

II 調査研究等の活動

1 植生モニタリング調査

赤谷プロジェクトでは、生物多様性の復元を進めるに当たって、植生モニタリング調査を実施しています。

この調査は、人工林のカラマツ林とスギ林を対象にして、伐採後の植生の回復過程を解明することにより、人工林から自然林に転換する過程を明らかにすることを目的としています。赤谷プロジェクトにおいては、人工林から自然林に転換する際に、当面、植栽は行なわない方針で自然再生を進めることとしています。

(1) 伐採済箇所の調査

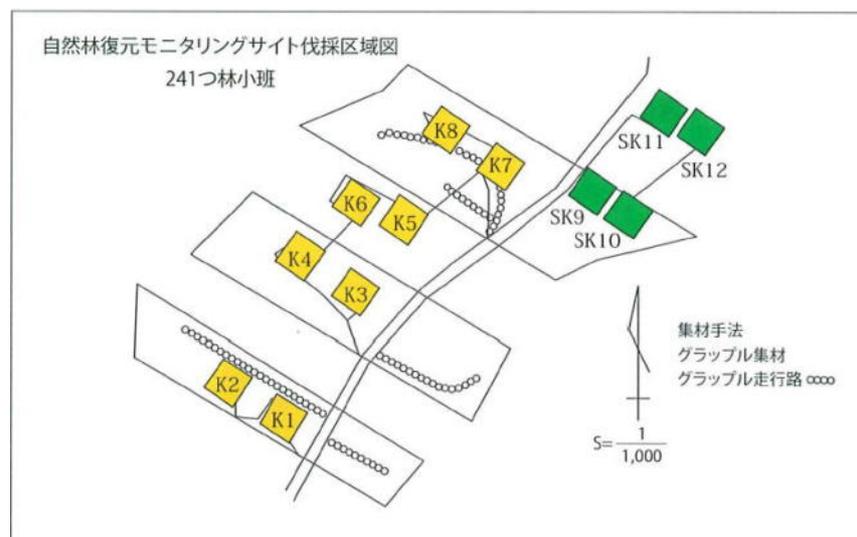
ア 伐採区の概要

①カラマツ林（241林班つ小班）

この林小班は面積が2.94ha、伐採前は48年生、平均樹高約30mのカラマツ林であり、平成18年度に面積比50%で帯状伐採が行われました。

それぞれの伐採地に2箇所ずつの調査区（20m幅：K1、K2、30m幅：K3、K4、40m幅：K7、K8）を設けました。また、林道を境に植生の相違があることから、林道下方斜面において林床がササで覆われている場所に、ササ覆地として2箇所の調査区（SK9、SK10）を設けました。

また、伐採による影響を比較するため、手を加えない試験区（K5、K6、SK11、SK12）を設定しました。



241つ林小班カラマツ漸伐試験地・調査区



カラマツ漸伐試験地

平成19年度（左写真）

1年目の植生状況

伐採した広葉樹から萌芽している様子が見られるが、地表面が露出している。

平成20年度（右写真）

2年目の植生状況

萌芽の成長が良好で、実生による更新及びタケニグサ等の先駆植生に覆われ、地表面がほとんど見えない。



平成21年度（左写真）

3年目の植生状況

萌芽枝の成長が旺盛で、実生の成長も良好である。

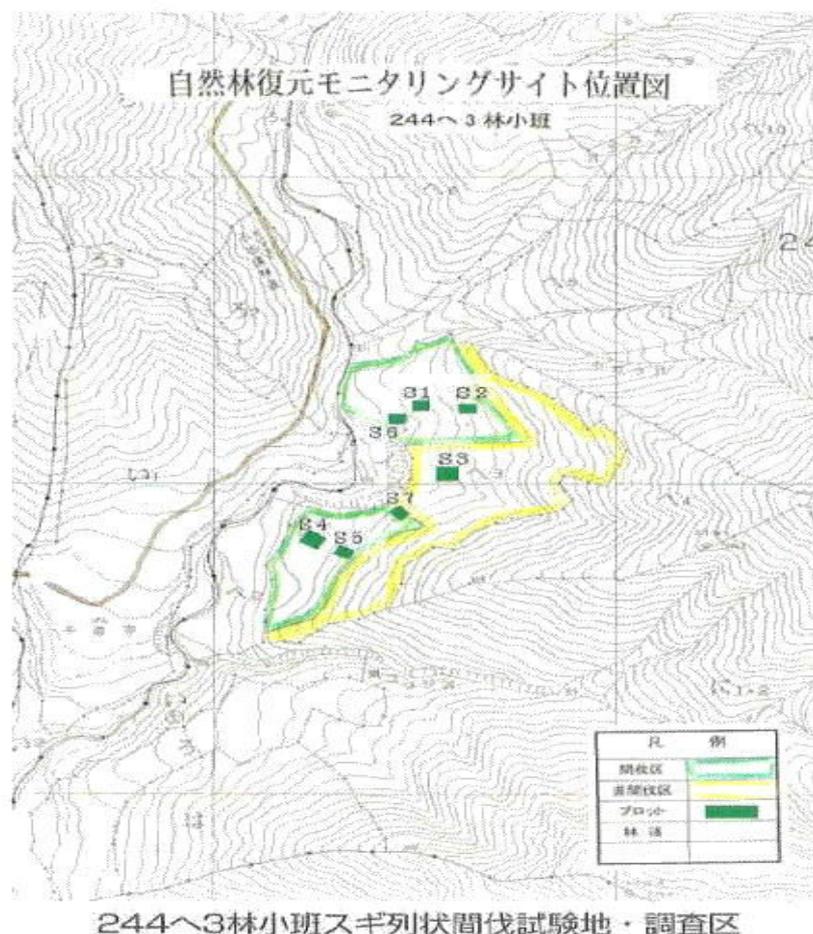


②スギ林（244林班へ3小班）

この林小班は面積が9.70ha、間伐前は28年生、平均樹高約15mのスギ林であり、平成15年度に合計伐採率33%の2列伐採の列状間伐（2伐4残）と3列伐採の列状間伐（3伐6残）が行われました。

2列伐採の列状間伐地に間伐幅に準じて3箇所の調査区（S1、S2、S6）を、3列伐採の列状間伐地に間伐幅に準じて3箇所の調査区（S4、S5、S7）を、また、対照区として無間伐地1箇所の調査区（S3）を設けました。

間伐はいずれも伐り捨て間伐ですが、調査区のうちS1、S2（2伐4残区）、S4、S5（3伐6残区）について伐採木の撤去処理を行い、S6（2伐4残区）、S7（3伐6残区）については、伐採木はそのまま放置し、植生の回復状態の違いを見ることとしました。



イ 調査方法

伐採後の植生の変化を明らかにするために、カラマツ林とスギ林の各調査区において、植物社会学的調査法に基づく植生調査を行い、さらにカラマツ林においては、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平成21年9月から11月に行いました。

木本の個体数は、樹高30cm以上とそれ未満に区分し、30cm未満のものは樹種、30cm以上のものは樹種及び樹高を計測しました。なお、11月の調査時は積雪があり、樹高30cm未満の個体の発見・同定が困難な区画は欠測としました。

ウ 調査結果

①カラマツ林

伐採区での木本の出現種数は、平成20年度はカラマツ林において16～31種（平均22種）、ササ覆地で12種（平均12種）でしたが、本年度はカラマツ林で13～23種（平均19種）、ササ覆地で10～11種（平均11種）であり、カラマツ林で0.9倍、ササ覆地で0.9倍に減少しました（表－1）。

樹高30cm以上の木本の個体数は、平成20年度は、カラマツ林で116～322個体（平均194個体）、ササ覆地で41～70個体（平均56個体）でしたが、本年度はカラマツ林で118～333個体（平均207個体）、ササ覆地で42～61個体（平均52個体）であり、カラマツ林では1.1倍に増加し、ササ覆地では0.9倍に減少しました（表－1）。

樹高30cm以上の個体のうち、シカ・カモシカ等による摂食を受けていた個体は、前年の2～44%（平均28%）に対して、本年は3～29%（平均16%）と減少しました（表－1）。

表－1 調査区別の木本の出現種数と個体数（面積0.01ha）（ ）内は前年度の値

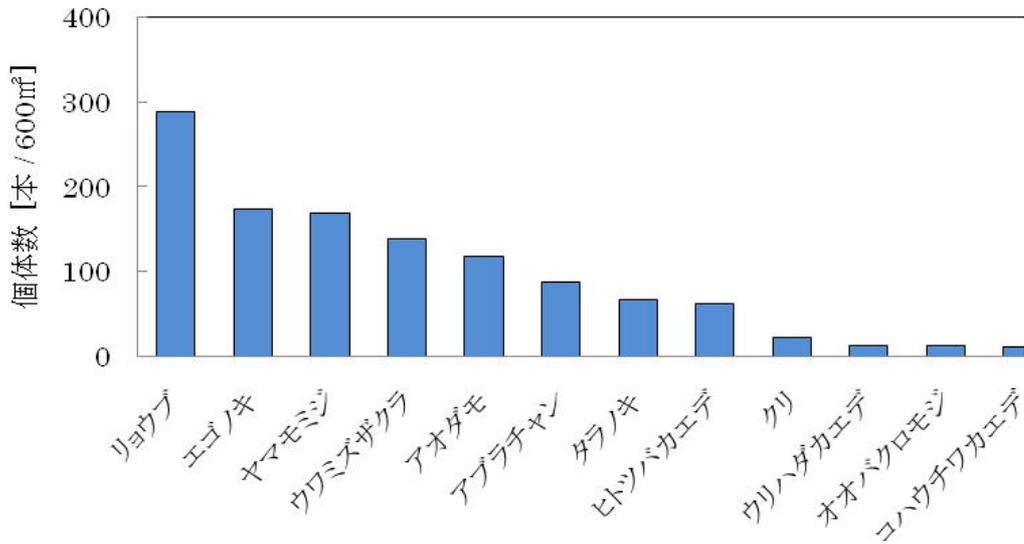
林分	伐採幅	調査区	種数	個体数		食害率 %	
				30cm未満	30cm以上		
カラマツ林	20m	K 1	22 (31)	* - (31)	332 (224)	4 (2)	
		K 2	23 (26)	- (80)	333 (322)	29 (44)	
	30m	K 3	13 (16)	- (10)	118 (116)	25 (17)	
		K 4	19 (23)	- (31)	160 (165)	18 (41)	
	40m	K 7	17 (19)	37 (14)	149 (180)	9 (13)	
		K 8	19 (17)	39 (16)	152 (155)	12 (15)	
	ササ覆地	40m	SK 9	11 (12)	- (3)	61 (70)	3 (3)
			SK 10	10 (12)	- (37)	42 (41)	29 (33)

* - : 欠測

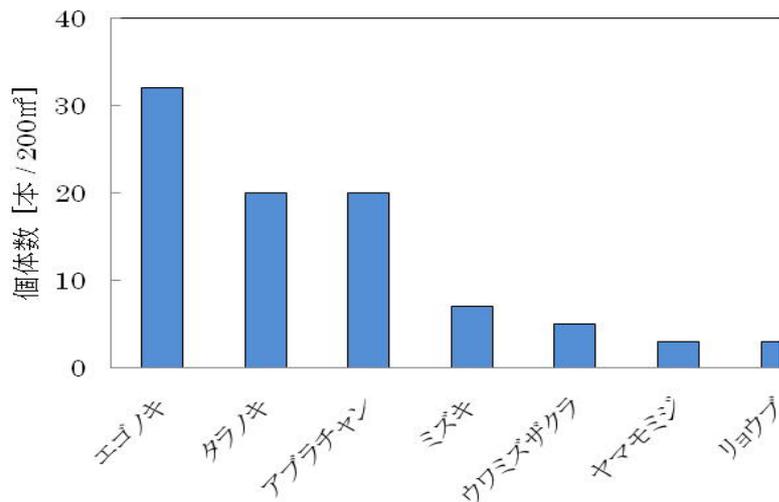
調査区ごとに、出現した樹種を比較すると、ササ覆地に比較して他のカラマツ林では、ウワミズザクラ、アオダモなどの高木種や、エゴノキ、ヤマモミジ、リョウブなどの小高木種が多く見られました。また、ササ覆地に出現した木本種は、シラカバを除いて他のカラマツ林にも出現していました。生活型別の個体数を比較すると、伐採幅が広い程、小高木の本数が減少する傾向が認められました（表－2）。

カラマツ林の全調査区において出現した実生の種構成を見ると、リョウブが最も多く、次いでエゴノキ、ヤマモミジ、ウワミズザクラの順となりました（図－1）。ササ覆地では、20個体/0.01ha以上の種は見られませんでした。エゴノキが最も多く、次いでタラノキ、アブラチャンの順でした（図－2）。

図－1 カラマツ林の種別出現個体数（上位12種）



図－2 ササ覆地の種別出現個体数（上位7種）



表－2 調査区別・生活型別の出現本数 [本/0.01ha]

	伐採幅 20m		伐採幅 30m		伐採幅 40m		ササ覆地	
	K1	K2	K3	K4	K7	K8	SK9	SK10
先駆種	25	4	2	12	16	17	18	4
高木	130	56	24	44	59	37	6	16
小高木	159	259	83	104	39	67	21	18
低木	18	13	8	4	35	31	16	4
針葉樹	1							
Total	333	332	117	164	149	152	61	42

平成20年度、平成21年度の木本性実生の高さは、伐採幅が広いほど樹高が高くなる傾向がありました。また、摂食の影響は高木性樹種において顕著に認められました。

摂食なしの稚樹は、全樹種（稚樹50cm以上）とも伐採幅30m及び40mで他の調査区に比べて樹高が高く、高木種では伐採幅40mの調査区が他の調査区と比べて樹高が高く、その傾向は平成20年度、平成21年度ともに共通していました。

一方、摂食ありの稚樹は、摂食なしのものに比べて、全体的に樹高が低く、平成20年度の全樹種（稚樹50cm以上）とも調査区の間で樹高の違いが小さくなる傾向がありました。さらに伐採幅40mの調査区では、他の調査区に比べて樹高の高い高木種の個体数が多く見られました。また、ササ被覆地は、他の調査区と比較して木本の個体数が少なく、樹高が高いものが少ない結果となりました。

カラマツ林伐採の際に伐採された広葉樹の生存率及び株ごとの萌芽枝の生存率を見ると、ササ覆地のSK10は、他の調査地と比べて萌芽丈が小さい結果となりました（表-3）。これは、ササがあることにより、成長が抑制されているためと考えられます。また、他の調査区では、萌芽枝の残存率に比べて株の残存率が高い傾向にありました。これは、株が枯死するよりも株内での萌芽枝の淘汰が優位であることを示しています。

萌芽枝長は、平均1.5m以上のものが9種あり、多い順にホオノキ、クリ、エゴノキ、ケヤキ、ウワミズザクラ、アズキナシ、ヒトツバカエデ、アブラチャン、ツノハシバミでした（図-3）。

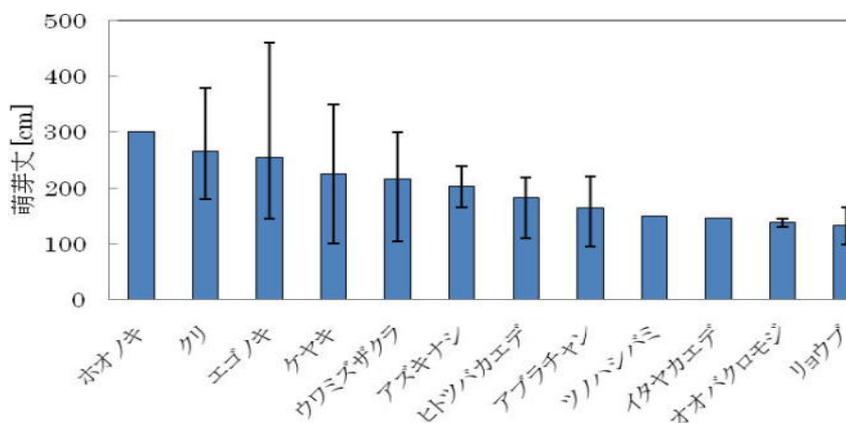
表-3 伐採3年後における調査区別の萌芽枝成長 ()内は前年度の値

		萌芽丈	萌芽数	残存率 [%]	
		[cm]	[本/株]	株	萌芽枝
伐採幅20m	K 1	147 (125) ±62	7 (6) ±5	83	71
	K 2	122 (92) ±55	8 (8) ±8	64	46
伐採幅30m	K 3	206 (171) ±107	7 (6) ±7	74	51
	K 4	183 (142) ±91	6 (8) ±5	61	47
伐採幅40m	K 7	142 (121) ±46	4 (4) ±3	38	27
	K 8	168 (146) ±70	7 (6) ±7	73	24
ササ繁茂	SK 9	165 (137) ±54	8 (5) ±4	46	53
	SK 10	127 (75) ±29	14 (14) ±11	100	164
Total		165 (133) ±81	7 (6) ±6	64	44

** 残存率 株数: (伐採後3年)/(伐採前)×100

萌芽枝: (伐採後3年)/(伐採後1年)×100

図-3 種別萌芽丈（上位12種） ※バーは最大～最小値を表す



②スギ林

2列伐採の調査区のうち、伐採木を除去したS1とS2では、低木層が高さ2.2～2.4mで植被率が30%、草本層が高さ0.6mで植被率が70～80%、3列伐採の調査区のうち、伐採木を除去したS4とS5では、低木層が高さ1.2～1.7mで植被率が20%、草本層が高さ0.5～0.6mで植被率が80～90%でした。3列伐採の調査区に先駆種が多くあるものの、2列伐採の方が3列伐採に比べて樹高が高くなりました。

一方、伐採木を残置したS6とS7では、低木層が高さ1.9～2.0mで植被率が5～10%、草本層が高さ0.5～0.6mで植被率が20～40%であり、伐採木を除去した調査区と比較して植被率が低い結果となりました。また、先駆種はS6とS7には出現しませんでした。これは、残置された伐採木が侵入木の発芽と成長を妨げているためであると考えられます(表-4)。

種組成では、木本については低木層にオオバクロモジ、アブラチャン、ヤマモミジ、リョウブなどが出現し、草本層にも同じ種が出現しました。これらはいずれも小高木であり、高木種は少ない傾向となりました。

表-4 スギ林の林床植生

		2列・除去		3列・除去		2列・切捨	3列・切捨
		S1	S2	S4	S5	S6	S7
高木層	高さ(m)	—	—	—	—	—	—
	植被率(%)	—	—	—	—	—	—
亜高木層	高さ(m)	—	—	—	—	—	—
	植被率(%)	—	—	—	—	—	—
低木層	高さ(m)	2.2	2.4	1.2	1.7	2.0	1.9
	植被率(%)	30	30	20	20	10	5
草本層	高さ(m)	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6
	植被率(%)	80	70	80	90	40	20

エ まとめ

①伐採幅の違いが更新に与える影響について

カラマツ林において伐採幅を20m、30m、40mと変えた結果、天然更新に与える影響を検討しました。その結果、伐採後3年が経過した段階では、伐採幅が広いほど樹高が高くなる傾向があり、伐採幅40mで特にその傾向が顕著でした。さらに伐採幅40mの調査区では、樹高の高い高木種の個体数が多いことから、他の伐採区に比べて更新が進んでいると言えます。つまり、伐採後3年目までは、更新を早めるためには、伐採幅が広い方が有利と考えられます。

赤谷プロジェクトでは、人工林を潜在自然植生に回復させる目標があるので、個体数は少ないものの、クリ、コナラ、ケヤキ、モミなどの潜在自然植生の優占種の実生の今後の成長に着目し、これらの種が更新しやすい伐採方法を検討する必要があります。

今回の結果は、伐採3年後の結果であり、2年後の伐採5年目には、密度効果によって個体数密度が低下すると予想されることから、今後も継続して調査を行う必要があります。

②動物の摂食が更新に与える影響及び動物の摂食を決定する要因について

カラマツ林の実験区において、平成20年、平成21年ともに動物（主にシカと推定される）による摂食が多数確認され、実生の樹高の成長に影響を与えていることがわかりました。また、平成21年時の摂食は、伐採幅が狭く、有棘植物被度が少ない地点ほど発生しやすいことがわかりました。これは有棘植物被度が高い地点は、動物の移動が阻害されるため、動物による摂食を受けにくいと考えられます。

この摂食の多くはシカと推定されるため、人工林を伐採する際は、シカの摂食が過度に発生しないような対策が必要であり、今後注意深い検証が必要です。

③萌芽再生株の更新への貢献及び人工林内に侵入した広葉樹の取り扱いについて

今回の人工林伐採実験においては、伐採前に人工林下にあった広葉樹をすべて伐採しましたが、これらの多くは萌芽して伐採3年後も生存していたため、萌芽個体が天然更新に大きく貢献する可能性があります。今後も追跡調査を続けることによって、これら萌芽個体及び伐採後に発芽した実生が人工林伐採後の更新にどの程度貢献するのかを調べる必要があります。今後の伐採実験において、伐採前に人工林下に存在している広葉樹を伐採した場合と伐採しない場合に分けて実験区を作り、天然更新のしやすさを検討する必要があります。

(2) 伐採予定箇所の調査

①目的

スギ人工林伐採予定地（223林班は1小班）は、分収育林契約に基づいて皆伐が計画されています。伐採後の植生の変化と、森林の自然復元の状態を追跡調査するための基礎資料を得ることを目的として、伐採前の植物群落調査と毎木調査を行いました。

②方法

調査区は、前年に設置した調査区を南側に拡張し、斜面の上方から下方に向かってP1-2～P4-2の4プロットを設置しました。調査は、平成21年10月に行いました。

③結果

表-5は、スギ林の概況であり、樹高は17～23mで平均20m、胸高直径は21～32cmで平均27cmでした。立木密度は平均950本/ha、材積は平均422m³/haでした。

今後、伐採後に人工林伐採後の植生変化を記録する予定です。

表-5 スギ林の概況

	平均直径 [cm]	平均樹高 [m]	密度 [本/ha]	材積 [m ³ /ha]
P.1	21 ±9	18 ±6	1,100	295
P.1-2	22 ±8	17 ±5	1,400	372
P.2	28 ±5	21 ±2	1,000	452
P.2-2	27 ±8	19 ±4	1,000	410
P.3	32 ±7	23 ±2	700	470
P.3-2	30 ±5	21 ±2	1,000	512
P.4	30 ±8	23 ±4	700	434
P.4-2	30 ±8	23 ±4	700	434
Total	27 ±8	20 ±4	950	422

(3) スギ人工林に侵入した広葉樹の調査

①目的

現在の人工林を自然林へ復元するため、スギ人工林での天然更新の状況を量的(密度)・質的(種組成)に把握し、その難易度を類型化することを目的として、調査を行いました。

②調査方法

調査は、平成19年度に行った小出俣エリア・赤谷源流エリアに加え、合瀬エリア・ムタコ沢エリア・南ヶ谷エリアで行いました。

調査区は、水平距離で10m×10mの固定調査区を設定しました。調査区の数は、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としました。調査区の斜面方位、最大傾斜角及び経緯度、林齢や施業履歴・林分履歴(人工林になる前も人工林であったか、それとも落葉広葉樹林であったか)も記録しました。

また、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ました。

さらに、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、毎木調査を行いました。

加えて、5m×5mの稚樹調査区を設定しました。稚樹調査の対象は、稚樹長30cm以上かつ胸高直径3cm未満の高木性樹種としました。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計測しました。

③解析方法

解析には、スギ人工林と天然林のデータを用いました。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としました。天然更新していた個体のサイズは、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)に区分しました。

スギ人工林に侵入した樹木に関する要因解析は、全ての高木種及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、林分履歴、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行いました。

④結果

スギ人工林と天然林の調査区の概要を示します(表-6)。標高、傾斜角、RPPFD(相対光合成有効光量子束密度)、ササ被度ともに、天然林の方がスギ人工林よりも大きな値であり、優位性が認められました。スギ人工林の天然林からの距離は、平均で80mでした。スギ人工林の広葉樹混交率は、胸高断面面積ベースで平均8%、立木密度ベースで平均22%でした。

表-6 調査区の概要

		標高	傾斜角	RPPFD	ササ被土	天然林からの距離	広葉樹混交率	
							(胸高断面面積)	(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
天然林	平均	904.0	27.1	14.4	21.5	-	-	-
	標準偏差	110.1	12.7	6.8	22.8	-	-	-

(4) 調査活動等のまとめ

調査等の内容	実施日	備考
植生管理WGへの参加	6月30日 9月1日 11月26日 1月15日 2月2日	第1回WG会議 第2回WG会議 第3回WG会議 第4回WG会議 第5回WG会議
植生調査等	4月～3月 9月から11月	(独)森林総合研究所森林植生研究領域による農林水産省高度化事業「広葉樹林化」プロジェクト調査(223は1林小班他) 東京農工大景観生態学研究室による植生調査

平成21年度の主要な取組み

- ① 潜在自然植生図の作成
- ② 人工林内の実生・稚樹調査 (回復ポテンシャルの推定)
- ③ 伐採試験地の設定及び現況調査

2 猛禽類モニタリング調査

(1) イヌワシ、クマタカについて

赤谷プロジェクトのモニタリング調査の一環として、赤谷の森に棲むイヌワシ・クマタカの2種類の大型猛禽類について継続して調査を実施してきました。

イヌワシ、クマタカは、生態系の頂点に立つアンブレラ種です。アンブレラ種が健全に繁殖・生息できる環境が保たれていることは、その傘下にある種の生育・生息環境も健全であると考えられます。プロジェクトでは生物多様性の復元に向けた取組みの中で、イヌワシ、クマタカを森林生態系における指標種として、これら希少種の生息環境を保全するとともに彼らと共存・共生できる自然環境を復元することを目的として、現況を把握しながら将来にわたり調査・研究（モニタリング）を進めています。

(2) 今年度の主な取組み

①WGの開催

今年度の繁殖状況等を把握及び年間を通じた目標設定等を検討するため、1回目の会議を開催しました。また、その後の調査経過や現状評価と森林管理の反映等について話し合うため会議を2回開催しました。

②クマタカの狩り（ハンティング）場所の環境調査

個体群の保全を図るためにはハンティング環境を把握する必要があるため、利用する植物群落の構造や地形等の地理的要因を現地踏査を行い、方針を確立させて森林構造調査を実施しました。

③クマタカの営巣適地解析の実施

クマタカの営巣環境については、その代替地が存在しているのか、営巣可能な大径木の分布状況はどうか、等空中写真や現地観察を実施して、営巣適地の解析を試行的に実施しました。

④ASTRによる定期調査の実施

WG座長の山崎亨さんにより命名された猛禽類調査チーム「ASTR（Akaya Special Team for Raptors）」による調査活動を本年度も実施しました。

ASTR（エー・エス・ティー・アール）は、長年地元で猛禽類の観察を続けてきた群馬ラプターネットワーク及び旧新治村の自然を守る会の方々を中心にして構成され、当センター職員も構成員となっています。

その他、赤谷プロジェクトをボランティアで支援するサポーターの中から猛禽類調査活動に関心のある方を対象に研修会を実施し、修了者はASTRメンバーとして登録される仕組みを作っています。

また、昨年度に続き今年度もセンター職員と地元在住のASTRメンバーが中心となって、定例調査を継続して実施しました。

⑤合同調査等の実施

連続するクマタカペアの個体識別やイヌワシの行動圏把握等、調査の目的によっては、

定期調査に比べ大人数で調査を実施しなければならない場合があります。このような場合は、日本自然保護協会等と協力しながら調査を実施しています。

また、今年度も日本イヌワシ研究会と赤谷プロジェクトが合同の調査を実施することができました。

⑥今年度赤谷センターが参加した調査活動等のまとめ

調査等の内容	実施日	備考
WGへの参加	<ul style="list-style-type: none"> ・ 6月14日 ・ 11月29日 ・ 1月23日 	
定例調査等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5月実施 21日の計1日間 ----- ・ 6月実施 9日の計1日間 ----- ・ 7月実施 10、16日の計2日間 ----- ・ 9月実施 2、11、19の計3日間 ----- ・ 10月実施 1、15、30の計3日間 ----- ・ 11月実施 7、11の計2日間 ----- ・ 1月実施 6日、8日、20日、25日、26日、27日、29日の計7日間 ----- ・ 2月実施 18日、19日、23日の計3日間 ----- ・ 3月実施 1日、2日、3日、8日、31日の計5日間 	伐採に伴うモニタリング調査(1月6日、20日、25日、26日、27日及び3月8日)含む
ASTR合同調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5月1～3日 ・ 6月20日～21日 ・ 8月8日～9日 ・ 8月28日～31日 ・ 9月19日～20日 ・ 10月31～11月1日 ・ 11月20～23日 ・ 12月19日～20日 ・ 1月30日～31日 ・ 3月20日～22日 	ワシ研合同 ワシ研合同

(3) 今年度の主な成果

イヌワシの繁殖状況調査については、新しいネスト（巣）で繁殖行動が見られ、6月に巣立ちを確認し、繁殖成功となりましたが、その後の幼鳥が確認できず落鳥したものと思われます。

また、隣接するペアが新たに発見されたことにより、今後の調査対象として確認する必要があることから情報を収集することになりました。

クマタカについては、5ペアの繁殖状況を明らかにしました。1ペアは新しいネストで繁殖したことが確認され、幼鳥は順調に冬場を乗り切り、成長しています。もう1ペアについては、雛を2ヶ月位まで観察できましたが、巣立ち前に不明となり、その後も発見されず繁殖失敗の結果に終わってしまいました。

さらに、過去5年間のこれまでのモニタリング調査による現状評価と森林管理への提案について整理しました。ハビタッド（生息環境）については、①ハンティング環境、②営巣環境、③獲物となる動物を持続的に生産する環境をイヌワシ・クマタカそれぞれについてまとめました。

加えて、現状評価を踏まえてどのように森林管理をしていくのか一定の方向性を導き出しました。具体的には、イヌワシ・クマタカのハンティング環境と獲物については最低限確保されていると考えられます。イヌワシについては、開放地（オープンエリア）の創出や営巣地より高標高でよく利用する場所は厳正に保全します。クマタカについては、幼鳥の行動範囲は約1km圏内と狭いため、この中の人工林をハンティングに利用できる森林へ誘導することが重要と考えられます。

このほか、溪流環境復元WGや植生WGと協力し、茂倉沢治山工事の実施のためのモニタリングや工期の設定等について連携して取り組みました。各種調査や森林施業等の実行に伴うモニタリング調査も実施し、繁殖期における対応も適切に行い、貴重なデータを収集しました。



クマタカ誇示止まり（平成22年3月）

(4) 来年度に向けて

イヌワシについては、引き続き繁殖状況調査を実施すると共に以下の項目の調査と隣接ペアの確認を実施していきます。日本イヌワシ研究会に協力依頼をし、5月、9月及び11月の3回広域調査を実施します。

- ①ハンティング場所の情報収集
- ②行動圏の調査
- ③餌資源情報の収集

クマタカについては、毎年度実施している繁殖状況モニタリング調査を行うと共に人工林率の高い場所のペアを選定してハンティング場所や営巣環境と森林施業との関わり方が重要であることから重点的に情報を収集します。あわせて、明確になっていない隣接ペアの確認の調査を実施します。

- ①営巣環境についてコアエリア（1年を通じてよく利用するエリア）の解析や営巣可能な大径木の有無を把握するための基礎情報の収集
- ②ハンティング場所の情報収集
- ③餌資源調査



平成21年に生まれたクマタカの幼鳥