造林育種技術의 進步와 展望

서울大學校 農科大學
敎授 任 慶 彬

主로 戰後의 林學에 있어서의 造林 및 林木育種의 技術上의 進步와 그 展望을 다루는데 있어서는 어려움이 적지 않다. 그것은 造林만 하더라도 生理, 生態, 土壤, 栽培 等 그 範圍가 너무 넓기 때문에 本 紙面에 그 輪廓內의 것만이라도 包括시키기가 어렵다는 問題 때문이다. 그런데에도 筆者는 戰前의 것도 一瞥해 보았고 이곳에 取扱되지 못한 優秀한 技術上의 進步가 있음을 添記해서 諒解를 求하는 것이다.

Ⅰ. 日政時의 造林略史

高宗 31年(1894) 李朝 開國 503年에 農商衙門의 7局中에 山林局이 設置되어 林業經營을 管掌하고 다음 해 日本의 制度를 본받아 議政府의 制度를 두어 그 중 農商工部의 農務局 안에 森林課를 두었다.

露日戰爭 後 日本은 우리나라의 國政을 指導·監督한다는 뜻에서 統監府를 두고 그 안에 農商工部를 두고 이 안에 農林課가 있었으며 1907年에는 日本林業 技術者가 초빙되어 業務를 始作한 것이 模範造林이었다. 그래서 이를 爲하여 水原, 大邱, 平壤에 苗圃가 設置되었다. 1907年 12月에 韓國 農商工部의 5局중에 山林局이 設置되었고 林務, 林業, 經營의 3課를 두었다. 樹苗養成所는 林業事務所로 昇格되고 京城, 木浦, 鏡城을 합쳐서 6個所로 되었으며 이곳에서는 調査, 造林, 保護 等의 일을 보았다.

1910年 8月 29日 韓日合邦이 되자 山林業務는 朝鮮總監府, 農商工部, 殖産局 山林課로 옮겨지고 地方林務所는 없어지고 그 業務가 地方廳으로 移管되었으나 造林을 爲해서 그대로 移管되었다. 記念植樹, 그리고 模範林과 學校林의 造成, 街路樹 特히 新作路 兩邊에 대한 포플러의 植栽, 그리고 指導方法으로서 植林便覽, 樹苗養成指針 等이 刊行되었다. 樹苗養成指針에는 赤松, 黑松, 滿州黑松, 잣나무, 상수리나무, 굴참나무, 오리나무類, 밤나무, 신나무, 은행나무, 아카시아, 카타르파, 플라타나스, 물푸레나무類, 싸리類, 等에 대한 種子 取扱, 播種, 苗圃管理, 床替作業, 肥料주기, 苗木成長과 規格 等이 提供되어 있다.

1. 民有林의 造林

旧 韓國政府에서 着手되었던 種苗의 無料配布가 그대로 續行되어 民間造林의 奬勵策으로 되었다. 當時 各道別로 規程을 만들고 있는데 1911年의 全北道令 第4號 植林奬勵用 樹苗下付規程의 第1條를 보면 「面, 洞里, 學校에 있어서 綜合的으로 또는 個人이 植林을 爲 하여 樹苗를 植栽코자 할 때에는 그 出願에 따라 所要樹苗의 全部 또는 一部를 無償으로 下付한다」는 것이 있다. 또 同年의 黃海道告示 第九號 第六條를 보면 下付받은 種苗는 賣渡, 讓渡, 또는 交換目的으로 쓸 수 없다고 했고 同 第十一條에는 이것을 植栽하지 않거나 怠慢으로 成績이 不良할 때에는 下付種苗에 대해서 相當 價格을 辨償시킬 수 있다고 되어있다.

1914年 그 當時 農商工部 長官으로 부터 各 道 長官에 通牒된 樹苗圃 및 植林奬勵에 關한 希望 및 注意事項의 件은 그 當時의 全般的 造林方針을 綜合·評說한 것으로 볼 수 있다. 그 一部를 拔萃하면 다음과 같다.

樹苗圃의 面積은 그것을 擴張하는 것보다는 施業法의 改良을 하도록 하고 苗圃는 18cm 정도로 採耕을 해서 養苗할 것이며 可及的 초봄에 施業하고 作業規率에 따르도록 希望하고 있다.

苗木配付에 있어서는 그 苗木規格을 奬勵하고 되도록 한사람에게 2 樹種以上의 苗木을 下付하지 말 것이며 植林이 되면 그것을 公衆에 보이도록 하는것은 適切한 一策일 것이다. 또 苗木의 包裝에 注意하고 速達이 되도록 한다 라는 내용이 있다.

記念植樹에 關한 事項으로는 新切鄭寧한 植栽法을 쓰고 天然苗의 移植을 하지 말고 포플러類의 直揷造林은 適地가 아니면 하지 말고 植樹位置는 1個面當 1~2個所로 局限하고 造林을 成功시켜 普及成果를 노리도록 한다.

植林奬勵로서는 天然稚樹의 禁養을 할 것이며 植樹造林에 偏重하지 말 것이다. 山野의 大部分이 대체로 天然稚樹를 발생시키고 있으므로 그 保護에 힘쓰면 적은 費用으로서 成林의 目的을 達成할 수 있다. 이와같이 自然生 稚苗의 育成에 힘을 쓴 흔적이 크다.

啓導講話는 印刷物 配付보다 造林奬勵上 效果가 많으므로 講話로서 植林의 方法과 手續, 法規 等을 說明해 주는것이 可하다.

民有林 造林實績은 1911年에 1千萬本, 1913年에 5千萬本, 1917年에 1億本, 1922年에 약 2億本, 1927年부터 1932年까지 每年 약 3億本, 1933年부터 1938年까지 해마다 약 2億本의 苗木을 造林했다. 이것은 南北韓을 合한 民有林面積에 대한 것이다.

既說한 것처럼 養苗事業은 1907年에 旧 韓國政府에서 國費로 水原, 大邱, 平壤에 苗圃場을 開設하였고 그 다음해 京城(서울), 鏡城, 木浦에 開設해서 6個所로 되었는데 苗圃開設 當時는 氣候風土의 研究不充分으로 適地適木은 勿論 苗圃에서 양성된 山出苗의 規格도 區區하여 造林成績에 큰 影響을 주었다. 그래서 1909年에는 山出苗의 最小標準을 定했다. 1930年에는 造林用樹苗의 形質改善에 關하여 公文이 示達되고 樹苗檢查規則이 만들어졌다. 種子產地에 대한 比較的 嚴한 制約이 있었고 樹苗檢查員은 其命에 違反된 者에 대하여서는 樹苗의 運搬停止 其他 必要한 取締를 할 수 있었다. 그리고 注目되는 것은 樹苗(成苗)의 規格을 各 道別로 따로 定하였다는 일이다. 赤松苗만 하더라도 樹幹長을 京畿에서는 15cm 以上으로 하였는가 하면 平南에서는 12cm 以上으로 한 일이라든가 落葉松苗는 幹長에 있어서 咸北은 15cm 以上으로 全北, 全南 等은 30cm 以上으로 한 것 等 道에 따른 차이가 있다. 이것은 各 地方에 따른 氣候의 差異로 苗木生長에 差異가 있게 되는데 理由가 있었다고 생각된다.

1936年에는 造林用 種子 選定方針이라는 通牒이 나가고 있다. 그 骨子는 種子採取는 造林地의 氣候와 類似한 곳에서 實施해야 하고 부득이한 때에는 寒地의 것을 暖地로 가져올 수 있으나 暖地(低地)의 것은 寒地(高地)로 가져갈 수 없다는 것이 밝혀져 있다. 이것은 어떤 試驗의 結果에 依한 것보다는 經驗이라든가 外國의 研究實例를 존중한 것으로 생각된다. 왜냐하면 이 方面의 報告를 거의 찾아볼 수 없기 때문이다.

母樹林의 指定과 아울러 優良種子의 採取가 指示되고 1939年에는 林業種子 檢查規則이 通牒되어 採集된 樹木種子는 樹種과 其生產地의 明示, 採取時期와 採取者 等이 明記되어야 한다고 되어 있다. 檢查를 받지 않고 種子를 道外로 搬出한 者는 3個月 以下의 徵役 또는 2百원 以上의 罰金에 處한다는 條項이 있는데 지금으로 보아서 이것은 매우 苛酷한 罰則이라고 생각된다.

2. 記念植樹의 實施

日帝時代의 記念植樹는 多分히 行政指導的 手段의 뜻이 加味된 植林의 奬勵策으로 實施된 느낌이 있다. 學校의 教職員과 學生들의 行事는 別途로 하고서 中央에서 行한 記念植樹는 그 計劃에 다음과 같은 것이 있다. 즉 植樹參加者는 上席官吏, 憲兵의 上席者, 貴族, 兩班, 公職者, 農林業篤志家로 하였다. 그러나 이것이 植林宣傳의 效果는 있었던 것으로 생각된다.

記念植樹는 行事의 形式을 重要視했는데 樹種을 보면 포플라類, 상수리나무 赤松, 海松, 아카시아, 밤나무, 느티나무, 오동나무, 낙엽송(江原, 平南), 은행나무, 벚나무 등이 主였다.

3. 公有林의 造林

(1) 面有林과 道有林 等

民有林 中 公有林으로서는 府, 邑, 面林, 道有林, 學校林, 寺刹有林을 들 수 있다. 旧 韓國政府는 造林事業의 模範을 보이기 위해서 1907年에 平壤에 國費造林事業을 實施하였고, 이것을 模範林 設置의 嚆矢가 되고 그 뒤 地方造林事業 經營이 示達되고 例로서 各 郡에는 地方費模範林을 두며 造林地에는 周圍와 內部에 防火線을 만들고 林道는 造林과 同時에 만들 것이며 가지치기를 禁한다 라는 內容이 있다. 가지치기를 禁한 理由는 明確하지 않으나 이것을 방자해서 燃料材를 얻기 위해 過度의 非技術的 가지치기를 해서 나무에 損傷을 주는데 理由가 있었다고 생각된다.

面模範林이 設定된 것은 面의 造林事業의 模範을 보이고 同時에 面有財產으로 造林을 하겠다는 意圖였다. 模範林의 設置와 管理에 要하는 費用을 面民의 寄附와 模範林 經營에 依해서 생기는 收益으로 充當할 것으로 했다. 가령 京畿道에서는 面有林 面積이 2萬3千ha 以上에 이르고 慶北道는 14萬ha 以上의 것이었다.

1916年에 面有林의 設置가, 그뒤 1923年에는 道有林設置가 計劃되고 訓令으로 示達되고 있다. 이때 一集團地의 面積은 特殊한 事情이 없는 한 1千ha 以上의 地區를 選定하도록 하고 그 管理經營을 爲하여서는 高級技術員을 配置토록 했다. 經營에 要하는 經費는 每年 地方費 豫算에 計上하도록 하였다. 그래서 各道에서는 不要存國有林의 無償讓與를 받아 管理機關을 만들고 施業案을 編成했다.

道有林에 대한 各 道別의 主要 造林樹種을 들면 다음과 같다.

忠南 : 赤松, 海松, 밤나무, 상수리나무, 낙엽송, 산오리나무, 아카시아, 은행나무, 호두나무, 느티나무, 잣나무, 사방오리나무, 옻나무, 싸리 等 多樣하다.

全北 : 赤松, 낙엽송, 잣나무, 杉나무, 편백, 옻나무,

리기다소나무.

全南：아카시아, 사방오리나무, 海松, 밤나무, 상수리나무, 편백, 리기다소나무, 호두나무, 잣나무, 느티나무, 赤松, 油桐 等.

慶南：赤松, 海松, 잣나무, 낙엽송 等.

平南：낙엽송, 아카시아, 밤나무, 赤松, 상수리나무, 만주黑松, 잣나무, 산오리나무, 옻나무 等.

平北：낙엽송, 잣나무, 赤松, 만주黑松, 가래나무, 그리고 一部 樹種으로서 상수리나무, 옻나무.

咸北：낙엽송, 赤松, 잣나무 等

1911年에는 學校林設置에 關한 通牒이 各道長官 앞으로 나갔다. 이것은 森林愛護 思想과 勤勞習慣의 敎育을 하기 위한 것이라는 趣旨에 立脚했다. 通牒內容의 一部를 보면 『國民學校生徒는 1年에 한 사람이 10本 以上을 中等程度의 學校에 있어서는 生徒 한 사람이 1年에 20本 以上을 植栽할 것임』이라고 되어 있다. 단 『實力 以上의 過大計劃을 피하도록』하고 있다.

各道는 學校林에 植栽할 造林樹種을 具体的으로 들어서 示達하고 있는데 例로서 江原道는 밤나무, 상수리나무, 아카시아, 소나무, 낙엽송, 잣나무, 전나무, 사시나무類를 심도록 勸奬하고 있다.

寺刹有林은 그 根源이 매우 오랜 것으로 그 保護는 寺院의 尊嚴과 社會敎化上 重要한 것으로 생각되어 1911年에 寺刹令이 發布되고 寺刹林 經營은 監督官廳의 許可를 받도록 되었다.

(2) 農用林의 設定

燃料, 堆肥, 牧蓄飼料가 農業經營上 重要物資이고 農家 一號當 農用林產物需用量 中 林產燃料가 약 1,800貫(6,750kg) 綠肥 및 堆肥原料로서 山野草 약 1,000貫(3,750kg), 蓄牛飼料로서 약 1,000貫 (3,750kg), 合計 약 3,800貫(14,250)으로서 漸次 그 需要量이 增加된 것으로 보고 特히 細民 100萬戶에 對하여 面, 郡 등의 農用林地를 設定해서 農用林產物의 供給方策을 立案하고 1934年에 이것을 通牒하고 있다.

그 때 全朝鮮農家 280萬號는 結局 林產燃料(氣乾重量) 50億萬貫을 年間 消費하는 것으로 推計되었다. 그래서 이를 위해 林指導方針(後述)을 制定한 바 있다.

農用林地 施設計劃要旨의 一部를 보면 一戶當 施設標準面積은 1 ha이고 林野의 選定은 部落에 近接한 곳으로 하고 荒廢林野와 荒廢初期의 林野는 피하도록 했다. 造林樹種은 주로 싸리, 아카시아, 오리나무, 잠나무 類였다.

(3) 速成燃料林의 造成

그 當時 總農家戶數의 56%가 林野를 所有하지 않고 있어 燃料採取가 無秩序해서 一般 林野의 改善이 어렵게 되어 農用林地의 設定을 하였다. 그 當時까지는 포플러類에 依한 速成燃料林이 造成되었으나 主로 河川敷地에 심어져서 不成功地가 많았다. 速成燃料林 造成計劃의 一部를 보면 土地의 選定에 있어서는 (1) 山麓地帶의 荒無地 (2) 堤防 (3) 幅이 있는 밭두덕 (4) 路邊 (5) 河川과 溪谷 등의 休閑地로 하고 施設의 單位는 部落으로 했다. 速成造成適樹로는 포플러, 아카시아, 물갬나무, 산오리나무, 버들類, 족제비싸리, 싸리類가 勸奬되었다. 이 때 林地가 대체로 瘠惡하므로 過石, 草木灰, 肥土를 施用토록 했다. 燃料林 造成問題는 이와같이 오래 前부터 林業上의 問題로 되었던 것이다.

4. 林業試驗

林業試驗의 始作은 1913年 그 當時 農商工部山林課에 한 사람의 囑託을 두고 森林植物調査를 한데서 또 光陵苗圃에서 養苗植栽試驗이 된데서 찾을 수 있다. 1922年 8月 23日 林業試驗場官制를 發布하고 1923年 3月 28日에 淸凉里 試驗場에서 開廳式을 擧行하였다. 造林에 關한 試驗內容을 보면 다음과 같다.

林業試驗場報告, 第一號와 五號는 主要林木種子의 發芽促進에 關한 것이고 松栢類, 싸리, 竹類에 대한 硏究, 主要樹苗에 對한 肥料 三要素試驗, 種子識別法이 報告되었고 林業試驗場 時報에는 잣나무播種法, 낙엽송의 結實豊凶 豫知가 있고 別途로 森林樹木鑑要, 樹苗養成指針, 各 山岳에 對한 植物調査書, 巨樹, 老樹名木誌가 나왔다.

1927年에는 林業試驗場, 種子鑑定規則이 公布되었다.

1939年에는 安養에 京畿道 林業試驗場이 設置되어 養苗試驗과 함께 地方森林主事 講習所도 併置되었다.

咸北은 1931年에 設立을 보았고 江原道 林業試驗場은 1938年에 設立되었는데 各道 林業試驗場의 硏究 成果는 무게 있게 評價될 수 있었다.

5. 國有林의 造林

1918年 營林廠管掌의 森林의 作業種을 다음과 같이 解義하는 것으로 決定하고 있다.

(1) 皆伐作業：區域內 林木을 一時에 伐採하고 人工播植 또는 側方天然下種造林으로서 同齡林을 造成하는 作業.

(2) 前更作業(一名 傘伐作業)：後繼稚樹의 生育을 確認한 뒤에 主伐을 更新 期間內에 一回 또는 數回에 나누어 伐採하고 同齡 또는 거의 同齡에 가까운森林을 造成하는 作業.

(3) 擇伐作業：一定한 更新期가 없고 每年 伐採를 계

속하든가 또는 回歸年마다 數回에 나누어 逐次 林木을 伐採하는 것으로 老壯幼의 林木이 混生하는 異齡林을 만드는 作業.

(4) 矮林作業：根株의 萌芽를 保育해서 新林을 造成하는 作業을 말한다. 그런데 1939年에는 朝鮮 國有林施業案 規定이 나왔는데 第33條 作業規定에는 1. 皆伐 喬林作業. 2. 前更喬林作業. 3. 擇伐喬林作業. 4. 矮林作業. 5. 中林作業의 5가지로 定하고 있다. 中林作業이 더해졌을 뿐 1918年과 거의 같다. 이와같이 作業種을 일찍부터 明示한 것은 注目된다.

1926年 林政計劃이란 것이 樹立되고 그안에 國有林에 대한 造林內容이 있다. 그것을 보면 造林費를 節約하기 위해서 天然下種과 既存林木의 保育에 힘을 썼고 植栽樹種으로서는 赤松, 海松, 이깔나무, 잣나무, 등을 主로 하고 地方에 따라서는 杉나무, 편백, 가시나무 등을 試驗的으로 養苗해서 植栽했다. 1938年에는 適地에 따라 상수리, 호도나무, 박달나무, 느티나무, 밤나무, 참나무 등을 加했고, 1939年에 리기다소나무, 들메나무, 오리나무 類를 더했다.

特히 赤松, 海松, 落葉松, 만주黑松, 잣나무, 호도나무, 상수리나무, 박달나무, 느티나무, 밤나무의 人工播種造林이 適用되고 그 中에서 赤松, 海松은 播種造林이 가장 容易하게 이루어지는 것으로 되었었다. 그리고 天然下種을 尊重했고 赤松, 이깔나무 등은 一年生苗造林이 좋은 成績을 擧揚한 바 있다.

1926年의 林政計劃이 그대로 살 遂行되지 못하고 保續生産에 一大危機를 느껴서 1935年에 造林計劃 更改를 하고 造林에 置重하도록 했다. 그 內容에는 幼齡林의 撫育, 펄프 資源의 培養, 伐採跡地의 更新, 養苗, 成林撫育 등으로 나누어지고 있다. 특히 펄프 原料 資材의 增殖을 强調하고 있는것에 注目이 간다.

1940年 國有林 造林事業 基本計劃이 公布되었는데 그 중 種子採取는 優良母樹에서 할 것이며 優良種子의 生産保續을 爲해서 母樹林을 設定할 것과 8個所에 種子人工乾燥場을 設置하여 種子調製를 하는 것으로 計劃되고 있다.

1936年 種子配給區域의 設定 및 母樹設置의 件이 公布되었다. 種子配給 區域設定의 對象樹種은 우선 赤松, 잣나무, 이깔나무, 전나무, 가문비나무類로 하고 樹種別 配給區域은 다음의 因子를 綜合해서 定하는 것으로 했다.

(1) 各 地方의 氣象條件의 綜合(特히 最低氣溫과 降水量)

(2) 樹種의 自然分布 狀況을 調査하여 環境의 異同 判定하는 것.

(3) 各地에서 實施한 産地別 試植地의 成績參考.

(4) 天然的 區域의 境界가 原則이나 行政的區域도 不得已 받아 들인다는 것이다. 그리고 種子 配給은 各 區域內에 있어서 自給自足하는 것을 原則으로 하고 있다. 이것은 매우 훌륭한 立案으로 解析된다. 여기에 參考로 赤松에 대한 種子配給 區域을 要約하면 다음과 같다.

(國有林關係)

第1區：江原道의 울진, 三陟, 江陵, 양양과 제주도와 울릉도가 江原道의 東部와 함께 한 것은 氣溫關係인데 年 最低氣溫이 零下 16度 以下로 내려가는 일이 거의 없고 降雨量이 많은 地域인 까닭이다. 第2區에는 慶北에는 奉化, 英陽, 그리고 경기도의 서울 地方과 高陽郡이 包含되고 있어 興味를 提供하고 있다. 그리고 母樹林의 設置에 關하여는 對象樹種으로 赤松, 잣나무, 이깔나무, 전나무, 가문비나무를 指定하고 母樹의 選定은 陽光이 잘 쪼이는 곳에서 樹高가 높은 優勢木으로 하고 樹幹이 通直하고 꼬이지 않으며 樹冠이 正常하고 病虫害의 損傷이 적고 材質上 非難을 받지 않을 것으로 한다. 그리고 幼齡과 老齡의 林分을 피하는데 대체로 40～100年生을 合當한 樹齡範圍로 한다. 단 잣나무는 20年生 以上이 적당하다. 造林用 種子는 可及的 母樹林에서 採取하도록 하고 母樹林台長을 만들고 해마다의 結實 및 採取狀況을 記錄하도록 한다. 이와같은 內容은 지금에 있어서도 거의 完全한 것으로 받아들일 수 있다.

다음으로 特殊樹種의 造林增殖을 强調한바 있는데 이때 國有林에서 特殖樹種이라 한 것은 가래나무, 박달나무, 느티나무, 굴참나무, 황벽나무, 들메나무, 물푸레나무, 오동나무, 은행나무, 주목, 비자나무 등이다. 이러한 樹種이 國有林造林 對象으로서 關心을 받고 있다. 은행나무는 鉛筆用材, 家具材로 價値가 인정되고 있다.

1930年에 國有林造林 事業內規가 定해졌다. 이 內規의 第5章은 造林成績 調査로 되어 있다. 活着率, 種子發芽率, 苗木伸長 狀況, 稚樹發生 및 그 伸長 生長量, 울폐상태, 등을 調査하는 것으로 調査區의 面積을 造林地 面積의 1%를 標準으로 하고 最少限 10아르를 넘어야 한다. 이 內規는 대단히 상세하고 철저를 기하고 있다. 이러한 事項은 오늘날에 있어서도 극히 必要한 것으로 銘心할 것이다.

1940年에는 영림서에 造林事業所를 設置하는 通牒이 내리고 1941年에는 12個 營林署에 合計 20個의 造林事業所가 設置되었다. 가령 그 當時 江陵 營林署에는 春陽, 大和, 旌善에 各各 造林事業所가 設置되었고 造林事務를 專擔하였던 것이다.

〔附〕

民有林 指導方針大綱

이것은 日政 林業에 있어서 하나의 理念의 革新을 喚起하였다고도 볼 수 있는 것으로 林業經營의 基本精神을 林業人 또는 林業界에 發射한 것으로 그당시 큰 問題로 되었던 實事이다.

1933年 1月에 決定한 것으로 그 主旨는 다음과 같다.

1. 迅速히 林地를 安定시키고 地力의 恢復을 도모하고 造林費의 節約을 爲해서 人工造林보다 天然力利用에 依한 森林의 構成에 힘을 기울인다.

2. 用材林 造成의 偏重을 피하고 먼저 燃料林 造成에 힘을 쏟고 나아가 優良林地의 利用으로서 收益의 增進을 꾀하고 또 農牧用地에 뜻을 두어 農村의 實情에 符合하는 林業을 經營한다.

3. 可及的 稚樹 및 地被物을 保護하고 萌芽와 山草의 濫採를 制限하며 造林을 速成시키고 地盤의 安定과 樹種의 改良을 企圖하고 大徑木 伐採를 꺼리는 思考를 고쳐서 큰 나무는 伐採하도록 誘導한다. 大徑木 伐採를 싫어하는 그 當時의 생각은 지금의 事情과는 크게 다르다 할 것이다. 그 중 造林奬勵方針을 보면 林相改良이 있는데 母樹의 保存, 良木의 保存, 樹種의 變更, 植栽와 施業의 改善을 들고 特히 赤松林 偏重의 地方에 있어서는 闊葉樹의 增殖을 꾀할 것을 指摘하고 있다. 또 優良林地(山麓 등 肥沃地)에는 短伐期의 矮林作業을 해서 集約的 林業經營을 하고 赤松은 天然下種으로 造林할 것이며 他樹種도 可及的 天然下種을 適用토록 한다. 그리고 참나무類는 可及的 播種造林에 依하도록 한다. 그리고 그 當時 朝鮮總督府에서는 民有林 指導의 根本精神이라 해서 그 뜻을 解說하고 있다. 그 一端을 보면 다음과 같다.

「一定面積에서 어떻게 하면 保續的으로 最多 收穫을 올릴 것인가 하는 數學的 計算에 比重을 두고 最大土地期望價를 要求하는 經理主義로 부터 出發해서 理論으로서 完成된 人工皆伐主義의 極端한 應用은 一時 林業林學界를 支配하였다. 이것은 比較的 理解하기 쉬운 理論이였기에 모르는 사이에 造林이라 하면 우선 喬林皆伐作業을 생각하게 되었고 또 單純林을 聯想하게 되었다.

그러나 事實問題로서 單純喬林 作業의 應用은 無制限으로 實行될 것은 못되고 優良林地에 造林하거나 用意周到한 特別한 肥培管理가 講究되는 境遇 以外에는 單純히 適地適木이라 하여도 造林에 成功할 수 있는 것은 아니다. 特히 朝鮮과 같이 林地가 荒廢하고 民度가 낮고 造林知識이 幼稚한 地域에서는 民有林에 喬木皆伐作業을 實行하는 것은 技術上 또 實行上 許多한 難點이 있는 것으로 생각한다. 卽 單純林은 비, 바람, 눈, 그리고 害虫에 弱하고 被害가 많다. 그리고 地力의 維持收穫의 減退 등 各 方面에 亘해서 많은 缺點이 있다. 그래서 天然更新主義로 또 混淆林造成主義로 潮流가 흐르고 있다. 森林을 自然으로 돌리자는 主張이 있고 山에 있는 돌 하나도 森林의 構成要素로 주요한 것이다. 그래서 自然의 破壞를 積極 줄이고 自然의 平衡을 尊重하는 森林施業으로 나아가야 한다. 여기에 技術的 生命이 있는 것이다. 自然으로 돌리자는 생각은 森林을 原始狀態로 두자는 것은 아니다. 다만 苗木을 심어두면 森林이 造成된다는 생각은 버려야 하고 森林 成立에 必要한 各 因子의 自然狀態 接近에의 努力과 林木生育의 無理를 避한다는 생각은 極히 重要한 것이다.

森林을 自然으로 돌리자는 것은 甚히 必要한 것으로 朝鮮의 民有林野는 이 自然으로 부터 크게 離脫한 狀態에 있으므로 반드시 그리고 速히 自然으로 復歸시켜야 한다. 한 方便으로 林內에 나있는 雜木과 草類는 可及的 그대로 남겨두어야 한다. 稚小木의 伐採를 하지않도록 할 것이다」.

以上과 같은 論旨는 오늘날 우리가 標榜하고 있는 自然的인 森林生態系의 重要性을 말한 것으로 結局 이것이 國家 經濟的으로 더 有利할 것이라는 結論이다. 現今에 있어서 吟味할 것이 아닌가 생각해 본다.

以上으로서 日政 林業의 造林的 側面을 내다보았는데 그 功過는 여기서 따질것이 없고 日政下 36年, 光復后 약 35年間의 造林技術上의 研究發展, 論理 등을 對照比較할 때 各種 理由的 條件은 있겠지만 우리로 하여금 省察케 하는 點이 적지 않다는 것을 말하고 싶다. 未來의 前進을 爲해서 既往의 발판을 살핀다는 것은 重要하다.

Ⅱ. 造林地帶의 區分

우리나라의 造林地域(또는 地帶)에 關하여서는 筆者가 著書(造林學 原論 卿文社)에 있어서 植木敎授의 造林區域을 論議하고 日政時代의 各 道別의 勸奬 樹種을 考証하여 5個 造林區域을 밝힌 바 있다. 이때는 年平均 氣溫의 等溫線과 一月 平均氣溫(寒冷指數的 槪念의 導入)을 考察하여 造林區域의 境界와 其區域內의 主要天然生樹種과 그 區域에 導入된 主要樹種을 羅列했다. 이 區域은 多分히 植生의 自然分布에 미치는 溫度因子를 크게 보고 造林可能範圍를 經濟的으로 감안해서 定한 것으로 가령 造林 第一區는 暖帶(Warm temperature zone)와 비슷한 範圍로 했으나 第一區는 暖帶의 領域을 벗어나 더 北上하고 있다. 이러한 北上은 領域의 擴張은 常綠闊葉樹林이라는 特性으로서는 符合되지

않은 點이 있으나 이곳에 經濟的으로 造林될 樹種의 行爲上의 能力을 堪案한다면 이러한 境界가 妥當하다는 것이다.

純生物學的 見地에서 筆者가 提示한 上記 造林區域에 關하여는 日本 大阪大學의 生物學 敎室에서 理論的 分析을 하고 綿密한 評價를 한 바 있다. 그 結果 吉良敎授 및 任良宰 敎授가 이를 妥當한 것으로 받아 들이고 日本生態學 會誌에 發表한 바 있다. 즉 韓半島에 있어서 148地點에 대한 溫量指數(Warmth Index)와 寒冷指數(Coldness Index)를 計算하고 同時에 Thornthwaite의 方法에 따라 水分收支를 計算하였다.

Thornthwaite는 森林地帶의 蒸發散量 最大可能値는 氣溫만의 函數라 하고 이것을 그는 Potential evapotranspiration(PE) 또는 Water need라 하고 月平均 氣溫에서 이것을 推算했다. 그리고 한 地點에 대한 土壤의 年間 水分收支를 計算하였다. 이 때 그는 土壤에 대한 水分收支는 降水量과 PE에 相當한 것으로 가정했고 土壤은 有效水分 100㎜만을 貯水할 수 있다는 能力을 假定했다. Water deficiency(dmm)는 PE-actual Evapotranspiration) 그리고 Water Surplus(Smm)는 (Precipitation-actual Evapotranspiration) 로서 推算했다. 이러한 水分均衡의 分析은 氣候的 乾濕性의 物理的 理解에 도움이 되고, 그는 Moisture Index(Im)로 Im=(100S-60d)/n의 式을 제공했다. 이 때 S=Water surplus, d=Water deficiency n=P.E. per year이다.

以上과 같은 乾濕度의 分布와 年間의 不足水量과 剩余水量을 求하고 濕潤指數 Im을 計算하여 韓半島의 植生分布를 論하였는데 이때 本人의 森林植生圖를 肯定한 것이다.

이와같은 氣候라든가 이에 符合시킨 造林區의 設定은 林業上 極히 重要한 것으로 가령 日本은 造林區域을 日本農林水產技術會議에 定한 17個 氣候區를 參考로 하고 同時에 過去 林業上의 經驗을 생각해서 氣候區를 修正하고 있다. 이때는 溫量指數, 年降水量, 濕潤度型, 無霜期間, 日照指數, 殘雪期間 등을 考慮했다. Thornthwaite의 新區分法이 많이 參考되고 있다.

天然林의 特徵을 생각할 때에는 (1) Picea와 Abies를 主로 하는 亞寒帶의 針葉樹林帶. (2) 亞寒帶로 漸移하는 溫帶 落葉濶葉樹林帶. (3) 溫帶落葉濶葉樹林帶. 너도밤나무를 代表로 하는 (4) 暖帶에서 溫帶로 漸移하는 밤나무, 굴참나무를 主로 하는 溫帶落葉濶葉樹林帶. (5) 잣밤나무, 가시나무를 主로 하는 暖帶常綠濶葉樹林帶는 우리나라에 대한 筆者의 그것과 大同小異하다.

이것은 森林生態의 側面에서 볼 때 群係(Formation)의 槪念에 立脚한 것이고 이는 다시 地形과 土壤의 性質을 考慮해서 群叢(Association)的 생각으로 適合 한 造林樹種이 細分될 수 있는데 이것은 種苗區域(Seed zones)의 생각으로 連結될 수 있을 것이다. 그러나 이것은 樹種에 따라서 樣相을 다르게 하면 된다.

美國의 California州에서는 1946年에 Seed zone 을 設定하고 1970年에 이를 改正한 바 있다. 緯度로서는 50 mile을 種苗移動의 限界로 하고 있다. 50 mile은 약80km (200里)이므로 種苗移動을 그 以上 할 수 없는 것으로 해석할 수 있다. 美國의 Lake states 地方의 Seed zone을 보면 50°F以上의 積算日溫度와 1月의 平均氣溫을 함께 考慮해서 28個 Seed zone을 設定하고 있는 이것은 *Pinus resinosa*의 造林區域에 잘 符合한다고 한다.

日本에서는 種苗配給區域을 降水量과 氣溫에 關聯시켜 1951年에 設定하고 있는데 杉나무가 9區 편백이 3區 赤松이 7區 海松이 4區로 나누어지고 있다. 우리나라의 造林地帶區分도 좀 더 分析될 餘地가 있는 것으로 생각되고 이것은 造林成果에 關與됨이 크리라고 믿어진다.

以上과 같은 設定은 研究와 調査를 通해서 이루어 질 것이고 土壤群을 通한 地域의 中區分이 생각된다. 우리나라의 實情에 對한 이 方面의 研究가 필요한 것으로 본다.

Ⅲ. 採種園(Seed Orchard)의 開設

1945年 戰後以來 林業問題에 있어서 顯著한 事實의 하나는 採種園에 依한 優良種子의 生產을 爲한 各國의 投資와 實踐 그리고 이에 隨伴되는 研究라 할 수 있다 그 以前에 우리는 亦是 優良種子를 얻기 위한 種子生產林을 取扱했으나 集約的 管理라는데 特徵이 있고 특히 遺傳的으로 改良된 種子生產의 目標를 들 수 있다

1956年 C. Syrach Larsen 博士가 Seed garden(Seed Orchard, Seed plantation, Seed source garden)의 術語 안에 그의 생각을 나타내었다. 그뒤 Bruce Zobel博士에 依해서 現在 우리가 사용하고 있는 뜻의 Seed Orchard의 槪念이 주어졌다. 採種林(Seed stands, Seed production area)은 처음부터 改良한 種子生產을 爲해서 만들어진 것이 아니라는데 Seed orchard와 큰 차이가 있게 된다.

1. 各國의 採種園造成의 槪況

유럽에 있어서 改良種子의 大量生產을 爲한 採種園의 開設은 二次大戰以後부터라 할 수 있는데 그 槪況

을 다음 表에 든다.

特히 瑞典은 採種園을 造成하는데 Jensen의 氣候區의 提案이 있고 民間團体도 가담하고 있다. 全國이 유럽赤松(*Pinus sylvestris*)에 대하여서는 16個 造林區 또 독일가문비(*Picea abies*)에 대해서는 10個 造林區로 나누어져있다. 이 造林區에 있어서는 그 나름대로의 採種園을 만들고 있는데 1970年에는 私有와 國有를 합해서 700ha의 面積에 達하고 있는데 그 중 面積의 3分의 2는 *Pinus sylvestris*에 대한 것이고 殘分은 主로 Norway Spruce(*Picea abies*)에 對한 것이다.

表 유럽諸國의 採種園開設 內容

國家	樹種	採種園	
		推算面積(年度)	計劃始作年度
		(ha)	
벨 기	*Pinus sylvestris*	10(1971)	1960
	Larix eurolepis		
체코슬로바키아	*Larix decidua*	51(1971)	1958
	Pseudotsuga menziesii		
서 독	*Pinus sylvestris*	35(1967)	1955
	Picea abies		
	Fagus sylvatica		
프 랑 스	*Pinus pinaster*	30(1971)	1960初期
	其他침엽수종	64(1971)	
동 독	*Larix decidua*		1957
	其他침엽수종		
英 國	*Pinus sylvestris*	64(1971)	1931
	Pinus contorta		
	Larix eurolepis		
和 蘭	*Pinus sylvestris*	(1971)	1970初期
노 르 웨 이	*Picea abies*	150(1971)	1963
	Pinus sylvestris		
Lithuania	*Pinus sylvestris*	3.5(1967)	1964
	Picea abies		
폴 랜 드	10수종	20(1969)	1961
Ireland 공화국	*Pinus contorta*	56(1971)	1955
	Pseudotsuga menziesii		
	Larix Kaempferi		
루 마 니 아	*Pinus sylvestris*	35(1966)	1961
	Picea abies		
U.S.S.R.	*Larix decidua*	10,670(1971)	1962
	Picea abies		
	Pinus sylvestris		
	Larix sibirica		
	Quercus robur		
유고슬라비아	*Larix decidua*	30(1970)	1970初期
	Pinus nigra		
	Picea abies		

유럽赤松은 採種園에서 約 10年生이 되면서부터 本格的 種子生産에 들어가고 30年生까지는 其 生産이 계속 增加하며 40~50年生代에 其量이 안정된다. 이때 大体로 年間 ha當 10kg의 種子가 生産될 것으로 생각되고 있다.

Finland는 採種園造成 國家計劃을 세우고 全國的으로 9,738ha의 Clonal orchard를 만들기로 했으며 1971年度까지 2500ha가 造成되었고 100万本의 接木苗가 5×5m의 간격으로 식재되었다. 面積의 90%는 유럽赤松에 對한 것이고 나머지 10%는 독일가문비이며 *Betula pendula*는 溫室條件下에서 만들어지고 있다.

美國은 森林局이 1936年에 林木育種에 對한 基礎研究計劃을 세우고 1968年까지 28個의 採種園 總面積 479 ha를 National Forest Service가 造成했다. 美國의 採種園造成은 주로 North Carolina, Texas, Florida 等 東南部地方에 集中되었다. 特히 Bruce Zobel博士의 努力은 컸고 이때 木材를 利用하는 多數의 産業團体, 會社의 積極的 努力이 있었다.

初期研究는 주로 *Pinus taeda, Pinus elliottii, Pinus echinata* 등에 比重이 주어졌으나 最近에는 *Liriodendron tulipifera, Liquidamber styraciflua, Eucalyptus* 및 其他 闊葉樹種에 대해서도 作業하고 있다. 1971年에는 7000kg의 種子를 生産하였고 球果와 種子를 加害 하는 害虫이 問題로 되어있다.

1973年까지 2,500ha의 採種園이 東南部地域에 開設되었는데 主로 松類에 대한 것이었다.

1968年까지 西北韓地方에는 114ha의 Douglas fir 의 採種園이 開設되었는데 이것은 主로 큰 木材會社의 所有였다. Idaho 州에는 스토로부소나무의 耐病性 採種園이 100ha 以上 造成되었는가 하면 California에는 Pine hybrid (*P. attenuata*×*P. radiata, P. jeffreyi* (*P. jeffreyi*×*P. coulteri*))을 爲한 採種園이 만들어 졌다.

日本에서는 主로 杉나무, 편백, 赤松, 海松에 대한 採種園이 県單位로 만들어지고 또 會社 등 私有의 採種園도 만들어지고 있으며 1,500ha以上의 面積을 目標로 하고 있다.

New Zealand는 *Pinus radiata*에 대한 Clonal Seed Orchard를 1973年까지 238ha를 造成한 바 있다.

2. 採種園造成의 設計

採種園造成에 있어서 植栽距離는 경우에 따라 差異가 있으나 Clonal Seed orchard의 경우 *Pinus sylvestris*에 있어서는 대체로 5~6m로 하고 있다. 그러나 Seedling Seed Orchard의 경우는 그 距離가 좁혀지고 있다. 1.5~2.0m가 적용되고 있는데 이것은 苗木生産의 難易에 關係된 것이다. 또 Within farmily plot에 있어서는 좁은 距離를 또 between plot에서는 더 넓은 距離를 擇하기도 하는데 Australia의 *Pinus dliottii* 의 경우는 4-plant plot를 채택하고 이때 Within plot에서는 1.8 m를, 그리고 between-plot spacing은 6 m로 하고있다. 植栽는 正方形과 長方形이 主이고 理論的으로는 三角形植栽도 提案되고 있다.

採種園에 들어갈 Clone의 數인데 Clonal orchard design에 있어서는 대체로 20~50Clone이 사용되고 있고 理論的으로는 그 以上이 들어가는 것이 genetic base를 擴大시킬 수 있어서 좋다. 그러나 이에 對해서는 反論도 있고 가령 Progeny tested clone의 경우라면 10 Clone 以下라도 相關없다는 Lindgren의 主張이 있다. bi-clone orchard는 極端한 例라 할 수 있다.

Norway에서는 clone數 700의 경우가 보고되고 있는데 이것은 오히려 clone archives (tree bank)의 意義를 가지고 있다

다음으로는 Clonal이나, Seedling이냐 하는 造成材料의 問題이다. 1973年 以前까지는 Clone에 依하였으나 그 后부터는 Seedling에 依하여 傾向이 漸增되고 있다. 特히 遺傳的 造成이 밝혀지지 않은 樹種이라든지 또는 育種材料가 좋지못할 경우에는 Seedling Seed Orchard가 만들어져서 相關없다는 것이며 遺傳力이 매우 높을 때에는 clonal이든 seedling이든 gentic gain은 비슷하다는 것이다.

*Juglans nigra*의 Seed orchard에 있어서는 clonal orchard가 더 有利하다는 結論도 있다.

植栽하는 Design에도 여러가지가 있다.

(1) Pure rows : clone 間의 inbreeding의 위험성이 있는 方法이다.

(2) Chessboard : bi-clonal orchard에 있어서 雜種種子를 얻고자 할 때 특히 male-sterility가 있거나 또는 어떤 한가지 cross만이 可能해서 그것에서 큰 特別組合能力을 期待할 수 있을 때에는 有効하다.

(3) Completely random : 이 design에 있어서도 같은 clone에 속하는 2개의 ramet는 서로 이웃해서 植栽되는 것을 피한다.

(4) Randomized complete block : 全面積을 같은 Block으로 나누고 각 Block의 ramet의 位置는 任意配置 하는 것이나 同一 clone의 두 clone 은 隣接하지 않게 한다. 歐美各國에서 흔히 採用되고 있는 方法이다.

(5) Fixed block : 固定시킨 한 개의 block design을 全面積에 反復시키는 것이다. 이 design의 効果는 basic block의 크기에 크게 相關된다.

(6) Rotating block : B. F. Malac (1962)에 依해서 처음 提唱된 것인데 그 例를 다음 그림에 보인다.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20

16	1	2	3
20	4	6	7
5	9	8	11
10	13	14	12
15	17	18	19

a. 처음의 경우 b. 体係的 移動으로 反復시킨 例

그림. Rotating block design(Weir)

(7) Reversed block : *Ulmus carpinifolia*에 적용된 것인데 이와같은 Self-sterile 樹種이면 같은 clone의 ramet間의 隔離가 必要가 없어서 쓰일 수 있다.

4	5	1	6	5	3
3	6	2	1	2	4
2	6	3	4	2	1
1	5	4	3	5	6

그림. Reversed block design

(8) Balanced Incomplete block : Langner와 Stern (1955)에 依해서 提案된 것이다.

만일 t=clone의 數, k=block當 ramet의 數, b=block의 數, r=反復의 數(clone 當의 ramet數) 라고 할 때 design이 k<t이면 그 block는 incomplete 하다고 말한다. 그리고 만일 어떤 두個의 clone이 同數의 block에 出現하는 경우 우리는 그 design은 balanced 라고 생각한다.

Balanced incomplete block design에 있어서는 다음의 條件이 成立된다.

$n(t-1)=r(k-1)$ 그리고

$rt=bk$의 관계이다.

(9) Cyclic balanced incomplete block : 이것은 Balanced incomplete block design의 特殊型인데 block當 4個의 ramet가 있고 正方形으로 植栽된다.

(10) Balanced Lattice : 이것도 Balanced incomplete block design의 特殊型인데 $t=k^2$이 成立된다. $b=k(k+1)$, $r=k+1$, $n=1$의 條件이 成立된다.

(11) Systematic design : 다음의 한 例를 들어본다.

이 design은 카나다, 日本, 美國, Poland, U. S. S. R, Australia등에서 사용된 바 있다.

1	2	③	4	5	6	7	1
4	5	6	7	1	2	③	4
7	1	2	③	4	5	6	7
③	4	5	6	7	1	2	③
6	7	1	2	3	4	5	6
2	③	4	5	6	7	1	2

그림. A Systematic design(7 clone에 대한 것)

(12) 이밖에도 몇가지 配列方法이 提案되고 있다.

3. 採種園의 立地.

種子를 계속 잘 生産하려면 採種園의 位置의 選擇은 重要하다. 이 方面의 研究結果는 比較的 많다.

生物學的 見地로 보아서는 採種園의 位置가 南쪽으로 移動하면 開發과 種子成熟에 有利하다. Sarvas는 ***Pinus sylvestris***에 對하여 移動의 정도를 積算溫度要求量을 가지고 말했고 北方品種보다는 南部品種이 要求量이 더 높다고 했으며 南쪽으로의 移動은 種子成熟을 爲해서 有利하고 이렇게함으로써 原産地의 그것보다 160%의 開花量增加가 관찰된 바 있다. 이러한 결과는 原産地와 移動地의 溫度積算度가 200~230 degree-days의 差異가 있을 때 얻어지고 있다. 그러나 지나친 距離上의 移動은 좋지 않고 Sweden의 경우는 1200km 以上 南쪽으로 옮기는 것은 不利하다고 했다.

이와 비슷하게 高地의 것은 低地로 옮기는 것도 有利한 것으로 해석될 수 있다. 그러나 例外의 報告도 있다 日長도 開花에 關係되는데 Scotch pine의 경우는 長日條件이 雌花發達에 有利하고 ***Pinus contorta***에 있어서는 短日이 有利했으며 Fagus類나 日本産의 落葉松은 日長의 영향이 없음이 報告되고 있다. 그리고 季節別의 日照量, 乾濕, 바람, 溫度 등이 種子生産에 큰 關聯이 있음이 알려지고 있다.

土壤條件에 있어서는 一般的으로 肥沃해야만 하고 霜穴地帶, 風衝地帶는 피해야만 하며 pH가 높은 闊葉樹林地帶를 整理해서 針葉樹類의 採種園을 만들면 根腐病이 甚하게 發生할 우려가 있음이 指摘되고 있다.

不良花粉으로부터의 汚染을 防止하기 위해서는 採種園의 隔離가 要求되고 이를 위해서 高地 北方의 것을 南方으로 가져와서 開花期의 差를 利用하고자 하는 試圖도 있으나 좋은 結果는 얻지 못하고 있다. 이것은 生理的 隔離인데 Silen의 研究를 보면 美國西部에 있어

서 Douglas fir clone을 700m의 高地에서 180m의 低地로 가져옴으로써 단지 8~10日間의 開花期 遲延을 얻을 수 있었지만 花粉의 飛散期間이 20~30日에 達하는 것을 생각하면 이것은 도움이 안되는 것이다.

그리고 距離上의 隔離인데 Hadders는 2000m의 隔離를 가지는 採種園의 Scotch pine의 雄花 를 除去했는데에도 78%의 雌花(球果)가 發達했고 各 球果는 약 15個의 充實種子를 가지고 있었음을 觀察하고 있다. 採種園의 크기도 花粉汚染에 對해서 주요하고 面積이 넓으면 안쪽의 汚染度는 크게 줄어든다.

Andersson은 Scotch pine의 採種園은 *Picea abies* 林內에 만드는 型式으로 하여 汚染防止할 것을 提案하고 있다. 事實 隔離는 어려운 일이므로 將次는 化學藥劑에 의한 開花遲滯 등이 硏究되어야 할 것으로 생각되고 있다.

採種園의 作業은 대단히 季節性을 띠우고 있으므로 勞動力의 供給이 考慮되어야 하고 交通과 機械化作業이 可能할 것 등이 重要하다.

Ⅳ. 포트苗 養成

約 20年前 Norway에서 考案된 pot苗는 Jiffy pot라는 名稱을 가졌었다. 그것은 水苔泥炭(Sphagnum moss peat)75%와 펄프 25%에 若干의 肥料를 添加해서 壓縮成型시킨 것으로 peat라 하면 有機物量이 50% 以上의 것을 말한다. 이것은 泥炭중에서도 貧營養性泥炭土로서 保水性과 通氣性이 良好한 高位泥炭에 屬한다.

世界各國은 pot苗로서 造林하는 傾向이 漸增하고 있다. 가령 瑞典의 最近의 統計(A. Lindstrom1978年 11月)에 依하면 北部地方은 약 1億3千万그루의 生產苗木量중 7千4百万그루가 pot苗로서 56%를 차지하고 中部地方에서는 약 84万 그루의 苗木중 45%가 pot苗이며 南部地方에서는 13,600万그루 중 其 10%가 pot苗로서 養成되고 있다.

瑞典養苗의 樹種別 內譯을 보면 養苗量의 約 45%는 유럽赤松이고 다음으로 독일가문비가 40%를 훨씬 넘고 있다. 育苗 pot에는 지금 多樣한 規格과 design으로 또 그것을 만드는 材料도 各色이다. pot苗는 養苗期間中 除草作業이 必要가 없고 活着率이 높으며, 植栽는 季節의 影響을 거의 받지않고, 山地植栽後 곧 生長을 始作한다는 利點이 있다. 그러나 作業의 大型化를 위해서는 機械化가 要求되고 또 관수시설, pot의 運搬 등 隨伴되는 生產体制의 정비가 要求된다. 特히 遺傳的으로 얻어진 優良種子로서 養苗할 때 또는 試驗地 造林用 苗木 또는 採種園 造成用의 苗木은 pot苗로서 양성할 필요가 있을 것이고 우리나라에서도 pot苗 養成의 契機에 이르렀다고 볼 수 있다.

現在 많은 量의 Plastic cup(음료수와 乳酸菌飮料用 容器 등)을 우리는 使用한 후 그것을 버리고 있는데 이와같은 것을 생각하면 林業用 pot生產과 그 利用은 當面課題라고 볼 수 있다.

1. 密度效果, C-D 效果(Competition density effect)

單位面積의 個体數 즉 密度(ρ)가 增加함에 따라 個体當의 平均重量(ω)은 減少되는 것을 말하고 減少傾向은 座標面上에서 雙曲線型으로 되나 log-log方眼에서는 直線關係로 된다.

이때 $\log\omega=-a\log\rho+b$로 된다. 단 ω=平均乾重, ρ=個体密度이다. 그래서 $\log\omega=-a\log\rho+\log k$, 또 $\omega\rho^a=k$로 된다.

生育日數가 0일 때에는 C-D 效果는 없고 $\omega=k$이다. 그러나 時日의 經過에 따라서 座標面(Y軸=乾重, X軸=密度)上에서 直線은 左高右低의 傾斜線으로 된다. 이 傾斜는 45度에 이른 後부터는 平行移動을 하고 密度가 完全하면 $\omega\rho=k$로 된다. 이때 두개의 常數 a와 k는 各成長段階에 따라 一定値를 取한다. a는 0부터 1까지 增大하고 그냥 安定한다.

2. 最終收量一定의 法則

$\omega\rho^a=k$에 있어서 時間經過에 따라 a의 값이 커진다는 것은 高密度區와 低密度區의 平均個体重量의 差가 커진다는 것을 뜻한다.

한 個体가 點有하는 平均面積을 S라 하면 S는 密度 ρ의 逆數이므로 $S=1/\rho$그리고 $\rho=1/S$이고 $\omega=k(1/S)^{-a}$ 따라서 $\omega=kS^a$로 된다.

a가 成長함에 따라 커진다는 것은 各植物個体가 주어진 面積을 더 能率的으로 利用한다는 것을 뜻한다. $a=1$일 때 面積 S는 完全利用되고 平均個体重量의 W는 그때 주어진 平均點有面積 S에 比例한다. 즉 $\omega=kS$로 된다.

要컨대 a는 植物群落이 주어진 點有面積 즉 그 空間의 利用率을 나타내는 數値로서 C-D指數라 한다. a는 面積當의 울폐도에 關係되는 數値로서 $a<1$의 狀態이면 아직 葉密度는 最大密度에 達하지 않고 있는 것이다.

즉 $\omega\rho^a=K$는 一定常數가 되고 이것이 C-D 效果式인데 ω는 乾物重量, 生產量 植物의 部分으로서는 잎, 줄기, 뿌리, 가지 등이 適用될 수 있다. 그리고 植物個体의 配列은 正方形, 三角形, 不規則의 경우 모두 相關없다.

그러나 一關係의 式이 成立하자면 (1) 同種類일 것과 (2) 同齡林일 것 (3) 立地條件이 비슷할 것 등이 요구된다.

密植造林은 a=1의 空間利用, 즉 最大限의 光合成能力遂行의 狀態(最大葉量保有水準)로 林分을 만들어가는 施業法이다. a=1이면 $\omega\rho=k$이고 따라서 $\omega\rho$는 그 土地위에 있는 林分의 全收量이다 이것이 最終收量 一定의 法則으로 된다.

收量(Y)은 $Y=\omega\rho$이므로 $\omega\rho(\rho^{a-1})=k$이고 $Y\rho^{a-1}=k$로 된다. 이때 $Y=\rho^{1-a}k$로 옮겨 쓸 수 있고 이 式을 log로 나타내면 $\log Y=(1-a)\log\rho+\log k$ 가 되어 이 關係를 收量密度効果(Yield-Density. Y-D効果) 라 한다.

Y-D直線의 傾斜는 처음에는 a=0이고 45度이다. a=1이면 水平으로 되어 最終收量 一定의 狀態로 된다.

C-D効果는 植物의 部分에 따라 多少의 傾向差가 있다. 그리고 立地條件이 좋을 수록 其線의 位置는 平行移動하여서 위로 나아간다.

初期密度가 대우 높으면 일찍부터 自然間伐이 일어나고 上限密度는 成長에 따라 減少하나 成熟하면 一定値에 到達한다. 地力이 좋으면 平均個体重量은 크고 反對로 密度가 낮아진다. 또 地力이 낮으면 平均個体 收量(ω)는 작아지고 密度(ρ)는 높게 維持된다. 이 때 直線의 傾斜는 tan=1.5 로 된다.

3. 2分의 3乘法則

Tan=1.5에 대한 理論比는 다음과 같은 假定比에 있어서 $S\propto(\sqrt[3]{\omega})^2$로 된다. S=個体當平均點有面積, ω=平均個体重量, ρ=個体密度

假定:(1) 同一種類의 純群落, (2) 單層型의 立体構造(擇伐林除外) (3) 立地條件의 類似性 (4) a=1이다.

위 式의 뜻은 ω가 重量이므로 3次量이다. 이것을 二次量$(\sqrt[3]{\omega})^2$로해서 S에 比例시키는 것이다.

그래서 $S\propto\omega^{2/3}$으로 된다. $S=1/\rho$이므로 $1/\rho=K\omega^{2/3}$으로 되고 $\log\omega=-1.5\log\rho-\log k$로 되어 直線의 傾斜는 −1.5로 된다. 이것이 同種植物群落에 關한 2分의 3乘 法則으로 된다.

現實林에 있어서는 直線의 傾斜가 반드시 1.5로 固定되지 않는다. 그것은 그와같은 現實林分이 前提要件으로부터 多少 이탈하기 때문이다.

4. 林分管理密度圖(定量間伐)

現實林分의 保育에 있어서 密度調節에 이때까지의 法則性이 適用될 수 있다면 林分의 密度管理를 數量的으로 나타내어 合理化할 수 있을 것이다.

林分密度管理圖에는 等平均樹高線, 等平均直線, 自然間伐線 그리고 收量比較線이 나타나고 이때 X軸은 密度(ha當의 株數), Y軸은 幹林積으로 한다. 林分 및 個個林木의 成長은 密度에 따라 크게 支配된다. 그 사이에는 간단하고도 명료한 法則性이 成立되고 있다.

이러한 法則을 利用해서 林分의 密度를 調節하고 生産目標에 符合하는 管理方法이 發見되었다. 이것은 林分密度管理圖를 使用하여서 植栽時부터 伐期에 이르는 동안의 林分의 密度管理 즉 林分의 保育形式을 생각하여 具体的인 間伐의 指針이라든가 植栽株數의 決定指針을 주고자 하는 것이다.

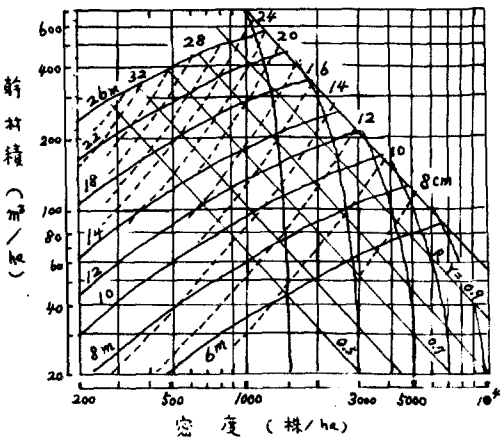

그림. 落葉松에 대한 林分密度圖.
, 人工造林地에서 가장 參考가 될 수 있는 것으로 생각되어 이곳에 보인다(日本資料).

Ⅵ. 施肥에 依한 林木生長의 促進

第二次大戰以後 林業技術의 變革으로 指適될 수 있는 것은 林地施肥를 들 수 있다. 戰前에 이와같은 생각이 없었던 것은 아니나 一般에 普及되는 程度에까지 이른 것은 最近의 動向이라고 말할 수 있다. 대체로 1960年度부터 日本을 爲始해서 핀랜드, 瑞典, 미국 등 林地에 肥料를 施與하는 面積이 增加했고 1975年 以後 부터는 多數國家가 이러한 作業을 하게 되었다.

林地施肥의 問題點으로는 (1) 適正施肥量의 水準 (2) 施肥方法 (3) 施肥体係 (4) 施肥効果의 分析 (5) 經濟性그리고 (6) 林業用 肥料와 施肥에 따른 生態系에 미치는 影響 등을 들 수 있다.

適正施肥量은 樹種과 林地의 肥沃度에 關聯되는 것으로 이떤 具体的인 一定量을 내세우기란 어렵고 日本에서 三本敎授가 褐色森林土에 對해서 植栽當年의 樹種別 施肥要素基準量이 큰 參考로 되고 있고 壯齡林의 施肥量은 川名敎授의 提案이 參考로 된다.

肥効의 問題에 있어서는 優勢木과 劣勢木의 反應에 差異가 있고 優勢木의 平均成長量增加가 肥効의 實態에 더 가까운 것으로 생각되고 있다. 壯齡林의 肥効는 標準木으로서는 파악하기가 어려워서 Suzuki는 定差圖의 應用을 提案했다. 林木의 生長을 長期的으로 보면 그傾向은 定差圖上에 있게 된다. 0.05의 有意水準으로 棄却水準을 設定하면 定差圖上의 各點 즉 (t, t+1), (t+1, t+2), (t+2, t+3)…… 等의 點은 棄却水準의 領域을 벗어나지 않고 直線上에 位置한다.

그러나 施肥 以後에는 各點이 直線上에서 벗어나므로 質的으로 施肥의 効果를 알 수 있다는 것이다. 肥効의 持續期間도 定差圖를 利用해서 짐작할 수 있는데 Red pine에 對한 研究結果를 보면 10年間 肥効가 계속하고 있다.

施肥의 季節은 幼苗에 있어서는 植栽當時 또는 活着된 뒤가 擇해 지고 있으나 壯齡林에 있어서는 施肥季節의 適合性에 대한 限界가 엄격하지는 않다. 다만 夏末에서 初秋 사이의 施肥는 피하는 것이 좋다는 一般結論이다.

樹種에 따라 肥料成分要求体制에 差異가 있음이 是認되고 있다. 일찌기 Mitchell 과 Chandler는 各種闊葉樹種의 질소 肥料에 對한 反應을 調査하고 N-tolerant, N-intermediate, N-demanding의 3 group으로 나누었다 N-demanding인 white ash, 피나무類, 百合나무 등은 多N林地에서는 競爭에 이겨나지만 red oak, white oak, red maple, aspen같은 N-tolerant Species는 어느 정도까지의 N水準에서는 敏感한 反應을 보이고 low-N-Site에서는 오히려 競爭에 이겨낸다.

施肥가 非生物的 또는 生物質環境 등 生態系에 미치는 影響도 調査되고 있다. 施肥는 주로 target organism으로서의 樹木에 대한 効果만 注目되었지만 mycorrhizae, N-fixers, Decomposer micro organisms, 그리고 Soil founa와 野生動物에 對한 効果가 調査되고 있다. 林地가 肥沃할수록 野生動物이 많고 그런 곳에 나는 植物은 더 맛있는 食餌가 되어 野生鳥獸가 즐기게 된다는 것이다. 施肥의 經濟性이 問題가 되는데 一般化한 Financial model로서 다음과 같은 式이 제공되고 있다.

$$pnw=\frac{R^t}{(1+i)^t}-\frac{C(1+i)^{t-n}}{(1+i)^t}$$

pnw : 現在의 純價値 : Present net worth

R : 收入, C=費用, t=收穫(收入)되는 期間

n : 지금부터 施肥費用이 發生할 때까지의 期間,

i= 要求되는 利率.

다른 因子를 無視한다면 pnw≥0 일 때 施肥는 經濟的으로 有利하다고 된다. 또 다른 條件을 恒數로 둘때 n의 값이 커진다는 것은 費用이 그 만큼 줄어든다는 것으로 된다. 즉 施肥의 時期가 收穫期에 近接하게 될 때 費用의 支出은 적게된다. 그러나 이러한 公式을 適用할 때 林業은 다른 産業보다 더한 不確實性(Uncertainty)를 同伴하기 때문에 問題가 있다.

養料不足의 限界를 알기 위하여서는 (1) Soil testing (2) Tissue testing (3) Fertilizer trials 등을 실시하는데 tissue testing은 造林地의 不足한 養料造成分을 알기 위해서 主로 실시된다.

어떤 肥料를 擇할 것이냐 하는 것도 重要한데 가령 암모니아態 질소肥料는 土壤을 酸性化하는 役割을 하게 된다. NH_4-N가 NO_3-N으로 되어 pH價를 變化시키는데 $2NH_4+3O_2\rightarrow 2NO_2^-+H_2O+4H^+$로 되고 다시 $2NO_2^-+O_2\rightarrow 2NO_3$로 되기 때문이다.

施肥가 淡水生物의 生態系에 미치는 影響을 걱정하는 limnologist의 立場이 있으나 林地施肥는 극히 어린단계에 있기 때문에 이것은 그다지 問題가 될 수 없다.

林木 또는 森林生態系에 대한 施肥의 問題는 아직 解決되어야 할 點이 많다.

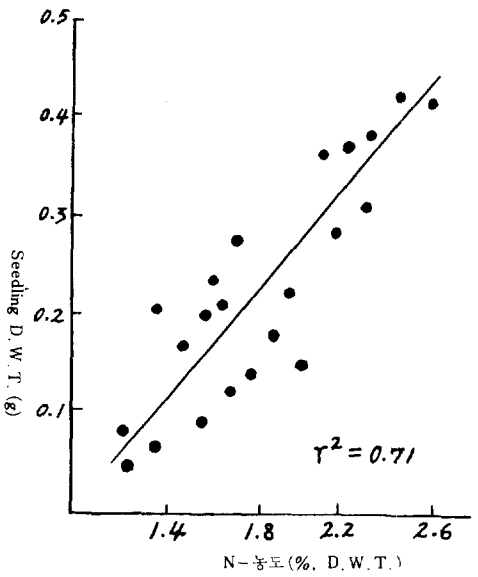

그림. 2-0 red pine 實生苗의 平均乾重量과 苗木針葉中의 N-농도와의 相關.

Ⅶ. 林木의 同位酵素

酵素란 細胞內에서 蛋白質이 合成될 때 觸媒役割을 하는 것으로 알려져있다. 核속에 들어 있는 原圖로 비

유되는 DNA의 塩基配列圖가 靑寫眞격인 m-RNA로 傳達되어 核밖으로 나와 蛋白質合成工場으로 생각할수있는 細胞質內 리보좀속에서 amino酸을 數萬個 以上 連結시켜 蛋白質을 合成할 때 細胞質內에 들어 있는 原料로 비유 할 수 있는 아미노酸을 運搬車격인 t-RNA에 실었다 내렸다하는 짐군역할을 하는 것이 細胞內의 酵素의 役割이다. 이러한 酵素도 蛋白質의 一種이나 細胞內에서 必要한 最終 産物이 아닌 觸媒作用에만 쓰인다는 것이 特異한 意味를 지닌 것이다.

蛋白質은 20여개의 必須아미노酸이 數萬個 以上 連結된 高分子로 構成되어 있는데 이 아미노酸들은 正電荷 負電荷 또는 中性의 電荷를 가지고 있기 때문에 特定蛋白質의 電荷는 構成아미노酸의 種類와 數로서 決定된다. 아미노酸 가운데 負의 電荷를 가진 것은 aspartic acid 및 glutamic acid의 carboxyl基가 $-COOH \rightleftharpoons COO^- + H^+$로 解離할 적에 만들어 지며 pH가 높아지면 tyrosin의 $-OH$基, cysteine의 $-SH$基의 解離에서도 나타난다. 正電荷는 lysine, arginine殘基의 amino基 $-NH_2 + H \rightleftharpoons -NH_3$ 및 histidine의 imidazol基 $=NH + H^+ \rightleftharpoons NH_2^+$에 起因한다. 그러므로 이러한 아미노酸으로 構成된 酵素蛋白質은 分子全体로써 特有의 電荷를 가지게 되며 一定한 支持体內에 直流電氣를 通해 주므로써 여러가지 小分画으로 나누어지게 된다. 支持体는 分子篩(체 sieve)의 役割을 하여 分子의 크기에 따라 分画을 시켜 주는데 種類에 따라 전분겔, 아크릴아미드겔 濾紙 등 여러가지가 使用된다. 다시말하면 細胞內에서는 같은 觸媒役割을 하는 酵素蛋白質이라 할지라도 電荷가 다르고 分子量에 差異를 나타내는 여러개의 酵素가 모여 이루워진 것이다. 同位酵素(isozyme)란 細胞內에서는 똑같은 觸媒役割을 하지만 電荷와 分子量에 差異를 나타내는 酵素群을 말한다.

電氣泳動에 依해 物質을 分離시키는 方法은 1937年 Tiselius에 依해 始作되였는데 이때는 支持体를 使用하지 않고 서로 다른 物質이 電位差에 依해 液面을 形成하므로써 分離시키는 方法이였다. 이 方法은 1955年 支持体를 利用한 電氣泳動法이 開發될 때까지 많은 分析研究에 貢献해 왔으나 實驗方法이 複雜하고 分離가 不充分한 缺點을 가지고 있었다. Tiselius法을 free eletrophoresis라 하고 支持体를 利用한 方法을 zone eletrophoresis라고 부르는데 이 zone eletrophoresis 는 Smithies (1955)가 人間의 血清蛋白質을 澱粉겔을 使用한 支持体에 直流電流를 通해 分離에 成功한 것이 그 嚆矢이다. 그후 여러가지 支持体가 등장하여 濾紙, 寒天 澱粉, 澱粉粒, 아크릴아미드 等이 使用되며 分離能이 더욱 높아 지고 있다. 分子生物學의 눈부신 發展과 同位酵素의 發見 등은 電氣泳動實驗法에 依해 이루워진 것들이다. 支持体의 種類에 따라 分離能에 差異가 많기 때문에 同位酵素의 種類나 性質에 따라 또 利用分野에 따라 서로 適當한 支持体를 選擇해야 한다. 포리아크릴아미드겔은 分離能과 再現性이 높아 많이 使用되고 있으나 毒性이 있고 大量分析에 問題點이 있으며 澱粉겔은 分析이 간편하며 多量分析이 可能하고 가격이 낮아서 많이 利用되고 있다.

泳動方法은 水平式과 垂直式이 있으며 各各 一次元式과 二次元式이 있어서 TLC나 Paper chro. 等과 같은 分析法에 利用되기도 한다. 林木에서 가장 많이 使用되고 있는 것은 水平式 澱粉겔과 垂直式 포리아크릴아미드겔이며 대부분의 경우 一次元式이 使用되고 있다. 仔細한 實驗方法은 林學會誌 43號(1979)에 실려있음으로 參考하기 바란다.

同位酵素가 森林이나 林木의 研究에 지니는 意味는 무엇인가? 生物이 가지고 있는 여러가지 形質은 어떠한 形態로든지 遺傳하며 이러한 遺傳의 根源은 核속에 들어 있는 DNA에 依한 것이 通說로 되어 있다. DNA는 糖과 燐을 主軸으로한 螺旋型의 것으로 兩螺旋사이 사이에서 받쳐주고 있는 4가지 塩基 即 Adenine, Thymine, Cytosine과 Guauine의 連鎖帶에 依해 支持 받고 있는 것으로 이러한 構造는 박테리아부터 人間에 이르기까지 똑같아 區分되지 않으나 DNA가 RNA에 轉移되고 RNA가 蛋白質을 만드는 過程에서 觸媒作用을 하는 酵素蛋白質은 DNA에서 만들어진 第1次 産物이며 이것은 여러가지의 同位酵素로 構成되어 있어 種間에 그리고 같은 種內의 個体間에도 遺傳的 背景을 가지는 많은 變異를 나타내기 때문에 重要한 意味를 가지고 있는 것이다.

同位酵素를 利用한 研究分野는 대단히 廣範圍하여 ① 蛋白質의 構造및 Subunit의 遺傳的 研究, ② 酵素에 關與하고 있는 遺傳子와 變異에 對한 遺傳學的 研究, ③ 變異遺傳子를 標識으로 利用한 集團遺傳學的 研究, ④ 代謝調節이나 適應에 對한 生理, 生化學的 研究, ⑤ 蛋白質의 發生段階나 組織特異性 發現에 對한 發生學的 研究, ⑥ 分子進化學的 研究 等이다. 林木分野에 對해서는 ① 同位酵素의 遺傳樣式에 關한 研究, ② 近親交配率의 推定에 關한 研究, ③ 家系分析에 對한 研究, ④ Clone鑑別 ⑤ 種間, 種內變異에 關한 研究, ⑥ 林木集團內 變異에 關한 研究 等이 行하여지고 있다.

同位酵素變異를 利用하기 위해서는 이들의 遺傳的 背景을 確實히 해야 한다. 同位酵素는 大部分이 簡單한 멘

델식 遺傳을 하는 것으로 밝혀져 있으며 雜種酵素를 만드는 二量体以上인 경우와 單純遺傳을 하는 單量体인경우가 있다. 林木酵素는 大部分이 單量体로서 雜種酵素를 만드는 경우는 드물다. 酵素의 多樣性을 電氣泳動으로 判別하여 이들의 各 遺傳子座에 나타나는 遺傳變異를 allozymre이라고 하며 對立同位酵素遺傳子(allelic ezymes)의 뜻으로 使用한다. 林木에 對한 遺傳分析을 하기 위하여 交配를 해야 하기 때문에 많은 時間이 걸리는 등 複雜한 點도 많으나 針葉樹에서는 半數体 組織을 分析 할 수 있어 便利한 點도 있다. 지금까지 硏究된 樹種 으로는 ***Picea sitchensis, Picea glauca, Pinus sylvestris Pinus attenata, Pinus rigida, Pinus nigra, Pinus taeda, Pinus densiflora, Chamaecyparis obtusa,*** spp 등에 對해 LAP, EST, MDH, PEROX, PGI, PHOS AP, ADH 등의 遺傳樣式이 報告된바있다.

近親交配率을 推定하기 위해 同位酵素가 標識遺傳子로도 利用된다. 林木의 近親交配率을 推定하기 爲해서는 人工交配에 依해 播種后 自子苗 等과 같은 標識形質을 利用하거나 自殖과 他殖間 發芽率, 得苗率 等과 같은 因子들 間에 나타난 差異에서 推定한다. 그러나 同位酵素를 標識遺傳子로 利用하면 보다 간단하게 近親交配率을 推定할 수 있다. 歐州赤松에서 EST-B, LAP-A의 3個 遺傳子座에 나타나는 異型對立遺傳子頻度를 利用 $F=\frac{H_o-H_F}{H_o}$ (F : 近親交配率, H_o : 異型接合子의 期待値, H_F : 異型接合子의 觀測値)에 依해 近親交配率을 推定한 結果 33%를 얻었다. (Rudin 1974). 노르웨이 전나무의 胚와 胚乳를 分析하여 LAP-B型의 遺傳子座를 確認한 후 이를 標識遺傳子로 利用하여 自殖率이 14.7%에 達함을 報告한 例도 있다. (Mullen 1976).

天然林分內에서 林木의 家系를 알아 낼수만 있다면 林木育種뿐만 아니라 生態學및 遺傳學的으로도 그 意味는 매우 크다. 어버이의 形質이 어떻게 次代에 이어지는 지를 오랜 歲月이 걸리고 많은 努力을 必要로 하는 次代檢定法을 通하지 않고서도 알아낼 수 있기 때문이다 羅漢柏은 進化的으로 매우 오래된 수종에 속하며 生態的으로도 特異한 特徵이 있는 수종이다. Per-oxidase 同位酵素에 依해 나한백 天然林 集團을 分析한 結果 같은 家系는 20m以內에 모여있는 것으로 나타났으며 삼나무 天然集團에서도 遺傳的으로 因緣이 가까운 것끼리 같은 集團을 이루고 있었다(Sakai 1972, Nakano 1976).

林木育種에서는 遺傳型을 保存하기 爲해서나 採種園이나 採穗圃를 造成하기 爲해 많은 優良 Clone을 接木이나 挿木으로 繁殖시키고 있다. 이들 Clone은 作業過程에서 混同될 可能性이 많으며 때로는 相當한 年齡에 到達한 뒤 確實한 Clone을 알 수 없어 Clone을 鑑別할 必要가 있을 때가 많다. 삼나무는 傳統的으로 많은 優良 Clone이 育成되어 왔는데 그중 구모도오시(雲通)라는 單一 Clone에 對해 Peroxidase로 分析하여 Clone 鑑別을 했으며 (Miyazaki 1969). 우리나라 소나무 Clone 保存園에서도 Peroxidase 變異에 依해 Clone 眞僞性을 判別하였고 (朴 1974), 歐州赤松에서도 Esterase에 依해 接木 Clone을 鑑別하였다. (Rasmuson 197).

Linne種의 種間區別은 形態特性에 依한 것이다. 그러나 林木은 種內變異가 매우 심한 野生種으로써 種間特性을 完全한 不連續的으로 區別하기 困難할 경우가 많을 뿐만 아니라 分析範圍가 매우 廣大하여 林緣集團에서는 가깝게 存在하는 他樹種과의 移入交雜現象이 일어나 形態的인 것만으로는 區別이 어려운 新種을 形成하는 경우도 있다.

이와같이 形態的으로는 區別이 되지 않으나 遺傳的으로 그 組成이 다른 雜種이나, 單一種內에서 새로운 分化를 이루워 遺傳的으로 다른 種이 形成되는 경우에 遺傳變異를 찾아내는 方法으로 同位酵素가 利用된다. ***Picea abies*** 와 ***Picea sitchensis***는 Alaska와 Canada北部 地方에 廣範圍하게 天然分布하고 있는 種이나 이 두種 사이에 새로 생겨난 新種 ***Picea lutzii***를 GDH, LAP와 TO의 同位酵素變異를 利用 確認했으며(Copes 1977), ***Pinus nigra***의 4個 近緣種에 對해 GOT同位酵素를 分析한 結果 種間區別을 確實히 했으며 (Bonnet 1978) 갈골類 45種을 Amylase 同位酵素에 依해 分類한 例도 있다. (Esen 1977).

林木의 天然集團이 가지고 있는 變異를 크게 나누면 自然淘汰의 結果 他發的으로 일어난 緯度變異와 生態變異 그리고 그 樹種이 分布域을 넓혀 나갈 때 系統이나 分布徑路의 差異에서 自發的으로 생겨난 系統發生變異나 分布變異가 있으며 突然變異의 蓄積에 따라 생겨난 個体變異와 이들 個体間의 繁殖方法에 따라 생겨난 家系變異 등이 있다. 이들 變異는 林內에서 各各 獨立的으로 存在하는 것이 아니고 서로 얽키고 설키어 複雜한 樣相을 띄우고 있다. 이와같이 複雜한 變異를 하나씩 調査分析하여 그 本性을 알아 내므로써 林木集團 硏究에 크게 도움이 될 것이다. 天然林의 分布徑路를 찾아내어 系統發生徑路를 확실히 한 例로는 ***Abies sachalinensis***의 日本 北海道集團에 對해 (Mastuura 1972) 報告되었으며 台灣의 竹林에 對해서도 中國本土에서 導入된 경로를 Peroxidase同位酵素로 밝혔다. (Chu 1972) 우리나라와 日本의 소나무 集團에 對해 Peroxidase 同

位酵素變異를 調査한 結果 兩地域의 소나무 天然林은遺傳的으로 그 組成이 다름을 밝혀냈다. (朴1977). 日本의 海松集團은 南쪽에서 北쪽으로 向한 遺傳變異傾斜를 가지고 있다고 보고 되였으며(Hayashi 1976) ***Pinus pungeus*** 集團內에서도 Peroxidase와 EST變異를 調査하여 遺傳關係를 밝힌 바 있다. (Feret 1974), Picea abies의 集團에서 LAP, EST, ADH, AP의 同位酵素變異를 調査한 結果 緯度에 따른 傾斜變異가 있음을 찾아냈는데 集團間에 特히 林線集團에서는 雜種接合子 頻度가 높은 酵素도 있으나 酵素에 따라서 適應力에 差異가 있다고 結論지었다. (Tigerstedt 1973, 1974).

Douglas-fir의 9個 産地에 對해 LAP, EST, GOT를 어린 幼苗에서 調査한 結果 雜種接合子 頻度에 傾斜變異가 있음을 밝혀 냈으며(Yang 1977). Peroxidase變異를 調査해서 産地間의 差異를 報告하였다(Mush 1974) 導入種과 原種間의 遺傳分化를 調査比較한 例로는 中國의 ***Ailanthus*** 와 導入된지 約 200余年이된 美國內 것과 比較했는데 中國原種중 遺傳變異가 큰 集團이 導入된것으로 推定하였다. (Feret 1974).

Picea abies에서는 導入된 林分이國內林分보다 雜種接合子 頻度가 增加됨을 報告하였다(Lundkvist 1977).

同位酵素가 林木의 研究에 利用된지 10余年이 지나는 동안 많은 發展을 해왔다. 同位酵素實驗法은 野生集團인 林木集團의 遺傳變異를 밝혀 내는데 획기적인 계기가 되어 交雜種의 判別, 種間分類, Clone鑑別, 遺傳子流動, 家系分析, 系統發生變異 等을 研究하는데 重要한 手段이 되고 있다. 지금까지 遺傳的 背景이 確實히 밝혀진 酵素가 많으며 앞으로 이들 酵素間의 連鎖나 相反關係가 밝혀 지면 有用形質과의 相關에 依한 選拔指標로도 利用될 수 있을 것이다.

林木에 利用되고 있는 酵素種類는 動物이나 一般作物에 比해 그 數가 많지 않다. 特히 針葉樹인 경우는 여러가지 複合物質이 酵素發色을 妨害하고 있기 때문으로 생각되여지고 있다. 앞으로 針葉樹內에 酵素發色을 妨害하는 Phenol性 物質을 除去하는 方法이 開發되면 보다 많은 酵素를 調査 利用할 수 있게 되여 林木 遺傳育種分野에 새로운 章을 열것으로 기대된다.

Ⅷ. 林木集約栽培와 最大收穫栽培

筆者가 題目에 使用한 語彙는 最近 關心거리로 되어 있는 Intensive culture와 Maximum program에 對한 것이다.

林木集約栽培(Intensive culture)와 林木最大收栽培(Maximum fiber yield program)란 말은 D. H. Dawson 등에 의해서 證明되고 이에 對한 multiproject program의 研究成果가 報告됨으로써 그 槪念이 浮刻되었다.

Maximum Yield는 林木을 섬유物質生産을 目標로해서 經營할 때 모든 環境條件을 適當한 狀態로 두며 또 林木의 遺傳的 素質이 가장 合當한 것을 使用한다는 것으로 生産되는 有機物質의 總量을 생각하는 經營이다. 잎, 가지, 줄기 등 纖維資源量을 對象으로 한다.

Intensive culture는 木林生産目標에 있어서 그 質과 量을 增加 向上시키기 爲해서 植栽林에 加하는 各種의 栽部手段(한 두가지에 局限되는 것이 아니고)을 投入하는 栽培方式을 뜻한다. 그래서 Intensive Culture라 하면 한가지 生産目標의 達成을 爲해서 여러가지 技術을 綜合適用시키는 것인데 가령 樹種選拔, 栽培方法, 收穫方法과 体係, 利用 그리고 經濟性을 따지는 것으로 처음에는 速成樹種에 對한 多肥 및 灌水栽培 등에서 暗示가 나온 것이다. 다음 說明은 이것을 單的으로 잘 表現하고 있다.

To develope the most biologically efficient and economically feasible method of producting maximum commercial wood per hectare by means of a system approach involving the unified effort of several disciplines. 이 文中에 있는 System approach가 바로 intensive culture의 核心을 이룬다. 그러나 Maximum yield나 Intensive culture는 相當部分의 屬性을 서로 排除할 수 없는 性格을 띠우고 있는 것으로 생각된다. D. H. Dawson 등은 ***Populus tristis*** 의 Clone을 가지고 最大生産 즉 stem and branch wood dry weight를 爲해서는 4-foot spacing이 適合했다고 하였고, P. R. Larson 등은 生理的 接近으로서 Plant biomass production과 葉量間의 相關, 木林의 化學的 成分 그리고 잎의 化學成分의 組成을 調査하고 ideotype 을 提示했다.

優良 ***Populus*** clone의 早期選拔을 爲해서 調節된 環境下에서 初期成長을 가지고 分析하는 問題가 있는데 이때는 生理的變量과 形態的變量을 Cellulor level 에서 測定分析하기도 한다. 또 섬유질 利用을 爲해서는 所謂 Whole tree의 利用이 構想되는데 土壤 肥料 水分등 各因子의 適域이 있지만 알맞은 伐期의 策定이 重要하고 이때에는 容積이 아니고 重量單位로 處理한다는 合理性의 發見이 있다.

Minirotation program은 이 方向의 內容과 連結되는 것으로 생각할 수 있다. 모든 手段을 集約한다는 意味에서 組織培養에서 胚發生을 圖謀한다든지 Cell Suspension에서 Protoplast fusion을 시켜 한個体를 탄생시키는 手法도 講究될 수 있다.

그리고 Maximum fiber yield를 爲한 水分과 養料要求水準의 適域決定이 硏究되고 있고 묫트養苗에 依한 能率化가 企圖되고 있다. Container (pot)로서 美國에서는 Polyloam block또는 Rootrainer와 3-m polymer block 등이 사용되고 있다.

그리고 種子産地의 問題가 集約栽培에 關聯되어 主要한 것으로 認識되고 있다.

以上과 같이 Intensive culture는 한가지 生産目標에 集中되는 모든 手段의 綜合으로 이룩하려는 System approach로서 各 硏究者의 硏究結果가 斷片으로 存在하고 適用되는 것이 아니고 協調되어 가장 높은 水準의 價値生産으로 誘導하자는 技術体係로 볼 수 있다.

이와같은 우리의 努力은 將次 계속되어야 하고 그와 같은 길을 걸어야 우리들의 硏究는 값진 것으로 될 것으로 믿는다.

Ⅸ. 結 言

現在, 모든 産業分野에 있어서 生産手段에 關聯된 理論과 科學技術이 눈부시게 確立發展되어가고 있다. 그間 造林과 育種分野에 關한 것도 새로운 基礎理論知識으로 開發된 것이 많다. 우리는 過去의 知識을 尊重하지만 새로운 方法을 받아드리는 彈力的인 學術体系안에 들어가지 않으면 안된다. 安逸과 平凡한 思考가 때로 극히 危險한 것인데 이것은 새로운 科學技術이 높은 價値를 지니고 있다는 것을 뜻한다.

以上 몇가지 項目에 걸친 林學의 進步를 一瞥했는데 우리들의 關心의 奮發이 要求되는 것으로 본다.