되기를 바란다. 독자들의 좋은 충고와 질책을 기다리며 또한 내년에 좋은 원고도 아울러 청탁하는 바이다.

2005년 4월 일

(사)한국산지환경조사연구회 회 장 류택규

산림정책

숲다운 숲을 가꾸어 산림복지 국가를 이룩합시다

조 연 환
산림청장

존경하는 전국의 산림가족 여러분,
그리고 산을 아끼고 사랑하는 국민 여러분!
희망으로 부푼 2005년 새해가 밝았습니다.
이 눈부시게 아름다운 새 아침을 맞아 여러분
과 여러분 가정에 건강과 행복이 늘 함께 하시
기를 기원합니다.

돌이켜 보면 지난 한 해는 변화와 혁신을 화
두로 삼아 우리 사회 곳곳의 불합리하고 부조
리한 점들을 바로잡기 위한 많은 노력들이 이
어져 왔습니다.

우리 산림과 임업 분야에서도 이러한 혁신의
시대정신 속에서 이전에는 볼 수 없었던 많은
일들이 추진되어 왔고 나름대로 의미 있는 성
과도 거두었습니다.

첫째는, 다른 무엇보다도 현장·기술·참여
임정(林政)을 통해 고통받는 숲을 숲다운 숲
으로 만들어가는 기틀을 다졌다는 데 대해
큰 보람을 느끼게 됩니다.

100여 회가 넘는 숲가꾸기 현장토론회를 열
고 민·관 합동 전문가의 기술지원과 자문 활
동을 통해 우리 숲에 대한 정확한 진단을 실시
함으로써 최적의 경영·관리방향을 설정하고
이를 집행하는 체계를 갖추게 된 것은 산림정
책이 한걸음 선진화되는 촉매제가 되었다고 할

수 있습니다.

100만ha의 숲을 기능에 맞게 체계적으로 가
꾸는 숲가꾸기 5개년 계획의 첫해 사업도 이와
같은 집행체계를 바탕으로 차질없이 추진되었
고 앞으로도 지속적으로 계승·발전되어 나가
게 될 것입니다.

이러한 노력이 평가되어 우리청의 숲다운 숲
가꾸기 정책이 지난해 정부업무 평가에서 우수
정책사례로 선정되는 영예를 안게 된 것은 임
업인 모두의 노력의 대가라 하겠습니다.

둘째는, 산림관계 법률의 개정을 통하여 변
화하는 행정환경에 효과적으로 대응할 수 있
는 체계를 정비한 일 또한 커다란 성과 중의
하나였습니다.

「산림조합법」을 개정하여 산림조합이 사유림
경영을 선도하는 산주 중심의 신뢰 받는 조직
으로 거듭나도록 하는 한편, 산림조합 운영의
투명성과 공정성이 확보될 수 있도록 현행 제
도의 미비점을 대폭 손질함으로써 산림조합 개
혁의 새로운 전기를 마련하게 된 것은 대단히
뜻 깊은 일이었습니다.

이와 함께 「임업및산촌진흥촉진에관한법률」
개정을 통해 임산물 품질인증제가 정부의 체계
적인 지원 하에 보다 활성화될 수 있는 법적

기반을 확보하였습니다.

또한 「수목원조성및진흥에관한법률」도 개정하여 산림생태계의 보전과 사유재산권보장이 균형을 이루는 가운데 국립수목원 완충지역 지정 등이 원활히 추진될 수 있도록 제도를 보완하였습니다.

셋째는, 국산 목재의 이용을 촉진하고 산림 경영 여건을 개선하기 위해 다각적인 방안을 강구한 바 있습니다.

경제적 효율성이 높은 임지(林地) 1,221개소(2,451천ha)를 경제림육성단지로 지정하여 향후 목재 자급기반 확충을 뒷받침하는 중요한 역할을 담당토록 하는 한편, 벌기령에 도달한 리기다소나무 등의 계획적인 벌채를 통해 산업용재의 안정적 공급여건을 조성토록 하였습니다.

밤산업 종합대책이나 밀원식물 육성대책 등을 마련하여 산림소득을 높이는데 도움이 되도록 하였고, 산주와의 만남 행사 및 임업인 간담회 등을 통해 현장으로 과제를 지속적으로 개선해 나가고 있으며, 영림계획을 편성한 도·시·군 내의 보전녹지에 대한 종합토지세 분리과세 및 임업정책자금·금리인하 방안 등도 마련하여 열악한 산림경영 여건을 개선해 나가고 있습니다.

넷째는, 어려운 여건에도 불구하고 산림 생태계 보전을 위한 기반을 마련하게 되었습니다.

이해와 설득을 통해 백두대간 보호지역 지정

을 위한 기초작업이 마무리 단계에 있으며, 지난 2001년부터 3년여에 걸쳐 끈질긴 노력을 기울인 결과 지역주민의 협조를 받아 지난해 12. 22자로 국립수목원 완충지역을 지정 고시하기에 이르렀습니다.

다섯째는, 인사시스템 혁신방안을 마련하는 한편, 늘어나는 행정수요에 효과적으로 대응토록 하기 위하여 조직 및 인력을 보강하였습니다.

지위공모제와 희망보직제를 도입하고 지방청장·관리소장 보직관리 기준을 설정하여 시스템에 의한 인사가 자리 잡도록 하는 한편, 5급이상 직위의 복수직화 확대 및 시·도, 민간기업과의 인사교류도 실시하여 산림행정의 전문성을 높이도록 하였습니다.

이와 함께 주5일 근무제의 확대에 따라 폭발적으로 늘어나는 산림휴양 수요에 대비하기 위해 국립자연휴양림관리소를 신설하는 한편, 백두대간 보호업무에 체계적인 수행을 위하여 산림청에 백두대간보전과를 신설하고 6개도 32개 시·군에는 업무비중에 따라 총 73명의 정원을 보강할 수 있도록 하였습니다.

이 밖에도 많은 분야에서 괄목할 만한 성과들이 있었습니다.

이 모두가 전국의 산림가족 여러분의 노고와 국민 여러분의 아낌없는 성원이 있었기에 가능했던 일이라 생각하며 마음 속 깊이 감사의 말씀을 드립니다.

이러한 성과에도 불구하고 한편으로 생각

해 보면 반성해야 할 점 또한 많이 있었습니다.

지난 몇 년 동안 우리의 끈질긴 노력에도 불구하고 제주와 경주·포항지역에서 소나무재선충병이 추가로 발생하게 된 일은 우리에게 많은 반성을 일으키기에 충분합니다.

산림조합중앙회의 정책자금 부당 운영으로 인한 사회적 파장이 채 가라앉기도 전에 자회사 무분별하고 부당한 운영 문제 등이 발생하여 국민 여러분께 심려를 끼쳐드린 점에 대해서는 지금도 너무나 가슴 아프게 생각하고 있습니다.

이러한 일들이 더 이상 반복되지 않도록 우리 모두 냉철한 자성을 통해 지금까지의 추진 체계를 새로이 정비하고 제도적인 개선책을 마련해 나가는 일에 지혜를 모아야 하겠습니다.

존경하는 국민 여러분, 그리고 전국의 산림가족 여러분!

우리는 지난 30여 년 동안 땀과 눈물 그리고 정성으로 세계가 인정하는 산림녹화 성공국이 되었습니다.

이처럼 세계인의 자랑거리가 된 우리의 숲은, 맑은 물과 깨끗한 공기를 제공하는 원천으로서, 다양한 레저활동과 휴식의 공간으로서, 국민들의 각광을 받고 있을 뿐만 아니라 산림이 가진 다양한 기능들의 조화로운 발휘를 요청 받고 있습니다.

그러나 한편으로는 심은 후 제대로 가꾸지 못하여 겉보기와는 달리 고통받고 죽어가는 숲이 많아 숲을 가꾸고 지키는 국가적 노력이 더

욱 필요한 때이기도 합니다.

곧고 굵게 자란 나무를 찾기는 어렵고 좁은 공간에서 햇빛을 서로 차지하려고 경쟁하다보니 상당수의 나무들은 손으로 밀기만 해도 넘어질 정도로 중병을 앓고 있습니다.

뿐만 아니라 매년 서울 남산 면적의 1천배가 넘는 숲이 산불과 병해충으로 피해를 입고 있고 7천ha 이상이 다른 용도로 전환되고 있는 실정입니다.

이러한 우리의 숲에 대해 학자들은 “이대로 방치하며 인공조림지 모두가 쇠퇴해 버리고 말 것”이라고 경고하고 있기도 합니다.

전국의 산림가족 여러분, 그리고 국민 여러분!

지금 우리의 숲은 위기에 처해 있습니다. 동시에 기회를 맞고 있기도 합니다. 위기의 숲을 기회의 숲으로, 고통받는 숲을 희망의 숲으로 만드는 일은 지금 우리 앞에 놓여 있는 시대적 과제입니다.

녹화에 성공한 숲을 잘 가꾸고 관리하여 「금수강산」을 회복하는 일이 곧 역사적 소명입니다.

따라서 새해에는 다음의 정책들을 최우선 과제로 삼아 추진해 나가고자 합니다.

첫째, 숲다운 숲을 가꾸기 위해 산림의 통합관리시스템을 더욱 발전시켜 나갈 계획입니다.

지난해부터 시행해 오고 있는 숲가꾸기 현장 토론회와 숲가꾸기 지원팀 및 자문단 활동을 한층 강화하여 현장에서부터 산림행정의 변화

와 혁신을 가져오도록 하는 것은 물론, 현장경험이 풍부한 공무원, NGO, 대학교수 및 민간 전문가 등을 중심으로 통합관리현장시스템도 한단계 발전시켜 나감으로써 숲가꾸기 정책품질이 크게 향상 되도록 하겠습니다.

또한 산림의 지역별·기능별 통합관리가 이루어질 수 있도록 이미 설정된 산림통합관리권역의 관리계획을 구체적으로 수립하고, 산림유역관리사업이나 지역 특색숲조성사업 등을 활성화하는 한편, 국·공·사유림의 적절한 역할분담 속에서 권역별 산림관리 목표를 공유하고 이를 실행하는 체계를 갖추어 나가겠습니다.

둘째, 소나무재선충병의 확산 방지 및 백두대간 보호대책 추진 등을 통해 산림생태계의 체계적이고 실효성 있는 보전대책을 강구해 나갈 방침입니다.

우선 우리 소나무에 돌이킬 수 없는 재앙을 가져올 수 있는 재선충병의 확산 방지를 위해 특별법의 제정 등 특단의 대책을 세워 나갈 생각입니다.

우리 숲에서 소나무가 사라지는 일은 어떠한 일이 있더라도 막아야 합니다. 소나무는 단순한 나무 이상의 사회적·문화적·역사적 가치를 지닌 존재이기 때문입니다. 산림생태계의 미치는 영향 또한 크다는 점은 두말할 나위가 없습니다.

아울러 올해부터 시행에 들어가는 백두대간 보호에 관한법률과 시행령에 따라 모두가 공감할 수 있는 수준에서 백두대간 보호지역을 지정하고 백두대간 보호 기본계획 및 시행계획을

수립하여 훼손지에 대한 복원·복구를 적극적으로 추진할 계획입니다.

어렵게 확보한 백두대간 보호지역 주민들의 소득특화 사업과 사유지 매수사업도 차질없이 추진해 나가는 한편, 이를 제도적으로 보장할 수 있는 방안도 함께 강구해 나가고자 합니다.

산불이나 풍수해 등 산림재해의 방지에도 배전의 노력을 기울여 나감으로써 귀중한 산림과 임업인의 피땀어린 노력이 헛되지 않도록 미리 미리 예방하고 한발 앞선 대응체계를 구축해 나가고자 합니다.

셋째, 국산재의 공급기반을 확충하고 임업소득을 증대하기 위해 다각적인 방안을 강구해 나가겠습니다.

국유림에 합판용 국산목재 생산단지를 지정하여 운영하고, 하절기 산업용재 공급방안을 마련하여 계절적으로 발생하는 펄프·칩·보드류 생산 원자재난을 해소해 나가는 등 국산재의 안정적인 공급기반을 확충해 나가고자 합니다.

이와 함께 임업소득을 높이기 위하여 밤·표고·송이·장뇌 등 고소득 전략 품목의 생산기반을 조성하고, 조경수·분재·자생난 등 관상자원을 육성할 수 있도록 지원을 강화해 나가겠으며, 임산물 재배자의 자금·정보 제공 등을 통해 경영능력을 향상시켜 나가겠습니다.

넷째, 산림조합 발전방안의 차질없는 실천을 위해 적극적인 노력을 기울일 것입니다.

산림조합 신용사업 실태분석을 위한 경영진단 실시와 함께 산림조합장 선거의 공정한 관

리 및 중앙회 구조조정을 지속적으로 추진토록 하고, 산림청과 산림조합중앙회가 머리를 맞대고 발전방안을 지속적으로 실천해 나가는 한편, 지난해 말 개정한 산림조합법이 5. 1부터 시행될 수 있도록 시행령과 정관의 개정도 조기에 완료할 계획입니다.

다섯째, 산림법 분법화의 마무리 단계인 3대 법률의 제정도 조기에 마무리할 방침입니다.

지난해에 정부 각 부처와 임업단체 등의 폭넓은 의견을 수렴하여 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」, 「국유림의 경영 및 관리에 관한 법률」, 「산림문화·휴양에 관한 법률」 등 3대 법률의 제정(안)을 마련한 바 있습니다.

올해에는 이들 법률의 제정작업을 하루속히 완료하여 종전의 산림법 위주의 단편적인 법률 체계에서 진일보하여 산림기본법을 토대로 분야별로 전문화된 법률 체계를 갖추어 나가고자 합니다.

존경하는 전국의 산림가족 여러분,

그리고 산을 사랑하고 숲을 아끼는 국민 여러분!

우리는 다시 출발선 앞에 서 있습니다. 녹화 성공국의 영예를 이어받아 국민소득 2만불 시대에 걸맞은 산림복지국가를 일구어내는 일이 우리 앞에 놓여 있습니다.

우리에게는 이러한 원대한 꿈을 실현시켜 나갈 수 있는 저력이 있고 충분한 가능성도 열려

있습니다.

국토의 균형발전을 이루기 위해서는 산촌과 임업의 활력이 절대적으로 요구됩니다. 그만큼 우리에게서는 기회가 열리고 있는 것입니다.

기후변화협약이 국제적인 구속력을 가진 규범으로 자리잡아 가고 있는 시점에서 우리가 추진하고 있는 숲가꾸기, 병충해 방제, 산불 방지, 도시숲 조성, 해외조림 등의 사업들은 탄소 흡수원 사업으로서 우리의 산업활동을 뒷받침하는 중요한 역할을 하게 됩니다.

숲이 중심이 되는 시대가 다가오고 있습니다.

우리 스스로가 일류가 됨으로써 그 날을 앞당길 수 있습니다.

산을 사랑하고 숲을 아끼는 국민 여러분!

민둥산에 나무를 심어 오늘의 푸른 숲을 만들기까지 성원해 주시고 기꺼이 참여해 주신 그 관심과 열정을 이제 다시 세계 최고의 숲을 만드는 데에 모아 주시기 바랍니다.

우리에게는 충분한 희망이 있습니다.

전국의 산림가족 여러분!

희망과 비전을 가지고 맡은 분야에서 최고가 되기 위해 부단한 노력을 기울일 때 산림행정이 일류가 되고 임업이 일류산업이 될 수 있습니다.

새가 알을 깨고 나오는 아픔으로 변화와 혁신을 일상화하고 일류를 지향해 나갑시다.

다시 한 번 여러분과 여러분 가정에 항상 행운이 함께 하시기를 빕니다.

특별기고

백두대간 보호에 관한 법률의 허와 실

김 사 일

본회 자문위원

○ 머리말

백두대간을 잘 보전하자는데 대하여 이의를 제기할 사람은 없을 것으로 생각하며 백두대간 보호에 관한 법률제정의 목적(제1조)도 백두대간보호에 필요한 사항을 규정하여 무분별한 개발행위로 인한 훼손을 방지함으로써 건전하게 보전하고 쾌적한 자연환경의 조성함을 목적으로 한다고 되어있다. 본법의 제정목적에서 지적인 바와 같이 백두대간은 현재까지 무분별한 개발행위로 인하여 많은 부분이 훼손되어 있음을 알 수 있으며 여기서 무분별한 개발행위가 자행될 수 있었던 것은 각 부처가 법률제정 시 산림에 관계되는 부분은 산림법을 배제하였기 때문에 일어난 백두대간의 훼손이라고 생각하며 백두대간보호에 관한 법률에서는 백두대간 보호에 관한 모든 법률에 우선하는 것으로 되어 있어 백두대간보호를 위하여 진일보한 것으로 생각되지만 아쉬운 것은 산림법제정당시 산림에 관한한 산림법이 모든 법률에 우선한다고 하였더라면 백두대간보호에 관한 법률을 제정하지 않더라도 무분별한 난개발은 막을 수 있었을 것이라는 때늦은 후회를 하면서 백두대간보호에 관한 법률에 대하여 생각나는 대로 몇 가지 짚어 보고자 한다.

○ 백두대간보호에 관한 법률의 소관부처의 조정

본법에서 백두대간보호에 관한 모든 사안은 산림청장과 환경부장관이 협의하여 정하도록 되어있으나 실질적으로는 산림청장이 입안하여 환경부장관이 결정하는 절차와 다를 바 없고 농림부장관은 완전히 배제된 상태며 단지 백두대간보호위원회의 부위원장의 역할만 주어져 있을 뿐이다.

본법의 내용을 보아서는 산림청이 환경부 소속기관인지 농림부 소속기관인지 분간하기가 어려울 정도고 본법의 소관부처도 농림부와 환경부로 되어있다. 본법의 소관부처를 농림부와 환경부로 하려면 농림부장관을 배제시키지 말고 산림청장과 환경부장관이 협의하여 결정하도록 되어있는 모든 조항을 산림청장이 입안하여 농림부장관과 환경부장관이 협의하여 결정하도록 하는 것이 타당하다고 생각되며 한걸음 더 나아가서 보호지역의 지정, 변경, 해제와 기본계획 및 실행계획의 수립, 실행 등 모든 업무의 추진은 산림청장이 수행하도록 되어있기 때문에 본법의 소관부처를 농림부로 하고 환경부는 협의기관으로 본법 소관부처에서 제외시키는 것이 타당하다고 사료되며 현행 법규집에

도 제26편 산림 제2장 산림에 백두대간보호에 관한 법률이 등재되어 있을 뿐 환경분야 법규집에는 등재도 되어있지 않다.

○ 산림경영의 기본방향 제시

백두대간의 자연환경 및 산림자원 등의 조사와 보호를 위한 사업에 관한 사항은 기본계획에 포함되어 있으나 산림경영(산림자원의 이용)에 관한 사항은 포함 되어 있지 않아 앞으로 백두대간보호의 핵심구역과 완충구역에서는 산림경영을 어떻게 할 것인지 확실치 않기 때문에 기본계획에 “백두대간보호구역 내에서 산림경영의 기본방향”이라는 조항을 추가하여 명확하게 해두는 것이 필요하다고 생각되며 혹시라도 백두대간보전을 위하여 산림경영을 포기하려고 계획했던 것은 아니었는지 산림자원은 재생가능한 자연자원이기 때문에 지속가능한 산림경영은 건전한 산림상태를 유지하는데 영향을 주지 않는다고 1992년 브라질의 리오(RIO)에서 개최된 세계 환경개발 정상회의에서 합의된 바 있다.

○ 지역주민의 생활안정을 위한 지원대책의 마련

백두대간보호지역 지정으로 더 못살게 될까와 불안해하고 있는 지역주민과 지방자치단체들의 요구사항을 충분히 수렴하고 보호지역 지정이전보다 경제적으로 향상된 생활을 보장할 수 있는 근거를 마련하여 제시하지 않고서는

지역주민과 자치단체의 설득과 협조는 불가능할 것으로 예상되는 바 지역주민 및 자치단체의 지원대책, 보호지역에 대한 역할, 보호지역 내에서의 허용행위 등을 법률 조항으로 추가해야한다.

○ 산주손실보상에 대한 대책수립

우리나라 산림법에 보안림으로 지정되면 사업제한에 대한 손실보상을 산주에게 지불하도록 되어있으나 지금까지 손실 보상을 해준 사례가 단 한건도 없다는 것은 산주를 기만한 사기로서 직무유기를 저질러 왔다고 볼 수 있다. 특히 백두대간보호에 관한 법률에서는 보호구역으로 지정된 산림에 대한 손실보상 문제는 아예 언급조차 하지 않고 있어 납득이 되지 않으며 백두대간보호를 위하여 지역주민의 설득과 호응도 필요하겠지만 무엇보다 산주의 설득과 호응이 선행되어야 한다고 보며 산주의 설득과 호응을 얻기 위해서는 보호구역으로 지정된 산림에 대한 손실보상 문제를 법으로 규정해 두어야 하고, 앞으로 산림정책의 기본방향은 산주가 보람을 느낄수 있게끔 떠나가야 함은 물론 어떠한 정책입안에서도 산주를 배제하여서는 아니 될 것이다.

○ 기위 개발된 지역의 복구문제

백두대간보호지역 내에 이미 설치된 골프장, 스키장, 목장 등은 당장 원상회복이 어렵다고 하더라도 긴 안목에서 볼 때 언젠가는 원상회

복이 불가피하며 이와 같은 방대한 훼손지역을 그대로 방치하여 두고서는 백두대간 보호란 아무런 의미가 없기 때문에 우선적으로 수질과 환경오염의 주범이라고 할 수 있는 목장부터 폐쇄하고 그 부지를 매입하여 산림으로 원상회복시켜 백두대간보호의 강력한 의지를 보여주어야 한다.

○ 백두대간보호사업에 필요한 재원의 확보방안

백두대간보호사업에는 산림생태계복원 및 훼손지 복구, 산림조사 및 연구보호지역내의 토지매입, 지역주민지원사업, 산주에 대한 손실보상, 보호 및 감시활동 등 사업추진에 막대한 재원이 소요될 것으로 예상되나 소요재원의 확보방안이 법에 명시되어 있지 않아 사업추진의 출발부터 난항을 겪게 되지 않을까 염려된다. 중앙일보(2005. 3. 28)기사에 의하면 환경부는 1999~2004년까지 물 이용분담금(수돗물 톤당 120~140원) 1조6,919억원을 거두어 4대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강)의 수질개선을 위한 수변녹지대조성, 수변구역의 토지매입, 환경기초시설의 설치 및 운영, 수변구역 내 주민지원사업, 연구 및 조사업무 등에 사용하고 있다고 한다. 하천은 하천상류의 산림으로부터 발원되고 하천상류의 산림상태가 하천의 유량과 수질에 미치는 영향이 절대적이기 때문에 중요한 하천의 상류지역의 산림을 수원함양보안림으로 지정하고 수질보호를 위하여 하천변의 산림을 상수원보안림으로 지정하여 보호하고 있는바 수

원함양보안림 및 상수원보안림의 보호관리에 필요한 재원은 물이용 부담금으로 충당하는 것이 당연하다고 생각하며 같은 맥락에서 4대강의 발원지인 백두대간의 보호에 필요한 재원도 물 이용부담금으로 충당이 가능할 것이다. 물 이용부담금의 사용이 여의치 않으면 수도료에 별도로 산림수원세를 신설하여 재원을 확보하는 방법, 녹색복권 및 로또복권의 수익금을 활용하는 방안 등 구체적인 소요재원의 확보방안이 제시되어야 한다.

○ 벌칙규정의 추가 및 구체화

본법의 벌칙규정인 제15조에 의하여 제7조 1항 1~9호에서 허용하고 있는 행위 외의 위법행위를 핵심구역 내에서 저지른 자는 7년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금형에 처하고 제7조 2항 1~7호에서 허용하고 있는 행위의 위법행위를 완충구역 내에서 저지른 자는 5년 이하의 징역 또는 3천만원이하의 벌금형에 처하도록 규정하고 있다. 여기에서 위법행위의 범주를 제7조 1항 1~9호와 2항 1~7호에 해당하는 경우를 제외한 건축물의 건축이나 공작물 그 밖에 시설물의 설치, 토지의 형질변경, 토석채취 또는 이와 유사한 행위라고 정하고 있으나 '이와 유사한 행위'란 어떤 행위를 말하는 것인지 확실치 않기 때문에 시행령이나 시행규칙에 그 범주를 밝혀둘 필요가 있다고 생각하며 백두대간보호에 있어서 각종 불법시설의 설치를 막는 것도 중요하지만 이에 못지않게 생태계파괴를 막는 것도 중요하기 때문에 보호구역내에서의 도벌, 회귀 동·식물의 채취, 식·

약용식물(읍나무, 헛개나무, 느릅나무 등)의 채취 등 생태계 파괴행위에 대한 처벌규정과 산불에 대한 처벌규정을 세분하여 추가하여야 한다. 즉 백두대간 보호에 관한 본법이 우선하는 것으로 타 법률을 배제하고 있기 때문에 벌칙규정도 타법률과 차별화가 필요하다고 사료됩니다.

○ 맺는말

백두대간보호에 관한 법률의 제정에 있어서 보전과 이용의 평평한 여러 가지 쟁점사항에 대하여 분명한 선을 긋지 못하고 많은 의견충돌과 우여곡절을 겪은 끝에 본법이 제정되기는 하였지만 산림보호에 관한 법률인지 환경보호에 관한 법률인지 분간이 되지 않고 소관부처도 농림부와 환경부로 양다리를 걸치고 있어 양부의 책임한계가 불분명하고 사업수행 과정에 있어서도 양부의 의견충돌이 없지 않을 것으로 예상된다. 하지만 앞에서 지적한 바와 같이 백두대간의 보호대상이 산림이기 때문에 본

법의 소관부처를 농림부로 하여 책임소재를 확실하게 하고 산림경영의 기본방향, 지역주민의 생활안정을 위한 지원대책, 산주의 손실보상문제, 기위 개발된 지역의 복구문제, 소요재원의 확보문제 등을 심도 있게 검토하여 본 사업추진에 차질이 없도록 법의 보안을 서둘러야 한다.

현재 정부에서 스키장, 골프장을 쉽게 개설할 수 있도록 제도를 바꾸어서 더 많은 골프장과 스키장을 설치한다는 것이 정부의 방침이라고 하는 신문보도를 보았는데 그것이 사실이라면 백두대간보호위원회의 위원장이 국무총리로 되어있는 백두대간보호에 관한 법률은 유명무실하게 되어 백두대간의 난개발을 막을 수 없게 되거나 않을까 염려된다. 여하튼 백두대간은 우리민족의 얼과 정기가 서려있는 삶의 터전이기 때문에 훼손됨이 없이 건전하게 보전하여 후손에게 물려주어야 함은 오늘에 살고 있는 우리에게 주어진 책무라는 것을 잊어서는 아니 된다.

특별기고

경기도 산지전용 현황과 관리대책

황 인 표

경기도 산림녹지과장

1. 들어가는 말

우리나라의 산림은 전국토 면적의 64%인 6,404천ha 이다. 이중 경기도 산림면적은 537천ha로 전국 산림면적의 8.4%로 비교적 적은 면적이다. 하지만, 경기도의 위치는 우리나라 수도 서울을 감싸고 있는 지리적 여건으로 산지에 대한 개발이 한층 가중되고 있는 실정이다. 경기도는 최근 5년간 산지전용면적이 9,757ha로 이는 여의도면적의 약11.5배 정도이며 축구장 면적의 9,000배로 1년에 약 1,950ha 정도의 산림이 훼손되고 있다.

최근들어 웰빙문화와 주 5일제 근무제로 인하여 산과 들을 찾는 도시민이 많아 지고 있어 산림에 대한 인식변화와 바람직한 산지이용에 대한 고찰을 통하여 향후 경기도가 꾸려나가야 할 산지정책 방향을 모색하고자 한다.

2. 본 문

현재 산림은 생산임업의 기능인 목재생산에서 이제는 공익적 기능이 더 중요시 되고 있다. 숲의 공익적기능을 금전적으로 환산하면 49조 9,510억원으로 국민총생산액의 10%정도 상당하며 국민1인당 돌아가는 혜택은 약 106만원 상당이다. 이렇게 우리에게 혜택을 주는 산림

이 경기도에서 매년 2,000ha 정도가 없어진다고 하니 임업인의 한사람으로 참으로 안타까운 일이라고 아니 할 수 없다. 그 이유중의 하나가 중앙정부에서는 쌀 생산농가의 보호차원에서 농지보전위주의 토지정책을 수립하는 등 그동안에는 산지에 대한 정책은 다소 부실했다는 것이다. 이로 인하여 최근 몇 년간의 무분별한 훼손에 일조하였다는 학계 및 언론계의 지적도 있었다.

최근 5년동안 경기도 산지전용 허가면적은 9,757ha로 연도별로는 표 1과 같다. 연도별로는 2000년 1,604ha, 2001년 1,613ha, 2002년 1,991ha, 2003년 1,933ha, 2004년 2,616ha 로 매년 약 15% 정도씩 산지전용면적이 증가하고 있다.

표 1. 연도별 산지전용 현황

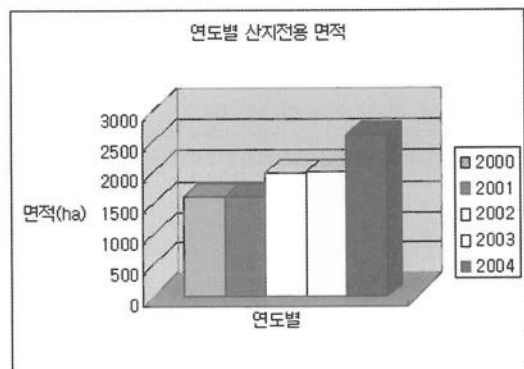
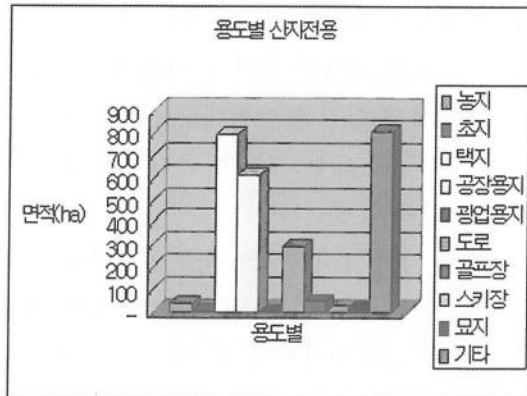


표 2. 용도별 산지전용 현황



또한, 용도별 산지전용면적은 표 2와 같으며, 2004년도 말을 기준으로 택지 792ha (30.2%), 공장 610ha (23.3%), 도로 294ha (11.2%), 골프장 50ha(1.9%), 농지 38ha(1.4%), 묘지 19ha(0.7%), 초지 5ha(0.2%), 광업용지 2ha(0.1%), 기타 807ha(30.8%)이다.

상기 통계자료와 같이 매년 산지에 대한 개발수요가 증가 되고 있다. 그러면, 과연 산지개발로 인한 실(失 ; 부정적인 면)과 득(得 ; 긍정적인 면)은 무엇인가?

먼저 개발에 따른 실(失)은 크게 세가지로 분류된다.

산지개발은 환경파괴를 초래한다.

첫번째, 산지개발로 인한 자연환경 훼손이다. 이는 대규모 택지개발, 공장용지, 도로 등으로 인하여 산림생태계파괴 일 것이다.

지구환경생태계는 크게 산림생태계, 해양생태계, 늪지생태계, 수생생태계 등으로 분류 한다. 이중 산림생태계가 가장 중요한 생태계라 할 수 있다. 인간생태계와 가장 근접하고 밀접

한 생태계이기 때문이다. 숲에서 태양열을 이용하여 먹이사슬의 가장 기초가 되는 영양분을 생산하는 곳이기 때문이다. 건강한 생태계는 먹이사슬에 의한 에너지의 흐름이 가장 중요하다. 하지만, 산림훼손으로 인해 에너지의 흐름이 교란되면 심각한 문제가 발생된다.

또한, 보도매체를 통하여 보도되는 생태계는 산림생태계와 늪지생태계가 대부분이다. 늪지도 대부분이 산림내 있기에 일반 국민이 인식하는 생태계는 산림생태계이다. 이에 산림이 훼손되면 생태계가 파괴된다는 의식이 팽배하다. 더불어서 님비(NIMBY)주의가 만연되어 산림훼손에 대한 거부감 또한 팽배한 것이 현실이다.

이렇듯 국민적 정서에서 산림훼손에 대한 부정적 인식과 비교적 좁은 국토에서 개발에 대한 수요가 평지에서 산림으로 이동되는 것 또한 문제이다. 산을 자연그대로의 상태로 보전하고 최소한의 인위적 개입으로 임업적 생산(목재, 부산물 등 생산)에 그치지 아니하고 개발수요가 계속해서 증가하고 있는 것이 현실이다.



그림 1. 대규모 산림전용지

산지에 대한 개발수요는 계속해서 늘고 있지만, 생태계에 파괴라는 국민적 의식과 넘비주의에 대한 해결, 그리고 지속가능한 산림경영을 위한 친자연적인 산지개발이라는 세가지 카테고리를 조화롭게 하여 개발과 보존이라는 딜레마를 해결 할 수 있도록 일반 국민이 이해하는 산지정책을 수립하는 것이 현안이라 하겠다.

산지개발은 자연재해의 원인이다.

두 번째로, 산지개발에 따른 2차적 피해이다. 산지전용허가지에 대하여 산림훼손후 방치하여 여름철 우기시 토사유출 등으로 재해가 빈번하게 발생되어 산을 훼손하면 재해로부터 안전하지 못하다는 것이다.

신문 및 방송에서도 우기시 주택 뒷부분의 절토면에서 토사 슬라이딩으로 인한 재해를 방송하는 것도 산림을 훼손하면 재해가 발생한다는 국민적 공감대를 형성하는 영향력이 있다 할 것이다.

이렇듯 산림훼손지가 재해로부터 안전하지 못하다는 인식과 대규모 산지 개발시 인근 주민들의 민원 등으로 인하여 공사가 중지된 채



그림 2. 수해피해

방치되거나 사업시행자의 부도 등으로 훼손된 채 방치되어 있는 산지전용지도 재해 위험이 높은 것 또한 심각한 문제가 아닐 수 없다.

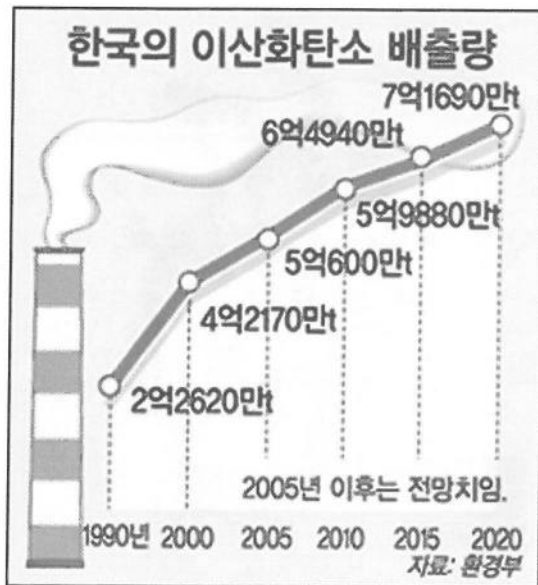
재해로부터 안전한 산지개발을 하기 위하여는 산지복구에 대한 새로운 공법개발 및 철저한 관리감독이 절실하다.

새로운 공법개발은 산·학·연공동으로 경기도 산지(토질)에 가장적합한 공법을 개발하는 것이 최우선과제라 할 것이며, 관계공무원의 관리감독의 효율성을 높이기 위해서는 현장에서 적용할 수 있는 메뉴얼작성이 시급하다. 산지의 절·성토면의 경사도, 건축물의 높이, 경사면의 소단높이 등 산지관리법에 관련규정이 있지만 현지에서 어떠한 방법으로 적용되는지 잘된 사례와 잘못된 사례 등을 구체적인 설계도면, 사진 등으로 작성하여 현장에서 실제적 사용이 가능한 매뉴얼이어야 한다고 생각된다.

산지개발로 인해 국제적인 협약에 대한 능동적인 대처가 어렵다.

세 번째로, 2005년 2월 16일에 교토의정서가 발효되었다. 우리나라는 2002년 11월 8일 교토의정서를 비준했다. 아직까지 교토의정서에 따른 법적부담은 하고 있지 않으나 OECD 회원국으로서 멕시코와 더불어 온실가스 감축 압력을 받고 있다. 우리나라는 2차 의무 감축 대상국이 될 가능성이 높으며, 이에 따라 2013~2017년까지 온실가스를 감축해야 할 것이다.

일단 당사국 총회에서 감축의무국가로 지정이 되면 법적 구속력을 부담할 수밖에 없으며,



머지 않아 이 문제가 타결이 될 전망이므로 이에 대한 대비를 해야 할 것으로 보인다.

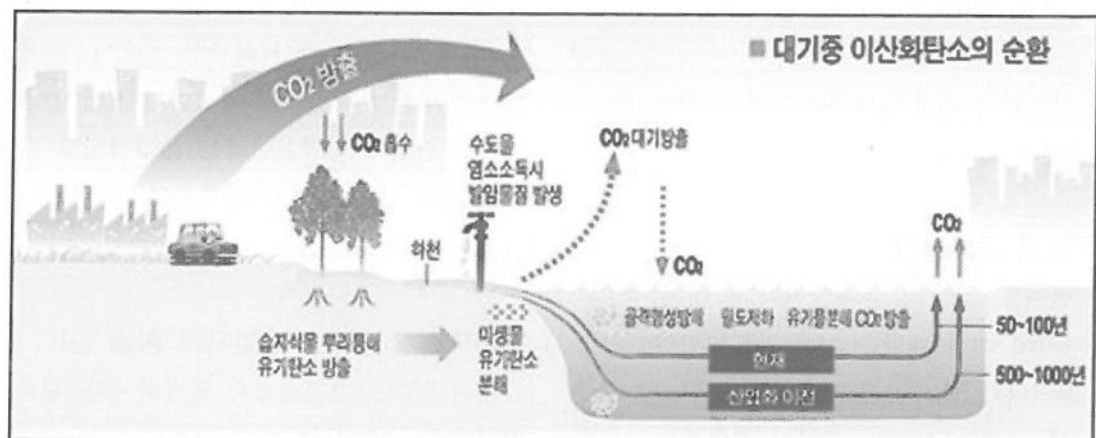
우리나라는 경제규모에 비해 온실가스 배출량이 대단히 많다. 즉 “에너지 다소비형 산업구조”로 되어 있어서 에너지 소비증가율 및 CO₂ 배출증가율이 선진국과 비교하여 매우 높은 수준이다. 2000년기준 CO₂배출량은 세계 9위(433.5백만톤)에 달하며, 1990년~1997년 온

실가스 배출량은 1.7배 증가하고, 1인당 온실가스 배출량도 동일 기간중 1.8배 증가하였다.

교토의정서와 관련하여 산림청에서는 대책을 발표하였으며, 지방정부에서도 이에대한 적극적인 대처가 필요하다 하겠다. 만약, 중앙정부에서 지방자치단체별로 탄소배출량을 할당한다면 경기도는 산업시설이 밀집하여있어 더 이상의 산업시설은 유치 할 수 없는 상황에 이를 수 있을 것이다.

이러한 상황을 적극적으로 대처하기 위하여는 기존의 산림을 더욱 더 잘 가꾸어서 숲다운 건강한 숲으로 조성해야 하며, 해외조림을 통해 탄소배출권을 인정 받아야 하며, 산지개발지에 대하여 부과되는 대체 산림자원조성비를 지방비화 하여 훼손되는 산림만큼 녹지공간을 확보하여 훼손되는 산림의 일부를 상쇄할 필요가 있다. 또한, 이에대한 장기적으로 제도적인 장치가 마련되어야 한다고 생각된다.

금번 산지환경지를 통하여 경기도가 준비하고 있는 녹지보전제도를 짚고가고자 한다.



녹지를 보전·창출하기 위한 제도마련

경기도는 급격한 도시화와 산발적인 대규모 개발로 녹지(산림)가 현저히 감소, 자연환경이 날로 악화되고있는 실정에 따라 녹지(산림)의 체계적인 보전과 지속적인 녹지확충을 통하여 도민에게 쾌적한 삶의 환경을 제공하기 위하여 2004년 6월에 경기도녹지보전조례를 제정하였다. 조례의 주요내용은 경기도를 전체로 연결하여 보이는 녹지에서 체감할 수 있도록 경기도 4대 광역녹지축을 설정한바 있다.

또한, 1억그루 나무심기 등 도민과 함께 녹지를 확충하기 위하여 경기녹지재단설립 등기를 완료하였으며, 금년 4월중에는 공식적으로 업무를 시작하게 될 것이다. 녹지재단은 민간단체로, 민간녹화운동의 핵심역할을 담당할 것으로 기대된다.

※4대 광역녹지축

완충녹지축(Core Green; 133.2km, 423.6km²)
 중심녹지축(Main Green; 328.km, 1,436.5km²)
 경계녹지축(Boundary Green; 390.9km²)
 부 녹지축(Sub Green; 2,307.3km²)

산지개발에 대한 득(得)은 다음 세가지 정도로 짧게 언급하고자 한다.

국토의 균형발전

첫번째로, 국토의 균형발전이다. 대지, 농지 등 평지에 대한 개발은 이제 완료되었다고 본다. 그러나, 산업수요는 계속해서 증가하는 현실에서 이제는 산지에 대하여 개발하는 것이

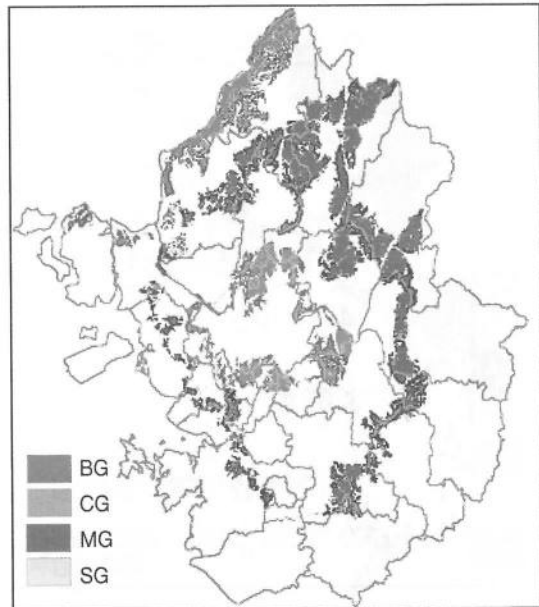


표 3. 경기도 녹지네트워크

현 추세라 할 것이다.

그동안, 농지는 산지에 비하여 많이 개발되었으나 근래에는 쌀생산이 국가의 근간이라는 개념으로 보전위주의 정책을 시행하고있으나, 산지에 대하여는 예전 60~70년대 치산녹화사업의 성공으로 이제는 일정부분을 개발하는 방향으로 정책이 전향되고 있다.

현재 중앙정부에서 추진하는 국토의 균형발전의 개념과는 조금 괴리감이 있으나, 평지와 산지에 대한 균형발전과 도시화된 시와 농촌지역의 군간의 균형발전이라는 개념정도로 이해하여 바람직한 산지개발방향을 모색하여야 한다고 생각된다.

지역경제의 활성화(일자리 창출 등)

두번째로는, 지역경제의 활성화이다. 현재의 경기도내 기초자치단체중 경기도 평균 지방재

정자립도(78%)보다 하위인 기초자치단체가 있다. 현재 경기도내 도시화된 시(市)는 재정자립도가 높으나, 농촌지역이 많은 군(郡)은 재정자립도가 낮다. 경기도내에서도 지방경제가 각기 다르다고 할 수 있다. 이에 군(郡)단위에 대규모의 공장을 유치하게되면 일자리 창출에 대한 효과와 지역경제의 청신호가 켜질 것으로 기대된다.

국가경쟁력 강화(지방경쟁력 강화)

세번째로, 국가 경쟁력 강화다. 급변하는 국제정세에 맞추어 국가경쟁력 향상이 필요하다. 지방경쟁력은 국가경쟁력의 기초체력이다. 특히, 경기도의 입지적 조건 때문에 경기도의 시장경쟁력이 커지면 국가경쟁력도 동반상승하는 효과가 있다. 이에 도내 임야에 대한 개발 정책수립시 지역경제활성화 대책과 상호 연관하여 수립하여야 한다.

이제 산림도 국가경쟁력을 확인하는 지표가 될 것이다.

“농지가 국가 먹거리의 근간이라면, 이제 산림은 국가경쟁력의 근간인 것이다.”

경기도에서는 산림보전을 위하여 道 녹지네트워크(광역녹지축)를 설정하였다. 녹지네트워크는 완충녹지(Core Green ; 경기도의 경계를 따라 설정된 녹지축), 중심녹지(Main Green ; 道 전체를 환상형으로 연결), 경계녹지축(Boundary Green ; 비무장지대와 서해안 수변으로 이어지는 녹지축), 부 녹지축(Sub

Green ; 시군 녹지 골격)으로 이루어져 있다.

또한, 녹지네트워크를 보전·유지하기 위하여 경기도녹지보전조례를 제정(2004.6.14)하였다. 이 조례를 통하여 훼손된 산림을 복원하는 등 푸른경기 1억그루 나무심기 사업과 병행하여 추진함으로써 경기도 산지정책에 대한 기초를 마련하였다.

3. 맺는 말

우리나라의 산림은 전국토 면적의 64%이다. 산림에 대한 개발잠재력은 무궁무진하다. 산림의 공익적 기능을 유지하면서 개발하는 사업(자연휴양림조성사업 등)을 지향하여 개발해야 하지만, 산림을 훼손하여 개발하는 사업도 지역경제활성화와 지방정부의 경쟁력 향상을 위해서는 불가피하다고 할 것이다.

개발이나 보존이냐는 양자간에 선택을 강요하면 당연히 보존을 선택하여야 한다. 하지만 가장합리적인 선택은 무엇인지 고민할 필요가 있을 것이다. 근래들어 친환경적인 개발, 지속가능한 산림경영 등 새로운 개발 패러다임이 발표되고 현장에서 응용하고 있지만 중요한 의미가 빠진 것 같다. 바로 합(合)자연성(산지전용지와 자연과 합쳐지는 것)이다. 산지를 개발하면 산과 멀어지는 개념이 아닌 산과 하나가 되는 개발을 하여야 할 것이다.

마지막으로, 산지관리에 대한 정책제안을 하면 다음과 같다.

첫번째로, 지방자치단체의 경쟁력을 카우는 산지정책을 수립하여야 한다. 보전할 산지는

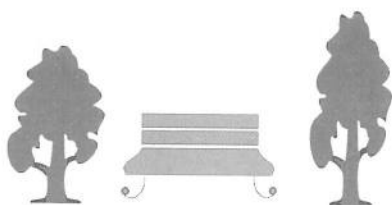
절대보전(경기도 녹지보전조례에 의한 광역 녹지축 등)하고, 개발할 산림에 대하여는 과감히 개발하여 산업입지수요를 충족하면서 지방경제의 활성화를 꾀하여 지방의 경쟁력을 키워야 한다.

두번째로, 산림훼손에 대한 국민의 부정적 인식을 변화시켜야 한다. 산림훼손은 자연생태계파괴, 자연재해로 연결되는 공감의식을 끊는 지속적인 홍보와 기술적 개발이 필요하다.

바로, 자연과 하나가 되는 산지개발 공법을 개발하여야 한다.

마지막으로, 산지전용업무를 담당하는 관계공무원을 늘려야 한다는 것이다. 산지전용업무에 비하여 관계 공무원이 상당히 부족하다. 일선 시·군에서는 산지관리 업무량 과다, 애매한 허가규정 등으로 산지관리업무를 회피하는 경향이 있다. 그러므로, 업무의 정확도 및 정밀성이 떨어진다는 평가가 나온다.

위 문제가 시급히 해결되고 합(합)자연적인 새로운 패러다임의 산지정책이 수립되어야 한다고 생각된다.



특별기고

산불피해지 수토보전기능 실태 및 조기회복 방안

- 청양 산불피해임지를 중심으로 -

정 용 호

국립산림과학원 임지보전과장

1. 머리말

산림유역에서 물 유출은 토양 상태에 따라 큰 영향을 받는다. 산불로 인한 입목의 소실은 녹색댐 기능 발휘의 주역인 산림토양을 생성하고 보전하며 보호하는 장치가 사라졌음을 의미하는 것으로 산불이 나면 산림의 녹색댐 기능의 급격한 저하를 가져오게 된다. 특히 입목이 완전 소실될 정도의 산불이 지나간 산지는 낙엽은 물론 유기물까지 소실되면서 거센 상승기류를 타고 공중으로 날아가버린 결과 광물질 토양이 노출되는데 이와 같은 경우는 녹색댐 기능이 크게 약화된 상태라고 할 수 있다(그림 1).

정상적인 성장상태를 유지하고 있는 산림에 대한 녹색댐 기능 증진사업은 토양의 빗물 침

투·저류구조 개선 및 보전과 아울러 증발 및 증산 손실량을 줄이는 일이 사업의 초점이 된다. 이에 대하여 산불 유역의 경우는 토양층의 조속한 기능회복으로 유출의 안정을 도모하는 일이 주된 목표가 된다. 즉, 빗물의 침투저류기능의 저하로 인해 침식이 심해지고 붕괴 위험성이 높아진 산림토양을 보전하기 위해서는 지표층을 고정하고 토층의 구조적인 안정을 통해 빗물의 사면침투 및 저류기능을 높이고 지표유하수 발생을 감쇄시켜 토사유실을 방지해야 하는 일이 시급한 것이다. 그리 해야만 홍수유출량이 줄고 기저유출량이 늘어나 저수지의 안정적인 수자원 확보가 가능해지며 수질을 보호할 수 있고 특히 호우에 의한 재해방지도 가능해진다.

이를 위해서는 식생을 이용한 방법만으로는 당연히 한계가 있으므로 치산시설 설치 등 산림토목적인 조치도 동시에 강구해야 한다. 수원보호림 조성사업 대상지는 저수지에 직접 영향하는 사면은 물론 본류 및 1차지류 유역도 포함된다. 본 원고는 산불에 따른 수토보전 기능 실태와 그 대책을 2002년에 발생한 청양 산불피해 현장 조사결과를 중심으로 고찰한 내용이다.

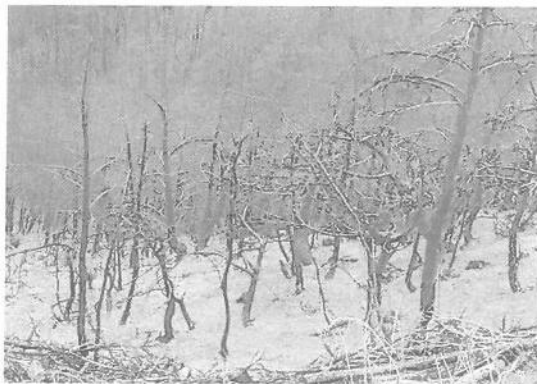


그림 1. 광물질 토양이 노출된 산불피해임지. 산불은 녹색댐 기능의 급격한 저하를 초래한다.

2. 조사방법

현지조사는 청양 산불피해임지 일원에 산재한 저수지의 대표유역으로서 청양군 비봉면 관산저수지 유역과 예산군 광시면 보강지 유역을 대상으로 실시하였으며, 조사지역은 그림 2와 같다.

현지조사는 경사, 토양형 등 입지환경별로 식생 피해상태 및 잔존상태, 잠재식생 발생상태, 토양건밀도, 토심, 유기물 집적상태를 조사하고 토양물리성 분석을 위한 시료를 채취하였다(그림 3).

토양건밀도는 각 조사지점에서 토양건밀도 측정기를 이용하여 측정하였으며, 토양시료는 100cc 토양시료캔을 이용하여 4지점씩 3반복으로 채취하였다. 토양시료는 실험실에서 무게를 측정한 다음 물에 포화시켜 디지털 투수속도 측정기와 pF측정기를 이용하여 투수계수와 조공극률(pF2.7, %)을 측정하였으며 다시 105℃



그림 2. 조사지역 위치



그림 3. 토양단면 조사(토양건밀도)

에서 48시간 건조하여 토양삼상(액상, 고상, 기상)과 가비중을 조사하였다.

3. 조사결과

가. 조사지 개황

조사지의 입지환경은 경사도 30° 이상 지역과 이하의 지역으로 크게 구분된다(그림 4, 5). 30° 이상의 급경사면은 주능선과 소능선부를 중심으로 모암이 노출된 곳이 많고 석력지도 많다. 게다가 토양은 암갈색 유기질 토양 대신에 밝은 색의 광물질 토양이 노출된 상태이며 토양형은 갈색의 건조한 산림토양(B1), 암적갈색의 건조한 산림토양(DRb1), 적색계 갈색 건조한 산림토양(rB1)으로 분류되었다. 이 일대는 달관적 관찰만으로도 녹색담 기능이 매우 낮은 상태인 것을 알 수 있다. 또한 멀리서 보면 잠재식생이 비교적 많이 발생하여 전면적으로 토양이 잘 보전되고 있는 것처럼 보이는 곳도 가까이 가서 보면 초본, 목본 합하여 50% 이하인 경우가 많다(그림 6).



그림 4. 관산저수지 유역



그림 5. 보강지 유역

상층 입목이 소실된 상황에서 이들 식생들은 빗방울 침식에 대하여 토양층을 어느 정도 보전하는 역할을 하지만 침투·저류능을 초과할 때 발생하는 지표유하수에 의한 침식에 대해서는 거의 기능을 하지 못한다. 더욱이 사면붕괴에 대해서도 취약한 상태이므로 방치할 경우 점차 유출조절 기능과 토사유출 기능이 더욱 악화된다.

경사도가 30° 이상의 급경사면이지만 갈색의 약건한 산림토양(B2), 갈색의 적윤한 산림토양(B3), 암적갈색의 약건한 산림토양(DRb2), 적색계 갈색의 약건한 산림토양(rB2)인 곳 가운데에는 참나무류 등 활엽수들이 잘 생립되어



그림 6. 토양을 보전하는 하층식생

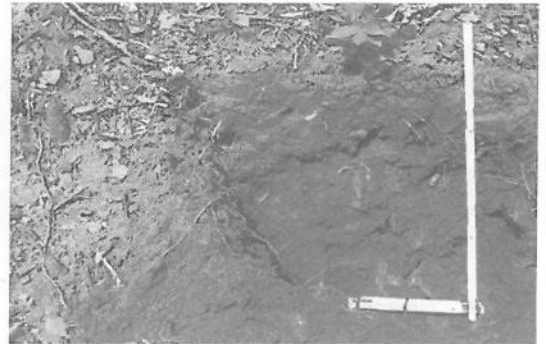


그림 7. 30° 이상 급경사지 가운데 토심이 깊고 유기물이 풍부한 곳도 있다. (보강지 유역)

있으며 토심이 비교적 깊고 부드러우며 유기물이 풍부한 곳이 많다(그림 7).

소나무 등 침엽수종은 대부분 소실되었으나 급경사면의凹부와 산록부에 주로 분포하고 있으나 참나무류를 중심으로 한 활엽수들은 산불의 화를 피해 무사한 상태로서 산불에 강한 것이 다시 입증되었다(그림 8).

이 일대 저수지 유역은 저수지 수면에 직접 연결된 사면의 입목이 심하게 소실된 곳도 많고 황폐계류가 저수지에 직접 연결되어 있는 곳도 많아 유입토사량이 증가되어 수질 및 수량의 보전이 우려되는 곳이 많다(그림 9). 특



그림 8. 관산저수지 유역 산불피해상황.
활엽수들은 산불의 화를 면했다.



그림 9. 저수지 수면과 연결된 사면에 대한
대책도 필요하다.

히 피해목 벌채가 이루어지고 있는 곳을 보면 토심이 거의 없는 암반노출 급경사면에 대면적 개벌을 하거나 중장비를 투입하여 지나치게 넓은 작업로를 개설하는 등 복구작업상의 문제점을 보이고 있기도 하다. 또한 벌채작업 산물을 등고선 방향으로 정리하지 않고 사면을 따라 종방향으로 쌓아 정리하고 있는 것도 문제이다.

나. 토양 물리성

조사지인 관산저수지와 보강지 유역의 표층토양의 삼상, 가비중, 조공극률, 투수계수를 조사한 결과는 표 1과 같다. 집계표에는 나타내지 않았으나 토양건밀도 조사결과도 포함하여 산불 피해유역의 녹색댐 기능 실태를 분석하였다.

표층토양의 삼상(액상, 고상, 기상)의 평균

비율은 각각 24.7, 36.4, 38.9%로서 일반적인 우리나라 산림토양 A층의 액상, 고상, 기상의 평균 비율(24.0, 34.5, 41.5%)과 비교할 때 큰 차이를 보이지 않았다. 빗물이 산림토양으로의 침투속도를 나타내는 투수계수는 관산저수지와 보강지 유역에서 각각 평균 0.0476cm/sec, 0.0530cm/sec로 비교적 양호한 상태임을 보여 주었으나 이 밖의 다른 인자들은 녹색댐 기능이 악화된 상태인 것으로 나타났다. 토양의 평균 석력비율은 20%(최대 40%)로 낙엽층과 부식층이 얇은 관산저수지 유역에서 높게 나타났으며, 두 지역의 토양가비중은 각각 1.006g/cm³, 0.992g/cm³이었다. 이러한 결과는 산불로 인해 낙엽층과 부식층이 소실되어 광물질 토층이 노출되고, 강우에 의한 표토층의 침식작용 증가로 미세한 토양입자나 유기물의 손실이 발생하여 토양환경이 악화되었기 때문에 나타나는 것으로 판단된다.

산림의 녹색댐 기능 지표로서 표층토양의 조공극률은 강수 침투 및 저류능을 보여주는 하나의 지표이다. 토양조공극률(pF2.7, %)을 조사한 결과 두 지역의 조공극률은 각각 평균 30.2%(25.4~36.5%), 30.6%(28.7~32.7%)로서, 산불에 따른 임상의 소실로 인하여 낮은 값을 보이는 것으로 나타났다. 이것은 2000년에 산불이 발생했던 동해안 산불임지에서 2년이 경과한 시점의 평균 조공극률(29.2%)과 유사한 결과이다. 건강한 산림토양의 경우 45% 내외이므로 이 일대 유역의 빗물 침투능은 매우 낮은 상태임을 알 수 있다.

또한 표층토양의 건밀도는 관산저수지 유역

표 1. 산불지역의 토양물리성

지 역		삼상(%)			가비중 (g/cm ³)	조공극률 (pF2.7, %)	투수계수 (cm/sec)
		액상	고상	기상			
관산저수지 일대	A	24.485	39.623	35.892	1.050	30.4	0.0138
	B	25.605	36.774	37.621	0.975	28.7	0.0208
	C	23.870	36.623	39.507	0.971	36.5	0.0778
	D	31.540	38.830	29.630	1.029	25.4	0.0778
	평균	26.375	37.962	35.663	1.006	30.2	0.0476
보 강 지 일대	A	20.803	36.654	42.443	0.971	28.7	0.0865
	B	24.505	41.038	34.457	1.088	29.8	0.0432
	C	23.870	32.660	43.470	0.866	32.7	0.0519
	D	23.160	28.774	48.066	0.763	31.4	0.0303
	평균	23.085	34.781	42.134	0.922	30.6	0.0530
전 체 평 균		24.730	36.372	38.898	0.964	30.4	0.0503

의 경우 7.5~11.5mm로서 빗물 침투 및 저류
능에 문제가 있음을 보여주고 있으나 보강지
유역은 4.6~6.8mm로 상대적으로 비교적 양호
한 상태이다.

이상의 결과를 보면 산불로 인해 녹색담 기
능이 현저히 악화된 상태인 것으로 판단할 수
있는데 저수지를 끼고 있는 이러한 유역의 수
토보전 기능을 조기에 회복시키기 위한 수원보
호림 조성에 관하여 기술하면 다음과 같다.

4. 수토보전기능 조기회복을 위한 산림조성 및 관리

가. 피해목 벌채

산불피해목 벌채작업과 산물반출을 위하여
작업로를 개설하는 경우 인력으로 개설하되 폭
은 1m 이내로 하는 것이 바람직하다. 굴삭기
투입에 의한 작업로 개설은 기계압으로 인한
사면안정 저해와 침식의 엄청난 증대를 초래하
게 된다. 예산군 보강지 유역의 경우 그 폭이

7m나 되는 곳도 있는데 호우시 침식·붕괴 등
피해가 우려된다(그림 10).

고성, 강릉, 삼척 등 산불피해임지에서 대면적
개벌의 폐해를 익히 경험하였듯이 급경사지와
집수지대에 대한 피해목 벌채는 전면적 개벌을
하지 말고 폭은 30m 내외로 벌채대, 잔존대를
교호로 배치하는 등고선 방향 대상개벌을 하는
것이 바람직하다(그림 11). 잔존대에 대한 갱신
은 갱신부가 장령림이 되었을 때 점진적으로 실
시해야 녹색담 기능이 유지·보전된다.

또한 아직도 피해목 벌채시 산물을 남김없이
산지외부로 반출하거나 산물을 경사면을 따라
상하방향으로 모아 정리하는 현장을 많이 볼
수 있는데(그림 12) 등고선 방향으로 여러 개
씩 쌓아 정리하는 것이 수토보전 기능회복 및
보전상 바람직하다. 벌채목을 등고선 방향으로
정리하는 경우에는 벌채목을 얹혀 쌓아 정리할
때 지지목 역할을 하도록 벌근 높이를 50cm
정도로 자르는 것이 좋다. 피해목을 등고선
방향으로 쌓아 정리하면 사면상에 다단계의 편



그림 10. 보강지 유역내 작업로. 기계압으로 다져진 상태이며 규모가 너무 커서 침식·붕괴 위험이 높다.

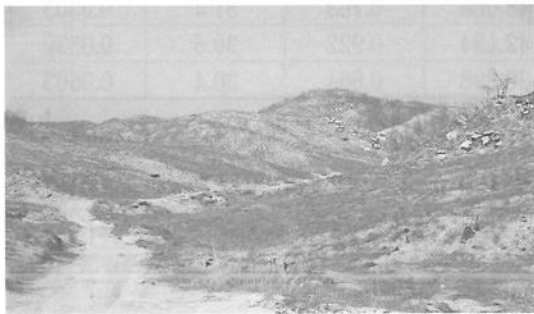


그림 11. 산불 피해목을 개별한 현장. 토사유출이 심하고 녹색댐 기능이 급격히 저하되어, 지하수위가 현저히 낮아졌다(강원도 고성군 죽왕면).

책을 설치한 것과 같은 효과를 볼 수 있다. 즉, 산불 피해 이전과 달리 지표유하수 발생이 용이한데, 지표유하수의 사면 유하속도가 줄고 빗물이 땅속으로 많이 침투하게 되며 이에 따라 토사유출도 줄어들게 되는 효과가 있다.

벌채산물을 산지에 정리하면 호우시 유목발생과 산불시 연소확산을 우려하는 의견도 있으나 2002년도 태풍 '루사'에 의한 집중호우에도 등고선 방향 정리산물은 거의 흐트러짐이 없었다(그림 13). 유목피해를 유발시킨 것은 계곡이나 산록 또는 평지에 쌓아둔 것들이 급류에 유실된 때문인 것으로 보인다. 더욱이 산불연소 문제는 산물을 상하방향으로 정리한 현장에



그림 12. 산불 피해목 벌채산물 경사방향 정리. 수토보전, 산불연소 방지 등 여러면으로 바람직하지 못하다. (보강지 입구)



그림 13. 산불 피해목 벌채산물 등고선 방향 정리. 2002년 태풍 루사 내습시 호우에도 유실되지 않았다(강원도 삼척).

서 발생하는 문제로서 등고선 방향 정리시에는 문제가 되지 않는다고 본다.

소나무류의 경우 산불피해를 받아 수세가 쇠약해지거나 고사하게 되면 줌이 가해를 하기 때문에 벌채목을 사용하려고 하는 경우는 피해 직후 벌채·반출하여야 한다. 피해가 있는지 수개월이 지난 상태에서 마땅한 사용처가 없음에도 무리하게 반출하는 것은 경제적으로나 유역보전 면에서도 별 의미가 없다고 본다.

나. 토양 보전(지표안정 및 고정)

경사 30도 이상의 급경사이며 B1, DRb1,

rBI형의 지역과 같이 본래 토심이 얇은데다 입목이 소실되면서 지표 토사가 유실되기 쉬운 불안정한 상태의 유역에 대해서는 식생도입에 앞서 토사가 이동하지 못하도록 안정 및 고정을 위한 대책이 필요하다. 이러한 유역은 수토보전기능을 거의 상실한 상태로서 일반 조림과는 달리 간단하지 않다.

거센 불길이 지나간 이 지역의 소나무림 피해지 대부분은 어느 정도의 B층이 남아 있거나 토양침식이 심한 경우 C층까지 노출된 곳도 있는데 이러한 사면에 대한 녹화를 위해서는 등고선 측구파기, 유기물 객토, 시비와 같은 조치가 필요한 것으로 보인다. 산불로 인해 녹색댐 기능이 악화된 산지의 유출조절기능 회복을 위해서는 낙엽층의 퇴적과 표층토양의 단립구조가 발달되어야 하며 근계부후에 의한 토양의 조공극량이 증가로 빗물 침투능과 저류능을 증가시켜야 한다.

이를 위해서는 면적·양적으로 불안정한 토양을 고정하는 일이 기본이며 최우선시되어야 한다. 녹색댐 기능 발휘의 주역인 산림토양이 안정되면 토양 속에 많은 물이 유도되어 저류량이 늘어나게 되는데 이는 홍수유출량이 줄고 기저유출량이 증가되어 유출이 안정되는 것을 의미한다. 따라서 저수지의 수량 및 수질을 보전하며 수해피해를 방지하기 위해서는 토양층의 보전대책이 다각도로 강구되어야 한다(그림 14).

토양층 보전에 지질, 강우 등 천연적 원인이 큰 영향을 준다면 인위적 변경은 거의 불가능하기 때문에 인위적으로 변경·조절이



그림 14. 유역의 녹색댐 기능이 극도로 악화되면 수질보전도 어렵다. 2002년 태풍 루사 에 의한 집중호우 후 60여일이 지났으나 오탁도가 회복되지 않은 상태이다(강원도 고성군).

가능한 것은 외부의 물리적 영향에 저항력이 높은 산림을 만드는 길 밖에 없다. 산림은 근계가 토양을 고정하여 붕괴를 방지하는 직접적인 기능을 발휘한다. 그렇지만 침식, 붕괴 등 외부의 물리적 영향에 대응하는 힘이 극도로 악화된 상태에서는 입목의 힘만으로 토양보전이 곤란하므로 토목적 공작물 설치도 필요하다.

거센 산불로 입목이 완전히 소실된 결과 광물질 토양이 노출된 상태는 침식에 대해 무방비 상태나 다름 없다. 이러한 입지에 대해서는 초본과 관목 발생을 촉진시키고 두터운 낙엽층에 의한 지표면 보호를 도모해야 한다. 입목의 고사된 연수가 늘어남에 따라 붕괴 억제력까지 상실하게 되어 호우시 붕괴위험도 높다.

산불로 산림토양의 침투능·저류능이 악화된 상태에서 비가 내리면 지표면의 4부에 지표류가 집중하게 되는데 이 과정에서 극히 짧은 시간에 표면침식이 진행되고 누구(漏溝)침식(Rill)으로 발전하며 나아가 규모가 큰 구곡(溝谷)침식(Gully)으로 진행될 가능성이 매우

높은데 구곡침식 주변은 붕괴위험이 높다. 또한 입목의 침식 및 붕괴 억지력을 상실한 상태에서 집중호우가 내리면 붕괴가 더 쉽게 일어나게 된다. 그것은 침투수가 극단적으로 많아져 기암층까지 도달한 물로 간극수압이 높아짐과 동시에 사면 토양의 평형이 이전보다 쉽게 깨어지기 때문에 안정을 이내 잃어버려 거대한 붕괴가 일어나기 때문이다. 계안에서는 표층토양의 특수층이 침투수로 인하여 전단저항력을 상실하게 되면 계류수에 의해 하부토양이 세굴됨에 따라 평형이 파괴되어 계안이 무너지는 경우도 많다.

지표 전면에 걸쳐 일어나는 침식과 달리 토사붕괴는 면적이 좁더라도 붕괴에 의한 토사유실량은 더욱 많을 수 있다. 토사 붕괴를 방지하기 위해서는 직근 발달이 뚜렷한 심근성 근계가 깊히 발달하고 입목과 입목 간의 네트워크가 형성되어야 한다. 따라서 단일 수종을 심는 것은 바람직하지 않다. 경사가 20° 이하의 경우는 붕괴 위험이 비교적 적으나 산사태 발생 확률이 가장 높은 $30\sim40^\circ$ 의 급경사지에 대해서는 별채나 작업로 개설에 신중을 기해야 한다. 또한 산림의 붕괴방지기능은 한계가 있으므로 이 한계 이상의 요인에 의해 붕괴발생이 우려되는 곳에는 예방치산 시설을 설치하여 산복안정을 도모하여야 한다.

다. 식생조성 및 구조물 설치

산림청에서 수원함양림 조성에 뿌리의 양이 많고 땅 속 깊이 뻗는 수종을 선정하는 것을 원칙으로 하고 있으며 금강유역의 권장수종으

로는 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무, 갈참나무, 고로쇠나무, 들메나무와 같은 심근성 활엽수종 외에 천근성인 낙엽송까지 포함되어 있다. 또한 침식 및 붕괴방지를 위한 산지사방과 토사·석력유출 및 홍수범람 방지를 위한 시설로서 사방댐, 야계사방, 슬릿트댐 등 치산시설을 설치하고 있다.

한편 수종선정에 있어서 거센 산불로 토양의 이화학성이 악화된 이 지역의 유역상태를 감안할 때 산림청 권장수종에 국한시킬 필요는 없다고 본다. 입지에 따라서는 아까시나무, 오리나무, 싸리와 같은 과거 황폐기에 사용했던 수종이 필요한 입지도 있다.

그림 15와 같은 석력지 가운데 토심이 얇아 식생의 활착 및 생육에 문제가 있는 곳은 주변에 있는 전석을 모아 산돌쌓기를 하여 생육기반을 조성하는 방안을 모색할 필요가 있다. 또한 작은 강우에도 지표면이 이동하는 불안정 사면에는 새, 산거울, 싸리 등을 심거나 등고선 방향으로 파종하면 신속히 지표를 고정할 수 있다. 이러한 사면에 나무만 심는 것은 지표고



그림 15. 토심이 얇은 석력지에는 주변재료를 이용한 산돌쌓기로 식생 생육기반을 만들면 좋다.

정에 별 도움이 안 된다. 경사 30° 이상이며 B1, DRb1, rB1형의 지역에서 능선부를 중심으로 모암이 나출된 곳은 토양이 모아지는 풍화 절리나 凹부에 소나무 종자를 직파하는 것이 바람직하다. 이 경우 초기 생립목표 본수는 10m²당 5본, 최종 생립목표 본수는 10m²당 1본이면 충분하지만 수분, 토양조건이 열악한 환경에서의 발아, 활착을 감안하여 종자를 충분히 파종할 필요가 있다.

또한 예산군 보강지 유역의 남사면과 같이 경사가 30° 이상 급경사이면서 토심이 있는 곳은 토양이 충분한 붕괴역지력을 가질 때까지 우선 초본과 관목성 수종으로 조성하여 침식 및 붕괴에 대응하는 것이 바람직하다. 복구 초반부터 불안정한 급경사지에 교목성인 나무를 심으면 오히려 붕괴위험성이 높아진다.

한편 토양층 생성을 돕고 침식에 의한 유실을 막으며 붕괴를 억제하는 조림방법은 직근 발달이 뚜렷한 심근성 수종들의 근계발달은 물론 입목과 입목 간의 네트워크가 형성되어야 한다. 따라서 단일 수종을 심는 것은 바람직하지 않다. 산림의 붕괴방지기능 발휘를 위해서는 근계를 중심으로 한 산림의 지하부의 역할이 무엇보다 중요하다. 붕괴방지 기능이 높은 바람직한 산림은 장대한 직로발달이 뚜렷한 심근성 수종을 주축으로 하고 뿌리 확장 영역이 다른 천근성 나무들이 혼재된 것이다.

또한 토양내부의 조공극량 증가는 토양 소동물 활동 외에도 근계의 부후에 의한 효과도 있다. 따라서 뿌리 중량이 많고 뿌리 확장 범위가 넓은 수종이 조림수종으로 유리하며 더욱이

심층토양까지 개선을 위해서는 심근성 수종이 유리하다. 심근성 수종으로는 참나무류가 으뜸인데 이 밖에 심근성 수종은 소나무, 밤나무, 느티나무, 물푸레나무 등이 있으며, 천근성 수종으로는 낙엽송, 아까시나무, 오리나무, 뽕나무 등이 있다.

산복 침식이 심하거나 붕괴된 곳, 계안 붕괴 등 계류와 황폐화 된 구간에 대해서는 몇가지 심근성 수종들과 천근성 수종들을 단독 또는 등고선 방향으로 혼효를 시키면 근계상호간 수평분포구역이 중복되는 효과가 있어 침식, 붕괴방지 기능이 높아진다.

특히 계류 양안 상부 사면과 저수지 수면에 직접 영향하는 사면은 일시에 전면적 벌채 갱신은 절대적으로 피해야 한다. 한꺼번에 피해 임지를 복구하는 것은 효과적일 수 있으나 지표 침식이 심해지며 토양층이 전반적으로 불안해져 붕괴 위험이 높아지기 때문이다.

저수지 수체에 직접적으로 영향하는 만수위 부근 사면과 계류 양안은 식생의 소실로 침식 및 붕괴역지력이 급격히 저하된 상태이므로 이에 대한 대비책이 필요하다. 만수위 부근 산각을 고정하고 토사가 저수지로 유입되지 않도록 다양한 목본과 초본이 어우러진 무성한 구조를 만들어야 한다. 참고로 조릿대 자생지역에서는 조릿대가 큰 힘을 발휘한다.

특히 침투·저류능 악화로 인해 호우시 홍수 유출량 증가와 계류수 유속의 증가 및 침식·붕괴에 취약한 유역상태를 감안하여 치산시설의 설치가 필요하다. 즉, 계류 본류 및 1차 지류의 계상구배를 완화하기 위한 시설로서 구곡



그림 16. 돌망태 구곡막이. 황폐계류에 여러 단계로 시공하여 구배를 완화하면 계류 안정, 유속감쇄 등 효과가 있어 저수지 수량·수질보전에 크게 기여한다.



그림 17. 사방댐. 최소한 2단계 이상 설치하는 것이 바람직하다.

막이를 여러 단계 설치하고(그림 16), 또한 저수지에 연접한 계류본류에 대해서는 사방댐을 50m 간격으로 2개소 설치하는 것이 바람직하다(그림 17).

5. 맺는 말

산림유역에서 물 유출은 산림이 만드는 토양 상태에 따라 큰 영향을 받는다. 산불로 인한 입목의 소실은 녹색댐 기능 발휘의 주역인 산림토양을 생성하고 보전하며 보호하는 장치가 사라졌음을 의미하는 것이다. 특히 입목이 완

전 소실될 정도의 산불이 지나간 산지는 광물 질 토양까지 나출되어 녹색댐 기능은 아주 현저하게 악화된 상태로 된다.

정상적인 성장상태를 유지하고 있는 산림에 대한 녹색댐 기능 증진사업은 토양의 빗물 침투·저류구조 개선 및 보전과 아울러 증발 및 증산 손실량을 줄이는 일이 사업의 초점이 된다. 이에 대하여 산불 유역의 경우는 토양층의 조속한 기능회복으로 유출의 안정을 도모하는 일이 주된 목표가 된다. 즉, 빗물의 침투저류기능의 저하로 인해 침식이 심해지고 붕괴 위험성이 높아진 산림토양을 보전하기 위해서는 지표층을 고정하고 토층의 구조적인 안정을 통해 빗물의 사면침투 및 저류기능을 높이고 지표유하수 발생을 감쇄시켜 토사유실을 방지해야 하는 일이 시급한 것이다. 녹색댐 기능 발휘의 주역인 산림토양이 안정되면 토양 속에 많은 물이 유도되어 저류량이 늘어나게 되는데 이는 홍수유출량이 줄고 기저유출량이 증가되어 유출이 안정되는 것을 의미한다.

청양, 예산지역 저수지 유역의 대표유역으로서 관산저수지와 보강지 유역의 표층토양의 삼상, 가비중, 조공극률, 투수계수, 토양건밀도 등을 조사한 결과 녹색댐 기능이 악화된 상태인 것으로 나타났다.

산불피해목 벌채작업과 산물반출을 위한 작업로 개설은 인력으로 하되 그 폭은 1m 이내로 하여야 한다. 예산군 보강지 유역의 경우 굴삭기로 폭이 7m 정도나 되는 작업로가 개설되어 있는데 기계압으로 인한 사면안정의 파괴로 호우시 침식·붕괴로 인한 엄청난 토사유출

발생이 우려된다.

고성, 강릉, 삼척 등 산불피해임지에서 대면적 개별의 폐해를 익히 경험하였듯이 급경사지와 집수지대에 대한 피해목 벌채는 전면적 개별을 하지 말고 폭은 30m 내외로 벌채대, 잔존대를 교호로 배치하는 등고선 방향 대상개별을 하는 것이 바람직하다. 잔존대에 대한 갱신은 갱신부가 장령림이 되었을 때 점진적으로 실시해야 녹색담 기능이 유지·보전된다. 또한, 아직도 피해목 벌채산물을 모두 반출하거나 경사면을 따라 상하방향으로 모아 정리하는 것은 녹색담 기능 회복 및 유지증진에 반하는 것으로 등고선 방향으로 쌓아 정리해야 한다. 벌채목을 등고선 방향으로 정리하는 경우에는 벌채목을 눕혀 쌓아 정리할 때 지지목 역할을 하도록 벌근 높이를 50cm정도로 자르는 것이 좋다.

피해목을 등고선 방향으로 쌓아 정리하면 사면상에 다단계의 편책을 설치한 것과 같은 기능을 하게 되는데 강우시 지표유하수 유하속도가 줄고 빗물이 땅속으로 많이 침투하게 되며 이에 따라 토사유출도 줄어들게 되는 효과가 있다. 유목이나 산불연소는 벌채산물 계곡에 쌓거나 상하방향으로 정리한 현장 등에서 발생하는 문제로서 등고선 방향으로 잘 정리하면 문제가 거의 없다.

거센 불길이 지나간 이 지역의 소나무림 피해지 대부분은 어느 정도의 B층이 남아 있거나 토양침식이 심한 경우 C층까지 노출된 곳도 있는데 저수지의 수량 및 수질을 보전하며 수해피해를 방지하기 위해서는 토양층의 보전 대책이 다각도로 강구되어야 한다. 이를 위해

서는 면적·양적으로 불안정한 토양을 고정하는 일이 기본이며 최우선시 되어야 한다. 토심이 얇은 사면은 등고선 측구파기, 유기물 객토, 시비와 같은 조치도 필요하다.

수종선정에 있어서 거센 산불로 토양의 이화학성이 악화된 이 지역의 유역상태를 감안할 때 산림청 권장수종에 국한시킬 필요는 없다고 본다. 입지에 따라서는 아까시나무, 오리나무, 싸리와 같은 과거 황폐기에 사용했던 수종도 필요하다.

석력지 가운데 토심이 얇아 식생의 활착 및 생육에 문제가 있는 곳은 주변에 있는 전석을 모아 생육기반을 조성하는 방안을 모색할 필요가 있다. 또한 작은 강우에도 지표면이 이동하는 불안정 사면에는 새, 산거울, 싸리 등을 심거나 등고선 방향으로 파종하면 신속히 지표를 고정할 수 있다. 이러한 사면에 나무만 심는 것은 지표고정에 별 도움이 안 된다. 능선부를 중심으로 모암이 노출된 곳은 토양이 모아지는 풍화절리나 띠부에 소나무 종자를 직파하는 것도 좋다.

경사가 30도 이상 급경사이면서 토심이 있는 곳은 토양이 충분한 붕괴억지력을 가질 때까지 우선 초본과 관목성 수종으로 조성하는 것이 좋다. 불안정한 급경사 나지에 교목성 나무를 심으면 오히려 붕괴위험성이 높아진다. 토양층 생성을 돕고 침식에 의한 유실을 막으며 붕괴를 억제하는 조림방법은 직근 발달이 뚜렷한 심근성 수종들의 근계발달은 물론 입목과 입목간의 네트워크가 형성되어야 한다. 따라서 단일 수종을 심는 것은 바람직하지 않으며 녹색담 기능 증진을 위한 바람직한 임상은 활엽수

림이다.

심근성 수종으로는 참나무류가 으뜸인데 이 밖에 심근성 수종은 소나무, 밤나무, 느티나무, 물푸레나무 등이 있으며, 천근성 수종으로는 낙엽송, 아까시나무, 오리나무, 벚나무 등이 있다. 산복 침식이 심하거나 붕괴된 곳, 계안 붕괴 등 계류와 황폐화 된 구간에 대해서는 몇가지 심근성 수종들과 천근성 수종들을 단독 또는 등고선 방향으로 혼효를 시키면 근계상호간 수평분포구역이 중복되는 효과가 있어 침식, 붕괴방지 기능이 높아진다.

계류 양안 상부 사면과 저수지 수면에 직접 영향하는 사면은 일시에 전면적 벌채 갱신은 절대적으로 피해야 하며 특히 저수지 수체에 직접적으로 영향하는 만수위 부근 사면과 계류 양안은 식생의 소실로 침식 및 붕괴역지력이 급격히 저하된 상태이므로 산각고정 및 토사의 저수지 유입을 방지하기 위하여 다양한 목본과 초본이 어우러진 구조로 조성해야 한다.

산림은 근계가 토양을 고정하여 붕괴를 방지하는 직접적인 기능을 발휘한다. 그렇지만 침식, 붕괴 등 외부의 물리적 영향에 대응하는 힘이 극도로 약화된 상태에서는 임목의 힘만으로 토양보전이 곤란하므로 토목적 공작물 설치도 필요하다. 침투 및 저류능 약화로 인해 호우시 홍수유출량 증가와 계류수 유속의 증가 및 침식·붕괴에 취약한 유역상태를 감안하여 치산시설로서 계류 본류 및 1차 지류에 구곡막이를 여러 단계 설치하고 저수지에 연결한 계류본류에 대해서는 사방댐을 50m 간격으로 2개소 설치하는 것이 바람직하다.

참고문헌

- 산림청. 1996. 5대강유역 수원함양산림 종합 관리계획(2단계). 577p.
- 우보명, 이현호. 1989. 황폐산지에서 산불이 산림식생 및 토양에 미치는 영향에 관한 연구(IV). 한국임학회지 78 : 302~313.
- 임업연구원. 1996. 고성산불지역 생태조사 결과 보고서. 87~97.
- 임업연구원. 2000. 동해안 산불지역 정밀조사 보고서 I. 307~327.
- 정용호, 박재현, 김정하, 윤호중. 2001. 산림의 입지환경인자가 표층토양의 조공극률에 미치는 영향인자 분석(I) - 침엽수림을 중심으로 -. 한국임학회지 90(3) : 314~323.
- 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91 : 694~700.
- Montana Department of State Lands. 1992. Montana Forestry Best Management Practices. 422p.
- USEPA. 1993. Guidance Specifying Management Measures for Sources of Nonpoint Pollution in Coastal Waters. U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC. 840-B-92-002.
- 丸山岩三. 1986. 森林の水源涵養機能. 54p.
- 中野秀章. 1978. 森林の水土保持機能 活用. 日本林業技術協會. 72p.

특별기고

전국산림입지조사 성과와
수치산림입지도 구축

정 진 현

국립산림과학원 농학박사

머리말

「지속가능한 산림경영」을 위해서는 산림이 가진 다양한 기능의 잠재력을 종합적으로 평가하여 제 기능을 효율적으로 발휘시킬 수 있는 관리체계가 요구되나, 산림은 그 면적이 방대하고, 복잡한 지형, 지질, 식생 분포 등 산림의 입지환경과 관련된 많은 양의 자료를 전 국토를 대상으로 과학적으로 분석·평가하는 일은 불가능하다고 생각되어 왔으나, 최근 괄목하게 발전 되어가고 있는 GIS 관련 프로그램은 막대한 양의 자료분석 및 관리를 보다 쉽게 할 수 있도록 지원함으로써, 지속가능한 산림관리체계를 위한 산림의 종합적 이용과 보전을 위한 전략수립을 가능케 해주고 있다.

산림입지조사는 국가의 경쟁력 강화 및 행정생산성 제고를 위한 사회간접자본이 되는 GIS를 국가정책과 공공분야에 활용하기 위하여 1995년부터 추진하는 NGIS 망 구축과 연계, 산림자원의 과학적이고 효율적인 관리기반 조성을 위한 산림지리정보시스템(FGIS)구축사업의 일환으로 국토의 합리적 이용 및 산림의 과학적 관리에 필요한 기초자료를 제공할 목적으로 1995년부터 2004년까지 10년

간에 걸쳐 전국 산지를 대상으로 실시된 조사사업이다.

그간 10년간에 걸친 산림입지조사 결과 산림사업에 가장 기본이 되는 산림의 입지 환경조건·토양성질·주요수종의 생장량 등 34개 인자를 조사하여 수치산림입지도 813도엽(축척 1/25,000)을 구축하고, 이들 결과를 종합하여 입지의 생산력을 판정 할 수 있는 전국의 산림토양도(축척: 1/800,000)를 최초로 제작하는 성과를 올렸다.

1. 산림입지조사

산림토양은 임목생육에 필요한 장소와 동시에 필요한 양분을 제공해 줄 뿐만 아니라, 자연자원으로써 고도의 생산성 및 공익성을 지속적으로 충분히 발휘할 수 있는 건전한 산림의 기반이다.

산림입지조사는 임목생장에 영향을 미칠 수 있는 환경인자 상호간의 인과관계를 분석하여 환경이 산림에 미치는 작용, 산림이 환경에 미치는 반작용 등을 밝힘으로써 조림·육림사업에 필요한 진단과 처방 역할을 하는 토지이용의 기초자료가 된다. 산림입지조사는 각 국가의 지리적, 식물학적, 역사적 특성에 따라 다르



그림 1. GIS기법에 의해 작성된 한국수치산림토양도

게 발전하였고 같은 국가 내에서도 지역에 따라 다르게 발전하기도 한다.

스위스나 스웨덴에서는 식물학적인 면이 강조되었고, 다른 유럽국가에서는 지리적 요인이거나 지형적 요인을 강조하고 있다. 독일의 경우에는 토양학적인 측면이 강조되고 있으나 식생학적인 측면에도 비중을 두고 있다. 우리나라의 경우는 토양학적인 측면에서의 연구가 주로 진행되고 있다.

산림입지조사는 모암, 기후, 지형인자 등을 감안하여 항공사진상에서 입지구획을 실시한 후, 표준지 내에서 그 지역의 입지환경, 토양조건, 지위지수 및 지리조사를 실시하여 토양형 및 지위급을 구분하고 산림입지도를 작성하는 순서로 조사하였다

가. 입지구획

조사대상지의 지형도 및 지질도 등을 참고하여 항공사진상에서 지형, 경사, 방위, 침식, 입지이용상태 등 지형요소분석법에 의거 항공사진을 판독하여 잠정적인 입지구획을 최소3ha까지 구획하였다.

나. 입지환경 및 임목생장량 조사

입지구획 내에서 표준지를 선정, 지형, 지질, 경사, 방위 등의 입지 환경조건 및 표준지 내에 분포되어 있는 수종별 임목생장량을 조사하여 지위지수 분류곡선에 의거 지위지수를査定하였다.

다. 토양요인 조사

0.16ha의 표준지 내에서 경사면 방향으로 지표를 교란시키지 않은 자연상태에서 가로 1m, 세로 1m, 깊이는 암반이 나올 때까지 판 후, A층, B층으로 구분하여 낙엽층의 유무, 토색, 토성, 토양구조, 건습도, 견밀도 등을 조사하였다.

2. 수치산림입지도 완성

수치산림입지도는 전국 산지를 대상으로 산림입지조사를 실시한 후 1:25,000의 지형도(813도엽) 상에 입지 및 토양의 특성을 대표할 수 있는 기호로 표시한 정보체로서, 2000~2003년까지 4년간에 걸쳐 구축 완료하여 산림청 산림종합정보관리시스템에 연계하였다.

수치산림입지도는 입지 및 토양 그리고 임목에 대한 40여개 인자의 정보와 약 18만개의 레코드를 가지고 있는 방대한 데이터 창고이다. 이렇게 방대한 수치산림입지도 데이터를 지역적, 국소적으로 이용하고자 할 때 사용상 어려운 점이 예상되어 보다 편리하게 사용하기 위한 수치산림입지도 관리프로그램도 3년여의 개발기간을 거쳐 구축하였다.

유럽의 임업선진국들인 독일, 핀란드 등은 산지에 관한 입지 및 토양정보를 각국의 실정에 맞도록 임업경영에 활용하고 있으며, 국가기관에서는 이 자료를 바탕으로 다양한 정보와 정확한 임업컨설팅을 제공하는 등 수치산림입지도의 이용률이 점점 높아지고 있는 추세이다.

이제 수치산림입지도의 구축이 완료된 우리

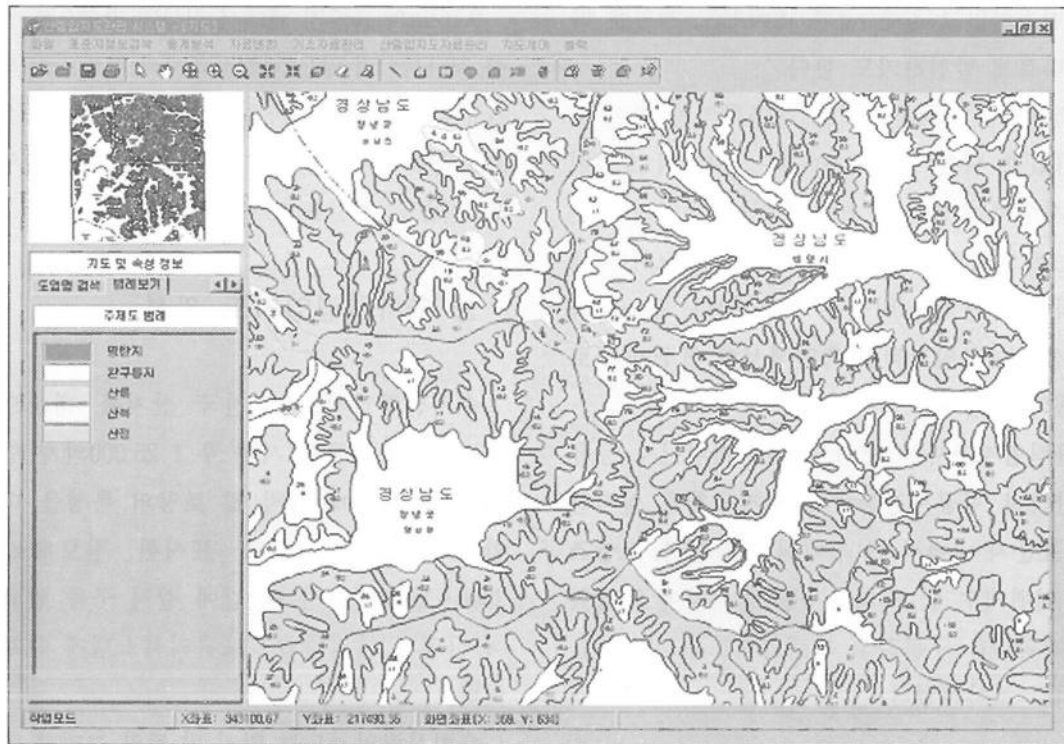


그림 2. 수치산림입지도; 경남 창녕군

나라도 지속적인 산림경영 기반을 확립하기 위하여 수치산림입지도의 효율적 활용방법에 대한 연구가 보다 활발히 이루어져야 할 때이다.

3. 수치산림입지도의 속성정보

수치산림입지도의 속성정보는 산림입지환경, 토양환경 그리고 임목생장량으로 구분하여 구축되어 있다.

산림입지환경 속성자료는(표 1) 14개인자로, 1개의 Polygon에 대한 주변 환경조건을 표현해주는 인자들로 모암, 경사, 지형, 표고, 방위 등 토지이용에 관한 기본적인 산림 정보를 제

공하는 중요한 인자들이다.

산림토양환경요인의 속성자료는(표 2) 15개 인자로 Polygon별로 토양의 종류, 토양의 발달과정, 성숙정도, 토양의 성질, 토양상태 등에 대한 환경정보를 표현해 주는 인자들로 산림입지환경 요인에 비하여 보다 세분화되어 있으며 이를 층위별로 구분하여 DB화하도록 설계되어 있다.

그리고, 임목생장량은 주요 수종별 수령과 수고를 조사하여 임지의 잠재생산력을 추정하고자 하였다. 임목의 생장은 환경요인과 토양환경 조건에 따라 달라지므로 임목이 생육하고 있는 지역의 지위지수를査定하여 그 차이에 따라 평가하고, 이를 기준으로 적수를 선정해

표 1. Polygon별 산림입지환경인자 속성정보

인 자	구 분
모 암	화성암, 변성암, 퇴적암
표 고(m)	100m미만, 100~200m, 200~300m, 300~400m, 400~500m, 500~600m, 700m이상
경 사(°)	15°미만, 15~20°, 20~25°, 25~30°, 30°이상
지 형	평탄지, 완구릉지, 산록, 산복, 산정
기후대	온대북부, 온대중부, 온대남부, 난대
방 위	동, 서, 남, 북, 북동, 북서, 남동, 남서
경사형태	요, 철, 평형사면
풍화정도	상, 중, 하
퇴적양식	잔적토, 포행토, 붕적토
능선대 계곡비	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9/10
토양배수	불량, 보통, 양호, 매우양호
풍노출도	노출, 보통, 보호
침식상태	없다. 있다. 많다
암석 노출도(%)	10%이하, 10~30%, 30~50%, 50~75%
14개 인자	

표 2. Polygon별 토양환경인자 속성정보

인 자	구 분
층위의 경계(cm)	명확, 판연, 점변, 불명
토 심(cm)	1cm단위로 구분
유효토심(cm)	1cm 단위로 구분
토 색	토색첩 구분기준에 의거 구분
유기물	약간있다, 있다, 많다, 아주많다
토 성	사양토, 양토, 식양토, 미사질양토, 미사질식양토, 양질사토
토양구조	입상, 단립, 세립, 견과상, 괴상, 무구조
자갈함량(%)	5%이하, 5~15%, 15~30%, 30~50%
건습도	건조, 약건, 적윤, 약습
견밀도	0.5이하, 0.5~1.0, 1.5~2.5, 2.5이상
균사 및 균근	없다, 적다, 있다, 많다
식물근(초본)	10%이상, 5~10%, 5%미만
식물근(목본)크기	2~5mm, 5~10mm, 10mm이상
식물근(목본)양	10%이상, 5~10%, 5%미만
토양형	26개 토양형으로 구분
15개 인자	

나가야 하므로 이를 평가하기 위한 수단으로서의 수종별 수령과 수고 값은 필수적이라 할 수 있을 것이다.

지위지수 사정을 위한 조사대상 수종은 우리나라 내륙지방에 널리 분포하고 있는 낙엽송, 잣나무, 강원지방소나무, 중부지방소나무, 해송, 상수리와 제주도 및 남부 일부지역에 분포되어 있는 삼나무, 편백의 8개 수종이다.

더욱이, 임목이 생육하고 있지 않거나 금후 벌채 대상지에 대한 임지에 대해서도 그 지위를 평가할 수 있는 입지환경인자에 의한 지위지수도 포함하고 있어 산림입지도는 적지적수 등 산림시업 및 산림경영을 위한 의사결정자료로 활용될 것으로 기대된다.

4. 한국의 산림입지 · 토양 특성

전국산림입지 조사기간 동안 조사된 6,043, 118ha의 한국산림토양에 대한 입지환경, 토양

과 임지생산력(지위지수)을 조사·분석한 결과를 총 정리하여 『한국의 산림입지 : 산림토양』 책자로 발간(2004.12)하여 산주 및 임업인들이 전국 산림의 입지환경·토양정보를 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

본 자료집의 주요 내용인 우리나라의 산림입지환경조건 및 토양특성, 임목생장(지위지수)의 특성을 요약하면 다음과 같다.

1) 산림입지환경 특성

가) 모암

우리나라 산지 내 모암분포는 화강암, 화강편마암, 석회암이 주종을 이루고 있는데 석회암은 주로 강원도, 경상도 일부지역, 화강암 및 화강편마암은 그 외 전국지역 그리고 화산암은 제주도에 분포되어 있으며, 각 모암이 차지하는 면적비율 화성암류 45%, 퇴적암류 28%, 변성암류 27%이다.

나) 경사

우리나라의 산지는 태백산맥이 동으로 치우쳐 있어 동해 쪽은 급경사를 이루고 서해 쪽은 완경사면을 이루는 특성을 가지고 있으며, 집약적인 산림경영이 가능한 25° 미만의 산지가 40%정도인 반면에 경사 31° 이상의 절험지는 31%로 비교적 높은 비율을 점유하고 있어 산림시업의 제한요인으로 작용할 수 있다.

다) 토양배수

토양배수상태는 보통~양호가 91%로 대부분 양호한 특성을 보이나 토양내 통기성 등에



그림 3. 한국의 산림입지 자료집; 2004. 12월 발간

문제를 발생할 수 있는 배수불량지역은 0.6%로 극히 낮은 것으로 나타났다.

라) 퇴적양식

잔적토와 포행토가 88%로서 대부분을 차지하고 있으며 일반적으로 산록하부에 분포하는 붕적토는 12%로 낮게 나타났다.

2) 산림토양 특성

가) 전토심

토양층의 깊이를 나타내는 전토심의 경우 31~60cm가 66%로 높은 비율을 보였으며, 토심 61cm이상의 지역도 25%로 비교적 높게 나타났다고, 건조한 지역에 나타나는 30cm이하의 토양은 9%로 낮게 나타났다.

나) 토성

임목생장에 가장 양호한 토성인 사양토와 양토가 64%로 높게 나타났으며, 토양의 건조 또는 과습에 의하여 임목생육을 제한받을 수 있는 사토 양질사토, 미사질식양토, 식양토~식토 등은 비교적 낮게 나타났다.

다) 토양구조

A층은 대부분 입상구조로 낙엽층의 보호아래 어느 정도 안정된 토양구조를 보이고 있으나, 산불, 벌채, 침식 같은 산림교란이나 건조가 심한지역에서는 세립상구조가 19%로 비교적 높게 나타났다.

B층에서는 견과상이나 괴상구조가 높게 나타나고 있으나, 일부지역에서는 판상이나 원주

상구조도 출현하나 그 비율은 0.3%로 낮게 나타났다.

라) 석력함량

토양 내 2mm이상의 석력함량이 16~30% 정도를 포함하는 지역은 42%로 높게 나타났으며, 5%이하의 석력함량을 보이는 지역도 21% 정도로 나타났다.

마) 건습도

약건지역이 52%로 높게 나타나, 대륙성 건조기후 조건에 영향을 받고 있는 우리나라의 수분환경 조건을 대변하고 있으며, 비교적 산정지역이나 능선부에 나타나는 건조지역도 29%로 나타났다. 반면에 임목생육조건에 양호한 적윤지도 19%로 나타났다.

바) 건밀도

B층의 토양건밀도는 심송~송, 연지역이 66% 분포하는 것으로 나타났고, 임목의 정상적인 뿌리생육에 영향을 줄 수 있는 건이나 강건지역도 34%로 비교적 높게 나타났다.

사) 토양형 분포

토양군별 분포비를 살펴보면 갈색산림토양군이 전체의 89%로 우리나라 대부분의 산지에 분포하는 것으로 나타났다.

퇴적암인 석회암이나 사암 등과 같은 퇴적모재로부터 형성되는 암적색산림토양군은 7%정도로 갈색산림토양군 다음으로 높은 비율을 점유한 반면에 적황색산림토양군이나 회갈색산

림토양군, 화산회산림토양군 등은 1%이하의 낮은 비율을 점유하였다. 특히 갈색 산림토양군 중 갈색건조산림토양형(B₁)과 갈색약건산림토양형(B₂)은 갈색산림토양군 중 68%로 가장 널리 분포하는 산림토양형으로 나타났다.

3) 수종별 임목생장

전국에 분포한 주요 조림수종을 대상으로 수종별로 수고와 수령을 조사하여 수종별 지위지수를 사정한 결과를 요약하면 다음과 같다.

낙엽송은 전국에 분포하고 있으며, 평균수고는 16m, 임령 25년으로 지위지수는 중(14)으로 나타났다.

잣나무는 경기, 강원에 주로 분포하고 있으며, 평균수고는 11m, 임령 22년으로 지위지수는 중(14)으로 나타났다.

소나무는 전국에 분포하고 있으며, 평균수고 11m, 임령 29년으로 지위지수는 하(8)로 나타났다.

상수리나무는 제주도를 제외한 전국에 분포하고 있으며, 평균수고 12m, 임령 26년으로 지위지수는 중(15)으로 나타났다.

해송(곰솔)은 서울, 광주, 충북을 제외한 지역에 분포하고 있으며, 평균수고 10m, 임령 28년으로 지위지수는 하(10)로 나타났다.

신갈나무는 산악지역이 많은 경기, 강원, 전북, 경북, 경남에 분포하고 있으며, 평균수고 14m, 임령 34년으로 지위지수는 중(14)으로 나타났다.

리기다소나무는 충남, 전북, 전남, 경기도에 분포하고 있으며, 평균수고 12m, 임령 28년으

로 지위지수는 중·하(8)로 나타났다.

삼나무, 편백은 제주도에 대부분 분포하며, 지위지수는 하(10)로 나타났다.

5. 수치산림입지도 활용방안

국토면적의 2/3를 차지하고 있는 산지의 정보를 수집·분석하여 체계화하는 일은 국토를 관리하기 위한 첫 단계 작업이라 할 수 있을 것이다.

산림입지도는 이러한 관점에서 볼 때 매우 큰 의미를 가지고 있다. 1개의 Polygon에는 산지의 입지환경조건, 산림토양환경요인, 분포되어 있는 주요 수종의 임목생장량 등 50여 개 이상의 속성정보를 포함하고 있어 과학적인 산림경영을 위한 기본 자료로서 뿐만 아니라 국토를 합리적으로 이용·관리하기 위한 의사결정의 기초 자료로 활용될 수 있기 때문이다.

특히, 1992년 리우환경 선언은 산림이 갖는 생산적 기능에 못지않게 숲과 인간이 상생할 수 있는 공익적 기능에 보다 많은 관심을 갖도록 하는 계기가 되었다. 산림의 공익적 기능인 水資源함양기능, 산사태 등의 산지재해방지 기능, 산림휴양기능 등으로써 산림이 갖는 공익적 기능 뿐 만 아니라 본래의 산림이 갖는 생산적 기능인 지역별, 토양조건별 적수 선정 기법, 입지환경을 고려한 최적 임도망 선정 등을 위한 보다 효율적 방안을 강구하기 위해서는 무엇보다도 산림의 입지환경 및 토양조건 등 산지의 기본정보들을 체계적으

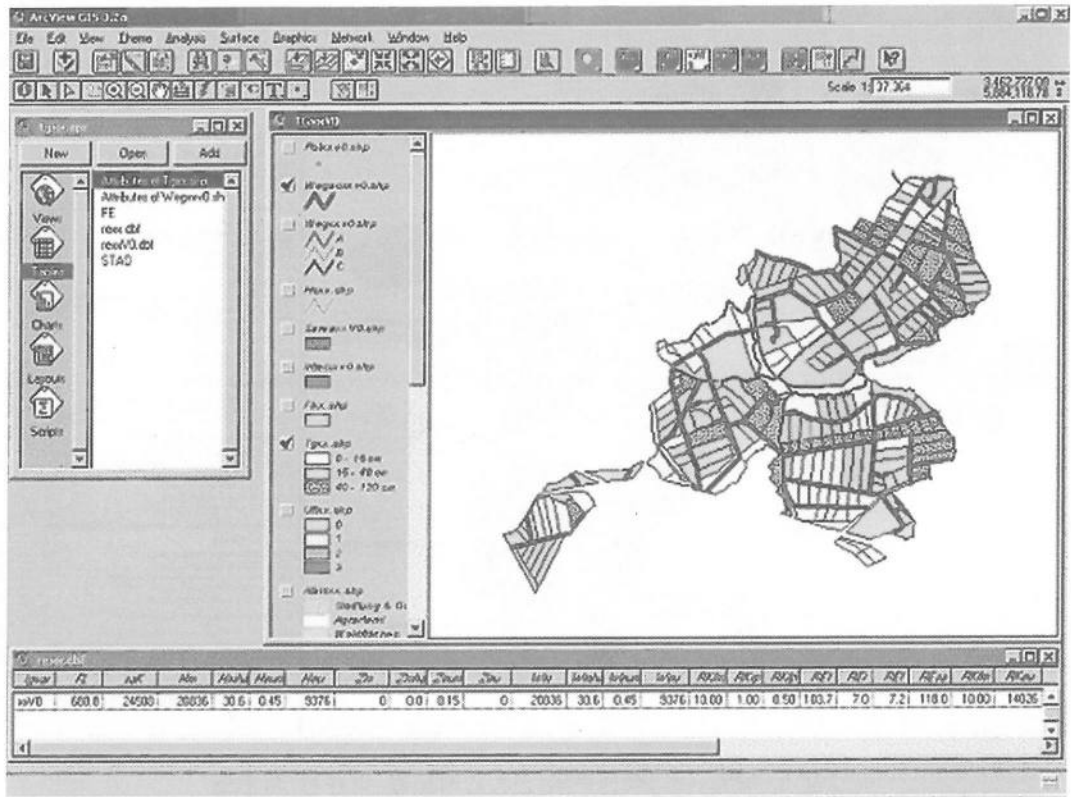


그림 4. 산림입지도와 GIS를 이용한 임도망도

로 관리·이용함으로써 가능하게 될 것이다.

맺음말

전국 산림입지조사가 끝난 현시점에서 돌이켜보면 몇 가지 아쉬운 점이 남는다. 조사 계획 수립 시 전국의 조사대상 임지 550만 ha를 매년 110만ha 씩 조사하여 5년 만에 완료하겠다는 무리한 계획은 결국 조사계획의 수정을 불가피하게 하였으며, 지역별 토양 특성을 파악하기 위한 표준조사지역의 토양시료를 채취·분석하지 못한 아쉬움 점이 있으

나, 한편으로는 세계에서조차 찾아볼 수 없는 입지환경요인, 토양요인, 임목생장량 등의 수많은 데이터를 polygon 별로 구축한 자료를 갖추게 되었다는 자부심도 갖게 하는 큰 조사사업이었다.

그 동안 10년간에 걸친 산림입지조사는 전국의 산지를 대상으로 산림입지환경 뿐만 아니라 산림토양환경의 특성을 DB(자료구축)화함으로써 산지의 특성을 분류하고 임지생산능력을 파악할 수 있는 기초자료로써의 기반 조성을 가능하게 하였다.

산림입지조사 결과 구축된 수치산림입지도

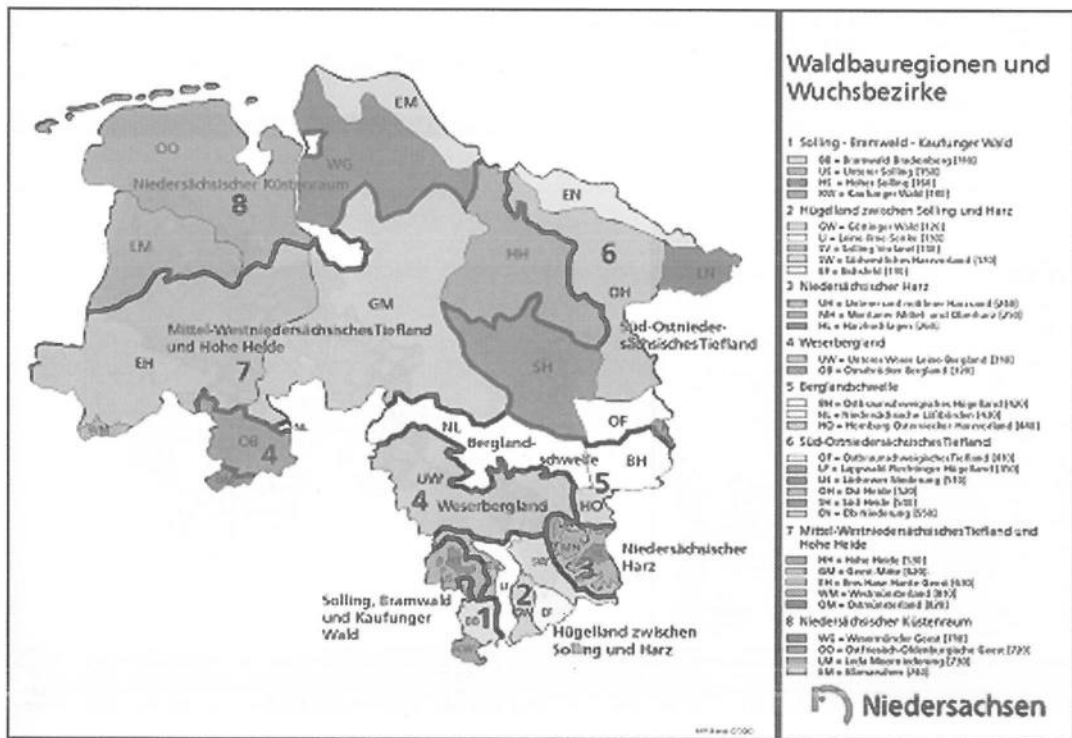


그림 5. 독일 니더작센주의 산림입지도를 이용한 적수도

는 기 구축된 수치임상도, 수치 산림이용기본도와 함께 FGIS(산림지리정보체계)와 연계 구축되어 상호간 도면검색 및 결합이 가능하며, 자료공유 및 정보체계구축이 가능할 뿐 만 아니라, 다양한 축척과 크기의 도면 출력 또한 용이하도록 설계되어 있어 금후 과학적인 산지관리를 위한 각종 계획 수립에 효과적으로 이용하게 될 것이다. 또한 수치산림입지도는 국가간, 부처간, 연구기관, 대학 등 국토정보를 원하는 모든 이에게 국가 GIS망에 연결된 개인용 컴퓨터를 통하여 제공됨으로써 산림의 지속가능한 보전과 개발이 조화되는 산지이용질서를 확립할 뿐 만 아니라, 나아가 국토자원의

효율적인 이용·관리체계를 수립하는 데에도 그 일익을 담당할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 鄭鎭炫·金泰勛·具教常·車淳馨. 1995. 韓國의山林土壤分類および褐色山林土壤群の性質と林木生長. 日本土壤肥料學會誌, 65: 483-492.
2. 鄭鎭炫·金泰勛·李忠和. 1994. 韓國の山地に分布する赤・黄色および暗赤色土壤群の性質と林木生長. 日本土壤肥料學會誌, 65: 493-502.

3. 정진현 · 구교상 · 이충화 · 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91: 694-700.
4. 정진현, 김춘식, 구교상, 이충화, 원형규, 변재경. 2003. 한국산림토양의 모암별 이화학적 특성. 한국임학회지 92(3): 254-262.
5. 정진현, 원형규, 김인호. 2004. 한국의 산림입지 -산림토양- . 산림청 · 국립산림과학원 연구보고 '04-06 pp621.
6. 강영호 · 정진현 · 김영걸 · 박재욱. 1997. 수치지형해석에 의한 온대중부림의 적지적수도 작성. 한국임학회지 86: 241-250.
7. 김태훈 · 정진현 · 구교상 · 김규현 · 차순형 · 김준섭 · 이충화 · 구창덕. 1988. 산림토양분류에 관한 연구. 임업연구원 연구보고 37: 19-34.
8. 久馬一剛 · 佐久間敏雄 · 庄子貞雄 · 鈴木皓 · 服部勉 · 三土正則 · 和田光史. 1993. 土壤의 事典. 朝倉書店. 566pp.



수치산림입지도의 효율적인 활용방안 제시

안 병 영

한국산지환경조사연구회

산림입지조사는 1988년부터 2002년까지 15년간 산림공무원의 기술과 피와 땀이 섞인 노력의 결정체로서 임업사에 길이 남을 위대한 업적입니다. 80년 후반에 입사한 산림공무원 모두는 산림입지조사와 교육을 접하지 않은 공무원은 없을 것으로 생각된다.

임업기술이 총 집결된 산림입지조사 총설이 발간된다고 하니 무엇보다도 현지에서 정확한 조사를 위하여 고생하신 산림청과 각 지방 산림관리청 및 도, 시, 군 현지조사 요원님들의 노력하시던 모습과 기술지도에 전념하신 국립산림과학원 임지보전과 직원과 산림입지조사 추진을 위하여 모든 지원을 아끼지 않고 지도하여 주신 산림청 산지정책과, 정보통계과 직원에게 감사를 드립니다.

21c의 임업사에 길이 남을 큰 업적인 산림입지도의 큰 틀은 임업전반에 걸쳐 활용 보급하는데 큰 의미를 “부여”하면서 산림입지도의 효율적인 활용방안을 제시코저합니다.

- 산림시책 및 산림영향평가와 국토관리 기본 계획에 활용
- 산림과 관련된 각종 시업계획수립의 기초자료로 활용
- 산림입지환경과 토양형에 따른 적지적수에 의한 조림수종 선택

- 임지생산력 파악으로 임지가치 평가에 활용
- 임지보전 및 임지비배, 토양관리방법 제시
- 양묘수급 계획수립에 기초자료 제공

산림환경을 구성하는 주요 인자는 산림토양과 입지환경 그리고 식생이라고 할 수 있으며 이들 산림생태환경인자는 서로 뗄 수 없는 상관관을 이루면서도 독자적인 특수영역과 중요성을 가지며 발전되어 가고 있다.

특히 산림입지조사는 산림시책 및 산림영향평가와 국토관리의 기본계획 수립에 필수적인바, 이에 따른 단계별분야에 대하여 깊은 연구와 전문인력이 필요하며, 주요업무인 항공사진판독의 생력화, 현지조사기법의 정확도, 지위지수판정 대상수종의 확대, 지위지수판정기법의 간소화, 측정기기의 첨단화, 도면작성의 숙련도 제고, 기본자료의 전산화 및 GIS망 구축 등 분야별 연구와 전문인력 확보 및 후진 양성이 요청되고 있다.

산림입지조사 자료는 산림환경정보시스템 구축 및 적지적수도 작성에 있어 가장 기초가 되며 임지의 토양성질과 상태를 정확하게 조사, 임지의 잠재생산력을 파악하고 토양유형별로 분류, 도면화함으로써 산림조성의 기반구축은 물론 산림시업의 기초자료 제공과 국가 GIS망 구축과 연계 산림생태계의 구성요소인 토양,

지위, 지리 등 입지환경에 대한 종합적인 산림 정보시스템을 구축함으로써 과학적인 산림경영을 도모할 수 있다.

다가올 21c는 정보화 사회다.

국가지리정보시스템(GIS) 구축과 연계한 우리 산림분야도 21c를 목표로 산림의 과학적이고 효율적인 관리기반 조성을 위하여 전국의 산림을 대상으로 산림지리정보시스템(FGIS) 구축에 심혈을 기울이고 있다.

산림지리정보시스템 및 적지적수도 작성에 있어서 무엇보다도 가장 기초가 되는 것이 산림입지조사라 할 수 있다.

산림입지조사는 조사 대상지의 1/12,500지형도를 기도로 하여 항공사진상에서 지형, 경사, 배수상태, 퇴적계, 침식, 천연식생, 색조, 모암, 토지이용상태 등을 고려하여 산림의 입지를 구획한 다음 표준지를 선정, 입지환경 및 토양에 대한 조사를 실시하여 토양형과 지위지수 및 지리급 등을 나타내는 산림입지도를 작성하

로 입지의 잠재생산 능력을 파악하고, 산림토양유형별로 토양형을 분류, 도면화 함으로써 산림자원 조성의 기반 구축은 물론 산림사업의 기초자료 제공과 입지환경에 대한 종합적인 산림정보시스템을 구축함으로써 과학적인 산림경영을 도모할 수 있다.

현재 우리 임업이 처해있는 현실이 비록 어렵고 힘들지만 임업이 경쟁력 있는 산업으로 성장하는 새로운 전기를 마련하기 위해서는 우리 임업인 모두가 임업이 처한 현실을 직시하고 현명하게 대처해 나아 갈 때 다가오는 21세기는 희망찬 산림복지국가를 기대해도 좋지 않을까 생각한다.

명실상부 산림입지조사로 산림입지환경 자료 및 도면의 수치화가 완료되어 우리나라 산림의 종합적인 기초자료는 반석 위에 놓이게 되었다. 수치산림입지도를 적절하게 활용하면 저비용과 고효율의 효과가 증대될 것이다.

일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(IV)

-수변관리구역 설정에 관한 사회적 문제-

전 근 우

강원대학교 교수

1. 서 론

지금까지 세 차례에 걸쳐 수변지역의 구조와 기능에 관한 기본적인 사항, 수변지역·수변림 관리의 기본적인 사항 및 수변지역의 보전과 이용(전근우, 2002), 수변림의 갱신형태, 생태계를 배려한 수변지역의 취급방법 및 수변림의 복원기술(전근우, 2003), 방재적 입장에서 수변림의 취급방법과 평가(전근우, 2004)에 대하여 보고하여 왔으며, 이번에는 마지막으로 「수변관리구역 설정에 관한 사회적 문제」에 대하여 정리하였다.

수변지역을 실제로 보전·복구하거나 개발을 규제할 때, 일정 구역을 설정하여 이들 행위를 실시하게 되며, 이 구역을 수변관리구역이라 한다. 이 경우 수변관리구역을 누가 어떠한 범위와 목적으로 설정하고, 어떻게 보전·관리할 것인가는 지역의 상황에 따라 주민이나 관계기관을 포함하여 다양한 형태로 협의할 필요가 있다(柿澤, 1994). 한편, 이 연구는 산림청에서 지원하는 2002년도 임업용역연구 「환경친화적인 사방공법 정립에 관한 연구」에 의해 진행된 연구결과(산림청, 2002)의 일부이다.

2. 수변지역의 관리는 하천구역과 주변부의 폭 넓은 협력관계가 구축되어야 한다.

수변지역의 관리는 하천구역 내에서 완결되는 것이 아니기 때문에 하천구역 이외의 토지 이용제도·정책이나 소유권과의 조정을 피할 수 없다. 특히 농지법과 같이 전용과 소유권이전을 엄격하게 규제하고 있는 경우는 수변지역 관리에 제약요인으로 작용하며, 실제로 다양한 환경보전정책에 비해 수변지역을 구체적으로 관리하는 방안이 거의 없는 것이 문제이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 다른 지방자치단체와의 협력하여 기존의 제도를 최대한 활용하여야 하며, 해결되지 않는 부분에 대해서



그림 1. 수변지역 관리를 둘러싼 협력관계

는 각 지역별로 독자적인 정책을 만들어 내어야 한다. 사유권의 제한도 염두에 둘 필요가 있지만, 정책적인 유도와 자발성을 확보하는 일이 선행되어야 한다.

한편, 도시녹지 등에 대해서는 상당히 이전부터 주민 참가나 토지소유자와의 협력 면에서 보전정책이 진행되고 있고, 봉사조직도 발족되어 있기 때문에 이를 시범적 사례로 연대하는 것이 중요하다.

3. 수변지역을 지역의 공유 재산으로 한다.

주민이 수변지역을 지역의 공유재산으로 인식하게 되면, 적극적으로 수변지역의 관리에 관여하게 되기 때문에 수변의 이용이나 지역의 환경자원으로의 재인식 등과 같이 수변지역을 공유재산으로 인식하는 계기를 마련하도록 한다. 또한 주민의 협력 없이는 수변지역의 세심한 관리는 불가능하기 때문에 주민이 수변지역 관리의 계획·실행에 참가하도록 하여 수변지역에 대한 관심을 갖게 하며, 관리에도 적극적으로 관여하는 의식을 갖게 한다.

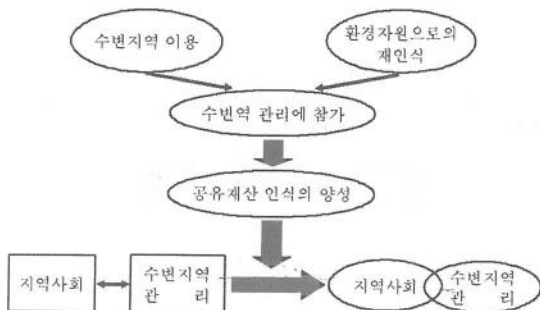


그림 2. 지역과 일체가 되는 수변지역

한편, 자기주장만 강조하는 주민은 수변지역의 관리로부터 배제되어 있다는 것이기 때문에 수변지역을 지역의 공유재산으로 인식하고 재산의 소유자로서의 의식을 갖게 하여 적극적으로 관리에 참가하도록 한다.

4. 수변지역의 관리는 주민·지방자치단체·하천관리자 등 3자가 협력해야 한다.

일상적으로 수변을 친밀하게 이용하고, 수변지역의 관리에 참가하며, 상황을 모니터링 하는 주민은 수변지역의 관리에 필요한 세심한 요구내용, 관리 실행, 지속적인 모니터링을 할 수 있다. 따라서 지역 환경자원관리의 행정 중심적 역할을 하는 지방자치단체는 수변지역을 보다 지역에 밀착시키고, 효율적으로 기능하도록 공원·환경행정 등과 횡적 연결을 이루도록 하여야 한다.

또한 사업을 실행하는 기술자 집단인 하천관리자는 수변지역이 지역의 환경재로서 유효하게 기능하도록 지역을 돕고, 하천구역내의 사업을 정리하도록 한다. 즉 이상의 3자가 각각

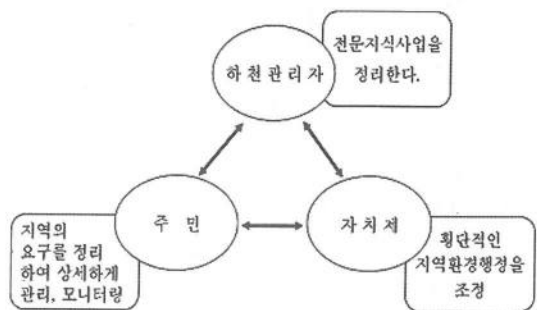


그림 3. 수변지역의 역할분담에 기초한 협력관계

의 특징을 살려 협력관계를 형성하는 것이 수변지역의 설정·계획·실행단계에서 매우 중요하다.

5. 리더를 발굴하고, 육성하여야 한다.

주민·지방자치단체·하천관리자의 협력을 기본으로 수변지역을 관리하기 위해서는 리더십이 필요하다. 따라서 자연발생적으로 리더가 나타나지 않는 경우에는 리더를 발굴·육성하여야 하며, 경우에 따라서는 스스로 리더의 역할을 하는 것이 중요하다. 리더의 종류로는 지방자치단체의 직원이 리더가 되는 지방자치단체 주도형, 주민(단체)이 리더가 되는 주민 주도형, 하천관리자가 리더가 되는 하천관리자 주도형으로 분류할 수 있다. 이 중에서 어느 것이 바람직한가를 단적으로 말할 수는 없으며, 지역의 상황에 따라 결정하여 리더십이 적절하게 발휘되도록 한다.

리더는 다른 주체와의 관계를 충분히 인식한 후에 그 장점을 살리게 되면 최선의 리더십이

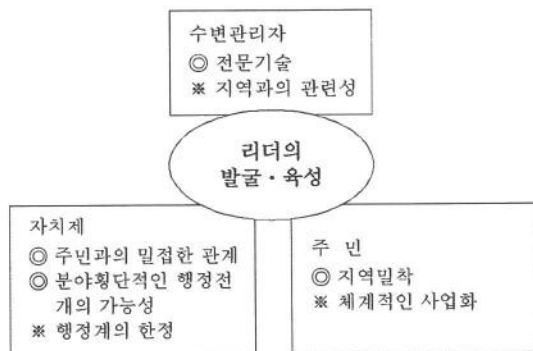


그림 4. 각 주체별 이점과 결점을 살린 리더십 발휘

발휘될 수 있다. 예를 들어 지역사회와의 연결이 적은 하천관리자가 리더십을 가질 경우 정보를 적극적으로 알려주므로서 주민참가를 유도하는 것이 효과적이며, 하천관리자나 지방자치단체의 직원이 리더십을 가질 경우는 전근이나 이동에 의한 공백을 피하기 위한 조치가 필요하다.

6. 주민참가는 처음부터, 그리고 주민참가의 종점은 없다.

수변지역을 설정·관리하는 과정에 주민이 참가하는 경우에는 가능한 한 빠른 단계부터 참가하는 것이 중요하다. 즉 출발점을 공유하지 않으면 주민과의 신뢰관계가 구축되기 어려워져 행정계획 상담이 시작되는 단계에서 「이미 결정되어 있다」는 불신감을 주민이 갖게 되는 경우가 많아 이를 불식시킬 필요가 있다. 더욱이 도중에 중요 이해 당사자가 참가하면 더 한번 정보를 공유하여 반대의견을 해결해야 하기 때문에 처음부터 중요 이해 당사자가 참가할 수 있는 기회를 갖게 하는 것이 중요하다.

수변관리에는 종점이 없다. 세심한 관리는

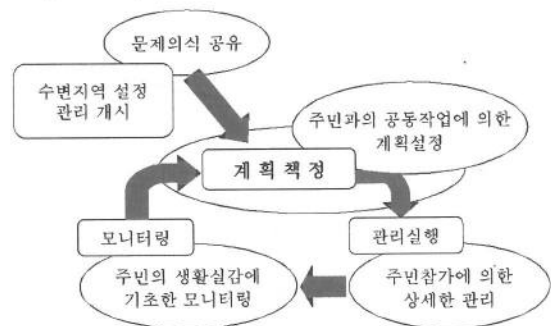


그림 5. 주민참가의 과정

계속적으로 필요하며, 사회나 주변 환경의 변화가 수변지역에 미치는 영향을 파악하고, 새로운 대책을 마련하여야 할 경우가 많다. 즉 일상적으로 수변지역을 이용하는 주민의 참가 없이 이 과정을 지속하는 것은 불가능하다.

7. 하천관리자가 주민참가를 실시할 경우 주의해야 할 것.

갑자기 수변지역계획을 제시하거나 의견을 단기간에 마감하는 등 주민이 갑자기 라고 느끼게 하는 것은 주민이 대응할 수 없게 할 뿐만 아니라 불신감을 갖게 하는 원인이 된다. 따라서 성실하게 정기적으로 정보를 교환하는 여유를 갖는 것이 중요하다. 주민의 의견을 듣는 기회를 갖더라도 그것이 어떻게 반영되었는가를 알지 못한다면 참가의욕이 꺾이고 불신감을 양성하는 원인이 된다. 즉 주민이 이해할 수 없는 블랙박스를 만들어서는 안 되며, 본심을 서로 이야기할 수 있는 일상적인 신뢰관계를

가 구축되어야 한다.

따라서 주민과 지방자치단체가 상호간에 학습하여야 한다. 다양한 가치관이 있다는 것을 전제로 상호이해를 증진하고, 다양성의 장점을 살린 방향성을 만들어 내어야 한다. 이러할 때 다양한 사람들이 참가하기 때문에 판단을 내리기 위한 정보 베이스가 크게 넓어질 수 있다.

8. 유역 네트워크를 넓힌다.

수변지역을 관리하는 데에는 유역적 시야가 필요하며, 유역을 단위로 한 종합적인 노력이 필요하다. 즉 유역단위의 노력은 우선 네트워크를 형성하는 것이다. 지금까지 별개의 수변지역을 대상으로 활동을 하고 있던 주민이나 지방자치단체를 상호교류나 정보교환을 할 수 있는 방안을 마련하여 유역단위로 노력하여야 한다. 또한 이상의 교류를 기초로 하여 유역내의 연관을 갖는 각 지역의 노력, 사업이나 정책 등을 상호 조정한다.

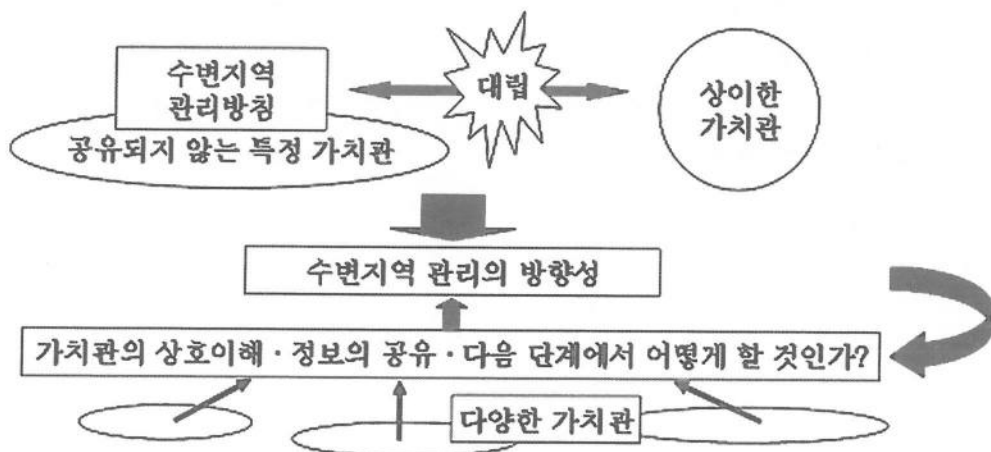


그림 6. 대립구도(상)와 참가자의 다양성을 살린 수변지역 관리(하)

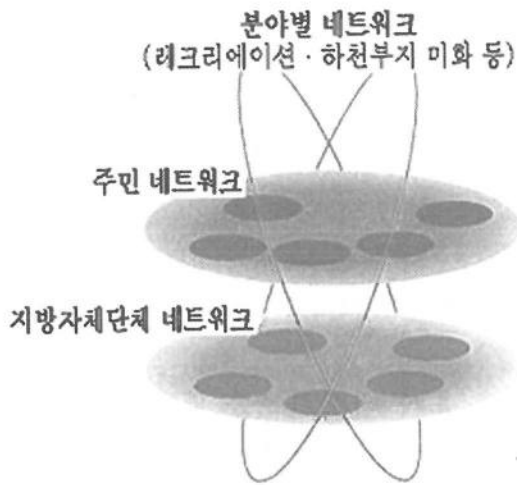


그림 7. 유역의 종합 네트워크



그림 8. 유역의 조감도

유역 네트워크의 형성은 각 지방자치단체 수준에서 진행되고 있으나, 이를 초월하여 연대하는 것이 중요하며, 또한 관심별 수준을 초월

한 네트워크를 형성하는 중요하다. 이상은 모두 인적자원이 풍부하고, 관심이 높은 수준이나 분야가 리더의 역할을 하여야 한다.

참고문헌

- 전근우. 2002. 일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(I) -구조와 기능, 관리, 보전과 이용을 중심으로-. 산지환경 5 : 34-42.
- 전근우. 2003. 일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(II) -수변림의 갱신형태, 취급방법 및 복원기술을 중심으로-. 산지환경 6 : 33-41.
- 전근우. 2004. 일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(III) -방재적 입장에서 수변림의 취급방법과 평가-. 산지환경 7 : 28-34.
- 산림청. 2002. 환경친화적인 사방공법 정립에 관한 연구. 453pp.
- 砂防學會. 1999. 水邊域ポイントブック -これからの管理と保全-. 古今書院. 60pp.
- 柿澤宏昭. 1999. アメリカ合衆國における流域管理 -ワシントン州における流域管理を中心に-. 水利科學 43(1) : 1-18.

논 단

중국의 산림피해 및 대기오염 실태

이 충 화

국립산림과학원

1. 들어가는 말

최근 유럽과 북미에서는 산림쇠퇴현상이 급속히 확대되어 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 동아시아 지역에서는 일본의 삼나무림과 전나무림을 비롯하여 중국 馬尾松(Pinus massoniana)림의 고사 및 쇠퇴가 보고되고 있다. 현재, 우리나라에서는 산성강하물에 의한 대규모의 산림피해는 아직 보고된 바 없으나, 산성비 등의 산성강하물이 토양에 유입되면 장래에 토양이 산성화되어 산림생태계에 악영향을 미칠 가능성이 우려되고 있다.

한편, 중국의 대기오염은 총 오염물질 발생량을 기준으로 볼 때 세계 10대 오염도시 중 9개 도시가 산재해 있고, SO₂발생량은 중국, 한국, 일본, 북한, 대만의 동아시아 5개국 총 발생량의 85% 차지하고 있을 뿐 아니라, 최근 중국의 산업화 및 도시화와 함께 에너지 소비량의 증가에 따른 대기오염물질 방출량이 급격히 증가추세에 있다(그림 1, 2). 이로 인하여 중국 각지에서 산림쇠퇴가 보고되고 있으며, 특히 사천성(四川省) 중경시(重慶市) 남산(南山)의 약 2,000ha의 마피송림이 1982년경부터 쇠퇴 현상을 보이기 시작하여 현재에는 완전히 고사할 직전에 있다. 따라서 중국의 도시화와

공업화로 인해 발생하고 있는 황산화물, 질소산화물 등 이동성 대기오염물질이 우리나라로 이동하여 산성비 및 토양산성화의 원인을 제공하고 있다. 본고에서는 중국의 대표적인 공업화지역인 유주시(柳州市)와 태원시(太原市)의 산림피해 및 대기오염 실태를 소개하고자 한다(그림 3, 4).

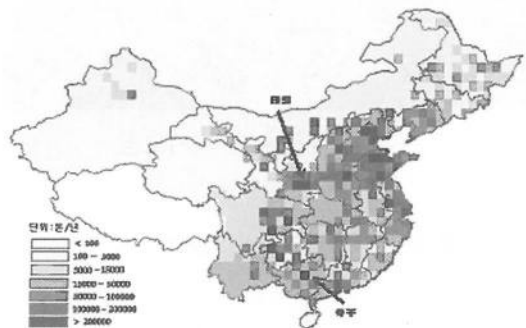


그림 1. 중국의 이산화황(SO₂) 방출량

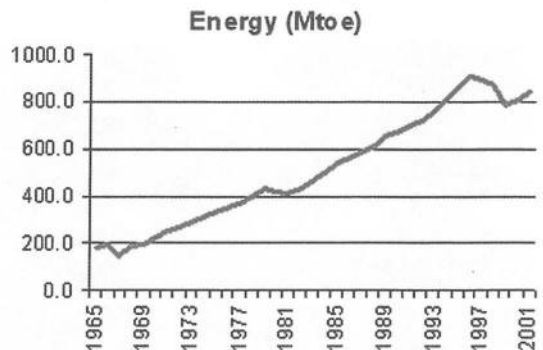


그림 2. 중국의 에너지 소비량 증가 추세
(Mtoe: million tons of oil equivalent)



그림 3. 유주시의 대기오염



그림 4. 태원시의 대기오염

2. 중국의 산림피해 실태

유주시의 대기오염물질에 의한 수목의 피해증상을 조사한 결과, 수목의 가시피해 증상은 수



그림 5. 장자송 피해

관하부부터 시작하는 잎의 황화현상 및 흰색반점 등의 피해증상이 장자송, 마미송, 유차 및 소철 등 여러 수종에서 관찰되었다(그림 5~8). 또한 조기낙엽과 이로 인한 엽량감소도 현저히 나타났으며, 심할 경우에는 식물 전체가 고사하였다.



그림 6. 마미송 고사



그림 7. 유차 피해



그림 8. 소철 피해

3. 대기오염 및 산성비 실태

3-1. 이산화황(SO₂) 농도

대기중 이산화황 농도(2002년)는 유주시 도시지역에서 70ppb, 산림지역 30ppb, 태원시는 도시지역에서 129ppb, 산림지역 56ppb로 이 둘 지역 모두 산림지역에 비해 도시지역에서 2.5배 이상 높게 나타났다(그림 9). 도시지역에서의 농도뿐만 아니라 산림지역에서의 이러한 결과는 우리나라 대기환경기준인 20ppb와 식물의 생리적 장애를 일으키는 농도인 10ppb보다도 현저히 높은 수준이다. 따라서 중국에서는 이산화황에 의한 수목 및 식물피해가 매우 우려되고 있으며, 이러한 고농도의 아황산가스가 대기중에서 황산이온으로 변하여 산성비의 주된 원인이 되는 것으로 나타났다.

3-2. 이산화질소(NO₂) 농도

또한 2002년도 대기중 이산화질소 평균농도는 유주시 및 태원시 도시지역과 산림지역이

모두 5ppb이하로 우리나라 대기환경기준인 50ppb, 식물의 생리적장애가 나타나는 30ppb보다 매우 낮게 나타나 아직까지 이산화질소에 의한 수목 및 식물피해는 없는 것으로 분석되었다(그림 10). 그러나 이산화질소의 주요 발생원인 자동차의 배기가스라는 점을 감안할 때 현재 자동차가 급속히 증가하고 있어 급후 계속적인 조사가 필요할 것으로 판단된다.

3-3. 산성비 실태

중국의 산성비(산성비 기준 : pH 5.6 이하) 강하면적은 전국토의 약 40%로 중경, 귀양, 유주 등 서남부 지역에 산성비가 집중적으로 내리고 있으며 최근에는 북경, 청진, 청도 등 북부지역으로 확산되고 있는 실정이다(그림 11).

유주시의 연평균 강수 pH는(2002년) 도시지역 4.3(4.0~5.0), 산림지역 5.0(4.4~6.6)으로서 도시와 산림지역간의 차이가 현저히 나타났다(그림 12). 월별 강수 pH는 유주의 도시지역과 산림지역 모두 난방연료 사용량이 많은 동절기

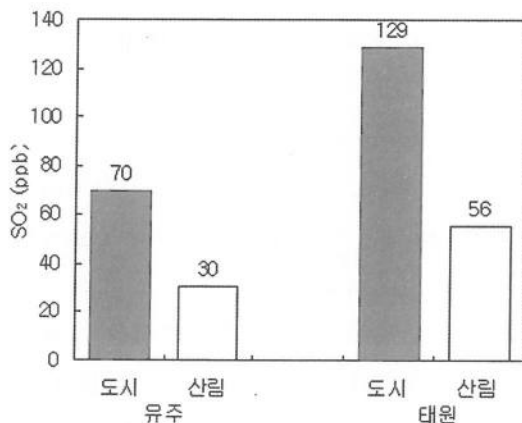


그림 9. 유주시와 태원시의 이산화황(SO₂) 농도

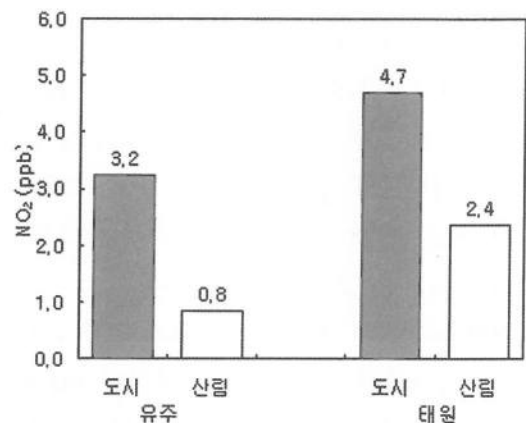


그림 10. 유주시와 태원시의 이산화질소(NO₂) 농도

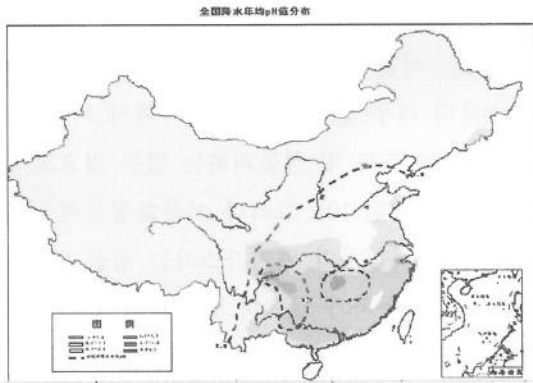


그림 11. 강수 pH도

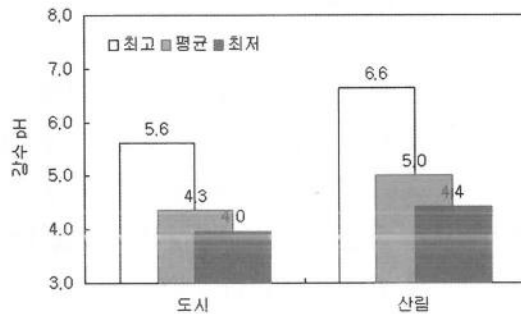


그림 12. 유주시의 도시와 산림지역 강수 pH

에 pH가 낮게 나타나, 황산화물 발생량에 따른 강수의 산성화 경향이 계절적으로 뚜렷하게 나타났다. 또한 도시지역에서의 강수 pH 및 산성비(pH 5.6이하) 빈도를 분석한 결과(그림 13), 1996년부터 2002년까지 평균 강수 pH는 5.3이었으며, 2001이후 강수의 산성화가 심각한 것으로 나타났다. 산성비 비율은 1996~2000년까지 평균 63%이었던 것이 최근에는 98%이상 산성비인 것으로 조사되었다.

한편 태원시의 2002년도 연평균 강수 pH는 도시지역 pH 4.1(3.9~5.3), 산림지역 pH 4.8(4.3~5.6)으로 분석되었으며(그림 14), 산성비 빈도는 도시지역이 97%, 산림지역이 81%로

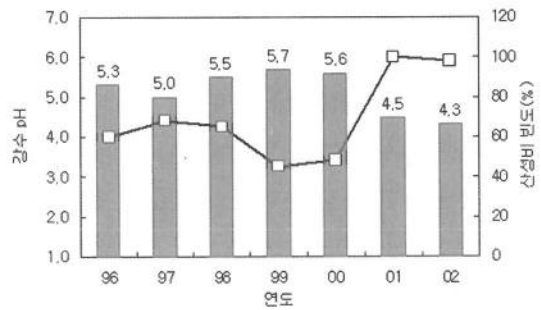


그림 13. 유주시 도시지역의 강수 pH 및 산성비 빈도의 경년변화

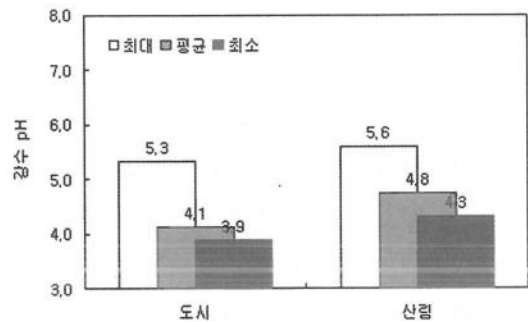


그림 14. 태원시의 도시지역과 산림지역의 강수 pH

도시지역은 물론 산림지역에서도 산성비 피해가 심히 우려되는 수준이다.

4. 산림토양의 산성화 실태

유주시는 대부분 석회암을 모암으로 생성된 토양으로 원래 토양의 pH는 중성 알칼리성이 나타나게 되는데, 유주시 도시지역의 토양산도는 그림 15에서와 같이 pH 4.2로 매우 산성화되어있다. 유주시와 같이 석회암을 모암으로 생성된 우리나라 암적색산림토양(pH 6.1~6.5)에 비하면 토양산도는 80배 이상 높게 나타났다. 이러한 원인은 유주시가 광서성에서 제

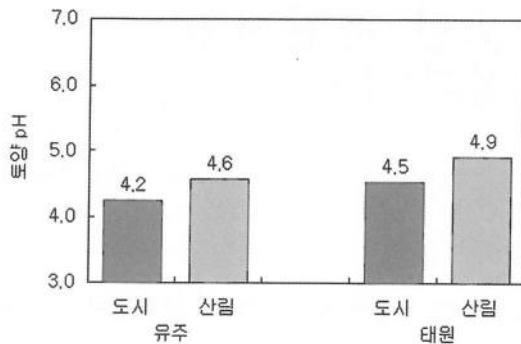


그림 15. 유주시와 태원시의 토양 pH

일 큰 공업도시로 철강, 자동차, 기계, 방직공장 등이 밀집되어 있어 석탄과 석유 등 에너지 소비량이 많기 때문에 연소과정에서 발생하는 유황산화물과 질소산화물이 대기중에서 황산이나 질산으로 변하여 강우시 토양에 떨어지면 치환성양이온을 용탈시켜 토양을 산성화시키게 된 것으로 판단된다. 한편, 태원시는 화강암을 모암으로 생성된 토양이었으며, 토양산도는 pH 4.5~4.9로서 유주시보다는 산성도는 덜 하였지만 현재 산성화가 빠른 속도로 진행 중인

것으로 나타났다.

5. 맺는말

최근 중국 정부는 대기오염과 산성비 저감정책을 매우 중요시하여 주요 오염물질의 농도 및 배출량이 점차 줄어들고 있는 추세라고 발표하고 있으나, 중국의 산업화에 따른 에너지 소비량 및 대기오염물질 방출량 등을 고려할 때 중국의 대기오염은 매우 심각한 상태라고 할 수 있다. 따라서 우리나라도 중국으로부터 유입되는 이동성 대기오염과 산성비에 의한 산림피해가 우려되는 바, 중국에서의 산림피해 기작과 토양산성화 진행범위 등을 밝혀 우리나라에서의 피해지에 대한 산림회복 기술개발과 대책수립은 물론, 동북아시아 국가간 대기오염에 의한 산림피해 확산방지를 위한 모니터링 체계를 시급히 구축할 필요가 있을 것으로 판단된다.

중국서부지역 사방조림 지원사업 추진현황과 성과(I)

최 경 · 안병영

한국산지환경조사연구회

I. 머리말

중국서부지역 사방조림 지원사업은 한국과 중국조림협력 사업으로 2001년부터 2005년까지 5개년에 걸쳐 수행하기로 되어있으며 금년도(2005년)가 마지막해에 해당된다.

사업대상지는 내몽고 통료시, 감숙성 백은시, 신강성 투루판시, 영하회족자치구 평라현과 귀주성 귀양시 수문현 등 5개 지역으로 되어있다.

이들 지역은 사업대상지 선정시 감안하였던 사업의 성공성, 홍보성, 교통, 전기, 수자원이용 등 입지조건을 감안하였기 때문에 각 지역 모두가 상징성을 가지고 있을 뿐만 아니라 성공율도 매우 높다고 평가된다.

각 조사지에 대한 세부적인 입지조건은 2004년 산지환경(중국서부지역 사방조림 지원사업 추진현황)을 참고하기 바라며 본 논고에서는 현재까지의 사업추진 경위, 사업지와 사업규모, 사업지별 사업추진현황과 성과에 대하여 소개코자 한다.

II. 추진경위

본 사업은 중국 정부차원에서 실시하는 서부지역 이동사구고정 등 사막지역의 생태환경 개

선사업의 일환으로 시작하게 되었으며 사업추진 경위는 다음과 같다.

- 1998. 11 : 김대중 대통령 방문시 한·중 공동사업으로 합의
- 2000. 2 : 주중대사관, 중국서부지역 개발사업에 우리나라 참여 요청
- 2000. 4. 17~4. 26(10일간) : 서부지역 및 북경밀운 저수지유역 수원 보호림 조성사업 1차 타당성조사(감숙성 백은시, 밀운저수지 유역 선정)
- 2000. 9. 14~9. 22(9일간) : 서부지역 사방조림사업 2차 타당성조사(내몽고 통료시, 신강성 투루판시 선정)
- 2000. 10. 5 : 서부지역 사방조림사업 추진 계획 수립(외교통상부 500만불 확정)
- 2000. 12. 8~12. 27(20일간) : 사업대상지(통료시, 밀운저수지 유역) 정밀조사 및 세부사업계획수립
- 2002. 10. 8~10. 27(20일간) : 사업대상지(백은시, 투루판시) 정밀조사 및 세부사업 계획 수립
- 2002. 10. 8~10. 14(7일간) : 조림사업 현지 점검 및 사업계획수립 점검(내몽고 통료시)
- 2003. 3. 6~3. 18(13일간) : 서부지역 사방

- 조림사업 3차 타당성조사(영하회족자치구 평라현, 귀주성 귀양시 수문현 선정)
- 2003. 8. 13~8. 23(11일간) : 사업대상지(영하회족자치구 평라현, 귀주성 귀양시 수문현) 정밀조사 및 세부사업 계획수립
 - 2003. 12. 1~12. 10(10일간) : 감숙성 백은시 사방조림 지원사업 추진을 위한 전문가 파견
 - 2004. 3. 3~3. 13(11일간) : 2004춘기 조림사업 지도 전문가 파견(귀주성 귀양시 수문현)
 - 2004. 3. 7~3. 18(12일간) : 2004춘기 조림사업 지도 전문가 파견(신강 위구루 자치구 투루판시)
 - 2004. 4. 7~4. 16(10일간) : 2004춘기 조림사업 지도 전문가 파견(감숙성 백은시)
 - 2004. 4. 12~4. 21(10일간) : 2004춘기 조림사업 지도 전문가 파견(영하회족자치구 평라현)
 - 2004. 4. 18~4. 26(9일간) : 2004춘기 조림사업 지도 전문가 파견(내몽고 자치구 퉁료시)
 - 2004. 9. 6~9. 15(10일간) : 조림사업평가를 위한 2004추기 전문가 파견(영하회족자치구 평라현)
 - 2004. 10. 11~10. 20(10일간) : 조림사업평가를 위한 2004추기 전문가 파견(신강 위구루자치구 투루판시)
 - 2004. 10. 11~10. 20(10일간) : 조림사업평가를 위한 2004추기 전문가 파견(감숙성 백은시)
 - 2004. 10. 20~10. 29(10일간) : 조림사업평가를 위한 2004추기 전문가 파견(내몽고자

치구 퉁료시)

- 2004. 12. 1~12. 10(10일간) : 조림사업평가를 위한 2004추기 전문가 파견(귀주성 귀양시 수문현)

III. 사업지와 사업규모

중국의 사막지대는 건조, 반 건조지대와 아습윤건조지대에 분포하고 있는데 신강성, 내몽고, 서장자치구, 청해성, 감숙성, 하북성, 영하회족자치구, 섬서성, 산서성, 산둥성, 요녕성, 사천성, 운남성, 길림성, 해남성, 하남성, 천진시, 북경시 등 18개성(자치구, 직할시)에 대면적 또는 일부가 분포하고 있어서 모두 471개 현(縣), 市, 旗에 분포하고 있다.

분포면적은 전체 331.7만km²이며 이중 건조지역이 142.7만km²(43.1%), 반 건조지역이 113.9만km²(34.4%) 아 습윤건조지가 75.1만km²(22.5%)로 건조지에서 가장 넓게 분포하고 있다.

이들 사막지역 중 사업지는 전술한 바와 같이 내몽고 퉁료시(반 건조지), 감숙성 백은시(반 건조~건조지) 신강성 투루판시(건조지), 영하회족자치구(건조지)와 귀주성 귀양시 수문현(아 열대 습윤지)로 4개 지역이 건조지와 반 건조지로 사막화지대에 포함되나 귀주성 귀양시 수문현은 아열대 습윤지대로 년평균 강수량이 1,235mm로 우리나라와 비슷한 수준이나 석회암을 주로하는 카르스트(karst) 지형으로 토지석질 황막화(土地石質 荒漠化)로 일종의 다른 유형의 황막화(사막화)로 간주되어 사업대상지로 선정하게 되었다.

표1. 사업지별 입지개황

사 업 지	기 후	년평균 강수량(mm)	지질 및 지형
내몽고 통료시	온대 반 건조지	340~430	미고결충적층이 용기되어 이루어진 沙地, 약간의 기복이 있는 평탄지
감숙성 백은시	반 건조~ 건조지	255	미고결퇴적암류, 고결퇴적암류와 변성암류, 완구릉지, 구릉지 산간분지로 구성
신강성 투루판시	황막화 건조지	38	충적황토, 퇴적암지대로 이암, 역암, 점토암이 분포 평탄지
영하회족자치구 평라현	건조지	176	충적층, 풍적층, 퇴적기원의 퇴적암 평탄지
귀주성 귀양시 수문현	아열대 습윤지	1,235	석회암을 주로하는 karst지형 평지, 완구릉지, 구릉지, 산악지 등 다양

표2. 사업규모

사 업 지	사업기간	조림면적(ha)	사업비(천 \$)		
			계	한국측	중국측
내몽고 통료시	2001~2005	3,000	1,720	1,000	720
감숙성 백은시	"	1,540	2,880	1,000	1,880
신강성 투루판시	"	1,200	1,800	1,000	800
영하회족자치구 평라현	2003~2005	1,000	1,590	1,000	590
귀주성 귀양시 수문현	"	1,300	2,000	1,000	1,000
계		8,040	9,990	5,000	4,990

토지석막화는 카르스트황막화 또는 석화현상(石化現象)으로 인위적인 영향으로 지표식생이 파괴되고 토양양료 함량이 극도로 저하되며 수분함양 능력이 극도로 상실되어 토양침식이 극심하게 되고 기암이 대면적으로 노출되는 토지 퇴화현상이다.

이러한 지역을 방치할 경우 토양표토층 1cm 형성에 소요되는 시간은 1만년으로 추산되므로 인위적인 노력에 의하여 식생을 회복하여야 하므로 중국에서도 석질황막화(약칭하여 석막화라고도 함) 방지에 부단한 노력을 하고 있다. 사업지의 개략적인 입지개황과 사업규모는 다

음 표1, 2와 같다.

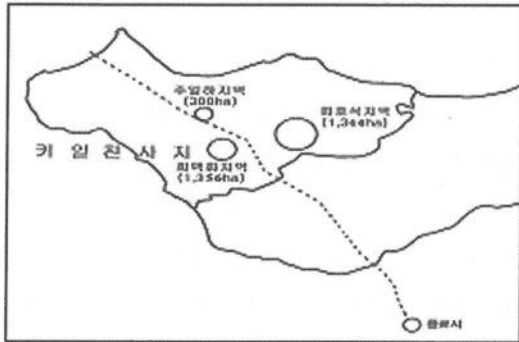
사업지역별 조림면적과 사업비를 검토해 보면 지역마다 다르다. 이러한 이유는 사업(조림)의 난이성(식재기반조성, 관개시설, 사업지의 분산성)과 관계가 깊다.

IV. 사업지별 추진 현황과 성과

1. 내몽고 통료시

가. 사업지

사업지는 통료시 과좌중기(Horqin 沙地의



지도 1. 사업구 위치도

중심부) 지구로 주일화(珠日花), 희백화(希伯花), 화호석(花胡碩) 3개 지역으로 구분되어 있다. 역사적으로 이 지역은 나무가 드문드문 서있고 초지였던 지역이며 풍사(風沙)에 의해 형성되었기 때문에 사구(砂丘)와 바람골(風蝕溝; wind gully)이 곳곳에 형성되어 있어서凹지형을 이루는 곳에서는 물이 고인 물 웅덩이가 불규칙적으로 분포하고 있다.

사구(砂丘)와 바람골(凹지)의 최대기복량은 30m 정도에 이르나 일반적으로 평탄한 지형을 이루며 지역에 따라서 고정사지, 반고정사지, 이동사지(유통사지)가 분포한다.

나. 조림방법

1) 모래의 고정상태에 따른 조림대 구분
이 지역에서의 조림방법은 모래의 고정(固定) 상태에 따라 조림대(造林帶)를 구분하여 다음과 같이 구분 조림한다.

- 편림대(片林帶) : 비사방지 및 풍속저감이 필요한 이동사지에 피상으로 조성한다.
- 망림대(網林帶) : 초기에 표토안정이 가능한 고정사지에 격자형으로 조성하여 중간에 농작물을 재배한다.
- 주림대(主林帶) : 망림대 조성지중 바람에 직접노출이 되어 방호림조성이 필요한 지역에 대상(帶狀)으로造成한다.

편림대는 일반적으로 그 폭이 규정되어 있는 것은 아니나 400~450m 폭으로 식재하였으며 망림대는 폭 50m로 400m×400m 또는 450m×450m 크기의 격자형으로 조성하여 중간 부위에는 경작지로 활용하고 있다.

주림대는 10~150m 폭을 대상으로 풍향에 직각되게 설치하는 것이 일반적인 현실이다.

본 사업지인 과좌중기(科左中旗)의 사업지는

표 3. 과좌중기 사업지구와 중국의 고정 및 이동사지 구분기준

사지구분	사업지구(科左中旗)	중 국
고정사지	• 식생피도 20% 이상인 지역 모래의 이동이 심하지 않아 경작이 가능한 지역(단 식생피도 11%~20%의 반 고정사지는 고정사지에 포함 시킴)	• 식생피도 40% 이상인 지역
반 고정사지		• 식생피도 20%~40%인 지역
이동사지	• 식생피도 10% 이하인 지역 바람에 의해 사구, 바람골이 형성되고 모래의 이동이 진행되고 있는 지역으로 경작이 불가능한 지역	• 식생피도 20% 미만인 지역

중국내 사막화가 진행된 다른 지역보다 비교적 입지조건이 양호하고 이동사지(moving dune) 면적이 적기 때문에 고정사지(stabilized sand dune)와 이동사지 구분기준이 다소 차이를 보이고 있다.

2) 입지조건(경사도 및 식재지 기복상태)에 따른 조림방법

이지역의 조림방법은 입지조건에 따라 기계조림과 인공조림으로 구분한다. 이 지역은 토심이 깊고 토양층 자갈함량이 거의 없기 때문에 기계조림이 가능하다. 경사가 완만한 지역에는 식혈 식재 관수, 답압(다지기), 복토의 일괄처리가 트랙터에 조림기계를 부착하여 조림하며 경사가 비교적 가파르고 기복이 심한 지역은 인공조림을 실시한다. 식재기반조성 방식은 수평구(水平溝)를 조성하고 식재하는 溝狀植栽(저식식재) 방식이다.

화호석지역은 편림대조성지중 일부지역에 관목류를 관목류식재지에 직파조림하였다.

3) 식재수종

주요 조림수종은 백양나무, 장자송이며 관목류로는 골담초와 보리수나무(모래가시나무)이다.

- 백양나무, 사시나무(楊樹) : *Populus L*
- 장자송(樟子松) : *Pinus sylvestris var. mongolica*
- 줍골담초(錦鷄兒) : *Caragana Lam.*
- 보리수, 모래가시나무(沙棘) : *Hippophae rhamnoides L.*

4) 관수방법

본 사업지는 건기인 5월과 9월에 토양수분이 건조하지 않도록 관정(管井)을 이용하여 관수한다. 관정은 식재면적 10ha당 1개소를 설치하는 것을 원칙으로 하며 관정깊이는 60m이상, 취수량은 개소당 1일 60ton이다. 총 관정개소는 300개소이며 이중 2004년 말 현재까지 207(69%)개소가 완성되었다.

5) 보호망 설치

무단방목과 농경지개간으로 인한 조림목 피해를 방지하기 위하여 조림지 경계에 방호망(울타리)을 설치하였다. 울타리 길이는 설계시 92,300m로 되어 있다. 이중 2004년 말 현재까지 20,000m로 22%가 완성되었다.

다. 년차별 조림면적

2004년부터 2005년까지 5년간 조림계획면적(표 4)은 3,000ha이며 사지고정면적은 8,000ha에 이른다. 2001년부터 금년도(2004년)까지 조림면적은 전체 3,000ha중 2,156ha가 조림됨으로써 사업지의 72%가 완성되었다. 조림지 2,156ha 중에는 망림대가 1,271ha, 편림대가 753ha, 주림대가 132ha이며 400m×400m 또는 450m×450m의 크기를 가지는 망림대는 207개가 완성되었으며 사지고정 면적은 5,640ha이상이다. 사업지별로는 희백화 지역이 1,200ha, 화호석지역이 766ha, 주일하 지역이 190ha 등이다.

표 4. 지역별 조림대별 년차별 조림면적

(단위: ha)

지 역		계	2001	2002	2003	2004	2005
합계	소계	3,000	292	596	558	710	844
	망림대	1,568	276	337	268	390	297
	편림대	1,300	-	243	240	270	547
	주림대	132	16	16	50	50	-
희백화	소계	1,356	195	327	278	400	156
	망림대	1,068	179	311	228	350	156
	편림대	-	-	-	-	-	-
	주림대	132	16	16	50	50	-
화호석	소계	1,344	97	269	200	200	578
	망림대	344	97	26	40	40	141
	편림대	1,000	-	243	160	160	437
	주림대	-	-	-	-	-	-
주일하	소계	300	-	-	80	110	110
	망림대	-	-	-	-	-	-
	편림대	300	-	-	80	110	110
	주림대	-	-	-	-	-	-

라. 조림목 성장상황

1) 수고 및 흉고직경성장

조림지 성장상황은 GPS(Global positioning system)를 이용하여 고정조사구를 선정한 후 (조사목은 30분을 선정 붉은 paint로 표시) 흉고직경, 수고 및 식재목의 활착율(고사율)을 조사하였다. 조사대상 수종은 백양나무를 주 대상으로 하였으며 2004년 춘기에 처음으로 조림사업지도차 현지에 전문가의 출장이 가능하였기 때문에 2004년 4월과 10월 2회에 조사한 결과를 보면 표 5와 같다.

표 5, 6에 의하면 식재목의 성장상황은 년도별, 지역별, 묘령별 차이가 심하게 나타나고 있

다. 일반적으로 지역적으로는 화호석, 희백화 주일하 지역순으로 생장이 높게 나타나며 식재목 묘령별로는 2년생묘에 비하여 3년생의 생장이 양호하게 나타나고 있다. 그러나 일부지역(희백화 2년생묘 식재지)에서와 같이 당년 생장량이 매우 양호한 지역이 있는가 하면 특히 불량한 지역이 있다. 이러한 주된 원인은 사업지의 소유자의 관리상태(관수, 제초작업등)에 따라 큰 차이를 보이는 것으로 관찰되고 있다.

2) 활착율

고정조사구내의 고사율을 조사한 결과(표 7)

표 5. 지역별 조림년도별 조림목(백양나무)의 평균 성장상황

지역	백양나무	생장구분	조사시기	2001	2002	2003	2004
화호석	3년생묘	흉고직경 (cm)	4월	4.08	3.51	2.05	1.97
			10월	4.99	4.41	2.42	2.15
		수고(cm)	4월	403	352	254	200
			10월	492	368	268	270
	2년생묘	흉고직경 (cm)	4월	1.67	1.37	1.18 ¹	1.02 ²
			10월	2.91	2.51	1.51	1.21
		수고(cm)	4월	222	170	156	90
			10월	292	250	182	130
희백화	3년생묘	흉고직경 (cm)	4월	3.40	3.81	2.65	2.06
			10월	3.51	4.57	3.12	2.34
		수고(cm)	4월	314	335	244	220
			10월	328	360	350	280
	2년생묘	흉고직경 (cm)	4월	2.71	1.95	1.16	-
			10월	2.89	2.55	2.90	-
		수고(cm)	4월	279	244	166	-
			10월	288	302	322	-
주일화	2년생묘	흉고직경 (cm)	4월	-	-	0.77 ³	0.93 ³
			10월	-	-	1.68	1.20
		수고(cm)	4월	-	-	148	-
			10월	-	-	200	123

¹ 화호석 2003년 2년생 삼목묘의 경우 지상부 80cm 부위측정² 화호석 2004년 2년생 삼목묘의 경우 지상부 50cm 부위측정³ 주일화 2003년 2004년 2년생 삼목묘의 경우 지상부 50cm 부위측정

표 6. 년도별 조림목의 성장상황(2004년 10월 조사결과)

백양나무	부위	2001	2002	2003	2004	평균
3년생묘	평균흉고직경	4.25	4.49	2.77	2.24	3.41
	평균수고	410	364	309	275	340
2년생묘	평균흉고직경	2.90	2.53	2.03	1.21	2.89
	평균수고	290	276	252	126	315

표 7. 지역별 조림 년차별 식재목의 고사율

지역	백양나무	묘목수	조사시기	2001	2002	2003	2004
화호석	3년생묘	조사목수	4월	20	20	26	20
		생존본수	10월	20	20	25	16
		고사목	4월	0	0	1	4
		고사율	10월	0	0	4%	20%
	2년생묘	조사목수	4월	10	10	10	12
		생존본수	10월	10	10	10	10
		고사목	10월	0	0	0	2(6)*
		고사율	10월	0	0	0	17%
회백화	3년생묘	조사목수	4월	20	20	20	20
		생존본수	10월	20	20	20	19
		고사목	10월	0	0	0	1
		고사율	10월	0	0	0	5%
	2년생묘	조사목수	4월	10	10	10	-
		생존본수	10월	10	10	10	-
		고사목	10월	0	0	0	-
		고사율	10월	0	0	0	-
주일화	2년생묘	조사목수	4월	-	-	21	20
		생존본수	10월	-	-	20	19
		고사목	10월	-	-	1(3)	1
		고사율	10월	-	-	5%	5%

* 팔호안의 수는 초두부고사후 맹아발생 본수임

2001년, 2002년 조림지에서는 고사목이 거의 없었으며 2003년과 2004년 조사구에서 지역에 따라 4~20%의 고사율로 비교적 높은 활착율을 보이고 있다.

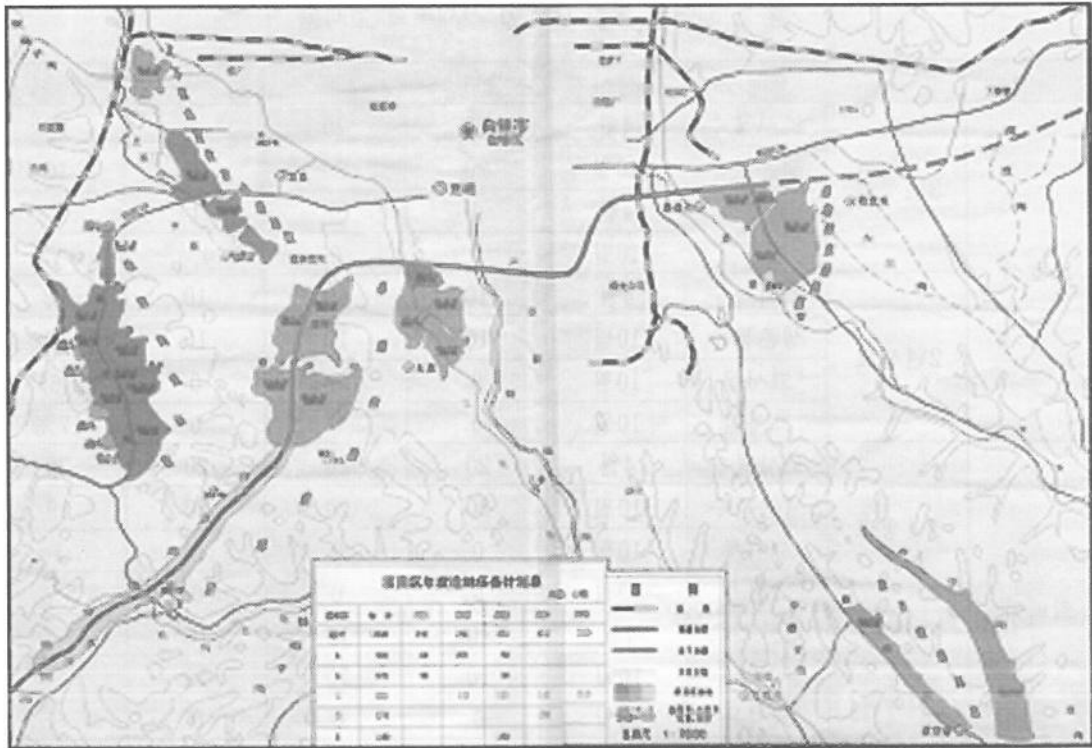
기타수종으로 장자송은 생장상태가 매우 미진한 것으로 나타나고 있다. 주일화 지역에서 2003년에 식재목 6본을 무작위로 추출하여 간장을 측정한 결과 72cm 크기를 보이고 있으며 식재목중 20%가 고사된 것으로 조사되었다. 고사원인으로는 식재시 pot묘 뿌리부분에 비닐

을 제거하지 않아 묘목이 과습에 따른 토양호흡장애에 의한 뿌리가 썩는 경우와, 토양양분 불균형에 의한 황화현상과 제초작업 미실시로 인한 피압에 의한 고사 등 여러 가지 원인으로 지적되었다.

2. 감숙성 백은시

가. 사업지

사업지는 백은시 루방구(樓房溝), 장가대(張家臺), 조지구서(弔地溝西), 조지구동(弔地溝東)



지도 2. 사업구의 위치도

과 정자구(井子溝)등 5개지역으로 크게 구분되어 있다.

※ 장가대에는 적가대(狄家臺)와 상하호산(上下狐山)이 포함되어 있다.

이 지역은 신생대 제4기의 미고결 퇴적암류와 중생대 백악기의 퇴적암류 및 원생대의 변성암류가 분포하여 충적황토상(沖積黃土狀)의 미사질토와 미홍색, 황갈색, 벽돌색(홍색)의 중세립질사암으로 되어있다. 이 지역은 해발고도는 평균 1,600m(1,530~1,900m)에 이르며 완구릉지, 구릉지, 산간분지 등이 고르게 분포하며 경사도는 평판지에서 35 이상의 급경사에 이르기까지 다양하게 분포하고 있다.

나. 조림방법

1) 정지방법(整地方法)

이 지역의 조림방법은 입지조건(지형, 경사도)에 따라 정지방식(整地方式)을 달리하여 식재한다. 이들 정지방식은 부족 되는 수분을 최대한 유실없이 보유할 수 있게 설계되어 있다. 이들 정지방식은 고정사지내에서 활용되며 정지방식에는 전면정지와 국부정지 방식이 있다. 전면정지는 수침식이 일어나기 쉬운 장소 또는 풍식지 등 경사가 완만한(15° 이하 지역) 황폐사면과 초원, 초지조성이 가능한 지역에서 채용되며 국부정지는 산지와 수도유실지구 등에서 활용되고 있다. 정지작업은 조림전 1년전에

표 8. 감속성의 정지방식

대상정지(帶狀整地)	
명 칭	규 격
환산수평대 (環山水平帶)	수평대(水平帶)의 기울기는 수평으로 하고 수평대의 폭은 0.5~3.0m, 폭은 일정하게 하며 수평대 길이는 지면에 따라서 정한다. 등고선방향으로 설치하며 일반적으로 지피식생피도가 양호하고 경사가 완만한 지역에 설치한다.
수평계 (水平階)	수평계는 약간 안쪽으로 기울게 등고선을 따라 설치하며 단폭은 0.5~1.5m, 단의 길이는 일정치 않다. 단간거리는 1.5~2.0m로 설치하며 두둑은 설치하기도 하고 안하기도 한다.
수평구 (水平溝)	수평구(고랑)은 지표면보다 낮게 설치하며 단면은 장방형, 사다리꼴형으로 설치한다. 고랑의 폭은 0.5~1.0m, 길이는 일정하지 않다. 고랑간 거리는 1~3m, 두둑은 설치하기도 하고 안하기도 한다. 수평구내에 다시 식혈(植穴)을 파고 식재한다.
반(역)경사계단식밭 (反坡梯田)	작은계단식밭의 형태로 식재단을 사면안쪽으로 3°~15°로 일정하게 경사지게 설치한다. 계단폭은 1.5~2.0m이며 길이는 일정치 않다.
괴상정지(塊狀整地)	
소괴상 (小塊狀)	절개면(절취면)은 정사각형 또는 직사각형이며 안쪽으로 약간 기울게 설치한다. 변의 길이는 일반적으로 0.3~0.5m, 원형은 혈(구덩이), 사각형은 괴(塊)라 칭하며 변(邊)이 큰 것은 1~2m의 대형도 있다.
어린갱 (魚鱗坑)	절취면이 반원형(형태가 물고기의 비늘같다)이며 구덩이는 절취면보다 낮다. 절취면은 수평이거나 사면내부로 약간 기울여 설치한다. 변(가장자리)에는 두둑이 있으며 구덩이 크기는 직경 0.5~1.0m이다. 부분적으로 비교적 경사가 급한 산복부 이상지역과 홍색사암지대에 설치한다.
대전정지 (臺田整地)	조성면은 지표면보다 높다. 정사각형으로 조성하며 변의 길이는 1~2m, 둘레에 20~30cm의 배수구를 판다.

실시하여 습도를 보전하는 것이 효과적이다.

본 사업지에서의 정지방식은 평지에서는 식재혈을 파고 식재하며 경사지에서는 수평대, 수평구를 주로 하여 식재하였다.

2) 식재방법

사업구는 건조하고 강수량이 적기 때문에 일상적으로 관개(灌溉)조림을 한다. 즉 관개조건 하에서 조림을 하고 식재밀도로 침엽수는 2.

0m×3.0m로 당 1,660본, 활엽수는 1.5m×2.0m~3.0m로 ha당 2,220~3,330본을 식재하며 관목류는 1.0m×2.0m로 ha당 4,995본을 식재한다. 식재시기는 봄에는 3월 중순에서 4월 초순까지 가을에는 9~10월에 조림한다. 수종과 토양수분 상태에 따라 깊게 심고 낮게 복토하며 절간조림(截幹造林), 휘묻이, 가지나 잎의 전지(剪枝) 분뜨기묘식재(帶土植栽; ball~root planting), 흙탕물로 뿌리적시기, 식재구덩이 풀덮기

등의 조치가 따른다.

3) 식재수종

이 지역에서는 경사와 지형이 다양하여 경사 위치에 따라 식재수종을 달리하기 때문에 수종이 다양하다. 이 지역에 식재한 수종의 한국명, 중국명 및 학명은 다음과 같다.

- 측백(側柏) : *Platycladus orientalis*
- 신장백양(新疆楊) : *Populus alba* var. *pyramidalis*
- 아까시나무(刺槐) : *Robinia pseudoacacia* L.
- 살구나무(杏, 杏樹, 山杏) : *Prunus armeniaca*, *P. sibirica* L.(山杏)
- 대추나무(棗, 棗樹) : *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder
- 가중나무(臭椿) : *Ailanthus altissima*
- 쯔골담초(檸條) : *Caragana microphylla* L.
- 팔배나무(杜梨) : *Pyrus betulaefolia* Bunge
- 사막보리수(沙棗) : *Elaeagnus angustifolia* L.
- 모래가시나무, 갈매나무류(沙棘) : *Hippophae rhamnoides* L.
- 홍류(紅柳) : *Salix microstachya* var. *bondrinsis*
- 족제비싸리(紫穗槐) : *Amorpha fruticosa*

4) 관수방법

사업지는 대체적으로 경사지인 산지가 대부분이므로 관수방법은 송수관(送水管)에 의존하고 있다. 7개소의 크고 작은 저수지에서 6개소의 펌프실과 변전실을 이용하여 산 정상부까지 물을 끌어올려 관수하고 있다. 송수관은 그 직

경 크기에 따라 주(主) 송수관(250mm)과 지(支)송수관(90mm) 모관(毛管)으로 구분되며 관수방법은 입지조건에 따라서 적관(滴灌; 点滴灌水; dripping irrigation) 분관(噴灌; sprinkling irrigation), 휴관(畦灌; 주변식관수; 계단식 관계법; border method of irrigation), 溝灌(側方灌溉; furrow irrigation) 식으로 실시한다.

관수횟수는 조림 첫 년도에는 우기인 7, 8월을 제외한 모든달(매월)에 관수를 하여 8회 관수하며 그 이후부터는 년 4~5회 관수하며, 관수량은 ha당 1,800~3,780m²이다.

1차는 초봄에 실시하고 2차는 1차실시후 1개월 후에 실시하며 3차는 우기 전에, 4차는 우기가 끝난 건조기인 가을에 관수하며 5차는 늦가을에 관수하여 겨울을 난다.

다. 년차별 조림면적

2001년부터 2005년까지 5년간 조림계획면적(표 9)은 1,540ha이다. 이중 2004년말까지 조림면적은 1,230ha로 약 80%가 완료되었으며 지역별로는 루방구(A지역) 331, 장가대(B지역) 170ha, 조지구서(C지역) 279ha, 조지구동(D지역) 270ha 그리고 정자구(E지역)가 180ha이며 2005년도에는 조지구서(C지역; 백란고속도로변)에서 310ha가 조림예정에 있다.

라. 조림목 생장상황

1) 수고 및 신초생장량

조림지 생장상황은 조림지역별로 면적을 감안하여 일반적인 표본추출법에 의하여 수종별

표 9. 지역별 년차별 조림면적

조림지	조림년도	합계	2001	2002	2003	2004	2005
	임반	계					
A (樓房溝)	소계	331	60	221	50		
	I	30		30			
	II	60	60				
	III	140		140			
	IV	50			50		
	V	51		51			
B (張家臺)	소계	170	90		80		
	I	80			80		
	II	90	90				
C (弔地溝西)	소계	589		19	120	140	310
	I	89		19	70		
	II	50			50		
	III	52				52	
	IV	88				88	
	V	160					160
	VI	150					150
D (弔地溝東)	소계	270				270	
	I	125				125	
	II	145				145	
E (井子溝)	소계	180			180		
	I	100			100		
	II	80			80		

로 조사표본점을 선정하고 GPS로 도면상에 표시하였다. 2004년에 조사한 표본점수는 전체 77개소이며 (표준점당 25본에 대하여 수고, 신초생장량과 활착율, 식재목피도, 지피식생피도 등을 조사하였으며 신초구분이 어려운 경우)에는 신초생장 측정을 생략하였다.

본 조사(2004년)에서는 전체적으로 조사표본점수가 너무 많기 때문에 2004년에 식재한 지역에 대하여 중점적으로 배치하여 조사한 결과이다.

표 10에 의하면 2001년도에 조림한 B지역

(장가대) II임반의 백양나무와 아까시나무는 수고가 평균 3m를 상회하고 있다. 도로변 평탄지에서 자라고 있는 백양나무는 수고가 6m를 넘는 것도 있다. 사막보리수도 수고 2m를 넘고 있으며 측백나무 생장이 가장 더디게 나타나고 있다.

2003년도 식재한 C지역(조지구서)은 백양나무는 평균 3m이상, 아까시나무는 2.5m이상 자라고 있으며 일부 백양나무는 신초생장량을 측정할 수 없을 만큼 수고생장이 양호한 것도 있었다. 반면에 2003년도에 식재한 B지역 I임반

표 10. 식재년차별 지역별 수종별 생장상황

식재 연도	지역	수종	개체 수	간장 (cm)	간장 S.D.	신초 (cm)	신초 S.D.	활착율 (%)	식재목 피도(%)	지피식생 피도(%)	비고
2001	B-II-1	홍류	25	176.7	47.4	50.2	18.8	100.0	30	20	
	B-II-2	아까시나무	25	278.6	65.0	52.7	15.4	96.0	25	45	
	B-II-2	사막보리수	25	243.8	53.7	92.3	28.9	100.0	28	45	
	B-II-6	아까시나무	27	359.6	74.3	77.1	31.9	100.0	35	30	
	B-II-9	아까시나무	25	385.4	55.5	-	-	92.0	40	80	간장만 측정
	B-II-10	측백	25	156.8	63.6	-	-	84.0	10	40	간장만 측정
	B-II-11	백양나무	25	485.6	84.2	-	-	100.0	30	50	간장만 측정
2003	B-I-1	아까시나무	25	181.2	52.4	97.8	34.9	100.0	20	40	
	B-I-1	살구나무	26	174.5	27.2	37.4	18.3	96.2	15	45	
	B-I-2	측백	26	107.1	25.5	12.0	4.9	84.6	15	30	
	B-I-3	측백	26	103.1	26.9	16.2	6.9	96.2	15	40	
	B-I-3	죽제비싸리	25	119.0	30.3	37.4	20.7	100.0	15	40	
	B-I-5	죽제비싸리	25	94.5	37.0	28.9	13.5	96.0	5	45	
	B-I-6	사막보리수	25	171.5	36.3	132.7	38.6	92.0	15	60	신초: 2년생장량
	B-I-7	죽제비싸리	25	92.7	18.9	20.3	4.0	100.0	10	40	
	B-I-7	사막보리수	25	185.1	45.5	129.3	37.7	84.0	20	60	신초: 2년생장량
	B-I-11	측백	25	98.2	16.4	17.1	4.2	72.0	10	30	
	C-I-3	아까시나무	25	224.2	59.7	-	-	72.0	5	15	간장만 측정
	C-I-3	백양나무	25	433.2	30.6	-	-	100.0	20	40	간장만 측정
	C-I-4	백양나무	25	351.6	58.5	-	-	76.0	15	50	간장만 측정
	C-II-1	아까시나무	25	282.2	60.0	68.6	29.4	100.0	30	45	
	C-II-3	백양나무	29	279.7	50.3	66.5	37.7	100.0	5	40	
	C-II-3	아까시나무	31	235.0	68.8	34.3	11.4	96.8	25	45	
	E-I-2	대추나무	46	119.4	28.3	-	-	45.7	10	5	간장만 측정
	E-I-2	대추나무	26	139.3	31.0	69.8	19.6	96.2	10	2	
	E-II-2	홍류	25	110.0	33.9	-	-	80.0	5	80	간장만 측정
	E-II-2	홍류	25	134.6	35.3	47.6	16.5	96.0	15	70	
2004	B-I-8	측백	25	64.5	9.3	12.3	2.7	44.0	5	30	
	B-I-11	아까시나무	25	165.6	29.3	72.5	17.0	80.0	10	30	
	B-I-13	측백	25					0.0	0	20	모두 고사
	B-I-13	홍류	25	-	-	-	-	68.0	5	30	맹아
	B-II-11	홍류	25	-	-	-	-	56.0	5	10	맹아
	C-III-2	백양나무									식재안함
	C-III-3	백양나무	39	244.7	41.1	95.0	46.2	64.1	10	12	
	C-III-4	아까시나무	25	264.4	38.8	150.4	30.8	76.0	30	50	
	C-III-4	사막보리수	25	189.1	47.7	78.8	27.2	76.0	10	70	
	C-III-6	사막보리수	25	248.4	42.2	112.7	29.5	96.0	20	60	
	C-III-7	죽제비싸리	25	72.2	18.1	50.9	16.3	100.0	15	30	
	C-III-7	아까시나무	25	333.2	38.2	184.3	31.8	100.0	15	25	
	C-III-9	아까시나무	25	325.6	33.2	208.0	36.8	96.0	18	25	

식재 연도	지역	수종	개체 수	간장 (cm)	간장 S.D.	신초 (cm)	신초 S.D.	활착율 (%)	식재목 피도(%)	지피식생 피도(%)	비고
2004	C-III-10	사막보리수	25	159.2	34.9	53.1	23.6	96.0	5	30	
	C-III-10	백양나무	25	273.7	28.2	41.1	9.6	96.0	5	20	
	C-III-11	아까시나무	25	303.2	36.4	178.8	27.4	100.0	15	24	
	C-IV-1	백양나무	25	337.9	32.3	112.5	25.9	80.0	20	60	
	C-IV-2	아까시나무	25	288.6	40.5	174.8	35.8	72.0	20	40	
	C-IV-3	백양나무	25	353.2	38.5	101.3	21.8	96.0	30	70	
	C-IV-4	사막보리수	25	207.3	49.7	95.3	18.6	84.0	10	60	
	C-IV-4	아까시나무	25	272.9	64.2	162.7	49.0	96.0	30	50	3개체: 신초없음
	C-IV-6	백양나무	27	348.7	40.5	84.4	20.1	100.0	10	35	
	C-IV-7	아까시나무	25	310.4	61.0	176.1	51.9	96.0	10	30	
	C-IV-9	백양나무	25	241.8	30.0	26.6	14.0	100.0	10	60	
	C-IV-10	사막보리수	25	159.8	29.5	56.0	26.9	84.0	5	35	
	C-IV-10	팔배나무	25	109.4	13.9	29.8	16.2	96.0	5	20	
	C-IV-10	아까시나무	25	290.0	57.1	160.6	48.4	96.0	20	30	
	D-I-1	아까시나무	25	207.1	40.3	71.9	36.0	96.0	15	50	
	D-I-2	사막보리수	25	187.5	37.0	63.2	18.7	60.0	10	30	
	D-I-3	아까시나무	25	242.8	28.9	112.8	25.6	100.0	30	30	
	D-I-3	백양나무	25	265.6	41.1	18.8	9.8	72.0	10	60	3개체: 신초없음
	D-I-3	사막보리수	29	208.1	45.5	81.9	25.1	82.8	20	40	
	D-I-3	족제비싸리	25	87.5	19.7	63.9	19.7	100.0	15	40	
	D-I-4	팔배나무	24	175.6	31.8	52.7	14.4	100.0	15	50	
	D-I-4	아까시나무	24	256.1	24.9	133.9	27.8	100.0	30	50	
	D-I-5	사막보리수	21	190.4	38.2	57.2	22.1	76.2	20	50	
	D-I-5	아까시나무	25	241.2	34.1	104.8	21.6	96.0	30	50	
	D-I-6	팔배나무	25	165.1	32.5	49.7	20.3	56.0	30	50	
	D-I-6	아까시나무	25	251.7	16.2	131.5	14.8	100.0	30	50	
	D-II-1	팔배나무	25	114.0	15.5	32.5	16.9	100.0	10	18	
	D-II-4	백양나무	25	390.9	50.6	56.7	24.1	96.0	10	40	
	D-II-4	아까시나무	25	236.7	37.8	116.1	23.1	96.0	20	15	
	D-II-7	사막보리수	25	178.3	45.2	52.7	18.2	100.0	10	30	
	D-II-8	백양나무	25	221.1	25.9	12.1	8.0	84.0	4	25	
	D-II-8	아까시나무	25	247.8	43.5	105.2	27.1	100.0	25	30	
	D-II-10	팔배나무	25	106.6	14.6	35.6	16.9	92.0	10	20	
	D-II-11	아까시나무	25	244.3	38.6	103.4	31.7	92.0	20	15	
	D-II-12	백양나무	25	323.7	35.7	93.9	36.7	92.0	10	30	
	D-II-13	팔배나무	25	157.8	28.5	36.1	16.5	96.0	20	25	
	D-II-13	아까시나무	25	202.8	30.2	81.2	26.1	96.0	15	35	

※ S.D.는 표준편차 (Standard deviation)임

은 입지조건이 불량하고 관개시설이 불충분하여 아까시나무 뿐만이 아니라 타 수종의 생장량도 뒤떨어지고 있다.

2004년도 식재한 B지역 역시 활착율, 생장량 등에서 불량하게 나타나고 있다. 반면에 2004년 조림지인 C지역 III임반과 IV임반, D지역 I임반과 II임반에서는 입지조건이 B지역보다 양호하고 관개시설이 대체로 고르게 설치되어 있어서 각 수종 공히 생장량과 활착율이 높은 것으로 나타나고 있다. 특히 아까시나무의 생장이 양호하여 평균 신초생장만도 150~200cm로 나타나고 있다.

전체적으로 비교할 때 평탄지에서는 백양나무와 아까시나무의 생장이 양호하게 나타나며 산지사면에서는 아까시나무, 능선부에서는 족제비싸리의 생장량과 활착율이 가장 양호하다 하겠다.

2) 활착율

B지역 II임반에 2001년도에 식재한 아까시나무, 측백나무, 사막보리수, 홍류등의 활착율은 대체적으로 84% 이상으로 높게 나타나고 있으며 2003년도에 식재한 B지역 I임반의 측백나무를 제외하고 아까시나무, 살구나무, 족제비싸리, 사막보리수 등의 활착율은 92% 이상 높게 나타나고 있다. 역시 2003년도에 식재한 C지역 I임반과 II임반은 지역에 따라 아까시나무, 측백나무, 사막보리수의 활착율이 75% 이하로 떨어지고 있는데 이는 이지역의 지형이 완구릉지이나 경사가 가파르고 관개시설이 충분치 못하여 많은 개체가 고사한 것으로 판단

된다.

2003년도에 식재하여 2004년도에 보식한 정자구(E지역)에서 대추나무의 활착율은 좋은 곳은 80% 이상 높게 나오고 나쁜 지역은 전체가 고사한 것으로 나타나는데 이는 관개시설보다는 식재지 소유자의 관리상태 소홀로 판단되었다. 정자구의 홍류식재지 역시 습지가 아닌 지역에 식재한 곳은 활착율이 높게 나타나나 습지에 식재한 곳은 활착이 거의 되지 않은 것으로 미루어 식재기반(정지방법)이 배수시설을 설치하지 않고 식재하였기 때문인 것으로 판단된다.

2004년도에 식재한 C지역 III임반과 IV임반, D지역 I임반과 II임반에서는 위치에 따라서 일부 백양나무, 사막보리수, 팔배나무 식재지에서 60% 이하의 활착율을 보이고 있으나 대부분 지역에서는 대체적으로 80% 이상의 높은 활착율을 보이고 있다.

3. 신강성 투루판시

가. 사업지

사업지는 신강위그루자치구 투루판시 애정호향(艾丁湖鄉), 야얼향(亞爾鄉)과 차특칼허향(恰特喀勒鄉)등 3개 향(鄉)의 농업구로 되어있다. 다른 지역(사업지)과 달리 분산되어 있지 않고 한개 지역으로 몰려있어 사업수행 및 관리하기가 용이하다.

원래 이 지역은 호수(애정호)이었던 곳이 물이 말라 이루어진 땅지로 표고 -154m로 세계에서 가장 낮은 지역이다.



지도 3. 사업지 위치도

이 지역은 신생대 2급대지(臺地) 충적황토와 중생대 백악계의 퇴적암지대로 사암, 역암, 점토암이 분포한다. 바람이 강하여 유동사지(流動沙地)로 풍식(風蝕)이 심하여 미사와 점토분은 날아가고 모래와 자갈이 쌓인 자갈층이 많으며 풍적(風積)地에서는 1년에 4~5cm 두께로 풍적층이 형성되기도 한다. 크고 작은 풍식구덩이가 많으며 5° 미만의 평탄지이다.

나. 조림방법

1) 정지방법

사업지의 지표면은 풍식지구로서 풍식구덩이가 높고 낮게(최저 2m깊이) 파여져 있어 개수로에 의하여 관수를 하여야만 하기 때문에 지표면의 정지작업은 필수적이다. 지표면이 건조하고 단단하기 때문에 출력이 큰 트랙터(bulldozer 180마력)에 의하여 지표면을 평탄하게 한 후 고랑파기 기구를 부착하여서 고랑(식재고랑)을 판다. 고랑의 크기는 상폭이 1.0m, 하폭이 40~50cm, 고랑의 깊이는 60cm로 하며 고랑의 간격은 5~6m로 한다. 이 지역의 지하에는 칼징[karez; 지하에 설치된 상수권 수

원(水源)]이 일정한 간격으로 분포하기 때문에 칼징과의 거리는 일반적으로 10m 간격을 유지하며 식재고랑의 방향을 칼징방향과 일치시켜 칼징을 보호한다.

지표면 정지 및 개구(開口; 식재고랑파기)작업을 식재 전년도에 실시하며 식재고랑을 가로지르는 고랑을 부수로로 식재고랑에 물을 공급하여 주는 역할을 한다.

2) 식재방법

식재 전년도 겨울철에 식재고랑에 물을 충분히 관수하여 겨우내 토양이 물을 흡수하게 한 후 이듬해 3월에 식재구덩이내에 다시 식혈을 파고 구덩이당 1~3본의 1년생 실생묘 묘목을 주간거리 1.0~1.5m 간격으로 식재하였다.

3) 식재수종

이 지역에서는 물이 귀하기 때문에 관수를 여러번 할수 없어서 조림수종은 극히 경제수종이 외에는 제한되어 있다. 이 지역에서 현재 조림하고 있는 녹화수종과 경제수종은 다음과 같다.

- 사사(梭梭) : *Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey.) Bunge
- 사괴조(沙拐棗) : *Callignrum Mongolicum* Turcz.
- 대추나무(棗, 紅棗) : *Ziziphus jujuba* var. *inermis* Redder
- 포도나무(葡萄) : *Vitis Vinifera* L
- 살구나무(杏樹) : *Prunus armeniaca*
- 사막보리수(沙棗) : *Elatagnus angustifolia* L

- 호양(胡楊) : *Populus euphratica* Oliv
- 뽕나무(桑) : *Morus alba* L

이들 수종중 사사와 사괴조는 건조에 매우 강하고 생활력이 강하여 주요 조림수종으로 식재하고 있으며 대추나무, 포도나무는 경제수종으로, 살구나무, 뽕나무, 보리수(沙棗)와 백양나무(胡楊)는 경제수 주변에 방풍용으로 식재하고 있으나 그 양이 매우 적다.

또한 백양나무류는 관수량이 많기 때문에 주요지역을 제외하고는 식재를 꺼리고 있는 형편에 있다.

4) 관수방법

이 지역에서는 물이 귀하기 때문에 비교적 물의 수요량이 적은 겨울과 이른 봄에 년 1~2회 관수를 실시한다. 조림 첫해에는 조림전년 겨울에 실시하고 봄에 다시 관수하여 2회에 걸쳐 실시하나 조림2년차 부터는 겨울(冬灌)에만 1회 실시한다. 겨울에 실시하는 동관(冬灌)은 식재고랑에 ha당 1,500m³를 관수하여 1.2m 깊이까지 물이 스며들게 하여 토양 1m내의 함수율이 평균 15% 이상 되도록 하여준다. ha당 1,500m³의 관수량은 식재열간 거리가 6m임을 감안할 때 m²당 0.9ton(0.9m³)의 물이 주어지게 되는 양으로 강우량으로 환산하면 90mm의 강우량에 해당된다. 식재 후 바로 실시하는 춘기관수는 ha당 750m² 이상으로 현지실정에 맞게 실시해준다.

관수되는 물은 사업지 주변에 있는 아이내자(雅尔乃孜) 저수지와 사업지내 150m 깊이에서 지하수를 끌어올리는 관정(管井)의 물에 의하

여 공급된다. 1개 관정에서 끌어 올리는 물은 시간당 80m³ 정도이며 1개관정의 물로 30~40ha의 조림지를 관수하게 된다.

관수용 물을 끌어오는 주수로(폭1.5m, 깊이 1.0m)는 15km, 사업지내에서의 수로는 부수로(폭1.0m, 깊이0.8m)는 24km에 이른다.

다. 년차별 조림면적

이 지역에서의 조림은 2003년부터 실시되었다. 년차별 지역별 조림면적은 표 11과 같다.

전체 조림면적 1,200ha중 2004년 말까지 900ha가 완료되어 75%가 조림완료 되었으며 2005년도에 300ha가 조림될 계획이다.

표 11. 년차별 지역별 조림면적(ha)

지역	임반	총계	2003	2004	2005
총계		1200(1200)	400	500	300
A	계	88	88	-	-
	I	88	88	-	-
	계	478	78	400	-
B	I	47	-	47	-
	II	54	8	46	-
	III	105	16	89	-
	IV	105	24	81	-
	V	63	12	51	-
	VI	104	18	86	-
C	계	56	56	-	-
	I	56	56	-	-
D	계	578	178	100	300
	I	37	27	10	-
	II	36	-	36	-
	III	90	36	54	-
	IV	75	35	-	40
	V	52	17	-	35
	VI	98	26	-	72
	VII	111	24	-	87
	VIII	79	13	-	66

라. 조림목 성장상황

조사표준지는 2003년도 식재지 4개지역(A지역, B-II지역 2개지역, D-IV지역)과 2004년 조림지 16개지역(B-I ~ VI지역 각 2개지역씩 12개지역과 D-III지역 2개지역 및 실연사업구 2개지역 등)을 선정하여 각 지역별로 50본씩을 선정하여 수고, 근원경과 활착율을 조사하였다.

특히 2004년도 식재한 B지역과 D-III지역, 실연사업지등 5개지역(표 13참조)에 대해서는 고정조사구를 설치하여 식재목 개체별로 일련번호를 부착하여 2005년에도 계속 조사케 하였다.

식재년차별 식재목 성장상황은 표 12, 13과 같다.

2003년 조림지 활착율은 평균 93%로 양호

표 12. 2003년 식재지 조림목 성장상황

조림구	임반	수종	고사조림지 조사 항목							비 고
			표준지	조사본수	활착본수	활착율(%)	평균 활착율(%)	간장(cm)	평균 간장(cm)	
A		사사	1	50	30	60	-	164.1	-	
B	II	사피조	1	50	50	100	93	184.1	192.5	관수로변 식재지역
			2	50	43	86		200.9		
D	IV	사사	1	50	44	88	-	188.1	-	

표 13. 2004년 식재지 조림목 성장상황

조림구	임반	수종	고사조림지 조사 항목								비 고
			표준지	조사본수	활착본수	활착율(%)	평균활착율(%)	간장(cm)	평균 간장(cm)	평균 근원경(cm)	
B	I	사사	1	50	49	98	91	90.6	84.3	0.7	고정 조사구 (표찰부착)
			2	50	42	84		78.0			
	II	사사	1	50	49	98	77	76.1	67.5	0.5	
			2	50	28	56		58.9			
	III	사사	1	50	42	84	90	73.6	77.3	0.6	고정 조사구 (표찰부착)
			2	50	48	96		81.0			
	IV	사사	1	50	44	88	86	84.8	83.1	0.8	
			2	50	42	84		81.5			
	V	사사	1	50	48	96	87	84.8	83.1	0.8	고정 조사구 (표찰부착)
			2	50	39	78		81.4			
	VI	사피조	1	50	41	82	82	164.2	164.2	2.0	
			-	-	-	-		-			
D	III	사사	1	50	46	92	94	77.4	81.2	0.8	고정 조사구 (표찰부착)
			2	50	48	96		85.1			
실연시험구 (토양개량제)	사사	사사	1	50	47	94	93	76.5	83.9	0.9	고정 조사구 (표찰부착)
			2	50	46	92		91.3			

한 편이며 사사와 사피조의 간장 생장도 활착이 이루어진 상태이므로 2004년도에는 평균 사사가 93cm, 사피조가 74cm의 추가 생장을 보이는 것으로 조사되고 있다.

2004년 조림지에서의 평균 활착율은 사사가 88%, 사피조가 82%를 보이며 평균간장 생장량은 사사가 82cm, 사피조가 164cm를 보이고 있어 사피조의 생장이 월등하게 나타나고 있다.

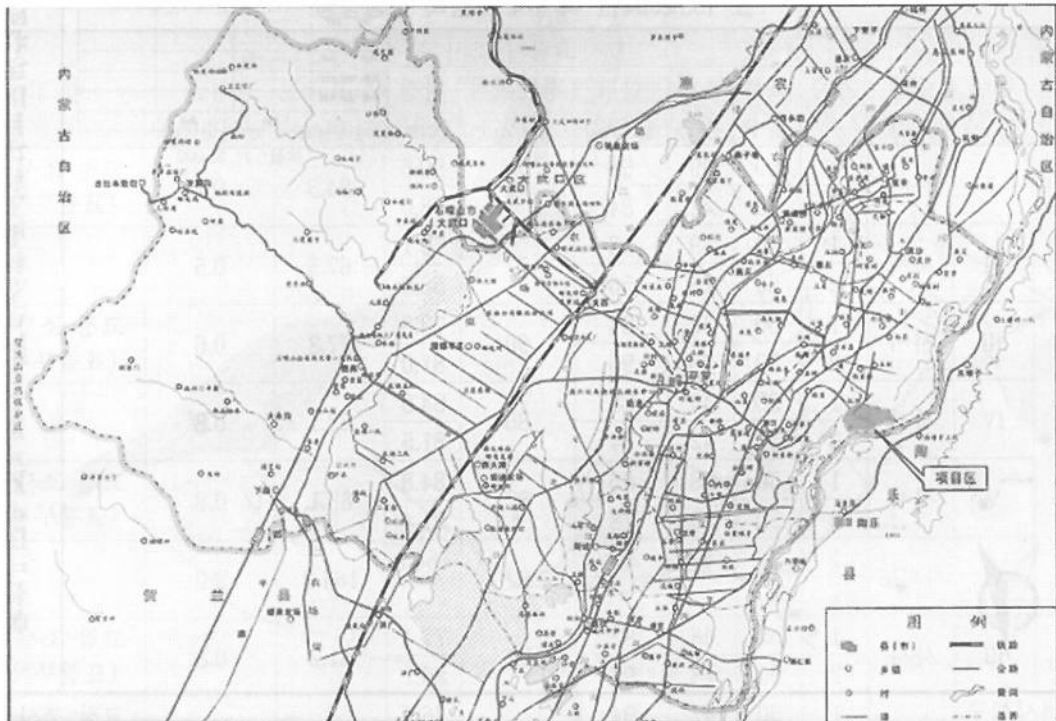
4. 영하회족자치구 평라현

가. 사업지

사업지는 영하회족자치구 평라현(平羅縣)의 동쪽에 위치하는 황하탄지(黃河灘地)로 서쪽으로 통복향(通伏鄉), 오향향(五香鄉), 육중향(六

中鄉), 거구향(渠口鄉), 두갑진(頭閘鎮)과 영사향(靈沙鄉)등 6개의 鄉, 鎮과 접하여 있다. 하안선(河岸線)의 길이는 48km 동서폭이 2.4km로 총 토지면적이 1,200ha이다.

이 지역은 황하강과 접하여 있기 때문에 지하수위는 1m내외로 수자원은 풍부한 편이다. 표고는 1,100m내외로 기복량이 1~2m 지나지 않는 평탄한 지역이다. 신생대 4기의 충적층(모래, 礫), 풍적층(모래, 粉沙), 호적소택층[湖積沼澤層; 粉沙土, 砂粘土, 游泥(yuni; 하천 호수 연못등에 충적된 진흙)], 홍적층(점질사토, 砂, 礫, 巨礫)이 표층토를 이루고 있다. 사업지 토양내에는 자갈이 거의 없으며 토층이 형성되어 있지 못하며 토심은 매우 깊다.(12m 정도)



지도 4. 사업지 위치도

나. 조림방법

1) 정지방법

정지방법은 기존의 입지조건(지표면의 높낮이, 수로, 도로 등)을 최대한 살려서 사업구를 10개의 사업구로 구분한 후 각 구별로 지표면을 고르게 정지하였다. 물론 정지작업시 도로와 수로 등을 새로 조성하여 조림작업과 관수작업이 용이하도록 하였다. 도로와 수로변은 대상(帶狀)으로 정지하며 편림대(片林帶)에서는 편상(片狀)으로 기계에 의하여 정지한다.

2) 식재방법

사업지 조림전에는 옥수수와 해바라기 등을 재배하여 반 고정사지 및 고정사지가 대부분이었으나 경작하지 못하고 있는 지역과 그 주변 지역은 유동사지(이동사지)로 풍식을 심하게 받고 있는 지역이기 때문에 조림작업은 방풍림(농전방호림) 위주로 식재되고 있다. 다만 다른 지역(내몽고 톈진시)과 다른 점은 격자형의 망림대(網林帶)식으로 조성하였으나 이 지역에서는 도로망, 수로망, 입지의 높낮이 등에 따라 도로, 수로를 따라 또는 사업구 경계를 따라 방풍림을 조성한 점이다.

폭이 넓은 임대 즉 관폭림대(寬幅林帶)는 신설된 도로와 수로를 따라 설치하는데 도로 또는 수로 양쪽으로 폭 50m 크기로 대상(帶狀)으로 조성하였다.

주 식재수종은 북경버들(실생묘)이며 방풍림내 설치하는 편림대(片林帶)와 목초지는 북경버들(삽목묘), 족제비싸리, 사막보리수 또는 구

기자, 자주개자리를 편상으로 조림 또는 파종한다.

방풍림(방호림)대에는 북경버들(실생묘)을 주행거리 1×4m 또는 2×2m로서 ha당 2,500본을 식재하며 편림대에서는 구기자는 1×2m 간격으로 ha당 5,000본을 식재하고, 목초지(자주개자리) 파종량은 ha당 18kg의 종자를 살포하였다.

조림방법은 인공식재와 삼목조림을 하였으며 식재구덩이는 대묘(관폭림대)는 40×40×50cm(가로×세로×깊이) 크기이며 소묘(편림대)는 30×30×40cm 크기로 구덩이를 파고 식재하였다.

식재시기는 춘기조림은 4월 5일~4월 25일 까지이며 추기조림은 9월 26일~10월 15일까지 각기 20일간이다. 북경버들 실생묘는 2~3년생으로 2m 크기로 절간(截幹)하여 식재하였으며 파종은 목초종자(자주개자리)를 기계 파종하며 10cm 깊이로 파종하였다.

3) 식재수종 및 파종종자

○ 식재수종

- 북경버들(柳樹) : *Salix Koreansis* Anderss, *Salix Mutsudana* Koidz.
- 족제비싸리(紫穗槐) : *Amorpha fruticosa* Linn.
- 사막보리수(沙棗) : *Elatagnos angustifolia* Linn.
- 구기자(枸杞) : *Lycium barbarum* Linn.
- 물푸레나무(白蠟) : *Fraxinus chinensis* Roxb.

· 위성류(檉柳) : *Tamarix ramosissima* Ledeb.

※ 물푸레나무와 위성류는 2005년도에 식재예정

○ 과종종자

· 자주개자리(거여목, Alfafa, 紫花 宿) :
Medicago sativa L.

4) 관수방법

관수는 황하강이 가까워서 관개시설이 오래 전부터 중형으로 완벽하게 계통적으로 되어있다. 관개수로는 그 크기에 따라서 주수로인 간거(干渠), 부수로인 지거(支渠), 작은 배수로 두거(斗渠)와 더 작은 농거(農渠)로 구분되는데 사업구내에는 支渠는 이미 설치 되어있으며 두거와 농거가 본 사업을 위해서 설치되었다.

두거는 수로 밑부분의 너비가 1.0m, 수로 윗부분의 너비가 1.75m~2.50m, 깊이가 1.2m이며 농거(농수로)는 수로 밑부분의 너비가 0.

5m, 윗부분의 너비가 1.0m, 깊이가 1.0m로 설치되었다. 두거가 총 21km, 농거가 100km에 이른다. 관수는 pump를 이용하여 두거와 농거를 통하여 사업구내로 보내져서 전 면적에 대하여 관수하게 된다. 관수는 년 4~5회 실시하며 관수량은 ha당 1,800~3,750m³이다. 제1차 관수는 봄철, 제2차 관수는 제1차 관수 후 1개월 후, 제3차는 우기전 적당한 시기에 끝낸다. 제4차는 우기가 끝나는 추기 건조기에 실시하며 제5차는 늦가을에 충분히 물을 주어 활동하게 한다.

다. 년차별 조림면적

이 지역에서의 조림은 2004년부터 시작되었으며 전 조림계획 면적 1,000ha중 2004년에 492ha(49%)가 완료되었다. 2005년도에는 2004년도 식재목 중 고사된 지역의 보식 및 재조림지의 면적을 포함하여 669ha를 조림할 계

표 14. 사업구별 조림실적(2004년도)

(단위 : ha)

사업구	면적	수종별					
		북경버들 (실생묘)	북경버들 (삼목묘)	죽제비 싸리	사막 보리수	구기자	자주개자리 (거여목)
계	492.25	197.68	107.66	76.56	23.48	41.93	44.94
I	57.51	16.82	30.33	10.36			
II	74.33	23.60	35.40	15.33			
III	86.00	32.50	3.30	50.20			
V	46.28	29.33			16.95		
VII	67.80	20.41			5.46	41.93	
VIII	56.40	20.97	35.43				
IX	76.53	46.69	1.60				28.24
X	20.33	4.00					16.33
정품원	7.07	3.36	1.60	0.67	1.07		0.37

※ 정품원은 식재수종별로 한 지역에 식재한 전시험업.

표 15. 2005년도 사업구별 수종별 조림계획

(단위 : ha)

사업구	면적	수종별						
		북경버들 (실생묘)	죽제비 싸리	사막 보리수	구기자	거여목	물푸레 나무	위성류
계	669.37	67.19	345.03	38.92	7.65	1.26	197.68	11.64
I	44.76		17.27	0.85			16.01	10.63
II	75.30		56.30	0.65			18.35	
IV	54.00	18.20	35.80					
V	13.45	3.34	3.78	5.34			1.00	
VI	224.00	31.11	118.79	15.55			58.55	
VII	52.43		20.96	10.50			20.97	
VIII	35.43		17.71				17.71	
IX	15.60		4.00		7.60		4.00	
X	151.73	14.55	70.08	6.03	0.05		61.08	
정품원	2.67		0.34			1.26		1.01

획(표 15)에 있다.

라. 조림목 성장상황

2004년 조림한 지역에 대하여 수종별 사업구별 19개소의 고정조사구를 설치하여 다음 표 16과 같이 활착율과 신초성장량을 조사하였다.

표 16에 의하면 활착율을 사업구와 수종에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 북경버들 실생묘는 활착율이 평균 94%를 보이는 반면 북경버들 삽목묘는 평균 16%의 저조한 활착율을 보이고 있다.

죽제비싸리는 평균 89%의 활착율을 보이고 있어 대체적으로 양호한 편이나 사막보리수와 구기자의 활착율이 각각 평균 48%와 22%로 아주 저조하게 나타나고 있다.

종자파종한 자주개자리의 피복율은 70%로 다소 불량하였다. 이와 같이 발아율이 저조한 이유는 조림 및 파종 당시인 4월말과 5월초에

이상기온(4월 예년기온에 비해 평균기온이 4.5℃가 높았으며 최고기온인 31.4℃가 28일간 계속되었고 최저기온은 -0.6℃로 2일간 계속되었다. 또한 5월 상순 평균기온이 예년에 비해 1.3℃ 높았고 최고기온인 32℃가 8일간 지속되었으며 최저기온인 2.5℃가 3일간 지속됨)으로 식재한 묘목과 식재하기전 묘목(1만주 폐기 처분)에 큰 피해를 받은 것으로 조사되었다. 또한 북경버들과 사막보리수에서는 대묘에 비하여 소묘의 피해가 큰 것으로 나타나고 있다.

산초성장량도 죽제비싸리를 제외하고는 지역에 따라 큰 차이를 보이고 있는데 이는 식재 당시 이상기온과도 관련성이 큰 것으로 조사되었다.

5. 귀주성 귀양시 수문현

가. 사업지

사업지는 귀주성 귀양시 수문현(修文縣)의

표 16. 수종별 사업구별 활착율 및 성장상황

수 종	사업구	조사본수	활착율(%)	신초생장(cm)
북경버들 (실생묘)	I	50	94	107.5
	II	50	100	64.4
	III	50	94	72.8
	V	50	92	137.9
	VII	26	100	89.0
	VIII	50	96	88.3
	IX	50	90	44.3
	X	50	82	34.6
	평균	376	94	79.9
북경버들 (삽목묘)	I	50	14	47.0
	II	50	14	60.0
	VIII	50	20	32.3
	평균	150	16	46.4
족제비싸리	I	50	80	60.5
	II	50	86	60.8
	III	50	100	62.9
	평균	150	88.7	61.4
사막보리수	V	50	48	41.5
	VII	50	-	-
	평균	100	48	41.5
구기자	VII	50	22	6.2
	평균	50	22	6.2
자주개자리	IX		발아율 60%	36.4
	X		발아율 80%	45.1
	평균		70%	40.8

※ 자주개자리는 파종면적에 대한 발아피복면적율임.

서부 육광진(六廣鎮), 대석향(大石鄉), 세평향(洒坪鄉)과 소정향(小箐鄉)등 4개 향진 13개촌(村)에 걸쳐 분산되어 있다.

모암이 석회암 또는 백운질 석회암등 탄산염류암지역으로 바위가 많이 노출되어 있으며 암석형태가 주로 발달한 카르스트(karst) 고원으로 평균해발고가 1,250m이고 최고 해발고는

1,607m, 최저해발고는 666m이다. 대부분 지역의 상대해발고는 300m내외의 차이를 보이고 있다. 사업지내 토지유형은 백운질 사석산지(白雲質 沙石山地), 반 석산지(半 石山地) 카르스트 관총지(karst 灌叢地), 카르스트 소림지(karst 疎林地), 석막화 경지(石漠化 耕地)와 잠재석막화 경지로 구성되어 있으며 이들 총면

표 17. 지역별 토지유형별 사업대상지 면적

(단위 : ha)

사업지	합 계	토 지 유 형				
		백운질사석산지	반석산지	karst관충지	석막화경지	잠재석막화경지
합 계	1,300.0	100.0	146.6	204.5	705.7	143.2
대석향	256.7	-	53.3	51.1	119.0	33.3
육광진	553.4	-	66.7	66.7	386.7	33.3
세평향	276.6	100.0	13.3	20.0	100.0	43.3
소정향	273.3	-	13.3	66.7	100.0	33.3

적은 2,728ha이며 이중 1,300ha가 사업대상지
역이다.

백운질사석산지는 백운질 灰岩으로부터 유
래된 석질산지이며 표토가 얇으며(보통 10m이
하) 석력함량이 매우 높다.

반 석산지는 탄산류 암석 노출면적이 30~
70%를 가지는 지역으로 토양층이 불연속적이
고 얇다. 자연비옥도가 비교적 높고 많은 종류
의 관목과 교목수종의 생장이 비교적 좋다.

카르스트 관충지는 키가 작은 관목지로 피도
30%이상이고 교목림조성대상지이다. 암석노출

이 심하다.

카르스트 소림지는 피도 10~20% 관목지로
암석노출이 매우 심하다.

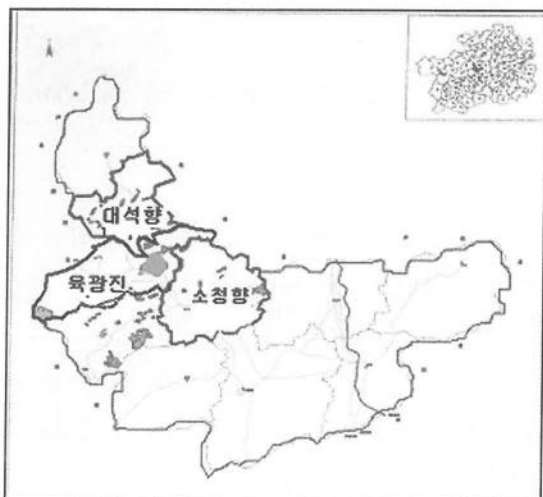
석막화경지는 장기간 경작을 하여 수토유실
이 심하여 암석이 대면적으로 노출(암석노출도
30% 이상)된 지역이나 단지 암석틈(갈라진 곳)
사이에 소량의 토양이 있을 뿐이며 기암틈 사
이로 물이 빠져나가기 때문에 작물수확이 곤란
한 지역이다.

잠재석막화 경지는 식량생산이 거의 끝나가
는 비탈경작지로 침식이 심하여 국부적으로 암
석이 노출(암석노출도 30% 이하) 되어 있으며
작물생산량이 적은 지역이다. 경사25 이하의
경지로 토양층이 비교적 두꺼우며 비옥도도 비
교적 높은 지역이다.

나. 조림방법

1) 정지방법

이 지역은 대부분 지역이 경사지이거나 암석
이 많고 토양이 부족(토심이 얇음)하기 때문에
식재기반조성인 정지방법은 식재후 식재구덩
이내 토양수분 손실을 최대한 줄이기 위하여



지도 5. 사업지 위치도

괴상으로 식혈(식재구덩이)을 파는 것이 주 정지방법이 된다. 식혈의 크기는 토지유형에 따라 차이가 있으나 수종에 따라서 소규격은 $30 \times 30 \times 25\text{cm}$ (가로 $\times$ 세로 $\times$ 깊이), 중규격은 $40 \times 40 \times 25 \sim 30\text{cm}$, 대규격(잠재석막화 경지)은 $80 \times 80 \times 60\text{cm}$ 이다.

이지역 조림은 타 사막화지역과 달리 전면조림을 한다기 보다는 기존식생이 있으나 생육이 불량하거나 희소한 지역에서 선택적으로 조림하는 무육관리 차원이기 때문에 정지작업도 괴상의 형태를 띄우며 지표수와 토양유실을 방지하기 위하여 식혈도 品字 형태로 식재하여 행간을 엇갈리게 설치하고 있다. 사면길이가 200m 이상되는 산지에서는 사면길이 100m마다 폭 3m 내외의 생물대(生物帶)를 남겨둔다.

2) 식재방법

식재 및 녹화방법은 토지유형과 수종에 따라 차이가 있으나 실생묘, 용기묘, 삼목묘, 분주이식, 취목(layering), 파종(산초나무)등 다양하다. 식재본수는 ha당 1,200~9,000본으로 식재수종과 토지유형에 따라 차이가 심하다. 식재목의 활착율과 잔존율을 높이기 위하여 보습제와 ABT 발근촉진제를 배합하여 사용하기도 하며 식재전 밑거름으로 농가비료, 콩깻묵, 인산질비료 등을 사용하기도 한다.

식재시기는 일반적으로 겨울철과 봄철에 실시하며 하곡(河谷) 지대에서는 여름우기에 실시하기도 한다.

3) 식재 및 파종종자

- 향나무(溲柏) : *Juniperus chinensis*
- 아까시나무(刺槐) : *Robinia pseudoacacia* L.
- 멀구슬나무(苦楝) : *Melia azedarach* var. *japonica*.
- 가중나무(臭椿) : *Ailanthus altissima*
- 야생대추(酸棗) : *Choerospondias axillaris*(Boxb.) et Hill
- 중국삼나무(柳杉) : *Cryptomeria Hooibr-enk ex Otto et Dietr.*
- 배나무(梨樹) : *Pyrus sinensis*
- 고정차(苦丁茶) : *Camellia sinensis* O. kuntze
- 인동덩굴(金銀花) : *Lonicera maackii* (Rupr.) Maxim.
- 두충(杜仲) : *Eucommia ulmoides* Oliver.
- 산초나무(花椒) : *Zanthoxylum bungeanum* Maxim.
- 참죽나무(香椿) : *Cedrela sinensis* A. Juss.
- 모감주나무(欒樹) : *Koelreuteria paniculata* Laxm.
- 녹나무(樟腦木) : *Cinnamomum camphora*

4) 관수방법

사업지 일대는 연평균 1,300mm 내외의 강수량을 가지고 있지만 karst지형 특성상 강수의 대부분이 암석틈 사이로 빠져나가 지하수화하기 때문에 표층토양은 강수후 얼마 지나면 건조한 상태를 보이기 때문에 식생이 고사하기 쉽다. 또한 상수도시설 및 지하수 이용량이 적어 농작물 및 조림목 관수는 대부분 일반강수

에 의존하는 형편이다. 따라서 조림후 관수를 위해서는 계곡부에 저수조를 설치하여 물을 저장하였다가 조림지에 관수하는 것이 일반적이다.

본 사업을 위해서 저수조 건설규모는 300곳이며 크기는 4×2.5×2.5m(가로×세로×깊이)이다.

다. 년차별 조림면적

이 지역 조림은 2004년부터 시작되었으며 전 조림계획 면적 1,300ha중 2004년 말 현재 557.2ha(43%)가 조림완료 되었다.

지역별로 구분해 보면 대석향 138.7ha, 육광진 208.4ha, 세평향 128.2ha와 소정향 81.9ha이며 토지유형별로 구분해보면 백운질사석산지 79.6ha, 반 석산지 32.8ha, karst관충지 86.2ha와 석막화경지 358.6ha로 석막화경지에서 많은 조림이 이루어졌다.

라. 조림목 생장상황

2004년 조림한 지역별 수종별 13개소에 고정조사구를 설치하고 각 조사개소별 100개체에 대하여 활착율, 간장생장과 근원경조사를 실시하였다. 조사수종별 활착율은 표 18과 같으며

표 18. 수종별 활착율

수종명	활착률(%)	토지 유형
아까시나무	97.0	반석산지, 석막화 경지
배나무	96.7	잠재석막화경지
멀구슬나무	96.3	반석산지
금은화	93.0	석막화 경지
유삼	92.5	카르스트 관충지
모감주나무	91.0	카르스트 관충지
고정차	90.0	석막화 경지
운남백	85.0	백운질사석산지
참죽나무	81.0	석막화 경지
야생대추	80.0	카르스트 관충지
두충나무	77.0	석막화경지
산초나무	45.0	석막화경지
녹나무	30.0	카르스트 관충지

표 19. 수종별 생장상황

구 분	간장(cm)	간장생장률(%)	근원경(cm)	근원경생장률(%)
배나무	121.8(80)	52.2	1.7(1.0)	70.0
녹나무	40.1(50)	19.8	0.8(0.6)	33.3
고정차	53.0(30)	76.6	0.7(0.5)	40.0
아까시나무	147.7(130)	13.6	1.5(1.2)	25.0
모감주나무	98.3(120)	-18.1	1.3(1.0)	30.0
두충나무	156.4(140)	11.7	1.1(0.9)	22.2
참죽나무	72.4(120)	-39.7	1.4(1.2)	10.7
야생대추	95.5(120)	-20.4	1.6(1.0)	60.0
유삼	41.6(25)	66.4	0.7(0.4)	75.0
멀구슬나무	146.9(130)	13.0	1.6(1.3)	23.1
운남백	45.6(25)	102.4	0.6(0.3)	100.0
금은화	26.4(25)	5.6	0.6(0.3)	100.0
산초나무	71.9(50)	43.8	0.8(0.6)	33.3

※ ()내 숫자는 수종별 식재시 묘목 규격임.

식재목 성장상태는 표 19과 같다.

표 18에 의하면 활착율은 아까시나무, 배나무, 멸구슬나무, 인동덩굴(금은화), 중국삼나무(유삼), 모간주나무와 고정차가 90% 이상으로 가장 높고 그 다음으로 향나무(檜柏), 참죽나무와 야생대추가 80% 이상이며 두충나무(77%), 산초나무(45.6%), 녹나무(30.0%)가 비교적 낮은 활착율을 보이고 있다. 산초나무와 녹나무의 활착율이 낮은 이유는 이들 수종이 수분요구도가 높은 수종이기 때문인 것으로 관찰되어 활착율을 높이기 위해서는 조림후 관수가 철저히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

표19에 의하면 간장생장과 근원경 성장량이 실질적으로 가장 양호한 수종은 배나무이며 간장생장율이 부(-)의 값을 보이고 있는 것은 식재목 초두부가 고사하고 근원부에서 맹아가 발생하였기 때문이다.

V. 맺는말

지금까지 한·중 사방조림 협력사업의 추진 경위, 사업지와 사업규모, 사업지별 추진 현황과 성과에 대하여 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조림실적

지역별로 조림 착수년도가 다르기 때문에 추진율이 다르다. 2001년부터 조림을 시작한 내몽고 톈진시와 감숙성 백은시, 신강성 투루판시의 추진율이 각각 72%, 80%, 75%로 높게 나타나고 있으며 2003년부터 조림을 시작한 영

○ 지역별 조림추진 실적

지 역	조림면적(ha)		추진율 (%)
	계획면적	조림실적	
내몽고 톈진시	3,000	2,156	72
감숙성 백은시	1,540	1,230	80
신강성 투루판시	1,200	900	75
영하회족자치구 평라현	1,000	492	49
귀주성 귀양시 수문현	1,300	557	43
계	8,040	5,335	66

하회족자치구 평라현과, 귀주성 귀양시 수문현은 각각 49%와 43%로 전체적으로 2004년말 현재 8,040ha중 5,335ha가 완료되어 66%의 추진율을 보이고 있다.

2. 지역별 수종별 성장상황

2004년 말에 조사한 성장상황(활착율과 간장 및 신초생장량)은 지역별, 수종별, 조림년차에 따라 각기 다르게 나타나고 있다. 동일 조림년도에 같은 수종을 조림한다 하여도 지역적으로 성장차이가 나타나는 근본원인은 조림목의 굴취, 운반, 가식, 조림등 일련의 조림작업 과정에서의 지도감독 차이와 관개시설, 정지방식, 이상기후 및 관리상태 등으로 관찰되고 있다.

○ 내몽고 톈진시에서 주로 방풍용으로 식재하고 있는 백양나무는 활착율이 88% 이상으로 높게 나타나고 있다. 조림년차에 따라 조림년차가 오래된 곳의 활착율이 높은 것은 보식을 실시하였기 때문인 것으로 판단되며 평균간장생장량은 년 0.5~1.0m 성장하는 것으로 나타나고 있다.

○ 감숙성 백은시에서는 관개시설 유무, 정지

○ 지역별 수종별 년차별 성장상황

지 역	수 종	조림년차	조사본수	성장상황	
				활착율(%)	평균간장(m)
내몽고 퉁랴시	백양나무	2001	60	100	3.0~5.0
		2002	60	100	2.0~3.6
		2003	87	98	1.5~3.5
		2004	72	98	0.9~2.7
감숙성 백은시	백양나무	2001	25	100	4.9
		2003	79	92	2.8~4.3
		2004	266	87	2.4~3.9
	아까시나무	2001	77	96	2.8~3.9
		2003	106	92	1.8~2.8
		2004	449	95	1.6~3.3
	사막보리수	2001	25	100	2.4
		2003	50	88	1.7~1.9
		2004	225	84	1.6~2.5
	측 백	2001	25	84	1.6
		2003	77	84	0.9~1.1
		2004	50	22	0.6
	홍 류	2001	25	100	1.8
		2003	50	88	1.1~1.3
		2004	50	62	맹아발생
	살구나무	2003	26	96	1.7
	대추나무	2003	72	64	1.2~1.4
	팔배나무	2004	149	89	1.0~1.8
	죽제비싸리	2003	75	99	0.1~1.2
		2004	50	100	0.7~0.9
신강성 투루판시	사 사	2003	100	74	1.76
		2004	600	88	0.79
	사괴조	2003	100	93	1.93
		2004	50	82	1.64
영하회족 자치구 평라현	북경버들 (실생묘)	2004	376	94	0.80
	북경버들 (삼목묘)	"	150	16	0.46
	사막보리수	"	100	48	0.42
	구기자	"	50	22	0.06
	죽제비싸리	"	150	89	0.61
	자주개자리	"		70 (피복율)	0.41
귀주성 귀양시 수문현	아까시나무	"	100	97	1.48
	배나무	"	100	97	1.22
	멀구슬나무	"	100	97	1.47
	인동덩굴 (금은화)	"	100	93	0.26
	중국삼나무 (유삼)	"	100	93	0.42
	오감주나무	"	100	91	0.98
	고정차	"	100	90	0.53
	향나무 (운남백)	"	100	85	0.46
	참죽나무	"	100	81	0.72
	야생대추	"	100	80	0.96
	두충나무	"	100	77	1.56
	산초나무	"	100	45	0.72
	녹나무	"	100	30	0.40

방식과 이상기후에 따라 동일수종 일지라도
생장상황이 다르게 나타나고 있다.

대체적으로 생장이 양호한 수종은 백양나무,
아까시나무, 사막보리수, 팔배나무, 족제비
싸리이며 측백, 대추나무, 홍류등은 매우 저
조한 생장을 보이는데 이는 측백나무는 풍
해에 대추나무는 관개시설미비와 홍류는 정
지방식(배수시설 미비) 미 실시로 활착율이
저조한 것으로 조사되었다.

- 신강성 투루판시에서는 사사와 사괴조 두수
종이 건조에 매우 강한 수종이기 때문에 활
착율이 74% 이상을 보이고 있으며 생장량
도 년 0.5~1.0m 정도 양호한 생장을 보이
고 있다.
- 영하회족자치구 평라현에서는 북경버들(실
생묘)과 족제비싸리의 생장상황이 가장 양
호하게 나타나고 있다.
반면에 북경버들(삽목묘), 사막보리수, 구기
자 등은 이상기후(조림시기에 최저, 최고온
도에 의한 기온차)에 의하여 활착율이 매우
저조하였으며 파종한 자주개자리도 발아 피
해를 보았으나 피복율 70%로 점차 회복단
계에 이르고 있다.
- 귀주성 귀양시 수문현에서는 아까시나무,
배나무, 멸구술나무, 인동덩굴(금은화), 중
국삼나무(유삼), 모감주나무, 고정차, 향나
무(운남백), 참죽나무, 야생대추, 두충나무
등의 활착율이 77% 이상이며 간장생장량도
양호한 편이나 산초나무와 녹나무의 활착율
이 수분부족으로 인하여 저조하게 나타나고
있어 식재수종 변경이 요구되고 있다.

□ 참고문헌

1. 임업연구원 2000. 4.
서부지역 및 북경 밀운저수지유역 수원보호
림조성사업 1차 타당성조사 - 감숙성백은시,
감숙성 평량지구경하유역 섬서성 한성시 용
문고도, 북경밀운저수지 -
2. 임업연구원 2000. 9.
서부지역 사방조림사업 2차 타당성조사
- 신강성우루무치시, 창길시, 투루판시 내몽
골 통료시 -
3. 임업연구원 2001. 1.
대 중국 사방조림 지원사업 현장 정밀조사
결과보고 - 북경시 밀운저수지 -
4. 임업연구원 2001. 1.
대 중국 사방조림 지원사업 현장 정밀조사
귀국보고서 - 내몽고자치구 통료시 -
5. 임업연구원 2002. 10.
중국서부지역 조림사업 현지점검 및 사업계획
보고서 - 내몽고자치구 통료시 가좌중기 -
6. 한국산지환경조사연구회 2002. 11.
중국 서부지역 사방조림 지원사업 현장 정
밀조사 결과보고
- 신강 위구루자치구 투루판시-
7. 임업연구원 2002. 11.
중국 서부지역 사방조림 지원사업 현장 정
밀조사 결과보고
- 감숙성 백은시(甘肅省 白銀市) -
8. 한국산지환경조사연구회 2003. 3.
중국 서부지역 조림협력사업 3차 타당성 조

- 사 - 영화회족 자치구, 평라현, 중위현 귀양
시 수문현, 길림성 무송현 -
9. 임업연구원 2003. 8.
중국 서부지역 사방조림 지원사업 현장 정
밀조사 결과보고 - 영화회족자치구 평라현
(寧夏回族自治區 平羅縣) -
10. 임업연구원 2003. 9.
중국 서부지역 카르스트 석질 산지조림 시
범사업 현지 정밀조사 결과 보고 - 귀주성
귀양시 수문현(貴州省 貴陽市 修文縣) -
11. 한국산지환경조사연구회 2003. 9.
중국 서부지역 카르스트 석질 산지조림 시
범사업 현지 정밀조사 결과 보고 - 귀주성
귀양시 수문현(貴州省 貴陽市 修文縣) -
12. 국립산림과학원 2003. 12.
중국 서부지역 사방조림 지원사업 추진을
위한 전문가 파견결과 보고서
- 감숙성 백은시(甘肅省 白銀市) -
13. 한국산지환경조사연구회 2004. 3.
중국 서부지역 사방조림 지원사업 2004년
춘기조림 사업지 점검결과 요약
- 신강 위구루자치구 투루판시 -
14. 한국산지환경조사연구회 2004. 3.
중국 서부지역 카르스트 석질 산지조림 시
범사업 조림지도 결과 보고
- 귀주성 귀양시 수문현 -
15. 한국산지환경조사연구회 2004. 4.
중국 서부지역 사방조림 지원사업 2004년
춘기조림사업지 전문가 파견결과 보고서
- 감숙성 백은시(甘肅省 白銀市) -
16. 한국산지환경조사연구회 2004. 4.
중국 서부지역 사방조림 지원사업 2004년
춘기조림사업 지도·점검 결과 보고서
- 영화회족 자치구 평라현 -
17. 한국산지환경조사연구회 2004. 5
중국 서부지역 사방조림 지원사업 춘계
(2004) 조림지도 및 현지점검 보고서
18. 한국산지환경조사연구회 2004. 10.
중국 서부지역 사방조림 지원사업지 2004년
추기 전문가 파견결과 보고서
- 감숙성 백은시(甘肅省 白銀市) -
19. 한국산지환경조사연구회 2004. 10.
중국 서부지역 사방조림 지원사업지 2004년
도 추기 전문가 파견결과 보고서
- 영화회족 자치구 평라현 -
20. 한국산지환경조사연구회 2004. 11.
중국 서부지역 사방조림 지원사업지 2004년
추기 전문가 파견결과 보고서
- 신강 위구루 자치구 투루판시 -
21. 국립산림과학원 2004. 12.
중국 서부지역 사방조림 지원사업지 2004년
추기 전문가 파견결과 보고서 - 귀주성 귀
양시 수문현(貴州省 貴陽市 修文縣) -
22. 한국산지환경조사연구회 2004. 12.
중국 서부지역 사방조림 지원사업지 추계
(2004) 조림지도 및 현지점검 보고서
- 내몽골 자치구 통료시 -

북한의 산림황폐 실태 및 복구 전략

박 재 현

국립진주산업대학교 산림자원학과 교수

1. 서 론

한국 동란 이후 북한의 산림현황, 제도 및 정책에 관한 자료는 일본, 중국, 한국 등에서 일부 소개되었으나, 북한의 산림현황 특히 산림황폐화와 관련된 내용은 거의 알려져 있지 않은 실태이다.

산림황폐지는 산지의 지피식생이 오랜 기간에 걸쳐 소멸되거나 파괴되고 각종 형태의 토양침식이 발생되어 강우시에 토사의 유실이 일어나는 지역을 말한다. 즉, 산림황폐지는 자연으로 산림 회복이 불가능하며, 일반적으로 토심이 얇고 C층 토양이 드러나 있고, 초본과 목본을 합한 피복도가 40% 미만인 상태를 말하는데, 북한의 산림황폐 현상은 북한의 농업생산기반 및 식량 사정과 밀접하게 연관되어 있다(산림청, 1988).

북한의 구조적인 식량난은 1946년 3월에 실시된 토지개혁을 그 시발점으로 본다. 이 때부터 모든 농지가 명목상으로는 개인 소유였으나 토지의 유동성이 전혀 허용되지 않아 국가소유와 별 다를 바가 없었다. 따라서 농업생산성도 떨어질 수밖에 없었다. 북한에서는 토지 개혁에 따라 모든 농지가 집단화되었으며, 공유로 인한 노동능률의 저하와 함께 식량부족을 초래

하는 결과를 낳았다.

이러한 식량 부족 문제를 해결하기 위해 북한은 농경지 확보 방안으로 농지개발에 지대한 관심을 기울였다. 농경지 확장으로는 간석지 개발, 다락밭 건설, 새땅찾기 등이 대표적인 사업으로 대두되었다. 이 가운데 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.

북한은 1981년 10월 노동당의 제6기 4차 전원회의에서 식량확보를 위한 농경지의 확장을 더 강력하게 추진하기 위하여 기존의 5대 자연개조사업을 보다 구체화하고 현실화한 4대 자연개조사업을 제시하였다. 이는 기존의 5대 자연개조사업과 크게 다르지 않으나, 5대 자연개조사업을 보다 구체화, 현실화하고 있으며, 5대 자연개조사업 방침의 수행시 발생하였던 주요 문제, 특히 무분별한 다락밭 건설로 인한 산림의 황폐화를 엄격히 규제할 것을 강조하였다.

북한의 다락밭 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 사후관리의 미비로 산지는 황폐화되고 토사의 유출로 농경지가 유실되는 등 많은 부작용을 초래하였다.

북한의 산림황폐화는 식량부족으로 인한 산지개간 및 산림내 연료채취, 홍수해 발생, 토지 황폐화, 농경시설 파괴, 농업생산 감소 및 식량난 가중, 화전, 도·남벌 및 산림내 연료채취 심화, 산림황폐화 가속, 농업생산 기반붕괴, 산지파괴 과정이 반복되는 등 악순환이 계속되고 있다.

북한지역의 산림황폐화는 날로 심해지고 있으며, 이로 인해 북한의 농업생산기반 시설이 심각하게 파괴되고 있어 통일이전이라도 산림 황폐지에 대한 정확한 실태파악과 합리적인 복구방안 수립의 필요성이 크게 높아지고 있다.

한편, 북한에 대한 산림의 파괴 실태는 그곳 산림에 대한 방문객들의 여행기록, 귀순자들의 증언과 매스미디어의 보도 등에서 얻을 수 있다. 그들에 의하면 북한의 경제사정이 극도로 나쁘다고 하며, 연료로 쓰기 위해 과도한 벌채를 계속했기 때문에 북한의 산은 민둥산이 되었다는 것이 대부분의 견해이다.

아울러 다락밭 경작은 북한의 자연파괴를 대표하는, 산림을 벌채하면서 만든 것으로 강우에 의한 토사유출을 완벽하게 막아야 하고, 재배식물은 1년생이 아닌 다년생으로 해야 만이 그 피해를 저감할 수 있지만 1년생인 옥수수만을 경작하는 것으로 보아 산림파괴로 인한 침식토사의 유실문제는 심각함을 넘어 위험 수준

에까지 이르고 있다고 해도 과언이 아닌 상황이다.

북한은 1992년 12월 최고인민회의 제 9기 4차 회의에서 산림법을 제정하여 봄철에는 나무심기에 나서자고 하였지만 아직까지도 산림의 황폐는 심각한 지경에 있을 것이라 여겨진다. 더구나 최근에 북한의 식량사정은 더욱 나빠져 전 세계에서 구호의 손길이 뻗치고 있지만 그것도 어려운 처지라 나무뿌리를 캐 먹고, 나무껍질을 벗겨 끓여 먹는 처지이고 보면 산림의 황폐는 더욱 심해지고 있을 것이다.

최근 2년간 북한의 수해는 산림정책의 실패, 즉 과도한 산림파괴로 인하여 발생된 것이라 할 수 있고, 북한의 산림은 전란의 복구에 허덕이던 우리나라의 1960년대 초와 비슷한 상태이다. 따라서 역사적으로 전 세계문명 및 국가의 소멸이 산림파괴에 기인한 결과임을 볼 때 북한의 장래는 크게 우려되는 바이다.

막대한 면적에서 발생하는 토양침식은 여러 가지 2차적인 문제를 발생시킨다. 표층토양이 강물에 씻겨 내려가면 하상에 퇴적물이 증가하면서 강둑이 높아지게 되고 강어귀의 삼각주가 넓어진다. 히말라야 산맥에서는 네팔 등 주변 국가의 인구가 급격히 증가하면서 40% 가량의 산림이 1955년 이후 30년 동안 연료공급과 농지개간의 차원에서 사라졌고, 현재도 산림의 파괴는 계속되고 있다.

연구에 의하면 숲이 벌채된 지역에서는 토양 침식이 과도하게 증가하고 이러한 증가량은 산림지대보다도 20배 이상이나 높다. 이러한 결과로 히말라야 계곡을 흐르는 강에서는 1년에

15cm 이상씩 하상이 높아져 홍수가 발생하고 넓은 삼각주는 더욱 넓어지게 되었다. 즉, 전 세계 인구의 8분의 1에 해당하는 사람들이 현재 히말라야의 산림벌채와 그로 인한 토양침식에 의한 홍수의 영향권에 있다고 하는 것을 보아도 얼마나 많은 면적의 산림이 파괴되었는가를 실감할 수 있다.

2. 북한의 산림황폐화 현황

가. 분단이전의 산림황폐화 실태

북한지역의 우량한 산림은 대부분 요존 국유림으로 편입되어 총독부의 관리를 받았다.

요존 국유림에서의 조림사업에 대한 계획은 1910년 「의견서」에서 제안했듯이 조림비의 절약을 위해 활엽수의 벌채적지는 물론 침엽수의 벌채적지에 대해서도 가능한 천연갱신으로 수행할 것을 결정하였으며, 인공갱신은 우량한 임지에 한하여 수행할 것을 계획하였다(조선총독부, 1927).

벌채적지에 대한 갱신계획은 영림창 이외 본부관내는 조림불능지 5%를 포함하여 70%의 산림을 무경비천연갱신으로 시도할 것을 계획하였다. 영림창 관내는 상대적으로 좋은 임상을 보유하고 있었기 때문에 무경비천연갱신은 35%이지만 그 외의 산림에서는 대부분 조림비의 절약을 위해 간단한 정리와 성림 무육에 그치고 있다. 인공식재의 경우에는 전체 무렵목지의 3.1%만을 조림하고 나머지는 매각하거나 조림대부처분을 하고자 하였다(조선총독부, 1927).

조선임정계획서(1927)에서는 1926년부터 1937년까지 연평균 1,771정보씩 인공식재할 계획을 수립하였으며, 그러한 계획에 대해 35.6%만이 실행되었다. 반면 보식의 경우는 계획량의 64.2%의 실적을 올리는데 그쳤다. 그러나 새로 조림할 경우에는 요존국유림내 시급히 조림해야 할 50만 정보와 계속해서 늘어나는 벌채적지에 비해 매우 부족한 실정이었다. 따라서 분단 이전 북한지역의 산림황폐화의 주요 원인은 일제하 요존 국유림 증별정책에 기인한 것이다.

나. 분단이후 산림황폐화 실태

현재 북한의 생태계문제 가운데 가장 두드러진 것은 산림의 황폐화이다. 땀감과 자재용 또는 부족한 식량을 보충하기 위한 화전개간과 땀기발 조성으로 인한 산림손상의 실태는 산에 나무가 없다는 김일성의 비탄에서도 잘 드러나고 있다. 그러나 한때 산림파괴는 주민에 의해서만이 아니라 북한당국의 정책에 의해서도 적극적으로 진행되었다. 그 대표적인 예가 다락발 건설이다. 1976년 김일성은 알곡증산을 위해 다락발 만들기 투쟁을 대대적으로 벌려 단기간에 20만 정보의 다락발을 건설하도록 지시하였다. 그러나 다락발 건설이 산림을 대단지로 황폐화시키자 1980년 다락발 만들기를 반대한다고 김일성은 지시하였다.

산림파괴로 인해 발생될 문제들의 심각성을 인식한 북한은 이후 대대적으로 조림사업을 독려하였으나 그 실효는 거두지 못했고, 최근 들어 더욱 악화된 북한의 경제사정으로 국가의

사회 전반적인 통제력을 상실하기에 이르렀다. 결국 산림에 관한 국가의 사회전반적인 통제력의 상실로 인해 중국접경지역의 물물교환이 가능해지면서 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.

즉, 분단 이후 북한의 산림이 황폐화한 주요 원인은 다음 세 가지로 요약할 수 있다. 그 첫 번째가 다락밭 조성사업이다. 북한은 식량 증산을 위해 1970년대 중반 이후 지금까지 농지 확장정책을 꾸준히 진행하여 왔는데, 특히 지난 1976년 10월 확정된 5대 자연개조사업을 주요 사업으로 꼽을 수 있다.

5대 자연개조사업은 밭 관개, 다락밭 조성, 토지정리 및 개량, 간석지 개간, 치산치수 사업이 이에 해당되는데, 이 가운데 개간이 산림훼손과 밀접한 관계가 있다고 생각된다. 다락밭 개간은 16° 이상의 경사지를 개간하여 밭으로 조성하여 식량 생산 증대를 꾀하는 것으로 전체 사업목표를 20만 정보로 세워 전국적으로



그림 1. 북한의 다락밭 개간(16° 이상의 비교적 급경사지에 조성된 옥수수밭)

추진하였다. 그러나 북한이 조성한 다락밭의 주요 재배작물이 옥수수이고, 옥수수는 봄에서 늦여름까지의 비교적 짧은 생육기간을 가지고 있기 때문에 연중 대부분의 기간이 나지인 상태로 노출되어 소량의 강우에도 토양침식의 위험을 지니는 문제를 안고 있다. 또한 경사지에 밭을 조성하면서, 강우시 토사유출 방지를 위한 적절한 배수시설의 미비로 인하여 토양침식이 가속되었고, 결국 밭으로서의 생산력을 잃게 되어 방치됨으로써 산지 황폐가 촉발되었다.

둘째로는 1980년대 중반 이후 에너지난으로 농촌지역 대부분의 주택이 취사 및 난방용으로 임산연료를 사용하게 되었으며, 1990년 이후에는 평양, 남포, 개성 등 일부 도시를 제외한 대부분의 지역도 취사 및 난방용으로 임산연료를 사용하게 되어 농촌과 도시지역 모두 인근 야산의 산림이 심하게 훼손되었다(강광규와 정희성, 1998).

세 번째로 북한은 부족한 외화획득을 위해 우량한 산림을 무차별로 벌채하여 중국으로 수출하였다. 이로 인하여 1970년 약 350만 m^3 의 원목을 벌채하였고, 1995년에는 약 473만 m^3 의 원목을 벌채하였다. 1996년에는 경제난의 가중으로 예년 평균 벌채량보다 훨씬 큰 폭으로 증가한 약 500만 m^3 의 원목을 벌채하였다.

이렇게 수출되는 목재는 대부분이 산업용 원목인 반면 북한 내 벌채목들은 85% 이상이 연료용으로 사용되고 있다. 반면 1999년에는 식량사정이 호전되고 원목형태로의 수출을 제한하고 일차 가공된 형태로 수출을 장려하여 중국 등 인근 국가로 원목 및 목제품 수출이 감

소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 최근 들어 북한의 목재수요량은 산업용재를 비롯해서 연료재, 농업 및 자재용 목재 등 연간 약 900만 m^3 에 달하는 것으로 추정된다.

이 가운데 적어도 약 400만 m^3 이상은 불법 벌채인 것으로 추론된다. 더욱이 북한은 산림의 황폐화 및 에너지 부족 등으로 인해 산림공급이 매우 어려운 실정이며, 소련으로부터 들어오던 약 180만 m^3 에 달하는 목재 도입도 거의 중단되어 목재부족이 심각한 상태이다. 즉, 북한의 행정구역별 산림면적은 현재까지 약 220만ha의 산림이 감소된 것으로 보고되고 있다.

더욱이 최근에 북한에서는 식량보다 땃감 문제가 더 심각하다. 쌀이 있어도 땃감이 없어 밥을 못해 먹는 주민들이 늘고 있기 때문이다.

특히 평야지대인 황해도 지방의 땃감문제는 최악의 국면을 맞고 있다. 황해도에서는 그동안 땃짚이나 석탄 등을 이용해 땃감문제를 해결했으나 땃짚이 일본으로 수출되고 다른 용도로 많이 전용되자 땃감으로 사용할 수 있는 양이 줄어들어 더욱 어려움이 몰리고 있다. 따라서 땃감을 구하기 위해서는 최소한 30리 이상이나 나가야 마른 풀이라도 채취할 수 있고, 야산의 나무뿌리를 뽑고 가랑잎도 긁어 남아있는 것이 없을 정도이다.

뿐만 아니라 풀뿌리도 캐어가고 전봇대를 잘라 땃감으로 사용하다가 당국에 적발되는 경우도 있다. 과일나무도 몰래 베가기 일쑤다. 과일 나뭇가지 하나 베는데 벌금 50원이지만 당장 땃감이 없는 주민들에게 효력이 있을 수 없다.

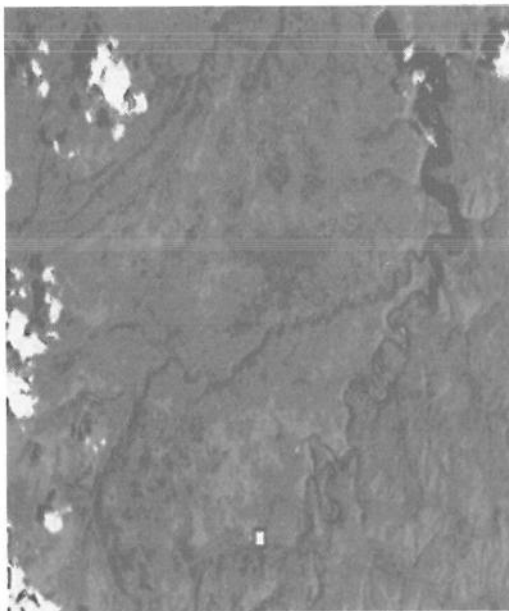


그림 2. 1981년 LANDSAT MSS 영상(좌)과 1993년 TM 영상의 비교
(양강도와 함경북도 접경지역 대흥단군 - 북부내륙 산림개발 정책으로 약 10,000ha의 대규모 산림이 농지로 개간된 모습)

산악지방에서의 땀감 부족도 심각한 지경에 있다. 양강도 해산시에서는 나무를 하려면 50리 정도는 산속으로 들어가야 한다. 함경도와 평안도의 대부분 산악지방도 30~50리 길을 들어가야 땀감을 구할 수 있다. 사정이 이렇다 보니 장마당에서는 땀감이 가장 인기 있는 품목이 됐다. 땀감을 팔아 생계를 이어가다가 하면 연탄을 빚어 장마당에 내다 파는 사람들도 늘어나고 있다. 연탄가격은 한 장에 북한돈 15원으로 최소한 2장은 있어야 하루를 견딜 수 있다.

2005년 자료(조선일보, 2005)에 의하면 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. 따라서 목탄의 수요가 높아지면서 별채면적도 늘어나고 이로 인해 황폐화 되는 지역은 점차 증가하고 있는 추세이다.

이런 상태가 몇 년 만 더 지속된다면 식량난보다 땀감 난으로 더욱 많은 희생자가 날지도 모른다. 한 예로 최근 함경남도와 함경북도의 쌀값은 백미 1kg에 750원이다. 최고 1,200원까지 폭등한 것으로 알려지고 있다. 이는 북한 당국이 2002년 7월 1일 이른바 경제관리개선조치를 단행할 당시 정한 시장가격 46원에 비해 무려 20배 가까이 오른 것이다. 다섯 식구 기준 한달 먹는 쌀(20kg)을 사자면 북한 돈 1만 5천원이 필요하다. 이는 근로자 한달 임금의 6배이다. 더욱이 이러한 쌀이 있다고 해도 연료난이 심각해 밥을 지어먹을 수조차 없는 지

역이 늘고 있는 형편이다. 이는 아무리 봄에 조림을 해도 바로 땀감으로 사용하는 형편에서는 조림성공은 요원한 실정이라 할 수 있는 것이다.

즉, 북한 근로자가 월급(2,500원)으로 한 품목을 산다면, 백미 3kg, 식용유 3리터, 돼지고기 1.5kg, 계란 23개, 설탕 2.5kg, 휘발유 1.3리터, 비누 8개, 달러 1.3달러에 불과해 북한의 경제가 상당히 좋지 않은 상황에 있다.

북한의 식량사정이 안 좋아지자 북한은 먹는 문제해결을 위해 지난 90년대 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 얻어 만성적인 식량난을 덜려고 하는 것이다. 이를 위하여 각지에서 풀씨 확보와 풀판(草地)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 풀판조성을 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 토양환경의 악화는 여름철 집중강수에 의한 침식의 원인으로 작용하고 있는 것이다.

더욱이 현재 북한전역에서 벌어지고 있는 나

무심기도 마찬가지로 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 나무를 심어야 한다는 목표량뿐이다(조선일보, 2002)

다. 북한 산림황폐지의 유형

북한 지역을 산림황폐지의 3가지 유형(나지, 개간나지, 무림목지)과 기타 논, 밭, 주거지, 수

역, 산림의 8개 지역으로 구분한 결과, 북한 전체면적 12,298.6천ha 가운데 13.3%인 1,631.7천ha가 황폐산지로 분류되었으며(표 1), 황폐산지의 유형 가운데 개간산지의 비율이 약 60%로 분류되었다. 또한, 황폐산지를 포함한 북한 전체산림면적은 916만6천ha로 북한 전체면적의 약74.5%로 추정되었다(임업연구원, 1999).

산림을 제외한 다른 분류항목의 분포는 밭 1,959.7천ha로 19%, 논 520.9천ha로 4.2%, 주거지 및 기타가 3.3%인 400.8천ha로 나타났다.

북한의 행정구역별 산림면적 및 황폐산지 현황은 표 2와 같다. 표 2에서와 같이 황해남북

표 1. 북한의 산림황폐지 실태

(단위 : ha)

계	산림 (임목지)	황 폐 산 지				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%)

표 2. 도별 산림황폐지 분포

(단위 : ha)

행정구역	산림면적	황 폐 산 지			
		계(비율, %)	개간산지	무림목지	나지
계	9,165,764.7	1,631,705.9(17.8)	972,007.6	533,492.8	126,205.5
평양시	117,762.0	48,281.5(38.5)	25,513.4	15,152.3	2,615.9
남포시	14,860.7	6,965.8(46.9)	3,871.6	2,439.0	655.2
개성시	68,500.9	31,454.6(45.9)	13,860.9	15,869.6	1,724.0
강원도	895,758.2	135,320.0(15.1)	76,962.0	48,634.8	9,723.2
황해남도	347,130.1	130,002.8(37.5)	88,889.0	26,984.3	14,129.5
황해북도	519,923.8	159,342.8(30.6)	103,546.3	39,419.0	16,377.6
평안남도	802,889.6	205,514.3(25.6)	106,744.2	78,957.5	19,812.5
평안북도	787,300.3	177,308.6(22.5)	127,521.5	42,665.6	7,121.5
자강도	1,520,368.4	229,064.9(15.1)	108,231.6	97,634.6	23,198.8
양강도	1,234,878.8	121,035.6(9.8)	79,638.5	33,085.6	8,311.5
함경남도	1,517,545.6	205,355.9(16.6)	105,101.0	88,505.3	11,749.6
함경북도	1,343,846.3	187,058.9(13.9)	132,127.6	44,145.1	10,786.2

도, 평안남북도 등 북한 서부지역의 황폐산지 비율이 전반적으로 높았으며, 특별시와 직할시를 제외하고 황해남도의 황폐산지 비율이 37.5%로 가장 높았고, 양강도가 9.8%로 가장 낮은 것으로 나타났다.

산림청 국립산림과학원의 인공위성 사진자료 분석결과에 따르면 북한 전체 산림면적 916만 ha 가운데 17.8%인 163만ha가 개간과 벌목 등으로 민둥산이 되어 버렸다. 따라서 이 지역을 제대로 복구하기 위해서는 40만ha는 연료림을 조성하고, 113만ha는 경제림을 조립하며, 나머지 10만ha 정도는 홍수로 인한 산사태 등을 예방하기 위한 사방사업이 필요한 것으로 분석되었다. 북한이 이같이 황폐화 된 이유는 지난 70년대 이후 식량증산을 위한 다락밭 조성사업 추진, 농촌지역 취사·난방용 임산연료 사용 증가, 외화 획득을 위한 목재 수출 등의 원인 때문인 것으로 분석되었다(한국임업신문, 2002).

3. 북한의 산림복구 방향

가. 산림복구사업의 방향

북한 산림의 복구는 크게 요사방지, 연료림 조성지, 일반조림지로 나눌 수 있다. 즉, 이들 산림에 대하여 각각의 사방사업, 연료림 조성사업, 각종 조림사업이 요구되며, 이 사업들이 조화롭고 계획적으로 이루어질 때 황폐한 북한산림을 효율적으로 복구하고 미래에 필요한 보다 나은 산림자원을 조성할 수 있을 것이다.

이러한 산림복구사업은 계획단계에서부터 각각의 사업에 필요한 기초정보를 확보하고 사

업기반을 구축하여야만 시행착오를 범하지 않고 바라는 사업의 성과를 이룩할 수 있을 것이다. 또한, 이 사업이 협력사업이기 때문에 쌍방간에 지원 및 협력사항이나 현지 임업여건과 산림환경에 대하여 충분한 의견교환 및 현지기초조사가 이루어진 후에 사업계획이 준비되어야 하지만 현 상황에서는 임업외적으로 많은 어려움이 있다. 따라서 과거 남한에서 산림복구과정에서 경험했던 성공요인과 실패요인을 분석하고, 지금까지 남한에서 직·간접으로 얻을 수 있는 북한 현지산림의 임업정보를 분석하여 북한산림복구에 필요한 구체적인 지원사업을 설계하는데 활용하는 것이 최선의 길이라 생각한다.

나. 적지적수의 필요성

1960년대와 1970년대 인공식재 면적 및 분수 기준, 과거 경험으로 볼 때 인공조림 수종의 임목축적 비율이 천연갱신 수종보다 낮았다. 그 원인은 식재묘목에 대한 식재 후 관리 부실, 척악지에 많이 심어진 나무들의 조림실패율 증대, 연료목으로 벌채 이용증대, 적지적수의 미흡, 인공조림지에 천연갱신 수종이 침입하여 우점하는 등의 문제 때문이었다.

따라서 성공적인 산림복구를 위하여 적정수종을 선정하는 문제는 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 복구에 활착시키기 위한 구체적인 기술체계를 파악해

야 한다.

다. 수토보전을 위한 황폐지 복구의 필요성

조만간 물 자원의 부족현상은 전 세계가 겪는 가장 어려운 문제가 될 것으로 평가되고 있다. 모든 생명체가 살아가기 위한 가장 근원이 되는 것이 물이기 때문에 어느 국가건 이 문제를 효과적으로 해결하지 못하면 그 국가는 멸망하거나 다른 국가에 속해버리게 될 지도 모른다. 전 세계적으로 막대한 면적의 산림이 개발이라는 명목으로 벌채되어 없어지고, 주택, 공장, 도로 등 다른 용지로 전용되고 있는 현실에서 하천과 강에서의 물 부족을 논하기 전에 그 물의 근원을 생각해 보지 않을 수 없다.

모든 하천과 강, 바닷물의 근원이 산림이라는 사실은 이제 일반적인 상식이 되었다. 따라서 이제는 하천과 강에서의 물 부족을 해결하기 위하여 어떻게 하면 산림으로부터 보다 많은 물을 공급받을 수 있는가를 생각해 내어야 한다.

선진 임업국에서는 이를 해결하기 위하여 수자원 증진을 목표로 한 효율적인 산림사업방법을 모색하는데 주력하고 있고, 장기적으로는 산림에서 공급되는 수자원을 어떻게 하면 효율적으로 관리할 수 있을까를 연구하고 있다. 또한 산림유역에 유출수량 관측시설을 설치하여 산림 밖으로 유출되는 물을 적절히 저장하였다가 보급하는 문제, 산림토양으로 침투하여 지하로 흘러 들어가는 지하수자원의 안정적인 공급을 위한 연구 등 산림 내에서의 물의 분배에

관한 중·장기적인 연구를 추진하고 있다. 뿐만 아니라 산림에서 유출되는 물의 양적인 변화추이를 분석하고 모니터링함으로써 수자원의 장기적인 이용예측을 시도하고 있다.

수종별 수원함양기능·수질정화기능, 효율적인 수원함양림의 지정과 관리, 이의 육성방안 모색, 산림소유역 유출수량 관측시설의 적정 규모, 위치, 하천 수계와의 관계, 수력발전 등 기타 용도로의 다목적 이용을 위한 효과적인 방안의 마련 등 다량의 맑은 물을 공급하기 위한 연구가 다각적으로 수립되어 진행되고 있다. 특히, 이들 선진국가들은 산림에서 저장하고 공급할 수 있는 물의 양을 최대화하고 수질을 정화시키기 위한 연구에 치중하고 있다.

한 예로 일본에서는 간벌제를 이용한 구조물을 설치하여 산림지에서 강수의 침투량을 증진시키기 위한 물수확 노력을 시도하고 있고, 아울러 산림소유역, 하천, 강 등 수계를 종합적으로 관리할 수 있는 방안을 마련하는데 총력을 기울이고 있다.

이러한 측면에서 생각해 볼 때 북한의 황폐한 산림을 복구하는 것은 궁극적으로 수토보전에 있다고 생각된다. 따라서 북한의 황폐지 복구는 수토보전을 최대한으로 중요하게 생각하여야 할 것이다. 더욱이 북한 지역내 홍수가 다발하는 임진강, 북한강 등 강 유역의 홍수를 예방·경감하고, 침식토사를 저감하기 위해서는 다양한 노력을 기울여야 하는데, 특히 수토보전을 위한 각종 사방공법을 적용하여 복구할 필요가 있다고 생각된다.

라. 복구방향

북한 산림복구사업의 구체적인 협력방안을 모색하기 위해서는 우선적으로 북한이 산림 복구사업을 달성하기 위해 남한이 협력할 수 있는 가장 좋은 방법은 과거 40년간 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.

남한이 산림복구사업에서 성공할 수 있었던 것은 우선 국민 모두가 산림의 황폐가 얼마나 무서운 결과를 가져오는가에 대하여 역사적 교훈을 받고 그 값비싼 교훈으로 임업인, 공무원 및 현지주민이 힘을 합쳐 헐벗은 산에 흙을 날라 풀과 나무를 심었기 때문이다. 아울러 황폐한 산림을 복구하고 보호하는데 적어도 1970년대까지는 지속적으로 국가적, 국민적 차원에서 임업적 또는 임업외적 노력을 해 왔기 때문이다.

이와 같은 남북 협력 아래 현재 북한의 산림 복구를 위하여 시급한 사업은 연료림 조성사업이라 할 수 있다. 즉, 북한 녹화사업의 1차 목표는 연료림조성과 무림목지 녹화사업이고, 2차 목표는 산림의 질적 구성을 향상시키는 수종갱신사업을 위하여 적지적수의 묘목을 양묘하는 사업이 선결되어야 할 것이다. 또한, 연료림조성은 과거 남한이 실행하지 못했던 연료림의 용재림, 유실수림, 또는 혼농임업림의 용도전환을 전제로 하여 조성하는 것도 좋을 것으로 판단된다.

더욱이 산림복구를 위해 수종선택을 신중히 하여야 할 것이다. 즉, 황폐지에 대한 복구수종 선택은 복구대상지의 기후와 토양 등 생물학적 환경과 임업경영학적 조건 및 수종이 갖는 특성을 고려하여 적지적수의 원칙에 따라 결정되어야 한다. 또한, 과거 남한의 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 조성기술, 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.

임업은 특성상 장기적으로 계획되어야 하기 때문에 남북한이 협력하여 기술을 개발한다면 장기적으로 나타나는 시행착오를 예방할 수 있을 것으로 생각된다.

북한 현지에서의 시험연구도 추진해야 할 것이다. 남북한 임업협력사업 중에는 대부분이 북한 현지에서의 시험연구를 통한 검증을 필요로 한다. 예를 들어 협력사업으로는 직파조림에 의한 조방적 조림사업, 포트묘 식재시험, 혼농임업시험, 완효성 비료시험, 낙엽송림 갱신시험 등이 이에 속한다. 아울러 가시 없는 아까

시나무는 남한에서 아직까지 현지검증이 되지 않았다는 점을 북한에 주지시킬 필요가 있다 (손기성과 박석찬, 1989).

종자뿐 아니라 비료 및 농약 등 필요한 물품을 적극 지원해야 할 필요가 있다. 또한, 조림에 필요한 물품 특히 양묘장 및 종자 등의 부족에 대한 대처방안을 논의하여 마련해야 할 필요가 있다. 아울러 황폐지 복구사업과 함께 다른 사업들을 병행하여 추진하도록 할 필요가 있다. 즉, 화전지 정리사업, 연료림 조성사업, 유실수 및 특용수 조림사업, 속성수 조림사업, 용재림 조성사업이 이와 함께 조화롭게 시행됨으로써 효율성을 높일 수 있을 것이다.

따라서 각 사업에 알맞은 수종 및 기술의 선택은 과거 남한의 산림복구사업에서 경험했던 실패요인과 성공요인을 교훈으로 북한의 실정을 참작하여 남북한 임업전문가의 협의 하에 결정하는 것이 최선의 길이라고 생각된다. 한 예로 연료림을 조성하여 연료목이 생산되기까지 최소한 10년이 걸리므로 이 기간 동안에 수종갱신지로부터 일정량의 임산연료를 채취 이용할 수 있도록 연료림 조성사업과 수종갱신 용재림 조성사업을 병행하는 것도 필요할 것이다. 아울러 이러한 황폐지 복구사업은 수토보전을 최대화 하는 사업이 되어야 할 것이다.

4. 북한의 황폐산림 복구에 대한 타당성 분석

연료림생산을 위해 비용흐름을 분석함에 있어 원년에 사용된 조림비용은 아까시나무, 오

리나무, 리기다소나무를 4,000본 식재한 비용과 인건비 그리고 시비작업비용을 고려하여 비용편익분석 한 결과, B/C율이 1이상으로 나타났으며, 내부투자수익율이 3%로 북한에 연료림을 조성하는 일은 경제성이 있는 것으로 나타났다. 더구나 꿀 생산을 감안할 때 아까시나무와 오리나무, 리기다소나무 등은 임금이 싼 북한의 실정에 맞는 수종으로 나타났다.

또한, 참나무림 용도별 생산의 투자효율은 이자율 1%, 2%, 3%를 적용하여 순수익현재가를 구한 결과, 내부투자수익률은 참나무 시업체계에 따라 투입되는 비용과 계획된 간벌을 고려하여 수익률을 분석하였다(산림청, 1999). 간벌은 15년에 실시하고, 간벌수익은 전량 펄프재로 이용한다고 가정하고, 집약적 경영을 위한 시업체계에서 조림은 원년에 실시하고, 풀베기는 조림 후 5년간 실시하며, 제벌작업은 10년에 실시한다고 가정했을 때 참나무는 유실수로서 뿐 아니라 펄프, 용재목, 자목용재로 다양하게 활용할 수 있어 그 투자 가능성이 매우 높다는 결과를 얻을 수 있었다.

아울러 밤나무는 식재 후 최소 4년부터 생산이 가능하다고 가정하여 밤의 수익을 구하였을 때 B/C율은 1보다 크게 되어 투자가치가 있는 것으로 분석되었다. 또한, 잣나무는 수익성이 높은 것으로 나타나 투자가치가 높은 것으로 나타났으며, 용재림으로서 리기다소나무나 낙엽송은 수익성은 있으나 장기적으로는 투자가치가 떨어지는 것으로 나타났다.

따라서 유실수림 및 유지림 조성이 경제적으로는 가장 타당성이 있는 것으로 나타났는데,

아까시나무 위주의 연료림조성 시 꿀 생산을 감안한 경우 가장 경제성이 높은 것으로 나타났다. 그러나 연료림조성의 경우 향후 에너지원의 변화에 민감하게 작용하며, 연료림으로서의 사용가치가 없어질 경우 아까시나무림 제거에 상당한 비용이 들어가므로 연료림 조성은 신중한 검토 후 적당한 규모로 조성해야 할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

5. 북한의 황폐산림 복구를 위한 임업교류 가능 사업

가. 황폐지 복구사업

북한의 자연과파괴를 대표하는 다락밭 경작은 산림을 벌채하면서 만든 것이기 때문에 강우에 의한 토사유출을 막고, 재배식물을 1년생이 아닌 다년생으로 할 경우 홍수에 대한 피해를 저감할 수 있을 것이다. 그러나 현재 북한은 식량문제로 인하여 1년생인 옥수수만을 경작하고 있기 때문에 산림과파괴로 인한 침식토사의 유실이 매우 심각하다. 1992년 최고인민위원회에서 산림법을 제정한 북한은 봄철에 나무심기를 적극 추진하고 있으나, 아직까지도 산림의 황폐는 심각한 지경에 이른 것으로 여겨진다.

더욱이 최근 몇 년 사이에 북한의 식량사정이 악화되어 전 세계로부터 구호의 손길이 뻗고 있지만 그것으로는 충분하지 못해 나무뿌리를 캐먹고 나무껍질을 벗겨 끓여 먹는 상태이기 때문에 산림의 황폐는 더욱 심각해지고 있다. 이러한 황폐산림 복구를 위해서는 산사태나 홍수피해가 심한 지역인 평안남·북도

황해남·북도 및 벌채가 심하게 이루어진 양강도에 대해 우선적으로 산지사방을 추진하여 앞으로 또 닥칠지도 모를 피해를 막아야 하며, 동시에 야계사방을 실시하여 농사를 제대로 지을 수 있도록 하천이나 제방복구사업이 필요하다.

최근 북한의 개성시에서 가을철 국토관리총동원(국토정비) 기간 148만여 그루의 아까시나무를 비롯한 많은 나무를 심어 200여ha의 산림을 새로 조성했다고 밝혔고, 개풍군은 최근 10여일 동안 묘목을 자체로 조달, 읍과 유적지 주변의 산지에 73ha의 아까시나무림을 새로 조성한 것을 비롯해 개성산림경영소는 10여ha의 산에 아까시나무, 잣나무 등을 심었고, 장풍군도 수십만 그루를 식수했다고 밝혔다. 또한, 개성시는 다음해 심을 나무를 위해 수백만 개의 구덩이를 파 놓았다(산림청, 2002)고 덧붙인 것을 보아도 북한의 사방조림은 활력을 얻고 있으나 그에 대한 실질적인 성과는 의심의 여지가 있어 보인다.

그러나 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 동 사업의 추진에 있어 자본이 부족할 경우에는 필요시 국제협력기구나 다자간 협의체를 구성하여 추진하도록 해야 할 필요가 있을 것으로 생각한다.

석현덕(1999)은 북한 지역에서는 경사 16° 이상의 다락밭 17만7천450ha에 사방공사가 필요하다고 지적하였으며, 북한의 사방사업에 들

어갈 비용을 최대 8조2천363억원에서 최소 2조 2천200억원으로 추정하고 통일 이전이라도 북한의 산림복구에 나서야 한다고 강조하였다.

현재 북한의 황폐지면적은 약 150만ha로 추정되며, 그 가운데 산지사방사업을 필요로 하는 대상면적 10만ha와 시급히 조림을 요하는 약 40만ha, 그리고 경제림으로 조성할 수 있는 조림면적은 100만~150만ha 정도로 추정되었다(산림청, 1999).

산지사방의 면적에 비례하여 야계사방 대상 거리는 10천km, 사방댐 개소는 1,000개소로 추정되었는데, 이는 모든 다락밭으로 변한 황폐지가 사방사업이 필요하다고 보기에는 무리가 따르기 때문이다. 따라서 현재 경작지로 사용되거나 사용된 지역 가운데 심하게 파괴된 것으로 추정된 10만ha에 대해서는 시급히 사방 사업을 실시해야 할 것이다.

다락밭은 비탈밭을 계단모양으로 조성한 것을 말하며, 북한은 1976년 10월 노동당 중앙위원회에서 5대 자연개조사업의 하나로 다락밭 조성을 추진하였다. 다락밭 조성대상지는 밭의 경사가 16° 이상 되는 비탈밭이 모두 해당된다. 다락밭의 경작면은 농작물 식재지이며, 다락둑은 다락 경작면을 보존하고 유지하는 것으로 다락밭의 조성은 밭의 경사도, 토심, 토양조건, 다락 구성요소의 크기에 따라 달라진다. 아울러 공법에 따라서도 불도저 등 기계에 의한 조성 과 축력 및 소형기계로 인한 조성으로 나뉘어진다.

기계로 인한 조성은 아랫다락부터 시작하여 위로 진행하며 다락을 형성한다. 이때 표토처

리는 위 다락의 표토를 굴착하여 아랫다락으로 옮겨 퍼서 고른다. 축력 및 소형기계로 인한 조성은 매년 농작물을 재배하면서 경운시 아래 갈이에 의하여 상부토양을 하부로 이동시켜 다락둑에 의하여 흙이 점차 쌓이게 함으로써 경작면의 경사를 완만하게 하는 방법이다.

이를 대상으로 추정된 사방대상 전체 면적에 대한 사업비용은 석현덕(1998)이 비용산정법을 이용한 결과 노무비를 포함하지 않는 최소 1조 2천억원에서 노무비가 포함된 최대 4조6천억원으로 추정되었다. 사방사업을 실시하기 위하여 필요한 노동력은 약 9,771만명(연 200일 노동기준 48.8만명)이 필요하고, 표면을 피복하기 위한 싸리류를 파종할 수 있으나 아까시나무와 상수리나무 등으로 혼식하여 식재할 경우 묘목은 약 40억만 본이 필요할 것으로 추정되었다.

한편, 북한이 UNDP(1998)와 협의시 제안한 것을 감안하여 추정한 결과 약 10만ha에 대하여 연료림 위주로 조림사업을 실시하려고 하고 있다. 물론 산지사방 시 연료림용으로 조성하여도 무방하나, 주거지 인근에 연료림 10만ha를 따로 조성하여도 무방하다. 이때 연료림 조성에 필요한 비용은 연간 2,652억원(노무비 제외시 814억원)이 필요하고, 노동력은 연인원 446만명(연 60일 기준은 74,333명)이 필요하며, 묘목은 4억만 본이 필요할 것으로 추산되었다.

따라서 용재림으로 전용할 수 있는 연료림 조성은 현실적으로 매우 실용적인 계획으로 연료림의 용재림 전환을 전제로 했을 때 최초 연료림의 수종선택은 전제하지 않았을 때와 다를 것이다. 특히 연료림 조성을 여러 가지 수종으

로 혼식할 경우 용재림 수종으로서 소나무, 참나무, 입지에 따라서는 잣나무를 연료림 수종인 싸리나무, 리기다소나무, 아까시나무, 오리나무류와 혼식하는 방안도 필요할 것으로 생각된다.

북한은 2002년까지 무림목지 38만ha를 조림하는 것을 목표로 산림자원의 복구 및 조성을 계획하고 있다. 따라서 이를 위해 기계화 양묘를 위한 양묘기술의 개발, 산림조성 및 보호, 새로운 품종 육성 및 자원개발, 기타 조직배양이나 원격탐사와 같은 새로운 임업기술의 개발 등에 대한 지원을 필요로 하고 있다.

약 150만~200만ha로 예상되는 조림사업에 필요한 묘목은 ha당 3,000본 기준시 약 45억 본에서 60억 본 정도가 필요하게 된다. 연간 10만ha를 조림한다면 3억 본의 묘목을 생산하기 위하여 남북한 공히 양묘장을 증설하거나 일부 필요한 묘목을 중국 혹은 소련에서 양묘하여 공급받아야 할 것이다. 이를 위하여 연간 200만명의 노동력이 동원되어야 한다. 통일전 조림사업을 실시한다면 북한 노동자에게 취로사업 프로젝트와 연계시 통일 후 들어가는 조림사업 비용의 1/40 정도로 실시할 수 있을 것이다.

현재 국내에 산림청이 보유한 잣나무 묘목 공급이 가능한 것으로 알려져 있으며, 이들 묘목을 지원할 수 있는 방안을 강구해야 할 것이라 생각한다. 이는 종자공급 이외에도 육로로 북한에 전달할 수 있다면 화폐가치로는 환산할 수 없는 외부효과를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

나. 양묘장 복구 및 연료림 조성

북한은 김정일의 지시로 모든 시·군마다 20~60정보의 양묘장을 만들기 위한 사업이 진행되어 현재 시·군마다 모든 산을 푸른 숲으로 덮을 나무모밭들이 속속 생겨나고 있다고 보도하고 있다. 국가양묘장과 함께 군중앙묘장도 중시되어 리마다 산이용반이 조직되어 활동하고 있으며, 기관, 기업소들에도 자체 양묘장이 만들어지고 있다고 보도하며, 국토환경보호성에서는 산하 중앙양묘장과 지방양묘장들에서 채종체계와 육종체계를 바로 세우고 숲사이 나무기르기 방법과 앞선 나무모기르기 방법을 적극 받아들여 나무모 생산을 끊임없이 늘리기 위한 대책도 빈틈없이 세우고 있다고 밝히고 있다. 그러나 북한측만의 노력으로는 한계가 있으므로 수해로 피해를 입은 30개 양묘장 가운데 WFP에서 추진중인 양묘장 긴급복구 사업에 우리 나라도 참여할 수 있을 것으로 생각된다.

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.

이때 연료림 수종으로서 싸리나무는 싸리나

무 과종조림지의 biomass량으로 보아 무임목지에서 특히 유용할 것으로 생각된다. 또한 물기가 많은 토양에 연료림을 조성할 경우 물기 많은 토양에서 생장율이 빠른 버드나무, 포플러류, 가문나무, 메타세쿼이아 등도 적합한 수종이라고 생각된다. 그러나 주의할 점은 과거 남한의 경우 연료림 조성시부터 현재까지 식생변화를 볼 때, 연료림조성 당시 입지에 따라 리기다소나무, 아까시나무, 오리나무류 등 수종과 함께 소나무, 참나무류를 혼식한다면 보다 효율적인 수종선택의 대안이 될 수 있다고 생각된다.

또한 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 조성시 여러 가지 수종으로 혼식할 경우 용재림 수종으로서는 소나무와 참나무, 입지에 따라서는 잣나무를 연료림 수종인 싸리나무, 리기다소나무, 아까시나무, 오리나무류와 혼식하는 방안도 고려해 볼 필요가 있다.

다. 산림생태계 보전 및 수토보전 공동연구

산림분야 공동연구사업의 하나로 산림토양 및 강수산도 그리고 황폐화 방지를 위한 수토보전 조사를 해야 한다고 생각한다. 연료림 조성 및 사방사업은 물론 장기적으로 경제적 가치가 있는 산지자원화 및 수토보전을 위해 필요한 산림토양 자료를 수집하기 위해 토양 층

위별 산도를 조사하고, 강수산도를 조사할 필요가 있다. 또한, 송이생산 증수방안의 일환으로 송이재배와 증산·보존 등에 관한 공동연구를 수행할 수 있을 것이다.

북한지역에 대한 주요 수목병해 조사로 소나무, 잣나무, 낙엽송, 밤나무, 대추나무, 오동나무, 호두나무 및 관상수 등 병해 발생 수목을 대상으로 북한지역에서 채집, 분리, 동정하여 한반도 내에서의 특정 수목 병해의 예찰 및 방제가 효율적으로 이루어지도록 할 수 있을 것이다.

또한, 한반도의 생태계보전을 위해서 다자간 협력의 일환으로 북한측의 생물다양성 조사를 통해 남북한간에 협력의 분위기가 성숙되면 남북 생태계정보의 공동분배를 위해 남북공동의 '한반도 생태계 네트워크' 구축을 추진할 수 있을 것으로 생각된다. 이런 사업은 UNDP와 함께 한반도 경제·기술협력프로그램과 연계하여 추진할 수도 있을 것이다.

남북한 환경전문가들이 모이는 '동북아 생물권보전지역 네트워크회의'에서 같이 논의할 수도 있을 것이다. 아울러 가칭 남북한 수토보전 협력회의를 신설하여 남북한간에 수토보전 기술을 협력하는 방안도 고려될 수 있을 것이다.

남북한간 자연생태계보존을 위한 교류·협력을 위한 틀로서는 직접 교류하거나 협력하는데 어려운 현실을 감안하여 다자적 차원에서의 간접교류·협력 형태에 비중을 높이는 것이 바람직하다고 생각된다. 이 경우 현재 동북아에서 진행되고 있거나 추진되고 있는 지역적 협력체와 지구적 차원에서의 국제기구를 활용할

필요가 있다. 이러한 노력과 병행하여 한국이 현재 다른 국가들과 양자적으로 추진하고 있는 협력사업을 사안별로 확장하여 북한이 동참할 수 있는 기반을 조성하는 것도 필요할 것으로 생각된다.

산림과 임업관련 용어 및 규격 통일화사업으로는, 현재 남북한간에는 오랜 분단의 영향으로 일상 생활에서 사용하는 언어뿐만 아니라 임업관련 용어상에 많은 차이점을 나타내고 있다. 따라서 임업 관련 용어를 통일 정비하는 방안도 필요할 것으로 생각된다.

아울러 북한의 황폐지 복구를 위해서는 장기적으로 수원함양, 수질정화를 고려하여 낙엽송, 잣나무, 상수리나무, 갈참나무, 자작나무, 거제수나무, 고로쇠나무, 들메나무, 서어나무, 굴참나무, 물푸레나무, 개서어나무, 느티나무, 신갈나무, 삼나무, 참느릅나무, 굴피나무, 졸참나무 등 뿌리의 양이 많고 땅속깊이 뻗는 수원함양 효과가 높은 수종을 식재하고 내음성이 강한 수종을 나무 아래에 심는 등 수원함양 및 수질정화기능이 큰 수종을 조림할 필요가 있을 것으로 생각된다.

6. 북한의 황폐지 복구를 위한 전략

가. 정책적 전략

남북한 임업협력사업이 활성화되기 위해서는 협력사업에 대한 국민의 이해와 전폭적인 지원이 필요하다. 이는 국민의 완전한 동의 없이 다양한 협력사업들이 어느 순간 일회성으로 사라져 버릴 위험성이 존재하기 때문이다.

따라서 산림분야 협력사업이 성공하기 위해서는 끊임없는 교육과 홍보지원이 필요하다고 생각된다. 즉, 이러한 바탕 위에 지원사업을 실시하되 정부의 적절한 지원과 관련 단체간의 협의가 필요하다. 따라서 정부와 민간부문의 역할 분담, 재원조달과 국제적 협력체계의 강화, 민간단체의 협력사업의 독자성을 부여하되 상호 연계와 통합 추진 또한 필수적이라 생각된다.

대북 산림조성·보존 협력의 경우 상호보완적 임업체계 형성을 추진한다는 원칙아래 남북한 산림협력사업은 북한이 토지와 노동력을 지원하고, 남한이 자본과 기술을 지원하는 등 상호적인 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 협력사업을 사업의 타당성, 경제적 경제외적 파급효과, 우선 순위 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 돌려 받을 수 있을 것으로 생각된다.

민간단체 또는 민간기업이 남북협력기금에 의한 지원만으로는 북한의 황폐한 산림을 복구

하거나 인공조림을 통한 녹화, 그리고 임산자원의 효율적인 이용을 위한 협력사업 실시에 재원 확보가 충분하지 못하므로 북한의 산림복구 또는 임산업에 종사하는 단체 및 기업에 대한 지원을 담당할 북한산림복구기금(가칭)을 조성 운영하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

또한, 현재 남한의 산림조합에서 시행하고 있는 녹색복권으로 조성된 기금을 남한의 산림환경 개선사업 지원뿐만 아니라 동시에 북한에도 지원이 가능하도록 추진할 필요가 있다고 생각한다. 아울러 민간을 통한 모금을 하거나, 산림공채를 발행하거나, 세제혜택을 통하여 북한에 묘목보내기 운동을 하거나, 북한 나무심기에 온 국민이 동참할 수 있는 사업을 추진할 필요도 있다고 생각된다. 이렇게 하였을 때 정부와 민간이 합치된 남북한 산림협력사업 지원이 가능할 것으로 생각된다.

아울러 남북한의 조기 신뢰회복을 통하여 남북한 정부, 민간단체 및 기업, 임업전문가 등이 참여하는 협의체 형태인 남북한산림협력공동위원회(가칭)를 구성하여 협력사업이 본격적으로 추진될 수 있도록 하는 방안도 고려되어야 할 것으로 생각된다. 이를 통하여 한반도 차원에서 대북 산림조성·보존 및 지원·협력사업과 관련하여 남북간에 협의사항이나 조정 및 정보교류를 통하여 사업의 효율성을 제고할 필요가 있다고 생각된다.

나. 기술적 전략

북한은 2002년까지 38만ha의 무림목지에 대한 조림을 완수할 계획을 수립하고 국제기관에

도움을 요청하고 있는 상태이다. 더욱이 이렇게 대면적에 대한 산림황폐지를 복구하는 데에는 장구한 시간과 대규모의 인력 및 경비가 소요된다. 그러나 북한의 현재 경제상황으로는 자력으로 산림복구사업을 성공적으로 수행하기가 어려운 실정이다.

따라서 국제사회의 적절한 지원 없이 북한이 독자적으로 황폐지복구를 수행하도록 방지할 경우 북한의 환경은 더욱 악화되어 회복할 수 없는 사태에까지 이르게 될 것이다. 이는 한반도 전체의 생태계는 물론 인근 국가에게도 직접, 간접적으로 악영향을 미치게 되는 결론에 도달하게 될 것이다.

결국 북한의 황폐지를 복구하기 위해서는 각종 임업적 기술뿐만 아니라 묘목, 양묘장 등 다양한 시설 및 재원이 필요한데, 묘목은 약 2억 본이 필요하고 이를 위해 양묘장 734ha가 필요할 것이다. 현재 북한의 양묘장 운영실태를 고려할 때 향후 조림수종은 낙엽송 조림에서 소나무 조림으로 전환되어야 할 것으로 생각되며, 북한은 앞으로 3년 동안 38만ha, 매년 13만ha의 무림목지에 연료림을 조성할 계획을 세우고 있으므로 양묘될 약 2억 본은 약 56,000ha에 식재할 수 있을 것이다.

북한에서 복구가 시급한 황폐산지는 약 10만ha에 이르는데, 위성영상 및 관련자료로 판단할 때 북한 전역의 산림황폐지 규모는 약 150만ha에 이를 것이다. 이러한 광대한 면적에 대해서는 우선적으로 연료림 조성과 무림목지 녹화사업을 실시해야 할 것이다.

그 외에도 기술 및 장비에 대한 실무자간 논

의가 시급한데, 이를 위해서는 남북한산림복구 협력위원회(가칭)를 구성, 협력을 강화하고 신속히 협력체계를 구축하는 것이 필요하다. 아울러 기술협력뿐만 아니라 남한은 북한의 황폐지복구를 위한 각종 재료를 지원해야 하는데, 이는 종자뿐만 아니라 비료 농약 등이 포함되어야 할 것으로 생각된다.

그러나 무엇보다도 중요한 점은 북한에 지원되는 이러한 재료 및 장비 등은 남북협력 차원에서 무상으로 지원해 주는 방안이 고려될 수 있으나, 상호협력 차원에서 기술이전 및 그에 상응하는 대가가 있어야 할 것으로 생각된다. 이에선 탄소배출권 문제, 장기적으로 볼 때 인공 조림한 임목이 성장하여 벌목할 시기에 달했을 때 벌채권을 남한에 부분 양도하거나 남한이 북한의 벌채 임목사용권을 얻을 수 있도록 하는 방안도 강구할 필요가 있을 것으로 생각된다.

인용문헌

1. 강광규, 정희성. 1998. 북한의 에너지 대기환경문제와 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 200여ha 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 산림관리방안. 농촌경제연구원. 54p.
8. 손기성, 박석찬. 1989. 아까시나무림의 조성기술. 산림과학 1:289-297.
9. 연합뉴스. 2000. 북한연감 창간호. 460p.
10. 임업연구원. 1999. 인공위성 자료를 이용한 북한의 산림황폐지 조사. 임업연구사업보고서(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.

산사태의 지질학적 원인

박 경, 임 주 훈, 이 명 보

성신여자대학교

1. 서 론

산사태는 오랜 시간에 걸친 지질 매체, 즉 암석과 사면지형의 지속적 변형, 단층, 절리 및 구조선 등의 지질구조에 의해 서서히 진행되므로 사전에 지속적인 연구가 수행되어야만 대비책을 수립할 수가 있는 특성을 가진다.

현재까지 국내에서 산사태와 암석붕락 등 지형·지질자원과 관련된 자연재해에 관한 연구는 2001년도에 한국임학회에 의한 연구가 시행되었지만 실용성을 띠기 위해서는 장기적인 연구와 체계적인 조사가 이루어져야 할 것이다. 아직까지 국내연구의 문제점은 기존 지반붕괴의 발생 원인에 대한 구체적 연구와 체계적 자료정리가 이루어져 있지 않으므로, 지반붕괴 재해발생 예측이 현재로서는 불가능하다.

우리나라 산림지역의 산사태에 관한 근자의 연구에 의하면 우리나라 산림지역의 산사태 발생비율은 화성암과 변성암이 90.3%, 퇴적암 9.7%로 화성암과 변성암 지대에서 집중적으로 발생하고 있다. 이러한 통계를 고려한다면 우리나라 산림의 모암분포는 화성암과 변성암이 전체의 76%를 차지하고 있으므로 산사태에 취약하며, 암석의 붕락과 산사태의 피해가 가중될 것으로 판단된다.

특히 최근에는 산림의 녹화가 진행됨에 따라

과거에 비해 풍화층과 토심이 깊어지면서 집중호우에 의한 토양수 포화로 인한 산사태의 발생가능성이 높아지고 있고, 물이 많이 모이는 지형적인 특성은 산사태 발생빈도에 영향을 줄 것으로 판단된다.

집중호우에 의한 산사태 외에 내적요인으로 가장 중요한 것으로는 지형 및 지질 조건을 들 수 있다. 지형은 주로 사면의 경사도와 길이 등이 가장 중요한 요인으로, 그에 대한 조사 및 검토는 수치고도모형과 상용화된 GIS 프로그램을 이용하면 어느 정도 자동화가 가능할 만큼 비교적 단순하다. 그러므로 실제로 산사태에 가장 크게 좌우되는 요인은 사면을 구성하는 암석과 토양의 성질을 보여주는 지표지질이라 할 것이다. 지질요소를 한마디로 정의하기는 어렵지만 기반암의 종류, 암석의 변질정도, 단층선과 같은 지질구조선의 유무 등의 요소가 포함될 것이다. 이러한 지질의 다양한 특성으로 인해 특정의 지질에서 산사태가 발생하는 경우가 많다 (황 등, 1999).

일반적으로 화산지대, 제3기층, 파쇄대 등에서 산사태가 자주 발생하는 것으로 알려져 있으나, 아직 국내에서는 이러한 3기층이나 화산지대는 매우 적으며, 파쇄대와 같은 지질구조에 의한 산사태취약성에 관한 심층적인 연구는 많지 않은 편이다.

가. 조사방법

사면의 안전성 연구를 위해서는 보통 두 가지 단계의 연구를 실시하게 된다. 첫 단계에서는 현지조사를 통하여 얻어진 기존의 지질자료에 대한 예비평가가 포함되며, 보통의 경우, 항공사진 판독, 지표지질도 작성 등이 포함된다. 하지만 터널공사나 도로절개와 같은 대규모 토목공사의 경우에 실시하는 안전진단을 제외하면, 모니터링에서는 현지답사를 통한 붕괴가능성을 판독하는 수준에 머물고 있다.

두 번째 단계에서는 어느 단계에서 불안정성이 잠재해있다고 판단되는 사면이 위험하다고 판명되는 경우에만 적용하며, 지질, 지하수 조건, 암반의 역학적 특성에 대한 상세한 조사를 포함한다. 이후 이러한 정보에 의존하여 상세한 안정성 해석을 수행하게 된다. 미국의 지질조사국(USGS)같은 기관에서는 이러한 조건을 고려하여 다양한 GIS기법을 이용하여 산사태 재난발생가능성을 예측한 자료를 인터넷 상에 공개하고 있음을 고려한다면 우리의 경우 아직 많은 연구와 조사가 필요하다.

나. 선행연구

토양침식에 관한 연구는 크게 경험적인 산정모형(empirical based model)과 물리적 산정모형(physical based model), 그 외에 유사전달률, 총 유사량법, 수로침식법 등으로 구분하여 생각해 볼 수 있다. 경험적 산정기법의 경우 PSIAC, USLE, SLEMA, MMF 등의 모델이 있으며 물리적산정기법의 경우는 CREAMS, WEPP, GUESS,

EUROSEM, WEPS, MOSES 등이 있다. 이러한 침식모델 중 일반적으로 널리 쓰이며 소유역 침식량 산정에 많이 이용된 모델이 USLE이다. 이 모델이 널리 쓰이면서 USLE에 대한 단점을 보완한 모델들이 등장하게 되는데 RUSLE나 MUSLE 등이 그것이다.

RUSLE는 USLE를 보완하고 컴퓨터 프로그램을 이용하여 계산할 수 있도록 하였다. 또한 USLE에서는 없었던 연구자료의 분석을 추가 보완하면서 USLE식의 형태는 계속 유지하도록 하였으며 계수산정기법을 수정하고 특정조건을 나타낼 수 있는 항들을 새로이 추가하였다.¹⁾ 이러한 단점의 보완으로 RUSLE와 관련된 연구들이 점차적으로 등장하게 되었다.

RUSLE 와 관련된 연구들은 적용성을 검토하기 위한 연구(Millward and Mersey, 1999; 구본준, 2002)들을 시작으로 GIS와 RUSLE를 이용하여 침식량을 추정하는 연구(Shi et al., 2004; Cox and Madramootoo, 1998; 조용선, 2001; 박경훈, 2003; 신현석 등, 2001; 장영률 등, 2003) 등으로 발전되어 왔다.

2. 본 론

가. 조사지역과 조사방법

연구에서 언급된 조사지역은 3지역으로 요약할 수 있다. 이 지역들은 각각 삼척지역과 고성지역, 그리고 설악산 지역 등이다. 삼척지역에 대해서는 지형인자를 고려하여 수치고도모형을 이용한 토양침식 가능성에 대한 GIS분

1)국립방재연구소, 1998, 개발에 따른 토사유출량 산정에 관한 연구(I), pp99-100.

석이 이루어졌으며, 기타지역에 대해서는 현지 조사에 의한 분석이 이루어졌다.

이 연구에서 사용한 토양침식 모형은 RUSLE (Renard et al. 1997)이며, 모형의 구성에 사용된 프로그램은 ESRI사의 Arcview 3.2 프로그램이다. RUSLE의 모형의 식은 <식 1>과 같으며 전체적인 모형의 진행은 그림 1과 같다. RUSLE의 각 인자에 대한 모형화는 다음의 각 항목에서 설명하는 것과 같다.

$$E = RKLSCP$$

<식 1>

E: 연평균 단위 토양의 유실량(t ha⁻¹ yr⁻¹)

R: 강우침식인자 (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹)

K: 토양침식인자 (t h MJ⁻²mm⁻¹)

L: 사면길이인자, S: 경사인자

C: 토지이용인자, P: 침식방지인자

■ 강우침식인자(R)

강우침식인자(R)는 연평균 강우의 침식능력을 나타내며 강우의 지역적 특성을 반영하여 나타낸 것이다. 본 연구에서는 강릉지역의 강수량자료이용(기상청, 2001)하여 El-Swaify et al.(1985)이 제시한 연강수량과의 관계식을 이용하여 조사지역의 강우 침식인자를 구하였다.

$$R(J/m^2) = 38.5 + 0.35P$$

(El-Swaify et al., 1985)

<식 2>

P: 연강수량(mm/yr)

조사지역에서의 강우침식인자의 값은 다음과 같이 결정하였다.

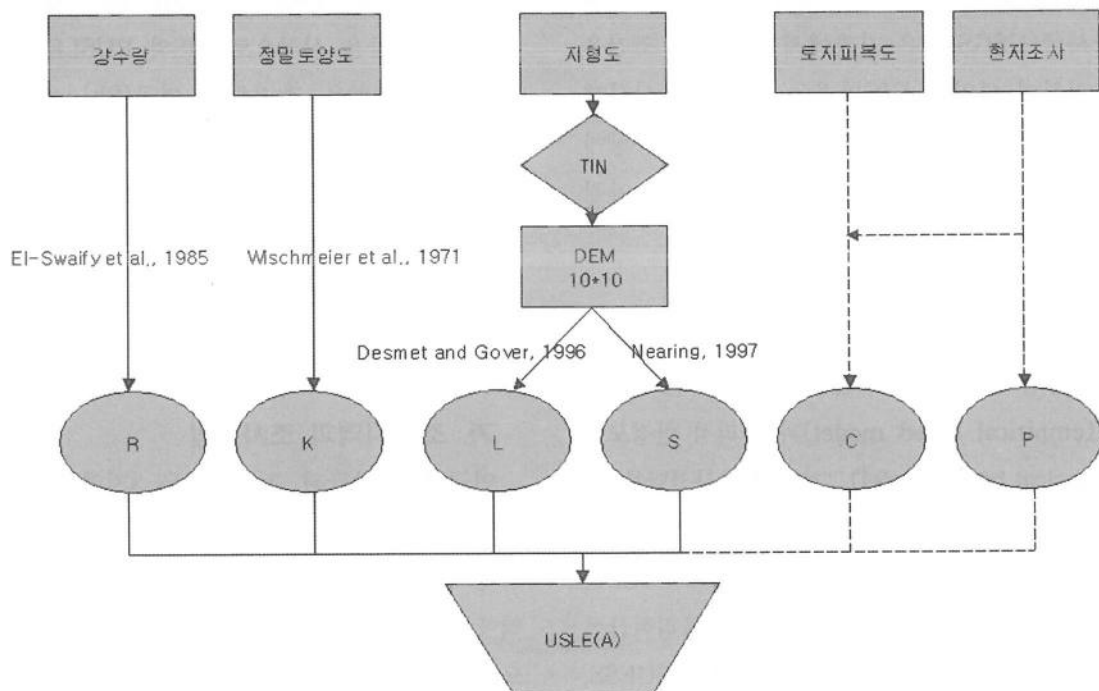


그림 1. RUSLE 모형 구성도

$$528.85 \text{ J/m}^2 = 38.5 + 0.35 * 1401.9 (\text{강릉})$$

$$5288.5 \text{ MJ mm}/(\text{ha h yr})^{2)}$$

■ 토양침식인자(K)

토양침식인자(K)는 토양침식에 영향을 주는 토양의 고유한 특성을 설명하는 인자로서 토양 중의 토성, 토양구조, 유기물함량, 투수성 등과 관련이 있다. 본 조사에서는 정밀토양도(농업과학기술원)를 통해 조사지역의 토양통을 확인하고, 토양통별 K값 산출하였다. 토양통에 대한 세부정보는 농업기술연구소(1984; 1986)와 건설부(1992)를 참조하여 다음의 식을 이용하여 계산하였다. 토양통별 K값은 표 1과 같다.

$$K(t \text{ ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}) = (2.1 \times 10^{-4} \times (12 - \text{organic contents}(\%)) \times (\text{silt}(\%) + \text{very fine sand}(\%)) \times (100 - \text{clay}(\%)) \times 1.14 + 3.25 \times (\text{structure} - 2) + 2.5 \times (\text{permeability} - 3)) / (7.59 \times 100) \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

■ 사면길이인자(L)

사면길이인자(L)를 구하기 위해서 국립지리원 수치지도(축척 1:5,000)를 통해 구성된 DEM (Digital Elevation Model, 10m×10m)을 이용하였다. 사면길이인자(L)는 RUSLE식에서는 토양의 한 단면만을 표현하기 때문에 이를 공간적으로 변형할 필요가 있다. Desmet와 Gover(1996)의 연구에서 다음과 같이 LS의 변환을 하였다. 이를 정리하면 다음과 같다.

Forster와 Wischmeire(1974)가 제시한 USLE의 지형인자에 대한 경험식은 다음과 같다.

$$LS = \left(\frac{65.41s^2}{s^2 + 10000} + \frac{4.56s}{\sqrt{s^2 + 10000}} + 0.065 \right) \times \left(\frac{l}{22.13} \right)^m \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

s: 경사도(%), l: 경사길이,

m: 경사도에 따른 지수

표 1. 조사지역의 토양통별 K값

토양통명	sand	vfs	silt	clay	OM	S	P	K factor(t h MJ ⁻² mm ⁻¹)
금곡	43.6	7.5	34.8	14.1	1.85	2	3	0.032153169
덕산	39.9	9.8	44.7	5.6	3.26	2	2	0.037863697
매곡	59.0	7.4	25.2	8.4	2.53	2	2	0.020692114
사촌	26.2	6.3	42.3	25.2	3.80	3	2	0.026978038
석토	14.9	2.3	58.0	24.8	3.40	2	3	0.035069215
수암	61.2	13.6	19.7	5.5	1.64	2	3	0.027855821
오산	41.1	14.7	24.7	19.5	1.96	2	3	0.027238565
지곡	48.9	5.0	27.5	18.6	6.50	1	2	0.004558105
청산	21.7	4.1	56.2	18.0	3.61	2	1	0.031173865

2) 정필균 등(1983)이 전국의 기후자료를 바탕으로 작성한 강우침식인자 중에서 연구지역과 가장 인접한 서울의 값(R=593 J/ha)을 이용하였다.

식 4를 변형하면,

$$LS_j = S_j \times \frac{\lambda_j^{m+1} - \lambda_{j-1}^{m+1}}{(\lambda_j - \lambda_{j-1}) \times (22.13)^m} \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

〈식 5〉를 이용하여 Desmet와 Govers(1996)가 L을 2차원적 요소로 변환하였는데 the upslope length를 unit contributing area 로 변환하는 것이다. 변환식은 다음과 같다.

$$L_{i,j} = \frac{(A_{i,j} + D^2)^{m+1} - A_{i,j}^{m+1}}{D^{m+2} x_{i,j}^m (22.13)^m} \quad \langle \text{식 6} \rangle$$

$L_{i,j}$: 격자의 사면인자, $A_{i,j}$: 격자로 유입되는 상부 면적, D : 격자의 길이,

$x_{i,j} = \sin \alpha_{i,j} + \cos \alpha_{i,j}$, $\alpha_{i,j}$: 셀의 격자 축에 대한 향(0-90°), m : 경사도에 따른 지수³⁾

■ 사면경사인자(S)

사면경사인자(S)를 구하기 위해서 국립지리원 수치지도(1:5000를 통해 구성된 DEM 10 m×10m)을 이용하였다. 사면경사인자를 구하는 방법은 Nearing(1997)의 식을 이용하였다. Nearing(1997)의 식은 DEM의 각셀의 경사를 통해 USLE의 사면경사인자를 구할 수 있도록 구성되어있다. Nearing(1997)의 식은 다음과 같다.

$$S = -1.5 + \frac{17}{1 + e^{(23 - 6.1 \times \sin \theta)}} \quad \langle \text{식 7} \rangle$$

θ : 셀의 경사

3) $m = \beta / (1 + \beta)$, β : 세류 및 세류간 침식의 비. 여기서의 β 값은 다음과 같이 계산하였다.

$$\beta = \frac{11.16 \sin \theta}{3.0 (\sin \theta)^{0.8} + 0.56} \quad \theta \text{는 각 격자의 경사}$$

4) 자세한 토지이용자료 획득시 추가 보완할 사항임.

표 2. 토지이용인자(C)(박경훈, 2003)

토지이용 유형		C 값
1 단계	2 단계	
산림	침엽수	0.004
	활엽수	0.009
	혼합림	0.007
경지	밭	0.240
	논	0.300
	과수원	0.200
초지	공원, 묘지, 목초지	0.050
도시	저밀도	0.002
	고밀도	0.001
	공업지역	0.000
	도로	0.000
황무지	채석장, 운동장	1.000
물	하천, 호소	0.000
기타		0.000

■ 토지이용인자(C)

토지이용인자(C)는 강우, 토양, 지형조건이 동일할 때 토지의 이용형태를 나타내는 식생의 피복상태에 대한 토양침식량의 비를 말하는데, 일반적으로 식생이 조밀할 경우 C의 값을 적어지게 된다. 이 조사에서는 항공사진을 이용하여 토지의 이용 상황 및 식생피복정도를 고려하여 박경훈(2003)이 제시한 값(표 2) 중 이 조사지역에서 두드러지게 나타나는 혼합림의 수치(C=0.007)를 일괄 적용하였다.⁴⁾

■ 침식방지인자(P)

침식방지인자(P)는 지형조건에 따른 토지이용형태, 특히 경작의 유형이 토양침식에 미치는

표 3. 침식방지인자(P)(박경훈, 2003)

경사(%)		P 값
0.0-7.0	계단식경작	0.10
	등고선방향경작	0.27
	등고선수직방향경작	0.55
7.0-11.3	계단식경작	0.12
	등고선방향경작	0.30
	등고선수직방향경작	0.60
11.3-17.6	계단식경작	0.16
	등고선방향경작	0.40
	등고선수직방향경작	0.80
17.6-26.8	계단식경작	0.18
	등고선방향경작	0.45
	등고선수직방향경작	0.90
26.8<	계단식경작	0.20
	등고선방향경작	0.50
	등고선수직방향경작	1.00

는 영향을 설명하는 인자로서, 등고선의 수직 방향으로 경작을 실행할 때, 발생하는 값을 1로 하고 계단식이나 등고선의 수평방향으로 경작을 실행할 때는 보다 작은 값을 가지게 된다. 본 조사에서는 박경훈(2003)이 제시한 값(표 3)을 이용하였다. 이 조사지역에서는 실제로 산지에서 경작을 하는 경우가 매우 적다. 그러나 산지의 주요지점에 침식 방지를 위한 많은 시설이 위치하고 있다. 따라서 경작지에서 행해지는 계단식 경작보다는 높은 P값을 가질 것으로 판단되며 등고선 방향경작보다도 높은 값을 가질 것으로 판단된다. 따라서 본 조사에서는 경사에 따라 등고선 수직방향 경작에 상응하는 P값을 적용하도록 하겠다.

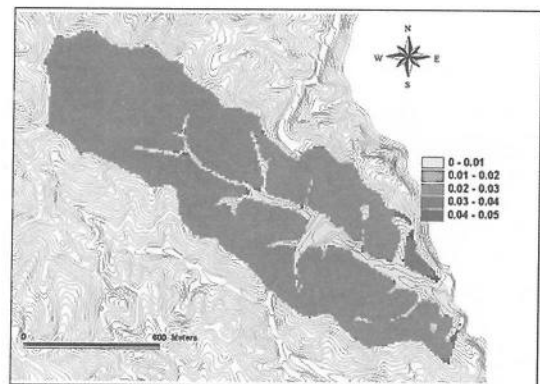
나. 분석과정과 결과

1) 삼척 비화진 유역의 사례

비화진 유역의 총 면적은 106.11ha이다. 비

표 4. 비화진 유역의 토양통별 분포현황

토양통명	면적	(%)
매곡	0.66	0.62
사촌	1.12	1.06
수암	0.29	0.27
오산	89.61	84.45
지곡	13.19	12.43
청산	1.24	1.17
계	106.11	100

그림 2. 비화진 유역의 K값($t\ h\ MJ^{-2}mm^{-1}$)

화진 유역의 토양의 분포현황은 표 4와 같으며, 대부분의 지역이 산지 토양인 오산통으로 이루어져 있다. 토양통의 분포에 따라 앞의 표 1을 기준으로 하여 K값을 수치화하여 래스터화 한 것이 그림 2이다. 계곡부에 위치한 지곡통($K=0.004558$)이 다른 토양통과 비교하였을 때 비교적 낮은 값을 보이고 있다.

앞서 설명한 USLE의 관계식 중 Desmet and Govers(1996)의 방법을 이용하여 사면길이인자(L)를 구한 것이 그림 3이다. 대부분의 지역에서 L값이 10이하의 값을 보이고 있으며 사면길이인자에서 높은 값을 보이는 곳은 수분이 모이는 계곡부이다. 특이사항으로 비화진 유역의 중앙부를 횡단하고 지나가는 국도를 개

표 5. 비화진 유역 L값 현황

범 위	면적(ha)	%
1-10	96.59	91.03
10-50	7.38	6.96
50-100	1.15	1.08
100-500	0.96	0.90
500-1000	0.03	0.03
계	106.11	100
평균: 7.13, 표준편차: 23.46, 최소값: 1.00, 최대값: 640.96		

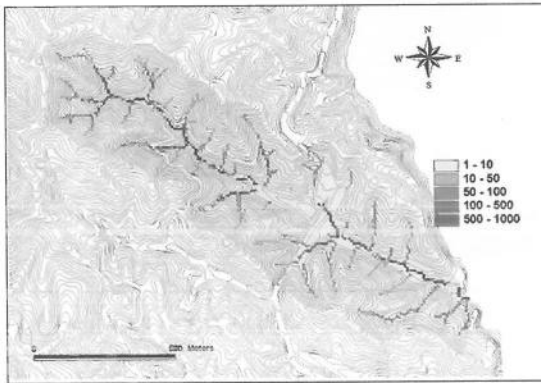


그림 3. 비화진 유역의 L값

설하기 위하여 절토와 성토를 한 지점을 중심으로 연속되지 않은 단절된 L값이 나타났다. 비화진 유역의 L값과 관련된 현황은 다음의 표 5와 같다. 대부분의 지역에서 L값은 10을 넘지 않으며 평균이 약 7의 값을 나타내고 있다.

비화진 유역의 Nearing(1997)의 방법으로 구한 S값은 7~15의 분포를 보이고 있으며 능선부와 계곡부를 중심으로 낮은 값이 나타나며 능선에서 계곡에 이르는 사면을 중심으로 높은 값을 보였다. 특히 북동쪽의 유역의 상부에서 높은 S값을 보이고 있다. 비화진 유역의 S값은 주로 12-14의 값이 높은 빈도로 나타나고 있다.

표 6. 비화진 유역의 S값 현황

범 위	면적(ha)	%
7-8	4.29	4.03
8-9	3.01	2.84
9-10	5.61	5.29
10-11	9.84	9.27
11-12	18.32	17.27
12-13	31.27	29.47
13-14	31.48	29.67
14-15	2.29	2.16
합계	106.11	100
평균: 12.00, 표준편차: 1.63, 최소값: 7.00, 최대값: 14.63		

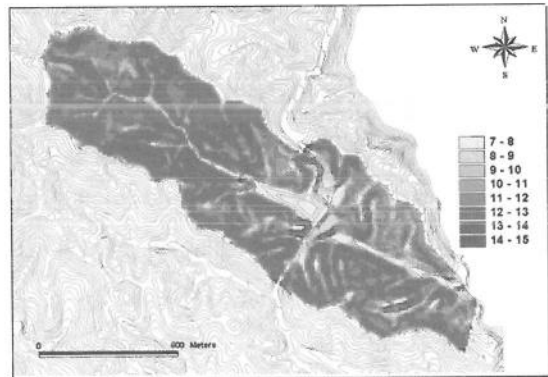
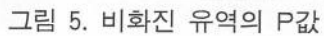


그림 4. 비화진 유역의 S값

비화진 유역의 P값을 표 3을 기준으로 살펴 보았을 때 그림 5와 같이 구하였다. 비화진 유역의 P값의 분포를 보면 대부분의 지역이 1의 값을 보이고 있으며 1에 비교적 높은 값이 집중적으로 분포하고 있다.

앞에서 구한 조사지역에 공통으로 적용되는 R값(5288.5)과 C값(0.007), 그리고 Arcview 상에서 계산된 K값(그림 2), L값(그림 3), S값(그림 4), P값(그림 5)을 서로 곱셈하여 구한

P값	면적(ha)	%
0.55	4.56	4.30
0.60	2.08	1.96
0.80	3.99	3.76
0.90	10.71	10.09
1.00	84.77	79.89
계	106.11	100



범위 (t ha ⁻¹ yr ⁻¹)	면적(ha)	%
0-10	11.49	10.83
10-50	61.48	57.94
50-100	24.25	22.85
100-500	7.89	7.44
500-1000	0.72	0.68
1000-5000	0.28	0.26
계	106.11	100
평균: 56.23, 표준편차: 113.27, 최소값: 0.65, 최대값: 2623.98		

2) 고성 산불지역과 설악산 지역

A topographic map of the study area, showing elevation contours and a legend. The map includes a north arrow in the upper right corner and a scale bar in the lower left corner indicating 0 to 500 meters. The legend on the right side of the map defines the elevation ranges in meters:

- 0 - 10
- 10 - 50
- 50 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 5000

그림 6. 비화진 유역의 토양침식 예측값
($t\ ha^{-1}\ yr^{-1}$)

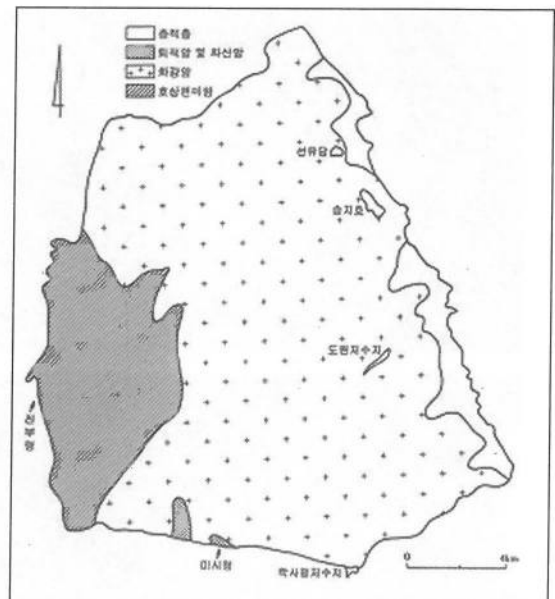


그림 7. 조사지역의 지질도

축척의 수지도도가 발간되지 않은 실정이다. 따라서 위에 소개된 비화진과 같은 정밀도를 유지한 조사를 하기 어려운 실정이다. 다만 현지조사 자료를 중심으로 하여 일반적인 논의를 할 수 있을 것으로 판단된다.

조사지역의 북부 특히 고성군 토성면 도원리~
원대리간 임도변과 토성면 윤봉리에는 대규모



그림 8. 풍화된 물질이 토석류의 형태로 제거되고 있으며, 토어와 핵석의 노출이 많다.
(고성군 토성면 도원리)

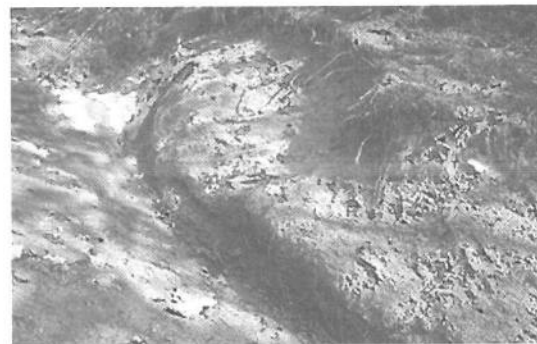


그림 9. 설악산 목우재(화강암기반)의 산사태 사진

토어⁵⁾군이 발달하여 있는데 전국적으로 토어의 출현빈도가 가장 높은 곳 가운데 하나일 것으로 추정된다. 이 지역은 산불이 빈발한 지역

으로 심층풍화된 화강암이 산불로 인해 지표피복물이 제거되면서 노출된 것으로 판단된다.

중생대 쥐라기 화강암은 북동-남서 방향의

5) 토어(tor)는 기반암과 연결되어 지표에 노출되어 형성된 독립성이 강한 암괴지형을 말하는 것으로, 형태적으로 석탑의 의미를 갖는 지형이다.

대규모 저반을 형성하며 조사지역의 중심부에 분포한다.

중생대의 관입암류는 지질시대에 따라 주라기의 대보관입암류와 백악기 불국사관입암류로 구분된다. 강릉-속초 도폭의 중앙부에는 북서-남동 방향으로 대규모 저반을 형성하는 주라기의 대보관입암류가 넓은 면적으로 분포하고 있으며, 부분적으로 옥천대를 따라서 관입하고 있다. 대보관입암류의 성분은 대부분 화강암에 속하며, 섬강암과 섬록암이 소규모로 산출된다.

이 암석의 중요성은 풍화에 약한 면을 보인다는 점이다. 삼척지역과 달리 풍화에 약한 화강암으로 구성된 이 지역은 앞에서 논의된 대로 핵석과 토어가 전국적으로 가장 많이 노출되어 있는 지역가운데 하나이다. 그 이유는 심층으로 풍화된 물질이 여름철 집중호우 시 쉽게 침식되면서 현재는 풍화물질이 모두 제거된 모습으로 나타나기 때문이다.

3. 결론 및 토의

지금까지 삼척지역의 잠재적 침식량에 관한 논의를 주로 GIS 기법을 활용하여 분석하였고, 기타 지역에 대해서는 개략적인 현지조사 결과를 정리하였다. 현재까지 정리된 내용은 추후 연구를 통해서 보완할 필요가 있다. 그 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

- 1) GIS모델에 필요한 현지조사가 아직은 부족한 편이다. 현재까지 나온 분석모델가운데, 토지이용 형태나 보호대책 등을 계량화시키

기 위해서는 안정화 대책을 지점별로 확인하고 이를 반영한 모델을 만드는 작업이 필요하다. 또한 아직 모델의 정확성을 판단하기 위해서는 더 많은 국내연구가 필요하다.

- 2) 현재까지 모델에 반영하지 못하고 있는 것은 지표의 지질에 관한 내용이다. 화강암 지역과 편마암 지역 그리고 퇴적암의 변성 지역과 제4기 퇴적물 등 고결상태와 풍화에 대한 대응 강도가 다른 암석들을 현재까지는 모델에 적극 반영하지 못하였으나 지속적인 조사를 통해 이를 적극 반영하여 현실적인 수치를 도출할 필요가 있다.
- 3) 고성이나 기타 산불 피해를 입은 지역과의 대비를 통해 모델의 정교화를 꾀할 필요가 있다. 수치지도가 작성되지 않은 지역에 대해서는 위성영상을 비롯하여 고도자료 취득이 가능한 방법을 활용하여 분석을 정교화할 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

- Cox, C. and Madramootoo, C., 1998, Application of geographic information systems in watershed management planning in St. Lucia, Computers and Electronics in Agriculture, 20, Issue 3, pp229-250.
- Desmet, P.J.J. and Govers, G., 1996, A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units, Journal

of Soil and Water Conservation, 51, pp. 427-433.

- El-Swaify, S.A., Moldenhauer, W.C., and Lo, A., 1985, Soil Erosion and Conservation, Soil and Water Conservation Society Press, Ankeny, Iowa.
- Millward, A.A. and Mersey, J.E. 1999, Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed, CATENA, 38, Issue 2, pp109-129.
- Nearing, M.A., 1997, A single, continuous function for slope steepness influence on soil loss, Soil Science Society of America journal, 61, no. 3, pp. 917-919.
- Renard, K.G. and Freimund, J.R., 1994, Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE, Journal of Hydrology, Vol.157(1-4), pp. 287-306.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A. et al., 1996, Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the RUSLE, USDA Agriculture Handbook No. 703.
- Shi, Z.H., Cai, C.F., Ding, S.W., Wang, T. W., and Chow, T.L., 2004, Soil conservation planning at the small watershed level using RUSLE with GIS: a case study in the Three Gorge Area of China, CATENA, Volume 55, Issue 1, pp33-48.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D., 1978, Predicting Rainfall Erosion Losses - a guide to conservation planning, USDA, Agriculture Handbook No. 537.
- Wischmeier, W.H., 1971, A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites, Journal of Soil and Water Conservation, 26, pp.189-193.
- 건설부, 1992, 댐 설계를 위한 유역단위 비유사량 조사 연구.
- 과학기술부 (한국자원연구소). 2000. 산사태 예측 및 방지기술 연구.320pp.
- 구본준, 2002, 농촌소유역의 토양유실량 예측을 위한 RUSLE의 적용성 검토, 강원대 석사학위논문.
- 국립공원관리공단. 2002. 설악산국립공원 자원모니터링 -1차년도-. 국립공원관리공단, 535pp, pl. 27.
- 국립방재연구소, 1998, 개발에 따른 토사유출량 산정에 관한 연구(I).
- 기상청, 2001, 한국기후표.
- 농업기술연구소, 1984, 한국의 답토양, 토양 조사자료 10권.
- 농업기술연구소, 1986, 한국의 전토양, 토양 조사자료 12권.
- 대한지질학회. 1998. 한국의 지질. 시그마프레스. 802pp.
- 박경훈, 2003, GIS및 RUSLE 기법을 활용한 금호강 유역의 토양침식위험도 평가, 한국지리정보학회지 6권 4호, pp.24-36.

- 박재현, 최경, 이수곤, 마호섭, 이종학, 우보명, 2003, 내삼리 땅밀림형 산사태의 발생특성에 관한 분석(I) - 지형 및 지질특성을 중심으로-, 한국임학회지, 92(3) 246-253.
- 산림청. 1998. 사방기술교본. 515pp.
- 이수곤. 1995. 암반절취사면의 조사, 설계, 감리를 위한 합리적인 기준설정방안. 한국지반공학회 사면분과위원회.
- 이수곤. 1990. 특집/지반공학과 자연재해 (I). 대한토질공학회지 제6권/ 제4호. 89-102.
- 이정인 역 (Hoek, E. and Bray, J.), 1997. 암반사면공학. 엔지니어즈. 459pp.
- 이희근, 양형식 편저. 2002. 암석역학 -이론과 해석. 서울대출판부.
- 임업연구원. 2003. 2002 태풍 루사 에 의한 산지재해 원인과 복구대책.
- 장영률, 2003, GIS와 RS를 이용한 토양침식의 정량화, 전남대대학원 박사논문.
- 정필균, 고문환, 임정남 등, 1983, 토양유실량 예측을 위한 강우인자의 분석, 한국토양비료학회지 16권 2호, pp.112-118.
- 조규재, 박상준, 손두식, 주성현, 2000, 지질과 지형이 산사태 및 땅밀림에 미치는 영향, 한국임학회지, 89(3), 323-334.
- 조용선, 2001, GIS를 이용한 군 훈련장의 자연환경관리를 위한 RUSLE 적용 연구, 군사과학대학원 석사학위논문.
- 황진연, 김선경, 김춘식, 1999, 부산시 남구 문현동 산사태지역의 지질 및 점토광물에 대한 연구, 한국지반공학회지, 15(1), 114-125.

산불로 인한 산림토양의 변화

이 계 한

전남대학교 임학과

서 론

산불은 목재자원의 손실로 인한 경제적인 일차적 피해를 유발 시킬 뿐만 아니라 임상의 피복물인 초본, 관목, 낙엽과 쌓인 나뭇가지 그리고 토양 유기물의 연소에 의한 지표의 노출로 토사유출과 수자원의 오염 그리고 산사태 등과 같은 심각한 2차 재해를 유발시키는 등 물질적, 환경적 피해의 주요한 원인이 되고 있다. 토양 양분과 미생물 등의 소실로 인해 자연적인 생태계 순환과정이 붕괴되어 그 생태계의 회복에 장구한 세월이 소요됨이 산불의 심각성을 더한다.

이 보고서를 통해 우리나라 산불피해지역의 산림 생태계 복원계획 수립에 참고가 될 만한 외국의 사례 중 대규모 산불 다발지역인 미국의 북부 로키산맥 산림에서 수행된 많은 연구 중 산불이 산림토양에 미치는 영향을 규명하기 위하여 수행된 연구들의 결과를 알아 보고자 한다. 산불이 산림토양에 미치는 영향은 산불이 진행되는 동안 발생하는 열에 의한 직접적인 영향과 토양표면과 토양내 유기물의 소실에 의해 발생하는 간접적 영향으로 분리될 수 있다.

1. 산불의 열에 의한 직접적 영향.

산불이 진행되는 동안 발생하는 열의 약 8~10%만이 토양내로 복사되지만(Steward 1989; Hungerford 1989), 그 복사열은 토양의 특성을 직접적으로 변화시키기에 충분하다(Nearby 등, 1999). 산림토양에 대한 산불의 직접적 영향의 하나로 물 저장능력의 감소(Hungerford 등, 1991; DeBano 등, 1998)를 들 수 있으며, 이는 각 토양층에 도달하는 온도와 토양가열 정도에 따라 다르다.

토양 가열정도는 산불로부터 토양내부로 전달되는 에너지의 크기와 기간에 의존한다(Wells 등, 1979). 불이 진행되는 동안 지상부의 온도는 급격히 상승되지만(Robichaud 등, 2000), 토양내부의 온도는 토양수분과 토양 자체의 절연작용에 의해 느리게 상승한다(DeBano 등, 1998). 이로 인하여 빠른 속도로 퍼져나가는 산불의 경우 엄청난 양의 열을 발생시키지만 토양내부로 전달되는 열의 양은 상대적으로 많지 않게 된다. 그래서 토양내부로 전달되는 열의 정도는 산불의 강도보다는 산불의 진행속도와 더 밀접한 관련이 있다(Hungerford, 1989; Nearby 등, 1999).

산불에 의한 토양내부의 온도상승은 시간이

소요되기 때문에, 많은 연소물이 쌓인 지역이나 큰 가지나 근주 또는 대경목 같은 중연료가 느리게 연소되는 지역에서 발생하기 쉽다. 일반적으로, 낮은 강도로 느리게 진행되는 지표화가 높은 강도로 빠르게 진행되는 수관화보다 산림토양에 미치는 영향이 훨씬 크다(Hungerford 등, 1991; Neary 등, 1999). 그래서 산불이 산림토양에 미치는 영향과 지상부 식생에 미치는 영향은 구분되어야 한다.

매우 높은 열이 전달되는 토양 상층부는 양분과 유기체의 활동이 집중되어 있기 때문에 산불은 산림의 생산성을 극도로 떨어뜨리고 생산성 회복에 많은 시간이 소요되게 된다(Macadam, 1989; Bitterroot National Forest, 2000). 예를 들어, 낮은 강도의 산불이 발생된 후 이전 상태로 회복되는 시간은 토양표면에 유기물이 축적되는데 소요되는 시간과 토양 생물상이 다시 복구되는 시간 만큼 걸릴 것이나 그 기간동안 지표유출수의 증가와 토양침식이 심화 될 수 있다.

1-1 산불의 강도

산화 후 임상의 형태는 산불이 진행되는 동안 토양내부로 유입된 복사열의 강도와 산불이 토양에 미치는 전반적인 영향을 가늠할 수 있는 중요한 지표가 될 수 있다(Wells 등, 1979). 예를 들어, 토양의 색상은 산화 후 남아있는 유기물의 양과 상태를 알 수 있는 좋은 지표로써, 약간 분해된 유기물은 갈색, 완전 분해된 유기물은 검정 색을 띤다(Fisher 와 Binkley, 2000). 유기물이 거의 남아 있지 않은 지역은

열의 강도와 모암의 색깔에 따라 회색, 흰색 또는 붉은색을 띤다. 다음의 분류는 산불이 산림토양에 미치는 정도에 따른 것임을 밝혀 둔다.

가. 낮은 강도의 산불

일반적으로 검게 그을린 토양표면은 산불이 진행되는 동안 발생한 열이 토양 표면의 유기물을 완전하게 연소시키기에는 충분하지 않았다는 것을 의미한다. 검게 그을리기 위해서는 적어도 100℃ 정도의 온도가 되어야 하고, 단지 부분적으로 연소 되었다면, 장기간 동안 토양표면의 온도가 250℃를 넘기지 않았음을 의미한다. 유기물내의 양분 중 일정부분은 무기물의 형태로 전환되어 식물에 의해 빠르게 이용될 수 있지만(DeBano 등, 1998), 200℃ 이상의 온도에 의해 가열되었을 경우 약간의 질소가 대기중으로 유실 된다. 그리고 대부분의 미생물은 65℃ 이상의 온도에서 생존할 수 없기 때문에 토양 상층부의 미생물은 생존이 어렵다. 토양 상층부에 위와 같은 변화를 유발 시킬 수 있는 산불을 낮은 강도의 산불이라 한다.

나. 중간강도의 산불

토양표면에 있는 대부분의 유기물을 연소시키고 표토를 노출시키는 정도의 산불을 중간강도의 산불이라 한다. 이 중간강도의 산불은 토양표면의 온도를 보통 250℃에서 유기물의 완전연소 온도인 500℃까지 이르게 한다. 약 300℃에 이르게 되면 유기물에 함유된 질소의 절반 이상이 기화되고, 약 375℃에서는 유기물

에 함유된 황의 25% 정도가 기화된다. 토양표면에서의 높은 가열에도 불구하고, 토양표면으로부터 2.5cm(1인치) 깊이의 무기질 토양온도는 200℃를 넘지 않지만 176℃에서 204℃의 온도범위에서는 토양유기물이 탄화수소로 전환되어 토양입자 주위에 응집되고 토양의 물 투과성을 감소시키게 된다(Bitterroot National Forest, 2000). 토양유기체에 치명적일 수 있는 온도가 5cm깊이까지 다다를 수 있다.

다. 높은 강도의 산불

높은 강도의 산불은 토양표면의 온도를 510℃ 이상에 이르게 하여 산화 후 무기질토양 표면에 흰 재만을 남기게 된다(Wells 등, 1979; Ulery와 Graham, 1993). 이 높은 강도의 산불은 거의 모든 토양표면에 위치한 유기물을 산화 시켜 함유된 질소와 황을 기화 시키고(McNabb와 Cromack, 1990), 토양표면으로부터 12cm 깊이에 서식하는 미생물까지 죽일 수 있다(Wells 등, 1979; Bitterroot National Forest, 2000). 표토에 함유된 인, 칼륨, 마그네슘, 칼슘과 망간 같은 주요 무기양분을 분해하여 식물에 의한 흡수가 용이한 상태로 만들기도 하지만, 815℃ 이상의 온도에서는 무기양분의 대부분이 휘발 또는 기화되어 토양입자에 결합되며, 입자 분해의 원인이 되는 등의 토양의 물리 화학적 조성을 변화시킨다.

라. 넓은 면적의 대규모 산화지역에서의 분류

부분적인 강도의 변이가 있는 넓은 지역의

산불강도 분류는 전체 대상 면적에서 차지하는 해당 강도의 비율에 의해 이뤄진다(Hungerford, 1991). Wells 등(1979)의 한 예로써, 높은 강도의 산불 발생지역이 전체 대상 면적의 10% 이상이고, 높거나 중간강도의 산불 발생면적이 80%이며 그 외의 면적이 낮거나 불타지 않은 지역으로 분류될 때, 그 전체 대상지역은 높은 강도의 산불 피해지역으로 분류되었다(산불이 토양에 미치는 영향의 관점에서). 만약 10% 미만이 높은 강도의 산불 발생지역으로 분류되고, 15% 이상이 중간강도로 분류되었다면 전체 대상지역은 중간강도의 산불피해지역으로 분류된다. 마지막으로, 2% 미만이 높은 강도, 15% 미만이 중급강도, 나머지 지역이 낮은 강도와 타지 않은 지역으로 분류될 때 그 해당지역은 낮은 강도의 산불피해 지역으로 분류 된다.

2. 산화 후 산림토양에 미치는 간접적 영향

산불이 산림토양에 미치는 가장 중요한 간접적 영향은 식생의 변화와 임상과 토양내 유기물의 소실에 의해 발생한다(DeBano 등, 1998, Neary 등, 1999). 부분적으로 분해된 유기물은 자체무게의 5배에 해당하는 물을 흡수할 수 있고(Cohen, 2003), 수분증발을 효과적으로 막으며 토양의 온도를 조절하는 피복효과를 지닌다. 이 유기물이 곤충과 미생물에 의해 더 분해될 때 양분과 토양입자를 뭉치게 하는 물질을 배출하여 공극성을 증가시켜 토양의 공기와 수분

의 가용성을 증대 시킨다.

토양 유기물의 연소는 100℃에서 시작되고 500℃에서 완료된다. 거의 대부분의 산불은 토양표면의 유기물을 연소시키지만, 토양내부 유기물에는 훨씬 더 적게 영향을 미친다. 보통, 임상으로부터 복사열이 높을 경우, 더 많은 양의 유기물이 연소 되어 산불이 토양에 미치는 영향은 더 심각하게 된다. 산불은 토양온도, 양분 가용성과 토양의 공기와 물의 흐름을 결정하는 공극성에 영향을 미치고, 결과적으로, 산림의 생산성과 토양 안정성에 영향을 미치게 된다. 이들 간접 영향은 다음과 같이 분류되어 서술한다.

2-1. 토양온도

식생과 토양 유기물의 유실과 재의 축적 등을 통해 산불이 산림토양의 온도에 미치는 영향은 장기간 지속된다. 산불에 의한 수관과 임상의 유기물의 유실은 토양온도의 일교차와 계절적 변이를 심화 시킨다. 산불의 강도가 클수록 산림토양에 미치는 간접영향은 크며, 토양온도에 미치는 영향도 크다. 검은 색상의 토양이 노출되어 있고 식생에 의한 태양빛의 차단이 없는 즉, 토양표면의 절연물질이 없는 지역에서, 더운 여름날 표토의 온도는 65℃까지 이를 수 있다(Neary 등, 1999). 이 열은 다시 저녁시간동안 빠르게 방산된다.

북부 로키산맥에서 수행된 심한 산불이 발생된 지역과 산불이 발생하지 않은 지역에서의 토양온도 비교연구에서 산불 발생지역의 주간 평균 토양온도는 산불 미 발생지역에 비해

36℃ 이상 높았고, 야간 평균온도는 9.5℃ 낮으며, 5cm 깊이의 평균 토양온도는 7℃ 정도 높았다(Hungerford와 Babbitt, 1987).

토양 자체가 하나의 좋은 절연체이기 때문에, 두 지역간의 비교에서 토양 깊이가 깊어짐에 따라 온도차가 줄어들었다. 다른 연구에서 Hungerford 등(1991)은 산불에 의한 토양온도의 변화가 40cm 깊이에서도 발생하였다고 보고하였다.

토양온도의 변화는 산화 후 산림발달에 중요한 영향을 미친다. 예를 들어, 토양온도의 상승에 의해 토양미생물의 활동이 증가되고 분해를 촉진시킴으로 양분의 방출이 증가된다(Borchers와 Perry, 1990). 이러한 양분의 증가는 식생의 성장을 촉진시킬 수 있지만, 질산염과 같은 수용성 양분은 쉽게 용탈 되거나 계류로 흘러 들어가게 된다. 또 산불에 의한 토양 절연체의 소실은 북부 로키산맥 산림에서 토양의 동결과 해동의 빈도를 증가시켜 토양의 입자구조를 파괴할 수 있음이 보고되었다(McNabb와 Swanson, 1990).

2-2. 토양 양분의 가용성

산불은 열과 빛을 발생시키고, 산림의 모든 물질로부터 각종 화학 원소들을 유리하는 하나의 커다란고 극적인 화학반응이라고 할 수 있다.

산불에 의해 유리되는 대부분의 화학 물질들은 토양 미생물에 의해 훨씬 느린 속도로 분해되는 원소들과 동일하지만, 수년동안 토양미생물의 활동에 의해 이뤄질 화학변화가 산불에 의해서는 몇 초 안에 이뤄질 수 있다(DeBano 등, 1998).

그래서 산불은 극단적으로 신속하게 진행되는 분해 과정이라 할 수 있지만, 높은 열에 의해 많은 양의 원소들이 기화된다는 점이 미생물에 의한 분해과정과 다른점이다.

대부분의 식물은 유기물의 분해과정을 통해 생성된 무기양분을 흡수하기 때문에 이 분해과정이 식물의 성장을 좌우 한다고 할 수 있다. 특히, 북부 로키산맥과 같은 춥고 건조한 산림 지역에서는 그 분해과정이 매우 느리기 때문에 식물의 생장에 필요한 필수 양분의 공급이 수요에 항상 미치지 못한다. 그래서 산림의 생산성은 양분의 가용성의 어떠한 변화에도 민감하게 영향을 받는다.

산불이 토양양분 가용성에 미치는 영향은, 필수양분의 화학적 변화와 같은 직접적 영향과, 토양온도, 물의 흐름, pH 등의 변화에 의한 간접적 영향이 있으며, 이들 변화의 크기는 토양에 전달되는 열과 유기물의 산화 정도에 의해 크게 좌우 된다.

다음은 산불에 의한 유기물과 토양내 함유된 양분의 몇 가지 변화이다.

가. 무기이온 형태의 양분으로 전환되어 식물에 의해 쉽게 이용될 수 있다.

나. 기화에 의한 양분 유실.

양분의 종에 따라 기화온도가 다르다. 필수양분 중 질소가 가장 쉽게 기화되며 그 온도는 약 200℃이며, 황은 약 375℃, 칼륨과 인은 775℃, 마그네슘은 1,107℃, 칼슘은 1,484℃, 망간은 1,962℃에서 각각 기화된다(Raison 등,

1985a; 1985b; Tiedemann, 1987). 질소의 경우 상대적으로 낮은 온도에서 기화되기 때문에 산불에 의한 전체 유실량은 유기물의 유실량에 직접적으로 비례한다(Wan 등, 2001).

다. 연기입자의 형태로 유실

기화점이 높은 칼륨, 인, 망간과 칼슘 같은 양분은 재에 축적되는 경향이 있다. 전체 유실량은 대개의 경우 미미하나 대형 화재시 발생하는 상승기류에 의해 아주 먼 거리까지 이동되기도 한다(McNabb와 Cromack, 1990).

라. 연소되지 않았거나 부분적으로 연소된 식생과 유기물

산불은 미생물의 활동에 좋은 환경을 만들기도 하여 유기물의 분해가 촉진된다. 높은 pH의 재에 의해 산림 토양의 산도가 낮아지고, 증가된 토양온도에 의해 촉진된 미생물의 분해작용의 결과로 토양의 가용양분의 증가가 나타난다.

마. 강우와 바람에 의한 양분의 유실

많은 양의 양분이 강우와 바람에 의해 유실될 수 있고 그 정도는 산화 후 기후 양상에 따라 다르다(Macadam, 1989).

2-3. 질소

산불에 의한 유기물의 화학적 변화에 의해 산화 후 무기질소가 증가하지만, 증진된 미생물의 활동에 의해 분해된 무기질소의 양도 상당하다.

산불 화재 후 질산염과 암모늄의 증가는 각기 다른 시간대를 가지고 정도의 차이가 있다. 보통 토양 암모늄은 산화 후 짧은 시간에 약 2배정도 증가하였다가 식물에 의한 흡수와 질산염으로의 전환에 의하여 일년 이내에 원래 수준으로 감소한다. 반면에 질산염은 산화 후 상대적으로 적은 즉시 증가율(약 25%)을 가지지만, 6개월에서 1년 이내에 약 3배정도 증가하지만 많은 양의 질산염이 용탈에 의해 유실될 수 있다(Wan 등, 2001).

2-4. 토양의 통기성과 통수성

산화지역의 토양 공극성은 (1) 유기물의 재, (2) 강수에 의한 입단구조 파괴, 그리고 (3) 증가한 탄수화물에 의해 영향을 받는다(McNabb와 Swanson, 1990; Wondzell 등, 2003). 이는 토양의 수분 흡수력을 감소시키고 지표유출과 토사유출의 증가를 초래하며 생산성의 감소로 이어진다. 산화 후 증가한 탄수화물은 표토층에 불 투수층을 형성하여 물의 이동을 막는다. 일반적으로 토양이 176~288℃의 온도로 가열 되었을 때 불투수층이 형성되고, 형성된 불 투수층은 대개의 경우 2년 이내에 사라진다.

2-5. 지표유출과 토사유출

산불에 의하여 임상의 피복물이 연소 됨으로 토양이 노출되고 통수성이 감소되며 지표유출의 증가와 토사유출의 가속화가 이뤄지고 경사지에서의 산사태 위험성까지 증가된다. Robichaud 등(2000)의 보고에 의하면, 75%이상의 토양이 식생과 다른 피복물에 의해 보호되었을

때 강수량의 2%정도가 지표유출수가 되어 토사유출의 위험성이 낮았으나, 10% 이하의 피복율을 보인 산화지에서는 강수의 70% 이상이 지표유출수가 되어 토사유출의 위험이 매우 증대 되었다. 보통 토사유출의 위험성은 식생의 회복과 토양 피복물의 증가에 의해 감소된다(Wondzell 등, 2003).

참고문헌

- Bitterroot National Forest. 2000. Bitterroot Fires 2000: An assessment of post-fire conditions with recovery recommendations. USDA Forest Service, Bitterroot National Forest. Unpublished report available online at <http://www.fs.fed.us/r1/bitterroot/recovery/fires-2000-screen.pdf>.
- Borchers, J. G., and D. A. Perry. 1990. Effects of prescribed fire on soil organisms in natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests. Pp. 143-158 in J. D. Walstad, S. R. Radosevich, and D. V. Sandberg, editors, Natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, USA.
- Cohen, J. 2003. The Impacts of Fire on Ecosystems. Available online at <http://www.micro.utexas.edu/courses/mcmurry/spring98/10/jerry.html>.

- DeBano, L.F., D. G. Neary, and P. F. Ffolliott. 1998. Fire's Effects On Ecosystems. John Wiley & Sons, New York, New York, USA.
- Fisher, R.F. and D. Binkley. 2000. Ecology and management of forest soils. John Wiley & Sons, New York, New York, USA.
- Hungerford, R. D. 1989. Modeling the downward heat pulse from fire in soils and in plant tissue. Pp. 148-154 in Proceedings of the 10th Conference on Fire and Forest Meteorology, Ottawa, Canada.
- Hungerford, R. D., and R. E. Babbitt. 1987. Overstory removal and residue treatments affect soil surface, air, and soil temperatures: implications for seedling survival. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Research Paper INT-377.
- Hungerford, R.D., M.G. Harrington, W.H. Frandsen, K.C. Ryan, and G.J. Niehoff. 1991. Influence of fire on factors that affect site productivity. In A.E. Harvey and L. F. Neuenschwander, editors, Proceeding of the management and productivity of western Montane forest soils. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report INT-280.
- Macadam, A. 1989. Effects of prescribed fire on forest soils. B.C. Ministry of Forests, Research Report, 89001-PR.
- McNabb, D. H., and K. Cromack, Jr. 1990. Effects of prescribed fire on nutrients and soil productivity. Pp. 125-141 in Natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests. Walstad, John D., ed., et al. Corvallis, OR: Oregon State University Press.
- McNabb, D. H., and F. J. Swanson. 1990. Effects of fire on soil erosion. Pp. 159-176 in J. D. Walstad, S. R. Radosevich, and D. V. Sandberg, editors, Natural and prescribed fire in Pacific Northwest forests. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, USA.
- Neary, D.G., C.C. Klopatek, L.F. DeBano, and P.F. Ffolliott. 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. Forest Ecology and Management 122:51-71.
- Raison, R. J., P. K. Khanna, and P. V. Woods. 1985a. Mechanisms of elemental transfer to the atmosphere during vegetation fires. Canadian Journal of Forest Research 15:132-140. Raison, R. J., P. K. Khanna, and P. V. Woods. 1985b. Transfer of elements to the atmosphere during low-intensity prescribed fires in three Australian subalpine eucalypt

- forests. *Canadian Journal of Forest Research* 15:657-664.
- Robichaud, P. R., J. L. Beyers, and D. G. Neary. 2000. Evaluating the effectiveness of post-fire rehabilitation treatments. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-63. Available online at <http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs-gtr63.pdf>.
 - Steward, F. R. 1989. Heat penetration in soils beneath a spreading fire. Unpublished paper on file at: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Fire Sciences Laboratory, Missoula, Montana.
 - Tiedemann, A. R. 1987. Combustion losses of sulfur and forest foliage and litter. *Forest Science* 33:216-223.
 - Ulery, A. L. and R. C. Graham. 1993. Forest fire effects on soils color and texture. *Soil Science Society of America Journal* 57:135-140.
 - Wan, S., D. Hui, and Y. Luo. 2001. Fire effects on nitrogen pools and dynamics in terrestrial ecosystems: a meta-analysis. *Ecological Applications* 11:1349-1365.
 - Wells, C. G., R. E. Campbell, L. F. DeBano, C. E. Lewis, R. L. Fredriksen, E. C. Franklin, R. C., Froelich, and P. H. Dunn. 1979. Effects of fire on soil, a state-of-knowledge review. USDA Forest Service, Washington Office, General Technical Report WO-7.
 - Wondzell, S. M., and J. G. King. 2003. Post-fire erosional processes in the Pacific Northwest and Rocky Mountain region. *Forest Ecology and Management* 178:75-87.

산림경영을 위한 입지와 임분형 구분

- 독일 바덴-뷔르템베르크주 사례-

배 상 원

국립산림과학원 산림생산기술연구소

1. 머릿말

경영체로서 기본적으로 필요한 계획은 임업 경영의 경우 영림계획이다. 영림계획은 영림계획서로 이루어지는데, 독일의 경우에는 지방자치주에 따라 작성방법이 다르다. 독일 바덴-뷔르템베르크주(Baden Wuerttemberg)의 경우 영림계획서 작성시 산림입지도, 산림기능도, 산림비오톱도, 현임상도, 산림발달임상도(경영목표임상도)가 같이 제작하도록 되어있다. 산림입지도의 경우 입지에 따른 경영목표, 조림수종선정, 생산목표설정 등에 필요한 자료이고, 산림발달임상도(경영목표임상도)는 현 임상을 자연력을 바탕으로 한 숲관리를 통하여 최종적으로 도달하여야 할 숲이다. 이 것은 경영과 자연생태를 바탕으로 하여 구분이 되며 임분경영의 단위이다.

2. 산림입지

산림경영을 위하여 기본적으로 필요한 것은 영림계획서이다. 영림계획서작성을 위해 기본적으로 필요한 자료중의 하나는 산림입지도이다. 조림수종과 경영목표는 산림입지에 따라 좌우가 될 정도로 산림입지가 큰 비중을 차지

하고 있다. 독일 바덴-뷔르템베르크주의 경우 산림입지는 광역생장권역, 생장구역, 산림입지구로 세분되는데 최종 입지단위인 산림입지구는 생태적 특성 고려된 단위로 식물사회, 토양, 산림이용사 등을 기준으로 하여 구분이 되고 있다.

3. 조림원칙

독일의 조림원칙은 산림정책, 환경, 경영 산림입지도를 바탕으로 주단위의 산림 원칙이 정해진다. 바덴 뷔르템베르크주의 조림기본원칙은 아래와 같이 9가지로 요약할 수 있다.

- 임분구조가 다양한 혼효림의 조성구분 유지 : 단순림이 아닌 혼효림을 조성하는 동시에 임분구조가 수평·수직적으로 단순하지 않고 다양하게 하고, 단순림으로 되돌아가지 않도록 유지·관리하는 것을 원칙으로 한다.
- 적지적수조림 : 인공조림시에 적지적수 원칙에 따라 조림을 실시한다. 조림지내의 입지는 동일하지 않고 차이가 나기 때문에 대면적 단일수종조림은 불가능하고 소면적 조림이 실시된다.
- 생태적 적응성의 검증후 외래수종 조림 : 외래수종을 도입하는 경우에는 생장 등 경영

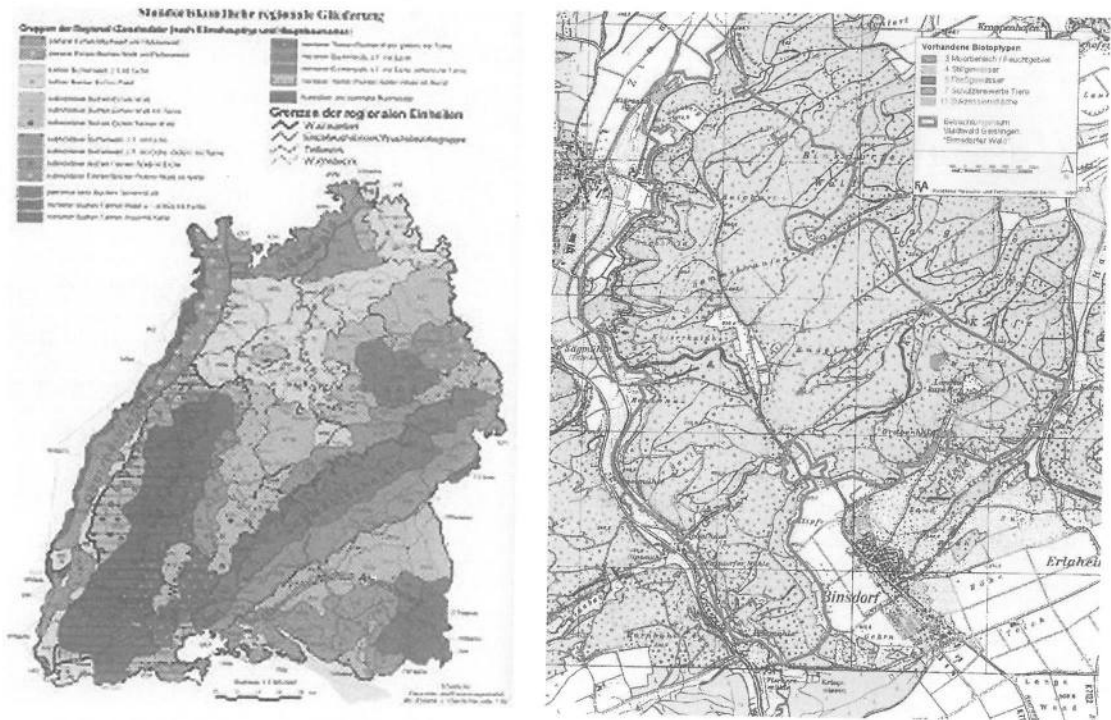


그림 1. 바덴 뷔르템베르크주 광역생장전역도(왼쪽)와 비오토포도(오른쪽)

인자를 고려하는 것에서 그치지 말고, 생태적인 관점에서 검증을 실시한 후 생태적으로 문제가 없는 수종을 조립한다.

- 입지조건이 허락하는 범위 내에서 천연갱신 : 수확에 따른 갱신은 가능한 한 천연갱신을 실시한다. 인공단순림에서도 천연치수의 발생이 가능하면 천연갱신을 실시하고 종자공급원이 없어 천연치수의 발생이 불가능한 임지는 인공식재를 통한 갱신을 실시한다.
- 개별포기 : 환경에 부정적인 영향을 끼치는 개벌을 피하기 위하여, 임지노출이 않되는 갱신법을 이용한다.
- 임분의 다층구조조성 : 임분의 층위구조가 단층이 아닌 다층이 되도록 하는데, 다층구

조가 완전히 되면 택벌림 구조이다.

- 단목무육 : 기존의 무육은 임분단위의 무육 개념으로 임분의 확실적인 무육이나, 단목의 생장에 따른 무육은 도태간벌과 같은 무육처럼 개별적인 우량목 위주로 시업을 하여 임분의 구조가 다양하게 된다.
- 친환경적 수확 : 임목 수확시 집재로나 작업로 위에서만 기계가 작업을 실시하고 임지내에는 중장비가 들어가지 않고 삭도집재를 실시하고, 기계톱에 식물성 윤활유를 사용하여 임지 훼손을 최소화 한다.
- 임지생산력의 유지 및 증진 : 임지 생산력을 유지를 위하여 전목 집재 등을 임지에 따라 선별적으로 실시한다.

4. 경영단위 임분구분

4.1. 경영목표임분형(Betriebszieltypen)

조림원칙하에 실질적으로 숲을 다루는 기본 단위가 어떻게 구분되는가가 중요하다. 바덴-뷔르템베르크주의 경우에는 1996년까지는 경영목표임분형(Betriebszieltypen)을 기본으로 하였다. 산림정책 목표와 입지별 조림 가능성, 위험도와 산림기능에 따라 영림계획 작성시에 경영목표임분형이 결정되었으며, 목표임분형의 면적합계는 지역영림계획상의 면적합계와 일치하였다. 경영목표임분형의 예를 들면 가문비임분, 가문비·전·너도밤나무임분, 소나무임분, 너도밤나무임분, 참나무임분, 활엽수임분 등이 있다. 경영목표임분형은 이름이 의미하는 것과 같이 경영을 최우선으로 한 목표를 기준으로 한 구분이다.

경영목표임분형 가문비나무·전나무·너도밤나무임분의 경우 아래와 같이 수종혼효율, 갱신기간, 무육방법을 제시한다.

- 혼효율은 표 1에서와 같이 수종별 최대, 최소, 평균 혼효율을 제시하여 현지상황에 따라 조절을 할 수 있게 제시한다.

표 1. 혼효임분형의 수종별 혼효율(단위 %)

20-60	가문비	20-50	전나무	10-30	너도밤나무	0-20	소나무
40	나무	30		20	(활엽수)	10	(낙엽송)

표 2. 수종간 임목간격 및 최소간격

수종간 간격	평균간격(m)	최소간격(m)	수종간 간격	평균간격(m)	최소간격(m)
가문비나무 : 전 나 무	6.2	5.0	가문비나무 : 가문비나무	5.7	4.0
가문비나무 : 너도밤나무	8.5	7.0	전 나 무 : 전 나 무	6.6	4.0
전 나 무 : 너도밤나무	8.7	7.0	너도밤나무 : 너도밤나무	10.0	5.0

- 갱신기간은 1차 식재나 하종벌시기부터 임분 최종 노령목이 수확까지의 기간이며, 30년(20-40년)정도가 걸린다.

- 갱신과 무육, 단계별 무육을 종합적으로 보며, 무육시에는 현 상태만이 아니라 최종혼효율을 고려한다.

- 혼효율이 가문비나무 40%, 전나무 30%, 소나무 10%, 너도밤나무와 기타 활엽수 20%인 경우 어린나무가꾸기는 활엽수의 생장에 지장을 줄 경우에만 관목을 제거, 도식적인 본수조절은 어려우며 상황에 따라 수종별 본수를 조절한다.
- 군상이나 소군상으로 자라는 전나무는 조기에 생장공간을 만들어 주는 동시에 여분의 전나무도 진존시킨다.(직경 6.8m 정도의 전나무 소군상시 다른수종제거, 너도밤나무는 임목간격이 2m일때는 본수조절을 할 필요가 없음)
- 상층목수고가 15m : 미래목을 선발하며 임목간 간격은 표 2와 같이 한다.

4.2. 산림발달형(Waldentwicklungstypen)

경영목표임분형은 1996년도부터 산림발달형(Waldentwicklungstypen)으로 대체되었다.

산림발달형은 숲을 경영대상으로만 보는 것이 아니라 생태적으로 숲을 보고 숲이 자연적으로 발달해가는 과정을 고려한 임분형의 구분이다.

산림발달형이란 경영목표와 현 임분상태가 동일한 숲을 유형화한 것으로 산림의 다양한 기능(생산기능, 보호기능, 휴양기능)을 고려한 산림경영목표를 도달하기 위한 무육과 작업기술을 포함하고 있다. 산림발달형은 주요 임분의 무육컨셉트로 볼수 있으며 조림방법은 개방적이며 주기적으로 개선할 수 있다. 산림발달형은 전체 산림의 100%를 대상으로 하기보다는 80~90%를 대상으로 한다.

산림발달형은 합자연적 산림경영의 도구로서 아래와 같은 여러 분야에 영향을 끼친다.

- 조림·육림분야 : 산림발달형의 무육컨셉트는 실무를 위한 조림지침이며 경영목표에 적합한 조림적 시업을 위한 방향을 제시
- 영림계획분야 : 경영단위의 자연조건과 조림적 목표의 취합과 구분이 가능하며, 계획, 실시, 평가를 위한 기본단위로 이용
- 산림경영분야 : 산림경영조사를 위한 중요한 평간단위로서 시간개념과 조림실행의 목적성에 관한 해결책을 제공
- 산림정책분야 : 숲의 자연도, 수종구성과 구조를 기록, 임분발달이 제공되므로 산림의 보속성과 생물학적 다양성에 대한 기초자료로 이용

바덴 뷔르템베르크(Baden Wuerttemberg)

표 3. 지역별 산림발달형 분포

산림발달형	생장권역	상부 라인강변	오덴 숲	남부 흑림	북부 흑림	넥카 구릉지	넥카 준악지	네카 유산악지	바-부타흐	슈베시 알브	알프스 전지역 (고도 모레인)	알프스 전지역 (신생 모레인)
너도밤나무-활엽수혼효림	3	•				•				•		
너도밤나무-침엽수혼효림	10	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•
Robur참나무림	3	•									•	•
Petra참나무림	4	•	•			•	•					
참나무 목표 너도밤나무	2					•	•					
유용활엽수림	6	•				•	•	•			•	•
포플러나무림	1	•										
가문비나무림	10		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
가문비나무림 목표 너도밤나무림	6	•		•			•		•	•		•
가문비나무림 목표 참나무림	6		•			•	•	•			•	•
가문비나무림 목표 전나무림	5			•	•		•	•	•			
습지구변가문비나무림	2										•	•
전나무림	7			•	•		•	•	•	•		•
미송림	5	•	•	•	•	•						
소나무림	4	•	•		•							•
소나무림 목표 전나무림	1				•							
소나무림 목표 너도밤나무림	5	•	•			•	•					•
낙엽송 목표 너도밤나무림	1		•									
조방적 침·활엽수림	6	•		•		•	•			•		•
계		11	8	7	7	9	11	6	5	6	6	11

주의 숲은 너도밤나무(*Fagus sylvatica*)-활엽수혼효림, 너도밤나무-침엽수혼효림, 로브르참나무림(*Quercus robur*), 페트라참나무림(*Quercus petraea*), 참나무 목표 너도밤나무, 유용활엽수림, 포플러나무림, 가문비나무림(*Picea abies*), 불안정한 가문비나무림 목표 너도밤나무림, 불안정한 가문비나무림 목표 참나무림, 불안정한 가문비나무림 목표 전나무림, 습지주변 가문비나무림, 전나무림(*Abies alba*), 미송림, 소나무림(*Pinus sylvestris*), 소나무림 목표 전나무림, 소나무림 목표 너도밤나무림, 낙엽송 목표 너도밤나무림, 조방적 침

· 활엽수림 등 총 19개 산림발달형으로 구분된다.

19개 산림발달형은 주 전체에 해당되는 것이 아니라 생장권역에 따라 해당 산림발달형이 있으며 전체 임분발달형은 표 3과 같다. 개개의 산림발달형은 입지조건, 현임분상태, 임분목표 등이 구체적으로 제시되어 있어 실제 시업에 이용한다.

산림발달형은 임분을 구성하는 주요수종으로 명명이 되어 있는 것이 대부분이나 현재 임상이 생태적으로 불안정하고 피해를 입을 우려가 큰 경우에는 수목사회학적으로 가장 자연에



그림 2. 가문비나무림(왼쪽), 너도밤나무림(오른쪽)



그림 3. 여름 참나무림(왼쪽), 가을 참나무림(오른쪽)

가까운 수종으로 구성된 숲을 조성하는 것을 목표로 하여 현 임상과 목표임상을 산림발달형의 이름을 만든다. 예를 들면 “불안정한 가문비나무림 목표 너도밤나무림”은 생태적으로 불안정한 가문비나무림을 무육을 통하여 너도밤나무림으로 조성·관리한다. 즉, 단순 가문비나

무림은 중간 혼효단계를 걸쳐 최종적으로는 너도밤나무림으로 유도된다.

산림발달형 「소나무 혼효림」의 관리체계는 표 4에서와 같이 목표임상, 현황(분포, 입지, 생태특성), 장단기 목표, 시업체계(어린나무가꾸기, 솎아베기, 갱신)이 제시된다.

표 4. 산림발달형 “소나무 혼효림” 사례

산림발달형 : 소나무 혼효림

이상적 목표임상

수관발달이 우량하고 지하고가 높고 줄기 곧고 굵은 소나무가 상층부를 주로 구성하고 있고, 입지에 따라 너도밤나무나 기타 활엽수, 가문비나무나 전나무가 단목이나 소군상으로 혼효하여 상층에 성장하고 있다. 햇빛이 많이 통과되는 소나무아래 다층으로 자라는 중층과 하층에는 음수수종(너도밤나무, 전나무, 서어나무, 피나무)이 자란다.

일반현황

주요 분포지

라인강 상류, 오펜숲, 북부 흑림, 남서독일 알프스전지역 신생 모래인지역에 분포한다.

산림사/임황

황폐화 된 입지(낙엽채취, 지하수면 저하)나 대면적 개별 입지에 파종이나 식재로 조성된 소나무임분(일부는 너도밤나무 수하식재)이 대부분이다.

입지조건

양지의 배수가 잘되고 토양양분이 적고 산성, 일부 포드졸화된 사질이나 사질양토입지에 나타나고. 토양수분은 대부분 약건 적윤이다. 산악대나 고산대에서는 과습지에서 나타난다.

입지수목사회/천이 단계

지력이 대단히 낮은 입지에서 전나무, 가문비나무, 기타 활엽수가 혼효된 소나무림이 입지에 따라 자연에 가까운 임분형이다. 지력이 높은 입지의 소나무림은 대부분 인공식재된 것이다. 자연천이단계에서 대부분의 선구림이나 중간단계림은 장기적으로는 너도밤나무림-(참나무림), 가문비나무림, 전나무림으로 천이한다. 하르트나 북부흑림지대의 특수입지에서만 소나무혼효림이 극성상의 특성을 보인다.

생태/경관 평가

적합한 입지에 있고, 입지에 적합한 수종구성으로 이루어진 소나무혼효림은 오래 생육하고 안정적이며 재생력이 강한 산림생태계이다. 혼효수종이 없는 경우에는 소나무림이 설해, 해충피해, 균피해를 받기가 쉽다. 소나무단순림은 이외에도 산성화를 촉진시키는 솔잎 때문에 입지 척박화가 발생될 우려가 크다.

소나무림은 산성과 햇빛을 좋아하는 지피식생의 서식공간을 제공한다. 산악지와 고산지에서는 소나무림은 보호종(야생조류)의 주용한 서식처이다. 지역적으로 소나무림은 경관을 구성하는 주요인자이고, 소지역적으로는 역사적 경영형태(송진채취)를 보여준다.

목 표

장기 산림발달목표

입지와 원산지에 적합하고 자연에 가깝거나 조건부로 자연에 가까운 임목재적이 높고 수간형질이 우량하고 가지치기가 된 소나무혼효림. 중층과 하층에 생육하는 입지를 보호하는 혼효수종.

- 수종혼효율 소나무 60-90 전나무(기타 침엽수) 0-30
너도밤나무(기타 활엽수) 0-40
- 혼효형 단목 또는 소군상
- 구조 상층에는 수관이 잘 발달된 소나무와 단목형태의 혼효수종, 음수수종으로 구성된 다층의 중층과 하층임분

조림학적 발달단계

- 흉고직경 50cm 이상의 소나무 대경재 수확까지 고급형질 소나무의 성장 촉진
- 형질이 좋고 생장력이 높고 굵은 소나무의 수관 발달을 통한 안정적인 임분구조의 조성 및 유지
- 지력유지와 천연갱신을 통한 후계림조성에 필요한 혼효수종의 점유율 확보와 유지
- 흑림지역과 바르지역의 산악지 소나무 자생종의 유지
- 산림사적으로 중요한 소나무림 경영의 유지(송진채취), 종보호 차원에서 산악지와 고산지 소나무림의 보호

무육형태/조림학적 시업

어린나무가꾸기

- 어린나무가꾸기지침에 따른 무육
- 피압 소나무를 위한 별도의 무육을 실시하지 않음

쉼아베기

- 상층목 수고 12m에서 미래목 200본/ha 선발 및 가지치기 5-(10)m 높이까지 실시
- 초기 생장을 촉진시키고, 중·하층 무육이 동시에 이루어지는 단목 안정도 향상을 위한 미래목 중심의 상층간벌 실시
- 미래목 1본당 경쟁목 2-3본 제거, 간벌주기 5-10년, 간벌시 최대 80m³/ha를 벌채
- 필요한 경우에는 너도밤나무 수하식재

수확

재적무육

- 형질불량 대경 소나무와 소나무 수관으로 자란 혼효수종을 제거
- 중층과 하층임분 유지
- 소면적 점검벌채

갱신

- 소나무 건강상태와 지피식생상태에 따라 신속한 산벌작업형식으로 실시하며 최종벌은 동향이나 남동향에서 시작. 대상으로 국기작업을 실시하여 소나무 천연치수발생을 유도., 혼효수종의 천연치수도 무육
- 생태적으로 불리한 상황(소나무천연치수 발생이 없고 지피식생이 번무)에서 3,000~5,000본/ha를 식재하고 천연치수도 무육(부수종도 포함), 소군상으로 혼효수종 식재하거나 보조기능이 있는 활엽수를 대상으로 식재
- 식재
묘 령 소나무 1+2(1+1, 2+0), 전나무 2+3, 활엽수 1+2
식재형 소나무 2-3×1m, 5,000본/ha, 전나무 4-5×1-1.5m, 2,500본/ha
활엽수 1-2.5×1m(소군상, 군상), 최대 10,000본/ha
보조적 활엽수 4-5×2m(열상), 최대 1,250본/ha

5. 맺음말

독일 바덴-뷔르템베르크주의 산림입지구분은 지역별로 구분된 다단계 방법을 통한 산림입지구분을 기본으로 하고 산림경영·무육을 위하여서는 산림임분구분을 기본적으로 경영을 기본으로 한 『경영목표임분형』으로 구분하였으나 1996년부터는 『산림발달형』으로 새로이 구분을 하였다. 『산림발달형』은 숲의 생태적 천이·발달과정을 중점으로 설정된 구분이다. 이러한 구분의 변화는 생태적 안정성과 자연 발달과정을 고려한 산림경영이 목재생산 등 생산물을 위주로 하는 경영보다 장기적으로 보면 유리하

다는 것이 반영된 것이다.

이러한 변화는 우리나라 산림경영에도 의미하는 바가 크다. 특히 다기능·다목적 산림경영과 지속 가능한 산림경영이 대두되는 세계적 추세에서 이러한 산림구분에 대한 연구가 필요하다.

6. 참고문헌

- Landesforstverwaltung Baden Wuerttemberg(1999), Richtlinie Landesweiter Waldent- wicklungstypen. pp. 54



제안

임도시설시 고려하여야 할 사항

윤 하 공

경기도산림환경연구소

□ 들어가면서

우리나라 임도가 1965년 광릉 시험림에 인력으로 6.5km를 시설한 이래 90년도 초반부터 전국의 산림지역에 본격적으로 시작되어 2003년말 현재 15,510km의 임도시설에 7,940억 원을 투자한 결과 ha당 2.42m의 임도밀도를 보이고 있으며 산림경영 기반시설로서의 중추적 역할을 담당하고 있다.

그러나 주요 국가와의 임도밀도를 비교하면 ha당 임도밀도가 독일 40m, 호주 18m, 영국 16.7m, 캐나다 10.6m, 노르웨이 10.1m, 미국 10m, 스웨덴 6.6m, 가까운 일본 4.9m이나 우리나라는 2.42m로 매우 낮은 것을 알 수 있고 국토의 65%가 임야로서 산림이 차지하고 있는 비율과 산림경영 촉진을 위하여서도 계속 임도시설이 확충되어야 할 필요성을 알 수 있다.

임도의 설치효과면에 대하여 임도밀도가 ha당 10m 증가되면 임내접근 거리를 27~30% 단축시키고 집재비를 30~37% 절감 할 뿐만 아니라 연간 산림 경영비용을 24~29% 절감시키는 등의 비용효과가 매우 크다는 것을 인식할 필요가 있다.

임도는 산림의 접근성과 관통을 용이하게 하여 적기에 산림사업을 실행 종료시켜 산림관리

의 효율성을 증대시키고 임업기계화를 촉진시킴으로서 임업생산성 향상과 마을간 연결도로 망으로서의 기여, 도시민에게 자연의 핵심인 산림을 접할수 있는 여건을 제공함으로써 국민 보건 향상에도 많은 기여를 하고 있다.

우리 산림환경연구소에서는 가평군등 12개 시군에 약29,731ha의 도유림을 관리하고 있으며 1987년도부터 가평군 상면 행현리의 5km의 임도시설을 시작으로 2004년 말까지 124km를 시설하여 ha당 4.17m로 전국 평균의 배에 해당하는 높은 임도밀도를 가지고 있다.

□ 본 이야기

임도시설은 계획단계인 노선 선정부터 측량, 시공, 사업 완료에 따른 준공과 유지관리를 위한 사후관리 과정 순을 거치게 된다.

따라서 임도설계, 시공시 참고 할 만한 사항을 그간의 경험을 토대로 현장에서 느낀 몇가지를 적어보기로 한다.

《노선선정》

임도노선 선정은 매우 신중하게 검토하여야 할 사항으로 노선 선정시에는 가급적 조림·육림·간벌 등 산림을 지속적으로 보육하여야 할

임지와 산불예방, 병해충방제등 산림보호 관리를 위하여 필요한 임지, 산촌 휴양자원의 이용 또는 산촌진흥을 위하여 필요한 임지등을 선정하여 추진하되 임도예정노선 지역이 각 개별법에서 정한 문화재보호법상 문화재보호구역, 명승지와 천연기념물이 있는 지역, 국토이용계획법의 자연환경보존지역, 자연공원법에 의한 공원구역 및 공원보호구역, 수도법에 의한 상수원보호구역, 자연정책기본법에 의한 상수원수질보전특별대책지역, 산림법상의 보안림, 천연보호림, 시험림지역, 조수보호및수렵에관한법률에의한 조수보호구, 기타 자연상태가 원시성을 유지하고 있거나 생물다양성이 풍부하여 학술적 연구가치가 있는지역, 습지보전지역, 멸종위기 야생동식물의 서식지로서 보존가치가 있는지역, 사방사업실행지역, 군사시설보호구역등 임도시설시 제약요인이 있으므로 사전에 제약 요건이 없는지에 대해서 면밀하게 검토하여야 한다.

이외에도, 산림법과 훈령등에서 정한 임도설치 제한기준인 임도거리 10%이상이 경사 35도 이상이(다만, 절취한 흙을 사토운반하는 경우는 제외) 되는지, 임도거리의 10% 이상이 도로로부터 300m 이내인 지역이(다만, 절토면과 성토면을 전 면적으로 녹화하는 경우는 예외) 아닌지, 또한 임도거리의 20% 이상이 마사토로 구성된 지역이(다만, 땅밀림 또는 무너짐방지를 위하여 보강공법을 적용하는 경우에는 예외) 아닌지, 임도거리의 30% 이상이 암반으로 구성된 지역이(다만, 절토·성토면의 전면적에 경관유지를 위한 녹화공법을 적용하는 조

건으로 하는 경우는 예외) 아닌지, 또한 도로법에 의한 도로, 농어촌정비법에 의한 농로로 확정·고시된 지역과 중복되는 경우에는 임도설치를 제한토록 하였는바 위 항목에 해당되는지에 대하여 검토해 보아야 한다.

《설계측량》

측량은 중심선, 종단, 횡단 측량을 실시하게 되며 또한 측량시 노선 주변의 지적도, 임야도, 수치지형도를 지참하여 나가면 측량현장에서 많은 도움이 되고 지적공사에서 기 설치해 놓은 측량기준점을 확인하여 놓으면 측량시간 단축과 오차를 줄일수 있다.

요즈음 산림내의 전, 답, 대지 등이 토지대장, 지적도상 표기가 되어 있으나 수년동안 경작하지 않거나 사람들이 접근하지 않아 나무가 자라 산림형상을 보이고 있는 지역도 있는데 측량시 임야로 판단하여 향후 민원의 대상이 될수 있으므로 산림내 전, 답, 대지등에 대하여 측량시 세심한 주의가 요구된다.

측량시에는 측량기점에 표시말뚝을 하게 되는데 등산객등 산림에 접근하는 인구가 많아 훼손될 우려가 많으므로 훼손되지 않도록 주의를 요한다.

측량 기점표시는 변화가 없는 암반, 입목에 페인트, 락카로 표시를 해놓으면 좋을 뿐 아니라 측량시에 임도시설에 따른 지장목도 함께 조사하면 산물의 매각량 확정과 편책설치등 사업추진에 많은 도움이 된다. 아울러, 암거, 교량등 임도구조물 시설지역은 평판과 레벨을 이용하여 정밀측량을 실시 하여야 양질의 임도가

시공될 수 있고 사업비를 줄일 수가 있다.

《설 계》

설계는 현지 측량자료에 의거 토공량, 구조물 종류 및 수량이 결정되며 설계결과에 따라 성공한 임도가 되느냐, 마느냐가 결정되기 때문에 설계는 매우 중요하다.

요즈음의 임도설계는 산림조합, 산림법인에서 주로 설계를 하는데 현장여건에 따른 구조물 도입, 민원 예상 되는 곳에 대한 업무처리 등을 감안할 때 측량 참가자가 설계까지 실행하는 것이 바람직 할 것으로 판단이 된다.

설계시 사토운반 처리는 산림외로 반출할 경우 운반비가 많이 소요되므로 경사가 완만하고 수해피해 등이 발생하지 않는지역 개소 개소에 사토장을 만들고 처리하는 것이 좋다.

사면녹화는 국내산 초류종자와 외국산 초류종자를 혼합하여 파종하는 것이 좋을 것으로 판단이 되며 종자마다 차이는 있겠으나 국내산 종자는 발아와 피복이 좀 더딘 편이나 활착시에는 토양 응집 효과가 크고 외국산 종자는 초기 피복이 빠른 편이다. 학계에서 도입초류 종자와 자생종에 대한 생육분석을 한바 그동안 널리 사용하여 오던 외래 도입종은 시공초기부터 수년간은 생육 상태가 양호하여 비탈녹화 효과를 충분히 발휘하지만 시공이후 상당한 시간(10~15년)이 경과되면 생육상태가 쇠퇴하여 소멸하는 반면, 자생식물종은 점차 생육이 왕성해져 자연스럽게 천이가 이루어 진다는 연구 발표가 있다.

《시 공》

임도개설은 우선 노선내 지장목을 제거하여야 하는데 임도편입 용지의 절·성토지역 끝선이 지장목을 제거해야하는 지역으로서 벌목 작업시에는 토사절취가 시작되는 지점보다 2~3m 뒤까지 제거하는 것이 좋으며 이는 임도개설후 절취면 상부의 나무가 바람에 흔들려 임도로 도복되어 통행에 지장을 주고 사면에 균열을 유발시켜 절토면을 붕괴시키는 한 원인이 되기 때문이다. 임도시설 지장목 집재 시에는 절토사면 끝부분에 집재하는 것이 임도개설후 운반 및 활용이 용이하고 성토면 쪽에 집재시에는 임도노선 굴진과정에서 발생할 수 있는 토사등에 의해 묻힐수가 있다.

임도지장목 제거시 경사지이고 대부분 초본에 작업이 시작되므로 낙엽밑 지표면에는 얼음이 있을수 있고 지표만 녹아 미끄러질 위험이 크므로 안전사고 위험이 높아 작업시에 주의를 요한다. 벌목된 지장목은 편책시설로 이용하거나 절취면이 길어 산림내 진입이 어려운 지역에 사다리, 계단등에 활용하면 설치비용이 많이 들지 않고 편리하게 이용할 수 있다.

임도 지장목 정리가 완료되면 절토, 성토작업이 이루어 지는데 절토시에는 사면위부터 안정각을 유지하여 깎아내야하고 절토작업시 암반이 굴러내릴 위험이 있는 지역은 적색끈 등으로 표식을 하여 위험을 알리고 작업을 하여야 한다. 임도시설 작업시 암반을 제거하기 위하여 브레카를 이용한 장비사용도 있고 화약을 사용하여 처리하는 방법이 있겠으나 화약을 이용한 암반처리시에는 면허를 소지한 사람만 취

급토록 하고 화약을 철저히 관리하는 것이 무엇보다 중요하다. 또한, 주변이 마을일 경우 사전에 알려주어 민원이 발생되지 않도록 하는 것도 필요하다.

임도시설은 평지가 아니고 산지에서 이루어지는 작업인만큼 임도건설, 산사태복구, 조림지 정리등의 산지에서 일한 경험이 있는 자를 활용하는 것이 좋고 절·성토면은 사면 높이가 5m 이상일 경우 단을 끊어주어 안정각을 유지시키는 것이 좋다. 성토지역중 지하수가 있는 지역은 배수시설을 설치한 후 성토하여야 하며 성토 흙과 원지반이 완전히 밀착되려면 지표면 낙엽등이 완전히 제거 되어야만 효과를 발휘할 수 있다. 성토면 하단에 구조물 시공시에는 원지반과 만나는 성토면 끝부분에 전석쌓기, 돌망태 심줄박기, 콘크리트 옹벽등을 우선 시공한후 성토를 하여야만 토양밀림이 없고 산림피해와 시공비를 절감할 수 있다. 계곡부등 수계 지역은 흙판, 물넘이포장, 박스등 설치지역은 집수면적, 경사도, 토양등에 따라 구조물 설치방법이 달라지므로 관심을 기울여야 하며 수계와 구조물 배수방향이 일직선이 되어야 원활한 물처리가 된다. 아울러, 소동물 보호를 위한 환경친화적 시설도 반영하여야 한다. 집수정 설치지역에는 경사로를 주거나 계단식으로 하여 소동물이 빠져 나올 수 있도록 하고 유수량 처리에 차이가 있겠으나 U형 측구보다는 L형 측구를 설치하면 소동물 이동에 좋은 시설이므로 적극으로 도입하여야 한다.

《사후관리》

임도개설후 준공이 이루어 지면 유지관리도 신경을 써야 한다.

우리나라 특성상 여름철의 집중호우와 장마로 인하여 임도가 훼손될 우려가 있고 임도를 통한 벌채목 하산등 무거운 중장비로 인하여 성토면의 경우 노건 부분이 균열이 발생하는 경우가 있기 때문에 수시 점검하여 제기능을 유지토록 하는 것이 매우 중요하다.

임도사후 관리는 도로부서에서 운영관리하고 있는 수로원과 같이 임도관리원을 두는것도 좋다.

임도관리원을 둠으로서 지속적인 임도 모니터링이 가능하고 피해 우려지역에는 조기 보수로 더 큰 임도피해를 줄일수 있기 때문이다.

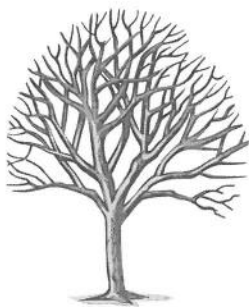
아울러, 임도를 통하여 많은 국민이 산행과 산림휴양을 즐길수 있도록 개방하여 즐겨찾도록 하는 것이 필요하다고 본다. 임도가 환경요인을 저해하는 것이 아닌 다기능적 시설임을 국민에게 인식시켜야 부정 측면보다는 긍정적 요인으로 시각변화를 줄 수 있다. 우리 경기도 유럽 임도의 경우 산악자전거 동호인, 지역산림행사를 임도를 통하여 개최함에 따라 자연관찰, 숲가꾸기 현장, 산림용 장비 활용 등을 자연스럽게 보게 하여 은연중에 피부로 임도의 필요성과 고마움을 느끼게 하고 있다.

□ 마무리하며

전 국토의 65%를 점유하고 있는 산림에 대하여 보다 가치있고 경쟁력 있는 산림환경을 조성하기 위하여는 임도시설이 필수적임으로 정

책부서의 지속적인 계획과 투자, 국민의 협조와 이해가 있어야만 가능하다고 보며 아울러, 친환경적인 임도시설이 무엇보다 중요하고 임도시설이 전국적으로 이루어지고 있으므로 각 현장마다 시설 방법을 조금씩 달리함으로써 좋은 것은 배우고, 권장하는 현장확인과 워크샵

개최등도 활발히 이루어 져야 할 것이다. 또한, 임도사업이나 사방사업은 산림만이 갖고있는 특수성, 전문성 분야 임에도 아직도 산림토목 전문 품셈이 없이 일반품셈 적용을 한다는 것은 큰 문제점이며 다시한번 생각해보아야 할 사항이다.



부 록

정 관

1996. 8. 9 허 가
 1998. 4.28 개 정
 1999.11.13 개 정
 2001. 3.26 개 정

제1장 총 칙

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

제2조(목적) 본 회는 산림환경에 관련된 종합적인 조사연구를 실시하여 산림환경 보전과 과학적인 산림자원 관리에 필요한 객관적인 정보를 제공함으로써 임업발전에 기여함을 목적으로 한다.

제3조(사업) 본 회는 제2조의 목적을 달성하기 위하여 다음 각호의 사업을 한다.

1. 산림입지환경조사·연구 및 기술지도
2. 산림실태조사·연구 및 기술지도
3. 산지이용구분 조사·연구 및 기술지도
4. 영림계획의 작성·연구 및 기술지도
5. 산림환경(도시림 포함)의 영향평가
6. 산림토양과 수자원 보전 오염조사·연구
7. 산림환경의 정보수집, 회지발간, 연구발표 및 교육
8. 본회 설립목적과 관련된 위탁 및 용역

제4조(사무소) 본 회의 주사무소는 경기도 남양주시 진접읍에 두고 필요에 따라 서울특별시 및 시, 도에 지회를 둘 수 있다.

제2장 회 원

제5조(회원자격) 본 회의 회원자격은 다음과 같이 한다.

1. 임업연구기관 또는 산림행정기관 및 교육기관에서 종사한 경력이 있는 또는 이와

동등한 자격이 인정되는자

2. 산림 항공사진 판독기능을 보유한자
3. 산림기술사, 산림경영기사, 산림경영산업기사, 임산가공기술사, 임산가공기사, 임산가공산업기사, 산림공학기사, 산림공학산업기사, 임업종묘기사, 임업종묘산업기사, 산림기능장, 산림산업기사, 산림기능사, 임산가공산업기사, 목재가공기능사, 목질재료기능사, 임업종묘기능사, 펄프제지기능사, 산림토목기술자

제6조(입회) 본 회의 회원으로 입회를 원하는 자는 소정의 입회원서를 제출하여 이사회의 승인을 얻어야 한다.

제7조(탈퇴) 본 회의 회원으로서 탈퇴하고자 할 때는 회장에게 탈퇴서를 제출해야 한다.

제8조(제명) 본 회의 회원이 다음 각 호에 해당되는 자는 이사회에서 제명할 수 있다.

1. 제9조의 의무를 이행하지 아니한 자.
2. 본회의 명예를 훼손하거나 해를 끼친자.
3. 회원간의 화합을 저해 한자.

제9조(회원의 권리 의무) 본 회의 회원은 선거권 및 피선거권을 가지며 정관을 준수하고 회비를 납부할 의무를 갖는다.

제3장 임원 및 조직

제10조(임원 및 임기) 본 회의 회무를 처리하기 위하여 다음과 같이 임원을 두고 그 임기는 선출된 날로부터 각각 2년으로 한다. 다만 보선된 임원의 임기는 전임자의 잔여기간으로 한다.

1. 회 장 : 1인
2. 부 회 장 : 2인
3. 이 사 : 20인이내
4. 상임이사 : 2인(기술이사 1, 업무이사 1)
5. 감 사 : 1인

제11조(임원선출) ① 회장, 부회장, 이사, 감사는 회원중 총회에서 선출한다.

② 상임이사는 이사회에서 선출한다.

제12조(임원의 직무) 임원은 다음의 직무를 행한다.

1. 회장은 본 회를 대표하여 업무를 총괄하고 총회와 이사회의 의장이 된다.
2. 부회장은 회장을 보좌하고 회장이 유고시에는 부회장 중에서 연장자순으로 그 직무를 대행한다.
3. 상임이사는 회장의 명을 받아 이 조사연구회의 업무를 집행한다.
4. 이사는 이사회에 참석하여 본회의 업무추진에 관한 사항 및 의안을 심의·의결한다.
5. 감사는 본 회의 재산 및 업무집행 상황을 감사하여 총회에 보고하고 이사회에 참석하여 의견을 진술할 수 있다.

제13조(임원의 보수) 본 회의 임원은 명예직으로 하되 상임이사는 유급으로 하고 본회를 위한 임원이 업무수행시 실비를 지급할 수 있다.

제14조(기구) 본 회의 업무를 수행하기 위하여 조사연구부와 업무부를 둔다.

1. 조사연구부는 기술이사가 담당하며 제2조의 목적을 수행하기 위하여 조사연구를 수행한다.
2. 업무부는 업무이사가 담당하며 조사연구를 원활히 수행하기 위하여 제반사무에 관한 업무를 수행한다.
3. 각부의 업무를 원활히 수행하기 위하여 약간명의 직원을 둘 수 있으며 회장이 임명한다.

제14조의1(자문위원 위촉) ①본 회의 기술연구개발에 대한 자문을 받기 위하여 자문위원을 7명이내로 위촉할 수 있다.

②자문위원은 이사회의 의결을 거쳐 회장이 위촉한다.

제4장 회 의

제15조(회의 종류) 본 회의 회의는 총회 및 이사회로 한다.

제16조(총회) ①총회는 정기총회와 임시총회로 한다.

②정기총회는 매년 2월중에 개최하고 회장이 소집한다.

③임시총회는 회장이 필요하다고 인정 할때, 재적이사 3분의 1이상의 요청이 있을때, 재적회원 3분의 1이상의 요청이 있을때 또는 감사가 긴급을 요하는 중요한 사유를 발견 할때 회장이 소집한다.

④총회는 다음 각 호의 사항을 심의 의결한다.

1. 예산 및 결산에 관한 사항
2. 정관개정 및 해산 의결에 관한 사항
3. 임원선출에 관한 사항
4. 사업계획 및 사업보고에 관한 사항
5. 기타 중요사항

⑤총회는 재적회원 3분의 1이상의 출석으로 개최하고 출석회원 과반수의 찬성으로 의결한다. 다만 정관개정 및 법인 해산은 제외한다.

제17조(이사회) ①본회 운영의 중요 사항을 심의하기 위하여 회장, 부회장, 이사, 상임이사로서 이사회를 구성한다.

②이사회는 회장이 필요하다고 인정 할 때와 재적이사 과반수 이상의 요구가 있을 때 회장이 소집한다.

③이사회는 다음 각호의 사항을 심의 의결한다.

1. 총회에서 위임한 받은 사항
2. 총회에 부의할 안건의 예비 심의에 관한사항
3. 본회의 해산 심의에 관한 사항
4. 재산관리 및 운영에 관한 사항
5. 회원의 가입 및 제명
6. 기타 의결을 요하는 사항

④이사회는 재적이사 과반수 이상의 출석으로 개최하고 출석이사 과반수로 의결하며 필요에 따라 서면 결의할 수 있다.

제5장 자산 및 회계

제18조(재정)본 회의 재산과 경비는 다음 수입으로 충당한다.

1. 회원의 회비
2. 사업수익금
3. 찬조금 및 기부금
4. 기타

제19조(잉여금) 매 회계년도 말에 잉여금이 있을 때에는 그 전부 또는 일부를 이사회 의결을 거쳐 이 조사연구회의 기본 자산으로 적립한다.

제20조(회계년도) 본 회의 회계년도는 정부의 회계년도에 준한다.

제21조(예산편성) 회장은 사업년도 초에 사업계획서와 예산을 편성하여 이사회 의결을 거쳐 총회의 승인을 받아야 한다.

제22조(예산결산) 본 회의 사업실적과 세입 세출결산은 매 회계년도 종료후 1개월 이내에 이사회 및 총회에 보고하고 승인을 받아야 한다.

제23조(회계감사) 본 회의 감사는 회계 및 운영에 관한 사항을 년 1회 감사로부터 감사를 받아야 한다.

제24조(비치장부) 본 회의 상임이사 책임하에 다음 부책을 비치하여야 한다.

1. 재산대장
2. 회의록
3. 금전출납부
4. 예산결산서
5. 지출 증빙서
6. 사업계획서
7. 기타 필요한 서류

제6장 보 칙

제25조(정관의 개정)

①정관의 개정은 재적회원 과반수 이상의 출석과 출석회원 3분의 2이상의 찬성으로 의결한다.

②전항의 정관개정은 주무부처의 승인을 받아야 한다.

제26조(해산) 본회를 해산 하고자 할때는 총회에서 재적인원 3분의 2이상의 출석과 출석회원 3분의 2이상의 찬성으로 의결한다.

제27조(재산 및 채무처리) 본회의 해산후의 재산 및 본회의 청산은 임원이 청산인이 되어 청산보고서를 작성하여 총회의 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.

③본 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(2000. 3.26)

①(시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

회원 명단 및 임원 주소록

임 원

- 자문위원 : 이여하, 김사일, 김태훈, 이진규, 김태옥, 박순조
- 회 장 : 류택규
- 부 회 장 : 김규현
- 상임이사 : 안병영, 김정환, 연정수
- 이 사 : 이원규, 손요환, 이창석, 권상원, 이명중, 박재인, 김재수, 최 경, 마호섭, 송장호
정진현, 오종환, 홍인표, 이천용, 박승중, 박재순, 임윤희, 곽준일, 박동근, 원현기
- 감 사 : 장영기

회 원

강창호, 구교상, 구창덕, 김경하, 김교수, 김도경, 김인호, 김종호, 김철수, 김춘식, 박관수, 박남창, 박정신, 박종봉, 박지두, 배상원, 변재경, 서수안, 서호석, 신상철, 심경용, 심우범, 안경모, 어윤갑, 원형규, 윤호중, 이대호, 이봉수, 이시영, 이종학, 이충화, 이태수, 정영호, 조용철, 조현재, 홍한표, (36명)

임원주소록

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
자문위원	李麗夏	전 임정연구회 회장	서울 강남구 논현동 222-15	(02)548-5153
"	金思日	전 임업연구원 부장	서울 동대문구 이문1동 76-1 이경빌리지 202호	(02)963-2058
"	金泰勳	전 임업연구원 부장	서울 영등포구 당산동5가 당산삼성래미안 412-1902	(02)2677-3926
"	李鎭珪	전 임업연구원 부장	경기 구리시 수택동 수택주공아파트 103-1006	(031)556-1765
"	金泰玉	전 본회 회장	경기 남양주시 화도읍 창현리 745 두산아파트 205-1303	(031)511-8863
"	朴順祚	전 임업연수원장	서울 노원구 월계동 그랑빌아파트 124-1306	(02)949-4687

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
회 장	柳澤圭	전 원광대학교 교수	서울 동대문구 청량리동 동부아파트 103-1404호	(02)959-0773
부 회 장	金圭憲	전임업연구원 산림자원부장	서울 구로구 구로1동 주공아파트 110-1303호	(02)869-2133
상임이사	安秉榮	한국산지환경조사연구회	경기 의정부시 호원동 우성3차아파트 303동 1408호	(031)874-5109
"	金正煥	"	성남시 분당구 정자동 90 느티마을 406동 1802호	(031)712-0791
"	延正秀	"	서울 도봉구 창4동 동아아파트 6-706호	(02)995-0194
이 사	李元圭	전 임업연구원 증부시험장장	서울 강동구 둔촌동 현대아파트 1차 12동 307호	(02)475-5488
"	孫堯丸	고려대학교 교수	서울 도봉구 창1동 주공아파트 310-705	(02)997-0125
"	李昌錫	서울여자대학교 교수	서울 도봉구 창동 동아청솔아파트 112동 704호	(02)970-5666
"	李明鐘	강원대학교 교수	강원 춘천시 퇴계동 한주아파트 103-306	(033)250-8314
"	朴在仁	충북대학교 교수	충북 청주시 흥덕구 개신동 삼익아파트 101-1204호	(043)261-2532
"	金載水	충북대학교 교수	충북 청주시 상당구 율랑동 럭키아파트 6-301호	(043)261-2532
"	崔敬	전 임업연구원 임지보전과장	서울 성북구 정능1동 경남아파트 103-603호	(02)915-0057
"	麻鎬燮	경상대학교 교수	경남 진주시 하대동 삼호맨션 다동 305호	(055)753-4549
"	宋長鎬	전 임업연구원 산림조사과장	서울 도봉구 창1동 663-28	(02)902-8254
"	鄭鎭炫	국립산림과학원 농학박사	서울 노원구 상계동 현대아파트 305-302호	(02)937-4826
"	吳宗煥	전임업연구원 임산공학부장	서울 도봉구 창5동 북한산아이파크아파트 503-702	(02)908-8817
"	洪寅杓	국립산림과학원	경기도 의정부시 민락동 송산주공6단지 602동 904호	(031)852-1645
"	李天龍	임업연구원 임지보전과장	서울 동대문구 청량리2동 207	(02)961-2758
"	朴承鍾	전 부여국유림관리소장	서울 동작구 신대방동 616-57	(02)833-1553
"	朴宰淳	한국산지환경조사연구회	경기 성남시 분당구 정자동 느티마을아파트 302-804	(031)715-3186
"	林隆鎬	한국산지환경조사연구회	서울 동대문구 제기1동 1212 한산아파트 111-1903호	(02)966-0663
"	郭準鎰	전 북부지방산림관리청	강원도 원주시 단구동 139-63 5통 1반	(033)763-0570
"	朴東根	전 북부지방산림관리청	강원도 원주시 단구동 80-5 2통 2반	(033)762-0081
"	權翔遠	한국산지환경조사연구회	경기도 용인시 상현동 만현마을 8단지 두산리보아파트 807동 904호	(031)276-3983
"	元顯基	전 북부지방산림관리청	서울 노원구 상계동 1404-109	016-7346-1962
감 사	張永基	한국산지환경조사연구회	경기 의정부시 의정부동 신도아파트 201-802호	(031)876-2999

주요 일지

설립약사

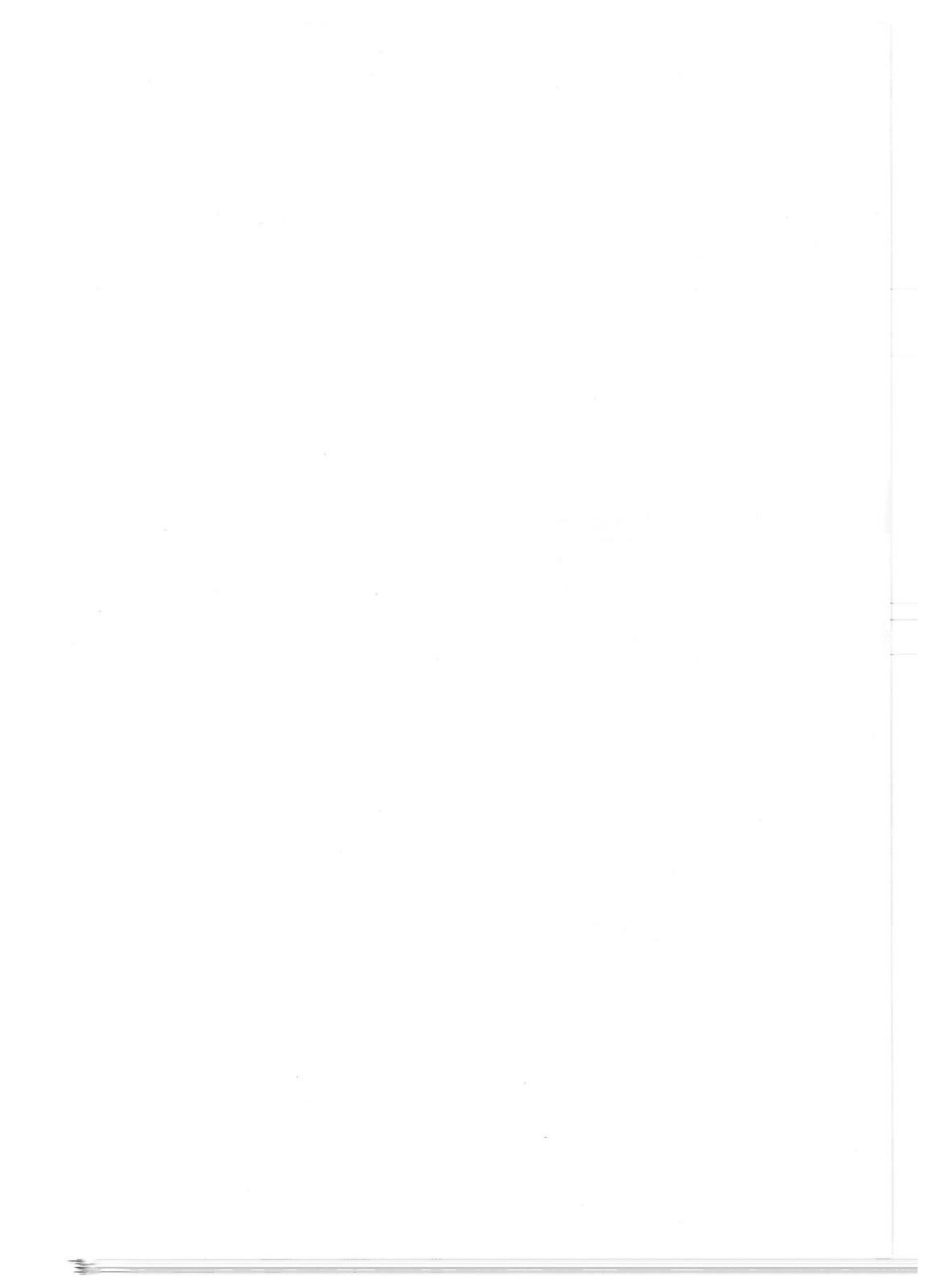
- 1995. 10. 29 창립총회
- 1996. 8. 9 설립허가(산림청장)
- 1996. 8. 31 법인등기(등록번호 115221-0001820)
- 1996. 9. 9 사업자등록(등록번호 132-82-03732)
- 2001. 3. 17 산림사업을 목적으로 설립된 법인등록(산림청 제2001-5)
- 1998. 4. 28 제1차 정관개정 승인
- 1999. 11. 13 제2차 정관개정 승인
- 2001. 3. 26 제3차 정관개정 승인
- 1997. 2. 21 제1차 정기총회 이후 2005년까지 제9차 정기총회 개최

1996년 ~ 2004년 사업실적

- 산림입지 구획을 위한 항공사진 판독 : 2,485,000ha
- 산림입지조사(현지조사) : 1,641,000ha
- 산림입지조사 보완 : 1,040,000ha
- 국유림 잡종재산 실태조사 : 2,877필지
- 영림계획편성(산림조사) : 233,058ha
- 산림훼손 허가 예정지 입목축적조사 : 15건
- 연구용역
 - 철강재사방댐 녹화 시험연구 : 1건
 - 동해광산 복구지역 생태환경조사연구 1건
 - GIS를 이용한 산사태 위험지 관리시스템 추출 인자검증 1건
 - 임진강유역 황폐지 복구계획 수립 1건
 - 산림훼손 실태 및 건강진단 모니터링 조사(경기, 충북, 충남지역)
 - 시험림의 입지환경조사 2건(광릉, 제주시시험림)
- 산지환경회지 발간 : 7호

2005년 사업계획

- 영림계획편성(산림조사) : 18,500ha
- 중국서부지역 조림사업 지도 용역 1건
- 미얀마 중부지역 녹화시험단지 조성사업 지도 용역 1건
- 산사태 위험지 예측 기술증진과 관리방안
- 비무장지대 및 민통선지역 산림이용실태 조사
- 산지환경회지 발간 : 8호



투 고 안 내

원고의 종류

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

작성요령

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

편 집 위 원

위원장 : 류 택 규

위 원 : 손요환, 이천용, 정진현
안병영, 연정수, 최 경

山地環境

第八號

發行人 編輯人 柳澤圭 2005年 4月 印刷

2005年 4月 發行

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

TEL (031)572-1678, 572-0063

FAX (031)572-7387

<http://ksfer.or.kr>

E-mail: ipji7387@hanmail.net

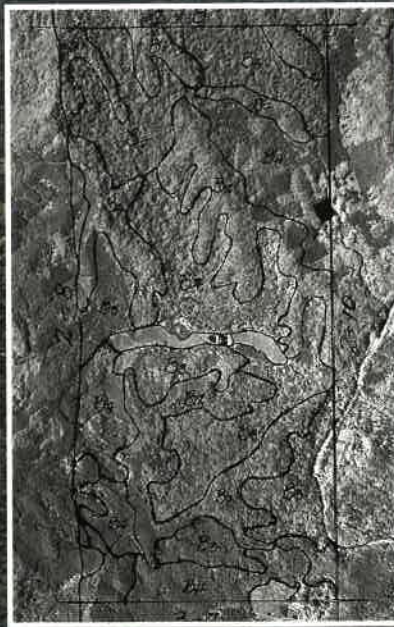
印 刷 三星인쇄공사 ☎ (02)2261-4431



정밀한 항공사진 판독에 의한 토양특성과 지위급 파악으로 산림생산력 증대



토양단면



항공사진판독



(사)한국산지환경조사연구회

주소 : 경기도 남양주시 진접읍 장현리 604-3

전화 : (031) 572-1678 Fax : 572-7387

<http://ksfer.or.kr>

E-mail : ipji7387@hanmail.net