

(2) 公益的機能の高い森林づくりの技術開発

①水源林の公益的機能の評価・検証

F 混交林の管理技術の改良

- (1) 課題名 Fa 混交林の管理技術の改良  
(2) 研究期間 平成19年度～令和8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5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

- 調査は表1に示す4契約地で実施した。
- 毎木調査では、下層植生の既設コードラート(10m×10m)を含む50m×50mまたは面積が2500m<sup>2</sup>の広さのプロットを設置し、樹高1.5m以上の立木の樹種、胸高直径、樹高を測定した。
- 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、各調査枠で高木性樹種(小高木種含む)のうち、5cm以上150cm未満の上位5個体について、樹種と樹高を測定した。
- 光環境調査(開空度)も実施し、調査区内の5カ所において高さ1mの地点の全天空写真を撮影した。
- 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、9月中旬から12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	H15-協-24	相模原市緑区青根	600	スギ	有	2	1	40	40	20	2
2	県央	H15-協-08	厚木市七沢	480	スギ、ヒノキ	有	2	1	40	40	20	2
3	県西	H9-協-09	松田町寄	580	スギ	有	1	1	20	20	10	2
4	県西	H14-立-01	南足柄市雨坪二ツ沢	760	ヒノキ	無	3	1	30	30	15	2
計							8	4	130	130	65	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。H9-協-09は35m×36m調査枠と25×50m調査枠の2か所で1毎木調査区である。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、4地点は目標とする400本/haから600本/ha前後まで低下していた(表2)。
- 樹高階分布は、H15-協-08(厚木市七沢)で低木層が発達していたが、その他の調査地ではほとんどなかった(図1)。
- 各調査地の草本層の平均植被率は表2に示すように、H15-協-24(相模原市緑区青根)の柵外を除くと概ね25%を超えていた。一方、低木層の被度は厚木市七沢と相模原市緑区青根の柵内で概ね10%を超えていたが、その他の調査地では0%であった。

- ・ センサーカメラの撮影状況からみたシカの生息状況は、丹沢地区の厚木市七沢が最多で0.288回/カメラ・日で、次がH9-協-09（松田町寄）の0.175回であった。また、H14-立-01（南足柄市雨坪二ツ沢）は0.096回で相模原市緑区青根（0.052回）より多かった
- ・ なお、H15-協-24は土壌流出により破損し柵は修復済みで、植生調査区画を新たに設置した。また、H15-協-08では植生保護柵上部が倒木による破損を確認した。

表2 調査結果の概要

No.	管轄	契約地No.	場所	柵内外	スギ・ヒノキ成立本数/ha	低木層(1.5m-4.8m)*2		草本層(0-1.5m)*2		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
1	県央	H15-協-24	相模原市緑区青根	外①	400	-	-	2.2	1.3	10	192	0.052
				外②		-	-	1.3	0.5			
				内①		-	-	28.5	8.7			
				内②		20.8	20.9	84.0	8.0			
2	県央	H15-協-08	厚木市七沢	外①	368	9.0	27.0	15.2	12.9	57	198	0.288
				外②		9.9	28.4	27.0	14.7			
				内①		13.5	21.2	67.5	23.5			
				内②		20.0	30.1	52.0	23.9			
3	県西	H9-協-09	松田町寄	外	464	-	-	94.8	5.8	34	194	0.175
				内		-	-	96.2	1.5			
4	県西	H14-立-01	南足柄市雨坪二ツ沢	外①	568	-	-	38.5	13.8	16	166 *1	0.096
				外②		-	-	26.2	11.7			
				外③		-	-	26.5	10.5			

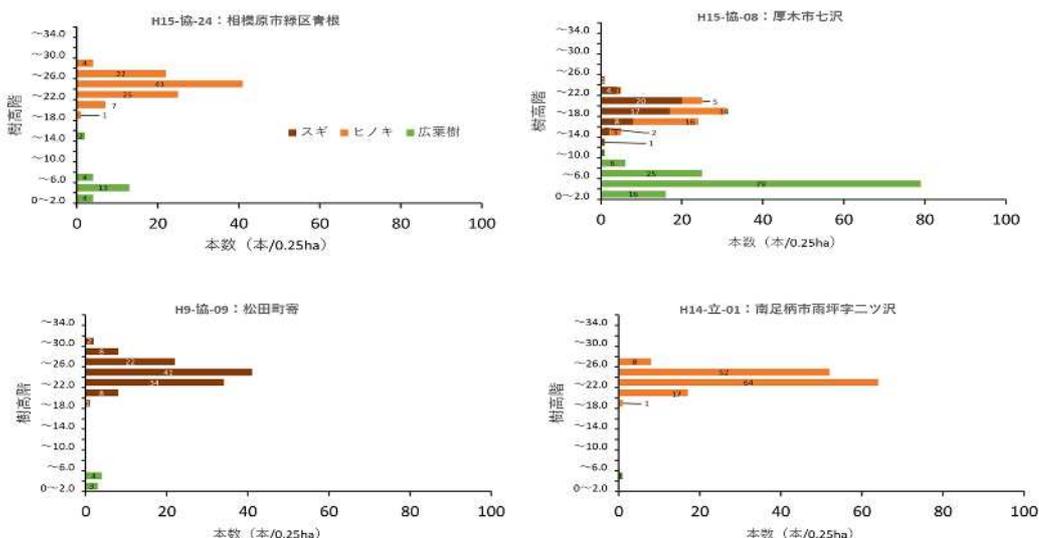


図1 各調査地点の樹高階分布

(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(2023) 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

- (2) 公益的機能の高い森林づくりの技術開発
- ②脱炭素社会実現に資する森林の管理技術の改良
- G スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課題名 **Ga 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・山田翼・山崎浩太・久保典子・大津喜代美**
- (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 5 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、46.1 点となった。この値は、昨年の 77.9 点を下回り過去 27 年間の平均 45.8 点に近い値になった（図 - 1）。このため、令和 6 年春の花粉飛散量は、例年並みになると予測された。地域別の着花点数は、県西部が 53.9 点と県内平均値より高く、県中部が 41.7 点と低くなった。前年平均より少なかった県西部が増えたが、地域的な差は少なくなった。

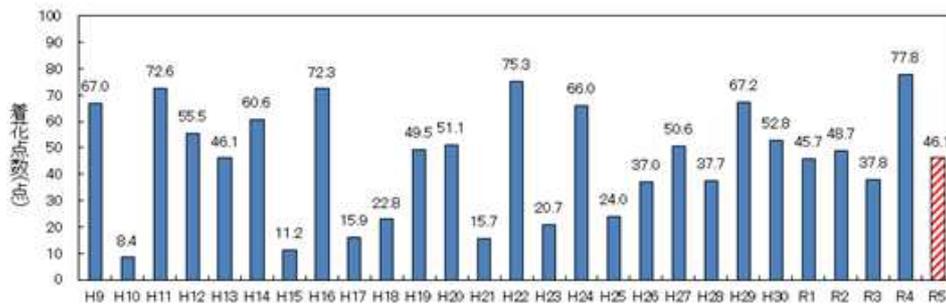


図-1 県内スギ林 30 箇所 の平均着花点数の年変化  
(26 年間の平均値 : 45.8 点)

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、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

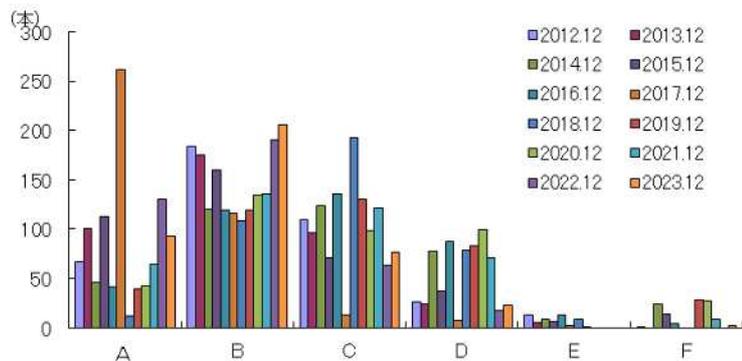


図-2 1 2012~22 年のヒノキ雄花着生度別本数  
A~Fは着花ランク

とおり、2023 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 23.3%であり前年 (32.5%) よりは減少したものの、過去最大の 2018 年と前年に次いで多かった。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、53.4 点と過去 10 年間で比較して 2017、昨年に次いで 3 番目であり、昨年は下回るものの平均 (45.8 点) を上回り、豊作年であると推定された。

(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。

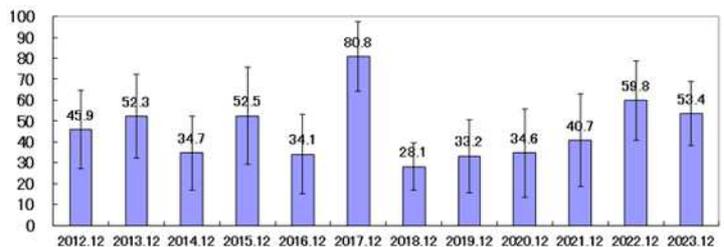


図-3 神奈川県内のヒノキ林の雄花着花点数の年次変動 棒は標準偏差を示す

(9) 成果の発表

- スギ・ヒノキ雄花の着花調査の結果は、2023 年 12 月 21 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 (令和 6 年春のスギ・ヒノキ花粉飛散量はスギ「例年並み」、ヒノキ「やや多い」)。

- (2) 公益的機能の高い森林づくりの技術開発  
②脱炭素社会実現に資する森林の管理技術の改良  
G スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課題名 Gb 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・山崎浩太・久保典子・大津喜代美  
(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箇所のヒノキ林において雄花トラップ（面積0.1288cm<sup>2</sup>）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、2023年は38,931個/m<sup>2</sup>となり、2022年の11,692個/m<sup>2</sup>より増加し、平均値(12,304個/m<sup>2</sup>)も大きく上回り“多い”と予測した花粉飛散どおりの結果であった（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

（ $r=0.51, p<0.01$ ）が、2022年夏（6-9月）の日照時間は644時間で平均（582時間）値を上回っており、2年前年は雄花量が増加しなかったものの、2年連続で日照時間が多くなったことが雄花量の増加につながったものと推定された。

### 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。2024年春の自然着花の指数平均は2.52となり、前年の2.34、平均の2.43を上回り、豊作年であった。

### ③ スギ林分での花粉飛散量調査

2024年春のスギの総花粉飛散量は、図-2に示すように26,736個/cm<sup>2</sup>となり、前年値

28,382個/cm<sup>2</sup>)及び平均値(16,658個/cm<sup>2</sup>)を上回り、“例年並み”と予測した飛散予測よりも多い結果となった。ヒノキについては、1,777個/cm<sup>2</sup>となり、前年値(2,269個/cm<sup>2</sup>)、平均値3,098個/cm<sup>2</sup>を下回り、飛散予測で“やや多い”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。

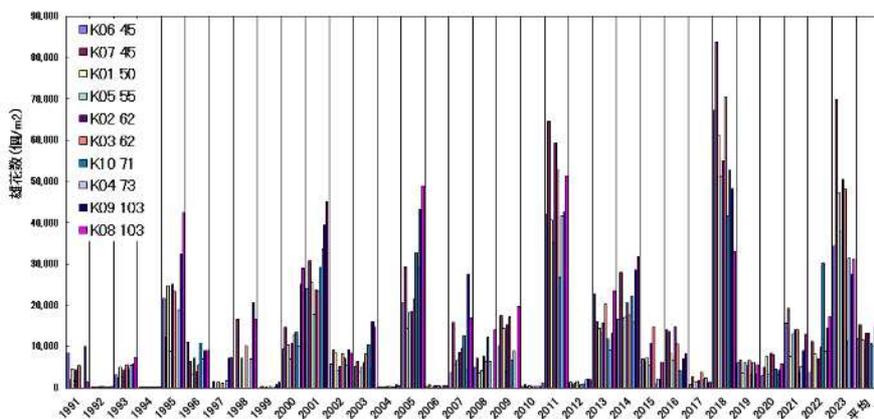
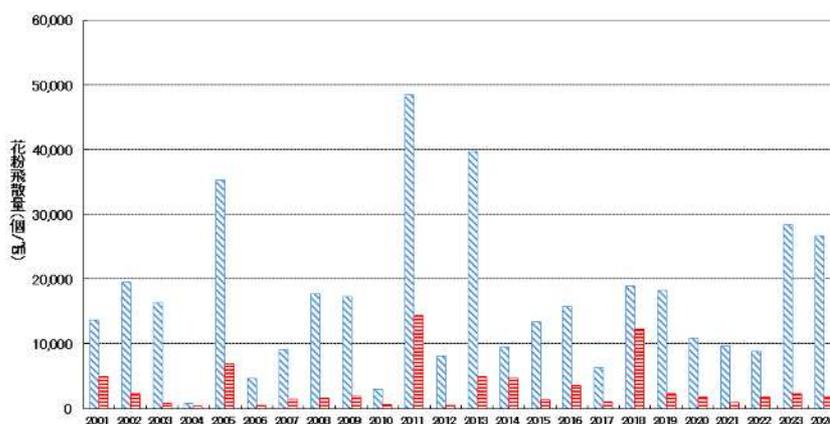


図 -1 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花数の年次変動

凡例の数字は2012年時点の林齢を示す。



- (2) 公益的機能の高い森林づくりの技術開発
- ②脱炭素社会実現に資する森林の管理技術の改良
- G スギ・ヒノキの人工林の管理技術の改良

- (1) 課題名 Gc エリートツリー研究開発事業
- (2) 研究期間 令和5年度～
- (3) 予算区分 県単（森林再生課再配当）
- (4) 担当者 齋藤央嗣 齋藤央嗣・山田翼・山崎浩太・久保典子・大津喜代美

## (5) 目的

エリートツリーは、精英樹のうち特に成長性等に優れたものを交配して（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター等が選抜した品種であり、初期成長の早さが従来品種の概ね1.5倍程度と早いことが特徴で、造林初期コストの低減のほか、森林の持つ炭素固定能力の増加が期待されている。しかし現在選抜されている上記のエリートツリーには花粉症対策品種としての基準を満たす品種は無いため、本県ではこれまで、「神奈川県花粉発生源10か年計画」（H30～R9）に基づき花粉発生源対策の取組を推進するためエリートツリーの導入を見送ってきた。そこで、本県で育成している花粉を全く飛散しない無花粉スギからエリートツリーと同等に成長する無花粉スギを選抜することで、本県の花粉発生源対策と森林による炭素固定能力の増大を両立した品種の選抜と実用化を図ることを目的とする。

## (6) 方法

### ① 無花粉スギ成長量調査

2014年3月に県立21世紀の森（南足柄市内山）の“成長の森”エリアに植栽された神奈川県産の無花粉スギが極めて良好な成長を示していることから、配植図を作成して毎木調査により成長量調査を実施した。あわせて同年に植栽した箱根町畑宿の無花粉スギ調査林の成長量調査を実施した。調査は神奈川県森林組合連合会に委託して実施した。

### ② 無花粉スギ選抜候補個体の無花粉スギ遺伝子の確認及び無花粉スギ候補木の遺伝解析

雄性不稔スギ（無花粉スギ）の種子生産には、雄性不稔遺伝子MS1座において塩基配列の一部が欠失した変異型対立遺伝子（*ms1*）を持つスギが用いられる。スギの雄性不稔性は一遺伝子座で支配される劣性形質であることが明らかとなっている。そのため、この変異型対立遺伝子をホモ接合型で保有する個体は雄性不稔スギ、ヘテロ接合型で保有する個体は花粉が出るスギとなる。近年、MS1遺伝子が同定され *ms1* を保有するかどうかの確認を行った。今回の供試個体は、成長の森で成長が優れているとして試行的に選抜された無花粉スギ7サンプルである。成長の森の無花粉スギは、変異型対立遺伝子（*ms1-1*）のホモ接合型と期待される。親子鑑定はマイクロサテライトマーカー7座または10座による分析を行った。遺伝子型の決定には GeneMarker ver. 2.4.0 (Soft Genetics) を用いた。調査は国立大学法人新潟大学農学部（森口喜成准教授）に委託して実施した。

## (7) 結果の概要

### ① 無花粉スギ成長量調査

成長の森の成長量の調査の結果、植栽後10年の無花粉スギの平均樹高は10.3m、胸高直径は11.6cmであった。神奈川県産の地位上の10年次の樹高は6m、胸高直径は8cmであることから、それぞれ1.7倍、1.5倍となり地位上の15年次（樹高10m、胸高直径12cm）に相当する結果となった。この結果から主に樹高順に曲がり等の形質の悪い個体を除き21個体

の選抜を行った。選抜集団の平均樹高は 12.8m、胸高直径は 15.8cm となり、これは地位上の 20 年次（樹高 12.5m、胸高直径 15cm）に相当するサイズとなった。一元配置分散分析の結果、いずれも調査個体全体の平均値と比較し有意に大きい結果となった（図）。

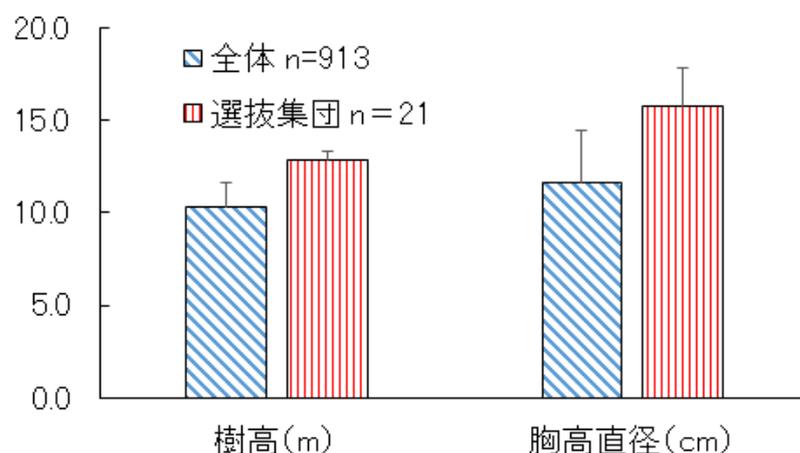


図 成長の森に植栽された無花粉スギの 10 年次樹高及び胸高直径の選抜集団と全体の比較  
選抜集団は全体と比較し樹高、胸高直径とも有意に高い（一元配置分散分析:いずれも  $p < 0.001$ ）。

## ② 無花粉スギ選抜候補個体の無花粉スギ遺伝子の確認及び無花粉スギ候補木の遺伝解析

解析の結果、7 サンプルの成長の森の無花粉スギは、変異型対立遺伝子 (*ms-1*) のホモ接合型で、期待通りの結果が得られた。また、マイクロサテライト分析による親子識別の結果、5 個体については両親が鑑定され、2 個体については片親の鑑定が得られ、一定の精度で鑑定が行えることが明らかになった（表）。

表 親子識別の結果と得られた遺伝子型の一覧表

個体番号	CS1219	CJS0520	CS1364	CS1525	Cjgssr77	CJS0333	CS2169	CS1579	S4010	S4049	親と推定された個体										
A6	91	100	184	186	292	294	197	201	103	105	245	247	156	156	-	-	-	-	-	-	中4号, 片浦6
A9	91	100	186	188	290	320	197	201	103	105	247	262	156	156	-	-	-	-	-	-	田原1, 片浦6
A10	100	100	184	186	290	294	201	222	103	125	245	247	156	156	-	-	-	-	-	-	田原1, 片浦6
A18	91	100	184	186	320	320	190	201	103	150	245	266	156	156	300	354	281	285	165	194	中4号
A20	91	95	184	184	320	320	195	201	103	103	274	282	156	166	-	-	-	-	-	-	田原1
A30	91	100	184	186	292	320	197	222	103	125	247	262	156	156	-	-	-	-	-	-	中4, 片浦6
A32	91	91	184	190	292	294	197	197	105	162	262	266	156	156	-	-	-	-	-	-	中4, 片浦6

注) 令和 5 年度エリートツリー研究開発事業報告書（新潟大学）より転載

## (8) 今後の課題

成長の森試験地では、対照系統が植栽されておらず、国の定める特定母樹（エリートツリーから）の基準を満たさない可能性があるため、選抜個体の検定を別途行う必要がある。

## (9) 成果の発表

なし。なおこの課題の取組について、産経新聞（R6. 3. 9）、NHK ニュース（R6. 3. 19）、BS 朝日「つながる絵本」（R6. 4. 19）で報道された。

### (3) ニホンジカと森林の統合的管理手法の確立

#### H シカ集中捕獲地におけるシカ密度低減及び植生回復への効果検証

- (1) 課題名 H シカ集中捕獲地におけるシカ密度低減及び植生回復への効果検証  
(2) 研究期間 令和5年度～令和8年度  
(3) 予算区分 県単（特別会計 丹沢大山保全・再生対策事業費）  
(4) 担当者 谷脇 徹・大石圭太・本田美里・入野彰夫

#### (5) 目的

丹沢山地では、シカ管理捕獲を実施したことにより、捕獲地でのシカの個体数は減少傾向にあると推定され、一部の地域では、林床植生の回復が確認されるようになった。しかし山域全体を見るとシカの影響による植生衰退は継続しており、奥山から山地にかけ、広域にわたり森林生態系に及ぼす影響は依然として大きい。このことから、シカの密度低減に向けた効率的・効果的な捕獲などにより森林生態系を保全・再生する対策が急がれている。

そこで、現在実施している各種モニタリングを活用しながら、シカの捕獲強度とシカ密度の関係、シカ密度と植生回復との関係を解明し、将来にわたり持続可能な個体数調整手法とその手法による植生回復の可能性を検討する。

昨年度から今年度にかけては、シカ集中捕獲が行われている堂平周辺の丹沢山・三峰尾根の柵外20地点において、林床植生調査および林分構造調査を行った。これらの調査は、植生保護柵の長期的な効果検証モニタリングの一環として行ったものである。

#### (6) 方法

調査地は、丹沢山から三峰尾根にかけて1997年～2010年に設置された植生保護柵の周辺の柵外に10m×10m調査枠を20地点設定した。2022年9月中～下旬に、枠内の高木層（10m～）、亜高木層（5～10m）、低木層（1.5～5m）、草本層（～1.5m）ごとの群落高及び植被率を記録した。また、2023年の9月下旬に、樹高1.5m以上の樹木の樹高と胸高直径を記録し、高木層、亜高木層、低木層の胸高断面積合計を算出した。

#### (7) 結果の概要

シカ影響が想定される草本層と低木層に着目すると、群落高は、草本層が0.5～1.4m、低木層（樹木がある場合）が2～5mであった（図1）。また、植被率は、草本層が40～95%、低木層が0～40%であった（図2）。低木層の胸高断面積合計は0～2.5 m<sup>2</sup>/haであった（図3）。これまでの植生保護柵の長期的な効果検証モニタリングにより、柵内では低木層の発達が見られる一方、柵外では低木層に乏しいことが明らかとなっており、柵外でのシカ採食影響を受けた草本層や低木層の植生の実態が把握された。

#### (8) 今後の課題

今後、定期的にモニタリングを行うなかで、シカ集中捕獲を継続して行うことにより、草本層や低木層の植生回復がどの程度進むかを検証する必要がある。また、周辺には2006年から継続実施しているブナ林再生実証試験地があることから、この柵外地点でも定期的にモニタリングを行い、同様の検証を行う必要がある。

#### (9) 成果の発表

なし

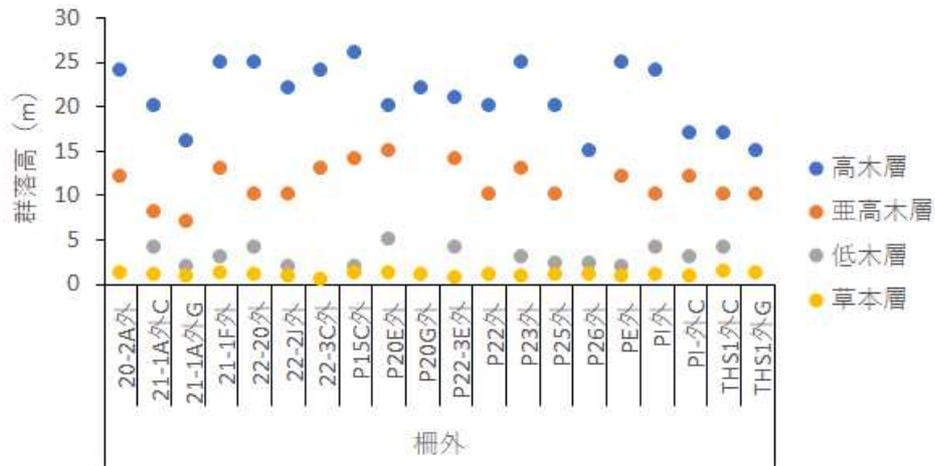


図1 丹沢山・三峰尾根の柵外の調査地における林分の階層ごとの群落高

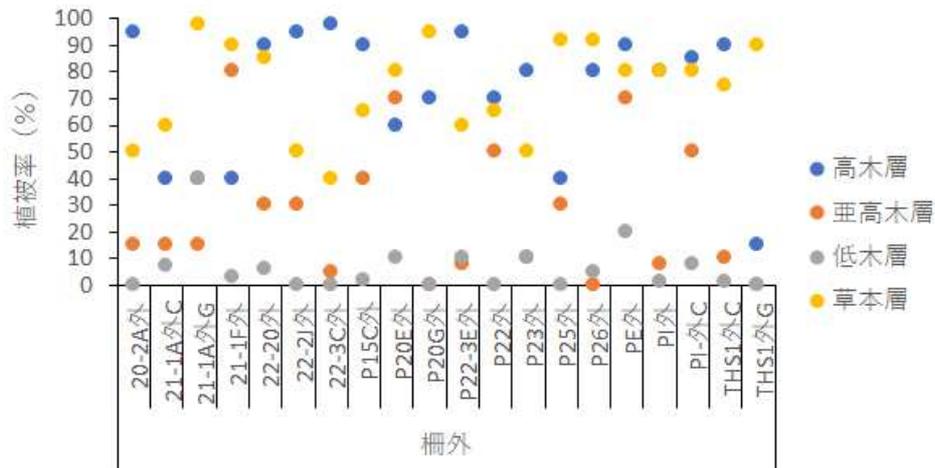


図2 丹沢山・三峰尾根の柵外の調査地における林分の階層ごとの植被率

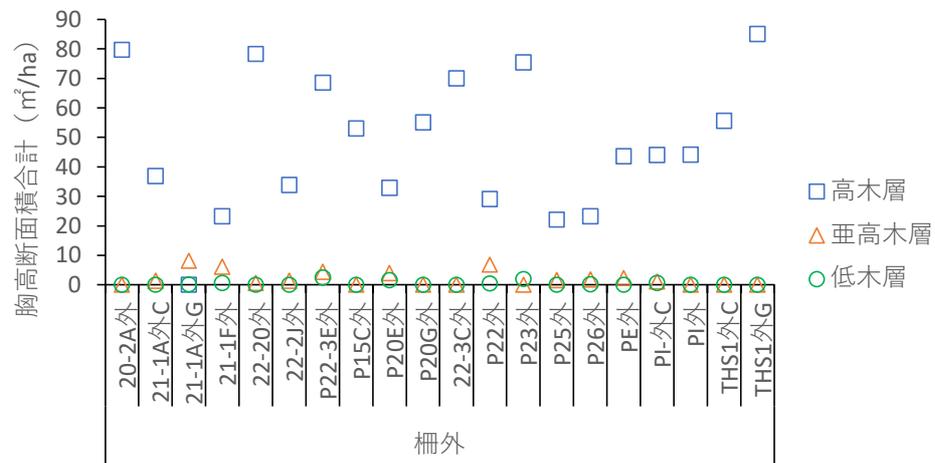


図3 丹沢山・三峰尾根の柵外の調査地における林分の階層ごとの胸高断面積合計

### (3) ニホンジカと森林の統合的管理手法の確立

#### I シカ生息下における水源林管理手法の開発

- (1) 課題名 I シカ生息下における水源林管理手法の開発  
(2) 研究期間 令和5年度～令和8年度  
(3) 予算区分 県単（特別会計 森林環境調査費）  
(4) 担当者 谷脇 徹・大石圭太

#### (5) 目的

近年は箱根山地や小仏山地等、丹沢山地周辺でのシカの定着が見られ、水源林の整備地等での採食影響の拡大や激化が懸念されている。このことから、シカ生息下において公益的機能を持続的に発揮するための森林管理手法の確立が急がれている。

そこで、現在実施している各種モニタリングを活用しながら、森林整備の植生回復や生態系への効果と、それら効果とシカ影響との関係を解明し、シカ管理を包含した効果的な森林管理手法を検討する。今年度は、シカによる植生への採食影響を評価するうえで必要となる、シカの植物種ごとへの嗜好性を判定した。

#### (6) 方法

調査地は、小仏山地、丹沢山地および箱根外輪山のスギ林、ヒノキ林および広葉樹林の86林分であり、各林分には、40 m<sup>2</sup> (2m×2m小方形区10箇所)の植生コドラートが設置されている。用いたデータは、この植生コドラートにおいて、1巡目(2014～2015年)と2巡目(2017～2019年)に実施した植生調査の結果である。得られた植物種リスト628種を対象として、橋本・藤木(2014)「日本におけるニホンジカの採食植物・不嗜好性植物リスト」および神奈川県自然環境保全センター(2016)「神奈川県シカ不嗜好性植物図鑑」を用いるとともに、これまでの植生調査での観察結果に基づいて、不嗜好性植物、採食耐性植物、採食植物、情報不足(文献が一つしかない種)、不明(判定できない種)を判定した。また、不嗜好性植物あるいは採食耐性植物と、採食植物との両方を示す文献がある種は、「両方」として判定した。これらの判定結果を植生データに適用し、同じ調査地で得られたシカ撮影頻度と、不嗜好性+採食耐性植物の被度割合および採食植物の被度割合との関係を解析した。

#### (7) 結果の概要

判定の結果、分類された種数は、不嗜好性植物が35種、採食耐性植物が25種、採食植物が143種、不嗜好性植物あるいは採食植物と採食植物との「両方」が示された植物が55種、情報不足が90種、不明が280種となった(表1)。

シカ撮影頻度が高くなるほど、採食植物の被度割合が小さくなり、不嗜好性+採食耐性植物の被度割合が大きくなる傾向が認められた(図1)。シカの出没頻度が高くなるほど、採食影響が大きくなり、採食植物が減少し、不嗜好性植物や採食耐性植物が増加すると考えられる。

#### (8) 今後の課題

今後、定期的にモニタリングを行うなかで、シカ集中捕獲を継続して行うことにより、草本層や低木層の植生回復がどの程度進むかを検証する必要がある。また、周辺には2006年から継続実施しているブナ林再生実証試験地があることから、この柵外地点でも定期的にモニタリングを行い、同様の検証を行う必要がある。

#### (9) 成果の発表

なし

表1 神奈川県の水源地においてニホンジカ不嗜好性植物、採食耐性植物および採食植物として判定された植物種数

分類	種数
不嗜好性植物	35
採食耐性植物	25
採食植物	143
両方	55
情報不足	90
不明	280
合計	628

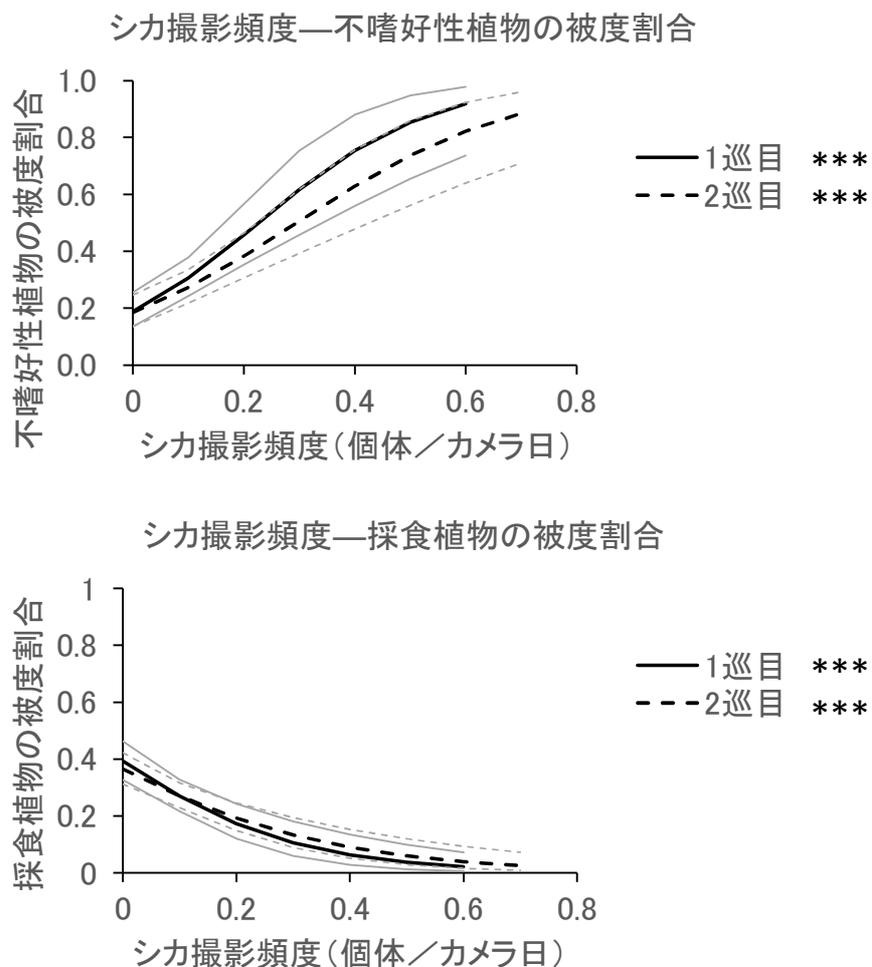


図1 センサーカメラによるシカ撮影頻度と不嗜好性+採食耐性植物（上）および採食植物（下）の被度割合との関係

\*\*\*は一般化線形モデルにより  $P < 0.001$  で有意差があることを示す。

### (3) ニホンジカの統合的管理手法の確立

#### J 自動撮影カメラ画像による密度推定手法の省力化手法の開発

- (1) 課題名 J 自動撮影カメラ画像による密度推定手法の省力化手法の開発  
(2) 研究期間 平成 29 年度～令和 8 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

- ・ カメラトラップで取得した動画からニホンジカの生息密度を精度よく推定できる REST モデルに使用するための画角内の小区画の滞在時間と滞在頻度（以下、統計量）の計測を省力的に取得するために機械学習による画像分類を用いる方法を開発する。

#### (6) 研究方法

- ・ 材料に用いた動画はニホンジカが 5～10 頭/km<sup>2</sup> 前後の密度で生息している神奈川県丹沢山地の堂平地区内面積 2.5ha の範囲内の 10 地点に 2019 年 6 月から 11 月まで 190 日間カメラトラップ（「ハイクカム SP2（ハイク社）」を設置して取得した撮影時間 60 秒の 2,042 動画（1 分間）である。
- ・ 3 地点で取得した動画を用いて、動画を 1 秒ないし 0.5 秒間隔で分割した静止画を用いた場合と、動画を用いた場合に目視で得られる、統計量の計測結果を比較した。
- ・ 続いて、分割静止画を用いて各撮影地点における小区画へのシカの出入りを判定する教師あり機械学習型の画像分類モデルを Microsoft 社製「Lobe」（ローブ）（Microsoft 2020）を用いて構築し、この画像分類モデルを組み込んだ簡単なプログラムにより 10 地点全動画における統計量と作業時間を計測・集計し、目視で静止画を計測した場合の統計量・集計値及び作業時間と比較した。
- ・ 小区画内への出入りの判定はシカの左後ろ肢と区画境界との交差により行い、画像分類はシカが写っていない静止画（シカ不在）、シカが撮影されており小区画内に入っている静止画（シカ区画内）、シカが撮影されているが区画内の外側に出ている静止画（シカ区画外）の 3 種類とした（図 1）。

#### (7) 結果

- ・ 滞在頻度は動画計測と静止画を用いて計測した滞在頻度には有意な差はなく、0.5 秒間隔で分割した静止画による計測値と概ね一致した。合計滞在時間は、動画と静止画の計測間で有意な差はなく、静止画は動画より 1 割程度小さかった。滞在時間の頻度分布は概ね類似した分布を示し、1 秒前後の滞在時間が最頻で、その後数秒までの滞在時間以降に大きく減少する L 字型を示した。
- ・ 撮影地点ごとに 3 種類の画像分類ラベルを付けた 100 枚以上の画像により初期モデルを構築後、3 種類のラベルに対する判定精度が 90%を超えるまで学習用画像を加えた追加学習を繰り返した結果、シカが区画外あるいは動画に映り込んでいないとした画像分類の正答率は 95%を超え、10 地点中 8 地点で正答率が 98%以上であった。一方、シカが区画内に滞在したとする画像分類の正答率は、多くは 70%前後で 3 割程度の誤判定があった。
- ・ 月別、地点別に滞在頻度、平均滞在時間を集計した結果、画像分類モデルで滞在頻度がやや多くなり、平均滞在時間がやや短くなる傾向がみられたが、両値に正の相関が認められた（図 2）。また、合計滞在時間は概ね一致した。月別の滞在時間（0.5 秒間隔）の頻度分布は、両方法ともに数秒以降に頻度が大きく減少し 5 秒から 10 秒以降はわずかとなる L 字型の指数分布で、画像分類モデルで急激な減少を示した。

- 分割静止画を画像分類モデルにより統計量を取得・集計するのに要した作業時間は動画目視の場合の10分の1程度であった。

**(8) 課題**

- 画像分類モデル精度の向上とより多くの事例での本方法の妥当性の検討が必要である。また、モデル構築した後の、統計量計測、集計、REST モデルによる密度推定までの一連の手順を自動化するアプリの開発が望ましい。

**(9) 成果の発表**

とくになし



図1 動画を分割した静止画と計測区画の侵入・退出の判定方法の例。

注：赤線は小区画の境界を示す

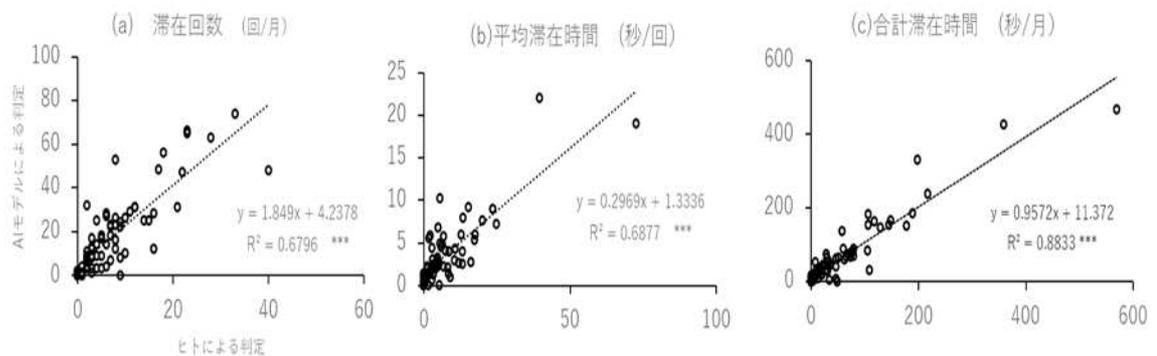


図4 静止画を用いて目視判定と画像分類で得られた統計量の関係。

注：各統計量は地点、月別に集計した値。