

1 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明—総括—
(2) 研究期間 平成 24～28 年度
(3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
(4) 担当者 齋藤央嗣・谷脇 徹・相原敬次・越地 正

(5) 目的

平成 24 年度から改定された丹沢大山保全・再生計画では、特定課題のひとつとして奥山域において衰退の進むブナ林の再生が掲げられている。これまでの取り組みにより、1990 年代以降のブナ林の衰退原因はオゾン、水ストレス、ブナハバチの複合影響として整理されている。しかし、いずれの要素も立地環境と作用機構との関係に不明な点が多い。本研究では、衰退の進むブナ林の保全と再生に主眼を置き、各種要素のモニタリングと結果の解析による衰退機構の解明に取り組むとともに、それらを踏まえた再生技術の開発を行う。

(6) 研究方法

本研究では、丹沢大山自然再生計画の掲げるブナ林の再生を目指して総合的な技術指針を構築するために、気象・オゾンを始めとする立地環境モニタリング、大気汚染・ブナハバチ等の複合的要因による衰退・枯死の機構解明、各種再生実証技術開発の 3 つの柱で個別研究をすすめる。

これらの取り組みは多岐にわたるため、各分野の専門家を擁する外部機関との連携によるプロジェクト形式で取り組む。プロジェクト推進のため年 1 回の推進会議を開催する。

研究体制

大学：愛媛大学、東海大学、酪農学園大学、京都府立大学、北海道大学

国機関：国立環境研究所

神奈川県：環境科学センター、農業技術センター、自然環境保全センター

(7) 結果の概要

①プロジェクト推進会議

日時 平成 24 年 4 月 25 日（水）13:00～16:00

場所 自然環境保全センターレクチャールーム

議題 第 2 期の研究成果について

第 3 期プロジェクトの計画および関連計画について

今年度の計画について

内容 第 3 期プロジェクト初年度における前期成果を踏まえた全体方針の検討

各課題の昨年度の実績報告と今年度の計画発表およびディスカッション

②気象観測施設のメンテナンス

丹沢山地の丹沢山と檜洞丸で大気・気象、鍋割山と菰釣山で気象のモニタリングを実施している。昨年度に大幅改修を行い、新規システムの運用と気象被害への対応を重点的に行った。



菰釣山の改修気象観測施設

③森林科学 67号（2013年2月）のブナ特集

特集 ブナ林の衰退—丹沢山地で起きていること—

衰退の現状 / 谷脇徹

空中写真から分かるブナ林の衰退 / 鈴木透・山根正伸

ブナ林の大気環境 / 若松伸司・斎藤正彦・神田勲・岡崎友紀代

ブナに及ぼす複合的なストレスの影響 / 清水英幸・伊藤祥子

葉食昆虫の食害と樹木の衰弱枯死—ブナハバチとサクラスガ / 谷晋・山上明・伴野英雄

全国に適用できる簡易なブナ林衰退モニタリング手法の開発 / 武田麻由子・小松宏昭

(8) 課題

前期プロジェクトの成果をとりまとめて一般誌に特集号として掲載されたことにより、一定の推進が認められた立地環境モニタリングとその結果の解析等による衰退機構解明について広く成果を公表・普及した。

また、大気・気象観測施設の改修・メンテナンスによりモニタリング体制を強化した。

前期プロジェクトでは対策面について取り組みを進めてきたが課題が多く残されたため、今期プロジェクトでは衰退ブナ林の保全方策と再生技術の開発にさらにシフトして重点的に取り組むこととした。

具体的な課題はブナ林の再生事業の技術開発強化と、ブナハバチの食害軽減のための捕獲技術や密度抑制手法の検討とした。

また、衰退原因としては水ストレスの作用機構の解明に重点的に取り組むこととした。

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明
Aa ブナ林の大気環境解析

- (2) 研究期間 平成24～28年度
(3) 予算区分 県単(水源特別会計:丹沢大山保全再生対策)
(4) 担当者 齋藤央嗣・相原敬次・齋藤正彦

(5) 目的

丹沢におけるブナ衰退の要因解明を大気環境の視点から明らかにすることを目的として、丹沢地域における大気環境調査・研究を行って来たが、これまでのモニタリングデータ解析から、丹沢山地の犬越路局においてはAOT40が高いことが明らかとなった為、平成24年度においては、丹沢山岳地域におけるオゾン積算量の地域分布を求める為に局地気象モデルと化学反応モデルによるモデル計算解析を行い平面的分布状況を把握した。

(6) 研究方法および結果

①気象モデルによるシミュレーションの方法

気象モデルは、MM5(Fifth-Generation PSU/NCAR mesoscale model) Ver.3.7を用いた(UCAR: University Corporation for Atmospheric Research, 2008)。初期条件と境界条件は、米国NCEP(National Centers for Environmental Prediction)の客観解析データFNL(Final Operational Global Analysis data, 1.0x1.0度, NCEP 2011)を用いた。本研究では、東アジアの影響も考慮するために、図1に示した3つの計算領域(東アジア域、本州域、関東域)を設定した。水平方向の格子間隔と格子数を表1に示す。鉛直方向は21層、最下層の高さは34mとし、高さとともに層厚さを変化させた。計算領域の中心は、東経125度、北緯35度とした。東アジア域の計算結果をもとに本州域、さらに本州域をもとに関東域を計算する、nestingを行っている。乱流モデルは、MRF ABL (Medium Range Forecast, Atmospheric Boundary Layer)スキームを用いた(Hong et al.,1996)。また、3つの領域に対して、客観解析データFNLに基づくAnalysis Nudgingを行った。計算は、2010年3月27日から開始し、10月1日までの半年間行い、解析は4月1日から9月30日まで行なった。

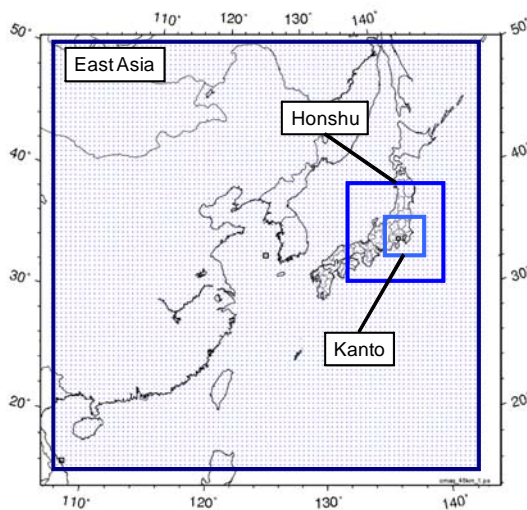


図1 計算領域

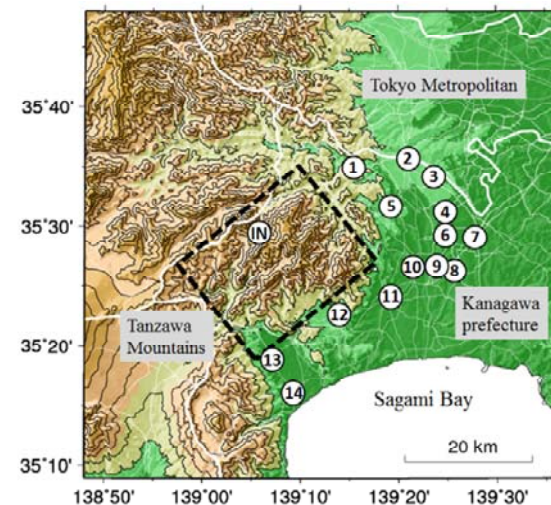


図2 丹沢山地と周辺の大気質測定局

(東アジア域、本州域、関東域) (四角の太線:丹沢山地、①～⑭:大気質測定局 IN:犬越路局)

表1 水平方向の格子間隔と格子数

領域名	格子間隔	MM5	CMAQ
東アジア域	45 km	91x91	87x87
本州域	15 km	64x64	59x59
関東域	5 km	91x91	87x87

②大気質モデルによるシミュレーションの方法

大気質モデルは、CMAQ(Ver.4.7.1)を用いた(CMAS 2011、Byun et al., 2006)。計算領域は気象モデルMM5とほぼ同じ領域を設定し(表 1)、鉛直方向の格子間隔は気象モデルMM5と同様に設定した。計算期間も、気象モデルと同様に行なった。東アジア域での初期条件や境界条件は、CMAQのデフォルト値を用いた。

排出量データは、東アジア域については国立環境研究所(2007)のデータを、また本州域と関東域についてはKannari et al., (2007)を用いた。揮発性有機化合物の組成(SAPRAC99)については、船舶からの組成はシップ・アンド・オーシャン財団(2005)、それ以外は、JCAP-II(石油産業活性化センター 2008)の組成を参考にした。固定発生源については、排ガスの有効煙突高さを毎時計算した。煙突高さでの風速は、気象化学インターフェースプロセッサMCIP3によってMM5の結果をCMAQ用に変換した気象場から、0.5 m/s以上の場合は式(1)のCONCAWE式、0.4 m/s以下の場合は式(2)のBriggs式を用いた(横山ら 1975)。

$$\Delta H = 0.226 Q_H^{1/2} u^{-3/4} \quad (1)$$

$$\Delta H = 1.4 Q_H^{1/4} (\partial\Theta/\partial z)^{-3/8} \quad (2)$$

ここで、 Q_H は排出熱量[cal/s]、 u は煙突高さでの風速[m/s]、 $\partial\Theta/\partial z$ は温位勾配[K/m]を示す。

2010年4月～9月における犬越路局でのオゾンの測定結果とモデル結果を図3に示す。4月から5月にかけては、モデル結果の方が実測より低く、6月から9月までは、逆にモデル結果の方が実測より高い。

モデルの再現性を調べるため、統計指標である平均値や最大値、また、MB (Mean Bias)、RMSE (Root Mean Square Error)、MNB (Mean Normalized Bias)、MNGE (Mean Normalized Gross Error)、NMB (Normalized Mean Bias)、NME (Normalized Mean Error) を計算した(表2)。対象とした測定局は図2に示した通り、丹沢山地の犬越路局や丹沢山地周辺の14局の実測データを用いた。平均濃度は大体の傾向を再現しているが、最大濃度は測定結果の方が常に高かった。菅田ら(2011)のNMB、NMEと比較すると、今回の結果はほぼ同様な値であった。統計指標により、ほぼモデルは測定結果を再現していると考えられる。

表2 2010年4月～9月(6カ月間) 実測:大気汚染常時監視測定(神奈川県内15か所)

Month	Mean Obs	Mean Model	Max Obs	Max Model	MB	RMSE	MNGE	MNB	NMB	NME
	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	%	%	%	%
4	35.1	32.1	85	71.7	-3.0	16.5	89.5	45.7	-8.6	37.3
5	39.9	34.5	117	85.2	-5.4	16.7	58.2	16.2	-13.6	32.9
6	33.5	34.4	123	107.3	0.8	16.8	89.4	59.5	2.4	38.2
7	27.6	31.6	163	125.2	4.0	15.6	106.2	87.3	14.5	44.1
8	23.1	31.5	151	110.0	8.4	17.4	177.0	165.7	36.3	60.0
9	27.8	31.1	165	107.0	3.3	18.5	145.0	115.0	11.9	51.8

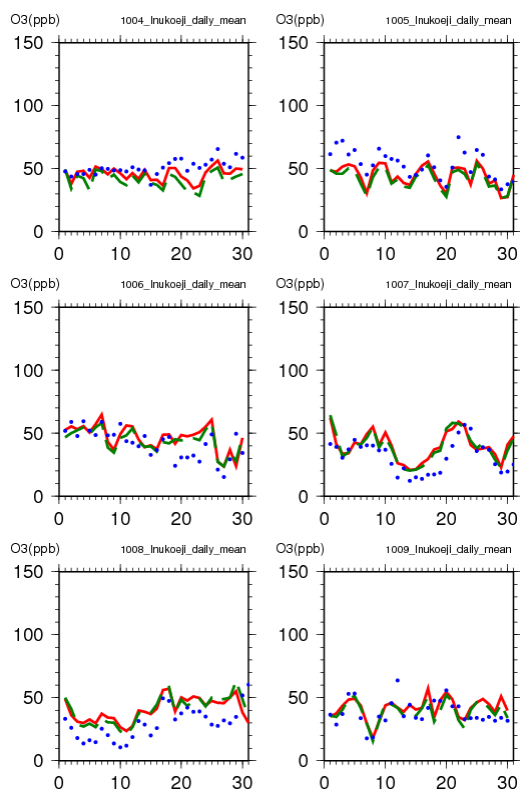


図3 2010年4月～9月における日平均オゾン濃度の測定結果(点)とモデル結果(犬越路局)(太線:5km格子、破線:15km格子)比較

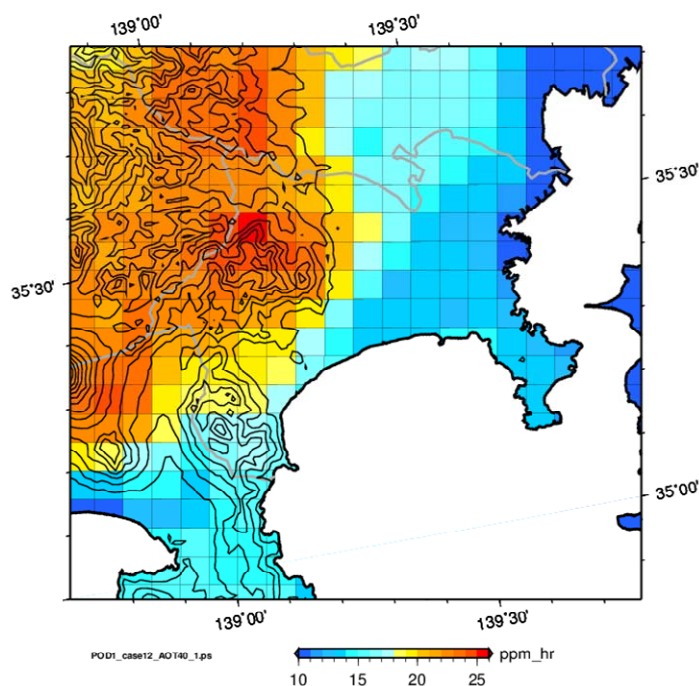


図4 丹沢山地およびその周辺におけるAOT40

③丹沢山地におけるAOT40の水平分布

丹沢山地におけるAOT40の水平分布を図4に示す。主な特徴は、次の通り。

- ・丹沢山地の稜線付近では、約25ppm・hと高い。
- ・ATO40は山地で高く、麓で低い。
- ・西丹沢は東丹沢よりATO40は若干低い。
- ・東京都の多摩地区では、丹沢山地同様に首都圏の影響を受けてATO40は高い傾向にある。

これまで日本を対象としたAOT40の水平分布は、Hoshika et al. (2011)や河野ら (2006)より報告されている。東アジアを対象としたHoshika et al. (2011)の結果の内、丹沢山地のグリッドでのAOT40は15～20ppm・hであった。また、河野ら (2006) のCMAQを用いた結果では、丹沢山地のグリッドでのAOT40は約20ppm・hであった。2例であるが、両者とも今回推定した値と同様であった。

④丹沢山地における越境汚染について

東アジアからの汚染質の排出が丹沢山地へどのように影響しているかを調べるために、中国からの排出量を考慮しない(排出量を零)場合の計算を2010年4月から9月の半年間行った。地上オゾン濃度について、中国の排出を考慮した場合から考慮しなかった場合での差をとり、大陸からの影響を評価した。半年間で最も大きな差が認められたのは、2010年5月25日から26日にかけてであった(図5)。中国の排出量の有無により、最大で45ppb程度の差が認められ、全体の約半分が中国からの影響と考えられる。

東アジアの排出量を考慮した通常のケースと中国からの排出量を考慮しない(排出量を零)ケースについて東アジア域(格子間隔45km)と本州域(格子間隔15km)においてオゾン濃度を推定し、両者の差から中国からの影響を

評価した。オゾン濃度差の水平分布を図6に示す。2010年5月25日深夜の中国からの大きな影響は、5月24日9時と12時におけるオゾンの水平分布にさかのぼる。9時には東シナ海ではオゾン濃度は低いですが、12時までには日射により光化学反応が進み、東シナ海で高いオゾン濃度が生成された。海上にはオゾン消費する物質がないため、オゾンの気塊は5月25日12時には四国に達し、同日24時には丹沢山地に輸送された。オゾンをも四国や関東へ輸送させた西風は、日本海にある低気圧からの吹き出しによるものである。

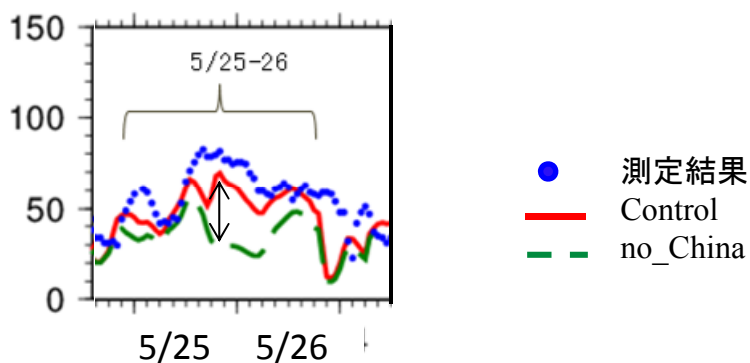


図5 犬越路におけるオゾンの時刻変化

(点：測定値 実線：コントロール 破線：中国の排出量を零にした場合)

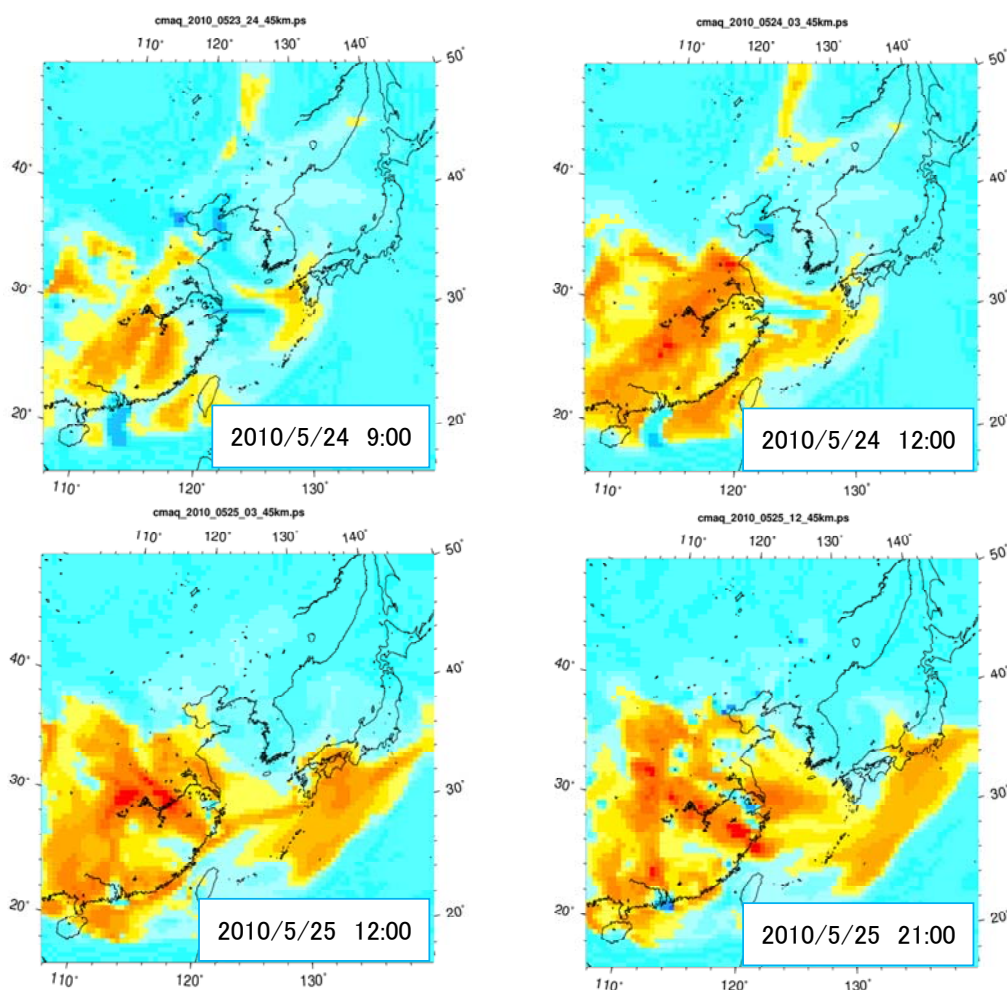


図6 東アジア域のオゾン濃度差の分布

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明
Ab ブナ林の水分生理調査
- (2) 研究期間 平成 24～28 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 越地 正・相原敬次・谷脇 徹・齋藤央嗣

(5) 目的

丹沢ブナの衰退要因として、オゾン等の大気汚染物質、ブナハバチの食害と並び、乾燥化等によって生じる水ストレスがあげられている。本調査では丹沢山地に生育するブナの衰弱枯死に水ストレスがどの程度関与しているかを評価するため、水ポテンシャル等を測定する。なお、調査は京都府立大学の上田正文准教授との共同研究 (一部委託) で行った。

(6) 研究方法

今年度は昨年を引き続き、丹沢山地檜洞丸の山頂周辺 (標高 1500m～1600m) の尾根部から南東一南西斜面に生育する 16 個体および標高 1200m 付近に生育するブナ 7 個体を用いるとともに、新たに山頂付近の来た斜面に生育するブナ 6 個体を供試木とした。山頂周辺の南斜面に生育するブナ 16 個体のうち 7 個体は衰弱が進んでいる個体で、残りの 9 個体はほぼ健全な個体である。北斜面の 6 個体はすべて健全な個体である。また、標高 1200m 付近に生育するブナは健全な個体である (図 1、図 2)。

調査は、2012 年夏期に①日中および夜明け前の葉の水ポテンシャルの測定 (プレッシャーチャンバー法)、②葉の水分特性 (P-V 曲線法)、③木部水分通導組織のキャビテーション感受性 (空気注入法) について行った。

(7) 結果の概要

①日中および夜明け前の葉の水ポテンシャルの測定 (プレッシャーチャンバー法)

檜洞丸山頂周辺 (標高 1500m～1600m) の衰弱個体は標高 1200m の健全個体に比べ、昨年同様に水不足の傾向にあることがわかった。山頂周辺の健全個体には水ポテンシャルが低い個体もみられたことから外見上の衰退度とは一致しなかった。

②葉の水分特性 (P-V 曲線法)

檜洞丸山頂周辺の個体について、葉の原形質分離を生じる時の水ポテンシャルと日中の水ポテンシャルを比較した結果、昨年同様日中、原形質分離が起きている個体が認められた。したがって葉が萎れるほどの水不足状態にある可能性が考えられた。しかし、標高 1200m の健全個体では原形質分離が生じていないことがわかった。山頂付近南斜面に生育するブナには晴天下で蒸散活動が盛んになる日中に水ストレスを生じ、気孔を閉鎖し蒸散を抑制して葉の萎れ回避の対応を行っている個体が認められた。

③木部水分通導組織のキャビテーション感受性 (空気注入法)

樹木が健全に生育していくためには樹体内で水柱が連続している必要があるが、水不足が強くなると連続している水柱が断ち切れる状態が発生する。この状態を把握するために空気注入法によりキャビテーション感受性曲線を作成し評価した。檜洞丸山頂周辺の健全個体および衰弱個体のいずれもキャビテーション感受性が高く、水不足状態にあることがわかった。山頂付近北斜面の健全個体ではこれらの中庸であった。

(8) 今後の課題

水不足の症状が顕著に現れる晴天時のデータが不足していることから、次年度にさらに追跡調査し、再確認する必要がある。

(9) 成果の公表
なし

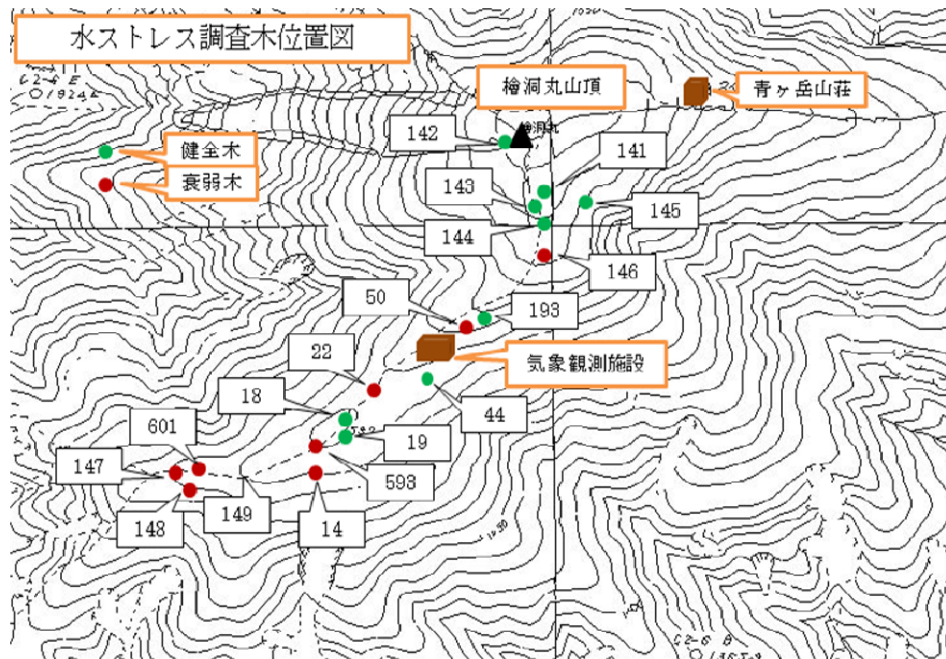


図1 檜洞丸山頂周辺の調査木位置図

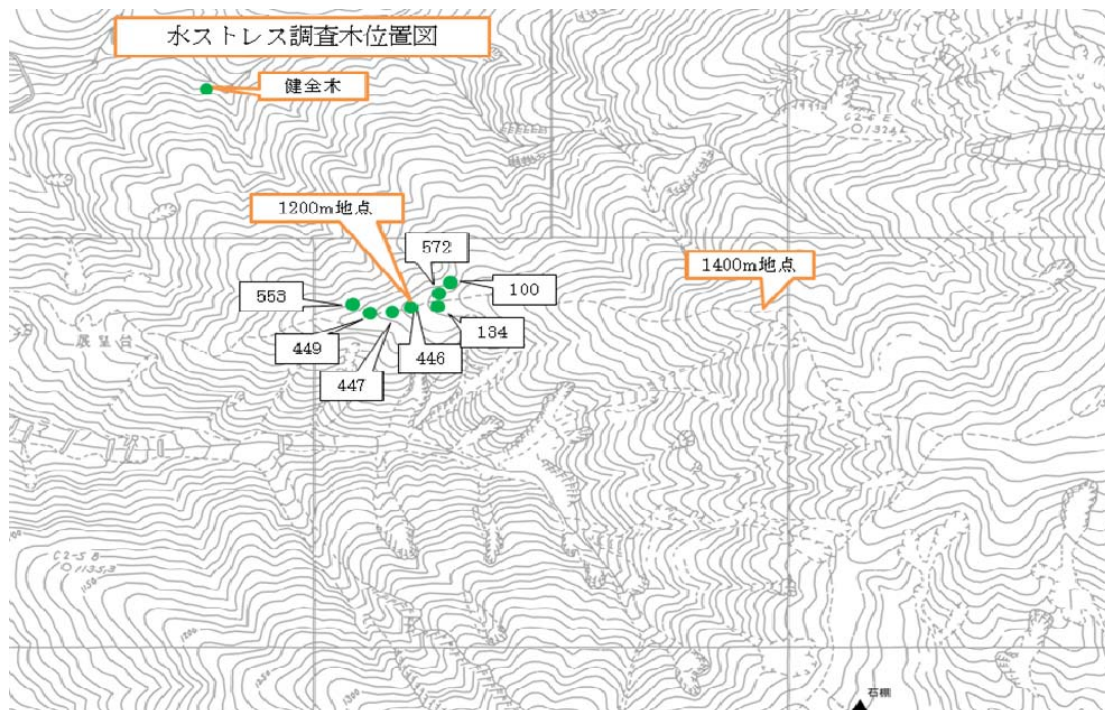


図2 檜洞丸登山道1200m地点の調査木位置図

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明
Ac ブナ林の生理生態調査(水欠差調査)
- (2) 研究期間 平成24~28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 相原敬次・越地 正・谷脇 徹・齋藤央嗣

(5) 目的

丹沢山地に生育するブナの衰退は、大気汚染(オゾン)、水分ストレスおよび虫害(ブナハバチ)がその要因として指摘されている(山根ら2007)。とりわけ水分ストレスは、立地環境の劣化や植物自身の生理状態によって個体ごとの水収支の不均衡から植物が衰退から、さらには枯損へと直接的に関与する重要な要因である。プレッシャーチャンバー法により衰退の顕著な檜洞丸山頂付近

(標高1600m)で水分ストレスを測定することで、標高1200m附近の健全な個体に比較して山頂付近の個体では健全、衰退に関わらず水不足を生じやすくなっていることなどが明らかにされつつある。ただし、この方法では測定のための資材や測定時間の都合上、測定場所や本数が限定されることから、多地点でより多くの本数を同時に実施できる測定手法が求められる。

そこで、ブナの水分ストレス状況を、簡易ながら多数のブナを同時に測定することができる水欠差測定を神奈川県自然環境保全センター(七沢)および檜洞丸山頂付近(檜洞丸)で試みた。

(6) 研究方法

七沢では単木について9月10日と9月18日に、檜洞丸では5個体について9月20日に陽葉、陰葉別の水欠差を測定した。檜洞丸では7月24日、8月30日、9月4日および9月26日の水欠差の経時変化を調査した。

水欠差の測定方法は以下の手順で実施した。すなわち、調査対象個体について、高枝切り等を用いて採取可能なブナ葉を小枝ごと切り落とした後、1g~2g程度になる枚数の葉を切り離した。採取した葉は、その場で速やかに生重(Fw)を0.01g単位まで秤量した後、水を含ませた脱脂綿あるいはキムワイプで葉柄を覆い、ビニール袋に収納後、冷蔵して実験室に持ち帰った。なお、現地で生重の秤量が困難な場合は、小枝ごとビニール袋に密閉して収納、冷蔵して持ち帰った後、実験室で現地と同様の方法で生重を秤量した。持ち帰った葉試料は暗所で密閉した容器あるいはビニール袋内で葉柄を水分中に6時間以上浸せき後、葉面の余分な水滴を取り除いて秤量し飽水重(Fws)とした。飽水重を秤量後の葉試料は、葉面積計測後80℃から85℃で48時間乾燥し、乾燥重(Dw)を秤量した。水欠差は以下の式により算出した。

$$\text{水欠差}(\%) = 100 - \text{相対含水率} \times 100$$

(7) 結果の概要

七沢の水欠差は9月10日と9月18日で変化したが、陽葉と陰葉で顕著な差はなかった(図1、2)。檜洞丸では5個体のうち1個体では陽葉が高く残る4個体は陰葉で高くなった(図3)。檜洞丸の経時変化をみると7月24日は14.1%と高く、8月30日は7.5%と低下し、その後は9%前後で推移した(図4)。

このように、本手法でブナに生じている水分ストレスの個体差や時期変化を評価できることが明らかとなった。現地での作業は枝の切り落としと葉の秤量および吸水処理だけなので、測定機器やポンペなどを必要とし、ある程度の熟練が必要となるプレッシャーチャンバー法より簡便に、誰でも行うことができる。一方、同一個体でも測定日により水欠差が変化することが分かったので、個体・地域間の水分ストレス比較には同一日の採取・測定が必要となる。この点、本手法は複数の調査員による多地点での同時採取が可能であることから、プレッシャーチャンバー法との組み合わせによる広域での水分ストレス評価に適用できることが期待される。

(8) 今後の課題

多地点での同一日調査および陽葉・陰葉の比較

(9) 成果の公表

なし

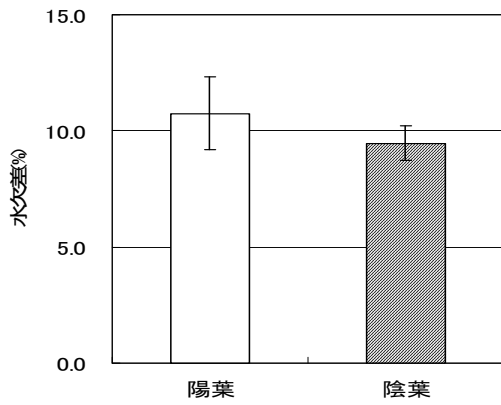


図1 プナの陽葉および陰葉の水欠差の比較 (七沢の1回目2012年9月10日調査) 範囲は平均値の95%信頼限界を示す。

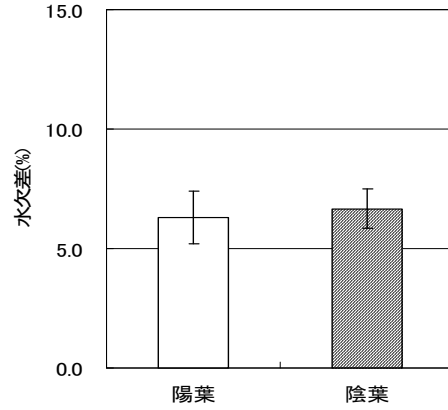


図2 プナの陽葉および陰葉の水欠差の比較 (七沢の2回目2012年9月18日調査) 範囲は平均値の95%信頼限界を示す。

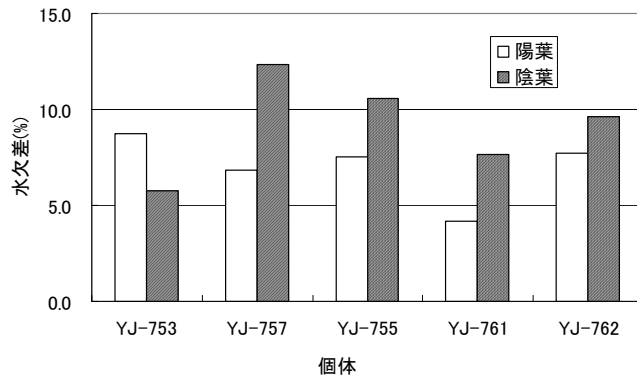


図3 檜洞丸における個体毎の陽葉、陰葉部分の水欠差値の比較 (各個体 n=2, 2012年9月20日調査)

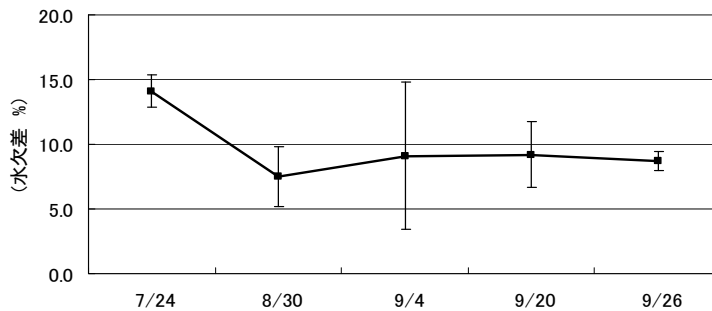


図4 檜洞丸における水欠差値の推移 (選定した5個体の陰葉での推移、範囲は標準偏差を示す。)

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明
Ad ブナ林のストレス診断調査
- (2) 研究期間 平成 24～28 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 齋藤央嗣・相原敬次・谷脇 徹・越地 正
- (5) 目的

これまで丹沢ブナの衰退要因として、オゾン等の大気汚染物質、ブナハバチの食害と並び、乾燥化等によって生じる水ストレス等の影響が推定されているが、これまでの衰退原因に関する見解は状況証拠に基づく演繹的な推論であった。これまで可能性として挙げられてきた衰退原因が正しくブナの樹勢に影響を与えているのかについて、樹木生理学に基づく因果関係を検証する必要がある。そこで丹沢のブナ林衰退域におけるブナ成木の樹勢の衰退メカニズムに関する知見を得るために、現地に生育するブナ成木の葉を対象にゲノム網羅的な発現遺伝子解析に基づく環境ストレス診断を行い、衰退原因となる環境ストレス要因を明らかにする。なお、調査は北海道大学の齋藤秀之講師との共同研究 (一部委託) で行った。

(6) 研究方法

丹沢山地檜洞丸の山頂周辺 (標高 1500m～1600m) と標高 1200m 付近に生育するブナのうち、衰退が見られる個体 4 個体および健全 4 個体を用いた。概要を表 1 に示す。個体サイズは、樹高が 10.7～24.5 m で、胸高直径が 38.9～65.0 cm であった。いずれの個体も林冠を構成する成木であった。採取場所と個体サイズの概要を表 1 に示した。樹勢の目安として供試葉が着生した当年枝の伸長量、葉枚数、平均節間長を調べた。平均節間長は当年枝長を葉枚数で除して求めた。

発現遺伝子の解析は、mRNA 量によって評価した。葉の全 RNA 抽出は個葉 3 枚をまとめて粉碎して改良 cTAB 法で行った。抽出した全 RNA の品質はバイオアナライザーで調べた。ゲノム網羅的に遺伝子の発現量を解析するために、ブナ専用開発された DNA マイクロアレイを用いて 12,446 個の遺伝子の mRNA 量を定量した。環境ストレス評価の方法は、ブナ・ゲノムの先行研究で選抜された環境ストレス指標遺伝子による評価基準に基づいて行った。

(7) 結果の概要

当年枝の伸長量は、健全木で 3.6 ± 2.8 cm (1.4～7.6 cm; 最小～最大)、衰退木で 1.0 ± 0.5 cm (0.5～1.8 cm) であった (表 2)。着葉数は健全木で 4.2 ± 0.5 枚と衰退木で 3.2 ± 0.3 枚であった。当年枝の平均節間長は健全木で 0.87 ± 0.70 cm と衰退木で 0.33 ± 0.18 cm であった。外観で判断した健全木と衰退木の樹勢の違いは当年枝長や平均節間長の大小と一致した。健全木と衰退木に関わらず、当年枝の成長量は、同じ太平洋型ブナ林である富士山ブナ林で観察された当年枝の成長量に比べて小さかった。

健全木と比べて衰退木で発現量が 3 倍以上かつ有意に増加した遺伝子の数は 104 個であり (t-test, $p < 0.05$)、同様に減少した遺伝子は 56 個であった。衰退木で発現量が増加傾向を示した遺伝子の中には (1.5 倍以上, t-test, $p < 0.2$)、活性酸素の解毒に関わる機能性タンパク質等をコードする遺伝子群が含まれ、衰退木の葉は健全木と比べて葉内で活性酸素を多く発生させて、その解毒作用のための代謝を増大させていることが示唆された。ゲノム網羅的な発現遺伝子の mRNA 量に基づいてクラスタリング解析を行ったところ、健全木と衰退木で異なるクラスターに分かれ、ゲノム全体の遺伝子発現パターンは健全木と衰退木で異なることが明らかになった。

主成分分析を用いた環境ストレス影響の評価では、健全木と衰退木の違いに関係なく、葉が酸性・酸化性による影響を受けた発現遺伝子パターンの特徴を示した。このことから、丹沢ブナ林の檜洞丸に生育するブナ成木は酸性・酸化性の影響を受けていると考えられ、衰退域ではブナ成木が健全と衰退の樹勢に関わらずに酸性・酸化性の影響を受けていることが示された。さらに酸性・酸化性の影響は葉内で活性酸素を増加させ、その解毒作用のための代謝を増大させている可能性が考えられた。衰退木では健全木に比べて解毒のための代謝が大きく、総じて衰退木は健全木に比べて環境ストレスを大きく受けていると言えた。この環境ス

トレスに対する回避的な代謝の増大は、丹沢ブナ林の全般で当年枝の成長量が小さい原因になっている可能性が考えられた。

(8) 今後の課題

丹沢ブナ林の成木は樹勢に関わらず酸性・酸化性の影響を受けていることがゲノム網羅的な発現遺伝子解析から示された。本年度の解析は試行的に実施されたもので、供試数がわずか8個体の解析に基づく知見である。そのため結論を得るためには追試が必要である。しかしながら、本解析方法である発現遺伝子解析によるブナ林の生態評価は、丹沢ブナ林の衰退機構の理解を深めると共に、ブナ林衰退に対する適切な対策指針を策定するための確度の高い情報源として活用できる可能性が示された。

(9) 成果の公表

なし

表－1 サンプル木の概要

	個体番号	海拔高 (m)	立地	樹高 (m)	胸高直径 (cm)
健全木	D446	1200	—	23.5	54.0
	115	1600	北斜面	10.7	54.5
	144	1600	山頂付近	13.6	38.9
	142	1600	山頂付近	13.4	53.4
	平均	—	—	15.3	50.2
	標準偏差	—	—	5.6	7.5
衰退木	A18	1600	山頂付近	24.5	53.0
	H601	1600	山頂付近	12.9	56.5
	149	1600	山頂付近	14	65.0
	146	1600	山頂付近	12.7	49.0
	平均	—	—	16.0	55.9
	標準偏差	—	—	5.7	6.8

表－2 当年枝の成長量

	個体番号	当年枝長 (cm)	葉枚数 (当年枝あたり)	平均節間長 (cm)
健全木	D446	3.1	4.7	0.67
	115	7.6	4.0	1.90
	144	1.4	3.5	0.40
	142	2.3	4.5	0.50
	平均	3.6	4.2	0.87
	標準偏差	2.8	0.5	0.70
衰退木	A18	1.8	3.0	0.59
	H601	0.8	3.6	0.22
	149	0.7	3.0	0.22
	146	0.9	3.2	0.28
	平均	1.0	3.2	0.33
	標準偏差	0.5	0.3	0.18

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明
Ae 土壌侵食モニタリング
- (2) 研究期間 平成19～28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 内山佳美

(5) 目的

これまでのブナ林衰退機構解明研究で衰退要因の解明がある程度絞り込まれてきたが、今後はブナ林を再生するための各種対策技術開発や順応的な再生事業を実施するためのモニタリング手法開発も必要である。そこで、ブナ林を中心に再生事業が開始された土壌流出対策について、対策技術の検証・見直しのための対策工のモニタリングと流域スケールで効果を検証するためのモニタリングの手法開発を行う。

(6) 研究方法

①調査地

東丹沢に位置する清川村宮ヶ瀬堂平地区において、平成17～18年度に自然環境保全センター自然保護公園部の協力により試験的に施工した土壌保全対策工を対象とした。対策工の設置箇所は、標高1150～1225m、勾配12～41°の南東向きの斜面である。近傍では、平成16年度より土壌侵食量実態調査を行っている。さらに、下流に位置する堂平沢（標高710m地点）、および隣接するワサビ沢（標高710m地点）に測定地点を設定した。各測定地点の集水面積は、堂平沢が148.03ha、ワサビ沢が58.75haである。



図1 測定地点位置図

②対策工の効果検証モニタリング

平成17年度（2005年12月）、平成18年度（2006年10月）にそれぞれ32個、34個施工した計53個の各種対策工について、そのうちの土壌侵食量測定施設（侵食土砂の捕捉施設）が設置されている31個（2005年16個、2006年15個）の対策工を対象に、各施工の翌年度から冬季（12月～3月）を除いて月に1回程度、土壌侵食量測定とリター被覆面積率及び林床被覆面積率を把握するための写真撮影を行った。対照区として無施工地に設置された5m×2mの調査枠、計13箇所についても同様に測定した。また、近傍の土壌侵食量実態調査プロットにて林内雨量を3箇所、当該土壌保全対策工の施工エリア内で林内雨量と照度計測を21箇所、林外雨量を近傍の崩壊地に2箇所においていずれも2012年4月～12月にかけて10分間隔で連続測定した。各対策工において天空写真および林床被覆状況を月1回の頻度で撮影し、樹冠開空度および林床合計被覆率をそれぞれ算出した。現地にて回収した土砂とリターは、実験室に持ち帰り洗浄して分離し、105℃で乾燥させて絶乾重量を測定した。

③流域スケールの土壌保全効果モニタリング手法開発

堂平沢とワサビ沢の測定地点において、2012年4月から12月まで1～2週間おきに、河川流量、浮遊砂濃度、浮遊土砂量、樹冠通過雨量、斜面土壌侵食量に関するデータ回収及び測定を行った。既往の研究から降雨量

は河川流量、斜面土壌侵食量に大きな影響を与える要因であることがわかっており、それらが浮遊土砂濃度に影響しているため、得られたデータについて河川流量、斜面土壌侵食量、浮遊土砂濃度・浮遊土砂量に降雨量が与える影響を分析し、これらの影響を考慮して、斜面土壌侵食量と浮遊土砂量との関係を分析した。本研究は、東京農工大学への受託研究により実施した。

(7) 結果の概要

主な結果は以下のとおりである。(詳細は、受託研究報告書参照)

東丹沢堂平地区の6～7年経過した先行事業地のモニタリングを継続して対策工の効果を検証し、各対策工の特性を再評価した(表1)。平成24年度は、平年並みの降水量であり、土壌侵食量も全般的には平年並みであったが、対策工ごとの土壌侵食量の経年変化では、増加・減少・横ばいなど対策工ごとに傾向が異なっていた。また、対策工を設置していない無処理のプロットにおいても経年により徐々に減少していた。(図1、2)。

ほとんどの対策工で設置後4～5年で林床合計被覆率(林床植生とリターの合計の被覆率)が95～100%になったが、その後平成22～24年度の林床合計被覆率の季節変動とその経年変化をみたところ、林床合計被覆率は100%近い値で推移したが、夏季の被覆率の内訳のうち林床植生の占める割合が年々大きくなっていった。つまり、対策工設置によって4～5年で林床合計被覆率が100%近くに達した後は、その後も合計被覆率が維持されるだけでなく、林床植生が回復している傾向がみられた。

また、対策工の全調査プロットについて、平成24年4～11月の累積土壌侵食量と累積リター流出量の関係をみたところ、平成23年度までの結果と同様に両者の相関はたかく、リターの流出と土壌の侵食が密接に関係していると考えられた。

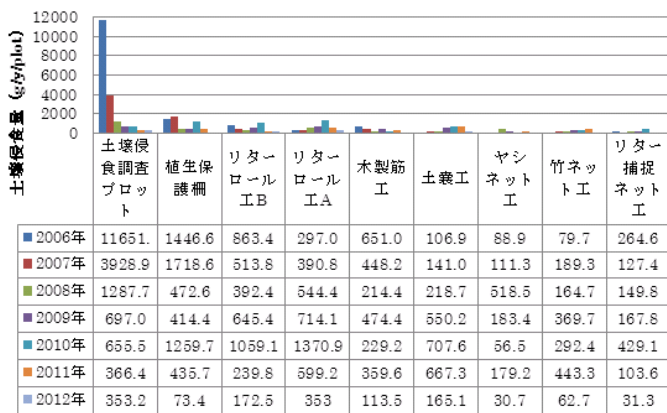


図2 H17年施工地におけるH19(2007)～H23(201)の各対策工の年別積算土壌侵食量(対策工種別平均値)

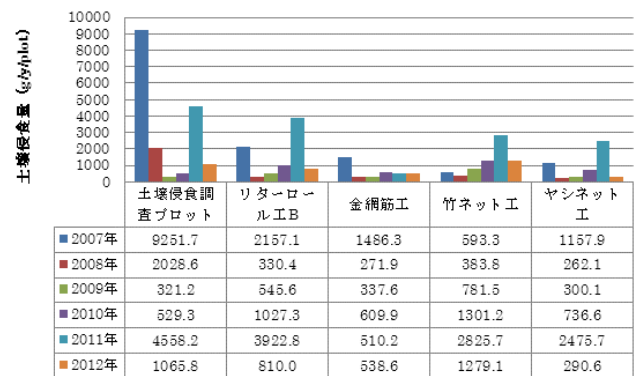


図3 H18年施工地におけるH19(2007)～H23(201)の各対策工の年別積算土壌侵食量(対策工種別平均値)

表1 各対策工の土壌侵食軽減効果の特性区分

	初年度の土壌侵食軽減効果		
	高	中	低
経年により効果が増加	—	リター捕捉ネット工 木製筋工 ヤシネット工	金網筋工 植生保護柵 リターロールB工
経年により効果が横ばい	土囊工	—	—
経年により効果が減少	リターロールA工	竹ネット工	—

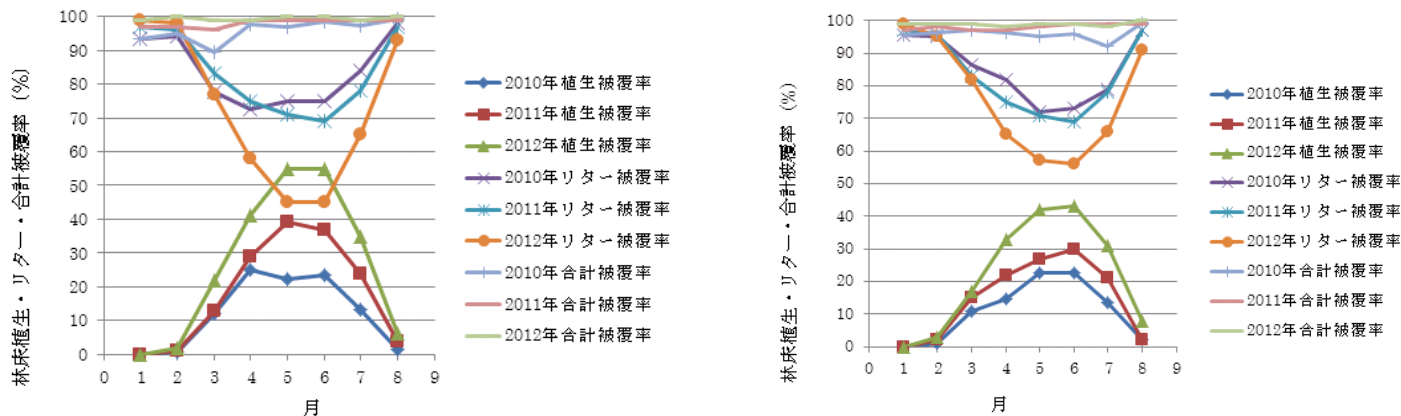


図4 平成22~24年(2010~2012年)の林床植生・リターおよび林床合計被覆率の月別変化
 左:A群(H17施工)対策工 右:B群(H18施工)対策工

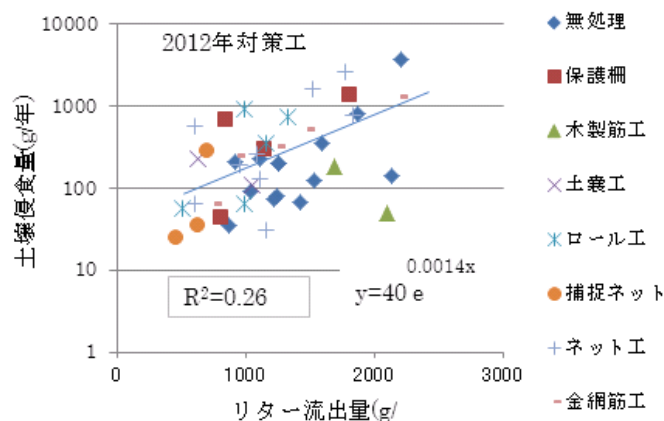


図5 2012年に測定された年間リター流出量と土壌侵食量の関係(片対数表示)

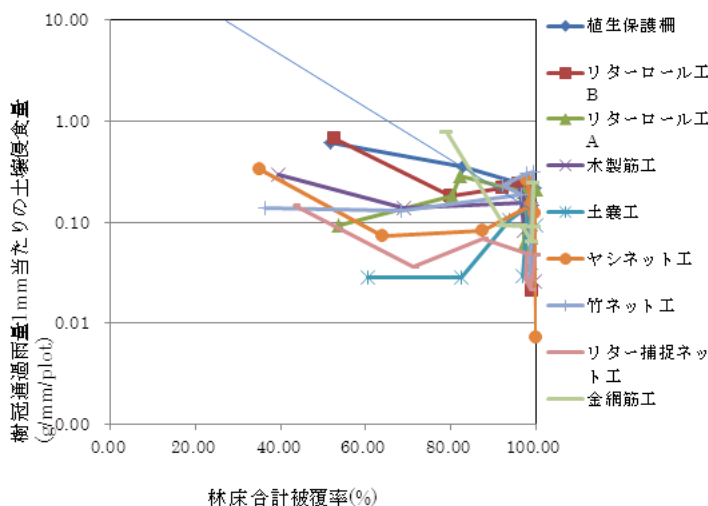


図6 すべての対策工種における施工後1年目~7年目(6年目)の樹冠通過雨量1mm当たりの土壌侵食量と林床合計被覆率

(各折線の左のプロットが1年目、その右が2年目、3年目・・・の順番)

(7年目はA群の2012年、6年目はA群の2011年とB群の2012年)

既往の研究から、調査地である堂平では斜面土壌侵食量が季節変化することが分かっている。流域スケールのモニタリングでは、これに着目して、浮遊土砂量と濁度の季節変化を分析し、流域の斜面土壌侵食が浮遊土砂（濁質）生産に与える影響を明らかにすることをねらいとして調査、解析を行った。その結果、斜面の土壌侵食量と溪流の濁度、浮遊土砂量には正の相関があり、春季と秋季にくらべて夏季により相関が高くなる傾向がみられた。また、堂平沢とワサビ沢の平成 21～24 年の同一規模の一雨雨量と溪流の濁度、浮遊土砂量をみたところ、春季と夏季には経年とともに増加する傾向にあり、現段階ではシカの生息密度の減少や林床合計被覆率の増加による影響が流域スケールの土砂の流出にはつながないと判断された。原因のひとつとして、当該地区では平成 23 年に台風 12 号と台風 13 号の影響で特に大規模な降雨がもたらされており、このときの降雨による斜面の侵食土砂の影響が現在まで継続している可能性も考えられる。このような斜面における土壌侵食と下流の溪流における侵食土砂の流下にはタイムラグがある可能性があることから今後も観測を継続して検証を行う必要がある。

表 2 年別一雨雨量と最大濁度との関係における
同規模の一雨雨量に対する最大濁度の増減（年別比較）

溪流	季節	2009→2010 年	2010→2011 年	2011→2012 年	2009→2012 年
ワサビ沢	春季 (4-6 月)	増加	増加	増加	増加
	夏季 (7-9 月)	減少	増加	減少	増加
	秋季(10, 11 月)	2010 年のデータ 無し	2010 年のデータ 無し	増加	増加
堂平沢	春季 (4-6 月)	増加	増加	横ばい	増加
	夏季 (7-9 月)	増加	増加	増加	増加
	秋季(10, 11 月)	増加	減少	減少	横ばい

(8) 課題

- ・植生回復など長期の施工効果については、今後もモニタリング調査を継続して検証する必要がある。
- ・溪流における浮遊土砂流出量の予測手法の開発や、今後の土壌侵食対策工の評価手法の開発へ展開していくためには、土壌侵食機構と、浮遊土砂供給プロセスを明らかにし、斜面土壌侵食と溪流の浮遊土砂量の相関性だけでなく、侵食土砂の流出機構（斜面から溪流への移動過程と移動機構）を明らかにしていく必要がある。

(9) 成果の発表

海虎ほか（2012）ブナ林における林床合計被覆率の変化が地表流出率に与える影響，日本森林学会誌 Vol. 94 ， 167-174

若原妙子ほか（2012）東丹沢堂平地区のブナ林における開空度、照度および植生被覆，平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集 R4-07

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明
Af ブナハバチ成虫モニタリング
- (2) 研究期間 平成24～28年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 谷脇 徹

(5) 目的

丹沢山地の高標高では、1993年以降ブナハバチによるブナ葉の被食が断続的に生じており、ブナに衰弱や枯死の症状が観察されている。このような状況から、被食を軽減するための防除法開発が求められている。

防除はブナハバチの発生量に応じた規模で実施する必要がある、当年の被食発生リスク評価には成虫モニタリングが適していると考えられる（谷脇ら、2012）。さらに、雌成虫による産卵がブナの展開途中の若葉にのみ行われる生態から、展葉フェノロジー調査もあわせて行う必要がある。そこで、2011年に引き続き天王寺尾根、丹沢山および檜洞丸において成虫発生量調査およびブナ展葉調査を実施した。また、新たに大室山、菰釣山、三国山で成虫捕獲量調査もあわせて行った。

(6) 研究方法

丹沢山、天王寺尾根、檜洞丸、大室山、菰釣山および三国山を調査地とした。成虫捕獲用のトラップには黄色のサンケイ式昆虫誘引器を用いた。トラップの設置数は5個ずつとした。設置場所は尾根筋に沿って設定した20m間隔地点から最寄りの林冠ギャップの日当たりのよい場所であり、設置高さは地上高1.5mとした。トラップ下部のバケツには中性洗剤入りの水溶液を入れた。トラップの設置期間は4月上旬～6月下旬とし、丹沢山、天王寺尾根、檜洞丸ではおよそ週1回の頻度で捕獲昆虫を回収するとともにブナの展葉フェノロジーを調査した。大室山、菰釣山、三国山では2～3週間に1回の頻度で捕獲昆虫を回収した。

(7) 結果の概要

雌成虫の捕獲数は天王寺尾根が平均 12 ± 10 (sd) 個体、丹沢山が平均 82 ± 40 (sd) 個体、檜洞丸が 394 ± 133 (sd) 個体、であった。この捕獲数は大規模な食害の発生した2011年と比較すると15～38%に留まった。大室山の雌成虫捕獲数は 191 ± 99 (sd) 個体と丹沢山と檜洞丸の中間的な値であり、菰釣山は 10 ± 10 (sd) 個体、三国山は 2 ± 2 (sd) 個体と天王寺尾根と同等かそれ以下であった。天王寺尾根、丹沢山、檜洞丸での捕獲ピークは産卵可能な若葉の出現期間中と重なる（図-1）が、その期間中の捕獲数が2011年より少なく、目立った被食に結びつかなかった。今後は年次間の比較を行い、展葉フェノロジーの作用を詳細に検討する必要がある。

(8) 課題および成果の発表

なし

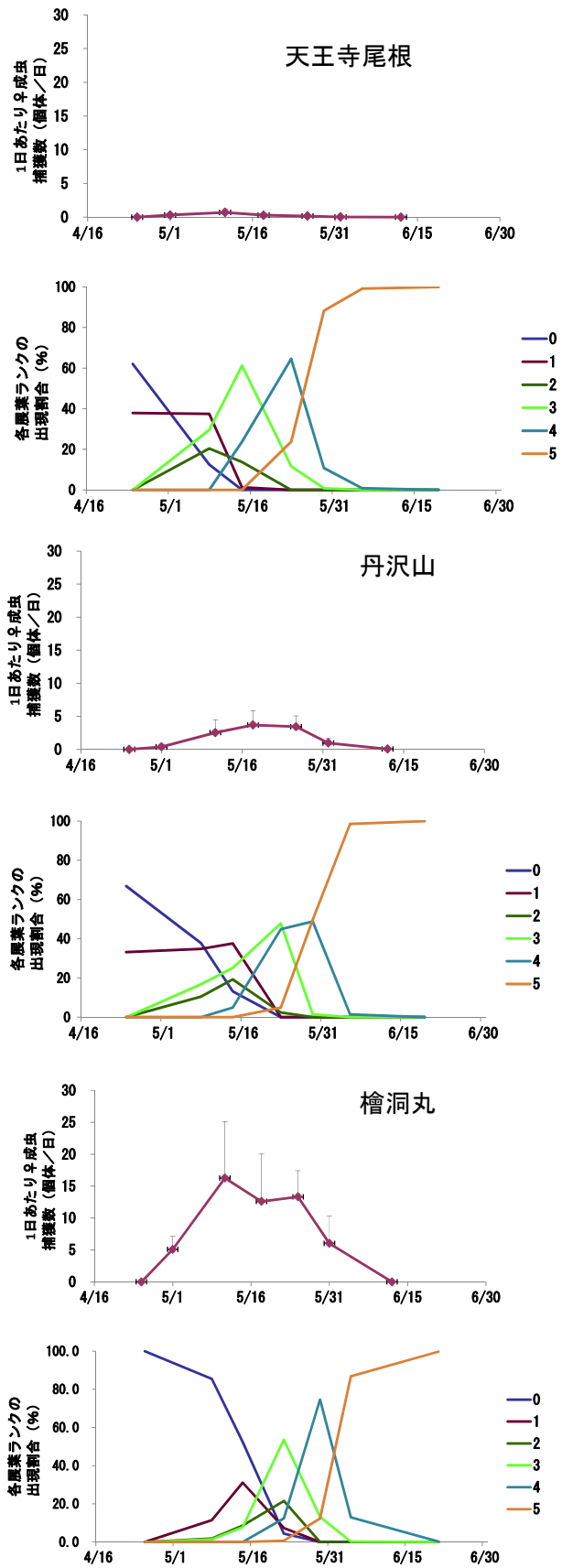


図1. 各地点における1日当たりブナハバチ雌成虫捕獲数とブナ展葉の推移

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構説明
Agブナハバチ繭モニタリング
- (2) 研究期間 平成24～28年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 谷脇 徹

(5) 目的

ブナ葉食昆虫のブナハバチは丹沢山地の高標高域におけるブナ林の衰退原因の一つと考えられている。ブナハバチの幼虫が大量発生すると多くのブナが失葉し、複数回の失葉を経験したブナにおいて衰弱や枯死症状が生じるためである。このことから、ブナハバチの葉食被害の軽減に向けた防除技術の開発が求められている。

防除には潜在的な被食発生リスクを被食発生前に事前に評価する必要があり、これには繭モニタリングが適していると考えられている（谷脇ら、2012）。ただし、大規模な被食は繭の密度が高くて毎年発生する訳ではなく突発的に生じる傾向があるため、繭密度は年次で変動することが予想される。このことから、潜在的な被食発生リスクを評価するには長期にわたり継続して繭モニタリングを実施する必要がある。

そこで、2012年は2011年に引き続き、三国山、菰釣山、大室山、檜洞丸および丹沢山の定点で繭密度調査を実施した。

(6) 研究方法

各地点のブナ密度の高い林分の林床に20m×20mのコドラートを設定し、コドラート内を5m間隔に区切った9箇所の格子点を土壌採取箇所として設定した（図-1）。2012年の10～12月に、各地点コドラートの各箇所において、リターを除去後に幅15cm×奥行き15cm×深さ2cmの土壌を採取した（図-2）。採取箇所数はA、C、E、G、Iの5箇所とした（図-1）。採取土壌を持ち帰った後、繭のソーティングを行い、土壌内に含まれる繭数を計測した。なお、ここでは繭内部での生死や、繭の穴の有無などの状態に関係なくすべての繭を計測している。

(7) 結果の概要

食害の規模が小さい三国山と菰釣山では、繭密度がこれまでと同様に低密度で推移した（図-3）一方、大規模な食害が発生する大室山、檜洞丸、丹沢山では繭密度が高密度で推移した（図-3）。繭の高密度地点のうち、檜洞丸は特に上昇傾向が顕著であり、2012年はこれまでで最も高密度である702個/m²が記録された。大室山も上昇傾向にあったが2012年は減少した。丹沢山はほぼ横ばいで推移した。

被食発生リスクは依然として大室山、檜洞丸、丹沢山で高い可能性がある。特に檜洞丸の定点においては被食発生リスクが上昇傾向にあることになる。大室山では2012年に一旦繭密度が低下したが、2008～2011年のように再度上昇する可能性も考えることができる。

横ばいで推移する丹沢山や、現在は低密度だが今後密度上昇しないとも限らない三国山および菰釣山の繭密度を監視するため、引き続き継続してモニタリングする必要がある。

(8) 課題

なし

(9) 成果の発表

なし

m

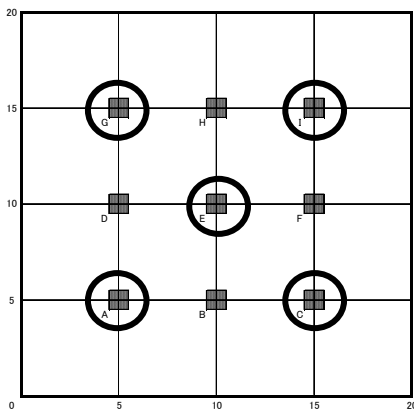


図-1. コドラート内の土壤採取箇所図

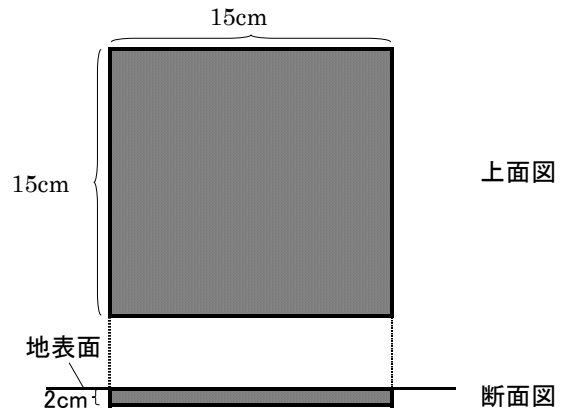


図-2. 土壤採取方法

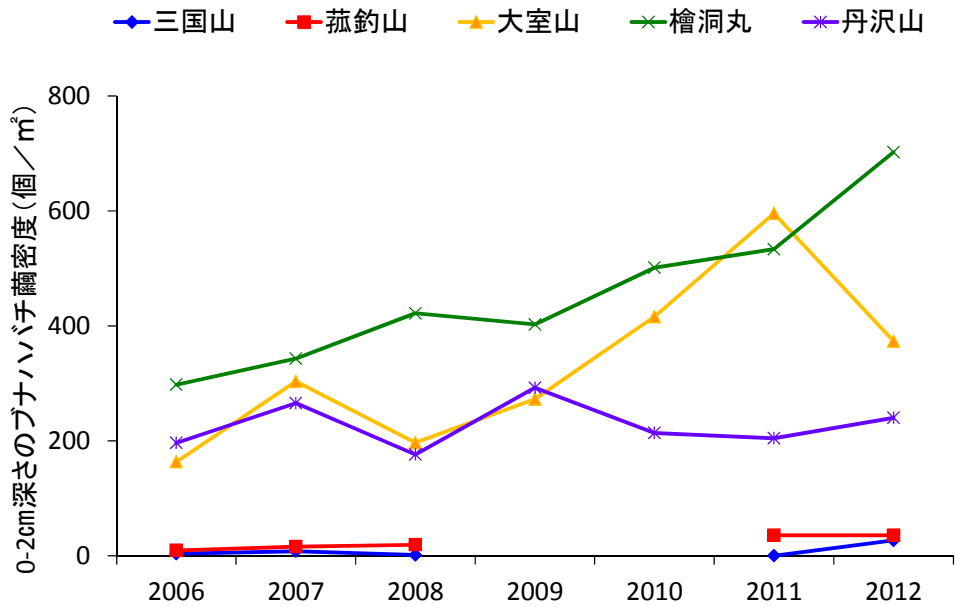


図-3. 定点における 0-2 cm深さのブナハバチ繭密度の年次変動

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明
Ah 主稜線の積雪深調査
- (2) 研究期間 平成 24 年度～
- (3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（ブナ林等の調査研究費）
- (4) 担当者 田村 淳

(5) 目的

本課題の目的は、冬のシカ分布を規定する積雪深を踏査により把握することである。また、ブナ林衰退の一要因である水分ストレスを検証する基礎データとしても用いる。

本調査は新日本環境㈱に委託して行った。

(6) 研究方法

① 調査地

主稜線の総延長 55km として、次の 4 ルートを設定した（図 1）。

- ① 後沢乗越～鍋割山～塔ノ岳～丹沢山～蛭ヶ岳(山頂を含む)
- ② 蛭ヶ岳～檜洞丸～大室山～加入道山(山頂を含む)
- ③ 加入道山～菰釣山～大棚ノ頭～三国山
- ④ 蛭ヶ岳～姫次～焼山

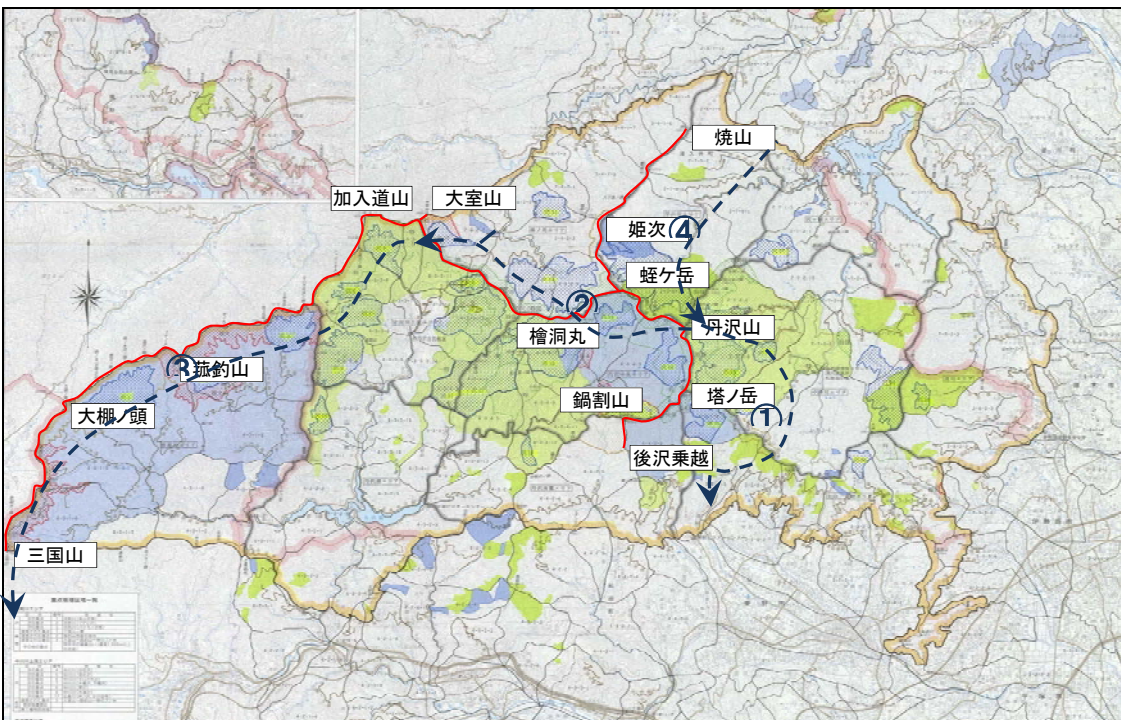


図 1 調査ルート

② 調査方法

図 1 のルート上において、500m 間隔地点及び主要山岳の頂上に調査地点を設定した(図 2)。予め GIS 上で設定した 500m 間隔地点及び主要山岳の頂上の位置を転送した GPS を現地に持参して調査予定地点に赴き、急傾斜地や階段、木道など調査に不適な条件を避けて調査地点を決定した。各調査地点では GPS を用いて位置座標（緯度・経度・標高）データを取得した。調査地点数は 4 ルートを合計して 109 地点である。

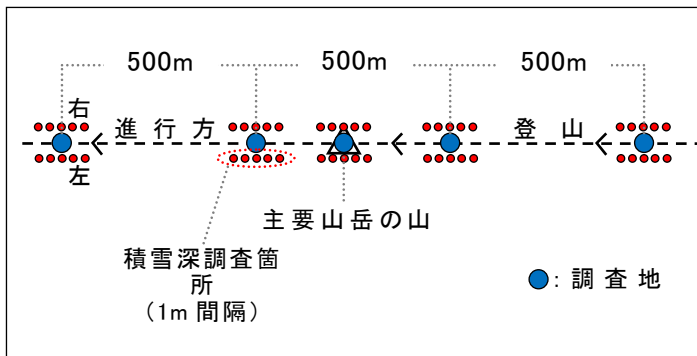


図2 調査地点の概念図

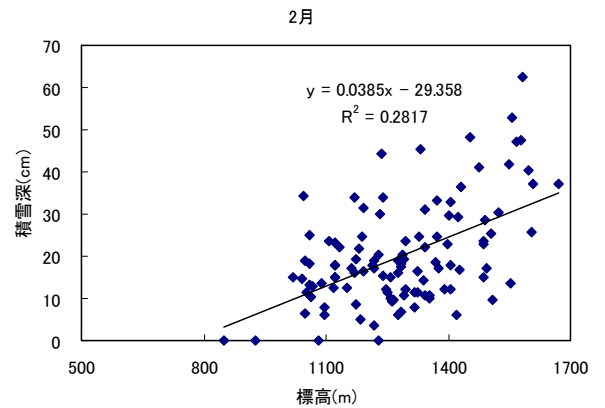


図3 標高と積雪深の関係 (2月)

各調査地点で積雪深とササの稈長を調査した。積雪深は、各調査地点の登山道両側（踏跡の無いところ少し入り込む）に赤白ポールを立てて積雪深を測定した。登山道の両側において1m間隔で5箇所、計10箇所において測定を行った。測定単位は1cmとした。赤白ポールを立てる際にはポールの先端が地面まで到達しているか確認（ポールを一度抜いて穴を覗く等）を行った。実質的には地表付近は凍結しており、軽くポールを突き立てれば地表からの積雪深が計測可能であった。積雪深の計測は、2月中旬と3月中旬の2回実施した。

ササの調査では、各調査地点でササの種類と稈長を測定した。登山道の周辺で草刈の影響がない個体をランダムに選定し、登山道の片側で10本、両側で計20本測定した。測定単位は1cmとした。ササが2種生育する場合は各5本測定することを基本とした。生育が想定されるササはスズダケ、ミヤマクマザサ、アズマネザサの3種であり、これらの区別点の確認を調査実施前に各調査員に対して実施した。ササ調査は、積雪が少なくなった3月に1回実施した。

(7) 結果の概要

①積雪深

2月と3月の2回調査した結果、2月で積雪が多かった。すなわち2月では109地点のうち105地点で積雪があり、3月では20地点でのみ積雪があった。調査した109地点において最大積雪深だったのは2月と3月ともに大室山山頂であった。その2月の積雪深は62cm、3月は22cmであった。2月において積雪深が40cmを越えたのは大室山山頂を含めて10地点あり、①コースの日高、竜ヶ馬場、丹沢山山頂、不動ノ峰～鬼ヶ岩、④コースの蛭ヶ岳～地蔵平などおよそ標高1400～1500mを越える地点であった。調査地点の標高と2月の積雪深には緩やかな正の相関関係があった（図3）。

②ササ

調査地点においてスズダケとミヤマクマザサの2種のササが認められた。スズダケは犬越路～大室山と白石峠～切通峠にかけて分布しており、100cm以上の稈長で生育していることがわかった。他の地点でスズダケは認められなかった。ミヤマクマザサは調査した全コースに分布していた。①コースの鬼ヶ岩～丹沢山～塔ノ岳～鍋割山稜では稈長40cm以下（平均28cm）、②コースの蛭ヶ岳～大室山では稈長20cm以下（平均13cm）、③コースの城ヶ尾山～大槌ノ頭では稈長60cm以下（平均48cm）、④コースの焼山～蛭ヶ岳では30cm以下（平均16cm）であった。

(8) 課題

- ・例年の継続調査

(9) 成果の発表

なし

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
 B ブナ林生態系の再生技術の改良
 Ba ブナ林再生のための実証的研究
- (2) 研究期間 平成19年度～平成28年度
- (3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（ブナ林等の調査研究費）
- (4) 担当者 田村 淳

(5) 目的

丹沢山地の主稜線部ではブナなど樹木の衰退とシカの採食圧による林床植生の退行が見られ、森林生態系の健全性が損なわれている。そのため、ブナ林の再生が課題となっている。当センターはブナ林の衰退機構解明の研究を行うとともに、実証的なブナ林再生事業も行っている。ブナ林再生事業では、遺伝子の多様性に配慮して衰退地域の周辺木から種子を採取し、その苗木を育苗することと、望ましいブナ林再生手法を検討するために植栽木と天然更新木の生残と成長の比較試験を実施している。

本課題の目的は、林冠木または林床植生が衰退したブナ林において、植生保護柵（以下柵）の設置により植栽木が成長、または天然更新木が更新する可能性を明らかにすることである。

2012年度は前年度に引き続き散布種子量を把握するとともに、植生保護柵内と柵外で更新木の樹高を追跡調査した。本調査は㈱緑生研究所に委託して行った。

(6) 研究方法

① 調査地

調査地は、ブナ林においてブナなどの枯死で大小のギャップ（林冠疎開地）形成が見られる5箇所を選定した（表1）。各試験区ではギャップまたは閉鎖林冠下に少なくとも2基の柵を設置して、その内部に苗木を植栽した。また、柵の内外に2m×2m枠を10個ずつ配置して、天然更新調査枠とした。なお、堂平の柵内の試験区では開空度の違いで林縁区とギャップ区に区分した。

表1 調査地の概要

	調査地域名				
	堂平	天王寺	丹沢山（清川）	檜洞丸	丹沢山（津久井）
標高（m）	1,190	1,320	1,470-1,530	1,520-1,550	1,540-1,553
林床植生型	スズタケ退行	スズタケ退行	ミヤマクマザサ	高茎草本	高茎草本
調査開始年	2007	2008	2008	2008	2010
植生保護柵設置年	2006	2007	2008	2005と2010	2010
調査区数	3	4	4	4	6
開空度（%）	10-15	11-19	32-45	12-47	37-50
植栽木調査	○(2006-)	—	○(2008-)	○(2010-)	なし
天然更新木調査	○(2007-)	○(2008-)	○(2008-)	○(2008-)	○(2010-)
種子散布量調査	—	○(2008-)	○(2008-)	○(2008-)	—

② 調査方法

散布種子の調査では、面積0.5㎡のシードトラップを天然更新調査枠に10個ずつ配置した。設置期間は9月～11月下旬までである。2週間ごとに種子とリターを回収して持ち帰った。充実した種子を対象にして、種名と種子数を測定した。

植栽木については、個体ごとにナンバーテープを付けて識別し樹高を測定した。それ以降連年秋期に生存を確認して樹高を測定した。なお、調査地はすべて丹沢大山国定公園特別保護地区内に含まれており、遺伝子の攪乱防止のため、植栽木は本調査の数年前に当該地において種子を採取して育苗したものをを用いた。

天然更新木については、2m×2m枠内に発生したすべての高木性樹木を対象として、ナンバーテープを付けて個体識別して樹種を記録するとともに樹高を測定した。なお、堂平試験区では5cm未満も対象としたが、他の4試験区では5cm以上を調査対象とした。

③解析方法

散布種子では調査区の開空度と高木性樹木の種子数との関係を解析した。植栽木では生存率と樹高の変化を解析した。天然更新木については樹高階分布と草本層植生の平均高から更新状況を解析した。

(7) 結果の概要

①散布種子量の把握

開空度が高まると散布種子は少ない傾向を示したが、 r^2 値は低かった。種子散布型別で見ると、風散布型の種子は開空度が40%を越える調査区で少ない傾向を示したが、母樹の有無によりばらついた。重力散布型の種子は開空度30%未満の調査区では10個/m²以上あったが、開空度が30%以上の調査区では1~4個/m²であった。

散布種子の種組成は上層の林分構造に規定されており、ブナ種子は優占度の高い天王寺で2012年において多かったが、優占度の低い丹沢山では5年間でほとんど散布されなかった。

②植栽木の生残と成長

堂平に植栽したブナは6成長期を過ぎて生存率は89%を越えていた。同じく堂平に植栽したシオジの生存率は前年度まで90%以上あったが47%に低下した。堂平のブナの樹高成長は試験区によって異なり、B区、C区、A区の順に成長が良かった。A区で成長が鈍いのは開空度が他の試験区よりも低いためと考えられる。シオジの樹高成長が2010年に低下した理由は、その年の春先に柵が破損してシカが侵入して先端が採食されたからである。

2008年に植栽した丹沢山(清川)では4成長期を経過して、植栽した6樹種(サワグルミ、マユミ、ブナ、イタヤカエデ、ミズキ、フジイバラ)のうちサワグルミの生存率が4%に低下したが、他の樹種は75%以上であった。サワグルミで生存率が低かったのは、植栽までに水分ストレスを受けて先端枝が枯れたためと考える。樹高成長は樹種によって異なり、2012年時点でミズキがもっとも樹高が高く、次いで、マユミとイタヤカエデ、サワグルミ、ブナという順であった。

2010年に植栽した檜洞丸では、2成長期を経過していずれの樹種も生存率は80%以上あった。樹高成長はナナカマドが緩やかな成長を示したが、他の樹種はほとんど変化しなかった。

③天然更新木の樹高階分布

どの試験区においても柵外での更新木の樹高はオオバアサガラを除き20cm未満であった。柵内では樹高が20cm以上に達していた。柵内において草本層の植生高を越える更新木があったのは、開空度の比較的低い天王寺と堂平の調査区であった。天王寺ではコミネカエデが、堂平ではイヌシデが植生高よりも高くなっていた。天王寺では柵を設置して5年経過してブナの最大の樹高は40cm階に達し、堂平では6年経過して70cm階に達していた。

(8) 課題

- ・ 継続調査するとともに、天然更新木については開空度と草本層植生との関係を詳細に解析して、天然更新しやすい場の条件を明らかにする必要がある。

(9) 成果の発表

田村 淳(2013) シカによりスズタケが退行したブナ林において植生保護柵の設置年の差異が林床植生の回復と樹木の更新に及ぼす影響. 日林誌 95: 8-14.

田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉(2012) 丹沢のブナ林衰退地における天然更新の状況—再生事業地における3年後の調査から—. 神奈川県自然環境保全センター報告 9: 119-126.

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
 B ブナ林生態系の再生技術の改良
 Bb 大規模ギャップ森林再生試験
- (2) 研究期間 平成24年度～
- (3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（ブナ林等の調査研究費）
- (4) 担当者 田村 淳

(5) 目的

丹沢山地の主稜線部ではブナなど樹木の衰退とシカの採食圧による林床植生の退行が見られ、森林生態系の健全性が損なわれている。そのため、ブナ林の再生が課題となっている。当センターはブナ林の衰退機構解明の研究を行うとともに、実証的なブナ林再生事業も行っている。

ブナ林再生事業では、遺伝子の多様性に配慮して衰退地域の周辺木から種子を採取し、その苗木を育苗することと、望ましいブナ林再生手法を検討するために植栽木と天然更新木の生残と成長の比較試験を実施している。

本課題の目的は、ブナ等樹木の集団枯死によって形成されたササ草原（大規模ギャップ）において、樹木の更新状況や希少植物などの植生回復状況を把握して森林再生の可能性を検討することである。平成24年度は、試験地の設定と第1回目の調査を実施した。本調査は(株)緑生研究所に委託して行った。

(6) 研究方法

①調査地

試験地は、丹沢大山国立公園特別保護地区内（相模原市緑区鳥屋地内と足柄上郡山北町玄倉地内）の竜ヶ馬場、不動ノ峰、白馬尾根、蛭ヶ岳北東尾根、大滝尾根の5地区とした（表1）。これらのうち、竜ヶ馬場と不動ノ峰、白馬尾根は上層木がほとんどない大規模ギャップとなっている。蛭ヶ岳北東尾根と大滝尾根はブナ等高木種が林冠を形成しているものの、小さなギャップである。この2試験区は大規模ギャップの対照試験地とした。竜ヶ馬場地区には植生保護柵が設置されておらず、平成25年度に設置予定である。蛭ヶ岳北東尾根と白馬尾根、不動ノ峰、大滝尾根地区には既設の植生保護柵（平成22年～24年度設置）がある。

表1 調査地の概要

地区名	現況	柵の数	2m×2m 枠数 (計)	調査項目			
				植生	更新木	光環境	希少植物
竜ヶ馬場	ササ草原	2*	60	○	○	○	○
不動ノ峰	ササ草原	2	60	○	○	○	○
白馬尾根	草原	2	60	○	○	○	○
蛭ヶ岳北東尾根	ブナ林	3	60	○	○	○	○
大滝尾根	ブナ林	3	60	○	○	○	○

* 竜ヶ馬場の柵は平成25年度に設置予定。

②調査方法

試験地の5地区において、柵内外を1セットとして、2m×2m 枠を15～20 枠設置した。各枠で、植生と更新木、光環境、希少植物を調査した。

植生では、およそ高さ1.5m 以下を草本層として全体の植被率と出現種の被度・群度、ササの最大稈長(cm)を測定した。更新木調査では、高木性樹木の稚幼樹について、5cm 以上の個体の脇にナンバリングテープ付針金を設置して樹高(鉛直高)を1cm 単位で測定した。光環境調査では、5 地点で高さ1m のところで魚眼レンズ付デジタルカメラで天空写真を撮影した。希少植物調査では、『神奈川県レッドデータ生物調査報告書2006』に掲載されている植物種を希少種として、各地区で植生保護柵3基を含む2ha の範囲でそれらの出現の有無と、あった場合は個体数と繁殖の有無、おおよそのサイズ(10cm 単位)、位置情報(緯度・経度、斜面方位、標高、傾斜)を記録した。

(7) 結果の概要

5地区における開空度と草本層植被率、草本層高さ、更新木の密度、最大樹高の初期値データを表1に示す。開空度は、ササ草原及び草原(以下草原)の3地区(竜ヶ馬場と不動ノ峰、白馬尾根)で72～93%と高く、ブナ林の2地区(蛭ヶ岳北東尾根、大滝尾根)では20～25%であった。草本層植被率は草原とブナ林ともに77%以上あり、草原では99～100%であった。草本層の高さはササ草原の不動ノ峰地区の柵外で44cm、同じくササ草原の竜ヶ馬場で62cmであった。他の調査区ではそれよりも高かった。更新木の密度はササ草原で0.3～1.5本/m²と低かったが、それ以外では3.6～7.6本/m²であった。更新木の最大樹高もササ草原で低い傾向があった。

表2 調査地の結果概況

	竜ヶ馬場	不動ノ峰		白馬尾根		蛭ヶ岳北東尾根		大滝尾根	
		柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外
開空度(%)	74.7	87.3	92.7	77.9	72.4	24.5	24.4	20.0	24.1
草本層植被率(%)	98.7±1.7	100	99.5±0.6	100	99.1±1.3	93.0±8.2	76.6±18.1	93.1±4.4	89.6±3.2
草本層高さ(cm)	61.6±5.6	77.5±4.6	43.5±7.6	145.3±20.9	118.8±0.7	82.7±21.1	81.2±23.9	81.8±6.4	97.3±3.8
更新木の密度(本/40m ²)	19	12	58	158	161	131	145	302	176
更新木の最大樹高(cm)	40	44	30	75	67	53	45	102	133

(8) 課題

・継続調査と、埋土種子の発芽試験、ササの刈り取りと種子播種、柵の有無を組み合わせた試験

(9) 成果の発表

- ・田村 淳(2013) シカによりスズタケが退行したブナ林において植生保護柵の設置年の差異が林床植生の回復と樹木の更新に及ぼす影響. 日林誌 95: 8-14.
- ・田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉(2012) 丹沢のブナ林衰退地における天然更新の状況—再生事業地における3年後の調査から—. 神奈川県自然環境保全センター報告 9: 119-126.

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
 B ブナ林生態系の再生技術の改良
 Bc ブナハバチ防除試験
- (2) 研究期間 平成24～28年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 谷脇 徹

(5) 目的

丹沢山地の高標高域ではブナハバチの食害によるブナの衰弱・枯死が進行しており、被食の軽減対策が求められている。対象地域は丹沢大山国立公園の特別保護地区などの自然度が高い原生林のため、薬剤の地上散布や空中散布は環境負荷が大きいため使用できない。一方、生態に合致した大量捕獲手法は未開発である。また、山岳地のためアクセスが悪く、資器材の使用が制限されやすいという特徴もある。これらを踏まえ、環境負荷が小さく、効率的・省力的な防除法の開発が求められている。そこで、ブナハバチに適用可能な防除技術開発を目的として、防除法のスクリーニングと現地試験により各手法の現地適用可能性を検証した。

(6) 研究方法

既存の葉食昆虫の防除法について文献調査を行い、物理的防除、生物的防除、薬剤防除法を发育ステージごとに整理した。このなかからブナハバチの生態に合致し、山岳地のブナ原生林に適用できる可能性のある手法を抽出した。これら各手法について現地試験を行い、その防除効果を検証した。

(7) 結果の概要

スクリーニングの結果、12種の防除法が選定された（図1）。このなかでブナハバチへの適用可能性を評価し、成虫を対象とした羽化トラップと誘引トラップ、幼虫を対象とした薬剤の樹幹注入と粘着トラップ、繭を対象とした土壌除去、全ステージを対象とした環境改良の6種の防除法を抽出した。

发育ステージ	物理的防除	生物的防除	薬剤防除
成虫	羽化トラップ ○ 誘引トラップ ○	-	忌避剤 × フェロモン剤 ×
卵	-	抵抗性育種 △	薬剤散布 △ 樹幹注入 ○
幼虫	粘着トラップ ○	天敵の導入 ×	-
繭	土壌除去 △ 太陽熱殺虫 △		-
全ステージ	-	環境改良 ○	-

○実用化の可能性が高い、△実用化には課題が多い、×実用化は現実的でない

図1 防除法のスクリーニング

これら6種の防除法について檜洞丸の山頂付近で各種調査を行い、防除効果を検証した。

羽化トラップは用いたトラップの防除効果が低く、実用化には広域での設置が必要となるが、環境負荷が高く、作業効率が悪いいため防除には向かないと考えられた。ただし、羽化密度や性比が分かるのでモニタリングには有用であった。

成虫に対して誘引効果のある黄色の衝突板トラップの防除効果は、雄成虫のほうが多く捕獲され、檜洞丸山頂付近で約5haで羽化する総数の捕獲に必要なトラップ数が数十～数百のオーダーであることが分かり、雄成虫の防除効果が高いことが期待された。

粘着トラップは、幼虫が樹上で葉の摂食を完了すると地上に落下した後に樹幹などをよじ登る性質を利用し、樹幹に粘着シートを設置して幼虫を多数捕獲する方法である。単木単位の防除効果を密度推移データを用いて検証した結果、最大で3割程度の密度低下が生じる場合があるが、ほとんど密度低下が生じない場合もあることが分かった。

土壌の除去は深さ8cm除去でも繭を完全に除去できなかった。環境負荷が非常に大きく、作業効率も悪いいため防除には向かないと判断された。

薬剤の樹幹注入は、苗畑のブナを対象に試験を行い、注入すれば高い防除効果が得られることが判明した。一方、濃度によっては薬害が生じることも分かった。薬剤濃度は注入後の5月は10ppmと高いが9月は1ppm以下に低下し、残効は少ないと解釈された。

環境改良は天敵の生息しやすい環境を整備することで天敵による密度抑制効果の向上を目指すものである。ブナ林の衰退や林床植生の退行が進む丹沢山地において実施している自然再生事業が環境改良と同様の効果を発揮することが期待されることから、その効果検証を行う必要がある。ただし現在は死亡原因と死亡率に関する情報が不足していることから、まずは天敵のリストアップに取り組んでいる。これまでに天敵として寄生蜂11種が判明した。

以上から、各手法の特徴を図-2のように整理することができた。今後はブナハバチの防除法として成虫を対象とした黄色の衝突板トラップ、幼虫を対象とした粘着トラップと薬剤の樹幹注入、天敵の密度抑制効果の向上を目指す環境改良に重点的に取り組んでいく。

項目	防除効果	作業効率	環境負荷	防除事業への適用
羽化トラップ	設置地点の羽化 成虫は防除できる	悪い	高い	不可(モニタリングは可)
黄色の衝突板トラップ	特に♂の防除効果が高い	良い	低い	可
粘着トラップ	長期間継続することで徐々に発揮	良い	低い	可
薬剤の樹幹注入	注入すれば高率で防除できる	良い	残効は少ない、高濃度で薬害が出る	可(適量への調節が必要)
土壌の除去	深さ8cmでも防除しきれない	悪い	高い	不可
環境改良	不明、効果検証が必要	事業として実施	自然再生事業	可

図2 防除法の特徴の整理

(8) 課題・成果の発表

なし

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
C ブナ林におけるシカ管理手法開発
Ca 省力的・効果的モニタリング方法の検討
- (2) 研究期間 平成22～24年度
- (3) 予算区分 外部資金（林野庁公募「ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発」）
- (4) 担当者 田村 淳・谷脇 徹・山中慶久・鈴木 透（酪農学園大学）
- (5) 目的

神奈川県丹沢山地のブナなど落葉広葉樹を主体とする森林生態系は、1990年代以降、各種の複合要因によりシカが過密化し下層植生の劣化、土壌流出の拡大などが発生し問題化している。神奈川県は2003年より生態系劣化を食い止めるためニホンジカ管理事業を刷新し、さらに2007年には総合的な自然環境調査の結果を踏まえて自然再生を旗印にシカ保護管理事業と連動した森林生態系復元事業のさらなる強化を進めている。その結果、森林生態系の復元の兆しは一部の地域で見られる一方、山岳地における過密化の解消や中標高域における森林管理とシカ管理の一体化の必要性等の課題も明らかになってきている。このため、各種事業におけるモニタリングデータなどを活用して、早期に的確な対策実施のための判断材料を開発するとともに、試験段階の植生・土壌などの各種再生復元技術の評価と総合化が求められている。また、シカ過密化の早期解消には、現行の組猟によるシカ捕獲に加えて急峻でアクセスの悪い山岳地の過密化地区における効率的なシカ捕獲技術開発が求められている。

今年度は、山岳地における効率的なシカの捕獲体制を明らかにすることを目的に、これまで丹沢山山頂付近でモニタリングされている5頭のシカの位置情報を用いて、季節および時間帯ごとの行動特性を把握した。

(6) 研究方法

神奈川県丹沢山山頂付近において2010年度からGPSテレメトリー法で追跡した5頭のシカの位置情報（表1）を用いた。各個体の行動特性を把握するため、すべての位置情報と月別の位置情報を用いて固定カーネル法（Worton 1989）により行動圏を推定した。また、山岳地での囲いわなによる冬期の捕獲体制を考察するため、12月から4月のデータのある4個体について、山稜の歩道とシカの利用地点との関係を分析した。

(7) 結果の概要

シカ1001は追跡期間中の行動圏が丹沢山周辺に限られた（図1、2）。一方、1104は季節移動をしており、12月から2月にかけて丹沢山周辺を利用していた（図3、4）。1101、1102、1103は1001と同様に大きな季節移動をしない定住性のシカであった。

表1. GPSテレメトリー法で追跡した5頭のシカの位置情報

個体ID	性別	推定年齢	Fix数	追跡期間
1001	♀	3.5	2,970	2010/11/10-2011/4/20 (161日)
1101	♀	7	3,165	2011/7/12-2011/11/24 (135日)
1102	♂	4.5	8,190	2011/12/20-2012/12/3 (349日)
1103	♀	0	2,297	2011/12/21-2012/3/30 (100日)
1104	♀	0.5	8,387	2011/12/21-2012/12/20 (365日)

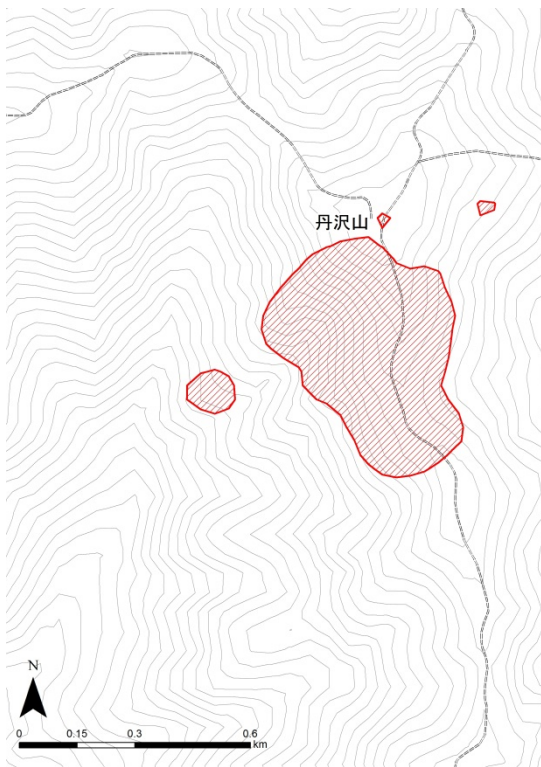


図 1. 1001 の行動圏 (全体)

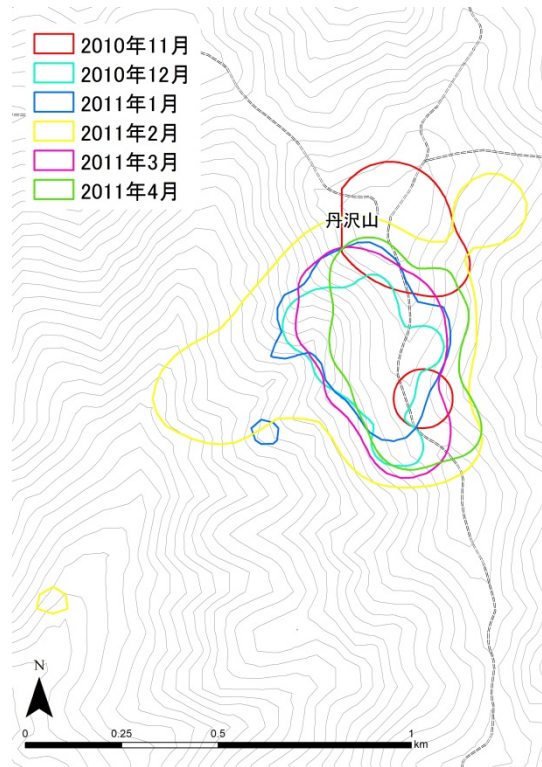


図 2. 1001 の月別行動圏

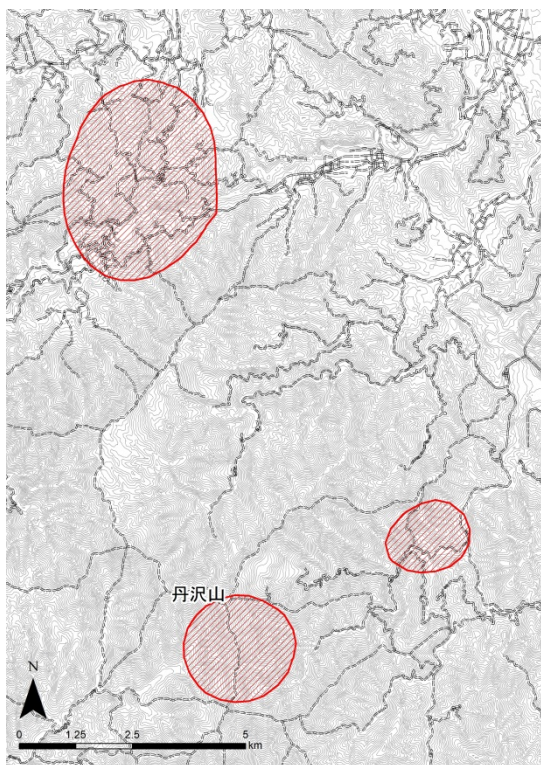


図 3. 1104 の行動圏 (全体)

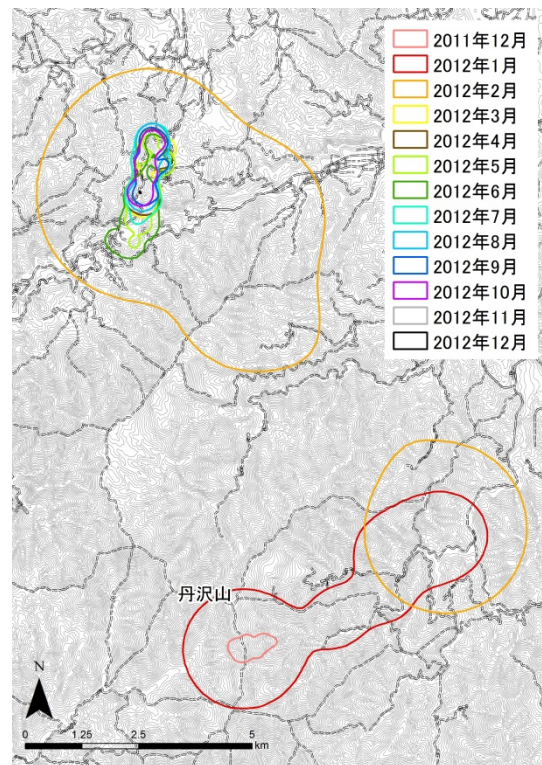


図 4. 1104 の月別行動圏

山稜の歩道とシカの利用地点との関係を月別にみると、1001 では3～4月に歩道に近い場所を利用していた (図 5 左)。個体差はあるが、他の個体も2～4月のいずれかの月に歩道から近い場所を利用する傾向があった。また、時間別にみると、いずれの個体も 1001 のように 9 時から 16 時までは歩道から遠い

場所を利用する傾向があった（図5右）。

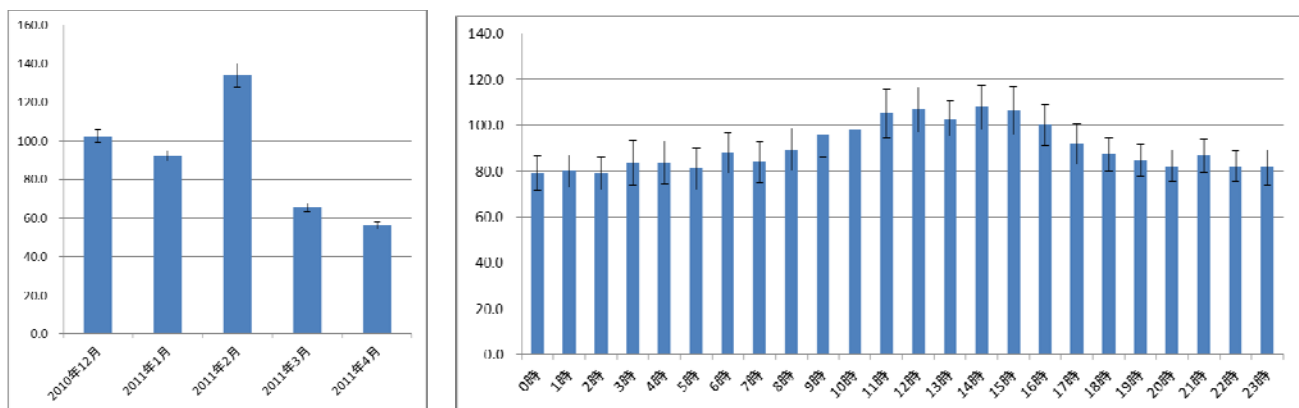


図5 1001の月別（左）および時間別（右）の歩道からの平均距離

囲いわな利用する植生保護柵は歩道から近い箇所に多く設置されている。また、捕獲は餌による誘引効果が高い12～3月に行うことを検討していた。捕獲期間は今回の結果と大雪の場合などを加味すると4月まで延長し、時間帯は9時から16時以外とするのが最適であることが示唆された。

(8) 成果の発表

山中慶久・鈴木透 (2013)個別技術開発報告、「復元技術（ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発）」. Pp53-59. 平成24年度森林環境保全総合対策事業、森林被害対策事業、野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業報告書。

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
 C ブナ林におけるシカ管理手法開発
 Cb 被害予測手法の検討
- (2) 研究期間 平成 22～24 年度
- (3) 予算区分 外部資金（林野庁公募「ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発」）
- (4) 担当者 山中慶久・田村 淳・谷脇 徹・鈴木 透（酪農学園大学）
- (5) 目的

生態系の劣化が拡大する神奈川県の日沢において、シカと森林生態系に一体的・順応的管理における計画・対策・評価の各ステージにおいて効果的、かつ効率的に施策を実行するために、計画段階におけるハザードマップ、捕獲・保護を効率化するための意思決定支援資料の作成・評価を行った。

(6) 研究方法

シカや森林生態系の現状や関係性を評価するハザードマップを、シカ生息密度と下層植生に関する面的なデータをもとに図 1 のフローで作成した。

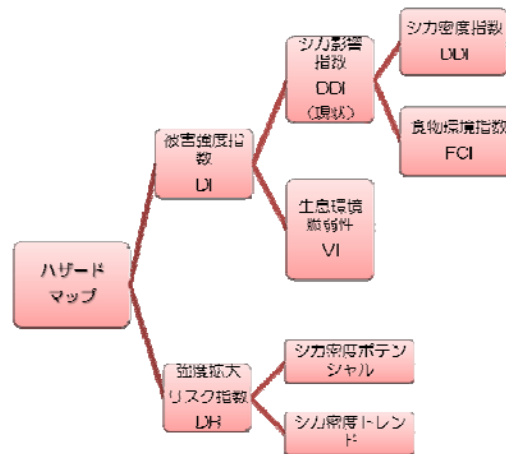


図 1. ハザードマップの作成フロー

シカの捕獲に関する対策優先地の選定では表 1 に示したシナリオを設定し、区画法の生息密度データをもとに相補性解析を用いて効率的な捕獲場所の検討を行った。

表 1. シカの捕獲目標のシナリオ案（各地域の目標とする生息密度）

シナリオ	自然植生回復地域	生息環境管理地域	被害軽減地域
1 全体を減少	7.5 頭/km ²	7.5 頭/km ²	7.5 頭/km ²
2 ゾーンごとに対応	5 頭/km ²	10 頭/km ²	5 頭/km ²

植生に関しては 1km メッシュのレッドデータ種の有無の情報をもとに、日沢全体での多様性（ γ 多様性）を保全することを目的とした保護優先地の選定を行うとし、各種の生息地の 30% を保護するシナリオ（目標）を設定し相補性解析を行った。

(7) 結果の概要

ハザードマップでは檜洞丸周辺、丹沢山や堂平周辺等の実際シカ影響が顕著な地域のリスクが高い値となっており、比較的に有用なマップであると考えられた。

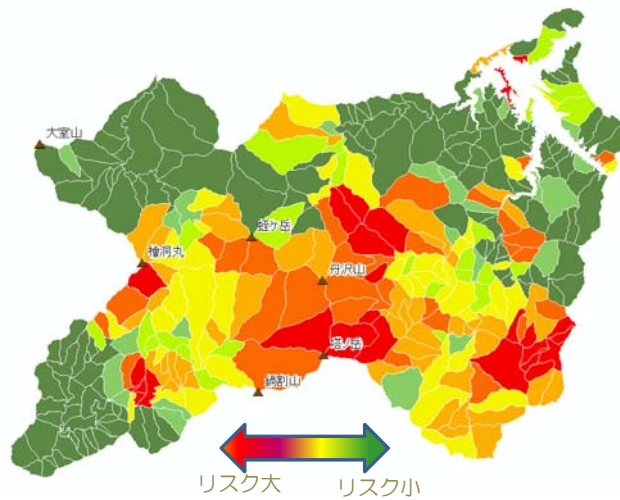


図2. ハザードマップによるシカによる森林生態系へのリスク評価

シカの捕獲優先地については、シナリオ1と2は異なる目標値であるが、最も優先度の高い（赤色のユニット）はほぼ一致している（図3）。これは丹沢山地においてシカの局所的な高密度化が起きているためと考えられる。このような地域を集中的に捕獲することが重要といえる。

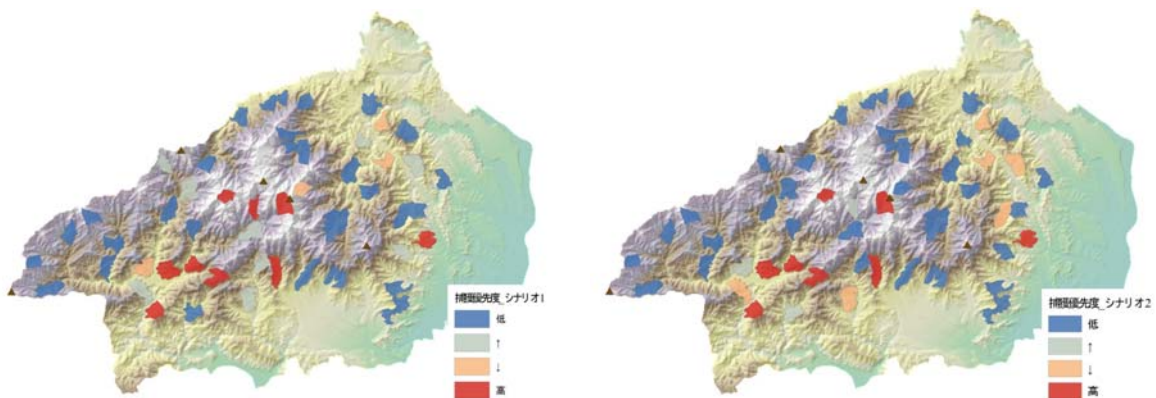


図3. シナリオ1（左）およびシナリオ2（右）の捕獲優先地

現行の対策とのGapを分析するために管理捕獲が行われている場所とシナリオ2の捕獲優先地をオーバーレイすると、特に丹沢湖周辺の地域でGapが見られ（図4）、このような地域で今後捕獲を強化していく必要があると考えられた。

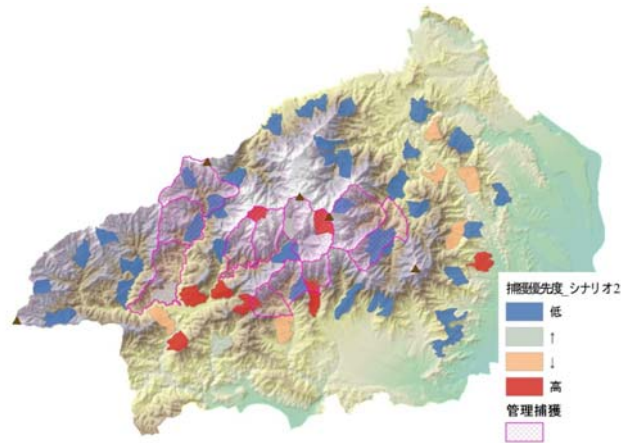


図4. 管理捕獲地と捕獲優先地の Gap 分析

植生の保護優先地は丹沢全体に及んでおり（図5）、丹沢全体の多様性を保全するには高標高のブナ林、中標高の二次林、低標高の里山といった多様な景観に応じて、高標高から低標高まで広い範囲で維管束植物を保全する必要があることが分かった。原稿の対策として水源林確保地および植生保護柵と維管束植物の保護優先地をオーバーレイした Gap 分析をすると、これらの地域に加え、山麓のレッドデータ種の保全も必要であることが明らかになった。

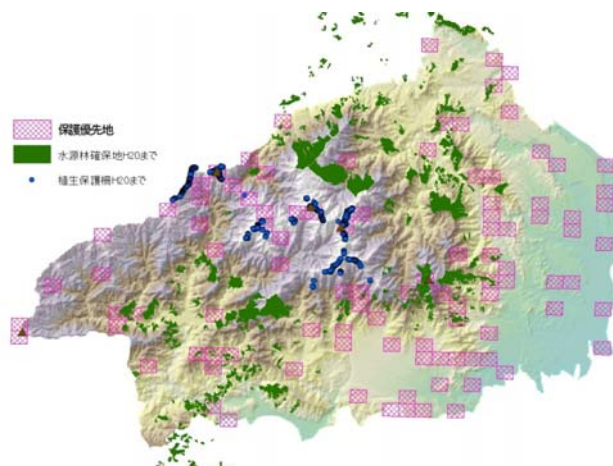


図5. 水源林確保地、植生保護柵と維管束植物の保護優先地の Gap 分析

ハザードマップは、現状の「リスクが最も高い地域」を示しており、捕獲・保護の優先地は、シナリオに対して最も「効率のよい場所」を示している。これらの情報は科学的な資料に基づいて作成されており、意思決定支援における有用な資料の1つであると考えられる。

(8) 成果の発表

山中慶久・鈴木透 (2013)個別技術開発報告、「防止技術 (ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発)」。Pp46-52. 平成24年度森林環境保全総合対策事業、森林被害対策事業、野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業報告書。

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 (1-1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
C ブナ林におけるシカ管理手法開発
Cc 植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発
- (2) 研究期間 平成 22～24 年度
- (3) 予算区分 外部資金（林野庁公募「ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発」）
- (4) 担当者 谷脇 徹・田村 淳・山中慶久・鈴木 透（酪農学園大学）
- (5) 目的

丹沢山地の高標高においてシカ過密化を早期に解消するには、現行の組猟によるシカ捕獲に加えて急峻でアクセスの悪い山岳地の過密化地区における効率的なシカ捕獲技術開発が求められている。

そこで本事業では、神奈川県丹沢山地において、シカの森林生態系被害に対する総合対策技術の開発を目的として、山岳地における植生保護柵を用いた効率的なシカ捕獲技術の開発を行った。

(6) 研究方法

植生保護柵を囲いわな利用する捕獲技術を検討するため、低標高の自然環境保全センター自然観察園において簡易な柵を設置してイノシシを対象とした捕獲試験を実施した（写真1）。また、高標高の捕獲試験を丹沢山山頂で植生保護柵を加工した囲いわなで実施した（写真2）。



写真1. 低標高に設置した簡易柵



写真2. 高標高の植生保護柵を加工した囲いわな

(7) 結果の概要

低標高試験においては、センサーカメラ調査により、イノシシは日没後に出没ピークがあることが分かった。柵内にイノシシが侵入後、赤外線カメラによる監視下での遠隔操作によりゲートを閉鎖すると、激しく暴れ柵へ繰り返し突進するのが観察された。突進による破損箇所から脱出する一方、ゲートへ突進し破壊されることはないことが分かった。くくりわなを併用した捕獲試験によりイノシシ1頭が捕獲され、山岳地での利用を想定している簡易電殺器での止めさしを行った（写真3、4）。



写真3. 簡易電殺器による捕殺



写真4. 捕殺したイノシシ

高標高試験においては、周辺ではシカの生息と痕跡が観察された（写真5）が、2月の試験期間中にワナへは誘引されなかった。一昨日、昨年とも2月の誘引頻度は高かったが、今年は積雪量によりシカの行動パターンが変わり、ワナへの侵入頻度も変化したと考えられる。



写真5. 竜ヶ馬場周辺で観察されたササ草原の積雪状況（左上）、シカの寝屋（右上）、樹皮剥ぎ中のシカ（左下）および新しいヒノキの樹皮剥ぎ（右下）

ワナ捕獲には事前に餌を撒き、シカを誘引する必要がある。また、積雪時にはシカを誘引しやすくするとともに、ゲートの動作性を確保し、作業を行いやすくするために除雪を行う必要がある。これらの事前作業は、今回ワイルドライフレンジャーの稜線部捕獲と一体となり行うことで効率的に行うことができた（写真6）。また、相互に情報交換を行うことでシカとその痕跡の効率的な探索が実現した（写真6）。



写真6. ワイルドライフレンジャーにより行われた除雪と餌撒き（左）、ワイルドライフレンジャーにより確認されたシカの足跡（右）

16時～翌7時の15時間の試験は6名のシフト制で実施したが、体力的な負担が大きく、シカの利用時間帯を事前に把握することが重要であった。シカがワナに侵入した際のポケットネットの設置方法を確認したところ、夜間にポケットネットで捕定した際の止めさしは、安全面を考慮すると夜明けを待つてから行うほうがよいと考えられる。天候により試験中にゲートが凍結し正常に作動しなくなる場合があった。

以上のように、本手法は、事前にシカの行動パターンの季節変化とワナ稼働に適した時期や時間帯を把握するとともに、誘引しやすい植生保護柵の選定、ワナ整備と誘引効果を高めるための体制を整備する必要があることが分かった。

(8) 成果の発表

山中慶久・鈴木透 (2013)個別技術開発報告、「捕獲技術（ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発）」. Pp60-70. 平成24年度森林環境保全総合対策事業、森林被害対策事業、野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業報告書.