

2010-2014年に採取された千葉演習林産天然生ヒメコマツの 球果当たり種子数と水沈種子率

米道学*¹・久本洋子*²・鈴木祐紀*²・軽込勉*²・塚越剛史*²・里見重成*²・
梁瀬桐子*²・後藤晋*¹・山田利博*³

The number of seeds per cone and the proportion of sinking seeds collected
from natural trees of *Pinus parviflora* var. *parviflora* in 2010-2014 in
the University of Tokyo Chiba Forest

Takashi YONEMICHI*¹, Yoko HISAMOTO*², Masanori SUZUKI*², Tsutomu KARUKOME*²,
Takeshi TSUKAGOSHI*², Shigenari SATOMI*², Kiriko YANASE*², Susumu GOTO*¹, Toshihiro YAMADA*³

要 旨

房総半島に位置する千葉演習林に自生する天然生のヒメコマツは近年急激に減少し、その保全が緊急の課題となっている。そのためには、当該地域における球果当たりの種子数や種子の充実率に相当するデータの蓄積が必要である。そこで本報告では、荒瀬沢地域のヒメコマツ小集団4母樹を対象に、2010年から2014年の天然個体の球果当たりの種子数と水沈種子率を記載した。球果当たりの種子数は健全な個体群に比べて全体に少なく、当該地域の個体数が減少していることが原因と考えられた。また、水沈種子率が突出して高い個体が認められたが、一方でその個体産種子の自殖率が高いことが報告されていることから、自殖してもシイナにならず有胚種子が得られる個体が存在する可能性が示唆された。

キーワード：球果当たり種子数・水沈種子率・自殖・ヒメコマツ・房総半島

Abstract

Natural populations of *Pinus parviflora* var. *parviflora* in the University of Tokyo Chiba Forest located in the Boso peninsula have rapidly declined. Conservation of these populations is an emerging issue. However, basic data for the number of seeds per cone and the proportion of

* 1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林教育研究センター

Education and Research Center, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

* 2 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

The University of Tokyo Chiba Forest, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

* 3 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林

The University of Tokyo Chichibu Forest, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

filled seeds are limited. Therefore, we described the traits of seeds collected in 2010-2014 from a small population located in the Arakashizawa area, in terms of the number of seeds per cone and the proportion of seeds that sink, which are substitutes for the proportion of filled seeds. The tree density of *Pinus parviflora* var. *parviflora* may have been considerably lower than that shown by a population in good condition. One mother tree, Arakashizawa-13, exhibited a high level in the proportion of seeds that sink. The selfing rate of seeds collected from this mother tree was extremely high. Selfed seeds would, therefore, be filled seeds for this mother tree.

Keywords : Boso peninsula, number of seeds per cone, *Pinus parviflora* var. *parviflora*, selfing, the proportion of seeds that sink

I. はじめに

ヒメコマツ (*Pinus parviflora* var. *parviflora*) は山地性の針葉樹で、主に本州の東北地方南部、四国、九州の主に温帯域に分布している (佐竹ら, 1989)。房総半島のヒメコマツ集団は、最終氷期の遺存植物とされ、房総半島の地史、植物地理を理解するうえで貴重な存在である (尾崎ら, 2005)。このため千葉県では、本種を最重要保護生物に指定し、さまざまな保全活動を行っている (千葉県環境生活部自然保護課, 2010)。房総半島に位置する東京大学千葉演習林 (以下、千葉演習林とする) では、1978年には200本以上確認されていたヒメコマツ天然成木が2010年には21個体まで減少し (米道ら, 2014)、本種の保全が緊急の課題となっている。現在、千葉演習林では天然成木からの種子採取と苗畑での実生育苗が行われている。ヒメコマツ成木の個体数減少にともない、球果当たりの種子数や種子充実率が健全な個体群より低下している可能性があるが、その実態を把握する具体的なデータは限られている (糟谷ら, 1991)。

千葉演習林では、現在、西ノ沢、四郎治、スミ沢、荒瀬沢の4地域にヒメコマツの小集団が分布している (米道ら, 2014)。そのうち、荒瀬沢には、1978年で約100本の成木が確認されていたが、1996年に27本、2010年には7本に減少している (米道ら, 2014)。この地域では、ヒメコマツ天然木産の種子生産の実態を調査するために2010年から2014年の間、毎年、同じ4母樹から球果採取を行い、水沈処理により種子の質を調べている。ヒメコマツの場合、水沈種子は充実種子の割合が高いとされており (池田ら, 2005)、全種子数に対する水沈種子数の割合 (以下、水沈種子率) が種子の稔性の指標として用いられている (糟谷ら, 1991; 池田ら, 2005)。本研究では、2010年から2014年までの球果当たりの種子数、水沈種子率を記載し、採取年間、母樹間で比較した。

II. 材料と方法

球果を採取した4母樹（荒檜沢3, 4, 9, 13）を含む荒檜沢地域におけるヒメコマツ成木の位置図を図-1に示す。いずれも球果採取は8月に行い、自然乾燥後に得られた総種子数を計数した。総種子数を球果数で割り、球果当たり種子数を求めた。種子の水沈については、一昼夜、種子を水に浸漬して水沈種子と水浮種子に分類し（図-2）、水浮種子数と水沈種子数を計数した。

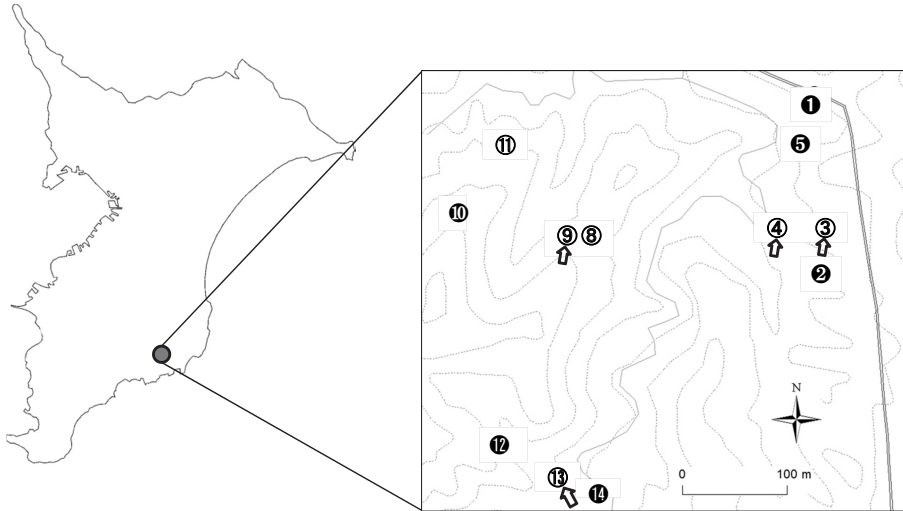


図-1. 荒檜沢地域のヒメコマツ天然個体の分布。矢印は球果採取母樹を示す。白丸は2014年現在の生存個体を、黒丸は枯死個体を示す。丸の中の数字は個体IDを示す。

Figure 1. Distribution of naturally regenerated *Pinus parviflora* var. *parviflora* trees in Arakashizawa area. Arrows represent mother trees. White and black circles indicate surviving and dead trees at 2014, respectively. Numbers in circles represent individual tree IDs.

III. 結果

2010年から2014年までの母樹ごとの球果数、総種子数、球果当たり種子数、水沈種子数、水沈種子率を表-1に示した。採取年ごとの球果当たり種子数の平均値で見ると、2012年と2014年は少なく、2010年と2013年は多かった。また、2011年は母樹によるばらつきが大きかった（図-3）。母樹間で比較すると、荒檜沢3は常に4未満と低い値を示したが、他の母樹間では特に顕著な違いはなかった。

水沈種子率を採取年ごとにみると、荒檜沢13を除き、2010年から2013年までは10%未満の低い値であったが、2014年は荒檜沢3で23.3%、荒檜沢9で63.1%と高い値を示した（図-4）。また、2011年から2014年まで荒檜沢13の水沈種子率が35%を超えており、ほかの母樹とは挙動が大きく異なっていた。

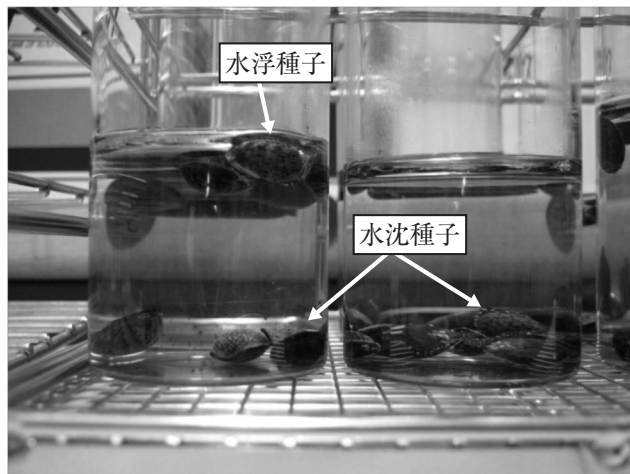


図- 2. 水浮種子と水沈種子

Figure 2. Floating seeds and sinking seeds of *Pinus parviflora* var. *parviflora*.

表- 1. 2010-2014年の個体別種子の特性

Table 1. Seeds characteristics for each mother tree in 2010-2014.

| 採取年 | 個体番号 | 球果数 | 総種子数 | 種子数/球果 | 水沈種子数 | 水浮種子数 | 水沈種子率(%) |
|------|-------|-----|------|--------|-------|-------|----------|
| 2010 | 荒樫沢3 | 204 | 374 | 1.8 | 5 | 369 | 1.3 |
| | 荒樫沢4 | 81 | 640 | 7.9 | 60 | 580 | 9.4 |
| | 荒樫沢9 | 119 | 900 | 7.6 | 27 | 873 | 3.0 |
| | 荒樫沢13 | 126 | 1046 | 8.3 | 81 | 965 | 7.7 |
| | 平均 | 133 | 740 | 6.4 | 43 | 697 | 5.4 |
| 2011 | 荒樫沢3 | 116 | 152 | 1.3 | 13 | 139 | 8.6 |
| | 荒樫沢4 | 203 | 1650 | 8.1 | 31 | 1619 | 1.9 |
| | 荒樫沢9 | 45 | 446 | 9.9 | 9 | 437 | 2.0 |
| | 荒樫沢13 | 70 | 283 | 4.0 | 149 | 134 | 52.7 |
| | 平均 | 109 | 633 | 5.8 | 51 | 582 | 16.3 |
| 2012 | 荒樫沢3 | 40 | 81 | 2.0 | 3 | 78 | 3.7 |
| | 荒樫沢4 | 57 | 83 | 1.5 | 1 | 82 | 1.2 |
| | 荒樫沢9 | 38 | 101 | 2.7 | 8 | 93 | 7.9 |
| | 荒樫沢13 | 9 | 22 | 2.4 | 8 | 14 | 36.4 |
| | 平均 | 36 | 72 | 2.1 | 5 | 67 | 12.3 |
| 2013 | 荒樫沢3 | 56 | 186 | 3.3 | 11 | 175 | 5.9 |
| | 荒樫沢4 | 43 | 473 | 11.0 | 10 | 463 | 2.1 |
| | 荒樫沢9 | 43 | 780 | 18.1 | 67 | 713 | 8.6 |
| | 荒樫沢13 | 40 | 480 | 12.0 | 184 | 296 | 38.3 |
| | 平均 | 46 | 480 | 11.1 | 68 | 412 | 13.7 |
| 2014 | 荒樫沢3 | 38 | 116 | 3.1 | 27 | 89 | 23.3 |
| | 荒樫沢4 | 27 | 135 | 5.0 | 4 | 131 | 3.0 |
| | 荒樫沢9 | 68 | 390 | 5.7 | 246 | 144 | 63.1 |
| | 荒樫沢13 | 39 | 134 | 3.4 | 51 | 83 | 38.1 |
| | 平均 | 43 | 194 | 4.3 | 82 | 112 | 31.8 |

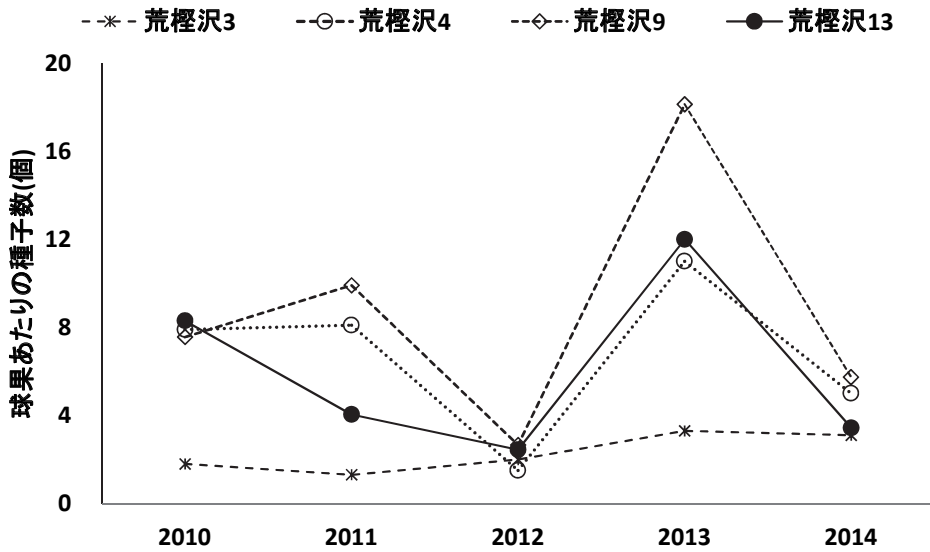


図-3. 2010-2014年の球果当たりの種子数
Figure 3. Number of seeds per cone in 2010-2014.

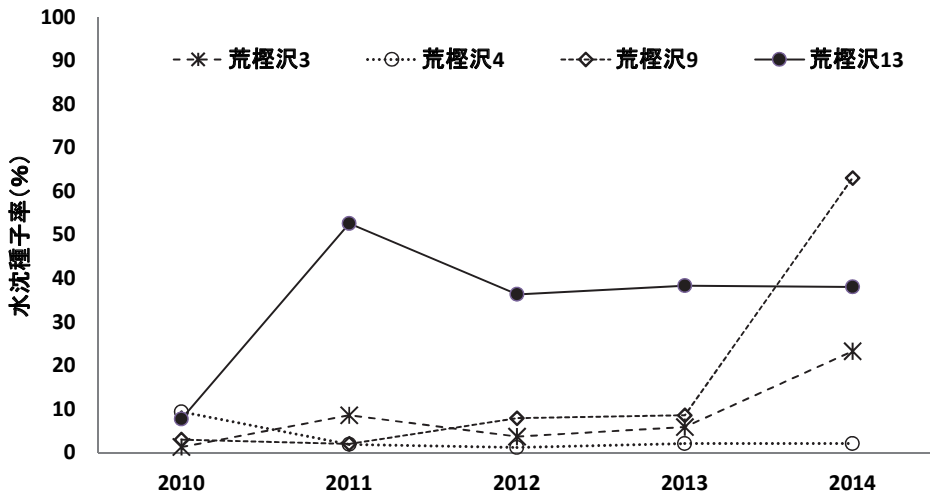


図-4. 2010-2014年の水沈種子率
Figure 4. The proportions of sinking seeds in 2010-2014.

IV. 考察

本報告のヒメコマツの球果当たり種子数の平均値は、2010年が6.4個、2011年が5.8個、2012年が2.1個、2013年が11.1個、2014年が4.3個であった（表-1）。一般に、針葉樹では個体群サイズが小さくなると、球果当たりの種子数が低下する傾向がある。佐藤（2007）は、全国24地点のヒ

メコマツの球果当たりの種子数を調査した結果、4.0 - 46.3個であったとした（図-5）。佐藤（2007）の値と比較すると、荒檜沢地域のヒメコマツで得られた値は全体として低いレベルであった。

球果当たりの種子数を採取年ごとにみると、2012年と2014年に少なくなり、2013年に多かった。

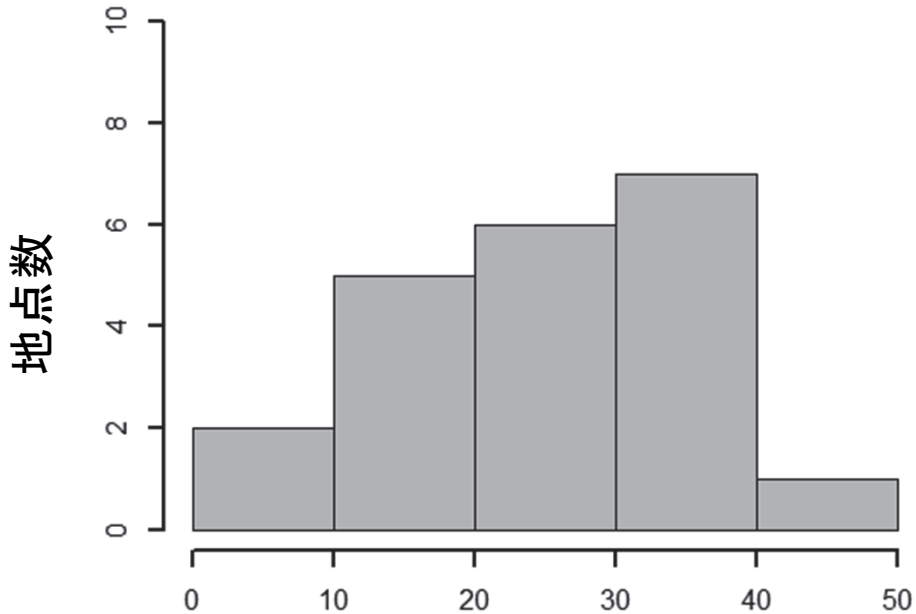


図-5. ヒメコマツの球果当たり種子数の頻度分布。佐藤（2007）の全国24点のデータを用いて作成した。

Figure 5. Frequency distribution of number of seeds per cone for *Pinus parviflora* var. *parviflora*. Histogram uses data for 24 locations from SATO (2007)

一般に樹木では豊作年と凶作年があり、凶作年に球果当たりの種子数が少なくなる傾向がある。これは、花粉不足（KNIGHT *et al.*, 2005）によって引き起こされると推察された。

水沈種子率については、特に2011年から2014年までの間、荒檜沢13の値がほかの母樹と比べて突出して高かった。IWASAKI *et al.* (2013) は、2002年から2003年にこれら4母樹から採取された種子の自殖率を分子マーカーで調査しており、荒檜沢3の自殖率は40%、荒檜沢4が100%、荒檜沢9が90%、荒檜沢13が100%としている。

また、自殖した場合の、有胚率は個体ごとの自家不和合性の程度によって異なることが指摘されている（池田ら、2005）。今回の結果とIWASAKI *et al.* (2013) の結果を合わせて考えると、荒檜沢13が毎年高い水沈種子率を示すのは、自殖してもシイナにならずに有胚種子になっている可能性が考えられる。ただし、荒檜沢13の実生苗は、ほかの天然個体種子産の実生苗に比べて、個体サイズが極端に小さいことが指摘されている（米道ら、2014）。今後、水沈種子の自殖率を分

子マーカーで確認するとともに、近交弱勢がどの程度現れるかを母樹別に確認していく必要があるだろう。

謝辞

球果採取は房総のヒメコマツ研究グループの千葉県委託調査の一環として実施したものである。また、英文要旨の作成には、演習林教育研究センターの三浦直子博士に助言を頂いた。ここに深く感謝する。なお本研究は、(公社)ゴルフ緑化促進会と平成26年度科学研究費助成事業(奨励研究)課題番号26925021の助成を受けて行われた。

引用文献

- 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-。林木の育種特別号10-13.
- IWASAKI T, SASE T, TAKEDA S, OHSAWA AT, OZAKI K, TANI N, IKEDA H, SUZUKI M, ENDO R, TOHEI K, WATANO Y (2013) Extensive selfing in an endangered population of *Pinus parviflora* var. *parviflora* (Pinaceae) in the Boso Hills, Japan. *Tree Genetics and Genome* 9: 693-705.
- 積谷重夫・佐倉詔夫・河原孝行・明石孝輝(1991)ヒメコマツの集団間種子交配による種子の稔性向上。日林論102: 389-390.
- KNIGHT TM, STEETS JA, VAMOSI JC, MAZER SJ, BURD M, CAMPBELL DR, DUDASH MR, JOHNSTON MO, MITCHELL RJ, ASHMAN TL (2005) Pollen limitation of plant reproduction: Pattern and process. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 36:467-497. 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.
- 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫(1989)日本の野生植物 木本 I. 321pp., 平凡社, 東京.
- 佐藤卓(2007)ゴヨウマツの球果, 種鱗, 種子サイズの地理的変異. 富山市科学文化センター研究報告30: 7-14.
- 千葉県環境生活部自然保護課(2010)千葉県ヒメコマツ回復計画. 23pp.
- 米道学・塚越剛史・里見重成・軽込勉・久本洋子・後藤晋・山田利博(2014)東京大学千葉演習林におけるヒメコマツの現状とマツ材線虫病抵抗性. 森林遺伝育種 3: 185-188.

