

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

- (1) 課題名 Fa 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とから、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ことから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った。なお、本事業は全国林業改良普及協会からの委託事業（林野庁発注）として実施した。

(6) 方法

① 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 1997 年度に設定した 30 箇所と 2002 年度に追加した 24 箇所の計 54 箇所である。雄花着花調査は 11 月中旬に行った。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（野鳥観察用望遠鏡）を用いて、4 ランクの着花ランクを判定し着花点数を求めた。

② 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（定点林）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。雄花着生状況の目視観測は、12 月 2～7 日の 5 日間で実施した。観測には、倍率 10～12 倍の双眼鏡等を用いた。調査手法は（一社）全国林業改良普及協会（2014）による。

(7) 結果の概要

① スギ雄花着花量調査

雄花着花量調査の平成 9 年度から令和 4 年度までの年次変動を図 - 1 に示す。スギ林 30 箇所の着花点数の平均値（県内平均値）は、77.9 点とな

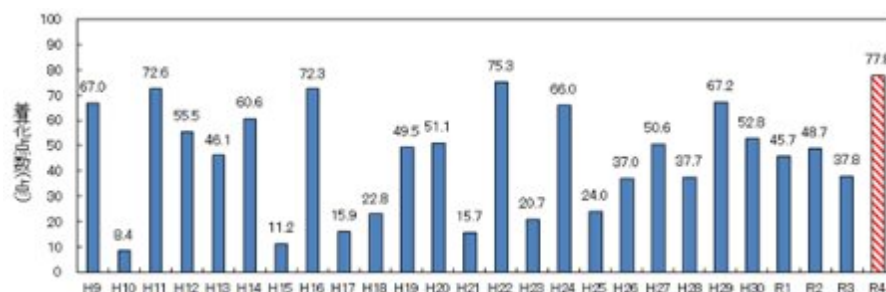


図 - 1 県内スギ林 30 箇所の平均着花点数の年変化
(26 年間の平均値 : 45.8 点)

った。この値は、昨年の 48.7 点および過去 25 年間の平均 45.8 点を上回り、H29 からの

過去最高の値になった（図 - 1）。このため、令和 5 年春の花粉飛散量は、今年（令和 4 年

春)及び例年より大幅に増加すると予測された。地域別の着花点数は、県北西部が 80.8 点と県内平均値より高く、県西部が 76.7 点と低くなったが、地域的な差は少なく、全地域で大量に着花しており全域で大量飛散が予測された。

② 目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

②-1) 目視による雄花量 (年次変動)

2014 年度に 6 段階の暫定基準案 (3) から 4 段階の暫定基準案 (4) に移行してから、継続のため両方の基準案で評価を行っている。その測定結果について、これまでの 6 段階で判定した

結果による過去 11 年間の変動を図-2、その林分ごとの変動を図-5、雄花着生度から計算した点数の変動を図-3 に示した。図-2 のとおり、2022 年 12 月の調査結果では、ランク B の個体の割合がもっとも多くなり、前年同様正規分布に近い形のグラフであった。A ランクの割合では、今回は、A ランクの割合が 32.5%であり前年 (16.0%) と比較し大幅に増加し過去最大の 2018 年飛散期に次いで多

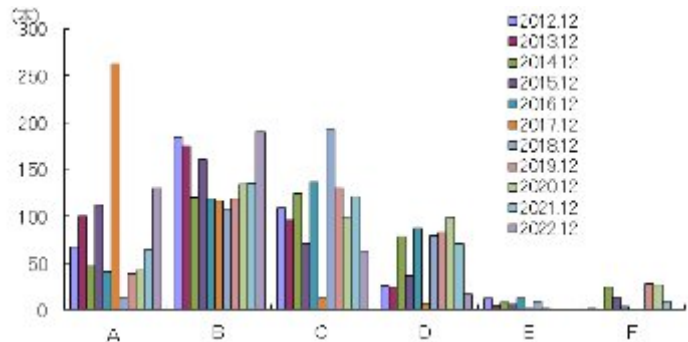


図-2 1 2012~22 年のヒノキ雄花着生度別本数
A~Fは着花ランク

かった。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、C→2 点、D→1 点、E, F→0 点) による年次変動は、59.8 点と過去 10 年間と比較して 2017 年に次いで 2 番目であり平均 (43.7 点) を上回り、昨年より増え、豊作年であると推定された。

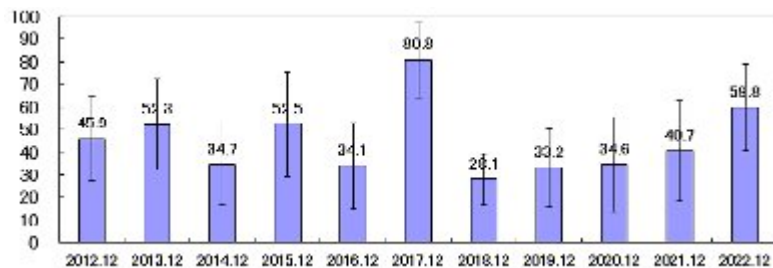


図-3 神奈川県内のヒノキ林の雄花着花点数の年次変動
棒は標準偏差を示す

(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。ヒノキでは、試行した調査手法が花粉飛散と有意な関係が得られていることから早期の論文執筆を目指す。

(9) 成果の発表

- スギ・ヒノキ雄花の着花調査の結果は、2022 年 12 月 23 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 (2023 年春のスギ・ヒノキ花粉飛散量は多い)。

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

- (1) 課題名 **Fb 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・山田翼・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

① 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した。現地で回収した試料は室内でゴミを除去し、雄花数と雄花重量を測定した。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。

② 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 段階の指数により着花量を調査する。

③ スギ林分の花粉飛散量調査

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）内にダー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、雄花数と雄花重量を測定した。なお、ダーラム型の土・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

① 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、2022 年は 11,692 個/m² となり、2021 年の 11,404 個/m² より微増し、平均値 (11,464 個/m²) の同程度で並作年であった（図-1）。年次変動は前年夏の日照時間（6-9 月）と有意な関係があった（ $r=0.50, p<0.01$ ）が、2021 年夏（6-9 月）の日照時間は 640 時間で平均（582 時間）値を上回っており、雄花量はそれほど多く着花しなかった。これは、昨年も平年並みに着花しており、日照時間に応じて雄花が増えなかったことが要因と思われた。

② 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を調査している。2023 年の自然着花の指数平均は 2.37 となり、前年の 2.13 を上回ったものの平均の 2.44 を下回り、並作年であった。

③ スギ林分での花粉飛散量調査

2022 年春のスギの総花粉飛散量は、図-2 に示すように 28,382 個/cm² となり、前年値 8,746 個/cm² 及び平均値（16,220 個/cm²）を上回り、“多い”と予測した飛散予測通り

の結果となった。ヒノキについては、2268.8個/cm²となり、前年値（1,785個/cm²）は上回ったものの平均値3,156個/cm²を下回り、飛散予測で“多い”との結果どおりではなかった。これは調査地周辺のヒノキの伐採が原因と思われた。スギの総花粉飛散量と雄花生産量との関係を見ると、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、目視による雄花着花点数と花粉飛散量との間にも高い相関関係が認められた。

(8) 今後の課題

久野ヒノキ林の雄花トラップ調査地のヒノキ林の一部で伐採と作業道の設置の計画があり、目視調査地も含め、今後移動を検討する必要がある。また所内ヒノキ林についても市道拡幅の計画があり、影響が最小限になるよう検討していく必要がある。

(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1月1日より4月30日まで、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。

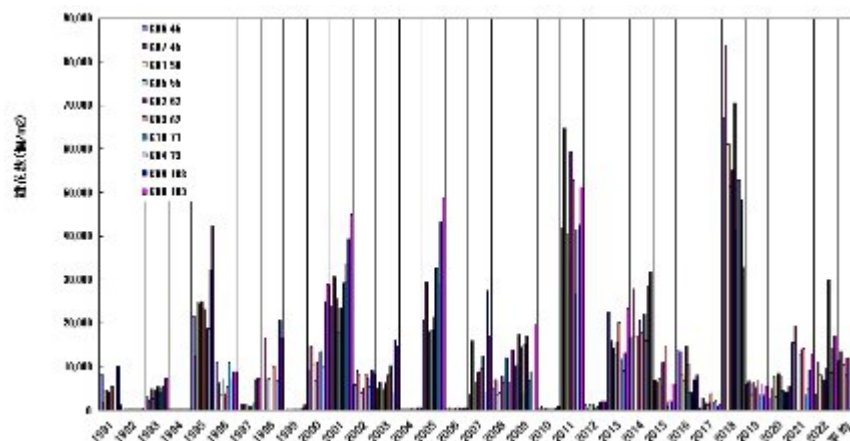


図-1 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花数の年次変動
凡例の数字は2012年時点の林齢を示す。

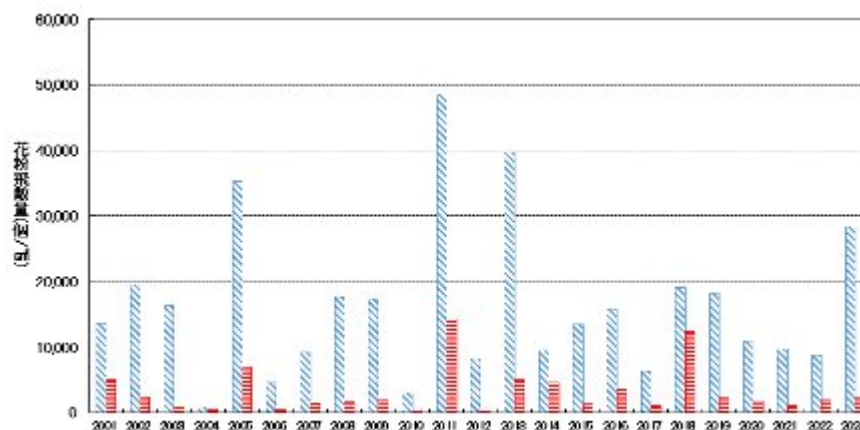


図-2 所内スギ林内のスギ・ヒノキの総花粉飛散量の年変化

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

- (1) 課題名 **Fc 雄性不稔無花粉ヒノキの選抜**
(2) 研究期間 **令和4年度～**
(3) 予算区分 **シーズ探求型研究費 (いのち・未来戦略本部室)**
(4) 担当者 **齋藤央嗣**

(5) 目的

神奈川県では全国に先駆けて無花粉ヒノキ“神奈川県無花粉ヒ1号”を選抜したが、両性不稔品種のため苗木生産はさし木に限られる。そのため、自殖による雄性不稔個体選抜試験、さらに神奈川県産精英樹“丹沢6号”、“丹沢7号”の自殖家系から無花粉となる雄性不稔個体が選抜されたことから、“丹沢6号”×“丹沢7号”の有力な雄性不稔候補木交配及び育苗による雄性不稔個体の選抜、“丹沢6号”及び“丹沢7号”と他の精英樹交配による雄性不稔個体選抜試験により、精英樹の交配家系による優良な雄性不稔個体の選抜を目指す。

(6) 方法

①雄性不稔ヒノキ候補木及び候補家系の探索

雄性不稔遺伝子は劣性（潜性）メンデル遺伝をすることが知られており、劣性（潜性）ホモになると発現する。このためこれまでに県内選抜の精英樹の自殖を行って育苗と検定を進めており、2022年度はこれまでに自殖を行った51クローンの精英樹自殖家系の着花促進を7月に行い、翌春に着花した雄花の検定作業を行い、雄性不稔遺伝子を持つ個体の探索を行った。

②有力な雄性不稔候補木の育苗

自殖家系から雄性不稔個体が選抜された“丹沢6号”×“丹沢7号”はすでに2020年春に人工交配を実施しており、2020年秋に種子を採取し2021年春に160本の苗木を植栽して温室内で着花試験を開始している。2022年7月にジベレリン100ppmの散布により着花促進を行い、着花した雄花の花粉形成の有無を調べた。

③精英樹雄性不稔候補家系作出のための人工交配

多様な無花粉ヒノキを選抜するため、神奈川県で保有する精英樹すべてと“丹沢6号”、“丹沢7号”をそれぞれ交配することにより、雄性不稔個体の選抜と、ヘテロで雄性不稔遺伝子を持つ精英樹の選抜を目指す。2022年春には、自殖個体から雄性不稔の可能性が高まった“箱根1号”との交配も新たに実施し、採取した種子を冬期間グロースチャンパー内で育苗を行なった。さらに、これまでの交配家系についても追加播種及び育苗を行った。

あわせて育苗中の苗木に7月にジベレリン（100ppm）の葉面散布により、着花した雄花の雄性不稔検定を実施した。

(7) 結果の概要

①雄性不稔ヒノキ候補木及び候補家系の探索

これまでに自殖を行った51クローンの精英樹自殖家系の着花促進を令和4年7月に行い、雄性不稔遺伝子を持つ個体の探索を行った。育苗した実生家系について、これまでに899本の検定を実施した結果、20本の雄性不稔候補木が選抜された。このうち三保1号の自殖家系で検定した21本中6本の候補木が選抜され、発現率が28.6%となり期待値の25%に近い値となった（図一1）。次年度以降再現性の確認を実施する。なお、前年に雄性不稔候補木が選抜された箱根1号の自殖家系については、いずれも花粉形成が確認され、雄性不稔個体を選抜すること

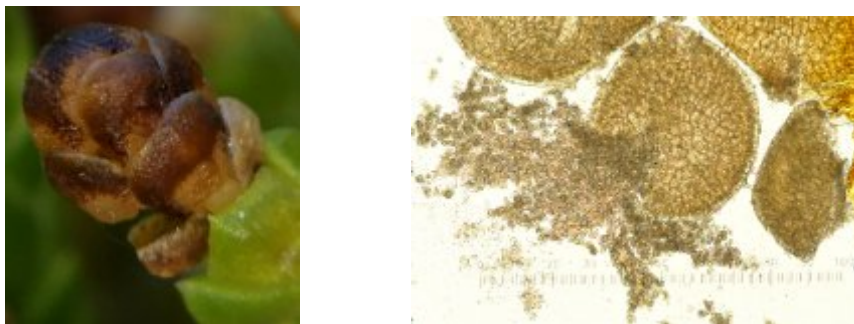
ができなかった。

②有力な雄性不稔候補木の育苗

着花促進により着花した雄花の花粉形成の有無を調べた。この結果これまでに着花した 31 個体の雄花ではいずれも球状の正常な小孢子または花粉を形成しており、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。枯損等の個体を除き残り 98 本の個体を育苗しており、さらに次年度以降も着花促進を行い雄性不稔個体の選抜を目指す。

③精英樹雄性不稔候補家系作出のための人工交配

“丹沢 6 号”、“丹沢 7 号”と神奈川県の精英樹の交配とその検定作業を行った。2022 年春には、自殖個体から雄性不稔の可能性が高まった“箱根 1 号”との交配も新たに実施し、採取した種子を冬期間グロースチャンバー内で育苗を行い、31 交配、1,794 本の交配苗を育成した。あわせて前年までに交配した家系について追加播種を行い、30 交配、1,560 本の供試苗を育成した。また 2020 年に交配した苗についてジベレリン 100ppm の葉面散布による着花促進を行い、雄花が着花した個体 284 本の検定、樹高測定を行い、278 本は花粉を形成したが 6 本の雄性不稔候補木が得られた。次年度以降確認を実施する。



図—1 雄性不稔が期待される三保1号自殖個体の雄花（左）及び花粉嚢

(8) 今後の課題

精英樹自殖家系の苗木の探索の結果、三保1号の自殖家系から雄性不稔候補木が選抜されたことから、この候補木の雄性不稔の確認、戻し交雑の実施により三保1号の雄性不稔遺伝子の有無を確認することにより、今後の無花粉ヒノキ選抜に資する。

(9) 成果の発表

なし

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良
G. 混交林の管理技術の改良

- (1) 課題名 **G. 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 **山根正伸・内山佳美・増子和敬**

(5) 目的

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主目的として令和 4 年度は 4 か所で林分構造及び植生、シカの生息状況を調査した。現地調査はすべて新日本環境調査株式会社に業務委託により実施した。

(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 (小高木種含む) で樹高 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、7 月末から 11 月初旬まで 3 か月間稼働させた。

表 1 調査地の一覧と調査プロット数

| No. | 管轄 | 契約地 No. | 場所 | 標高 (m) | 林相 | 柵の有無 | 試験区数 | 毎木調査 | 下層植生調査 | | | シカ生息 |
|-----|----|----------|-----------|--------|-----|------|------|------|--------|-----|-----|------|
| | | | | | | | | | 植生 | 更新木 | 光環境 | |
| 1 | 県央 | H17-協-60 | 相模原市緑区打谷戸 | 328 | スギ | 無 | 1 | 1 | 10 | 10 | 5 | 2 |
| 2 | 県央 | H18-協-64 | 相模原市緑区宝澤 | 503 | ヒノキ | 無 | 1 | 1 | 10 | 10 | 5 | 2 |
| 3 | 県西 | H16-協-15 | 山北町玄倉竹本 | 714 | ヒノキ | 有 | 2 | 1 | 20 | 20 | 10 | 2 |
| 4 | 県西 | H16-協-24 | 山北町笹ヶ尾 | 294 | スギ | 無 | 1 | 1 | 10 | 10 | 5 | 2 |
| 計 | | | | | | | 6 | 4 | 50 | 50 | 25 | 8 |

注 1) 毎木調査の数字は毎木調査区 (50m×50m 調査枠) 数を示す
 注 2) 植生及び更新木の数字は下層植生調査枠 (2m×2m 調査枠) を 1 地点当たり 10 枠設置。
 注 3) 光環境の数字は全天空写真の撮影各地点当たり 5 か所で撮影。
 注 4) シカ生息の数字は設置するカメラの台数。

(7) 結果の概要

- 調査林分の成立本数は、山北町玄倉竹本を除く 3 地点では目標とする 400 本/ha から 600 本/ha 前後まで低下していた。
- 樹高階分布は小仏地区の相模原市緑区打谷戸では低木層と亜高木層に広葉樹が生育しており混交林への移行が進みつつあった。また、同区宝澤では広葉樹で構成される低木からなる二山型を示していた。
- 各調査地の柵外における草本層の平均植被率は竹本が 2.5% と低く、その他の調査地は 32.3～72.5% 比較的高かった。また、山北町内の 2 地点では低木層の植被率はほとんどなかった。
- センサーカメラの撮影状況からみたシカの生息状況は、丹沢地区の山北町笹ヶ尾が最多で

0.181 回/カメラ・日、同町玄倉竹本が 0.113 回で、小仏地区の頻度は丹沢地区より少なかったが、打谷戸と宝澤でもそれぞれ 0.076 回及び 0.025 回/カメラ・日を確認した。

表 2 調査結果の概要

| 契約地No. | 調査場所 | 柵内外 | スギ・ヒノキ 成立本数/ha | 低木層 (1.5m~5m) | | 草本層 (0~1.5m) | | シカ撮影頻度 | | |
|----------|-----------|-----|-------------------|---------------|------|--------------|------|--------|-----------------|---------|
| | | | | 平均植被率 | SD | 平均植被率 | SD | 撮影頻度 | 設置期間 (カメラ・日) | 頻度/カメラ日 |
| H17-協-60 | 相模原市緑区打谷戸 | 外 | 388 | 8.5 | 4.1 | 34.5 | 16.5 | 15 | 198 | 0.076 |
| H18-協-64 | 相模原市緑区宝澤 | 外 | 672 | 14.0 | 14.9 | 32.3 | 17.0 | 5 | 198 | 0.025 |
| H16-協-15 | 山北町玄倉竹本 | 外 | 888 | - | - | 2.5 | 0.9 | 21 | 186 | 0.113 |
| | | 内 | | - | - | 26.1 | 13.0 | - | - | - |
| H16-協-24 | 山北町笹ヶ尾 | 外 | 592 | - | - | 72.5 | 13.6 | 34 | 188 | 0.181 |

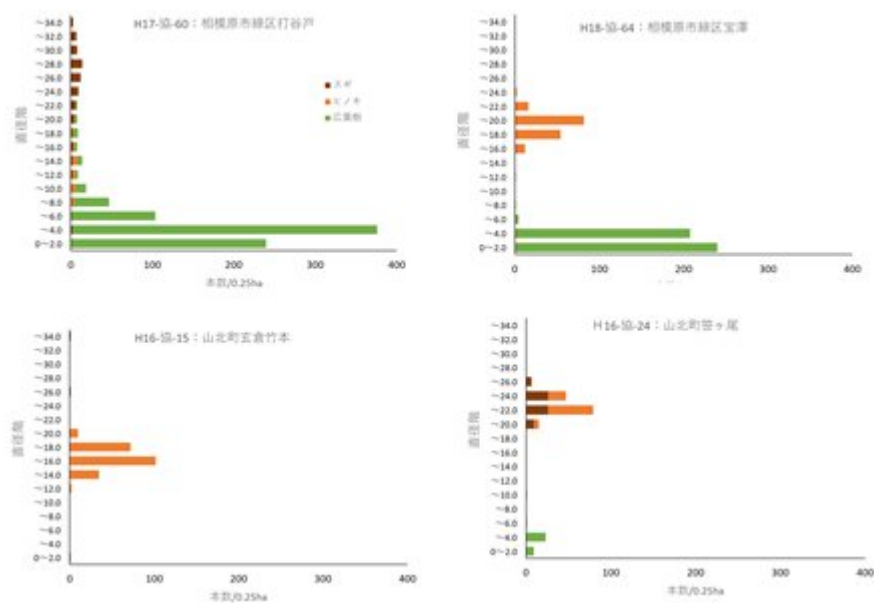


図 1 各調査地点の樹高階分布図

(8) 課題

- 継続的に 5 年程度の間隔で追跡調査を行い、成立本数、低木層の発達状況などを指標として目標林型としている階層構造の発達した人工林への誘導状況を明らかにする必要がある。

(9) 成果公表

『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

山根 正伸・田村 淳(印刷中) 水源林整備地における植生と林分構造の現状：水源林の林分構造調査の 1 巡目調査結果. 神奈川県自然環境保全センター研究報告

(3) ニホンジカの統合的管理手法の確立
H. 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 **Ha. 自動撮影カメラ画像の分析支援アプリケーションの作成**
(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**
(4) 担当者 **山根 正伸・兩宮 有**
(5) 目的

シカ密度低減下における生物多様性回復の評価手法の一環として、VR カメラ活用手法の検討に続いて、今年度は自動撮影カメラで撮影したニホンジカの動画あるいは静止画の情報の利活用に資することを目的として、画像情報の判読とその結果の記録を効率化する使い勝手の良いアプリケーション（以下「アプリ」）を作成する。

(6) 研究方法

- ・自動撮影カメラで記録された動画又は静止画ファイルを PC に接続したモニターで順次再生し、動画に写っている動物種と行動を、画像ファイル名、撮影日時や撮影カメラ番号などの属性情報と併せて逐次記録できるアプリを、実際の画像情報判読作業に基づいて必要な機能や操作について検討する。
- ・次に、本アプリの記録データは、集計・分析作業に活用できるよう Microsoft Windows 用のデータベース管理システムソフトウェアである Microsoft Office Access（以下「アクセス」）データベース形式に記録することとする。
- ・また、アプリで画像判読・記録を実行するファイルは、複数のカメラや時期などに得た画像を区別して記録できるよう一定の形式で作成したものとする。

(7) 結果

- ・アプリは PC モニター画面上に判読・記録に必要な要素を一括表示し、画像を順次再生・確認しながら判読・記録できるような画面構成とした。具体的には、読込画像の入ったフォルダを指定する画面(①)、読み込んだ画像の属性情報を表示する画面(②)、動画の再生操作パネル(③) および判読結果を選択・入力するパネル(④、⑤) が一体で表示されるアプリを作成した(図)。なお、静止画を判読する場合には③の画面に一定時間静止画が表示される。
 - ・本アプリのインストールと実行には任意フォルダに本体プログラムと実行環境ファイルと判読結果を記録する ACCESS データベースの「ログ」テーブルを格納する。なお、動画再生には「Windows Media Player」が、アクセスとの連動には「Microsoft Access データベース エンジン 2016 再頒布可能コンポーネント」が必要である。
 - ・画像ファイルを保存するフォルダの名称は、<location（調査地名）>_<date：回収年月日>_<camID：：カメラ ID>とし、動画ファイルは QuickTime 動画形式（拡張子が“.mov”）または Windows 動画形式（同“.avi”）、静止画は jpeg 形式の読み込みを可能とした。
 - ・アプリの操作は、まず「フォルダ読み込み」ボタンで画像ファイル格納フォルダを選択し、順次、昇順で動画ファイルを再生し、シカが映りこんでいる画像で操作パネル④の各項目について選択・入力する。入力項目は、性・発育段階別の頭数、行動、被写体との距離と鮮明さである。またシカ以外の動物は種名を選択して記録できる。
 - ・画像ファイルの操作は、動画再生中、あるいは再生後に、パネル右側④の記録項目をマウスあるいはキーボードを使用して入力して、⑤の画面の「登録」
- ボタンで判読結果が書き込まれる。読取情報がない場合「スキップ」
- ボタンで読み飛ばすことができ、その場合は読取情報がないことがファイル属性と併せて記録される。
- ・アプリは任意の時点でアプリ画面フォーム右上の [×] をクリックすることで終了できる。途中で終了し再度同じフォルダを読み込んだ場合は記録済みの動画ファイルは飛ばして未登録の動画の最初から再生する。



図 1 アプリの画面の一例

(8) 課題

判読目的やシカ以外の対象動物に応じて画像の判読項目を変更したアプリを作成する。

(9) 成果の発表

雨宮 有・山根 正伸（印刷中）360 度カメラ静止画を用いた樹冠開空度計測アプリケーションの開.

神奈川県自然環境保全センター研究報告

山根 正伸・雨宮 有（印刷中）VR カメラで撮影した 360 度カラー静止画像による林床被覆率の計測アプリケーションの開発. 神奈川県自然環境保全センター研究報告