

コウヨウザンの球果と種子の形質および精選手法について

Characteristic of cone and seed and seed cleaning method on Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*)

大塚次郎*1・成田有美子*1・飯田啓達*1・飯野貴美子*1・増山真美*1・板鼻直榮*1・磯田圭哉*1・近藤禎二*1・
山田浩雄*1・生方正俊*1

Jiro OTSUKA*1, Yumiko Narita*1, Yoshisato IIDA*1, Kimiko INO*1, Mami Masuyama*1, Naoharu Itahana*1, Keiya ISODA*1,
Teiji Kondo*1, Hiroo YAMADA*1, and Masatoshi UBUKATA*1

*1 森林総合研究所林木育種センター

Forest Tree Breeding Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 3809-1 Ishi, Hitachi, 319-1301

要旨: コウヨウザンの実生苗の生産技術の確立に向けて、球果と種子の形質および精選手法の検討を行った。球果の平均体積は平均種子数および平均種子総重量との間に正の相関があり、スギと同様の傾向を有することが分かった。14個体から採取した未精選種子の中身を調べた結果、シイナの割合が特に高く、シブダネを合わせた不稔種子が高い割合を占めていた。このことが未精選種子の発芽率が平均 17%、最大 33%と低い原因であった。未成選種子を 0.02%濃度に薄めた洗剤液に 4, 8, 20 時間浸漬後、沈んだ種の発芽率を調べた。その結果、4 時間浸漬がシイナのほぼ全てとシブダネを一定程度除去することができ、沈んだ種の発芽率は平均 71%、最大 95%と大幅に向上し、最も効果的な精選手法であった。しかしながら、シブダネの割合が高い場合には発芽率の向上の効果が小さいことも明らかとなった。

キーワード: 発芽率・充実種子・シイナ・シブダネ・洗剤液選

Abstract: For the purpose of establishment of the technique for seedling production on Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*), we investigated characteristics of cone and seed, and examined seed cleaning method. We found that there was a positive correlation between the mean volume of the cone and the mean seed number or seed weight in the cone. The result showed that Chinese fir was similar to Japanese cedar. As a result of investigation of contents of non-cleaning seeds gathered from 14 individuals, the ratio of empty seeds were particularly high, and sterile seeds including seeds filled with solid substances took a high ratio. This caused the low germination rate with an average of 17% and up to 33%. We furthermore investigated a germination rate of sunken seeds after dipping non-cleaning seeds into the liquid detergent water diluted by 0.02% for the duration of 4, 8 and 20 hours. As the result, 4-hour treatment got good result in removal of almost all empty seeds and the constant degree of seeds filled with solid substances, and additionally a germination rate of sunken seeds was considerably improved to the average of 71% and the maximum 95%. This was the most effective method for seeds cleaning. However, it became clear that this method had few effects in the case of a high ratio of seeds filled with solid substances.

Key-word: germination rate, full seeds, seeds filled with solid substances, empty seeds, cleaning into liquid detergent water

I はじめに

コウヨウザン（広葉杉, *Cunninghamia lanceolata* Hook.）はヒノキ科の常緑高木で、原産国である中国では、旺盛な成長とともに木材利用面においても良材として取り扱われており（1）、我が国の新たな造林樹種として期待されている。造林用の苗木生産技術の確立に向けて、さし木の発根性およびさし木苗の形状については、既に報告している（2）。今回は球果と種子の形質および種子の精選手法について報告する。なお、本研究は、平

成 28 年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「西南日本に適した木材強度の高い新たな造林用樹種・系統の選定および改良指針の策定」によって実施したものである。

II 材料と方法

1. 材料 供試したコウヨウザンの球果と種子は、2015 年 10 月下旬から 11 月上旬に広島県庄原市の民有林内の 9 個体、茨城県日立市林木育種センター構内の 3

個体および千葉県鴨川市と君津市にまたがる東京大学千葉演習林内の2個体の合計14個体の植栽木から採取した。採取した球果は緑色で種鱗が閉じた状態であった。また、林木育種センター構内のスギとヒノキ精英樹各10クローンから球果と種子を採取し、対照として用いた。

2. 球果の測定と種子の調整 個体別に採取したコウヨウザンの球果の生重量、長さ、直径を計測し、球果を楕円体と見なして体積を推計した(採種個体別の供試球果数: 広島県民有林の9個体各100個, 林木育種センターと千葉演習林の5個体各6~82個)。その後、採取した全ての球果を室温約20℃, 湿度約8%に保たれた人工乾燥室内で1ヶ月間乾燥させて種鱗が開いた後、球果毎に全ての種子を取り出し、ゴミを取り除いた後の種子(未精選種子とよぶ)の数および重量を測定した。

3. 発芽試験と中身調査 種子の発芽試験は、球果単位で取り出した種子を前処理で1昼夜流水処理を行った後、湿らせた濾紙を敷いたシャーレに播種し、25℃定温12時間光照射の恒温器内で28日間実施した。この期間に正常な芽生えがあった種子を発芽とカウントした(採種個体別の供試種子数: 未精選種子14個体各502~1,779粒)。種子の中身調査は、球果単位で取り出した種子をカミソリで切って、中身が白色の胚を有する充実種子、黒から茶渋色をしたシブダネ、空またはほぼ空のシイナをカウントした(供試種子数: 未精選種子14個体280~1,317粒)。

4. 精選試験 精選手法の検討は、水20時間浸漬と市販の食器洗い液体洗剤を水で約0.02%濃度に薄めた洗剤液に4, 8, 20時間浸漬後に沈んだ種子(沈種とよぶ)と浮いた種子(浮種とよぶ)を取り出し、水でよく洗った後、人工乾燥室内で一週間乾燥後に種子数および重量を計測した(供試種子数: 水選20時間11個体各103~1,459粒, 洗剤液選4時間11個体各1,083~3,652粒, 8時間10個体各1,356~6,586粒, 20時間11個体各611~933粒)。その後、上記の方法で浮いた種と沈んだ種の発芽試験を行った(供試種子数: 洗剤液選4時間11個体各1,083~3,652粒, 8時間10個体各1,005~1,704粒, 20時間11個体各611~933粒)。洗剤液選後の種子の中身の調査は、発芽しなかった種子をカミソリで切って判別し、発芽種子を合わせた充実種子、シブダネ、シイナの割合と真正発芽率(=充実種子の発芽率)を算出した(供試種子数: 洗剤液選4時間11個体各583~2,902粒, 8時間10個体各1,005~1,704粒, 20時間11個体各280~428粒)。また、対照試験としてスギ、ヒノキ各10クローンの種子の20時間水選、4, 8, 20時間洗剤液選後の沈種と浮種の数量を計測した後、発芽試験を実施

した(供試種子数: 精選各722~5,789粒, 発芽試験各300粒)。

III 結果と考察

1. 球果および種子の形質 採取個体別の1球果当たりの平均生重量は6.09~17.89gと個体間で大きなバラツキがあり、形状は卵球形で大きくなるほど縦長になる傾向にあった(図-1)。種子は種鱗の内面に3個下垂してついでおり、1球果当たりの平均種子数は62.3~120.9粒であった。スギ12クローンの1球果当たりの平均種子数38.7~84.4個という報告(4)と比べると、今回のコウヨウザンの種子数の方が多かった。1球果当たりの平均生重量と平均体積には正の相関があった($r=0.98, p<0.001$)。1球果の平均体積は平均種子数と正の相関があり(図-2)、平均種子総重量とも正の相関があったが($r=0.89, p<0.001$)、種子の百粒重とは相関はなかった($r=0.32$)。スギも同様に、球果の平均乾燥重量は平均種子数および平均種子総重量と正の相関があることが知られている(4)。コウヨウザンの種子は扁平でスギやヒノキと同様に周囲に翼があり、種子の大きさはスギやヒノキの2倍程度で、未精選種子の平均百粒重もスギやヒノキの2倍程度であった(表-1)。

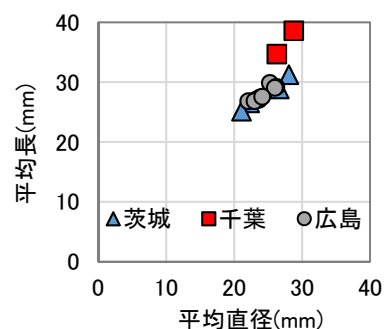
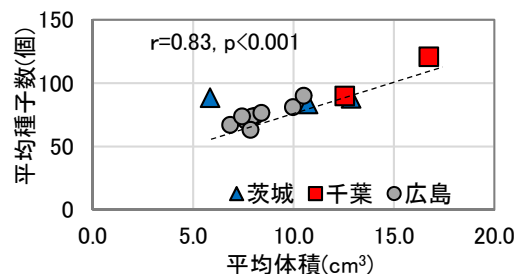


図-1. 球果の平均長と平均直径の関係

Fig.1 Relationship between mean length and diameter of cone



体積は球果を楕円体として推計

図-2. 球果の平均体積と平均種子数の関係

Fig.2 Relationship between mean volume of cone and number of seeds

表一. 種子の平均百粒重

Table 1 Average of 100 seeds weight

平均百粒重(g)		
コウヨウザン	スギ	ヒノキ
14 個体	10 クローン	10 クローン
0.35~0.66	0.19~0.35	0.18~0.34

2. 種子の稔性 コウヨウザンにおける未精選の充実種子の割合は4~27%, シブダネは15~44%, シイナは35~79%の範囲にあり, シブダネとシイナを合わせた不稔種子の割合が高かった(図-3)。また, 未精選種子の充実種子の割合とその発芽率は高い正の相関があった($r=0.77, p<0.001$)。この相関はスギやヒノキでも報告されており(6), スギの発芽率が低い原因は不稔種子が多いためとされている(1)。今回のコウヨウザン14個体の未精選種子の発芽率は3~33%, 平均17%と低い値であった。これはスギと同様に不稔種子を多く含んでいるためであった。

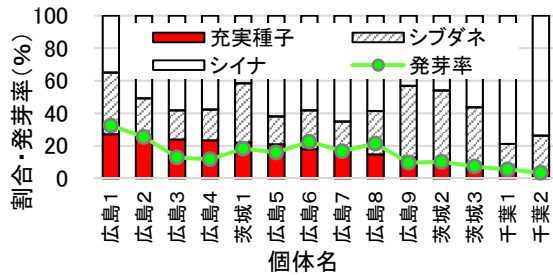


図-3. 未精選の充実種子, シブダネ, シイナの割合と発芽率

Fig.3 Ratio of full seeds, seeds filled with solid substances, empty seeds and germination ratio of non-cleaning seeds

3. 種子の精選手法の検討 水20時間と洗剤液4, 8, 20時間浸漬による沈種の数量割合は, いずれの場合においてもスギが最も高く, 次いで, ヒノキ, コウヨウザンの順であった(表-2)。特に, コウヨウザンの水20時間浸漬では3~27%, 平均12%の種子しか沈まず, 大部分の種子を排除する結果となった。

図-4にコウヨウザン, スギおよびヒノキにおける未精選種子および洗剤液選後の沈種と浮種の発芽率を示した。コウヨウザンの洗剤液選後の沈種の発芽率は, 全個

Table 2 Ratio of number of sunken seeds by cleaning in water and in liquid detergent water

精選方法	沈種の数量割合(%), ()内は平均値		
	コウヨウザン 11 個体	スギ 10 クローン	ヒノキ 10 クローン
20 時間水	3~27(12)	34~71 (57)	16~48(28)
4 時間洗剤液	10~47(19)	59~89(71)	17~75(43)
8 時間洗剤液	18~49(31)	62~91(76)	21~67(45)
20 時間洗剤液	20~57(39)	75~96(86)	29~79(52)

注) コウヨウザンの8時間洗剤液選は10個体

体でいずれの浸漬時間でも未精選種子の発芽率から有意に向上した($p<0.01$)。発芽率が最も向上した処理は洗剤液4時間浸漬で, 発芽率は未精選種子の10~33%, 平均18%から33~95%, 平均71%に向上した。これは洗剤液20時間浸漬の沈種の発芽率とも有意差があったが($p<0.01$), 8時間の沈種の発芽率とは有意差はなかった。スギとヒノキの洗剤液選による沈種の発芽率は, いずれもコウヨウザンと同様に未精選種子の発芽率よりも高い値となった。8時間浸漬後の沈種の発芽率が7クローンで最も高い値となり, スギは未精選種子の平均32%から平均52%に向上し, ヒノキは未精選種子の平均37%から平均88%と大幅に向上した。0.02%液体洗剤液選7時

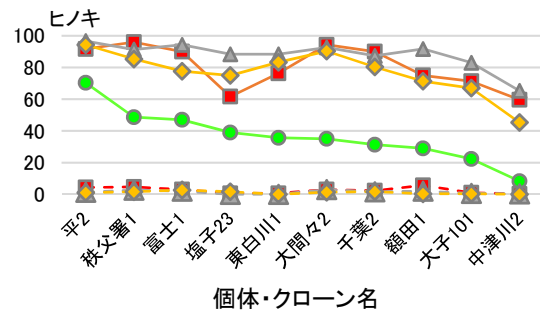
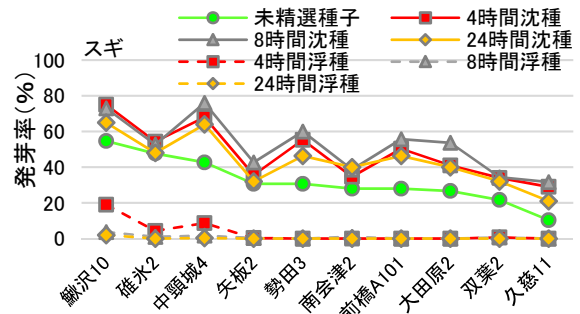
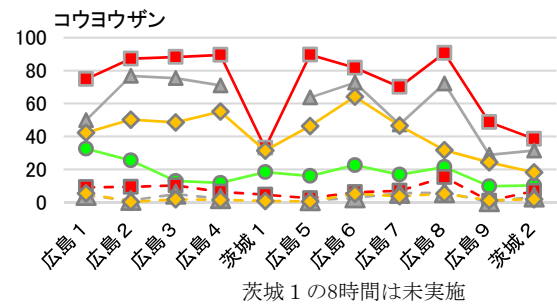


図-4. コウヨウザン, スギ, ヒノキの未精選種子と時間別の洗剤液選による沈種と浮種の発芽率

Fig.4 Germination ratio of non-cleaning seeds, sunken seeds and floated seeds by cleaning for different dipping time into liquid detergent water on *Cunninghamia lanceolata*, *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*

間でスギが 45%，ヒノキが 81.3%に向上した報告例もあり(5)，今回の試験でも同様の結果となった。ただし，スギ，ヒノキとも浸漬時間別の発芽率に有意差はなかった。コウヨウザンはヒノキと同様に洗剤液選で70%以上の高い発芽率に向上する傾向にあったが，茨城1，広島9，茨城2の個体の種子は高い発芽率が得られなかった。これら3個体はシブダネの割合が高かった(図-3)。スギではシブダネが多い場合には水選の効果が小さいとされている(3)。コウヨウザンも同様にシブダネが精選の効果に影響を与えていると考えられた。他方，浮種の発芽率については，いずれも未精選種子の発芽率を下回ったが，コウヨウザンの4時間では1～15%，平均7%と発芽する種子もある程度みられた。8時間と20時間では，それぞれ平均3%と2%でほとんど発芽しなかった。

図-5にコウヨウザンの時間別の洗剤液選による沈種の充実種子，シブダネ，シイナの割合と真正発芽率を示した。充実種子の割合は4時間浸漬が全ての個体で最も高く，時間の経過とともに低くなり，代わりにシブダネとシイナの割合が増加した。シイナは4時間と8時間ではほぼ無かったが，20時間では5～37%含まれていた。

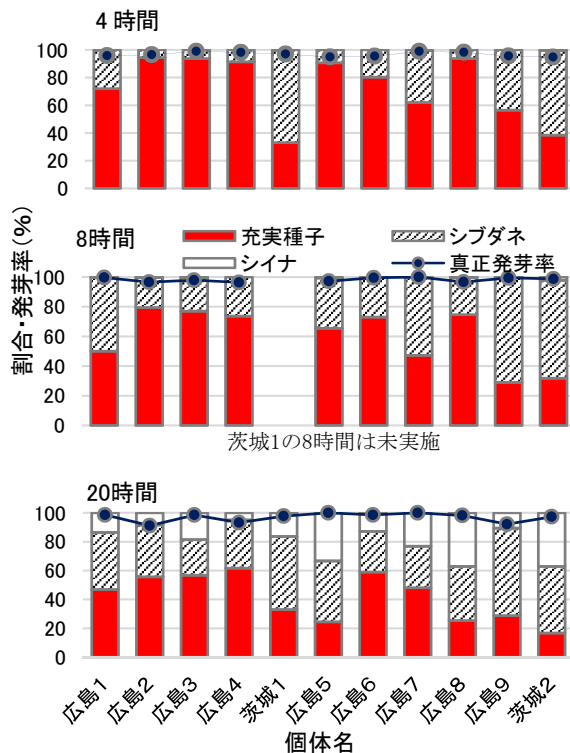


図-5. 時間別の洗剤液選による沈種の充実種子，シブダネ，シイナの割合と真正発芽率

Fig.5 Ratio of full seeds, seeds filled with solid substances, empty seeds and real germination percent of sunken seeds by cleaning for different dipping time into liquid detergent water

前述の4時間の洗剤液選でも高い発芽率が得られなかった茨城1，広島9，茨城2の個体の種子は，他の個体に比べてシブダネの割合が高く，このことが沈種の発芽率が低い原因であった。いずれの浸漬時間でも，洗剤液選後の沈種の真正発芽率は90%を超えていた。今回の結果から0.02%洗剤液選4～20時間では発芽に影響は生じないと考えられ，4時間洗剤液選がシイナのほぼ全てとシブダネも一定程度除去でき，コウヨウザン種子の最も効果的な精選手法であった。

IV 終わりに

コンテナ苗生産における種子の少粒直播きなどの効率的な実生苗の生産のためには，発芽率を向上させる効果的な精選が必須である。今回実施した0.02%洗剤液選4時間浸漬は，コウヨウザン種子の発芽率を向上させる効果的な精選手法であった。しかしながら，シブダネを多く含む種子では効果が小さいことも明らかとなった。今後は個体毎のシブダネの割合のデータを集積し，コウヨウザンの種子特性をより把握することが必要である。

IV 謝辞

今般，コウヨウザンの球果および種子の調査をするに当たり，植栽木の現地案内等の御協力をいただいた東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林久本洋子助教，鈴木祐紀技術主任に御礼申し上げます。

引用文献

- (1) 浅川澄彦・勝田・横山敏孝(編)(1981)日本の樹木種子(針葉樹編). 林木育種協会, 東京: 67(1): 150pp
- (2) 大塚次郎ら(2016)コウヨウザンのさし木発根性および苗木の枝性について. 関東森林研究 67(1): 145-148
- (3) 小山光男(1915)主要林木種子水選ノ価値及其ノ方法. 林誌報 11: 1-19
- (4) 加藤一隆(1992)スギのクローンごとの球果あたりの種子数, 種子重量等の関係. 日林関西支論 1: 185-188
- (5) 加藤高志・宮武仁・川田光晴(2015)スギ・ヒノキ種子精選手法の改善. 香川県森林センター業務報告 46: 6-7
- (6) 松田修ら(2016)高発芽率を実現する樹木種子の選別技術. 森林遺伝育種 第5巻: 21-25
- (7) 劉元・中山義雄・平川泰彦(1998)コウヨウザン植栽木の年輪構造に及ぼす地位および成長率の影響. 木材学会誌 44(3): 153-161