

房総半島産ヒメコマツつぎ木苗の種子生産状況

遠藤良太（千葉県農林総研森林）・池田裕行・鈴木祐紀（東大千葉演）・
尾崎煙雄（千葉県中央博）・藤平量郎（千葉エコロジーセ）

要旨：千葉県房総丘陵に隔離分布する希少樹種ヒメコマツ由来の4年生および5年生つぎ木苗に結実した球果の割合、量、体積、種子数、さらに種子の重量、体積、発芽率について調査を行い、天然個体など成木の球果や種子との比較を行った。4年生および5年生つぎ木苗の種子生産力は成木に比べると著しく小さく、発芽率も半分以下だった。しかし、4年生から5年生への1年の加齢により種子生産力や発芽率は確実に向上し、近い将来、ヒメコマツ保全に必要な山出し苗を安定供給できる可能性は高いと考えられた。

I はじめに

千葉県房総半島南部の房総丘陵主稜線周辺に天然に隔離分布するヒメコマツ（図-1）は、寒冷期の遺存植物として、房総丘陵の地史的、植物地理学的観点から貴重な植物である。しかし、1970年代以降急激に衰退し（12）、千葉県では最重要保護生物に指定されている（3）。2009年に実施された調査で確認された天然の成木個体（以下天然個体）はわずか82本（4）、2001年の調査（2）から8年という短期間でも生存個体の16%にあたる15本の天然個体が枯死している。加えて、分布地域内で確認されている稚樹や実生もごくわずかなため、絶滅が大いに危惧されている。

筆者らはその原因究明や保全対策に取り組んでおり、衰退には異常気象に伴う乾燥害やマツ材線虫病が関わっていること、花粉の流動性が低く自殖が多いため健全種子の生産が困難になっていることなどを明らかにした（5, 10～12）。また、保全対策として天然個体からの種子採取やつぎ木による現地外での遺伝子保全、天然個体や天然個体の花粉を人工交配した庭木（本ヒメコマツ分布区域から山取りしたもの）から種苗生産を行っている（6～8）。しかし、これらの方針は非効率であり、今後は遺伝子保全を目的として増殖したつぎ木苗を用いて種子生産を進める計画としている。今回、このために育苗中のつぎ木苗に結実が認められたので、それらの種子生産状況について報告する。

II 材料と方法

木更津市にある千葉県農林総合研究センター森林研究所上総試験地苗畠（図-1）において列状植栽で育苗している天然個体由来の4年生および5年生のつぎ木苗

から、2008年8月に球果を採取した。採種対象とした4年生苗は33クローン、平均苗高42.3cm、平均つぎ部直上の直径7.8mm、1クローンあたり平均9.2本、5年生苗は38クローン、平均苗高59.1cm、平均つぎ部直上の直径10.6mm、1クローンあたり平均4.8本であった（表-1）。2008年8月、クローンごとに結実した苗木の本数、さらに苗木ごとに球果数を数えて全球果を採取し、長さおよび長径と短径を計測し球果体積を算出した。その後、天日乾燥により種子を取り出し、種子数、重量を測定し、加えて種子の長さ、幅、厚みを計測し種子体積を算出した。種子は翌2009年4月まで冷蔵庫4℃で乾燥保存し、山武市にある同森林研究所苗畠（図-1）に播種、6月に発芽数を調査した。クローンごとに結実率（結実した苗木数／全苗木数×100）、球果体積、1球果内の種子数、発芽率、種子重量、種子体積を求め、4および5年生つぎ木苗の種子生産状況を検討した。この際、天然個体から2004年に採取した球果および種子、東京大学千葉演習林札郷地内の集植地（23年生）と君津市清和の個人宅にある庭木（推定樹齢20～30年）に天然個体の花粉を人工交配した個体（以下人工交配個体）から2005年に採取した球果および種子のデータ（5, 7）を併せて用いた。また、球果体積は長さLと最大径（種子は幅）D₁およびそれと直交する径（種子は厚さ）D₂を測定し、回転楕円体近似（体積V=1/6×π×L×D₁×D₂）により算出した。

なお、豊凶が球果サイズや発芽率に影響する可能性があり、天然個体と人工交配個体も2008年の球果、種子を用いるのが妥当であった。しかし、2008年には採取できなかったので、球果を多く採取できた年のものを用いた。また、クローンが産する球果や種子は家系と表現するべ

Ryota ENDO (Chiba Pref. Agriculture and Forestry Res. Center Forestry Res. Inst., Haniya 1887-1 Sanmu-shi Chiba 289-1223) · Hroyuki IKEDA · Masanori SUZUKI (Univ. Forest in Chiba, The Univ. of Tokyo.) · Kemurio OZAKI (Natural History Museum and Institute Chiba) · Kazuo TOHEI (Chiba Ecology Center)
Seed production situation of graft in *Pinus parviflora* from Boso peninsula.

きであるが、本報告では便宜上クローネと記載した。

III 結果

1. 結実状況 4および5年生ヒメコマツつぎ木苗（以下、それぞれ4年生苗、5年生苗）の結実クローネ数、結実率、1本あたり球果数についての平均と範囲を表-2に示した。この表の平均はクローネごとに求めた平均をさらに平均した値、範囲は各クローネの平均の最大値と最小値である（以下表-3～7も同じ）。4年生苗では33クローネの15%にあたる5クローネで、5年生苗では38クローネの26%にあたる10クローネで結実が認められた。結実率は4年生苗で平均2.1%，5年生苗で10.3%，1本あたりの平均球果数は、4年生苗0.03個、5年生苗0.19個とごくわずかだった。

次に、4年生苗と5年生苗に共通する7クローネの結実クローネ数、結実率、1本あたり球果数の平均と範囲を表-3に示した。4年生苗では結実したクローネはなかったが、5年生苗では43%にあたる3クローネで結実が認められた。1年の苗齢の違いであるが、結実性は著しく向上した。また、共通クローネでの比較ではないが、明らかに5年生苗のほうが球果数が多く、苗木段階では1年の加齢で結実性が大きく向上する傾向となった。

2. 球果体積、1球果あたりの種子数 4年生苗、5年生苗、天然個体および人工交配個体の球果体積と1球果あたりの種子数を表-4に示した。球果体積の平均は4年生苗3.89cm³、5年生苗7.43cm³、天然個体17.08cm³、人工交配個体22.40cm³、1球果あたりの種子数の平均は4年生苗2.5粒、5年生苗3.4粒、天然個体11.4粒、人工交配個体8.0粒であった。5年生苗は4年生苗より球果体積が大きく、1球果あたりの種子数も多かったが、天然個体や人工交配個体に比べると半分以下の値であった。

次に、5年生苗と天然個体について共通する6クローネの球果体積と1球果あたりの種子数を表-5に示した。球果体積の平均は5年生苗8.98cm³、天然個体19.72cm³、1球果あたりの種子数の平均は5年生苗3.4粒、天然個体11.0粒だった。球果体積、1球果あたりの種子数とも一標本t検定1%水準で有意な差が検出され、5年生苗の球果体積、1球果あたりの種子数は、天然個体すなわち成木より劣っていることが統計的にも確認された。

3. 苗畠での発芽率、種子重量、種子体積 4年生苗、5年生苗、天然個体および人工交配個体の発芽率と種子重量、種子体積（人工交配個体は未測定）を表-6に、5年生苗と天然個体について共通する5クローネの発芽率、種子重量、種子体積を表-7に示した。発芽率の平均は4年生苗6.0%，5年生苗12.0%，天然個体13.1%，人工交配個体22.4%だった。5年生苗は4年生苗より発

芽率は高く、天然個体と同じ程度の値であった。表-7に示した5年生苗と天然個体について共通する5クローネの平均も一標本t検定で有意な差は検出されなかった。しかし、天然個体は親子鑑定で自殖が極めて多かった報告（13個体72粒の93%が自殖）（11）や点在するために隣接個体と離れており十分な花粉流動が行われていないと推測されることから、健全なヒメコマツ成木よりも発芽率が劣っていると考えられる。人工交配個体の発芽率が22.4%であったこと、さらにヒメコマツの苗畠での発芽率は30～70%といわれていること（1）がそれを示している。したがって、5年生苗は、花粉流動に不利な列状植栽で育苗されていたことを加味しても、健全なヒメコマツ成木が持つ発芽力をまだ有していない段階と推察された。

種子重量の平均は4年生苗0.090g、5年生苗0.106g、天然個体0.102g、人工交配個体0.102g、種子体積は4年生苗127.3mm³、5年生苗175.5mm³、天然個体182.9mm³であった。4年生苗の種子重量は天然個体、人工交配個体より小さくてそれゆえ軽い、すなわち成木より小粒の傾向であった。一方、5年生苗の種子重量、種子体積は天然個体、人工交配個体とほぼ同じで、表-7に示した5年生苗と天然個体について共通する5クローネの平均も一標本t検定で有意な差は検出されなかった。したがって、種子については4年生苗ではまだ小粒だったものが、5年生苗では成木と同程度のサイズと重さを有することが確認された。

IV 考察

千葉県房総丘陵に隔離分布しているヒメコマツ集団からクローネ増殖したつぎ木苗は、すでに4～5年生時点での結実が認められた。つぎ木には結実を促進させる効果があるといわれている（9）が、このことがヒメコマツつぎ木苗においても確認された。しかし、つぎ木4～5年生苗の結実量は成木に比べごくわずかで、球果体積、1球果あたりの種子数、発芽率も著しく劣っていた。5年生時点の平均で、苗木1本あたり球果0.29個、1球果あたりの種子は3.4粒、発芽率12%であったこと、これに得苗率を80%と仮定すると、現段階でつぎ木苗木1本から山出しできる苗数はわずか0.09本となる。一方、4年生から5年生への1年の加齢により結実クローネ数、結実率、苗木1本に結実した球果数は明確に向上了し、球果体積、球果1個あたりの種子数、さらに種子の発芽率、重量、体積も高まっている可能性が認められた。したがって、これから数年間の加齢で、つぎ木苗の種子生産力、発芽力が高まり、苗木1本あたりから山出しできる苗木数も順次増加することが期待できよう。

また、保全対策として、分布地域内に植林に必要な毎年の苗木数は、スギ、ヒノキのように一斉林の造成を目的としないため、数十本から100本程度を予想している。現在、東京大学千葉演習林と当森林研究所上総試験地に、遺伝子保存を兼ねてこれらつぎ木苗222本が単木混交植栽で定植されている（2009年現在、5および6年生）。前述のつぎ木苗1本あたりから0.09本の山出し苗が生産できるとすると、現段階でも222本×0.09=20本の山出し苗の生産ができる能力を有すると推測できる。本地域ヒメコマツの豊凶についての情報がないため、2008年より凶作の場合はこの推測を下回る可能性もある。しかし、苗木の加齢による種子生産量の増加が期待できるので、近い将来、千葉県房総丘陵のヒメコマツ保全に必要な山出し苗の安定供給は十分に可能と考えられる。

なお、現時点では結実が認められるクローンは一部にすぎず、この状況で生産される後代苗木集団は天然個体集団中の一部クローン由来のものに偏り、親集団より遺伝的多様性が低下する可能性がある。今後は、各クローンの雄雌花の着花状況の観察などを続けるとともに特定のクローン由来の種子への偏りにも留意をしながら、苗木生産に取り組んでいきたいと考えている。

引用文献

- (1) 浅川澄彦・勝田恆・横山敏孝(1981)：日本の樹木種子(針葉樹編), 150pp, 林木育種協会, 東京.
- (2) 房総のヒメコマツ研究グループ(2001)：房総のヒメコマツ個体群の現状、房総丘陵におけるヒメコマツ個体群の緊急調査報告書, 44 pp, 千葉.
- (3) 千葉県自然保護課(2003)：千葉県レッドリスト(植物編), 21pp, 千葉.
- (4) 千葉県環境生活部自然保護課(2009)：平成20年度ヒメコマツ現地調査業務報告書, 25pp, 千葉.
- (5) 池田裕行・遠藤良太・尾崎煙雄・藤平量郎・佐瀬正(2005)：房総半島におけるヒメコマツの保全－人工交配による種子の稔性向上－, 林木の育種, 2005(特別号), 10-13
- (6) 池田裕行・遠藤良太・橋本光司・尾崎煙雄・藤平量郎(2005)：房総半島におけるヒメコマツの保全(II)接ぎ木による天然母樹の遺伝子保存, 116日森大会講要, E17
- (7) 池田裕行・尾崎煙雄・藤平量郎・遠藤良太・藤林範子(2008)：房総半島産ヒメコマツの球果形態と種子生産, 117日森大会データベース117, 344
- (8) 池田裕行・鈴木祐紀・山田利博・尾崎煙雄・遠藤良太・藤平量郎・藤林範子(2008)：房総半島産ヒメコマツの保全活動, 関東森林研究59, 141-143
- (9) 中平幸助・染郷正孝(1973)：つぎ木・とり木の実際, 246pp, 地球社, 東京.
- (10) 尾崎煙雄・藤平量郎・池田裕行・遠藤良太・藤林範子(2005)：垂直分布下限のヒメコマツ, 森林科学45, 63-68
- (11) 佐瀬正・竹田昌平・綿野泰行・朝川毅守・池田裕行・鈴木祐紀・尾崎煙雄・谷尚樹(2004)：丘陵の絶滅危惧ヒメコマツ集団における花粉流動のマイクロサテライトによる解析, 第3回植物分類学会, ポスター発表
- (12) 藤平量郎(2000)：房総半島, 高宕山南部の氷期遺存種個体群の急激な衰退の現状-第1報ヒメコマツ-, 千葉生物誌50 (2), 17-31

表-1. 4および5年生ヒメコマツつぎ木苗苗高、つぎ部直上直径、クローンあたり苗数

クローン数	苗高(cm)	直径(つぎ部直上)(mm)		1クローンあたりの苗数			
		平均	範囲	平均	範囲		
4年生つぎ木苗	33	42.3	22 ~ 69	7.8	5 ~ 11	9.2	1 ~ 31
5年生つぎ木苗	38	59.1	21 ~ 97	10.6	6 ~ 18	4.8	1 ~ 21

*: 平均はクローン平均値の平均、範囲の値はクローン平均値

表-2. 4および5年生ヒメコマツつぎ木苗の結実クローン数、結実率、1本あたり球果数

結実クローン数	結実率(%)		球果数(個/本)	
	全クローン		全クローン	
	平均	範囲	平均	範囲
4年生つぎ木苗	5(15%)	2.1	0 ~ 25.8	0.03 ~ 0.45
5年生つぎ木苗	10(26%)	10.3	0 ~ 100	0.29 ~ 0 ~ 6

*: 結実クローン数の()内の数値は全クローン数に対する割合

*: 平均はクローンごとに求めた平均をさらに平均した値。

範囲の値はクローン平均値、以下表-3~7も同様

表-3. 4および5年生ヒメコマツつぎ木苗に共通する7クローンの結実クローン数、結実率、1本あたり球果数

結実クローン数	結実率(%)		球果数(個/本)	
	平均	範囲	平均	範囲
4年生つぎ木苗	0(0%)	0	0	
5年生つぎ木苗	3(43%)	8.0	0 ~ 25	0.19 ~ 0 ~ 0.7

*: 結実クローン数の()内の数値は全クローン数に対する割合

表-4. ヒメコマツ4および5年生つぎ木苗、天然個体、人工交配個体の球果体積と1球果あたり種子数

クローン数	球果体積(cm ³)		種子数(粒/球果)		
	平均	範囲	平均	範囲	
4年生つぎ木苗	4	3.89	0.8 ~ 7.1	2.5	0 ~ 6.0
5年生つぎ木苗	9	7.43	0.8 ~ 20.8	3.4	0 ~ 8.5
天然個体*	35	17.08	5.5 ~ 38.0	11.4	0 ~ 28.7
人工交配個体*	7	22.40	4.4 ~ 46.7	8.0	4.1 ~ 9.5

*: 天然個体は2004年、人工交配個体は2005年に採取した値

表-5. ヒメコマツ5年生つぎ木苗と天然個体に共通する6クローンの球果体積、1球果あたり種子数

	球果体積(cm ³)		種子数(粒/球果)	
	平均	範囲	平均	範囲
5年生つぎ木苗	8.98	0.8 ~ 20.8	3.4	0 ~ 8.5
天然個体	19.72	11.0 ~ 32.4	11.0	7.8 ~ 12.9

表-7. ヒメコマツ5年生つぎ木苗と天然個体に共通する5クローンの苗畠での発芽率、1グラムあたり粒数、種子体積

クローン数	発芽率(%)		種子重(g/粒)		種子体積(mm ³)		
	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	
4年生つぎ木苗	4	6.0	0 ~ 23.8	0.090	0.083 ~ 0.098	127.3	114.2 ~ 140.5
5年生つぎ木苗	9	12.0	0 ~ 44.1	0.106	0.084 ~ 0.142	175.5	97.4 ~ 282.6
天然個体	35	13.1	0 ~ 58.3	0.102	0.046 ~ 0.181	182.9	96.6 ~ 287.8
人工交配個体	7	22.4	4.4 ~ 46.7	0.102	0.082 ~ 0.132		

表-8. ヒメコマツ5年生つぎ木苗と天然個体に共通する5クローンの苗畠での発芽率、1グラムあたり粒数、種子体積

	発芽率(%)		種子重(g/粒)		種子体積(mm ³)	
	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲
5年生つぎ木苗	15.3	0 ~ 44.1	0.124	0.083 ~ 0.208	175.5	97.4 ~ 282.6
天然個体	11.6	1.9 ~ 17.2	0.102	0.066 ~ 0.182	182.9	96.6 ~ 287.8

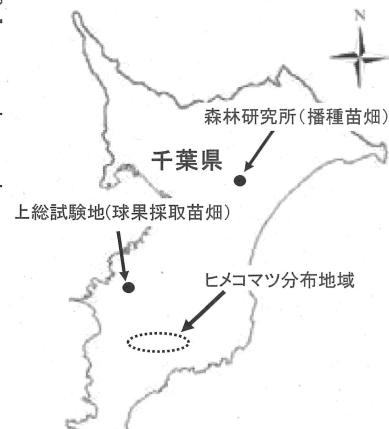


図-1. 球果採取および播種苗畑とヒメコマツ分布地域の位置図