

## クロマツのエタノール精選種子を寒冷地の種苗生産に適用する取り組み

Practical study about application of *Pinus thunbergii* seed immersed in ethanol for the seedling production in cold area

山野邊太郎\*1・太田清隆\*2・\*4・佐藤靖\*3・\*4・小山邦夫\*4・今野幸則\*5・織部雄一朗\*6

Taro YAMANOE\*1, Kiyotaka OHTA\*2, Yasushi SATO\*3, Kunio OYAMA\*4, Yukinori KONNO\*5 and Yuichiro ORIBE\*6

\*1 森林総合研究所林木育種センター

Forest Tree Breeding Center, FFPRI, Hitach 319-1301

\*2 太田苗園

Ohta Nursery, Zao 989-0916

\*3 佐藤苗園

Sato Nursery, Zao 989-0831

\*4 宮城県農林種苗農業協同組合

Forest Tree Nursery Cooperative in Miyagi prefecture, Sendai 980-0011

\*5 宮城県林業技術総合センター

Miyagi Prefectural Forestry Technology Institute, O-hira 981-3602

\*6 森林総合研究所林木育種センター東北育種場

Tohoku Breeding Office, FTBC, FFPRI, Takizawa 020-0621

**要旨：**林木育種事業ではエタノール精選がクロマツ種子によく適用されている。エタノール精選を寒冷地の種苗生産に適用することについて効果測定するために、宮城県の種苗生産事業で用いられている精選方法の精選効率、エタノール精選種子の2月播種および4月播種の発芽率、ならびに、1成長期後の苗高について測定した。宮城県では風選ののちに種皮の色による目視選を加えクロマツの種子精選をおこなっているが、精選後種子に含まれるシイナの割合は0%~6%と精度が良かった。しかし、精選にかかる時間はエタノール選に比べて長かった。エタノール精選種子の得苗率は4月播種では良好であったが、2月播種では一部家系で発芽不良が認められた。1成長期後の苗の高さは、2月に播種した場合でも一般的な流通の最低規格である苗高20cmを超えるものはあまり多くなかった。

**キーワード：**精選所要時間、精選精度、得苗率、1成長期後苗高、宮城県

**Abstract:** A trial of *Pinus thunbergii* seed, immersed in ethanol for seedling production, was carried out in the cool area of Japan. The application fitness was evaluated by: 1) the elapsed time for sorting and the precision of full seed sorting compared with conventional sorting methods, which was a combination of forced air sorting and seed coat color sorting, 2) the germination rate in comparison with sowing in February, as early spring, and in April, as middle spring, and 3) the height of the seedlings after one growing season, from the initial time of sowing. The conventional sorting showed precise sorting, and the elapsed time was enormous. The seed immersed in ethanol was not as fit when sowed in February, as it was when sowed in April. It was difficult for the seedlings to reach a height over 20 cm, which was the criteria for minimum seedling size in circulation.

**Keywords:** elapsed time for sorting operation, sorting precision, germination rate, height of seedlings

## I はじめに

東北から関東の太平洋海岸クロマツ林は2011年の東日本大津波により激しく損壊した。現在、これら被害林分の機能を復旧するためにクロマツの植栽が進められている最中である。クロマツは海岸植栽に適応しやすく防災・保安機能を植栽後最も早く発揮できる樹種であるが、マツ材

線虫病感受性が極めて高いためマツノザイセンチュウ抵抗性種苗を選択することが望ましい。しかし、必要とされる苗木数に対して、日本国内の抵抗性クロマツ生産量は圧倒的に少ない。そこで発表者らは農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（課題番号25084c 東北地方海岸林再生に向けたマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ種苗生産

の飛躍的向上)の中で各種取り組みを実施している。

クロマツは充実種子を播種すれば高い発芽率を得られる樹種である。その特性を利用して、近年、クロマツの種苗生産については、マルチキャビティコンテナ1孔に1粒を播種し効率的に苗木生産を行う取り組みがなされているが、ロットの大きい苗木生産現場において使用されている種子精選方法である風選は充実種子の選別精度が低くなる事例がある(3)。このことは、コンテナ苗木生産用土および生産スペースの損失を意味する。一方、アカマツ、クロマツ、ヤクタネゴヨウの育種研究においては、精選精度が高いエタノールによる比重選が活用されている(1, 3)。そこで本研究では、東北地方などの寒冷地においてエタノール精選種子を活用し、より効率的で無駄の少ないコンテナ苗木生産を行うことを目的として、1) 風選に加えて目視選を行う宮城県における従来の種子精選方法とエタノール精選の精度比較、2) 発芽率および1成長期経過後の苗木苗高に対して種子精選方法、播種時期および育苗方法の違いが及ぼす影響を調べた。

## II 方法

**1. 材料** 研究に用いた種子は宮城県抵抗性クロマツ採種園(宮城県黒川郡大衡村、採種園設計プログラム Mixed (2)によるランダム配置、以下その種子を宮城種子とする)および森林総合研究所林木育種センター東北育種場の育種素材保存園(岩手県滝沢市、クローン列状植栽、同様に以下東育種子)において、それぞれ平成25年10月および平成23年10月に採取したクロマツ球果に由来する。球果は家系ごとに集約し、乾燥して鱗片を開かせ種子を脱落させた。脱落した種子は、種子翼を除去し試験に使用した。本研究には宮城種子7家系(鳴瀬6、鳴瀬39、鳴瀬72、山元82、山元84、山元90、および亘理56)、東育種子2家系(鳴瀬39およびいわき27)を使用した。

**2. 精選作業に関する試験** 種子精選はYAMANOBE (3)に準拠するが、その概略は以下の通りとなる。風選は風量をダイヤルで調整できる風選機を使用して風に飛ばされやすい種子をシイナ、それ以外を充実種子として選別する方法をさす。目視選は作業者の感覚で種皮の色をもとに黒色度合いの多い種子を充実、白色度合いの強い種子をシイナとして選別する方法をさす。エタノール精選は99.5%エタノールに浮かぶ種子をシイナ、沈む種子を充実種子として選別する方法をさす。本研究では、宮城県でこれまで実施してきている、風選に加えて目視選を行う方法を従来法とよぶ。

精選精度および作業時間について従来法とエタノール精選を比較するために、まず、従来法によって宮城種子の

精選を行い、所要時間を測定した。この従来法において充実種子とされた分画から家系当たり20gを抽出し、エタノール精選を行い、所要時間を測定するとともに、充実種子数(5反復の100粒重測定と種子重量から推定)とシイナ粒数(実測、全数潰してシイナであることを確認)を把握し、精選失敗率を算出した。なお、下記の試験に供する分以外のエタノール精選した種子は、海岸林再生に使用されるべきであるため、ただちに宮城県に返却した。

**3. 育苗に関する試験** 育苗試験については、上記のエタノール精選した宮城種子の充実種子分画から100粒を抽出し、うち48粒を平成26年2月26日に太田苗園(宮城県刈田郡蔵王町)で300ccマルチキャビティコンテナ2個に播種した(以下処理を、蔵王2月コンテナ)。残りのうち50粒は平成26年4月21日に森林総合研究所林木育種センター奥羽増殖保存園(山形県東根市)の苗畑に播種した(以下処理を、東根4月苗畑)。この宮城種子の試験では、播種時期と育苗方法の双方が異なり議論が不十分になることから、エタノール精選を行った東育種子のうちいわき27について、平成26年4月17日に佐藤苗園(宮城県刈田郡蔵王町)苗畑に897粒および平成26年4月21日に森林総合研究所林木育種センター奥羽増殖保存園(山形県東根市)苗畑に50粒を播種した(以下処理をそれぞれ蔵王4月苗畑および東根4月苗畑に含める)。また鳴瀬39については、森林総合研究所林木育種センター東北育種場(岩手県滝沢市)において、平成26年4月29日に415粒を苗畑に、および80粒をMstarコンテナに播種した(以下処理をそれぞれ滝沢4月苗畑、および、滝沢4月コンテナ)。なお、コンテナの用土は、ココピートオールドもしくはココピートと鹿沼土小粒を容積比8対2で混和したものに普通化成肥料(8-8-8)を5g/Lの割合で付加した用土を使用した。また、蔵王2月播種については、播種後ビニルハウス内に置いて養苗し、5月中旬ごろ野外に移動し生育した。

観察および測定は平成26年9月22日~26日に行った。発芽数については播種した種子すべてについて観察した。苗高については、蔵王2月コンテナ、蔵王4月苗畑、東根4月苗畑について測定した。

**4. 流通苗に関する観察** 従来法で精選した流通種子(家系が混和されている宮城県抵抗性採種園産クロマツ種子)を用いた300ccマルチキャビティ苗について、太田苗園での2月播種(以下、流通2月コンテナ)における発芽率(播種1968粒に対する発芽数の割合、%)と苗高(n=24、成長中程度の1コンテナを抽出)ならびに佐藤苗園での3月播種(以下、流通3月コンテナ)における苗高(n=23、流通2月コンテナと同様)を計測した。

III 結果と考察

従来法の精選失敗率は0%~6%と低かった(図-1)。YAMANOBIE (3)における風選の精選失敗率が0%~64%および目視選における精選失敗率が0%~40%であったことと比べると、風選と目視選を組み合わせることで精選失敗率が格段に下がっている。しかし、従来法の精選所要時間は7家系7690gで50時間30分と多大な労力がかかっていた(表-1)。エタノール精選を7家系140gに対して行った際の所要時間は15分4秒であった(表-1)。重量に約55倍の開きがあるが、エタノール精選ではエタノールへの投入後直ちにシイナと充実種子がわかれるため、本研究において従来法の対象とした重量と同量を精選するための所要時間は数時間程度と考えられる。

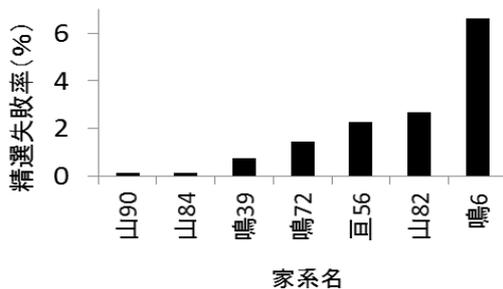


図-1 従来法におけるクロマツ種子の精選失敗率

Fig.1 Sorting failure rates of *Pinus thunbergii* familial seedlots in conventional sorting method in Miyagi Prefecture

表-1 従来法の精選作業時間

Table 1. Elapsed time for conventional sorting in Miyagi prefecture

家系	作業者 <sup>1)</sup>	種子量 (g)	所要時間
従来法			
宮城 (鳴瀬) 6号	A	630	3時間 55分
宮城 (鳴瀬) 39	A	430	3時間 20分
宮城 (鳴瀬) 72	B	1770	10時間 15分
宮城 (山元) 82	A	960	8時間 25分
宮城 (山元) 84	B	1470	7時間 25分
宮城 (山元) 90	A	1260	9時間 15分
宮城 (亘理) 56	B	1170	7時間 55分
7家系合計		7690	50時間 30分
エタノール精選 <sup>2)</sup>			
7家系合計	C	140	0時間 15分

1) 作業者AおよびBは、宮城県で採種作業に当たっている作業員。Cは著者のうち山野邊。2) エタノール精選については、7家系の精選を続けて行い、合計の所要時間のみを計測した。

滝沢4月コンテナは滝沢4月苗畑に比べて発芽率が高かった(表-2)。このことから、播種時期と播種場所をそろえた場合、コンテナ苗の方が発芽がよいと考えられた。コンテナ苗養苗は灌水施設がある場所で行い、頻りに水分環境を調整できる一方、苗畑では通常灌水しない。この水分調整が発芽率の違いに表れていると理解された。東育種子のいわき27について、蔵王4月苗畑は東根4月苗畑より発芽率が高かった(表-2)。このことから播種時期をそろえた場合、蔵王町の方が東根市より発芽がよい年であったと理解された。気象庁ホームページによれば、平成26年は4月~6月に東根市での降水量が平年より少なかったことに対し、蔵王町では4月~5月は東根市同様平年より少なかったが6月に平年以上に降水があった。このことが影響していると考えられた。流通2月コンテナにおいては発芽率が88%であった(表-2)。蔵王2月コンテナと東根4月苗畑の発芽率を比べると、山元84および亘理56を除く5家系で東根4月苗畑の方が発芽率が高くなった(表-2)。平成26年は東根苗畑の方が発芽に適さない環境だったにも関わらず、東根4月苗畑の方が発芽率がよかったこと、および、精選方法が従来法である流通2月コンテナの発芽率がよかったことから、エタノール精選種子は、十分暖かくなってから播種する必要があると考えられる。

1成長期後の苗高において、蔵王2月コンテナは奥羽4月苗畑より高く、2.0~2.6倍の苗高に到達した(表-2)。ただし、東育種子のいわき27において、蔵王4月苗畑は東根4月苗畑の2.1倍の苗高に達した(表-2)。これらのことから、宮城種子を用いた比較は、養苗の方法というよりは育成した気候の違いが苗高に反映されたと考えられる。蔵王2月コンテナで流通規格の20cmを超える苗高に達した個体の割合は家系別で0~24%であった(表-2)。流通2月コンテナと比べて、苗高が低い家系が4家系あった(表-2)。流通2月コンテナは流通3月コンテナより1成長期後の苗高が高くなった(表-2)。しかし、その差は小さく、一般に流通対象となる苗高20cmを超えた割合は、流通2月コンテナで17%、流通3月コンテナで13%となり、播種時期による差は認められなかった(表-2)。以上、苗高の結果からは2月に播種する栽培上の利点はあまりないと考えられた。

今回の取り組みにより、1) エタノール精選種子は、精選作業を軽減できるが、苗畑における播種と同様のタイミングで播種する必要があること、2) 水管理のしやすいコンテナ育苗で生産することで種子を無駄なく苗化できること、が示唆された。

#### IV おわりに

エタノール精選種子の2月播種による発芽が不安定であることは想定外であったため、4月播種のデータ収集が手薄になった。現在、4月播種のデータ拡充のため追加の試験を実施している。

本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（課題番号 25084c 東北地方海岸林再生に向けたマツノサイセンユウ抵抗性クロマツ種苗生産の飛躍的向上）の一部として取り組んだ。

#### 引用文献

- (1) 千吉良治・羽野幹雄 (1995) ヤクタネゴヨウの種子の取り扱いに関する研究. 日本林学会九州支部研究論文集 **48**: 35-36
- (2) 高橋誠 (2002) 採種園設計のための VisualBasic プログラム「Mixed」の開発・評価と設計の作業効率に影響する要因. 日林誌 **84**: 239-245
- (3) YAMANOBE, T (2008) Use of ethanol immersion forced air and seed coat colour for separating empty seeds from *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* seed lots. *Seed Science and Technology* **36**:243-248

表一2. シードロット別および播種様式別の発芽と苗高

Table 2. Germination and height of seedlings per seedlot, site, timing and medium.

家系もしくは シードロット <sup>1)</sup>	播種様式 (場所、時期、 発芽床)	発芽				苗高 (cm)				
		播種 数	発芽 数	発芽率 (%)	検定1 2), 3)	測定 数	平均値 (SE)	検定2 2), 4)	検定3 2), 5)	規格到達 率 (%) <sup>6)</sup>
東育種子										
鳴瀬 39	滝沢 4月苗畑	415	307	74.0	)***	—	—	—	—	—
鳴瀬 39	滝沢 4月コンテナ	80	73	91.3		—	—	—	—	—
いわき 27	東根 4月苗畑	50	33	66.0	)**	33	5.1(0.2)	—	—	—
いわき 27	蔵王 4月苗畑	897	729	81.3		729	10.2(0.1)	)***	—	—
宮城種子										
鳴瀬 39	東根 4月苗畑	50	29	58.0	)***	29	5.8(0.3)	)***	—	—
鳴瀬 39	蔵王 2月コンテナ	48	4	8.3		4	11.5(2.4)	)***	*	0.0
鳴瀬 6	東根 4月苗畑	50	34	68.0	)***	34	5.8(0.3)	)***	—	—
鳴瀬 6	蔵王 2月コンテナ	48	8	18.8		8	14.0(0.8)	)***	*	0.0
鳴瀬 72	東根 4月苗畑	50	36	72.0	)***	36	5.1(0.2)	)***	—	—
鳴瀬 72	蔵王 2月コンテナ	48	15	31.3		15	13.4(0.5)	)***	*	0.0
亘理 56	東根 4月苗畑	50	40	80.0	)N.S.	40	8.2(0.3)	)***	—	—
亘理 56	蔵王 2月コンテナ	48	39	81.3		39	16.4(0.4)	)***	N.S.	10.3
山元 82	東根 4月苗畑	50	39	78.0	)*	39	6.0(0.3)	)***	—	—
山元 82	蔵王 2月コンテナ	48	45	93.8		45	14.4(0.6)	)***	*	6.7
山元 84	東根 4月苗畑	50	47	94.0	)*	47	7.4(0.3)	)***	—	—
山元 84	蔵王 2月コンテナ	48	38	79.2		38	17.7(0.5)	)***	N.S.	23.7
山元 90	東根 4月苗畑	50	42	84.0	)***	42	6.2(0.3)	)***	—	—
山元 90	蔵王 2月コンテナ	48	16	33.3		16	17.5(0.6)	)***	N.S.	12.5
流通種子	蔵王 2月コンテナ	1968	1728	87.8	—	24	17.8(0.6)	—	(対照)	16.7
流通種子	蔵王 3月コンテナ	—	—	—	—	23	15.2(0.7)	)*	—	13.0

1) 流通種子は宮城県における従来法(風選+目視選)による種子精選。その他はエタノール精選。2) \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.005$ , N.S.: 有意差なし。3) 同一家系もしくはシードロット内における播種様式×発芽有無の分割表に対する Fishers Exact Test。4) 同一家系もしくはシードロット内における播種様式間の Welch Two Sample t-test。5) 流通種子の蔵王2月コンテナを対照とする Dunnett 検定。6) 苗高 20cm 以上に到達した割合。流通種子の蔵王2月コンテナと蔵王3月コンテナでは有意差が検出されなかった (Fishers exact test,  $p = 1.0$ )。