第 十三 號
2 0 1 0

ISSN-1226-8321

山地環境



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

山地環境
二〇一〇
第十三號
韓國山地環境調查研究會

한국산지환경조사연구회 소개

설립목적

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

주요활동 분야

- 적지적수 조림
- 토양 개량
- 시비량 산정
- 환경영향 평가
- 산지재해 방지
- 산지이용계획과 관리
- 산림경영계획
- 입목축적 조사

중점사업

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

일반현황

○ 연구회명 : 사단법인 한국산지환경조사연구회
○ 대표이사 : 김 규 헌
○ 연　　혁
- 1996. 8. 9 사단법인 설립 산림청장 허가 (115221-0001820)
- 1996. 9. 9 임업서비스업 사업자 등록 (132-82-03732)
- 2001. 3. 17 산림사업 법인등록 (산림경영 계획-산림청 2001-5호)

○ 주　　소 : 경기도 남양주시 진접읍 장현리 604-3
○ 전화번호 : (031)572-1678, 0063　FAX:572-7387
○ E-mail : ipji7387@hanmail.net
○ 홈페이지 : http://www.ksfer.or.kr





하그로프 수고측정기
Vertex IV-BT-360



하그로프 초음파 레이저 수고측정기
VL-400



하그로프 생장추
20~80cm



썬토 톰파스 · 크리노메타
Tandem



썬토 고도계
Vector



표준토색첩
일제, 406색



토양경도계
山中式



토양pH측정기
토양 직접 삽입식



토양시료캔
100ml, 6개입

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

주요사업 분야와 성과품

사 업 분 야	성 과 품
○조사사업 - 토양조사 ○ 입지환경조사 ○ 토양단면조사(토양시료 분석) ○ 식생조사 - 산림실태조사 ○ 임목생장량조사 ○ 임분밀도조사 - 산사태 위험도 평가 ○ 산복붕괴 우려지 ┌ 자연사면 └ 전경사 인공사면 ○ 토석류 위험계류 ○ 땅밀림 우려지	- 정밀산림입지도(1/5,000) - 임지생산능력 급수도 ○ 정밀산림 토양도 ○ 임지생산능력 구분도 - 임상도 ○ 임상도 - 산사태 위험구분도 ○ 산사태 위험구분도 - 산지이용 구분도
○연구용역 사업 ○ 토양관리 ○ 산림실태 ○ 산사태 위험도 평가 ○ 산사태 복구 및 예방 대책	- 각종 수치화도면 및 보고서

사 업 실 적

- 산림입지구획(항공사진 판독)	1996~2002	: 2,485,000ha
- 산림입지조사(현지조사)	1996~2002	: 1,641,000ha
- 산림입지조사 보완	1999~2002	: 1,040,000ha
- 국유림잡종재산 실태조사	2001~2002	: 2,877필지
- 경영계획 산림조사	2000~2009	: 297,813ha
- 산림입지도 확대제작 1:5,000	2007~2009	: 281,5281ha
- 산림정밀 임상도 지도 제작	2009	: 116도엽
- 조사연구 용역	2001~2009	: 16건

제14차 정기총회 개최

일시 : 2010년 2월 19일

장소 : 늘봄 회의실







조사연구 수행사업



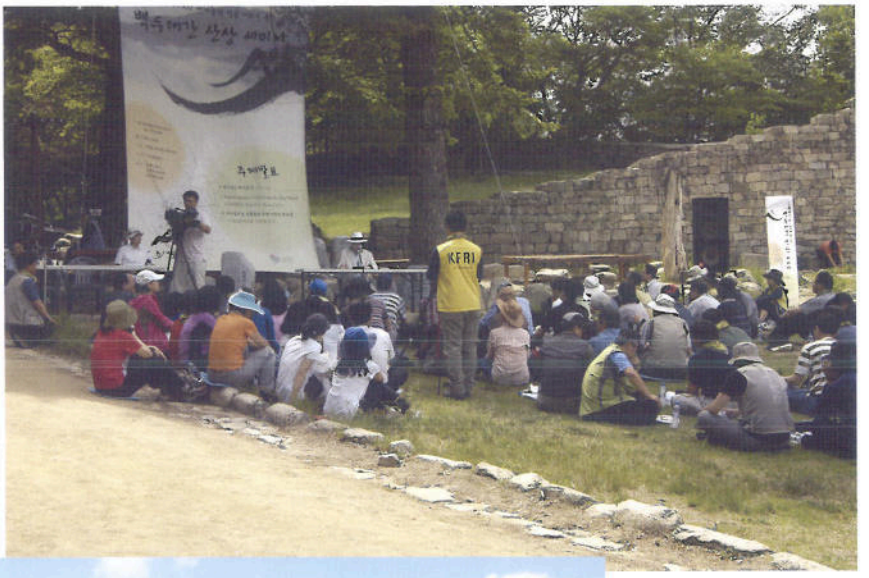
◀ 광릉시험림



▶ 국가공간정보
산림조사



◀ 국유양묘장
토양조사



▶ 백두대간
산상세미나



◀ 현장 입지교육



▶ 건강모니터링
조사

제13호 2014

차 례

머리말 김규헌 / 3

산림정책
청정녹색연료, 목재펠릿의 가치와 전망 진선필 / 5

논 단
저탄소 녹색성장 과제 류택규 / 11

특 집
해외산림자원 개발 현황 및 가능성 박종호 / 17
지구환경 보전과 목조건축 박문재 / 24
산림의 인간 건강증진 및 질병 치유효과 유리화 / 34

조사연구
국립수목원 소관 광릉숲 산림조사 안병영 외 6명 / 43

기술정보
21세기 녹색성장을 위한 산림과학 연구 정진현 / 52
토양조사 최 경 / 60
목재펠릿 현황과 전망 이수민 / 65
기후변화에 따른 수목병 발생동향 김경희 / 81
유비쿼터스와 산림 김경민 / 93
산림토양 산성화가 낙엽분해에 어떤 영향을 미치는가? 이충화 / 104
지속가능한 산림경영을 위한 합리적인 산림토양질 평가 체계 이승우 / 107

기행문
미국 서부지역 여행에서 받은 인상과 소견 김사일 / 112

칼 럼
중 심(中心), 중도(中道), 중용(中庸) 박순조 / 119

시
밀림 박순조 / 42
안개꽃 김청광 / 111

체험수기
산림입지도 제작사업 조사자로서 우리의 역할 조성철 / 122

부 록
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지 / 125
연도별 회지 발간 목록 / 136

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

용맹스러운 백호의 우렁찬 포효소리와 함께 경인년의 문을 두드리며 시작한 올 한해도 벌써 절반이 훌쩍 지나고 삼복더위에 한참 시달림을 당하고 있는 절기에 와 있다. 기상청에 따르면 금년 봄철(3월 1일~4월 20일)은 최근 40년 중 가장 많은 강수일수와 가장 적은 일조량을 기록하였다 한다. 봄철에 비가 내린 날이 평년보다 52%가 증가 하였고 일조시간은 평년과 비교하여 73%수준에 이르게 되어 과일 및 채소등 농산물은 물론 조업에 어려움을 겪은 수산업에 까지 많은 손해를 입혔다 한다. 그러한 가운데 잔인한 4월은 고이 넘기지 못하고 잔인무도한 북한의 만행으로 천안함을 폭침시켜 우리의 젊은 아들 46명의 고귀한 생명을 앗아 갔다. 온 국민이 충격에 빠져 너무나도 우울하게 만들었다. 특히 유족에게 진심어린 위로와 함께 영령들께 경건한 마음으로 명복을 기원하여야 할 것이다.

그런 와중에 우리 산림분야에는 잦은 봄비 덕분에 산불이 급감하여 지난 10년 평균(3,653ha)의 1% 수준에 불과하여 매년 봄철 산불로 연평균 809억원의 손실을 올해는 피해액이 평년의 0.9%에 불과한 7억5천만원 이었다하니 불행중 다행이라고 아니 할 수 없다.

한편 한가지 염려스러운 것은 2008년 현정부가 들어 스면서 조직개편의 일환으로 국립산림과학원이 민영화란 예상치도 않았던 일이 대두 되었으나 다행히 현체제로 유지되는 듯 하더니 금년들어 다시 수위에 떠올라 실망 스럽게 하고 있다. 이를 좌시할 수 없어 지난 6월에 산림청 산하 단체장들이 한자리에 모여 국립산림과학원의 민영화는 임업연구발전에 결코 도움이 되지 못하고 아직은 시기상조 이므로 당분간 유보할 것을 정부관계요로에 건의 한바 있으나 불안한 상태에서 대기중에 있는 형편이다.

차제에 일명 산림올림픽이라고 일컬수 있는 5년마다 개최되는 임업연구분야의 최대 학술대회인 세계 산림연구기관 연합회(IUFRO:International Union of Forest Research Organizations) 제23차 서울총회가 금년 8월 23일부터 8월 28일까지 6일간 서울 COEX에서 개최하게 되어 국립산림과학원이 주관하여 대회 준비에 총력을 기울리고 있

다. 총 100여개국에서 약 3,000여명의 석학들이 참여하게 되며 "사회와 환경을 유지하는 미래를 위한 산림(Forest for the Future Sustaining and the Environment)"이라는 주제로 9개 분야 141개 세부 학술 주제별로 2,100여편의 논문 발표회가 있는 방대한 학술대회로서 이를 성공적으로 원만하게 마무리 되도록 하여 한국의 선진 임업기술을 세계 만방에 각인시켜주고 한편 우리 임업기술도 한층 도약할 수 있는 기회가 되기를 바라며 또한 이를 절호의 계기로 삼아 국립산림과학원의 민영화가 수면 저 아래로 완전히 가라앉아 다시는 부상되지 않기를 희망하고 기대하는 바이다.

한국산지환경조사연구회는 금년 15년째 되는 해로서 예년에 비하여 가장 많은 업무를 수행하고 있다. 산림청에서 2009년부터 추진하는 국가공간정보체계구축사업에 따라 금년에 본 연구회에서 감당 하여야 할 내용은 축적 1:5,000의 임상도 166도엽과 산림입지도 260도엽을 제작 하는데 온힘을 기울리고 있으며 그 외 지방산림청 묘포장 정밀산림토양조사와 도시림 건강 활력도 진단평가 등을 실시하고 있다. 이러한 막중하고 중대한 사업을 무난하게 수행함에 있어 임학을 전공한 학부출신 젊은 인재를 2008년부터 금년에 이르러 13명을 신규채용하여 기존 인력을 합한 총 25여명의 정예요원이 총매진 하고 있으며 앞으로 기회가 되는대로 유능한 인재를 추가로 등용하여 자타가 공인할 수 있는 명실상부한 연구회가 되도록 발전시켜 나갈 것을 약속드리는 바이다.

이번 '제13호 산지환경지'를 발간함에 있어 우리연구회 김사일 자문위원의 미국여행 기행문과 박순조 자문위원의 시와 한국산림문학회 김청광 이사장의 시를 수록 하였으며 산림청 박종호 국제협력과장, 진선필 목재생산과장 그 외 국립산림과학원 산림복원연구과장 정진현 박사, 박문재 박사, 이승우 박사, 이충화 박사, 김경희 박사, 유리화 박사, 이수민 박사, 김경민 박사 등 옥고를 보내주신 필진들께 진심으로 감사 드리며 특히 회지 발간에 심혈을 기울여 편집하여 주신 오종환, 김종호 이사께 깊은 찬사를 드립니다.
감사합니다.

2010년 7월

(사)한국산지한경조사연구회 회장 김 규 헌

산림정책

청정녹색연료, 목재펠릿의 가치와 전망

진 선 필
산림청 목재생산과장

1. 목재펠릿의 등장배경

목재를 포함한 임산자원은 인류에게 있어 수천 년간 가장 중요한 연료의 역할을 해왔으며, 아직도 개발도상국 등에서는 중요한 에너지원이다. 최근 원유의 고갈에 대한 위기와 불안정한 세계정세로 인해 원유가격이 급격히 상승하면서 목재연료의 가격이 화석계 연료에 대한 경쟁력을 갖추게 되어 경제적 및 환경적 차원에서 목재연료에 대한 새로운 관심이 크게 증대되고 있다. 목재연료는 생산과 이용을 통하여 일자리 창출효과가 큰 것으로 알려져 각국의 관심이 집중되고 있다.

지금까지 목재를 에너지원으로 사용하는 개념은 큰나무를 쪼개 장작으로 만들거나 잔가지를 적당한 크기로 잘라서 그냥 사용하는 것이었다. 그러다보니 사용하기에 불편하였고 보관 장소가 넓어야 했다. 연료의 형상은 불규칙하고 단위 투입량당 발열량도 기존 연료에 비하여 낮은 수준이어서 개별난방에 제한적으로 사용될 뿐 산업적인 이용이 불가능하였다.

이를 극복하기 위해 1970년대 제1차 오일쇼크를 계기로 미국에서 개발된 것이목재펠릿(wood pellet)이다. 밀도를 성형전 목재의 약 3배에 이를 정도로 압축하여 단위 중량당 발열량을 크게 증가시킨 것이다. 목재펠릿은 목재 가공과정에서 발생하는 부산물을 마쇄, 건조, 압축 · 성형의 과정을 거쳐 지름이 4~10mm, 길이가 20~50 mm 정도 되는 작은 원통형 알갱이다. 목재펠릿은 여타 목재연료와 비교해 균일 규격으로 연소시 정량공급에 따른 정확한 제어가 가능하다는 것과 운송비용 및 저장비용 절감할 수 있다는 장점이 있다. 목재펠

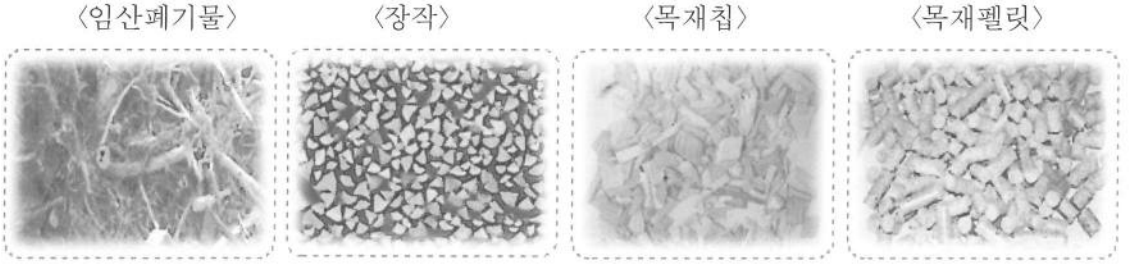


그림 1. 목재에너지의 유형

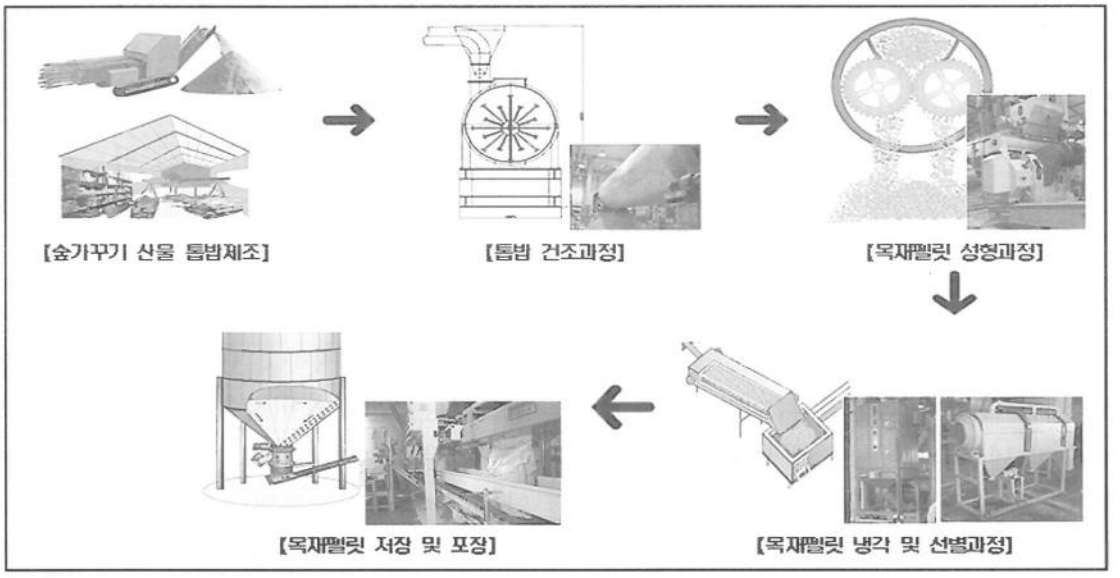


그림 2. 목재펠릿 제조과정

릿 연료의 또 다른 특징 중 하나는 압축에 의한 성형에 아무런 첨가물질이 필요 없다는 점이다. 목재의 주요성분 중 리그닌이 열에 의해 녹아 접착제 역할을 하기 때문이다.

2. 목재펠릿 산업의 성장

세계 목재펠릿 생산은 지난 10년간 연평균 18% 정도 증가해 왔으며, 2008년에는 약 1천만톤 이상을 생산한 것으로 알려지고 있다.

목재펠릿 산업은 지금까지 유럽을 중심으로 성장해왔다. 1990년대 화석연료에 대한 탄소세 도입, 교토의정서 발효, 유가상승으로 가격경쟁력 확보, 펠릿보일러의 기술진보 등이 성장을 촉진시킨 원인들이다. 특히 최근에는 발전부문의 온실가스 감축을 위한 신재생에너지 사용이 성장을 가속화시키고 있다. 신재생에너지는 태양광, 풍력 등으로 대표되지만 사용량에 있어서는 바이오매스가 압도적이다. 유럽은 2020년까지 신재생에너지 20% 보급을 목표로 하고 있는데, 이중 바이오에너지 비중이 62%나 된다. EU내 목재펠릿 시장을 연구하는 pellet@las는 EU 재생에너지 목표(2020까지 20%)달성을 위해 2020년까지 EU 목재펠릿 수요는 26백만톤에 이를 전망이라고 한다.

전 세계에서 생산된 목재펠릿의 80%는 유럽에서 소비되고 있다. 최근 들어 유럽의 목재펠릿 시장을 겨냥한 대형 펠릿생산시설이 동구권과 북미지역을 중심으로 건설되고 있는 상황이다 한편 분석가들은 몇년 사이에 동아시아가 유럽시장을 추월할 것으로 전망하기도 한다. 우리나라를 포함

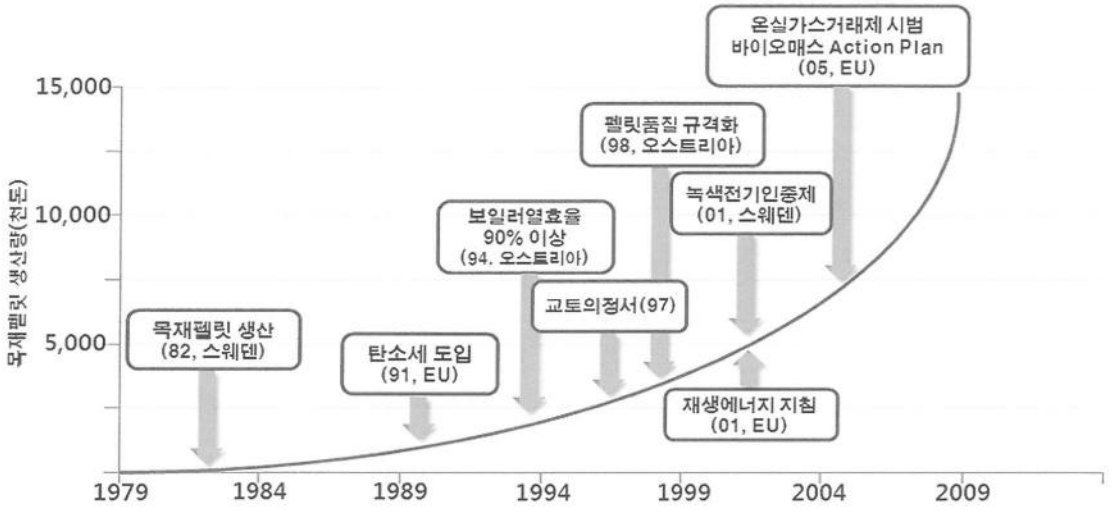


그림 3. EU의 목재펠릿 산업의 성장배경

해, 일본, 중국에서 목재펠릿 이용이 급속히 증가하고 있기 때문이다.

3. 국내 목재펠릿의 현주소

우리나라가 펠릿 산업에 뛰어 든 것은 2008년도부터이다. 산림청에서 2007년 12월에 '목질계 바이오매스 수급 및 이용 전략'을 수립하면서 목재펠릿을 정책사업화 하였다. 그 후 2008년에 여주 임산물유통센터에 목재펠릿 제조시설을 만들어 2009년부터 본격적으로 생산에 들어갔다. 거의 같은 시기에 SK임업과 일도바이오 등 민간업체에서도 자체 시설을 하여 생산을 시작 하였다. 2009년에는 청원, 김해, 단양, 양평 등 4개소, 2010년에는 전국 8개소에 펠릿제조시설을 추가 설치하고 있다.

아울러 한 · 인도네시아 정상회담시 인도네시아측에서 제공하기로 한 20만ha에서 목재펠릿을 생산하기 위해 국내 4개 기업이 5개 지역에서 허가 절차를 밟고 있다. 이 외에도 해외에서 펠릿을 생산하겠다고 산림청에 신고한 기업은 인도네시아를 비롯하여, 미얀마, 베트남, 중국, 러시아 등 5개국에 7개사가 있다. 이들 기업이 정상적으로 활동에 들어간다면 연간 약 400만톤 정도를 생산하여 국내로 들여올 수 있을 것으로 보인다.

산림청에서는 펠릿수요처를 확보하기위해 정부에서 추진하는 그린홈 100만호와 연계하여 농촌주택 보일러 보급사업을 추진하고 있다. 2009년 3천5백대를 설치완료하였고, 금년에는 4천대를 목표로 설치해 나가고 있는 중이다. 농림부에서는 시설원예에 대한 펠릿난방기 보급사업을 시작했다. 금년에 160ha의 시설에 펠릿난방기를 보급할 예정이다.

보일러 보급 초기단계에 문제가 없었던

표 1. 연료별 단위발열량당 가격비교

구 분	목재펠릿	경유	면세경유	보일러등유
가 격	390원/kg	1,497원/ℓ	883원/ℓ	1,057원/ℓ
발 열 량	4.5Mcal/kg	9Mcal/ℓ	9Mcal/ℓ	9Mcal/ℓ
동일발열량 (Mcal)당 가격	87원	166원	98원	117원

것은 아니다. 펠릿 보일러 제조업체들이 아직 나무보일러를 만들던 수준의 기술력 밖에 없었던 때에 펠릿 보일러를 보급했으니 문제가 발생할 수밖에 없었다. 보일러에 대한 기준도 없었다. 그렇게 첫해 보급을 마치고 겨울이 되니 여기저기서 문제가 터졌다. 보일러가 고장 났는데 고쳐줘야 할 회사는 문을 단고 없었다. 산림청에서는 서둘러 문제해결에 나섰다. 보일러 사용자들을 모니터요원으로 문제점을 찾아내고, 국유림관리소장들이 현장을 방문하여 문제점을 찾아냈다. 보일러 고장신고 전용 전화도 마련하였고, 문을 닫은 업체 보일러를 타사에서 A/S할 수 있도록 조치했다.

목재펠릿 산업은 아직 걸음마 단계에 불과하다. 그럼에도 하나 둘 긍정적인 신호들이 감지되고 있다. 목재펠릿의 난방비 절감 효과를 톡톡히 본 성공사례가 알려지면서 보일러 보급사업이 한층 더 속도를 내고 있다. 광릉 국립수목원내 신축한 온실에 등유보일러와 펠릿보일러를 각각 동일한 조건하에서 운영한 결과 31~35% 절감효과를 보았고, 대관령 고령지 연구센터는 경유대비 45% 절감효과를 경험하여 작년 펠릿보일러를 21대 추가 설치하기도 하였다. 군부대에서 3대를 설치하여 시범 운영한 결과도 역시 연료비 절감 효과가 있다고 분석되었다. 또한 경북 상주에서는 환경친화적인 삶을 추구하는 LOHAS성향의 주민 35가구가 펠릿보일러를 집단적으로 설치하고 만족스런 결과를 얻기도 하였다.

2010년 7월 단위 발열량당 연료별 가격을 비교할 때 목재펠릿은 경제적인 측면에서도 우수함을 알 수 있다. 석유가격이 앞으로도 지속적으로 상승할 것이 확실하므로 그 경제성은 시간이 흐를수록 더욱 개선될 것으로 예상된다.

4. 목재펠릿 산업의 전망

지난 3월 18일 국회 본회의에서 「신 · 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 개정안」이 통과됨으로써 목재펠릿 산업화에 큰 전환점이 될 것으로 예상된다. 동법에 따라 국내 14개 발전사들은 2012년도부터 총발전량 중 일정량 이상을 신재생에너지 전력으로 공급해야 하며, 1천제곱미터 이상의 공공 건축물을 시설하는 경우에는 총에너

지 사용량의 10%이상을 신 · 재생에너지로 사용해야 한다. 이 경우 다른 신재생에너지에 비해 초기 투자비용이 저렴한 목재펠릿 이용이 우선 검토될 것이다.

지난해 동해화력 발전소를 대상으로 목재펠릿 혼소(混燒)발전 시험을 하였다. 시험결과 5%내 혼소에서 기술적 · 환경적 문제가 없다고 분석되었으며, 동해화력에서는 자체적으로 10%대 혼소도 문제가 없다는 결론을 얻은바 있다. 다만 연료가격 측면에서 석탄보다 목재펠릿이 3~4배 비싸다는 약점은 있지만, 신재생에너지 사용과 온실가스 감축에 대한 인센티브가 주어진다면 이용이 확대될 것이다.

한편 최근 목재펠릿을 지역에너지 및 산업용 연료로 이용하려는 시도가 증가하고 있다. 충청남도는 도청 이전지가 들어서는 신도시 난방을 목재펠릿으로 할 계획을 발표한바 있으며, 포천 염색단지에서도 펠릿 제조시설을 설치하여 업체에 스팀을 공급한다고 한다.

신재생에너지의 기술개발 수준을 고려할 때 목재펠릿은 매력적인 대체연료임에 분명하다. 저탄소 녹색성장을 위한 에너지 정책의 가장 현실적이 대안이며, 산업 그 자체로도 성장 잠재력 매우 높은 유망한 사업이다. 연간 100만톤이 거래된다면 시장규모가 자그마치 3천억 이상이 된다. 산림청 목표한 대로 500만톤까지 확대된다면 시장규모는 1조5천억까지 성장할 수 있다는 얘기가 된다.

5. 앞으로의 과제

목재펠릿 보급사업의 앞길이 순탄한 것만은 아니다. 수요확대를 위해 가장 큰 걸림돌이 가격 경쟁력과 원료의 수급문제다.

목재펠릿은 처음부터 농가나 시설하우스의 연료비를 절감하는 것이 목표였다. 경유나 보일러 등유를 주로 사용하는 농촌지역은 도시가스가 보급된 도시지역보다 난방비 비중이 높다. 이를 해결하기 위한 방안으로 농가에 펠릿보일러를 보급한 것이다. 따라서 펠릿의 연료비를 비교할 때 단순히 경유나 보일러 등유와 비교하기보다 도시가스와 비교해볼 필요도 있다. 그러나 도시가스와 비교할 경우 목재펠릿은 35% 정도 더 비싼 편이다. 따라서 가격을 낮추어야 한다. 펠릿산업의 성공여부는 결국 펠릿의 소모량과 관계가 있다. 그렇다면 대규모 소비가 필요한데, 대규모 소비를 할 수 있는 곳은 발전소이다. 그러나 발전용으로 사용하기엔 아직까지 가격경쟁력이 떨어진다.

이에 따라 산림청에서는 목재펠릿의 가격을 낮추기 위해 노력하고 있다. 목재 펠릿의 가격에 영향을 미치는 주요 인자는 원재료 가격, 건조비용, 운반비 및 부가가치세 등이다. 산림청에서는 우선 기재부 등 관련부처와 협의하여 부가세 면세를 추진하고 있다. 기재부에서도 긍정적으로 검토하고 있는 것으로 보인다. 또한 지식경

제부를 중심으로 운반비용 특히 해외수입 품의 해상운송 비용을 줄이는 방안이 검토 되고 있다. 원재료 부분은 산림청에서도 정책적인 지원을 해야 하겠지만 목재칩, PDF 등 원료를 경쟁하는 타 산업과의 시장을 어떻게 나누느냐가 더 중요한 변수가 될 것 같다. 건조비용은 제조업체에서 신기술을 도입하여 해결해야 할 것이다.

목재펠릿의 원료 수급문제는 원료 가격 문제와 비슷하지만 또 다른 형태의 문제다. 단기적으로 목재펠릿의 원료는 제재 부산물이나, 각종 개발지에서 나온 임목 폐기물, 건축 폐기물 등과 숲가꾸기 부산물에서 충당된다. 그러나 펠릿 생산량이 증가하면서 원료의 부족이 나타날 것이다. 특히 목재칩이나 PDF 산업과 원료에 대한 경쟁이 있기 때문에 불가피하게 펠릿 원재료 공급이 안 되는 현상이 나타날 수도 있다. 이 때문에 산림청에서는 자체 원료수급이 불가능한 업체에 대해서는 펠릿제조시설 설치를 지원해 주지 않는다. 그러면서 장기적인 해결책을 마련하기 위해 국내에 바이오 순환림을 조성하는 한편, 해외조림을 확대하고 있다. 이에 따라 2030년 정도가 되면 원료 수급 문제는 어느 정도 해결될 수 있을 것으로 보인다.

초기 단계에 있어 자생력을 갖출 수 있도록 정책적인 지원이 필요한 것은 분명하다. 우선 농산촌 난방용 연료대체하고 산업용 · 발전용 수요에 대응해 나가면서, 초기 수요창출을 위해 공공부분에서 먼저 사용하여 모델을 보여 줄 수 있도록 추진해 나가고 있다. 또한 가격경쟁력을 높이고 원재료를 적기 확보할 수 있도록 정책적 지원도 아끼지 않고 있다. 그럼에도 목재펠릿 산업은 민간의 시장경제 원리가 적용되어야 하는 부분이 훨씬 많다. 스스로 원가를 절감하고 시장을 개척하는 노력이 필요하다.

목재펠릿 산업이 성공하기 위해서는 아직 가야할 길이 멀다. 우리는 과거 민둥산을 푸르게 만드는 기적을 일궈냈다. 오늘 우리는 산림에서 유전을 개발하는 또 하나의 기적을 이루어낼 것이다. 그리하여 우리 후손에게 자랑스러운 녹색강국의 모습을 물려 것이다.

KSFER

논 단

저탄소 녹색성장 과제

류 택 규
원광대학 명예교수

1. 서 론

저탄소 녹색성장이란 무엇인가 하면 인류는 지구상에 잘 살아 왔는데 앞으로 잘 살 수 있겠다는 보장에 빨간불이 켜지고 있기에 지속적으로 현재와 같이 잘살게 될 후손을 보려면 우리들이 현재와 같은 생활 형태로는 위험하게 되어있다. 그렇기 때문에 생활을 바꾸어야 하겠는데 인류를 위협하고 있는 원인을 추적해보니 제일 큰 문제가 우리들의 생활 편의를 위해서 매일매일 쓰고 있는 화석기름 이나 가스에서 출발하고 있다는 데서 공동인식을 하고 있다.

이의 소비량을 줄이는 적극적 대책과 예를 들면 자동차 보다는 걷거나 기름이 필요없는 자전거를 이용하는 생활로 바꾸고 부득이 하게 기름에너지를 쓸 경우에는 지구온난화의 주범인 CO_2가스를 흡수하는 녹색식물의 기능을 더욱 활성화 시키므로 대기중에 탄소량을 줄어들게 하는 자연법칙에서 우리가 추구하는 저탄소가 이루어 질수 있으므로 이해와 설득으로 해결하기에는 너무나 어려운 일이므로 제도나 규제로서 어쩔 수 없이 실행하게 되도록 유도하므로서 우리가 목표로 하는 후손 만대의 영원한 보전이라는 현재와 같은 지구형태를 유지하는 것은 이 시대 우리들의 사명이며 강력한 의지인 것이다.

그러면 왜 녹색성장이라고 하였을까 모든 생물의 생명체의 출발은 식물의 씨앗이 움트면 새 생명의 출발이고 여기서부터 초록색을 가져온다. 그러므로 새로운 생명체 발원 이었고 이것이 성장하면서 지구의 푸르름을 가져다 주어 번영하게 되며 우리희망의 상징이 푸르름이고 인간 모두가 선호하는 희망의 색깔이기에 함축된 의미로서 녹색성장이란 말이 나왔다고 보여 지며 녹색 그린이란 말은 필수적인 요소가 되어 가고 있다. 이런 면에서 2008년 탄생한 이명박정부는 새 정부 목표를 저탄소녹색성장에 두고 우리나라는 물론 세계 각국에 정책에서 이를 실천하도록 선도하고 있다.

2. 녹색성장의 출현 배경

우리인간은 45억년전에 만들어진 지구에서 어떻게 생겨났고 어떻게 발전해 왔는지 모르지만 한반도에서 중시하는 단군왕검으로부터 4343년 된 해이며 세계를 석권하고 있는 예수로부터는 2010년이 지난 해에 살

아가고 있다. 과거 우리는 지구의 북반부와 남반부 동쪽 또는 서쪽 내륙, 해양속, 바닷가 어느 지역에 살던 주어진 운명이려니 하면서 거기서 주어진 환경에 적응하면서 일생을 살았던 것이 그시대 사람들의 모습이었다.

그러므로 지역에 따라 독특한 언어와 생활 습관 생활양식을 지니면서 살아 왔기에 문화의 차이가 대단히 컸다. 그러나 20세기 들어오면서 자동차, 비행기가 우리들 생활에 들어오면서 지구의 어느 곳, 심지어 동토의 땅이라고 접근도 하지 못하던 북극이나 남극도 모든 수단을 동원해서 그곳에 가 생활할 수는 없지만 여러 가지 환경을 극복하는 방편을 동원해서 짧은 기간이지만 이를 극복하고 생활하면서 그 지역에서 우리들 생활에 필요한 모든 것을 찾아내고 이용 하려고 온갖 머리와 수단을 아끼지 않고 있다. 이러한 여러 변화 때문에 한마을에 옹기종기 모여서 아침 저녁으로 얼굴을 마주대고 도움을 주고 받으면서 살았던 지난날을 연상 하리 만치 큰 지구덩어리가 한마을 구석구석처럼 느껴지고 그렇게 생활되어 지고 있기에 지구촌이란 말이 나왔고 그렇게 생활하고 있다. 그런데 이렇게 교통이 혁명적인 만큼 지구 구석구석을 찾아 갈 수 있는 편의성이 있다 보니까 지구에 갖고 있는 모든 물질(자원)들이 인간들의 생활에 편의하게 이용하도록 변신 시키고 소모하고 있다.

지구상의 물질들 전부가 없어지는 것은 아니고 질량보전법칙에 의해서 남아 있되 원형과는 변화된 모습과 물질로 남게 되어 있다. 그러한 자연 형태가 우리 생활을 유익하게 되어 진다면 누구도 관심을 두지 않겠지만 환경은 여지껏 잘 살아오던 인류에게 매우 위협적인 요소가 되고 있다는 데서 경각심을 일으키고 자성하지 않으면 안 되는 시점에까지 와 있다. 그래서 우리가 걱정하고 있는 지구온난화는 고지대나 지구 양극의 얼음덩어리를 녹여 바닷물로 변화시켜 바닷물의 증가는 해수면의 물 높이를 올려 놓고 이는 바다에 접해 있는 육지는 점차 바다속에 잠기게 되니 그곳에서 생활하던 사람을 비롯한 많은 동식물들의 삶의 터전을 잃기 일보 직전에 와 있다. 그러므로 지구온난화의 주원인이 어디에서 왔는가를 추적하니 우리가 매일 쓰는 화석에너지에서 불을 피워 온갖 생활에 이용하고 있지만 거기에서 불가피하게 발생되는 탄산가스(CO_2)이었다는 사실을 알고는 지구의 장래를 위해서 그 에너지를 전혀 쓰지 않고 살수는 없지만 그 양을 줄인다면 자체 변화시켜 지구온도 상승을 멈출 수도 있고 줄일 수 있기에 여지껏 지내오던 생활습관형태를 바꾸어야 하겠다는 것이 많은 연구학자들이 지적이기에 이렇게 하여야 한다는 최초의 발의가 1972년 스웨덴 스톡홀름에서 세계 정상들이 모여 이 문제에 공감을 하고 환경선언을 하였다.

또 1992년에는 브라질 레오데자네이루에서 두 번째로 155개국 정상이 모여 기후협약으로 이 문제를 해결하기 위해 각국에서

는 어떻게 대처해야 하느냐에서 화석에너지에서 발생하는 CO_2가스를 소화시키는 것은 나무를 비롯한 녹색 식물인데 이들이 경제개발 이라는 명분으로 해서 벌채하고 다른 용도로 이용되다 보니까 대기중에 탄소량이 늘어나고 그것이 지구온난화를 가져오게 되니 현재 있는 산림을 그대로 유지시키는 것이 급선무라는데 의견의 일치를 보았으나 현재 많은 산림지대를 가지고 있는 브라질 같은 나라에서는 그 지역을 산림이외의 용도로 써야 하는 당위성이 있기에 이를 보전시키는 데는 상당한 대가를 요구하기에 이르렀다. 이러한 문제해결을 위한 방안을 논의하고 구체적인 실천 계획을 제시한 것이 1997년 교토의정서 이다. 이로부터 각국은 자체 입장에서 탄소배출량 감량 계획을 제시하고 이에 따라 녹색식물의 탄소동화작용에 의한 대기중에 CO_2흡수로 이미 대기중에 퍼져 있는 CO_2를 줄여 보려는 적극적인 수단으로 나무 없던 토지에 새로이 숲을 조성할시 그 대가를 보상하는 규정이 제정되기에 이르는 적극 적이고 구체적 수단 방법이 제시 되었다. 여기에 발 맞추어 우리나라에서도 여기에 따르지 않을 수 없으므로 이명박정부는 저탄소 녹색성장을 국정지표로 전반적인 행정을 취하고 있다.

3. 실행방법

한국은 금세기에 당면하고 녹색성장에 대해서는 앞서가는 선도국가가 되어야 하겠다는 의지로 3대전략에 10대 정책방향을 제시하고 있다.

그 내용을 알아보면

가. 기후변화 적응 및 에너지 자립
  1) 효율적인 온실가스 감출
  2) 탈석유 에너지 자립 강화
  3) 기후변화 적응 역량 강화

나. 신성장 동력 창출
  1) 녹색기술개발 및 성장 동력화
  2) 산업의 녹색화 및 녹색산업육성
  3) 산업구조에 고도화
  4) 녹색경제 기반조성

다. 삶의 질개선과 국가위기 강화
  1) 녹색국토 교통의 조성
  2) 생활의 녹색혁명
  3) 녹색성장의 세계적인 모범국가 실현

이러한 정책방향에서 산림분야에서 실행가능한 과제와 실천이 무엇인가를 발굴하고 실행하는 것이 현시대에 사는 임업인으로서 사명이며 임무인 것이다. 간단하게 생각하면 산림분야에서 할 수 있는 일이란 주어진 국토에서 나무가 살아 갈 수 있는 곳이라면 어디든지 나무를 심고 가꾸는 것이다.

이는 우선 부득이 CO_2가스를 방출하는 상황에서 대기중에 탄소량이 증가하여 지구온난화의 문제가 뒤 따르고 있으므로 이 배출량을 줄이는 것이 원칙이겠으나 여지까지 지내온 우리의 생활 형태나 산업체계

때문에 단기에 축소 시키는 것은 불가하기 때문에 점차적인 축소는 필요 하지만 어쩔 수 없이 나오는 CO_2가스를 대기중에서 축소시키는 가장 효과적인 방법은 나무의 생장을 위한 탄소동화작용 $6CO_2+6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6+6O_2$에서 목재라는 성과물은 친환경이나 다양한 일상용품 생산에 이용되며 여기서 부수적으로 발생하는 산소는 대기의 신선한 산소를 증가시켜 모든 생물의 활동을 왕성하게 하는데 기여하는 바, 이는 너무나 잘 알려진 사실이다.

이러한 기본사항이 산림에서 이루어지고 있음에도 불구하고 정책 핵심 들은 이점에 비중을 적게 두고 있는 것 같이 느껴진다. 이 문제에 대하여 성과를 높이기 위해서는 나무가 없는 용도가 정해지지 않은 땅에는 나무를 심어야 하겠지만 이러한 토지를 찾아내기는 쉽지 않고 새롭게 심을 곳을 만들어 주거나 기 심겨진 곳이라도 나무의 가치가 우선이겠지만 CO_2가스를 많이 흡수 하도록 산림관리 기술이나 정책개발도 중요하다 하지 않을 수 없다. 나무를 심어야 하는 땅으로는 과거 산간에 밭이나 논이 기계화의 곤란 때문에 유휴지로서 방치되어 있는 곳을 자주 접하게 되는데 농지가 산림청이 소속된 농림수산식품부 소관이기 때문에 실행 하는데 법률적인 장애가 있겠지만 거국적 차원에서 소득을 겸할 수 있는 임목을 권장 식재 하도록 적극적인 시책이 필요하고 88올림픽때 많이 권장했던 대형 건물이나 주택옥상에도 조경수를 적극확대 하여 심어 관리 한다면 환경개선과 아울러 탄소 흡수에는 도움이 된다. 현재 정부에서는 화석에너지를 적게 쓰는 것이 녹색성장인양 크게 부각 시키고 있는데 물론 대기중 CO_2줄이는 것이 중요 하지만 그것이 쉽지 않기 때문에 배출된 양을 흡수 소화 시키는 것이 용이하고 보다 중요함을 인식해야 한다.

현재 우리나라는 화석기름이 지하에서 매장되어 있지 않기 때문에 세계 다섯 번째 많이 쓰는 년간(CO_2배출량 582,200백만) 8억6천4백만배럴의 석유를 전량 수입에 의존하고 있기 때문에 대체 에너지 생산과 소비는 매우 중요 하다 하지 않을 수 없다. 현재 우리나라 전기에너지의 40%를 원자력과 수력(2%)에 의존하고 있어 전력 면에서는 부족함이 없다. 그러나 그 전기 발전의 58%가 기름에 의해서 발전되고 있으므로 우리여건에 맞는 태양에너지나 풍력에너지의 개발증대와 아울러 소비확대가 필요하다. 현재는 발전단가의 문제로 해서 국민에게 많이 보급되지 않은 상황이다. 기름값이 인상되게 되면 이에 대한 관심이 커지고 적극적인 대책이 이루어진다면 자연히 이용확대가 되리라 본다. 현재 산림청에서 적극 추진하고 있는 목분 목재 Pallet는 우리국토에서 생산할 수 있고 탄산가스 배출량도 열량에 비해 1/2로 떨어지므로서 1석2조의 효과가 있어 산림청에서는 목재자원확대 대책으로 과거 연료림 조성 단지내에 있는 리기다소나무와 아까

시나무 오리나무를 목재 Pallet 원료로 공급하는 한편 그 임지에는 성장속도가 빠르고 밀원자원이 되는 목백합나무를 갱신 정책을 펼치고 있다.

그런데 이 목백합나무는 검증된 수종이지만 우리나라 임지는 위치에 따라서 토양조건이 달라서 수종에 따라 생산력에 차이를 가져오고 있으므로 여러 가지 수종에 대한 검증 개발도 요구된다 하겠다. 또한 여지껏 우리는 통나무와 목편을 이용하던 발열난방시설에서 목재 Pallet을 이용한 Boiler는 구조와 관리가 다르기 때문에 여기에 적합한 시설 보완이 뒤따라야 한다. 몇번 시행 착오 후에는 정착이 되리라 보고 정부는 농가주택 50만호 시설원에 하우스 난방용 8.3%를 2012년까지 공급하겠다는 목표를 위해서 추진 하고 있다. 아직 산림청에서는 산촌 생태마을 조성을 시행하고 있지만 국민의 건강성을 지키는 숲마을 조성에 주도적 역할이 있어야 하리라 본다.

이는 우선 그 곳 주민의 건강을 지켜 주고 도시민의 휴양처로서 제공이 가능하며 청소년들에게는 우리나라 자연을 체험시켜 주는 교육장으로서 큰 역할을 할 수 있을 것이다. 이것은 산림청 교육업무 영역 외라고 지적 받을 수도 있지만 산림이란 다양한 기능이 있기에 그 기능을 최대한 발휘하고 활용하도록 조치하는 것은 당연한 산림사업 일인지도 모른다. 과거에는 특정인 만이 산속에서 병든 건강을 회복하며 생활하여 일상생활과는 격리된 상태 였지만 이제는 산골 구석구석까지 도로가 개설되어 접근이 용이 해지니 산속에서 생활이 아니더라도 일시 또는 단기간 산에 혜택을 받는 생활로 건강을 되찾고 또다시 일상으로 돌아오는 것이 무리가 아니다.

그러므로 우리는 흔히 일주일에 5일을 도시생활 2일을 산촌생활 하는 5도2촌 시대가 개막된 것이다. 그리고 국민모두는 Wellbeing생활에 눈떠서 농장에서 재배한 채소보다 산에서 다양한 광물성 양분의 공급을 받아 기능성 높은 산나물을 선호하기 때문에 산촌에서 전통적으로 인정 받고 있는 이러한 기능성 식물을 자연 재배 관리하여 산촌민 소득 작목으로 개발 해 준다면 황폐해 가는 농산촌 재건에도 기여하고 농산촌 전통문화도 계승 발전시키는 다중효과를 거둘 수 있는 계기가 될 수 있다. 나는 국토를 지키는 국경도 중요하지만 내륙의 곳곳을 관리 하는 것도 전방을 지키는 병사 못지 않게 중요 하므로 산촌에서 주거할 수 있는 여건을 조성하고 지원하는 일에 산림사업도 적극 동참해야 한다고 본다.

4. 결 론

녹색성장이 풀이나 나뭇잎의 녹색에 근거 했다고 해서 농업이나 임업 환경에서만 모든 문제가 해결될 수 있다고 보지 않는다. 특히나 오늘날에는 모든분야가 다 관련되고 이들의 융화 협력이 이루어지지 않

으면 궁극의 목표달성이 어려워지는 것이 현실이다. 그러나 저탄소 문제에 있어서 방법은 기름에너지 사용을 줄이는 방법과 이를 위해서는 에너지가 필요할 때는 대체에너지를 사용하는 방법을 생각할 수 있고 그러기 위해서는 기술개발이나 현재보다 많이 이용부담이 전제 될 수 있다.

그렇다면 불가피하게 발생하는 CO_2가스가 대기중에 들어와 있을 때 이를 흡수할 수 있는 장치인 녹색식물 중에서 같은 토지에서 흡수량을 높일 수 있는 산림을 조성하는 것이 가장 현명한 수단이다. 이러한 관점에서 보면 세계를 선도 하는 녹색성장 국가가 목표이므로 보다 많은 산림투자로 괄목 할만한 변화를 시켜야 국민의 인식도 바꾸고 세계인도 주목하게 되리라 보고 산림정책인은 모두가 21세기 인류가 당면한 과제인 저탄소활동에 기여 할 수 있도록 열정과 노력을 아끼지 말아야 할 것이다.

참고문헌

-김선희. 2009. 저탄소시대의 녹색국토조성 방안.
녹색국토 우리의 미래 심포지움 P1-33.

-정광수. 2010. 우리안의 바이오필리아를 활성화 시키자.
월간조선7월호 P370-377.

-노창용. 2010. 연료용 산림바이오생산시스템.
목재펠렛산업육성전략심포지움 목재공학회 P59-78.

-국립산림과학원. 2006. 기후변화 협약과 산림 P1-216.

특 집

해외산림자원개발 현황 및 가능성

박 종 호
산림청 국제협력과장

1. 세계경제를 주도하는 자원산업

1) 생산 자원의 정의 및 분류

인간은 생활을 윤택하게 하기 위해 어떤 형태로든지 자연과 접촉하고 이를 이용하려 하고 그대상이 생산자원이며 생산자원으로 가치를 갖기 위해서는 3가지 기본 조건을 충족시켜야 한다. 첫째, 물과 같이 변함없이 인간의 필요를 만족시키고, 인간의 필요에 적응할 수 있는 것과. 둘째, 인간이 기술을 활용하여 변경하여 이용할 수 있을 것. 셋째, 자원이 에너지 또는 다른 자원의 수요를 충족 시켜야 한다.

생산자원은 생산량이 제한 되어있어, 생산을 갱신할 수 없는 유한 생산자원과 갱신이 가능한 무한 생산자원으로 구분할 수 있다. 유한 생산자원은 석유 석탄 천연가스 등의 전통적인 화석연료군과 오일샌드와 타르샌드 그리고 탄층 메탄 등 비전통적 화석연료군, 니켈 구리 주석 아연 알루미늄 등 기초 금속군, 석회석 고령토 형석 등의 비금속군 등이 포함 된다. 무한생산자원은 농산물, 목재등 임산물, 풍력 태양광 등이 포함된다. 이러한 무한 생산자원은 유한 생산자원을 대체할 자원으로 각광받고 있다.

2) 세계 경제에서 자원 산업의 중요성

세계 경제에서 자원산업의 중요성이 날로 강조 되고 있다. 이는 공급과 수요의 불균형으로 자원 가격이 급등하기 때문이다. 공급측면으로 세계 경제 침체로 90년대와 2000년대 투자부진으로 인한 공급능력의 한계와, 수요 측면에서는 중국과 인디아의 고도경제 성장으로 자원소비가 급증함을 들 수 있어 공급과 수요측면에서 자원부족을 심화시키는 것이다. 특히, 중국은 자원 확보를 위해 공격적으로 해외 진출을 확대하고 있으며 이에 위기의식을 느낀 미국, 유럽과 일본 등 강대국들도 자원 확보 경쟁에 본격적으로 가세하고 있다. 이러한 유한 자원의 수요가 공급을 초과하는 양상이 계속되어 가격급등현상이 일어나고 자원 확보 경쟁이 가속화 되는 순환구조가 계속 될 전망이다.

2. 녹색 신성장 동력 해외 산림자원

전세계는 기후변화 체제 하에 대응과 적응 문제 및 원자재난이 발생함에 따라 보



〈인도네시아 중부칼리만탄지역 코린도 6만 ha 조림지 전경〉



〈인도네시아 유칼리투스 조림지 전경〉

다 쉽고, 안정적이면서 탄소 발생을 최소화하면서 성장을 지속하는 방안을 마련하는데 혈안이 되어있다. 산림자원은 국제사회의 요구를 충족시키기 위한 방법 중 하나로 특히 목제품은 산림지역 밖에서도 탄소저장량 증대 및 화석연료를 대체하는 환경친화적 자원으로 각광 받고 있다. 최근, 전통적인 원유, 석탄과 같은 전통적인 자원뿐만 아니라 재생가능한 산림자원을 확보하기 위해 자국내 산림자원의 조성 뿐아니라 해외로 눈을 돌려 해외산림자원을 확보 하고 있다. 또한 최근의 목재펠릿에 대한 에너지원으로서의 가능성이 검증되면서 이에 대한 기업의 관심이 급증하고 있으며 녹색성장의 키워드로 주목받고 있다.

1) 해외조림 동향

세계적인 동향으로는 동남아시아는 일본, 화교자본, 한국 등 기업들이 진출하고 있으며 중남미는 미국을 비롯한 캐나다 등 북미, 일본(19세기 및 20세기초 농업이민정책에 의한 교민과 일본 자국내 자본의 협력투자형식), 유럽의 일부국가가 선점하고 있고 아프리카는 최근 중국의 정부차원의 블록딜 형식의 진출이 주로 이루고 있다.

우리기업들이 1993년부터 2009년 말까지 추진한 해외조림실적은 총 21만 ha이며 최근 조림투자가 급증하고 있는 추세임. 2007년까지는 한솔, 코린도, 이건산업 등 임업관련기업에서 원목 및 펄프원료 생산 목적의 산업조림이 주류를 이루었으나 2008년부터는 팜오일, 자트로파 등 바이오에너지 조림투자가 삼성물산, 대상홀딩스, 코린도, 삼탄, LG상사, SK 네트웍스 등에서 추진되고 있다.

가) 산업조림

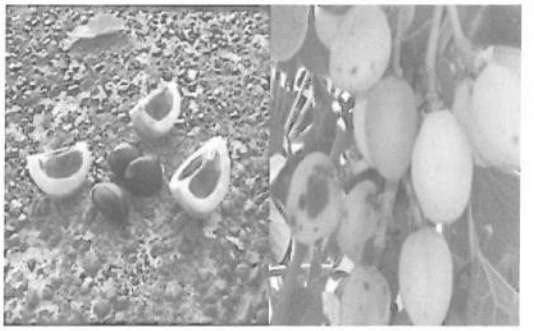
산업조림은 전통적 의미인 목재 자원 확보를 위한 조림 형태로 원목, 펄프재, 제재목, 합판재 생산을 목적으로 하며 1993년~2009년까지 156,678ha 조림을 추진함. 투자대상국은 인도네시아, 솔로몬, 뉴질랜드, 호주, 베트남 등이며 코린도, 이건산업, 한솔홈테코, LG상사 등 11개 기업이 진출하였다.

나) 바이오에너지조림

화석연료를 대체할 환경친화적인 대체에너지의 필요성 증대로 원료 생산을 위한


〈팜유나무〉


〈자트로파 조림지〉


〈자트로파 열매〉

팜유나무조림과 자트로바 조림등 바이오에너지조림의 수요가 증가추세에 있다. 팜유나무열매는 식용류나 올레오(Oleo)화합물 등 다른 산업분야 뿐아니라 대체에너지로서 바이오디젤로의 활용 가능성이 부각되고 있으며 자트로파는 과거에는 비누, 호롱불 등의 원료로 쓰였으나 현재는 농기계, 자동차 원료, 발전용 에너지원으로 폭넓게 사용되고 있다. 또한, 독성이 있어 사람이 먹을 수 없어 곡물가 급등으로 인한 애그인플레이션(Agflation : Agro + inflation)의 우려가 없어 바이오에너지로 활용가능성이 높다.

다) 탄소배출권 조림

앞으로의 탄소 감축의무 국가 편입에 대비하여 기업들은 탄소배출권 확보 및 판매를 위한 탄소배출권 조림을 추진 중에 있다. 탄소배출권조림(A/R CDM)으로는 POSCO에서 우루과이의 목축지를 매수하여 추진하고 있으며(2009년 92ha 조림), 현대상사 등 일부 기업에서 관심을 가지고

표 1. 우리기업의 해외조림현황

구분	계	호 주 뉴질랜드	솔로몬	베트남	인도네시아	중국	라오스 등
산업조림	156,678ha	25,138	14,510	18,201	87,899	7,670	3,260
	13개 기업	한솔홈데코	이건산업	세양코스모 등 3개 기업	코린도(73천), 남방 개발 등 3개 기업	동해펄프 등 2개 기업	마루산업등 2개 기업
바이오조림	50,679ha	인도네시아 47,379(팜오일)			필리핀 3,300(자트로파)		
	6개 기업	삼성물산(19천), 코린도(17천), 삼탄(5천), LG상사(4천) 등			코리아 팜스		
목재펠릿(신고)	17만톤/년	인도네시아 (10만톤/년)	중국 (2만톤/년)		미얀마 (1만톤/년)	베트남 (3만톤/년)	러시아 (1만톤/년)
	6개 기업	솔라파크, GP인코. LG상사	대신그린텍		이오림	GE에너지	탑인프라디 벨로퍼

있다. 하지만A/R CDM(신규/재조림 청정개발체제)은 교토의정서에서 인정하는 범위가 극히 제한적이고 규정 및 절차가 복잡해서 CDM 집행위원회에서 최종 승인된 추진 사례가 전 세계적으로 13건에 불과한 실정임. 최근 기후변화협상의 핵심의제로 부각되고 있는 REDD+(개발도상국에서의 산림악화 및 전용방지 활동을 통한 탄소감축)와 연계된 조림추진이 활발히 연구되고 논의될 것으로 예상되고 있다.

2) 해외조림 중장기 목표

산림청은 2050년까지 우리나라 국토면적의 10%인 1백만ha의 해외조림목표를 가지고 있으며 중기목표(2008-2017년)로서 25만ha를 달성하고자 한다. 특히 다변화되고 있는 해외조림투자수요를 반영하여 분야별 중기목표는 산업조림 15만ha, 바이오에너지 조림 5만ha, 탄소배출권조림 5만ha로 정하여 추진중이다.

3. 해외 산림자원 확보를 위한 산림청의 역할

1) 직접적인 정부지원 정책

가) 정책자금 융자

해외조림기업의 투자활성화를 위하여 1.5%의 장기저리 자금을 융자지원하고 있다. 투자분야별 또는 수종별로 거치 및 상환기간을 달리 적용하고 있으며 최근 예산을 대폭 증액하여 2010년의 경우 180억원을 지원할 계획으로 있으며 앞으로도 기업의 수요가 증가되면 예산증액도 검토할 계획으로 있다.

나) 지원대상 확대

해외조림의 정책대상을 과거의 전통적인 산업조림뿐 만 아니라 탄소배출권조림 및 바이오 에너지 조림의 팜유 및 자트로파까지 확대 지원하고 조림, 육림은 물론 팰릿, 제재 등 가공시설, 조림지 매수까지 지원대상을 확대 추진하고 있다.

다) 투자신고 수리

해외투자 기업은 투자자금 송금에 필요한 정부의 투자신고서(금융기관의 요청서류)을 검토 처리하여 투자기업의 해외투자를 지원하고 있다. 현재 산림청에 투자신고한 기업의 현황은 2009년말 현재 산업조림 19개기업, 팜유 및 자트로파 등 바이오에너지 조림 13개기업 , 팰릿, 제재 등 가공시설 기업 45개 등 총 77개개 기업이 투자신고를 하였다.

라) 정보제공 및 컨설팅

투자 잠재력이 높은 국가의 조림투자환경 및 경제성에 관련된 기초정보를 제공하고 조림투자 리스크를 경감하기 위한 투자 및 기술 자문을 추진하고 있다. 이를 체계적으로 지원하기 위하여 녹색사업단내에 해외사업본부를 신설하여 전문기관으로 육성하고 있다. 그 이외에 지원기업의 조림

목 반입규제완화, 지원조직보강, 투자설명회 및 세미나개최 등 다양한 지원정책을 추진하고 있다.

2) 간접적인 정부지원 정책

가) 양자협력 확대

해외조림대상지는 저개발국 및 개발도상국에 집중되어 조림투자환경과 투자 대상지 주변의 인프라가 열악하고 정치, 경제적으로도 불안정한 경우가 많다. 이러한 불안정성을 일정부분 해소하기 위해 산림청에서는 우리투자기업이 많이 진출해 있는 국가와 양자관계를 구축하거나 조림투자 MOU를 체결하여 기업을 지원하고 있다. 현재 인도네시아, 캄보디아, 베트남, 파라과이, 튀니지 등 12개국과 양자 협력관계를 유지하고 있다.

2009년 10월에는 해외조림협력의 일환으로 캄보디아 산림청과 조림사업협력을 위한 『한 · 캄보디아 간 조림투자 및 기후변화 협력에 관한 MOU』 체결을 통해 20만 ha 조림지를 추가로 확보하여 지금까지 인도네시아 70만ha를 포함하여 90만ha의 조림지 확보에 성공하였다.

나) 조림투자지역과 대외 원조사업 연계 추진

산림청에서는 투자 잠재력이 풍부한 인도네시아와 미얀마를 대상으로 코이카의 자금지원을 바탕으로 여러 가지 대외 원조사업(ODA)을 추진 중에 있다. 인도네시아에는 현대식 양묘장을 조성하여 임목개량 사업(1차: 2005~2007, 2차: 2008~2010)을 위한 기반을 조성하였고, 쓰나미 피해지역(반다아체를 비롯한 5개 지역)을 대상으로 망그로브숲 복원사업(2005~2008)을 추진하였다. 또한 Post-2012에 공동대응하기 위해 한 · 인도네시아 산림분야 기후변화 대응역량 강화사업(2008~2013)을 추진 중에 있으며, 미얀마 중부건조지역의 황폐지를 복원하기 위한 조림사업을 98년부터 추진 중에 있다. 산림청은 동남아 뿐만 아니라 중장기적으로 조림투자 잠재력이 큰 중남미 및 아프리카 국가에 까지 확대할 계획에 있다.

다) 전문가 양성 및 능력배양

우리나라의 해외조림전문가의 절대적 부족 및 전문성보완을 위하여 국립산림과학원의 정책연구, 대학을 통한 연구사업을 대폭 확대 추진하고 있다. 또한 관련학과의 해외 인턴지원을 통한 취업 알선 및 경험축적, 열대지역 국가의 대학과 우리나라 대학간의 공동학술림 조성, 학생교환프로그램 등을 운영하고 있으며 임업관련 대학에서 해외조림, 육림관련 전문가 양성에 적극 나섰으면 하는 바람이다.

4. 우리기업의 해외자원 개발(조림)에 대한 인식 수준과 투자전략

1) 해외 조림투자의 인식 전환

투자 대상국에 대한 산림자원, 조림지

임황(수종, 수령등), 지황(지리적 여건, 토양, 경사도, 지도), 소유관계, 경계등에 관련된 기초정보가 부실하거나 없는 실정이며 조림 및 벌목허가권(concession)과 관련된 법적 안정성도 부족한 실정이다. 따라서 조림지 허가를 신규로 취득, 기존 조림지매수, 지분매수 등의 방법으로 투자 할 경우는 이들에 대한 정보를 어떻게 얻고 확인할 것인가를 고려하여야 하며 이에 대한 비용은 당연하다는 인식이 중요하다. 투자자는 기초 정보인프라의 부족과 같은 열악한 투자환경 때문에 이들 개도국이 외국인에게 투자를 개방하고 거의 무료로 조림지를 제공한다는 발상의 전환이 필요하다. 선진국은 외국기업에 조림투자를 개방하는 국가가 없으며 조만간 현재 외국기업에 투자를 개방하는 개도국도 시간이 지날수록 외국인 투자규제는 점점 심화 될것으로 예상되고 있다.

2) 조림지 주변의 인프라에 대한 이해

해외조림투자가 일정규모(최소 5,000ha) 이상을 대상으로 50년 이상을 투자해야 하는 장기 투자사업 임을 감안한다면 조림대상지 선정에 있어서 인프라가 잘 구축된 지역이 조림지로서 적당한 가에 대한 검토가 필요하다. 여기에서 50년 이상을 투자해야 하는 장기사업이란 의미는 한번 투자하면 50년 이상을 해야 한다는 측면이지 50년이 지나야 수익이 난다는 의미는 아니다는 오해는 없었으면 한다. 현재 산업조림의 경우 열대지방에서는 목재펠릿용 나무는 5년, 펄프용은 8년, 합판 및 제재용을 12~15년이면 수익이 발생된다. 판유나무는 식재후 4~5년이면 수확이 가능하며 법정림을 조성하면 매년 일정량의 목재를 생산할 수 있다. 또한 도로, 항만등 기본적인 인프라가 잘 구축 되어 있는 지역은 토지이용측면에서 산림이 조만간 다른 용도로 전환될 가능성이 높다는 의미로 해석되고 이는 장기적으로 해외조림에 큰 리스크로 판단해야 한다.

3) 해외 조림지 주변의 주민에 대한 이해 부족

저개발국의 산림은 대부분 국유지이며 조림지내 또는 주변에서 이미 수백년동안 거주하거나(이동식 거주포함) 이용해왔기 때문에 중앙정부나 지방정부에서 벌목 또는 조림허가권을 받았다 할지라도 해당 지역주민 일정부분의 보상을 요구한다. 합법적인 요구가 아니더라도 투자자는 이들의 요구를 무시하고 투자를 진행시킬 수는 없으며 해당국가 정부기관에서도 본 문제를 해결해 주지 않는 문제가 있다(법적안정성). 하지만 제조업은 노사문제가 있듯이 자원사업은 대민관계가 있다라는 긍정적 사고로 산불, 불법벌채 등의 사후관리와 감시를 위해서 지역주민의 협력이 기본 이라는 점을 고려하여 대민문제를 부정적으로만 보기 보다는 사업성공을 위해서는 반

드시 해결해야 할 과제 또는 파트너로 받아들이는 자세가 바람직하다.

5. 해외 산림자원 개발의 잠재력 및 발전가능성

조림사업은 과거의 전통적인 의미의 영역뿐만 아니라 기후변화협상에 따른 탄소배출권, 목재 펠릿, 바이오에너지 조림 등 다양한 개념으로 확대되고 있고, 현재 논의되고 있는 기후변화협상과 비슷한 형태의 새로운 세계녹색무역협상체제(그린라운드)로 부각될 가능성과 관련시켜서 본다면 해외산림자원 개발은 앞으로의 국제사회에서 중요한 위치를 차지할 것으로 기대된다. 해외산림자원개발을 위해서는 투자단계부터 경영까지 투자대상국 정부(중앙, 지방)의 협조와 보호가 필요한 분야로서 무엇보다도 우리정부의 역할이 중요하다. 이를 위해서 투자잠재력이 높은 국가와의 임업협력관계를 구축하여 해외진출의 교두보를 마련하는 한편 세부적으로는 기술과 경험축적, 해외조림전문가 양성, 투자대상국과의 교류협력강화, 인력양성 및 R&D, 투자환경조사 및 정보관리 등을 다각도로 지원할 필요가 있다. 기업의 입장에서는 해외조림의 경험부족, 기후변화 협상결과의 불확실성, 제한된 투자대상지, 개도국의 정치·경제적 불안정성 등 위협요소는 있지만 기업간의 상호 정보교류, R&D 투자 확대, 산·관 및 산·학 협력 활동 강화, 조림-원목생산-가공산업 등을 연계하여 투자의 시너지 향상 등 여러 가지 방안을 적극적으로 마련한다면 해외조림이 새로운 블루오션으로서의 기회는 충분하다고 본다.

특 집

지구환경 보전과 목조건축

박 문 재
국립산림과학원 탄소순환재료과장

1. 개 요

전 세계적인 화두가 되어 있는 '기후변화'에 대응하여 우리 정부는 '저탄소 녹색성장'의 비전을 제시하고 저탄소 녹색성장 기본법을 제정하여 국가 정책으로 추진하고 있다.

건축물은 건설단계에서 내재된 에너지와 함께 사용·폐기 단계에서 막대한 에너지를 사용하여 지구온난화에 큰 영향을 미친다. 국가 에너지 사용량의 약 24%(미국 약 40%)를 차지하는 건축 분야에서 건축물의 에너지효율 향상과 신재생에너지 보급을 통하여 녹색건축물 보급을 위한 정책을 추진하고 있다. 에너지 기후시대에 효과적으로 대응할 수 있는 친환경 목조건축 산업은 기후산업으로 발전할 수 있는 필요충분조건을 갖추고 있어 저탄소 사회 구축에 중요한 역할을 부여받고 있다.

최근 인체 친화성과 환경적 장점, 외관의 아름다움에 대한 일반인의 관심이 증가하여 단지형 주택 및 타운하우스, 대규모 상업용 목조건축물 등을 중심으로 목조건축이 증가하고 있다. 우리나라의 건축허가 건수를 살펴보면, 목조건축은

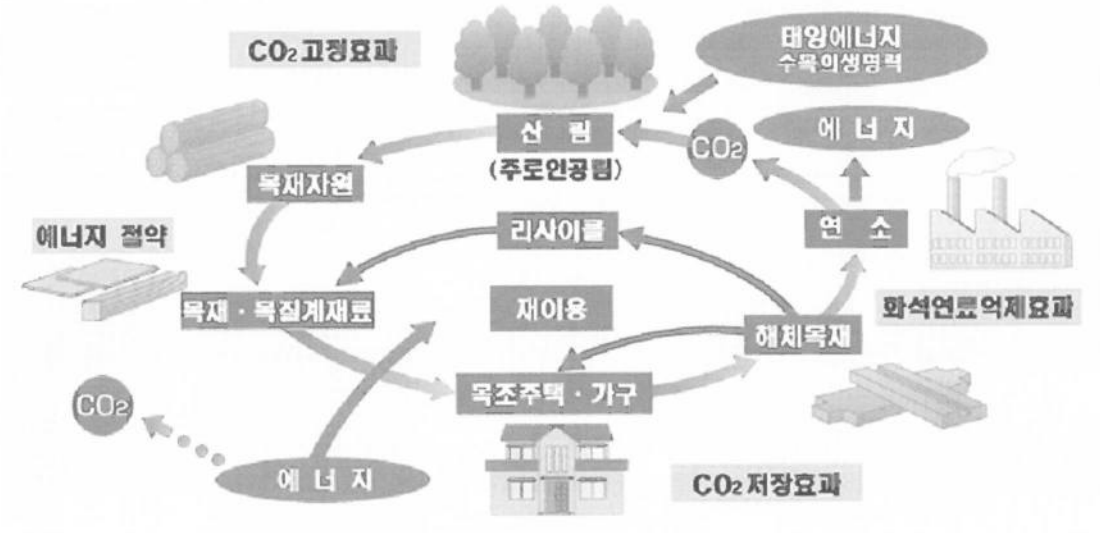


그림 1. 산림과 목재산업의 탄소 수지

2005년 2,326건 이었으나 2009년 11,022건으로 급속히 증가하고 있다. 앞으로도 국토해양부와 지방자치단체의 전통문화 진흥정책에 힘입어 한옥의 본격적인 보급이 이루어지면서, 목조건축 시장은 더욱 확대되어 지구환경 보전에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 전망된다.

목조건축의 주요 구조부재로 사용되는 목재가 온실가스 감축에 기여하는 역할은 크게 3가지로 구분하여 설명할 수 있다. 첫째, 목재는 이산화탄소를 흡수 · 고정하여 지구온난화를 방지하는데 중요한 역할을 한다. 건축용 부재로 사용될 때 건축물의 수명기간 동안 목재 내에 있는 탄소를 고정한다. 둘째, 목재는 철과 알루미늄, 콘크리트 등에 비하여 재료의 생산과정에서 전기나 화석연료 등 에너지를 적게 사용함으로써 온실가스를 적게 배출한다. 셋째, 목조건축물은 다른 재료의 건축물에 비하여 에너지 효율이 우수하여 건축물의 사용 기간동안 에너지를 절감하여 이산화탄소 배출량을 감소시킬 수 있다.

2. 목조건축의 친환경성

목재제품과 목조건축에 대한 전과정평가(LCA; Life Cycle Assessment)는 주로 원료의 채취, 제품의 제조, 건축물의 건설에 따른 에너지의 소비와 이에 따른 환경적 영향에 대하여 다룬다.

에너지를 적게 소모하는 주택은 주택구매자의 주문사항이 되고 있다. 사람들은 에너지비용과 환경적 요소를 고려한 결과 에너지 효율이 높은 주택을 요구한다. 목재는 지구상 유일한 재생가능한 건축재료이자 천연의 단열재로서, 목재의 단열성능은 콘크리트 보다 8배 뛰어나며, 철재보다 400배 뛰어나다. 목조건축물은 미네랄 또는 유리섬유 단열재 등을 벽과 지붕, 바닥의 사이공간에 설치하여 단열성능을 높여 사용 에너지를 절감한다. 철이나 콘크리트 건축물이 목조건축물과 같은 단열성능을 보유하려면, 추가적인 단열처리가 필요하게 되어 경제적, 환경적 비용이 추가로 요구된다.

현대의 건축은 녹색건축물(Green Building; 건축물의 건설 및 운영에 필요한 에너지, 물, 재료를 보다 효율적으로 사용하는데 중점을 두어 설계한 건축물) 개념을 지향한다. 재생가능한 건축재료와 에너지를 보존하는 재료의 선택을 통해 건축물이 환경에 미치는 영향을 최소화하는 추세이다. 목재는 철이나 콘크리트의 생산 공정에 비해 에너지를 현저히 적게 사용할 뿐 아니라 공기나 수질 오염물질도 적게 배출한다.

캐나다 토론토에 시공한 연면적 223m^{2}의 단독주택에 대하여 목재와 철재, 콘크리트를 구조재로 사용할 경우 환경영향을 ATHENA 소프트웨어로 분석한 결과, 구조부재로 목재를 사용한 주택이 철재나 콘크리트를 사용한 주택보다 에너지 사용,

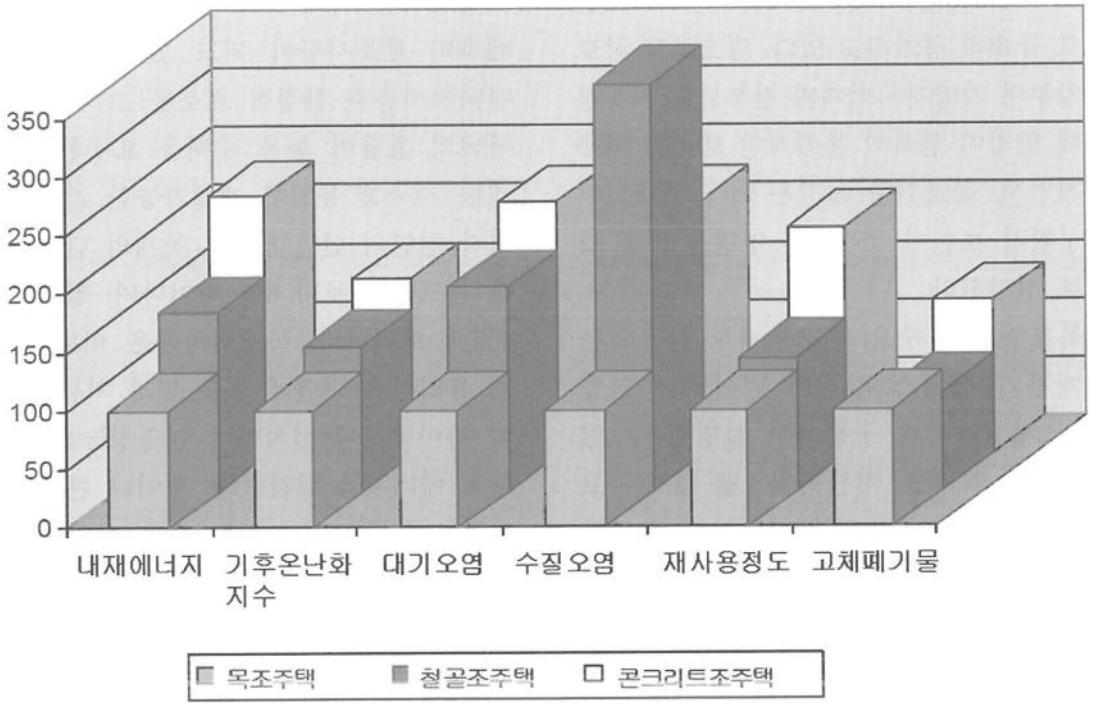


그림 2. 건축물의 구조별 환경영향평가 비교

지구온난화, 대기 오염, 수질 오염, 자원이용의 측면에서 훨씬 친환경적이다.

일본 우드마일즈연구회는 목조와 철근콘크리트조, 철골조 주택 1동(연면적 126m^2)을 건축시 사용되는 주요 구조재료인 목재와 강재, 콘크리트를 생산하는데 배출되는 이산화탄소량을 분석하였다. 목조주택의 주요 구조재료를 생산하는데 배출되는 이산화탄소는 26.9톤-CO_2인데 반해, 철근콘크리트조는 목조의 3.46배(92.9톤-CO_2), 철골조는 2.41배(64.8톤-CO_2)로서, 목조주택의 주요 구조재료를 생산할 때 발생하는 이산화탄소 배출량이 현저하게 적은 것으로 나타났다.

3. 건축재료로서 목재의 과학

가. 목재의 과학

목조건축을 구성하는 가장 기본적인 요소는 구조부재로 사용되는 목재이다. 건축재료로서 목재는 매우 매력적이고 이상적인 건축재료이다. 목재 두께 2cm, 폭 2 cm 각재의 압축강도는 승용차 1대를 거뜬히 떠받칠 수 있다.

건축재료로서 목재의 미세구조를 살펴보면, 목재를 구성하는 주요 화학성분인 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스, 리그닌으로 나뉘며, 목재를 흔히 사용되는 건축재료인





그림 3. 목재세포의 관상구조와 페트로나스 트윈타워

철근콘크리트로 비유하여 설명한다면, 셀룰로우스는 철근으로, 헤미셀룰로오스는 자갈로, 리그닌은 시멘트로서 역할을 한다고 볼 수 있다. 목재세포는 관상의 긴 세포가 다발 모양으로 구성되어 있는데, 이 관상구조는 지구상 가장 강한 구조내력을 보유할 수 있는 구조로 알려져 있다. 세계에서 가장 높은 건축물중 하나인 말레이시아의 페트로나스 트윈타워(높이 452m) 등 초고층 건축에서 관상구조를 활용하는 사례를 볼 때 관상구조라는 뛰어난 구조내력을 보유하는 천연의 건축재료로서 목재의 우수성을 새삼 확인할 수 있다.

나. 구조용 목재

침엽수 구조재는 건축구조기준과 국립산림과학원 고시(침엽수 구조용 제재 규격)에 따라 제조된다. 두께가 38-89mm인 규격 구조재는 주로 경골 목조주택을 짓는데 사용된다. 규격 구조재보다 두꺼운 두께 120mm이상의 구조재를 큰 구조재라 하며, 기둥-보 구조인 한옥 또는 흔그린 목조건축의 기둥이나 보로 사용된다.

공학목재(Engineered Wood Products)는 구조성능에 대한 신뢰성이 소재(solid wood)보다 현저히 높고, 목재자원을 절감

하는 방식으로 제조되기 때문에 건축 구조 재료로서 각광을 받고 있다.

대표적인 공학목재는 구조용집성재와 구조용 합판, 오에스비(OSB), 패럴램(PSL), 구조용 단판적층재(LVL), 경골 목조트러스, I형 장선 등을 들 수 있다. 목재는 다른 건축부재에 비해 발전과 변화의 속도가 가장 빠른 특성을 가진다.

4. 목조건축의 변화와 발전

가. 전통 목조건축의 우수성

우리나라는 삼국시대로부터 독자적인 목조건축 문화를 보유하게 되는데, 이는 비록 소실되었으나 황룡사터에서 발굴된 세계 최대의 치미(높이 186cm)와 여러 기록으로 당시의 거대한 규모를 엿볼 수 있는 황룡사 9층 목탑이나, 우리 건축기술자의 지도하에 일본에 지어진 세계 最古의 목조건축이며 유네스코가 지정한 세계문화유산인 호오류사 5층탑(670년경)으로 보아 그 우수성이 실증된다.

대표적인 목조건축으로는 12세기경에 지어진 우리나라 最古의 목조건축인 경상북도 안동의 봉정사 극락전(12세기경; 고구려 건축 양식을 이어 받음)과 경상북도 영주의 부석사 무량수전(13세기경; 주심포계의 전형), 충청남도 예산의 수덕사 대웅전(1308년; 백제 건축의 조형 의식을 이어받은 고전양식의 대표작)을 비롯한 고려시대의 현존하는 뛰어난 목조건축 문화재와 조선시대의 종묘와 궁궐을 비롯한 조상의 얼과 혼이 담겨있는 훌륭한 목조건축이 지어졌다.

이중 다수의 목조건축이 유네스코 세계문화유산으로 지정되어 보전되고 있어, 우리나라 문화재중에서 목조건축이 차지하는 비중은 매우 크다 하겠다. 우수한 목조건축의 역사를 복원하고 옛 선조의 귀중한 목조문화를 다시 세우기 위해, 경복궁으로부터 시작하여 광화문, 숭례문에 이르는 다수의 문화재가 복원되면서 옛 모습을 되



그림 4. 부석사 무량수전과 귀솟음기둥



그림 5. 배흘림 기둥과 공포의 아름다움



그림 6. 국산재 경골 목조주택

찾아가고 있고, 국민 의식과 관심도 높아져 가면서 목조문화의 새로운 시대가 시작되고 있다.

나. 현대 목조건축의 변화와 흐름

전통 목조건축은 1960년대 후반부터 도시인구 집중화로 인한 땅값 상승과 산림자



그림 7. 금강산CC 클럽하우스의 집성재 건축



그림 8. 에버랜드의 목조 롤라코스터

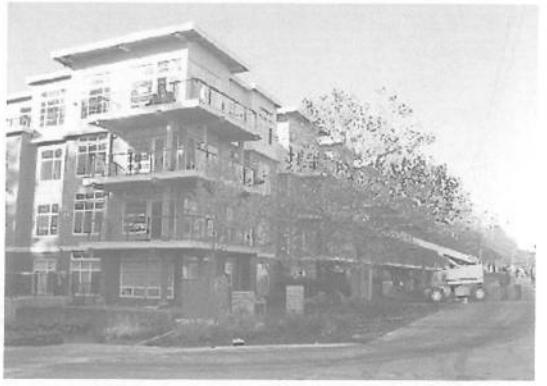


그림 9. 캐나다의 4층 목조공동주택



그림 10. 캐나다 BC대학교의 4층 강의동

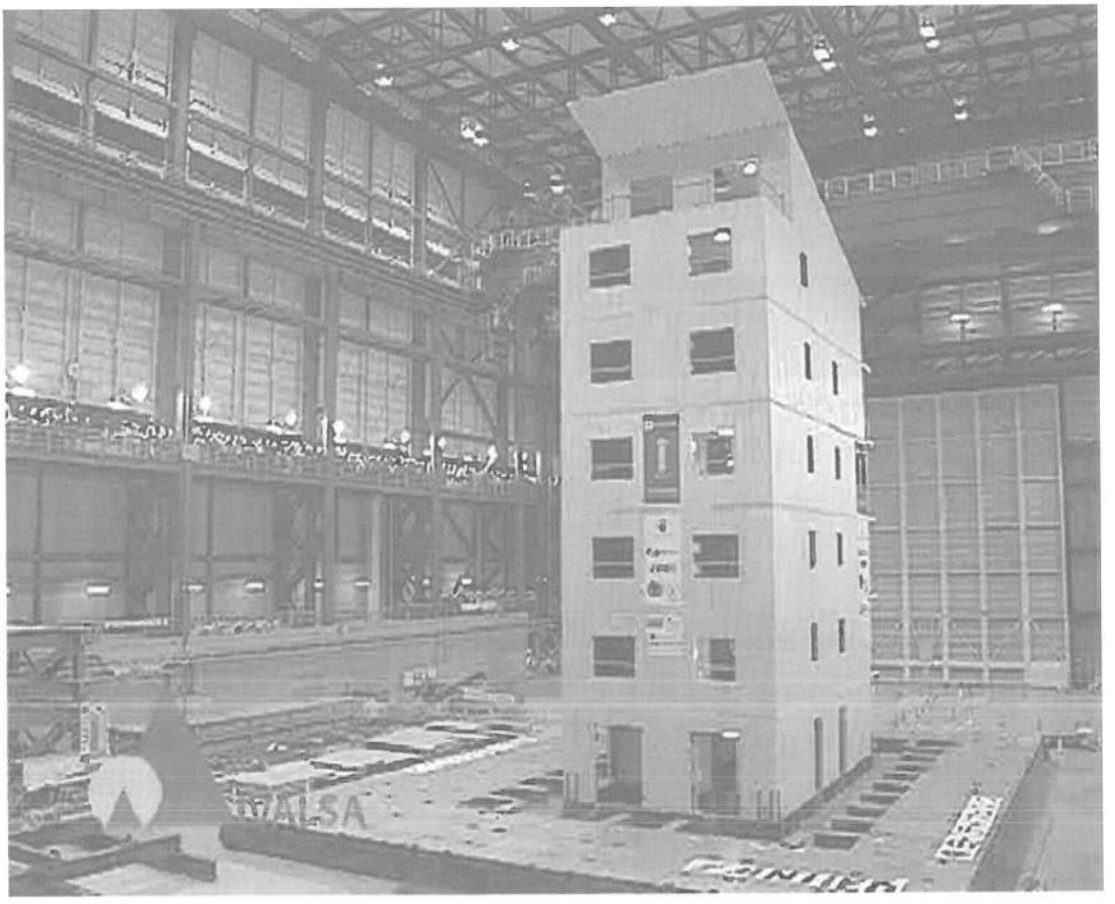


그림 11. X-LAM을 활용한 7층 목조건축 진동대 시험

원의 부족에 따른 건축용 목재 가격의 상승으로 인하여, 아파트를 비롯한 공동주택의 시공이 급증하고 한옥의 시공이 감소하면서, 우리나라 목조건축 문화의 명맥이 거의 끊길 위기를 맞이하기도 하였다.

이후 20여년이 경과하여 우리나라 경제여건이 호전되던 1980년대 후반부터 서구식 통나무집이 소개되기 시작하였다. 통나무집은 1990년대 초반까지는 레스토랑이나 별장, 산막, 주거용으로 국민의 관심을 받았으나, 충분한 기술력이 확보되기 전에 무리하게 보급되면서, 현재 시공물량이 감소되었다. 목조주택이 가지는 환경과 건강 등 여러 가지 장점이 일반인에게 알려지기 시작하면서, 경골목조주택이 1990년대 초반부터 대도시 근교와 전원주택 단지에 단독주택의 형태로 지어지는 것을 흔히 볼 수 있게 되었으며, 온돌과 실내 공간배치를 우리 주거 양식에 맞추어 나가면서 제자리를 잡아가고 있다. 최근에는 경골목조주택이 도시인근의 단지형 단독주택이나 타운하우스, 나

아가 공동주택으로도 시공되고 있다.

2009년 한국목조건축대전 대상을 수상한 구조용집성재로 지은 금강산 골프 클럽하우스를 비롯하여 전시관 등 상업용 건축물에도 목조건축이 호평을 받고 있

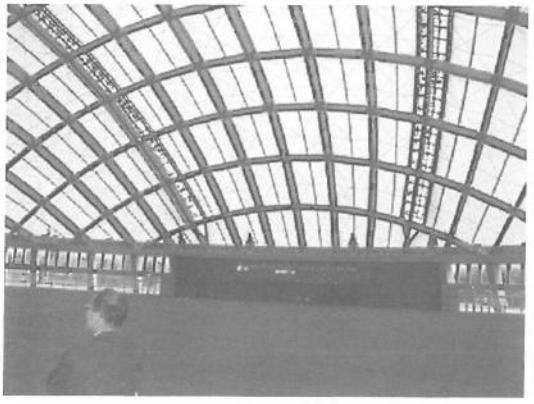


그림 12. 일본 미야자키현의 고노하나돔

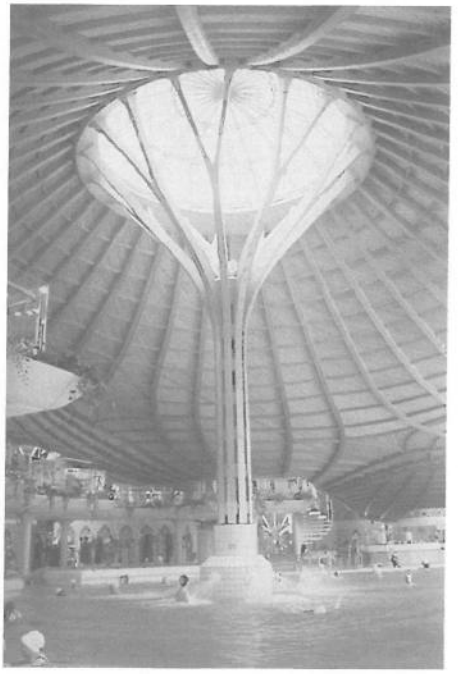


그림 13. 수영장 〈독일〉



그림 14. 테스트하우스 실내 모습(국립산림과학원)

다. 대규모의 다중시설인 공공건축물과 호텔, 병원, 백화점, 돔구장 등 체육관, 학교 등 교육시설, 롤라코스터를 비롯한 놀이시설에 이르기까지 목조건축물로 시공되고 있거나 시공사례가 늘어날 것으로 전망된다.

다. 목조건축 흔그린 프로젝트

국립산림과학원에서는 2006년 테스트하우스를 축조실연한 데 이어 2008년 흔그린 목조주택을 시공하면서, 그간 잊혀졌던 전통건축의 현대화에 대한 논의가 다시 점화되는 계기가 되었다. 국립산림과학원에서 추진 중인 흔그린 목조건축은 전통건축의 현대화를 위하여 기둥 보 구조를 채택하면서 공장에서 정밀가공한 프리커트 방식의 부재를 사용하여 시공현장에서 조립하여 하루 내에 주요 골조공사를 완공할 수 있었다. 또한 현대건축의 기술을 도입하고 에너지효율과 대공간 구성 등을 비롯한 장점을 살려 나가되 안마당이나 툇마루, 눈썹처마, 덧창, 긴 처마 등 한국적 캐릭터를 이어나가는 현대인의 삶의 양식에 적합한 목조건축으로 발전시켜 나갈 계획이다.

5. 탄소순환 시스템으로서의 목재이용

목재는 지속가능한 건축을 위한 최상의

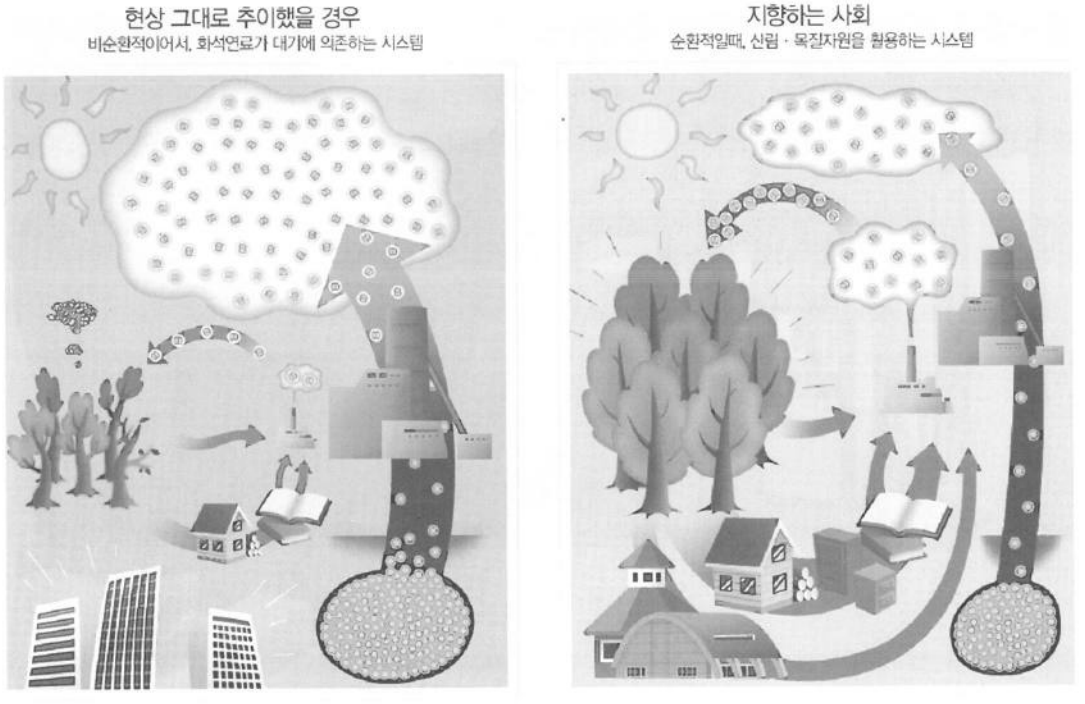


그림 15. 산림과 목재이용에 의한 순환형 사회 구축

건축재료로 알려져 있다. 나무는 광합성작용에 의하여 이산화탄소를 흡수하고 산소를 내어놓는다. 나무는 자라면서 흡수한 이산화탄소를 줄기와 뿌리 등에 저장함과 동시에 맑은 산소를 공기 중에 내어놓아 대기를 정화한다. 하지만 젊을 때 왕성하게 자라던 나무는 벌채할 나이가 되면 노쇠해져 자라는 속도가 느려져 이산화탄소 흡수능력이 줄어든다. 이 때 나무를 수확하여 목재를 오래 사용하는 목조주택(75년정도)에 사용하면서 이산화탄소를 저장하면, 대기중 온실가스량이 줄어들어 지구온난화를 방지하는 효과적인 수단이 된다. 수확한 나무가 자라던 땅에 어린 묘목을 심어 이산화탄소를 왕성하게 흡수하게 하고 기후변화에 효과적으로 대응하는 탄소순환시스템이 지속되어야 한다.

일부 도시국가를 제외한 대부분의 선진국에는 푸르고 울창하고 아름다운 숲이 있고, 그 숲과 함께 어우러진 뛰어난 역사와 문화를 간직하고 있으며, 그 국가의 역사와 더불어 살아가는 사람들의 삶을 담은 목조건축이 발달되어 있다. 우리 민족도 국민소득 3만달러 시대를 앞두고 있는 이 첨단 디지틀 세상에 걸 맞는 우리 정서와 주거환경에 잘 어울리는 목조건축을 발전시켜 나갈 시점이다. 목조건축은 21세기의 네 가지 인류사회학적 이슈인 지구환경과 에너지, 웰빙, 건강에 기여하는 녹색미래를 창조하는 그린오션 분야로서 더욱 주목을 받을 것으로 전망된다.

특 집

산림의 인간 건강증진 및 질병치유 효과

유 리 화
국립산림과학원 임업연구사

1. 서 론

도시화, 현대화된 생활양식은 우리에게 편리함을 가져다주고 있지만, 그에 따라 파생되는 환경오염, 자연과의 단절은 자연친화적인 삶에 대한 국민들의 욕구를 커지게 하는 계기가 되었다. 최근 웰빙에 대한 관심이 증가하고 로하스(LOHAS ; Lifestyle of Health And Sustainability)라는 새로운 생활방식이 생겨나는 것은 이러한 사회적 현상을 반영하는 예라 할 수 있다. 또한 우리나라는 이미 전체 인구 대비 65세 이상 인구가 7%를 넘는 '고령화 사회(Aging society)'로 진입하였고 세계 어느 나라보다 빠른 속도로 '고령 사회(Aged society)'로 진입할 것으로 예상됨에 따라 인구 노령화에 대한 국가적인 대책 강구가 요구되고 있는 시점이다.

이러한 사회적 변화는 현대인에게 단순히 삶을 유지하는 것 뿐만 아니라 삶의 질 향상도 함께 고려하게 하였으며, 이러한 현대인의 고민을 풀어가는 건강 증진 및 질병 치유의 장소로서 산림에 대한 관심이 높아지고 있다.

사실 산림이 지닌 건강 증진 및 질병 치유의 기능은 「산림문화 · 휴양에 관한 법률」에서 『산림문화 · 휴양』을 "산림과 인간의 상호작용으로 형성되는 총체적 생활양식과 산림 안에서 이루어지는 심신의 휴식 및 치유 등"으로 정의(제2조 제1항)하고 있는 바와 같이, 오래 전부터 산림휴양의 장소로 활용되어 왔던 자연휴양림,[1] 산림욕장[2] 등의 용어에 포함되어 언급하여 왔다고 볼 수 있다. 사실 모든 산림은 인간을 건강하게 하고 면역력을 증강시켜 궁극적으로 질병을 예방할 수 있게 하고, 질병이 걸린 사람에게는 회복을 위한 요양, 재활의 장소로서 더할 나위 없는 곳이란 것을 우리는 이미 경험적으로 알고 있다.

다만, 최근의 산림휴양이용의 패턴은 보다 전문화 되고 특색화된 질 높은 서비스를 추구하는 방향으로 변화하고 있어 산림의 건강증진 및 질병치유 기능도 이와 같은 추세를 반영하는 방향으로의 변화가 요구된다. 즉 개인의 특성을 고려한 맞춤형

1) "자연휴양림"이라 함은 국민의 정서함양 · 보건휴양 및 산림교육 등을 위하여 조성한 산림(휴양시설과 그 토지를 포함한다)을 말한다.(산림문화 · 휴양에 관한 법률 제2조 제2항)

2) "산림욕장"이라 함은 국민의 건강증진을 위하여 산림 안에서 맑은 공기를 호흡하고 접촉하며 산책 및 체력단련 등을 할 수 있도록 조성한 산림을 말한다.(산림문화 · 휴양에 관한 법률 제2조 제3항)

서비스에 대한 요구가 높아지고 있고 그에 따라 산림의 구성요소나 기능도 보다 다양해지고 특화될 필요가 있다. 이러한 최근의 수요변화가 산림치유 란 용어를 등장시킨 이유 중의 하나가 아닐까 한다.

산림치유는 흔히 '숲치유'란 용어와 혼용하여 사용하는데, 아직까지 법률적, 제도적으로 규정된 용어는 없는 상태이지만, 산림청은 정책적으로 '산림치유(forest healing)'란 용어를 사용하고 있다.

또, 지난 2010년 3월 17일 '산림문화 · 휴양에 관한 법률' 개정을 통하여 '치유의 숲' 조성에 관한 법적 근거를 마련하였는데, 법률 제2조에 따라 '치유의 숲'은 인체의 면역력을 높이고 건강을 증진시키기 위하여 향기, 경관 등 산림의 다양한 요소를 활용할 수 있도록 조성한 산림(시설과 그 토지를 포함한다)으로 정의한다.

2. 산림치유의 개념

산림치유를 정의하기 위해서는 자연요법 또는 대체요법에서 사용하고 있는 '치유(治癒, healing)'와 현대의학에서 사용하고 있는 '치료(治療, treatment)'의 차이에 대해 살펴볼 필요가 있다. '치유'의 사전상의 의미는 '치료하여 병을 낫게 함'이란 뜻으로 병의 근본원인을 제거하여 그 병이 없던 상태로 되돌리는 것을 말하며, '치료'는 '병이나 상처를 다스려 낫게 함'이란 뜻으로 수술, 약물 투여 등 직접적인 처치를 통해 병을 낫게 한다는 의미가 강하다.

'치유'와 유사한 용어로 '보양', '요양' 등의 용어도 사용되고 있는데, 의학적인 측면에서 '치유'란 용어가 지닌 자연복원력, 자기회복력의 의미를 고려할 때, 산림분야에서 지향하는 바와 일치점을 찾을 수 있는바 '치유'를 사용하는 것이 적정한 것으로 생각된다.

즉, 산림치유라 함은 자연환경 중에서도 숲이 가지고 있는 다양한 물리적 환경요소를 이용하여 인간의 심신을 건강하게 만들어주는 자연요법의 한 부분으로 정의할 수 있다(그림 1 참조).



그림 1. 산림치유의 개념

따라서 산림치유는 사회 일부에서 언급하고 있는 난치병이나 불치병 치료의 장소로서의 산림의 활용만을 의미하는 것이 아니라, 일반 국민이 도시화된 생활 속 스트레스에서 벗어나 산림으로부터 심신의 쾌적함을 느끼고 이를 통해 면역력이 향상됨으로써 궁극적으로 질병이 예방되어 건강을 증진시키는 일련의 과정을 총칭한다. 물론, 고혈압, 우울증 등 도시화된 생활에서 얻어진 현대인의 생활습관병 증세의 완화 효과도 산림치유의 한 영역이라고 정의할 수 있다.

산림치유는 산림이 지닌 건강증진 효과가 인체에 미치는 생리적, 심리적, 사회적 효과를 과학적, 의학적으로 검증하고 그 결과를 토대로 산림을 인간 심신의 치유에 활용하려는 시도로서 '산림욕(山林浴)'보다 한 단계 진보된 개념이라 할 수 있다.

3. 산림치유의 인자 및 기능

그동안 산림욕은 산림이 지닌 건강 증진 및 질병 예방 기능의 상징으로서 피톤치드(Phytoncide)와 함께 산림치유 효과를 대표해 왔다.

그러나 실제로 산림은 피톤치드 외에 산림치유의 원인이 되는 많은 물리환경적 요소를 가지고 있다. 산림의 물리환경적 요



※ 자료 : 김기원(2006)이 제시한 산림치유적 요소의 체계를 참조하여 각색

그림 2. 산림치유의 인자

소, 즉 경관, 소리, 음이온, 온·습도, 빛 등은 산림을 찾는 인간의 심신을 건강하게 해주는 산림치유의 인자가 된다. 또, 이러한 물리환경적 요소 외에 자기성찰, 명상, 대화의 기회를 제공하는 등 산림에서 행하는 활동에 의한 심리적, 사회적 요소가 산림치유의 인자가 될 수 있다. 이 밖에 운동효과도 산림치유의 인자로 볼 수 있는데, 숲에 가면 적정한 경사도와 길이의 숲길이 있기 때문에 청정한 자연환경에서 자연스럽게 운동을 하게 되는데, 이 때문에 인간의 심신이 건강하게 되는 요인이 된다.

이러한 산림치유의 인자를 구분하면 〈그림 2〉와 같이 제시할 수 있다.

이러한 산림치유의 인자가 실질적으로 어떻게 인간의 심신을 건강하게 하는지 간략히 살펴보면 다음과 같다.

(1) 피톤치드

피톤치드는 '식물'이라는 뜻의 '피톤(Phyton)'과 '죽이다'라는 뜻의 '사이드(Cide)'를 합쳐 만든 말로, 이 용어는 스트렙토마이신을 발견해 결핵을 퇴치한 공로로 노벨의학상을 받은 러시아 태생의 미국 세균학자 왁스먼(Waksman)이 처음으로 사용한 것으로 알려져 있다. 그 후 1930년경에 구소련의 레닌그라드 대학의 토킨(V. P. Tokin) 교수가 피톤치드의 효능에 대한 실험결과를 발표했는데 그는 마늘이나 양파, 소나무 등에서 나오는 냄새나는 물질이 피톤치드이며, 이것이 아메바 등의 원생동물과 장티푸스, 이질, 결핵균 등을 죽이는 방어용 휘발성 물질이라고 주장하였다.

일반적으로 피톤치드는 식물이 병원균, 해충, 곰팡이에 저항하려고 수목 스스로 만들어 발산하는 휘발성 물질로서 그 주성분은 테르펜(Terpene)이라고 하는 유기화합물로 알려져 있는데, 실제로 휘발성 테르펜류는 물론이고 알칼로이드, 배당체, 플라보노이드, 페놀성 물질 등 비휘발성 성분을 총망라하여 피톤치드로 정의할 수 있다(강하영, 2003).

피톤치드는 크게 항균·방충 및 소취·

표 2. 국내 침엽수 수종별 피톤치드 함량

(단위 : mℓ/100g)

수 종	겨울	여름	수 종	겨울	여름
전나무	2.9	3.3	삼나무	3.6	4.0
구상나무	3.9	4.8	편백나무	5.2	5.5
소나무	1.7	1.3	화백나무	3.1	3.3
잣나무	1.6	2.1	향나무	1.8	1.4
리기다소나무	0.7	0.8	측백나무	1.0	1.3

※ 출처 : 박재철. 환경과 조경(1991) / 신원섭. 2007. 숲으로 떠나는 건강여행. p.29 재인용.

표 3. 대기 중에 포함된 음이온의 양

장소		음이온 양(입자수/cm^3)	비 교
도 시	실내	30~70	
	실외	80~150	도시의 실내보다 1.1~1.5배
교 외	일반	200~300	도시의 실내보다 2.8~10배
	산과 들이 있는 교외	700~800	도시의 실내보다 10~26.7배
	숲	1,000~2,200	도시의 실내보다 14.3~73.3배
인체가 필요로 하는 양		700	

※ 출처 : 임문진. 산림욕적 세계(1988) / 박범진. 2006. 내 몸이 좋아하는 산림욕. p.40 재인용.

탈취 등의 효과가 있으며 그 향기를 맡음으로써 심신의 쾌적감 주며 피톤치드의 일종인 알파피넨(α-pinene)은 피로회복을 촉진시키는 것으로 알려져 있다.

피톤치드는 활엽수보다는 침엽수에서 많이 방출되며, 침엽수 중에서도 특히 편백나무, 구상나무, 삼나무 등에서 많이 방출된다. 계절별로는 생육이 활발한 여름철이 겨울에 비해 많이 방출되는 것으로 알려져 있다.

(2) 햇빛

강한 햇빛은 유해한 자외선을 쐬게 하는 반면, 숲 속에서는 나뭇잎이 필터 역할을 함으로써 한여름에도 적당한 일광욕을 가능하게 한다. 이러한 간접적인 햇빛은 비타민 D를 합성하는데 기여하며, 세로토닌(Serotonin)을 잘 분비시켜 몸의 활력을 주고 심신에 생기를 불어 넣어준다. 비타민 D는 뼈를 보호하고 세포의 증식을 조절하며 암을 유발하는 세포의 증식을 억제하는 역할을 하며, 세로토닌이 부족하면 일반적으로 활력이 떨어지고 심신이 위축되어 기분이 가라앉고 심하면 우울증으로 발전하게 된다.

(3) 음이온

산림에는 일반적으로 도시보다 많은 양의 음이온이 분포하는 것으로 보고되고 있으며 이러한 음이온은 부교감신경에 작용하여 신체를 이완시켜 뇌파의 알파파를 증가시키며 마음을 안정시키는 효과를 발휘하는 것으로 알려져 있다.

(4) 소리

바람에 흔들리는 나뭇잎의 움직임과 시냇물 소리 등 산림 내 소리는 불규칙함과 규칙적임이 조화된 '1/f 프렉탈' 특성을 지님으로써 기분을 평안하게 하고 긴장을 완화시킴으로써 쾌감을 부여한다.

(5) 경관

숲의 아름다운 경관을 보는 것만으로도 마음의 안정효과는 매우 큰 것으로 알려져

있다. 녹색이 보여 지는 비율, 즉 녹시율(綠視率)이 높을수록 정서적 안정감을 주는 것으로 보고되고 있다.

(6) 산소

일반적으로 도시의 공기 중에는 산소 농도가 약 20.9% 정도가 되나, 산림에서는 이보다 약 1~2% 정도 더 많은 산소를 함유하고 있다. 산림 내 공기는 이처럼 산소 농도도 높지만 질적인 측면에서도 도시보다 청정한 상태이다. 도시에서는 오염, 먼지 등에 의해 공기의 질이 나쁘지만 숲 속에서는 오염원으로부터 원거리에 떨어져 있고 그나마도 나뭇잎이 필터 역할을 함으로써 걸러주기 때문에 깨끗한 공기, 산소를 마실 수 있다. 체내에 산소가 충분히 공급되면 신진대사가 원활하게 되고 뇌의 활동도 활발하게 해준다.

(7) 사회 · 심리적 인자

환경심리학자 캐플란(Kaplan)은 산림이 주는 심리적 안정과 회복 기능은 산림이 복잡한 현실로부터 도피와 탈출의 자유, 즉 일상으로부터의 해방감을 주는 공간이기 때문이라고 하였다. 또한 산림은 자기만의 공간을 확보할 수 있는 환경을 제공한다. 이러한 느낌은 심리적으로 마음을 평안하고 안정감을 갖게 한다. 더불어 산림은 일상에서와는 달리 의식을 집중하는 것이 아니라 집중하면서 생기는 스트레스를 편안히 풀 수 있게 해준다.

3. 국내 연구동향 및 향후 전망

산림이 지닌 인간 건강증진 및 질병 치유 효과에 대한 국내 연구는 보는 관점에 따라서는 이미 오래전부터 진행되어 왔다고도 말할 수 있다. 산림욕이나 도시숲의 건강적 이용 편익에 관한 연구 등이 넓은 의미에서 산림이 지닌 인간 건강증진 효과, 즉 산림치유 효과에 대한 연구결과라 볼 수 있기 때문이다. 다만, 기존에 수행된 연구는 주로 만족도 조사 중심의 심리적 측정 척도를 사용하여 산림이 지닌 인간 건강증진의 효과를 검증하려는 시도가 대부분이었다.

이러한 기존의 연구결과를 바탕으로 최근의 연구는 뇌파, 혈압, 심박수, 스트레스 호르몬, NK세포(Natural killer cell) 등과 같은 생리적 측정 척도를 활용하여 산림이 지닌 건강증진 효과를 보다 과학적으로 검증하려는 시도가 모색되어지고 있다. 이렇듯 산림치유 효과를 검증하기 위해 생리적 지표를 활용하는 이유는 여러 가지가 있겠지만 무엇보다 보다 과학적이고, 근거(Evidence) 중심의 연구결과를 확보하기 위한 노력의 일환이라고 보는 것이 적절할 것으로 생각된다.

산림, 즉 숲에 가면 대부분의 사람들은 기분이 좋아지는 느낌을 갖는다. 많은 사람들이 숲을 찾음으로써 심신의 쾌적감을 얻게 되는데 이러한 쾌적감은 심리적, 생

리적으로 인체에 이로운 영향을 미치게 되고 이를 보다 과학적으로 측정하기 위해 심리적, 생리적 측정 지표를 사용하게 된다. 앞으로 산림치유에 관한 연구는 이러한 근거를 중심으로 한 연구결과들이 축적됨으로써 신뢰성을 높여가는 것이 무엇보다 중요하다.

또한 산림의 치유효과가 있고 없음을 넘어 어떠한 기작을 통해 산림이 인간 건강을 증진시키고 질병을 치유하는 효과를 발휘하는지에 대한 연구가 필요하다. 여기에는 산림환경요소에 따른, 또 프로그램 내용에 따른 효과 등 다양한 각도에서의 효과 검증 연구가 필요하다. 즉 도시환경과 산림환경과의 단순 비교를 넘어선 산림치유의 요인이 될 수 있는 다양한 요소별 검증실험이 시도되어져야 할 것이다.

이러한 효과 구명 연구가 보다 발전된다면 질병별 대상별 산림치유 프로그램이 개발될 수 있을 뿐만 아니라 각각의 질병 치유 효과를 극대화할 수 있는 특색 있는 산림공간 조성도 가능해 지리라 생각한다. 산림치유 프로그램은 통상 개별 활동(Activity)들의 묶음으로 진행되는데, 산림환경요소 뿐만 아니라 질병별, 대상별 특성을 고려하여 산림치유 활동을 개발함으로써 궁극적으로 산림치유 효과를 극대화하는 프로그램을 완성시켜야 한다.

산림청은 산림이 지닌 인간 건강증진 및 질병치유의 효과를 극대화하기 위해 조성된 공간을 '치유의 숲'으로 정의하고 있다. 제5차 산림기본계획상에도 산림의 사회적 역할 강화 방안의 하나로 치유의 숲을 조성하고 이와 관련된 인력 양성방안에 대한 계획내용을 명기하고 있다.

그 일환으로 산림청은 이미 2007년부터 치유의 숲 조성사업을 추진 중인데 2009년 1월말에 개장한 산음 자연휴양림(경기 양평군 소재)내 일부지역에 조성된 치유의 숲 시범사업을 필두로 더욱 발전적인 형태의 치유의 숲을 조성해 나갈 예정이다. 2009~2010년에는 전라남도 장성군 축령산 일대 국유림 및 강원도 횡성군에 위치한 숲체원 일원에 치유의 숲 조성 시범사업을 추진하고 있다. 이 밖에도 많은 지방자치단체에서 자체적으로 산림치유와 관련된 사업을 추진하고 있는 것으로 파악되고 있다.

치유의 숲은 치유 효과 극대화를 위한 다양한 컨텐츠를 내포하고 있어야 하기 때문에 자연휴양림과는 차별화된 공간 조성 기법이 요구된다. 앞서 산림환경요소별 대상별 또, 프로그램 내용에 따른 산림치유의 효과 검증에 관한 임상실험 결과가 이러한 공간조성 기법에 녹아나야 할 것이다. 향후 발전적인 '치유의 숲' 조성 및 운영을 위해서는 앞서 서술한 산림치유에 관한 연구뿐만 아니라 산림학, 의학, 한의학, 약학 등 다각적인 시각에서의 접근이 필요할 것이며 무엇보다 많은 양의 연구결과 축적이 절실히 요구된다.

KSFER

□ 인용문헌

○ 강하영. 2003. 피톤치드의 비밀. 역사넷. 200p.

○ 김기원. 2006. 치유요소의 특성과 산림치유에의 활용에 관한 이론적 고찰. 한국식물 · 인간 · 환경학회지 9(4):111~123.

○ 박범진. 2006. 내 몸이 좋아하는 산림욕. 넥서스북스. 159p.

○ 신원섭. 2007. 숲으로 떠나는 건강여행. 지성사. 240p.

○ 유리화. 2009. 우리는 왜 지금 산림치유에 주목하는가. 월간 산림 1월호.

○ 유리화. 2009. 산림치유에 관한 국내 연구동향 및 발전방향. 월간 산림 6월호.

○ 충북대학교 농업과학기술연구소. 2007. 통합의학으로서 산림의 치유기능 연구.

○ 한국녹색문화재단. 2006. 숲체험을 통한 참가자의 정서적 치유효과의 평가 연구.

○ 한국개발연구원. 2004. 인구구조 고령화의 경제적 영향과 대응과제(II).

○ 上原巖. 2003. 森林療法序說. 林業改良普及雙書 No.142. 196p.



시

밀림(密林)

樹林 朴 順 祚
한국산지환경조사연구회 자문위원

한줄기 햇빛은 밀림을 뚫고 가슴에 다가와
평안한 안식으로 나를 안내하고
보름달빛은 밀림을 통과하지 못하나
요람에서 무덤까지 나를 인도한다
푸르름은 녹색의 구름이 되어 나를 태우고
끝없는 우주를 향하여 날아간다
밀림의 푸르름은 해와 달이 되어 갈 길을 밝혀주고
겸손하라 참아라 하늘의 가르침을 따라
순리대로 살아가라는 교훈을 아낌없이 가르쳐 주는구나
흘러가는 물 길따라 살아온 지 어언 76년
밀림을 생각하면 나는 언제나 어린애와 청춘이라
밀림이여 밀림이여 푸르름이여
영원토록 나를 떠나지 말고 곁에 머물러다오
나의 아내여 자식이여
더욱더 번성하고 창궐하여 한반도를 밀림으로 감싸소서
아니 전 지구촌을 밀림으로 덮어주소서

〈한국산지환경조사연구회 김규헌 회장과 회원 여러분이 하시는 일들이 밀림 속에서 더 큰 거목으로 성장하기를 기원하면서〉

조사연구

국립수목원 소관 광릉숲 산림조사

안병영외 6인
한국산지환경조사연구회

1. 머 리 말

광릉숲은 1468년 조선조 제7대 세조왕릉인 광릉의 부속림 이였다가 1911년 능묘에 인접한 100ha를 제외한 나머지 숲이 국유화 되면서 1913년 임업시험림으로 지정 되어 현대적인 시험림으로 관리되어 왔다.

광릉숲은 1910년부터 외국수종은 물론 주요한 많은 수종을 식재 시험하여 지금은 성림으로 성장 하였을 뿐 아니라 무엇보다도 인간의 간섭을 받지 않은 소리봉을 중심으로 극성상을 이루고 있는 천연활엽수림은 세계적인 보고이며 우리의 재산이다.

그 후 1981년 광릉시험림은 우리나라 임업을 대표 할 만 한 훌륭한 산림으로서 시험림내에 수목원을 조성하여 산림에 대한 자연학습교육장, 산림자원자료의 수집 · 보존 및 전시, 유전자보존 및 연구에 활용 할 수 있도록 추진하여 왔으며 1999년 국립수목원이 신설되면서 광릉시험림중에서 수목원과 소리봉을 주심으로 1,111.37ha가 중부임업시험장에서 국립수목원으로 관리 전환되어 현재까지 관리하고 있다.

광릉시험림의 임상조사는 1927년 최초로 임상도가 작성되었고, 제1차 가시업안(1930-1939년)과 사업기간연장안(1940-1949년)은 편성 하였다는 기록은 있으나 6.25동란시 소실되었고, 1961년 산림법제정시 영림계획편성이 의무화된 이후 5회에 걸쳐 (1964, 1970, 1980, 1990, 2000년)산림조사를 실시하여 영림계획서를 작성 운영하였으며 국립수목원 소관 시험림에 대한 산림조사는 처음이다.

국립수목원 산림은 국유림경영 및 관리에 관한 법률시행규칙 제5조 제1항 제4호에 의거 경영계획수립 제외 산림이나 산림의 합리적인 운영 · 관리를 위하여 위탁 조사를 실시하게 되었다.

대부분의 모든 숲은 인간의 직간접적으로 간섭을 받는 2차림인데 반하여 광릉숲은 500여년 이상을 인간의 간섭 없이 자연 그대로 보전 하여온 산림유전원의 보고로서 그 가치를 가늠 할 수 없는 우리의 귀중한 재산인 세계자연문화유산으로 잘 보존 관리되어야 하겠다.

2. 일반현황

※ 한국산지환경조사연구회 조사자 : 홍인표, 박승종, 홍의기, 원현기, 이대호, 유재철

표 1. 행정구역별 면적

도	시(군)	읍(면)	동(리)	필지수	면적(ha)
경기도	계	3	9	20	1,111.37
	포천시	소흘읍	직동리외 1	12	273.89
	남양주시	진접읍외 1	장현리외 4	6	788.24
	의정부시		민락동외 1	2	49.24

가. 지리적 위치

남북으로 북위 37°42'1.65"~37°45'34.06" 동서로 동경 126°00'15.36"~126°02'28.34"에 위치하고 있으며 지리적으로 한반도의 중심부에 해당하며 행정구역으로는 경기도 포천시 소흘읍, 남양주시 진접읍과 별내면, 의정부시 민락동과 낙양동 등 3개시, 2개읍/면, 9개동/리에 걸쳐 동서로 약 4km, 남북이 약 7km에달하고 있다.

나. 면 적

국립수목원 소관 산림면적은 1,111.37 ha로 3개시/군 2읍/면 9동/리에 걸쳐 분포하고 있다.(표 1)

다. 지 세

소리봉(해발고 536.8m)을 중심으로 북, 남, 동의 3방향으로 갈라진 지맥(地脈)에 의하여 형성되었으며 지맥으로 북으로는 물푸레봉(해발고476.8m)을 지나 소흘읍 이곡리까지 뻗어 있고, 남으로는 형제봉(해발고476.8m)을 지나 남양주시 별내면 용암리와 진접읍 내곡리까지 미치는 긴 지맥이다. 동으로 뻗은 지맥은 남양주시 진접읍 장현리와 부평리까지 연결되고, 산세가 험준하지 않고 경사가 완만한 지세이다.

라. 기후 및 기상

국립수목원 주위는 죽엽산, 소리봉, 물푸레봉, 운악산, 천첨산 등으로 둘러쌓여 있는 산악분지형으로 서울과는 온도차이가 심하게 나타난다. 기상관측 자료(1977-2001년)에 의하면 연평균 기온이 11.6℃, 1년 중 최고기온은 8월에 평균 29.1℃이며, 최저기온은 1월에 평균 -13.0℃까지 내려간다. 상대습도는 68%이며, 연 강수량은 1,509mm로 서울의 연 강수량 1,415mm보다 다소 많은 편이며, 연 증발량은 987.4 mm이다. 초상은 10월 초순에 내리고 만상은 5월 중순에 끝난다.

마. 교 통

국립수목원 주변의 도로현황은 동북쪽은 국도 47호선 구리~진접읍 부평리와 인 접되어 있고, 국도 47호선에서 분기된 86번 국지도로 의정부~축석~남양주 진접, 광릉내 5km 구간이 죽엽산과 소리봉 사이를 관통하고 있다. 장현리에서 인력개발원까지 마을도로와 내각리 임송에서 별내면, 의정부까지 이어지는 국도가 있다.

3. 산림조사 및 산림구획

가. 임 · 소반 구획

경영계획구의 명칭은 「국립수목원 시험림 경영계획」이라 한다.

1) 임반구획

임반구획은 기존의 광릉시험림 임반구획을 준수하되 명칭은 국유림 경영계획 작성 및 운영요령(산림청 예규 제525호 2006년 8월5일)에 의거 유역하류에서 시계방향으로 연속되게 아라비아 숫자로 표기하였다.

임반구획은 각종시업의 실적기록, 정리와 관리의 편의를 위해 기존의 광릉시험림 임반명과 경계를 사용하였다.

2) 소반구획

소반구획은 영상사진을 판독하여 소반을 구획한 후 현지를 확인하여 표준지를 선정 지종, 임종, 임상, 수종, 영급, 경급 등을 조사하였으며 명칭 및 순서는 산림청 예규 제525호에 의거하였다. 표준점은 GPS를 이용 기록하였다.

나. 임반별 면적 및 소반수

조사결과 33개 임반(30-62임반)과 391개 소반으로 조사 구분 되었으며 임반별 면적 및 소반수는 표 2와 같다.

표 2. 임반별 면적 및 소반수

임반	면적(ha)	소반수(개)	임반	면적(ha)	소반수(개)
박물관 및 광장	11.10		47	49.57	1
30	32.75	31	48	29.43	5
31	27.65	41	49	46.01	11
32	12.89	5	50	36.59	5
33	45.87	45	51	30.78	6
34	43.31	26	52	43.47	5
35	22.21	12	53	5.72	1
36	57.41	26	54	5.40	2
37	24.05	3	55	20.17	10
38	34.81	23	56	26.28	10
39	38.74	20	57	36.52	16
40	54.89	4	58	33.89	10
41	20.76	5	59	46.37	5
42	42.48	6	60	16.56	5
43	67.90	4	61	21.78	5
44	17.57	1	62	17.57	3
45	41.77	26	계	1,111.37	391
46	49.10	13			

다. 임상현황

국립수목원 산림은 30~62임반으로 편성되어 있으며 입목지, 미립목지, 제지, 박물관 및 광장, 미편성 임지로 구분하여 면적 및 축척을 산출하였다. 국립수목원 산림을 조사한 결과 산림면적 1,111.37ha 중 인공림이 462.96ha(42%), 천연림은 602.34 ha(54%), 기타면적이 46.07ha(4%)로 분포하고 있으며 총축적은 301,191.08m^3으로 인공림축적이 137,749.34m^3(46%)천연림 축적이 163,441.74m^3(54%)으로 조사 되었으며 ha당 축적은 271.0m^3으로 전차기 ha당 조사 축적 233.53m^3보다 약 16%가 증가되었다.(표 3, 4, 5, 6)

라. 산림의 기능 및 면적

국립수목원 산림은 전문수목원(18.60ha), 유전자원보존림(571.72ha), 천연보존림

표 3. 지종별 면적 및 축척

구분	계	입목지	무립목지				
			소계	미립목지	제지	박물관 및 광장	미편성임지
면적(ha)	1,111.37	1,065.3	46.07	2.57	16.64	11.10	15.76
축적(m^3)	301.191.08	301.191.08	-	-	-	-	-

표 4. 임종별 면적 및 축적

단위:ha, m^3, (%)

	계	인공림	천연림	기타
면 적	1,111.37(100)	462.96(42)	602.34(54)	46.07(4)
축 적	301,191.08(100)	137,749.34(46)	163,441.74(54)	-

* 기타 : 무립목지(19.21ha), 미편성 입목지(15.76ha), 박물관 및 광장(11.10ha)

표 5. 임상별 면적 및 축적

단위:ha, m^3, (%)

	계	침엽수	활엽수	혼효림	기타
면 적	1,111.37(100)	449.62(42)	548.88(49)	66.80(6)	46.07(4)
축 적	301,191.08(100)	149,160.81(51)	134,819.15(43)	17,211.12(6)	-

* 기타 : 무립목지(19.21ha), 미편성 입목지(15.76ha), 박물관 및 광장(11.10ha)

표 6. 소밀도별 면적 및 축적

단위:ha, m^3, (%)

	계	소	중	밀	기타
면 적	1,111.37(100)	0.95(0.1)	120.77(10.9)	943.58(84.9)	46.07(4.1)
축 적	301,191.08(100)	30.68(0.01)	33,968.45(11.3)	267,191.95(88.7)	-

* 기타 : 무립목지(19.21ha), 미편성 입목지(15.76ha), 박물관 및 광장(11.10ha)

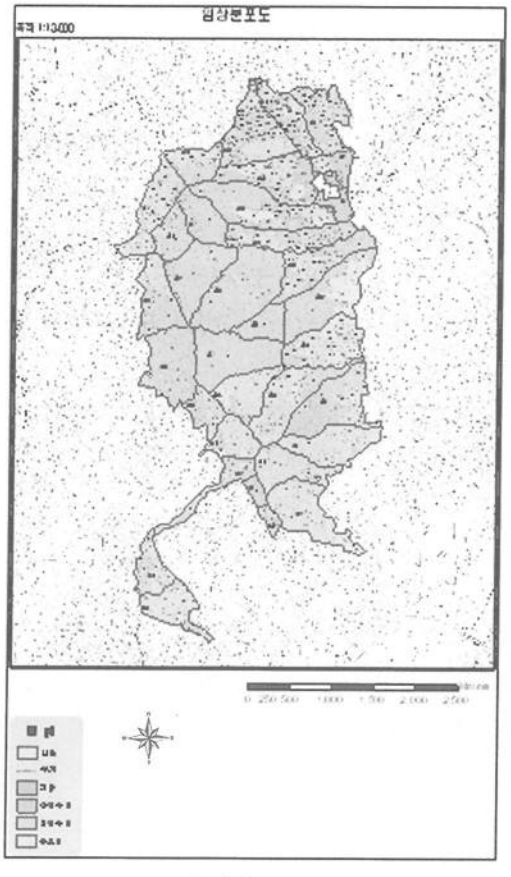
표 7. 기능별 면적 및 축적

단위:ha, m^3, (%)

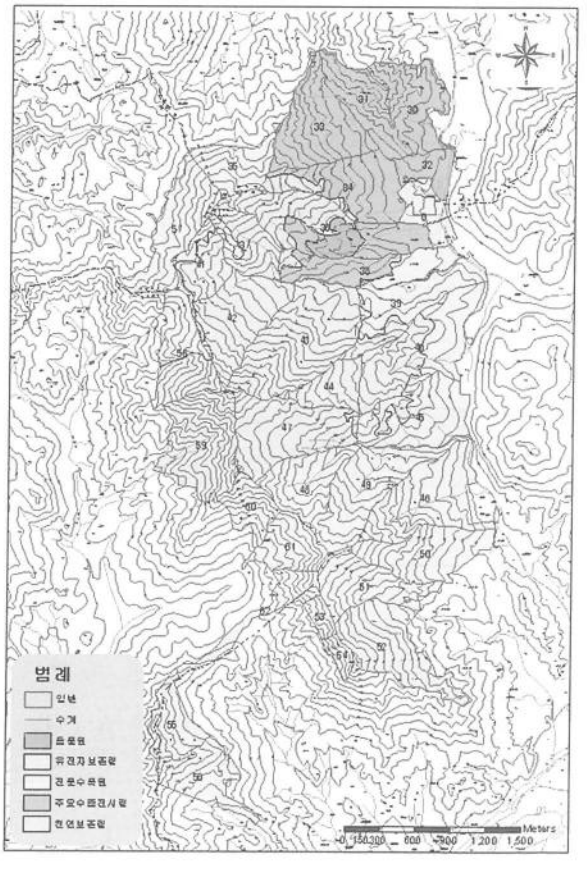
구분	계	전문 수목원	유전자원 보존림	천연 보존림	주요수종 전시림	기타
면 적	1,111.37 (100)	18.60 (1.7)	571.72 (51.4)	311.82 (28.1)	189.59 (17.1)	19.64 (1.7)
축 적	301,191.08 (100)	4,121.44 (1.4)	176,232.86 (58.5)	76,473.65 (25.4)	43,762.09 (14.5)	601.04 (0.2)

* 기타: 동물원 8.541ha, 박물관 및 광장 11.10ha

(311.82ha), 주요 수종전시림(189.59ha)으로 분류하고 있으며, 유전자원보전림 중 수목원은 100ha로 식물의 생육 특성과 용도에 따라 15개원으로 세분하여 조성 되어 있고 전시림은 50ha에 백합나무, 루브라참나무, 가래나무 등 42수종이 식재 되어 있다.(표 7)



(임상도)



(산림기능도)

4. 산림입지 조사

가. 산림입지 환경 및 토양 단면조사

국립수목원 내 31개 임반을 대상으로 임반별 입지환경 및 토양 단면조사 34개소를 조사 토양 특성을 파악하여 토양형을 분류하였다.

각 임반별 산림 입지 환경조사는 기후대, 표고, 모암, 방위, 지형, 경사, 사면경 사형태, 암석노출도 등을 조사하였다. 각 임반별 토양환경조사는 토양의 특성과 성상을 파악하기 위하여 표준지 내에서 1m×1.2 m 깊이로 시항을 판 후 층계, 토심, 유효토심, 유기물, 토성, 토양구조, 석력함량, 토양건습도, 토양견밀도, 퇴적양식, 토양배수, 모암의 풍화정도, 풍노출도, 식물근 등을 조사 분석하여 토양형 분류 및 지위를 추정하였다.

1)임반별 입지환경 및 토양환경

○ 30임반

- 입지환경

임반내 모암은 호상편마암으로 갈색산림토양 B_2, B_3형이 분포하고 있으며 방위는 동향 및 북동향으로 나타났다. 지형은 일부 소능선 부분과 산록 및 산복지역에는 10°~25° 미만의 경사지이다. 지형형태는 요(凹)형, 철(凸) 형으로 다양하며 암석노출은 10%미만이 대부분인 지역이다.(표 8)

- 토양환경

30임반의 산림토양은 변성암인 호상편마암을 모재로 생성된 갈색산림 토양군이 출현 하였으며 소능선 부위에는 B_2형 산록 및 산복지역에는 B_3형이 대부분 분포하나 일부 미세적으로 B_4형이 출현하기도 한다. 토심은 소능선 부위는 45cm, 산복부위는 60~70cm, 산록부위는 70~100cm로 매우

표 8. 30임반 입지환경

임반	소반	기후대	표고	모암	방위	지형	경사	암석 노출도	토양형	지위	기타
30	2	온대 중부	145	변성암 호상편마암	108	산복	10~25	10%이하	B2	중	

표 9. 30임반 토양환경

임반	소반	층계		토심		유효토심	토성		토양구조		건습도		퇴적양식	배수상태	풍화정도	풍노출도	비고
		A층	B층	A층	B층		A층	B층	A층	B층	A층	B층					
30	2	점변	점변	17	68	25	L	L	입상	견과	약건	약건	잔적토	보통	상	보통	

※ · 31~62임반조사결과 생략 · 정밀산림토양조사 필요

깊게 나타나고 있으며 유효토심은 25cm~35cm로 뿌리 발달이 좋아 임목생장도 양호한 편이다.(표 9)

나. 토양의 이화학적 성질 및 삼상 분석

국립수목원 내 31개 임반에서 34polt를 조사하고 토양시료 A, B층에서 68점, 토양삼상용 100cc캔으로 59점을 채취하여 이화학성과 삼상을 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 토성

토양의 양분, 보수력, 공극량, 배수 등 토양의 성질에 영향을 미치는 토성 분포를 살펴보면 A층은 모래40%, 미사43%, 점토17%로 대부분 양토이며 B층은 모래43%, 미사39%, 점토18%로 양토~사양토가 많이 나타나고 있으며 임목 생육 환경에 양호한 토성을 가지고 있다.

2) 토양산도

토양산도는 A층이 4.67~4.77, B층은 4.86~4.94로 강산성인 산림 토양이며, 전국의 평균산도 5.50(약산성), 1967년도 본 국립수목원 산림에서 조사한 토양산도 5.70과 비교해 볼 때 높은 산성화가 진행되고 있는 것으로 보이나 보다 정확한 변화상태를 파악하기 위해서는 좀 더 세밀한 조사 분석이 요구되고 있으며 석회시용에 의한 산도 교정으로 토양 및 임목 생육환경을 개선할 필요가 있다.

3) 토양의 유기물 전질소 및 유효인산

국립수목원 산림토양의 유기물함량은 토양형 별로 살펴보면 B_1형은 A층 3.80%, B층 1.51%이며 B_2형은 A층 4.34%, B층 1.26%이고 B_3형은 A층 4.68%, B층 1.85%로 전국 유기물 평균 3.0% 보다 높은 수치로 임목생육에 적정한 것으로 나타났다. 전질소 함량도 B_1형이 0.27%, B_2형이 0.24%, B_3형이 0.29%로 적정치이며 유효인산은 10.64~16.06으로 적정함량 60mg/kg보다 아주 작은량을 보이므로 유효인산의 보충이 필요한 것으로 나타났다.

4) 염기성 양이온

C.E.C는 13.86~16.57cmolc/kg, K^+함량 0.22~0.28 cmolc/kg, Na^+함량 0.07 ~0.10cmolc/kg은 적정한 함량을 보이나 Ca^{2+}은 0.5~0.84cmolc/kg(적당량 2.50~5.00) Mg^{2+}은 0.28~0.35cmolc/kg(적정량 1.50~5.00)으로 적정량보다 매우 적은 량을 보이므로 적정한 시비대책이 필요한 것으로 나타났다.

5) 토양의 삼상 및 가비중 분석

국립수목원내 산림토양의 삼상 비율은 액상 26.1 고상 44.9 기상 29.0으로 적정한 비율로 분포하고 있어 양분의 보유력, 보수력등 임목이 생육하는데 적당한 것으로 판단되며 수분의 투수력도 양호하며 가비중도 1.14~1.21로 토양구조 발달이나 공극



(경사 분포도) (방향 분포도) (표고 분포도)

량에 차이는 있으나 뿌리의 발달에는 적정한 것으로 판단된다.

5. 맺는 말

광릉숲은 세계적으로 유래를 찾아 볼 수 없는 아주 귀중한 우리의 재산이며 숲의 존재가 바로 인류의 생존과 직결되어 있을 뿐 아니라 미래의 생존경쟁이 생물자원 보존과 확보에 달렸다고 볼 때 광릉숲의 보존과 관리는 대단히 중요한 우리 모두의 과업이다. 숲의 보존을 위하여 자연적 피해인 병해충 피해 예방과 인위적 피해인 산불예방 및 도시화에 따른 유해가스와 오염된 폐수의 유입등을 막아야 하며 아울러 다음과 같은 산림과 토양의 무육 관리가 바람직 한 것으로 생각된다.

가. 유전자보존림중 50, 51, 52, 54임반은 대부분 소나무림으로 잘 보존되어 있으나 우리나라 고유수종인 소나무림을 영구적으로 보존하기 위해서는 침입된 활엽수의 제거는 물론 간벌, 가지치기 등을 실시하여 수광조절과 양분순환을 촉진시키는등 체계적인 관리를 통하여 아름답고 건전한 소나무림을 육성하여야 하며 일부지역에서는 낙엽등을 제거 종자가 발아 할 수 있는 여건을 마련하여 노령림을 차세대 소나무림으로 육성 할 필요가 있다.

나. 천연보존림인 42, 43, 44, 47, 58임반 일부, 59임반은 보편적으로 토심도 깊고 유기물도 풍부함으로 천연보존림으로 존치하면서 서어나무군락, 참나무군락, 까치박달나무 등 활엽수를 집중 육성 관리하여 보다 효율적인 산림으로 육성, 보호해 바람직한 산림형태로 전환시켜야 한다. 임령이 70~80년 된 인공조림지는 적정 간벌로 보다 효율적인 숲 형태로 변환시켜야 한다.

다. 주요 수종전시림의 조림수종을 소면적에서 대면적으로 확대 수종간에 어우러짐을 자연스럽게 유도함으로서 천연림과 인공림의 조화를 친환경적으로 변화시킴이 바람직하며 수종간의 경계선이 직선이 아닌 곡선형으로 조림하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

라. 산림은 보다 과학적이고 친환경적으로 유지관리하기 위해서는 입지환경 및 토양조사를 정밀하게 조사할 필요가 있으며, 생산력을 증대 시키기 위해서는 일부 산도교정과 질소, 인산, 치환성양이온Na^{+}, Ca^{2+},Mg^{2+} 등을 보충하여 임지비배관리에 힘써야 한다.

마. 잣나무, 낙엽송 등 일부 인공림은 너무 밀도가 높아 수고생장은 양호하나 비대 생장이 저조하므로 간벌 등에 의한 밀도 조절을 실시하여 임목생장량을 증대 시킬 필요가 있다.

바. 리기다소나무, 뱅크스소나무림과 일부 낙엽송림은 조림한지 35~45년이 경과됨에 따라 침입된 타수종 특히 활엽수(참나무류)에 피압되어 활력도가 낮거나 고사되어가고 있으므로 무육관리 또는 수종갱신이 필요하다.



기술정보

21세기 녹색성장을 위한 산림과학 연구

정 진 현
국립산림과학원 농학박사

21세기의 화두는 녹색성장이다. 온난화와 사막화, 인구 급증현상과 도시화 등 지구에서 인류문명을 영위하기 위해서는 자연이 가지고 있는 녹색자원을 어떻게 효율적으로 유지하고 에너지자원으로 이용하느냐에 달려있기 때문이다. 산림은 목재를 생산할 뿐만 아니라 청정한 공기, 맑은 물, 쾌적한 환경 등을 제공하는 녹색자원의 근간이므로 우리 세대뿐만 아니라 앞으로 다가올 세대에도 지속적으로 건강하게 유지·관리되어야할 것이다.

이를 위한 산림과학연구 중 산림복원분야에서는 산림생태계의 근간이 되는 산림토양과 산원수를 중심으로 건전한 산림환경을 유지·관리하기 위한 연구가 수행 중에 있다.

본고에서는 이들 연구내용을 중심으로 기술하고자 한다.

1. 산림입지·토양연구

산림생태계의 기반을 이루고 있는 산림토양에 관한 연구를 토대로 산림 생산성 증대를 위해 산림입지 조사·평가와 임지생산력 유지·증진에 필요한 종합적 토양관리 체계 정립 등을 위한 연구를 수행하고 있다.

'내산에 무슨 나무를 심어야 좋을까?' 이 물음은 산을 가지고 있는 사람이라면 누구나 한번쯤은 생각해 보았음직하다. 입지·토양 환경이 다양한 산지에 가장 잘 자라는 나무를 골라 심는 것. 즉, '적지적수' 문제는 산에 대한 물음 가운데 가장 자주 회자되는 화두일 것이다. 통상적으로 토심이 깊고 배수가 양호하며 비옥한 곳은 어떠한 나무든지 잘 자라는 적지(適地)인 것으로 알기 쉽다. 하지만 나무는 수종에 따라 잘 자라는 입지, 토양환경이 다르기 때문에 적지적수의 문제는 영원한 물음처럼 인식되어 온 게 사실이다. 이런 고민을 과학적으로 해결하기 위해 전국 산림을 대상으로 주요 수종에 대하여 각기 잘 자랄 수 있는 땅을 구분하여 지도로 나타낸 「맞춤형 적지적수도」를 개발하였다(그림 1). 어느 땅에 무슨 나무를 심을지를 간편하게 결정할 수 있는 길이 열린 것이다. 이는 전국 산림 16만여 곳의 토양 성질, 기후, 지형 등을 상세히 조사하여 나무가 자라는데 영향하는 입지·토양 인자가 무엇인지를 과학적으로 해석하고 GIS기법으로 '디지털 지도

화'한 성과이다. 이로써 현재 시점에서의 입지조건을 객관적으로 파악함은 물론 미래 특정시점에서의 잠재적인 임지생산력 판단도 가능하게 되었다. 현재 「맞춤형 적지적수도」는 전국 지자체 시·군·구 담당부서까지 보급을 이미 마친 상태로서 일반국민들을 대상으로 조림수종 선정 정보제공 서비스를 실시하고 있다. 「맞춤형 적지적수도」를 통해 검색이 가능한 수종은 소나무, 낙엽송, 밤나무, 헛개나무 등 40여개 수종으로 앞으로 산촌소득을 높이는 효과는 물론 목재자급을 앞당기는 데에도 크게 기여하게 될 것으로 보인다.

산림이 갖고 있는 생산적 기능을 보다 효율적으로 발휘할 수 있도록 하기 위해서는 산지의 기본정보가 체계적이고 효율적으로 이용·관리되어야 한다. 이러한 측면에서 앞에서 설명한 적지적수 선정 기법을

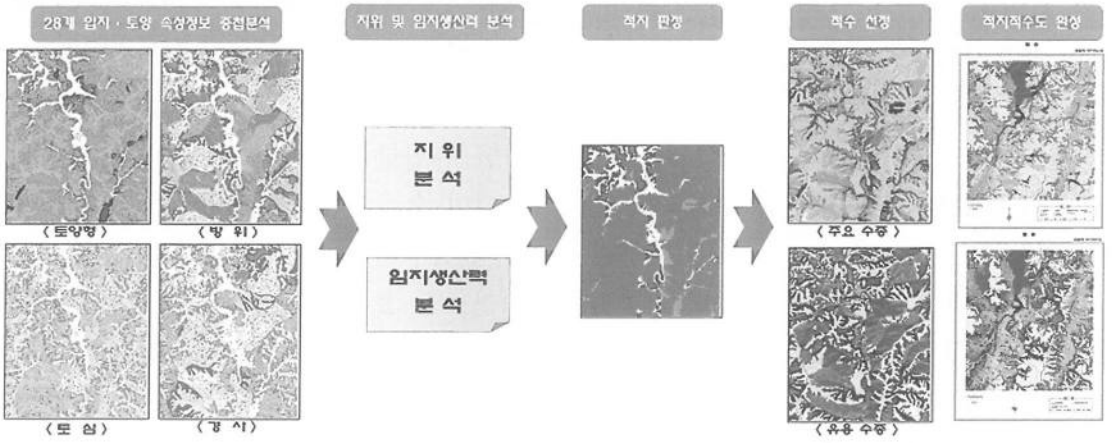




그림 1. 맞춤형 적지적수도 제작 과정

누구나 쉽게 이용할 수 있도록 프로그램화 하여 '내 산에 가장 잘 맞는 나무'를 골라 심을 수 있도록 도와주는 가장 효과적인 방법이 될 것이다.

또한, 지역검색, 주제도중첩, 통계분석 등 다양한 기능을 갖춘 프로그램으로 산림자원조성을 위한 기본계획 수립 시 목표임상 의사결정 수단 제공, 체계화된 산림조성·관리, FGIS와 연계를 통한 신속·정확한 산림 서비스 제공 등 산림자원을 보다 가치 있게 육성하고 관리하는데 기본 자료로 활용될 것으로 기대된다.

2. 산림토양 비옥도 증진 연구

최근 환경에 대한 관심과 노동력 절감차원에서 완효성비료의 사용이 증가하고 있다. 또한 식물영양 관리를 위한 시비는 토양환경 조건에 따라 비료의 성분비를 적정하게 조합하여 불필요한 성분이 토양에 집적되는 것을 방지하기 위한 주문형 배합비료의 사용도 증가하고 있는 추세이다. 이러한 사회적 요구에 부응하고자 우리나라에 적합한 수목용 완효성비료를 개발하여 발명특허를 취득하였다(그림 2). 수목용 완효성비료는 요소수지를 코팅한 것으로 시비효과가 오래 동안 지속되는데 산림토양에 시비했을 때 150일까지도 용출률은 80% 수준을 유지하여 비료성분이 서서히 공급되어 시비효과가 높은 것으로 나타났다. 현재 사용하고 있는 비료는 대부분 속효성으로 물에 쉽게 녹고 여러 가지 자연현상에 의한 유실량이 많아 일시에 많은 양이 유실되면 수질오염을 일으킬 수 있으나 수목용 완효성비료는 이러한 단점을 보완하여 수질보전 효과를 높일 수 있는 친환경적 비료이다. 또한 수목용 완효성비료는 오랫동안 서서히 비료성분이 공급되기 때문에 추비를 줄 필요가 없어 노동력을 절감할 수 있으며, 비료모양이 원주삼각형의 형태로 쉽게 구르지 못하도록 만들어져 경사가 급한 비탈진 산이 많은 우리나라 산림의 특성상 지표면 시비도 가능하여 사용하기 편리한 장점도 가지고 있다.



그림 2. 개발된 수목용 완효성비료

3. 산림수문환경 연구

산림은 홍수유량을 줄이고 갈수기 유량을 증대시키는 유량조절작용이 있을 뿐만 아니라 오염된 빗물도 깨끗한 계류수로 바꾸어 주는 수질정화기능이 있다. 이러한

산림의 녹색댐 기능(산림이 빗물을 머금었다가 서서히 흘려보내는 인공댐과 같은 기능)은 최근 기후변화에 따른 이상 홍수 발생 및 매년 심화되는 물 부족 문제에 대처할 수 있는 지속가능한 수자원 확보할 수 있는 수단으로 기대되고 있다.

현재 산림유역의 물순환 조사를 위해 양수댐을 설치(그림 3)하여 숲 가꾸기 효과를 정량화하였는데, 숲 가꾸기를 한 숲은 토양 내 물 저류량이 192톤/ha 증가하였고 계류수의 탁도는 2배 이상 낮은 깨끗한 물을 공급하는 것으로 나타났다. 그리고 녹



그림 3. 산림유역 수문시험지 분포 현황

색댐 기능이 빈약한 침엽수인공림을 정비하면 산림에서 발생하는 증발산량의 20% 이상을 감소시켜 산림에서 공급할 수 있는 물 자원을 약 36억톤 증대시킬 수 있는 것으로 조사되었다. 또한 산림을 침엽수와 활엽수가 혼재되고 키 작은 나무들이 어우러져 여러 개의 층을 이루는 복층림으로 만들면 빗물의 토양침투구조를 개선함으로써 산림이 저류할 수 있는 물의 양이 약 21억톤 증대되는 것으로 분석되었다. 이렇게 숲 가꾸기로 증대되는 수자원은 최대저수량 6억톤인 임하댐을 10개 더 만들 수 있는 양에 비견된다. 이러한 연구결과로 인해 산림의 녹색댐 기능에 대한 사회인식 확대로 다양한 형태의 공동연구가 추진되었고, 산림의 수원함양기능을 증진하는 숲 가꾸기 사업효과의 과학적 근거가 제공됨으로써 숲 가꾸기 공공근로사업이 본격화되는 주요한 계기가 되었다.

최근 다목적댐의 탁수와 수질악화는 상류계류의 물이 나빠지는데 원인이 되고 있다. 더구나 우리나라는 지표수에 의한 상수원 의존율이 매우 높기 때문에 계류의 수질 오염이 직접적이고 심각한 영향을 끼치고 있다. 계류의 물을 더럽히는 주원인은 강우 시 고랭지 채소밭의 흙이 대량으로 침식되어 계류로 유입되어 발생하는 탁수(흙탕물)와 작물에 사용한 농약과 비료성분 등이다. 또한 고랭지 경작지의 개발은 계류 주변에서 빈번하게 행해지고 있어 수변림(계류 주변에 분포하는 산림)을 파괴하고 있으며 계류의 수온을 상승시키고 있다.

고랭지 경작지 개발로 인한 수변림 파괴가 계류의 수온에 미치는 영향을 연구하기 위하여 백두대간지역의 삽당령에서 고랭지 경작지와 정산산림 주변 계류의 수온을 모니터링한 결과 고랭지 경작지 주변의 계류 수온이 정상산림보다 최대 5℃ 정도 높은

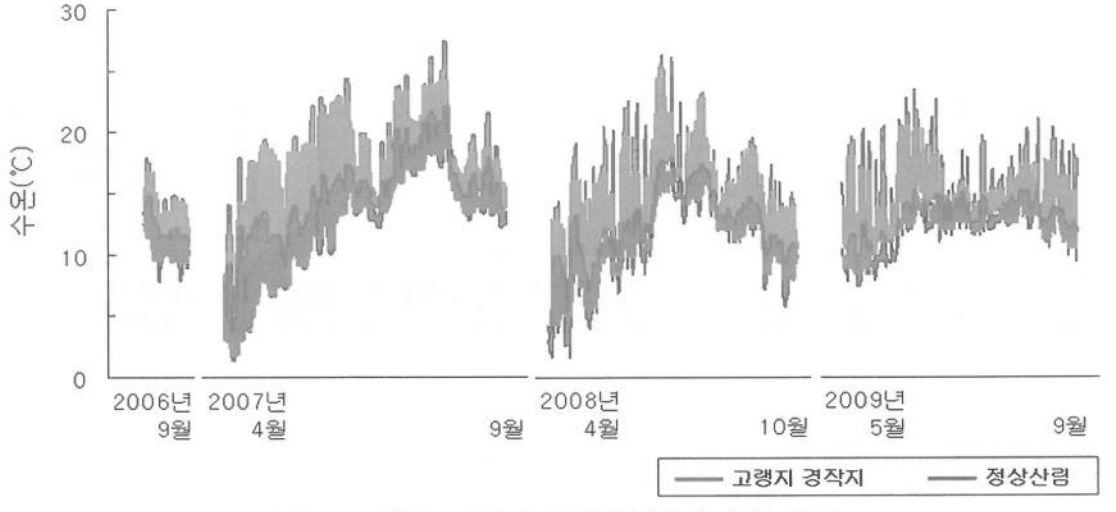


그림 4. 고랭지 경작지와 정상산림의 수온 변화

것으로 나타났다(그림 4). 이러한 계류의 수온 상승은 다목적댐과 호수 등에서 녹조현상(식물성 플랑크톤이 대량으로 증식하여 물이 녹색을 띄는 현상)을 촉진시키며 연어와 같은 회유성 어종이 계류에서 사라지는 원인이 되고 있어 수중생태계 변화에 영향을 주고 있는 것으로 생각된다.

비가 많이 내리면 탁수는 필연적으로 발생하는 것이지만, 최근 탁수 발생은 대규모로 나타나고 장기간 동안 하천과 댐 등에 머물러 수질관리 및 수생태계에 많은 문제를 초래하고 있다. 강우 시 탁수 발생 원인이 되는 부유토사 농도를 측정한 결과 고랭지 경작지 주변 계류의 평균부유토사 농도는 1230mg/l으로 정상산림보다 2.3배 높은 것으로 조사되었다(그림 5). 고랭지 경작지에서는 객토(토질을 개량하기 위하여 다른 곳에서 흙을 파다가 흙을 넣는 작업)를 한다. 객토용 흙은 모래가 많은 마사토를 사용하는데 끈적임이 없는 사토는 빗물에 쉽게 유실되어 탁수의 원인이 되고 있는 것으로 사료되었다. 또한 고랭지 경작지에서는 품질이 좋은 채소를 대량으로 생산하기 위해 농약과 비료를 사용하고 있다. 고랭지 경작이 계류 수질에 미치는 영향을 분석하기 위해 경작지 주변과 정상산림의 계류에서 비료성분인 질산성질소(NO3-)를 조사한 결과 고랭지 경작지 주변에서는 최대 11.5mg/l로 정상산림보다 10~23배 높게 나타났다. 이러한 고랭지 농업 활동에 사용되는 비료 등의 오염물질이 최근 계류의 부영양화와 호수와 댐 등의 녹조현상을 유발하는 것으로 분석되었다.

4. 산림훼손지 복원연구

산업화 · 도시화에 따른 휴양활동 증가로 산을 찾는 이용객이 급증하여 폐광지, 대형산불피해지, 산림훼손지 발생시 생태적으로 안정되고 조기에 복구할 수 있는 기

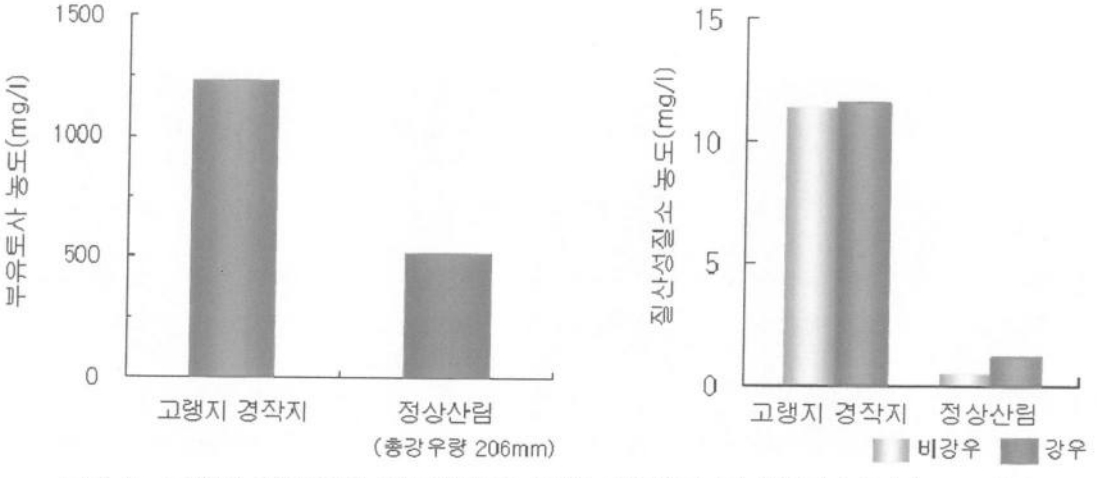


그림 5. 고랭지 경작지와 정상산림의 부유토사(좌)와 질산성질소(우) 농도 변화

술개발과 시스템 확립이 요구되고 있다. 이에 수목 생육이 어려운 산림훼손지에서 생육기반조성에 관한 연구와 현지적용 및 복구된 훼손지의 생태계 변화를 모니터링하여 친환경 복원기법 개발에 노력하고 있다.

산불피해지(1996년 고성 및 2000년 삼척)에서 자연복원을 위한 모니터링을 실시한 결과 산불피해를 입은 나무뿌리에서 자란 참나무는 겉보기에 문제가 없어 보이지만 상당기간(10년 정도)이 지나면 줄기 속이 까맣게 부후되거나 속빈 나무가 많아 목재로서의 가치가 떨어지는 것으로 나타났다(그림 6). 참나무가 이렇게 속병을 앓는 이유는 산불로 인한 상처로 인해 줄기조직의 일부가 죽은 상태에서 맹아가 생장한 결과라고 생각된다. 이러한 산불피해지 참나무 숲은 목재를 생산하는 숲으로서 가치가 떨어지기 때문에 버섯자목, 펠릿 생산을 목표로 하여 15~20년에 벌채 또는 솎아베기를 실시하는 시업체계를 적용하는 것이 바람직할 것으로 조사되었다.

현재 우리나라에서 시행하고 있는 폐석더미 녹화방법은 폐석 위에 절취 시 발생한 표토나 표토와 유사한 일반 흙을 최소 30cm 이상 복토를 한 다음 파종과 식재를 하는 것이 마치 표준화된 것처럼 되어 있다. 그러나 현장에서 파종 및 식재 전 복토를 위한 토양 확보가 점차 어려워지고 있으며, 토양을 무리하게 확보할 경우 2차적인 환경 훼손의 우려도 높다. 또한 복토 후 식재한 식물이 뿌리를 깊게 내리지 못하여 건조 피해를 입기도 하며 실제로 복토한 토양의 유실, 식재목의 생장불량 및 고사가 심하여 보식을 하는 현장을 어렵지 않게 볼 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 석탄 폐광지의 폐석더미(무복토 환경)에 미생물, 목질칩, 유기질비료 등의 식생기반제 처리를 적용한 후 소나무, 자작나무, 족제비싸리 등 3종의 목본과 새(안고초) 1종의 초본을 파종한 결과, 소나무는 다른 수종에 비해 현존본수가 높고 착생 및 생장 상태 또한 양호하여 석탄 폐광지에 대



그림 6. 자연복원된 맹아 발생(좌), 심재부위의 탈색현상(우)



그림 7. 폐탄광지 무복토 직파 시험지

한 직파수종으로 적합할 것으로 판단되었다(그림 7). 이러한 결과를 통해 석탄 폐광지에 대한 식생녹화시공을 적용함에 있어 무복토 또는 복토 깊이의 최소화를 통한 식생복원이 충분히 가능할 것으로 판단되며, 주변경관과 조화를 이루며 생태적 일체화도 달성할 수 있는 저비용 고효율의 시공이 가능할 것으로 사료된다.

5. 맺음말

우리나라 국토의 2/3인 산지를 어떻게 관리할 것인가에 관한 물음은 곧 우리 민족의 생존에 관한 물음이 될 것이다. 치산치수에 관한 관심과 물음 또한 우리 민족이 이 땅에 생존해 나가는 동안 계속되어질 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 올바른 접근방법과 과학적이고 합리적인 해법을 기 위한 지속적인 노력은 일류 산림복지국가를 실현하기 위한 초석이 될 것이며 나아가 국민의 삶의 질 향상 및 저탄소 녹색성장 국가 실현에 이바지할 것으로 기대된다.

기술정보

토양조사

최 경
한국산지환경조사연구회

본자료는 현장에서 토양조사시 혼동하기 쉬운 몇몇 인자에 대한 정의와 유념해야할 사항들을 제시한 것으로 현지토양조사시 참고가 되기를 기대한다.

1. 토양과 토양조사

전통적으로 토양이란 식별할 수 있는 토양층위가 발달 되어 있거나 없거나간에 식물뿌리가 뻗을수 있는 깊이까지의 자연적인 배양체(Natural medium)로 정의하였는데 현대에는 토양이란 지구표면을 구성하는 자연체의 집합체 (The collection of natural bodies)로서 자연적이거나 인공적이거나간에 살아있는 물질(Living matter)과 식물을 지지하거나 부양할 수 있어야 한다는 것이 포함되고 있다.

여기에서 Natural bodies는 토양생성에 관계되는 모든 부분이 포함된다. 이러한 뜻에서의 토양에는 사구(Sanddune), 황토(Loess)와 퇴적토도 포함된다.

토양조사는 주어진 지역에서의 토양특성을 평가하여 토양분류기본체계에 의하여 토양을 분류하고 도면에 그들 경계선을 나타내며 토양의 거동(Soil behavior)을 예지하는 것이다.

토양거동의 예지는 작도단위(Map units)의 개념을 설명하기 위한 토양특성을 평가하고 이름을 부여하는 것이다.

2. 토양조사의 발달

토양조사의 발달사는 국가에 따라서 다르겠으나 본 자료에서는 미국의 경우를 소개코자 한다.

○ 미국에서 최초의 토양조사는 1896년 농업지출금 규정에 의하여 실시되었으며, 이때의 조사는 기후 및 유기체 (Organic life)와 관련된 토양조사로 야외와 실험실에서 토양구성요소와 토성을 조사하기 위한 것이었다.

○ 1899년 야외조사가 완료되었고 Utah. Colorado, New Mexico와 Connecticut의 일부지역에서 토양도가 작성되었다. 동시에 Maryland주에서도 유사한 과정을 거쳐 Cecil 지방에서 토양조사가 이루어졌다.

그 이후 많은 지역에서 토양조사가 시작되었고 여러기관에서 협동적으로 조사하여

조사가 완료되었으며 총체적인 것은 NCSS(National Cooperative Soil Survey)에서 수행하였다.

○ 초기 토양조사는 농장, 목장과 임업분야의 토양이용을 위한 조사가 수행되었다. 토양조사결과를 이용하여 고속도로, 비행장, 주거지와 산업개발과 같은 타용도에 관한 평가가 이루어졌다. 토양조사와 조사결과의 활용이 확대됨에 따라 토양에 관한 정보(토양성질, 발생, 용도와 관리방법을 결정하기 위한 행동)또한 증가하였다.

○ 1920년대말 Michigan 고속도로부에서 고속도로 건설계획에 토양조사결과가 응용되었고 거의 동일한 시기에 North Dakota에서 토양조사 자료가 세금추정(Tax assesment)에 활용되었다.

○ 1920~1930년의 토양조사는 초기 토양개념으로부터 토양단면을 강조하는 개념으로 현저한 변화를 나타내고 있다. 토양도는 오늘날에서와 같이 지질학적 경계를 나타내고 있다. 지질학적 재료의 공학적성질을 도면상에 나타내고 있다.

○ 1920년대말과 1930년대초에 토양도면화에 항공사진을 이용하기 시작하여 토양경계를 긋는데 정확성이 많이 증가되었으며 각분야에서 토양조사의 필요성에 부응하기 위하여 조사의 정도(精度)가 더 요구되었다.

초기 토양조사의 목적이 바뀜에 따라 조사방법과 조사기술이 변화하게 되었고 토양 그 자체의 개념이 재 검토되게 되었다.

○ 1930년도초 SCS(Soil Conservation Service)는 농장과 목장의 자원보전을 위하여 토양조사결과를 통하여 토양침식방지를 강조하였다.

○ 1950년대에 Fairfax. Verginia 등에서 도시개발계획에 토양조사 자료가 광범위하게 활용되었으며 Chicago, Illinois의 교외지역 분할설계에도 사용하였다. Wisconsin 남동부에서는 토양조사 자료가 지역임지이용계획에서 자원정보의 기초자료로 중요하게 이용되었고 농촌토지구분설계에도 활용되었다.

○ 토양조사에는 토양생성인자배합과 같은 많은 종류의 토양이 표시되어있고 토양특성들이 포함되어 있기 때문에 농촌(시골)지역에서는 토지의 한계, 적응성, 잠재성을 판단할 수 있으며 도시지역에서는 토양특성별 토지 이용성을 판정할 수 있기 때문에 중요한 가치가 있다.

3. 토양조사시 유의사항

■ 토양분류(토양형)

○ 토양분류는 토양의 생성론적 토양분류방법과 형태론적 토양분류방법이 있다.

○ 토양생성론적 토양분류는 토양생성인자인 기후, 식생, 모암, 지형(수분관계), 시간 등에 의하여 성대성토양〔Zonal soils; 토양의 고차분류 단위에 속하는 3개목(Order)중 하나로 토양생성과정에서 기후와 식생에 큰영향을 받아 생성된 토양〕, 아

성대성토양(Azonal soils;3개 목중 하나로 토양의 발달이 없는 충적층, 퇴적토 및 암쇄토 등이 속한다)과 간대성토양(Intrazonal soils; 토양분류의 3개목중 하나로 5개 토양생성인자중 기후나 식생의 영향보다 주로 지형, 모재, 시간의 영향을 받아 생성된 토양으로 약간 발달되어 있다)으로 구분된다.

○ 형태론적 토양분류는 토양생성인자와 관계없이 토양형태를 근거하여 분류한다. 1960년대 미국에서 개발된 방법이다.

○ 미국의 토양분류는 형태론적 토양분류 방법에 의하여 토양을 구분하며 1990년대까지 11개토양강(Order), 47개 토양아강(Sudorder), 190여개의 대 토양군(Great groups.), 약 1000개의 토양아군(Subgroups), 약 4,500개의 토양형(Families)와 약 12,620개의 토양통(Series)이 분류되어 있다.

○ 일본의 토양분류는 토양생성론적 토양단면을 기준하여 토양색과 토양수분상태를 감안하여 분류하였다.

1976년을 기준하여 8개 토양군(Great groups) 24개토양아군(Sub groups), 74개 토양형(Type)과 12개의 토양아형(Subtype)으로 구분하고 있다.

※수식토(受蝕土)와 미숙토는 토양아군에 포함됨.

○ 한국의 토양분류로 1983년 농촌기술연구소에서 조사된 토양분류는 형태론적토양분류법(미국농무성 토양분류)에 의하여 분류되었으며 6개의 토양강(Order), 14개의 아강(Suborder), 23개의 대 토양군(Great groups)과 67개의 아군(Subgroups)으로 구분하고 있다. 2007년 농업과학 기술원은 한국의 토양조사결과로 390개의 토양통(Series), 536개의 토양구(Type)와 1,321개의 토양상(Phase)으로 분류하고 있다.

우리 나라 산림토양분류는 일본의 토양분류 방법에 준하여 1980년대말 산림과학원에서 분류한 것으로 8개의 토양군, 11개의 토양아군과 28개의 토양형으로 구분되어있다.

여기에서 분류된 토양형은 전국을 대상으로 조사하였으나 전지역에 대한 전수조사가 아니기 때문에 토양형이 누락될 우려성이 있다. 따라서 현재 실시하고 있는 토양조사는 전 지역을 대상으로 세부적으로 입지환경을 세분하여 조사하고 있기 때문에 보다 많은 토양형이 추가적으로 분류될 것이라 기대된다.

현재까지 구분된 토양아군과 토양형을 기본으로 향후 발견될 수 있는 가능성이 있는 토양아군과 토양형을 모색해보면 다음과 같다.

현지 토양조사자들은 이러한 사항들을 감안하여 현지조사시 토양형을 현재에 나타나 있는 토양형 범위내에서 토양형을 찾기 이전에 새로운 토양형이 아닌가를 검토, 판정하기 바란다.

각 토양군별 일반적인 특성은 생략하고 중요한 요점들은 다음과 같으며 새로이 발

견될 수 있는 가능성이 있는 토양형은 "미발견토양"으로 표시하였다.

가. 갈색산림토양군(Brown forest soils)

습윤한 온대 및 난대기후에 분포

A,B,C층이 있으며, A층은 암갈색~흑갈색 (10YR, 7.5YR)

B층은 갈색~암갈색

갈색풍화현상이 있는 주변에 분포하는 적색계 갈색산림 토양아군이 포함된다.

1) 갈색산림토양아군(Brown forest soils)

가) 갈색건조산림토양 (B_1)

나) 갈색약건산림토양 (B_2)

다) 갈색적윤산림토양 (B_3)

라) 갈색약습산림토양 (B_4)

마) 갈색습성산림토양 (B_5)→미발견토양

L,F층이 비교적 두꺼우며 B층은 회갈색(10YR, 2.5Y)을 띄며 토심 1m이내에 Gley현상이 나타난다. 산각부의 평탄지, 소택지주변 또는 약간 凹형지형에 출현한다.

2) 적색계 갈색산림토양아군(Reddish brown forest soils)

적황색 산림토양과 같은 지역에서 분포하며 토색은 풍화암석의 영향을 많이 받는다. A층은 비교적 얇으며 B층과 C층이 5YR 5/6, 7.5YR 5/8의 적색을 띄운다.

가) 적색계 갈색건조산림토양(rB_1)

나) 적색계 갈색약건산림토양(rB_2)

다) 적색계 갈색약건산림토양(rB_3)→미발견토양

라) 적색계 갈색적윤산림토양(rB_4)→미발견토양

3) 황색계 갈색산림토양아군(Yellowish brown forest soils)

적색계 갈색산림토양아군과 혼재되어 출현하며 토색은 풍화암석의 영향을 많이 받는다. A층이 담색이고 얇으며 B층과 C층의 색갈은 황색이 강하다. 10YR 6/6, 7.5YR 6/8

가) 황색계 갈색건조 산림토양(rY_1)→미발견토양

나) 황색계 갈색약건 산림토양(rY_2)→미발견토양

다) 황색계 갈색적윤 산림토양(rY_3)→미발견토양

라) 황색계 갈색약습 산림토양(rY_4)→미발견토양

마) 황색계 갈색습성 산림토양(rY_5)→미발견토양

나. 적·황색 산림토양군 (Red and yellow forest soils)

홍적대지(Diluvial terraces)에 생성된 토양으로 적색토양아군과 황색토양아군으로 구분된다. 담색의 얇은 A층을 갖는다. 적색토양에서는 적갈색에서 명적갈색까지

(5YR4/6)의 B층을 가지며 황색토양은 황갈색에서 명황갈색의 B층과C층을 갖는다.

※홍적대지는 홍적층으로 이루어진 지형이며 홍적층은 제4기에 생성된 충적층으로 하도퇴적물, 홍수퇴적물, 선상지,사주,삼각주 등이 포함된다.

1) 적색토양아군(Red forest soils)

A층은 담색으로 얇으며 B층은 명적갈색(5YR 4/6)이며 C층도 유사하다.

가) 적색건조 산림토양(R_1)

나) 적색약건 산림토양(R_2)

다) 적색적윤 산림토양(R_3)→미발견토양

2). 황색토양아군(Yellow forest soils)

A층은 담색으로 얇으며 B층은 황갈색에서 명황갈색이며 C층도 토색이 B층과 유사하다.

가) 황색건조 산림토양(Y_1)

나) 황색약건 산림토양(Y_2)→미발견토양

다) 황색적윤 산림토양(Y_3)→미발견토양

다. 암적색 산림토양군

석회암, 응회암, 사문암, 초염기성암(반암 등)을 모재로 하는 지역에 분포하며 토양생성 인자중 모재의 영향을 가장크게 받는 토양으로 모재층에 가까워질수록 적색이 강하게 나타난다. A층은 담색으로 얇으며 B층은 적갈색~암적갈색 (10YR, 5YR, 2.5YR)을 갖는다.

1) 암적색 산림토양아군(Dark red forest soils)

A층은 담색의 얇은 층, B층은 적갈색에서 암적갈색 (10YR,5YR,2.5YR)

가) 암적색건조 산림토양(DR_1)

나) 암적색약건 산림토양(DR_2)

다) 암적색적윤 산림토양(DR_3)

2) 암적갈색 산림토양아군(Dark redish brown forest soils)

A층은 암적갈색

B층은 암적갈~명적갈

가) 암적갈색건조 산림토양(DR_{b1})

나) 암적갈색약건 산림토양(DR_{b2})

다) 암적갈색적윤 산림토양(DR_{b3})→미발견토양

라. 회갈색 산림토양군(Gray brown forest soils)

퇴적암지대의 이암, 회백색사암, 혈암(Shale)등의 모암으로부터 생성된 토양과 모암과 관계없이 습지토양이 포함된다. [라), 마)번토양형]

1) 회갈색 산림토양아군

가) 회갈색건조 산림토양(Grb1)

나) 회갈색약건 산림토양(Grb2)

다) 회갈색적윤 산림토양(Grb3)→미발견토양

라) 회갈색약습 산림토양(Grb4)→미발견토양

마) 회갈색습성 산림토양(Grb5)→미발견토양

마. 이탄토양군 (Peat soils)

기온이 낮은 늪지로서 항상물이 정체되어 있는지역

1) 이탄토양아군(Peat soils)→미발견

표층상부에 30cm 이상의 이탄층 발달

하층토양은 광물질 토양으로 Gray화 토양

※강원 인제군 대암산 용늪등 늪지대에서 출현가능함

바. 화산회 산림토양군 (Volcanic ash forest soils)

화산활동에 의해 비교적 짧은 기간에 형성된 토양으로 제주도, 울릉도와 연천지역 등에 국소적으로 분포하고 있다.

1) 화산회 산림토양아군

A층: 암적갈색, 흑갈색

B층: 적갈색, 암갈색, 암적갈색

가) 화산회건조 산림토양(V_{a1})

나) 화산회약건 산림토양(V_{a2})

다) 화산회적윤 산림토양(V_{a3})

라) 화산회습윤 산림토양(V_{a4})

2) 화산회성 적색산림토양아군

현무암, 안산암, 조면암을 모재로하는 적갈~명적갈색토양

가) 화산회성 적색 건조산림토양(V_a-R_1)

나) 화산회성 적색 약건산림토양(V_a-R_2)

다) 화산회성 적색 적윤산림토양(V_a-R_3)

→미발견토양

3) 화산회 자갈많은 산림토양아군

가) 화산회의 자갈많은 산림토양 (V_a-g)

자갈함량이 많은 흑갈색토양

A층은 흑갈색, B층은 둥근 자갈과 토양이 혼재

사. 미숙 산림토양군 (Immature soils)

미숙산림 토양군은 토양생성경과 시간이 짧거나 침식을 받아 토양층위의 발달이 불완전한 토양으로 토양구조가 발달되어 있지 못하다. 미숙토양(Immature soil), 암쇄토양 (Lithosol), 침식토양(Eroded soils)으로 구분할 수 있다.

1) 미숙토(Im)

산복하부 및 산록저지에 주로 분포하며 성숙토양과 달리 층위의 발달이 미약(불완전)한 토양으로 자연적, 인위적인 퇴적 및 붕적 작용에 의하여 토심이 깊은편이나 토양생성시간이 짧아 특별한 토양구조는 발달하지 않는다. 대부분 모래, 자갈, 점토등의 붕적 및 퇴적물로 이루어지며 조공극이 많으며 보수력이 약한 토양이다.

새로운 화산지대, 산사태, 홍수 등에 의한 범람지대의 퇴적지대, 바람에 의한 사구지대, 임도 등 산지사면 훼손에 의한 토사 퇴적지대가 포함된다.

퇴적물의 토성, 암종, 퇴적상태에 따라 Im-gr(역질미숙토), Im-s(사질미숙토), Im-cl(식질미숙토)로 구분할 수 있다.새로운 퇴적물이 기존의 토양상부에 복토되었을 경우에는 퇴적물의 토심이 30cm이상인 경우에는 미숙토로 분류하나 30cm이하일 경우에는 기존 토양형에 의하여 분류평가한다.

2) 암쇄토양(Li)

바위(암석)가 분쇄되어 만들어진 토양으로 산지사면에서 노출된 기반암이 각종풍화작용이나 절리에 의하여 암분(바위조각)이 떨어져 나오게 되고 이런것들이 쌓여서 만들어진 토양으로 기층에 암반이 있다. 경사가 급하거나 내 풍화성 모암인 지역에서 발생된다.

미숙토(Im)가 붕적성 또는 퇴적성에 반하여 암쇄토(Li)는 잔적성으로 토심이 매우 얕으며 A층이 매우 얕거나 거의 없고 C층 또는 석력층으로 이루어져 있다.

3) 침식토양(Er)

토양이 현재 침식을 받고 있거나 과거에 침식(수식, 풍식, 벌채운반 등 인위적인 토양유실)을 받아 토양층위의 일부(주로 A층, B층)가 결여된 토양으로 침식정도와 침식방지 공사의 여부에 따라 약침식토양(Er_1), 강침식토양(Er_2), 사방지토양(Er-c)으로 분류한다.

가) 약침식토양(Er_1)

A층위 대부분 또는 B층위 일부가 유실된 토양이다. 현재 지표가 고정되어 침식이 발생하지 않아서 (A)층이 약간 발달하고 있으며 B층이 매우 얕거나 전이층(B_3)에 가깝고 토심이 얕은 지역도 표함된다. (A)층, B층은 토양구조의 발달이 없거나 매우 약하다.

나) 강침식토양(Er_2)

A층은 물론이고 B층의 대부분이 유실된 토양이다. 현재 지표가 고정되어 침식이 발생되지 않아서 (A)층이 약간 발달하고 있으며 B층이 전이층에 가깝거나 B층이 없이 C층이 바로 나타나는 지역도 포함된다. (A)층, B층의 토양구조 발달이 약하거나 구조가 거의 없다.

다) 사방지토양(Er-c)

과거 심한 침식을 받은 토양으로 사방사업(사방조림 또는 산지사방공사)을 실시한 지역으로 토양층위와 토양구조의 발달이 미약하다. 토심이 깊은지역과 얕은지역등 광범위하다. 주로 (A)층, B층, C층 또는 (A), C층이 나타나고 있으며 토양은 척박하다.

■ 토양구조

토양구조 (토양을 구성하는 입자들의 배열 및 모든입단;ped)는 토양형성 과정에

서 조성되는 유기물질, 철 산화물, 탄산염, 점토, 규토(Silica)등에 의하여 형성된다. 토양구조(Ped)는 토양수의 이동, 통기성, 가비중과 공극량에 많은 영향을 미치며 형태(Type), 크기(Class), 발달정도(Grade) 등에 의하여 세분할 수 있다.

가. 토양구조의 형태(Type)

1) 무구조(Structureless)

무구조는 토양이 집합체(Aggregates)를 이루기 이전의 1차적인 구조로 단립구조와 벽상구조가 있다.

가) 단립구조(Single grain): 모래, 미사, 사구와 같이 토양입자가 응집되지않고 단독으로 존재하는 토양

나) 벽상구조(Massive): 각 입자가 단독으로 분리하지 않고 점질 Colloid 또는 부식 Colloid와 같이 입자가 고르게 응집하여 공극이 거의 없으며 견밀하다. 미풍화모재층(C층)에서 나타난다.

2) 유구조(Aggregate, ped)

유구조는 2차적인구조로 구조의 형태(Shape)에 따라 판상(Platy), 주상(Prismatic), 입방상(Cubic)등으로 구분할 수 있다.

가) 판상(Platy)

이 구조는 수직방향보다 수평방향으로 길게 판상형으로 발달된다. 판상의 형태에 따라 박편상(Laminar), 엽편상(Phylliform), 인편상(Squamose, Scales)등이 있다. 산림토양에서는 A2층에서 나타나며 Claypan soil에서 나타난다.

나) 주상(Prismatic)

수평방향보다 수직방향으로 길게 기둥모양으로 발달한다. 능각(모서리)이 예리한 것을 각주상(Prismatic)이라하고 둥근 것은 원주상(Columnar)이라고 한다.

이 구조는 수축과 팽창이 잦은 점토함량이 비교적 많은 토양에서 조성되기 때문에 산림토양에서는 거의 나타나지 않으며 농경지 토양 (B층)에서 주로 형성된다.

다) 입방상(Cubic)

입방상에는 육면체(Blocklike)에 가까운 괴상(Blocky)과 타원체(Spheroibal)에 가까운 입상(Granular) 및 단립상(Crumb)이 있다.

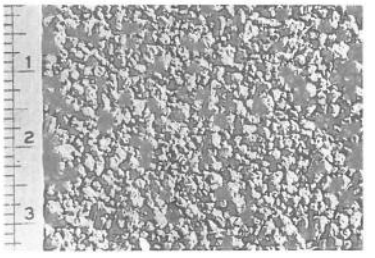
○ 괴상(Blocky)

괴상구조는 모서리가 각이지고 구형의 면을 가진 것을 괴상또는 각괴상(Blocky 또는 Angular-blocky)이라하고, 모서리가 둥근 것을 아각괴상(Subangular blocky)이라고 한다. 아각괴상을 견과상(Nutty)이라고도 한다.

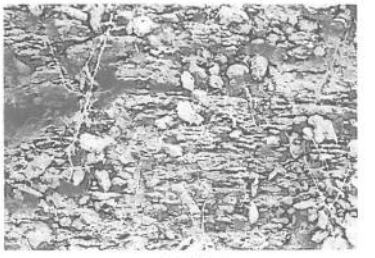
견과상은 밤, 호도와 같이 단단한 과실형상으로 조직이 치밀하고 단단하다 건습이 반복되고 점토함량이 높은 하층토양에서 잘 발달된다. 각 모서리나 면이 둥글고 다면상으로 조밀하게 조성되어 있으며 벽상구조와 같이 물리성이 불량하고 뿌리생



○ 괴상구조



○ 입상구조



○ 판상구조

장이 불량하다.

○ 입상(Granular)

비교적 작은 구형의 입자(1~5mm)로 구성되어 있으며 딱딱하고 치밀하다. 건조지역으로 유기물이 많은지역에 형성된다. 인접된 구조와 면이 맞지 않으며 기공이 없거나 거의없고 까칠까칠하다. 크기에 따라서 직경2mm 이하의 것을 세립상(Fine granular), 2mm이상되는 것을 입상(Granular)으로 구분하는데 산림토양에서 균사가 있는 A층에 형성된다.

○ 단립상(Crumb)

직경 5mm이하의 작은 구형의 입자로 구성되어 있으며 기공이 많이 분포하고 있어 부드럽고 부서지기 쉽다. 유기물이 많은 지역에 조성된다. 토양층위의 발달이 잘 이루어진 지역의 A층에서 나타난다.

나. 토양구조의 크기 (Class)

토양구조의 크기는 구조의 종류에 따라 다르다. 구조가 판상, 주상은 길이로 괴상, 입상, 단립(Crumb)구조는 직경에 의하여 판단되기 때문에 구조의 크기(Size)는

표 1. 토양구조별 크기구분

토양구조(Type) / 크기(Size)	판상 (Platy)	주상 (Prismatic)	원주상 (Columnar)	각괴상 (Angular-blocky)	아각괴상 (Subangular blocky)	입상 (Granular)	단립상 (Crumb)
○ 아주작다 (Very fine)	〈1㎜	〈10㎜	〈10㎜	〈5㎜	〈5㎜	〈1㎜	〈1㎜
○ 작다 (Fine)	1-2㎜	10-20㎜	10-20㎜	5-10㎜	5-10㎜	1-2㎜	1-2㎜
○ 보통 (Medium)	2-5㎜	20-50㎜	20-50㎜	10-20㎜	10-20㎜	2-5㎜	
○ 크다 (Coarse)	5-10㎜	50-100㎜	50-100㎜	20-50㎜	20-50㎜	5-10㎜	
○매우크다 (Very coarse)	〉10㎜	〉100㎜	〉100㎜	〉50㎜	〉50㎜	〉10㎜	

① 아주작다 (Very fine, Very thin)
② 작다(Fine, thin)
③ 보통이다(Medium)
④ 크다(Coarse, thick)
⑤ 매우크다(Very coarse, Very thick)등으로 구분한다.

다. 토양구조의 발달정도(Grade)

토양구조의 발달정도의 판단기준은 손으로 만졌을 때 구조 파괴의 용이성과 내구성으로 다음과 같이 구분 조사한다.

○ 약도의 구조(Weak)

구조가 겨우 관찰된다. 손으로 살짝건드렸을 때 구조가 쉽게 부서지고 구조의 일부분만이 유지된다. 무구조와 구별하기가 곤란하다.

○ 중도의 구조(Moderate)

비 교란 토양에서 구조는 잘 형성되어 있고 확실하다. 교란하면 대부분은 구조가 유지되나 일부는 파괴된다.

○ 강도의 구조(Strong)

비 교란 토양에서 명확한 구조를 보이며 교란했을 때 구조는 제형태로 명확하게 분리유지 된다.

■ 토성(Soil texture)

토성은 토양의 가장 중요한 물리적 특성 중의 하나로 현지에서는 손가락의 촉감법(Finger feeling method)을 이용하여 판별한다. 모래는 까칠한 촉감, 미사는 미끈한촉감, 점토는 끈끈한 촉감을 갖으나 유사한 토성이 많아서 판정에 어려움이 따른다. 따라서 현지에서 간이법으로 토성을 Group화하여 다음과 같이 구분하는 것이 편리하다.

※ 석력토(Gravel & Debris): 토양중 석력 및 각력함량이 50%이상인 토양
※ 복력토(Mixed gravel): 석력(Gravel)과 각력(Debris)이 반반씩 섞인 것
※ 부식토(Humus soil): 토양중 부식함량이 20%이상인 토양

표 2. 점토와 모래 함량에 의한 토성표

토성	토양		기호
	점토〈0.01㎜	모래〉0.05㎜	
○ 사토류	12.5%이하	87.5%이상	S
○ 사양토류	12.5~2.50%	87.5~75.0%	SL
○ 양토류	2.50~50.0%	75.0~62.5%	L
○ 식양토류	37.5~50.0%	62.5~50.0	CL
○ 식토류	50.0% 이상	50.0%이하	C

※ 일본토양학회

표 3. 토성의 Group화

토성구분	토성의 Group
○ 모래질토양 (조립질토성)	Sands(Coarse sand, Sand, Fine sand, Very fine sand) Loamy sands(Loamy coarse sand, Loamy sand, Loamy fine sand, Loamy very fine sand)
○ 양질토양 (중립질토성)	
┌ 중조립질	Coarse sandy loam, Sandy loam, Fine sandy loam
├ 중립질	Very fine sandy loam, Loam, Silt loam, Silt
└ 중세립질	Clay loam, Sandy clay loam, Cilty clay loam
○ 점토질토양 (세립질토성)	Sandy clay, Silty clay, Clay

※Soil Survey Manual, 2002, U.S.D.A

■ 토양층위 (Soil horizon)

토양층위는 유기물층이 형성된후 많은 시간이 경과 되어야 형성된다. 일반적으로 40년이 경과하면 A층이 4cm 정도로 착색이 되어 A층이 발달되기 시작한다. 척악입지에서 낙엽량과 분해량이 평형상태가 되는시기는 최소한 50년에서 130년이 걸리며 완전한 A층이 형성되기까지는 130여년이 소요되며 A1,A2,B1,B2층 이상의 토양층위가 발달하려면 1200년 이상이 걸리게 된다.

토양의 층위는 토양의 색깔, 구조, 토성, 견밀도, 토양반응 등과 같은 토양의 이·화학적 형태가 비슷한 층별로 구분한 것으로 다음과 같이 구분한다.

○ 유기물층(Organic horizon)

- L층 (Litter horizon)
- F층 (Fermentation horizon)
- H층 (Humus horizon)

○ 토양층(Mineral horizon)

- A층

○ A층은 광물질 토층의 최 상위에 있는 층으로 유기물의 영향을 가장 많이 받은 토층이다. 따라서 토양색은 일반적으로 검은색을 갖는다.

○ 유기물의 영향 다소에 따라 A_1, A_2, A_3 층으로 세분할 수 있다.

○ A_1층은 유기물의 영향을 가장 많이 받은 층으로 일반적으로 검은 색을 가지며, A_2층은 A_1층에 비하여 유기물 함량이 낮은편이며 담색으로 나타난다. Podzol 토양에서는 용탈층(Eluvial horizon)이라고 한다. 점토, 철, 알루미늄등의 산화물 또는 염기화부식교질이

용탈된다.

○ A_3층은 A층에서 B층으로의 전이층이나 A층에 가까운 토층이다.

- B층

○ A층 하부에 있으며 외계의 영향을 적게 받은 층이다. A층과 C층(모재층)의 중간층으로 유기물에 의한 착색이 적은 반면 모재(母材)의 색이 강하게 나타난다.

○ 분화발달(철화합물, 점토함량) 정도에 따라서 B_1, B_2, B_3층으로 세분한다.

○ B_1층은 A층에서 B층으로 전이되는 층이나 B층에 가까운 층이며 B_2층은 규산염, 점토, 석고, 철(Fe), 알루미늄(Al)등의 산화물 및 유기물의 일부가 집적되는 층(Illuvial horizon)이다.

○ B_3층은 B층에서 C층으로 전이되는 층이나 B층에 가까운 토층이다.

- C층 (Parent material horizon)

○ 무기질 층으로 모암의 형태를 가지고 있는 모재 (Parent material)층이다. 토양발달 과정의 영향을 적게 받았으며 유기물, A층, B층 집적층의 영향을 받지 못한 층이다.

○ 암석의 풍화 정도에 따라 C_1, C_2, C_3층으로 구분할 수 있다.

※ C층(미풍화모재층)은 모암의 특성에 따라 풍화양상에 많은 차이를 보이고 있으며 풍화모재층인 B_3층과 구별하기 어려운 경우가 흔하다. 흔히 풍화대(Weathered layer)가 깊게 나타나는 모암지역에서 구분하기가 어려운데 C층에는 석영, 운모, 장석 등 암석의 조암광물들의 유무와 입자의 거칠기에 의하여 구분한다. 토양학에서 진정한 토양은 B층이상으로 C층(모질물층)과 구별되어야 진정한 토양형을 판정할 수 있다.

- D층 (Hard rock)

○ D층은 기암층(Parent rock)이다.

- 기타 토양 층위의 표기방법

○ (A)층: 미성숙 A층으로 A층화되어 가고 있는 토양층이다. 미성숙토양(Immature soils)인 미숙토양과 침식토양에서 흔히 볼수 있다.

○ AB층, AC층: A층과 B층 또는 A층과 C층의 전이층(Transitional horizon)으로 A층과 B층, A층과 C층의 성질이 각각 반반씩인 층이다.

○ G층(Gray horizon): 배수 불량한 임지에서 지하수의 영향으로 철(Fe)이 국부적으로 산화하여 황색과 적색의 반철(Ironpan)이 형성되거나 침전물이 형성되어 결핵(Concretion)이 형성된 토양층으로 Gley soil에서 자주나타난다. 출현하는 토양층과 함께 Ag, Bg층 등으로 나타낼수 있다.

○ 매몰토(埋沒土)

원래의 토양위에 새로운 토양이 쌓여서 형성되는 토양 단면이다. 매몰에 의하여 덮여진 상부의 토양이 오랜세월에 걸쳐 토양화 작용에 의하여 A, B층이 형성되었을 경우에는 상부토양의 A층은 A^1층으로 B층은 B^1으로 기재하며 원래의 토양은 기존방식에 의하여 층위에 따라 A층, B층, C층 등으로 표기한다.

※ 토양층위 구분은 토양색(Soil colour), 토양구조(Soil structure)와 함께 토양형(Soil type)을 결정하는데 중요한 인자이므로, 구분에 신중을 기하여야 한다.

■ 토색(Soil colour)

토색은 토양의 성질(이,화학적성질) 또는 토양생성과정을 파악하는데 중요한 인자의 하나이다. 특히 토양층위의 구분과 토양형(Soil type)판단에 중요하다.

○ 토색은 착색재료(유기물,무기물)에 의하여 지배되나 그밖에 착색재료의 함유량, 함수량, 토성, 모암, 통기성등에 의하여 다르게 된다.

○ 토양의 착색재료는 부식(유기물)과 무기물인 철(Fe), 석회(CaO), 망간(Mn), 석고, 점토, 규토(규산)등이며 이들이 나타내는 색갈은 대체적으로 다음과 같다.

- 유기물: 흑색, 갈색, 회백색, 암갈색, 회색, 암회색
- 철(Fe): 적색, 등색, 황색, 갈색, 녹색, 청회색
- 석회(CaO): 백색, 황백색
- 망간(Mn): 흑백색, 갈색, 적흑색
- Al, 규산(Sio_2): 백색

○ 지각을 구성하고 있는 암석의 구성광물을 조암광물(Rock forming minerals)이라고 하며 주요 조암광물은 석영(Quarts), 장석류(Folspaths), 운모류(Micas), 각섬석류(Amphybole group), 휘석류(Pyroxene group), 감람석류(Olivine group)등 (6대조암광물)이며 모든 광물의 90%이상을 차지하고 있는 이들 광물의 일반적인 색깔은 다음과 같다.

- 석영,장석: 무색, 백색(무색광물, 규산염광물)
- 운모, 감섬석, 휘석, 감람석: 흑색 ~ 갈색(유색광물, 철고토광물)

※ 이들 광물도 토색에 영향을 준다.

○ 표토가 황색인 것은 적색인 것 보다 생성이 오래되고 풍화가 진행된 것을 뜻한다.

○ 적색토양은 철(Fe)이 많고 대체적으로 이화학적 성질이 불량하며 유효인산 함량이 부족한 것이 보통이다.

○ Munsell의 토색분류법에 의한 토색별 색상(Hue)

· 흑(Black): 2.5YR, 5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y

· 갈(Brown): 7.5YR, 10YR

- 갈황(Brownish yellow): 10YR
- 암갈(Dark brown): 7.5YR, 10YR
- 암회(Dark gray): 2.5YR, 5YR, 7.5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y
- 암회갈(Dark grayish brown): 10YR, 2.5Y
- 암오리브(Dark olive): 5Y
- 암오리브회(Dark olive gray): 5Y
- 암적(Dark red): 10R, 2.5YR
- 암적갈(Dark reddish brown): 2.5YR, 5YR
- 암적회(Dark reddish gray): 10R, 5 YR
- 암황갈(Dark yellowish brown): 10 YR
- 농암적(Dusky red): 10R, 2.5YR
- 담회(Gray): 2.5YR, 5YR, 7.5YR, 10 YR, 2.5Y, 5Y
- 회갈(Grayish brown): 10YR, 2.5Y
- 명갈(Light brown): 7.5YR
- 명갈회(Light brownish gray): 10YR, 2.5Y
- 명회(Light gray): 5YR, 7.5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y
- 명오리브갈(Light olive brown): 2.5 Y
- 명오리브회(Light olive gray): 5Y
- 명적(Light red): 10R, 2.5YR
- 명적갈(Light reddish brown): 2.5YR, 5YR
- 명황갈(Light yellowish brown): 10 YR, 2.5Y
- 오리브(Olive): 5Y
- 오리브갈(Olive brown): 2.5Y
- 오리브회(Olive gray): 5Y
- 오리브황(Olive yellow: 2.5Y, 5Y
- 담갈(Pale brown): 10YR
- 담오리브(Pale olive): 5Y
- 담적(Pale red): 10R, 2.5YR
- 담황(Pale yellow): 2.5Y, 5Y
- 분홍(Pink): 5YR, 7.5YR
- 담회(Pinkish gray): 5YR, 7.5YR
- 적(Red): 10R, 2.5YR
- 적흑(Reddish black): 10R
- 적갈(Reddish brown): 2.5YR
- 적회(Reddish gray): 10R, 5YR
- 적황(Reddish yellow): 5YR, 7.5YR
- 진갈(Strong brown): 7.5YR
- 농암갈(Very dark brown): 10YR
- 농암회(Very dark gray): 2.5YR, 5 YR, 7.5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y
- 농암회갈(Very dark grayish brown): 10YR, 2.5Y
- 농암적(Very dusky red): 10R, 2.5 YR
- 담갈(Very pale brown): 10YR
- 담적(Weak red): 10R, 2.5YR
- 백(White): 5YR, 7.5YR, 10YR, 2.5Y, 5Y
- 황(Yellow): 10YR, 2.5Y, 5Y
- 황갈(Yellowish brown): 10YR
- 황적(Yellowish red): 5YR

4. 맺는말

토양조사는 조사목적에 따라 조사내용이 다르게 된다. 지형,경사도, 모암 등 GIS관련자료는 토양조사자료가 없더라도 수치지형도, 수치임상도, 수치지질도 등 기초자료를 이용하여 얼마든지 산정.활용할수 있다. 그러나 토양형, 토심, 토성, 토양층위, 토양구조, 토양수분상태, 토양색 등 토양에 관한 정보는 토양조사자료가 없이는 이용이 불가능하다.

현재 조사내용(항목)이 한정되어 있기 때문에 조사결과의 활용에도 한계가 있다. 토양조사결과의 활용범위를 넓히기 위해서는 보다 세밀한 조사내용(항목)이 점차 추가되어야 하며 각종 토양시료 분석결과도 추가되어야 한다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 조사내용(항목)의 다소 보다도 조사가 얼마나 정확하게 실시되느냐가 활용도를 넓히는데 가장 중요하다 하겠다.

□ 참고문헌

○ 농촌기술연구소. 1983. 한국토양총설(토양조사자료13). 농촌진흥청

○ 박천서. 조성진. 1983. 신제토양학 향문사

○ 정인구. 1975. 비배임업

○ 현병근. 2007. 우리나라 토양분류체계와 토양특성. 농업과학기술원 토양관리과

○ Henry D. Foth. 1978. Fundamentals of soil Science (Sixth Edition)

○ K.A. Armson. 1979. Forest soils: properties and processes. University of Toronto press Toronto Buffalo London

○ Nyle C. Brady. 1974. The nature and prperties of soils (8th Edition)

○ Raymond W.Miller, Royl. Donahue. 1990. Soils (An introduction to soils and plant growth. sixth edition)

○ U.S. Department of Agricultur. 2002. Soil survey Manual. University Press of the Pacific

○ William L. Pritchett. 1979. Properties and Management of Forest soils

○ 日本 林業技術協會. 1983. 日本の森林土壤

○ 河田弘. 1989. 森林土壤學概論. 博友社

기술정보

목재펠릿 현황과 전망

이 수 민
국립산림과학원 바이오에너지연구센터

1. 들어가며

바이오에너지는 바이오매스를 이용하여 생산하는 에너지를 일컫는다. 바이오매스란 지구 상에 존재하는 모든 유기체를 지칭하기 때문에 자연에 존재하는 모든 유기물질은 바이오매스라고 말할 수 있다. 그 중 우리가 일반적으로 일컫는 바이오매스는 광합성을 통해 대기 중의 이산화탄소를 체내에 축적하는 식물계 바이오매스를 의미한다. 바이오매스가 지구환경에 중요한 영향을 미치는 것은 광합성을 통해 대기 중의 이산화탄소를 흡수하기 때문에 기후변화 협약에서 다루어지는 6종의 주요 온실가스 중 하나인 이산화탄소 농도를 낮출 수 있기 때문이다.

육상에 존재하는 바이오매스의 대부분은 산림에서 나오는데 지구의 바이오매스 총 축적량은 18,410억톤으로 추정되고 있으며, 산림에는 축적량의 90%인 16,500억톤의 바이오매스 축적되어 있는 것으로 추정된다(IBP 보고). 이를 에너지량으로 변환하면, 현재 매장되어 있는 석유에너지의 7배 수준 달하는 것으로 알려져 있다. 이와 유사하게 IRENA(2008)는 바이오매스가 지구 총에너지 소비량의 20배에 달하는 잠재력을 지니고 있다고 보고한 바 있다. 무엇보다 바이오매스를 바이오연료로 변환하여 에너지 분야에 이용하였을 때에는 연소 시에 대기 중의 이산화탄소 농도를 변화시키지 않는 것이다. 이는 다시 광합성을 통해 이산화탄소가 바이오매스 내에 축적되기 때문이다(그림 1).

최근 기후변화에 대한 우려, 바이오매스의 에너지화에 대한 관심 증가는 IPCC가 인정하는 온실가스의 최대 흡수처인 산림바이오매스 분야로 이어지고 있다. 2008년



그림 1. 바이오에너지와 이산화탄소의 순환

저탄소 녹색성장 선언과 발맞추어 바이오매스의 산림바이오매스의 에너지화에서 빠른 속도로 성장하고 있는 분야가 목재펠릿이다. 바이오에탄올과 같은 바이오연료 제조에 비해 쉬운 공정과 바이오매스가 가지고 있는 수율이 높기 때문이다. 쉬운 생산공정, 저렴한 생산 비용, 과거에 비해 균일화된 연료 특성으로 인해 21세기에 들어서면서 세계적으로 중요한 연료 자원으로 인정받고 있다.

목재펠릿은 제조 공정에서 분쇄, 건조, 성형 그리고 포장이라는 4개 분야로 나뉘어 진다. 요약하여 설명하면, 톱밥크기로 분쇄된 목재는 건조기에서 함수율 10%내외로 건조되고 지름 6mm정도의 작은 구멍에서 온도와 압력을 통해 압착되어 펠릿 형태로 생산된다. 이후 다양한 규모로 포장되고 소비자에게 운송된다. 목재펠릿은 건조상태에서 발열량이 4,500kcal/kg 수준이며, 함수율을 10% 미만, 회분은 0.5%~1.0%를 유지하게 된다. 임산업에서 그간 이용되지 못했던 산림부산물을 효과적으로 이용할 수 있다.

여기서는 최근 시장규모가 빠르게 확대되고 있는 목재펠릿의 현황과 향후 전망에 대해 논의해보고자 한다.

2. 목재펠릿 세계 시장 동향

현재 세계 목재펠릿 시장은 급격한 성장기에 있다고 말할 수 있다. 이러한 배경에는 유럽 목재펠릿 산업의 급격한 증가를 예로 들 수 있는데, 2006년 유럽 목재펠릿 사용량은 5백만톤 수준이었으나, 금년에는 13백만톤으로 두 배 이상 증가할 것으로 예측되고 있다. 목재펠릿의 주요 소비처는 나라가 처한 상황에 따라 다르지만, 가정용 난방연료로 사용하는 것과 더불어 대형 화력발전소에서 전력생산을 위해 사용하는 경우도 있다. 유럽 목재펠릿 주요 생산국은 독일과 스웨덴으로 2008년 각각 연간 1,400천톤의 목재펠릿을 생산하였다. 그 뒤를 이어 오스트리아와 이탈리아가 각각 650천톤 수준의 목재펠릿을 생산하였으며, 벨기에, 핀란드, 에스토니아, 프랑스, 폴란드 등의 국가가 각각 300천톤 수준의 목재펠릿을 생산하였다. 유럽 내 목재펠릿 생산 설비의 수는 약537개소로 국가별로는 목재펠릿 생산업체는 스웨덴에 90여개 업체가 분포함으로서 유럽 내 가장 많은 생산업체를 보유하고 있으며, 다음으로 이탈리아가 75곳, 프랑스 60곳, 독일 50곳 등으로 뒤를 이었다. 국가간 목재펠릿의 활발한 교역으로 인해 생산량과 생산 능력이 일치하지 않는 경우가 있음을 알 수 있다. 유럽 내 전체 생산 능력은 13,470천톤 수준이었으나, 생산량은 약 6,530천톤으로 평균 목재펠릿 생산 설비 가동율은 48.5%수준으로 평가되었다. 이는 목재펠릿의 지속적인 보급 확대를 위해서는 설비 가동율 증가에 따른 생산량 증가가 중요한 요인으로 작용할 것으로 예상되며, 이를 뒷받침

하기 위해서는 원료 공급의 안정성 확보와 시장 기능의 활성화를 위한 정책 개발이 요구된다.

2008년 목재펠릿의 주요 소비국은 스웨덴, 덴마크, 네델란드, 이탈리아, 벨기에, 독일 등이었으며, 유럽 국가들이 처한 상황에 따라 목재펠릿의 생산과 소비가 일치하지 않음을 명확히 알 수 있다. 이는 목재펠릿 생산과 더불어 이용처가 증가하여 해외로부터 수입하는 것을 의미하는데, 이와 관련하여 몇몇 국가의 예를 살펴보면, 오스트리아의 총생산능력은 1,000천톤 수준이나 2008년 약 630천톤을 생산하여 63% 수준의 설비 가동율을 보였다. 오스트리아 생산업체 25곳의 평균 생산 설비 용량은 연간 평균 40천톤 규모로 추정된다.

국제 목재펠릿 시장에서 신흥 생산자로 부각되고 있는 국가들이 있다. 이들은 풍부한 산림 자원을 바탕으로 공격적으로 목재펠릿 생산 시장에 뛰어들고 있다. 2005년 이들은 가장 빠른 발전을 하고 있는 국가로 미국과 캐나다를 들 수 있다. 미국은 2009년 목재펠릿 생산 용량으로 세계 최대로 연간 400만톤을 생산할 수 있는 설비를 갖추고 있다. 이에 더하여 캐나다는 200백만톤의 생산 설비를 보유하고 있어 목재펠릿 생산 시장의 판도를 바꾸고 있다. 특이할 점으로 목재펠릿의 향후 전망에 대한 예측에서는 최근 독일과 미국에 설립되고 있는 목재펠릿 생산 설비 중 연간 50만톤 규모의 생산 설비를 갖춘 업체들이 생겨나고 있다. 좋은 예로 2008년 4월부터 가동을 시작한 Green Circle Bio Energy 사가 플로리다 주 코튼데일에 설립한 연간 56만 톤의 목재펠릿 생산설비를 2008년 4월부터 가동을 시작하였다.

이미 성숙된 시장을 보유하고 있는 유럽과 달리 아시아의 목재펠릿 산업은 이제 성장기에 들어서고 있는 것으로 보인다. 일본은 1980년대 초반부터 목재펠릿 산업을 시작하였으나, 원유가격 하락과 경기침체 등으로 성장이 멈추어 있던 상태였으며, 21세기에 들어선 이후에 새로이 성장을 시작하였다. 현재 일본에는 약50개의 펠릿 생산 설비가 있으나, 목재펠릿 산업 특성상 소규모로 이루어지고 있어, 약 10만톤의 생산 설비를 갖추고 있다. 일본의 신재생에너지 의무발전제도(RPS, Renewabl Portfolio Standard)가 도입된 이후에 발전분야에서 석탄 사용을 줄이기 위해 간사이전력에서는 목재펠릿을 석탄과 혼소하여 발전하는 시험을 진행한 바가 있으며, 이러한 노력은 점차 확대되어 가고 있는 상태이다. 최근 일본 목재펠릿 시장에서 대규모 목재펠릿 설비가 증가하고 있는 것은 이러한 시장 상황을 반영한 것이라 할 수 있다〈표 1〉.

중국은 목재펠릿 분야에서는 후발주자이나 빠른 속도로 성장하고 있다. 중국의 재생에너지 중장기 발전계획에서는 2010년 연간 100만톤 규모의 바이오매스이용에서 2020년까지 연간 5000만톤까지 이용량을

표 1. 연도별 RPS 의무비율

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
의무비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

증가시키는 계획을 추진하고 있다. 아직 중국에 분포하고 있는 정확한 목재펠릿 제조 공장 통계는 나와 있지 않으나, 2008년 기준으로 중국내 생산설비가 102곳으로 파악되고 있으며, 생산량은 20만톤 정도이었던 것으로 분석되고 있다. 시장이 빠르게 성장하고 있어 바이오매스 자원 확보 경쟁이 벌어질 것으로 생각되며 향후 바이오매스 원료의 안정적인 확보를 위해 우리나라의 해외 자원에 대한 관심이 필요한 시기이다.

3. 국내 목재펠릿 시장 동향

국내 목재펠릿 시장은 현재 시장 초기단계로 2009년부터 태동되기 시작하였다. 2008년 하반기에 지식경제부의 지원을 받아 (주)건조기술에서 군산에 목재펠릿 제조 설비를 마련한 것이 시초이다. 2009년부터 산림청의 목재펠릿 제조 설비 지원사업이 시작되면서, 국내 제조 설비 수는 꾸준히 증가하여 왔다. 산림청의 지원 사업을 통해 금년 말까지 완공을 앞두고 있는 설비는 총 8개소이며, 민간투자를 통해 5곳의 펠릿 제조 설비가 들어섰다. 모두 완공되어 정상 가동되면 연간 생산 가능량은 168,000톤에 이를 것으로 판단된다.

생산 설비의 지원과 맞물려 수요 창출을 위한 노력도 동시에 진행되어 왔다. 산림청에서 시장 초기에 주요 수요처로 생각한 부분은 가정용 난방 부분이었다. 농산촌에서 사용되고 있는 기름보일러를 목재펠릿으로 대체할 경우 수요가 급격히 늘어날 것이라고 판단한 것이다. 이를 위해 2009년 산림청 지원사업으로 3,000대의 목재펠릿 보일러를 보급하였으며, 금년에는 4,000대로 그 양을 늘렸다. 금년 상반기에 이미 63%가 설치된 것으로 파악된다. 다만, 현재 유통되고 있는 목재펠릿의 가격, 품질과 초기 보급되었던 보일러의 성능 저하 문제로 인하여 소비자의 신뢰와 선호를 획기적으로 상승시키는데는 문제가 있었던 것으로 평가된다〈표 2〉

표 2. 공급인증서(REC) 가중치

전원	구분	가중치	대상전원(기준안)
신 · 재생 일반	1군	0.5	LFG, 폐기물,
	2군	1.0	육상풍력, 수력, 바이오매스, RDF
	3군	1.5	조력 I
	4군	2.0	연료전지, 지열, 해상풍력, 조력 II

목재펠릿 보일러 이용자들 중 약 73%는 목재펠릿 사용에 대하여 만족감을 나타냈다. 동시에 가장 많은 요구사항은 목재펠릿의 가격 인하였다. 목재펠릿이 지니고 있는 에너지량을 비교하였을 때, 목재펠릿은 대략 경유의 53%, 등유의 76% 수준의 가격으로 예상된다. 초기 해외 저급 목재펠릿의 유통과 국내 목재펠릿 보일러의 성능 저하로 열효율, 잦은 고장으로 AS 발생, 보일러 제조 업체의 영세성등으로 자리잡고 있던 불만들이 최근 조사되고 있는 목재펠릿 보일러 소비자들에게서는 품질과 성능 향상으로 긍정적인 방향으로 바뀌어 가고 있음을 확인할 수 있다. 현재 유통되고 있는 목재펠릿의 소비자 도착 가격은 390원/kg 수준으로 평가되고 있으며, 생산 업체간의 공급 경쟁과 설비수의 증가로 근거리 지역으로부터 목재펠릿 공급, 그리고 정부의 보급 확대를 위한 정책 개발등을 통해 가격이 하락할 수 있을 것이라 예상된다.

향후에는 목재펠릿 수요자를 가정용 난방 보일러에서 연중 목재펠릿을 사용하는 중대형 보일러로 확대하기 위해 공공시설에 대한 목재펠릿 보일러 보급이 확대될 것이다. 이는 가정용 보일러보다 사용량, 사용기간 등이 증가하고 보일러에 전문 관리자가 배치되기 때문에 가정용 보일러에서 발생할 수 있던 많은 문제점들이 좀 더 쉽게 해결될 수 있을 것으로 예상된다.

4. 국내 목재펠릿 시장 전망

국내 목재펠릿 시장은 향후 확대일로에 놓여 있다고 생각된다. 우선은 시설원예

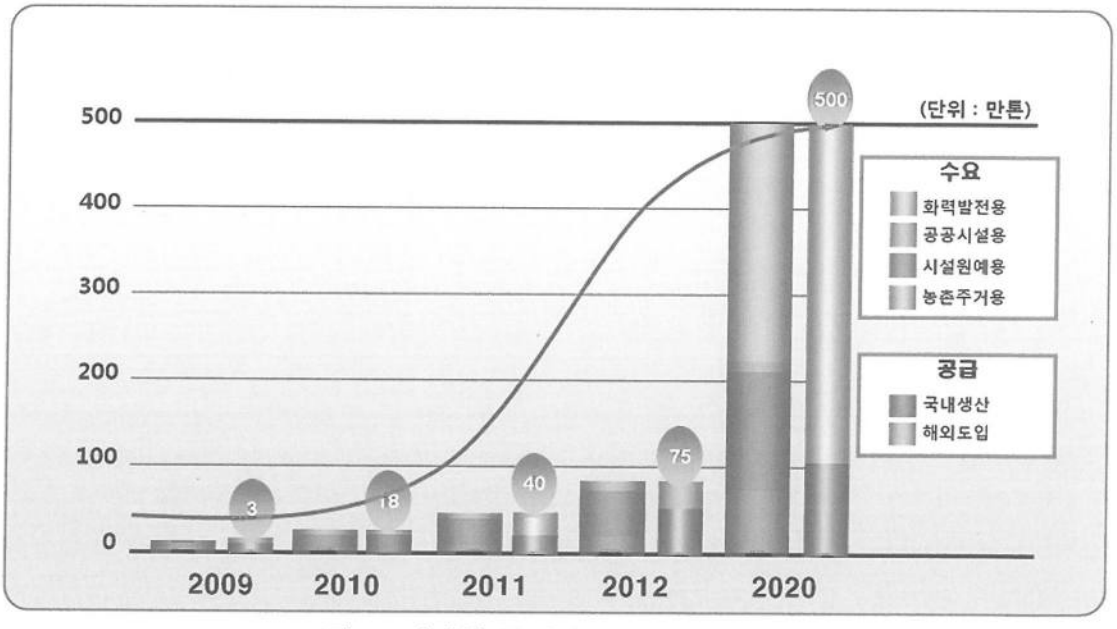


그림 2. 산림청 목재펠릿 수요 공급 전망

부분에서의 목재펠릿 보급이다. 이 시장은 국내 중대형 목재펠릿 이용 온풍기 및 보일러 시장 확대에 중요한 기폭제로서 작용할 것으로 예상된다(그림 2).

또 다른 한가지 국내 목재펠릿 시장의 판도를 바꾸어 놓을 수 있는 거대한 시장이 현재 태동기에 있다. 바로 우리나라의 신재생에너지 의무발전제도(RPS)의 시행이다. 우리나라의 전력시장에서 RPS 시행은 거대한 시장이 새롭게 형성된다는 것을 의미한다. 정부에서는 2012년부터 2.0%를 시작으로 2022년까지 10%수준으로 RPS를 도입하기로 결정하였다. 이는 산림청의 목재펠릿 공급 목표에는 국내 발전시장을 염두에 두고 2020년까지 국내 목재펠릿 사용량을 500만톤 규모로 설정하였다. 목재펠릿 발전 시장 도입은 이용량과 지속성으로 인해 목재펠릿 산업이 우리나라 에너지 기간 산업 중 하나로 발돋움 할 수 있는 기회를 제공할 것이다.

5. 마치며

목재펠릿은 임업 및 임산업을 통해 생산되는 부산물을 이용하는 산업으로 시작되었다. 에너지 분야에 있어 전망이 매우 밝다고 생각하는 것도 사실이다. 그러나, 산을 사랑하고 목재를 공부해 온 저자의 개인적인 생각으로는 목재펠릿이라는 작은 알갱이가 우리나라 임업 및 임산업을 모두 크게 일으키는 구심점이 되었으면 하는 바램이다.

기술정보

기후변화에 따른 수목병 발생 동향

김 경 희
국립산림과학원 산림병해충연구과

지난 100년 동안 지구의 평균기온은 0.74℃ 상승하였고 향후 2100년까지 평균기온은 1.4~5.8℃, 해수면은 9~88cm가 올라갈 것으로 예측하고 있다(IPPC, 2007). 우리나라도 1912년 이래로 지구온난화와 도시화 효과로 평균기온이 1.5 상승하였고 강수량도 다소 증가하였다. 이는 우리나라의 기후가 20세기 초에 비해 상대적으로 기온도 높고, 강수량도 많아지고 있음을 보여주고 있는 것이다. 특히 여름철보다는 겨울철의 최저기온이 크게 상승하였고 강수의 횟수보다는 집중호우의 발생 증가로 강수량이 증가하였다.

기후변화는 산림생태계에도 크게 영향을 끼쳐, 산림식생대의 분포가 달라지고 생물의 다양성이 변하고 있다. 또한 가뭄으로 인한 산불과 폭우로 인한 산사태 발생증가 그리고 새로운 아열대성 산림병해의 발생빈도 증가와 함께 병해의 발생형태 및 발생률도 달라질 것으로 예상하고 있다.

기후변화는 수목병에 대하여 3가지 요인에 직접적인 영향을 미칠 것으로 보고 있다. 여기서 3가지 요인은 병원체의 활성, 기주의 활력, 그리고 기주와 병원체의 상호작용으로 구분지울 수 있다. 병원체의 활성, 기주의 활력에 대한 피해예측(모델)은 비교적 간단하여 온도, 습도, 복사열 등에 대한 기주나 병원체의 반응을 이론적 증거자료로 제시할 수 있을 것으로 보고 있으나 실제적으로는 잠재적 기후변화 효과를 모델화하는 작업은 아주 어렵다고 한다. 또한 기후변화에 적응하는 병원체의 잠재력에 대하여는 거의 알려져 있지 않고 매우 복잡한 경향을 나타내므로 기주와 병원체의 상호작용에 관하여 기후변화의 영향을 예측하는 것은 더욱 더 어렵다.

현재 우리나라에서 문제가 되고 있는 수목병을 기후변화와 관련하여 분석하면 기후온난화로 인한 새로운 병원체의 유입과 확산, 기주쇠약으로 의한 병해 발생 증가, 기후온난화로 한대 병해 고지대화로 구분지울 수 있다.

1. 기후온난화로 인한 새로운 병원체의 유입 및 확산

기후온난화로 우리나라에 새롭게 유입되거나 따뜻한 지역에 분포한 병들이 북상하여 확산하고 있다.

1월 평균기온이 0℃이상인 지역에 발생

하여 아열대성 병으로 잘 알려진 소나무류의 푸사리움가지마름병(*Fusarium circinatum*)은 1996년 리기다소나무에 처음 발견되어 현재는 거의 전국에 확산되었을 뿐만 아니라 토착종인 곰솔에 피해가 증가하고 있어 토착화가 우려 되고 있다.

또한 참나무시들음병(*Raffaelea quercus-mongolicae* sp. nov.)은 2004년에 우리나라에서 처음 발견되었고 2008년에는 290천여 그루에 피해를 주어 산림생태계를 크게 위협하고 있다. 참나무시들음병의 매개충인 광릉긴나무좀이 속하는 *Platypus*속은 남방계로 관주되고 있고, 병원곰팡이는 25~28℃에서 생육이 가장 양호하므로 기후온난화로 매개충이나 곰팡이의 생육이 수월해져 발생한 가능성이 있는 것으로 추정한다.

1988년 부산에서 처음 발생 확인된 소나무재선충병(*Bursaphelenchus xylophilus*)은, 2005년에는 강릉과 동해지역의 소나무림, 2006년 12월에는 중부지역의 잣나무림에도 재선충병이 확인되어 피해가 북상하였다. 또한 지구온난화로 매개충인 솔수염하늘소의 북상과 잣나무림에 분포하는 북방수염하늘소와의 조우로 더 큰 피해 발생 가능성을 우려하고 있다.

가. 소나무류 푸사리움가지마름병

(1) 병원균 : *Fusarium circinatum*

(2) 기 주 : 리기다, 리기테다, 테다, 곰솔, 버지니아소나무(미국: 슬래쉬소나무, 라디에다소나무, 테다소나무, 버지니아소나무 등, 일본: 유구소나무)

(3) 피 해

푸사리움가지마름병은 1946년 미국 플로리다에서 최초로 발생이 보고되었으며, 미국의 캘리포니아 지역의 라디에타소나무림으로 확산되면서 발생면적 920만ha, 감염율 85%, 고사율 25%이라는 막대한 피해를 주고 있다. 이 병의 피해는 2~3년생의 어린 나무에서부터 직경 30cm 이상의 큰 나무까지 말라죽으며, 밀식된 조림지에 피해가 심하다. 병원균의 병원성은 대단히 높다고 보고되어 있고, 피해가 심한 임지에서는 많은 나무가 일시에 고사한다. 병원균은 바람이나 우박과 같은 기후적인 원인에 의한 상처, 나무좀류 · 바구미류 등의 해충에 의한 상처 또는 기계적인 상처 등을 통하여 침입한다.

(4) 병 징

주로 1~2년생의 가지가 말라죽으며, 심한 경우에는 줄기까지 침입한다. 가지, 줄기, 구과 등의 감염부위로부터 송진이 흘러 흰색으로 굳어져 있는 것이 전형적인 특징이다. 피해를 받은 가지는 변재부까지 송진이 침투되어 갈색-짙은 갈색으로 변색되고, 때로는 많은 양의 송진이 흘러 줄기의 1m 이상을 덮는 경우도 있다. 아주 드물게 가지의 엽흔이나 구과표면에 분홍색의 균퇴가 형성된다.

(5) 방제방법

산림청 4차 기본계획에 명시되어 있는

것처럼 리기다소나무 임분은 장기적으로는 경제수종으로의 수종갱신 대상이며, 심한 피해를 받은 나무는 주간부까지 송진이 침착되어 목재의 이용가치가 상실되므로 피해도가 "심"인 임지는 수종갱신을 추진하면서 벌채 산물을 조기 이용하는 방안을 강구하고, 피해가 약한 임지는 간벌 및 병든 가지 제거작업을 실시하여 수세강화를 도모하면서 병원균의 밀도를 떨어뜨리는 것이 푸사리움가지마름병 방제의 기본전략이다.

가) 피해도 "심"인 임분(감염율 51% 이상)은 수종갱신, 혹은 조기벌채 이용

나) 피해도 "중"(감염율 20~50%)과 "경"(감염율 20%이하) 임분은 강도의 위생간벌을 실시하고 병든 가지를 제거하여 수세를 강화시키고 피해확산을 억제시킨다.

- 숲 가꾸기와 연계하여 경관유지 및 건강한 숲 관리 차원으로 추진한다.
- 작업에 필요한 기구는 베노밀수화제나 베노밀 · 클로로탈로닐수화제로 수시 소독하고 병든 가지는 반드시 임내 공한지 또는 임외로 반출한 후 소각하거나 파쇄하여 매몰 또는 소각한다.
- 방제작업은 병원균 활동시기(봄~가을)를 피하여 겨울에 실행한다.

다) 고속도로 · 국도, 사적지 · 묘역, 주택가 등 주요지역은 경관보전을 위해서 살균제 테부코나졸 유탁제(25%)로 나무주사를 추진한다.



사진 1. 리기다소나무 푸사리움가지마름병

- 3월에 흉고직경 10cm당 원액 5mℓ를 주사한다.

나. 참나무시들음병

(1) 병원균 : *Raffaelea quercus-mongolicae* sp. nov.

(2) 매개충 : 광릉긴나무좀(*Platypus koryoensis*)

(3) 기 주 : 참나무류(주 피해는 신갈나무), 서어나무

(4) 피 해

2004년 처음 발생한 병해로 전국적으로 일제조사를 실시한 결과, 참나무류 중 주 피해수종은 신갈나무이며 대경목에 주로 발생하였다. 피해 규모는 줄기에 매개충인 광릉긴나무좀의 침입공이 있는 나무가 10,250여 그루, 그 중 고사본수는 900여 그루

인 것으로 밝혀졌다. 피해 분포는 서울 · 경기 · 강원 · 전라북도의 18개 시 · 군으로 나타났으며, 주 피해지역은 경기도 성남시, 의정부시, 남양주 등을 비롯한 경기지역이었다. 한편 2005년도의 피해는 2004년도에 발생된 주변지역에서 주로 나타났으나 새롭게 강원도 원주, 양구, 인제, 홍천, 고성 및 충북 월악산에도 피해가 발견되었으나 심각한 피해나 급격한 증가는 보이지 않았다.

그러나 2006년에는 서울, 경기, 강원, 충남북, 전북, 경남북지역의 66개 시군에서 194천그루, 2008년에는 289천그루의 감염목이 발생하여 전국적으로 크게 확산된 추세로 나타났다. 이러한 결과를 볼 때 본 병해는 한반도 중북부지역을 중심으로 하여 동시다발적으로 발생하면서 전국적으로 확산 중에 있는 것으로 판단되어 추후 피해 증가가 우려된다.

(5) 병 징

매개충이 5월 초부터 나타나 참나무로 들어가며, 피해를 받은 나무는 빠르면 7월 말경부터 빨갛게 시들면서 말라죽기 시작하여 8~9월에는 고사목을 쉽게 볼 수 있고, 고사목은 겨울에도 잎이 지지 않고 붙어있다. 고사목의 줄기와 굵은 가지에는 매개충이 침입한 천공이 많이 있고, 침입공 부위와 땅가에는 목재배설물이 많이 분비되어 있어 쉽게 판별이 가능하다. 고사목 주변에는 직경 1mm정도의 매개충 침입천공이 있는 참나무가 다수 분포하고 있어 어느 정도 높은 밀도로 가해를 받아야 고사되는 것으로 추정된다. 또한 고사목을 횡단으로 잘라보면 변재부는 매개충이 침입한 갱도를 따라 불규칙한 암갈색의 변색부가 형성되어 있으며, 이 변색부는 병원균에 의하여 변색된 것으로 도관으로 수분이 이동되지 않아 죽는 것으로 밝혀져 있다.

(6) 방제법

가) 소구역 모두베기

- 대상지 : 참나무시들음병 피해지 중 벌채산물의 수집 반출이 가능한 구역
- 시기 : 벌채, 집재, 반출은 11월~3월
  산물활용은 매개충이 우화하기 전인 다음해 4월 말까지 완전처리
- 방법 : 산림소유자가 관할 시 · 군 · 구에서 입목벌채허가를 받아 피해지역의 참나무류 입목을 소구역 모두베기 실시, 벌채산물은 숯 · 칩 · 톱밥 생산업체에 공급하여 산물활용. 벌채구역은 5 ha 이하로 하는 것을 원칙

나) 벌채훈증

- 대상목 : 소구역 모두베기가 어려운 피해지역의 고사목, 1.5m이상의 피해목
- 시기 : 춘기에는 4월 말까지, 추기에는 11월 말까지 완료
- 방법 : 매개충의 피해를 받은 줄기 가지 부위를 1m길이로 자르고 가급적 $1m^3$으로 쌓은 후, 메탐소듐 액제(25%)를 $1m^3$당 1 ℓ를 골고루 살포하고 비닐로 밀봉하여 훈증처리하며, 2개월 이내에는 비닐에 상처가 없도록 관리한다.

지역 여건에 따라서 1m³이 안될 경우에는 재적을 환산하여 훈증약제를 적정량 살포하고 밀봉, 그루터기도 같은 처리를 한다.

- 춘기에는 약량을 기준량의 반량(0.5ℓ) 사용
- 훈증용 비닐 두께는 반드시 0.05mm이상을 사용하고 경고문을 부착

다) 지상약제 살포

- 대상목 : 피해도 「경」인 감염목 및 발생구역내 전체 신갈나무
- 작업시기 : 우화 최성기인 6월 초·중순 전후
- 작업방법 : 성충 우화 최성기인 6월 중순을 전후하여 페니트로티온 유제 50%를 500배로 희석하여 10일 간격으로 3회 정도를 나무줄기에 흠뻑 뿌려준다.

라) 유인목 설치

- 설치개소 : ha당 10개소 내외로 설치, 현지여건을 감안하여 탄력적으로 적용
- 실행방법 : 피해목 중 매개충의 침입흔적이 없는 부위를 1m 간격으로 절단하여 햇볕이 잘 드는 장소에 우물정자 모양으로, 1m 높이로 4월중에 설치
- 유인목은 매개충 침입이 끝나는 10월경에 훈증처리, 소각, 파쇄 등으로 현지 여건을 감안하여 방제처리(훈증은 메탐소듐 액제 25% 사용)

마) 끈끈이트랩 설치

- 설치개소 : 방제성과를 높일 수 있는 개소
- 사업시기
  - 설치 : 매개충의 우화 최성기인 6월중 설치
  - 회수 : 설치후 40~50일 후 회수 (접착력이 45일 정도 유지됨)
- 준비물 : 롤트랩, 코팅장갑, 핸드타카, 칼, 전정가위 등
- 실행방법
  - 대상목의 주변을 정리한다(트랩설치에 방해물 제거).
  - 끈끈이 롤 트랩(양면에 접착력인 소재)를 매개충의 침입흔적이 있는 높이까지 감되 가장 효과적인 높이는 1.5m임.(현지여건에 따라 탄력적으로 적용)
  - 롤 트랩을 감은 작업은 현장 여건을 감안하여 상단에서 하단으로 또는 하단에서 상단으로 롤 트랩을 감아준다(하단에서 상단으로 감으면 내부에 물이 덜 들어감).

다. 소나무 재선충병

(1) 병원균 : *Bursaphelenchus xylophilus* Nickle

(2) 매개충 : 솔수염하늘소(*Monochamus alternatus*)
북방수염하늘소(*M. saltuarius*)

(3) 기 주 : 소나무, 곰솔, 잣나무

(4) 피 해



사진 2. 참나무시들음병

1988년 부산 동래구 금정산의 소나무에서 처음 보고되어 1999년엔 365ha의 소나무림에 24,992본의 감염목이 발생되었다. 18년이 지난 2006년 현재 발생 및 피해 집계에 따르면 전국 8개도 54개 시·군·구에서 7,871ha의 소나무 임지에서 발생되었고 피해목 제거 본수는 1,368,527본에 달한다. 2006년 12월에는 처음으로 잣나무림에서 피해목이 발생되기도 하였다. 이러한 피해는 소나무재선충을 보유한 매개충이 나무와 나무 사이로 이동하면서 나무의 신초를 후식할 때 소나무재선충이 나무 조직 내부로 침입 및 증식하여 발생한다. 소나무재선충은 나무 조직 내로 들어가 곰팡이 등을 먹이로 삼으며, 줄기, 가지, 뿌리 속을 상하좌우로 자유롭게 이동이 가능하다.

(5) 병 징

소나무재선충은 목질내의 세포 속에 서식하여 뿌리로부터 올라오는 수분과 양분의 이동을 방해하여 솔잎부터 시들어 말라 죽게 한다. 특히 잎이 우산살 모양으로 아래로 쳐지는 것이 특징이며 빠르면 1개월 만에 잎 전체가 갈색으로 변하면서 나무를 죽인다. 솔수염하늘소에 의한 침입공과 탈출공으로 소나무재선충 감염 가능성을 파악할 수 있으며 침입공은 타원형이며 탈출공은 5~7mm정도로 원형이다. 목질부로부터 성충이 탈출하는 시기는 5월 중순~7월 하순까지이며 6월 중순에 가장 많이 출현한다.

(6) 방제

가) 벌채훈증

고사목은 베어서 1~2m^3 크기로 쌓아 나무위에 메탐소듐 액제(25%)를 피해목 1m^3당 1ℓ씩 뿌리고 약제투입 후에는 신속히 비닐로 밀봉하여 훈증하거나 소각한다.

나) 항공약제 살포

솔수염하늘소 성충 발생시기인 5월~7월 사이에 페니트로디온 유제(50%) 또는 티아클로프리드 액상수화제(10%)를 ha당 물 33ℓ, 약제 1ℓ로 희석하여 3회 이상 중복하여 항공 살포한다.

다) 나무주사

예방으로는 1~3월달 감염우려지역의 건전한 나무줄기에 드릴로 직경 6mm 내외, 깊이 9cm 정도의 구멍을 뚫고 주입병을 이용하여 아바멕틴 유제(1.8%) 또는 에마



사진 3. 소나무재선충병(잣나무)

맥틴벤조에이트 유제(2.15%)를 주입한다. 또한 위생간벌을 통하여 피해확산 우려지역의 고사목, 피압목 등을 제거하여 매개충 서식지 및 매개충의 밀도를 낮추고, 임목밀도가 높은 건전지역에 실시하여 수세쇠약목이 발생하지 않도록 한다.

2. 기주쇠약으로 의한 병해 발생 증가

기온이 상승하게 되면, 우리나라가 속해 있는 북반구의 식생대는 남에서 북으로, 저지대에서 고지대로 이동하게 된다. 한계선에 위치한 수목이나 생태적으로 불합리한 조건에 들어간 수목은 활력에 큰 영향을 받을 것이고, 이로 인하여 병발생의 유인이 되는 경우가 증가하고 있다.

소나무류에 발생하는 피목가지마름병은 일반적으로 뿌리발육이 부진한 장소의 소나무류에 만성적인 가지마름병을 일으키나 가을철 건조 등으로 나무가 스트레스를 받았을 때는 집단적으로 가지 및 줄기를 죽이는 병으로 잘 알려져 있다. 우리나라에서는 1989년, 1998년에는 잣나무에 집단피해를 준 사례가 있고, 2002년에는 일부 지역이지만 소나무에 가지마름 피해를 주었다. 특히, 2007년 봄에는 97천여 그루의 잣나무가 서울, 경기, 강원, 충남, 충북의 넓은 지역에서 집단적으로 고사하여 문제가 되었다. 2007년 봄의 잣나무 고사는 전년가을의 가뭄과 겨울철의 이상고온이 유인이 되어 발생한 것으로 분석되었다. 지구온난화로 가뭄과 겨울철의 온도 상승이 현실적으로 발생하고 있고, 한대수종인 잣나무도 충분히 스트레스를 받을 수 있으므로 피목가지마름병은 앞으로 충분히 문제가 될 수 있는 병으로 분석하고 있다.

또한 2006년에는 남부지역의 밤나무가 집단 고사하는 피해가 나타나 병원균을 분리 동정한 결과, *Phytophthora katsurae*에 의한 역병으로 확인되었다. 이 균은 우리나라에서는 처음 발견되었지만 *Phytophthora*속은 가뭄 증가 및 수목의 스트레스로 쇠약해져 있을 때 병원체가 잘 침입하는 것으로 알려져 있으므로 기상이변과 함께 유입, 발생하였을 가능이 있는 것으로 분석한다.

*Armillaria*속에 의한 아밀라리아뿌리썩음병 또한 수분 스트레스 혹은 다른 요인에 의해 나무가 약해져 있는 상태에서 발생하여 나무를 죽게 하는 것으로 알려져 있다. 침활엽수를 기주로 하는 이 병이 최

근 잣나무에 자주 확인이 되고 있어 남방한계선에 위치한 잣나무의 특성 상 앞으로 크게 문제가 될 수 있는 병이다.

가. 소나무류 피목가지마름병

(1) 병원균 : *Cenangium ferruginosum* Fries

(2) 기주 : 소나무, 곰솔, 잣나무

(3) 피 해

이 병은 북반구 소나무류에서 흔히 발생되는 병해의 하나로 알려져 있으며, 일반적으로는 햇볕이 잘 들지 않아 수세가 쇠약하거나 뿌리발육이 부진한 장소에서 일부 가지가 죽는 피해를 준다. 그러나 때때로 이상적인 가뭄이나 동해 등 환경적 요인에 의하여 수세가 약해진 나무의 가지 및 줄기로 병원균이 이동하여 집단 발생하기도 한다.

본 병원균에 의한 심각한 피해 발생 사례는 외국에서도 다수 보고되어 있으며, 우리나라에서는 1989년, 1998년, 2002년, 2007년, 2009년의 봄에 집단고사하는 피해가 발생하였다. 집단발생하는 경우에는 지속적으로 병이 발생하는 것이 아니고, 가을철의 이상건조와 겨울철의 이상고온이 겹치는 해에 발생되는 것으로 분석되었으며 이듬해 피해는 급격히 감소하는 경향이었다.

(4) 병 징

초봄부터 가지의 분지점(分枝點)을 경계로 일부 가지가 적갈색으로 변하면서 죽고 경계부위에는 송진이 약간 흐른다. 초기에는 수피에 뚜렷한 증상이 나타나지 않기 때문에 칼로 수피를 얇게 벗겨보아야 피해를 확인할 수 있다. 수피를 벗겨보면 병든 부위의 경계가 뚜렷하고 죽은 부위에는 검은색의 점(병원균의 미숙한 자실체)이 다수 형성되어 있다. 집단적으로 대발생한 경우에는 가지의 병반이 줄기까지 확대되어 병환부가 줄기를 일주하게 되면 형성층이 죽으면서 윗부분은 죽게 된다. 죽은 나무는 2차적으로 소나무좀 등이 가해를 한다. 4월경이 되면 수피를 뚫고 균체가 외부로 노출되므로 육안으로도 병을 확인할 수가 있다.

(5) 방 제

식재밀도를 적절히 유지하고, 감염은 주로 장마철에 포자가 비산하여 이루어지기 때문에 장마시기 전에 병발생 예찰을 통하여 고사한 나무와 병든 가지를 잘라 태운다. 병이 발생하지 않은 곳에서는 죽은 가지제거 등 무육 및 간벌을 임분 구조에 맞게 주기적으로 실시한다. 도시 가로수 또는 공원 등의 조경용 소나무의 경우 배수 및 비배관리를 철저히 실시하여 나무의 수세를 강건하게 유지시킨다.

나. 밤나무 잉크병

역병균에 의하여 발생하는 밤나무의 피해는 줄기에 잉크 같은 검은 액을 흘리는 특징에 의하여 잉크병이라고 이름 붙여져 있다. 우리나라에서는 *P. cambivora*가 병



사진 4. 피목가지마름병 피해지 (잣나무, 영월 주천, 2007)



사진 5. 수피밑에 형성된 검은 돌기

원균으로 기록되어 있으나 실제적인 피해에 대한 보고는 없다. 2006년 남부지역의 밤나무 피해지에서 *P. castaneae*를 발견하였고 병원성을 가지는 것으로 확인되었다.

(1) 병원균 : *Phytophthora castaneae*

(2) 병징 및 표징

주로 5~6년생 이상의 성목(成木)에 발생한다. 땅가부위로부터 약 1m의 높이 사이, 특히 지상 10~30cm 부근의 줄기에 많이 발생하여 발생부위를 부패시켜 나무를 죽인다. 병환부에서 검은 수액이 흘러나오고 특이한 발효냄새를 낸다. 병환부는 감염부분에서 상방과 옆으로 확대되고 목부 내에도 진전하여 수침상으로 짙은 색깔을 띤다.

(3) 생 태

밤나무 잉크병의 발생만 확인한 단계이므로 생태학적으로 연구되지 못한 부분이 많으나 토양전염에 의해 병이 발생되는 것으로 확인되었다. 주로 온화하고 습한 기후에서 잘 자라기 때문에 봄부터 늦가을까지 나무를 감염시킬 수 있을 것으로 추정한다.

(4) 방제법

병든 나무는 발견 즉시 잘라서 소각하며, 병든 나무가 다른 지역으로 이동되지 못하도록 한다.

다. 아밀라리아뿌리썩음병

(1) 병원균 : *Armillaria* spp.

(2) 기주 : 수목

소나무, 잣나무, 낙엽송, 삼나무, 편백, 자작나무, 전나무, 참나무, 느티나무, 뽕나무, 벚나무, 오동나무, 포플러, 오리나무류, 밤나무, 호두나무, 사과, 배나무, 복숭아나무, 포도나무, 무화과 등



사진 6. 밤나무 잉크병



사진 7. 밤나무 잉크병 병징(잉크모양)

(3) 피 해

이 병은 산림(천연림, 인공림), 과수원, 뽕나무 등에 많이 발생하며 침엽수, 활엽수 모두를 침해하는 매우 다범성인 병해로서, 피해목의 뿌리와 뿌리목 부위를 침해하여 수목을 고사시킨다. 최근 경기도 및 강원도 지역의 잣나무조림지에서 발생하고 있다.

(3) 병징 및 표징

병에 걸린 나무는 봄에 잎이 피지만 6월경부터 가을에 걸쳐서 잎 전체가 서서히 노랗게 변하고 이어서 갈색으로 말라죽는다. 나무는 말라 죽어도 잎은 떨어지지 않고 오랜 동안 붙어있는 경우가 많다. 진단 특징으로는 3가지 방법이 있으며, 1) 병든 나무의 뿌리목부위를 벗겨보면 수피와 목질부사이의 형성층에 버섯냄새가 나는 흰색의 균사 층이 나타나는데 균사가 확산된 부위는 부채꼴모양(mycelial fan)으로 나타난다. 2) 침해된 뿌리에는 갈색-검은 갈색의 가늘고 긴 실 모양 또는 비늘 모양의 근상균사속(rhizomorph)이 형성된다. 이 균사속은 처음에는 병든 나무의 수피의 밑에 만들어져 하얀 실 모양을 나타내지만 나중에 수피가 썩으면 皮目을 통하여 뿌리 표면으로 나온다. 피해가 심한 임지의 표토 층에는 근상균사속이 넓게 퍼져있다. 3) 지역에 따라 약간의 차이가 있으나 8~10월에 뽕나무버섯을 발생시킨다. 버섯은 병든 나무의 뿌리나 뿌리목부위의 줄기에 1~수개가 무리지어 나타난다.

(4) 방제법

병원균의 자실체는 발견 즉시 제거하고 병든 뿌리는 뽑아서 태우며, 병든 식물의 주위에 깊은 도랑을 파서 균사가 전파되는 것을 방지한다. 병 발생 임지는 수년간 벼과작물을 재배하며, 클로로피크린, 이유화탄소등의 토양소독제로 소독하고, 석회를 시용하여 토양을 가급적 알카리성으로 개



사진 8. 아밀라리아뿌리썩음병 외부증상



사진 9. 수피 밑에 형성된 균사막

량한다. 피해발생지 및 지형, 토질이 이 병 발생에 적합한 장소(예; 石礫地, 건조지, 강수량이 적은 곳)는 조림을 피한다.

3. 기후온난화로 한대 병해 고지대화

잣나무는 소나무와 함께 우리나라에서 가장 많이 조림하고 있는 수종이다(2006년 전체 조림면적 중 26%, 산림청). 이렇게 많이 심어진 잣나무에 가장 치명적인 병은 잣나무 털녹병인데 병원균인 *Cronatium ribicola*는 아시아의 시베리아원산으로 알려져 있다. 병 발생 장소는 해발이 높은 곳으로 갈수록 발병률이 높게 나타나 특히 1,000m 이상의 산정부에서 높은 발병률을 나타내는 것으로 연구되어 있다. 우리나라에서의 잣나무 털녹병의 발생은 꾸준한 방제효과로 1978년 4,064ha를 고비로 점차 감소하다가 1998년에는 발생보고 "0"로 전혀 발견되지 않았으나, 2001년부터 다시 작은 면적이지만 해발 약 1,000m이상의 임지에서만 발생하고 있다. 또한 소나무류에 잎떨림병균을 일으키는 *Lophodermium* 속은 춥고 건조한 히말라야지역 원산으로 알려져 있다. 잣나무 잎떨림병은 15년생 내외의 어린 잣나무림에서 흔하게 발생하였던 병이나 최근에는 해발 1,000m 이상의 일부 고산지역에서만 관찰된다. 현재도 많은 잣나무가 계속 조림되고 있으므로 해

발이 낮은 지역에는 많은 면적의 어린 잣나무림이 있고, 저해발 지역에 잣나무 털녹병이나 잎떨림병이 관찰되지 않는 것은 지구온난화로 인한 한대 병원균의 고지대화라고 볼 수 있다.

이와 같이 기후변화는 대체적으로 나무의 건강에는 유해한 것 같고 문제를 야기시키는 것으로 분석된다. 세계적으로 유행하여 문제가 되고 있는 Dutch elm disease, *Phytophthora ramorum*에 의한 Sudden oak death 등은 기후온난화 및 세계화로 우리나라의 산림과 자연생태계를 위협할 가능성이 충분히 있으므로 여러 분야에서 대처하는 것이 바람직하다고 생각한다.



기술정보

유비쿼터스와 산림

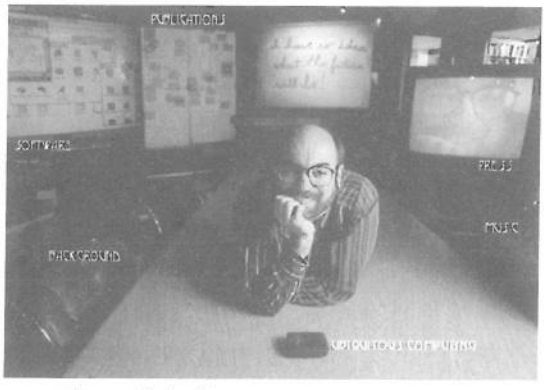
김 경 민
국립산림과학원

1. 유비쿼터스란?

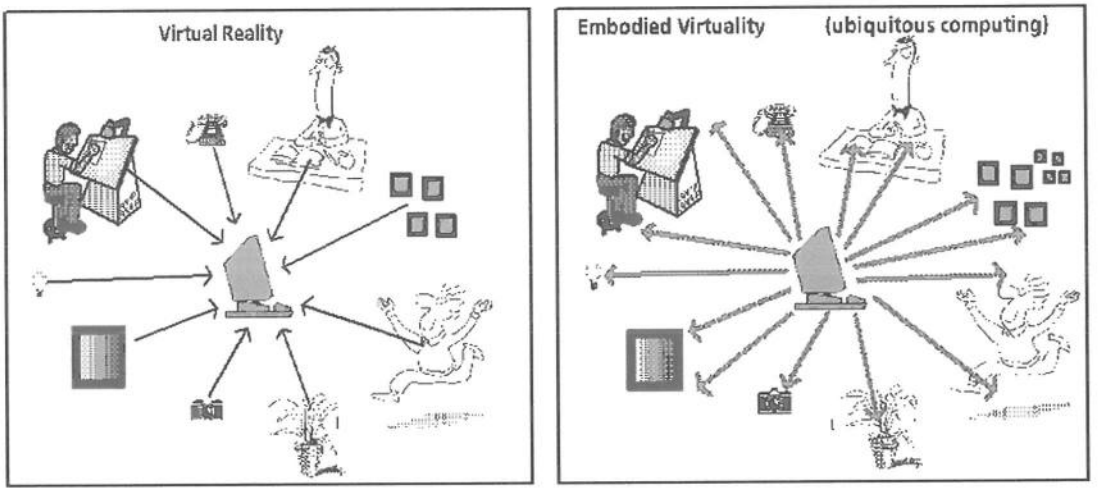
네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 유비쿼터스 라이프(ubiquitous life)는 먼 미래의 일이 아니라 이미 우리 생활 속에 스며들고 있다. RFID 출입카드로 아파트 현관을 열고 RFID 칩이 내장된 교통카드로 지하철을 타거나 RFID 태그를 가방에 부착한 초등학생들이 안전하게 등하교를 했는지 보호자에게 문자정보로 알려주고 고속도로 톨게이트에서 하이패스로 신속하게 통과하며 심지어는 공 안에 삽입된 RFID 태그의 위치를 추적하여 잃어버린 골프공을 찾는 등 적용된 기술이 무엇인지 구체적으로 인식하지 않았을 뿐 곳곳에 유비쿼터스 기술이 적용되고 있다.

이젠 일반화된 단어인 '유비쿼터스'란 과연 무슨 뜻일까? 언제 어떻게 사용되기 시작하였으며 어떤 철학을 담고 있는 것일까?

유비쿼터스(ubiquitous)는 라틴어에 어원을 두고 있는데 '동시에 언제, 어디에나 신은 존재하는'이란 의미의 라틴어 'ubique'에서 유래한 단어로 시간과 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 네트워크에 접속하여 다양한 정보통신 서비스를 활용할 수 있는 환경을 뜻한다(www.ubiq.com/weiser). 1974년 네덜란드의 한 세미나에서 MIT 대학 미디어랩 창립자인 세계적인 석학 니콜라스 네그로폰테 교수가 "우리는 유비쿼터스적이고 분산된 형태의 컴퓨터를 보게 될 것입니다. 아마 컴퓨터라는 것이 장난감, 아이스박스, 자전거 등 가정 내 모든 물건과 공간에 존재하게 될 것입니다"라고 언급하면서 지금의 유비쿼터스 컴퓨팅 철학에 대한 초석을 제안하였다. 이러한 유비쿼터스 개념을 새로운 패러다임으로 발전시킨 사람은 미국 Zerox PARC(Palo Alto Research Center)의 마크 와이저 박사로 1988년에 '어디에서든지 컴퓨터에 엑세스할 수 있는 세계'를 지



마크 와이저(www.ubiq.com/weiser)



가상현실과 유비쿼터스 컴퓨팅의 비교(www.ubiq.com)

칭하는 말로 '유비쿼터스 컴퓨팅'을 사용하였다. 이는 컴퓨터 관련 기술이 생활 구석구석에 스며들어 있음을 뜻하는 '퍼베이시브 컴퓨팅(pervasive computing)'과 같은 개념이다.

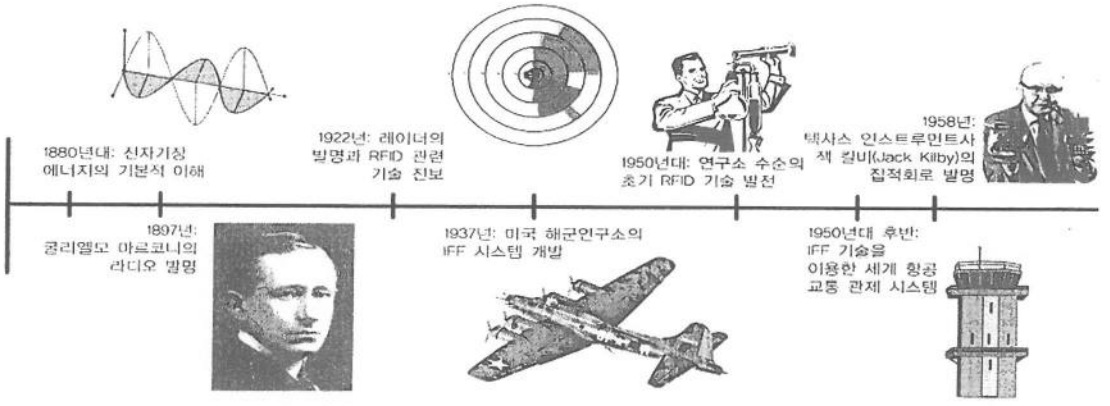
위 그림은 유비쿼터스 컴퓨팅의 특성을 잘 나타낸 것으로 가상현실(virtual reality)은 물리공간에 있는 많은 사물들을 전자공간(cyber space)에 접목시키는 반면 유비쿼터스 컴퓨팅은 전자공간을 현실세계(물리공간)에 접목시킨다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 전자공간이 아닌 현실세계에서 네트워크에 연결된 컴퓨터를 의식하지 않고 어디서나 사용가능하게 해준다. 즉 집 밖에서 손목시계를 통해 인터넷에 접속해 날씨를 확인하고 집안의 난방기를 원격조정한다. 슈퍼마켓에서 여러 가지 물건을 산 뒤 RFID 리더기가 부착된 계산대를 통과하면 일일이 점원이 계산하지 않더라도 총계가 나오고 핸드폰으로 바로 결제한다. 스마트 냉장고는 태그가 부착된 우유의 유통기간을 인식해서 이를 알려주며 떨어진 음식 재료를 요청한다. SF 영화에서나 나올 법한 이러한 시나리오는 서서히 진행되고 있는 유비쿼터스 라이프의 한 단면이다. 지금까지 우리 인류의 발전을 한발 앞서서 예견한 건 SF 영화감독들의 무한한 상상력에서 비롯되었다 해도 과언이 아니지 않은가?

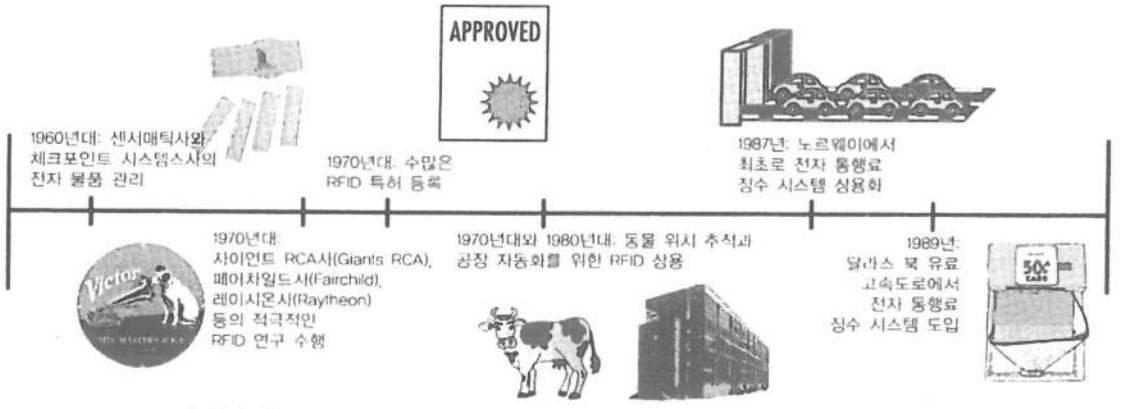
2. 가장 오래된 신기술, RFID

유비쿼터스의 핵심 기술인 RFID(Radio Frequency IDentification)는 최신 기술이라고 하지만 실은 이미 오래전부터 알려진 기술이다. RFID는 각종 사물에 소형 칩을 부착해 사물의 정보와 주변 환경 정보를 무선 주파수로 전송 · 처리하는 비접

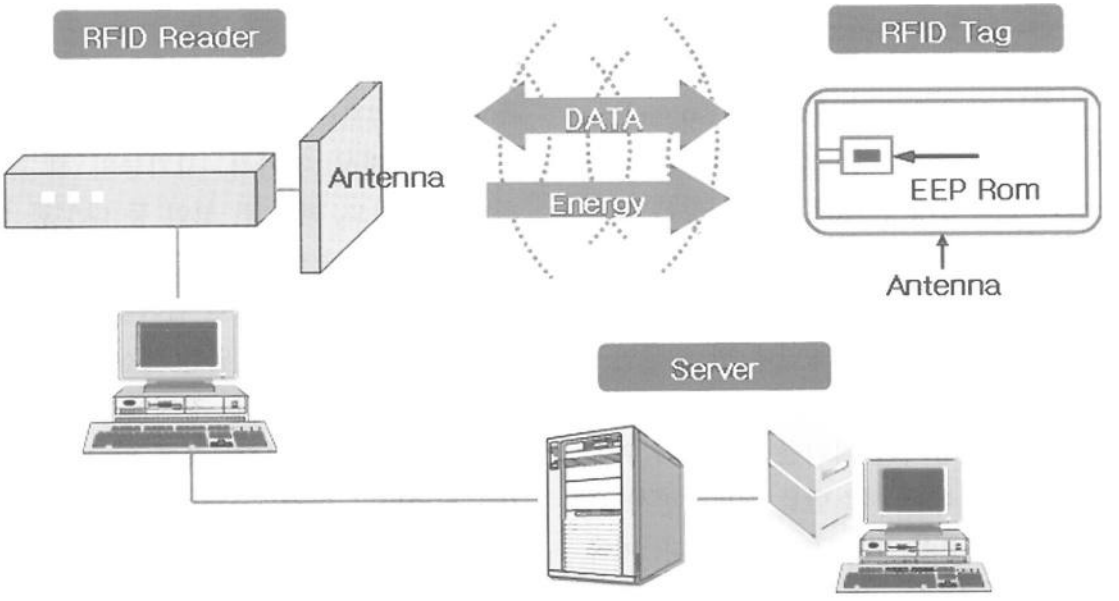
촉 인식시스템을 뜻한다(한국 RFID/USN 협회, 2008). RFID의 바탕이 되는 기술은 굴리엘모 마르코니(Guglielmo Marconi)가 라디오를 발명한 1897년까지 거슬러 올라가게 된다. RFID 기술은 무선 전파의 송수신을 통해 다양한 데이터를 교환하는 라디오 방송과 동일한 물리법칙을 이용하기 때문이다. 1930년대 미 해군연구소(NRL, Naval Research Laboratory)에서 연합국 항공기와 적기를 구별하기 위한 아군기-적기 식별 시스템을 개발하면서 초기 RFID 기술이 개발되기 시작했다. 미국 월마트의 물품 관리와 국방부 군수품 관리를 위해 RFID를 적용한 사례가 확산의 기폭제가 되었으며 1990년대 들어 무선기술이 발전하면서 저가격, 고기능의 태그가 개발되고 카드, 레이블, 코인 등 다양한 형태의 제품이 출시되었다. 이러한 오래된 기술인 RFID가 21세기로 접어들어 유비쿼터스 환경을 구현하기 위한 핵심기술로 활용되면서 신문이나 전문 잡지에 자주 등장하게 되었고 많은 사람들에게 익숙한 용어가 되었다. 아래 그림은 현재까지의 RFID 기술의 발전을 보여준다.



초기의 RFID 기술(사람 모라드푸 외, 2005)



1960년대부터 1990년대까지 RFID 기술의 발전(사람 모라드푸 외, 2005)



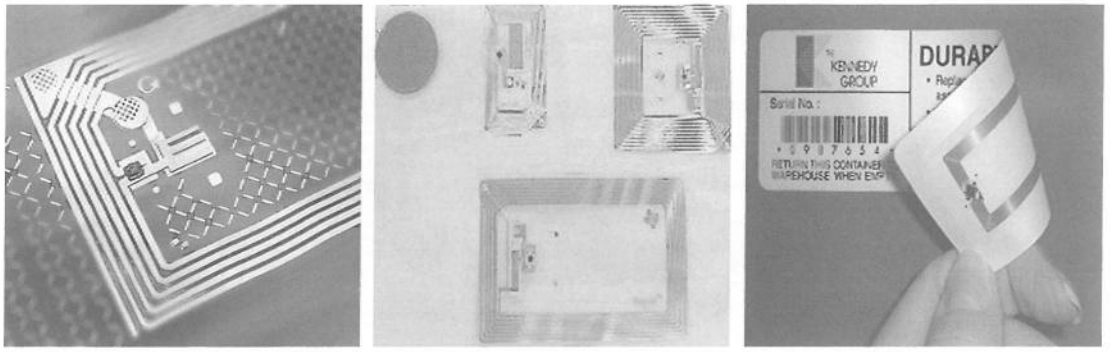
RFID 시스템 구성 요소

RFID는 원거리에서도 인식이 가능하고 여러 개의 정보를 동시에 판독하거나 수정할 수 있으며 현재 유통분야 뿐만 아니라 물류, 교통, 보안, 환경, 가전 분야 등으로 적용범위가 확대되고 있다. RF를 이용하여 자동인식을 수행하는 RFID는 기존의 바코드의 단점을 보완할 수 있으며, 내구성, 내환경성, 방수성, 내열성 측면에서 다른 인식 시스템과 차별성을 가진다.

일반적인 RFID 시스템 구성요소는 사물에 부착하는 식별장비인 태그(tag 또는 transponder), RFID 태그를 인식하고 태그에 저장된 정보를 읽을 수 있는 리더기(reader 또는 interrogator), 리더기와 서버 사이에서 최적화 정보를 필터링하는 미들웨어 소프트웨어, 리더기로부터의 정보를 수신하여 특정 목적의 응용프로그램을 수행할 수 있는 호스트로 구성된다.

■ 태그

태그는 리더와 전자기 에너지 교환에 의해 동작을 하며, 배터리를 사용하는 능동형(active) 태그와 배터리를 사용하지 않는 수동형(passive) 태그로 나눌 수 있다. 종래에는 인식 거리가 짧은 125kHz, 13.56GHz용 저주파 태그가 주류를 이루었으나, 현재는 인식거리가 수 미터에 달하는 900MHz, 2.45GHz 대역 등 고주파 대역의 다양한 태그들이 출현되고 있다. RFID 태그에는 IC 칩과 안테나가 내장되어 있고, 칩 내의 기억 장치에는 인증번호(ID code)와 기타 데이터를 기억해 두기 위한 장소, 그리고 판독기로부터 신호를 받아서 태그 내의 자료를 보내기 위한 기억 장소가 있



다양한 형태의 태그

다. 태그의 기억 장치 용량은 보통 8bit~16kbit 정도가 보편화되어 있는데 RFID 태그에 기록하는 정보는 도입 목적과 활용 방법에 따라 다르다.

태그의 구분 방식은 전원유무에 따라서 능동형 및 수동형 태그로 구분된다.

① 능동형 태그 : 태그 내에 배터리가 내장된 태그로 태그에서 전파를 방출하므로 리더가 멀리 떨어져 있어도 인식이 가능하다. 능동형 태그는 가격이 높고 배터리가 수명을 다하면 작동이 불가능하다. 일반적으로 배터리의 수명은 1~7년 정도이다.

② 수동형 태그 : 태그 내에 배터리가 없는 수동형 태그는 능동형 태그와는 반대로 리더와 태그의 통신거리는 짧지만 별도의 배터리가 필요하지 않아 반영구적인 사용이 가능한 장점이 있다.

RFID는 주파수 대역별로 인식속도와 인식거리, 다중 태그의 인식 성능 등에 차이가 있으며 응용분야에 따라 적절한 주파수의 RFID 시스템을 적용해야 한다. 대역별로 다음과 같은 특징이 있다.

① 저주파 대역(LF, low frequency): 통신거리가 짧고, 태그의 크기가 크며, 인식속도가 느린 특정 물질을 투과하며 인식성능은 다소 우수하다.

② 고주파(HF, high frequency)와 극초단파(UHF, ultra high frequency) 대역 : 인식속도가 빠르고, 태그의 가격이 저렴하며, 다중태그의 인식 및 인식거리등에 유리하여 유통 물류 분야를 중심으로 사용이 활발하다. 특히 433MHz 대역과 2.45GHz 대역은 능동형 표준이 사용되어 매우 먼 거리에서도 인식이 가능하며, 위치확인을 위한 용도로도 사용되는 RTLS(Real Time Location System) 등의 기술이 있다.

■ 리더

RFID 리더는 태그의 정보를 읽어내기 위해 태그와 송 · 수신하는 기기이며, 태그에서 수집된 정보를 네트워크로 전송하는 기능을 한다. 또한 안테나 성능 및 주변 환경에 의해 인식 거리, 인식 정확도가 영향



다양한 형태의 RFID 리더

을 받아 적용 범위가 제한되는 특성이 있다. RFID 리더는 일반적으로 RF부와 디지털부로 나누어진다. RF부는 송신부와 수신부로 구성되어 있으며, 900MHz UHF 대역의 리더인 경우 ISO 18000-6이 규정하는 프로토콜에 따라 태그에 명령을 내리고 반사되어 돌아온 RF신호를 복조하여 태그의 정보를 찾는 기능을 수행한다. 국내 대표적인 업체들로 LS산전, 미네르바 코리아, 세연테크놀로지, 유컴테크놀로지, 햄펙스 등이 있다.

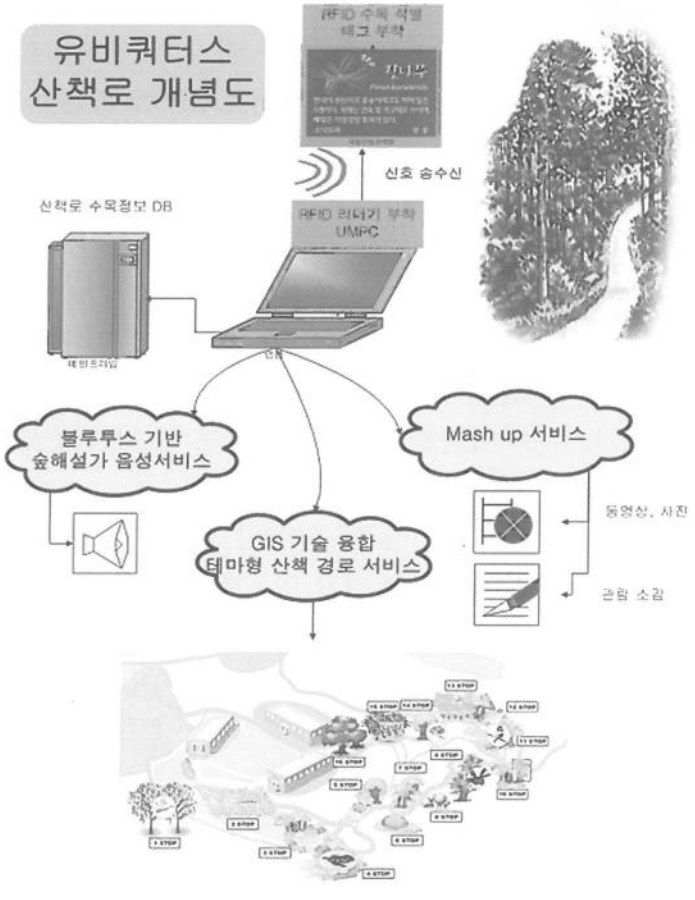
3. 산림부문 RFID 응용 연구

지금까지 RFID는 환경 변이가 심하지 않은 실내 환경에 주로 적용되어 왔다. 실외라 하더라도 유통센터, 컨테이너 야적장 등 인프라 구축이 가능한 환경에서 적용이 시도되었다. 그렇다면 여름의 폭염과 장마, 겨울의 폭설과 추위에 그대로 노출되어 있고 네트워크 구현에 제약이 있는 산림에 과연 RFID 기술이 적용될 수 있을까? 사실 이러한 제약 조건 때문에 타 분야에 비해 산림부문에 적용은 그리 활발하지 못했다. 이에 국립산림과학원에서는 산림환경에서 RFID의 인식률에 대한 실증실험을 통해 그 적용타당성을 검토하였다. 이를 토대로 산책로에서 주변 수목의 정보를 개인단말기로 제공받을 수 있는 「유비쿼터스 산책로 서비스」, GPS와 RFID 기술을 융합하여 국가산림자원조사의 고정표본점 위치를 정확히 찾아내고 실시간으로 조사정보를 갱신할 수 있는 「GPS/RFID 활용 국가산림자원조사 현지조사시스템」 등 산림에서의 RFID 응용 서비스를 시범 개발하게 되었다.

■ 유비쿼터스 산책로

호기심 많은 아이들과 함께 산책을 하다 보면 부모들은 곤혹스럽다. "이 나무는 어떤 열매가 열려요? 먹을 수 있나요? 꽃은 언제 펴요? 색깔은 어때요?" 도감도 안 가져 왔고 숲 해설 시간도 아닐 경우에는 수목 라벨에 적힌 나무 이름, 꽃 이름만 알려

주는 것이 다반사이다. 또한 일반적인 음성 안내기는 일일이 해당 라벨번호를 입력해야하는 번거로움이 있고 단조로운 음성 위주의 정보를 제공하는 형태였다. 이러한 아쉬움을 해소하고자 국립산림과학원에서는 언제 어디서든 간편하게 멀티미디어 수목정보를 실시간 서비스할 수 있도록 「유비쿼터스 산책로」 개발에 착수하였다. 현재 홍릉수목원에는 종비나무, 백송, 음양고비, 고비, 개쉬땅나무, 잣나무, 스트로브 잣나무, 조팝나무 등 모두 8종의 RFID 수목 라벨이 설치되어 있다. 라벨에 설치된 태그는 900MHz UHF 대역대의 수동형 태그로 별도의 전원공급을 필요로 하지 않으며 반영구적이다. 인식거리는 1m 이내인데 긴 인식거리보다는 주변의 RFID 라벨이 동시에 인식되지 않도록 라벨 배치 간격을 고려하여 최적 인식거리를 선정하였다. RFID 리더기가 부착된 UMPC(Ultra Mobile PC)를 수목 라벨에 가까이 가져가면 별도의 조작 없이도 배경음악과 함께 해당 수목에 대한 다양한 사진과 텍스트



유비쿼터스 산책로 개념도



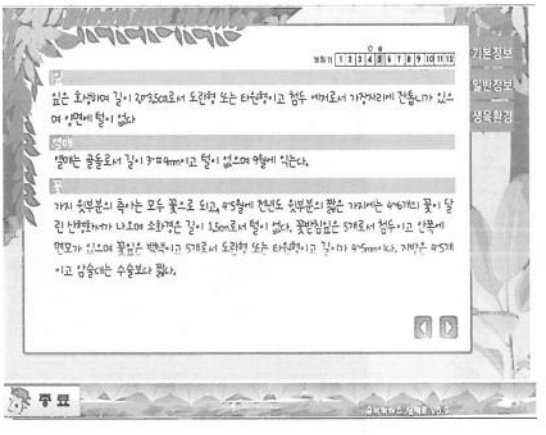
RFID 태그가 부착된 수목라벨



UMPC를 수목라벨에 가까이 가져가면 상세정보가 서비스 된다.



유비쿼터스 산책로 서비스 단말기
(RFID리더기가 부착된 UMPC)



서비스 화면 예시

및 음성정보가 실시간으로 서비스된다. GPS가 내장된 UMPC와 디지털지도 등을 활용한 GIS 기술 기반의 「테마형 산책 경로 서비스」, 수목원 관람객이 직접 찍은 사진, 동영상 및 관람소감 등을 디지털 지도에 등록하여 함께 공유할 수 있는 「매쉬업 서비스」 등 보다 다양한 유비쿼터스 서비스로 확대 개발할 계획이다. 이러한 유비쿼터스 생태환경 체험학습 서비스 모델은 현재 국토해양부에서 신성장동력 사업으로 추진 중인 U-시티의 아파트 단지 내 조경 시설이나 가로수 등에 대한 수목 정보 서비스 및 유비쿼터스 공원 서비스 모델로 활용될 수 있을 것이다.

■ GPS/RFID 융합기술 기반 국가산림자원조사 현지조사시스템

국가산림자원조사(National Forest Inventory, NFI)는 전국의 산림을 대상으로 약 4,000개의 고정표본점을 4km 간격으로 배치하여 임분현황/입목/벌근 · 고사목 · 피해목/산림식생(치수 · 초본식생)/토양탄소 등을 조사한다. 현재 5차 NFI(2006~2010)에서는 GPS로 표본점 원점에 대한 위치를 확인한 후 위치표식입목에 표찰을 달고 지주나 테이프를 활용하여 표본점 위치를 표시하고 있다. 조사요원은 야장에 수기로 표본점의 약도를 그리고 조사 항목을 기록한 후 사무실로 돌아가 전산 입력을 수행한다.

이러한 기존의 방법에는 몇 가지 문제가 따른다.

첫째, 현재 고정표본점 원점 탐색 시 GPS를 이용하고 있으나 수목 울폐도가 높은 곳, 계곡 등에서는 수신율이 좋지 않기 때문에 이에 대한 대안이 필요하다. 또한, 차기 조사 시 조사요원이 동일한 표본점에 방문하고 원점의 위치를 정확하게 확인했는지를 검증하기가 쉽지 않고 표본점 약도는 말 그대로 대략적으로 기록하므로 차기 조사 시 정확한 표본점의 원점 위치를 판

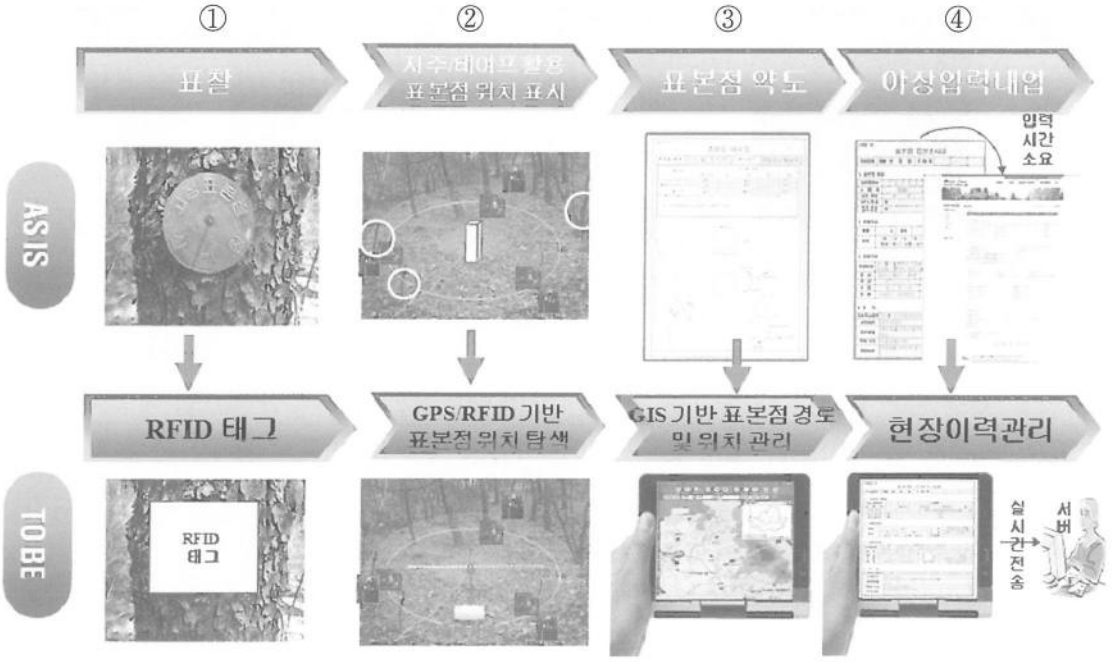
독하기에는 어려움이 따른다.

둘째, 5차 NFI 시 선정된 표준목에 대해서는 별도의 표시를 하지 않았기 때문에 차기 조사 시 다른 표준목이 선정될 소지가 있으므로 일관된 측정의 어려움이 예상된다.

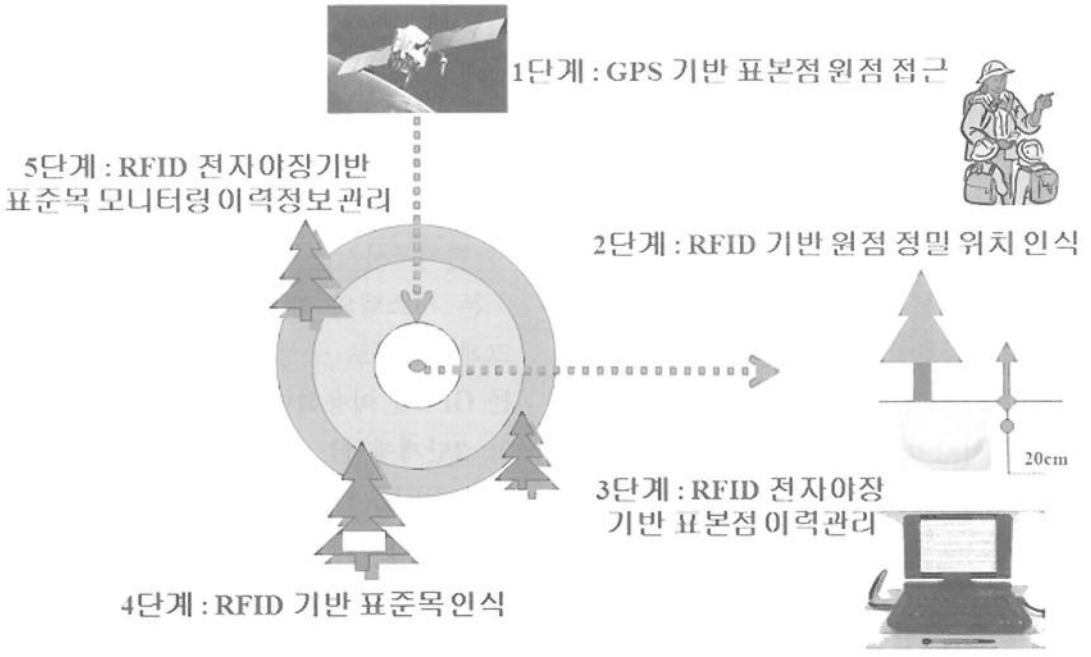
셋째, 조사가 완료 된 후 종이야장에 기입된 조사 자료를 국가산림자원조사 정보시스템(NFIS)에 입력해야 하므로 별도의 전산입력 시간이 소요된다. 특히 이러한 수작업 방식에 의한 야장 기록은 기록 편이성 때문에 조사 수행 중에는 효율적일 수 있지만 조사에서 복귀한 후 야장 기록을 시스템에 별도 입력하면서 발생할 수 있는 오류, 조사 복귀 후 즉시 입력하지 못할 경우 입력지체에 따른 야장 훼손 및 망실 우려, 입력 지연에 따라 재확인 필요성이 있는 조사정보의 재확인 시기를 놓치는 등의 어려움 등이 따를 수 있다.

이러한 문제점을 극복하고자 GPS/RFID 융합기술을 적용한 국가산림자원조사 현지조사시스템을 개발하게 되었다.

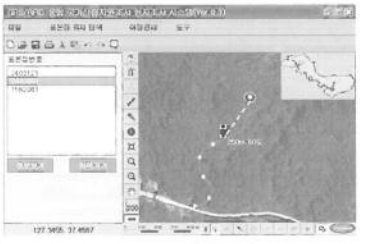
본 시스템의 개념 모델은 다음과 같이 크게 5단계로 구성되어 있는데 **1단계**에서는 GPS를 이용하여 표본점 원점에 접근하고 **2단계**에서는 표본점 원점에 매설되어 있는 RFID 태그를 인식하여 표본점 원점을 정확하게 확인하게 된다. **3단계**에서는 RFID 태그 판독을 통해 표본점에 대한 이전 조사 이력을 확인하고 UMPC에 탑재된 전자야장에 조사 기록을 갱신한다. **4단계**에서는 표준목에 부착되어 있는 RFID



RFID 도입 전후모델



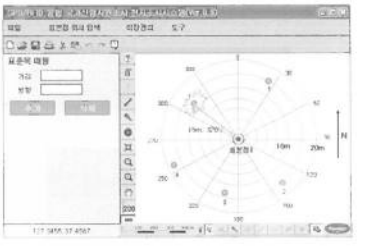
GPS/RFID 융합 기술 기반 국가산림자원조사
현지조사시스템 개념모델



표본점 위치 탐색 기능



전자야장 기능



표준목 매핑 기능

태그를 인식하여 이전 조사에서 선정된 표준목임을 확인하며 RFID 태그 판독을 통해 표준목 기록을 확인한다. **5단계**에서는 표준목 재측정을 통해 표준목 모니터링 조사 결과를 전자야장에 기록하여 갱신한다.

본 시스템의 활용으로 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 표본점 원점의 RFID 태그를 인식하므로써 실제 표본점 원점에 성공적으로 재방문했음을 인증할 수 있게 된다. 특히, GPS 로그를 별도로 저장하여 표본점 원점까지의 이동경로로 활용할 수 있을 것이다.

둘째, RFID 태그 인식을 통해 이전 조사정보를 불러올 수 있으므로 기조사자료에 대한 출력물을 소지할 필요가 없어지게 되어 조사편이성을 높일 수 있다.

셋째, 국가산림자원조사에 RFID기술을 활용함으로써 현장에서 바로 조사이력정보를 확인하고 일관성있게 자료를 갱신할 수 있게 되므로 조사자료의 품질이 향상되고 실시간 이력관리를 수행할 수 있다.

넷째, 표준목에 대한 RFID 관리는 동일 표준목에 대한 지속적인 모니터링 조사가 가능한 환경을 조성하게 되므로 더욱 정확한 산림통계를 생산할 수 있는 기반을 제공한다. 또한 통신이 가능한 환경일 경우 실시간으로 국가산림자원조사 정보시스템에 자료전송이 가능하게 되어 신속하게 DB 갱신이 이루어지므로써 통계 분석이 신속하게 이루어지리라 예상된다.

다섯째, 조사 복귀 후에 시스템에 자료입력을 하는 등 별도의 내업이 사라지게 됨에 따라 조사요원의 피로도가 저감되고 조사업무 집중도가 향상됨에 따라 조사품질 향상에도 기여할 수 있을 것이다.

4. 맺으며

일반적으로 어떤 기술을 상업화하기까지는 20~30년, 이 기술이 완전히 성숙하는 데는 40~50년이 걸린다고 한다. RFID도 TV, 컴퓨터와 마찬가지로 몇 십년간 검증의 단계를 거쳤으며 이제 21세기에 접어들면서 그 잠재력이 구체적으로 드러나기 시작했다.

유비쿼터스 국토를 지향하는 우리나라의 64%를 차지하는 것은 산림이다. 유비쿼터스 국토라는 비전 달성의 바로미터는 산림에서의 적용 가능 여부에 달려있다고 해도 과언이 아니다. 이 점이 바로 산림부문의 유비쿼터스화에 관심을 가져야 하는 이유이다. 아직 산림 분야는 유비쿼터스 기술의 초기 적용 단계이다. 산림 환경에 맞는 맞춤형 태그 개발, 적용 모델 발굴 등 U-Forest가 구현되기 위해 넘어야 할 산들은 아직 많다. 그러나 산림분야가 타 분야에 비해 유비쿼터스 후발 주자이기는 하지만 뒤집어 생각해보면 보다 안정된 유비쿼터스 기술을 적용할 수 있고 보다 다양한 적용 모델을 벤치마킹할 수 있는 긍정적인 면이 있다. 유비쿼터스 기술로 산림에서 무엇을 할 수 있을지에 대한 우리 모두의 상상력이 필요한 시점이다.



참고문헌

1. 한국 RFID/USN협회. 2008. RFID GL 기술자격 검정. 영진미디어.
2. 사람 모라드푸, 매니시 붑타니. 2005. RFID 실무 가이드. (주) 피어슨에듀케이션코리아
3. www.ubiq.com

기술정보

산림토양 산성화가 낙엽분해에 어떤 영향을 미치는가?

이 충 화
국립산림과학원 임업연구관

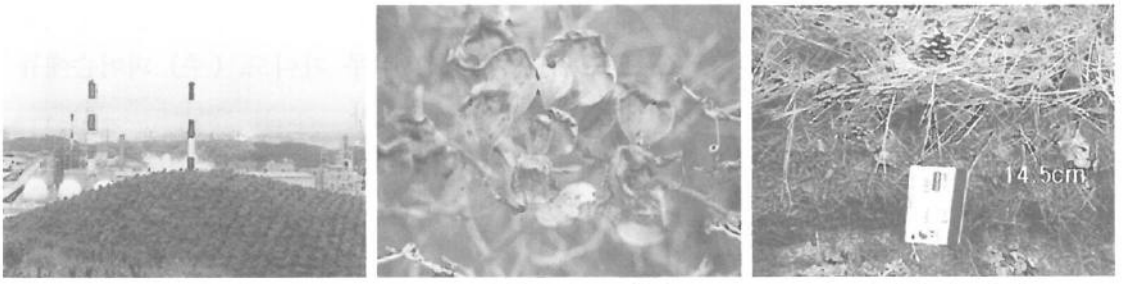
최근 대기오염과 산성비에 의해 공단 지역 및 대도시 주변 산림토양이 산성화 되어 낙엽분해에 나쁜 영향을 미치고 있다. 토양이 산성화되면 토양소동물이나 미생물의 종류와 수가 감소하여 전반적인 활동이 약화되어 낙엽분해가 지연된다. 본 고에서는 산림피해방지와 피해임지 회복방안에 대한 대책을 마련하기 위하여 토양의 pH가 소나무 낙엽의 분해율과 분해에 미치는 토양인자 및 미생물의 영향을 소개한다.

1. 전국 산림토양 산성화 정도와 경시변화

전국 산림토양의 평균 산도는 pH 5.1이었으며, 지역적 분포는 주로 대도시, 공업지역과 서남해안 지역이 대체로 낮은 pH 분포를 보였다. 이는 중국으로부터의 대기오염 유입에 의한 서해안의 토양산성화 가속화가 우려된다. 또한 pH 4.5이하의 산성화가 심한 지역에 대해서는 토양산도를 교정하고 용탈로 인해 결핍된 Ca 성분과 산성조건에서 부족하기 쉬운 유효인산 등의 필수 양분을 보충 또는 증가시킬 수 있는 석회질 비료 등의 토양개량제 시용이 필요하다.

2. 소나무 낙엽분해 및 영향인자

소나무 낙엽의 분해율의 경시적 변화를 살펴보면 12개월까지는 pH 처리에 따른 차이는 뚜렷하지 않았으나, 24 및 36개월에서는 pH 4.5이상의 처리구가 pH 3.5이



공장주변의 산림 청미래덩굴 피해 낙엽분해 지연

그림 1. 공장주변의 산림

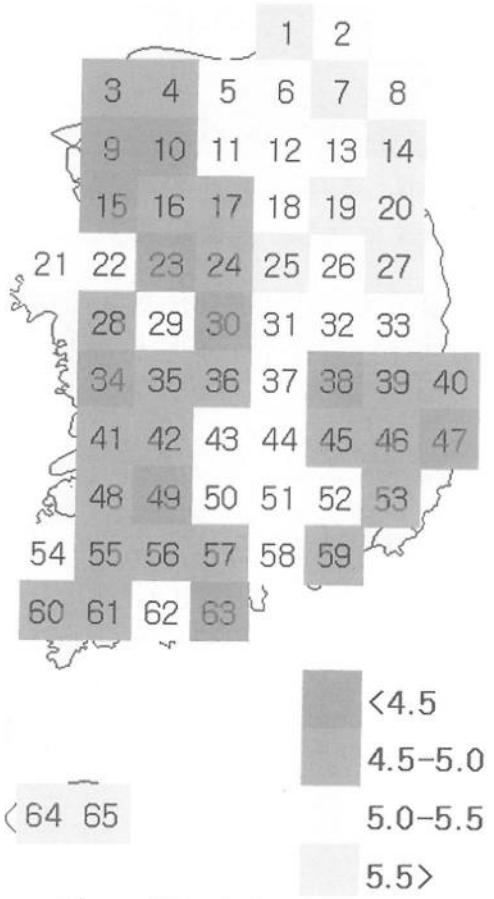


그림 2. 전국 산림토양의 pH 분포도

하 처리구에 비해 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 토양의 Al농도는

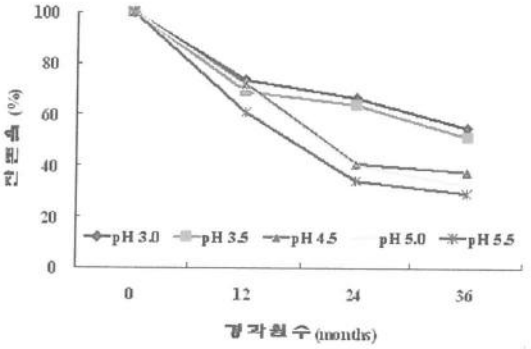


그림 3. 토양 pH에 따른 낙엽 잔존율의 경시적 변화

토양 pH가 감소함에 따라 급격히 증가하였으며, 토양미생물 활성도 지표인 탈수소효소 활성도(dehydrogenase activity, DHA)는 토양 pH가 낮아질수록 감소하였

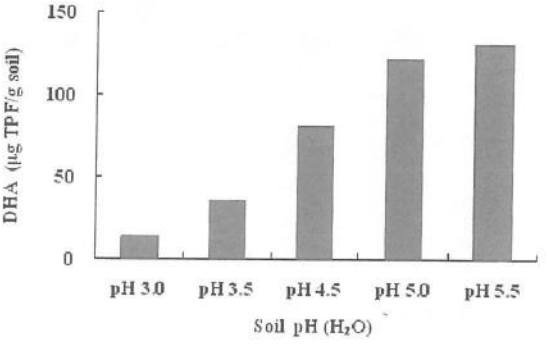


그림 4. 토양 pH에 다른 탈수소효소

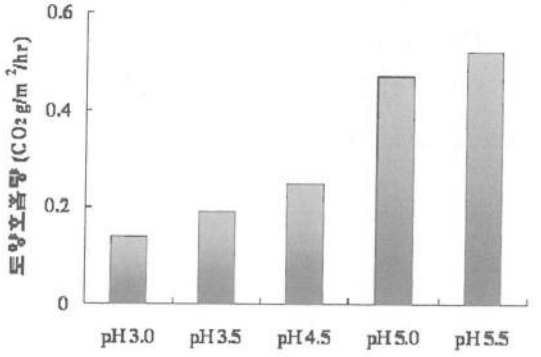


그림 5. 토양 pH에 따른 토양호흡량



그림 6. 토양호흡 측정기(EGM-3)

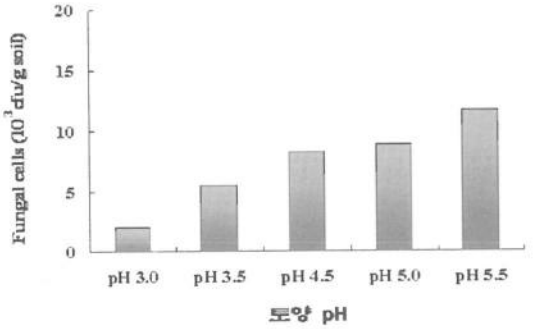


그림 7. 토양 pH에 따른 곰팡이 밀도

다. 토양미생물이나 토양소동물의 활력이나 개체수의 지표가 되는 토양호흡량은 토양 pH가 낮을수록 증가하는 결과를 보였다.

한편 토양세균과 곰팡이는 유기물 분해와 매우 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 알려져 있으며 토양 산성화가 진행될수록(토양 pH감소) 곰팡이 밀도가 감소하는



Penicillium sp. *Aspergillus sp.* *Trichoderma sp.*

그림 8. 동정된 곰팡이 종류

경향을 보이고 있어, 토양 pH 변화에 대해 민감한 반응을 나타내는 것으로 판단된다.

3. 결론

이상의 결과를 종합해 보면 토양이 산성화되면 식물생장의 유해금속(Al)이 증가하여 토양환경에 악영향을 주어 토양 미생물의 활성도가 떨어짐으로 낙엽 분해를 지연시키는 것으로 판단된다.

기술정보

지속가능한 산림경영을 위한 합리적인 산림토양질 평가 체계

이 승 우
국립산림과학원

1. 서 론

인류 문명의 발상지에서 찾아 볼 수 있듯이 비옥한 땅, 즉 기름진 토양자원은 생존의 흥망을 결정짓는 열쇠가 되어 왔다. 이는 산림발달의 근간을 토양에 두는 산림경영의 역사에 있어서도 마찬가지이다. 어떤 임지의 토양이 얼마큼의 생산력을 발휘할 수 있을 것인지에 대한 해답은 곧 경영목표를 결정하는데 중요하게 작용하기 때문이다.

물론 최근에 들어서는 산림경영이 단순히 임목생산만을 목표로 하지 않고 다양한 환경보전 기능까지를 포괄하기 때문에 산림생태계의 기능 유지를 위한 산림토양질(forest soil quality)에 대한 사회적 관심과 요구가 계속해서 늘고 있다.

아직까지 우리나라에는 산림토양자원에 대한 질적 평가와 관리에 관한 제도적 기반이 마련되어 있지 않지만, 지속가능한 산림경영을 구현함에 있어 앞으로 반드시 갖추어야 할 부분임에는 틀림없는 사실이다. 더욱이 국내 토양환경보전정책에 있어서 토양질이 단순히 토양오염에 국한해서 평가되고 있어 생태계의 생육기반으로서의 토양질을 종합적으로 평가하는데 적지 않

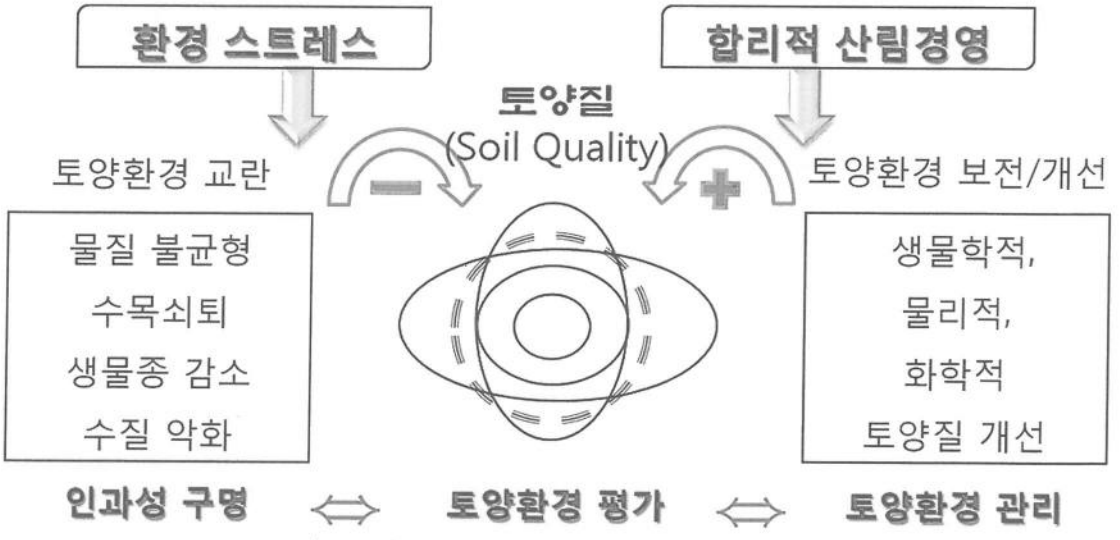


그림 1. 산림토양질 평가 및 관리 체계 개념도

은 과제가 남아 있다. 따라서 본 지면을 통해 선진 임업국가에서 행해지는 산림토양의 질적 평가 활동을 소개하고 이를 고찰해 봄으로써 국내 관련연구의 영역을 확대하고 정책수립의 방향을 설정하는데 기초정보를 제공하고자 한다.

2. 산림토양질의 정의

전통적으로 산림토양의 생산력(soil productivity)은 임목의 생장량 또는 목재생산량을 이용하여 가늠해 왔다. 그러나 산림환경의 한 구성요소인 토양이 산림의 다양한 환경적 기능에 직·간접적으로 작용을 한다는 것을 인식하면서부터 산림토양에 대한 질적인 평가의 필요성이 대두되었다.

이를 위해 산림토양질의 개념이 정립되기 시작하였는데, 그 정의적 의미에는 토양특성뿐만 아니라 그 특성들이 건강한 산림생태계의 구성인자 중 하나로서 효과적으로 기능하는 토양의 능력까지를 포함한다. 즉, 넓은 의미로 보면 산림토양질은 수자원 함양, 온실가스(이산화탄소) 고정, 식물생산, 오염물질 정화 등에 작용하는 토양의 능력을 포괄하고 있는 것이다. 따라서 생태계의 관리 측면에서 보면 산림토양 생산력과 마찬가지로 산림토양질은 가치 기반의 개념(Value-based concept)이라 할 수 있다.

이와 관련하여 토양분야의 국제적인 권



그림 2. 토양질 평가 지표의 구성

위기관인 미국토양학회에서는 토양질에 관해 다음과 같이 정의하고 있다(Doran et al., 1988). 토양질은 자연상태의 생태계 또는 관리되는 생태계의 경계 내에서 동·식물 생산력 유지, 공기질 및 수질의 유지 또는 개선, 인간의 건강과 서식환경 지속 등의 기능을 발휘하는 특정한 종류의 토양이 갖는 능력이다(the capacity of a specific kind of soil to function, within natural or managed ecosystem boundaries, to sustain plant and animal productivity, maintain or enhance water and air quality, and support human health and habitation).

여기서 특히 주목해서 고려할 대목이 있다. '특정한 종류의 토양'에 대해 구체적으로 명시되어 있지 않지만 지구상의 토양 중에서 가장 생물활동이 왕성한 산림토양이 토양질의 기능적 정의에 가장 적합하다

는 것이다.

이러한 점에서 최근 국제적 패러다임인 지속가능한 임업경영의 근간이 궁극적으로는 지속성의 척도로서의 산림토양질의 유지 및 증진으로 귀결되고 있다.

3. 산림토양질의 지표

물론 산림토양질의 지표 역시 토양이 얼마나 잘 기능하는지를 판단할 수 있는 측정 가능한 토양인자로 요약되고 있다.

아쉽게도 국내의 경우, 산림토양질에 관한 이론적 정립 및 평가기법의 개발 등에 아직까지 미흡한 실정이지만, 2002년 선포된 산림헌장의 문구인 '맑은 공기와 깨끗한 물과 기름진 흙은 숲에서 얻어지고, 온 생명의 활력도 건강하고 다양하고 아름다운 숲에서 비롯된다'를 통해 그 실천적 의미를 엿볼 수 있다.

지속가능한 산림경영을 장기적으로 해나감에 있어서 토양생산력이 매우 결정적인 역할을 한다는 사실은 분명하다. 하지만 토양생산력의 정량적인 척도인 토양질의 지표로서 어떠한 토양특성이 장기적으로 관찰되어야 하는지를 판단하기란 그리 쉽지 않다. 이유는 토양특성, 평가기법 및 토지이용 등이 매우 다양하기 때문이다. 더군다나 다른 일반토양에 비해 산림토양의 특성은 공간적인 이질성이 크기 때문에 더욱 어려운 부분이다.

하지만 다행이도 그 동안 여러 토양학자



그림 3. 토양질 평가 지표의 구성

들에 의해 토양질을 객관적이고 정량적으로 평가할 수 있는 지표인자가 무엇인지를 밝히고자 하는 노력이 있어왔다. 학자마다 다소 차이는 있으나 크게 3가지 토양 특성으로 구분해 요약해 보면 물리적 특성과 관련된 투수성과 토심, 화학적 특성의 pH, 양이온치환용량, 유기물함량, 중금속 함량, 그리고 생물학적 특성의 효소활성, 동물 및 미생물의 활성 등을 들 수 있다.

이 중 토양의 물리적 지표는 주로 배수 및 뿌리발달 등을 판단하는 기준이 되며, 화학성 지표는 양분균형 및 유해독성 등을 그리고 생물적 지표는 토양생물 활성 등과 관련된 인자라 할 수 있다. 이러한 인자들은 서로 복합적으로 작용할 뿐만 아니라 임목생육과도 밀접히 관련되므로 인과론적인 측면에서 지표를 설정하고 지표간의 상관성을 구명함으로써 평가 지표의 객관성

을 확보하는 것이 무엇보다 중요하다.

최근에는 보다 효과적인 평가방법으로 모델을 이용한 시뮬레이션의 필요성이 대두되고 있다. 측정이 가능한 토양특성과 토양기능을 연관시켜 해명하고자 개발된 WEPP(Water Erosion Prediction Project), EPIC(Erosion and Productivity Impact Calculator), NLEAP(Nitrate Leaching and Economic Analysis) 등의 모델이 있다. 주로 침식으로 인한 표토 유실과 생장필수 성분인 질소의 용탈이 토양질의 결정적인 요인으로 작용하는데 착안에서 이들을 주인자로 하여 토양질의 변화를 추정할 수 있다. 이 밖에도 토양 용적밀도(가비중)는 투수성과 보수성을 판단하는데 이용할 수 있는 지표가 되며, 유기물 함량은 보비력을 판단하는 지표가 된다. 다만 건조한 토양과 배수가 불량한 토양은 서로의 고유한 토양특성의 전혀 다르기 때문에 동일한 지표를 적용했을 경우 전혀 상반된 결과가 도출될 수 있음을 감안할 필요가 있다.

4. 맺음말

최근 다양한 환경정보에 대한 양과 질이 곧 국가 경쟁력의 척도가 되고 있는 상황에서 산림토양환경 정보의 체계적 확보는 녹색성장을 선도하는 산림강국을 실현하는데 필수요소가 될 것이다. 특히 산업화 및 도시화가 지속적으로 확대됨에 따른 대기오염, 산성비, 답압 등의 위협인자가 산림생산 및 환경보전 기능의 기반인 산림토양의 질을 악화시키고 있는 상황에서 산림토양질에 대한 합리적 평가방법 및 관리 체계가 필요하다.

산림생태계의 다양한 기능에는 '양분과 수분, 에너지의 공급 및 배분'이라고 하는 산림토양의 고유한 역할이 전제되어야 한다. 따라서 장기적인 관점에서 임지의 생산력을 지속적으로 유지하고자 하는 배경에는 임지를 훼손하지 말아야 한다는 산림경영자로서의 윤리적 책임이 근간하고 있다는 것을 감안할 때 토양질의 지속성을 유지하기 위한 기준과 지침이 마련되어야 할 것이다.

시

안개꽃

김 청 광
한국산림문학회 이사장

애잔한 전설이 꽃이 되었는가

불면 날아갈 듯 가냘픈 몸매
그리움 가득 머금은 저 작은 눈망울들

부드러운 미소
안개처럼 피어오르고
은밀한 속삭임으로
실바람에도 무리지어 설레이는가

연약함 속에 감추어진 살뜰한 정감이
수줍게 내미는 작은 손길이
바쁜 발걸음조차 이리 머무르게 하는가

간밤에 좋은 꿈꾸고 아침 들길에 나서니
흔들리며 일렁이며
안개인 듯 낮은 함성인 듯
들녘 가득 피어 있는 안개꽃이여

기행문

미국서부지역 여행에서 받은 인상과 소견

김 사 일
한국산지환경조사연구회 자문위원

1. 머리말

2010. 3. 27~4. 3일까지 8일간 미국 서부 지역인 캘리포니아(California), 네바다(Nevada), 아리조나(Arizona), 유타(Utah) 주 등을 여행하면서 보고 듣고 느낀 바도 많았지만 그 중에서도 아메리카(America)를 미국이라고 할 때 일본은 쌀 미자(米)를 쓰고 우리나라는 아름다울 미자(美)를 쓰고 있는 이유 즉 일본의 경우는 세계에서 쌀이 가장 많이 생산되고 있는 나라라는 뜻에서 쌀 미자를 쓰고, 우리 나라에서는 세계에서 자연환경이 가장 아름다운 나라라는 뜻에서 아름다울 미 자 를 쓰게 되었다는 것을 알 수 있었다. 광활한 국토와 아름다운 자연환경 그리고 자원이 풍부한 아메리카를 여행하면서 여행중 내내 '와~' 하고 감탄만 연발하다 돌아온 것 같은 들뜬 마음을 쉽게 가라앉힐 수가 없었지만 그러나 우리 나라 미래를 다시 한번 생각하게 하는 좋은 계기(契機)가 되기도 하였다.

2. 샌프란시스코(San Francisco)

샌프란시스코는 캘리포니아주의 중부 태평양 연안에 자리잡고 있는 미국서부의 유명한 항구 도시로 명성과 같이 고층건물이 즐비하게 늘어선 화려한 도시일 것으로 예상하였으나 뜻 밖에도 우리 나라 도시에서와 같은 고층 아파트와 빌딩은 찾아 볼 수가 없었고 단층, 저층의 건물이 다닥다닥 늘어서 있는 모습을 보고 우리 나라처럼 왜 재개발을 하지 않을까 하는 의구심마저 들었다. 샌프란시스코의 상징적인 건축물은 1937년에 건설된 금문교로 왕복 6차선에 길이가 2km나 되는 세계적으로 유명한 현수식(懸垂式)다리며 관광의 중심지가 되고 있고 금문교 아래 해안선을 따라 유람선의 선상 관광은 전시가지를 한눈에 볼 수 있는 좋은 관광 코스였다. 시내는 급경사지가 많아 자동차 매연이 심하여 매연을 줄이고자 1873년에 육상 케이블카(옛날 우리나라 시내전차와 흡사함)를 설치하여 현재까지 시내 교통수단으로 활용되고 있었으며 최근에는 관광객의 관광용으로 인기가 있다고 한다.

3. 캘리포니아의 농업

캘리포니아주의 면적은 우리 나라 남,

북을 합친 면적의 2.4배가 넘는 다고 하니 얼마나 넓은 면적인지 짐작은 하였지만 샌프란시스코에서 로스엔젤레스(Los Angeles)까지 장장 15시간을 관광버스로 달리는 동안 차창 밖에 끝도 없이 펼쳐지고 있는 과수원, 농경지, 목장, 등을 보고 '와~'하고 벌어진 입을 다물 수가 없었으며 참 복받은 나라구나 하는 생각도 들었다. 포도, 오렌지 등 과일가격도 우리나라의 1/10 정도 가격이었으며 해마다 벼 수매가격과 쇠고기 수입문제 등으로 옥신각신 하고 있는 우리 나라 농업정책으로는 대항이 불가능하다고 하는 생각이 들었으며, 그렇다고 농업을 포기할 수도 없기 때문에 농업의 구조적 혁신을 기하여 노령화된 농촌에 젊은층의 유치를 도모하고 영농방법의 개선 신품종의 개발, 보급 등 선진화된 농업정책의 실현으로 단위 면적당 생산량을 증가시켜 식량자립도를 높여 가는 것이 우리 나라 농촌을 살리는 지름길이라고 생각되었다.

4. 라스베가스(Las Vegas)

라스베가스는 네바다(Nevada)주 남단에 위치하고 있는 연강수량 160mm 밖에 않되는 모자비사막(Mojave Desert)한 가운데 건설된 관광도시로 하늘을 찌를 듯한 고층 건물들이 빽빽하게 들어서 있고 세계 10대 안에 들어가는 호텔(객실이 7,000개 이상)도 3개나 있었으며 우리가 묵은 룩소(Luxor)라는 이집트의 피라미드형으로 지어진 30층의 호텔도 객실이 4000개가 넘는 호텔이었다. 불모지인 사막의 한가운데 도시를 건설하여 세계 각국의 관광객이 몰려와 돈을 쓰고 가도록 하였다는데 놀라지 않을 수 없었으며, 특히 우리가 저녁을 먹은 식당은 번화가 한가운데 위치하고 있는 '한국관'이란 큰 간판을 내건 한국식당으로 많은 손님이 드나드는 것을 보고 우리 음식문화의 세계화도 멀지 않았다는 생각이 들었다. 저녁식사 후 우리 일행은 백화점 쇼핑을 갔는데 우리일행이 백화점 라운지에 들어서니 연주를 하고 있던 밴드가 우리일행이 한국사람 인줄 알아차리고 하고 있던 연주를 멈추고 우리나라 애국가를 연주하여 주고 그곳에 있는 많은 관광객이 박수를 치며 우리를 환영하여 주어 우리는 누가 먼저라고 하기보다 모두가 덩실덩실 춤을 추어 화답을 하고 밴드에게 고맙다는 의미로 약간의 사례를 표하고 자리를 뜨면서 세계속의 한국의 위상을 실감하고 기쁜 마음을 감출수가 없었다.

뿐만 아니라 번화가의 빌딩과 빌딩사이의 200m가 넘는 공간에 설치된 전자쇼 장치를 우리 나라 LG회사가 설치하였다 하여 LG란 글씨가 새겨져 있었고 밤 8시가 되니 시가지의 모든 전기불이 다 꺼지고 교통이 통제된 가운데 약 20분간 화려한 전자쇼가 펼쳐졌는데 모두가 '와~'하고 함성을 질렀으며 나도 모르게 감격의 눈시울이 뜨거워 참을 수가 없었다. 하지만 머나먼 타국까지 와서 이와 같은 전자쇼 장치

를 설치하면서 국내에서는 왜 설치하지 못했을까 하는 아쉬운 마음이 가시질 않았다. 서울의 명동 같은 중심지에 이와 같은 전자쇼 장치를 설치하여 우리 나라 문화를 소개한다면 명동거리는 관광명소로 거듭나고 우리 나라 관광산업에 크게 이바지 할 것으로 생각되었다.

5. 국립공원(National Park)

미국 서부지역에는 국립공원이 9개가 있으며 이중 요세미티, 킹스캐년, 세코이아, 데스벨리 등 4개의 국립공원은 캘리포니아주에 그랜드캐년, 월넛캐년 등 2개는 아리조나주에 자이언츠캐년, 브라이스캐년, 에시베르데 등 3개는 유타주에 위치하고 있었으며, 이번 여행에서는 이중에서 가장 유명한 그랜드캐년, 자이언츠캐년, 브라이스캐년 등 3개의 국립공원을 관광하였다.

(1) 그랜드캐년(Grand Canyon) 국립공원

그랜드 캐년은 세계 7대 불가사의(不可思議)에 속하는 자연공원으로 관광객유치를 위한 시스템이 잘되어 있었다. 그랜드캐년에 대한 MAX 영화상영, 경비행기 관광, 지상관광 등 다양한 코스가 개발되어 있었으며 당초계획은 경비행기를 타고 (약45분간/1인당150$) 공중에서 그랜드캐년을 내려다 볼려고 하였으나 기상악화로 비행기가 뜨지 못하게 되어 비행기 관광은 하지 못하고 MAX 영화를 관람하고 버스로 지상관광을 하였다. 협곡을 따라 요소요소에 설치된 관광 전망대에 올라 내려다 본 순간 깊고 방대한 협곡과 깍아지른 듯한 천태만상(千態萬像)의 단애(斷崖)의 기묘(奇妙)함에 '와~'하고 딱 벌어진 입을 다물 수가 없었다. 한마디로 말해서 그랜드캐년은 신이 만든 지상최대의 조형물이란 별명을 가지고 있는 곳으로 이곳에 처음 와서 본 사람이라면 누구나 신의 존재를 다시 한번 생각하게 된다는 상상을 초월한 형언(形言)할 수 없는 대자연의 극치(極致)였다.

(2) 자이언츠캐년과 브라이스캐년

이 두 캐년은 모르몬(Mormon)교의 중심지인 유타(Utah)주에 위치하고 있으며 자이언츠캐년은 오랜 세월동안 풍화작용으로 흙은 다 씻겨나가고 뼈만 남은 것 같은 붉은색, 갈색, 회색 등 가지각색의 수많은 돌기둥 들이 서로 경쟁하듯 치솟아 있는 경관은 그랜드캐년에서 느끼지 못한 오묘(奧妙)함을 만끽할 수 있었고 브라이스캐년은 온통 붉은 흙으로 빚은 것 같이 붉은색 일색이었으며, 수많은 크고 작은 붉은 흙기둥들이 광활한 협곡을 꽉 채워서 있는 것을 위에서 내려다본 전경은 그랜드캐년에서 느끼지 못한 생명이 살아 숨쉬는 것 같은 생동감(生動感)과 부드럽고 다사로운 친근감(親近感)을 불어 일으키기에 부족함이 없는 비경(秘境)이었다.

브라이스캐년에서 자이언츠캐년으로 돌아 나오는 길은 깍아지른 듯한 협곡사면에 2km가 넘는 터널을 통과하도록 되어있고 터널의 군데군데에 밖을 내다 볼 수 있도록 창구(窓口)를 뚫어 놓았는데 그 창구를 통하여 밖을 내다본 사람이면 누구나 눈앞에 전개되는 비경(秘經)을 보고 '와~'하고 감탄의 함성을 내지르지 않을 수가 없었으며, 터널을 빠져나와 꼬불꼬불한 가파른 비탈길을 아슬아슬하게 내려오는 것도 자이언츠캐년만의 매력이었다. 또한 브라이스캐년은 황토로 된 협곡으로 비, 바람에 의한 표토의 이동이 계속되고 있기 때문에 항상 경관(景觀)이 유동적이라 가볼 때 마다 경관이 바뀌어 같은 경관을 다시 볼 수 없다고 하였다. 특히 임업인이라면 꼭 한번 가보기를 권해드리고 싶은 대자연의 극치였다.

6. 로스앤젤레스(Los Angeles)

로스앤젤레스는 캘리포니아주 남서부에 위치하고 있는 공업도시로 우리 나라 교포가 제일 많이 살고 있는 도시며 거리마다 내걸린 한글간판을 보니 처음 와본 곳이지만 낯설지가 않았다. 로스앤젤레스는 미국 서부의 공업도시일 뿐만 아니라 영화산업의 중심도시이기도 하며 특히 헐리우드(Holly-wood)는 세계적으로 잘 알려져 있는 영화의 거리로 개봉영화관인 맨스차이니즈 앞 대로변 인도에는 유명한 영화배우들의 싸인이 새겨진 보도블록이 쫙 깔려있고 관광객, 관람객이 거리를 꽉 매우고 있었다. 헐리우드거리 관광 후 세계적으로 유명한 영화제작사인 유니버셜 스튜디오(Universal Studio)를 관광하였는데 입장료가 1인당 100 $ 이라 너무 비싸다는 생각이 들었다. 그러나 들어가 보니 세계최고의 스튜디오답게 그 규모를 가늠할 수 없을 만큼 방대하였으며 영화촬영 현장의 세트를 이용하여 실제로 영화의 한 장면을 보는 것 같이 배우들이 박진감 넘치는 연기를 펼쳐 영화를 보는 것보다 더 스릴(Thrill)이 있었다. 영화 촬영현장을 관광과 연계하여 설치해 놓은 각종시설들을 하루 종일 돌아다녀도 지루하지 않았으며 100 $ 의 입장료가 결코 비싼 것이 아니었구나 하는 생각이 들었다. 하루종일 관람객이 장사진을 치고 인산인해를 이루었으니 입장료의 수입도 대단하였을 것으로 생각되었다. 우리 나라에서도 지방경제 활성화의 한 방안으로 각 지방마다 거액을 투자하여 경쟁하다시피 영화 촬영현장을 유치해놓고 제대로 활용하지 못하고 있는 것이 안타까웠으며 각 지방자치 단체와 영화제작사가 합심하여 유니버셜 스튜디오와 같이 관광객 유치를 위한 관광상품의 개발과 편의 시설 및 규모의 확충에 과감하게 투자하여 관광명소로 명성을 떨치게 되면 많은 관광객이 몰려오게 되어 지방경제의 활성화는 물론 우리 나라 영화산업과 관광산업 발전에도 크게 기여하게 될 것으로

생각되었다.

7. 맺는말

(1) 미국 서부 지역을 여행하면서 가장 감명 깊게 느낀 것은 샌프란시스코에서 로스앤젤레스까지 1000km가 훨씬 넘는 거리를 고속버스로 달리면서 우리 나라에서 흔히 볼 수 있는 고층아파트와 고층빌딩은 어디에서도 찾아 볼 수 없었든 진풍경(珍風景)과 모자비사막 한가운데 라스베가스와 같은 초현대적 관광도시를 건설하였다는 것이었다. 주택은 도시, 시골할 것 없이 거의 모두가 저층이라 주택을 보아서는 빈부(貧富)의 격차를 가늠할 수 없을 만큼 균제(均齊)하고 초라해 보였다.

우리 나라는 주택재개발, 뉴타운 등의 미명아래 노후건물, 신건물 가리지 않고 기존의 건물들은 모두 철거하고 고층 아파트 단지로 개발하고 있는데 왜 우리 나라처럼 주택개발을 하지 않을까 하는 궁금증을 떨쳐 버릴 수가 없었다. 들은 바에 의하면 땅이 넓어서 고층아파트를 건축할 필요가 없을 뿐 아니라 지진이 두려워서 아파트를 선호하지 않는다고 하였다. 그러나 그보다 생활하는데 불편함이 없으면 그것으로 족한 것이지 무엇을 더 바라겠느냐 하는 주택에 대한 사고(思考)가 우리와는 다르다는 것을 느꼈다. 우리 나라는 정부가 경기부양책(景氣浮揚策)으로 아파트 건축을 부추겨왔고 국민도 이에 가세(加勢)하여 아파트를 주거용 주택으로 생각하지 않고 돈을 벌 수 있는 투자 대상물로 삼아 왔으며, 실제로 아파트 분양권을 받아 그 자리에서 되팔아도 큰돈을 벌수 있었기 때문에 실수요자(實需要者)보다 복부인, 부동산 투기꾼 등이 몰려다니며 밤낮을 가리지 않고 야단법석 소란을 피워왔던 것도 사실이며, 이는 우리 나라에서도 볼 수 있는 악습(惡習)으로 지금도 주택 재개발 및 뉴타운 개발 지역에서 자행(恣行)되고 있다. 왜 하필이면 아파트 건축을 경기부양 대책으로 내세워 세상을 이렇게 어지럽게 만들고 있는지 원망스럽기도 하였다. 아파트 건축에 의한 경기 부양은 어디까지나 한시적(限時的)일 수밖에 없다고 생각하며 현재 미분양 아파트가 적체(積滯)되어 많은 아파트 건설 회사가 도산하고 있다는 것은 이를 잘 입증하고 있다. 고층아파트는 우리 나라와 중국을 포함한 동남아시아 중동 몇 나라를 제외하면 세계 어느 나라에 가도 쉽게 찾아 볼 수 없으며, 우리 나라는 일찍이 '와우아파트'와 같은 붕괴 참사를 겪은 나라로 아파트 붕괴에 대한 공포증을 떨쳐 버리지 못하고 있다. 우리 나라라고 지진이 발생하지 말라는 법이 없으니 만에 하나 강도 7°이상의 지진이 발생하였을 때 충분히 감당 할 수 있는 완벽한 내진(耐震)시설이 되어있지 않으면 고층아파트가 밀집하여 있는 우리 나라는 세계 어느 나라와도 비교할 수 없는 사상 초유의 재난 사태가 발생한다는 것을 결코 잊어서는 아니

될 것이다.

(2) 광활한 국토에 자연환경이 수려한 곳이 많아 저비용 고효율의 도시 개발이 얼마든지 가능함에도 불구하고 사막 한 가운데 가서 '라스베가스'와 같은 초현대적 관광도시를 건설하였다는 것은 국토의 균형발전과 국토의 효율적 이용측면에서 좋은 본보기라고 생각되었다. 우리 나라의 시화호, 새만금 같은 간척사업은 이에 버금가는 사업이라고 할 수 있을지 모르나 자연환경에 미치는 영향을 감안하면 전자와는 비교도 되지 않는다. 특히 우리 나라는 자연환경이 좋은 곳만 찾아다니며 개발이란 미명아래 마구 파헤치고 그것도 모자라 그린벨트로 지정하여 지금까지 잘 보전되어 온 자연환경보전지구를 해제하여 마구 파헤치고 있으니 이것이 국가백년대계와 지구온난화방지를 위한 개발 방법이라 말입니까. 국토가 좁은 우리 나라에서는 더 이상 자연환경을 훼손해서는 안 된다고 생각한다. 고비용 저효율의 개발이 될지라도 사람이 살 수 없는 열악한 곳을 사람이 살수 있도록 개발하는 것이 진정한 개발이라고 생각하며, 지구온난화방지를 위한 세계의 흐름에 부응하고 국토의 효율적 이용과 균형발전, 인구분산정책 차원에서도 현재와 같은 도시중심의 개발은 중지해야 한다.

(3) 국토가 협소하고 부존자원(賦存資源)이 없다시피 한 우리 나라가 세계 열강국과 경쟁하여 살아남기 위해서는 교육의 질을 향상시켜 많은 고급 두뇌를 배출하여 어느 나라도 넘 볼 수 없는 최고의 기술개발로 세계시장을 지배할 수 있어야 한다고 생각하며, 그 좋은 예가 우리 나라 전자산업이라 생각한다. 우리가 세계 열강국과 경쟁하지 않고서도 잘 살수가 있다고 하면 현재와 같은 평준화 교육정책도 무방하다고 생각되나 세계 열강국과의 생존경쟁은 불가피하며 두뇌의 경쟁에서 앞서가지 못한다면 우리의 미래는 암담(暗澹)할 뿐이다. 이를 극복하기 위해서는 현재와 같은 평준화 교육정책으로 서는 불가능하기 때문에 시대가 요구하는 고급인재의 양성을 교육의 최고 목표로 하는 고품격의 교육정책으로 전환이 시급하다.

(4) 우리 나라의 천혜자원(天惠資源)은 금수강산(錦繡江山)이라고 우리가 입버릇처럼 부르짖고 있는 자연환경 밖에 없기 때문에 이와 같은 아름다운 자연환경과 연계(連繫)한 관광산업의 개발은 우리 민족의 미래가 달려있다고 해도 과언은 아닐 것이다. 또한 관광산업은 모든 분야 산업과의 연계 없이는 활성화 할 수 없는 3차 산업으로 관광산업의 활성화는 곧 바로 관련사업의 활성화와 직결되기 때문에 관광산업은 모든 산업의 선도(先導)산업으로서도 중요한 산업이며, 긴 안목에서 볼 때 전자, 자동차 등 개개의 산업보다 더 큰 경제효과가 기대되는 산업이다. 그러나 우리

나라 관광산업의 현주소는 '한국 방문의 해'를 정하여 관광객 유치에 심혈을 기울이고 있으나, 다양하고 체계적인 우리고유의 관광상품 개발 미비로 외국관광객이 우리나라에 와서 쓰고 간 돈이 우리 나라 관광객이 외국에 나가서 쓰고 온 돈보다 훨씬 적다고 하는 관광수지 적자를 나타내고 있는 실정이다. 앞에서 언급한 바와 같이 관광산업은 우리 나라 미래가 달려있는 중대한 산업인 만큼 때가 늦기 전에 관광산업 전담 부서를 설치하여 모든 분야의 산업과 연계된 종합적인 관광상품 개발에 박차를 가하여 한국에 가지 않으면 체험 할 수 없는 지극히 한국적이면서도 독특하고 매력적인 관광상품을 개발하여 관광객 유치를 위한 홍보를 확대하고 외국어에 능통하고 국내 사정에 밝은 유능한 관광요원을 양성, 배치하여 세계 어떤 나라에서 관광객이 와도 불편함이 없이 즐겁고 편안한 여행이 될 수 있도록 한다면 우리 나라의 관광입국(觀光立國)은 무난할 것으로 확신한다.

KSFER



칼럼

중심, 중도, 중용(中心,中道,中庸)

樹林 朴 順 祚
한국산지환경조사연구회 자문위원

국어사전에서 '가운데 중'자가 들어가는 단어를 헤아려보니 86개가 넘었다. 우리 생활에서 가운데가 중요한 부분을 차지하기 때문에 '가운데 중'자가 들어가는 단어도 이렇게 많다고 생각한다. 중심은 사람의 한가운데 마음 속을 가리키고 있기 때문에 중심이 곧은 사람, 중심이 바른 사람은 좋은 사람을 가리키고, 중심이 허튼 사람, 중심이 없는 사람 하면 상대할 수 없는 나쁜 사람을 가리키고 있다. 중도, 중용은 과불급(過不及)이 없이 알맞은 도리를 가리키는 단어로 거의 같은 뜻으로 쓰일 때가 많다.

21세기가 전개되면서 정부체제가 민주정치 형태로 변화되고 자본주의에 의한 시장경제 체제가 급속도로 발전되면서 무한 경쟁이 각 분야에서 전개되었다. 그 결과 시장경제에 탁월한 능력을 가진 사람들은 끝도 없이 부를 축적한 반면, 노동자, 농민, 영세자영업자들은 점점 더 가난을 면하기 어려운 사회가 되고 말았다. 이런 소득격차는 우리 사회를 상류층, 중류층, 하류층으로 경제활동 계층이 구분되어 큰 사회문제가 되고 있다. 이런 사회계층 구분에 있어 가장 문제가 되는 계층은 많은 사람들로 구성된 하류계층이라고 하겠다.

민주국가에서 정권의 창출은 국민들의 투표로 결정되므로 가장 많은 수를 차지하고 있는 하류층에 국가예산을 중점적으로 배정할 수 밖에 없다. 실행방법은 상류층에 세금을 많이 부과하여 그것을 재원으로 의료보험, 각종연금, 실업수당, 무상교육, 각종 복리후생비를 지급하므로 정권을 창출하고 유지하는 것이 일반적이다. 이렇게 분배에 중점을 둔 정부를 우리는 좌파정권이라고 부르고 있다.

좌파정부는 하류서민층에는 인기가 있으나 상류층에게는 과도한 세금을 부과하므로 기업 활동의 위축과 더불어 국고가 비어가는 현상이 발생하게 되었다. 국고가 결핍되었다고 지금까지 시행하고 있던 복리후생비를 일시에 중단할 수가 없으므로 소요되는 예산을 국채발행과 외국으로부터 차관을 얻어다 국가지출 예산을 편성할 수 밖에 없었다. 그 결과 국가부채가 눈덩이 같이 증가하게 되었다. 좌파정부는 경제성장에 적합하게 예산을 편성하는 것이 아니라 모자라는 재원은 국채와 차관으로 조달하여 분배에 최우선 순위를 두기 때문에 좌파정부가 어려움을 겪게 되었다고 본다.

근래 국채, 차관 등으로 국가 채무가 너무 많이 위험국가로 분류된 국가가 속출하고 있다. 지중해 연안에 있는 그리스를 필두로 포르투갈, 스페인, 이태리 등이 거론되고 있다.

요는 좌파정부는 파이(떡)를 크게 만들면서 분배할 것을 생각지 않고 분배에 최우선을 두고 모자라는 돈은 빚을 내서 인기를 얻어 정권유지에만 급급하였기 때문에 좌파정부가 파산 지경에 이르고 있다고 하겠다.

좌파정부 출현에 앞선 정부는 거의 우파정부라고 할 수 있다. 우파정부는 시장경제에 의한 무한경쟁을 통하여 부를 창출한 후 분배를 하자는 것이다. 파이(떡)가 커야만 나누어 먹을 것이 있으므로 먼저 경제성장을 이룬 후에 분배를 하자는 것이다. 분배도 경제성장에 맞추어 국가부채를 생각하면서 분배를 하자는 것이다. 근래 와서는 우파정부 정책을 부익부 빈익빈을 증가시키어 사회계층간 불만계층이 증가하고 있다. 반면 좌파정부는 국가재정은 고려하지 않고 예산을 집행하므로 실업자는 증가하고 기존 복지혜택을 받던 계층은 혜택을 축소할 수밖에 없어 불만계층이 늘어나 사회혼란과 더불어 정권퇴진 압력을 받게 되었다.

우파정부에서 몇 년간 정권을 잡으면 하층계급의 불만이 커져 선거로 좌파정부가 들어서고 좌파정권이 몇 년간 집권하면 국고가 바닥이 나면서 실업자는 증가하고 그것이 곧 바로 경기침체로 이어지게 되므로 다시 우파정권이 들어서게 되어 있다. 이렇게 우파와 좌파가 정권을 교대로 주고받는 과정에서도 많은 정치자금이 들어가고 정치권의 혼란과 더불어 사회적 혼란도 가중되고 있다.

이런 어려움을 극복하고 타개하기 위하여 등장한 정부형태가 자파우파를 아우르는 중도정부라고 하겠다. 중도정부는 성장과 분배를 균형을 맞추어 집행하므로 중도정치가 실현되어 좌파우파가 상호협조하고 견제하면서 정부를 운영하므로 국민들의 불평불만도 최소화할 수 있는 장점이 있다. 이런 이유로 중도정치를 표방하는 정부가 증가하고 있다.

옛날부터 우리 나라에서는 넘치거나 모자람이 없는 중도 중용사상을 중히 여기고 정치에서도 불평 부당함이 없는 중용사상을 근간으로 정치를 하였다. 미국의 최고 부자 중 하나인 워런 버핏은 2006년 그가 가진 재산의 99%인 460억 달러를 기부하였다. 이것은 가진 자의 사명을 다한 것으로 우파 재벌이 좌파를 위하여 헌신하므로 사회적 불평등을 해소하는 데 큰 역할을 하고 있다고 생각된다.

우리 나라 임업계에 좌파 우파가 있을 수 있을까 황당한 생각을 해본다. 임업발전을 위하여 투자하는 예산을 거의 국가예산으로 집행되므로 국민의 세금 위주로 임업정책을 집행하고 있는 면만을 생각한다면 좌파행정에 가깝다고 할 수 있다. 그러

나 국토환경 보전, 탄소배출권 확보, 국민정서 순화와 건강증진, 풍수해 자연재해 방지 등을 생각하면 투자예산에 비하여 수백배 수천 배의 효과가 나타나므로 국민복리 증진 면에서 보면 우파행정이라고 단정하고 싶다. 임업경영에서는 우파적 생각을 갖고 경영하여야 된다고 생각된다. 목전의 이익에 급급한 임업경영은 임목축적을 증가시킬 수 없다. 임업은 묘목양성에서 육림, 벌채 이용 시까지 장기간이 소요되고 벌채할 때에도 보속생산(保續生産) 체제를 갖추어 생산하여야 하므로 우파적 생각을 갖고 경영해야 된다고 생각한다.



체험수기

산림입지도 제작사업 조사자로서 우리의 역할

조 성 철
한국산지환경조사연구회 과장

산림입지도 제작사업의 공정은 크게 구획, 현지조사, DB구축 세 가지로 나눌 수 있다. 구획은 기초자료 수집 및 개황조사, 잠정구획으로 이루어지며, 현지조사는 단어 그대로 실제로 이루어지는 현지조사, DB구축은 현지조사에서 얻은 정보를 구획된 폴리곤(Porygon)에 속성정보로 부여하는 작업을 말한다.

이러한 공정 중에서 우리가 담당하고 있는 현지조사는 첨단 디지털 사회라 불리우는 현재에도 사람만이 할 수 있는 작업이다. 하루에도 몇 번씩 표준지를 찾아 산을 오르고, 우리의 유일한 장비인 야삽을 이용해 토양단면을 30~100cm 깊이로 파고, 조사항목을 조사하고, 시료를 채취하는 작업의 강도는 대단하다는 말 밖에 할 수 없을 것이다. 현지조사 요원들 사이에서는 임업계의 3d 업종이라며 농담하기도 한다.

이러한 모습을 보는 다른 사람들은 "왜 이토록 힘든 일을 하느냐?"라고 질문을 던진다. 이 질문에 대해 정확히 답변할 수는 없지만 아마도 우리가 가지고 있는 '사명감이 아닌가!'라는 생각을 한다. 사명감의 사전적 의미는 '주어진 임무를 잘 수행하려는 마음가짐', 즉 우리가 조사한 내용이 국가 발전에 초석이 되는 산림정보를 제공하고, 국민들에게 산림 공간 정보를 제공해 주는 것에 대한 자부심이라고 생각한다.

우리 직원들은 2009년도 사업을 수행하기 위하여 2009년과 2010년 4월 사업 종료일까지 약 1백80여일을 강원 및 춘천지역과 충청 남·북도 지역으로 현지조사를 다녔으며 수차례 야근을 했다. 집에서 저녁밥을 먹는 날보다 현지와 사무실에서 먹는 날이 더 많았다. 조금 오래된 유행가 "너를 사랑해" 가사 "아침이 오는 소리에 문득 잠에서 깨어 내 품안에 잠든 너에게 워우우 워우워어"처럼 아침에는 아내나 애인이 아닌 우리의 직원끼리 얼굴을 마주해야 했고 눈곱도 제대로 때지 못하고, 아침밥을 먹었다. 점심식사는 삼각 김밥, 김밥, 샌드위치, 빵, 우유, 도시락 등의 메뉴로 해결해야 했다. 그래도 여름철에는 먹을 만했다. 하지만 낮과 밤의 온도차가 큰 가을로 접어들면서 따뜻한 것을 먹여야 한다는 생각아래 자체발열이 되는 도시락으로 식사를 해결하기도 했다.

강원 및 춘천지역은 산이 높고 험준한 지역으로 정평이 나 있어 안전사고에 특히 유의하며 조사를 진행하였다. 이런 우려에

도 불구하고 산에서 넘어지고 다쳐 파스와 약을 항상 가지고 다녔으며, 비가 오는 날이면 물리치료를 받으러 병원을 찾곤 했다. 또한 찬 음식을 많이 먹어서인지 직원들 중의 절반은 장염을 호소하기도 하였으며, 여름철에는 모기와 전쟁을 치르고, 가을철에는 큰 일교차 때문에 우리 모두는 감기 환자들이었다.

강원지역 조사에서 가장 기억에 남는 일은 춘천시 동면 품안리와 품걸리 조사였다. 품안리를 들어가기 위해서는 소양댐 상류에서 배를 이용해서 들어가야 했기 때문에 작은 어선을 빌려 현장으로 들어갔다. 품안리로 향하는 작은 어선에서 조사가방 및 시료가방을 메고 모자를 눌러쓰고 가는 모습이 마치 특수부대 요원들이 적지에 침투작전을 펼치는 듯 보여 우리 서로의 입가에는 웃음이 번졌다.

또 품걸리 지역은 좁은 임도를 이용해 약 1시간 정도를 가야하는 먼 거리였다. 품걸리에 도착해서도 표준지까지는 임도로 이용해 더 가야 했지만 임도 상태가 좋지 않아 그 먼 길을 걸어서 이동해야 했다. 품걸리가 인상에 남았던 또 다른 점은 "정말 이런 곳에서도 사람들이 살고 있구나, 나 같으면 하루도 못 버틸 텐데…"라는 생각이 들 정도로 오지였다. 하지만 그곳은 정말로 한적하고 조용했으며 우리가 살고 있는 도시와는 다르게 정말 평온해 보였고 아늑함이 느껴졌다.

"우리가 인생을 살아가면서 언제 이런 곳을 찾아다니면서 구경할 수 있을까?"라고 생각하면 우리는 정말 복 받은 직업에 종사하고 있구나 하는 생각이 든다.

그렇다면 우리의 주된 역할은 무엇인가? 그것은 현지조사이다. 말 그대로 구획된 도면을 가지고 표준지 조사를 통한 폴리곤의 속성정보를 제공하는 것이다. 우리는 토양단면을 만들고 사진으로 남긴 후 입지환경을 비롯한 토심, 토성, 토양구조, 토양건습도, 석력함량 등을 조사한다. 이런 조사는 단순한 것 같지만 고도의 기술과 경



〈품안리로 향하는 배에서〉



〈조사를 마치고 하산길에〉

험을 토대로 한다. 또한 조사자들 상호간의 일치성도 요구 된다.

아직 우리는 현지조사에 대한 숙련된 기술과 축적된 경험이 많이 부족하다. 그렇기 때문에 부족한 기술과 경험을 대신하기 위하여 많은 교육을 받고 있다. 사무실에서 정기적으로 실시하는 자체교육, 산림과학원 교육 및 워크숍, 산림인력개발원 입지관련 교육, 기타 행사에 적극 참여하여 새로운 기술 및 정보를 얻고 있다. 이러한 교육을 통하여 조사자의 기술 향상 및 자기발전을 도모하고 있으며, 조사자 모두가 동일한 품질로 조사받을 수 있도록 눈높이를 맞출 것이며, 자체 교육을 통하여 기술향상에 지속적으로 힘쓸 것이다.

우리 연구회의 회장님, 부회장님, 이사님들이 항상 하시는 말씀대로 "Survey는 양심으로 하는 것"이라는 말을 머릿속에 담고 조사에 임하고 있다. 그 양심은 우리 회사의 양심이기도 하지만 우리들의 자존심이기도 하다. 우리의 땀과 열정으로 만들어진 이 정보가 우리의 후손들에게 유용한 자료로 이용됐으면 하는 것이 우리의 소망이다.

단순히 단면을 파고, 조사하고 시료 채취해서 하루하루 때우는 식의 조사가 아닌 정말 우리가 가지고 있는 지식과 경험을 총 동원하여 진실되고 바른 정보를 취득하기 위해 노력했다. 물론 여러 가지 경험부족에서 오는 오류는 많이 있다. 하지만 그런 오류는 다음에 범하지 않으면 되는 것이므로 그것에 대해 부끄러워하지 않고 더 열심히 공부하고 노력할 것이다.

끝으로 2009년도 산림입지도 사업을 하면서 큰 사고 없이 마무리 지어준, 무엇이든 잘하는 척척박사 김동균 과장, 출장이 너무 많아서 장가를 못 간다고 투덜대는 이상수 대리, 항상 어머니 손길처럼 자상하게 챙겨주는 김용민 대리, 힘들 때마다 항상 큰 소리로 웃는 이종명 주임, 조용하지만 자기 책임을 다하는 박시형 주임, 항상 깔끔한 홍성두 주임, 내성적이지만 강한 최인규 주임, 항상 입가에 미소를 띄고 살아가는 김문겸 주임에게 감사에 마음을 전하고 싶습니다. 또한 회장님, 부회장님, 이사님들에게도 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

우리가 매일 켜는 컴퓨터 윈도우 화면에서 시작하는 문구 "새로운 시작"이라는 의미가 아마도 항상 처음처럼 새로운 마음으로 열심히 노력해야 한다는 의미인 것 같다. 이런 문구처럼 우리들도 항상 새로운 마음으로 "Servey는 양심으로 해야 한다"라는 말을 마음속 깊이 새겨 현지조사에 임한다면 국가와 국민들에게 바르고 정확한 정보를 제공해 줄 것이라고 생각된다.

KSFER

부 록

정 관

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

제1장 총 칙

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

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

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

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

① 다음 각호의 사업에 대하여 연구 · 개발한다.

1. 산림자원조사 및 모니터링
2. 산림입지환경조사 및 산지이용구분조사
3. 산림자원의 가치 및 지속가능성 평가
4. 산림생태환경의 조사 및 영향평가
5. 산림경영계획의 작성
6. 산림재해 방지 및 수자원 보존을 위한 오염실태조사
7. 원격탐사기법의 임업적 응용연구
8. 산림영상판독 및 산림측정기술 개발
9. 산림지리정보 시스템개발 및 DB구축
10. 산림영상사진 판독사 자격 검증 및 관리 운영

② 임업기술과 관련된 국외 기술협력 및 정보교환

③ 본 회 목적과 관련된 정보수집, 교류, 세미나, 기술교육 및 간행물 발간
④ 본 회 목적과 관련된 사업의 수탁 및 용역

제2장 회 원

제5조(회원의 구성) 본 회의 회원은 정회원, 명예회원으로 한다.

제6조(회원의 자격)
① 정회원은 본 회의 목적에 동의하고 회원가입을 원하는 개인 또는 단체
② 명예회원은 본 회 및 임업발전에 기여한 자

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

제8조(회원의 권리)
① 정회원은 임원에 대한 선거권, 피선거권(단체회원 제외) 및 총회에서의 발언권과 의결권을 가진다.
② 명예회원은 발언권만 가진다.

제9조(회원의 의무) 본 회 회원의 의무는 다음과 같다
① 본 회의 회원은 정관규정을 준수하고 이사회에서 정하는 바에 따라 회비납부 의무를 이행하여야한다
② 본 회의 회원은 정관 또는 이에 따른 규정과 총회 및 제반업무 수행에 적극협조하여야 한다.

제10조(회원의 탈퇴, 자격상실, 제명 및 자격정지)
① 회원은 임의로 탈퇴할 수 있다.
② 금치산, 파산선고, 사망 및 제명 처분을 받았을 때에는 자격을 상실한다.
③ 제9조의 의무를 이행하지 않거나 본 회의 목적에 위반 행위를 한 자는 이사회의 의결에 의하여 제명할 수 있다.
④ 회비를 2년 이상 체납 시 회원의 자격이 정지된다.

제3장 임원 및 조직

제11조(임원의 구성) 본 회는 다음의 임원을 둔다.

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

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

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

② 보선에 의하여 취임한 임원의 임기는 전임자의 잔여임기로 한다.

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

제14조(임원의 직무) 임원은 다음의 직무를 행한다.

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

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

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

1. 본 회의 명예를 훼손하였을때

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

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

② 자문위원은 이사회의 의결을 거쳐 회장이 위촉한다.

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

제4장 회 의

제19조(회의 종류) 본 회의 회의는 총회 및 이사회로 한다.

제20조(총회) ① 총회는 정기총회와 임시총회로 한다.

② 정기총회는 매년 2월중에 개최하고 회장이 소집한다.

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

④ 총회는 다음 각호의 사항을 심의 결의한다.

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

⑤ 총회는 재적회원 과반수의 출석으로 개최하고 출석회원 과반수의 찬성으로 의결한다.

⑥ 총회의 의사결정을 과정 등을 명확히 하기 위하여 의사록을 작성하고 의장과 출석한 이사는 기명 날인 또는 서명한다.

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

제22조(이사회 개최) ① 이사회는 회장이 필요하다고 인정하거나 이사 과반수이상의 요청이 있을 때에는 회장이 이를 소집하여야 한다.

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

제23조(이사회 의결사항) 이사회의 의결사항은 다음과 같다.

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

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

제5장 재산 및 회계

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

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

제26조(회계연도) 본 회의 회계연도는 정부의 회계연도에 준한다.

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

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

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

제6장 지 회

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

제31조(운영) 각 지회는 본회의 정관에 준하여 운영한다.

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

제7장 보 칙

제33조(감사) 본 회의 감사는 정관 제14조 제5호의 규정에 따라 회의 업무 및 재무에 관한 사항을 연 1회 이상 감사하여 총회에 보고해야 한다.

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

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

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

② 전항의 정관개정은 주무부처의 승인을 받아야 한다.

부 칙 (1996. 8. 9)

① (시행일) 본 정관은 산림청장의 허가 날로 부터 효력을 발생한다.
② (경과조치) 허가당시 창립총회에서 선출된 임원은 본 정관에 의하여 선출된 것으로 본다.
③ 본 정관에 없는 사항은 법령 및 관례에 따른다.

부 칙 (1998. 4. 28)

① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (1999.11.13)

① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (2001. 3.26)

① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (2005. 12. 6.)

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

부 칙 (2009. 10. 1.)

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

회원 명단 및 임원 주소록

임 원

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

회 원

구교상, 구창덕, 김경하, 김동균, 김선경, 김용민, 김종찬, 김종호, 김준섭, 김철민, 김철수, 김춘식, 박관수, 박남창, 박동근, 박병배, 박정신, 박종봉, 배상원, 변재경, 서수안, 서호석, 신상철, 신윤희, 심경용, 심우범, 안경모, 어윤갑, 원형규, 윤호중, 이대섭, 이대호, 이봉수, 이상수, 이승우, 이시영, 이원규, 이종명, 이창우, 이춘택, 이충화, 이태수, 전수진, 조성철, 채광석, 최인규, 최형택, 홍석주 (48명)

임원주소록

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
자문위원	이 여 하	전 임정연구회 회장	서울 강남구 논현동 222-15	(02)548-5153
〃	김 사 일	전 임업연구원 부장	서울 동대문구 이문1동 76-1 이경빌리지 202호	(02)963-2058
〃	김 태 훈	전 임업연구원 부장	서울 영등포구 당산동5가42 당산삼성래미안아파트 412-1902	(02)2677-3926
〃	이 진 규	전 임업연구원 부장	경기도 구리시 수택동 수택주공아파트 103-1006	(031)556-1765
〃	김 태 옥	한국산지환경조사연구회	경기 남양주시 화도읍 창현리 745두산아파트 205-1303호	(031)511-8863
〃	박 순 조	전 임업연구원 부장	서울 성북구 하월곡동 88-957 성북힐스테이트아파트 102-903	(02)949-4687
〃	류 택 규	전 원광대학교 교수	서울 동대문구 청량리동 동부아파트 103-1404	(02)959-0773

직 위	성 명	소 속	주 소	전화번호
회 장	김 규 헌	전임업연구원 산림자원부장	서울 구로구 구로1동 주공아파트 110-1303호	(02)869-2133
부회장	안 병 영	한국산지환경조사연구회	경기 의정부시 호원동 우성3차아파트 303동 1408호	(031)874-5109
상임이사	연 정 수	한국산지환경조사연구회	서울 도봉구 창4동 동아아파트 6-706호	(02)995-0194
〃	김 정 환	한국산지환경조사연구회	경기 성남시 분당구 정자동 느티마을 406-1802	(031)712-0791
이 사	김 성 호	국립산림과학원 산림자원정보과	서울 동대문구 청량2동 국립산림과학원	(02)379-1538
〃	김 재 원	산림생산기술연구소	경기도 포천시 소흘면 직동리	(02)938-1772
〃	김 재 수	충북대학교 교수	충북 흥덕구 개신동 48 충북대학교 산림과학부	(043)212-0708
〃	박 규 종	전 국립산림과학원	서울 노원구 상계8동 주공아파트 1604-205	(02)937-2666
〃	박 승 종	전 부여국유림관리소장	서울 동작구 신대방동 616-57	(02)833-1553
〃	박 재 순	한국산지환경조사연구회	경기 성남시 분당구 정자동 느티마을아파트 302-804	(031)715-3186
〃	박 재 인	충북대학교 교수	충북 청주시 흥덕구 개신동 삼익아파트 101-1204호	(043)261-2532
〃	손 요 환	고려대학교 교수	서울시 성북구 안암1동 고려대학교 자연과학대학	(02)997-0125
〃	송 장 호	전 임업연구원 산림조사과장	서울 도봉구 창1동 663-28	(02)902-8254
〃	오 종 환	전 임업연구원 임산공학부장	서울 도봉구 창5동 북한산 아이파크아파트 503-702호	(02)908-8817
〃	원 현 기	전 북부지방산림관리청	서울 노원구 상계동 1404-109	016-7346-1962
〃	이 명 종	강원대학교 교수	춘천시 효자2동 192-1 강원대학교 산림과학대학	(033)50-8314
〃	이 승 호	국립산림과학원	서울 도봉구 방학동 730 극동아파트 101-205	(02)3494-4212
〃	이 종 학	(주)하이에스 대표	서울 송파구 방이동 109-11 유미빌딩 302호	(02)421-0522
〃	이 천 용	국립산림과학원	서울 동대문구 청량2동 207 국립산림과학원	(02)961-2758
〃	정 용 호	국립산림과학원	서울 동대문구 청량2동 207 국립산림과학원	(02)2205-7166
〃	정 진 현	국립산림과학원 산림복원연구과장	서울 노원구 상계동 현대아파트 305-302호	(064)7307-260
〃	조 현 제	녹색사업단 단장	대전 서구 반월길 81 아느스빌 309	(053)983-7427
〃	홍 의 기	전 국립환경연구원 연구관	경기 남양주시 와부읍 덕소리 코오롱아파트 115-	(031)9637-6031
〃	홍 인 표	전 임업연구원 재료시험과장	의정부시 민락동 송산주공아파트 6단지 602동 904호	(031)852-1645
〃	홍 한 표	전 중부임업시험장장	서울 노원구 중계동 상아아파트 17-701	(02)972-7155
감 사	장 영 기	한국산지환경조사연구회	경기 의정부시 의정부동 신도아파트 201-802호	(031)876-2999

주 요 일 지

설립약사

○ 1995. 10. 29 창립총회
○ 1996. 8. 9 설립허가(산림청장)
○ 1996. 8. 31 법인등기(등록번호 115221-0001820)
○ 1996. 9. 9 사업자등록(등록번호 132-82-03732)
○ 2001. 3. 17 산림사업을 목적으로 설립된 법인등록(산림청 제2001-5)
○ 1998. 4. 28 제1차 정관개정 승인
○ 1999. 11. 13 제2차 정관개정 승인
○ 2001. 3. 26 제3차 정관개정 승인
○ 2005. 12. 6 제4차 정관개정(전문개정) 승인
○ 2009. 10. 1 제5차 정관개정 승인
○ 1997. 2. 21 제1차 정기총회 이후 2010년까지 제14차 정기총회 개최

1996년 ~ 2009년 사업실적

○ 산림입지조사 및 1:25,000 입지도 제작
- 산림입지조사(1996~2000년) : 1,640,975ha
- 산림입지조사 보완(1999~2002년) : 1,040,494ha
- 산림입지구획을 위한 항공사진 판독(1996~2000년) : 2,485,014ha

○ 국유림경영계획 작성을 위한 산림조사
- 산림조사면적(2000~2009년) : 297,813ha
- 조사 경영계획구수 : 26개
- 조사 경영구명 : 철원,인천,원통,영해,보은(보안),단양(보완),성산,울릉,단양,진안,무주(보완),진부,교가,옥천,화천,화성,순천,기린,보은,순천,포항,곡성,창촌,대전,횡성,국립수목원

○ 국유림 잡종재산 실태 조사 : 2,877필지

○ 산림정밀지도 제작 및 활용시스템 구축
- 사업기간 : 2007 ~ 2009 (3년간)
- 조사지역 : 단양; 64,219ha, 경주; 34,683ha, 달성; 26,079ha

○ 국가공간정보 기반 구축사업
- 1:5,000 입지도 제작 : 2009년 540도엽(156,547ha)
- 1:5,000 임상도 제작 : 2009년 116도엽

○ 공원지역 토양조사
- 서울숲 및 부산 경남경마공원 토양조사 : 2009년 2건

○ 연구용역
- 사방댐 및 황폐지 복구등 사방 관련 시험연구 4건
- 민통선지역의 산림토양 및 산지이용실태 조사연구 1건
- 산림훼손실태 및 건강모니터링 1건
- 시험림의 입지환경조사 2건(광릉, 제주시험림)
- 국유양묘장 포지 토양조사(2006~2009) : 8개소
  (춘양,울진,정선,보성,평창,남원,용문,홍천)

○ 외국 관련 용역
- 중국 서부지역(5개지역) 조림사업 PMC용역 1건
- 미얀마 중부지역 녹화시범단지 조성사업 1건
- 중국 북경지구 산림종합경영 시범사업 PMC용역 1건

○ 산지환경회지 발간 : 12회

2010년 사업계획

○ 산림입지조사 및 1:5,000입지도 확대제작 사업 : 97,647ha(260도엽)

○ 국가공간정보시스템 구축 : 1:5,000 임상도 제작사업

○ 국유양묘장 토양조사 2건 : 간척, 삼성

○ 산지정화 및 산불조심 캠페인 : 2회

○ 산지환경회지 발간 : 제13호

부 록

연도별 회지 목록

창간호 1998

창간사 김태옥

축 사

산지환경 창간호 발간을 축하하며 이보식

격려사

전문회지로 발전하기를 기원하며 이여하

산지환경지 창간을 축하하며 김사일

산림경영과 산지환경

산지환경과 산지활용 류택규 / 9

특별기고

산림청에서는 어떤일을 하고 있다 산림청공보실 / 16

논 단

자연친화적 산지개발을 위한 생태학적 고찰 이창석 · 유영한 / 19

숲의 중요성 전영우 / 39

생물다양성과 산림 생태계 조현제 / 50

입지환경

산림토양조사 약사 정진현 / 63

우리나라의 산림입지조사 안병영 / 76

제 언

효과적인 산림입지조사 추진방향 김시민 / 104

산림종합 정보망 구축에 의한 우리의 미래상 이광섭 / 106

국내외 기술정보

독일의 산림입지조사 배상원 / 108

미국의 토양 분류체계 박관수 / 119

국가지리정보 체계의 구축과 산림입지환경조사 마호섭 / 123

부 록

정관,회원명단 및 임원 주소록, 주요일지 /129

제2호 1999

머리말 김태옥

논 단

산림기능평가와 산림관리 김현식 / 5

산림과 水 환경 손희만 / 13

산림토양분야연구의 발전과 전망 손요한 / 16

지역개발과 산림 안상남 / 24

특 집

1998산사태 발생특성과 21세기를 대비한 방재대책 최 경 / 31

물 순환과정 조절을 통한 친환경적 산원수자원증대방안 정용호 / 51

입지환경

바람직한 산지 구릉지 개발의 추진방향에 관한 소고 최영국 / 64

지구환경오염을 말한다(I) 이충화 / 84

산림생산력과 임지양분유효도 향상 김춘식 / 88

석회암지역의 임지관리 안병영 · 김정환 / 92

제 언

산지환경개선을 위한 산림경영방안 이병기 / 98

21세기를 향한 산지환경정책 김동수 / 100

국내외 기술 정보

뉴질랜드 토지이용의 지속가능성의 문제 구창덕 / 102

독일 헷센주의 산림입지조사 배상원 / 113

부 록

회원명단 및 임원 주소록, 주요일지 / 124

제3호 2000

머리말 김태옥

논 단

산지 관리제도(요약)해설 전범권 / 5

풍요로운 새 천년을 위한 임업 설계 이원규 / 11
대기오염(산성비)에 의한 산림피해 현상과 대책 유정환 / 17
도시산림, 녹지의 중요성과 식생관리계획 조현제 / 26
토양 중 탄소축적에 대한 산림경영의 영향 박관수 / 32
기후변화와 산림내 탄소 김춘식 / 39

특 집

21세기 임업과학의 전망 심종섭 / 44
영월댐이 하류 수질환경에 미치는 영향 김범철 /46

입지환경

생태띠숲 조성과 관리(I) 구교상 / 54
송이 증산을 위한 입지환경 김재수 · 구창덕 / 60
자생식물을 이용한 임도비탈면 복원 박완근 / 65
지구환경오염을 말한다(II) 이충화 / 73

국내외 기술 정보

산림입지도의 활용 배상원 / 76
산사태 유형 최 경 / 81
수량 수질확보를 위한 수원함양보안림 확충 및 관리 정용호 / 94

부 록

정관, 회원 명단 및 임원 주소록 / 108

제4호 2001

머리말 김태옥

논 단

임업경영과 환경보전과의 관계해명 김사일 / 5
제3종 수원함양보안림 실태 및 대책 정용호 / 9
생태학을 응용하는 개념과 경관임업 구창덕 / 16
산림은 깨끗한 에너지의 보고 박순조 / 22

특 집

국토생태통합 네트워크의 구축과 관리방향 김선희 / 24
지속가능한 산림경영을 위한 활용 방안 정진현 / 39

입지환경
산불발생임지의 토양특성변화 김춘식 / 47
폐탄광지 현황과 복구공법 최 경 / 56
지구환경 오염을 말한다(III) 이충화 / 81
국내외 기술 정보
일본의 환경친화적 계류사방 전근우 / 87
식물을 이용한 오명물질 정화 유정환 / 94
산림유역의 물 순혼과 유역시험 결과 김경하 / 102
국내의 흰개미 분포 및 피해 강창호 / 116
제 언
임업계를 대변할 비정부기구(N.G.O)육성 박순조 / 121
부 록
정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지 / 124

제5호 2002

머리말 류택규
논 단
21세기 국유림 관리 기본방향 김용하 / 5
지속가능한 생태를 향한 조림 구창덕 / 20
소나무재선충의 피해와 방제방안 신상철 / 26
특 집
일본에 있어서 수변지역 관리와 보전(I) 전근우 / 34
백록담 분화구의 수리 수문학적 특성 정용호 / 43
수변구역 산림의 수원함양 및 수질정화기능 증진을 위한 몇 가지 방안 박재현 / 51
입지환경
황사현상과 발원지의 황사방지 방법 이천용 / 92
중국의 방호림대와 모래막이 울타리의 사막화 방지기능 최 경 / 99
밤 재배지의 토양특성 변화 및 재배적지 구교상 / 113
기 술
산불의 대형화와 위험지역 구분 이시영 / 120

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

제6호 2003

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

정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지 / 132

제7호 2004

머리말 류택규
산림정책
2004년도 산림정책 방향 김남균 / 5
논 단
우리나라 수원함량 보안림제도에 대한 고찰 김사일 / 14
지구규모의 환경파괴와 토양 이원규 / 23
특 집
일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(III) 전근우 / 28
계곡 및 야계에 설치되는 인공구조물의 관리전략 박재현 / 35
입지환경
산림시업관리가 산림토양에 미치는 영향 김춘식 / 68
국내외 기술정보
뉴질랜드 라디아타소나무의 지속가능한 조림 구창덕 / 73
산림경관 보전을 위한 철강재 사방댐의 경관향상 기법개발 안병영·최경·오종환·홍한표 / 89
중국서부지역 사방조림 지원사업 추진방향 최 경 / 119
부 록
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지 / 132

제8호 2005

머리말 류택규
산림정책
숲다운 숲을 가꾸어 산림복지 국가를 이룩합시다 조연환 / 3
특별기고
백두대간 보호에 관한 법률의 허와 실 김사일 / 8
경기도 산지전용 현황과 관리대책 황인표 / 12

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

제9호 2006

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

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

제10호 2007

머리말 김규헌 / 3
특별기고
몽골사막지역에 녹화성공신화 다시 쓴다 윤영균 / 5
지구온난화 방지를 위한 지속가능한 바이오 에너지 개발 김사일 / 8
논 단
국유림경영과 산림경영인증 백을선 / 13
산림경영 인증의 이해와 과제 정세경 / 18
논 문
수변림의 효과적 이용방안 박재현 / 22
대기오염 및 산성비에 의한 산림생태계 변화 이충화 / 44
국유 묘포의 현황 및 토양조사 추진계획 변재경 / 50
조사연구
임진강유역 황폐지 복구방안에 대하여 김경하 외 4인 / 55
2006년중부지역 산림건강모니터링 조사연구 오종환 외 10인 / 67

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

제11호 2008

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

제12호 2009

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

투 고 안 내

원고의 종류

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

작성요령

○ 국한문 혼용 200자 원고지 50매(A_4 10장) 내외
○ 원고의 채택
- 편집위원회에서 결정
- 등재된 원고는 소정의 고료 지불
- 수시 접수

편 집 위 원

위원장 : 김 규 헌

위 원 : 안병영, 오종환, 홍인표, 김종호

山地環境 第13號

發行人겸 編輯人 金圭憲 2010年 7月 印刷

2010年 7月 發行

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

TEL (031)572-1678 · 0063
FAX (031)572-7387
E-mail: ipji7387@hanmail.net
http://www.ksfer.or.kr

印 刷 삼정인쇄공사 ☎ (02)2261-4431

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



토양단면



영상사진판독

(사)한국산지환경조사연구회

주소 : 경기도 남양주시 진접읍 장현리 604-3 | E-mai : ipji7387@hanmail.net
전화 : (031) 572-1678 Fax : 572-7387 | 홈페이지 : http://www.ksfer.or.kr