

第二號

1999

ISSN-1226-8321

# 山地環境

특 집

- '98산사태발생특성과 대책
- 물순환과정과 산원수증대방안

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

九九九  
第二號

韓國山地環境調查研究會



## 山林 立地 調査 光景



樹令 測定 光景

(江原道 華川郡 史內面 廣德里 99. 3. 31)



土壤 断面 調査

(江原道 華川郡 史內面 廣德里 99. 3. 31)

# 산림조사장비

브르메 라이스 측고기



|     |             |
|-----|-------------|
| 용 도 | 수고 및 경사도 측정 |
| 규 격 | 15×13cm     |
| 제작국 | 독일          |

생 장 추



|     |          |
|-----|----------|
| 용 도 | 연륜조사     |
| 규 격 | 20~30cm용 |
| 제작국 | 스웨덴, 일본  |

경 사 계



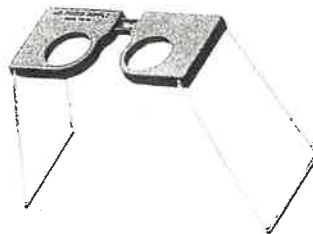
|     |             |
|-----|-------------|
| 용 도 | 경사도 및 방위측정  |
| 크 기 | 110×60×15mm |
| 무 게 | 165g        |
| 특 징 | 반사경 부착      |
| 제작국 | 일본          |

스파멜 라타 스크프 Relaskop



|     |                          |
|-----|--------------------------|
| 용 도 | 수평거리, 수고측정, 홍고단면적, 경사도측정 |
| 크 기 | 6.5×13.5cm               |
| 제작국 | Austria                  |

휴대용 실험경



|     |          |
|-----|----------|
| 용 도 | 항공사진판독   |
| 크 기 | 66×114mm |
| 간 격 | 54mm     |

투 시 대



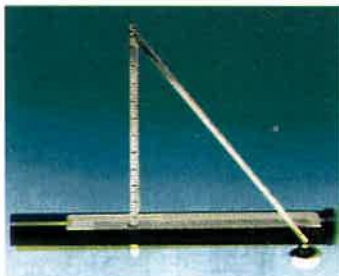
|     |                   |
|-----|-------------------|
| 용 도 | 지도나 도형설계도 복제      |
| 크 기 | 45×60cm           |
| 전 원 | 200w×2(별도규격 주문제작) |

하가 측고기 Haga



|     |           |
|-----|-----------|
| 용 도 | 수고측정      |
| 규 격 | 14.5×20cm |

와야제 측고기



|      |           |
|------|-----------|
| 용 도  | 수목등의 높이측정 |
| 측정범위 | 10~46m    |

순토 크리노메타 Clinometer



|     |             |
|-----|-------------|
| 용 도 | 경사도 및 수고측정  |
| 제작국 | 핀란드(SUUNTO) |



임업장비 종합메이커  
**유 비 물 산(주)**  
 서울특별시 종로구 종로6가 12-24

전 화 : 762-8588~9, 745-8588~9  
 F A X : 742-5871  
 수신자부담 : 080-023-8588





## 설립 목적

21세기 정보화시대를 맞이하여 산림의 입지환경 및 생태환경에 관한 조사·연구를 실시하여 산림자원의 과학적관리에 필요한 정보를 제공 하므로써 임업발전에 기여

## 운영의 기본방향

- 산림의 입지환경에 관한 조사 및 연구
- 산림환경의 평가분석
- 임업에 필요한 각종기술정보 보급 및 교육
- 회원의 권익보호와 연구회의 기능강화
- 산지정화 및 산림생태계 보호와 자연환경 보전

## 중점 사업

- 산림입지조사방법에 관한 조사연구 및 기술지도
- 산림환경의 연구분석 및 임업전반에 관한 자문
- 산림토양 및 수질오염 실태조사 및 연구
- 산림수자원 보전 및 기능증진
- 생활환경(도시공간주변산림)과 일반입지환경림의 실태조사 및 조성
- 산림입지환경의 정보수집, 회지발간, 연구발표 및 교육
- 전국 유명산의 산림토양도 작성
- 녹지공간 조경 자문 및 산림환경평가 조사

社團  
法人

# 韓國山地環境調查研究會

경기도 남양주시 진접읍 장현리 604-3

TEL (0346)572-1678

FAX (0346)572-7387







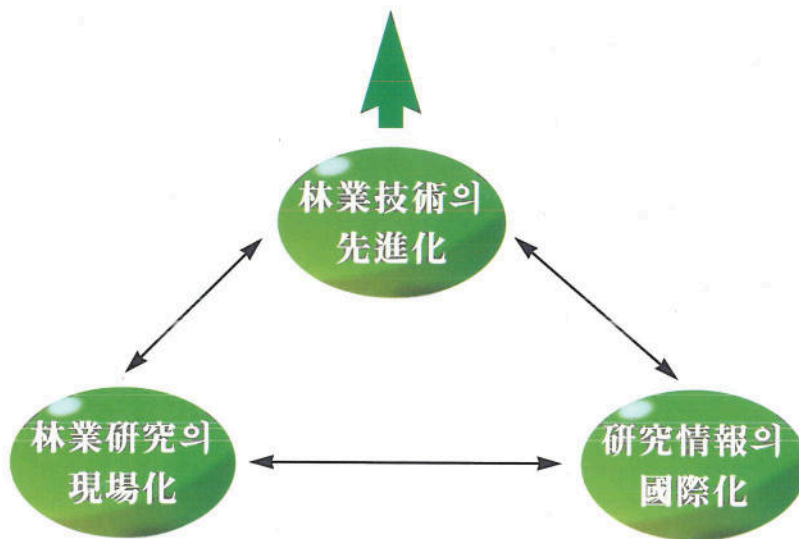
## 임업연구목표

산지의 자원화, 임업의 산업화 산림의 공익화를 위한 임업기술 개발에 중점을 두고 實事求是의 연구사업 추진

技術林政

經營林政

福祉林政



## 주요사업

### 가. 산지자원화를 위한 연구

- 생산성 향상을 위한 임업기술 개발
- 산지 및 산림자원의 합리적 관리
- 산림생물피해 방제기술의 고도화

### 나. 임업의 산업화를 위한 연구

- 임산자원의 고도이용과 신용도 개발
- 임업경제구조 개선 및 경영 합리화
- 단기소득 임산물 개발

### 다. 산림공익화를 위한 연구

- 산림환경보전과 공익기능 유지 증진
- 산림재해방제 기술 연구
- 산촌개발 및 산림문화 창달

# 임업연구원



## 차 례

### 머리말

김태옥

### 논 단

|                  |        |
|------------------|--------|
| 산림기능평가와 산림관리     | 김현식/ 5 |
| 산림 水 환경          | 손희만/13 |
| 산림토양분야연구의 발전과 전망 | 손요환/16 |
| 지역개발과 산림         | 안상남/24 |

### 특 집

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| '98산사태 발생특성과 21세기를 대비한 방재대책  | 최 경/31 |
| 물 순환과정 조절을 통한 친환경적 산원수자원증대방안 | 정용호/51 |

### 임지환경

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 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 기술정보

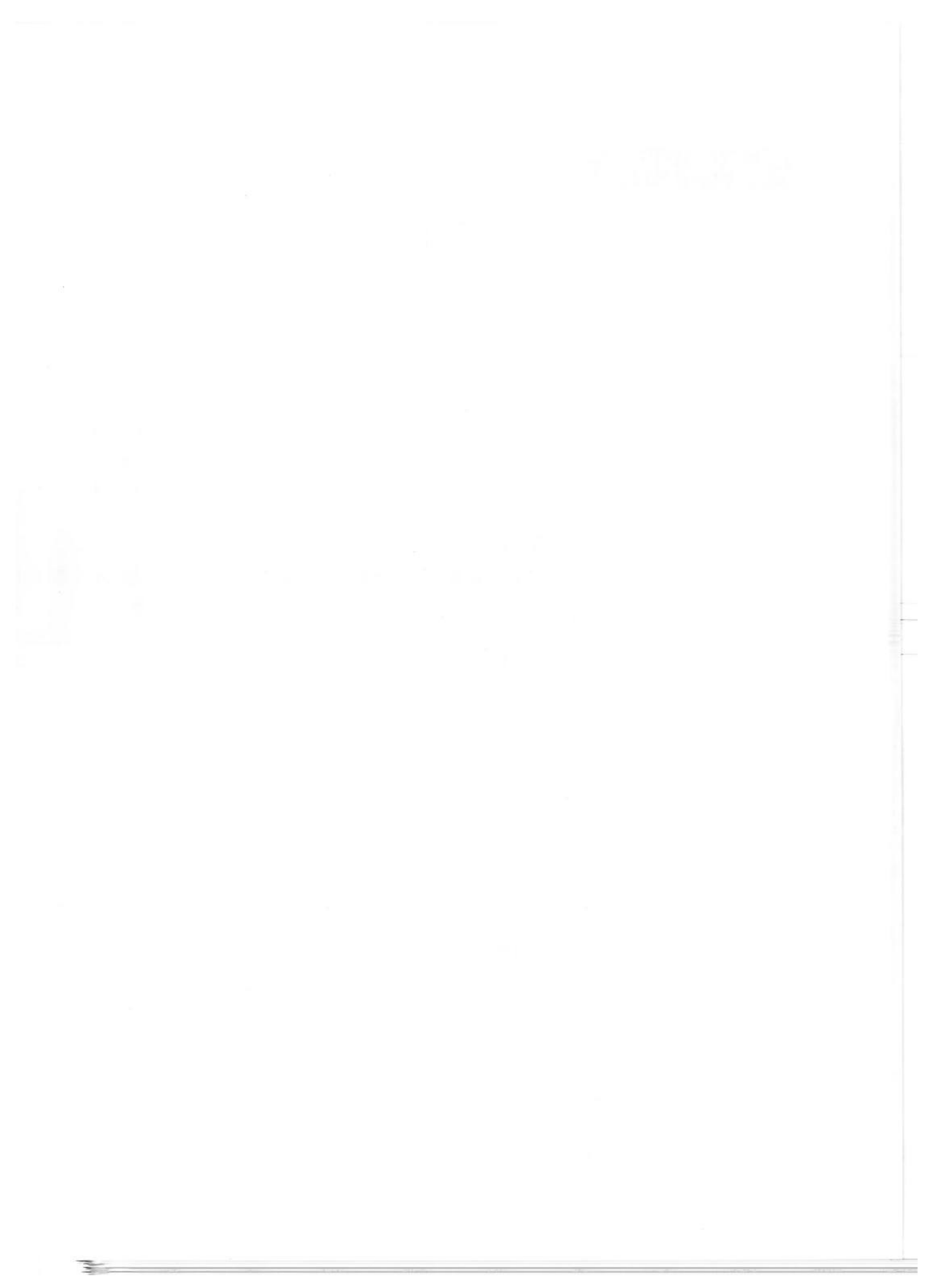
|                      |         |
|----------------------|---------|
| 뉴질랜드 토지이용의 지속가능성의 문제 | 구창덕/102 |
| 독일 헛센주의 산림임지조사       | 배상원/113 |

### 부 록

|                    |      |
|--------------------|------|
| 회원명단 및 임원주소록, 주요일지 | /124 |
|--------------------|------|

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

“산지환경”은 변함없이 임업인 공동의 광장입니다. 투고해 주신 여러분께 감사하며 특히, 환경정책평가연구원 국장, 산림청 산림경영과장, 국토연구원 연구위원 그리고 남양주시의회에서 옥고를 보내주셔서 심심한 감사를 드리는 바입니다. 앞으로 더욱 필진을 넓혀 논의의 폭과 질을 높히겠으며 발간회수도 적어도 년2회로 늘려 임업기술 발전에 보탬이 되도록 하겠습니다.

지난해 여름에 내린 국지성 집중호우는 기록적인 재해를 가져왔으며 “治山治水”라는 옛말을 다시금 뼈저리게 되 새겼든 한 해 였습니다. 그래서 지난해 산사태와 물관리 등에 대한 전문적인 조사결과와 대책방안등을 이번호 특집으로 게재하였습니다. 정책 및 실무적용에 참고가 되었으면 하는 마음 간절할 뿐입니다.

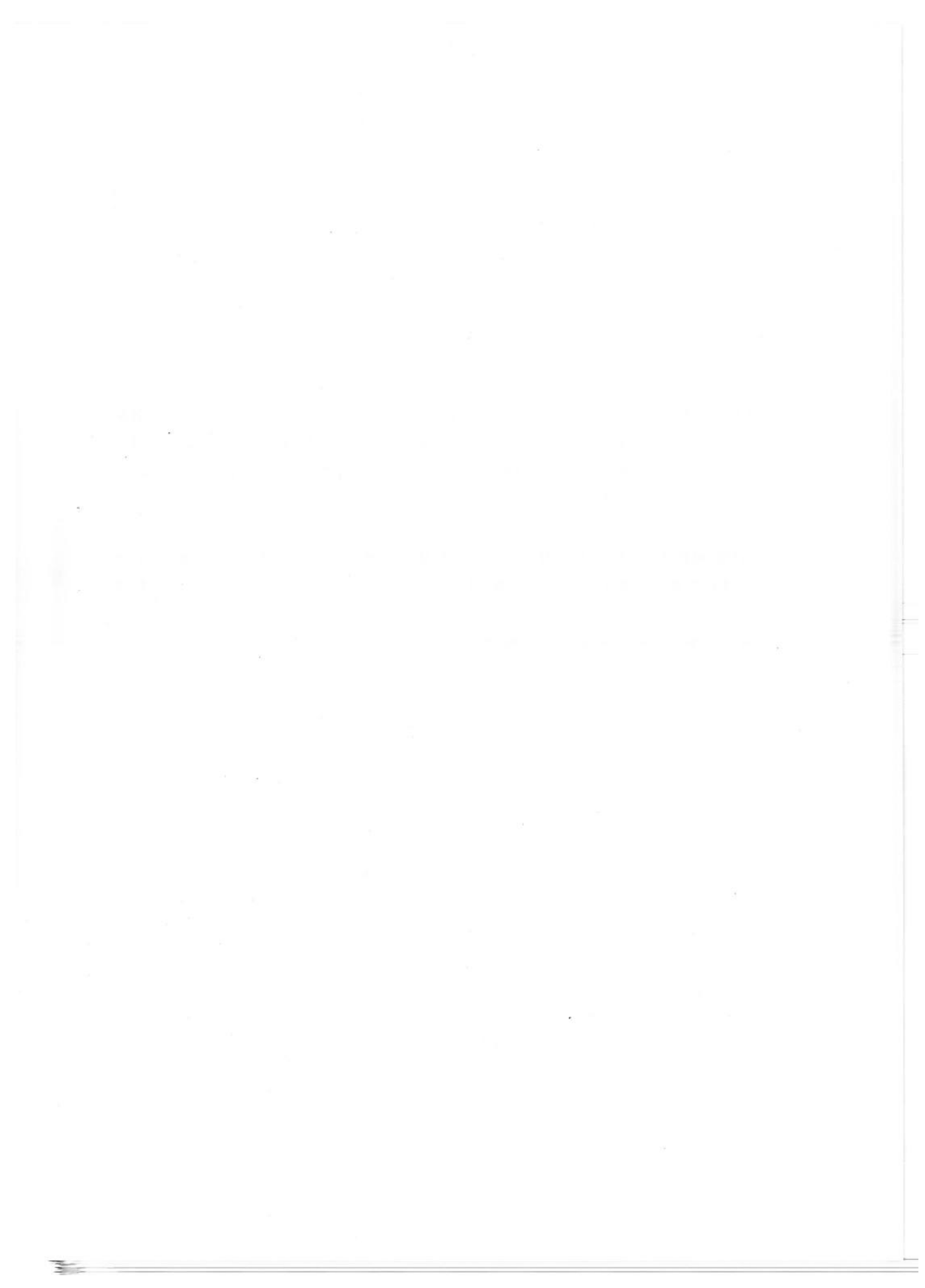
임업은 현장기술 산업이고 또 종합적인 국토관리 산업의 일종이라고 할 수 있습니다. 현장기술은 오랜 세월에 걸쳐 익혀지는 자연과학기술 입니다. 또, 성숙된 임업기술이 있어야만 비로서 생산성 높은 훌륭한 산지가 조성되지 않겠습니까. 그럼에도 불구하고 작금의 기술인력 감퇴 현상은 임업뿐 아니라 국토관리 기능과 발전에도 부정적인 요인으로 작용하지 않을까 하는 우려를 낳게 합니다. 질 높은 임업기술 인력의 양성과 교육은 어느때 보다 시급한 우리 모두의 과제로 다가오고 있습니다.

감사합니다.

1999년 4월 일

한국산지환경조사연구회  
회 장 김 태 옥





## 산림기능평가와 산림관리

김 현 식

산림청 산림경영과장

### 1. 산림기능평가는 왜 필요한가?

경제성장, 국토의 개발, 생활수준의 향상과 가치관의 변화에 따라 산림에 대한 사회적 요구는 크게 변화해 가고 있다. 재생가능한 자원으로서의 목재의 안정적인 공급은 물론 국토보전, 수원함양, 레크레이션 등의 장소로서의 산림의 역할은 점점 더 높아지고 있다.

산림에 대한 이러한 사회적 요청에 부응하기 위해서는 산림이 가진 다양한 기능을 종합적이고 고도로 발휘시킬 수 있어야 하며, 이를 위한 산림관리를 위해서는 산림이 가진 각종 기능을 평가하고 기능유형을 구분하여 시업을 할 필요가 있다. 이른바, 산림관리란 산림기능을 평가하여 산지의 이용구분을 행하고, 임지별로 경영목표를 설정한 다음 계획을 수립하여 시업을 실시하는 일련의 과정이라 할 수 있다.

따라서, 산림이 가지고 있는 잠재적 능력과 사회적 수요에 대한 정확한 평가는 자원의 관리와 정비목표를 정하고 임지별 시업방법을 결정하는 데 있어서 필수적인 전제가 되는 것이다.

### 2. 산림기능평가는 어떻게 하고 있나?

산림기능평가의 방법에는 직접적으로 기능을 평가하는 방법과 지형 등 외적인 인자를 이용하여 간접적으로 기능의 잠재적 능력을 평가하는 방법이 있다.

전자는 歐美에서 주로 사용하고 있는 방법이며, 산림의 이용형태와 법적인 규제를 고려하여 판정기준을 작성하고 기능의 정도를 고·중·저 등으로 구분한다. 표1에서 볼 수 있는 것처럼 이 구분은 맹아림, 도시지역의 산림이라고 하는 이용형태와 국립공원, 자연보호구 등의 법적인 규제를 근거로 분류하는 것이다(熊崎, 1986).

후자는 일본에서 채용하고 있는 방법으로 표고와 지형 등의 간접적인 정보를 이용하여 기능 발휘의 가능성을 수량적으로 추정한다(표2). 즉, 산림의 기능과 지질, 표고, 경사, 곡밀도, 토양형 등의 인자와의 관계에 관하여, 다변량해석(수량화 I·II류)에 의하여 분석·작성한 스코아표를 이용하여 메쉬의 종합스코아를 산정하고 고·중·저의 3단계로 평가한다(日本 林野廳, 1977).

간접적인 평가의 방법을 취할 경우 기능별 평가의 척도와 설명인자의 선정은 중요하며, 기능평가의 목적에 따라 그 기준은 달라진다.



[표1] 국가별 산림기능평가의 판단기준

| 機能   | 重要度 | 프 랑 스                    | 독 일                                  | 핀 란 드                         | 미 국                               |
|------|-----|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 木材生産 | 高   | -                        | -                                    | -                             | 년 성장량 3.5m <sup>3</sup> /ha이상의 산림 |
|      | 中   | 맹아림의 일부 소면적임분            | 맹아림, 소면적 (0.5ha以下)임분                 | 목재생산이 어느 정도 규제되어 있는 산림        | 위 1.4~3.5m <sup>3</sup> /ha의 산림   |
|      | 低   | 맹아림의 일부 비생산 관목림          | 연평균의 수확량 1 m <sup>3</sup> /ha이하, 맹아림 | 법률에서 벌채가 강하게 규제되어 있는 산림       | 低位生産林, 禁伐의 보존림                    |
| 保健休養 | 高   | 도시지역의 산림                 | RVD <sup>1)</sup> > 10               | 국립공원, 자연보호지구, 별장거주지주변         | 공적인 레크레이션지역, 레크레이션이용 가능한 사유지      |
|      | 中   | 폐쇄경제림의 대부분               | RVD <sup>1)</sup> > 1                | 공·사유림의 레크레이션지역                | -                                 |
|      | 低   | 관목림, 소면적임분 개발불가능림        | -                                    | -                             | 불편한 공유림, 입산할 수 없는 사유림             |
| 環境保全 | 高   | 개발불가능한 폐쇄림, 중요보안림, 복구조림지 | 「機能圖」에서 지정된 산림                       | 국립공원                          | 국토보전에 중요한 서부의 山地林                 |
|      | 中   | 기타 산악지                   | -                                    | 갱신곤란지                         | -                                 |
|      | 低   | -                        | -                                    | -                             | -                                 |
| 自然保護 | 高   | 국립공원, 자연보호구              | 국립공원, 자연보호구                          | 국립공원 및 生物相의 보호가 특히 중시되고 있는 산림 | 국립공원, 야생조수보호구                     |
|      | 中   | 소면적임분 이외의 산림             | 자연공원내의 산림                            | -                             | 주립공원, 지방공원, 도시수원림                 |
|      | 低   | -                        | -                                    | -                             | -                                 |

1) RVD : 방문자수/년/ha

이와 관련하여 김(1996)은 간접적 방법으로 산림기능을 수량적으로 평가한 다음 GIS를 이용하여 산림기능도를 작성하고, 이를 토대로 산지이용구분을 행할 것을 제안하고 있다.(그림1~5)

북한의 경우에는 산지이용의 기본원칙이 우리나라와는 차이가 있으나, 산지의 최적이용방안을 설정하고 이용목적별로 용도를 구분하기 위하여 세가지 측면에서 산림토지의 기능을 종합적으로 평가하고 있다(김광주, 1991).

### 3. 평가시 고려할 사항은 무엇인가?

#### 가. 평가대상 기능의 선정

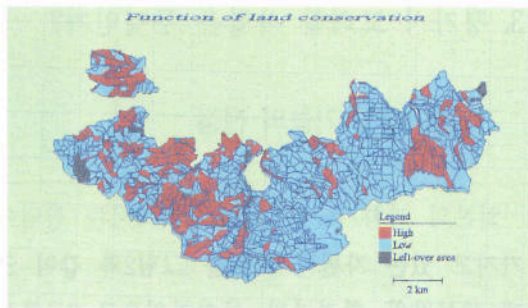
일본의 과학기술청자원조사회에서는 산림이 가지고 있는 자원적 가치를 그림2와 같이 크게 생산자원, 환경자원, 문화자원으로 3구분하고 있다. 생산자원은 목재·특용임산물 생산 등의 기능에 의하여 얻어지는 것이며, 환경자원은 수원함양·산지재해방지외에 기상완화·대기정화에 관계하는 것이고, 문화자원은 학습·종교·레크리에이션등과 관련되는 것이다.

[표2] 일본에서의 산림기능별 기준평가인자

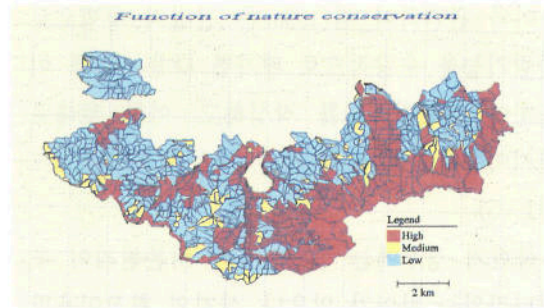
| 기 능 별   | 기 능 평 가 인 자                                            |
|---------|--------------------------------------------------------|
| 홍 수 방 지 | 경사, 표고, 지형, 강수량, 적설등                                   |
| 수 원 함 양 | 토양, 지질, 경사, 표고                                         |
| 산지재해방지  | 표층지질, 지질구조, 경사, 사면형상                                   |
| 보 건 문 화 | 경관권역, 하천호소, 사적, 산림구성, 행동성, 시설                          |
| 생활환경보전  | 자원성 : 보건문화기능평가 인자를 준용<br>이용기대성 : 인근도시인구, 녹지지수, 거리등     |
| 목 재 생 산 | 지위급 : 지질, 표고, 지형, 경사, 방위, 토양형등<br>지리 : 단위 재적당 반출비, 시장가 |

[표3]북한에서의 산림토지의 평가인자

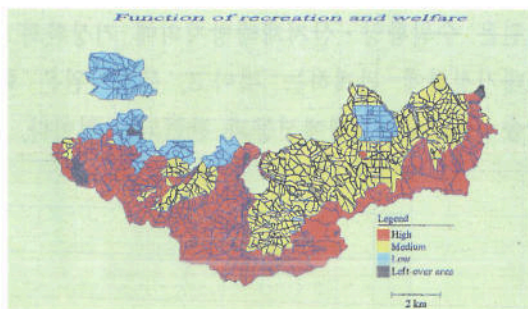
| 기 능 별 | 평 가 인 자                           |
|-------|-----------------------------------|
| 생산적측면 | 기온, 강수량, 생육기간, 증발능력               |
| 보호적측면 | 경사 및 길이, 지질, 토양특성, 강수량 및 강도, 피복상태 |
| 서비스측면 | 특이지형, 동식물상, 깨끗한 공기·물, 풍치          |
| 경영적측면 | 경사도, 토지균일성, 노동력, 접근성, 생산물수요       |



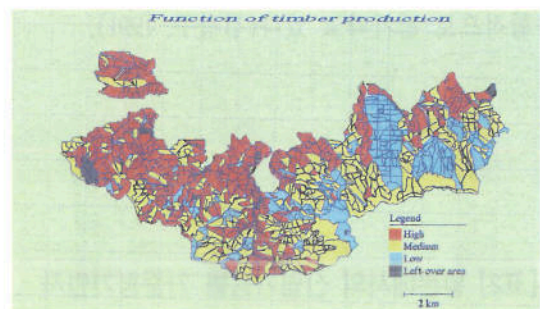
[그림1] 산지재해방지기능의 평가도



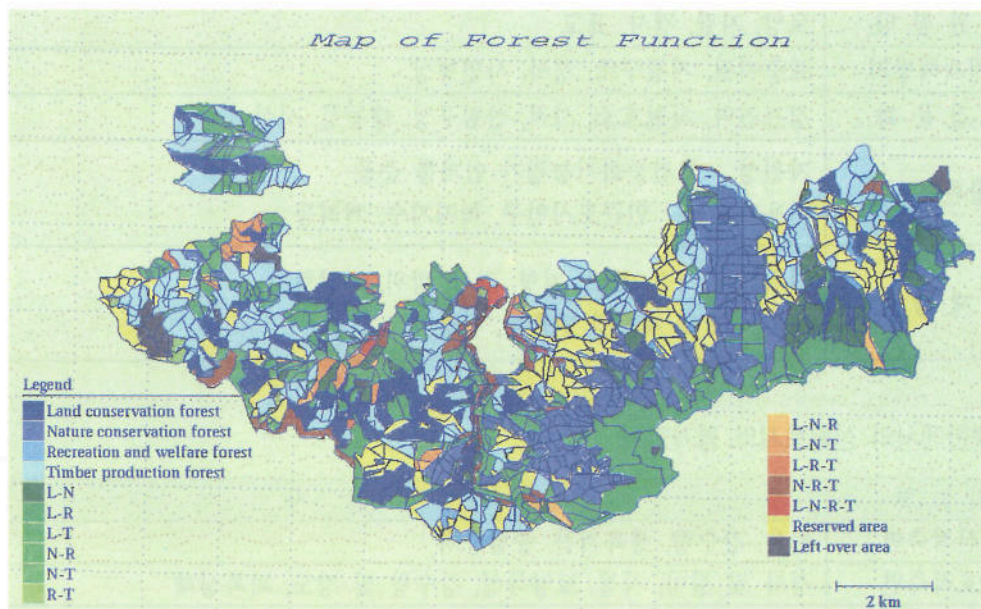
[그림2] 자연환경보전기능의 평가도



[그림3] 보건휴양기능의 평가도



[그림4] 목재생산기능의 평가도



[그림5] 산림기능도



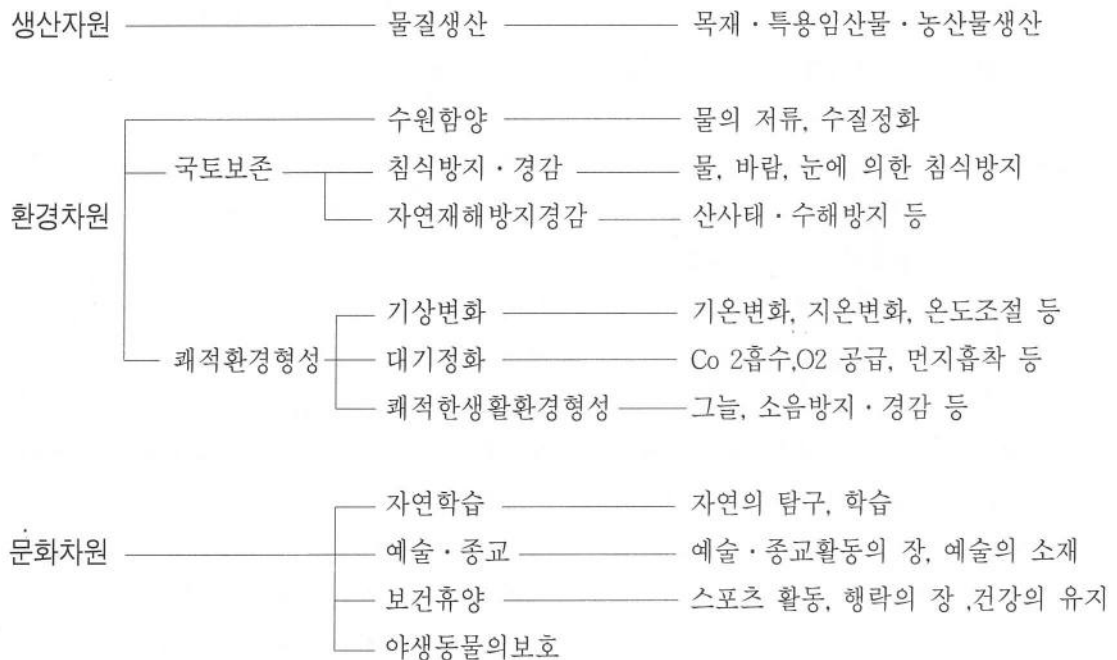


그림6 산림이 가진 가치의 분류

이러한 산림의 가치는 다양한 기능의 발휘에 의하여 얻어지는 것이기 때문에 개별 국가나 지역사회에서 중점적으로 얻고자 하는 가치를 평가 대상으로 하여야 할 것이다. 즉 다양한 산림기능 중 어느 것을 평가대상으로 할 것인가는 산지이용에 대한 사회적 수요를 고려하여 선정하여야 할 것이다.

#### 나. 평가의 방법

토지이용계획을 입안하는 경우, 토지의 자연적, 교통적, 개발기술적 조건으로부터 목적으로 하는 토지이용에 적합한 조건과 이용에 장애가 되는 조건을 분석, 평가하고 토지이용구분을 행한다. 토지이용구분은 이용목적별로 행

한 토지자원의 평가에 기초하여 경제적 이용성의 관점에서 이용목적을 상호 비교평가하고 조정을 하여 토지를 목적별로 이용구분하는 것이다. 이를 위해서는 토지이용구분의 기초로서 자원의 합리적인 평가가 필요하다(龜山, 1973).

농촌에 있어서 토지이용은 농지와 택지처럼 상호 독립적으로 평가할 수 있는 것과 산림처럼 기능이 중복하여 발휘되기 때문에 종합적으로 평가해야 할 것이 있다. 전자의 경우는 토지이용의 가능성으로서 용지평가를 할 수 있으나 후자의 경우는 독립적으로 평가하기 어렵다(石田, 1984). 따라서 산림에 있어서 자원의 평가는 개별임지가 갖고 있는 산림기능에 착목하여 평가하는 방법을 취하고 있다.

산림기능의 평가방법은 앞서와 관점을 달리 하여 자연환경요소에 근거한 공급자 측면과 사회적 요구를 고려한 수요자 측면에서의 평가로 구분할 수 있으며, 동일한 토지를 대상으로 양 측면의 평가결과는 반드시 일치하지 않는다. 예를 들면, 산간오지의 자연휴양림은 계곡과 식물상이 어우러진 뛰어난 경관을 자랑하고 있어 자연입지적 측면에서는 휴양기능이 매우 높다고 할 수 있으나, 접근성이 용이하지 않아 사회적 측면에서는 수요가 작고 이용객이 많지 않다. 반대로 도시근교림은 휴양측면에서의 입지의 잠재적 능력은 크지 않으나 접근성이 좋아 사회적 수요는 매우 크다고 할 수 있다.

따라서 산림기능은 자연입지적 측면과 사회적 측면에서 각각 평가한 다음 종합평가가 필요하며, 기능별 평가 방법은 남아 있는 과제라 할 것이다.

#### 다. 평가의 단위

토지와 관련된 각종 조사처럼 산림기능을 평가할 때에도 크기를 어느 정도로 할 것인가는 평가의 精度와 관련하여 중요하다. 계획을 수립하는 과정에서 고려하여야 할 단위에는 조사, 분석, 계획의 단위가 있다. 조사단위는 자료수집의 최소단위이고, 분석단위는 분석의 목적과 방법에 따라 다르나 조사단위를 집합한 단위이며, 계획의 단위는 보다 상위의 단위이다(中瀨, 1978).

산림기능평가의 조사·분석단위가 크게 되면, 평가의 精度가 떨어지게 되고 산지이용구

분 등에 있어 합리적인 계획의 수립을 기대할 수 없게 될 것이다.

이와 아울러 전국을 메쉬로 나누어 평가할 것인가 필지(국유림의 경우는 임소반)를 단위로 평가할 것인가를 결정하여야 한다. 이는 자료의 정비수준과 관련되는 것으로 기능평가를 위해 요구되는 데이터베이스가 전국적으로 어떻게 구축되어 있느냐에 따라 달라 질 것이다. 물론 메쉬에 의한 Raster데이터와 필지별 평가에 의한 Vector데이터는 GIS에 의하여 호환이 가능하다.

이상을 종합해 볼 때, 개발된 산림기능평가 방법을 전국적으로 적용하여 산림기능도를 작성하기 위한 평가 단위로서는 현재 구축중인 산림입지도가 그 크기와 담고 있는 정보 측면에서 가장 유력한 대안으로 제시될 수 있을 것이다.

#### 4. 산림관리에는 어떻게 적용할 것인가?

우리나라는 1980년 산지이용구분제도를 도입할 당시 산지를 보전임지와 준보전임지로 구분하였으며, 그 기준은 경사도와 임목분수도로 하였다. 즉, 경사도 36° 이상, 임목분수도 51% 이상의 산지는 보전임지로, 그 이하는 준보전임지로 구분하였다. 그후 1997년 산지이용체계를 재편하여 보전임지를 생산임지와 공익임지로 재구분하고 있으나 그 근간은 당초와 크게 다르지 않다고 볼 수 있다.

따라서, 현재의 산지이용구분은 산지의 타용도 전용수요에 맞서 산지를 산림으로 이용할

것인가 또는 타용도로 이용할 것인가의 기준을 설정한 것이지 산지의 특성에 따라 이를 합리적으로 이용하기 위한 구분체계라고 보기는 어렵다(이광원, 1997). 산지를 종합적으로 이용하기 위해서는 산림이 가지고 있는 잠재적 능력뿐만 아니라 사회적 수요를 고려한 산림기능평가가 필요하다

제4차산림기본계획에서는 산지의 합리적 보전과 이용을 위하여 전국 산림을 입지환경·사회경제 여건 등에 따라 4~5개(목재생산, 수자원보전, 생태계보호, 국토보전, 보건휴양 등)의 유형별로 분류하고, 기능유형에 따라 산림자원을 관리하도록 목표를 설정하고 있다. 그 일환으로 금년부터 산림기능평가에 관한 연구를 추진하고 있으며, 그 결과는 앞으로의 산지이용체계 재편 시 객관적 자료로 활용될 수 있을 것이다.

일본의 경우를 보면, 1977년 지역별 산림정비목표 등을 정하는 데 필요한 객관적 자료를 얻기 위하여 “산림의기능별조사실시요령”을 제정하고 전국 산림을 대상으로 자연입지적 측면에서 산림의 잠재적 기능을 평가하였다.

1991년부터 국유림은 산림의 잠재적 능력과 법률적 제한 등 사회적 요인을 고려하여 복수의 기능유형에 해당하는 경우 등에는 조정을 도모하여 기능유형을 구분하고, 유형별로 시업기준을 정하여 산림관리를 하고 있다(표4). 한편, 사유림은 산지이용구분을 행하지 않고, 산림의 타용도 전용에 대해서는 입지개발허가제도에 의하여 규제하고 있다.

이러한 일본의 산지이용체계와 산림관리로부터 토지이용과 관련한 사개인재산권 제한이 사회적 문제로 대두되고 있는 우리에게 하나의 시사점을 안겨주고 있다 할 것이다.

[표4]일본 국유림의 기능유형구분과 시업방법

| 유 형 구 분                    |         | 대 상                                                             | 시 업 방 법                             |
|----------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 수<br>원<br>합<br>양<br>기<br>능 | 국토보전림   | 산지재해의 방지, 수원지등의 보전, 거주환경의 악화방지등 국토보전을 우선해야 할 국유림(토사유출방비·방풍보안림등) | 사방시설의 설치, 복층림·혼효림 조성                |
|                            | 자연환경보전림 | 생태계의 유지, 귀중한 동식물의 보호 등 자연환경의 보전을 우선해야할 국유림(산림생태계보호지역등)          | 원칙으로서 자연의 추이에 맡긴 보호관리               |
|                            | 보건휴양림   | 산림레크레이션, 자연관찰에의 이용 등 보건문화적 이용을 우선해야할 국유림(자연휴양림등)                | 경관을 향상시키기 위한 경관시업의 실시, 레크레이션 시설의 설치 |
|                            | 목재생산림   | 목재생산등의 산업활동을 행해야 할 국유림(토지생산력이 큰 산림)                             | 수요에 응한 목재생산을 위한 시업                  |



## 5. 앞으로의 과제는 무엇인가?

## 참 고 문 헌

산림에 대한 다양한 사회적 요청에 부응하기 위해서는 산지의 합리적인 이용과 산림자원의 계획적인 관리를 도모할 필요가 있다. 이를 위하여는 산지이용 방향을 설정하고, 그와 연계되는 산림기능을 평가한 후 산지이용구분을 행하여 임지별 산림관리방법을 확립해야 한다.

이미 선진국들은 산림의 관리목표를 설정하기 위한 기초자료로서 산림기능을 평가하고 산림기능도를 작성하여 활용하고 있다.

올해부터 추진을 계획하고 있는 “산림기능평가에 관한 연구”는 산림기능을 어떻게 평가할 것인가가 주요한 과제라 할 것이다.

아울러 평가방법에 앞서 고려하여야 할 사항은 다양한 산림기능 중 어느 것을 그 대상으로 할 것인가이며, 산림에 대한 국민의 요구를 반영하여야 한다. 평가결과는 산지이용구분의 객관적 자료로 활용될 것이기 때문이다. 또한, 각종 산림정보의 전국적 정비수준을 고려하여야 한다. 평가방법을 전국 산림에 적용하여 산림기능도를 작성하기 위해서는 평가에 사용한 각종 산림정보들이 전국적으로 데이터베이스화되어 있어야 하기 때문이다.

이러한 점에서 추진중인 산림임지조사는 임지별 30여개의 많은 정보를 담고 있어 산림기능평가에 일정한 역할을 할 것으로 기대되고 있으며, 조사의 정확성이 더 없이 요구되고 있다.

1. 김광주, 1991. 산의 종합적 리용에서 제기되는 몇가지 문제. 산림과학1·2호(북한산림과학원)
2. 김현식, 1996. 山林環境情報を用いた山林機能評價と山林機能類型區分. 東京農工大.
3. 이광원, 1997. 북한의 산지이용구분과 관리체계. 농촌경제 20-2
4. 科學技術廳資源調査委員會, 1988. みどり資源の意義と高度活用に關する調査報告.
5. 龜山章, 1973. 農村土地利用に關する植生學的研究(1). 應用植物社會學研究 2
6. 石田憲治・龜山章, 1984. 綠地機能の分級と用地分級. 農村計劃學會誌, 3 (1)
7. 熊崎實, 1995. 日本の大都市近郊林. 日本林業調査會
8. 林野廳, 1977. 山林の機能別調査實施要領の制定について
9. 中瀬勳, 1978. 土地利用構造に關する計劃學的研究(3). 造園雜誌, 42(2)

## 산림과 水환경

손 희 만

환경정책평가연구원 국장

### 1. 머리말

산과 물의 문제는 어제 오늘의 이야기는 아니다. 예로부터 治山治水라는 말이 있듯이 산과 물을 잘 다스리는 것이 국가의 가장 큰 책무중의 하나였다. 우리나라는 산 좋고 물 맑은 錦繡江山으로 일컬어져 왔으나 여름철에 강우가 집중되는 기후적 특성과 산의 경사가 심한 지형적인 특성으로 인하여 치수에는 많은 문제점을 갖고 있는 실정이다. 그동안 우리나라의 수자원 정책은 댐의 건설을 통한 물리적인 방법으로 수원을 확보하는데 치중하여 왔으며, 녹색댐으로서의 산림의 기능은 그다지 중시하지 않았던 경향이 있다. 그러나 최근 “생명의 숲 가꾸기 운동”, “팔당호등 한강수계 상수원수질 개선 특별종합대책(환경부, 1998)”등에서 산림의 수원함양과 수질개선 기능이 부각되어 수원관리를 위한 산림의 중요성이 커지고 있다.

### 2. 산림과 水환경

“물 쓰듯이 한다”는 말이 있지만 우리나라는 수자원이 풍부한 나라가 아니다. 강수량을 기준으로 한 우리나라의 1인당 수자원부존량은 3,000㎥로서 일본(5,500㎥), 중국(7,600㎥), 미국(33,000㎥) 등에 비해 매우 낮은 수자원 빈국에

속한다. 이렇게 부족한 수자원도 여름철의 집중호우, 하천의 높은 하상계수 등에 의하여 수자원 총량의 37%가 홍수시에 유출되므로써 수자원의 효율적 이용에 지장을 주고 있다.

한정된 수자원의 효율적 이용을 위해서는 기본적으로 여름철의 풍부한 강우를 일정기간 저장하여 물이 부족한 시기에 서서히 이용하는 방법을 강구해야 할 것이다. 이를 위해서는 우선 인공댐을 건설하여 수자원을 저장하는 방법을 생각할 수 있고, 다음으로 산림으로 이루어진 녹색댐을 생각할 수 있을 것이다. 산림이 빗물을 저장하는 물의 양은 전국 9개 다목적 댐 저수량의 1.6배에 달하는 180억톤에 이르기(산림청, 1996) 때문에 수원함양기능으로서 산림은 매우 중요하다.

산림의 수원함양기능은 폭우시 일시적으로 물을 저장하고 유출을 억제하며 갈수기에 물을 고갈시키지 않고 서서히 방출함으로써 하천에 일정한 유량을 유지시키는 강우의 평균화 기능이라 할 수 있다. 비가 올 때 산림에서는 잎과 가지에 물방울이 부착된다. 부착된 물방울은 일부는 증발하거나 나머지는 지면에 떨어지는데 산림의 지표면에는 고사된 가지, 잎, 이끼류 등이 있고 그 아래에는 부식토가 있으므로 물이 직접 유출되지 않고 지하로 침투된다. 지하로 침투되는 정도, 즉 침투능력은

토양의 조상, 공극률, 강우시의 토양수분량, 토양의 온도 등에 영향을 받는다.(김장수, 1983). 침투된 물은 지하수로서 시간적 간격을 두고 다시 하천 등으로 유출된다. 즉 산림은 과잉된 물을 일시적으로 저장하였다가 갈수시 서서히 방류하는 댐과 같은 작용을 한다. 산림의 종류와 형상에 따라 침투능력과 보수능력에 차이가 있으므로 수원함양을 위해서는 침투능력이 높은 산림으로 육성해야 한다.

깨끗하고 풍부한 상수원의 확보를 위해서는 상류지역의 산림관리가 매우 중요하다. 대부분의 댐은 퇴사에 의한 저수능력의 저하와 함께 부영양화의 위험에 노출되어 있다. 퇴사는 홍수시 토사의 유출로 인하여 발생하므로 상류지역의 산림이 잘 가꾸어져 있을 경우 퇴사에 의한 저수능력의 저하는 상당부분 방지할 수 있다. 또한 산림은 하천에 유입되는 부영양화 물질을 상당량 억지시킨다는 연구결과를 보면 산림이 부영양화 방지에 중요한 역할을 할 수 있음을 알 수 있다. 또한 산림토양은 물리·화학적, 생물학적 활성이 높아 흡수·교환능력이 크므로 산림을 거치는 동안 물은 정화되고 안정된다.

산림의 수원함양 및 수질개선 기능을 강조한 최초의 수환경정책이라 할 수 있는 “팔당호등 한강수계 상수원수질개선 특별종합대책”에서는 팔당호의 수원확보와 수질개선을 위하여 팔당호 유입수계에 위치한 산림을 수원함양림으로 지정하여 수원함양과 수질개선 등 환경공익적 기능을 제고시키도록 하고 있다. 이 대책에서는 상수원 상류지역에 수원함양 및 수질정화기능이 큰 수종을 조림하고 산림밀도

조정을 통한 하층식생을 보호하여 복층림으로 유도하며 저수식의 사방댐을 건설하여 산림의 녹색댐 기능을 제고시키도록 하고 있다.

그러나 산림의 수원함양 기능의 한계 또한 인식할 필요성이 있다. 우리나라의 산림은 그동안 치산녹화사업에 의하여 지금은 전국의 거의 모든 산이 녹화되어 있어 녹색댐의 효과는 어느 정도 달성된 상황이다. 산림녹화는 수자원확보를 위한 수원함양 기능의 보조적인 수단으로서는 중요하나 댐과 같이 직접 물을 공급할 수 있는 수자원 확보 수단으로 이용하는데는 한계가 있다.

### 3. 산림정책과 수환경정책의 조화

우리나라 산림정책방향은 치산녹화에서 점차 산림경영과 산림의 환경공익적 기능 강화로 옮겨가고 있다. 제4차 산림기본계획(산림청, 1998)에서도 지속가능한 산림경영을 강조하고 있으며 궁극적으로 사람과 산림과의 공생을 지향하고 있다. 그러나 산림경영 즉, 임업생산력 증대와 산림의 공익기능 제고와는 다소 상충되는 면이 없지 않다. 예로 상수원 상류지역에서 목재생산을 위하여 임목이 벌채되거나 산림경영을 위하여 임도가 개설될 경우 수환경의 악화는 피할 수 없을 것이다. 따라서 산림경영과 환경공익적 기능을 어떻게 조화시키는가 하는 것이 중요한 산림정책의 과제라 할 수 있다.

수원함양과 상수원의 보호를 위하여 산림법에서 규정하고 있는 제도로써 보안림이 있다. 깨끗한 상수원의 확보를 위한 산림의 기능제



고가 중요시되는 시점에서 우리나라의 보안림 면적은 1982년 496,108ha(산림면적의 7.57%)에서 1996년 197,463ha(산림면적의 3.06%)로 매년 감소되는 추세에 있어 문제가 아닐 수 없다. 다행히 '98년말에 마련된 "팔당호등 한강수계 상수원수질개선 특별종합대책"에서는 팔당상수원 유입하천유역의 일정부분을 수원함양을 위한 보안림으로 지정하기로 한 바 있어 앞으로 상수원보호를 위한 보안림은 점차 증가될 것으로 예상된다. 물론 '95년부터 상수원보호를 위한 산림관리의 중요성을 인식하여 5대강유역 수원함양산림사업을 추진하고 있으나 아직은 매우 미흡한 실정으로 "팔당호등 한강수계 상수원수질개선 특별종합대책"에서 상수원보호를 위한 보안림 지정을 확대키로한 것을 계기로 전국의 주요 상수원 상류지역에 대한 산림관리정책이 수환경 보호측면에서 새롭게 수립·시행될 필요성이 있다.

한편 수자원 정책에서도 그동안 산림관리는 주요인이 되지 못했다. 수자원장기종합계획(건설교통부, 1996)의 어디에도 유역의 산림관리가 중요함을 언급하지 않고 있다. 수자원장기종합계획에서는 댐의 건설, 광역용수공급시설 확충, 지하수 개발과 용수절약 등의 측면만을 부각시켜 수자원 확보를 위한 인위적인 방법에만 치중하고 있다. 즉, 깨끗하고 풍부한 수자원의 확보를 위한 산림의 기능을 과소평가한 면이 많다. 특히, 앞서 언급한 바와 같이 우리나라의 각종 댐이 퇴사문제로 수자원 저장능력이 감소하고 있는 실정에서 댐 유역의 산림관리는 수자원 정책에서도 중요한 과제로 다루어져야 할 것이다.

#### 4. 맺는말

산림과 환경은 서로 밀접한 관련이 있다. 특히, 우리나라와 같은 기후와 지형조건에서는 임목을 육성하여 목재를 자원화 하기에는 한계가 있기 때문에 산림은 환경공익적 측면에서 다루어져야 하며, 환경공익적 가치중 절반이 토사유출과 수원함양 기능이라는 산림의 가치평가결과는 산림정책이 나아갈 방향을 제시하고 있다. 즉, 미래의 부족한 수자원을 확보하고 깨끗한 수질을 유지하기 위해서는 상수원 유역의 산림관리에 보다 정책의 우선순위가 두어져야 하며, 수원함양을 위한 적절한 수종의 선택과 육림방법 등 유역별 산림관리가 연구·시행되어야 한다.

#### 참 고 문 헌

1. 건설교통부, 1996. 수자원장기종합대책.
2. 김장수, 1983. 산림과 환경. 탐구당.
3. 산림청, 1998. 제4차 산림기본계획.
4. 유병일, 1996. 지구환경과 산림 그리고 인간. 지구촌.
5. 한국수자원공사, 1996. 수자원정책토론회.
6. 환경부, 1998. 팔당호등 한강수계 상수원수질개선 특별종합대책.
7. 박재현, 1998. 친환경적 물자원 개발과 효율적인 이용증진. 자연보존 104:22-28.
8. 박재현, 1998. 수원함양보안림의 중요성과 발전방향. 자연보존 103:38-43

# 산림토양분야 연구의 발전과 전망

- 북미주지역을 중심으로 -

손 요 환

고려대학교 자연자원대학 교수

## 1. 서 론

다른 여러 학문이나 연구분야에서도 마찬가지로 이겠지만, 산림토양분야에서의 과거 30-40년 동안은 그 이전의 어느 기간에서 보다는 급속한 발전을 이루어 왔다. 이로써 산림토양학이 독립된 학문으로서 위상을 확립하였고, 여기서 얻은 많은 연구결과는 실제 산림조성과 경영 관리에 광범위하게 응용되어 왔다. 현재의 전반적인 지식과 기술의 발전 속도로 미루어 앞으로 20-30년 동안에는 우리가 미처 상상하지 못할 정도의 빠른 진보와 급격한 변화가 있을 것으로 예상된다. 연구와 실험기술, 그리고 도구와 장비의 발달이 과거의 어려운 연구과제를 손쉽게 해결해 줄 수 있을 것이며, 더욱이 수학적 모델을 통하여 상호 연결된 복잡한 문제에 대한 해결방안을 얻을 수도 있을 것이다. 다가오는 21세기를 대비하여 그간의 산림토양분야 발달과정을 살펴보고 미래의 연구 과제를 고찰해 보는 일은 이 분야의 지속적인 발전을 위하여 필요한 일이라 생각된다. 이러한 목적으로 이 글에서는 S.P. Gessel과 R.B. Harrison의 "A Short History of Forest Soils Research and Development in North America"를 토대로 북미주를 위주로 한 산림토양분야 발전과정을 살펴보기로 한다.

## 2. 산림토양학의 기원과 발달

산림토양에 관한 관심은 일반 농업토양과는 달리 산림자원의 중요성과 생산성이 사회적으로 인식되며 임업에서의 시업이 본격화되는 19세기 후반 유럽에서 시작된 것으로 볼 수 있다. 독일을 비롯한 유럽에서 Grebe, Cotta, Heyer, Ebermeyer, Muller, Romann 등과 같은 학자들이 토양이 임목 생장에 미치는 영향을 주로 연구하여 산림토양학의 기초를 마련한 인물들이다. 또한 토양학이 발달된 러시아에서도 일찍부터 산림토양에 대한 연구가 Morozov, Sushkina와 같은 학자들을 중심으로 활발히 진행되었다. 유럽에 비해 상대적으로 산림자원이 풍부하여 산림토양에 대한 관심이 적었던 미국에서는 20세기 초부터 산림토양분야의 연구가 시작되어 1, 2차 세계대전을 거치며 산림자원 생산 및 황폐지 복구에 관한 사회의 관심과 목재수요 증대를 발판으로 이 분야가 급속히 발전하였다.

1930년대에 이르러 토양학이 농학분야의 일부로서 확실한 자리를 차지하면서, 단지 농업뿐 아니라 임업과 다른 자연자원을 대상으로 하는 영역에서도 토양학의 중요성이 인식되었다. 특히 토양의 중요성은 Civilian Conservation

Corps가 설치되면서 더욱 강조되었고, 단지 몇 개에 불과하던 임학분야 대학이 미국과 캐나다의 모든 주에서 최소한 1-2개씩으로 늘어나게 되었다. 이 때까지만 해도 농업분야의 토양학에서 산림토양을 주로 강의하고 연구하였으나, 1940년대 후반과 1950년대 초반에 이르러 일반토양학과 분리된 산림자원분야의 토양을 위주로 하는 산림토양학이 학문적으로 독립하여 성립되게 된다.

주요 인물을 중심으로 토양학의 발달과정을 살펴보면, 먼저 Hilgard를 들 수 있다. 그는 독일 태생으로 1855-1870년 동안 미국 미시시피주에서 지질학자로 활동하였는데, 1860년 "Geology and Agriculture of the State of Mississippi"에서 토양의 성질을 파악하고 이를 농업과 임업에서 어떻게 이용할 수 있는지의 원칙을 제시하였다. 그는 많은 현지연구를 통하여 수종의 분포와 생장 및 생산성은 토양과 직접적인 관련이 있음을 발견하고, 지질 이외의 요인이 토양의 성질을 결정하는 인자가 될 수 있다고 지적하였다. 또한 토양층위의 개념을 확립하여 Jenny는 Hilgard를 미국 근대토양학의 시조로 부르기도 하였다.

Jenny는 1941년 "Factors of Soil Formation"에서 이전에 많은 학자들이 토양층위를 가져오게 하는 여러 인자들을 밝혔으나 이를 토양형성에 관한 통합적 이론으로 확립하지 못한 데 반하여 그는 토양형성에 영향을 주는 각 인자들의 역할을 명확히 설명하였다. 특히 러시아의 Dokuchaiev에 의해 제시된 토양형성인

자에 대하여 북미주에서는 1900년대 초 단지 암석의 풍화만을 인정하고 다른 요인을 받아들이지 않았던데 비해 그는 이러한 개념을 받아들이고 수학적 이론에 기초를 두어 많은 현지의 실험을 통해 얻은 토양형성 5가지 인자(기후, 지형, 생물체, 모재 및 시간)를 제시하였다.

미국에서는 1930, 40년대에 Yale 대학의 Chandler, Duke 대학의 Coil, Cornell 대학의 Lutz, 그리고 Wisconsin 대학의 Wilde와 같은 학자들이 산림토양 관련 학과목을 강의하면서 토양의 성질과 임목 생장간의 관계를 중점적으로 연구하여 산림토양학의 학문기초를 확립하였다. Lutz와 Chandler는 공동으로 산림토양 성질을 연구하고 이러한 자료를 대학에서 강의에 사용하였으며 이를 기초로 1946년 "Forest Soils"를 저술하였다. Wilde는 1946년 "Forest Soils and Forest Growth", 1958년 "Forest Soils: Their Properties and Relation to Silviculture"를 각각 출간하였다. 그는 특히 산림토양분야에서 러시아 토양학의 영향을 많이 받아 북미의 토양분류작업에 기여하였다. 그리고 Coil은 1952년 "Soils and Tree Growth"에서 소나무림 토양의 토심과 임목생장과 관련성을 현지 경험을 토대로 명확히 설명하였다.

캐나다의 경우 미국과는 약간 다른 방향에서 산림토양분야가 발전하였는데, 특히 산림입지의 구분에 중점을 두어왔다. 이것은 비록 캐나다의 산림입지 여건이 미국에 비해 그렇게 다양하지는 않다 하더라도, 지형과 기후별 한

대 침엽수림의 차이를 나타내는 작업이 필요한 이유에서 비롯된 것으로 추측할 수 있다. 캐나다는 대부분의 임지가 국가 또는 공공기관의 소유이고, 전국에 걸친 토양조사와 같은 작업이 이루어진 일이 없기 때문에 우선 임지의 구분에 중점을 두고 연구와 교육이 이루어져 온 것이다. 미국에서 산림토양분야가 일반 농업토양에서 얻어진 자료와 지식을 토대로 발달하였고 토양이 임지를 구성하는 요인 중의 하나라기 보다는 별도의 인자로서 취급되어 온 것과는 차이가 있는 것이다.

### 3. 산림토양분야 발전의 주요 성과

#### 1) 토양조사

자연자원의 합리적 이용을 위한 첫 번째 단계는 어디에 무엇이 있는지를 밝히는 것인데, 토양자원의 경우 토양조사가 그 시작이라고 할 수 있다. 미국에서는 대략 1950년까지 농업토양조사가 주로 이루어졌고, 그 이후로 산림지역에서의 토양조사가 실행되었다. 그러나 이 작업은 Soil Conservation Service (현재는 Natural Resource Conservation Service)에 의해 상당히 집중적으로 실행되어 현재는 거의 모든 산림지대에서의 토양조사가 완료된 상태이고, 점차 GIS와 대면적에 대한 임지관리 계획의 도입으로 토양조사분야에서도 변화가 일어나고 있다.

#### 2) 임목 생장에 영향을 주는 인자의 구명

기후와 함께 토양은 임목의 생장을 결정하는 가장 중요한 요소이다. 토양은 임목생육에 필요한 수분과 양분을 공급하며 온도와 수분조건의 급격한 변화를 막아주는 완충작용을 하기도 한다. 일반적으로 토양의 성질을 물리, 화학, 생물적 성질로 나누어 이들과 임목생장과 관련성을 연구하는데, 산림토양에서 이들 각각의 성질과 임목과의 관계가 상당 부분 상세히 구명된 상태이다. 그리고 수분의 유효도가 수종의 분포 및 활력과 생장율을 결정하는 요소 가운데 하나로 산림토양에서의 수분관계에 대한 많은 연구결과가 축적되었다. 산림토양 내 생물중 유기물분해자, 질소고정미생물, 경제적인 가치가 있는 병원성미생물 등에 대한 연구가 상당한 수준까지 진척된 상태이고, 근래에는 식용버섯에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 산림토양의 화학적성질에 대해서는 다른 어떠한 측면에서보다 연구가 많이 진행되어 왔다. 또한 산림지대별 산성도의 분포와 이 산성도가 인위적인 영향으로 변화되었는지의 여부 등에 대한 자료가 이미 축적되었고, 토양별 주요 원소의 구성상태 및 유효태 정도 등도 밝혀졌다.

#### 3) 임지-생산성 분야

임지는 임목의 생장상태나 생산성을 결정하는 총체적 개념인데, 그간의 산림토양분야 연구결과 임지를 결정하는 인자들에 대한 이해 정도가 깊어졌다. 즉 토양의 물리, 화학, 생물적 성질이 임지를 결정하는 역할을 이해할 수 있게 되었으며, 특정 지역에서 일정한 수종에



대해 토양과 입지간의 관련지수를 개발, 사용하는 실용적인 면까지 발전하게 되었다. 산림에서 생산성을 증진시킬 수 있는 방법은 크게 두 가지로, 하나는 임목의 유전적 성질을 개량하고 동시에 임목밀도, 간벌, 벌채, 다른 시업 방법 등을 사용하는 것이며, 또 다른 하나는 입지를 결정하는 토양의 성질을 개량시키는 것이다. 산림경영을 위한 입지의 개선은 후술하는 산림양분관리와 시비를 통하여 주로 가능한 것이다. 산림토양 연구를 통하여 제반 산림시업이 토양성질의 변화에 미치는 영향이 밝혀졌고, 이에 따라 토양의 생산성을 유지, 증진시킬 수 있는 합리적인 시업관리방안도 제시되었다.

#### 4) 산림양분관리 및 시비

북미주에서 초기 산림토양분야 연구과제 중의 하나가 양분결핍으로 인한 임목생장 감소 또는 고사현상을 밝히며, 어떻게 이들을 교정할 수 있는지에 관한 것이었다. 양분이 결핍된 입지에서 시비를 통하여 양분을 보충할 수 있는 방안이 연구되었고, 시비의 구체적인 실행 방법과 그의 경제성분석도 이루어졌다. 특히 시비후 생장증가가 뚜렷한 지역, 원목의 가치가 높아 수요가 많은 지역, 비료의 구입과 사용이 편리한 지역 등에서 주로 산림시비가 활발하게 실행되었다. 그러나 앞으로는 시비가 환경에 미치는 영향도 이전보다 더욱 중시될 것이므로 산림에서의 시비도 상당한 변화를 보일 것으로 예상된다. 근래에는 단지 화학비료 뿐 아니라, 각종 슬러지 (sludge, biosolids)

를 산림에 사용하는 연구가 수행되고 있다. 이 분야는 자원의 재활용과 환경보호 측면에서 기여하는 바가 많아 계속 확대될 것으로 예측된다. 산림양분관리의 최종 목표는 산림생산성의 지속 및 증진인데 여기에 대한 관심이 자연환경보호 경향과 더불어 점차 증대되고 있다.

그간의 산림토양분야 여러 연구결과를 종합해 본다면, 가장 큰 업적은 무엇보다도 토양이 모든 자연생태계에서 고유의 기능을 가지고 있는 요소이며, 토양에 관한 지식이 자연생태계를 이해하는데 극히 중요한 부분이라는 인식이 일반화된 것이다. 또한 산림토양이 관련 고등교육기관에서 교육과정의 일부로 정착되었으며, 산림토양연구가 산림과 임업연구의 필수 불가결한 분야로 인정되었다. 초기에는 산림토양연구가 산림생산성을 측정하고 생산성이 높은 지역을 경영, 관리하기 위한 자료의 축적에서 토양의 분류와 도면화에 치중하였다가, 점차 토양은 임목생장에 필요한 양분의 저장고이며, 종종 양분이 임목생장을 제한하는 요인이 되며 산림시업에 따라 산림양분이 줄어들거나 늘어난다는 점을 강조하는데로 발전한 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 산림토양분야 발전을 주요 연구과제별로 분류하여 정리해 보면 그림 1과 같다.

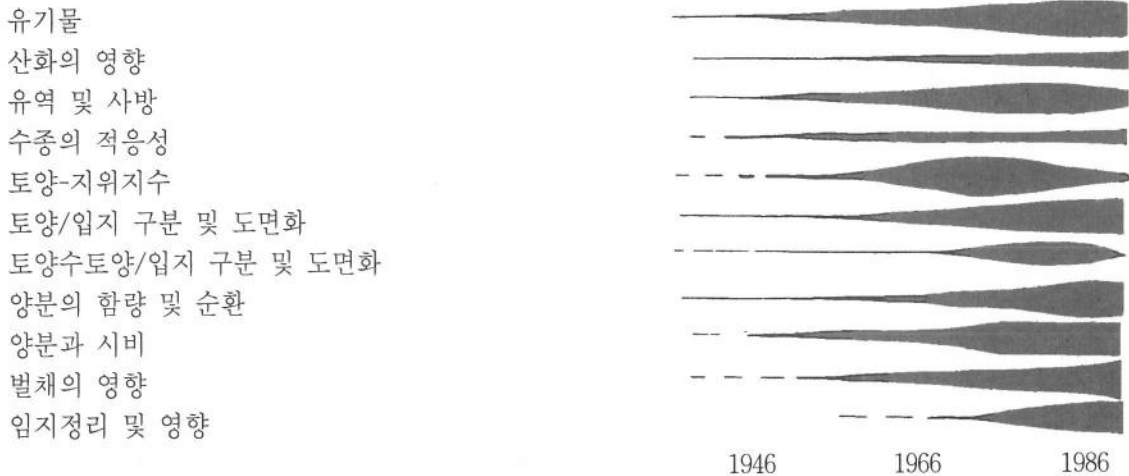


그림 1. 산림토양분야의 주요 주제별 발전과정 (SSSA 1987).

#### 4. 앞으로의 전망과 과제

미래에 당면할 과제는 반드시 새로운 것이며 예상하지 못할 것만은 아닐 것이다. 현재까지 진행되어 온 과정을 살펴으로써 발생할 수 있는 문제를 예상할 수도 있을 뿐 아니라, 과거의 과제가 새로운 관점에서 다시 문제로 제기될 수 있으므로 예상이 가능한 면도 있다. 이의 가장 대표적인 예가 산림의 생산성을 높이는 문제이다. 전세계 인구 및 1인당 목재 수요는 지속적으로 증가하는데 반해, 생산성이 높고 경영관리가 용이한 임지가 감소되고 있으므로 임목생산성을 향상시키는 일은 과제로 남아있다. 임목생산성의 증대가 미래의 과제임에도 불구하고, 국가나 기업체에서 이에 대한 연구지원을 중단한 상태이고 대학에서조차 관심이 멀어져가고 있는데, 이러한 경향은 바뀌어야만 하고, 또 바뀌어가고 있다. 또한 토양

의 생산성을 유지하고 증진시키기 위해서는 토양자원의 훼손과 오염에 대한 원인과 기작 및 관리 시업방안을 연구하는 일도 중요한 과제이다. 그렇다면 미래에는 어떠한 변화가 있을 것인지, 그리고 그에 부합하는 연구영역은 어떠한 것이 될 수 있는지를 살펴볼 필요가 있다.

미래에 예측 가능한 산림토양분야와 관련된 상황의 변화는 첫째, 에너지 생산비용의 증가, 둘째, 숙련된 노동인력 확보의 어려움, 셋째, 토지이용목적의 상충, 넷째, 산림관리 규제의 강화, 그리고 마지막으로 오염과 같은 인위적 요인으로 인한 산림토양환경의 급격한 변화 등을 들 수 있다. 무엇보다도 앞으로는 모든 에너지의 생산비용이 증가할 것이고 이에 따라 에너지생산용 임목식재의 증가, 인센티브를 통한 조림의 장려, 임지이용의 극대화 등과

같은 대책이 대두될 수 있으며, 저비용 조림이나 질소고정 수종의 이용증가 등도 강조될 수 있을 것이다. 숙련된 산림노동인력 확보가 어렵게 되면 산림토양분야에서도 기계화가 진행되고 불가피한 경우에는 미숙련 노동자가 투입될 수 밖에 없으므로 점차 임지나 임목에 대한 조사도 인력의 집중도가 낮은 GIS 등의 분야가 응용될 수 있을 것이다. 또한 임지에서 휴양기능 강화와 임목생산 이외의 목적이 강조되면 각기 다른 시업의 결과가 토양성질이나 수질에 미치는 영향에 대한 연구도 필요할 것이다. 산림 관리상 규제가 강화되면 의사결정에 필요한 제반 모델의 정립이 요구될 것으로 보인다. 그리고 대기오염물질, 비료, 제초제, 살충제, 각종 화학물질 등이 토양에 유입되어 토양성질에 영향을 미치므로 이에 대한 대책이 요구될 것이다. 이러한 경향에 비추어 산림토양분야에서 앞으로 집중적인 연구가 필요한 세부분야를 몇 가지 나열하면 다음과 같다.

- 1) 진부한 주제이기는 하지만 산림에서의 질소고정 문제이다. 척악지에서의 임지비옥도를 증진시키며, 나아가 임목생산성을 증대시키는데 사용할 수 있는 체계적인 질소고정수종 이용방법을 개발하는 일이 필요하다.
- 2) 임목 뿌리 그 자체와 기능에 대한 보다 광범위하고 심도있는 연구가 필요하다. 눈에 보이지 않으면 멀어진다는 속성 때문에 뿌리 부분은 산림토양 내 다른 분야에 비하여 비교적 연구의 진행이 늦은 편이다. 비

록 현재까지의 연구결과 임목 뿌리의 생장과 분해에 대한 일부 자료가 축적되었으나, 아직까지 광합성의 결과 생기는 탄소의 지상부와 뿌리와의 분배 양식이나 미생물과 뿌리간의 상호작용 (병원미생물이나 오염원에 대한 방어기작 포함)에 대한 자료는 부족한 실정이다. 특히 임목에서 뿌리를 통한 양분의 흡수와 이동에 관한 지식 및 이를 근거로 한 모델작업은 일반 식물이나 농작물을 대상으로 한 것에 비교하면 매우 미진한 수준이다.

- 3) 전목벌채, 단기벌채 등과 같이 임지를 급격히 악화시킬 수 있는 벌채나 극단적인 임지정리작업 등이 토양에 미치는 영향 등에 대한 연구가 필수적이다. 이러한 주제들은 단기간에 토양을 분석하여 일부의 성질을 토대로 해답을 얻을 수 있는 것이 아니라 보다 장기간에 걸친 지속적인 연구와 이를 수치적으로 해석하고 예측하는 작업을 통해 가능한 것이다. 특히 자연적 또는 인위적 원인에 의해 발생한 임지교란 행위의 효과에 대한 장기실험연구도 필요하다.
- 4) 토양생물분야이다. 질소고정이나 균근 등에 대한 관심이 많다 하더라도 토양생물 특히 미생물에 대한 연구는 극히 일부만이 진행된 상태이다. 토양 내 유기물의 축적, 질소의 무기화와 부동화, 뿌리에서의 병원미생물과 시업관리의 관계 등 해결해야될 과제는 여전히 많다.
- 5) 임목생육에 필요한 양분의 수요 및 공급을 예측하는 일이 필요하다. 최적생장을 위한 임목의 양분요구량을 추정하고, 토양에서의

공급량을 산정하되 유기물의 분해와 광물의 풍화에 의한 공급량을 각각 구분하여 측정하여야 한다. 그러나 이때 수종에 따른 차이를 감안하여 뿌리를 고려하고 균근과 토양이 총체적으로 작용하는 상호관계 가운데서 이를 추정하여야 할 것이다. 즉 단순히 임목은 임목대로 토양은 토양대로 각각 연구하는데서 탈피하여 동적인 상호작용을 밝히는데 주력하여야 한다는 점이다.

- 6) 각종 오염물질의 유입에 따른 토양의 성질 변화나 완충능력을 측정하고, 변화된 성질을 복원하기 위한 구체적 토양관리 방안에 대한 연구가 필요하다.

## 5. 산림토양분야 발전과 학회

미국에서의 산림토양분야 발전은 관련학회에서의 활동과 밀접한 관련이 있었다. 즉 미국 토양조사협회 (American Soil Survey Association)에서 산림토양의 중요성을 인식하여 1936년 산림토양심포지움 (Forest Soil Symposium)을 개최하였고, 미국토양학회 (Soil Science Society of America)의 다른 분과에 소속되었던 산림토양분야는 1954년 정기총회 때부터 별도의 독립분과 (S-7: Forest and Range Soils)로 분리되어 이 분야의 발전을 가속화시켰다. 더욱이 최근에는 산림토양을 위주로 하는 별도의 독립학회설립 필요성까지 대두되고 있는 실정이다. 북미주산림토양회의 (North American Forest Soils Conference)는 1958년 1차 회의를 시작으로 특정한 주제를 중심으로 계속되고 있으며, 회의 결과는 별도 논

문집으로 현재 8호까지 발간된 상태이다. 또한 미국임학회 (Society of American Foresters)도 산림토양의 중요성을 감안하여 soils working group을 설치 운영하고 있다. 우리나라에서도 임학 또는 토양학 관련학회에 산림토양분야의 분과를 설치할 필요성이 있으며, 이를 통하여 관련 연구자들의 연구활동을 적극 지원하고 권장하여야 한다. 산림토양 관련 학자들이 학회활동을 통해 지식과 정보를 상호 교환하며, 미래에 대한 연구방향을 설정하게 하여야 한다. 특히 이러한 학회활동은 학생들의 교육과 훈련에도 도움이 되어 후학을 양성한다는 측면에서도 매우 바람직한 것이다.

## 6. 결 론

앞으로 산림토양관련 분야의 종사자들은 무엇보다도 먼저 산림토양에 관한 지식과 기술을 개발하고 이를 산림자원의 조성과 관리에 응용함으로써, 산림경영관리자들과 일반인들에게 토양자원이 미래 인류에게 갖는 중요성을 인식시켜야 할 것이다. 또한 산림토양분야는 더 이상 임학이나 토양학분야만의 전유물이 아니며, 관련되는 여러 학문의 종합적인 영향을 받고 이로 인해 더욱 발전된다는 사실을 유념하여 학문간의 연계성을 고려한 연구와 개발을 하여야 한다. 그리고 산림토양분야의 어떠한 주제에 대하여 연구된 기존의 결과가 많이 있다 하더라도, 산림에서는 각각 입지에 따라 토양, 기후, 식생, 경영관리 방법 등이 다양하기 때문에 여전히 입지별 개별연구는 필요하다는 점을 인식하여야 한다. 즉 입지의 특성을 고려

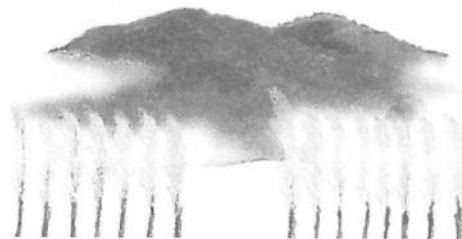


한 연구가 지역별로 지속되어야 한다는 것이다. 또한 산림토양분야에서는 기초적이며 근본적인 주제에 대한 연구는 물론 고도의 응용연구도 동시에 수행되어야 다른 분야의 발전에도 기여하며 사회적인 중요성도 인정받을 수

있을 것이다. 북미주에서의 산림토양분야 발전 과정이 타산지석이 되어 우리나라에서 일천한 이 분야의 연구가 활성화되고 미래에 슬기롭게 대처할 수 있는 지식과 기술을 축적할 수 있는 계기가 되길 바란다.

### 참 고 문 헌

1. Binkley, D. 1986. Forest Nutrition Management, John Wiley & Sons.
2. Pritchett, W. L. and R. F. Fisher. 1987. Properties and Management of Forest Soils, 2nd Ed. John Wiley & Sons.
3. Simonson, R. W. 1997. Early teaching in USA of Dokuchaiev factors of soil formation, Soil Sci. Soc. Am. J. 61:11-16.
4. SSSA. 1987. Future Developments in Soil Science Research, A collection of SSSA Golden Anniversary contributions presented at the annual meeting in New Orleans, SSSA.
5. SSSA. 1994. Factors of Soil Formation: A Fiftieth Anniversary Retrospective, SSSA Special Publication Number 33.



## 地域開發과 山林

安 相 男

南楊州市 議會議長

### 1. 도시개발 목표

도시는 사회적 경제적 정치적 활동의 중심이 되는 장소로서 정치 사회적인 관리통치 행정 생활경제를 이끌어 가는 시장의 두 축을 지니게 되며 그 도시의 입지조건이나 규모 형태기능에 따라서 행정도시 상업도시 공업도시 관광도시 전원도시 등 여러 가지로 분류되고 기능에 따른 일정한 형태 즉 정형을 이루는 특징이 있고 여기에 맞는 경관을 갖게 되는 것이 특색이다. 부산, 인천은 상업도시로 울산, 광양, 반월, 구미 같은데는 공업도시이고 과천이나 고양은 전원도시에 속한다. 이러한 도시 성격에 따라 주민의 구성이 각기 달라지며 주민의 욕구도 달라진다. 그렇다고 해서 단순히 도시가 이루어지는 것은 아니며 여러 가지 기능이 복합적으로 나타나는데 가장 주된 것이 경제기능을 높이도록 발전의 목표를 두고 있음은 어느 도시에서나 같다. 일반적으로 도시의 발달은 교통, 용수, 방어 등의 필요에 따라 하천을 끼고 발달한 경우가 많은데 그런 경우 하천에는 제방을 설치하고 지대가 높은 곳에 주택지가 되며 이는 주로 산림이 있는 산기슭 구릉지가 되고 하천변이나 낮은 지대는 공업이나 상업지역을 이용하게 되었다. 자연상태를 존속시키는 경우도 있지만 대개는

지형지물, 토양식생등의 자연기초위에서 한 법령에 의해서 구분 배열된다. 어느 도시를 막론하고 도시에 있어서는 주택난, 교통난, 도시공해문제를 그 스스로 해결하려 노력하게 된다. 南楊州市는 市民滿足을 기한다는 目標아래 쾌적한 생활환경, 景氣가 살아 있는 活氣넘치는 都市, 도농통합으로 아직도 많은 지역에 걸쳐 전통적으로 유지되고 있는 농촌을 살리는 지역경제를 일으키고 관내의 많은 사적을 축으로 하는 文化 신도시를 이룩한다는 것이 合一된 目標이다.

### 2. 南楊州市의 현황

남양주군으로 분리되기 이전 양주란 명칭은 1668년 이조 현종때 양주군이라 불렸으며 1946년 2월 연천군 남면이 양주에 편입 되어 의정부읍과 16개면으로 전국에서 손꼽히는 큰 군이었다. 1961년까지 지켜 오던 양주군 87,791ha로 되어 오다가 1963년 의정부읍이 시로 승격하여 양주군에서 분리되어 나갔고 양주군 노해면 전부, 구리면 5개리가 서울특별시로 편입되는 바람에 면적이 축소되었으며 서울 동북부를 둘러싸고 있는 양주군은 서울입주가 어려운 빈민들이 양주군에 기착하여 인구가 팽창하면서 73년에는 구리만이 구리읍으로 승격

되었으며 79년 5월 미금면이 미금읍으로 승격하고 1980년에 양주군 남부지역인 구리, 미금읍과 6개면이 남양주군으로 떨어져 나왔고 다시 1986년 구리읍이 구리시로 남양주군에서 분리되어 나갔으며 1990년 미금읍이 미금시로 분리되었다가 1995년 미금시와 남양주군이 도농통합 남양주시로 되어 현재까지 내려오고 있다.

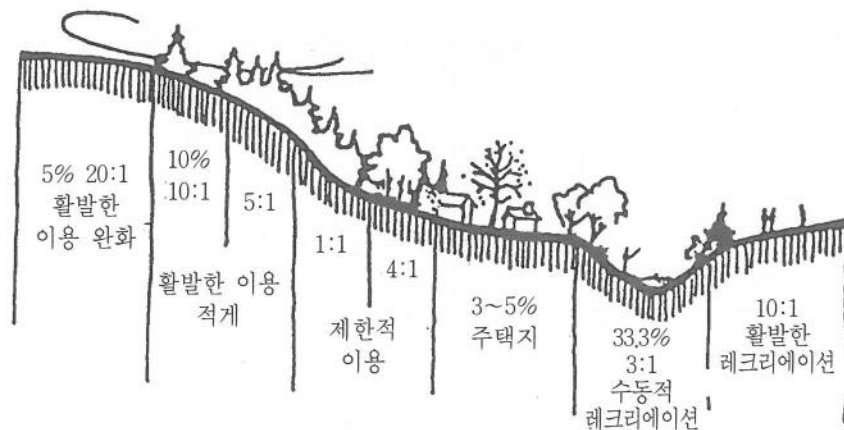
남양주시는 광주산맥의 지맥으로 남양주시 전체의 척추가 되고 있으며 최고봉인 천마산 812.4m 와 진접읍 팔야리와 수동면 수산리의 경계능선상에 786.8m의 철마산, 가평군 상면과 남양주시 수동면 외방리의 군경계 능선을 이루는 축령산 한강과 북한강을 바라보는 운길산 610.2m 등의 수림이 아름다운 수려한 경관을 지니고 있으며 100만 인구가 모여살고 우리나라 문화의 중심지인 서울을 동북방에 인접하고 시내버스로도 한 시간 내에 도착이 가능한 수도권 산림도시이지만 40%의 토지가 개발제한구역으로 지정되어 있어 균형적인 개발에 어려움이 있지만 고유경관을 보전하는 쾌적한

도시로 발전한다는 목표를 세우고 있다.

다른 도시보다 산림면적이 많은 33,949ha로서 전체면적의 73%가 산림이므로 효율적인 이용을 위해서 산림법에 의하여 준보전임지(택지 또는 공장)는 산촌다목적 개발사업, 산림휴양도시 개발사업, 산림주차휴양 단지조성사업, 목조주택 전원단지 조성사업을 실행할 예정이며 생산임지는 임업생산으로서 고로쇠수액, 표고재배를 비롯한 밤, 잣 등을 수확 생산하고 용재생산과 더불어 시민과 서울시민의 휴식장소 및 산림지 오락경기 활동에 기여할 수 있도록 개발한다는 목표와 지침을 설정하고 있다.

### 3. 발 전 계 획

자연환경과 생태계의 철저한 보전으로 환경훼손을 억제하면서 환경 및 산림 생태적 개발을 유도하며 청정에너지와 자원을 최대 활용하여 개발과 보전의 조화가 이루어지도록 하고 산림의 인간편익 기능생산성을 높이면서



구릉지 경사도별 이용 개념도

경제활성화와 함께 산림을 유지관리하는 도시 기반조성을 확대해 나간다는 方向을 설정하여 시행계획을 세워 나가고 있다.

자연환경과 생태계의 철저한 보전으로 환경 부하를 억제하고 최소화하는 환경생태적 개발을 추진하며, 청정에너지와 자원을 활용하여 개발과 조화가 이루어지도록 건설함

#### 가. 산지와 구릉지를 활용한 고품격의 산림도시

#### 나. 산림도시의 개발적지 선정기준

| 항 목                                                                | 선 정 기 준                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 고 도<br>경 사 도<br>방 위<br>지 형<br>취 탁<br>교 통<br>토지현황<br>제한지역<br>산지이용상황 | 시가지 평균고도 $\pm 100\text{m}$ 이내<br>15°미만<br>동, 남, 서향<br>구릉지 및 완경사지<br>20호 집단구역<br>도로에서 4km 이내<br>전, 답, 하천부지 임지<br>자연환경보전지역, 관광휴양지역, 유보지역<br>공원, 관광지, 문화재 사찰림, 보안림, 공익임지(국유림) |

#### 다. 산림내 주거단지 조건

| 구 분  | 입 지                 | 유치대상       | 경제조건   | 거 리  | 위 치        | 비 고               |
|------|---------------------|------------|--------|------|------------|-------------------|
| 전원주택 | 평지구릉지로<br>교통이 편리한곳  | 청·장년<br>가족 | 중·저소득층 | 20km | 오남면<br>화도읍 | 오남리 마석,<br>묵현, 녹촌 |
| 산림도시 | 완경사 산지,<br>구릉지로된 임야 | 장·노년층      | 중·고소득층 | 30km | 수동면일때      |                   |



## 라. 특성단지

### (1) 노인마을

노인가구의 입주를 위주로 하기 때문에 공공교통을 편리하게 이용할 수 있는 인구밀도가 적은 오남면과 수동면 지역에 소규모 단지로 조성하고 여기에는 노인전문치료병원, 노인성병으로 크게 문제시되고 있는 치매전문치료병원을 구비하고 간단한 노인성 운동시설인 미니골프장 위락시설도 갖추어 한 차원 높은 노인도시를 만들어 21세기 복지사회를 이루는 새로운 모범마을을 만든다.

### (2) 특수전문집단 마을

교통이 편리하고 자연환경이 수려한 한강변이나 풍치 우수한 수립지나 골프장주변에 30,000㎡ 소규모단지를 조성하고 수영장, 테니스장, 잔디 운동장, 회의실, 도서관 등 문화체육시설을 갖춘 고급생활이 가능한 마을을 조성 안정생활을 유지할 수 있는 의사, 변호사, 교수, 예술가 등이 입주하도록 한다.

### (3) 관광사업 확대

우리나라 24개 관광권역중 서울 근교권에 속하여 서울대도시권의 1일 휴식기능을 갖게 되며 그 중요 관광지로는 금곡휴유능, 진접광릉, 조안 정약용다산묘소, 불암산, 수락산, 수동면 국민관광지, 천마산 스키장, 천마산 군립공원, 서울 스키리조트 등이 있으며 국가지정 및 경기지방 문화재가 있어 이를 연계한 관광안내 계획도 갖고 있다.

여기에 덧붙여 특산물인 먹골배, 고로쇠 수

액, 잣 등 특산물을 개발하여 특산품화 하고 민박촌, 토속음식점과 콘도, 가족휴양 시설로 체류형 단지를 조성한다.

### (4) 관광유실수 단지

시민이 쾌적한 숲속에서 가족과 같이 생활을 즐기게 하기 위해서 밤나무 단지를 조성 내나무 갖기 운동으로 애향심을 고취하고 가을에는 알밤 줍기로 시민 정서함양에 기여하고 살구꽃 마을을 1개면에 한 곳씩 조성하여 옛날 고향마을 향취와 전원풍경의 복원운동을 펼친다.

## 4. 산림과 도시

남양주시는 온대 중부에 속하며 평균기온은 10℃내외이고 기후는 4계절 구별이 분명하고 식물 등이 월동하기에는 약간 저온이어서 낙엽활엽수림이 주종을 이루고 자생수종으로 서나무, 느티나무, 때죽나무, 상수리나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무, 박달나무, 생강나무, 향나무, 잣나무, 전나무, 밤나무 등이 있다.

수직적으로는 한강변의 삼패동이 60m 표고에서 천마산의 786.8m에 이르는 720m의 고도 차이가 있으니까 평야지와 천마산 정상간에는 기온이 6℃차이가 있게 되므로 초류의 종류가 다양하고 구분도 확연함을 알 수 있다.

남양주시는 총면적 46,534ha에 임야면적이 무려 33,949ha로 전체에 73%를 차지하고 있으므로 도시발전계획에 있어서는 산림을 제외한 계획을 구상할 수 없으며 산림이 차지하는 비중이 크다. 그러므로 산림도시의 성격을 띄울

수밖에 없고 남양주시에서는 산지관리계획이나 산림경영이 환경조성관리와 도시녹지에 있어서 매우 중요한 비중을 차지하고 있다. 시내 산림면적의 구성은 국유림 8.7%, 공유림 10.7%, 민유림 80.6%로서 민유림의 면적이 전국평균 72%보다는 많은데 서울과 인접하다 보니 서울 시민소유자가 많아서 순수한 산림관리를 실행하는데 많은 어려움이 있는 것 또한 사실이다.

도시에서 녹지라 함은 도시계획구역안에서 도시의 자연환경을 보전하거나 개선하고 공해나 재해를 방지하여 양호한 도시경관을 향상시키는 것이며 부수적으로 공원을 설치 및 관리함으로써 쾌적한 도시환경을 꾸미어서 건전하고 문화적인 시민생활 확보와 시민의 건강휴양 및 정서생활 향상으로 공공복지증진에 이바지 하게 된다.

산지개발은 개발법에 의하여 평지에서도 적용하고 있으며 산지개발 방식이나 기준은 산지와 같이 적용하고 있다. 산지의 합리적인 이용으로 국토의 효율성을 높이며 산업개발에 필요한 토지공급, 임업의 생산성 유지를 위한 목재공급, 산림환경보존을 위한 산림의 공익기능 등 세 가지 차원에서 조화를 이루도록 하였다. 이렇게 되기 위해서는 산지의 입지환경과 함께 사회경제적 조건, 장래의 토지수요 예측, 자연환경에 대한 평가 등이 병행되어야 한다.

최근에 이상도시라고 하는 생태도시에서 고려할 점은 다음과 같다.

첫째, 인간환경계가 하나의 유기체로서 도시라는 것을 인정하고 도시 내에서 여러 가지

활동은 생태계가 보유하고 있는 자립성, 안정성, 순환성, 다양성에 입각하여 이루어져야 한다. 그러므로 도시에 있어서의 물의 순환에너지 대사 도시화에 따른 자연의 변혁과 환경변화를 명백하게 한다.

둘째, 생태계순환형 도시체계의 형성을 도모한바 도시전체로서 자원과 에너지의 이용효율을 높이고 자연에너지나 우수 및 하수처리수 물론 배수나 배열 등을 유용하게 이용한다. 도시에 풍부한 자연을 회복함과 동시에 생태계가 갖는 자연정화, 기후완화 방재, 토양보전 등의 다양한 기능을 활용하여 도시의 생태계순환을 회복시킨다.

셋째, 도시민이나 산업체는 자기의 행동이 주변환경에 미치는 영향에 대해서 인식하고 일상생활이나 사업활동에 있어서 환경파괴가 되지 않도록 한다. 더 나아가 도시경관조성 및 개선 활동이나 폐기물의 회수와 재생운동을 비롯한 여러 가지 쾌적한 도시를 만들기 위해서 적극 참가하여 바람직한 도시체계를 형성한다. 생태도시의 대상은 물, 에너지, 녹색식물이며 이들이 순환되도록 하는 것이며 그 운용지침은 다음과 같다.

- (1) 에너지 효율이 자원절약을 할 수 있는 주택과 토지이용방안
- (2) 생태의 다양성 유지
- (3) 인간환경을 위한 도시환경
- (4) 미래세대를 위한 도시건설
- (5) 생물 무생물간의 상호관계유지
- (6) 공원이나 녹지의 일정비율유지
- (7) 생태원리에 입각한 각종시설물 관리

도시계획에서 크게 고려할 사항은 환경과 인간이 공존하도록 해야 한다는 점이다. 그렇다면 이러한 산림도시건설에 있어서 산지나 산림은 어떻게 협력하고 기여해야 하는가에 대해서 면밀히 검토하여 도시에서 없어서는 안되는 존재가치와 보다 더 그 기능을 높이는 관점에서 산림을 조성하고 관리할 때에 산림정책은 도시행정담당자의 큰 관심대상이 될 것이며 도시민의 사랑을 받고 적극적인 후원도 가능하게 된다.

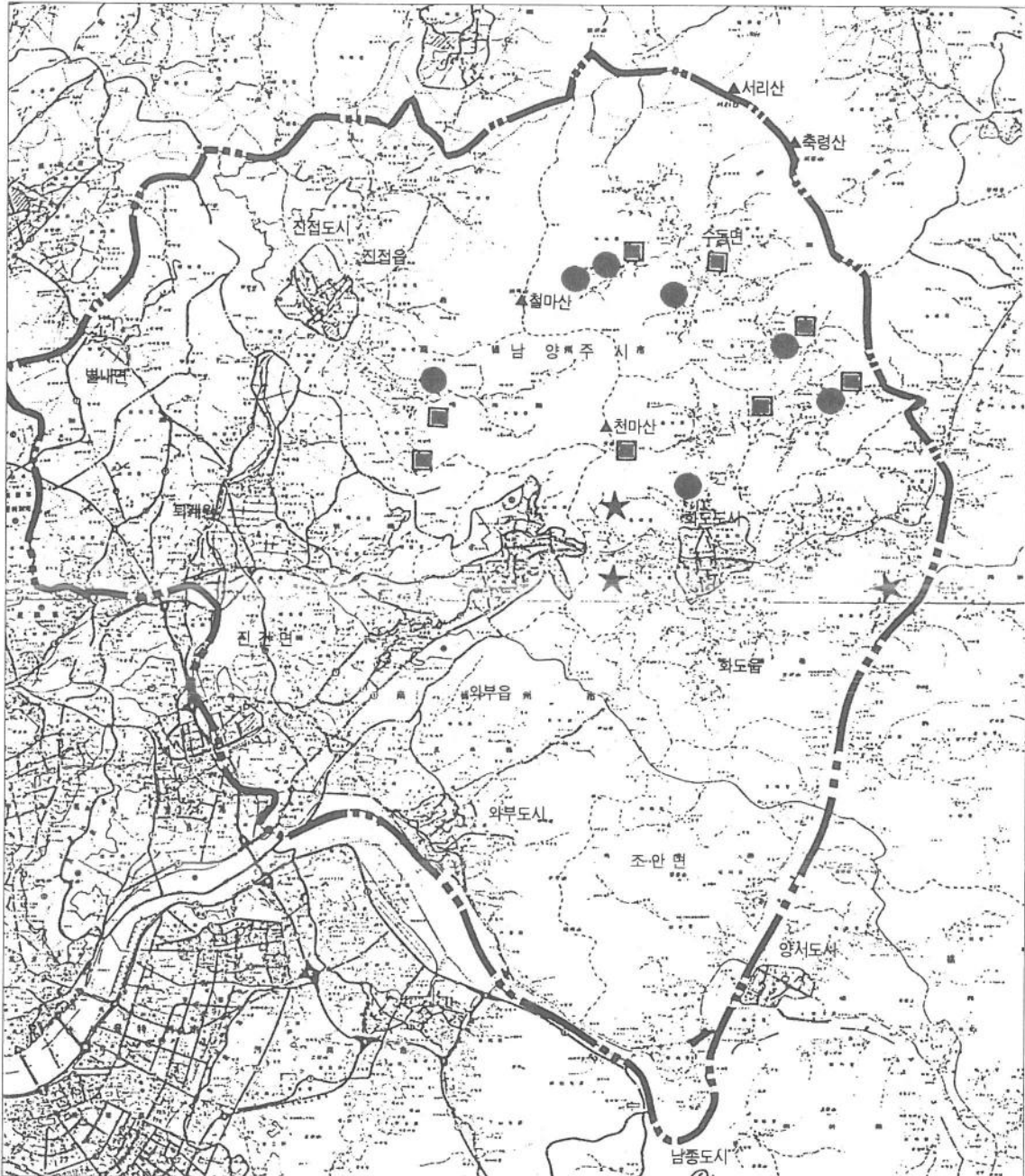
특히 남양주시는 산림면적이 상대적으로 많을 뿐만 아니라 수려한 산림을 지니고 있어 남양주 시민만이 아니라 1,000만 서울시민이 심신의 휴식을 위해서 골프장, 스키장, 휴양림, 수련원 및 등산을 즐기기 때문에 남양주시의 산림경영관리는 이들을 외면할 수 없는 처지이기 때문에 대한 산림경관의 조성, 등산인을 위한 탐방로와 진입도로의 설치등 다른 시군에서 격지 못하는 애로점이 많이 있다. 그러므로 앞으로 산림정책은 산림자원조성도 중요하지만 도시민이 쉽게 이용하고 쾌락한 휴식을 취하도록 산

림관리가 이루어질 수 있도록 산림시책이 펼쳐지므로써 남양주시와 같은 지역에서 산림도시의 특징을 이루어질 수 있을 것이다.

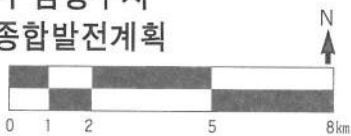
## 5. 결론

우리나라 국토는 국가의 무궁한 발전을 위해서 가장 효율적으로 이용되어야 한다. 그러한 관점에서 보면 우리나라 산림을 잘 보전하고 더욱 장성하게 육성하여야 한다. 산림은 시민의 건강을 지켜 주는 가장 확실한 치료사이다. 그것은 맑은 공기와 깨끗한 물과 아름다운 경관을 보여 주므로써 항상 즐거움을 안겨다 주면서 우리 주변환경을 안전하게 보호해 주는 과수병이다. 이러한 면에서 산지환경조사연구회의 임무는 어느 단체보다도 막대한 사명을 지녔다 하지 않을 수 없다. 지방일꾼으로서 저의 평소 품었던 소신을 밝히게 해 주신데 대하여 감사한 말씀을 드리면서 끝을 맺습니다.

# 전원주택 및 산림도시 입지(안)



21세기 남양주시  
장기종합발전계획



전원주택단지 및 산림도시 입지(안)

- 전원주택단지
- 실버타운
- ★ 전문가주택단지

## 특 집

## '98산사태 발생 특성과 21세기를 대비한 방재대책

최 경

임업연구원 농학박사

## 1. 서론

여름이면 연례행사처럼 발생하는 산사태 재해는 금년들어 최고의 기록을 세웠다. 1,281ha의 산사태가 발생되어 92명의 인명피해를 보았으며 야계 34km와 임도 183km가 유실되거나 붕괴되었으며 이밖에 가옥, 농경지 등 그 피해가 실로 기록적이다. 이러한 피해는 산지개발에 따른 피해감수성(感受性)의 증가로 매년 증가추세에 있으며 피해규모도 대형화되고 있다. 금년에는 「엘리뇨」와 「라니냐」와 같은 잦은 이상기온현상에 의한 국지적인 집중강우에 의하여 강수량이 많았고 그로인한 피해도 많았으며 산사태 발생률이 낮은 지역에서도 산사태가 발생되었다. 따라서 산사태 피해가 심하였던 지역들을 무작위로 추출·조사하여 붕괴원인과 특성을 구명하여 21세기를 대비

한 산사태 방재대책을 모색코자 한다.

## 2. 조사지 및 조사내용

## 가. 산사태지 특성

산사태 조사는 국지성 집중호우에 의해서 8월 5~8일에 발생한 경기북부지역과 8월 11~12일에 발생한 충북보은 및 경북상주지역, 그리고 태풍 「예니」에 의해서 9월 29~30일에 발생한 경북포항 지역에서 무작위로 33개소를 추출하여 산사태규모(폭, 길이), 모암, 지형, 방위, 토심(붕괴깊이), 분포수종 등 입지조건과 산사태 유형, 피해지의 지형, 지질적인 특성, 임지의 이용상태 등을 조사하였다.

조사지별 산사태 발생규모와 입지조건은 표 1과 같다.

표1. 산사태 조사지와 입지조건

| 조사지역         | 조사<br>NO. | 산사태<br>규 모 |           | 입 지 조 건 |     |    |            |    |                          | 비고              |
|--------------|-----------|------------|-----------|---------|-----|----|------------|----|--------------------------|-----------------|
|              |           | 폭<br>(m)   | 길이<br>(m) | 모암      | 지형  | 방위 | 토심<br>(cm) | 임상 | 수종                       |                 |
| 경기 포천 일동 기산리 | 1         | 20         | 30        | 화강암     | 구릉지 | E  | 120        | 침  | 낙엽송<br>(H: 2~3m)         | 골프장<br>성토<br>사면 |
| " " "        | 2         | 7          | 60        | "       | 산록  | NW | 60         | 혼효 | 소나무,<br>참나무<br>(H: 4~5m) | 유원지             |



| 조사지역          | 조사<br>NO. | 산사태<br>규 모 |           | 입 지 조 건 |      |    |            |      |                              | 비고                                                      |
|---------------|-----------|------------|-----------|---------|------|----|------------|------|------------------------------|---------------------------------------------------------|
|               |           | 폭<br>(m)   | 길이<br>(m) | 모암      | 지형   | 방위 | 토심<br>(cm) | 임상   | 수종                           |                                                         |
| 양주 장흥 울대리     | 3         | 20         | 520       | "       | 산복   | SW | 50         | 혼효   | 소나무, 활잡                      | 송추 유원지                                                  |
| " " 석현리       | 4         | 15         | 350       | 편마암     | "    | N  | 70         | 혼효   | 잣나무, 활잡, 낙엽송 (H:7~10m)       | 장흥 국민관광지                                                |
| " " "         | 5         | 13         | 450       | "       | "    | E  | 70         | 침    | 잣나무 (H:6~8m)                 | 임도변                                                     |
| 경기 양주 장흥 일영리  | 6         | 15         | 70        | "       | 구릉지  | S  | 60         | 혼효   | 소나무, 활잡 (H:5~12m)            | 신세계 공원묘지                                                |
| 양평 양동 계정리     | 7         | 20         | 150       | 화강암     | 산복   | E  | 60         | 혼효   | 소나무, 활잡 (H:4~7m)             | 임도변                                                     |
| 충북 보은 수한면 본산리 | 1         | 3          | 25        | 화강암     | 완구릉지 | SE | 30         | 침    | 잣나무 (H:2~3m)<br>낙엽송 (H:3~4m) | 사방지<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>인명 피해지 (사방지) |
| " " 풍취리       | 2         | 5          | 25        | "       | 구릉지  | NW | 50         | 침    | 잣나무 (H:2~3m)                 |                                                         |
| " " 대야리       | 3         | 25         | 15        | "       | 완구릉지 | W  | 30         | 침    | 리기다소나무 (H:1~1.5m)            |                                                         |
| " 외속리면 장재리    | 4         | 7          | 20        | "       | 구릉지  | W  | 40         | 미립목지 |                              |                                                         |
| " " "         | 5         | 10         | 25        | "       | "    | NW | 50         | 침엽수  | 낙엽송 (H:2~4m)                 |                                                         |
| " " "         | 6         | 10         | 50        | "       | "    | W  | 60         | 활엽수  | 아까시나무 (H:6~7m)               |                                                         |
| " " "         | 7         | 6          | 20        | "       | "    | W  | 60         | "    | "                            |                                                         |
| " " 구인리       | 8         | 5          | 30        | "       | 완구릉지 | W  | 60         | 혼효   | 소나무, 참나무 (H:5~6m)            |                                                         |
| " 마노면 관기리     | 9         | 15         | 20        | "       | "    | W  | 50         | 침    | 잣나무 (H:3m)                   |                                                         |
| " " 송현리       | 10        | 5          | 20        | 반암      | 산록   | W  | 60         | 침    | 잣나무 (H:3~4m)                 |                                                         |

| 조사지역          | 조사<br>NO. | 산사태<br>규 모 |           | 입 지 조 건           |      |    |                 |      |                             | 비고              |
|---------------|-----------|------------|-----------|-------------------|------|----|-----------------|------|-----------------------------|-----------------|
|               |           | 폭<br>(m)   | 길이<br>(m) | 모암                | 지형   | 방위 | 토심<br>(cm)      | 임상   | 수종                          |                 |
| 경북 상주 화남면 평은리 | 1         | 5          | 40        | 흑운모<br>각섬석<br>화강암 | 완구릉지 | SW | 60              | 침    | 낙엽송<br>(H : 15m)            |                 |
| " 화서면 상룡리     | 2         | 5          | 25        | "                 | "    | N  | 60              | 침    | "                           |                 |
| " " "         | 3         | 5          | 25        | "                 | "    | N  | 60              | 침    | "                           |                 |
| " " "         | 4         | 6          | 30        | "                 | "    | NW | 60              | 침    | 낙엽송<br>(H : 7m)             |                 |
| " " 상현리       | 5         | 12         | 40        | "                 | 산록   | SW | 50              | "    | 낙엽송<br>(H : 5m)             |                 |
| " " "         | 6         | 10         | 60        | "                 | 완구릉지 | SW | 60              | 침    | 낙엽송(H :<br>8~10m)           |                 |
| " " 상곡리       | 7         | 20         | 10        | "                 | 구릉지  | S  | 60              | 침    | 낙엽송(H :<br>10~12m)          | 도로절<br>개사면      |
| " " 하송리       | 8         | 10         | 40        | 반암                | 완구릉지 | S  | 50              | 미립목지 |                             |                 |
| " 화남면 동관리     | 9         | 7          | 50        | 반암                | 산록   | S  | 60              | 침    | 소나무(H :<br>5~7m)            |                 |
| 경북 포항시 덕수동    | 1         | 7          | 60        | 이암                | 완구릉지 | E  | 50              | 미립목지 | 산화후 해<br>송조림                | '93<br>산화지      |
| " 용흥동         | 2         | 5          | 30        | "                 | "    | SW | 40              | 침    | 해송(H : 2<br>~3m)            |                 |
| " 학잠동         | 3         | 20         | 60        | "                 | 구릉지  | SE | 60              | 미립목지 | 사방지                         |                 |
| " 득량동         | 4         | 15         | 70        | "                 | "    | SW | 60              | 혼효   | 해송, 잣나<br>무 (H : 8~<br>10m) | 산림<br>효과<br>발생지 |
| " 학잠동         | 5         | 15         | 40        | "                 | "    | SE | 100<br>~<br>150 | 활엽수  | 사방시공지<br>(아까시나<br>무)        | 땅밀림             |
| " 우현동         | 6         | 30         | 50        | "                 | 완구릉지 | SE | 150             | 침    | 해송(H : 8<br>~10m)           | 땅밀림             |
| " 흥해 죽천리      | 7         | 12         | 20        | "                 | 완구릉지 | SW | 40~<br>200      | 침    | 해송(H : 4<br>~8m)            | 땅밀림             |

## 나. 사방댐 효과

산사태 발생으로 인한 토석류 피해를 줄이는 역할은 사방댐이 한다. 토석류 발생 위험계류에 붕괴역지 공작물(누구막이, 골막이 등)과 토사유치 공작물인 사방댐이 계통적으로 시공되어 있다면 산사태 피해의 최소화를 기할 수 있다. 그러나 현실적으로 그렇지 못한 실정에 사방댐의 효과와 문제점을 찾아보기 위하여 사방댐 시공지 중에서 산사태 피해가 심한 지역을 선정하여 유역면적, 모암, 댐의 규모(폭, 높이)와 그 효과를 조사하였다. 조사지역은 경기북부지역으로 의정부시(3개소), 양주군(2개소), 포천군(3개소) 등 8개소에서 조사하였으며 계통적으로 사방댐을 설치한 경북 상주시 은척면에서의 조사자료와 비교하였다.

## 3. 조사결과

산사태는 자연적 및 인위적 원인에 의하여 발생되는데 그중에서도 자연적 원인으로는 지형, 지질과 기상에 많은 영향을 받는다. 우리나라는 지형 윤회상 만장년기의 지형에 속하기 때문에 급경사면이 많으며 계류의 길이가 길어 토석류 발생 위험계류가 많아 산사태가 잘 발생된다. 또한 강수량은 년강수량의 대부분이 7~9월에 집중적으로 내리기 때문에 매년 많은 피해를 입고 있다. 인위적 원인으로는 무분별한 산지개발에 따른 산림훼손과 임지이용상태에 따라 피해의 정도와 피해감수성을

달리한다. 본 조사에서는 이러한 관점에서 피해지의 특성을 분석하고 분류하여 그 특성에 따라 피해방지 대책을 수립코자 한다.

## 가. 산사태 발생지의 특성

### (1) 강우특성

금년은 예년에 비해 많은 비가 내렸다. 장마가 중부지방에는 6월 25일에 시작하여 7월 28일에 끝났다. 그러나 장마에 이어 7월 31일~8월 1일에는 지리산 일대에서 호우가 발생하여 많은 인명과 재산피해를 보았다. 뒤따라 8월들어(3~6일) 고기압 가장자리에서 대기불안정과 고온다습한 남서류의 유입으로 서울, 경기북부지방에 집중호우로 양주군 일대에 많은 피해를 입혔으며 잇달아 7~9일 양쯔강 상류에서 발생한 저기압이 북동진하면서 서울, 경기북부지방에 집중호우를 퍼부었다. 이 피해로 양평군 일대에 극심한 피해를 입혔다. 11~12일에는 제3호 태풍 「페니」의 영향으로 많은 양의 수증기가 남서풍을 따라 중국 양쯔강에서 우리나라 중부지방으로 유입되어 보은, 상주지방에 많은 비가 내렸다. 또한 9월에 발생한 제9호 태풍 「예니(YANI)」가 29~30일 우리나라 영·호남지방과 포항에 강한 바람과 함께 많은 비를 뿌려 많은 인명과 재산피해를 입혔다.

전반적으로 금년에는 이상기온현상에 의하여 8월 들어서만도 강우일수 20~24일(서울, 경기, 강원지방)에 10차례의 호우가 발생하여

서울과 강화에서 월1,000mm 넘게 내려서 (서울 : 1,237.8mm, 강화 : 1,069.0mm, 양평 : 956.6mm, 보은 : 894.0mm) 8월 월강수량의 최대값이 경신되었으며 이들 강수량은 평년의 년강수량에 가까운 양이다. 일강수량도 보은 407.5mm(12일), 양평 346.0mm(8일)로 각각 최대값이 경신되었으며 1시간 강수량도 보은 95.0mm(12일) 등 여러지역에서 최대값을 경신하였으며 10분 강수량도 보은 32.0mm(12일) 등 지역에서 최대값을 경신했다. ('98. 8. 9. 기상월보)

9월 태풍 「예니」에 의해서 포항지방에서는 일강수량이 516.4mm로 관측 이래 전국에서 3위 값을 기록하였으며 1시간 최대강수량은 93.4mm로 포항의 9월 최대값을 경신하였다. 아무튼 예년에 볼 수 없었던 국지성 호우에 의해서 산사태 피해가 기록되기 시작한 '76년 이래 가장 많은 산사태가 발생하여 재산과 인명피해를 입혔다. 지역별 연속강수량과 최대시우량은 다음 표2와 같다.

표2. 지역별 강우현황

| 지 역    | 발 생 일         | 강 우 현 황             |           |           |
|--------|---------------|---------------------|-----------|-----------|
|        |               | 강우시간(시간)            | 연속강수량(mm) | 최대시우량(mm) |
| 경기북부   |               |                     |           |           |
| 양주군    | '98.8. 5~8. 6 | 8. 5.17~8. 6.10(17) | 341       | 108       |
| 양평군    | '98.8. 7~8. 8 | 8. 7.01~8. 8.24(47) | 394       | 61        |
| 충북 보은  | '98.8.11~8.12 | 8.11.06~8.12.19(37) | 491       | 91        |
| 경북 상주  | "             | 8.11.07~8.12.24(41) | 454       | 64        |
| 경북 포항시 | '98.9.29~9.30 | 9.28.16~10.1.06(62) | 610       | 93        |

산사태 발생경보 기준강수량(연속강수량 200mm 이상, 최대시우량 30mm 이상)에 비하여 상당히 많은 강수량임을 알 수 있다. 특히, 양주지역은 다른지역에 비하여 단위시간당 강수량(강우강도)이 가장 높은 것으로 나타나고 있다.

## (2) 지형, 지질적인 특성

산사태 발생의 자연적인 원인 중 기상요인

(강수량)은 인간의 힘으로 조절할 수 없는 영역(營力)이며 어느 지역이나 피해를 줄 수 있는 강우빈도가 동일할진데 지역적인 차별성이 두드러진 것은 지형, 지질적인 요인이다.

우리나라는 東高西低의 지형으로 동쪽은 높은 산악지이며 서쪽은 낮은 구릉지대를 이룬다. 높은 산을 이루는 산악지대는 대부분 풍화가 더딘 암석으로 구성되어 있으며 저 구릉지는 풍화가 빠른 암석으로 되어있다. 백두대간

의 태백산맥을 기준하여 산맥은 남서쪽으로 분포하며 지질분포 역시 산맥방향과 같은방향으로 분포한다. 화성암이 36%, 변성암 43%, 퇴적암이 21%로 구성되어 있으나 화강암과 편마암이 전체의 2/3 가량 점유하고 있으며 이들은 조건에 따라 풍화과정을 달리하여 붕괴현상에 관여한다. 조사지역에 대한 지형, 지질적인 특성은 다음과 같다.

#### ○ 경기북부지역

조사지역은 의정부시, 양주군, 포천군, 양평군 등으로 이들 지역의 대부분이 화강암지대이며 일부가 편마암지대를 이룬다.

화강암지역은 의정부시(수락산), 포천군(일동 기산리), 양주군(도봉산, 송추유원지)과 같이 기암→암괴→모래의 풍화과정(A type)을 밟는 지역과 양평(양동 계정리)과 같이 기암→모래의 풍화과정(B type)을 거치는 지역으로 구분된다.

편마암지대는 기암→자갈→모래 또는 기암→점토의 풍화과정을 밟는다.

A type의 화강암지대는 풍화가 더디기 때문에 고지형(高地形)을 이루며 B type의 화강암지대는 풍화대가 깊고 풍화가 빠르기 때문에 대체로 저지형을 이룬다. A type 지역은 사면에 암석이 많으며 토심이 얇아서 산사태가 잘 발생되지 않는다. 그러나, 고지형으로 경사가 급하고 계류가 길기 때문에 토석류(土石流) 발생 위험계류가 형성되기 쉽다. 금년들어 송추유원지에서의 토석류와 수락산 계류에서 발생

된 토석류 피해는 전술한바와 같이 타지역에 비하여 강우강도가 높았기 때문인 것으로 사료된다. B type 지역은 사면상에 암석이나 자갈이 적으며 토심이 비교적 깊기 때문에 침식이나 붕괴가 용이하다. 토양입자가 모래이기 때문에 응집력이 없고 유동적이어서 절개사면에서는 착생이 어렵다. 계류가 긴 지역에서는 토사의 붕괴으로 토사류발생 위험계류를 형성하기 쉽다.

편마암지대는 화강암지대에 비하여 토심이 깊고 토양중에 진흙과 자갈도 많이 함유되어 있어 산사태가 발생되면 피해가 크다. 양주의 장흥 국민관광지와 신세계 공원묘지 등이 이에 속한다. 편마암지대 역시 계류가 길면 토석류발생 위험계류가 형성되기 쉽다.

#### ○ 보은지역

조사지역의 대부분이 기암에서 모래로 풍화되는 과정을 거치는 화강암 지대로 풍화대가 깊고 풍화가 빨라서 저지형을 이루기 때문에 완구릉지와 구릉지가 많다. 토양이 응집력이 없고 투수가 빨라 물로 쉽게 포화되어 산사태발생이 용이하다.

이 지역은 대부분 사방시공지로 원래 토심은 얇은 지역(평균토심 50cm)이어서 사방수종이 많으며 최근에 조림하였기 때문에 잣나무, 낙엽송 등 치수림이 대부분이다.

#### ○ 상주지역

보은 산사태 피해지역에서 동쪽으로 연결되



는 화강암지대로 모든점에서 보은지역과 비슷한 조건을 지니고 있으나 토심(평균토심 58 cm)이 비교적 깊고 소경목에 이르는 낙엽송 조림지가 많은 것이 다르다.

소규모의 산사태와 토사류(土砂流)를 발생시키는 이 지역은 기암→암괴→모래의 풍화과정을 거치며 고지형을 이루는 상주 은척면 일대의 화강암 지대에서의 토석류(土石流) 피해지역과 비교된다.

#### ○ 포항지역

피해지역은 모두 기암에서 점토로 직접 풍화되는 이암지대이다. 얇은 판상절리가 발달되어 있으며 수직절리도 발달되어 수분함유시 작은 입자로 쉽게 부서지기 때문에 절리방향에 관계없이 모든 방향으로 쉽게 미끄러져내린다. 피해지역의 대부분이 완구릉지이거나 구릉지의 급경사지로 경사길이가 짧아 유거가 빠르기 때문에 어느정도의 강수량에는 토양이 물로 포화되기 어려우나 일단 포화될 경우 물을 오랫동안 함유할 수 있는 함수력이 크기 때문에 중력이 상당히 증가되어 붕락되거나 땅밀림 현상이 매우 용이하게 된다. 절개사면에서는 모재가 잘게 부스러져 계속적으로 흘러내리기 때문에 착생이 어렵다.

평균강수량이 우리나라에서 가장 적은 지역이며 토심이 얇은 지역이어서 절개면을 따른 침식이나 소규모 붕괴현상은 과거에도 흔히 볼수 있었으나 금년도와 같이 대규모의 땅밀림 현상이 밀도높게 나타난 것은 집중강우와

사방사업으로 토심이 다소 두껍게 형성되었기 때문인 것으로 관찰된다.

이상의 조사자료를 토대로 지형, 지질에 의한 피해지 유형과 유형별 산사태 특성은 다음과 같이 분류할 수 있다.

#### ○ 유형구분

##### - 화강암 지대 (70%)

- 고지형(산악지) : 노출암석이 많은 높은 산 (사면거리 500m 이상)

예 : 송추유원지(도봉산), 포천 일동기산리 유원지, 기타 북한산, 수락산, 관악산 등

- 저지형(완구릉지, 구릉지) : 암석이 없고 낮은 산 (사면거리 500m 이하)

예 : 양평 양동 계정리, 보은지역, 상주 하남면, 호서면

##### - 편마암 지대 (9%)

- 고지형 : 암석이 많은 높은 산

예 : 장흥면 석현리(장흥 국민관광지), 광릉 수목원 등

- 저지형 : 암석이 적고 점토분이 많으며 낮은 산

예 : 장흥 일영리(신세계 공원묘지)

##### - 이암 지대 (21%)

- 저지형 : 돌이 없는 낮은 산

예 : 포항시 용흥동, 학잠동, 득량동, 우현동

※( )내 숫자는 전 조사지수(33개소)에 대한 비교치(%)임

## ○ 유형별 산사태 특성

| 피해지 유형   | 풍화과정     | 토심     | 주 임상        | 주요 산사태 유형   | 산사태 규모 | 주산사태 발생부위 | 주피해 형태     |
|----------|----------|--------|-------------|-------------|--------|-----------|------------|
| ○ 화강암    |          |        |             |             |        |           |            |
| · 고지형    | 기암→암괴→모래 | 얕다     | 천연림         | 선상, 수지상     | 좁고 길다  | 계류        | 토석류        |
| · 저지형    | 기암→모래    | 깊다     | 사방지         | 패각상, 판상     | 짧다     | 전부위       | 토사류        |
| ○ 편마암    |          |        |             |             |        |           |            |
| · 고지형    | 기암→자갈→모래 | 비교적 깊다 | 천연림 및 인공조림지 | 선상, 수지상     | 넓고 길다  | 계류        | 토석류        |
| · 저지형    | 기암→점토    | 깊다     | 천연림 및 인공조림지 | 패각상         | 짧다     | 전부위       | 토사류        |
| ○ 이암 저지형 | 기암→점토    | 얕다     | 사방지         | 선상, 판상, 패각상 | 넓고 보통  | 전부위       | 토사류<br>땅밀림 |

## (3) 임지이용상의 특성

산사태는 임지이용 상태에 따라 발생률이 다르게 나타난다. 산사태 피해를 임지의 이용상태에 따라 구분해 보면 산림지는 입목지와 무림목지로 구분할 수 있으며 그밖에 용도 변경지인 산림훼손지로 대별할 수 있다. 입목지는 다시 천연림과 인공림으로 세분할 수 있으며 무림목지는 산불피해지와 미림목지로, 산림훼손지는 임도 및 도로시설지, 묘지조성지와 골프장 시설지로 세분할 수 있다. 본 조사지역의 세분화된 임지이용 상태별 피해특성은 다음과 같다.

## ○ 입목지

산림의 대부분을 이루며 천연림과 인공림으로 구분된다.

## - 천연림

천연림지대는 점유면적으로 비교할 때 일반적으로 경사가 급하고 토심이 얕아서 임목생장에 불리한 조건을 지닌 지역이 대부분이다. 소나무와 활참목이 주 수종으로 기암절벽이 많아 유원지로 이용되기도 한다. 본 조사지역 중 이러한 부류에 해당되는 지역은 송추유원지, 장흥 국민관광지(토심이 깊어서 잣나무 조림지도 많음)와 포천 일동 기산리 유원지이다. 천연림 지역은 인공림 지역에 비하여 전반적으로 토심이 얕아서 산사태 발생률이 낮게 나타나며, 산사태가 발생되더라도 그 피해량이 작은 것이 특징이나 계류가 긴 산악지에서의 토석류 위험계류에서 산사태가 일단 발생하면 그 피해량은 대단히 크다. 송추유원지의 토석류 피해가 바로 그러한 유형인데 126 ha의 산사태가 발생하여 17명의 인명피해와 가옥 등 많은 시설물을 파괴시켰다.

### - 인공림

인공림은 일반조림지와 사방조림지로 구분된다. 일반조림지는 일반적으로 토심이 깊고 경사가 가파르지 않으며 임목생장에 양호한 조건을 가진곳이 대부분이다. 조림지에서 산사태는 식재된 수목의 근계발달깊이(Rooting depth)와 토양깊이(붕괴깊이 : 붕괴발생시 외력을 받지 않는 상태하에서 활동면까지의 깊이)와 관계가 깊다. 즉 수목의 붕괴방지기능은 한계가 있어서 토심(붕괴깊이)이 수목의 근계발달깊이보다 깊은 지역에서는 강우조건만 허용된다면 산사태가 발생된다는 것이다. 때문에 토심이 깊은 조림지에서도 산사태가 잘 발생된다. 수목의 근계발달깊이는 수종과 수령에 따라 다르다. 또 입지조건에 따라 근계발달형태와 깊이가 다르기 때문에 일률적으로 수종과 수령에 따라 근계발달깊이를 추정한다는 것은 어려운 일이다.

다음 표는 산사태 발생지에서 피해를 받은 임목의 경급과 붕괴깊이를 여러지역에서 조사하여 평균적으로 얻어진 임분경급별 최소의 붕괴깊이이다.

표3. 임분경급별 산사태 방지 효과('82. 임업연구원)

| 구 분   | 경 급 | 토심(붕괴깊이) |
|-------|-----|----------|
| 미립목지  | 초 지 | 20cm 이하  |
| 임 목 지 | 치수림 | 30cm 이하  |
|       | 소경목 | 50cm 이하  |
|       | 중경목 | 70cm 이하  |
|       | 대경목 | 100cm 이하 |

사방조림지는 토심이 얕아서 보통 산사태가 잘 발생하지 않는다. 그러나 풍화대가 깊은 화강암지대에서 토심이 어느정도 형성되면 발생되기도 한다. '80년도와 금년도의 보은지역에서와 '82년 합천지역에서 발생한 산사태가 바로 그렇다. 금년도에 워낙 강우강도가 높아서 이암지대(포항)의 사방지에서 땅밀림현상에 의한 산사태가 대량으로 발생한 것은 이례적인 일로 앞으로의 재해예방 대책수립에 참작해야 하겠다.

### ○ 무립목지

조사자료에 따르면 무립목지는 산화지와 미립목지로 대표된다. 산화지는 산화후 유묘를 조림한 지역이며 미립목지는 사방 실패지로서 거의가 급경사지이다. 점유면적도 소규모이며 붕괴피해량도 적은 것이 특징이다. 점토분이 많은 급경사지역에서는 땅밀림 현상이 나타나기도 한다.

### ○ 산림훼손지

조사된 자료에서 산림훼손지는 임도 등 도로시설지, 묘지조성지와 골프장 성토사면이 포함된다. 임도는 주로 사면길이가 긴 산악지에 조성하기 때문에 토석류발생 위험계류에 의하여 붕괴위험성이 높다. 일반적으로 임도 등 도로시설지에서의 붕괴발생량은 지형, 지질적인 특성에 따라 다르나 그보다는 시설 투자액에 따라 반비례적 관계가 더 강하다. 공사의 질을 높이고 관리를 잘하면 붕괴를 방지할 수 있다. 묘지피해는 산사태 발생시마다 자주 나타난다. 금년 8월 피해만도 서울, 인천, 경기지역 28개

공원묘지에서 8,000基의 묘가 유실되거나 파손되었다. 묘지조성지의 특성은 토심이 비교적 깊기 때문에 붕괴발생 가능성이 높다. 그러나 그보다도 피해의 더 큰 원인은 공원묘지의 조성 관리에 문제가 있다. 많은 묘지를 조성하기 위하여 파헤쳐진 절·성토사면과 부실한 흙막이공사, 집수유역면적에 비하여 작은 배수관에 의한 하수도식 배수시설 등은 산사태 피해를 배가시켰으며 묘지조성지 주변 붕괴위험사면에 대한 대책마련 미숙은 묘지 관리상의 문제로 지적된다. 골프장 건설시 생산되는 절취토사량을 처리하기 위하여 작은 구조물(콘크리트 흙막이) 위에 과다하게 조성된 성토사면에서의 붕괴현상은 당연한 일이다.

조사된 피해를 임지이용상태별로 구분하여 보면 다음과 같다.

#### ○ 임지이용상태에 의한 피해지 유형

##### - 입목지

• 천연림 (24%) : 전체의 40%가 유원지로 활용

• 인공림 (46%) - 일반조림지(37%)  
- 사방지(9%)

- 미립목지(15%) : 미립목지 및 산화지(조림지)

- 산림훼손지(15%)

• 임도 등 도로변(9%)

• 공원묘지(3%)

• 골프장(3%)

※( )내 숫자는 전 조사지수(33개소)에 대한 비교치임

#### ○ 임지이용상태에 의한 유형별 산사태 특성

| 유형구분                                   | 토심             | 산사태 규모                | 주 산사태 발생부위                      | 주 피해형태            |
|----------------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------|
| ○ 입목지<br>- 천연림<br>- 인공림                | 얕다<br>깊다       | 좁고 길다<br>넓고 보통        | 계류<br>전부위                       | 토석류<br>토석류, 토사류   |
| ○ 미립목지                                 | 얕거나 깊다         | 짧다                    | 급경사지                            | 토사류               |
| ○ 훼손지<br>- 임도 및 도로변<br>- 공원묘지<br>- 골프장 | 깊다<br>깊다<br>깊다 | 넓고 짧다<br>不定形<br>넓고 보통 | 급경사 절개 및 성토사면<br>절·성토사면<br>성토사면 | 토석류<br>토사류<br>토사류 |



경기 양주 장흥 읍대리 화강암지대 토석류 발생지  
(송추유원지 : 17명 사망)



경기 양주 장흥 석현리 편마암지대 토석류 발생지  
(장흥 국민관광지)





충북 보은 수한 대야리 산사태지 (기암→모래로 풍화되는 화강암지대)



경북 포항시 용흥동 산사태지 (기암→점토로 풍화되는 이암지대)



용미리 공원묘역 피해지 (흙막이 공사의 부실로 발생한 편마암지대의 산사태 피해지)

#### 나. 사방댐 효과

사방댐은 산사태 발생으로 인한 토석류 피해를 줄이기 위해서 계류의 하부에 설치하는 공작물로 1986년부터 예방사방의 일환으로 황폐계류에 설치하기 시작하여 현재까지 전국적으로 731개소에 설치되어 있다.

사방댐은 토사유치기능이 주 목적이므로 유출토사량이 많은 지역에는 여러개의 사방댐을 계통적으로 설치하여야 하류피해를 효과적으로 방지할 수 있다. 그러나, 지금까지는 예산형편상 특수한 경우를 제외하고는 1개 지역에 1 또는 2개소 정도의 댐만을 설치하여 왔기 때문에 사방댐의 효과여부가 의문시 되어왔었다. 따라서 사방댐 시설지로서 피해가 심하였

던 지역을 선정 그 효과를 조사한 결과는 다음 표4와 같다.

사방댐 시설지의 상류유역면적은 1개 지역을 제외하고는 모두가 50ha 이상으로 되어있다. 설치 대상지역이 황폐계류이므로 많은 강우시 토석류의량을 감안한다면 1개의 사방댐이 부담하기에는 넓은 면적이다. 때문에 조사지역의 대부분이 토사가 100% 저사되고도 많은 량의 토사가 월류하여 하류피해가 심했다. 그러나 상주시 은척면 남곡리(휴양림 조성 예정지)로 2~3개의 사방댐을 2개 지역에 설치) 사방댐 시설지는 계통적으로 설치하여 토석류가 모든 댐에 100% 저사되고 월류되었으나 월류량이 적기때문에 하류에 큰 피해를 주지 않았다. 본 조사를 통하여 얻어진 결과는 다음

과 같이 요약할 수 있다.

- 사방댐 시공에 의한 토석류 방지효과는 100% 검증되었다.
- 유역면적이 큰 지역에서는 사방댐 1개소의 토사저류기능에는 한계가 있으므로 골막이, 바닥막이 등과 같은 기타의 야계 사방공종과 병행 시공하거나 2개 이상의 사방댐을 계통적으로 시공함이 효과적이다.

- 유원지내에 시공된 사방댐은 놀이시설 설치로 토사유치 면적이 줄어들기 때문에 토사저류기능이 상실되므로 강력한 단속이 요망된다.
- 사방댐 상부에 토사가 저류되어 기능이 상실된 사방댐은 주위 입지조건과 경제성을 검토하여 제 기능이 다시 발휘될 수 있도록 준설하거나 새로운 사방댐을 신설해야 하겠다.

표4. 사방댐 조사지와 효과

| 조 사 지 역        | 유역<br>면적<br>(ha) | 모 암                  | 댐규모      |           | 효 과                           | 비 고                                |
|----------------|------------------|----------------------|----------|-----------|-------------------------------|------------------------------------|
|                |                  |                      | 폭<br>(m) | 높이<br>(m) |                               |                                    |
| 경기 의정부시 장암동    | 94               | 화강암                  | 40       | 4.0       | 70% 저사<br>(하류 : 가옥, 학교)       | 단독시공 (하류제방 일부 유실)                  |
| " " 산곡동        | 80               | 화강암                  | 30       | 3.0       | 100% 저사, 월류<br>(하류 : 가옥, 전답)  | 단독시공 (하류제방 유실)                     |
| " " "          | 8                | 화강암                  | 28       | 3.5       | 100% 저사, 월류<br>(하류 : 가옥, 전답)  | 단독시공 (하류제방 유실)                     |
| " 양주군 장흥면 울대리  | 50               | 화강암                  | 28       | 3.5       | 100% 저사, 월류<br>(하류 : 가옥, 전답)  | 야계사방 시공지<br>(하류 계류 매물)             |
| " " 백석면 기산리    | 55               | 편마암                  | 30       | 2.7       | 100% 저사, 월류<br>(하류 : 전답)      | 놀이시설로 사방댐<br>효과 기대 지난<br>(하류제방 유실) |
| " 포천군 일동면 기산리  | 260              | 상류 : 편마암<br>하류 : 화강암 | 39       | 3.0       | 100% 저사, 월류<br>(하류 : 가옥)      | 놀이시설로 사방댐<br>효과 기대 지난<br>(하류제방 유실) |
| " " " "        | 391              | 상류 : 편마암<br>하류 : 화강암 | 28       | 3.0       | 100% 저사, 월류<br>(하류 : 가옥)      | 야계사방 시공지<br>(하류제방 유실)              |
| " " 화현면 지현리    | 121              | 화강암                  | 36       | 3.0       | 100% 저사, 월류<br>(하류 : 가옥, 전답)  | 야계사방 시공지                           |
| 경북 상주시 은척면 남곡리 | 192              | 화강암                  | 35       | 3.0       | 100% 저사, 월류<br>(하류 : 도로, 주계천) | 계통적으로 사방<br>댐 설치<br>(하류피해 전무)      |



○ 사방댐의 토석유치 효과

(상주시 은척면 남곡리 휴양림 조성 예정지)



- 사방댐(전석댐) 전경 (댐 내에 토석으로 가득 채워져 있음)

○ 사방댐이 설치되지 않은 이웃 계류의 피해 현황

(횡령리 솔안)



- 전답과 하천독이 심하게 유실되고 가옥(1동)이 전파됨

#### 4. 21세기를 대비한 산사태 방재 대책

국토의 녹화와 보전, 재해방지와 경관회복을 위하여 실시하는 사방사업은 황폐된 산지를 복구하기 위한 복구사방과 산지황폐화를 미연에 방지하기 위한 예방사방으로 구분한다. 과거에 황폐되었던 산지를 녹화하기 위한 정부의 부단한 노력으로 이제 복구사방은 끝이 났다하여 사방공무원들의 감축을 거듭하고 있다. 예방사방이 목전에 있는데 말이다. 산에 나무가 무성하다고 산사태 피해가 끝나는 것이 아니다. 地表가 고정되고 토심이 깊어지면 산사태 발생률이 낮아지나 일단 발생하면 토석류의 양이 많아서 피해량은 엄청나게 증가된다. 금년은 예방사방의 중요성을 여실히 보여주는 한해였다. 푸르게 녹화된 계류에서 발생한 토석류 피해는 시간이 경과됨에 따라 그 강도를 더해가는 것은 이웃 일본을 보더라도 알 수 있다. 사방사업은 끝이 난 것이 아니다. 21세기를 대비하여 우리는 지형, 지질적인 특성과 산사태 피해감수성(被害感受性), 그리고 이상기후현상을 감안하여 전 산림을 대상으로 광역적이고 장기적인 임지보전 계획을 수립하여 예방사방을 강도높게 추진하여야 한다. 계획수립을 위하여 예방사방사업 대상지의 면적 산출, 사업의 우선순위 결정을 위한 기본조사가 선행되어야 한다.

#### 가. 계획 수립을 위한 기본 조사 실시 (소유역 단위로 조사)

(1) 사면붕괴 발생 위험지 조사(소규모 산사태 다량 발생 가능지)

(2) 토석류 발생 위험계류 조사(계류에 토석층이 깊고 잠수면적이 넓은 지역)

토석류 위험계류의 조사대상지는 인가 5호 이상(인가 5호 미만 지역이라도 관공서, 학교, 병원, 역, 여관, 발전소 등이 있는 지역) 피해 우려지역으로 계상구배와 계상퇴적토사량, 유역면적과 지형, 지질 등을 조사한다.

##### ○ 계상구배 구분

- 10°이하 : 토석류, 토사류 퇴적구간
- 11~15° : 토석류 유하, 퇴적구간, 토사류 유하구간
- 16~20° : 토석류 발생, 유하구간
- 21°이상 : 토석류 발생구간

##### ○ 계상퇴적토사량

토사가 계상에 퇴적되어 있는 위치와 깊이(m)를 각각 조사하여 전 계류에 퇴적토사량과 평균 퇴적토사깊이를 산출한다.

##### ○ 유역면적

범람개시점 상류의 유역면적으로 보통 계상구배 15°이상 유역면적이 된다.

##### ○ 지형, 지질 조사

표토층의 발달상황, 봉적토층지대의 존재, 풍화암지대의 존재, 파쇄대의 존재, 제3기층의 존재와 용수의 유무, 붕괴이력 등을 조사한다.

(3) 피해감수성이 높은 지역 조사(가옥 5동 이상, 공공시설, 관공서, 숙박업소 소재지)

(4) 임상정비(산사태 방비림) 대상지역 조사(산사태 방비림 조성 대상지)

(5) 이상기후현상에 대응한 야계사방지 계상규모의 적합성 검토



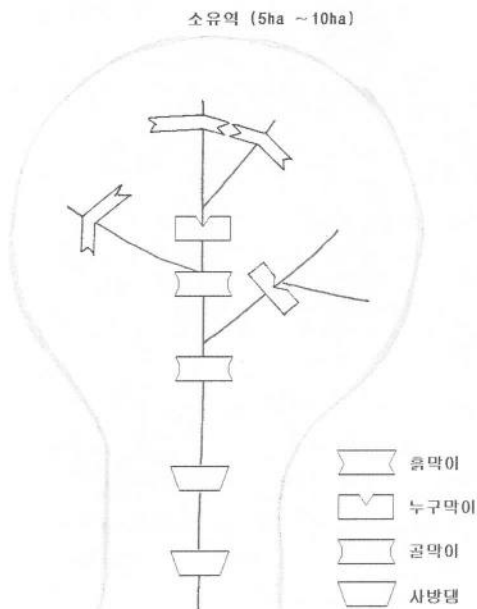
## 나. 계획수립

사업비, 피해감수성 등 공사의 우선순위에 따라 년차별 세부계획 수립

## 다. 예방사방사업 실시

### (1) 사면붕괴 방지공사

소규모 산사태가 다량으로 발생할 우려가 있는 지역(주로 기암에서 모래로 직접 풍화되는 저지형 화강암 지대 또는 편암이나 이암지대로 주거지, 각종 도로사면)으로 산지사면은 토사억지공사(산지사방공사), 하류에는 토사류 유치를 위한 사방댐을 계통적으로 설치한다.



○ 사면붕괴 방지공사 예시도

### (2) 토석류 방지공사

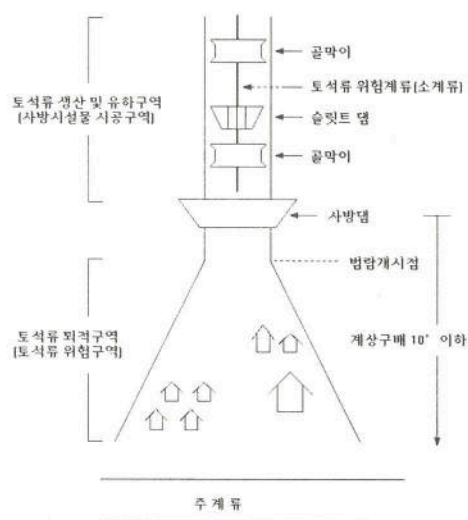
토석류 발생이 예상되는 계류(주로 기암→암괴→모래로 풍화되는 고지형 화강암 지대와 편마암 지대로 유원지, 관광지역)로 계류의 토석류 발생 방지공사(골막이, 누구막이 등)와 하류에는 토석류 유치를 위한 사방댐을 예상되는 토석류규모에 따라 계통적으로 설치한다.

토석류 위험구역에서는 토석류가 발생하는 구간(계류경사 15° 이상 구간)과 토석류가 유하하여 퇴적되는 구간(계류경사 10° 이하 구간)으로 구분되는데 토석류 발생구간에는 토석류 발생 억지공(골막이, 바닥막이, Slit 댐 : 낙석저지댐)을, 토석류 퇴적구간의 상단부(유하구간)에는 토석류 유치공(사방댐) 등 사방시설물을 설치하여 토석류 피해를 방지할 수 있다. 사방댐의 토석류 유치효과는 금번 조사를 통하여 많은 지역에서 검증되었다.

사방댐 1개소 설치로 5,000m<sup>3</sup>의 토석을 유치시키므로 유역면적이 좁은 지역(5ha 이하)은 1개소, 넓은 지역은 2개소 이상의 사방댐을 계통적으로 설치하면 적은 비용(1개소 설치비 약 1억 7천만원)으로 피해를 방지할 수 있다.

송추유원지와 유사한 지역으로 1977년 대형 산사태로 많은 인명피해를 받은 안양지역과 수락산지역 등 전국적으로 산이 높고 바위가 많은 지역은 모두 이 부류에 해당된다. 산이 높고 바위가 좋아서 산림만 조성되어 있으면 모두가 유원지로 활용되는 현실성을 감안해 이들 지역의 사방시설물 설치에 피해방지에 매우 중요하다 하겠다. 이들 지역에 대하여 금년과 같은 어처구니 없는 산사태 피해를 방지

하기 위하여 예방차원에서 전국적으로 토석류 위험유역을 조사하여 토석류 피해 위험지역을 선정, 위험계류에 대해서는 사방댐 등 사방시설물에 의하여 피해를 방지할 수 있는 예방사방이 정책적으로 활성화 되도록 방재체제가 확립되어야 하겠다.



○ 토석류와 사방시설물 배치 개념도



○ 송추유원지 토석류 피해방지 예방사방 시공예시도

(토석류 위험계류에 11개의 사방댐과 인명피해가 우려되는 토석류 위험 소계류에는 토석류 발생 억지공을 설치하여 피해를 예방한다.)

### (3) 산사태 방비림 조성 및 정비 사업

피해감수성이 높은 주택지, 공공시설지, 관공서, 숙박업소 등의 지역에는 심근성 수종(참나무 등 활엽수)으로 산사태 방비림을 조성하거나 기존의 임상을 개량정비한다.

#### ○ 산사태 방비림 조성 방법

- 조성위치
    - 보전구역으로 유입되는 계류에 연결된 산각부
    - 사면의 종단적 위치 : 산복사면의 중복부, 산각부 또는 산지사면하의 평탄부
  - 산림의 형태
    - 침활혼효의 복층림이 효과적이나 여의치 않은 경우 침엽수나 활엽수림대를 교호로 배치
  - 방비림의 폭
    - 복층림→20m 이상
    - 대상 혼효림→단일수종 산림대는 최소 10m 이상 전체적으로 30m 이상으로 조성
  - 수종
    - 활엽수 : 참나무류
    - 침엽수 : 소나무, 해송
- ※뿌리는 깊이 1.0~1.5m 정도 깊이로 뿌리가 긴박하게 조성하는 것이 효과적

## 5. 결론

지표면은 자연 또는 인위적인 원인에 의하여 꾸준히 변화되고 있다. 자연적인 원인으로 인한 지형의 평형화 작용으로 인한 침식과 붕괴

로 대표되며 인위적인 원인으로는 개발에 따른 산림훼손이다. 산림훼손도 종국적으로는 지형의 평형화 營力내에 포함되므로 대부분의 경우 침식과 붕괴를 유발시킨다. 지표면(사면)의 안정은 지형의 평형화 작용보다 강한 지표를 고정시키는 힘이 있어야 한다. 지표를 고정시키는 힘은 생물학적 공법(식상공법)과 토목공학적인 공법(사방공법)이 있는데 입지환경조건에 따라 이들 공법을 적절히 활용하는 것이 친환경적이고 효과적이다. 때문에 효과적으로 산지재해를 방지하기 위하여는 무엇보다도 입지환경조건을 명확히 밝히고 대처해야 한다. 따라서 붕괴를 발생시키는 지역적인 입지특성 즉 지형, 지질적인 특성과 입지이용상태(산림훼손형태) 등을 명확히 파악하고 지구 온난화 현상에 의하여 발생하는 이상기후 현상과被害感受性을 감안하여 산지재해 예방대책을 수립하고 「예방사방」을 강력히 추진하는 길만이 21세기를 대비한 산지재해 방지대책이라 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. 건설기술문제연구회. 1973. 사방공학. 건설연구사. 40~46.
2. 권혁재. 1980. 지형학. 범문사. 21~68.
3. 산림청. 1998. 사방기술교본.
4. 산림청, 대한지리학회. 1997. 백두대간 실태조사 및 합리적인 보전방안 연구. 13~49.
5. 육군사관학교. 1980. 지학. 29~127.
6. 정창희. 1983. 신 지질학개론. 박영사. 51~205.

7. 최경. 1986. 한국의 산사태 발생 요인과 예지에 관한 연구. 강원대학교 대학원 박사학위 논문 1~39.
8. 최경, 김태훈. 1982. 산사태 발생 원인에 관한 연구. 임시연보 29 : 7~37.
9. 최경, 이홍섭, 윤호중, 김재현. 1994. 산사태 예방 적정 수종. 임연연보 49 : 103~109.
10. 砂防學會. 1992. 土砂災害對策. - 崩壞・地すべり・落石・飛砂對策(2) -. 砂防學講座 第7卷-2. 山海堂. 63~87.



## 특 집

## 물 순환과정 조절을 통한 친환경적 산원수자원 증대방안

- 임상별 물 순환 기작 및 정책제안을 중심으로 -

정 용 호

임업연구원 산림수자원연구실장 · 농학박사

## 1. 서론

예로부터 위정자들은 홍수나 가뭄피해와 같은 각종 재해를 방지하기 위해서 「치산치수」를 국가통치의 기본이념으로 생각하였기 때문에 산림관리를 중요시 하였다. 그러나 근자에 들어 이러한 의식이 희박해져 있을 뿐만 아니라, 산림은 당연히, 그저 물이 나오는 곳 정도로 생각하는 사람이 많은 듯 하다.

우리 산림은 불과 30여년 전까지만 해도 풀한포기 없는 황폐한 산지가 존재하였다. 그러나 이제 적어도 외관상 황폐지는 눈에 띄지 않게 되었다고는 하나, 수원함양기능 발휘의 원천인 토양층의 깊이가 아직 얇을 뿐만 아니라 공극발달이 나빠 수원함양기능이 아주 낮은 상태이다. 그 이유는, 현재 우리 산림이 겨우 피복된 상태라는데도 그 원인이 있겠지만, 산림을 거의 방치하다시피 했기 때문에 산림이 다시 황폐화함에 따라 그동안 가까스로 만들어진 토양조차도 그 보전을 기대할 수 없는 상황에 처해있기 때문이다.

수자원 공급은 절대적으로 강수량에 의존하기 때문에 강수의 절대량을 늘리는 일은 거의 불가능하다. 또한, 우리나라는 연간 강수량의 2/3정도가 여름철에 집중적으로 내릴 뿐만 아니라 국토의 대부분이 급경사지이기 때문에

안정적인 수자원 확보에 매우 불리한 조건에 있다.

한편, 수자원 부족시대를 맞이하여 수자원 확보대책으로서 산림의 수원함양기능이 주목받고 있으나, 산림이 이전보다 좋아졌음에도 불구하고 오히려 계곡 물이 이전 보다 줄었다고 하는 소리도 많이 들려 온다. 당연한 말이다. 산림이 지나치게 우거지면 물이 줄기 때문이다.

이와 같은 사실을 거꾸로 말하면, 산림상태를 변화시키면 물을 늘릴 수 있다는 가능성을 시사하는 것으로서, 풍부한 수자원의 지속가능한 확보는 그림 1과 같은 산림유역에서의 물 순환과정을 잘 이해하고 순환 과정에서 발생하는 손실량을 적절하게 조절함으로써 가능해진다. 그것은 인위적 조작인 간벌 등의 시업에 의해 수관차단량 및 증산량 즉, 강수손실량을 줄이고 토양의 강수침투구조를 개선함으로써 이룩할 수 있는 것이다.

우리나라는 국토의 65%가 산림지대이기 때문에 전체 수자원의 2/3가 산림유역에서 발원하는 것이 된다. 이와 같이 산림 면적률이 높은 우리나라는 산림상태에 따라 수자원 이용률이 달라지게 되며, 수질보전에도 큰 영향을 미치게 된다.



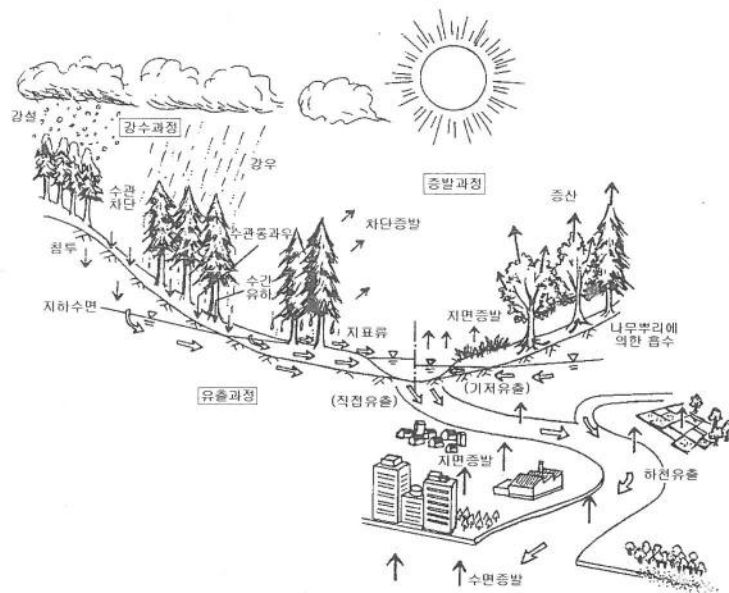


그림 1. 물 순환과정

물순환 과정에 있어서 산림의 영향은 수관에 의한 차단에 의해 지표면에 도달하는 과정에서 빗물의 성질이 변화되기 시작한다. 즉, 빗물은 잎, 가지, 그리고 수간(樹幹)에 접촉하면서 빗방울의 크기, 빗방울의 공간분포, 빗방울의 화학적 성분 등이 변화한다. 이 과정에서 빗물은 수간을 통해 지표면에 도달하는 성분이 있는가 하면(수간유하), 그 일부는 지면에 도달하기 전에 증발되어 버린다(차단증발).

잘 가꾸어 구조적, 생태적으로 건전한 산림의 지표면은 공극(孔隙)이 풍부한 매우 폭신한 토양으로 두껍게 덮여 있기 때문에 빗물 저류에 유리한 조건을 가지게 된다. 그것은, 산림토양 최상층부가 산림외 지역 어디에도 존재하지 않는 투수성이 높은 A층이 존재하기 때문인데, 산림토양도 이 A층 토양을 걷어내면 다른 토양과 다를게 없다. 따라서 가용 수

자원량을 늘리기 위해서는 간벌 등 시업을 통해 A층 토양을 보전하여 빗물의 침투구조가 악화되지 않도록 하는 노력이 필요하다. 또한 산림은 낙엽·낙지 등으로 이루어진 A<sub>0</sub>층 덕분에 농지와 같은 나지면에서 통상적으로 일어나는 빗방울 충격이 발생하지 않아 토양층의 보전이 가능하다.

이와 같이 산림은 물순환 과정에서 물의 배분 구조를 변화시켜 유출이 급속하게 진행되는 것을 막아 홍수를 완화하고, 산림토양 속에 저장된 물을 지속적으로 공급하여 하천의 갈수량을 증가시키는 역할을 한다.

그러나 산림이 지나치게 우거지면 나무에 의한 수관차단 손실량과 증산량이 많아져 가용 수자원량이 줄어들 뿐만 아니라, 이러한 산림은 임내가 어두워 하층식생이 사라지고 토양 소동물들이 서식하지 못하는 환경이 되므

로 산림토양의 물리성이 악화된다. 이와 같은 토양 물리성의 악화는 침투구조의 악화를 의미하는 것으로 강우시에 지표유하수 발생이 증가함에 따라 강수 침투능의 악화가 가속된다. 이에 따라 직접유출량이 늘어나 결국 가용 수자원량이 줄게되는 원인이 된다.

본 논문에서는 산림유역에서 물이 어떻게 순환하며, 수자원 확보를 위해서는 산림을 어떻게 관리해야 하는지와 이를 달성하기 위하여 어떠한 시책이 추진되어야 할 것인가에 대해 기술코자 한다.

## II. 본론

### 1. 산림유역에서 물의 순환과정

#### 가. 산림에 의한 차단손실과정

##### (1) 차단손실에 영향을 미치는 요인

수관차단손실(canopy interception loss)은 비가 나무의 잎이나 가지 또는 낙엽·낙지에 일시적으로 저류되었다가 토양속으로 흡수되지 못하고 대기 중으로 증발되는 과정을 말한다. 이들 지표물에 의해 차단된 물은 대부분 표면에서 증발하며, 아주 드물게 차단된 물의 일부가 식물 조직에 흡수되기도 한다.

차단 과정을 구성하는 요인은 수관저류(樹冠貯留, canopy storage), 수관통과우(樹冠通過雨, throughfall of rainfall), 수간류(樹幹流, stemflow) 및 임상차단(林床遮斷, litterfall interception)이다.

수관저류능(樹冠貯留能, canopy storage

capacity)은 수관 표면이 포화하는데 필요한 최소의 강우량이다. 수관저류능은 차단과정에서 가장 중요한 요인이며 엽면적지수(葉面積指數, leaf area index), 강우강도(降雨強度, rainfall intensity), 엽표면의 성질과 밀접한 관계가 있으며, 또한 수종에 따라 다르다. 소나무의 수관저류능은 0.8mm정도이며, 너도밤나무의 경우 겨울에는 1.2mm, 여름에는 1.5mm라는 보고가 있다. 참나무 16년생은 0.6mm, 소나무 26년생은 1.5mm, 그리고 잣나무와 전나무 인공림은 3.2mm, 활엽수 장령림은 2.5mm로 조사되었다. 단 한차례 강우 이벤트만을 보더라도 비가 내리다가 그치고 다시 시작하는 것을 적어도 수 차례 반복하게 된다. 이 과정에서 증발이 일어나는 것으로서 수관저류량이 커면 그만큼 증발손실량이 커지게 된다.

수관통과우는 수관을 통과하여 떨어지는 강수량으로 나무의 잎과 가지를 거치지 않고 바로 지면에 떨어지는 직접통과우량(直接通過雨量, free throughfall)과 수관부에 저류되었다가 떨어지는 적하우량(滴下雨量, drip)으로 구분한다. 수관류는 차단된 강우가 수관을 따라 내려오는 것을 말한다. 총강수량에 대한 임상(林床)차단량의 경우 소나무림에서 약 5%이고 활엽수림에서는 약 3%이다.

사진 1은 임업연구원 광릉 유역시험지 내에 설치된 수관차단손실량을 연속 자동측정하는 시설이다. 수관통과우량은 수관 바로 밑에 집수통을 설치하여 측정하고, 수간유하량(樹幹流下量)은 수간의 가슴높이에 집수기를 설치하여 측정하고 있다. 수관차단량은 임지에서 측정한 총강우량에서 수관통과우량과 수간유하

량을 합친 임내우량을 뺀 값이다. 차단과정에 영향을 미치는 요인은 크게 식생요인(植生要因)과 기상요인(氣象要因)으로 구분한다.

식생요인은 ① 식생의 총 표면적(수관밀도, 엽면적지수, 낙엽낙지량 등)과 엽면적의 계절 변화, ② 잎 표면의 성질, ③ 가지와 수간의 배열 등이며, 기상요인은 ① 강우빈도와 간격, ② 강우강도와 지속기간, ③ 풍속 등이다.



사진1. 수관차단손실량 측정시설  
(경기도 광릉시험림)

그림 2와 3은 광릉 침엽수림과 활엽수림의 수관통과우 및 수간유하수의 배분과정을 20분 단위로 측정한 결과이다. 활엽수림의 경우 침엽수림에 비해 직경이 크고 수피가 매끄럽기 때문에 총 임내우 중 수간유하량이 차지하는 비율이 강수량의 18.1%로 침엽수림 5.1%보다 많다. 이는 수종이나 임분구조에 따라서 산림 내의 강수배분 구조가 달라지므로 수문환경이 달라질 수 있다는 것을 시사하는 것이다.

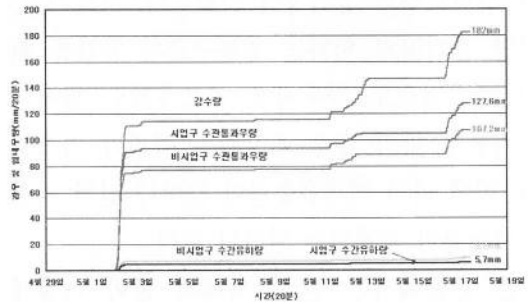


그림2. 침엽수림의 임내우 배분

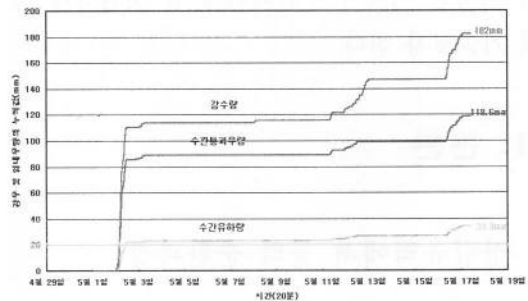


그림3. 활엽수림의 임내우 배분

## (2) 간벌의 차단손실량 감소효과

간벌은 임분의 수관유효도를 감소시켜 임내에 도달하는 강수량을 증가시킨다.

그림 4는 광릉과 양주시시험지에서 측정한 수종 및 시엽별 임내우 배분 상황이다. 침엽수인 잣나무와 전나무의 경우 간벌 및 가지치기 시업을 한 임분이 하지 않은 임분에 비해 수관 차단손실량이 현저히 줄었다. 잣나무림의 경우, 시업을 통해 수관차단손실량을 36%까지 감소시킬 수 있으므로 그만큼 가용수자원량을 증대시키는 시업효과를 기대할 수 있다.

이상은, 간벌의 차단손실량 감소효과를 구명하기 위해, 1996년 2월부터 7월까지 광릉시험림 내에 있는 잣나무림에서 간벌을 실시한 산

림에 대해 연구한 결과로서, 간벌 2년차의 수관점유면적률은 대조구(간벌 미 실시)가 158.7%, 간벌 실시림은 116.3%의 임상조건하에서 조사한 결과이다.

한편, 수관울폐도의 감소는 임내우량의 증가뿐만 아니라 임내에 도달하는 일조량을 증가시켜서 하층식생의 발달을 도모하기 때문에 산림토양의 공극발달에도 크게 기여하여 강수 침투능이 증가하게 된다.

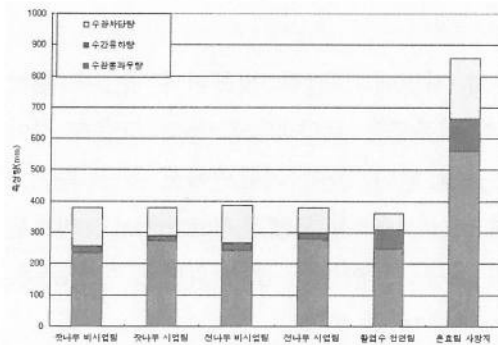


그림4. 수증 및 시업별 임내우 배분

또한, 간벌은 수관울폐도를 감소시켜 수관통과우량과 수간유하량을 변화시킨다. 수관통과우량은 수관울폐도의 감소율만큼 차단면적이 줄어들기 때문에 증가하게 된다. 두 침엽수종에서 수관통과우량의 증가율은 잣나무림이 16.2%이고 전나무림이 15.4%로 나타났다. 반면에 수간유하량은 수관면적이 집수면의 역할을 하기 때문에 약간 감소하는 경향이 있다. 간벌 후의 수간유하율은 잣나무림의 경우 4.9%에서 4.0%로, 전나무림은 6.1%에서 4.8%로 감소하였다. 수관차단량은 잣나무림의 경우 간벌 전에 33.0%에서 간벌 후 23.9%로 9.1%가

감소하였으며, 전나무림의 경우 간벌 전에 31.9%에서 간벌 후 21.2%로 10.7%가 감소하였다.

#### 나. 산림에 의한 증산과정

증산은 살아있는 식물체의 기공을 통하여 물이 증발하는 것으로서 증산 작용은 차단 손실이 발생하는 동안에는 크게 낮은 게 일반적이다. 뿌리에서 흡수된 물은 목질부를 구성하는 세포와 도관을 통하여 기공까지 이동하는데, 증산은 생물학적 반응이 아니라 물리적 반응이다. 잎의 표피세포는 키틴층으로 덮여 있으며 잎의 앞면이 뒷면보다 더 두껍다. 증산은 주로 기공을 통해 발생하며 표피를 통해서도 전체 증산량의 2~3%가 발생한다. 책상조직과 유연조직 세포 주변의 물은 태양열이 공급되면 기공을 통해 증발하며 바람에 의해 대기 중으로 확산된다.

증산현상은 수목이 이용할 수 있는 토양수분의 양에 의해 제한을 받는다. 학자에 따라서는 토양수분이 위조점(萎凋點, wilting point)에 도달할 때까지 증산은 가용수분의 양과 관계없이 발생한다고 주장하는가 하면, 증산률은 가용수분에 대략 비례한다고 믿는 학자들도 있다. 강우 종료 후 과잉 증력수가 지하로 침투한 후 토양수가 포장용수량(圃場容水量, field capacity)보다 많을 경우 수목에 해로운 영향을 미치게 되나 위조점과 포장용수량 사이의 토양에 있어서 증산은 함수량과 비교적 관계가 없다는 견해가 지배적이다.

증산량을 측정하는 방법은 ① 일정한 용기

에 나무를 식재한 후 무게의 변화를 측정하거나, ② 실험구에서 토양수분의 변화를 측정하는 방법, ③ 수액 측정기를 이용하는 방법 등이 있다. 산림 유역의 증산량은 독립적으로 측정하기 어렵고 식 1과 같이 물수지의 구성 요소를 측정하여 추정할 수 있다.

$$Et = Pg - Q - It - \Delta S \text{ ----- (1)}$$

식에서 Et는 증산량(mm), Pg는 강수량(mm), Q는 유출량(mm), It는 차단손실량(mm),  $\Delta S$ 는 토양내 수분 저류량의 변화량(mm)이다.

실제 증발산량을 추정할 수 있는 식은 여러 가지가 있지만 가장 일반적으로 사용하는 것은 Penman-Monteith식이 있다. Penman-Monteith식은 미기상학적으로 열수지에 기초를 두고 있는데, 열수지의 주요인자로서 순복사량, 잠열, 현열, 그리고 지표면에 저장된 열로 표시할 수 있다. 이들 각 인자는 항상 균형을 유지하고 있기 때문에 전체적으로 더한 값은 0이다. 또한 지표면에서 대기로 이동하는 열에너지와 수는 Newton의 법칙을 이용하여 와도확산방정식(와도擴散方程式, eddy diffusion equation)으로 나타낼 수 있으며, 이 방정식을 지표면에서 높이 h까지 적분하여 풀면 Penman의 기본식이 된다.

Penman의 기본식은 자유수면에서 물의 증발을 표현한 식으로 바람함수를 단지 수면으로부터 2m 높이의 풍속을 적용하였으나, Monteith(1981)는 일정한 높이의 임목에서 증발산량을 추정할 수 있도록 이론적인 바람함수를 공기동력학적 저항과 수관저항의 개념을 도입하여 Penman-Monteith식을 만들었다.

$$Ep = \frac{\Delta RN + \rho_{cp}(VDEP)/ra}{\Delta + \gamma(1+rs/ra)} \text{ ----- (2)}$$

식에서 Ep는 잠재증발산량,  $\Delta$ 는 포화증기압 곡선상의 기울기, RN은 순복사에너지,  $\rho$ 는 공기의 밀도, cp는 일정한 압력하에서의 공기의 비열, VDEP는 포화미흡량 ra와 rs는 각각 공기동력학적 저항과 수관저항,  $\gamma$ 는 습도계상수이다.

#### 다. 산림유역에서의 침투과정

산지 사면에 도달한 빗물이나 용설수(融雪水)의 대부분은 토양공극을 통해 토층속 깊이 스며들게 된다. 물이 지표면에서 토층 속으로 스며드는 것을 침투(浸透, infiltration), 침투된 물의 토층 내 이동을 좁은 의미로 투수(透水, percolation)라고 한다.

임지사면에 있어서 어느 시간 내의 침투수량은 그 시간 내의 강수량과 지표유출수량의 차로써 구해지는데, 단위면적당 단위시간 내의 침투수량을 침투강도(浸透強度, infiltration rate)라 하며 단위는 통상 mm/hr(mm/min)를 사용한다. 지중에 있어서 임의의 한 단면을 단위시간당 통과하는 수량을 투수강도라 하며, 일정한 범위의 토양에서 그 최대치를 투수능(透水能, percolation capacity)이라 한다. 따라서 지표상태가 일정한 경우 그곳에서 일어날 수 있는 침투강도는 투수강도의 지배를 받는다. 어느 토양에 있어서 침투강도의 최대치를 그 토양의 침투능(浸透能, infiltration capacity)이라 하며, 단순히 침투능이라 부르는 것은 최종



침투능을 의미한다. 임지에서 강우강도가 침투능보다 크게 되면 이론적으로 지표유출수(地表流出水)가 발생한다. 임지의 지피상태별(地被狀態別)로 침투능을 측정한 한 가지 예는 표 1과 같다.

표 1. 지피상태별 침투능의 비교

(단위: mm/hr)

| 침투능 | 지 피 상 태 |        |        |        |        |      |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|------|
|     | 침엽수림지   | 활엽수림지  | 벌채지    | 초지     | 붕괴지    | 보도   |
| 평균  | 246     | 272    | 160    | 191    | 99     | 11   |
| 범위  | 104-387 | 87-395 | 15-289 | 22-193 | 24-281 | 2-29 |

침투능은 토양이 건조해 있는 강우초기에 크고, 강우계속시간이 길어짐에 따라 점점 낮아진다. 그 원인은 토양 속의 모관수분량이 점차 증가해 오면 점성토의 팽윤에 의해서 공극구조가 변화하는 것과 공기가 토양 중에 봉입(封入)되어 물의 흐름을 방해하는 것을 들 수 있다. 산림지대에서는 기타 다른 토지보다 침투능이 크며, 산림지대의 지피상태에 따른 침투능에는 뚜렷한 차이가 있다. 그러나 토양의 침투능 값은 공급되는 강우강도, 지질 및 지형 조건, 토양표면의 구조적 성질, 토양의 투수성, 계절 등에 따라 차이가 나타나므로 침투능을 측정하는 것은 그리 간단치 않다.

어느 경사지의 일정구역에 비교적 규모가 큰 일정 강우강도의 강우가 장시간 계속되면 침투강도는 초기에 매우 크지만 단시간에 감소하여 곧 완만한 저감상태(低減狀態)로 되고 이어서 거의 일정한 값에 접근한다.

양호한 산림상태의 임지에 도달한 강수는

낙엽층에 완충된 후 토양표층에 도달하여 A1층으로 침투한다. 토양공극(土壤孔隙)은 공극경이 작을수록 흡습성이 강해서 토양 속의 물은 공극경이 작은 것부터 큰 공극으로 순차충족되어 가며, 반면 공극간의 물의 이동속도는 공극경이 작은 부분일수록 느다. 토양 속의 물은 공극의 크기에 따라 여러 가지 특징있는 움직임을 나타내기 때문에 강수의 유출 평균화·균등화가 이루어지게 된다.

## 라. 산림유역시험

### (1) 대조유역법

대조유역법은 서로 근접한 2개의 유역이 유역규모·지형·지질·산림상태 등이 유사한 지역을 선정하여, 한 쪽은 기준유역(대조유역), 다른 쪽은 처리유역으로하여 수년간 유출량을 관측한다(calibration 기간). 그 후, 처리유역의 산림 상태를 변화시키고, 그 후의 양 유역으로부터 유출량을 비교하는 방법으로 유역처리의 영향을 추출해 낼 수 있다(그림 5). 가장 많이 행해지는 유역처리는 “개벌(皆伐: 모두베기)”이다. 처리 초기 단계에서 개벌에 의해 홍수 피크유량(홍수유출 hydrograph의 최고치)이 증가하며, 직접유출량도 증대하는 조사결과를 통하여 산림의 홍수완화기능을 증명할 수 있다.

민둥산은 단순히 지상의 수목을 전부 벌채한 상태와는 다르다. 민둥산에는 지표면 침식현상이 크게 발생하기 때문에 토양층이 존재하지 않는 경우가 거의 대부분이다. 그러나 산림을 개벌하여도 산림토양층은 통상적으로 남

아 있게 되므로, 산림토양층을 걷어 내는 유역 처리를 하지 않을 경우, 대조유역법이라는 시험방법에서 산림의 홍수완화기능을 직접 증명할 수 있는 것은 아니다.

22년전에 시공한 경기도 양주의 사방지에서 인접 2개 유역 가운데 하나의 유역을 개별한 결과 달라진 유출상황은 그림 6과 같다. 이 사례는 과거 사방지였기 때문에 표토층이 얇은 경우인데, 산림벌채로 지표토양 유실이 발생하

였으며, 이에 따라 홍수유출이 크게 늘어남을 알 수 있다. 그 증가량은 400mm 강우시 78.3mm 었다.

또한 나지와 산림지대에서의 유출비교시험이 행해진 결과는 그림 7과 같다. 이 시험에는 산림토양층이 발달하지 않는 곳이라도 수목을 식재하기 위해 사면을 파기만 해도 빗물이 땅 속으로 침투하는 양이 증가하여 홍수발생이 완화된다는 것을 보여주고 있다.

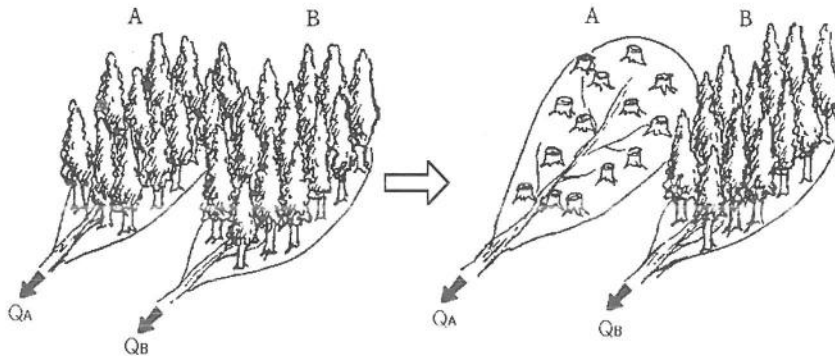


그림5. 대조유역법 개념도

A : 처리유역, B : 기준유역 ( $Q_A$ ,  $Q_B$ 는 예시한 각각 유역의 연간 유출량)

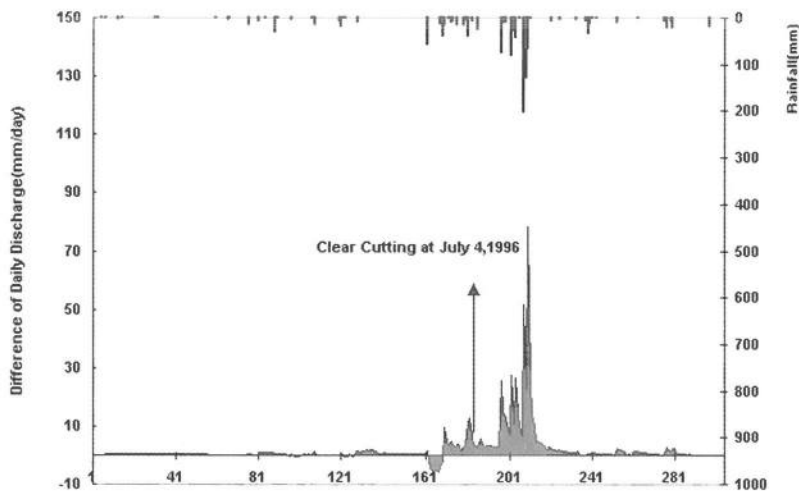


그림6. 양주 훈효림 1호구와 2호구 유역의 일유출량 차이

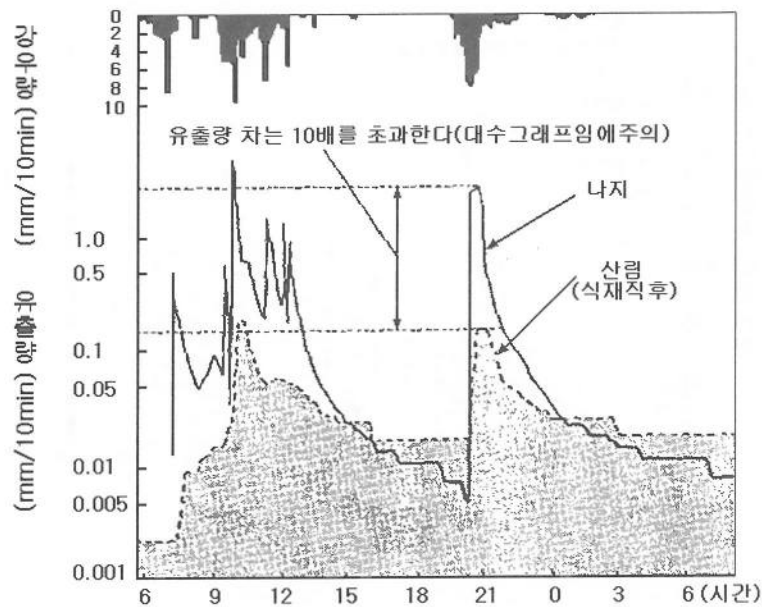


그림7. 나지와 산림(식재직후)의 유출패턴의 차이

이상의 결과로 볼 때 산림의 홍수완화기능은 주로 산림토양에 빗물을 계속적으로 침투시키는 작용에 의해 발휘되는 것으로 결론지을 수 있다. 즉, 산림에는, 산림토양의 역할에 의해 홍수를 완화하고, 하천유량을 평균화하는 작용을 하는 기능이 있는 것이다.

한편, 유출과정에 대한 개벌의 영향은 연유출량이 현저하게 증대되는 것으로 나타났다. 산림벌채는 단기유출(홍수유출)보다도 장기유출(저수유출: 低水流出)에 많은 영향을 한다. 개벌 이외에 다양한 방법의 유역처리를 대조유역법으로 실행한 시험결과는 다음과 같다.

- 1) 산림을 벌채하면 연유출량은 증가한다.

※ 개벌 후의 유출증가량 : 400mm강우시

78.3mm(한국: 그림 6)

200~400mm/년 (일본)

- 2) 활엽수림은 침엽수림에 비하여 벌채에 따른 유출증가량이 적다(그림 8).
- 3) 유출증가량은 처리한 산림의 엽량(葉量)에 비례한다. 즉, 벌채율 50%의 처리시 유출증가량은 개벌처리의 1/2이다(그림 8).

이상의 결과를 단적으로 표현하면, 산림은 물을 소비하며, 그 양은 산림의 엽량에 비례한다고 할 수 있다. 더욱이 그 원인은 무강우시를 포함한 저수유출에 관계한다. 이는 (3)의 증발과정이 영향하는 것을 시사하는 것이라고 할 수 있다.

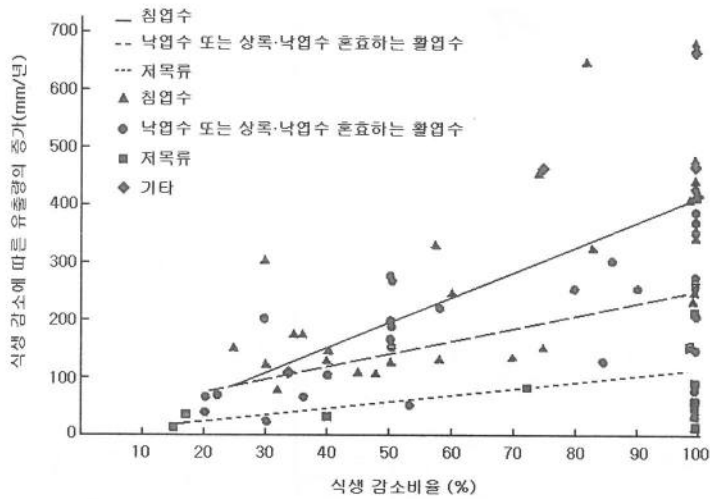


그림8. 벌채에 따른 연간유출량의 증가

## (2) 단독유역법

단독유역법은 대조유역법과 달리, 같은 유역에서 간벌이나 개벌 등 산림시업을 하고 일정기간이 경과한 후 유역의 유출변화를 비교하는 방법이다. 그림 9는 광릉 침엽수림에서 단독유역법으로 간벌 전후의 갈수기 유출량을

비교한 것이다. 간벌은 1996년 2월부터 7월까지 실시하였으며, 간벌 후 산출물은 등고선 방향으로 정리하였다. 간벌 후 갈수기 유출량은 간벌 전에 비해 증가하였으며, 그 증가율은 약 2.3배였다. 이는 간벌에 의해 증발산량이 감소했기 때문으로서, 갈수량을 증가시키기 위해서는 강도의 간벌을 실시해야 한다.

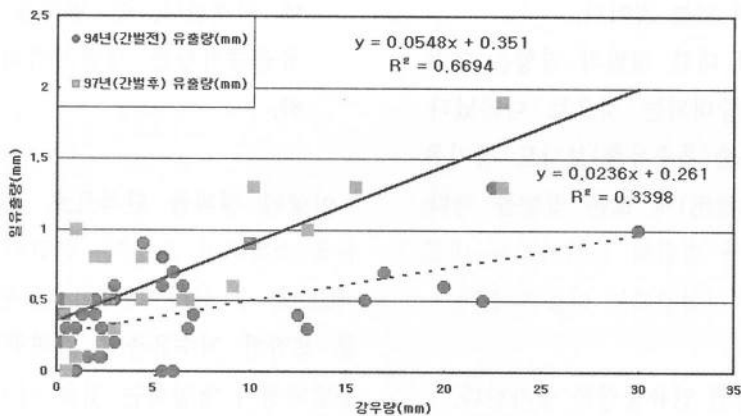


그림9. 광릉 침엽수림 유역의 간벌 전후 갈수기 유출량변화

## 2. 산원수자원 증대를 위한 산림관리 정책제안

### 가. 갈수완화를 위한 산림관리

전술한 바와 같이, 산림은 녹색댐의 역할을 하지만, 생존활동으로서 행해지는 광합성이나 호흡시 다량의 물을 소비한다. 더욱이 산림이 물을 필요로 하는 것은 비가 오지 않는 갈수기이므로 계류의 갈수현상을 완화하기 위해서는 산림으로부터의 증발 및 증산량을 인위적으로 적게 하는 조치가 필요하며 반드시 사람의 손을 통해서만 가능하다.

그것은, 우선 수관차단에 의한 증발과 증산 등 손실을 줄이기 위해 엽량(葉量)을 줄이는 것으로서 간벌과 가지치기 등의 시업이 바로 그것이며, 토양의 강수 침투구조를 개선하는 효과도 있다. 산림을 수원함양 측면에서 보면

같은 나이의 산림일 경우 일반적으로 엽면적 지수가 큰 침엽수보다 활엽수가 유리하다. 침엽수 인공림은 임관이 폐쇄됨에 따라 엽량이 많아져 강수 손실량이 대단히 클 뿐만 아니라 토양의 강수 침투구조도 악화되어 가기 때문이다. 그렇기 때문에 수자원 확보를 위해서는 그림 10과 같이 침엽수 인공림에 대한 확실한 관리가 이루어져야만 한다.

시업의 효과는, 수관이 서로 맞닿아 임관이 폐쇄되기 시작하면 급격히 낮아지기 때문에 일반 시업에 비해 다소 강도로 실시할 필요가 있으며 자주 반복 실시해야 한다.

또한 물을 그다지 많이 사용하지 않는 산림은 엽량이 감소한 노령림이다. 이러한 의미에서 장별기시업은 갈수완화대책으로서 설득력을 갖는다.

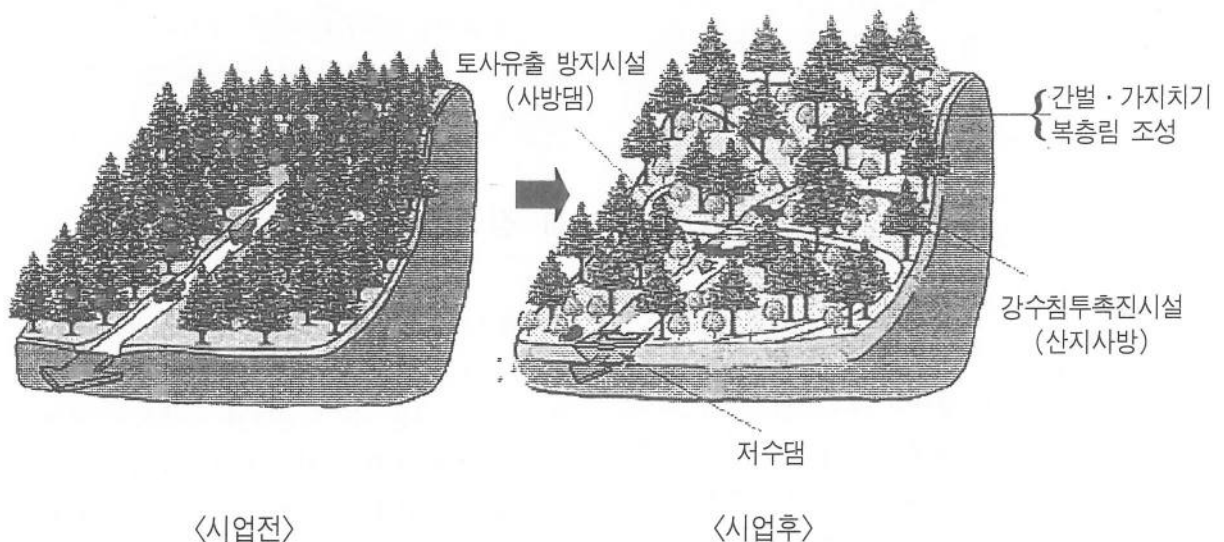


그림 10. 수원함양기능 증진을 위한 시업 개념도



#### 나. 수자원 확보를 위한 유역단위 산림관리

산림유역은 대면적으로 이루어져 있기 때문에 산원수 증진을 위해서는 부분적인 관리보다 유역 전체를 하나의 광역적 시스템으로 통합하는 관리방법이 필요하다.

대면적의 산림유역 상류부는 활엽수 천연림인 경우가 많으며, 중·하류부는 침엽수 인공림으로 분포되어 있는 곳이 많으므로, 상류부는 장벌기 시업을 통해 산림토양의 저류기능을 증진시키고, 하류부의 침엽수 인공림에 대해서는 가지치기와 간벌 등 집약적인 시업을 실시하는 방식의 대유역 단위를 통합하는 산림관리가 필요하다.

산림으로부터의 유출 토사량은 인공댐의 담수량 유지 및 수질보전에 직접적인 영향을 하게 됨으로 다양한 치산시설의 설치가 필요하다.

유역 내 계류에 체계적인 계통사방을 실시하면, 유출 토사량이 줄고, 강수의 산지 내 체류시간이 길어져 강수 저류량이 늘어나게 될 뿐만 아니라, 상류에서 내려오는 유목과 전석들을 산지에서 미리 차단하여 하천·호소 등 인공댐의 수질보전에 기여하게 된다.

#### 다. 수원함양보안림의 확대 및 집중관리

우리나라의 수원함양보안림은 1983년에 24만여ha였으나, 그마저도 매년 감소하고 있어 현재는 16만여ha에 불과한 실정이다. 특히 대부분의 수원함양보안림은 소규모 농업용 저수지나 소류지 상부에 지정되어 있기 때문에 하천의 유출에는 큰 영향을 미치지 못하고 있다.

산림이 수자원 확보에 영향을 미치기 위해

서는 수원함양보안림이 유역단위로 대면적으로 지정되어 관리되어야 한다. 수원함양보안림 지정은 국·공유림은 물론 사유림에 대해서도 지정되어야만 그 지정 효과를 올릴 수 있으며, 이를 위해서는 매입 이외에 대안이 없다고 본다. 사유임지 매입을 하기 위해서는 추가적인 재원이 필요한데, 재원확보를 위한 가장 현실적인 방법은 수혜자부담원칙에 입각하여 수도요금에 일정액을 부과하는 것으로 생각된다.

더욱이 보안림을 지정만 하고 방치해서는 지정 목표를 달성할 수가 없다. 지정 목적에 맞는 시업을 실시하여 그 기능이 고도로 발휘되도록 해야 한다.

또한, 보안림 가운데 적어도 수원함양보안림의 지정·해제권자는 산림청장으로 환원해서 보다 강력하게 추진해야 된다고 생각한다. 그것은 하나의 하천이 발원하여 하류에 이르기까지 수많은 행정구역을 경유하게 되므로 지자체간 충돌이 상시 일어나기 쉽기 때문이다. 또한 선출직인 지자체장들은 추가지정은 고사하고 지정해제를 요구하는 주민의 요구를 묵살하기 어려울 것이기 때문이다.

### III 결론

불과 10년 전까지만 해도 「민둥산」이 존재하였던 산림, 특히 사람들이 오랫동안 살아온 마을 근처의 산은 수 백년만에 녹색으로 덮여 있게 되었다. 비로소 이제야 외관상이나마 푸른 산림을 가지게 된 것으로서, 산림토양의 보전도 나뭇대로 보장받게 된 셈이다. 따라서 그동안 산림이 만든 토양층 덕택에 수원함양기

능의 발휘는 상당히 높아졌다고 볼 수도 있다.

그러나 문제는 손질 미흡으로 다시 황폐화가 진행되고 있어 수원함양기능이 낮아지고 있다는 사실이다. 문제의 시작은 우리 산림의 외관상 푸르름을 가지고 모두 완성된 것인 양 생각을 하는데 있는데, 실제 우리 산림의 실상은 사람의 손길을 가장 필요로 하는 시점에 와있다는 점이다. 따라서 결코 완성이 아니라 이제부터 시작인 것이다. 산림이 너무 우거져 물이 줄었다는 불만의 소리도 산림을 잘 가꾸면 해결되는 문제이다. 자연선진국들이 가지고 있는 산림다운 산림을 갖는 길은 아직 멀다.

더욱이 지구환경시대를 맞이하여 지구온난화문제 등을 해결하기 위하여 산림의 다양한 기능들의 고도 발휘가 요구되는 시대가 되었다. 선진국들은 산림이 자국은 물론 지구적 환경문제를 해결할 유일한 존재로 인식하고 있을 뿐만 아니라 새로운 무역 질서에도 대응하기 위하여 과학적, 합리적 조성 및 관리를 통한 산림기능의 고도화에 더욱 힘을 쏟고 있다.

더욱이 산림은 우리에게 수많은 혜택을 주고 있는 공공재이다. 공공재란 문자 그대로 모든 사람에게 공평하고 공정하게 편익을 주는 기능을 하고 있는 것으로 금전적 수지만 따져서는 안된다고 생각한다. 우리가 향유하는 산림의 공익기능은 연간 적어도 35조원에 상당하는데, 이 기능은 산림관리의 성패여부에 따라서 자연선진국처럼 될 수도 있고 다시 황폐되어 기능저하를 초래할 수도 있다.

산림관리와 관련하여 우려되고 있는 사실은, 최근 이슈로 대두되어 있는 국유림관리 주체문제로서, 바로 그것은 산림청 지방조직의 공사화 문제다.

산림은 그야말로 셀 수 없이 다양한 기능을 지니고 있다. 그 기능 발휘정도는 산림상태에 따라 달라지며, 또한 산림을 어떻게 다루느냐에 따라서도 달라지게 된다. 산림이 지닌 기능 가운데 수자원 확보 단 한가지만 생각하더라도 산림관리를 민간이 맡아서는 안된다고 생각한다. 민간조직은 당연히 영리를 추구할 수밖에 없는 속성을 가지고 있기 때문에 산림에 대해 영리를 추구하다보면 관리가 제대로 이루어지지 않아 수원함양기능을 포함한 산림의 기능 제고는 어려울 것이며, 국토의 황폐화를 재촉하는 결과를 초래할 것이다. 과도한 벌채, 무분별한 개발 등 국토가 황폐화될 우려가 높기 때문이다.

국토가 일단 황폐화하게 되면 본래상태로 쉽게 돌이킬 수 없다는 사실은 역사적·세계적으로도 그러한 사례가 많으며, 우리도 이미 경험한 바 있다. 산림을 조성하고 가꾸는 기술이 없거나 그 일을 경시하여 행하지 않은 민족은 그 문명까지도 멸망한 역사가 많다.

국가적 현안과제인 상수원 수질개선 대책 등에 기여하는 길인 산림의 공익기능 고도화의 실현과 우리가 가질 수 있는 유일한 자원인 목재자원을 자급하여야 한다. 이는 이산화탄소 배출권 등 새로운 무역질서에 대응하는 길이기도 하다. 세계적으로 이산화탄소 배출권 시장은 금융시장만큼 커질 것이라는 예상도 나오고 있고, 여기에 세계 유수의 금융재벌들은 벌써 만반의 준비를 갖추고 있다.

국유림 관리, 이것은 예산만 있다고 해결되는 것은 결코 아니다. 중앙정부의 행정적 책임 하에 잘 훈련되고 기술을 지닌 지방조직이 관리를 해야만 한다.

# 바람직한 산지·구릉지개발의 추진방향에 관한 소고

- 산지·구릉지개발에 대한 국민성향조사를 중심으로 -

최영국

국토연구원 연구위원

## 1. 머리말

### 1) 연구배경 및 목적

급속한 산업화와 도시화에 따른 인구 및 산업의 집중은 지금까지 꾸준히 토지 공급확대를 위한 정책을 추진하였음에도 불구하고 만성적인 도시적 용도의 토지부족이라는 문제를 초래하고 있다. 97년말 현재 우리나라의 지목상 토지이용상황을 보면 산림지는 전체의 65.7%(65,325km<sup>2</sup>), 농경지는 22.5%(21,363km<sup>2</sup>)인 반면에 대지 및 공장용지, 공공용지 등의 도시적 용도로 사용되고 있는 실제적 토지는 4.8%(4,987km<sup>2</sup>)에 불과하다. 결국 협소한 공간에 인구 및 산업이 집중됨으로써 주택난, 지가상승, 환경오염 등 많은 도시문제를 야기하는 원인이 되고 있다.

지속적으로 증가하고 있는 도시적 용도의 토지수요를 충족시키기 위하여 그 동안 정부에서는 농지, 산지의 전용 및 간척사업을 실시하여 왔다. 그러나 식량자원이 국가안보적 차원에서 우량농지를 보전하여야 한다는 요구가 커지면서 그리고 간척사업의 경우 간척지에 대한 생태적 가치가 새롭게 인정되면서 도시

적 가용토지를 확보하는데 어려움에 봉착하게 되었다. 따라서 그의 대안으로서 전 국토의 2/3를 차지하는 산지·구릉지(이하에서는 '산지'라고 함)를 적극적으로 활용하여야 한다는 필요성이 제기되고 있다.

그러나 지금까지 신도시개발이나 전원주택개발과 같은 주거지개발이나 산업단지 조성시 부분적으로 포함된 산지개발은 산 전체를 절단하거나 계단식 평면으로 단지를 조성하여 산지를 크게 훼손하는 방향으로 추진됨으로써 생태계를 파괴함은 물론 국민적 지탄을 받아 왔다. 따라서 앞으로 산지를 토지자원으로서 적극적으로 활용하기 위해서는 무엇보다 환경친화적인 산지개발이 전제되어 국민적 공감대를 형성하는 것이 중요하다. 그럼에도 아직까지 환경친화적 개발을 하기 위해서는 어떻게 하여야 하는지 또한 국민들은 어떠한 산지개발을 원하고 있는가에 대한 연구 및 기초자료가 부족한 실정이다. 이와 같은 관점에서 이 글에서는 향후 산지개발을 보다 환경친화적으로 추진하고 국민성향을 고려한 개발로 유도하기 위한 자료를 축적하고 산지개발의 올바른 방향을 제시하기 위하여 실시한<sup>1)</sup> 산지개발에 대한 국민의식조사의 결과를 요약 정리하였다.

1) 이 자료는 국토연구원에서 1998년에 농림부의 의뢰로 수행한 "자연친화적 산지개발을 위한 경제성 제고방안"연구에서 실시한 산지개발에 대한 국민의식조사결과를 정리하였다. 여기서 산지개발은 주로 주거용도로 제한하여 조사를 실시하였음

## 2) 연구내용 및 방법

### ① 조사내용

산지개발에 대한 국민의식조사는 산지개발의 바람직한 방향과 국민의 요구사항을 파악하고 향후 유사연구에 기초자료로 활용하기 위한 목적으로 실시하였다. 이와 같은 목적 하에 설문서를 작성하였다. 설문내용은 산지개발시 고려사항, 산지에 건설될 주택유형에 대한 선호성 그리고 산지주택에 대한 잠재수요 등에 초점을 맞추었다. 또한 자연친화적으로 산지를 개발하여 보다 나은 생활환경을 확보할 경우 수요자들이 그 대가로 지불할 수 있는 비용추정을 위한 항목을 포함하여 향후 산지개발의 경제성 분석에 활용가능한 자료를 확보하고자 하였다. 즉 이 항목은 쾌적성이란 비시장재화를 금전화하기 위한 기초자료로 활용하기 위한 시도라고 할 수 있다.

일반인과 전원주택 거주자의 설문서의 내용에는 약간의 차이가 있으나 주요 조사내용은 다음과 같다.

- 주거지 선택시 고려사항
- 부족한 주택지의 확보를 위한 대상지의 선호도
- 산지개발의 장단점 및 고려사항
- 산지에 개발된 주택지에 대한 이사여부 및 이유
- 산지개발 형태별 선호도

- 산지에 쾌적한 주거환경을 조성하였을 경우 그곳에 이사여부 및 이유
- 전원주택 거주자의 불편사항 및 생활환경의 만족여부 등
- 쾌적한 산지주택을 선택할 때 지불할 수 있는 추가비용부담 정도 및 시간

### ② 조사방법

조사대상은 일반인을 중심으로 하되 일부 전원주택 거주자를 대상으로 설문조사를 실시하여 일반국민의 성향과 이미 전원주택<sup>2)</sup>에 거주하는 주민의 성향간의 차이를 파악하였다. 일반인은 시급이상 도시의 주민을 대상으로 각 대상자별 소득 및 주거형태에 따라 층화추출(stratified sampling)하여 1,240명을 선정하여 조사대상자에 포함하였다( 95% 신뢰구간에 최대허용오차는  $\pm 0.028$ ). 전원주택 거주자는 수도권 주변의 기개발된 전원주택지(용인, 양평, 남양주시, 파주)에 거주하고 있는 140여명을 대상으로 설문조사를 실시하여 총 107매의 설문지가 회수되었다.

일반인에 대한 설문조사는 조사원이 방문하여 설문내용을 설명하고 작성 후 회수하는 방문조사방법으로 실시하였고, 전원주택 거주자의 조사는 방문조사 및 우편조사를 병행 실시하였다. 설문조사는 1998년 6월 1일부터 7월 20일까지 총 50일 동안 실시되었다.

2) 여기서의 전원주택은 현재 수도권 주변에 민간업자의 주도로 소규모로 건설되고 단독 또는 연립주택을 일컫는 것으로 상당수의 주택은 산지 또는 구릉지가 아닌 곳에 위치하고 있다. 또한 주변 환경여건도 숲이 있거나 경관이 우수한 곳에 위치하지 않은 단지가 많다. 다만 여기에서 선정한 대개의 "전원주택"은 대부분 산지 또는 구릉지에 건설된 것을 선택하여 조사하였음

## 2. 응답자의 특성

### 1) 응답자의 사회·경제적 특성

#### ① 응답자의 일반적 특성

일반주택 거주자(이하 전국민 또는 전국치로 표기)와 전원형 주택입주자(이하 전원형으로 표기)의 연령계층을 비교해 보면 전원형 주택입주자의 연령이 높은 것으로 나타났다. 특히 70대 이상의 연령층에 대해서는 전원형 주택입주자가 전국치의 2배 정도인 것으로 분석되었다.

전원형의 학력은 전국민의 그것보다 '낮은 학력'의 비율은 더욱 낮고 대학졸업 이상의 '고학력'은 더욱 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 분석되어 전원형의 학력이 전반적으로 높은 것으로 나타났다.

두 집단간 평균소득에서도 차이를 보이고 있어 전원형의 평균소득(291만원)이 전국민의 그것(245만원)보다 높은 것으로 나타났다. 한편 평균 동거가족수는 전원형의 경우 평균 3.5인으로 전국민의 3.9인 보다 낮게 나타났다.

자녀취학상황을 보면 전원형이 전국민의 경우보다 각 세대별로 취학하는 자녀가 없는 경우가 많은 것으로 나타났다. 반면에 초등학교 학생의 자녀를 둔 경우는 전원형이 전국민보

다 약 2배정도 많이 나타나고 있어 교외로 주거지를 옮길 때 초등학교에 다니는 자녀는 큰 문제가 없다고 국민들은 생각하는 것으로 판단된다. 그러나 중고등학교의 경우는 전국민보다 전원형이 훨씬 낮게 나타나 이사할 때 중고교학생의 존재여부가 민감한 요소로 작용함을 보여준다.

#### ② 환경에 대한 인식정도

환경에 대한 인식정도<sup>3)</sup>를 파악하기 위하여 환경패러다임과 성장패러다임을 조사하는 항목을 포함하여 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다. 환경에 대한 인식정도를 분석한 결과, 전국민의 평균은 2.906으로 중간수준이었고 전원형은 2.350으로 약간 환경패러다임에 치우치는 경향을 보였다<sup>4)</sup>. 전원형의 수치가 전국민의 평균치보다 낮게 나타나는 것으로 볼 때 전원형 주택입주자가 환경에 대한 인식이 높다고 할 수 있다.

### 2) 응답자의 현 거주 주택특성

주택소유형태에 있어서 전원형의 경우가 전국치보다 '자가'의 비율이 높고 '전세'의 비율은 낮게 나타났다(<표 2> 참조).

3) 여기에서 환경패러다임은 자연과 인간은 서로 공생하는 관계로서 현재의 환경문제를 해결하기 위해서는 과학의 발달과 함께 우리의 환경에 대한 인식을 전환하여야 한다는 세계관을 의미한다.

4) 환경에 대한 인식이 클수록(환경패러다임)『1』에 가깝고 성장우선주의(성장패러다임)일수록『5』에 가까움



〈표 1〉 응답자의 사회 · 경제적 특성

단위 : 명(%)

| 조사항목      |           | 응답자 | 전 국 민                                                    | 전 원 형                                                             |
|-----------|-----------|-----|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 조사지역      |           |     | ○ 서울 310(25.0)<br>○ 기타 대도시 396(31.9)<br>○ 중소도시 534(43.1) | ○ 양평 11(10.3)<br>○ 남양주 18(16.8)<br>○ 용인 62(57.9)<br>○ 파주 16(15.0) |
| 연 령       | 20대       |     | 72 ( 5.9)                                                | -                                                                 |
|           | 30대       |     | 319 (26.1)                                               | 31 (29.2)                                                         |
|           | 40대       |     | 366 (30.0)                                               | 38 (35.8)                                                         |
|           | 50대       |     | 379 (31.0)                                               | 21 (19.8)                                                         |
|           | 60대 이상    |     | 86 ( 7.0)                                                | 16 (15.1)                                                         |
| 직 업       | 전문기술직     |     | 274 (22.4)                                               | 37 (34.9)                                                         |
|           | 행정관리직     |     | 137 (11.2)                                               | 8 ( 7.5)                                                          |
|           | 사무관리직     |     | 209 (17.1)                                               | 14 (13.2)                                                         |
|           | 판매직       |     | 61 ( 5.0)                                                | 2 ( 1.9)                                                          |
|           | 상업 등 서비스직 |     | 328 (26.8)                                               | 20 (18.9)                                                         |
|           | 농림어업직     |     | 25 ( 2.0)                                                | -                                                                 |
|           | 생산직       |     | 47 ( 3.8)                                                | 2 ( 1.9)                                                          |
|           | 주부        |     | 67 ( 5.5)                                                | 6 ( 5.7)                                                          |
| 학 력       | 기타        |     | 77 ( 6.2)                                                | 17 (16.0)                                                         |
|           | 국졸이하      |     | 68 ( 5.5)                                                | 1 ( 0.9)                                                          |
|           | 중졸        |     | 128 (10.4)                                               | 2 ( 1.9)                                                          |
|           | 고졸        |     | 481 (39.2)                                               | 29 (27.1)                                                         |
| 소 득       | 대졸이상      |     | 552 (44.9)                                               | 75 (70.0)                                                         |
|           | 평균 소득     |     | 245만원                                                    | 291만원                                                             |
|           | 100만원이하   |     | 232 (18.7)                                               | 5 ( 5.6)                                                          |
|           | 200만원이하   |     | 508 (41.0)                                               | 31 (35.3)                                                         |
|           | 300만원이하   |     | 306 (24.7)                                               | 23 (26.1)                                                         |
|           | 400만원이하   |     | 102 ( 8.2)                                               | 17 (19.3)                                                         |
|           | 500만원이하   |     | 61 ( 4.9)                                                | 7 ( 7.9)                                                          |
|           | 501만원이상   |     | 31 ( 2.5)                                                | 5 ( 5.6)                                                          |
| 동 거 가족수   | 평균 동거가족수  |     | 3.9인                                                     | 3.5인                                                              |
|           | 2인 이하     |     | 153 (12.3)                                               | 18 (17.3)                                                         |
|           | 3 - 5인    |     | 994 (80.2)                                               | 80 (76.9)                                                         |
|           | 6인 이상     |     | 93 ( 7.5)                                                | 6 ( 5.8)                                                          |
| 자 녀 취학상황  | 미취학자녀     |     | 253 (20.5)                                               | 27 (27.8)                                                         |
|           | 초등학교      |     | 296 (24.0)                                               | 46 (47.5)                                                         |
|           | 중고등학교     |     | 406 (32.9)                                               | 19 (19.5)                                                         |
|           | 대학교       |     | 490 (39.7)                                               | 18 (18.5)                                                         |
|           | 취학자녀 없음   |     | 164 (13.4)                                               | 18 (18.5)                                                         |
| 환경에 대한 인식 |           |     | 2,350                                                    | 2,906                                                             |

〈표 2〉 주택소유 형태

| 주택소유형태 \ 응답자 | 전 국 민         | 전 원 형       |
|--------------|---------------|-------------|
| 계            | 1,239 (100.0) | 107 (100.0) |
| 자 가          | 846 ( 68.3)   | 87 ( 81.3)  |
| 주택전체 전세      | 192 ( 15.5)   | 12 ( 11.2)  |
| 주택일부 전세      | 148 ( 11.9)   | 7 ( 6.5)    |
| 월 세          | 38 ( 3.1)     | -           |
| 기 타          | 15 ( 1.2)     | 1 ( 0.9)    |

주택규모에 있어서 단독주택인 경우, 전원형의 주택규모(대지면적)가 전국민의 2.5배를 상회하였으며, 전국민의 경우 30~60평의 규모가 가장 많은 비율을 차지하고 있는 반면 전원형의 경우는 101~200평의 경우가 가장 많은 비

율을 보이고 있다(〈표 3〉참조). 또한 대지면적의 평균은 전국민의 경우 67평인 반면 전원형은 169평으로 나타나 현재 진행되고 있는 전원주택의 규모를 간접적으로 알 수 있다<sup>5)</sup>.

〈표 3〉 주택규모

| 대지면적 \ 응답자 | 전 국 민       | 전 원 형      |
|------------|-------------|------------|
| 평균규모       | 67평         | 169평       |
| 계          | 346 (100.0) | 74 (100.0) |
| 30평 이하     | 41 ( 11.8)  | 1 ( 1.4)   |
| 31 ~ 60평   | 183 ( 52.9) | -          |
| 61 ~ 100평  | 103 ( 29.8) | 20 ( 27.0) |
| 101 ~ 200평 | 11 ( 3.2)   | 40 ( 54.0) |
| 201평 이상    | 8 ( 2.3)    | 13 ( 17.6) |

5) 주택소유, 규모, 유형 등에 대한 조사결과는 조사대상자 선정에 있어 편기에 의한 오차일 수 있음

한편 주택유형이 아파트인 경우에는 전원형이 전국민의 평균규모보다 12평 정도가 더 큰 것으로 분석되었다. 전국치의 아파트 면적은 25~33평의 규모가 반 이상을 차지하는 반면 전원형은 40~50평의 경우가 반 이상을 차지

하고 있어 전반적으로 전원형의 주택규모가 크게 나타나고 있다. 특히 전원형의 경우는 60평 이상의 아파트가 약 29%의 높은 비율을 차지하고 있었다.

〈표 4〉 아파트 전용면적

| 아파트 면적 \ 응답자 | 전 국 민         | 전 원 형      |
|--------------|---------------|------------|
| 평균규모         | 31평           | 43평        |
| 계            | 1,200 (100.0) | 97 (100.0) |
| 18평이하        | 180 ( 15.0)   | -          |
| 25평이하        | 329 ( 27.4)   | 6 ( 6.2)   |
| 33평이하        | 357 ( 29.8)   | 8 ( 8.2)   |
| 40평이하        | 144 ( 12.0)   | 28 ( 28.9) |
| 50평이하        | 108 ( 9.0)    | 27 ( 27.8) |
| 60평이하        | 39 ( 3.3)     | 21 ( 21.7) |
| 61평이상        | 43 ( 3.6)     | 7 ( 7.2)   |

### 3. 주택지 조건에 대한 성향

#### 1) 이사할 때 고려사항

〈표 5〉에서와 같이 이사할 때 고려하는 사항으로 7가지 항목을 한 결과 전국민의 경우는 '생활편익시설 등과 같은 편의시설'이 25.5%, '깨끗한 공기, 푸른 숲 등의 쾌적한 환경'이 24.7%, 그리고 '직장, 학교까지의 교통편리' 등이 23.1% 순으로 나타났다. 한편 전원형은

'깨끗한 공기, 푸른 숲 등의 쾌적한 환경'이 51.0%로 나타나 전원형 입주자의 바람과 특성을 알 수 있다. 특히 '생활편익시설 등에 대한 것'이 1.9%로 지극히 낮게 나타난 반면 지역발전성 및 범죄 등에 대한 안전등이 전국민의 그것보다 비교적 높게 나타나 이러한 내용은 향후 산지개발에서 고려하여야 할 필요가 있다고 판단된다.

이와 같은 7개 항목을 서로 비슷한 사항끼리 합하여 "쾌적한 주거환경", "편리한 생활여건"

및 기타 등 3개 항목을 재분류하면 전국민과 전원형의 분석결과를 보다 분명하게 비교할 수 있다. 전국민은 편리한 생활여건이 65%인 반면 전원형은 쾌적한 주거환경을 51%로 나타나 전원주택입주자들의 성향이 전국민의 경

우와는 다른 것으로 나타나고 있다. 이러한 분석결과로 볼 때 전원주택으로 이사하는 사람들은 어느 정도 생활의 불편함을 감수하더라도 환경의 쾌적성을 선호하는 성향을 가지고 있다고 판단할 수 있다.

〈표 5〉 이사할 때 고려사항

| 고려사항 |                | 응답자 | 전 국 민       | 전 원 형       |
|------|----------------|-----|-------------|-------------|
| 계    |                |     | (100.0)     | 208 (100.0) |
| 쾌적성  | 깨끗한 공기, 푸른 숲   |     | 880 ( 24.7) | 106 ( 51.0) |
| 편리성  | 직장, 학교까지의 교통편리 |     | 825 ( 23.1) | 14 ( 6.7)   |
|      | 교육여건           |     | 329 ( 9.2)  | 1 ( 0.5)    |
|      | 생활편익시설, 문화시설 등 |     | 908 ( 25.5) | 4 ( 1.9)    |
|      | 범죄 등에 대한 안전    |     | 280 ( 7.8)  | 21 ( 10.1)  |
| 기 타  | 지역발전가능성        |     | 226 ( 6.3)  | 25 ( 12.0)  |
|      | 기 타            |     | 119 ( 3.3)  | 37 ( 17.8)  |

## 2) 전원주택지에서의 불편사항

한편, 전원으로 이사한 사람들은 인근도시까지의 접근성 불량, 상업시설 그리고 상하수도 등의 기반시설 부족으로 불편을 겪고 있는 것으로 분석되었다(〈표 6〉 참조). 이러한 결과는 현재의 전원주택은 대개 영세민간 건설업자에 의하여 소규모로 개발되고 있기 때문이며 더욱이 제도적으로 20세대미만의 주택건설시에는 주민에게 필요한 상업시설, 부대 및 복리시

설 등을 설치하지 않아도 되는 문제점을 안고 있기 때문이다. 또한 20호미만의 주택지조성은 건축허가만으로 개발이 가능하므로 주거생활에 필수적인 상하수도 등의 기반시설 설치에 대하여 소홀한 경향이 있다. 한편 공사비를 줄이기 위하여 민간개발업자들은 가급적 구간선도로와 가까운 산지를 선정하여 개발하고 있으나 개발단지와 모도시를 연결하는 대중교통수단이 없어 전원주택 거주자들은 큰 불편을 느끼고 있는 것으로 나타났다.

금융 및 공공시설에 대한 불편 비율은 의외로 낮게 나타나 이러한 시설은 이용범위가 다른 생활편익시설보다 크다는 것을 간접적으로 알 수 있다. 교육시설에 대한 불편함이 다른

항목보다 적게 나타난 이유는 이사하기 전에 미리 이를 감안하거나 아니면 교육시설에 대한 필요성을 갖지 않는 사람들이 이사하기 때문이라고 판단된다.

〈표 6〉 전원형 주택의 불편사항

| 불편사항               | 응답자         |
|--------------------|-------------|
| 계                  | 279 (100.0) |
| 인근도시까지의 교통수단 또는 거리 | 71 (25.5)   |
| 의료시설               | 36 (12.9)   |
| 상업시설               | 47 (16.8)   |
| 교육시설               | 35 (12.5)   |
| 상, 하수도 등 기반시설      | 39 (14.0)   |
| 문화 복지시설            | 29 (10.4)   |
| 금융 또는 공공시설         | 9 (3.2)     |
| 방법 등 치안시설          | 13 (4.7)    |

#### 4. 산지개발에 대한 선호 특성

##### 1) 주거지 확보를 위한 대체용지 조성에 대한 견해

우리나라 국민들은 주거용지 확보를 위하여 농지 및 산지의 전용 또는 간척사업에 의한 토지확보보다 우선적으로 도시내의 토지효율성을 증대시켜야 한다는 견해를 밝히고 있다(〈표 7〉참조). 특히 도시재개발과 같은 방법을 통하여 토지를 집약적으로 활용하는 것을 가

장 바람직한 토지확보수단(44.5%)으로 선택하고 있다. 그 다음으로는 산지의 전용(22.5%)을 통하여 필요한 가용토지를 확보하는 것을 선호하는 것으로 나타나 향후 자연친화적으로 산지를 개발하면서 아울러 경제성을 확보할 수 있는 방안을 제시한다면 국민들에게 호응을 받을 수 있을 것으로 판단된다. 한편 지금까지 가용토지확보의 주공급원이었던 농지전용에 대한 선호도가 9%정도에 머물러 있어 국민들은 농지의 전용을 찬성하지 않는 것으로 분석할 수 있다.

그리고 전국민과 전원형의 조사결과는 비슷한

6) 여기에서 제시한 전국민을 대상으로 조사한 결과와 전문가(한국토지공사의 의뢰로 국토연구원에서 수행한 '산지개발 모형 작성에 관한 연구'(1998))를 대상으로 한 결과와는 다소 차이가 있음. 전문가의 경우에도 전국민의 경우와 같이 도시재개발이 38.1%로서 가장 높은 비율을 차지하고 있으나 산지이용의 비율이 36.5%로 나타나고 있어 전문가의 경우가 전국민보다 산지이용에 대하여 보다 적극적인 의사를 지니고 있는 것으로 나타남.



것으로 분석되었다<sup>6)</sup>. 간척사업을 통한 가용토지 확보의 경우 전원형의 비율이 전국치보다 크게 낮은 반면 '산지' 및 '도시재개발'의 비율은 높게 나타났다. 이러한 결과는 산지 또는 자연환경이 보다 나은 주거지에 생활하고 있는 주민들의

산지개발에 대한 선호도가 다소 높게 나타나고 있다고 판단할 수 있다. 또 다른 해석으로는 전원형의 환경에 대한 인식이 전국치보다 다소 높게 나타나고 있어 간척사업에 의한 갯벌 감소를 우려하고 있는 것으로 보여진다.

〈표 7〉 대체 주거용지 조성에 대한 견해

| 항 목 \ 응답자 | 전 국 민         | 전 원 형       |
|-----------|---------------|-------------|
| 계         | 2,190 (100.0) | 175 (100.0) |
| 농 지       | 203 ( 9.3)    | 16 ( 9.1)   |
| 산 지       | 493 ( 22.5)   | 48 ( 27.4)  |
| 도시 재개발    | 974 ( 44.5)   | 84 ( 48.0)  |
| 간 척 사 업   | 441 ( 20.1)   | 19 ( 10.9)  |
| 기 타       | 79 ( 3.6)     | 8 ( 4.6)    |

## 2) 산지의 주거용도로 활용에 대한 장·단점

### ① 장점

산지개발에 의하여 주거지조성시 좋은 점에 대하여 전국민과 전원형의 조사결과가 거의 일치하였다. 산지를 주거지로 개발할 때 가장

좋은 점으로는 '맑은 공기, 푸른 숲이 있는 쾌적한 주거지를 확보할 수 있다는 점과 그러한 환경 하에서 전원생활을 할 수 있다는 이점을 선택하고 있다(〈표 8〉). 산지개발은 이러한 산지의 장점을 확보하는 전제하에 이루어져야 국민들의 호응을 얻을 수 있으며 산지개발의 당위성을 찾을 수 있을 것이다.

〈표 8〉 산지개발에 의한 주거지조성시 장점

| 항 목 \ 응 답 자          | 전 국 민         | 전 원 형       |
|----------------------|---------------|-------------|
| 계                    | 1,180 (100.0) | 106 (100.0) |
| 목재생산보다 토지의 효율성 제고    | 136 ( 11.5)   | 12 ( 11.3)  |
| 맑은 공기 등의 쾌적한 주거환경 조성 | 630 ( 53.4)   | 55 ( 51.9)  |
| 텃밭 등의 전원생활을 위한 환경조성  | 244 ( 20.7)   | 24 ( 22.6)  |
| 토지공급의 원활화로 부동산가격 안정  | 142 ( 12.0)   | 12 ( 11.3)  |
| 기 타                  | 28 ( 2.4)     | 3 ( 2.8)    |

## ② 단점

산지개발의 좋은 점으로 쾌적한 주거환경 확보 및 전원생활을 선택한 것과는 반대로 자연환경의 훼손을 산지개발의 가장 나쁜 점으로 선택하고 있다(〈표 9〉참조). 이러한 결과에서 국민들은 산지개발에 의하여 쾌적한 주거환경의 확보에 대한 기대하는 가운데 산지개

발로 인하여 자연환경이 훼손되는 것을 우려하고 있음을 알 수 있다. 따라서 산지개발시 가장 우선적으로 고려되어야 할 사항은 자연환경의 훼손을 최소화하면서 개발이 주변 자연환경과 조화를 이루어 쾌적한 주거환경이 조성되도록 하는 것이라 하겠다.

〈표 9〉 산지개발에 의한 주거지조성시 단점

| 항 목 \ 응 답 자     | 전 국 민         | 전 원 형       |
|-----------------|---------------|-------------|
| 계               | 1,221 (100.0) | 107 (100.0) |
| 자연환경의 훼손        | 928 ( 76.0)   | 92 ( 86.0)  |
| 산지에 대한 부동산 투기   | 132 ( 10.8)   | 7 ( 6.5)    |
| 주변도시와 떨어져 있어 불편 | 122 ( 10.0)   | 6 ( 5.6)    |
| 목재생산력 저하        | 37 ( 3.0)     | -           |
| 기 타             | 2 ( 0.2)      | 2 ( 1.9)    |

## 3) 산지개발시 가장 고려하여야 할 사항

전국민의 경우 산지개발시 가장 고려하여야 할 사항으로 '환경오염 방지시설의 설치'를 선택하였다(〈표 10〉참조). 그 다음으로는 '자연환경훼손의 최소화'를 선택하고 있어 앞에서 분석된 결과에서와 같이 산지개발시 자연환경오염 및 훼손을 가장 우려하고 있는 것으로 분석되었다. 산지개발시 구조물과 주변경관과의 조화 또는 토사붕괴와 같은 안전성에도 많은 고려되어야 한다는 것이 조사결과에 나타나고 있다.

그러나 예상과는 달리 '다양한 생활편익시설의 설치'에 대한 비율이 매우 낮게 나타나

고 있어 앞에서 분석된 이사할 때의 고려사항과는 다른 결과를 보였다. 전원형의 경우 순서만 바꾸었을 뿐, 전체적으로 전국민의 조사결과와 유사한 결과를 나타냈다. 특히 주목할 사항은 '주변도시와의 편리한 교통수단 강구' 항목에서 양쪽 모두 15%정도의 높은 비율로 나타나 산지개발의 입지 선정시 이를 중요한 요소로 감안하여야 함을 보여주고 있다.

그런데 산지개발시 고려사항을 조사하기 위한 항목 10개를 이사할 때의 고려사항에서와 같이 '쾌적한 주거환경', '편리한 생활여건' 및 '기타' 등 3가지로 분류하면 산지개발에서의 고려사항과 이사할 때의 고려사항과의 차이점을 엿볼 수 있

다. 우선 산지개발시 고려사항을 위의 3개 항목으로 종합하여 보면 전국민 및 전원형 주택입주자들이 생각하는 산지개발시 고려사항은 비슷하게 나타났다. 즉 두 집단 공히 쾌적한 주거환경의 조성에 대한 것이 편리한 생활여건조성보다 약 3배 정도로 높은 비율로 존재한다.

산지개발시 고려사항의 조사결과는 앞에서 분석한 '이사할 때의 고려사항'에서와는 다른 결과를 보이고 있는데 전국민의 경우가 전원형의 경우보다 더 큰 차이를 보이고 있다. 우선 전국민의 경우에는 '편리한 생활여건'을 이사할 때 가장 우선적으로 고려한다고 답하면서 산지개발시에는 '쾌적한 주거환경'을 고려한다고 응답하고 있다. 전원형 주택입주자의 경우 두 질문에서 응답결과는 다소 비율에는 차이가 있으나 쾌적한 주거환경에 대한 비중은 역시 높게 나타나고 있다. 즉, 전국민보다

는 현재 좋은 주거환경에 거주하고 있다고 할 수 있는 전원형의 경우는 산지개발과 이사할 때의 고려사항의 조사 결과가 비슷하게 나타났다. 이는 주목할 내용이라 생각된다. 이러한 결과는 전국민의 경우 이사는 현실적인 문제로 생각하면서 산지개발은 자신과 무관한 이상적인 것으로 생각하고 응답한 것으로 해석할 수 있겠다. 그러나 다음의 산지에 주택을 건설할 때의 이사여부와 이사시 고려사항 및 산지개발시 고려사항을 교차 분석하면 이사할 때의 고려사항에서는 이사의사와 관계없이 쾌적성과 편리성에 대한 응답이 비슷한 비율을 보이는 반면, 산지개발시 고려사항에서는 이사할 의사가 있는 응답자의 경우는 '쾌적한 주거환경'이 평균보다 높게 나타났으며 반대로 이사의사가 없는 응답자는 '편리한 생활여건'의 비율이 평균보다 높게 나타나고 있다.

〈표 10〉 산지개발시 고려사항

| 고려사항 |                    | 응답자 | 전국민          | 전원형         |
|------|--------------------|-----|--------------|-------------|
| 계    |                    |     | 3,689(100.0) | 324 (100.0) |
| 쾌적성  | 자연환경훼손의 최소화        |     | 578 ( 15.7)  | 74 ( 22.9)  |
|      | 환경오염방지시설의 설치       |     | 738 ( 20.0)  | 71 ( 21.9)  |
|      | 시설물과 주변경관의 조화      |     | 376 ( 10.2)  | 29 ( 9.0)   |
|      | 토사붕괴 등에 대비한 공사     |     | 443 ( 12.0)  | 43 ( 13.3)  |
|      | 야생동식물의 서식지 고려      |     | 355 ( 9.6)   | 26 ( 8.0)   |
| 편리성  | 다양한 생활편의시설의 설치     |     | 251 ( 6.8)   | 12 ( 3.7)   |
|      | 주변도시와의 편리한 교통수단 강구 |     | 542 ( 14.7)  | 48 ( 14.8)  |
|      | 범죄 등에 대한 안전조치      |     | 284 ( 7.7)   | 15 ( 4.6)   |
| 기타   | 개발비용의 최소화          |     | 105 ( 2.8)   | 4 ( 1.2)    |
|      | 기타                 |     | 17 ( 0.5)    | 2 ( 0.6)    |

#### 4) 도시근교 산지에 건설될 주택에 이사의향 및 이유(전국민의 경우)

##### ① 이사 의향

도시근교에 있는 산지에 주택을 건설할 때의 이사의사를 선택한 응답자는 약 30%로 나타났다으며, 생활편익시설이 갖추어지거나 현재 이사하기 어려운 상황, 예를 들면 직장 또는 자녀 학교 등의 문제가 해결되면 언젠가는 이사하겠다는 의사를 지닌 잠재적 수요자를 합하면 약 73%에 이르고 있다(〈표 11〉 참조).

〈표 11〉 이사 의향

| 이 사 의 향 | 응 답 자         |
|---------|---------------|
| 계       | 1,235 (100.0) |
| 있 음     | 375 ( 30.4)   |
| 없 음     | 243 ( 19.7)   |
| 잠재적 수요자 | 532 ( 43.1)   |
| 모 르 겠 음 | 85 ( 6.9)     |

② 이사하고 싶은 또는 하고 싶지 않은 이유  
이사하고 싶은 이유로서는 쾌적한 주거환경에서의 생활(64.2%)을 가장 많이 선택하고 있으며 그 다음으로 복잡한 도시생활에서의 탈피(7.7%)를 선택하여 산지에 주택지를 조성할 때 어떠한 사항을 강조하여야 하는가에 대한 방향을 제시하고 있다(〈표 12〉 참조).

한편 이사하고 싶지 않다고 응답한 사람들은 교통이 불편할 것으로 예상된다는 항목을 첫 번째 이유로 선택하였으며, 산지에 개발된 주택지로 이사할 수 없는 중요한 두 번째 이

유는 자녀의 교육문제로 나타나고 있다(〈표 12〉참조).

〈표 12〉 이사하고 싶은 또는 하고 싶지 않은 이유

| 항 목                    |                      | 응답자         |
|------------------------|----------------------|-------------|
| 이사하고<br>싶은<br>이유       | 계                    | 377 (100.0) |
|                        | 깨끗한 공기, 푸른 숲에서 생활    | 242 ( 64.2) |
|                        | 텃밭 등을 가꾸며 전원생활       | 29 ( 7.7)   |
|                        | 복잡한 생활에서 탈피          | 95 ( 25.2)  |
|                        | 개인의 사생활 보장           | 11 ( 2.9)   |
|                        | 기 타                  | -           |
| 이사하고<br>싶지<br>않은<br>이유 | 계                    | 826 (100.0) |
|                        | 출퇴근 시간이 많이 걸리므로 교통불편 | 297 ( 35.9) |
|                        | 범죄 등에 대한 불안          | 41 ( 5.0)   |
|                        | 상하수도 등 기반시설 부족       | 32 ( 3.9)   |
|                        | 자녀 교육문제              | 202 ( 24.4) |
|                        | 생활편익시설의 부족           | 112 ( 13.6) |
|                        | 주택비용부담               | 119 ( 14.4) |
|                        | 주거지로서 안정성 부족         | 8 ( 1.0)    |
|                        | 자연환경훼손 등으로 산지개발반대    | 15 ( 1.8)   |

## 5. 바람직한 산지개발모습에 대한 견해

### 1) 개발모습에 대한 찬성정도

#### ① 응답자 전체의 선호정도

국민들의 산지개발모습에 대한 선호정도를 파악하기 위하여 똑같은 산지를 그림으로 제시하고 그곳에 주택이 건설된 3가지의 개발모습을 제시하였다. 고층 아파트위주의 개발모습, 5층 아파트와 일부 연립주택이 있는 개발

모습, 단독주택위주와 일부 연립주택이 있는 개발모습 등을 그림으로 제시하면서 각 개발모습에 대한 쾌적성 정도 및 개발비용 등에 대한 묘사를 설명하여 응답자가 개발모습에 대하여 느낄 있도록 하였다.

조사결과(〈표 14〉 참조) 고층아파트위주의 산지개발의 경우 잘된 개발이라고 생각하는

사람은 겨우 12.3%인 반면 저층아파트의 경우는 42.6%, 단독주택위주의 경우는 52.5%로 나타나 국민 대다수는 고층아파트 위주의 산지개발에 대하여 대단히 싫어하고 있다고 판단된다. 이러한 경향은 전국민보다 전원형의 경우가 더욱 두드러지게 나타나고 있다.

〈표 14〉 개발모습에 대한 찬성정도

| 응답자별 개발에<br>대한 선호도<br>개발모습        | 전 국 민         |               |               | 전 원 형        |              |              |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|                                   | 잘된개발          | 보 통           | 잘못된개발         | 잘된개발         | 보 통          | 잘못된개발        |
| ① 고층아파트위주의 개발/<br>현재 주택가격과 비슷     | 152<br>(12.3) | 533<br>(43.2) | 549<br>(44.5) | 6<br>( 5.8)  | 21<br>(20.4) | 76<br>(73.8) |
| ② 5층이하 아파트 위주개발/<br>가격:①의 경우보다 비쌈 | 525<br>(42.6) | 499<br>(40.5) | 208<br>(16.9) | 33<br>(31.4) | 41<br>(39.0) | 31<br>(29.5) |
| ③ 단독 또는 3층이하 개발/<br>가격:②의 경우보다 비쌈 | 648<br>(52.5) | 408<br>(33.1) | 178<br>(14.4) | 73<br>(70.2) | 23<br>(22.1) | 8<br>( 7.6)  |

## ②응답자 특성별 산지개발의 바람직한 모습에 대한 성향<sup>7)</sup>

소득의 경우 그 수준에 따라 각 개발방식에 대한 선호도가 다르게 나타났다. 즉, 소득이 높을수록 고층아파트 위주의 개발에 대한 선호도가 낮았으며, 단독 및 연립주택 위주의 개발을 선호하는 것으로 분석되었다. 소득계층별 바람직한 개발모습에 대한 독립성(5%유의수준)은 존재한다( $p\text{-value} = 0.001$ ).

연령계층에 따라 각 개발방식에 대한 선호도가 다르게 나타났다. 연령이 높을수록 고층·저층에 관계없이 아파트 위주의 개발은 선호하지 않았다. 단독 및 연립주택위주의 개발은 연령계층에 관계없이 비슷한 선호도를 보이고 있다. 연령계층별 바람직한 개발모습에 대한 독립성이 존재한다( $p\text{-value} = 0.003$ ). 즉 연령이 낮을수록 고층아파트, 높을수록 단독 또는 연립주택을 선호하는 것으로 분석되었다.

7) 여기에서는 전국민의 경우만 제시하였다.



학력수준에 따라 각 개발방식에 대한 선호도가 다르게 나타났다. 학력별로 산지개발모습에 약간의 차이를 보이고 있으며, 학력이 높을

수록 고층아파트위주의 개발을 선호하지 않았다. 학력별 바람직한 개발모습에 대한 독립성은 존재하지 않는다.

〈표 15〉 응답자 특성별 개발모습에 대한 선호도

| 응답자 특성별 |         | 개발형태 | 고층아파트위주 | 저층아파트위주 | 단독주택 또는 연립위주 |
|---------|---------|------|---------|---------|--------------|
| 소득      | 평 균     |      | 3.48    | 2.72    | 2.52         |
|         | 100만원이내 |      | 3.43    | 2.80    | 2.66         |
|         | 200만원이내 |      | 3.46    | 2.69    | 2.51         |
|         | 300만원이내 |      | 3.48    | 2.73    | 2.50         |
|         | 400만원이내 |      | 3.55    | 2.70    | 2.43         |
|         | 500만원이내 |      | 3.66    | 2.66    | 2.34         |
|         | 501만원이상 |      | 3.58    | 2.71    | 2.43         |
| 연령      | 평 균     |      | 3.48    | 2.72    | 2.52         |
|         | 20대     |      | 3.18    | 2.46    | 2.59         |
|         | 30대     |      | 3.47    | 2.86    | 2.64         |
|         | 40대     |      | 3.47    | 2.67    | 2.49         |
|         | 50대     |      | 3.51    | 2.68    | 2.46         |
|         | 60대     |      | 3.58    | 2.65    | 2.47         |
|         | 70대이상   |      | 4.17    | 3.00    | 2.50         |
| 학력      | 평 균     |      | 3.48    | 2.72    | 2.52         |
|         | 국졸이하    |      | 3.39    | 2.73    | 2.45         |
|         | 중 졸     |      | 3.56    | 2.53    | 2.49         |
|         | 고 졸     |      | 3.41    | 2.72    | 2.55         |
|         | 대졸이상    |      | 3.54    | 2.76    | 2.51         |

주 : 숫자가 작을수록 「잘된 개발」을 의미함. 조사시 1(아주 잘된 개발)부터 5(아주 잘못된 개발)의 범주를 제시하였음

### ③ 산지개발 모습간 선호도 차이

앞에서도 분석되었듯이 산지개발모습에 있어 단독 또는 연립주택위주의 개발을 가장 선

호(91.5%)하고 있었고 전국민보다는 전원형의 경우가 단독 및 연립주택위주의 개발을 더욱 선호하는 것으로 나타났다(〈표 16〉).

〈표 16〉 산지개발모습에 대한 선호도

| 개발모습 \ 응답자    | 전 국민          | 전원형         |
|---------------|---------------|-------------|
| 계             | 1,224 (100.0) | 106 (100.0) |
| 고층아파트 위주      | 104 ( 8.5)    | 2 ( 1.9)    |
| 저층아파트 위주      | 391 (32.0)    | 11 (10.4)   |
| 단독 또는 연립주택 위주 | 729 (59.5)    | 93 (87.7)   |

## 2) 산지개발에 건설된 주택 선택시 추가 부담의사

산지개발시 환경의 쾌적성을 담보할 경우 그러한 주거환경에서 생활하기 위하여 현재의 직장 또는 학교까지의 통근, 통학시간보다 얼마나 더 많은 시간을 할애할 수 있는가 그리고 그러한 주거환경을 유지하면서 산지에 주택을 건설할 경우 현재보다 주택가격이 비싸다는 가정하였을 경우 얼마나 더 주택가격을 지불하겠는가 등에 대하여 질문하였다. 주택가격을 추가로 부담하겠다고 제시한 비용은 산지개발의 경제성 분석시 가상가치 평가법(Contingent Valuation Method)에 의하여 쾌적성을 시장재화로 환산하기 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다<sup>8)</sup>. 추가 부담할 수 있는 시간은 지금보다 더 부담할 수 있는 시간을 직접 쓰도록 하였으며, 추가부담액의 경우는 현재의 주택가격을 평당 400만원으로 가정하고 400만원에서 출발하여 1,000만원까지의 라인으로 된 분할표를 제시한 후 적당한 곳을 표시하도록 하였다.

산지에 건설된 주택지가 쾌적성을 확보하였을 경우, 추가로 부담할 수 있는 비용을 조사한 결과 전혀 추가 부담할 의사가 없는 응답부터 평당 200만원 이상 부담하겠다는 응답이 골고루 분포하였다(〈표 17〉 참조). 추가 부담할 의사가 없는 응답은 전국민의 경우 전체 조사대상자의 20.2%로 나타났으나 전원형의 경우는 7.2%로서 현재 전원주택에 거주하는 사람들이 쾌적성에 대한 선호정도가 더욱 크다는 것을 알 수 있다. 가장 빈도가 큰 추가부담액의 분포역은 평당 31-40만원 정도로서 30평형 아파트의 경우 약 1천만원 정도를 더 부담할 의사가 있는 것으로 분석되었다<sup>9)</sup>.

추가지불액의 평균을 보면 전국민의 경우가 평당 47만원정도, 전원형의 경우는 55만원정도로 나타났다. 이와 같은 추가부담액 분포자료와 다른 항목과의 관계를 분석하여 보면 〈표 18〉에서 보는 바와 같다. 우선 산지주택에 이사여부에 따른 추가비용부담액을 보면 이사의사가 있는 응답자의 경우(52만원)가 이사의사가 없는 응답자(42만원)보다 높게 나타나고 있다. 또한 선호하는 산지주택유형에 따라 추가비용부담액의 차이를 보이고 있다. 응답자의 소득수준에 따라서도 추가비용부담액의 차이가 나타나는 바, 소득이 높을수록 추가비용부담액은 높게 나타나고 있다. 그 외에도 학력수준과도 추가비용부담액은 상관관계가 있는 것으로 분석되고 있다.

8) 이러한 방법으로 국토연구원(1998)의 자연친화적 산지개발을 위한 경제성 제고방안에서 산지개발의 비용을 산출하였음

9) 이러한 조사결과는 현재 아파트 시세의 약 8-10%정도를 차지하는 것으로서 실제 서울 및 수도권지역 전망이 좋으나 주변 경관 등의 환경이 우수한 곳의 아파트 및 연립주택의 주택가격은 그렇지 못한 인근의 비슷한 규모의 아파트보다 약 10-20%정도 비싸다는 점으로 볼 때 현실을 크게 벗어난 것은 아니라고 판단된다. 여기서 서울 및 수도권지역의 환경여건이 좋은 주거지의 주택가격이 다른 곳보다 차이나는 것이 단순히 전망이 좋거나 주변에 숲이 있다는 것만으로 해석할 수는 없으나 동일한 조건하에 있는 인접 주택가격과의 차이를 나게 하는 주요인의 하나로 보아도 무방할 것이다.

〈표 17〉 평당 추가부담액

| 추가부담액 \ 응 답 자 | 전 국 민         | 전 원 형      |
|---------------|---------------|------------|
| 평 균           | 447만원         | 455만원      |
| 계             | 1,098 (100.0) | 97 (100.0) |
| 추가부담의사 없음     | 222 ( 20.2)   | 7 ( 7.2)   |
| 10만원 이내       | 36 ( 3.3)     | 4 ( 4.1)   |
| 20만원 이내       | 214 ( 19.5)   | 18 ( 18.6) |
| 30만원 이내       | -             | -          |
| 40만원 이내       | 308 ( 28.1)   | 33 ( 34.0) |
| 50만원 이내       | 17 ( 1.6)     | 2 ( 2.1)   |
| 60만원 이내       | 78 ( 7.1)     | 9 ( 9.3)   |
| 70만원 이내       | -             | -          |
| 80만원 이내       | 120 ( 10.9)   | 12 ( 12.4) |
| 90만원 이내       | 4 ( 0.4)      | -          |
| 100만원 이내      | 35 ( 3.2)     | 3 ( 3.1)   |
| 200만원 이내      | 35 ( 3.2)     | 7 ( 7.2)   |
| 200만원 이상      | 29 ( 2.7)     | 2 ( 2.0)   |

〈표 18〉 전국민 특성별 추가비용부담액 분포

| 응답자 특성         |              | 추가비용부담액(만원) |
|----------------|--------------|-------------|
| 산지주택의<br>이사의향  | 이사하고 싶다      | 52          |
|                | 이사하고 싶지 않다   | 42          |
|                | 언젠가는 이사하고 싶다 | 47          |
|                | 모르겠다         | 43          |
| 선호하는<br>산지주택유형 | 고층아파트        | 44          |
|                | 저층아파트        | 37          |
|                | 연립주택         | 47          |
|                | 단독주택         | 51          |
| 소 득            | 100만원 이내     | 44          |
|                | 200만원 이내     | 45          |
|                | 300만원 이내     | 47          |
|                | 400만원 이내     | 50          |
|                | 500만원 이내     | 58          |
|                | 500만원 이상     | 62          |

## 6. 맺음말

### 1) 조사결과에 대한 고찰

#### ① 산지개발에 대한 사고 전환

산지 또는 구릉지를 타용도로 이용하는 것이 좋은가라는 물음에 선뜻 대답하기 어렵다. 산지개발을 반대하는 사람들은 대부분 두 가지 이유를 제시한다. 하나는 자연환경을 훼손하는 문제이고 다른 하나는 평지개발보다 경제성이 없다는 점이다. 산지개발이 생태계의 단절을 가져온다고 산지개발을 반대하는 사람들에게 인구는 계속적으로 증가하고 도시화가 계속 이루어질 경우 필요한 토지확보는 어떻게 하여야 하는가에 대한 대안을 제시하라고 하면 그때 대응은 크게 두 가지로 생각할 수 있다. 하나는 다른 토지를 사용하거나 도시의 재개발을 통하여 토지이용의 효율성을 극대화하라는 것이며 다른 하나는 제한적으로 산지를 이용하되 자연환경의 훼손을 최소화하여야 한다는 점을 대안으로 제시한다. 다른 토지를 사용하는 문제는 어떠한 토지를 사용하여야 하는가에 대한 근본적인 문제인 만큼 논외로 하면 남는 문제는 산지를 이용하되 자연환경과의 조화를 어떻게 이루어야 하는 것이 산지개발의 주요 과제로 대두된다.

한편 산지개발이 경제성이 없으므로 산지개발의 활성화가 이루어지지 못할 것으로 판단하여 근본적으로 산지개발에 회의를 가지고 있는 사람들에게 대안제시를 요구하면 이것도 크게 두 가지 관점으로 요약된다. 하나는 산지

개발시 공사상 비용절감하는 기술이 개발되어야 한다는 점과 다른 하나는 정부에서 산지를 적극적으로 개발할 의사가 있다면 산지개발시 평지에서보다 추가로 소요되는 비용을 정책적으로 지원하거나 제도적 장치를 마련하여야 한다는 점을 제시한다. 산지개발은 경사지에 시설물을 건설하여야 하고 또한 개발가능한 산지는 주로 도시외곽에 놓여 있어 도시기반 시설과 생활편익시설의 설치로 인한 개발비용의 추가는 충분히 예상되므로 앞에서 제시한 대안은 어느 정도 일리가 있다고 생각된다. 그러나 여기에서 우리가 좀더 깊이 생각해 보아야 할 점은 산지개발에 있어서 평지개발에서 획득할 수 없는 쾌적성을 경제성 확보와 연결한다면 산지개발로 인한 추가 개발비용의 상당부분은 수요자 스스로 부담함으로써 해결할 수 있다는 점을 간과하고 있다는 것이다. 이것은 과거와 같은 토지이용의 효율성만을 강조한 경제성 확보에서 벗어나 환경가치를 사업성확보의 디딤돌로 활용하는 인식의 전환이 필요함으로 역설할 수 있는 부분이라 하겠다.

앞에서 지적한 바와 같이 지금까지 산지개발은 산지 자체를 없애거나 평면으로 조성하여 이루어짐으로서 자연환경의 파괴를 불러왔으며 개발비용은 더 들 수밖에 없었다. 산지개발시 지형적 조건과 수목은 개발의 걸림돌로 여겨졌기 때문이다. 만약 경사진 지형을 최대한 활용하고 그곳에 있는 기존 산림을 최대한 존치하여 자연적 조건을 최대한 유지함으로써 산지가 지닌 장점을 조금이라도 보유한 개발을 한다면 위에서의 우려는 다소 해결되리라 생각한다. 여기에서 실시한 산지개발에

대한 국민의식조사는 바로 그러한 판단 하에서 시행되었다.

## ② 조사결과에 대한 시사점

이 글에서는 산지를 주거지로 개발할 경우에 대한 국민들의 견해를 파악하기 위하여 실시한 조사결과를 위주로 제시하였다. 산지개발에 대한 방향을 제시하고 있는 기존 자료의 내용을 보면 대개의 경우 경사지보다는 평지를 염두에 둔 개발방향을 제시하고 있거나 자연보다는 인간이익을 강조한 것이 주류를 이루고 있다. 더욱이 산지개발에 대하여 국민들은 어떠한 견해를 지니고 있는가에 대한 기초 자료는 거의 전무한 실정이었다.

이와 같은 배경 하에서 실시한 산지개발에 대한 국민의식 조사결과에서 시사하는 점은 여러가지 있으나 크게 세 가지 관점에서 정리할 수 있다. 첫째, 산지개발에 대한 수요가 얼마나 되는가를 정확히 판단할 수 없지만 조사에서 분석된 결과로 보면 산지개발에 대한 국민의 관심은 대단히 크다는 점이 앞으로 산지개발의 당위성을 찾는 데 중요한 단서를 제공하였다고 할 수 있다. 기존의 주거용지로 활용하여 온 농지보다 거의 3배정도 산지개발을 찬성하고 있다는 점은 앞으로 도시적 용지를 확보하기 위한 방향을 설정하는데 도움을 줄 것이다.

둘째, 산지개발을 어떻게 추진하여야 하는가를 알아보기 위하여 실시한 바람직한 산지개발모습에 대한 선호특성은 향후 산지에 건설하는 주거지조성시 시사하는 바가 크다 하겠

다. 현행 제도에 의하면 국토이용관리법상 준농림지역의 용적률은 100%로 되어 있으며 개발규모가 300세대이상일 경우 준도시지역으로 용도를 변경하여 용적률 200%까지 개발이 가능하다. 이러한 제도로 준보전임지에 택지를 조성하게 되면 10층이상 고층아파트의 건설이 용이하였다. 그러나 대부분의 국민들은 이와 같은 개발에 대하여 반대하고 있으므로 향후 산지개발을 자연친화적으로 유도하기 위해서는 용적률, 개발대상지내 기존 산림의 존치, 시설물 높이와 주변경관과의 관계 등 경사지개발을 위한 제도적 보완 및 개선이 필요하다.

셋째, 산지개발이 평지보다 공사비용이 더 든다는 것은 주지의 사실이다. 관련연구에 의하면, 산지의 지형적, 위치적 특성에 따라 차이는 있지만 대략 8-15%의 순수공사비(기반시설 및 용지비 제외)가 더 소요되는 것으로 나타나고 있다. 그러나 앞에서 나타난 조사결과와 같이 산지개발이 자연환경과 조화되어 쾌적성을 확보하게 될 경우 수요자 입장에서 주택가격이 10%정도 더 부담할 의사가 있다고 하는 것을 고려하면 현재 산지개발에 대하여 막연히 생각하였던 것보다 개발비용측면에서 비관적인 것만은 아니라고 생각한다. 특히 기반시설과 토지가의 안정만 이루어지면 용지가격이 도시내 또는 농지보다 훨씬 저렴하기 때문에 충분히 경제성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2) 산지개발의 활성화의 기본방향

우리나라 국토는 다른 나라에 비하여 상대



적으로 좁고 인구는 많다. 대부분의 국민은 도시에서 살고 있고 또 살고 싶어한다. 그래서 도시적 용지는 부족하다. 대신 산지는 많다. 그럼에도 지금까지 이용하기 편하고 또한 경제적 이익을 위해서 농지를 도시적 용도로 많이 이용하여 왔다. 그러나 앞으로는 산지를 적절하게 활용함으로써 국토를 넓게 쓰는 지혜를 가져야 할 것이다.

산지에는 생산, 공익, 토지 그리고 생태 등의 역할을 보유하고 있다. 우리는 아직까지 산지를 토지로서 활용하는데 익숙하지 않다. 산지를 목재 생산적 그리고 공익적 기능으로 활용하는 것 이외에 토지로서 이용하는 것에는 대단히 인색하였다. 그것은 생태적 측면에서 환경을 망가뜨린다는 점과 경제적 이익을 담보할 수 없다는 생각에서이다. 그리고 지금까지의 산지개발행태를 보면 정말 자연을 망가뜨리는 결과를 가져 왔기 때문에 산지를 개발한다는 것에 대하여 대부분 부정적인 견해를 지니고 있다. 이러한 것들이 복합적으로 작용하여 산지개발이 활성화되지 못하였다. 앞으로 산지개발을 적극적으로 추진하기 위해서는 무엇보다 자연환경과 동화된 방향으로 산지개발이 이루어져야만 국민적 공감대를 구할 수 있을 것이다. 자연친화적 산지개발을 추진한다고 환경만을 고려해서는 안 된다. 경제성의 확보가 가능하여야 비로소 산지개발은 활성화될 것이다.

산지를 토지자원으로 활용한다는 것이 산지의 다른 역할을 도외시해도 된다는 것을 의미하는 것은 아니다. 산지를 타용도로 활용하기 위해서는 산지환경을 고려하여야 한다. 산지환

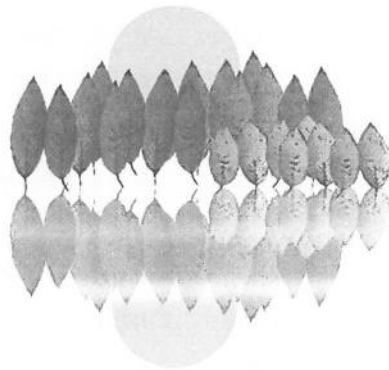
경을 감안한 산지개발은 적극적인 산지이용을 위해서 그리고 산지개발에 대한 국민적 공감대를 형성하기 위한 전제조건이라 할 수 있다. 이러한 관점에서 이 글에서 제시한 산지개발에 대한 국민성향은 향후 산지이용정책을 수립하는데 조그마한 단서를 제공할 수 있을 것으로 생각한다.

산지는 평지와 같이 땅덩어리이긴 하지만 평지와는 다른 성격을 보유하고 있다. 우리가 농지 또는 대지 등으로 이용하고 있는 토지는 오래 전에 이미 인위적인 손길로 인공화된 자연이지만 산지는 대개의 경우 자연 그대로의 상태를 지니고 있다는 점에서 다르다. 그래서 산지는 정지(stock)되어 있는 것이 아닌 동적(flow)인 것으로 이해한다. 이러한 관점에서 산지개발이 환경친화적이 되기 위해서는 경사지에 알맞은 제도가 필요하다고 판단된다. 이때 자연친화적 산지개발이 경제성 확보와 서로 교환적 (trade-off) 개념은 아니다. 산지의 토지용도로서의 활용은 환경친화적이어야 한다는 것이 대전제가 되어야 한다. 환경을 고려한 산지개발로 유도하기 위해서는 제도적 장치와 함께 이를 따르도록 하는 다양한 인센티브제도의 도입도 적극적으로 검토하여야 할 것이다.

또한 산지개발이 활성화되기 위해서는 산지개발의 당위성을 널리 알리는 일이 대단히 중요하다. 그 동안 산지관련정책은 생산과 공익적 이용에 치중되어 왔다. 산림의 다목적 이용을 정책기조로 하고 있지만 제대로 실천되지 못하였다. 그 이유는 여러 가지 있겠지만 '다목적 이용'을 위한 수단이 없다는 게 가장 큰

문제점이었고 세계의 임업계에서는 이미 이 정책은 실패한 것으로 간주하고 있다. 산림의 토지 그리고 생태역할을 생산 및 공익역할과 함께 추진하기 위해서는 새로운 산림정책이 필요하다. 그것이 바로 생태적 산림관리정책(ecosystem management)이다. 이 정책은 자연과 인간의 동화를 추구하고 있으며 자연친화

적 산지개발 역시 이 기조 하에서 이루어질 때 성공적으로 추진될 것이다. 이러한 정책을 추진하면서 산지의 다양한 역할을 널리 알리고 또한 토지역할의 중요성을 우리 모두 인정할 때에 비로소 산지개발은 활성화될 수 있을 것이다.



# 지구환경오염을 말한다(I)

- 성층권 오존층의 파괴 -

이 충 화

임업연구원 임학박사

## 1. 머리말

18세기 산업혁명 이후, 인류는 석탄, 석유 등의 화석연료를 에너지로 이용하는 기술을 개발한 결과, 세계적으로 공업생산활동이 현저하게 증대하였다. 이에 따른 소비활동의 확대와 풍요로운 생활은 인간사회에 부와 행복을 가져다 준 것처럼 보였다. 그러나 금세기 후반에 이르러 인류의 생활환경은 급속히 오염되어 인류생존마저도 위협하는 상태까지 악화되었다.

따라서 최근 국제적인 정치문제로 까지 전개된 지구환경문제는 선진국의 공업생산활동에 따른 환경오염 문제, 개발도상국의 인구문제, 식량문제와 관련된 열대림의 파괴, 사막화, 인구의 도시집중화 또는 공해대책을 무시한 급속한 공업화 등 다양한 문제가 서로 복잡하게 얽혀 있는 실정이다.

산업발달에 따른 각종 공장 및 자동차의 증가 등으로 인한 환경오염물질들이 지구로 방출되어 지구생태계를 여러가지 형태로 교란하고 있어 환경문제는 우리나라를 비롯한 금세기를 살아가는 모든 인류의 가장 큰 관심사가 되고 있다.

본 호부터 현대를 살아가고 있는 우리들에게 오늘의 관심사가 되고 있는 오존층의 파괴, 산성비, 지구온난화, 대기오염물질, 사막화 등

의 환경문제에 대해 조금이나마 보탬이 되었으면 하는 마음으로 몇 차례에 걸쳐 알기 쉽게 게재하고자 한다. 그 중 첫 번째로 성층권 오존층의 파괴에 대하여 살펴보고자 한다.

## 2. 오존층

대기의 구성성분 중 오존(Ozone,  $O_3$ )은 산소원자(O) 3개가 결합한 물질이다. 이 오존이 지표 가까이 존재할 경우, 우리는 이를 대기오염물질로 취급한다. 왜냐하면 오존은 기관지염과 천식을 유발하거나 악화시키며 또한 식물의 생장을 억제하기 때문이다. 그러나 성층권 오존을 우리는 유익한 대기 성분으로 이해하고 있다. 그리고 이 성층권 오존의 감소가 지구 대기환경의 변화 혹은 파괴라는 관점에서 오래전부터 인류의 주요 관심사로 대두되었다.

성층권 하층부에는 오존( $O_3$ )농도가 높은 대기층이 있는데 이를 오존층이라 한다. 오존층은 지표로부터 10~50km 높이에 존재하고 25km부근에서 가장 오존농도가 높다. 오존층 부근에서는 태양광의 자외선에 의해서 대기중의 산소분자( $O_2$ )가 분해되어 생성된 산소원자(O)와 산소분자( $O_2$ )가 반응하여 오존( $O_3$ )이 생성된다. 그러나 오존은 불안정한 기체이므로 여러 가지의 물리화학적 반응에 의해 분해되어

다시 산소분자로 된다. 이와 같은 분해와 생성의 바란스에 의해 오존층이 유지되고 있다.

### 3. 오존홀

최근 남극대륙상공에는 매년 9~10월에 남극대륙을 덮을 만큼의 큰 오존농도가 낮은 영역이 형성되고 있다. 이 현상을 오존홀이라고 하는데, 이 오존홀이 세계적으로 주목을 받기 시작한 것은 영국의 과학자 Farman 등이 1985년 Nature지에 발표한 논문인데 그 논문 중 유명한 결과가 그림 1이다. 여기서 보여주고 있는 것은 영국의 남극 관측소(남극 Halley 만에 위치)에서 1957년 부터 측정한 10월(남반구의 봄)의 평균 총오존량을 나타낸 것이다. 1970년대 초까지는 300matm·cm였지만 그 이후 급격히 감소하여 1980년대 중반에는 200matm·cm이하로 감소하였음을 알 수 있다. 특히 최근 10년 동안에는 온존량이 1970년대 초의 반 정도로 감소된 것으로 보고되고 있다.

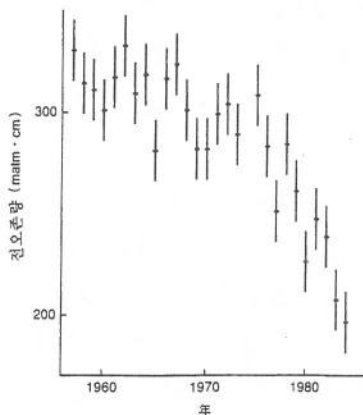
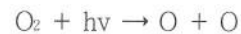


그림 1. 남극 Halley만 10월의 전오존량의 경년 변화(Farman 등, 1985)

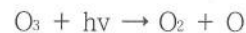
※1matm·cm는 0°C, 1/1000기압에서 두께 1cm가 되는 오존량을 표시

### 4. 오존층의 파괴

성층권에서 대기중의 산소분자( $O_2$ )는 태양 에너지를 흡수하여 두 개의 산소원자( $O$ )로 광해리되며, 이 산소원자는 공기의 20%를 차지하는 산소분자와 결합하여 오존이 된다. 이를 화학반응식으로 표현하면 다음과 같다.



여기서,  $h\nu$ 는 태양에너지, 좀더 정확히 말하면 파장이 240nm보다 작은 광자(photon)를, M는 촉매(공기중의 질소 등이 이 역할을 담당)를 의미한다. 이러한 과정으로 생성된 성층권 오존의 파괴 반응은 수 많이 알려져 있다. 예를 들면, 태양의 자외선을 흡수하여 파괴되는 과정(광해리)이 있다.



여기서의 광자가 바로 지상의 동식물에 유해한 자외선 UV-B와 UV-C이다. 한편, 성층권 오존은 염소(Cl)의 순환 반응에 의하여 파괴되기도 하는데, 이를 화학반응으로 표현하면 다음과 같다.



이 순환반응에서 보는 바와 같이, 반응 1에서 하나의 오존이 파괴되고, 그 과정에서 생성된 산화염소( $ClO$ )는 반응 2에서 오존의 생성에 필수적인 산소원자를 산소분자로 변화시키며 자신은 다시 염소로 환원된다. 아울러 중요한 것은 염소가 다시 반응 1에 참가하게 되므로 염소는 지속적으로 성층권 오존을 파괴할 수 있다는 것이다. 염소는 대부분 탄소에 불소

를 결합시켜 제조된 일련의 유기화합물의 총칭인 프레온 가스(냉장고 등의 냉매, 스프레이의 분사제, 발포제, 정밀부품의 세정제 등에 사용)에 의하여 배출된다. 따라서 프레온 가스의 배출이 성층권 오존의 파괴에 중요한 역할을 한다는 것은 바로 염소의 순환반응에 의한 오존의 파괴를 염두에 둔 것이다.

## 5. 오존층의 역할

성층권 오존의 파괴가 어떠한 문제를 유발하는 것일까? 이에 대해서는 오존( $O_3$ )이 태양의 자외선을 흡수한다는 사실을 알면 쉽게 이해할 수 있다. 태양의 자외선은 일반적으로 파장에 따라서 UV-A(320~400nm), UV-B(280~320nm), 그리고 UV-C(200~280nm)로 나누어 진다. 이 중에서 UV-B와 UV-C는 사람의 동식물에게 매우 위험하다. 왜냐하면 이들 자외선이 피부암을 유발하고 눈의 각막을 손상시키며 또한 동식물의 염색체를 변화시키거나 세포자체를 파괴하기 때문이다. 다행히 강도가 센 UV-C는 태양빛이 대기를 통과해 내려오는 동안 대기중의 산소와 성층권 오존에 완전히 흡수되며, UV-B는 상당 부분 오존에 의하여 흡수되고 일부만이 지상에 도달한다. 이 때문에 성층권 오존은 지상의 생물을 유해한 자외선으로부터 보호하는 유익한 대기성분으로 알려져 있다. 사실 성층권 오존의 파괴는 지구 대기환경의 관점에서 보면 더욱 심각한 문제를 유발한다. 지구 대기는 아래 그림 2에서 보는 바와 같이, 그 수직적인 온도 분포에 따라서 대류권(troposphere), 성층권

(stratosphere), 중간권(mesosphere), 그리고 열권(thermosphere)으로 나뉜다.

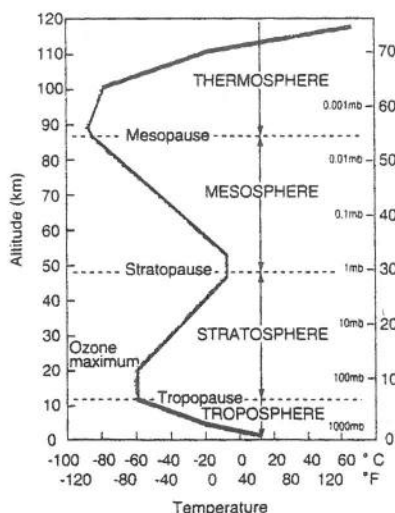


그림 2. 온도구조에 따른 대기의 구분

그런데 현재의 성층권 오존이 모두 파괴된다면, 현재의 이 온도 구조에 커다란 변화가 있을 것이며, 그에 상응한 기후변화는 우리의 상상을 초월한다. 정확하게 언급하기는 곤란하지만 그 변화를 예상할 수 있다. 성층권의 온도가 고도에 따라 증가하던 것이 반대로 고도에 따라 감소하며, 50km와 85km사이의 임의 지점에서 최소온도가 나타나며, 다시 고도에 따라 온도가 상승하여 열권의 온도와 연결될 것이다. 이는 앞에서 언급한 바와 같이, 오존이 태양 자외선을 흡수하기 때문이다. 즉 현재의 성층권 오존은 태양 자외선을 흡수하여 주변 공기를 가열하는데, 그 정도가 고도에 따라 다르기 때문에 성층권과 중간권의 온도구조가 그림과 같이 나타나게 된다. 따라서 성층권에 오존이 존재하지 않는다면 공기를 가열하는

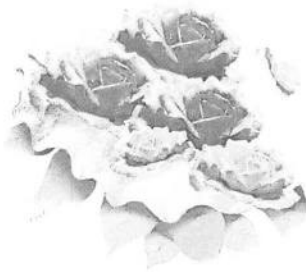


물리과정이 없기 때문에 성층권에서도 대류권과 같이 고도가 증가 할수록 온도는 계속 감소하게 되는 것이다.

## 6. 대책

이러한 지구 대기환경의 변화를 초래 할 수 있는 오존층 파괴를 막기 위하여 미국에서는 1978년 스프레이 상품에 특정 프레온가스의 사용을 금지시켰으며, 그 후 몇몇 나라에서도 여러 가지 규제가 실시되었으나 세계전체의 프레온 생산량은 감소되지 않았다. 그래서 UN에서는 오존층 파괴를 막기 위한 국제협약으

로서 1987년 몬트리올 의정서(Montreal Protocol)를 체결하였다. 몬트리올 의정서는 염소의 주 공급원인 프레온 가스 생산을 1998년까지 1987년의 50%로 감소할 것을 주요 골자로 하고 있다(우리나라는 1992년 5월 27일 협약에 조인함). 그러나 성층권의 관측자료는 염소성분이 과학자들이 예상한 것보다 빠른 속도로 증가하고 있기 때문에 1990년 런던 수정협약(London amendment)과 1992년 코펜하겐 수정협약(Copenhagen amendment)을 다시 체결하게 되었다. 물론 수정협약은 프레온의 생산량을 빠른 속도로 감축할 것을 목표로 하고 있다.



## 산림생산력과 임지 양분유효도 향상

김 춘 식

임업연구원 임학박사

### 머리말

산림생산력을 지속적으로 유지하고 증진하는 기술의 개발은 우리 임업인들에 의해 해결되어야 할 임업경영의 가장 중요한 목표 중의 하나이다. 그러나 최근 우리나라 산림은 여러가지 대기오염물질의 증가되는 유입에 의한 산림의 쇠퇴나, 생물다양성감소, 지구온난화 같은 지구환경변화에 대해 산림이 어떠한 반응을 보일 것인지에 대한 불확실성 등 여러가지 위협에 처해있다. 그러나 이러한 불확실성들 가운데 가장 확실하게 말할 수 있는 것은 계속적인 인구증가와 함께 목재수요 또한 증가하게 될 것이라는 점이다. 비록 산림면적은 전 국토의 65%를 차지하지만 인구밀도에 비해 좁은 면적이며 이러한 좁은 국토에서 우리에게 필요한 목재생산을 최대로 하고 효율적으로 산림을 관리하기 위해서는 적지에 맞는 수종선정도 중요하고 우수한 품종을 육성하는 것도 중요하지만 산림생산력의 유지 증진에 직접 영향을 미치는 산림토양을 어떻게 잘 관리해야 하는가 하는 점이다. 건강하고 생산력이 높은 산림토양을 가진 지역은 여러가지 대기오염물질의 유입이나 산림병충해 등과 같은 산림재해에 대한 저항성이 크다는 사실은 이미 임업선진국에서 알려진 사실이다.

우리나라 산림토양은 오랜 기간 도·남벌, 낙엽채취, 산불 등 인위적인 교란이 매우 심하여 산림내 물질순환이 제대로 이루어지지 않아 토양층위나 토양구조발달이 빈약하고 토양의 보비력이나 보수력과 밀접한 관계를 가지는 토양유기물이나 점토함량이 낮아 토양의 물리적 성질이 불량한 지역이 많이 나타나며 토양내 양분조건도 비교적 낮은 수준으로서 효과적으로 토양을 잘 관리하지 않는다면 현실적으로 산림생산력의 증가를 기대할 수 없는 실정이다. 산림토양의 효과적인 관리를 위해 가장 기본이 되는 것은 현재 전국적으로 실시되고 있는 산림임지조사로서 이 조사에서 가장 기본이 되고 중요한 부분을 차지하고 있는 것은 산림토양조사이다. 산림임지조사에서 얻어진 자료는 생산임지나 공익임지 등의 구분과 같은 국가 중요정책수립에 기초가 될 뿐만 아니라 산림시업관리 등에서도 중요한 위치를 차지하게 될 것이다.

### 산림생산력의 감소원인

최근 우리나라 산림은 유령림으로부터 벗어나 2~3명급의 장령림에 도달하고 있으며, 임관이 율폐됨에 따라 산림생산력감소가 발생하고 있다. 동령임분에서 목재수확량이나 biomass

생산량이 임관이 울폐된 후 감소된다는 것을 산림생태학자나 산림경영자들은 경험을 통하여 알고있다. 그러나 성장량 감소의 원인이 무엇이고 거기에 포함된 생리 생태적인 기작이 무엇인지에 대한 것은 의견이 일치되지 않고 있다.

산림생장율은 순광합성에서 호흡율(Respiration)을 뺀 임분의 순생산력(Net Primary Production, NPP)이나 NPP에서 뿌리생산력을 뺀 지상부 순생산력(Aboveground Net Primary Production, ANPP)으로 표현된다. 동령임분의 경우 임관이 울폐된 직후 최고의 ANPP에 도달하며 그 이후 ANPP는 점차 감소한다. 이와 같이 임분발달동안 순생산력 감소에 대한 증거는 유사한 임지환경에서 자란 여러 연령에서 조사된 임목의 간재적 생장자료의 비교나 유령임목이나 장령임목의 임관내 이산화탄소 교환 값을 측정함으로써 알 수 있다. 여러가지 연구결과들은 임분의 ANPP가 최대였던 시기에 비해 장령림의 경우 ANPP가 4~66%정도 감소하며 평균감소율은 약 30%정도인 것으로 보고하고 있다.

비록 산림생산력의 감소가 세계 어느 지역에서나 발생하고 있지만 생리적인 기작에 대한 이해는 극히 제한되어 있다. 여러가지 가설이 산림생산력의 감소를 설명하기 위해 제안되었으며 가장 전통적인 설명은 연령이 증가함에 따라 목질부 biomass가 증가하게되고 새로운 생장보다는 목질부 biomass 유지를 위해 광합성산물이 주로 이용된다는 점이다. 그러나 이 가설은 최근 여러 연구에 의해 도전을 받고 있으며 목부호흡은 임분의 년 탄소수지의

5-10%의 적은 양을 나타내 목부호흡의 증가는 임관울폐에 전혀 영향을 받지 않는다는 점이다. 목부호흡이 임관의 울폐에 거의 영향을 받지 않는다는 것은 임관이 울폐된 후 살아있는 변재부분의 축적이 거의 일어나지 않는 반면에 심재의 지속적인 증가와 구별이 된다. 최근 보다 진보된 두 가지 가설이 제시되고 있다. 먼저 장령림에서 광합성의 감소는 그들이 키가 크고 긴 가지부위를 가지고 있기 때문에 수분이동의 저항성이 크고 또한 기공전도도가 낮기 때문으로 알려져 있다. 이 가설은 탄소동위원소를 이용한 실험으로부터 장령임분의 광합성이 감소하였다는 결과에 의해 뒷받침되었다. 두번째가설은 임지 양분유효도(nutrient availability)가 감소한다는 것으로서 목부 biomass가 지상부에 축적이 되고 양분함량이 낮은 낙엽이 임상에 축적됨으로서 임지내 양분의 부동화(nutrient immobilization)가 증가하고 임지양분유효도가 임분의 연령이 증가와 함께 감소한다는 점이다. 양분유효도의 감소는 낙엽층의 분해가 느리게 진행된 곳에서도 나타날 수 있다. 임령이 증가함으로써 발생할 수 있는 양분결핍에 대한 가설은 성숙임분의 잎이 낮은 양분함량을 포함하며 장령림의 경우 시비후 증가되는 줄기생장 반응을 들 수 있다. 그러나 이와 같은 여러가지 가설들은 상호 독립적이지 아니라 이들에 관계되는 여러가지 인자의 조합에 의해 발생되었을 가능성이 있다. 또한 성장량 감소에 포함되는 여러가지 기작으로서 탄소할당패턴의 변화, 정단 분열조직 활동의 감소, 잎생명력의 변화, 장령임분의 화학적인 방어물질의 생산량증대, 임분구조의 변

화 등을 들 수 있다. 그러나 지금까지 임분의 연령변화에 따른 거의 모든 연구들이 임분연령의 증가와 함께 뿌리생산력이 어떻게 변화하는지에 대한 연구가 거의 없었기 때문에 임분연령의 증가와 함께 ANPP의 감소가 지상부로부터 지하부에 바이오메스분배의 증가에 전체적으로 기인될 가능성이 배제되지 않고 있다. 산림생산력 감소원인이 무엇인지에 대한 자료해석을 더욱 복잡하게 하는 또 다른 과정은 임목의 고사이다. 비록 개체목의 생장율이 감소되지 않는다 하더라도 이것은 임령의 증가와 함께 감소되는 임목밀도 때문에 생장율이 감소된다는 점이다.

만일 임분의 생산력이 임관의 울폐와 함께 급격하게 감소한다면 산림경영자들은 보다 빈번한 벌채를 통하여 임지교란을 초래할 수 있으며 결과적으로 임지의 양분수지에 상당한 문제를 발생하게 할 가능성이 있으며, 지속적인 산림 생산력유지가 될 단벌기 수확에 의한 윤벌을 선호할 것이다.

### 임지 양분유효도 향상법

앞에서 설명한 바와 같이 임지의 양분유효도는 임목생장량과 밀접한 관련이 있기 때문에 임지 양분유효도의 향상은 임분의 효율적인 관리와 임목생산력 증진의 관점에서 중요한 의미를 갖는다. 임분이 울폐됨으로서 나타나는 산림생산력의 감소를 해결하기 위해 임지의 양분유효도의 향상을 위한 방법은 임지에 시비를 하는 것과, 간벌과 같은 밀도조절을 통한 임지내 미기후(microclimate)의 변화와 함

께 임분의 양분순환경로의 변화를 통한 임지의 양분유효도를 향상시키는 것이 있다.

우리나라 산림토양은 시비에 성장반응이 빠르게 나타나는 것으로 알려져 있으나, 현재 우리나라의 많은 산림은 유령림을 제외하고 현실적으로 시비가 거의 시행되지 않고 있는 실정이다. 산림내 시비는 비료의 종류나 수종, 입지환경 등에 따라 다르겠지만 토양의 산성화를 초래하거나, 또한 적정량을 초과하게 되면 상당량의 질소가 토양수를 통하여 용탈되어 계류수에 질산태질소 농도의 증가를 초래하거나, 토양으로부터 질소휘발산을 발생시켜 대기 중 질소산화물의 증가와 같은 환경적인 문제를 발생하게 할 가능성이 있다. 덧붙이면 대기 중에 질소산화물의 증가는 산성비나 지구온난화를 초래하는 온난가스중의 하나로 인식되고 있다. 또한 현실적으로 비료생산에 들어가는 에너지와 운반비용 그리고 임지에 시비시 노동력의 비용 등과 시비의 효과로 증가되는 임목의 생장량을 고려할 때 현실적으로 시비를 권장하기는 힘든 형편이며 국가적인 시책으로 반영되지 않는 한 시비를 할 수 없는 실정이다. 이런 여건하에서 임지내 시비량의 산출은 임지의 양분축적량과 손실량, 그리고 양분유입량과의 관계를 세밀히 조사한 후 그 자료를 바탕으로 적정시비량을 산출하는 것이 좋을 것이다. 그러면 환경적인 문제를 발생시킬 가능성과 함께 생산시 에너지소모, 운반비용, 시비시 노동력 등 여러가지 경제적인 면에서 상당한 문제점이 있는 시비대신에 임지의 양분유효도를 향상하고, 결과적으로 임목이 이용할 수 있는 양분 양을 증가시켜 임목생산력을 높

일 수 있는 방법으로 간벌을 들 수 있다. 특히 간벌은 임지에 환원될 수 있는 유기물의 양(간벌후 발생된 죽은 뿌리나 벌채잔존물의 증가등)이 많아질 수 있다는 점(그러나 낙엽생산량은 일시적으로 줄어든 수 있다)과 임관의 소개로 인한 임지내 토양수분이나 토양온도 같은 임지내 국소기후의 변화를 통하여 양료의 무기화작용을 촉진하고 그 결과로서 유효태 양분량을 증가시킬 수 있다. 그러나 어느 정도의 밀도조절이 가장 효과적인지의 결정이 어려운 점이 있으며 외국에서 조사된 자료에 따르면 참나무류 임분은 적은양의 임목제거로 100% 정도까지 질소의 유효도가 향상된 반면, 침엽수 임분은 간벌 2년 후 약 20% 정도 질소 유효도가 증가하는 것으로 보고하고 있다. 특히 간벌을 실시하게 되면 간벌목에 의한 간벌수입을 얻을 수 있는 이점이 있으나, 부득이한 경우 간벌목의 임의 반출이 어려우면 임상위에 잔류시키고 임지내 토양부분과 접촉되지 않도록 하여 간벌목에 의한 토양양분의 부동화가 최소가 되도록 해야한다. 또한 간벌목의 분해과정 중 병충해의 발생 가능성도 고려되어야 한다.

그 외 방법으로서 임지에 여러가지 하층식생을 발생하게 하는 방법을 들 수 있으며 이러한 하층식생은 침엽수 임분의 양료함량이 낮은 낙엽층에 양분함량이 비교적 높은 하층

식생이나 활엽수낙엽의 첨가와 함께 유기물 분해와 양분순환을 촉진시키는 것으로 알려져 있다. 또한 오리나무 등과 같은 질소고정식물의 식재는 임지의 양분유효도를 상당히 향상하는 것으로 보고되고 있으나 어느 정도의 양이 식재되어야 하는가 등의 하층밀도관리 조절이 어려운 점이 있다. 최근 외국의 여러 지역에서는 도시오수를 임지에 시용하여 임목생장량에 상당한 증가와 함께 환경적인 면에서도 큰 문제를 발생하지 않고 있음이 보고되고 있다. 그러나 우리나라의 경우는 빈약한 임도시설에 도시오수를 임지에 운반하기에는 상당한 문제점이 있으며, 기후, 수종, 입지 등이 외국과는 다르기 때문에 이 방법을 시행하기 전에 환경적인 영향에 관한 조사가 선행되어야 할 것이다.

산림생산력을 증진하기 위하여 실시할 수 있는 여러가지 임지양분유효도 향상기술은 목재재생산 뿐만 아니라 최근 대기중의 이산화탄소농도의 증가에 따른 지구환경변화에 대응할 수 있는 적극적인 수단이 될 수 있다. 산림생산력의 증진과 함께 임목이나 토양내 탄소저장량을 증가시키므로써 대기중의 이산화탄소 농도를 감소시키며 또한 토양유기물의 증가에 의한 토양의 이화학성의 개선에도 크게 기여할 수 있을 것이다.



# 석회암지역의 임지관리

- 평창, 정선, 영월, 단양지역 -

안병영, 김정환

한국산지환경조사연구회

## 서론

우리나라 석회암지역의 산림면적은 약 21만 ha(3%)로서 석회암토양은 일반 산림토양과는 달리 임목생장이 불량하나 지금까지는 토양특성을 고려하지 않고 조림하여 실패한 사례가 많이 발생하고 있는 실정이다.

석회암토양의 임지특성과 이화학적성을 밝혀 임지관리의 기초자료로 활용하기 위하여 조사한 자료를 정리·분석하였다.

석회암토양의 지형적 특성과 생성 및 분류에 관한 연구에서 생산성을 높이는 데는 토양특성에 알맞은 토지이용과 토양관리에 의해 목적을 달성할 수 있다고 보고하였으며<sup>5,7)</sup> Gauld<sup>9)</sup>는 석회암에서 발달하는 특징적인 토양과 식물군락과의 관계에서 토양은 A-B층의 단면을 갖고 입단(粒團)구조가 발달하며 표층은 약간 용탈되었지만 토양내에는 높은 염기포화도를 가지고 있다고 보고하였다.

김<sup>2)</sup>은 석회암지역에서 pH 6.7, 인산함량은 12.84ppm으로 나타났다고 보고하였다. 정<sup>6)</sup>은 토색과 활성철의 관계에서 토색이 적색으로 갈수록 활성철 함량이 많아지는 경향이 있고 미사/점토량 비율이 높으면 인산함량이 대단히 부족한 토양으로 토색이 밝고 채도가 높은 토색을 가진 석회암토양에서 건조시 토양이

단단하며 통기성이 불량하다고 보고하였다. 정은 산림토양이 물리적 성질이 임목생장에 많은 영향을 준다고 하였으며 Armson<sup>8)</sup>은 토양이 임지능력차에 따라 생산성의 차이가 크다고 보고하였다.

일반적으로 석회암토양은 중성~알칼리성으로 인산함량이 매우 낮은것이 특징이며<sup>4)</sup> 양이온치환용량과 염기포화도는 배수가 불량할수록 높아지는 경향이 있고 임지환경인자에 의한 지위지수에 관한 연구에서 임목생장에 영향을 미치는 인자는 토심, 지형, 건밀도, 건습도 등이 중요하다고 보고하였다.<sup>1,3)</sup>

## 재료 및 방법

### 1. 재료

석회암 분포지역인 평창, 정선, 영월, 단양지역의 침엽수, 활엽수, 혼효림내에서 표준지를 선정 조사하였다.

### 2. 조사방법

임목생장의 양호임지(소나무 지위지수기준 10 이상) 및 불량임지로 구분 각 지역마다 표준지를 설정, 토양 및 임지환경인자와 식생조사를 실시, 기초사된 자료와 종합적으로 분석하였다.

## 가. 조사항목

- (1) 토양특성 조사 : 토심, 토성, 유기물, 구조, 건습도, 견밀도 등
- (2) 입지특성 조사 : 표고, 지형, 방위, 퇴적양식, 경사, 토양배수 등
- (3) 임황조사 : 우세목 5본의 수고, 임령을 측정(침엽수, 활엽수, 혼효림에서 조사)
- (4) 토양의 이화학적 분석 : 토성, 산도, 유기물, 질소, 인산, C.E.C, K, Na, Ca, Mg, 가비중, 진비중, 철

## 나. 조사규모

토양 및 입지특성 조사 : 120개소 자료를 조사분석

## 결과 및 고찰

## 1. 석회암지역의 토양 및 입지환경 특성

석회암을 모재로한 석회암토양의 토색은 A층에서 극암적갈색 ~ 암적갈색이며 B층에서는 암적갈색 ~ 적갈색으로 대개 통기성 및 공극량이 불량하다. 양호임지는 A층 12~26cm, B층 26~73cm이었고 지형이 산록~산복, 견밀도는 1.6, 건습도가 약간건조한 토양이었다. 경사 30°이하가 94%, 30°이상이 6%, 견밀도 1.8이하가 68%와 2.0 이상이 32%로 나타났다.

불량임지는 A층 7~14cm, B층 14~55cm로 지형은 산복~산정, 견밀도는 2.25, 건습도는 건조하며 토심이 얇고 배수가 불량한 토양으로 경사 30°이하가 28%, 30°이상이 72%, 견밀도 1.8이하가 23%, 2.0이상이 77%로 나타났다. 석회암지형의 토양 및 입지환경조사결과는 표 1과 같이 나타났다.

표1. 석회암지역의 토양 및 입지환경조사 결과

| 구분       | 층위 | 토심    | 지형        | 토색                 | 구조  | 건습도 | 견밀도         | 공극 | 토양형        | 경사    |
|----------|----|-------|-----------|--------------------|-----|-----|-------------|----|------------|-------|
| 양호<br>임지 | A  | 12~26 | 산록~<br>산복 | 극암적갈<br>색~암적<br>갈색 | 입상  | 약건  | 0.8~<br>1.8 | 불량 | DR2<br>DR3 | 25    |
|          | B  | 26~73 |           | 암적갈색<br>~적갈색       | 견과상 | 약건  | 1.5~<br>2.5 | 불량 |            | 3~30  |
| 불량<br>임지 | A  | 7~14  | 산복~<br>산정 | 극암적갈<br>색~암적<br>갈색 | 입상  | 건조  | 1.5~<br>2.5 | 불량 | DR1,       | 25    |
|          | B  | 14~55 |           | 암적갈색<br>~적갈색       | 견과상 | 건조  | 2.5~<br>3.5 | 불량 |            | 13~40 |

## 2. 석회암지역의 물리적 특성

석회암지역의 물리적 특성을 살펴보면 표2와 같이 양호임지의 A층은 점토 29.8%, 미사 50.4%, 모래 19.8%, B층은 점토 30.9%, 미사 49.1%, 모래 20.0%로 점토 및 미사함량이 80% 이상으로 보수력은 좋으나 빗물의 침투가 어려운점이 있어 건조하기 쉬우며, 고상은 A층이 39.1%, B층 43.7%이며 진비중  $2.5 \pm 0.1$ 로 통기성 및 공극량이 불량한 토양으로 나타났다.

투수성은 A층 5분에서 577.1cc, 15분에서 555.0cc, 25분 533.3cc, B층 5분에서 248.2cc, 15분에서 237.4cc, 25분 228.2cc A층과 B층의 투수성은 많은 차이를 보이고 있다.

불량임지는 A층에서 점토 33.6%, 미사 48.4%, 모래 18.1%, B층은 점토 43.6%, 미사 40.3%, 모래 16.1%로 점토 및 미사함량이 80% 이상으로 보수력은 좋으나 빗물의 침투가 어

렵고 건조하며, 고상은 A층이 39.6%, B층 46.8%이며 진비중  $2.5 \pm 0.2$ 로 통기성 및 공극량이 아주 불량한 토양으로 나타났다.

투수성은 A층 5분에서 208.8cc, 15분에서 194.7cc, 25분 183.9cc, B층 5분에서 87.0cc, 15분에서 80.3cc, 25분 75.3cc A층과 B층의 투수성은 많은 차이를 보이며 양호임지보다 불량임지 투수성이 매우 낮았다.

지형적으로 산록에 미사함량이 많아지는 경향이 있는데 석회암 구성성분인 Ca함량이 많으므로 Ca가 Flocculation현상을 일으켜 입단구조를 형성하여 미사유실이 많기 때문이다. 그러므로 하단으로 내려갈 수록 임목생장이 양호하며 양호임지 지위지수(소나무기준 지위지수)는 10~12, 불량임지의 지위지수는 6~8로 나타났으며 양호임지보다 불량임지가 토양이 단단하고 점토 및 미사함량이 많으며 통기성 및 공극량이 불량한 관계로 임목생장이 저조한 것으로 나타났다.

표2. 양호임지 및 불량임지의 물리적 특성

| 구분       | 층위 | 모래            | 미사            | 점토            | 액상           | 고상           | 기상            | 진비중         | 투수성 비율(cc/min)  |                 |                 |
|----------|----|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          |    |               |               |               |              |              |               |             | 5               | 15              | 25              |
| 양호<br>임지 | A  | 19.8±<br>14.3 | 50.4±<br>10.0 | 29.8±<br>11.6 | 25.0±<br>6.6 | 39.1±<br>6.9 | 35.9±<br>11.3 | 2.5±<br>0.1 | 577.1±<br>141.3 | 550.0±<br>137.7 | 533.3±<br>132.8 |
|          | B  | 20.0±<br>15.0 | 49.1±<br>10.6 | 30.9±<br>10.5 | 26.9±<br>6.0 | 43.7±<br>5.4 | 29.4±<br>8.9  | 2.6±<br>0.1 | 248.2±<br>97.8  | 237.4±<br>96.8  | 228.2±<br>77.8  |
| 불량<br>임지 | A  | 181.1±<br>9.2 | 48.4±<br>10.6 | 33.5±<br>14.8 | 24.0±<br>6.8 | 39.6±<br>5.7 | 36.4±<br>9.0  | 2.6±<br>0.2 | 208±<br>89.9    | 194.7±<br>86.7  | 183.9±<br>83.3  |
|          | B  | 16.1±<br>10.6 | 40.3±<br>11.0 | 43.6±<br>14.3 | 29.0±<br>5.3 | 46.8±<br>4.9 | 24.2±<br>8.2  | 2.5±<br>0.2 | 87.0±<br>51.5   | 80.3±<br>49.4   | 75.3±<br>46.1   |

### 3. 석회암지역의 화학적 특성

표3. 양호임지 및 불량임지의 화학적 분석 결과

| 구분       | pH   | 유기물<br>% | 질소<br>% | 인산<br>ppm | C.E.C<br>me/100g | 양이온 치환용량<br>(me/100g) |      |      |      | T.B   | B.S<br>% | Fe<br>% |
|----------|------|----------|---------|-----------|------------------|-----------------------|------|------|------|-------|----------|---------|
|          |      |          |         |           |                  | K                     | Na   | Ca   | Mg   |       |          |         |
| 양호<br>임지 | 6.9± | 3.5±     | 0.2±    | 11.2±     | 12.0±            | 0.3±                  | 0.4± | 9.1± | 2.6± | 12.4± | 99.7±    | 1.3±    |
|          | 0.6  | 1.2      | 0.1     | 8.7       | 4.4              | 0.2                   | 0.4  | 6.3  | 2.5  | 8.3   | 58.7     | 0.1     |
| 불량<br>임지 | 6.9± | 2.6±     | 0.2±    | 10.0±     | 11.6±            | 0.3±                  | 0.3± | 9.5± | 2.6± | 12.7± | 104.7±   | 1.4±    |
|          | 0.5  | 0.9      | 0.1     | 6.2       | 3.2              | 0.1                   | 0.2  | 6.3  | 0.4  | 8.1   | 60.3     | 0.1     |

석회암지역의 양호임지와 불량임지의 화학적 특성을 분석한 결과 표3과 같으며 석회암 토양의 양호임지 A층은 산도  $6.9 \pm 0.6$ , 중성~알칼리성이며 유기물 함량은  $3.5 \pm 1.2\%$ , 질소  $0.2 \pm 0.1\%$ , 인산함량  $11.2 \pm 8.7\text{ppm}$ 으로 매우 부족한 양을 보이고 있다. 양이온치환용량은  $12.0 \pm 4.4\text{me}/100\text{g}$ 으로 갈색산림토양보다 높으며, Ca  $9.1 \pm 6.3\text{me}/100\text{g}$ , Mg  $2.6 \pm 2.5\text{me}/100\text{g}$ 으로 많은양을 보이고 있다.

불량임지의 A층은 산도가  $6.9 \pm 0.6$ , 유기물함량은  $2.6 \pm 0.9\%$ , 질소  $0.2 \pm 0.1\%$ , 인산함량  $10.0 \pm 6.2\text{ppm}$ 으로 질소함량은 적고 인산함량은 매우 부족한 토양이며 양이온치환용량은  $11.6 \pm 3.2\text{me}/100\text{g}$ , Ca  $9.5 \pm 6.3\text{me}/100\text{g}$ , Mg  $2.6 \pm 2.4\text{me}/100\text{g}$ 으로 많은양을 보이고 있다.

석회암토양은 산도가 높고 염기총량이 큰 것은 조암광물인  $\text{CaCO}_3$ 와  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 등으로 되었기 때문이라고 생각된다. 토색이 적갈색에서 암적갈색으로 갈 수록 활성철 함량이 많아지는 경향이 있으며 양호임지보다 불량임지가

활성철 함량이 많은 것으로 나타났다.석회암 토양은 산도를 낮추고 염기포화율을 100% 이하로 교정하고 유기물 및 인산함량을 보충함으로써 소기의 성과를 거둘 수 있을 것으로 생각된다.

### 4. 석회암지역의 식생분포

석회암지역의 식생분포 상태를 알아보기 위하여 상층목, 하층목, 초본을 조사한 결과는 다음과 같이 나타났다. 양호임지의 임목생장 상태는 지위가 낙엽송 16이상, 잣나무 14이상, 소나무 10~12로 나타났으며 하층식생은 싸리(11.1), 국수나무(10.0), 물푸레(8.6), 조팝나무(7.7) 등 31종과 초본료 실새(9.2), 산거울(7.4), 역새(6.6), 오이풀(6.6)등 39종이 출현하였다.

불량임지의 지위는 낙엽송 14이하, 잣나무 12이상, 소나무 6~8로 나타났으며 하층식생은 노간주(10.2), 산초나무(9.0), 조팝나무(7.8), 회양목(3.0) 등 27종과 초본료 실새(10.2), 양지꽃

(10.3), 마타리(7.8), 뚜갈(5.9), 차풀(4.6) 등 25종이 출현하였다.

양호임지에서 많이 출현하는 국수나무, 싸리, 물푸레나무 등은 불량임지에서 아주 적게 출현하였으며 생강나무, 서나무, 층층나무, 광대싸리 등은 출현하지 않았다. 초본은 양호임지 39종, 불량임지 27종으로 출현한 종의 다양성이 많은 차이를 보이고 있다.

단양지역은 일부 편백조림을 하였으며 활착률은 좋으나 생장이 저조한 편이며 평창, 정선, 영월, 단양지역의 양호임지에서 지위지수 10이상은 경제성조림이 가능할 것이며 불량임지는 하층 식생 및 초본류를 잘 보존하여 지력유지 및 임지관리에 주의가 필요한 것으로 나타났다.

## 적 요

석회암 토양은 입지환경에 따라 토양특성과 입지생산성이 다양하므로 토양단면의 형태적 특성과 토양의 물리적 및 화학적특성을 밝혀 입지개량과 임지관리의 기초자료로 활용하기 위하여 조사 정리 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 토양 및 입지환경 특성은 양호임지가 표토 12~26cm, 심토 26~73cm, 지형은 산록~산복, 견밀도 1.6으로 견하며 견습도는 약간 건조한 토양이다. 불량임지는 표토 7~14cm, 심토 14~55cm, 지형은 산복~산정, 견밀도 2.25로 강건하며 견습도는 건조하고 토심이 얇고 배수가 불량한 토양이다.
2. 물리적 특성은 점토 및 미사함량이 80%

이상으로 점성이 많고 응집력이 크며 건조기에는 견밀하고 단단한 토양이며 투수성을 측정한 결과 5분후 1분간 투수량은 양호임지가 577ml, 불량임지 207ml로 큰 차이를 보이고 있으며 불량임지 투수성은 매우 불량한 것으로 나타났다.

3. 화학적 특성은 양호임지 산도는 약산성~알칼리성, 유기물은 3.5% 나트륨 0.37me/100g, 인산함량은 10.0ppm으로 나타났다. 유기물 함량은 매우 적고 인산함량은 매우 부족한 토양이다.
4. 초본은 양호임지가 39종 불량임지가 29종으로 출현한 종의 다양성에 많은 차이를 보이고 있다.
5. 석회암지역에서 양호임지의 소나무 지위지수를 기준하여 10~12인 임지는 경제수종인 낙엽송, 잣나무, 강원도지방 소나무 등이 조림 가능하며 조림시 유기물 및 인산 비료를 충분히 시비하면 소기의 성과를 거둘 수 있는 임지로 판정되었다. 불량임지는 조림보다는 하층식생 및 초본류를 잘 보존하여 토양유실의 방지로 토양보존이 요구되는 임지이다.
6. 석회암 지역의 산림입지조사시 입지환경인자 및 토양형을 참고하여 현지에서 적용 활용하는 것이 바람직 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 金圭憲, 安秉榮, 金正煥. 1987. 立地環境 因子에 依한 地位指數에 關한 研究. 林研研報 34 號:8-64

2. 金泰勛, 鄭鎮鉉, 具教常, 金圭憲, 車淳聲, 金俊燮, 李忠和, 具昌德. 1988. 山林土壤 分類에 관한 研究. 林研研報 Vol.37:19-34
3. 安秉榮. 1990. 環境因子에 의한 잣나무 地位指數 推定에 관한 研究. (京畿, 江原 內陸地域). 建國大學校 農畜開發大學院 碩士學位論文:1-20
4. 李壽煜. 1989. 韓國의 山林土壤에 관한 研究 (II). 韓林誌. 54:25-35
5. 鄭碩在, 金台淳, 文準, 嚴基泰. 1989. 石灰岩土壤의 地形的 特性과 生成, 分類. 韓土肥誌. 22(4): 265-270.
6. 鄭碩在, 金台淳, 金永昊, 文準. 1990. 石灰岩土壤 地形的 特性과 生成 및 分類.(江原道 寧越地域 石灰岩土壤의 粘土鑛物 特性과 生成 및 分類). 韓土肥誌. 22(1) : 1-7
7. 太白山 地區 地下資源 調查團. 1962. 太白山 地區 地質圖. 大韓地質學會:2.
8. Armson, K. A. 1977. Forest soils : Properties and processes. Univ. of Toronto Press : 7-159.
9. Gauld, J. H. and J. S. Robertson. 1985. Soils and their Related Plant Communities on the Dalradian Limestone of Some Site in Central Perthshire, Scotland. Jour. Ecology 73:91-112.





## 산지환경개선을 위한 산림경영방안

이 병 기

서울국유림관리소장

오늘날 세계인류는 오직 하나밖에 없는 이 지구를 어떻게 하면 오염시키지 않고 깨끗하고 아름답게 보존하느냐에 대하여 모든 노력을 기울여야 한다는 당위성에 목시적인 합의가 이루어지고 있다.

우리나라에서도 환경보존문제로 인하여 산림의 존재의미가 크게 부각되고 있으며 산림이야말로 환경문제를 해결할 수 있는 궁극적인 수단으로 크게 인식되고 있다.

그러나 우리는 지난 30여년간 산지환경보다는 황폐된 산림복구를 위한 치산녹화 정책을 추진하여 이제는 산림녹화를 성공적으로 마무리하였다.

따라서 앞으로의 산림경영은 경제적기능과 환경적기능이 조화를 이룰 수 있도록 생태적인 임업경영으로 개선발전시켜 나가야 할 것이다. 우리나라의 임업경영발전을 위하여 현장에서 느낀 몇가지를 제언해 본다.

첫째로 조림사업은 적지적수의 폭을 넓히고 다양한 목재의 공급과 더불어 아름다운 경관 조성을 기할수 있도록 조림수종의 다양화를 기하되 특히 향토수종인 특수활엽수 조림을 확대해 나가야 할 것이며, 조림대상지는 대면적의 임지가 노출되는 일이 없도록 형질불량

임지나 미입목지 위주의 소구역 조림을 추진해야 할 것이다.

아울러 혼효림조성과 복층림 조성을 위한 수하식재를 확대하여 임지의 생산성 향상과 생태계의 다양성을 유도해 나가야 할 것이다.

둘째로 육림사업은 입지여건과 경영목적을 고려하여 체계적인 보육관리가 이루어져야 할 것이며, 육림사업 계획서에는 임목보육계획과 하층식생 보육계획을 함께 수립하여 임목은 물론 하층식생에 대하여도 적절한 생육공간을 유지하도록 보육하는 것이 바람직하다.

또한 천연림보육작업을 확대해 나가되 천연림보육시에는 특수수종이나 꽃나무등은 가급적 존치시켜 생태계와 경관조성에도 유의한다.

셋째로 벌채사업은 지금까지 실행해온 대면적 개벌을 지양하고 형질불량목 위주의 소구역벌채를 추진하는 한편 금후에는 부가가치가 높은 대경재 생산을 위한 택벌작업위주로 벌채방법을 개선하여 이 조림에 의한 건강한 숲을 조성하므로서 생태계보존에도 크게 기여하리라 믿는다.

넷째로 산림사업의 제한을 받고 있는 각급 공원구역에 대하여도 여건에 알맞는 조림과

육림사업을 실행하여 방치되고 있는 산림을 생산임지로 전환하므로써 각급공원에 대하여 이용객은 물론 국민들의 인식을 새롭게 하여야 할 것이다.

마지막으로 산림사업은 타산업에 비하여 자금이 과다하게 소요될 뿐 아니라 자금회임 기간이 길고 수익성이 저조하므로 산주의 부담을 덜어주는 적극적인 지원시책을 추진해야 할 것이다.

따라서 국고보조사업을 확대하는 한편 산림개발기금의 금리인하와 상환조건을 개선해 나

가야 하며 임업기계화를 위한 장비보급과 유류에 대한 면세등으로 산주들의 산림경영의욕을 추진시켜 나가야 할 것이다.

산림이야말로 우리의 생활터전이요 국민의 생존권보호에 최후의 보류인 점을 다시한번 강조하면서 우리는 200만 산주는 물론이요 산을 사랑하고 좋아하는 국민모두의 기대에 어긋나지 않도록 생산성 향상과 환경보존을 위한 생태적인 임업경영으로 산림을 아름답고 풍요롭게 가꾸어 나가야 할 것이다.



## 21세기를 향한 산지환경정책

김 동 수

북부산림토목사업소장

푸른 숲은 깨끗한 공기와 물을 가져다 준다. 이의를 제기할 사람은 없다. 이러한 공기와 물을 제공하는 근원은 산림이며 인간생활에서 없어서는 안될 공기와 물을 비롯한 목재, 종이, 연료, 식용버섯, 밤, 산채, 약초 등을 인간에게 제공하고 있으며 특히 건강한 삶을 위한 건강 음료와 약제가 산지에서 생산되고 있음에도 이를 잊어버리고 있음이 안타깝기 그지없다.

또한 산림은 환경기능과 문화기능을 갖추고 환경기능으로서 홍수를 막아주고 가뭄 때에도 끊임없이 물을 공급해주는 자연 저수역할을 하는 녹색댐의 기능과 물의 정수기능과 광합성 작용을 통하여 이산화 탄소와 대기 오염 물질을 흡수하여 공기를 맑게 정화하고 새와 짐승들이 살기좋은 보금자리를 제공하고 소음과 바람을 막아주거나 기상을 완화하는 등의 환경 기능이 있고, 문화기능으로서 문학, 예술, 교육, 종교, 철학 등의 터전을 만들어 주는데 지대한 역할을 하고 있음은 재언할 필요가 없다.

지금까지 인간은 주로 목재를 비롯한 종실류, 버섯등과 같은 임산물의 생산을 위하여 산림을 이용하고 보전하여 왔으나 경제성장에 따라 소득이 증가하고 여가활동의 시간이 늘어나게 되고 도시화, 산업화로 인한 환경악화

로 말미암아 과거에는 큰 가치를 주지 않았던 산림의 중요성이 점점 커지고 있고 1997년 11월 IMF로 산림에 대한 숲 가꾸기작업을 실행함으로서 실업인의 일터를 제공하는 등 산림의 가치는 헤아릴수없이 많다.

이러한 산림을 보호육성 하려면 산지에 대한 인식이 달라져야 한다고 본다. 제1차 치산녹화 시기에는 헐벗은 산지를 녹화중심으로 나무를 심고 푸르게 하는 정책위주로 산림을 보호육성 하였으나 제4차 치산녹화 시기의 산림정책은 그 동안 산림공무원의 끊임없는 노력으로 산림은 푸르고 울창하게 되어, 나무를 심는 것보다 숲을 가꾸는 작업에 심혈을 기울여 나가야할 시기인 것으로 생각된다.

따라서 산림을 잘 경영하려면 과학적인 입지환경관리를 하여야 한다. 산림환경을 구성하는 주요인자는 산림토양과 입지환경 그리고 식생이라고 할 수 있으며 이들 산림생태 환경인자는 서로 떼어 낼 수 없는 상관을 이루면서도 독자적인 특수영역과 중요성을 가지고 발전되어 가고있다. 그중에서도 산림입지조사자료는 산림시책수립 및 산림환경 영향평가 또는 국토관리기본계획 등을 수립코저할 때 필수적인 정보로 활용되고 있다.

산림입지조사는 1995년부터 전국임야 650만 ha에 대하여 조사를 실시하고 있으며 2000년까

지 조사완료할 계획이다.

앞으로 이러한 자료를 기본으로 산림입지도, 산림토양도, 적지적수도 등을 작성하고 그 자료에 대한 전산화 작업까지 완성하여 과학적인 산림경영의 기틀이 마련되어야 할 것이고 이를 이용한 합리적인 경영이 이루어 질 수 있도록 경영자에 대한 기술교육에도 중점을 두어야 할 것이다.

또한 산림을 잘 가꾸려면 산림으로부터 혜택을 보는 수혜자로 하여금 산림에 투자하도록 하는 정책을 적극 발굴하여야 할 것이다. 예를 들어 수도용수, 수력발전용수, 공업용수 사용에 대한 세원을 조성하여 숲을 가꾸고 관리 육성하는 방향의 산림환경정책을 펴나가도록 한다.

삶의 질을 높이는 쾌적한 산림환경을 요구하는 것이 세계적인 추세로 21세기에는 목재 수요도 증가하지만 공업용수와 식수의 부족상태로 인하여 산지의 중요성은 더욱 클 것이라고 판단되는데 이에 대한 관심은 미흡한 것 같다. 그러므로 단순히 목재자원으로서의 이용

보다 “물”관리 차원에서의 산림 정책이 필요한 시점이 아닌가 한다.

태백의 황지에서 낙동강의 원류가 흐르듯이 물의 원류는 산지와 전답의 경계상류로부터 흘러 하천을 만들고 강으로 물이 흘러간다.

그러할 진데 흐르는 물의 하류인 강이나 하천을 건설교통부 또는 농림부 등에서 용수를 사용하기 위하여 노력을 기울이고 있으며, 오폐수 처리를 위하여도 환경부 등 여러 부처에서 힘을 기울이고 있지만 산지에서 흐르는 원수의 상류근원에 대한 물 관리만은 당연히 산림청이 주체가 되어서 관리하여야 한다고 본다. 예를 들어 산림 내 소 계곡의 흐르는 물 관리에서 하천(지목상)에 유입되기 전까지의 야계사방등 물 관리에 대하여 철저히 정비하고 합리적인 관리를 하여야 할 것이다.

결론적으로 숲을 잘 가꾸어 나가는 한편 산지에서 하천으로 유입되는 물관리에 효과적인 산림정책으로 발전하는 것이 21세기를 향한 환경산림정책이 될 것이다.

## 뉴질랜드 토지이용의 지속가능성의 문제

구 창 덕

충북대학교 산림과학부 농학박사

### 머리말

뉴질랜드는 우리에게 자연환경보전이 매우 잘되어 살기 좋은 곳으로 알려져 있다. 그러나 이 글은 과거의 뉴질랜드는 지금의 자연환경보전 개념과는 달리 산림을 심하게 훼손하여 왔다는 것을 말하고 있다. 뉴질랜드 국가 환경보고서(The state of New Zealand's environment, 1977)의 제 8장, 뉴질랜드 토지의 현주소(The state of our land)는 뉴질랜드가 지속가능한 자연환경 경영이라는 지구적인 새시대의 윤리에 부합하여 그동안 토지이용상에 어떤 문제점이 있었던지를 기술하고 앞으로의 계획을 밝히고 있다. 이 글은 제 8장을 발췌하여 번역한 것이다.

### I. 뉴질랜드 토지이용에 대한 요점

#### 1. 지질과 토양, 사람들

NZ 국토는 2개의 지각판 (tectonic plate, 태평양판과 인도-호주판)이 서로 마주치는데 위치하고 있는데, 이 두 지각판의 충돌로 인하여 1억 3천만년 전에 바다로부터 올라오기 시작하였고, 8천만년 전에 Gondwana라는 고대의

대륙으로 부터 분리되었다. 지금까지 계속되는 이 충돌로 인하여 화산과 지진이 빈번하고 국토의 2/3가 산악지형으로 되어있다. 국토는 27백만 ha로 3/4은 지질적으로 오래되지 않은 퇴적암으로 침식되기 쉬운 땅이다. 토양은 산림지역에서 발달한 산성토양으로 질소, 인산 등이 적어서 농토로써 이용할려면 질소고정식물이 필요하며 상당한 양의 비료 또한 소요된다. 라디아타 소나무 조림지역에서 조차 시비가 필요한 상태이다.

뉴질랜드 땅에는 태평양의 폴리네시아인 마오리 족이 1200년경에 북섬에 정착하여 그 이름을 Aotearoa (The land of long white cloud, 길고 흰 구름의 땅)라고 불렀다. 그후 1642년 Abel Tasman이 처음 이 땅을 발견하였고 네덜란드 지도에 Nieuw Zeeland라고 표기되었다. 1840년에는 마오리부족들과 영국왕사이에 와이탕기 (Waitangi) 조약이 체결되어 영국인들이 이주를 시작하였다.

#### 2. 식생

뉴질랜드 땅에 인류가 처음 들어온 것은 약 800년 전으로 그 당시는 고유수종의 숲이 전국토의 85%를 덮고 있었으나 지금은 약 23% 뿐이다. 산림지대는 주로 산악지와 남섬의 서

해안에 국한되어 남아있고 그외 지역에서는 부분적으로 남아 있으므로 (그림 1) 생물 다양성을 유지하기 위해서는 상당한 산림확장 사업이 필요하다. 남아 있는 고유의 자연 산림면적은 4,9백만ha로 정부가 3,6백만ha를 소

유하고 이 대부분은 보존지역으로 완전히 보호되고 있다 (표1). 1,3백만 ha의 사유 자연산림은 보존림으로서 보호되고 있지는 않지만 이곳에서의 목재생산은 1949년의 산림법에 따라 지속가능한 경영에 따르기로 되어있다.

표1. 뉴질랜드의 토지이용형별 추정면적

| 토지이용 형태                   | 면적(백만 ha) | 면적(%) |
|---------------------------|-----------|-------|
| 건축물 (도로, 철도, 건물 등)        | 0.9       | 3     |
| 경작지 (목초지, 원예, 조림, 휴경 등) 계 | 17.3      | 65    |
| 목초지                       | 14.5      | 50    |
| 경작지 (곡류, 원예 등)            | 0.5       | 2     |
| 외래수종 조림지                  | 1.6       | 5     |
| 고유수종 생산임지                 | 1.5       | 3     |
| 기타 (휴경지 등)                | 0.4       | 2     |
| 보전지 (국립공원, 보호지 등) 계       | 8.1       | 30    |
| 고유수종 산림                   | 4.9       | 18    |
| 초원지                       | 0.7       | 2     |
| 기타 (산정,해안, 섬 등)           | 2.6       | 10    |
| 기타 토지 (호수, 하상, 비분류)       | 0.7       | 2     |
| 전체 뉴질랜드 면적                | 27.0      | 100   |

### 3. 토지이용

뉴질랜드 국토의 52%가 농지로 전환되었는데 이는 세계 평균 37%보다 높다. 비록 뉴질랜드의 인구밀도는 평방킬로 당 13인으로 비교적 낮지만 가축밀도는 양이 평방킬로 당 180마리, 소가 35마리로 인구 1인당 13마리의 양과 3마리의 소를 갖고 있는 셈이다. 그 결과로 뉴질랜드의 주요한 농지이용은 목축업이다. 그 다음으로 중요한 토지이용자는 외래침엽수를 조림한 임업으로 조림임지는 약 1.6백만 ha

이며 연간 약 7만 ha씩 늘어나고 있다. 뉴질랜드의 2/3는 구릉 내지 산악지로서 비옥하거나 완만한 경사의 지형은 적은 편이다 (표 2). 하지만 오직 31%의 땅만이 토양유실의 위험이 없으면서 목축업으로서 지속가능한 상태인데 이 중에서 14%는 지속가능한 경작지이다. 그리고 28%는 조림이나 혼농 또는 토양유실 방제처리를 하면서 목축을 할 수 있는 토지이다 (표 3). 1975년부터 1979년까지 약 26백만 ha에서 토양유실이 있었다 (표 4).



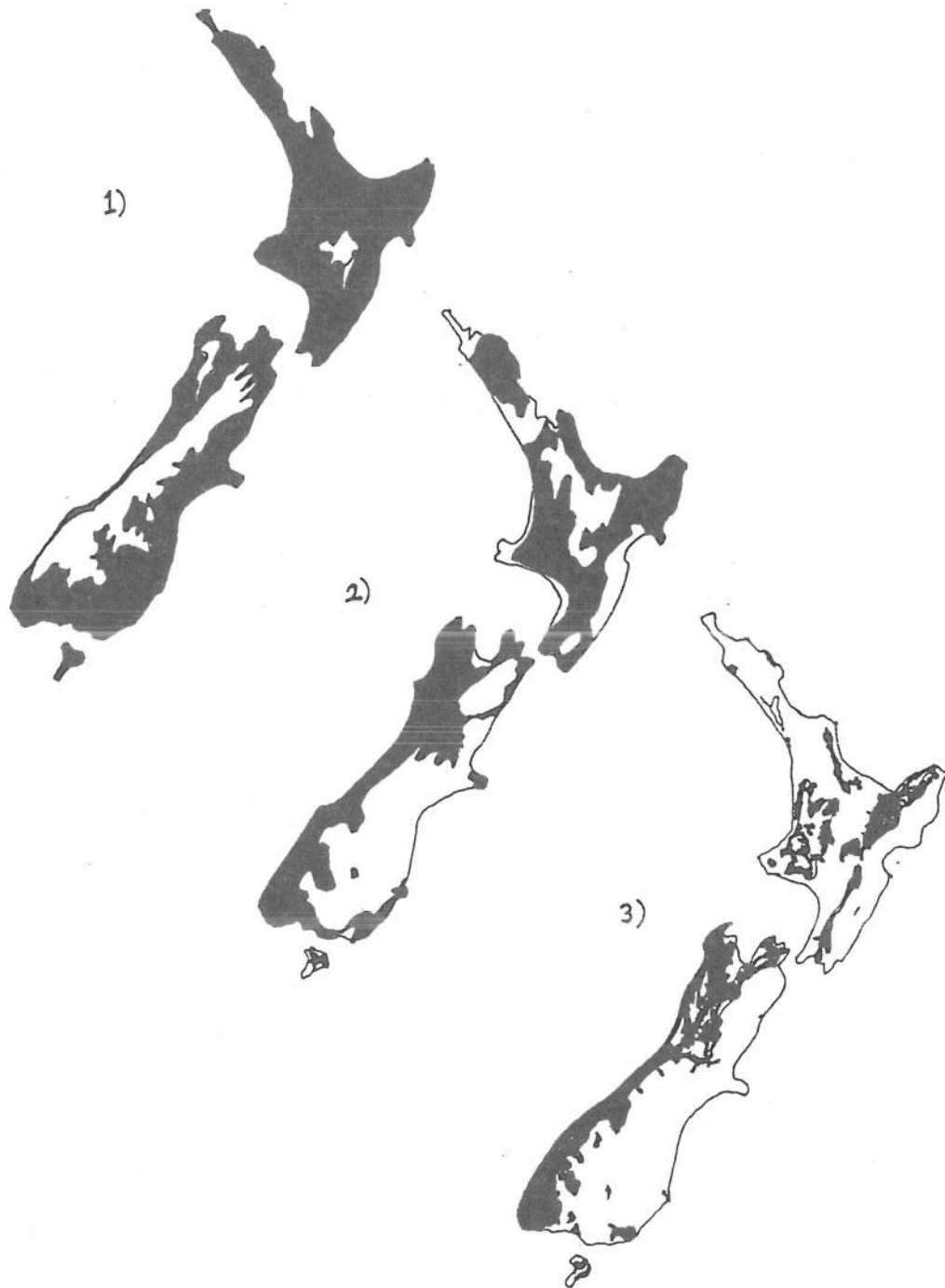


그림 1. 뉴질랜드 산림 훼손면적의 역사적 변천: 1) 1200년경, Maori 족이 정착하기 전, 2) 1840년 경 유럽인들의 이민이 있기 전, 3) 현재의 산림식생 회복상태

표 2. 뉴질랜드의 지형별 면적

| 지형의 형태 |              | 면적 (%) |
|--------|--------------|--------|
| 지형별    | 평탄지          | 29     |
|        | 구릉지          | 21     |
|        | 급경사지         | 48     |
|        | 호수 강         | 2      |
| 고도별    | 300m 이하      | 42     |
|        | 300 - 900 m  | 39     |
|        | 900 - 2100 m | 19     |
|        | 2100 m 이상    | 1      |

표 3. 뉴질랜드 토지이용의 지속가능성

| 토지등급       | 지속 가능한 용도                       | 면적 (%) |
|------------|---------------------------------|--------|
| I, II, III | 다용도 농업(정규적인 경작, 과수원, 목장, 임업 등)  | 14     |
| IV, V, VI  | 목초지 (비정규적 경작), 임업               | 17     |
| VI, VII 일부 | 경작 제한 초지(조림, 휴경 등, 토양유실 방지책 필요) | 28     |
| VII        | 토양유실 방지를 위한 산림이 필요              | 13     |
| VIII       | 자생식생 (산림, tussock 초원지 등)        | 23     |
| 비구분        | 시가지, 호수, 강, 섬 등                 | 5      |

표 4. 토양 유실면적 (1975- 1979)

| 유실 형태                                            | 면적 (백만 ha) |
|--------------------------------------------------|------------|
| 표면 침식 (면침식, 바람침식, 암쇄 등)                          | 13.8       |
| 토양 이동 (soil slip, 사태, earth flow 등)              | 9.6        |
| 유거 침식 (rill, gully, tunnel gully, streambank 침식) | 3.1        |

#### 4. 산림훼손

남아있는 자연산림에 대한 가장 큰 위협은 possum (*Trichosurus vulpecula*, 너구리와 비슷)

과 염소, 사슴에 의한 유묘의 피해이다. 이 피해는 1.8백만 ha의 자연보전국 (Department of Conservation) 산림에 대한 큰 위협이므로 방제비가 증액되고 있으며, 침입 외래 잡초 또한

큰 위협을 주고 있다 (표 5).

지역적으로 자연생태계는 목축, 산불, 배수, 조림, 주택지개발 등으로 변화를 심하게 받고 있으며 내륙의 습지생태계가 가장 큰 위협을 받고 있다. 초원지는 인류가 뉴질랜드에 도착하기 전에는 1-2백만 ha 정도(국토의 5%)였으나 1200년경 마오리가 와서 불을 놓아 산림을 없애면서 8백만ha로 늘어났고, 최근 100년 동

안에는 유럽 이주민에 의하여 농업과 임업이 확장되면서 산림훼손은 국토의 50%인 14백만 ha로 늘어났다. 외래초종에 의한 목초지가 확장되면서, 고유 초본식물은 감소하였다. 고유 초본인 tussock 초원지대는 양과 토끼, 외래침입 잡초로 많이 망가졌으며, 외래초본종이 과다하게 심겨져 있다.

표 5. 야생동물 피해가 심한 국토보전국(Department of Conservation) 소유토지

| 방제작업이 없을 경우의 피해 구분   | 면적 (ha)   |
|----------------------|-----------|
| 심한 피해가 있을 면적      합계 | 1,764,000 |
| 산림 소멸                | 550,000   |
| 주요 수종의 변화            | 1,045,000 |
| 생물 다양성의 심각한 감소       | 170,000   |
| 생물다양성의 경미한 감소 면적     | 1,313,000 |
| 변화가 있을 면적 총합계        | 3,077,000 |

## 5. 토지 생산력 감소의 원인

토지 생산력은 유기물과 양분의 고갈, 산성화로 인하여 전체적으로 감소되고 있으며, 답압과 토양오염이 국부적으로 일어나고 있다 (표 6). 도시와 산업지역에서 7800여개소가 화학적으로 오염되어 있는 것으로 추정하고 이 중에서 약 1500개는 그 상태가 심각하다. 이러한 곳으로는 흙을 덤프한곳, 주유소자리,

제재소, 목재방부처리공장, 화학공장자리 등이 다. 전국 8만개의 농장, 과수원 등에서 수 천 개소가 농장 폐기물을 매장하여 오염된 것으로 생각되지만, 심각한 상태로 알려진 것은 없다 (표 7). 여러 곳의 과수원 토양에서는 살충제에 기인한 중금속이나 DDT 잔유물이 남아 있다. 현재 DDT 잔유물은 잘 처리되고 있어서 가축이나 사람들의 식품에는 거의 들어가지 않는다.

표 6. 지역별 토지의 생산성 쇠퇴정도

| 지역                 | 토양유실 | 답압  | 양분 결핍 |
|--------------------|------|-----|-------|
| Auckland           | 경미   | 국부적 | 국부적   |
| Bay of Plenty      | 경미   | 경미  | 국부적   |
| Gisborne           | 만연   | 경미  | 만연    |
| Wellington         | 국부적  | 경미  | 만연    |
| Nelson-Marlborough | 국부적  | 경미  | 만연    |
| Canterbury         | 만연   | 국부적 | 만연    |
| Otago              | 만연   | 국부적 | 만연    |
| West coast         | 경미   | 경미  | 국부적   |

표 7. 뉴질랜드 농촌 토양에서의 평균 중금속 농도 (ppm)

| 토양               | 비소  | 카드뮴  | 구리 | 납   | 아연  |
|------------------|-----|------|----|-----|-----|
| 목초지 토양           | 4.9 | 0.44 | 17 | 11  | 68  |
| 바이오엄 자연토양        | 4.3 | 0.19 | 17 | 13  | 65  |
| 호주-뉴질랜드 환경오염 허용치 | 20  | 30   | 60 | 300 | 200 |
| 뉴질랜드 농경지 토양 허용치  | 10  | -    | 30 | -   | -   |

## 6. 토지이용과 관련된 문제들

뉴질랜드에서 토지 이용에 관련된 문제로는, ① 농경지와 도시지역에서 생물의 서식지가 자연과 격리된 결과 생태학적인 기능과 생물 다양성의 감소, ② 생태계와 농작물에 대한 야생동물과 병충해, 잡초의 심각한 피해, ③ 산악 고산지대에서의 토양비옥도 감소 등이다.

## 7. 토지이용의 제한에 관한 자원관리법

환경과 관련하여 토지이용을 제한하는 2가지 주요법으로는 자원관리법(the Resources management Act, 1991)과 환경보전법 (the

Conservation Act, 1987) 이다. 자원관리법은 지속가능한 경영을 요구하며, 환경보전법은 보호를 강요하고 있다. 다른 법규들은 고유산림에서의 지속가능한 벌채, 병충해 방제에서의 유기적인 전략, 그리고 독성물질 처리에서는 안전한 처리를 강요하고 있다. 토지이용자들은 지역 자치관청(regional councils)과 정부의 공공과학연구자금 (Public Good Science Fund: PGSF)과 환경관련 자금의 지원을 받아 점차적으로 지속가능한 토지 경영계획과 시행령을 준비하고 있다 (표 8). 지역사회를 기초로 한 조직으로는 토지관리 그룹 (landcare groups), 농민연합, 산림소유자 연합 등이다.

표 8. 지속가능한 토지경영을 위한 연구예산, 1993-1994

| 연구예산 출처                         | 자금 (백만 NZ\$) |
|---------------------------------|--------------|
| 중앙정부                            | 103          |
| Public good science fund (PGSF) | 74           |
| 대학                              | 27           |
| 기타 (농업연구개발 자금, 농업환경연구)          | 2            |
| 지방 정부                           | 4            |

## 8. 토지이용 정보 프로그램

현재 뉴질랜드의 토양, 식생, 토지의 생태계에 대한 많은 정보들이 조금 오래된 것이고 완전하지 못하며, 부분적이고 충분한 근거가 마련되지 못하였지만, 이런 부족한 면을 보완하기 위하여 정부의 프로그램들이 진행되고 있다.

① 환경부(the Ministry for the Environment)의 국가 환경지표 프로그램: 현 토지상태에 대한 핵심적인 지표를 개발. ② 환경부의 지속가능한 토지관리에 대한 국가전략개발. ③ 연구과학 기술부의 지속가능한 국토경영을 위한 국가적인 과학전략. ④ 국토 관리연구원(Landcare research)의 뉴질랜드 국토 자원조사의 보완. ⑤ 국토 관리연구원의 공간적 데이터베이스 지표에 있는 기존자료와 대조. ⑥ 국토관리연구원의 생물다양성 프로그램 개발 ⑦ 국토 자원조사부 (Terralink NZ Ltd)의 위성자료로부터 국토식생 피복도 자료 개발.

또한 국토 관리자를 위한 정보베이스를 개선하기 위하여 노력이 진행 중이다. 토지이용자 단체가 개발한 정보망이나 모니터링 프로

그램, 지방자치 단체의 지도소가 큰 역할을 하고 있으며, 농업부는 농민을 돕기 위하여 지속가능성 지표를 개발하고 있다. 보다 나은 토지경영을 위한 다른 계획들은 정부의 공공 과학연구 자금 (PGSF), 환경부의 지속가능한 경영자금, 농업부의 지속가능한 농업프로그램을 통하여 자금을 확보하고 있다.

## II. 뉴질랜드 토지이용: 역사적인 문제

### 1. 유럽인들이 오기 전에도 산림훼손은 있었다

뉴질랜드에서 지속가능한 토지이용 개념이 원주민인 마오리 (Maori)나 현대의 뉴질랜드인 사회에서 일찍 발달한 것은 아니다. 이미 1550년경에 자원이 모자라서 마오리족은 그 자원과 영역을 지키기 위한 요새화된 정착지를 세웠다. 이러면서 모자라는 자원들의 이용과 개발을 제한하는 규칙과 관습들이 만들어졌는데 어떤 자원은 희귀해져서 특정 족속에

계만 사용이 허락되었고, 어떤 것은 일시적으로 사용이 금지되었다. 대부분의 마오리 부족들은 그들의 영역에 있는 식물과 동물들을 그들의 전통적인 지식과 관습에 따라 수확을 하였다. 하지만 이 관습은 현재 거론되고 있는 생물종이나 생태계 그 자체 가치로서의 보존과 같은 개념은 아니었다. 마오리족의 개념은 자연자원은 사용되기 위해서 존재한다는 것이다.

마오리 사회 중에서 산림에 특히 의존하는 사회는 산림자원을 보호하는 규칙이 잘 발달하였다. 이에 반해서 농작물이나 어업물에 의존하는 사회는 자원사용에 대하여 다른 규칙과 우선 순위를 갖고 있었다. 다행히 뉴질랜드 땅은 마오리 사회를 유지하기에 충분히 컸지만, 다른 태평양 섬 지역의 사람들은 전쟁으로 해를 입지 않았어도 산림이 파괴되거나 식용으로 하던 큰 동물이 멸종된 후에는 다른 곳으로 이주할 수 밖에 없었다.

## 2. 유럽인들이 오면서 산림훼손 가속화

뉴질랜드 땅에서 마오리들이 잡목지대를 태우는 일은 유럽인들이 그 땅에 오기 전에도 다반사로 있었지만 성숙된 산림을 태우는 일은 거의 중단된 상태였다. 1700년대 말경에 갑자기 유럽인들의 기술과 동식물이 들어오면서 산림벌채라는 큰 변화가 있었다 (그림 1). 감자농사를 위해서 산림이 보다 많이 벌채되었고 마오리 사업가들은 호주와 미국으로 농산물 교역도 하였다. 1840년의 와이탕기 조약 (Waitangi treaty) 이후에는 영국계 백인에 의

하여 정부가 수립되고 유럽에서 이민을 받아들이면서 산림벌채가 가속화되었다. 새 정착자들은 한가지 목적 즉, 산림을 이용하여 토양을 경제적으로 생산성 있게 만드는 것이었다. 이러한 점은 후속 정부에도 이어져서 반영되었는데 이들 정부의 우선 목표는 뉴질랜드에 가능한 많은 농지를 조성하는 것이었다. 이런 과정에서 소수의 유럽인과 마오리들은 그들의 전통적인 자원과 신성한 장소들이 파괴되는 것을 보면서 이런 농지의 개발을 반대하였다. 그래서 이러한 파괴를 늦추기 위해서, 논란이 많았던 산림법이 1874년에 통과되기는 하였으나, 경제발전에 장애가 된다는 견해가 많아져서 나중에는 폐지되고 말았다.

1877년에 제정된 토지법은 토양침식과 홍수를 막기 위해서 급경사 산림을 보호하는데 성공적이었다. 여러가지 법과 그것의 수정안이 통과되어 토끼피해 방제와 하천과 초지를 전담하는 부서가 생겨났다. 1800년대 말에는 유럽인들이 농장을 일구면서 산림벌채가 더 증가하였다. 이러한 훼손은 1920년까지 계속되어 실제로 이용가능한 토지는 모두 점유되고, 벌채가능한 고유산림 면적이 크게 줄어서 1900년대 말에는 앞으로 목재부족이 있을 것이라고 예견하기도 하였다.

## 3. 집약적 농지경영이 환경문제를 불러오다

북섬과 남섬의 산악 초원지대에서는 침식이 심해져서 농작물과 목초생산 감소가 심각해졌다. 이때 단지 많은 산림을 베어내어서 농토



를 넓히는 것만으로는 생산을 증가시킬 수 없다는 것이 인식되어서 농업은 집약적으로 되기 시작하였다. 그 후 정부는 기존 농토에서 보다 집약적인 생산을 고무시켰고 이를 위해서 농부들은 작물과 가축, 목초에서 보다 나은 품종을, 토양에서는 비옥도 개선을, 그리고 침식이나 홍수 한발 병충해 등의 피해로부터는 보호를 받기를 원하게 되었다. 1920년대에 정부는 산림청, 과학산업연구국, 농업부에 농지국을 만들었고 도시계획법을 통과시켜서는 도시가 농토를 잠식하는 것을 제한하였다. 토지조사가 이 당시에 이루어져서 토지이용도 구분이 완성되었다.

1920년대 부터 그후 50년간의 농업생산은 농지를 넓히기 보다는 가축수를 늘리고, 단위면적당 생산량을 늘리면서 이루어졌다. 집약적인 농업은 보다 비옥한 땅에서 시작되어 비행기와 불도저, 4륜차가 동원되어 급경사 산지에까지 비료를 뿌리게 되었다. 또한 비행기를 이용하여 그 당시 새로 나온 유기염소살충제 (예, DDT)를 대면적의 농지에 뿌려 땅속에서 목초의 뿌리를 가해하는 곤충들을 방제하였다. 1941년에 토양보전 및 하천 통제법이 통과되어 집수지역내 홍수와 침식을 효과적으로 방제하게 되었다. 이 집수구역 관리당국은 토양보전 전문가를 고용하여 농지에서 침식정도를 평가하고 침식을 줄이는 일을 하도록 하였으며 한천의 배수관계도 계획하였다. 이렇게 현대적이고 집약적으로 농지와 외래수종 조림지를 관리한 결과 1940년대부터 1960년대까지 토지생산성은 두드러지게 증가하였고 기계화된 농업으로 남은 잉여노동력은 도시로 대대적으

로 유입되었다.

#### 4. 정부보조금 중지 : 시장의 힘에 맡기다

그러나 1970년대에는 양모 제품에서 얻은 수출소득이 가격인하, 수송비 증가, 영국시장으로의 접근 제한 등으로 감소하기 시작하였다. 이에 대해서 그 당시의 정부는 농부들을 보조하여 가축수를 늘리고 한계농지를 더 개발하고자하였다. 이는 결국 토양과 고유식생에 압박을 더욱 가하는 셈이 되었다. 하지만 이런 정부의 보조조치는 1980년대 중반의 경제구조개편으로 중지되었다.

아직도 농업의 집약화는 농정의 목표이기는 하지만 지금은 생산품의 질과 다양성 그리고 마케팅에 더욱 역점을 두고 있다. 이 목표를 달성하는데 정부보조보다는 시장의 힘이 더욱 효율적이라고 보여진다. 자문 서비스는 연구기관들 처럼 공사화내지 민영화가 되었다. 정부보조는 대부분의 농업사업에서 없어졌으며, 정부가 가지고 있던 외래수종 조림지의 벌채권은 매각되었다. 정부는 소득세를 낮추었고, GST(Goods and service tax, 상품서비스세)를 도입하였으며 보호관세율을 낮추었다. 이 개혁의 결과로 토지에 기반을 둔 생산자들은 현재 국내와 국외시장에 더욱 노출되었으며, 원예와 농임업, 낙농업에 투자가 늘고 전통적인 양과 소고기 생산업에는 투자가 줄었다. 이렇게 시장의 힘에 따르는 상태에서, 토지의 지속가능한 경영은 그 지역사회와 지방자치 단체의 감시 아래 각 개인에게 맡겨진 책임을 통하여 장기간에 걸쳐서 이루어진다.

1991년의 자원경영법에 따르면, 지방당국이 생태계의 생물다양성을 포함하는 자연-물리자원이 지속가능하게 운영되고 있는지를 확인할 책임이 있다. 비록 농민을 위한 중앙정부의 재정지원이 대부분 끝났지만, 많은 지방자치단체는 자문 및 지도 봉사를 계속하고 농장의 침식방제 계획에는 재정지원을 계속하고 있다. 토지의 지속가능성을 달성하기 위하여 필요한 경우에는 자원경영법에 명시된 지방자치단체의 정책과 계획을 통해서 지방조례를 적용하고 있다.

## 5. 새로운 개념, 지속가능성,으로 토지 문제의 해결을 추구

뉴질랜드가 갖고 있는 토지에 대한 주요 문제는 ① 토양을 안정시키는 식생이 많이 없어진 것, ② 농업과 자연생태계에 위협을 주는 병충해, ③ 산림훼손으로 인한 식생피복도와 토양비옥도 감소, 그리고 이에 따른 토양유실 위험성 증가, ④ 도시권 개발 및 집약적인 목축과 경작으로 인한 답압, 산성화, 토양오염 등에 기인한 생산력 높은 토양의 감소, ⑤ 한 발이나 홍수 같은 기상재해에 취약한 토지의 증가, ⑥ 농토로부터 유입된 오염물질에 의한 지표수와 지하수 오염 등이다.

이런 문제를 해결하기 위한 법과 정책 계획들은 아직 새롭기만 한 상태이다. 하지만 이 문제해결을 위한 방법은 보다 좋은 정보와 모니터링이라고 이해되고 있으므로 농토의 지속가능성 지표, 지역 모니터링 프로그램, 국가환경지표, 국가연구전략, 국토지피식생 데이터베

이스, 보전지구의 지도작성 등을 준비하고 있다. 한편으로는 이 정보를 어떻게 사용하느냐에 따라 지속가능한 토지 경영이 실현될 수 있다고도 한다.

뉴질랜드의 주요한 환경법들은 환경의 지속가능성 윤리에 근거하여 마련되었다고 한다. 하지만 여전히 많은 경우 토지경영에 대한 의사결정은 장기적인 환경을 고려하기 보다는 단기간의 경제적인 동기에 좌우된다. 이런 단기적인 안목이 생산성이 떨어진 여러 농지에서 나타나고 있지만, 결과적으로는 양의 수가 줄어들고 한계농지는 산림으로 전환되면서 자연환경에 긍정적인 면이 나타나고 있다는 것이다. 최근에 농업과 임업에서의 변화가 정말로 뉴질랜드의 녹화로 향하기를, 또 토지이용에 대한 새로운 윤리, 즉 지속가능한 경영이 뿌리내리기를 기대하고 있다.

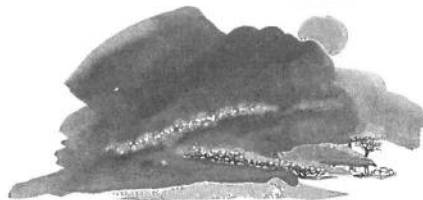
## 결론

뉴질랜드의 토지이용은 자연 생태계와 토양에 상당한 영향을 미쳤다. 토지를 이용한 산업활동 특히 농업은 대기와 수자원 오염의 원인이 되기도 하였다. 하지만 이 부정적인 영향이 자연의 생물 다양성에까지도 심각하게 미친 것은 잘 인식되지 않았다고 한다. 이 영향으로 농업에 필요한 어마어마한 양의 생물서식지가 없어졌고, 많은 고유 생물종들이 여전히 줄어들고 있다고 한다. 이 생태적인 쇠퇴를 붙잡는 것이 오늘날 뉴질랜드 토지 경영자들이 직면한 업무라고 한다. 그래서 인제는 토지 이용에 대하여 지속가능한 경영이라는 새로운 윤리가

뉴질랜드에서 뿌리를 내리고 있다고 할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

1. 산림청. 1996. 해외임업 투자환경. p 275.
2. Hammond, D. editor. 1995. NZIF 1995 Forestry Handbook, New Zealand Institute of Forestry Inc. Christchurch, New Zealand p 240.
3. McLaren, R.G. and Cameron, K.C. 1996. Soil Science. Sustainable production and environmental protection. Oxford University Press, Auckland, p 304,3.
4. Taylor, R and Smith, I 등 1997. The state of our land. 8장 1-108. In the state of New Zealand's environment 1997. The ministry for the environment. Wellington, New Zealand.



## 독일 헷센(Hessen)주의 산림입지조사

배 상 원

임업연구원 이학박사

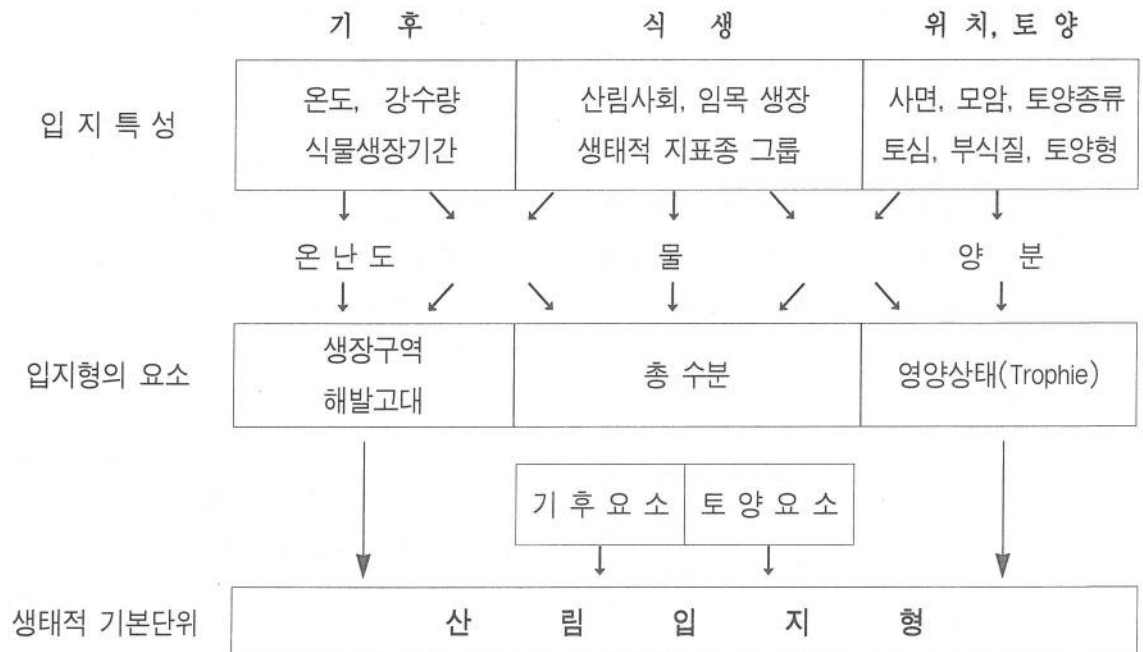
### 1. 일반사항

헷센주의 산림입지조사는 입지에 맞는 수종 선발, 수확예측과 입지에 맞는 생산계획을 위한 기본자료를 제공한다. 그리고 산림생태, 임분생장, 경영을 위한 조사는 적절한 규모로 조사방법을 세분한다.

헷센주의 산림입지조사는 영림계획작성시에 같이 실시하며 필요시에는 입지조사관이 별도로 참여할 수 있다.

### 2. 입지조사 체계

헷센주의 산림입지 조사방법은 헷센주지역(광역)을 대상으로하여 기후, 식생, 토양을 기본으로 하는 일단계 조사법으로 소지역의 생태적 구분없는 것이 특징이다. 이방법은 한가지 인자만을 이용하여 입지형을 구분하는 것이 아니라 여러인자를 복합적으로 이용한다.



〈그림 1〉 광역 조사방법에서의 산림 입지형 도출단계

〈그림1〉은 기후, 식생, 토양이 기본이 되는 조사체계와 이에 따라 인자들이 세분되는 것을 보여주고 있다. 입지조사의 결과로 나타나는 최종 기본단위인 산림입지형은 다음과 같은 4가지 요소에 의해 결정 되어진다

- 생육권
- 기후(습기)
- 입지수분
- 토양양분상태(Trophie)

### 3. 입지특성

#### 3.1 기후특성

습도와 생육권의 구분을 위하여서는 다음과 같은 1891년~1955년사이 기후자료의 평균치를 이용하여 기후를 표시하였다.

- 년평균 기온
- 5월~9월사이의 평균 기온
- 년평균 강수량
- 5월~9월사이의 강수량

기후자료가 없는 지역은 가까운 지역의 기후자료를 바탕으로 해발고, 지형등을 고려하여 해당지역에 맞게 자료를 수정하여 이용한다.

#### 3.2 식생특성

식생 특성은 산림입지형의 4가지 요소의 구분을 위하여 이용된다. 이것을 위한 기본자료로서는 “생태적 지표종그룹”의 지표수치나 “산림사회”에 관한 표를 들 수 있다. 추가적으로 헛센주에서 장기간 조사연구한 입지와 식

생과의 연관관계(입지와 임목생장관계도 포함) 연구자료를 이용할 수 있다.

### 생태적 지표종 그룹

#### I 건조하거나 온난한 입지에 출현하는 식물 생태종 그룹

##### 1 조부식질(Rohhumus) 유기물

임분이 소개되고 건조한 곳에 주로 나타나며 과습 강산성 토양으로 가끔 건조해지는 입지에서도 출현하는 식물종 그룹

: Flechten그룹

##### 2 조부식질(Rohhumus)와 불량한 Moder 유기물

토양이 척박하고 강산성 토양에 주로 나타나는 식물종 그룹 : Leucobryum그룹

##### 3 양호한 Moder 유기물

건조하거나 약간의 입지에 주로 나타나는 식물종 그룹 : Carex montana 그룹

##### 4 F-Mull~L-Mull

약산성~중성 알카리 토양에 나타나는 식물종 그룹 : Silene nutans그룹

##### 5 L-Mull

석회지역의 토양에 주로 나타나는 식물종 그룹 : Chrysanthemum그룹

#### II 약건~약적윤(maessig frisch) 입지에 출현하는 식물 생태종 그룹

##### 1 조부식질(Rohhumus) 유기물

강산성 토양에 나타나는 식물종(과습지에서 나타남) 그룹 : Vacciniummyrtillus그룹

##### 2 불량한 Moder 유기물

- 2a 산성토양에 주로 출현하는 식물종 그룹  
: *Deschampsia flexuosa* 그룹
- 2b 준해양성 기후와 산성토양의 너도밤나무림/참나무림에 나타나는 식물종 그룹  
: *Lonicera periclymenum* 그룹
- 3 건~습한 토양과 산성~알카리성 토양에 나타나는 가장 생태적 범위가 넓은 식물종으로 Mull을 형성하는 토양과의 구분할 수 있는 구분종으로 이용할 수 있음
- 3a 양호한 Moder 유기물 : Moder~Mull을 형성하는 토양에 나타나는 식물종 그룹  
: *Anemone nemorosa* 그룹
- 3b F-Mull : 3a 보다 입지요구도가 높은 식물종 그룹 : *Asperula* 그룹
- 3c 온난한 입지에 나타나는 식물종 그룹  
: *Stellaria holostea* 그룹
- 4 L-Mull  
양분요구가 높은 식물종 그룹  
: *Galeobdolon* 그룹
- 4-5 L-Mull  
염기요구도가 높은 식물종 그룹  
: *Mercurialis* 그룹
- 5 중성~알카리성 토양의 L-Mull  
알카리성~중성(약산성), 과습하지 않은 토양에 주로 나타나는 식물종 그룹  
: *Cephalanthera* 그룹
- ### III 적윤 ~ 습윤 토양에 출현하는 식물 생태종 그룹
- 1 조부식질(Rohhumus) 유기물  
산성~강산성 토양으로 건조하지 않은 입지에 출현하는 식물종 그룹 : *Blechnum* 그룹
- 2 불량한 Moder 유기물  
적윤~습, 산성인 토양에 주로 나타나는 식물종 그룹 : *Oxalis* 그룹
- 3 양호한 Moder 유기물  
적윤~습, 약산성의 입지에 나타나는 식물종 그룹 : *Gymnocarpium dryopteris* 그룹
- 4 F-Mull(일부 L-Mull)  
4a 적윤~습, 양분이 많은 토양에 나타나는 식물종 그룹 : *Stachys* 그룹  
4b 식양토, 초봄에 적윤~습하며 여름에 건조한 토양에 주로 나타나는 식물종 그룹 : *Ficaria* 그룹  
4c 질소가 많은 토양에 나타나는 식물종 그룹 : *Aegopodium* 그룹
- 5 L-Mull  
5a 질소가 풍부, 초봄에 적윤~습 토양에 나타나는 식물종 그룹 : *Corydalis* 그룹  
5b 음지의 적윤~적습한 토양에 나타나는 식물종 그룹 : *Lunaria* 그룹
- ### IV 적윤 ~ 습윤 토양에 출현하는 식물 생태종 그룹
- 1 조부식질(Rohhumus)과 불량한 Moder 유기물  
1a 산성~강산성, 습하거나 건·습한 입지에 출현하는 식물종 그룹  
: *Molinia caerulea* 그룹  
1b 건·습한 입지에 출현하는 식물종 그룹  
: *Pteridium aquilinum* 그룹
- 2 Moder  
지표부가 답압되었거나 교대로 건습한 토



양에 주로 나타나는 식물종 그룹

: *Deschampsia cespitosa* 그룹

3-4a 양호한 Moder~Mull 유기물

약산성이며 수분조건이 좋은 입지에 주로 나타나는 식물종 그룹 : *Carex remota* 그룹

3-4b 양호한 Moder~Mull 유기물

산악지에서 주로 나타나는 식물종 그룹(다른 그룹의 3과 4의 조건이 같음)

: *Chaerophyllum hirsutum* 그룹

4-5 F-, L-Mull이나 습지Mull 유기물

약산성~알칼리성, 습한 토양에 나타나는 식물종 그룹 : *Carex pendula* 그룹

V 적습~과습한 토양에 출현하는 식물 생태종 그룹

1-2 습한 조부식질(Rohhumus) 유기물

산성~강산성의 과습한 입지에 출현하는 식물종 그룹 : *Vaccinium uliginosum* 그룹

3 습한 Moder~습한 Mull 유기물

과습하며 약산성~중성 토양에 출현하는 식물종 그룹 : *Filipendula ulmaria* 그룹

4-5 습한 Mull~Anmoor

지하수가 지표까지 일시적으로 올라오는 토양에 나타나는 식물종 그룹

: *Carex acutiformis* 그룹

### 생태적 지표종 식물종과 지표치

| 종 명                            | 지 표     | 종 명                                 | 지 표      |
|--------------------------------|---------|-------------------------------------|----------|
| <i>Actaea spicata</i>          | III 5b  | <i>Campanula trachelium</i>         | II 4-5   |
| <i>Adenostyles alliariae</i>   | IV 3-4b | <i>Carex acutiformis</i>            | V 4-5    |
| <i>Adoxa moschatellina</i>     | III 5a  | <i>Carex brizoides</i>              | IV 2     |
| <i>Aegopodium podagraria</i>   | III 4c  | <i>Carex digitata</i>               | I 3      |
| <i>Agropyron caninum</i>       | III 4c  | <i>Carex humilis</i>                | I 5      |
| <i>Ajuga reptans</i>           | III 3   | <i>Carex montana</i>                | I 3      |
| <i>Allium ursinum</i>          | III 5a  | <i>Carex pallescens</i>             | IV 1a    |
| <i>Anemone nemorosa</i>        | II 3a   | <i>Carex pendula</i>                | IV 4-5   |
| <i>Anemone ranunculoides</i>   | III 5a  | <i>Carex pilosa</i>                 | II 3a    |
| <i>Angelica sylvestris</i>     | V 3     | <i>Carex pilulifera</i>             | II 2a    |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>   | II 2b   | <i>Carex remota</i>                 | IV 3-4a  |
| <i>Asarum europaeum</i>        | II 4-5  | <i>Carex sylvatica</i>              | II 3b    |
| <i>Asperula odorata</i>        | II 3b   | <i>Carex umbrosa</i>                | II 3b    |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> | I 4     | <i>Catharinaea undulata</i>         | II 3b    |
| <i>Athyrium filix-femina</i>   | III 3   | <i>Cephalanthera damasonium</i>     | II 5     |
| <i>Aulacomnium palustre</i>    | VI 2    | <i>Cephalanthera rubra</i>          | I - II 5 |
| <i>Bazzania trilobata</i>      | III 1   | <i>Chaerophyllum hirsutum</i>       | IV 3-4b  |
| <i>Blechnum spicant</i>        | III 1   | <i>Chrysanthemum corymbosum</i>     | I 5      |
| <i>Brachypodium pinnatum</i>   | I 4     | <i>Chrysosplenium alternifolium</i> | IV 4-5   |
| <i>Bromus ramosus</i>          | II 4-5  | <i>Cynanchum vincetoxicum</i>       | I 5      |

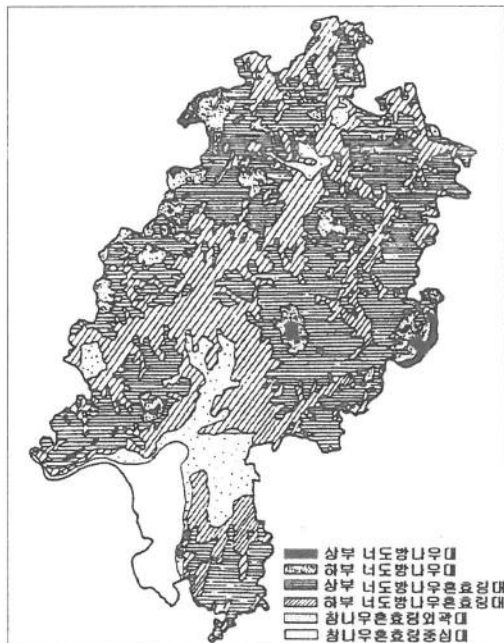
| 종 명                                  | 지 표      | 종 명                               | 지 표          |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------------|--------------|
| <i>Calamagrostis arundinacea</i>     | II 3a    | <i>Circaea alpina</i>             | IV 3-4b      |
| <i>Calamagrostis canescens</i>       | VI 3     | <i>Circaea intermedia</i>         | IV 4-5       |
| <i>Calamagrostis varia</i>           | II 5     | <i>Campanula trachelium</i>       | II 4-5       |
| <i>Calamagrostis villosa</i>         | III 1    | <i>Carex acutiformis</i>          | V 4-5        |
| <i>Calla palustris</i>               | VI 3     | <i>Carex brizoides</i>            | IV 2         |
| <i>Calluna vulgaris</i>              | I 2      | <i>Carex digitata</i>             | I 3          |
| <i>Campanula persicifolia</i>        | I 4      | <i>Carex humilis</i>              | I 5          |
| <i>Carex montana</i>                 | I 3      | <i>Iris pseudacorus</i>           | VI 4-5       |
| <i>Carex pilosa</i>                  | II 3a    | <i>Lamium galeobdolon</i>         | II 4 (III 3) |
| <i>Carex remota</i>                  | IV 3-4a  | <i>Lathyrus montanus</i>          | II 2a        |
| <i>Carex sylvatica</i>               | II 3b    | <i>Lathyrus vernus</i>            | II 4-5       |
| <i>Carex umbrosa</i>                 | II 3b    | <i>Ledum palustre</i>             | V 1-2        |
| <i>Catharinaea undulata</i>          | II 3b    | <i>Leucobryum glaucum</i>         | I 2          |
| <i>Cephalanthera damasonium</i>      | II 5     | <i>Leucojum vernum</i>            | III 5a       |
| <i>Cephalanthera rubra</i>           | I - II 5 | <i>Lilium martagon</i>            | II 4-5       |
| <i>Chrysanthemum corymbosum</i>      | I 5      | <i>Lonicera periclymenum</i>      | II 2b        |
| <i>Chrysosplenium oppositifolium</i> | IV 4     | <i>Luzula luzuloides = albida</i> | II 2c        |
| <i>Cynanchum vincetoxicum</i>        | I 5      | <i>Luzula pilosa</i>              | II 3a        |
| <i>Circaea alpina</i>                | IV 3-4b  | <i>Luzula sylvatica</i>           | III 1        |
| <i>Circaea intermedia</i>            | IV 4-5   | <i>Lycopodium annotinum</i>       | III 1        |
| <i>Elymus europaeus</i>              | II 4-5   | <i>Lysimachia nemorum</i>         | IV 4-5       |
| <i>Epilobium montanum</i>            | II 3b    | <i>Melampyrum nemorosum</i>       | II 4         |
| <i>Equisetum sylvaticum</i>          | IV 3-4a  | <i>Melampyrum pratense ssp.</i>   | II 1         |
| <i>Euphorbia amygdaloides</i>        | II 4-5   | <i>Melandrium rubrum</i>          | IV 3-4a      |
| <i>Eurhynchium striatum</i>          | II 3c    | <i>Melica nutans</i>              | I 3          |
| <i>Festuca altissima</i>             | II 3a    | <i>Melica uniflora</i>            | II 3b        |
| <i>Filipendula ulmaria</i>           | V 3      | <i>Milium effusum</i>             | II 3a        |
| <i>Flechten</i>                      | I 1      | <i>Minium undulatum</i>           | III 4c       |
| <i>Galium hircynicum</i>             | III 2    | <i>Mycelis muralis</i>            | II 3b        |
| <i>Galium odoratum</i>               | II 3b    | <i>Nardus stricta</i>             | II 1         |
| <i>Galium rotundifolium</i>          | II 3a    | <i>Neottia nidus-avis</i>         | II 4         |
| <i>Galium sylvaticum</i>             | II 3c    | <i>Oxalis acetosella</i>          | II - IV 2-4  |
| <i>Geranium sanguineum</i>           | I 5      | <i>Peucedanum cervaria</i>        | I 5          |
| <i>Geum rivale</i>                   | V 4-5    | <i>Phalaris arundinacea</i>       | V 3          |
| <i>Geum urbanum</i>                  | II 4     | <i>Phyllitis scolopendrium</i>    | III 5b       |
| <i>Glechoma hederacea</i>            | III 4b   | <i>Phyteuma nigrum</i>            | II 3c        |
| <i>Gymnocarpium dryopteris</i>       | III 3    | <i>Phyterma spicatum</i>          | II 3b        |
| <i>Hedera helix</i>                  | II 3a    | <i>Pleurozium schreberi</i>       | II 1         |
| <i>Hepatica nobilis</i>              | II 5     | <i>Poa nemoralis</i>              | II 3a        |
| <i>Hieracium sylvaticum</i>          | II 3a    | <i>Polygonatum multiflorum</i>    | II 4         |
| <i>Holcus mollis</i>                 | II 2b    | <i>Polygonatum verticillatum</i>  | II 3a        |
| <i>Hypericum montanum</i>            | I 4      | <i>Polytrichum commune</i>        | V 1-2        |
| <i>Hypnum cupressiforme</i>          | II 1     | <i>Polytrichum formosum</i>       | II 2a        |
| <i>Impatiens noli-tangere</i>        | III 4a   | <i>Polytrichum juniperinum</i>    | I 2          |

| 종 명                                 | 지 표     | 종 명                            | 지 표     |
|-------------------------------------|---------|--------------------------------|---------|
| <i>Potentilla sterilis</i>          | II 3c   | <i>Silene nutans</i>           | I 4     |
| <i>Prenanthes purpurea</i>          | II 3a   | <i>Sphagnum girgensohnii</i>   | III 1   |
| <i>Primula elatior</i>              | III 4b  | <i>Stachys sylvatica</i>       | III 4a  |
| <i>Primula veris</i>                | II 5    | <i>Stellaria holostea</i>      | II 3c   |
| <i>Pteridium aquilinum</i>          | IV 1b   | <i>Stellaria nemorum</i>       | IV 3-4b |
| <i>Pulmonaria officinalis</i> coll. | II 4-5  | <i>Teucrium scorodonia</i>     | II 2b   |
| <i>Ranunculus aconitifolius</i>     | IV 3-4b | <i>Thelypteris limbosperma</i> | III 2   |
| <i>Ranunculus ficaria</i>           | III 4b  | <i>Trientalis europaea</i>     | III 2   |
| <i>Ranunculus lanuginosus</i>       | II 4-5  | <i>Urtica dioica</i>           | III 4c  |
| <i>Rhytidiadelphus loreus</i>       | III 2   | <i>Vaccinium myrtillus</i>     | II 1    |
| <i>Rosa arvensis</i>                | II 3c   | <i>Vaccinium uliginosum</i>    | V 1-2   |
| <i>Sanicula europaea</i>            | II 4-5  | <i>Vaccinium vitis-idaea</i>   | I 1     |
| <i>Sarothamnus scoparius</i>        | II 2b   | <i>Valeriana dioica</i>        | V 3     |
| <i>Scrophularia nodosa</i>          | II 3b   | <i>Veronica officinalis</i>    | II 2a   |
| <i>Senecio fuchsii</i>              | II 3a   | <i>Vinca minor</i>             | II 4    |
| <i>Sesleria varia</i>               | I 5     | <i>Viola sylvatica</i>         | II 3b   |

### 3.3 토양특성

토양수분과 토양양분에 관하여 식생학적으로 구분이 되면 토양조사는 오가(토양단면 간

이 조사봉)를 이용하여 무작위로 표본을 채취하여 재확인한다. 그리고 추가로 토양 표본이 필요한 경우에는 별도의 조사를 한다



〈그림 2〉 헷센주의 산림대

#### 4. 산림 입지형의 구성 요소

##### 4.1 자연 산림대

“자연 산림대에 따른 수직-수평적 구분”은 기후변화 차이가 심한 산악지가 많은 헷센주의 특성에 따라 기후 온난성을 표시하기에 적합하다. 헷센주 지역은 너도밤나무림대, 너도밤나무혼효림대, 참나무혼효림대등의 3가지 산림대로 대분되고 각 산림대는 다시 상부와 하부산림대로 세분되어 헷센주의 산림대는 총 6개 산림대로 구분된다.

##### 4.2 기후 습기(Klimafeuchte)

수분 기후 요소는 습기(Klimafeuchte)로서 표현된다. 습기의 표시는 식물 생장기간의 습도 인덱스이다. 습도 인덱스는 다음과 같이 산출한다.

$$i = \frac{\text{mmVz}}{tVs + 10}$$

mmVz : 5월~9월 동안의 평균 강수량

Vs : 5월~9월 동안의 평균 기온

10 : 상수

헷센주 지역은 mmVz(5월~9월 사이의 평균 강수량)가 250~500, tVs(5월~9월 사이의 평균 기온)은 약 섭씨 11도~17도로 습도 인덱스는 9~24로 습도인덱스에 따른 기후는 <표 1>과 같이 해양성기후, 대륙성기후로 대분된다.

<표 1> 기후(습기)와 습도 인덱스

| 습도인덱스       | 기후(습기)    |
|-------------|-----------|
| >20         | 극도의 준 해양성 |
| 18.0 ~ 19.9 | 강도의 준 해양성 |
| 16.0 ~ 17.9 | 중도의 준 해양성 |
| 14.0 ~ 15.9 | 약도의 준 대륙성 |
| 12.0 ~ 13.9 | 약도의 준 대륙성 |
| 10.0 ~ 11.9 | 중도의 준 대륙성 |
| <9.9        | 강도의 준 대륙성 |

##### 4.3 토양수분

토양수분은 수분의 토양요소와 사면기복 요소를 의미한다. 뿌리 공간의 보수능력, 물을 저장하는 토양층, 지하수영향, 지형적인 영향 등이 토양수분을 나타내는 지표이다.

적윤(frisch) : 통풍과 통습이 잘 되는 토양

건(trocken) : 수분공급이 불충분한 토양

습(feucht) : 수분공급이 많지만 토양내 산소공급이 되는 토양

과습(nass) : 수분공급이 과다하며 수분내 용존산소도 낮은 토양

주기적 습(wechselfeucht) : 봄에는 수분공급이 과잉상태이고 여름에는 부족되는 토양, 년중 수분공급의 과잉기간이 길음

주기적 건(wechselsnass) : 주기적 습과는 반대로 수분결핍 기간이 긴 토양

##### 4.4 토양양분 등급(Trophie)

토양의 양분상태를 나타내는 것은 생태적

식생학에서 발전시킨 것이 토양양분 등급(Trophie)이다. 토양양분 등급(Trophie)은 토양의 생물활성도, 물질순환의 집약도, 특정 식물종의 출현과 종다양성에 영향을 끼치는 질적인 기준에 따른 양분공급을 나타낸다.

수목근부를 포함하는 잠재 토양양분 등급(Trophie)도 표시되어야 한다.

〈표 2〉 토양양분 등급(Trophie) 구분 기준

| 산림 사회의 특성 | 유기물형  | 양분 공급 수준 |
|-----------|-------|----------|
| 식물 종이 다양함 | mul   | 과영양      |
| Luzula 우점 | moder | 영양       |
| 산앵도가 우점   | 조부식질  | 영양결핍     |

\* 중간 단계로 표시하는 것도 가능함

#### 4.5 산림 입지형의 명명

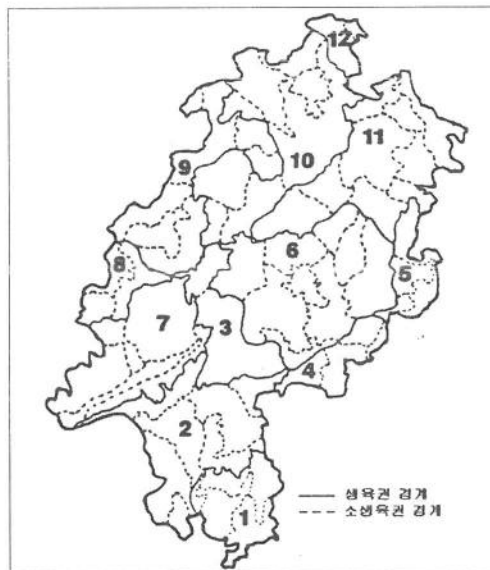
산림 입지형의 이름은 입지의 4가지 요소를 모두 사용하거나 수분상태와 산림사회명을 이용할 수 있다.

예: 하부 너도밤나무 산림대-강한 준 해양성-수분 중(frisch)-과영양 이나 적운 Dentaria-너도밤나무림.

이와 같은 경우에는 모암과 토양형을 추가로 삽입할 수 있다.

#### 5. 지역 구분

조림적 주요점, 국토개발계획의 산림지역 경계 그리고 다른 목적들을 위하여 헝센주 전지



〈그림 3〉 헝센주의 지역구분(생육권과 소생육권)

#### 12개 생육권

1. Odenwald
2. Hess, Rhein-Main-Ebene
3. Wetternaul와 Giessener Becken
4. Spessart
5. Rhoe
6. Vogelsberg과 oestl. Sandsteingebiet

7. Tanus
8. Wester Wald
9. Noerdl. hess, Schiefergebirge
10. Nordwesthessisches Bergland
11. Nordosthessisches Bergland
12. Weserbergland

역은 12개 생육권역으로 구분되었고 12개 생육권역은 64개 소생육권으로 세분되었다.

생육권역은 지질적, 지형적 인자를 기준으로 구분되었기 때문에 지리적 경관과 식물지리와의 일치한다. 소생육권의 경계는 토양도를 일차 기준으로 구분하였으며 이어서 기후인자와 경관이 2차적 기준으로 이용되었다.

## 6. 조사과정

산림입지형의 경계는 축적 1:5000 지도에 표시한다. 조사야장에는 임분별로 (경우에따라서는 임상별) 입지요소를 기재한다 : 입지요소는 생육권역, 기후습기, 입지수분, 토양양분(Trophie)의 소생육권이다.

산림입지조사와 입지도 작성은 아래와 같은 방법을 기준으로 하지만 상황에 따라 유동성의 범위가 넓으며 조사를 하는 순서는 아래와 같다.

1) 예비조사 : 지형에 따라 토양단면조사를 실시하여 본조사 이전에 조사지역의 대표적인 토양과 빈번도를 인지한다.

### 2) 현지조사

- ① 산림입지조사는 가능한 한 임반이나 소반 단위로(경우에 따라서는 임상단위) 실시한다.
- ② 50미터 간격을 기준으로 한 간이토양조사를 오가를 이용하여 실시한다. 급경사지에서는 조사간격의 거리를 넓게 할 수도 있다. 오가를 이용한 토양조사가 힘

들 경우(토심이 얇거나 돌이 많은 토양)에는 30cm되는 구덩이를 파서 실시한다.

- ③ 오가를 이용한 토양조사 지점, 토양단면조사 지점은 지도에 정확히 표시되어야 한다. 위치는 경계선, 도로, 계곡 등을 기점으로 하여 설정한다.
- ④ 한 임반내의 토양조사 지점은 일련번호를 부여하고 토양조사 결과와 지피식물상, 임분, 지형 등의 특성을 간략히 적는다.
- ⑤ 산림입지형의 경계는 가능하면 입지조사시에 지도에 표시를 한다  
- 경계 설정을 위하여서는 식생도등 보조자료를 이용한다.

## 7. 산림입지도 작성

산림입지형은 산림입지형그룹으로 다음과 같이 편성된다.

- 너도밤나무림대 준해양성
- 너도밤나무-혼효림대 준해양성
- 너도밤나무-혼효림대 준대륙성
- 참나무-혼효림대 준대륙성

〈그림 4〉는 너도밤나무대 준해양성그룹에 해당되는 입지구분체계를 보여준다

입지구분시에 전산화를 위하여 4자리 숫자로 입지를 구분하는데 첫째자리는 산림대, 둘째자리는 기후수분, 셋째자리는 입지수분, 넷째자리는 토양양분을 표시하여 4자리 숫자로 입지구분이 가능하도록 하였다. 산림대는 1~



6. 기후는 1~7, 입지수분은 1~9, 토양양분은 1~3의 숫자로 표기한다.

생육권:상부 너도밤나무대 

|   |  |  |
|---|--|--|
| 6 |  |  |
|   |  |  |

 기후(습도): 강적 

|   |  |  |
|---|--|--|
| 6 |  |  |
| 5 |  |  |

 준해양성

# 토양양분

## 토양수분

### 과

□□□1

### 적

□□□2

### 결핍

□□□3

과 습 □□7□

물푸레-오리나무림

적 □□□2

흑오리나무림

결핍 □□□3

자작나무 소림

건 습 □□6□

너도밤나무-산단풍나무림

적 □□□2

자작-너도밤나무림

결핍 □□□3

자작나무림

특수 습 □□8□

유용활엽수-전석지림

적 □□□2

자작-마가목-전석지림

결핍 □□□3

자작-마가목-전석림

습 □□5□

산단풍-물푸레-오리나무림

적 □□□2

자작-오리나무림

결핍 □□□3

초지-자작나무림

적 습 □□2□

산단풍-너도밤나무림

적 □□□2

너도밤나무림

결핍 □□□3

너도밤나무림

적 □□1□

산단풍-너도밤나무림

적 □□□2

너도밤나무림

결핍 □□□3

너도밤나무림

약 적 □□3□

산단풍-너도밤나무림

적 □□□2

너도밤나무림

결핍 □□□3

너도밤나무림

약 건 □□4□

산단풍-너도밤나무림

적 □□□2

너도밤나무림

결핍 □□□3

너도밤나무림

건 □□9□

유용활엽수-전석지림

적 □□□2

자작-오리나무-전석지림

결핍 □□□3

자작-마가목-전석림

(+) 중간단계 (-) →

← (+) 중간단계 (-) →

〈그림 4〉 입지요소에 따른 산림입지형구분



〈그림 5〉 헷센주의 산림입지도

산림입지도(그림 5)는 색으로 임상과 토양수분을 나타내며 +, -의 기호로 토양양분 상태를 나타낸다.

## 8. 참고문헌

Arbeitsgruppe Bodenkunde (1982) : Bodenkundliche Kartieranleitung, Bundes-anstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesaeamtern in der BRD, p331

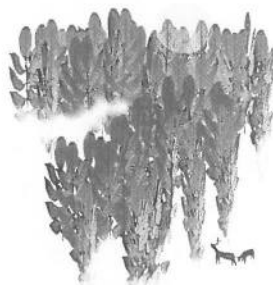
Arbeitskreis Standortskartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (1985) : Forstliche Standortsaufnahme, p.188

Arbeitskreis Standortskartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (1985) : Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke in der Bundesrepublik Deutschland, p.170

Forstliche Versuch- und Forschungsanstalt Baden-Wuerttemberg (1992) : Lehrgangsmappe fuer den standortlichen Referendarlehrgang, p.49

Hess. Forstverwaltung (1982) : Hess. Anweisung fuer Forsteinrichtungsarbeiten.

Reif, A. (1993): 임업에서의 식생학과 산림입지학의 중요성. 숲과 문화 2권 2호35-42



## 회원 명단 및 임원 주소록

### 임원

- 자문위원 : 이여하, 김사일, 김태훈, 이진규
- 회 장 : 김태욱
- 부 회 장 : 류택규, 최영오
- 상임이사 : 안병영, 김정환
- 이 사 : 이원규, 손요환, 이창석, 진현오, 이명중, 박재인, 김재수, 최 관, 마호섭, 송장호,  
정진현, 김규현, 오중환, 홍인표, 박관수, 연정수
- 감 사 : 장영기

### 회원

강용중, 강창호, 박동주, 구교상, 구윤서, 권혁준, 김정하, 김덕식, 김명복, 김상협, 김성식, 김숙진, 김영근, 김옥성, 김용래, 김용중, 김재호, 김종찬, 김준섭, 김철수, 김철환, 김춘식, 김희창, 민광식, 박경용, 박광우, 박남창, 박동근, 박성신, 박재순, 박정신, 박종현, 박주용, 박천규, 반기민, 배상원, 백승우, 변재경, 서호석, 손창우, 송춘호, 심경용, 심우범, 안경모, 안병덕, 안병석, 어윤갑, 오홍쾌, 원현기, 원형규, 유정환, 윤성철, 윤은용, 윤종원, 윤종철, 이광섭, 이병준, 이병한, 이충화, 이태수, 이해문, 이해주, 임용호, 임호범, 장석창, 장원열, 정창기, 조현제, 조현진, 주성현, 지형규, 최 경, 최관용, 최인규, 최재채, 한상용, 황영진, 홍의기, 한 훈

### 임원 주소록

| 직 위  | 성 명 | 소 속        | 주 소                              | 전 화 번 호      |
|------|-----|------------|----------------------------------|--------------|
| 자문위원 | 李麗夏 | 전 임업연구회 회장 | 서울 강남구 논현동 222-15                | (02)548-5153 |
| "    | 金思日 | 전 임업연구원 부장 | 서울 동대문구 이문1동 76-1<br>이경빌리지 202호  | (02)963-2058 |
| "    | 金泰勳 | 전 임업연구원 부장 | 서울 영등포구 당산동5가 11-1<br>경남A 10-406 | (02)677-3926 |
| "    | 李鎮珪 | 전 임업연구원 부장 | 서울 중랑구 신내동 783<br>성원A 101-705    | (02)439-1765 |

| 직 위   | 성 명 | 소 속          | 주 소                                 | 전 화 번 호        |
|-------|-----|--------------|-------------------------------------|----------------|
| 회 장   | 金泰玉 | 한국산지환경조사연구회  | 경기 남양주시 화도읍 창현리745<br>두산④ 205-1303호 | (0346)511-8863 |
| 부 회 장 | 柳澤圭 | 원광대학교 교수     | 서울 동작구 신대방1동 565<br>우성④ 1-1802      | (02)832-5209   |
| "     | 崔永五 | 한국산지환경조사연구회  | 서울 관악구 신림11동 1574-4                 | (02)855-9903   |
| 상임이사  | 安秉榮 | "            | 경기 의정부시 호원동 우성3차④<br>301동 1302호     | (0351)874-5109 |
| "     | 金正煥 | "            | 성남시 분당구 정자동 90<br>느티마을 406동 1802호   | (0342)712-9547 |
| 이 사   | 李元圭 | 임업연구원 중부시험장장 | 서울 동대문구 용두동 신동아④<br>3-310호          | (02)953-2488   |
| "     | 孫堯丸 | 고려대학교 교수     | 서울도봉구창1동주공④ 310-705                 | (02)997-0125   |
| "     | 李昌錫 | 서울여자대학교 교수   | 서울 도봉구 창동 동아 청솔④<br>112동 704호       | (02)970-5666   |
| "     | 陳鉉五 | 경희대학교 교수     | 서울 송파구 송파동 116 삼익④<br>209동 1203호    | (0342)720-7553 |
| "     | 李明鐘 | 강원대학교 교수     | 강원춘천시퇴계동한주?103-306                  | (0361)50-8314  |
| "     | 朴在仁 | 충북대학교 교수     | 충북 청주시 흥덕구 개신동<br>삼익④ 101-1204호     | (0431)261-2532 |
| "     | 金載水 | 충북대학교 교수     | 충북 청주시 상당구 율량동<br>럭키④ 6-301호        | (0431)261-2532 |
| "     | 崔 寬 | 경북대학교 교수     | 대구 수성구 만촌2동 1021-17                 | (053)753-8160  |
| "     | 麻鎬燮 | 경상대학교 교수     | 경남 진주시 하대동 삼호맨션<br>다동 305호          | (0591)53-4549  |
| "     | 宋長鎬 | 임업연구원 산림조사과장 | 서울 도봉구 창1동 663번지 28호                | (02)902-8254   |
| "     | 鄭鎭炫 | 임업연구원 농학박사   | 서울 노원구 상계9동 주공④<br>1213-1102        | (02)937-4826   |
| "     | 金圭憲 | 임업연구원 산림자원부장 | 서울 구로구 구로1동 주공④<br>107-1005호        | (02)869-2133   |
| "     | 吳宗煥 | 임업연구원 임산공학부장 | 서울 강북구 미아5동 450-9                   | (02)982-7044   |
| "     | 洪寅杓 | 임업연구원 재료시험과장 | 서울 동대문구 청량리2동 407                   | (02)961-2561   |
| "     | 박관수 | 충남대학교 교수     | 대전광역시 유성구                           | (042)823-5450  |
| "     | 延正秀 | 한국산지환경조사연구회  | 서울 도봉구 창4동 동아④<br>3-1001호           | (02)995-0194   |
| 감 사   | 張永基 | "            | 경기 의정부시 의정부동 신도④<br>201-802호        | (0351)876-2999 |

## 주요 일지

### 설립 약사

- 95. 10. 29 창립총회
- 96. 8. 9 설립허가(산림청장)
- 96. 8. 31 법인등기(등록번호 115221-0001820)
- 96. 9. 9 사업자등록(등록번호 132-82-03732)
- 97. 2. 21 제1차 정기총회 개최
- 98. 3. 7 제2차 정기총회 개최
- 98. 4. 28 제1차 정관 개정
- 99. 3. 6 제3차 정기총회

### '96~'98 사업실적

- 시군 산림입지조사 담당자 교육 : 6회
- 산림입지도작성 순회 기술지도 : 9회
- 항공사진판독 : 1,682,000ha
- 산림입지조사용역 : 524,683ha
- 산지환경회지 발간 : 창간호

### '99 사업계획

- 시군 산림입지조사 담당자 교육 : 2회
- 산림입지도작성 순회 기술지도 : 3회
- 항공사진판독 : 635,000ha
- 현지조사 : 300,000ha
- 산지환경회지 발간 : 제2호

## 투 고 안 내

### 원고의 종류

- 산림입지환경조사연구에 관한 기술 정보
- 산림생태, 임업경영, 자원관리등 임업기술정보에 관한 사항
- 산림 및 임업에 관한 각종 정보

### 작성요령

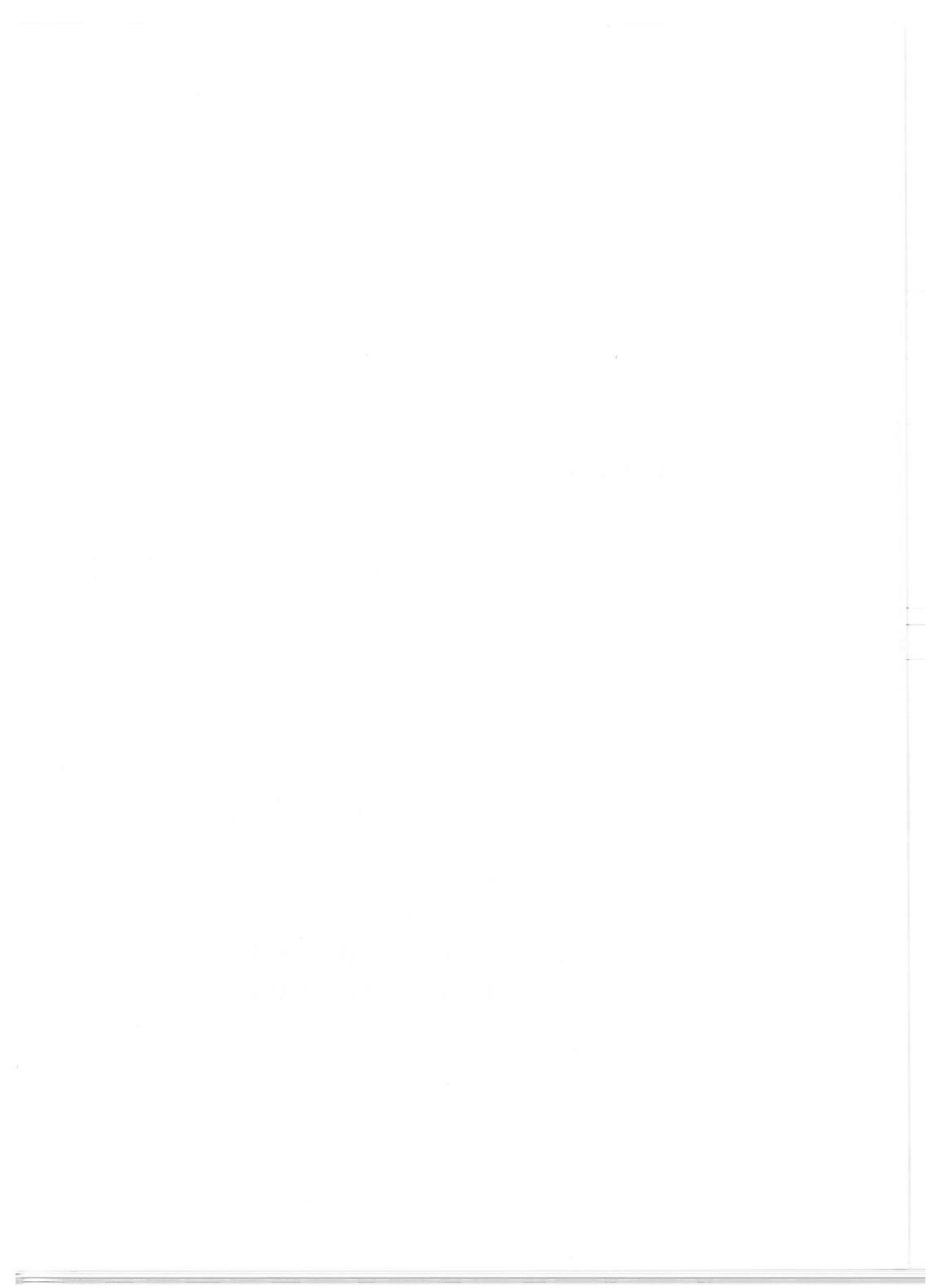
- 국한문 혼용 200자 원고지 50매 내외
- 원고의 채택
  - 편집위원회에서 결정
  - 등재된 원고는 소정의 고료 지불
  - 수시 접수

## 편 집 위 원

위원장 : 김 태 옥

위 원 : 류택규, 손요환, 진현오  
이명중, 이창석, 박관수  
주성현, 김재수, 정진현  
배상원, 조현제, 안병영





## 山地環境

第二號

---

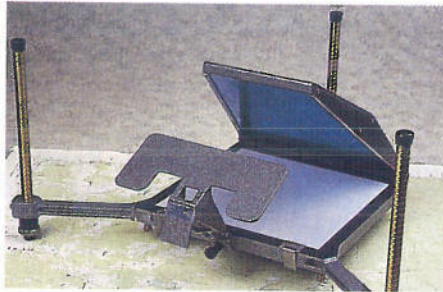
發行人召 編輯人 金泰玉 1999年 4月 印刷  
1999年 4月 發行

發 行 處 社團法人 韓國山地環境調查研究會  
京畿道 南楊州市 板接邑 長峴里 604-3  
TEL(0346)572-1678, FAX 572-7387

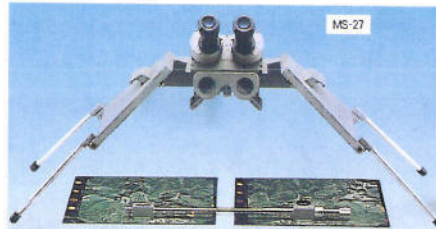
印 刷 三鼎印刷公社 (☎ 2266-8867)

---

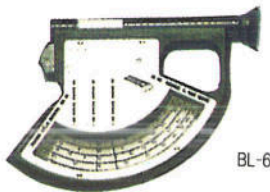
# 산림입지조사장비 전문업체



도화기 Sketchmaster

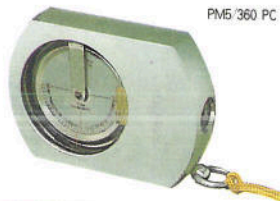


반사실체경 Mirror Stereoscopes



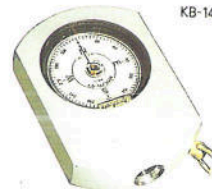
BL-6

브르메 라이스 측고기



PM5 360 PC

순토 크리노메타 Clinometer



KB-14

순토 콤파스 Suunto Compss



PC1



PC2



LS-25



LS-32

포켓 콤파스 Pocket Compss



생장추 Increment Borers



표준토색첩



# 정밀한 항공사진 판독에 의한 토양특성과 지위급 파악으로 산림생산력 증대

입상



토양단면



항공사진

(사)한국산지환경조사연구회