

プレプラント緑化工法の開発 —袋状植生ユニットの適用性について—

田 窪 祐 子 小 口 深 志
若 松 敬 継^{※1}

要 旨

景観や生態系に対する保全の意識は近年になって急速に高まっている。一方、建設に伴って発生する無土壌法面に目が向けられているが、植生の再生復元を目的とした木本類の導入は難しい現状にある。

そこで、木本類を導入するのに必要な客土厚を確保し、あらかじめ植栽されたネット袋状のユニットによる法面緑化を考えた。植生ユニットの技術課題は、基材が流出しにくいような基材配合とネット袋の構造にあり、適用条件が把握されていないことである。このため、基材の流出に関する室内試験、及び植生ユニットによる植生試験を実施し、以下の結論を得た。

- ①客土材は粘結材の添加により、メッシュ構造からの流出抑制が可能である。
- ②背面基盤へ根が伸長できない場合は基材厚20cm以上を確保し、客土材に表土を多く入れる必要がある。
- ③植生ユニットの設置勾配には限界がある。
- ④現場試験では、設置時に客土漏出も見られず、植生の活着も良好である。

キーワード 袋状ネット／植生ユニット／法面緑化

目 次

- | | |
|-----------|---------|
| 1. はじめに | 4. 現地試験 |
| 2. 基材流出試験 | 5. まとめ |
| 3. 植生試験 | 6. おわりに |

SLOPE PLANTING WITH THE METHOD OF PREPLANTS —ABOUT THE APPLICATION NATURE OF THE BAG SHAPE VEGETATION UNIT—

Yuko TAKUBO Fukashi OGUCHI
Hirotugu WAKAMATSU

Synopsis:

Recently consciousness of grand view is getting higher rapidly. The vegetation on the non-soil slopes is difficult.

Vegetation unit which have a thickness of soil for growing of the tree was devised. Problems of the vegetation unit are outflow of soil and a growth situation of trees.

- ① Outflow of the soil was prevented by the adhesion material.
- ② When a root doesn't enter the base, soil of a thickness of 20cm or more is necessary for growth of a plant.
- ③ Installation inclines of the unit have one's limit.
- ④ At field test, the soil didn't flow out in installation, and growth of plant was well.

※1東北支店 綱木川ダム作業所

1. はじめに

景観や生態系・緑化に対する保全の意識は、近年になって急速に高まっている。一方で、建設工事に伴って発生する法面では、法面緑化の施工時期を植生の生育適期に合わせることができないため、順調な植生の生育が望めない場合があったり、植生種が限定されるなど、植生生育の面で種々の問題を抱えている。

また、切土岩盤法面、コンクリート吹付法面などの無土壌法面では、緑化手法そのものが確立されているとは言い難く、最低限緑を確保するために牧草類によって緑化するケースが多い。このため、無土壌法面でも周囲の景観に合わせ、生態系保全を考慮できる緑化の技術開発が望まれている。

このような背景のもと、無土壌法面に木本類を導入するのに必要な客土厚を確保し、あらかじめ植栽されたネット袋状の植生ユニットによるプレプラント緑化工法を考えた。

プレプラント緑化工法における技術課題としては、植生ユニットを構成する袋状ネットから流出しない基材の選択、ネットの網目幅などが挙げられる。そこでまず、基材の流出試験を行い、流出しにくい基材の配合を検討した後に植生試験を行った。本研究は植生ユニットによる木本緑化の可能性を把握する事を目的としている。

2. 基材流出試験

本試験は袋状ネットから基材が流出しないような基材配合を設定することを目的として行った。流出しにくい基材として超軽量骨材を選択し、間隙材として表土を使用することを考えた。今回の試験では表土の代用として黒土を使用し、黒土が流出しないように高分子系の粘結材や凝集材を使用することを検討した。また、袋状ネットに客土材を充填したものと通常の厚層基材との流出量の比較を行った。

2.1 試験方法

(1) 材料

①客土材

使用した基材の配合を表1に示す。試験には超軽量骨材を3種類使用した。表2に超軽量骨材の仕様を示す。

黒土に対しては団粒構造が現れる最低加水量を加える事とした。

表1 流出試験配合

厚層基材配合		骨材系資材	
パーク堆肥	1000L/m ³	骨材	1000L/m ³
ビートモス	1000L/m ³	表土	428L/m ³
普通ポルトランドセメント	80kg/m ³	粘結材 CP:C※1	0.52kg:0.34kg
過磷酸石灰	1.4kg/m ³	粘結材 C710S	4.28kg

※1：CP750:C402

表2 超軽量骨材仕様

	建設用骨材	緑化用骨材1	緑化用骨材2
粒径(mm)	10～15	10～15	5～10mm
嵩比重	0.533	0.551	0.444
表乾比重	0.932	0.994	0.773
間隙率(%)	42.8	44.6	42.6
吸水率(%)	10～15	20～30	20～30
コスト(円/m ³)	20000	25000	25000

②高分子系粘結材

黒土を保持する手段として2種類の高分子系粘結材を添加することを考えた。また、比較のため高分子系凝集剤についても検討を行った。

- ・栗田工業製粘結材 クリコート C710S
- ・栗田工業製粘結材 クリコート CP750+C402
- ・栗田工業製凝集材 クリフロック PA331

なお、C710Sは液体の粘結材でCP750とC402は粉体のものである。

2.2 試験概要

試験ケースについては、表土に何も加えないもの、粘結材を加えたもの、及び凝集材を加えたものについて行った。材料をバット内でサジにより混合攪拌した。添加の順序については液状添加材の場合は(土+骨材)+(水+添加材)の順に、粉体添加材の場合は(土+骨材+添加材)+(水)の順に添加した。試験の様子を写真1に示す。



写真1 基材流出試験実験風景

袋状ネットの大きさを20cm×20cm×5cm、網目幅を2mm,4mm,8mmの3種類とした。袋状ネットに練り混ぜた基材を詰めた後、1日間養生を行った。

土砂流出の評価については、降雨を模擬して土砂の流出量を測定した。降雨量を50mmに相当する量とした。この落水をバットに受け、濁水を完全に蒸発させた残留分を重量測定した。

2.3 結果及び考察

無添加のケースにおいて骨材の種類の違いによる比較を行った。その結果を図1に示す。

これより、骨材の種類の違いによる流出量への影響に

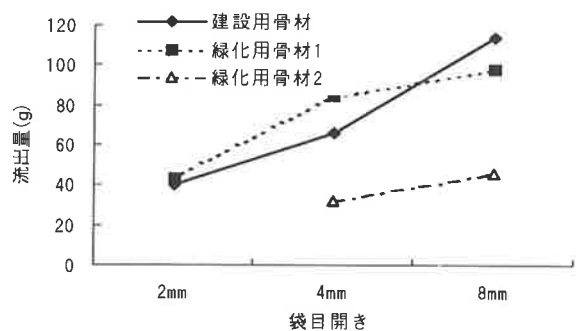


図 1 骨材の種類による比較

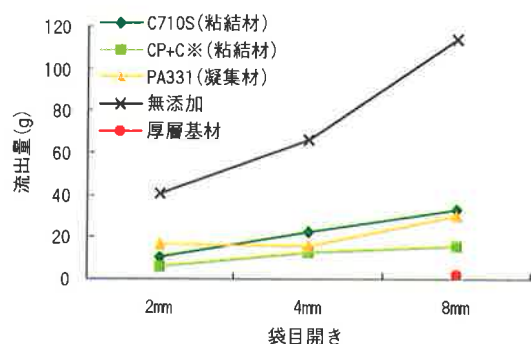


図 2 粘結材の種類による比較

※:CP750+C402

顕著な差は見られなかった。表 2 に示すように緑化用骨材 1 の方が吸水率が建設用骨材に比較して大きかったが、その影響は見られなかった。緑化用骨材 2 の流出量が他と比較して少ないのは、骨材の粒径が小さかったために間隙材の拘束力が強かったためと思われる。

次に、粘結材、及び凝集材を添加したケースを実施したが、骨材の種類による顕著な差は見られなかったことから、建設用骨材の例を図 2 に示す。この図より、すべての粘結材、凝集材において流出防止効果が確認された。また、どの目開きにおいても粘結材 CP750+C402 を添加したケースが土の流出量が少なかった。粘結材、凝集材の材料コストはほぼ同等であったので、客土材には CP750+C402 を使用することが最適と判断された。厚層基材はいずれの粘結材、及び凝集材を添加したケースよりも流出量は少なかった。これは厚層基材に配合されている普通ポルトランドセメントの固結効果と考えられる。

以上の検討結果を参考に袋状ネットによる植生試験を行った。

3. 植生試験

3.1 試験方法

試験に使用した植生ユニットを写真 2 に示す。植生ユニットは、50cm×50cm の大きさで厚さ 20cm を確保した袋状ネットに客土材を充填したもので、植生にはヤマハギのポット苗(h=50cm)を使用した。ヤマハギをネットの

中央部に 2 ヶ所切りこみを入れて植栽した。植生ユニットを東向きに設置し、背面には無土壌法面を想定し、根が侵入しないよう板敷きの構造にした。植生ユニットの設置状況を写真 3 に示す。

平成 9 年 5 月に設置後の維持管理については乾燥時に 1~2 回/週のペースで 2.5l/ケース(10mm 相当の降雨量)程度の給水を行った。それ以外はフリーメンテナンスとし、雑草等の除草も行わなかった。

客土材を配合したケースを表 3 に示す。本試験においては植生生育に及ぼす諸条件の影響を把握する事を目的とし、袋状ネットの目開きや客土材の配合、設置勾配を変化させた。ケース 1,2 は対照区として設けたもので、ケース 1 は厚層基材を模擬したものである。

今回の試験では表土として黒土を代用し、いずれのケ



写真 2 植生ユニット



写真 3 植生ユニット設置状況

ースにも緩効性肥料(チッソ旭製:ハイコントロール)を
4kg/m³相当添加した。

3.2 観測方法

設置後の植生の観測として、写真撮影と樹高の測定を行なった。観測の頻度を1ヶ月に1度程度とした。また、樹高については落葉する前の平成9年10月までの約半年間測定し、その後、翌春の芽吹きを観測した。

3.3 試験結果及び考察

植生試験結果を表3に示す。初期樹高が全て違うため、測定した樹高から初期値を差し引いたものを成長量として比較した。また、翌年の芽吹きでは全て芽吹いたものを○、一部芽吹いたものを△、全て枯れたものを×として表示した。

パーク堆肥とピートモスが主材である厚層基材を模擬したケース1(対照区)は最も早く枯損が確認された。その様子を写真4に示す。同じパーク堆肥を主材とし、厚さ20cmを確保したケース12では生存が確認されたことから、厚層基材を模擬したケースでは、基材厚が10cmと薄い事が枯損の原因と考えられる。この結果より、地山へ根が侵入できない場所においては基材厚さ10cm以下の厚層基材による植生導入は難しいと思われる。

また、同じく対照区として設置した表土のみのケース2については生育が良好であった。しかし、ケース2のようにネットの網目幅が2mmと小さい場合には、基盤への根の侵入が阻まれる、ネット表層への潜在自然植生の侵入が難しいといった問題が考えられる。さらに、このケースは粘結材を混入していないため、網目幅が2mmと小さいにもかかわらず表土流出量が最も多かった。これ

対し、骨材と表土を混合したケース3,4,5では目開きの差によらず、いずれも表土のみのケース2より表土流出が少なかったことが観察された。これは先に行った基材流



写真4 ケース1 翌年芽吹き状況



写真5 ケース2,3 翌年芽吹き状況

表3 植生試験ケース及び結果

No.	基材厚さ	袋材目開き	法面傾斜	客土材配合 (1m ³ 当たり)			比較対照	成長量(cm)	翌年芽吹き
				骨格材	間隙材	粘結材・吸水材他			
1	10cm	育苗箱	1:0.8	パーク堆肥 1000L ピートモス 1000L		NP80kg、草木 過燐酸石灰 1.4kg	厚層基材配合 (対照区)	39.0	×
2	20cm	2mm	1:0.8	黒土 1000L			表土(黒土)を主体とした場合 (対照区)	63.0	○
3	20cm	8mm	1:0.8	建設用 1000L	黒土 428L	CP : C※ = 0.52 : 0.34kg NA※2 0.428kg	袋材網目幅による違い	21.5	△
4	20cm	4mm	1:0.8	建設用 1000L	黒土 428L	CP : C = 0.52 : 0.34kg NA 0.428kg	袋材網目幅による違い	25.0	△
5	20cm	2mm	1:0.8	建設用 1000L	黒土 428L	CP : C = 0.52 : 0.34kg NA 0.429kg	袋材網目幅による違い	29.0	△
6	20cm	4mm	水平	建設用 1000L	黒土 428L	CP : C = 0.52 : 0.34kg NA 0.430kg	法面傾斜による違い	26.5	×
7	20cm	4mm	1:0.5	建設用 1000L	黒土 428L	CP : C = 0.52 : 0.34kg NA 0.431kg	法面傾斜による違い	32.5	×
8	20cm	2mm	1:0.8	建設用 1000L	パーク堆肥 428L ピートモス 428L		間隙材が有機質資材の場合	37.5	△
9	20cm	2mm	1:0.8	パーク堆肥 1000L			有機質資材を主体とした場合	27.5	○
10	20cm	2mm	1:0.8	パーク堆肥 1000L ピートモス 1000L				43.0	△

※: CP750+C402

※2: 吸水材 NA010(昭和電工製)

出試験と同様の結果である。このらより、骨材や粘結材が流出抑制に寄与することが確認された。しかし、骨材が入っているケース3,4,5では、植生が一部枯損した。ケース2とケース3の翌年芽吹き状況を写真5に示す。表土が多いものほど生育量が大きい結果が得られた。パーク堆肥やピートモスといった有機質資材を使ったケース10,11,12においても生育が良好であった。なお、枯損は夏期の高温乾燥時に見られたことにより、植生ユニット構造の遮熱と保水性向上が本工法の成否を分ける課題であると考えられる。

次に斜面傾斜では、勾配を変化させたケース6,7で翌年芽吹きがなかった。その状況を写真6,7に示す。ケース6については脚を水平に設置したため、斜めに設置したものよりも垂直方向で基盤の土壌厚が薄くなり、植生の生育が悪くなったのではないかと考えられる。急勾配のケースであるケース7が枯損した原因を考察した。山寺¹⁾は木本植物の成長と生育基盤の勾配との関係を研究したところ、植物の根系は斜面勾配が変わっても重力方向を中心に下方に向かって伸長し、山側にはほとんど伸長しないことから、植物の根系形態は、斜面勾配が急になるほど立体的な構造から平面的な構造にかかわると考察している。山寺¹⁾の研究は播種による植生土壌化の成長に着目したものであるが、ポット苗にも同じことが言える



写真 6 ケース 6 翌年芽吹き状況



写真 7 ケース 7 翌年芽吹き状況

ものと考えられる。よってケース7は急勾配であることから、根系が十分に発達できなくなった事が枯損の原因だと考えられる。以上より、急斜面や水平な基盤で、基盤への根の侵入が全く期待できない場合、この工法の採用は難しいと思われる。

4. 現地試験

実際にTダム及びKダムにおいて植生ユニットの設置による植生試験を行った。

4.1 Tダムでの試験概要

Tダムにおいては平成10年6月より試験を開始した。植生ユニットは大きさ1m×1m、厚さ20cmの袋状ネットに現地発生の表土を客土材として充填させた。ネットの目開きを6mmと8mmとした。また、ポット苗を用いて植栽するだけでなく、客土材のメッシュからの抜け落ち防止、被覆効果、飛来種による被圧回避を目的として植生ユニット表面に、マメ科の草本であるホワイトクローバーを播種した。植生には現地郷土種であるエゾユズリハ、エゾアカマツ、ブナ等を選定し、1つのユニットに2本ずつ植栽した。

植生ユニットを6月に作成した後、ポット苗の定着やホワイトクローバーの発芽、生育を期待して1ヶ月ほど平地で養生を行い、7月に法面へ移設した。ユニットの移動はクレーンを用いて行った。客土は1ヶ月の養生の間にホワイトクローバー及び植生の根系により堅固に保持されていたため、袋状ネットからの客土の流出は認められなかった。設置直後の様子を写真8に示す。

次に1年後の様子を写真9に示す。この写真を見ると、植生には芽吹きが見られる他、ホワイトクローバも繁茂しており、活着している様子がうかがわれる。また、ホワイトクローバーも繁茂している。研究所での植生試験では夏期に枯損が見られ、翌年に芽吹きが確認されないものが多数あったのに対し、Tダムの植生ユニットにおいてはほとんどが芽吹いている。これはユニット表面をホワイトクローバーが覆う事により遮熱され、夏期の乾燥を防いだ事と、基盤の背面からの水の補給があったためと考えられる。今後も継続して観察していく予定である。

4.2 Kダムでの試験概要

Kダムでは平成10年11月より試験を開始した。植生ユニットの大きさは50cm×50cm、厚さ20cmの袋状ネットに現地発生の表土を客土材として充填させたものである。ネットの目開きを15mmとし、ユニットの移動、設置時における客土材のこぼれ防止のため裏面に不織布を敷いた。袋状ネットを写真10に示す。

植生には郷土種の落葉樹を用い、半数をポット苗にし、残りを播種した。施工した時期が秋であったのでユニットの養生は行わなかった。設置風景を写真11に示す。

5. まとめ

今回の試験からネット袋状植生ユニットによるプレプラント緑化工法は、根の侵入が期待できない無土壌法面の他、厚層基材吹付工法では緑化が不可能な場所に適用される可能性があると思われる。今回の試験結果をまとめると次のようになる。

- ①植生ユニットの客土材には、粘結材、凝集材といった団粒化材の添加により、メッシュ構造からの基材の流出を抑制する事が可能である。
- ②背面基盤への根の伸長が期待できない条件下では、基材厚さを 20cm 以上確保し、表土や有機質資材の混入率を多くすることにより、植生の生育が良好となる。
- ③植物の根系は斜面勾配に関係なく重力方向に伸長し、急勾配になるほど平面的な構造になることから、植生ユニットの設置勾配には限界がある。
- ④ネット袋状の植生ユニットを現場法面に設置する試験では設置時に客土材としての現地発生表土が漏出することはなく、また植生の活着も良好であった。

6. おわりに

本試験を行った結果、新たな課題として次の事が挙げられた。

- ①袋状ネットの背面と基盤間におけるよりフレキシブルな接触構造の検討。
- ②植生の生育に影響を与えない程度の広い網目幅としたときに、表土を主材とした基材が流出しにくいユニット構造の検討。
- ③多樹種の導入や播種からの導入に関する検討。

今後、これらの項目について検討していく予定である。

また、現地試験については植生の生育状況を観察し、Kダムで行っている播種による導入について新たな検討項目として観測していく予定である。

参考文献

- 1)山寺喜成:急勾配斜面における緑化技術の完全に関する実験的研究(博士論文), (社)全国特定法面保護協会, pp.5-61
- 2)田窪祐子, 小口深志:客土材を充填したネット袋状の植生ユニットによる法面緑化の試み, 土木学会第 54 回年次学術講演会, 1999(投稿中)



写真 8 Tダム設置直後



写真 9 Tダム設置1年後



写真 10 Kダム袋状ネット



写真 11 Kダム試験全景