資源循環型緑化工法と苗木植栽工を組合わせた法面樹林化実験の追跡調査

北山敬三¹⁾・山田 守²⁾

1) SEG リサイクル研究会, サンヨー緑化産業株式会社
2) SPTEC・YAMADA

摘要: 近年, 法面緑化工では, 現地で発生する伐採木の有効利用 (生チップ利用) を図る資源循環型緑化工 (リサイクル緑化工法) のニーズが高まっている。一方, 地球規模の環境問題に対応するために, 生物多様性保全, 二酸化炭素の固定などに配慮した在来種による法面樹林化の期待も大きい。本報告は, 未分解のチップを利用することが可能な SEG サンソイル工法に苗木植栽工を組合わせた樹林化実験に関するものである。SEG サンソイル工法における苗木の生存率, 樹高成長は, 従来の有機質系植生基材と同等であった。資源循環型緑化工 (リサイクル緑化工法) における生物多様性緑化対策として, 苗木植栽工も有効な手法であることが示唆された。

キーワード: 資源循環型緑化, リサイクル緑化工, 生物多様性緑化, 未分解チップ, 苗木植栽工

1. はじめに

法面緑化工では, 外来生物法 (2004) の施行などにより生物多様性保全に配慮した在来植物による緑化が注目されている。しかし, 在来植物の種子は, 入手が困難である, 高価である, 種子の発芽生育が遅くまたバラツキがあるなど課題は多い。また, 地球温暖化が予想ではなく実感として身近な課題であるとの認識が高まっている今日, 二酸化炭素の排出抑制と固定の取り組みは, 土木建設業界としても可能なことは実行することが重要と考える。その具体的な対応の一つとして法面の樹林化がある。生物多様性に配慮し, かつ, 二酸化炭素固定に寄与する法面の樹林化対策を行うには, 播種工, 苗木植栽工, 埋土種子の利用など緑化条件に応じて多様な手段が必要となる。

一方, 法面緑化工の現場では, 現地で発生する伐採木の有効利用を図る資源循環型緑化工 (以下, リサイクル緑化工法と記す) のニーズが高い。これは, 産業廃棄物処理費の縮減, 生育基盤材のコスト縮減が主たる目的である。したがって, リサイクル緑化工法の生育基盤材は, 植物の発芽生育にとって最良なものとは限らない。リサイクル緑化工法を用いて生物多様性緑化を行う場合は, 播種工だけでなく苗木植栽工などの多様な手段を組合わせることがより重要となる。

本報告は, これらのことを考慮して, リサイクル緑化工法と苗木植栽工を組合わせた樹林化実験を試みた。実験の目的は, 従来の有機質系植生基材と伐採木の未分解チップを利用したリサイクル緑化工法における苗木の生育比較である。施工 1 年 6 ヶ月後の追跡調査結果では, 生育基盤の違いによる苗木

の生存率の差はほとんど見られない。また, 樹高成長は, 有機質系植生基材のほうが勝る樹種もあるが, ほとんどの樹種はその差が見られない。なお, リサイクル緑化工法は, 侵入植物が多いことが特徴的であった。これらの結果を元に, リサイクル緑化工法における生物多様性緑化について言及する。

2. 実験方法

2.1 実験地の概要

実験場所は, 広島県広島市安佐南区にあるサンヨー緑化産業株式会社の本社敷地に隣接する法面である。実験法面の条件を表-1 に, 法面の全景を写真-1 に示す。

対象法面は, 大雨で崩壊した斜面で, 復旧対策として法面工が実施された。なお, 法面保護工として吹付法砕工 (吹付法砕工と簡易吹付法砕工の 2 工法) が適用されている。枠内の植生工として, 植生基材吹付工と苗木設置吹付工を適用した。植生基材吹付工は, 一般的な有機質系植生基材工法と伐採木の未分解チップを主材としたリサイクル緑化工法の 2 種

表-1 実験法面の条件

項目	内容
実験場所	広島県広島市安佐南区
法面条件	勾配 1:1.0, 地質: 軟岩～土砂, 向き: 西向き
法面工	法面保護工: 吹付法砕工および簡易吹付法砕工 植生工: 植生基材吹付工および苗木設置吹付工
施工時期	2006 年 10 月施工完了

写真-1 実験法面の全景（2008年5月撮影）

表-2 サンコンボ工法（有機質系基盤）の材料配合

項目	規格・仕様	単位	数量
植生基盤材	有機質土壌改良材 (サンコンボ)	リットル	2,000
肥料	高度化成(15:15:15)	kg	4
	緩効性 (SN ヘルパー)	kg	4
接合材	高分子系樹脂 粉末タイプ	kg	0.5

表-3 SEG サンソイル工法（チップ系基盤）の材料配合

項目	規格・仕様	単位	数量
木質チップ	現地発生木材生チップ (38 mm以下)	リットル	1500
植生基盤補助材	特殊培養土(サンソイル)	リットル	400
肥料	高度化成(15:15:15)	kg	4
	緩効性 (SN ヘルパー)	kg	4
接合材	高分子系樹脂 粉末タイプ	kg	0.5

表-4 苗木植栽工数量（本数）

	サンコンボ工法 (有機質系基盤) 実験区	SEG サンソイル工法 (チップ系基盤) 実験区
アキグミ	6	10
イロハモミジ	6	12
クヌギ	6	11
アカマツ	7	10
アラカシ	6	11
イヌツゲ	6	9
小計	37	63
合計	100	

類を適用した。実験区は、法面の一部において実施している。

2.2 使用材料および配合

実験は、2種類の生育基盤に対して、6種類の苗木を植栽した。生育基盤の種類は、従来一般的に利用されている有機質系植生基材吹付工であるサンコンボ工法（以下、有機質系基盤と記す）と伐採木の未分解チップと植生基盤補助材を配合したSEGサンソイル工法^{2, 3)}の2種である。SEGサンソイル工法は、二次破碎した伐採木チップをそのまま利用する

図-2 各実験区全体の植被率の経過

リサイクル緑化工法で、伐採木チップの発芽生育阻害を回避するために、植生基盤補助材として特殊培養土（サンソイル）と肥料を配合している（以下、SEGサンソイル工法をチップ系基盤と記す）。この2工法の材料配合を表-2, 3に示す。なお、生育基盤材には、地表面の侵食防止および初期の景観保全を目的に、草丈の短いイネ科の外来草本を2種（ケンタッキブルーグラス、バミューダグラス）配合した。

苗木植栽工は、周辺に自生している植物や先駆性を考慮して6樹種を選定した。苗木の樹種は、アキグミ、イロハモミジ、クヌギ、アカマツ、アラカシ、イヌツゲの6樹種である。苗木の規格は、コンテナ径10.5 cm、樹高50 cm程度の市販苗を利用した。植栽の手順は、苗木設置吹付工¹⁾の手順に準拠し、法面全体にラス金網を敷設後、ラス金網の裏側に苗木を仮固定し、生育基盤材を吹付けて埋設した。植栽本数は合計100本で、植栽密度は法枠内（1枠は2 m×2 m=4 m²）に1本とした。植栽数量一覧を表-4に示す。

2.3 追跡調査方法

実験施工は、2006年10月に完了した。その後、現在まで3回の追跡調査を実施した。1回目は、施工7ヵ月後の2007年5月、2回目は施工10ヵ月後の2007年8月および3回目は施工1年6ヵ月後の2008年4月である。調査項目は、実験区毎の植被率、植栽木の生存率、樹高である。また、調査時には侵入植物や侵食状況などの見取り調査を行った。

3. 調査結果および考察

3.1 植被率の経過

実験区毎の植被率の経過を図-2に示す。有機質系基盤の植被率は、1回目調査の施工7ヵ月後には既に100%で全面緑化が完成していた。一方、チップ系基盤のそれは、施工7ヵ月後で50%、施工10ヵ月後および施工1年6ヵ月後ともに70%で、有機質系基盤と比べて緑化被覆が遅く全面緑化が完成していなかった。いずれの実験区も侵食は一切見られない。なお、チップ系基盤は侵入植物が多い傾向が見られるが、全面緑化が完成していないことが大きな要因と考えられた。つまり、全面緑化が完成している有機系には、侵入植物がほ

とんど見られないからである。この侵入植物については後述する。

3.2 苗木の生存率

苗木の生存率の経過を図-3a, 3c に示す。有機質系基盤の施工1年6ヵ月後の苗木の生存率は、アキグミ 100 %, イロハモミジ 100 %, クヌギ 83 %, アカマツ 86 %, アラカシ 67 %, イヌツゲ 33 %で、6 樹種の内 4 樹種は 80 %以上、5 樹種

は 60 %以上であった。チップ系基盤のそれはアキグミ 90 %, イロハモミジ 83 %, クヌギ 73 %, アカマツ 100 %, アラカシ 64 %, イヌツゲ 11 %で、6 樹種の内 3 樹種は 80 %以上、5 樹種が 60 %以上であった。苗木の生存率は、有機質系基盤とチップ系基盤では、大きな差は見られないが、イヌツゲは両実験区とも生存率が低い傾向がある。

これらの結果から、伐採木の未分解チップを主材としたチ

図-3 苗木の生存率および樹高の経過

a は有機質系基盤における生存率, b は有機質系基盤における樹高, c はチップ系基盤の生存率, d はチップ系基盤の樹高である。

写真-2 サンコンボ工法(有機質系基盤)の施工後1年6ヵ月後のアカマツの生育状況。平均樹高72cmである。

写真-3 SEGサンソイル工法(チップ系基盤)の施工後1年6ヵ月後のアカマツの生育状況。平均樹高68cmで有機質系基盤と伸長の差は無い。

写真-4 侵入植物のヤマザクラ。SEG サンソイル工法（チップ系基盤）の実験区に侵入植物が多い。

チップ系の生育基盤においても、苗木は生存可能であることを確認した。しかし、イヌツゲのように生存率が低い樹種があり、これらの樹種は、苗木設置吹付工では導入が困難な樹種と考えられる。

3.3 苗木の平均樹高

苗木の平均樹高の経過を図-3b, 3d に示す。有機質系基盤の施工1年6ヵ月後の苗木の平均樹高は、アキグミ 108 cm, イロハモミジ 54 cm, クヌギ 32 cm, アカマツ 72 cm, アラカシ 48 cm, イヌツゲ 25 cmであった。伸長が著しいのは、アキグミ, アカマツで、植栽時の平均樹高に対してそれぞれ2.2倍, 1.8倍に伸長している。

チップ系基盤の施工1年6ヵ月後の苗木の平均樹高は、アキグミ 66 cm, イロハモミジ 69 cm, クヌギ 51 cm, アカマツ 68 cm, アラカシ 56 cm, イヌツゲ 30 cmであった。伸長が著しいのは、アカマツ, アラカシで、植栽時の平均樹高に対してそれぞれ1.7倍, 1.5倍に伸長している。

施工1年6ヵ月後の段階では、アキグミはチップ系基盤よりも有機質系基盤において樹高の伸長が著しい傾向が見られる。なお、両実験区ともほとんどの樹種で、右肩上がりの傾向が見られる。今後、樹高の伸長が著しくなるものと予想できることから、これからの追跡調査によって実験要因の差が明確になるものと思われる。

3.4 侵入植物（見取り調査）

有機質系基盤の実験区は、播種した外来草本によって全面緑化が完成し、チップ系基盤の実験区は全面緑化が完成していないことは前記した。この違いは、侵入植物の成立状況に大きく影響している傾向が見られた。チップ系基盤の代表的な侵入植物であるヤマザクラを写真-4に示す。このほか、ヌルデ、ヤマグワ、ツツジ類、アカメガシワなどの侵入を確認

した。なお、ヤマザクラは、その成長の程度から実生ではなく、切り株からの再生と思われた。他の侵入植物は実生からの生育と判断している。いずれも、大きなものは樹高 1m程度に生育している。なお、有機質系基盤の実験区は、播種した外来草本で地表面が覆われており（写真-2参照）、侵入植物はほとんど見られない。

この傾向から、自然回復を目的とした緑化の場合、周辺からの自然侵入が重要であると認識している。播種や植栽による植物で全面緑化を完成させるのではなく、周辺からの侵入を受け入れる余地を残しておくことも重要と考える。この場合、耐侵食性の高い生育基盤が必要となるが、チップ系基盤のように繊維の絡みによって耐侵食性が強化された生育基盤は、この侵入を受け待つ基盤として有効と思われる。

4. おわりに

従来から適用されている有機質系植生基材吹付工と伐採木の未分解チップを利用したリサイクル緑化工法において、苗木植栽工の生育比較実験を行った。施工1年6ヵ月後の追跡調査結果では、苗木の生存率は生育基盤の違いによる差はほとんど見られない。樹高成長は、有機質系植生基材のほうがアキグミの伸長が早い傾向がみられたものの、ほとんどの樹種は伸長途中で、今後の成長によって差が生じるものと予想された。なお、リサイクル緑化工法を実施した実験区に侵入植物が多い傾向が見られた。これは、リサイクル緑化工法では、播種した外来草本植物の生育が遅く、裸地部分が残されていることが要因と思われた。自然回復を目的とした緑化では、人間による意図的な緑化で全面緑化を完成させるのではなく、周辺からの侵入を受け入れる余地を残しておくことが最も重要と考える。自然との本当の意味での共存を考えるならば、著者は、施工後初期の植被率は、50 %程度が適当と考えている。

今後も、追跡調査を継続し、苗木や侵入植物の成長過程を観察する予定でいる。

引用文献

- 1) 半田真理子・藤崎健一郎・飯塚康雄 (1992) 木本植物(苗木)と植生基材吹付工の併用によるのり面緑化に関する研究, 第23回日本緑化工学会研究発表会研究発表要旨集: 62-65.
- 2) 北山敬三・藤本哲朗 (2006) 木質チップを緑化基盤材の増量材として活用する緑化工法の施工事例, 日本緑化工学会誌, 31 (1): 127-128.
- 3) 山野上広志・北山敬三 (2006) 減圧・乾燥釜を用いた木質チップの「早期堆肥化工法 (SEG工法)」の施工事例, 日本緑化工学会誌, 31 (1): 129-130.

(2008. 7. 18 受理)