

稀少樹種トガサワラの紀伊半島および四国集団におけるモニタリング個体の 4年間の結実調査経過

関西育種場 育種課 岩泉正和 遺伝資源管理課 河合貴之 笹島芳信[※] 竹原正人^{※※}
契約職員 祐延邦資

1 はじめに

林木育種センターでは、林木ジーンバンク事業の一環として、絶滅の危機に瀕する稀少樹種の資源保存に向けた取り組みを行っている。トガサワラ (*Pseudotsuga japonica*) はマツ科トガサワラ属の常緑針葉樹で、紀伊半島および四国南東部の一部にのみ生育する固有樹種である。現在の集団は過去の伐採等により小集団化・分断化が進んでいることに加え、林内では一部の箇所を除きほとんど天然更新が見られないため、生息域内保存手法の検討とともに、生息域外保存による後継集団の造成についても重要視されている。

こうしたことから、関西育種場ではトガサワラについて、第2期中期計画(平成18～22年度)～第4期中期計画(平成28～32年度)にかけて研究課題を実施しており、これまで、核SSRマーカーに基づき種内の遺伝的変異を解明し、紀伊半島と四国で大きく遺伝的に異なること、紀伊半島内でも集団間で遺伝的なサブ構造が見られることが明らかになった¹⁾。またこれまで、後代保存のための実生の生育

に必要な種子の収集がごく少量であった中、平成26年度は当該樹種の事業・研究開始以降初めて、全集団で多数個体に大量着果が認められたことから、各集団で可能な限り種子の収集を行った^{2), 3)}。しかしながら、効果的な集団保存の方法や種子収集を検討する上で重要な、当該樹種の結実特性についてはこれまで体系的なデータが得られていない。このことから、関西育種場では、上記結実年の翌年の平成27年度より、科研費プロジェクト(代表: 東京大学)とも連動して、各集団の個体の成長量や結実量等の連年モニタリング(特性調査)に着手したところである。本報では、平成27年度～30年度までに行われた4ヶ年の球果着生調査データについて集計・解析し、当該樹種の結実パターンやその集団間・個体間での違い等について検討した。

2 方法

モニタリング調査は、先の遺伝的変異の研究¹⁾で供試された集団のうち、三重県、奈良県、和歌山県に分布する紀伊半島内のトガサワラ4集団および高知県南東部に分布

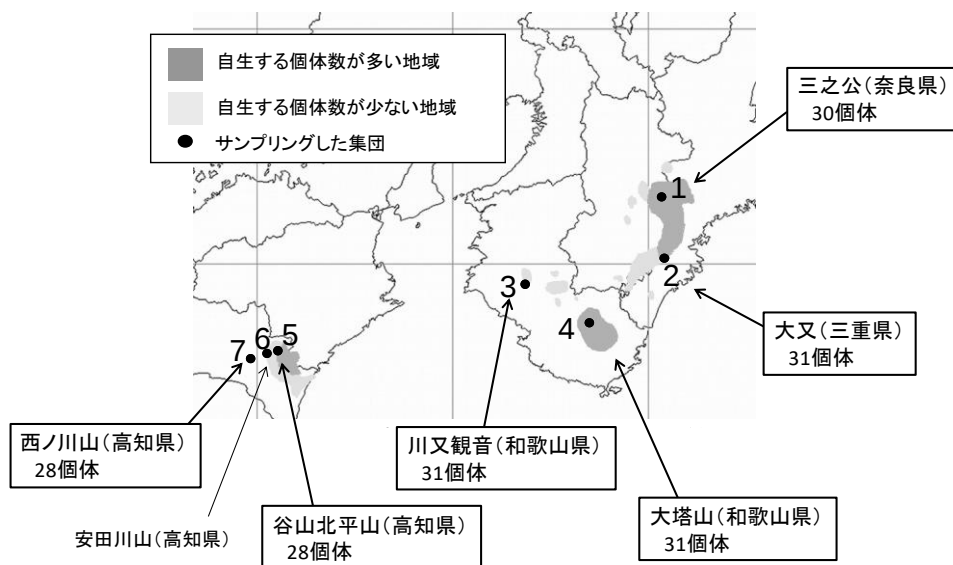


図1 トガサワラの分布(岩泉ら²⁾を基に作成)と、モニタリング対象集団の位置および調査個体数

[※] 現在 東北育種場 遺伝資源管理課 ^{※※} 現在 関西育種場 連絡調整課

する四国のトガサワラ2集団の、計6集団、179個体を対象に行っている。平成27年度に、各集団の主な分布範囲をカバーする形で、様々なサイズ階級を含むように集団あたり28～31個体をランダムに選定した。個体サイズと結実特性の関係性について明らかにするため、平成27年度に各個体の胸高直径を直径巻尺により計測した。

個体の結実量の調査は、各年とも球果の成長・成熟する6月後半から、種子が散布される前の10月前半までの間に各集団で行った。ただし、西ノ川集団では平成30年秋の台風被害のためアクセスが不可能となり調査を行わなかった。個体毎に樹冠を双眼鏡で目視し、当年結実した充実球果の着生量を下記の基準に基づき5段階で指数評価した。

- 5：樹冠の1/2以上に高密度で着生
- 4：樹冠の1/2以上に着生
- 3：樹冠の1/4～1/2に着生（様々な部位で着生）
- 2：樹冠の1/4以下に着生（わずかに着生）
- 1：ひとつも着生なし

そして、4年間の結実量の年次間、集団間での違いや個体サイズと結実量との関係性について解析した。

3 結果および考察

1. 結実量の年次変動およびその集団間での違い

調査した4ヶ年のうち、平成27年度および平成28年度

ではほとんどの個体で着果が認められず、調査した全個体の着生指数の平均はそれぞれ1.00（±0SE）、1.01（±0.00SE）であった。平成29年度では各集団とも多くの個体で少量の球果着生が認められ、着生指数の全平均は1.73（±0.70SE）であった。翌平成30年度は、大半の集団で少数の個体のみに着生が認められ、着生指数の全平均は1.52（±0.93SE）であった。

球果着生指数の集団ごとの傾向を解析したところ、平成27年度～29年度にかけては、全ての集団で着生指数の傾向がほぼ同調した（図2）。平成29年度ではいずれの集団においても多くの個体で少量の着生が見られ、集団ごとの着生指数の平均は1.44（西ノ川）～1.93（三之公）であった。これに対し、平成30年度では、川又観音集団でのみ多数の個体に多くの球果着生が認められ、着生指数の平均は2.71を示した。一方で、他の4集団（調査不可であった西ノ川を除く）では球果着生は少数の個体のみで見られ、着生指数の平均は1.07（大又）～1.46（谷山北平山）であった。

上記の結果から、前回の大量結実（平成26年度）後の4ヶ年では、平成30年度の川又観音集団を除き、調査対象集団におけるトガサワラの結実の豊作年は認められなかった。森林樹木の結実周期は針葉樹・広葉樹を問わず多くの樹木で知見が蓄積されており、クロマツ、アカマツ等では多少はあるがおおむね毎年着果する一方で⁴⁾、モミ属

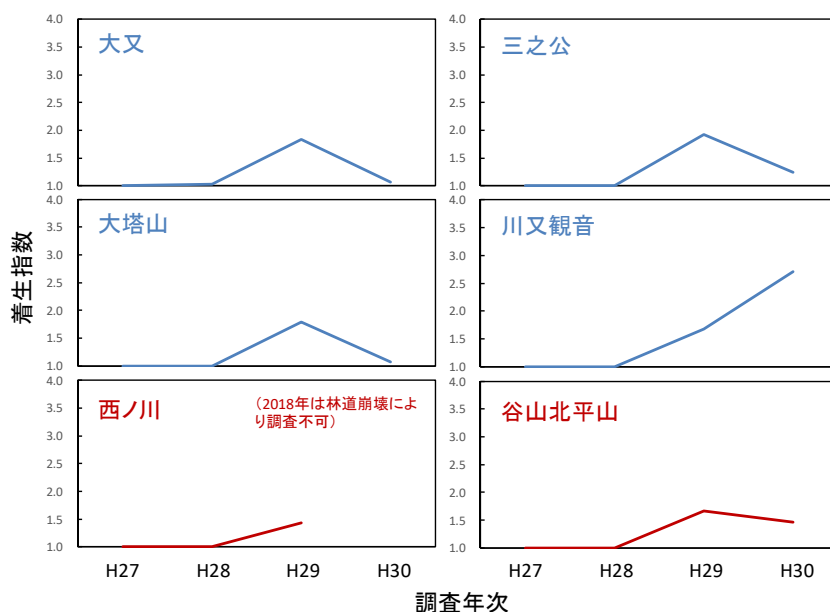


図2 調査したトガサワラ6集団別の4年間での平均球果着生指数
（青字は紀伊半島の集団、赤字は四国の集団を示す）

では3～4年に1回^{5), 6)}、ケヤキでは2～5年に1回程度⁷⁾、ブナでは4～6年に1回⁸⁾豊作年となる傾向が報告されている。当該樹種における結実の豊作年の頻度を明らかにするためには、さらなる継続した調査が必要である。

また、多くの樹木では、異なる地域集団間でも結実の豊凶パターンが同調する傾向が多い一方で^{7), 9)}、平成30年度は川又観音集団でのみ他集団と同調せず、多数の結実が認められた。樹木の結実には高温・低温等の気候的要因のほか、貯蔵資源の蓄積等の生理的要因がトリガーとなる可能性が考えられている一方で^{10), 11)}、近年の温暖化や異常気象によっては、局所的に上記要因が変化する地域・集団が出る可能性も否定できない。

2. 結実量の個体間での違い

集団内の個体のサイズと結実量の関係性について検証するため、平成29年度と30年度の2ヶ年連続で多くの個体に球果着生が認められた川又観音集団について、胸高直径と球果着生量の関係を解析したところ、両年とも有意な正の相関関係は認められず、平成30年度はむしろ負の相関であった(kendall 順位相関検定、 $N=31$ 、H29: $\tau=-0.039$ 、ns; H30: $\tau=-0.309$ 、 $P<0.05$; 例として平成29年の結果を図3に示す)。一方で、個体の着生指数の上記2年間での関係を解析したところ、両者には有意な正の相関が認められた($N=31$ 、 $\tau=0.480$ 、 $P<0.01$)

森林樹木においてはしばしば、球果着生量にはサイズ

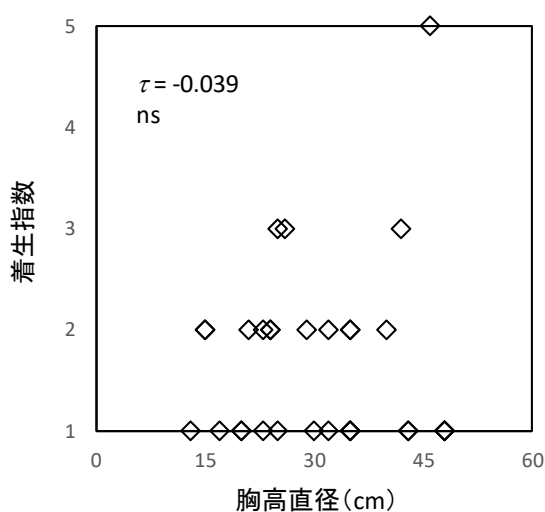


図3 川又観音集団における調査個体の胸高直径と平成29年の球果着生指数の関係
(年齢)に対して正の依存性が認められていることから¹²⁾、

¹³⁾、今回のトガサワラ集団においても個体サイズの大きい個体ほど多く結実していることが予想されたが、川又観音集団における2ヶ年の結果では、上記のような傾向は認められなかった。その一方で、個体の着果指数には強い年次相関が見られたことから、個体間の結実の多寡は、成長量(個体サイズ)や成熟齢よりもむしろ個体の遺伝的特性または立地等の環境条件が大きく影響している可能性が考えられる。同じく関西育種場でモニタリングを進めている四国の固有樹種シコクシラベにおいても、同様の個体間での着果数の有意な年次相関が報告されている⁶⁾。

4 おわりに

今回、関西育種基本区内の固有樹種トガサワラを対象に結実特性の連年モニタリング調査に着手し、4年間という集団・個体の動態の把握にはまだ短い期間ではあるものの、当該樹種の球果着生パターンの集団・個体間差等について知見を得ることができた。今後は、より中長期的なスパンで継続的に調査を実施することにより、当該樹種の結実周期やその気候的あるいは生理的要因等が明らかになってくることが期待される。

最後に、本調査は終始にわたり、近畿中国森林管理局および四国森林管理局と両管理局管内の各森林管理署、川上村教育委員会、(公財)森と水の源流館、川喜田山林部、印南町川又地区の協力の下進められた。ここに御礼を申し上げる。なお、本調査は科学研究費助成事業「絶滅危惧樹木と共生微生物の生態的相互作用の解明」(基盤研究A:H27～29)および「共生微生物を活用した絶滅危惧樹木の革新的育苗技術開発」(基盤研究A:H30～)の2課題の一環としても進められた。

5 引用文献

- 1) Tamaki, S., Isoda, K., Takahashi, M., Yamada, H., Yamashita, Y. (2018) Genetic structure and diversity in relation to the recently reduced population size of the rare conifer, *Pseudotsuga japonica*, endemic to Japan. *Conservation Genetics* 19: 1243-1255.
- 2) 岩泉正和、檜木野俊昭、笹島芳信、祐延邦資、磯田圭哉 (2015) 関西育種場における稀少樹種保全の取り組みー平成26年に見られたトガサワラ及びシコクシラベの大量結実とジーンバンク収集ー. 林木遺伝資源

連絡会誌 2014 年 No. 3.

- 3) 岩泉正和、磯田圭哉、檜木野俊昭、笹島芳信、祐延邦資 (2015) 関西育種基本区内の稀少樹種における平成 26 年の大量結実とジーンバンク収集トガサワラとシコクシラベ. 平成 26 年版林木育種センター年報: 152-155.
- 4) 戸田忠雄 (2004) アカマツおよびクロマツのマツ材線虫病抵抗性育種に関する研究. 林木育種センター研究報告 20: 83-217.
- 5) 大谷雅人・岩泉正和・佐藤新一・宮本尚子・矢野慶介・平岡宏一・那須仁弥・高橋誠 (2014) SSR 分析に基づいた阿武隈山地のモミ天然林における雌性および雄性繁殖成功の年変動の把握. 日本森林学会大会講演集 125: 246.
- 6) 岩泉正和・三浦真弘・河合貴之・笹島芳信・磯田圭哉 (2017) 固有樹種シコクシラベの石鎚山集団内における 7 年間の結実動態. 森林遺伝育種学会大会発表要旨集 6: 8.
- 7) 吉野豊 (2003) 15 年間のケヤキ種子生産量の変動と豊凶に関する要因. 日本林学会誌 85: 199-204.
- 8) Masaki, T., Oka, T., Osumi, K., Suzuki, W. (2008) Geographical variation in climatic cues for mast seeding of *Fagus crenata*. Population Ecology 50: 357-366.
- 9) Isagi, Y., Sugimura, K., Sumida, A., Ito, H. (1997) How does mast seeding happen and synchronize?. Journal of Theoretical Biology 187: 231-239.
- 10) Han, Q., Kabeya, D., Iio, A., Kakubari, Y. (2008) Mast seeding in *Fagus crenata* and its influence on the nitrogen content and dry mass of winter buds. Tree Physiology 28: 1269-1276.
- 11) Pearse, I.S., Kabeya, D., Koenig, W.D., Kelly, D. (2016) Mechanisms of mast seeding: resources, weather, cues, and selection. New Phytologist 212: 546-562.
- 12) Yamauchi, A. (1996) Theory of mast reproduction in plants: storage-size dependent strategy. Evolution 50: 1795-1807.
- 13) 岩泉正和・上野真一・生方正俊・星比呂志・矢野慶介 (2005) 林木遺伝資源モニタリング試験地における

林分構造の不均一性が実用形質や着果及び種子散布状況に与える影響. 平成 16 年版林木育種センター年報: 95-98.