切土法面における種子を配合しない吹付けについて

下園寿秋 1)・永吉健作 2)・川畑佳子 3)・前迫俊一 4)・上野敏夫 5)

- 1) 鹿児島県林業試験場 shimozono@kpfes.ecnet.jp
- 2) 鹿児島県指宿農林事務所（現：鹿児島県鹿屋農林水産事務所）
- 3) 鹿児島県加世田農林水産事務所（現：鹿児島県鹿屋農林水産事務所）
- 4) 鹿児島県林業振興課
- 5) 鹿児島県環境保護課

摘要：治山，林道の切土法面に種子を配合せず，現場採取の表土を混合，あるいは基盤材等だけの吹付試験を行った。施工後の植生経過を調査した結果，基盤材等だけの法面は周囲からの植物の侵入により徐々に法面が被覆された。表土を吹き付けた法面は，基盤材との混合率 20 %では徐々に被覆されたが，50 %，100 %での被覆率は低かった。

キーワード：治山，林道，表土，種子なし，切土法面

1. はじめに

鹿児島県における治山，林道の切土法面では，外来の牧草種子を主体に吹付けて緑化を行っている。しかしながら，導入した外来植物は地域の自生する植物を駆逐する等様々な問題が生じており²⁾，現場サイドからは，緑化された法面は高密度で被覆しているため，周辺の自生植物が侵入するのに時間がかかるとの声もある。このため当試験場では，現場の森林表土を吹付けたり⁵⁾，多いといわれている種子量を削減した試験⁴⁾を行い，周辺の森林環境に配慮した吹付方法を検討している。今回は，吹付ける植物種子を配合せず，現場で採取した表土を基盤材等と混合，あるいは基盤材等だけの吹付試験を行い，従来の種子吹付と植生経過を比較した。

2. 試験地及び試験方法の概要

2.1 試験地の概要

表-1 久木野線における試験区別種子吹付量と希望生育本数

吹付種	対照区 (通常客土吹付)		種子なし区		表土20%区		表土50%区		表土100%区	
	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)
トールフェスク	0.294	600	-	-	-	-	-	-	-	-
ワイピングラブグラス	0.042	600	-	-	-	-	-	-	-	-
ホワイイトクローバー	0.060	400	-	-	-	-	-	-	-	-
ヨモギ	0.073	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-
メジロハダ	0.325	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤマハダ	0.640	400	-	-	-	-	-	-	-	-
イタリアンライグラス	-	-	-	-	0.200	770	-	-	-	-
計	1.434	4,000	0.000	-	0.000	770	0.000	-	0.000	-

試験は，鹿児島市の南西部に位置する南さつま市（旧加世田市）の県営林道久木野線の平成 15 年度施工区間（延長 360 m），鹿児島市喜入中名町（旧喜入町中名）谷ノ口地内の 15 年度県単治山施工箇所の切土法面で行った。

久木野線の法面は標高 260 m 付近，地質は砂岩頁岩互層，方位は N38 ° W から N80 ° W，N58 ° E の北西から北北西及び北東向き，勾配は 1:0.8 (51.20 °)，法長は 5 m から 12 m である。治山箇所の法面は標高 20 m 付近，地質はシラス，方位は N38 ° W から N74 ° W の北北西から西北西向きである。本箇所は不安定土砂を 1 割勾配で法切りした後，本県独自のシラス治山工法である二級芝筋工（幅 0.6 m，直高 1.5 m の階段を切り付ける工法）を施工しており，法面勾配は 1:0.6 (59.02 °) である。

2.2 久木野線での吹付試験

当該区間の切土法面の吹付工は，現地調査及び本県の「林道切土法面における吹付工の選定フロー」により吹付厚約 2 cm の客土吹付工を施工した。本試験では通常混合される 6 種の種子配合の客土吹付を対照区とし，種子なし区，表土吹付区（以下，「表土区」とする。）を設置した。種子なし区は種子を除外し，ピートモス，バーク堆肥等から成る基盤材（2,600 L/100 m²），接合剤等だけを吹付けた。表土区は基盤材に対する混合割合を 20 %，50 %，100 %とした。なお，20 %ではイタリアンライグラス（*Lolium multiflorum* Lam.）による初期緑化も行った（表-1）。対照区は 2 区，他

表-2 治山箇所における試験区別種子吹付量と希望生育本数

吹付種	A 区 有機吹付工（対照区）		B 区 客土吹付工		C 区 客土吹付工		D 区 客土吹付工	
	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)
基盤材	通常量(540 L/100 m ²)	-	通常量(2,600 L/100 m ²)	-	2,600 L/100m ² のうち 植生基材80%、表土20%	-	通常量(2,600 L/m ²)	-
法面浸食防止	ネット＋通常使用の接合剤	-	フライアッシュ原料の 浸食防止剤	-	フライアッシュ原料の 浸食防止剤	-	フライアッシュ原料の 浸食防止剤	-
吹付種	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)	種子量 (kg/100 m ²)	希望生育本数 (本/m ²)
トールフェスク	1,200	2,230	0.294	600	-	-	-	-
ワイピングラブグラス	0.300	4,170	0.042	600	-	-	-	-
ホワイイトクローバー	0.300	1,950	0.060	400	-	-	-	-
ヨモギ	0.180	2,080	0.073	1,000	-	-	-	-
メジロハダ	0.240	620	0.325	1,000	-	-	-	-
ヤマハダ	-	-	0.640	400	-	-	-	-
バミューダグラス	0.180	2,670	-	-	-	-	-	-
計	2,400	13,720	1,434	4,000	0.000	-	0.000	-

表土採取地付近に出現した種を表-3 に示す。久木野線付近の植生は、樹高 8 m から 12 m のマテバシイが優占し、他にシイ属 sp (*Castanopsis* sp, 以下「シイ」。), タブノキ (*Machilus thunbergii* Sieb.et Zucc.) が林冠を構成し、5 m から 8 m の亜高木層にはアラカシ (*Quercus glauca* Thunb.ex Murray), イスノキ (*Distylium racemosum* Sieb.et Zucc.), シイ, タイミンタチバナ (*Myrsine seguinii* Lev), マテバシイ等があり、林床にはシイ, タブノキ, マテバシイの実生もあり、草本類, シダ類も含め 39 種出現していた。治山箇所採取地は草丈 1.0 m から 1.4 m のススキ (*Miscanthus sinensis* Anderss.) が優占する草地である。

表-5 久木野線での試験区別出現種とその数の経年変化

種 名	試 験											
	対照区						種子なし区					
	4ヶ月	1年 3ヶ月	1年 8ヶ月	4ヶ月	1年 3ヶ月	1年 8ヶ月	4ヶ月	1年 3ヶ月	1年 8ヶ月	4ヶ月	1年 3ヶ月	1年 8ヶ月
基本種												
アカメゴシウ									○		○	
イヌビロ (植)								○			○	
イブガネ								○				
オオムラサキシキブ (植)										○		
カラスザンショウ										○		
キリラン (発)											○	
クワイチゴ		○										
クマノミズキ			○		○							○
コゾウ								○	○			○
ゴズイシ										○	○	○
サカキカズラ (植)												
シイ風sp (植)												
シナンゴキ		○	○									
タナノ木 (植)											○	○
タラノ木												
テリハノブドウ												○
ナギバモミジイチゴ												○
キムノ木						○						
ノブドウ												○
ハバノ木						○		○				
バレイシゴ (発)								○				
ヒサカキ (植、発)				○	○					○		○
ミツバアケビ												○
ムベ									○			○
出現種数	0	1	3	1	6	7	0	4	9	0	3	7
草本種												
吹付種												
イカリアンライダラス							○	○			○	
ウィービングダブダラス	○	○	○		○	○		○			○	
トールフェック	○	○	○		○	○			○		○	○
ボライトクローパー	○	○	○		○	○			○		○	○
メロハギ	○	○	○		○	○						
ヤマハギ	○	○	○		○	○						
ヨモギ (発)	○	○	○		○	○						
出現種数	6	6	6	4	7	7	2	4	3	2	2	4
雑化種												
オオアレチノギク	○	○	○		○	○		○		○		
オオノダシ (発)								○			○	
オオノダシミナダグサ												
セイタカアワダチソウ		○	○		○	○			○			
ダイコンモドキ											○	
タチスズメノヒエ												
ダズンドロギク												
チチコグサモドキ (発)									○		○	
ハナフタメタナ												
ハネダメギク												
ヒメムカシヨモギ					○	○		○		○		○
ペニナボロギク										○		○
ミツタネツツケナナ												
出現種数	2	2	3	1	8	7	0	6	5	0	7	7
他家種												
アネスグ		○									○	○</

注1) 帰化種の判別は、清水編³³⁾によったが、史前帰化植物³³⁾は在来種とした。

注2) (植)は付近の植生に出現した種、(発)は発芽試験で出現した種、(植、発)はその両方に出現した種を示す。

その中には樹高 20 cm から 50 cm のアカメガシワ (*Mallotus japonicus* Muell.), ハゼノキ (*Rhus succedanea* L.) 等の木本類もあり、総種数は 16 種であった。

表土発芽試験結果を表-4 に示す。ハウス周辺からの侵入種はカタバミ (*Oxalis corniculata* L.), アカカタバミ (*O. corniculata* forma *rubrifolia* Hara), タネツケバナ (*Cardamine flexuosa* With.) であったのでその本数は除外した。発芽種数は久木野線で 18 種、治山箇所で 25 種であり、久木野線での帰化種の発生はなかった。治山箇所の種類は草本類がほとんどで、帰化種も多かった。鳴石線⁹⁾と同様、陽性の種が多かったが、採取箇所の植生をあまり反映せず、鳴石線より種数、発芽本数が両箇所とも少なかった。

3.2 法面に出現した試験区ごとの種組成

久木野線での施工から4ヶ月(2004年6月),1年3ヶ月(2005年5月),1年8ヶ月(2005年10月)後の法面に出現した種とその数を表-5に, 治山箇所3ヶ月(2005年6月),1年2ヶ月(2006年5月),1年6ヶ月(2006年9月)後の出現種とその数を表-6に示す。久木野線(表-5)の表

表-6 治山箇所での試験区別出現種とその数の経年変化

試 験 区												
種 名	A区 (通常有機)			B区 (通常客土)			C区 (表土20%)			D区 (種子なし)		
	3ヶ月	1年	1年	3ヶ月	1年	1年	3ヶ月	1年	1年	3ヶ月	1年	1年
	2ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	2ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	2ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	2ヶ月	6ヶ月	6ヶ月
未本根												
カラスギンショウ			○		○							
スズシ												
クマイチゴ (植)									○	○		○
コウゾ												
コフジウツギ									○	○		
ナガバネミジチゴ (植)												○
スズル												○
ヒサカキ									○	○		
ヤマハゼ												○
ヤマヤナギ												○
出現種数	0	1	1	0	0	0	0	5	6	0	4	6
草本類												
吹付け												
ウィーピングダブグラス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
トールフェスタ	○	○	○	○	○	○						
バーミューダグラス	○	○	○				○	○	○	○	○	○
ボワイトクローバー	○	○	○									
メドウハギ	○	○	○						○	○	○	○
ヤマハギ	○	○	○								○	○
ヨモギ	○	○	○								○	○
出現種数	6	6	6	5	6	6	2	4	6	6	7	7
雑草類												
アメリカギンコギカ			○		○	○						
オオアレチノギク (植、発)	○	○										
オオニシキソウ												
オニノゲシ									○	○		
オランダミナナグサ												○
カモガヤ												
キキョウソウ (発)			○									
クニンジン								○	○	○		
セイタカアワダチソウ (植、発)												○
セイヨウオオバコ												
ササズメノヒメ (発)				○	○	○	○	○	○	○		
チチコダサモドキ								○	○	○		○
ハイニシキソウ												○
ヒメジョオン												
ヒメカシヨモギ (発)		○	○		○	○						
コタネツクバナ								○	○	○		
ミチナネツクバナ												○
出現種数	0	5	7	0	6	6	3	10	11	2	8	9
在来種												
アカネスミレ									○	○		○
アキノノゲシ						○	○					○
オヒシバ												○
オシホオズキ (発)									○	○		○
ウリクサ (発)												○
オトコエシ												
オニタデソウ (植、発)		○	○			○	○					
オヒシバ												
カラスノエンドウ												
ギシギシ									○	○		○
クサキノマゴ (発)											1	
キンエンコロ										○	○	○
クズ (植)		○	○									
コゴメガヤツリ											○	○
コナギ			○									
コナスビ (発)					○	○			○	○		○
コハコベ									○	○		
コミカシソウ (発)									○	○		
ススキ (植)	○											
チヂミザサ												
チドリメダサ									○	○	○	○
ツルクサ												○
トキウハゼ												
ドクダミ												
ヌカキヒ (発)			○			○						
ハハコグサ									○	○		
ヒメクダ (発)											○	○
ヒヨドリバナ (発)												
ハナツグスラ						○						○
メヒシバ (発)							○					
ヤクシソウ (発)												○
ヤブマオ (発)										○		
出現種数	0	3	10	0	5	6	11	21	22	6	15	16
シダ類												
イシカクマ			○									
ホラシバ										○		
出現種数	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
総出現種数	6	15	25	6	17	18	23	40	45	13	34	38

注1) 燂化種の判別は、清水編³³⁾によったが、史前燂化植物³³⁾は在来種とした。

注2) (植)は付近の植生に出現した種、(発)は発芽試験で出現した種、(植、発)はその両方に出現した種を示す。

土区では発芽試験で確認された 18 種のうち、木本類で全種、草本類で吹付種ヨモギ (*Artemisia* sp) を除く、4 種が出現し、施工後 1 年以上経過して種数が増加していた。また全表土区に出現している種もあれば、そうではない種もあり、表土区だけでなく、対照区や種子なし区でも、同じ時期に発生する種があることから、法面植生は表土由来の種子だけでなく、施工後、法面に散布される種子にも影響していた。吹付種も当初から全区で出現しており、対照区や 20 %区等からの侵入と考えられた。最も種数が多かった区は種子なし区であり、当初から在来種も多く発生していた。

治山箇所(表-6)の表土区では発芽試験で確認された 25 種のうち木本類を除く, 17 種の帰化, 在来草本が出現した。木本類はすべて 1 年以上経過して出現した。C 区は吹付当初から最も多くの種が出現していた。他の試験区も年数の経過と共に多くの種が出現し, D 区は C 区に次いで多かった。

3.3 方形区内の被覆率の経年変化

久木野線での方形区内の植物による被覆率の経年変化を図-1 に、治山箇所の変化を図-2 に示す。出現種を吹付種、侵

図-1 久木野線での試験区別被覆率の経年変化

入吹付種、帰化草本（草本類のうち帰化種）、在来草本（草本類のうち在来種）、木本類に区分した。吹付種とは今回吹き付けた種であり、対照区では6種、久木野線20%区ではイタリアンライグラスを指す。他の区でこれら吹き付けた種が発生した場合は侵入吹付種とした。また、久木野線での対照区では2カ所の平均値である。久木野線では、20%区において8ヶ月で率が著しく下がった。これは1年生草本であるイタリアンライグラスが結実し枯れたことによるものであった。翌年になると、イタリアンライグラスの自然散布された種子が発芽したことにより被覆率が上昇したが、1年6ヶ月で枯れにより再び率は減少した。しかしながら帰化、在来草本等が被覆していたため1年目の減少より小さかった。50%、100%区の被覆率は停滞気味の変化であった。出現種数（表-5）は20%区と大差なかったが、成立本数が少なく、植物の成長も小さいためと考えられる。種子なし区での被覆率は50%に満たないが、1年6ヶ月からは対照区に次ぐ率で推移していた。治山箇所では、4ヶ月までは種子を吹き付けたA、B区の被覆率が高かったが、C、D区も帰化、在来草本等の発生により被覆率が上昇した。1年7ヶ月になると表土区であるC区が最も高く、種子なしのD区はA、B区と同程度の被覆率となり、これまでの試験区で最も良好な結果であった。この治山箇所の下部には幅2m程度の川が流れており、付近に流水がなかった鳴石線、久木野線の法面より乾燥状態から免れ、順調に植物が発生したものと推察される。

4. 考察

種子を配合せず基盤材等だけ吹付けても、被覆率に違いはあるが、周囲から侵入した植物により法面は被覆されていた。他林道での有機吹付工による種子を除外した吹付け試験⁴⁾でも順調に法面が被覆されていたことから、この方法は表土を利用した吹付けと同様、今後検討する必要がある。被覆率は

図-2 治山箇所での試験区別被覆率の経年変化

切土法面特有の立地条件が影響しており¹⁾、法面が乾燥状態にあまりさらされていないければ、治山箇所のように早くから在来種が発生し、高い被覆率になるものと考えられる。今回も配合率を変えて吹付けたが、表土の配合率を50%、100%に設定した試験区では被覆率が極端に低く、実際の緑化には不適と考えられた。これまでの結果及び他の報告¹⁾から、切土法面で吹付ける表土の配合率は20%から30%が妥当と判断される。周辺の森林環境に配慮する目的で試験を行ったが、前回³⁾と同様に法面に植物が繁茂するまで時間がかかる試験区が多かった。これまでのところ、試験地では土砂流出等の災害はなく、法面は順調に植物が繁茂している。法面保護工本来の目的から考えると、必要最小量の外来牧草類による早期緑化を図ることは必要と考えられる。

本試験に際し、現場の提供等お世話になった鹿児島県指宿農林事務所及び加世田農林水産事務所の森林土木課職員の方々、また現場の工事関係者の方々に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 細木大輔・中村勝衛・亀山章（2005）切土のり面緑化における植生基材吹付工を応用した森林表土の利用，日本緑化工学会誌，30(3)：561-571.
- 2) 日本緑化工学会（2002）生物多様性のための緑化植物の取り扱い方に関する提言，日本緑化工学会誌，27(3)：481-491.
- 3) 清水建美編（2003）日本の帰化植物，平凡社，pp.11-310.
- 4) 下園寿秋・前迫俊一（2006）林道切土法面における種子量を削減した吹付緑化について，九州森林研究，59：261-264.
- 5) 下園寿秋・前迫俊一・上野敏夫・中屋雅喜（2005）森林表土を用いて吹付緑化した林道切土法面における植生の動態について，日本緑化工学会誌，31(1)：111-114.

（2006.6.20 受理）