

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良
C. スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課題名 Ca. スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業
(2) 研究期間 平成 20 年度～
(3) 予算区分 特定受託研究費
(4) 担当者 齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

(5) 目的

社会的に大きな問題となっているスギ・ヒノキ等の花粉症に対し、発生源対策として花粉の少ないスギ品種の選抜等育種的な改良は行われているものの根本的な解決には至っていない。近年、抗アレルギー薬が開発され、花粉飛散前の服用により症状を大幅に緩和できるようになった。このため、花粉飛散量や飛散時期を予測する必要性が増している。しかし、花粉を飛散する雄花の着花量は年次変動が大きい。そのため雄花の着花量を直接観察することにより、花粉飛散量の予測を行う。なお、本事業は全国林業改良普及協会からの委託事業として実施した。

(6) 方法

ア. スギ雄花着花量調査

県内各地に成育するスギ林の中から、目視による調査に適した個体識別可能な見通しのよいスギ林を選定し調査林分とした。さらに設定にあつては県内山地のスギ林を対象に 5km メッシュで 500ha につき 1 箇所を目安に設定した。調査箇所は平成 9 年度に設定した 30 箇所と平成 14 年度に追加した 24 箇所の計 54 箇所である。

スギの花粉を飛散する雄花は、夏に花芽の分化が起こり、秋になると雄花の観察が可能となる。このため雄花着花調査は 11 月中旬に行う。調査は対象林分内の 40 本のスギを抽出し、双眼鏡またはフィールドスコープを用いて、次の 4 ランク区分により、1 本ごとに着花ランクを判定し着花点数を求める。調査地ごとの着花点数は 40 本の合計点数を本数で除した平均値で示す。

A：雄花が全面に著しく多い	100 点
B：雄花が全面にみられるか、部分的に多い	50 点
C：雄花が部分的にみられるか、少ない	10 点
D：雄花がみられない	0 点

イ. 目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

目視によるヒノキの調査手法確立のため、40 カ所のヒノキ林の目視調査と 2 カ所のトラップ調査を実施した。また目視調査の試行のため、2012 年 11 月に選定した調査地の着花量調査を実施した。調査を行った定点林は、丹沢から箱根地域にかけてのヒノキ林に 40 カ所である。これらの調査地は、目的とするヒノキ雄花量調査を展開するため、①一定の樹体サイズ、林齢、林分面積を持ち、林道等に面し樹冠部の下まで 10 本の目視調査が可能であること、②明確な年次変動を得るため、目視面が北向きの林分を避け、豊作年である 2013 年(飛散年)に一定の着花が見られること、③神奈川県内のヒノキ林の分布を考慮し北部から西部にかけての林分をまんべんなく選ぶこと、などを考慮して選定した。いずれの調査地も林縁で固定した調査木(10 本)を設定し、継続して調査できるように設定した。調査地のうち 1～30 までは新規に設定したヒノキ調査林分、31：採種園、32～40：1991 年より雄花トラップ調査を継続している小田原市久野の 10 林分のうち 9 林分とした。このうち 1～30 までの調査地は今後の目視調査地、31～40 についてはこれまでの雄花量の継続試験による実証試験地と位置づけた。調査林分のうち久野のヒノキ林については、20 年以上にわたる雄花トラップデータの集積があり、雄花量に対する都市域の花粉飛散量との関係も把握されている。

雄花着生状況の目視観測は、12月2～19日の5日間で実施した。観測には、倍率10～12倍の双眼鏡と、必要に応じて20倍の野鳥観察用望遠鏡を使用した。調査地は、アの通り観察のしやすいことを条件に調査地を設定しており、ほとんどの林分を双眼鏡による観測によって調査を行い、32～40の当初からのトラップ調査地等について望遠鏡を使用した。観測は雨や霧、強風時をなるべく避けて行った。40カ所の定点林ごとの調査本数は10本、総観察本数は400本である。

(7) 結果の概要

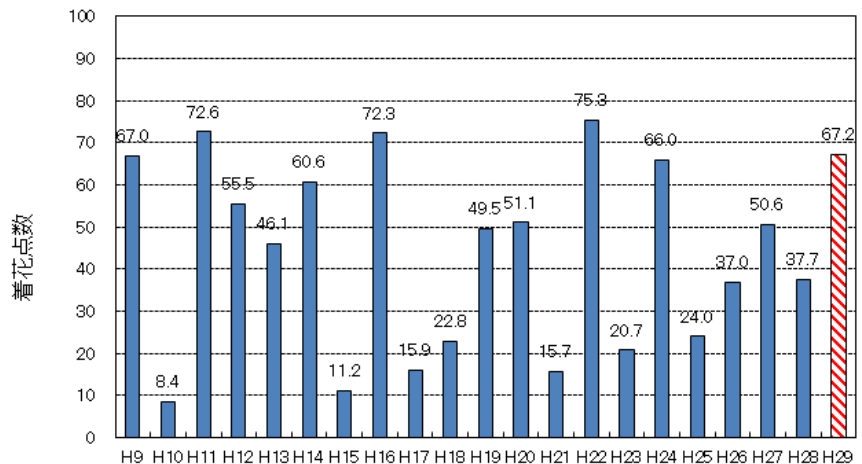
ア. スギ雄花着花量調査

雄花着花量調査の平成9年から29年度までの年次変動を図ア-1に示した。スギ林30箇所の着花点数の平均値

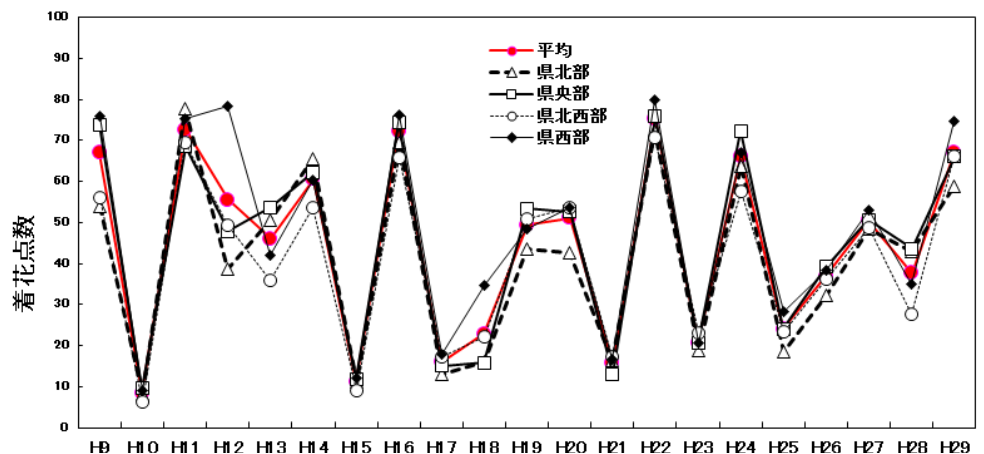
(県内平均値)は、67.2点となり、少なかった昨年(平成28年)の37.7点を大きく上回った。また、本調査開始から20年間の平均値は43.0点で、今回の調査結果は平均値を大きく上回った。このため、平成30年春の花粉飛散量は、少なかった今年(平成29年春)と比べると5倍程度に増加し、例年の2倍程度になると予測された。

地域別の着花点数は、図ア-2のとおり、地域別の着花点数は、県西部が74.8点と県内平均値より高く、県北部が58.8点と低くなったが、全体として雄花が多く着花しており、県北部でも日当たりのよい林を中心によく着花している林が観察されたことから、地域的な差は大きくないと考察された。

こうした要因として、一般にスギ雄花の花芽形成は、花粉が飛散する前年の夏(7～8月)の気象条件との相関が高いとされている。高温少雨で、日照時間が多い気象条件であると花芽形成が促進され、雄花が多く着く傾向がある。平成29年夏の気象(横浜地方気象台「海老名観測所」)は、7月の平均気温は平年の108%で、降水量は66%と平年より少なく、日照時間は平年の113%と雄花が多くなる気象条件であった。一方、8月の平均気温は平年の100%と平年並み、降水量は平年の106%と多く、日照時間は平年の66%と雄花が少なくなる気象条件であった。7～8月の日照時間では平年

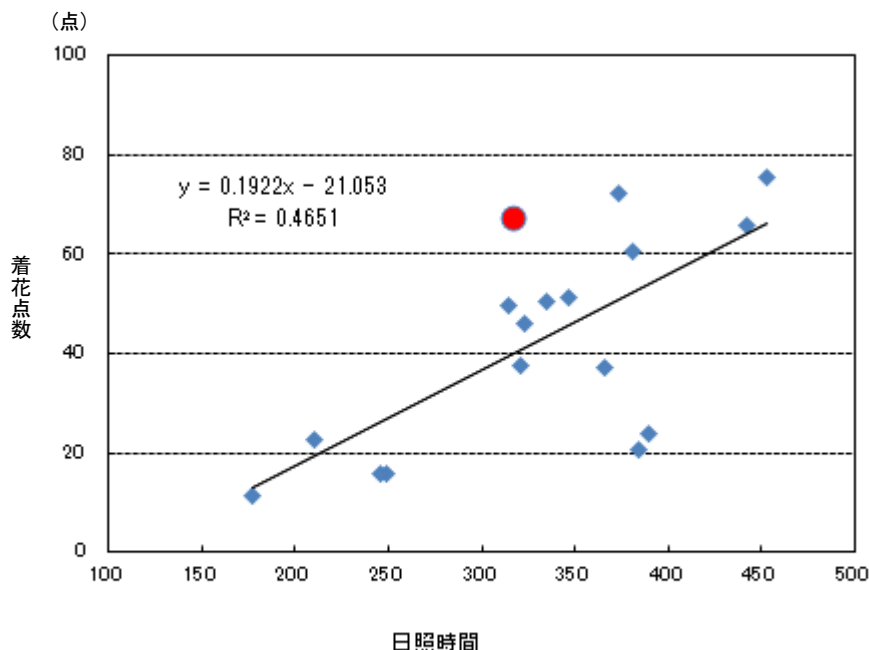


図ア-1 県内スギ林 30 箇所の平均着花点数の年変化
(20年間の平均値: 43.0点)



図ア-2 地域別平均花点数の年変化
H29 は平均 67.2、県北部 58.8、県中部 66.1、県北西部 66.1、県西部 74.8

比95%だが、図ア-3のとおり7～8月の日照時間に対して回帰直線を大きく上回る着花点数であった。この原因として、スギでは特に7月の気象条件が着花に影響することから、7月が猛暑で雄花が多くなる条件であったことが原因として考えられた。



図ア-3. 7月と8月の日照時間と着花点数との関係
(横浜地方気象台：海老名観測所 赤点が平成29年)

イ. 目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

(ア) 目視による雄花量 (年次変動)

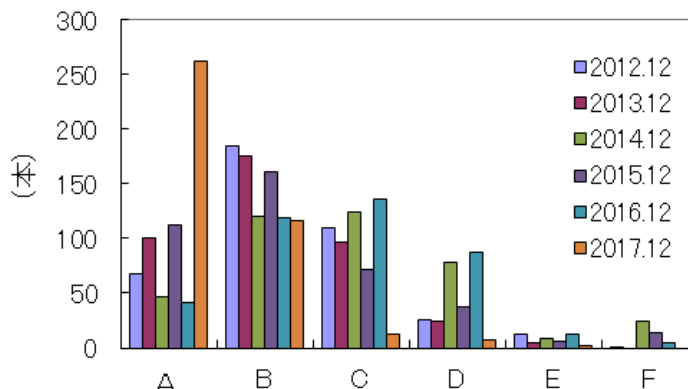
a. 観測条件等の概要

12月の雄花は、葉の先端がやや白っぽく見えるが年次により最適な調査時期が異なる可能性がある。昨年は全体に雄花が多く12月で雄花が明確に観察され調査は比較的容易であった。

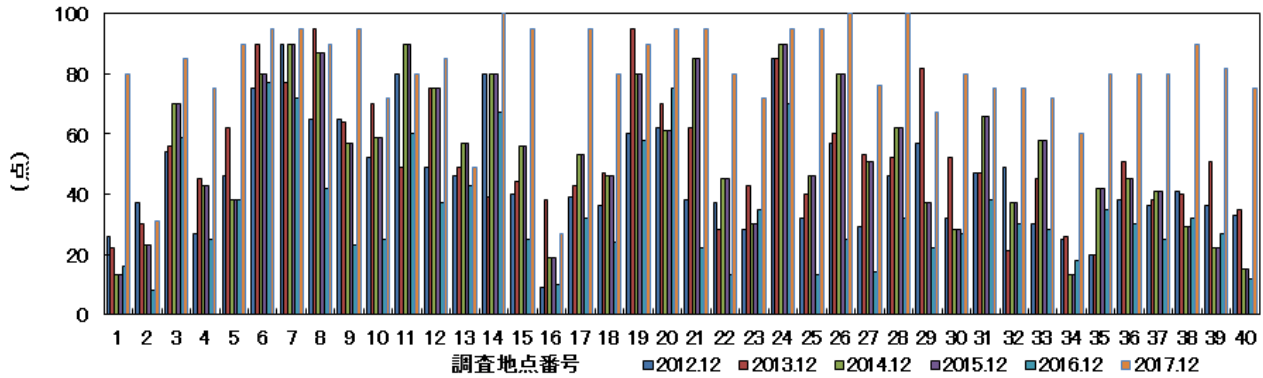
b. 観測結果 (年次変動)

平成26年度から、6段階の暫定基準案から4段階の暫定基準案に移行したことから、今年度も引き続き継続のため両方の評価を行った。その結果として、これまでの6段階で判定した結果による過去4年間の変動を図イ-1、その林分ご

との変動を図イ-2、雄花着生度から計算した点数の変動を図イ-3に示した。図イ-1のとおり、2017年12月の調査結果では、ランクAの個体の割合が66%と多くなり、L字型のグラフであった。前回の2016年12月はCランクの割合が最も高く着花が少なかったが、着花の多いAとBの割合が95%に達しきわめて多くなっており、この結果、着花ランクにより重み付けした点数(6段階ではA→10点、B→5点、



図イ-1 2012～17のヒノキ雄花着生度別本数



図イ-2. 林分ごとの雄着生度から計算した点数の年次変動（2013～2018 飛散期）

C→2点、D→1点、E、F→0点）による年次変動（図イ-3）は、過去5年間と比較して最も大きくなり、豊作年であると推定された。林分ごとの年次変動を図イ-2に示した。おおむね過去5年間と比較して最も多くなる傾向が認められたが、定点林14、26、28で100点となった。50点を下回ったのは定点林2、13、16の3林分のみであり他の林分では過去少なかった林分でも80点を超える値が多く、変動することが確認された。しかし満点が3林分あり、林縁木で着花しやすい林を選んでいる影響によるものと推定され、今年よりも着花が多くなった場合、その閾値を反映出来なくなる懸念がある。
（イ）雄花生産量調査の結果

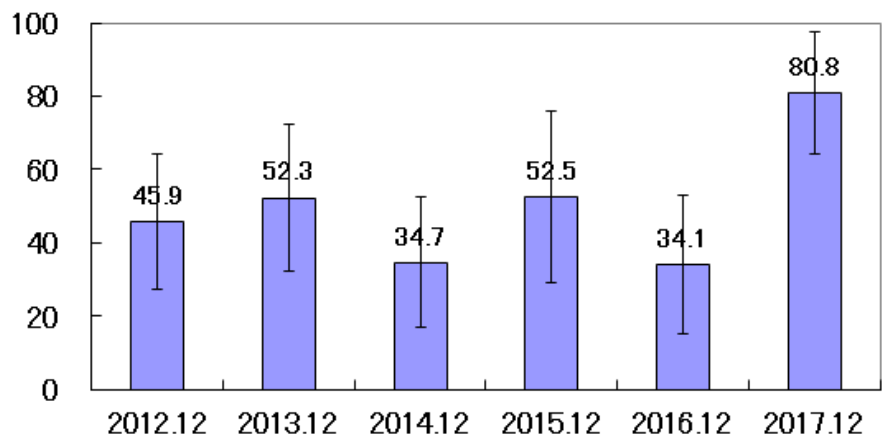
定点林32～40における雄花生産量調査の結果を図イ-4に示した。雄花生産量は、2017年1月から7月に各5基の雄花トラップで捕捉された開花雄花、未開花雄花の雄花数を測定し、ヒノキ林1m²当たり換算したものである。原則として直接個数をカウントしたが、試料が多い場合は乾燥重量を計量し、100個あたりの重量を計測して換算して求めた。ヒノキ雄花量は、1,845個/m²となり、前年の8,951個/m²、27年間の平均の10,258個/m²を大きく下回り、目視調査の予想通り不作年であった。ただし予想では着花点数に近い2015年の6,241個/m²レベルであり、それよりも大幅に低い値となった。原因については個々の林分の値を検討する必要がある。

また、開花雄花に対する未開花雄花の割合は13.1%～25.7%、平均は16.8%であり、前年は10.8%であったことから、その割合がより大きくなった。これは2017年飛散期が不作年であり、不作年ではより未開花の割合が増える可能性を示唆した。ただし、全体の1～2割程度であり、花粉飛散量自体が少なかったことから飛散への影響は大きくないと思われる。

（ウ）観測手法の検証

・2016年度の目視観測結果と雄花生産量との関係

図イ-4に示した2016年12月の雄花着生度別本数（6段階）から計算した点数と雄花生産量との関係を図イ-5に示した。相関係数は-0.52とマイナスとなってしまった。より雄花の多かった前年は0.87で有意な高い相関が認められ（ $p < 0.01$ ）ことから不作年では、林縁の目視調査と林分全体の雄花量とが一致しにくい可能性を示唆した。つまり不作年では林

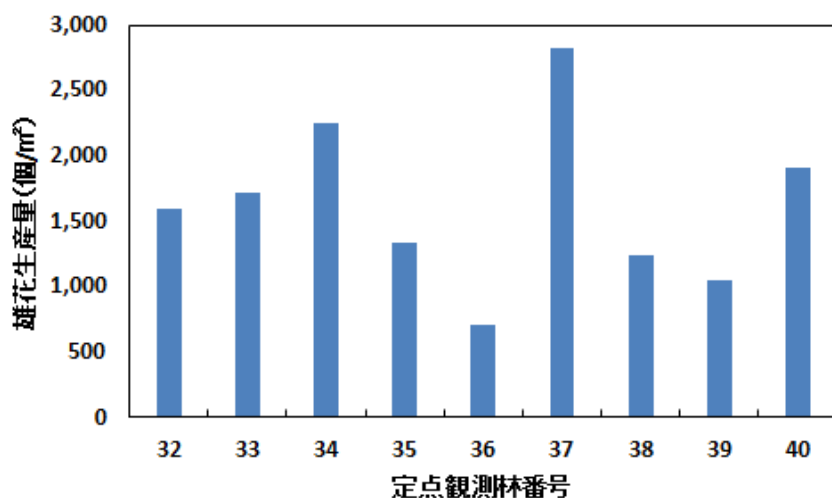


図イ-3. 神奈川県内のヒノキ林の雄花着花点数の年次変動
棒は標準偏差をしめす

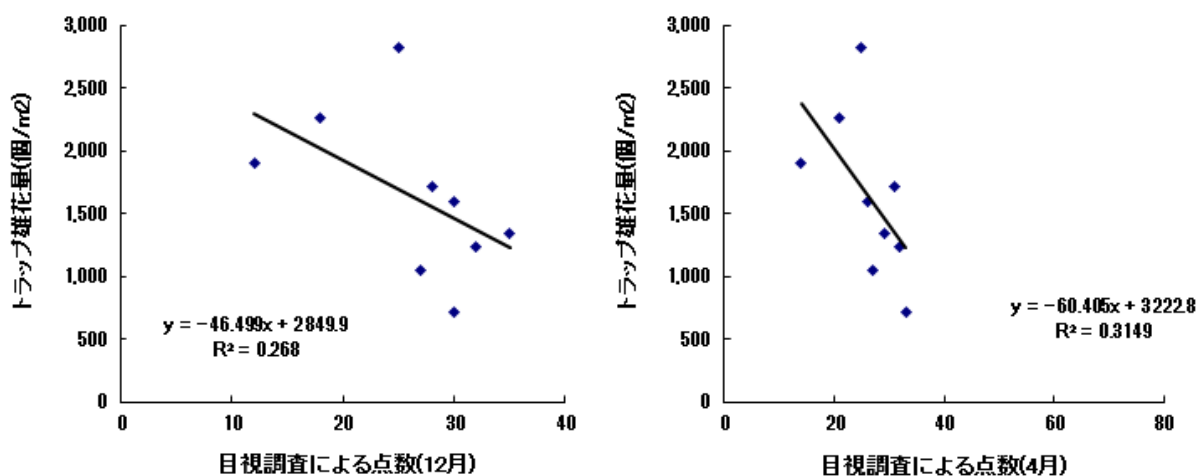
分の雄花量は低下するが、林縁木は不作年でもそれなりに着花する可能性があることを示唆する。

また調査を2013年飛散期からの5年間の9林分の雄花着生度から計算した点数とトラップによる雄花生産量との関係を図イ-6に示した。12月と3-4月調査の相関係数は、それぞれ0.49、0.47で有意な相関関係が認められた ($p < 0.01$) ことから、林縁の目視と林分の雄花生産量は一定の関係があることが示唆された。

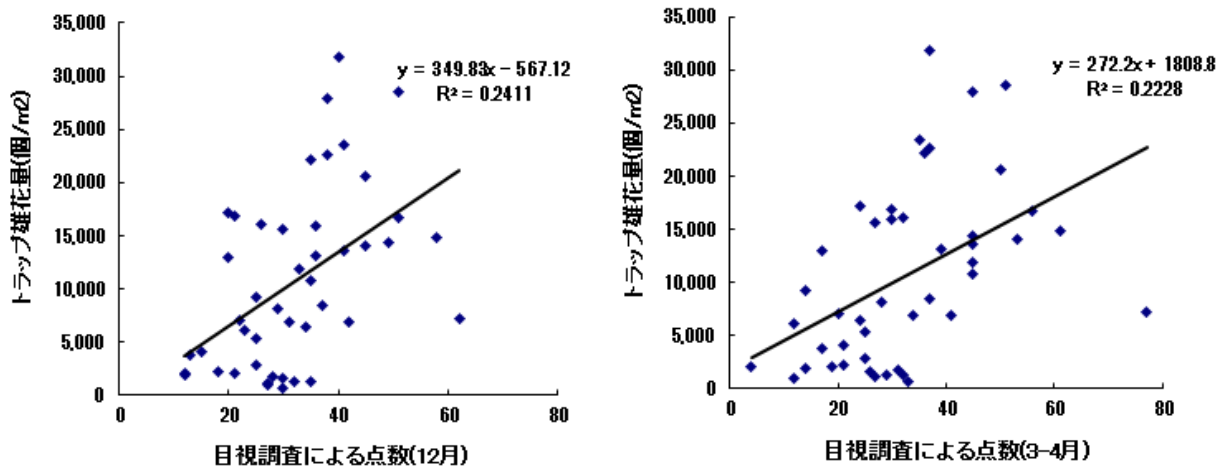
図イ-6で明らかのように前述した2015年の外れ値の1点が回帰線を大きく外れておりこの値を外すと12月と3-4月調査の相関係数は、0.56、0.57と有意な高い相関となった ($p < 0.01$)。この調査林分31 (48年生) は、過去に間伐後に気象害を受け林内の一部にギャップを生じている林分であり、今後外して解析した方がよい可能性がある。



図イ-4. 雄花トラップによる雄花生産量 (2017年)



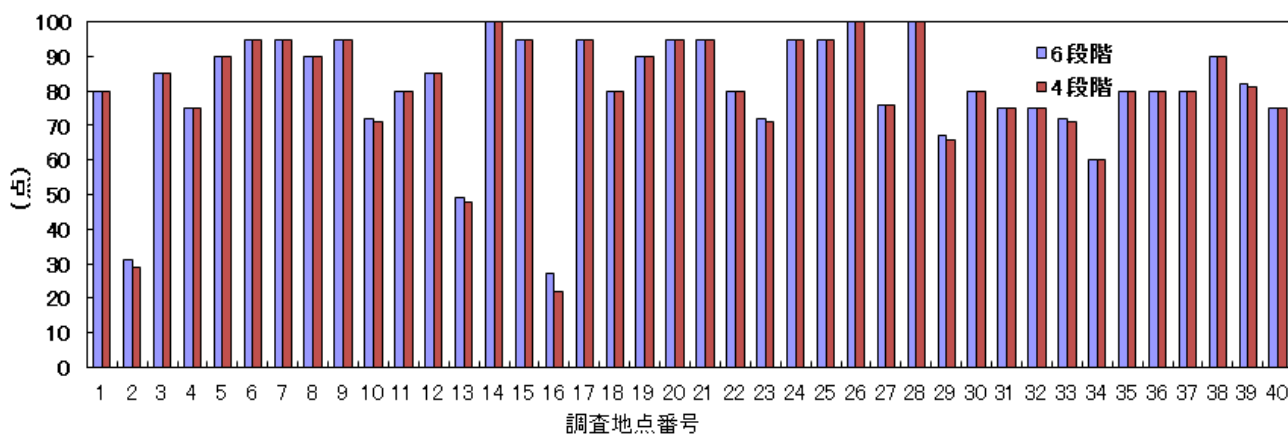
図イ-5 2017年開花期における雄花着生度から計算した点数と雄花生産量の関係



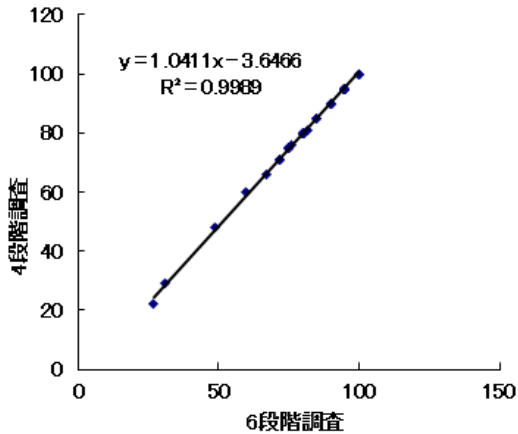
図イ-6 2013～2017年開花期における雄花着生度から計算した点数と雄花生産量の関係

(エ) 観測結果 (着花ランク)

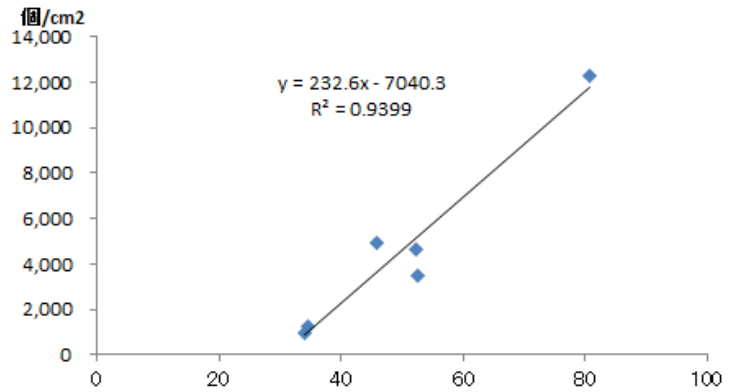
2014年度から、6段階の暫定基準案から4段階の暫定基準案に移行したが、今回の調査では昨年引き続きこの2つの方法の比較を行った。比較方法は、これまでの6段階と4段階を現地で判定したものを、その両者を比較するという方法で行った。林分ごとの観測結果を図イ-7に示した。6段階の雄花着生度別本数は、前年に比べると雄花の着生量が多いA、Bと判定された個体が多くなり、Aと判断された個体も多くなった。この結果、6段階と4段階の雄花着生度別本数に重みづけの点数(6段階ではA→10点、B→5点、C→2点、D→1点、E、F→0点、4段階ではA→100点、B→50点、C→10点、D→0点)をかけて合計し、調査本数10本当たりの点数を計算して比較したところ、両者は前年よりは相関係数が向上し、非常に高い相関が認められた ($r=1.00$ 、 $p<0.01$) (図イ-8)。このことは豊作年ではA、Bが多くなり4段階も6段階と点数の差がないことからその差が少なくなることが要因と思われ、4段階の暫定基準案は、6段階の暫定基準案と同等の値が得られ、判定区分が少ない分、目視観測の労力軽減に有効と考えられた。



図イ-7. 雄花評価ランク別の林分ごとの雄花着生度から計算した点数(2018年飛散期)



図イ-8. 定点林における6段階と4段階の点数化した雄花着生量の関係 (2017. 12)



図イ-9. ヒノキ着花点数と花粉飛散量の関係縦軸は厚木市七沢のヒノキ花粉数、横軸は着花点数を示す。着花点数と花粉飛散量の相関は有意 ($p < 0.01$, $n=6$, $df=4$)

(オ) 着花点数と花粉飛散量の関係

2012年から2017年までの着花点数と、翌年春の厚木市七沢（自然環境保全センター所内）の花粉飛散数の関係を図イ-9に示す。6年間の着花点数と花粉飛散量の相関係数は0.97であり、1%水準で有意な相関が得られた。これは、2018年の花粉飛散数が着花点数の予想どおり多く、相関が高くなったことによると思われた。今後各地区の飛散量との関係を検討する。

(8) 今後の課題

スギでは長期の調査により雄花着花量の観察にあたり、周辺樹木の成長により見通しが悪くなる調査地がある。また第2東名高速道の工事の影響により1林分を近隣スギ林に変更した。

ヒノキでは、3林分で満点になるなど、2018年春は豊作が予測されたが、着花量の多いとされる林縁木で調査しており、さらに着花が多くなる場合、着花点数が頭打ちになって十分予測ができない可能性がある。またトラップとの関係では、不作年の昨年は、目視調査結果と逆の相関となり着花点数が雄花量を十分反映していない可能性がある。

(9) 成果の発表

スギ雄花及びヒノキの着花調査の結果は、平成29年12月26日に知事会見を行うとともに県政、厚木・大和・相模原・秦野・小田原記者クラブにおいて同時発表した（平成30年春のスギ花粉飛散量が多い）。

ヒノキの目視調査の結果について、昨平成30年2月1日に県政、厚木・大和・相模原・秦野・小田原記者クラブにおいて同時発表した（平成30年春のヒノキ花粉飛散量が多い）。

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良
C. スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課題名 Cb. スギ・ヒノキ林の花粉削減研究
(2) 研究期間 平成 22 年度～
(3) 予算区分 一般試験研究費
(4) 担当者 齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

(5) 目的

スギ等の花粉症に対して、その発生源となっている森林・林業側からも根本的な対策を検討していく必要がある。林木育種事業では、花粉の少ないスギ、ヒノキ品種の選抜や無花粉スギの選抜を進めている。本研究では、スギ・ヒノキの花粉量の年次変動などの基礎的な問題を検討するため、雄花生産量や花粉飛散量などについて調査する。

(6) 方法

ア. ヒノキ林の雄花トラップ調査

ヒノキの林齢や密度の違いによる雄花着花量の動態を明らかにするため、小田原市久野で林齢の異なる 10 箇所のヒノキ林において雄花トラップ（面積 0.1288cm²）を設置し、4 月から 6 月まで月 1 回トラップに落下した雄花等の試料を回収する。現地で回収した試料は室内でゴミを除去し、雄花数と雄花重を測定した。なお、うち 9 林分の結果については Ca. スギ・ヒノキ花粉発生源推定事業のヒノキ目視調査地であり、調査結果を目視調査の観測手法の検証に活用した。

イ. 採種園の着花動態調査

花粉の少ない系統選抜と種子生産量の予察に資するため、21 世紀の森地内のスギ採種園とヒノキ採種園において精英樹を対象に 4 段階または 5 段階の指数による目視により着花量を調査する。

ウ. スギ林分の花粉飛散量調査

スギ林内の雄花生産量と花粉飛散量の関係を明らかにするために、当センターのスギ林（1973 年植栽）内にダラム型花粉採取器を設置し、1 月 1 日から 4 月 30 日までの間、1 日当たりの花粉飛散量を測定した。また、スギ林内の雄花生産量を把握するため 1 月から 7 月まで雄花トラップを設置した。採取試料は小田原市久野のトラップと同様、雄花数と雄花重を測定する。なお、ダラム型の土・日および休日の試料回収は自然保護公園部自然保護課の協力により実施した。

(7) 結果の概要

ア. 久野ヒノキ林の雄花トラップ調査

雄花着花量の年次変動は、2017 年は 1,845 個/m² と 2016 年の 9,108 個/m²、平均値 (11,618 個/m²) を下回り過去 5 年間で最も少なく不作年であった（図 1）。年次変動は前年夏の日照時間と有意な関係がある（ $p < 0.01$, 図 2）が、2016 年 7、8 月の日照時間が 338 時間で平均を下回るものの平均に近い時間であり、回帰線よりも低い雄花数となり、前年の着花結実による影響が示唆された。

イ. 着花動態調査

21 世紀の森地内のヒノキ採種園において 1998 年からの雄花の着花指数と種子生産量の関係を図 3 に示した。2016 年の自然着花の指数平均は 2.99 と前年 1.76 を上回り、2005 年以来の豊作年となり過去 20 年間で 4 番目に多く、アの久野雄花トラップやウの所内のヒノキ花粉飛散量と同様の結果になった。

ウ. スギ林分での花粉飛散量調査

平成 30 年春のスギの総花粉飛散量は、図 4 に示したように 18,999 個/cm² となり前年値 6,260 個/cm²）及び平均（16,510 個/cm²）を上回った。ヒノキについても 12,274 個/cm² となり前年値（990 個/cm²）、平均値 3,532 個/cm² を大きく上回った。スギの総花粉飛散量と雄花生産量との関係をみると、高い

相関がみられた。また別に実施している着花量調査との関係を調査したところ雄花量と花粉飛散量との間にも高い関係が認められた（図5）。

(8) 今後の課題

ヒノキの雄花は花粉飛散の直前にならないと目視しにくい。花粉飛散量の予測のためにはスギのように早い段階で雄花着花量を把握する手法が必要とされている。その実証手法として雄花トラップの値を活用する。

環境省「はなこさん」のシステムのリアルタイム花粉モニターが、平成29年から都市域に移設され、花粉発生源の測定を実施することができなくなった。今後代替手段を検討する。

(9) 成果の発表

スギ林分での花粉飛散量調査結果について、花粉飛散情報として平成19年より、1日当たりのスギ、ヒノキの花粉飛散数をほぼ1週間おきに当センター研究連携課のホームページで公開した。

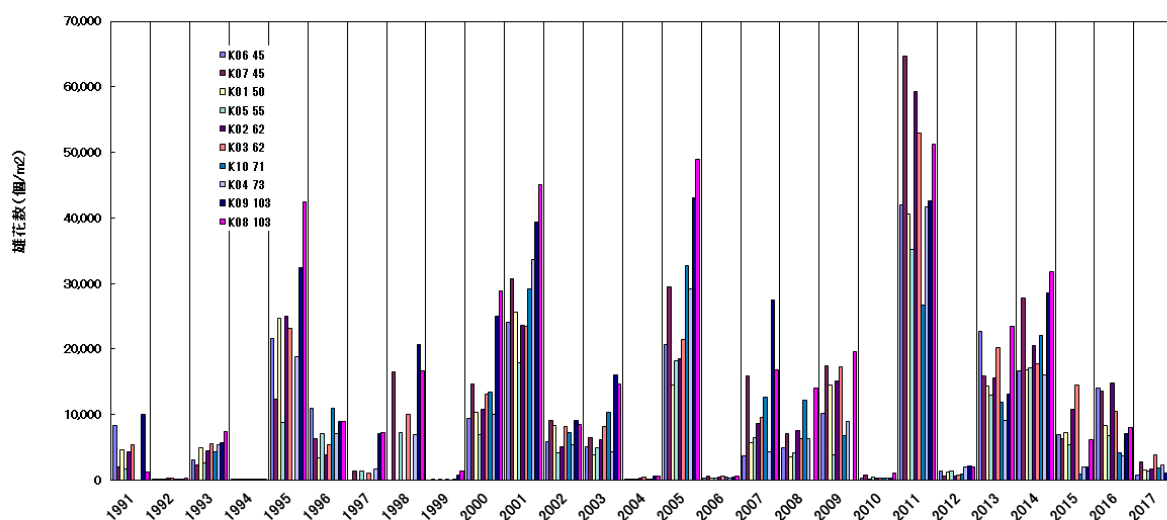


図 1. 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花数の年次変動

凡例の数字は 2012 年時点の林齢を示す。

91 年 K04, 10, 95 年 K10, 97 年より K01・02・06・10 は欠測、2008, 09 年は K09 欠測。

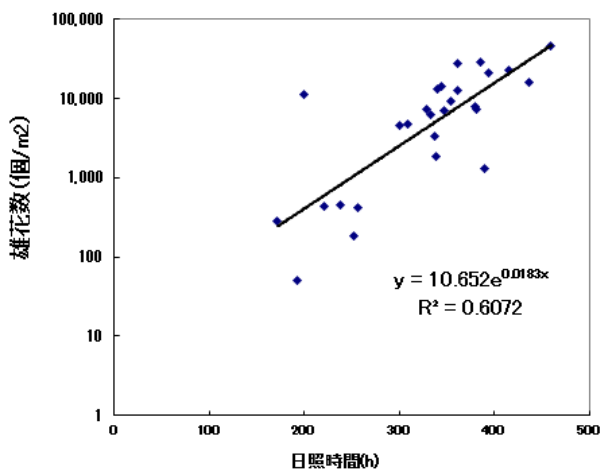


図 2. 日照時間と雄花数の関係

日照時間は 7・8 月合計、指数回帰により有意な相関があり

($r=0.78$, $n=26$, $p<0.01$)

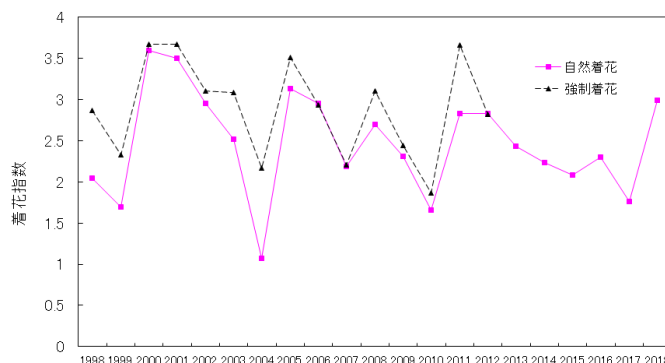


図 3. 21 の森採種園の着花指数の年次変動

注) 2012 年よりエリア別の強制着花の中止

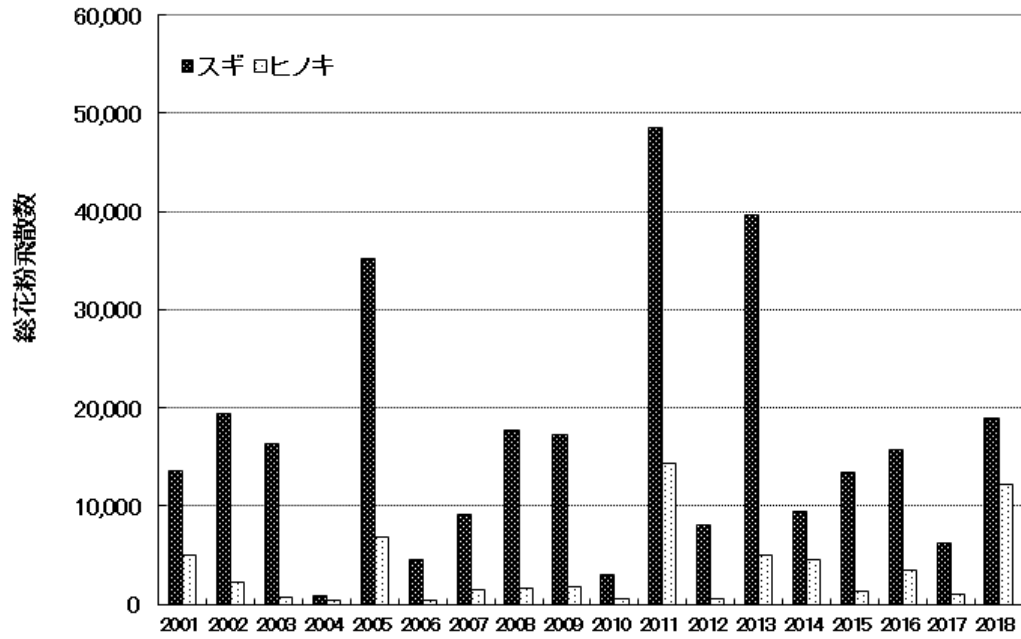


図 4. スギ・ヒノキの花粉飛散量の年変化

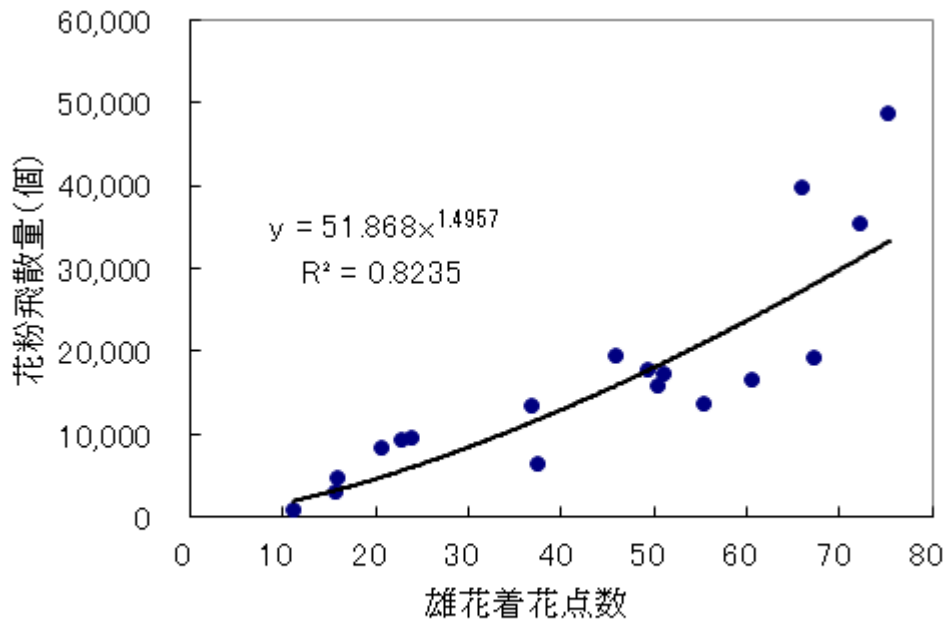


図 5. 雄花着花点数と花粉飛散量（厚木市七沢）との関係（n=18）

**：1%水準で有意

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良
C. スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課題名 Cc. 革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化と無花粉品種の拡大
(2) 研究期間 平成 29 年度～平成 31 年度
(3) 予算区分 政策推進受託研究事業費（総合政策課）
(4) 担当者 齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

(5) 目的

無花粉スギはメンデルの法則で劣性遺伝するため、無花粉スギ（劣性ホモ）にヘテロの個体の花粉を交配することにより、種子による苗木生産が可能であるが、1/2 は可稔となるため、苗木の検定が必要になる。神奈川県では、苗畑で雄花を着花させ、チャックつき袋内に雄花を入れてルーペで観察する簡易な検定法を開発し実用化しているが、無花粉スギ苗木の増産にあたってはその効率化が課題になっている。無花粉スギの増産を図るため、無花粉スギ検定手法の簡素化及び効率化、さらには苗木生産手法の改良により、無花粉スギ生産の課題となっている無花粉検定を効率化し、安定した無花粉スギ生産手法の確立を目指す。

また全国で初めて発見した無花粉ヒノキを早期に実用化するため、効率的な増殖手法を開発するとともに、品種登録に必要な特性の解明、さらには種子を生産可能な雄性不稔ヒノキを選抜する。

(6) 方法

ア. 簡易な無花粉スギスクリーニング技術の確立

無花粉スギ検定手法の改良として、目視による無花粉スギの判定により軽減を図るため、雄花の成熟時期と雄性不稔の発現時期の検討を行うことで、目視で判断が可能な技術の確立を目指す。またそのマニュアル化の検討を行う。あわせて、判定時期の違いによる検定速度の検討を行うことで、より効率的な検定時期を明らかにする。

また、効率的な検討手法とあわせて、無花粉スギの生産効率化をめざしコンテナによる育苗により効率的な無花粉スギ生産手法の検討を行う。コンテナ苗は苗畑より効率的な検定が実施可能であるため、あわせてコンテナ苗での効率的な無花粉検定手法の確立を目指す。

イ. 無花粉ヒノキの早期実用化

(ア) 無花粉ヒノキの特性解明

無花粉ヒノキの材質等の特性を評価するため選抜した無花粉ヒノキの材質特性を明らかにするため、材強度の指標として重要な材密度について、Pilodyn (PROCEQ 社) により簡易推定を行った。

(イ) 無花粉ヒノキ増殖手法の検討

無花粉ヒノキの普及のために必要な効率的な増殖手法の検討のため、さし木手法の検討とコンテナ用いた苗木生産法による増殖試験を行う。

(ウ) 新たな無花粉ヒノキ選抜試験

ヒノキ林の調査と品種家系別の苗木による無花粉選抜試験により、系統の明らかな、花粉のみが飛散せず、種子の生産が可能な雄性不稔となる無花粉ヒノキの早期選抜を目指す。

(7) 結果の概要

ア. 簡易な無花粉スギスクリーニング技術の確立

県内の 3 苗木生産者において平成 28 年春に播種した無花粉スギ実生苗約 16,000 本の育苗を行うとともに、7 月に 50ppm のジベレリン (GA3) を散布し雄花の着花促進を行った。その後、枯死等を除く 14,934 本について無花粉検定を行なった。無花粉の検定が可能な雄花の着花率は 90% と高率であったが (表 1)、今年度は雌花のみ着花した個体や、秋に開花した個体が多

く観察され (9.7%)、着花なし個体と判断されたものがあつた。また1月23日より無花粉検定を実施したが、1月は積雪や比較的低温が続き、雄花の発達が遅れ、検定の効率化のために試行した雄花の目視検定のみでは稔性個体の判定が困難なものが多かつた。その分、既往の検定手法(雄花を潰して判定する方法)により検定しなければならない個体が増えたことが、検定効率に影響した。無花粉個体の出現率は41.6%で、期待値(50%)を下回っていたが、目標の5,000本を上回る5,614本の無花粉スギを生産した(表1)。前述したように本年度は気候条件等の影響を受けたため、検定効率への目視による検定の寄与を正しく評価することはできなかつた。一方、コンテナ育苗(生分解性コンテナを使用)は46.7本/h/人となり、通常の路地育苗(38.9本/h/人)に比べ、目標とする2割以上の検定効率の向上が確認された。

なお、既往の検定手法(雄花をビニール袋に入れ、ペンチ等で押し潰し花粉の有無を観察する方法)についても改良を試みた。観察機器をルーペから簡易実体顕微鏡(ニコンファーブル)にするとともに改良法として、袋詰めをせずにアクリルケースで雄花を直接挟んで潰す簡易無花粉検定機器を自作した。簡易実体顕微鏡は明瞭に観察が可能で検定効率の改善に寄与した。しかし、自作した機器は雄花がケースに付着するためそのまま実体顕微鏡等で観察できない等の課題も明らかになったことから、今後さらに検定機器の改善を図っていく。

表1 平成30年春山だし苗の苗木生産者における無花粉スギ検定結果

生産者	苗の種類	調査本数	無花粉	花粉あり	着花なし	無花粉出現率(%)	検定効率本/h/人	備考
A	生分解性コンテナ苗	8,544	3,221	4,652	671	40.9	46.3	職員研修含む
B	生分解性コンテナ苗	2,328	950	1,178	200	44.6	53.1	
C	生分解性コンテナ苗	1,436	572	826	38	40.9	35.3	
B	苗畑	2,143	683	926	534	42.4	36.5	職員研修
C	苗畑	483	188	246	49	43.3	54.7	
生分解計		12,308	4,743	6,656	909	41.6%	46.7	
苗畑計		2,626	871	1,172	583	42.6%	38.9	
合計		14,934	5,614	7,828	1,492	41.8%	45.1	

イ. 無花粉ヒノキの早期実用化

(ア) 無花粉ヒノキの特性解明

選抜した無花粉ヒノキ原木(41年生)を含む10本を調査した結果、選抜した無花粉ヒノキ原木(41年生)を含む10本を調査した結果、Pilodyn値は平均で19.6mm、無花粉ヒノキは18.5mmで、調査した10本中で上位2位の値であつた。山下ら(2007)の回帰式により材密度を推定した結果、383kg/m³と推定された。

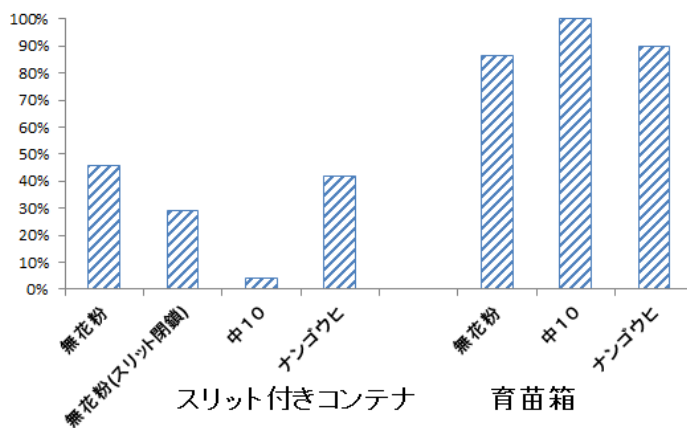


図1 品種別コンテナ直ざし及び育苗箱の生存率

(イ) 無花粉ヒノキ増殖手法の検討

またクローン増殖のためにさし木試験を実施した結果を図1に示す。1月時点の生存率は育苗箱による通常さし木は87%と高率であったが、コンテナ苗生産のために行ったスリット付きコンテナに直ざしした試験では46%となった。供試した3個体中では一番高い値であったが、コンテナ苗生産のためには70%以上は必要であり、コンテナ直ざしの実用化にはさらなる改良が必要である。

(ウ) 新たな無花粉ヒノキ選抜試験

2018年春に、湯河原町、大和市、相模原市、秦野市等のヒノキ林で3,364本のヒノキの雄花をたたき調査したが雄性不稔が疑われる個体を選抜することができなかった。

一方ヒノキ精英樹の自殖家系と交配家系に着花した雄花では不稔が疑われる個体が多数認められた。これらは、当年及び2年生の苗木であり、雄花の発育上の問題である可能性があり、次年度以降再度着花させ再現性を検討する。また精英樹1クローンの自殖家系種子を促成栽培しコンテナに植栽を行うとともに、さらに34クローン170枚の自殖交配袋を設置し精英樹の自殖を行った。

(8) 今後の課題

無花粉スギについては、効率化の目標を達成したが、いっそうの効率化のため、雄花の温度管理による開花促進を行って効率化の検討を行う。

無花粉ヒノキのコンテナ直ざしについては、Mスターコンテナ等の別資材の検討、用土の再検討を行って、早期の技術の確立を目指す。また無花粉ヒノキの品種登録については、特性表等が完成し県庁に進達したことから、今後は登録のため現地検討の準備と増殖のための採穂木育成を進める。また新たな無花粉ヒノキについて、選抜を目指す。

(9) 成果の発表

齋藤央嗣 (2017) ヒノキ両性不稔個体の発見. 日本森林学会誌99 (150-155) .

齋藤央嗣 (2017) 両性不稔ヒノキ秦野1号 (仮称) の雄性不稔発現 日本花粉学会58回大会 (口頭発表) .

齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子 (2017) 果樹用花粉交配機による無花粉スギ閉鎖系採種園での花粉散布 森林遺伝育種学会第6回大会 (ポスター発表) .

齋藤央嗣 (2018) 無花粉ヒの発見と無花粉発現 神奈川の森林・林業400 .

齋藤央嗣 (2018) スギ、ヒノキの花粉発生を減らす 神奈川県農林水産系研究機関研究成果発表会.

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

D. 混交林の管理技術の改良

- (1) 課題名 D. 混交林の管理技術の改良
(2) 研究期間 平成19年度～
(3) 予算区分 水源林整備事業費
(4) 担当者 田村 淳・内山佳美・西口孝雄

(5) 目的

過年度までの本課題では、水源林整備事業の実施地における間伐後の下層植生の増加を検証することを目的として、シカが高密度に生息している丹沢山地においてもスギ、ヒノキ人工林では不嗜好性植物を主体とした下層植生が増加することを確認した。そこで平成29年度からは、針広混交林を目標林型にかかげているスギ、ヒノキ人工林の既往調査地において、その誘導状況を把握することを目的として林分構造を調査することとした。なお、下層植生と更新稚樹、シカの生息状況は継続調査することとした。現地調査は新日本環境調査(株)に委託して行った。

(6) 方法

林分構造の調査では、下層植生の既設コドラート(10m×10m)を含む50m×50mまたは面積が2500m²の広さのプロットを新たに設置して、樹高1.5m以上の立木について、樹種と胸高直径、樹高、樹冠長(2方向)、樹冠幅(4方向)、通直・枯損状況を記録、測定した。

下層植生の調査では、2m×2m四方の調査枠10枠(既設)において、全体の植被率、各出現種の被度・群度を記録した。更新木調査では、各調査枠で木本種のうち高木性樹種(小高木種含)で高さ5cm以上150cm未満の樹木のうち樹高の高い上位5個体について樹種と樹高を測定した。シカの生息状況調査は各地点にセンサーカメラを2台設置して、3ヶ月間稼働させた。

表1 調査地の一覧と調査プロット数

No.	場所	地点名	標高(m)	林相	植生保護 柵	試験区数	林分構造	下層植生調査			シカ 生息
								植生	更新木	光環境	
1	相模原市中鉢	中鉢	296	ヒノキ	無し	1	1	1	1	1	1
2	相模原市打谷戸	打谷戸	283	スギ	無し	1	1	1	1	1	1
3	相模原市宝澤	宝澤	503	ヒノキ	無し	1	1	1	1	1	1
4	伊勢原市梅ノ木	梅ノ木	371	スギ	有り	2	1	2	2	2	1
5	伊勢原市奥前内寺	奥前内寺	335	スギ	有り	2	1	2	2	2	1
6	山北町玄倉竹本	竹本	714	ヒノキ	有り	2	1	2	2	2	1
7	山北町笹ケ尾	笹ケ尾	297	スギ	無し	1	1	1	1	1	1
計						10	7	10	10	10	7

(7) 結果の概要

スギ・ヒノキ上層木の立木本数は、少ない地点で384本/ha、多い地点で892本/haであった。直径階分布図から、地点により広葉樹が生育しているところもあれば、全くないところもあった(図1)。5cm階以下はアブラチャンなどの低木種がほとんどで、高木種は限られていた。この要因として、周辺の広葉樹林からの距離と、過去の施業履歴が考えられた。

シカの生息状況については、すべての地点でシカが撮影された。小仏山地の打谷戸と宝澤以外の5地点では撮影動物のなかでシカが最も多かった。

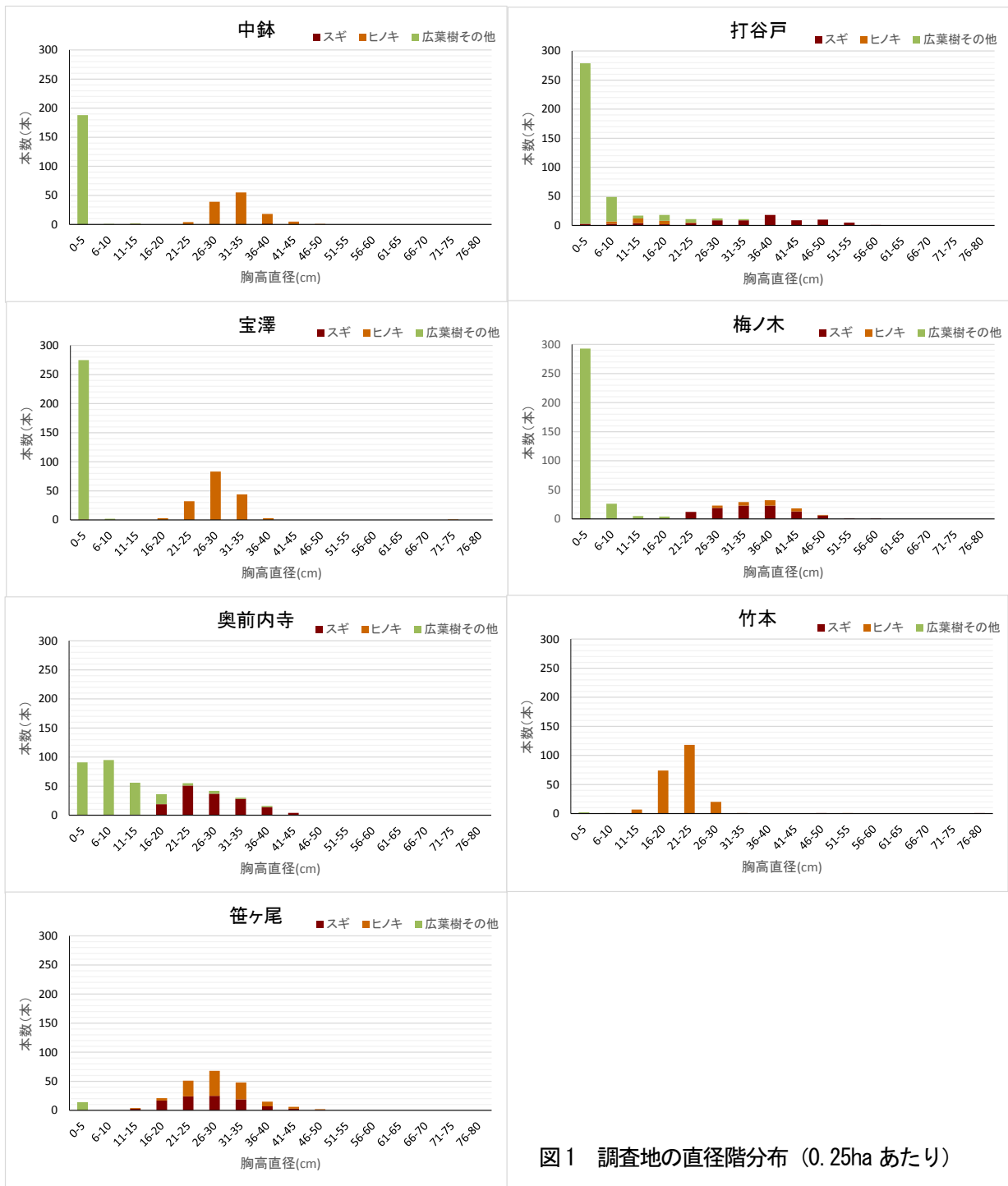


図1 調査地の直径階分布 (0.25ha あたり)

(8) 今後の課題

樹幹幅と樹冠長の解析

(9) 成果の公表

『水源林整備の手引き 改訂版』(2017) 水源環境保全課 (田村・内山 分担執筆) .

Tamura A (田村 淳), Yamane M (山根正伸) (2017) Response of understory vegetation over 10 years after thinning in an old-growth cedar and cypress plantation overgrazed by sika deer in eastern Japan. Forest Ecosystems 4:1. DOI: 10.1186/s40663-016-0088-1.

(3) ニホンジカの統合的管理手法の確立

A. シカ密度低減下における生物多様性回復の評価手法の開発

- (1) 課題名 A. シカ密度低減下における生物多様性回復の評価手法の開発
(2) 研究期間 平成 29 年度～
(3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（ニホンジカ管理捕獲等事業費）
(4) 担当者 田村 淳・谷脇 徹・西口孝雄

(5) 目的

丹沢山地ではシカの強い採食圧により自然植生の衰退や土壌流出といった森林生態系の劣化が起きている。そこで 2003 年から神奈川県はシカ保護管理事業において植生回復のための管理捕獲を実施している。その効果もあって 2007 年度からシカの個体数が低減傾向にあることが、これまでの捕獲実績や密度調査結果をもとにしたベイズ推計モデルで確認されている。シカの密度低減に伴う植生回復については全国的にも事例がなく、以前の状態に戻る場合とそうでない場合があるといわれている。そこで、このことについて検証するために、植生保護柵内外の植生調査を 5 年間隔で実施している。2017 年度（平成 29 年度）は 14 地点で柵内外の植生を追跡調査するとともに、丹沢山地外の 1 地点に新たに調査地を設定して柵内外で植生調査した。14 地点の追跡調査は新日本環境調査㈱に委託して行った。

(6) 研究方法

2016 年度までは、丹沢山地の 56 の管理ユニットに各 1 地点の調査地を設置することを目標として、56 地点の調査地を設定した。2017 年度からは、水源林整備モニタリング等で同様の形式で調査してきた 15 地点も本調査に位置付けて、合計 71 地点で調査することとした。また、丹沢山地外においてもシカが生息していることから、同じ形式の調査地を今後追加することとして、2017 年度には新たに 1 地点を追加した。各調査地には植生の劣化状況によらず植生保護柵が設置されている。これは、柵内外における時点間の林床植生の変化を比較することで、シカの影響と植生回復状況を把握する目的がある。調査地には柵内外に 2m×2m のコドラートが 10 個ずつ設置され、その内部において、林床植生全体の植被率と各出現種の被度・群度、高木性樹木稚樹の樹種名と樹高（上位 5 本）、ササの最大稈高を測定することとしている。各調査地は 5 年おきに調査している。また、センサーカメラを 2 台設置して、シカの撮影頻度を調査した。期間は秋期の 3 ヶ月間とした。

(7) 結果の概要

全体の傾向として、第 1 次神奈川県ニホンジカ保護管理計画から調査している柵内の植被率は定常状態に達した傾向を示したが、ササ型の林床では第 3 次計画の調査時点でスズタケを中心に一斉開花が認められたため植被率の低下した地点が多かった。柵外の植被率は地点により高まったり低下したところがあった。稚樹の平均樹高では柵内では高まっているものの、柵外では 15 地点中 2 地点で 10cm 以上の増加があった。センサーカメラの調査では、エリア外の 1 地点を除き 14 地点でシカの撮影頻度が最も高く、シカが優占種であった。

表1 2017年度の結果概要

管理ユニット	調査地名	標高(m)	柵	林床 植生型	植被率(%)		平均樹高(cm)		シカ撮影頻度*		備考
					3次	4次	3次	4次	3次	4次	
中川川上流B	シヨクボ沢	1,115	内	短茎 草本	50.0	77.5	40.9	74.8	71	1105	
			外		1.7	0.6	5.8	8.6			
丹沢湖D	湯本平	360	内	短茎 草本	14.2	0.8	37.2	33.1	183	697	柵破損
			外		1.9	0.3	8.9	9.2			
神ノ川B	黍殻山	1,200	内	スズタケ	94.0	90.8	84.4	118.6	114	228	
			外		36.0	6.5	12.0	14.6			
神ノ川D	大室山1	1,580	内	高茎 草本	55.0	66.5	30.6	56.4	151	114	柵破損
			外		32.5	47.5	11.7	14.9			
丹沢中央B	テシロの頭	1,440	内	スズタケ	83.5	51.0	46.7	101.4	168	442	マルバダケブキ多し
			外		35.0	46.5	7.4	8.5			
丹沢中央D	小丸	1,340	内	高茎 草本	83.5	80.0	121.9	153.6	126	257	アシボソ、ホソエノアサミ多し
			外		56.5	57.5	7.0	20.7			
丹沢南麓A	日影山	730	内	スズタケ	89.5	44.0	62.5	75.9	55	129	
			外		16.0	2.9	7.5	9.1			
丹沢南麓D	鍋割山	1,035	内	ミヤマ クマササ	97.7	80.0	48.2	59.9	69	129	ミヤマクマササ多し アシボソ、マツカセソウ多し
			外		95.5	45.0	6.0	8.6			
早戸川D	棚沢ノ頭	1,570	内	高茎 草本	97.0	82.0	110.1	134.4	100	224	ヤマカモジクサ、シロヨメナ多し
			外		91.1	94.0	11.3	18.1			
中津川DE	大山北尾根2	1,150	内	短茎 草本	82.0	89.0	22.3	42.1	216	216	マツカセソウ多し ヒメチドメ多し
			外		42.0	40.5	8.7	11.6			
清川A	日向	650	内	短茎 草本	4.0	2.2	6.0	7.8	36	118	柵破損
			外		1.3	0.6	5.0	6.4			
清川A	辺室沢日向	500	内	短茎 草本	39.5	76.0	33.7	49.5	403	403	コチチミササ多し
			外		1.2	1.4	12.5	6.1			
清川E	寒沢	470	内	短茎 草本	55.0	61.0	50.3	33.7	110	110	コチチミササ多し
			外		7.0	2.4	15.5	39.9			
宮ヶ瀬湖C	ハタチガ沢	450	内	短茎 草本	58.0	48.5	19.5	20.6	109	136	
			外		2.1	1.5	14.4	9.5			
エリア外	牧野	335	内	アズマ ネササ	-	1.9	-	25.7	-	0	
			外		-	7.2	-	42.6			

※シカ撮影数は、夏から秋の3ヶ月間においてセンサーカメラ2台に撮影された個体数の総数。複数枚連続撮影されたものは1回あたりの最大個体数とした。

(8) 今後の課題

シカ捕獲後に植生が回復すると考えられるが、回復の過程はいくつもの段階を踏むことが想定される。その段階と植生指標を示したわかりやすいモデルを作成する。

(9) 成果の発表

田村 淳・末次加代子・藤森博英・永田幸志・池谷智志・小林俊元・栗林弘樹 (2013) 植生保護柵を活用したモニタリング地点の植生変化. 神奈川県自然環境保全センター報告 11: 45-52.