

# 木曾ヒノキ天然林における種子調査中間報告 ～温帯性針葉樹林の保存・復元に向けて～

中部森林管理局 木曾森林管理署 事務管理官 みやげ ゆうへい 三宅 悠平  
中部森林管理局 木曾森林管理署 森林技術専門官 ないろう たかゆき 内藤 貴幸

## 要旨

温帯性針葉樹林へ誘導するための天然更新技術の確立を目的に、木曾ヒノキを主体とする天然林において、ヒノキ・サワラ・アスナロの3樹種の種子について豊凶と飛散距離の調査を行いました。その結果、3樹種の種子豊凶が結実1年前と2年前の7月の平均気温差と関連していることが判明しました。また、3樹種の母樹からの距離と落下種子量の関係を推定できました。この調査結果は温帯性針葉樹林の保存・復元に向けて行われる施業の基礎資料になることが期待できます。

## はじめに

天然のヒノキ、サワラ等を交える木曾地方の森林は、温帯性針葉樹がまとまって自然度の高い状態を構成しており、世界的にも希少な存在となっています。貴重な遺伝資源の保存と森林生態系の維持を目的に、2016年に木曾悠久の森が設定され、温帯性針葉樹林を中心とした生物群集の保存・復元の取組を行っています(図2)。しかし、温帯性針葉樹林の復元に必要な天然更新技術は未だ体系化されておらず、課題となっています。

これらのことから、木曾地方では天然林へ誘導するための天然更新技術の確立を目指し、多くの試験研究が行われてきました。今回はその一環として木曾ヒノキを主体とする天然林において、ヒノキ・サワラ・アスナロの3樹種の種子について豊凶と飛散距離の調査を行いました。

## 1 試験地の概要

調査は、長野県の南西部、きそぐんあげまつまち木曾郡上松町の赤沢自然休養林内にあるおがわいり小川入国有林80イ林小班で実施しました(図1・図2)。この試験地は、試験地設定年度の2005年4月に伊勢神宮の御神木伐採のため小面積皆伐(0.16ha)を行っており、その跡地に種子の散布量を把握するための種子トラップ(0.5㎡)を13カ所、実生調査枠(1㎡)を10カ所設置しています(図3)。種子トラップの周辺は、樹高25m程度のヒノキを中心とした天然林で、他にサワラ、アスナロ、ミズナラ、ホオノキ等が上層を占めています。

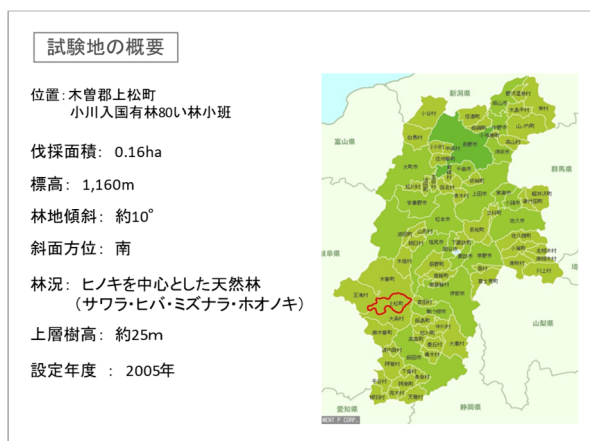


図1 試験地の概要

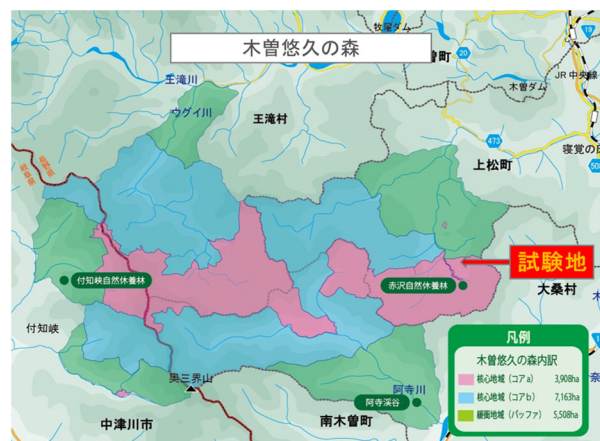


図2 「木曾悠久の森」の概要

## 2 調査内容

種子トラップ (0.5 m<sup>2</sup>) により捕捉されたものから、ヒノキ・サワラ・アスナロの3樹種の種子を計数しました。種子トラップは、2005年9月から設置し、それ以降毎年秋と春に回収しています。

また、種子トラップ周辺の胸高直径20cm以上の樹木について、2021年12月に林分調査を実施し、樹冠投影図を作成しました(図4、表1)。

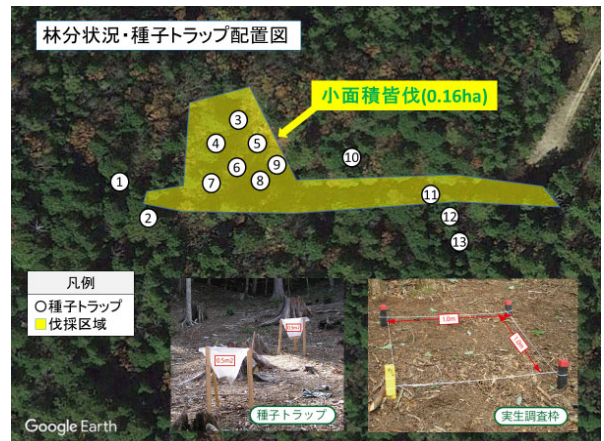


図3 林分状況・種子トラップ配置図

表1 種子トラップ周辺の林分調査結果

調査林分面積		0.825 ha					
本数 (本)	平均樹高 (m)	平均直径 (cm)	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> )	(%)	材積合計 (m <sup>3</sup> )	(%)	
ヒノキ	117	21.2	40.6	23.28	(48.11)	199.23	(52.79)
サワラ	67	20.2	32.7	8.13	(16.79)	65.31	(17.31)
アスナロ	36	18.7	32.8	4.35	(8.99)	31.85	(8.44)
ナラ	63	18.6	32.3	7.94	(16.42)	50.92	(13.49)
ホオノキ	35	18.4	28.4	3.01	(6.22)	19.45	(5.15)
ウダイカンバ	2	18.0	30.0	0.18	(0.37)	0.58	(0.15)
アカマツ	4	21.8	51.0	1.05	(2.18)	7.36	(1.95)
タムシバ	2	15.0	23.0	0.11	(0.22)	0.65	(0.17)
コシアブラ	2	17.5	21.0	0.09	(0.18)	0.63	(0.17)
ミズメ	1	17.0	26.0	0.07	(0.14)	0.39	(0.10)
ダケカンバ	1	17.0	26.0	0.07	(0.14)	0.39	(0.10)
センノキ	1	16.0	24.0	0.06	(0.12)	0.32	(0.08)
サクラ	1	16.0	24.0	0.06	(0.12)	0.32	(0.08)
計	332		48.386			377.4	

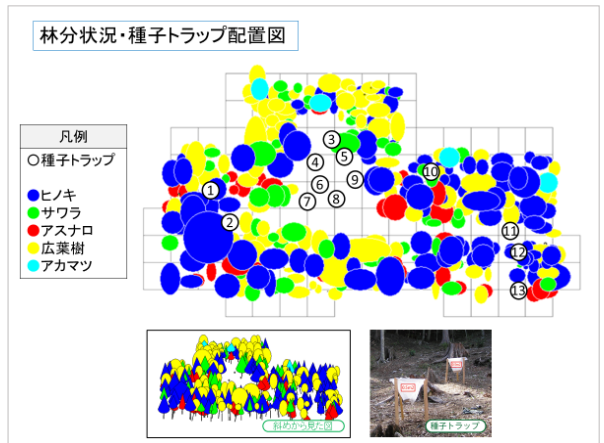


図4 種子トラップ周辺の樹冠投影図

## 3 調査結果と考察

### (1) 種子豊凶調査

#### ア 種子散布量の推移

2005年から2020年の16年間の落下種子量を計数調査しました。なお、年落下種子量は当年秋と翌年春の回収物中の種子を合計したものです。

種子の散布量には波があり、ヒノキは2005年と2009年に豊作でしたが、その後は豊作と呼べる年はありません。ヒノキとサワラはよく似た推移をしています。アスナロは異なるパターンで推移をしています。また、いずれの樹種でも豊作の翌年は必ず凶作になっています(図5)。

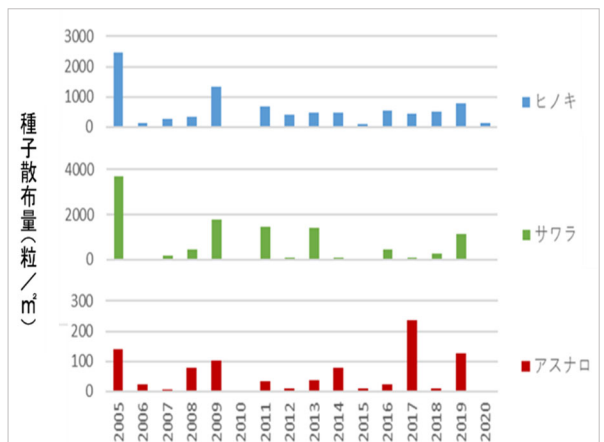


図5 種子散布量の推移

## イ 前年7月の平均気温と種子散布量

豊作凶作の波について、一般に花芽分化期の気象条件が影響すると言われています。これについてヒノキではどうなのか検証しました。なお、気温について、最寄りの木曾福島観測所のデータに欠失があるため、松本観測所の値を用いています。

前年7月の気温が低い年は凶作になっており、豊作年である2005年と2009年は前年7月の平均気温が高めでした。しかし、2011年は気温が高くても豊作とはなっていません。前年の7月の平均気温が高いと豊作になる傾向ではありますが、高くてもすべて豊作とはならないようです(図6)。

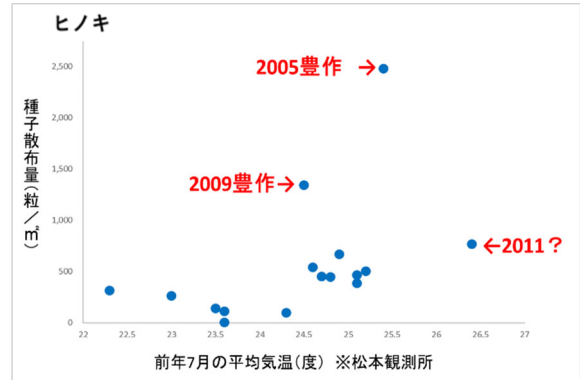


図6 結実前年7月の平均気温と種子散布量

## ウ 結実1年前と2年前の平均気温差と種子散布量

ヒノキでは、7月の平均気温について、結実1年前と2年前の気温差が関連することが、当試験地での結果をもとに報告されています(久保・今井 2016)。今回、ヒノキについては2020年度まで期間を延ばし検証し、サワラ、アスナロについても同様に検証しました。図8、9、10の横軸の左側は暑い夏の次の年が涼しい夏だった場合の、右側は涼しい夏の次の年が暑かった場合の気温差になります。

ヒノキについて、涼しい夏の次の年が暑かった場合、気温差に比例して種子散布量が増加しています。このことから、結実前2年間の気温差が種子散布量に関係すると判断できます(図7)。

サワラについても、ヒノキと同様、涼しい夏の次の年が暑かった場合、気温差に比例して種子散布量が増加しており、結実前2年間の気温差が種子散布量に関係すると判断できます(図8)。

アスナロについても、気温差に比例して種子散布量が増える傾向にありますが、ばらつきが大きく、2017年は大きく外れています。結実前2年間の気温差のほかに、種子の散布量に影響を与える要因があると考えられます。しかし、今回の検証では他の要因を見つけることはできませんでした(図9)。

## エ 種子豊凶調査結果のまとめ

3樹種について、結実1年前と2年前の気温差が大きいと種子散布量が多くなることが判明しました。これにより、1年後、2年後の豊作・凶作が予

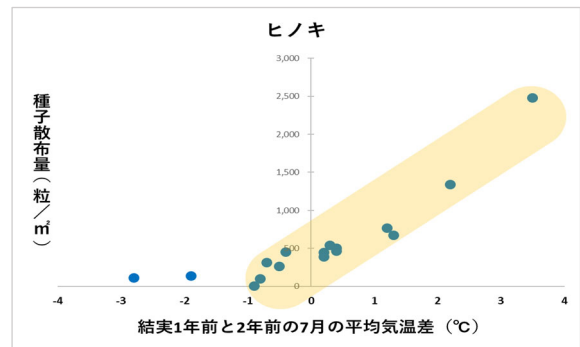


図7 ヒノキ平均気温差と種子散布量

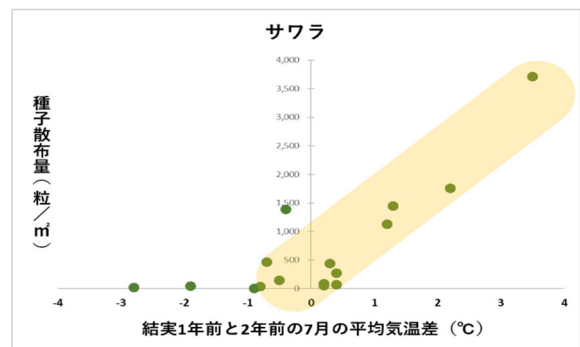


図8 サワラ平均気温差と種子散布量

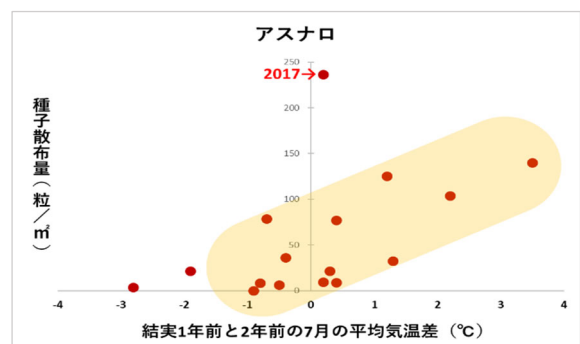


図9 アスナロ平均気温差と種子散布量

想できるようになりました。実際に、2023年、2024年のヒノキの豊凶を予想してみます。

2023年は縦軸に種子散布量、横軸に結実の1年前と2年前の気温差を取ったグラフに、2021年と2022年の気温差をあてはめました。その結果、2023年は凶作か並作と予想できました(図10)。

また、2024年の予想は、縦軸に種子散布量、横軸に結実の2年前の気温を取ったグラフに、2022年の気温をあてはめました。結実の2年前の気温が低くなるほど、結実1年前との気温差がプラスになりやすいため、左上がりのグラフになっています。その結果、2024年は凶作か並作と予想できました(図11)。

2年後の豊作をある程度見通し、更新補助作業を行えば、豊作年に環境が整い、天然更新の成功する確率が高くなると考えられます。

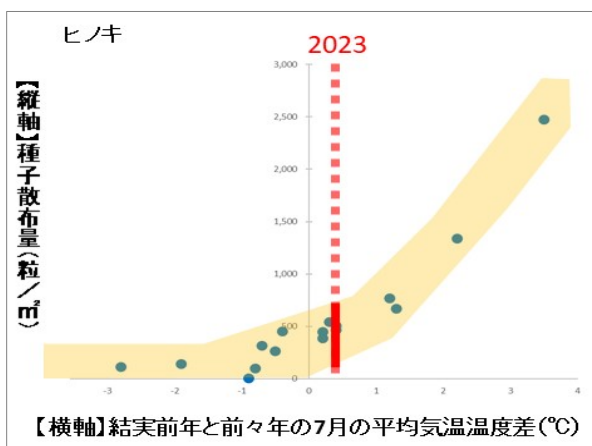


図10 ヒノキの2023年結実豊凶予想

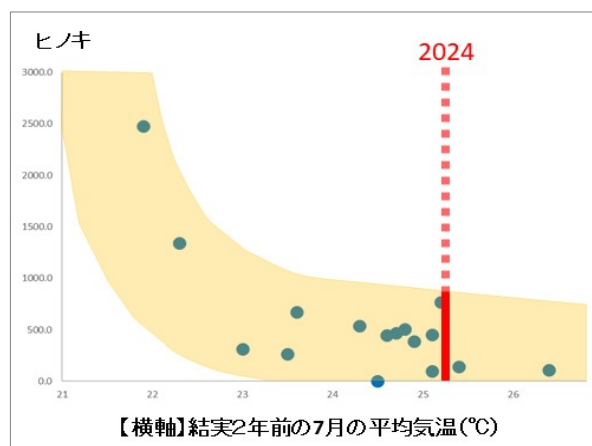


図11 ヒノキの2024年結実豊凶予想

## (2) 種子飛散距離調査

### ア 背景

今まで、ヒノキについては樹高程度の距離であれば種子の散布が行われるとされ、樹高の2倍以内を目安に伐採及び天然更新が行われてきました。しかし、距離に応じて種子がどの程度飛散するのかについて具体的な資料は見つかりませんでした。また、サワラ、アスナロについては、情報がありませんでした。そこで、ヒノキ・サワラ・アスナロ(図12)の3樹種について、種子の飛散距離を整理しました。

### イ 調査方法と結果

最も近い母樹樹冠の外縁から種子トラップまでの距離と最も近い母樹樹高の比(以下、樹高比)と種子トラップごとの年平均落下種子量(粒/m<sup>2</sup>)の関係を図13、14、15に示します。いずれの樹種も、年平均落下種子量は母樹から離れるに従い指数関数的に減少し、 $N = N_0 (1/2)^d$ の形で次の式によって表されました。ただし、N: 樹高比dにおける年平均落下種子量(粒/m<sup>2</sup>)、N<sub>0</sub>: 母樹樹冠直下の年平均落下種子量(粒/m<sup>2</sup>)、D: 落下種子量が半減する樹高比、d: 樹高比としています。



図12 球果と種子



【落下種子量と樹高比の式】

ヒノキ :  $N=789*(1/2)^{(d/0.26)}$  , [  $N_0=789(\text{粒}/\text{m}^2)$  ,  $D=0.26$  ]

サワラ :  $N=748*(1/2)^{(d/0.52)}$  , [  $N_0=748(\text{粒}/\text{m}^2)$  ,  $D=0.52$  ]

アスナロ :  $N=326*(1/2)^{(d/0.21)}$  , [  $N_0=326(\text{粒}/\text{m}^2)$  ,  $D=0.21$  ]

これにより、母樹樹冠直下と比較し落下種子量が10分の1になる樹高比は、ヒノキ約0.86、サワラ約1.73、アスナロ約0.70、と推定できました(図16)。この推定を今回の調査地の平均樹高に当てはめると、落下種子量が10分の1になる距離は、ヒノキ約18m、サワラ約35m、アスナロ約13m、となります。また、樹高と同じ距離における種子量は、母樹樹冠直下と比較し、ヒノキ約7%、サワラ約26%、アスナロ約4%、となりました。

樹種による差は種子の大きさによるものと考えられ、種子が大きく重いアスナロは飛散距離が短く、種子が小さく軽いサワラは飛散距離が長くなっています。

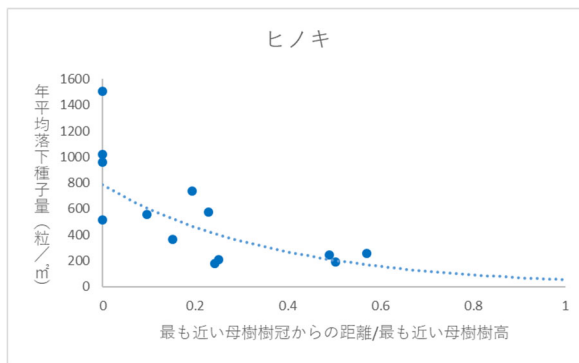


図13 ヒノキ樹高比と落下種子量

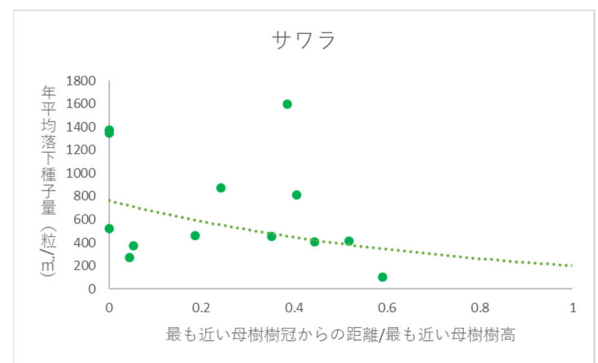


図14 サワラ樹高比と落下種子量

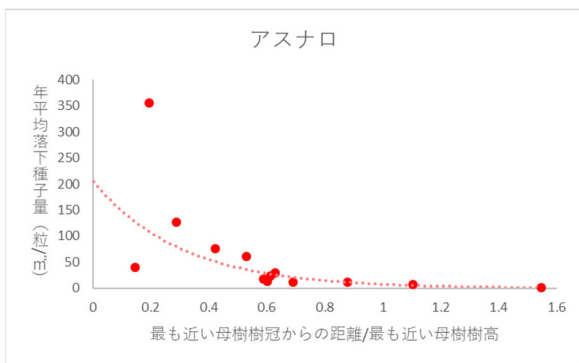


図15 アスナロ樹高比と落下種子量

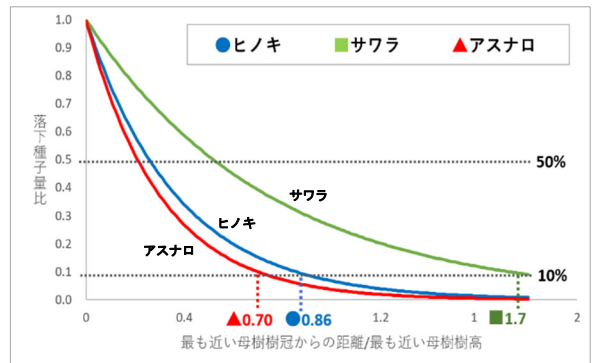


図16 樹種毎の樹高比と落下種子量

イ 種子飛散距離調査結果のまとめ

今までヒノキの天然更新を行う際に伐開幅の規程はありませんでしたが、樹高の2倍以内を目安に施業が行われてきました。今回の種子の飛散距離調査から、ヒノキについては樹高の2倍程度の伐開幅であれば一定量の種子の供給は行われていることが確認できました。しかし、樹種によって種子の飛散距離が異なり、必要な種子の量も異なると考えられるため、天然更新に最適な伐採幅を見出すには、伐採地での天然更新状況の調査結果と組み合わせ検証することが必要と考えられます。

## おわりに

16年間にわたる継続調査により、3樹種の種子の気温差と散布量の関連性が判明し、結実豊凶の予測が可能になりました。また、種子飛散距離についての知見を得ることができました。これらは、今後の天然更新技術を検討する上での重要な成果だと考えています。

今回の考察は、赤沢地区のみの調査に基づいて行っているため、条件の異なる場所がある木曽地域全体に、この結果を適用できるのかわかりません。そのため、2019年から木曽郡王滝村の三浦<sup>みうら</sup>国有林でも種子トラップによる調査を行っています。赤沢地区での調査と組み合わせ、長期間の推移を観察することで、より精度の高い分析が行えるように今後も調査を継続し、データを蓄積していきたいと考えています。

今回の試験調査について、16年間という長期にわたり、調査を継続していただいた前任の担当者の方々、また、調査にご協力いただいたすべての方々に厚くお礼を申し上げます。

## 参考文献

Nobori, Y. (2000) Forest Window. Japan society of Forest planning Press. 100pp. Tokyo.

Nobori, Y. (1998) Development of the tree-dimensional computer graphics system for forest stand structures. Journal of forest Planning 4: 83-87

Nobori, Y. (1990) The three-dimensional display of two forest stand structures using computer graphics. J. Jpn. For. Soc. 72: 234-238.

久保喬之・今井歩. ヒノキ天然林における結実豊凶と小面積皆伐後の実生の消長. 平成27年度中部森林技術交流発表集. 2016, p. 81-85.