

北海道における法面緑化工法の 追跡調査について

寒地土木研究所 寒地技術推進室 ○兵庫 利勇
前田 俊一
田辺 博行

NETISに登録されている法面緑化工法は、119技術（平成22年6月現在）あり、その内、建設発生木材や現地発生土を活用したリサイクル型の法面緑化工法は36%（43技術）を占めている。また、北海道開発局で使用実績のあるNETIS登録の法面緑化工法は28技術あり、その内、上記のリサイクル型の法面緑化工法は57%（16技術）を占めている。そこで、本調査では、北海道開発局で使用割合の高いリサイクル型の法面緑化工法に注目し、緑化植物の繁茂状況や法面の安定性について施工後の追跡調査を行った。具体的には、平成19年度から平成21年度までに北海道開発局が施工した84箇所（16技術）の法面を対象に調査を行い、データを取りまとめたので、その調査結果について報告する。

キーワード：緑化・植生、新技術、リサイクル、法面浸食防止

1. はじめに

現在、北海道開発局で使用実績のあるNETIS登録の法面緑化工法は28技術あり、その内、現地発生土や伐採木・除根材等の建設発生木材を植生の生育基盤材として有効利用するリサイクル型の法面緑化工法（以下、「リサイクル型緑化工法」と言う。）は57%（16技術）を占めている。実際に用いられている生育基盤材については、リサイクル型緑化工法それぞれに特徴があり、木材チップ、木材チップを発酵したもの、木材チップとふるい土を混合したもの等が使用されている。また、工法や生育基盤材は、様々な現場条件等に応じて選定されている。

しかしながら、リサイクル型緑化工法や生育基盤材の違いにより、施工後の法面植生がどのように推移し、法面の表面浸食や崩壊を抑制しているのかに関しては、追跡調査があまり実施されていない。また、リサイクル型緑化工法で施工した法面の追跡調査や定期点検の手法、さらには調査・点検結果に基づいた法面の状態の評価方法についても統一されたものはない。

これらの調査・点検から評価までの一連のプロセスは、今後のリサイクル型緑化工法や生育基盤材の選択、さらには施工後の法面の維持管理に対して非常に重要な情報を提供するものであり、これらのプロセスを適切に実施することが求められている。

そこで、本調査では、施工当時の工事関係資料の収集の容易性等を考慮して、施工後1～3年経過、すなわ

ち、平成19年度から平成21年度までに北海道開発局がリサイクル型緑化工法を用いて施工した84箇所の法面を対象に追跡調査を行った。また今回は、佐藤らの既往の研究¹⁾を参考に、出現植物の被覆している割合（以下、「植被率」と言う。）をリサイクル型緑化工法の評価指標として設定した上で現地調査を行い、施工時の資料や現在の法面の状況を踏まえて考察を行った。

本報告では、これらの調査結果について報告する。

2. リサイクル型緑化工法の特徴・分類

NETISに登録されているリサイクル型緑化工法の特徴として、生育基盤材の主材料に着目すると、大きく分けて以下のものに分類される。

- ・建設発生土をふるい分けしたもの
- ・建設発生木材を破砕チップ化したもの
- ・下水汚泥等の建設副産物をリサイクル資材として加工したもの

これらを生育基盤材の主材料として混合し、対象法面に吹き付けることで、建設発生材の現場内での利用促進と最終処分するためのコスト削減を図ることができる。

北海道においては、全国と比較して公共土木工事からの伐採木・除根材の発生比率が高く、建設発生木材のリサイクルを促進することが課題となっている。そこで、建設発生木材の現場内での利用を積極的に進めるため、植生基材吹付工への木材チップ使用を原則化するなどの対応が重点施策として取られている²⁾。

ここで、植生基盤材の主材料である木材チップ（写真-1参照）に着目し、NETIS掲載情報より、リサイクル型緑化工法の分類を表-1に示す。



写真-1 木材チップ

表-1 リサイクル型緑化工法の分類

リサイクル型緑化工法の分類	主材料	「NETIS」掲載技術数		北海道開発局活用技術数	
		技術数	割合	技術数	割合
①「土」	土	10	23.3%	2	12.5%
②「チップ」	生チップ	15	34.9%	5	31.3%
	発酵チップ	3	7.0%	2	12.5%
③「チップ+土」	生チップ	11	25.6%	7	43.8%
	発酵チップ	2	4.7%	0	0.0%
④「チップ+その他」	生チップ	2	4.7%	0	0.0%
計		43		16	37.2%

表-1によると、NETISに登録されているリサイクル型緑化工法43技術の内、北海道開発局では、16技術（37%）の使用実績があり、その中でも主材料として生チップを用いているリサイクル型緑化工法が12技術と、使用実績技術の約7割を占めていた。

次に、平成19年度から平成21年度までの3か年で施工された今回の調査対象箇所での法面における施工状況を表-2に示す。

表-2 北海道開発局における施工状況

リサイクル型緑化工法の分類	主材料	北海道開発局における3か年(H19~H21)実績							
		H19		H20		H21		計	
①「土」	土	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
②「チップ」	生チップ	5	16.1%	12	38.7%	3	13.6%	20	23.8%
	発酵チップ	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
③「チップ+土」	生チップ	26	83.9%	19	61.3%	19	86.4%	64	76.2%
	発酵チップ	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
④「チップ+その他」	生チップ	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
計		31		31		22		84	

表-2によると、採用されたリサイクル型緑化工法は、植生基盤材の主材料として「チップ」と「チップ+土」を用いたもののみであり、少なくとも調査対象法面では、全てチップを用いたリサイクル型緑化工法を使用していたことになる。また、「チップ+土」が毎年度全体の6割以上を占めており、北海道開発局における工法選定の傾向がうかがえる結果となった。

3. 追跡調査

(1) 調査箇所

北海道開発局が平成19年度から平成21年度までの3か年の間にリサイクル型緑化工法を用いて施工した法面の内、施工後、行政上の管理が移管された現場については対象外とし、16技術、全道84箇所について調査を行った。調査箇所の大半は道路法面である。施工年度及び、調査位置については図-1に示す。

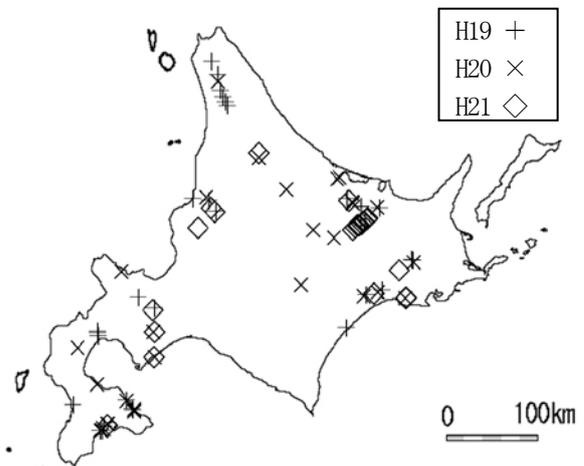


図-1 調査箇所

(2) 調査結果の評価方法

一般的に植物の生育状況の評価指標として用いられている植被率を、本追跡調査においても、法面の評価指標として活用することとした。佐藤らによれば、法面緑化の良否を判断する閾値として、植被率 60%を採用しており¹⁾、今回の調査結果の取りまとめにおいても、この閾値を用いることとした。

(3) 調査方法

経年変化を次年度以降も計測するため、目標物となる標識等の構造物が近傍にあり、かつ、当該法面を代表しうる場所にコドラートを設置して、調査位置を定めた（写真-2参照）。その上で、目視で植被率を計測するとともに、山中式土壌硬度計を用いた土壌硬度の計測や法面の浸食状況や湿潤状況等の確認を行うなどして、法面の表層の土壌の状態について現地調査を行った。



写真-2 コドラート設置状況

また、現地調査と並行して施工時の既存資料を収集し、吹付厚さ、地山の状況等の基礎情報を抽出した。その上で、表-3に示す追跡調査票を作成し、文献調査及び、現地調査の結果をとりまとめた。

法面緑化の追跡調査様式

調査計画	施工後1年後	施工後2年後	施工後3年後	施工後4年後	施工後5年後
調査年月日	平成 22 年 9 月 30 日 (10 時 頃)		調査者氏名	寒地 土研	
工事名	平成 20 年度施工 一般国道〇〇号 〇〇市 〇〇〇〇改良工事				
施工箇所 (キロポスト)	北海道 〇△ 市(町)		新技術 施工終了年月		
	(KP 100)		平成 20 年 9 月 終了		
新技術名 (NETIS番号)	●◎緑化工法		吹付厚さ		
	(NETIS番号: 00-000000-A)		3 cm		
基材の主材料	1 土		4 生チップ+土		
	2 生チップ		5 発酵チップ+土		
現地立地条件	3 発酵チップ		6 その他 ()		
	切盛区分	地山の地質条件	土壌硬度(mm)	湧水の有無	
植物名	切土法面		砂質土 (普通土)	20.7	
	ケントッキーブルーグラス		0.2 g/100㎡		
	クリーピングレッドフェスク		0.5 g/100㎡		
生育調査	トールフェスク		2.0 g/100㎡		
	調査項目	施工後1年後	施工後2年後	施工後3年後	
	植被率 (%)		100		
	山中式土壌硬度計 (mm)		15		
草丈 (cm)		55			
全景写真					
方形枠(コドラート)写真					
考察		初期緑化が図られ、法面も安定していた。			

表-3 追跡調査票

4. 調査結果

表-3に示す追跡調査票に基づき、評価の着眼点としている法面の植被率及び、地山の土壌硬度について以下にまとめた。

a) リサイクル型緑化工法の分類別の植被率

リサイクル型緑化工法の分類別における植物の生育状況を評価するため、「チップ」と「チップ+土」に分類した植被率を図-2に示す。

リサイクル型緑化工法の分類別における植物の生育状況については、植被率にバラツキが生じていたが、「チップ」と「チップ+土」共に60%以上となっている箇所が大半であることから、「チップ」と「チップ+土」の両分類ともに、概ね所定の効果・性能を発揮していると判断した。

したがって、以降は、「チップ」と「チップ+土」というリサイクル型緑化工法の分類に着目せずに記述を進めることとする。

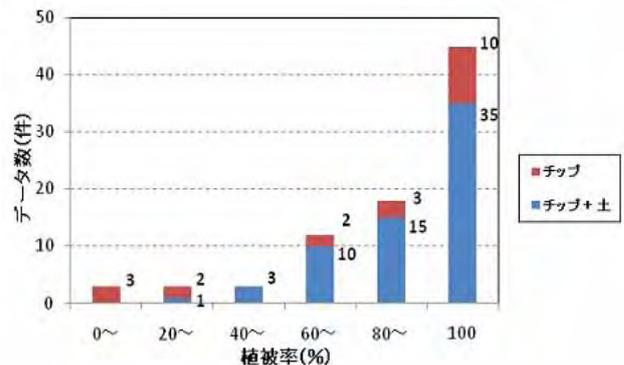


図-2 リサイクル型緑化工法の分類別における植被率

b) 法面の経過年数別の植被率

一般的に施工後の1~3年が初期緑化の期間とされている³⁾。ここでは、経年変化による法面植生の状況を評価するため、施工後1~3年における植被率を図-3に示す。

今回の調査では、前述のように大半の法面の植被率が概ね60%以上となっていること、また時間が経過するにつれて、植被率が60%未満の法面が減少する傾向にあることから、施工直後に植被率が小さかった法面も、次第に緑化が進んで来ていることが想像される。したがって、今回の調査対象法面の大半は、初期緑化が当初の想定通りに達成できたものと判断できる。

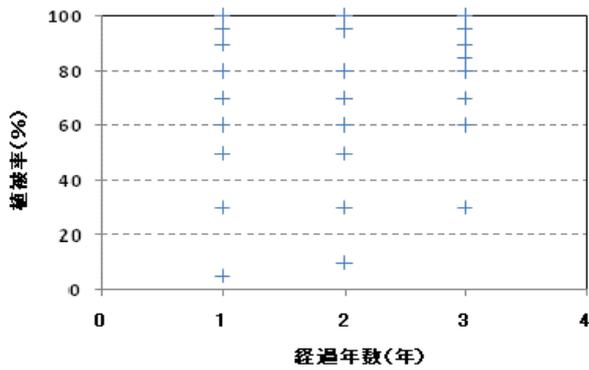


図-3 法面の経過年数における植被率

c) 生育基盤の吹付厚さと植被率

生育基盤の吹付厚さによって植物の発芽・成長は大きく左右される³⁾が、一般に生育基盤の吹付厚さは、法面勾配、土質、土壤硬度等の現場条件や経済性等を考慮に入れて決められている。ここでは生育基盤の吹付厚さと植被率の関係を図-4に示す。

生育基盤の吹付厚さについては、全体から見ればわずかな数ではあるが、吹付厚さが小さいほど、植被率が60%未満となっている箇所が多い傾向となっており、生育基盤の吹付厚さと植物の生育状況との間の因果関係が想像される。しかしながら、経済性を考慮すれば、むやみに吹付厚さを大きくするのは現実的ではなく、そのような観点で考えれば、今回の調査対象箇所の法面の大半は、経済性等の様々な要因と植物の生育のバランスの取れた吹付厚さで設計されていたものと判断される。

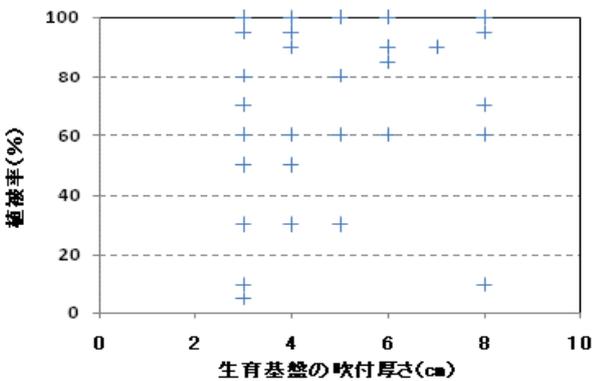


図-4 生育基盤の吹付厚さと植被率

d) 植物の根が伸長したときの土壤硬度

土壤硬度は土の硬さを表しており、植物の根が土中に侵入出来るか否かを判断する数値である³⁾。植物の根が土中に伸長することで、植物が生育して法面の表面浸食を抑えることができ、法面の安定性の確保に寄与している。ここでは、植物の根の伸長と地山表面の土壤硬度の変化との関係进行评估するために、施工前と現在の土壤硬度の差を図-5に示す。地山表面に植物の根が伸長していけば土壤硬度が小さくなる（土壤が軟

らかくなる）ために、図-5の縦軸の値がマイナスになることが考えられる。

実際に、土壤硬度の経年変化の様子を見ると、数字のバラツキが非常に大きく、明確な傾向は見いだせないが、平均をとれば土壤硬度が施工時よりも13mm小さくなっているため、植物の根の伸長により、その分だけ地山表面が軟らかくなっている可能性が考えられるが、詳細な分析は今後の課題である。

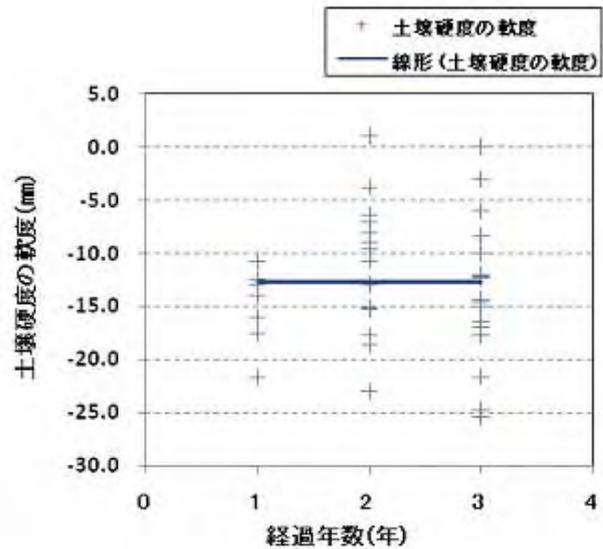


図-5 植物の根が伸長したときの地山の影響度

5. まとめ

北海道開発局において、平成19年度から平成21年度までにリサイクル型緑化工法で施工された84箇所の法面について、NETIS掲載情報をもとに、リサイクル型緑化工法を「チップ」と「チップ+土」に分類した。

また、上記 84 箇所の法面について、施工後の追跡調査を実施した。調査結果のとりまとめにあたっては、植被率を評価指標として設定した。その調査結果について以下にまとめる。

a) リサイクル型緑化工法の分類別の植被率

リサイクル型工法の分類別における植物の生育状況については、植被率にバラツキが生じていたが、大半の法面で植被率が60%以上になっていたことから、「チップ」と「チップ+土」の両分類ともに、概ね所定の効果・性能を発揮していると判断できる。

b) 法面の経過年数別の植被率

時間が経過するにつれて、植被率が60%未満の法面が減少する傾向にあることから、施工直後に植被率が小さかった法面も、次第に緑化が進んで来ていることが考えられ、調査対象法面の大半は、初期緑化が当初の想定通りに達成できたものと判断できる。

c) 生育基盤の吹付厚さと植被率

生育基盤の吹付厚さについては、生育基盤の吹付厚さと植物の生育状況との間の因果関係が想像された。しかしながら、調査対象箇所の法面の大半は、経済性等の様々な要因と植物の生育のバランスの取れた吹付厚さで設計されていたものと判断される。

d) 植物の根の伸長と土壌硬度

地山表面の土壌硬度は、植物の根の伸長により、その分だけ値が小さくなっている可能性が考えられるが、数字のバラツキが大きく、詳細な分析は今後の課題である。

今回の追跡調査では、法面の植被率を評価指標として設定し、リサイクル型緑化工法について、施工後の法面の状況がある程度把握することができた。リサイクル型緑化工法の施工後の追跡調査や定期点検に際して、植被率を評価指標として使用することは可能と考える。

6. 今後の課題

本調査結果を踏まえた上で、今後も法面の経年変化を追跡するとともに、効率的な調査手法の提案や調査精度の向上を図っていく必要があると考える。

最後に、今後の課題について、以下にまとめる。

- a) 今後、生チップの配合割合に着目した調査や、今回対象となっていなかった他の主材料を用いたリサイクル型緑化工法についても調査を行う必要がある。
- b) 北海道は、積雪、寒風、凍結、凍上などの自然条件が非常に厳しく、植物の生育を阻害する要因がいくつも想定される。このため、土質や湧水などの植物の生育に影響を及ぼす様々な要因を加味した総合的な評価指標の設定が必要である。

謝辞：本報告の取りまとめにあたり、本報告のデータ等の提供を頂いた事業振興部技術管理課、また本報告の作成に多大な協力、ご指導を頂いた佐藤厚子氏（寒地地盤チーム）及び、寒地土木研究所関係支所の皆様に感謝の意を表します。

引用・参考文献

- 1) 佐藤厚子・西本聡：のり面保護対策の分類と特徴について、第 51 回北海道開発局技術研究発表会、2008. 2
- 2) 北海道地方建設副産物対策連絡協議会：北海道地方における建設発生木材リサイクル促進行動計画、2007. 3
- 3) のり面緑化工の手引き：（社）全国特定法面保護協会、2006. 11