

# 독일의 산림무육 및 갱신

이 돈 구 / 서울대학교 농업생명과학대학  
산림자원학과 교수

## 1. 서론

독일은 입업의 발상지라 말할 수 있고 특히 종자의 채취에서부터 묘목의 생산, 식재, 무육, 성숙한 임분의 경영 그리고 이용 부분에서까지 체계적이고 교과서적인 것이기도 하다. 본인은 1990년부터 평창관리소가 관할하는 강원도 평창군 진부면 소재의 국유림을 대상으로 국유림, 특히 천연활엽수림의 경영 현대화에 대한 연구를 실시하고 있는데, 이번에 이 연구의 일환으로 1991년 6월 21일부터 7월 5일까지 독일을 헷센주를 중심으로 방문하여 산림무육과 갱신에 관하여 알아보았다.

우선 헷센주의 도시림을 방문하여 그 수종 구성과 생산되는 목재의 용도를 알아보았으며, 헷센주의 입업시험장을 방문하여 입업시험장의 체계를 알아보고 각 분과별 기능을 알아보았다. Bad Soden-Salmuster 관리소를 방문하여 참나무류와 너도밤나무의 조림지를 견학하고, 참나무류와 너도밤나무의 적지, 조림지의 경영계획 등을 알아보았다. 또한 묘목의 생산과 식재방법도 알아보았다. Wolfgang 관리소는 종자관리

를 위주로 하고 있었으며 이곳에서 종자의 채집과 탈종, 저장과 종자채집구역에 대한 설명을 듣고 수종에 따른 묘목의 식재시기 등을 알아보았다. 그리고 이곳에서 그리 멀지 않은 곳에 위치한 1710년에 시작되어 역사가 250년이 넘는 야생동물공원도 둘러보았다.

Schotten관리소가 관할하고 있는 지역은 주 산업이 농업인 지역으로 부근에 호수가 있어서 시민들의 레크리에이션 장소로 많이 이용되는 곳이다. 이곳은 독일가문비림을 활엽수림으로 갱신해서 동물에 의한 피해를 입은 지역으로 지역상태에 맞는 갱신과 무육이 필요함을 보여주었다. Butzbach 관리소 관할의 산림은 대부분이 공공 단체의 소유이며, 이지역의 산림중 참나무림은 부분 맹아갱신으로 형성된 것으로 독일가문비나무보다 태풍등에 의한 피해에 강하고 갱신비용이 적게 든다고 한다.

Freiburg대학교 방문시에는 임과대학의 체계와 구성학과 등을 알아보았으며, 산성 피해지역을 방문하여 피해상황과 그에 대한 대책을 알아보았다. 아울러 흑림지역의 임분경영 작업체계를 알아보기 위하여 택

벌림 경영지역과 너도밤나무림의 산벌작업, 전벌작업을 실시한 곳을 방문하여 작업방법과 갱신방법을 알아보았다.

마지막으로 Karlsruhe지역의 소나무림 무육지를 견학하고 앞으로 임분을 가꾸어나갈 방향에 대하여 알아보았으며 구주소나무의 가지치기작업의 시기와 방법 등을 알아보았다.

## 2. 방문 및 견학 내용

### 1) 도시림

Wilke씨의 안내로 그가 살고 있는 주위의 도시림을 견학하였는데, 이도시림은 약 160여년생의 너도밤나무림, 낙엽송, 참나무림 등으로 구성되었다. 모암은 규석이며 표토는 loess이었다.

이곳은 산책로, 자전거 전용로가 따로따로 있었으며 주차장이나 공동이용 장소가 매우 깨끗하게 사용되고 있었다. 토양이 접토가 많은 loess이므로 침엽수 뿌리가 깊게 자라지 못해 바람의 피해가 많이 있으나 너도밤나무와 참나무류는 뿌리를 깊게 뻗어 잘 자란다고 한다.

이곳에서 생산되는 목재 중 너도밤나무는 가구재, 단판재, 펄프재등으로 사용되고 독일가문비는 펄프재, 건축재 등의 용도로 사용된다고 한다.

### 헷센주의 면적에 따른 수종구성

참나무류	10%
너도밤나무	34%
독일가문비	33%
소나무	23%

헷센주의 수종구성을 보면 독일가문비와

소나무등 침엽수가 반 이상을 차지하고 있는데, 그 이유는 헷센주의 본래 수종은 참나무류와 너도밤나무이었으나 돼지를 방목하게 되어 지력이 악화되었고 따라서 이곳에 소나무와 독일가문비를 심게 되었다고 한다.

### 2) 헷센주 임업시험장

헷센주 임업시험장을 방문하여 그 체계와 하는 일에 대한 설명을 들었다. 헷센주 임업시험장은 임목육종과, 산림보호과, 산림피해과의 3개과로 되어있는데 하는 일은 다음과 같다고 한다.

#### 가. 임목육종과

1955년에 임목육종연구로 시작하였으며 5명의 과학자(scientist), 15명의 연구원(Research workers) 그리고 4명의 기술자(Technician)가 있다. 연구제목으로는 크게 1)유전자원보존 2)산지시험 3)차대검정 4)영양번식 및 저항성육종등이 있고 매년 독일가문비나무 삼목묘 400,000주를 양성하고 있다. 조직배양연구는 1981년에 시작하였으며 이는 주로 대량생산, 박테리아 canker 저항성 여부 접종시험 그리고 Somatic embryo-genesis 등의 연구를 위해 이용되고 있다.

#### 나. 산림보호과

수목병리, 산림곤충 그리고 야생동물, 종합보호와 지도 등을 맡고 있다.

#### 다. 산림피해과

1982년에 시작되어서 잎, 가지 등에 대한 가시적 피해관찰을 통해서 피해정도를 진단한다.

그리고 임업시험장에서 관리하는 종자은행과 너도밤나무 산벌지, Peromon에 의한 산림해충 유인 시험지를 견학하였다.

### 3) Bad Soden-Salmunster 관리소

Bad Soden-Salmunster 관리소 관할의 참나무류 조림지가 있는 Spessart산은 붉은 사암으로 되어 있고 해양성 기후에 가까와 년강우량은 850-1,000mm이며 이중 50%가 생육기간중에 내리고 있다.

이곳도 본래의 수종은 참나무류와 너도밤나무가 대부분이었으나 약 200년전에 사람들과 그들이 기르는 양, 염소, 돼지에 의해 파괴되었으며, 그후 맹아갱신이나 증립작업 또는 식재에 의해 참나무류의 임분이 이루어졌다. 토양이 척박하여 우선 소나무와 가문비나무를 심고, 이것들을 베고 참나무류와 너도밤나무를 심었다. 각 수종별 윤벌기를 보면 너도밤나무는 140년, 참나무류는 200년, 독일가문비나는 80년 그리고 소나무는 120-140년이다. 매년 2-7ha씩 참나무류를 식재하는데 도토리가 많이 열리는 2-3년만에 주로 채취하여 양묘하는데 종자의 모수가 중요하다. 주정부 묘포에서 1-0묘 또는 2-0묘의 나근묘를 생산하는데 주 수종은 *Quercus petraea*이다.

묘목생산과 식재방법을 보면, 묘목은 ha당 250kg 정도의 도토리를 직접 파종하여 묘목을 생산하고, 식재는 ha당 약 6,000그루를 심는다. 직파시에는 5cm 간격으로 줄로 심는데 경사가 급한곳은 직파보다는 식재를 실시한다. 유시생장부터 50-60년생까지는 참나무류가 너도밤나무보다 빠르게 자라지만 그 후에는 너도밤나무의 생장이 빠르다. 참나무류는 해발 150-500m에서 잘자라며, 현재 참나무림 임지의 산도는 pH 3.2~3.5이나 pH 7정도까지 좋으며, 그 이상은 너도밤나무를 심는다. 석회암지역의 나쁜 토양에 너도밤나무를 심게되면 연륜이 촘촘하게 서서히 자라서 우량한 목

재를 생산할 수 있게 된다. 27년생 참나무림에서 미래목으로 남겨두는 입목은 ha당 150그루이며 이때의 흉고직경은 약 10cm정도이다. 흉고직경이 15-20cm가 되는 37-40년생 일 때 commercial thinning(상업적간벌)을 하게 된다. 참나무-너도밤나무 혼효림은 벌기가 250~300년이므로 너도밤나무의 큰것만 베어내고 작은것은 그대로 둔다. 너도밤나무는 수분이 적당하고 양료가 많은 곳에서 잘 자란다. 400년생 참나무림에서는 흉고직경이 1m 이상인 나무를 볼수 있었다.

#### 4) Wolfgang 관리소

이곳에서는 5,500ha의 산림을 관리하며, 또 종자연구소, 묘포(20ha)와 휴양을 겸한 동물공원 100ha를 관리하고 있었다. 이 관리소의 종자취급, 저장, 준비과정을 살펴보고 묘포를 견학하였다.

종자취급과정을 보면 소나무류, 독일가문비, 전나무류의 종자를 채취한 후 탈종, 정선하고 그 후 파종시험 또는 개인업체에서 판매하고 나머지는 5-10년간 냉동저장한다고 한다. (도토리의 경우도 -1~2℃에 40% 수분함량으로 저장하며 2년까지 유효함. 불란서에서는 도토리를 40℃의 물에 40분간 넣었다가 꺼내서 말린 후 저장하는데 이렇게하면 종피에 붙은 균류를 살균할 수 있으므로 저장에 유리함)

이 곳 관리소에서 운영하고 있는 종자저장실에서는 1) 활엽수종자로 너도밤나무종자 20톤 그외 단풍나무, 물푸레나무, 피나무, 벗나무종자를 저장하고 있으며 2)침엽수 종자로는 독일가문비나무, 구주적송, nigra소나무, 전나무류, 낙엽송류, 미송 종자를 저장하고 있었다.

종자저장실에서 종자를 저장하는 온도는

- 5℃인데 이때 종자의 수분함량을 보면 너도밤나무 10%, 단풍나무 10%, 참나무류 40%, 물푸레나무, 피나무, 벗나무는 40%, 침엽수류는 5%인데 침엽수류는 5℃에 저장해도 무방하다고 한다.

종자채취를 위하여 Seed zone개념을 활용하고 있는데 가문비나무는 18개 구역, 전나무류는 3개 구역, 너도밤나무는 헛센주에 3개구역, 독일전체는 14-15개 구역, 낙엽송은 서독에 7개 구역이 있다고 한다. 종자를 채취하는 모수의 수령은 독일가문비나무의 경우 60년 이상, 구주소나무는 40년 이상이라고 한다.

묘포에서는 너도밤나무, 참나무류, 벗나무, 물푸레나무, 독일가문비, 미송, 구주소나무 등을 양묘하고 있었다. 양묘한 묘목을 내다 심는 시기는 수종별로 약간씩 다른데 자세한 것은 아래 표와 같다.

### 식재시 묘령

수종	식재묘령
너도밤나무	2-0
참나무류	2-0
벗나무	1-1
물푸레나무	1-1
독일가문비, 미송	2-1, 2-2
구주소나무	1-0, 2-0, 1-1

식재시기를 보면 침엽수류는 반드시 봄에 식재하고 활엽수류는 봄 또는 가을식재도 가능하다고 한다. 양묘를 위한 파종은 5월 6-7일경이며 9월에는 모든 수종에 단근처리를 한다.

이곳 관리소 관할의 야생동물공원은 1710년에 시작된 것으로 3.8km의 울타리가

쳐져있고 서식하는 동물은 노루 등 포유동물과 조류이며 이곳을 찾는 관광객은 매년 20만명이라고 한다.

### 5) Schotten 관리소

Schotten은 1200년 된 역사가 긴 도시로, 이 관리소는 산림공무원 연수원도 함께 운영하고 있었다. 이곳의 해발고는 300-700m이고 지질은 basalt rock으로 되어 있으며 강수량은 1,000-2,000mm이다. 수종구성은 너도밤나무림 45%, 단풍나무와 물푸레나무 7-8%, 독일가문비나무(고산지대) 30%이다.

이지역 주민은 주로 농업을 하고 있으나 낮에는 도시에 나가 공장에서 일하고 저녁에 와서 농업 목장일을 하고 있다. 이곳은 Vogelsverg지역에 속하고 여름에는 호수가 있어서 수영, 캠핑, 하이킹, 자전거 타기 등 휴양장소로 이용되며 겨울에는 스키장으로 이용된다.

50년만의 태풍으로 80년생 독일가문비나무가 심한 피해를 받았다. 따라서 피해를 줄이기 위하여 개별지에 활엽수종을 도입하여 식재하였더니 쥐나 사슴에 의한 피해가 심해졌고 잡초도 무성하게 되었다.

이곳 관리소 관할의 너도밤나무 무육지를 견학하였다. 너도밤나무는 수령이 15년 정도일 때 무육을 시작하여 150년 정도에 별채하는데, 너도밤나무는 마가목류, 단풍나무류, 물푸레나무 등과 같이 자란다. 25-30년생까지는 단풍나무가 생장이 빠르나 60년이 지나면 너도밤나무가 우세목이 된다. 너도밤나무림은 ha당 약 140그루의 정영목을 남기고 있다.

### 6) Butzbach 관리소

이곳은 대부분의 산림을 공공단체가 소유(community forest) 하고 있었다. 이곳의

참나무림은 주로 맹아갱신림인데, 맹아갱신을 실시한 이유는 껍질은 가죽가공에 이용하고 줄기는 땀감으로 이용하기 위해서였고, 그때의 윤벌기는 30년이였다. 현재는 그대로 두어서 용재림이 되었다.

맹아갱신이 되는 수종은 참나무류와 서어나무류인데 너도밤나무는 맹아가 발생하지 않는다고 한다. 참나무류의 맹아로 된 임분과 종자로 된 임분의 구별은 맹아로 갱신된 것은 밑이 코끼리 발과 같이 8형태이고 종자로 된 것은 Ⅱ 형태이다. 이곳의 임분은 참나무림으로 계속 유지시킬 계획인데, 그 이유는 식재하는 것 보다 맹아갱신을 하는 것이 비용이 거의 들지 않고, 또 참나무류를 가해하는 붉은사슴의 문제가 적기 때문이다.

임분을 벌채하느냐 더 키우느냐는 5년마다 결정한다. 참나무림의 경영은 참나무 정영목을 ha당 150그루 남기고 벌기는 160-200년으로 하는데, 참나무림의 연간재적생장량은  $3.5-4\text{m}^3/\text{ha}/\text{yr}$ 이라고 한다.

80년 전에 참나무림을 벌채하고 수종을 바꾸어 침엽수종인 독일가문비를 식재했으나 태풍으로 독일가문비나무 피해가 극심하다고 하며, 이러한 잘못된 식재를 반복하지 않기 위하여 앞으로는 oak, beach 그리고 오리나무를 식재할 계획이다.

### 7) Freiburg 대학교 임과대학

Freiburg대학교 임과대학을 방문하여 학장이며 조림학을 강의하는 J. Huss 교수와 생물통계학과 경영학을 가르치고있는 D.R. Pelz 교수를 만나보았다. 임과대학의 입학생은 매년 110명이며 학과는 연구소와 같이 있는데 연구소는 조림학연구소, 생장(측정)연구소, 산림식물연구소, 산림식물연구소, 산림경영연구소, 산림보호연구소(야생

동물 포함), 산림이용연구소(임도 포함), 토지이용연구소, 산림정책연구소, 산림토양연구소의 9곳이다.

### 8) 산성우 피해지와 택벌림의 견학

Rotenfels지역의 산성우 피해를 견학하였다. 이 지역의 산림은 공공단체 소유로 Bernbach에 있는 산림이다. 또한 이곳은 흑림지역의 일부로 해발 760m이며, 이곳에서 대기 오염에 따른 갱신 대책 연구를 실시하고 있는데 연구내용은 독일가문비나무, 마가목 등의 직파 조림 후 피해를 조사 등이다.

이 지역의 산성우의 정도를 보면 황산화물이 매년 ha당 약 50kg이 떨어지고 있어서 표토의 pH는 2.8정도이다. 피해상황을 보면 가문비나무는 7-8년생까지 잎이 붙어 있어야 되나 현재는 3-4년생 잎만 붙어 있고 잎에 황화현상이 나타나고 잎수가 크게 감소하고 있었다. 토양의 CEC는 3%정도(토심 1m까지)인데 토양의 유기물층이 적어서 Ca, Al의 피해가 우려되고 있다.

강우의 pH는 3.6 정도로 이러한 산성우로 인하여 유기물층의 Ma는 적어지고 Al 함량이 많아져서 나무가 심한 피해를 입고 있다. 이에 대한 대책으로 석회( $\text{CaCO}_3$ )를 매년 ha당 3톤 정도 헬기로 살포하고 있다.

택벌림(Plenterwald)은 Rippoldsau관리소 부근에 있었는데 경영방법은 특정한 윤벌기는 없는 것으로 생각하고 5-10년마다 성장량 만큼 선택하여 벌채(예를 들면 연간  $10\text{m}^3/\text{ha}$ 씩 벌채)한다. 임분구조는 그대로 유지하는데 소규모 산주들이 합하여 경영할 때 택벌 방법을 이용하고 있었다.

택벌림의 수종구성은 독일가문비(Picea abies), 알바전나무(Abies alba) 그리고 너도밤나무인데 알바전나무는 내음성이 매

우 강하고 독일가문비나무는 전나무보다는 내음성이 덜한 편이다.

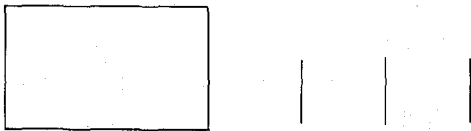
**\*알바전나무의 택벌림**

임분구조를 가장 안정된 상태로 유지할 수 있다. - 계속 이령림으로 유지 3-5ha 또는 10ha 정도의 사유림에서 농한기(주로 늦가을과 초봄)에 농부들이 협동으로 택벌 실시한다. 성장한 양 만큼 벌채하여 이용하고 필요한 곳에는 식재하여 준다.

**9) 너도밤나무 작업종 시험지**

너도밤나무 작업종 시험지는 Ettenheim 에 있으며 해발고는 500m, 연강우량 1,000 mm, 연평균기는 9°C, 토양은 loess로 너도 밤나무의 적지이며 모암은 red sandstone 이다.

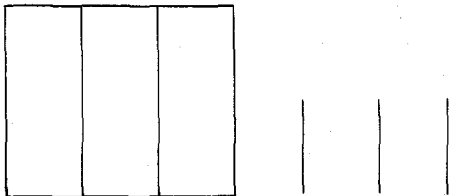
○산별작업실시 (shelterwood)



4-5년 후에는 모두 벌채, 치수 발생이 거의 비슷함, 연령 차이는 3-4년 또는 5-6년, 내음성 수종인 너도밤나무에 적합함. 갱신기간은 5-10년 면적은 10-30cm in diameter

○전별작업 (Eemelschlag) 실시

1년 2년 3년



면적 : 직경 30-60cm 정도, 갱신기간 : 40년

혼효 수종의 갱신에 적합하며 특히 어렸을 때 생장이 느린 전나무, 가문비나무 또는 너도밤나무에 적합하다.

**10) Karlsruhe지역 소나무림 무육지**

이 지역은 옛날(17, 18세기)에 누구나 사료나 연료나 종자 그리고 목재를 채취할 권리가 있었으며 특히 가축을 위해 사료를 채취할 수 있었다. 18세기에 불란서에서는 혁명이 일어나서 새로운 방법으로 농업이 시작되었으나 그 당시 독일은 혁명이 없었고 정부에서는 농부들에게 땅을 주고 가축을 기르게 하고 작물을 재배토록 하였다. 그러므로 독일의 남부지방은 산림의 50%가 사유림이 되었다. 그후 다시는 국유림에서 목재채취나 기타 작업을 하지 못하도록 만들었고 또한 국가가 농부들에게 보조금을 주어서 나무를 키우도록 장려하였다. 약 130년 전에 강가의 산림이 농토로 바뀌고 배, 밀, 해바라기, 옥수수 등을 재배하기 시작하였다. 이곳은 최저기온은 -20~-30°C 이나 -35°C까지 내려간 경우도 있다고 한다.

(1) Stop I

라인강보다 약 10-15m 정도 높으며 지질은 건조한 모래 토양으로 면적은 약 500 ha이다. 주요 수종은 참나무류, 서어나무, 너도밤나무, 물푸레나무 등이었으나 사람이 살게 되고 사냥을 위해 길을 내어서 도시와 사냥을 위한 숲이 생겼다. 1715년에 성을 짓게 되면서 숲이 나빠졌고 1806년에 Baden주의 영토가 넓어지면서 이 성이 Baden주의 중심이 되었다. 100-120년 전 부터 조림을 시작하였는데, 토양이 척박하

여서 주로 구주소나무를 심었다. 성 주위에 수공업 공장, 도자기 공장이 생기고 귀족들이 기술학교도 세우고(나중에 기술대학(공대)로 됨), 원자력 연구소가 들어오게 되어서 숲이 변형되고 숲의 면적은 크게 감소하였다. 운동장 건설과 주택건설로 이지역의 산림은 부근의 도시인들의 휴양림으로 이용되고 있어서 휴양림의 역할이 목재생산보다 더 크다. 또한 지하수를 뽑아서 식수로 이용하고 있다.

이곳은 방문임지 중 가장 불량한 곳으로 토질이 척박하기 때문에 주로 구주적송이 자라고 있었다. 또한 지하수를 도시민을 위한 식수공급원으로 이용하고 있기 때문에 환경문제로 비료주기 등 관리에 어려움이 있다고 한다. 매년 입학과 학생이 이곳을 견학하고 이 문제로 많은 토론을 벌인다고 한다. 이곳의 해결책은 우리나라 산림의 개선에 큰 도움이 되리라 여겨진다.

-앞으로의 해결 방안-

- 가) 휴양림으로 이용하면서 어느 정도 전벌을 실시하여 새로운 질이 좋은 구주소나무를 들여온다.
- 나) 건조한 사질토양이므로 참나무류나 미송을 들여 올 수도 있다.

### (2) Stop II

이 무육지는 100m×100 m 면적을 베어내고 소나무, 낙엽송, 서어나무, 피나무 등을 식재하여 혼효림으로 조성할 계획이라고 한다. 이지역에서 작업을 실시할 경우의 문제점은 소나무 줍과 굼벵이의 피해, 화분과 식물이 발생하여 갱신에 방해가 되고 들쥐의 서식처가 되는 것과 노루의 피해 등이다.

### (3) 구주소나무의 가지치기

구주소나무의 흉고직경이 10~15cm 일때

가지치기를 실시해야 한다. 가지치기를 실시한 나무의 흉고직경이 50cm가 되었을 때는 고급재로 판매가 가능하다. 1차 가지치기는 3m 높이까지 하며 2차 가지치기는 5-10년 후에 실시한다. 따라서 가지치기는 최소한 6m 높이까지 실시된다고 한다. 소나무림을 너도밤나무림으로 바뀌가는 곳도 있는데 이러한 곳의 문제는 태풍 피해를 크게 받을 우려가 있다는 점이다.

### 3. 방문소감

우리나라 산림에서 가장 많은 면적을 차지하고 있는 수종은 소나무와 참나무류이다. 독일에서도 이 두 수종의 중요성은 상당히 높는데 헛센주의 경우 참나무류가 10%, 그리고 소나무류가 23%를 차지하고 있다. 이 지역에서 자라고 있는 참나무류는 우리나라와는 수종이 다른 *Quercus robur*, *O. petraea* 등이다.

- 1) 인공림으로 계획된 조림과 계획에 따른 경영이 잘 이루어지고 있었다.
- 2) 경제적 개념을 임업에도 적용하고 있다.
- 3) 침엽수림에 산성우의 피해가 극심하다.
- 4) 자연에 가까운 시업과 작업을 실시하고 있었다.
- 5) 산림의 다목적 생산과 이용이 많았다.
- 6) 전문인에 의해 관리, 경영되고 있었다.
- 7) 모든 것이 기록으로 남아 있었다.
- 8) 입학 교육이 철저하여서 졸업후에도 자신만만하였다.
- 9) 참나무류의 고급재 생산 장별기 그리고 맹아림에 의한 갱신이 인상적이었다.
- 10) 임업은 기술이고 인간의 생활에 반드시 필요하며 생활의 터전이라고 느꼈다.★