

林木種자의 休眠과 發芽促進

林業試驗場 種苗研究室 李 鳳 洙

1. 序 言

播種된 林木種자가 發芽에 適合한 溫度, 濕度, 酸素 및 光等의 諸條件을 주었음에도 不拘하고 發芽가 되지 않는 境遇가 흔히 있다. 이와 같은 理由는 種자가 完熟後에 一定 期間 休眠을 要하는 것으로 樹種別로 期間이 달라 樹種別 休眠 特性을 감안 하여 施業을 實行 하여야 한다.

播種한 種자는 될 수 있는 한 解氷 直後에 서리 被害가 없는 時期에 一齊히 發芽가 되어야만 優良 苗木 生産에 蹉跌이 없을 뿐더러 管理가 容易하다. 特히 우리나라의 境遇는 播種 時期(春期)에는 氣候條件이 發芽 하기에 適當한 氣候이나 發芽後에는 乾燥期가 닥치므로 發芽를 早期에 시켜 健全한 發育을 시켜야만 早魃의 被害를 막을 수 있다.

따라서 種자의 休眠現象을 일으키는 原因究明 및 이를 打破 하여 發芽를 促進 시키는 方法은 매우 重要 하므로 이에 對하여 概略的인 說明을 하고자 한다.

2. 林木種자의 休眠

種자의 休眠이란 一般的으로 그 原因에 關係없이 “種자의 發育(生長)이 一時的으로 停止된 狀態”를 意味 한다.

種자의 休眠現象을 일으키는 原因은 種子 自體의 遺傳性, 種子 內部器官의 生理的 要因, 種자의 外部 形態 또는 外部의 環境條件에 依하여 일어 나지만 種자의 休眠現象을 大別하면

A. 種皮의 構造에 依한 休眠(種皮休眠), B. 種子 內部 構造에 依한 休眠(內部休眠), C. 數種의 複合 要因에 依한 休眠(重複休眠), D.

二次休眠等으로 分類 할 수 있다.

그러나 어느 種子든 어느 特定 分類에 屬한다기에는 매우 어려우므로 休眠에 作用 하는 하나 以上の 要因을 찾아 休眠을 調節 하여야 한다.

가. 種皮休眠(物理的 休眠)

(1) 種皮의 不透水性에 依한 休眠

콩科, 명아주科, 식나무科 木나무 등의 種子是 種皮 또는 果皮가 蠟質(Wax), 角皮質 등의 特殊組織 및 成分으로 되어 水分의 侵透가 않되는 特性을 가지고 있거나, 種皮에 發芽를 抑制 하는 物質이 있어 種子 內部로 水分이 侵透 되지 않기 때문에 胚와 胚乳가 膨潤 되지 않으므로 發芽가 지연 된다. 또한 種皮의 不透性은 어떤 樹種에 나타나는 遺傳的 特性 이지만 種子 發芽 過程에서 또는 收穫과 貯藏狀態에 依해서도 變化 한다. 이러한 種子를 硬粒 또는 硬粒種子라고 한다.

이와같이 種皮의 不透水性에 依한 休眠 種子是 種皮의 表面을 機械的인 方法으로 破碎, 剝離 하거나 濃硫酸 같은 藥品處理에 依한 方法으로 處理 하면 休眠을 打破 시킬 수 있다.

(2) 種皮의 Gas 不透性에 依한 休眠

發芽에 影響을 주는 Gas는 酸素(O₂), 및 에틸렌(Ethylene)을 들 수 있다.

Gas 交換이란 空氣中에 있는 Gas와 胚 사이에 일어나는 交換을 말 한다. 胚가 生長 하여 發芽할 때에는 Energy가 必要 하며 이Energy의 生成은 呼吸에 依해서 이루어 진다. 呼吸이 이루어 질 때에는 酸素의 供給과 二酸化炭素가 放出한다. 呼吸에 必要한 酸素의 量은 種자의 貯藏 物質 種類에 따라 다르다.

나. 內部休眠(生理的 休眠)

(1) 胚의 未熟에 依한 休眠

種자가 外觀上으로는 成熟된 것 같이 보이나 胚가 未熟 狀態로 있어 發芽 하는데는 一定한 期間이 必要 하다. 胚가 充分히 完熟을 하는 데는 數週 또는 數個月의 期間이 必要한 것도 있다. 이러한 期間을 後熟期間이라고 한다. 이것은 種자가 形態的, 組織的으로는 完成 되어 있으나 發芽에 生理的 變化가 必要한 것과 胚가 完全한 形態를 갖추지 못 한것으로 나눌 수 있다. 代表的인 例로 은행나무 種子를 들 수 있다.

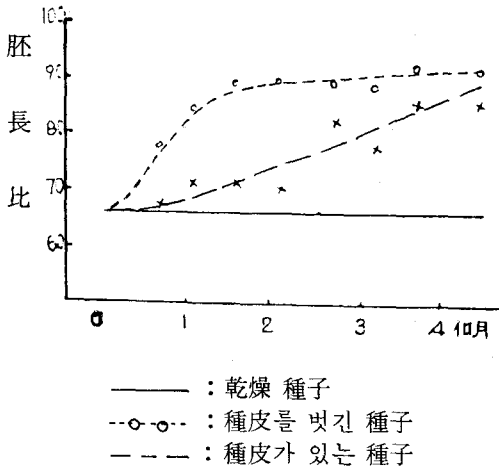


圖 1. 들메 나무 種子의 胚의 成長

(2) 胚의 代謝阻害와 休眠

種자가 水分을 吸收 하면 呼吸作用에 依하여 여러가지 酵素作用이 일어나며 非活性 酵素도 活性化 된다.

種子 속의 貯藏物質(澱粉, 蛋白質, 油脂等)은 加水分解를 일으켜 有用性 化合物로 轉換 된다. 이와같이 生理化學的 物質代謝가 이루어져야만 發芽가 可能 하게 된다.

種자의 胚休眠은 生長 促進物質과 抑制物質의 量에 따라 調節 된다. 그리고 이 物質들은 種子內에 存在 하여 環境條件에 따라 變化하지만 樹種에 따라서는 內生 物質의 變化 樣相에 따라 調節 되고 많은 變異가 있는 것으로 알려 지고 있다. 그러므로 種子의 休眠은 生長 促進物質의

缺乏이나 生長抑制 物質의 與否에 依하여 左右 되는 경우가 많다.

다. 重複休眠

重複休眠은 위에서 언급한 種皮休眠과 內部休眠의 原因이 複合的으로 作用 되어 일어나는 休眠을 말 한다.

라. 二次休眠

正常的으로 發芽 할수 있는 種자가 一時的인 環境等에 依하여 休眠 狀態로 되는데 이와같은 現象을 二次休眠이라고 한다. 二次休眠은 發芽에 不適當한 光, 高濃度炭酸 Gas 및 高溫等에 依하여 誘發되며 이 休眠은 容易 하게 打破 되지 않는다.

3. 發芽

가. 發芽의 定義

種자에 適當한 外部 條件이 주어지면 胚의 發育이 促進 되어 種皮를 破壞 하고 生長을 하게 된다. 이와같이 “幼根이 種皮를 뚫고 나오는 現狀”을 發芽라 한다.

그러나 이것은 形態的인 側面에서의 發芽이고 生理學的인 意味로써의 發芽는 “種子 內部器官의 生理的 狀態와 環境條件에 依해서 生長點이 活性化 되어 이의 生長이 持續 되는 狀態”를 말한다.

나. 發芽에 必要한 環境要因

(1) 水分

種자는 植物體中에서 가장 水分이 적은 部分이다. 特히 完熟한 種子의 組織은 極端的인 脫水 狀態에 있다. 그리고 生育에 適合한 溫度, 光等의 適當한 發芽 條件이 附與 된다고 하더라도 水分의 供給이 없으면 發芽 하지 못 한다. 그러므로 發芽時에 水分의 多少는 發芽에 있어 가장 重要한 要因이 된다.

發芽床(播種床)에 供給된 水分이 發芽時 物質 代謝에 不充分 할 程度로 不足 하면 種자가 發芽 못 할 것이며 反面에 水分이 너무 많이 供給 되면

二次的인 酸素 缺乏等의 原因으로 發芽力이 低下되며 發芽 形態에도 큰 영향을 받는다.

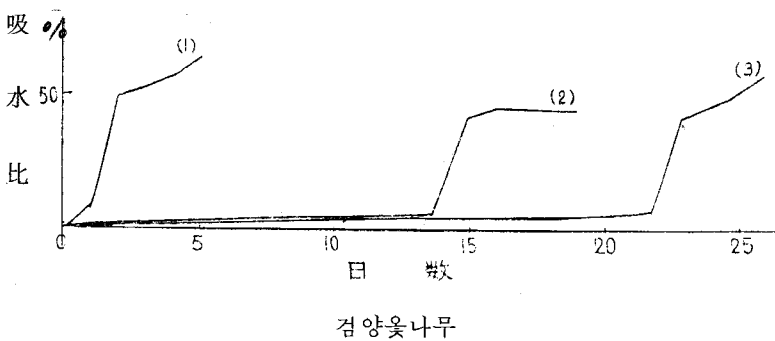
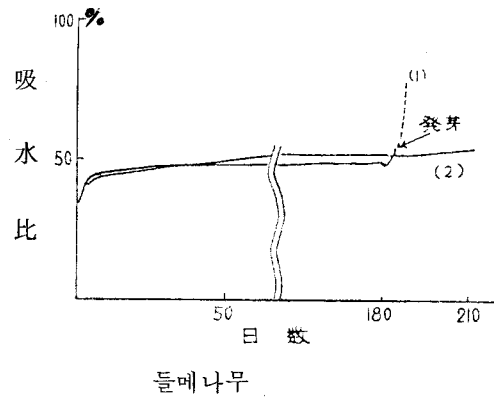
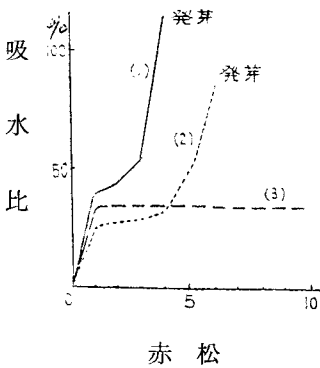
種子 發芽時의 水分 吸收 速度 및 吸收量은 播

種床의 溫度等 環境要因에 依하여 顯著히 다를 수 있으며 또 種子를 構成하고 있는 化學的 組成, 種子의 構造 및 樹種에 따라 差異가 있다.

圖 2. 林木種子의 吸收過程

- (1) 種皮를 벗긴 種子
- (2) 種皮가 있는 種子
- (3) 죽은 種子

- (1) 25°C (3個月) - 2°C (3個月) 後 25-8°C 處理 種子
- (2) 25°C (6個月) 後 25°C ~ 8°C 處理 種子



- (1) 硫酸處理 種子
- (2) 죽은 種子
- (3) 無處理 種子

(2) 溫度

種子是 大部分 溫度의 큰 交叉 範圍에서도 發芽 되나 特定 溫度 또는 極히 溫度의 交叉가 적은 範圍內에서가 아니면 發芽가 않되는 것도 있

다. 樹種에 따라 다르지만 一般的으로 이렇게 다른 溫度 條件을 必要로 한다. 따라서 各樹種 別로 發芽에 必要한 最低, 最適, 最高의 溫度가 있으나 一般的으로 發芽에 適合한 溫度는 20 ~

25°C이다. 主要 樹種의 發芽 溫度를 보면 表1과 같다.

表1. 主要 樹種의 發芽溫度範圍

樹 種	溫 度 (°C)		
	最 適	最 低	最 高
소 나 무	21 ~ 25	9	35 ~ 36
일본잎갈나무	26 ~ 30	8 ~ 9	35 ~ 36
곰 솔	21 ~ 25	9	35 ~ 36
삼 나 무	20	8 ~ 9	29 ~ 30
편 백	26 ~ 30	8 ~ 9	35 ~ 36

種子 發芽에 있어 溫度의 適應性은 種子의 構造, 遺傳의 要因等에 依해서 決定 되지만 種子 發芽時의 生理的 狀態에 依存 되는 경우도 많다.

또한 어느 種子의 發芽에는 溫度條件을 1~2 種 以上の 溫度를 週期的으로 交代 해서 供給 하여 주는 것이 必要한 것도 있다. 이것을 變溫 供給이라 하며 이때의 效果를 變溫效果라고 한다.

林地에서 天然 下種된 種子가 發芽 되는 것은 晝夜間 溫度의 交叉에 依한 變溫效果 때문이다.

이러한 現象을 볼때 어느 種子是 發芽 하는데 一定한 溫度가 維持 되는 것 보다 特定한 範圍內에서 溫度 變化가 있는 것이 效果的인 것도 있다.

(3) 酸 素

種子에 溫度와 水分이 供給되면 種子內의 貯藏 物質에 化學變化가 일어난다. 卽 胚가 生長 하여 發芽 하면 많은 Energy가 必要 하게 되며 이 Energy는 呼吸作用에 依하여 生成 되어 供給 하게 된다. 이때에 酸素가 必要 하게 되고 二硫化 炭素가 放出 하게 된다. 呼吸作用은 種子 內部에 있는 貯藏物質의 酸化라고 한다. 그러므로 種子在 發芽 할 때에는 酸素의 供給이 必要 하게 된다.

(4) 光

種子在 發芽時에는 溫度, 水分, 酸素等과 같이 光도 必要 하다.

種子의 種類에 따라 光을 必要로 하는 好光性 種子(光發芽種子)와 必要치 않거나 싫어 하는

嫌光性種子(暗發芽種子)로 區別 할 수 있다.

光을 必要로 하는 種子라 하더라도 發芽時에 溫度, 水分, 酸素等的의 與何에 따라 相關性이 달라 진다. 卽 어떤 溫度條件下에서는 暗中에서 높은 發芽率을 나타내는 경우도 있다.

따라서 發芽時 光 依存性은 樹種 또는 外的 要因에 따라 다르게 나타난다.

表2. 곰솔(海松) 種子의 發芽 反應

發 芽 條 件	發芽率(%)
每日 8時間 白色光 照射	84.2
置床 24時間後 赤色光 30分 照射	70.2
寒天床에 0.2% 硝酸카리 添加	41.9
暗 黑	17.7

4. 發芽 促進法

播種을 實行 하기 前에는 반드시 種子의 休眠現象(休眠 type)을 正確히 把握 하여 該當 種子에 알맞은 發芽 促進法을 適用 하여야 한다.

發芽 促進法은 物理學的 및 生化學的 方法이 있겠으나 實際 適用時에는 많은 經驗과 技術을 要하는 方法도 있다. 잘못 適用 하거나 取扱 要領이 熟練 되지 않으면 오히려 種子의 活力을 喪失 하게 된다.

가. 冷水 浸漬法

播種 하기 前에 種子를 1~2日間 流水 또는 新鮮한 물에 浸漬 해서 充分히 吸水 시킨後 播種 하는 方法으로 소나무, 곰솔 種子와 같이 比較的 發芽가 잘 되는 種子에 適用 하면 일제히 發芽하는 效果를 얻을 수 있다. 또한 類似한 方法으로 溫湯浸漬法이 있는데 이는 콩科 樹種이나 硬粒 種子에 適用 되는 方法으로 40~50°C의 溫湯에 1~5日間 浸漬 하거나 또는 85~90°C의 熱湯에 數分 浸漬 하였다가 다시 冷水에 約 12時間 浸漬 하면 發芽를 促進 시킬 수 있으나 浸漬 時間을 適當히 調節 못 하면 오히려 發芽力을 喪失 하게 한다.

나. 加傷法(機械的 吸水 促進法)

機械的으로 種皮에 傷處를 주어 吸水와 Gas 交換을 쉽게 하고저 하는 方法으로 콩科 樹種, 향나무屬, 朱木나무屬, 臭나무屬等에 效果의인 方法이다.

다. 酸 處理法

硬粒種子 또는 種皮가 堅固 해서 不透水性인 種子是 種皮를 酸으로 處理 해서 吸水性을 增加시키는 方法 이다. 이 方法은 種子를 95%以上의 濃硫酸(濃黃酸: H_2SO_4)에 處理 하는 方法으로 處理 溫度는 15~27°C가 適當 하며 處理 時間은 樹種에 따라 6分~6時間 處理 한다. 處理時에는 반드시 種子의 種類, 處理溫度 및 處理 時間을 미리 熟知한 後 實行 하여야 하며 特히 人體에 害가 없도록 取扱을 注意 하여야 한다.

라. 脫蠟法

臭나무屬 種子와 같이 種皮 表面에 蠟質(wax)이 덮혀 있어 吸水 및 Gas 交換이 困難한 樹種은 다음과 같은 處理를 하면 效果의 이다.

- 木灰汁 處理法: 물 10ℓ 에 木灰 3ℓ 를 混合하여 調製한 75°C의 灰汁에 5分間 浸漬後 다시 70°C의 灰汁에 約5分間 浸漬한 다음 꺼내어 水洗 한다.
- 苛性可里液 處理法: 苛性可里 375g의 溶液을 만들어 木灰汁 處理法의 處理 要領으로 하는 方法이다.

마. 冷溫 混層法(冷濕漬法)

內部 休眠性을 가진 種子의 發芽를 고르게 하는 方法으로 種子를 砂, 水苔, Vermiculite等과 같은 保濕劑와 1 : 3으로 混合 하여 0~6°C의 冷溫에 保管 하여 둔다. 그러나 貯藏 施設이 없을 때는 露天埋藏 處理 要領과 같은 要領으로 處理 하면 野外에서도 可能 하다. 處理 期間은 樹種에 따라 다르 겠으나 普通 1~4個月 동안 處理 하면 된다.

바. 變溫 給與法

林地에서 天然 下種된 種子가 發芽 하는 原理

를 利用한 方法으로 自然 條件과 비슷한 條件을 주어 發芽를 促進 시키는 方法이다.

이 方法은 冷溫 混層法과 同一 하다 다만 處理 溫度를 夜間에는 20°C, 晝間에는 30°C로 數個月間 變溫 하여 준 다음 5°C 低溫에서 數個月間 處理 하여 發芽를 促進 시키는 方法 이다.

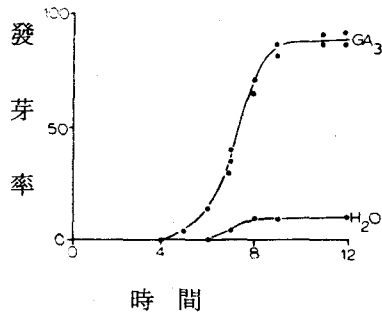
사. 化學藥品 處理法

休眠 種子의 發芽 促進을 爲하여 植物 Hormone 이나 化學藥品을 使用 하는 方法이다.

(1) 지베르린 (Gibberellin: GA_3)

種子에 따라 다르나 100~10,000 ppm 水溶液에 24時間 浸漬 한다.

圖 3. 개암나무 種子의 지베르린 處理效果 (25°C)



(2) 사이토키닌 (Cytokinin)

商品名으로는 카이네틴 (Kinetin)으로 되고 있다.

이것을 少量으로 鹽化水素에 녹인 다음 100ppm 水溶液을 만들어 種子를 3分間 浸漬 한다. 特히 發芽抑制 物質이 아브시스酸 (Abscisic Acid) 일때는 效果의인 藥品 이다.

(3) 에틸렌 (Ethylene)

Ethylene 으로 種子를 處理 하면 경우에 따라서는 發芽를 促進 하고 있다.

(4) 窒酸 칼슘 (Potassium nitrate)

母樹에서 바로 採取된 新鮮한 種子는 休眠性을 가지고 있는데 이때 이種子를 질산칼슘 水溶液에

浸漬 하면 發芽가 促進 될 수 있다. 이 方法은 種子 試驗에서 많이 使用 되고 있다.

아. 發芽 促進法의 併用法

休眠現象의 原因 卽 種皮休眠과 內部休眠의 原因이 複合的(重複)인 作用에 依한 重複休眠 種子에 對하여는 一次로 種皮休眠 種子에 對한 發芽 促進法을 適用 한 다음 二次로 內部休眠 種子에 對한 發芽 促進法을 適用 하여 發芽를 促進시키는 方法이다.

5. 結 言

養苗 實行時 우리는 흔히 種子의 發芽 促進을 爲한 種子 處理 問題에 接 하게 된다. 그러나 大部分은 이 分野에 對해서 매우 소홀히 取扱 하고 있는 경향 이다. 지금까지 種子 休眠 및 發芽 促進法에 對하여 概略的이고 一般的인 事項을 論하였지만 今後 더 많은 樹種들에 對하여 種子 休眠 및 發芽 促進方法에 對한 究明이 重要的 課題임을 提示 하며 養苗時에는 보다 正確한 種子 休眠이나 發芽 促進法을 念頭에 두고 養苗에 臨 한다면 보다 좋은 結果의 養苗를 할 수 있을 것이라 믿는다.