

稀少樹種トガサワラの関西育種場における生育試験

関西育種場 育種課 岩泉正和 遺伝資源管理課 河合貴之 林田修 大久保典久* 笹島芳信**
林木育種センター 保存評価課 磯田圭哉

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 (図-1)。現在の集団は拡大造林に伴う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、後継集団の造成による生息域外保存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、第2期中長期計画 (平成18~22年度) ~第4期中長期計画 (平成28~32年度) にかけてトガサワラについての研究課題を実施しており、これまで、核SSRマーカーに基づいた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、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年度はトガサワラの研究課題開始以降初めて、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)}。その後、上記結実年の翌年の平成27年度より、科研費課題 (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) を実施している⁴⁾。しかし一方で、実際の集団保存のための苗木育成方法の検討に必要な、苗木等での得苗率 (発芽・生存率) や成長量等の育苗特性についてはほとんどデータが得られていない。このことから関西育種場では、平成27年度より、平成26年度に各集団で収集した種子を苗木に播種し、育苗特性の評価を進めている。本報では、平成27年度~令和2年度までに行われたトガサワラの播種当年生次および2年生次における実生苗木育成調査データについて集計・解析した。そして、トガサワラ実生苗木の得苗率・成長量における、家系間差や播種方法・

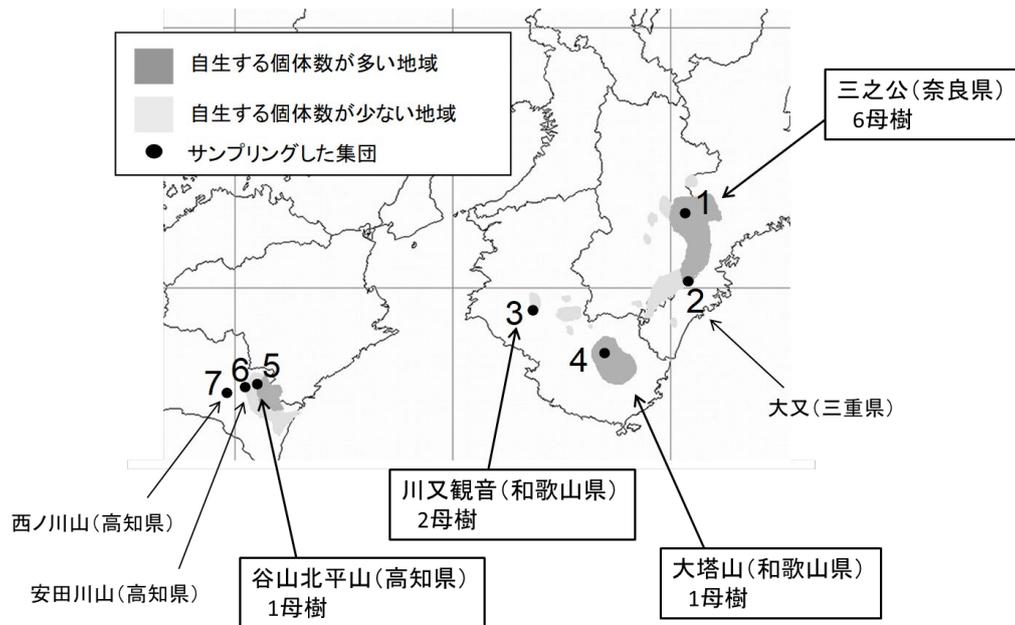


図-1 トガサワラの分布 (岩泉ら 2015³⁾ を基に作成) と、実生苗木育成試験に供試した集団の位置および供試母樹数

* 現在 九州育種場 遺伝資源管理課

** 現在 東北育種場 遺伝資源管理課

床替の有無等の育成方法の違いによる影響について検討した。

2 方法

育苗特性の評価は、先の遺伝的変異の研究¹⁾で評価されたトガサワラ集団のうち、奈良県、和歌山県に分布する紀伊半島3集団および高知県南東部に分布する四国の1集団、計4集団の10母樹から採種した自然交配家系を対象に行った(図-1、表-1)。種子は収集後0℃で冷蔵保存し、各年の播種前の2ヶ月間、0℃で低温湿層処理した。播種は平成27年度、平成28年度および令和元年度の3ヶ年において、各年度とも4月中旬に行った。そのうち、平成27年度の播種では、関西育種場本場(岡山県勝央町:以下、「関西本場」)および四国増殖保存園(高知県香美市:以下、「四国」)の2箇所において、同一種子ロットの5家系

を対象に行った。この年度では、2種類の播種方法および翌春の床替えの有無の2処理を組み合わせた計4種類の育成処理を行った。そのうち、播種方法は下記の2種類である。

点まき区: 6×6cm 間隔に1粒ずつ播種

密まき区: 25×25cm の枠内に密集させてばらまき
また、床替方法は下記の2種類である。

床替区: 翌平成28年3月に20cm 間隔で床替

据置区: 播種場所にそのまま据置

平成28年度および令和元年度の播種は関西本場において、それぞれ3家系および4家系を対象に行った(平成27年度と同一家系あり)。この2ヶ年では、播種方法は密まき、床替方法は据置のみを行った。

家系および処理による得苗率の違いを把握するため、各播種年(当年生次)および播種翌年(2年生次)の成長長

表-1 播種した3ヶ年におけるトガサワラ実生苗の家系別・処理別の得苗特性

播種年度	系統名	播種場所	播種方法	床替方法	播種数	当年生次		2年生次			秋苗高(cm)
						秋得苗数	得苗率	供試数	秋得苗数	得苗率	
H27	川又観音40	関西本場	密まき	床替	60	0	0	-	-	-	-
H27	川又観音576	関西本場	密まき	床替	60	7	0.117	7	3	0.429	12.50
H27	大塔山63	関西本場	密まき	床替	60	0	0	-	-	-	-
H27	三之公625	関西本場	密まき	床替	60	3	0.050	3	0	0	-
H27	三之公624	関西本場	密まき	床替	60	2	0.033	2	1	0.500	6.50
H27	川又観音40	関西本場	点まき	床替	60	1	0.017	1	0	0	-
H27	川又観音576	関西本場	点まき	床替	60	8	0.133	8	0	0	-
H27	大塔山63	関西本場	点まき	床替	60	0	0	-	-	-	-
H27	三之公625	関西本場	点まき	床替	60	2	0.033	2	0	0	-
H27	三之公624	関西本場	点まき	床替	60	1	0.017	1	1	1.000	4.00
H27	川又観音40	関西本場	密まき	据置	120	2	0.017	2	0	0	-
H27	川又観音576	関西本場	密まき	据置	120	12	0.100	11	6	0.545	13.92
H27	大塔山63	関西本場	密まき	据置	120	1	0.008	1	1	1.000	14.70
H27	三之公625	関西本場	密まき	据置	120	3	0.025	3	3	1.000	9.87
H27	三之公624	関西本場	密まき	据置	120	6	0.050	6	5	0.833	12.44
H27	川又観音40	関西本場	点まき	据置	120	0	0	-	-	-	-
H27	川又観音576	関西本場	点まき	据置	120	15	0.125	14	6	0.429	11.33
H27	大塔山63	関西本場	点まき	据置	120	0	0	-	-	-	-
H27	三之公625	関西本場	点まき	据置	120	4	0.033	4	1	0.250	13.80
H27	三之公624	関西本場	点まき	据置	120	0	0	-	-	-	-
H27	川又観音40	四国	密まき	床替	60	0	0	-	-	-	-
H27	川又観音576	四国	密まき	床替	60	4	0.067	4	3	0.750	21.47
H27	大塔山63	四国	密まき	床替	60	0	0	-	-	-	-
H27	三之公625	四国	密まき	床替	60	3	0.050	3	3	1.000	20.77
H27	三之公624	四国	密まき	床替	60	5	0.083	5	2	0.400	21.50
H27	川又観音40	四国	点まき	床替	60	1	0.017	1	0	0	-
H27	川又観音576	四国	点まき	床替	60	15	0.250	15	5	0.333	20.78
H27	大塔山63	四国	点まき	床替	60	0	0	-	-	-	-
H27	三之公625	四国	点まき	床替	60	2	0.033	2	1	0.500	14.20
H27	三之公624	四国	点まき	床替	60	7	0.117	7	3	0.429	16.90
H27	川又観音40	四国	密まき	据置	120	1	0.008	1	1	1.000	12.30
H27	川又観音576	四国	密まき	据置	120	4	0.033	4	1	0.250	14.90
H27	大塔山63	四国	密まき	据置	120	1	0.008	1	0	0	-
H27	三之公625	四国	密まき	据置	120	6	0.050	6	0	0	-
H27	三之公624	四国	密まき	据置	120	4	0.033	4	3	0.750	11.60
H27	川又観音40	四国	点まき	据置	120	4	0.033	4	0	0	-
H27	川又観音576	四国	点まき	据置	120	1	0.008	1	0	0	-
H27	大塔山63	四国	点まき	据置	120	1	0.008	1	0	0	-
H27	三之公625	四国	点まき	据置	120	5	0.042	5	5	1.000	14.84
H27	三之公624	四国	点まき	据置	120	2	0.017	2	0	0	-
H28	三之公625	関西本場	密まき	据置	180	2	0.011	-	-	-	-
H28	三之公B	関西本場	密まき	据置	164	16	0.098	-	-	-	-
H28	谷山北平山361	関西本場	密まき	据置	180	55	0.306	-	-	-	-
R01	三之公613	関西本場	密まき	据置	390	0	0	-	-	-	-
R01	三之公618	関西本場	密まき	据置	240	9	0.038	9	5	0.556	7.14
R01	三之公625	関西本場	密まき	据置	390	0	0	-	-	-	-
R01	三之公646	関西本場	密まき	据置	390	11	0.028	11	7	0.636	7.90

止期における生存苗数をカウントし、当年生次および2年生次の得苗率（播種数または翌年3月の生存苗数・床替苗数に対する成長休止期の生存苗数）を算出した。また、家系および処理による実生苗の成長量の違いを把握するため、2年生次の成長休止期には、各生存苗について苗高を測定した。しかし、平成28年度播種苗については測定せず、令和元年度播種苗については令和2年9月時点での生存苗数と苗高である。

上記3ヶ年における育苗データを集計し、得苗率や成長量の家系間差や処理間での違いについて解析した。

3 結果および考察

1. 当年生次での得苗特性

播種当年次での各家系の実生苗の得苗率は0%~30.6%であり、家系間で差が見られた（表-1）。得苗率は全体的に低く、多くの家系では5%以下であったが、平成27年度播種の川又観音576では4処理区の合計で11.7%（関西本場）および6.7%（四国）、平成28年度播種の三之公Bでは9.8%、谷山北平山361では30.6%であり、いくつかの家系では比較的高い得苗率が得られた。平成27年度の播種方法別に得苗率を算出すると、関西本場では点まき区が全体で3.4%、密まき区が4.0%、四国ではそれぞれ4.2%、3.1%であり、播種方法による差は見られなかった。また、関西本場と四国で5家系の得苗率を比較したところ、得苗率は播種場所間で高い相関が認められた（ $R^2 = 0.692$ ）。

平成26年度以前に収集された種子を用いた育苗試験においても、トガサワラ種子の発芽率は低く、発芽時期も播種後1ヶ月~5ヶ月と大きくばらつくほか、発芽後の実生の枯死も多数観察されている（岩泉ら 未発表）。発芽率の低さには種子の充実率の低さが関係しているものと考えられるが、平成26年度産の6集団18家系の種子を対象に軟X線装置（SOFTEX）で充実の有無を調査したところ、充実種子率は12%~68%（平均34.5%）であった。このことから、充実率の低さだけでは上記の得苗率の低さは説明できないと考えられる。また、多くの（稀少）針葉樹では低温湿層処理によって発芽率を高め、発芽時期を早めることが可能であるが^{5), 6)}、トガサワラについては現在のところ効果的とは言えない結果である。しかしながら、いくつかの家系では比較的高い得苗率が得られており、この要因については検討する余地がある。例えば、現地の採種母樹

の環境条件と種子の得苗率の関係性等について評価することにより、今後の採種にあたっての母樹の選定方法の検討に資する可能性がある。

2. 2年生次での得苗・成長特性

播種翌年（2年生次）でも実生苗の得苗率は高くなく、得苗率は調査した全家系の合計で43.7%であった。2年生実生苗の得苗率と苗高を床替方法別に集計したところ、平成27年度播種の関西本場では、床替区に比べて据置区のほうが得苗率が高く、実生苗の苗高も高い傾向が見られた（図-2）。令和元年度播種（据置区のみ）においても、平成27年度と同程度の得苗率が得られている。一方で、平成27年度播種の四国では、実生苗の苗高は関西本場に比べて高かった。床替方法間で比較すると、関西本場とは対照的に、床替区のほうが据置区に比べて得苗率が高く、苗高も高い傾向が見られた。

平成26年度以前に収集された種子を用いた苗畑での育苗試験においては、トガサワラは床替えに弱く、特に2~3年生次までは据置するのがよいと報告されている²⁾。上記の結果から、関西本場においてはその示唆と矛盾しない傾向が認められた一方で、四国においてはむしろ床替区のほうが得苗率も成長もよく、対照的な結果となった。この結果の一因として、年降水量の少ない関西本場と比べて四

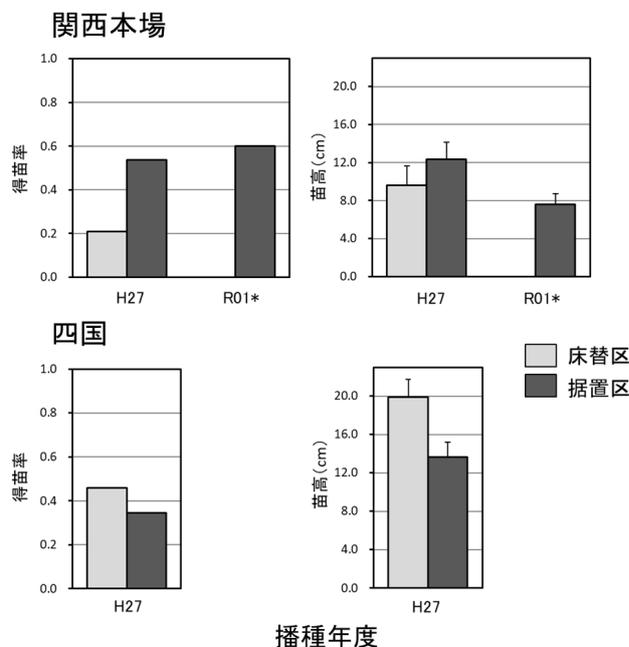


図-2 トガサワラ実生苗の2年生次における床替処理別の得苗率と苗高
*令和元年度播種分については令和2年9月時点での得苗率と苗高。

国のほうが、高温多湿なトガサワラの生息域の環境条件により適していることが考えられる。実際、アメダスデータによると、平成 28 年における育苗場所に最寄りの観測所（関西本場：津山、四国：後免）での年降水量はそれぞれ 1,669mm、2,609mm であり、関西本場では据置がより適している一方で、四国のような降水量の多い環境下においては床替が生存・成長に対する制限要因とはなりにくい可能性が示唆される。四国の床替区における苗高が特に大きいことから、床替して間隔を広くして育苗させたほうがより 2 年生次以降の生存・成長を促進することが考えられる。

4 おわりに

トガサワラは結実の豊作年が少なく、さらに豊作年に得られた種子でも多くの家系で得苗率が低いことから、多数家系を同時に対象とした体系的な実生苗育成方法の検討を行うことが非常に困難な状況である。しかし今回、これまでのデータを集約して得苗率や成長量について解析し、これら特性の家系間差や育成方法間での違い、育成場所間での違い等について傾向を把握することができた。今後は、得苗率の高い母樹の選定方法や、より効果的な床替等の育成管理のタイミング等について評価していくことが重要と考えられる。

最後に、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) 平成 26 年に見られた稀少樹種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について。平成 26 年度四国森林・林業研究発表会発表集：71-74.
- 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) 岩泉正和・河合貴之・笹島芳信・竹原正人・祐延邦資 (2020) 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。令和元年版林木育種センター年報：130-133.
- 5) 荒井國幸 (1983) 亜高山性針葉樹のタネの発芽。林業試験場研究報告 321：133-145.
- 6) 岩泉正和・磯田圭哉・笹島芳信・山口和穂・河合慶恵 (2012) 石鎚山から採種したシコクシラベ種子の発芽特性。応用森林学会研究発表会要旨集 63：47.