

苗木生理와 圃地肥培管理

林業試驗場 農學博士 鄭 印 九

I. 苗木의 營養生理와 特性

1. 苗根과 酸素와의 關係

(土壤堅密度, 土性, 水濕狀態를 알 수 있다)

苗木의 根은 地中에서 酸素呼吸을 하고 있으며 水耕栽培時는 물속에 空氣를 넣어 줌으로서 氣泡를 통하여 酸素가 물에 녹아 植物뿌리에 吸收利用되게 된다. 이것을 溶存酸素라고 한다.

各種苗木에 水耕栽培時 溶存酸素供給 與否에 따라 苗根에 通氣性選好度를 알 수 있는 것이다. 卽 적송, 낙엽송, 편백, 삼나무의 4 樹種에 對하여 根의 呼吸을 爲한 酸素要求度는 낙엽송 > 잣나무 > 적송 > 편백 > 삼나무의 順位이다.

다시 말해서 土壤中의 空隙이 많고 鬆한 土壤일수록 낙엽송生長이 좋고 堅密한 土壤에서는 낙엽송生長이 極히 不良하다는 것을 알 수 있다.

反面에 삼나무는 堅密土壤이나 粘土質 土壤에서도 견디어 자라는 힘이 다른 나무보다 強하다는 것을 알 수 있다.

낙엽송이나 소나무는 通氣性이 좋은 輕鬆土壤에서 養苗하는 것이 좋으며, 잣나무 편백은 普通程度의 軟質土壤이 좋고 杉나무는 堅密土壤에서도 견디어 자랄 수 있다는 것이다. 그러므로 土性으로 區分하여 보면 낙엽송 소나무 養苗는 砂壤土나 砂質壤土가 좋고 잣나무 편백은 壤質砂土나 壤土가 좋고 杉나무는 壤土 乃至 埴質壤土에서도 견디어 잘 자란다. 勿論 砂壤土나, 壤土에서는 生育은 더더욱 좋은 것이다. 그러나 낙엽송이나 소나무를 埴質壤土나 重粘土에다 養苗를 하면, 苗木生長은 極히 不良하다.

가. 各樹種別 育苗根의 性質과 土壤

1) 낙엽송 根의 性質

낙엽송의 根은 酸素要求度가 매우 커서 過濕地

表 1.

水耕栽培時 苗木의 通氣效果

樹 種	通氣處理	苗木의 生體重 g	通氣에 의한 成長增加率 %	備 考 (根의 擴張狀態)
낙엽송	通 氣	64.6	33.7	地中の 粘土層을 뿌리가 觸지 못함.
	無通氣	48.3		
잣나무	通 氣	44.3	23.5	地中の 粘土層을 半쯤 뿌리가 觸음.
	無通氣	35.5		
소나무	通 氣	41.5	21.7	地中の 粘土層을 뿌리가 半以上 觸음
	無通氣	34.1		
편 백	通 氣	11.4	4.6	地中の 粘土層을 뿌리가 一部 貫通함
	無通氣	10.9		
삼나무	通 氣	43.0	0.2	地中の 粘土層을 뿌리가 貫通함.
	無通氣	42.9		

※ 낙엽송은 土壤中의 空氣量이 많아야 하므로 過濕地에서는 가장 큰 被害를 받으나 杉나무는 過濕地에서도 어느 정도 견디나 生長은 不良하다 그러나 뿌리는 다른 樹種과 比較하면 抵抗性이 強하다는 것을 알 수 있다.

에서는 뿌리가 酸素不足으로 呼吸이 困難하게 되어 뿌리가 썩게 된다.

이로 因하여 心腐病이나 뿌리썩음 病이 誘發되게 된다.

그러므로 排水良好한 砂壤土가 좋으며 過濕地나 晩春에 解氷이나 集中豪雨로 因한 一時的인 低濕地의 立地條件에서는 낙엽송 造林을 避해야 할 것이다. 不得已한 境遇는 排水溝를 設置하고 盛土하여 上植하여야 할 것이다.

2) 잣나무 根의 性質

잣나무의 根은 酸素要求度가 낙엽송보다 적으나 소나무(적송) 보다는 다소 높다. 過濕으로

물이 오랫동안 停滯되어 있으면 뿌리가 썩게 되나 낙엽 송과 같이 一時的인 過濕地에서는 잣나무는 被害를 받지 않으나 葉色이 黃綠色으로 變하게 된다. 土性は 砂壤土 乃至 壤土가 좋으며 重粘土에서는 生育이 極히 不良하다.

잣나무 苗木生育을 爲해서는 過熱地보다 弱乾性土壤이 도리어 良好하다.

3) 편백根的 性質

편백은 水耕栽培時 通氣效果는 낙엽 송의 1/7에 不過하지만 過濕地에 대한 抵抗力은 弱한 便이다. 사시나무는 比較的 濕地를 좋아하는 것과 是 對照의이다.

比較的 弱乾性土壤에서도 잘 견디어 土壤은 壤質砂土나 砂壤土에서 잘 生育한다.

4) 杉나무 根의 性質

杉나무 幼苗의 根은 通氣效果가 가장 적게 나타났으나 그렇다고 溶存酸素가 必要없는 것은 아니며 比較的 적게 나타나는 것이라고 解析된다.

但 土壤이 適潤狀態下에 壤土 乃至 若干埴質이 있는 壤土가 生育이 매우 良好하다. 土壤型으로는 B_D型이나 B_E型이 最適한 土壤이다.

5) 소나무根的 性質

通氣效果가 比較的 큰 소나무는 弱乾性 土壤에서 一般的으로 生育이 良好하고 低濕地에서도 어느 정도 견디어 자라나 生育狀態는 不良하다.

即 소나무는 乾燥土壤이나 過濕土壤에서도 견디어 자라는 힘이 強한 것이다. 赤松의 根은 外生菌根의 着生部分과 不着生部分(直根은 普通 着生안한다)으로 나누나, 前者는 呼吸作用이 後者보다도 強力하다. 後者는 酸素缺乏의 還元的狀態에 對한 抵抗力이 杉나무보다도 強한 것이라고 思料된다.

即 소나무는 菌根이 着生하는 部分과 着生하지 않는 部分으로 나누어 生理的 作用을 하며, 이兩쪽의 存在로부터 乾燥地에서 過濕地에 이르는 廣範圍하게 生育하는 適應性을 가지고 있는 것이다. 土性도 砂壤土에서 粘土까지 있으나 砂壤土가 좋다. 소나무도 乾燥地에서 成林될 수 있으나 適潤地林分만은 못한 것이다.

그러나 瘠薄한 乾燥地에서 견디어 자라는 힘이 強하다.

또한 直根이 깊이 뻗는 深根性樹種이라는 點을 잊어서는 안된다.

2. Al 毒性和 苗圃土壤의 適正酸度

우리는 흔히 礬土質土壤을 Alamina Soil 이라고 부른다. 一般的으로 모래분이 적고 強酸性을 나타내는 土壤으로서 活性 Alumina가 湧出되어 苗木生長에 被害를 주게 되는 것이다.

一部學者들은 酸性土壤의 有害原因으로서는 水素 ion 濃度(pH 價가 低下)에 低한 土壤의 強酸性化와 이에 基因한 Aluminum ion의 湧出으로서 有害한 作用을 한다는 것이 指摘되고 있다.

우리나라 苗圃土壤에서도 強酸性으로 因한 活性 Al 이 많은 土壤이 意外로 많고 따라서 育苗成績도 不良하다.

Al 毒性에 強한 樹種別順位는 편백 > 소나무 > 잣나무 > 杉나무 > 낙엽 송에 順으로 強한 것이다. 特히 Al 에 對한 抵抗力이 強한 편백과 가장 弱한 낙엽 송에 對하여 Al 의 抗毒性和 耐酸性과의 關係를 要約하면 다음과 같다.

表 2.

杉나무와 편백의 Al 毒性에 對한 抵抗力 比較

區 分	杉 나무	편 백
酸性反應에 對한 抵抗力	弱	< 強
Al 毒性에 對한 抵抗力	弱	< 強
苗木에 吸收된 Al 量	多	> 少

杉나무 보다도 편백나무가 強酸性에 견디는 힘이 強하고 Al 의 毒性에 對해서도 強한 것으로 나타났다.

그러나 苗木의 樹體를 分析하여 보면 Al 의 毒性에 弱한 杉나무가 편백보다도 苗木樹體內에 多量의 Al 을 含有하고 있는 事實을 發見할 수가 있다.

이것은 杉나무의 根細胞는 Al 을 通하기 쉬워 透過한 Al 이 集積하여 一種의 自己中毒과 같은 現象을 일으켜 生育을 阻害하는 것이라고 思料된다.

一般的으로 林木은 農作物보다도 土壤 強酸性에 견디는 힘이 크므로 Al 에 대한 抗毒性도 林

木이 農作物보다도 강한 것이다. 苗圃土壤의 pH는 밭土壤이나 포플러圃地 오동나무圃地等を除外하고는 pH 5.2~6.0 정도면 가장 養苗하기에 適合한 圃地土壤인 것이다.

萬一 苗圃土壤이 6.5~7.5 라면 幼苗는 立枯病으로 枯死全滅될 것이며 뿐만아니라 微量要素인 鐵(F) 망간(Mn) 缺乏症이 생겨 健苗生産이 不可能할 것이다.

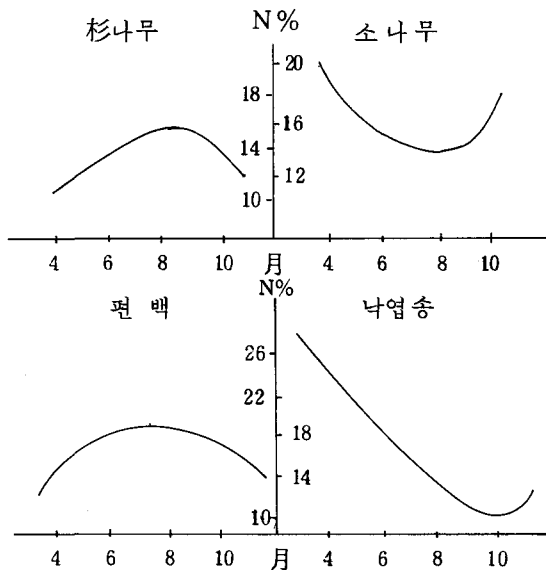
3. 養分吸收 狀態와 苗木의 特性

苗木의 窒素(N) 磷酸(P) 加里(K) 石灰(Ca) 등 無機養料를 時期別로 調査하여 보면 苗木養分吸收實態를 把握할 수 있으므로 合理的인 苗圃施肥의 有益한 資料가 될뿐만 아니라 養分吸收와 成長과의 關係에서 苗木의 無機營養生理上의 特性을 알 수 있는 것이다.

2年生 苗木의 月別 窒素(N%)의 含量變化는 다음과 같다.

그림 1.

2年生 苗木의 N(%) 養料의 季節變化(月別)



※ 2年生 苗木의 樹體內의 養料變化中 窒素(N)의 變化는 4月~10月까지 杉나무, 편백은 凸型으로 變하고 소나무, 낙엽송, 잣나무 등은 凹型으로 變化하는 特徵을 가지고 있다. 다시 말해서 窒素(N)의 吸收利用形態가 相違한 것이다.

그림 1에서와 같이 苗體의 N%의 月別變化는 소나무는 3, 4월에 매우 높고 以後 7月末까지 繼續低下되었다가 다시 8月부터 含量이 높아져 10月까지 높아지고 있다. 따라서 소나무, 잣나무 등은 解土直後施肥하는 것이 生長上 가장 좋다.

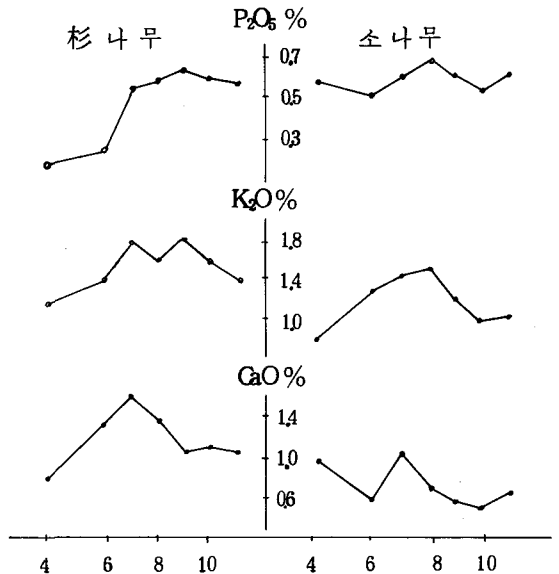
反面에 杉나무, 편백은 早春에 N%의 濃도가 있다가 盛夏에 가장 높고 가을에는 다시 降下하게 된다. 따라서 春季施肥도 效果가 있으나 6~7월에 施肥도 다른 樹種에 比하여 效果가 크게 나타난다. 卽 소나무(赤松)는 前年度 秋期蓄積된 窒素를 利用하였다가 早春에 伸長生長하는 것이므로 여름까지 N%는 減少되었다가 夏季부터 秋季에 걸쳐서는 苗木樹體를 튼튼히 하여 充分히 固하고 N를 蓄積增加시킨 다음 翌春에 伸長生長에 對備하기 때문이다.

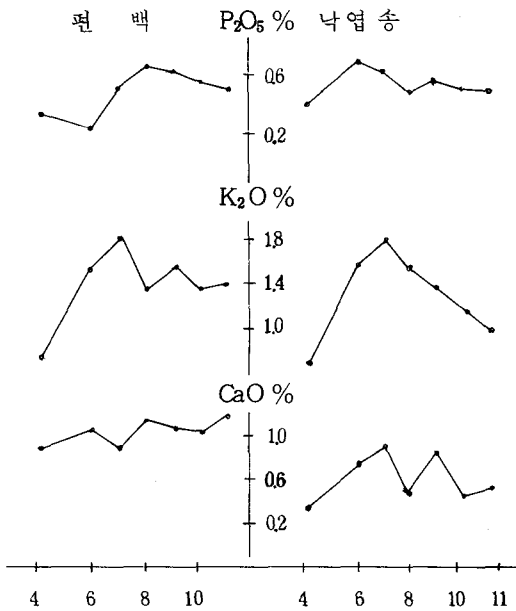
이것에 反하여 杉나무의 N%의 月別變化는 凸型을 表示하는 것은 春季에서 盛夏에 걸쳐 窒素를 蓄積하였다가 秋季에 顯著히 生長하기 때문이다.

이때 秋季의 過多生長하는 것을 徒長現象이라고 한다.

그림 2.

2年生 苗木의 磷酸(P₂O₅) 加里(K₂O) 石灰(CaO) 含量(%) 季節變化





※ 잣나무 낙엽송 소나무는 인산(P₂O₅) 함량이 많고杉나무 편백 잣나무 소나무는加里(K₂O) 함량이 많고 또한杉나무 편백은石灰含量이 많다.

苗木樹體의 N%, P₂O₅%, K₂O%, CaO%의樹種에 의한差異를 보면 N%는 소나무,杉나무, 편백, 낙엽송보다도 높고 P₂O₅%는 낙엽송 소나무, 삼나무, 편백 보다도 높으면 K₂O 및 CaO%는 P₂O₅%와는 反對로杉나무, 편백, 소나무, 낙엽 송보다도 높다.

이 傾向은 同時에 이들 樹種에 營養學的 特性을 나타내는 것으로 苗圃施肥의 基礎的인 것으로 重要的인 것이다.

예를 들면杉나무 편백보다도 P₂O₅%가 높고 磷酸要求度가 높다고 생각되는 잣나무, 소나무, 낙엽 송은 實際苗圃에 있어서도杉나무 편백보다도 P₂O₅ 缺乏症이 나타나기 쉽고 磷酸(P₂O₅) 施用效果가 큰 것이다. 이런 點은 苗圃施肥時注意해야 할 것이다.

잣나무의 養料推定을 爲하여 電子計算機를 利用하여 養料를 追躡하여 본 결과 窒素(N)보다도 크게 나타나 P₂O₅ > N > K₂O의 順으로 나타났다는 事實도 立證되었다.

그러나 낙엽 송은 養料의 要求傾向이 N > P₂O₅

> K₂O의 順位로 나타나고 있다.

이와 같이 낙엽 송과 잣나무 間에도 養料의 吸收利用形態가 多少差異가 있다.

4. 養分缺乏에 의한 營養診斷

苗木의 生育狀態를 보고 營養狀態를 아는 것은 育苗上適切한 苗圃肥培管理上 重要的인 것이다.

苗木은 養料가 缺乏하면 病이 아니면서 獨特한 症狀을 나타낸다. 이것을 우리는 苗木生育 養料의 缺乏症狀이라고 한다.

合理的인 苗圃土壤管理를 遂行하기 爲하여 苗木營養狀態를 判斷하는 方法으로는 苗體를 分析해서 하는 方法과 當該土壤을 分析해서 하는 方法이 있으나 가장 손쉬운 方法은 苗木의 養分缺乏症을 觀察하여 直席에 判斷하는 것이라 하겠다.

가. 苗木의 養分缺乏症

1) 窒素(N)의 缺乏症

苗葉은 黃綠色~淡黃色을 띠고 根의 發育不良으로 苗木全體가 虛弱해진다.

2) 磷酸(P₂O₅) 缺乏症

生育初期에 發育이 늦고 苗木은 萎縮되며 特히 新梢發育이 不良하다. 下葉은 生育初期에 赤紫褐色으로 變한다. 上葉은 漸次 暗綠色-暗紫色을 띠고 細根의 發達이 未弱하다.

잣나무,杉나무, 편백의 新梢發育은 停止되고 葉先端이 軟하게 되며 苗幹은 綠褐色이며 葉은 紫暗綠色을 나타낸다.

소나무 낙엽 송은 頂芽를 除外하고 下葉보다도 暗紫色을 띠게 된다.

3) 加里(K₂O) 缺乏症

地上部는 倭少하며杉나무, 편백은 暗綠色-淡黃色이 되고 下葉은 붉은 색을 띤다. 낙엽 송, 잣나무, 소나무는 暗綠色-淡黃色이 되고 新梢(頂芽)는 萎縮된다.

4) 苦土(MgO) 缺乏症

苗木生育後期에 下葉의 尖端부터 黃綠色-桃黃色, 赤褐色을 띠게 되고 缺乏程度를 더해 감에 따라 上葉으로 옮겨간다.

杉나무는 下葉의 尖端에서 부터 桃黃色-赤桃色, 편백은 黃綠色-黃褐色을 띠게 되고 낙엽 송, 잣나무, 소나무는 黃綠色-淡黃色을 나타낸다.

5) 石灰(CaO) 缺乏症

다른 養料元素에 比하여 缺乏症이 나타나기 어려우나 葉은 暗濃綠色을 띠고 뿌리의 生育이나 發根이 阻害된다.

杉나무는 頂芽, 側芽의 伸長이 停止되고 드디어 枯死하게 된다.

또는 頂芽가 生長이 停止되고 낚시바늘 모양 구부러져서 奇形을 이루기도 한다.

6) 鐵(Fe) 망간(Mn) 缺乏症

新梢가 黃白色을 띠고 上部에서 漸次 下部로 症狀이 내려간다.

強酸性土壤이나 強알칼리土壤에서는 甚하게 나타나므로 酸性土壤에 石灰를 過多하게 施用 하여도 이러한 現狀이 나타난다.

나. 苗木器管別 部位에 따른 缺乏症狀 檢色

1) 主로 老葉(下葉)에 症狀이 나타나는것.

가) 症狀이 苗木全體에 걸쳐서 나타나는 것으로 主로 窒素(N) 磷酸(P_2O_5) 缺乏이다.

(1) 窒素(N) 缺乏症

一般的으로 苗木의 細胞가 小形으로 되고 全般的으로 生育이 不良하며 밑에 下葉부터 淡綠色—黃綠色으로 變하고 漸次 上葉으로 옮겨간다.

(2) 磷酸(P_2O_5) 缺乏症

一般的으로 P_2O_5 缺乏하면 葉은 枝分해지면서 暗紫赤褐色을 나타내며 缺乏程度가 甚하면 赤紫色이 되고 下葉은 赤黃色으로 變하며 生長이 極히 不良하여 倏少하고 特히 根系發育이 不良하다.

나) 症狀이 普通老葉(下葉)에 出現하는 것 主로 加里(K_2O) 苦土(MgO)가 缺乏하다.

(1) 加里(K_2O) 缺乏症

古葉(下葉)의 葉脈間이나 葉先端의 週邊部에 黃褐色斑點이 생기며 苗幹은 細長하여 彈力이 없고 苗枝는 下方으로 늘어지고 缺乏程度가 甚하면 全體가 黃變한다.

(2) 苦土(MgO) 缺乏症

下葉은 黃色—黃褐色, 赤褐色으로 變하며 漸次 上方으로 옮겨간다.

一般的으로 苦土缺乏은 푸른 色을 잃고 下葉이 黃色끼가 돈다.

2) 主로 新葉(芽葉)에 症狀이 나타나는것.

가) 上葉의 先端이나 基部가 變形하고 드디어 頂芽가 枯死한다.

(1) 石灰(CaO) 缺乏症

一般的으로 石灰缺乏은 生長點의 生育活動이 弱하여지며 頂芽部分이 낚시바늘 모양의 鈎針狀으로 굽어지며 甚하면 枯死한다.

나) 新葉은 枯死하지 않으나 黃白色으로 褪色하고 때로는 萎凋現狀이 생긴다.

(1) 鐵(Fe) 망간(Mn) 缺乏症

一般的으로 黃白化現狀이 나타나고 때로는 苗體에 死壤組織이 생기기도 한다.

以上과 같이 養分缺乏症은 各元素에 따라 다르나 加里(K_2O) 苦土(MgO) 缺乏症은 下葉(老葉)부터 나타나며 缺乏症이 甚하면 漸次 上方으로 올라간다.

石灰(CaO), 鐵(Fe) 망간(Mn)의 缺乏症은 新梢部分에서 症勢가 나타난다.

이러한 生理的인 現狀으로서 下葉부터 症狀이 나타나는 要素는 樹體內에서 移動하기 쉬운 要素이고 新葉(上葉)부터 症狀이 나타나는 것은 樹體內에서 移動하기 어려운 要素이기 때문이다.

또한 實際로 磷酸缺乏症은 生育初期에 나타나기 쉽고 苦土缺乏症 等은 生育後期에 나타나기 쉬운 것들이다.

3) 營養診斷上的 留意點

苗木의 葉에 磷酸缺乏症이 나타나며는 土壤中에 磷酸缺乏時 磷酸肥料를 施用하는 것이 普通이다. 그러나 磷酸缺乏現狀이 나타났다고 해서 必히 磷酸不足이라고는 말할 수 없다.

例를 들어보면 낙엽송, 잣나무는 굽벥이의 被害를 받으면 根切로 因하여 磷酸吸收가 不充分하므로 窒素나 加里缺乏症 보다 우선해서 紫色의 磷酸缺乏症이 먼저 나타나게 된다.

이런 境遇 磷酸質肥料를 施用하여도 뿌리가 잘라져서 생기는 것이므로 좀체로 磷酸缺乏症은 容易하게 回復되지 않는다.

이때는 우선하여 굽벥이를 驅除하여야 할 것이다.

實際苗圃에서는 어떤 要素가 單獨으로 나타나는 수도 있으나 대개는 2개이상에 要素가 複合的으로 나타나는데 이때의 缺乏의 合併症狀은 반

다시 兩缺乏要素의 中間型이 나타나는 것은 아니고 다음과 같이 어느 한 要素의 缺乏現狀이 强하게 나타나며 다른 要素는 弱하게 나타나거나 또는 안나타나게 되므로 매우 留意깊은 觀察이 必要하게 된다.

表3. 複合的인 缺乏要素와 缺乏症의 出現

複合的인 缺乏要素	要素缺乏症의 實際出現
*加里 (K ₂ O) 石灰(CaO)缺乏	*Ca缺乏症이 强하게 나타남.
*加里 (K ₂ O) 苦土(MgO)缺乏	*Mg 缺乏症이 强하게 出現
*石灰 (CaO) 苦土(MgO)缺乏	*Mg " "
*加里 (K ₂ O) 石灰 (CaO) 苦土 (MgO) 缺乏時	*Mg 缺乏現狀이 우선 나타나면서 複合的으로 合併症이 發生함.

以上과 같이 그 要素以上 缺乏時 特殊養料元素의 缺乏症狀만 出現하는 수가 많으므로 注意를 要하며 이런 境遇는 當該苗圃土壤을 分析하거나 葉分析을 하여 複合的인 缺乏養料를 正確히 把握하여 施肥로서 補充하여 주어야 할 것이다.

4) 外的缺乏症과 內的缺乏症

一般農作物에서는 加里缺乏症이 나타나기가 어렵으나 林木에서는 明瞭하게 缺乏症狀이 나타난다. 苗木의 葉分析을 한 窒素(N)와 加里(K₂O)值을 보면 그 值以上에서는 形質이 異常苗木이 된다.

다시 말해서 加里(K₂O) 缺乏은 同時의 窒素(N) 過剩狀態를 招來하게 되며 따라서 苗木樹體內的 可溶性窒素나 還元糖의 量이 增加하여 苗木은 軟弱多汁한 形質을 만들며 蒸散作用을 促進시켜 무모하게 水分의 浪費를 招來하게 된다.

이와같이 어떤 養分要素缺乏으로 變色變形等 外形的으로 症狀이 나타나지 않아도 內部的으로 非正常的인 弱한 苗木이 있다는 事實을 알아야 한다.

우리는 이런 것을 缺乏症이라고 부르며 一般的으로 缺乏症狀이 外部로 나타나는 것을 外的缺乏症이라고 한다.

一般的으로 加里缺乏으로 養苗한 苗는 彈力性이 없고 細長軟弱하여서 山地造林後 活着도 不良하고 生長도 나쁘므로 充分한 加里肥料를 施用함으로써 窒素過多現狀으로 因한 徒長生長도 調節되는 것이다.

5. 苗木의 營養生理와 特性

苗木의 營養生理學의 特性을 樹種別로 綜合하여 列擧하여 보면 다음과 같다.

即 養分組成, 吸收過程, 缺乏症出現頻度, 通氣效果, 呼吸量, 水分效果, 耐旱性, 蒸散係數, 耐濕性, 還元土壤의 低抗性, 苗木別 耐酸性, AI에 대한 抗毒性 乃至 耐毒性 等を 一覽表로 알기 쉽게 表로서 나타내면 다음과 같다.

苗木의 營養生理學的인 特性比較表

	삼나무	편백	소나무	낙엽송	잣나무	備 考
*苗木의 養分組成						* 소나무는 N%吸收가 높다.
N %	+	+	+++	++	++	
P ₂ O ₅ %	+	+	++	++	++	
K ₂ O %	++	++	+	+	++	
CaO %	++	++	+	+	+	
*苗木養分吸收過程 特性						
N季節의 變化	凸	凸	凹	ㄱ	凹	
N 吸收	8月最盛	8月最盛	8月最低	10月最低	8月最低	
P ₂ O ₅ 吸收	7-10 "	7-10 "	8月最盛	5月最盛	8月最盛	* 소나무는 生育前半期 磷吸收가 많다.
K ₂ O 吸收	6-9 "	7月 "	8月 "	6月 "	8月 "	* 삼나무, 낙엽송은 生育後半期에 K吸收多

	삼나무	편 백	소나무	낙엽 송	잣나무	備 考
石灰吸收	7月最盛	8-10月最盛	7月最盛	7-9月最盛	7月最盛	* 삼나무는 N/K 가 苗木形質을 左右한다.
* 苗木養分缺乏病出現						
N	+	+	+	+	+	삼나무 Mg 缺乏時 紅赤色을 띤다
P	+	+	+	++	++	Mg 는 K 및 Ca 와 抵抗作用顯著
K	+	++	+	+	++	
Ca	++	+	+	++	+	
Mg	+++	++	+	++	++	
* 苗木의 通氣效果	+	++	++	+++	++	
* 根의 酸素吸收(呼吸量)	+	+	+++	+++	++	
* 苗木의 水分效果	+++	++	+	++	+	낙엽 송은 蒸散係數가 特히 크다.
* 苗木의 耐旱性	+	++	+++	+	++	
* 蒸散係數	++	+	+++	+++	++	
* 苗木耐濕性	+++	+	++	+	++	
* 還元的 土壤에 對한 低抗性	+++	++	+	+	+	* 삼나무는 還元的 土壤에 對한 耐성이 強함.
* 苗木의 耐酸性	+	++	+++	+	++	* 편백은 Al 에 對한 抗毒性이 매우 強함.
* Al 에 對한 抗毒性	+	+++	+	+	++	

※ (+++ 多, ++ 中, + 少)

II. 苗圃土壤과 施肥

옛부터 우리는 논자랑 말고 모자랑 하라고 했다. 苗木을 健全하게 잘 키워야만 健實한 山出苗가 生産되고 山地植栽後도 活着과 生長이 良好하게 되는 것이다.

軟弱한 苗木은 樹體의 虛弱性에 由來 山地植栽後 活着도 나쁠뿐만 아니라 雜草나 雜木의 被壓으로 因하여 바로 枯死하거나 貧死狀態로 되고 만다.

即 立地環境이 조금만 不良해도 이를 堪하지 못하고 죽고 만다. 우리는 모름지기 어떻게하면 健全한 苗木을 產出하여 立地環境이 多少 不良하더라도 이를 克服하여 生活해 나갈 수 있도록 하

여야 할 것이다.

그러기 爲하여 苗圃土壤의 施肥管理가 무엇보다도 重要한 것이라고 믿어 몇 가지 育苗技術上의 問題를 다루어 보고자 한다.

1. 苗木의 養分吸收

苗圃施肥는 우선 苗木의 養分吸收實態를 把握하고 土壤養料의 多少나 各樹種의 特性 其他 氣象條件을 考慮하여 合理的으로 設計하여야 한다.

가. 苗木의 養分吸收

苗木의 養料吸收形態를 4月~10月까지 調査한 結果는 各樹種別로 窒素(N) 磷酸(P₂O₅) 加里(K₂O) 石灰(CaO)의 苗木 1本當 吸收量(mg)은 그림 3과 같다.

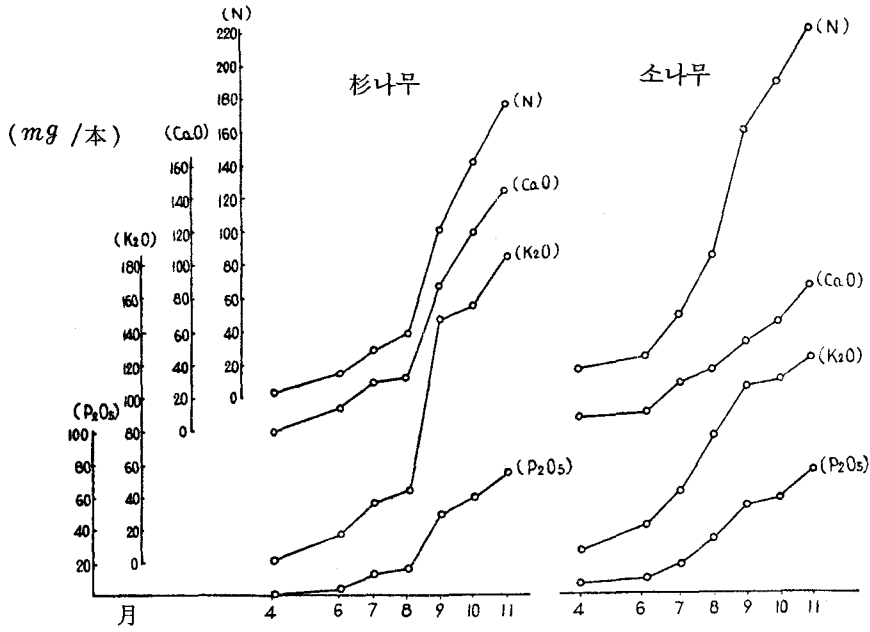


그림 3. (1) 杉나무, 소나무 2年生苗의 窒素, 磷酸, 加里, 石灰의 吸收

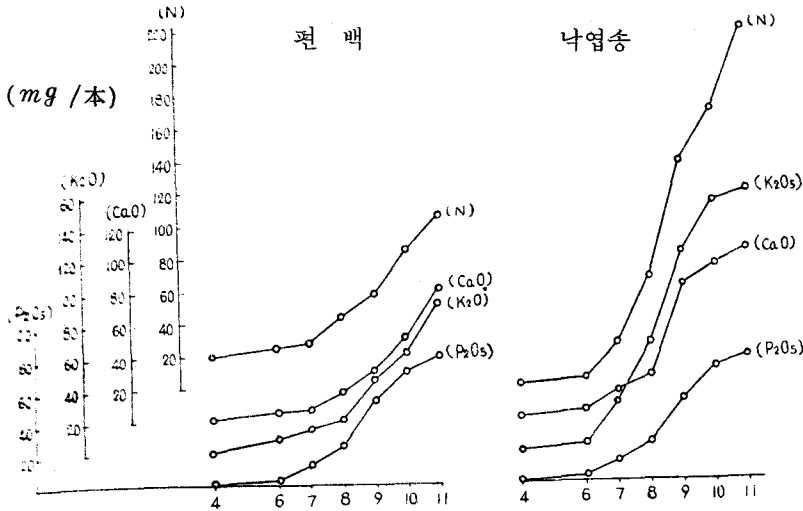


그림 4. 편백, 낙엽송 2年生苗의 窒素, 磷酸, 加里, 石灰의 吸收

山出苗에 含有된 肥料三要素의 成分量은 ha當 kg로서 다음과 같다.

表5. 肥料三要素의 成分含量 (kg/ha)

樹種	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	備考
杉나무	85	36	90	1 回床替山出苗에 含有된 窒素(N), 磷酸(P ₂ O ₅), 加里(K ₂ O)의 含有量.
편백	48	22	57	
낙엽송	109	39	78	
소나무	124	41	68	
잣나무	114	45	70	

苗木은 根系까지 掘取하는 것이므로 農作物에 比하여 多量의 養料가 圃地에서 奪取되는 것이다.

그러므로 農耕地보다 많은 養料供給이 必要한 것이므로 苗圃肥培管理가 더욱 重要視되어야 한다.

나. 肥料三要素의 施肥比

美國의 Yongbag 研究所 成績에 依하면 다그라스화(전나무)의 據置 2年苗의 ha當 養分吸收量은 N 96 kg, P₂O₅ 20 kg, K₂O 52 kg로서 N > K₂O > P₂O₅의 順位라고 發表하였다.

本研究成績에서는 낙엽송, 소나무는 이와 類似한 成績値를 보였으나 杉나무, 편백, 잣나무 등은 K₂O의 吸收量이 많은 것 들은 N吸收量의 것이 匹敵하게 된다.

筆者가 苗木의 肥料三要素試驗을 實施한 바는 無加里區의 苗木生育은 三要素區에 比하여 別差異가 없이 外形的으로는 良好한 것 같이 보인다. 이것은 加里의 天然供給量이 三要素中에서도 가장 크게 나타나기 때문인 것이다.

또한 磷酸肥料의 吸收率은 매우 낮은 것이므로 실재는 많이 施用해야 한다.

그러므로 一般的으로 窒素(N) > 磷酸(P₂O₅) > 加里(K₂O)의 順으로 많이 施用하여야 하는 것이다.

加里(K₂O)를 너무 적게 施用하면 相對的으로 窒素(N) 過多現狀이 생기게 되므로 加里의 施用 適量은 窒素의 1/2 以上 同量으로 하는 것이 바람직하다.

다. 杉나무는 秋季에 加里, 소나무는 生育初期에 磷酸이 重要한 것임.

소나무, 잣나무는 4月~7월에 걸쳐서 即 生育前半期에 磷酸(P₂O₅)의 吸收가 盛하고 杉나무, 편백은 7月~10月の 生育後半期에 걸쳐서 加里(K₂O)의 吸收量이 소나무, 잣나무, 낙엽송에 比하여 큰 것이다.

다시 말해서 極端的인 表現이 될지 모르나 杉나무, 편백에 對해서는 加里質肥料를 소나무, 잣나무, 낙엽송은 磷酸質肥料를 充分히 施用하는 것이 健苗生産의 關鍵이 된다.

2. 活性 Al 이 많은 酸性土壤의 肥培管理

우리나라 苗圃의 90% 以上이 強酸性 土壤에 屬하며 이 酸性土壤의 有害原因中의 하나가 活性알루미늄(Al)이다.

強酸性으로서 活性Al가 많은 苗圃土壤의 肥培管理要點을 略述하고자 한다.

가. 土壤中の Al

土壤의 化學的 組成과 植物體組成과를 比較하면 알미늄(Al₂O₃)은 다른 成分과는 달리 土壤中の 含量은 많은데도 不拘하고 植物體中에는 매우 少量이 含有되고 있는 것이 普通이다. 그 量은 不過 1~10 ppm 程度이며 土壤中에서 植物에 移行할 수 있는 것은 매우 적은 成分이다.

그리하여 Al은 土壤中 硅酸에 붙어서 多量含有하지만 그 大部分은 土壤의 基骨成分을 이루고 있으며 遊離狀態로 存在하는 것은 極히 少量이 있는 것이 特徵이다. 이것이 苗木에 有害한 作用을 나타낸다.

이것은 Al의 毒性으로서 表示된다.

苗圃土壤을 크게 硅酸質土壤과 礬土質土壤으로 大區分되나 礬土質土壤이나 火山灰 土壤에는 活性Al의 湧出이 甚하게 나타나며 硅酸質土壤中에서도 強酸性 土壤에서는 Al의 湧出이 多量 나타나 苗木의 健全한 發育을 阻害하고 있는 것이다.

나. 活性 Al 土壤의 性質과 對策

強酸性土壤일수록 活性Al의 湧出이 많으며 그 特徵과 對策은 다음과 같다.

于先「磷酸(P₂O₅) 吸收力이 強하다.」

一般的으로 活性Al이 많은 土壤은 陰ion이므로 磷酸吸收力이 強한 것은 當然하다.

다음 表와 같이 礬土質土壤이 硅酸質土壤보다 훨씬 磷酸吸收係數가 큰 것이다.

그러므로 酸性이 강한 活性Al 이 많은 土壤의 苗圃는 Al의 障害作用(毒害)에 弱한 杉나무, 낙엽송, 소나무, 잣나무 등을 育苗할 때는 于石灰를 施用하여 pH 5.5 前後로 矯正하여야 한다. 이때 pH 7 內外로 矯正하면 幼苗時 立枯病에 發生으로 着苗을 망쳐버리게 되므로 注意를 要한다.

또한 磷酸(P_2O_5) 質肥料를 增施하여 Al의 活性化를 直接防止하여야 할 것이다.

또는 堆肥는 그중에 含有하는 眞正腐植酸에 의하여 土壤의 礬土性을 低下시키는 作用을 하는 것이므로 堆肥增施도 活性Al 土壤을 改善하는 重要한 役割을 하게 되는 것이다.

더욱이 새로 開墾한 苗圃地에는 거의 例外없이 Al 土壤이며 생망에 圃地造成時에도 活性 Al 를 줄이기 爲하여 堆肥施用을 해야만 할 것이다. 만일 苗木이 發病後에는 Teramycin (Tetracycline) 250 mg \times 4개 = 1g 에다 물 1ℓ 를 稀釋하여 뿌리에 灌注하여야 할 것이다.

3. 苦土(Mg)缺乏의 土壤條件

가. 苦土(MgO) 肥料要素

綠色植物에 있어서 苦土는 肥料의 四大要素(N, P, K, Mg)라고 까지 지금은 불리우고 있다. 과거에는 四大要素는 N, P, K, Ca 를 뜻하고 있었다. 苦土는 1861年 必要元素로 開發된 以來 綠色植物의 葉綠素構成元素이면서 다른 元素로 代置할 수 없는 貴重한 無機元素이다.

특히 世界第二次大戰後 磷酸肥料로서 熔成苦土磷肥가 發明되어 널리 施用되고 있으며 苗圃土壤中苦土(MgO) 缺乏土壤이 우리나라에서도 70% 以上으로 推算되고 있다.

나. 苦土缺乏限界와 原因

苦土缺乏土壤이라 함은 苗圃土壤 100g 당 置換性苦土 10mg 以下 卽 $MgO; 0.83 me/100g$ 以下 또는 $MgO; 100 ppm$ 미만의 土壤은 거이다 苦土缺乏症이 發生하며 $MgO 20 mg$ 以上에서는 缺乏現狀이 나타나지 않는다.

土壤中の 苦土(Mg)와 加里(K_2O)간에는 拮

抗性이 있으므로 苦土(MgO)에 對하여 加里含量이 높은 土壤 卽 土壤中の MgO/K_2O 値가 적은 경우는 苦土缺乏症이 發生한다.

前述한바와 같이 加里施用은 苗木形質 向上에 奇與하는 것이나 苦土缺乏徵候가 있는 土壤에는 加里를 過用하면 苦土缺乏을 助長하는 것이므로 加里肥料를 施用할 때에는 苦土(MgO) 肥料를 併用하여야만 할 것이다. 보통 $MgO, 0.8\sim 1.5 me/100g$ 일 경우 $K_2O 0.5\sim 1.3 me/100g$ 이면 큰 不作用은 없다.

다. 中性土壤에서도 苦土缺乏

苗圃土壤이 石灰를 多量施用해서 PH 6.5 以上이 되었다면 苦土(MgO)와 石灰(CaO) 間에는 拮抗作用(Antagonism)이 發生하여 苦土缺乏土壤을 形成한다.

杉나무, 편백의 生長이 매우 좋아 보이는데도 不拘하고 苦土缺乏症이 나타난다. 이때의 原因은 土壤分析結果를 보면 石灰가 過多하고 PH가 中性에 가깝다. 이때의 알카리性인 熔成苦土磷肥나 苦土石灰를 施用하는 것은 不合理한 것이며 尿素代身 硫酸安을 施用하고 硫酸苦土를 施用해야만 할 것이다.

PH 7 일 경우에 苗木의 色도 褪色되어 점차 黃白色에 가깝고 苗木生育도 不良하여지며 苦土缺乏 外에도 鐵(FeO), 망간(MnO)의 缺乏症을 併發하는 경우가 많다.

라. 苦土缺乏土壤의 對策

固定苗圃는 오랫동안 養苗을 함으로써 土壤中の 苦土는 減少一路에 있는 것이므로 苦土施用이 重要한 것이다.

옛 날에는 苦土肥料를 施用하지 않아도 좋은 苗木을 生産할 수 있었으나 近年에 이르러서는 옛날 같지 않다는 것은 近年에는 窒素(N) 磷酸(P) 加里(K)의 三要素만을 爲主로 施用하였기 때문이다.

옛날에는 三要素肥料를 적게 使用하는 代身에 堆肥 大豆粕, 魚粕等 苦土含有肥料를 主로 施用하였기 때문인 것이다.

硫酸, 重過石, 過石, 鹽化加里等 主로 生理的 酸性肥料를 많이 施用한 結果 近年에는 苦土缺乏現狀이 顯著하게 나타난다.

表 6.

杉나무 苗圃의 苦土缺乏土壤의 化學的組成

Mg 缺乏程度	苗圃土壤性質						苗木形狀 및 地上部 化學的 組成					
	PH	Y ₁	置換鹽基 mg / 100g				cm 苗長	生體重	MgO%	CaO%	K ₂ O%	MgO / K ₂ O
			MgO	CaO	K ₂ O	MgO / K ₂ O						
顯著(甚)	4.4	4.7	1.9	18.6	28.4	0.07	24	26	0.07	1.08	1.19	0.06
輕度	4.6	6.2	7.8	175.8	10.7	0.73	31	59	0.21	1.00	1.00	0.21
健全	5.0	9.1	14.2	201.5	15.0	0.95	35	68	0.39	1.8	1.70	0.23

※ 一般的으로 A라는 養分이 增加하면 植物은 A를 많이 吸收하나 逆으로 B라는 養分의 吸收는 減少하는 傾向이 있다. 이 現狀을 拮抗現狀이라고 한다.

苦土缺乏對策으로는 有機質肥料을 多量施用하여야하며 土壤이 酸性이 되지 못하도록 尿素肥料나 苦土를 含有한 熔成苦土燐肥 硫酸苦土 등의 施用으로 서서히 苦土缺乏을 緩和시켜야 할 것이다.

勿論 苦土缺乏이 甚한 경우는 硫酸苦土나 苦土石灰 등을 1,000 m² (1 段步) 당 8,210kg程度 施用해야만 한다.

4. 苗圃施肥의 本質

圃地에서 苗木이 生産되면 遠距離에 運送되어 移植되는 것이므로 特別한 形質規格과 充實한 健苗가 要求된다.

苗圃에서는 特別한 保護管理를 하는 것이나 山地植栽後 放置되게되어 自力으로 雜草와 싸워 自然정복하여 自生하여야 하는 것이다.

그러므로 移植에 適合한 여러가지 形質을 具備할 必要가 있으며 또한 外形的인 健苗도 必要하겠으나 內面的인 充實度는 더욱 絶實히 必要한 것이다.

이러한 點에서 苗圃施肥의 本質이 있는 것이라고 思料된다.

健苗生産을 위한 苗木의 形質은 苗木의 充實度, 苗木根의 良否, 苗木의 水分消失度, 移植後의 成長으로 나누어 調査해 본 結果는 다음과 같다.

가. 苗木의 充實度

苗木의 健全度(充實度)는 말로는 쉬우나 科學的으로 係數的으로 測定提示하기는 어렵다. 다만 지금까지 主觀에 따라서 多少 다를 수 있으므로 여기서는 苗木의 軟弱度, 組織粉末比重, 可溶

性窒素含量 등에 對하여 調査한 것을 發表코자 한다.

苗木의 健全度分析表에서 보는바와 같이 三要素完全施用苗木의 軟弱度(苗長 ÷ 重量)의 値가 클수록 陽光不足, 窒素肥料의 過剩, 土壤水分의 過多로 인한 軟弱多汁苗 등 徒長傾向의 苗木을 意味한다.

軟弱度가 가장 낮은 値를 나타낼수록 充實한 苗木이다.

組織粉末比重은 最大値를 나타내는 苗木이 다른 苗木에 比하여 充實한 苗木이라고 할 수 있다.

또한 窒素過多區나 窒素單用區는 苗木中の 全窒素(T-N)에 對한 可溶性의 窒素를 含有한 比가 10.3%로서 가장 높아 外見上으로 生長이 良好한 것 같이 보이나 매우 不健全하다.

밤나무苗木養苗中 人糞을 施用하면 매우 生長이 良好하여 一見健苗같이 보이나 山地植栽後 枯死率이 높아 때로는 複肥施用區에 比하여 20~60% 以上の 枯死率을 가져온다.

窒素를 施用하고 磷酸, 加里를 併用한 경우는 可溶性 N/T-N의 値는 5.7%로서 매우 낮으나 苗木의 充實度는 높다고 보겠다.

나. 根形質에는 磷酸

苗木은 必히 移植되어야 하는 것이므로 苗木根의 形質은 특히 重要한 것이다.

根의 形質에는 根의 形態 T/R 率, 吸收根率 發根力 등에 對하여 살펴보자.

表 7에서 보는 바와 같이 磷酸(P₂O₅) 單用區의 苗木의 根系는 健狀하고 長大하며 T/R 率도

表 7.

苗木의 充實度 (健全度)

施肥區別	軟弱度	組織粉末 比重 g/100 cc	可溶性N 全 N
肥料四要素施用苗木	20	42.9	5.4 %
肥料三要素施用苗木	21	42.3	5.7
磷酸單用苗木	27	39.7	3.3
加里單用苗木	25	40.1	3.8
無肥料의 苗木	31	38.8	3.6
窒素單用苗木	26	39.7	10.3

저다. 또한 吸收根率은 根系全體中에 퍼져서 水分이나 養分을 잘 吸收할 수 있도록 뿌리가 擴張 發達된다.

吸收根의 部分도 좋아 이值도 가장 크다 (1.6) 또한 根의 發根力도 磷酸單用 및 三要素 完全施用의 苗木이 매우 크게 나타났다.

이와같이 三要素中의 磷酸 (P₂O₅) 이 根의 形質을 가장 크게 關與하는 것으로 나타났다.

그러므로 苗圃施肥에 있어서 磷酸質肥料의 施用은 苗木根의 形質을 改良하는데 매우 重要한 意義가 있는 것이라 하겠다.

表 8.

苗根의 形質과 發根에 미치는 肥料三要素의 影響

施肥區別	根의 形態	T/R	Ab/Rw	發根率
* 肥料三要素施用苗木	最良	2.4	1.4	37 %
* 窒素單用苗木	不良 (細長直根下方伸長) 移植不適格根形成	3.8	1.0	18
* 磷酸單用苗木	最良 (細根狀大側根發達) 移植適合根形成	2.0	1.6	36
* 加里單用苗木	不良—中 (N單用區類似하) 나多少細根有	2.5	1.3	28
* 無肥料苗木	中	2.0	1.3	14

Ab/Rw = 吸收根率 Rw = 根의 生重量 Ab = 根의 吸收
發根率 = 發根重量을 地上部重量으로 나눈 比.

다. 下枝發達苗는 發根도 좋다.

苗根基部 1cm 정도 남기고 모두 切除하여 挿木 狀態로 꽃아두면 切口에서 發根되게 되므로 地上部의 養分移動狀況을 調査할 수가 있다.

이렇게 하여 三要素肥料中 磷酸施用區 苗木이 가장 活潑하게 地上部에서 根에 移動하는것을 알게 되었다.

그러므로 磷酸을 充分히 施用한 苗木은 發根力도 强하다는 것이 確實視되었다.

이와같이 磷酸肥料의 施用이 充分하면 苗木의 下枝가 發達하게 되며 山地植栽後의 活着도 좋고 旱魃에도 强하다는 것이다.

表 9. 發根時 苗木地上部에서 根部에 養料 (肥料要素)의 移動

區 分	窒素 (N)	磷酸 (P)	加里 (K)	石灰 (Ca)
苗幹部에서 根部에의 移動率 (%)	24.9 %	36.8 %	11.4 %	15.5 %

※ 아이스토푸 P³²의 實驗結果로서도 發根時 根部에 養料移動率이 밝혀졌음.

라. 加里는 苗木의 蒸散抑制役割

같은 苗木이라고 할지라도 모 (水稻)는 물논에서 물논으로 移植되는 것이므로 100% 活着되나

山林苗木은 生産된 苗圃에서 遠距離에 運搬되어 乾燥한 山地에 植栽되는 것이므로 活着이 나쁜 것이다.

旱魃이 繼續되는 春季는 더욱 活着이 不良하므로 되도록 蒸散作用을 일어나지 않도록 하는 것이 바람직하다.

苗木은 加里가 不足하면 苗木의 枝葉이 軟弱하여 蒸散作用이 甚하여져서 苗木輸送이나 移植에 不利한 條件이 된다.

表 10.

加里施用이 杉苗(1年)形質에 미치는 影響

區分	施肥	苗長 cm	生體重 g	還元糖 (a) %	非還元糖 (b) %	a b	可溶性 N		蒸散量※ (測定期間) 3.11-20 3.21-30	過乾燥移植試驗의 活着率
							全 N			
A (2年間)	N	12.3	2.6	22.1	4.0	5.52	7.3	0.56	0.52	39.3 %
	N+K	11.7	2.4	14.1	5.9	2.39	4.6	0.45	0.48	56.5
B (2年間)	N	12.8	2.0	14.1	8.0	1.76				12.5
	N+K	11.9	1.8	23.4	13.7	1.07				21.2

※ 蒸散量은 1日 苗木의 生體重 1g 當 蒸散量(cc)

※※ 乾燥移植試驗은 各各 16回 反復實驗值임.

위 表 10에서와 같이 過乾燥狀態에서 實驗한 結果 加里를 充分히 施用한 苗木은 旱魃에 견디어 活着하는 강한 耐旱性이 크다는 것을 알 수 있다.

마. 山出苗의 移植後 生長

苗圃에서 掘取된 苗木이 移植하기 爲하여 山地에 植栽되었을때 環境이 다른 條件에서 雜草와 競爭하며 生長하기 爲해서는 苗木이 一定規格에 달해야 하며 移植後에 旺盛한 生長이 持續되어야 한다.

그러기 爲해서는 健全하고 充實한 苗木이 가장 生長이 良好한 것은 明若觀火한 事實이다.

다음 表 11에서와 같이 單肥區苗木 보다는 三要素施肥區 苗木이 山地植栽後에 生長이 良好하다.

다음으로는 적으나마 苗木規格이 맞으면 無施肥區의 苗木일지라도 도리어 單肥區苗木보다 移植後의 生長率이 좋았다는 것을 알 수 있다.

加里(K₂O)가 充分하면 苗體中の 還元糖에 對하여 非還元糖이 增加하고 또한 全窒素에 對하여 可溶性의 窒素가 減少한다.

이것은 生理的으로 보면 苗木의 組織이 堅實하게 굳어져 充實한 것이라고 思料된다.

이러한 苗木은 移植하면 活着도 좋은 結果를 가져온다.

表 11. 山出苗의 移植後 生長에 미치는 三要素의 影響

施肥 區分	移植後의 成長率 (8月重量 - 4月重量)
肥料三要素 施用苗木	8.62
窒素單用苗木	6.47
磷酸單用苗木	5.76
加里單用苗木	5.27
無肥料苗木	8.30

5. 養苗技術로서의 苗圃施肥

가. 苗圃施肥의 特性

一般農作物은 收穫物提高를 爲한 施肥 土壤改良 病蟲害防除等を 施行하게 되는 것이나 苗木의 生産은 得苗率을 생각하게 된다.

即 杉苗木의 경우 苗長 40cm 平均苗重 150g

의 苗木이라고 하더라도 根系가 不良해서는 山出 苗로서는 不適當한 것이다.

또한 徒長苗는 乾燥地나 寒冷地에 植栽하는 것은 不適當하다.

即 苗木의 경우 平均苗長 40 cm 平均苗重 150 g의 苗木을 反當 4萬本 生産하였다고 하더라도 이와 같은 收穫概念만으로는 苗木의 生産을 評價하는 것은 적당하지 않다.

苗木形質의 要素를 多方面으로 檢討評價해야 할 必要가 있는 것이다.

또한 農作物에서는 1株 1株의 收穫이 問題되는 것이 아니고 1段步當 收穫量이 重要比重을 차지하게 되나 苗木인 경우는 苗木 1本 1本이 林業生産의 素材로서 重要한 것이지 1段步當 몇本 生産하였다는 式의 數字는 重要치 않은 것이다.

農作物에는 質的 要素를 特히 重要視하는 뿌나

무나 담배 등이 있다.

뿌나무는 葉質이 養蠶成績에 크게 影響하는 것이나 施肥와 葉質과의 關係에 대하여 많은 研究가 있다.

이 경우 質的 要素로서 重要視되는 것은 桑葉이라는 特定部分이라는 것에 對하여 苗木의 경우는 根部를 包含한 苗木全體가 重要한 生産個體의 對象이 되는 것이다.

이와 같이 苗木이 必要한 形質과 肥料 要素의 關係를 系統的으로 綜合하여 보면 다음 表와 같다.

苗木으로서의 必要한 條件으로 活着이 良好하고 充實度가 높아야 하고 移植後의 生長이 좋아야 하고 諸害에 대한 抵抗性이 強해야 하므로 이들 要因을 具體的으로 綜合하면 다음과 같다.

表 12. 苗木의 必要한 形質을 付與하는 肥料要素의 役割

苗木에 必要한 條件	苗木形質에 必要한 要件	苗木形質을 左右하는 + 要因과 - 要因의 作用要素			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK의 相乘作用
* 活着性이 良好	1. 移植後 水分供給이 쉬운 吸收根이 많을 것.	-	+		+
	2. 根의 形態가 移植에 適合할 것.	-	+		+
	3. 發根力이 強할 것.		+		+
	4. 水分消失量(蒸散量)이 적을 것.	-		+	+
* 充實度가 높을 것.	5. 軟弱度가 적을 것.	-			+
	6. 組織粉末比重이 클 것.			+	+
	7. 可溶性 N/T-N 적을 것.	-		+	
	8. 還元糖 / 非還元糖이 적을 것.	-		+	
* 移植後의 成長이 良好할 것	9. 貯藏養分이 많을 것.	+			+
* 諸害에 對한 抵抗性이 強할 것. 雜草害 病害 旱害	10. 苗木이 健狀할 것.	+			+
		+	+	+	+
		-		+	
		-		+	

나. 苗圃施肥와 適地適苗

苗木은 樹種에 따라 獨特한 規格이나 形質이 必要한 것이다.

根의 發育이나 發根性에는 磷酸肥料의 깊은 關與가 있고 水分消失이 적은 苗木을 養成하기 爲해서는 加里肥料가 가장 크게 關係하고 있으며 또한 移植後의 生長에는 窒素肥料가 크게 影響을 한다.

苗圃에서 造林地가 멀리 떨어져 있거나 乾燥한 林地에 植栽될 苗木은 磷酸이나 加里肥料를 事前에 充分히 施用하여 發根性이나 水分消失量이 적은 苗木을 길러야 할 것이다.

또한 苗圃에서 比較的 가까운 곳에 下草가 茂盛하거나 沼澤 沿邊에 造林할 苗木은 苗木이 乾燥하여 活着이 困難할 일이 없을 것이므로 窒素를 多量含有한 健實한 大型苗木을 生産植栽하는 것이 下刈作業을 實施하기도 쉽고 省力的이다.

이와 같이 造林樹種의 選定에는 所謂 適地適樹의 知識을 利用하는 것과 같이 造林時에는 造林地의 立地條件이나 造林事業의 集約度에 따라서 形質을 具備한 苗木을 使用하는 것이 合理的이다.

모름지기 養成된 苗木은 育苗의 出發點에서 부터 始作하여 山地造林의 立地條件이나 輸送, 苗木의 取扱關係를 規制하여야 한다. 이것은 水分이 많은 濕潤地에 雜草가 茂盛한 場所에 植栽할 苗木, 이것은 遠隔地에 輸送할 苗木 等等으로 區分하여 各己 適應될 수 있는 施肥나 育苗操作을 講求하는 것이 合理的인 것이다.

適地適苗의 實施로서 造林成績의 顯著한 向上을 期待할 수 있을 것으로 確信한다.

苗圃施肥를 爲하여 當該 圃地土壤을 分析, 土壤에 含有된 無機養分이 程度에 따라 다음 表와 같이 施肥하는 것이 科學的이고 合理的이다. 이때 窒素의 量은 磷酸肥料와 같거나 약간 量을 程度로 하되 窒素의 施肥量은 加里肥料量의 2倍를 넘지 않도록 한다.

苗圃開設을 위한 新開墾地는 過石이나 重過石 대신 溶成磷肥를 施用하고 PH4 보다도 더 強酸性 土壤일 때는 一段步當 石灰를 110~150 kg을 施用하여 PH 5 內外로 맞추어 놓아야 한다.

土壤中の 有效磷酸과 置換加里量을 分析하여 不足한 養料를 肥料量으로 換算施肥處方早見表를 만들어 보면 다음과 같다.

表 13.

土壤分析值에 依한 施肥處方早見表

重過石 (46%)	過石 (20%)	P ₂ O ₅ (kg/10a)	有效磷酸 (土壤中)	比較 (ppm)	置換性加里 (土壤中)	K ₂ O (kg/10a)	硫加 (50%)	鹽加 (60%)
19.5~ 24.0	45.0~ 55.0	9.0~ 11.0	<10	稀少	<8	8.0~ 10.0	16.0~ 20.0	13.5~ 16.5
18.5~ 19.5	42.5~ 45.0	8.5~ 9.0	10~20	甚少	8~16	7.5~ 8.0	15.0~ 16.0	12.5~ 13.5
16.5~ 18.5	37.5~ 42.5	7.5~ 8.5	20~40	少	16~35	6.5~ 7.7	13.0~ 15.0	11.0~ 12.5
11.0~ 16.5	25~ 37.5	5.0~ 7.5	40~80	普通	35~70	4.5~ 6.5	9.0~ 13.0	7.5~ 11.0
6.5~ 11.0	15.0~ 25.0	3.0~ 5.0	80~160	多	70~150	2.5~ 4.5	5.0~ 9.0	4.0~ 7.5
3.5~ 6.5	7.5~ 15.0	1.5~ 3.0	160~320	甚多	150~300	1.0~ 2.5	2.0~ 5.0	1.5~ 4.0
1.5~ 3.5	4.0~ 7.5	0.8~ 1.5	320~640	極多	300~600	0.5~ 1.0	1.0~ 2.0	0.8~ 1.5
0~1.5	0~4.0	0~0.8	640<	最多	600<	0~0.5	0~1.0	0~0.8

또한 土壤中 多量含有하고 있다 하더라도 一年間에 消費量을 감안하여 多少나마 施肥를 하여야 하는 것이다.

6. 葉面施肥의 利用과 注意

苗圃施肥의 根本은 苗木에 必要한 形質을 具備토록 하여 健苗를 生産하는 것이다. 苗木의 形質은 窒素의 單獨施用이나 過用時 品質이 低下하는 것이므로 圃地에서는 基肥(元肥)로서 窒素肥料를 어느 程度주고 苗木生育狀態를 보아 追肥를 주는 것이 安全하다. 또한 追肥의 一部는 葉面撒布를 하는 것이 育苗上 有效한 것이다.

또한 磷酸肥料의 施用은 根의 發達形質向上에 有效하다.

磷酸吸收係數가 큰 土壤(礫土 및 火山灰土)에 磷酸肥料를 多量施用하는 것보다는 어느 程度 土壤에 施用하고 磷酸鹽으로 葉面撒布를 함으로써 效果가 크게 나타난다.

이와같이 葉面施肥는 苗圃에 施肥技術로서 實際應用되어야 한다.

苗圃葉面施肥를 實行할 경우 參考가 될 만한 2~3 個의 基礎的인 實驗結果를 紹介하고자한다.

가. 葉面施肥는 土壤施肥와 併行

土壤肥沃도와 葉面施肥關係를 究明할 目的으로 杉苗木에 對한 水耕法에 依해 水耕液의 窒素濃度を 달리한 尿素葉面撒布效果試驗結果는 다음 表와 같이 水耕液의 窒素의 濃도가 얕을 경우 (即 根에서의 窒素供給量이 적을 경우)보다도 水耕液의 窒素濃도가 比較의 높은 경우(即 根에서의 窒素供給量이 많은 경우)가 尿素葉面撒布의 效果가 컸다는 것을 알 수 있다.

葉面施肥는 土壤을 肥培管理를 하는 것에는 미치지 못하나 土壤施肥보다 效果가 바르고 틀림없이 明確하게 속히 나타난다.

그러므로 葉面施肥는 肥效를 높이기 爲하여 土壤施肥를 併行하여야 할 것이다.

表 14. 苗根에 窒素供給의 多少가 杉2年生苗木의 尿素葉面撒布效果

水耕液의 窒素含量處理	苗 長 cm	苗木生體重 g	葉面撒布에 依한 生體重的 增加 %	針 葉 N %	葉面撒布에 依한 N %의 增加率
N 40 ppm	無撒布	36	32	2.05	107 %
	撒 布	46		2.19	
N 10 ppm	無撒布	35	13	1.59	112 %
	撒 布	38		1.78	
N 0 ppm	無撒布	25	6	0.89	152 %
	撒 布	32		1.36	

나. 葉面撒布液PH에 注意

磷酸의 葉面施肥가 土壤施肥 보다도 有效한 경우는 前述한바와 같으나 磷酸鹽의 葉面撒布는 실제에 있어서 撒布液의 PH와 그效果와의 關係를 알아두는 것은 매우 重要한 것이다.

낙엽 송묘에 pot 試驗에 依한 PH를 달리한 磷酸鹽溶液을 撒布하여 生長效果를 보고 또한 磷

의 Istop (아이스토프) P³²를 利用하여 吸收率을 調査한 結果는 PH 5에 경우 가장 效果가 있었다.

即 磷酸鹽의 撒布液의 PH를 適正PH로 矯正하는 것은 土壤PH를 矯正하는 것과 똑같이 重要한 것이다.

表 15. 磷酸鹽의 葉面撒布液의 PH가 낙엽송
2年生苗의 生育에 미치는 影響

區 分	撒 布 液 的 PH						
	3	4	5	6	7	8	無撒布
苗 長 <i>cm</i>	23	29	27	25	24	26	22
生體重 <i>g</i>	16.7	21.0	27.0	20.3	15.9	16.1	5.8
(指數)	(288)	(362)	(466)	(360)	(274)	(278)	(100)
P ³² 吸 收 率	0.20	0.22	0.74	0.37	0.28	0.30	

參考로 葉面撒布의 適正稀釋濃度(%)를 表로서 나타내면 다음과 같다.

表 16. 葉面撒布의 適正濃度表

肥料要素	使用化合物	適正養分濃度(%)	葉面撒布時期
窒 素 (N)	尿素[CO(NH ₂) ₂]	밤나무 0.5 % 一般果樹 0.4 ~ 0.5 % 一般 소채 1 ~ 2 % (但 幼苗 0.5 %) 砂果 0.4 ~ 0.5 % (開花直前) 開花 10 日後 0.8 %	6 ~ 7 月 5 ~ 6 月 全生育期間 4 ~ 6 月 6 ~ 9 月
磷 酸 (P)	磷酸第 1 나트륨 NaH ₂ PO ₄ 磷酸第 1 암모늄 NH ₄ H ₂ PO ₄ 磷酸第 2 암모늄 (NH ₄) ₂ HPO ₄	도마도 0.75 % 세라리 1.0 % 밤나무 1.0 % 各種作物 0.5 ~ 1.0 %	
칼 슘 (Ca)	鹽化칼슘 CaCl ₂ 硫酸칼슘 CaSO ₄	밤나무 0.4 ~ 0.5 % 各種作物 0.3 ~ 0.4 %	
銅 (Cu)	硫酸銅 CuSO ₄ · 5H ₂ O	밤 및 一般果樹 (生石灰混合) 0.5 ~ 1.0 % 一般作物 (生石灰混合) 0.01 %	
마그네슘 (Mg)	硫酸마그네슘 MgSO ₄ 7H ₂ O	밤나무 3 ~ 4 % 果樹 2 ~ 4 % 作物 0.5 ~ 1.0 %	
鐵 (Fe)	硫酸第一鐵 FeSO ₄ · 2H ₂ O 硫酸第二鐵 Fe ₂ (SO ₄) ₃	果樹 0.2 ~ 0.3 % 作物 0.1 ~ 0.2 %	生育期에 數回 撒布
硼 素 (B)	硼砂 Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O 硼酸	밤나무 0.1 ~ 0.2 % (開花前) 一般果樹 0.1 ~ 0.3 % (半量의 生石灰 를 混合하여 1 ~ 2 回撒布)	5 ~ 6 月 5 ~ 7 月

肥料要素	使用化合物	適正養分濃度(%)	葉面撒布時期
		葡萄 0.3% 배나무 0.06~0.12% 一般소재 0.2~0.4%	開花 10 日前頃
망간 (Mn)	硫酸망간 $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ 와 生石灰 硫酸망간 $MnSO_4 \cdot 4H_2O$	밤나무, 柑귤, 복숭아, 포도等量混 合 0.25~0.3% 또는 休眠期(3月)에 石灰硫黃合劑 에 硫酸망간 1.5%液으로서 撒布 一般소재 0.3% 麥類 0.5~1.0%	5~6月 數回撒布
亞鉛 (Zn)	硫酸아연 $ZnSO_4$ 硫酸아연 0.6% 生石灰 0.5% 가세인 石灰 0.1% 硫酸아연 0.1~0.2%에 生石 灰混合	밤나무 사과 0.3% 포도(剪定後 切口에 2.5%液塗布 柑귤 0.5~ 0.6%(腋芽가 크기 前에) 盛夏에는 0.1~0.2% 一般果樹(1~3%腋芽에 撒布) ※ 밤, 사과 배, 柑귤의 斑葉病에 對 하여 撒布 2~3回 撒布	5~6月 春季撒布
몰리부덴 (Mo)	몰리부덴酸암모니아 $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ 몰리부덴酸소다 $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	各種作物 0.01% 床苗 0.07%	