

北アルプス雲ノ平における 10 年実施した官民学協働による植生復元活動について

雲ノ平山荘
東京農業大学 准教授
富山森林管理署 立山森林官

伊藤 二郎
○下嶋 聖
ちむら ともひろ

要旨

2008（平成 20）年より富山森林管理署の協力の下、各関係省行政にも理解・支援を図り、流域管理推進アクションプログラムとして 10 年実施した植生復元事業内容について、裸地の立地環境や荒廃状況を考慮し、景観に配慮した工法を検討し植生復元工を行いました。既存の枠組みや体制を越えた官民学協働による植生復元事業の体制づくりと山岳地における植生復元事業を円滑に進める手法（いわば雲ノ平モデル）の提示と実行が行えました。

はじめに

登山ブームを背景に、国内の山岳地では踏圧を起因とした登山道の崩壊などによる植生荒廃が生じています。植生荒廃した箇所をもとの姿に戻すため、各主体による植生復元活動が展開されています。山岳地において植生復元を行う上での課題は、1 つめは未だ植生復元の技術そのものが体系化されていない中、効果的・効率的な工法をどのように考えるか、2 つめは活動に伴う許可申請をどのように円滑に進めるか、の 2 点が挙げられます。

本報告の対象地である雲ノ平は富山署管内の黒部川源流に位置し、北アルプスでも屈指の最奥地です。雲ノ平における植生復元活動は、現地の雲ノ平山荘と東京農業大学とがパートナーシップを組み、現地調査を含め 2006 年より取り組み、2008（平成 20）年より富山森林管理署の協力の下、各関係省行政にも理解・支援を図り、流域管理推進アクションプログラム（平成 25 年以降は流域管理システムの推進に向けた署等の取組）として植生復元事業を進めてきました。

本報告では足かけ 10 年間で実施した北アルプス雲ノ平における植生復元事業について、その具体的な施工方法と取り組み内容について報告します。

1 事業対象地と植生荒廃のメカニズム

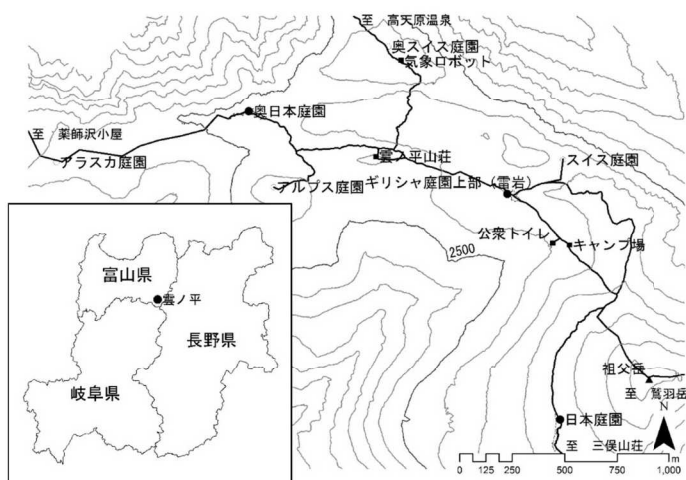


図 1 雲ノ平の位置図

(1) 対象地

雲ノ平は、富山県、長野県、岐阜県の 3 県が隣接する黒部源流域のうち富山県側に位置しています（図 1）。最も近い登山口である折立から 1 泊 2 日の行程がかかります。

一帯の法規制状況は、森林法関係では国有林野（富山森林管理署内 黒部割 林班 113）かつ保安林（水源かん養）に指定されています。自然公園法においては中部山岳国立公園特別保護地区に指定されており、鳥獣保護地区（一部特別保護地区）にも指定されていま

す。

標高 2,400~2,800m からなる溶岩台地で、泥炭の堆積と多雪地帯であるため雪田草原が広がります。しかし登山者の踏圧により裸地が出現し、融雪、降雨、霜柱が繰り返され登山道の洗掘が進行し、裸地が拡大しました（図2）。



1969(昭和44)年

2006(平成18)年

図2 雲ノ平における植生荒廃の変遷（日本庭園）

（2）雲ノ平における植生荒廃のメカニズム

雲ノ平は火山でできた山です。雲ノ平の原形となる溶岩台地はいまから 30 万年前の噴火でできたものです。その後雲ノ平に隣接する鷲羽岳で 10 万年前に噴火が起こり、雲ノ平一帯に大量の降灰が生じたものと考えられます。降灰した火山灰は粘土層となり、その上に植物の枯死や岩石の風化で作られた土が積もりました。これらが泥炭層となり、地表の水はけが悪くなりました。その結果、現在の雪田草原になりました。しかし火山活動から土壌の形成まで地質年代的に短い時間しかなく、加えて高山帯にあるため植物の枯死量も少なく分解スピードも遅いため、土壌が薄い地層となりました。

戦前、猟師など限られた人しか訪れていなかった雲ノ平は、戦後周知されるようになり多くの登山者が入るようになりました。雪田草原はぬかるみが生じやすく、登山者の踏圧により裸地のきっかけができました。裸地ができた場所は、霜柱、融雪期のグライド（押し固められた雪の流れ）、降雨による洗掘を繰り返されることで裸地が拡大し、現在の植生荒廃に至ったと考えられます。

2 山岳地において植生復元事業を進める上での課題

（1）植生復元事業を進めるための課題

戦後何度か経験した登山ブームを背景に各山岳地において植生荒廃が顕在化しています。一方で植生復元活動も 1960 年代後半から先駆例として尾瀬や立山で行われており、現在では市民主体・主導による植生復元活動が各山岳地で広がりを見せています。

しかし市民主体・主導で植生復元事業を進めるためにはいくつかの課題があります。1 つめは事業に伴う許認可の申請です。植生復元対象地の面積や場所を図示した詳細な図面が必要となり、その作成方法は容易ではありません。2 つめは効果的・効率的な植生復元工法の確立です。学術的知見と現場観察から得られる経験則の蓄積や立地環境に応じた柔軟な植生復元工法の確立と体系化が

必要となります。3 つはコストの問題です。植生復元の作業に従事するひとの確保、人的コストなどの事業費の確保が課題となります。4 つめは、事業継続の担保性です。単年度予算での事業執行や定期人事異動により事業の継続性が失われることが大きな課題です。

(2) 技術的課題

上記に挙げた事業上の課題はさらに技術的及び社会的課題の両側面に分けることができます。まず技術的課題は、各山岳地で行われている従来の植生復元工の構造及び工法が挙げられます。多く用いられている丸太を用いた筋工（丸太工）は、多雪地においては構造物が地表面より出ている場合、融雪期のグライドによりなぎ倒されてしまいます。また丸太など直線的な構造は、不定形な浸食面に密着せず、土留効果は期待できません（図3）。また構造物のサイズが小さくても、長く連なると景観的にもインパクトを与えます（図4）。景観を阻害せず、土留など効果を発揮する構造と施工方法の確立が必要となります。



図3 構造及び工法の問題



図4 景観的問題

(3) 社会的課題

高山帯における効果的・効率的な植生復元の工法、技術の確立に加えて、対象地を取り巻く社会的な課題も多く抱えています。北アルプスでは、近代登山が入った明治以降、多くの山小屋が開設されました。様々な歴史的経緯により山岳地における多くの公益的機能を山小屋が担ってきました。その一つに登山道の修繕も含まれ、山小屋は通常の一般業務に加えて、付帯業務を自助努力範囲で行ってきました（図5）。しかし登山者の減少や設備費の高騰などの経営環境の変化を抱える中、山小屋の自助努力だけで恒久的に登山道整備・補修、環境保全を行うことは困難な状況にあります。植生復元事業を進める上では、新たな協力体制が必要となってきました。

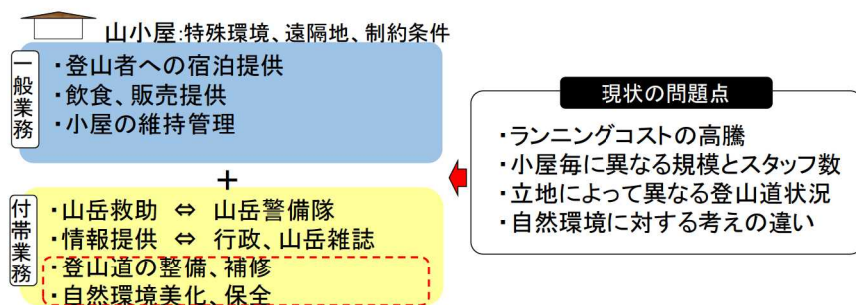


図5 山小屋を取り巻く状況

3 雲ノ平で取り組んだ実施方法

(1) 雲ノ平で実施した実行体制

植生復元の技術的及び社会的課題を踏まえて、雲ノ平における植生復元事業では図6に示した通り、多様な主体の参画による実行体制をつくりました。民間である雲ノ平山荘は、現場の経験に基づく施工方法の開発と提示を行い、事業活動拠点と山小屋従業員による植生復元作業の参加、行政では特に富山森林管理署が直轄事業実施と関係行政機関との調整役を行い、大学は植生復元事業に必要な図面作成、植生復元モニタリングデータの管理、植生復元作業の参加を担いました。民間、行政、大学の3者という多様な主体の参画により、それぞれの得意分野を活かしつつ相互に不足部分を補うことで、持続的な植生復元事業の実行が可能となりました。

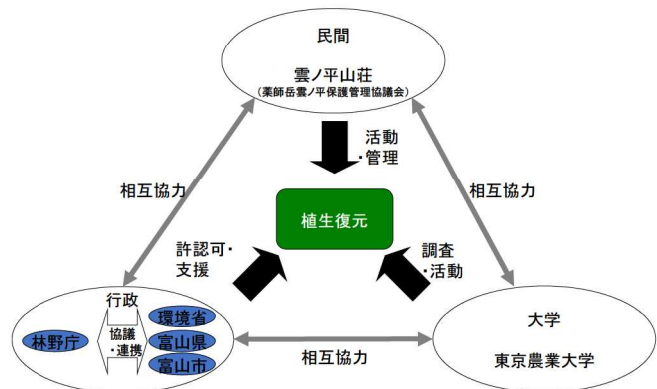


図6 実行体制

(2) 雲ノ平における植生復元事業の基本方針

雲ノ平における植生復元事業を円滑に進めるため、山小屋（雲ノ平山荘）と大学（東京農業大学）の両者間で6つの基本方針を定めました（図7）。この基本方針にしたがい、植生復元事業における技術的及び社会的課題に対する具体的な解決の手法を検討し、実施しました。

- | |
|---|
| <p>①自然の摂理を読み取り元の姿に戻す</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来の土木工法のような自然と対峙する考え方ではなく、自然の構造に逆らわない造園のアプローチをとり、最終的には人為的な工作の形成が確認できなくなるような工法を用いる |
| <p>②景観を壊さない</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可能な限り景観にインパクト(悪影響)を与えない、素材、工法を用いる |
| <p>③コストをかけない</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GISやGPSといった地理空間情報技術を駆使し、測量や情報収集のコスト(手間)を抑え、活動の情報化を行う。また、できるだけ現場にある素材を使い、自然の成り立ちに近い施工(近自然工法を用いる)ことで、使用する資材量を最低限にし、かつ効果が期待できる方法を作り上げる。 |
| <p>④ひとを育てる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・能力の有無を問わない形のボランティアに頼らず、専門的に目的意識を共有できる山小屋スタッフと大学の教員、学生が主体となって活動に取り組むことで、将来自然環境に従事する人材育成をも目的とする。 |
| <p>⑤持続可能な体制をつくる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北アルプスなどの山岳地、遠隔地においては、従来の公共事業の構図では柔軟に対応できないため、現地の山小屋と大学が主体となって協働し、それぞれの不得意分野を補完しあうことで、小規模な組織でも効率的で持続可能な方法論をつくりあげる。公共事業では莫大なコストを要していたものを多様な主体の連携により大幅に軽減することを目指す。 |
| <p>⑥普及可能な方法論をつくる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実践的な技術や知識の体系をつくる。各工程でのコストを抑える。小規模な組織の連携モデルをつくる。GISなどの技術によって労力を効率化し、視覚的にもわかりやすい資料づくりをする。これらのことを実践し、詳細にわたって広く公に発表していくことで、今後同じような志をもつ人たちにとって明快モデルケースになり得る活動にする |

図7 雲ノ平における植生復元事業の基本方針

4 雲ノ平で取り組んだ施工方法

山岳地において植生復元事業を進める上での技術的課題及び社会的課題の克服を念頭に雲ノ平での現場での経験や観察から得られた知見を基に、さきに定めた基本方針にしたがい、麻、ヤシ繊維ネットや転石を主体にした自然への融和性の高い「造園的な」施工法をつくりだしました（写真1及び図8）。



写真1 雲ノ平で実施した施工様子



図8 従来工法と雲ノ平で取り組んだ施工方法の比較

(1) 各種施工方法

	実施工法	目的(ねらい)
①伏工		<ul style="list-style-type: none"> ・露出した土壌保護、土壌流出防止 ・発芽環境の提供 ・保湿、遮光
②土留工(ロール工法)		<ul style="list-style-type: none"> ・従来の丸太工に対し、地形に密着させ堅牢な構造 ・景観への融和性を高める ・浸食面の土壌流出防止 ・現存植生の保護 ・発芽環境の提供
③堰		<ul style="list-style-type: none"> ・従来の丸太工に対し、透水性と土留効果を両立させる ・景観への融和性を高める ・みずみち上の土壌流出防止 ・表面流の減速 ・発芽環境の提供

図9 雲ノ平で取り組んだ施工方法

雲ノ平で実施した施工法は、①伏工、②土留工(ロール工法)、③堰の3種類を用いました(図9)。まず伏工は、他の山岳地での植生復元工でも多く用いられる工法の一つであり、露出した土壌保護及び土壌流出防止、緑化資材による発芽環境の提供、保湿及び遮光を目的としています。次に土留工は、従来工法に対して新しく雲ノ平で検討し生み出した工法です。緑化ネットないしヤシの繊維ネットに転石等を巻き込みロール状にした構造です。従来の丸太工に対して地形に密着させ、景観を阻害させず、土壌流出防止等を目的としています。最後の堰も従来工法に対して新しく雲ノ平で

検討し生み出した工法です。緑化ネットないしヤシの繊維ネットと転石等を使用した構造とし、従来の丸太工に対して透水性と土留効果の両立をさせています。

(2) 使用資材

施工に用いた資材は図10の通りです。特殊な資材は用いず、現地材も使用しながら簡易的な施工方法の確立を目指しました。

	緑化ネット	ヤシの実ネット (源五郎マット)	転石	ピン	木片
写真					
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・黄麻(ジュート)製 ・保湿性高い ・しなやか ・安価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヤシの繊維 ・引張に強い ・耐朽性に優れる ・透水性が高い ・単価は高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・現場調達が可能 ・マット留め置き ・ロール工法の内容物 	<ul style="list-style-type: none"> ・番線(番手#10・Φ3.1mm)を30cm程度切断、馬蹄形に加工 ・伏工、浸食面でのネット固定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロール工法時、転石が得にくい場合 ・既設の丸太工で機能していないものを転用 ・15cm程度に裁断
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・柔らかく腐食・風化しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ・保湿性は低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・土留が効いている(埋没している)石は使用しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・現存植生部に差し込む(凍上してしまう) 	<ul style="list-style-type: none"> ・調達、加工にやや時間がかかる

図10 雲ノ平で使用した資材

(3) 各施工方法

図9で示した各施工方法の具体的な手順を示します。

ア 伏工



図11 伏工の施工手順

イ 土留工（ロール工法）



図1 2 土留工（ロール工法）の施工手順

ウ 堰

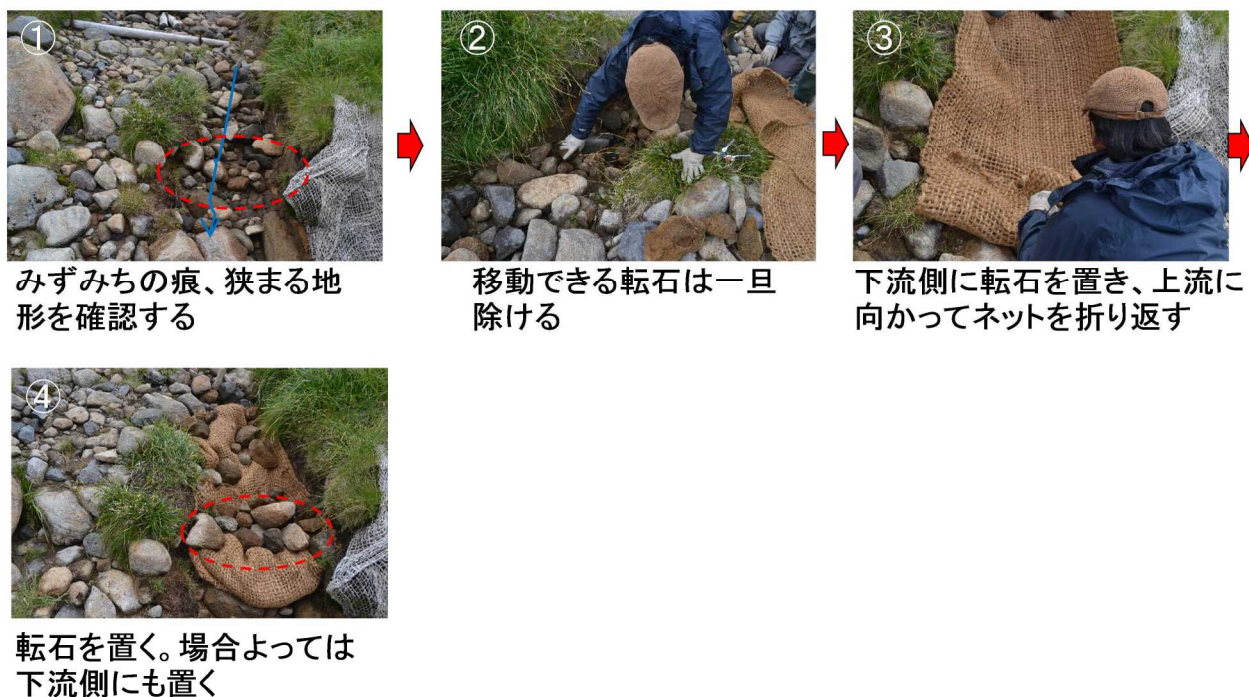


図1 3 堰の施工手順

いずれの施工法も特殊な道具や資材を用いることなく、現地の地形を丹念に読み解ければ、誰にでも取り組むことができる施工法を確立することができました。

5 雲ノ平内における施工事例

10 カ年の中で雲ノ平において植生復元の施工を行った場所の内（図14）、ここでは雲ノ平山荘にもっと近い雷岩で行った事例を紹介します。

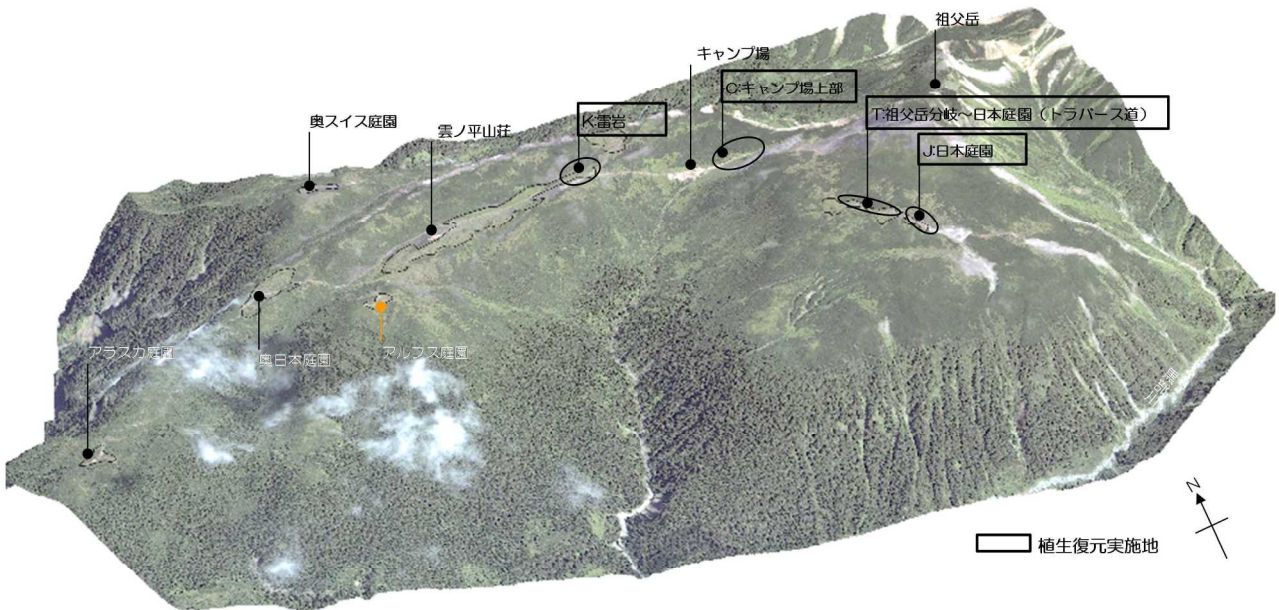
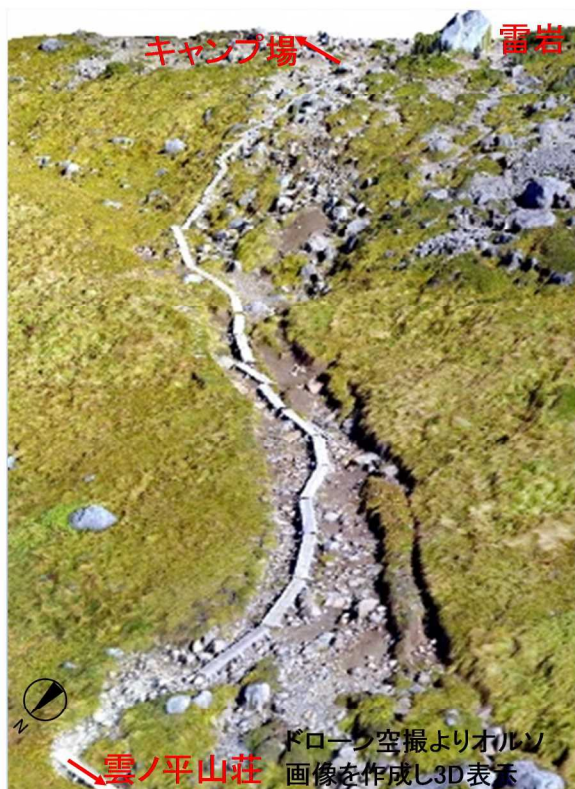


図14 雲ノ平内における植生復元実施地

(1) 雷岩の立地環境及び植生荒廃

雷岩の立地環境及び植生後荒廃の現況は、全体的に北西斜面を有し登山沿いに4から5m程度の面状裸地が広がり、現存植生の際と木道との間の裸地面には降雨時にみずみちが発生し、土壌が浸食され、一部母岩や礫などが露出していました（図15）。



■立地環境

- ・雲ノ平山荘から約500mの地点
- ・標高：2,572～2,578m、高低差6m
- ・傾斜角：3～25度
- ・斜面方位：北西斜面（一部西斜面）
- ・周囲の植生：
イワイチョウ-ショウジョウスゲ群集
ハクサンボウフウ-モミジカラマツ群集
コメスキー-ヒロハノコメスキー群集
- ・木道が敷設されている

■植生荒廃の現況

- ・登山道（木道）沿いに幅4～5mの面状裸地（約300m²）。
- ・裸地面は粘土層、一部母岩や礫などが露出
- ・推定流出土壌量：3,364.1m³

図15 雷岩の立地環境及び植生荒廃

(2) 雷岩における施工内容

雷岩において出現した裸地に対して、その立地特性や形状等を考慮し、図9に示した施工方法に従い施工を行いました(図16)。施工直後から堰において土壌流出防止の効果が見られ、土留工や伏工を施した箇所においても植物の発芽も見られました。なお雲ノ平での植生復元工では対象面積も広いことから播種(種まき)は行いませんでした。10年が経過した現在では、自然散布による植生回復の傾向が顕著に認められました。今後植生回復過程についてモニタリングを行っていきます。



図16 雷岩における施工内容と効果

6 10カ年実施した植生復元事業内容

2008(平成20)年から2017(平成29)に至るまで雲ノ平において実施した植生復元事業内容を図17に示しました。施工実績は施工別にみると、伏工では1,932.2m²を実施しました。土留工は330.6m敷設しました。堰については77箇所設置しました。これら施工にかかった期間は10年間で32日間、施工に従事した人数はのべ98名でした。

雲ノ平では技術的な施工方法の確立と実施に加えて、図6に示した実行体制同士の情報共有と意見交換を目的とした検討会を実施してきました。現場の視察を含めた現地検討会を4回、富山署で事業検討会を3回実施しました。併せて本取り組みを中部森林技術交流会にて今回の発表も含め2回発表を行い、2011年においては本庁で行われた平成23年国有林野事業業務研究発表会にて発表を行いました。

年度	事業名・期	施工地	施工内容					期間	従事者数	関連事項	
			伏工	土留工	堰	期間	従事者数				
2008 (平成20)	1年目	 ・日本庭園	535.1m ²	緑化ネット	120m	緑化ネット + 転石	21ヶ所	緑化ネット + 転石	9/11- 9/14 (4日間)	小屋 4名 農大 4名 林野 3名 計 11名	●現地検討会（雲ノ平）9/15~17 ・平成22年度 中部森林技術交流発表会（中部森林管理局・長野）： 2/3-4 ・平成23年度 国有林野事業業務研究発表会（林野庁・東京）： 11/17
			200.6m ²						計 11名		
		2009 (平成21)	2年目	 ・日本庭園					551.6m ²	緑化ネット	
2010 (平成22)	3年目	 ・日本庭園	29.3m ²	緑化ネット	9/12-14 (3日間)	小屋 4名 農大 3名 林野 4名 計 11名					
2011 (平成23)	準備										
2012 (平成24)	4年目	 ・キャンプ場上部	216.6m ²	緑化ネット (二重)		4ヶ所		9/13-15 (3日間)	小屋 3名 農大 4名 林野 4名 計 11名		
2013 (平成25)	5年目	 ・キャンプ場上部	216.5m ²	源五郎ネット + 緑化 ネット		19ヶ所	源五郎ネット + 転石 or 木片	9/10- 9/14 (5日間)	小屋 6名 農大 4名 林野 5名 計 15名		
2014 (平成26)	6年目	 ・キャンプ場上部	156.9m ²	源五郎ネット + 緑化 ネット	50m	2ヶ所		9/8-9/9 9/11 (3日間)	小屋 4名 農大 4名 林野 3名 計 11名		
2015 (平成27)	7年目	 ・祖父岳分岐～ 日本庭園間（ト ラバース道）	17.8m ²	源五郎 ネット	99.2m	源五郎ネット + 転石 or 木片	8ヶ所	源五郎ネット + 転石 or 木片	9/14-17 (4日間)	小屋 3名 農大 8名 林野 3名 計 14名	
2016 (平成28)	8年目	 ・祖父岳分岐～ 日本庭園間（ト ラバース道）	35.4m ²	源五郎 ネット	61.4m		23ヶ所	源五郎ネット + 転石	9/14-17 (4日間)	小屋 5名 農大 4名 林野 3名 計 12名	
2017 (平成29)	9年目	—								●事業検討会（富山）6/13 ●現地検討会（雲ノ平）9/13~14 ・平成29年度 中部森林技術交流発表会（中部森林管理局・長野） ●事業検討会（富山）2/20	
			計 1,939.2m ²		330.6m		77ヶ所	32日間	のべ98名		

図17 10カ年雲ノ平で実施した植生復元事業内容

おわりに

本事業では以下3点のことを実施してきました。

①景観に配慮しつつ堅牢な施工方法の実践

麻、ヤシ繊維ネットや転石を主体にした自然への融和性の高い「造園的な」施工法をつくりだし、現地にて実践的に植生復元工を行った。

②地理空間情報技術を活用した測量及びデータ収集

地理空間情報技術を活用することにより、図面作成からモニタリングのコスト（手間）を低減化につなげました。

③山岳地における植生復元事業の体制づくり

既存の枠組みや体制を越えた官民学協働による植生復元事業の体制づくりと山岳地における植生復元事業を円滑に進める手法（いわば雲ノ平モデル）の提示と実行が行えました。

今後も引き続き各関係省庁とも連携を深めながら雲ノ平における植生復元事業を継続する一方で、本事業で示した手法の普及に向けた活動も行っていきたいと考えています。

植生復元事業実施にあたり、三俣山荘事務所の関係者に深く感謝申し上げます。また林野庁中部森林管理局、環境省長野自然環境事務所立山自然保護官事務所、富山県生活環境文化部自然保護課及び富山市商工労働部観光政策課の関係者に謝意を表します。なお本事業実施の一部は、JSPS 科研費 15K21572 の助成を受けました。