

우리나라에서의 林木育種에 依한 生産性 增加¹

柳長發² · 沈相榮³

Improvement of Productivity by Forest Tree Breeding Work in Korea¹

Jang Bal Ryu² · Sang Yung Shim³

要 約

우리나라에서의 林木育種에 依한 生産性 增加를 重要한 몇 樹種에 關하여 살펴보았다. 소나무 秀型木 17家係의 次代는 15年生에서 非秀型木 次代와 比較하여 57%의 材積 增加를 보였다. 17家係중 優秀한 세 家係를 再選拔한다면 倍以上의 産積 增加가 기대되었다.

15年生 리기테다소나무는 全北 完州에서 리기다소나무보다 倍以上의 産積 增加를 하였다. 그러나 이 雜種의 優秀性은 北쪽으로 올라 갈수록 減少하였는데 주로 耐寒性이 弱한 탓으로 생각된다. 京畿 龍仁의 平地에서는 리기테다소나무가 리기다소나무보다 生長이 훨씬 좋았으나 山頂에서는 리기다소나무보다 生長이 떨어졌다. 현사시는 10년생때 殖栽場所에 따라 兩親樹種보다 2~2.5배의 生長을 보였다.

導入된 리기다소나무도 材積 生長 增加를 보였다. 45個 産地에서 導入한 12年生 리기다소나무중에서 우수한 다섯 産地를 選拔하면 國內에서 選拔한 秀型木 次代보다 53%의 材積 增加가 기대되었다. 選拔된 다섯 産地 각각에서 最上의 家係를 (産地당 5家係로 조성되었음) 再選拔한다면 다시 14%의 材積 增加가 기대된다.

연간 밤 生産은 칠만톤에 달하는데, 이것은 밤나무 순혹벌에 耐虫性 品種을 심은 덕으로 생각된다. 非 耐虫性인 在來種 品種은 이 昆虫에 의해 거의 全滅하였기 때문이다. 콜키신處理에 依한 倍數體 및 突然 變異體가 生産된 樹種은 10여 樹種에 이르나 經濟적으로 중요한 수종은 없다.

장차 획기적인 生産性 增加가 生物工學에 의하여 기대되는데 生物工學은 細胞, 細胞 小器管, 遺傳子 單位에서 選拔, 交雜, 外來 遺傳子 導入이 가능하고, 遺傳子操作까지 가능하기 때문이다. 그러나 현재로는 유전적 우수성이 입증된 조림 수종을 組織培養으로 大量繁殖시킴으로써 生産性 增加에 기여할 것이다.

ABSTRACT

Improvement of productivity by forest tree breeding work in Korea was estimated for a few important tree species. Progenies of 17 plus trees of red pine (*Pinus densiflora*) outgrew by 57 percentage compared with progenies of unselected trees at age 15. If best three families are selected among the 17, more than double in volume growth is expected.

¹ 接受 9月 1日 Received on September 1, 1988.

² 大邱大學校 農科大學 林學科 Dept. Forestry, Coll. Agriculture, Taegu University.

³ 林木育種研究所 Institute of Forest Genetics.

The hybrid *Pinus rigida* x *P. taeda* showed more than double volume growth compare to *P. rigida* at a southern plantation at age 15. However, the superiority of the hybrid decreased at northern plantations, mainly because of low coldhardiness of the hybrid. At a northern plantation, the hybrid grew less than the *P. rigida* on upper hill, while the hybrid grew much better than the *P. rigida* on flat area. Another hybrid *Populus alba* x *P. glandulosa* grew faster than both parents by two to two and half times according to planting sites at age 10.

Introduction of *Pinus rigida* also showed increased volume growth. Volume increase by selection of best five provenances among 45 at age 12 was estimated as 53 percent compare to progenies of plus trees in Korea. Additional 14 percent of volume increase was expected by selection of the best families within the best provenances.

Annual production of chestnuts reached about 70,000 M/T by planting resistant clones to chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*), which killed almost all susceptible trees. Although polyploid trees and mutants have been produced by colchicine treatments in over 10 tree species, none of them is economically important

Remarkable improvement of productivity is expected by biotechnology in future through selection, hybridization, introduction of foreign genes at cell, cell organelle and gene level, and gene transformation. At present, mass propagation of superior planting materials by tissue culture will increase the productivity.

Key words : productivity by forest tree breeding work ; *Pinus densiflora* ; *Pinus rigida* x *P. taeda* ; *Populus alba* x *P. glandulosa* ; *Pinus rigida*.

緒 論

우리나라에서 近代的 의미의 林木育種은 故 玄 信圭 教授에 의하여 1953年 서울大學校 農科大學 林學科의 林木育種學 研究室에서 시작되었다. 이 연구실은 1956년에 당시의 農事院 (현재의 農村振 興廳) 산하 林木育種研究所로 정부기관이 되었으며, 1963년에는 政府의 독립기관으로 개편되었다. 그러므로 우리나라의 林木育種은 林木育種研究所가 중심이 되었으며, 각 大學에서도 활발한 研究가 進行되어, 이 분야에서는 세계에서 앞서가는 나사로 인정받고 있다.

初期의 林木育種 연구는 소나무류의 種間交配와⁶⁾, 포플러류의 導入과 交配로⁷⁾ 시작되어, 秀型木 選拔과²⁾, 採種園造成으로 이어지고 70년대에 들어오면서 有實樹育種이 시작되고¹⁾, 80년대에는 組織培養을 중심으로 한 生物工學的 기법을 育種에 응용하기에 이르렀다¹²⁾.

永年生 작물인 林木의 改良에는 오랜 기간이 필요하나 우리나라에서도 林木育種이 시작된지 이미 30여년이 지났고, 그동안 많은 업적도 이루어졌으므로, 우리나라의 몇가지 중요한 樹種에 대하여

育種으로 인한 生産性 增加에 관하여 살펴보고자 한다. 우리나라의 정보당 평균 축적은 6.25사변이 끝났을 때는 5.6m³/ha였으나 1986년에는 27m³/ha로 증가하였다. 이것은 그동안 국가와 국민의 노력, 外材수입에 의한 국내자원의 보호 및 석탄과 석유에 의한 신탄연료의 대체효과도 컸으나, 育種에 의한 品種改良의 효과도 매우 컸다고 생각된다. 사용된 資料는 대부분 林木育種研究所 研究報告에서 引用하였다.

1. 林木의 生産性 및 生産性的 測定

森林에서 생산되는 것은 木材를 위시하여, 잣과 밤등의 種實, 송이버섯 포고버섯등의 버섯류, 藥用植物, 山菜, 野生動物 등 수없이 많으나, 木材를 主産物로 간주하고 그의 산물은 副産物로 간주한다. 때로는 주산물보다 부산물의 가치가 높을 때도 있으나 그 경우에도 나무의 존재가 전제되어야만 부산물이 생산될 수 있으므로 여기에서는 주로 木材의 생산증가만을 다루고자 한다.

나무의 生長은 遺傳的 潛力, 環境 및 造林의 관리에 의하여 영향을 받는다(그림1). 환경에는 그 林地의 位置에 따른 氣候, 土壤 등이 중요하고 病害虫 등의 生物的 환경도 포함된다. 造林의 管

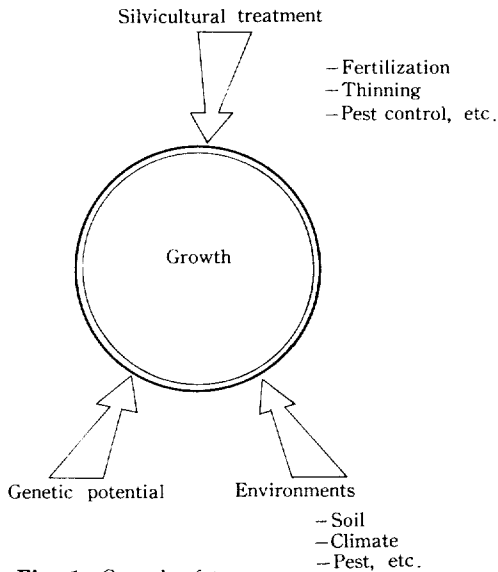


Fig. 1. Growth of trees.

理에는 下列, 施肥, 가지치기, 間伐 등과 病虫害 防除 등이 포함된다. 어떤 林地가 정해지면 그 林地의 기후 토양 등의 환경은 거의 크게 변하지 않고, 조림적 관리의 효과는 一回的이므로 필요할 때마다 반복하여야 된다. 그러나 遺傳的 潜在力은 한번 改良되면 환경의 급격한 변화가 없는 한 그 효과가 長期間 지속될 것이 예상되므로, 林木育種에 의한 改良이 중요한 것이다.

遺傳的 潜在力, 환경, 조림적 관리는 林木의 生長에 상호작용을 일으키므로, 林木生長에 미치는 어느 한 要素의 기여도를 정확히 추정하기는 용이하지 않다. 그러나 遺傳的 潜在力의 기여도는 改良된 林木을 改良前의 林木과 같은 환경에 심어 같은 試験적 관리를 하여, 生長을 比較하여 推定하고 있다.

生産力의 測定에는 일반적으로 정해진 방법이 없는 듯하다. 林分이 어릴 때는 樹高나 直徑을 측정하고, 樹齡이 많아지면 단위시간당 단위면적당 材積, 生重量 혹은 乾重量(biomass), 또는 熱量(energy)을 측정한다³⁾. 生産力은 金額으로도 측정될 수 있을 것이나, 가격은 장소와 시기에 따라 계속 변하므로, 이 論文에서는 個體木의 平均材積 혹은 정보당 材積으로 비교하였다.

2. 選拔育種에 의한 소나무의 材積生長 增加

소나무(*Pinus densiflora*)는 우리나라에서 가장

중요한 針葉樹이므로, 일찍부터 秀型木選拔, 次代檢定, 採種園造成 등의 選拔育種을 하여왔다. '87년 현재 秀型木은 425본이며 次代檢定林은 36個所 26ha이며 採種園은 109ha이다.

次代檢定林中 경기도 화성군 매송면에 조성된 15년생의 材積은 表1과 같다⁴⁾.

Table 1. Improvement of volume growth of red pine(15-year-old) by selective breeding.

	Volume(%)
Control	0.0102m ³ (100)
Plus tree 17 families	0.0160 (157)
Best 3 plus tree families	0.0225 (221)

10 trees×5 rep. (Han et al. 1986)

이 檢定林은 秀型木 17家係의 風媒次代로 10本씩 5反復으로 조성되었다. 比較로 使用된 나무는 水原지방의 非秀型木 數本の 次代이다. 秀型木 次代의 本當 平均材積은 0.0160m³로 比較木에 비하여 57%나 增加하였다. 秀型木은 表現型을 기준으로 選拔되었기 때문에 次代檢定을 통하여 遺傳的으로 優秀한 秀型木을 再選拔한다고 가정하여, 17家係中 우수한 3가계를 선발한다면 비교에 비하여 倍以上의 材積生長이 期待된다. 이 樹種이 우리나라에서 分布範圍가 매우 넓은 固有樹種인 것을 고려하면 林木育種에 의한 50~100%의 材積增加는 매우 큰 의미가 있다고 판단된다.

3. 交雜育種에 의한 리기테다소나무와 현사시의 材積生長 增加

(1) 리기테다소나무의 경우

“故 玄信圭先生님의 살아있는 記念碑”인 리기테다소나무(*Pinus rigida* x *P. taeda*)는 林木育種 研究所에서 交配한 70여 組合의 소나무류중에서 種子生産과 初期生長에서 가장 優秀한 雜種소나무이다⁶⁾. 花粉樹인 테다소나무는 南部 一部地域을 제외하고는 겨울의 추위때문에 生長이 저조하거나 얼어죽는다. 그러나 이 리기테다소나무는 리기다소나무와의 形質結合으로 耐寒力이 증대되어 中部 地方에서도 生育한다.

그림 2에는 15년생의 이 리기테다소나무와 리기다소나무의 生長을 세 地域에서 비교한 것이다¹⁰⁾.

세 地域에서 모두 리기테다소나무의 生長이 리기다소나무보다는 優秀하나 그 優秀性은 北쪽으로 올라갈수록 점점 줄어든다. 즉 全北 完州에서

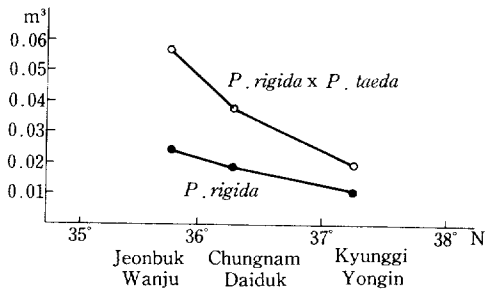


Fig. 2. Volume growth of *P. rigida* x *P. taeda* and *P. rigida* (15-year-old) along latitudinal gradient. (Kim et al. 1979).

는 리기테다소나무가 리기다소나무보다 二倍以上 자라나, 忠南 大德에서는 그 정도가 줄어들고 京畿 龍仁에서는 더욱 줄어든다. 여기서 주의깊게 보아야 할 것은 리기다소나무도 역시 북쪽으로 올라갈 수록 生長이 저조해진다는 사실이다. 즉 리기다소나무가 테다소나무보다는 耐寒力이 强하나, 리기다소나무도 北쪽 지방에서는 耐寒力에 問題가 있어서, 리기테다소나무는 리기다소나무보다 추위에 더욱 민감하다고 생각된다. 조사비교된 것은 없으나 우리나라 全域에 分布된 소나무들은 이런 現象이 없는 듯하다. 그러므로 리기테다소나무의 경우, 造林地域이 어디냐에 따라 生長增加가 매우 달라질 것이다. 테다소나무가 그런대로 正常生長을 하는 全南 光陽에서는 리기테다소나무가 테다소나무보다 生長이 저조한 것이 관찰되었으며, 中部地方에서도 겨울바람을 맞는 곳에서는 리기테다소나무가 리기다소나무보다 生長이 훨씬 나쁘다는 보고가 있다⁹⁾.

同一 地域에서도 立地에 따라 리기테다소나무의 生長은 크게 영향을 받았다(그림 3). 경기도 용인군 기흥면의 육종림에서 平地와 山麓 山腹 山頂에서 12년생의 生長을 보면, 平地에서 生長이 가장 좋고 山頂으로 갈수록 나빠진다⁹⁾. 이것은 山頂으로 갈수록 肥沃度, 土深, 土壤水分含量이 떨어지고 바람의 影響을 많이 받기 때문으로 생각된다.

同一 立地에 植栽된 리기다소나무와 비교해보면 平地에서는 리기테다소나무가 2.4배의 生長을 보이나 山腹에서는 0.9배, 山頂에서는 0.7배의 生長을 보여, 氣候 뿐만 아니라 다른 환경에 있어서도 환경이 좋은 곳에서는 리기테다소나무가 遺傳的 優秀性을 발휘하나 환경이 나쁜 곳에서는 리기다소나무보다 生長이 나쁜 것을 보여준다. 리기테다

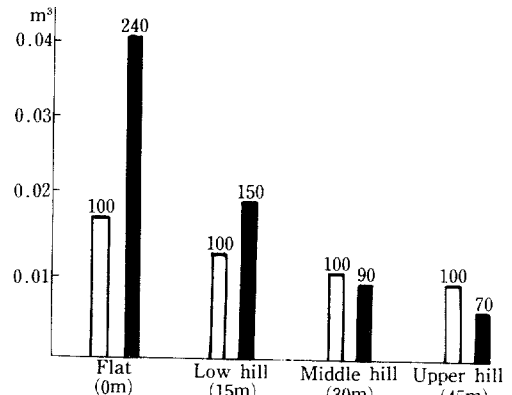


Fig. 3. Volume growth of *P. rigida*(open) and *P. rigida* x *taeda*(closed) at different planting site(12yr, Yongin : 37° 15'N).

소나무 生長에 影響을 주는 주요 환경인자들의 기여도분석에서는 土深, 土壤水分, 冬期寒乾風 및 方位에 크게 영향을 받는 것으로 발표되었고⁸⁾, 이 소나무의 造林適地에 관한 연구⁹⁾에서는 일일의 平均溫度, 標高, 土壤濕度 및 地形이 중요한 요인으로 발표되었다.

이상 살펴본 바와 같이 리기테다소나무는 南部地域에서 土深이 깊고 水分이 적당한 곳에서는 리기다소나무보다 두배 이상 자라나, 북쪽 추운 곳에서나 환경이 나쁜 곳에서는 리기다소나무보다도 生長이 떨어진다.

(2) 현사시의 경우

심각한 木材資源 不足의 조속한 해결과 國土의 3분의 2인 山地의 효율적 이용을 위해서는 山地에 造林할 수 있는 포플러류의 개발이 시급하였다. 수백 組合의 잡종중⁷⁾ 山地에서 우수한 生長을 보인 *Populus alba* x *P. glandulosa*를 山地用 改良 포플러 혹은 현사시로 명명하여 널리 보급하였다¹⁵⁾.

현사시와 양친수종 및 이태리포플러의 生長을 두 地域에서 比較한 결과(그림 4), 현사시는 양친수보다 2~2.5배의 生長을 보였다¹⁵⁾. 이태리포플러의 造林適地인 砂質壤土(주로 河川敷地)에서는 현사시가 이태리포플러 生長의 절반에도 미치지 못하나, 山林土壤에 가까운 粘土에서는 현사시가 이태리포플러보다 倍以上 자랐다. 더우기 현사시는 砂質壤土에서 보다 粘土에서의 生長이 우수하여, 山地用 포플러의 진가를 보여주었으며, 이

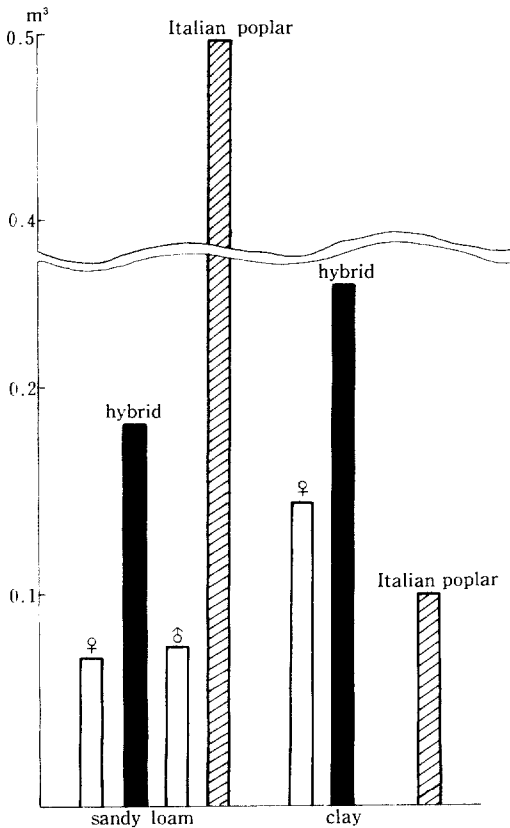


Fig. 4. Growth of *P. alba* × *P. glandulosa* and its parents on two soil types. (10-year-old) (Son and Chung, 1972).

樹種의 개발 중요성은 포플러의 造林地域을 획기적으로 擴張시킨데 있다고 하겠다.

리기테다소나무와 현사시는 다같이 交雜育種에 依하여 만들어진 樹種이지만, 그 우수성의 원인과 育種過程은 같지 않다. 리기테다소나무의 경우 수만본의 리기테다소나무에 여러개체(수량미상)의 테다소나무 花粉을 交配하여 生産된 수십만본의 苗木이 別 選拔을 거치지 않고 조립되었다. 그러므로 리기테다소나무의 우수성은 주로 두 수종의 形質結合에서 온 것으로 볼 수 있다. 반면에 현사시의 경우는 십여본의 母樹에 4~5본의 花粉樹를 交配하여 생긴 수만본의 苗木중에서 가장 우수한 십여본을 選拔하여 삼목으로 증식시켜 조립한 것이다. 즉 현사시의 우수성은 雜種強勢에 의한 것이며, 잡종강세를 이용할 수 있었던 것은 삼목번식이 용이하기 때문이었다. 현사시의 우수성이 입증된 이후 더욱 우수한 클론의 選拔, 보급이 진행되었으므로¹³⁾, 현사시의 材積증가는 더욱 높아질

것이다.

4. 導入育種에 依한 리기테다소나무의 材積生長 增加

林木育種研究所에서는 初期에 外國樹種의 導入을 적극 추진하여, 현재까지 38개국으로부터 412種을 도입하여 시험한 결과, 이테리포플러등 성공적인 예도 있으나 大部分은 不適合한 것으로 밝혀져, 최근에 와서는 외국수종의 도입에 신중을 기하고 있다.

美國 東北部와 캐나다 一部에 걸쳐 넓은 地域에 分布하고 있는 리기테다소나무(*Pinus rigida*)는 우리나라에 1900년대 초에 도입되어 널리 造林되었는데 이 樹種의 耐乾性, 耐瘠地性, 耐寒性 및 耐蟲性때문에 우리나라의 荒廢한 産地의 綠化와 林産燃料 供給에 크게 奇異하였다. 특히 이 수종은 앞서 언급한 바와 같이 交雜種 리기테다소나무의 母樹로 利用되는 등 우리나라의 林業에 造林學的으로나 育種學的으로 크게 기여한 수종이다.

이 수종의 原産地 45개 産地에서 5본씩의 母樹를 選定, 모수별로 채취된 半同胞(half-sibs) 5본씩 4반복으로 식재하여 12년생때의 町步當材積(導入樹種이므로 生存率의 差異를 인정한 現存材積)을 推定하여, 産地選拔과 産地選拔後 家係選拔을 가정하였을 때의 材積增加는 表2와 같다⁵⁾. 비교로 심은 국내 秀型木들의 次代 平均은 49.1m³이나, 導入産地 전체의 平均은 53.2m³였으며, 생장이 우수한 다섯 産地를 선발하면 75.2m³로 秀型木 次代보다도 53%의 증가가 기대된다. 선발된 다섯 産地중에서 最上의 家係들을 다시 선발한다면 82.1m³로 67%의 재적증가가 기대된다.

5. 耐虫性品種 育種에 依한 材積 生産增加

밤나무(*Castanea crenata*)는 우리나라에서 옛날부터 재배되어 왔으나 '60년대초에 밤나무혹벌

Table 2. Volume increases attributable to selection of provenances and families.

Case	Volume/ha	Cumulative increase (%)
Control(Plus tree progenies)	49.1m ³	100
Average of the plantation	53.2	108
Best 5 provenances	75.2	153
Best family/best 5 provenances	82.1	167

(12-year-old) (Han et al. 1984).

(*Dryocosmus kuriphilus*)에 의하여 在來種밤나무는 거의 全滅되었다. 1961년부터 밤나무혹벌 耐虫性品種 選拔이 시도되었고 日本에서 개발된 耐虫性品種을 導入하였다¹¹⁾. 특히 1973년부터 시작된 第一次 治山綠化 10年計劃과, 새마을운동의 일환으로 農家所得 增大를 위하여 밤나무조림이 권장되어 '82년까지 약 20만 정에 조림되었다.

연도별 밤 生産量과 재배면적을 보면 (표3),

Table 3. Production of chestnuts

Year	Quantity	Area
'71	2,500 ^{ton}	39,530 ^{ha}
'75	9,000	108,131
'80	44,000	196,399
'85	72,000	206,761

71년에 39,530ha에서 2,500톤이 생산되었으나 85년에는 206,761ha에서 72,000톤이 생산되어, 14년동안에 면적은 5.2배, 생산량은 약 30배가 증가되었다. 耐虫性品種과 非耐虫性品種間的 생산력을 직접 비교한 성적은 없으나, 非耐虫性 밤나무는 거의 전멸하였고, 被害를 심하게 받은 나무에서는 밤이 거의 달리지 않으므로, 현재의 밤 생산은 전적으로 耐虫性品種 育種의 效果라고 생각된다.

6. 倍數體 및 突然變異體 육종에 의한 임목의 생산성 증가

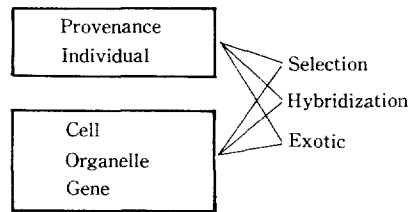
倍數體 및 突然變異體 육종도 초기에는 매우 활발히 시도되어, 배수체 수목을 얻은 것이 십여종에 이른다¹¹⁾. 그러나 이들 倍數體 및 突然變異體가 생산성 증가에 크게 기여하지는 못하였다. 타 작물에서의 배수체 및 돌연변이체는 自家受精과 오랜 選拔로 좁아진 유전변이를 넓히는 목적으로 주로 사용되었으나, 林木에서는 자가수정이나 선발이 별로 이루어지지 않은 탓에 유전변이가 높게 유지되어, 배수체 및 돌연변이체의 중요성이 상대적으로 낮았던 것으로 생각된다.

7. 生物工學에 의한 林木의 生産性 증가

지금까지 언급된 것은 소위 傳統의인 육종방법으로서, 選拔, 交雜, 導入이 產地나 個體 水準에서 이루어진 것이다. 그러나 최근 生物工學 (biotechnology) 혹은 遺傳工學 (genetic engineering) 이라는 이름으로, 세포, 세포소기관 또는 遺

傳子 단위에서까지 選拔, 交雜(原形質 融合), 유전자조작 기술이 개발되었다(표4).

Table 4. Conventional and biotechnological breeding.



林業에서의 生物工學의 現況 및 전망에 관한 여러 보고가 있으나, 樹木에서의 본격적인 유전자조작은 아직 시작단계에 있다¹⁴⁾. 그러나 組織培養 연구는 매우 활발하여, 현사시등의 대량번식은 實用化 단계에 있다¹²⁾. 아직까지 조직배양에 의한 임목의 생산성 증가를 實證할 만한 성적은 없으나, 유전적 우수성이 입증된 개체를 단기간에 대량 번식시킬 수 있는 것은 생산성 증가에 크게 공헌할 것이다. 왜냐하면 무성번식묘는 우성유전자에 의한 우수성도 계속 유지되기 때문이다. 특히 無性繁殖묘의 조림이 비현실적이었던 樹種에서도 조직배양묘의 조림이 가능하게 될 것이다.

그러나 林木의 생산성은 묘목단계에서 이루어지는 것이 아니라, 수십년간 환경의 영향을 받으며 자라야 하며, 이것은 전통적 육종으로 생산된 묘나, 생물공학적으로 생산된 묘나 마찬가지이다. 그러므로 현 단계에서는 生物工學의 育種에 의해서 생산성이 크게 증대되기를 기대하기 보다는, 전통적 육종방법의 기간을 生物工學의 기법으로 短縮하고, 전통적 육종방법으로 해결할 수 없었던 문제들을 生物工學의 방법으로 解決하여, 생산력 증가에 기여할 것으로 기대된다. 머지않은 장래에 遺傳子 操作이 林木에서도 實用化된다면 생산성 증가에 획기적으로 기여할 것이다.

8. 金후 展望

지금까지 살펴본 몇 樹種의 材積증가는 아직 伐期에 도달한 것이 아니라는 것을 유의하여야 된다. 현재의 材積 차이가 伐期에 가서 어떻게 변할지 정확히 예측하기는 어렵다. 樹種과 家係에 따라 幼時 생장이 빠른 것과 壯齡期 이후에 생장이 빠른 것이 있을 수 있으므로, 앞으로의 生長을 계

속 관찰하여야 될 것이다.

앞으로 育種方法의 選擇은 繁殖方法에 따라 決定하여야 될 것이다. 實生苗로 조립하는 수종은 秀型木 選拔, 採種園 造成의 방법을 택하여야 될 것이고, 삼목이나 接木등 無性繁殖苗를 조립하는 수종은 選拔 혹은 交配후 選拔의 방법을 적절히 이용하여야 될 것이다. 組織培養에 의한 대량번식 기술이 實生苗 조립 수종에 어떻게 이용될지는 아직 미지수이나, 生物工學 기술이 세포, 세포소기관, 遺傳子 단위에서의 選拔, 交配, 外來 遺傳子 導入을 가능하게 하고 遺傳子操作이 實用化되면, 育種의 速度, 育種의 効果는 크게 증대될 것으로 기대된다.

LITERATURE CITED

1. Ahn, C.Y., S.C. Kim, Y.J. Kwon and C.S. Park. 1981. Studies on the chestnut hybridization for superior varieties (I). Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 17: 75-88.
2. Choi, S.K. and M.R. Kim. 1963. Plus trees in Korea (II). Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 3.
3. Farnum, P., R. Timmis, J. L. Kulp. 1983. Biotechnology of forest yield. Science 219: 694-702.
4. Han, S.U., S.K. Choi and S.Y. Shim. 1986. 15th year results of progeny test of *Pinus densiflora* S. et Z. in Korea. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 22: 65-69.
5. Han, Y.C., J.B. Ryu and G.O. Ryu. 1984. Volume per hectare and per tree of pitch pine and volume increase by provenance and family selection at a provenance test plantation. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 20: 90-94.
6. Hyun, S.K. and K.Y. Ahn. 1959. Mass production of pitch-loblolly hybrid pine (\times *Pinus rigitaeda*) seed. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 1: 1-24.
7. Hyun, S.K. and S.C. Hong. 1959. Inter- and intra-species hybridization in poplars(I). List of poplar hybrids produced by the Institute of Forest Genetics in Suwon. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 1: 61-73.
8. Jhun, G.S., M.H. Park and Y. Yun. 1983. Contribution analysis of major environmental factors affecting on the growth of *Pinus rigida* \times *P. taeda* F₁. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 19: 3-9.
9. Jun, K.S. and S.H. Hong. 1974. Growth performances of \times *Pinus rigitaeda* and other related hybrids at different site. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 11: 33-51.
10. Kim, C.S., K.S. Jun, K.W. Kwon and J. H. Kim. 1979. Studies on the pollen source effects coming into some traits of *Pinus rigida* \times *taeda*. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 15: 3-20.
11. Kim, C.S. and S.K. Lee. 1973. Studies on artificial polyploid forest trees XI. On morphological characteristics, seed fertility and variation of isoperoxidase patterns in colchitetraploid *Pinus banksiana*. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 10: 79-87.
12. Kim, J.H., S.Y. Shim, E.W. Noh and J.I. Park. 1982. Mass production of selected poplar clones through bud culture. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 18: 80-85.
13. Noh, E.R. and S.K. Lee. 1983. Reselection of *Populus alba* \times *P. glandulosa* F₁ clones using stability analysis. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 19: 20-27.
14. Noh, E.W. 1987. Tissue culture and genetic transformation of forest trees. M.S. thesis. University of New Hampshire, USA. 143pp.
15. Son, D.S. and S.B. Chung. 1972. The growth performance and specific gravity of hybrid poplar. Res. Rep. Inst. For. Gen. Korea 9: 9-16.