

種子貯藏

林業研究院 尹 鍾 圭

樹木 種子 가 그 모체에서 成熟되면 자연적으로 땅위(地上)에 떨어져서 좋은 여건을 받으며 싹이트는 것이 一般自然原則이다. 따라서 인위적으로 採種정선된 種子도 採種직후 秋期에 곧 播種하는 것이 좋을 것이다. 그러나 실제에 있어서는 여러가지 이유로 秋期에 直播하지 못한다. 그이유는

① 우리나라의 영농방식으로는 추기 수확기에 人力이 不足하여 林木種子 播種에 勞力供給이 곤란한점

② 특수한 우리나라 기후(대륙성 기후)로 秋期直播를 하면 이른봄에 많은 霜害를 받는점

③ 조수, 야생동물의 喰害가 많은점 등등의 관계로 일반적으로 추기에 채취 정선된 종자는 다음해봄 파종할때까지 저장 해야되는 것이 보통이다.

한편 수중에 따라 특히 주요조림수종인 낙엽송은 풍작년도의 기간이 길므로 풍작인 해에 種子를 많이 採種 貯藏하였다가 흉년든 해의 種子供給을 마련해야 되는 경우, 또한 희귀樹種 種子의 거래 무역상 수년간에 걸쳐 長期間 貯藏을 요하는 때도 있다. 그러므로 種子貯藏의 必要性이 要하게 되는 것이다.

種子를 貯藏하는 方法에는 樹種에 따라 다르나 針葉樹 種子가 떨어질때의 含水率은 10% 程度인데 活力을 오랫동안 保存 하기 위해서는 6~8%로 乾燥시켜야 한다.

針葉樹 種子와는 달리 闊葉樹 種子是 떨어질 때 含水率의 變化가 매우 크다. 예를 들면 주엽나무, 아카시아나무, 種子와 같은 것은 貯藏할

수 있으나 그밖에 참나무와 같은 樹木의 種子是 보통 이듬해 봄까지만 活力이 지속된다. 種子의 生存期間은 樹種에 따라 大概 定해져 있으나 極端한 것은 일주일 程度로서 죽게되는 버드나무類 따위가 있으며 이것은 보통 室內에서 貯藏하였을 때를 標準으로 한 것이다.

○ 發芽力이 1年間 繼續되나 1年以後에는 大幅 減少되는 樹種

• 삼나무 편백

○ 發芽力이 2~3年 相當히 繼續되는 樹種

• 낙엽송, 소나무, 곰솔, 가문비나무, 물푸레나무類, 아카시아나무

위와 같이 大別할수 있으나 種子貯藏 方法에 따라서 영향을 받게된다.

1. 貯藏의 生理

林木種子가 그 活力을 상실하게 되는 原因은 효소의 손실, 에너지급원 物質의 소실 및 原形質의 응고에 있는 것이다. 種子의 活力은 自體의 양분을 소모시키는 호흡작용이 억제될때에 길게 지속된다. 따라서 種子의 貯藏原理는 種子의 活力을 상실하지 않는 범위내에서 호흡작용을 억제시키는데 있는 것이다. 種子의 호흡작용은 溫度, 濕度, 酸素, 樹種에 따라서는 광선의 供給이 자유로운 때에 활발한 것이나 그중에서 酸素의 供給은 그 영향이 가장 적은 것이며 濕氣에 대한 관계는 樹種에 따라서 다르고 貯藏에 있어 반드시 일정도의 乾燥를 必要로 하는 것이 있는가 하면 그 反面에 乾燥로 因하여 곧 그 活力을 상실하는 것도 있다. 種子를 보통 室內

에 貯藏하고 한여름을 지내면 그 發芽力이 많이 감소되는 것은 高温에서 온 結果이고 또 미생균류는 適溫 適濕한 物質에 기생 번식해서 腐敗作用을 일으키게 하는 것이다. 多濕한 것도 發芽力을 상실케하는 큰 原因의 하나가 되는 것이다.

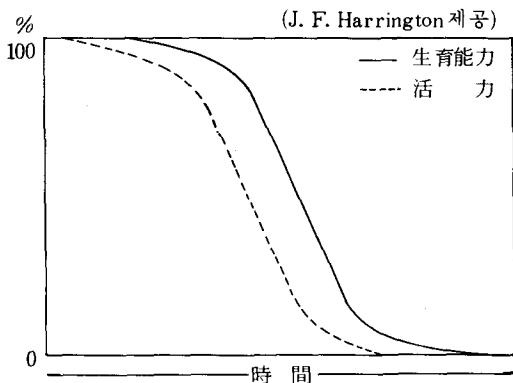
가. 貯藏에 있어서 種子 수명에 영향을 주는 因子

비록 이상적인 貯藏환경 일지라도 처음부터 결함을 갖고 시작된다면 種子는 즉시 生育能力을 잃을 것이다. 그러한 要因들은 다음과 같이 생각된다.

1) 種子의 活力

貯藏時期에 있어서 種子의 活力은 種子의 수명에 영향을 주는 重要한 因子이다. 活力과 生育能力은 貯藏에 있어서는 항상 區分되어 지지는 않는다.

한 樹種의 여러 種子속에서도 몇몇 活力이 떨어지는 種子들이 있으며 일부 種子가 그 活力을 상실하게 되는 原因에는 효소의 손실 에너지 공급원 물질의 소실 및 원형질의 응고에 있는 것이다. 種子의 活力은 호흡작용이 억제 될때에 길게 지속되며 명확한 것은 새롭고 活力 있는 種子들은 급속히 活力은 저하되나 오래된 種子보다 훨씬 저장 능력을 갖고 있으며 이러한 種子도 時間이



〈그림 1〉 種子의 活力 및 生育能力 減少曲線

감에 따라 種子의 活力과 生育能力에 있어서 一般的인 하강곡선은 그림 1에서와 같이 初期에는 급격한 하강과 마지막에 가서는 점진적인 감소로 나타난다. 또한 활력과 생육능력의 저하는 S 자형의 生存曲線으로 설명될때도 있다. 좋은 환경 조건하에서 貯藏된 乾燥種子의 貯藏에 있어서 生存曲線은 3個의 뚜렷한 部分으로 나눌 수 있으며 種子의 活力이 있고 生活기능이 저하되는 첫번째 時期는 천천히 진행되며 결국 이 단계의 生存水準 75~90%에서 끝나고 活力의 저하는 급속히 진행된다.

저하의 程度가 生存率 10~25%의 程度에 이른 뒤 다시 천천히 진행되며 모든 種子가 죽을때까지 계속 천천히 진행된다. 活力과 生育能力 曲線은 活力減少가 生育能力의 減少보다 먼저 일어난다는 점을 제외하면 매우 유사하며 種子 活力이 低下되는 程度가 生育能力의 減少와 거의 비슷하며 活力 및 生育能力이 低下되는 比率은 種 또는 品種의 유전적 구조 種子의 상태 貯藏상태 種子들의 均등성과 相對濕度 溫度를 포함한 몇몇 因子에 의해서 이루어진다.

2) 種子의 成熟程度

完全히 成熟한 種子는 미성숙시에 採種한 種子보다 生育能力을 오래 維持한다. 그러나 生育能力 維持에 관계하는 어떠한 생화학적 화합물이 種子 成熟의 마지막 단계에서 形成되지 않을 수도 있다. 이러한 것들은 種子에 있어서 휴면 유발 物質을 포함하는데 때때로 種子의 수명과 연결된다. 물푸레나무 등을 포함한 몇 樹種들이 있다.

3) 機械的原因

機械的 被害를 입는 種子는 급격히 生育能力을 잃는다. 種子의 껍질이 얇거나 부드러울 때에는 그 위험성이 매우 커진다. 種子의 乾燥나 種子의 정선에서 과도하게 기계를 使用할 경우 被害를 입는다. 그러므로 조심스러운 機械的 使

用이 필요하다.

4) 物理的인 原因

機械的 또는 病虫害에 의한 被害는 없더라도 山林内에서 種子의 採取운송 과정에서 時間이 너무 오래 걸려 種子가 과도하게 乾燥한다는가 하는 부주의한 처리로 인하여 生育能力을 低下시키는 原因이 된다.

5) 病虫害原因

種子 採取時 虫이나 菌의 害가 있는 種子는 採取하지 않는것이 좋고 가능한한 病虫害가 있기 前에 採種 운반 등을 빨리 수행하여야 하며 種子採取후 이미 被害를 입지 않았는가를 調査하여야 한다. 山林에서 虫이나 菌의 被害는 급속히 이루어 지므로 땅에서의 채집은 가능한한 열매가 떨어지고 난후 바로 채집하여야 하며 채집후 즉시 種子소독을 실시하여야 한다. 참나무類의 種子들은 虫害를 막기 위하여 methyl bromide를이류화 탄소등 훈증제로 훈증을 하여저 장기간동안 虫害를 받지 않도록 소독을 실시한다.

나. 種子의 水分 含有度

건실한 種子에 있어서 含水率은 아마도 種子의 수명을 결정하는 가장 중요한 단독 因子일 것이다. 水分含有에 있어서 減少는 호흡作用의 減少를 일으키며 따라서 種子의 成熟을 늦추고 生育能力을 연장시킨다. Harrington은 水分含有度를 種内 또는 種子 주위의 다양한 상황과 관련시켰는데 다음과 같이 나타냈다 한다.

種子水分含有도에 따른상황

- 45~60% - 發芽시작
- 18~20% - 급격한 호흡과 에너지방출
- 12~14% - 菌類의 生育可能
- 8~9% - 곤충의 活動이 현저히 줄어듬
- 4~8% - 密封貯藏이 安全

樹種에 따라 다르겠지만 水分含有度 4~8%는 건실한 種子에 있어서 상당히 안전하며 5%±/

%는 유전적 보존을 위한 장기저장에 바람직 하다. 어떠한 種類의 種子이더라도 水分含有도가

4%以下일때는 급격한 生育能力의 減少를 야기시키므로 고정된 水分含有度를 유지하여야 한다. 一定한 水分含有度를 維持시키지 못하는 原因으로는 濕度 조절없이 개방貯藏을 하거나 빈번한 개방으로 인하여 水分含有도가 일정치 않게되며 또한 密封容器를 貯藏中에 개방 하였다가 다시 密封시키면 種子의 發芽能力이 低下된다. 사실상 適定 水分含有度보다 약간 높게 고정된 水分含有도가 適定線과 높은 水分含有度 사이를 오르내리는 것보다 被害가 적다. 이러한 被害는 水分含有度の 增加에 따른 호흡률의 增加와 급격한 生育能力 상실 때문이며 이러한 被害를 防止하기 위하여는 適當한 통풍시설 제공에 세심한 주의를 요하지 않으면 種子는 죽게된다. Wang은 단풍나무류의 2個 種子群으로부터 다음의 결과를 얻었다 한다. 58%의 水分含有度를 가진 種子를 1~2℃에 貯藏하여 6個月後에 發芽力을 檢査해보니 94%에서 12%로 떨어졌으며 반면에 貯藏溫度는 같고 45%의 水分含有度를 가진 種子의 發芽力을 檢査한 結果16個月後에도 78%의 發芽率을 維持한다는 사실을 알았으며 이러한 樹種에 있어서도 生育能力의 減少는 갑작스럽게 나타날수도 있다는 것을 알았다.

다. 貯藏溫度

種子의 貯藏溫度는 水分含有도와 같이 種子의 수명과 밀접한 관련이 있다. 낮은 溫度는 호흡을 낮게하고 따라서 種子의 수명이 길어진다. 溫度가 높아지면 효소가 활약을 시작하고 水分이 適當하면 貯藏物質이 소모되기 시작한다. 그러므로 種子貯藏에는 2~5℃程度의 低溫이 適當하다. 다시 말하면 種子의 貯藏은 低溫 低濕에서 하도록 하는것이 좋다. 그러나 種子에 따라서는 보통 溫度 室内溫度에 貯藏하는것이 効

果의이며 습기가 오히려 發芽力을 상실케 하는 예도 있으니 주의하여야 한다. 그러나 피나무, 복자기, 주목등등의 휴면성인 종자는 수분을 충분히 유지하여야 종자 발아가 용이하므로 이들 수종의 종자는 오히려 건조하게 되면 곤란하다. 그러므로 種子貯藏方法은 일반적으로 하는 乾燥貯藏과 종자발아가 곤란한 수종에 대하여 실시하는 濕潤貯藏의 두種類로 나누어 생각할 수 있다.

2. 種子貯藏期間

種子貯藏에는 短期貯藏과 長期貯藏의 두가지가 있다.

短期貯藏은 한해의 월동 만으로써 貯藏을 끝내는 것이며 長期貯藏은 1年以上을 貯藏하는 것이다. 그러나 技術的 견지에서본 貯藏目的은 短期 長期를 불문하고 直接的 生産단계에 투입되기 까지의 保存期間中 본래의 發芽力을 最大 한도로 지속시키고자 하는데에 있다고도 할수 있으며 그렇게 함으로서 種子의 實用가치에 아무런 장애도 미치지 않도록 하는 것이다. 앞에서 서술한 바와 같이 種子貯藏은 種子의 發芽力을 상실케 하는 실제적 原因 조건인 溫度 濕度 또는 其他의 악조건을 피하고 혹은 이를 배제하는 기술적수단 조치에 의해서 이루어 져야한다. 그러나 基本的 技術要件에 있어서는 短期貯藏과 長期貯藏이 서로 다를것이 없겠으나 長期의 경우에는 貯藏期間이 長期에 미치면 미칠수록 특수한 技術조치가 要求될것은 당연한 것이다.

3. 種子의 貯藏方法

가. 貯藏容器

種자를 貯藏하자면 容器가 必要하다. 지금까지 다양한 형태의 貯藏容器가 林木種子 貯藏을 위해 使用되어져 왔다.

그容器들을 편의상 다음과 같이 분류하면

- ① 水分과 gas의 교환이 자유스러운 容器
- ② 밀폐시 水分과 gas의 교환이 전혀 안되는 것
- ③ 水分에 대해 어느정도 외부와의 교환을 허용하는것 등으로 나눌수 있다.

1) 水分과 gas의 교환이 자유스러운 容器는 주변 공기가 건조하고 서늘한 장소에서 사용할 수 있으며 種子 貯藏조건이 조절되지 않은 상태에서 다소 짧은 期間 동안의 貯藏에 알맞으며 접질이 단단한 種자를 貯藏할 경우 사용된다.

2) 밀폐시 水分과 gas의 교환이 전혀 안되는 容器

일정한 含水率로 種자를 乾燥한 後에 전체 貯藏공간의 습기를 除去 시키면 含水率은 維持될 수 있으므로 방수성 밀폐용기에 種자를 貯藏하는 것이다. 이것은 비싼 습기 除去 施設을 피하기 위해 사용하는 方法이며 長期間 貯藏에서 大部分의 効果的인 方法은 溫度를 낮게 조절해 놓고 防水性容器를 使用하는 것이다. 이러한 형태의 용기에 있어서 얻어지는 잇점은 산소공급의 억제에 따른 계속적인 호흡률의 減少다. 防水性 容器에는 알루미늄으로 만든 강통 그리고 드럼통 플라스틱통 등이 포함되며 단단하고 깨어지기 힘든 금속성 강통은 種자가 입기 쉬운 機械的 被害를 最大限으로 防止하므로 樹木種子 貯藏容器는 밀폐된 금속성 강통을 추천하고 있다.

3) 약간의 水分 침투를 허용하는 용기

이러한 容器에는 포리에치렌 플라스틱 필름과 알루미늄백등이 포함된다. 이러한 容器는 水分침투를 저지하는데 오랜기간이 지나면 容器内外의 상대濕度를 平均상태로 하려는 경향으로 인해 차차 水分을 통과 시키게 된다. 그러므로서 種子水分含有度가 높아지므로 生育能力이 低下되어 貯藏效果를 얻지 못하는 경우가 있다. 長期貯藏의 種子에는 알맞지 않는 容器이다.

나. 貯藏容器內的 乾燥劑使用

건실한 種子가 一定한 含水率에서 乾燥된 뒤 불투과성 容器에 貯藏되었다면 含水率은 數年間 계속해서 維持된다. 그러나 種子가 포리에칠렌 같은 불완전 투과성 容器에 貯藏되었거나 週期的으로 容器를 개방 밀폐하여야 할 必要가 있는 貯藏에서는 水分이 서서히 增加하게 된다. 이러한 現狀을 막기 위하여 容器內에 실리카겔(Silica gel) 같은 乾燥劑를 넣는다. 실리카겔의 水分흡수 능력은 주위 공기의 상대습도에 달려있다. 使用方法是 乾燥된 種子和 함께 넣는데 실리카겔의 重量은 種子の 1/5 정도가 알맞으며 실리카겔의 양이 많아지면 과도한 乾燥가 이루어 지므로 주의하여야 한다.

다. 貯藏方法

우리가 흔히 실시하고 있는 種子貯藏方法에는 기건평온저장법(氣乾平溫貯藏法) 습윤저온저장법(濕潤低溫貯藏法) 건조저온저장법(乾燥低溫貯藏法) 등으로 구별할 수 있다.

1) 氣乾常溫貯藏法

소나무類 낙엽송, 오리나무, 아카시나무, 싸리類의 種子是 貯藏前에 水分含水量이 약 5~10% 정도가 될 때까지 충분히 乾燥시켜야 하며 이렇게 乾燥된 種子是 양철통 나무통 포대 및 가마니 같은 것에 넣어 창고안에 통풍이 잘 되도록 하는 한편 氣象의 變動으로 비 또는 눈이 올 경우 창고안 바닥에 습기가 발생하여 種子が 水分을 흡수할 경우가 있으므로 이를 防止하기 위하여 바닥에 놓아두지 않고 공중에 매달아서 기건상태로 貯藏을 하여야 한다. 이러한 方法으로 種子를 貯藏하면 보통 가을의 播種期 부터 다음봄까지의 短期貯藏에는 發芽力이 아무런 장애도 받지 않고 안전하게 貯藏할 수 있으며 또한 氣乾貯藏을 하게 되면 쥐들의 식해방지에 유의 하여야 한다.

2) 濕潤低溫貯藏法

상수리나무, 호도나무, 은행나무, 밤나무, 침엽수 등과 같은 전분질양분이 많은 種子是 含水量이 항상 35% 이상 되어야 하며 그 이상으로 乾燥시키면 發芽力이 떨어지게 된다. 이러한 種子들은 가을에 採取하여 즉시 播種하는 것이 이상적일 것이나 다음봄까지의 貯藏을 必要로 할 때는 種子를 젖은 모래에 섞어서 33~50°F 以下の 低溫에다 貯藏하여야 한다. 濕潤貯藏을 쉽게하는 方法으로는 種子の 貯藏 및 發芽促進法으로 研究한 露天埋藏法이 있다.

○ 露天埋藏法

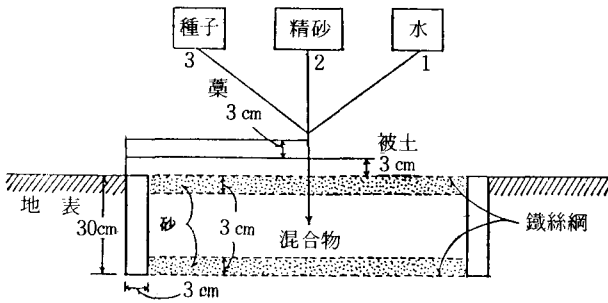
露天埋藏法은 濕潤貯藏의 한 방법이며 또한 混尸冷溫貯藏과도 그原理가 상통되는 方法이다. 種子の 구조가 특수하게 된 種子是 乾燥상태가 계속되면 不滲透性 變化가 생기게 되는 種子 경립 현상을 일으키게 되는 種子和 기타 種子の 생리적 변화의 原因에 의하여 어떠한 장애 현상을 일으키는 種子類등으로서 氣乾貯藏에 의할 때는 當年發芽가 불가능한 種子에 대한 가장 실용적 가치가 많은 貯藏方法이다. 種子처리는 1 주야 동안 맑은물에 담겼다 後 種子量의 1~3배의 깨끗한 젖은 모래와 混合하여 지하 0.5m 內外에 埋藏하는 것으로서 種子の 發芽促進을 겸하는 方法이다. 이때 埋藏깊이가 깊으면 아랫부분에 있는 種子是 공기소통 또는 태양열의 不足으로 發芽促進이 미급하나 상층면의 種子是 지나치게 發芽促進이 되므로 0.5m 이상 깊게 埋藏하여서는 안된다.

가) 埋藏法

그림 2에서와 같이

○ 두께 2~3cm의 板子로 깊이 30~40cm의 상자를 만들고 상자의 윗부분과 아랫부분은 철망을 붙여 쥐의 被害가 없도록 한다.

○ 매장할 장소는 배수가 양호한 곳에 60~70cm 깊이로 굴토하고 자갈을 깔아 배수시설을 한

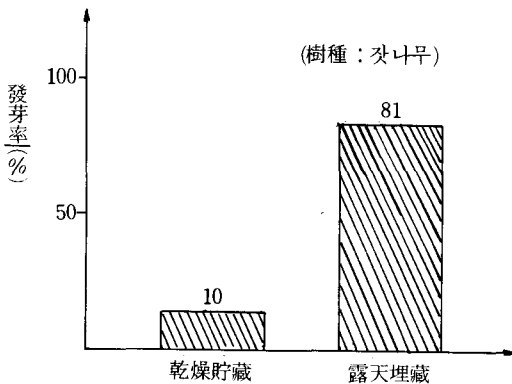


(그림 2) 露天埋藏法

후 나무상자를 지면보다 약 10cm 程度 깊게넣고 상자바닥에는 모래를 깐다. 그리고 그위에 젖은 모래와 혼합한 種子를 넣고 철망을 덮은후 6cm 두께로 흙을 덮어 매장을 완료한다.

○ 이상과 같이 種子를 貯藏하면 겨울동안 雨水나 雪水가 스며들어 種子에 適當한 水分이 供給되어 發芽가 促進된다. 겨울동안 降雨 降雪이 적어 乾燥될 때에는 人力으로 이따금 灌水를 하여야 한다. 그림 3 과 같이 잣나무의 경우 乾燥貯藏과 露天埋藏 種子貯藏法에 따라서 發芽率의 차이가 많이 나타나는 것을 알수 있다.

露天埋藏으로 效果를 기할수 있는 種子는 위에서 말한바와 같이 보통의 기건평온저장으로는 當年發芽가 되지않는 種類에 對하여 發芽促進을 꾀해서 實施하는 方法이므로 埋藏은 採種직후에 실시하도록 하여야 하며 만일 採種後 즉시 埋藏치 않고 오랫동안 氣乾상태로 두었다가

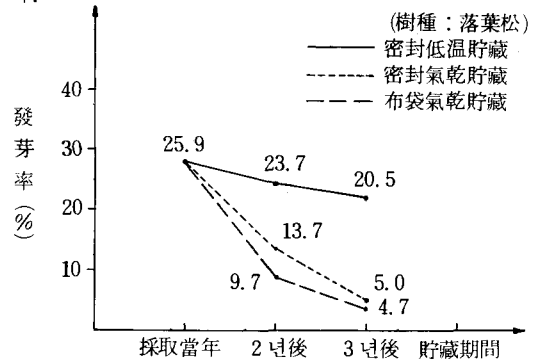


(그림 3) 露天埋藏法에 의한 種子의 發芽促進

11월上旬 以後에 露天埋藏을 하면 發芽促進에 큰效果가 없다. 따라서 그시기를 놓치지 않도록 주의하여야만 한다.

3) 乾燥低温貯藏法

소나무, 곰솔, 리기다소나무, 방크스소나무 등의 種子와 같이 每年 結實量에 差異가 심하지 않고 所要量을 당해년도에 손쉽게 채종 공급할수 있는 종자는 구태어 장기저장할 必要가 없으며 또한 묵은 種子를 使用할 이유도 없다. 그러나 낙엽송, 증비나무등의 種子와 같이 氣乾貯藏에 의할때에는 貯藏한지 만 1년 경과되면 그發芽力이 약 50%로 減少되고 만 2년이면 대부분 發芽力을 상실하고 잣나무, 물갸나무 등의 種子는 氣乾貯藏에 의해서 그發芽力이 維持되는 期間은 불과 만 1년 이상은 경과하지 못한다. 이와같이 氣乾貯藏으로는 그發芽力을 수개년간 完全하게 維持하지 못하는 種子를 長期間貯藏하여야 할 경우 또는 낙엽송 種子와 같이 年度에 따라 萌蘖의 차가 심해서 결실년도가 4~5년 만큼씩 순환되는 것은 흉작년도에 대비하기 위하여 長期貯藏을 하여야할 경우에는 乾燥低温貯藏法에 의한 密封貯藏을 하여야 한다. 貯藏方法은 양철 통의 바닥에 건조제(生石灰 나무재)를 넣고 그위를 乾燥한 낙엽이나 종이로 덮은후 種子를 넣고 密封하여 2~5℃의 낮은 溫度에 貯藏하는 方法으로 침엽수種子 특히 낙엽송에 좋은 方法이다.



(그림 4) 種子貯藏法에 의한 發芽率比較 (林試1958)

〈표 1〉 적송 종자의 습수량別 貯藏溫度別
貯藏期間別 發芽率 貯藏期間

저장 온도(F)	저장 당시의 습수량(%)	종자의 활력	
		6년후(%)	10년후(%)
0-3.8°	4.7	95.4	87.5
32-39°	6.5	94.8	87.0
5-10°	4.7	90.8	83.2
42-50°	5.5	90.6	57.4
0-20°	4.7	94.4	58.9
32-68°	6.5	89.6	33.7
32-37°	4.7	66.8	46.2
0-100°	6.5	56.8	26.4
이상 각 온도를	4.7	86.9	76.6
±평균한 온도	6.5	83.1	53.7

1940년 Roe가 적송종자에 대한 습수량과 저장 온도 및 貯藏期間의 長, 短이 發芽力에 미치는 영향을 조사한바 다음표 1과 같이 低溫貯藏을 하지 않으면 발아력은 큰 격차를 나타내고 低溫

貯藏을 하였을 경우는 10년이 경과되어도 발아력은 별로 減少되지 않고 있다는 것을 알았다.

4) 乾砂貯藏

低溫시설을 갖추지 못한 경우에 다량의 종자를 貯藏하는 方法으로 乾燥한 細砂와 종자를 混合해서 室内에 貯藏하는 方法으로 乾燥하면 發芽力이 減少되는 밤나무 참나무類 호도나무 들메나무 등의 大粒 種子에 利用되며 乾砂 貯藏은 고온 다습하기 쉬워서 공기 유통이 잘되지 않으면 부패하기 쉬우므로 주의를 요한다.

앞에서 서술한바와 같이 種子貯藏은 매우 중요한 것이다. 많은 노력과 경비를 들여 種子를 採取하여 그해겨울 갈무리 하는동안 貯藏을 잘못하여 막대한 손실을 가져오는 예는 우리주위에서 왕왕 볼수있다. 그러므로 種子特性에 맞는 貯藏法과 長期貯藏과 短期貯藏을 선택하여 소기의 目的을 달성 苗木生産에 차질이 없도록 세심한 주의를 하여야한다.