

流木等を利用した吹付工の一考察

南信森林管理署 治山課長 ○澤口 葛夫
治山第三係長 原 ひろみ 浩美

要旨

流木対策としてスリットダムを設置していますが、施設管理上、堆積した流木の除去が必要となります。取り除いた流木の多くは産業廃棄物として処理しているのが現状ですが、この流木を有効活用出来ないかと考え、流木を堆肥化し、山腹工事の吹付基材として活用しました。

はじめに

今回試みを行った場所は長野県の南東部に位置する浦国有林内の三峰川流域です。

この流域は大起伏山地でかつ急峻で谷深く、仙丈ヶ岳から塩見岳にいたる標高3,000m級の稜線を抱え、最も地形的に厳しい場所です。また、三峰川に沿って南北に中央構造線をはじめ、大きな断層がいくつも走っているのが特徴です。

三峰川上流域は9割以上が天然林で占め、コメツガ、シラベ、トウヒ、カンバが生育し、一部で人工林カラマツが見られます。

年平均降水量は約1,500mmですが、過去には36豪雨や57豪雨により風倒木が発生し、下流の美和ダムまで流出したことがあります。

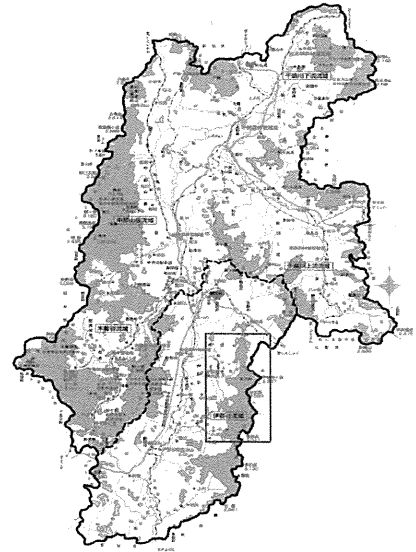


図-1 位置図

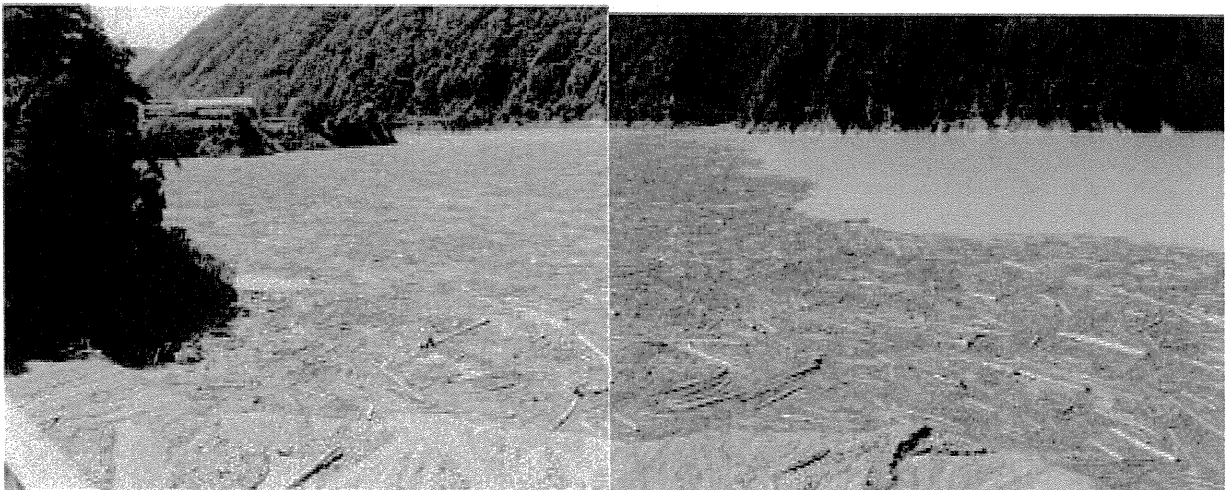


写真-1 昭和57年8月の台風第10号により、大量の流木が美和ダムに流出した状況

南信署では、流木流出防止として、昭和63年と平成4年にスリットダムを施工し、流木を捕捉しており、今回はこの2箇所堆積した流木の有効活用を図りました。

流木収去～吹き付けまでの実行について説明しますが、位置関係を示しますと、流木集積及び植生

基材作成箇所が下図写真-2の箇所、吹付工実施箇所が下図に示す箇所です。

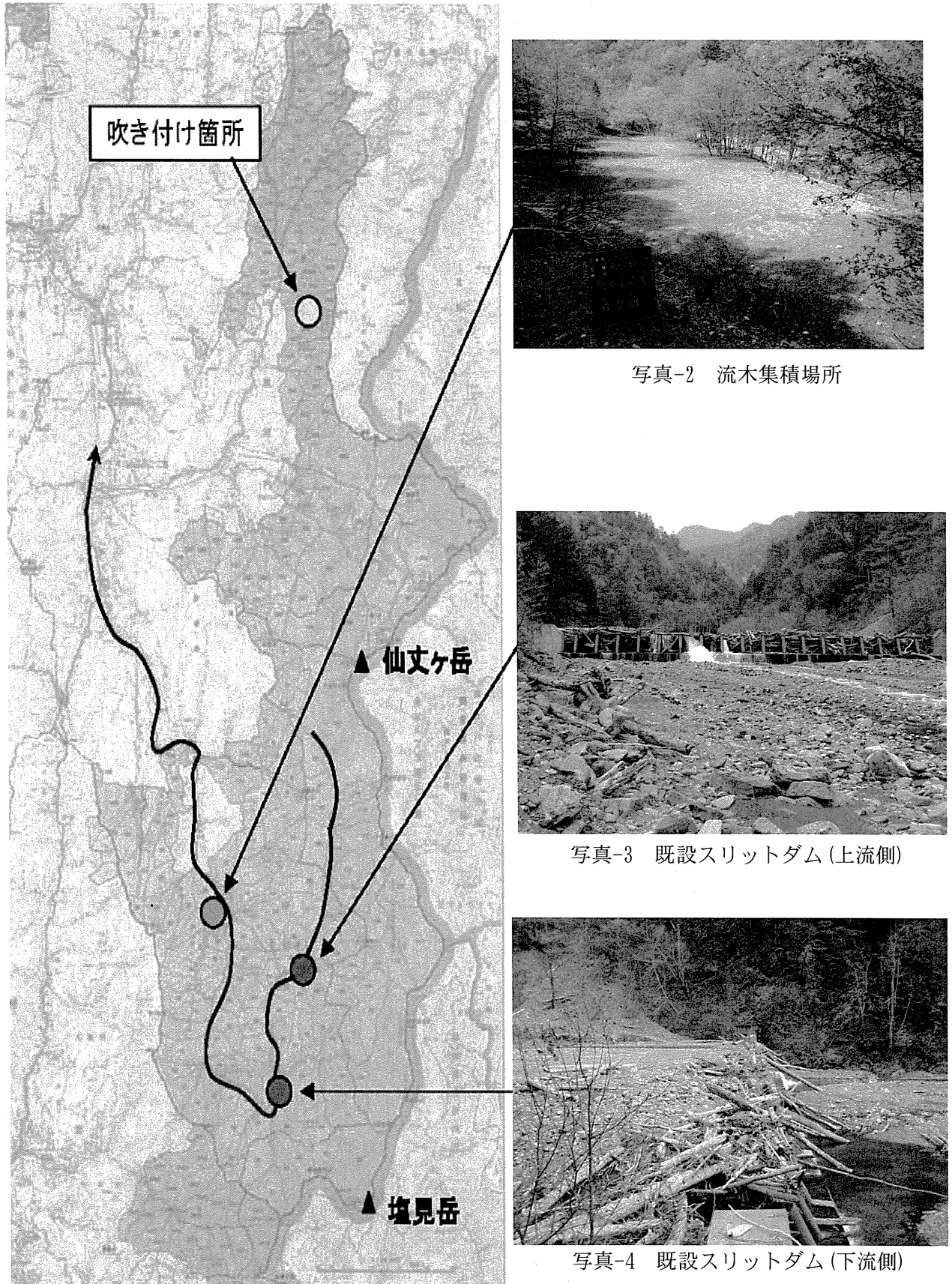


図-2 スリットダム・流木集積箇所・吹き付け箇所位置図

1 植生基材作成概要

(1) 流木収去～仮置き

まず、平成19年12月にスリットダムで捕捉した流木をグラップル等で取り除きました。取り除いた流木はダンプトラックへ積み河川への影響の無い箇所へ仮置きしました。



写真-5 流木取り除き

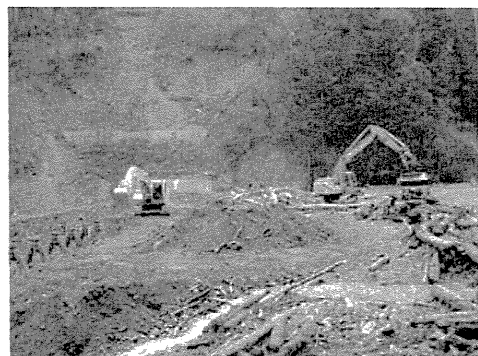
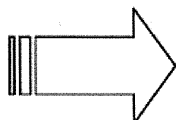
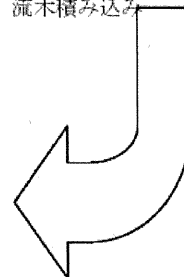


写真-6 流木積み込み



写真-7 流木仮置き



(2) 運搬・集積

2箇所からの大量の流木をストックすることや、破碎作業に必要な機材設置エリアと作業ヤードの確保、そして安全作業の観点から比較的平坦な場所を選定しました。

仮置きした流木は、平成20年5月～6月に植生基材作成箇所へ運搬し集積しました。

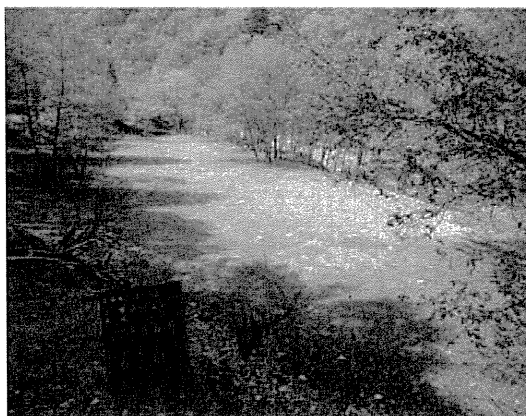


写真-8 流木集積前



写真-9 流木集積後

(3) 流木の堆肥化

ア 生チップとの比較

今回の工法は「新技術情報提供システム」に登録されている技術ですが、採用した理由を説明します。

下表は生チップと堆肥化したチップを比較したのですが、特徴として、熟成期間つまり堆肥となる期間が3ヶ月以内で有ること。自然発火が無く野積みが可能であること。有毒ガスをほとんど発生させず無臭で有ること。等で、その他にも生チップより優れている点が多いことから採用しました。

表-1 生チップとの比較

生チップ	堆肥化チップ
成熟に数年を要する(針葉樹は4年以上)	3ヶ月以内で腐熟し、使用可能となる
野積みによる発火の恐れ	発火が無く、野積みも可能
有毒ガスが発生し、悪臭がする	有毒ガスの発生を抑制し、ほぼ無臭である
人畜に有害	人畜に無害
酸性のため堆肥原料化が困難 (生チップ(杉) pH5.1)	中性のため堆肥原料化が容易 (杉3ヶ月堆肥後のpH7.1)
酸性土壤に適さない	酸性土壤の改良資材として有効
樹木の腐食防止成分セルロース・ヘミセルロース・リグニン等が多く含まれているため、病害虫が異常発生	樹木の腐食防止成分セルロース・ヘミセルロース・リグニン等を微生物が分解し、害虫異常発生を抑制する

イ 植生基材作成工程

植生基材の作成工程(作業工程)は下図のとおりです。

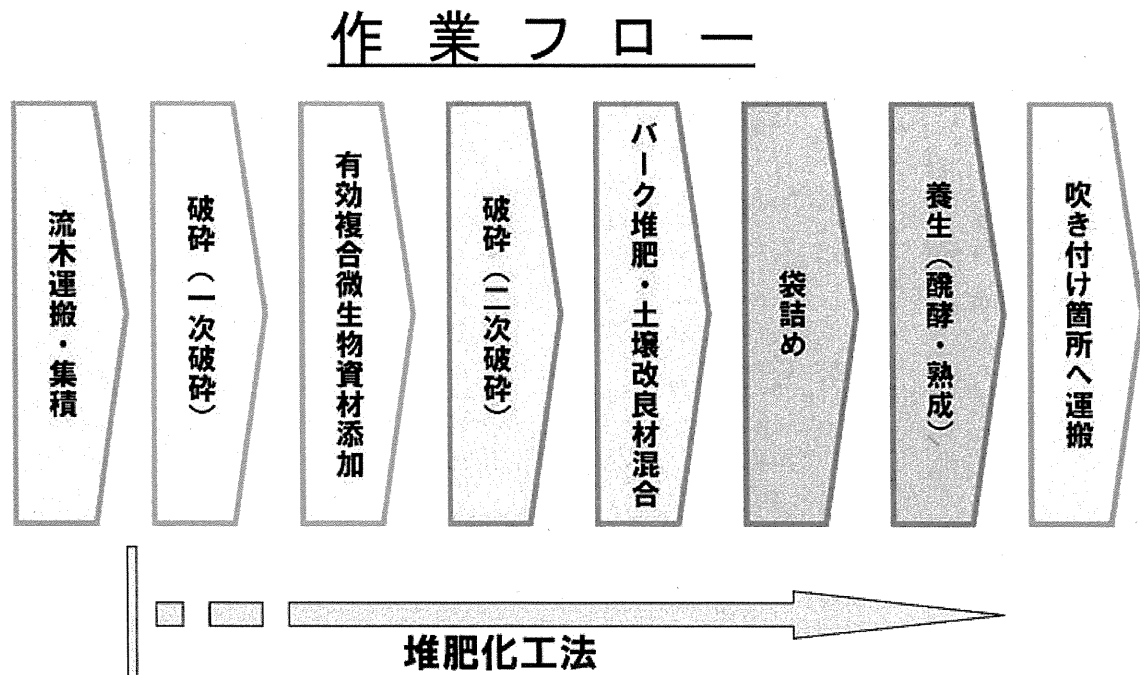


図-3 作業工程

ウ 一次破碎

はじめに集積した流木を破碎機にかけて一次破碎します。グラップルで破碎機に流木を投入し100mm以下に破碎します。そして、破碎機チップ引出コンベアー上部より、有効複合微生物資材を100m³に20%の割合で添加します。この微生物群は樹木の腐食防止成分であるセルロースやヘミセルロース、リグニンなどを分解し、堆肥化を促進します。

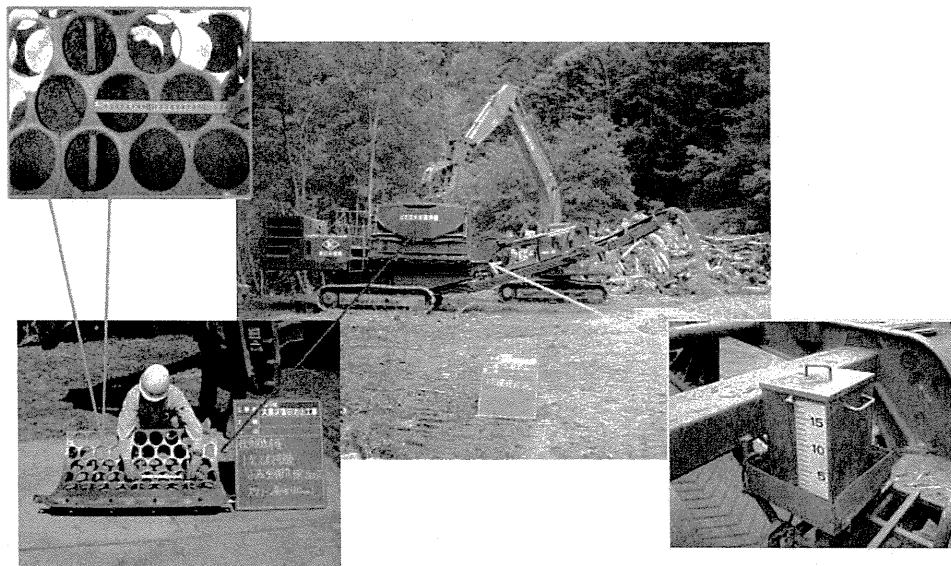


写真-10 一次破碎実行中

エ 二次破碎

更にチップを細かくするため25mm以下になるよう二次破碎します。

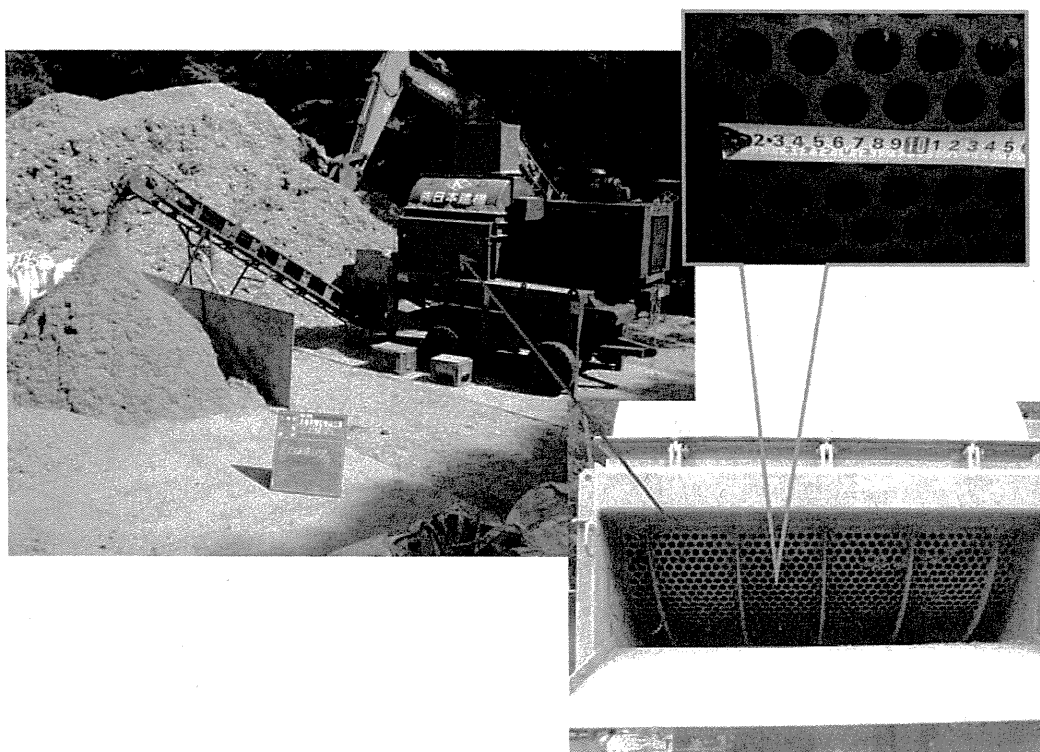


写真-11 二次破碎実行中

オ 特殊バーク等混合～袋詰め

微生物群を急激に増殖させる環境を整えて、その活動を活発化させるため、二次破碎したチップに特殊バーク堆肥や土壌改良材（鶏糞）を混合し混合機へ投入後更に攪拌します。ベルトコンベアにより大型土のう袋へ投入し袋詰めになります。ひと袋は1.0m³となります。



写真-12 特殊バーク堆肥混入

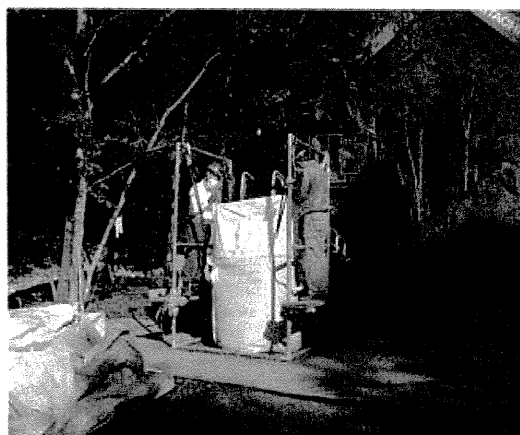
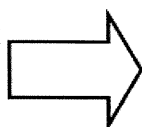


写真-13 ベルトコンベアにより袋詰め

カ 積み上げ・養生

大型土のう袋へ袋詰め後、シート養生を行い約3ヶ月以内で堆肥化され、必要量を工事箇所へ運搬します。

作成した時期と期間、数量ですが、平成20年度は9月2日～9月22日の20日間で700袋。平成21年度は7月13日～7月31日の18日間で600袋作成しました。

3ヶ月以内で堆肥化され利用可能となりますが、メーカーからの聞き取りによりますと、これまでの実績では5年間保管してから活用した事例が有るとのことです。



写真-14 大型土のう袋積み上げ

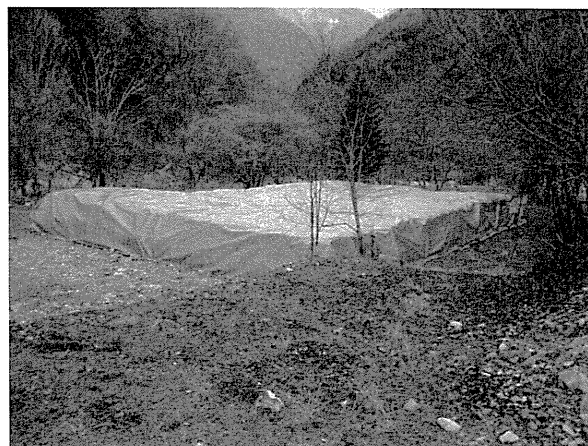


写真-15 養生

キ 堆肥化チップの品質

肥料成分含有量試験を実施しました。試験は堆肥作成後2週間と2ヶ月の2回実施しましたが、本表は2ヶ月経過の結果です。

分析結果を見ますと全窒素は基準1.0%をわずかに満たしていませんが、アルミニウム量の分析値からして問題なしとのことです。

また、塩基置換容量(陽イオンを保持する表面積等を数字で表すもの)については、チップ内

部の細かい空間にアルミニウムを固定固化されている関係で、その表面積が狭くなり一時的に数値は低い、植生には全く影響無いとの結果で、堆肥化は順調に成され、吹き付け基材として使用しても支障が無いことが証明されました。

表-2 分析結果

	吹付用パーク 基準※1	堆肥化チップ 分析結果※2
有機物含有量	70%以上	70.1%
全窒素 (N)	1.0%以上	0.93%
炭素率 (C/N)	40以下	39.7
塩基置換容量 (CEC)	70 meq/100g以上	29.2 meq/100g
pH	4.5~8.0	7.5
水分	60±6%	62.5%

表-3 試験成績書

分析試験成績書

平成 18年 11月 11日付付与依頼の試験結果は、下記の通りであったことを報告いたします。

1. 品名 堆肥化チップ
2. 採取日 平成 18年 11月 17日
3. 採取地 山形県
4. 採取場所

項目	測定値	単位	検出限界	検出方法
全窒素 (N)	0.93	%		窒素分析法
炭素率 (C/N)	39.7			窒素分析法
有機物含有量	70.1	%		窒素分析法
全窒素 (N)	0.93	%		窒素分析法
炭素率 (C/N)	39.7			窒素分析法
有機物含有量	70.1	%		窒素分析法
塩基置換容量 (CEC)	29.2	meq/100g		陽イオン交換容量法
pH	7.5			電位測定法
水分	62.5	%		乾燥法

※1 有機質系厚層基材吹付工 技術資料（日本法面緑化技術協会）

※2 袋詰め後2ヶ月経過試料による

2 吹付工事の概要

吹き付け工事箇所は、該当年度の治山計画箇所の中で、基材作成箇所から一番近い「黒河内国有林247林班」としました。この箇所は平成18年度から工事を継続していて、従来工法による吹き付けも実行しており、今回作成した植生基材による吹付工との植生の生育状況を比較することも可能でありこの箇所としました。

施工箇所は大規模な崩壊地で標高1,600mに位置し、地質的にはチャートを主体とし、砂岩、粘板岩、石灰岩などで、その内部には緑色岩を挟んでいます。また、破碎作用を受けた急峻かつ大規模な崖がいたるところで形成されています。

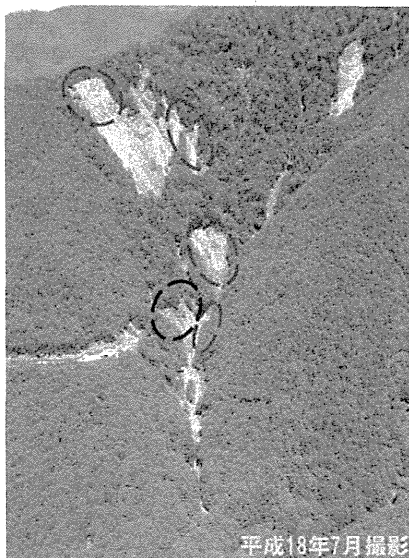


写真-16 施工前全景

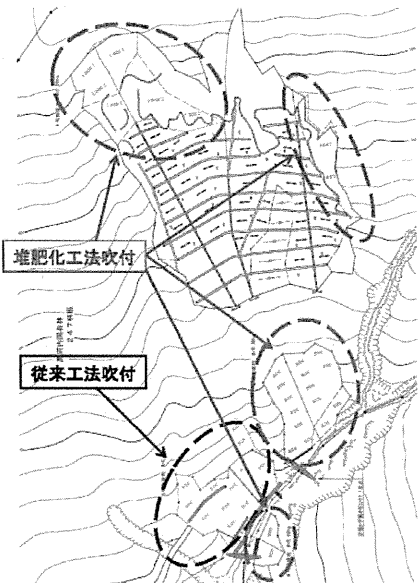


図-4 工種配置図

作成した植生基材による吹付工は、平成21年度は733m³を使用し、(7月上旬～9月中旬) 9,167m²を吹き付けし、平成22年度は460m³を使用し、(9月上旬～10月上旬) 4,413m²の吹き付けを実行しました。

作成した植生基材はトラックにより工事箇所へ運搬し、吹き付け機械に投入します。吹付機は通常吹き付け工事に利用しているマルチ吹付機(湿式0.8m³～1.2m³/h)を採用しました。



写真-17 基材積み込み



写真-18 基材投入

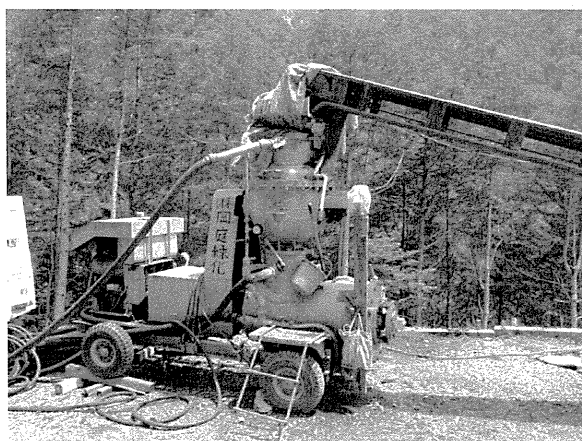


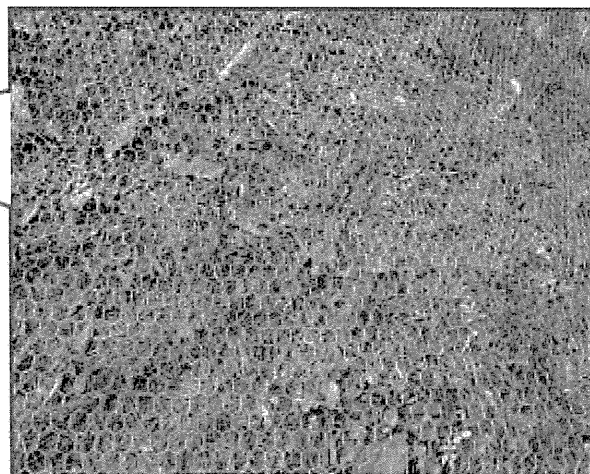
写真-19 吹付機械

吹き付け完了後3ヶ月経過した状況で、比較的良好に生育しています。

また、南信署管内ではニホンジカの食害が深刻で有るため、食害を防ぐ対策として、吹き付け後の表面には更に網を伏せています。左下写真内で少し白く見えるのがその網です。

写真-20 吹付工完了

写真-21 吹付箇所拡大



下の写真は治山事業着手前と昨年撮影した施工箇所全景です。

従来工法による吹き付けは施工後約2年経過し、堆肥化工法による吹き付けは施工後約1年経過した状況です。

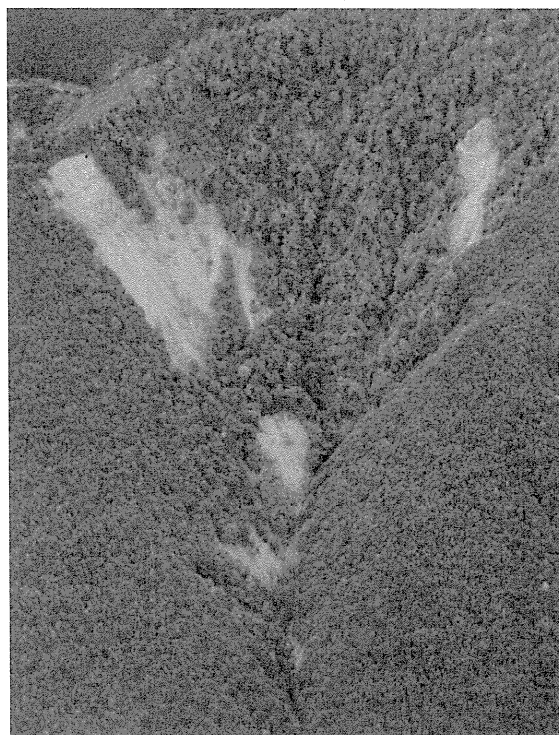


写真-22 事業着手前全景

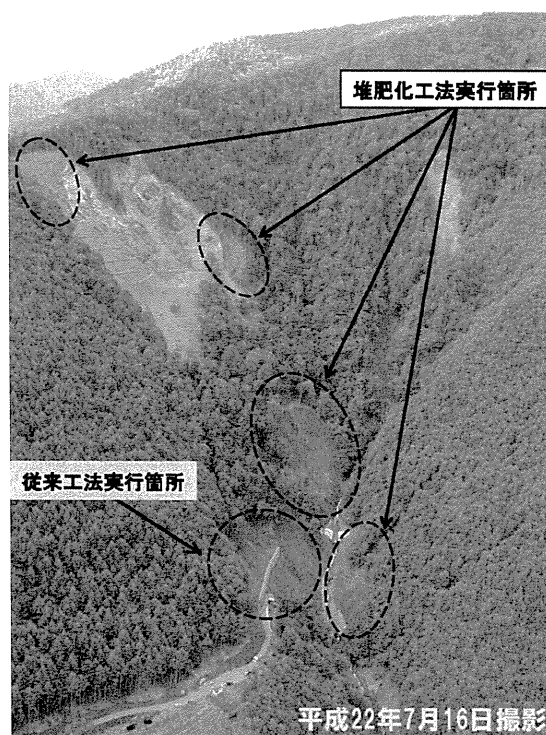


写真-23 施工後全景

3 コストの比較

従来工法による吹付工と堆肥化工法による吹付工の比較をしてみました。従来工法により実施場合の工事費は296,272千円となり、堆肥化工法については、工事費が249,837千円でそれに堆肥化処理費、つまり植生基材作成経費36,327千円を加えて計286,164千円となり、従来工法より10,108千円の縮減となります。

表-4 コストの比較

	工事費a	堆肥化 処理経費b	小計c (a+b)	産業廃棄物 処理経費d	計 (c+d)
堆肥化工法 吹付工A	249,837	36,327	286,164	0	286,164
従来工法 吹付工B	296,272	0	296,272	17,567	313,839
増減 (A-B)	-	-	-10,108	-	-27,675

※工事費は平成21年度と平成22年度の合計で、土留工等の山腹基礎工や植生マット伏工等の緑化工も含めた全体の金額です。

これに産業廃棄物処理費(聞き取りによる)を計上すると、更にコストの縮減が図られます。

このようにトータル的に考えれば、産業廃棄物処理していた物を吹き付け基材として活用することでコストの縮減が図られます。

4 課題と展開

(1) 流木の材積把握

今回は集積した場所で全体の形状を測定し体積を出したところ1,200m³でした。しかし、メーカーで調査された木くず変化率を参照すると、1,380m³となり誤差が生ずるため、いかに正確に材積をあらかじめ把握するかが課題です。

(2) 基材作成エリアの選定

平坦でかつ広いスペースが必要となるため、場所が限定され、今回のように流木の集積場所と施工箇所が離れているなど、効率的な面での課題が残ります。

(3) 継続的な調査

吹き付け完成時は植生が良好に生育していましたが、継続的な調査が必要です。

おわりに

本取り組みは、流木等の「山からの不要な産物を有用な産物として山へ還元」する事や、間伐材等の活用と言う観点では有効な手段だと考えます。

また、地球温暖化の抑制と産業廃棄物の減量化も図られるのではと考えます。

今後、吹付基材だけではなく例えば植生土のう袋へ詰めての使用や植栽工の肥料等、他の工法への活用も検討していくこととしています。

参考資料等提供者：(株)日本建機