

平成 19 年度

木曾駒ヶ岳森林生態系保護地域等における  
植生復元対策調査報告書

平成 20 年 3 月

中部森林管理局

## 目 次

I 調査の概要	1
I-1 調査の目的	1
I-2 調査対象区域	1
I-3 調査実施期間	1
I-4 調査項目と内容	3
I-5 調査工程	7
II 実施結果	8
II-1 施工箇所及び工法の検討	8
II-2 植生復元作業	15
II-3 モニタリング調査	20
II-4 千畳敷における既設植生マット調査	28
III 植生把握におけるリモートセンシング技術の活用に関する研究	33
III-1 背景・目的	33
III-2 研究対象地	33
III-3 使用した航空写真画像および解析ソフト	33
III-4 研究方法	35
III-5 結果・考察	38
III-6 今後の課題と展望	44
IV 検討会の開催	46
V 今後の調査と課題	52
●巻末資料	
平成19年度プロット調査結果	

## I 調査の概要

### I-1 調査の目的

本調査は、高山帯における植生荒廃の著しい区域を明らかにし、植生復元が必要と考えられる候補地の選定、植生復元作業の実施とその際に連携を図るボランティア団体等に対する技術指導、モニタリング調査等を行うとともに、学識経験者、自然保護団体等を含めた関係者による検討会を開催し、これまでの植生復元の経緯等を踏まえ、今後の植生復元・維持管理の進め方等について検討するものである。

### I-2 調査対象区域

本調査の対象区域は、中部森林管理局南信森林管理署及び木曽森林管理署管内にまたがる国有林で、中央アルプスの最高峰木曽駒ヶ岳 2,956mを中心とした図1に示す区域とする。調査地内には、中央アルプス木曽駒ヶ岳森林生態系保護地域をはじめ、中央アルプス駒ヶ岳特定地理等保護林や中央アルプス県立自然公園に指定されている。

### I-3 調査実施期間

本調査の実施期間は、平成19年4月27日から平成20年3月16日である。

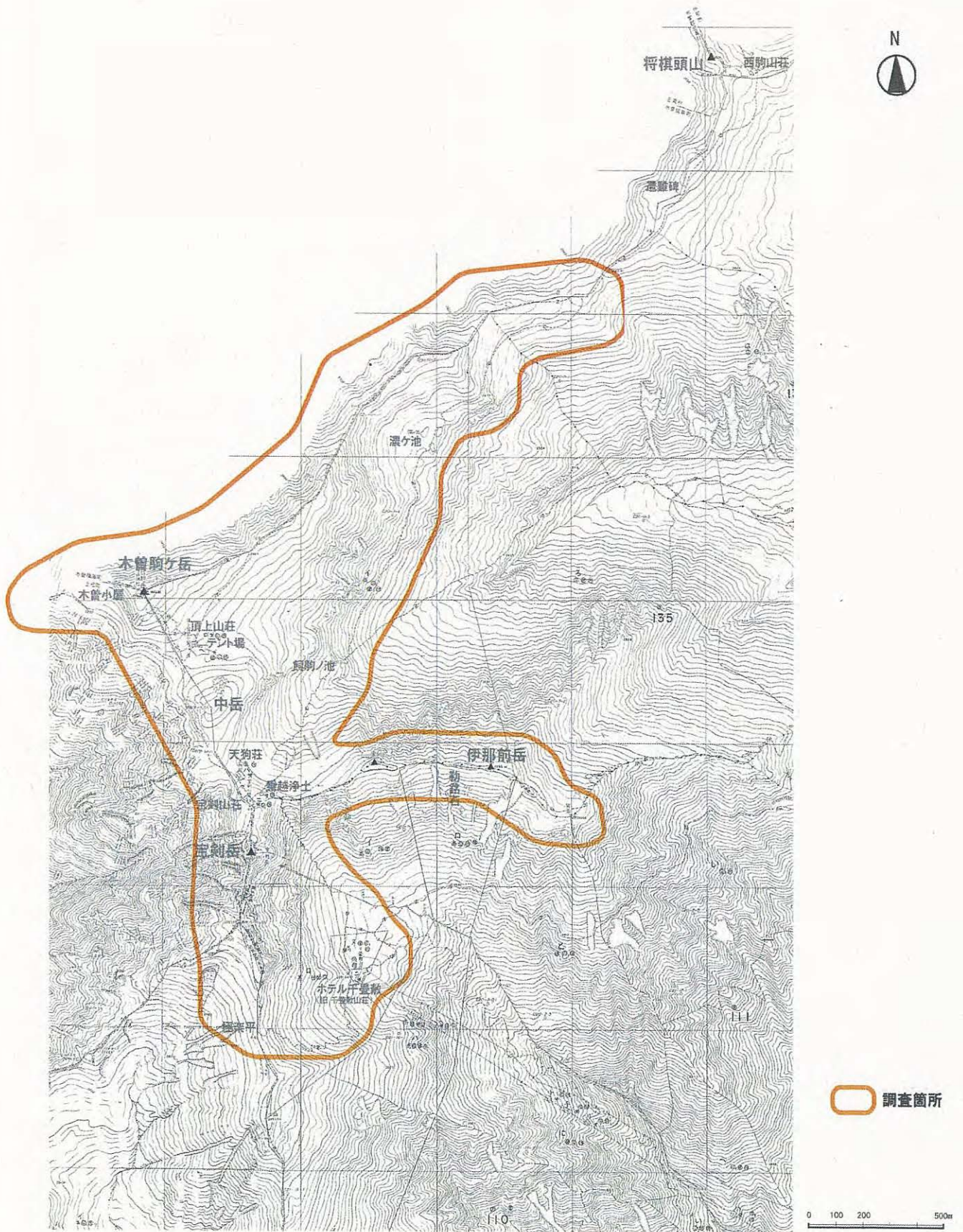


图 I-1 調査区域图

## I-4 調査項目と内容

### (1) 平成 19 年度調査箇所及び調査内容

平成 19 年度における植生復元作業は、前年度開催した「平成 18 年度木曾駒ヶ岳森林生態系保護地域等における植生復元対策事業検討会」(平成 19 年 2 月 20 日開催)の協議内容を踏まえ、下記のとおり実施する。

#### ①植生荒廃箇所の現況調査、当年度植生復元箇所の選定及び工法の確定

##### 【植生荒廃箇所の現況調査、当年度植生復元箇所の選定】

平成 19 年度実施候補地は、前年度調査で下記の条件や意見により選定された図 I-2 に示す区域である「八丁坂の登山道沿い」と、「乗越浄土から伊那前岳 8 合目にかけての稜線」とし、現地調査結果を踏まえ、具体的な施工箇所を選定する。

##### 【選定条件】

- 関係機関等との協力、合意を得られる区域
- 踏圧等人為的要因によると思われる区域
- 資材の運搬・保管がし易いこと
- ボランティア等の作業がし易いこと
- 登山者、観光客等に対するアピール度が高いこと

##### 【参加者からの主な意見の要約】

- 乗越浄土から伊那前岳 8 合目までの稜線部分は、ロープを張っていても立ち入る人が多く、植生の復元が見込めないことから、マットを敷くことで立ち入りの防止と植生の回復を期待することが出来るのではないかと。
- 八丁坂のオットセイ岩の下部等は、急斜面であるが利用者の立ち入りと自然条件によって著しい植生の荒廃がすすんでおり、早急な対策が必要である。



図 I-2 前年度調査結果による施工箇所の選定位置図

現況調査は、選定された区域（箇所）の踏査、植生調査（出現種の確認）、簡易計測（ポール、メジャー、GPS）、利用状況の把握を実施し、前述の選定条件に再度照らし合わせ、関係者との協議の上、具体的な植生復元箇所を決定した。

なお、現況調査に当たっては、検討会の関係者からの聞き取りや必要に応じて現地調査の同行を依頼し、情報収集と合意形成に努めることとした。

#### 【植生復元工法の確定】

植生復元工法は、空木岳（実施団体：中部森林管理局、県山岳協会伊那支部）や当事業における平成17年度施工箇所の実績から、「マットによる伏工」及び「種子の採取・播種」を計画した。

「伏工」は、表層の礫等の移動・流出等を抑えることで基盤を安定させ、周囲の植生から供給される種子の活着・生存率の向上を期待するものである。使用するマットは、外部からの種子等の混入を防ぐために高圧蒸気滅菌処理したヤシ繊維とする。前年度実験的に使用した木材チップ入りマットは、実験段階であることからモニタリング調査結果による評価を待つこととする。また、他地域（新潟県三国山脈巻機山ほか）の実績を参考に「麻繊維のマット」の実験的使用を行うこととした。「種子の採取・播種」は、復元作業箇所の状況や周辺の植生の分布状況等を踏まえ決定する。

### ②ボランティアによる作業内容の決定及び技術指導

#### 【ボランティアによる作業内容の決定】

ボランティアによる作業内容は、採用する工法のうち、経験がなくても実施可能な軽作業とし、作業箇所の安全の確保についても十分注意する必要がある。

「マットによる伏工」に係わるボランティアの作業内容としては、これまでの2箇年の実績と成果を踏まえ、「資材及び道具類の運搬作業」と「マットの敷設作業」を依頼することとした。もう一つの作業である「種子の採取・播種」については、公園内での許可作業であること、採取に当たって慎重に実施する必要があること、種子の成熟時期や高山植生の知識、当日の行程などを考慮すると、現時点ではボランティアの作業内容としては難しいものと判断し、別途実施した。

#### 【技術指導】

技術指導内容は、作業前のオリエンテーション（当事業の目的、これまでの経緯、採用した工法と期待する効果、モニタリング調査結果等）、具体的な作業の内容と進め方、留意事項についての説明等について、事業主体である木曾環境保全ふれあいセンターと協議の上、実施することとした。

### ③植生復元箇所における固定プロットの設置

#### 【固定プロットの設置目的】

植生復元箇所における固定プロットの設置は、敷設前と後の状況を記録し、マットの効果を検証するための資料を得ることを目的とした。プロット数は、施工面積、地形や表層の状況、

周辺の植生等の環境条件のほか、播種の有無、マットの種類（ヤシ以外のマットを使用した場合）、当日の行程等を踏まえて4～8箇所程度設置することとした。

#### 【調査対象項目及び調査内容】

調査対象項目及び調査内容は、方眼紙を用いて種名・株の形や大きさ・位置、目印となる礫等をスケッチしたプロット図を作成し、被度（%）・草丈（cm）・個体数等の記録、写真撮影を実施する。

なお、プロット位置の概略が分かるように周辺を含む植生分布模式図を作成し、図示した。

### (2) モニタリング調査

#### ①平成17年度及び18年度の植生復元箇所に設置された固定プロットの詳細調査

##### 【前年度調査内容を踏まえた調査対象項目及び調査内容】

平成17、18年度設置した固定プロット（計16箇所）について、モニタリング調査を実施し、マットの状況等から必要に応じて修復作業を行うこととした。調査対象項目及び調査内容は、前述の(1)③と同じとした。

#### ②千畳敷における既設植生マットの現況調査

千畳敷では、以前から植生マットの敷設が行われており、その成果も報告されている。これは、南信森林管理署及びNPO、協力地元業者らの協力によって歩道の維持・管理の一環として実施されたもので、きめ細やかな取り組みが続けられている。前述の(2)①と併せたモニタリング調査により、その効果の検証、植生復元技術の向上を図ることが期待される。そこで、現在の取り組み状況等について関係者からの聞き取り・情報収集等により現況を把握し、固定プロットの設置について検討することとした。

### (3) リモートセンシング技術を活用した植生状況の把握

本調査は、森林・林業に関する試験研究機関又は大学の技術協力を受けて行うこととし、依頼する研究機関は、信州大学農学部 加藤正人教授の研究室とした。

加藤教授には、平成16年度に「衛星写真及び空中写真」による高山植生の変化の把握に関する調査を依頼したほか、平成17年度からは「デジタル航空写真画像」を利用した高山植物の把握に関する調査研究を同地域で実施しており、検討会における報告及び報告書への資料の提供も受けているところである。

#### (4) 検討会の開催

##### 【検討会の進行等】

今後の植生復元・維持管理の進め方等に関する検討会を開催する。

検討会では、当年の調査内容とその結果報告から、技術的な評価や改善点、今後の計画等について検討し、合意形成を図りながら植生復元を進めていくことを目的として開催する。回数は年1回とし、時期は平成20年1~2月頃とした。

なお、平成19年度復元作業計画（箇所、工法、規模等）については、計画段階（少なくとも実施前）に、検討会参加者へ通知し情報の共有を図ることとした。

##### 【出席者の依頼】

検討会は、木曾駒ヶ岳に係わる様々な立場や所属の方々の参加による意見、情報交換の場とし、関係する行政機関、学識経験者、山岳会、自然保護団体、NPO等を対象とする。

なお、検討会は平成20年2月26日に下記の11名に参加を依頼し開催した。

##### 平成19年度検討会の参加者

信州大学名誉教授	土田 勝義
信州大学名誉教授・中央アルプスの自然を愛する会 会長	伊藤 精悟
中央アルプスの自然を愛する会 副会長	堺澤 清人
木曾駒山岳会 会長	大平 信一
日本高山植物保護協会 伊那谷支部長	片桐 勝彦
長野県環境保全研究所	尾関 雅章
長野県上伊那地方事務所 環境課 主査	南沢 潤
宮田村役場 産業建設課 課長	平沢 正典
駒ヶ根市役所 商工観光課 課長	竹村 弘
上松町役場 産業観光課 課長	茂澄 統一
中央アルプス観光株式会社	小林 正樹

(順不同, 敬省略. 当日代理あり.)



## I-5 調査工程

調査項目と工程を表 I-1 に、現地調査の実施状況を図 I-3 に示した。

表 I-1 調査の工程

調査項目	平成19年												平成20年			備考	
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月					
打合せ・協議		■															
復元作業箇所の選定・工法の確定				■	■	■	■	■									
植生荒廃現況調査				■	■	■	■	■									
モニタリング調査				■	■	■	■	■									
復元作業準備(種子採取等)・実施				■	■	■	■	■									
リモートセンシング技術活用調査研究																	信州大学加藤教授
調査結果とりまとめ																	
検討会準備・開催																	
報告書作成																	



図 I-3 現地調査等の工程

## II 実施結果

### II-1 施工箇所及び工法の検討

#### (1) 平成 19 年度施工箇所

平成 17、18 年度に施工した天狗荘北西地区は、2 箇年の実施により必要な箇所の敷設作業を終えたことから、平成 19 年度の具体的な施工箇所の選定を以下のとおり行った。

#### ア) 現地及び聞き取り調査

平成 18 年度までの調査及び検討会において、図 II-1、2 に示す候補地が挙げられている。それら 4 箇所の候補地について、現地における荒廃状況、利用状況等について現地調査を行うと共に、現地に詳しい片桐氏、堺澤氏 2 名の検討会メンバーに指導を受けた。

現地の状況写真（写真 II-1～6）、現況や実施に当たっての課題整理表（表 II-1）、測量結果（表 II-2、図 II-3）は、以下のとおりである。

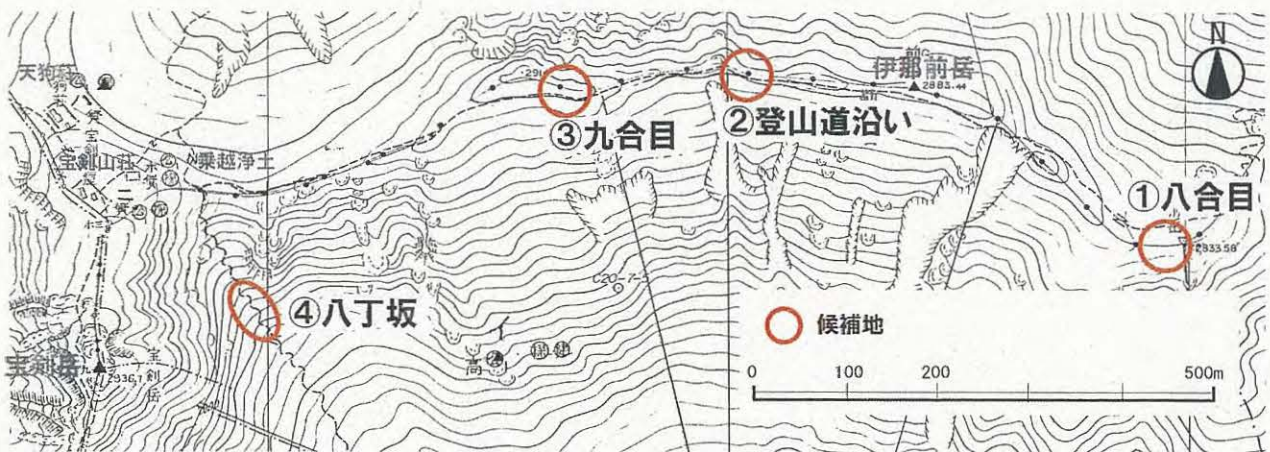


図 II-1 候補地位置図

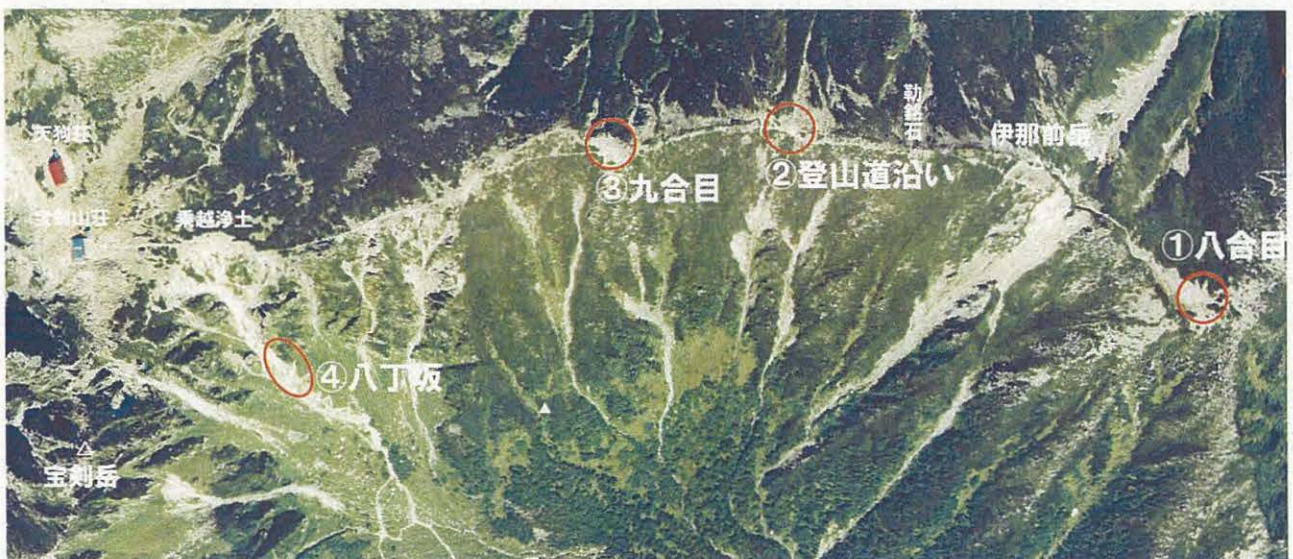
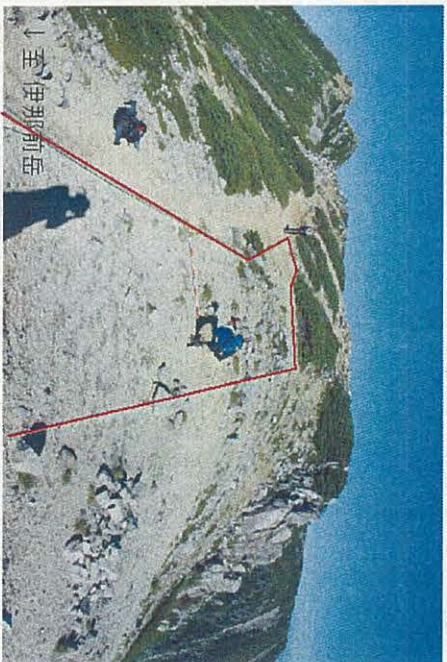


図 II-2 空中写真による候補地位置図（日林協 2000 年撮影）

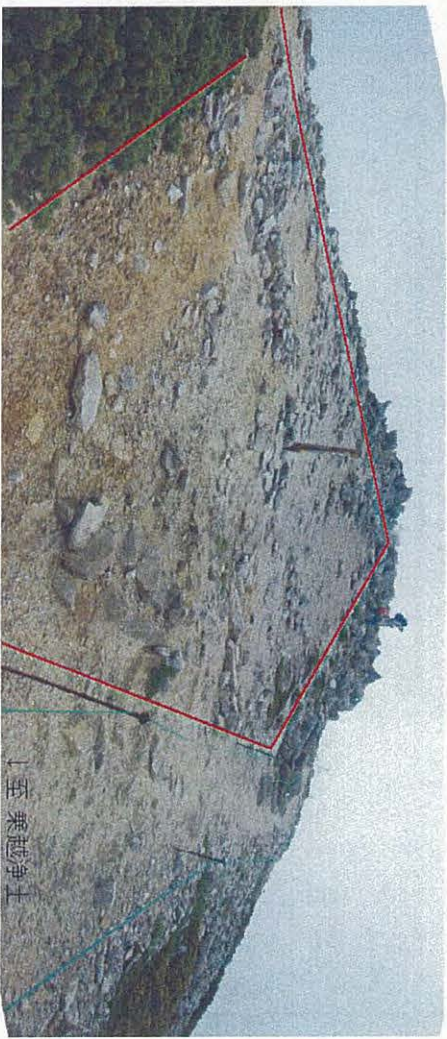
①「八合目」地区



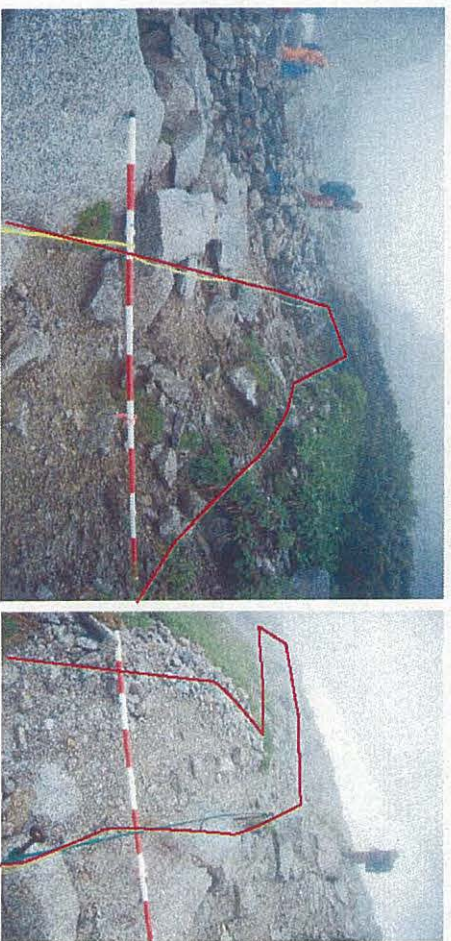
②「登山道沿い」地区



③「九合目」地区



④「八丁坂」地区



写真Ⅱ-1～6 候補地4箇所 の現地写真

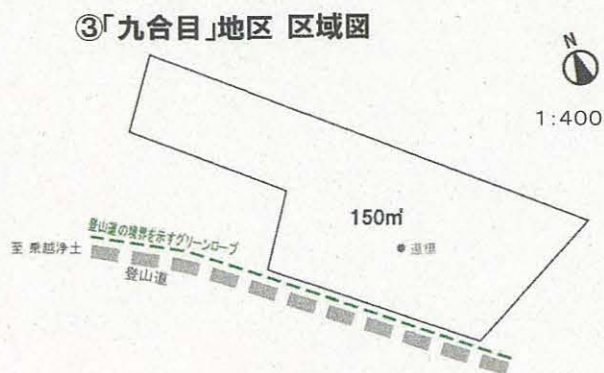
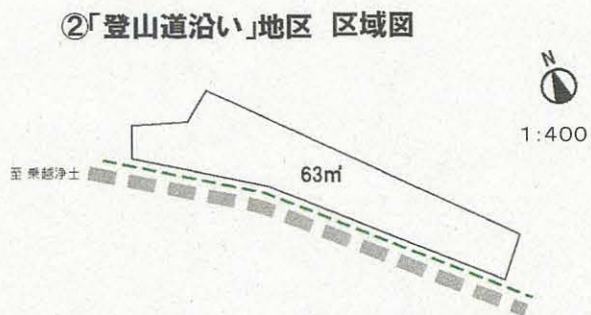
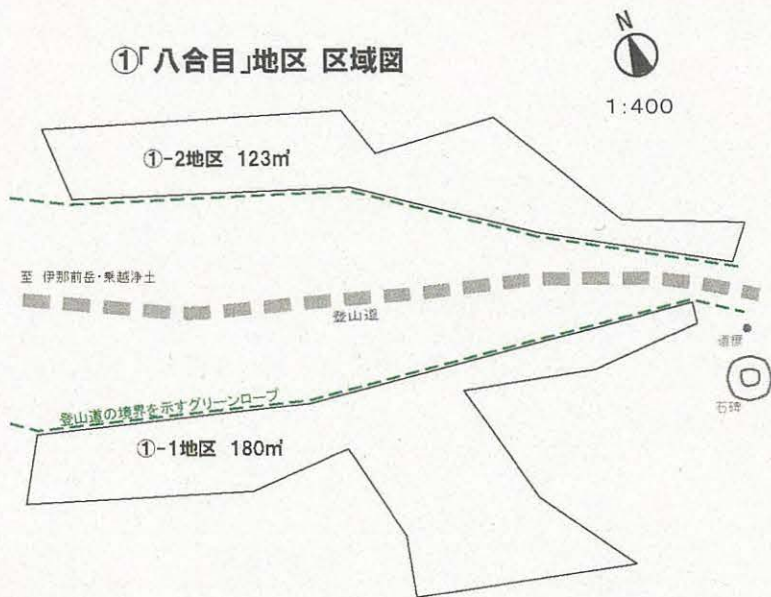
表Ⅱ-1 候補地の利用状況・課題等

候補地	利用の現状、意見等	課題、配慮等
①八合目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学生登山の休憩箇所に利用されている</li> <li>・植生復元についてインタープリテーションへの活用が期待される</li> <li>・チングルマの分布の減少が考えられるが、原因は分からない</li> <li>・歩道からの流出する土砂が下流の植生の一部を覆っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主要な休憩箇所として利用されており、大規模なグリーンロープの縮小は避ける</li> <li>・休憩に必要な規模の確保と植生復元の PR 手段を兼ねる効果を期待</li> </ul>
②登山道沿い	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グリーンロープで仕切られているが、立ち入りが多い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伊那前岳を目指す登山者への解説と迷い込み、踏み込み等の防止 (注意書き、看板の更新等)</li> <li>・休憩・滞留箇所の不足とその確保</li> <li>・利用上の安全の確保</li> </ul>
③九合目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グリーンロープで仕切られているが、立ち入りが多い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道標の存在、位置</li> <li>・休憩・滞留箇所の不足とその確保</li> <li>・利用上の安全の確保</li> </ul>
④八丁坂	<ul style="list-style-type: none"> <li>・荒廃が進行中、植生への影響が心配</li> <li>・緊急な対策が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・急傾斜地が多く、植生マットのみでは十分な効果が得られないため、工法の検討が必要</li> <li>・落石等、一般ボランティアらによる場合、作業上の安全確保が必要</li> </ul>

表Ⅱ-2 候補地の面積一覧

候補地	面積
①八合目	303 m <sup>2</sup>
②登山道沿い	63 m <sup>2</sup>
③九合目	150 m <sup>2</sup>
④八丁坂	160 m <sup>2</sup>
合計	676 m <sup>2</sup>

※コンパス、巻尺による測量結果



図Ⅱ-3 候補地の面積及び見取り図等

#### イ) 今年度施工箇所の選定結果

前述の調査結果を踏まえ、植生の衰退状況、現地の地形・面積、ボランティア主体による作業内容等から今年度の実施箇所は①「八合目」とした。

他の3箇所については、工法や利用方法について再度、検討会や関係者との協議を図る必要があると考えた。

#### (2) 植生分布状況と復元目標植生

「八合目」の歩道沿いには、階段状構造土がみられガンコウラン、チングルマ、コイワカガミ、アオノツガザクラ、コケモモ等からなる風衝矮性低木群落や、イワツメクサ、イワスゲ、コメススキ等の植被率の低い高山荒原植物群落が分布している。また、その周辺をハイマツが取り囲むように広く覆っている。調査時には、歩道の中央には小規模なガリーがみられ、下流域の植生への土砂流入による影響が心配された。



写真Ⅱ-7 階段状構造土(階状土)



写真Ⅱ-8 イワツメクサ等が疎らに分布

今回は、グリーンロープ沿いの植被率の低い箇所や、階段状構造土の縁の崩れた箇所等に後述する植生マットを敷設し、立ち入り及び侵食等による荒廃を防止し、植生の基盤の安定と周辺からの種子の定着、植被率の向上を目的とした植生復元を実施する。

当面の復元目標植生は、風衝裸地ではイワツメクサやイワスゲ、コメススキ等の植物とし、種子の採取・播種によりその効果の実験を行うほか、既にガンコウランやチングルマ等が分布している箇所は、植生基盤の侵食防止と既存植生の分布拡大を期待する。

### (3) 工法及び施工面積

工法は、これまでの実績を踏まえ「マットによる伏工」、「種子採取・播種」とした。

「伏工」は、これまでのヤシ繊維マットに加え、麻繊維マットを実験的に施工することとした。麻繊維マットは、新潟県の巻機山をはじめ高山での植生復元に利用され実績を挙げているが、木曾駒ヶ岳のような花崗岩のマサ土地域における施工事例はまだ少なく、昨年度、飯豊山で施工されている。

施工面積は計 213.2 m<sup>2</sup>で、その内訳は以下のとおりである。

- ヤシ繊維マット<sup>1</sup> 140.0 m<sup>2</sup> (1×5m×20 枚、1×10m×4 枚、木材チップ入りマットは今回使用しない)
- 麻繊維マット<sup>2</sup> 73.2 m<sup>2</sup> (1.22×10m×6 枚)

※1枚当たりのサイズは運搬を考慮したもの



写真Ⅱ-9 麻繊維マット（左）とヤシ繊維マット（右）

「種子採取・播種」は、昨年度天狗荘北西地区で実施し、今年 8 月にその状況をモニタリングした。その結果、播種した調査区において多数の発芽が確認され、その効果が期待される結果が得られたことから、今回も周辺に分布するイワツメクサ、イワスゲ等を採取し、実験的に一部の調査区に播種することとした。

種子の採取は、長野県立自然公園特別地域内における植物等採取（損傷）の許可を得て、これまでの採取時期を参考に 9 月上旬に行った。

<sup>1</sup> 購入先：株式会社新日本緑化

<sup>2</sup> 購入先：株式会社新日本緑化（小泉製麻）

#### (4) ボランティアの参加

参加者は、これまで検討会を通じた関係者が主体となっていたが、今回は一般からの募集も行うこととした。中部森林管理局のホームページに掲載した募集要項は下記のとおりである。

#### 伊那前岳周辺における植生復元作業のボランティア募集

##### 趣 旨

中央アルプス木曾駒ヶ岳周辺では、登山者の入り込み増加が誘因と考えられる踏み荒らし等によって、高山植物の荒廃が進行しています。加えて大量の降雨、降雪による砂礫の移動や強風が植生の荒廃に拍車をかけています。

このような高山植物の衰退を食い止めるため、植生マットを利用した植生復元作業を実施し、貴重な高山植物の復元を図るものです。

##### 実 施 日

平成 19 年 9 月 19 日 (水) (予備日：20 日及び 21 日)

##### 集 合 場 所

駒ヶ根市 菅の台バスセンター 7 時 30 分 集合

##### 作 業 場 所

乗越浄土から伊那前岳 8 合目の稜線沿い

##### 作 業 内 容

- (1) 植生マット (約 10 kg) の運搬 (ロープウェイ千畳敷駅から伊那前岳 8 合目まで)
- (2) 植生マットの敷設 (専門家の指導にもとづいて実施)

##### 募 集 定 員

20 名。(先着順)

##### 参 加 費

1,500 円 (保険代を含む)

\*菅の台バスセンターの駐車場に車を駐車する場合は、1 台当たり 400 円が別途必要)

##### 申 込 み 期 限

平成 19 年 9 月 5 日 (水) 17 時まで

##### 申 込 み 先 (問 い 合 わ せ を 含 む)

中部森林管理局 木曾森林環境保全ふれあいセンター

電話 0264-22-2122 (寺澤まで)

##### そ の 他

- (1) 植生マット運搬用の背負子等は、当方で用意します。
- (2) 登山及び作業のできる服装・雨具等及び昼食の用意をお願いします。



## II-2 植生復元作業

### (1) 植生復元準備作業

準備作業は、伏工資材の購入・運搬、種子の採取、施工計画立案等について実施した。

#### ア) 伏工資材準備

伏工に用いるマット資材、杭等の購入及び、千畳敷への荷揚げ作業については、中央アルプス観光(株)の協力を得て木曾森林環境保全ふれあいセンターが行った。

#### イ) 種子の採取

種子の採取作業は、9月5日に信州大学の学生の協力を得て実施した。採取した種子は下記のとおりである。採取後は、天狗荘にて器官部分の分別作業・計量をし、作業当日の19日まで駒ヶ岳管理センター(乗越浄土と宝剣山荘の間にある施設)の暗室に保管した。

なお、現地ではこれまで採取対象として挙げていなかったコメススキやミヤマヌカボ(イネ科)が成熟した種子を有した状態で分布しており、今後、施工区域によっては採取対象種に含める必要も考えられた。

表 II-3 事業区域周辺での採取実績(2~3名で3時間の種別採取量)

科	種	重量
カヤツリグサ	イワスゲ	18g
ナデシコ	イワツメクサ	7g
計		30g

※ 種子以外の器官部分等を含む。



写真 II-10, 11 採取した種子。左がイワスゲ、右がイワツメクサ

種子の成熟状況は、次のとおりであった。コメススキとミヤマヌカボの一部が適期、イワスゲはほとんどが終わり、イワツメクサは場所によって成熟したものと未成熟のものがあった。ミヤマキンバイはやや終わりの状況であった。



写真Ⅱ-12 種子の採取作業



写真Ⅱ-13 計測・分別作業

#### ウ) 施工計画立案

事業実施区域（施工箇所）に植生マットをどのように配置すべきか、事前に現地調査を実施し、図Ⅱ-4 示す計画案を作成した。現地には、図に示した敷設計画位置が分かるように標識テープ等で目印をつけ、当日の作業の目安とした。



## (2) 復元作業の実施

平成19年9月19日、ボランティア、市町村及び検討会関係者の計36名が参加して植生復元作業を実施した。順調に作業は進められ、荷揚げした約210㎡全ての植生マットを敷設することができた(写真Ⅱ-14~16、図Ⅱ-5)。

### ●当日の工程

- 
- |       |   |
|-------|---|
| 8:30  | 資材の分配、荷造り   |
| 9:00  | 集合・開会式(ホテル千畳敷前)<br>真田所長挨拶、行程説明等   |
| 9:20  | 出発  |
| 11:00 | 現地到着<br>休憩後、現地にて施工方法についてのオリエンテーリングを実施<br>復元作業(作業時間はおよそ2時間弱)<br>種子の播種、モニタリング調査 |
| 14:00 | 作業終了、下山開始   |
| 15:00 | 解散式(ホテル千畳敷前)  |
- 



写真Ⅱ-14 運搬作業



写真Ⅱ-15 敷設終了、左から2枚目が麻繊維マット



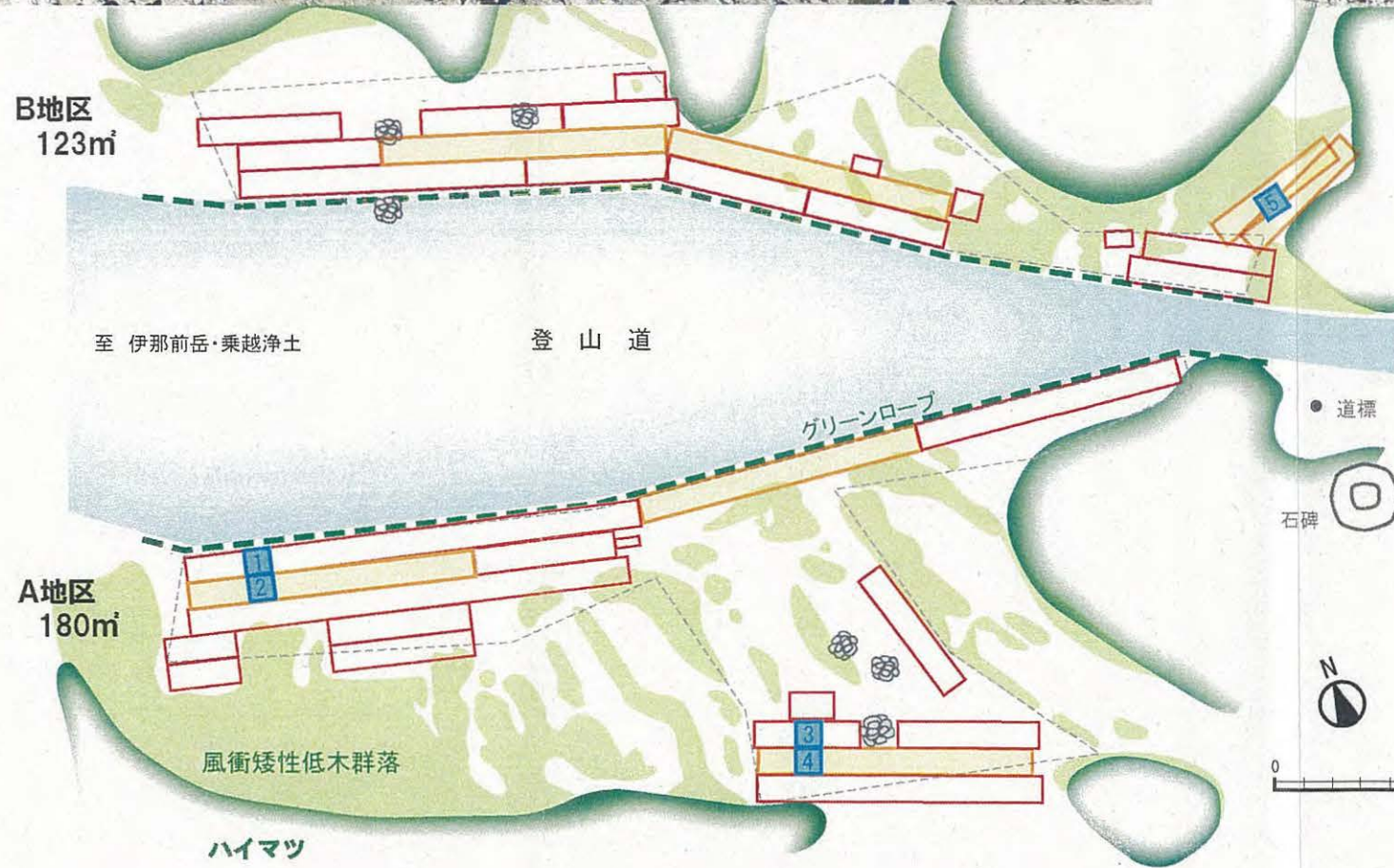
写真Ⅱ-16 作業風景



※俯瞰写真は、測竿（樹高を測る道具）を利用して約8mの高さから撮影したもの。



※杭  
左が従来のタイプ、  
右が今年採用したコ  
の字のかすがい。



- ヤシ繊維植生マット  
1 × 5m 20巻 (1 × 5m)  
4巻 (1 × 10m)
- 麻繊維植生マット  
1.22 × 10m 6巻 (1.22 × 10m)
- 調査プロット



図Ⅱ-5 植生マット敷設見取り図と俯瞰写真

## II-3 モニタリング調査

### (1) プロットの設置及び調査

今年度の施工地には、ヤシ繊維マット3箇所と麻繊維マット2箇所（それぞれ1箇所に播種）の計5箇所の固定プロットを設置した。調査は、信州大学の学生の協力を得て、種名・株の形や大きさ・位置、目印となる礫等をスケッチしたプロット図を作成し、被度(%)・草丈(cm)・個体数等を記録した。調査日は、平成17年、18年度施工地（天狗荘北西地区）が8月8日、今年度施工地が9月19日である。

調査結果は表II-4のとおりである。プロット図は、巻末に掲載した。



写真II-17, 18 今年度施工地プロット調査状況

表II-4 プロット調査結果一覧

施工年	プロットNo.	大きさ(m)	優占種・植被率(%)		前年度との比較		植被率	植生マツ区分	播種	備考
			H18年(2006)	H19年(2007)	個体数等					
H17年	1	1×1	イワスゲ 0.2	イワスゲ 1.0	▲ 0.8	既存植生の生長 総計実生11個体増	ヤシ繊維			
	2	1×1	— 0.2	— 0.2	0.0	総計6個体増	ヤシ繊維			
	3	1×1	イワスゲ 0.2	イワスゲ 0.2	0.0	総計14個体増	ヤシ繊維		砂礫が堆積	
	4	1×1	— 0.2	イワツメクサ イワスゲ 0.5	▲ 0.3	既存植生の生長 総計20個体増	ヤシ繊維		砂礫が堆積	
	5	1×1	— 0.2	— 0.2	0.0	既存植生の生長 総計7個体増	ヤシ繊維			
	6	1×1	イワツメクサ 6.0	イワツメクサ 6.0	0.0	総計17個体増	ヤシ繊維			
	7	1×1.5	ミヤマキンバイ 8.0	ミヤマキンバイ 8.0	0.0	総計82個体増	ヤシ繊維		※現地野帳データの一部を修正し整理した (実生ニエとイワツメクサについて)	
	8	1×1.5	ガンコウラン 15.0	ガンコウラン 16.0	▲ 1.0	総計29個体増	ヤシ繊維			
	9	1×1	イワスゲ 1.5	イワスゲ 2.0	▲ 0.5	既存植生の生長 総計6個体増	無し (対照区)			
	10	1×1	— 0.5	イワツメクサ 1.0	▲ 0.5	既存植生の生長 総計79個体増	無し (対照区)			
H18年	11	1×1	イネ科sp 0.2	イネ・カヤツリグサ科sp. 0.2	0.0	総計実生42個体増	ヤシ繊維			
	12	1×1	イネ科sp 0.2	イワツメクサ 2.0	▲ 1.8	総計実生29個体, 群生16箇所増	ヤシ繊維	実施		
	13	1×1	イワツメクサ 0.2	イワツメクサ 0.2	0.0	総計11個体, 1株増	ヤシ繊維			
	14	1×1	イワスゲ 0.7	イワスゲ 4.0	▲ 3.3	総計実生200個体以上, 群生4箇所増	ヤシ繊維	実施		
	15	0.8×0.8	イネ科sp 0.2	イワツメクサ 0.2	0.0	総計実生39個体増	木材チップ入 ヤシ繊維			
	16	0.8×0.8	イネ科sp 0.1	イワツメクサ 0.3	▲ 0.2	総計実生34個体, 群生2箇所増	木材チップ入 ヤシ繊維	実施		
H19年	八-1	1×1	—	— 0.2			ヤシ繊維	実施		
	八-2	1×1	—	— 0.2			麻繊維	実施		
	八-3	1×1	—	イワツメクサ 0.3			ヤシ繊維			
	八-4	1×1	—	イワツメクサ 1.5			麻繊維			
	八-5	0.8×0.8	—	— 0.0			ヤシ繊維			

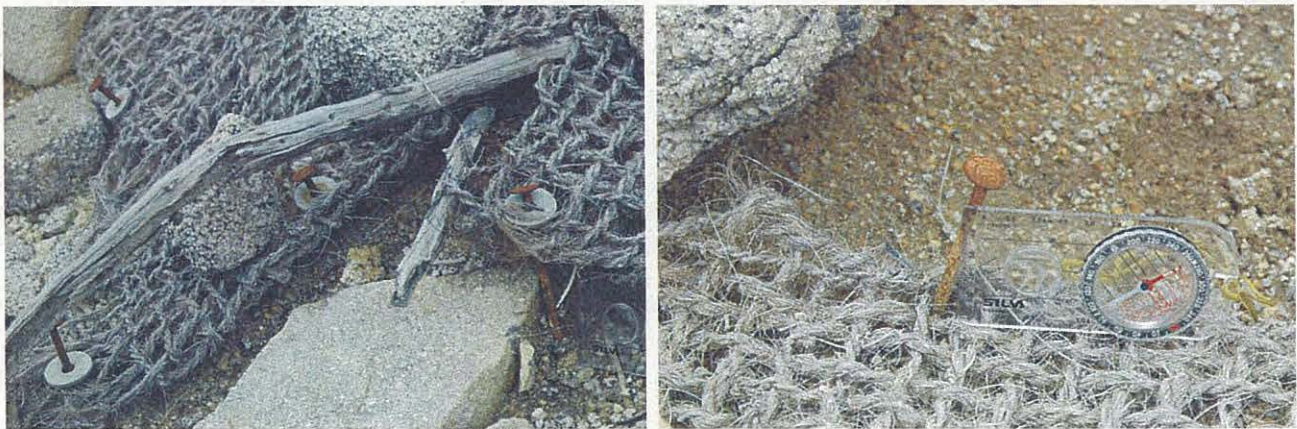
総計: 出現した種の個体数を合計した値

▲: 植被率の増加

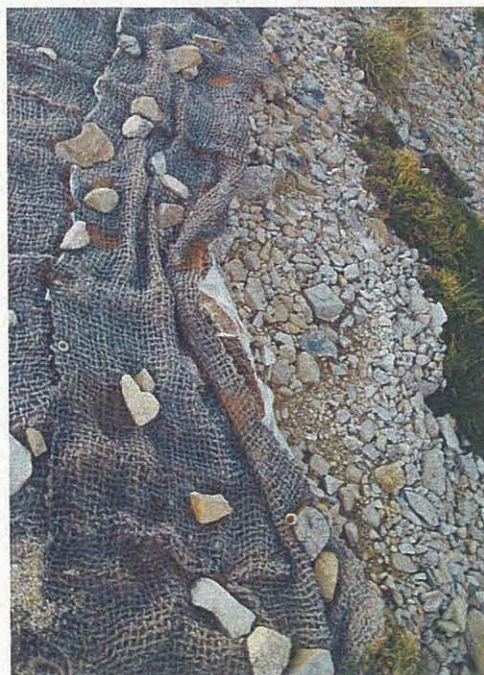
平成17年、18年度施工地(天狗荘北西地区)は、マットのめくれが1箇所(写真Ⅱ-23)、凍上による杭の浮き上がり(写真Ⅱ-21、22)が全体に見られたが、大きな劣化も無く安定した状況であった。



写真Ⅱ-19, 20 平成17, 18年度施工地(天狗荘北西地区)の状況



写真Ⅱ-21, 22 杭の浮き上がり

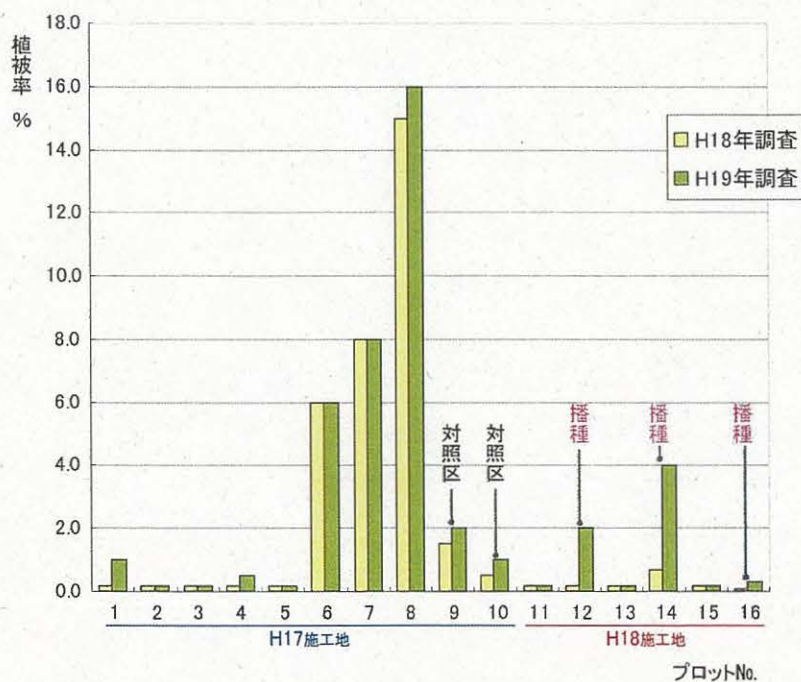


写真Ⅱ-23 マットの大きなめくれ  
(1箇所のみ)

## (2) モニタリング調査結果

モニタリング調査による植被率の変化を図Ⅱ-6に示した。16プロットのうち変化が見られた8プロットは、全て植被率の増加が確認された。その8プロットの内訳は、平成17年度施工地3箇所、対照区2箇所及び、平成18年度施工地3箇所であった。

平成17年度施工地は、8箇所の中で植被率の増加がみられたのが3箇所に止まり、対照区2箇所は共に増加がみられた。平成18年度施工地では、植被率の増加がみられたのは全て播種したプロット(3箇所)であったことから、播種効果を示す結果となった。



図Ⅱ-6 プロット別の植被率変化

表Ⅱ-5 平成18年度に播いた種子と重量

科	種名	重量
カヤツリグサ科	イワスゲ	5g
	ミヤマアシボソスゲ	13g
イネ科	ミヤマウシノケグサ	1g
ナデシコ科	イワツメクサ	11g
	タカネツメクサ	2g
バラ科	ミヤマキンバイ	1g

※上記種子を混合し、等分して播種した。



また、各プロットの確認種とその個体数の変化を図Ⅱ-7に、播いた種と確認種の比較を図Ⅱ-8に整理した。前述の植被率の変化を含め、調査結果から読みとれた点は下記のとおりである。

- ・ 16プロットのうち、植被率の変化が見られたのは8プロットで、全て増加であった。
- ・ 植被率増加の8プロットの内訳は、平成17年施工地3箇所、対照区2箇所と、平成18年施工地3箇所（全て播種したプロット）であった。
- ・ 平成17年施工地における植被率増加の要素は、主に既存植生の生長と一部個体数の増加であった。
- ・ 平成18年施工地における植被率増加の要素は、主に播種による実生個体数の増加であった。
- ・ 今回のモニタリング調査では、播種の効果は確認されたものの、植生マットによる復元効果を示す結果は得られなかった。
- ・ 上記以外の8プロットは、植被率の変化には至らなかったものの、実生の個体数では全てに増加傾向がみられた。
- ・ 個体数の増加がみられた種は、イワツメクサ、イネ・カヤツリグサ科、不明種（二葉、写真24）であった。



写真Ⅱ-24 二葉の実生（種不明）



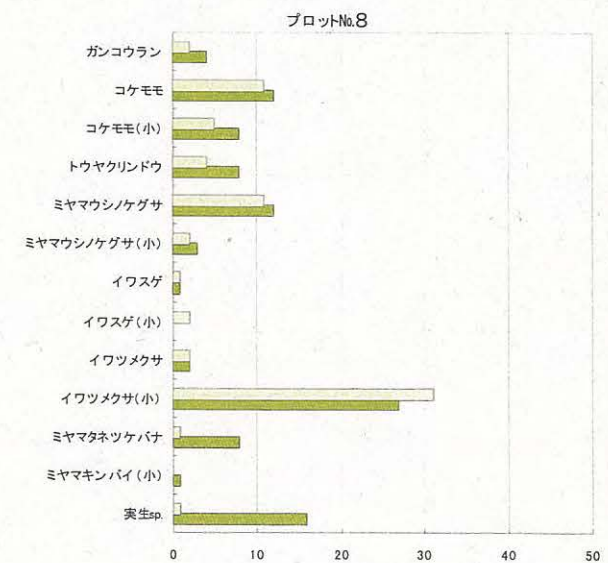
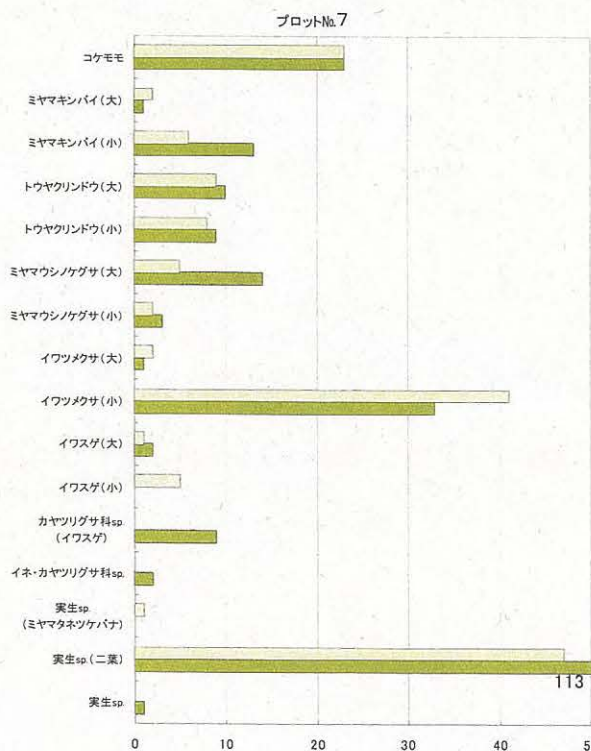
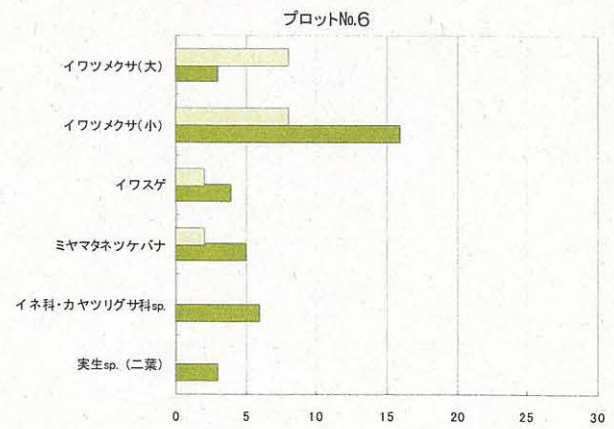
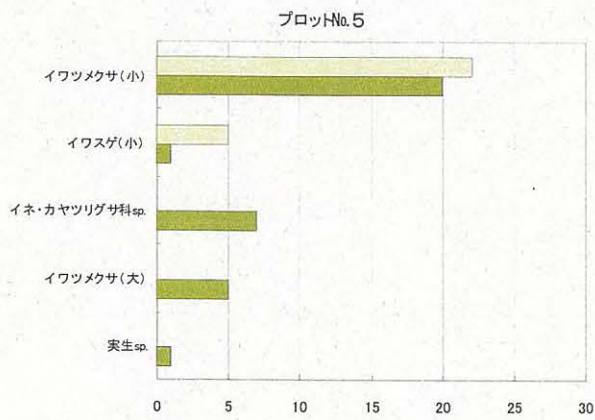
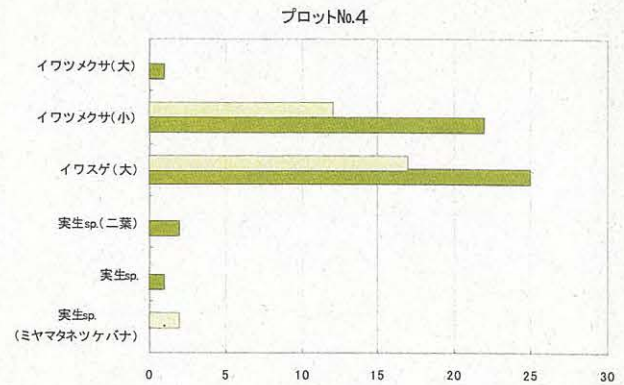
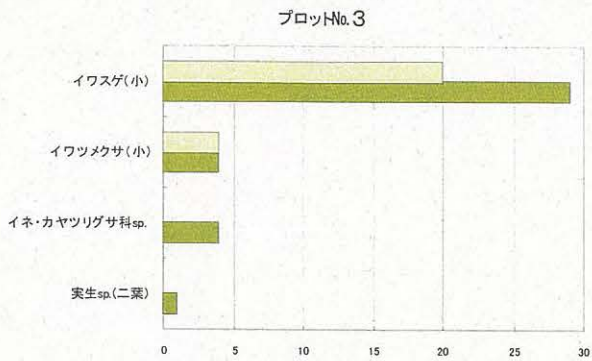
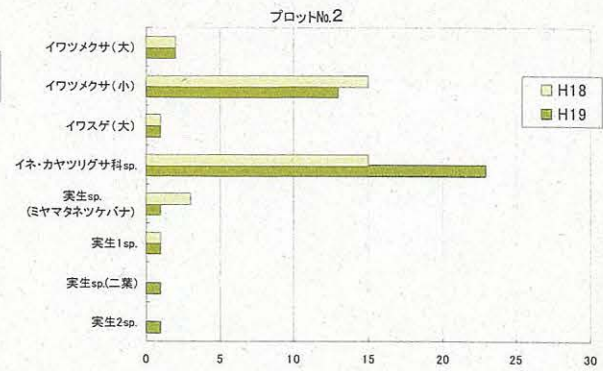
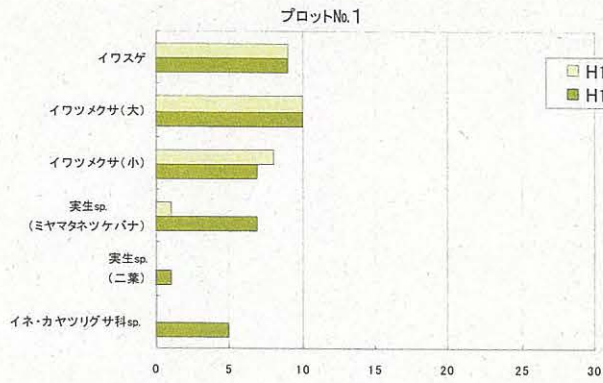
写真Ⅱ-25 ミヤマタネツケバナと推定される



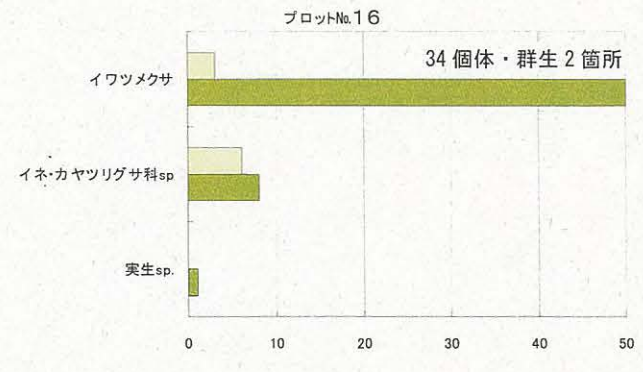
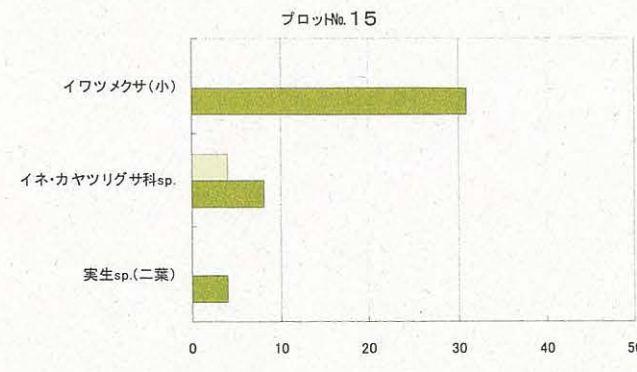
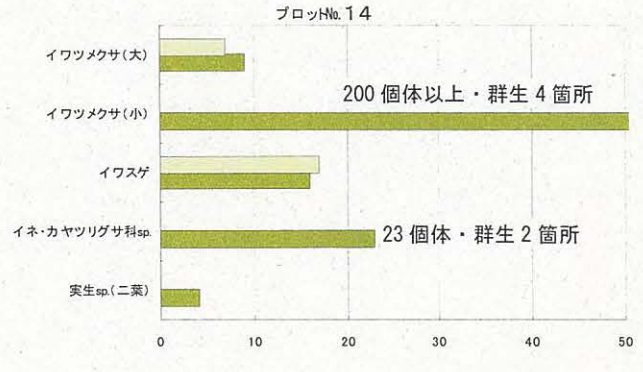
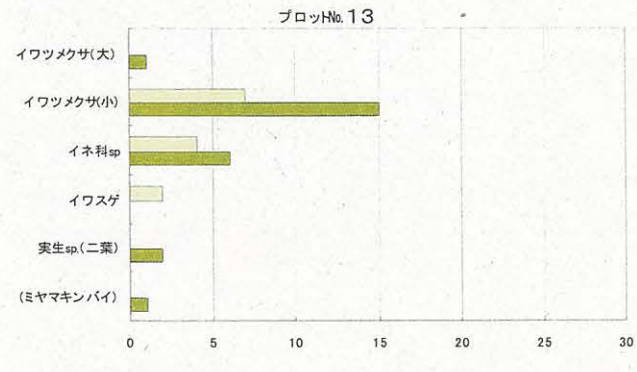
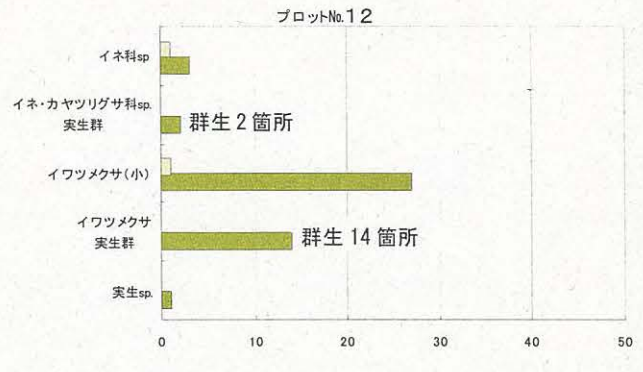
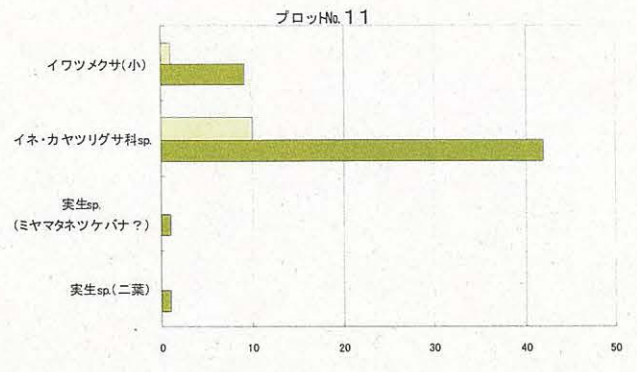
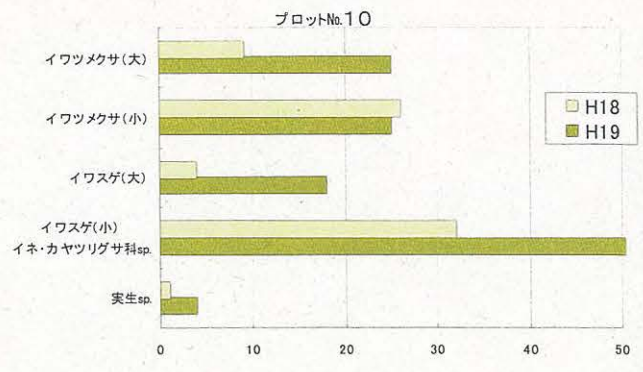
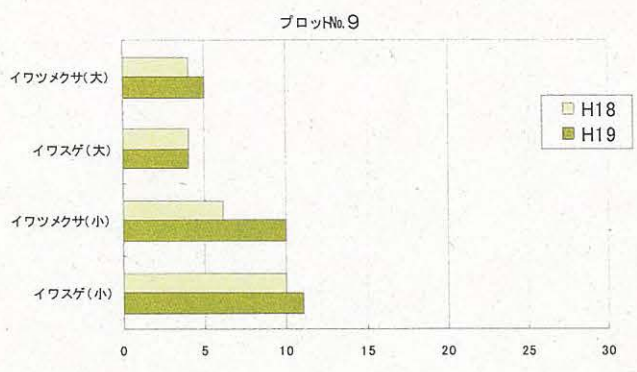
写真Ⅱ-26 イワツメクサ



写真Ⅱ-27 播種によるイワツメクサの実生は群生し、植被率を引き上げた（プロット14）



図II-7① プロット・種別個体数



図II-7② プロット・種別個体数

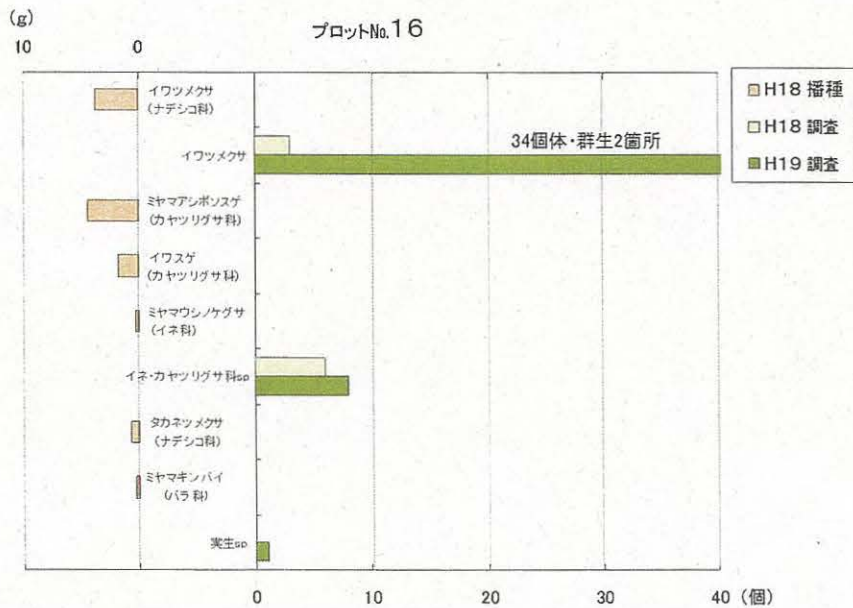
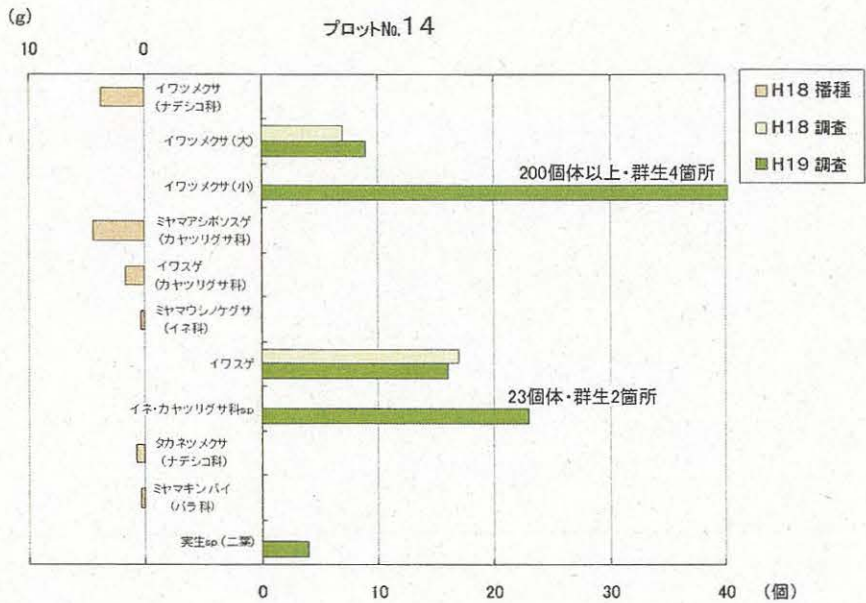
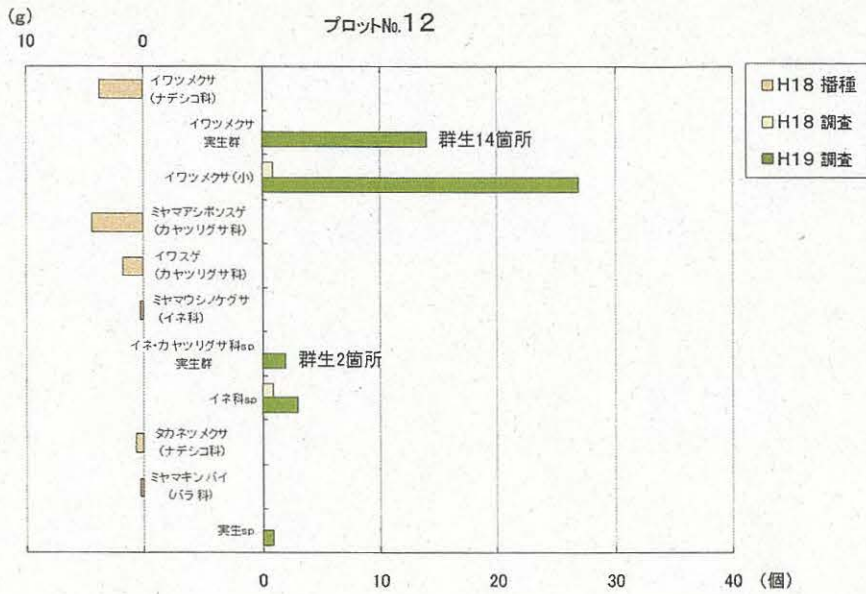


図 II-8 タネを播いた種 (重量) と種別個体数

### (3) 考 察

平成 17 年度施工地で植被率の増加が見られたのは、植生マットを敷設した 8 プロットのうち 3 箇所であったのに対し、植生マットを敷設していない対照区 2 箇所は共に増加した。この結果は、植生マット施工箇所のほとんどが当初から生育条件が悪く、プロット 3 に代表されるように敷設後も土砂の流入等で不安定な状況が続いていることが考えられる。一方、対照区は傾斜がほとんど無い平坦地で、石礫が多く風の影響等を受けにくい安定した立地条件を有しているものと考えられる。これは、ある程度の生育条件が満たされれば、人為による踏み付け等の影響をロープ規制等で排除することで、植生復元に向けた効果が現れることを示すものと考えられる。

播種したプロット以外の植被率の増加量は 0.2～1.0 ポイント（1×1m のプロットの場合、20～100 cm<sup>2</sup>）と非常に小さな値となっている。

実生の個体数では、プロットによってその数は大きく異なるものの、全てのプロットで増加傾向がみられた。今後、それら実生の定着、生長等の推移に注目していく必要がある。

以上の調査結果から、厳しい環境の中で劇的な植生の増加、生育は難しい状況は明らかであるが、個体数及び植被率の増加傾向が得られた。当面、5 年程度の継続調査によってどのような傾向を示すか確認し、その後の計画につなげることが必要と考える。

## II-4 千畳敷における既設植生マット調査

千畳敷では、植生マットの敷設が以前<sup>3</sup>から行われており、関係者からその成果も報告されている。これらは、南信森林管理署及び NPO、アルプス観光株式会社らの協力によって歩道の維持・管理の一環として実施されており、きめ細かい作業が日々続けられ偶々まで管理が行き届いている。これまでの検討会において、そのような植生マットの現状調査とモニタリングの必要性が指摘されており、効果の検証や植生復元技術の向上に資するデータの蓄積が求められている。

今年度は、千畳敷区域の敷設状況を把握し、今後のモニタリング調査を実施する際の基礎資料の整理を行った。なお、八丁坂にも各所に植生マットが敷設されており、次年度以降、同様の把握及びモニタリング調査について検討する必要がある。

### (1) 現地調査

千畳敷の歩道沿いに敷設された植生マットについて、概略の位置及び面積の把握、写真撮影を行った。調査結果は、表 II-6、図 II-9、写真 II-28~57 のとおりである。施工箇所は、ごく一部の法面にめくれや小さな崩壊がみられたほかは、景観に馴染む状態できちんと管理されており、関係者の定期的な見回りや補修が行われている状況が確認された。

<sup>3</sup> 平成 12 年 7 月、高山植物等保護対策協議会伊那地区協議会の「千畳敷周辺登山道整備案検討委員会」（委員長・花岡俊之駒ヶ根森林管理センター所長、十九人）は、環境に配慮した千畳敷における統一した登山道の整備案を策定し、付近の登山道や遊歩道を維持管理する駒ヶ根市と宮田村に提案した。その後の整備の一環として、植生マットが敷設されている。

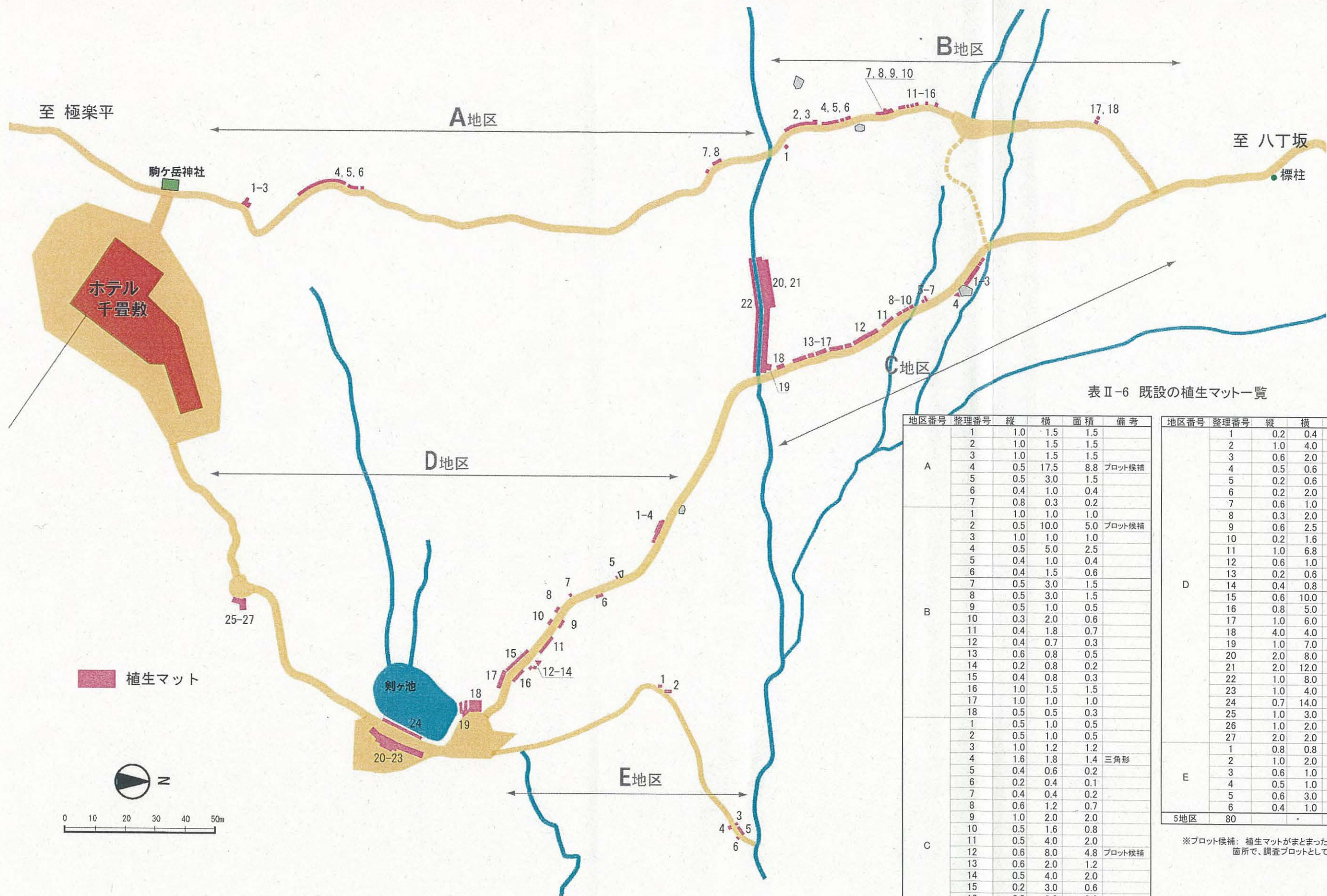


表 II-6 既設の植生マット一覧

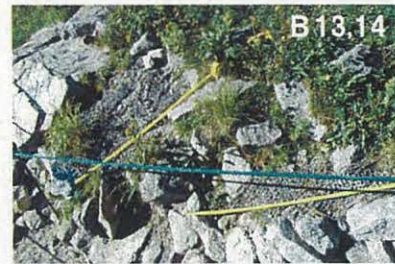
地区番号	整理番号	縦	横	面積	備考
A	1	1.0	1.5	1.5	
	2	1.0	1.5	1.5	
	3	1.0	1.5	1.5	
	4	0.5	17.5	8.8	プロット候補
	5	0.5	3.0	1.5	
	6	0.4	1.0	0.4	
	7	0.8	0.3	0.2	
	8	1.0	1.0	1.0	
B	2	0.5	10.0	5.0	プロット候補
	3	1.0	1.0	1.0	
	4	0.5	5.0	2.5	
	5	0.4	1.0	0.4	
	6	0.4	1.5	0.6	
	7	0.5	3.0	1.5	
	8	0.5	3.0	1.5	
	9	0.5	1.0	0.5	
	10	0.3	2.0	0.6	
	11	0.4	1.8	0.7	
	12	0.4	0.7	0.3	
	13	0.6	0.8	0.5	
	14	0.2	0.8	0.2	
	15	0.4	0.8	0.3	
	16	1.0	1.5	1.5	
	17	1.0	1.0	1.0	
	18	0.5	0.5	0.3	
	C	1	0.5	1.0	0.5
2		0.5	1.0	0.5	
3		1.0	1.2	1.2	
4		1.6	1.8	1.4	三角形
5		0.4	0.6	0.2	
6		0.2	0.4	0.1	
7		0.4	0.4	0.2	
8		0.6	1.2	0.7	
9		1.0	2.0	2.0	
10		0.5	1.6	0.8	
11		0.5	4.0	2.0	
12		0.6	8.0	4.8	プロット候補
D	13	0.6	2.0	1.2	
	14	0.5	4.0	2.0	
	15	0.2	3.0	0.6	
	16	0.3	2.0	0.6	
	17	0.4	4.0	1.6	
	18	0.5	2.2	1.1	
	19	2.0	2.0	3.0	一部カット
	20	2.0	16.0	32.0	
	21	2.0	40.0	80.0	プロット候補
	22	1.0	40.0	40.0	
E	1	0.8	0.8	0.64	
	2	1.0	2.0	2.00	
	3	0.6	1.0	0.60	
	4	0.5	1.0	0.50	
	5	0.6	3.0	1.80	
	6	0.4	1.0	0.40	
	5地区	80			343.64

※プロット候補：植生マットがまとまった面積で施工されている箇所で、調査プロットとして候補と考えられる場所

図 II-9 千畳敷における植生マット敷設位置



写真Ⅱ-28~30 A地区敷設状況



写真Ⅱ-31~37 B地区敷設状況



写真Ⅱ-38~43 C地区敷設状況





写真Ⅱ-44～55 D地区敷設状況



写真Ⅱ-56, 57 E地区敷設状況

## (2) モニタリング調査の検討

作成した植生マット敷設位置図等から、次年度、再度確認調査を実施し代表的な箇所を選定とプロットの設置、モニタリング調査を計画する。

千畳敷の施工箇所は、広範囲に及んでいることからプロット数も多く設置することが望ましいが、それに応じた調査実行体制が必要となる。また、前項のモニタリング調査結果でも述べたように、厳しい環境であることから明解な復元成果を望むことは難しく、5年を目処にした復元方法等の確認と、その後10年以上にわたる長期モニタリング調査が求められる。

調査方法(案)は、本事業で別途実施している方法とし、5年程度継続した上で、とりまとめ・評価を行う。植生復元の手法とその効果が確認できれば、その後は調査期間を3~5年間隔にし、また、その間はプロット全体の植被率の変化を確認できる写真(撮影する高さや位置、焦点距離・画角を統一する)と、植生やマットの概況の記録(野帳の様式も検討)による簡易な方法が考えられる。なお、モニタリング調査については、検討会において技術の検証、確立に向けた計画、統計処理に耐えうるプロット数等の意見が出されており、今後の検討課題となっている。

### 【プロット設置数】

プロット数は、調査員が1日で調査できる4~6箇所を想定する。そのほか、特徴的な箇所を補完する手法として、調査プロットの類似箇所では、撮影条件を統一した写真撮影による記録方法も有効と考える。

### 【プロット設置箇所】

設置箇所は、図II-9で区分されたA~E地区のうち、Eを除く4地区それぞれに1~2箇所を設置する。プロットの設置と継続調査が可能な対象地としては、ある程度まとまった面積で植生マットが敷設されている箇所が望ましい。表II-6(備考欄)に面積による候補地を示しており、次年度の現地調査により決定する。

さらに、将来的には日頃からパトロールや管理をしている保護団体、地元山岳会、関係者等のボランティアによって実施されることで長期的な継続調査に結びつくものとする。千畳敷地区は、貴重な高山帯の調査フィールドとしては比較的安全且つ容易に行けることから、大学生はもちろん中高生等の環境教育、部活動の研究活動としても可能と考える。そのためにも今後のモニタリング調査を通じて、当該調査地において出現する植生の実生写真等、植生に関する資料やデータを蓄積し、モニタリング調査のマニュアルづくりも検討していくべきと考える。

### Ⅲ 植生把握におけるリモートセンシング技術の活用に関する研究

本事業区域周辺を対象としたリモートセンシング技術の活用に関する調査研究として、信州大学農学部森林計測・計画学研究室 教授加藤正人氏と同修士2年の徳田桃子氏による調査研究報告「長野県木曾駒ヶ岳におけるデジタル航空写真画像を用いた高山植生の解析」を下記に掲載する。

(キーワード：デジタル航空写真画像、高山植生、植生分類)

#### Ⅲ-1 背景・目的

近年、高山植物の荒廃が問題視されている。その原因は、登山者による踏みつけや、気候変動、野生生物による捕食などさまざまである。中央アルプス木曾駒ヶ岳周辺では、平成16年度より、近年の高山植物の荒廃に対して、植生復元事業が行われている。今後、それに伴うモニタリング調査や継続した植生調査が必要となる。一方、高山における調査は、平地のように容易に行うことができない。広範囲の植生分布状況を把握するという点においても、航空写真や衛星写真等を用いたリモートセンシング技術の活用が期待されている。そこで本研究では、木曾駒ヶ岳周辺において、従来よりも解像度が高いデジタルエリアセンサ (UCD) により撮影された航空写真画像を用いて植生分類を行い、ハイマツを中心とした高山植生の分布状況が航空写真画像によりどのように把握できるのかを検討した。また、その結果より、高山植生の把握という点において、高山における航空機データの活用方法を検討した。

#### Ⅲ-2 研究対象地

研究対象地は、長野県南部、中央アルプス最高峰の木曾駒ヶ岳 (標高2,956m) の南に位置する、乗越浄土から中岳 (2,925m) にかけての稜線上とその付近 (以下、天狗荘付近とする) 及び、中央アルプス宝剣岳 (標高2,931m) 直下の通称千畳敷カール (以下、千畳敷付近とする) である。

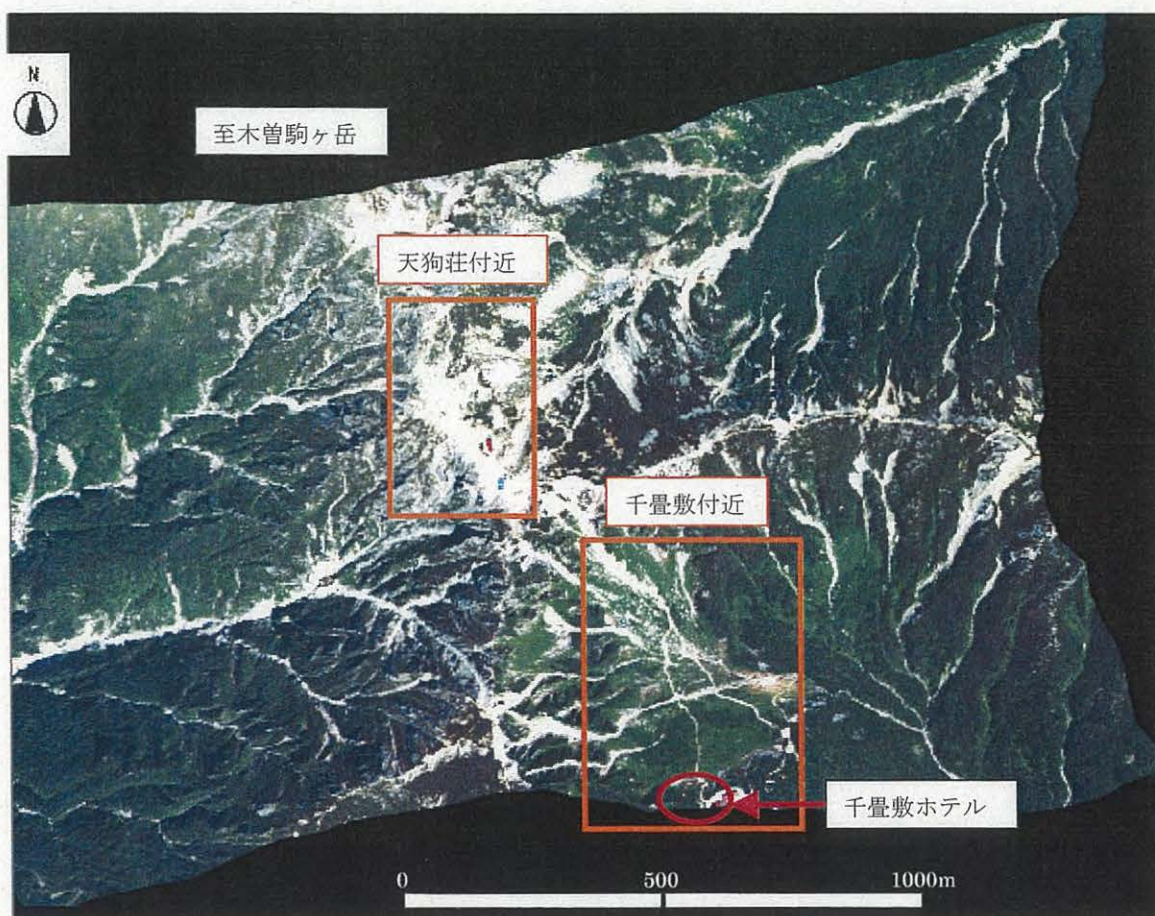
#### Ⅲ-3 使用した航空写真画像および解析ソフト

本研究では、高山植生の把握を行う航空写真画像として、デジタルエリアセンサ (Ultra Cam-D、通称 UCD) により撮影された高分解能のデジタル航空写真画像を使用した。画像の詳細を表Ⅲ-1に示す。UCD の特徴は、従来のアナログ撮影と同等の幅のデジタル画像データを取得することができることと、解像度が高い画像を撮影することができることである。UCD カラー画像において、赤色表示に近赤外 (Band4) を割り当てると近赤外域で最も反射値の高い植生域の活性具合が、赤色に表示される (図Ⅲ-4~6)。画像解析ではそれらの画像を用いて解析を行った。

解析ソフトは、画像解析に LGGI 社製「ERDAS IMAGINE 8.6」を、GIS 表示に ESRI 社製「Arc GIS 9.1」を使用した。

表Ⅲ-1 使用したUCD画像について

センサ	航空機搭載型 Ultra Cam-D
バンド数	カラー画像：4バンド (R・G・B・Nir)
観測波長帯	Band1 (R) : 620-690nm Band2 (G) : 420-580nm Band3 (B) : 390-470nm Band4 (N) : 690-900nm
地上分解能	カラー画像：50cm パナクロ画像：15cm
基準面高度	3000m
撮影日時	2005年7月28日
撮影	(株)パスコ



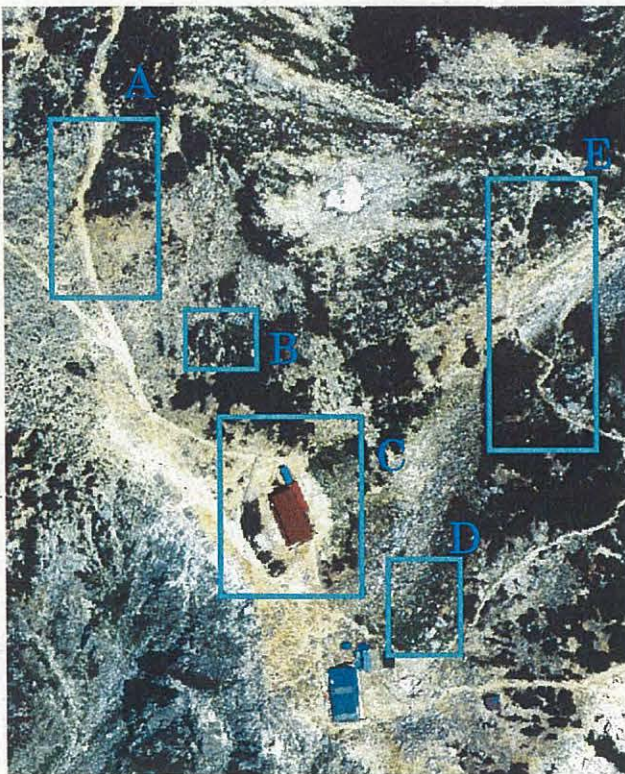
図Ⅲ-1 UCD カラー画像 (R:G:B=1:2:3)

### Ⅲ-4 研究方法

研究方法は、まず、現地調査により現地の植生状況を把握し、一方で、航空写真画像の解析を行い、解析結果と現地調査結果を比較することで、高山植生がどのように把握できるのかを検討した。

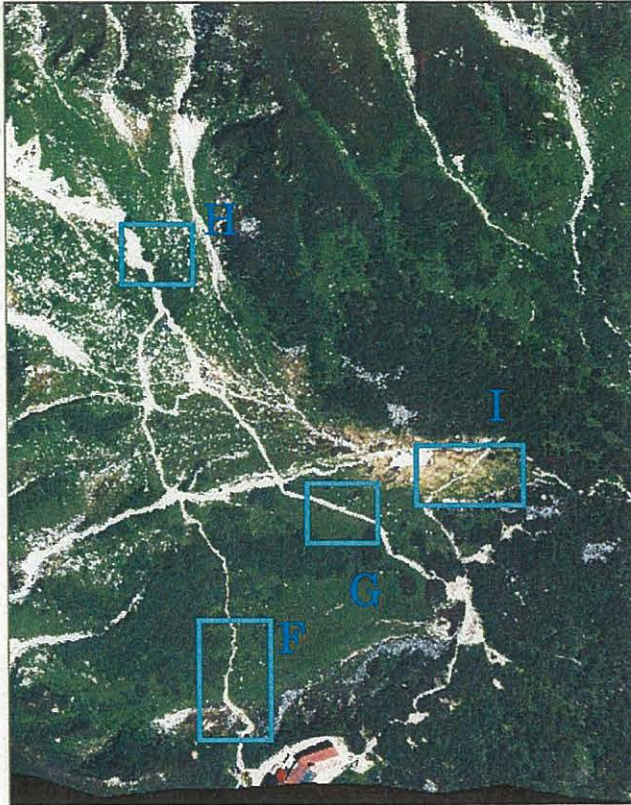
#### (1) 現地調査

現地調査は、踏査とプロット調査を行った。プロット調査では、ベルト状プロット (2m×18m) を1箇所、中プロット (1m×1m~3m×3.5m) を7箇所、小プロット (1m×1m) を34箇所設置し、デジタルカメラでプロット内の写真を撮影する写真調査およびプロット内の植生率・出現種等を記録する植生調査を行い、植生状況を把握した。調査結果はGISソフト「Arc GIS 9.1」の「Arc Map」を利用してプロット図として航空写真画像上に示した。この現地調査結果を、航空写真画像の解析にて植生分類および分類精度の検証に活用した。



- A 地点  
：ハイマツ群落とガンコウランや他の植生が混在して生育、南は荒廃地が広がる
- B 地点  
：ガンコウラン群落と草本植生が広がる
- C 地点  
：ハイマツ群落に他の植生が混在して生育、小屋の東に荒廃地
- D 地点  
：草本植生が広がる
- E 地点  
：ハイマツ群落とガンコウランや他の植生が混在して生育、北に草本植生が広がる

図Ⅲ-2 天狗荘付近のプロット設置場所と植生  
(画像：パンシャープン画像 R:G:B=1:2:3)



F 地点  
 : 草本層の植生が広がり、広葉樹が生育する遊歩道付近

G 地点  
 : 草本植生が広がり、広葉樹が生育する遊歩道付近

H 地点  
 : 草本植生と広葉樹が生育する八丁坂手前

I 地点  
 : 雪解けの遅い箇所、草本植生が生育する

図Ⅲ-3 千畳敷付近のプロット設置箇所と植生  
 (画像 : パンシャープン画像 R:G:B=1:2:3)



写真Ⅲ-1 プロットのデジタルカメラ写真

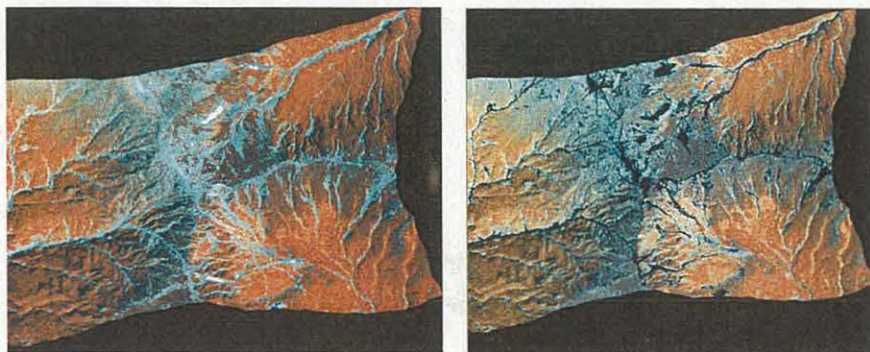


写真Ⅲ-2 小プロット植生調査の様子

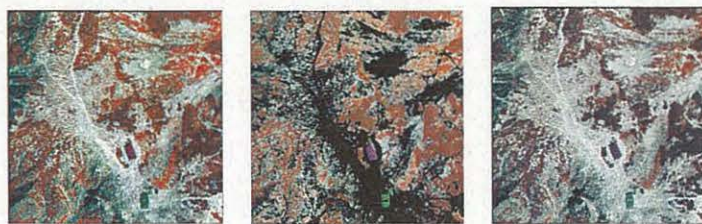
## (2) 航空写真画像の解析

画像解析は、解析ソフト「ERDAS IMAGINE8.6」を使用し、オルソ化した UCD オルソ画像に対し、解析に有効だと考えられる画像をいくつか作成した。「UCD カラー画像」の他に、調査地付近に切り出し情報量を削減した「UCD カラーcut 画像」、植生指数 NDVI を活用して UCD カラー画像から植生域のみを抽出した「植生域カラー画像」および「植生域カラーcut 画像」、カラー画像とパンクロ画像を重ね合わせた解像度 15cm のカラー画像「パンシャープン cut 画像」を作成した。そして、それぞれの画像に対し植生分類として教師なし分類（自動分類）と教師付き分類（現地サンプルをもとにした分類）を行い、現地調査結果をもとにして分類結果の精度検証を行った。精度の算出は、判定効率表を用いて全体精度および Kappa 係数を算出した（表Ⅲ-2）。その後、精度が良好であった画像を用いて現在の木曾駒ヶ岳周辺の「植生図」を作成し、高山植生の把握に対する航空機データ写真画像の活用方法を考察し、提案した。

◎NDVI 計算式： $NDVI = (band4 - band1) / (band4 + band1)$



図Ⅲ-4 UCD カラー画像（左）と植生域カラー画像（右）（R:G:B=4:2:1）



図Ⅲ-5 天狗荘付近の cut 画像（R:G:B=4:2:1）  
（左：UCD カラー画像、中：植生域カラー画像、右：パンシャープン画像）



図Ⅲ-6 千畳敷付近の cut 画像（R:G:B=4:2:1）  
（左：UCD カラー画像、中：植生域カラー画像、右：パンシャープン画像）

表Ⅲ-2 判定効率表の一例と全体精度および Kappa 係数の算出式

(単位:ピクセル)

分類クラス	参照クラス			行の総和	User's Accuracy
	ハイマツ	ガンコウラン	草本		
ハイマツ	30	10	5	45	0.67
ガンコウラン	9	20	10	39	0.51
草本	1	10	25	36	0.69
列の総和	40	40	40	120	
Producer's Accuracy	0.75	0.5	0.63		

全体精度: 62.5%

Kappa 係数: 0.4375

・全体精度:  $A = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii}}{N} \times 100$ 
 ・Kappa 係数:  $\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}$

$r$ : 行列の列数	$x_{ii}$ : 行 <i>i</i> 列 <i>i</i> の観測数	
$x_{i+}$ : 行 <i>i</i> の総和	$x_{+i}$ : 列 <i>i</i> の総和	$N$ : 観測総数(ピクセル)

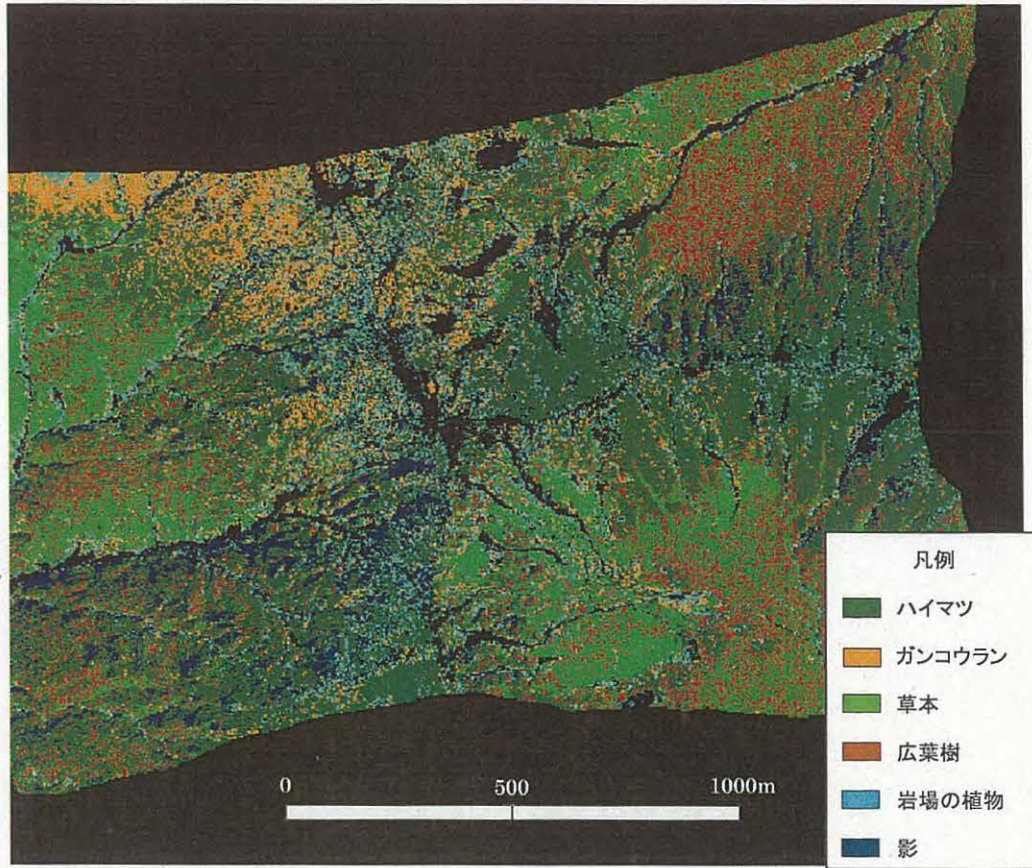
\* Kappa 係数は 1 に近いほど精度が高い

### Ⅲ-5 結果・考察

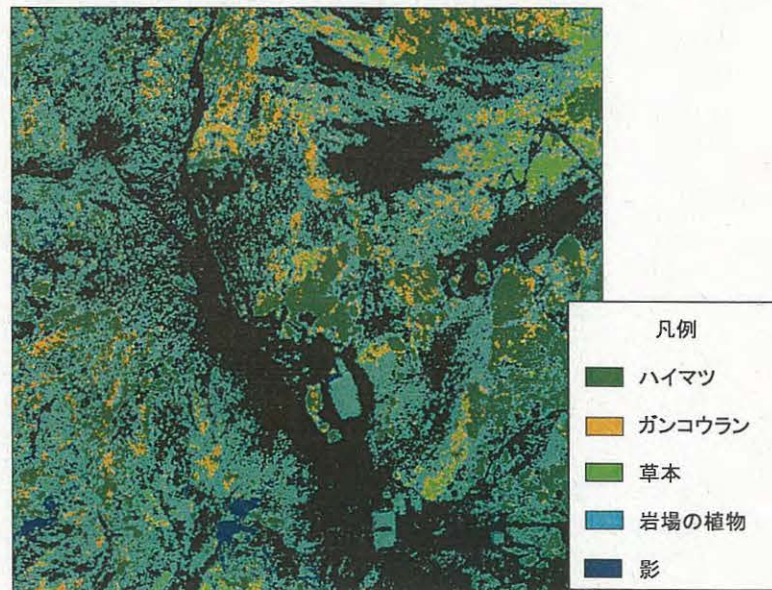
#### (1) 植生分類結果と分類精度検証

植生分類の精度は、UCD カラー画像から植生域のみを抽出した「植生域カラー画像」における植生分類が最も精度が高く、石の影響を省くことでより植生分類結果が良くなることが分かった。最も精度が高いもので、天狗荘付近に切り出した「植生域カラー天狗 cut 画像」における教師付き分類は全体精度 74.71%、Kappa 係数 0.6844、千畳敷付近に切り出した「植生域カラー千畳敷 cut 画像」における教師なし分類は全体精度 85.71%、Kappa 係数 0.8283 と、植生図として十分活用することができる精度であった。教師付き分類は教師なし分類とクラス数に大きな変化はなく、精度を上げるための解析方法としての活用が考えられる。全体画像での解析は、地形や植生状況の違いが大きく影響し、それらを一度に把握することは困難であることが分かった。

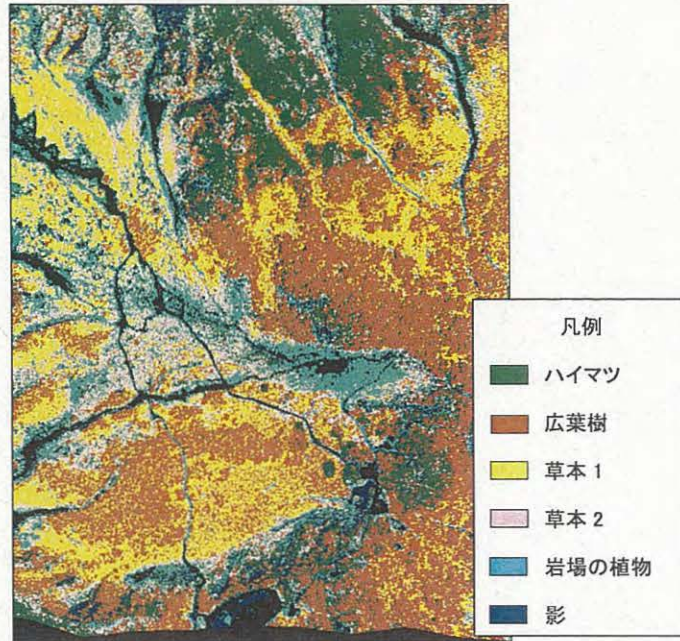




図Ⅲ-7 植生域カラー教師なし分類画像



図Ⅲ-8 植生域カラー天狗 cut 教師付き分類画像



図Ⅲ-9 植生域カラー千畳敷 cut 教師なし分類画像

表Ⅲ-3 天狗荘付近の分類精度

	全体精度 (%)	Kappa 係数	ハイマツ (%)	ガンコウラン (%)	草本 (%)	岩場の植物 (%)	石 (%)	登山道 (%)	影 (%)
<教師なし分類>									
UCD カラー画像	58.70	0.5157	57.14	18.75	72.13	46.81	48.39	87.88	100.00
UCD カラーcut 画像	64.78	0.5744	63.87	59.65		65.12	20.00	89.29	97.56
植生域カラー画像	74.71	0.6811	66.06	54.23	82.35	93.10	-	-	100.00
植生域カラーcut 画像	70.59	0.6317	72.46	48.27	78.79	80.00	-	-	100.00
パンシャープン画像	70.00	0.6279	63.16	84.30		64.71	45.28	88.14	100.00
<教師付き分類>									
植生域カラーcut 画像	74.71	0.6844	76.71	50.75	91.89	71.79	-	-	100.00

\* 植生ごとの精度=(Producer's Accuracy + User's Accuracy)/2×100 (%)

表Ⅲ-4 千畳敷付近の分類精度

	全体精度 (%)	Kappa 係数	ハイマツ (%)	広葉樹 (%)	草本 1 (%)	草本 2 (%)	岩場の植物 (%)	石 (%)	影 (%)	池 (%)
<教師なし分類>										
UCD カラー画像	71.20	0.6649	62.50	85.33	85.71	38.46	69.23	89.74	78.79	
UCD カラーcut 画像	68.40	0.6302	81.58	61.29	70.00	50.00	33.96	74.75	85.37	
植生域カラー画像	63.33	0.5406	37.93	40.00	69.70		0.00	-	57.47	
植生域カラーcut 画像	85.71	0.8283	85.71	89.74	93.55	69.23	88.24	-	88.61	
パンシャープン画像	78.40	0.7468	83.33	80.52	79.41	70.59	57.69	81.63	85.71	
<教師付き分類>										
植生域カラーcut 画像	79.02	0.7479	95.12	76.47	72.34	74.62	92.31	-	37.84	100.00

\* 植生ごとの精度=(Producer's Accuracy + User's Accuracy)/2×100 (%)

## (2) 高山植生の分類状況

現地調査の結果、木曾駒ヶ岳周辺には豊富な植生が広がっていることが分かった。解析の結果、ハイマツ群落はスペクトルにも特徴があり良好に分類された。天狗荘付近に広がるガンコウラン群落は、ハイマツ群落とは区別できるものの、他の草本植生が混在する場合が多く、分類結果が不安定であった。天狗荘付近に生育する雪田植生や高山風衝草原等の草本群落は、その植被率により分類が分かれており、群落別に把握するためには立地条件を考慮することが必要であることが分かった。千畳敷の広葉樹はその樹種までは分類できないものの、ハイマツや草本植生と区別することができた。千畳敷に生育する雪田群落は他の植生との間に生長の差があり、遊歩道周辺および八丁坂に広がる低・高茎草本群落と区別することができた。

表Ⅲ-5 天狗荘付近の植生分類状況

現地の植生(群落)		分類クラス
ハイマツ群落	ハイマツ群落	ハイマツ
高山矮性低木群落	矮性低木群落 1 (キバナシャクナゲを主とする)	草本またはガンコウラン
	矮性低木群落 2 (ガンコウランを主とする)	ガンコウラン
草本群落	高山風衝草原	岩場の植物
	高山荒原植生	岩場の植物
	雪田群落	草本またはガンコウラン
	広葉草原	草本

表Ⅲ-6 千畳敷付近の植生分類状況

現地の植生(群落)		分類クラス
ハイマツ群落	ハイマツ群落	ハイマツ
広葉樹の群落	亜高山夏緑低木群落	広葉樹
草本群落	低茎草本群落	草本 1
	高茎草本群落	草本 1
	雪田群落	草本 2



写真Ⅲ-3 ハイマツとガンコウラン



写真Ⅲ-4 ハイマツと広葉樹

### (3) 高山における航空機データの活用

植生分類結果より、精度の高い分類画像を貼り合わせて木曾駒ヶ岳周辺の植生図を作成した。植生図では、「ハイマツ群落」、「亜高山夏緑低木群落」、「草本植生 1 (低・高茎草本群落)」、「草本植生 2 (ガンコウラン・雪田群落)」、「岩場の植物 (高山風衝草原・高山荒原植生)」の 5 種類の植生に表示することができた。比較対象として 1988 年環境庁発行の 50000 分の 1 の現存植生図とともに表示する (図 III-10)。今回は調査地の精度で 70%以上のものを作成することができた。この植生図の最大の利点は、ピクセル数から各植生の分布面積を計算できることである。今後、植生変化のモニタリング等に活用できると考える。また、現存植生図や 3D 画像を活用し、立地条件ごとに植生の確認、修正を行うことが望ましいと考える。

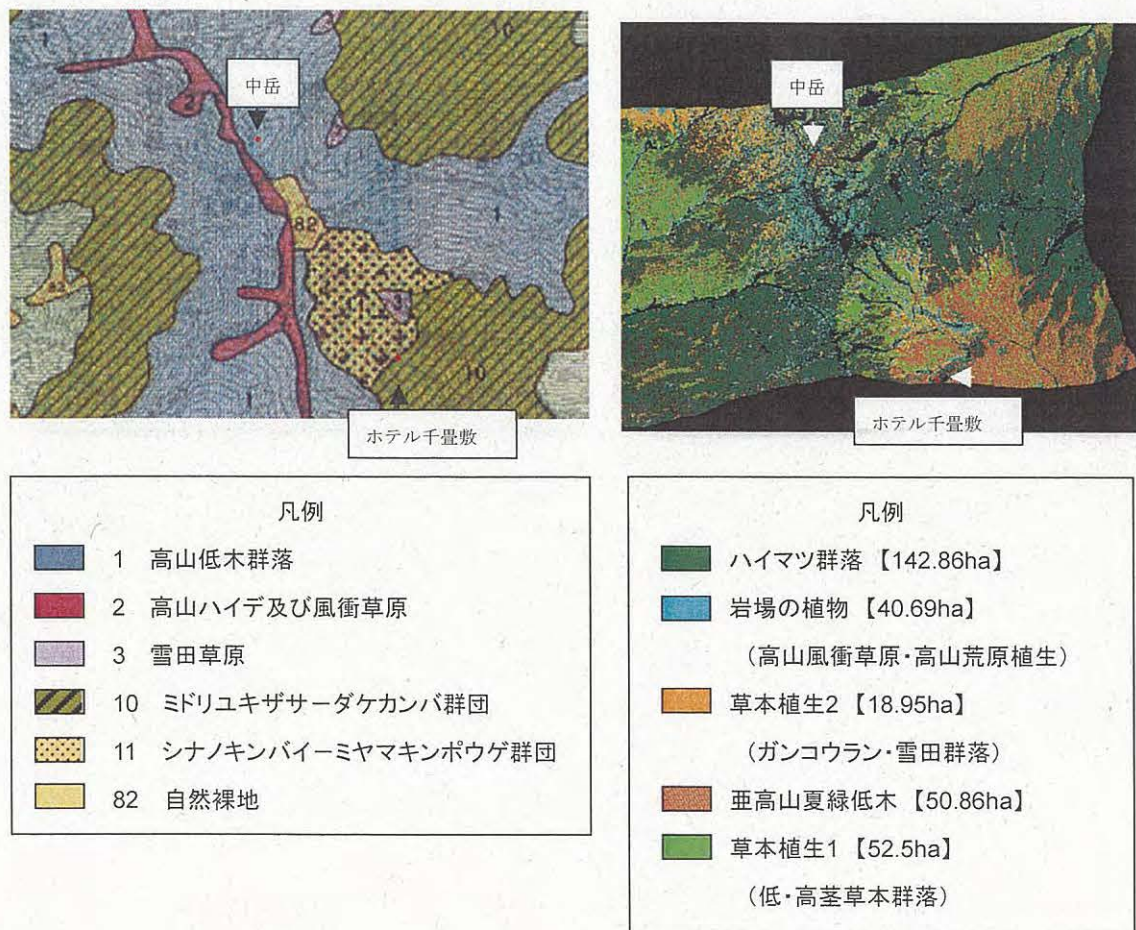
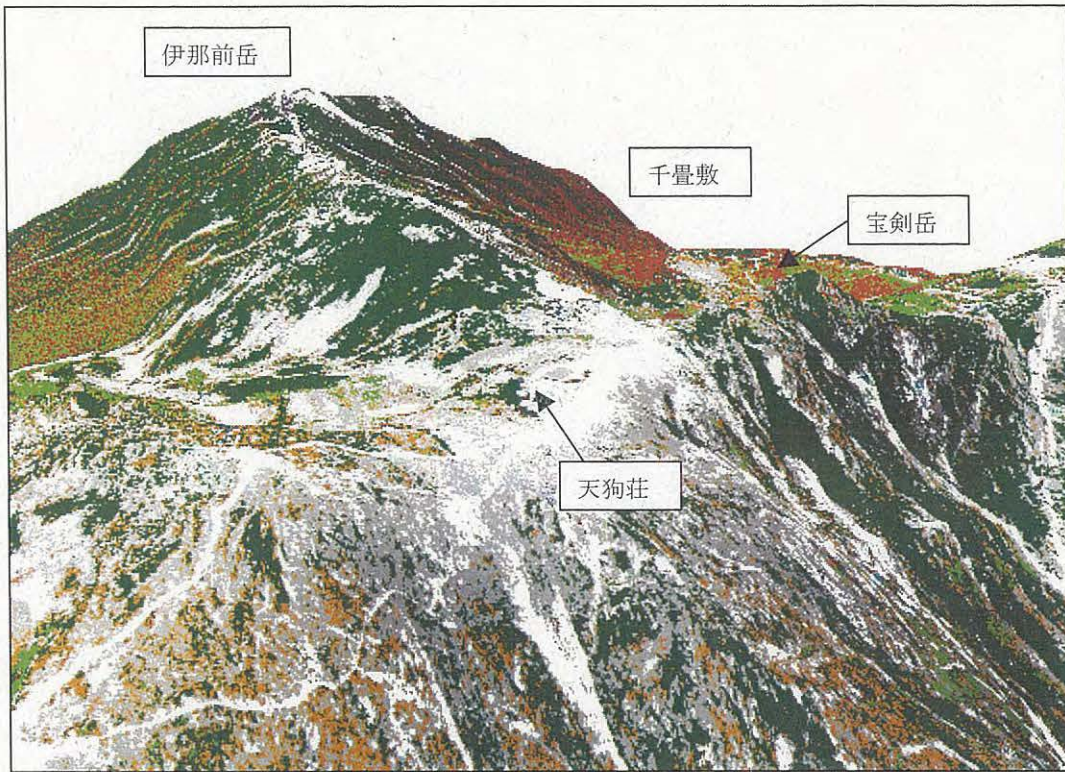
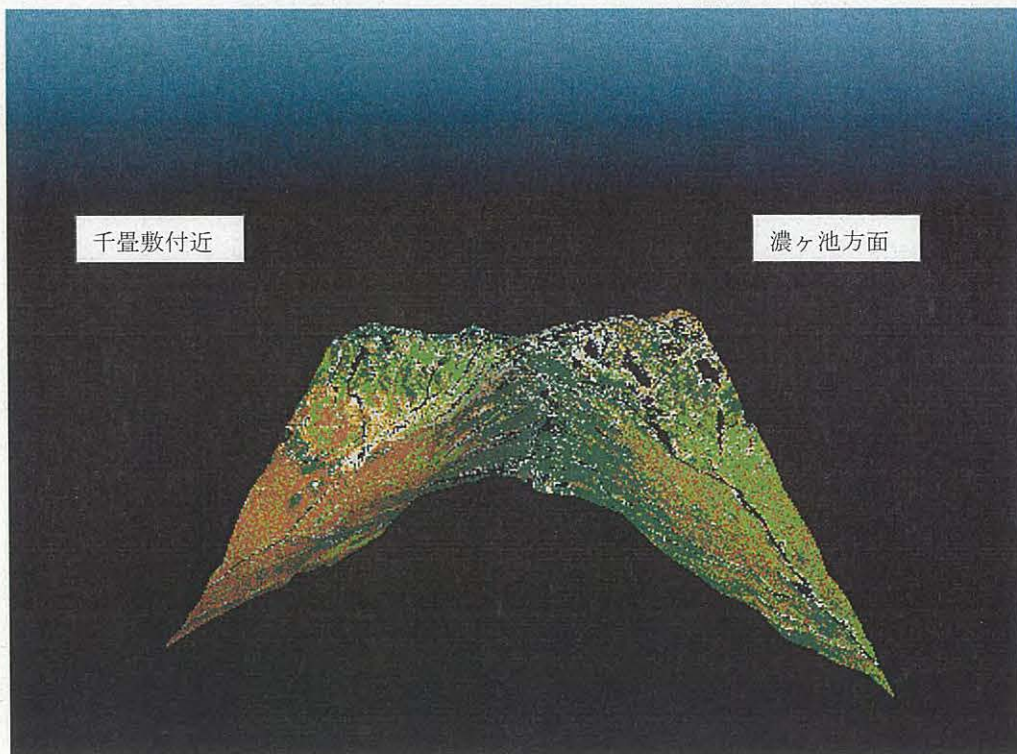


図 III-10 現存植生図との比較  
 【左：現存植生図 (1988 年環境庁発行 50,000 分の 1)  
 右：航空写真画像より作成した植生図】



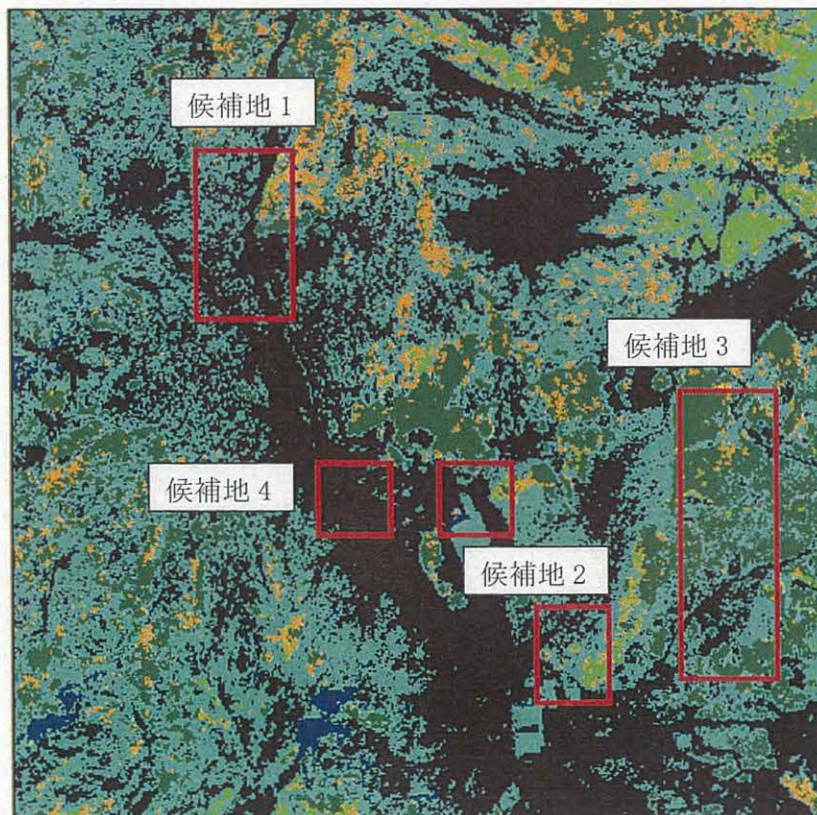
図Ⅲ-11 3D 植生図（天狗荘を基点とする）



図Ⅲ-12 3D 画像による千畳敷付近と濃ヶ池方面の比較

### Ⅲ-6 今後の課題と展望

今後は、解析方法の改善や発展により、ハイマツや草本植生等の詳細な状況の把握を目指すとともに、今回の植生分類によって分類された植物層の確認を行うことが課題である。また、植生復元作業により植生マット施工を行った箇所だけでなく、今後、植生の変化が懸念される山小屋付近の広葉草原や乗越浄土のハイマツ群落、千畳敷の遊歩道周辺等についても、継続的な調査が必要である。今回作成した植生図は、植生面積計算機能等を活用し、そのような箇所の経年変化やモニタリング調査に活用することができると思う。



- ・候補地 1：ベルト状プロット付近のハイマツ群落
- ・候補地 2：小屋付近の広葉草原
- ・候補地 3：乗越浄土付近のハイマツ群落
- ・候補地 4：05、06 年度植生マット施工地

凡例	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #006400; border: 1px solid black;"></span>	ハイマツ群落 (2.01ha)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #9ACD32; border: 1px solid black;"></span>	草本植生 1 (0.37ha) (低・高茎草本群落)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF8C00; border: 1px solid black;"></span>	草本植生 2 (0.52ha) (ガンコウラン・雪田群落)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #4682B4; border: 1px solid black;"></span>	岩場の植物 (5.4ha) (高山風衝草原・高山高原植)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #191970; border: 1px solid black;"></span>	影

図Ⅲ-13 モニタリング調査候補地 (天狗荘付近)



図Ⅲ-5 候補地1 (帯状のハイマツ)  
・ 枝がむき出しになっている箇所がいくつかみられる



図Ⅲ-6 候補地2 (宝剣山荘横の広葉草原)  
・ 荒廃地から二次的に発生した可能性がある群落が混合した広葉草原



図Ⅲ-7 候補地3 (乗越浄土のハイマツ)  
・ 少し赤みがかったハイマツがみられる



図Ⅲ-8 候補地4 (マット施工地)  
・ 5~10年後の植生変化に期待

## IV 検討会の開催

検討会を開催し、荒廃状況やその対策方法についての情報および意見交換などを行った。  
参加者及び主な意見は下記のとおりである。

日 時：平成 20 年 2 月 26 日（火）13：30～15：30  
場 所：南信森林管理署（伊那市）会議室  
出席者：下記のとおり  
内 容：平成 19 年度における植生復元作業等実施報告  
植生把握におけるリモートセンシング技術の活用に関する研究報告

### 【参加者】

（順不同、敬省略）

信州大学名誉教授	土田 勝義
信州大学名誉教授・中央アルプスの自然を愛する会 会長	伊藤 精悟
中央アルプスの自然を愛する会 副会長	堺澤 清人
木曾駒山岳会 会長	大平 信一
日本高山植物保護協会 伊那谷支部長	片桐 勝彦
長野県環境保全研究所 自然環境部 自然環境保全班 研究員	尾関 雅章
長野県上伊那地方事務所 環境課 主査	南 沢 潤
宮田村役場 産業建設課 課長	平沢 正典
駒ヶ根市役所 商工観光課 課長	竹 村 弘 ※
上松町役場 産業観光課 課長	茂澄 統一
中央アルプス観光株式会社 支配人	小林 正樹
信州大学 農学部教授	加藤 正人
信州大学大学院 農学研究科 森林科学専攻修士 2 年	徳田 桃子
中部森林管理局 南信森林管理署 流域管理調整官	酒向 邦夫
中部森林管理局 木曾森林管理署 流域管理調整官	藤田 修平
中部森林管理局 指導普及課 課長	横谷 武司
中部森林管理局 指導普及課 自然再生企画官	浅岡 安雄
中部森林管理局 木曾森林環境保全ふれあいセンター 所長	眞田 公一
〃 自然再生指導官	寺澤 茂雄
社団法人日本森林技術協会 森林総合利用部 首席技師	小池 芳正
〃 森林環境部 専門技師	渋谷 僚

※当日は代理の方が出席



【主な意見や質問】

発言者	内容
信州大学 伊藤	踏み荒らし等によって植生荒廃が起こった場所に対し、事業では利用制限等の対処をしながら植生マットを敷設し、その効果についての報告が挙がってきている。それぞれのプロセスを明確にし、最終的に元の状態の植生に到達するまでをフローチャートとして整理し、それぞれの対策がどのような効果があるのか等、そろそろ方向を示す時期ではないか。
日林協	事業内容について、フローチャート等で効果のあるものとそうでないものも含めて整理し、5年経過した時点で将来に向けた管理方法やモニタリングについてまとめたい。この事業での復元方法、技術的な部分については、他のところでも活用できるように一度とりまとめる必要がある。
ふれあいセンター	まず5年を目標に事業を実施し、その段階でとりまとめその後の方向付について組み立てをしたい。植生復元は長期間を要することは明らかなことである。予算もあることから現時点で10年、20年という計画を約束することは出来ないが、それに対応できるような方法を検討したい。
【質問】	土を抑えるという効果のためにマットを張り、そこへ種を播いている。土壌があれば発芽するが、土壌がないところで散布しても発芽の条件はないのではないか。 施工の際に、土壌をマットの上に詰めたりはしないのか。
日林協	今回、実際に播種した後の発芽の状態をみると、元々土壌が形成されていない地域であるが、細かい砂礫が岩の周り等に溜まった箇所から発芽している様子が確認出来ている。そのような土壌(砂礫)の溜まる条件のところから発芽し、それが拡大していくきっかけがつかればと考えている。
信州大学 土田	高山帯という自然環境においては、人為的な行為は制限されている。 土壌が無いところでは客土や肥料、様々な資材を使って緑化出来ればよいが、法的にも生態学的にも問題がある中で、最大限人為で出来る方法としてはネットとなる。 雨水、雪、融水等による土砂の流出を抑え、そこに実生の発達を促す程度しかできない状況で、それを時間をかけてカバーする。そのような状況からすると非常に難しいというか、困難な処方ではある。 個人的には、施肥をすることで生長を促進させることは可能と考えるが、施肥の是非についても管理や生態学的な問題もあり、学術分野においてもその答えは出されていない状況にある。
【質問】	なぜヤシマットと麻マットの両方を使用しているのか、またその効果はどうか。
日林協	ヤシマットは、他事例の事業成果を参考に17、18年と採用した。麻マットは、巻機山(新潟県三国山脈)で実績があり、最近では東北の高山でも採用されている。砂礫地での施工事例は少ない(飯豊山)が、ヤシマットに比べ保湿効果が高く密着し易い等の特徴があることから、当該事業地でも試験的に導入した。効果は今後のモニタリングによる。

発言者	内容
県環境保全研究所 尾 関	<p>今後、事業及び技術の確立に向けた評価を考えると、実際のマットの敷設自体もそうであるが、それに付随するプロット設置によるモニタリング調査とその内容が重要となるだろう。3 箇年をまとめたものが報告資料で示されているが、最終的な評価を考えると設置した場所の条件や施工内容を考慮した上で、統計解析等に耐えうるデータの蓄積と、そのための系統立てたモニタリング調査計画が必要ではないか。</p> <p>例えば、今年度新たに麻繊維マットを新規導入したわけだが、その部分についても2 箇所プロット設置しておりそのうち1 箇所は播種で、通常の試験からするとサンプリングとしては、ばらつきが考慮できるプロット数やサイズであるのか不安に感じる。</p> <p>また、調査結果を見ると初期の段階の実生、つまり芽生えの小型植物体を中心となっており、被度という尺度では評価が難しいのではないかと感じる。場合によっては、これだけ実生が多い状況から、実生個体のサイズ等を調査しないとどの程度効果があるのか、変化を調べにくいのではないかと感じた。</p>
日林協	<p>調査者としても被度の尺度ではあまりにも値が小さすぎて、調査者によっても差があるのでないかと感じている。調査では、実生の位置や数も抑えているのでそれらのデータを利用して、実生の生長等を整理したいと考えている。</p>
中央アルプスの 自然を愛する会 堺 澤	<p>昨年の学生登山者は3,700 人程度であったが、そのうち2,000 人位が、昨年植生マットを施工した八合目のルートを利用し、全員がこの場所で休んでいる。そういう点では、将来を担う若者達へ植生復元についての説明、PR するには良い場所である。具体的に、学校へ植生復元についての資料等を提供することはどうか。</p> <p>先程説明があったように、5 年を目処としているが、5 年ではご存知の通り植生の本当の効果は出ない。予算が無くて出来ないではなく、現在係わっているメンバーや行政の方を含めて、何らかの形で継続できるよう方法を考えていただきたい。それを希望している。</p> <p>さらに、来年度の施工地のひとつ八丁坂について、大勢のボランティアでは施工が難しいとのことであるが、学生等は違うコースをほとんど通っている。この植生復元対策事業とする題目からしても、いちばん荒廃が進んでいる八丁坂について、是非、来年度以降、工法を含めて検討していただきたい。資料の写真にもあるように、急斜面なところは難しいが、少し平になったところでは、ロープが張ってあっても人が入り植生の衰退が進んでしまっている。そのようなところにマットを敷くことによって観光客へのPRとその効果もあがるのではないかと感じる。</p>
	<p>○補足説明、提案(後日、堺澤さんから)</p> <p>八丁坂は、資材運搬要員は別として5人(3人数設要員、施工場所の上下に見張り要員各1名)チームで施工すればと考えている。資材が現場にあれば5人で十分ではないかと感じる。また、施工方法は、マットの上段の端を栈木で止めてその栈木を鉄杭で固定すれば、傾斜地でも積雪や雨水によるマットのずれや土砂の流失は防げると思われる。何箇所か(特にひどい)施工できればと考えている。</p> <p>なお、8合目でインタープリテーションは、登山前に学校で事前学習があり、その時に私たちも講習をしているので、中学生向けの資料などがあれば大変参考になる。そして、現地でもインタープリテーションを行えばより理解が深まると考える。</p>

発言者	内容
ふれあいセンター	<p>学生への植生復元のPR、説明資料について、パンフレット等では捨てられるなど効果が少ないことも考えられる。例えば、植生復元のPR情報を印刷した印刷面の広い定規のような利用頻度の多い文房具等を、植生復元のパンフレットと合わせて学校登山の前に配布し、事前学習で学ぶ機会をつくるなど、より効果的な方法も考えたい。</p> <p>また、目標としている5年を過ぎた後の事業の継続については、その必要性も感じているが、継続することにより、施工面積が増え、植生マットの維持管理等の負担が増大することも考えられる。モニタリング調査については、さらにデータの蓄積を図り、今後とも継続しなければならないと考えている。方法については、項目を絞り最終的にはボランティアの方々への協力を得ながら、データの精度も含めて、実施出来る方法を検討していきたい。</p>
県環境保全研究所 尾 関	<p>八丁坂については、登山道が縦位置になっている部分は落石等があり、その安全面を考慮するとボランティアでの実施は難しいと考えているが、現地を詳しく観察し、出来る場所と出来ない場所も含めて小分けしながら対応を考えていきたい。</p> <p>[植生把握におけるリモートセンシング技術の活用に関する研究報告]</p> <p>現存植生図との比較が出されたが、高解像度デジタル航空写真と比較するには1/5万の現存植生図ではやや酷な面がある。亀山章さんがカール内の現存植生図※をより大縮尺で作成されているので、それと比較するのは良いのではないかと。</p> <p>比較することで、この解析結果の評価をもう少し細かく検討できるのではないかと、また、作成から30年ほど経っており、その変化を捉えられる可能性があるのではないかと。今後の研究室の課題としてはどうか。</p> <p>※亀山章(1979)木曾駒ヶ岳千畳敷周辺の植生—植物群落と生育環境について—、信州大学農学部演習林報告第16号</p>
【質問】	<p>デジタル航空写真の撮影状況はどのようになっているのか。 衛星画像の利用についての可能性はどうか。</p>
信州大学 加 藤	<p>定期的に撮影されている航空写真は、今まで白黒の空中写真というのがあり、平地が国土地理院、山地が林野庁と分担して撮影されてきたが、撮影費用の面で縮小傾向にある。現在は、高い位置から広く撮影する小縮尺と、撮影間隔もこれまでの5年から6～7年、北海道の奥地では8年以上となっている。</p> <p>デジタル写真撮影の航空機は、4年ほど前はカナダや北米で制作されたものであったが、現在は各航測会社が保有している。最近の利用事例は、林野庁の新生産システムという事業で使っている。これは日本全国から10箇所のモデル地域を選定し、データベース化して林業活性化につなげようというもので、そのデータベース作成に航空写真デジタル画像が使われている。現在は、アナログからデジタルへ徐々に移行している。</p> <p>人工衛星については、日本の衛星で「だいち」(ALOS 地球観測技術衛星)がある。この衛星は3年目に入っており、解像度は白黒2.5m、カラー10m、1枚のデータの撮影範囲が16×16kmで、1枚当たりの価格が25,000円となっている。以前は50万円もしたことから、大変安価になっており、各都道府県や海外、特に東南アジアでの利用が進んでいる。</p>

発言者	内 容
	<p>このように、航空写真も普及しており、人工衛星画像も解像度が上がっている。また、商業衛星には解像度 60 cm や 80 cm があるが、高価であることから災害等の必要な場所で利用し、日本の森林分野で広く使っていこうとすると、「だいち」の衛星画像が考えられる。</p>
<p>信州大学 伊 藤</p>	<p>以前、中央アルプスでハイマツの枯死が問題になっており、これは温暖化の影響ではないか等と言われていた。長期的にみてハイマツが縮小しているかどうか、中央アルプスにおける変化等の課題が考えられる。また、登山道による荒廃もひとつの課題である。今後、益々航空写真のデジタル化による判読が展開していくとすれば、そのような課題設定を示していったらどうか。</p>
<p>信州大学 土 田</p>	<p>現在、裸地化している荒廃箇所が元々どのような植生であったのか、植生復元する場合の目標植生として、原植生を目指すこととなる。その原植生を把握できればそれに向けての復元方法等を考えることができる。元々の植生は何であったか、画像と地形や気象との関連も併せて、解明、評価する解析はできないだろうか。</p> <p>植生回復に関するデジタル空中写真における今後の展望として、本来の植生がどのようなものか、今後、どのような植生に戻したらよいか、課題として研究を進めていただきたい。</p>
<p>上伊那地方事務所 南 沢</p>	<p>植生復元に関しては、県でも、片桐さんをはじめとする自然保護レンジャーらに参加していただいているところである。今回、県立公園の中ではあるが、現実的な対応としては県だけでできる状況ではないため、自然保護レンジャーや今回ご参加いただいたボランティアを含めて、毎年、実施していただいていることは、県の公園管理の観点からも非常にありがたい。</p> <p>また、モニタリング調査については、どうやって効果的に実施し今後の方法につなげていくか、共通の認識の中で引き続き考えていかなければならないと思う。現在、県立公園そのものについて見直す計画はないことから、県としては、現状の中で出来る協力や対応をしていきたいと考えている。</p>
<p>日本高山植物 保護協会 片 桐</p>	<p>保護活動の立場では、支部の仲間や中央アルプス観光の担当の皆さんと一っしょにパトロールをして来たが、1999 から 2000 年に千畳敷登山道整備の検討会があり、その後、現在の形になったと思う。その際に、植生マットを敷き何年も経ち効果が出てきていると思われる。</p> <p>実際に巡視をする中で感じることは、千畳敷は県外からの観光客が多く、高山植物や自然保護の意識は薄く、巡視のほか中央アルプス観光でも放送で呼びかけている。昨年の例では、登山道を外れて植生区域に侵入しており、声をかけてもほとんど返事がなく、こちらも大変切ない思いをしている。パトロール活動以外では、昨年も森林事務所の協力を得て高山植物の生育区域に入ってはいけない旨の看板をいくつか作っていただいた。お客さんは、何か書いてある程度しか見てない人も多いかもしれない。</p> <p>また、植生保護についてのパンフレットは 5 年間で、5 千枚程配布している。</p> <p>植生マットの作業は大事なことであり、そのマットの目的、必要性についても中央アルプス観光の協力のもと今後も PR していく必要がある。引き続き、皆で考え行政にも協力して進めていきたい。</p>

発言者	内容
木曾駒山岳会 大平	木曾側も崩壊している箇所はあるが、登山者も少ないため踏み荒らしによる高山植物への影響があるところは少ない状況にある。木曾からも数は少なくなったが、中央アルプスの学生登山は行われている。そのような中で、昨年場合は、御嶽山から変更して宝剣岳へ登った学生もあり、(木曾駒ヶ岳)頂上付近にも植生復元についての勉強ができる場を作っていただければと感じた。
宮田村 平沢	植生復元に当たっては、村としても作業に職員が参加させて頂いた。地元自治体としては、駒ヶ岳は一番の観光拠点となっており、出来るだけ多くの人たちに山を楽しんでももらいたいと思っているが、それだけ多くの方が入れれば影響があるというジレンマがある。そういった中で、復元するというのは時間と労力が大変かかるため、その前に、出来るだけ植生の中に入らないように、観光に訪れた方にいかに PR していくのか、行政として取り組んでいく必要がある。先程、マナーの話があったが、最近では、海外からの観光客も増えおり、日本語だけの看板では通じない場面も出てきている。周辺の自治体と連携し、財政もあるが復元活動を根気よく続けていかなければならないと感じている。現在は、人間以外の野生鳥獣も高山に登ってきているので、それも含めて対応して行きたい。
駒ヶ根市 春日	中央アルプスをまたがった区域として宮田村、上松町と行政間を連携しながらこのような活動も協力していきたい。また、特に駒ヶ根市は、登山客の入り口としてボリューム数も多いので、意見の出されている啓発も含めて取り組みたいと考えている。
上松町 茂澄	木曾方面から木曾駒ヶ岳への登山者は、昔に比べて減少している傾向が続いている。しかし、片桐さんの意見にあったようにロープの中に入り込んでいる人に声をかけても返事が無いような現状から、モラルの普及、PR の必要性を感じている。看板の設置に当たっては、景観の問題もあり現地では制限されるため、登山口にパンフレットを置いたり、登山道途中に看板を設置する等、行政で考える必要もある。
中央アルプス観光 小林	担当者 3 名を常駐させ、環境整備を重点項目に挙げて取り組んでいる。外でする作業は、6 月末から 11 月までの限られた期間で、遊歩道の整備、ロープの張り直し、曲がった金具の直し、その間にいただいた植生マットを所々気づいたところに張っている。 観光客は自然保護に対して関心が薄いのではないかと感じている。片桐さんが言われたように、平気で中に入ったりマットの上でご飯を食べたりしている。そのような状況を耳にした場合は、放送を利用して自然保護の必要について訴えている。今後も出来る限り努力していきたい。

## V 今後の調査と課題

植生マットの敷設作業は3年目を迎え、並行したモニタリング調査も計21箇所のプロットを設置した。モニタリング調査結果では、小さな変化ではあるものの、全体として個体数及び植被率の増加傾向が得られた。

一方、土田先生の指導の基、中信森林管理署が平成12年度から18年度にかけて白馬岳で行われたヤシ繊維マットによる高山帯植生復元<sup>4</sup>の結果は、次のように報告されている。

- ・ ネット施工地の平均植被率は、平成13年度5.4%だったものが、平成17年度10.7%となり、全体として植被率は増加している。
- ・ 非ネット施工地の平均植被率は、平成13年度0.5%だったものが、平成17年度2.4%とわずかながら徐々に増加している。
- ・ ネット施工区では、非ネット施工区よりも植被率の増加が大きい。
- ・ しかし、植被率は最大で10.7%と植生復元を目指すうえでは十分な割合では無く、回復程度はそれほど早くない。
- ・ 非ネット施工区でも植被率は増加していることなどから、ネット施工が植被率を引き上げていると断定するまでには至らなかった。
- ・ ネット施工は実生の発生を促すが、その生存率は必ずしも高くない。

自然環境の厳しい中、植生復元の効果は決して大きいものではなく、難しい状況が報告されている。当該調査地においても同様の傾向が推測されるが、それぞれの施工箇所によって環境条件は少しずつ異なることから、引き続きモニタリング調査によるデータの蓄積と、施工方法の工夫や検討を行うことが必要と考える。

なお、検討会等によって出された意見を含む今後の課題等は下記のとおりである。

### 【次年度並びに今後の調査・課題等】

- ・ 八丁坂を含む次年度以降の施工箇所の検討、既設箇所の補修
- ・ 現地の利用状況及び現地調査による実施計画の作成
- ・ 学生登山者らへの植生復元活動の解説グッズ、資料等の作成
- ・ 県外観光客や外国人への高山植生の保全PR、復元活動の普及啓蒙
- ・ 5年間程度を目処にした植生復元技術のとりまとめ
- ・ 復元技術の確立、評価に伴うモニタリング調査計画、調査（プロット数やサイズ）及び解析方法の検討
- ・ 高山の植生把握におけるリモートセンシング技術の活用に関する研究、課題提供
- ・ 長期的な事業継続に向けた組織づくりと調査の検討

<sup>4</sup> 「白馬岳高山帯の植生復元の取り組み」 中信森林管理署 井元幸子, 信州野外研究会 田川雄之, 平成18年度中部森林技術交流発表集 平成19年4月中部森林管理局発行。

実施機関：社団法人日本森林技術協会

調査担当者：

理事 渡辺 太一

森林総合利用部 小池 芳正

森林環境部 渋谷 僚

調査協力：

信州大学農学部 教授 加藤 正人