

施設養苗 動向

林業試驗場 林業研究官 吳 正 洙

1. 緒言

最近 우리나라 勞動力 需要의 問題點은 産業의 發達로 因한 勞動力의 都市 流入으로 相對的인 農山村 勞動力의 減少와 더불어 老年層이 作業에 投入되므로서 勞動力의 質的인 低下에 따른 生産性의 弱화이다. 모든 農山林에서의 作業이 그러하겠으나 種子採取에서 부터 造林用 苗木의 山出까지 거의 全作業過程을 아직까지 人力에 依存하고 있는 養苗部門에서도 勞動力의 量과 質은 生産性向上에 매우 重要하다 하겠다. 따라서 새로운 技術의 開發이나 技術의 導入을 통한 作業의 省力化와 機械化 등으로 養苗時 最少의 勞動力 投入으로 健實한 苗木을 生産할 수 있는 새로운 養苗施業 体系의 確立은 이러한 問題를 解決하는데 重要한 課題이다. 그러므로 여기에서는 現在 外國에서 實行하고 있는 施設養苗 方法을 紹介하므로서 우리나라에서도 새로운 養苗技術로 認識되기를 바란다.

註：施設養苗란 用語의 概念은 高緯度 地域에서 하우스를 利用하여 人工的으로 生育環境을 調節하여 容器 즉, 콘테이너에 播種施業하여 速成養苗하는 方法으로서 外國에서는 콘테이너 養苗(Containerized Seedling Production System)라 하며, 우리나라에서 이를 適用할 경우 冬期 養苗하여 春期에 山出할 수 있을 것으로 判斷되어 하우스 施設이 必要하므로 施設養苗라 하였다.

2. 콘테이너 養苗現況

가. 養苗史

처음 콘테이너 養苗가 始作된 곳은 北歐와 캐

나다 등 高緯度 地方으로서 生育期間이 짧아 養苗에 所要되는 期間이 길어 短期에 苗木을 生産할 수 있는 方法으로 約 3世紀前부터 試圖되었다. 그러나 이때는 理論的이라기 보다는 實際的 經驗으로 實行하여 오다가 1930年代에 들어와서 이 方法은 새로운 養苗技術로 認識되어 本格的인 理論的 背景이 確立되면서 集約的인 生産管理 體制로 多量의 健苗生産이 可能함이 立證되었고 1970年代에 들어서면서 世界各地, 심지어는 熱帶地域에서도 實用化되기 始作하였다. 우리나라에서도 1970년에 迎日地域의 特殊 砂防地에 지피פות트苗木을 生産 造林하여 效果的으로 綠化시킬 수 있었으며 이때 얻어진 結果는 콘테이너苗木을 使用할 경우 造林時期에 구매를 받지 않는 全天候 造林이 可能하다는 것이 立證되어 봄철 農繁期에 作業이 困難한 경우 造林時期를 分散할 수 있는 方法으로 判明된 바 있다.

나. 콘테이너苗木의 生産現況

現在 先進 林業國의 콘테이너苗木 生産 現況을 보면 <表 1>, 全体 生産苗木의 25% 이상을 차지하고 있어 重要한 養苗方法으로 一般化되고 있음을 알 수 있다.

<表 1> 콘테이너苗木 生産現況

國 名	一 般 苗 百万本	콘테이너苗木 百万本	콘테이너苗木 比 率 %
美 國	165.0	55.0	25
카나다	2.5	7.5	75
스웨덴	220.0	150.0	41
핀란드	165.0	75.0	31

다. 콘테이너묘의 長, 短點

비록 콘테이너묘의 生産体制가 勞動集約的인 새로운 養苗方法으로 各國에서 實用化 되고 있으나 그의 長, 短點을 살펴보면 다음과 같다.

〈表 2〉 콘테이너묘의 長, 短點

區 分	長 點	短 點
養 苗	<ul style="list-style-type: none"> • 根系發育이良好한 健苗生産 • 養苗期間短縮 • 單位面積當 生産量增大 • 掘取및 假植不必要 	<ul style="list-style-type: none"> • 施設投資費所要 • 良質의 床土必要
造 林	<ul style="list-style-type: none"> • 山元假植不必要 • 造林活着率 增進 • 初期 生長良好 • 植栽功程提高 • 植栽時期 分散 	<ul style="list-style-type: none"> • 造林地一部制限

表 2에서 보는 바와 같이 養苗, 造林에서 많은 長點이 있는 반면 一時에 많은 施設費와 床土準備, 造林地의 制限等の 短點도 있으나 施設投資費는 設置物이 半永久的이어서 일단 設置後에는 減加償却費만 計上하게 되므로 實際 苗木生産費에서 큰 比重을 차지하지 않는다. 또한 床

土는 손쉽게 求할 수 있는 腐葉土와 細砂를 混合하여 使用하면 容易하며 뿌리 發達을 促進시키고 運搬時 重量을 줄이기 爲해 最近 外國에서 開發 使用하고 있는 피트+粉碎樹皮+퍼라이트(45%+45%+10%)를 混合한 床土를 使用하면 더욱 좋을 것이다.

造林時의 問題로는 小苗造林으로 因하여 造林地에 制限을 받는 것이다. 즉, 造林豫定地의 植生이 繁茂한 곳에서는 植栽後 植栽木이 周邊 競爭植生에 依해 被壓의 憂慮가 있는데 이는 地拵作業과 下刈作業에 徹底를 기한다면 쉽게 극복할 수 있을 것이며, 外國에서 最近 開發하여 造林地에서 使用하고 있는 Velpar, Oust等 殺木, 殺草劑를 活用한 地拵 및 下刈作業을 實行한다면 省力效果도 뚜렷할 것이다.

라. 콘테이너의 種類 및 特性

콘테이너의 種類는 크게 두가지로 區分되는데 스티로폼, 플라스틱, 비닐等を 原料로한 不透水性系列과 펄프, 종이等 木質로 만든 透水性系列이다. 實際 콘테이너養苗에 있어서는 不透水性系列의 製品이 作業이 容易하고, 비닐포트를 除外 하고는 5회까지 再使用이 可能하므로 經濟性도 있다.

〈표 3〉 콘테이너 種類 및 特性

區 分	成 狀	特 性				備 考
		通 氣 性	透 水 性	포트壁腐植	用 土	
스티로블럭	스티로폼	×	×	×	○	Plastic bulet, Split plastic tube, Plug trag, Single cell 等 商品名: Roottrainer
플라스틱포트	플라 스틱	×	×	×	○	
開閉式 포트	플라 스틱 板	×	×	×	○	
비닐 포트	폴리에틸렌필름	×	×	×	○	
펄프블럭	펄프 壓縮成型	○	○	○	×	
종이 포트	종 이	○	○	○	○	
지피 포트	물끼리泥炭(75%) 木質 섬유(25%) 肥料添加	○	○	○	○	
圓盤形지피포트	"	○	○	○	×	D 46mm×H 9 mm 9~12分 浸漬使用 (D 46mm×H 50mm)

3. 콘테이너養苗의 施設体系

콘테이너養苗는 苗木生産 期間이 一般露地養

묘에 比하여 짧고 集約的인 管理가 이루어지므로 各 生育段階別로 適合한 管理를 實施해야 한다.

各 生育段階別 管理體系를 살펴보면 다음과 같다.

가. 하우스 施設

本 養苗實行을 爲한 基本 施設로서 여기에 所要되는 資材와 構造物은 作業의 能率과 經濟性 등을 考慮하여 選擇해야 한다.

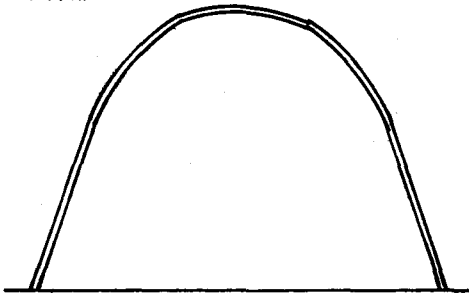
(1) 骨造資材

하우스 設置用 骨造資材로는 木材, 鐵材, 알루미늄 등이 있다. 그중 鐵材가 比較的 널리 使用되고 있으며 木材는 값도 싸고 設置도 容易한 편이나 庇陰度가 크고 耐久性이 짧아 經濟

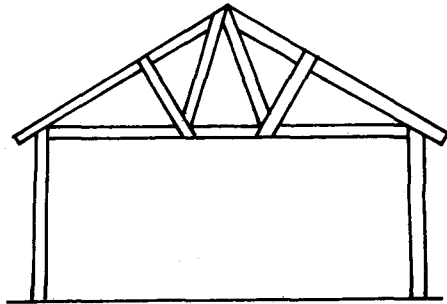
性이 낮으며 알루미늄은 값이 너무 비싼 편이다. 現在 國內에서는 鐵材파이프에 아연을 도금한 腐蝕性이 적은 파이프가 生産되고 있다.

하우스의 形態로는 크게 세가지 <그림1>가 있다. 半円形은 光線의 透過性이 좋고 設置가 容易하나 하우스의 幅에 制限을 받는 短點이 있고 트러스形은 設置幅에는 制限받지 않으나 庇陰度가 큰 短點이 있으며 支柱形은 内部 作業時 支柱때문에 作業에 支障이 있는 短點이 있다 또한 連棟形으로도 設置가 可能하나 作業의 能率과 占有面積의 效率的인 利用面에서 본다면 連棟形 보다는 單棟形으로 짓는것이 有利하다.

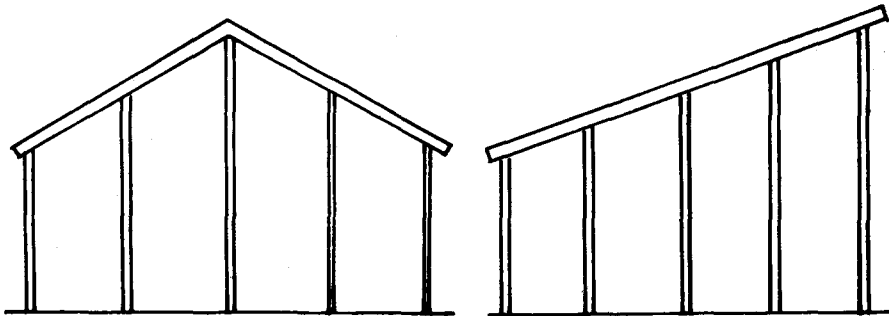
單棟形



半円形

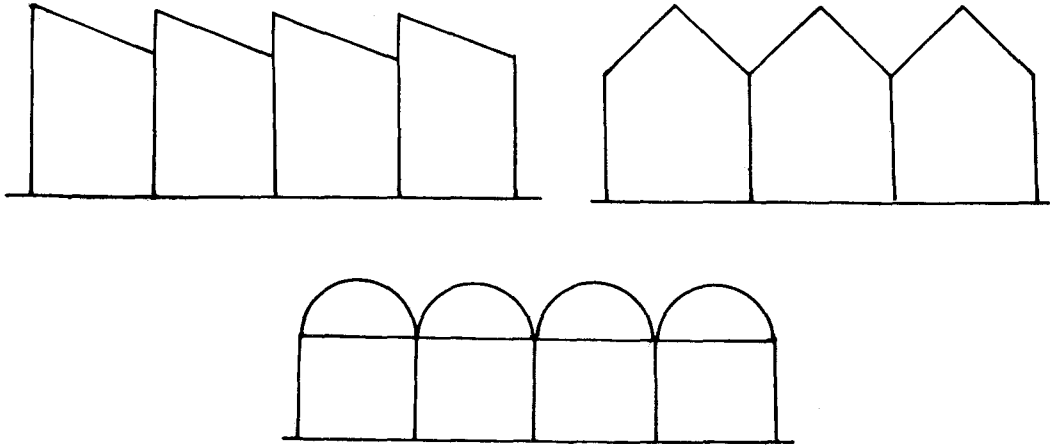


트러스形



支柱形

連棟形



〈그림 1〉 하우스의 形態

따라서 하우스를 設置할 때는 腐蝕性이 적은 鐵製로서 半圓形 또는 三角形으로 여러棟 짓는것이 效果的이다.

(2) 被覆材料

被覆材料로는 비닐, 유리, 섬유유리(Fiber glass) 등이 있으며 各 材料別 特性과 經濟性은 〈表 4〉, 〈表 5〉와 같다.

〈表 4〉 材料別 特性

區 分	光透過率	複射熱遮斷率
비닐	73%	26%
유리	89	93
섬유유리	90	99

〈表 5〉 材料別 經費比較

區 分	單 價 (원 / m ²)	設置費 (원 / m ²)	壽命 (年)	年間維持 費(원/m ²)	年間單價 (원 / m ²)
비닐	200~250	150~200	2	-	200~250
유리	4,900	200~300	30	100~150	200~300
섬유유리	3,000	150~200	20	150	220~250

表에서 보는바와 같이 비닐은 設置費用이 저렴한 長點은 있으나, 光透過率과 熱遮斷率이 낮고 壽命이 2年으로 짧은 短點이 있다. 반면 유리나 섬유유리는 光透過率과 熱遮斷率이 높고

壽命이 긴 것이 長點이고, 初期 設置費가 많이 드는 것이 短點이나, 單位 面積當 年間 所要單價는 各 材料間에 差가 없으므로 섬유유리가 가장 有利하다.

(3) 바닥材

젖은 灌水로 因하여 하우스內의 바닥에 물이 고이게 되므로 맨땅에서는 作業에 不便한 點이 많다. 이를 防止하기 爲하여 바닥을 시멘트로 바르거나 자갈을 깔아야 한다. 시멘트로 處理하는것이 좋으나 經費가 많이 들므로 步道만 處理하고 床 밑은 자갈을 까는 것이 排水도 잘되어 좋다.

나. 所要裝備

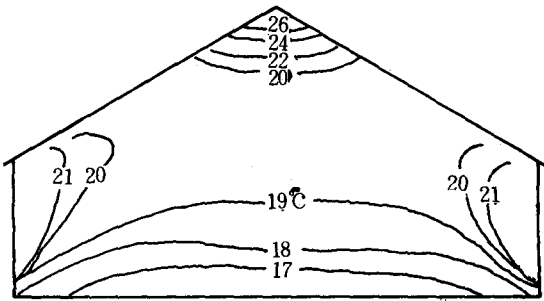
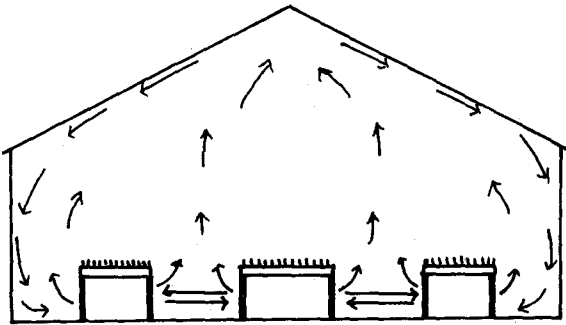
하우스를 짓게되면 管理에 必要한 内部 施設을 갖추어야 한다. 이때 購入, 設置 經費가 所要되나 半 永久的으로 使用이 可能하고 또한 作業이 自動化되어 管理費를 節減시킬수 있으므로 아래에 說明되는 裝備들은 重要한 基本 施設에 屬한다.

(1) 暖房裝置

本 裝置를 利用한 養苗方法은 뒤에서 자세히 言及하겠으나, 겨울동안에도 養苗하여 봄에 山出하게 되므로 本 暖房裝置는 必須裝備이다. 연탄, 油類, 가스, 太陽에너지等 여러가지 暖房

燃料가 있으나 연탄 보다는 油類가 維持費는 더 所要되나 自動溫度調節이 容易하므로 有利하다.

暖房方法은 하우스內 中間 中間에 對流型 暖爐를 設置하여 暖房하는것 보다 덕트를 利用한 通風形 暖房이 管理上 有利하며 이때 留意할 事項은 더운 空氣는 上昇하므로 덕트의 位置는 可及的 地面에 가깝게 設置하는것이 熱效率을 높일 수 있다.



〈그림 2〉 하우스內의 空氣 流動과 局部溫度

(2) 自動溫度調節裝置

苗木의 生育에 適合한 溫度는 20~30°C이므로 恒常 이를 維持시켜 주어야 한다. 그러나 겨울철이라도 한낮에는 햇볕이 들고 内部의 熱은 遮斷되어 外部로 빠져 나가지 못하므로 溫度가 올라가 30°C以上이 되면 換氣팬을 作動하여 内部의 더운空氣를 밖으로 뽑아내어 適正 溫度를 維持하여야 한다. 이 作業은 溫度調節裝置를 設置함으로써 自動化할 수 있다.

(3) 光照射裝置

겨울철 養苗時 日照時間이 짧으므로 植物이 生育할 수 있는 時間은 相對的으로 줄어든다. 따라서 最大의 生育을 할 수 있도록 日照 時間을 늘려 주어야 하는데 이때 光照射裝置가 必要하다. 植物이 最低 生育을 維持하기 爲하여는 樹種에 따라 多少 差異는 있으나 대개 3,000~5,000 Lux정도이며 適正生育을 爲해서는 最少한 7,000~12,000Lux정도의 光이 必要하다. 이 정도의 밝기를 維持하려면 一般 백열燈이나 형광등이 아닌 特殊電球를 使用해야 한다. 여기에는 수은등, Metal-halide등, 고압나트륨등이 있다. 各燈의 種類別 光의 特性을 보면 〈表 6〉과 같다.

〈表 6〉 燈種類別 光의 特性

種 類	規 格	밝 기	波長別 에너지量	
			600~700 nm	可視光線
			mw	mw
수 은 등	W 400	Lumen 20,000	18.3	58
Metal-halide등	"	31,000	12.1	88
고압나트륨등	"	42,000	39.0	105

表에서 보듯이 同一한 400W의 燈이라도 고압나트륨등이 더 밝고 또한 植物體가 많이 利用하는 600~700nm波長의 量과 總可視光線의 에너지量이 많으므로 適正生育을 爲해서 고압나트륨을 使用하여야 하며 이때 燈의 높이는 燈에서 發生되는 熱의 被害를 막기 爲하여 苗木의 梢頭部에서 1.5m以上 높이에 設置해야 한다.

(4) 灌水 및 施肥裝置

灌水 및 施肥는 하우스內에 灌水裝置(미스트 施設)를 通하여 하게 되는데 播種床이므로 물의 粒子가 작고 또 고르게 퍼져야 하며 灌水 中止後에는 물방울이 맺혀서 容器內에 떨어지게 되면 흙이 파이게 되고 苗木에 土衣를 입히게 되므로 이러한 短點이 없는 精密한 미스트 노즐을 使用하여야 한다. 最近 開發된 것으로 레일위를 移動하면서 灌水하는 Over Head Traveling Sprinkler라는 移動式 自動미스트 裝置도 있다. 灌水量은 1時間에 16~20ℓ/m²정도가 되어야 20cm 깊이까지 물이 스며들므로 여기에

맞도록 노즐數를 調整하여야 한다.

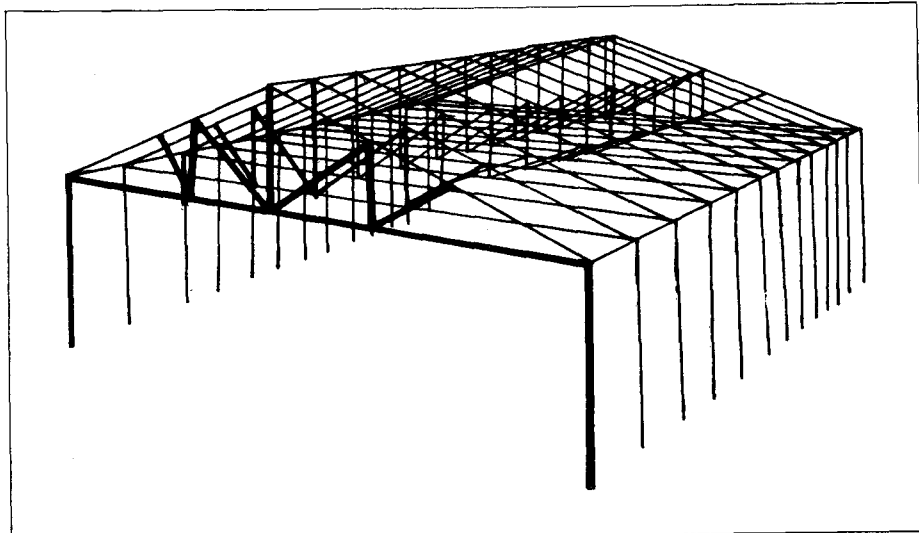
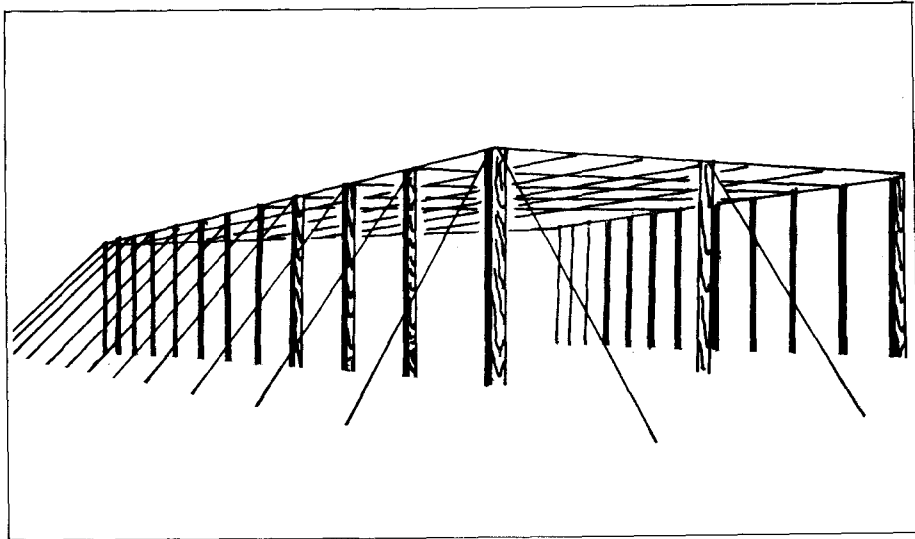
(5) 播種機

콘테이너에 種子를 播種하게 되므로 點播의 形式이 된다. 따라서 이에 所要되는 人力이 많으므로 眞空펌프를 利用한 眞空播種機를 使用하여 作業의 能率을 올릴 수 있다. 播種時 使用하는 種子는 充實種子만 播種하게 되므로 콘테이너의 規格에 맞는 크기와 播種穴數를 갖춘 播種機를 利用하여 한穴에 1~2粒의 種子를 播種

한다.

다. 冷床

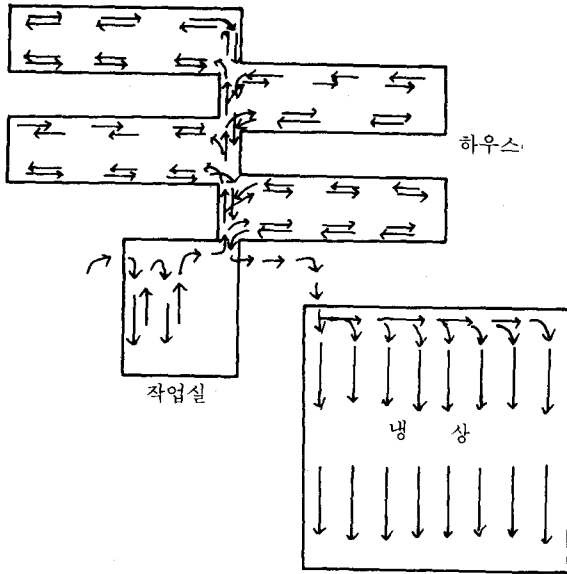
良好한 生育條件下에서 자란 苗木을 바로 造林地에 山出하면 被害를 받게되므로 일정기간 (4週内外) 環境에 適應할 수 있도록 苗木의 硬化段階를 거쳐야 하는데 이때 必要한 것이 冷床이며 여기에 所要되는 資材는 鐵材와 木材가 있으나 木材로도 可能하다.



〈그림 3〉 冷床의 種類

라. 하우스 配置

作業의 便易와 能率을 높이기 爲하여 하우스의 配置도 重要的 問題이다. 現在 美國에서 標準化되어 있는 하우스의 配置圖는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 하우스 配置圖

그림과 같이 配置함으로서 播種에서 管理 및 冷床까지의 運搬等 모든 作業이 容易하게 이루어질 수 있다.

4. 養苗方法

콘테이너 養苗方法은 一般露地養苗와는 달리 短期間에 集約的인 管理 技術이 投入되어야 하므로 그 生長段階別 作業要領을 具體的으로 살펴 보기로 한다.

가. 種子精選

種子를 採取 (혹은 貯藏된 種子)하면 播種機로 播種하기 爲하여 純精種子만을 精選하여야 한다. 이때 使用되는 方法으로는 水選法이 있다. 純精種子는 무거워 물밑에 가라앉게 되어 이를 播種하게 되면 거의 全數가 發芽된다.

나. 種子 消毒 및 前處理

養苗期間中 病虫害 發生을 막기 爲하여 種子

를 消毒하고 發芽를 促進시키기 爲하여 樹種에 알맞는 發芽促進處理를 實施한다.

다. 播種

眞空播種機를 利用하여 純精種子를 播種하며 細粒種子는 콘테이너 한穴에 2粒씩 大粒種子는 1粒씩 播種하고 覆土한다.

라. 灌水 및 藥劑撤布

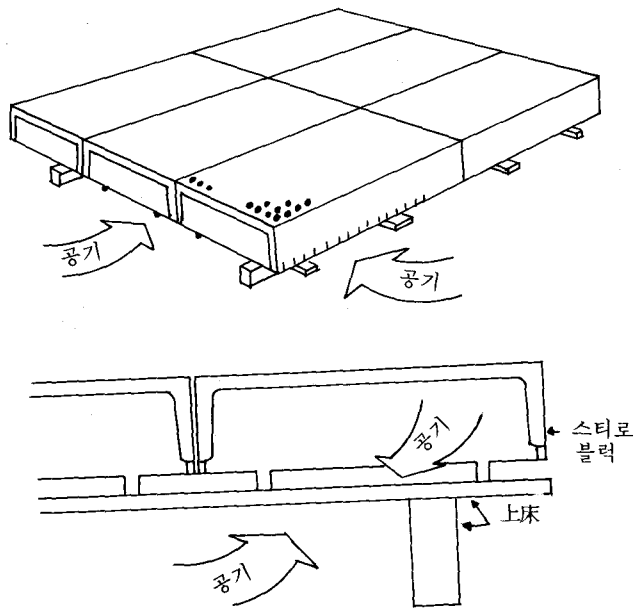
覆土가 끝난 콘테이너는 殺菌, 殺虫劑를 稀釋하여 充分한 灌水를 한다.

마. 層積

灌水가 끝난 콘테이너는 發芽가 始作될때 까지 한곳에 쌓아두어 暖房規模를 줄인다.

바. 配列

層積狀態에서 1~2週後면 發芽가 始作되는데 이때 하우스로 옮겨서 設置된 上床에 <그림 5>와 같이 床과 콘테이너 사이를 띄워 놓도록 하여 空氣가 流通하도록 해주어 外部로 露出된 뿌리는 自然枯死되도록 誘導하여 콘테이너內에서의 細根 發達을 促進시킨다.



<그림 5> 콘테이너 設置圖

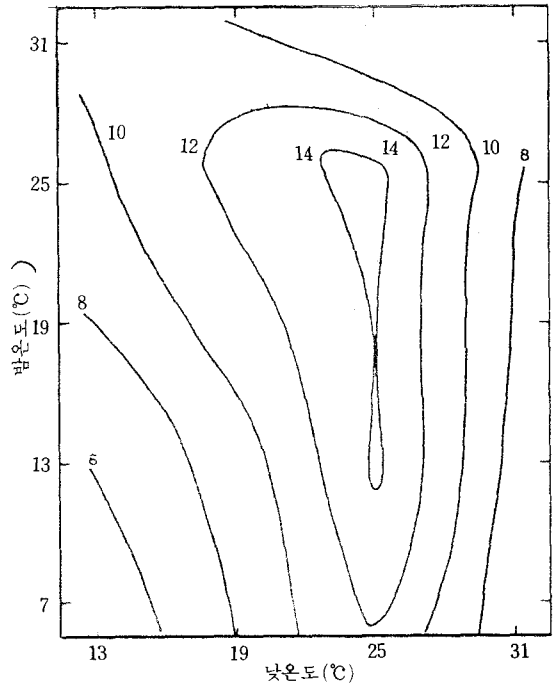
사. 管理

일단 하우스内에 옮겨 配列이 끝나게 되면 一般管理를 하게 되는데 여기서 留意 할 事項은 各 生育段階別로 適正 溫度를 維持해 주고 適當한 量의 灌水와 施肥도 해주어야 한다. <表 7>에서 보는 바와 같이 콘테이너養苗에서 가장 集約的인 管理가 必要한 時期는 播種後 3~16週 동안이며 이 期間中 낮과 밤의 溫度條件에 따른 生長反應은 <그림 6>과 같이 溫度가 높을때 生長이 良好함을 알 수 있다.

<表 7> 生育段階別 管理方法

区 分	發 芽 期 (1~2週째)	初期生長期 (3~9週째)	中期生長期 (10~16週째)
溫 度 낮(°C)	25	25	20~30
밤(°C)	25	25	20~30
濕 度(%)	50~90	40~70	30~70
光 自然(%)	60~80	60~80	60~80
人工	-	16時間	16時間
灌 水	少量수시	週 2~3回	週 2~3回
施 肥	-	週 1回	週 1回
		N: 150 ppm P: 80 ppm K: 80 ppm	左 同

폰테로사소나무, 간장 (cm)



<그림 6> 溫度條件別 幹長生長

아. 硬化

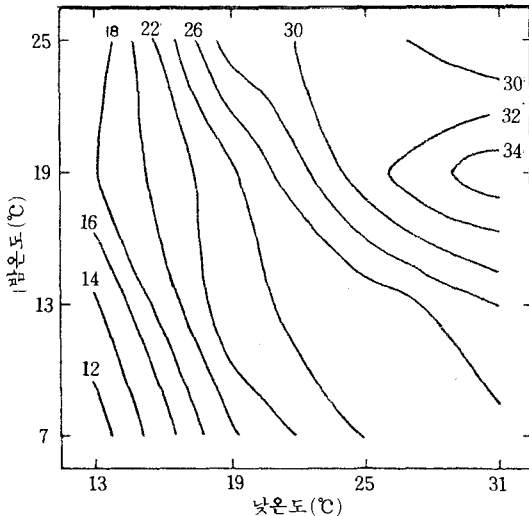
16週(約 4 個月) 동안 하우스内에서 集約管理 하여 生長한 苗木은 그 組織이 軟弱하고 바로 環境에 適應할 수 없어 일정기간 冷床에 옮겨 硬化處理를 實施하여야 한다. 이때의 環境條件은 自然狀態를 維持하여야 하며 灌水는 週 1회로 줄여 實行하여 苗木의 水分缺乏度를 增大시키고 施肥는 必要時 窒素成分은 減量하고 加里成分은 增量하여 硬化를 助長한다.

5. 콘테이너苗의 生育狀況

가. 養苗

上記 過程을 거쳐 生産된 콘테이너苗의 生育狀況은 <表 8> 같이 幼時生長이 빠른 樹種과 光에 對한 生長反應이 敏感한 樹種 즉, 成苗生産이 可能한 樹種은 5 個月間의 集約的 管理를 통하여 山出苗를 生産할 수 있다.

마크로칼파참나무, 간장 (cm)



〈表8〉 콘테이너묘 生育狀況

樹 種	幹 長	根 元 經
소 나 무	15.2cm	1.8mm
낙엽송	25.4	2.5
자작나무	32.2	3.7
상수리나무	26.9	3.8

나.造林

콘테이너묘에 의해 生産된 苗木의 造林 活着率과 植栽後 初期生長을 一般묘와 比較하여 보면 다음 〈表9〉, 〈表10〉과 같다.

〈表9〉造林 活着率

國 別	一般묘 %	콘테이너묘 %	備 考
美 國	8~88	93~95	낙엽송, 폰데로사소나무
카나다	16~69	86~92	미송, 가문비나무
日 本	86~96	97~100	낙엽송, 개분비나무
韓 國	78~96	91~100	낙엽송, 상수리나무, 물겜나무

〈表10〉初期 生育狀況

國 別	一般묘	콘테이너묘	備 考
美 國	20 cm	24cm	소나무
카나다	14	22	가문비나무
日 本	12~70	17~76	낙엽송, 개분비나무
韓 國	18~73	23~99	낙엽송, 리기다소나무, 상수리나무, 물겜나무

表中에서 보는바와 같이 콘테이너묘의 活着率과 初期生長이 一般묘보다 良好하였다. 이는 콘테이너묘의 뿌리發達이 良好할 뿐 아니라 뿌리가 損傷되지 않고 植栽되어 完全 活着에 所要되는 時間이 짧아져서 生長開始가 빨리 이루어지기 때문이다.

6. 콘테이너묘의 生産 經費

콘테이너묘와 一般묘를 各 1,000本씩 生産하는데 所要되는 諸般 經費를 比較 分析한 結果는 〈表11〉과 같이 콘테이너묘를 할 경우 施設費와 材料代 그리고 施設維持管理費가 追加로 所要되나 本 養苗方法에서는 間引으로 因한 苗木의 損失이 없고 播種된 種子의 全量이 苗木으로

로 生産되므로 種子代의 節減과 管理作業의 自動化와 省力化로 結果적으로 一般묘에 比해 85~105%의 生産費로 健苗를 山出할 수 있어 비록 初期에 施設投資費는 많이 所要가 된다 하더라도 實際 生産時에는 比較的 經濟的인 養苗施業方法으로서 널리 使用될 수 있는 基盤을 構築하고 있다.

〈表11〉 콘테이너묘와 一般묘의 生産費 比較

(單位: 원 / 천본 / 1년생)

區 分	콘 테 이 너 묘		一 般 苗
	스티로블럭	루트레이너	
借地料 (施設費)	8,168	8,168	1,457
材料代	6,705	11,529	1,317
種子代	1,467	1,467	3,668
人件費	2,480	2,620	17,292
施設維持管理費	1,359	1,179	-
計	20,178	24,962	23,734
比率(%)	85	105	100

7. 結論

콘테이너묘 養苗方法은 勞動集約的인 苗木의 生産体制로서 養苗期間을 短縮할 뿐 아니라 除草, 間引等 一般養苗에서의 人件費 投資比가 높은 作業過程을 省力할 수 있고 播種時 種子量이 줄어 種子의 効用性을 提高하여 苗木의 生産費를 節減할 수 있다. 또한 年間 2~3回의 養苗가 可能하여 施設投資費에 對한 減價償却率도 크게 낮출 수 있을뿐 아니라 單位面積當 苗木生産量도 增大되므로 土地의 効率的 利用度를 높일 수 있는 새로운 養苗施業体系로서 이의 適用性 檢討가 要望된다.

따라서 우리나라 現實에 비추어 보았을때 適用이 可能的한 樹種으로는 幼時生長이 빠르거나 혹은 光에 對한 生長反應이 敏感한 樹種을 對象으로 實施하는 것이 有利할 것이며 또한 種子 生産費가 많이 所要되는 採種園産 種子나 外國으로 부터 輸入된 값이 비싼 種子에 對하여 于先 實行함이 妥當할 것으로 思料된다.