

三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画
（赤谷プロジェクト）推進事業
植生管理WG・哺乳類WG・猛禽類WG
10年間の成果のまとめ

平成26年3月

関東森林管理局

まえがき

赤谷プロジェクトは生物多様性保全と持続的な地域づくりの両立をめざした国有林管理のモデルとして、平成16年に開始され今年で10年目となり、モデルプロジェクトとしての成果を発信することが求められている。昨年度から、プロジェクトの活動全体の成果のとりまとめを開始し「赤谷の森の歩み」として今年度発行したものの、科学的な成果については未だとりまとめていない。そこで、生物多様性保全と持続的な地域づくりの両立をめざした赤谷プロジェクト10年間の経年データのとりまとめと、科学的な成果の到達点と課題をまとめる。

本事業は、「自然環境モニタリング基本方針」に基づき、各種のモニタリング調査を実施するとともに、活動の成果を地域管理経営計画等に反映させるため、森林の取り扱い方針を具体化するのに必要な事項の検討・整理、データ収集とそのとりまとめ等を有識者の意見の集約を図りつつ行うことを目的として、関東森林管理局から当協会が委託を受けたものである。

なお、赤谷プロジェクトの活動は本事業にとどまらず、中核組織（地域住民・林野行政・公益法人）関係者及びプロジェクトにボランティアの立場で協力するサポーターの自主活動によって運営・実行されている。本報告書には委託事業として実施した成果とともに、これらの成果も含まれている。

平成27年3月
公益財団法人 日本自然保護協会
理事長 亀山 章

目次

第1章 植生管理ワーキンググループ	1
1. プロジェクトエリア内の土壌、現存植生の把握および潜在自然植生の推定	1
2. 赤谷プロジェクトエリアの植物相	14
3. 赤谷の森の人工林の履歴の把握	36
4. スギ人工林に天然更新する広葉樹の密度・組成に及ぼす要因	41
5. 自然林復元試験地で何がわかったか（カラマツ林主伐試験地（241つ）、スギ林主伐試験地（233は1:吹路）、スギ林間伐試験地（244へ3）、スギ林主伐試験地（241た、る1））	52
6. 利根沼田署管内の天然下種2類施業の実績と、施業実施後5、15年後の更新状況の把握	101
7. カラマツ人工林における天下Ⅱ類施業（20m列状伐採）後5-7年目の天然更新の状況	110
8. カラマツ人工林における広葉樹の天然更新施業地での樹木の種組成と成長パターン	120
9. 赤谷プロジェクトエリアの自然林復元試験地および、天然下二類施業地のモニタリング結果のまとめおよび今後の施業に向けた留意すべきこと	130
第2章 猛禽類ワーキンググループ	133
1. 赤谷の森におけるイヌワシのハビタットとその質の評価	133
2. 赤谷の森におけるクマタカのハビタットとその質の評価	142
第3章 哺乳類ワーキンググループ	152
1. 既存文献およびカメラトラップモニタリングに基づく哺乳類相の歴史的変遷	152
2. ニホンザル永井群の遊動域および遊動域内の環境	168
3. 赤谷におけるホンドテンの食性の特徴および、食性からみた森林環境評価	176
4. 赤谷におけるツキノワグマの分布状況	202

第1章 植生管理ワーキンググループ

1. プロジェクトエリア内の土壌、現存植生の把握および潜在自然植生の推定

長島 成和 (赤谷プロジェクト植生 WG 委員、林業技士(森林環境))

1. はじめに

平成16年3月、関東森林管理局、赤谷プロジェクト地域協議会、財団法人日本自然保護協会の3者は、群馬県・三国山地一帯の地域において、「三国山地/赤谷川・生物多様性復元計画(略称「赤谷プロジェクト」)推進のための協定」を締結し、新時代の国有林野管理における「協働」の枠組み構築、生物多様性保全に資する科学的な地域環境管理、高い持続性を持つ地域社会づくりの実現を目的とした「赤谷プロジェクト」に取り組むこととなった。

このような官・民一体となつての国有林野管理の取り組みは、全国初の試みであり、対象面積も10,000haにもおよび広大である。

赤谷プロジェクト対象エリアにおける自然環境モニタリングの基盤整備の一つとして、まず地理情報システムの構築があげられている。このシステム構築のためには、自然環境の把握にかかる各種の項目別基礎的調査資料が必要となることから、有識者・専門家による既存の各種調査資料の活用等により緊急的に作成を試みたものである。

作成した資料は、「気象に関する図」2種、「地形・地質に関する図」7種、「土壌図」、「植生に関する図」2種の計12種の立地環境図である。作図にあたっては、関東森林管理局が作成した2万分の1施業実施計画図を基図として使用した。

本稿ではこれらの立地環境図の中から「土壌図」、「現存植生図」、「潜在自然植生図」に関して作図の方法、内容等を概略報告するものである。

2. 各論

1. 土壌図

ある土地を有効に利用したり保全したりするためには樹木を含めた植物が、その土地とどうかかわっているかを知る必要がある。森林に関しては、我が国では永年の経験から、自然発生的に適地適木という概念のもとで森林造成等を行ってきたが、近年においては、樹木と土壌の性質との関係、土壌の生成過程等について科学的な解明がなされてきている。

本項においては、当該プロジェクトエリア内における土壌について、関東森林管理局がかつて調査した資料等を基にし、さらには近年までの間に新たに判明した土壌の区分及び分布の見直しの必要性を考慮して土壌図の作成を行った(図1)。

しかしながら、当該エリアに出現する土壌の種類等が多く、単に土壌図を見ただけではなかなか理解しにくいことが多々あることを考慮し、出現する土壌の概要を解説し、土壌とは何かといった大まかな概念の把握のための資料とするため以下に解説することとする。

(1) 出現する土壌の種類

本プロジェクトエリア内に出現する土壌の種類は以下のとおりである。

ア. 褐色森林土群 B

暗褐色のA層が発達し褐色のB層をもつ土壌で、温帯を中心に暖帯から亜寒帯の一部にかけて広く分布する。反応は弱酸性ないし酸性であるが、3・2 酸化物の溶脱集積および粘土の移動集積はほとんど認められない土壌。

A. 褐色森林土亜群 B

- | | |
|------------------------|----------|
| (a) 乾性褐色森林土(細粒状構造型) | BA型土壌 |
| (b) 乾性褐色森林土(粒状・堅果状構造型) | BB型土壌 |
| (c) 弱乾性褐色森林土 | BC型土壌 |
| (d) 適潤性褐色森林土(偏乾亜型) | BD(d)型土壌 |
| (e) 適潤性褐色森林土 | BD型土壌 |

- (f) 弱湿性褐色森林土 BE 型土壤
- B. 暗色系褐色森林土亜群 dB
 - (a) 適潤性暗色系褐色森林土 dBd 型土壤

イ. ポドゾル群 P

AO 層が発達し、溶脱層と遊離酸化物の集積層が分化発達した強酸性の土壤である。寒冷偏湿気候下の森林において、強酸性の腐植によって鉄、アルミニウムなどが土層の上部から溶出し下層に移動集積することによって生成される。

- A. 乾性ポドゾル亜群 PD
 - (a) 乾性ポドゾル PD I 型土壤
 - (b) 乾性ポドゾル化土壤 PD II 型土壤
 - (c) 乾性弱ポドゾル化土壤 PD III 型土壤
- B. 湿性鉄型ポドゾル亜群 PW(i)
 - (a) 湿性鉄型ポドゾル PW(i) I 型土壤
- C. 湿性腐植型ポドゾル亜群 PW(h)
 - (a) 湿性腐植型弱ポドゾル化土壤 PW(h) III 型土壤

ウ. 黒色土群 BL

この土壤は、火山灰等を母材することが多いもので、形態的な特徴としては、黒色ないし黒褐色の厚い A 層を有し、A 層から B 層への推移は明りょうとなる土壤で我が国では褐色森林土に次いで広く分布する。

- A 黒色土亜群 BL
 - (a) 乾性黒色土 BLB 型土壤
 - (b) 弱乾性黒色土 BLC 型土壤
 - (c) 適潤性黒色土(偏乾亜型) BLD(d) 型土壤
 - (d) 適潤性黒色土 BLD 型土壤
 - (e) 弱湿性黒色土 BLE 型土壤

エ. 泥炭土群 Pt

この土壤群は、沼沢地などの常に滞水するところで植物遺体の分解が進まず、これが堆積して生成された有機質の土壤である。

- A 泥炭土亜群 Pt
 - (a) 泥炭土 Pt 型土壤

オ. 未熟土群 Im

土壤生成過程を経過した時間が短いかまたは侵蝕を受けたために、A 層、B 層などの層位を欠く土壤である。

- A 受蝕土 Er

(2) 各種土壤の形態的特徴と生成環境

本プロジェクトエリア内に出現する各種土壤の土壤型別の形態的特徴と生成環境等は次のとおりである。

ア. 乾性褐色森林土(細粒状構造型) BA 型土壤

この土壤は、比較的急峻な尾根や谷に向かって張り出した小尾根などの付近に多く出現する。土壤反応としては、比較的酸性が強く、養分に乏しい土壤である。本プロジェクトエリア内では標高おおよそ 1,000m 以下の比較的尖鋭な尾根に出現している。

形態的特徴としては、AO 層は全体としてあまり厚くないが、F 層ないし F—H 層が常に発達し、H 層の形成は顕著ではない。暗色の A 層は一般に薄く、B 層との界はかなり明りょうである。A 層及び B 層の深いところまで細粒状構造が発達する。B 層の色調は淡い。

この土壤は例外なく外生菌根を伴う。これらの菌糸は細粒状構造の発達にも関連し、極端な場合には菌糸網層を形成する。この土壤は乾燥しやすい地形に見られるが AO 層の有機物は一度乾燥するとなか

なか湿りがたい。さらに、外生菌根のなかには水をはじく性質の強いものが多く、そのために土壌の乾燥を助長する傾向が強い。森林施業については、国土保全の観点から禁伐とすることが望ましい土壌である。

イ. 乾性褐色森林土(粒状・堅果状構造型) BB型土壌

この土壌は、緩やかな尾根や幅広い尾根、あるいは山腹斜面上部に出現し、比較的酸性が強く、養分に乏しい土壌である。

形態的特徴としては、A0層は比較的厚く、そのうち特にF層とH層が発達する。黒色のA層ないしH—A層が形成されるが、通常A層は薄く、おおよそ10cm内外である。A層は主として粒状構造が発達する。B層の色調は一般に明るく、したがって、A層とB層の境界は判然としていることが特徴の一つとなる。B層の構造は粒状または堅果状構造が部分的に発達することがある。外生菌根を伴い、菌糸束に富むが、菌糸網層を形成することはない。

ウ. 弱乾性褐色森林土 BC型土壌

この土壌は、やや埴質な土壌母材で、山谷風の影響を受ける大きな沢に向かって突き出した尾根、風がしばられて通るような稜線の鞍部、段丘の肩部などにしばしば出現することが一般的であるが、当該プロジェクトエリア内においては、比較的標高の鈍頂な尾根や凸型斜面に僅かに見られる。

形態的特徴としては、A0層はあまり発達しない。腐植は比較的深くまで浸透しているが色は淡い。また、細かい割れ目が比較的多く、これに沿って腐植の浸透があることなどから斑状となることが多い。土層は比較的緻密である。A層下部からB層にかけて堅果状構造が強度に発達するが、この点がこの土壌の最大の特徴といえる。

エ. 適潤性褐色森林土(偏乾亜型) BD(d)型土壌

この土壌は、山腹斜面の上部や凸型斜面などに広く分布する。また、空中湿度の高い地域では鈍頂の尾根付近にも出現し、平坦な台地地形では斜面にかかる肩部などに出現する。

形態的特徴としては、後述するBD型土壌と類似するが、しばしば多少発達したA0層のうちFおよびH層を伴い、A層は標準的なBD型土壌よりやや浅い場合が多く、土色も淡い暗色を呈する。構造はA層上部に粒状構造が発達したり、あるいは、団粒状構造に粒状構造を混じえたり、下部には堅果状構造が発達するなどBD型土壌より多少乾性の特徴を示す土壌である。

オ. 適潤性褐色森林土 BD型土壌

この土壌は、褐色森林土の代表的なものとして位置づけられる土壌である。山腹斜面の中腹から下部にかけて広く分布する。そのほか分布はあまり広くはないが準平原、台地などの緩斜地や平坦地にも出現する。

形態的特徴としては、通常BD型土壌ではA0層は特に発達しないが、当該プロジェクトエリアは多雪環境下にあることなどからFおよびH層が僅かに見られることがある。A層は厚く、20~30cm程度発達する場合が多い。A層上部には団粒状構造が発達する。B層は褐色で、無構造となっているものが一般的であるが、ときには弱度の塊状構造が見られ、また、当地のような多雪地域では堅果状構造が発達する場合もある。A層からB層への推移は漸变的である。

平坦地形の場合は、土層が堅密でしまりやすくA層上部の団粒状構造の発達する部分が薄く、以下B層を含めてカベ状を呈する場合が多い。

カ. 弱湿性褐色森林土 BE型土壌

この土壌は、山腹斜面下部から沢沿いに分布する。立地的には水分の供給が豊富であるが、停滞的な過湿の条件にならない場所に出現する。

形態的特徴としては、A0層は発達せず、A層は腐植に富み、すこぶる厚く、団粒状構造が発達し、やや暗褐色の色調を呈するB層へ漸変する。崩積地に比較的多く見られ、全層にわたって軟らかく、理溶性に富み、また、植物の生育に必要な養分にも富んだ生産性の高い土壌である。自然林においてはサワグルミ、トチノキ、カツラなどが群落を作ることが多い。また、人工林造成に当たってはスギの植栽適地とされる。

キ. 適潤性暗色系褐色森林土 dBD型土壌

この土壌は、褐色森林土亜群の分布域の上部で、かつポドゾル群の分布域との間において、ほぼ垂直

成帯的に分布する。本プロジェクトエリア内においては、標高およそ 1,350m～1,650m の間が分布域となっている。

形態的特徴としては、褐色森林土亜群の地域より高標高の影響を受けて寒冷となり、空中湿度が高いため多湿となるが、このため、有機物の分解が阻害され、A0 層が厚く発達し、黒褐色の脂肪状の H 層ないし H—A 層が形成される。また、多量の腐植が浸透し集積するために、A 層は黒褐色、B 層は暗褐色の色調を呈する。H—A 層ないし A 層上部は団粒状構造が発達するが、A 層下部から B 層はカベ状(マッシュ)となることが多い。この土壌は、強い酸性を呈す。

森林施業に関しては、人工林造成には適さない土壌である。

ク. 乾性ポドゾル亜群 PD

この土壌亜群は、亜高山帯及び高山帯の山頂、尾根筋、凸型斜面上部、台地の肩部などの地形的に乾燥の影響を受けやすい場所に出現するが、赤谷地域のような温帯気候下でも尖鋭な尾根や風衝地などの特に強い乾燥の影響を受けて A0 層が厚く発達する所には線状に分布している。

形態的特徴としては、A0 層が厚く発達し、その中でも、F 層が H 層より厚く発達する。これは、乾性の水分環境の影響を表していると言える形態である。

鉍質土層では、ポドゾル化の程度によって灰白色の溶脱層の発達の程度は異なるが、いずれの場合も鉄さび色の集積層は明りように認められるものである。

この土壌亜群はポドゾル化の強さによってつぎの土壌型に区分されるが、当該プロジェクトエリアでは全ての型が出現している。

(ア) 乾性ポドゾル PD I 型土壌

灰白色の溶脱層が帯状に明りように発達したもので、この厚さは数cm程度となっている。

(イ) 乾性ポドゾル化土壌 PD II 型土壌

灰白色の溶脱は層状にはならないが、斑状に認められるもの。

(ウ) 乾性弱ポドゾル化土壌 PD III 型土壌

溶脱斑は肉眼では認めがたいが、鉄さび色の集積層が明りように認められるもの。

乾性ポドゾルは以上のような 3 タイプの土壌が出現するが、本土壌図では溶脱の有無の観点から PD I、PD II 型土壌をまとめて図示した。

ケ. 湿性鉄型ポドゾル PW(i) 型土壌

この土壌は、主として北海道、本州脊梁山脈、中部山岳の温帯上部から亜高山帯にかけて分布する。地形的には鈍頂な尾根、準平原、火山泥流地などの緻密で重粘な母材の箇所に出現する。本プロジェクトエリア内では、平標山付近の稜線およびその周辺の凹地などに分布している。

形態的特徴としては、A0 層は厚く、特に H 層が目立つ。H 層は黒色で脂肪状を呈するが、これは湿性の水分環境の特徴を示すものであり、乾性ポドゾルとは相違する。鉍質土層は緻密なために腐植の浸透は悪く、また、土壌の内部排水が極端に悪いため還元的な傾向を帯びる。A 層下部にポドゾル化の強さによって発達の程度は異なるが、ポドゾル化作用と同時に表層還元作用の影響を受けた灰白色ないし青灰色の溶脱層が生成されるもので、その下部には腐植による汚染の少ない橙色 B1 層または灰白斑を混ぜた B1—g 層が生成される。また、この層上部にしばしば鉄の盤層が認められる。

この湿性鉄型ポドゾルは、湿性鉄型ポドゾル亜群の一つの型であるがポドゾル化の強さによって 3 タイプに区分される。本土壌図ではこれを一括して PW(i) 型土壌として図示した。

コ. 湿性腐植型ポドゾル PW(h) 型土壌

この土壌は、主として温帯上部から亜高山帯にかけて出現する。一般的な出現地域の植生形態としては、アオモリトドマツ、シラベ、トウヒなどの亜高山性針葉樹林下に広く分布し、地形的には比較的緩斜面に出現する。しかしながら、本プロジェクトエリア内には標高が亜高山帯域に達しても亜高山帯針葉樹林が存在しない。これは、当該エリアが冬季多雪の環境にあり、地形的にも急峻であることなどから雪の移動圧(雪崩)の影響を強く受けて、直立性の針葉樹が生立し得ないためといわれている。このような箇所は、風衝などの影響も加わり笹草原(チシマザサ)や伏状の広葉樹低木林となっている。

この土壌の当該エリアにおける分布は、標高およそ 1,650m～1,700m より上部にほぼ帯状に分布している。

形態的特徴としては、A層がよく発達し、黒色の脂肪状ないし団粒状のH層がF層より厚く形成される。鈹質土層は多量の腐植が浸透して厚いA層を形成し、全体として暗色味の強い土壌である。ポドゾル化の強さによって発達の程度が違ふ場合、溶脱は斑状をなし、多腐植のため暗灰色を呈する。B層はかなりの腐植が富化されているために暗い鉄さび色を基調とする。

土層は必ずしも緻密ではなく、出現地形も表層部に滞水の生じやすい地形ではなく、多腐植のために還元的な青灰色の色調は認めたいが、H層からA2層にかけて二価鉄が検出されているので、表層還元作用を受けた土壌とされている。

このポドゾル亜群もポドゾル化の強さによって3タイプに区分されるが、本土壌図ではこれを一括してPW(h)型土壌として図示した。

サ. 黒色土亜群の各土壌 BLB、BLC、BLD(d)、BLD、BLE型土壌

この土壌亜群は、火山山麓や準平原の緩斜地形分布することが多い。母材は火山放出物を主体とすることが多い。

形態的特徴としては、厚い黒色のA層を有するもので、色相は7.5ないし10YR、明度および彩度は2以下である。

この土壌亜群は、主として土壌構造などの水分環境の相違に基づく形態的な相違によって、褐色森林土亜群のそれぞれ対応する各土壌型ないし亜型に区分されるのでここでは各土壌型別の解説は省略する。

シ. 泥炭土 Pt型土壌

この土壌は、本プロジェクトエリア内では主として上越国境沿いのオジカ沢ノ頭から万太郎山にかけての稜線および平標山から大源太山にかけての稜線周辺にモザイク状に分布している。泥炭土は植物遺体の分解が進まず、これが堆積して生成された有機質の土壌であることは先の項でも解説したところであるが、泥炭の分解が進んで植物の組織が肉眼で認められなくなったものを黒泥と呼び、この層を黒泥層という。表層にこれらの泥炭または黒泥の発達した土壌を泥炭土群とすることとされている。この泥炭土群は泥炭亜土群Pt、黒泥土亜群Mc、泥炭ポドゾルPpの3亜群に区分されるが、当該エリアにおいては微地形の変化等により出現形態が異なるため、本土壌図では泥炭土として一括して図示した。

ス. 受蝕土 Er型土壌

この土壌は、雪崩、雪の移動等の要因で、地表面の侵蝕が行われ、表層を失った土壌である。

林木に与える雪害には、冠雪害、雪圧害などがあるが、直接に林木に与える害を除き、土壌の受蝕をもたらす物理的作用の大部分は積雪の移動である。積雪の移動量が大きくなると、ついには雪崩となるが、この雪崩は斜面上部の地形、雪庇の有無、雪の表面の状況などによって発生するものである。一般には寒冷な地帯で斜面傾斜35°以内、比較的暖かい湿雪地帯で30°以内であれば積雪の移動量も少ないとされている。このような雪の移動によっての受蝕は、地表面の侵蝕をももたらし表層を失った土壌となっていく。本エリア内に出現するEr型土壌は、A層の大部分またはB層の一部まで失った土壌となっている。雪崩が常習化されて次第に進行したものは岩石地に移行する。

このような受蝕土は、土層の腐植層が欠けて貧栄養となり、地力は極端に低下して植生回復が遅れ、雪の移動が常習化され、植生は矮生状態から抜け出すのが困難で、森林化するまでにかかなりの長年月を要する。したがって、森林施業等に当たっては特に注意が必要である。

矮生状態となっている植生は、斜面上部や中部においてはミヤマナラ、マルバマンサク、リョウブなど、斜面下部ではヤマモミジ、タニウツギ、ウリハダカエデなどが主体をなしている。

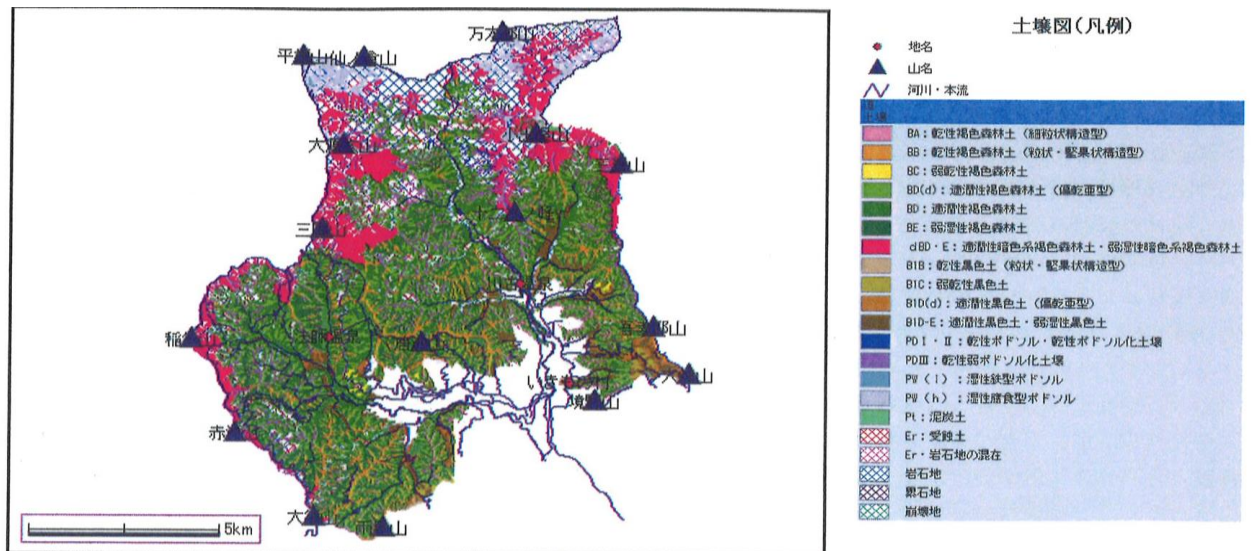


図1. 赤谷プロジェクトエリアの土壌図

1. 現存植生図

本プロジェクトエリアは、面積約 10,000ha にもおよび広大である。この広大なエリア内の森林は、高標高域にあつては人為が加わらず自然度の高い森林があり、集落周辺等の比較的標高の低い地域は人為によるスギ、アカマツ、カラマツ等の人工林や広葉樹二次林が存在しているなど多様な森林形態を呈している。そこでこれらの多様な森林形態がいかなる分布をなしているかを見るため現存植生図を作成した（図2）。

現存植生図の作成に当たっては、当該エリアに関しての近年における調査資料は見あたらないことから、国有林森林調査簿、昭和 50 年度に作成された「天然林の保存に関する調査」資料、平成 14 年作成の「緑の回廊」整備等にかかる基礎資料収集に関する調査等報告書等を参考にして、さらに空中写真なども活用しながら作図した。作図の基本としたものは、上層優占種（森林群落の上層を構成する樹種のうち最もうっ閉率の高いもの）に着目し、以下に示す森林群落型に区分することとした。

なお、本図は上記のとおり古い調査資料をもとに作図したことから時間の経過等も踏まえ、今後、現地精査を実施しながら訂正し活用することが必要であることを付記する。

(1). 森林群落型

ア 冷温帯樹林

- (ア) キタゴヨウ・クロベ群落
- (イ) ブナ・ミズナラ群落
- (ウ) サワグルミ・トチノキ群落

イ 亜寒帯・亜高山帯樹林

- (ア) オオシラビソ・シラビソ群落
- (イ) ダケカンバ群落

ウ 二次林

- (ア) キタゴヨウ・クロベ群落
- (イ) ブナ・ミズナラ群落
- (ウ) イヌブナ群落
- (エ) コナラ・クリ群落
- (オ) サワグルミ・トチノキ群落
- (カ) アカマツ・落葉広葉樹林
- (キ) モミ・落葉広葉樹林

エ 荒地植生群落

(ア) 荒地植生群落(崩壊地先駆植生及び岩場植生)

(イ) 多雪地広葉樹低木林群落(ミヤマナラ群集、ヤマモミジ・ヒメヤシャブシ群落等)

オ 高山低木林

(ア) ハイマツ・ミネヤナギ・ナナカマド・ミヤマハンノキ群落等

カ 高山植物群落

(ア) ガンコウラン・ミネズオウ・クロウスゴ・ウラジロヨウラク群落、高山荒原群落、風衝低木群落等

(イ) 雪田草原群落

キ 草原群落

(ア) チシマザサ・クマイザサ群落

ク 人工林

(ア) スギ植林

(イ) ヒノキ植林

(ウ) カラマツ植林

(エ) アカマツ植林

(オ) 広葉樹植林

(2) 赤谷川源流地域の植生概要

赤谷プロジェクトエリア全域における植生について、信頼できる既存の調査資料は少ないことを前項において述べたが、赤谷川源流域については、昭和63年3月に群馬県が「赤谷川源流地域学術調査報告書」を発刊している。この報告書では植生の項において、調査域は限定されてはいるもののかかなり詳しく説明されているので参考として植生概要について引用して紹介する。

赤谷川源流地域は、日本海側気候の影響をうける多雪地帯で、日本海側型の植生が分布する。

海拔700mから1500mにかけての山腹斜面には、チシマザサ-ブナ群団に属するブナ林のマルバマンサク-ブナ群集やヒメアオキ-ブナ群集が広く分布する。ブナ林に接する尾根などの岩稜地には、アカミノイヌツゲ-クロベ群集が雪崩からまぬがれるように生育している。赤谷川沿いの海拔870m以下には、溪畔林のジュウモンジシダ-サワグルミ群集が分布する。また、沢沿いの湿岩壁にはタヌキラン群集やタテヤマズゲ-カニツリノガリヤス群落、礫質地にはミヤマシシウド-オオイタドリ群集が見られる。

ブナ林の上部は、多雪気候や冬期季節風の影響で亜高山性針葉樹林が発達せず、チシマザサなどのササ草原やミヤマナラ低木林からなるいわゆる「偽高山帯」の植生が分布する。ウラジロヨウラク-コシノハナヒリノキ群集などのササ草原は、山稜部を広く覆っている。小面積でキャラボク群集の見られるところもある。ミヤマナラ群集は、支尾根や雪崩の多発する急斜面などに分布する。なお、ブナ林の上部には、ダケカンバ林の発達するところもある。

赤谷川沿いの海拔1440m付近より上部には、イワイチョウ-ヌマガヤ群集やハクサンオオバコ群集などの雪田植生が分布し、特に大障子ノ頭南斜面ではイワイチョウ-ヌマガヤ群集が広い面積を占めている。また、沢沿いでは、雪田植生に接してヌマガヤ-イボミズゴケ群集などの湿原植生が、池塘周辺などに小面積で分布する。

風衝作用によって山頂現象を示す山頂や尾根部には、局地的にコケモモ-ハイマツ群集が分布する。万太郎山南斜面ではコケモモ-ハイマツ群集に接してタカネナナカマド群落が見られる。

稜線部のコケモモ-ハイマツ群集の林縁部や風衝の強い岩角地には、コメバツガザクラ-ミネズオウ群集やウラシマツツジ-クロマメノキ群集などの高山性風衝矮性低木林が小面積で見られる。これは、「偽高山帯」の出現によって垂直的な分布域が下がったものと思われる。

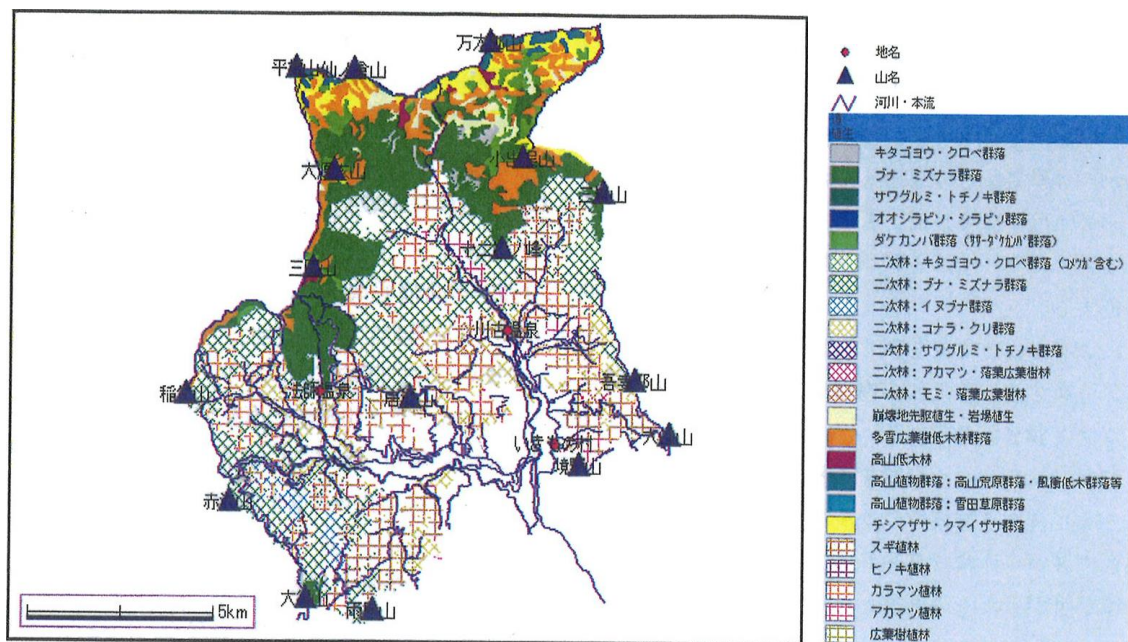


図2. 赤谷プロジェクトエリアの現存植生図

2. 潜在自然植生図

(1) 作成目的

赤谷プロジェクトがめざすものとして、二つの大きな目標が掲げられている。一つに、「生物多様性の復元」で、これはこの地域の地形や地質、気象に応じた多様な森林生態系の保全・復元を科学的根拠に基づいて進めることで、二つに、「持続的な地域づくり」で、自然環境の保全・復元の取り組みは、地域社会との関係の上に成り立っており、現在ある自然をよりよく保全しながら、損なわないように活用していく持続的な地域づくりを進めることとしている。

赤谷の植生は、人為により大半が代償植生に置き換えられている現状から、こうした代償植生に人間の影響を一切停止させた場合、気候、地質・地形・土壌などの立地条件が、植生分野においてどのような自然植生をつくり出す能力を有するか、理論的に考えることが重要となる。その方法の1つが潜在自然植生の推定である (TUXEN, 1957)。

近隣地域の既存の潜在自然植生図は、赤谷プロジェクトに近隣する沼田市と子持山付近のもので、沼田市は宮脇ら(1984)により、子持山付近は宮脇ら(1978)によって発表されているが、当該地域において、潜在自然植生図が作成されたことはない。そこで、赤谷プロジェクトにおける実際的な土地利用、環境保全、創造のための基礎資料として潜在自然植生図の作成を試みた。

(2) 作成方法および調査地域

ア 立地環境と現存植生

赤谷プロジェクト・エリアは、群馬県みなかみ町の南西部に位置し、新潟県との県境に広がっており、標高は赤谷湖のバックウォーターの545mから仙ノ倉山の2026mまで標高差はおおよそ1500m弱である。

気候は、冬季多雪の日本海側気候域に属し、最深積雪量は赤谷湖周辺で0.5m程度であるが、標高を増すごとにその量は多くなり、赤谷川源流域および県境稜線域では3m以上にもなると言われている。年降水量は1800mm内外となっているが、こうした多雪環境から冬季多雨型となっている。

植生は、冬季多雪の気候等から日本海型の植生が分布している。これらは標高約700m程度から約1600m~1700mまでがブナクラス域(夏緑広葉樹林帯)で、日本海側型のブナ林であるチシマザサ-ブナ群団のマルバマンサク-ブナ群集、ヒメアオキ-ブナ群集が雪崩の影響の少ない山裾の斜面を被うように分布していることから裏付けられる。

エリア内における現存植生は、長島(2007)によって示されているが、これによれば、気候、地質・地

形・土壌など様々な自然環境の因子に加えて、森林伐採、耕作、造成など人間の生活活動など様々な影響により成立している。人間生活が植生に与える影響は大きく、自然植生は大半が代償植生に置き換えられている。自然度が高い森林は、赤谷川源流域といわれる赤谷川本流にあって、笹穴沢出合い付近より上流域にみるのみである。また、当該エリアにおいては標高約1600m～1700m以上にあっても、冬季の風衝と多雪の影響でオオシラビソ等の亜高山性針葉樹林帯が発達せず、クマイザサなどのササ草原やミヤマナラ低木林などからなる、いわゆる「偽高山帯」の植生が分布しており、特記に値するといえよう。

イ 潜在自然植生図の作成方法

赤谷プロジェクト・エリアにおける潜在自然植生図の作成に当たっては、現存植生図（長島, 2007）をもとに、残存自然植生の配置、他地域の自然及び代償植生との比較、現地における残存木のチェック、空中写真による地形判読、赤谷プロジェクト・エリア立地環境図（地形・地質・土壌等；前橋営林局, 1959；前橋営林局, 1977；関東森林管理局, 2001；長島, 2007）および、森林調査簿（関東森林管理局）を参考にして、1:20000の国有林野施業実施計画図に図化した。

潜在自然植生図の作成に当たっては、群集区分等が必要となるが、宮脇らによって既に発表された『沼田市の植生』（宮脇ら, 1984）および関東森林管理局（2001）および植物社会学、植生学的類型概念により区分されている群集および群落を基本とし、さらに土壌学的要素を考慮して推定した。

作図は、主として当該地域の気候的特性を重視した水平分布的なものとなったが、本来、わが国における列島の成り立ち、その後における地形解析等の進行度等々から鑑みれば、水平的分布の思考と地形的要素による潜在的分布を考える必要がある。本図は、プロジェクト発足にあたり緊急的に作図したものであり、たたき台として提起した。

今後、モニタリングを通じて議論を深め、本図の修正若しくは新たな潜在自然植生図の作図がなされれば幸いであることはいうまでもないことを付記するものである。

(3) 群集区分

赤谷地域における気候によって規定される潜在自然植生の区分は、温帯（夏緑広葉樹林帯）、亜高山性針葉樹林帯および亜高山性夏緑広葉樹林並びに偽高山帯、その他の3区分とした（図3）。

群集ごとの解説は以下のとおりであり、各群集の分布は図に示した。赤谷地域の多くはヒメアオキ・ブナ群集、マルバマンサク・ブナ群集に相当すると考えられる。

ア. 温帯（夏緑広葉樹林帯）

(ア) ヒメアオキ・ブナ群集 *Aucubo-Fagetum crenatae* (Ohba et al. 1962) Miyawaki et al. 1968、マルバマンサク・ブナ群集 *Hamamelido-Fagetum crenatae* (Ohba et al. 1962) Miyawaki et al. 1968

この群集は、日本海側気候下の多雪地域に成立している。三国峠から尾瀬に至る多雪地域では、ヒメアオキ・ブナ群集が気候的極相となり、マルバマンサク・ブナ群集は尾根部や高標高風衝地に土地的に成立している。局所的にはヒメアオキ・ブナ群集にかわってオオバクロモジ・ミズナラ群集が形成される。

この群集域中には、ところによってはミズナラ、アカイタヤ、ホオノキなど混生する林分が形成されるが、これは地形の変化に伴う土壌条件の相異によるものである。

(イ) コハクウンボク・イヌブナ群集 *Styraco shiraianae-Fagetum japonicae* Ya. Sasaki in Miyawaki 1981、クリ・コナラ群集 *Castaneo-Quercetum serratae* Okutomi, Tsuji et Kodaira 1976、モミ群落

この群集は、(1)の群集域より低い海拔高に成立している。この群集域は、ブナクラス域の下部に位置し、現在は過去の人為的影響により二次林、植林などの代償植生に置き換えられている。ハクウンボク・イヌブナ群集とモミ群落は、主として急斜地に、クリ・コナラ群集は土壌の比較的厚い立地に潜在自然植生域となる。アカシデ、イヌシデも含まれる。

植生域の標高上限は、現地の状況、温量指数等により850～900mとした。

(ウ) ジュウモンジシダ・サワグルミ群集 *Polysticho-Pterocaryetum* Suz.-Tok. et al. 1956

この群集は、解析に進んだ山地溪谷、溪畔において発達し、海拔600～1000mの範囲に潜在域をみる。土地的極相林形成の一つで、時にはカツラ、トチノキ、ハルニレを混生する。土壌的には主として弱湿性褐色森林土もしくは湿性褐色森林土出現域に形成される。

(エ) アカミノイヌツゲ - クロベ群集 *Ilici-Thujetum standishii* Yamazaki et Nagai 1960
この群集は、山地の岩峰、岩尾根に多く生じ、風衝尾根にもみられる。しばしばキタゴヨウを混生する。土壌的には乾性ポドゾル出現域に見られる群集である。

(オ) ヤマツツジ - アカマツ群集 *Rhododendro-Pinetum densiflorae* Suz.-Tok. et Usui 1952
この群集は、当該プロジェクトエリアにおいて、比較的低海拔の尾根筋の岩角地にほぼ線状に潜在域を形成する。土壌的には主として乾性褐色森林土分布域に形成される。

イ. 亜高山性針葉樹林帯および亜高山性夏緑広葉樹林並びに偽高山帯

(ア) シラビソ - オオシラビソ群集 (広域不発達) *Abietetum veitchio-mariesii* Maeda 1958
この群集は、当該プロジェクトエリアにおいては、樹林帯形成の標高域にあるが、多雪気候下における雪の移動圧や冬期の季節風の影響で局所的に小区域発達するのみ。湿性ポドゾル土壌の腐植型分布域に形成される。

(イ) チシマザサ - ダケカンバ群落 *Sasa kurilensis-Betula ermanii*-Gesellschaft (宮脇, 1986)
マルバマンサク - ブナ群集の上部の風衝斜面にチシマザサを林床にもつダケカンバ林が分布する。

(ウ) コケモモ - ハイマツ群集 *Vaccinio-Pinetum pumilae* Maeda et Simazaki 1951
この群集は、中部山岳で海拔2600m以上の上部亜高山帯にみられるが、谷川岳源流域では海拔1780m以上の尾根や山頂の風衝地に土地の極相として組成の貧化した植分が認められる。

(エ) ウラジロヨウラク - コシノハナヒリノキ群集 *Menziesio multiflorae-Leucothetum grayanae hypoleuca* Miyawaki, Itow et Okuda 1967 corr. Ohba 1973

この群集は、風衝地のササ (ルベシベザサ) 草原で、ウラジロヨウラク、ハナヒリノキを群集標徴種として区分する (宮脇, 1986)。赤谷川源流域では稜線周辺の風衝地に広く分布する (長島, 2007)。

(オ) 高山植物群落

ガンコウラン・ミネズオウ・クロウスゴ・ウラジロヨウラク群落、高山荒原群落、風衝低木群落 (宮脇, 1986) 等

(カ) 雪田草原群落

ヌマガヤ - イボミズゴケ群集 *Moliniopsis-Sphagnetum papillosum* Miyawaki et K. Fujiwara 1970、イワイチョウ - ヌマガヤ群集 *Faurio-Moliniopsisietum japonicae* Suz.-Toki et al. 1956 等。当該プロジェクト・エリアにあつては、地形的特性から平標山周辺に小区域の潜在域を形成する。泥炭土もしくは黒泥土分布域に形成される。

ウ. その他

(ア) ミヤマナラ群集 (多雪地広葉樹低木林) *Nanoquercetum* Suz.-Tok. 1954

ブナ林上部において、支尾根や雪崩の多発する急斜面などに群集を形成する。ヤマモミジ、ヒメヤシヤブシ、マルバマンサク、タムシバ等の低木を含む。土壌的には受蝕土(Er)分布域である。

(イ) 荒地植生群落

崩壊地植生及び岩場植生として区分する。コメツツジ - ツガザクラ群集 *Rhododendro-Phyllodocetum nipponicae* Miyawaki et al. 1968 corr. Ohba 1973、ヌマガヤ - オオコメツツジ群落 (宮脇, 1986) 等

● 立地環境から見た人工林生育適地の抽出

赤谷プロジェクト・エリアの植生は、人為によりその大半が代償植生に置き換えられている現状は、現存植生図に整理した (『平成18年度 自然再生推進モデル事業報告書』, PP233-237, 2007年3月)。また、こうした代償植生に人間の影響を一切停止させた場合、気候、地質・地形・土壌などの立地条件が植生分野においてどのような自然植生をつくり出すかを想定する潜在自然植生図をまとめたところである (『三国山地/赤谷川・生物多様性復元計画 (赤谷プロジェクト) 推進事業 平成20年度報告書』, PP52-57, 2009年3月)。そこで、赤谷プロジェクトで、古来からの森林施業の歴史と木材生産の継続可能な立地環境から「持続的な地域づくり」の一環としての林業的活用も進めることとしている仏岩エリアと合瀬谷エリアに

ついて、立地条件等を踏まえ森林施業域を特定し作成した（抽出条件は以下の通りである）。赤谷プロジェクト・エリアで目指す、本来あるべき植生としての潜在自然植生に、特定された森林施業域を重ねた図は、右の通りである（図4）。

- 木材生産の樹種は積雪量等からスギおよびヒノキに特定した。
- 木材生産の標高上限はスギ、ヒノキの生育特性から 900m 以下とした。
- 地形条件・・・尾根、傾斜 40 度以上の斜面は森林施業域から除外した。
- 土壌条件・・・乾性ポドゾル (PD)、乾性褐色森林土 (BA、BB)、弱乾性褐色森林土 (BC)、湿性褐色森林土 (BF)、グライ (G)、受蝕土 (Er) の分布域は森林施業域から除外した。
- 法的制限・・・土砂流出防備保安林は土地保全の観点から除外した。
- その他・・・岩石地、崩壊地、荒廃が危惧される河川周辺は森林施業域から除外した。

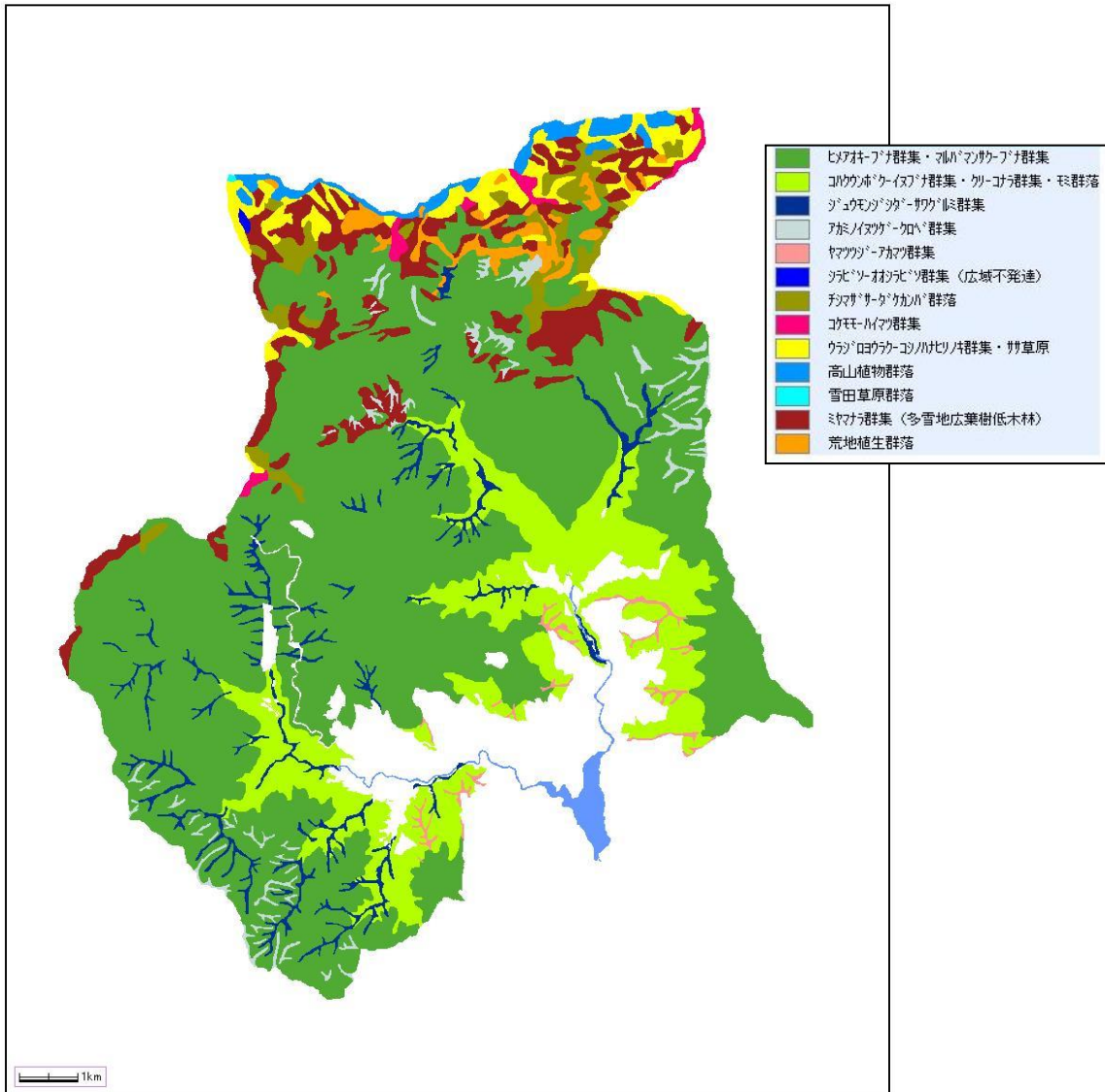


図3. 赤谷プロジェクト・エリアにおける潜在自然植生図

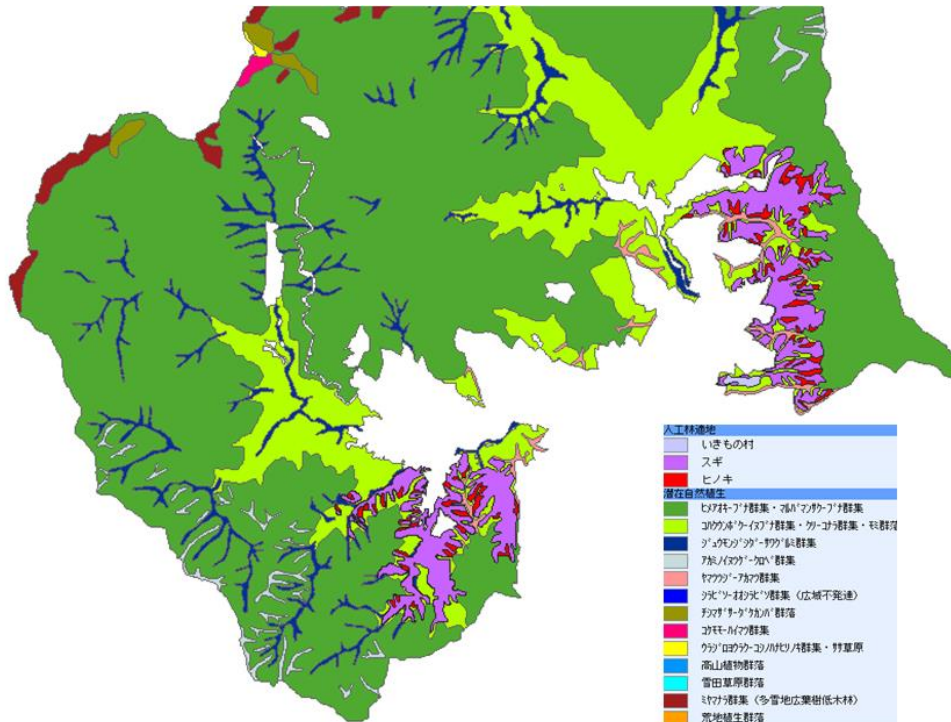


図4. 仏岩エリアおよび合瀬谷エリアにおける森林施業域と潜在自然植生

III. おわりに

本稿では、立地環境図等のうち土壌図と現存植生図、そして潜在植生図の3種の図に関して理論構成を行いつつ作成をしたことを記述させていただいた。

土壌図に関しては、1959年の国有林野土壌調査報告から近年にいたるまで、現地精査したものを整理し図化したものである。調査の試孔点も地形形状の変化や、標高の高低、植生の違い、岩石地質などを考慮して可能な限り多く設定(約1,900箇所)し調査を行ったもので、18型の土壌の分布が確認できた。

現存植生図は、主として上層優占種を基本に森林群落型区分を行い作図したものであり、その基本となったものは、関東森林管理局が作成している「森林調査簿」、さらには「天然林の保存に関する調査」、「緑の回廊植生図」等を参考にしており、これらの資料のなかには調査時からの時間経過がありすぎるものも含まれている。このことは、当該プロジェクトの区域が10,000haと広大であること、深山にあって調査が容易にできないこと等によるものである。今後における「赤谷プロジェクト植生WG」が主体となって、モニタリング調査を実施し、正確度の高い植生図の作成にあたることを望むものである。

潜在自然植生図に関しては、「赤谷プロジェクト」の目的とする自然環境の保全・復元に最も基本となるものと考えられ、その重要性は高い。作図については、潜在自然植生の項において作成の方法を述べたが、学識的な観点からは異論が唱えられることは承知しているもので、当該地における地形形状から見れば、むしろ、地形的特性すなわち地形的極相に重点を置いた作成をすることが妥当とも考えられる。

これらのことは、今後のモニタリング調査等によって更なる知見を深めることによって最も妥当な「潜在自然植生図」の図化がされることによって達成できるものと確信しているものである。さらなる議論の展開に期待したい。

引用及び参考文献

- 関東森林管理局. 2001. 「緑の回廊」整備等にかかる基礎資料収集に関する調査等報告書. (社)日本林業技術協会, 東京
- 前橋営林局. 1959. 国有林野土壌調査報告書(月夜野事業区)
- 前橋営林局. 1977. 天然林の保存に関する調査報告書

- 宮脇 昭・奥田重俊・鈴木伸一・塚越優美子・金 聖徳・金 鍾元 (1984)『沼田市の植生』沼田市, 141pp.
- 宮脇昭. 1986. 日本植生誌 関東. 至文堂, 東京. 641pp.
- 宮脇昭, 中村幸人, 奥田重俊. 1978. 上越地方(渋川 - 水上)の潜在自然植生. 上越新幹線建設に伴う環境調査研究報告書. p173-226, 東京.
- 長島成和. 2007. 赤谷プロジェクト対象エリアの各種主題図の解説. (財)自然保護協会編. 「平成18年度自然再生推進モデル事業報告書」P215-237. 関東森林管理局, 前橋.
- TÜXEN, R. 1957. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Berichte zur deutschen Landeskunde* 19: 200-246.
- 大森八四郎 地形図の本 1994 国際地学協会
- 気象庁 最深積雪量 1971
- 中野尊正外 地形調査法 農林水産技術会議事務局
- 木立正嗣 林業技術者のための地形 1973 (社)日本林業技術協会
- 有光一登外編 森林立地調査法 1999 博友社
- 林業試験場研究報告 林野土壌の分類 1975 林業試験場
- 森林土壌研究会編 森林土壌の調べ方とその性質 1982 林野弘済会
- 前橋営林局 前橋営林局土壌調査報告 1959
- 群馬県 土地分類基本調査(四万・岩菅山) 2004
- 群馬県 赤谷川源流地域学術調査報告書 1988
- 群馬県 赤谷川源流地域学術調査報告書(II) 1989
- 林業土木コンサルタンツ 環境保全用語事典 2003
- 関東森林管理局 「緑の回廊」整備等にかかる基礎資料収集に関する調査報告書 2002
- 村井宏外 ブナ林の自然環境と保全 1991 ソフトサイエンス社
- 林業教育研究会編 森林立地 1968 農林出版
- 蜂屋欣二 森林の生態的見方 1970 (社)日本森林技術協会
- 関東森林管理局 利根上流森林計画区森林調査簿 2006

2. 赤谷プロジェクトエリアの植物相

藤田卓¹・長島 成和²

(1 : 日本自然保護協会 2 : 赤谷プロジェクト植生WG 委員、林業技士(森林環境))

本目録は、1972年以降数次にわたり実施された主として赤谷川源流域の学術調査の報告書等を基礎資料とし、また、国有林野土壌調査報告や赤谷プロジェクト植生ワーキンググループ等が調査した記録を合わせ作成した。その結果、赤谷プロジェクトエリア内において、826種の高等植物が記録され、そのうち、環境省および群馬県のレッドリストに掲載された絶滅危惧種は、8種、30種を含み、環境省もしくは群馬県レッドリストのどちらかでリストに掲載されている絶滅危惧種を集計すると32種となる。

環境省は、国外の生物による生態系等に係る被害を防止するために、影響の大きい種を「特定外来生物」として指定し、栽培や生体の移動、輸入、植えることを禁止しています。赤谷プロジェクトエリア内には、「特定外来生物」に指定された種は3種（オオハンゴンソウ、オオキンケイギク、アレチウリ）あり、それに準ずる「要注意外来生物」に指定された種は5種（オランダガラシ、イタチハギ、ハリエンジュ、ヒメジョオン、セイヨウタンポポ）が確認されています。

表1. レッドリストカテゴリーごとの種数

レッドリストカテゴリー	環境省RL2011	群馬県RL2012
絶滅危惧ⅠA類(CR)	0	5
絶滅危惧ⅠB類(EN)	1	12
絶滅危惧Ⅱ類(VU)	7	13
絶滅危惧種 合計	8	30
準絶滅危惧種(NT)	8	7
情報不足(DD)	0	1
絶滅(EX)	0	1
総計	16	39

表2. 外来生物法に基づく特定外来生物、要注意外来生物などの種数

外来生物のカテゴリー	種数
特定外来生物	3
要注意外来生物	5
外来生物法指定以外の外来生物	8

表3. 外来生物法に基づく特定外来生物、要注意外来生物のリスト

和名	学名	外来生物法カテゴリー
アレチウリ	<i>Sicyos angulatus</i> L.	特定外来生物
オオキンケイギク	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	特定外来生物
オオハンゴンソウ	<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	特定外来生物
オランダガラシ	<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	要注意外来生物
イタチハギ	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	要注意外来生物
ハリエンジュ	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	要注意外来生物
ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	要注意外来生物
セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i> Weber ex F. H. Wigg.	要注意外来生物

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録

*「文献または標本名」の欄に、()内の産地の記録がある種は、文献1に基づき記録された種であることを示し、印がないものは、文献2~5に基づき記録された種であることを示し、[p]の印は、赤谷プロジェ

クトの調査において目視された種を表し、[TAKU080000]などの番号は赤谷プロジェクトの調査において採取された標本番号を表す。

種名内の「(特)」、「(要)」は、外来生物法に基づく「特定外来生物」、「要注意外来生物」を表す(2014年3月2日現在)。

学名は、一部を除いて「米倉浩司・梶田忠(2003)「BG Plants 和名-学名インデックス」(YList), <http://ginkgo.bg.s.u-tokyo.ac.jp/bgplants/download.php>に準拠した。

文献1) 片野光一, 里見哲夫, 須藤志成, 幸須永智, 吉井広始(1989). 植物. 赤谷川源流地域学術調査報告書(Ⅱ)-良好な自然環境を有する地域の調査. 群馬県. 前橋, 群馬県: 13-78.

2) 群馬県(1992). 谷川連峰学術調査報告書: 良好な自然環境を有する地域の調査. 前橋, 群馬県自然保護課.

3) 前橋営林局(1959) 国有林野土壌調査報告

4) 前橋営林局(1975) 国有林野土壌調査報告

5) 関東森林管理局(2004, 2005) 自然再生モデル事業報告書

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (1/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
	ヒカゲノカズラ科	ホソバトウゲシバ	<i>Huperzia serrata</i> (Thunb.) Trevis. var. <i>serrata</i>			(赤) (毛) (平)
		ミヤマヒカゲノカズラ	<i>Lycopodium alpinum</i> L.			(平)
		ヒカゲノカズラ	<i>Lycopodium clavatum</i> L.			(赤) (平)
		アスヒカズラ	<i>Lycopodium complanatum</i> L.			(赤) (仙) (平) (大) (三)
		マンネンスギ	<i>Lycopodium dendroideum</i> Michx.			(平) (エビ) (三)
		タカネヒカゲノカズラ	<i>Lycopodium sitchense</i> Rupr. var. <i>nikoense</i> (Franch. et Sav.) Takeda			(万) (仙) (平)
		タチマンネンスギ				(仙) (平) (大)
	イワヒバ科	クラマゴケ	<i>Selaginella remotifolia</i> Spring			
		イワヒバ	<i>Selaginella tamariscina</i> (P.Beauv.) Spring			(毛)
	トクサ科	スギナ	<i>Equisetum arvense</i> L.			(赤) (金)
	ハナヤスリ科	フユノハナワラビ	<i>Botrychium ternatum</i> (Thunb.) Sw.			
		ナツノハナワラビ	<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw.			
	ゼンマイ科	ヤマドリゼンマイ	<i>Osmunda cinnamomea</i> L. subsp. <i>asiatica</i> (Fernald) Fraser-Jenk.			(赤) (平) (三) (大)
		ゼンマイ	<i>Osmunda japonica</i> Thunb.			(赤) (毛) (金) (笹)
	キジノオシダ科	ヤマソテツ	<i>Plagiogyria matsumurana</i> Makino			(赤) (万) (毛) (平) (金) (笹) (三 峠)
	コケシノブ科	ホソバコケシノブ	<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.			(赤)
		コケシノブ	<i>Hymenophyllum wrightii</i> Bosch			(毛) (笹)
	イノモトソウ科	クジャクシダ	<i>Adiantum pedatum</i> L.			(赤) (毛)
		イヌシダ	<i>Dennstaedtia hirsuta</i> (Sw.) Mett.			(赤) (金) (笹)
		オウレンシダ	<i>Dennstaedtia wilfordii</i> (T.Moore) H. Christ ex C. Chr.			(赤)
		ワラビ	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>japonicum</i> (Nakai) Á. et D.Löve			(赤) (金) (笹)
	シシガシラ科	オサシダ	<i>Blechnum amabile</i> Makino			(赤) (万) (エビ) (仙) (金) (笹)
		ミヤマシシガシラ	<i>Blechnum castaneum</i> Makino			(赤) (毛) (笹) (大) (黒) (三)
		シシガシラ	<i>Blechnum niponicum</i> (Kunze) Makino			(赤) (毛) (万) (平) (金) (笹) (三 峠)
	オシダ科	シノブカグマ	<i>Arachniodes mutica</i> (Franch. et Sav.) Ohwi			(赤) (毛) (エビ) (平) (三峠)
		リョウメンシダ	<i>Arachniodes standishii</i> (T.Moore) Ohwi			(赤) (毛) (金) (笹)
		カラクサイヌワラビ	<i>Athyrium clivicola</i> Tagawa			(赤) (毛)
		サトメシダ	<i>Athyrium deltoideifrons</i> Makino			(赤) (毛) (金)
		ミヤマメシダ	<i>Athyrium melanolepis</i> (Franch. et Sav.) H. Christ			(赤) (金) (笹)
		ミヤマヘビノネゴザ	<i>Athyrium rupestre</i> Kodama			(万) (エビ) (笹)
		ヤマイヌワラビ	<i>Athyrium vidalii</i> (Franch. et Sav.) Nakai			(赤)
		ヘビノネゴザ	<i>Athyrium yokoscense</i> (Franch. et Sav.) H. Christ			(赤) (毛) (金) (笹)
		イッポンワラビ	<i>Cornopteris crenulatoserrulata</i> (Makino) Nakai			(毛)
		シケチシダ	<i>Cornopteris decurrenti-alata</i> (Hook.) Nakai			
		ヤマヤブソテツ	<i>Cyrtomium fortunei</i> J.Sm.			
		ホソバシケシダ	<i>Deparia conilii</i> (Franch. et Sav.) M. Kato			
		フモトシケシダ	<i>Deparia pseudoconilii</i> (Seriz.) Seriz.			P
		ミヤマシケシダ	<i>Deparia pycnosora</i> (H. Christ) M. Kato			(赤) (毛) (金) (笹)
		キョウタキシダ	<i>Diplazium squamigerum</i> (Mett.) Matsum.			(赤)
		オクヤマシダ	<i>Dryopteris amurensis</i> (Milde) H. Christ			(大)
		ヤマイタチシダ	<i>Dryopteris bissetiana</i> (Baker) C. Chr.			
		オシダ	<i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai			(赤) (渋) (金) (笹) (大)
		ベニシダ	<i>Dryopteris erythrosora</i> (D. C. Eaton) Kuntze			
		シラネワラビ	<i>Dryopteris expansa</i> (C. Presl) Fraser-Jenk. et Jermy			(毛) (万)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (2/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
	ミヤマベニシダ	Dryopteris goldiana (Hook. ex Goldie) A. Gray subsp. monticola (Makino) Fraser-Jenk.			(赤) (渋) (毛) (笹)
	ミヤマクマワラビ	Dryopteris polylepis (Franch. et Sav.) C. Chr.			
	ミヤマクマワラビ	Dryopteris polylepis (Franch. et Sav.) C. Chr.			
	ミヤマイタチシダ	Dryopteris sabae (Franch. et Sav.) C. Chr.			(毛) (金) (笹)
	イワイタチシダ	Dryopteris saxifraga H. Itô			(赤) (毛) (金)
	オクマワラビ	Dryopteris uniformis (Makino) Makino			
	ナンゴクナライシダ	Leptorumohra fargesii (H. Christ) Nakaike et A. Yamam.			P
	ホソバナライシダ	Leptorumohra miqueliana (Maxim. ex Franch. et Sav.) H. Itô			(赤) (金) (笹)
	クサソテツ	Matteuccia struthiopteris (L.) Tod.			(金)
	イスガンソク	Onclea orientalis (Hook.) Hook.			(赤) (毛) (金) (笹)
	ホソイノデ	Polystichum braunii (Spenn.) Fée			(毛)
	ツルデンダ	Polystichum craspedosorum (Maxim.) Diels			(赤)
	カラクサイノデ	Polystichum microchlamys (H. Christ) Matsum.			(赤) (笹)
	ツヤナシイノデ	Polystichum ovatopaleaceum (Kodama) Sa. Kurata var. ovatopaleaceum			(赤) (毛) (金) (笹)
	イノデ	Polystichum polyblepharon (Roem. ex Kunze) C. Presl			
	サカゲイノデ	Polystichum retrosopaleaceum (Kodama) Tagawa			(赤) (金) (笹)
	ジュウモンジシダ	Polystichum tripterum (Kunze) C. Presl			(赤) (毛) (金) (笹)
	ヒトツバジュウモンジ シダ	Polystichum tripterum (Kunze) C. Presl f. simplicissimum (Tagawa) Tagawa			(笹)
	ミゾシダ	Stegnogramma pozoi (Lag.) K. Iwats. □ subsp. mollissima (Fisch. ex Kunze) K. Iwats.			(赤) (金) (笹)
	ハリガネワラビ	Thelypteris japonica (Baker) Ching			P
	イワハリガネワラビ	Thelypteris musashiensis (Hiyama) Nakato, Sahashi et M. Kato			(赤) (毛) (金) (笹)
	ヒメシダ	Thelypteris palustris (Salisb.) Schott			
	ミヤマワラビ	Thelypteris phegopteris (L.) Sloss. ex Rydb.			(赤) (毛) (万) (金) (笹)
	オオバショリマ	Thelypteris quelpaertensis (H. Christ) Ching			(赤) (平) (金) (笹)
	フクロシダ	Woodsia manchuriensis Hook.			(毛)
ウラボシ科	ヒメノキシノブ	Lepisorus onoei (Franch. et Sav.) Ching			
	ノキシノブ	Lepisorus thunbergianus (Kaulf.) Ching			
	ミヤマノキシノブ	Lepisorus ussuriensis (Regel et Maack) Ching var. distans (Makino) Tagawa			(赤) (金)
	オシヤグジデンダ	Polypodium fauriei H. Christ			(赤) (金)
	イワオモダカ	Pyrrosia hastata (Houtt.) Ching		EN	P
	ピロードシダ	Pyrrosia linearifolia (Hook.) Ching			(赤) (金)
種子植物門					
裸子植物亜門					
イヌガヤ科	イヌガヤ	Cephalotaxus harringtonia (Knight ex Forbes) K. Koch var. harringtonia			(赤)
	ハイイヌガヤ	Cephalotaxus harringtonia (Knight ex Forbes) K. Koch var. nana (Nakai) Rehder			(万)
ヒノキ科	ヒノキ	Chamaecyparis obtusa (Siebold et Zucc.) Endl.			
	ミヤマビャクシン	Juniperus chinensis L. var. sargentii A. Henry			(エビ) (仙)
	ネズコ	Thuja standishii (Gordon) Carrière			(赤) (毛) (平) (金) (笹)
マツ科	モミ	Abies firma Siebold et Zucc.			(赤)
	ウラジロモミ	Abies homolepis Siebold et Zucc.			(赤) (三)
	オオシラビソ	Abies mariesii Mast.			(平)
	カラマツ	Larix kaempferi (Lamb.) Carrière			

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (3/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
種子植物門					
裸子植物亜門					
マツ科	アカマツ	<i>Pinus densiflora</i> Siebold et Zucc.			(黒) (渋)
	キタゴヨウ	<i>Pinus parviflora</i> Siebold et Zucc. var. <i>pentaphylla</i> (Mayr) A. Henry			(赤) (大) (金) (笹)
	ハイマツ	<i>Pinus pumila</i> (Pall.) Regel			(障) (万) (平) (仙)
	コメツガ	<i>Tsuga diversifolia</i> (Maxim.) Mast.			(赤) (平)
イチイ科	キャラボク	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold et Zucc. var. <i>nana</i> Hort. ex Rehder			(万) (仙) (平)
	カヤ	<i>Torreya nucifera</i> (L.) Siebold et Zucc.			(赤)
スギ科	スギ	<i>Cryptomeria japonica</i> (L. f.) D. Don			
被子植物門					
双子葉植物綱					
離弁花植物					
クルミ科	オニグルミ	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim. var. <i>sachalinensis</i> (Komatsu) Kitam.			
	サワグルミ	<i>Pterocarya rhoifolia</i> Siebold et Zucc.			(赤) (毛) (金) (渋) (三峠)
ヤナギ科	ヤマナラン	<i>Populus tremula</i> L. var. <i>sieboldii</i> (Miq.) Kudô			
	バッコヤナギ	<i>Salix caprea</i> L.			(赤)
	オオバヤナギ	<i>Salix cardiophylla</i> Trautv. et C.A.Mey. var. <i>urbaniana</i> (Seemen) Kudô			(赤) (金)
	ネコヤナギ	<i>Salix gracilistyla</i> Miq.			
	イヌコリヤナギ	<i>Salix integra</i> Thunb.			(赤)
	ミヤマヤナギ	<i>Salix reinii</i> Franch. et Sav. ex Seemen			(赤) (仙)
	オノエヤナギ	<i>Salix udensis</i> Trautv. et C.A.Mey.			(赤) (平) (渋)
	キツネヤナギ	<i>Salix vulpina</i> Andersson subsp. <i>vulpina</i>			(赤) (渋)
カバノキ科	ヤシャブシ	<i>Alnus firma</i> Siebold et Zucc.			
	ヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Turcz. ex Rupr. var. <i>sibirica</i> (Spach) C.K.Schneid.			(三)
	タニガワハンノキ	<i>Alnus inokumae</i> Murai et Kusaka			
	ヤハズハンノキ	<i>Alnus matsumurae</i> Callier			(赤) (万) (平) (笹)
	ヒメヤシャブシ	<i>Alnus pendula</i> Matsum.			(赤) (金) (笹)
	ミヤマハンノキ	<i>Alnus viridis</i> (Chaix) Lam. et DC. subsp. <i>maximowiczii</i> (Callier) D.Löve			(障) (赤) (笹) (平)
	ネコシデ	<i>Betula corylifolia</i> Regel et Maxim.			(赤) (平) (大) (黒) (三)
	ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i> Cham.			(赤) (毛) (万) (平) (大) (黒) (金) (笹) (三)
	ミズメ	<i>Betula grossa</i> Siebold et Zucc.			(赤) (黒)
	ウダイカンバ	<i>Betula maximowicziana</i> Regel			
	シラカンバ	<i>Betula platyphylla</i> Sukaczew var. <i>japonica</i> (Miq.) H.Hara			(三)
	オノオレカンバ	<i>Betula schmidtii</i> Regel			
	サワシバ	<i>Carpinus cordata</i> Blume			(赤)
	クマシデ	<i>Carpinus japonica</i> Blume			(渋)
	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold et Zucc.) Blume			(赤) (渋)
	イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i> Maxim.			
	ツノハシバミ	<i>Corylus sieboldiana</i> Blume var. <i>sieboldiana</i>			(赤) (毛) (金) (大) (黒)
	アサダ	<i>Ostrya japonica</i> Sarg.			(赤)
ブナ科	クリ	<i>Castanea crenata</i> Siebold et Zucc.			
	ブナ	<i>Fagus crenata</i> Blume			(赤) (毛) (平) (大) (果) (金) (笹) (渋) (三) (三峠)
	イヌブナ	<i>Fagus japonica</i> Maxim.			(赤)
	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume			(赤) (毛) (大) (黒) (金) (笹) (三峠) (三)
	ミヤマナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume var. <i>horikawae</i> H. Ohba			(赤) (毛) (大) (笹)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (4/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
被子植物亜門					
双子葉植物綱					
離弁花植物					
ブナ科	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Murray			
ニレ科	エゾエノキ	<i>Celtis jessoensis</i> Koidz.			
	ハルニレ	<i>Ulmus davidiana</i> Planch. var. <i>japonica</i> (Rehder) Nakai			
	コブニレ	<i>Ulmus davidiana</i> Planch. var. <i>japonica</i> (Rehder) Nakai f. <i>suberosa</i> (Turcz.) Nakai			
	オヒョウ	<i>Ulmus laciniata</i> (Trautv.) Mayr			(赤) (金) (澁)
	ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino			(澁)
クワ科	コウゾ	<i>Broussonetia kazinoki</i> Siebold x <i>B. papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.			
	カラハナソウ	<i>Humulus lupulus</i> L. □ var. <i>cordifolius</i> (Miq.) Maxim. ex Franch. et Sav.			
	カナムグラ	<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.			
	ヤマグワ	<i>Morus australis</i> Poir.			
イラクサ科	アカソ	<i>Boehmeria silvestrii</i> (Pamp.) W. T. Wang			(赤) (毛) (金) (笹) (澁)
	コアソ	<i>Boehmeria spicata</i> (Thunb.) Thunb.			(澁)
	トキホコリ	<i>Elatostema densiflorum</i> Franch. et Sav. ex Maxim.	VU	VU	
	ウワバミソウ	<i>Elatostema involucratum</i> Franch. et Sav.			(赤) (毛) (金) (笹)
	ムカゴイラクサ	<i>Laportea bulbifera</i> (Siebold et Zucc.) Wedd.			(澁)
	ミヤマイラクサ	<i>Laportea cuspidata</i> (Wedd.) Friis			(赤) (毛) (金)
	イラクサ	<i>Urtica thunbergiana</i> Siebold et Zucc.			
アワブキ科	アワブキ	<i>Meliosma myriantha</i> Siebold et Zucc.			(澁)
	ミヤマハハソ	<i>Meliosma tenuis</i> Maxim.			
ビャクダン科	ツクバネ	<i>Buckleya lanceolata</i> (Siebold et Zucc.) Miq.			(赤)
ヤドリギ科	ホザキヤドリギ	<i>Loranthus tanakae</i> Franch. et Sav.		EN	
	ヤドリギ	<i>Viscum album</i> L. subsp. <i>coloratum</i> Kom.			
タデ科	ウラジロタデ	<i>Aconogonon weyrichii</i> (F. Schmidt) H. Hara var. <i>weyrichii</i>			(赤)
	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) Ronse Decr. var. <i>japonica</i>			(赤) (仙) (金) (笹) (三)
	ケイタドリ	<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) Ronse Decr. □ var. <i>uzenensis</i> (Honda) Yonek. et H. Ohashi			(平) (仙) (笹) (三)
	オオイタドリ	<i>Fallopia sachalinensis</i> (F. Schmidt) Ronse Decr.			(赤) (金) (笹)
	ミズヒキ	<i>Persicaria filiformis</i> (Thunb.) Nakai ex W. T. Lee			
	サデクサ	<i>Persicaria maackiana</i> (Regel) Nakai			P
	タニソバ	<i>Persicaria nepalensis</i> (Meisn.) H. Gross			(赤) (笹)
	ウナギツカミ	<i>Persicaria sagittata</i> (L.) H. Gross var. <i>sibirica</i> (Meisn.) Miyabe			P
	ミゾソバ	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold et Zucc.) H. Gross			
	スイバ	<i>Rumex acetosa</i> L.			
	ギシギシ	<i>Rumex japonicus</i> Houtt.			
ナデシコ科	ホソバツメクサ	<i>Arenaria verna</i> L. var. <i>japonica</i> (H. Hara) H. Hara			(万) (仙)
	ワチガイソウ	<i>Pseudostellaria heterantha</i> (Maxim.) Pax		NT	
	ヒゲネワチガイソウ	<i>Pseudostellaria palibiniana</i> (Takeda) Ohwi			TAKU080028
	ムシトリナデシコ	<i>Silene armeria</i> L.			P
	センジュガンピ	<i>Silene gracillima</i> Rohrb.			(赤)
	フシグロセンノウ	<i>Silene miqueliana</i> (Rohrb.) H. Ohashi et H. Nakai			
	ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.			
	サワハコベ	<i>Stellaria diversiflora</i> Maxim.			
	コハコベ	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.			
	ミヤマハコベ	<i>Stellaria sessiliflora</i> Y. Yabe			(赤)
	ノミノフスマ	<i>Stellaria uliginosa</i> Murray var. <i>undulata</i> (Thunb.) Fenzl			P

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (5/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
被子植物亜門					
双子葉植物綱					
離弁花植物					
ヒユ科	イノコヅチ	<i>Achyranthes bidentata</i> Blume var. <i>japonica</i> Miq.			
モクレン科	ホオノキ	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.			(赤) (毛) (黒)
	タムシバ	<i>Magnolia salicifolia</i> (Siebld et Zucc.) Maxim.			(赤) (毛) (金)
マツブサ科	マツブサ	<i>Schisandra repanda</i> (Siebold et Zucc.) Radlk.			(渋)
スイレン科	ヒツジグサ	<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi			TAKU080119
クスノキ科	ダンコウバイ	<i>Lindera obtusiloba</i> Blume			
	アブラチャン	<i>Lindera praecox</i> (Siebold et Zucc.) Blume			(赤) (渋)
	ケアブラチャン	<i>Lindera praecox</i> (Siebold et Zucc.) Blume var. <i>pubescens</i> (Honda) Kitam.			(赤) (毛) (金) (笹)
	クロモジ	<i>Lindera umbellata</i> Thunb.			TAKU080013
	オオバクロモジ	<i>Lindera umbellata</i> Thunb. var. <i>membranacea</i> (Maxim.) Momiy. ex H. Hara et M. Mizush.			(赤) (毛) (金) (笹) (黒) (三峠)
ヤマグルマ科	ヤマグルマ	<i>Trochodendron aralioides</i> Siebold et Zucc.			
フサザクラ科	フサザクラ	<i>Euptelea polyandra</i> Siebold et Zucc.			(赤) (渋)
カツラ科	カツラ	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Siebold et Zucc. ex Hoffm. et Schult.			(渋)
キンポウゲ科	ヤマトリカブト	<i>Aconitum japonicum</i> Thunb. subsp. <i>japonicum</i>			(金) (笹)
	レイジンソウ	<i>Aconitum loczyanum</i> Rapaics			
	サンヨウブシ	<i>Aconitum sanyoense</i> Nakai			
	ホソバトリカブト	<i>Aconitum senanense</i> Nakai subsp. <i>senanense</i> var. <i>senanense</i>			(赤) (仙)
	ルイヨウショウマ	<i>Actaea asiatica</i> H. Hara			
	ニリンソウ	<i>Anemone flaccida</i> F. Schmidt			
	ハクサンイチゲ	<i>Anemone narcissiflora</i> L. subsp. <i>nipponica</i> (Tamura) Kadota			(万) (平) (仙)
	イチリンソウ	<i>Anemone nikoensis</i> Maxim.			
	キクザキイチゲ	<i>Anemone pseudoaltaica</i> H. Hara			
	ヤマオダマキ	<i>Aquilegia buergeriana</i> Siebold et Zucc. var. <i>buergeriana</i>			
	イヌショウマ	<i>Cimicifuga biternata</i> (Siebold et Zucc.) Miq.		EN	
	サラシナショウマ	<i>Cimicifuga simplex</i> (DC.) Wormsk. ex Turcz.			(赤) (毛) (笹)
	ボタンヅル	<i>Clematis apiifolia</i> DC.			
	ハンショウヅル	<i>Clematis japonica</i> Thunb.			
	トリガタハンショウヅル	<i>Clematis tosaensis</i> Makino			(赤)
	オウレン	<i>Coptis japonica</i> (Thunb.) Makino			(赤) (万) (仙)
	バイカオウレン	<i>Coptis quinquefolia</i> Miq.			(平)
	ミツバオウレン	<i>Coptis trifolia</i> (L.) Salisb.			(障) (赤) (万) (毛) (平) (仙) (三)
	トウゴクサバノオ	<i>Dichocarpum trachyspermum</i> (Maxim.) W. T. Wang et P. K. Hsiao			
	ミヤマキンポウゲ	<i>Ranunculus acris</i> L. subsp. <i>nipponicus</i> (H. Hara) Hultén			(赤) (万) (毛)
	ウマノアシガタ	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.			
	カラマツソウ	<i>Thalictrum aquilegiifolium</i> L. var. <i>intermedium</i> Nakai			
	ハルカラマツ	<i>Thalictrum baicalense</i> Turcz. ex Ledeb.	VU	NT	
	アキカラマツ	<i>Thalictrum minus</i> L. □ var. <i>hypoleucum</i> (Siebold et Zucc.) Miq.			
	ヒメミヤマカラマツ	<i>Thalictrum nakamurae</i> Koidz.	NT	NT	(赤) (毛)
	ミヤマカラマツ	<i>Thalictrum tuberiferum</i> Maxim.			(赤) (毛) (仙) (金) (笹)
	モミジカラマツ	<i>Trautvetteria caroliniensis</i> (Walter) Vail var. <i>japonica</i> (Siebold et Zucc.) T. Shimizu			(赤) (毛) (万) (平) (金) (笹)
	シナノキンバイ	<i>Trollius japonicus</i> Miq.			(障) (万)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (6/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
被子植物亜門						
双子葉植物綱						
離弁花植物						
	シラネアオイ科	シラネアオイ	<i>Glaucidium palmatum</i> Siebold et Zucc.		VU	(赤) (万) (平) (笹)
		キツネノボタン	<i>Ranunculus silerifolius</i> H. Lévl. var. <i>glaber</i> (H. Boissieu) Tamura			TAKU080096
		ノカラマツ	<i>Thalictrum simplex</i> L. var. <i>brevipes</i> H. Hara	VU	NT	P
	メギ科	ルイヨウボタン	<i>Caulophyllum robustum</i> Maxim.			
		サンカヨウ	<i>Diphylleia grayi</i> F. Schmidt			(赤) (毛) (万)
	アケビ科	ミツバアケビ	<i>Akebia trifoliata</i> (Thunb.) Koidz.			(毛)
		ゴヨウアケビ	<i>Akebia x pentaphylla</i> (Makino) Makino			
	ドクダミ科	ドクダミ	<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.			(平)
	センリョウ科	ヒトリシズカ	<i>Chloranthus japonicus</i> Siebold			
		フタリシズカ	<i>Chloranthus serratus</i> (Thunb.) Roem. et Schult.			(赤)
	ウマノスズクサ科	フタバアオイ	<i>Asarum caulescens</i> Maxim.			
		コシノカンアオイ	<i>Asarum megacalyx</i> (F. Maek.) T. Sugaw.	NT	VU	
		ウスバサイシン	<i>Asarum sieboldii</i> Miq.			(赤) (毛) (金)
	マタタビ科	サルナシ	<i>Actinidia arguta</i> (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq.			(赤) (金) (渋)
		ミヤママタタビ	<i>Actinidia kolomikta</i> (Maxim. et Rupr.) Maxim.			(赤)
	ツバキ科	チャノキ	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze			
		ナツツバキ	<i>Stewartia pseudocamellia</i> Maxim.			
	オトギリソウ科	トモエソウ	<i>Hypericum ascyron</i> L. subsp. <i>ascyron</i> var. <i>ascyron</i>			
		オトギリソウ	<i>Hypericum erectum</i> Thunb.			P
		ヒメオトギリ	<i>Hypericum japonicum</i> Thunb.			(赤) (万)
		サワオトギリ	<i>Hypericum pseudopetiolatum</i> R. Keller			P
		イワオトギリ	<i>Hypericum senanense</i> Maxim. subsp. <i>mutiloides</i> (R. Keller) N. Robson			(赤) (平) (仙) (金) (笹)
		シナノオトギリ	<i>Hypericum senanense</i> Maxim. subsp. <i>senanense</i>			(平)
	モウセンゴケ科	モウセンゴケ	<i>Drosera rotundifolia</i> L.			(赤) (万) (平) (笹)
	ケシ科	クサノオウ	<i>Chelidonium majus</i> L. subsp. <i>asiaticum</i> H. Hara			
		エゾエンゴサク	<i>Corydalis fumariifolia</i> Maxim. subsp. <i>azurea</i> Lidén et Zetterlund			
		ムラサキケマン	<i>Corydalis incisa</i> (Thunb.) Pers.			
		ミヤマキケマン	<i>Corydalis pallida</i> (Thunb.) Pers. var. <i>tenuis</i> Yatabe			
		タケニグサ	<i>Macleaya cordata</i> (Willd.) R. Br.			
	アブラナ科	ハクサンハタザオ	<i>Arabidopsis halleri</i> (L.) O' Kane et Al-Shehbaz subsp. <i>gemmifera</i> (Matsum.) O' Kane et Al-Shehbaz		VU	(三峠)
		ヤマハタザオ	<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.			(赤)
		イワハタザオ	<i>Arabis serrata</i> Franch. et Sav. var. <i>japonica</i> (H. Boissieu) Ohwi			(赤) (金)
		ヤマガラシ	<i>Barbarea orthoceras</i> Ledeb.		DD	
		ナズナ	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.			
		ワサビ	<i>Eutrema japonicum</i> (Miq.) Koidz.			
		オランダガラシ (要)	<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.			(赤) (金) (笹)
	マンサク科	マンサク	<i>Hamamelis japonica</i> Siebold et Zucc.			(赤) (渋)
		マルバマンサク	<i>Hamamelis japonica</i> Siebold et Zucc. □ var. <i>discolor</i> (Nakai) Sugim. f. <i>obtusata</i> (Makino) H. Ohba			(赤) (毛) (大) (金) (笹)
	ベンケイソウ科	チチツバベンケイ	<i>Hylotelephium sordidum</i> (Maxim.) H. Ohba			(金)
	ユキノシタ科	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i> Knoll			
		トリアシショウマ	<i>Astilbe odontophylla</i> Miq.			(赤) (金) (笹) (大)
		アカショウマ	<i>Astilbe thunbergii</i> (Siebold et Zucc.) Miq. var. <i>thunbergii</i>			(赤) (笹)
		クサアジサイ	<i>Cardiandra alternifolia</i> Siebold et Zucc.			(赤) (毛) (金) (笹)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (7/20)

分類群科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
被子植物亜門					
双子葉植物綱					
離弁花植物					
ユキノシタ科	ネコノメソウ	<i>Chrysosplenium grayanum</i> Maxim.			
	ヤマネコノメソウ	<i>Chrysosplenium japonicum</i> (Maxim.) Makino			
	チシマネコノメソウ	<i>Chrysosplenium kamschaticum</i> Fisch. ex Ser.			(金)
	イワボタン	<i>Chrysosplenium macrostemon</i> Maxim. var. <i>macrostemon</i>			
	ウツギ	<i>Deutzia crenata</i> Siebold et Zucc.			
	コアジサイ	<i>Hydrangea hirta</i> (Thunb.) Siebold et Zucc.			(赤) (金) (笹)
	タマアジサイ	<i>Hydrangea involucrata</i> Siebold			
	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Siebold			(赤) (毛) (平) (仙) (金) (笹) (大) (黒) (渋) (三峰)
	ツルアジサイ	<i>Hydrangea petiolaris</i> Siebold et Zucc.			(赤) (三峠)
	ヤマアジサイ	<i>Hydrangea serrata</i> (Thunb.) Ser. var. <i>serrata</i>			(赤)
	エゾアジサイ	<i>Hydrangea serrata</i> (Thunb.) Ser. var. <i>yesoensis</i> (Koidz.) H. Ohba			(赤) (毛) (金) (笹) (渋)
	コチャルメルソウ	<i>Mitella pauciflora</i> Rosend.			
	ヒメウメバチソウ	<i>Parnassia alpicola</i> Makino			(赤)
	ウメバチソウ	<i>Parnassia palustris</i> L. var. <i>palustris</i>			(万) (平) (笹)
	バイカウツギ	<i>Philadelphus satsumi</i> Siebold ex Lindl. et Paxton			
	ヤシヤビシャク	<i>Ribes ambiguum</i> Maxim.	NT	VU	(赤)
	ヤグルマソウ	<i>Rodgersia podophylla</i> A. Gray			(赤) (万) (毛) (金) (笹) (大)
	ダイヤモンドソウ	<i>Saxifraga fortunei</i> Hook. f. var. <i>alpina</i> (Matsum. et Nakai) Nakai			(赤) (毛) (金) (笹)
	ダイヤモンドソウ	<i>Saxifraga fortunei</i> Hook. f. var. <i>alpina</i> (Matsum. et Nakai) Nakai			(赤) (毛) (金) (笹)
	ウラベニダイヤモンドソウ	<i>Saxifraga fortunei</i> Hook. f. var. <i>alpina</i> (Matsum. et Nakai) Nakai f. <i>rubrifolia</i> Honda			(障) (赤) (万) (エビ)
	ウチワダイヤモンドソウ	<i>Saxifraga fortunei</i> Hook. f. var. <i>obtusocuneata</i> (Makino) Nakai			(金) (笹)
	クロクモソウ	<i>Saxifraga fusca</i> Maxim. subsp. <i>kikubuki</i> (Ohwi) Kitam.			(赤) (笹)
	イワガラミ	<i>Schizophragma hydrangeoides</i> Siebold et Zucc.			(赤) (毛) (三) (大) (金) (笹)
	ズダヤクシュ	<i>Tiarella polyphylla</i> D. Don			(赤)
バラ科	キンミズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb. var. <i>viscidula</i> (Bunge) Kom.			(渋)
	アズキナン	<i>Aria alnifolia</i> (Siebold et Zucc.) Decne.			(渋)
	ウラジロノキ	<i>Aria japonica</i> Decne.			(赤)
	ヤマブキショウマ	<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald var. <i>kamschaticus</i> (Maxim.) H. Hara			(赤) (毛) (金) (笹) (三)
	チョウジザクラ	<i>Cerasus apetala</i> (Siebold et Zucc.) Ohle ex H. Ohba var. <i>tetsuyae</i> H. Ohba			
	ヤマザクラ	<i>Cerasus jamasakura</i> (Siebold ex Koidz.) H. Ohba			
	カスミザクラ	<i>Cerasus leveilleana</i> (Koehne) H. Ohba			
	タカネザクラ	<i>Cerasus nipponica</i> (Matsum.) Ohle ex H. Ohba var. <i>nipponica</i>			(万) (仙) (平) (大)
	オオヤマザクラ	<i>Cerasus sargentii</i> (Rehder) H. Ohba			
	コシジシモツケソウ	<i>Filipendula auriculata</i> (Ohwi) Kitam.			(笹)
	オニシモツケ	<i>Filipendula camtschatica</i> (Pall.) Maxim.			(赤) (渋) (毛) (金) (笹)
	アカバナシモツケソウ	<i>Filipendula multijuga</i> Maxim. var. <i>ciliata</i> Koidz.			(赤)
	ミヤマダイコンソウ	<i>Geum calthifolium</i> Menzies ex Sm. var. <i>nipponicum</i> (F. Bolle) Ohwi			(障) (万) (エビ) (仙) (平)
	ダイコンソウ	<i>Geum japonicum</i> Thunb.			
	ヤマブキ	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC.			
	エゾノコリンゴ	<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh. var. <i>mandshurica</i> (Maxim.) C. K. Schneid.			TAKU080015

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (8/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
被子植物亜門						
双子葉植物綱						
離弁花植物						
	バラ科	ズミ	<i>Malus toringo</i> (Siebold) Siebold ex de Vriese			
		コゴメウツギ	<i>Neillia incisa</i> (Thunb.) S.H. Oh			
		ウワミズザクラ	<i>Padus grayana</i> (Maxim.) C.K. Schneid.			(赤) (金) (黒)
		イワキンバイ	<i>Potentilla ancistrifolia</i> Bunge var. <i>dickinsii</i> (Franch. et Sav.) Koidz.			(障) (仙) (平)
		ミツモトソウ	<i>Potentilla cryptotaeniae</i> Maxim.			P
		キジムシロ	<i>Potentilla fragarioides</i> L. var. <i>major</i> Maxim.			
		ミツバツチグリ	<i>Potentilla freyniana</i> Bornm.			
		ヘビイチゴ	<i>Potentilla hebiichigo</i> Yonek. et H. Ohashi			
		ミヤマキンバイ	<i>Potentilla matsumurae</i> Th. Wolf			(万) (仙) (平)
		エチゴキジムシロ	<i>Potentilla togasii</i> Ohwi			(万) (仙) (平) (笹)
		カマツカ	<i>Pourthiaea villosa</i> (Thunb.) Decne. var. <i>villosa</i>			
		ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.			(洪)
		タカネバラ	<i>Rosa nipponensis</i> Crép.			(万)
		クマイチゴ	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge			(赤)
		モミジイチゴ	<i>Rubus palmatus</i> Thunb. var. <i>coptophyllus</i> (A. Gray) Kuntze ex Koidz.			(赤) (金)
		コバノフユイチゴ	<i>Rubus pectinellus</i> Maxim.			(赤)
		コバノフユイチゴ	<i>Rubus pectinellus</i> Maxim.			(赤)
		エビガライチゴ	<i>Rubus phoenicolasius</i> Maxim.			
		ミヤマニガイチゴ	<i>Rubus subcrataegifolius</i> (H. Lév. et Vaniot) H. Lév.			(赤) (平) (金) (笹) (三)
		ベニバナイチゴ	<i>Rubus vernus</i> Focke			(赤) (笹)
		ワレモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.			(赤) (万) (笹)
		チングルマ	<i>Sieversia pentapetala</i> (L.) Greene			(万) (仙) (平)
		オクシモアズキナシ	<i>Sorbus alnifolia</i> (Siebold et Zucc.) K. Koch var. <i>submollis</i> Rehder			
		ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i> Hedl.			(赤) (毛) (エビ) (仙) (平) (黒)
		サビバナナカマド	<i>Sorbus commixta</i> Hedl. var. <i>rufoferruginea</i> C.K. Schneid.			(大)
		ツシマナナカマド	<i>Sorbus commixta</i> Hedl. var. <i>wilfordii</i> (Koehne) Sugim.			(平)
		タカネナナカマド	<i>Sorbus sambucifolia</i> (Cham. et Schltldl.) M. Roem.			(赤) (万) (仙) (平)
		シモツケ	<i>Spiraea japonica</i> L. f.			(金)
		チシオシモツケソウ				(赤) (毛) (金) (笹) (三峠)
	マメ科	ネムノキ	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.			
		イタチハギ (要)	<i>Amorpha fruticosa</i> L.			
		ヤブマメ	<i>Amphicarpaea bracteata</i> (L.) Fernald subsp. <i>edgeworthii</i> (Benth.) H. Ohashi var. <i>japonica</i> (Oliv.) H. Ohashi			(赤)
		フジキ	<i>Cladrastis platycarpa</i> (Maxim.) Makino			
		ヌスビトハギ	<i>Desmodium podocarpum</i> DC. subsp. <i>oxyphyllum</i> (DC.) H. Ohashi var. <i>japonicum</i> (Miq.) Maxim.			(赤)
		ノササゲ	<i>Dumasia truncata</i> Siebold et Zucc.			
		ツルマメ	<i>Glycine max</i> (L.) Merr. subsp. <i>soja</i> (Siebold et Zucc.) H. Ohashi			(赤)
		イワオウギ	<i>Hedysarum vicioides</i> Turcz. subsp. <i>japonicum</i> (B. Fedtsch.) B. H. Choi et H. Ohashi var. <i>japonicum</i> (B. Fedtsch.) B. H. Choi et H. Ohashi			
		ニワフジ	<i>Indigofera decora</i> Lindl.		CR	(三)
		コマツナギ	<i>Indigofera pseudotinctoria</i> Matsum.			P
		ヤハズソウ	<i>Kummerowia striata</i> (Thunb.) Schindl.			
		ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.			
		キハギ	<i>Lespedeza buergeri</i> Miq.			
		ネコハギ	<i>Lespedeza pilosa</i> (Thunb.) Siebold et Zucc.			

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (9/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
被子植物亜門						
双子葉植物綱						
離弁花植物						
	マメ科	イヌエンジュ	Maackia amurensis Rupr. et Maxim.			
		クズ	Pueraria lobata (Willd.) Ohwi			
		ハリエンジュ (要)	Robinia pseudoacacia L.			
		ヤマフジ	Wisteria brachybotrys Siebold et Zucc.			
		フジ	Wisteria floribunda (Willd.) DC.			(赤)
	カタバミ科	コミヤマカタバミ	Oxalis acetosella L.			(赤)
		エゾミヤマカタバミ	Oxalis acetosella L. var. acetosella f. vegeta (Tatew.) M. Mizush.			(万)
		ミヤマカタバミ	Oxalis griffithii Edgew. et Hook. f.			(万)
	フウロソウ科	ゲンノショウコ	Geranium thunbergii Siebold ex Lindl. et Paxton			
		イブキフウロ	Geranium yesoense Franch. et Sav. var. hidaense (Makino) H. Hara			
		ハクサンフウロ	Geranium yesoense Franch. et Sav. var. nipponicum Nakai			(万) (仙) (平)
	トウダイグサ科	タカトウダイ	Euphorbia lasiocaula Boiss.			
		ナツトウダイ	Euphorbia sieboldiana C. Morren et Decne.			(赤) (金)
		ヒメナツトウダイ	Euphorbia tsukamotoi Honda			(赤) (万)
	ユズリハ科	エゾユズリハ	Daphniphyllum macropodium Miq. subsp. humile (Maxim. ex Franch. et Sav.) Hurus.			(赤) (毛) (金) (黒)
	ミカン科	コクサギ	Orixa japonica Thunb.			
		キハダ	Phellodendron amurense Rupr.			
		ツルシキミ	Skimmia japonica Thunb. var. intermedia Komatsu f. repens (Nakai) Ohwi			(赤) (毛)
		ミヤマシキミ	Skimmia japonica Thunb. var. japonica			
		サンショウ	Zanthoxylum piperitum (L.) DC.			(赤)
		イヌザンショウ	Zanthoxylum schinifolium Siebold et Zucc.			(赤) (渋)
	ドクウツギ科	ドクウツギ	Coriaria japonica A. Gray			(赤)
	カエデ科	オオモミジ	Acer amoenum Carrière			(赤)
		ヤマモミジ	Acer amoenum Carrière var. matsumurae (Koidz.) K. Ogata			(赤) (毛) (金) (笹) (渋)
		アサノハカエデ	Acer argutum Maxim.			(赤)
		チドリノキ	Acer carpiniifolium Siebold et Zucc.			(赤) (渋)
		ミツデカエデ	Acer cissifolium (Siebold et Zucc.) K. Koch			(渋)
		ウリカエデ	Acer crataegifolium Siebold et Zucc.			
		カジカエデ	Acer diabolicum Blume ex K. Koch			
		ヒトツバカエデ	Acer distylum Siebold et Zucc.			(赤) (毛) (金)
		ハウチワカエデ	Acer japonicum Thunb.			(赤) (毛) (笹) (黒)
		メグスリノキ	Acer maximowiczianum Miq.			(赤)
		コミネカエデ	Acer micranthum Siebold et Zucc.			(赤) (仙) (平) (大) (黒) (三)
		テツカエデ	Acer nipponicum H. Hara subsp. nipponicum var. nipponicum			(赤) (毛) (金) (笹)
		ウラゲエンコウカエデ	Acer pictum Thunb. subsp. dissectum (Wesm.) H. Ohashi f. connivens (G. Nicholson) H. Ohashi			
		アカイタヤ	Acer pictum Thunb. subsp. mayrii (Schwer.) H. Ohashi			
		エゾイタヤ	Acer pictum Thunb. subsp. mono (Maxim.) H. Ohashi			(赤) (毛) (金) (笹)
		ウリハダカエデ	Acer rufinerve Siebold et Zucc.			(赤) (毛) (金) (笹) (黒) (渋)
		オオイタヤメイゲツ	Acer shirasawanum Koidz.			
		コハウチワカエデ	Acer sieboldianum Miq.			
		ヒナウチワカエデ	Acer tenuifolium (Koidz.) Koidz.			
		ミネカエデ	Acer tschonokii Maxim.			(赤) (毛) (万) (エ ビ) (仙) (平) (笹)
	トチノキ科	トチノキ	Aesculus turbinata Blume			(赤) (金) (渋) (三 峠)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (10/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
被子植物亜門					
双子葉植物綱					
離弁花植物					
ツリフネソウ科	キツリフネ	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.			(渋)
	ツリフネソウ	<i>Impatiens textorii</i> Miq.			
モチノキ科	ハイイヌツゲ	<i>Ilex crenata</i> Thunb. var. <i>radicans</i> (Nakai) Murai			(万)
	ヒメモチ	<i>Ilex leucoclada</i> (Maxim.) Makino			
	アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.			
	ツルツゲ	<i>Ilex rugosa</i> F. Schmidt			(万) (エビ) (仙) (平)
	ウメモドキ	<i>Ilex serrata</i> Thunb.			
	アカミノイヌツゲ	<i>Ilex sugerokii</i> Maxim. var. <i>brevipedunculata</i> (Maxim.) S. Y. Hu			(赤) (万) (エビ) (平) (金) (大)
ニシキギ科	ツルウメモドキ	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb. var. <i>orbiculatus</i>			(赤) (金)
	オオツルウメモドキ	<i>Celastrus stephanotifolius</i> (Makino) Makino		EN	
	コマユミ	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Siebold f. <i>striatus</i> (Thunb.) Makino			
	ヒロハノツリバナ	<i>Euonymus macropterus</i> Rupr.			(毛) (金)
	ツリバナ	<i>Euonymus oxyphyllus</i> Miq.			(赤)
	オオツリバナ	<i>Euonymus planipes</i> (Koehne) Koehne			P
	マユミ	<i>Euonymus sieboldianus</i> Blume			
	クロヅル	<i>Tripterygium regelii</i> Sprague et Takeda			(赤) (毛) (万) (エビ) (仙) (平) (金) (笹) (大) (三峠)
	ウラジロクロヅル	<i>Tripterygium regelii</i> Sprague et Takeda f. <i>hypoleucum</i> (Hayashi) H. Hara			(万) (平) (笹)
ミツバウツギ科	ミツバウツギ	<i>Staphylea bumalda</i> DC.			
クロウメモドキ科	クマヤナギ	<i>Berberis racemosa</i> Siebold et Zucc.			(赤)
	ケンボナシ	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.			
	クロウメモドキ	<i>Rhamnus japonica</i> Maxim. var. <i>decepiens</i> Maxim.			
ブドウ科	ヤマブドウ	<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat ex Planch.			(赤) (金) (笹) (黒) (渋)
	サンカクヅル	<i>Vitis flexuosa</i> Thunb.			
シナノキ科	シナノキ	<i>Tilia japonica</i> (Miq.) Simonk.			(赤) (金) (大) (黒) (三) (三峠)
ジンチョウゲ科	カラスシキミ	<i>Daphne miyabeana</i> Makino			(赤) (平)、 TAKU080033
スマイレ科	ナエバキスマイレ	<i>Viola brevistipulata</i> (Franch. et Sav.) W. Becker subsp. <i>brevistipulata</i> var. <i>kishidae</i> (Nakai) F. Maek. et T. Hashim.			(赤) (万) (平) (金) (笹) (三)
	エイザンスミレ	<i>Viola eizanensis</i> (Makino) Makino			
	タチツボスマイレ	<i>Viola grypceras</i> A. Gray var. <i>grypceras</i>			(赤) (金)
	オオタチツボスマイレ	<i>Viola kusanoana</i> Makino			TAKU080019
	アケボノスマイレ	<i>Viola rossii</i> Hemsl.			(赤)
	シロバナヒナスミレ	<i>Viola tokubuchiana</i> Makino var. <i>takedana</i> (Makino) F. Maek. f. <i>albiflora</i> Hayashi			TAKU080005
	スマイレサイシン	<i>Viola vaginata</i> Maxim.			(赤) (毛)
	ツボスマイレ	<i>Viola verecunda</i> A. Gray			(赤)
	ミヤマツボスマイレ	<i>Viola verecunda</i> A. Gray var. <i>fibrillosa</i> (W. Becker) Ohwi			(赤) (毛) (金) (笹)
キブシ科	ケキブシ	<i>Stachyurus praecox</i> Siebold et Zucc. var. <i>leucotrichus</i> Hayashi			(赤) (渋)
アカバナ科	ミヤマタニタデ	<i>Circaea alpina</i> L. subsp. <i>alpina</i>			(赤) (金)
	タニタデ	<i>Circaea erubescens</i> Franch. et Sav.			P
	ケゴンアカバナ	<i>Epilobium amurense</i> Hausskn.			(毛) (金)
	イワアカバナ	<i>Epilobium amurense</i> Hausskn. subsp. <i>cephalostigma</i> (Hausskn.) C. J. Chen, Hoch et P. H. Raven			(赤) (笹)
	ミヤマアカバナ	<i>Epilobium hornemannii</i> Rchb.			(障) (万)
	アカバナ	<i>Epilobium pyrricholophum</i> Franch. et Sav.			P
	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera parviflora</i> L.			(渋)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (11/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
被子植物亜門						
双子葉植物綱						
離弁花植物						
	ウリノキ科	ウリノキ	Alangium platanifolium (Siebold et Zucc.) Harms var. trilobatum (Miq.) Ohwi			
	ミズキ科	ヒメアオキ	Aucuba japonica Thunb. var. borealis Miyabe et Kudô			(赤) (毛)
		ゴゼンタチバナ	Cornus canadensis L.			(障) (万) (エビ) (仙) (平)
		ミズキ	Cornus controversa Hemsl. ex Prain			(赤) (毛) (金) (笹) (大)
		タカネミズキ	Cornus controversa Hemsl. ex Prain var. alpina Wangerin			(赤) (笹)
		ヤマボウシ	Cornus kousa Buerger ex Hance subsp. kousa			
	ウコギ科	ウド	Aralia cordata Thunb.			(赤) (毛) (金) (笹) (洪)
		タラノキ	Aralia elata (Miq.) Seem.			(赤) (万) (平) (金) (笹)
		コシアブラ	Chengiopanax sciadophylloides (Franch. et Sav.) C. B. Shang et J. Y. Huang			(赤) (毛) (平) (金) (大) (三)
		ヤマウコギ	Eleutherococcus spinosus (L. f.) S. Y. Hu			
		タカノツメ	Gamblea innovans (Siebold et Zucc.) C. B. Shang, Lowry et Frodin			
		ハリギリ	Kalopanax septemlobus (Thunb.) Koidz.			
		ハリブキ	Oplopanax japonicus (Nakai) Nakai			(赤) (万) (金) (大)
		トチバニンジン	Panax japonicus (T. Nees) C. A. Mey.			(赤) (毛) (金)
	セリ科	ミヤマトウキ	Angelica acutiloba (Siebold et Zucc.) Kitag. subsp. iwatensis (Kitag.) Kitag.			(障) (赤) (万) (エビ) (平) (金) (笹)
		ノダケ	Angelica decursiva (Miq.) Franch. et Sav.			
		シラネセンキュウ	Angelica polymorpha Maxim.			(赤) (仙) (平)
		シシウド	Angelica pubescens Maxim.			(赤) (笹)
		ミヤマシシウド	Angelica pubescens Maxim. var. matsumurae (Y. Yabe) Ohwi			(赤) (万) (金) (笹)
		ミヤマセンキュウ	Conioselinum chinense (L.) Britton, Sterns et Poggenb. var. chinense			(赤)
		イブキボウフウ	Libanotis ugoensis (Koidz.) Kitag. var. japonica (H. Boissieu) T. Yamaz.			(万) (平)
		ヤブニンジン	Osmorhiza aristata (Thunb.) Rydb.			
		ヤマゼリ	Ostericum sieboldii (Miq.) Nakai			
		ハクサンボウフウ	Peucedanum multivittatum Maxim.			(赤) (万) (仙) (平) (笹)
		イワセントウソウ	Pternopetalum tanakae (Franch. et Sav.) Hand.-Mazz.			(洪)
		ウマノミツバ	Sanicula chinensis Bunge			
		シラネニンジン	Tilingia ajanensis Regel			(障) (赤) (万) (乎) (仙) (笹)
		イブキゼリモドキ	Tilingia holopetala (Maxim.) Kitag.			(赤) (平)
	ウルシ科	ヌルデ	Rhus javanica L. var. chinensis (Mill.) T. Yamaz.			(洪)
		ツタウルシ	Toxicodendron radicans (L.) Kuntze subsp. orientale (Greene) Gillis			(赤) (毛) (金) (笹)
		ヤマウルシ	Toxicodendron trichocarpum (Miq.) Kuntze			(赤) (毛) (平) (大)
合弁花植物						
	ウリ科	アレチウリ (特)	Sicyos angulatus L.			p
		カラスウリ	Trichosanthes cucumeroides (Ser.) Maxim. ex Franch. et Sav.			
	イワウメ科	ヒメイワカガミ	Schizocodon ilicifolius Maxim.			(赤) (エビ)
		オオイワカガミ	Schizocodon soldanelloides Siebold et Zucc. var. magnus (Makino) H. Hara			(赤) (毛) (平) (大) (三)
		イワカガミ	Schizocodon soldanelloides Siebold et Zucc. var. soldanelloides			(赤) (毛) (平) (金) (笹) (三)
		コイワカガミ	Schizocodon soldanelloides Siebold et Zucc. var. soldanelloides f. alpinus Maxim.			(赤) (万) (エビ) (平) (金) (笹)
		イワウチワ	Shortia uniflora (Maxim.) Maxim.			(金) (笹)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (12/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
合弁花植物						
	リョウブ科	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i> Siebold et Zucc.			(赤) (毛) (金) (笹) (大) (黒) (三)
	イチヤクソウ科	ギンリョウソウ	<i>Monotropastrum humile</i> (D. Don) H. Hara			
		イチヤクソウ	<i>Pyrola japonica</i> Klenze ex Alefeld			
	ツツジ科	コメバツガザクラ	<i>Arcterica nana</i> (Maxim.) Makino			(万) (仙) (平) (エ ビ)
		ミヤマホツツジ	<i>Cladothamnus bracteatus</i> (Maxim.) T. Yamaz.			(赤) (万) (エビ) (笹)
		ホツツジ	<i>Elliottia paniculata</i> (Siebold et Zucc.) Hook. f.			(赤) (毛) (仙) (金) (笹) (大)
		サラサドウダン	<i>Enkianthus campanulatus</i> (Miq.) G. Nicholson			(赤) (三)
		ベニサラサドウダン	<i>Enkianthus campanulatus</i> (Miq.) G. Nicholson var. <i>palibinii</i> (Craib) Bean			(赤) (毛) (万) (平) (仙) (金) (笹) (大) (三)
		アブラツツジ	<i>Enkianthus subsessilis</i> (Miq.) Makino			(赤)
		イワナシ	<i>Epigaea asiatica</i> Maxim.			(赤) (毛) (平) (金) (笹) (三)
		ハナヒリノキ	<i>Eubotryoides grayana</i> (Maxim.) H. Hara var. <i>grayana</i>			(赤) (毛) (平) (笹) (三)
		ウラジロハナヒリノキ	<i>Eubotryoides grayana</i> (Maxim.) H. Hara var. <i>hypoleuca</i> (Nakai) H. Hara			(障) (赤) (万) (仙) (平) (笹) (大) (三)
		アカモノ	<i>Gaultheria adenothrix</i> (Miq.) Maxim.			(赤) (万) (エビ) (仙) (平) (笹) (三)
		ミネズオウ	<i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desv.			(仙) (平)
		ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> (Wall.) Drude var. <i>elliptica</i> (Siebold et Zucc.) Hand.-Mazz.			(黒)
		ウラジロヨウラク	<i>Menziesia multiflora</i> Maxim.			(赤) (万) (平) (笹) (三) (エビ)
		ガクウラジロヨウラク	<i>Menziesia multiflora</i> Maxim. var. <i>longicalyx</i> Kitam.			(赤) (万) (仙) (平)
		コヨウラクツツジ	<i>Menziesia pentandra</i> Maxim.			(万) (毛) (平) (大) (黒) (三)
		ツガザクラ	<i>Phyllodoce nipponica</i> Makino			(赤) (万) (笹)
		ムラサキヤシオツツジ	<i>Rhododendron albrechtii</i> Maxim.			(赤) (毛) (万) (金) (笹)
		ハクサンシャクナゲ	<i>Rhododendron brachycarpum</i> D. Don ex G. Don			(万) (エビ) (仙) (平) (大)
		アズマシャクナゲ	<i>Rhododendron degrobianum</i> Carrière			(赤) (毛) (万) (エ ビ) (仙) (平) (金) (笹) (大) (黒) (三) (三峠)
		ヤマツツジ	<i>Rhododendron kaempferi</i> Planch. var. <i>kaempferi</i>			(赤) (毛)
		オオバツツジ	<i>Rhododendron nipponicum</i> Matsum.			(赤) (毛) (笹) (大)
		バイカツツジ	<i>Rhododendron semibarbatum</i> Maxim.			(赤) (金)
		コメツツジ	<i>Rhododendron tschonoskii</i> Maxim.			(赤) (万) (エビ) (乎) (仙) (笹) (三)
		トウゴクミツバツツジ	<i>Rhododendron wadanum</i> Makino			(赤) (黒) (三)
		アクシバ	<i>Vaccinium japonicum</i> Miq.			(赤) (笹)
		クロウスゴ	<i>Vaccinium ovalifolium</i> Sm.			(赤) (万) (エビ)
		マルバウスゴ	<i>Vaccinium shikokianum</i> Nakai			(赤) (万)
		オオバスノキ	<i>Vaccinium smallii</i> A. Gray var. <i>smallii</i>			(赤) (平)
		クロマメノキ	<i>Vaccinium uliginosum</i> L. var. <i>japonicum</i> T. Yamaz.			(赤) (万) (平) (笹) (三)
		コケモモ	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.			(万) (エビ) (仙) (平)
		ヒメウスノキ	<i>Vaccinium yatabei</i> Makino			(赤) (万) (平) (金)
	ガンコウラン科	ガンコウラン	<i>Empetrum nigrum</i> L. var. <i>japonicum</i> K. Koch			(万) (仙) (平)
	ヤブコウジ科	ヤブコウジ	<i>Ardisia japonica</i> (Thunb.) Blume			
	サクラソウ科	オカトラノオ	<i>Lysimachia clethroides</i> Duby			
		コナスビ	<i>Lysimachia japonica</i> Thunb.			

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (13/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
合弁花植物						
	サクラソウ科	ハクサンコザクラ	<i>Primula cuneifolia</i> Ledeb. var. <i>hakusanensis</i> (Franch.) Makino			(赤) (平)
		ユキワリソウ	<i>Primula farinosa</i> L. subsp. <i>modesta</i> (Bisset et S. Moore) Pax var. <i>modesta</i> (Bisset et S. Moore) Makino ex T. Yamaz.			(障) (赤) (平)
		オオサクラソウ	<i>Primula jesoana</i> Miq. var. <i>jesoana</i>			(笹)
		ツマトリソウ	<i>Trientalis europaea</i> L.			(障) (赤) (万) (仙) (平)
		コツマトリソウ	<i>Trientalis europaea</i> L. var. <i>arctica</i> (Fisch. ex Hook.) Ledeb.			(赤) (平)
	エゴノキ科	オオバアサガラ	<i>Pterostyrax hispida</i> Siebold et Zucc.			
		エゴノキ	<i>Styrax japonica</i> Siebold et Zucc.			
		ハクウンボク	<i>Styrax obassia</i> Siebold et Zucc.			(黒)
		コハクウンボク	<i>Styrax shiraiana</i> Makino			(赤) (渋)
	モクセイ科	ミヤマアオダモ	<i>Fraxinus apertisquamifera</i> H. Hara			(赤) (毛) (万) (金) (笹) (大)
		アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i> Koidz. f. <i>serrata</i> (Nakai) Murata			
		ヤチダモ	<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.			
		マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i> Blume			(赤) (黒)
		ミヤマイボタ	<i>Ligustrum tschonoskii</i> Decne.			(笹)
	リンドウ科	オヤマリンドウ	<i>Gentiana makinoi</i> Kusn.			(赤) (万) (エビ) (平) (仙) (金) (笹) (三)
		リンドウ	<i>Gentiana scabra</i> Bunge var. <i>buergeri</i> (Miq.) Maxim. ex Franch. et Sav.			(赤)
		タテヤマリンドウ	<i>Gentiana thunbergii</i> (G. Don) Griseb. var. <i>minor</i> Maxim.			(赤) (平)
		ハルリンドウ	<i>Gentiana thunbergii</i> (G. Don) Griseb. var. <i>thunbergii</i>			
		エゾリンドウ	<i>Gentiana triflora</i> Pall. var. <i>japonica</i> (Kusn.) H. Hara			(赤)
		フデリンドウ	<i>Gentiana zollingeri</i> Fawc.			
		オノエリンドウ	<i>Gentianella amarella</i> (L.) Börner subsp. <i>takedae</i> (Kitag.) Toyok.	EN	CR	
		アケボノソウ	<i>Swertia bimaculata</i> (Siebold et Zucc.) Hook. f. et Thomson ex C. B. Clarke			P
		センブリ	<i>Swertia japonica</i> (Schult.) Makino			
		ツルリンドウ	<i>Tripterospermum trinervium</i> (Thunb.) H. Ohashi et H. Nakai			(赤) (毛) (平) (金) (三)
	ミツガシワ科	ミツガシワ	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.			TAKU080122
		イワイチョウ	<i>Nephrophyllidium crista-galli</i> (Menzies ex Hook.) Gilg subsp. <i>japonicum</i> (Franch.) Yonek. et H. Ohashi			(赤) (万) (平)
	ガガイモ科	イケマ	<i>Cynanchum caudatum</i> (Miq.) Maxim.			P
		ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino			
		オオカモメヅル	<i>Tylophora aristolochioides</i> Miq.			(赤) (毛)
	アカネ科	オオバノヨツバムグラ	<i>Galium kamtschaticum</i> Steller ex Roem. et Schult. var. <i>acutifolium</i> H. Hara			(赤) (毛) (金) (笹)
		キクムグラ	<i>Galium kikumugura</i> Ohwi			
		キヌタソウ	<i>Galium kinuta</i> Nakai et H. Hara			
		ミヤマムグラ	<i>Galium paradoxum</i> Maxim. subsp. <i>franchetianum</i> Ehrend. et Schönbr.-Tem.			(赤)
		オオバノヤエムグラ	<i>Galium pseudoasprellum</i> Makino			P
		ヤエムグラ	<i>Galium spurium</i> L. var. <i>echinospermon</i> (Wallr.) Hayek			
		ヨツバムグラ	<i>Galium trachyspermum</i> A. Gray			
		ホソバノヨツバムグラ	<i>Galium trifidum</i> L. subsp. <i>columbianum</i> (Rydb.) Hultén			TAKU080126
		オククルマムグラ	<i>Galium trifloriforme</i> Kom.			P
		ツルアリドオシ	<i>Mitchella undulata</i> Siebold et Zucc.			(赤) (毛) (万) (三)
		ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr.			
	ムラサキ科	オニルリソウ	<i>Cynoglossum asperum</i> Nakai			(赤)
		ミヤマムラサキ	<i>Eritrichium nipponicum</i> Makino		EN	(赤)
		ミズタピラコ	<i>Trigonotis brevipes</i> (Maxim.) Maxim. ex Hemsl.			(赤) (金) (渋)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (14/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省R L 2012	群馬県R D B 2012	文献または標本名*
合弁花植物						
	クマツヅラ科	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.			
		クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.			(渋)
		カリガネソウ	<i>Tripora divaricata</i> (Maxim.) P. D. Cantino			(赤) (金) (三峠)
	シソ科	ジュウニヒトエ	<i>Ajuga nipponensis</i> Makino			TAKU080050
		ニシキゴロモ	<i>Ajuga yesoensis</i> Maxim. ex Franch. et Sav.			(毛) (黒)
		ジャコウソウ	<i>Chelonopsis moschata</i> Miq.			(赤) (毛)
		クルマバナ	<i>Clinopodium chinense</i> (Benth.) Kuntze subsp. <i>grandiflorum</i> (Maxim.) H. Hara			P
		ミヤマクルマバナ	<i>Clinopodium macranthum</i> (Makino) H. Hara			(赤) (毛) (金)
		イヌトウバナ	<i>Clinopodium micranthum</i> (Regel) H. Hara □ var. <i>micranthum</i>			
		ヤマトウバナ	<i>Clinopodium multicaule</i> (Maxim.) Kuntze			
		ナギナタコウジュ	<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hyl.			
		カキドオシ	<i>Glechoma hederacea</i> L. subsp. <i>grandis</i> (A. Gray) H. Hara			
		セキヤノアキチョウジ	<i>Isodon effusus</i> (Maxim.) H. Hara			
		ヤマハッカ	<i>Isodon inflexus</i> (Thunb.) Kudô			
		ヒキオコシ	<i>Isodon japonicus</i> (Burm. f.) H. Hara			
		アキチョウジ	<i>Isodon longitubus</i> (Miq.) Kudô			
		クロバナヒキオコシ	<i>Isodon trichocarpus</i> (Maxim.) Kudô			(赤) (毛) (金) (笹)
		カメバヒキオコシ	<i>Isodon umbrosus</i> (Maxim.) H. Hara var. <i>leucanthus</i> (Murai) K. Asano f. <i>kameba</i> (Okuyama ex Ohwi) K. Asano			(赤) (毛) (金) (笹) (渋)
		シロネ	<i>Lycopus lucidus</i> Turcz. ex Benth.			
		ヒメシロネ	<i>Lycopus maackianus</i> (Maxim. ex Herder) Makino			P
		エゾシロネ	<i>Lycopus uniflorus</i> Michx.			(赤)
		ラショウモンカズラ	<i>Meehania urticifolia</i> (Miq.) Makino			(赤)
		ヒメジソ	<i>Mosla dianthera</i> (Buch.-Ham. ex Roxb.) Maxim.			
		イヌコウジュ	<i>Mosla scabra</i> (Thunb.) C. Y. Wu et H. W. Li			
		ミソガワソウ	<i>Nepeta subsessilis</i> Maxim.			(赤) (金) (笹) (障) (赤) (万) (エビ) (平) (金) (笹) (三)
		タテヤマウツボグサ	<i>Prunella prunelliformis</i> (Maxim.) Makino			(三峠)
		ウツボグサ	<i>Prunella vulgaris</i> L. subsp. <i>asiatica</i> (Nakai) H. Hara			
		アキノタムラソウ	<i>Salvia japonica</i> Thunb.			
		キバナアキギリ	<i>Salvia nipponica</i> Miq.			
		ヤマタツナミソウ	<i>Scutellaria pekinensis</i> Maxim. var. <i>transitra</i> (Makino) H. Hara			
	ナス科	ハシリドコロ	<i>Scopolia japonica</i> Maxim.			
	フジウツギ科	フジウツギ	<i>Buddleja japonica</i> Hemsl.			(赤) (渋)
	ノウゼンカズラ科	ホンバコゴメグサ	<i>Euphrasia insignis</i> Wettst. subsp. <i>insignis</i> var. <i>japonica</i> (Wettst.) Ohwi			(赤) (万) (平) (仙) (笹) (三)
		ママコナ	<i>Melampyrum roseum</i> Maxim. var. <i>japonicum</i> Franch. et Sav.			P
		オオバミヅホオズキ	<i>Mimulus sessilifolius</i> Maxim.			(赤) (笹)
		キリ	<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.			
		ヨツバシオガマ	<i>Pedicularis chamissonis</i> Steven var. <i>japonica</i> (Miq.) Maxim.			(赤) (万) (仙) (平) (笹)
		クチバシシオガマ	<i>Pedicularis chamissonis</i> Steven var. <i>longirostrata</i> T. Yamaz.			(仙)
		オニシオガマ	<i>Pedicularis nipponica</i> Makino			(赤) (万) (エビ) (渋) (金)
		シオガマギク	<i>Pedicularis resupinata</i> L. subsp. <i>oppositifolia</i> (Miq.) T. Yamaz.			(三峠) (三)
		エゾシオガマ	<i>Pedicularis yezoensis</i> Maxim.			(赤) (万) (笹) (三)
		ヤマクワガタ	<i>Veronica japonensis</i> Makino			
		オオイヌノフグリ	<i>Veronica persica</i> Poir.			
		クガイソウ	<i>Veronicastrum japonicum</i> (Nakai) T. Yamaz. □ var. <i>japonicum</i>			(赤) (金) (笹)
	ゴマノハグサ科	イヌノフグリ	<i>Veronica polita</i> Fr. var. <i>lilacina</i> (T. Yamaz.) T. Yamaz.	VU	VU	

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (15/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
合弁花植物					
イワタバコ科	イワタバコ	Conandron ramondioides Siebold et Zucc.			(赤) (渋)
タヌキモ科	ムシトリスミレ	Pinguicula vulgaris L. var. macroceras (Pall. ex Link) Herder			(赤) (万)
ハエドクソウ科	ナガバハエドクソウ	Phryma leptostachya L. subsp. asiatica (H.Hara) Kitam. f. oblongifolia (Koidz.) Ohwi			(赤)
オオバコ科	オオバコ	Plantago asiatica L.			(赤) (平)
	ハクサンオオバコ	Plantago hakusanensis Koidz.		VU	(赤)
スイカズラ科	ベニバナノツクバネウツギ	Abelia spathulata Siebold et Zucc. var. sanguinea Makino			
	ツクバネウツギ	Abelia spathulata Siebold et Zucc. var. spathulata			
	エゾニワトコ	Sambucus racemosa L. subsp. kamschatica (E.L.Wolf) Hultén		CR	(赤) (毛) (金) (笹) (渋)
	ガマズミ	Viburnum dilatatum Thunb.			(赤)
	コバノガマズミ	Viburnum erosum Thunb.			
	オオカメノキ	Viburnum furcatum Blume ex Maxim.			(赤) (毛) (万) (エビ) (平) (金) (笹) (大) (黒) (三)
	オトコヨウゾメ	Viburnum phlebotrimum Siebold et Zucc.			(赤)
	ミヤマシグレ	Viburnum urceolatum Siebold et Zucc. f. procumbens (Nakai) H.Hara			(赤) (万) (エビ) (仙) (平) (笹)
	ミヤマガマズミ	Viburnum wrightii Miq.			(赤) (三) (平) (金)
	タニウツギ	Weigela hortensis (Siebold et Zucc.) K.Koch			(赤) (毛) (金) (笹) (大)
オミナエシ科	オミナエシ	Patrinia scabiosifolia Fisch. ex Trevir.		VU	
	ハクサンオミナエシ	Patrinia triloba (Miq.) Miq. var. triloba			(障) (赤) (万) (エビ) (仙) (平) (金) (笹) (三)
	オトコエシ	Patrinia villosa (Thunb.) Juss.			(赤)
キキョウ科	ヒメシヤジン	Adenophora nikoensis Franch. et Sav.			(障) (赤) (エビ)
	ミヤマシヤジン	Adenophora nikoensis Franch. et Sav. f. nipponica (Kitam.) H.Hara			(万)
	ソバナ	Adenophora remotiflora (Siebold et Zucc.) Miq.			(赤) (毛) (金) (笹) (三)
	ツリガネニンジン	Adenophora triphylla (Thunb.) A.DC. var. japonica (Regel) H.Hara			(平)
	ハクサンシヤジン	Adenophora triphylla (Thunb.) A.DC. var. japonica (Regel) H.Hara f. violacea (H.Hara) T.Shimizu			(赤) (万) (平) (大) (三峠)
	ヤマホタルブクロ	Campanula punctata Lam. var. hondoensis (Kitam.) Ohwi			(赤)
	ツルニンジン	Codonopsis lanceolata (Siebold et Zucc.) Trautv.			
	サワギキョウ	Lobelia sessilifolia Lamb.			P
	タニギキョウ	Peracarpa carnosa (Wall.) Hook.f. et Thomson			(赤) (毛) (金) (三)
キク科	モミジハグマ	Ainsliaea acerifolia Sch.Bip. var. acerifolia			
	オクモミジハグマ	Ainsliaea acerifolia Sch.Bip. var. subapoda Nakai			(笹) (黒)
	ヤマハハコ	Anaphalis margaritacea (L.) Benth. et Hook.f. subsp. margaritacea			(赤) (万) (平) (仙) (金)
	チョウジギク	Arnica mallotopus Makino			(赤) (毛) (金) (笹)
	エゾウサギギク	Arnica unalaschcensis Less. var. unalaschcensis			(赤) (万) (エビ)
	オトコヨモギ	Artemisia japonica Thunb.			
	ヒトツバヨモギ	Artemisia monophylla Kitam.			(赤) (仙) (金) (笹) (三峠) (三)
	オオヨモギ	Artemisia montana (Nakai) Pamp.			(赤) (金) (笹) (渋)
	シロヨメナ	Aster ageratoides Turcz. var. ageratoides			(渋)
	ゴマナ	Aster glehnii F.Schmidt var. hondoensis Kitam.			(赤) (万) (金)
	シラヤマギク	Aster scaber Thunb.			

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (16/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
合弁花植物						
	キク科	ヤマシロギク	<i>Aster semiamplexicaulis</i> (Makino) Makino ex Koidz.			
		タカネコンギク	<i>Aster viscidulus</i> (Makino) Makino var. <i>alpinus</i> (Koidz.) Kitam.			(障) (赤) (万) (エ ビ) (仙) (平) (金) (笹) (三峠)
		ガンクビソウ	<i>Carpesium divaricatum</i> Siebold et Zucc.			
		ミヤマヤブタバコ	<i>Carpesium triste</i> Maxim.			P
		イワインチン	<i>Chrysanthemum rupestre</i> Matsum. et Koidz.			(赤) (平) (三)
		トネアザミ	<i>Cirsium nipponicum</i> (Maxim.) Makino var. <i>incomptum</i> (Maxim.) Kitam.			P
		ナンブアザミ	<i>Cirsium nipponicum</i> (Maxim.) Makino var. <i>nipponicum</i>			(赤) (金)
		ジョウシュウオニアザ ミ	<i>Cirsium okamotoi</i> Kitam.			(赤) (万) (エビ) (平) (金) (笹) (三)
		ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i> (Franch. et Sav.) Matsum.			P
		オオキンケイギク (特)	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.			P
		ヤクシソウ	<i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) J.H. Pak et Kawano			
		ダンドボロギク	<i>Erechtites hieraciifolius</i> (L.) Raf. ex DC.			
		ヒメジョオン (要)	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.			
		ヨツバヒヨドリ	<i>Eupatorium glehnii</i> F.Schmidt ex Trautv.			(赤) (平) (金) (笹) (三) (洪)
		ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i> T.Kawahara et Yahara			
		ヤナギタンポポ	<i>Hieracium umbellatum</i> L.			(三峠)
		タカネニガナ	<i>Ixeridium alpicola</i> (Takeda) J.H. Pak et Kawano			(赤) (エビ) (金) (笹)
		ニガナ	<i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb.) Tzvelev subsp. <i>dentatum</i>			P
		シロバナニガナ	<i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb.) Tzvelev subsp. <i>nipponicum</i> (Nakai) J.H. Pak et Kawano var. <i>albiflorum</i> (Makino) Tzvelev			(万)
		クモマニガナ	<i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb.) Tzvelev□ subsp. <i>kimuranum</i> (Kitam.) J.H. Pak et Kawano			(赤) (万) (平) (金) (笹) (三)
		ヤマニガナ	<i>Lactuca raddeana</i> Maxim. var. <i>elata</i> (Hemsl.) Kitam.			
		マルバダケブキ	<i>Ligularia dentata</i> (A. Gray) H. Hara			(赤) (万) (金)
		オタカラコウ	<i>Ligularia fischeri</i> (Ledeb.) Turcz.			(赤) (万) (エビ) (金) (笹)
		メタカラコウ	<i>Ligularia stenocephala</i> (Maxim.) Matsum. et Koidz.			
		サワギク	<i>Nemosencio nikoensis</i> (Miq.) B. Nord.			P
		カニコウモリ	<i>Parasenecio adenostyloides</i> (Franch. et Sav. ex Maxim.) H. Koyama			(万)
		モミジガサ	<i>Parasenecio delphiniifolius</i> (Siebold et Zucc.) H. Koyama			
		ウスゲタマブキ	<i>Parasenecio farfarifolius</i> (Siebold et Zucc.) H. Koyama var. <i>farfarifolius</i>			(赤)
		ヨブスマソウ	<i>Parasenecio hastatus</i> (L.) H. Koyama subsp. <i>orientalis</i> (Kitam.) H. Koyama			(赤) (笹) (大) (三)
		イヌドウナ	<i>Parasenecio hastatus</i> (L.) H. Koyama□ subsp. <i>tanakae</i> (Franch. et Sav.) H. Koyama			(赤) (仙)
		オオカニコウモリ	<i>Parasenecio nikomontanus</i> (Matsum.) H. Koyama			(赤) (毛) (金) (笹)
		タイミンガサ	<i>Parasenecio peltifolius</i> (Makino) H. Koyama			
		クルマバハグマ	<i>Pertya rigidula</i> (Miq.) Makino			(三峠)
		フキ	<i>Petasites japonicus</i> (Siebold et Zucc.) Maxim.			(赤) (金) (笹) (大) (洪)
		コウゾリナ	<i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>japonica</i> (Thunb.) Krylov			
		オオハンゴンソウ (特)	<i>Rudbeckia laciniata</i> L.			p
		シラネアザミ	<i>Saussurea nikoensis</i> Franch. et Sav.			(赤) (万)
		クロトウヒレン	<i>Saussurea sessiliflora</i> (Koidz.) Kadota			(仙)
		ハンゴンソウ	<i>Senecio cannabifolius</i> Less.			(赤) (金) (笹) (三)
		キオン	<i>Senecio nemorensis</i> L.			(赤) (万) (仙) (平) (笹) (大) (三)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (17/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
合弁花植物					
キク科	タムラソウ	<i>Serratula coronata</i> L. subsp. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam.			(三峠) (三)
	アキノキリンソウ	<i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>asiatica</i> (Nakai ex H.Hara) Kitam. ex H.Hara			(赤) (金) (笹)
	ミヤマアキノキリンソウ	<i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>leiocarpa</i> (Benth.) Hultén			(赤) (万) (エビ) (仙) (平) (笹) (大)
	オヤマボクチ	<i>Synurus pungens</i> (Franch. et Sav.) Kitam.			(赤) (毛) (金) (笹)
	セイヨウタンポポ (要)	<i>Taraxacum officinale</i> Weber ex F.H.Wigg.			
	カントウタンポポ	<i>Taraxacum platycarpum</i> Dahlst.			
	コウリンカ	<i>Tephrosia flammea</i> (Turcz. ex DC.) <i>Holub</i> subsp. <i>glabrifolia</i> (Cufod.) B. Nord.	VU	VU	(三峠)
	オニタビラコ	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.			
単子葉植物綱					
オモダカ科	アギナシ	<i>Sagittaria aginashi</i> Makino	NT	EN	P
	オモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i> L.			P
ヒルムシロ科	オヒルムシロ	<i>Potamogeton natans</i> L.			TAKU080117
ユリ科	ネバリノギラン	<i>Aletris foliata</i> (Maxim.) Bureau et Franch.			(赤) (万) (平) (笹)
	ノギラン	<i>Aletris luteoviridis</i> (Maxim.) Franch.			(赤) (万) (平) (笹)
	キジカクシ	<i>Asparagus schoberioides</i> Kunth			
	ツバメオモト	<i>Clintonia udensis</i> Trautv. et C.A.Mey.			(毛) (大) (黒) (三)
	スズラン	<i>Convallaria majalis</i> L. var. <i>manshurica</i> Kom.			
	ハウチャクソウ	<i>Disporum sessile</i> D.Don ex Schult. et Schult.f.			
	チゴユリ	<i>Disporum smilacinum</i> A.Gray			
	カタクリ	<i>Erythronium japonicum</i> Decne.			
	ショウジョウバカマ	<i>Helonias orientalis</i> (Thunb.) N.Tanaka			(赤) (毛) (平) (笹)
	ゼンテイカ	<i>Hemerocallis dumortieri</i> C.Morren var. <i>esculenta</i> (Koidz.) Kitam. ex M.Matsuoka et M.Hotta			(赤) (万) (平) (仙) (笹) (三峠)
	トウギボウシ	<i>Hosta sieboldiana</i> (Lodd.) Engl.			(赤) (金) (笹)
	トウギボウシ	<i>Hosta sieboldiana</i> (Lodd.) Engl.			(赤) (金) (笹)
	オゼソウ	<i>Japonolirion osense</i> Nakai	VU	VU	(障)
	ウラゲキヌガサソウ	<i>Kinugasa japonica</i> (Franch. et Sav.) Tatew. et C.Sutō var. <i>tomentosa</i> Miyabe et Tatew.			(赤)
	ヤマユリ	<i>Lilium auratum</i> Lindl.			(赤)
	コオニユリ	<i>Lilium leichtlinii</i> Hook.f. f. <i>pseudotigrinum</i> (Carrière) H.Hara et Kitam.			(赤) (金) (笹)
	クルマユリ	<i>Lilium medeoloides</i> A.Gray			(万) (平) (仙)
	フナシクマユリ	<i>Lilium medeoloides</i> A.Gray f. <i>immaculatum</i> Takeda			(障) (赤) (万) (平)
	ヤブラン	<i>Liriope muscari</i> (Decne.) L.H.Bailey			
	マイヅルソウ	<i>Maianthemum dilatatum</i> (A.W.Wood) A.Nelson et J.F.Macbr.			(赤) (毛) (万) (仙) (平) (大) (三)
	キンコウカ	<i>Narthecium asiaticum</i> Maxim.			(赤) (万) (平) (金) (笹)
	ツクバネソウ	<i>Paris tetraphylla</i> A.Gray			(赤) (毛)
	ナルコユリ	<i>Polygonatum falcatum</i> A.Gray			
	ミヤマナルコユリ	<i>Polygonatum lasianthum</i> Maxim.			(笹)
	ヤマトユキザサ	<i>Smilacina viridiflora</i> Nakai			(赤) (毛)
	サルトリイバラ	<i>Smilax china</i> L.			
	シオデ	<i>Smilax riparia</i> A.DC.			(赤) (毛)
	オオバタケシマラン	<i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC. var. <i>papillatus</i> Ohwi			(赤) (毛) (笹)
	タケシマラン	<i>Streptopus streptopoides</i> (Ledeb.) Frye et Rigg subsp. <i>japonicus</i> (Maxim.) Utech et Kawano			(赤) (万)

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (18/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*	
単子葉植物綱						
ユリ科	ヒメタケシマラン	<i>Streptopus streptopoides</i> (Ledeb.) Frye et Rigg subsp. <i>streptopoides</i>				
	チシマゼキショウ	<i>Tofieldia coccinea</i> Richards. var. <i>coccinea</i>			(障) (万) (エビ)	
	イワショウブ	<i>Triantha japonica</i> (Miq.) Baker			(赤) (万) (平)	
	ヤマジノホトトギス	<i>Tricyrtis affinis</i> Makino				
	タマガワホトトギス	<i>Tricyrtis latifolia</i> Maxim.			(赤) (毛) (金)	
	エンレイソウ	<i>Trillium apetalon</i> Makino			(赤) (毛)	
	ミヤマエンレイソウ	<i>Trillium tschonoskii</i> Maxim.				
	ムラサキタカネアオヤギソウ	<i>Veratrum maackii</i> Regel var. <i>japonicum</i> (Baker) T. Shimizu f. <i>atropurpureum</i> (Honda) T. Shimizu			(平) (仙)	
	タカネアオヤギソウ	<i>Veratrum maackii</i> Regel var. <i>longibracteatum</i> (Takeda) H. Hara			(万) (平) (仙)	
	ホソバシュロソウ	<i>Veratrum maackii</i> Regel var. <i>maackii</i>			(赤)	
	アオヤギソウ	<i>Veratrum maackii</i> Regel var. <i>parviflorum</i> (Maxim. ex Miq.) H. Hara			(万)	
	コバイケイソウ	<i>Veratrum stamineum</i> Maxim.				
	ウラゲコバイケイ	<i>Veratrum stamineum</i> Maxim. var. <i>lasiophyllum</i> Nakai			(赤) (万) (平) (仙) (金) (笹)	
	ニッコウホトトギス				(金)	
ホソベンアオヤギソウ						
ヤマノイモ科	カエデドコロ	<i>Dioscorea quinquelobata</i> Thunb.			(赤) (毛) (金)	
	オニドコロ	<i>Dioscorea tokoro</i> Makino				
アヤメ科	ノハナショウブ	<i>Iris ensata</i> Thunb. var. <i>spontanea</i> (Makino) Nakai ex Makino et Nemoto			TAKU080134	
イグサ科	ミヤマイ	<i>Juncus beringensis</i> Buchenau	NT		(赤)	
	ヒメイ	<i>Juncus decipiens</i> (Buchenau) Nakai f. <i>gracilis</i> (Buchenau) Satake			(赤) (万) (笹)	
	ヒロハノコウガイゼキショウ	<i>Juncus diastrophanthus</i> Buchenau			(赤)	
	ミクリゼキショウ	<i>Juncus ensifolius</i> Wikstr.			(笹)	
	エゾホソイ	<i>Juncus filiformis</i> L.			(赤)	
	ミヤマホソコウガイゼキショウ	<i>Juncus kamschatcensis</i> (Buchenau) Kudô			(赤)	
	コウガイゼキショウ	<i>Juncus prismatocarpus</i> R. Br. subsp. <i>leschenaultii</i> (J. Gay ex Laharpe) Kirschner			P	
	クサイ	<i>Juncus tenuis</i> Willd.			(平)	
	ミヤマヌカボシソウ	<i>Luzula jimboi</i> Miyabe et Kudô subsp. <i>atrotepala</i> Z. Kaplan			(赤) (平)	
	ヌカボシソウ	<i>Luzula plumosa</i> E. Mey. subsp. <i>plumosa</i>			(赤)	
	ホシクサ科	クロイヌノヒゲ	<i>Eriocaulon atrum</i> Nakai	NT	NT	P
		エゾホシクサ	<i>Eriocaulon monococcon</i> Nakai		NT	P
	イネ科	ヤマヌカボ	<i>Agrostis clavata</i> Trin. subsp. <i>clavata</i>			(赤)
		ミヤマヌカボ	<i>Agrostis flaccida</i> Hack.			(万) (平)
コメススキ		<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer			(万)	
ヤマカモジグサ		<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.			(赤)	
カニツリノガリヤス		<i>Calamagrostis fauriei</i> Hack.			(障) (赤) (仙) (平) (金) (笹)	
オオヒゲガリヤス		<i>Calamagrostis grandiseta</i> Takeda		EN	(万)	
ヒメノガリヤス		<i>Calamagrostis hakonensis</i> Franch. et Sav.			(赤) (万) (エビ) (金)	
イワノガリヤス		<i>Calamagrostis purpurea</i> (Trin.) Trin. subsp. <i>langsдорffii</i> (Link) Tzvelev			(障) (赤) (万) (平) (仙) (金)	
タカネノガリヤス		<i>Calamagrostis sachalinensis</i> F. Schmidt				
フサガヤ		<i>Cinna latifolia</i> (Trevir.) Griseb.			(赤)	
ミヤマウシノケグサ		<i>Festuca ovina</i> L. subsp. <i>ruprechtii</i> (Boiss.) Tzvelev			(平) (仙)	
ミヤマドジョウツナギ		<i>Glyceria alnasteretum</i> Kom.			(赤) (笹)	
チゴザサ		<i>Isachne globosa</i> (Thunb.) Kuntze			P	
オオヒゲナガカリヤス		<i>Miscanthus intermedius</i> (Honda) Honda			(赤) (三)	
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson					
ヌマガヤ	<i>Moliniopsis japonica</i> (Hack.) Hayata			(赤) (万) (平) (金) (せ) (三峠)		

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (19/20)

分類群	科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
単子葉植物綱						
	イネ科	オオネズミガヤ	Muhlenbergia huegelii Trin.			(赤)
		コチヂミザサ	Oplismenus undulatifolius (Ard.) Roem. et Schult. var. japonicus (Steud.) Koidz.			(赤)
		ケチヂミザサ	Oplismenus undulatifolius (Ard.) Roem. et Schult. □ var. undulatifolius			
		ヨシ	Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.			(赤) (金) (笹)
		ヨシ	Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.			(赤) (金) (笹)
		ミゾイチゴツナギ	Poa acroleuca Steud.			(赤)
		スズメノカタビラ	Poa annua L.			(平)
	タケ亜科	チシマザサ	Sasa kurilensis (Rupr.) Makino et Shibata			(赤) (万) (仙) (平) (金) (笹) (大) (三峠)
		ミヤコザサ	Sasa nipponica (Makino) Makino et Shibata			
		チマキザサ	Sasa palmata (Lat.-Marl. ex Burb.) E. G. Camus			(赤) (仙) (平)
		ルベシベザサ	Sasa palmata (Lat.-Marl. ex Burb.) E. G. Camus var. niijimai (Tatew. ex Nakai) Sad. Suzuki			
		クマイザサ	Sasa senanensis (Franch. et Sav.) Rehder			(障) (赤) (エビ) (仙) (平) (金) (笹) (大) (黒) (三 峠)
	サトイモ科	マムシグサ	Arisaema japonicum Blume			P
		ヒロハテンナンショウ	Arisaema ovale Nakai var. sadoense (Nakai) J. Murata			(赤)
		コウライテンナンショウ	Arisaema peninsulæ Nakai			
		ミズバショウ	Lysichiton camtschaticense (L.) Schott			
	カヤツリグサ科	タテヤマスゲ	Carex aphyllopus Kük.			(赤) (万) (仙) (平) (金) (笹)
		マツバスゲ	Carex biwensis Franch.			P
		ショウジョウスゲ	Carex blepharicarpa Franch.			(赤) (万) (仙) (平) (金) (笹) (大)
		メアオスゲ	Carex candolleana H. Lévl. et Vaniot			P
		ハリガネスゲ	Carex capillacea Boott			P
		ヒメカンスゲ	Carex conica Boott			P
		ナルコスゲ	Carex curvicolis Franch. et Sav.			P
		オクノカンスゲ	Carex foliosissima F. Schmidt			(赤) (毛) (万) (金) (笹)
		イトキンスゲ	Carex hakkodensis Franch.			(赤)
		コハリスゲ	Carex hakonensis Franch. et Sav.			(赤)
		ツクバスゲ	Carex hirtifructus Kük.			P
		ヒゴクサ	Carex japonica Thunb.			
		ヒカゲスゲ	Carex lanceolata Boott			P
		ヒメシラスゲ	Carex mollicula Boott			P
		ミヤマカンスゲ	Carex multifolia Ohwi			(赤)
		ミノボロスゲ	Carex nubigena D. Don ex Tilloch et Taylor subsp. albata (Boott ex Franch. et Sav.) T. Koyama			(平)
		ミヤマシラスゲ	Carex olivacea Boott subsp. confertiflora (Boott) T. Koyama			P
		ヤチカワズスゲ	Carex omiana Franch. et Sav. var. omiana			(赤) (万) (平) (笹)
		ヒメスゲ	Carex oxyandra (Franch. et Sav.) Kudô			(赤) (平) (仙)
		グレースゲ	Carex parviflora Boott var. parviflora			P
		タヌキラン	Carex podogyna Franch. et Sav.			(赤) (金) (笹)
		キンスゲ	Carex pyrenaica Wahlenb.			(赤)
		オオカサスゲ	Carex rhynchophysa C. A. Mey.			P
		アズマナルコ	Carex shimidzensis Franch.			P
		タガネソウ	Carex siderosticta Hance			(万) (仙)
		ミチノクホンモンジスゲ	Carex stenostachys Franch. et Sav. var. cuneata (Ohwi) Ohwi et T. Koyama			P
		オオカワズスゲ	Carex stipata Muhl. ex Willd.			P
		アゼスゲ	Carex thunbergii Steud.			P

赤谷プロジェクトエリア高等植物目録 (20/20)

分類群 科名	種名	学名	環境省 R L 2012	群馬県 R D B 2012	文献または標本名*
単子葉植物綱					
カヤツリグサ科	クログワイ	<i>Eleocharis kuroguwai</i> Ohwi			P
	オオヌマハリイ	<i>Eleocharis mamillata</i> H.Lindb. var. <i>cyclocarpa</i> Kitag.			P
	シカクイ	<i>Eleocharis wichurae</i> Boeck.			P
	サギスゲ	<i>Eriophorum gracile</i> K.Koch			TAKU080087
	ワタスゲ	<i>Eriophorum vaginatum</i> L. subsp. <i>fauriei</i> (E.G.Camus) A. et D.Löve			(平)
	ミカヅキグサ	<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl			(平)
	オオイヌノハナヒゲ	<i>Rhynchospora fauriei</i> Franch.			P
	イヌノハナヒゲ	<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale		EX	P
	ミヤマイヌノハナヒゲ	<i>Rhynchospora yasudana</i> Makino			(平)
	ミヤマホタルイ	<i>Schoenoplectus hondoensis</i> (Ohwi) Soják			P
	コマツカサススキ	<i>Scirpus fuirenoides</i> Maxim.		EN	
	アブラガヤ	<i>Scirpus wichurae</i> Boeck.			(赤) (笹)
	ミネハリイ	<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm.			(赤) (平)
ラン科	エビネ	<i>Calanthe discolor</i> Lindl.	NT	EN	
	サルメンエビネ	<i>Calanthe tricarinata</i> Lindl.	VU	CR	
	ササバギンラン	<i>Cephalanthera longibracteata</i> Blume			
	オノエラン	<i>Chondradenia fauriei</i> (Finet) Sawada ex F.Maek.			(障) (万) (三)
	サイハイラン	<i>Cremastra appendiculata</i> (D.Don) Makino var. <i>variabilis</i> (Blume) I.D.Lund		VU	
	シュンラン	<i>Cymbidium goeringii</i> (Rchb.f.) Rchb.f.		VU	
	ツチアケビ	<i>Cyrtosia septentrionalis</i> (Rchb.f.) Garay			
	ハクサンチドリ	<i>Dactylorhiza aristata</i> (Fisch. ex Lindl.) Soó			(万) (仙)
	サワラン	<i>Eleorchis japonica</i> (A.Gray) F.Maek.			(平)
	オニノヤガラ	<i>Gastrodia elata</i> Blume			P
	アケボノシュスラン	<i>Goodyera foliosa</i> (Lindl.) Benth. ex C.B.Clarke var. <i>laevis</i> Finet			(赤) (毛)
	ミヤマウズラ	<i>Goodyera schlechtendaliana</i> Rchb.f.		EN	
	フナシミヤマウズラ	<i>Goodyera schlechtendaliana</i> Rchb.f. f. <i>similis</i> (Blume) Makino			(毛)
	ジガバチソウ	<i>Liparis krameri</i> Franch. et Sav.		EN	TAKU080101
	クモキリソウ	<i>Liparis kumokiri</i> F.Maek.			TAKU080099
	ミズチドリ	<i>Platanthera hologlottis</i> Maxim.		NT	TAKU080100
	コバノトンボソウ	<i>Platanthera tipuloides</i> (L.f.) Lindl. subsp. <i>nipponica</i> (Makino) Murata			(赤) (平)
	トキシソウ	<i>Pogonia japonica</i> Rchb.f.	NT	VU	(仙)
	ヤマトキシソウ	<i>Pogonia minor</i> (Makino) Makino			(赤)
	ヒトツボクロ	<i>Tipularia japonica</i> Matsum.		CR	
	ハクウンラン	<i>Vexillabium nakaianum</i> F.Maek.		EN	

3. 赤谷の森の人工林の履歴の把握

藤田卓（日本自然保護協会）

1. 目的

赤谷プロジェクトは、生物多様性保全のために、人工林の約2/3（約2000ha）を自然林に誘導することと、そのための手法として当面は植栽なしに自然の遷移を利用して回復させることを目標としている。しかし、植栽せずに人工林を自然林に復元する取り組みは前例がないことから、復元するための技術や知見の集積が課題である。人工林に進出した広葉樹の稚樹の分布調査から、人工林の中でも自然林からの距離が近く、2代目人工林よりも1代目人工林の方が、自然林へと復元しやすい可能性が示された（長池ら2009）。そこで本研究はプロジェクトエリア内の自然林からの距離・人工林の履歴を把握し、赤谷の森の人工林において、自然林への復元の難易度を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

調査対象は、2005年時点で人工林となっている林小班、約2900haとした。これらの林分の過去の植生を把握するため、前橋営林局発行の1965、1975年、2005、2010年の事業図および、1932年、1952年地理調査所発行の5万分の1の地形図（四萬；1949年現地調査）を用いた。これらの地図の凡例に基づき、1949年、1975年（一部1970年時の情報も追加）、2005年当時の植生を林小班（2005年時）単位に記録した。2005年と1975年の事業図の林小班はほぼ一致するが、一部統廃合された部分があり、1975年以後統合された場合は大きな林小班的属性を用いることにした。また、1952年作成の地形図の属性（広葉樹林、針葉樹林、草地）が、同一林小班内に、複数含まれた場合は、すべて記入した。各林小班的伐採および植栽の年代は1975年および2005年の林齢から推定した。

3. 結果

3-1. 1932年～1949年の植生

1932年および1952年作成の地形図を比較したところ、今回調査した範囲内についてはほぼ同一であった。現在人工林となっている林分の多くは、広葉樹林が大半を占め、特に奥山はほぼすべて広葉樹林であった（図1）。また、現在はほとんど見られない草原がプロジェクトエリア南西部に比較的広く分布していた。一方で、針葉樹林はごくわずかし分布しておらず、茂倉沢左岸周辺、ムタコ沢、三国峠東部付近に点在していた。このように、現在人工林となっている林分は、1932年～1949年当時の植生は、現在とは全く異なっていた。

なお、針葉樹林は、地形図上の凡例により判断しているため、人工由来の針葉樹林か天然由来の林（ネズコ、キタゴヨウ、モミ）かは地形図のみでは区別できない。そこで、1975年当時の植生と林齢から人工林か自然性針葉樹林かの判別を試みた。その結果、針葉樹を含む47個の林小班的の内、9個は、1975年当時26年生以上の自然林であったため、自然性の針葉樹林と推定され、さらに47個の内10個は同様に林齢から、人工林と推定されたが、それ以外の28個は26歳以下の林分であり、推定できなかった。

3-2. 1975年の植生

1975年の植生の大半は、人工林となり、自然林は、保土野、赤沢と小出俣周辺部など奥山に一部分布していた（図2）。1949年に存在していた草原はほぼ消失し、人工林に置き換わっていた。またこの当時の人工林の多くは20歳以下の若齢林が大多数を占めていた（図3）。以上のことから、現在ある人工林の多くは、1955年～1975年に成立したことがわかった。

また、1975年当時26歳以上の人工林（122個の林小班）は1949年時においても人工林であるが、1949年に調査された地形図によると、その多くは広葉樹林とされており、10個の林小班のみが針葉樹林とされており、矛盾が生じていた。1975年当時の自然林の内、保土野、赤沢と小出俣周辺部は101年生の林分であるのに対して、それ以外の林分は60歳以下であり、かつて人為によって伐採された二次林であった（図4）。

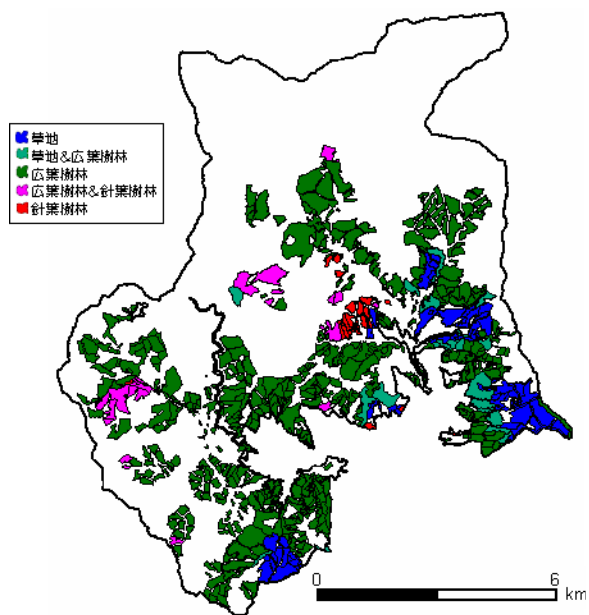


図1. 1949年時の植生図（1952年地理調査所発行の5万分の1の地形図（四萬）に基づく）

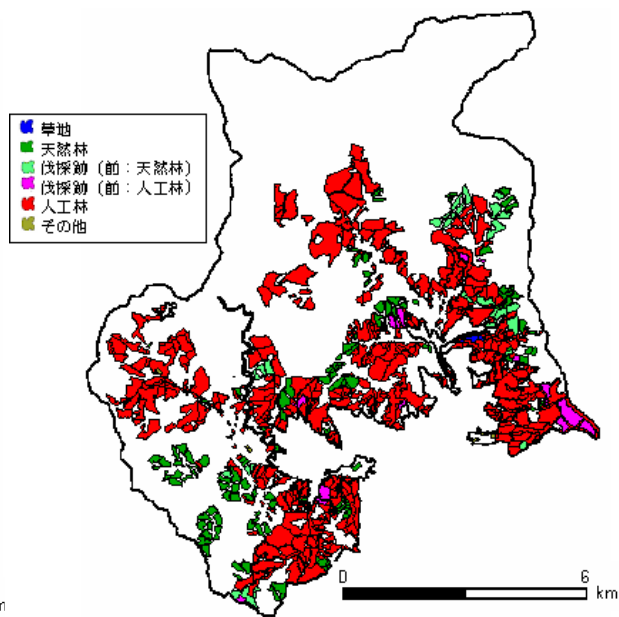


図2. 1975年時の植生図（1975年前橋営林局発行の事業図に基づく）

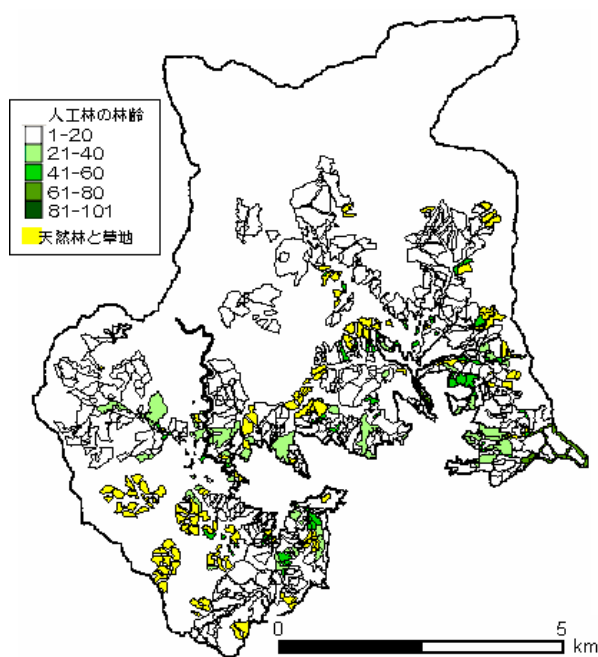


図3. 1975年時の人工林の林齢分布（1975年前橋営林局発行の事業図に基づく）

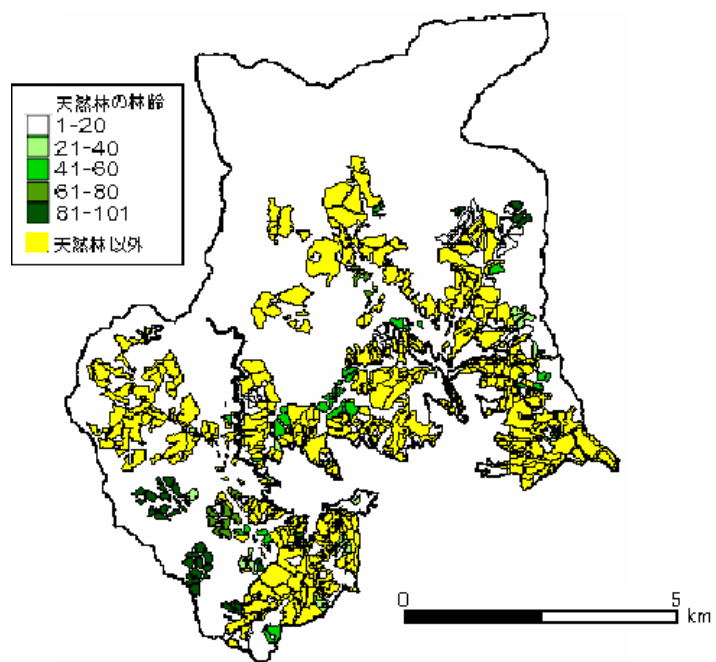


図4. 1975年時の天然林の林齢分布（1975年前橋営林局発行の事業図に基づく）

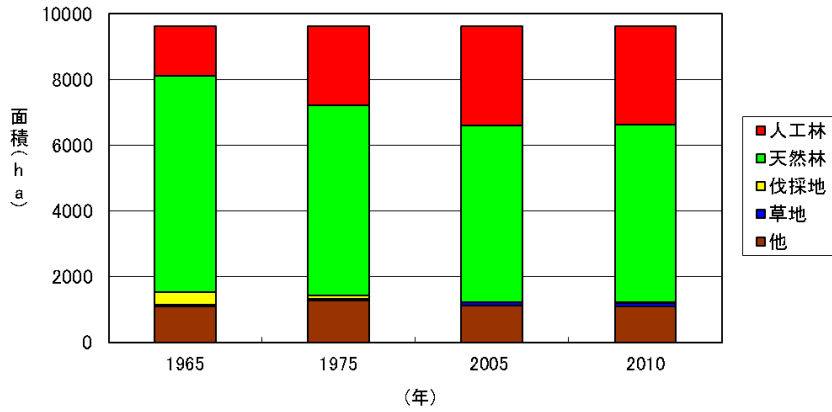


図5. 1965年から2010年の植生および林齢区分の面積 (ha) の推移

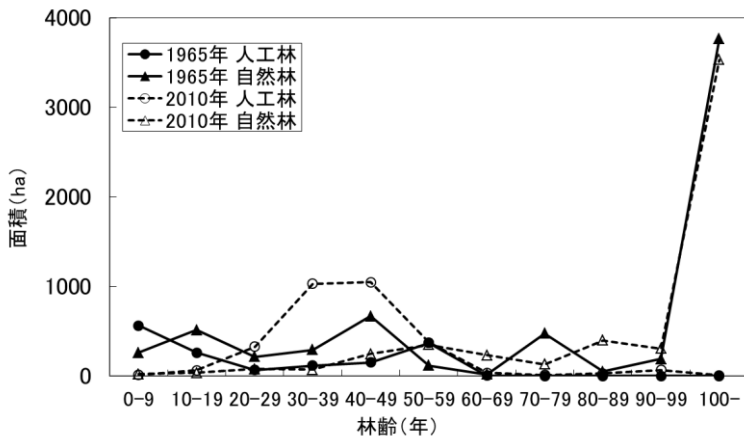


図6. 1965年と2010年の人工林および自然林の林齢別の面積 (ha) の比較

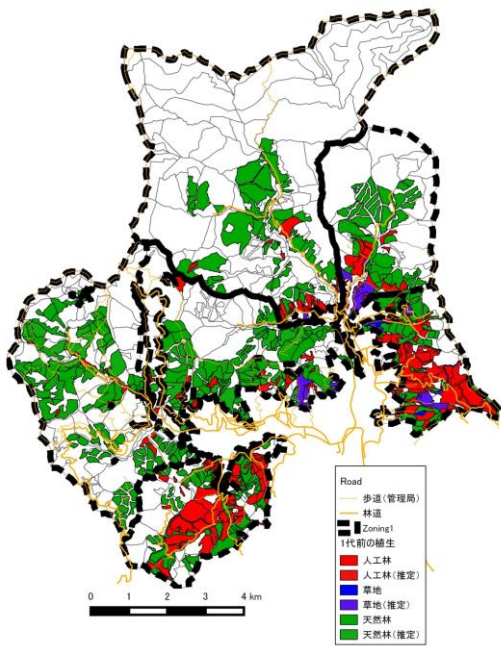


図7. 人工林の1代前の植生の分布図

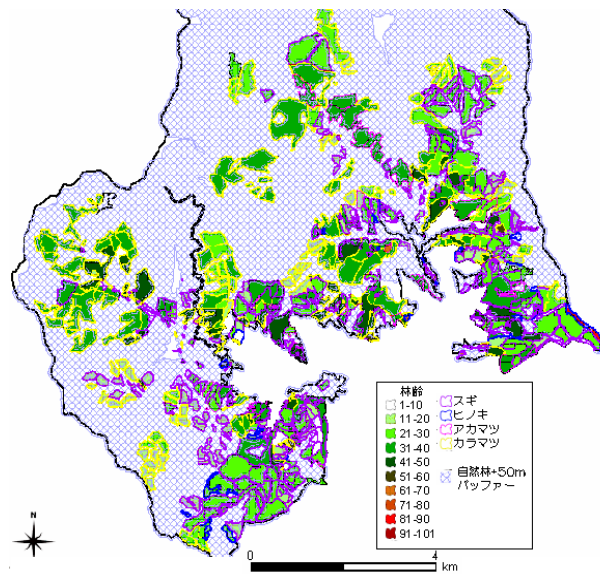


図8. 樹種・林齢別の人工林分布図 (林齢は2000年を基準)

3-3. 1965年～2010年までの人工林の変遷、および人工林履歴

1965年～2010年までの45年間の植生の変化に着目すると、50歳未満の若齢の広葉樹林が2010年には減少し、2010年には若齢の人工林が増加し、45年間で約1500ha人工林が増加していた(図5、6)。この45年間で増加した人工林の多くは、もともと広葉樹林であり、その内、1965年当時50歳未満の若齢の広葉樹林が560haと全体の約1/3を占めるとともに、100歳以上の自然性の高い広葉樹林も466.5haと全体の約1/3を占めていることがわかった(表1)。

現在ある人工林の1代前の植生を整理した結果、1代目の人工林は山奥に分布する傾向があること、集落に近い人工林はかつて草原だったこと、南東部(エリア5、6)は、2代目の人工林(現在ある人工林の1代前も人工林)が多いことがわかった(図7)。

3-4. 自然林からの距離、樹種別・林齢別の人工林の分布

樹種別・林齢別の人工林分布から、自然林からの距離が遠く、林齢・樹種が似通った林分が集中する地域がある(図8;例えば、南ヶ谷周辺、茂倉沢右岸、姉山、雨見山周辺など)。また、事業図上は、自然林からの距離が50m以上離れた人工林が多いことがわかった。

4. 考察

4-1. 自然林からの距離、人工林の履歴から推定したプロジェクトエリア内の自然林への戻り易さ

人工林から自然林へ誘導するのはエリア1～4全体とエリア5～6の一部(南ヶ谷湿地周辺部など)である。これらの林分の多くは、自然林からの距離が遠いため、重力散布種子をもつブナ、ミズナラ、コナラなどの潜在自然植生の林冠構成種が、自然に定着するまでに時間がかかる可能性がある。そのため、プロジェクトが目標としている潜在自然植生への誘導は容易ではないかもしれない。

さらに、自然林へ戻りにくいと推定される自然林から遠くて、2代目の人工林は、小出俣と南ヶ谷湿地周辺に比較的まとまって分布していて、これらの林分をいかに潜在自然植生へと誘導していくかは大きな課題である。

4-2. 樹種・林齢別の人工林分布からみた生物多様性保全上の課題

単一樹種・林齢が類似した一斉林は、林分構造や樹種構成が単純であるため、生物相が単純になりやすいこと(山浦2007)、病害虫などが発生しやすくなるなどの問題が生じる可能性が指摘されている。プロジェクトエリア内において、このように林齢・樹種が似通った林分が集中する地域として、南ヶ谷周辺、茂倉沢右岸、姉山、雨見山周辺などがあり、特に当面人工林を維持するエリア5、6に多く、これらの林分の多くは1つの小班面積が大きく尾根・斜面・谷などの複数の地形単位を含んでいる。そのため、病害虫防除や生物多様性保全の観点から、一斉人工林から林分構造や樹種構成を複雑化させることが望ましい。

5. 引用文献

長池卓男, 井上歩, 藤田卓. 2010. スギ人工林に天然更新する樹種の組成・構造およびそれらに及ぼす要因. 関東森林管理局 [編], 三国山地/赤谷川・生物多様性復元計画(赤谷プロジェクト)推進事業平成21年度報告書, 58-77. 日本自然保護協会, 東京.

山浦悠一. 2007. 広葉樹林の分断化が鳥類に及ぼす影響の緩和-人工林マトリックス管理の提案-. 日本森林学会誌 89: 416-430.

4. スギ人工林に天然更新する広葉樹の密度・組成に及ぼす要因

長池卓男¹・藤田 卓²・出島誠一²・茅野恒秀³・松崎誠司⁴・高野瀬洋一郎⁵・高橋一秋⁶

(1 : 山梨県森林総合研究所 2 : 日本自然保護協会 3 : 岩手県立大学 4 : 富士森林施業技術研究所
5 : (株) グリーンシグマ 6 : 長野大学)

1. はじめに

人工林において、自然林に転換すべき林分も少なからず存在することから、その生態的な管理や広葉樹林化が注目されている(「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム 2010、Nagaike 2012)。現在の人工林を自然林に復元する上では、自然林を構成する樹木が人工林内に多く生育していれば、全く生育していない林分よりはその復元が容易であることが推測される。一方で、人工林内に多くの樹種が更新していることが、目標とする地域の自然植生への復元とは必ずしも合致しないため、目標を定めた上で推移を確認していくことが必要である(Nagaike 2010)。

本報告では、スギ人工林での天然更新の状況を量的(密度)・質的(種組成)に把握することを目的に調査を行った。

2. 方法

2-1. 調査地

調査は、赤谷プロジェクトのエリア2(植生管理と環境教育のための研究・教材開発と実践)・エリア1(巨木の自然林の復元とイヌワシ営巣環境保全)を中心に、エリア3(水源の森の機能回復)・エリア5(伝統的な木の文化と生活にかかわる森林利用の研究と技術継承)・エリア6(実験的な、新時代の人工林管理の研究と実践)で行った。

2-2. 調査方法

調査は水平距離で10m×10mの固定調査区を設定して行った。調査区の数、スギ人工林で202、カラマツ人工林で26、ヒノキ人工林で1、天然林で53の計282である。今回の解析においては、スギ人工林と天然林のデータを用いた。調査区の四隅および中心点にはプラスチック製の杭を埋設した(四隅:上部が赤色で下部が黒色、中心点:黄色または上部が赤色で下部が黒色)。調査区の斜面方位、最大傾斜角および経緯度、林齢や施業履歴・土地利用前歴(現在の人工林になる前も人工林であった林分は2代目造林地、落葉広葉樹林であった林分は1代目造林地)も記録した。GIS上で、スギ人工林調査区と最も近い天然林との距離を求めた。また、小班によっては施業履歴・土地利用前歴を把握できなかったため、解析から外した場合もある。調査区の中心点の地上高約1mにおいて、魚眼コンバータを取り付けたデジタルカメラを用いた全天空写真を撮影した。

調査地の設定にあたっては、なるべく恣意が入らないようするために、対象とした小班の等高線方向に約50m間隔でサンプリングすることを心掛けた。

調査区内の胸高直径3cm以上の生立木・枯立木を対象にして(つるを含む)、毎木調査を行った。計測にはスチールメジャーを用いて胸高周囲長を把握した。各幹の胸高周囲長計測位置にナンバーテープを打ち付け、個体識別を行った。胸高周囲長1m以上の個体にはスプレーで計測位置をマークした。

また、調査区内の斜面下方右手に、5m×5mの稚樹調査区を設定した。稚樹調査の対象は、稚樹長30cm以上胸高直径3cm未満の高木性樹種とした。稚樹長2m未満の個体は稚樹長を、稚樹長2m以上の個体は胸高直径をノギスで計測した。それぞれの稚樹もナンバーテープを打ち付け、個体識別を行った。稚樹調査区内にササ(チシマザサ・チマキザサ)が生育している場合には、種名、被度、最大高・平均高を記録した。解析上、チシマザサとクマイザサはまとめてササとして扱った。また、スギ人工林の天然林からの距離は、100m以上については便宜的に150mとして解析した。天然更新していた個体のサイズを以下のように分けて解析に供した:成木;胸高直径3cm以上、稚樹大;幹長1m以上胸高直径3cm未満、稚樹小;幹長30cm以上1m未満。

2-3. 解析方法

撮影された全天空写真の解析には、Gap Light Analyzer (Frazer et al., 1999) を用いて相対光合成有効光量子束密度 (RPPFD) を算出した。

標高・傾斜角・RPPFD・ササ被度に関するスギ人工林と天然林の比較は Mann-Whitney U 検定で行った。スギ人工林の成木・稚樹密度や広葉樹混交率と、林齢やササ被度などの林分属性との相関関係はケンダールの順位相関により明らかにした。これらの解析は SPSS11.5J (SPSS Inc., 2002) で行った。

また、天然林とスギ人工林に出現する広葉樹の種組成を比較するため、Non-metrical multidimensional Scaling で序列化した。1代目と2代目の人工林に出現種した種の偏りは Indicator Species Analysis (Dufrene and Legendre, 1997) によって検定した。これらの解析には PC-ORD (McCune and Mefford, 1999) を用いた。

スギ人工林に天然更新した樹木に関する要因解析は、全ての高木種およびブナのサイズ別の幹密度を目的変数、林齢、最終管理後の年数、下刈り・除伐・つるきり・間伐の合計回数 (以下、管理回数)、林分履歴 (1代目・2代目)、天然林との距離、ササ被度を説明変数として、変数選択を用いた一般化線型混合モデルを用いた。この解析には統計ソフト R2.7.2 を用いた (R, 2008)。

3. 結果

表1にスギ人工林と天然林の調査区の概要を示す。標高、傾斜角、RPPFD、ササ被度ともに、天然林の方がスギ人工林よりも有意に大きな値であった (標高: $p=0.045$ 、傾斜角: $p=0.000$ 、RPPFD: $p=0.000$ 、ササ被度: $p=0.001$ 。スギ人工林の天然林からの距離が100m未満の林分の平均は62mであった (100m以上の林分は全て150mとして計算した場合は80m)。スギ人工林の広葉樹混交率は、胸高断面積ベースで平均8%、立木密度ベースで平均22%であった。

表1. 調査区の概要

		標高(m)	傾斜角 (度)	RPPFD (%)	ササ被度 (%)	天然林から の距離(m)	広葉樹 混交率 (BA)	広葉樹 混交率 (密度)
スギ人工林	平均	876.7	20.5	10.7	4.7	80.0	8.4	21.8
	標準偏差	111.1	10.8	3.9	11.5	58.1	17.9	22.3
	最大	1138	45	24.8	70	150	96.7	95.0
	最小	701	0	1.6	0	0	0.0	0.0
天然林	平均	904.0	27.1	14.1	21.5	—	—	—
	標準偏差	110.1	12.7	6.8	22.8	—	—	—
	最大	1106	45	35.1	70	—	—	—
	最小	705	0	1.9	0	—	—	—

RPPFD: 相対光合成有効光量子束密度
BA: 胸高断面積合計

表2に、スギ人工林調査区の施業履歴を示した。林齢は20~75年生であった。最終管理からの年数は4~48年、下刈り・つるきり・除伐・間伐を合計した管理回数合計は1~10回と幅があった。

表2. スギ人工林調査区の施業履歴

	林齢	最終管理 からの年 数	下刈り回 数	つるきり回 数	除伐回 数	間伐回 数	管理計 数
平均	37.3	18.7	4.1	0.9	1.8	0.4	7.2
標準偏差	6.3	11.5	1.5	0.8	1.0	0.5	2.6
最大	75	48	6	2	3	2	10
最小	20	4	0	0	0	0	1

スギ人工林調査区における相対光合成有効光量子束密度を図1に示した。平均は10.7%であり、極端に明るい調査区は見られなかった。また、ササの出現しなかった調査区は132あり (図2)、約65%を占めて

いた。最大の被度は70%であった。

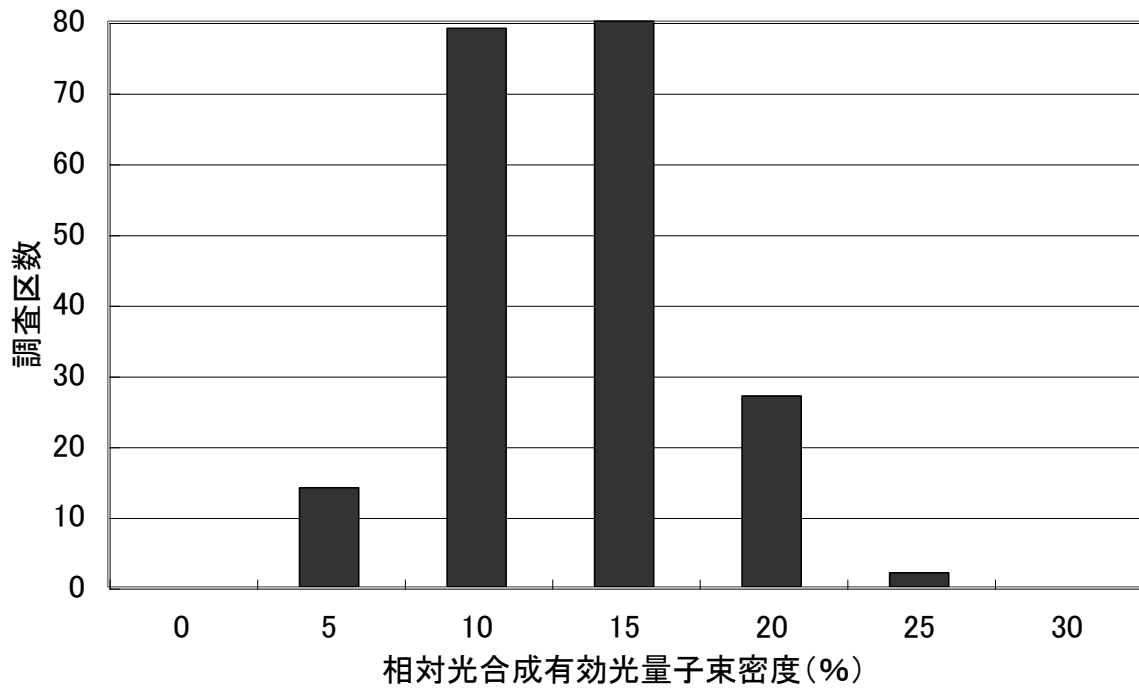


図1. スギ人工林調査区における地上高1mでの相対光合成有効光量子束密度の頻度分布

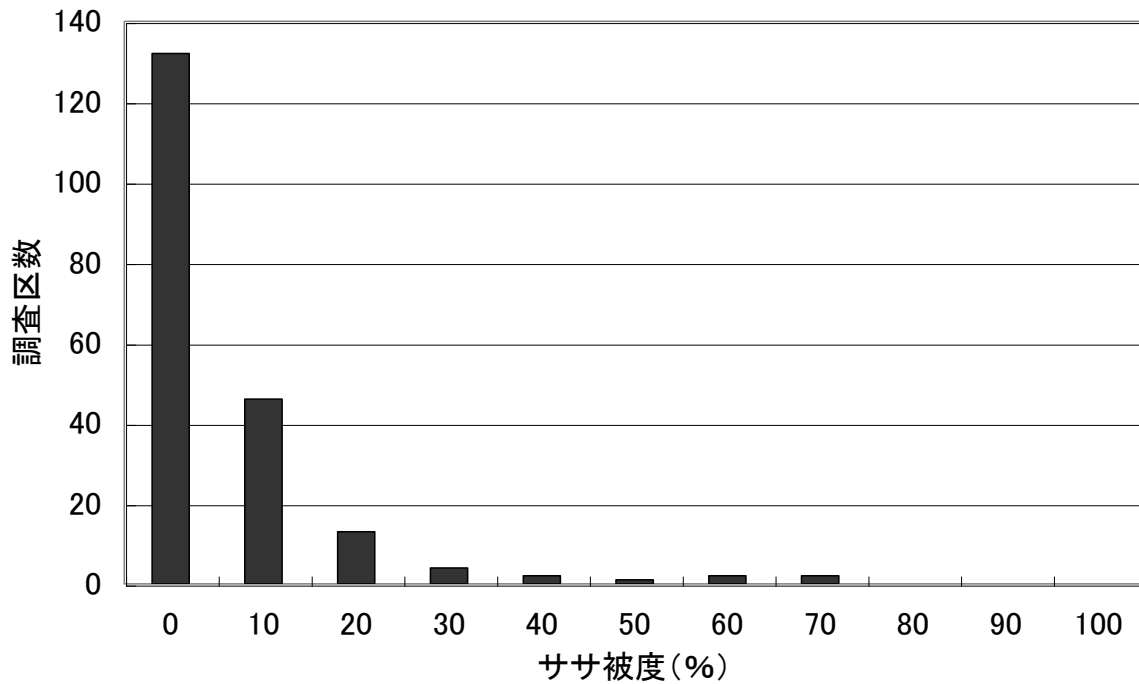


図2. スギ人工林調査区におけるササ被度の頻度分布

図3に、スギ人工林調査区における天然林からの距離の頻度分布を示した。天然林から100m以上離れているスギ人工林は、73調査区で36%を占めていた。

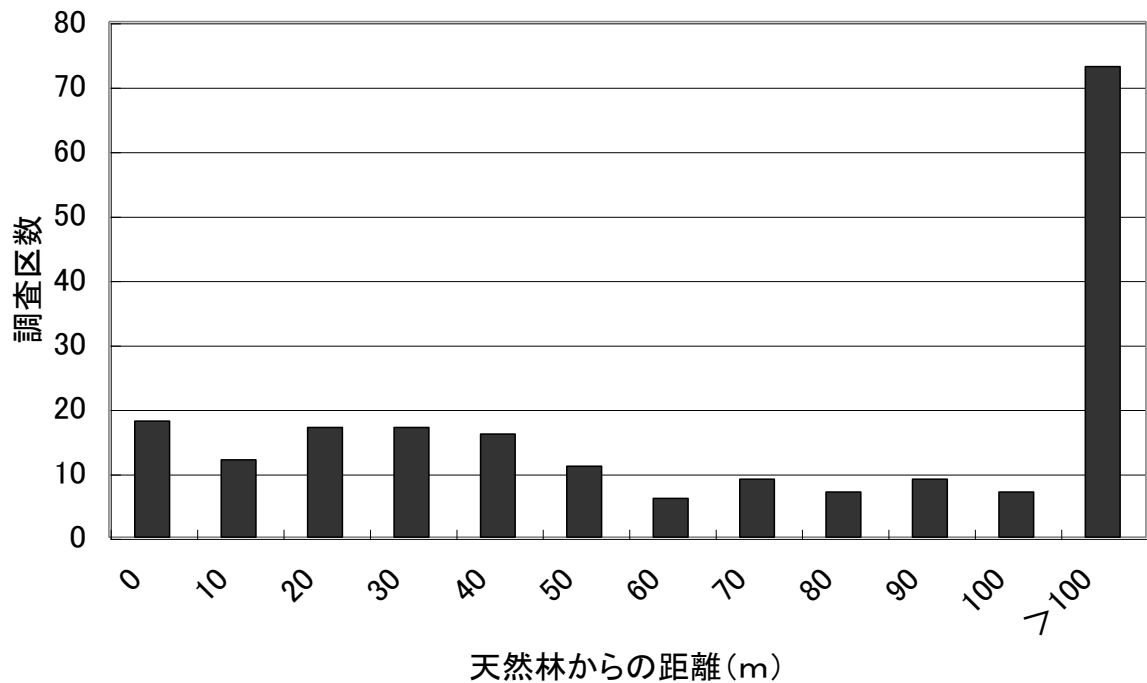


図3. スギ人工林調査区における天然林からの距離の頻度分布

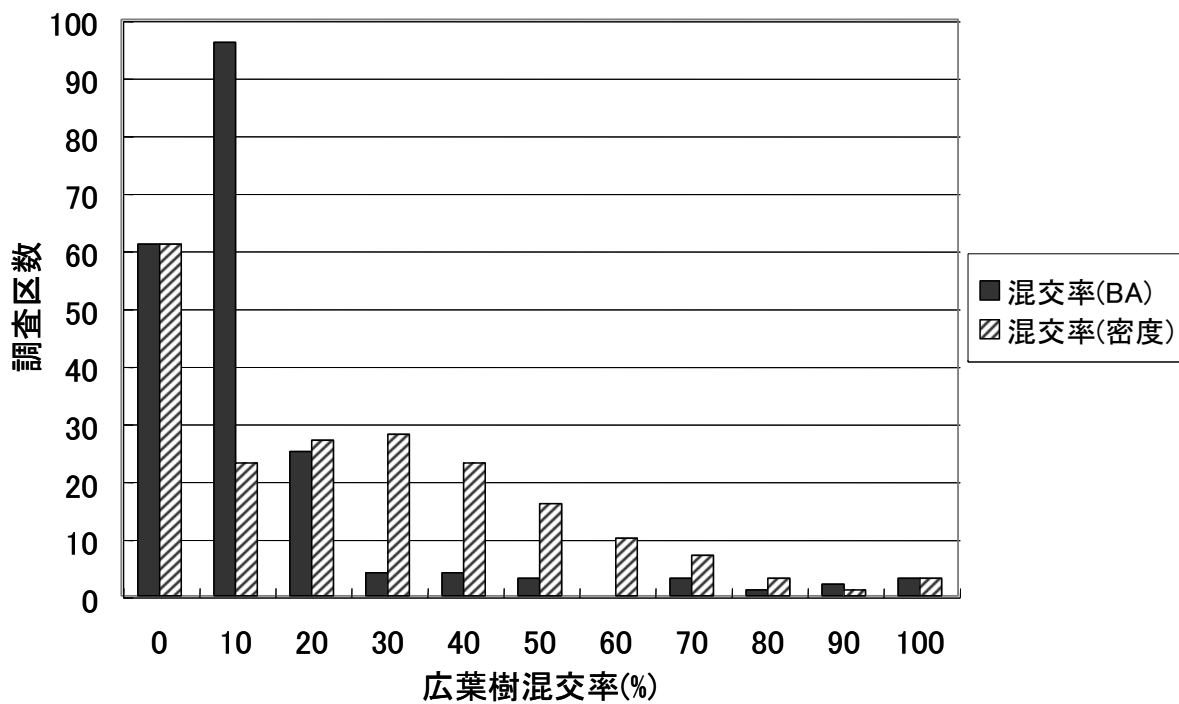


図4. スギ人工林調査区における広葉樹混交率の頻度分布

図4にスギ人工林調査区における広葉樹混交率の頻度分布を示した。61調査区(スギ人工林調査区の30%)がスギの純林であった。

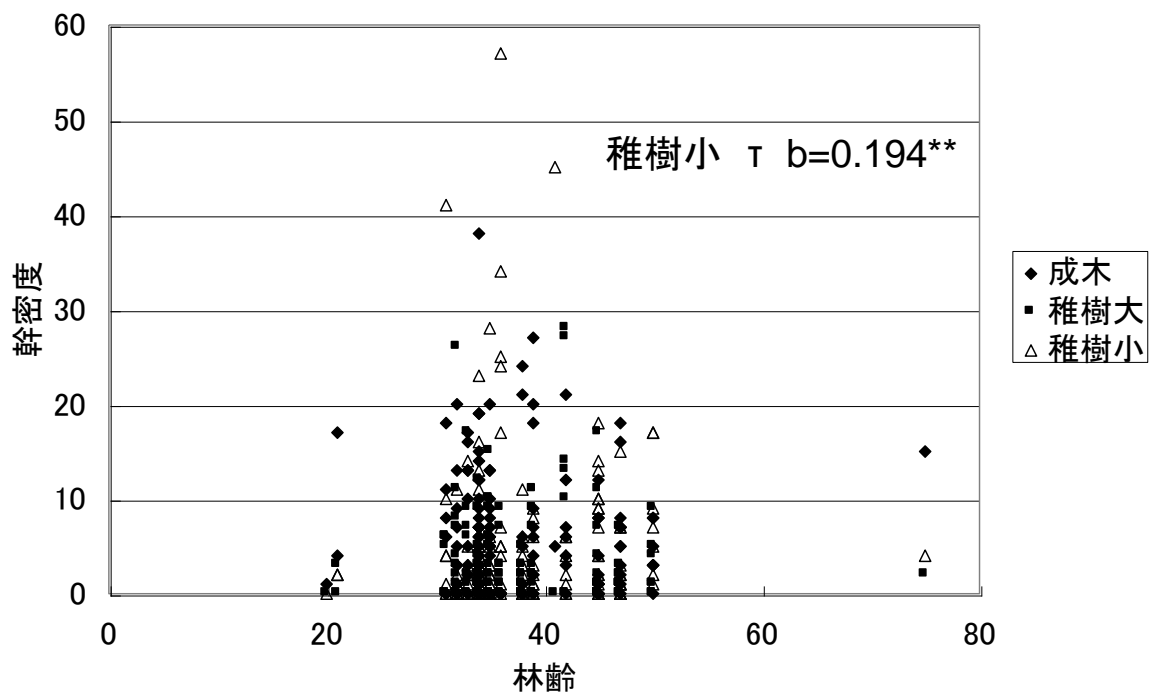


図5. スギ人工林調査区における林齢と天然更新した広葉樹幹密度の関係

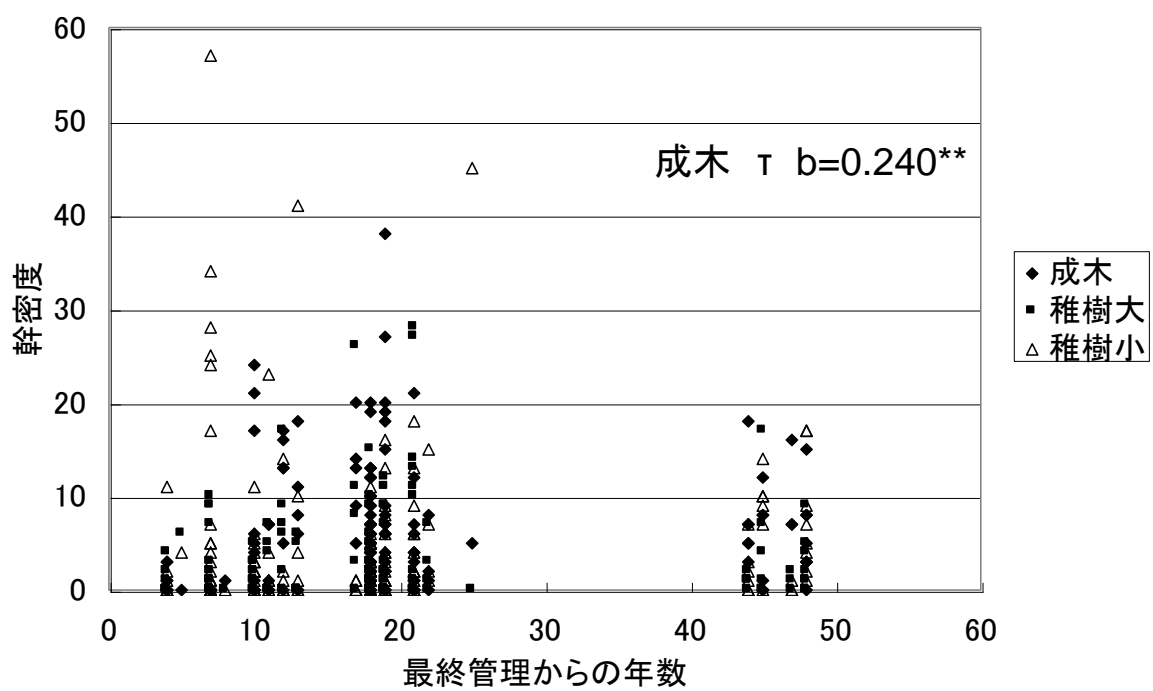


図6. スギ人工林調査区における最終管理からの年数と天然更新した広葉樹幹密度の関係

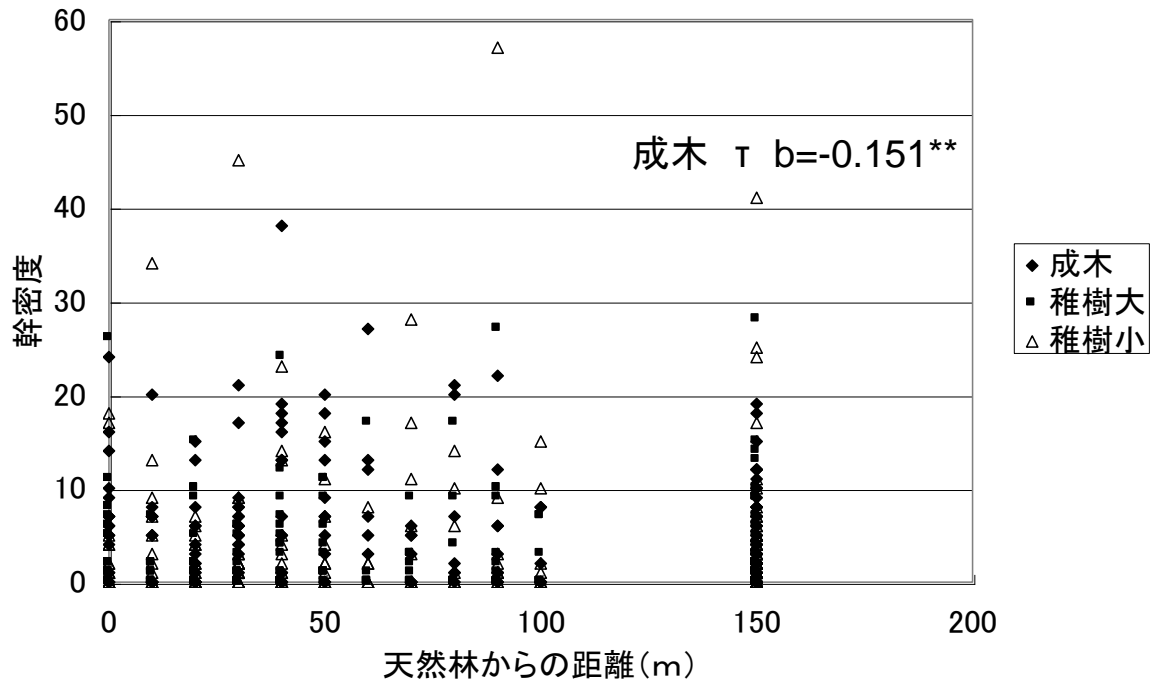


図7. スギ人工林調査区における天然林からの距離と天然更新した広葉樹幹密度の関係

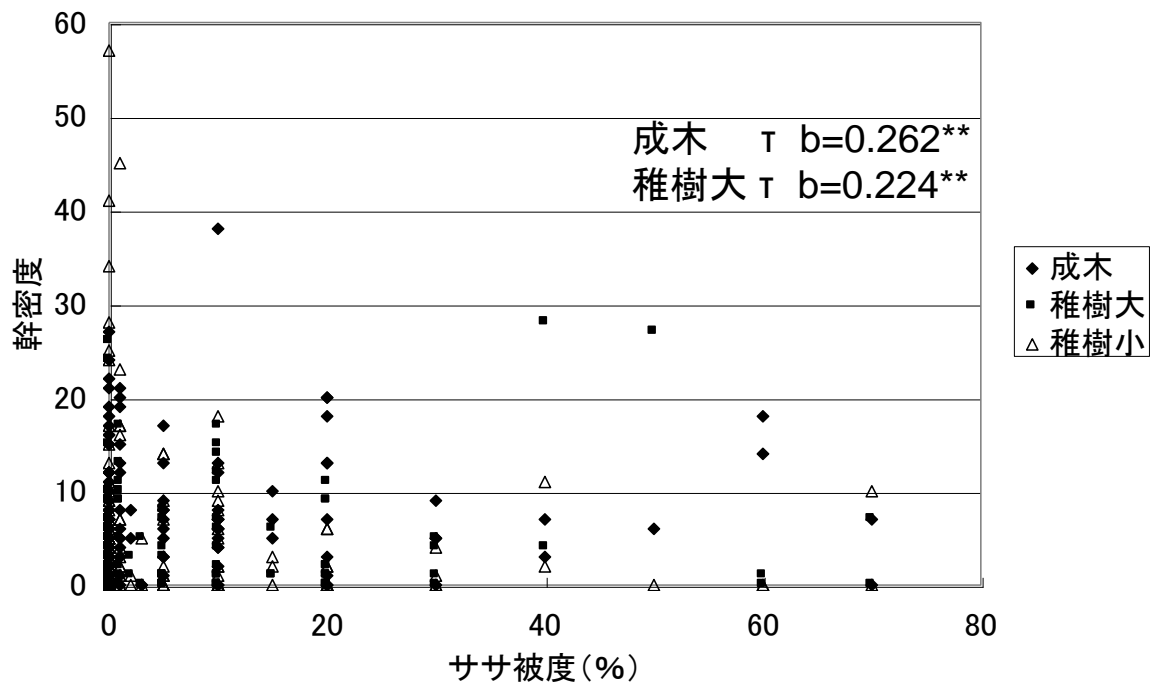


図8. スギ人工林調査区におけるササ被度と天然更新した広葉樹幹密度の関係

スギ人工林調査区における天然更新した広葉樹幹密度に及ぼす林齢(図5)、最終管理からの林齢(図6)、天然林からの距離(図7)、ササ被度(図8)との関係を示した。林齢とは稚樹小で正の相関が、最終管理からの年数とは成木で正の相関が、天然林からの距離とは成木で負の相関が、ササ被度とは成木・稚樹大

で正の相関がそれぞれ見られた。

スギ人工林調査区における天然林からの距離と広葉樹混交率には有意な負の相関関係が見られ、天然林に近いほど混交状態であることが明らかとなった(図9)。

表3に変数選択を用いた一般化線形混合モデルによるスギ人工林での更新密度に及ぼす要因を示した。この解析に関しては、天然林からの距離が100m以内までの調査区のみでの解析と、100m以上は便宜的に150mにしたときの解析を行ったが、ほぼ同様の結果であった。成木に関しては、管理後の年数が経過している調査区ほど密度が高く、林齢の高い林分や2代目の林分で低い傾向が見られた。ブナの成木に関しては、それに加えて天然林からの距離が離れているほど低い傾向が見られた。一方、稚樹小に関しては、その逆の傾向が見られた。

表4に、出現種ごとの幹密度と天然林からの距離と広葉樹混交率の単相関を示した。天然林からの距離に関して成木では、オオバアサガラ、オオヤマザクラでは正の相関が見られたが、トチノキ、ハウチワカエデ、ハクウンボク、ブナ、ミズメ、ヤマモミジでは負の相関が見られた。稚樹では有意な相関の見られた種は少なかったが、ブナは稚樹大・稚樹小ともに負の相関が見られた。広葉樹混交率に関しては、成木での有意な関係は正の相関が見られたが、稚樹では負の相関が見られた種(例、クリ、コシアブラ、ホオノキ)もある。

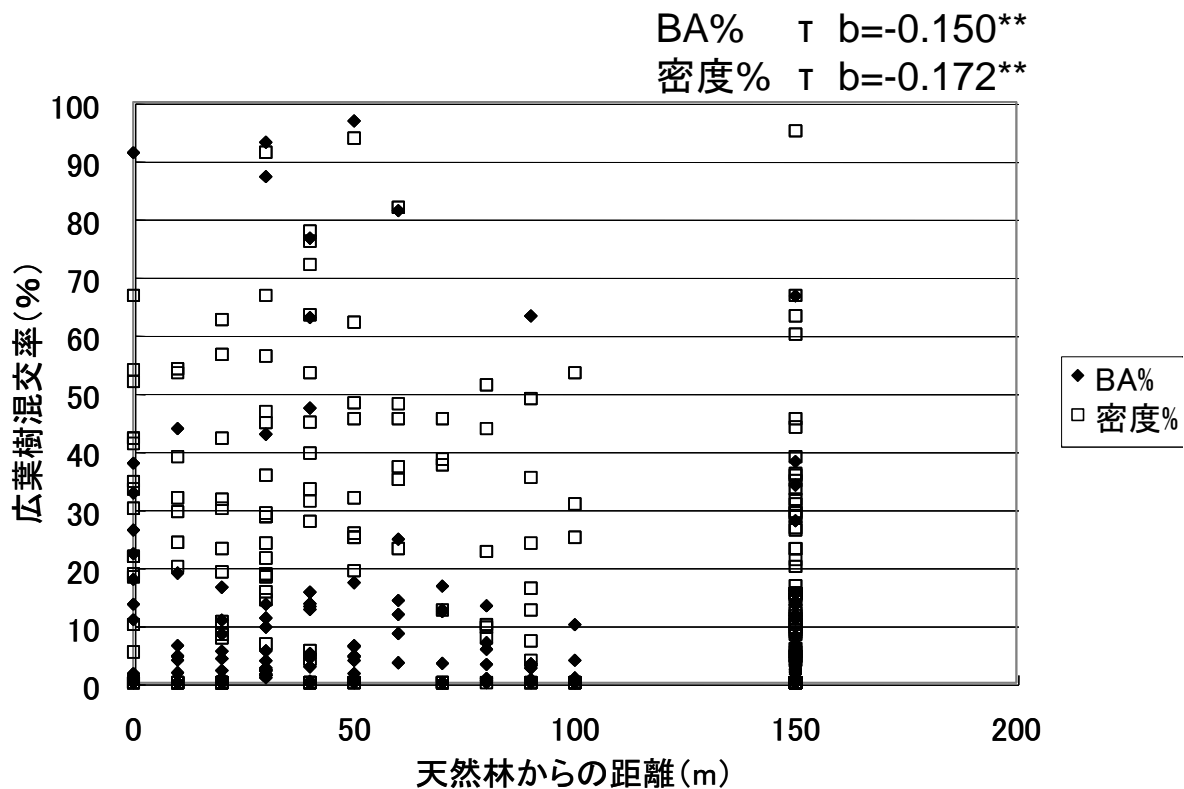


図9. スギ人工林調査区における天然林からの距離と広葉樹混交率の関係

表3. 変数選択を用いた一般化線形混合モデルによるスギ人工林での更新密度に及ぼす要因

a) 天然林から100m以内の調査区のみ

	林齢	管理後年数	管理回数	代目	天然林からの距離	ササ被度
成木	---	++	..	---	..	
稚樹大			..			
稚樹小	++	-	..	+		
ブナ成木	---	++	..	---	..	
ブナ稚樹大	---		..	---	..	
ブナ稚樹小			..			

b) 天然林から100m以上の調査区は150mとした解析

	林齢	管理後年数	管理回数	代目	天然林からの距離	ササ被度
成木	---	++	..	---		
稚樹大			..			
稚樹小	++	-	..	+		
ブナ成木	---	++	..	---	..	
ブナ稚樹大	---		..	---	..	
ブナ稚樹小			..			

網掛けは、選択された変数を示す。

プラスは正の、マイナスは負の相関をそれぞれ示す。++,--:p<0.01, +,-:p<0.05

表4. 出現種ごとの幹密度と天然林からの距離と広葉樹混交率の単相関(KendallのT b)

	天然林からの距離			広葉樹混交率(BA)			広葉樹混交率(密度)		
	成木	稚樹大	稚樹小	成木	稚樹大	稚樹小	成木	稚樹大	稚樹小
アオダモ	-0.003	0.042	-0.010	0.118 *	-0.040	-0.028	0.179 **	-0.011	-0.011
アオハダ	0.066			0.128 *			0.154 **		
アカシデ	-0.023	-0.091	-0.166 *	0.125 *	-0.037	-0.060	0.184 **	-0.010	-0.057
アブラチャン	-0.080			0.191 **			0.257 **		
アワブキ	-0.095			0.151 *			0.180 **		
イタヤカエデ	-0.095	0.136	-0.076	0.224 **	0.058	-0.095	0.200 **	0.040	-0.081
ウリハダカエデ	-0.008	0.087	0.089	0.148 *	-0.087	-0.074	0.142 *	-0.087	-0.099
ウワミズザクラ	-0.018	0.030	0.044	0.199 **	0.021	0.027	0.248 **	0.018	0.050
エゴノキ	-0.062			0.092			0.091		
オオバアサガラ	0.225 **	0.143	0.183 *	0.168 **	0.117	0.087	0.091	0.008	-0.003
オオヤマザクラ	0.123 **			0.161 **			0.149 *		
オヒョウ	-0.086		-0.012	0.110		0.120	0.090		0.133 *
キハダ	0.094			0.136 *			0.146 *		
クリ		0.120				-0.172 *			-0.174 *
キブシ	-0.066			0.147 *			0.211 **		
クサギ	-0.068			-0.013			0.023		
クマシデ	-0.026	-0.096		0.069	0.036		0.067	0.014	
クマヤナギ	0.109			0.008			-0.006		
コシアブラ	0.073	0.046	0.074	0.209 **	0.023	-0.175 *	0.179 **	0.056	-0.175
コナラ	0.072			0.141 *			0.127 *		
コハウチワカエデ	-0.101	0.028	-0.035	0.180 **	0.115	-0.124	0.235 **	0.165 *	-0.121
サルナシ	-0.096			0.106			0.124 *		
サウグルミ	-0.041	0.014	-0.008	0.126 *	-0.123	-0.097	0.116	-0.123	-0.094
サウシバ	0.001		-0.144 *	0.119 *		-0.031	0.124 *		-0.030
シナノキ	-0.012		-0.035	0.064		0.094	0.134 *		0.111
チドリノキ			-0.135			-0.123			-0.123 **
ツルウメモドキ	-0.066			0.097			0.125 *		
テツカエデ	-0.111	-0.060	-0.069	0.160 **	0.074	0.195 **	0.215 **	0.112	0.206
トチノキ	-0.222 **		-0.141	0.267 **		-0.129	0.315 **		-0.129
ヌルデ	0.063			0.106			0.104		
ハウチワカエデ	-0.167 **	-0.025	-0.006	0.209 **	0.133	-0.028	0.252 **	0.183 **	-0.013
ハクウンボク	-0.128 *	0.058	0.030	0.243 **	-0.038	-0.033	0.287 **	-0.006	-0.011
ハルニレ	0.120 *		-0.053	0.183 **		0.109	0.111		0.115
ヒトツバカエデ	-0.075	-0.065	-0.024	0.131 *	0.116	-0.031	0.167 **	0.099	-0.015
フジキ	0.068			0.051			0.070		
ブナ	-0.233 **	-0.311 **	-0.173 *	0.247 **	0.141 *	0.059	0.270 **	0.184 **	0.091
ホオノキ	-0.089	0.057	0.081	0.295 **	-0.027	-0.196 **	0.273 **	-0.021	-0.196 **
マンサク	-0.066			0.174 **			0.188 **		
ミズキ	0.057			0.347 **			0.302 **		
ミズナラ	-0.094	-0.033	-0.089	0.281 **	-0.028	-0.035	0.316 **	-0.031	-0.041
ミズメ	-0.130 *			0.282 **			0.251 **		
メグスリノキ	-0.027	0.085	-0.041	0.112	0.139	0.046	0.133 *	0.095	0.061 *
ヤマグワ	0.062			0.149 *			0.158 **		
ヤマブドウ	0.063			0.102			0.132 *		
ヤマモミジ	-0.123 *	-0.029	-0.028	0.203 **	0.153 *	-0.124	0.259 **	0.205 **	-0.145 *
リョウブ	-0.060	0.169 *	0.128	0.184 **	-0.053	-0.195 **	0.244 **	-0.034	-0.172

**p<0.01. *p<0.05

表5に、1代目・2代目スギ人工林を指標する種を示した。1代目を指標するのはブナ、トチノキなどの堅果を産する種、2代目を指標するのはオオバアサガラ、オオヤマザクラ、キハダなど、遷移初期によく出現すると考えられる種が見られた。

図10に天然林調査区とスギ人工林調査区における成木の広葉樹種の種組成の序列化の結果を示した。図11には図10のスギ人工林調査区を1代目・2代目を区別し、最も決定係数の高かった第1軸と第3軸での結果を示した。スギ人工林はほぼまんべんなく展開されているが、天然林は第1軸が正で第3軸が負の領域に偏って展開された。1代目・2代目を区別したところ、1代目は天然林と近い位置に展開され、種組成が類似していることが示されたが、2代目は第3軸で正の領域に多く展開され天然林との類似度が1代目よりも低いことが示された。また、第1軸は広葉樹混交率(密度)と、第3軸は天然林からの距離とそれぞれ有意な相関が見られた。したがって、広葉樹混交率(密度)が高いスギ人工林ほど天然林との種組成が類似していること、2代目人工林であっても天然林からの距離が近ければ天然林との類似度が高いことが示された。

表5. Indicator Species Analysisによる1代目・2代目スギ人工林を指標する種

	成木		稚樹大		稚樹小	
	1代目	2代目	1代目	2代目	1代目	2代目
ウリハダカエデ						*
オオバアサガラ		**				*
オオヤマザクラ		*				
キハダ		*				
クマヤナギ		**				
テツカエデ	*		*			
トチノキ	**					
ハクウンボク	*					
ハルニレ		**				
フジキ		*				
ブナ	**		**			
ホオノキ					*	
マルバアオダモ		*				
リョウブ						*

**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$.

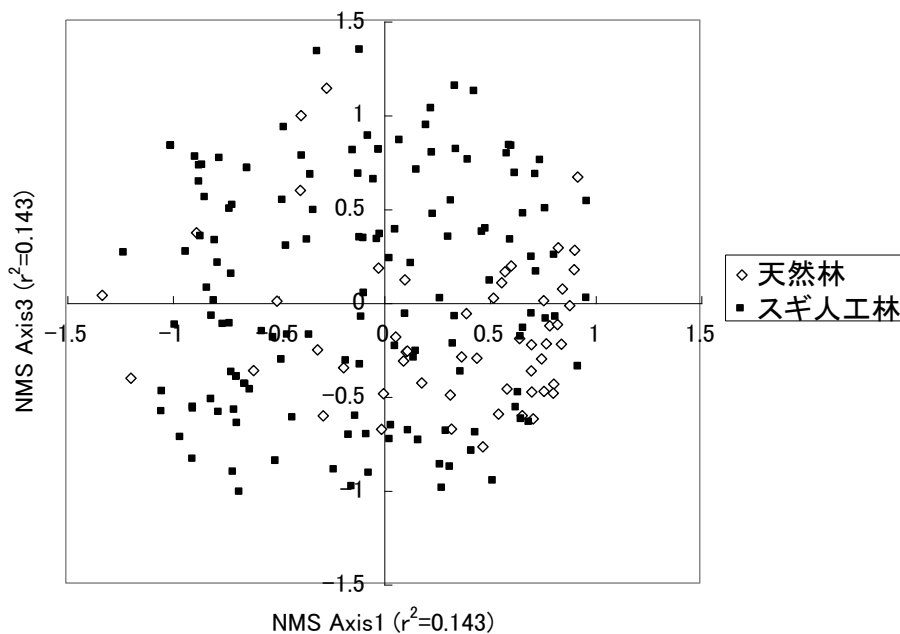


図10. 天然林調査区とスギ人工林調査区における広葉樹種の種組成の序列化

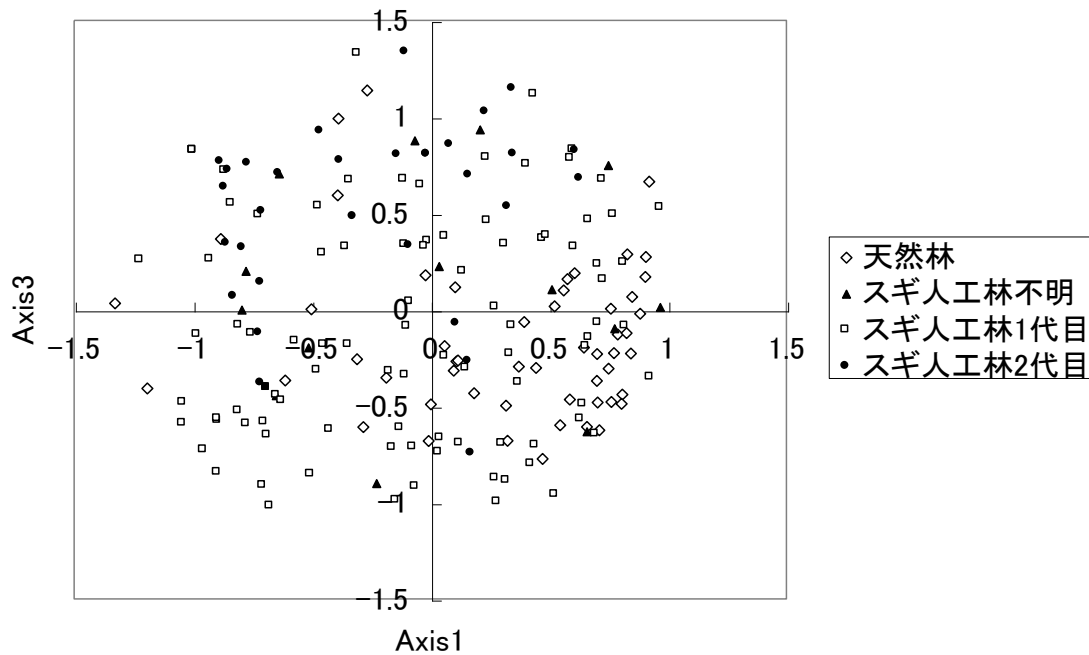


図11. 天然林調査区とスギ人工林調査区における広葉樹種の種組成の序列化
(スギ人工林は一代目・二代目を区別して表記)

4. 考察

赤谷プロジェクトでの人工林の自然林化における「施業指針判定基準」では、人工林の今後の施業を判定する項目として「広葉樹混交率」「目標植生との類似度」「自然林との距離」をあげている。自然林化の困難性が高い林分としては、現在の広葉樹混交率の低い林分であり、そのような林分は天然林からの距離が遠いことが明らかとなった(図9)。さらに、天然林からの距離が遠い林分ではブナの密度が低く(表3、4)、天然林との種組成も異なることが示された(図10、11)。したがって、このような困難性の高い林分において、ブナのような種子散布距離の短く、かつ種子の豊凶が見られる種の更新を可能にし、目標植生に向けて自然林化するための技術開発が必要である。

また、2代目人工林では、成木の密度が低く(表3)、天然林との種組成も異なる林分が多かった(図11)。さらに、2代目人工林では、天然林からの距離が1代目よりも著しく遠い(1代目平均53m、2代目平均133m)こと、ブナやトチノキではなくキハダなどが指標されること(表5)から、目標植生へ向けての自然林化は困難・長期化が予想される。

特にブナなどの堅果を産する種については、天然林からの距離に応じた種子散布制限が天然更新に大きな影響を及ぼしており(Utsugi et al., 2006)、天然林から離れた人工林での自然林への復元が大きな課題となる。種子散布制限が大きな要因であると考えられることから、母樹林となりうる広葉樹林からの距離に応じて、母樹となりうる木や散布のための核となる木を確保することが必要になる。そのためには、広葉樹林からの距離に応じた実験的伐採によって母樹源を増やし、それを空間的に連続させる試みが肝要であろう。

当面、天然更新した樹木が豊富に生育している人工林では、天然林との種組成の類似度が高いこともあり(図10、11)、自然林への復元を検討する上での優先度は、概して低いといえる。しかしながら、現在更新している樹木が今後の順調に生長していくとは限らない。Gonzales and Nakashizuka (2010)は、種子から稚樹への更新制限の方が、稚樹から若木への制限よりも強いことを示している。スギや天然更新してきた樹種間での競争関係を把握し、場合によっては伐採等による競争緩和が必要になるかもしれない(小川ほか、本報告書)。いずれ、自然林化を目指す上での対象林分の吟味とその後のモニタリングによって検証が必要となろう(「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム 2012)。

5. 謝辞

本調査にあたっては、植生管理ワーキンググループおよび赤谷森林ふれあい推進センターのみなさんをはじめとする多くの方々に大変お世話になった。特に野外調査にあたっては、安藤麻菜（富士森林施業技術研究所）、小山未奈・浅井孝太・井出添敦美・小嶋ゆきえ・来須卓哉・高橋里衣・本多 結・松島綾子・水田圭亮・棟方まり子・谷中悠佳・渡部真伍・井上 歩・小川智也・清水浩香・田代 実・富永莉恵・野口秀美（以上、東京農業大学）、五十嵐彬子・大山拓郎・斎藤時子・芝原 友・山田いずみ・船田涼子・斎藤瑛璃香・斎藤友恵・松本幸二（以上、新潟大学）、五十嵐翼・唐澤由花・小林紀博・柳 貴洋・柳沢 茜・山口知子・山本貴紀・吉村一樹（以上、長野大学）の皆さんに、ヤマビルに食いつかれながらもご協力いただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

なお、本稿における、天然林からの距離が 100m 未満のスギ人工林に関しては、Nagaike et al (2012) に発表した。

6. 引用文献

- Dufrêne, M. and Legendre, P. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetric approach. *Ecological Monographs*, 67, pp. 345-366.
- Frazer, G. W., Canham, C. D. and Lertzman, K. P. (1999) *Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation*. URL <http://www.ecostudies.org/gla/>.
- Gonzales RS, Nakashizuka T (2010) Broad-leaf species composition in *Cryptomeria japonica* plantations with respect to distance from natural forest. *For. Ecol. Manage.* 259 2133-2140
- 「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム（2010）広葉樹林化ハンドブック 2010—人工林を広葉樹林へと誘導するため—。独立行政法人森林総合研究所
- 「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム（2012）広葉樹林化ハンドブック 2012—人工林を広葉樹林へと誘導するため—。独立行政法人森林総合研究所
- McCune, B. and Mefford, M. J. (1999) *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological data, Ver. 4*. MjM Software Design, Oregon, U. S. A.
- Nagaike T (2010) Effects of altitudinal gradient on species composition of naturally regenerated trees in *Larix kaempferi* plantations in central Japan. *J For Res* 15 65-70.
- Nagaike T (2012) Review of plant species diversity in managed forests in Japan. *ISRN Forestry* 2012: Article ID 629523.
- Nagaike T., Fujita T., Dejima S., Chino T., Matsuzaki S., Takano Y., Takahashi K (2012) Interactive influences of distance from seed source and management practice on tree species composition in conifer plantations. *For Ecol Manage* 283: 48-55.
- R Development Core Team (2008) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- SPSS Inc. (2002) *SPSS 11.5J Brief Guide*. Tokyo, Japan.
- Utsugi E., Kanno H., Ueno N., Tomita M., Saitoh T., Kimura M., Kanou K., Seiwa K (2006) Hardwood recruitment into conifer plantations in Japan: Effects of thinning and distance from neighboring hardwood forests. *For. Ecol. Manage.* 237: 15-28.

5. 自然林復元試験地で何がわかったか (カラマツ林主伐試験地 (241つ)、スギ林主伐試験地 (233は1:吹路)、スギ林間伐試験地 (244へ3)、スギ林主伐試験地 (241た、る1))

藤田卓 (日本自然保護協会)

I. 赤谷プロジェクトにおける自然林復元試験地の目的と、試験地設定の経緯および背景

I-1. 試験地設定の経緯および背景

赤谷プロジェクトは、生物多様性保全のために、人工林の約2/3 (約2300ha) を自然林に誘導することを目標とし、そのための手法として当面は植栽せずに自然の遷移を利用して復元させることを目指している。しかし、植栽せずに人工林を自然林に復元する取り組みは前例がないことから、復元するための技術や知見の集積が課題である。そのため、プロジェクトでは、2004年から2011年までに4箇所の試験地を設定して、伐採後植栽などの人為に頼らず自然の遷移を利用して復元することができるのか? またどのような管理方法 (伐採面積の違いなど) が有効なのかを検証するための実験が行われている (表1, 図1)。

なお、2009年までは現場の伐採方法や、調査目的、調査方法など試行錯誤を重ねながら進めたこともあり、統一できていない部分もあったこと、2011年度より5カ年の森林計画書 (「赤谷の森地域管理経営計画書」) の中で、試験地の設定を計画に位置づけるため、試験地の設定方針・目的について明文化し (図1; 「赤谷プロジェクト 試験地設定の基本方針」)、試験地を体系的に設定することとした。2011年に設定した4番目の試験地「241た1、る1」はこの考え方に合わせて設定された。また、試験地設定の目的、評価手法については、下記のI-2. でまとめたが、順次結果の評価を行いながら修正しているのが現状であり、I-2の内容は今後改めて検討する必要がある。

表1. 赤谷プロジェクトエリアにおける自然林復元試験地一覧と試験の概要

番号	設定年度	林小 班	伐採 種	樹 種	目的	試験地の 施業内容	調査項目
1	2004 (H16)	244へ3	間伐	スギ	伐採幅を変更した場合に生じる更新への影響把握	2伐4残、3伐6残及び非間伐	植生調査、毎木調査 光環境調査
2	2006 (H18)	241つ	漸伐	カラマツ	植栽せずに天然更新ができるか、ブナ-ミズナラ林に復元するためもっとも適切な伐採方法は何か	20m幅、30m幅、40m幅帯状皆伐、保残区	植生調査、毎木調査 光環境調査
3	2009 (H21)	223は1	皆伐	スギ	伐採後の植生の回復過程の解明により、植栽せずにスギ林から広葉樹自然林に転換する可能性を明らかにする。	3.6haを皆伐	植生調査、毎木調査、光環境調査
4	2011 (H23)	241た1、る1	漸伐	スギ	伐採方法の違い (伐採幅、広葉樹保残の有無)、人工林の履歴、自然林からの距離が天然更新及び生態系に与える影響を評価する。	20m・40m帯状皆伐区、広葉樹保残区、保残区、(他、自然林からの距離 (0-200m)、人工林履歴 (1代目、2代目) シカ柵設置区)	植生調査、毎木調査、光環境調査 (他、哺乳類、コウモリ、徘徊性昆虫、野鳥を指標とした多様性の回復状況モニタリング)

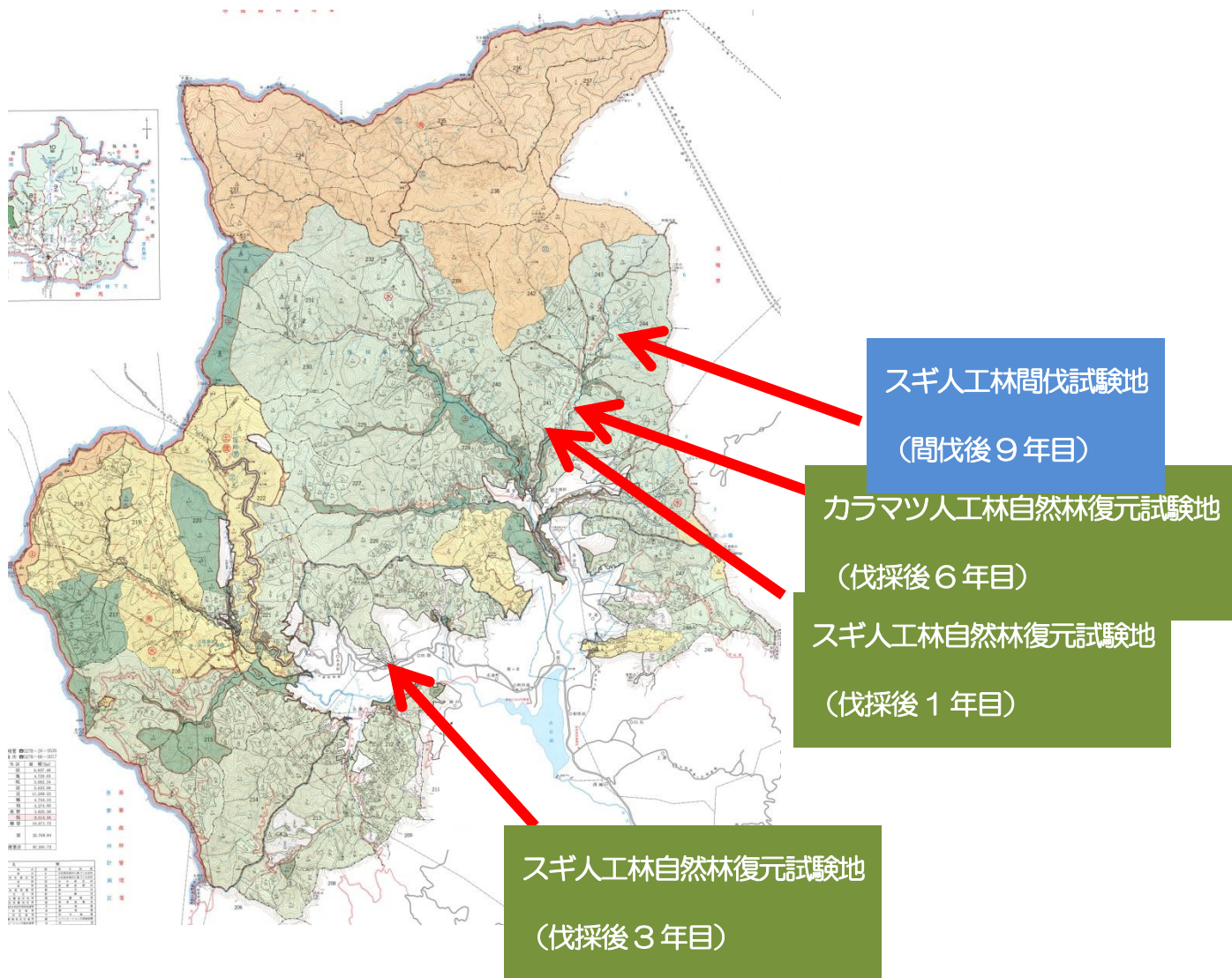


図1. 自然林復元試験地配置図 (2012年時点)

赤谷プロジェクト 試験地設定の基本方針

設定の目的

本来あるべき森林に誘導するための、人工林管理手法の技術と仕組みの開発
→生物多様性復元のための森林施業を赤谷全域に展開する前のやり方を定める。

赤谷プロジェクトにおける試験地とは？

- (1) 施業技術のモデルとなるため、反復回数・調査頻度・検証項目などに、科学的厳密さを確保した試験地
- (2) 「全域が試験地的取扱い」という観点から、実験的施業を積極的に実施、反復回数・検証項目などを簡素化した試験地

試験区配置の考慮事項 (主に (1))

- ・対象エリア：主に自然林に誘導するエリア②～④が対象。⑤⑥の生物多様性復元施業群も可。エリア①は除外 (方法を確立してから実施)。
- ・樹種：スギを主。カラマツは林床のササとセットの場合に考える。
- ・潜在植生：ブナ帯、クリ帯、水辺林の3タイプ毎に実施。
- ・林齢：標準伐期齢＝スギ・アカマツ 35年、カラマツ・ヒノキ 40年
除伐対照となる若齢林の実験も効率のよい復元方法として試験も必要
- ・保安林規制：保安林の「指定施業要件」中の「植栽義務」の有無がポイント
- ・林道からのアクセスが容易である方がよい
- ・面積：小班面積が大きい方がよい (←同一条件下で複数の伐採が可能)

試験すべき項目 (数字が優先順位)

1. 自然林までの距離 2. 人工林履歴 3. 混交率 4. シカ
- 自然林への誘導が困難な場所かつ面積の大きい条件を優先して実験

潜在植生×自然林からの距離×履歴×伐採方法で整理

図1. 赤谷プロジェクト 試験地設定の基本方針

2010年度第一回植生WG 資料4より

I-2. 赤谷プロジェクトにおける自然林復元試験地の目的および評価方法について

I-2-1. 目的

赤谷プロジェクトは、生物多様性保全のために、人工林の約2/3（約2300ha）を自然林に誘導することを目標とし、そのための手法として当面は植栽せずに自然の遷移を利用して復元させることを目指している。しかし、植栽せずに人工林を自然林に復元する取り組みは前例がないことから、復元するための技術や知見の集積が課題である。赤谷の森の将来像および5カ年の計画を定めた“赤谷の森基本構想”、“赤谷の森地域管理経営計画書”において、人工林の立地環境（自然林からの距離、植栽樹種、潜在自然植生、人工林履歴など）に応じて、伐採試験地を体系的に設定し、復元するための技術や知見を集積すること、また試験地を設定するための考え方「赤谷プロジェクト 試験地設定の基本方針」（図1）を策定し、この考え方に沿って試験地を設定することとしている。

I-2-2. 試験結果の検証および評価スケジュール

試験で得られた成果を、今後の管理方針へ反映させるためには、伐採後5、10、15、20、30年目に試験地における自然進入木の更新状況を含む生物多様性の復元状況を評価する必要がある。伐採直後の植生は短期間に変化し、初期の植生の変化が将来の植生に大きな影響を与える可能性があること、伐採前の植生、前生稚樹等が伐採後の植生に大きな影響を与えると予想される。以上のことから、各試験地の調査は、伐採前、伐採後1、3、5、10、15、20、30年目に実施することが必要である。なお、今後知見が集積され、効率的な調査方法を検討した上で、調査回数は順応的に見直すこととする。

I-2-3. 目標植生の考え方

「赤谷の森」では、生物多様性保全のため、生態系のプロセスが作り出す本来あるべき自然林を中心とした森の姿に復元することを目指し、人工林から自然林へと復元する林分の「目標植生（将来の望ましい森林の姿）」は、潜在自然植生を基本としている（赤谷の森基本構想）。

一方で、伐採後植栽しなかった場合に、目標植生に遷移するまでには、相当な時間がかかることが予測される。そのため、目標植生への誘導が最終目標であるが、各林分の環境条件を考慮し、目標とする植生にいつまでに到達するのかについては、今後プロジェクト関係者で検討する必要がある。

I-2-4. 復元状況の評価方法

1) 更新状況の評価

人工林を自然林に復元するために伐採し、その更新状況を短期的（多くが伐採後5年目）に評価するための基準は多数設定されている（田内 2012）。しかし、人工林を自然林に復元するためには数十年～数百年程度の時間がかかるため、本来は樹木の实生や稚樹が成長し、少なくとも種子生産を始めるステージになった時点で更新完了とするのが妥当である（正木ら 2012）。しかし、実際の施業の現場では、伐採後数年後で将来の更新の可能性について判断し、完了する見込みが低いと判断した段階で、早急な更新補助作業が必要となる場合がある（正木ら 2012）。しかし、人工林を自然林に復元するための実験は1970年代以降に実施され、実験が継続的に続く例は非常に少なく、現状ではどのような条件ならば実験が成功したのかは明らかになっていないため、これらの基準は慎重に扱う必要がある（新山 2010）、更新完了基準はあくまで暫定的な目安と考え、随時改定する必要がある（正木 2012）。伐採後、短期間に判定した更新完了基準が、その後数十年後に実際目的とした森林が成立したのかどうか？検証された事例は国内においては数例しかない。本論では、その中でも大規模なモニタリングが継続して行われた苗場山ブナ天然更新試験地の事例で得られた伐採後10年目の稚樹密度と30年後の更新成功の関係（正木ら（2012））も参照した。

そのため、本実験では、過去に報告された複数の完了基準を参照するとともに、下記の3つの基準を用いて評価を試みた。

基準① 天然更新した樹木の本数

基準② 目標とする主要構成樹種の本数や、目標とする潜在自然植生との類似性

基準③ サイズ構造

なお、基準①と②に関しては以下の複数の基準を参照して評価を行い、樹高 30cm 以上の樹木を主な対象とした

論文	天然更新完了基準および更新成功率
前田 (1988)	施業後 10 年 50,000 本/ha 以上 ※ブナ自然林を伐採して、植栽せずにブナ林に更新させることを目的として提案された目安
正木ら (2012)	■苗場山ブナ天然更新試験地 【約 30 年後のブナ更新成功率 (ブナの被度 50%以上)】 ・ 50cm 以上のブナが 50,000 本/ha 以上で 4 割 ・ 50cm 以上のブナが 200,000 本/ha 以上で 8 割 【約 30 年後の高木性樹種の更新成功率 (高木性樹種被度 50%以上)】 ・ 50cm 以上 5,000 本/ha、かつ競合する植生が 30cm の場合 4 割、競合する植生が 2m の場合 2 割 ※ブナ自然林を 1968 年に 5 段階の強度 (皆伐-対照区) で伐採+林床処理 (刈り払い等) を行い、1978 年に残存母樹も伐採された試験地。この残存母樹の伐採から 4 年後の 1982 年時点の個体数密度から 2008 年時点の更新成功率を実測値をもとに求めたもの
正木ら (2012)	■天然更新完了基準 (森林管理局および県 ; 表-1)

表-1. 天然更新完了基準の概要

要素ごとの判定基準	森林管理局および県の数
稚樹高	
30 cm ~	25
50 cm ~	5
100 cm ~	4
200 cm	3
密度	
2000 本未満	5
2000~3000 本	8
3000~4000 本	14
5000 本	10
10000 本	1
判定時期	
5 年未満	5
5 年	32
6 年	1

森林管理局および県で策定された天然更新完了基準で用いされている各要素 (平均的な稚樹高、ha あたり稚樹密度) の基準値と、判定時期。判定時期については、たとえば 3 年目に一度判定し、更新状況が芳しくなければ 5 年目に再度判定する方法を採用している県もあったが、この場合は、最終的に判断を下す 5 年を判定時期とした。また、県によっては「更新指数」を用いる場合もあるが、これについては表には含めていない。

正木ら (2012)

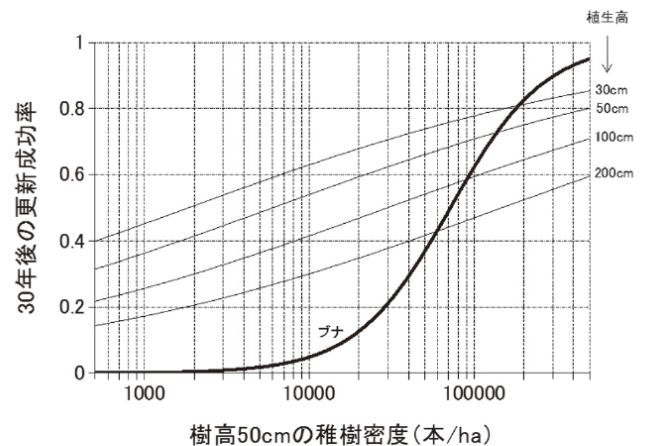


図-2. 判定時の稚樹密度および競合する植生高と、30 年後の更新成功率の関係

更新の成功率を推定パラメータ (表-2) から計算して図示した。稚樹高は 50 cm と仮定し、細い線は全高木性樹種、太い線はブナを示す。全高木性樹種については、競合する植生高を 30, 50, 100, 200 cm の 4 とおりを設定し、それぞれについて確率を計算した。

正木ら (2012)

2) 生物多様性復元の評価方法

鳥類 : 個体数・種組成、もしくは指標種※の個体数 (ポイントセンサス)

哺乳類 : 個体数・種組成、もしくは指標種の個体数 (センサーカメラ)

ニホンジカ摂食率 : 動物防護柵 (10m×10m 柵) を設置し、柵の内外の植物の摂食率、植物の種組成の比較

※人工林において密度が一般的に低い種群として、カラ類などの樹洞営巢者、キツツキ類などの樹幹探索者、アカハラなどの果実食者、ヒタキ類などのフライキャッチャーなど (山浦 2007) が指標種候補となる。鳥類や哺乳類の生物多様性復元の評価方法として、伐採した林分 (対象地) と自然林 (リファレンス) を比較して、各種 (指標種など) が自然林に近づいているのかどうかを評価する手法が考えられる (図 7)

事業目標が達成されたのかを評価するために、注目する種・指標を明確にした上で、BACI デザイン

(Before、After、Control、Impact ; Green(1979), Stewart-Oaten et al. (1986)) に加え、目標とすべき自然のサイト (Reference) を加えた BARCI デザインが望ましい (Lake2001, 中村 2003)。具体的には、実験の影響を受けるサイト (Impact) と受けないサイト (Control)、目標とすべき自然のサイト (Reference) を設定し、その改修前後 (Before、After) の比較を行うことによって、改修によって目的が達成されたのか、事前に設定した指標 (指標種の個体数、光環境などの物理指標など) をもとに評価することを基本とするものの、この手法は調査の労力が大きいため、現実に即してより簡便な評価方法も検討する。

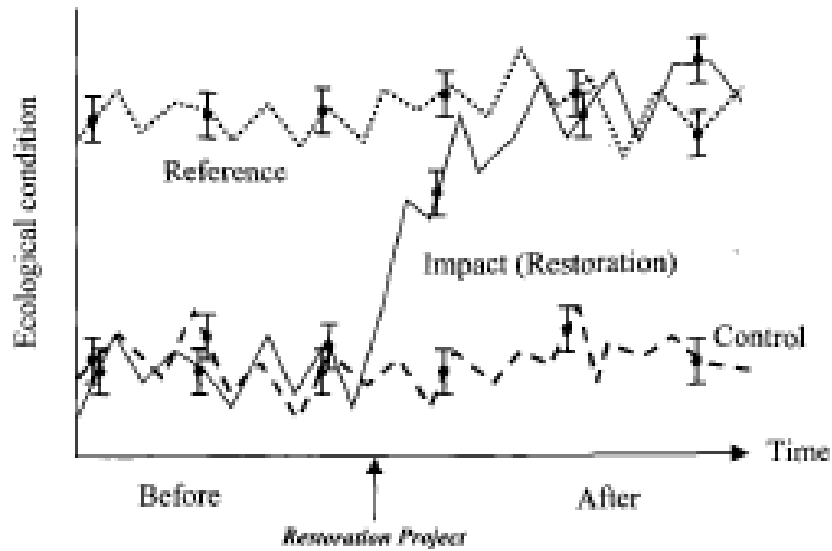


図7. 指標種の評価例 (中村 2003)

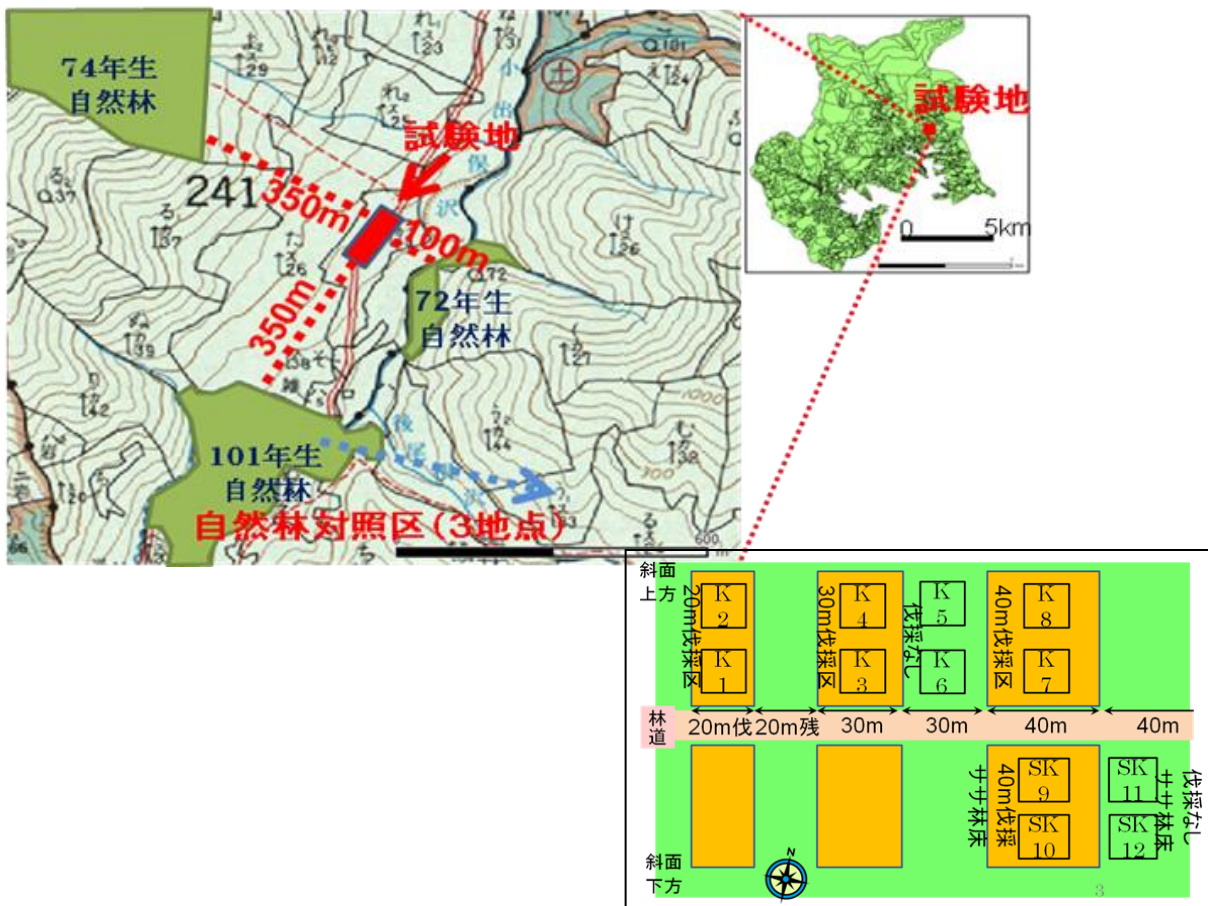
Fig. 2. BARCI sampling design with replicated temporal sampling.

II. 各自然林試験地において何がわかったか (各論)

(1) カラマツ漸伐試験地 (241つ林小班)

1-1. 試験地の概要

- ① 位置等：標高770m
- ② 人工林の履歴：伐採時林齢：48年生カラマツ林、2代目人工林
1代前はスギ人工林、昭和初期は草地
- ③ 自然林からの距離：自然林から少なくとも100m以上離れていて、周囲は人工林
- ④ 設定年度：2006年度(平成18年度)
- ⑤ 施業内容：20m、30m、40m幅で帯状に伐採（伐採前に定着していた広葉樹も含めてすべて伐採し、木材は搬出）。合計伐採率50%の漸伐（2.94ha）材は搬出（2006年11月～12月）



1-2. 試験地の目的

赤谷の森では生物多様性復元のため、人工林を自然林に誘導することとしており、H23年度に樹立した赤谷の森管理経営計画において、生物多様性復元のため、赤谷の森に存在する人工林約3千haの内、約2千haを自然林に誘導することになった。復元にあたっては自然の回復力を活用し、当面、植栽は行わず自然再生を進める方針としているが、人工林を自然林に誘導する手法は存在しない。そこで、赤谷プロジェクトでは、実験的な施業を行い、人工林を自然林に誘導する手法を確立しながら、人工林を自然林に復元する計画である。

本研究では、伐採前および伐採後に実施した6年間の植生調査および毎木調査結果に基づいて、下記の2つの目的が達成されたかのを検証する。

- 1) カラマツ人工林を主伐することによって、植栽せずに天然更新ができるかを検証する
- 2) 目標植生（ブナ-ミズナラもしくは、コナラ-クリ群落）に復元するために、最も適切な伐採方法は何か？

1-3. 目標植生の考え方

この試験地は、現在ある人工林を自然林に復元することが目標である。この試験地は、潜在自然植生図によると、ブナ-ミズナラ群落もしくは、コナラ-クリ群落の移行帯にあたるため、この試験地の最終的な復元目標の植生は、これら2つの群落の要素をもった植生である。

一方で、この林分は、2代目の人工林でありその前は草地だった履歴があること、自然林から少なくとも100m以上離れていて、周囲は人工林に囲まれている。伐採前の人工林内には、広葉樹が多少定着していた。人工林の履歴、自然林からの距離という観点から、伐採後、広葉樹を植栽しなかった場合には、最終的な復元目標の植生になるには、相当な時間がかかることが予測される（表1）。

以上のことから、本実験では、復元目標の植生への誘導が最終目標であるが、伐採後数十年は二次的な植生が続くことも想定するとともに、伐採後に植生が回復しないような状況避けることを前提として、試験地を設定した。

表 1. 人工林を自然林に復元する際に、条件毎の天然更新の可能性

天然更新の可能性	高い	←	→	低い
人工林の履歴	1代目			2代目 草地由来
自然林からの距離	近い(<50m)			遠い(>50m) >100m
前生樹の量	少ない		中?	多い

● 今回の試験地

1-4. 復元状況の評価方法

人工林を自然林に復元するために伐採し、その更新状況を短期的（多くが伐採後5年目）に評価するための基準は多数設定されている（田内 2012）。しかし、人工林を自然林に復元するためには数十年～数百年程度の時間がかかるため、本来は樹木の実生や稚樹が成長し、少なくとも種子生産を始めるステージになった時点で更新完了とするのが妥当である（正木ら 2012）。しかし、実際の施業の現場では、伐採後数年後で将来の更新の可能性について判断し、完了する見込みが低いと判断した段階で、早急な更新補助作業が必要となる場合がある（正木ら 2012）。しかし、人工林を自然林に復元するための実験は1970年代以降に実施され、実験が継続的に続く例は非常に少なく、現状ではどのような条件ならば実験が成功したのかは明らかになっていないため、これらの基準は慎重に扱う必要がある（新山 2010）、更新完了基準はあくまで暫定的な目安と考え、随時改定する必要がある（正木 2012）。伐採後、短期間に判定した更新完了基準が、その後数十年後に実際目的とした森林が成立したのかどうか？検証された事例は国内においては数例しかない。本論では、その中でも大規模なモニタリングが継続して行われた苗場山ブナ天然更新試験地の事例で得られた伐採後10年目の稚樹密度と30年後の更新成功の関係（正木ら（2012））も参照した。

そのため、本実験では、過去に報告された複数の完了基準を参照するとともに、下記の3つの基準を用いて評価を試みた。

- 基準① 天然更新した樹木の本数
- 基準② 目標とする主要構成樹種の本数や、目標とする潜在自然植生との類似性
- 基準③ 林分構造（樹高・階層構造）

なお、基準①と②に関しては以下の複数の基準を参照して評価を行い、樹高30cm以上の樹木を主な対象とした

2. 方法

2-1. 調査方法

伐採後の植生の変化を明らかにするために、各調査区において植物社会学的調査 (Braun-Blanquet 1964) に基づく植生調査を2006年(伐採前)から2011年(伐採後5年目)までの6年間毎年実施した。さらに、木本の萌芽株(カラマツ林伐採時に伐採された広葉樹)と新たに定着した実生を対象とした毎木調査を2010年10~11月に行った。

木本種のうち、低木~高木種を対象とし、樹高30cm以上の稚樹とそれ未満の実生に分けて調査した。樹高30cm以上の稚樹は、個体毎にナンバーテープをつけ、個体毎に、種名・樹高・生死・動物摂食の有無を記録した。30cm未満の個体は種・個体数を記録した。また、この地域の潜在自然植生を把握するために、調査地が正木ら(2012)年生の自然林(241と小林班:コナラが優占しミズナラ、ブナなども生育する林分)において、10m×10m(水平距離)の方形区を3つ設置して、上記と同じ方法で調査した。

20m、30m、40mの各処理区の光環境について、2006年に照度計を用いて1処理区あたり4地点、2009年、2011年に光量子束密度計を用いて、1処理区あたり10地点ランダムに設置して、高さ約1~2mの光環境を計測した。

3. 結果

3-1. 伐採前の天然更新樹木の分布状況(2006年)

伐採前2006年時に定着していた木本(おおむね胸高直径5cm以上)は、1~27本/100m²生育していたが、その内、潜在自然植生となるブナ、ミズナラ林、クリ、コナラ林の主要構成樹種は0~3本/100m²と少ないものの、定着していた。また、ササ林床地で、天然更新木本の個体数が少なく、伐採前の天然更新状況は処理間で大きく異なっていた。

3-2. 基準① “基準①天然更新した樹木の本数” の評価

伐採後に天然更新によって定着した個体数は、伐採後に増加し、30、40m帯状伐採区においては2年目に飽和し、20m帯状伐採区は、4年目に飽和した(図3)。また、定着した個体数は、伐採後5年目の2011年時には、20m伐採区において最も個体数が多かった。

関東森林管理局の更新完了基準(その他広葉樹漸伐天然下種更新(天下2類))は、伐採後5年目に樹高30cm以上の有用天然木が5000本/ha以上が生育していることとしている(林野庁 昭63.3.31 63前計第214号、平成.6.12 元前計第312号)。この試験地の5年目の結果から、この林野庁の基準を満たす調査地は20m伐採区のK1のみであった。また高木性樹種に加えて一部の小高木種(コハウチワカエデ・ヒトツバカエデ、ヤマモミジ)を入れると、ササ林床地点以外は、すべてこの基準以上の個体数が定着していた。また、地点間の高木種の本数の違いは、主にウワミズザクラの本数の違いであった(表2)。

3-3. 基準② “目標とする潜在自然植生との類似性” の評価

表-1. 天然更新完了基準の概要

要素ごとの判定基準	森林管理局および県の数
稚樹高	
30 cm ~	25
50 cm ~	5
100 cm ~	4
200 cm	3
密度	
2000 本未満	5
2000~3000 本	8
3000~4000 本	14
5000 本	10
10000 本	1
判定時期	
5 年未満	5
5 年	32
6 年	1

森林管理局および県で策定された天然更新完了基準で用いされている各要素(平均的な稚樹高、haあたり稚樹密度)の基準値と、判定時期、判定時期については、たとえば3年目に一度判定し、更新状況が芳しくなければ5年目に再度判定する方法を採用している県もあったが、この場合は、最終的に判断を下す5年を判定時期とした。また、県によっては「更新指数」を用いる場合もあるが、これについては表には含めていない。

目標とする潜在自然植生と推定される隣接した自然林 (241 と) の種組成と、本試験地において定着した樹木の種組成を比較すると、大きく異なっていた。また、伐採幅間で、この類似性について大きな違いは見いだせなかった。

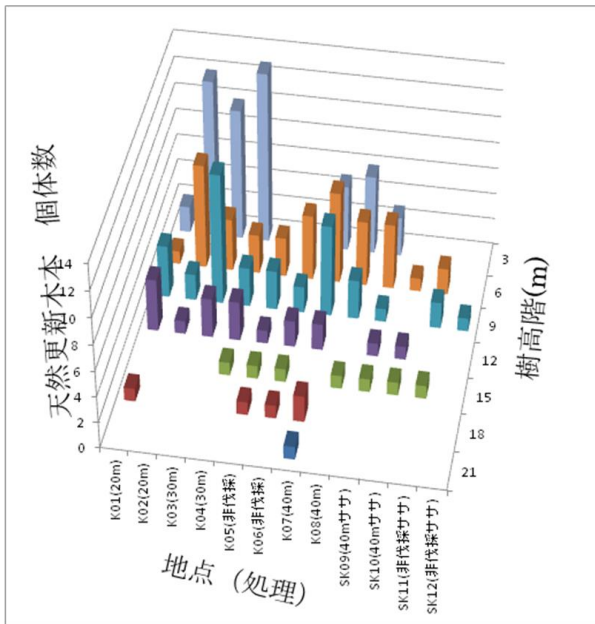


図 2. 各地点の天然更新木本の樹高階分布

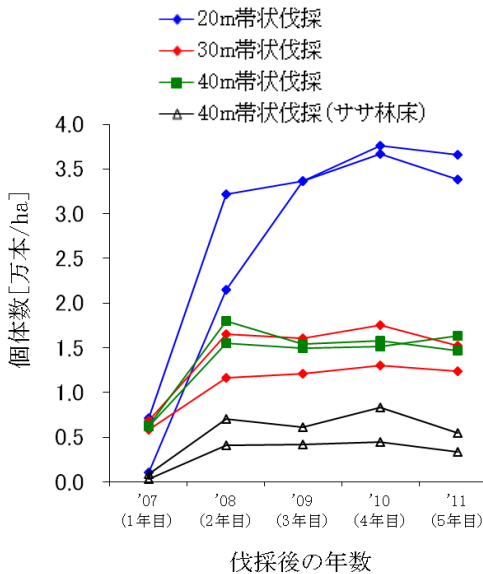


図 3. 各処理区毎の伐採後の個体数の経年変化 (2007-2011)

表 1. 2006 年 (伐採前) に定着していた植栽木以外の樹種毎の個体数

樹種	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07	K08	SK09	SK10	SK11	SK12	総計
高木													
クリ	1			2		1	3						7
ケヤキ		1						1					2
ミズナラ	1					3							4
アズキナシ			3										3
イタヤカエデ							2		1				3
イヌシデ		1											1
ウワミズザクラ		4	1	5				1	1	1			13
オオイタヤメイゲツ			2				1						3
カスミザクラ	1					1							2
クマシデ							1			1			2
テツカエデ				1									1
ハウチワカエデ		1											1
ハルニレ	1	1	1				1				2		6
ホオノキ					1								1
ミズキ						1	1			1		1	4
メダスリノキ	1	1											2
小高木													
アオダモ		2	1	4			1		1				9
エゴノキ	4	10	2	3	1	1	2	2					25
コハウチワカエデ		1					1						2
ヒツパカエデ		4	1			1	1	1					8
ヤマモミジ	3	3	5	7	1	1	5	5			1		31
リョウブ	1	3					3	1	1				9
先駆種													
フサザクラ											1		1
低木													
アブラチャン	1	1						5	3	3		3	16
オオバコモジ	1							5	1				7
ツハシバミ	1												1
総計	12	23	27	23	9	11	24	15	11	3	5	1	164

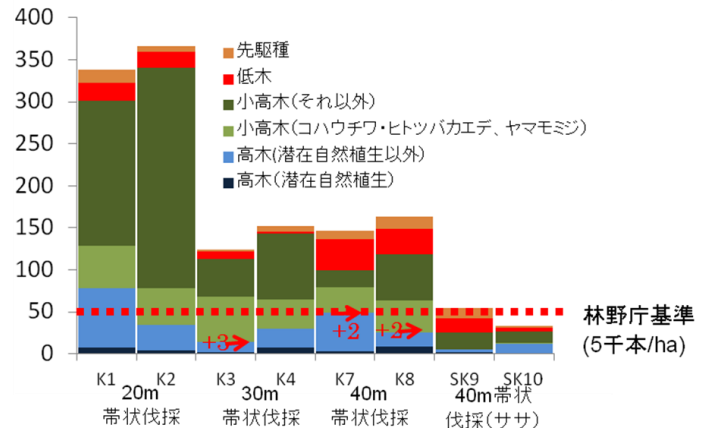


図 4. 伐採後 5 年目 (2011 年) 生活型ごとの個体数密度 (本/100m²)

表 2. 各調査区 (241 つ) の種毎の個体数 (本/100m² ; 2011 年)

種	20m帯状伐		30m帯状伐		40m帯状伐		40m帯状伐 (ササ林床)		伐採なし		自然林 241 と		
	K1	K2	K3	K4	K7	K8	SK9	SK10	K5	K6	1	7	13
高木 (潜在自然植生)	ウラジロモミ	1											
	クリ	4	2	1	5	1	7			2			
	ケヤキ		1				2		1				
	コナラ					1					2	9	5
	ミズナラ	3	1	1	2				4				
	ミズメ				1	1		2					1
	モミ									2	3	1	1
	ブナ										2		
	アオハダ	1	2				1						
アカシデ	2	1		1									
アズキナシ			3										
イタヤカエデ	4				1								
イヌシデ													
ウダイカンバ													
ウミズザクラ	45	21	4	11	40	14	1	3	3	3			
エゾエノキ									1				
オオイタヤメイゲツ	2			1									
オニグルミ	1				1								
カスミザクラ	8	2					1		1				
キリ	1			1				1					
クマシデ		1							2	2			
コシアブラ			1	2		1							
サワシバ	1	1											
ダケカンバ									1				
テツカエデ													
ハウチワカエデ	1	1											
ハリギリ													
ハルニレ	1							2	1				
ホオノキ		1		2				1					
ホソエカエデ													
ミズキ	1		1	3	4	1	2	5	2	1			
メダスリノキ		1	3	1									
ヤマダウ	1												
ヤマボウシ	1												
小高木	コハウチワカエデ	2	4		1	2	4			1	4	11	6
	ヤマモミジ	48	38	16	29	18	31		1	12	11	1	

潜在自然
植生林冠
構成種

3-4. 基準③「サイズ構造」の評価

伐採後の樹高の経年変化を処理区毎に比較すると、どの年も 20m 帯状伐採区が最も樹高が低い傾向があった (図 5)。30m、40m 帯状伐採区において樹高 4m 以上の高木種が多い傾向があった (図 6)。すなわち、伐採後 5 年目の樹高成長は、ササ以外の 3 つの処理を比べると、40m \geq 30m $>$ 20m であった。

高さ 30cm 以上に達した年別に稚樹の樹高分布を見ると、30、40m 帯状伐採区の構成は類似し、樹高が高い個体の多くは、萌芽由来、4、5 年生 (2006-2007 年出現) であった (図 7)。20m 帯状伐採区は、4 年生 (2007 年出現) 稚樹が多いものの、2-3 年生 (2008-2009 年出現) の稚樹も多かった。これは、30m、40m 帯状伐採区では、伐採後 2 年後までに多くの個体が 30cm 以上に達し、それ以後新しく加入することがほとんどなかったのに対して、20m 帯状伐採区は、2007 年以降、2009 年まで 30cm 以上に達する個体が新たに加入していることを表している。

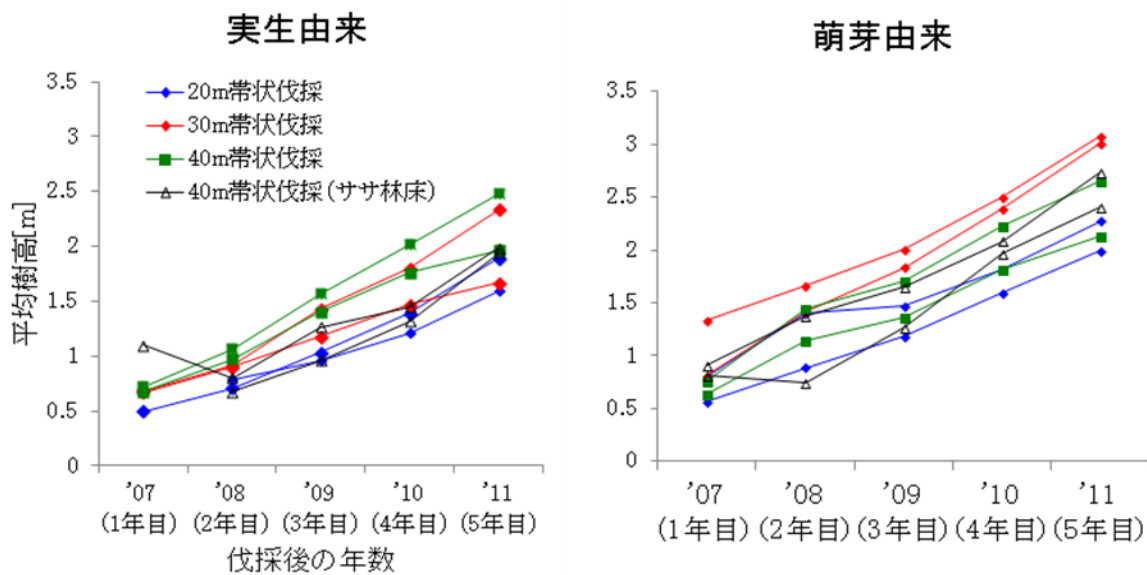


図 5. 実生および萌芽由来樹木の平均樹高の経年変化 (2007-2011 年)

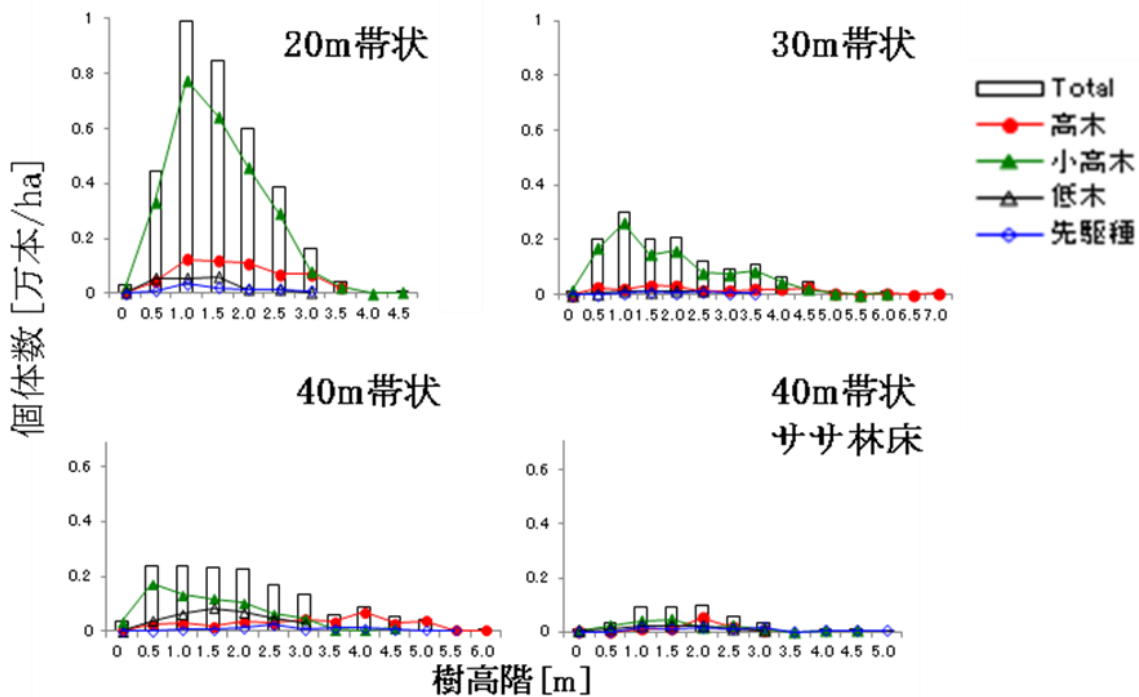


図 6. 生活型ごとの樹高階分布 (2011 年)

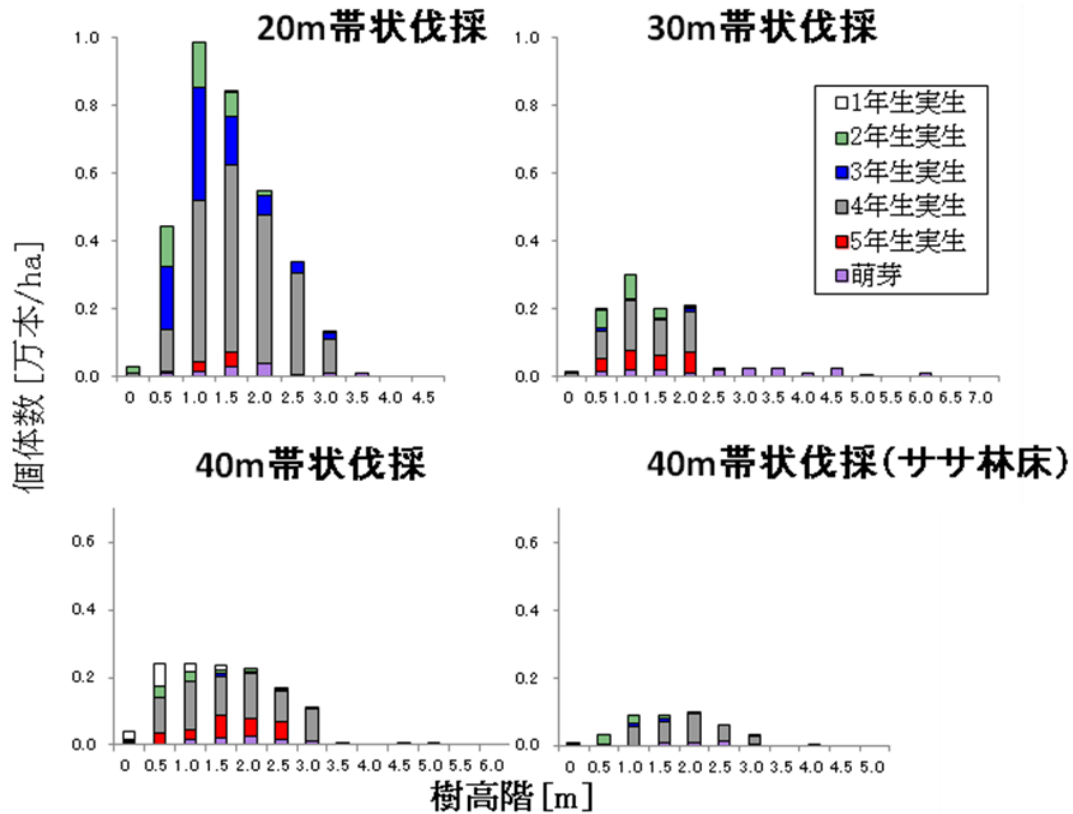


図 7. 出現年毎の樹高階分布 (2011 年)

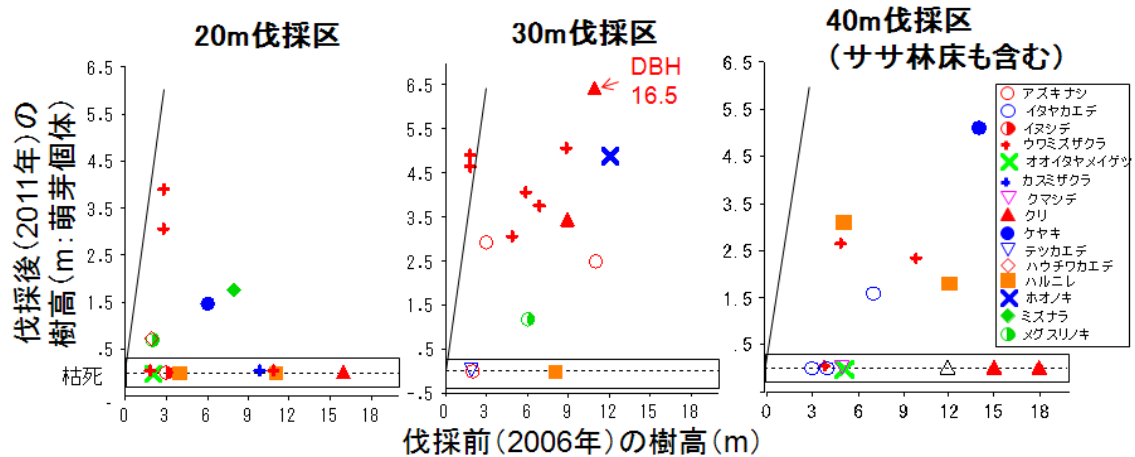


図 8. 伐採前に定着した広葉樹伐採前後の樹高 (高木種)

3-5. 伐採前に自然に定着していた前生樹の伐採後 5 年目の生存率

2006 年に行われた伐採時には植栽木 (カラマツ) だけでなく、伐採前に自然に定着していた前生樹 (植栽木以外の広葉樹など) も含めてすべて伐採した。これらの前生樹の多くは、伐採後 5 年後にも萌芽再生し、生存する個体が多かったが、中には生存率が低い種 (クリなど) もあった (表 3)。クリは、伐採前に DBH16.5cm より大きな個体はすべて萌芽再生できず枯死した (図 8)。

表3. 前生樹の伐採後5年目の生存率

樹種	個体数(8地点)		生存率
	伐採前 '06	伐採後 '11	
アオダモ	9	7	78
アズキナシ	3	2	67
アブラチャン	13	10	77
イタヤカエデ	3	1	33
イヌシデ	1	0	0
ウワミズザクラ	13	10	77
エゴノキ	21	16	76
オオイタヤメイゲツ	3	0	0
オオバクロモジ	7	2	29
カスミザクラ	1	0	0
クマシデ	1	0	0
クリ	6	2	33
ケヤキ	2	2	100
コハウチワカエデ	1	1	100
ツノハシバミ	1	1	100
テツカエデ	1	0	0
ハウチワカエデ	1	1	100
ハルニレ	5	2	40
ヒツバカエデ	7	4	57
フサザクラ	0	0	-
ホオノキ	1	1	100
ミズキ	1	0	0
ミズナラ	1	1	100
メグスリノキ	2	2	100
ヤマモミジ	28	20	71
リョウブ	6	5	83
総計	138	90	65



図9. 哺乳類による枝折り摂食痕(ウワミズザクラ 2009年11月8日)

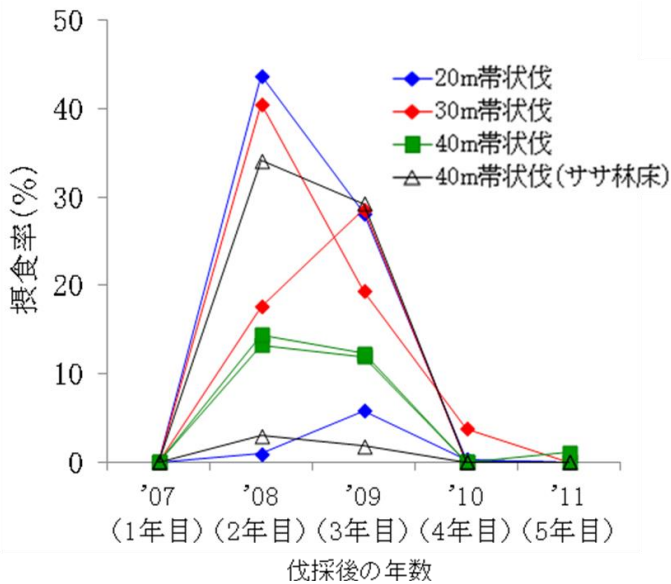


図10 哺乳類による稚樹(高さ0.3~2m)の摂食率の経年変化(高さ2m未満の稚樹)

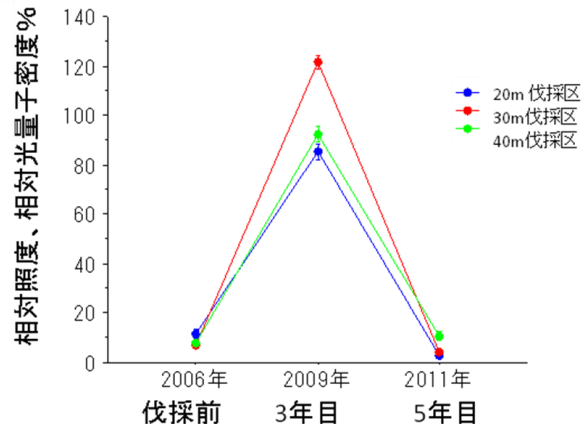


図11. 伐採前後の光環境の変化(2006年は照度、2009、2011年は光量子束密度)

3-6. 哺乳類による摂食率の経年変化

伐採後2年目～4年目に、稚樹（高さ30cm～2m；哺乳類が摂食できない高さ2m以上の個体は除いて集計した）に対して哺乳類の摂食が確認され、特に2年目の2008年には、40%以上の個体が摂食を受ける調査区もあった（図9、10）。2008、2009年の摂食によって、翌年の樹高成長が遅くなる傾向が認められたが、枯死する個体は非常に少なかった（塚田ら2009）。

3-7. 伐採前後の光環境の変化

伐採前と後では、計測方法が異なるため直接比較はできないが、伐採後3年目には林床に光が届くようになったが、5年目には伐採前に近づく傾向がみられた（図11）。

3-8. 伐採後5年目の評価結果のまとめ

プロジェクトの目標とする目標植生（ブナ-ミズナラ群落、コナラ-クリ群落の移行帯でありこれら2つの群落の両方の特性をもつ植生）の復元に向けて、設定した3つの基準をもとに自然林の復元状況の評価をまとめると以下ようになる。

基準①更新した樹木の本数

ササ林床以外の調査地において5年後に定着した高木性樹種の稚樹の本数は約1000～5,000本/haであり、関東森林管理局を含む日本各地の更新完了基準（5年後30cm以上の高木性樹種5000本/ha）と比較すると多くの地点で基準以下の稚樹密度であるが、一部の小高木も含めればおおむね基準以上であった。ササ型林床の調査地は、5年後に定着した高木性樹種の稚樹の本数は600-1200本/haと少なく、日本各地で設定されている多くの更新完了基準を満たしていなかった。

基準②目標とする潜在自然植生との類似性

本調査では、ブナの稚樹は1本も確認されなかったことから、ブナ林を目標植生と考えた場合、過去の更新完了基準（前田1988；谷本1990）や30年後のブナ林の更新成功率の基準（正木ら2012）から考えてブナ林が数十年単位で成立する可能性はほとんどない。また、すべての伐採区において、コナラ、クリ、ミズナラなどの目標植生の主要構成樹種はほとんどなく、ブナは1本も定着していなかった。また処理区間毎の種組成の違いは不明瞭であった。

基準③サイズ構造

樹高成長や、樹高階分布から、天然更新の速度は、40m帯状伐採 \geq 30m帯状伐採 $>$ 20m帯状伐採 $>$ 40m帯状伐採（ササ林床）の順であった。

4. 考察

4-1. 3つの基準に基づく伐採後5年目の評価のまとめ

この試験地においては、ササが林床に生えていない場合には、伐採後5年目の高木性樹種の高さ30cm以上稚樹が1千～5千本/ha程度定着しており、今後広葉樹の高木林が成立するかもしれない。一方で、新潟県苗場山のブナ天然更新実験地における結果（正木ら2012）に従うと今回得られた5年後の高木性広葉樹の密度の場合、30年後の高木性広葉樹林が成立する確率は2～4割程度と推定され、今後も目標植生に遷移していくのかを定期的にモニタリングしていく必要がある。ただし、正木ら（2012）のブナ天然更新実験地や、林野庁・都道府県の天然更新完了基準の多くは、自然林を伐採した後に自然林が成立する際の更新の目安であるため、今回実験を行った人工林を自然林に復元する際の目安とは異なる可能性があり、今後も注意深く更新状況をモニタリングして今後の管理を検討する必要がある。

また、潜在自然植生と考えられるミズナラ、コナラ、クリなどの主要構成樹種の稚樹は非常に少なく、ブナは1本も定着していないこと、周辺にこれらの樹種の母樹がほとんど存在していないこと、ウワミズザクラ、エゴノキなどの亜高木性の二次林構成種の稚樹が多数を占めていることから、プロジェクトの目標とする潜在自然植生に誘導するのは、現在定着している樹種が衰退し新たなギャップ更新が行われる必要がある、少なくとも数十年～数百年以上かかる可能性がある。特にクリ、コナラのように更新のために明るい環境を必要とする樹種は、台風などの頻度の低い大きな攪乱を必要とするため、誘導するためにはより多くの時間が必要になる可能性がある。）。

また今回の伐採によって、哺乳類（ニホンジカを含む）の摂食と推定される痕が多数観察されたため、今後、伐採地においてニホンジカの餌場とならないための対策および、ニホンジカのモニタリングが必要である。

4-2. 本試験地の成果をもとにした森林管理への考察

①林床にササがある場合、今回行った方法以外に何らかの工夫が必要である

②ササ林床以外の林分は、ある程度の高木性樹種が定着したものの（約1000～5,000本/ha）、正木ら（2012）に従うと、高木性二次林にならない可能性もあるため、今後も注意してモニタリングしていく必要がある。

③目標とする潜在自然植生の構成樹種の稚樹は、伐採後5年目には、100～500本/haと非常に少ないため、目標植生への誘導を行うためには伐採方法を検討する必要がある。特に、伐採前に定着していた前生樹（植栽木以外の天然更新した広葉樹など）は伐採せずに保残することも考慮する必要がある

理由1. 今回の結果から、前生樹を伐採しても萌芽再生する個体も多いが、クリのように大きな個体ほど再生できず枯死する種もある。若いうちは萌芽能力があっても、大きくなると萌芽能力を失う種もあること、また大きな個体ほど、母樹として期待されるので、大きな個体は保残する方が自然林復元を促進させる可能性がある。

理由2. 伐採後は、前生樹も含めて皆伐すると単調な環境になってしまうのに対して、前生樹保残によって伐採地の階層構造の異質性を確保できる。

④ニホンジカおよびその摂食のモニタリングと、ニホンジカの餌場とならないための対策の検討が必要

伐採地を作ることによって、ニホンジカの個体数の増加を促進し、今後自然林の更新が難しくなる可能性が高い。そこで、従来行っていた稚樹の摂食痕の調査などで摂食への影響をモニタリングは必須である。また、摂食の影響はわかりずらくなるが多いため、柵を設置して柵の内外を調べることによって摂食の影響を明確することが望ましい。また、ニホンジカ個体数指標のモニタリング（カメラトラップ法、糞粒調査法など）も検討すべきである。

⑤目標植生への復元のために、どの伐採方法が望ましいかははっきりせず、もう少し経過観察+実証実験が必要

更新速度を速めるなら30、40m幅、個体数（低木種も）を増やすには20m幅が有利であった。また、30、40m幅は、伐採後1-2年目に定着した稚樹のみが多く、その後稚樹が定着できていなかった。そのため、伐採前後1年でブナ、ミズナラなど目標植生となる樹種の豊作年にあたらないと、定着が難しいかもしれない。一方で、20m伐採区は、伐採後1～4年目まで、新たな稚樹が定着できる可能性があり、定着可能な期間が長いと、豊凶があるブナ、ミズナラなど目標植生を定着させるのに有利かもしれない。ただし、今回の結果は、あくまで高さ30cm以上になった稚樹が新たに進出するかどうかを見ているため、新たに発芽定着した年とは一致しないので、上記については詳しい検証の上判断する必要がある。

また、伐採方法を変えると更新様式も多少異なるため、多様性を維持するためにも、単一の伐採方法に絞らずに、いくつかの伐採方法を平行して実施する方がよいかもしれない。

4-3. 今後同様の実験を行うのか？～本試験地の成果を試験地以外の場所にどこまで適用できるか？～

今回得られた結果は、あくまでこの1つの試験地において得られた結果であり、他の地域において適用できるかどうかは不明であり、同様の多数の試験地の結果を検証した上で、同様の伐採を行うかどうか検討が必要である。この試験地と同様にカラマツ人工林において20m帯状皆伐を行い、5-7年経過した林分が、赤谷プロジェクトエリア周辺部に約10カ所存在しているため、これらの結果を踏まえて、人工林を自然林に復元するための伐採として同様の伐採方法を適用するかどうか検討する必要がある。

本試験地の条件は、カラマツ林の中でも比較的的自然林へ戻りにくい条件が揃っていたため、今回の試験地よりも天然更新しやすい場所では今回の成果が適用可能かもしれない（表4）。

表 4. 人工林を自然林に復元する際に、条件毎の天然更新の可能性

天然更新の可能性	高い	←	→	低い	
人工林の履歴	1代目		2代目	草地由来	
自然林からの距離	近い(<50m)		遠い(>50m)	>100m	今回の試験地
前生樹の量	少ない	中?	多い		

5. この試験地の今後の取り扱い

- ① 伐採区では、原則として推移を見守り、伐採 10、15、20、30 年後に改めてモニタリングを行い、その結果を評価した上で必要な管理を検討する（特に、ササ林床の伐採地は、更新状況が悪いため、注意深く確認する。ササ型の林床の人工林管理を今後どのように進めるのかなど試験の必要や調査体制の確保などの課題を検討した上で、ササの管理実験などを将来的に検討する）
- ② 非伐採区の管理方針の検討が必要である（例えば、伐採区の森林が十分に天然更新できたと判断された段階で伐採する等が考えられる）。



図A. 小出俣カラマツ林（ササ覆地）漸伐跡地 伐採後4年目（2010年10月撮影）



図B 試験地の衛星画像（赤点線内はおおむね林床がササ地）

6. 今後の課題（モニタリングおよび実験区配置の課題）

①生物多様性復元の評価基準・評価方法を検討する必要がある。特に、植物以外の指標（生物多様性指標（鳥類・哺乳類・昆虫など））のモニタリングと評価が必要である。

②実験区配置の工夫が必要である。

今回の実験区配置について、2点改善すべき課題がある。1つは、伐採区の配置に関して、実験区はランダムに配置し、同じ処理を複数設置することが望まれる（卵塊法）。今回の伐採区は、西から東に向かって順序よく 20m、30m、40m 幅の伐採区を配置し、さらに、20m 幅の伐採区を複数設置したのに対して、30m、40m を一つずつしか設置していなかったため、今後の実験区を設置する際はより卵塊法に近い方法に改善することが望まれる。

③人工林を自然林に復元するための実験方法および実行体制を検討する必要がある。

人工林を自然林に復元するための知見が不足しているために、今後は実験的施業を行いながら自然林復元の手法を確立することを目指している。また、人工林の環境条件や履歴などの条件に応じて、自然林へ

の復元方法は異なる可能性があるため、条件毎に体系的な試験地を設ける予定としている（表5；2010年第一回植生WG資料4）が、まだ実行していない条件が、最低でも8つ残っている。従来設定した試験地の調査は今後とも実行する必要があるため、これらの新しい実験を行うためには、さらなる実行体制を構築するか、調査方法・実行体制を見直しが必要である。

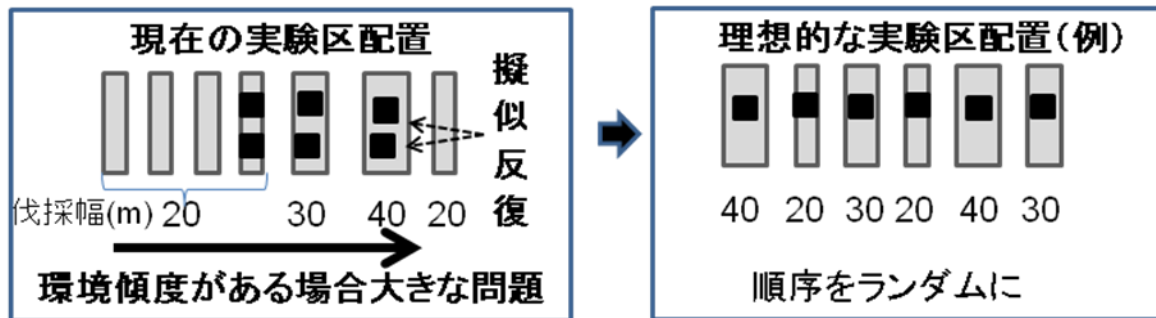


図1.1. 実験区配置の課題および理想的な実験区配置

表6. 条件に応じた体系的な試験地設定とその候補地（2010年第一回植生WG資料4に加筆）

現存植生	履歴	潜在自然植生		
		ブナ帯	クリ帯	溪畔林
スギ	一代目	241る1（主伐2011年予定）◎ 244へ3（間伐2004年） 242い1（間伐2010年）*1	245ち・と（主伐未定） 222は1（主伐2009年）*2	213か1（主伐未定）*3
	二代目	241た（主伐2011年予定）◎ 248ち1・ち2・ち3・ち6・た1・わ（除伐未定）		213ほ・る・ 241ね（主伐未定）
カラマツ	一代目			
	二代目	241つ（主伐2006年）◎		

◎：ブナ帯とクリ帯の移行帯

■：未実行の試験地、それ以外に林班名が書かれた試験地は実行済み

④長期モニタリングのため5、10、50、100年後も、同じ方法で実施・検証できるように調査手法を標準化する

調査方法が、年によって異なっているなど結果を比較できなかった項目があった。具体的には、調査方法の標準化・マニュアル化だけでなく、調査データの保存方法の検討も含めた検討が必要である。

⑤追加の実験時には、伐採幅30、40mの違いは小さいので、どちらかだけ実施すればよい

⑦関東森林管理局で設置した既存の伐採実験地跡地の再検討

今回の実験は、1つの事例に過ぎず、本来の実験であれば、同様の環境条件で多数の実験区を設置し、同じ結果が得られるかどうかを検証する必要がある。また森林の遷移は、100年オーダーの時間がかかるため、森林が更新できたのかどうかを5年後にある基準をもとに判断したとしても、数十年後も成林しているとは限らない。

一方で、人工林を自然林に復元するための実験を1970年代以降に利根沼田森林管理署で実行し、赤谷周辺で約100箇所ある。これらの伐採地の更新状況を改めて調査し、どの条件（自然林からの距離、履歴など）で、更新できたのかを検証し、多数の地点において、伐採後数十年オーダーの結果をもとに、自然林復元のための知見を集積する必要がある。

付表 1 群落調査のデータ(1/3)

		2006年(伐採1年前)												2011(伐採後5年目)													
		20m帯状伐		30m帯状伐		40m帯状伐		40m帯状伐 ササ林床		対照区		対照区 ササ林床		20m帯状伐		30m帯状伐		40m帯状伐		40m帯状伐 ササ林床		対照区		対照区 ササ林床			
		K1	K2	K3	K4	K7	K8	SK9	SK10	K5	K6	SK11	SK12	K1	K2	K3	K4	K7	K8	SK9	SK10	K5	K6	SK11	SK12		
高木層	高さ[m]	27	25	33	27	28	30	32	30	31	32	32	30														
	植被率[%]	70	60	70	70	70	80	70	70	70	60	70	60														
亜高木層	高さ[m]	16	10	12	15	16	8	14	18	15	16	14	8	4.6	4	6.2	7.4	5.5	4.6	9	9	16	16	14	8		
	植被率[%]	60	30	60	70	70	40	70	30	60	60	40	20	30	10	40	50	40	20	10	10	60	60	30	20		
低木層	高さ[m]	4	4	4	6	5	3	3	6	5	6	4		2.5	2.5	3.3	2.5	2.5	2.6	3.1	3.1	5	6	6	6		
	植被率[%]	20	40	20	20	40	50	30	10	20	60	40		80	80	60	70	70	70	20	20	30	60	50	50		
草本層	高さ[m]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.5	0.8	1.5	0.5	0.7	1	1.8	0.8	1	0.8	1	0.8	1	1.3	1.3	1	0.7	1	14		
	植被率[%]	70	70	70	70	70	60	90	90	70	70	90	90	40	60	70	30	60	30	100	100	60	70	80	90		
【高木層】																											
造林木	カラマツ	4	4			4	4	4	4	4	4	4	4											4	4	4	4
落葉高木	クリ	1				1																					
	ケヤキ						2																				
つる	イワガラミ	1								1															1		
	ツルアジサイ	1					1																	1			
【亜高木層】																											
造林木	カラマツ			1																							
先駆種	オオバアサガラ					1																					
	タラノキ												1			+		1+		1+							
	フサザクラ												1													1	
落葉高木	アカシデ															+		+								1	
	イタヤカエデ						1						1														
	ウワミズザクラ	+			1				2						1	1	2	3		3	2					1	
	カスミザクラ	1	2							2														2			
	クマシデ							1											2+								
	クリ				+	2					1														2		
	ケヤキ			+			2														1					2	
	コナラ					1														1		1					
	ハルニレ	1	+	+					2			2														2	
	ホオノキ				2				1										1				1				
	ミズキ			+	+	1		1		1	3	2											1		3		
	ミズナラ	+							1	1															2		
	メグスリノキ			+																							
	クリ																	+									
小高木	アオダモ			1					2																		
	ウリハダカエデ																					1					
	エゴノキ	3		3		2		2		2					2	1	3	2	1	2			2				
	コハウチワカエデ				+						2					+									2		
	ヒトツバカエデ			2	+	2	1				1								1+		1+						
	ヤマモミジ		2		2	3	2	3	1			2	2								1	1			2	2	
	リョウブ	+					1		1																		
低木	クマイチゴ													1+													
	タニウツギ																										
	ツノハシバミ																										
	ミヤマガマズミ																				1						
	ムラサキシキブ																										
つる	イワガラミ		1		+	1																					
	ツルアジサイ					1																		1			
多年草	タケノグサ									1						+	+	+									
【低木層】																											
先駆種	オオバアサガラ					+	1																				
	シラカバ																										
	タラノキ															+	+	+	+	+	+						
	ヌルデ																										
常緑高木	モミ																										
落葉高木	アオハダ																										
	アカシデ	+			+	+																					
	アズキナシ																		+								
	イタヤカエデ	+	+		1			+	+		+															1	
	ウワミズザクラ	1	1	+	1	1	2			+	+	2				1	1	1	1	2	1	+	+	1	2		
	オオイタヤメイゲツ																										
	オニグルミ																			+							
	カスミザクラ	+	2																								
	クリ																										
	クマシデ																										
	クリ																										
	ケヤキ			+												+	+		1		+						
	コシアブラ					+	+																				
	コナラ				+	+			+									+	+								
	サワシバ				+																						
	ハウチワカエデ		+									+															
	ハリギリ																										
	ハルニレ	+	1																								
	ホオノキ																										
	ミズキ																										
	ミズナラ	+		+							+																
	ミズメ			+																							
	メグスリノキ			+		+																					
	ヤマボウシ	+																									
小高木	アオダモ	1	1			+	1				1	1				1	1			1+				1	1		
	アサノハカエデ					+																					
	ウリハダカエデ			+																							
	エゴノキ	2	1	1	1	1	1			1	1				2	3	2	3	1	2		2	2	1	1		
	コハウチワカエデ	1																									
	ヒトツバカエデ	+			1		1					1							2+		1	1				1	
	ヤマウルシ																										
	ヤマモミジ		1	1	1	1	2			1	1	1	1	+	+	+		1	1	2		+			1	1	
	リョウブ	+	1	+		+			1		1	2			2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
低木	アブラチャン	+	2	1	+	2	2	2	1			+		3			1	+		2	3	+	+			3	

付表1 群落調査のデータ(3/3)

	2006年(伐採1年前)														2011(伐採後5年目)													
	20m帯状伐		30m帯状伐		40m帯状伐		40m帯状伐 ササ林床		対照区		対照区 ササ林床		20m帯状伐		30m帯状伐		40m帯状伐		40m帯状伐 ササ林床		対照区		対照区 ササ林床					
	K1	K2	K3	K4	K7	K8	SK9	SK10	K5	K6	SK11	SK12	K1	K2	K3	K4	K7	K8	SK9	SK10	K5	K6	SK11	SK12				
高木層	高さ[m]	27	25	33	27	28	30	32	30	31	32	32	30									32	32	33	32			
	植被率[%]	70	60	70	70	70	80	70	70	70	60	70	60									70	60	70	60			
亜高木層	高さ[m]	16	10	12	15	16	8	14	18	15	16	14	8	4.6	4	6.2	7.4	5.5	4.6	9	9	16	16	14	8			
	植被率[%]	60	30	60	70	70	40	70	30	60	60	40	20	30	10	40	50	40	20	10	10	60	60	30	20			
低木層	高さ[m]	4	4	4	6	5	3	3	6	5	6	4		2.5	2.5	3.3	2.5	2.5	2.6	3.1	3.1	5	6	6	6			
	植被率[%]	20	40	20	20	40	50	30	10	20	60	40		80	80	60	70	70	70	20	20	30	60	50	50			
草本層	高さ[m]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.5	0.8	1.5	0.5	0.7	1	1.8	0.8	1	0.8	1	0.8	1	1.3	1.3	1	0.7	1	14			
	植被率[%]	70	70	70	70	70	60	90	90	70	70	90	90	40	60	70	30	60	30	100	100	60	70	80	90			
【草本層】																												
低木	エゾアジサイ																											
	エゾユズリハ																											
	オオバクロモジ	+	+		+	+	+			+	+			+	+		+	+			+	+		+	+			
	オトコヨウソメ																											
	ガマズミ	+	+	+		+	1			+	+			+	+	+	+	+			+	+		+	+			
	クマイチゴ																											
	コアジサイ																											
	コウゾ																											
	サンショウ																											
	タニウツギ																											
	タマアジサイ		+												+	+			+									
	ニワトコ	+	+	+				+		+										+			+	+	+			
	ブリウツギ																											
	ハシバミ		+					+		+				+	+	+	+				+		+	+	+			
	ハナйкаダ		+							+												+		+	+			
	ヒメモチ																											
	マルバフユイチゴ	3	3	3	3	3	3			3	3			+	3	2	2	2	1	1	+			2	2	+		
	ミヤマイボタ																											
	ミヤマガマズミ		+	+	+						+			+	+								+		+			
	ミヤマニガイチゴ																											
	ムラサキシキブ																											
	モミジイチゴ	+	+	+	+	+	+	+		+				+	+				+			+		+	+			
	ヤマアジサイ	+												+														
	ヤマツツジ																											
ササ	クマイザサ																											
つる	イワガラミ	1	2	1	1	1	1	+		1	5	5		+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	5	5	
	キクバドコロ																											
	クマヤナギ	+																										
	サルトリイバラ																											
	シオデ		+	+	+	+	+			+				+	+	+	+	+	+		+		+	+	+			
	ツタウルシ																											
	ツルアジサイ																											
	ツルウメモドキ	+	+	+	+			+		+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	ツルリンドウ	+	+	+	+	+	+			1	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	トコロ	+		+		+	+			+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	ノササゲ																											
	ノブドウ																											
	ハンショウゾル	+																										
	フジ																											
	マタタビ																											
	マツブサ																											
	ミツバアケビ																											
多年草	アカソ																											
	アキノキリンソウ	+	+	+		+				+				+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	イタドリ	+	+	+	+			+		+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	イラクサ	+																										
	オオタチツボスミレ																											
	オカトラノオ	+												+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	オトコエシ																											
	オヤマボクチ																											
	カニコウモリ																											
	カンスゲ		+			+	+			2																		
	シロバナヘビイチゴ																											
	タケニグサ																											
	タチツボスミレ																											
	タチネズミガヤ																											
	タニギキョウ																											
	タムラソウ																											
	チゴユリ	+																										
	ナルコユリ																											
	ヒカゲスゲ	+		+		+	+			+	+			+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	ヒゴクサ																											
	ヒヨドリバナ																											
	ヒロハデナンショウ																											
	マムシグサ	+																										
	ミンパツチグサ																											
	ミヤマカンスゲ	+	+	+	+									+	+	+	+	1	1	1	1				1			
	モミジハグマ																											
	ヤブヘビイチゴ																											
	ヤマジノホトギス																											
	ヤマホトギス																											
	ユキザサ																											
	ヨモギ																											
一年草	ケチヂミザサ	2	1	1	1	2	2	1		1	2			1	1	3	1	2	2	+	+	1	2	+	+			
シダ植物	シケンダ																											
	シシガシラ																											
	シュウモンジンダ																											
	ナライシダ																											
	ヘビノネゴザ																											

(2) スギ皆伐試験地 (223 は 1 林小班)

- ① 位置等：標高750m斜面下部方向に国道
- ② 設定年度：2009年度(平成21年度) (伐採時林齢：48年生、1代目?人工林)
- ③ 試験地の目的：伐採後の植生の回復過程の解明により、植栽せずにスギ林から広葉樹自然林に転換する可能性を明らかにする。
- ④ 施業内容：3.6ha皆伐
- ⑤ 位置図等

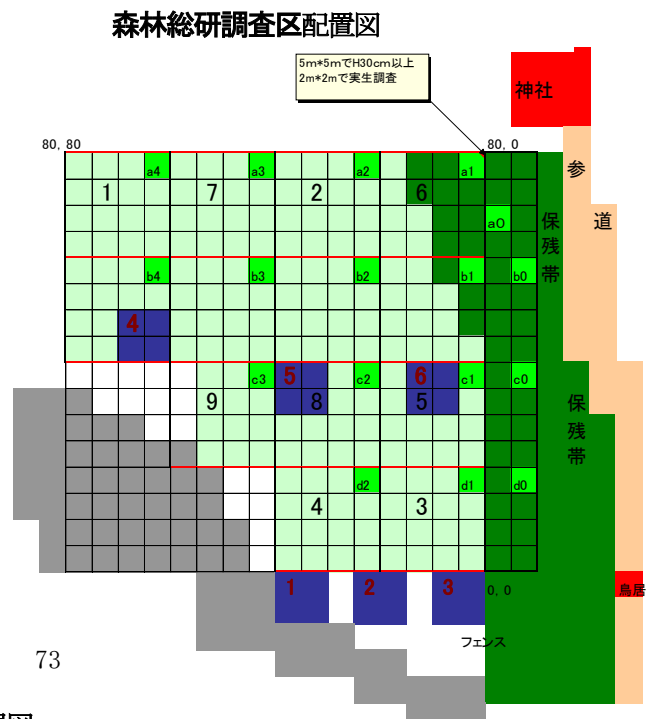
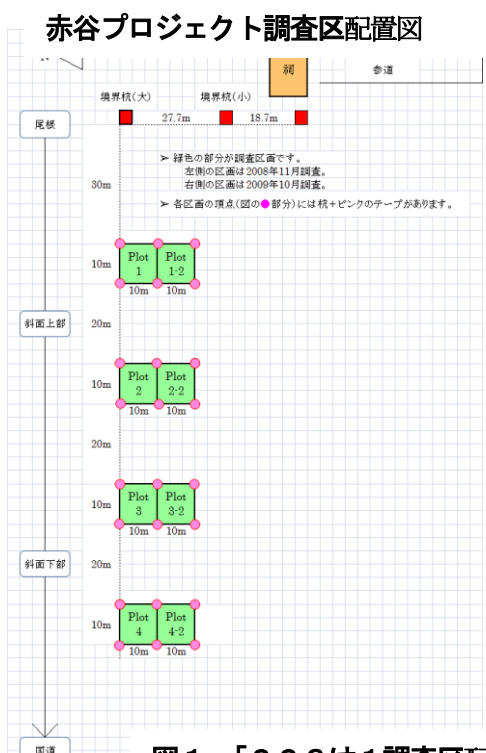
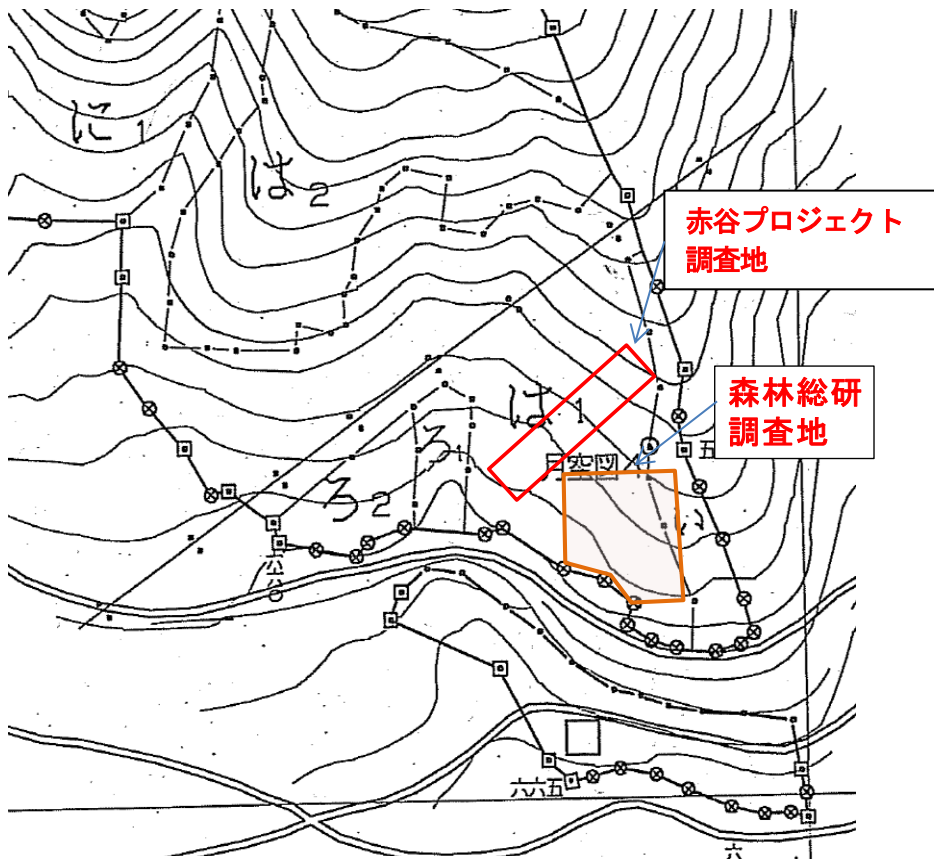


図1. 「223は1」調査区配置図

3. 調査方法

伐採後の植生の変化を明らかにするために、伐採前に設置された10m×10mの方形区6地点(図1)において調査を実施した。調査方法は各調査区において植物社会学的調査(Braun-Blanquet 1964)に基づく植生調査を平成20年10月～11月、平成21年10月と平成22年10月、平成22年10月、平成23年10月に実施した。さらに、木本の萌芽株(スギ林伐採時に伐採された広葉樹)と新たに定着した実生を対象とした毎木調査を平成21年10月、平成22年10月、平成23年10月に行った。木本は、樹高30cm以上とそれ未満に分けて、30cm以上のものは種・樹高・個体数を計測した。30cm未満の個体は種・個体数を記録した。

4. 結果

<基準①更新した樹木の本数(林野庁の更新完了基準など)>

伐採後3年目の試験地において、出現した木本(低木種を含む)の本数は、1haあたり約5千本前後であり、241つ林小班の小出俣のカラマツ林試験地に比べ個体数が少なく、ササ林床に類似した個体数であった。また、伐採後3年目の平均樹高は、241つ林小班と比較すると、成長がよかった30～40m帯状皆伐区に類似していた。

<基準②目標とする潜在自然植生との類似性>

出現した木本種の種類構成に着目すると、伐採後3年目の現時点では、リョウブやアオダモなどの低木種の個体数が多数を占めており、目標としている、コナラやクリなどの目標植生の林冠構成種は非常に少なかった。

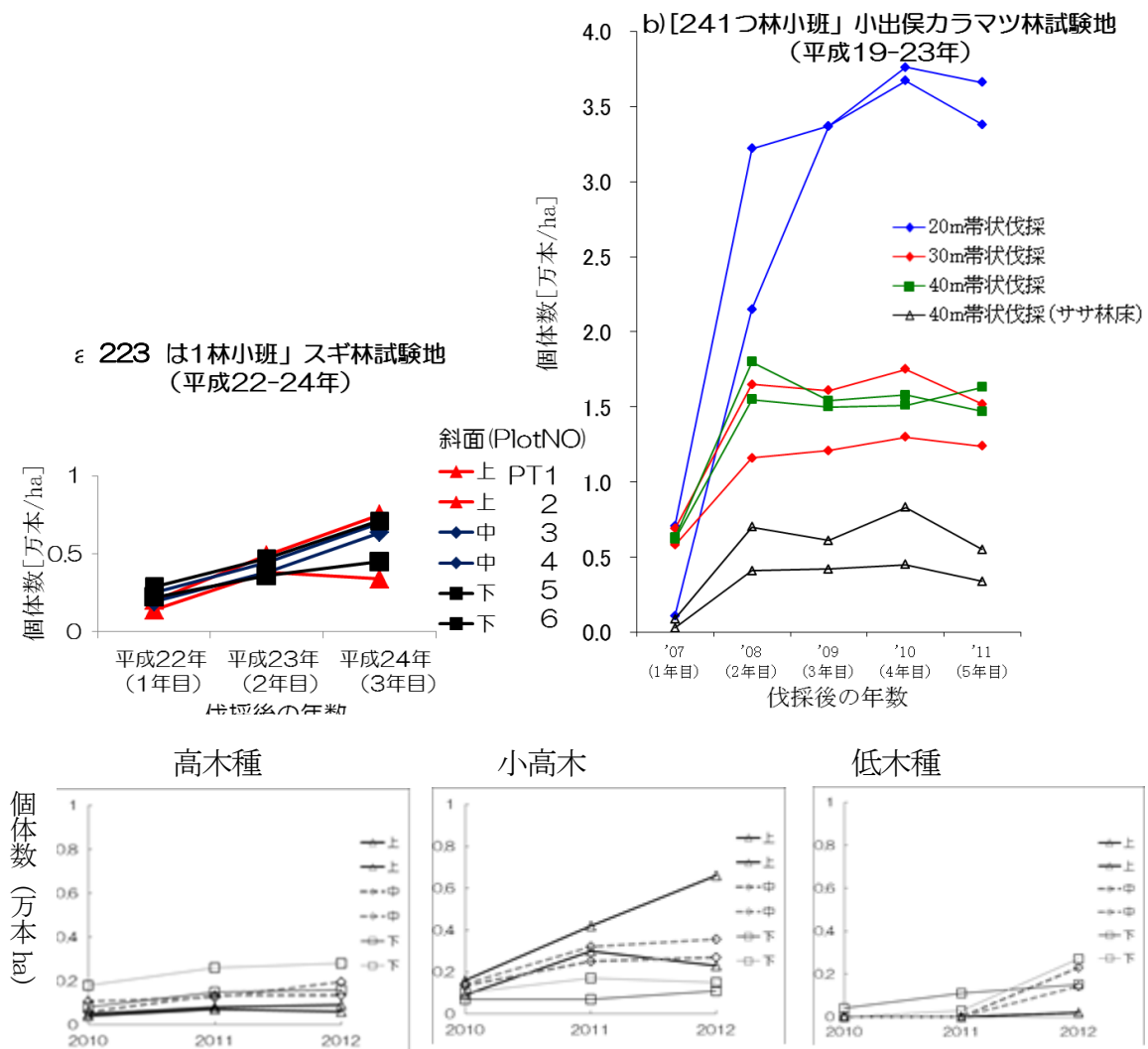


図2. 「223は1」伐採後3年目の更新状況

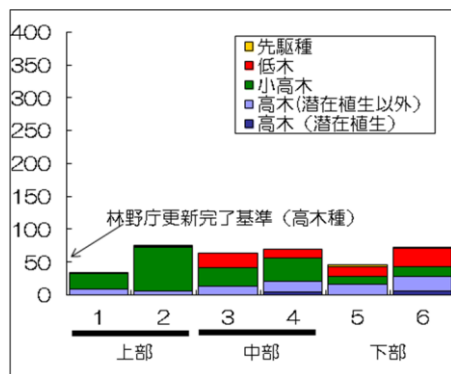


図3. 「2 2 3 は 1」伐採後3年目の生活型別の個体数および試験地の状況(2013年6月)

5. 考察

5-1. 本試験地の成果をもとにした森林管理への考察

林野庁の天然更新完了目安（5年目で樹高30cm以上の林冠構成種が5,000本/ha）と今回の個体数を比較すると、低木種を含めれば5000本/ha以上となるが、高木種に絞ると、個体数の多いプロットでも約1/4程度しかない。

6つの調査地点のいずれもクマイチゴやミヤマニガイチゴ、モミジイチゴなどのキイチゴ類が草木層を優占しており、稚樹の個体数は「241つ」林小班のササ林床の調査地点とほぼ程度であった。「241つ」林小班のササ林床の調査地点では、伐採後3～5年後には、木本の個体数はほとんど増加しなかったため（図2b）、この試験地においても同様の結果となる可能性がある。以前から、伐採面積を大きくしすぎる（例えば、20m幅の帯状伐採など）と、キイチゴやツタの仲間が優占し、木本の更新が妨げられる可能性が指摘されており（広葉樹林ハンドブック2012）、今後とも本試験地の更新状況を注視する必要がある。

また、種子供給源となるのは、斜面上部にあるコナラ林であり、各調査地点のコナラ林からの距離は、PT1, 2<PT3, 4<PT5, 6であるが、この種子供給源からの距離と出現した木本の個体とは、明瞭な関係は認められなかった。

現時点では、コナラやクリなどの目標植生の林冠構成種および、高木種はの個体数は非常に少ないため、今後注意深くモニタリングしていく必要がある。

5-2. 今後同様の実験を行うのか？～本試験地の成果を試験地以外の場所にどこまで適用できるか？

伐採後5年目の更新完了基準を満たさない可能性もあるため、今後注意深く見守る必要があるとともに、自然林に復元する際の、主伐方法（伐採面積、広葉樹の保残など）を慎重に検討する必要がある。

5-3. この試験地の今後の取り扱い

伐採後5年目の結果を慎重に検討し、今後の取り扱いを決める。

表1. 調査点別の高さ30cm以上の木本(低木も含む)の個体数
233は1林小班 樹種別発生本数(30cm以上)

	No1	No2	No3	No4	No5	No6	計	備考
クリ	0	0	0	2	0	3	5	高木(潜)
コナラ	1	1	0	0	0	3	5	高木(潜)
ヤマグワ	0	0	3	1	10	12	26	高木
ウワミズザクラ	1	1	2	0	0	3	7	高木
カスミザクラ	2					1	3	高木
クマシデ	0	0	0	3	0	4	7	高木
アオハダ	3	0	0	1	0	0	4	高木
イタヤカエデ					1		1	高木
ハリギリ					1		1	高木
ウダイカンバ	1		1				2	高木
アカマツ		1	1	1			3	高木
ミズキ				2	1		3	高木
オニグルミ		1		1	1		3	高木
ハウノキ		1					1	高木
アオダモ	8	18	6	4	2	5	43	小高木
マルバアオダモ	0	0	0	4	0	0	4	小高木
ヤマトアオダモ	1						1	小高木
エゴノキ	1	2	1	3	3	1	11	小高木
ウリハダカエデ	0	1	1	0	1	4	7	小高木
ヤマモミジ	0	1	0	1	0	2	4	小高木
バッコヤナギ		1		2			3	小高木
リョウブ	11	23	5	5	2	2	48	小高木
ヤマウルシ	3	20	1	1	2	1	28	小高木
フサザクラ						1	1	先駆
シラカンバ		1					1	先駆
タラノキ					3		3	先駆
ムラサキシキブ	0	0	1	0	2	9	12	低木
サンショウ	0	0	1	2	0	2	5	低木
ナナカマド						1	1	低木
カマズミ	1	1	10	5	5	11	33	?
ミヤマガマズミ				1			1	?
チョウジザクラ					1		1	?
コウゾ	0	0	0	0	5	0	5	?
ヒメコウゾ	0	0	0	0	0	4	4	?
オニイタヤ						1	1	?
ウラゲエンコウカエデ		1			1		2	?
ダンコウバイ					1		1	?
ケンポナシ					1		1	?
ミツバウツギ					1		1	?
ネジキ	1	1					2	?
ミヤマハハソ					1		1	?
フジキ						1	1	?
合計	34	75	33	39	45	71	297	

* 各プロットの大きさは100㎡、0.01ha



図4. 223 は1 スギ林 伐採前)
(2008年11月撮影)



図5. 223 は1 スギ林 伐採前
(2008年11月撮影)



図6. 223 は1 スギ林 皆伐跡地 伐採後1年目
(2010年10月撮影)



図7. 223 は1 スギ林 皆伐跡地 伐採後1年目 (2010
左からPlot3とPlot4、破線部は消失)
(2010年10月撮影)

(3) スギ漸伐試験地 (241 た 1、る 1 林小班)

- ① 位置等：標高 800m
- ② 設定年度：2011 年度(平成 23 年度)
(伐採時林齢 た 1 : 37 年生、る 1 : 48 年生)
- ③ 試験地の目的：
 - ・伐採方法の違い(伐採幅、広葉樹保全の有無)、人工林の履歴、自然林からの距離が天然更新及び生態系に与える影響を評価する。
 - ・生物多様性復元の評価方法の開発と、どの分類群が伐採地の多様性の評価に適切かを検討する
- ④ 施業内容：20×100m、40×250m 他
皆伐区、広葉樹保残区、シカ柵設置区、対象区 (非間伐区)
- ⑤ 位置図等

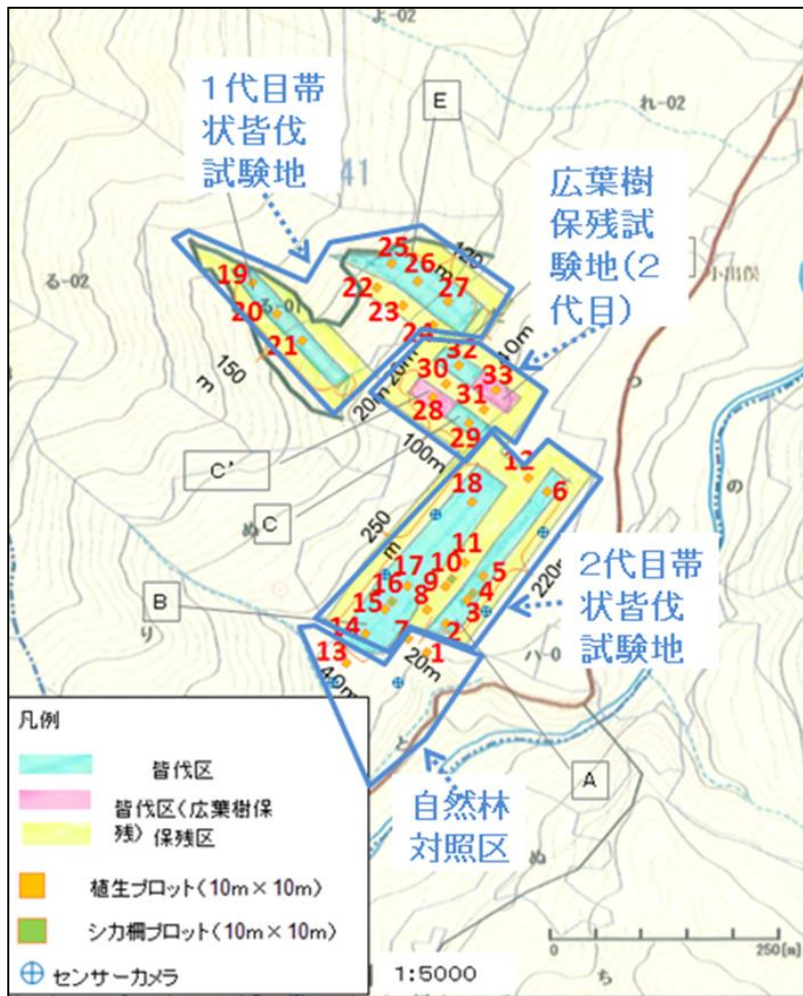


図 1. 試験区の配置図



伐区A (2013年6月)



伐区B 東側 (2013年7月)



伐区C (2013年7月)

図2-4. 各伐採試験地の2年目の様子

2-2. 調査項目

33 地点の各調査地点における調査項目は、表 1 の 5 つの調査を実施した。

表 1. 植生調査地点における調査項目

調査対象	高さ	胸高直径	調査名	調査項目	地点
全維管束植物種	すべて	すべて	植生調査	植物社会学的手法による植生調査	10m × 10m
高木性樹種	<30cm		実生調査	種ごとの数の記録	1m × 1m ■ 4 つ
	≥30cm	<3cm	稚樹調査	種、高さ、被食の有無、生死の記録	5m × 5m (サブコドラートA)
	≥30cm※	≥3cm※	毎木調査	種、高さ、胸高直径、被食の有無、生死の記録	10m × 10m
環境			環境調査	高さ 1m 地点における全天空写真の記録	10m × 10m の 4 角

3. 結果と考察

3-1. 自然林からの距離と、木本（スギを除く）(DBH≥3cm)、稚樹 (DBH<3cm)、実生 (高さ<30cm) の個体数の関係

1 代目の 3 つの処理区において伐採前も伐採後も、実生・稚樹・木本ともに、個体数が少なかった (図 5)。この試験地はいずれも、傾斜が 30 度前後あり土砂崩壊の恐れもあるため、今後木本の実生や稚樹が定着するか注意深くモニタリングしていく必要がある。

2 代目の各処理区において、DBH3cm 以上の木本は、伐採前には、自然林に近い方が個体数が多いように見えたが、伐採後は、伐採され DBH3cm 以上の個体が消失した (図 5)。

高さ 30cm 以上 DBH3cm 未満の稚樹は、伐採前には、個体数と距離との関係が不明瞭であったが、伐採後は、自然林から 10m 地点においては、他の地点に比べて個体数が少なく、自然林に近いほど個体数が少ないように見えた。また、高さ 30cm 未満の実生は、伐採前後ともに個体数と距離との関係は不明瞭であった。

また、2 代目の処理区において、伐採前後の稚樹の生存を処理区ごとに比較すると、40m 伐採区においては、伐採前に定着していた稚樹の多くは枯死し、新規加入個体 (伐採後に新たに発芽定着した個体あるいは、伐採前から高さ 30cm 未満の実生として定着していたものが高さ 30cm 以上に成長した個体) に置き換わっていたのに対して、20m 伐採区では、伐採前に定着していた稚樹の半数以上が伐採後も生存していた (図 6)。また、伐採を行わなかった保残区では、稚樹の死亡率は非常に低かった。20m 伐採区と 40m 伐採区において稚樹の生存率が異なる理由として、伐採時の攪乱の大きさの違いか、伐採後の光環境や土壌水分などの環境の違いが考えられる。また、当初、自然林に近いほど、種子が散布されやすく稚樹が数多く定着すると予測していたが、実際はこの予測と逆の傾向がみられた。これは、自然林に近い 10m 地点は伐採前から個体数が少なく、伐採後新規加入も少なかったため、伐採後に稚樹が少ないという結果になったと考えられる。

2 代目試験地における各処理区ごとの稚樹の種組成をみると、その多くが低木種であり、目標植生の林冠構成種であるブナ、コナラ、ミズナラは、全く出現していなかった。今後、これらが定着するのか注視していく必要がある。

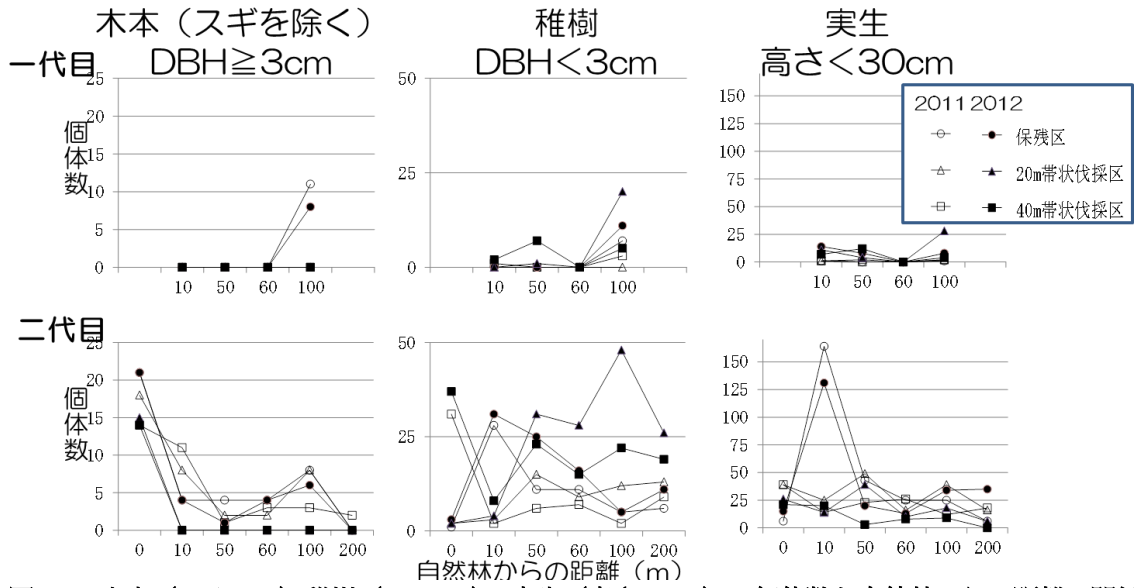


図 5. 木本 (DBH \geq 3cm) 稚樹 (DBH<3cm)、実生 (高さ<30cm) の個体数と自然林からの距離の関係

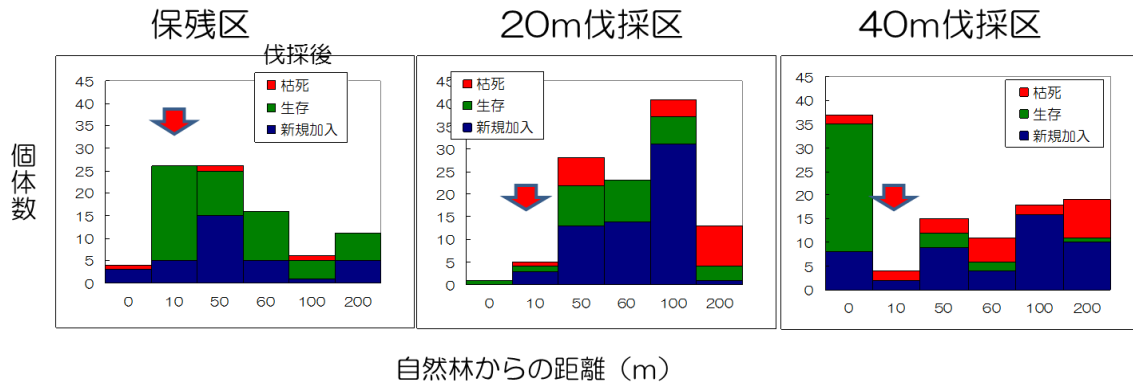


図 6. 2代目の保残区、20m 帯状伐採区、40m 帯状伐採区における、伐採後の稚樹 (DBH<3cm) の生存/枯死/新規加入の個体数と自然林からの距離の関係

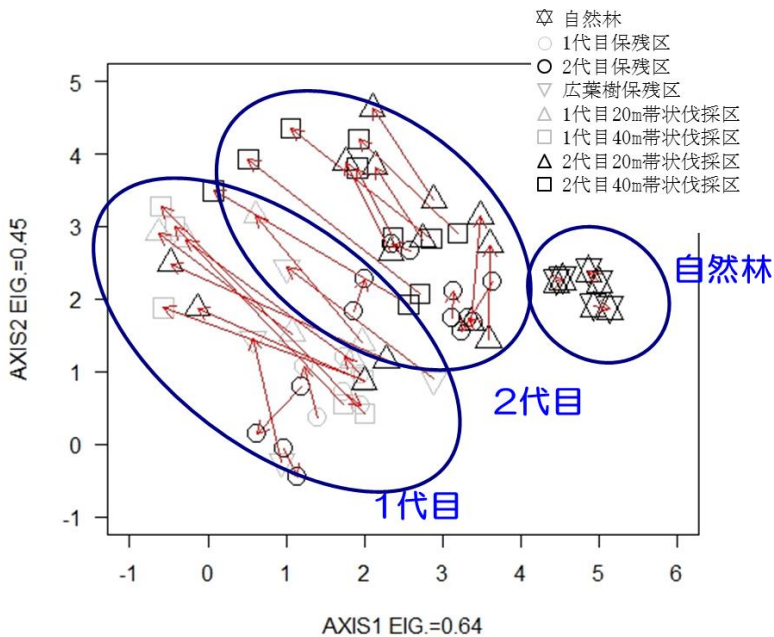


図 7. 伐採前後の林床から林冠までを含めた全階層に出現する植物の種組成の変化 (DCA解析結果) 「→」が同一の調査地点を表す。

3-2. 伐採前後の植物群落の種組成の変化

植物群落の種組成が伐採前後でどのように変化したのかを定量的に把握するために、DCA 解析を用いて、序列化した (図 7)。その結果、伐採前の自然林、2 代目人工林、1 代目人工林の種組成は異なっていた。伐採後に 2 代目人工林、1 代目人工林の種組成は大きく変化し、それぞれ異なる種組成へと変化していた。

表 2. 2 代目試験地における各処理区ごとの稚樹の樹種別の個体数

Species	20m帯 状伐 採	40m帯 状伐 採	20m帯状伐 採(広葉樹 保残)	保残 区	自然 林	総計
総計	128	67	22	123	42	382
リョウブ	39	8	1	38	5	91
アブラチャン	11		12	28		51
マルバアオダモ	17	8		4	15	44
アオダモ	6	4	2	7		19
ウワミズザクラ	2	1			12	15
ウリハダカエデ	10	2			1	13
コシアブラ	2	5	1	4		12
ムラサキシキブ	3	6		3		12
ヤマモミジ	3	1		7		11
コハウチワカエデ	7	1		2		10
オオバクロモジ		4		3	1	8
アオハダ	1	2		2	1	6
エゴノキ	5		1			6
ミヤマガマズミ		5		1		6
オオバアサガラ	1	2	1	1		5
コアジサイ		5				5
コミネカエデ	3			2		5
スギ	3			2		5
ネジキ		1		4		5
アワブキ		1		3		4
ケヤキ		4				4
モミ					4	4
エゾユズリハ		1		2		3
ハウチワカエデ	2	1				3
ハクウンボク	2			1		3
ヒトツバカエデ	3					3

3-3. 広葉樹保残区における広葉樹保残状況

広葉樹保残区では、伐採前におおむね DBH 5 cm 以上の広葉樹に赤テープをまいて、保残して伐採作業を進めた。

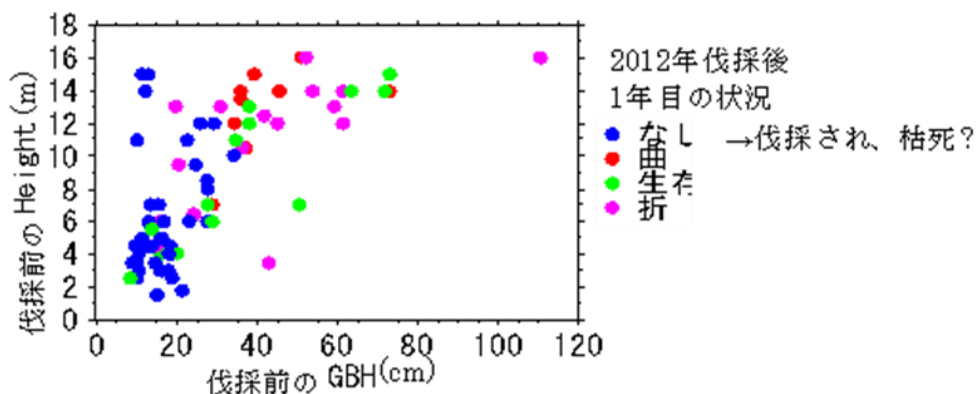
伐採前に、広葉樹の GBH、高さを記録し、伐採後 1 年目に生死、幹折れ、幹曲がり、高さを記録した。

その結果、GBH 40 cm 以上の個体のほぼすべてが生存していたものの、幹曲がり、幹折れする個体が 2/3 以上を占めていた。幹曲がりした個体は、やや GBH に対して、樹高が高い個体のように見える。



幹折れ(ホオノキ) 枝折れ(クリ) 大きな損傷なし(ハルニレ)

図 8. 広葉樹保残試験地 (2 代目) における広葉樹の保残状況 (2011 年 11 月)



3-4. 動物による林床植生および稚樹への摂食状況

33地点の調査区全体で見ると、多くの稚樹には動物による摂食痕は認められなかった(表3)。

また、動物の摂食が植生に与える影響を評価するため、20m伐採区・40m伐採区・保残区の3つの処理区において動物防護柵を設置した区画(10m×10m)と設置しない区画(10m×10m)を隣接して設置し、合計6つの方形区を設置した(図1, 8)。その結果、伐採前後の草本層の植被率(%)の変化を動物防護柵内外で比較すると、20m伐採区においては、柵設置区・非設置区ともに植被率が伐採後に増加したのに対して、40m伐採区においては、柵設置区は伐採後に植被率が増加し、柵非設置区は伐採後に植被率は増加しなかった(表4)。これは伐採後、40m伐採区においては、動物の摂食により植被率が低下していたことを示している。摂食痕から、ノウサギと、偶蹄類(ニホンジカかカモシカ)が摂食したものと推定された。



図8. 2代目20m伐採区における動物防護柵の設置状況

3-5. 試験地における要注意外来生物ハリエンジュの分布

伐採前の2011年の調査では、2代目40m伐採区予定地に5本のハリエンジュが分布していた。伐採後の2012年8月には、伐採前に分布していた40m伐採区の周囲に125本の稚樹(高さ約2m以下)が確認され、伐採前よりも分布範囲も拡大していた。伐根から多数の萌芽枝が出ていたこと、伐根から稚樹を引き抜いたところ、ランナーでつながっている個体が多かったことから、多く稚樹は根萌芽由来と推定された。

また2012年10月3日には保残区において稚樹1本も確認された。



図9. 2代目40m伐採区におけるハリエンジュ稚樹の分布状況(2013年9月28日撮影)

4. 今後の課題

伐採後1年目の試験地において動物防護柵の中と外を比較した結果、動物による摂食は認められたものの、森林の更新や植生に与える影響は現状では軽微であると考えられる。しかし隣接する「241つ林小班」カラマツ林自然林復元試験地において、動物による摂食率は伐採後1年目には0%であったが、2-3年目に急増し、中には40%以上の稚樹が摂食された調査区もあったため、来年以降細心の注意が必要である。

表3. 摂食痕の有/無別の稚樹の個体数 (植生調査地点 (33 地点))

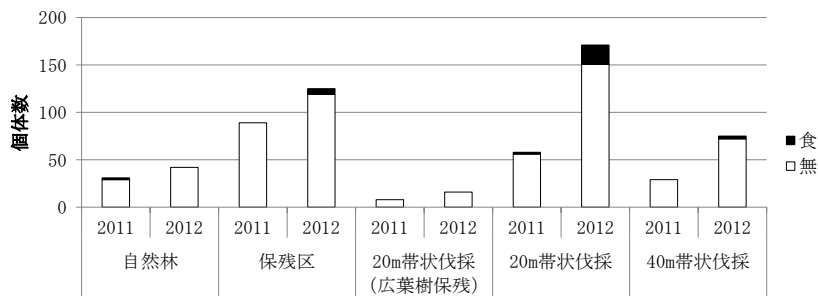


表4. 伐採前後の草本層の植被率 (%) の変化について、動物防護柵内外の比較

動物防護柵は、伐採後の2012年6月に設置した。

草本層植被率 (%)

	柵設置		柵非設置	
	2011	2012	2011	2012
20m帯状伐採区	65	80	55	80
40m帯状伐採区	50	85	55	55
保残区	50	40	40	40
総計	165	205	150	175

5. 本試験地の成果をもとにした森林管理への考察

① 広葉樹保残の方法について

伐採前に定着していた広葉樹を保残した結果、GBH40cm以上の個体のほぼすべてを保残できた。しかし、幹曲がり、幹折れする個体が2/3以上を占め、これらの多くは、形状比(樹高/直径)が大きい個体であった。そのため、広葉樹を保残する場合は、直径/樹高比が大きい個体は注意が必要(例:形状比が大きい個体が多い場合は、光環境を改善し、形状比を小さくした後に伐採する等)

② 皆伐予定地に要注意外来生物ハリエンジュが分布していた場合の取り扱い

今回の実験から、皆伐予定地にハリエンジュが生育していた場合、伐採後に根萌芽によって分布域を拡大する可能性が高い。そのため、今後は、伐採前にハリエンジュを枯死させた後に、伐採作業を行うなど検討が必要である。そのため、この試験地におけるハリエンジュの取り扱い方法を検討する必要がある

スギ人工林の自然林復元試験地における伐採前の林分構造と種組成

長池卓男¹、高野瀬洋一郎²、高橋一秋³、村尾未奈⁴、松井睦子⁵、藤田 卓⁶

(1：山梨県森林総合研究所、2：(株) グリーンシグマ、3：長野大学、4：東京農業大学、5：赤谷プロジェクト地域協議会、6：日本自然保護協会)

1. はじめに

人工林は、木材生産機能を発揮するための森林としての位置付けから、それを含めてより多面的な機能を発揮する森林へと変わりつつある(長池 2000)。赤谷プロジェクトでは、人工林の自然林復元への指針を得るための試験的な伐採を行っている。人工林の管理不足により広葉樹が天然更新している林分に関する研究は多いが(例えば、横井・山口 2000、Masaki et al 2004)、広葉樹がほとんど天然更新していない人工林を積極的に自然林に復元するために、どのような施業を行えば広葉樹林の天然更新が可能なのかについての知見は限られている(Noguchi et al., 2011)。現段階では、人工林に広葉樹を誘導するために、母樹源となり得る広葉樹林からの距離が近いことや過去にその土地がどのように利用されていたかということが広葉樹の誘導に大きく影響することがわかっている(「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム、2010)。例えば、老齢広葉樹林からの距離が離れたスギ人工林ほど広葉樹の稚樹が少なくなることや(Gonzales and Nakashizuka 2010)、草地に植栽されたスギ人工林では広葉樹の更新が少ないこと(Ito et al. 2003)が示されている。

伐採後の植生回復の変化を長期モニタリングするためには、伐採前の状況を把握し、それと伐採後の推移を比較することで変化の状況を定量化することが必要である。赤谷プロジェクトのエリア 2 (植生管理と環境教育のための研究・教材開発と実践) に位置する 241 林班た小班は、母樹源となり得る広葉樹林と隣接しているスギ人工林であり、母樹源からの距離および伐採幅に応じてどのような植生回復が生じるかを把握することを目的として、伐採実験を行っている。本稿では、伐採前の調査を行った結果を報告する。

2. 方法

2-1. 調査地

調査地は、伐採される 241 林班た小班のスギ人工林を中心として、母樹源として期待される広葉樹林の 241 林班と小班と、隣接するカラマツ人工林(241 ぬ小班) が一部含まれる(図 1)。調査区は、主伐(20m 幅伐採区、40m 幅伐採区) される部分を中心として、広葉樹林や間伐および保残される部分を含めて設置した。調査区の面積は 4.31ha である。調査区内は水平距離 10m 間隔で格子状に杭を埋設した。杭の位置における森林タイプや伐採・保残の関係の概念図を図 1 に示す。

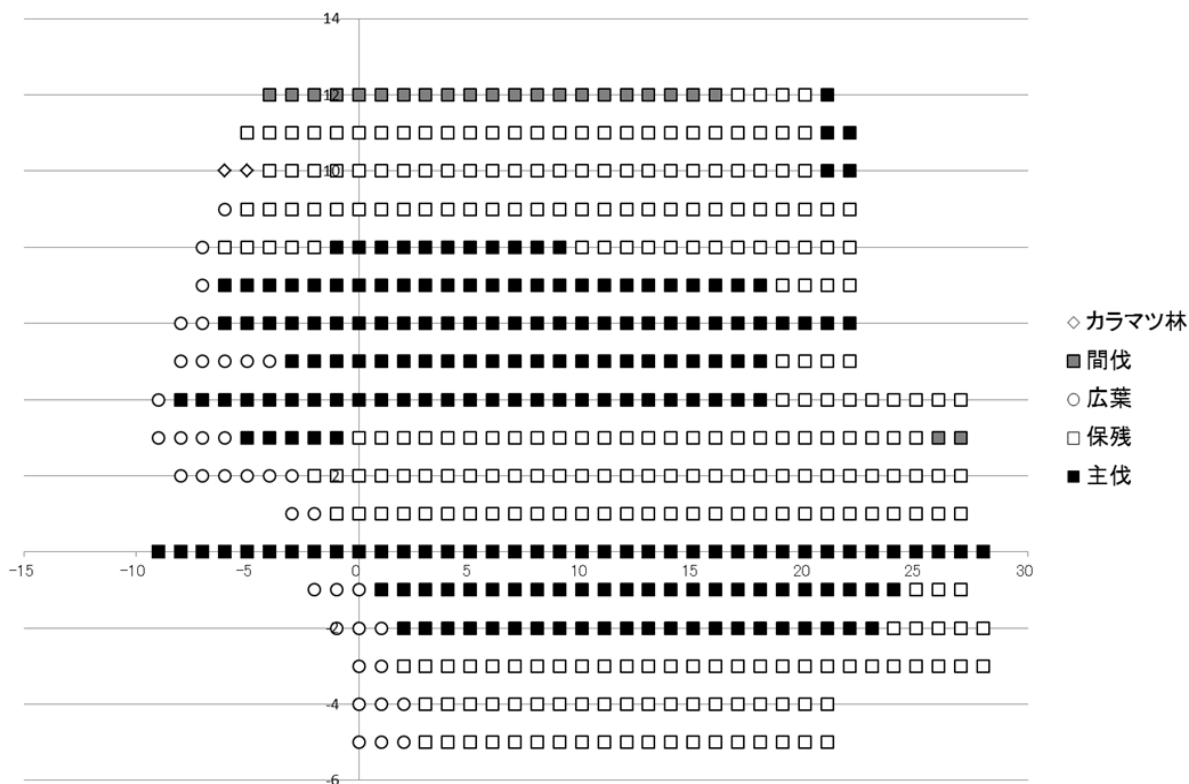


図1 調査地の概要。「間伐」、「保残」、「主伐」は、実験的伐採による作業種を示す。「広葉」は広葉樹が優占しており、保残される。

2 -

2. 調査方法

杭で10m四方に区切られている内部について、5m×5mを最小単位として、調査区内の胸高直径3cm以上の生立木・枯立木を対象にして（つるを含む）、毎木調査を行った。計測にはスチールメジャーを用いて胸高周囲長を把握した。各幹の胸高周囲長計測位置にナンバーテープを打ち付け、個体識別を行った。また、杭上の地上高約1mにおいて、魚眼コンバータを取り付けたデジタルカメラを用いた全天空写真を撮影し、林冠空隙率を求めた。

生立木の立木密度で、植栽木の割合が30%以上の部分を人工林として扱った。

3. 結果と考察

調査区全体の生立木は、79種出現し、9565本であった（2220本/ha、表1）。主要な植栽木であるスギ以外では、コハウチワカエデ、コナラ等が多かった。

表1. 出現種の概要

種名	立木密度(/ha)	平均胸高直径 (cm)	胸高断面種合計 (m ² /ha)
スギ	1865.7	20.2	66.00
コハウチワカエデ	42.5	8.5	0.29
コナラ	38.1	23.8	2.28
コシアブラ	22.0	4.4	0.04
リョウブ	15.5	5.6	0.05
ミズキ	13.9	11.1	0.16
アオハダ	13.5	4.4	0.02
モミ	12.3	13.6	0.25
クマノミズキ	11.6	10.3	0.11
ウワミズザクラ	11.1	6.7	0.05
ホオノキ	11.1	11.8	0.17
ミズメ	10.7	8.4	0.09
カスミザクラ	10.2	9.5	0.09
エゴノキ	10.0	4.9	0.02
アブラチャン	8.6	4.8	0.02
オオヤマザクラ	8.4	9.5	0.08
イタヤカエデ	7.7	5.9	0.02
ヤマモミジ	6.7	8.4	0.04
ハウチワカエデ	6.5	6.9	0.03
オオバアサガラ	6.3	9.7	0.06
ナツツバキ	6.3	6.1	0.02
マンサク	6.0	4.7	0.01
サクラSP	4.6	11.0	0.06
ハルニレ	3.9	9.8	0.04
アオダモ	3.7	5.4	0.01
アカシデ	3.7	8.2	0.03
アワブキ	3.7	4.1	0.01
カラマツ	3.0	28.5	0.20
イロハモミジ	2.8	6.5	0.01
クリ	2.8	19.6	0.14
ハクウンボク	2.8	6.8	0.01
キハダ	2.3	10.5	0.02
ノリウツギ	2.3	4.7	0.00
ウラジロノキ	2.1	3.8	0.00
ウリハダカエデ	2.1	9.0	0.02
ツルウメモドキ	2.1	4.3	0.00
ヒノキ	2.1	6.2	0.01
バッコヤナギ	1.9	14.6	0.03
フジキ	1.9	7.4	0.01
ウリカエデ	1.6	5.5	0.00
ヒツバカエデ	1.6	5.2	0.00
キブシ	1.4	4.5	0.00
ブナ	1.4	14.7	0.03
ミズナラ	1.4	24.2	0.08
ヤマウルシ	1.4	5.0	0.00
イワガラミ	1.2	3.7	0.00
オニグルミ	1.2	15.8	0.02
サルナシ	1.2	4.7	0.00
サワシバ	1.2	4.6	0.00
タカノツメ	1.2	6.7	0.01
オオモミジ	0.9	3.8	0.00
クマシデ	0.9	5.2	0.00
クマヤナギ	0.9	5.2	0.00
コミネカエデ	0.9	4.3	0.00
ニセアカシア	0.9	13.0	0.01
ケヤキ	0.7	4.6	0.00
アカマツ	0.5	16.4	0.01
アズキナシ	0.5	3.9	0.00
オオウラジロノキ	0.5	3.5	0.00
シナノキ	0.5	16.5	0.01
ツノハシバミ	0.5	3.9	0.00
ハリギリ	0.5	6.5	0.00
フジ	0.5	4.4	0.00
ウダイカンバ	0.2	14.8	0.00
オオイタヤメイゲツ	0.2	13.3	0.00
カマツカ	0.2	5.0	0.00
クズ	0.2	4.8	0.00
クロツル	0.2	5.3	0.00
ケヤマハンノキ	0.2	36.5	0.02
ケンボナシ	0.2	12.6	0.00
サンショウ	0.2	4.0	0.00
ナツハゼ	0.2	5.2	0.00
ネジキ	0.2	3.9	0.00
ヒナウチワカエデ	0.2	5.3	0.00
フサザクラ	0.2	11.2	0.00
マルバアオダモ	0.2	12.4	0.00
ミヤマガマズミ	0.2	3.0	0.00
メグスリノキ	0.2	4.7	0.00
ヤマグワ	0.2	15.0	0.00
総計	2219.3	18.5	70.76

図2に、10m四方における立木密度と胸高断面面積合計に占める植栽木（スギ、ヒノキ、カラマツ）の割合を示した。スギ人工林の一部で、その割合が低い部分が見られた。図3および図4には、代表的な樹種の分布パターンを示した。重力散布型種子よりも種子散布距離が広いと言われている風散布型種子を産するコハウチワカエデは、その分布は人工林内ではほとんどみられなかった。また、重力散布型種子を産するコナラもその分布は広葉樹林に多かった。鳥散布型種子を産するミズキ、カスミザクラに関しては、人工林内で植栽木の割合が低い（天然更新した樹種の割合が高い）部分（図2）に分布がみられた。これらの分布している場所は実験的伐採での保残部にあたるため、伐採地への種子供給源としての機能が今後果たされるかもしれない。

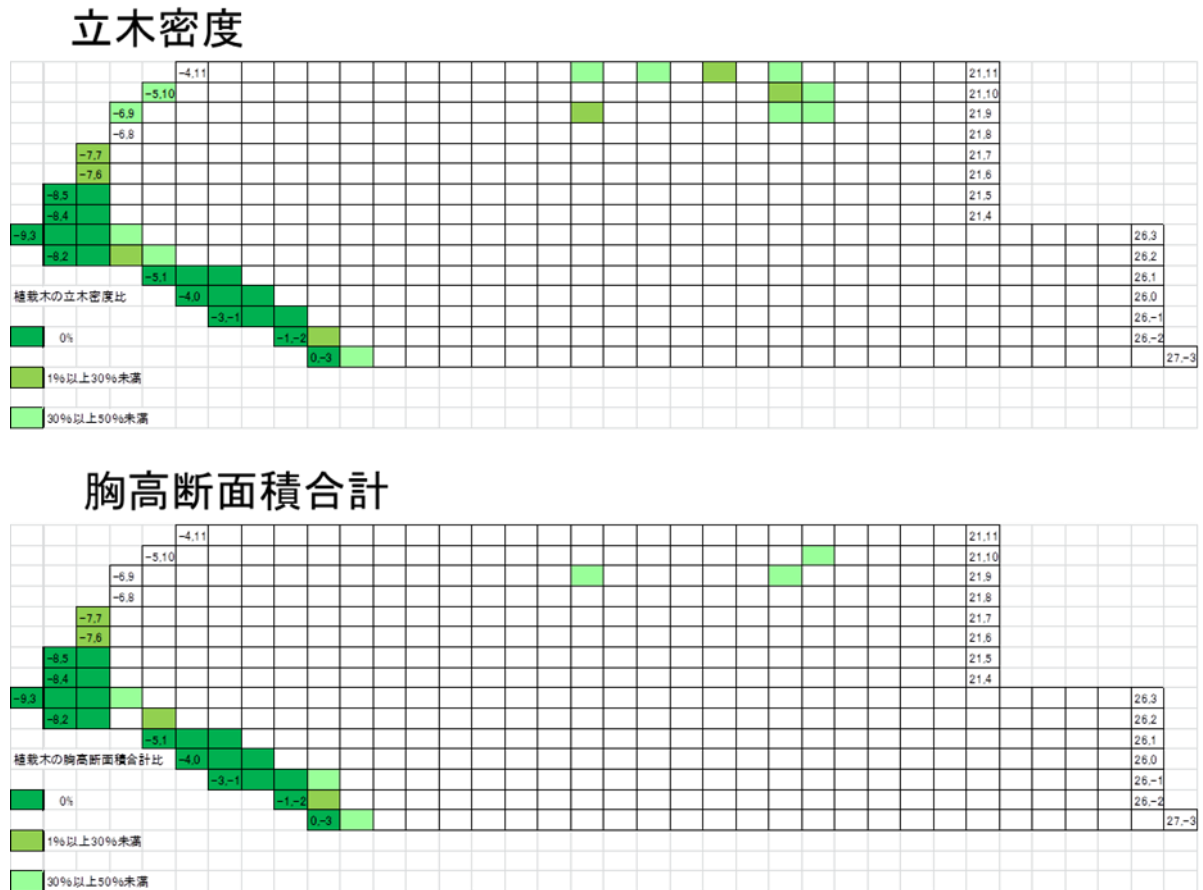


図2 10m 四方での植栽木（スギ、ヒノキ、カラマツ）の割合

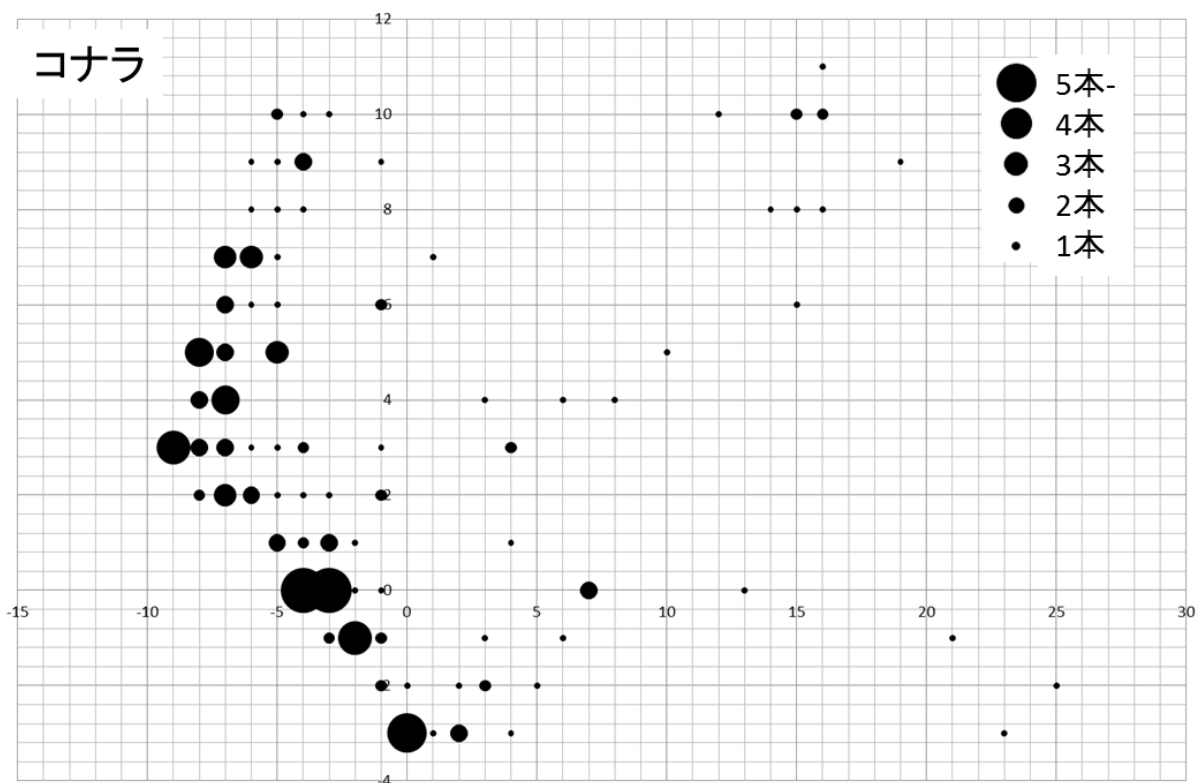
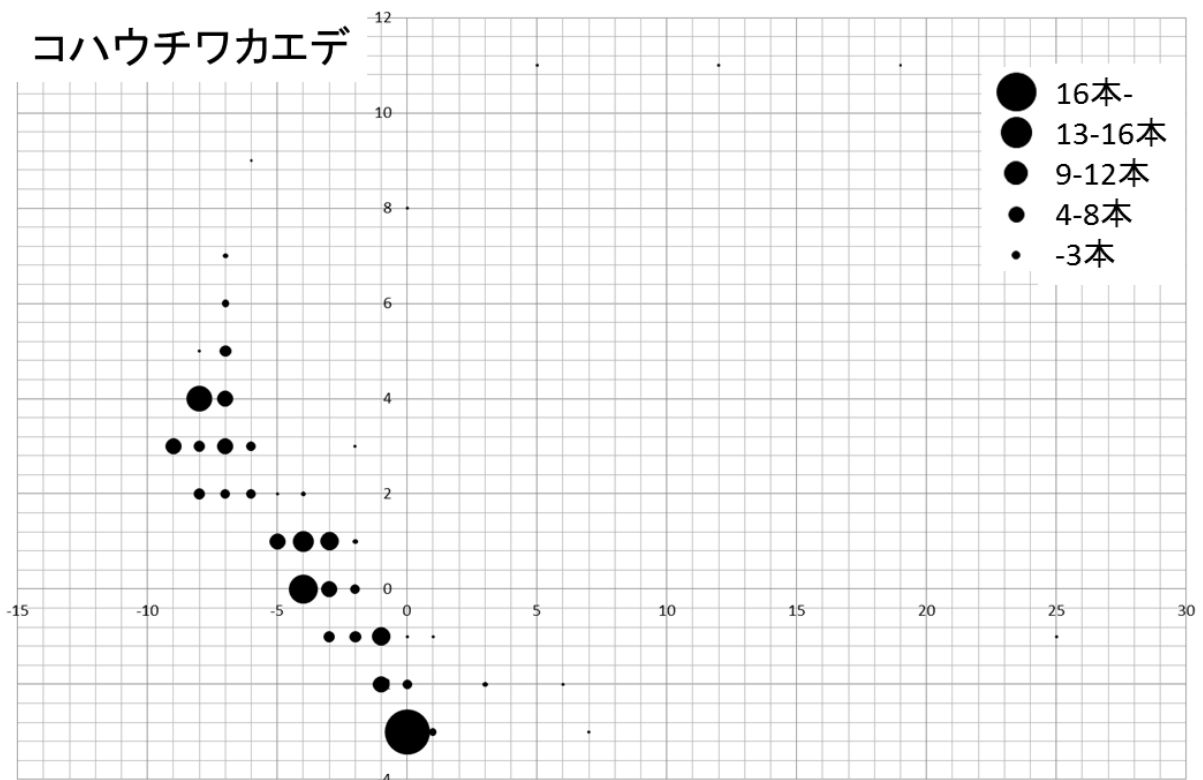


図3 主要な樹種の分布(100m²あたりの本数)

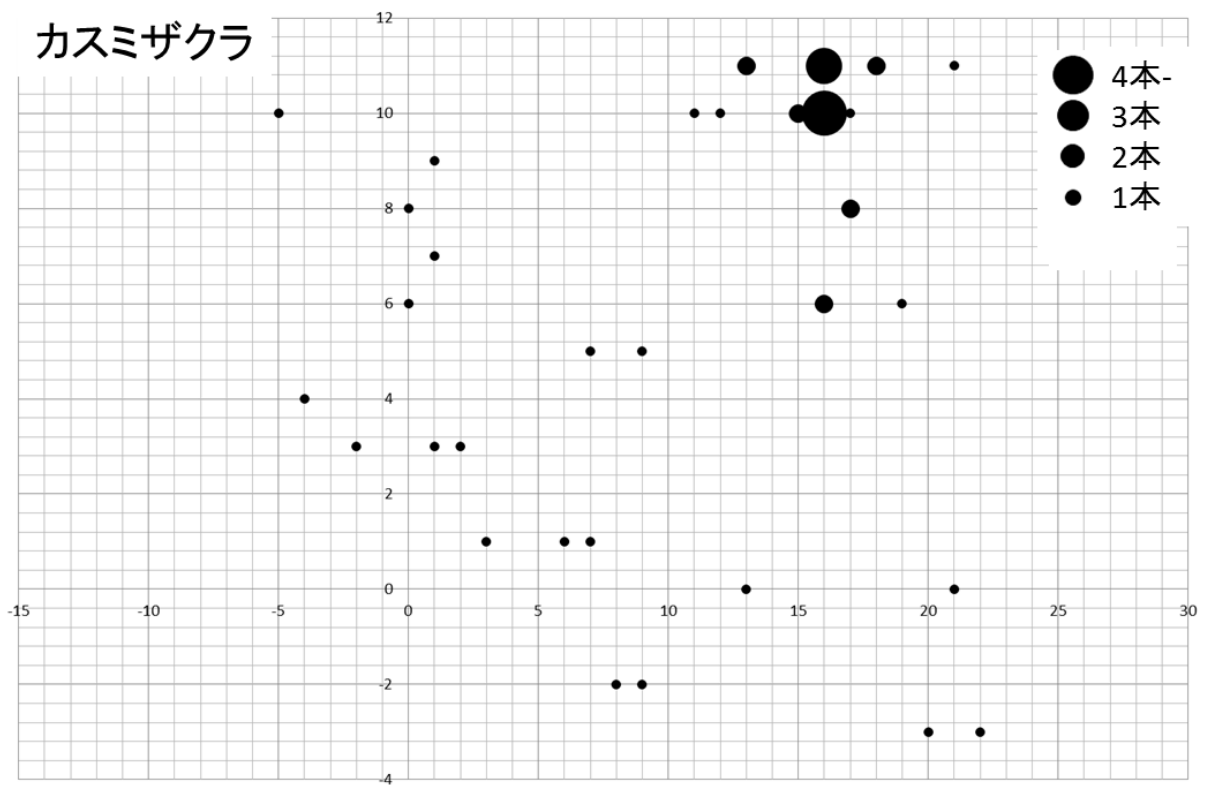
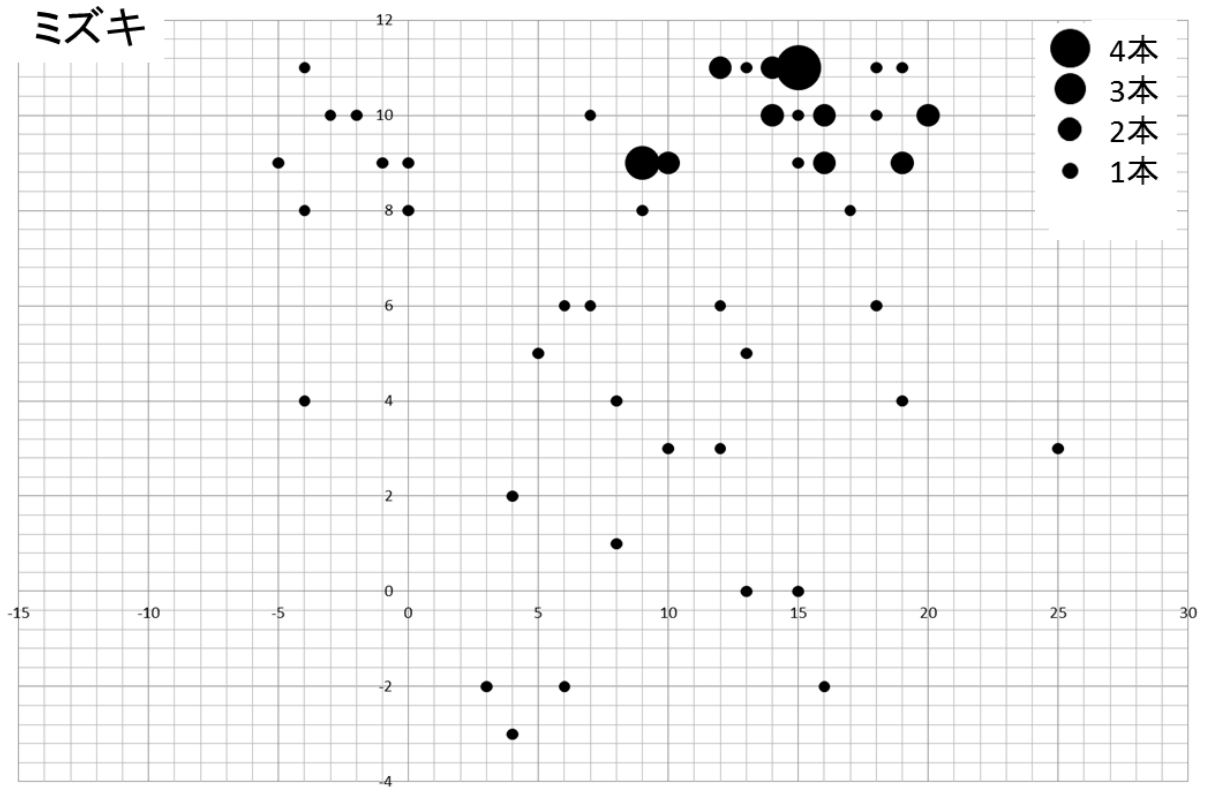


図4 主要な樹種の分布(100m²あたりの本数)

図5に、全天空写真より求めた林冠空隙率を示した。空隙率は1.5-12.6%に範囲し、平均は4.9%であっ

た。人工林部分での植栽木の割合と林冠空隙率の関係は有意な正の相関が見られた ($P=0.001$ 、図 6)。これは、人工林部分での植栽木の割合が低い、すなわち、多くの広葉樹が侵入している場所ほど、林冠空隙率が低いことを示している。植栽木が何らかの要因によって成林しなかった場所に広葉樹が更新できたことによって、かえって林冠空隙率が低くなったものと思われる。また、林冠空隙率と主要樹種（オオヤマザクラ、カスミザクラ、クリ、コナラ、コハウチワカエデ、ホオノキ、ミズキ、ミズナラ、モミ）の立木密度の関係は、オオヤマザクラ ($P=0.024$)、コナラ ($P=0.024$)、ミズキ ($P=0.001$) で有意な負の相関がみられ、このことを反映している可能性がある。

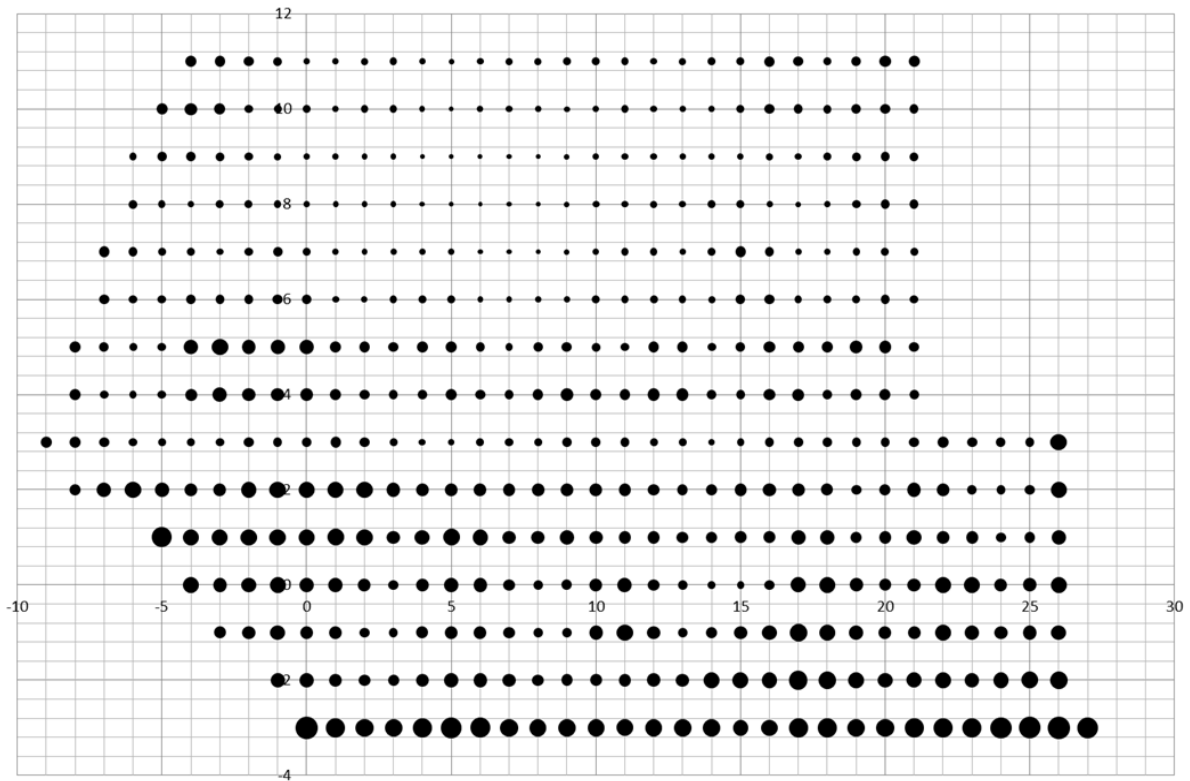


図 5 全天空写真より求めた林冠空隙率の分布

列状伐採後は、伐採列に接する残存木の倒伏も懸念され、残存木の今後の管理を考える上でも、その成長や生残を把握することは重要である。山梨県のシラベ・ウラジロモミ人工林での 10m 幅での列状伐採地では、残存木のウラジロモミで伐採列に端に近い残存木ほど成長がよいことが明らかにされている (長池・松崎 2012)。今後は、伐採が行われた後の残存木の成長や生残、植生回復過程を把握することはもちろんのこと、生物多様性復元に資する指標的な項目のモニタリングが重要となる。

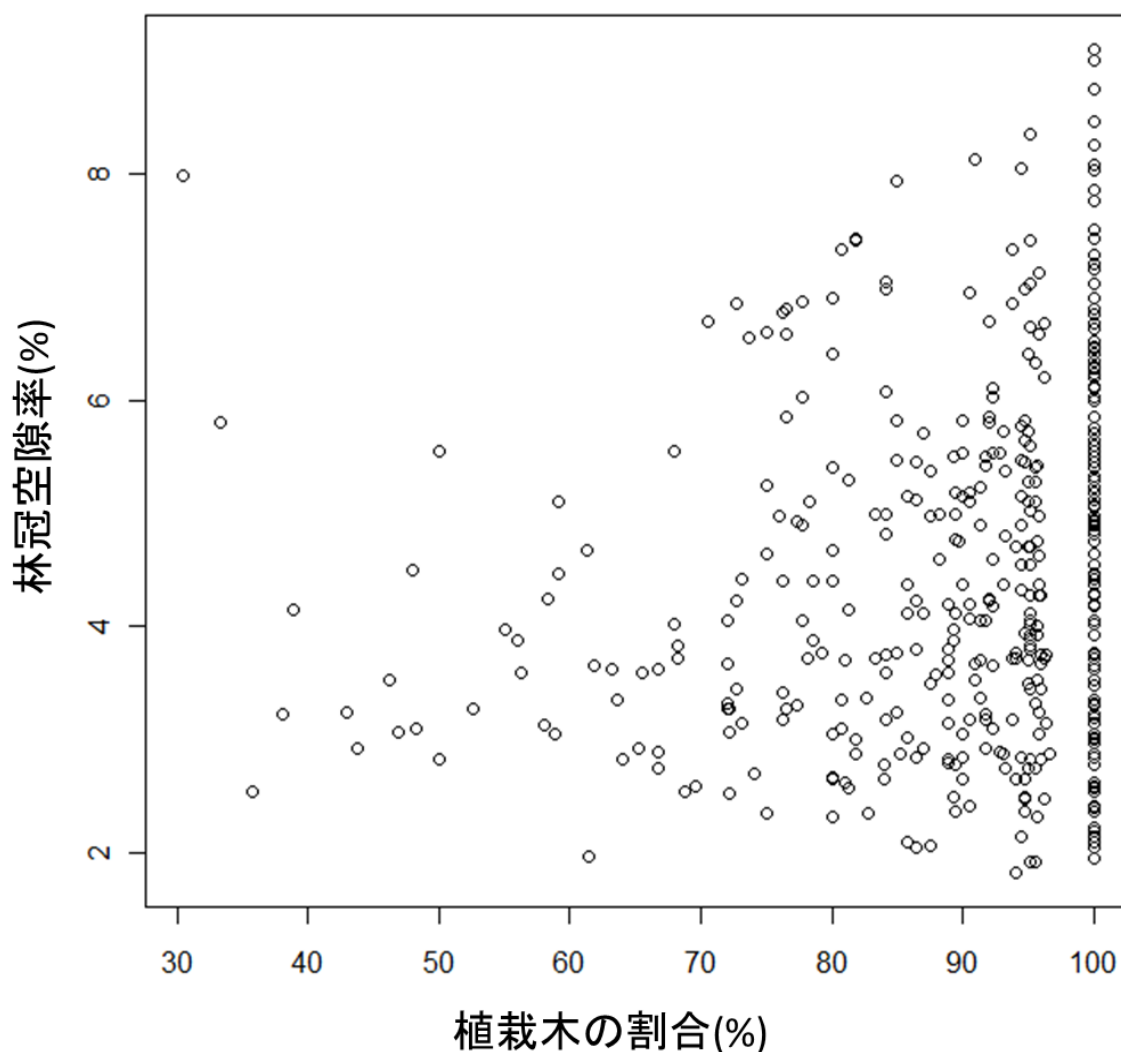


図6 人工林部分（立木密度での植栽木の割合が30%以上の部分）における、植栽木の割合（立木密度）と林冠空隙率の関係

4. 謝辞

本調査にあたっては、植生管理ワーキンググループおよび赤谷森林ふれあい推進センターのみなさんをはじめとする多くの方々に大変お世話になった。特に野外調査にあたっては、飯田千咲、石田郁也、市橋圭介、鹿子嶋光、高野光輝、中谷隆宏、中村はる菜、星野莉紗、松本さおり、村山いずみ、本柳友佳子、柳 貴洋の皆さんに、ヤマビルに食いつかれながらもご協力いただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

5. 引用文献

- Gonzales RS, Nakashizuka T (2010) Broad-leaf species composition in *Cryptomeria japonica* plantations with respect to distance from natural forest. *For. Ecol. Manage.* 259 2133-2140
- Ito S, Nakagawa M, Buckley GP, Nogami K (2003) Species richness in sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) plantations in southeastern Kyushu, Japan: the effects of stand type and age on understory trees and shrubs. *J For*

Res 8:49-57

「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム (2010) 広葉樹林化ハンドブック 2010—人工林を広葉樹林へと誘導するために—. 独立行政法人森林総合研究所.

Masaki T., Ota T., Sugita H., Oohara H., Otani T., Nagaike T., Nakamura S. (2004) Structure and dynamics of tree populations within unsuccessful conifer plantations near the Shirakami Mountains, a snowy region of Japan. *For. Ecol. Manage.*, 194 389-401

長池卓男 (2000) 人工林生態系における植物種多様性 日林誌 82 407-416

Nagaike T (2012) Review of plant species diversity in managed forests in Japan. *ISRN Forestry* 2012 doi:10.5402/2012/629523.

長池卓男・松崎誠司(2012)ウラジロモミ-シラベ混交植栽人工林における列状伐採が直径成長に及ぼす影響. 山梨県森林研研報 31 : 13-15

Noguchi M., Okuda S., Miyamoto K., Itou T., Inagaki Y. (2011) Composition, size structure and local variation of naturally regenerated broadleaved tree species in hinoki cypress plantations: a case study in Shikoku, south-western Japan. *Forestry* 84: 493-504.

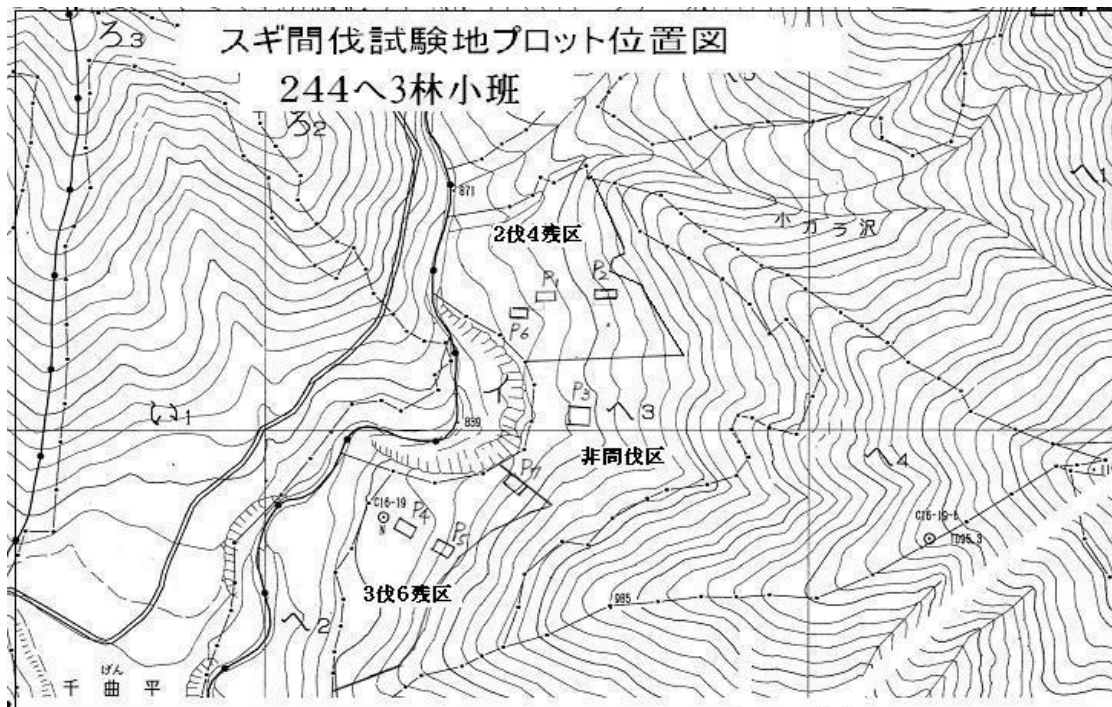
横井秀一・山口 清(2000)積雪地帯におけるスギ人工林の成林に影響する立地要因. 日林誌 82:15-19

(4) スギ保育間伐試験地 (244へ3林小班)

- ① 位置等：標高900mのブナ帯、沢側に自然林あり
- ② 設定年度：2004年度(平成16年度) (間伐時林齢：28年生、1代目人工林)
- ③ 試験地の目的：伐採幅を変更した場合に生じる更新への影響把握。
- ④ 施業内容：2伐4残の間伐区、3伐6残の非同伐区を設定。

2伐4残区及び3伐6残区には間伐木の搬出区と切捨て区を設置

- ⑤ 位置図等



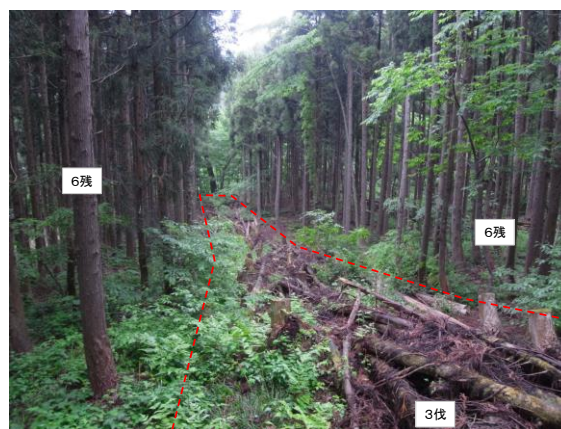
試験地の概要

⑥ 現況写真(2013年6月)

2伐4残区



3伐6残区



無間伐区 (平成 23 年度報告書抜粋)

1. 目的

生物多様性の保全を図るため、従来の間伐の目的に加え、間伐による光環境の改善により、積極的に広葉樹の進入を促進し、将来的に自然林に誘導する方法を研究することを目指し、列状間伐の伐採幅を変更した場合に生じる更新への影響や生態系への影響を把握することを目的とした。

2. 方法

伐採後の植生の変化を明らかにするために、2009年9～10月(対照区は2010年10月)に、各調査区において植物社会学的調査法(Braun-Blanquet 1964)に基づく植生調査を行った。さらに、伐採後新たに定着した実生を対象とした毎木調査を、各調査区において2010年10月に行った。

毎木調査は林冠構成樹種を対象とし、樹高30cm以上とそれ未満に分けて、30cm以上のものは種・樹高・幹数を、30cm未満の個体は種・幹数を計測した。

光環境は、2004, 2005年に照度計を用いて照度を測定し、2009年10月に、地上高1.5～2.0mにおいて、光量子束密度計を用いて10秒間隔で計測した。また、林道脇(林外)にて同様の方法を用いて計測し、調査地における値を相対日射量とした。2013年10月には、地上高1.0mにおいて全天写真を撮影して、空隙率を推定した。

3. 結果

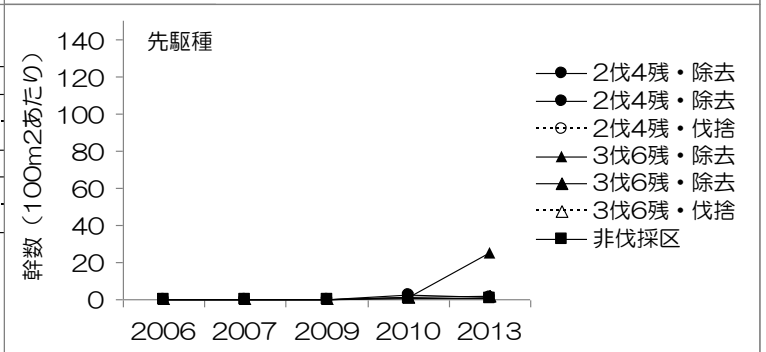
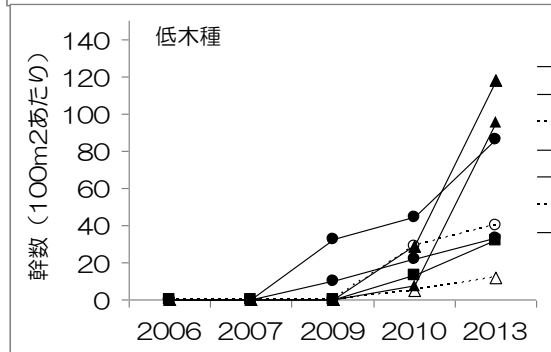
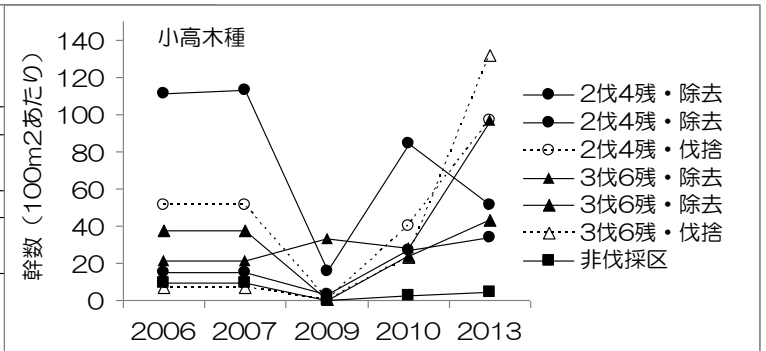
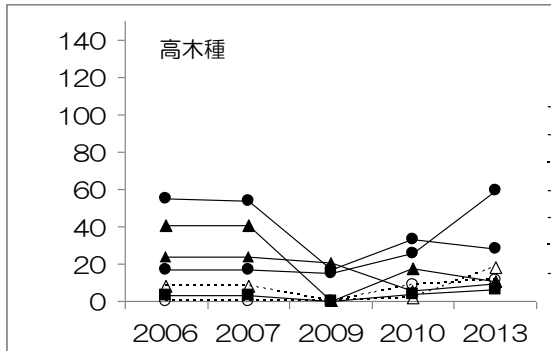
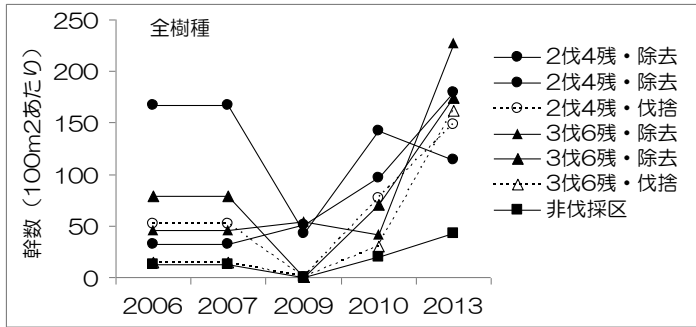
3-1. 基準①更新した樹木の本数(林野庁の更新完了基準など)

樹高30cm以上の個体数は、非伐採区と比べて、伐採区で多かった(図1)。2009年(伐採後6年目)以降は、小高木、低木種(2006-2007は調査対象種でなかった可能性がある)が増加傾向にあるのに対して、高木種は個体数の増加は不明瞭であった。

2伐4残除去S1では、幹密度のため過大評価しているが、関東森林管理局の更新完了基準(5000本/ha以上)を満たしていた。他の調査区では、幹密度でもてもそれ以下であった。伐採木の除去の有無が与える影響は、地点間によって異なっていて、はっきりした傾向は認められない。種構成をみると、伐捨区は、いずれもリョウブが大半を占めていた(表1)。

3-2. 基準②目標とする潜在自然植生との類似性

どの潜在自然植生構成種は非常に少なく、処理区間の違いは明確ではなかった(図2)。



伐採後 2年 3年 5年 6年 9年

伐採後 2年 3年 5年 6年 9年

図1. 広葉樹の稚樹 (高さ30cm以上) の生活型ごとの幹数の経年変化 (伐採後2~9年目)

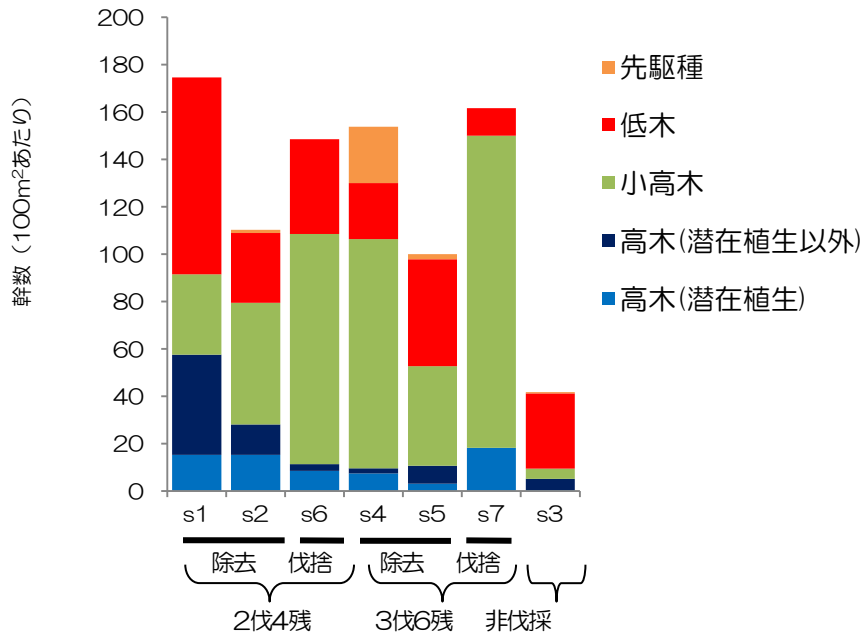


図2. 伐採後9年目(2013年)生活型ごとの幹密度(本/100m²)

3-3. 光環境の経年変化

光環境は、2伐4残では伐採後5年目まで、明るい状況が維持されたが伐採後9年目には非伐採区とほぼ同じ水準に戻っていた。一方、3伐6残も同様の傾向が見られたが、伐採後9年目も、数%程度非伐採区よりも空隙率が高かった(図3)。

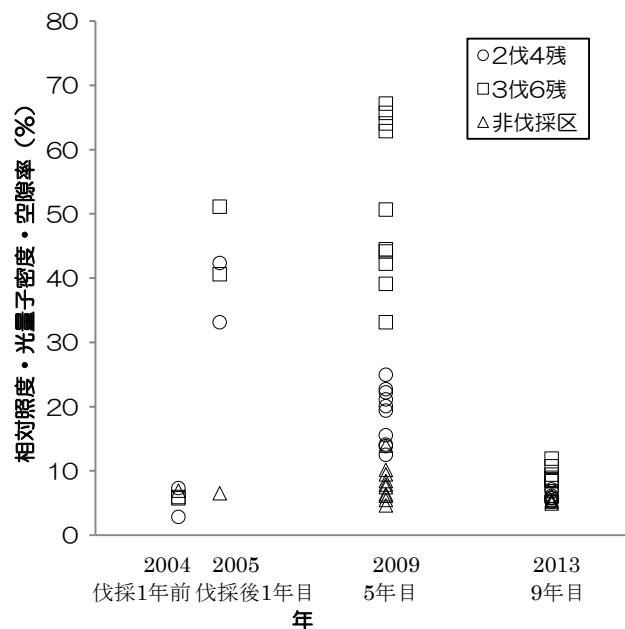


図3. 伐採前後の光環境の変化('04,'05年は照度、'09年は光量子密度、13年は空隙率)

表1. 伐採後9年目(2013年)の処理区ごと、樹種ごとの幹本数(2013年)

伐採幅 伐採木の処理方法 プロットNo 面積(m ²)	2伐4残		3伐6残			非伐採	
	除去	伐捨	除去	伐捨	伐捨		
	1	2	6	4	5	7	3
	59	78	35	93	93	60	230
高木(小計)	58	28	11	10	11	18	5
アオハダ				1	2		0
アカシデ					1		
アズキナシ	2						
アワブキ			3				
イタヤカエデ	3				1		
オオイタヤメイゲツ					1		
キハダ							1
サワグルミ	7						
シオジ					1		
テツカエデ	31	12					2
トチノキ		1					1
ブナ		12	3	3	1	3	0
ホオノキ							0
ミズキ				1			
ミズナラ				1			
ミズメ	15	4	6	3	2	15	
メグスリノキ					1		
ヤマグワ							0
小高木(小計)	34	51	97	97	42	132	4
アオダモ	7	38	17	6	5		1
ウリハダカエデ				5	1		1
カジカエデ					1		
キブシ	3				1		
コハウチワカエデ	5	3					
コミネカエデ			14	1			
ハクウンボク		1		2	3		0
ヤマウルシ				1		2	
ヤマモミジ	5	3		15	12	2	0
リョウブ	14	6	66	66	18	128	1
先駆種(小計)	0	1	0	24	2	0	0
クサギ				24	1		
シラカバ					1		
タラノキ		1					
フサザクラ							0
低木(小計)	83	29	40	23	43	12	32
アブラチャン	75	9	6	9	6		20
オオバクロモジ	8	21	31	13	19	10	10
タニウツギ				1	12		
ツノハシバミ			3				
ムラサキシキブ					5	2	2
総計	175	110	149	153	98	162	42

4. 考察

4-1. 本試験地の成果をもとにした森林管理への考察

伐採9年目の結果から、伐採前の広葉樹の稚樹の調査が実施されていないため、伐採前の稚樹の定着状況は不明であるが、非間伐区との比較から、広葉樹の稚樹の更新が促進された可能性が示唆される。また、3伐6残と、2伐4残の違いや、伐採木の除去の有無などの処理の違いは、今回の結果からははっきりしなかった。しかし、各調査区（特に伐採木除去区）は互いに近くに設定されているため、この違いが、伐採の影響なのか、伐採前の前生稚樹の個体数の違いや環境の違いなのかを慎重に検討する必要がある（伐採前は植生調査データのみで、伐採地点と現在の調査プロットが一致しないなどの課題もある）。

4-2. 今後同様の実験を行うのか？～本試験地の成果を試験地以外の場所にどこまで適用できるか？～

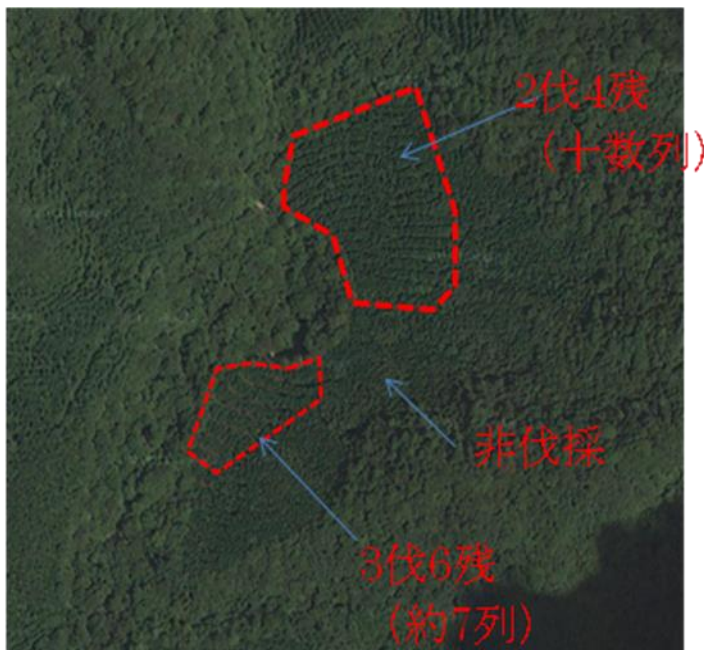
上述のように、伐採による効果を慎重に検討するとともに、今回は1林分の事例であるため、他の地域で行われた事例などとの比較が必要である。

4-3. この試験地の今後の取り扱い

光環境がほぼ伐採前と同程度に近づいていること、高木性樹種の幹数が2009年以降5年間増えていないことなどから、自然林への誘導を促進させるためには、非間伐区、間伐区ともに、新たな管理手法を検討する必要がある。

5. 今後の課題

モニタリングおよび実験区配置の課題として、「241つ」試験地同様、実験区配置の工夫（疑似反復の回避など）、調査方法の統一などの検討が必要。



図A 試験地の衛星画像

6. 利根沼田署管内の天然下種2類施業の実績と、施業実施後5、15年後の更新状況の把握

藤田卓（日本自然保護協会）

1. 目的

人工林を自然林に復元するための施業方法は確立していない（広葉樹林化ハンドブック 2012）ため、赤谷プロジェクトにおいて、自然林への復元する施業は、最新の知見に基づき試験的な施業方法を検討し、実行し、検証し、その手法を改善するという「順応的管理」のもと進める予定である。しかし、この方法の最大の欠点は、試験的な施業の結果を得るためには、少なくとも5年、10年、理想的には数十年必要であることであるため、時間がかかることである。なぜなら、森林の遷移は、100年オーダーの時間がかかるため、森林が更新できたのかどうかを5年後にある基準をもとに判断したとしても、数十年後も成林しているとは限らないからである。

例えば、広葉樹林ハンドブック 2010 より

事例①新潟県のブナ天然更新試験地：施業から10年後にブナが更新完了基準を満たしていたが、40年後にブナが優先する林は、その7割だった。

事例②岩手県のブナ天然更新試験地：施業から5年後にブナが更新完了基準を満たしていたが、30年後にブナ以外が優先する林になった。

また、上記の2つの事例は、もともとブナ林だった林分をブナ林に復元する実験である。そのため、伐採前が人工林である場合は、種子供給源がないなどの自然林への復元のポテンシャルが低いと、上記の2つの事例よりも困難であると考えるのが妥当であろう。

赤谷プロジェクトにおいて設置した自然林復元試験地は4林分であり、古いものでも実施後8年しか経過していないため、この成果だけで今後の施業方針を決める根拠を得ることは困難である。

一方で、人工林の伐採後に天然更新を行う施業（天然下種2類など）は、国有林で過去に多数実施されており、赤谷プロジェクトエリアを含む利根沼田署管内の国有林においても1971年以降（41年前）200箇所以上で実施されており、施業実施後数十年以上経過した林分もある。そこで、これらの施業（天然下種2類など）実施後の天然更新の状況を多数の事例を調べることによって

- ・過去の施業結果（伐採後5～20年）をもとに植栽なしでも更新可能かどうか検証
- ・更新の成否を決める要因（施業方法・環境条件）の解明

過去に行った人工林を自然林に復元する施業（天然下種2類など）方法を用いて、“植栽せずに人工林を自然林に復元できるのか？”、またその成功・失敗を決める要因を明らかにし、これらの成果を赤谷プロジェクトの次期の地域管理経営計画へ反映させることを目的とした。

なお、本論では昭和と平成を挟んだ年代の情報を整理するため、西暦を利用して記述した。

2. 方法

1971～2011年までに行われた利根沼田署管内の天然下種更新施業の更新完了調査一覧表および国有林GISから過去の施業実績・更新状況調査結果を集計した（748件：同一林分を5～10年後に再調査したデータも含む）。天然下種2類施業前の情報は含まれていないため、過去の事業図をGISに入れ、GIS上で参照し、天然下種2類施業実施前の林相を過去の事業図の凡例から推定した。

表1. 利根沼田署管内の天然下種更新施業の更新完了調査結果一覧表の1例

利根沼田森林管理署		人工林内天然広葉樹等育成天然更新箇所一覧表															No. 1										
森林事務所		単位：本/ha																									
調査 年	面積 (ha)	取 戻 年 度	撤 出 年 月 日	調査 年 月 日	調査結果の内容(本)							更新 方 法	調査 年 月 日	調査結果の内容(本)							更新 方 法	調 査 考					
					樹高 30cm 未満	樹高 30cm 以上 胸径 4cm 未満	樹高 30cm 以上 胸径 4cm 以上	計	出 現 率 %	主 な 樹 種 名	樹高 30cm 未満			樹高 30cm 以上 胸径 4cm 未満	樹高 30cm 以上 胸径 4cm 以上	計	出 現 率 %	主 な 樹 種 名									
97.3	6.54	H2	H3	3.9.25.08	2240	120	2,160	100	0.0	DP, 3.27, 3.27	B.2																
97.11.7	1.32	H4		3.11.20.00	3800	470	8370	100	100	DP, 1.17, 1.17	A.1																97.11.7
97.11.6	3.12	〃		3.11.20.00	3800	470	8370	100	100	DP, 1.17, 1.17	A.1																
97.11.5	1.48	〃		3.11.20.00	3800	470	8370	100	100	DP, 1.17, 1.17	A.2																
97.11.8	2.89	H5		3.11.20.00	2900	160	6900	100	100	DP, 1.17, 1.17	A.1																97.11.8

3. 結果

1) 利根沼田署管内の天然下種更新施業の実績

更新完了調査は、施業実施後5年後に実施され、更新が十分でないとは判定された場合(判定B,C)、5年以内に再調査を行うことが定められている。そのため、報告書に記載された748件の更新完了調査結果のうち、この再調査分が含まれていて、これらの再調査を除くと、680件となった。すなわち、1971～2011年までに行われた利根沼田署管内の天然下種更新施業は680カ所で行われたことになる(表2)。以降は、重複を除いたこれら680カ所について記述する。

これらの施業が実施された年を、施業方法別にみると、1970～1980年代までは、主に「その他広天2」、「ブナ天2施業」が多く、1990年以降に、「人工林内天然生広葉樹等育成天然更新施業」が数多く実施されていた(図1)。

また、施業実施前の樹種を推定するために、表1の一覧表に記載された林小班名を用いて、過去の事業図を参照したところ、施業実施年代前後の事業図を参照しても、該当する林小班が確認できなかったものが107カ所あった。また、林小班名から場所が特定できた場合でも、施業実施前の事業図がないために、過去の樹種を推定できない137カ所あった。

これらを除き、施業実施前の樹種が推定できた437林分のうち、自然林が250カ所と最も多く、次いでカラマツ林が96カ所、ヒノキ林は28カ所、スギ林は20カ所であった。

施業後20年以上を経過した林分が多く、カラマツ、スギ、ヒノキ人工林でも、施業後30年を越える林分も存在する(図2)。このことから人工林の伐採後数十年を経た天然更新箇所に関する知見が得られる可能性がある。

人工林において、2005年以前に実施された天然下種更新施業では、基本的に択伐(伐採率30%程度)施業である。今までの調査から、人工林を自然林に復元する際の伐採方法としては、択伐施業よりも、帯状など一定区域を皆伐する方が更新が確実に進む可能性がある。そこで、2002年以降に実施された「天然下種更新施業」35林小班すべてを、空中写真(IKONOSおよびGOOGLE EARTHの衛星写真(SPOT衛星))で判読した結果、2006年～2008年の3年間に少なくとも10林小班において、20m以上の帯状伐採が行われていることがわかった(119な2, 208そ, 208の1, 208の2, 208ら, 208る, 209ち, 209へ1, 241つ, 259こ2)。これらはすべて、施業前の林分はカラマツ林であった。これらの多くは、3～4列程度の20m伐採区が存在する林分が多かったが、中には、14列(119な2)、10列(259こ2)の伐採区を設けている林分があった。

2) 利根沼田署管内の天然下種更新施業後の更新完了調査結果

利根沼田署管内すべての更新判定結果を見ると、更新完了したと判定した林分(判定A)が大半をしめ、約5%の林分が経過観察(判定B)あるいは更新困難(判定C)と判定されていた(表3)。更新完了となっていない林分を樹種別にみると、カラマツ林約1割(72林分のうち1林分)存在し、アカマツ・ヒノキ林は約5%(1林分)、スギ林は0%(17林分のうち0林分)であった。

また、1回目の調査で更新完了基準(A判定)を満たされず2回以上調査を実施した林分が、約1割程度存在し、樹種別にみると、カラマツ林が2割程度とその割合が高かった。

3) 更新完了調査結果からわかったことのまとめ

①利根沼田署管内の天然下種施業は、1971～2011年までに680箇所行われ、そのうちカラマツ林は98箇所、ヒノキ林28箇所、スギ林20箇所あった。この中には、施業実施後20年以上経過した林分が多数存在することがわかった。

②利根沼田署管内の人工林における天然下種施業は、おおむね2005年までは、伐採率30%前後の択伐であったが、2006年～2008年の3年間に一部の人工林(カラマツ人工林で少なくとも10箇所)において、20m幅以上の帯状皆伐が行われていた。

③全体でみると、施業5年後には9割以上が更新完了基準(5千本/1ha)を満たしており、カラマツ林においても、8割程度が更新完了基準を満たしていた。このことは、利根沼田署が従来から用いている天然下種更新施業を実施する箇所の選定基準を用い、従来の施業方法(30%前後の択伐)を用いた場合、少な

くとも8割以上の林分において、更新完了基準(5千本/1ha)を満たす可能性があることを示唆している。しかしながら、関東森林管理局の更新完了基準では、施業実施後5年目に30cm以上の有用広葉樹が5千本/ha以上が存在するという基準であることから、目標植生の構成種であるブナ、ミズナラ、コナラなどは1本もない可能性もあり、この結果の解釈は注意する必要がある。

4. 今後の課題

利根沼田署管内で行われた天然下種更新施業は、人工林に限っても100箇所以上あること、施業実施後40年近く経過している林分があることがわかった。これらの過去の施業事例から、人工林を自然林に誘導するために、「どのような施業を、どこで行えば、自然林に復元しやすいのか」という知見を得るために、今後、以下の3つの課題に取り組む必要がある。

1) 更新完了基準を満たさなかった理由の把握

今回の調査結果から、施業実施5年後の更新完了調査では1割以上が更新完了基準(5千本/1ha)を満たさず、特にカラマツ林においては、2割以上の林分において更新完了基準を満たしていなかった。みられた。また、1回目の調査で更新完了基準(A判定)を満たさず2回以上再調査を実施した後も、判定B,Cのままの林分が1割以上存在する。これらの林分の環境条件や現地の更新状況を調べ、これらがなぜ更新が完了できなかったのか原因を探り、今後の施業に活かす必要がある。

2) 更新完了したと判定された林分の5~40年後の更新状況の把握

自然林の復元には、100年オーダーの時間がかかるため、施業実施後5年目で更新状況を判断したとしても、数十年後に成林しているという保証はない(広葉樹林ハンドブック2010)そのため、更新完了調査において更新完了と判断された林分が、その後5~40年後も、人為を加えずに順調に成林しているのか確認する必要がある。またこれらの成果から、どのような条件ならば、長期的にみて自然林へ復元できるのかを明らかにする必要がある。このような情報を整理するためには、現地の樹種別の胸高直径分布などを把握する必要があり、現地調査を複数地点において実施する必要がある。

3) 人工林における20m以上の帯状皆伐施業実施箇所の現地調査

2006年以降カラマツ人工林において、20m以上の帯状皆伐施業を実施した林分が、10箇所あることがわかった。これらの地点の調査を実施することによって、“赤谷プロジェクトで設置した「241つ」のカラマツ林漸伐試験地の結果がどの程度普遍性があるのか”について検証することが可能である。

表2. 天然下種更新施業における実施箇所数（施業実施前の樹種と施業方法の関係）

施業方法	施業実施前の樹種													事業 図上に林 班なし 不明	総計
	人工林						自然林								
	カラマ ツ	スギ カラマ ツ	スギ	スギ の可 能性	アカマ ツ	アカマ ツの 可能 性	ヒノキ	針葉 樹林	自然 林	自然 林の 可能 性	天然 アカマ ツ	天然 針葉 樹林	不明		
アカマツ天1			1		1				2		1	1		2	8
その他広	1						2		12					2	19
その他広天1			2	2	2				4					19	29
その他広天2			2		2		19		82	1	1	1		32	185
ブナ	1					5								5	11
ブナ等天1									26					36	76
ブナ等天2	15		4	3	8	5	2		25	3				42	167
天2	24	2	3						6						35
人工林内天然生広葉樹 等育成天然更新	34		3				5		7						49
皆伐萌芽			2					2	68			2		1	75
萌芽	4		3						18					1	26
総計	96	2	20	5	13	10	28	2	250	4	2	4	137	107	680

表3. 天然下種更新施業における施業実施前の樹種別の更新完了判定結果（表内の数字は、該当する林小班数）

※更新完了判定結果：再調査した林分は、最新の判定結果を表す。

A：更新完了の目安を満たした林分又は、成林が見込めると判断した林分、B：現時点では本通達の更新完了の目安に達していないが、稚幼樹の生育状況からみて経過観察を要すると判断される林分、C：更新完了ないし成林を見込むことの困難な林分、未判定：施業実施後5年未満のため、更新状況調査が実施されていない林

更新完了判定結果※	カラマ ツ	スギ カラマ ツ	スギ	スギ の可 能性	アカマ ツ	アカマ ツの 可能 性	ヒノキ	針葉 樹林	自然 林	自然 林の 可能 性	天然 アカマ ツ	天然 針葉 樹林	不明	事業 図上に林 班なし 不明	総計
未判定	24	2	3						12						41
A	65		17	5	12	10	27	2	224	4	2	3	132	104	607
B	6				1		1		9				1	2	20
C	1								5					3	12
総計	96	2	20	5	13	10	28	2	250	4	2	4	137	107	680
判定済み総計	72	0	17	5	13	10	28	2	238	4	2	4	137	107	639
BとCの割合(%)	10%	0%	0%	0%	8%	0%	4%	0%	6%	0%	0%	25%	4%	3%	5%

表4. 天然下種更新施業実施箇所における更新完了調査回数（表内の数字は、該当する林小班数）

未調査：施業実施後5年未満のため、更新状況調査が実施されていない林分

調査回数	カラマ ツ	スギ カラマ ツ	スギ	スギ の可 能性	アカマ ツ	アカマ ツの 可能 性	ヒノキ	針葉 樹林	自然 林	自然 林の 可能 性	天然 アカマ ツ	天然 針葉 樹林	不明	事業 図上に林 班なし 不明	総計
未調査	24	2	3						12						41
1回	56	0	16	5	11	10	24	2	213	4	0	3	135	101	580
2回	15		1		1		3		20		2	1	2	6	51
3回	1				1		1		3						6
4回									2						2
総計	96	2	20	5	13	10	28	2	250	4	2	4	137	107	680
判定済み総計	72	0	17	5	13	10	28	2	238	4	2	4	137	107	639
再調査(調査回数2-4) の割合(%)	22%	0%	6%	0%	15%	0%	14%	0%	11%	0%	100%	25%	1%	6%	9%

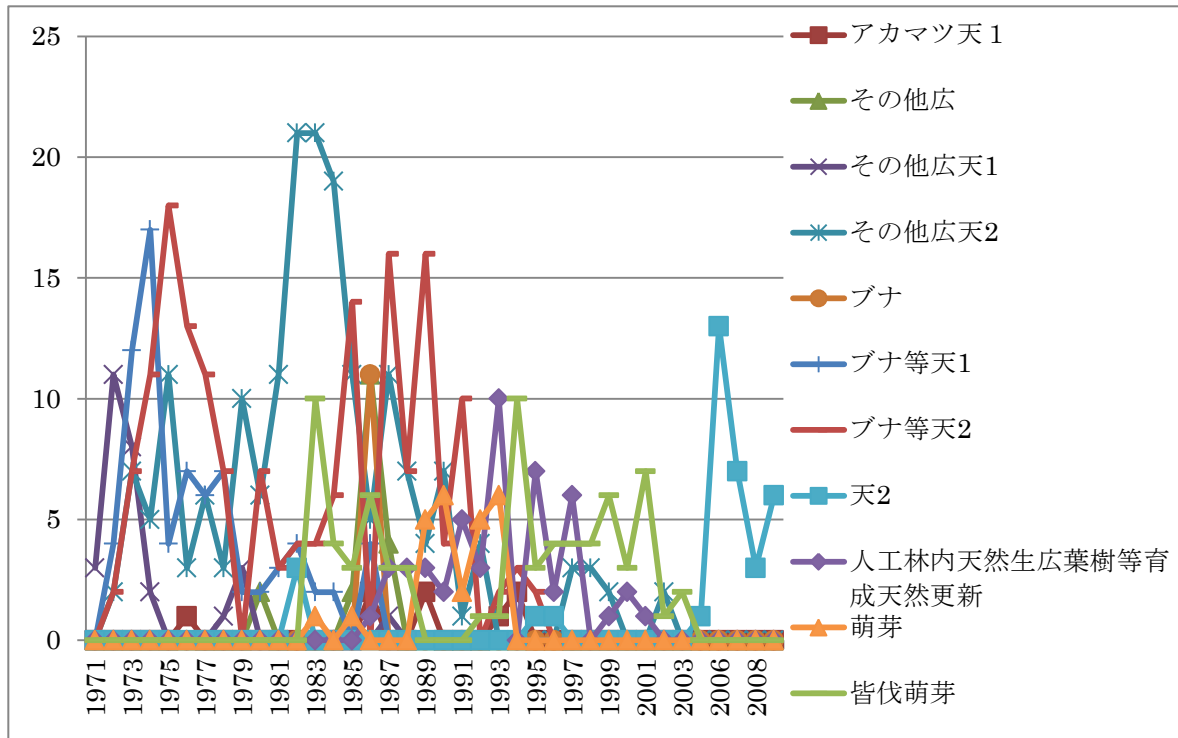


図1. 利根沼田署管内の天然下種更新施業方法別の施業実施件数の年次変化

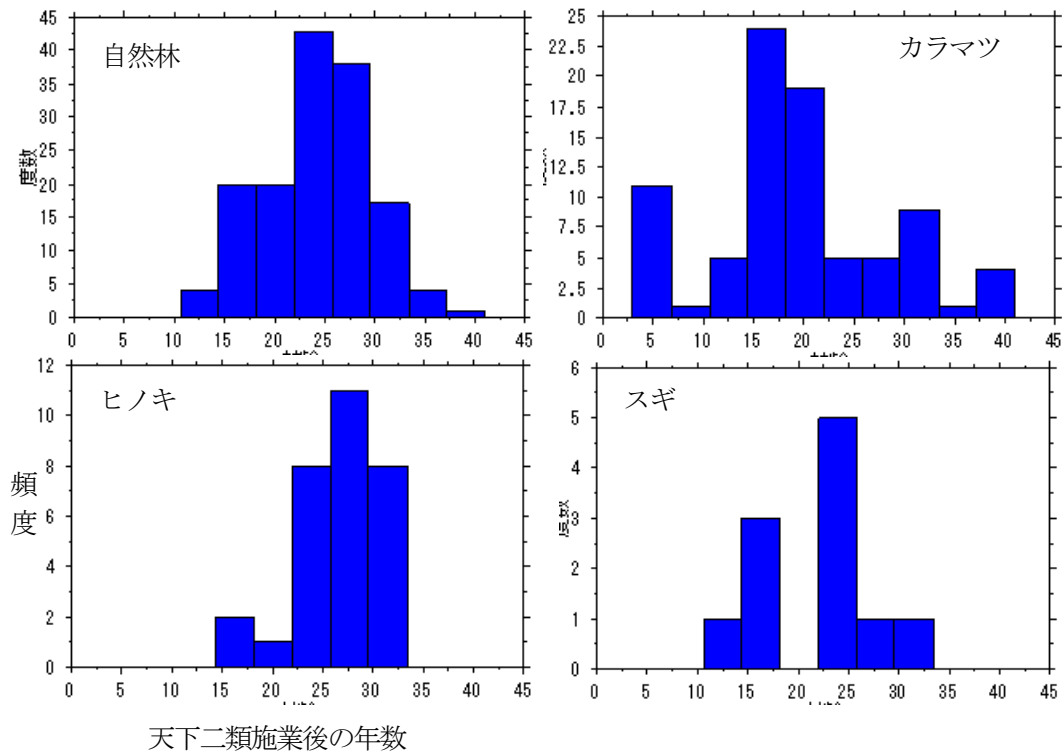


図2. 1代前の林相別の天然下種施業後の年数の頻度分布 (頻度がグラフ毎に違うことに注意)

②天下二類事業など実施箇所（1代前の林相）

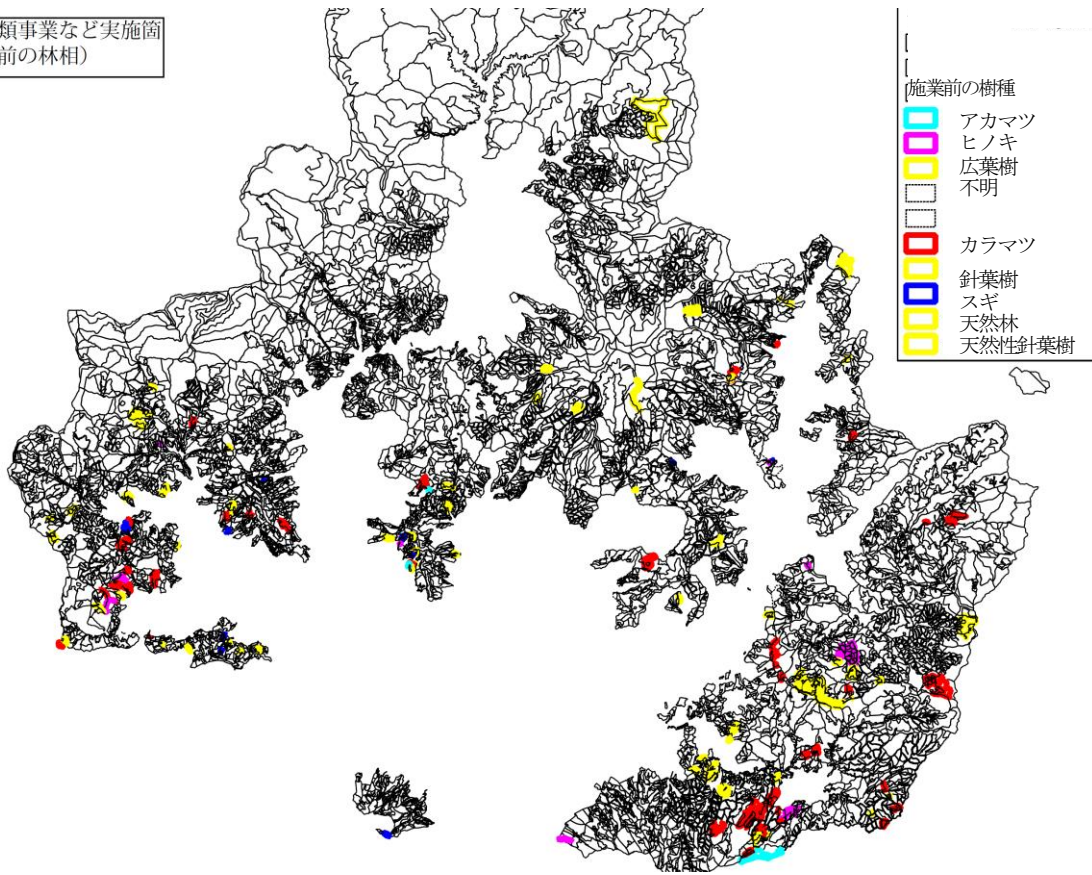


図3. 利根沼田署管内の天然下種作業前の樹種別の施錠実施箇所

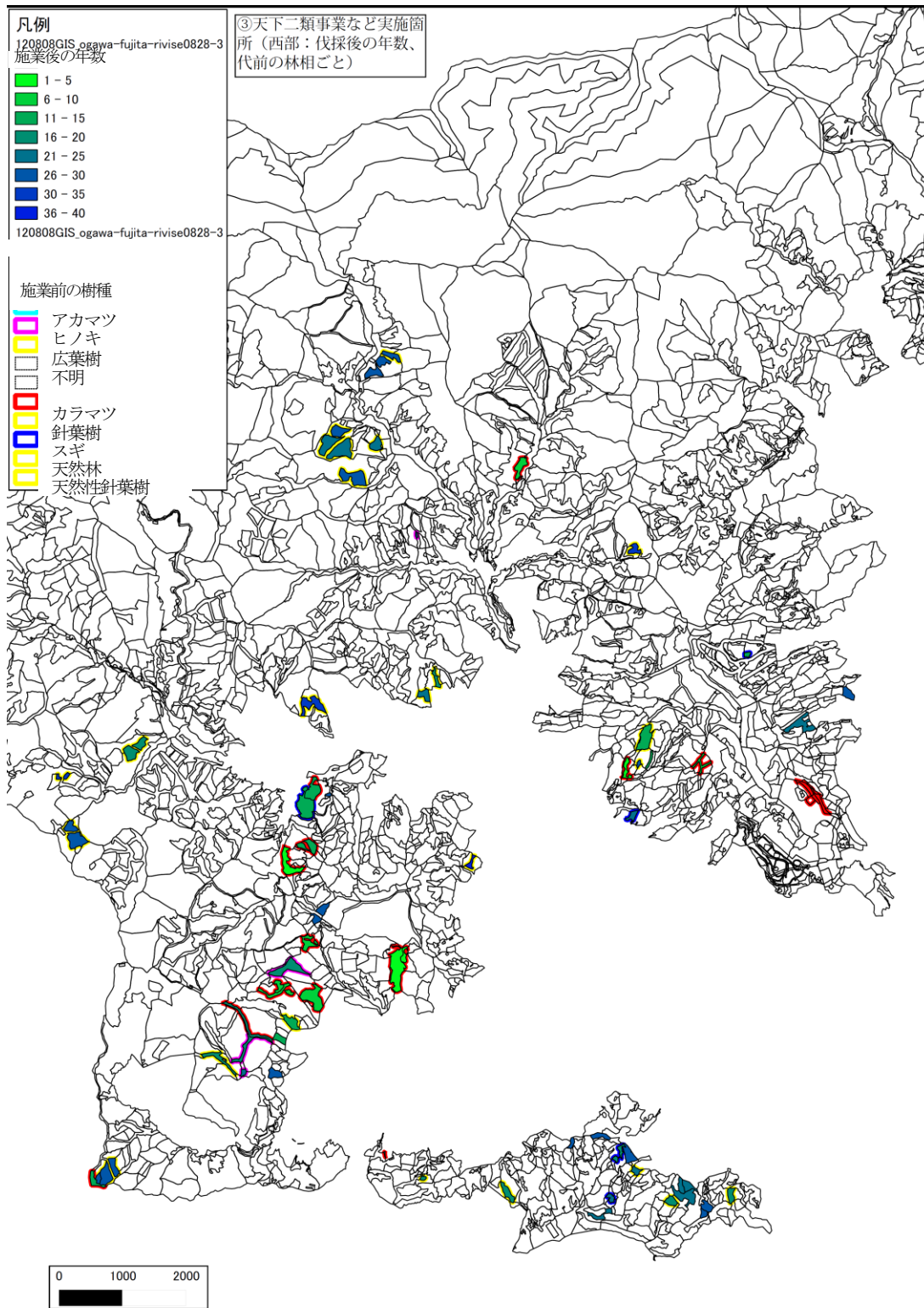


図4a. 利根沼田署管内の天然下種施業前の樹種別・林齢別の施錠実施箇所（1／3）

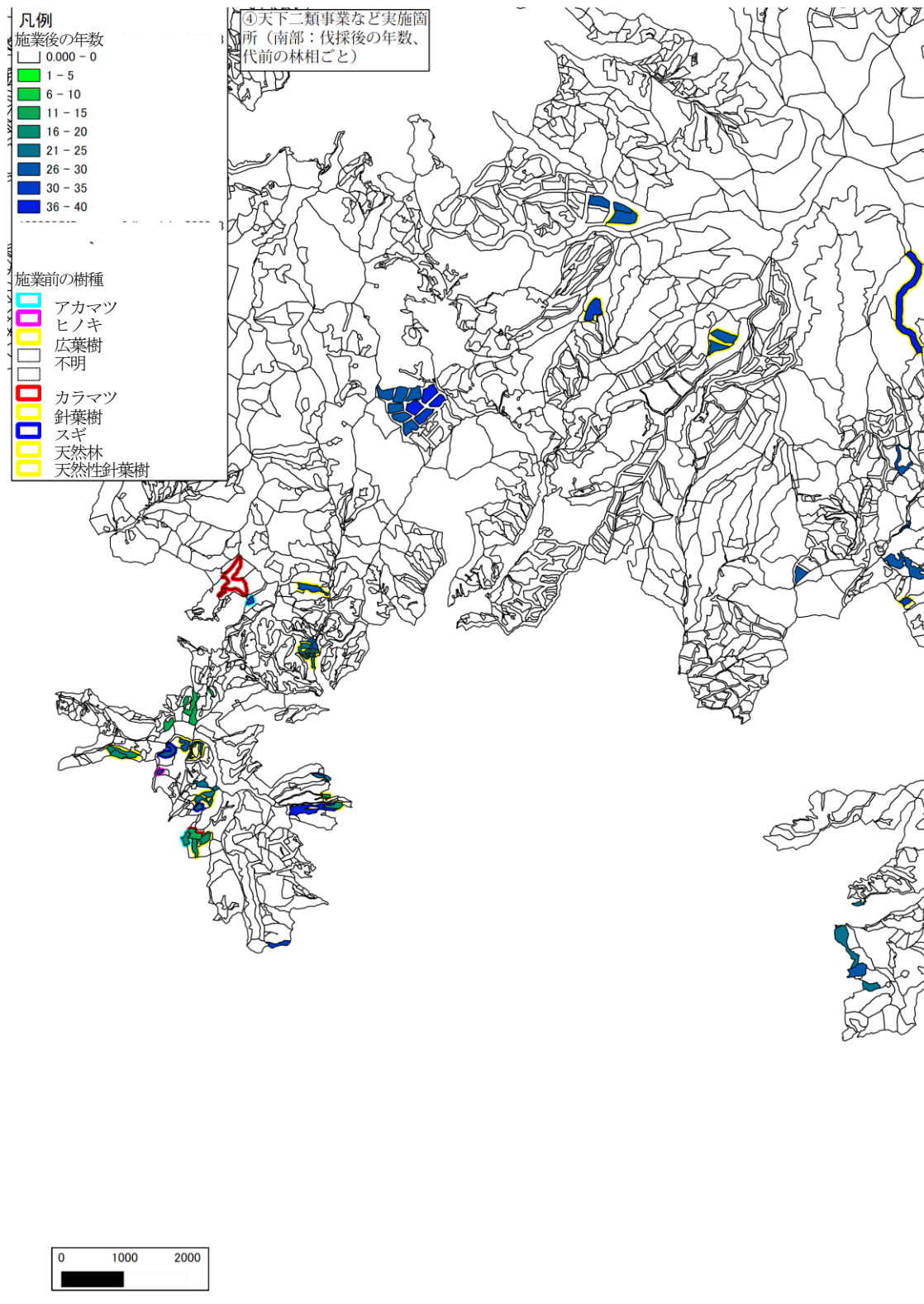


図4b. 利根沼田署管内の天然下種施業前の樹種別・林齢別の施錠実施箇所（2／3）

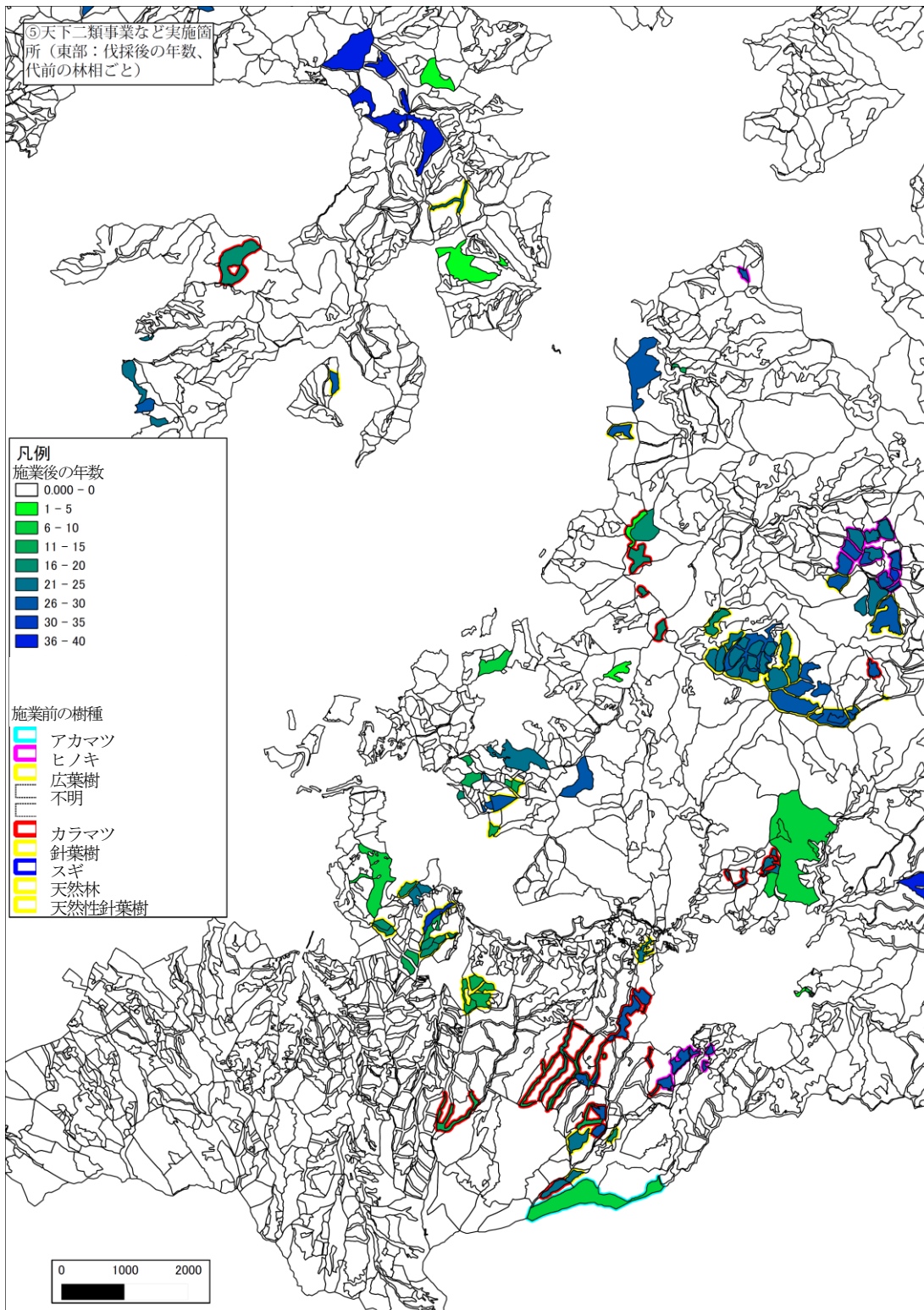


図4c. 利根沼田署管内の天然下種施業前の樹種別・林齢別の施錠実施箇所（3／3）

7. カラマツ人工林における天下Ⅱ類施業(20m 列状伐採)後 5-7 年目の天然更新の状況

長池卓男¹・藤田 卓²・小川智也³

(1 : 山梨県森林総合研究所、2 : 日本自然保護協会、3 : 東京農業大学大学院)

1. はじめに

赤谷プロジェクトにおいて、人工林の天然更新による天然林化を図るためには、面的な伐採によって更新面を創出することが有効な方策の一つと考え、スギ人工林での列状間伐・伐採試験地、カラマツ人工林での列状での漸伐試験地を設定し、調査してきた。しかし、これらの調査地数は限定されていることや実験的な伐採を今後行い効果検証するには時間的・労力的にも制限される。そこで、過去に同様の施業が実行された林分における天然更新状況を把握することで、そのような面的な伐採の効果検証を考えている。本稿では、カラマツ人工林における、列状伐採による天然下種更新Ⅱ類(以下、天下Ⅱ類)施業地での天然更新状況を把握することを目的に調査を行った。

2. 方法

プロジェクトエリア内外で、列状伐採による天下Ⅱ類が行われたカラマツ人工林7林分で調査を行った。伐採幅は約 20m である。各林分で伐採列と保残列に 10×10m の調査区を設定した。林分によっては保残列での調査区を設定できなかった。調査区内の胸高直径 3cm 以上の立木(以下、成木)を対象に毎木調査を行った。調査区を 5×5m の方形区に分割し、その一つの方形区において、胸高直径 3cm 未満で稚樹高 30cm 以上の稚樹(以下、稚樹)を対象に調査を行った。

3. 結果および考察

表1に各林分の更新状況を、表2と表3に出現した樹種別の更新状況をそれぞれ示した。調査区によるばらつきが大きく、高木種が全く更新していない林分(例えば、208の1)も見られた。

このようなばらつきの要因を明らかにするために、既往研究で示されている要因の中で最も重要な要因の一つとされている広葉樹林からの距離(Gonzalez and Nakashizuka 2010, Nagaike et al. 2012)と更新状況の関係を図1に示した。稚樹・成木ともに有意な相関関係は見られず、広葉樹林からの距離によって更新密度は規定されていなかった。他の要因としては、標高は高くなるほど気象条件が厳しくなることから、人工林内に天然更新する種組成に影響することが示されている(Nagaike 2010)。標高と更新本数には、稚樹、成木ともに有意な負の相関関係が見られ(稚樹:p<0.05、毎木:p<0.01)、標高が高くなるほど更新密度が低いことが示された(図2)。

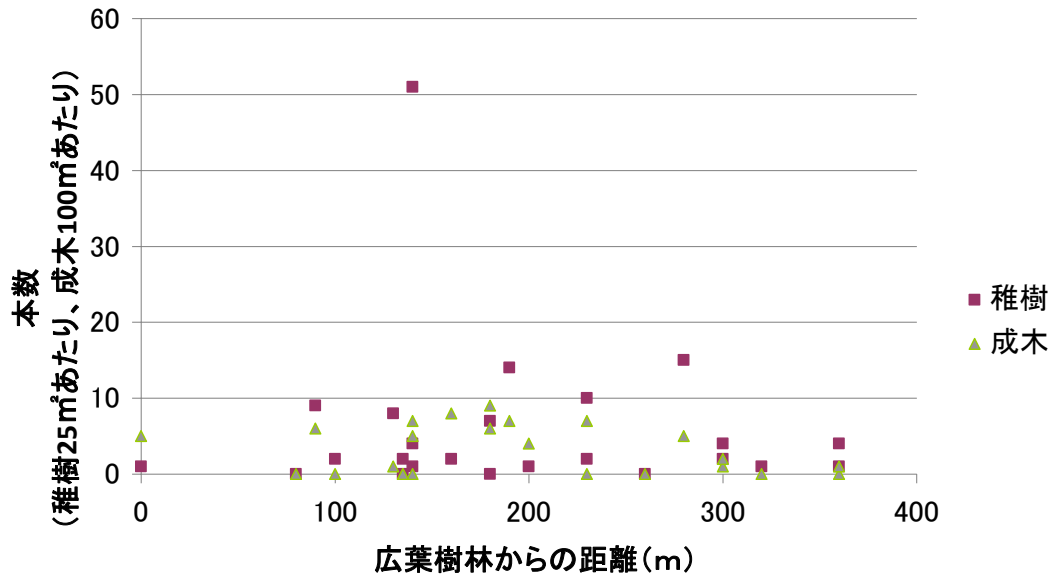


図1. 広葉樹林からの距離と更新密度の関係

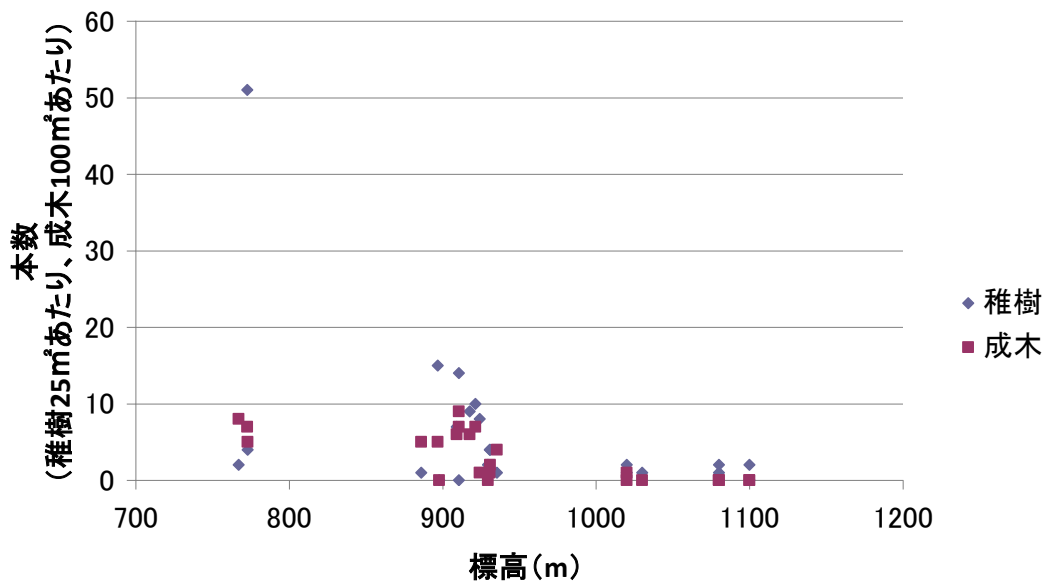


図2. 標高と更新密度の関係

人工林の天然林化を考える上では、対象となる人工林内に天然林化の要素となる樹種がもともと多く生育していることがその後の成否の大きな鍵となる（「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム 2010, 2012）。そこで、天下Ⅱ類施業時に保残された列は、施業前の状況を保持しているものと考え、保残列と伐採列での更新本数の関係を示した（図 3, 4, 5）。その結果、同一小班内で保残列の更新本数が多いほど伐採列でも多い傾向が稚樹、成木ともにみられた。したがって、保残列の更新本数が多い場所では更新の可能性が高い一方、保残列で更新本数が少ない、すなわちもとの前生稚樹が少ない場所では、更新の可能性が厳しいことが推測された。

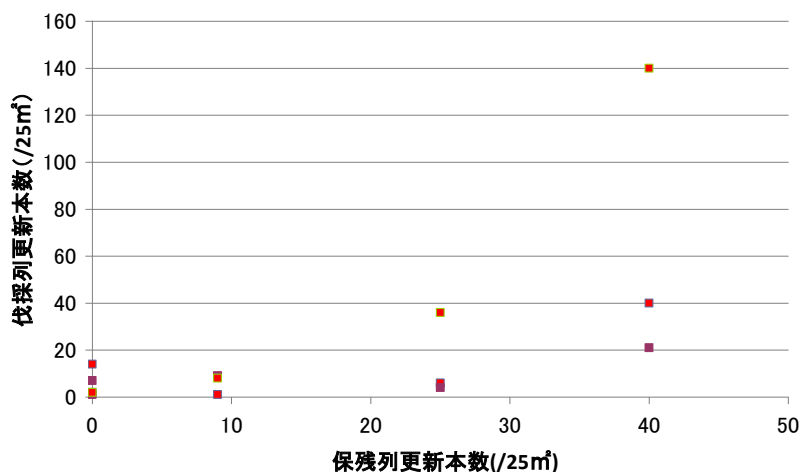


図3. 保残列と伐採列の更新本数の関係(稚樹)

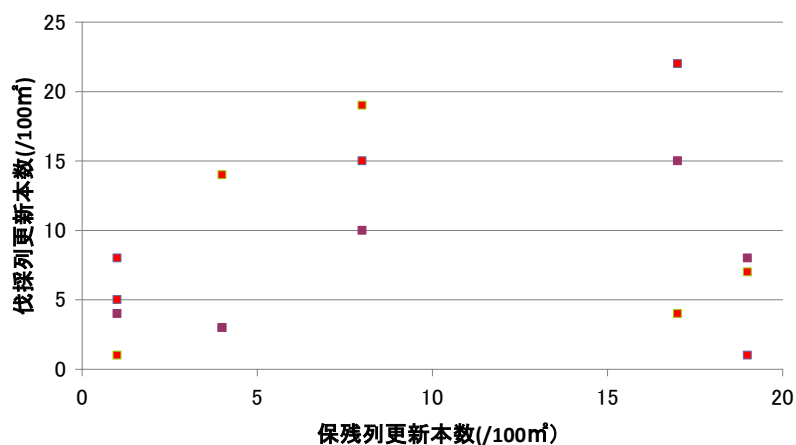


図4. 保残列と伐採列の更新本数の関係(成木)

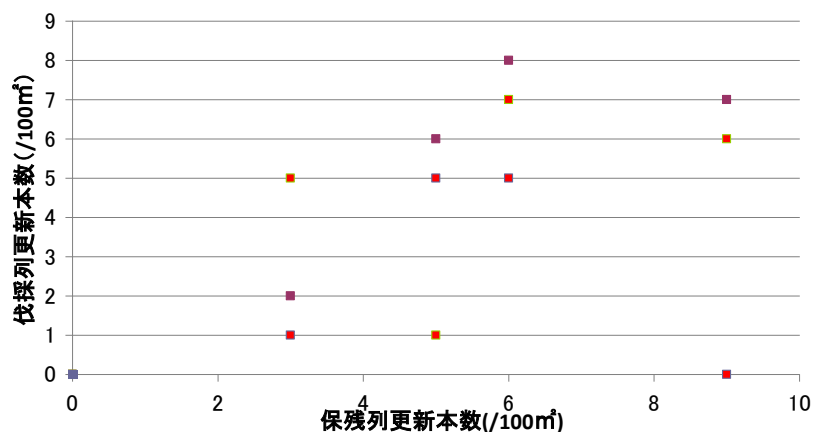


図5. 保残列と伐採列の更新本数の関係(成木の高木種のみ)

図6と図7には、天下Ⅱ類施業地(伐採後5-7年)とこれまで行われてきたカラマツ人工林漸伐試験地(伐採後5年)での更新状況を比較した。天下Ⅱ類施業地と漸伐試験地のそれぞれの保残列での更新はほぼ同様なので、伐採前の状況もほぼ同様であったと考えられる。図7に示されるように、漸伐試験地で更新が良好であるが、これはむしろ例外的によく更新していると考えた方が良いのかもしれない。更新に関して調査地間のばらつきが大きいのが、その要因としては、漸伐試験地ではクマイザサが生育している場所ではほ

とんど更新しておらず、それが制限要因になっている。また、前述のように標高傾度による影響が見られたものの(図 2)、それ以外の要因との関係は明瞭には示されなかった。したがって、カラマツ人工林の天然林化を考え上では、前生稚樹が多く低標高の林分において列状で伐採してある程度空間を開けること、伐採後の更新状況を観察しその後の対応を考えること、が現時点の知見として必要とされよう。

4. 引用文献

Gonzales RS, Nakashizuka T (2010) Broad-leaf species composition in *Cryptomeria japonica* plantations with respect to distance from natural forest. *Forest Ecology and Management* 259: 2133-2140.

「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム (2010) 広葉樹林化ハンドブック 2010

「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム (2012) 広葉樹林化ハンドブック 2012

Nagaike T (2010) Effects of altitudinal gradient on species composition of naturally regenerated trees in *Larix kaempferi* plantations in central Japan. *Journal of Forest Research* 15: 65-70.

Nagaike T, Fujita T, Dejima S, Chino T, Matsuzaki S, Takanose Y, Takahashi K (2012) Interactive influences of distance from seed source and management practices on tree species composition in conifer plantations. *Forest Ecology and Management* 283: 48-55.

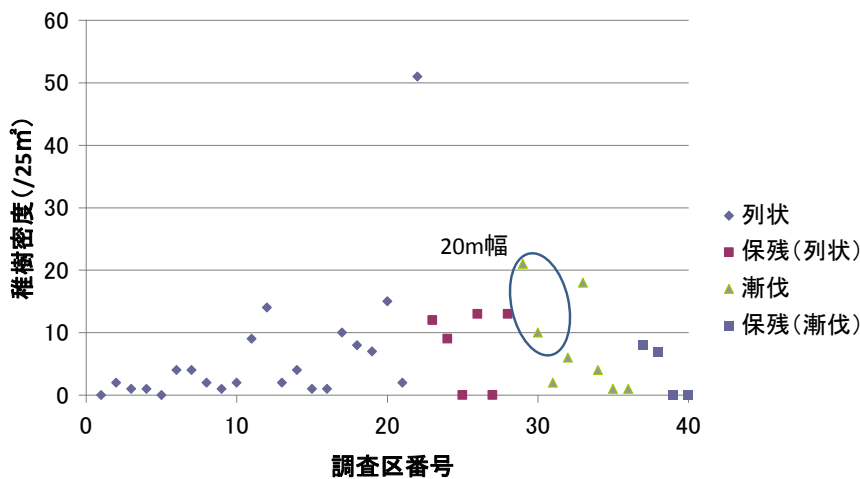


図6. 列状伐採地と漸伐試験地の比較(稚樹)

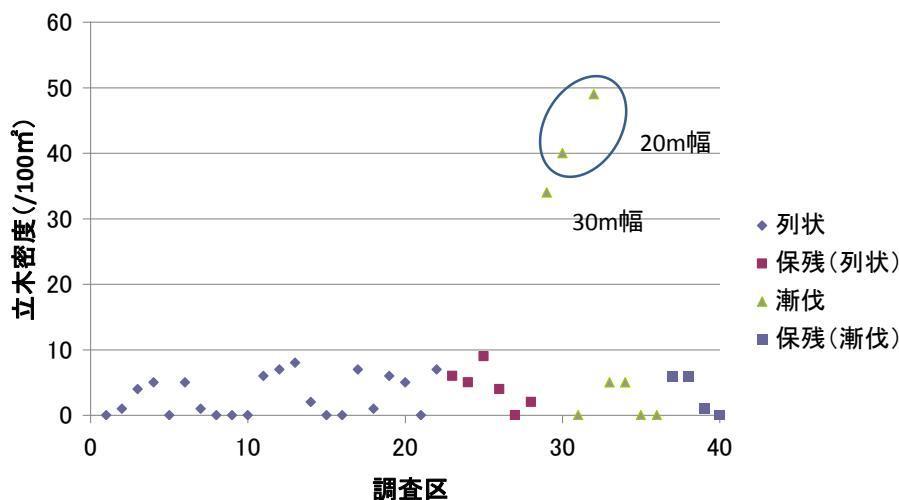
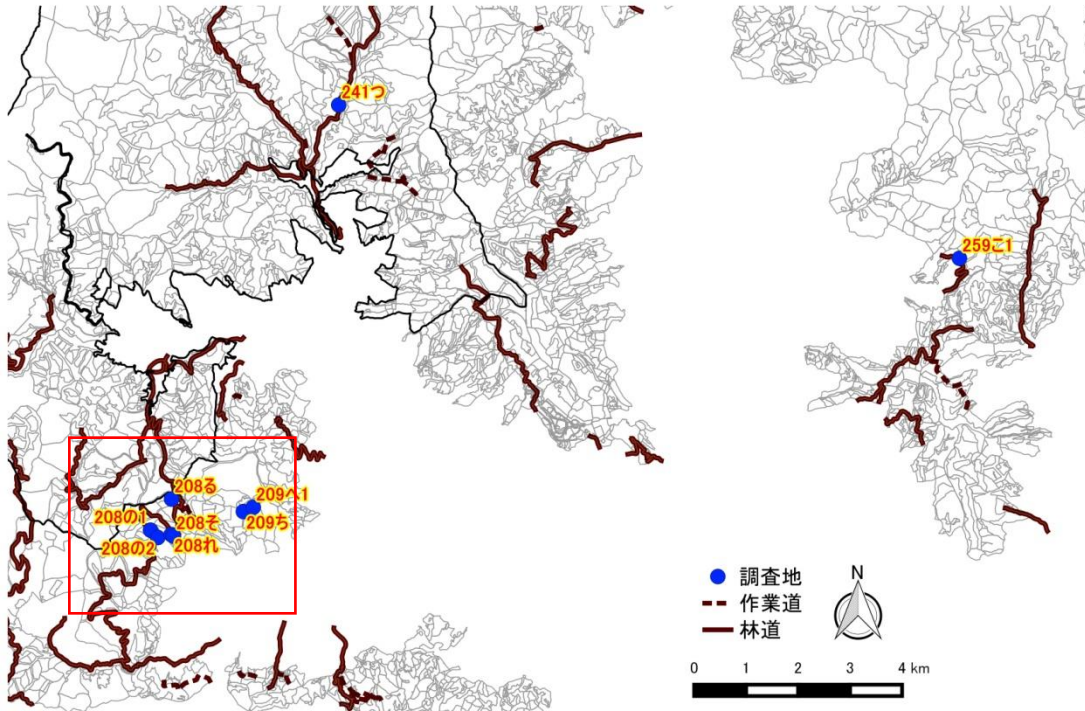
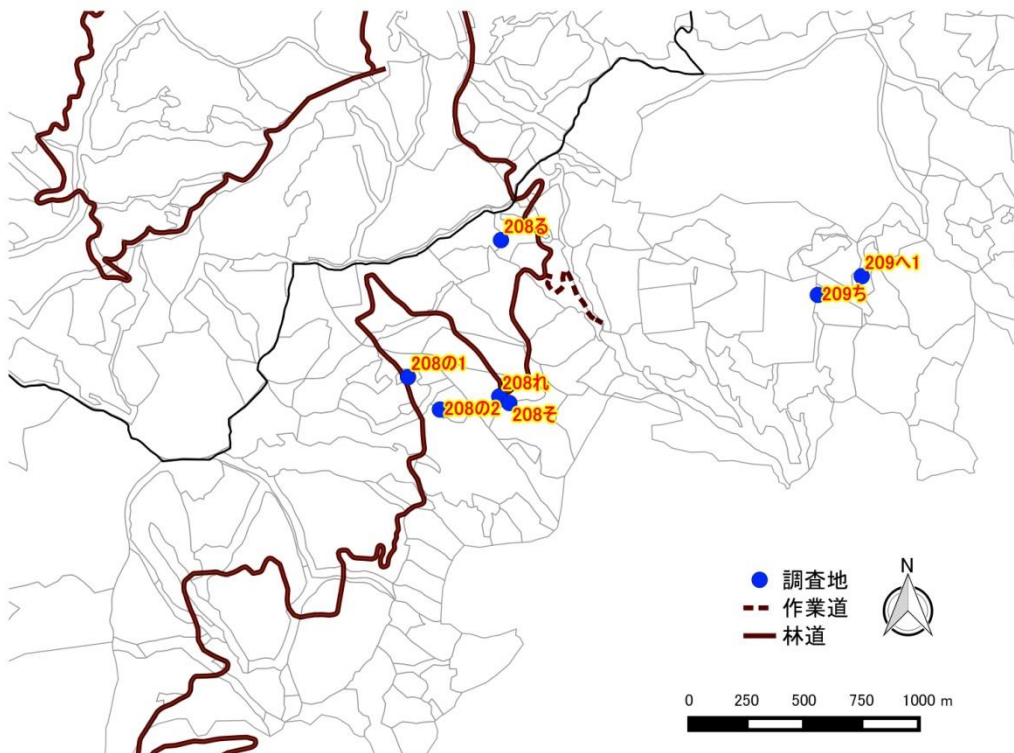


図7. 列状伐採地と漸伐試験地の比較(成木)

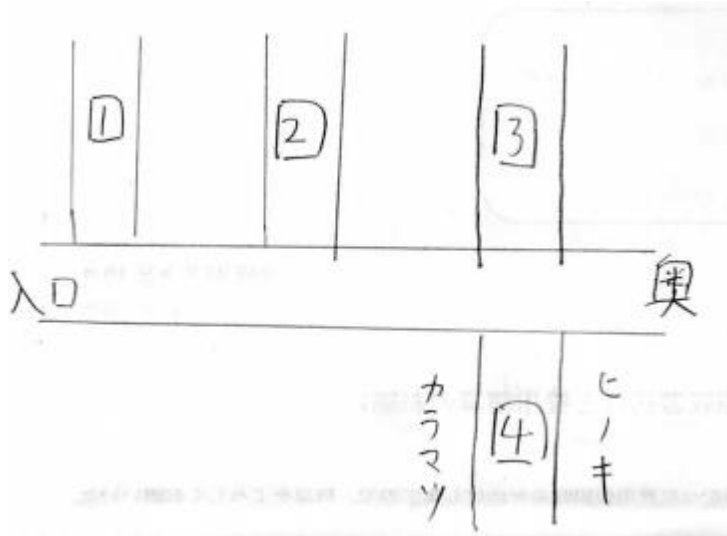


付図1 調査地位置図 (全体図)

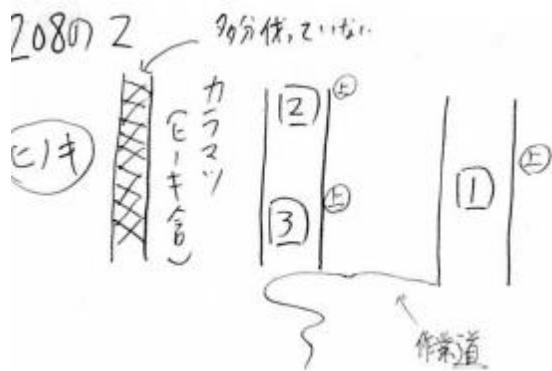


付図2 調査地位置図 (付図1の赤枠部分の拡大図)

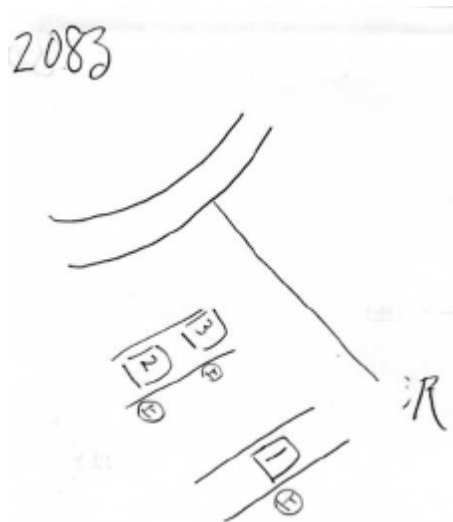
(1) 208 の 1 (「208 ら 1」 と区別できない)



(2) 208 の 2

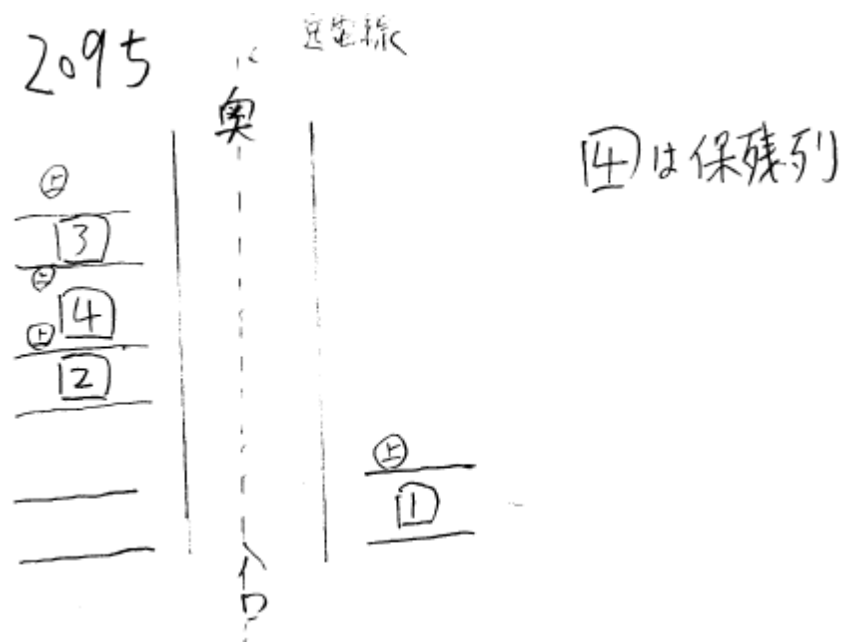


(3) 208 る

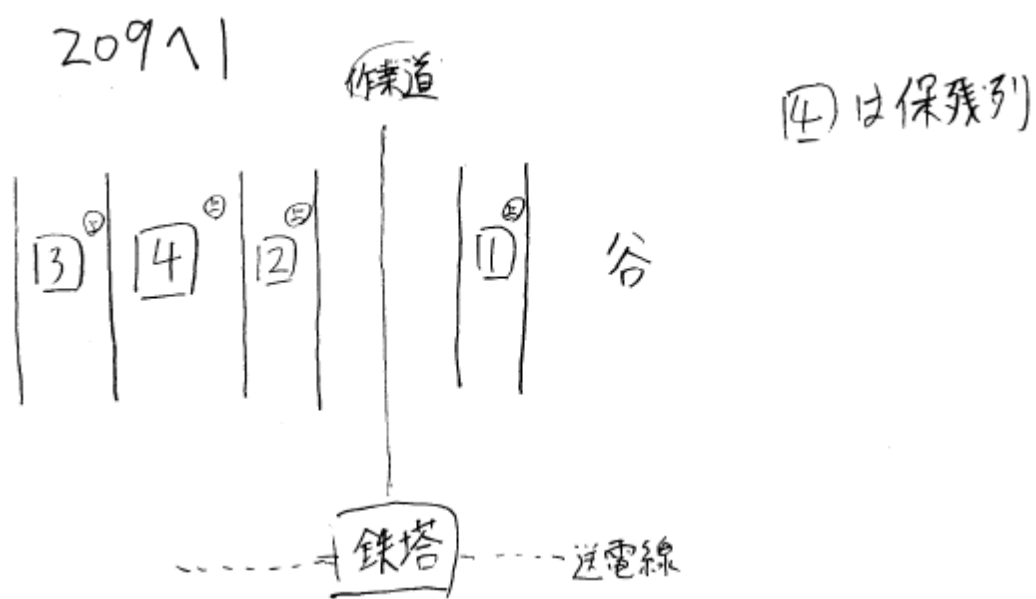


付図3 調査地位置図 (208 の 1、208 の 2、208 る)

(3) 209ち



(4) 209へ1



付図4 調査地位置図 (209ち、209へ1)

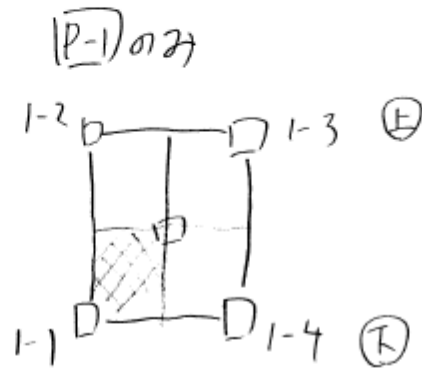
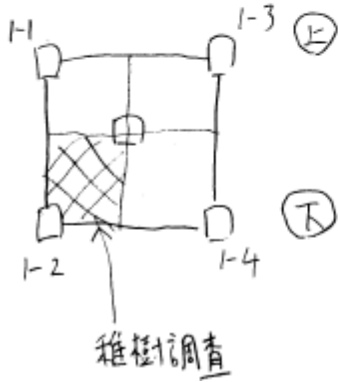
(5) 241つ

241つ1



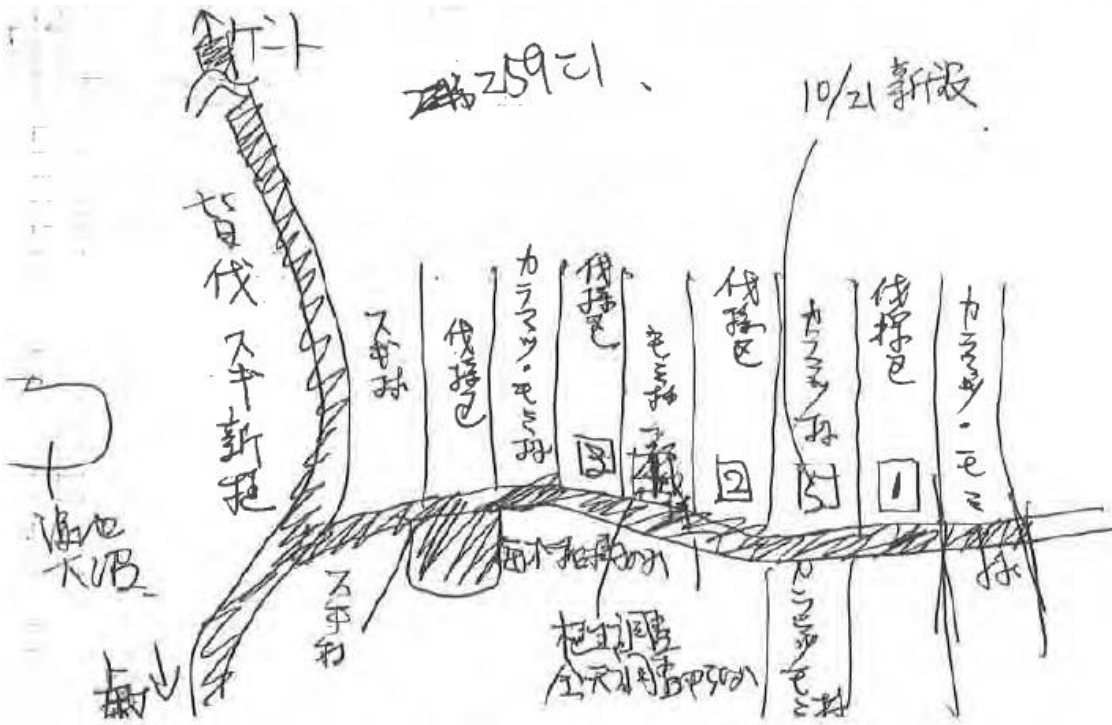
②は保残列

②-1は過去調査地の再利用



付図5 調査地位置図 (241つ)

(6) 259こ1



付図6 調査地位置図 (259こ1)

付表 1 各調査地点の環境情報

林小班名	プロット No.	処理	隣接 広葉樹林 までの 距離(m)	隣接 広葉樹林 林小班	隣接 広葉樹 林 林齢	緯度 (10進法 wgs84)	経度 (10進法 wgs84)	標高 (m)	調査日	調査者	面積 (m ²)	地形	斜度 (度)	方位	土湿	土壌型	カラマツ 植栽年	カラマツ 伐採年
208の1	1	伐採区	80	208ㄱ	36	36.694203	138.852702	1080	2013/9/30	長池卓男	10×10						1953	2006
208の1	2	伐採区	100	208ㄱ	36	36.69402	138.852851	1080	2013/9/30	長池卓男	10×10						1953	2006
208の1	3	伐採区	140	208ㄱ	36	36.693652	138.85304	1080	2013/9/27	長池卓男	10×10						1953	2006
208の1	4	伐採区	135	208ㄱ	36	36.693121	138.852567	1100	2013/9/27	長池卓男	10×10						1953	2006
208の1	5	伐採区	135	208ㄱ	36				2013/9/30	長池卓男	10×10						1953	2006
208の2	1	伐採区	300	208ㄱ	36	36.692936	138.854255	1020	2013/9/27	長池卓男	10×10						1953	2006
208の2	2	伐採区	1	208ㄱ	36	36.692606	138.854167	1030	2013/9/27	長池卓男	10×10						1953	2006
208の2	3	伐採区	360	208ㄱ	36	36.692626	138.854567	1020	2013/9/27	長池卓男	10×10						1953	2006
208る	1	伐採区	200	213か4	94	36.69955	138.85723	936	2013/10/19	藤田卓	10×10	斜面中部	8	S28W	適湿	黒色	1956	2006
208る	2	伐採区	230	213か4	94	36.69952	138.85762	930	2013/10/19	藤田卓	10×10	斜面中部	15	S38W	適湿	黒色	1956	2006
208る	3	伐採区	230	213か4	94	36.69932	138.85749	921	2013/10/19	藤田卓	10×10	斜面中部	14	S38W	適湿	黒色	1956	2006
209ち	1	伐採区	0	民有林	50以上	36.69741	138.87267	886	2013/10/18	藤田卓	10×10	谷	5	S24W (S66W)	適湿		1954	2007
209ち	2	伐採区	90	民有林	50以上	36.6984	138.87321	918	2013/10/18	藤田卓	10×10	斜面中部	6	S38W(外) S32W(内)	適湿		1954	2007
209ち	3	伐採区	130	民有林	50以上	36.69839	138.8736	924	2013/10/18	藤田卓	10×10	斜面中部	3	S12W	適湿		1954	2007
209ち	4	保残区	100	民有林	50以上	36.69841	138.87346	921	2013/10/18	藤田卓	10×10	斜面中部	3	S12W (S78W)	適湿		1954	2007
209へ1	1	伐採区	260	民有林	50以上	36.69814	138.87481	898		長池卓男	10×10						1947	2007
209へ1	2	伐採区	190	民有林	50以上	36.69775	138.87433	911	2013/9/30	長池卓男	10×10						1947	2007
209へ1	3	伐採区	180	民有林	50以上	36.69785	138.87415	909		長池卓男	10×10						1947	2007
209へ1	4	保残区	180	民有林	50以上	36.69779	138.87423	911	2013/9/30	長池卓男	10×10						1947	2007
241ㄱ	1	伐採区	140	245の	77	36.76747	138.8932	773	2013/10/19	藤田卓	10×10	斜面中部	24	S54W	適湿		1957	2006
241ㄱ	2	伐採区	160	245の	77	36.76707	138.89306	767	2013/10/19	藤田卓	10×10	斜面中部	11	S60E	適湿		1957	2006
241ㄱ	3	伐採区	140	245の	77	36.76722	138.89322	776	2013/10/19	藤田卓	10×10	斜面中部	22	S70E	適湿		1957	2006
241ㄱ	P1	伐採区	140	245の	77	36.76743	138.89323	773	2013/10/19	藤田卓	10×10	斜面中部	23	S54W	適湿		1957	2006
259こ1	1	伐採区	360	259も1	60	36.74105	139.02677	931	2013/10/21	藤田卓	10×10	斜面中部	23	S24W	適湿	褐色	1956	2007
259こ1	2	伐採区	300	259も1	60	36.74142	139.02637	931	2013/10/21	藤田卓	10×10	斜面中部	34	S18W	適湿	褐色	1956	2007
259こ1	3	伐採区	280	259も1	60	36.74146	139.0262	897	2013/10/21	藤田卓	10×10	斜面中部	24	S58W	適湿	褐色	1956	2007
259こ1	5	保残区	340	259も1	60	36.74123	139.02661	934	2013/10/21	藤田卓	10×10	斜面中部	24	S62W	適湿	褐色	1956	2007

8. カラマツ人工林における広葉樹の天然更新施業地での樹木の種組成と成長パターン

小川智也¹、長池卓男²、佐藤 明³

(1 : 東京農業大学大学院、2 : 山梨県森林総合研究所、3 : 東京農業大学)

1. 研究の目的

2011年に策定された森林・林業基本計画では、国土レベルでの森林の多面的機能の発揮のため、針葉樹人工林の広葉樹林化や針広混交林化を含む多様な森林整備が目標とされている。

木材生産を目的として造成された針葉樹人工林を自然林へと誘導する方法としては、上木を伐採後に広葉樹の苗木を植栽する方法(長濱ら, 2002)や、林冠疎開と地床処理を組み合わせることで、天然下種更新を促す方法がある(杉田ら, 2003)。天然更新した樹木の中には有用樹種も多く含まれている場合があり、それらを利用して成林へ導くことは環境保全、生物多様性の面のみではなく、広葉樹資源を育成することにもなる(杉田ら, 2003)。また、森林の誘導にあたってはコストの削減も重要なポイントであり、より低コストで行える天然下種更新に期待が寄せられている。

針葉樹人工林内での広葉樹の再生・侵入は植栽木の樹種や林齢、光環境、土地利用履歴などにより影響されることが知られており(長池, 2000)、広葉樹の天然更新による稚樹密度は多い場合から少ない場合まで様々である。針葉樹人工林への広葉樹の積極的な導入がこれまで広く行われてきたわけではないことから、針葉樹人工林での広葉樹の天然更新が期待できる林分を見極めることは難しく、天然更新した広葉樹を利用した混交林化等の施業指針は未確立である。

地域本来の植生復元にむけた自然林化を検討する場合、天然更新した広葉樹の種組成、侵入契機、成長過程といった実態を把握することが必要不可欠である(西上, 2010)。

カラマツ人工林では天然更新した広葉樹の種組成や侵入契機などについては、間伐等の施業後1~3年以内は更新特性で区分すると遷移後期種や中間種が多く遷移初期種が少なく、種子散布型で区分すると鳥散布型の種が多いこと(杉田ら, 2003; 花田ら, 2006)、また広葉樹の個体数と種数は間伐に伴い段階的に増加していること(花田ら, 2006)が報告されている。

針葉樹人工林内に天然更新した広葉樹に関する既存研究は広葉樹侵入初期を対象にしたものが多いが、林齢の増加に伴い、人工林内の広葉樹の種組成は変化することも指摘されている(坂上, 1985)。たとえ広葉樹が侵入していたとしても、実生や稚樹の段階で枯死してしまえば、その後の確実な広葉樹の天然更新は望めない。そのため針葉樹人工林内の広葉樹が成長し上層木となるまでを考えることが必要であり、侵入からある程度時間が経過した段階において、広葉樹の種組成や成長過程を把握することや、広葉樹の侵入や成長に対する施業の影響の検討が不可欠である。

天然更新施業に関して、国有林では伐採後の根株部からのぼう芽更新を期待して行う皆伐ぼう芽更新施業や、林内やその周辺にある母樹からの天然下種更新を期待して行う漸伐天然下種更新施業、択伐天然下種更新施業など様々な施業が行われている。さらに天然更新を促すための伐採後の更新補助作業の有無によって、天然下種Ⅰ類施業と天然下種Ⅱ類施業とに分けられる。天然下種Ⅱ類施業は天然林または人工林において、列状と点状での伐採による収穫後は天然更新を行い、更新補助作業は行わない施業である。そのような施業地で天然更新の種組成や成長過程を調べることは今後の人工林の自然林化を考える上で天然更新樹種の特性や樹木の成長過程について参考にすることができる。

そこで、本研究では点状伐採での天然下種Ⅱ類施業が行われたカラマツ人工林において、天然更新木の種組成・樹齢構成・年成長量の変動を把握することにより、施業実施による広葉樹侵入に対する影響や成長過程に対する影響を明らかにし、今後どのような管理が必要かを検討する目的で調査を行った。

2. 調査地概要

伐採が行われた3つの小班(212の1、212め、212あ)に調査区を設けた。表-1に各小班の概要、図-1に各小班の位置、写真-1~3に林況をそれぞれ示す。

表-1. 各小班の概要

小班名	調査区面積	調査区数	斜面方位	傾斜角(°)	標高(m)	緯度	経度	カラマツ植栽年	伐採年
212の1	90m×30m	1	北西	28	740	N36°43'18"	E138°51'29"	1952	1997
212め	10m×30m	4	北西	23	780	N36°42'49"	E138°51'23"	1951	1997
212あ	10m×30m	5	北西	19	720	N36°42'49"	E138°51'29"	1951	1997

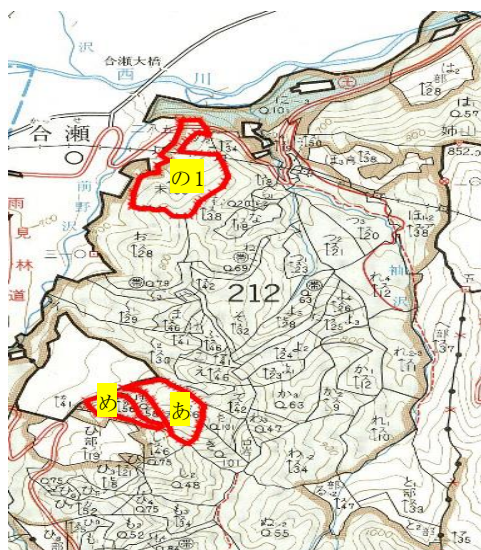


図-1. 調査区の位置図



写真-1. 212の1小班の林況



写真-2. 212あ小班の林況

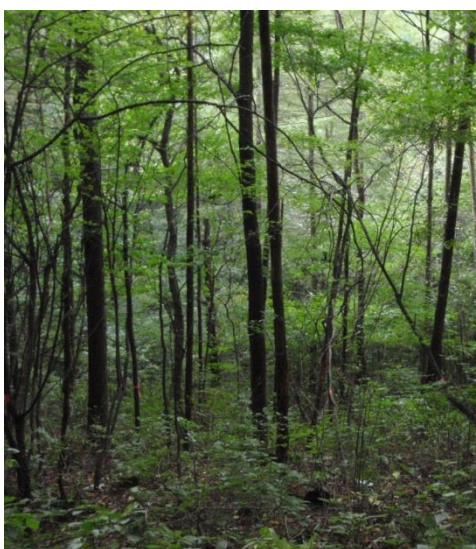


写真-3. 212め小班の林況

3. 調査方法

3-1 毎木調査

それぞれの調査区において、胸高直径 3cm 以上の生立木・枯立木に対して、山側の地上高 1.3m の位置にナンバーテープを打ち付け個体識別を行った。識別した各個体はスチールメジャーで胸高周囲長を測定した。

3-2 樹幹コアの採取

212 の 1 小班においては、天然更新した樹木の更新時期を推定し、成長パターンを明らかにするために、樹幹コアの採取を行った。樹幹コアの採取は、毎木調査の結果から、高木・亜高木性の広葉樹で個体数が多かったアカシデ、ウワミズザクラ、オオヤマザクラ、コナラ、トチノキ、ホオノキ、アオハダと、植栽されたカラマツの生立木を対象とした。採取木数はアカシデ 13 本、ウワミズザクラ 13 本、オオヤマザクラ 24 本、コナラ 12 本、トチノキ 6 本、ホオノキ 8 本、アオハダ 41 本、カラマツ 60 本である。

樹幹コアの採取は成長錐を用い、地際約 0.3m から採取した。使用した成長錐は錐の長さ 30cm、コア直径 5.15mm、切り刃数 2 の haglof 社製を使用した。採取する樹幹コアは樹木 1 個体につき 1 つとした。採取したコアは採取時の形状を保つため直径 6mm のストローに入れて持ち帰り、長さ 30cm、厚さ 20mm 程度に切断した木材表面に深さ 3mm 程度の溝を掘った固定台に、埋め込んだ(写真-4)。その状態で約 2 日間自然乾燥させた後、コア表面を剃刀の刃で削り、実体顕微鏡下でデジタルノギスを使用し年輪幅を測定した。

上記により得られた結果から、採取した各個体の樹齢と成長の傾向を推定した。



写真-4. 固定台および樹幹コア

3-3 樹幹の成長解析

採取した樹幹コアから、ある時点における直径成長量の増減の程度を示すために、樹種ごとに成長量比 (RG) を求めた。(杉田, 1993)

$$RG = G_a / G_b \quad \dots \text{(式 1)}$$

ここで G_a はその時点以後の 3 年間の樹幹コアサンプルにおける直径成長量、 G_b はその時点以前の 3 年間の樹幹コアサンプルにおける直径成長量を示す。なお、 $RG > 1$ はある時点以後成長が増加している、 $RG < 1$ はある時点以後成長が減少していることを示す。

4. 結果および考察

4-1 林分構成

各小班における林分概況を表-2 に示す。どの小班においてもカラマツの幹密度が一番高く、胸高断面積占有率も 21~35% を占めていた。広葉樹の幹密度はどの小班も、高木種が最も多く、次いで亜高木種、低木種となっていた。胸高断面積占有率も同様の結果であり、高木性広葉樹がどの小班も胸高断面積占有率の 50% 以上を占める結果となっていた。

小班別に出現した広葉樹をみると、212 の 1 小班では幹密度が高い順に、コハウチワカエデ、エンコウカエデ、オオヤマザクラ、コナラであった。しかし、胸高断面積占有率でみると、コナラ、オオヤマザクラ、ホオノキ、コハウチワカエデの順となった。212 め小班では幹密度が高い順に、チドリノキ、クマシデ、エンコウカエデ、アカシデであった。胸高断面積占有率でみると、チドリノキ、ホオノキ、クマシデ、ミズキの順となった。212 あ小班では幹密度が高い順に、オニイタヤカエデ、トチノキ、アワブキ、エンコウカエデ、胸高断面積占有率でみるとオニイタヤカエデ、ミズキ、トチノキ、コナラであった。

カラマツ人工林に侵入する広葉樹の種子散布型の特徴として、動物散布型の種は少なく、風散布型や鳥散布型の種が多くなる傾向がみられることが指摘されている（花田ら，2006）。本研究においても212の1小班では幹密度が高い4種のうち、上位3種であるコハウチワカエデ、エンコウカエデは風散布型であり、オオヤマザクラは鳥散布型である。212め小班では幹密度が高い上位4種全て風散布である。これは通常、人工林内には種子の供給源となる母樹が存在しないため、種子散布距離の長い風散布型や鳥散布型の種は侵入できるが、種子散布距離の短い動物散布型の種は侵入が困難なためと考えられる。212あ小班では2番目に幹密度が高い種は動物散布型であるトチノキであった。スギ人工林への種子供給源として、広葉樹林からの距離が遠いほど鳥散布型や風散布型の樹種の割合が高くなる傾向があることが報告されている（Kodani, 2006）が、212あ小班は108年生の広葉樹林と隣接しているため、種子散布距離の短い動物散布型の種が侵入しやすかったためと考えられる。ただし、後述するようにトチノキは伐採前から前生稚樹として定着していた。

表-2. 各小班の林分概況

出現種	212の1				212め				212あ			
	幹密度 (本/ha)	平均胸高 直径(cm)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	胸高断面積 占有率(%)	幹密度 (本/ha)	平均胸高 直径(cm)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	胸高断面積 占有率(%)	幹密度 (本/ha)	平均胸高 直径(cm)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	胸高断面積 占有率(%)
高木種	1332	10.9	17.68	57.2	1419	11.6	21.18	65.2	891	12.4	16.68	50.0
アカシデ	81	11.6	1.04	3.4	125	10.2	1.31	4.0	34	12.5	0.43	1.3
アサダ	4	3.5	0.00	0.0	8	13.3	0.12	0.4				
アワブキ	59	6.3	0.30	1.0	25	7.9	0.16	0.5	94	7.4	0.60	1.8
イロハモミジ	48	4.8	0.10	0.3	66	7.6	0.40	1.2	74	5.9	0.23	0.7
ウラジロノキ	22	8.6	0.17	0.6	33	6.4	0.16	0.5	34	4.8	0.07	0.2
ウリハダカエデ	19	13.6	0.30	1.0	50	17.9	1.56	4.8				
ウヅミザクラ	67	10.1	0.67	2.2					27	20.0	0.86	2.6
エンコウカエデ	122	7.9	0.74	2.4	158	8.4	1.27	3.9	80	6.7	0.32	1.0
オオモミジ	74	7.0	0.35	1.2					27	8.6	0.18	0.5
オオヤマザクラ	107	12.9	1.73	5.6								
オニタヤカエデ	44	11.6	0.60	2.0	50	12.4	0.80	2.5	174	14.4	3.95	11.8
キハダ	7	6.4	0.02	0.1	8	7.6	0.04	0.1				
クマシデ	30	12.8	0.44	1.4	191	10.2	2.04	6.3				
クリ	4	4.7	0.01	0.0	8	29.6	0.57	1.7	7	25.6	0.35	1.0
ケンボナシ	26	10.9	0.30	1.0								
コシアブラ	30	13.2	0.44	1.4								
コナラ	85	20.3	3.15	10.3					20	33.5	1.80	5.4
コハウチワカエデ	159	8.9	1.23	4.0	125	6.5	0.57	1.7	20	6.1	0.06	0.2
サウシバ	15	5.7	0.04	0.1	50	15.0	1.08	3.3				
シナノキ					8	8.0	0.04	0.1	7	5.4	0.02	0.0
チドリノキ					224	14.9	4.61	14.1				
トチノキ	30	17.2	0.85	2.8	33	19.1	1.31	4.0	121	14.6	2.65	7.9
ハウチワカエデ	19	7.0	0.08	0.3	33	7.7	0.21	0.6	40	9.1	0.30	0.9
ハリギリ	7	12.1	0.08	0.3								
ハルニレ	7	29.0	0.49	1.6								
フサザクラ	19	4.4	0.03	0.1								
ホオノキ	48	16.7	1.25	4.1	125	13.7	2.53	7.7	40	20.6	1.72	5.1
ミズキ	19	14.9	0.44	1.4	50	21.2	1.98	6.1	54	22.2	2.74	8.2
ミズナラ	4	11.1	0.04	0.1								
ミズメ	56	10.5	0.61	2.0	17	5.5	0.05	0.1				
ミツデカエデ	7	12.6	0.14	0.5					20	15.3	0.39	1.2
ムクノキ	7	7.9	0.04	0.1								
メグスリノキ	44	6.1	0.17	0.6	8	6.2	0.02	0.1	7	2.9	0.00	0.0
モミ	22	14.1	0.69	2.2								
ヤマザクラ	41	16.3	1.11	3.6								
ヤマハンノキ					8	22.7	0.34	1.0				
ヤマボウシ					17	5.1	0.04	0.1	13	4.7	0.03	0.1
亜高木種	448	6.0	1.56	5.1	241	7.3	1.46	4.5	422	8.3	2.97	8.9
アオダモ	4	14.7	0.06	0.2	8	16.4	0.18	0.5	20	8.6	0.16	0.5
アオハダ	226	5.4	0.59	1.9	66	3.6	0.07	0.2	34	4.2	0.05	0.1
エゴノキ	52	7.6	0.30	1.0								
クサギ	15	4.5	0.02	0.1	42	4.5	0.07	0.2	54	6.0	0.17	0.5
コミネカエデ	4	8.3	0.02	0.1	25	7.7	0.13	0.4	7	12.2	0.08	0.2
ハクウンボク					58	10.9	0.69	2.1	348	8.8	2.66	8.0
ヒトツバカエデ	7	14.4	0.13	0.4	17	7.5	0.08	0.3				
マルバアオダモ	11	4.7	0.02	0.1	8	12.5	0.10	0.3	7	4.4	0.01	0.0
ヌルデ	7	8.5	0.04	0.1								
ヤマウルシ	4	11.6	0.04	0.1					34	5.8	0.11	0.1
リョウブ	137	5.2	0.31	1.0	75	6.2	0.30	0.9	7	5.7	0.02	0.1
低木種	93	5.4	0.30	1.0	108	3.7	0.12	0.4	127	4.2	0.21	0.6
アブラチャン	26	6.8	0.13	0.4					67	3.6	0.07	0.2
ガマズミ	11	3.9	0.01	0.0								
キブシ	37	4.1	0.05	0.2	25	3.9	0.03	0.1				
サンショウ	4	4.6	0.01	0.0	42	3.9	0.05	0.2				
タラノキ									7	8.0	0.03	0.1
ツノハシバミ	7	3.1	0.01	0.0								
ニフトコ	7	11.9	0.10	0.3								
マンサク									27	3.8	0.03	0.1
ムラサキシキブ					42	3.4	0.04	0.1				
植栽種	241	23.2	10.76	35.1	183	22.1	7.14	21.9	214	24.8	11.12	33.3
カラマツ	241	23.2	10.76	35.1	183	22.1	7.14	21.9	208	25.4	11.08	33.2
スギ									7	7.8	0.03	0.1
不明	33	10.0	0.37	1.2	100	12.9	1.80	5.5	67	14.6	1.88	5.0
し?	22	4.3	0.03	0.1	133	7.1	0.76	2.3	80	7.3	0.51	1.5
サクラ?	7	20.6	0.25	0.8	83	11.1	1.13	3.5	54	16.3	1.61	4.8
不明	26	7.0	0.12	0.4	17	21.7	0.67	2.1	13	7.8	0.06	0.2
総計	2187	-	30.68	100.0	2241	-	32.61	100.0	1863	-	33.36	100.0

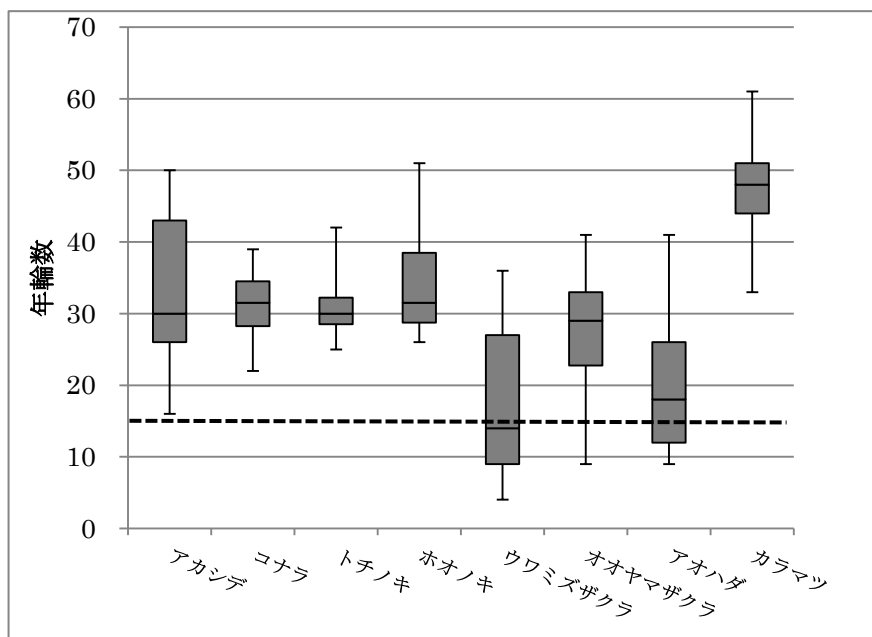
4-2 天然更新した広葉樹の年輪数

212の1小班で樹幹コアから読みとった樹種ごとの年輪数を図-2に示す。なお、箱ひげ図は最上のラインから最大値、第3四分位点、中央値、第1四分位点、最小値をそれぞれ示す。また、樹種ごとの樹幹コア採取本数と、樹幹コアの年輪数から予測された更新時期を基にした更新本数を表-3に示す。伐採が行われた1997年以降に天然更新した樹種はウワミズザクラ、オオヤマザクラ、アオハダであった。それ以外の広葉樹は伐採が実施される以前から林内に侵入していたことが示唆され、仮に伐採後に更新していた個体があったとしても、本調査実施以前に枯死したものと考えられる。植栽されて上層を形成しているカラマツやすでに更新していた広葉樹によって樹冠が閉鎖されたことが新たな広葉樹の天然更新が持続しない、または更新後に枯死する原因として挙げられる。

樹種ごとの年輪数と胸高直径との関係を図-3に示す。ウワミズザクラ、オオヤマザクラ、アオハダ、カラマツに年輪数と胸高直径の間に有意に正の相関がみられた（ウワミズザクラ： $p < 0.001$ 、オオヤマザクラ： $p < 0.001$ 、アオハダ： $p < 0.001$ 、カラマツ： $p < 0.01$ ）。樹幹の円板や、成長錐を用いてほぼ幹の中心付近の樹幹コアを用いた樹幹解析によって求められて樹齢と胸高直径にはミズナラにおいて高い正の相関があることが報告されている（戸田ら、1995）。本調査において樹幹コアを採取する際も、成長錐が幹の中心か、それに近い場所を貫通できたと思われる。一方で、コナラ、ホオノキについて、樹幹解析から読みとった樹齢と胸高直径の間に相関が認められなかった報告（戸田ら、1995）もある。本調査でもコナラ、ホオノキについては戸田らの研究と同様に樹齢と胸高直径の間に有意な相関が見られなかった。これは単純に樹齢によって胸高直径が決定するわけではなく、成長に関する樹種特性の違いや、周辺木との立地位置に伴う成長に必要な資源獲得競争の大きさの違いが成長量の違いとして表れ、結果として胸高直径の大きさの違いとなってあらわれてくるものと予想される（Mitsuda, 2002）。

表-3. 樹種ごとの樹幹コア採取本数と更新時期別の本数

	コア採取本数	伐採以前から更新していた本数	伐採以後に更新した本数
アカシデ	13	13	0
コナラ	12	12	0
トチノキ	6	6	0
ホオノキ	8	8	0
ウワミズザクラ	13	6	7
オオヤマザクラ	24	21	3
アオハダ	41	27	14
カラマツ	60	60	0



— : 天II実施年

図-2. 樹種ごとの年輪数

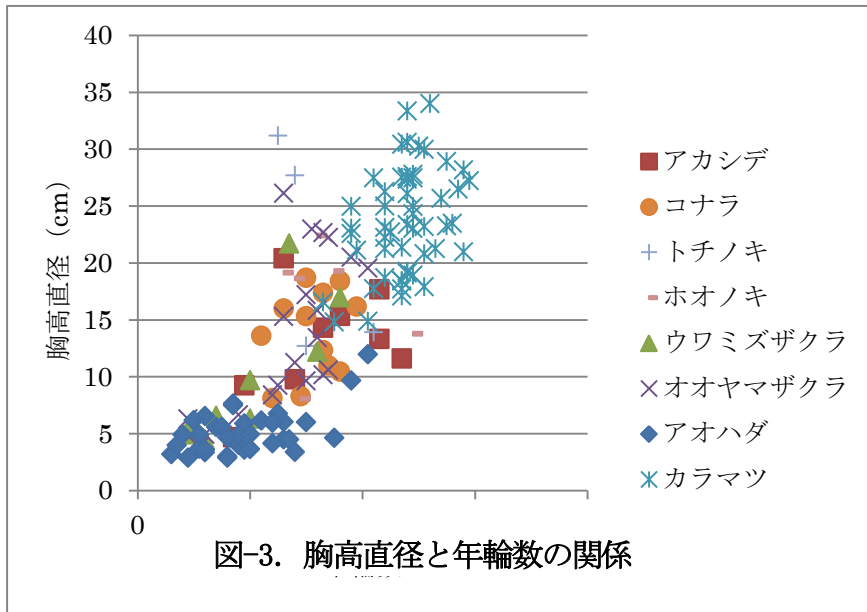


図-3. 胸高直径と年輪数の関係

4-3 伐採前後の成長量変動

各種の成長量比の個体数比率の変動を図-3~9に示す。アカシデは1985~1987年には約50%の個体でRG(成長量比)が1.0以上を示していた。伐採が行われた1997~1999年にはRG1.0以上の個体が約70%に増加しているが、その後成長減少に転じる個体の割合が増加し、2009~2011年には、約80%の個体で成長減少の傾向を示した(図-3)。コナラは1985~1987年には約50%の個体でRGが1.0以上を示していた。伐採が行われた1997~1999年にはRG1.0以上の個体が約90%に増加しているが、その後成長減少に転じる個体の割合が増加し、2009~2011年には、約65%の個体で成長減少の傾向を示した(図-4)。

トチノキは1985~1987年には約40%の個体でRGが1.0以上を示していた。RG1.0以上の割合が最も高かったのは伐採が行われた期間を含む1997~1999年ではなく、その3年後の2000~2002年に約80%の個体がRG1.0以上となっていた。しかし、RG1.5以上の割合が最も高かったのは1997~1999年であった。その後成長減少に転じる個体の割合が増加し、2009~2011年には、約80%の個体で成長減少の傾向を示した(図-5)。

ホオノキは1985~1987年にはRGが1.0以上を示す個体はみられなかった。伐採が行われた1997~1999年にはRG1.0以上の個体が約80%に増加しており、2000~2001年までその状態が継続しているが、その後成長減少に転じる個体の割合が増加し、2009~2011年には、約60%の個体で成長減少の傾向を示した(図-6)。

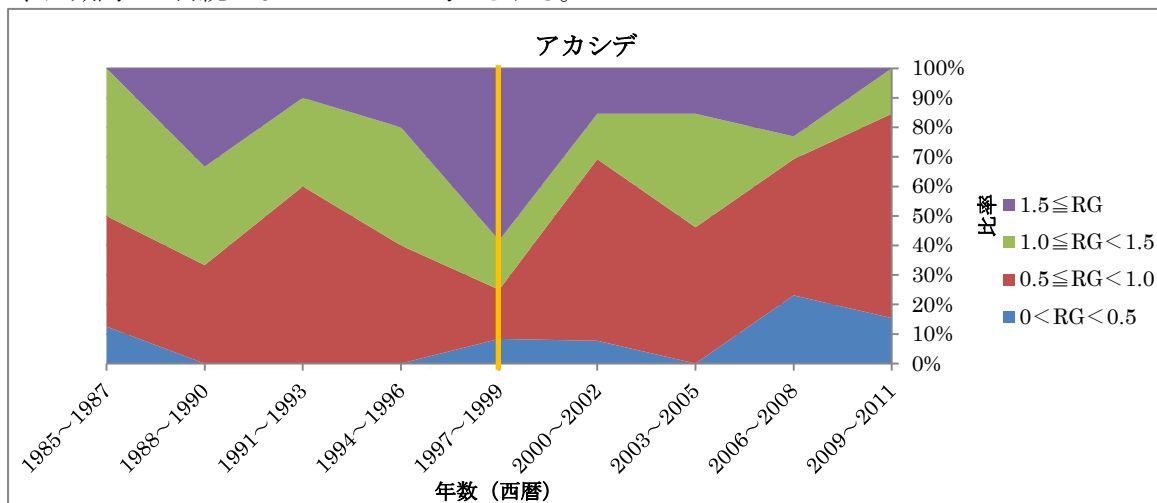
ウワミズザクラは1985~1987年には約30%の個体でRGが1.0以上を示していた。RG1.0以上の割合が最も高かったのは伐採が行われた期間を含む1997~1999年ではなく、その3年後の2000~2002年に約85%の個体がRG1.0以上となっていた。しかし、RG1.5以上の割合が最も高かったのは1997~1999年であった。その後成長減少に転じる個体の割合が増加し、2009~2011年には、約90%の個体で成長減少の傾向を示した(図-7)。

オオヤマザクラは1985~1987年には約50%の個体でRGが1.0以上を示していた。RG1.0以上の割合が最も高かったのは伐採が行われた期間を含む1997~1999年ではなく、その3年後の2000~2002年に約70%の個体がRG1.0以上となっていた。その後成長減少に転じる個体の割合が増加し、2009~2011年には、約70%の個体で成長減少の傾向を示した(図-8)。

カラマツは1985~1987年には約45%の個体でRGが1.0以上を示していた。RG1.0以上の割合が最も高かったのは伐採が行われた期間を含む1997~1999年ではなく、その3年後の2000~2002年に約80%の個体がRG1.0以上となっており、2003~2005年までその状態が継続しているが、その後成長減少に転じる個体の割合が増加し、2009~2011年には、約70%の個体で成長減少の傾向を示した(図-9)。

全ての樹種で、伐採後に成長増加に転じる個体が増加した。しかし、伐採年を含む1997～1999年にRG1.0以上の割合がピークを迎える樹種と、2000～2002年にピークを迎える樹種とがある。伐採以前の1994～1996年のRG1.0以上の割合と、伐採年を含む1997～1999年のRG1.0以上の割合の推移についてWilcoxon-testを行った結果、コナラ、オオヤマザクラ、カラマツのRGは伐採後に有意な増加がみられた ($p < 0.05$)。

トドマツ人工林に天然更新した広葉樹は間伐による林冠疎開を契機として肥大成長を促進させることが明らかになっている(野々田ら, 2008)。本研究で伐採実施年を含む3年間、またはその後の3年間で、伐採実施以前と比較してRG1.0以上の割合が増加の傾向がみられたのは、伐採を行うことによって林冠が開かれ、成長に必要な光などの資源獲得競争が緩和されたためと考えられる。一方で、伐採により林冠が開かれるのは一時的であり、時間の経過とともに再び閉鎖にむかう。調査実施直後には樹幹コア採取樹種全ての約65～90%が成長減少の傾向がみられた。これは、成長に必要な資源を巡る競争の伐採による緩和は、短期間しか持続しなかったためと考えられる。



— : 伐採年を含む3年間を示す (図-10 まで同様)

図-4. アカシデにおける成長量比の個体数比率の変動

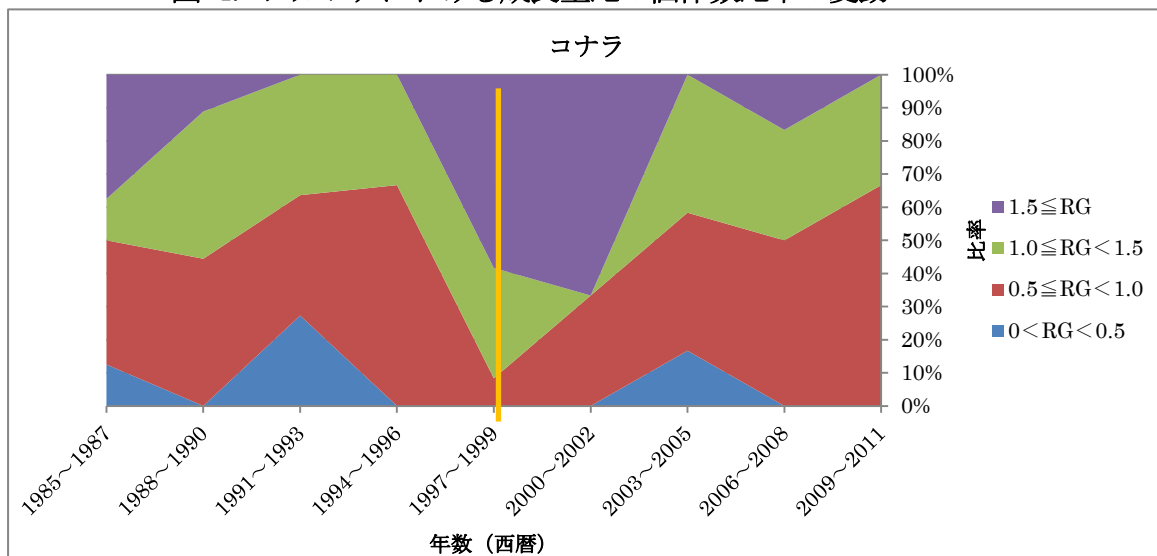


図-5. コナラにおける成長量比の個体数比率の変動

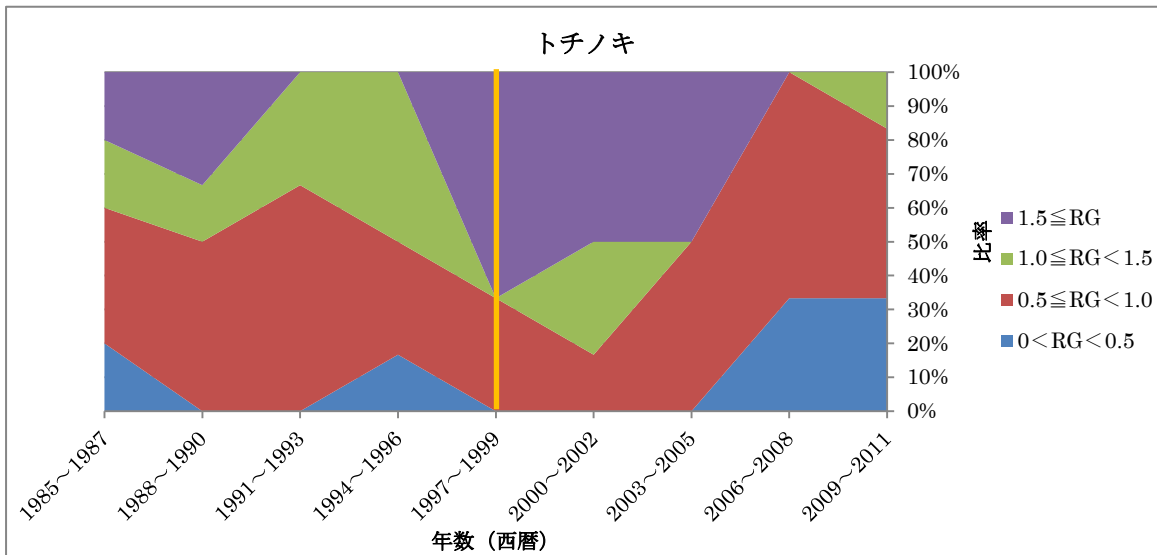


図-6. トチノキにおける成長量比の個体数比率の変動

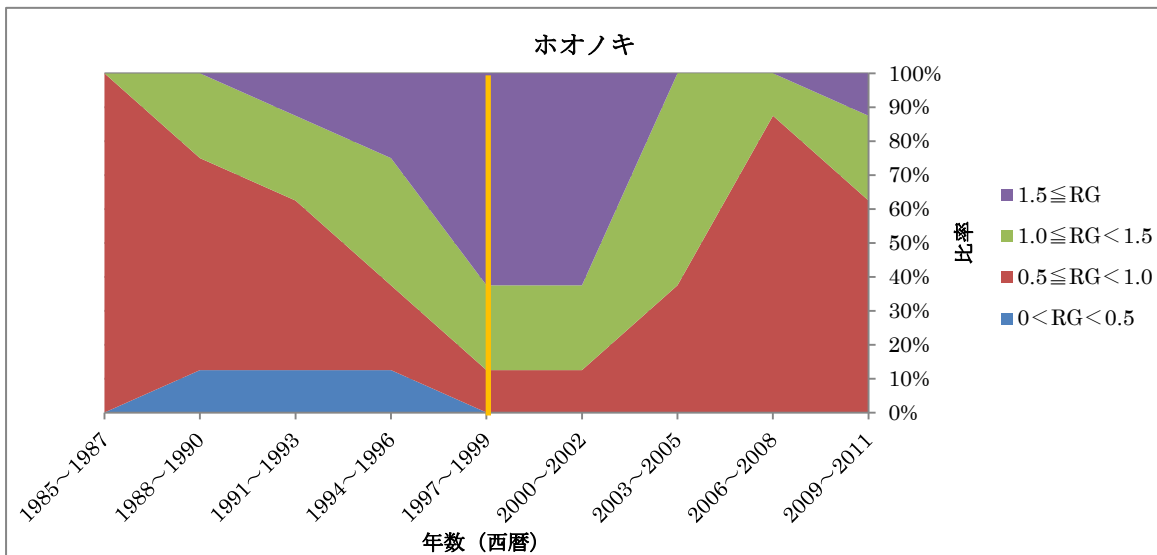


図-7. ホオノキにおける成長量比の個体数比率の変動

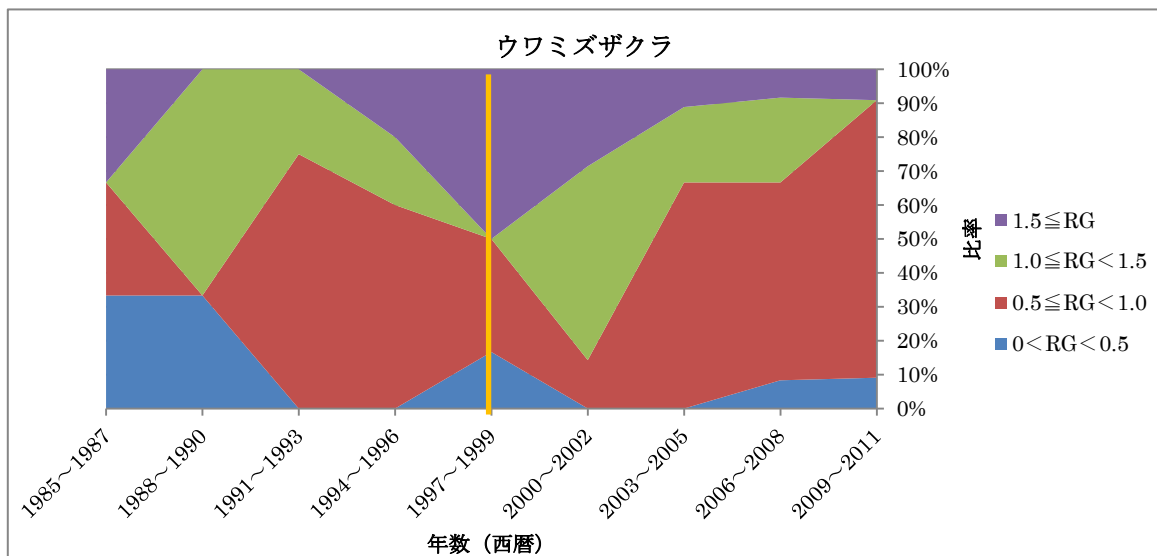


図-8. ウワミズザクラにおける成長量比の個体数比率の変動

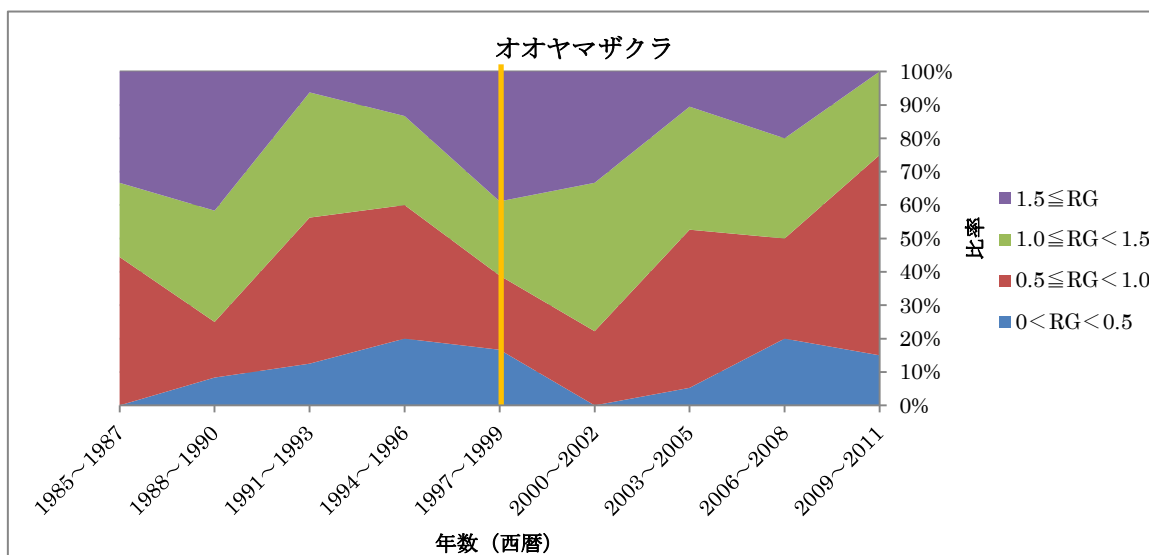


図-9. オオヤマザクラにおける成長量比の個体数比率の変動

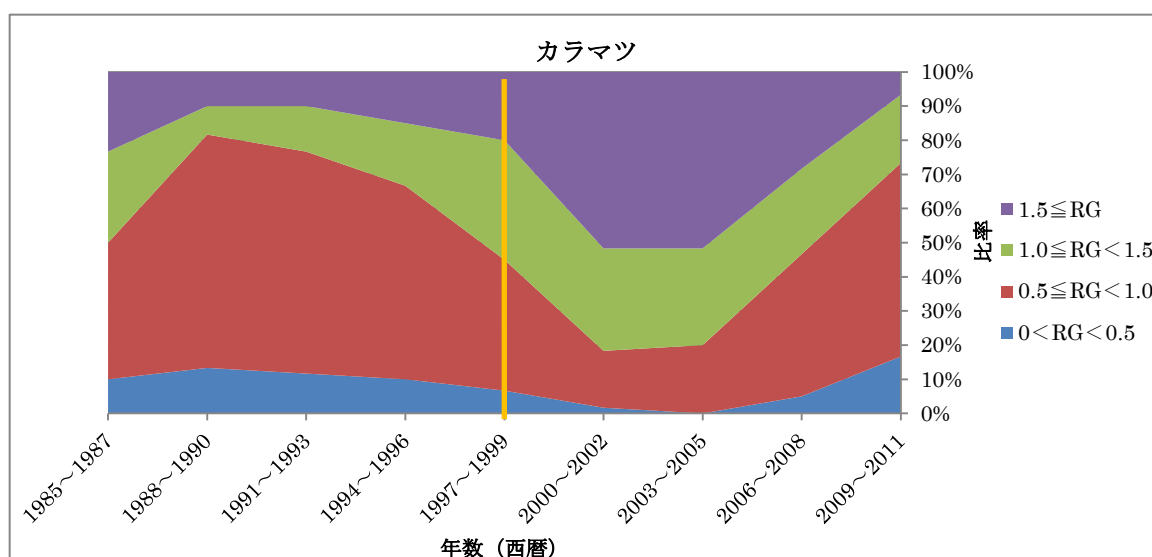


図-10. カラマツにおける成長量比の個体数比率の変動

5. まとめ

本研究におけるカラマツ人工林では高木性広葉樹が多く出現し、主に風散布、鳥散布型の樹種が多く出現していた。一方で動物散布型の広葉樹が多くみられる小班もあり、これは小班が種子供給源としての広葉樹林との距離が近かったためと考えられた。しかし、動物散布型であるトチノキは伐採前から林内に侵入していたことが確認されているため、広葉樹林の天然更新を目的として行った伐採では、それを契機に更新する広葉樹の樹種は限定的であった。

伐採後に広葉樹やカラマツで直径成長増加の傾向がみられた。そして、成長増加の傾向は伐採年から6年間に顕著にみられるものの、調査実施直後には樹幹コア採取樹種全ての約65~90%が成長減少の傾向がみられた。これは伐採による一時的な林冠疎開によって成長に必要な光などの資源獲得競争が緩和され、その後の林冠閉鎖により、資源獲得競争が伐採以前と同等か、もしくは強化されたためと考えられる。

人工林を自然林へ復元する際には、伐採を契機として更新した樹種は、種子供給源との距離により風散布型や鳥散布型に偏る可能性があり、伐採後に更新する樹種も偏るか林冠閉鎖に伴い枯死する可能性があるため、伐採直後に自然林復元に必要な広葉樹が更新していたとしても、その後の経過を観察する必要がある(杉田ら, 2006)。また、伐採によって広葉樹だけでなくカラマツの成長も増加の傾向を示すこと、成

長増加の傾向を示すのは一時的であることを考慮し、伐採後の経過によっては追加でカラマツを伐採するなどの施業を検討する必要がある。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、日本自然保護協会の藤田卓さんには一連の調査において、様々なサポートをしていただき、とても充実した調査を行うことができました。そして、調査を手伝ってくださった東京農業大学造林学研究室の大学院生の皆様、学部4年生の皆様には大変感謝しております。

7. 参考文献

- 花田尚子・渋谷正人・斎藤秀之・高橋邦秀 (2006) カラマツ人工林における広葉樹の更新過程. 日林誌 88 : 1-7
- 長池卓男 (2000) 人工林生態系における植物種多様性. 日林誌 82 : 407 - 416
- 長濱孝行・福村寛之 (2002) 針広混交林の誘導技術に関する研究—スギ人工林内への広葉樹植栽試験—. 九州森林研究 55 : 48 - 49
- 西上愛 (2010) 広葉樹再生林の林分動態解析と成長予測—栃木県唐沢山における実証的研究—. 東京大学農学部演習林報告 122 : 65 - 127
- 野々田秀一・渋谷正人・斎藤秀之・石橋聰・高橋正義 (2008) トドマツ人工林への広葉樹の侵入および成長過程と間伐の影響. 日林誌 90 : 103-110
- Mitsuda, Y., Ito, S., and Takata, K. (2002) Effect of Competitive and Cooperative Interaction among Neighboring Trees on Tree Growth in a Naturally Regenerated Even-aged *Larix sibirica* Stand in Considering Height Stratification. J. For. Res. 7 : 185-191
- 今博計・渡辺一郎・八坂通泰 (2007) トドマツ人工林における間伐が広葉樹の天然下種更新に及ぼす影響. 日林誌 89 : 395 - 400
- Kodani, J (2006) Species diversity of broad-leaved tree in *Cryptomeria japonica* plantation in relations to the distance from adjacent broad-leaved forests. J. For. Res. 11 : 267-274
- 坂上幸雄 (1985) 造林地に侵入した広葉樹の樹種数と本数. 北方林業 37 : 1-4
- 杉田久志 (1993) ヒバ林の成立過程 (I) 攪乱の歴史. J. For. Res. 75 : 100-107
- 杉田久志・猪内次郎・百目木忠之・田口春孝・岩根好伸・大岩康彦・昆健児 (2003) 天然更新によるカラマツ人工林の広葉樹林への誘導 小岩井農場山林における事例. 東北森林科学学会誌 8 : 1 - 9
- 杉田久志・金指達郎・正木隆 (2006) ブナ皆伐母樹保残施業試験地における 33 年後、54 年後の更新状況—東北地方の落葉低木型ブナ林における事例—. 日林誌 88 : 456-464
- 戸田清佐・小見山章・肥後睦輝・二宮生夫 (1995) 落葉広葉樹混成林を構成する樹種の肥大成長特性. 日林誌 77 : 289 - 296

9. 赤谷プロジェクトエリアの自然林復元試験地および、天然下二類施業地のモニタリング結果のまとめおよび今後の施業に向けた留意すべきこと

藤田卓（日本自然保護協会）

表1. 自然林復元試験地ごとの結果と、今後の施業に向けた留意点のまとめ

設定年度	林小班	伐採種	樹種	目的	試験地の施業内容	主な試験結果と今後の施業に向けた留意点
2004 (H16)	24 4へ 3	間伐	スギ	伐採幅を変更した場合に生じる更新への影響把握	間伐の幅 (2伐4残、3伐6残) × 伐採木の除去の有無、非間伐	①列状間伐によって、広葉樹の幹本数は増加したと推定されたが、2伐4残、3伐6残の違いや、伐採木の除去の有無の違いは、はっきりしなかった (実験デザインが不十分でありより詳細な検討が必要)。
2006 (H18)	24 1つ	漸伐	カラマツ	植栽せずに天然更新ができるか、ブナ-ミズナラ林に復元するためにも適切な伐採方法は何か	20m幅、30m幅、40m幅で皆伐	①ササ型林床は更新した稚樹密度が低い。 →ササ型林床の伐採では、伐採前にササの管理などを行う必要がある。 ②ササ林床以外の調査地において5年後に定着した高木性樹種の稚樹の本数は約1000~5,000本/haであり、関東森林管理局を含む日本各地の更新完了基準 (5年後30cm以上の高木性樹種5000本/ha)と比較すると多くの地点で基準以下の稚樹密度であるが一部の小高木も含めると基準以上の個体数密度があった。 ③目標とする潜在自然植生の構成樹種の稚樹は、伐採後5年目に100~500本/haと非常に少ない →目標植生への速やかに誘導するためには植栽などの施業方法の検討が必要 ④伐採前に定着していた広葉樹は、伐採後、萌芽せず枯死する個体も少なくない →伐採前に定着していた広葉樹 (特に大きい個体)の保残の検討が必要 ⑤伐採後2-4年目に哺乳類 (ニホンジカかカモシカ)による摂食が多数確認された →今回のように20m×50m以上の皆伐地を作る際は、ニホンジカおよびその摂食のモニタリングと、
2009 (H21)	22 3は 1	皆伐	スギ	伐採後の植生の回復過程の解明により、植栽せずにスギ林から広葉樹自然林に転換する可能性を明らかにする。	3.6haを皆伐	①伐採後3年目では、目標とする潜在自然植生の構成樹種の稚樹だけでなく、高木種全体の稚樹の本数も、日本各地の更新完了基準と比較すると非常に少なかった。 →目標植生への速やかに誘導するためには植栽などの施業方法の検討が必要

2011 (H23)	24 1 1 1	漸 伐	ス ギ	伐採方法の違い (伐採幅、広葉樹保残の有無)、人工林の履歴、自然林からの距離が天然更新及び生態系に与える影響を評価する。	20×100m、40×250m 他皆伐区、広葉樹保残区、保残区、シカ柵設置区	①伐採前に定着していた広葉樹を保残した結果、GB H40cm以上の個体のほぼすべてを保残できた。しかし、幹曲がり、幹折れする個体が2/3以上を占め、これらの多くは、形状比(樹高/直径)が大きい個体。 →広葉樹を保残する際に、形状比が大きい個体が多い場合は、間伐などによって光環境を改善し、形状比を小さくした後に伐採するか、保残する広葉樹の周辺の樹木も同時に保残するなどの工夫が必要である。 ②ハリエンジュを伐採したら、根萌芽由来と推定される多数の稚樹が発生し、分布域も株数も増大した。 →今後は、伐採前にハリエンジュを枯死させた後に、伐採作業を行うなど伐採前の処理の管理を検討する必要がある。
---------------	-------------------	--------	--------	---	--	---

表2. 天然下二類施業地のモニタリングの結果と、今後の施業に向けた留意点のまとめ
(関東森林管理局編 2013p72-)

検証項目	主な施業内容	主な試験結果と今後の施業に向けた留意点
1971～2011年までに利根沼田署管内で天然下種更新施業が実施された680カ所の施業後5年後の更新完了調査結果のまとめ	人工林では、主に20～30%伐採率の択伐?	① 利根沼田署管内のカラマツ人工林において天下二類施業(20～30%点状択伐と推定される)を行った72林分のうち、5-15年後の更新完了調査において関東森林管理局の基準に基づき更新完了とされた林分が65林分と90%あった(関東森林管理局編 2013p72-79) →カラマツ人工林を天下二類施業(20～30%点状択伐)実行した箇所と同じような条件の林分で同様の施業を実施した場合には、5年後の更新状況に大きな問題は認められないかもしれない。

<p>天然下種二類更新施業後、15年目の更新状況モニタリング</p>	<p>カラマツ人工林を点状伐採（伐採率約 20-30%）（212 の 1、212 め、212 あ） 林齢 45 年生（212 の 1）、46 年生（212 め、212 あ）</p>	<p>① カラマツ人工林を天下二類施業（20～30%点状伐採と推定される）実施後 15 年経過した林分の広葉樹の更新状況および広葉樹の樹齢を調べた結果、直径 3 c m以上の広葉樹のほとんどは伐採前から定着していた個体であり、伐採後に新たに定着した個体はほとんどなかった。 ②成長解析の結果、伐採後 6 年目までは成長が顕著に増加したが、それ以後は低下した。 →目標植生の林冠構成種が多く定着している場合は、同様の伐採が自然林復元に有効 →そうでない場合、目標植生に近づけるためには、前生稚樹を増やすような管理を段階的に実行するなどの管理方法の検討が必要 →この試験地のような点状伐採による更新スピードを上げる効果は 6 年程度であり、自然林に復元するためには短期間で繰り返し同様の施業を行うか、より伐採量を増やし伐採回数を減らすなどの検討が必要。</p>
<p>天然下種二類更新施業（20m 帯状皆伐）後 4-7 年目の更新状況モニタリング （資料 1-2）</p>	<p>カラマツ人工林 7 林分業（20m 帯状皆伐）</p>	<p>①保残列によく更新している林分ほど、伐採列でも更新が旺盛である傾向。 ② 標高と更新本数には、有意な負の相関関係が見られた →カラマツ人工林内に前生稚樹が多い林分は、同様の伐採方法で、更新が期待できるかもしれない（標高が低い林分の方が天然更新が成功しやすいかもしれない）</p>

第2章 猛禽類ワーキンググループ

1. 赤谷の森におけるイヌワシのハビタットとその質の評価

山崎亨¹、出島誠一²

(1：アジア猛禽類ネットワーク、2：日本自然保護協会)

(1) 日本におけるイヌワシの生息状況

イヌワシ (*Aquila chrysaetos*) はヨーロッパからロシア、ネパール、モンゴル、北アメリカなど北半球の高緯度地域に広く分布する大型の猛禽類である。イヌワシには6亜種が認められており、日本に生息するのはその中で最も小型のニホンイヌワシ (*Aquila chrysaetos japonica*) である。世界のイヌワシの繁殖地域は北緯 70~20 度であり、草地や低灌木地などの開けた自然環境が広がり、その中に営巣場所となる崖や大きな樹木のある丘陵地や山地が広がっている。つまり、森林に覆われた山岳地帯はイヌワシ本来の生息場所ではなく、日本のように山岳森林地帯にイヌワシが生息するということはきわめてめずらしいことである (山崎亨 2013)。

日本に生息するイヌワシの近年の生息状況はきわめて厳しく、絶滅の危機に瀕している。環境省の猛禽類保護の進め方 (改訂版) によると、イヌワシの繁殖成功率 (少なくとも1羽の雛が巣立ったペア数/繁殖成否が明らかになったペア数) は1981年から1985年までの5年間では平均47.2%であったが、近年の全国的な繁殖成功率は25%程度と推定され、1980年代前半と比較して、近年は著しく低下している (環境省自然保護局野生生物課 2012)。

また、日本イヌワシ研究会の2012年の報告によると、生息ペア数は150-200ペア、個体数は約500羽であり、1981年から2012年までにペアが消失した場所は237ペアのうち77ペアにも及ぶとされている (日本イヌワシ研究会ホームページ 2012)。

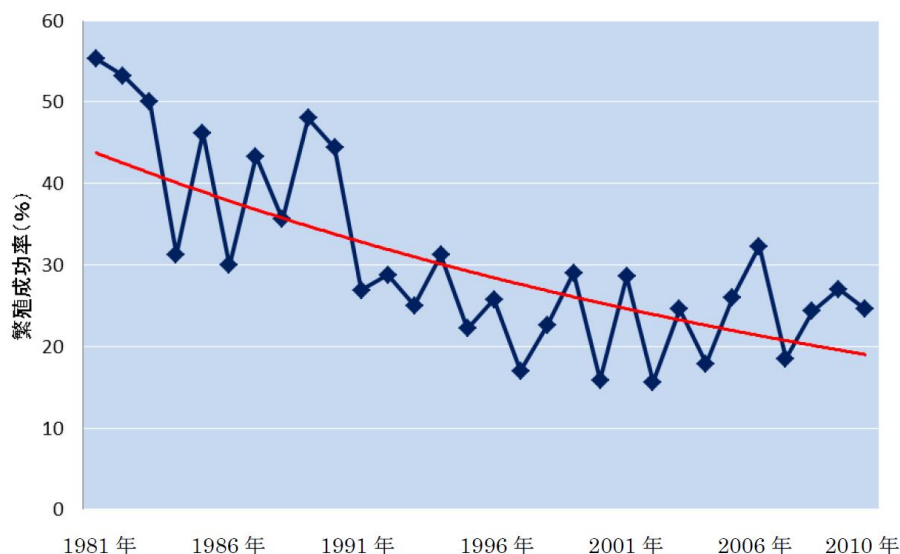


図1. イヌワシの繁殖成功率の経年変化 (日本イヌワシ研究会ホームページ 2012)

イヌワシの1腹卵数は通常2個であるが、日本では2羽の雛間の兄弟殺しが激しく、22羽が巣立つことは1%しかない (Yamazaki 2009)。このため、近年の繁殖成功率が25%程度ということは、繁殖成否が判明した1繁殖ペアあたりの平均巣立ち雛数は0.25羽を下回る状態が続いているということになる。他の国での1繁殖ペアあたりの平均巣立ち雛数は、スコットランドで0.23-0.81羽、フランスで0.30-0.76羽、イタリアで0.58-0.61羽、アメリカで0.50-1.60羽、スペインで0.75羽、スウェーデンで0.70羽等であり (Watson 2010)、日本の0.25羽以下というのはかなり少ない状態にあることが分かる。これらの状況から、現在、日本におけるイヌワシ個体群の存続はきわめて危機的な状態にあるといえる。日本のイヌワシがこのような危機的な状態に陥った背景には、主要な生息地である山岳地帯における森林環境の劇的な

変化が考えられる。1990 年頃から全国的にイヌワシの繁殖成功率が急激に低下したのは、1950 年代から開始された拡大造林政策によって植栽されたスギ・ヒノキが伐採搬出可能なまで生育したにも関わらず、低価格な輸入木材や伐採搬出経費の増大によって伐採されなくなったことから、山岳地帯に成熟した人工林が拡大するとともに、伐採地が激減したことが大きな要因であると思われる。北上高地に生息するイヌワシの調査では、幼齢人工林と低木草地の減少と 11 年生以上の人工林、農地の増加がイヌワシの好適な採餌環境の減少を引き起こし、北上高地における近年の繁殖成功率の顕著な低下につながっているのではないかと考察されている（由井ほか 2006）。また、北上高地に生息する 24 ペアのイヌワシを対象とした調査から、101 年生以上の落葉広葉樹老齢林、10 年生以下の幼齢人工林、5 年生以下の広葉樹林や放牧採草地を含む低木草地の各面積が広いと繁殖成功率は高くなったと報告されている（由井ほか 2005）。

(2) イヌワシの生息環境としての赤谷の森

赤谷プロジェクトエリア（以下、「赤谷の森」）には、赤谷川上流域の赤谷プロジェクトエリア 1（以下、「エリア 1」）に営巣場所を持つ 1 つがいのイヌワシ（以下、「AK ペア」）が生息している。

AK ペアのモニタリングを開始した 1993 年以降の 1) 繁殖成績、2) 繁殖ペアの分布状況、3) 営巣環境、4) 獲物となる動物を生産する環境、5) ハンティング環境の 5 つの視点から AK ペアの生息環境について整理する。

1) 繁殖成績

AK ペアは、1993 年に繁殖成功が確認されて以降、5 年毎に 1993～1997 年に 3 回、1998～2002 年に 0 回、2003 年～2007 年に 3 回、2008～2012 年に 1 回の繁殖成功が確認されている。2003 年以降 11 年間で 4 回繁殖に成功している（表 1）が、2010 年以降は 4 年連続で繁殖に失敗している。また、2003 年以降の繁殖状況を繁殖ステージ別に整理すると（表 2）、2003 年以降、造巣行動は毎年継続している。

表 1. 赤谷ペアの繁殖成績

○：繁殖成功（巣立ちを確認）、×：繁殖失敗（巣立ちをしなかった）、－：不明

1991	1992	1993	1994	1995
—	—	○	○	○
1996	1997	1998	1999	2000
×	×	×	×	×
2001	2002	2003	2004	2005
×	×	○	×	×
2006	2007	2008	2009	2010
○	○	×	○	×
2011	2012	2013		
×	×	×		

表2. 2003年以降の繁殖状況（○：確認、×：失敗を確認、－：不明）

年	繁殖ステージ				備考
	造巣*	抱卵	育雛	巣立ち*	
2003	○	－	○	○	巣N1を利用
2004	○	－	－	×	
2005	○	－	－	×	
2006	○	－	－	○	利用した巣は発見できなかった
2007	○	－	－	○	利用した巣は発見できなかった
2008	○	－	－	×	
2009	○	－	○	○	巣N4を利用。巣立ち後7月中に落鳥
2010	○	－	－	×	
2011	○	－	○	×	巣N2を利用。育雛中（25日齢程度）に巣が大きく崩れた
2012	○	○	×		巣N1で4月上旬まで抱卵を続けたが卵が孵らなかったと思われる。
2013	○	－	×		N4に長時間滞在していたが産卵したかどうかは不明。

* 「造巣」は巣材運搬行動、又は巣内にある巣材の増加を確認したことを意味する。

* 「巣立ち」は巣立ち後の当歳幼鳥を確認したことを意味する。確認されたのは全て1羽であった。

2) 繁殖ペアの分布状況

赤谷の森においては、AKペアが唯一のイヌワシの繁殖ペアである。2003年以降のAKペアの観察記録から、行動範囲は赤谷の森の外側の北部と北西部に広がっていることが確認されている。また、AKペアの行動範囲の南側にはクマタカの繁殖ペアが分布しており、東側には別のイヌワシの繁殖ペアが分布していることが明らかになっている。AKペアの行動範囲の西側は1991年まで繁殖ペアの分布が確認されていたが、1992年以降、繁殖ペア存在は確認されていない（日本自然保護協会1999）。

塗り潰し部分：赤谷の森
線：AKペアの行動の最外郭



図2. AKペアの行動の最外郭と赤谷の森

3) 営巣環境

2003年以降において、繁殖に成功した巣はすべて赤谷川上流域のエリア1に位置し、上昇気流が発生しやすい切り立った断崖の岩場に存在している（表3）。2011年にN2は巣材が大きく崩れた（表2）が、岩棚はしっかりとしており、現時点で3つの巣（N1、N2、N4）は利用可能な状況にある。

表 3. 赤谷ペアの営巣場所

	環境	標高	位置
N 1	岩棚	1,004m	3つの巣の中で最も西に位置する。
N 2	岩棚	1,320m	3つの巣の中で最も北に位置する。
N 4	岩棚	1,270m	3つの巣の中で最も南かつ東に位置する

※「N 3」は繁殖成功した記録がない場所のため割愛した。

4) 獲物となる動物を生産する環境

日本におけるイヌワシの主要な獲物は、ノウサギ、ヤマドリ、ヘビ類とされている（環境省自然保護局野生生物課 2012）。これまで AK ペアのハンティング行動や巣内運搬が確認された動物は、ノウサギ、ヤマドリ、ヘビ類、カケス、トビ、ノスリである。

また、赤谷プロジェクトの哺乳類WGでは、赤谷の森の 51 箇所に設置した自動撮影装置による哺乳動物の調査結果から、現在の赤谷の森における哺乳動物相は健全な状況にある（日本自然保護協会ほか 2009）と判断している。

5) ハンティング場所

a. 1993–1995 年に観察されたハンティング場所

1993～1995 年に観察された AK ペアのハンティング場所（1999 日本自然保護協会）について、1995 年時点における植生状況（林齢別の自然林と天然林の面積）の整理を行った（表 4）。1995 年時点で赤谷の森に伐採跡地は存在していない。但し、ハンティングが観察された場所の一部（図 2 の地点③、⑤、⑪）には比較的若齢の人工林がまとまって分布しており、ハンティング場所として利用されていた可能性が考えられる。

1995 年時点で、エリア 1 の地点③には、11 年未満の若齢林が約 20ha 分布しており、1994 年の 3 月 27 日、5 月 14 日、12 月 12 日、1995 年の 4 月 29 日、11 月 25 日の計 5 回ハンティング行動が観察されている。

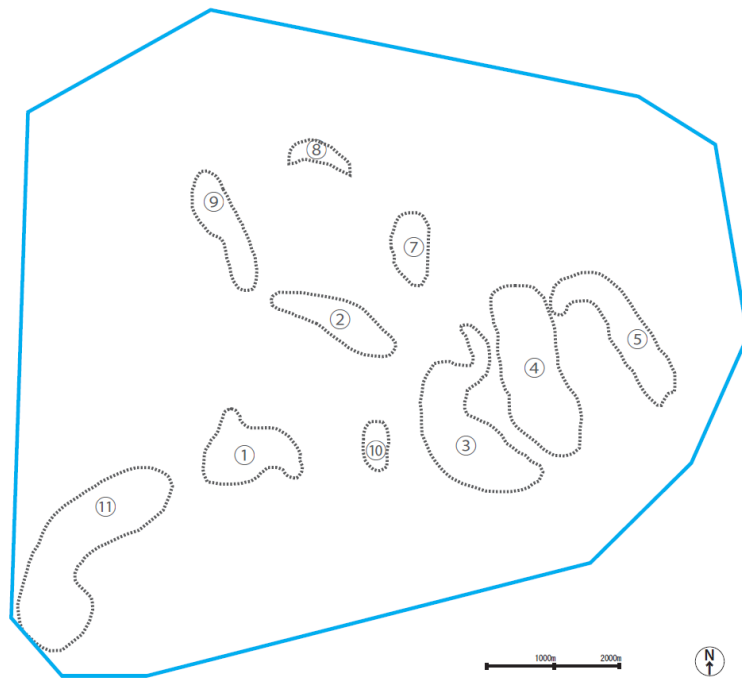
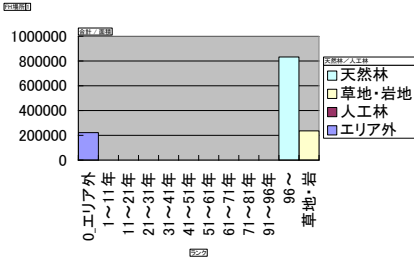
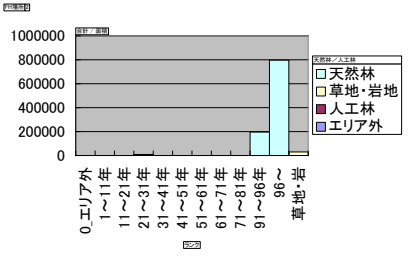
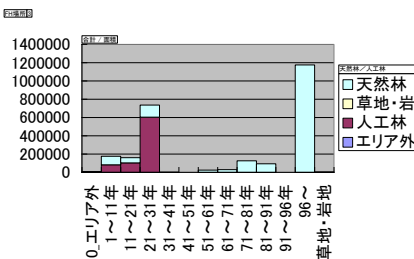
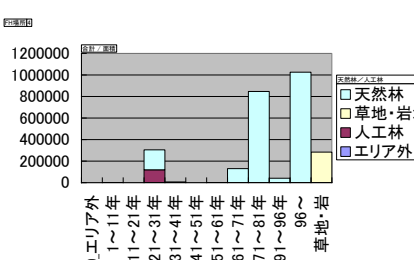
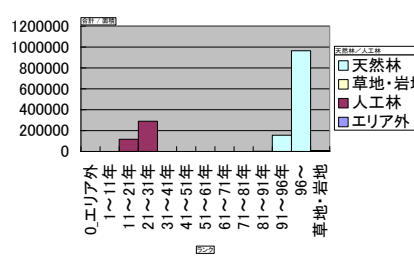
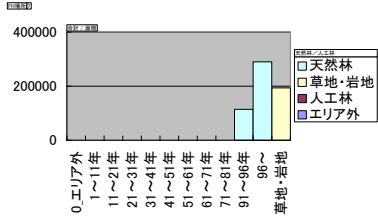
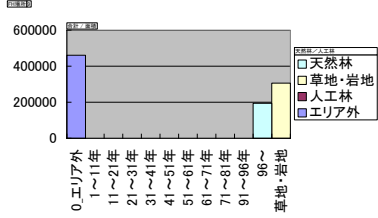
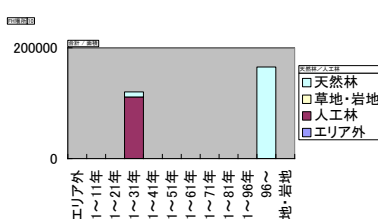
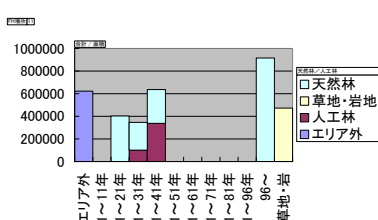


図 3. AK ペアの行動の最外郭と 1993–95 年に観察されたハンティング場所

表4 AKペアの1993-95年のハンティング場所別の植生状況と観察記録

1993-95年のハンティング場所	植生状況 (95年時点) ハンティング可能な植生の分布状況	1993-95年の利用状況	2000-09年の利用状況
1	 <p>自然植生：草地・夏緑広葉樹林</p>	94年：1/16 95年：4/30	-
2.	 <p>自然植生：夏緑広葉樹林</p>	95年：11/26 95年：12/31	03年：9/15 04年：2/11
3.	 <p>自然植生：夏緑広葉樹林 代償植生：比較的若い広葉樹・人工林</p>	94年：3/27、5/14、 12/12 95年：4/29、11/25	06年：12/31 07年：12/22 08年：1/20、8/26 09年：3/24
4.	 <p>自然植生：草地等・夏緑広葉樹林</p>	94年：3/27 95年：5/13、14、 11/25、26	06年：12/28 07年：4/1、20、30、 6/16、8/25、26 08年：1/20、3/18 09年：2/28、6/23
5.	 <p>自然植生：夏緑広葉樹林、代償植生：比較的若い人工林</p>	94年：05/14 95年：11/12	-

7.	 <p>自然植生：草地等、夏緑広葉樹林</p>	93年：12/19	07年：8/14
9.	 <p>自然植生：草地等、夏緑広葉樹林</p>	95年：5-8月	09年：10/31
10.	 <p>自然植生：夏緑広葉樹林 代償植生：比較的若い人工林</p>	95年：4/29	07年：6/16、4/01 08年：1/20
11.	 <p>自然植生：雪崩斜面、低木林、夏緑広葉樹林 代償植生：比較的若い広葉樹・人工林</p>	95年：4/28, 30	—

※「6」「8」はイヌワシのハンティング場所と確定できる観察記録が無かったため割愛した。

b. 2003年以降に観察されたハンティング場所

夏緑広葉樹林の展葉期の調査（2010年9月17～19日と11月12～14日）では、AKペアのハンティング場所は、赤谷の森の北部の高標高域に広がる自然草地や、ササ原等の樹木に覆われない開放的な環境に限られていた（図4-1）。空中でカケスに対するハンティング行動や、ササ原の中に何度も飛び込むハンティング行動が観察されたが、ササ原内でどのような獲物を狙っていたかは不明であった。また、常にペアでハンティング行動を行っていた（2011日本自然保護協会）。

夏緑広葉樹林の落葉期の調査（2007年～2013年表5）では、樹林帯の壮齢な自然林と、その周辺の岩地や疎林地を使用している（図4-2、表6）。また、巢内育雛期にあたる4月～5月は特に谷沿いの低標高の自然林でハンティング行動をしている傾向が見られた。

また、2003年以降、赤谷の森のエリア1には伐採跡地が存在せず、人工林は成熟しハンティング不可能な環境になっているため、人工林及び伐採跡地でのハンティング行動は確認されていない。

- 青線：AK ペアの行動の最外郭
- ：ハンティング場所
- 緑○：ササ原（6箇所）
- 赤○：岩場（1箇所）
- 青○：草地（1箇所）
- 灰○：空中でハンティング（2箇所）

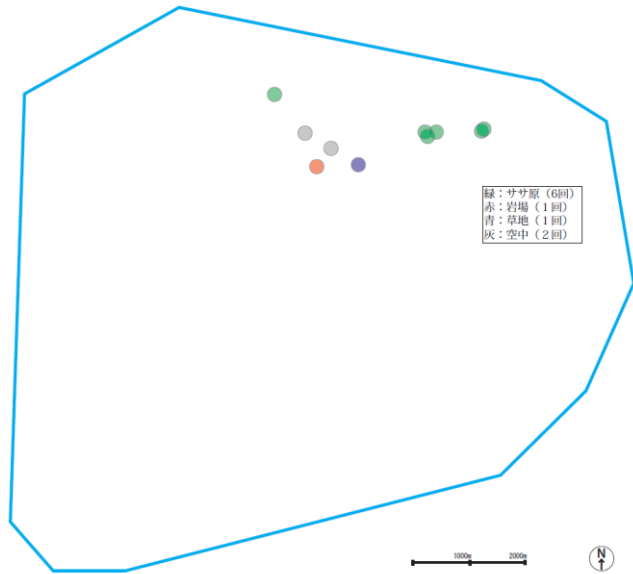


図4-1. 行動の最外郭と展葉期（2010年9月17～19日、11月12～14日）のハンティング場所とその植生

- 青線：AK ペアの行動の最外郭
- ア：岩場とネズコ・キタゴヨウ等
- イ：主に広葉樹二次林（80年生以上）
- ウ：主に広葉樹（101年生以上）、
尾根部はササ原と低木
- エ：広葉樹（101年生以上）一部は疎林状
- オ：針広混交林（101年生以上）人工林も混じる
- カ：広葉樹（101年生以上）一部は二次林

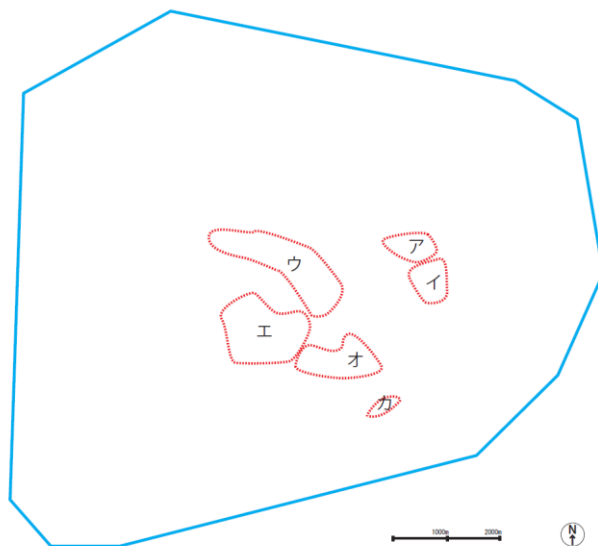


図4-2. 行動の最外郭と落葉期のハンティング場所とその植生

表5. 図4-2の作成に使用した2007年～2013年の落葉期の観察記録

年	調査日	日数
2007	4/1, 20, 30	3
2008	4/4	1
2009	2/28, 3/1, 24, 4/11, 18, 5/2	6
2010	1/24, 3/22, 4/4, 10, 13, 5/22, 12/19	7
2011	1/29, 2/3, 4, 5, 16, 4/1, 2, 3, 13, 29, 30, 5/6, 8, 12/10, 11, 24	16
2012	2/4, 4/15, 28, 29, 5/19, 20,	6
2013	3/23, 4/13, 14, 15, 20	5
		計
		44

(3) 生息環境の評価と質の向上の可能性

イヌワシの生息環境としての赤谷の森の現状を 1993 年以降の繁殖成績等から総合的に評価すると、AK ペアが繁殖成功するための最低限のハビタットは確保されていると考えられる。しかし、国内におけるイヌワシの生息状況や、AK ペアの行動範囲が赤谷の森の外にも広がっている状況、2010 年以降 4 年連続して繁殖に失敗している状況から、AK ペアが 50%に近い繁殖成功率を維持しながら将来に渡って赤谷の森で生息していくためには、ハビタットの質を現在よりも向上させていくことが必要であると言える。

そのため、AK ペアのハビタットの質を向上させる方法について、営巣環境、獲物となる動物を生産する環境、ハンティング環境の視点から検討を行った。

1) 営巣環境

2003 年以降、繁殖成功が確認された 3 つの巣（岩棚）は、現時点で安定的な状態にあるため、人為的な影響が及ばないように厳重に保護していくことで、繁殖に必要な営巣環境は確保されることが考えられる。

2) 獲物となる動物を生産する環境

AK ペアは、直近の 11 年間（2003～2013 年）で 4 回繁殖に成功していることから、獲物となる動物を生産する環境は、現状において最低限は確保されていると考えられる。また、赤谷プロジェクトの哺乳類 WG は、自動撮影装置による哺乳動物の調査結果から、現在の赤谷の森の哺乳動物相は健全な状況にあると判断しており、“獲物となる動物を生産する環境”に明確な課題があるとはいえない。

3) ハンティング環境

前述のとおり、2003 年以降 11 年間で 4 回繁殖に成功していることから、繁殖活動を維持するための最低限のハンティング場所は確保されているものと考えられる。

しかし、現在のエリア 1（約 3600ha）には、イヌワシがハンティングできない成熟した人工林が約 500ha、二次林（101 年生未満の自然林）が 320ha 存在している。過去の薪炭利用や 1957 年以降の拡大造林政策により、自然林の伐採やスギ等の植栽が行われ、その後、二次林と人工林が成熟するこれまでの過程において、ハンティング可能な場所の総量（面積）は大きく変動してきたものと思われる。つまり、伐採が盛んに行なわれていた頃にはハンティング場所は一時的に増加したものの、人工林や二次林が生育するにつれ、ハンティング可能な場所は減少の一途をたどってきているのである。この結果、現在ではエリア 1 にイヌワシが利用できない成熟した人工林と、広葉樹二次林（11 年生以上 101 年生未満）が広く分布し、これまでで最もハンティング可能な場所の総量（面積）が少ない状況にある。

また、繁殖成功に重要な役割を果たすと思われる巣内育雛期のハンティング場所として、低標高域の沢沿いの壮齢な自然林が利用されている（日本自然保護協会 2011）。ところが、エリア 1 においてはこの標高帯に多くの人工林が分布している。つまり、イヌワシの好適なハンティング場所である沢沿いの低標高域を成熟した人工林が覆ってしまっていることにより、繁殖成功に重要なハンティング場所が大幅に減少している可能性が高い。

さらに、1993-95 年の観察記録から、若齢な人工林や伐採地がエリア 1 に存在したときにはハンティング場所として利用されていたと考えられる。

これらの状況から、エリア 1 のハンティング環境の質と量を改善するために、ハンティングを行うことが不可能な人工林（500ha）を、短期的には伐採地を創出するとともに、長期的には壮齢な自然林を復元することによって、AK ペアのハビタットの質を向上させられる可能性は高い。

(4) ハビタットの質を向上させる森林管理手法を開発するための試験

AK ペアのハビタットの質を向上させるためには、ハンティング環境の質と量を確保していくことで実現できる可能性が高い。つまり、エリア 1 の人工林を効果的に順次伐採していくとともに、老齢な自然林を

復元する森林管理を実施することで、AK ペアのハビタットの質を向上することができると考えられる。

ハンティング可能な環境の量（面積）の確保は、人工林を伐採することによる伐採地の創出と、経年変化による老齢林の増加で実現することができる。しかし、どのような位置（巣からの距離、標高、斜度、移動ルートとの関係 等）に、どのような形状のハンティング場所が確保され、伐採後どのような森林管理（主に下草刈り）を行うことが、行動圏内のハンティング場所の質の改善に効果が高いかについては、仮説の域を出ない。

そのため、長期的な試験計画を策定し、イヌワシに利用される可能性が高い（又は、ハンティング環境の改善に効果が高い、ハンティング環境の質の高い）と考えられる位置と形状でハンティング場所を創出し、その利用状況をモニタリング調査しながら、必要な情報を蓄積、解析することが必要である。このような試験的な取り組みの成果は、全国的に危機的な生息状況にあるイヌワシの保全を図るためにも重要な情報であり、全国各地におけるイヌワシのハンティング環境の改善に寄与できる試験としての位置づけも担うことができると思われる。

赤谷プロジェクトでは、これらの取り組みを実施するために、「イヌワシの生息環境を向上させる森林管理手法の開発—基本計画書—」を2014年3月に策定し、2014年9月から第1次実施試験を開始することとしている。

以上

引用・参考文献

- ・前田琢 他（2007）自然再生への挑戦—応用生態工学からの視点
- ・由井正敏 他（2001）小規模疎開地の造成がイヌワシの探餌行動頻度に与える効果
- ・由井正敏ら、2006. 希少猛禽類イヌワシとの共存を目指した森林施業法の確立. 科研費成果報告書（課題番号15380112）.
- ・由井正敏・関山房兵・根元理・小原徳彦・田村剛・青山一郎・荒木田直也（2005）. 北上高地におけるイヌワシ *Aquila chrysaetos* 個体群の繁殖成功率低下と植生変化の関係. 日本鳥学会誌 54:67-78.
- ・由井正敏・前田琢（2006）. イヌワシ Y ペアの行動圏と植生. 希少猛禽類イヌワシとの共存を目指した森林施業法の確立（平成15年度～平成17年度科学研究費補助金（基盤(B)(1)）研究報告書:1-10.
- ・Watson, J. (2010). THE GOLDEN EAGLE Second edition. Yale Univ. Press, London.
- ・Yamazaki, T. 2009. Why Are Almost All Second Chicks of the Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) in Japan Killed by the First Chicks? pp. 98 in Raptor Research Foundation 2009 Annual Conference Programme Book. Pitlochry, Scotland.
- ・柳川雅文 他（2009）イヌワシ保全のための森林施業
- ・盛一樹 他（2012）北上高地のイヌワシと生物多様性保全を目的とした等高線方向列状間伐の効果
- ・環境省野生生物課（2012）猛禽類保護の進め方改訂版—とくにイヌワシ、クマタカ、オオタカについて
- ・関東森林管理局（2010）イヌワシ生息環境保全調査事業報告書
- ・日本自然保護協会（1999）日本自然保護協会報告書第86号イヌワシ・クマタカの子育てが続く自然を守る
- ・関東森林管理局, 日本自然保護協会（2008）三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画推進事業報告書
- ・関東森林管理局, 日本自然保護協会（2009）三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画推進事業報告書
- ・関東森林管理局, 日本自然保護協会（2010）三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画推進事業報告書
- ・関東森林管理局, 日本自然保護協会（2011）三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画推進事業報告書
- ・関東森林管理局, 日本自然保護協会（2012）三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画推進事業報告書
- ・樋口広芳・山崎亨 他（2013）日本のタカ学 生態と保全
- ・日本自然保護協会・関東森林管理局・赤谷プロジェクト地域協議会（2009）赤谷の森・基本構想

2. 赤谷の森におけるクマタカのハビタットとその質の評価

山崎亨¹、出島誠一²、藤田卓²

(1：アジア猛禽類ネットワーク、2：日本自然保護協会)

(1) 日本におけるクマタカの現状

クマタカは、留鳥として北海道、本州、四国、九州に分布・繁殖しており、佐渡や五島等でも記録がある。九州から北海道まで針葉樹林や落葉樹林にかかわらず、獲物となる動物が豊富な森林が連続して存在する山岳地帯に広く生息している。ある程度自然が保たれた標高 300m以上のほとんどの山地には、クマタカが生息している可能性があると考えられる。近年の繁殖確認メッシュをもとにした推定によると、最少繁殖個体数は約 2,000 羽程度であった。繁殖確認メッシュ以外に繁殖確認には至らず生息のみ確認されたメッシュもあるため、実際の生息個体数はさらに多いものと推測される（環境省自然環境局野生生物課 2012）。

(2) 赤谷の森におけるクマタカのハビタット

赤谷プロジェクトエリア（以下、赤谷の森）は、4つがいのクマタカが営巣場所としており、隣接するエリアに2つがいのクマタカが生息している。2003年以降の1) 繁殖成績、2) 繁殖ペアの分布状況、3) 営巣環境、4) 獲物となる動物を生産する環境、5) ハンティング環境の5つの視点から、赤谷の森におけるクマタカのハビタットの現状について整理する。

1) 繁殖成績

赤谷の森に営巣場所をもつ4つがいは2004年から、隣接エリアに営巣場所をもつ2つがいはSKペアが2005年、YJペアが2012年から、繁殖状況についてモニタリングを行っており、その結果は表1の通りである。各つがいは、概ね1年に1回繁殖成功をしている。

表1. クマタカ6ペアの繁殖成績

空白：未調査、○：繁殖成功（巣立ち後の幼鳥を確認）、

×：当歳の幼鳥が確認されなかった、△：抱卵行動まで確認、▲：育雛行動まで確認

N：利用した巣、－：営巣場所不明、*：備考あり

ペア	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SG	○ －	×	○ N2	×	○ N3	×	△ N3	△ N3	○ N4	△ N4
AM	○ N1	×	×	○ N1	○ N1	×	×	×	○ N2	○ N3
HS	×	×	○ N2	×	×	○ N3	×	×	○ N4	○ N4
KS	○ N1	×	○ N2	×	○ N2	×	○ N2	×	○ N2	×
SK		○ N1	×	○ N1	×	▲ N1	×	×	×	－
YJ									○ N1	－

2) 繁殖ペアの分布状況

赤谷の森には1つがいのイヌワシと、4つがいのクマタカが分布している。2007年には、それまでにクマタカの分布が確認できなかった小出俣、法師沢、ムタコ沢等のエリアについて、集中的な調査を実施し、クマタカが分布していないことを確認した。その後の調査により、それらのエリアは、イヌワシのつがいの行動範囲に含まれることが確認されている。そのことが、クマタカが分布しない要因ではないかと考えられる。

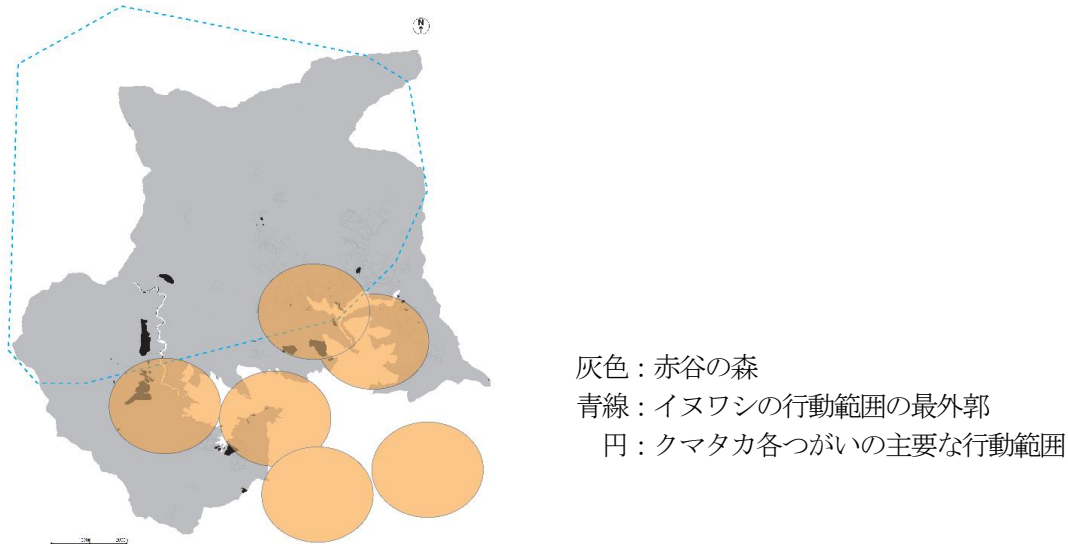


図1：イヌワシ1つがいとクマタカ6つがいの分布図

3) 営巣環境

クマタカの繁殖を確認した6箇所の巣について、営巣木及びその場所の情報(表2)をとりまとめた。営巣木の胸高直径は平均95cmであり、大径木に限定されていた。6箇所の営巣場所の内5箇所は、伐採規定が厳しいことから比較的大径木が多く分布する土砂流出防備保安林内に位置している。赤谷の森の中で土砂流出防備保安林が占める割合は9.7%であり、営巣場所としてこの保安林を選択していると言える。

営巣木の胸高直径については、福井県若狭地方では38~83cm(平均63.5cm)、鈴鹿山脈では38~103cm、広島県西部では60~75(平均64.3cm)などの例(環境省1996)があり、クマタカの大きな巣は、太い枝を有する大径木でなければ、架巣できないと考えられる。

また、クマタカの営巣場所は生息地の最低標高(営巣木直下の谷底の標高)と最高標高(営巣斜面の尾根と連続する稜線のピーク)の間の1/2より低い位置の急斜面で、その斜面の1/2より高い位置を選択する傾向があり(藤田2000)、クマタカの営巣の条件として、隣接ペアとの間に一定の巣間距離があること(藤田2000)が必要であるといわれている。

実際に赤谷の森では、KSペアは、2004年に繁殖成功した巣(N1)が、2005年10月の台風で枝ごと落下したが、2006年に同じ木に架巣して繁殖に成功し、2008年も同じ巣で繁殖に成功した。SGペアは、2006年に繁殖に成功した巣(N2)が、2007年3月24日に枝ごと落下しているのが確認されたが、2008年にN2よりも750m程東側のモミ(N3)に架巣して繁殖に成功した。このように、なんらかの要因で巣が消失してしまった後も、同じ営巣木に巣をつくる様子や、比較的小さい範囲で営巣木を変えている様子が見られており、隣接ペアと一定の距離をとりつつ、一定の傾斜角度や標高の場所の範囲は限られており、その範囲に営巣に適した大径木の分布が、必ずしも十分ではない可能性も考えられる。

表2 クマタカの営巣木

巣	営巣木の場所			営巣木				備考 (営巣木の位置、状況等)
	標高 (m)	傾斜度 (°)	傾斜方向	樹種	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	巣の位置 (m)	
SG (N2)	705	20	南	モミ	30	109	24	谷中の支尾根
SG (N3)	690	31	北	モミ	28	92	22	河岸段丘斜面
AM (N1)	780	38	西	モミ	20	86	17	スギ造林地の林縁
HS (N2)	690	50	東	広葉樹	-	96	-	谷に張り出した枝先
KS (N1)	780	40	東	モミ	28	75	20	伐採地の林縁に位置する
SK (N1)	805	46	西	モミ	26	113	15	谷底に近い谷中
平均値	742	37.5	-	-	26.4	95	19.6	-
全国 (※1)	300 ~ 800	20~50	-	-	-	-	-	-

※1：環境省等による希少猛禽類調査（2004）

*標高はGPS データをもとに1/20000 国有林事業図から判読して訂正した。

<クマタカの営巣適地の解析>

クマタカが分布する赤谷の森の低標高地には、既知のつがい営巣木に利用していない人工林が多く分布し、40年生未満の人工林小班の割合も多いことから、クマタカが営巣できる大径木が広く分布した場合、クマタカ繁殖ペアの分布は現状と異なる可能性も考えられる。そのため、クマタカの営巣環境を評価するために、「地形的な営巣適地」と「営巣可能な大径木」の分布状況について現状評価を行なった。

①地形的要素による営巣適地分布の解析

赤谷の森全域における、クマタカの営巣に適した地形（斜面角度）の分布を50mメッシュ単位に解析（*レンジ解析）を行ったところ、クマタカの営巣に適した地形は、赤谷の森のほぼ全域に分布しており、既知のつがいの営巣地も含まれていた。（図2参照）

②クマタカの潜在的営巣適地の抽出と評価

これまで重点的に情報収集を行ってきたクマタカペアについて、コアエリア（営巣地と主要なハンティング場所を含むエリア）内で、以下の条件a.～c.を満たすエリアを、現時点での潜在的営巣適地として抽出を行なった。（図3参照）

コアエリア（約8.5Km²）の内、潜在的営巣適地の条件を満たすのは約0.5Km²（コアエリアの約6%）であった。既知の営巣地も全てこの中に含まれた。

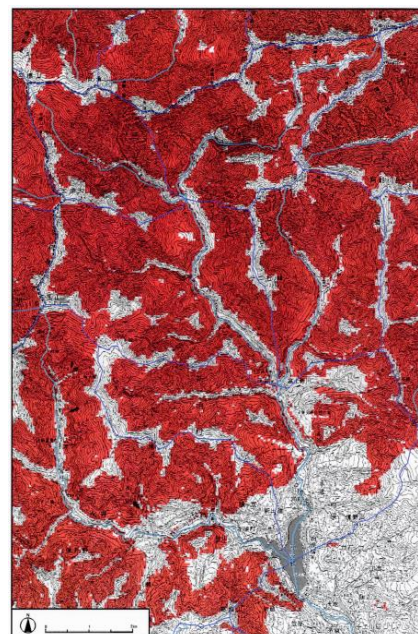


図2. クマタカの営巣に適した地形の分布（赤色部分が適地）

条件

- コアエリア内を50mメッシュ単位に、地形的要素（相対的な標高と斜面角度）から評価した営巣適地（*コアエリア解析）
- 空中写真の判読から、営巣可能と思われる樹木が分布する林分
※現地調査により胸高直径55cm以上の大径木10本抽出したところ、その樹冠は空中写真上で長径1mm以上であったことから、概ね100m×100mの範囲において直径1mm以上の樹冠をもつ樹木の有無を判読した。
- イヌワシの行動範囲を勘案してクマタカが営巣可能なエリア

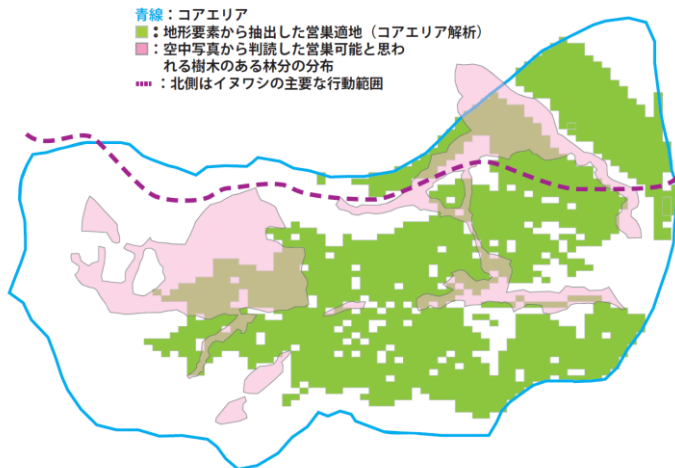


図3. クマタカの潜在的営巣適地の解析

*レンジ解析及びコアエリア解析

レンジ解析とコアエリア解析は、日本全国に分布するクマタカの巣（100～150巣程度）の位置データから共通する条件を抽出して解析を行っている。この解析は、いであ株式会社に技術提供を頂いた。

4) 獲物となる動物を生産する環境

これまでに実施したクマタカの営巣木の下の上における残渣回収や、巣内育雛期における巣内の直接観察から確認された、クマタカの捕食している動物は以下の通りである。クマタカは森林に生息する中小動物を幅広く捕食しており、獲物動物がノウサギ、ヤマドリ、ヘビ類に限られるイヌワシとは対照的であった。

鳥類：ヤマドリ、ドバト、クロツグミ、カケス、ハシブトガラス 他

ヘビ類：アオダイショウ、シマヘビ 他

哺乳類：ネズミ類、モモンガ、ムササビ、ニホンザル（幼獣）、ホンドリリス、ノウサギ、イタチ類 他

赤谷プロジェクトの哺乳類WGでは、赤谷の森の51箇所に設置した自動撮影装置による哺乳動物の調査結果から、現在の赤谷の森における哺乳動物相は健全な状況にある（日本自然保護協会ほか 2009）と判断している。

5) ハンティング環境

つがい毎に営巣地周辺の植生タイプを比較するため、営巣木から半径 1.5km 以内の植生構成比を集計した (図 4、図 5)。その面積の 8 割以上を赤谷の森内にもつ HS ペアと SG ペアの植生の構成比を比較したところ有意に異なっていることがわかった (カイ 2 乗検定 $p < 0.0001$)。また、前述の通り、クマタカ各ペアの繁殖成績に大きな違いは見られていない。

このことから、クマタカは特定の植生タイプでなければハンティング場所として利用できないわけではなく、様々な植生タイプの森林でハンティングを行っていると考えられる。

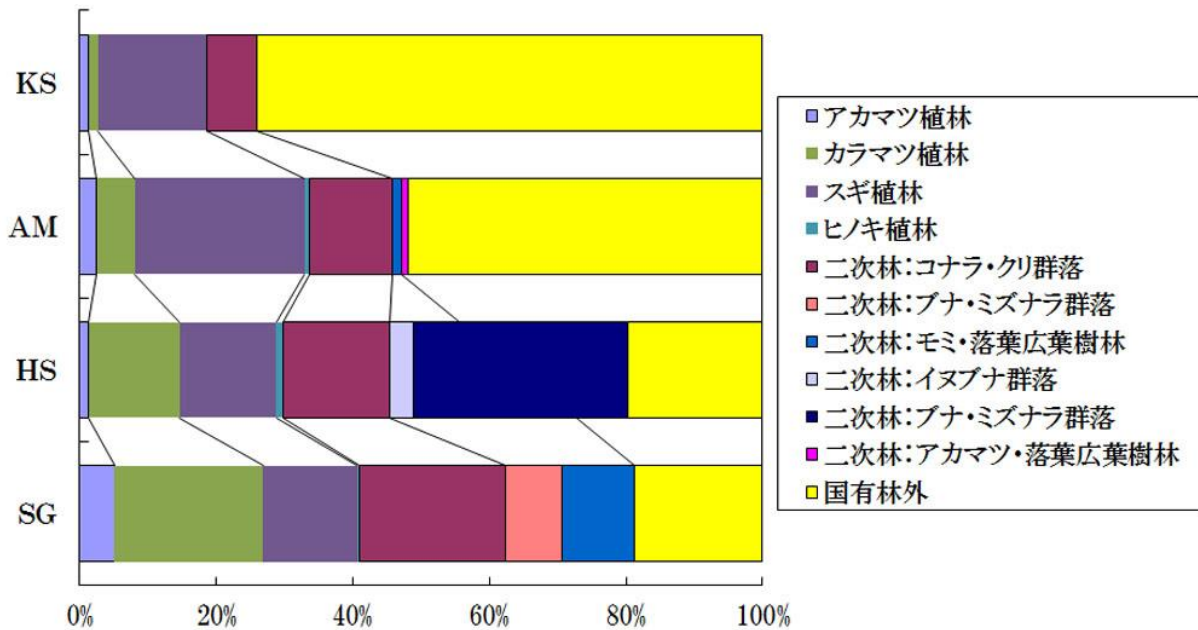


図 4 赤谷の森に営巣地をもつクマタカの各ペアの巣から半径 1.5km 以内の植生構成比
*赤谷GIS現存植生図 (1/20000) から作成

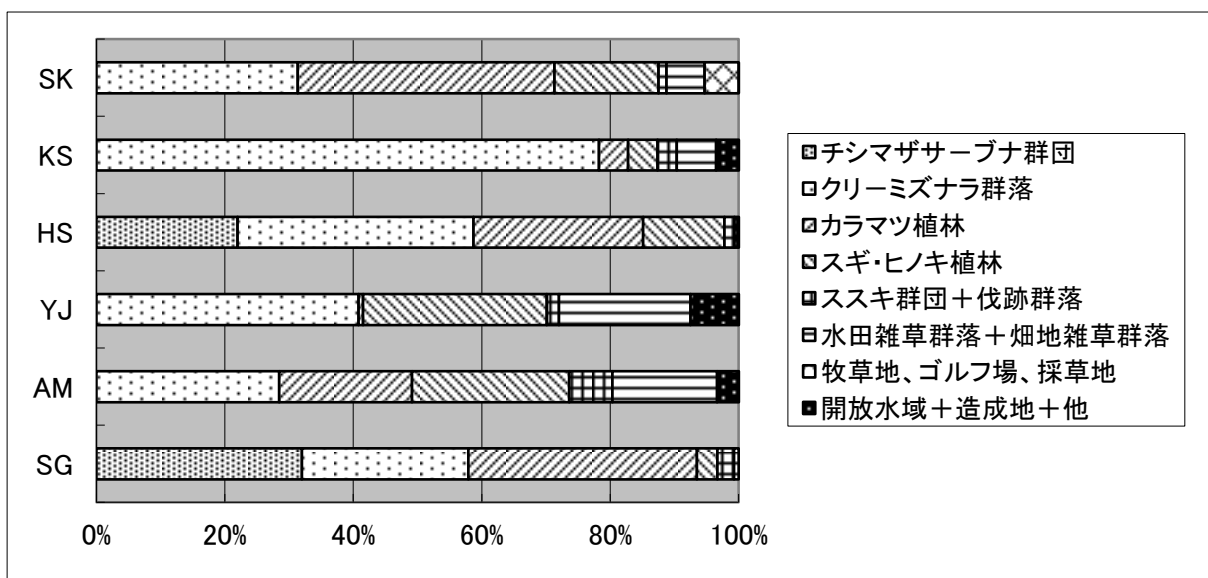


図 5 クマタカの 6 つがいの繁殖ペアの巣から半径 1.5km 以内の植生構成比
*環境省自然環境保全基礎調査 第 2 - 5 回植生調査重ね合わせ植生ポリゴンより作成

鈴鹿山脈におけるクマタカのテレメトリー調査の結果から、クマタカが林内に消失した場合と、林内か

ら出現した場合、98%の割合において、その場所から移動すること無く、その場所及びその周辺に滞在しており、ハンティング場所として利用されていることが多い(山崎 私信) ことから、クマタカの生息場所利用調査では、ハンティング場所として、林内から出現した地点と、林内に消失した地点の蓄積を行ってきた。

クマタカのハンティング場所となっている森林の特性を把握するために、既存知見の整理と、林内出現地点と林内消失地点が多く見られた場所について、現地調査と地理的要因の解析を行った。

<既存知見の整理>

①クマタカが狩り場に利用しやすい森林群落の構造の特徴

- ・ 亜高木層以上の本数が少なく、亜高木層植被率が低い林ほど利用されやすい傾向 (日本鳥類保護連盟 2002 ; 山家2009)

<落葉広葉樹林の選好性>

ラジオテレメトリー調査で利用が確認された樹林(17箇所)と利用が確認されなかった樹林(4箇所)の毎木調査結果を比較した。また、調査樹林のあるメッシュの利用頻度とそれらの平均値の単相関を求めた。

平均値の比較 (有意差あり)	平均樹高 (P=0.0256)	利用樹林	21.6±0.9m	非利用樹林	17.0±1.2m
	高木層植被率 (P=0.0487)	利用樹林	85.0±2.6%	非利用樹林	95.0±2.9%
	亜高木層植被率 (P=0.0009)	利用樹林	22.6±3.6%	非利用樹林	62.5±11.8%
利用頻度との単相関	亜高木層植被率 (**) と 亜高木層以上の立木密度 (**) に負の相関が見られた。				



山家 (2009) より

- ・ クマタカが狩りに利用しやすい森林群落の条件は以下の2つ (日本鳥類保護連盟 2002) 。
 - a. 潜行した際に移動しやすい。
 - b. 地上の獲物を発見しやすい、もしくは捕獲しやすい。

②クマタカが狩り場に利用しやすい地理的要因 (地形、巣までの距離、植生など)

- ・ 狩り場環境は、斜面方位、植生、傾斜、巣までの距離、川までの距離、人工物から道路からの距離と関係 (九州地方 (alt160~1450m) のクマタカ7つがい ; 名波ら 2006)
- ・ ♂♀共にキタゴヨウ、落葉樹林を好む。♂は巣から近く、道路から遠い所ほど好むが、♀は関係なく、雌雄差があった (山形県1つがい ; 山家 2009) 。

<クマタカのハンティング環境の現地調査>

①予備調査

これまでに蓄積された情報の多い茂倉ペアを中心に、3タイプ (a. ~ c.) の典型的なハンティング場所の現地調査を実施した。

目的 : 猛禽類の視点で、典型的なハンティング場所を踏査し、今後の調査方針を確立する。

調査者 : 山崎亨 (猛禽類モニタリングWG・座長)、松井睦子、星野理恵子 (ASTR・地域協議会)、辻村千尋、藤田卓 (NACS-J)

調査日 : 2009年8月25日-27日

調査結果 :

a. 広葉樹林における狩り場の典型例＝季節を問わず林内消失が確認された地域

○：狩り場として利用している林分

広葉樹 98 年生 (DBH50cm 以上サワグルミ、オヒョウ、ブナ林)

樹高 25m

高木層被度 70%

特徴－亜高木層以下の階層は見通しがよい

－沢が近い

－主稜線まで約 40m と近く、鳥類の通過が多い



×：狩り場として利用していない林分

広葉樹 47 年生 (DBH15cm 前後のミズナラ林)

樹高 14m

高木層被度 70%

特徴－沢が近い

－主稜線まで近く鳥類の通過は多い



b. 人工林内の狩り場の典型例

＝繁殖期に林内消失が観察されており、周囲に非繁殖期の利用も見られる人工林

○：狩り場として利用している林分

アカマツ 72 年生 (DBH30cm 以上)

樹高 15m

高木層被度 60%

特徴－亜高木層以下の階層は見通しがよい

－沢が近い



c. 里山における狩り場の典型例

＝ヘビの啜えたクマタカがセンサーカメラに写った
地点、飛び去った方向も現地で検証可能な場所



○狩り場として利用している林分

スギ人工林の林縁

特徴ースキ草に接し餌が豊富と思われる

ー林縁として利用しやすい

②予備調査のまとめ

・ハンティング場所の特徴として以下のことが挙げられる

必須条件

ー林内空間が広くて、低木層～草本層の被度が低く、地面が見えやすい森林。

十分条件

ー尾根付近の小さな沢沿い。

ー里地周辺の草地などに面した林縁。

③現地調査

目的：クマタカの林内消失確認数が多い広葉樹林の特徴の把握と、クマタカが利用している林分としてない林分の毎木調査

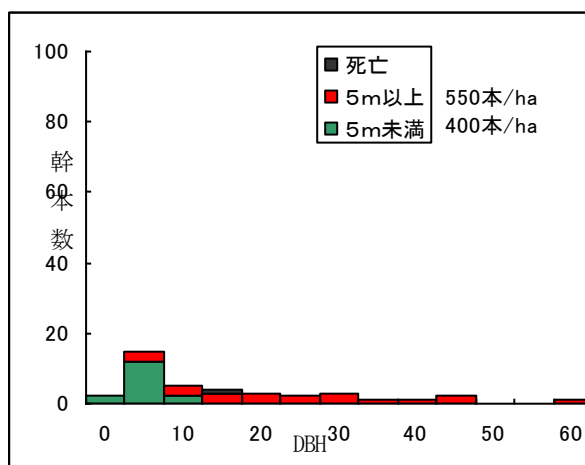
調査日：2009年10月20日、11月2日

調査地点：

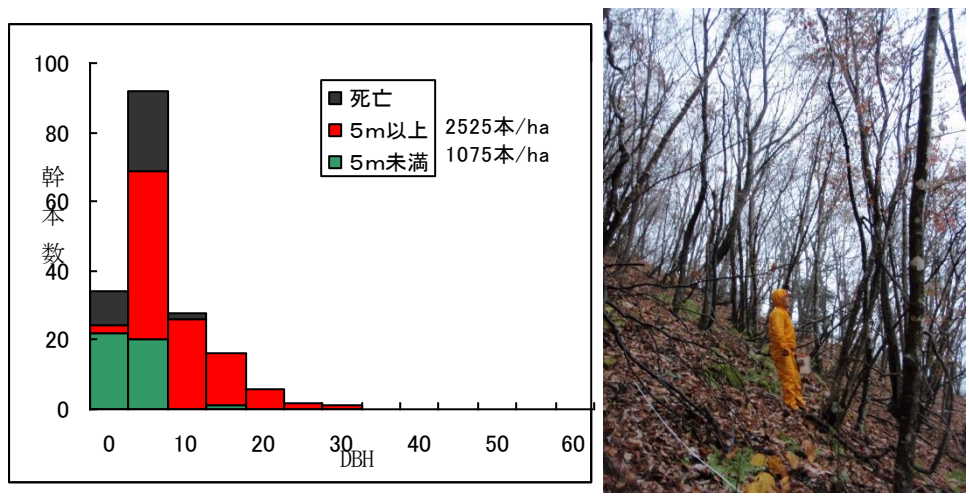
	クマタカの 利用	林 齢	樹高 (m)	地形	方位	傾斜 (°)	備考
a	有	98	24	斜面上部	S12E	39	大ギャップあり、沢あり、獣道あり
b	無	43	11	斜面上部	S24E	42	大ギャップなし、沢あり、獣道あり

調査結果：

a. 利用している林分（広葉樹98年生ブナ林）



b. 利用していない林分（広葉樹43年生ミズナラ林）



利用している林分の方が、密度が低く、木が太い傾向にあり、滋賀県の研究例（日本鳥類保護連盟 2002）とほぼ同じ結果であった。

<地理的要因の解析>

林内からの出現と林内への消失が観察された地点は、自然林の壮齢林で多く見られ、地形的には尾根部に多く見られた。最も多くデータが集まったSGペアの狩り場数（林内出現及び消失の観測数）（n=48）の植生について、コアエリア内の植生と比較したところ、広葉樹70年生以上で狩り場数が多いが、コアエリアの面積比とほぼ一致しており、植生毎の明確な選好性は見られなかった。

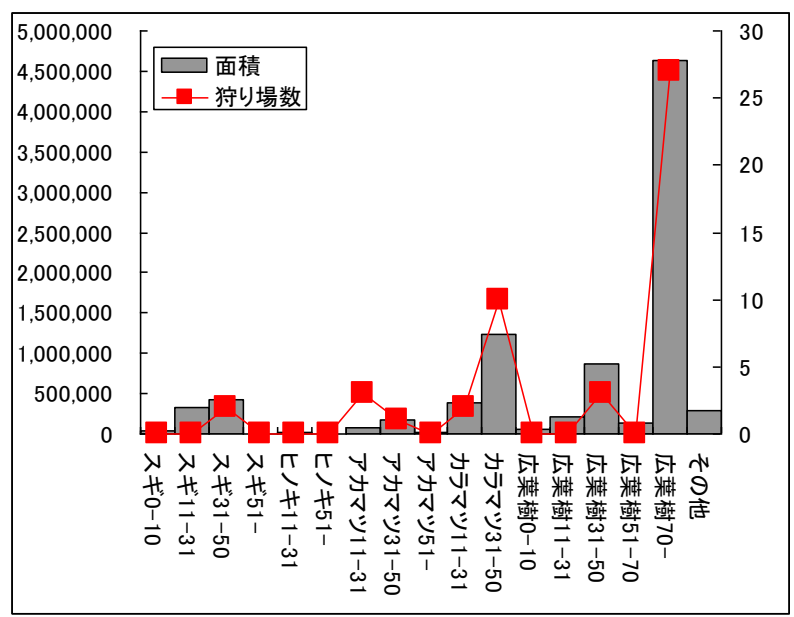


図6. SGペアのコアエリア内の植生別の面積と狩り場観測数

(3) ハビタットの評価と考察

これまでのモニタリング調査と分析等の結果から、赤谷の森とその周辺に生息する6つがいクマタカは、すべて繁殖成功の実績をもち、概ね2年に1度繁殖成功しており、繁殖成功率も比較的安定している。つまり、最低限のハビタットは確保されている状況と言える。

しかし、営巣環境の状況を鑑みると、限られた土砂流出防備保安林にしか営巣可能な樹木が存在しない状況下において、隣接ペアとの距離を保つために、最適ではない場所に営巣している可能性も考えられる。

営巣木になりえる大径木がプロジェクト・エリア内に広く分布した場合、現状とは異なる分布となる可能性も否定できない。クマタカのより良い営巣環境を確保するという観点から、営巣適地に大径木を確保するという森林管理を行うことも、クマタカが将来にわたって健全な繁殖を続けるために重要な施策であると思われる。

クマタカは様々な森林環境を狩場として利用していることが考えられ、クマタカのハンティング場所として自然林のみが好まれていると判断することは出来ない。しかし、林内を主要なハンティング場として利用するクマタカは、林内に入ることが出来なければ狩を行うことはできないため、林の密度、林内空間や林分構造も考慮してハンティング環境について考察する必要があるのではないかと考えられる。今後、ハンティング場所に関する観察記録をさらに蓄積した上で、スギ林の中でもクマタカが利用するスギ林はどのような林であるか、ブナ林ではどのようなブナ林であるか等、代表的な植生タイプ別に環境条件を明らかにすることは、クマタカの狩場を確保するための森林管理に有効な根拠の提示につながるものと考えられる。

第3章 哺乳類ワーキンググループ

1. 既存文献およびカメラトラップモニタリングに基づく哺乳類相の歴史の変遷

藤田卓¹・星野莉紗²

(1：日本自然保護協会、2：株式会社 野生動物保護管理事務所)

1. 目的

赤谷の森における哺乳類各種の分布とその歴史的な変遷を把握することによって、哺乳類からみた赤谷の森の生態系の健全性を評価することを目的とした。また、評価した結果をもとに、今後の哺乳類管理の課題（例えば、外来生物や生態系を攪乱する可能性のある哺乳類（シカなど）が増加する可能性、保全が必要な種がいる等）を抽出し、赤谷の森の哺乳類の生息地管理のあり方を検討した。さらに、各種の分布を決定する要因および各地点の種数を決定する要因を明らかにし、今後の森林管理に反映させる方法についても検討した。

2. 方法

赤谷の森の哺乳類相とその時間的変遷を把握するために、既存資料の整理と、カメラトラップモニタリングを実施した。

2-1. 既存資料の整理

既存資料は、環境省の自然環境基礎調査、捕獲統計、赤谷の森において実施された哺乳類調査（小林(1985)、斎藤ら(1989)、姉崎ら(2012)）、赤谷プロジェクトで行われた調査成果（関東森林管理局(2008)、佐々木ら(2011)）を参照した。

2-2. カメラトラップ・モニタリング

カメラトラップモニタリングは、赤谷の森全域 51 地点において赤外線センサーカメラを設置して哺乳類の分布調査を2008年～2013年の5年間実施している（図1）。夏と秋の年に2回調査を実施した。なお、2008年～2011年までは、フィルムカメラのFieldnote IIa（（株）麻里府商事製）を用い、2012年～2013年は、デジタルカメラ（Bushnell Trophy Cam、Bushnell製）を用いて調査を実施した。

2-3. 解析方法

カメラトラップ・モニタリングでは、個体識別が困難であり同一個体の重複カウントを避けるために、相対的な撮影頻度を比較する指標（撮影頻度指標RAI（relative abundance index））を用いた。ここでは、各種同一地点において、30分以上離れた撮影のみを採用し（塚田ら2006）、複数確認された場合は、1撮影あたり最大頭数の個体数を用いて種毎に集計した100カメラ稼働日あたりの個体数とした。

哺乳類相の生息地管理を進めるために、各種の分布特性を把握することと、各種の個体数を目的変数に、カメラ設置地点の環境条件を説明変数とした一般化線形混合モデル（GLMM；誤差分布はポアソン分布）を用いた解析を行った。説明変数として、植生タイプ（人工林か自然林）、樹高、標高、半径1km圏内の各バッファ内の土地利用割合（針葉樹林、集落+農地+開放域）を固定効果とし、地点をランダム効果として指定し、尤度推定をしない項（offset）として撮影日数をモデルに入れることで1撮影日あたりの撮影回数

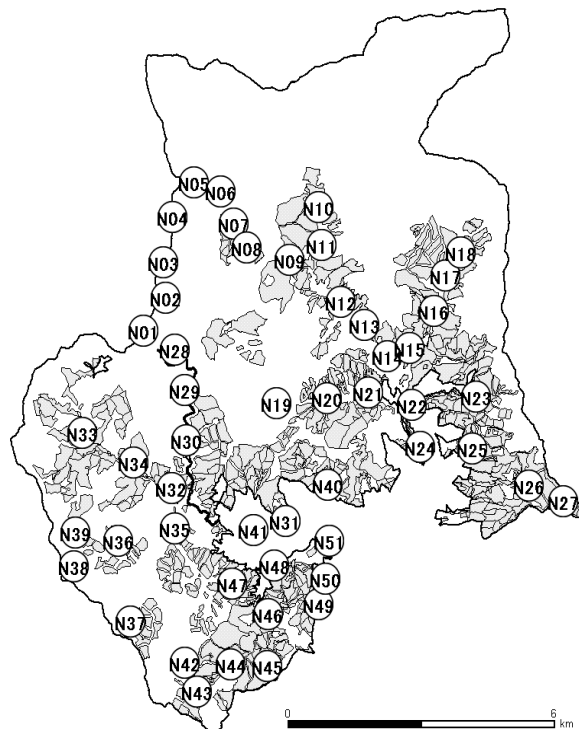


図1. カメラトラップ設置地点

に対する各変数の効果を調べた。AIC を用いた変数選択を用いて最適なモデル選択を行った。また、各地点の種多様性が何によって決まっているのかを明らかにすることを目的として、各地点の種数を目的変数に、カメラ設置地点の環境条件を説明変数とした一般化線形混合モデル (GLMM) を用い、上記と同様の説明変数を用いて解析を行った。これらの解析は、R2. 10. 2 (R 2011) を用いて行った。

表 1. カメラトラップ設置地点の環境条件とカメラの稼働日数
緯度、経度は世界測地系 (60 進法) で表示

地点No.	樹高	植生	地形	標高	緯度	経度	カメラ稼働日数 (年 月)													全体		
							08'10	09'08	09'10	10'08	10'10	11'08	11'10	12'08	12'10	12'12	13'08	13'10				
N01	6	落葉林	斜面上部	1295	36.45572	138.492			22	1	43		7	1	40	46	62	35	40	66		
N02	8	落葉林	尾根	1640	36.46201	138.494		1	46	2	38	2	32	4	40	46	62	61	40	89		
N03	8	落葉林	尾根	1527	36.46442	138.4937			35	0	38		13	5	40	45			48	74		
N04	12	落葉林	谷	1612	36.47146	138.4945					23		13	10	31	13	40	46	62	35	29	45
N05	10	落葉林	尾根	1760	36.47385	138.5003		7	1	17	45		35	15	40	46	62	61	40	70		
N06	4	落葉林	尾根	1688	36.47328	138.5028		33	23	8	21	4			40	18		35	40	88		
N07	22	落葉林	斜面	1415	36.47114	138.504		3	53	3	28	10	32		40	46	62	27		96		
N08	18	スギ植林	斜面	1133	36.46551	138.5052		36	39	27	46	40		36	40	46	62	35	40	188		
N09	24	落葉林	谷	832	36.46479	138.5132		36	28	27	23	40	2	33	40	46	46	61	40	155		
N10	15	スギ植林	斜面	830	36.4724	138.5157		36	32	2			44	42	40	30	62	18		70		
N11	20	落葉林	尾根	797	36.46582	138.52		20	28	40	41	32	37	35	40	46	62	37	48	162		
N12	15	落葉林	尾根	776	36.46202	138.5219		36	43	32	37	37	15	35	40	46	62	61	48	185		
N13	20	スギ植林	谷	742	36.46048	138.5241		35	27	1	30	40	31	29	40	46	62	61	48	133		
N14	20	落葉林	斜面	690	36.45441	138.5302		34	38	13	42	34		37	40	46	62	37	15	161		
N15	20	落葉林	斜面中部	731	36.45498	138.5322		35	25	19	29	23	39	40	30	46	62	61	48	131		
N16	18	スギ植林	斜面	805	36.46156	138.5343		20	43	36	13	20	39	41	30	46	62	36	48	132		
N17	16	スギ植林	平地	844	36.46396	138.5354		32	38	42	33	33	37	30	30	46	62	2		178		
N18	20	落葉林	谷	894	36.46555	138.5407		35	39	8	40	13		30	30	46		36	48	135		
N19	18	落葉林	谷	862	36.45105	138.5122		40	25	43	40	40	39	40	46			61	34	148		
N20	16	スギ植林	斜面	795	36.45146	138.5208		40	21	41	9	31	34	40	46		32	44	40	111		
N21	18	落葉林	斜面	725	36.45189	138.5245		34	6	42	35	33	90	40	46	62	1		117			
N22	23	落葉林	谷	689	36.45116	138.5325		34	36		36	23	34		24	0	62	44	40	130		
N23	17	スギ植林	斜面中部	778	36.45181	138.5423		1	44	1	32	19	33	32	40	46	62	61	40	97		
N24	24	スギ植林	斜面中部	661	36.4443	138.5334		34	39	41	16	27	38	38	55	46	62	61	21	157		
N25	16	スギ植林	斜面中部	771	36.44425	138.5421			25	33	39	40		35			62	44	40	137		
N26	20	スギ植林	斜面中部	1096	36.44187	138.5513		35	38	42	44		39	41			62	44	39	159		
N27	18	スギ植林	斜面	1115	36.44062	138.5544		35	23	38	43	40	11	41	40	46	62	61	40	179		
N28	20	落葉林	尾根	1238	36.45448	138.4949		3	32	15	36	40	38		30	46	62			125		
N29	20	落葉林	斜面	1045	36.45176	138.4959		34	25	18	15	17	37	28	30	46	38	61	40	110		
N30	16	落葉林	斜面	965	36.44435	138.5001		15	25	19	23	27	29	30	40	46	62	35	40	109		
N31	20	スギ植林	斜面	770	36.43504	138.5133		26	1		5	13	4	40	46	62	61	40	31			
N32	16	落葉林	平地	771	36.44111	138.4949		36	43	32	25	16	36	14	40	46	61	40	153			
N33	20	落葉林	平地	957	36.4447	138.4827		25	36	14	22	11	39	41	40	17	62	35	40	107		
N34	20	落葉林	斜面	913	36.44277	138.4914		4	15	20	47	29			40	46	61	20	115			
N35	25	落葉林	斜面	800	36.43435	138.4952		16	35	18	25	23			40	46	57	36		116		
N36	20	落葉林	斜面	1049	36.43344	138.4901		23	32	26	40	0	32		40	46	32	5		121		
N37	18	落葉林	斜面	1272	36.42399	138.4914		36	40	21	31	21			40	38	62	44	40	149		
N38	3	落葉林	谷	1248	36.43163	138.4822		12	4	23	5	29			40	52	62	61	40	74		
N39	10	落葉林	谷	1174	36.43392	138.4823		36	25	25	28	39	42		40	0		61	40	153		
N40	26	スギ植林	谷	721	36.44158	138.521		24	42	39	28	25	18	12			62	44	48	157		
N41	20	スギ植林	斜面	767	36.43439	138.5104		35	33	34	38		10	42	40	40	33	61	13	140		
N42	18	落葉林	斜面	1073	36.42127	138.5004		29	34	31	35	39	33	3	40	44	53			167		
N43	25	落葉林	斜面	1105	36.41538	138.5016		35	40	10		39	33	30	0	0	62	61	23	124		
N44	20	スギ植林	斜面	914	36.42126	138.5045		34	38	4	32	39			40	46	62	61	48	147		
N45	20	スギ植林	斜面	894	36.42122	138.5119		34	21	35	39	41		35	40	46	51	40		170		
N46	16	スギ植林	谷	794	36.42471	138.5118		31	18	35	32	41	40	20	40	46	62	40		157		
N47	16	落葉林	斜面	749	36.43074	138.5045		34	24	16	33	36	31	4	30	46	62	37	48	143		
N48	18	スギ植林	斜面	680	36.43202	138.5124		8	38	39	39	41	32	40	40	46	62	37	32	165		
N49	16	落葉林	斜面	801	36.42547	138.5204		21	15	40	28	41	32	20	40	46	62	61	48	145		
N50	22	スギ植林	斜面	731	36.43124	138.521		35	24	41	43	41		30	40	46	62	61	45	183		
N51	30	落葉林	斜面	609	36.43377	138.5213		35	36	24	38	41	25		40	46	34	61	48	174		
総計								1193	1550	1058	1579	1251	1173	1129	1809	1966	2546	2253	1559	6631		
稼働日数								45	51	47	48	45	39	39	39	39	34	39	30			

3. 結果および考察

3-1. 既存文献およびカメラトラップモニタリングに基づく赤谷の森の哺乳類相

既存資料およびカメラとトラップモニタリングの結果、赤谷の森において確認された哺乳類は43種 (表1)。本州に生息し、潜在的にこの地域に生息すると考えられる哺乳類はほぼすべて確認された。もともと日本に生息していなかった外来の哺乳類は、ノイヌ、ハクビシン、ノネコの3種であった (外来鳥類については、2009年にガビチョウ (いきもの村)、ソウシチョウを確認)。

3-2. 既存文献に基づく赤谷の森とその周辺部における哺乳類の分布とその歴史的変遷

環境省の自然環境基礎調査の結果 (図2) から、ニホンジカ、イノシシは1978年調査時には、赤谷周辺に分布しておらず、近年赤谷周辺地域へ分布拡大したことがわかった。また、捕獲統計資料から両種と

もに2001年以降から捕獲記録があり、地元の猟友会関係者の聞き取り調査の結果、イノシシは約20年前から目視されていたことがわかった。

ニホンザルは1978年調査時には、三国峠周辺の山間部で確認されていたが、2000年代には里周辺に分布を拡大していた(図1)。

特定外来生物のアライグマは、赤谷の森の周辺部の沼田市、中之条などで確認され、群馬県全体で増加傾向にある(姉崎ら2008, 2011)ため、今後この地域に侵入する可能性が高い。

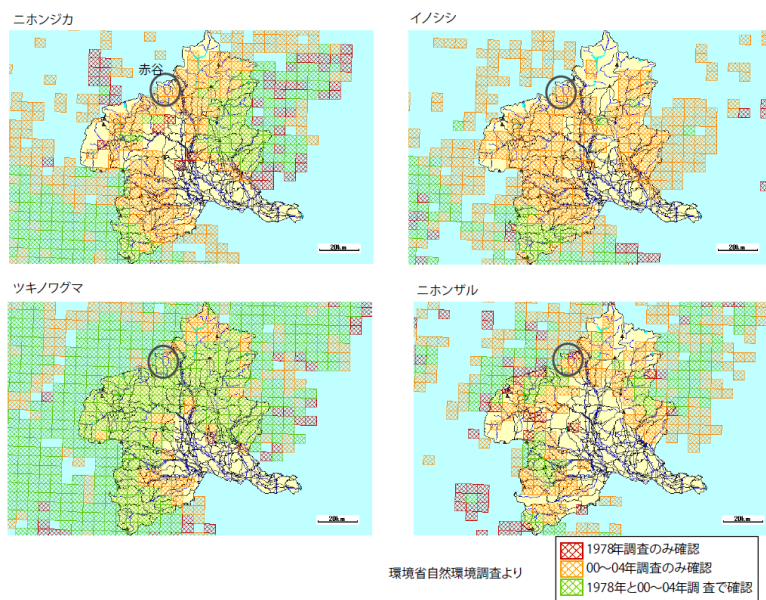


図2. 赤谷地域およびその周辺部における4種の分布とその歴史的変遷(環境省自然環境保全基礎調査結果にもとづく)

3-3. 2008~2013年実施のカメラトラップモニタリング結果

赤谷の森全域51地点において赤外線センサーカメラを設置して哺乳類相の調査を6年間行った結果、20種の哺乳類が確認され、過去に確認された哺乳類相の内、ヤマネと種同定が困難なネズミ類、コウモリ類を除くを除くすべての種を記録することができた(表1, 図2)。また、ハクビシンや特定外来種ソウシチョウ(鳥類)のように、センサーカメラのみで確認された種もあった。

確認された19種の内、2008年から2011年の4年間(フィルムカメラモニタリング期間のみで比較、2012年以降はデジタルカメラに変更した)で撮影頻度の増加傾向が認められた種は、ニホンジカ1種のみであった(図3, 5, 表3)。また、摂食痕の調査でも増加傾向がみられることからニホンジカの個体数が増加していることが推測された。今後分布拡大・生態系の攪乱が起こらないよう注意深い監視が必要である。ニホンジカの分布地点の変遷(付図1-3)を見ると、2008年には小出俣でのみ確認されたが、小出俣や赤沢を中心に徐々に広がり、2012年までに高標高域を除くほぼ全地域で確認された。

一方で、4年間で撮影頻度の減少傾向が認められた種は、ニホンノウサギ、ニホンリスの2種であり、それ以外の16種は明瞭な増加、減少傾向は認められなかった(図3, 表3)。今後、より正確に野生の動物の個体数の変化を把握するためには、カメラモニタリング以外の情報を参照することや、より長期のモニタリングに基づき評価する必要がある。

以上のことから、カメラトラップ調査は、中型大型哺乳類相やその分布変遷を把握することや、外来種の侵入をいち早く把握する優れた手法であることがわかった。

表2. 赤谷プロジェクトエリア哺乳類目録

科	和名	学名	文献*	RL2012 カテゴリー	
				国	県
トガリネズミ科	アズミトガリネズミ	<i>Sorex hosonoi</i>	2	NT	CR
	トガリネズミ	<i>Sorex shinto</i>	1, 2		NT
	カワネズミ	<i>Chimarrogale himalayica</i>	1, 6		NT
モグラ科	ジネズミ	<i>Crocidura dsinezumi</i>	2		
	ヒメヒミズ	<i>Dymecodon pilirostris</i>	1, 2		
	ヒミズ	<i>Urotrichus talpoides</i>	1, 2		
	ミズラモグラ	<i>Euroscaptor mizura</i>	2	NT	NT
	アズマモグラ	<i>Mogera wogura</i>	2		
キクガシラコウモリ科	キクガシラコウモリ	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	2, 3		
	コキクガシラコウモリ	<i>Rhinolophus cornutus</i>	2, 3		
ヒナコウモリ科	モモジロコウモリ	<i>Myotis macrodactylus</i>	2, 3		
	ヒメホオヒゲコウモリ	<i>Myotis ikonnikovi</i>	3		DD※
	カグヤコウモリ	<i>Myotis frater</i>	3		DD
	ヒナコウモリ	<i>Vespertilio superans</i>	3		DD
	ウサギコウモリ	<i>Plecotus auritus</i>	2, 3		DD
	ユビナガコウモリ	<i>Miniopterus fuliginosus</i>	3		
	テングコウモリ	<i>Murina leucogaster</i>	3		DD
	コテングコウモリ	<i>Murina ussuriensis</i>	3		CR
オナガザル科	ニホンザル	<i>Macaca fuscata</i>	1, 5		
クマ科	ツキノワグマ	<i>Ursus thibetanus</i>	1, 2, 5		DD
イヌ科	タヌキ	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1, 5		
	キツネ	<i>Vulpes vulpes</i>	1, 2, 5		
	ノイヌ	<i>Canis familiaris</i>	5		
イタチ科	テン	<i>Martes melampus</i>	1, 5		NT
	イタチ	<i>Mustela itatsi</i>	1, 2, 5		DD
	オコジョ	<i>Mustela erminea</i>	1, 5	NT	NT
	アナグマ	<i>Meles meles</i>	2, 5		DD
ジャコウネコ科	ハクビシン	<i>Paguma larvata</i>	5		
ネコ科	ノネコ	<i>Felis catus</i>	5		
イノシシ科	イノシシ	<i>Sus scrofa</i>	5		
シカ科	ニホンジカ	<i>Cervus nippon</i>	2, 5		
ウシ科	ニホンカモシカ	<i>Capricornis crispus</i>	1, 5		DD
リス科	ニホンリス	<i>Sciurus lis</i>	2, 5		
	ホンドモモンガ	<i>Pteromys momonga</i>	2, 5		NT
	ムササビ	<i>Petaurista leucogenys</i>	2, 5		NT
ヤマネ科	ヤマネ	<i>Glirulus japonicus</i>	2, 5		NT
ネズミ科	ヤチネズミ	<i>Eothenomys andersoni</i>	1		注目
	カゲネズミ	<i>Eothenomys kageus Imaizumi</i>	1, 2		
	スミスネズミ	<i>Eothenomys smithii</i>	4		DD
	ハタネズミ	<i>Microtus montebelli</i>	2, 4		
	ヒメネズミ	<i>Apodemus argenteus</i>	1, 2, 4		
	アカネズミ	<i>Apodemus speciosus</i>	1, 2, 4		
ウサギ科	ノウサギ	<i>Lepus brachyurus</i>	1, 2, 5		

※1 小林正(1985). ほ乳類. 群馬県高等学校教育研究会生物部会(編). 群馬県動物誌. p49-104, 前橋

※2 斎藤晋, 穴田幸男, 夏目道生, 初見哲三, 谷畑藤男(1989). 野生動物. 群馬県(編) 赤谷川源流地域学術調査報告書(Ⅱ)-良好な自然環境を有する地域の調査. p79-138, 前橋

※3 佐々木尚子, 三笠暁子, 福井大, 吉倉智子, 水野昌彦, 今井英夫, 大沢啓子, 大沢夕志, 佐藤顕義, 野口郊美, 本多宣仁, 峰下耕, 藤田卓, 出島誠一. (2012). 群馬県みなかみ町のコウモリ類. 群馬県立自然史博物館研究報告, 16, 131-144.

※4 関東森林管理局(2008). 三国山地/赤谷川・生物多様性復元計画(赤谷プロジェクト)推進事業平成20年度報告書. 東京, 日本自然保護協会. 348pp.

※5 関東森林管理局(2013). 三国山地/赤谷川・生物多様性復元計画(赤谷プロジェクト)推進事業平成25年度報告書. 東京, 日本自然保護協会

※6 関東森林管理局. (2013). 平成24年度 新治地区茂倉沢治山事業施業整備計画調査. (国土防災技術株式会社, Ed.). 国土防災技術株式会社.

CR (絶滅危惧 IA 類、ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの)

EN (絶滅危惧 IB 類、IA 類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの)

VU (絶滅危惧 II 類、絶滅の危険が増大している種)

NT (準絶滅危惧、存続基盤が脆弱な種)

DD (情報不足、評価するだけの情報が不足している種)

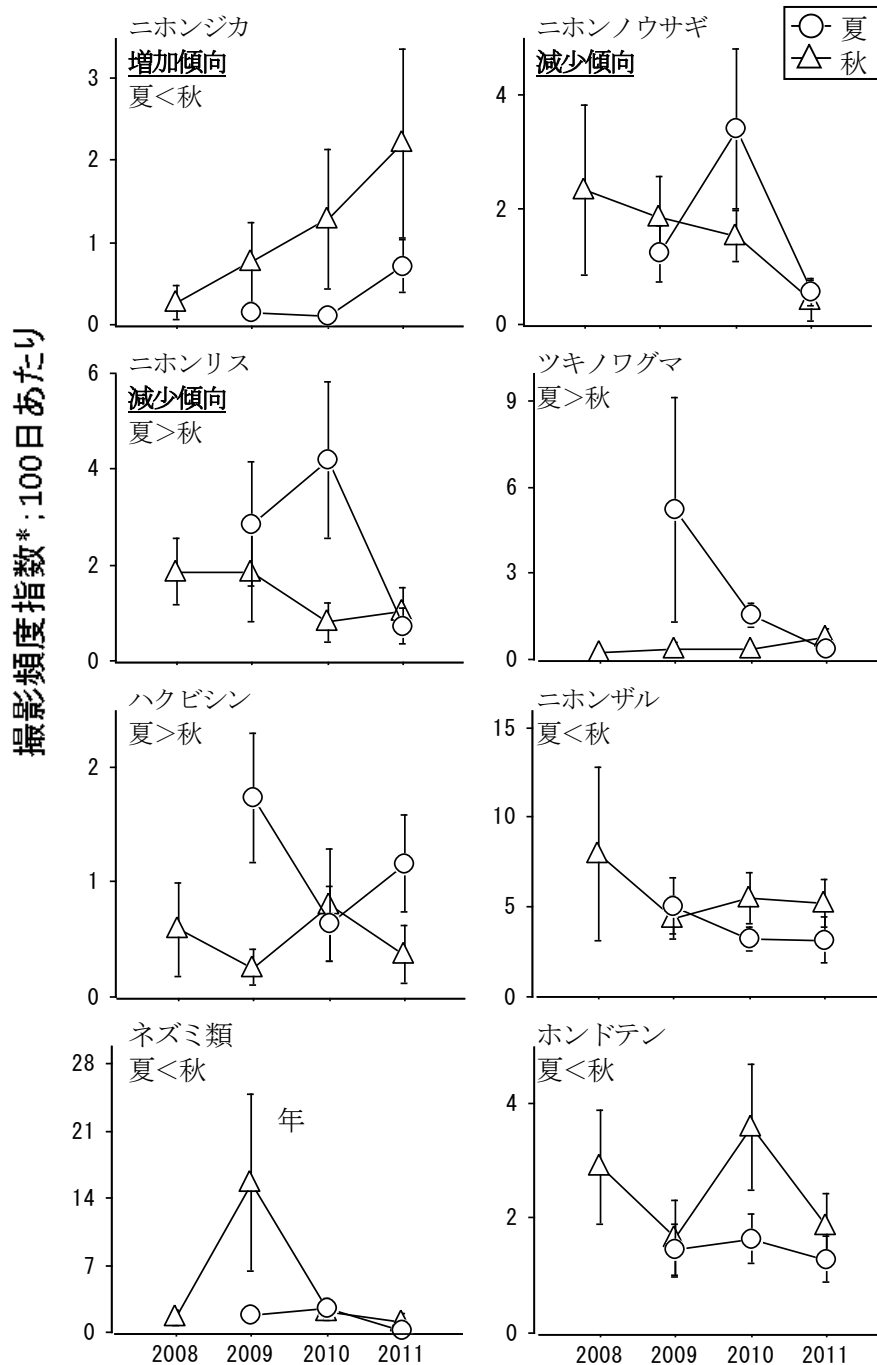


図3. 各種ごとの撮影頻度指数の経年変化および季節変化

図中のバーは標準誤差を表す。センサーカメラで確認された19種のうち、季節・年変化が大きい8種のみを図化。図中の「増加傾向」「減少傾向」「夏>秋」は、を一般化線形混合モデル（固定効果：「年」「季節」「年×季節」、ランダム効果：「調査地点」、offset：撮影日数）+StepWise法によりモデル選択を行い解析した結果、係数が有意に0と異なる変数を表す。

※撮影頻度指数 (RAI) = (30分離れた撮影での最大頭数の合計/撮影日数合計) × 100日

注) この指標は撮影頻度を表したものであり、野生の動物の個体数の変化を把握するためには、カメラモニタリング以外の情報を参照することや、より長期のモニタリングに基づき評価する必要があります。

表3. 各種の撮影頻度指数 (RAI) の年変動と季節変動の解析結果

(一般化線形混合モデル (固定効果: 「年」「季節」「年×季節」、ランダム効果: 「調査地点」、offset: 撮影日数) に基づき AIC を用いた StepWise 減少法によりモデル選択を行い解析した結果に基づく)。表内の+, -などは、モデル選択によって選択された変数を表し、+は正の相関を、-は負の相関を表す (+, -: p>0.05; ++, --: p<0.05; +++, ---: p<0.01; +++, ---: p<0.001)

種名	年	季節	年×季節	定数項
イタチ	-	-	+	+
イノシシ		+		
オコジョ				
コウモリ類	+	+	-	-
タヌキ		-		----
ツキノワグマ		++++		----
ニホンアナグマ		+		----
ニホンカモシカ		-		----
ニホンザル		--		----
ニホンジカ	++++	----		----
ニホンノウサギ	---			+++
ニホンモモンガ				
ニホンヤマネ				
ニホンリス	----	++++		++++
ネズミ類	-	--		+
ノイヌ		-		----
ノネコ				
ハクビシン		++++		----
ホンドギツネ				
ホンドテン		---		----
ムササビ				

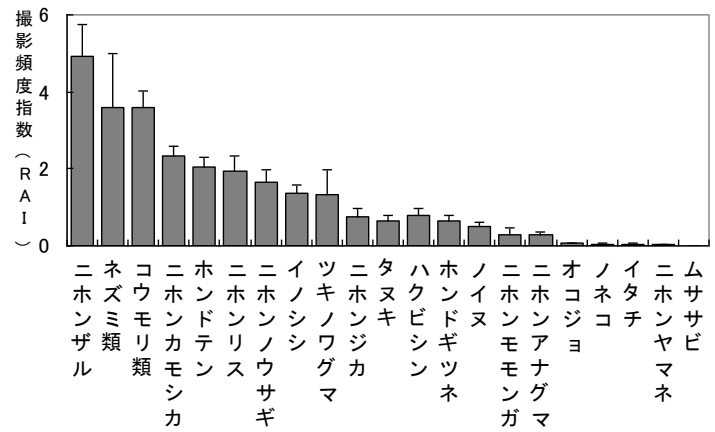


図4. 各種ごとの撮影頻度指数 (RAI) の平均値 (2008-2011年)

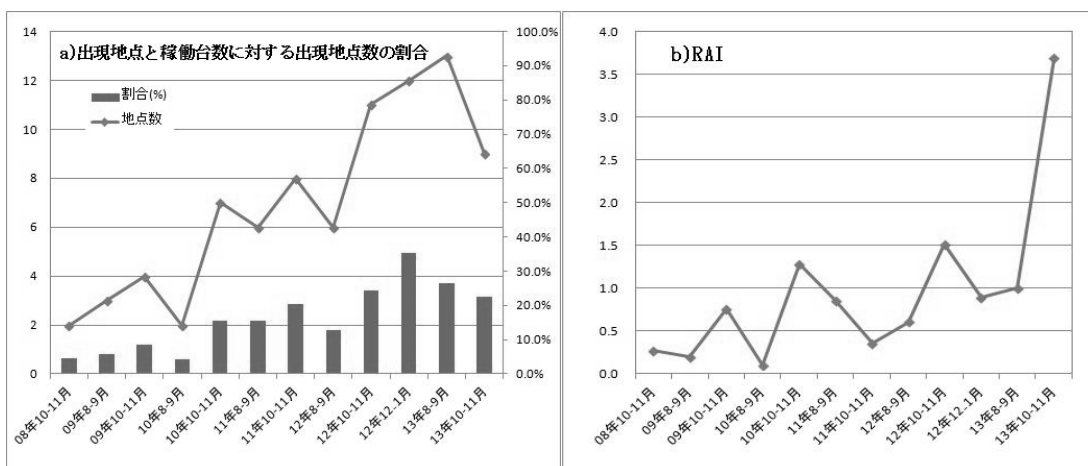


図5. ニホンジカの出現地点数と稼働台数に対する出現割合 (a) および撮影頻度指数頻度 (b; RAI*100日あたり) の経年変化 *撮影頻度指数 (RAI) = (30分離れた撮影での最大頭数の合計/撮影日数合計) × 100日

表4. 各種の出現頻度（撮影頻度指数*；100日あたり）の経年変化

*撮影頻度指数 (RAI) = (30 分離れた撮影での最大頭数の合計/撮影日数合計) ×100

	フィルム								デジタル				
	08年 10-11月	09年 8-9月	09年 10-11月	10年 8-9月	10年 10-11月	11年 8-9月	11年 10-11月	12年 8-9月	12年 10-11月	12-13年 12-1月	13年 8-9月	13年 10-11月	
1 コウモリ類	0.0	9.9	0.1	4.9	0.1	6.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	
2 ニホンザル	8.7	5.0	4.4	3.2	5.4	3.7	2.6	3.0	4.1	1.9	2.5	1.0	
3 ニホンノウサギ	2.4	1.2	1.7	3.4	1.4	0.7	0.1	0.2	0.1	2.3	0.2	0.1	
4 ニホンリス	1.9	2.8	1.1	4.2	0.8	0.5	1.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	
5 ニホンモモンガ			0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6 ネズミ類	1.6	1.8	15.6	2.4	2.1	0.2	0.4	4.0	0.7	0.1	0.3	0.4	
7 ツキノワグマ	0.2	5.0	0.4	1.5	0.3	0.4	0.0	1.1	1.5	0.1	0.9	0.6	
8 ホンドギツネ	0.5	0.6	0.2	0.4	0.3	1.2	2.3	0.4	0.9	0.8	0.5	0.4	
9 タヌキ	1.0	0.2	0.5	0.7	1.4	0.4	0.6	0.8	0.7	0.4	1.1	1.9	
10 ノイヌ	0.6	0.3	0.5	0.5	0.8	0.4	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
11 ホンドテン	2.9	1.4	1.6	1.6	3.6	1.5	0.1	1.1	1.0	2.3	0.2	0.5	
12 オコジョ	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13 イタチ	0.1			0.1	0.1	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14 ニホンアナグマ		0.4	0.5	0.4	0.2	0.3	3.5	0.2	0.2	0.0	0.2	0.3	
15 ハクビシン	0.6	1.6	0.3	0.6	0.8	1.1	1.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.5	
16 ノネコ	0.1		0.1			0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	
17 ムササビ										0.1	0.0	0.1	
18 イノシシ	0.7	1.7	1.0	2.3	1.4	0.4	0.0	2.2	1.7	0.6	1.8	1.1	
19 ニホンジカ	0.3	0.2	0.8	0.1	1.3	0.9	0.4	0.6	1.5	0.9	1.0	3.7	
20 ニホンカモシカ	3.1	2.3	1.6	2.3	1.5	1.9	5.3	2.0	2.8	1.9	2.5	2.4	
総計	25.0	34.4	30.7	29.0	21.8	20.5	22.6	15.7	15.2	11.7	12.0	13.0	
総稼働日数	1193	1550	1058	1579	1251	1173	1129	1809	1976	2546	2254	1559	

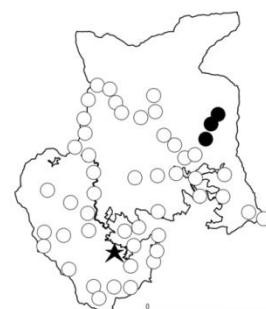
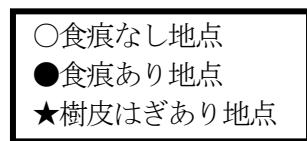
表5. 各種の出現地点数の経年変化

	フィルム								デジタル				
	08年 10-11月	09年 8-9月	09年 10-11月	10年 8-9月	10年 10-11月	11年 8-9月	11年 10-11月	12年 8-9月	12年 10-11月	12-13年 12-1月	13年 8-9月	13年 10-11月	
1 コウモリ類		29	2	28	1	24	14	0	0	1	2	0	
2 ニホンザル	19	21	19	24	22	13	15	16	18	13	14	8	
3 ニホンノウサギ	8	10	11	13	12	6	2	2	2	21	1	1	
4 ニホンリス	9	14	7	14	5	4	5	0	0	2	1	0	
5 ニホンモモンガ			1	1	1	2	1	0	0		0	0	
6 ネズミ類	5	13	9	9	9	2	3	4	7	3	4	2	
7 ツキノワグマ	2	10	3	17	5	4	5	12	14	1	13	7	
8 ホンドギツネ	3	4	3	4	4	7	6	4	12	11	2	3	
9 タヌキ	5	2	3	9	10	5	6	8	9	6	8	8	
10 ノイヌ	5	3	3	4	8	3	3	0	1		0	0	
11 ホンドテン	18	14	12	14	23	11	15	9	8	23	4	8	
12 オコジョ	2	1			1	0	0	0	0	1	0	0	
13 イタチ	2			2	1	0	0	0	0	1	0	0	
14 ニホンアナグマ		3	3	4	3	3	0	3	2		4	5	
15 ハクビシン	3	13	3	5	5	8	3	1	0		7	4	
16 ノネコ	1		2			0	3	2	1		1	0	
17 ムササビ										1	0	1	
18 イノシシ	3	14	5	13	9	4	8	13	10	9	13	9	
19 ニホンジカ	2	3	4	2	7	6	8	6	11	12	13	9	
20 ニホンカモシカ	16	15	12	18	14	12	14	14	18	14	21	13	
総計	103	169	102	181	140	114	111	94	113	119	108	78	
稼働カメラ台数	45	51	47	48	45	39	39	47	45	34	49	40	

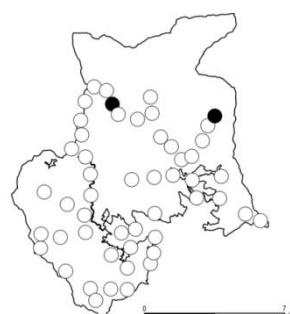
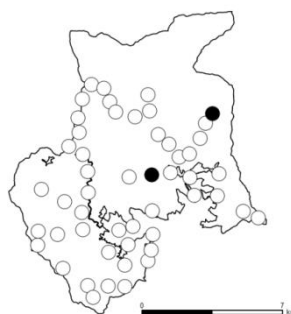
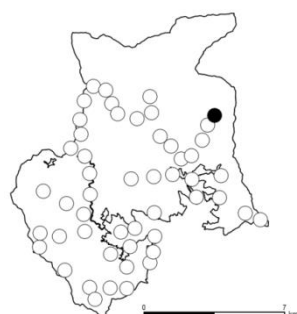
3-4. 哺乳類による食痕の分布の変遷

哺乳類による食痕の確認地点は、2010年までは小出俣や茂倉など、赤谷地域の北東側を中心とした地域のみで確認されていたが、2011年はムタコヤ姉山等の南西地域にも広がり、2012年は国道17号に沿った地域でも確認された（図6）。2013年には広域で確認しつつも、確認地点数は昨年よりも減少した。現状では、動物による摂食によって、林床の植生がなくなってしまうなどの甚大な悪影響は認められていない。

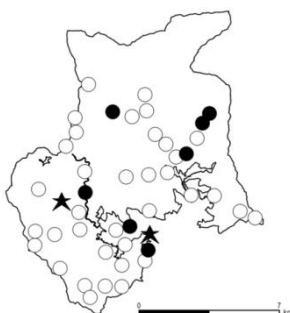
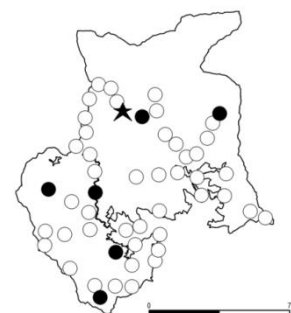
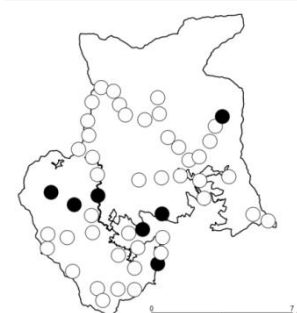
2009年



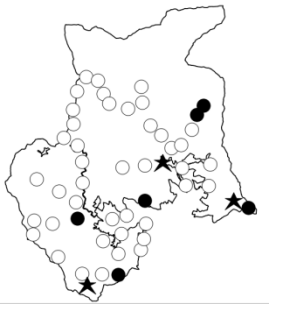
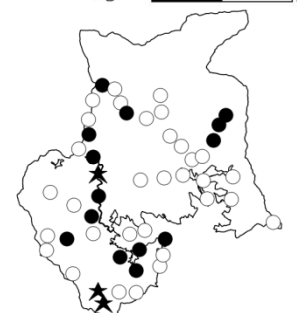
2010年



2011年



2012年



2013年

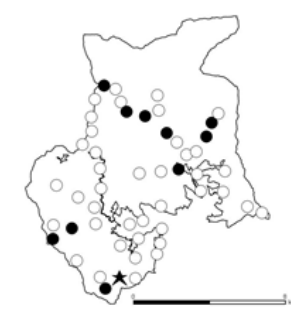


図 6. 哺乳類による摂食痕の分布の経年変化

3-5. 赤谷全域における哺乳類各種の分布を決定する環境要因

哺乳類各種の分布を決定する環境要因を解析した結果、多くの種は標高が低いほど出現しやすいこと、カメラ設置地点の植生だけでなく、周囲の土地利用（半径 1km 以内の針葉樹林面積、農地・集落・開放地

面積) に影響を受ける種が多いことがわかった (表6)。なお、ニホンモモンガ、オコジョ、ノネコの3種は、出現地点数が少なかったため、解析ができなかった。

表6. 変数選択を用いた一般化線形混合モデル (GLMM) による各種の個体数に及ぼす環境要因

	標高	植生 (+ 針-広)	樹高	半径1km圏内の 針葉樹林面積	半径1km圏内農地・ 集落・開放地面積
コウモリ類		+	+		-
ニホンザル	-	-			
ニホンノウサギ		-		-	
ニホンリス	-	+			
ネズミ類					-
ツキノワグマ	-				-
ホンドギツネ					+
タヌキ	-	-			
ノイヌ		+	+		
テン					
イタチ	-				
ニホンアナグマ		-		+	
ハクビシン	-	-	-	+	
イノシシ	-	-			
ニホンジカ	-				-
ニホンカモシカ	-				

表内の+、-は選択された変数を表し、+は正の、-は負の相関を示している

3-6. 哺乳類各種の分布と各地点の種多様性を決定する環境要因

各地点で確認された哺乳類の種数は1~13種と大きく異なっていた (図3)。また、各地点のカメラの設置日数は大きく異なり31~187日となっていた (表1)。

累積のカメラ設置日数と種数の関係をみると、50日程度で種数の増加速度が遅くなる地点が多いものの、150日を過ぎても種数が増える地点も存在した。そのため、今後、設置日数を増やせば、各地点の確認種数は増える可能性がある。そこで、設置日数を調整した上で、各地点の哺乳類の種数と環境との関係を把握するために一般化線形混合モデルを用いて解析した。その結果、標高が低く、半径1km以内の針葉樹林面積が小さい方が、各地点の確認された種数が多い傾向が認められた (表7; 図8、9)。哺乳類各種の分布は、標高や出現した地点の植生 (人工林か自然林)、周囲の土地利用 (半径1km以内の針葉樹林面積、農地・集落・開放地面積) の影響を受けていること、各地点の哺乳類の種数は、標高、半径1km以内の針葉樹林面積の影響を受けていることが明らかになった。以上のことから、今後赤谷プロジェクトが進める人工林を自然林に還元する取り組みは、各種の哺乳類の分布に影響を与えることが予想される。

今回の解析において、種数や各種の分布を決定する要因として用いた周辺の土地利用は、半径1kmのみを対象としていたが、本来は、種の行動圏の大きさに応じて設定する必要がある。例えば、行動圏の広いツキノワグマの出現頻度は、半径1km圏内の環境ではなく、より広い範囲の環境を反映している可能性がある。また、人工林内においても、樹齢の異なる林分が多数配置されモザイク状になっている地点と、同齢の林分が一斉に生育している地点とは出現する種および種数が異なると考えられる。このような情報は、森林管理やゾーニング管理に役立つ可能性がある。今後より広いエリアの土地利用と、各森林の林分配置も含めた解析を行う必要がある。

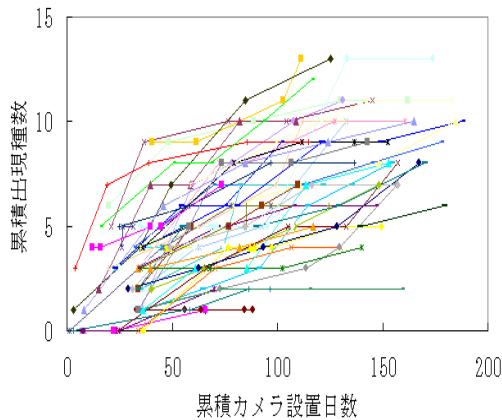


図7. カメラ設置日数と出現種数の関係

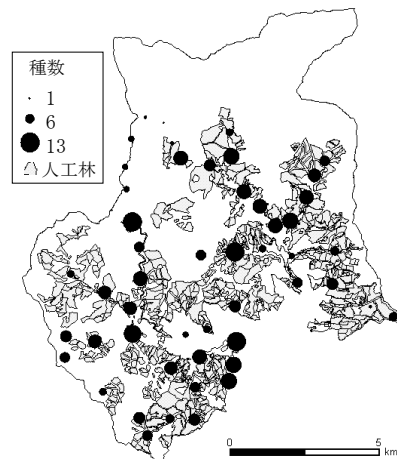


図8. 各地点において確認された哺乳類種数

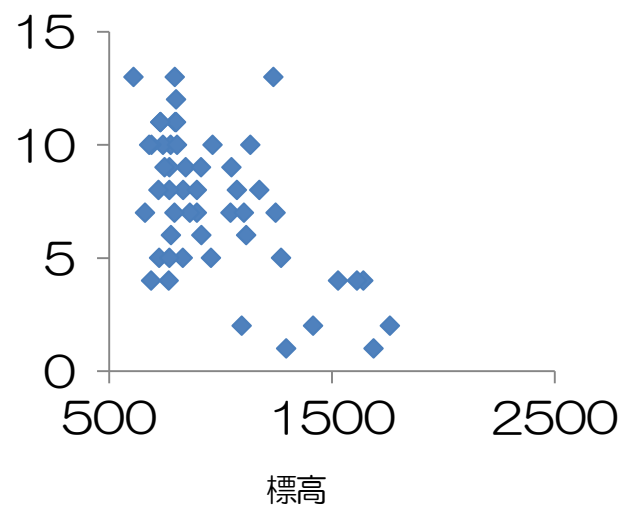
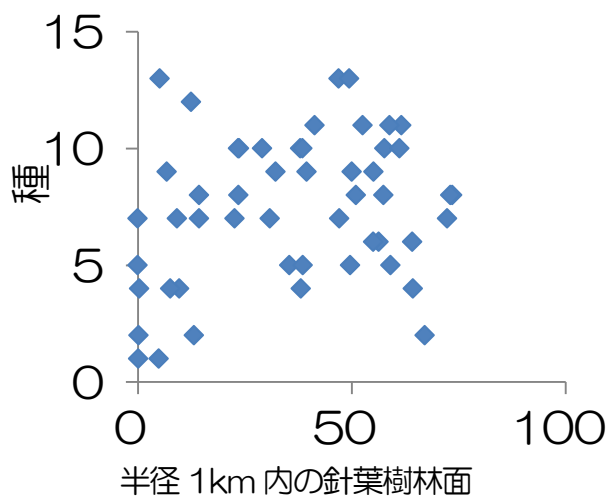


図9. 種数と標高および半径1km内の針葉樹林面積割合の関係

表7. 一般化線形混合モデル (GLMM) による種数に及ぼす環境要因

各環境要因	推定値	標準誤差	P値
(切片)	-1.587	0.512	0.002
標高	-0.001	0.000	0.002
植生 (+針 -広)	-0.013	0.133	0.924
樹高	-0.004	0.014	0.792
半径1km内の農地・集落・開放地面積	-0.009	0.011	0.445
半径1km内の針葉樹林面積	-0.007	0.004	0.065

4. 哺乳類の生息地としての赤谷の森の現状評価のまとめ

- ・この地域に潜在的に生息すると考えられる種はほぼすべて分布している。
- ・哺乳類による森林の摂食状況は過剰ではない。
- ・従来は見られなかったニホンジカを目撃が近年増えているが、森林の摂食状況から、進入のごく初期段階と考えられる。ニホンジカの餌場となる草地（伐採地、法面、牧場など）を作らないようにし、プロジェクトエリア外に存在する牧場やゴルフ場など既存の草地については、シカ餌場にならないような対策を地主とともに検討する必要がある。

- ・ニホンザル、イノシシなどが集落の畑地へ出没し、農作物被害が生じている。
- ・外来種はノイズ、ハクビシン、ノネコの3種が現在分布していますが、今後、特定外来生物のアライグマが侵入する可能性がある。
- ・合瀬エリアの野犬など、外来種が局所的に生態を乱している可能性がある。

5. 哺乳類からみた赤谷の森の今後の課題

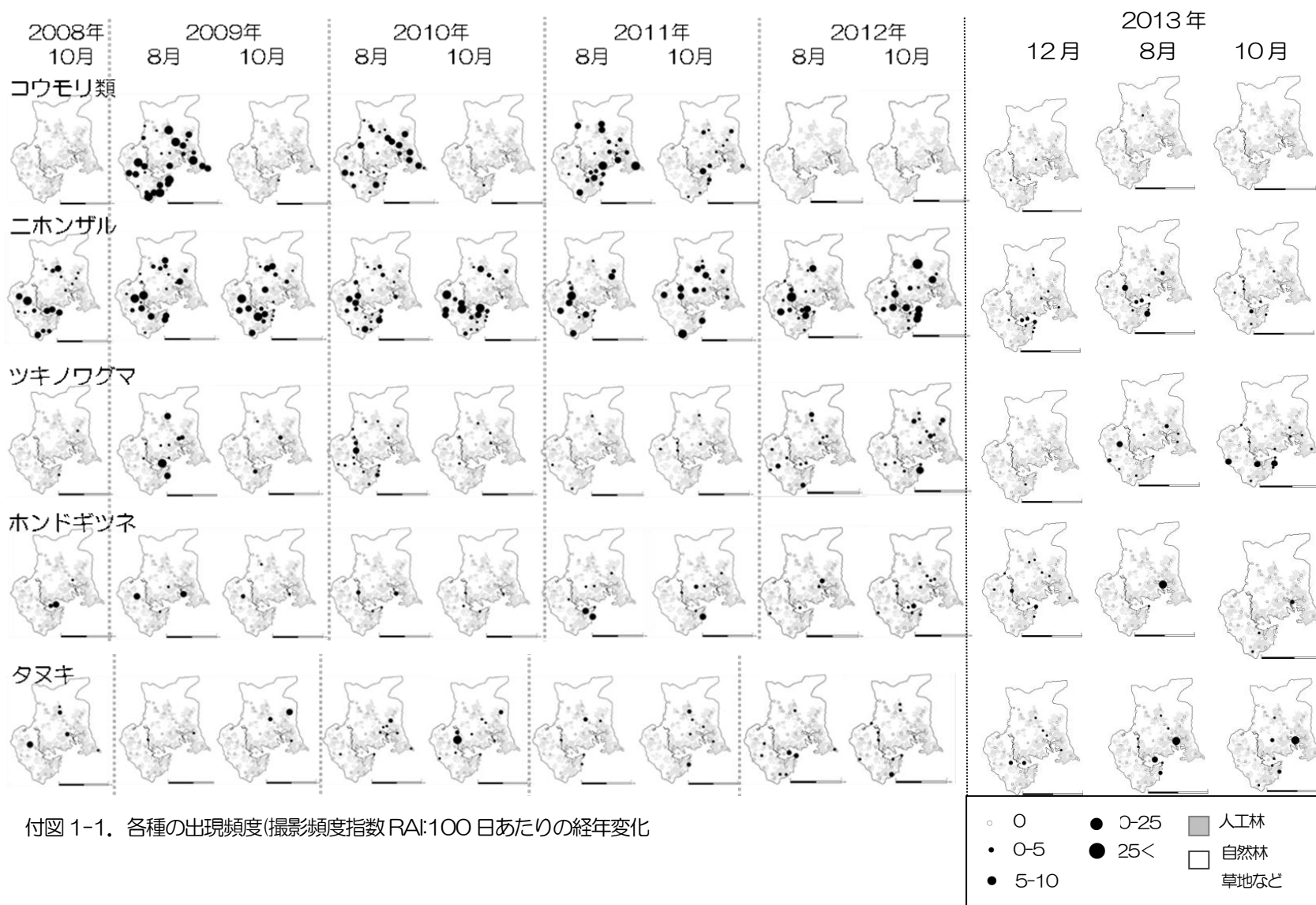
これらの調査と既存の資料から、本州中部に分布する哺乳類はほぼ全て生息し、シカなど大型哺乳類の摂食が過剰ではないなど、哺乳類の生息地としての赤谷の森の現状はおおむね良好と判断されたが、人と動物との軋轢が顕在化し始めるなどの問題が生じていることがわかった。また、今後赤谷の森の生態系へ及ぼす新たな脅威として、従来生息していなかったニホンジカの分布拡大、アライグマなどの外来生物の侵入、ナラ枯れによる生態系の攪乱（堅果類の減少によって哺乳類が里地へ進出する等）などが想定される。従来、このような農林業被害や外来生物やニホンジカなどの問題は被害が酷くなってから対処療法的な対策が行われてきた。赤谷の森においては、生態系の健全性を維持するため、上記の調査を継続し、問題の前兆を常にモニターしつつ、初期の段階から対策が実施できるよう、地域の方々や県や町との協力体制を築くことが今後の課題である。

6. 森林管理を進めるためにプロジェクトを通じて得られた知見

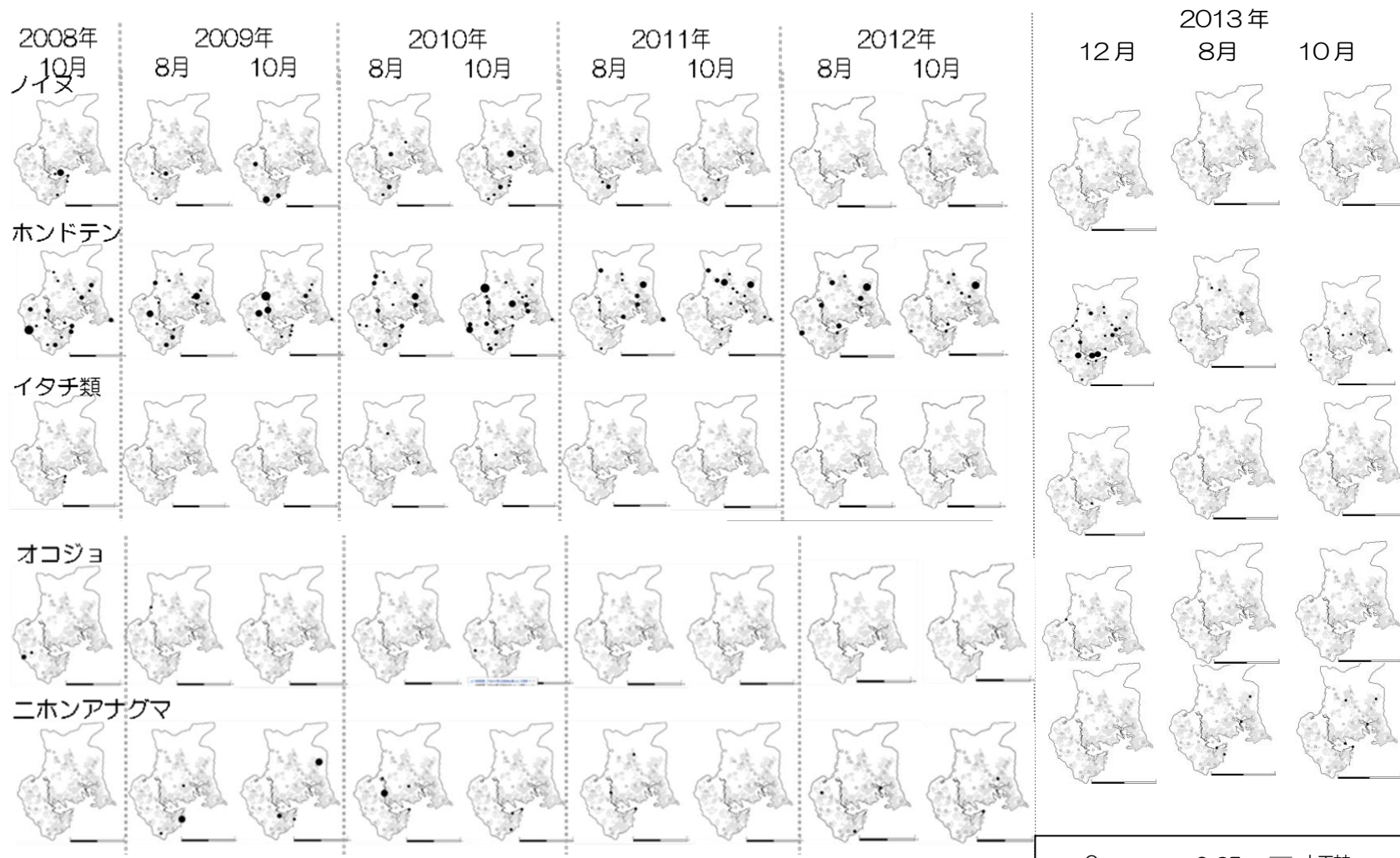
森林を管理するために、哺乳類の現状を把握し、課題を抽出するたの有効な手法は、既存文献（自然環境基礎調査、捕獲統計）、聞き取り調査、カメラトラップモニタリングだけでも概要はつかめることがわかった。

7. 引用文献

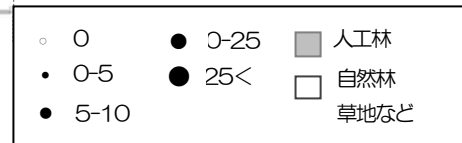
- 姉崎智子, 坂庭浩之, 長尾由美, 田中義朗, 黒川奈都子, 佐藤ゆり恵, 佐藤弘(2008). “群馬県におけるアライグマの棲息状況と個体の記録(2007).” 群馬県立自然史博物館自然史調査報告書 12: 73-78.
- 姉崎智子, 堀口浩司, 坂庭浩之. (2012). “群馬県におけるアライグマの生息状況と食性.” 群馬県立自然史博物館研究報告 16: 97-101.
- 関東森林管理局(2008). 三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画(赤谷プロジェクト)推進事業平成20年度報告書. 東京, 日本自然保護協会. 348pp.
- 小林正(1985). 哺乳類. 群馬県高等学校教育研究会生物部会(編). 群馬県動物誌. p49-104, 前橋
- 斎藤晋, 穴田幸男, 夏目道生, 初見哲三, 谷畑藤男(1989). 野生動物. 群馬県(編) 赤谷川源流地域学術調査報告書(Ⅱ)-良好な自然環境を有する地域の調査. p79-138, 前橋
- 佐々木尚子, 三笠暁子, 福井大, 吉倉智子, 水野昌彦, 今井英夫, 大沢啓子, 大沢夕志, 佐藤顕義, 野口郊美, 本多宣仁, 峰下耕, 藤田卓, 出島誠一. 2012. 群馬県みなかみ町のコウモリ類. 群馬県立自然史博物館研究報告 16: 131-144.
- 群馬県環境森林部自然環境課. 2009. 群馬県野生動物調査対策報告会(2008年度)要旨集, 前橋市. 36pp.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- 塚田英晴, 深澤充, 小迫孝実, 須藤まどか, 井村毅, 平川浩文. 2006. 放牧地の哺乳類相調査への自動撮影装置の応用. *哺乳類科学* 46: 5-19.

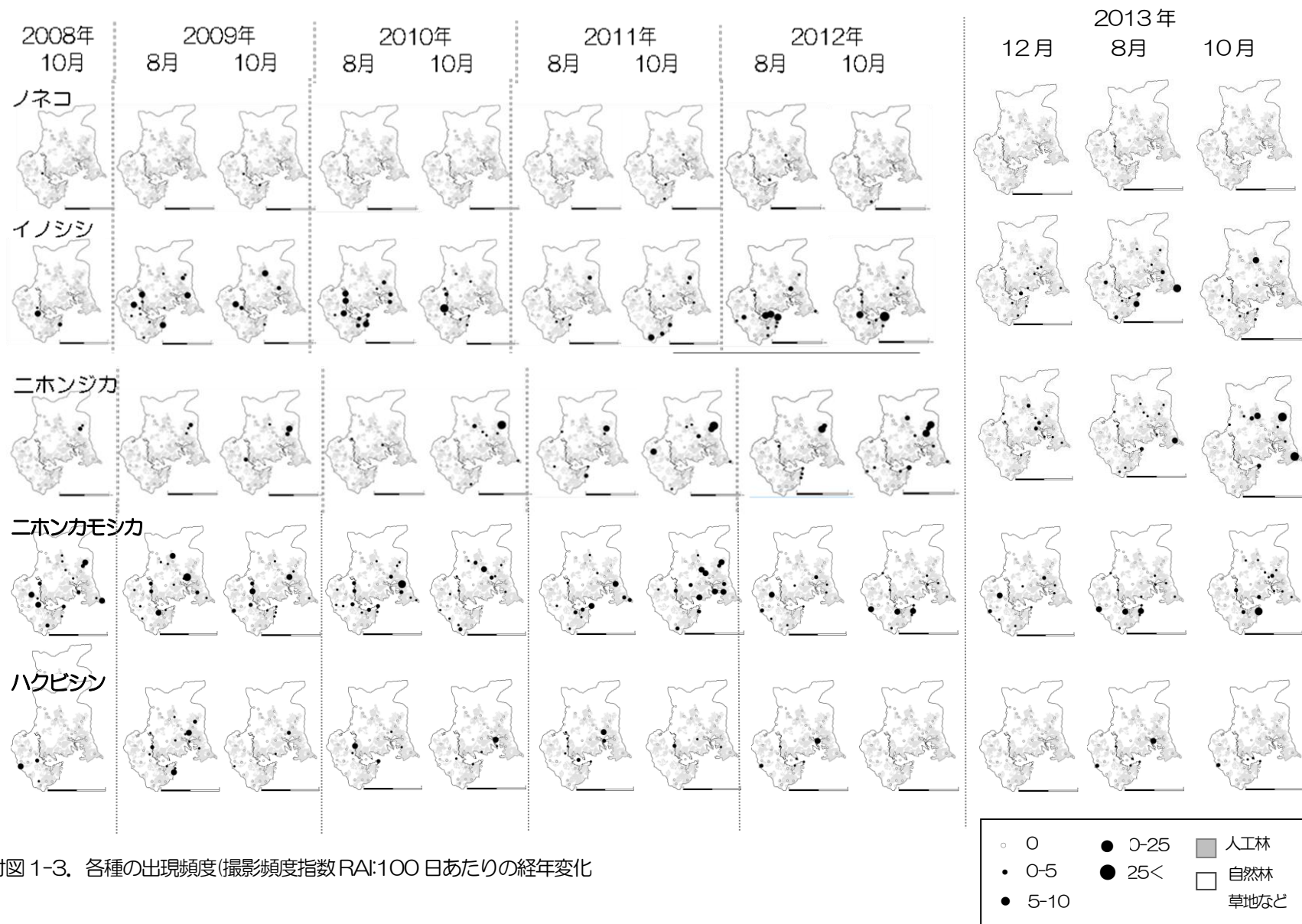


付図 1-1. 各種の出現頻度(撮影頻度指数 RAI:100 日あたりの経年変化

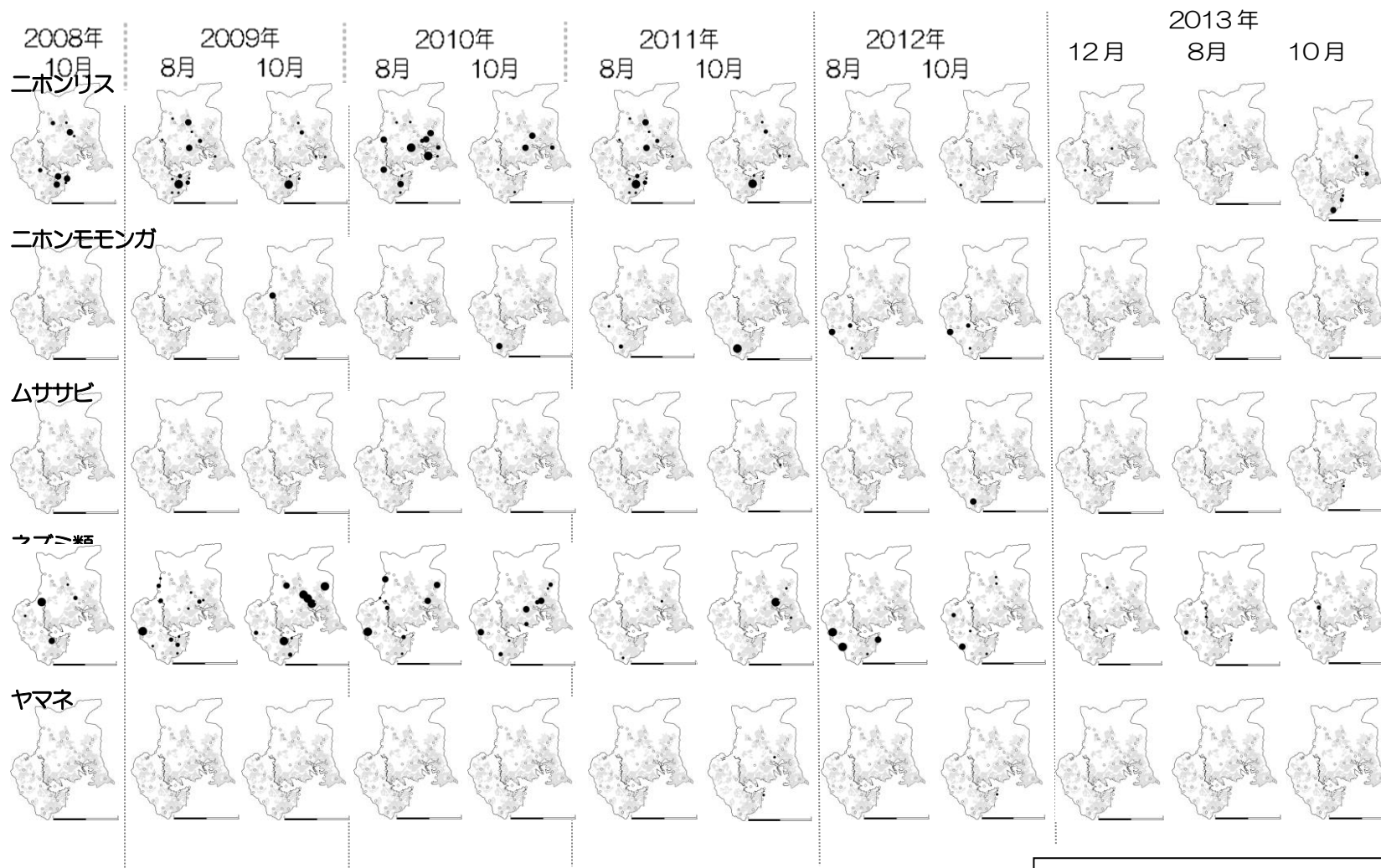


付図 1-2. 各種の出現頻度(撮影頻度指数 RAI:100 日あたりの経年変化

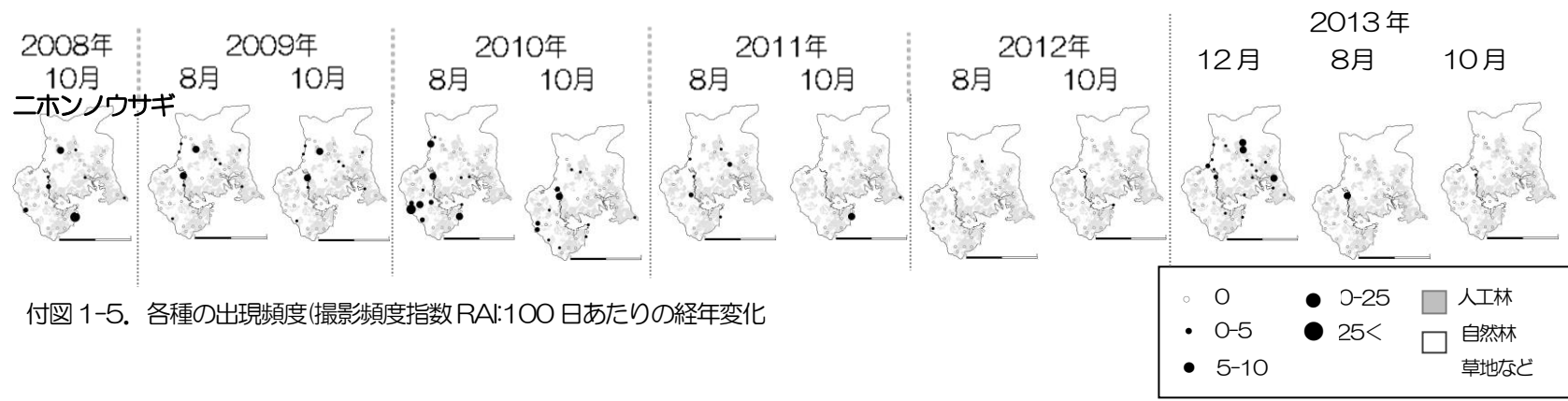




付図 1-3. 各種の出現頻度(撮影頻度指数 RAI:100 日あたりの経年変化



付図 1-4. 各種の出現頻度(撮影頻度指数 RAI:100 日あたりの経年変化



付図 1-5. 各種の出現頻度(撮影頻度指数 RAI:100 日あたりの経年変化

2. ニホンザル永井群の遊動域および遊動域内の環境

安田剛士（アミ動物病院）

1. はじめに

ニホンザル (*Macaca fusucata*) (以下ニホンザル) は、本州から四国、九州、屋久島まで広く分布する我が国固有の中型哺乳類である¹⁾。ニホンザルは、天然記念物に指定されている地域個体群や生息地がある一方で、狩猟の対象として過剰に捕獲され絶滅してしまった地域個体群もある²⁾。また近年では、人馴れが進み常習的に農地に出没し農作物を食い荒らすようになったニホンザルによる猿害に苦しむ地域が多数見られる。このような地域では個体数は増加傾向にある。

赤谷プロジェクトの目標は、生物多様性保全と持続可能な地域づくりである。生物多様性の保全を実現するためには、以下に述べるような、ニホンザルに必要な生息環境を明らかにして、それらを存続させる必要がある。ニホンザルは、群れで暮らしている。群れには遊動域と呼ばれる群れごとに暮らす野山の範囲がある。ニホンザルは植物食中心の雑食性の動物で、食べ物のメニューは多様だ。その品目は植物 790 種、植物部位別品目では 1830 品目が知られている³⁾。群れが暮らせるだけの食べ物はいつも同じ場所に生えているわけではない。各群れは、遊動域の中を毎日移動しながら季節ごとの多様な食べ物を野山から得て生息している。このような多様な食物資源の中でニホンザルだけが独占的に利用している食物資源は無い、と考えられる。食物品目の中には多種類の果実類（種子）が含まれ、ニホンザルは種子散布者、として注目されている。また、群れで移動しながら食物資源を利用するので、中型哺乳類でありながら、植生環境に与える影響は強く「生態系改変者」としても注目されている¹⁾。ニホンザルは夜眠るが、広い範囲を移動するので、いつも同じねぐらに帰ってくる訳にはいかない。群れが、安全に隠れることができるねぐらになる様な、茂った林がいくつも必要だ。

持続可能な地域作りでは、厄介者の野生動物と折り合いをつけ農林業を成り立たせるために、被害を低減させる獣害対策が必要だ。赤谷プロジェクトの地元では、プロジェクト発足当時以前から、ニホンザルなどによる農林業被害に悩まされ続けてきた。プロジェクトの準備会合を開催する度に「サルをどうにかして欲しい」、と言う地元の方の声を耳にしてきた。猿害の原因は、過去の拡大造林による生息環境の変化や中山間地域社会の過疎・高齢化や社会情勢の変化に伴い農林業が衰退し農地に出没するニホンザルの防除が困難になった事、狩猟が衰退した事、それらの結果里山環境が崩壊しニホンザルが容易に農地に接近できるようになった事などが挙げられている。これらの要因が絡み合い人間に対する警戒心が薄くなった結果ニホンザルは頻繁に農地に出没し作物を食い荒らすようになる。さらに、自然の食物よりも栄養価の高い作物を常に摂食することで栄養状態が良くなり繁殖率が上昇する。獣害対策には、耕作地をネット等で囲む「防除対策」・被害を出す野生動物の数を減らす「駆除対策」・野生動物が耕作地に出づらくする「環境整備対策」がある。ニホンザルによる農林業被害対策は、無計画に行えば、駆除対策ではニホンザルを地域で絶滅させるリスクがあることは、歴史が証明している。環境整備対策として行われるニホンザルと人間が生活場所を棲み分けるために行う森林管理を、ゾーニングと呼んでいるが、無秩序な環境整備対策も不必要な生物多様性の喪失を招くだろう。被害対策の推進のためにも生息状況の把握は不可欠である。

この様に赤谷プロジェクト・エリアにおけるニホンザルの生息実態を明らかにし、ニホンザルが本来の生息環境で暮らすような森林管理を目指すことは、人間と自然との新たな均衡を形成することであり、生物多様性保全と地域社会の持続性に資するものである、と考えられる。

そこで、赤谷プロジェクト地域協議会では、調査チーム（獣害問題研究会）を立ち上げエリア内に生息するニホンザルの生息調査を行うことになった。

調査にあたり、ニホンザルの生息状況の変動（群れ数、遊動域、各群れの個体数、年齢構成、性別、繁殖率）と餌となる植物の種類、量、分布、選択性、栄養価を調査し、それら植生とニホンザルの相互関係を調べることで、赤谷プロジェクト・エリアのニホンザルの生息環境としての評価およびニホンザルがエリアに及ぼしている影響を評価する事がねらいであった。そして、赤谷プロジェクトの生物多様性復元研究事業におけるニホンザルの位置付けを検討し、また調査活動を地域住民やサポーターと共に進めていく体制を構築し、調査研究成果を地域に還元し、啓蒙活動への一助とする事もねらいとしていた。

この様にして得られた結果を基に、ニホンザルが人間社会（生活圏）と適当な距離を保ちながら生息するための自然環境の条件を推定する。さらに推定結果を基に景観構造を計画構築することで棲み分けが可

能となるか検証し、計画的なゾーニングを推進する事が目標であった（ただし、その様な景観デザインが可能であったとしても、人間の生活圏側から新たな均衡を作り出すためのニホンザルに対する強力な圧力が生まれることが前提である）。

以上のような目標でニホンザルの保護管理を行うことは、ニホンザルが利用している多様な植生・環境の保全につながり、それらが育む生物多様性の保全や生態系の維持につながる。また、調査研究成果の還元や啓蒙活動によって地域住民やサポーターのニホンザルや森に対する知識や技能が向上することが期待でき、健全な農林業が営める持続的な地域づくりに貢献できる、と考えられる。

2. 方法

本報告は、平成 18 年度自然再生推進モデル事業報告書及び平成 19 年度から 22 年度までの赤谷プロジェクト報告書に掲載された、筆者らによるニホンザル調査報告をまとめたものである。

2-1. 調査の対象と方法

赤谷プロジェクトエリア 3、4、6 とその隣接地域に遊動域があるナガイ群を中心に調査を行った。

調査対象地域は、主に赤谷湖より西側の西川流域で、赤谷プロジェクトのプロジェクトエリア 3、4、6 に当たる国有林とその周辺の民有林及び田畑を含む集落である。

調査期間は 2004 年 11 月から 2010 年 12 月までであった。一日の調査時間帯は、調査者の都合により 13:00 頃から約 1 時間程度の短時間の調査が主であったが、早朝から日暮れまでに及ぶ調査や日暮れ後の泊まり場の調査もあった。このような調査時間に偏りがあるため、調査結果に影響が及んでいる可能性があった。またニホンザルを発見するまでに費やした時間は調査時間に含めなかった。

調査の体制は赤谷プロジェクト地域協議会獣害問題研究会の会員による通常調査の他に同会主催のニホンザル研修会（参加者は講師および受講者（地域住民、赤谷プロジェクト関係者））であった。通常調査は 1 名から 5 名で実施した。ニホンザル研修会は、05 年 11 月 19 日から 06 年 10 月 21 日まで隔月に 1 回合計 6 回開催した。参加者は 3 名から 13 名であった。

調査方法は主に目視による追跡と観察であった。ナガイ群には調査開始以前から旧新治村が首輪型発信機を装着したオトナメス 2 頭がいたので、ラジオトラッキング法による位置同定と追跡も同時に実施した。

発見したニホンザルは、2 頭以上でメスとコドモが含まれている場合を群れ、複数頭であるが全てオスである場合はオスグループ、1 頭のみオスはハナレオスと判定した。また群れを発見した場合には、発信機の電波の受信状況あるいは発信機を付けた個体の確認によりナガイ群を同定した。調査地域内でナガイ群以外の群れを発見した場合は、隣接する遊動域を有するアカヤ群とスカワ群にも発信機を付けた個体だったので全ての発信機の受信状態を確認しナガイ群でもアカヤ群でもスカワ群でもない、と判断した場合、ハウシ群とした。

ニホンザルを発見したら、日時、発見個体の所属、場所、観察個体の情報（頭数、推定年齢、性別）、行動内容（採餌、移動、休息、泊まり、鳴き交わし、喧嘩、毛づくろいなど）、食性（採食した餌の種類、部位）、観察場所の植生環境を記録し、地図に記入した。推定年齢は 0~1 才をアカンボウ、1~3 才をコドモ、4~6 才をワカモノ、7~15 才をオトナ、15 歳以上を老齢に区分した。推定年齢と性別は可能な限り区別したが不可能な場合は性別不明や分類不可能個体として記録した。1/25,000 地形図に標準地域メッシュから 250mメッシュを作成しメッシュコードによって分けした。地図上で最も群れの活動が目立つ 1 メッシュを群れの利用メッシュの位置とした。植生環境は、スギ林・カラマツ林・ヒノキ林・タケ林・耕作地・耕作放棄地・草地・道路・法面・集落・人家（庭・屋根）・夏緑樹林・河川及び沢に分類しニホンザルが実際にいた場所を全て集計するようにした。観察記録の単位は、ニホンザルが同一のメッシュにいた観察開始時刻から別のメッシュに移動した時刻までを 1 記録とした。ただし泊まり場の記録は別個の 1 記録とした。

2-2. 結果の記録と解析方法

集計結果は、春期（3~5 月）・夏期（6~8 月）・秋期（9~11 月）・冬期（12~2 月）の季節区分を最小単位とした区分で集計した。

ナガイ群とハウシ群の遊動域の位置・広がり・面積および年変動や季節変動を調べるために各群れの遊

動域を、群れの行動を観察した地点を地図上に点として示して最外郭法により求めた。遊動域は、期間ごとに地図上に図示して面積と分布を比較した。

ナガイ群について、ニホンザルが利用した植生環境を明らかにするために、各期間における利用植生環境の比率を比較した。

利用した食物資源の種類を季節で比較した。

以上の遊動域の面積、位置、利用植生環境、利用食物資源の比較によってナガイ群の生息実態の解析を試みた。

3. 結果

3-1. 調査期間と調査日数および電波位置同定

2004年から2006年度までは、調査日数120日、電波位置同定成功率(群れを目視できた成功率)は91%であった。

2007年度は、調査日数90日、電波位置同定成功率(群れを目視できた成功率)は75.5%であった。

2008年度は、調査日数39日、電波位置同定成功率(群れを目視できた成功率)は66.6%であった。

2009年度は調査日数3日間、電波位置同定成功率(群れを目視できた成功率)は66.6%であった。

2010年度は調査日数8日間、電波位置同定成功率(群れを目視できた成功率)は25%であった。

3-2. 確認された集団と構成

確認できた群れは、ナガイ群とハウシ群であったが、ハウシ群は、2007年に分裂した。

分裂前のナガイ群は125~133頭であった。オトナオス5~8頭、オトナメス35~49頭、ワカモノオス2頭、ワカモノメス8頭、ワカモノ性別不明22~44頭、子供性別不明19~53頭、アカンボウ18~26頭であった。

分裂後のハウシ群は、2008年度の調査で79頭(オトナメス22頭、アカンボウ15頭)であった。

ハウシ群は2回、群全体の個体数を数えることが出来た。頭数は52~70頭、オトナオス5頭、オトナメス18頭、ワカモノ性別不明4頭、コドモ性別不明4頭、アカンボウ性別不明5頭であった。2回数えた際、群の個体数の差異が大きかったが、ハウシ群は比較的警戒心が強く、群構成を調べる前にすばやく逃げてしまったサルが少なくとも16頭いたので、実際の差異はこれより少なかった、と考えられた。

オスグループは3回、個体数を数えることが出来た。オスグループは2~5頭であった。

3-3. 遊動域

ナガイ群の遊動域は、猿ヶ京の西から唐沢山、三国山、法師山、保戸野山、高島山の北西斜面にかけて広がっていた(図.1)。最外郭法による総面積は、約20km²で、調査期間中に大きく変化することはなかった。季節ごとの比較では、夏期が最大で約11km²、次いで春期が約9km²、秋期が約8km²、冬期が最小で約3km²であった。

ナガイ群の遊動域は、国道17号と西川及びその支流によって東西南北に分断されていた。ナガイ群が遊動した際に道路及び河川を渡った場所は、道路9カ所、河川3カ所が確認できた(図.2)。

ナガイ群は国道17号線を、遊動域の東端で国道のコンクリート法面から猿ヶ京集落の耕作地へ往復した場所、新三国大橋のたもとで横断した場所、吹路集落の東端で集落の耕作地に侵入した際に横断したカーブ、県道法師線との交差点付近で道路の両側に分布する耕作地に移動した場所、三国峠トラックステーション付近で横断した場所、永井橋の下流で横断した場所、永井集落の入り口付近で横断した場所、旧三国街道登山口のカーブ付近で横断した場所、の8箇所で主に横断した。また法師沢周辺で国道を横断した場所があった。

ナガイ群が河川を渡った場所は、3箇所で確認された。新三国大橋の付近で猿沢を渡った場所、合瀬大橋の下流に広がる河原で半島状に突き出た溪畔林を利用して西川を渡った場所、永井集落東側の沢を県道の周辺で渡った場所であった。調査期間中に大きな橋を渡ったニホンザルは観察されなかったが、猿沢は砂防堰堤および谷底にかかっている小さな猿沢橋も利用して沢を渡っていた(写真.1)。

3-4. 利用植生

調査期間のうち09年春期から10年冬期は調査時間が少なかったので集計から外した。ナガイ群の04

年秋期から 08 年冬期までを通した植生の利用率は、夏緑樹 38%、スギ植林地 24%、耕作地 17%、以下道路 5%、法面 4%、河川 2%、アカマツ林 2%、耕作放棄地 2%、草地 2%、カラマツ林 1%、竹林 1%、集落 1%、人家 1%であった (図. 3)。ナガイ群は全期を通して 70%以上の確率で、夏緑樹林・スギ植林地・耕作地の何れかを利用していただことになる。さらに、夏緑樹林の利用が少ない期間は、スギ植林地と耕作地の利用率が増加する関係がみられた (図. 4)。特に夏期および秋期は、夏緑樹林の利用率と耕作地の利用率が反比例する傾向が見られた。春期と冬期にはこの傾向はない。08 年度の秋期において、夏緑樹林の利用率が 0%になったが、電波位置同定成功率が悪かったことが影響している、と思われた。

夏緑樹林の利用率は、春期では、07 年に少なかったのが顕著であった。夏期は、05 年と 07 年が多く、06 年と 08 年が少ない隔年ごとの増減を繰り返した。秋期は、05 年と 07 年が多く、04 年と 06 年と 08 年が少ない隔年ごとの増減を繰り返した。ただし、電波位置同定成功率が低かった 08 年は、真の意味で利用率が少なかったとは言えない。冬期の夏緑樹林利用率は、大きな変動はなかった。年間を通して比較すると 06 年の夏期から 07 年の春期までの 1 年間利用率が少なかった。

スギ林の利用率は、08 年の春期と 07 年の夏期に利用率が 0%であった。この 2 つの時期を除くと大きな変動はなかった。

カラマツ林は春期と秋期に散発的に利用されていた。アカマツ林は秋期に利用される傾向があった。ヒノキ林の利用は観察されなかった。竹林は、夏と秋に散発的に利用された。

耕作地の利用率は、05 年夏期から 06 年冬期にかけて増加傾向を示した後減少に転じ 07 年夏期に底を打ち 08 年秋期まで再び反転増加傾向を示した。

草地の利用は、春期と冬期に多かった。

法面・路肩の利用率は秋期に少なかった。

集落と人家の利用率は冬期に多かったが、増加傾向はなかった。

3-5. 食物資源

草本 16 種 2 部位、木本 21 種 6 部位、キノコ、作物 14 種、庭木、餌付け 2 種類が確認された (表. 1)。

4. 考察

4-1. 調査期間と調査日数および電波位置同定

ニホンザルは、群れを形成し、よく響く鳴き声でコミュニケーションする。また、夜間は眠るので活動は日中に限られるなど、目立ちやすく調査を行いやすい野生動物である。しかし一方で、遊動域の広がる夏期によく茂った夏緑樹林でニホンザルの群れを発見するのは容易いことではない。調査を効率的にかつ精度を保って行うには、電波発信機による位置同定が重要だと思われる。

本調査期間中に、電波発信機の劣化により位置同定成功率は低下し、調査により得られた情報量も激減した。調査の継続には電波発信機の利用継続が望ましいだろう。

4-2. 確認された集団と構成

今回の調査期間に明らかになったナガイ群の頭数は最大 133 頭であった。また、ナガイ群と同様に西川集水域に遊動域が広がっているハウシ群は最大 70 頭、オスグループは最大 5 頭であった。ナガイ群は 07 年に分裂したが、10 年の調査で分裂した群れも、分裂前のナガイ群の遊動域と遊動域が重複していることが確認できている。従って、群れの分裂後も西川集水域に遊動域があるニホンザルの頭数に大きな変化はないと考えられる。ナガイ群、ハウシ群、およびオスグループのニホンザルの遊動域が広がる西川集水域と、ナガイ群の遊動域および国有林野の植生環境 (植林地を除く) の分布を図. 1 に示した。西川集水域面積は約 42.2 km²であり、そのうち植林地を除いた国有林面積は、21.4 km²であった。また、ナガイ群の遊動域 19.64 km²のうち植林地を除いた国有林面積は 8.0 km²であった。

本州の夏緑樹林に生息するニホンザルの群れは、1 頭当たり 0.08~0.24 km²の行動域面積を必要とする、とされている¹⁾。この指標を用いると、ナガイ群が西川集水域の国有林野 (赤谷プロジェクトエリア) 内でのみ生息する、と仮定した場合の群れサイズは、遊動域が変化しない場合 33~100 頭、となった。またナガイ群、ハウシ群、オスグループが西川集水域の国有林野 (赤谷プロジェクトエリア) 全体を利用する

と仮定した場合に生息可能なニホンザルは89～268頭、となった。

この結果から、耕作地に依存している現在のナガイ群が国有林野（赤谷プロジェクトエリア）内で生息するためには33～100頭が過剰であり、ナガイ群、ハウシ群、オスグループが西川集水域内の国有林野（赤谷プロジェクトエリア）内で生息するためには最大119頭の過剰あるいはあと60頭の余裕がある、と言える。

4-3. 遊動域

最外郭法を用いた遊動域は、各季節で比較すると、夏期が最大（約11km²）で、春期（約9km²）、秋期（約8km²）と続き冬期（約3km²）が最小だった。夏期や春期に遊動域が広がり秋期と冬期に遊動域が狭くなるのは降雪地帯の夏緑樹林帯に生息する他の地域のニホンザルにも見られる変化である¹⁾。

今回の調査で判明した国道や河川の渡場は、農業被害対策においてナガイ群の群れ管理上、重要な地点である、と考えられた。国道17号上に観察された8箇所の渡場はいずれも集落・耕作地への侵入路であった。また西川とその支流の渡渉場所も遊動域に分散する集落同士をつなげる重要な連絡路であった。これらの地点をナガイ群が利用しづらくすることは、群れの行動を変化させ猿害を減少させる効果を生む可能性がある、と考える。

対策は、見通しを良くしてニホンザルが安心して通過しづらくする効果と追い払いをし易くする効果が期待できる位の強度での間伐や下草刈りなどの森林管理を実施する。ラジオトラッキング法による群れの遊動状況の監視を行う。さらに、ニホンザル追い上げ隊を組織してナガイ群の遊動先を予測し花火や犬などを使いニホンザルを威嚇して上記の渡場を通過させないことである。

このような管理が実現できれば、ナガイ群は国道17号と河川を渡れなくなるので姉山、合瀬、猿ヶ京、吹路、永井の各集落に侵入しづらくすることが期待できるだろう。また、判明している渡場から対策を施すことが、無用な環境の改変による生物多様性の喪失を低減し、効率的かつ有効な対策につながることを期待できるだろう。

4-4. 利用植生

夏緑樹林の利用率は、堅果類の豊凶と関連しているように見えた（図4）。ブナが豊作だった05年は春期に利用率が最大になった。ブナが凶作だった、各地でツキノワグマの大量出没が観察された06年は、春期に小さなピークがあるものの翌年の春期まで夏緑樹林の利用率は低かった。コナラが豊作だった07年は、夏期に利用率が最大になった。冬期に落ち込みはあるが翌春まで高い利用率が続いた。

堅果類の豊凶と関連した夏緑樹林の利用率と、耕作地の利用率は相反しているように見えた（図4）。ブナが豊作だった05年は春期から夏期の間耕作地を利用するナガイ群は目撃されなかった。05年の冬期は、記録的な豪雪だった。身動きの取れなくなったナガイ群は遊動域が最小になり集落周辺にいたことが多かったにもかかわらず、冬期の耕作地利用率としては最低だった。一方、ブナが凶作だった06年は春期から耕作地の利用率が高く、冬期は調査期間中で最大値となった。コナラが豊作だった07年は夏期・秋期ともに耕作地の利用率は低かったが、冬期に急増した。また夏緑樹林の利用率が高かった翌08年の春期に入っても耕作地の利用率は減少せずに夏期・秋期と増加傾向が続き、冬期まで1年間持続した。これは07年に生じた群れの分裂が影響し、発信機の付いた個体が所属する分裂後の群れは耕作地依存度の高い個体が多かったため、と考えられた。集落依存度の高い群れの出現により、農林業被害対策はより困難になることが懸念された。

5. 謝辞

本報告における調査活動にご協力いただいた、地域住民の皆様、赤谷プロジェクト地域協議会の会員および赤谷プロジェクト関係各位（研修会に積極的に参加いただいた財団法人日本自然保護協会と赤谷森林環境保全ふれあいセンターの方々）、またニホンザル研修会で講師を務めていただいた株式会社野生動物保護管理事務所の白井啓氏に深謝いたします。

6. 参考文献

- 1) 大井徹・増井憲一編著：ニホンザルの自然誌，東海大学出版会（2002年）
- 2) 三戸幸久・渡邊邦夫著：ヒトとサルの社会史，東海大学出版会（1999年）
- 3) 三戸幸久著：サルとバナナ，東海大学出版会（2004年）

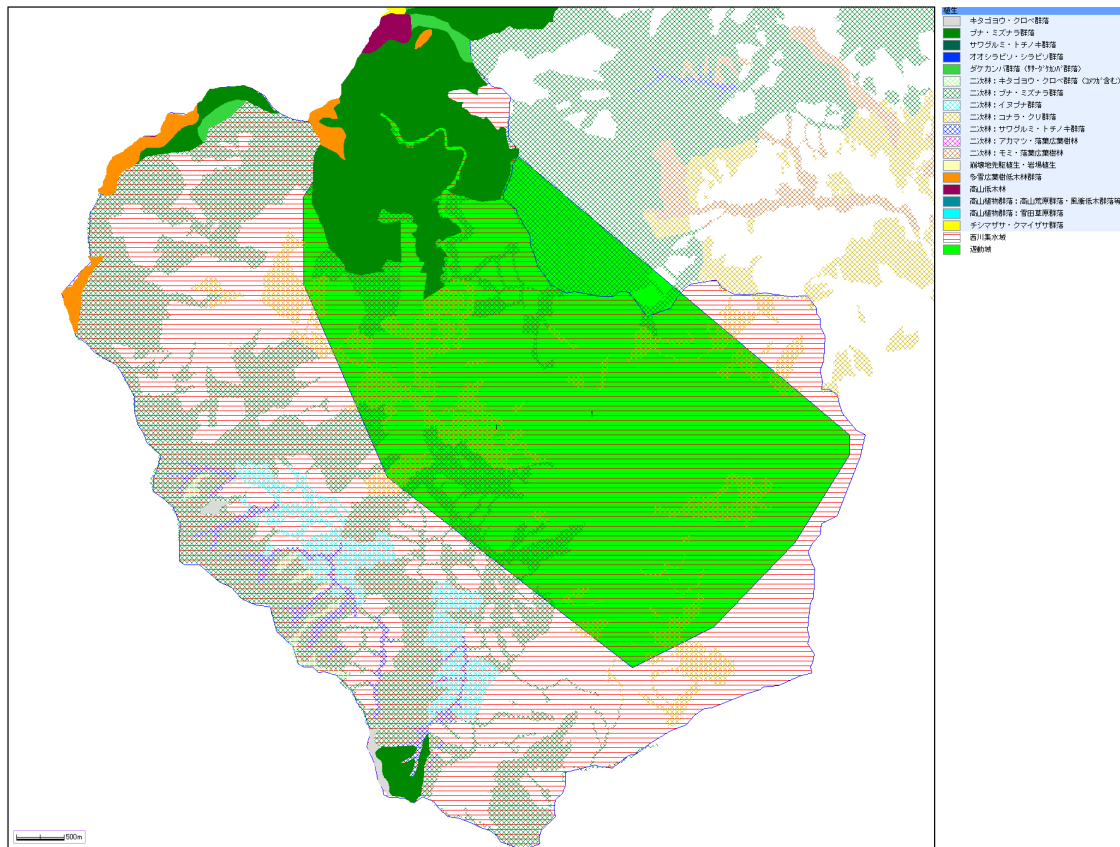


図.1 西川集水域およびナガイ群遊動域と植生の位置関係

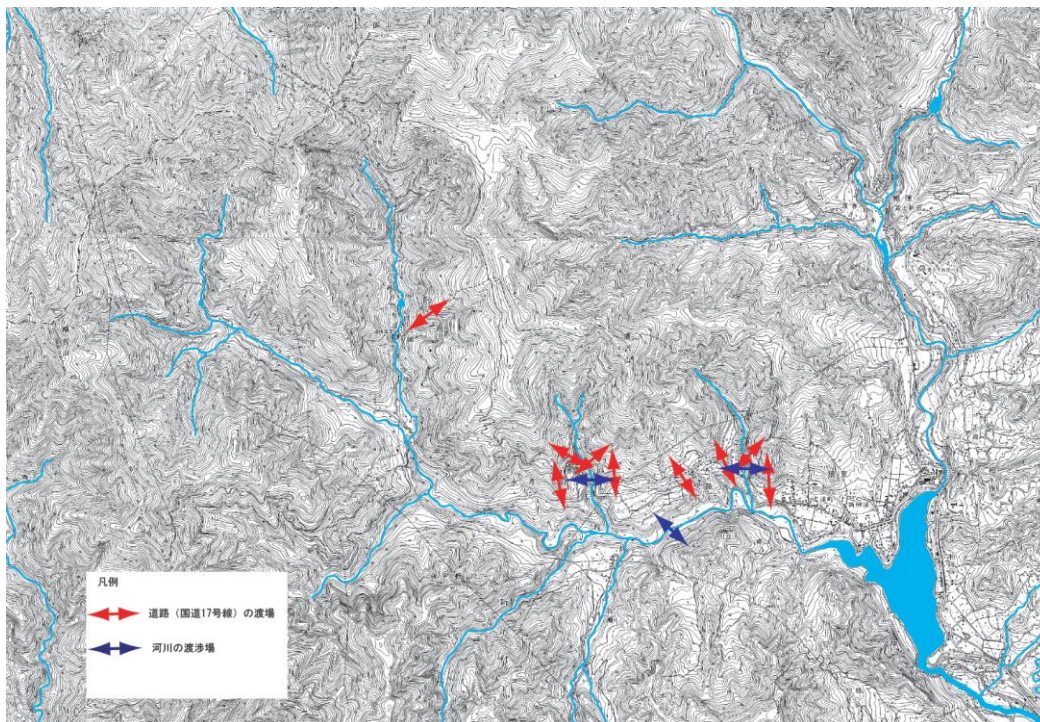


図.2 ナガイ群の渡場

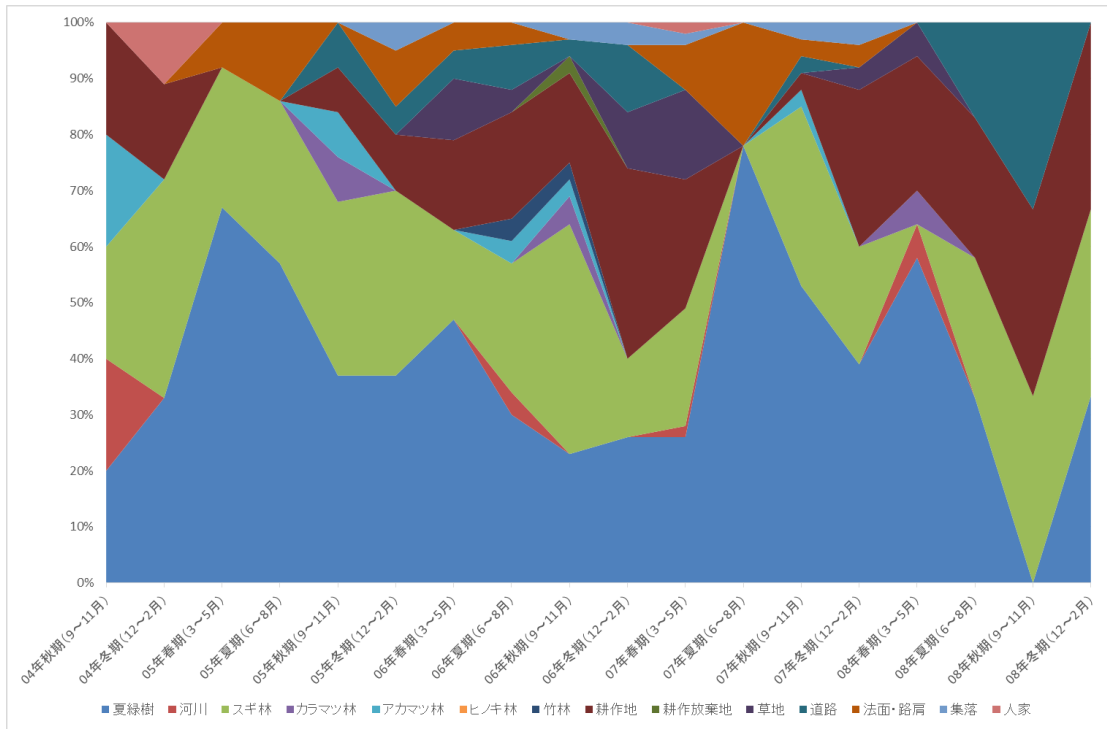


図.3 各期間における植生環境利用率の比較

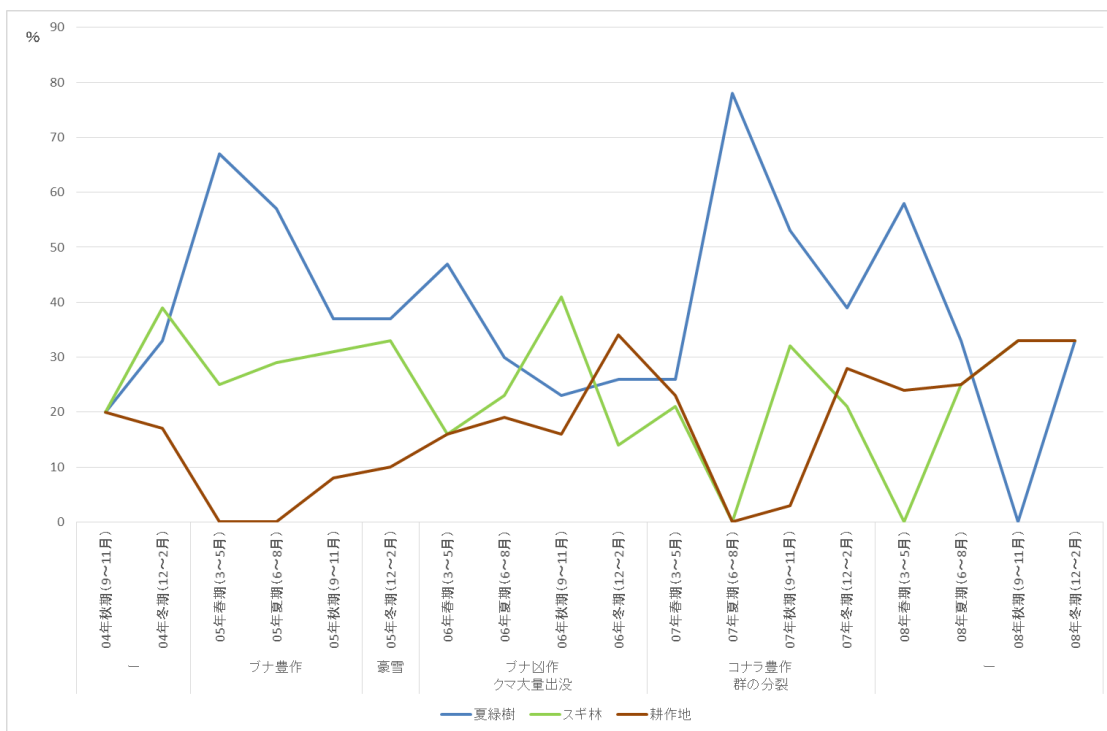


図.4 夏緑樹林・スギ植林地・耕作地の利用率の比較

表.1 ニホンザルが利用した食物資源とその回数

春期(3~5月)	05年	06年	07年	08年	09年	10年	夏期(6~8月)	05年	06年	07年	08年	09年	10年	秋期(9~11月)	04年	05年	06年	07年	08年	09年	10年	冬期(12~2月)	04年	05年	06年	07年	08年	09年	10年
草本類																													
草 葉茎	1	6	11				草 葉茎		2	1				草 葉茎	1		2	3			草 葉茎		2		9	4			
フキ フキノトウ			1				オオヨモギ	1						草 実			1				ササの葉	1							
ハコベ 葉			1				シラネセンキュウ	1						キンミズヒキ 実				1			イネ科				1				
スゲ 葉			1				ウスゲタマブキ	1						ササの葉	1	1													
カンゾウ 葉			1				メタカラコウ	1						イネ科	1	2													
							アリアケソウ	1						ヤマイモのムカゴ				1											
							ヤハズソウ	1						ヨモギの実				1											
							ウドの葉茎		2					ヤブママの実			1												
木本類																													
夏緑樹 冬芽	1		3				ニセアカシア 花		1					夏緑樹 葉				1			夏緑樹 冬芽	2	1	4	4				
夏緑樹 樹皮			1				サクラ 実		1					夏緑樹の冬芽	1						夏緑樹 樹皮	2			2				
ブナ 花	1		1				アジサイ 葉			1				夏緑樹の樹皮		1					コナラ 実				3				
ブナ 新芽			1				ヤマブドウの葉	1						ミズキ 葉				1			ミズキ 実				1				
キブシ 花			1				ミズキの花		1					ミズキ 実				2			低灌木 樹皮				1				
アブラチャン 花			1				ホウノキの花		1					クリ 実			1	1			フジの実	3		1					
ハッコヤナギ 冬芽			1				ニセアカシアの花		1					コナラ 実				6			クズの実	1			1				
低灌木 冬芽			1				スギの実		1					エゾエキ 実				1			イバラの種	1			1				
ツル植物 新芽			1				クリの実		1					ミズナラ 実				1			アケマツの種	1			1				
マタタビ 冬芽			1				クズの茎		1					サルナシ 実		1	1	1		1	ヘクソカズラの実			1					
マタタビ 樹皮			1				ウリハダカエデの葉			1				ツルウメドモキ 実				1											
フジ 花			1				ヘビイチゴの実			1				ヤマブドウの葉		1													
サクラの花			1											ヤマブドウの実		1	2		1										
カエデの新芽			1											クサキの葉		1													
ミツバケビの新芽			1											クサキの実		1													
ツルアジサイの新芽			1											フジの実			1												
菌類																													
枯死木についてキノコ			1											キノコ															
作物																													
クワ 樹皮			1				エンドウマメの実		1					カキ 実			2	1			カキ 実		2		1				
クワの新芽			1				キュウリ		1					イネの実			1				クワ 冬芽				3	1			
ダイコン			1				スイカ		1					クリ 実				1			クワの樹皮	1	1	2					
ニンジン			1				トウモロコシ		1					カボチャ				1			ハクサイ				1				
サトイモ			1				カボチャ		1					ダイコン			1	1			カブ				1				
							イネの実		1					ハナマメの実			1				ダイコン	1	1	1					
庭木			1																		菌付け								
																					サツマイモ				1				
																					ポテトフライ				1				



写真.1 調査風景、雪上に残されたナガイ群の足跡を追う (06年1月21日撮影)

3. 赤谷におけるホンドテンの食性の特徴および、食性からみた森林環境評価

ホンドテンの食性の特徴および、食性からみた森林環境を評価するために、100m トランセクト単位 (I)、林道単位 (II) との2つのスケールで解析を行い、ホンドテンから見た周辺環境の質を、糞の内容物から評価することができるのかどうか検証した。

I. ホンドテンの食性を指標とした赤谷の森の環境評価方法の検討 (100m トランセクト単位の解析)

藤田卓 (日本自然保護協会)

1. はじめに

赤谷プロジェクトにおいて、ホンドテンの食性は、自然環境の質やその変動を知るための指標として8年間モニタリングを行ってきた。しかし、今まではホンドテンから見た周辺環境の質を、糞の内容物から評価することができるのかどうか、検証されていなかった。そこで、本研究では、ホンドテンの食性と周辺環境の関係を明らかにし、ホンドテンから見た周辺環境の質を評価することができるのかどうかを検討した。

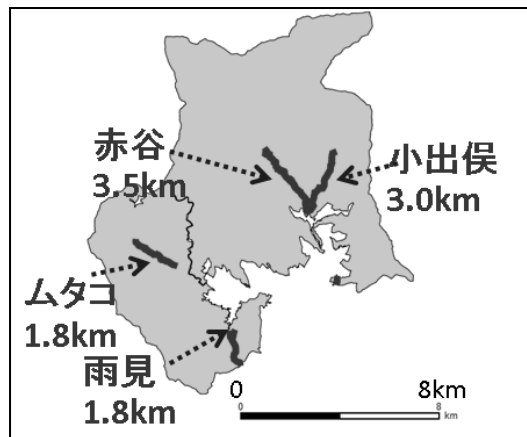


図 1. 調査地域

2. 方法

2-1. 解析に利用した調査データ

解析に用いたホンドテンの食性のデータは、2006～2012年12月までの7年間 (168ヶ月) に採取されたものの内、定期的に調査が行われていた4つのルート of データを用い、また位置が記録されたデータのみ使用した (図1、表1)。なお、いきもの村のデータは2010-2012年のデータが欠如していること、2005年のデータは解析に必要なデータが不足していたため、解析からは除外した。

表 1. 各地域の解析対象範囲、解析対象とした糞および対象外糞の数

地域	解析範囲	解析範囲内	解析範囲外	位置不明	総計
赤谷	3500m	692	100	116	908
雨見	1800m	379	35	83	497
ムタコ	1800m	1195	59	76	1330
小出俣	3000m	351	2	34	387
総計	10100m	2617	196	309	3122

2-2. 解析方法

糞の食性データは、100mのトランセクト毎に集計して解析を行った (総計102個)。また、各トランセクトの周囲の環境として、各トランセクトの半径500mのバッファ内内の植生を用いた。植生は人工林、自然林 (101年生未満)、自然林 (101年生以上)、その他 (集落、畑、草地等) の4つに区分し、各区分の面積を求めた。なお、ホンドテンの行動圏は、約1kmとされているため、半径500m範囲を周辺環境の解析対象とした (図2)。

また、ホンドテンの糞の中に見いだされた餌生物の出現が、が周辺環境の影響を受けているのか？また、その影響は年が変わっても変わらないのか？また出現率そのものが年ごとに異なるのか？を検討するために、各種ごとに、4つの環境区分ごと (人工林、自然林 (101年生未満)、自然林 (101年生以上)、その他 (集落、畑、草地等)) に、一般化線型混合モデルを用いた解析を行った。具体的には、「各種の在/

不在」を目的変数とし、「半径 500m の各環境区分の面積割合」、「年」、「半径 500m の各環境区分の面積割合」×「年」（交互作用）を説明変数（固定効果）とし、「100m トランセクト」を説明変数（ランダム効果）とした一般化線型混合モデルを用い、AIC を用いた総当たり法によるモデル選択を行った。これらの解析には統計ソフト R3.0.2、およびパッケージ glmmML、MuMIn を用いた。

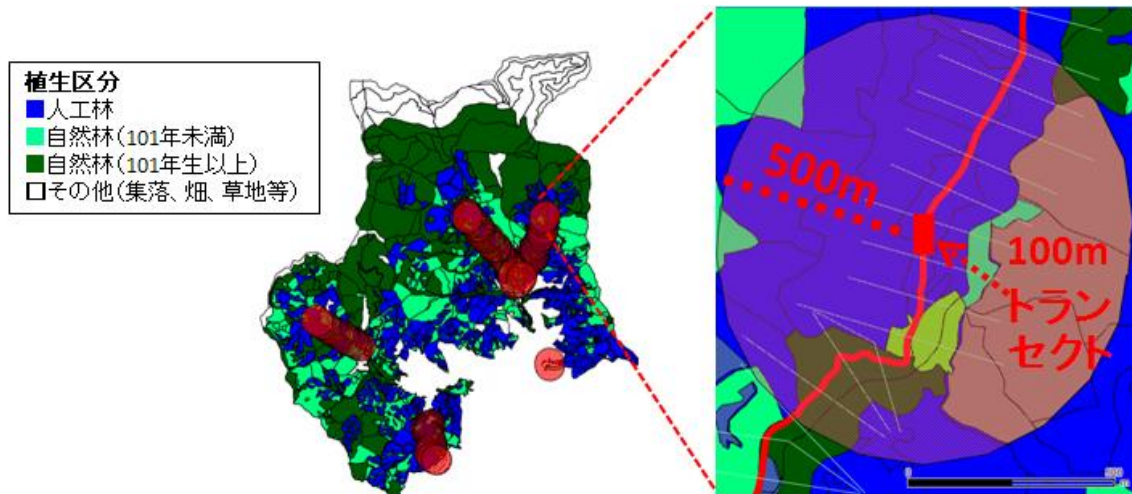


図 2. 周辺環境解析に用いた範囲および、植生区分

3. 結果

3-1. 各トランセクトの周囲(半径 500m)の植生

各トランセクトの周囲の植生を地域間で比較すると、101 年以上の自然林が最も多い順に、赤谷林道、小出俣、ムタコ、雨見といきもの村となっていた（図 3）。

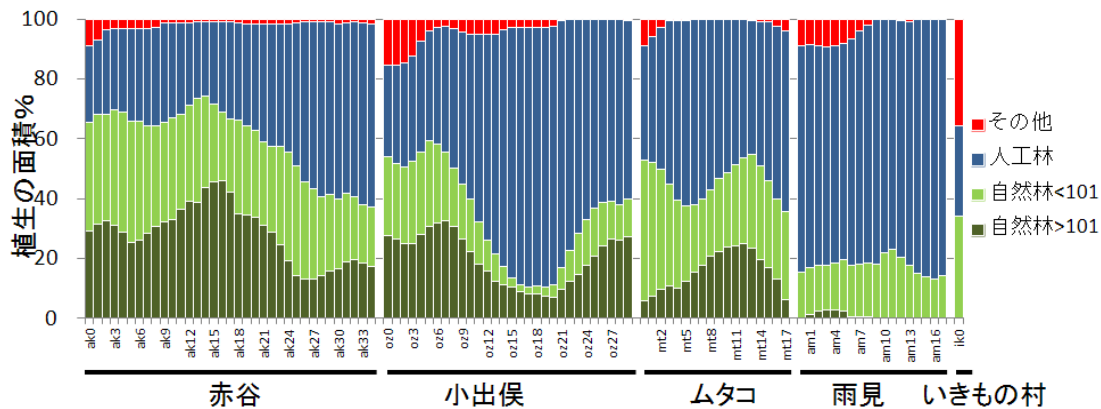


図 3. 各トランセクトの周囲(半径 500m)の植生区分ごとの面積割合

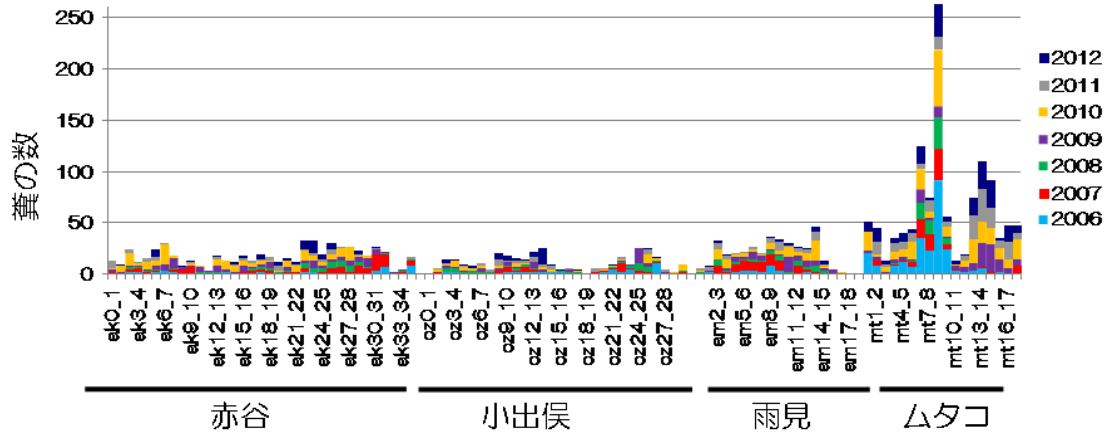


図 4. 各トランセクトにおいて採取された糞の数とその年変化

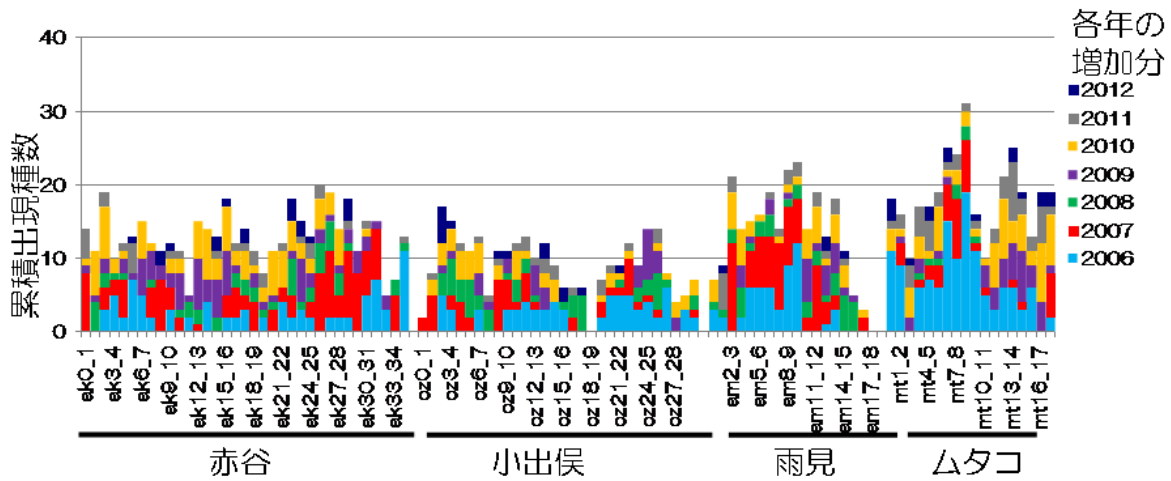


図 5. 各トランセクトの糞からみた餌生物の累積出現種数の年変化 (累積種数のため、2007-2012年の種数は、前年までに出現していない新規追加種の種数を表す)

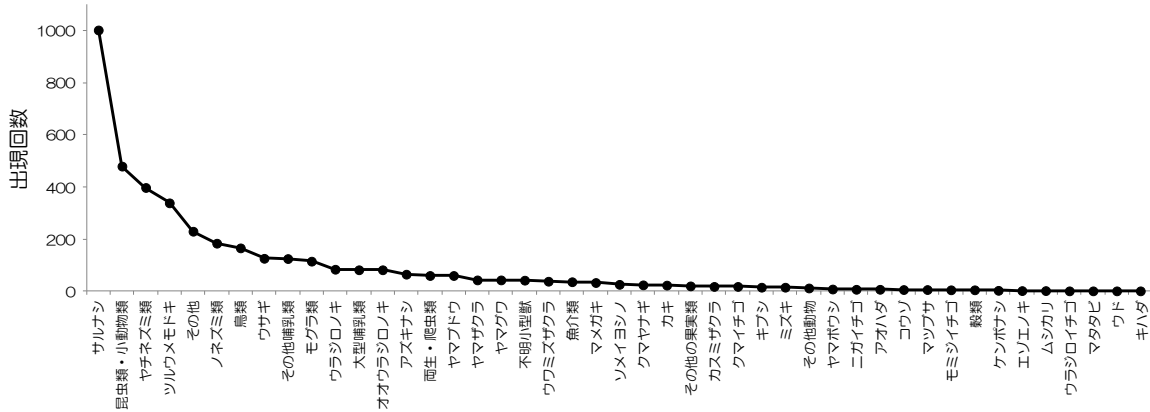


図 6. 糞の中から検出された餌生物の出現回数

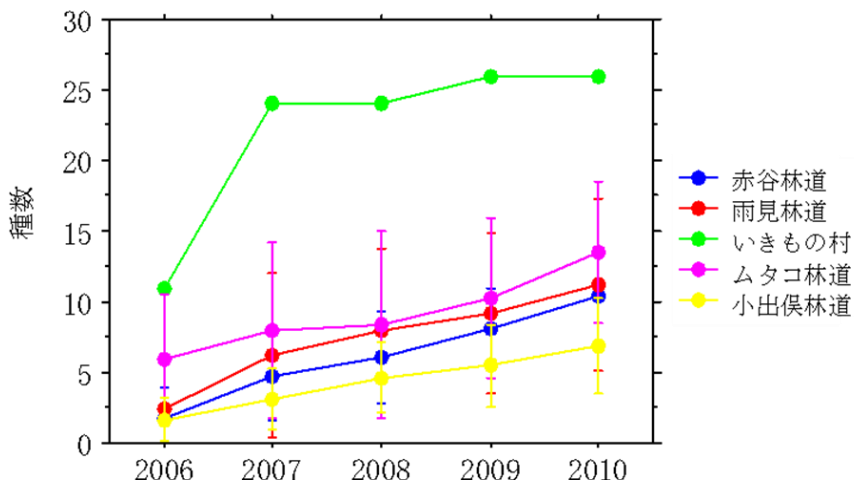


図 7. 100m トランセクト毎の累積出現種数の年変化 (エラーバーは、標準誤差を表す)

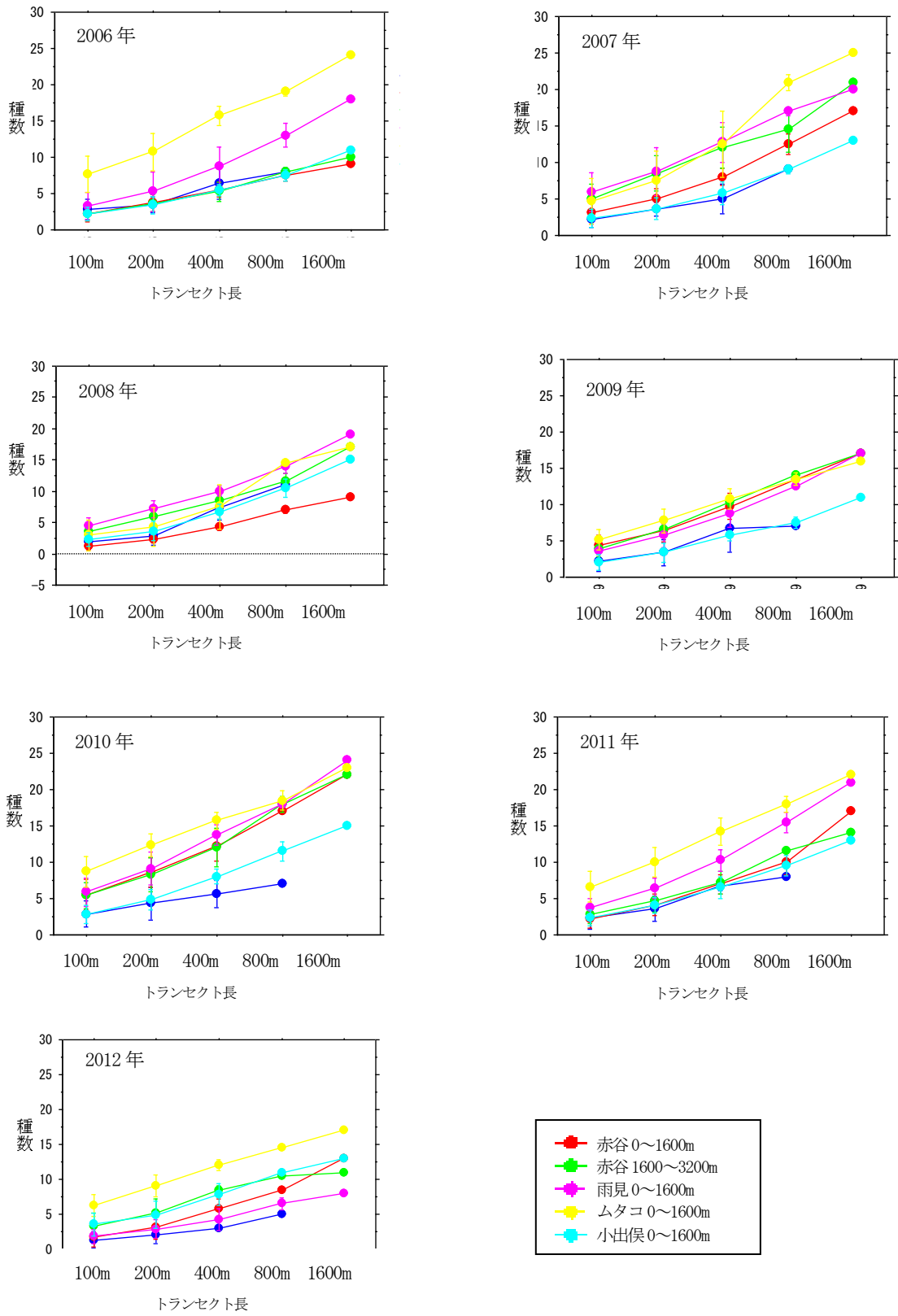


図 8. 各年ごとのトランセクト長と種数の関係 (エラーバーは、標準誤差)

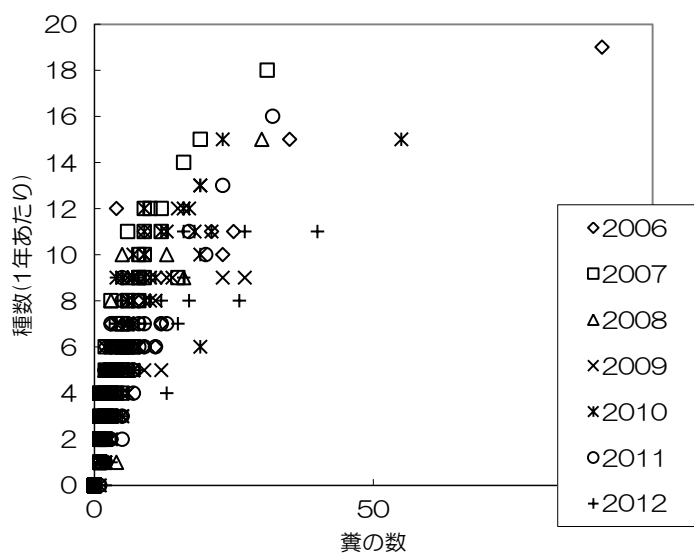


図9. 糞の数と種数の関係 (各年ごと、100m トランセクトあたり)

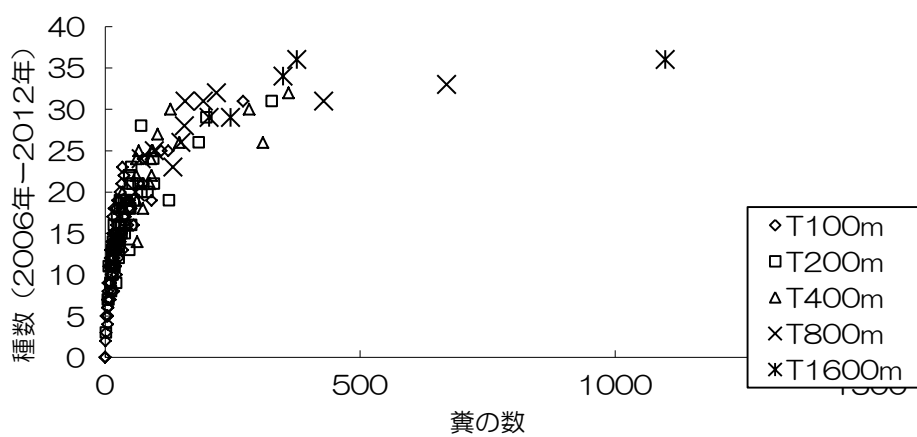


図10. 2006-2012年7年間の糞の数と種数の関係 (100m、200m、400m、800m、1600m トランセクトあたり)

3-2. 各トランセクトにおいて採取された糞の数、糞の中から検出された餌生物の累積種数、種組成

トランセクト間の糞の数は大きく異なり、また年変化が大きかった(図4)。全体的に、ムタコ林道、雨見林道において採取された糞の数が多い傾向があった。また、糞から採取された餌生物の種数をみると、地点間で大きく異なっていた(図5)。糞の中から検出された餌生物は、総計45種類(同定が困難な魚類、昆虫類などは1種類とした)確認され、これらの出現回数をみると、サルナシ、昆虫、ヤチネズミ、ツルウメモドキ、ノネズミの5種類だけで大半を占めていた(図6)。

3-3. 地点の出現種数を代表するためには、解析する単位(年、トランセクト長)をいくつに設定すべきか?

始めに、トランセクト長を100mに固定した場合、累積種数の年変化を検討したところ、2006年から2012年まで種数は、多くのトランセクトにおいて、2012年まで出現種数が増加を続けていた(図5, 7)。このことは、各トランセクトに出現する種は、2006~2012年の7年間の調査でもすべての種が飽和せず、今後調査を継続すると100mトランセクト内において新たに出現する種が増える可能性が高いことを表している。

次に、年を固定し、トランセクト長を100m、200m、400m、800m、1600mと変えた場合の種数の変化を検討したところ、どの場所、どの年も、種数が増加し続けていた(図8)。そのため、ある地域/年ごとのホンドテンの食性の全種数を把握するには、何個の糞を集める必要があるのか?の検討を試みた。その結果、糞の数と出現した餌生物の種数との関係を見ると、100mトランセクト単位で年ごとに見てみると、少なくとも50個程度であり、余裕をみて100個程度が必要だと推定される(図9)。また、トランセクト長を100m、200m、400m、800m、1600mと変え、2006-2012年の7年間の出現種数と糞の数の関係を見ると、糞が400個以上になると種数が飽和するように見えた(図10)。しかし400個以上を満たすのはわずかであり、トランセクト長を100~1600mに延長し、7年間の積算してもホンドテンの食性の全種数を把握するのは困難と判断された。ただし、トランセクト1600mにした際は、5地点のうち、3地点は約400個以上の糞が確認されており、もう少しトランセクト長を延長すると、各地点に出現する餌生物の全種数を反映できるかもしれない。また、年当たりにより多くの糞を集めれば、100mトランセクト内の全種数を反映できるデータがとれるかもしれない。

このように、解析単位を検討したところ現在のサンプル方法では、ある地域/年ごとのホンドテンの食性の全種数を反映できていない可能性がある。そのため、全種数が把握できていない可能性があることを前提に解析を進めることが現実的と思われる。

3-4. 糞の中に含まれていた餌動物種の出現に影響を与える周辺の植生の面積割合と、その年変動の影響解析

全体の一部をサンプリングし全種数が把握できていないことを前提とした解析として、各種が糞の中から出現する確率を解析する「一般化線形混合モデル」を用いて、各種の出現と周囲の環境との関係を検討した。具体的には、糞の中に含まれていた餌動物種の出現率(在/不在)が周辺環境の影響を受けているのか?また、その影響は年が変わっても変わらないのか?また出現率そのものが年ごとに異なるのか?を検討した。

その結果、解析ができた12種の内、すべての種で、「年」を含むモデルが選択されていること、「人工林および101年生の自然林の面積」の変数が5~6種で選択されていることがわかった。このことは、これら12種は糞の中の出現率の年変動がある(もしくは大きい)ことを表している。また、ツルウメモドキ、サルナシ、鳥類の3種は、101年生自然林の面積と年の交互作用を含むモデルが選択されていて、これらの種は101年生自然林が周囲に多い場所に出現しやすい年と、そうでない年があることを表している。以上のことから、各地点に出現する種は年変動が大きいと共に、数種に関しては年によって出現しやすい環境が異なる可能性を示唆している。

表2. 糞の中に含まれていた餌動物種の出現に影響を与える周辺の植生の面積割合と、その年変動の影響解析結果(一般化線形混合モデルに基づきAICを用いた総当たり法によるモデル選択の結果)

表内の「数値」、「+」はモデル選択(総当たり法)の結果、選択された変数を表し、「数値」は偏回帰係数を表し、「+」は回帰係数が複数存在するた

め「+」と表示した。灰色の網掛けはモデル選択の計算ができず解析できなかったことを表す。種毎に、人工林面積率、101年生以上自然林面積率、101年生未満自然林面積率、森林以外面積率ごとに分けて解析。これらの4つの面積率と年を固定効果、100mトランセクトをランダム効果として解析を行った。

	人工林面積率(%)				101年生以上自然林面積率(%)				101年生未満自然林面積率(%)				森林以外面積率(%)				
	人工林	年	人工林 ×年	定数項	101年 生以上 自然林	年	101年 以上自 然林× 年	定数項	101年 未満自 然林	年	101年 未満自 然林× 年	定数項	森林以 外	年	森林以 外×年	定数項	
サルナシ	0.01	+		-2.96	-0.02	+	+	-1.93		+		-2.33		-0.05	+		-2.20
その他哺乳類	0.02	+		-5.29	-0.01	+		-4.13									
ツルウメモドキ	-0.01	+	+	-0.09	-0.01	+	+	-0.58	0.03	+	+	-1.65	0.00	+	+		-0.80
鳥類	-0.01	+		-2.31	0.00	+	+	-2.71									
ウサギ		+		-2.92	0.01	+		-3.15		+		-2.92					
大型哺乳類	-0.02	+		-4.24	0.02	+		-5.74	0.02	+		-5.88					
ノネズミ類		+		-0.98		+		-0.98		+		-0.98					
ヤチネズミ類		+		-0.97		+		-0.97		+		-0.97		+			-0.97
モグラ類		+		-2.87		+		-2.87		+		-2.87					
両生・爬虫類		+		-26.7													

4. 考察

4-1. 地点の出現種数を代表するためには、解析する単位（年、トランセクト長）をいくつに設定すべきか？

今回解析を行ったように、年を固定した上で、トランセクト長を100m~1600mに延長した場合と、トランセクト長を100mに固定した上で、サンプルする年数を増やした場合の累積種数を検討すると、検討した範囲内では年もしくはトランセクト長を延長するほど種数が増加し、飽和するポイント（その地点を代表するポイント）を判断することは困難であった。また、糞の数と種数の関係から、年間100mトランセクトあたり、50~100個の糞を集めるとその地点から出現する種のほとんどが出現すると推定された。しかし、過去2006~2012年の7年間で、この基準を満たす数を採取できたケースはまれであった。すなわち、年ごと100mトランセクト単位で見れば、より多くの糞を集めると、まだ多くの種が出現する可能性が示唆された。そのため、100mトランセクトを単位として、テンの糞からでてくる種をすべて把握するためには、より多くの糞を集める努力が必要である。

小規模スケール（100m~1600mトランセクト）においてテンの食性の全体を把握できなかった原因としては、テンの食性が広く様々な餌を選択するため、食性全体を把握することが難しいというテンの特性が関係していると思われる。

4-2. テンの食性から見た森林の質の評価をできるのか？

テンの食性からみた森林の質の評価を行う際に、理想的な状況は、糞の中にある種が入っていれば、その周囲は●▲という特徴をもつ森という関係がはっきりしている状況である。関係がはっきりしているとは、●▲という特徴をもつ森にのみ、必ず出現（年変動も少ない）する種が多数ある状況である。本解析では、7年間のホンドテンモニタリングの成果を生かして、これらのデータから、糞の中に含まれていた餌生物の中にこのような種があるかどうかを検討した。

その結果、サンプル数が豊富にあった12種で解析した結果、すべての種で年変動があったこと、サルナシ、ツルウメモドキ、鳥類の3種では、年ごとに101年生自然林が周囲に少ない場所に出現しやすい年と、そうでない年があることが示唆されたように、環境と種の出現の傾向が年ごとに異なることがわかった。この解析結果から、赤谷の森林の質の評価をする手段として、ホンドテンの糞の食性を用いるのは難しいと結論づけた。

この原因としては、ホンドテンの食性が広く、様々な餌資源を様々な環境で様々な餌資源を利用することと、そのために餌資源を巡る多くの種との競合関係があり、同じ環境でも利用できる餌資源が異なるなどがありえること、餌となる生物の個体数もしくは豊凶などの年変動が大きいことなどが考えられ、これらの複数の要因が複雑に絡み合った結果が、ホンドテンの糞の中の食性を反映していると考えられる。そのため、森林の質の評価するための条件となる「特定の環境にのみ糞から見いだされる餌生物種」を見いだしにくく、生態学で一般的に言われているように、環境を指標する種としては、ホンドテンのようなGeneralistよりもSpecialistが適していることを表していると考えられた。

II. ホンドテンの食性を指標とした赤谷の森の環境評価方法の検討（林道単位の解析）

足立高行（有限会社 応用生態技術研究所）

1. 摘要

森林環境を指標する中型哺乳類であるホンドテン (*Martes melampus* 以下テン) を対象とし、その糞内容物から赤谷地域におけるテンの食性傾向を明らかにすると同時に、

- ①テンが生息する環境の解析
- ②テンから見た赤谷の地域的特徴
- ③同一ニッチ利用の他動物との関係

などの解明に努めた。加えて、上記の調査結果から自然環境の変動をモニタリングするインデックスを抽出し、赤谷プロジェクトが目標とする自然再生の状態を判断したり、それに近づくための指針づくりのための材料を得ることも目指した。

調査は、群馬県みなかみ町を南下する赤谷川の源流部地域一帯の国有林約1万ヘクタールを範囲とする「生物多様性保全地域」創出プロジェクトの活動の一環として実施された調査活動の一つである。

2005年度から2012年度までの8年間で採取されたサンプルは4198個。動物類では哺乳類から鳥類、両生・爬虫類、昆虫類から陸生貝類にいたるまでほぼ全ての種群に対する採餌が確認された。植物類ではサルナシ (*Actinidia arguta*)、ツルウメモドキ (*Celastrus orbiculatus*)、オオウラジロノキ (*Malus tschonoskii*) など漿果類が32種。その他イネなどの穀類や不明種が数種確認された。

2. はじめに

テンは、本州、四国、九州、対馬に生息し、北海道、佐渡島には人為的に持ち込まれている（細田・鏝1996）。また、日本の動物分布図集（環境省自然環境局生物多様性センター2010）によると、生息地は都市域を除き広範囲に分布し、平地から山地に至るまで多様な環境に生息している。

本調査では、テンの食性傾向を明らかにすることを主要な目的とし、対象地域の糞を採取し、その内容を解析した。これまでテンの食性に関する研究は、鈴木ほか1977（木曾駒）；近藤1980（芦生）；鏝・土肥1991（対馬）；Tatara and Doi1994（Tsushima Islands）；荒井ほか2003（久住）などがあるが、北関東地域の研究は少なく、まずはデータの蓄積を優先させた。

3. 調査の方法及び調査期日

2005年度に調査地域内を踏査し、植生概況やサンプリングを含む予備調査を実施し、雨見林道、無多子沢林道、赤谷林道、小出俣林道の4地域のメイン調査ルートを設定し、これらを中心に、中型哺乳類の糞のサンプリング調査を実施した。

ただし、小出俣林道や無多子沢林道地域に関しては、それぞれの沢沿いを不定期であるが調査ルートとした。また、上記以外に、赤沢林道、いきもの村などの他それ以外の調査で赤谷エリアに入った際のサンプルも全体の解析には取り入れた。

※調査地の地図挿入 図1 調査地（別添付資料）

3-1. サンプリング

調査対象地域内の調査ルートを踏査し、中型動物類の糞を目視にて確認し、ビニール袋に入れ回収した。この際、サンプリング場所を地図上に記録すると同時に、GPSを用いて位置を記録した。また、糞の分散状況や雨による洗脱状況などを記録し、さらに写真撮影も行った。

3-2. 調査期日

サンプリングを実施した期日及び他の調査で入っても有効サンプリングがあった日。さらに、溪流調査

や連続サンプリングなど通常のコースでないもの全てを網羅した。

2005年度【14日】 2006年度【47日】 2007年度【60日】

2008年度【50日】 2009年度【80日】 2010年度【76日】

2011年度【39日】 2012年度【38日】

以上、8年間で計404日のサンプリングを行った。

3-3. 分析手順

サンプリングした糞サンプルは冷凍庫で保管（赤谷・いきもの村）され、毎年12月末にまとめて冷凍状態のまま「応用生態技術研究所」に送付され、解凍→一部エタノールの液浸殺菌→乾燥処理された後に、乾式方式で検鏡→内容物の同定作業を実施した。



写真1：サンプルの乾燥風景

3-4. データ整理

内容物のデータ整理→分析・解析作業→エクセルデータとして整理。

尚、全サンプルは乾燥標本として応用生態技術研究所内に保管されており、不明とされたサンプルや同定に疑問が発生した場合など、また、不明とした後に判明したサンプルなどは再確認できるようになっており、これらは最新データに反映させた。

4. 調査結果

4-1-a. 全体のサンプル数

ダブルサンプリング（1つの糞が雨などで複数に分かれたものを個別の糞としてサンプリングとしたもの）の他、キツネやサル、鳥類、ホンDOIタチの糞などを除き、回収されたテンの有効サンプル数は8年間で4198サンプルであった。

表1. 経年有効サンプリング実数と調査一回の平均サンプリング数

調査年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
有効サンプル数	148	619	659	418	623	758	488	485
調査日数	14	47	60	50	80	76	39	38
日平均サンプル数	10.6	13.2	11	8.4	7.9	10	12.5	12.8

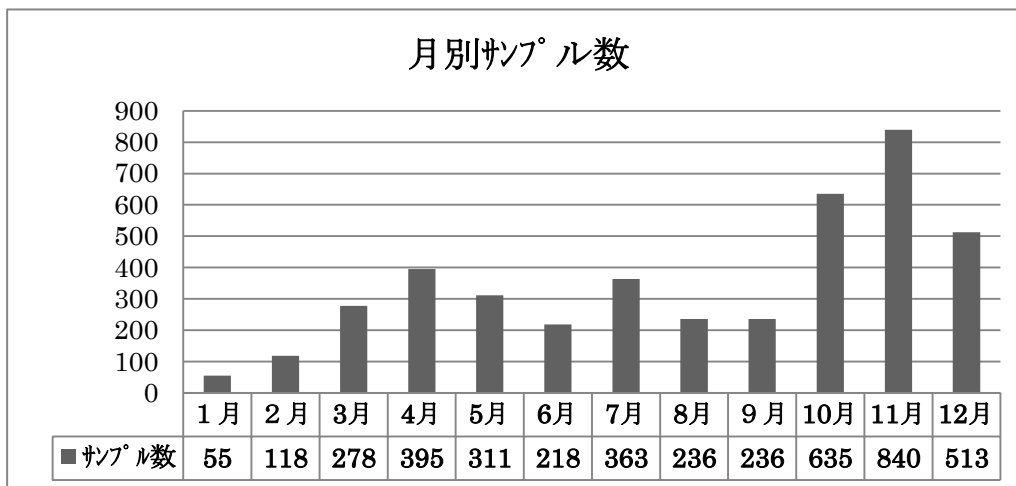


図1. 月別サンプリング実数 (n=4198)

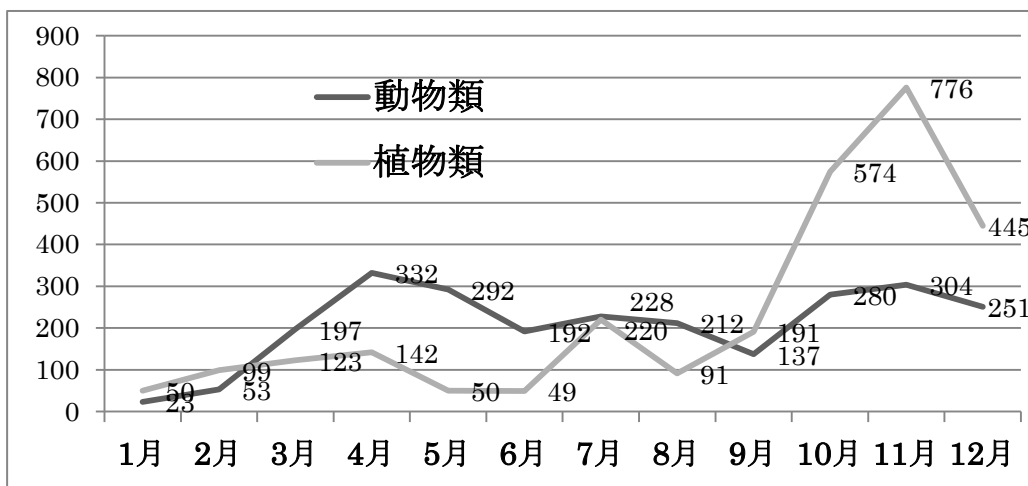


図2. 月毎の採餌動・植物出現数 (n=4198)

4-1-b. 各ルート調査地点のサンプル数

無田子沢林道, 赤谷林道, 雨見林道, 小出俣林道, の各林道別の有効サンプル数の経年変動を以下に示す。

表2. 各ルート調査地点のサンプル数の経年変化

	無田子沢林道	赤谷林道	雨見林道	小出俣林道
2006年度	312	138	63	110
2007年度	160	136	107	65
2008年度	73	134	56	12
2009年度	146	176	77	53
2010年度	283	220	136	62
2011年度	197	87	54	48
2012年度	221	75	25	52
集計	1426	974	449	337

4-1-c. 採餌動・植物の比率と傾向

採餌動・植物類に関してはその内容の解析に資する目的から、2005年度の予備調査のデータ 148 サンプルを加えて n=4198 を調査結果とした。

1) 動物類

動物類はネズミ類、ノウサギ、モグラ類など多くの哺乳類と鳥類、昆虫類、魚介類（サワガニや陸産貝類など）をはじめ両生・爬虫類まで幅広く採餌されていた。

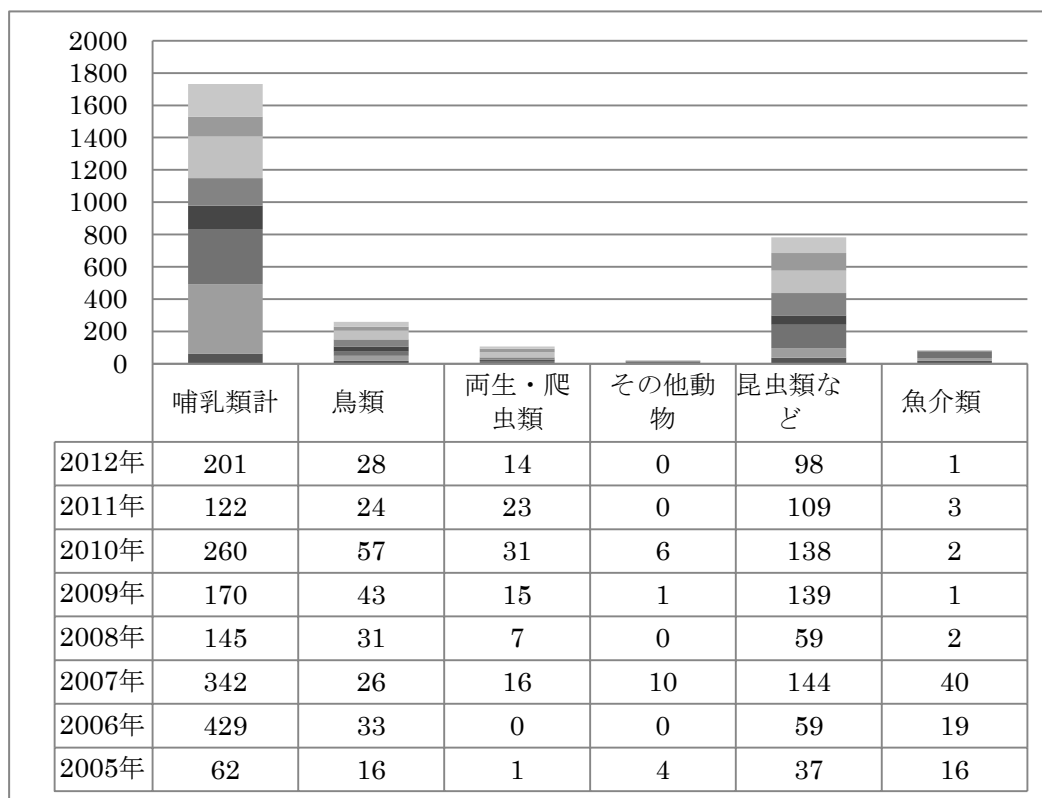


図3. 採餌動物類の経年累計 (2005年度～2012年度) n=4198

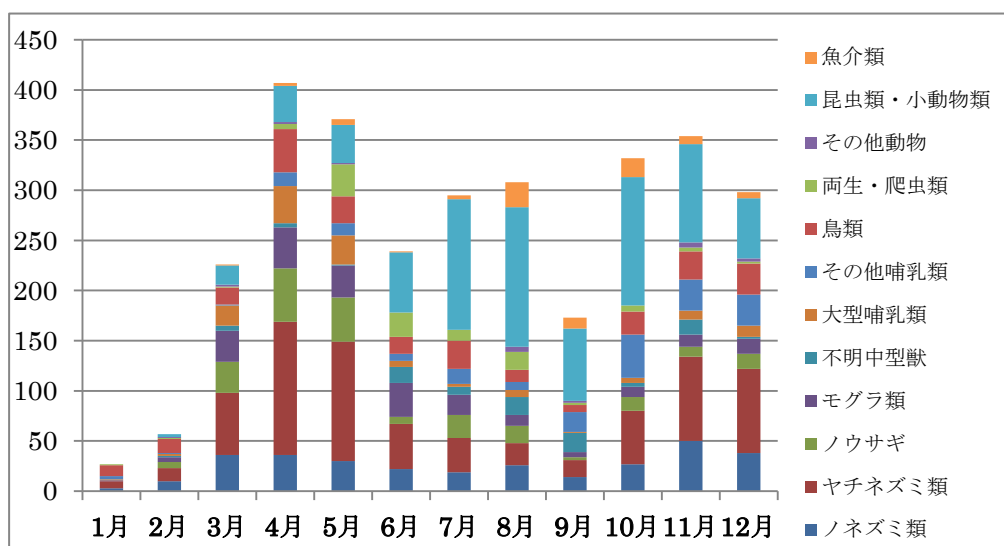


図4. 各動物類の月別出現数

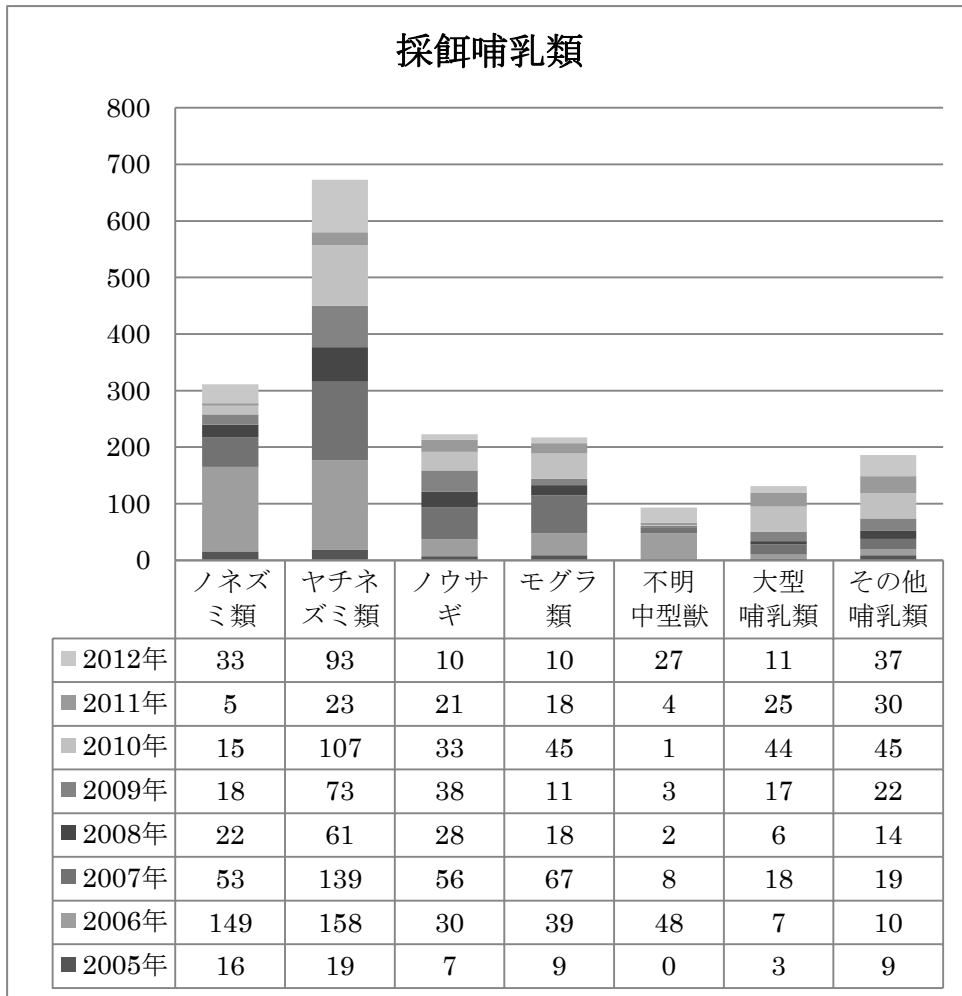


図5. 採餌動物類のうち哺乳類の経年変化

2) 植物類

植物類はサルナシ，ツルウメモドキ，オオウラジロノキ，ヤマグワなど32種類が確認された。

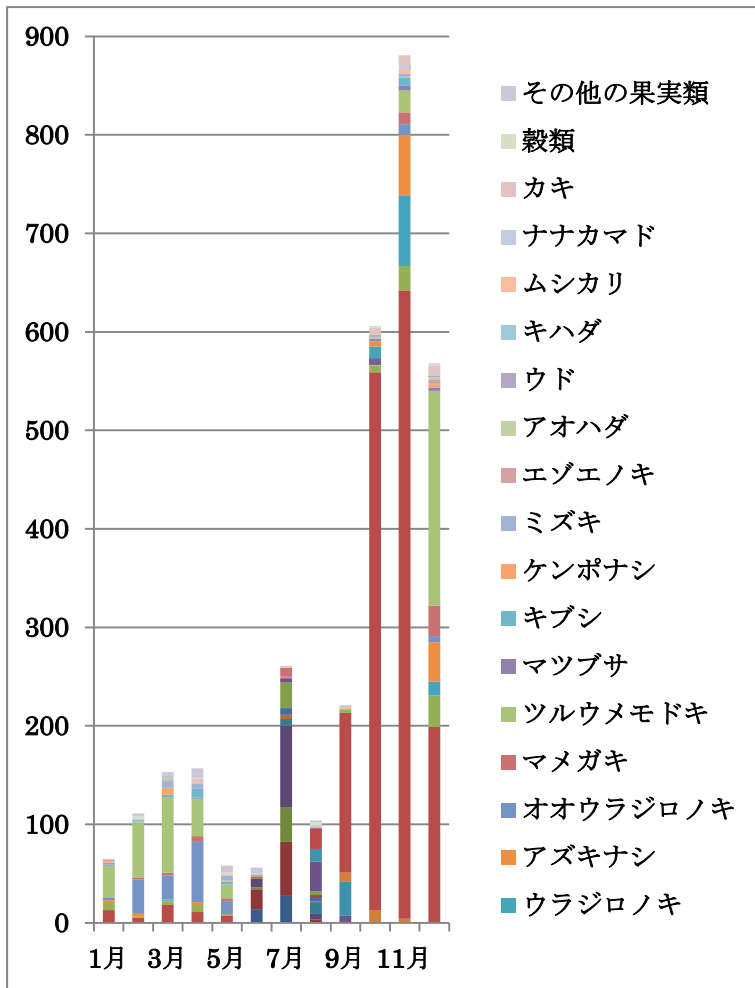


図7. 採餌植物類の月別累計 (2005年度～2012年度) n=4198

3) 動・植物比

A. 月別集計

採餌動・植物の出現数 (頻度) を月別に集計し, 比率で表した.

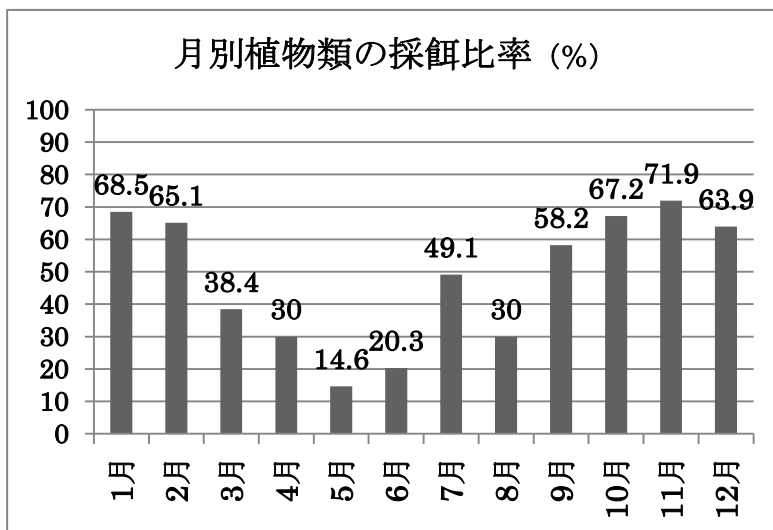


図8. 月別植物食の比率 (%) (2005年度～2012年度)

5. 考 察

5-1. サンプル数変動に関して

表1に経年有効サンプリング実数と調査一回の平均サンプリング数と、図1に月別サンプル数を示した。2005年度は予備調査であるので除外するとサンプル数は418~758 サンプル/年であった。これらの変動は、冬季では降雪および積雪の影響を直接受ける他、調査実施日およびその前数日間の天候条件によるところが多分に影響していると考えられる。雨量は降水量合計(300mm/M以上)と時間あたりの最大降水量(20mm/h以上)の場合のサンプリングには、糞の流出や発見率の低下など多大な影響が現れる(足立他2002)ことによると考えられる。たとえば、2011年では、7月、9月。2012年では、6月、7月、8月、9月などがこれらに当たっている。したがって、調査に入ってもほとんどサンプリングできないこともある。ただし、調査日数を考慮すると、7.9~13.2 サンプル/日となっており、天候による影響を調査日数により補完していることがうかがえる。

図1の月別サンプリング数に注目すると、3~5月と10~12月の二つのピークが認められる。図2を参考にすると初夏期のピークは動物類が、秋期の植物類の採餌が主体になっている。具体的な採餌の内容は後段で述べるが、概観すると、4月から12月にかけての動物類は平滑的でさほど上下していない。一方、植物類は9月まで低く、10月から一気に上昇する傾向を見せている。こうした植物類の採餌傾向が二つピークを表出する結果をもたらしていると推定される。ただし、ここで注意しなければならないのは本サンプリング調査の特徴の一つであるタイムラグの発生である。前出の(足立他2002)によると、糞は雨などの影響を受けない限りかなり長い間存在し続けることになるため、サンプリングした時点でのデータは長いもので1ヶ月前のものである可能性がある。従って、3~5月のピークは2~4月、10~12月のピークは9~11月となると考えられる。たとえば、2007年の4月期のサンプル81サンプルに注目するとノズミ類、ノウサギ、モグラ類など哺乳類で全体の90%以上を占めており、この時期にこれらを集中的に採餌することはもちろん、積雪下に冷凍保存されていた糞がこの時期にサンプリングされていることを示していると考えられる。一方、9~11月のピークは図2からも明らかなように植物類に集中している。しかも、サンプル数は4月期の2倍以上に達し、個体数の集中を予感させるサンプル数を示している。テンの出産は4~5月で、約2ヶ月間の授乳期を経て、4ヶ月後にはほぼアダルトと同じ体格にまで成長し、自分で獲物が捕れるようになる(細田・鏞1996)とされている。この時期は春期生まれた個体が成長し親離れをする時期であり、同一エリアでの生息個体数が増加している可能性がある。また、同時期これら若い個体や非定着個体が分散移動する際の経路としてそれぞれの沢筋を空間利用している可能性も示唆(田悟他2013)される。さらに、採餌植物に注目する。2012年10月8日、14日の無多子沢林道ではサンプル数161サンプルの97.5%。

同11月10日の小出俣沢のサンプル数91サンプルの内のじつに98.9%がサルナシを含んでおり、極度の集中を見せている。これはテンが明らかにサルナシに誘引されていることを意味しており、サルナシが主として沢筋から斜面上部を指標する植物であることを考慮すると必然的な結果であろうと思われた。尚、サルナシは野生動物の餌として重要な位置にありニホンザル(*Macaca fuscata*)やツキノワグマ(*Ursus thibetanus*)が好んで大量に摂食して種子散布貢献している(小池2006)。

5-2. 赤谷地域の採餌内容の季節的特徴

図2、図3、図7から赤谷地域の採餌の季節変動を概観してみる。

◇特徴的な採餌傾向は植物類が秋季特出すること。

◇冬季から春季に掛けてはネズミ類が、夏季からは昆虫類が優占する。

【春季】動物類ではネズミ類がずば抜けて優占。植物類ではツルウメモドキとオオウラジロノキが採餌されるが多くはない。

【夏季】動物類では昆虫類が集中的に採餌され、春季の約3.5倍の採餌頻度となる。初夏~夏季に掛けてはサクラ類やイチゴ類のほか、短期的ではあるがヤマグワなどが目立つ。

【秋季】動物類では晩秋にネズミ類がやや多くなる。植物類はサルナシが他を圧倒して特出。全植物種出

現数 3,241 の約 50%を占める。

【冬季】積雪のためサンプル数が少ないが、動物類では相対的にネズミや鳥類が目立ち、植物類はサルナシとツルウメモドキが目立つ。

これらの状況を、中部地方山梨県乙女高原＝標高は約 1,700m と比較し、赤谷地域の特徴を考察する。乙女高原はシラカバ、ダケカンバ、ミズナラ、ブナなどが生育する亜高山帯の夏緑林帯で、一部に高茎草原となり、初夏にはレンゲツツジやアヤマなどが咲く地域である。尚、冬季は積雪のためサンプリングは不能となる。

採餌傾向を山梨地点と比較すると、動物類ではほぼ同様の傾向を示すものの、植物類ではサルナシの他ヤマブドウの比率が高く、赤谷地域ではこのヤマブドウが全てサルナシに置き換わっている状況である。確認された植物種は赤谷地域で 33 種類、山梨では 21 種類に止まっている。

以上のことから、赤谷地域の特性は

◇動物類では冬季～春季にかけてネズミ類のウエイトが高いという特徴がある。この傾向は、特に 3 月～5 月に顕在化するがこれは冬季～春季にかけての採餌植物が極度に制限されていることによると考えられる。この傾向は全国的に共通しているが、九州地域の冬季（例えば福岡県小石川の 1 月期・足立未発表）ではモチノキ、ヒサカキ、ムベ、サルナシ、ムクノキ、エノキなどが採餌され、赤谷地域ほどの集中は見られない。ネズミ類への集中傾向は中部以北で、また、高標高の夏緑林で見られる傾向である。

◇秋季のサルナシへの極度の集中。中部地方の山梨県ではヤマブドウ、新潟県佐渡ではカキ、ヒサカキなどに分散し、赤谷地域ほどサルナシには集中する傾向は認められない。データを見る限り赤谷地域でもオオウラジロノキ、ウラジロノキ、アズキナシ、ヤマブドウなどが同時期に採餌されている。しかし、サルナシへの集中は他を圧して特出しているのである。推測の域を出ないが赤谷地域ではサルナシの生育量が他地域を圧して多量に存在するか、同地域に生息するテンがサルナシに誘因される傾向が特に強いと思われる。

さらに、図 8 から、テンは年間を通して動物質と植物質両方を季節に応じて利用していることがうかがえる。春季のネズミ類と夏季の昆虫類以外は植物類の比率が高くなっている。そして、こうした全体的な傾向は、他所でもほぼ同様な傾向を見せており赤谷地域だけの独自性は認められない。

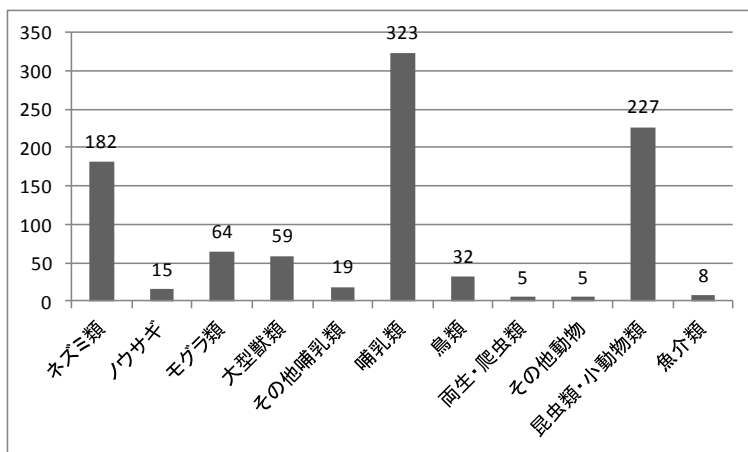


図 9. 山梨の採餌動物類 (n=756)

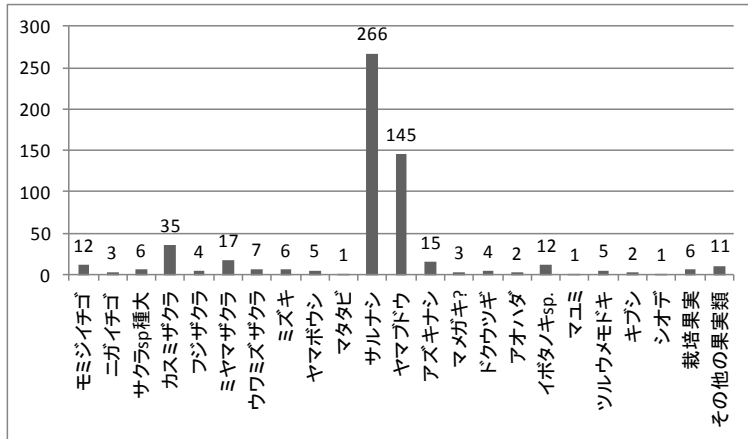


図10. 山梨の採餌植物類 (n=756)

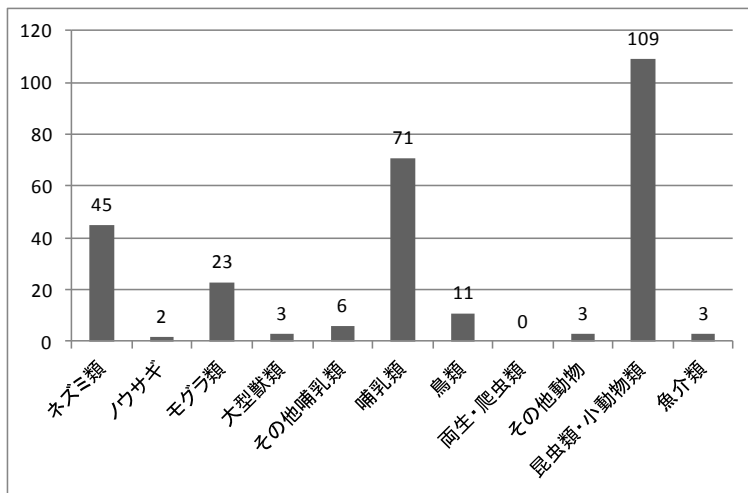


図11. 山梨の採餌動物類 (4月～5月)

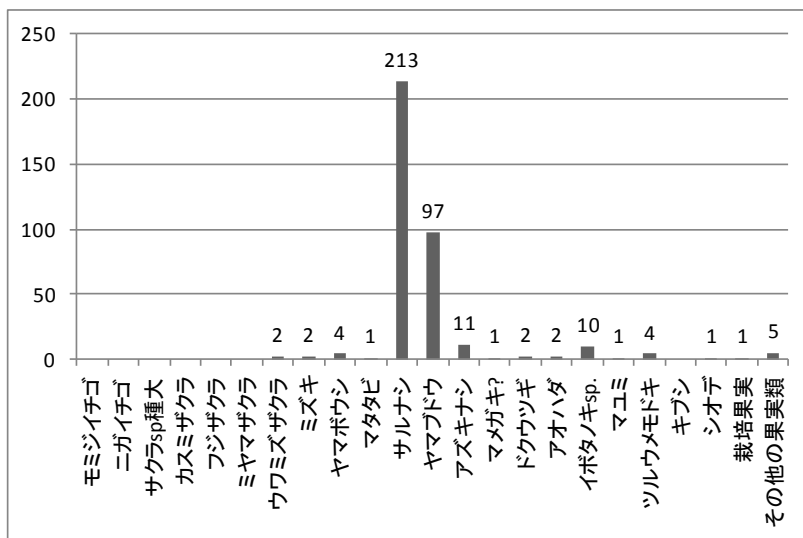


図12. 山梨の採餌植物類 (9月～1月)

5-3. 赤谷地域の採餌動・植物類の特徴

1) 動物類

採餌される動物類に関しては、種同定が困難な場合が多く、全体的には網レベルに止め、哺乳類などある程度分類可能な種群に関する目レベルとした。したがって、全国的に比較しても採餌される種群その

ものに差異が発生することなく、同様の種群が採餌されている。

図3から、赤谷地域は4～5月ネズミ類、7～12月昆虫類が中心となっているが、図9、図11の山梨では通年で昆虫類が採餌されており、4月～5月はすでに昆虫類がかなり高い頻度で採餌されている。この傾向は佐渡でも同様となっている（足立2012）。これらから類推すると、赤谷地域のファウナ構成に関して昆虫類相の種数もしくは生息個体数が少ないと推測される。しかしながら、昆虫類は採餌頻度こそ高いものの、栄養価ベースで絶対量が満たされているとは考えにくく、あくまでも副食的な添え物であろうと考えられる。

一方、図4、図5から哺乳類に対する採餌比率が高く、中でもネズミ類への高い採餌傾向を示している。ネズミ類は主としてヒメネズミ、アカネズミ、スミスネズミなどを含んでおり、特に冬季～早春季果実などの植物類が強く制限される期間には、高い依存性を示すと共に、ネズミ類に対する天敵として機能していることがうかがえる。これは、赤谷地域の生態系の特徴の一つを示しているものとして注目される。

さらに、大型哺乳類に対する採餌頻度の上昇で、年度毎に上下するものの2010年には2006年度の約6倍の達している。大型哺乳類にはツキノワグマ、ニホンカモシカ、ニホンジカ、イノシシが含まれるが、ここ最近では、ニホンジカ、イノシシの2種が目立っており、これらの生息個体数の増加が関与していることを示唆している。

2) 植物類

図6から明らかにサルナシの特出が読み取れる。前項の採餌内容の季節的特徴でも述べたとおりで、特に9月～11月に集中している。採餌が確認されている植物種は32種にのぼっているが、サルナシの1620サンプルと比較するとツルウメモドキが約25%、次はオオウラジロノキで10%に満たない状態であり、その集中度合いが理解される。サルナシへの採餌集中傾向は程度の差こそあれ全国的にどの調査地でも認められており、赤谷地域だけの特徴ではないが、これ程サルナシ1種に集中を見せるのは赤谷地域の特徴である。表3にサルナシとツルウメモドキの2種の経年変化を示した。これによると、2006年度こそツルウメモドキに対する採餌頻度が高くなっているが、2007年度からはサルナシに集中しており、多い年では23.5倍に達している。また、ツルウメモドキではサンプル数に年ごとの差が顕著であり、豊凶の影響が考えられる。サルナシに関しても年ごとの差はあるものの緩やかに豊凶の大きな影響がないと考えられる。これらのことから、赤谷地域に生息するテンはこのサルナシの存在に多大な依存性を示している可能性を示唆してもよいと考えられる。

このサルナシに関しては、地点別調査の小出俣林道と無多子沢林道地域でも集中的に採餌されており、表4にまとめた。いずれの沢筋にもサルナシが豊富に生育しており、2006年～2012年までに小出俣林道164サンプル、無多子沢林道590サンプルとなっている。無多子沢林道は林道と河川の高低差が少なく一体的な地形になっておりサルナシの生育地と林道はほぼ一体である。これに対し小出俣林道は河川がU字型にめぐれており、距離も離れている。このため2011年の10月と2012年11月の2回小出俣沢の調査を実施した。この結果それぞれ73サンプルと90サンプルを得ている。つまり、両地点は地形に差異はあるものの沢と林道を含む地域はサルナシを十分に供給できるポテンシャルを有していると考えられる。テンは本来森林系の環境を指標する傾向が強い動物であるが、河川沿いにはサルナシが存在し、重要な採餌空間として機能していると考えられる。

一方、その他の採餌植物に目を移す。赤谷プロジェクトエリア高等植物目録（長島他 未発表）から、別添付資料「赤谷地域の漿果類リストとテンの採餌植物」を作成。テン糞から得られた植物類を整理した（出現が1回のみで疑問が残る種ミヤマタタビとエビガライチゴの2種に関しては本文中の解析では除外してある）。これによると赤谷地域では89種近くの採餌可能植物種が存在することになる。しかし、これまでの調査で確認されている採餌植物種は32種（+疑問種2種）に止まっており、今後共調査が進行すると、新たに採餌植物が入ってくるが考えられる。しかしながら、他地域の事例を考慮するとこれらの植物種が主要な採餌植物になる可能性はなく、テンの採餌植物種のはほぼ全容を包括していると考えられる。ただし、今後三国街道地域の調査が進むことにより高山稜線部に生育する植物種は追加されることが考えられる。

5-4. 各地点の経年変動とその状況

無多子沢林道、赤谷林道、雨見林道、小出俣林道のサンプリング状況を表2に整理した。各地点のサンプル数の違いは、

- ・食物の存在（種類と量）
- ・テンの生息個体数（密度）と種内関係
- ・天敵関係や種間関係など

が大きな影響として現れていると考えられる。特に、自然の中で生活していく動物たちにとって食物の存在は生死に直結する重要な必要条件である。餌となる動物類は移動や生息密度が変動。植物類では年ごとに豊凶などを繰り返しており、これらを原因としてサンプルの数や内容物に調査地域ごと、調査年度ごとの変動をみせているものと考えられる。赤谷の各地域のこうした食物のあり方の違いが表出した結果であると考えられる。以下各地点の特徴を概説する。

無多子沢林道

サンプリング数の推移は、2008年度を底にしたV字型の線形を示しており、2010年度にサンプル数としては2006年度のレベルに戻ってきたが、2011年度はやや低下し、2012年度再度上昇に転じている。2012年度は2011年度多かったウラジロとアズキナシが消え、例年レギュラーのツルウメモドキもわずか8サンプルと極めて少ないなど変動は大きいものの、サルナシの特出は例年通りである。一方、動物類では本地点が他地点に比べサンプル総数が多いということもあるがネズミ類、モグラ類、鳥類が明らかに他の地点より多いという特徴がある。

赤谷林道

この地点は、全体のサンプル数は無多子沢林道地点よりも少ない(61.3%)。にもかかわらず動物類の中でも哺乳類が多くネズミ類は特出。その他ノウサギ、モグラ類のサンプル数の比率は他地点よりも高いという特徴である。また、昆虫類が夏期だけではなく秋期に時として多く見られるのもこの地点ではそれ程珍しいことではない。一方、植物類はサルナシがほとんどであるが、この地域ではツルウメモドキの他アズキナシ、オオウラジロノキ、マメガキなどが目立って多いという特徴もある。この動物類の多さや植物類の出現傾向は赤谷地域の典型的な型を示している地点であると思われる。

雨見林道

赤谷地域の調査地の中では一番サンプル数の少ない地点である。直近の2011年度の採餌植物は9種類、2012年度は植物類では2種14サンプルと極めて低水準。この雨見林道地点は東北側に沢が林道に並行して走っており、沢筋を踏査した限りでは、他の調査地域と同等の液果類の植物が生育しており、周辺には植林地が多いものの林道沿いにはイチゴ類やクマヤナギ、そしてクワなどが他の地域と比較しても遜色ないレベルで生育している。確かに周辺の植林比率が高く、餌植物は限定的と思われるが、それにしても2012年度状況は貧弱である。もちろん、テンに対するバックグラウンドの環境収容力の貧弱さの反映と考えられるが、この地域の特性である野犬の存在や、車両の走行量など人為的な影響がインパクトとして存在しているものと考えられる。

小出俣林道

冬季の雪上調査では動物類の足跡は種類、数とも赤谷地域の他の調査林道とほぼ変わらないのだが、採餌動物類のサンプル数は少ない。また、植物類のサルナシ1種への集中などの傾向は赤谷地域全体の傾向と同様である。雨見林道地域と同じように林道沿いには採餌可能な植物類が生育しているにもかかわらず、この地域のサンプル数がこれ程少ない理由は不明である。採餌できる動・植物の生息、生育状況だけでは説明できない理由の存在が示唆されている。しかし、平行して流下する溪流沿いにはサルナシの大木が多く生育しており、2011年度および2012年度の沢調査では、同時期の小出俣林道の約4倍～5倍のサンプル数が得られている。これらはほぼ前出の無多子沢林道とほぼ同程度のサンプル数である。こうした現象は前項で記載したとおり、この小出俣地域が林道周辺および沢を含む全体として重要な採餌空間として機能していることを意味していると考えられる。

以上テンから見た赤谷地域の各渓谷の特性をまとめると、

調査対象としてきた赤谷地域の各河川環境は、植林地が多く人為圧の高い＝雨見地域、河川と林道が近接し採餌植物類も多い＝無多子沢地域、赤谷地域を代表する植生タイプの山地V字型渓谷を示す＝赤谷地域、U字型の渓谷環境が採餌植物を提供している＝小出俣地域とそれぞれ多様な特徴を有している。

前項までの考察からテンの糞内容物の解析は、沢ごとに特徴的な種組成を持っていた。しかし、テンの食性と周辺環境との関係はあると思われるものの、現時点では推察の域をでない。

6. まとめ（100m トランセクトスケールの解析（Ⅰ）、林道スケール（Ⅱ）全体）

森林生態系や生物多様性を総合的に評価することは難しく、項目によっては調査方法や解析手法が確立されていないものもある。このため、先ずモニタリング手法の検討から開始することになる。本調査もこうした状況下の中で開始された。

森林環境を指標するテンの採餌内容物をもとに、「自然環境の変動をモニタリングする」解析に取り組んだ。そして、この解析結果から赤谷プロジェクトが目標とする自然再生の状態を判断することを目指した。以下が調査テーマとなる。

- ・調査方法および指針の開発
- ・赤谷の森のホンドテンの採餌傾向の把握
- ・自然環境の変動と採餌傾向の関連づけることを目指す。

本報告書において2005年から2012年の8年間の調査結果をまとめた。調査対象とした地域全体のテンの採餌状況や生息環境の状況はある程度把握。加えて、同一地域内でも沢筋ごとの差異を把握することはある程度可能であるという結果は得られたと考えられる。しかし、樹木伐採など変動地域が限定的な場合にはこれに対応できないことも判明した。今後はこれらのデータや調査結果を赤谷プロジェクトの中でどう生かしていくかということが課題となってくる。

6-1. 成果—赤谷地域のテンの採餌傾向

継続調査によって、以下のような赤谷におけるテンの採餌傾向が判明した。

◇年間を通じた採餌動物類／ノネズミ類、ヤチネズミ類などネズミ類が中心的な採餌動物になっていることが判明。

◇年間を通じた採餌植物類／採餌植物類32種（疑問種含まず）が判明。中でもサルナシへの強い依存性が判明。

◇上記から、季節的な採餌動・植物の内容変動などが判明。これを元に「赤谷の地域のテン食物カレンダー」を作成。

◇サンプル数の季節変動のパターンからテンの生息個体が季節変動している可能性を確認。

その他

◇沢地形の相違とサンプル数、採餌内容物の相違が判明。ただし、その原因は未解明。

◇他地点との比較によって、採餌動・植物はバラエティに乏しい。

以上、赤谷地域に生息するテンの採餌傾向の多くが判明した。テンは赤谷の森の生態系の中で前項までに掲載した動・植物を餌とする採餌動物として、また、天敵であるイヌワシに対しては被採餌動物として位置している。特に、採餌動・植物に対しては生息数制御や種子分散などの影響を見なければならないが、これらは今後の課題として、赤谷地域に生息するテンの採餌傾向を他地域と比較し検討すると、明らかに動物類のネズミ類と植物類のサルナシの2種類への極端な依存傾向が確認された。

6-2. テンから見た赤谷の森の生態系評価

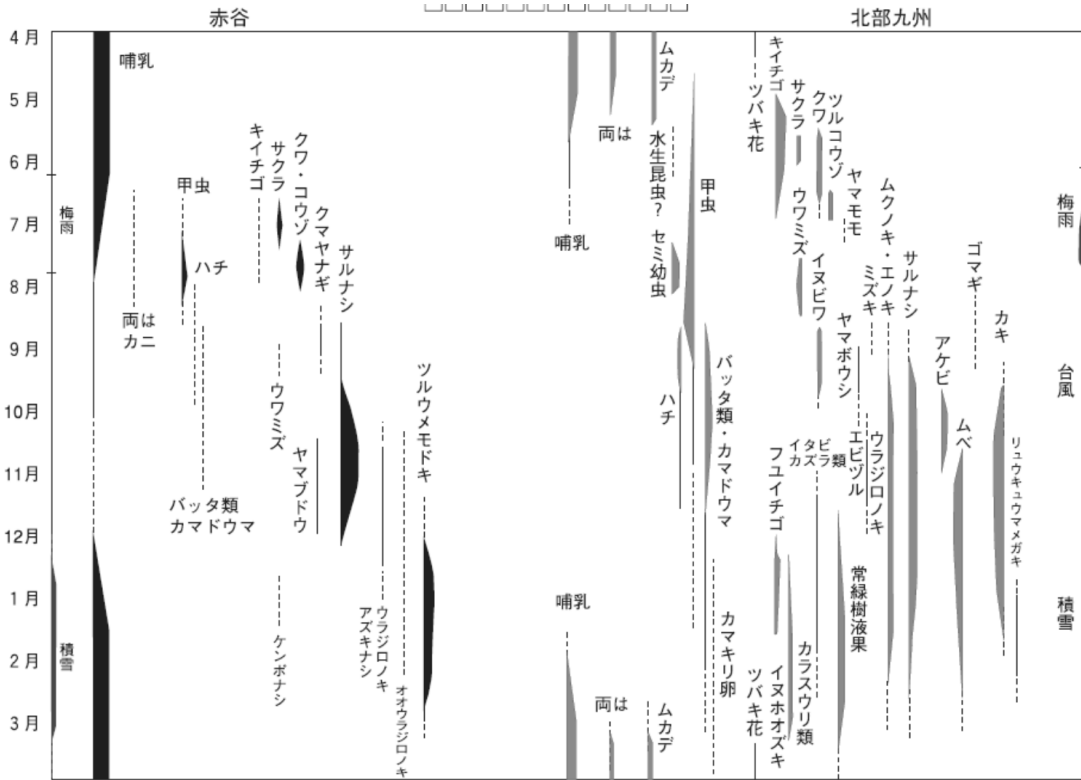
赤谷プロジェクトが目標として展開している人工林から自然林への復元事業が、設定通りに進んでいるのかをモニタリングし評価、判断するため、これまでの実施してきた採餌動・植物を指標としたホンドテンモニタリングの方法では難しいと判断される。しかし一方で、今回の調査で未解明となっている課題へのアプローチや赤谷の森の生物多様性を理解するための研究は今後とも必要だと考えられる。

7. 謝 辞

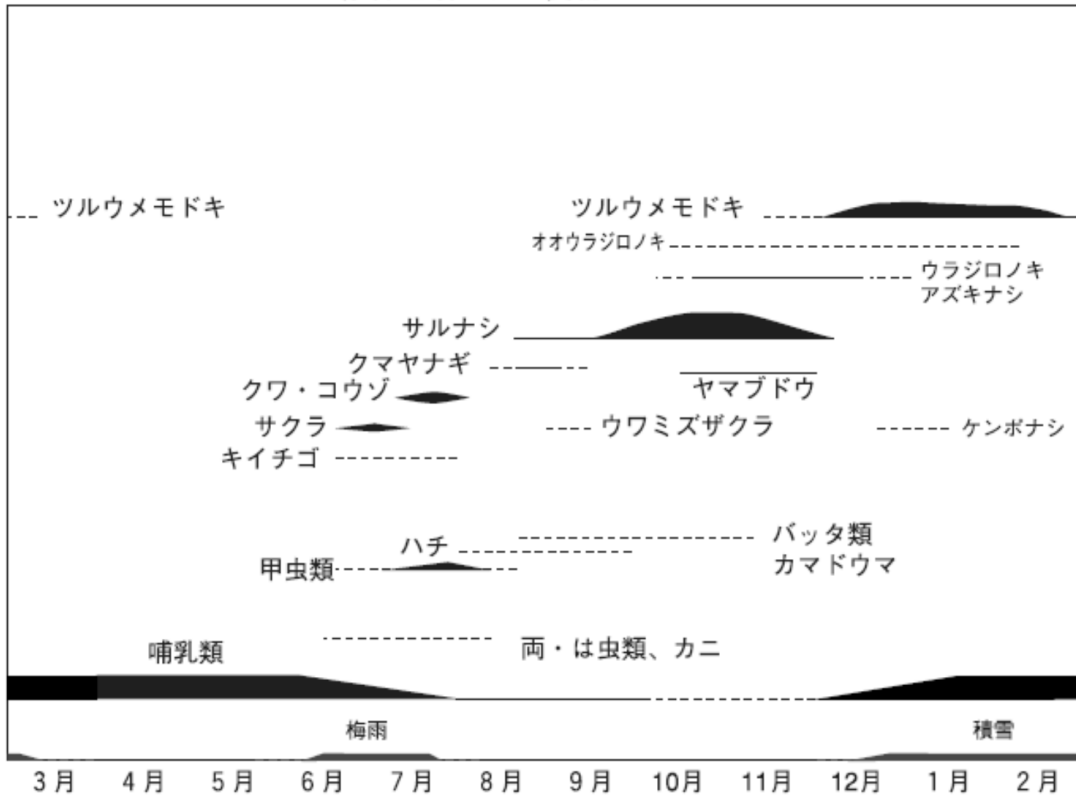
本調査のサンプリングに関しては赤谷プロジェクトのサポーターのみなさま、中でもテンモニ隊のみなさま、赤谷森林環境保全ふれあいセンターの職員のみなさま、赤谷プロジェクト地域協議会のみなさま、日本自然保護協会の赤谷プロジェクト担当者のみなさま、その他多くの方々に協力、アドバイスをいただきました。ここにお礼を申し上げますと共に深く感謝をいたします。

8. 参考文献

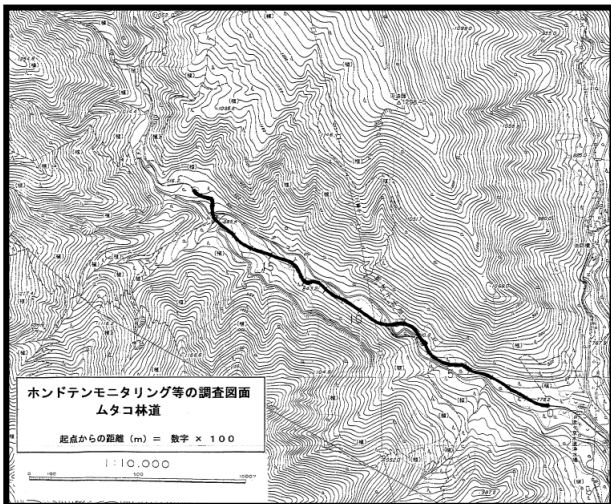
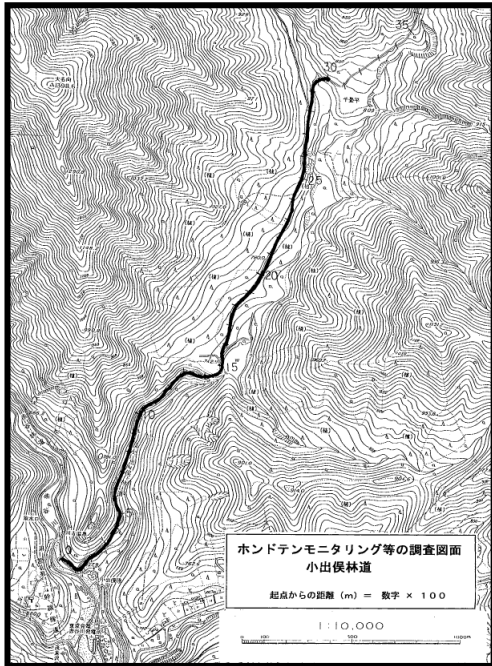
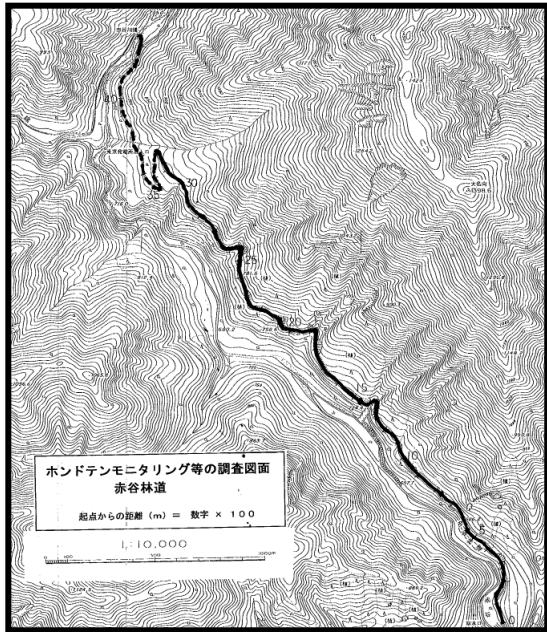
- 阿部 永・石井信夫・金子之史・前田喜四雄・三浦慎悟・米田政明. 1994. 日本の哺乳類. 東海大学出版会, 東京, 195pp.
- 足立高行・荒井秋晴・桑原佳子. 2002. 自然条件下におけるイタチ科の糞の消失速度. 日本哺乳類学会講演要旨集
- 足立高行・荒井秋晴・桑原佳子. 2007. 夏緑林におけるテンの食性の地域差—北部九州と関東周辺—. 日本動物学会・日本植物学会・日本生態学会九州支部(地区)合同大会講演要旨集.
- 足立高行・桑原佳子. 2012. 佐渡トキ野生復帰ステーション周辺におけるテン及びホンDOIタチの糞分析による採餌傾向の解析. SADO 環境科学研究所報告
- 荒井秋晴・足立高行・桑原佳子・吉田希代子. 2003. 久住高原における *Martes melampus* の食性. 哺乳類科学 第43巻 第1号 pp.19-28.
- 荒井秋晴・足立高行・桑原佳子・田子和巳・中村匡聡・松村 弘. 2008. 森林環境評価のための指標種としてのテン. 「水源地生態研究会議 森林生態研究委員会」10周年記念報告
- 大津正英. 1972. テンの冬期の食性. 応動昆, 16:75-78.
- 小池 伸介. 2006. 森林生態系における動物が植物の種子散布過程に果たす役割に関する研究—主に中、大型食肉類を中心とした他の生物種との生物間相互作用について—(研究助成・一般研究 VOL. 28-NO. 163)
- 鈴木茂忠・宮尾巖雄・西沢寿晃・志田義治・高田靖司. 1976. 木曾駒ヶ岳の哺乳類に関する研究第II報 木曾駒ヶ岳東斜面低山帯上部におけるホンDOIテンの秋季ならびに冬季の食性—特に糞の内容の分析を中心として—. 信州大学農学部紀要, 13:21-42.
- 鈴木茂忠・宮尾巖雄・西沢寿晃・高田靖司. 1977. 木曾駒ヶ岳の哺乳類に関する研究第III報 木曾駒ヶ岳東斜面低山帯上部および亜高山帯におけるホンDOIテンの食性. 信州大学農学部紀要, 14:147-177.
- 田悟和巳・荒井秋晴・松村 弘・中村匡聡・足立高行・桑原佳子. 2013. 糞から抽出されたDNAを用いたテン *Martes melampus* の個体数推定. 哺乳類科学 第53巻 第2号 pp.311-320.
- Tatara, M. 1994a. Notes on the breeding ecology and behavior of Japanese martens on Tsushima Islands, Japan. J. Mamm. Soc. Japan, 19: 67-74.
- Tatara, M. 1994b. Ecology and conservation status of the Tsushima martens. In (S.W. Buskirk, A. S. Harestad, M. G. Raphael and R. Powell, eds.) Martens, sables, and fishers: biology and conservation. pp.272-279, Cornell University Press, Ithaca.
- Tatara, M. and T. Doi. 1991. The present ecological status of the Tsushima marten. In (N. Maruyama, B. Bobek, Y. Ono, W. Regelin, L. Bartos and P. R. Ratcliffe, eds.) Wildlife Conservation. pp. 144-147, Japan Wildlife Research Center, Tokyo.
- Tatara, M. and T. Doi. 1994. Comparative analyses on food habits of Japanese marten, Siberian weasel and leopard cat in the Tsushima islands, Japan. Ecol. Res., 9: 99-107.
- 鑪 雅哉・土肥昭夫. 1991. ツシマテン. (長崎県教育委員会編, 長崎県文化財調査報告書 第102集 対馬天然記念物緊急調査報告書) pp.105-126, 長崎県, 長崎.
- 関東森林管理局・(公財)日本自然保護協会. 2006~2013. 三国山地/赤谷川・生物多様性復元計画(赤谷プロジェクト)自然再生推進モデル事業報告書



赤谷地域のテン食物カレンダー



科名	種名	備考	糞内現認	赤谷林道	小出俣林道	無田子林道	雨見林道	三国街道	いきもの村	他地域の事例	鳥分散	文献による分布	
	ガマズミ										○	(赤)	
	コバノガマズミ										□	○	
ユリ科	シオデ										△	○	(赤) (毛)
	ツバメオモト												(毛) (大) (黒) (三)
	マイヅルソウ												(赤) (毛) (万) (仙) (平) (大) (三)
	ヤマトユキザサ												(赤)(毛)
	ナルコユリ										△		
	ミヤマナルコユリ												(笹)
	オオバタケシマラン												(赤) (毛) (笹)
	タケシマラン												(赤) (万)
	ヒメタケシマラン												
	エンレイソウ										○		(赤) (毛)
	ミヤマエンレイソウ												
ラン科	ツチアケビ										△		
2	14		0	0	0	0	0	0	0				
		高山稜線部											
		糞内のみ確認											
												▲:出現1回のみ	△:稀
		赤谷・三国峠以外の高山種，変種を除く											



付図1. 踏査ルート図 (黒線が踏査したルート、赤谷林道の点線の範囲は、時間がある時だけ踏査するルートを示している)

4. 赤谷におけるツキノワグマの分布状況

藤田卓（日本自然保護協会）

1. 目的

ニホンツキノワグマ *Ursus thibetanus japonicus* (以下、ツキノワグマと呼ぶ) は、生息密度や繁殖率が低いことから、生息環境の減少や捕獲などの影響を受けやすく、絶滅の危機に瀕している個体群がある一方で、人間への危害や農林業被害のため、補殺を含めた個体数調整が行われている(環境庁自然保護局野生生物課, 1991)。しかし、このような個体除去は対処療法であり、ツキノワグマを含めた地域生態系を保全するための保護管理は行われていない。野生動物の適正な保護・管理を行うには、地域個体群の生息分布・行動圏・食性・個体群動態などの基礎的なデータの蓄積が必要である。

ツキノワグマは森林生態系における食物連鎖の最高位に位置する種のひとつであり、本種が生活できる生態系の中ではピラミッドの傘下の多くの生物種が生存しているため、生態系の保全、生物多様性の指標となる(アンブレラ種)。プロジェクト・エリアにおけるツキノワグマの個体群動態を把握することができれば、赤谷プロジェクトで進める生物多様性復元事業の効果を客観的に評価する素材の一つとなる。

本年度は、上記に挙げた課題に取り組むための基礎調査として、ツキノワグマの地域個体群の生息分布把握に資する情報を収集した。

2. 方法

ツキノワグマを直接観察するため、2008年5月2日～4日(踏査範囲:保土野林道、赤谷林道、小出俣林道の起点から終点)、2009年4月25～26日(踏査範囲:保土野林道、赤谷林道、小出俣林道、治部歩道(うだっばら牧場～唐沢山～猿沢)、姉山林道)、2010年4月24～25日(踏査範囲:雨見林道、赤谷林道、小出俣林道)、2011年4月29～30日、5月6～8日(踏査範囲:赤谷川および小出俣川沿いに定点調査)に目視調査を実施した。

この期間に調査を行った理由は以下の2つある。1つ目は広葉樹の葉が展開し始めた時期であることから林床まで観察が可能であること、2つ目はツキノワグマが樹幹に登って新芽を食べる時期にあたるため、本種を発見しやすいためである。

なお、本調査は、赤谷サポーターの全面的な協力の下で行われた。また、この調査以外にも目視で直接観察した個体の情報収集に努めた。

3. 結果及び考察

2008年から2011年の間の春の定点目視調査の結果、各年の最大同時確認個体数をまとめると、2008年5月4日に2個体、2009年4月26日の4頭、2011年4月29日の6頭(おそらくすべて別個体と推定されるが、他の一部の個体は同一個体である可能性が残されている)。天候の影響などから、各年の調査努力は異なるため、4年間の最大同時確認個体数を比較することはできないが、これらの結果から、赤谷プロジェクトエリアには、4月～5月に少なくとも2～6頭生息していることがわかった。

今回の調査で把握された分布情報が、調査対象地域全体内におけるツキノワグマの分布をどの程度把握できたのかは不明である。近年、カメラトラップ法を用いた個体数推定法が確立されつつある。今後は、本種の分布やその動態を長期的に観測できるように、効率のよい調査方法を検討する必要がある。

4. 引用文献

環境庁自然保護局野生生物課. 1991. 日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—(脊椎動物編). 日本野生生物研究センター, 東京.

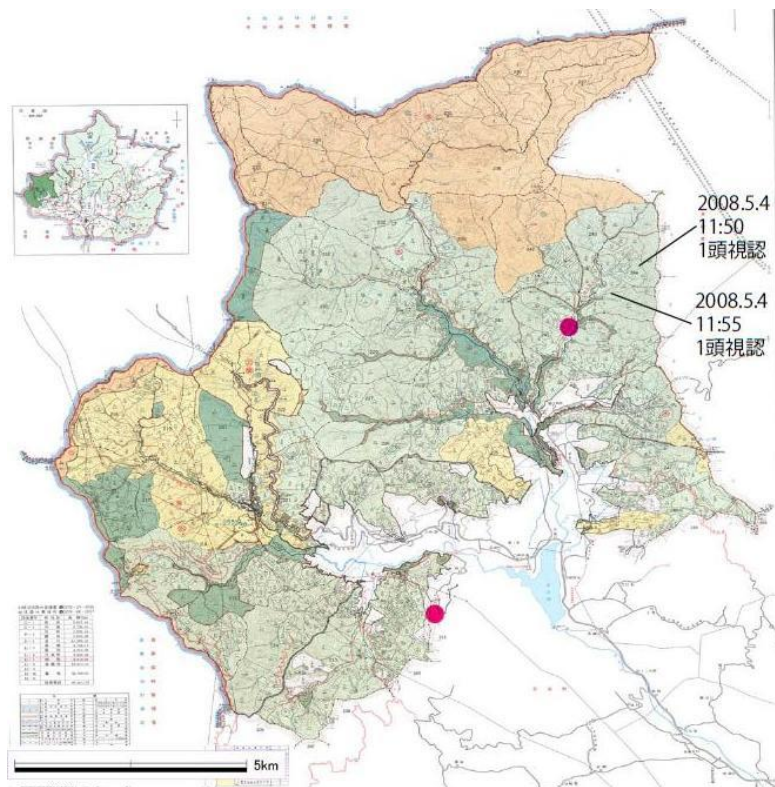


図1. 2008年にツキノワグマが確認された地点。ピンク色の丸は、カメラトラップ51地点の調査において確認された地点（2008年10/29～12/5）

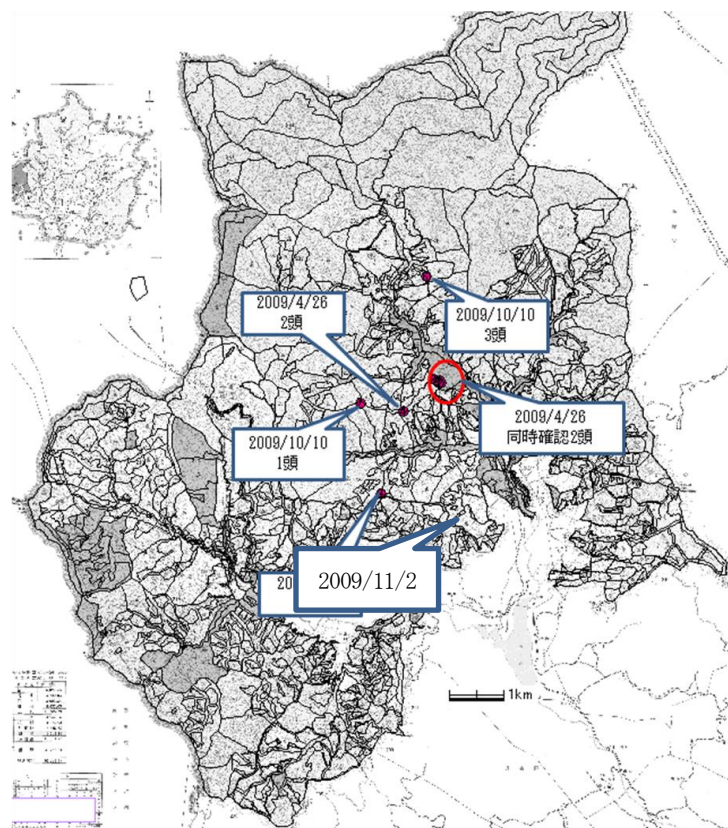


図2. 2009年にツキノワグマが目視された地点

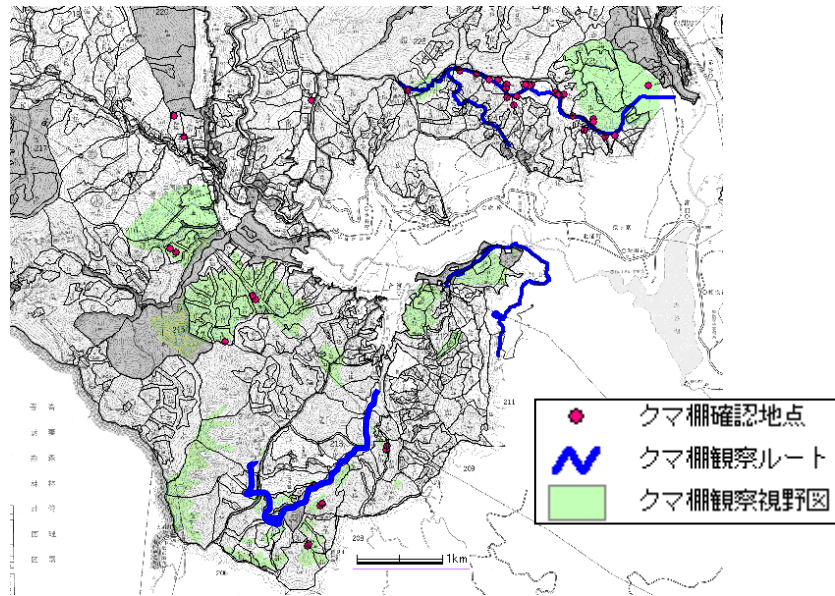


図3. クマ棚確認地点および調査した視野範囲図（なお、保戸野林道（一番下の青線）以外の2ルートは視野が狭く、視野図は十分に作製できなかった）

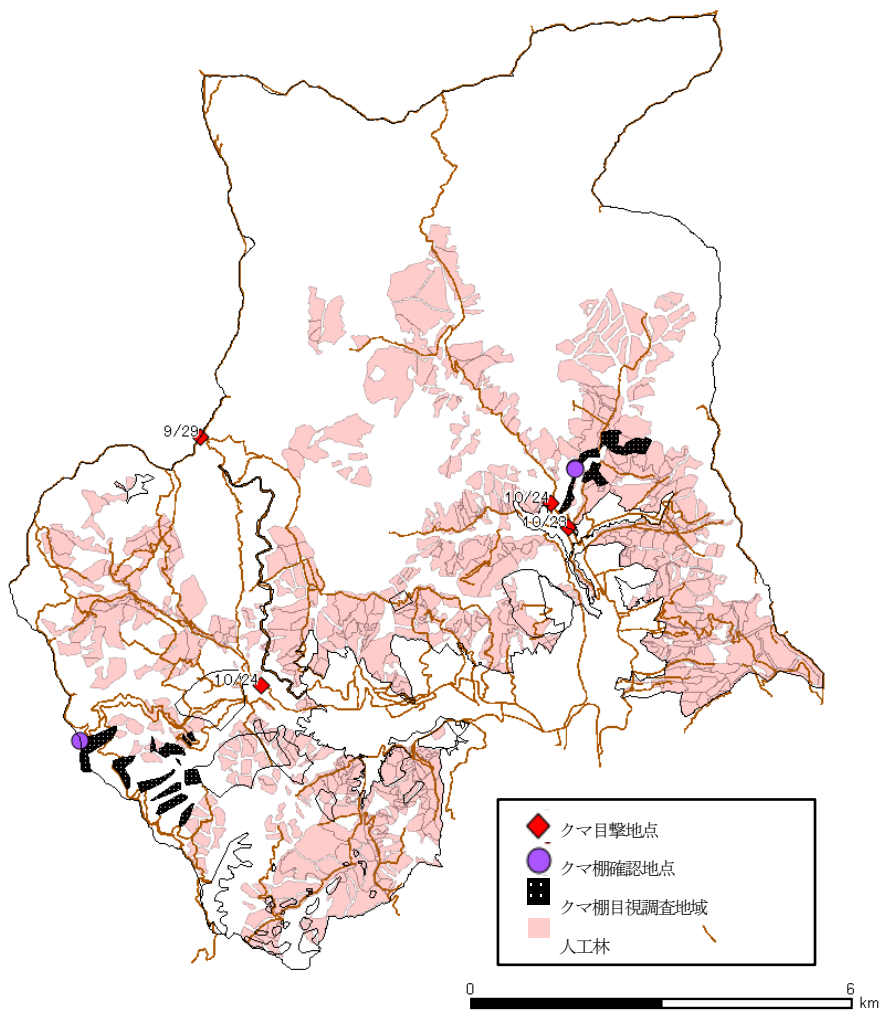


図4. 2010年のツキノワグマの目撃地点およびクマ棚確認地点および調査した視野範囲図
目撃地点の上の数字は目撃された日を表す。また、目撃されたのはいずれも1個体であった。

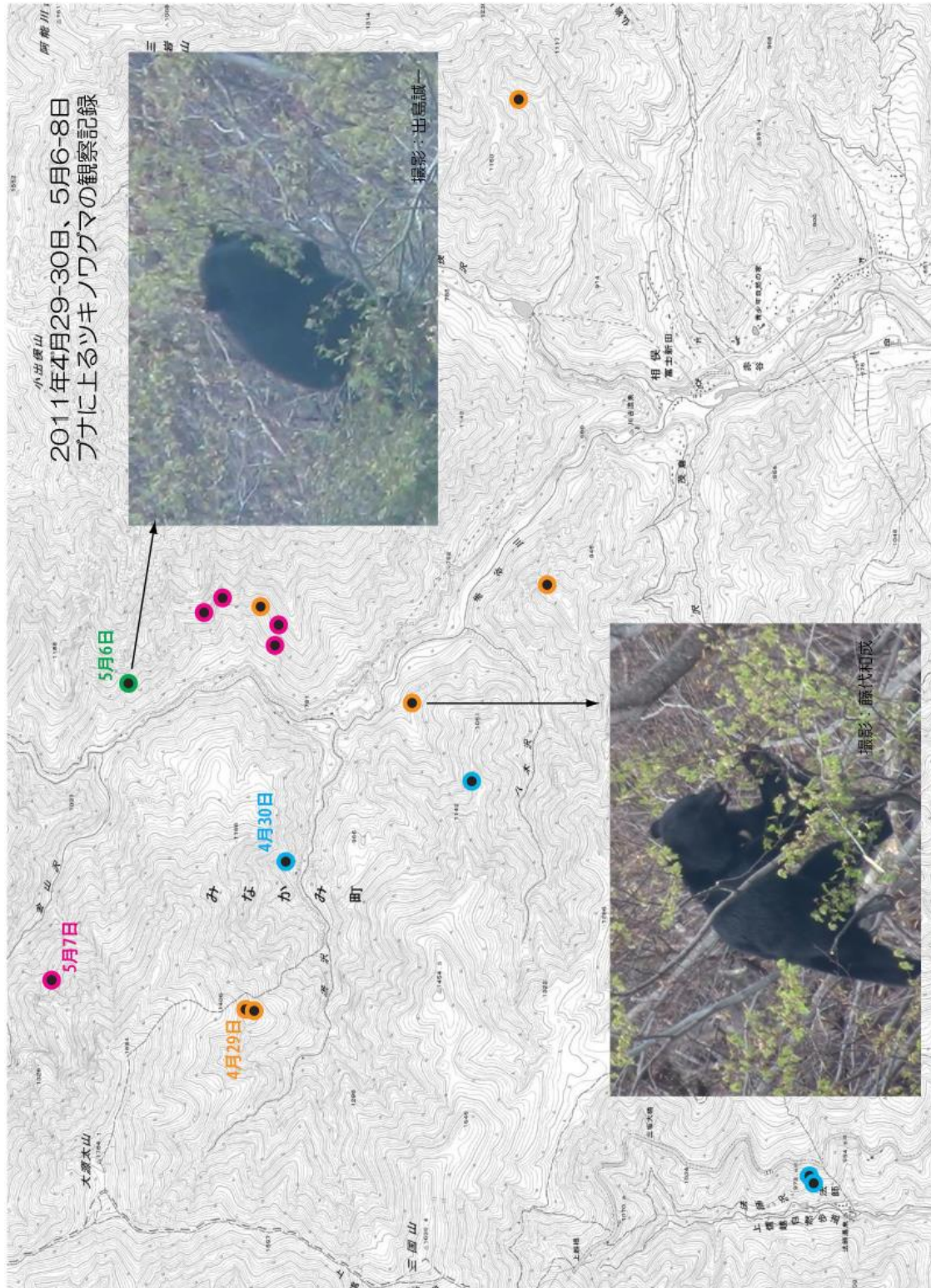


図5. 2011年の赤谷川エリアのツキノワグマの目撃地点。目撃地点の上の数字は目撃された日を表す。



図6. 木に登って堅果を食べるツキノワグマ (2009年10月10日星野理恵子氏撮影)