

## 소나무류 3수종의 종피색깔에 따른 종자 및 발아특성 비교

최충호\*, 김선영, 서병수<sup>1</sup>, 박우진

전북대학교 임학과 대학원, <sup>1</sup>전북대학교 농업생명과학대학 산림과학부

## Seed and Germination Characteristics by the Seed Coat Colors of Three Species of Genus Pinus

Chung Ho Choi\*, Sun Young Kim, Byeong Soo Seo<sup>1</sup> and Woo Jin Park

Department of Forest, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

<sup>1</sup>Faculty of Forest Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

**Abstract** - This study was carried out to increase germination by classifying seeds as seed coat colors of three species of genus *Pinus*. As result, the seeds classified as colors showed a difference. In seed length, *Pinus densiflora* (Pd) and *P. thunbergii* (Pt) had no difference while *P. rigitaeda* (Pr) had a difference between light yellow seeds and dark brown seeds ( $p < 0.05$ ). Only Pt was different in seed width. And in 1,000 seeds weight the three species showed a great difference while were not significantly different in seed moisture contents. In percent germination, all of the three species had a difference, especially that of Pr was very wide. Pd and Pt were not different in mean germination time but Pr showed a difference between light yellow seeds and dark brown seeds.

**Key words** - Genus *Pinus*, Seed coat color, Seed characteristic, Germination property

### 서 언

소나무류는 우리나라 조림수종 중 가장 많은 면적을 차지하고 있다. 특히 소나무(*Pinus densiflora*)는 우리나라 대표적 향토수종으로서 2004년 조림실적에서 침엽수류 중 잣나무, 편백에 이어 가장 많이 조림되었다(산림청, 2005). 소나무는 그 용도 및 가치면에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있어 그동안 소나무에 대한 많은 연구가 진행되어 왔는데 소나무 천연집단지 변이에서부터 해발고별 종자산지에 따른 종자특성까지 매우 다양하다(홍 등, 2006; 권 등, 2006). 해송(*P. thunbergii*)은 우리나라 해안가에서 주로 생육하는 소나무류로서 소나무에 비해 침엽이 굵고 단단한 특성을 가지고 있다. 또한 최근 10여년간 평균 약 230ha 정도가 조림된 수종으로서 삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라의 경우 조림대상지가 많고 기후온난화 등으로 조림지역이 늘어날 것으로 예상되고 있다. 리기테다소나무(*P. rigitaeda*)는 세계 세 번째 교잡소나무로서 우수한 적응력으로 국내에 널리 분포하나 형질 및 생장이 좋지 않은 리기테다소나무

의 단점을 테다소나무와의 교잡을 통해 극복해낸 수종이다. 1958년부터 1983년까지 전국 38개 조림지에서 약 33,000ha에 국내 조림수종으로서 확고한 입지를 다져왔으나 1990년대 내한력이 약하고 인공교배시 경비가 너무 많이 소요된다는 부정적 평가로 인해 추가적 육종사업 및 조림사업이 중단되었다. 그러나 임업연구원 임목육종부(현 국립산림과학원 산림유전자원부)에서 리기테다소나무의 생장조사 결과를 보고함으로써 부정적 평가의 설득력은 감소하였다. 이후 현재까지 리기테다소나무 종자 발아 연구에서부터 기내소포자에 대한 연구까지 여러 가지 연구가 수행되어 왔다(고 등, 1994; 이 등, 2002).

소나무류의 경우 묘목의 대량생산을 위해 주로 종자로 인한 실생 번식을 실시한다. 실생 번식에 있어 가장 중요한 요소는 발아율이라 할 수 있는데, 실제로 종자를 채취한 후 건조 및 정선하는 과정에서 얼마나 효과적으로 이를 시행하느냐에 따라 종자 발아율은 좌우된다. 건조온도나 시간이 과도하게 되면 지나친 수분함량의 감소가 발생하여 종자 활력을 소실시킨다. 또한 정선과정에서 비립종자 등을 선별하지 못하고 그대로 포함시키게 되면 최종 파종시에 발아율의 저하를 가져오게 된다. 따라서 사전에 비립종자들을 선별하기 위해 소나무류 종자는 보통 수선법을 이용하여 정선하는데, 성숙종자들을 24시간동안 물에 침지

\*교신저자(E-mail) : freewillow@hanmail.net

시켜 놓으면 이후에 가벼운 비립종자들은 물위로 뜨게 되어 이로서 충실종자를 판단한다. 그러나 수선법을 이용하여 비립을 제거하였다고 하더라도 100% 발아율을 만들 수는 없다. 왜냐하면 외형적으로 충실종자일 수 있으나 그 중에는 비활력(非活力) 종자가 존재하기 때문이다.

보통 종자의 활력검정을 위해 테트라졸리움 테스트(Tetrazolium test)를 이용하는데 이는 종자를 절단하기 때문에 검정 후 사용할 수 없는 단점이 있다. 즉, seed lot에 대한 활력 평가는 가능하나 개체별로 활력 유무를 판단하기는 어렵다. 그래서 외형적 특성을 이용하여 활력종자를 구분할 필요가 있는데, 종피 색깔은 육안으로 구분할 수 있는 대표적인 외형적 특징이라 할 수 있다. 더욱이 종피 색깔은 유전성이 있다는 보고가 있으므로(Hsieh and Chang, 1964; Kinoshita, 1984; 김과 정, 1997) 파종 후 후대에서도 우량형질의 종자가 생산 가능할 것이다. 따라서 본 연구는 소나무류 종자를 종피색에 따라 구분하여 이에 대한 종자 및 발아특성을 구명함으로써 정선시 효율을 높여 최종 파종시 발아효과를 높이고자 실시하였다.

**재료 및 방법**

공시재료는 소나무, 해송, 리기테다소나무 종자로서 산지 및 채취년도는 Table 1과 같다. 각 수종별 종자를 육안으로 연황색과 암갈색으로 구분한 후(Fig. 1) 종자특성조사를 실시하였다. 종자의 크기는 캘리퍼스(calipers)를 이용하여 무작위로 50립을 0.01mm 단위까지 측정하였으며, 종자 1,000립의 무게인 실중은 고정밀 분석용 저울을 이용하여 0.001g 단위까지 측정 후 반올림 하였다. 종자 수분 함량은 적외선 수분계(Kett FD-600, Japan)를 이용하여 시료의 건조 전 무게와 완전히 건조된 후 사라진 수분 손실량을 측정하여 백분율(%)로 나타내었다. 실중 및

수분 함량 측정은 각각 4반복 실시하였다. 또한 발아 조사를 위해 인큐베이터(incubator)를 이용하여 온도 25℃, 습도 60% 조건에서 100립씩 4반복으로 치상하였다. 종자 치상 후 매일 발아 조사를 실시하였으며 유근이 2mm 이상 신장된 것을 발아된 것으로 간주하였다. 발아 조사 결과를 이용하여 발아율(percent germination, PG), 평균발아일수(mean germination time, MGT), 발아속도(germination speed, GS), 발아균일지수(germination performance index, GPI)를 산출하였다(Scott et al., 1984; Stundstrom et al., 1987). 통계처리는 SAS 통계 패키지(ver. 8.0)를 이용하여 분류된 두 seed lot간 차이를 비교하고자 T-Test를 실시하였다.

$$PG = (N/S) \times 100 \quad N : \text{총 발아수}$$

$$MGT = \frac{\sum (t_i n_i)}{N} \quad S : \text{총 공시 종자 수}$$

$$GS = \frac{\sum (n_i/t_i)}{N} \quad t_i : \text{치상 후 조사일수}$$

$$GPI = PG/MGT \quad n_i : \text{조사 당일의 발아수}$$

**결과 및 고찰**

소나무류 3수종의 종자를 종피 색깔에 따라 구분하여 종자특성을 조사한 결과, 3수종 모두가 동일하지는 않았으나 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 2). 종자 길이에 있어서 소나무와 해송 종자의 경우 연황색 종자와 암갈색 종자 간에 통계적 차이를 나타내지는 않았으나 리기테다소나무는 암갈색 종자가 더 긴 것으로 나타났다(p<0.05). 또한 종자 너비의 경우 소나무와 리기테다소나무는 종자 색깔간 차이를 보이지 않았으나 해송 종자는 암갈색 종자가 더 크게 나타났다(p<0.05). 종자 1,000립의 무게인 실중에 있어서는 3수종 모두 암갈색 종자가 더 무거운 것으로 나타났으며(p<0.01), 종자 수분함량은 3수종 모두 종자

Table 1. Seed sources and collection times of three species of genus *Pinus*

Species	Collection time	Seed source
<i>P. densiflora</i>	2004. 10	Kangwon Kangneung Yeongok
<i>P. rigitaeda</i>	2003. 10	Chungbuk Chungju Suanbo
<i>P. thunbergii</i>	2003. 10	Chungnam Taean Anmyeon

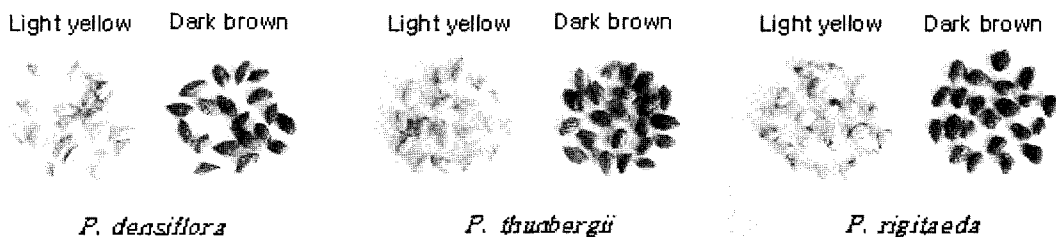


Fig. 1. Classification of the seeds according to seed coat colors in three species of genus *Pinus*.

Table 2. Seed characteristics according to seed coat colors in three species of genus *Pinus*

Classification		Length (mm)	Width (mm)	Swt (g)	Smc (%)
<i>P. densiflora</i>	Light yellow	4.91 ± 0.45	2.68 ± 0.27	7.93 ± 0.31	5.82 ± 0.13
	Dark brown	5.14 ± 0.44	2.78 ± 0.25	11.67 ± 0.50	5.93 ± 0.15
<i>P. rigitaeda</i>	Light yellow	5.07 ± 0.41	3.37 ± 0.38	8.53 ± 0.12	6.78 ± 0.33
	Dark brown	5.11 ± 0.47	3.35 ± 0.27	15.37 ± 1.10	6.87 ± 0.51
<i>P. thunbergii</i>	Light yellow	5.22 ± 0.53	3.04 ± 0.31	7.93 ± 0.23	5.40 ± 0.57
	Dark brown	5.21 ± 0.58	3.20 ± 0.35	14.40 ± 0.87	4.83 ± 0.76

Swt: 1,000 seed weight, Smc: seed moisture contents.

색깔간 차이가 없었다. 위와 같이 종자 특성 전체를 살펴봤을 때 차이가 나타났던 수종의 경우 모두 암갈색 종자가 더 높게 나타난 것을 알 수 있다.

종피 색깔에 따라 구분된 종자들을 항온기에 치상한 후 발아 특성을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 발아율의 경우 3수종 모두 종피 색깔에 따라 차이를 나타냈는데 리기테다소나무의 경우 그 차이가 매우 심하였다. 소나무는 연황색 종자가 38.0%, 암갈색 종자가 50.7%의 발아율로 차이를 보였으며(p<0.05), 리기테다소나무는 연황색 종자가 8.0%를 보인 반면 암갈색 종자는 86.7%로 매우 높게 나타났(p<0.01). 해송 역시 연황색 종자 70.0%, 암갈색 종자 95.3%로 암갈색 종자의 발아율이 더 높게 나타났(p<0.01). 이로부터 수종간 차이는 있으나 모두 암갈색 종자의 발아율이 높게 나타난 점을 감안했을 때 종자 정선시 종피 색깔의 차이를 구분할 필요가 있다고 할 수 있으며, 특히 리기테다소나무의 경우는 가급적 암갈색 종자를 선택하고 연황색 종자는 발아율 감소의 원인이 될 수 있으니 가급적 지양해야 할 것으로 판단된다. 콩과식물의 경우 유색 종피종은 황색 종피종

에 비해 종자퇴화에 대한 저항성이 높고(Dassou and Kuene-man, 1984), 흑색 종피종은 accelerated aging test 결과 부패립율이 낮고 발아율이 높다고 하였으며(Goias, 1987; Starzinger and West, 1982), 종피색이 상이한 종자의 저장기간별 발아율에도 차이가 있다고(황, 1997) 보고된 바처럼 종피색 구분에 따라 종자의 물리적 및 생리적 특성에 차이가 있음을 알 수 있다.

평균발아일수에 있어 소나무는 연황색과 암갈색 종자가 각각 10.2일과 10.3일로 차이를 나타내지 않았다. 그러나 리기테다소나무는 연황색 종자가 7.7일, 암갈색 종자가 6.7일을 나타내어 차이가 있는 것으로 나타났(p<0.5). 해송의 경우 연황색 종자가 9.3일, 암갈색 종자가 7.6일로 차이를 나타내었으나 유의성은 인정되지 않았다. 이와 같은 자료에서도 알 수 있듯이 효율적으로 종자색깔을 구분하여 파종하면 발아기간의 단축도 가능하다고 할 수 있겠다. 발아속도에서도 발아율과 같은 경향을 나타냈는데 다만 소나무와 해송의 경우 유의성은 인정되지 않았으며, 리기테다소나무는 색깔 간에 큰 차이를 나타내었다(p<0.01).

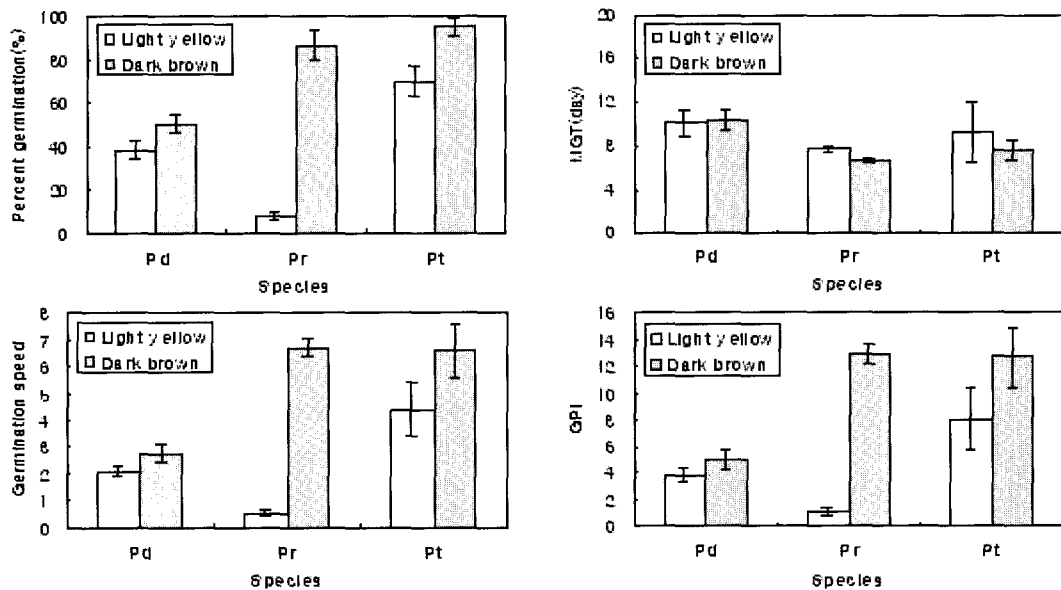


Fig. 2. Germination properties classified according to seed coat colors in three species of genus *Pinus*. Pd: *P. densiflora*, Pr: *P. rigitaeda*, Pt: *P. thunbergii*.

Table 3. Correlations between seed characteristics and germination properties

	SW	Swt	Smc	PG	MGT	GS	GPI
SL	0.257	0.074	-0.194	0.090	-0.061	0.066	0.063
SW		0.234	0.262	0.116	-0.626	0.252	0.275
Swt			0.001	0.716**	-0.453*	0.759**	0.770**
Smc				-0.419*	-0.330	-0.252	-0.226

SL: seed length, SW: seed width, Swt: 1,000 seed weight, Smc: seed moisture contents, PG: percent germination, MGT: mean germination time, GS: germination speed, GPI: germination performance index

\*p < 0.05

\*\*p < 0.01

발아균일지수 역시 발아속도와 유사한 경향을 나타내었다. 소나무와 해송에서는 통계적 유의성이 인정되지 않았으며 리기테다소나무는 큰 차이가 인정되었다(p < 0.01).

종피색에 따라 구분된 종자의 어떠한 특성이 발아에 영향을 미치는지를 판단하고자 종자특성과 발아특성의 상관관계를 분석하였다(Table 3). 상관분석 결과 발아특성 모두에 영향을 미치는 요인은 실증이었다. 발아율(r=0.716, p < 0.01), 발아속도(r=0.759, p < 0.01) 및 발아균일지수(r=0.770, p < 0.01)와는 정의상관을 나타내어 무게가 높을수록 발아율, 발아속도, 발아균일지수가 높아짐을 알 수 있었다. 평균발아일수와는 부의상관(r=-0.453, p < 0.05)을 나타내어 무게가 증가함에 따라 발아일수가 단축됨을 판단할 수 있었다. 이의 결과를 다시 말하면 소나무류 3수종 모두 실증에서 암갈색 종자가 연황색 종자 보다 높은 값을 나타내었던 바 이의 영향으로 우수한 발아특성이 도출되었다고 사료된다. 한편, 종자수분함량은 발아율에만 영향을 미쳤으나 상관성은 낮았다(r=-0.419, p < 0.05).

결과적으로 소나무, 리기테다소나무, 해송은 종피 색깔에 따라 종자 및 발아특성에서 차이를 나타내므로 정선시에 이를 고려하여 실시한다면 더욱 우수한 파종효과를 나타낼 수 있을 것이다.

### 적 요

본 연구에서는 소나무류 3수종의 효율적인 종자정선으로 파종효과를 높이고자 종피 색깔에 따른 종자 및 발아특성을 조사하였으며, 그 결과 수종 및 종피 색깔간 차이가 있음을 알 수 있었다. 종자 길이에 있어서 소나무와 해송은 연황색과 암갈색 종자 간에 차이가 없었으나 리기테다소나무의 경우 차이를 나타내었다(p < 0.05). 종자 너비는 해송 종자에서만 차이가 인정되었으나(p < 0.05), 실증은 3수종 모두가 색깔간 심한 차이를 보였다(p < 0.01). 반면, 수분함량은 3수종 모두 유의성이 인정되지 않았다.

종자 발아특성 중 발아율의 경우 3수종 모두 연황색과 암갈색 종자간 차이를 나타내었는데 특히 리기테다소나무는 그 차이가

매우 심하였다(p < 0.01). 평균발아일수에 있어서는 소나무와 해송 종자는 유의적 차이가 인정되지 않았다. 그러나 리기테다소나무는 차이를 나타내어 암갈색 종자를 사용할 시 발아소요일수가 단축됨을 알 수 있었다. 발아속도 및 발아균일지수는 발아율과 유사한 경향을 나타내었으나 리기테다소나무에서만 그 유의적 차이가 인정되었다. 종자특성과 발아특성의 상관관계를 분석한 결과 실증은 모든 발아특성에 영향을 미쳤으며 수분함량은 발아율에만 영향을 미쳤다.

결과적으로 소나무류 3수종의 종자에 대해 종피 색깔에 따라 구분했을 때 종자 및 발아특성에서 차이를 보였으며, 발아특성에서 대부분 암갈색 종자가 높은 수치를 나타내어 파종 전 정선시에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

### 인용문헌

Dassou, S. and E.A. Kueneman. 1984. Screening methodology for resistance to field weathering of soybean seed. *Crop Sci.* 24: 774-779.

Goias, G. 1987. Effect of seed color on seed deterioration. *Soybean Genetics Newsletter* 14: 71-72.

Hsieh, S.C. and T.M. Chang. 1964. Genic analysis in rice. IV. Genes for purple pericarp and other characters. *Jpn. J. Breed.* 14(3): 141-149.

Kinoshita, T. 1984. Gene analysis and linkage map. *Biology of rice.* Elsevier Amsterdam. pp.187-274.

Scott, S.J., R.A. Jones and W.A. Williams. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science* 24: 1160-1162.

Starzinger, E.K. and H. West. 1982. An observation on the relationship of soybean seed coat colour to viability maintenance. *Seed Sci. & Technol.* 10: 301-305.

Stundstrom, F.J., R.B. Reader and R.L. Ewards. 1987. Effect of seed treatment and planting method on tabasco pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112: 641-644.

고대식, 허삼남, 서병수. 1994. 리기테다소나무 종자의 피복과 전처리에 의한 발아 및 유묘생장 촉진. *한국임학회지* 83(4): 505-511.

이육, 김만조, 김영중, 현정오. 2002. 리기테다소나무 F1의 기내 소포자 배양. 한국임학회지 91(1): 25-33.

김광호, 정영평. 1997. 벼 현미종피색의 유전. 한국육종학회지 29(1): 1-6.

산림청. 2005. 임업통계연보. 제 45호. pp. 214-217.

황영현. 1997. 종피색이 상이한 나물콩 품종의 저장기간별 발아율 차이. 한구콩연구회지 14(2): 43-47.

홍용표, 권해연, 김용율. 2006. 국내 소나무 집단에 있어서 cpSSR 표지자 변이체의 분포양상. 한국임학회지 95(4): 435-442.

권해연, 유근옥, 김인식, 최형순. 2006. 설악산 지역 소나무 해발고별 9개 종자산지간 종자특성 및 유묘생장 변이. 한국육종학회 춘계학술발표회. pp. 45.

(접수일 2006. 12. 13 ; 수락일 2007. 3. 2)