

潜在自然植生樹種による荒廃地早期復旧の取組みについて

東信森林管理署 治山課 治山第三係長 ○小林 慶祐
佐久平森林事務所 係員 なかざと 裕貴

要旨

平成19年の台風9号により発生した荒船山国有林の山腹崩壊地を早期に復旧するに当たり、潜在自然植生樹種の混植・密植による植栽方法を取り入れ、地元小学校・地域住民等と連携し、植樹祭として植栽しました。

ミズナラ・ブナ等13種のポット苗を植栽密度10,000本/haで0.5haに5,000本植栽し、対照区では、従来の植栽方法に合わせて植栽密度3,000本/haで0.2haに600本植栽しました。植栽後にプロットを設定し、成長(初期)調査とコストの比較を行いました。

はじめに

東信森林管理署管内の荒船山国有林では、平成19年の台風9号により山腹崩壊が発生し、治山事業により復旧を進めています。この山腹崩壊地の早期復旧に当たっては、平成22年(2010年)が国際生物多様性年であること等を踏まえ、森林の公益的機能の高度発揮や生物多様性保全の観点から、宮脇昭横浜国立大学名誉教授の指導を得て、土地本来の潜在自然植生樹種を混植・密植することで早期に森林へ導くことが期待される植栽方法を取り入れ、地元小学校・地域住民等と連携し、植樹祭として植栽しました(図1)。

今回実施した潜在自然植生樹種の混植・密植による植栽方法は、宮脇名誉教授が提唱されている植栽方法です(図2)。まず、地域の潜在自然植生に基づき、土地本来の潜在自然植生樹種を選ぶことから始まり、混植・密植された樹種が互いに競争することで、通常よりも早期に多層群落の森林が構成されるといわれています。また、宮脇名誉教授は、地域住民の植樹による「ふるさとの木による、ふるさとの森林づくり」の活動を提唱されています。これらにより、生物多様性に富み、多様な防災・環境保全機能を発揮する森林生態系が形成されるといわれています。

広義の植生とは、ある地域に生育している植物の集団です。人間が植生や立地に影響を及ぼす以前の植生が原植生とされ、現在、自然のままに生育している植生が自然植生とされています。しかし、現存する植生のほとんどは人為的干渉により置き換えられ、維持されている代償植生です。人為的干

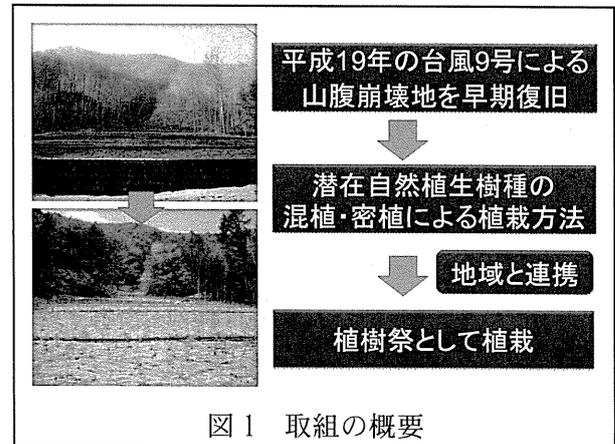


図1 取組の概要

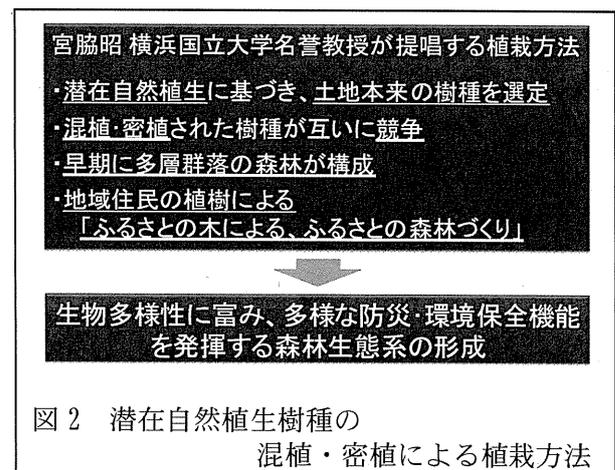


図2 潜在自然植生樹種の混植・密植による植栽方法

渉が与えられてきた立地では、今一切の人為的干渉を停止しても、その立地が余りに改変された場合は、かつて支えていた原植生に復帰する力を持っているとは限りません。潜在自然植生（today's potential natural vegetation）とは、現在、植生に加えられている一切の人為的干渉を停止した場合に、その時点でその立地がどのような植生を支え得るかという、理論的な自然植生とされています。つまり、潜在自然植生は人為が加えられる以前の原植生とは異なり、現在の立地が支え得る自然植生を示すものです。潜在自然植生を把握することで、土地本来の自然植生を合理的に計画することが出来るかとされています。

1 植栽地の概要

(1) 植栽地の位置

東信森林管理署は長野県東部の千曲川上流流域の国有林野を管理経営しています。東信地方は周囲を浅間山系、秩父山系、八ヶ岳山系等の山岳に囲まれた高原地帯であり、冷涼小雨な内陸性気候を示します。

今回植栽を行った山腹崩壊地は、東信森林管理署管内の長野県佐久市、初谷沢の荒船山国有林3林班に位置しています（図3）。

この地域は千曲川支流である滑津川上流の重要な水源地域のひとつとなっています。平成19年9月6日から7日にかけて来襲した台風9号の暴風雨により、床下浸水や停電、交通網の寸断等の甚大な被害が発生し、荒船山国有林3林班では、カラマツ人工林に約1.3haの山腹崩壊が発生しました（図4）。

佐久測候所では最大24時間雨量158mm、最大時間雨量21mmを観測し、これは9月の平均降水量1ヶ月分に相当する程の集中豪雨でした。

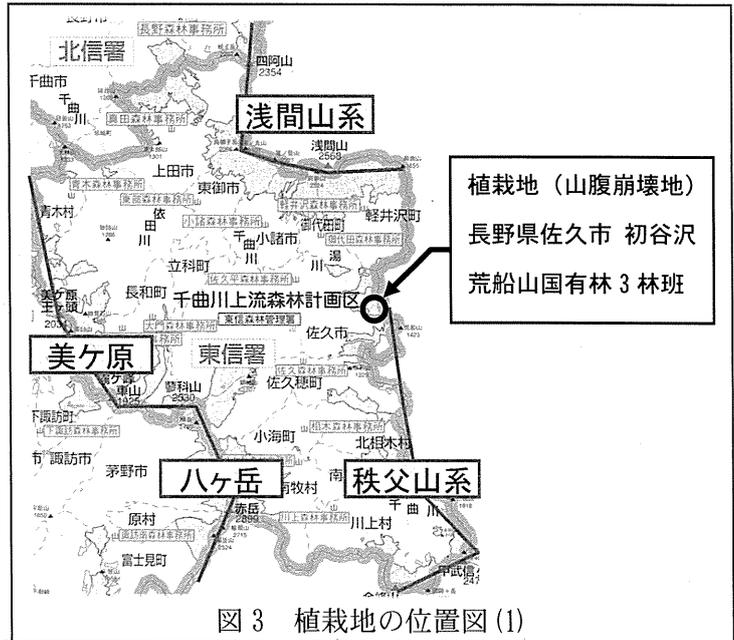


図3 植栽地の位置図(1)

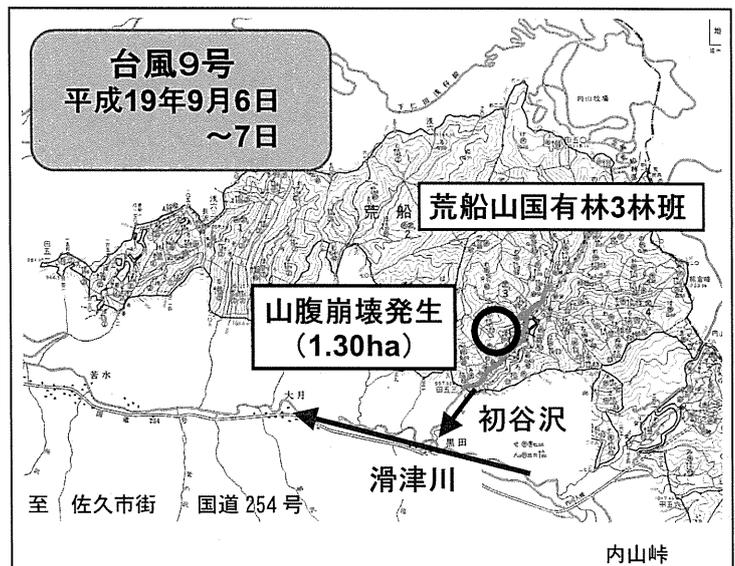


図4 植栽地の位置図(2)

(2) 山腹崩壊の概要

地質は凝灰岩で、土壌は火山灰を主とする黒ボク土で浅く、最大傾斜は43度となっており、過度の雨水浸透による表層崩壊が起きたと考えられます。この山腹崩壊により、温泉施設への生活道路として利用されている初谷併用林道が通行止めになる等の被害が発生しました。

(図5)

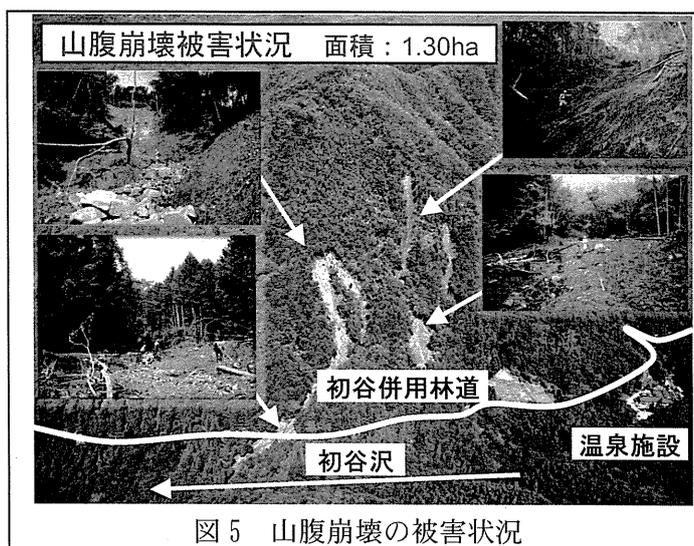


図5 山腹崩壊の被害状況

(3) 災害復旧工事の概要

平成20年9月に工事に着手し、翌年12月に完成しました。工種は山腹工1.3haとして、鋼製枠土留工8基等を施工しました。(写真1)



写真1 災害復旧工事完成後の状況

(4) 植栽地の概況

この山腹工の下部0.7haを今回の植栽方法の植栽地としました(図6)。植栽地は鋼製枠土留工上部の法面で、丸太筋工が施工されており、標高は930mから980mです。シカ食害を防止するため、植栽前に、高さ2.0mのシカ柵を植栽地が囲まれるように設置しました。

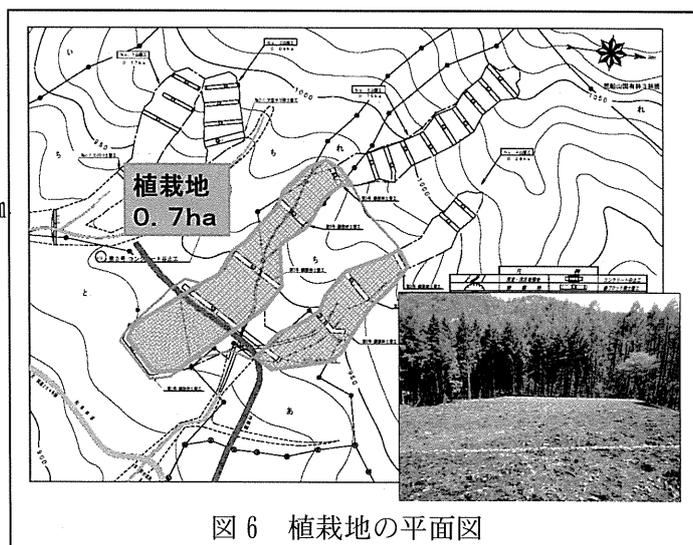


図6 植栽地の平面図

(5) 植栽方法の決定

平成22年(2010年)は国連の定める生物多様性年であり、COP10が名古屋市で開催される等、生物多様性の保全への取組がますます重要となってきた年でした。これを踏まえて、森林の有する公益的機能が高度に発揮されると共に、さらに生物多様性の保全効果が高い植栽方法を模索した結果、宮脇名誉教授が提唱されている土地本来の潜在自然植生樹種の混植・密植による植栽方法をモデル的に取り入れ、実施することとしました。

2 植栽方法

宮脇名誉教授の森林づくりと、これを踏まえた今回の植栽方法のポイントは以下の5項目です。

- (1) 樹種の選定
- (2) 苗木の準備
- (3) 植栽地の準備
- (4) 植え方
- (5) 植栽後の手入れ

(1) 樹種の選定

当地域の植生の特徴を表1に示します。当地域の潜在自然植生は長野県潜在自然植生図によるとスズカケブナ群団に当たり、ブナ・ミズナラの混成する森林が主体とされています。そのため、ミズナラ・ブナを主木とし、その他の樹種は、この地域の気候帯、森林区分に合う樹種の中から、苗木として準備可能な13種（夏緑広葉樹高木12種、常緑針葉樹高木1種）を選定しました。

選定した樹種の区分、名称及び割合を表2に示します。ただし、斜面下部が生育適地の樹種については、植栽地の最下部の区域に多めの割合になるよう配置しています。

潜在自然植生	スズカケブナ群団		長野県潜在自然植生図
温量指数	暖かさの指数 (WI)	84.2	佐久測候所 (1979~2000)
	寒さの指数	19.6	
	年間降水量 (mm)	921.8	
	気候帯	冷温帯	
	森林区分	落葉広葉樹林	45 ≤ WI < 85

No	区分	樹種	割合 (%)
1	夏緑広葉樹高木	ミズナラ	26.8%
2		ブナ	16.6%
3		アカシデ	6.8%
4		イタヤカエデ	4.8%
5		ヤマボウシ	4.8%
6		ホオノキ	5.6%
7		カスミザクラ	5.4%
8		アズキナシ	3.6%
9		ケヤキ	6.8%
10	夏緑広葉樹高木 (斜面下部)	カツラ	6.0%
11		サワグルミ	3.6%
12	常緑針葉樹高木	トチノキ	4.6%
13		ウラジロモミ	4.6%

(2) 苗木の準備

苗木はポット苗を使用します。この理由は、広葉樹は一般的に深根性・直根性であるため、根が露出した山行き苗（写真3）より、土があり根群が充満したポット苗（写真2）の方が、植栽した直後から根が伸び、活着が良く、地上部の成長も良好とされているからです。また、子供でも取り扱いやすく、植付け適期を拡大出来るというメリットもあります。

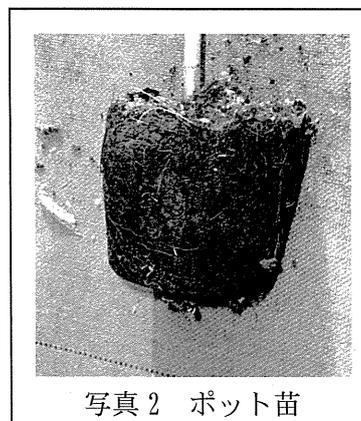


写真2 ポット苗

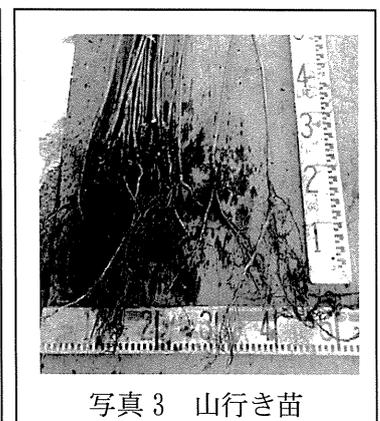


写真3 山行き苗

同じ樹種でも生育場所が異なれば遺伝子タイプも異なることが解明されてきており、遺伝子攪乱を防ぐため、なるべく地元産の苗として、種子採取から育成まで長野県産の苗を準備しました。

(3) 植栽地の準備

植物の根が成長するためには、表土・有機物が必要と共に、通気があるような土壌条件を整えることが大切です。今回植栽する場所は山腹工の法面であり、重機により締め固められていたため、事前に、植栽位置ごとにスコップ1杯分の深さで土を掘り起こし、土壌条件を整えました（写真4）。



写真4 掘り起こしの状況

(4) 植え方

宮脇名誉教授の森林づくりでは、標準的な植栽密度は30,000本/haですが、周囲が森林であることや、緩傾斜地であり立地環境が良いことから、10,000本/ha、つまり、1本/m²の植栽密度とし、植栽木の樹種及び位置はランダムに混植・密植します。これにより、植栽木同士の競争により成長が促進される効果、また、樹冠が早期に形成されて林床の乾燥や雑草繁茂を抑制する効果があるとされています。

植付け方法は、まず、苗がポットから外れて土が落ちることで根が傷まないように、ポット苗の鉢部分をやさしく持つようにします。混植となるように、両手に異なる樹種を持ち、準備した水桶にポット苗をさっと浸します。次に、移植ゴテでポット苗の大きさの1.5倍程の深さの穴を垂直に掘り、掘った土は植穴の斜面上部に置きます。苗木をポットから丁寧に外し、通気を妨げないように深植えとせず、苗木と土壌の表面が同じ高さになるように保ち、少し浮かせ気味にしながらいまわりから土を入れ、その周囲を手でしっかり押さえ落ち着かせます（写真5）。



写真5 植付けの状況

植付け後には、稲ワラで表土を覆うマルチングを行います。標準的な量は4kg/m²ですが、緩傾斜地であり、稲ワラを平均的に敷くことが出来ることから、2kg/m²とし、挟み込むようにマルチングを行いました。マルチングは乾燥防止、雑草抑制、そして雨滴による表土の浸食と流出防止の効果があるとされています。さらに、ワラの腐朽により苗木の栄養分となる効果も期待されます。次に、縄掛けを行いました（写真6）。

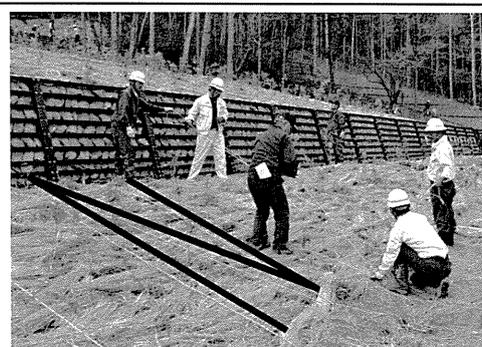


写真6 マルチングの状況

この植栽方法を平成22年5月18日に「ふるさとの森林づくり植樹祭」として実施しました。地元の佐久城山小学校設立30周年記念事業と共催した他、一般参加も募集し、当日は、小学校全校児童、職員、保護者約450名、地域の皆様、環境団体、NPO等の一般参加者約50名の他、関係者合わせて、総勢600名による森林づくりを行うことが出来ました（写真7）。



写真7 植樹祭式典の状況

(5) 植栽後の手入れ

植栽後 2、3 年間は、年に 1、2 回雑草を取る必要があります。その後、3 年から 5 年で樹冠が閉鎖し、下刈り等の保育作業にかかる労力・経費は不要となるとされています。今回は、1 回目の下刈りを植栽から約 3 ヶ月が経った 8 月 20 日、21 日に実施しました。

3 成長（初期）調査

(1) 試験地の設定

潜在自然植生樹種を用いたこの植栽地の中で、今回の混植・密植による植栽地 0.5ha を調査区として設定し、対照区として従来の植栽方法による植栽地を 0.2ha 設定しました。図 7 の左区域が調査区、右区域が対照区です。調査区と対照区の違いは植栽密度とマルチングの有無であり、対照区は従来の植栽方法である 3,000 本/ha の植栽密度に合わせ、マルチングは行っていません（表 3）。植栽本数は調査区 0.5ha で 5,000 本、対照区 0.2ha で 600 本です。調査区の植栽は平成 22 年 5 月 18 日に植樹祭により実施し、対照区の植栽は翌日に請負事業により実施しました。

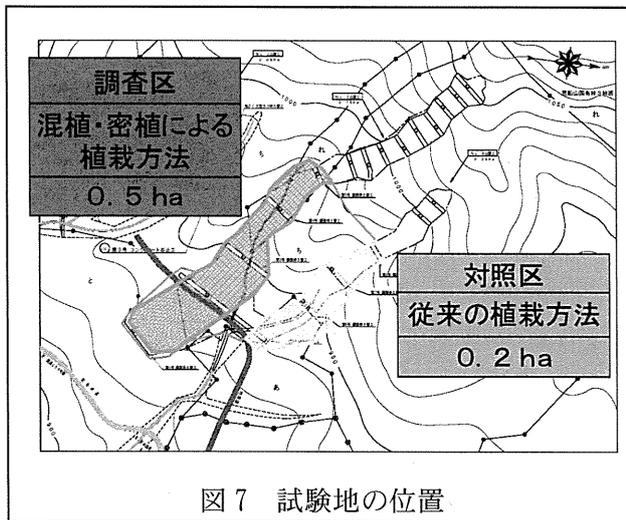
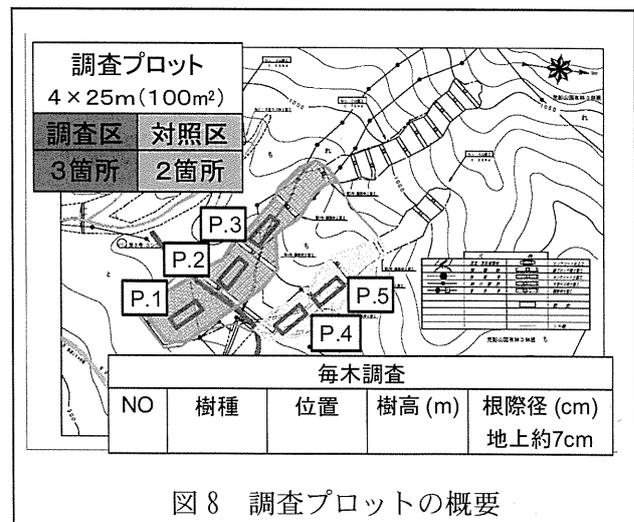


表 3 試験地の概要

	調査区	対照区
植栽方法	混植・密植	従来
植栽密度	10,000本 / ha	3,000本 / ha
樹種・苗木	潜在自然植生樹種・ポット苗	
面積	0.5 ha	0.2 ha
植栽本数	5,000本	600本
マルチング	ワラ 2kg / m ²	無し
植栽日	平成22年5月18日 植樹祭	平成22年5月19日 請負事業

(2) 調査プロットの設置

4m×25m、面積 100 m²の調査プロットを調査区に 3 箇所（P. 1～3）、対照区に 2 箇所（P. 4～5）の合計 5 箇所設置しました（図 8）。調査は毎木調査として、ナンバリングを行い、樹種・位置・樹高・根際径（地上約 7cm）の測定を実施しました。調査日は P. 1 が 8 月 20 日、P. 2・3 が 10 月 8 日、P. 4・5 が 10 月 6 日です。



(3) 調査プロットの比較結果

各プロットの設置状況を写真 8 に示します。試験地の植栽密度を調査した結果、調査区に設置

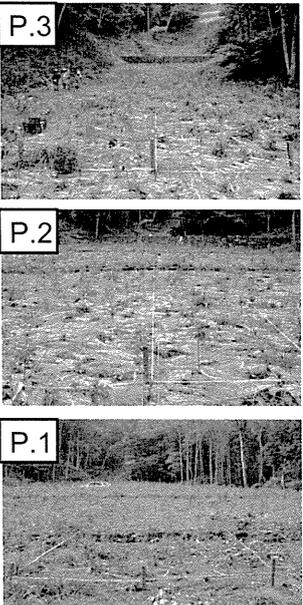
したプロットの平均植栽密度は 13,600 本/ha、対照区に設置したプロットの平均植栽密度は 2,900 本/ha となっており、調査区では計画した植栽密度 10,000 本/ha より少し密植となっていました (表 4)。

活着率は、調査区と対照区、両区ともに 95%以上と非常に高く、ポット苗の活着率の良さを確認することが出来ました (表 5)。

樹木配置は、両区ともに、植栽木の樹種及び位置はランダムに配置されていることが確認出来ました (図 9)。

樹高と根際径の成長量について比較した結果、調査区の方が樹高で 8cm の樹高成長、根際径で 0.1cm の肥大成長を示しました (図 10)。この差について t 検定を行ったところ、樹高では有意水準 1% において有意な差が認められました。この要因としては、苗木の個体差、下草による被圧、立地環境等が考えられますが、特定には至りませんでした。根際径については有意な差は認められませんでした。

調査区 (下刈り後状況)



対照区 (下刈り後状況)

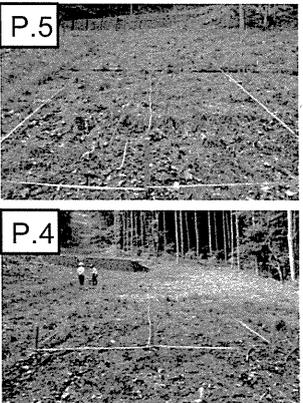


表 4 試験地の植栽密度

	プロット	植栽本数	植栽密度
調査区	1	123	12,300 本/ha
	2	123	12,300 本/ha
	3	162	16,200 本/ha
	計	408	13,600 本/ha
対照区	4	30	3,000 本/ha
	5	28	2,800 本/ha
	計	58	2,900 本/ha

表 5 試験地の活着率

	調査区	対照区
活着率	99.5%	95.7%

写真 8 各プロットの設置状況

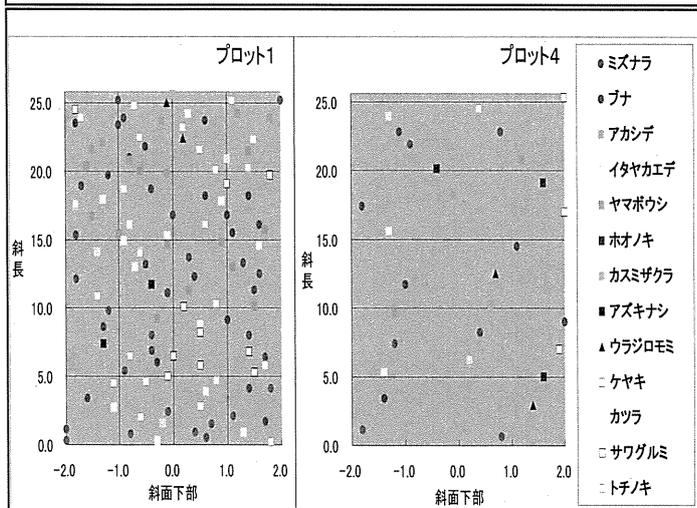


図 9 調査プロットの樹木配置図

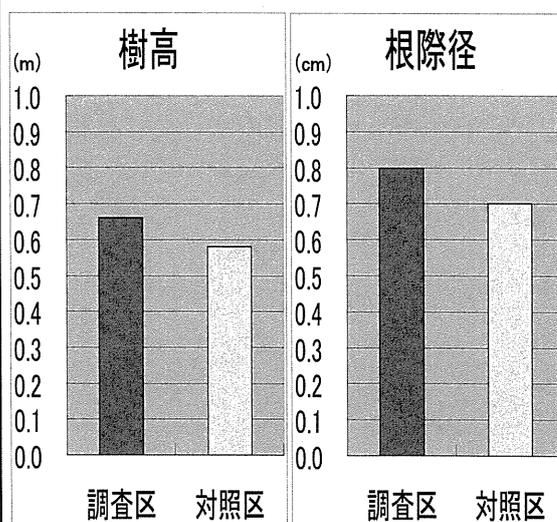


図 10 樹高と根際径の成長量比較結果

マルチングの効果と下刈りの労力について比較した結果、調査区(写真9)では、マルチングの効果により下草の繁茂は少なく、手でも抜き取れる程度の作業条件でした。一方、対照区(写真10)では、下草が繁茂しており、特にタケニグサが人の背丈より伸びて植栽木を完全に覆い尽くし、成長を阻害していました(写真11)。そのため、電動刈り払い機で刈り取る厳しい作業条件でした。

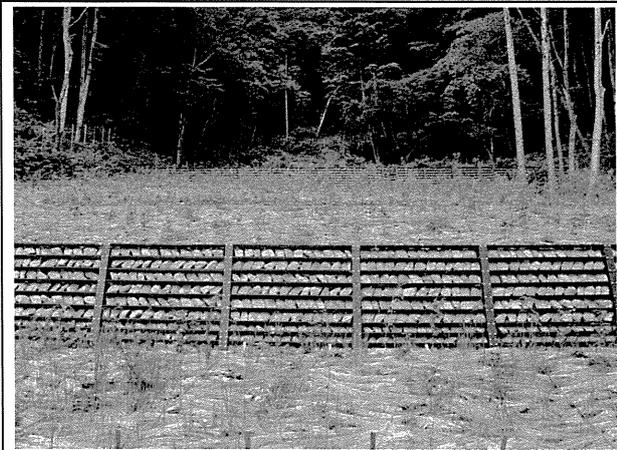


写真9 調査区の下刈り前の状況



写真10 対照区の下刈り前の状況



写真11 タケニグサの繁茂状況

4 コスト比較

今回のコスト比較では、植付けと下刈り1回分の保育費用の合計経費を比較しました(表6)。苗木・ワラの資材経費は見積価格から、植付け・下刈りの労務経費は労務費歩掛から算出しています。なお、ワラのマルチングの労務経費は含まれていません。

下刈り経費では調査区の方が安くなっていますが、資材経費については調査区の方が対照区の約5倍の経費が掛かっています。調査区の植付け経費を算出すると約260万円であり、合計経費は約830万円と、対照区の約4.1倍のコスト高となりますが、今回は植付けをボランティアにより実施しているため、植付け経費が掛からず、合計経費では調査区が約570万円、対照区は約200万円となり、調査区は約2.8倍のコスト高となりました。

表6 コスト比較結果

経費項目 \ 植栽方法			1ha当たり(単位:千円)	
			調査区 10,000本/ha ポット苗	対照区 3,000本/ha ポット苗
植付	資材	苗木	3,690	1,107
		わら等	1,911	
	労務	植付け	0	786
保育	労務	下刈り	51	118
計			5,652	2,011
率			2.8倍	1倍

5 考察

潜在自然植生樹種による植栽方法の中で、従来の植栽方法と比較して、混植・密植による植栽方法は、植栽にかかる苗木代などの資材費用や、植付け作業、マルチング等の労力が掛かり、初期投資が高いと言えます。しかし、マルチングの効果は高く、下刈りの労力が軽減されました。また、下刈りは2年から3年と早く終わられると見込まれます。従来の植栽方法は、初期投資は安いですが、下草が植栽木の成長を阻害しており、下刈りは今後も植栽木が被圧されなくなるまでは必要と見込まれます(図11)。

潜在自然植生樹種による植栽方法	
混植・密植による方法	従来の植栽方法
<ul style="list-style-type: none"> ・初期投資が高い(苗木等資材、植付労務等) ・マルチングの効果が高く、下刈りが軽減 ・下刈り期間2~3年と早期終了が見込める 	<ul style="list-style-type: none"> ・初期投資が安い(苗木等資材、植付労務等) ・下草が成長を阻害 ・植栽木が被圧されなくなるまで下刈りが必要

図 11 従来植栽方法との比較結果

今後、潜在自然植生樹種による植栽方法の中で、植栽密度・マルチングの有無を変えた混植・密植による植栽方法と従来の植栽方法が、植栽木の成長速度、保育コスト、植生変化等の森林づくりに与える影響を継続調査し、比較することによって、森林の早期復旧手法としての有効性について検討していきたいと考えています。

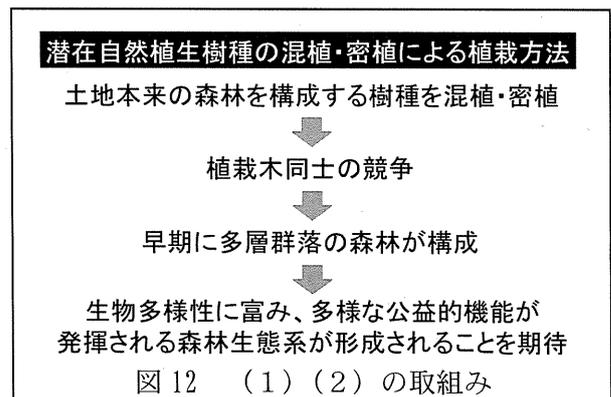
6 まとめ

今回の植栽によって、以下の3項目について取組みを行うことが出来ました。

- (1) 災害箇所の早期復旧による森林の公益的機能発揮
- (2) 潜在自然植生樹種の植栽による生物多様性保全
- (3) 地元小学校及び一般参加者と連携した森林づくり

(1)、(2)として、今回の植栽方法で、土地本来の森林を構成する樹種を混植・密植したことにより、今後、植栽木同士の競争が進み、早期に土地本来の多層群落の森林が構成されて、生物多様性に富み、多様な公益的機能が発揮される森林生態系が形成されることを期待しています(図12)。

(3)として、佐久城山小学校は今回の植樹祭による森林づくりを「城山 夢いっぱい森」と名付けて、「大きく台風に負けないように育ちますように」など、様々な「夢」と「願い」を込めて取り組んでいる中(写真12)で、事前に環境アニメ紙芝居や森林教室を行い、森林の働きや治山事業について事前学習を行うことが出来ました。また、一般参加者にはパネル展示を行う等の連携した取



組みを行うことが出来ました（写真13）。今後も森林の手入れや経過観察等、連携した取組を進めて行きたいと考えています。

私たちは暑い日差しが降り注ぐ中、子供達、また、大人が夢中になって植栽している姿を見たとき、この植栽方法はコスト・労力は掛かりますが、人の心に残る、目に目えない効果が大きいのではないかと感じています（写真14）。

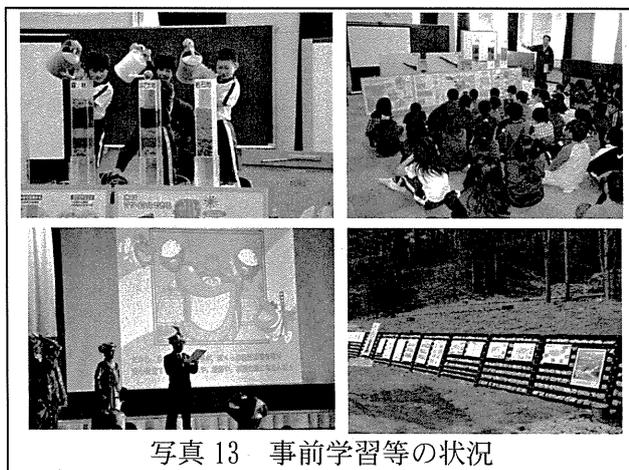


写真13 事前学習等の状況



「夢」と「願い」を込めて

写真14 植栽状況

おわりに

今後も治山事業を通じて、自然災害によって生じた荒廃地等の早期復旧に取り組むと共に、生物多様性保全や地域との連携という観点からも合わせて取組を進めていきたいと考えております。



写真 植栽後の状況

参考文献

宮脇昭編著. 長野県の潜在自然植生図第2集. 長野県, 1978.
 長野県植生図作成調査団. 長野県の現存植生. 長野県, 1979.
 宮脇昭編著. 日本の植生. 学習研究社, 1977.
 宮脇昭. 木を植えよ. 新潮選書, 2006.

パートナーシップ事業



グリーンウェイブ2010
 The Green Wave 2010 in Japan