

임목종자의 발아촉진

임업연구원 윤종규

1. 서론

양묘의 성공 여부는 파종된 종자가 가급적 짧은 기간내에 일제히 발아되게 하는데 있으며 종자가 발아하는데 장기일을 요하게 되면 조류의 식해 병충해 부패 유실등 피해가 많아질 뿐만 아니라 특히 우리나라의 기후 조건은 춘기 묘포 시업 기간내에 비교적 강우량도 풍족하고 기온은 적절하여 생장 발육을 이루기에 적당한 기후조건이 계속되나 이 시기가 지나면 심한 한발기를 맞게 되는데 한발기를 맞기전에 발아를 일찍 실현 시켜서건전한 발육을 시켜 놓지 않으면 건조기에 한발의 피해로 말미암아 대부분의 묘목이 고사하기 쉽다. 그러므로 파종된 종자는 될수 있는데로 빨리 발아되도록 함이 필요하다. 또한 파종된 종자는 그 발아가 일제히 되도록 해야 한다. 그렇지 아니하면 묘포관리 및 재배에 많은 노력이 들뿐 아니라 발아 후에 있어서 묘목 발육 성장에도 각각 차이가 생겨 고르지 못한 묘목을 생산하게 되므로 묘포 경영면에서 손실을 보게 될 것이다. 임목종자의 발아는 수종에 따라 다르나 발아가 용이한 임목종자는 파종한지 약 1개월 전후이면 발아되는 것이 보통이나 어떤 수종은 수개월 혹은 파종익년에 가서야 발아되는 것이 있다. 이러한 종류의 종자라도 파종해서 일제 발아를 시키기 위해서는 발아 촉진을 시키는 것이 필요하다. 수종에 따라서는 발아하기가 대단히 곤란해서 특별한 발아 촉진을 하지 않으면 파종 후 수개월이

경과되어서야 비로서 고르지 못하게 일부씩 발아되는 것도 있다. 또는 파종 당년에는 전연 발아되지 않고 다음 봄에 가서야 발아하는 것등이 있다. 이러한 수종의 종자에 대하여는 파종하기 전에 발아를 촉진 시키는 처리가 필요한 것이다. 파종된 임목종자가 적절한 온도 수분 산소 광량등의 조건을 얻었음에도 불구하고 발아가 되지 않은 종자를 휴면종자라고 하며 종자가 휴면 현상을 일으키는 원인에 대해서는 종자 자체의 유전성 혹은 종자를 탈곡하고 정선 저장하는 동안에 건조 기타 원인으로 그 조직이나 성분이 변화됨에 따라 기인하는 등 여러가지 원인에 의하는 것이다.

2. 종자의 휴면현상

임목종자가 발아하지 않는 원인에는 여러가지가 있으나 그중에서 종자의 휴면성에 대하여 다음과 같이 구분한다.

가. 종피에 의한 휴면

과피 또는 종피가 납질(Wax) 각피질 등의 특수 조직으로 되어 있어서 수분의 침투가 저지되는 수분 불침투성 종자 또는 콩과 수목에서 많이 볼수 있는 경립종자(硬立種子)등이 이에 속한다. 경립종피는 수분을 통과시키지 않으므로 배(胚)와 배유(胚乳)가 팽윤(膨潤)되지 않고 따라서 발아가 지연되는 종자를 경립이라고 한다. 경립종자가 발아 안되는 원인은 종피에 있는 것

으로 이종자를 발아시키기 위하여는 종자의 표면을 파쇄 하거나 약품 처리로 부숙 시키거나 또는 종피를 완전히 탈피해 버리면 곧 팽윤 되고 발아된다.

수목의 종류에 따라 종자 전부가 경립인 경우도 있으나 침수성의 보통 종자중에서 일부분만이 경립되어 혼합하는 경우도 있다. 경립은 자연계에서는 여러 수종에 균등하게 분포되는 것이 아니고 어느과 속에서는 경립되는 것이 많고 어느 속의 종자는 전혀 경립 현상이 생기지 않는 것도 있다. 경립 종자가 미숙되었을 때에는 대개 곧 발아된다. 다시 말하면 종피의 불침투성은 성숙되어 감에 따라 현저하게 나타난다. 종자의 발아가 곤란한 경우 그원인이 배 자체에 있을 때에는 성숙도가 진행되어 감에 따라 발아가 잘되고 그원이 종피에 있을 때에는 그 종자가 미숙한 때에 발아가 잘되는 경향이 있다.

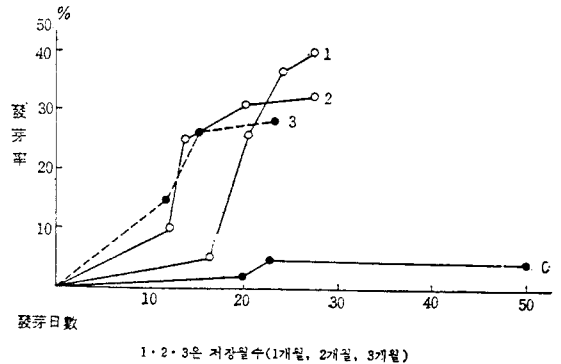
나. 내부에 의한 휴면

종자 내부의 세포조직에 탄닌Pectin질등의 특수 물질을 함유하는 것 또는 배 자체가 휴면하는 형으로 외관상으로는 종자가 성숙된 것같이 보이나 배가 미숙 상태로 있어 발아하는데는 일정한 후숙 기간을 요하는 후숙 종자등이 이에 속한다.

종자의 내부 휴면은 종자가 모체에서 떨어질 때에 배가 완전한 형태를 갖추지 못한것과 배가 형태적 조직적으로는 완성되어 있으나 발아하는데는 생리적인 변화가 필요한 것으로 나누어진다. 은행나무 느티나무 피나무의 종자는 전자에 속하며 배의 형태가 발아하기에 충분할 정도로 성장하는 데는 수주내지 수개월의 기간이 필요하다. 또한 수목 모체에서 성숙된 때에 발아력을 지니는 종자와 후숙기간을 경과하지 않으면 발아되지 않는 종자가 있음은 위에서 설명한 것

이고 그러나 발아할 수 있는 종자도 그후에 발아하기에 부적당한 환경에 부딪치면 생리적 변화로 적당한 조건을 주어도 곧 발아되지 않는 경우가 있다. 이것을 2차휴면(二次休眠) 이라한다. 후숙기간 중에 배의 생리적 변화는 온도 수분 산소 기타 환경인자에 지배되고 환경이 적당치 못하면 발아가 지연되고 때로는 2차휴면에 들어가서 여간해서는 발아되지 않는다. 보통 온대산의 많은 종자는 0~6℃의 저온과 적당히 습윤된 상태에서 수주내지 수개월에 걸쳐 후숙이 순조롭게 진행된다. 혼층냉온저장법(混層冷温貯藏法)이 발아 촉진에 유효한 이유는 저온과 보습에 의한 순조로운 후숙 과정의 진행을 뜻하는 것이다. 예로서 그림 1과 같이 낙우송 종자의 혼층냉온저장법에 의한 발아율을 보면 저장기간별로 차이가 있는 것으로 나타났으며 1개월간 처리한 것이 발아율이 제일 높았다.

(그림 1) 낙우송종자발아에 미치는 혼층냉온저장의 경향(5℃)



다. 중복휴면

위에서 설명한 종피휴면과 내부휴면이 중복적으로 한종자에 겹쳐서 나타날 때를 중복휴면종자라고 한다.

즉, 한종자에서 과피 또는 종피가 수분을 통과시키지 않으므로 배와 배유가 팽윤되지 않아 발아가 지연되고 또한 종자 내부의 세포조직에 특수 물질을 함유하여 배 자체가 휴면하는 형으로 한종자에서 두가지 휴면이 겹쳐서 일어나는 것이다.

3. 발아촉진법

종자의 발아촉진법에는 그 휴면현상의 양상에 따라 다음과 같은 물리학적 생화학적 방법등이 있으나 그 실시에 있어서는 많은 체험과 숙련된 기술을 요하며 특히 화학약재를 사용할 경우에는 그 취급방법 여하에 따라 도리어 종자의 활력을 상실할 수 있으며 양묘상 불의의 실패를 초래케 할 것이니 주의를 요한다.

가. 종피휴면종자에 대한 발아촉진법

종자가 종피에 의하여 휴면을 하는 것은 절단 또는 침수에 의하여 간단히 휴면을 타파할 수 있다. 대개 콩과 식물과 옻나무류 잣나무 산수유 복숭아 나무등이 이에 속하는 것이 많으나 종피의 외부에 특수물질이 있어서 수분의 침투를 방해하는 것은 유산처리를 하여 특수물질을 제거하는 것이며 다음에서 설명하는 처리를 하면 휴면을 타파할 수 있다.

(1) 냉수침적법(冷水浸積法)

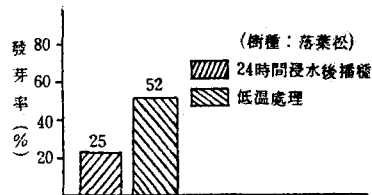
파종하기 전에 종자를 1~4일간 흐르는 물 또는 신선한 물에 침적해서 충분히 흡수시킨 다음에 파종하는 방법으로서 비교적 발아가 잘되는 종자에 대하여도 포장에 파종한후 일제히 발아시키는 데에 효과적인 방법이다. 침수일수는 일반 수종은 4~5일간을 한도로 하며 그이상은 오히려 유해하므로 주의를 요한다. 그러나 참나무속의 종자 호도나무의 종자는 30일간을 침수해 두어도 발아력에 하등의 지장도 일으키

지 않는다. 물푸레나무 종자는 채종후 직파하면 비교적 잘 발아되나 3~4일간 건조한 것이면 그 종피가 흡수를 해서 팽창을 이루기 까지에는 약 2주일의 침적기간이 필요한 것이다. 참나무속의 종자류는 충해를 방지하는 방편으로 포대에 넣어서 흘러가는 물에다 침적하기도 하나 젖은 모래에다 층적하는 방법이 발아촉진에 제일 좋은 방법이다. 또한 종자를 흙에다 혼합시켜서 땅바닥에 모아 놓고 거적같은 것을 덮고 때때로 물을 주어 종자가 충분히 흡수 팽창된 후에 흙과 아울러 파종하는 방법도 있다. 냉수침적법으로 그다지 효과를 보지 못한 종자는 온수에 침적하는 것이 일층 효과를 볼 수 있다.

(2) 저온처리법(低温處理法)

종자를 4~5분간 물에 담가 흡수시킨후 이것을 젖은 모래에 섞어 2~5℃의 저온에 14~20일간 저장하여 발아를 촉진시키는 것으로 오래된 종자에 효과가 크다. 그림 2와 같이 낙엽송 종자의 경우는 냉수침적법 보다 저온처리법이 발아율에서 더 좋은 결과를 나타냈다.

〈그림 2〉 發芽促進處理別 發芽率(林試 1966)



(3) 온탕침적법

온탕의 온도와 침적기간은 수종에 따라 가감하여야 한다. 콩과 수목종자는 대략 40~50℃의 온탕에 1~5일간을 침적하거나 또는 85~90℃의 열탕에 수분간 담갔다가 다시 냉수에 옮겨서 약 12시간을 침적하면 종자의 흡수 팽창이 잘되어서 발아가 촉진되는 것이다. 온탕침적법은 침

적시간을 적절히 조절치 못하면 도리어 발아력을 상실하게 되므로 주의를 요한다.

(4) 흡수촉진법(吸水促進法)

종자를 모래에 섞어 비벼서 상처를 내서 흡수를 쉽게하여 발아를 촉진시키는 방법으로 아카시아나무 씨리등에 적용된다.

(5) 기계적흡수촉진법(機械的吸水促進法)

콩과 수종 향나무속 주목나무속 옷나무속 등의 견고한 종피나 과피는 기계적으로 파쇄해 주는 것도 효과적이다. 이러한 목적을 위해서 종피파쇄기를 사용하면 능률적이다'

(6)탈납법(脫蠟法)

옷나무속 종자와 같이 종피면에 납질(Wax)이 덮여져 있는 까닭으로 흡수가 되지못하여 발아가 곤란하게 되어있는 종자에 대해서는 다음과 같은 방법으로 탈납처리를 함으로서 발아를 촉진시키는 것이다.

● 목회즙처리법(木灰汁處理法)

물10ℓ에 목회 3ℓ를 혼합하여 조제한 75℃의 목회즙에다 종자를 5분간 침적한다. 그다음에 다시 70℃의 목회즙에다 약 5분간을 담근 다음에 꺼내어 수선 음건하는 방법이다.

● 가성加里액처리법(苛性加里液處理法)

가성가리를 사용하는 점이 다른 처리방법은 같다. 가성가리 375g의 용액을 70℃ 및 75℃ 되는 용액으로 만들어 종자를 각각 5분간씩 담갔다다 꺼내어 수선 음건하는 방법이다.

(7) 농유산처리법(農硫酸(H₂SO₄)處理法)

경립종자 및 과피 또는 종피가 특히 견고해서 흡수가 곤란한 종류의 종자는 농유산침적 처리함으로서 많은 효과를 볼수있어 종자에 따라서는 그 발아를 10~90%이상까지도 증가 시킬수

있으므로 현재에도 많이 사용하고 있는 방법이나 고독성 약제이므로 인마에 주의를 요하는 위험한 약제이다. 처리방법으로는 농유산의 농도는 95%이상으로 높은 것이 효과적이며 희박한 유산은 종자내에 침투되어 발아력에 해를 끼치는 일이 있으므로 주의하여야 한다.

옷나무 종자는 60%이상의 농유산에 담갔다다 충분히 수선하여 약제를 없이 한 다음 물에 담가서 흡수시킨 후에 파종하면 효과적이며 종피휴면종자에 대한 발아촉진법은 표 1과 같다.

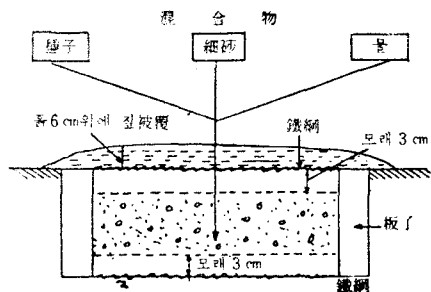
〈표 1〉 종피휴면종자에 대한 각종 유효한 발아촉진법

수 종	효과적인 발아촉진법
쪽제비 씨리류	● H ₂ SO ₄ 에 5~8분간 침적 ● 기계적 종피파쇄
옷나무류	● 93~115℃에 5분간 고온처리 ● H ₂ SO ₄ 에 60~80분 침적

(8)노천매장법(露天埋藏法)

종자를 파종전 지하 0.5m내외에 매장하여 자연상태에서 빗물이나 눈녹은 물이 스며들게 하므로써 발아를 촉진시키는 것으로 수종별 매장시기 및 발아촉진법은 표2와 같으며 매장방법은 그림 3과 같다.

〈그림 3〉 露天埋藏法(林試 1940)



〈表 2〉 種子 採取 및 處理一覽表

樹 種	分 布 地	採 取 時 期	脫 殼 法	精 選 法	收 得 率	發 芽 促 進 法	備 考
은행나무	全 國	9~10日	揉 潰		28.5%		乾砂貯藏
주 목	慶南 北原 江 原	"	"		31.4	吸水促進法 溫床埋藏法並用	
비자나무	全南 北北 慶 北	10月	腐 熟	水選	33.3	溫床埋藏	
소 나무	全 國	"	陽 乾	風選, 篩選	2.7	播種 1個月前露 天埋藏	
해 송	全南 北北 慶南 北畿 京 畿	"	"	"	2.4	"	
잣 나무	全南除外 全 國	9月	腐 熟	水選	12.5	12月露天埋藏	
리기다소나무	全 國	10月	陽 乾	風選, 篩選	2.8	播種 1個月前 露天埋藏	
앞갈나무	咸南 北	9日	"	"	3.2	"	
낙엽송	全 國	"	"	"	3.0	"	
가문비나무	全 北原 江 原	"	"	"	2.1	"	
종비나무	咸南 北	"	"	"	2.5	"	
젓 나무	全 國	"	"	"	19.3	"	
분비나무	慶南 北原 江 原	"	"	"	13.5	"	
집빵나무	慶 北原 江 原	9月	陽 乾	風選, 篩選	3.2%	"	
측백나무	忠 北	9~10月	"	"	7.5	"	
향 나무	全 國	8月	摩 擦	水選, 篩選	12.4%	採取直后 溫床埋藏	2~3年生의 古毬果를 採取
노간주나무	"	"	"	"	4.2	"	"
사시나무	全南 北北 忠北除外 全 國	5月	陰 乾				
가래나무	忠北以北	9~10月	腐 熟	粒選, 水選	50.9	授種直后 露天埋藏	
호도나무	忠南 北	9月	"	"	52.0	乾砂貯藏	
박달나무	全南 北北 除外全 國	9~10月	陽 乾	風選, 篩選	23.3	播種 1個月前 露天埋藏	
물박달나무	慶南以北	"	"	"	43.4	"	
산오리나무	江 原	10月	"	"	5.6	"	

樹 種	分 布 地	採 取 時 期	脫 殼 法	精 選 法	收 得 率	發 芽 促 進 法	備 考
물 감 나 무	慶 南 北 京 畿	"	"	"	4.6	"	
밤 나 무	全 國	9 月	陰 乾	粒 選	38.0	乾 砂 貯 藏	
약 밤 나 무	江 原 · 慶 北	"	"	"	9.0	"	
상 수 리 나 무	全 國	9 ~ 10 月	"	水 選		"	
굴 참 나 무	"	"	"	"	9.0	"	
신 갈 나 무	忠 北 除 外 全 國	8 月	"	"		授 取 直 后 播 種	
느 림 나 무	忠 北 江 原	5 月				"	
느 티 나 무	全 國	10 ~ 11 月		水 選		授 取 直 后 露 天 埋 藏	
개 벗 나 무	忠 北 除 外 全 國	6 月	摩 擦	"	16.5		濕 砂 에 混 合 하 여 冷 床 에 貯 藏
참 싸 리	全 國	9 ~ 11 月	陽 乾	風 選			
아 까 시 나 무	"	10 月	棒 打	"	3.4	熟 陽 90℃ 에 서 自 然 冷 却	
회 양 목	全 北 除 外 全 國	7 月	陽 乾	風 選, 篩 選	18.3	播 種 直 后 播 種	
웃 나 무	全 南 北 江 原 京 畿	10 月	白 搗	水 選, 篩 選	40.2	脫 蠟 處 理 后 露 天 埋 藏	脫 蠟 은 種 子 를 精 麥 機 에 넣 어 種 皮 가 傷 하 지 않 을 程 度
붉 나 무	全 國	"	陰 乾	"	35.0	播 種 1 個 月 前 露 天 埋 藏	蠻 蠟 을 除 去
북 자 기	全 北 慶 北 江 原 京 畿	9 ~ 10 月		風 選	風 選	採 種 直 后 露 天 埋 藏	
당 단 풍 나 무	全 南 江 原 慶 南 北	"		"		"	
무 궁 화	全 南 北 慶 北 忠 南 北 京 畿	10 月	陽 乾	"	20.2	播 種 1 個 月 前 露 天 埋 藏	
들 메 나 무	忠 南 北 除 外 全 國	8 月		"		地 下 2 m 埋 藏	採 種 直 后
물 푸 레 나 무	全 國	9 ~ 10 月		"		採 種 直 后 露 天 埋 藏	
개 나 리	忠 南 除 外 全 國	"	陽 乾	"	17.0	"	
수 수 꽃 다 리	京 畿	"	"	"	9.0	"	
후 박 나 무	"	10 月	"	水 選		"	

(9) 온상매장법 (温床埋藏法)

노천매장의 시기를 잃거나 그 효과가 충분하지 못한것에 실시하며 온상내에 노천매장과 같은 시설을 하고 가끔 물을 주어 발아를 촉진시키는 것이다.

나. 내부휴면종자에 대한 발아촉진법

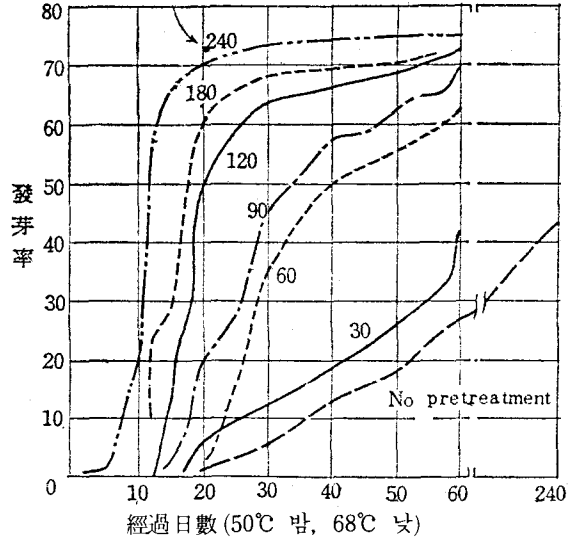
임목종자가 발아할때는 저장영양인 배유와 자엽에서 영양의 공급을 받으면서 점차적으로 배가 성장을 개시하는 것이니 성숙당시에는 가장 적었던 배가 성장과 더불어 커지는 것이다. 그러나 간혹 성장하는 배의 일부가 휴면에서 깨지 못하고 휴면을 계속하며 외관상 및 간단한 검사로서는 내부의 휴면원인을 알수가 없다. 이와 같은 종자의 예로서는 성숙한 종자가 지면에 낙종하고 다음해 봄철에는 적은 수의 발아만을 볼수 있고 대부분의 종자들은 2~3년 후에 발아하는 것을 볼수있는 바 그렇다고 그 동안의 종자에는 형태나 내용상으로는 아무런 변화가 없는 것을 볼수있다.

내부 휴면은 종자의 내부 또는 배안에 저장되어 있는 성분이 발아하기 전에 화학적 변화를 요하는 것과 물푸레나무 종자와 같이 후숙현상이 있어 배가 완전히 성장함에는 일정한 기간을 요하는데 기인 하는 것이다. 내부휴면종자를 발아촉진 시키는데는 외부의 천연적 환경조건 즉 내부휴면종자가 보통 추기에 자연적으로 지면에 떨어져 지피물에 덮여 월동되며 봄에 발아하거나 그렇지 않으면 2년내지 수십년간 휴면한 후에 발아하게 되는 자연현상을 잘 이해해서 그 이론에 부합되도록 하는 것이 효과적이다.

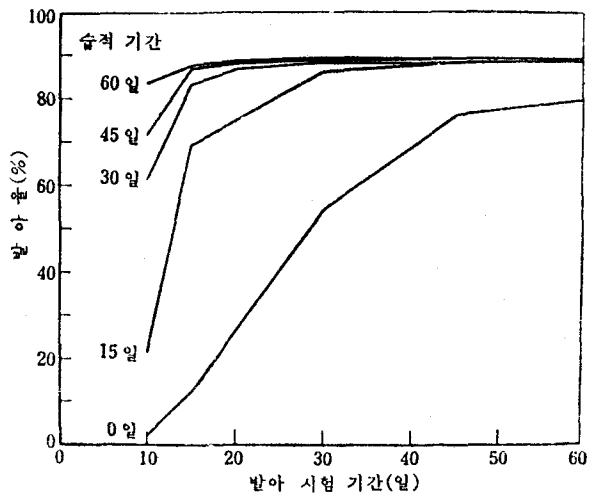
(1) 냉온혼층법 (冷温混層法)

냉장혼층법에서 쓰이는 보습 재료는 모래, Peat, 수대, 버미큘라이트, 또는 톱밥 등이다. 이상의 보습재료에다 종자를 혼층식으로 쌓아

(그림 4) balsamea 잣나무 혼층냉온처리에 의한 발아촉진
(습적일수 23°C)



(그림 5) 테다소나무종자 발아촉진 냉습적 효과



서 0~5°C의 냉온에 보관해 둔다. 이 방법은 종피휴면종자 발아촉진법의 저온처리법과 같으며 내부휴면종자 발아촉진법에서도 사용하며 주의할 점은 공기유통이 잘되도록 하여야 하며 또한 건조되지 않도록 습기유지에 유의하여야 한다. 냉장혼층법의 처리기간은 대략 1~4개월 기간이다. 이 방법을 적용하면 어떤 수종의 것

은 불과 15~20일의 처리로서는 능히 80~90%의 발아율을 올리게 할 수 있다. 예로서는 그림 4와 같이 balsamea 잣나무 내부휴면종자의 혼층냉온처리에 의한 발아촉진 효과이며 또한 그림 5와 같이 테다소나무종자를 냉습적처리를 한 결과 발아촉진 효과가 습적기간별로 차이가 있다.

(2) 변온급여법 (變溫給與法)

종자의 종류에 따라서는 늦은 여름 또는 초가을에 지상에 떨어져서 한동안 따뜻한 외기에 영향을 받은 후 겨울의 찬기온을 거쳐서 다음해 봄 비로서 발아하게 되는 자연계의 기온조건을 참작해서 그천이 상태에 부합되도록 변온을 급여하는 것이 효과적인 경우가 있다. 이 변온급여법을 실시할때에 종자를 습사, 이탄, 기타 냉온층법에서 쓰는 보습 재료에다 혼합해서 야간은 20℃ 주간은 30℃로 수개월간 변온을 급여한 후 5℃의 저온에다 수개월간 저장하면 효과적으로 발아가 촉진되는 것이다.

(3) 화학약품처리법 (化學藥品處理法)

최근 휴면종자의 발아촉진에 있어 gibberellic acid, hydrogen peroxide, urea, ethylen, chlorohydrin 기타 각종 Hormone제의 화학약품을 사용해서 어느 정도의 효과가 있음이 발표되고 있으나 이 방법은 앞으로 가일층 연구되어야 할 것이다.

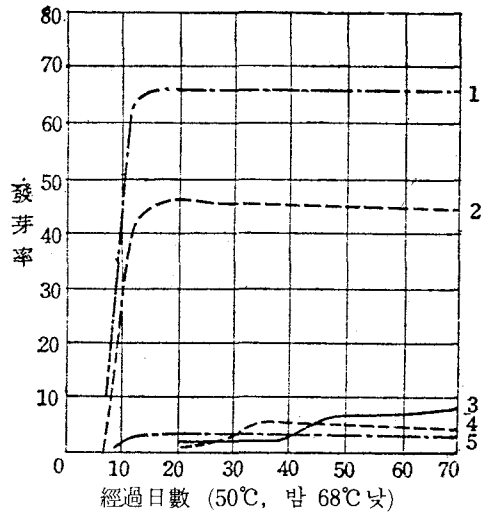
다. 이중휴면종자에 대한 발아촉진법

종피의 성질에 의한 휴면과 내부조직의 발달이 미급함으로 인한 휴면을 모두 갖추고 있는 종자는 종피에 침투성의 조치를 주는 동시에 내부의 배 또는 저장영양과 발아에 필요한 변화를 주는 것이다. 예를들면 벃나무류는 야간은 20℃ 주간은 30℃의 변온을 2개월간 계속하다가 저온인 5℃에서 3개월간 계속 처리하다가 저온인 5℃에서 3개월간 계속한 결과의 종자는 파

종후 11일간에 60%의 발아율을 보였고 5℃의 저온처리를 3개월간 한 것은 60일간에 발아하고 무처리종자는 200일이 경과하여도 발아하지 않았다는 시험보고가 있다.

그러므로 복합휴면종자의 발아촉진은 2단계로 나누어 제 1단계는 종피휴면종자에 대한 발아촉진법을 적용하는 것이다. 다시 2단계로 내부휴면종자에 대한 발아촉진법을 적용하는 것이다. 제 1단계 처리는 수분의 침투가 용이하게 되도록 하기 위함이고 제 2단계 처리는 내부의 휴면상태를 파괴하여 그 배의 성장을 촉진시키는 것을 목적으로 한다. 그림 6은 박태기나무의 이중휴면종자에 대한 발아촉진 방법별 효과임.

<그림 6> 박태기나무의 중복휴면종자 발아촉진법



1. 농황산 30분간 침적 23℃에서 30일간 습적
2. 농황산 10분간 침적 32℃에서 30일간 습적
3. 농황산 60분간 침적
4. 농황산 10분간 침적
5. 32℃에서 30일간 습적

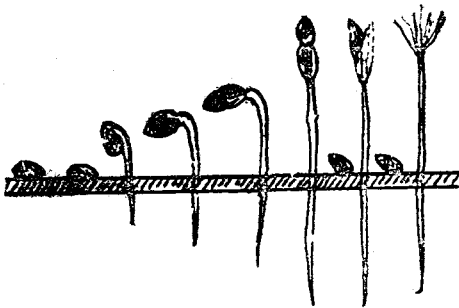
4. 종자의 발아

가. 종자의 발아현상

종자가 발아하는 현상은 종자의 성숙과정에

서 형성되는 배 또는 자엽 수분, 온도, 기타 여러가지 외적조건에 의하여 정적상태에서 동적상태로서 활동기에 천이되는 과정을 발아라고 하는 것이다. 종자의 발육과정을 도시하면 그림 7과 같으며 대부분의 침엽수 종자의 발아가 이와 유사하다. 침엽수 종자의 발아는 지상자엽형이라 하며 초기 발아에서 발생한 유근이 지중에서 안정하게 되면 형태는 반월형으로 구부러진 상태에서 지상에 신장하여 자엽은 종피를 이탈하고 성장을 시작한다. 광엽수류의 종자에

〈그림 7〉 赤松種子의 發育過程 8月25日

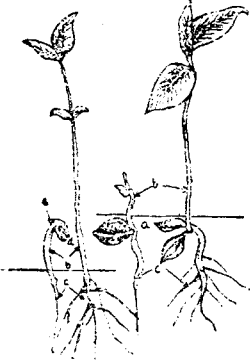


(1) 置床種子 (2) 置床6日~3.9日
4.11日 5.14日 6.17日 7.21日

〈그림 8〉 廣葉樹類의 發芽型

廣葉樹類의 發芽型

A 槲櫟류의 發芽型 B 상구나무류의 發芽型



a=종자 b=싹(자엽) c=근 c'=부근
d=종피 d'=유아 (=호상엽)

어서는 그림 8과 같이 지상자엽형과 지하자엽형이 있으며 각각 발아상태가 상이하다. 또한 발아는 발아에 필요한 영양공급이 충분하여야 하며 영양이 충분히 공급됨으로서 자엽과 유근은 건전한 발육을 할 수 있으므로 종자의 성숙은 가장 중요한 요건이 되는 것이다.

일반적으로 파종후 단기간내에 발아하는 묘목은 건전한 묘목으로서 취급도 비교적 용이한 것이며 발아과정에 있어서도 시초에는 서서히 발아하다가 점차 왕성하여져서 최고 왕성기에 달하면 점차 발아가 감소하여져서 다시 서서히 발아를 한다. 이와같은 발아의 장단은 수중에 따라 일정치 않으며 대체로 종피의 상태와 다년간에 걸쳐서 저장하였던 오래된 종자들은 현저히 발아가 늦어지는 것이다. 수중별로 발아년수를 보면

① 파종당년 발아하는 수종

삼나무, 편백, 소나무, 흑송, 낙엽송, 잣나무, 잣나무, 가문비나무, 은행나무, 밤나무, 오동나무등 기타 대부분의 수종이 이에 속한다.

② 파종한 익년 또는 그이상 장기발아수종

단풍나무, 고로쇠나무, 층층나무, 피나무, 주목 후박나무등의 특수 수종이 이에 속한다.

나. 종자의 발아와 외적인자

(1) 수분

종자가 발아할때는 적당한량의 수분을 요구하는 것이고 발아과정의 종자세포는 적당한량의 수분을 흡수하지 않으면 자엽 또는 배유의 영양분을 분해 소화하여 동화 또는 호흡 작용을 하여서 성장할 수 없는 것이다. 그러므로 우선 종자의 발아에는 수분을 공급하여 종피를 유연하게 하고 산소와 이산화탄소를 투과하며 또한 흡수나 배설을 하는 순환작용을 용이하게 하는 것이다. 종자에 수분을 공급하면 자엽 또는 배유의 내부에 있는 영양물질이 활동을 시작하

고 내부적인 화학변화는 효소에 의하여 제영양 물질을 분해하며 합성하는 것이다. 종자가 수분을 흡수하면 팽창하여 용적을 증대하고 압력이 강하여지는 경고한 종피를 파열하며 무거운 피토의 흠덩이를 떠들고 발아를 하는 것이다. 보통 적송, 흑송과 같은 침엽수의 기전종자의 함수율 원중량의 9~10%이다. 함수율이 45%를 증가하면 발아를 시작하는 것이고 약 2주야의 침수에서 최대흡수량에 달하는 것이다. 그러므로 파종포의 토양수분 함수율은 포화수분에 대한 60~70%의 함수율이 발아에 가장 적당한 것이다. 또한 다육질인 밤, 호도, 참나무류 종자는 채종직후의 함수율이 40~50%에 원중량의 달하는 것이니 이와같은 종자는 보습저장을 하여야 발아력을 상실하지 않는 것이다.

(2) 온도

종자의 발아에는 수분 이외에 온도가 작용하지 않으면 발아할 수 없다. 온도와 수분은 극히 밀접한 불가분의 관계에 있으며 고온이면 고온일수록 수분의 흡수가 조속하고 저장영양물질의 분해도 촉진되고 최대흡수량에 속히 달하는 것이다. 그러므로 지나친 고온은 분해물이 발아 영양물질화하지 못하고 외부에 유출되면 부패의 원인이 되는 것이다. 발아에는 각 수종에 따라 최고온도와 최저온도와의 사이에서 최적온도가 한정되어 있어서 지나친 고온이나 저온에서는 발아가능이 정지되는 것이 보통이다. 일반적으로 최적온도는 온대지방에서 20~25℃의 범위내에 있는 것이고 또한 발아에는 평균기온보다 다소의 교차가 있어야 좋은 것이다. 변온교차가 발아를 촉진하는 이유는 호흡작용이 왕성하여 지는데 대체로 열대산의 수종이 한대산의 발아 최저온도보다 높은 것이고 어느정도 입지 조건에 의하여도 영향을 받는 것도 사실이다. 수종별 발아 온도는 표 3과 같으며 변온교차가 발아를 촉진하는 수종의 예로서는 느티나무 옷나

무 후박나무 종자는 처음 1~2주일간은 5~

(표 3) 임목종자의 발아와 온도

수	종	最適溫度C	最低溫度C	最高溫度C
杉	나무	21~22	3~9	29~30
扁	柏	21~30	8~9	35~36
赤	松	21~25	9	35~36
黑	松	21~25	9	35~36
落	葉松	21~80	8~9	35~36
분	비나무	20~25	5	35~36
가	문비나무	20~25	5	35~36

(표 4) 낙엽송종자의 발아과정온도

溫度階(C)	發 率	經 過
1~5	發芽하지 않음	杉나무 發芽最高 最適溫度
6~10	發芽有効最低溫度	
11~15	發芽勢力이 아직 微弱	
16~20	發芽勢力이 增大	
21~25	發芽力이 더욱 增大進展	
26~30	發芽勢力最高, 發芽率도 最高	
31~35	發芽勢力減退	
36~40	多小生存種子가 있다.	
41~45	大部分의 種子死滅	

10℃의 온도를 공급하다가 그 이후에는 12시간씩 5~10℃와 20~25℃의 고저온도를 교체 변온함으로서 발아를 촉진할 수 있고 단풍류에 있어서는 13시간을 저온으로 6시간을 고온으로 교체 변온하면 발아를 촉진하는 수가 있다. 낙엽송의 발아과정은 표 4와 같다.

(3) 산소

종자가 발아하는 것은 수분과 온도의 영향을

받아서 발아준비의 태세를 갖이는 것이라고 하지만 종자의 내부물질이 산화분해하기 위하여는 다량의 산소가 필요하고 그 산소는 호흡작용에 의하여 공중의 산소를 흡수하는 것이다. 그러므로 종자의 발아촉진을 위하여서는 대기와 종자를 차단하는 일이 없이 지중에서 발아를 시켜야 하는바 파종상의 상태가 과습하여 공기유통이 불량하던가 또는 피토를 두껍게하여 산소의 공급을 차단하는 수가 많으니 파종에서는 항상 발아에 필요한 산소의 적량을 자유로이 섭취하도록 하여야 한다.

(4) 광선

광선이 종자의 발아에 미치는 영향에 대하여는 대개들 일정한 정론이 없다고 하지만 대개 특수식물등을 제외하고는 별로 큰 영향이 없는 것 같다. 광선이 발아에 작용하는 것은 일종의

자극으로 생각할 수 있으나 임목종자의 대부분이 광선을 필요로 하지 않은 것이 많다. 포장에 파종한 종자는 종자직경의 3배 정도의 피토를 함으로서 광선을 차단하는 것이다. 발아에는 하등의 지장이 없는 것이며 피토는 종자의 건조방지 및 호흡 및 보온 또는 조류의 피해방지 등에 불가결한 조치이니 광선과 발아와의 관계는 상이한 것이다. 그러므로 광선은 발아에 유해작용을 하는 때도 있고 무해무익한 때와 이와반대로 유효한 작용을 하는 때가 있어서 일률적으로 논할 수 없는 것이다.

앞에서 서술한바와 같이 각 수종별로 종자 특성이 상이하므로 발아촉진시 그 종자 특성에 맞는 발아촉진을 실시하여 소기의 목적을 달성 묘목생산에 차질이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.