

산림종자생산 및 관리

산림종자는 산림용(조림용) 종자와 그 외 특용목적, 조경수 등으로 구분하는데 산림용 종자를 농작물과 같이 민간인이나 서장기능에 맡길 경우 계획적인 산림조성에 차질을 빚을 뿐만 아니라 산림경영에 미칠 수 있으므로 독일, 일본, 스웨덴 등 선진 임업국에서는 오래전부터 종자를 국가 통제 하에서 엄격히 관리하고 있으며 우리나라에서도 최근 산림용 종자의 국가관리제도를 주요 시책사업으로 반영하여 추진하고 있다. 시기에 따라 다소 차이는

있으나 산림자원의 조성의 원자재격인 종자를 생산하여 이를 길러서 산지조림에 이르기 까지 올바른 관리를 통하여 순도를 보증함으로써, 품질이 보증된 종묘를 사용하여 불량종자로 인한 산림경영의 손실을 최소화하고자 하는 것이다. 산림종자관리의 영역은 종자공급원인 채종원, 채종림의 지정, 관리, 종자생산 지역에 대한 확인, 종자의 품질관리, 종자저장 등 종자의 생산, 유통에 이르는 전반적인 사항을 통제 또는 인증하는 것이다.



국립산림품종관리센터 심사관 | 조경진

1. 종자의 채취

가. 종자공급원

산림용 종자는 국가에서 인정한 종자를 공급하는 임분 즉 채종원, 채종림, 채종임분을 말한다. 채종원은 유전적으로 가장 우수한 개체를 선발하여 접목 혹은 종자를 채취하여 조성한 임분이고, 채종림과 채종임분은 주로 천연임분을 선발하여 종자공급원으로 지정하여 운영하고 있다. 채종원은 국립산림품종관리

센터가 조성 및 관리를 맡고 있으며, 채종립 및 채종임분은 지방산림청과 시·도에서 선정 및 관리를 하고 있다. 이들 임분에서 생산된 종자는 산림용으로만 공급하고 타 용도의 사용을 허용하고 있지 않다. 이들 종자는 종자생산지(채취지역)를 증명하는 산지내역서와 종자품질을 증명하는 종자품질 검정서를 부착하여 유전적 품질과 생리적 품질을 동시에 관리하고 있다. 이러한 관리는 우리나라 뿐만 아니라 다른 나라에서도 국제적 기준(산림번식자원 규범)에 근거하여 실시한다.

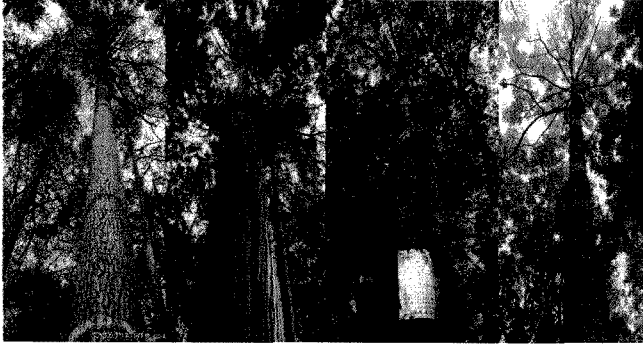


그림 1. 채종원 조성을 위해 선별된 수형목



그림 2. 안면도 소나무 채종원

나. 종자채취

(1) 채취시기

많은 수목종자의 결실은 연도에 따라 불규칙적이다. 이 주기성은 채종시기를 결정하는 중요한 인자이다. 풍년에 종자를 채취는 많은 장점이 있다. 채종비용이 절약되고, 종자의 발아율도 높고, 흉년 때보다 생존기간도 길고, 해충에 대한 피해도 적다. 주요 수종의 결실주기는 다음과 같다.

- 해마다 결실을 하는 수종 : 버드나무류, 포플러류, 오리나무류
- 격년 결실 수종 : 소나무류, 오동나무류, 자작나무류, 아까시나무
- 2~3년 결실 수종 : 참나무류, 들메나무, 느티나무, 삼나무, 편백나무
- 3~4년 결실 수종 : 전나무, 녹나무, 가문비나무
- 5년 이상 수종 : 낙엽송

종자의 채취는 충분히 성숙했을 때 채취한다. 많은 수종의 경우 이 시기는 육질종자 경우 낙과, 건조종자의 경우 벌어지기 일주일 전후이다. 대부분의 수종의 채취를 위한 성숙기는 외관 즉 육질과의 경우 색깔, 단단함, 구과의 경우 인편의 건조 상태 등에 의해 구분이 가능하다. 특별한 경우 미성숙 종자를 채집하기도 한다. 이 미숙 종자는 좋은 환경조건에 보관하면 후숙한다. 산딸나무류, 물푸레나무류, 피나무 등은 미성숙 종자 채취가 허용 혹은 추천된다. 전나무와 가문비나무의 경우 채취 직후 양건하면 발아율이 급격히 감소한다.

(2) 채취방법

우량한 수목은 수고가 높고, 통직하며 종자생산량도 많지 않다. 따라서 종자채취는 위험하고 비용도 많이 드는 작업이다. 수고가 크지 않다면 지상에서 직접 따거나 사다리 등을 이용하는 방법도 가능하지만 오지에 위치하고 수고가 높다면 전문 채취인력 및 장비가 사용된다. 등목에는 등목용 박차, 등목용 자전거(Baumvelo), 로프 등이 사용된다. 그리고 지형이 평탄하고 기계적 충격에 종자가 쉽게 분리된다면 셰이커(shaker)가 사용된다.



그림 3. 등목기를 이용한 종자채취

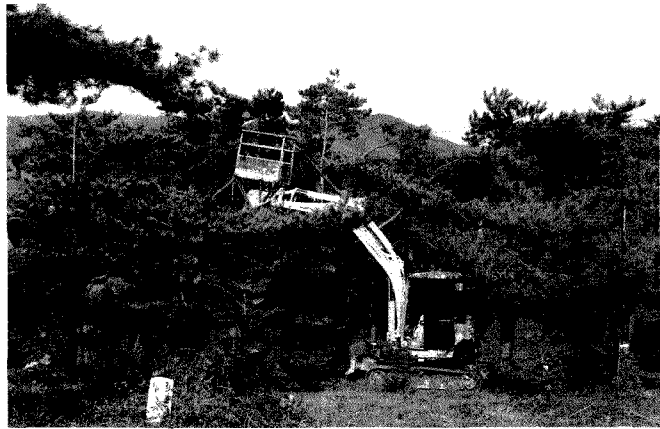


그림 4. 굴삭기를 이용한 채종원

2. 종자 품질

가. 중요 종자품질 및 활용

보통 종자품질은 엄격히 말하면 종자의 물리적, 생리적 품질을 지칭하며 유전적 품질은 포함하고 있지 않다. 따라서 유전적으로 우수한 종자를 구입하려면 종자가 생산된 종자생산 공급원에 대한 내역을 파악하는 것이 중요하다. 종자의 품질 중 용적중(종자 1리터의 무게)과 실중(종자 1,000립의 종자의 무게)은 종자품질의 표준이라기 보다는 양묘과정에서 쉼어주기, 잔존본수 등의 산출에 필요한 항목이다. 순량율(전체 종자 중 순정종자의 비율)과 함수율(생중량에 대한 함유수분의 백분율), 발아율은 종자판매에 있어서 매우 중요하다. 특히 순량율과 발아율을 곱한 것을 효율이라고 한다. 예전에 국립산림품종관리센터에서 한국양묘협회와 함께 미국에서 백합나무 종자를 도입한 적이 있는데 처음에는 품질과 상관없이 단가계약으로 도입하다가 2009년 및 2010년에는 품질 즉(순량율과 함수율)을 기준으로 계약을 한 결과 수천만원의 대금을 돌려 받은 적이 있다. 아직 우리나라에서 국내의 종자거래에 품질을 적용한 사례가 거의 없으나 품질을 표시하여 소비자가 안심하고 종자를 선택할 수 있도록 품질표시제가 확립되었으면 한다. 우리나라에서는 국립산림품종관리센터에서 상기의 종자품질을 검정하여 인증서를 발급하고 있다.

나. 발아율

발아율은 정상적인 묘목을 생산하는 순정종자의 백분율이다. 모든 종자의 품질측정법 중 종자의 발아시험이 가장 중요하다. 발아율 조사는 우리나라의 경우 향온발아기에 의한 직접 발아율 조사가 원칙이고, 보조 방법으로 환원법, 절단법, 가온법 등을 사용한다. 향온발아기에 의한 발아시험은 최적의 조건에서 발아할 수 있는 종자의 수를 추정하는 것이다.

(1) 직접발아율

순정종자만을 대상으로 발아시험을 실시한다. 일반적으로 발아캐비닛(인큐베이터)을 사용하는데 단열벽을 갖는 폐쇄된 상자형으로 온도 조절장치를 구비한다. 슬라이딩선반 위에 종자를 위치한다. 발아매질로 종이, 모래, 토양, 피트모스 등이 사용된다. 종이류가 가장 널리 사용된다. 실험실용 여과지,페이퍼타월 등 여러 가지가 있는데 무엇보다도 종이에 화학독성물질이 없어야 한다. 발아에 시간이 많이 소요되거나(장미속), 대립종자(참나무류)에는 모래가 사용된다. 온도는 발아에 가장 중요한 인자이다. 종자

에 따라 온도는 달라지나 주·야간에 따라 온도의 변화를 주어야 한다. 즉 16시간은 저온, 8시간은 고온(20~30℃)을 유지한다. 많은 수종들이 발아에 광을 필요로 한다. 형광이 자연광과 같은 효과를 갖는다. 광도는 750~1,250 lux의 범위이고, 조명시간은 하루 8시간이다. 발아에 광을 필요로 하는 수종은 가문비나무, 해송, 잣나무, 낙엽송, 낙우송, 박달나무, 동백나무, 무궁화나무, 버즘나무류, 아까시나무 등이다. 소나무류는 1주일부터 발아가 시작되는데 잣나무는 많은 시간을 소요로 한다.

〈표 1〉 수종별 발아기간

| 발아소요기간 | 수 종 |
|--------|---|
| 2주 이내 | 리기다소나무, 느릅나무, 동백나무, 백송, 버드나무류 |
| 3주 이내 | 가문비류, 공솔, 낙엽송, 오리나무, 뱀나무, 단풍나무, 가종나무 |
| 4주 이내 | 소나무류, 삼나무, 호두나무, 가래나무, 울푸레나무, 백합나무, 북분지딸기 |
| 1개월 이상 | 까치박달, 해당화류 |

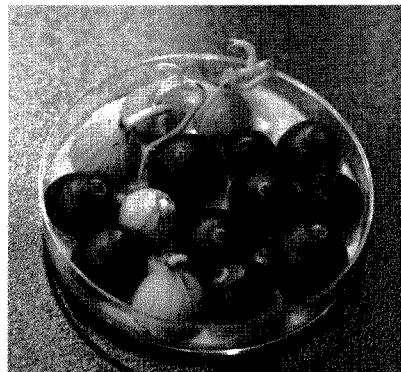
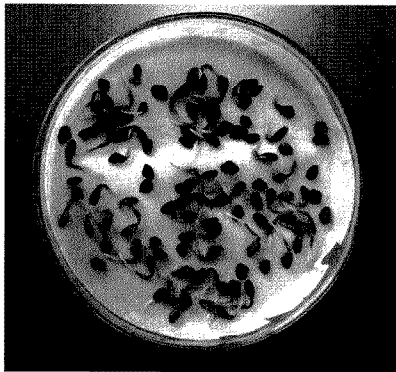


그림 5. 발아율 측정. 소나무(좌측), 상수리나무(우측)

(2) 간접 발아율 측정

발아에 시간이 많이 소요되거나 신속한 발아검정을 위하여 환원법과 엑스선법이 사용된다.

(가) 환원법(테트라졸리움, triphenyltetrazolium chloride, TTZ)

종자의 조사를 위해 개발된 유일한 생화학적 방법이다. 국제종자검정협회도 보통의 발아시험으로는 시간이 오래 걸리는 일부 활엽수 및 침엽수의 검사법으로 인정을 하고 있다. 이 방법은 살아 있는 세포가 무색의 테트라졸리움의 환원에 의해 적색의 formazon을 형성하여 적색으로 염색되는 것이다. 일반적인 방법은 종자를 24시간 침수한 후 1% 테트라졸리움의 흡수를 쉽게 하기 위하여 종피의 일부를 자른 후 암 상태에서 24시간 TTZ를 흡수시킨다. 층층나무류, 뱀나무류, 개암나무, 이팝나무, 피나무류, 주목나무, 섬잣나무 등에 적용한다.

(나) 엑스선법

엑스선법은 비립종자, 기계적 손상, 비정상 종자의 구분, 종자의 내부구조, 종피의 두께, 종자의 활성 등

을 측정할 수 있다. 예전에는 기계가 고가이어서 활용이 어려웠으나 점차 저렴해짐에 따라 역할이 점점되고 있다. ISTA도 절단법의 대안으로 받아들이고 있다.

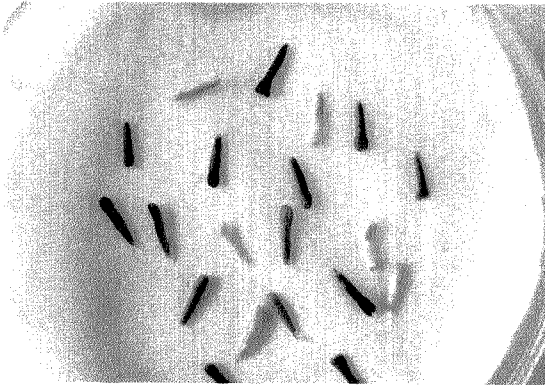


그림 6. 원원법에 의한 잣나무종자 검정(붉은색은 건전종자)

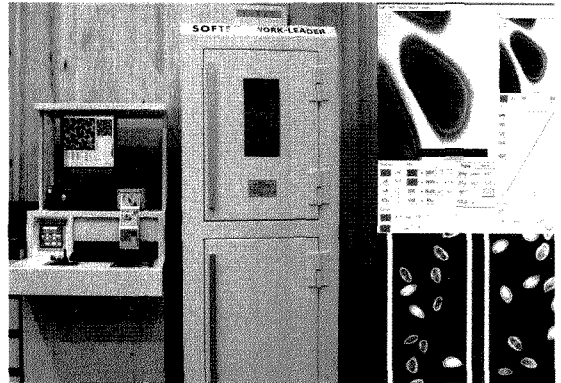


그림 7. 엑스선 종자분석기

3. 종자의 저장

가. 종자의 저장특성에 따른 구분

종자의 저장특성에 따라 일반종자(orthodox)와 난저장종자(recalcitrant) 두 가지로 구분한다. 일반종자는 함수율 5%까지 건조하여 저온 혹은 0℃ 부근에서 장기간 보관이 가능한 종자를 말하며 소나무, 전나무, 단풍나무, 아까시나무 등 대부분의 종자가 여기에 해당한다. 여기에 해당하는 종자 중에도 아까시나무, 자귀나무 등 종피가 두꺼운 수종은 특수한 저장조건이 아니더라도 비교적 장기간 저장이 가능하나 소나무, 전나무, 유칼리나무 등 종피가 얇은 수종은 장기저장하려면 반드시 냉장고 등 저온에 보관하여야 한다. 그 외에 포플러, 버드나무, 느릅나무 등은 자연상태에서 수 주 내에 생명력을 잃는다. 반면에 난저장종자는 비교적 높은 습도조건(약 20~50%)에서 보관이 가능하나 장기간 저장이 불가능한 종자를 말한다. 밤나무, 참나무류, 은단풍 등이 여기에 해당한다.

나. 종자 저장조건

수분함량은 종자의 저장에 가장 중요한 인자이다. 수분이 줄어들면 호흡량이 줄어들고 따라서 노화를 늦추면 활력이 유지되는 원리이다. 대부분의 일반 종자의 저장에 적합한 함수율은 5~10%이며 장기저장을 위해서는 5% 전후로 낮추어야 한다. 호두나무 등과 같이 지방함량이 높은 수종은 함수율이 더 낮아도 상관없다. 저장이 어려운 참나무류의 종자는 함수율을 약 30% 이상 유지 시켜주어야 한다. 온도도 수분과 마찬가지로 종자의 저장기간과 역의 상관을 갖는다. 온도를 낮추면 호흡율이 낮아져 저장기간이 길어진다. 저장온도는 수종과 종자의 저장기간에 의해 결정된다. 콩과, 장미과, 피나무 등 일부 활엽수 종자는 실온에서 잘 저장된다. 침엽수 종자의 경우 0℃ 부근에서 저장하면 5년 이상 저장이 가능하다. 오리나무, 자작나무, 대부분의 침엽수 종자는 4℃ 이하에서 저장하면 3~5년 저장이 가능하다. 전나무의 경우는 단기 저장은 -4℃에서, 장기저장은 -10~-20℃에서 행한다.

다. 종자의 저장방법

건조저장법은 상온저장하는 방법과 저온저장의 두 가지가 있다. 상온저장은 일정한 용기 안에 넣어 창

고 또는 실내에서 보관하는 방법으로 보통 가을부터 이듬해 봄까지 저장한다. 1년 이상 보관 시에는 건조제를 용기에 넣어서 보관하는 것이고 저온저장은 4℃의 냉장고에 저장하는 방법으로 밀봉용기에 실리카겔 등의 건조제와 함께 넣어 저장한다. 보습저장은 노천매장, 보호저장, 냉습적의 세 가지가 있다. 노천매장법은 종자의 저장과 종자의 후숙을 도와 발아를 촉진시키는 것이 목적으로 들메나무, 목련류의 종자처럼 봄에 파종하면 이듬해 봄에 발아하는 2년 발아종자에 적합하다. 이 방법은 양지바르고 배수가 잘되는 곳에 50~100cm 깊이로 구덩이를 파고 바닥에 모래나 포대를 깔고 그 위에 종자와 깨끗한 모래를 교대로 넣어 쌓아올리며 땅 표면에는 흙을 15~20cm 두께로 덮어 겨울 동안 눈이나 빗물이 그대로 스며들 수 있어야 한다.

〈표 2〉 수종별 노천매장 시기

| 시 기 | 수 종 |
|------------|---|
| 정선 즉시 | 들메나무, 단풍나무, 벚나무류, 신나무, 피나무, 총총나무 |
| 11월 말 까지 | 벽오동나무, 팽나무, 물푸레나무, 신나무, 피나무, 총총나무, 율나무 |
| 파종 전 1개월 전 | 소나무류, 낙엽송, 가문비나무, 전나무, 측백나무, 삼나무, 편백나무, 무궁화 |

보호저장법은 건사저장법이라고도 하는데 밤나무, 참나무, 칠엽수나무 등의 수분이 많은 전분종자를 추운 겨울 동안 동결로 부패하지 않도록 저장하는 방법이다. 종자를 깨끗한 모래와 혼합해서 넣어 창고에 저장하는데 모래가 너무 습하면 안되며, 함수율이 30% 이하로 내려가지 않도록 한다. 냉습적은 발아촉진을 위한 후숙에 중점을 둔 저장법으로 용기 안에 보습제인 이끼, 모래와 종자를 섞어서 넣고 3~5℃의 냉장고에 저장하는 방법이다.

다. 저장용기

일반종자 저장에 사용되는 용기는 내부에 얇은 플라스틱 피복이 된 섬유판드럼통을 사용하기도 하나 보통은 물통과 같은 플라스틱 용기 혹은 금속강통을 사용한다. 비닐을 사용할 경우 비닐의 두께는 0.075~0.1mm인 것이 좋다. 일반 종자의 경우 최대 두께는 없다. 물푸레나무류, 낙우송, 페칸 등의 종자는 끝이 뾰족하므로 이중백을 사용한다. 난저장성 종자의 폴리에틸렌백의 최대 두께는 0.25mm이다. 그 이상이 되면 산소와 이산화탄소의 통과를 막는다. 상수리, 밤과 같은 난저장성 종자는 용기의 뚜껑을 약간 열어두며 비닐의 경우 끝을 묶지 않아 공기가 통과하게 한다. 이 종류의 종자는 호흡을 많이 하므로 공기가 통하지 않으면 질식사하므로 특히 보관에 신경을 써야 한다. ☁



그림 8. 저온 종자 저장고