

苗圃土壤養料와 管理

(苗木의 營養을 中心으로)

山林資源調查研究所 土壤調查科長 鄭 印 九

같다.

1. 土壤養料問題

苗木栽培에 있어서 가장 不足한 養料로서 土壤에 補給시켜주어야 할것은 窒素(N) 磷酸(P_2O_5) 加里(K_2O)의 三要素와 石灰(CaO) 苦土(MgO)를 合하여 肥料 五大要素라 稱한다.

肥料 五要素以外에 망간(Mn_2O_3) 珪酸(SiO_2)을 合쳐서 最近에는 肥料 七大要素라고도하며 近年에는 苗木의 營養診斷에 依하여 微量元素를 供給하여 주기 爲하여 各種 化合物과 微生物肥料까지 登場하게 되었다.

가. 窒素問題(N)

一般적으로 苗木에 對한 土壤中에서의 窒素供給量은 三要素中에서도 적은것이 普通이다. 그러나 窒素를 過多施用하면 林木이 徒長하기 쉽고 다음表와 같이 苗木体内的 蛋白態窒素가 減少되어 可容生窒素 特別 Amino 酸態의 窒素가 增加한다. 따라서 枝葉은 軟弱多汁質이어서 病虫害에 弱하여진다. 또한 耐寒性이 低下하므로 苗木의 活着率도 低下한다. 窒素肥料은 全量의 濃程度를 基肥로 하고 濃을 追肥로 하여야하며 追肥도 苗木 生育狀態에 따라 適宜增減하여야 한다.

杉나무 圃地에 9월에 追肥를 施用한 結果 冬季에 乾燥하면서 寒害를 받은 試驗値는 다음表와

表 1. 窒素施用量이 杉播種苗의 各種窒素成分 및 糖類에 미치는 影響

| 試 驗 區 | 苗長(cm) | 苗木100g 中含量 | | | |
|-------|--------|------------|------|------|-----------|
| | | 蛋N | 蛋白態N | 可溶性N | Amino 酸態N |
| 窒素多量區 | 14.7 | 0.65 | 0.38 | 0.15 | 0.12 |
| 窒素中量區 | 13.2 | 0.35 | 0.25 | 0.07 | 0.03 |
| 窒素少量區 | 6.5 | 0.33 | 0.22 | 0.07 | 0.04 |

即 N肥料의 單獨施用은 寒害를 顯著히 助長시키고 있으므로 加里肥料은 苗木의 N/K_2O 의 値를 적게하여 寒害를 抑制한다. 그러므로 7月에서 8月사이에 追肥를 施用할 境遇에는 必히 加里肥料을 併用하여야 하는것이다.

一般적으로 窒素肥料을 施用할 境遇 우리나라의 南部地方인 溫暖地域은 基肥와 共히 追肥의 效果도 至大한것이나 北部地方과 같은 寒冷地帶에서는 基肥의 效果가 크고 追肥의 效果는 더디고 크지못하다.

施肥는 解土直後부터 늦어도 7月末日까지는 끝내는 것이 좋다.

寒冷地方에서는 9월에도 施肥를하나 徒長으로 因한 寒害가 뒤따르게 되므로 이런 地方에서는 8月初로 앞당겨 施用하여야 할것이다.

表2 苗의 追肥試驗

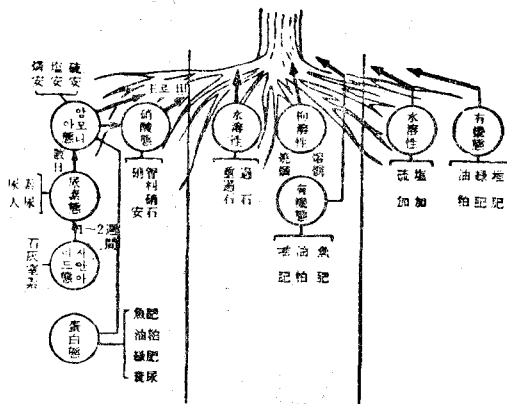
| 追肥試驗 | 苗長(cm) | 苗重(g) | 苗木體의 N/K ₂ O | 寒害率(%) |
|------------|--------|-------|-------------------------|--------|
| N肥料追肥區 | 40 | 49 | 1.65 | 53 |
| K肥料追肥區 | 32 | 37 | 0.65 | 7 |
| N 및 K肥料追肥區 | 42 | 50 | 1.42 | 20 |

加里肥料 施肥區가 寒害率이 가장적다. 一般의으로 1年生 插木苗은 窒素가 不足하기가 쉽고 2年生 插木苗과 할지라도 移植床替하지 않은 苗은 床替한 苗보다 健全치 못하며 山出後 活着率이 不良하다 그러므로 發根後 肥料를 施用하거나 또는 0.5%의 尿素나 磷酸암모니아 溶液을 施用하여 健苗를 生産하여야 한다.

우리가 施用한 窒素化合物中 林木에 吸收利用되는 것은 암모니아態窒素 NH₄-N(Ammonium)와 硝酸態窒素 NO₃-N(Nitrate) 뿐이다.

多種多樣的 窒素化合物 (堆肥, 油粕, 動植物質有機物等)은 土壤微生物 作用으로 複雜한 分解過程을 거쳐서 NH₄-N로 되어 처음으로 吸收되며 다시 微生物에 依한 硝酸化作用에 依하여 NO₃-N로 變化吸收 되는 것이다. 그리하여 NH₄-N는 土壤膠質物에 吸收保持되나 NO₃-N는 雨水와 함께 大部分이 流失되는 것이다.

各種肥料成分의 形態



나. 磷酸問題 (P₂O₅)

最近 急速度로 發展하는 生化學의 進歩로서 磷酸의 役割이 밝혀지고 있다. 特히 Radioisoto-

pe인 P³²를 利用하여 그 役割을 判明해가고 있다

磷酸 窒素와 같이 植物細胞核의 構成分이며 磷이 不足하면 植物生育은 不可能하며 特히 磷은 細胞分裂이 旺盛한 生長點에는 꼭 必要한 것이다.

林木에 있어서 磷酸吸收量은 窒素의 約 1/4程度로서 三要素中 最少의 吸收率을 보인다.

우리나라에도 濟州道나 白頭山과 같은 火山灰土나 洪積層土壤에서는 磷酸缺乏土壤이 많으며 낙엽송이나 肥料木과 같이 더욱 磷酸의 要求度가 높은 樹種의 育苗時에는 磷酸肥料의 施用은 育苗成績을 左右하는 것으로서 매우 重要한 것이다. 磷酸은 生育初期부터 中期에 걸쳐서 特히 必要한 것이며 後期에 있어서는 磷酸缺乏이 그 해에 生育하는데는 큰 影響을 주지 못한다.

塘은 磷酸의 時期別缺除試驗(缺除水耕實驗)으로서 生育初期 5~6月, 中期 7~8月 後期 9~10月 別로 磷酸을 缺除한 結果 林木生育에 미치는 影響은 杉나무에서는 中期 ≥ 前期 > 後期이었다. 赤松은 前期 > 中期 > 後期의 順이었다.

以上과 같이 赤松이나 낙엽송의 播種床에서도 發芽直後에 磷酸이 不足하면 生長이 不良할뿐만 아니라 立枯病이 發生하기 쉽고 一旦 發病後에는 磷酸을 施用하거나 消毒劑를 使用해도 좀처럼 쉽게 回復되지 않는다. 그러므로 事전에 不足하지 않도록 施與하여야 한다.

한가지 對策으로서 燒土를 施用하면 土壤中의 磷酸을 可溶性으로 有効化하는 效果가 있으므로 播種床에 使用하는것도 좋을 것이다.

針葉樹中의 낙엽송과 肥料木의 根瘤樹木(아카시아나무, 오리나무類, 자귀나무類, 느릅나무類)는 窒素가 過多하면 根瘤形成이 不良하고 生育도 不良하므로 磷酸을 充分히 施用하여야 한다.

우리나라는 大部分이 酸性土壤이며 이러한 酸性土壤은 大概 磷酸缺乏土壤이다. 非火山性인 鑛質酸性土壤은 磷酸肥料의 施用으로서 磷酸缺乏土壤을 改良할수있다.

火山灰土壤에서는 磷酸吸收係數가 크므로 磷酸肥料를 施用해도 좀처럼 改良되지 못하며 이를 是正하기 爲하여서는 오랜 歲月이 걸리므로

火山灰土에 대하여는 磷酸肥料를 多量으로 施用 하여야 한다.

이때 먼저 石灰나 堆肥를 施用한 後에 磷酸肥料를 주어 磷酸의 固定을 防止하여야 할것이다. 또한 磷酸肥料도 水溶性磷酸을 含有하고 있는 過石보다는 枸溶性磷酸을 含有하고있는 熔過磷. 熔成苦土磷肥等을 施用하는것이 좋다.

磷은 窒素나 加里에 比하여 土壤에 잘 吸着된다. 다시 말하면 土壤中에서 移動하기가 어려운 것이다.

滲透計(Raisimeter)로서 養分流失을 調査한 成績은 다음과 같다.

N, K₂O, CaO가 各己 19% 7% 70% 인데 比하여 P₂O₅는 0.4%에 不過하였다.

表3 浸透水에 의한 肥料成分의 溶脫

| 區 分 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-------------|-------|-------------------------------|------------------|-------|
| 浸透量(kg/10a) | 3.78 | 0.16 | 1.34 | 6.79 |
| 浸透比(%) | 17~19 | 0.4 | 6~7 | 64~71 |

이와같이 磷酸은 土壤中에서 流失念慮가 적고 따라서 可及的 全層施肥를 하는것이 效果가 큰 것이다.

磷酸肥料의 植物吸收率은 5~20%로서 窒素加里의 40~60%에 比하면 매우 적은것이기 때문에 全層施肥를 하는것이 좋다. 또한 磷酸은 土壤中에서 可溶性은 적고 不溶性磷酸으로서 殘留하므로 施肥量을 많이 하여야 한다.

磷酸吸收係數

土壤에 25% 磷酸 Ammonia液을 加하여 土壤 100g가 吸着(吸收)한 磷酸(P₂O₅)의 mg數를 算出하여 磷酸吸收係數라고 한다.

水溶性 및 可溶性磷酸

물에 溶解되는 磷酸이 水溶性磷酸이며 可溶性磷酸은 물에 녹지 않으나 때밀단 枸椽酸 Ammonia溶液에 溶解되는 磷酸分의 合計量을 可溶性磷酸이라고 한다 過石 磷安系의 磷酸分이 이에 屬한다.

枸溶性磷酸

2%枸椽酸溶液에 溶解되는 磷酸으로서 水溶性磷酸은 아니나 植物根은 徐徐히 이것을 溶解吸收할수가 있다.

水溶性이 아니므로 土壤에 依하여 吸收固定하는 일이 적고 火山灰土壤과 같이 磷酸吸收係數가 큰 土壤에 適當하다. 熔磷系의 磷酸分의 表示에 使用된다. 以上の 二者를 有効磷酸이라고 한다.

다. 加里問題 (K₂O)

加里는 土壤中에 比較的 多量으로 含有되어 있으나 林木에 있어서 加里의 吸收量도 窒素 다음으로 많다.

加里는 樹体内에서 炭水化物이나 蛋白質이 合成되는 過程에서 一種의 觸媒作用을 하는것으로 알려져 있다.

窒素나 磷酸과는 달리 植物體의 構成成分은 아니지만 細胞의 原形質의 狀態를 正常的으로 維持하게하여 植物의 生活機能을 完全하게 發揮하는데 없어서는 안될 重要한 要素이다.

그러므로 加里가 不足하면 炭水化物이나 蛋白質의 合成이 順調롭게 이루어지지 못하므로 이들의 中間生成物이 그대로 体内에 殘存되어 毒素을 나타내며 樹體는 軟弱多汁質이 되어서 病虫害, 旱害, 寒害等에 對한 抵抗力을 喪失하게 된다. 다시 말하면 加里는 耐病性和 耐寒性耐乾性を 기르는 作用을 한다.

또한 窒素를 葉肥라고하면 加里肥料는 莖肥 또는 幹肥라고 말할수 있다. 故로 加里는 風害에 對한 抵抗性이 크고 炭水化物의 合成 卽日照量의 不足을 어느程度 補完하여주는 生理的作用도 있다. 그러나 加里肥料를 過用하면 窒素의 吸收를 抑制하거나 Mg缺乏症을 誘發한다.

이와같이 어떤 要素를 過多施用하면 他要素의 吸收를 抑制하는 現象을 生理學에서는 拮抗作用 (Antagonism)이라고 한다.

苗圃施肥나 林地施肥에 있어서 拮抗作用은 考慮해야할 重要한 課題이다. 例를들면 苗圃에서 窒素過用으로 徒長할 境遇 加里를 施用하여 健

묘를 育成하는것은 좋으나 加里가 充分한 土壤($K_2O, 0.5me/100g$ 以上)에서는 加里를 過用하면 Mg缺乏症이 苗木에 發生하여 오히려 害로운 結果가 된다. 또한 Mg缺乏土壤에서도 加里를 過用하면 Mg缺乏症狀이 顯著하게 나타나게 되므로 注意하여야 한다.

加里施用은 徒長묘의 生長을 抑制하며 그效果를 生化學的으로 살펴보면 苗木体上半部(秋季伸長部分)의 Alcohol, Benzol. 抽出物을 增加시켜 水溶性窒素를 減少시킨다.

그리하여 加里(K_2O)는 病害等に 對하여 抵抗力이 强하여 지는것이다.

土壤中の 加里는 簡易檢定으로서 可能하기는 하나 磷酸보다는 精度도 떨어지고 또한 苗木의 養分缺乏症의 判定에도 熟練된 사람이 아니면 判斷이 어려운點도 있다.

加里肥料로서는 硫酸加里($K_2O, 50\%$)와 鹽化加里($K_2O60\%$)가 代表的인 것이나 生理的 酸性肥料이다.

鹽化加里는 吸濕性이 强한 缺點이 있으나 價格이 싸므로 많이 이용되고 있으며 草木灰類에도 加里를 含有하고 있을뿐만 아니라 石灰를 含有하고 있으며 또한 微量要素의 給源으로서도 좋은것이다.

라. 苦土問題 (Mg)

苦土는 葉綠素(chlorophyl)를 構成하는 元素中の 唯一한 無機元素이며 綠色植物에서는 不可缺의 要素이다.

從來에는 苦土는 土壤中에 充分한것으로 믿어 왔으나 近年에 苦土缺乏에 關한 研究가 進展됨에 따라 相當히 많은 苦土缺乏地帶가 있다는것을 알게 되었으며 無苦土栽培試驗에 依하여 苦土缺乏現狀도 判明되게 되어 肥料三要素의 概念은 過渡期의 것이며 只今은 苦土를 合하여 肥料四要素라고 稱하기도 한다.

苗木土壤에서는 杉나무의 境遇 土壤中の 置換性 MgO 가 乾土 100g中 10mg 以下일때는 苦土缺乏症이 나타나며 10~20mg일때도 나타날 可能性이 보인다. 一般的으로 土壤中에는 MgO 의 含量이 30~40mg 程度가 좋다.

加里가 많고 苦土가 적은 境遇나 苦土含量이 적은 土壤에 加里肥料를 比較의 많이 施用할 境遇는 苦土(MgO)와 加里(K_2O)의 拮抗作用으로 因하여 苗木에 苦土缺乏症이 나타나기 쉽다.

그러므로 苦土缺乏 土壤의 圃地에서 健苗育成上 加里를 增施할때에는 同時에 苦土도 施用하여야 하는것이 重要한 課題이다.

苗木에 苦土缺乏症이 出現되면 그 對策으로서 먼저 土壤의 酸性을 測定하여 PH4~6이면 Alkali性肥料인 溶性苦土燐肥, 苦土石灰를 施用하고 微酸成 乃至 中性으로서 PH6~7이면 生理的 酸性肥料인 硫酸苦土等を 施用하는것이 合理的인 施肥라 하겠다. 그理由는 苦土와 石灰와의 拮抗作用이 있기 때문이다.

마. 石灰問題 (CaO)

石灰는 植物体에서도 오래된 部分에 많고 子實보다도 莖葉에 많이 含有하고 莖葉에서도 下方部分에 많고 大部分은 難溶性 calcium鹽으로 存在하며 移動하기 어려운 成分이다.

우리나라의 土壤은 大部分이 酸性化가 進行되고 있으므로 (石灰岩地帶土壤除外) 石灰含量이 매우 적다.

石灰는 植物營養上 매우 重要할 뿐만아니라 間接肥料로서 土壤改良上으로도 重要한 것이다.

石灰의 主要한 間接效果를 들면

- ① 土壤酸性의 矯正
- ② 土壤物理性的 改良
- ③ 土壤中の 磷酸의 有效化
- ④ 土壤微生物의 活動促進 有機物分解
- ⑤ 鑛毒地等に 있어서의 重要虫害作用의 除去
- ⑥ 其他 微量成分의 可給態代化 等이다.

그러나 石灰를 過用하면 鐵(Fe), 망간(Mn)等의 吸收가 어려우므로 微量要素의 缺乏이 생기기 쉽고 堆肥等の 有機質肥料와 併用을 안하면 土壤中の 腐植이 過度한 分解로서 土性を 惡化시키므로 1年の 石灰施用量은 10a當 200kg 以下로 하여야 한다.

荒廢林地나 赤色土壤地帶의 裸地에서 石灰施用의 效果를 못거두는 原因도 여기에 있으며 短期間의 效果보다는 漸次로 土壤을 改良하므로써

徐徐히 그 효과가 나타나는 것이다.

다. 微量要素問題

植物生育과 微量要素와의 關係는 아직 밝혀지지 않은것이 많이있다.

鐵, 망간(Mn)缺乏症이 究明되었을뿐 硼素, 銅亞鉛, 모리부텡(Molybdenum) 등의 缺乏症에 對하여서는 아직도 不明確하다.

土壤이 中性이나 微알카리性이 되며는 Molybdenum을 除外하고는 不溶性이 되기쉬우므로 缺乏症의 現狀이 나타나기 쉽다. 그러므로 이러한 微알카리性 土壤에 對하여는 生理的 酸性肥料인 硫酸 過石鹽化加里 등의 肥料를 施用하여 土壤을 酸性化하여야 할것이다.

더우기 針葉樹苗에서는 더욱더 그러한 必要性을 느끼게 한다.

예를들면 槲柏苗가 中性일때는 針葉先端이 黃白色을 나타내고 Mn缺乏症現狀이 있으나 硫酸을 PH5.0이 되도록 土壤에 施用하면 槲柏生長은 다시 活潑하여져서 Mn缺乏症이 없어진다.

微量要素의 缺乏이 豫想되는 症狀이 出現時 微量要素를 含有한 鹽類의 稀釋溶液(0.1~0.5%을 葉面撒布를하면 症狀이 輕減하거나 消滅한다

微量要素를 含有한 鹽類로서는 鐵(Fe): 硫酸第1鐵, Fe-EDTA, Mn: 硫酸망간, B: 硼酸또는 硼砂, Zn: 硫酸亞鉛, Mo: 모리부텡酸암모니아 Cu: 硫酸銅 등이 施用된다. 堆肥 등의 有機質肥料는 微量要素를 많이 含有하고 있으므로 重要視된다.

더우기 어려운것은 微量要素가 過多하면 植物에 有害하므로 問願視되며 果樹나 有實樹에서는 Mn, B, Cu 過剩障害가 있다고 研究報告되고 있다.

2. 苗圃土壤診斷

育苗를하여 健全한 苗木을 기르기 爲하여서는 苗圃土壤診斷을 해야한다.

苗圃土壤改良이나 肥培管理를 爲한 基本方針을 樹立하는데도 必要한 것이다.

가. 苗圃土壤調查

圃地의 土壤斷面을 調查 分析하여서 診斷한다

1) 土壤層位의 區分

土壤은 表層, 下層, 基層으로 三分되며 各已 A層, B層, C層으로 表示한다. 또한 各層의 土色, 構造, 堅密度等 層位區分의 必要性이 있을 때에는 $A_1A_2B_1B_2C_1C_2$ …… 등으로 亞層을 區分한다.

最表層의 耕耘層은 P字를 붙여서 A_P 層, B_P 層으로 區分 表示하여야 한다.

例: $A_P, A_2, B_1, B_2, C, A_P, B_1, C_1, C_2, B_P, B_2, C_1, C_2$ 混層耕耘時에는 A層과 B層이 混合하여있을 境遇 $A \times B_P$ 層으로 表示하며 이때 B層의 性質이 弱하고 A層의 性質이 強할때는 $A \times (B)_P$ 層으로 表示한다.

A層과 B層이 뒤바꾸어 졌을때나 表土와 心土가 뒤바꾸어 졌을때는 $B_P A, B_2 C$ 등으로 表示한다.

上述한 要領으로서 土壤을 區分하기 어려운 境遇나 層位區分이 어려울 때는 I層, II層, III層 등으로 表示하거나 一定한 間隙의 깊이로 土壤을 調查하여 試料를 採取하여야 한다.

2) 苗圃土壤分類

褐色土壤, 黑色土壤, 黃色土壤, 赤色土壤地下水土壤, 泥炭土壤, 未熟土壤(自然狀態의 未熟土壤, 人工的인 堆積土壤) 河成堆積 土壤 등으로 大區分하고 堆積樣式 母材(岩種) 土性, 乾濕度, 排水狀態, 灌水與件 등을 細區分하여 苗圃의 土壤圖와 說明書를 製作하여 當該苗圃의 改善策, 改良點等 重要資料를 提供하여 育苗에 있어서 健苗를 生産할수 있도록 綜合的인 說明이 充分이 反映되어야 할것이다.

나. 苗圃土壤診斷

苗圃土壤의 PH(KCl) 全窒素(T-N) 有效磷酸 置換性加里, 石灰, 苦土, 磷酸吸收係數, 活性 Al 등의 化學的性質을 現場에서 迅速히 檢定하는 各種簡易檢定器 (chemical diagnosis by rapid t

es(等)을 利用하여도 된다. 仔細한것은 林業試驗場 및 山林資源調查研究所에 分析依賴하여야 한다.

表4 苗圃土壤의 化學的性質의 診斷基準

| 項目(性質) | 良好한土壤 | 不良한土壤 |
|-------------|---------------|-----------------|
| PH(KCl) | 6.0~5.2 | 4.0以下 |
| 置換性(有效)石灰 | 200mg(0.2%)以上 | 100mg(0.1%)以下 |
| 置換性(有效)加里 | 15mg以上 | 8mg以下 |
| 置換性(有效)苦土 | 25mg以上 | 10mg以下 |
| 有效磷酸 | 10mg以上 | 2mg以下 |
| 鹽基置換容量(保肥力) | 10me以上 | 5me以下 |
| 磷酸吸收係數(固定力) | 700~1550 | 1500以上 또는 700以下 |
| 活性아루미나 | 10mg以下 | 20mg以上 |

3. 苗木의 養分元素

가. 養分元素의 生理作用

① 養分元素

林木生産에 必要한 養分元素

| | | |
|---|------|---------------|
| { | 必須元素 | 10大元素 必要元素 |
| | 要求度 | 多量元素 微量元素 |

가. 10大元素

炭素C(Carbon), 水素H(Hydrogen), 酸素O(Oxygen), 窒素N(Nitrogen) 磷P(Phosphorus), 加里K(Potassium), 石灰Ca(Calcium), 苦土Mg(Magnesium), 硫黃S(Sulfur) 鐵Fe(Iron)

나. 必要元素 (16大元素)

近年에는 水耕栽培法의 發達로 因하여 10大元素는 勿論 그 外에도 망간Mg(Manganese) 硼素

B(Boron) 모리브덴Mo(Molybdenum) 銅Cu(Copper) 亞鉛Zn(Zinc) 珪素Si(Silica)等도 林木生長에 있어서 必要한 元素로 判斷되게 되었다.

다. 多量元素 (Macro element)

10大元素中 林木生育에 있어서 多量으로 必要한 元素로서 窒素N, 磷P, 加里K, 石灰Ca, 苦土Mg, 硫黃S 等이다.

라. 微量元素 (Micro element)

16大元素中 比較的 林木生産에 있어서 重要하나 微量으로 要求되는것으로서 鐵Fe, 망간Mn, 硼素B, 모리브덴Mo, 銅Cu, 亞鉛Zn, 等이다. 必須元素의 供給源은 空氣와 물에서는 炭素C, 水素H, 酸素O의 三元素를 容易하게 利用하며 土壤으로부터는 其他元素(主로 無機元素)를 供給하게 되는것이다.

表5 必須元素의 供給源

| 多量元素 | | | 微量元素 |
|------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| 空氣 | 水分 | 土壤粒子 | 土壤粒子 |
| C, O, ※(N) | H, O, ※※(N) | N, P, K, Ca, Mg, Si | Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo |

※根瘤植物 ※※雨水에 基因

必須元素의 樹木体内에서의 生理的인 役割

| | | |
|---|------|---|
| { | 必須元素 | 植物體構成元素 C, H, O, N, S, P, Ca, Mg 代謝觸媒元素 Mg, Fe, Mn, Cu, Mo, Ca 生體觸媒元素 K |
|---|------|---|

2) 生理作用

가. 窒素의 生理作用

植物細胞에 있어서 原形質의 主成分인 蛋白質의 主要構成元素이며 葉綠素(Chlorophyll)에 있어서도 窒素를 包含한 有機化合物이다. 窒素는 炭素同化作用, 窒素同化作用, 呼吸作用等 生活現象에 直接作用하여 林木生長을 支配한다. 窒素는 암모니아(Ammonia) 態窒素(NH₄⁺-N)와 硝酸態(Nitrate) 窒素(NO₃-N)로서 植物에 吸收된다. NO₃-N는 流失되기 쉬운데 反하여 NH₄⁺N

는 流失되기 어려운 것이다.

NH_4^+-N 는 葉으로부터 오는 光合成生産物에서 轉換된 有機酸과 結合하여 아미노酸으로 轉化하는 것으로 生覺된다.

苗木栽培에 있어서 N의 供給量を 많이 주면 蛋白質의 合成이 旺盛하여 葉이 커지고 光合成量도 많아져서 生長量도 增大되나 一定限度를 超過하면 窒素를 적게 含有하고 細胞膜物質의 生成이 減少하여 軟弱多汁質인 植物체가 되어 諸害에 對한 抵抗力이 弱하여진다.

나. 燐酸의 生理作用

細胞核의 主成分인 Nucleic acid의 主要 構成元素로서 細胞分裂에 依한 植物의 生長現象에 直接關係가 있다고 한다. 生理化學의 進歩에 依하여 植物의 炭素同化作用이나 呼吸作用의 機構에 關한 研究의 進展으로 植物體內에서 行하는 많은 代謝作用은 燐酸이 Energy傳達의 媒介체로서 關與하므로써 代謝作用이 正常으로 行하여진다고 한다. 植物栽培에 있어서 燐酸이 植物體의 成熟을 促進하거나 根系發達을 促進하며 特別 側根發達을 圖謀한다고 한다.

다. 加里의 生理作用

加里는 植物體內에서 매우 重要な 生理的 役割을 하는 것이라고 한다. 燐酸과 같이 明瞭하게 特定の 有機化合物을 分離할수 없으므로 現在까지도 不明瞭한 點이 많으며 生化學系統에서 研究中이다. 過去の 研究結果는 加里의 主된 役割이 炭水化合物의 合成에 關與하는 것으로 生覺하여 왔으나 近年에는 加里가 蛋白質의 代謝 特別 Amino acids에서 蛋白質의 合成過程에 있어서 不可缺의 要素이며 炭水化合物代謝에 미치는 影響은 二次的인 것이라고 說明되고있다. 加里는 生体内反應에 關與하는 酵素의 賦活劑 Activator로서의 役割이 크다. 또한 細胞液의 緩衝 및 膠質性에 對하여 Cation으로서의 作用도 重要하다.

植物栽培에서는 加里가 不足하면 植物體의 組織이 軟弱多汁하여 諸害에 對한 抵抗力과 日照不足에 對한 抵抗力이 弱해진다. 加里가 不足하면 水分含量이 低下되는것은 잘 認定되고 있는

事實이며 根細胞도 急激히 老衰하는 등 加里는 細根을 正常的인 狀態로 發育하는데 必要한 것이다.

라. 石灰의 生理作用

石灰는 植物體內에서 Pectin과 結合하여 細胞膜을 強堅하게 만들고 植物體內에서 生成하는 尿酸 Oxalic acid 등의 有機酸과 結合하여 그 毒性을 除去하는 役割을 한다고 한다. 近年의 研究結果는 石灰는 原形質의 Mitochondria의 含量을 높인다고 한다. Mitochondria는 酸素呼吸(AT T回路)에 必要한 酵素群을 많이 含有하는 것에서 石灰의 重要性이 確認되었다.

마. 苦土(Mg)의 生理作用

苦土는 葉綠素를 構成하는 唯一한 無機鹽質元素이다. 葉綠素(Chlorophyll) 生成에 關係하므로 不足時는 葉이 黃化現象을 일으키게 된다. 苦土는 酵素의 가장 有力한 賦活劑(Activator)로서 特別 燐酸代謝와 關係가 있는 酵素와 密接한 關係가 있다고 한다.

바. 硫黃의 生理作用

植物蛋白質을 構成하는 重要한 Amino acid에 含有되어 있으므로 蛋白質合成에 關係된다.

사. 鐵의 生理作用

鐵은 葉綠素의 構成元素는 아니나 葉綠素의 生成과 密接한 關係가 있는 元素이다. 近年의 研究結果에 依하면 Fe는 生体内의 微量金屬元素中 가장 大量으로 酸素呼吸에 關與하는 酸素體構成에 있어서 植物體遊離 Energy 生産에 關係한다고 한다.

아. 망간의 生理作用

Manganese는 鐵과 같이 葉綠素의 生成에 關與하는 것이라고 하며 植物體內에서의 여러가지 物質代謝의 觸媒作用을 하는 酵素들의 活性和 關係된다고 한다.

나. 苗木의 營養診斷

無土壤栽培(Soilless culture)는 水耕培養(Hyd-

roponics) 砂耕培養(Sand culture) 礫耕培養(Gravel culture) 霧耕培養(Fog culture) 等 土壤을 利用하지 않고 栽培하는 境遇를 말하며 苗木의 營養生理實驗에 매우 重要하다.

1) 無土壤栽培 (水耕培養)

水耕培養은 根系을 水中에서 發達시키는 不自然性과 困難性이 있으며 技術的으로 問題視되는 點을 要約하면 다음과 같다.

- ① 使用되는 水質 藥品의 純度와 그 調製
- ② 培養液의 反應과 濃度 및 組成 特히 窒素源의 形態 鐵源의 形態等
- ③ 水耕液에 空氣(酸素)의 供給方法 即 通氣性(Aeraiov)
- ④ 培養液의 更新 氣泡와 根系動搖防止(流動式 水耕法 液面低下法)

苗木用 水耕培養液은 다음과 같다.

林木(苗木)用 水耕液의 組成

(Composition of water culture solution for tree seedling)

| 鹽 類 | 含 有 量 | 要 素 量 | 備 考 | |
|--|---------------|---|----------|-----------|
| (NH ₄) ₂ SO ₄ | 0.0943(g/l) | N40 (mg/L) | Tsutsumi | |
| NaNO ₃ | 0.0911 | P ₂ O ₅ 25 | | |
| Ca(NO ₃) ₂ | 0.0293 | K ₂ O30 | | |
| KH ₂ PO ₄ | 0.0472 | CaO20 | | |
| KCl | 0.0261 | MgO10 | | |
| CaCl ₂ | 0.0193 | Fe ₂ O ₃ 1 | | |
| MgSO ₄ ·7H ₂ O | 0.0615 | | | |
| FeC ₆ H ₅ O ₇ 溶液 | 1p. p. m相當量 | pH6. 2-4. 2 | | |
| NH ₄ NO ₃ | 0.0862 | N | | Shibamoto |
| KH ₂ PO ₄ | 0.0383 | P ₂ O ₅ | | |
| KCl | 0.0423 | K ₂ O | | |
| Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O | 0.2527 | CaO | | |
| MgSO ₄ ·7H ₂ O | 0.3675 | MgO | | |
| 6%FeCl ₃ | 0.169(c.c./l) | Fe ₂ O ₃ pH7-5 | | |

크노프 溶液(Knop Solution)

| H ₂ O | 1000cc | Knop | KH ₂ PO ₄ | 0.25 | Knop |
|-----------------------------------|--------|------|---------------------------------|------|------|
| Ca(NO ₃) ₂ | 1.00 | | KHO ₃ | 0.25 | |
| MgSO ₄ | 0.25 | | FeCl ₃ | 微量 | |

砂耕培養은 Pot에다가 純度가 높은 石英砂를 넣어서 培養하는 것으로서 水耕栽培보다 根系의 動搖를 防止시킬수 있다. 이때 모래는 石英砂로서 可溶性鹽類를 除去하기 爲하여 鹽酸으로 洗滌하여 亞鹽素酸(Chlorous) 反應이 消失될때 까지 水洗하여 使用하여야 한다. 모래 代身 礫을 使用하여 栽培하는 方法도 있으며 유리알을 넣어 栽培하기도 하며 培養液을 根系에 一定時間마다 噴霧하는 霧耕培養도 行하여진다. 外國에서는 大型水耕裝置를 利用하여 7~8年生 林木을 實驗栽培하기도 한다.

2) 營養診斷과 症狀

土壤自體의 養分診斷과 植物種類에 따른 營養診斷結果를 基肥와 追肥의 計劃資料等に 利用하는 것이다.

가. 養分缺乏症에 依한 診斷

養分元素가 不足하거나 缺乏하면 苗木生育이 不良하여 葉, 莖, 新芽 等에서는 黃化現象이 일어나고 死壤組織이 생겨 特有한 症狀이 나타나게 된다. 이것을 養分缺乏症이라고 한다.

① 主로 老葉(上方葉)에서의 養料缺乏症狀

가. 症狀이 老葉과 植物全體에서 나타나는것

○ N缺乏症

細胞는 小形으로 되어 生育不良하며 葉의 下葉부터 淡綠色~黃綠色이 되어 漸次 新梢部位의 上方으로 올라가며 症狀이 나타나고 따라서 根의 生育도 不良하다.

○ P缺乏症

葉이 暗綠色 또는 赤紫色으로 되고 下葉은 黃變한다. 喬木性인 林木도 低木性으로 자라며 根系發達이 不良하고 特히 根의 發育이 나쁘다. 苗木에서는 生育初期의 發育이 遲延되고 萎縮되어 있으며 新梢發育이 不良하여진다. 杉나무, 낙엽송, 편백은 新梢發育이 停止되고 줄기는 綠褐色 葉은 暗紫綠色으로 變한다. 赤松과 낙엽송은 頂芽를 除外하고는 老葉(下葉)부터 暗紫色으로

變한다.

나. 症狀이 老葉에 出現하는것

○ K缺乏症

老葉先端과 葉脈間에 黃褐色의 斑点이 생기며 葉莖이 細長한다. 葉은 때로는 下方으로 灣曲하기도 하며 極히 甚할 때에는 植物全体가 黃化現象을 일으킨다. 杉나무 편백은 暗綠色~淡黃色으로 下葉(古葉)은 赤良으로 變한다. 赤松 낙엽송은 暗綠色~淡黃色으로 變하고 頂芽가 萎縮되어 있다.

○ Ng缺乏症

下葉(古葉)은 黃, 褐, 赤色으로 變하고 漸次 上方으로 옮겨간다. 苗木에서는 生育의 中期와 後期에 下葉의 尖端部에서 黃綠色~桃黃色이나 또는 赤褐色을 띠운다. 缺乏의 度가 더함에 따라 上葉으로 옮겨져 간다. 杉나무는 下葉先端部부터 赤褐色~桃黃色으로 變하고 扁柏은 黃綠色~赤褐色으로 變하고 낙엽송과 赤松은 黃綠色이나 黃色을 나타낸다.

② 主로 新葉(芽葉)에서의 養料缺乏症狀

가. 幼葉先端인 芽葉이나 그 基部가 變形하거나 頂芽가 枯死하는것

○ Ca缺乏症

一般적으로 生長點의 活動이 弱化되어 頂芽部分이 낙시바늘모양 灣曲되어서 드디어 枯死하게 된다. 杉나무는 뿌리의 發育이 不良하며 發根을 阻害하게 된다. 頂芽, 側芽等의 伸長이 停止되어서 枯死하게 된다.

나. 新葉은 枯死하지 않고 黃色이나 白色으로 褪色하면서 萎縮되는것

○ Fe, Mn缺乏症

一般적으로 黃化現象이 생기며 때로는 死壞組織이 생긴다. 杉나무 扁柏, 赤松에서는 新梢部位가 黃色 또는 黃白色을 나타내고 漸次 下葉으로 내려간다.

以上을 綜合하여보면 K, Mg 缺乏症은 下葉

(老葉)에서 漸次 上方의 新葉으로 症狀이 나타난다. 이것은 K, Mg 成分이 植物体内에서 移動이 容易한 要素이기 때문이다. Ca, Fe, Mn 缺乏症은 新葉에서 漸次 下方의 老葉으로 나타나는 데 이것은 植物体内에서 養分의 移動이 어려운 要素이기 때문이다. P 缺乏症은 植物生育初期부터 나타나는데 Mg缺乏症은 生育後期에 나타난다. 때로는 P의 缺乏症에 對하여 誤診할수도 있다. 即 낙엽송에 있어서 根切虫의 加害로 因하여 P₂O₅ 吸收가 不良하므로 나타나는 P缺乏症이 똑같은 境遇가 있는 것이다. N K缺乏症보다도 먼저 紫色의 P 缺乏症狀이 나타난다. 各 要素의 合併的 症狀이 復合的으로 나타날때는 誤診을 할 우려가 있으므로 이런 때에는 葉分析에 依한 診斷이 正確하다.

表6 加里, 石灰, 苦土, 缺除培養杉苗의 生育 狀況

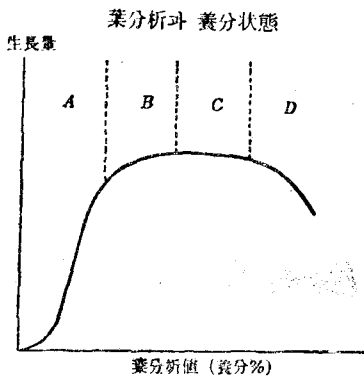
| 處 理 | 苗長 (cm) | 絶乾重量 (g) | 缺乏 症 現象 |
|-----------------|---------|-----------|-------------|
| (A) 完全培養 | 1.52 | 2.95(100) | |
| (B) K缺除培養 | 10.0 | 1.15(39) | |
| (C) Ca " | 7.0 | 0.75(25) | |
| (D) Mg " | 11.2 | 0.66(22) | |
| (E) K, Ca " | 4.9 | 0.36(12) | Ca缺乏症强하게 出現 |
| (F) K, Mg " | 5.0 | 0.33(11) | Mg缺乏症 " |
| (G) Ca, Mg " | 4.3 | 0.17(6) | Mg缺乏症 " |
| (H) K, Ca, Mg " | 3.1 | 0.15(2) | |

나. 葉分析에 依한 診斷

葉分析은 植物體의 一部인 葉이 林木의 營養狀態를 가장 敏感하게 나타내는 것이므로 葉을 化學的인 手段에 依하여 分析하므로써 診斷할수 있는 것이다. 針葉樹가 正常的으로 生育하는데 必要한 葉의 最低養分濃度는 N1.2~1.3% P205 0.28~0.30%, K20 0.8~1.0%로서 이 以下인 境遇에는 外見上 養分缺乏症이 認定되지 않더라도 不足하거나 缺乏한 狀態로 보고 있다. 우리 나라에서도 이 方面의 研究가 進行中이나 各樹 種別로 充分한 研究가 아직되어 있지 않다.

杉나무 1年生苗의 加里缺除培養實驗

| 培養液 K ₂ O 濃度 | 苗木生育狀態 | | | 苗木 K ₂ O, N含有量 (對乾物 %) | | |
|-------------------------|-----------|------------|------------------|-----------------------------------|-------|------------------------|
| | 苗長 (cm) | 生體重 (g) | K 缺乏症 | K ₂ O 枝葉部 | N 枝葉部 | N/K ₂ O 枝葉部 |
| 0(p.p.m) (完全缺除) | 2.4(12) | 0.18(2) | ++++ (激甚生長停止) | Tr. | — | |
| 2 | 12.8(65) | 6.07(56) | + | 0.23 | 2.09 | 9.09 |
| 4 | 16.7(84) | 8.32(76) | — | 0.54 | 1.20 | 2.22 |
| 10 | 18.0(95) | 9.52(88) | — | 0.78 | 1.37 | 1.75 |
| 30(標準區) | 19.8(100) | 10.88(100) | — | 2.02 | 1.22 | 0.60 |



- A Deficiency range 養分供給不足→欠乏症發見
- B Critical range 欠乏症 發見限界点에서 養分供給 充分한 狀態
- C Luxury range 養分供給 過한 狀態
- D Toxicity range 養分供給過剩

窒素濃度の 月別變化가 凹型을 나타내는 것은 前年度秋期에 蓄積된 窒素를 利用하여 翌春에 伸長生長을 하는 것이므로 夏期에는 窒素濃度가 減少되고 秋期에는 樹體를 充實히 하기爲하여 窒素를 蓄積하였다가 다음해 봄에 生長하게 되는 것이기 때문이다.

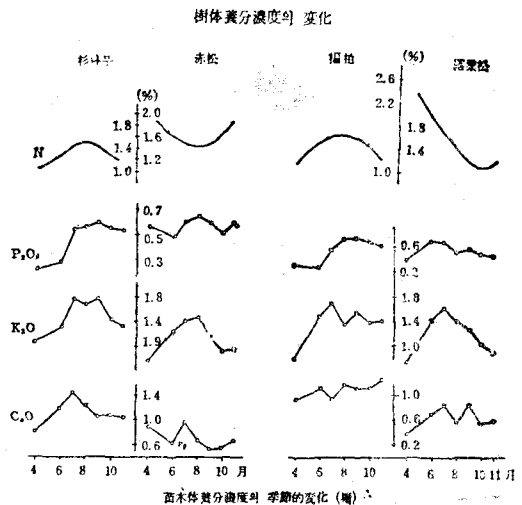
杉나무 楡柏이 窒素의 養分濃度가 凸型을 나타내는것은 春夏季에 窒素를 蓄積하고 늦은 여름부터 가을에 이르는 동안에 顯著한 生長을 행하게 되는것이다. 이와같이 杉나무와 赤松의 窒素濃度の 月別變化의 差異는 生長經過의 差異와 密接한 關係가 있는 것이라 하겠다. 樹體의 N% P₂O₅% K₂O%가 樹種에 따라 다르다. N%는 소나무가 杉나무 楡柏, 낙엽송보다 높고 P₂O₅%는 낙엽송이 소나무 杉나무 楡柏보다 높다. K₂O % 및 CaO%에서는 P₂O₅%와는 反對로 杉나무 楡

3) 苗木의 養分吸收特性

가. 養分吸收特性

苗木이 正常的인 生育을 하기 爲하여서는 必要한 養分이 適當한 比率로 供給되어야 한다. 이러한 比率는 生育段階, 生育時期, 植物의 養分吸收特性을 아는것은 施肥技術의 根本問題이기도 하다. 苗木에 있어서 窒素의 月別 變化는 杉나무 楡柏等은 生育期間을 4月서 10月로 보면 夏期에 높은 濃度를 나타내므로 凸型의 變化를 가지오나 反面에 赤松은 夏期에 凹型의 變化를 보인다.

赤松은 春季에 顯著하게 높고 그 以後는 急激히 低下하였다가 晩秋에 다시 높아진다. 赤松의



柏이 赤松 낙엽송보다 높다 이와같은 傾向은 同時에 이들 4個樹種의 營養學的 特性을 表示하는 것으로서 施肥의 基礎로서 重要的 것이다. 即 杉나무 扁柏보다도 P_2O_5 가 높고 磷酸要求도가 높다고 生覺되는 赤松 낙엽송은 實際에 있어서도 杉나무 扁柏보다도 磷酸缺乏症이 나타나기 쉽고 磷酸肥料施用效果가 크게 나타난다.

우리나라에 있어서 一般的으로 經濟林에 있어서는 $N P_2O_5\%$ 의 要求傾向이 같거나 N 가 若干 많은 便이며 K_2O 는 N 의 1/2程度이다. 反面에 肥料木인 荳科樹木은 P_2O_5 의 要求도가 크고 N 및 K_2O 는 거의 같은 移度로 적게 要求되고 있다. 速成樹種은 N 의 要求도가 높게 나타나고 있는 것이 事實이다.

나. 施肥의 地域性

肥料의 種類나 量이 樹種에 따라서 달리 選擇되어야 하듯이 또한 土壤에 따라서 크게 差가 있는 것이다. 무엇이 林木生育에 있어서 制限因子이며 缺乏養料인가를 判明한 다음 補充될만한 充分한 養料를 供給하여 주어야 한다. 또한 土壤의 種類나 性質이 다르면 施肥法도 判異한 것이며 地域에 따라서도 다른 것이다.

一般的으로 寒冷한 地帶나 土性이 埴質인 境遇는 基肥나 早期追肥에 重点을 두어 施肥하여야 한다. 溫暖地域이나 土性이 砂質이 많은 境遇는 基肥를 少量施用하고 追肥에 重点을 두고 施用하여야 할 것이다. 이와같이 施肥法이 그 地域의 特性에 따라 相違하므로 이것을 施肥法의 地域性이라고 불리운다.

4. 苗圃土壤管理

形質이 좋은 健苗를 育成하기 爲하여서는 苗圃土壤의 生産力을 維持增進할 目的으로 合理的인 土壤管理를 하여야 한다.

가. 土壤管理改善

1) 土壤性質(物·理)의 改善

- 가) 深耕, 混層耕, 表土心土의 交替
- 나) 客土

다) 有機物(堆肥)施用

라) 土壤改良劑施用

마) 燒土

2) 土壤의 水分管理

가) 灌水

나) 排水

3) 基 他

가) 土壤浸蝕防止

나) 忌地(連作障害)의 回避

나. 客土 및 表土 S土交替

苗木生育上 土深이 淺薄한 境遇나 土壤의 性質을 改良할 境遇에 表土를 運搬하여 加하는 것으로서 土地의 生産高를 높이는것을 客土라고 한다.

砂質土壤에는 粘質土壤을 粘土質土壤에는 砂土를 泥炭土에는 山地表土를 客土로 하여 原土壤의 缺点을 改良補完한다. 客土는 때로는 低濕原地나 海岸砂丘의 造林時에도 應用된다.

表土心土의 交替는 表層土의 土壤이 老衰하였거나 不可給態養料가 固定되며 植物生育이 極히 不良하거나 下層土壤을 表土層으로 파올려서 混合해야할境遇에 하는것으로서 混層耕이라고도한다 이것은 大概 表層土와 下層土의 性質이 判異하여 作物生育이 不適當한 境遇에 行한다.

예를 들면 表層土 보다도 下層土가 肥沃할 境遇나 下層에 堅層土로서 根發育을 阻害할 境遇 Podzolic 土와 같이 表層에 養分이 缺乏한 漂白層이 있고 下層에 養分이 集積되어 있을 境遇에 行한다. 또한 表層土에 腐植이 많고 下層土에 黃褐色의 赤色土가 있을때에도 長期間 圃地로 使用한 結果 生産力이 低下되었을 境遇도 赤褐色層을 表層으로 交替하였을때 一時的으로 生産力이 低下되나 堆肥等を 多量으로 施用하면 生産力은 다시 上昇한다.

다. 燒 土

土壤中の 腐植이 顯著히 損失하지 않는 程度의 溫度($150^{\circ}C \sim 200^{\circ}C$)로 加熱燻燒하면 土壤性質

이 改良된다.

燒土效果에 對하여서는 充分한 研究가 없으나 그 要点은 다음과 같다.

1) 土壤中の 窒素化合物이 熱分解로서 其一部가 有效化한다.

170℃~200℃ 程度의 溫度는 窒素를 有效化하는데 好適한 燻燒溫度라고한다. 其以上の 高溫에서는 加里의 有效化作用은 生기나 有機物이 지나치게 熱分解로서 消失되므로 오히려 害로운 것이다.

2) 燒土에 依하여 土壤中の 磷酸의 一部가 有效化하게 된다.

3) 土壤中の 病原菌, 害虫, 雜草의 種子等의 一部가 燒殺된다.

4) 土壤의 理學的性質을 改善한다. 即 重粘土는 加熱하므로써 土壤膠質物質이 凝固하여 粘性이 적어진다.

苗圃土壤의 燒土作業은 宮崎에 依하면 鐵板上에 5~10cm 두께의 흙을 깔고 밑에서 불을 때서 흙을 攪拌하면서 燒土시켜 흙 溫度가 100~150

℃가 되도록 40~50分 加熱하면 足하다.

磷酸缺乏症이나 立枯病이 發生하는 圃地에서는 燒土를 하면 顯著한 效果가 있으며 赤黃色土系의 粘土質의 堅固한 土壤도 燒土를 함으로써 固結을 防止할수있고 耕耘作業이 容易하다.

先進諸國에서는 最近에 燒土機를 製作利用하고 있다.

라. 土壤改良劑

土壤改良이라함은 土壤에 團粒構造를 形成케 하여 通氣性이 좋고 保水力이 크고 排水가 잘되어 土壤의 物理性을 改良하고 아울러 不可給態 養分을 可給態로 바꾸어가지도록하며 土壤의 置換容量을 크게 함으로써 水分保持力을 길러 化學的인 改良을 期하므로써 養分以外的 土壤의 모든 理化學的性質을 改良하는것을 一括하여 土壤改良이라고 한다.

土壤改良劑로서는 그效能에 依하여 세 系統으로 나눌수있다.

土 壤 改 良 劑

| 系 | 統 | 商 品 名 | 主 成 分 |
|---------|---|----------|---------------------|
| 高分子化合物系 | | 소 이 락 | 뽕빠루部分鹼化物 |
| | | 뽕 빠 루 | " |
| | | 단 리 움 | " |
| | | P.V.M/MA | 메칠비닐에틸無水아레인酸의共重合物 |
| 후민酸系 | | 메루나이트 | 니도로후민酸의 CaNa鹽 |
| | | 후 미 솔 | " NH ₃ 鹽 |
| | | 아 스 민 | " Mg鹽 |
| | | 덴 보 론 | 泥炭腐植과그의石灰鹽 |
| 岩石鹽物系 | | 벤도나이드 | 몬모리로나이드 |
| | | 세오라이트 | 조라드(沸石) |
| | | 베니산소 | 파라이드 |

1) 高分子化合物系 (合成樹脂系)

Poly, vinyl-alcohol라는 高分子化合物을 主体로

하는 白色粉末狀으로서 土壤을 團粒化하는 作用이 있어 土壤調整劑(Soilconditioner)라고 불리운다.

그러나 堆肥等の 有機物과는 다르므로 微生物

에 의하여 容易하게 分解되기 어려워 持續性이 期待되는 것이다. 아직도 實用段階라기 보다는 研究段階라고 하는 것이 옳을 것이다.

使用基準은 土壤에 對하여 0.5%(重量比)程度로 混合하면 되나 이때 適當한 水分이 있어야 한다.

現在로는 價格이 비싸서 高級園藝作物이나 挿木床 등에서 利用되고 山林事業에는 아직 利用하지 못하고 있는 實情이다.

2) 후민酸系土壤改良劑

이것은 泥炭에 石灰를 加하여 高壓下에서 熱處理한것과 亞炭을 硝酸으로 處理하여서 얻은 니트로후민酸系(Nitro kumicaeid)의 것이었다.

이것은 土壤의 團粒化作用보다는 土壤의 鹽基置換容量 增大作用에 依한 土壤中の Fe, Al, Mg의 有效化 磷酸의 固定防止 등이 더욱 期待되는 것이다.

3) 岩石 鐵物系(無機質天然產物)

이系統의 것으로 良質의 粘土礦物(예를 들면 Montmorillonite)을 含有하는것이나 또한 沸石

(Zeolite) 眞珠岩(Pearite)를 加工한것이 있다. 이들 改良劑는 土壤의 鹽基吸着能을 增大하는 效能이 있고 따라서 養分の 流失防止, 保水力의 增大 등의 效果外에 含有特殊副成分(微量元素)의 肥效 등이 期待된다.

마. 灌 水

西歐羅巴 苗圃의 灌水施設의 影響을 받아 最近에는 灌水施設이 必須要件으로 되어있는 實情이다. 그리하여 灌水는 春秋乾燥期의 被害를 防止하게 되었다.

그러나 過度한 灌水는 苗木에 있어서 地上部 徒長, 根部發不育良 등의 形質을 惡化시키는 結果가 되기도 하므로 注意를 要한다. 따라서 苗圃土壤狀態나 氣象條件에 맞추어 適正한 灌水가 必要한 것이다.

杉苗의 灌水效果는(側溝灌水) 生長을 促進하고 特히 夏季乾燥期의 灌水는 夏季生長抑制現象이 일어나지 않고 苗木의 成熟을 빠르게 하므로서 霜害에 對한 抵抗性이 強하여 진다고 報告되었다.

表9 杉 苗 의 灌 水 效 果 (沖永 佐佐木)

| 區 分 | 苗 長 (cm) | 生 重 (g) | T/R | 霜 害 (被害率) |
|---------|----------|---------|-----|-----------|
| 灌 水 區 | 15.0±3.3 | 3.3 | 4.5 | 小 (25%) |
| 無 灌 水 區 | 14.0±3.4 | 2.5 | 4.0 | 大 (75%) |

表10 播種杉苗에對한 灌水와 日覆의效果 (坂口.土井)

| 區 分 | 苗 長 (cm) | 根 長 (cm) | 生 重 (g) | T/R | 枝 數 |
|--------|----------|----------|---------|-----|-----|
| 無灌水日覆區 | 12 | 19 | 2.7 | 4.2 | 6 |
| 灌水無日覆區 | 14 | 22 | 4.7 | 3.7 | 8 |

灌水로 因하여 日覆을 省略하느냐 안하느냐하는 것은 다음 表10에서와 같이 無灌水日覆區의 苗木보다 灌水無日覆區의 苗木生育이 좋다는 것으로 보아 自明한일이다.

灌水時期는 各苗圃의 狀況에 따라서 다르나 一般의으로 苗木生育初期 보다는 中期(8月末頃)

까지 灌水를 하는것이 適當하다고 生覺된다.

土壤含水量이 어느程度 減少하였을때 灌水를 해야한다는 試驗研究는 아직도 不充分하며 理論的으로는 土壤含水量이 萎凋係數=(吸濕係數)가 がい がい 乾燥하였을때 또는 萎凋係數와 圃場 含水量=(水分當量)과의 中間 程度로 乾燥하였

을때 灌水를 始作하여야 할것이다.

灌水量 I(mm)은 다음式과 같이 計算할수가 있다.

$$I = \frac{(\text{土壤의 水分當量} - \text{土壤의 吸濕係數} \times \text{土壤의 容積比重} \times \text{根群分布의 深(mm)})}{100}$$

$$I = \frac{\text{土壤水分當量} \times (1 - \frac{1}{2}) \times \text{土壤의 容積比重} \times \text{根群分布의 深(mm)}}{100}$$

以上은 土壤의 水分當量, 吸濕係數, 容積比重을 實驗室에서 미리 求하여 두어야 한다.

實用的으로는 苗木의 根群의 各分布層 例를들면 10cm, 20cm, 30cm 地点에 簡易土壤水分測定器(Tensiometer)를 插入하여 두고 灌水開始時期를 檢知하여 灌水하는 方法도 있다.

然이나 1回灌水量은 20mm 程度로하여야 水分當量以上의 土壤水分을 가지지 않게된다. 但 夏季에 旱魃이 繼續될때는 例外이다.

더욱이 乾燥하기 쉬운 苗圃는 夏季는 日覆을 하여 乾燥를 防止하고 完熟堆肥를 增施하여 土壤保水力을 높여야 한다.

마. 連作障害

苗木은 每年連作을 하면 土壤養料의 微量成分이 枯渴되고 病害가 甚하여 苗木生育이 不良하여진다. 이러한 現象을 忌地 또는 連作障害라고 한다.

其原因에 對하여는 여러가지 說이 있으나 其中 重要한것은 다음과 같다.

1) 同一苗木의 連作으로 土壤中の 肥料成分間에 不均衡이 생기거나 特定한 微量要素의 缺乏이 일어난다.

2) 同一苗木의 生育을 害하는 어느毒素가 根에서 土壤中에 分必排出되어 一種의 自己中毒과 같은 現象이 일어난다.

3) 前作의 同一作物의 莖, 葉, 根等이 土壤中에 들어가 그들이 含有하고 있는 特定의 物質이 毒素로서 作用하여 次代作物의 生育을 害한다.

4) 連作한 土壤中에는 同一作物에 害를 주는 微生物, 病原菌, 害虫等이 繁殖한다.

이러한 忌地現象은 作物이 變하면 消滅하는 것으로서 作物의 種類와 相對的인 것이다. 農作

物에서는 가지, 수박, 도마도, 등이 忌地現象이 顯著하다고한다.

苗圃에서는 同一樹種의 苗木을 連作하면 一般的으로는 忌地現象은 일어나지 않는다고하나 地域에 따라서는 일어나기도 한다고 한다.

그러므로 同一樹種을 同一한 場所에 連作한다는 것은 避해야 할것이다.

오리나무類는 忌地現象이 뚜렷하게 나타난다. 忌地에 對한 研究은 아직 究明되어 있지않으므로 科學的인 處方은 뚜렷하게 나오지 않고있다.

消極的인 方法으로 連作을 避하고 堆厩肥를 增施하거나 石灰施用 土壤消毒을 行하는 程度이다. 最近에 忌地現象의 하나로 土壤線虫을 들고 있으며 被害는 매우 큰것으로 보고있다.

輪作은 忌地現象을 避하는 가장 좋은 方法이며 作物種類에 따라 養分吸收 作物栽培跡地에 殘存된 養料의 相異等으로 地力維持, 忌地現象 防止 雜草의 防除, 病虫害의 豫防等으로 各기다른 苗木의 生育을 圖謀하게 된다.

輪作의 例를 들면 第一次年度에 杉苗 第二次年度에 楡柏, 第三次年度에 杉苗養成等으로 하는것이 理想的인 例示라 하겠다.

5. 微量要素의 過剩毒害

가. 망간(Mn)

苗圃土壤中에서의 Mn의 過剩毒害作用은 苗木種類에 따라서 多小差異는 있으나 大概是 土壤中에서 可溶性Mn 25ppm以上에서 나타난다.

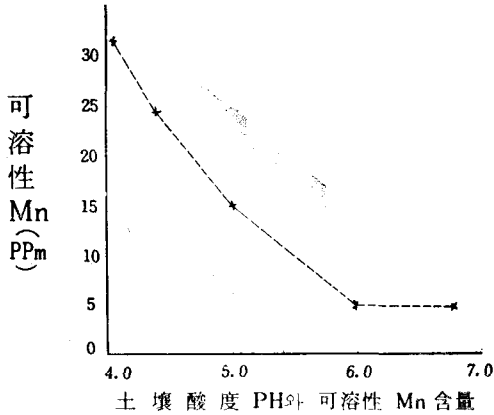
强酸性土壤일수록 可溶性Mn의 毒害作用이 생기므로 石灰施用으로 PH5.5~6.0 程度로 矯正하여 주어야 한다.

苗圃土壤에서 Mn은 普通 5ppm 内外가 正常的이나 其以下이며는 苗木은 Mn 缺乏症을 이르게 葉色이 黃白化現象을 이르게 生長이 不良하여진다.

또한 Mn 25ppm以上이 되며는 過剩毒害作用을 이르게 生育이 매우 不良하다.

더욱이 우리나라의 大部分의 土壤은 强酸性土壤이 많으므로 Mn過剩現象은 흔히 볼수있는 것이다.

Mn은 Fe와 醇酸와의 關係가 매우 重要한것으로서 나타나며 苗木에서는 二價鉄(Fe⁺⁺)와 三價鉄(Fe⁺⁺⁺)의 二型이 存在하며 二者의 分布는 細胞液의 酸化還元電位에 依하여 支配된다.



Fe⁺⁺는 易動性이며 Fe⁺⁺⁺로서는 不活性的이다.

Mn도 苗木体内에서의 活動을 (Mn⁺⁺↔Mn⁺⁺⁺)으로서 Mn缺乏은 Fe過剩吸收를 圖謀하고 Mn過剩은 Fe缺乏을 誘發하는 것이다.

그러므로 Mn過剩毒害는 Fe缺乏症을 아울러 併發하게 되는것이다.

對策으로는 Mn缺乏苗木에는 硫酸망간 0.3% 水溶液과 展着劑를 混用하여 10a當 50~70ℓ 葉面撒布施肥를 2~3回 施用하며는 效果가 크다.

또한 Mn過剩毒害作用에는 土壤酸도에 따라서 石灰量을 決定하여 施用하여야 할것이다.

나. 亞鉛(Zn)

亞鉛의 過剩毒害作用은 葉의 "크로로시스"를 이르게 赤褐色의 斑点이 생기며 甚하면 枯死한다. 苗木에서는 可溶性 Zn10ppm 以上에서 發生하기도 한다.

亞鉛은 苗圃土壤에서는 表土에서 많이 檢出되며 深土일수록 적다. 土壤에 石灰를 施用하며는 PH가 矯正이되면서 有效態의 Zn도 줄어든다.

粘土는 Zn ion에 對하여 강한 吸着性을 가지며 이것은 Mg⁺⁺및 Zn⁺⁺이 거의같은 크기에 荷電을 가지며 粘土鐵物의 格子의 Mg와 Zn가 置

換하므로 Zn가 苗木에 利用하기 어렵게된다.

또한 磷酸過用이 Zn缺乏症을 誘發하게 됨으로 土壤中에 P₂O₅ 700ppm 以上은 不必要한 것이므로 注意를 要한다. 即 Zn은 磷酸ion (PO₄……)과 結合하여 磷酸複合體를 만들어 Zn 利用率을 減少하게된다. 土壤中の 全Zn 50~100ppm이며 可級態 Zn은 0.2~4.1ppm 平均 1.1ppm 程度이다 一般의으로 10ppm이되는 苗木에 毒害作用이 생기며 0.2ppm 以下는 不足한것이다. Zn缺乏症은 葉이 倭小하여 지면서 白化한다.

對策으로는 缺乏時는 亞鉛石灰液을 施用하거나 硫酸亞鉛(Zn So₄)을 10a當 2kg程度 撒布하면 效果가 빠르다.

亞鉛石灰液(硫酸亞鉛 450g, 生石灰 400g, 물 72ℓ)를 만들어 使用하기도 한다. Zn過剩土壤에서는 磷酸質肥料를 增施하여야 한다.

다. 硼素(B)

硼素의 過剩毒害는 蔬葉 栽培時等の 心腐病을 治療하기 爲하여 또는 各種 病害를 豫防하기 爲하여 多量施用된 밭에 苗木을 栽培할 境遇에 많이 생기며 7~8月頃에 苗木에 下葉부터 葉邊이 褐色으로 變하여 타고 甚하면 枯死하게 된다. 苗木種類에 따라 多少다른 水溶性 B2.5ppm 以上이면 過剩毒害가 나타난다.

苗圃土壤中の 硼素의 適正含量 0.5~1.0ppm 程度로 본다. 硼素(B)는 土壤中の Ca와 密接한 正比例的 關係가 있으며 硼素는 苗木의 水分代謝 細胞膜 Petin質의 形成 通導組織의 維持 陽ion의 吸收利用과의 關係 炭水化物및 N의 代謝 酵素作用과의 關係等이 있다.

對策으로는 硼素가 不足時는 硼砂를 10a當 2kg 程度 施用하거나 完熟된 堆肥를 施用하여도 어느程度 回復된다. 堆肥에는 水溶性硼素 0.5~0.6ppm 程度 含有되고 있다.

또한 바다물에는 B4.50~4.75ppm이 含有하고 있으므로 少量을 施用할 境遇는 苗木生長에 좋으나 NaCl이 含有하고 있으므로 過用은 禁物이다.

라. 銅(Cu)

苗木에서 銅은 葉이나 줄기보다도 細根에 많이 含有하고 있으며 氨基酸蓄積이 關與하고 있다. 普通 3~15ppm 程度 含有하고 있다.

苗圃土壤에서 氨모니아態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)를 施用했을때 보다 硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)를 施用했을때가 Cu의 效果가 크게 나타난다.

Cu가 缺乏하면 光合成作用이 不良하여지므로 他要素가 많아도 苗木이 生長하지 못하게 된다.

一般的으로 苗木에서의 Cu에 過剩毒害作用은 Cu 15ppm 以上에서 나타나기 始作하여 Cu 25ppm 에서 甚하고 100ppm 以上이되는 枯死하게 된다.

對策으로는 硫化나트륨이나 生石灰를 施用하며는 銅(Cu)의 毒害作用은 解消된다.