

富山県における緑化工施工から長期間経過した林道法面植生と 工法および立地環境との関係

長谷川幹夫・中島春樹・大宮徹・冨子光太郎

Relationship between structure of vegetation community long period after greening and
construction method and location environment in Toyama prefecture

Mikio HASEGAWA, Haruki NAKAJIMA, Tohru OHMIYA, Kotaro ZUSHI

富山県農林水産総合技術センター
森林研究所研究報告

No.11 平成31年3月31日 発行

Reprinted from

BULLETIN

OF

THE TOYAMA FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

No.11 2019.3

【論文】

富山県における緑化工施工から長期間経過した林道法面植生と 工法および立地環境との関係

長谷川幹夫・中島春樹・大宮徹・図子光太郎

Relationship between structure of vegetation community long period after greening and
construction method and location environment in Toyama prefecture

Mikio HASEGAWA, Haruki NAKAJIMA, Tohru OHMIYA, Kotaro ZUSHI

林道法面緑化の工法選定と林道の維持管理に資することを目的に、施工後長期間（7～22年、平均14年）経過した法面において植生の群落構造を把握し、工法と立地環境との関係を検討した。開設時の工法の採択には法長が影響していた。全植被率が80%を超える法面は412区中332区（相対頻度81%）で、種子吹付工、厚層基材吹付工で相対頻度が80～95%であったのに対し、植生マット工では49%、客土吹付特殊工で76%であった。条件に合った工法が採択されていれば長期間法面植生がよく生育し安定しているが、条件に合わないと衰退する場合があると考えられた。法長ごとのTopographic Wetness Indexと積算植被率との関係を工法間で比較したところ、植生マット工の乾燥した法面で植被率が低下する傾向があり、工法選定時に注意する必要があることがわかった。大型の多年草や低木が優占する法面の全植被率は89～99%であったが、牧草類が優占する法面では35～77%と低い傾向にあった。厚層基材吹付工では導入種の維持によって、種子吹付工などでは自然侵入種の生育で安定していると考えられた。

キーワード：林道切土法面・法面緑化・植被率・種組成・立地環境

1. はじめに

林道を安全にかつ長期的に供用するために、法面の安定は不可欠である。林道開設時には、フローチャート（富山県林業技術センター2007）等を通じてその場所の立地条件に応じた緑化工法が採択されてきた。法面の群落構造の実態とその変化については、5年後位までの短期経過の法面の調査事例は多い（大津2015；大津ら2014；富山県林業技術センター2004）が、長期経過した法面植生の調査事例は必ずしも多くない（久保・林2012；山瀬・上山2005；吉田2003）。特に積雪地帯における事例はない。そこで富山県における法面緑化の今後の工法選定と林道の維持管理に資することを目的に、7～22年と長期間経過した法

面において、植生被覆の現況と種組成を把握し、工法や立地条件との関係や緑化工法の選定時の注意点を検討した。

2. 調査地と方法

調査は2012年～2017年の7月から10月に12路線で行った（表-1、図-1）。

調査区は林道法面データベース（石田2003）や法面保護工施工地の評価判定調査（富山県林業技術センター2007）等の記録がある場合はその付近で、無い場合は代表的と認めた法面で任意に設定した。

工法は開発の経緯等によって名称が若干異なる

表-1 路線と調査区数

路線\調査年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	総計
烏帽子山	26				8		34
別又-嘉例沢				10		54	64
平沢-池ノ原		31					31
坪野-蓬沢			27				27
伊折-千石	25						25
町長-水須	21						21
祖父岳			20	56			76
ふれあいの森					37		37
高成1号	29						29
城福線			23				23
能越2号		20					20
氷北	25						25
総計	126	51	70	66	45	54	412



図-1 路線と調査位置

□, 調査区; 標高帯: 白, 0~300m; 灰色, ~1000m; 黒, 1000m~

ため、農業土木事業協会 (1990) と中部森林管理局森林整備課 (2014) の分類による①種子吹付工 (以下、種子吹工という)・②植生マット工 (マット工)・③客土吹付特殊工 (客土工)・④厚層基材吹付工の層厚 3cm (厚層工 3)・⑤厚層基材吹付工 5cm (厚層工 5) を使用し、調査はこれらが施工された切土法面に限定した。なお、富山県で使用されてきた植生ネット工は、植生マット工に属すると判断した。調査区の工法・施工年・周辺植生はデータベースの記録、台帳、現地での観察で判断した。その他、周辺植生・斜面長 (法長)・位置情報を記録し、外観の写真撮影を行った。

工法、周辺植生、方位、切取り勾配 (8分=傾斜角度 51°) が同一の切土法面を一単位とし、その中で最大の法長を呈する位置に調査区を中心を置き、横幅 4m で縦はそれぞれの法長とする方形区を設定した (図-2)。区内では全植被率と群落の上層に生育する維管束植物各種の植被率を目視で測定した。下層に生育する植物は対象外と

し、裾刈り等人為の影響のある部分も除外した (図-2)。

植物の和名は、岩槻 (1992)、長田 (1989)、佐竹ら (1982a, b)、佐竹ら (1981)、佐竹ら (1989a, b) を参考にした。

出現種の中で施工時に人工的に播種したものを導入種、その後自然に定着したものを侵入種とした。導入種としてヨモギ・ヤマハギ・イタチハギ・メドハギ・イネ科牧草類【クリーピングフェスク・トールフェスク (オニウシノケグサ等: *Festuca* の 2 品種)・レッドトップ (クロコヌカグサ: *Agrostis* の品種)・オーチャードグラス (カモガヤ: *Dactylis* の品種) (長田 1989)】が認められた。ヨモギは延べ 87%、メドハギは 93%、ヤマハギは 47% の頻度で使用された (富山県林業技術センター 2007)。イタドリは 30%、ススキは 12%、ヤマハシノキ・ヒメヤシヤブシは 4~5% の頻度で使用されたが、周辺に広く自生するので侵入種と判断した。

調査区数は全 412 区で、その内、厚層工 3 が 153 区と多く、他の 4 工法は 50~75 区であった (表-2)。

法面の環境要素として標高と方位は位置情報を基に地形図上から読み取った。方位は北からの角度とした。Topographic Wetness Index (TWI, Beven *et al.* 1984)、開度、横断曲率、縦断曲率、傾斜は数値標高モデル (DEM10m) から算出した。TWI は立地の乾湿の総合的な指標で (図子 2010)、大きいほど湿潤となる。

法面植生の生育に及ぼした要因を探り、工法採択の参考とするため、応答変数を積算植被率 (各種の植被率の積算値)、説明変数を工法・経過年・法長・斜面方位・標高・TWI・開度・横断曲率・縦

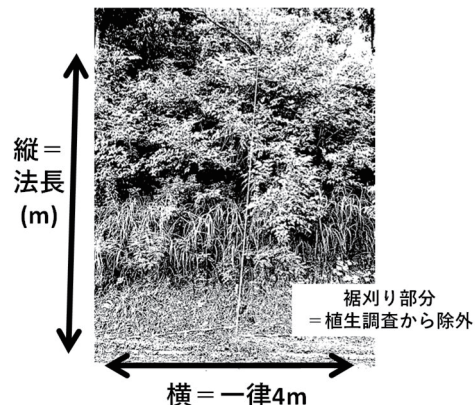


図-2 調査区の設定方法

断曲率・傾斜度とし、路線をランダム効果とする一般化線形混合モデル (GLMM) で解析した。誤差構造はガンマ分布、リンク関数は対数関数とした。最適なモデルを得るため、赤池情報量規準 (AIC) を用いて変数選択を行った。

応答変数を全植被率でなく積算植被率としたのは、全植被率の頻度が 90~100%に集中しており、ばらつきが小さく解析しにくいこと、植生に関する変数 (全植被率、積算植被率、侵入種植被率、木本植被率、種数など) のうち、他の全ての変数と相関があるのは積算植被率のみであることによる。また、路線をランダム効果としたのは、路線による設計方針、施工条件等のばらつきを考慮したためである。

全説明変数を用いて予備的な解析を行ったところ、最適モデルにおいて、DEM から算出される地形変数のうち有意だったのは TWI のみだったこと、TWI はそのほかの DEM から算出されるいずれの変数とも相関があったことから TWI を DEM から算出される変数の代表として用いることとした。つまり、解析に用いる説明変数は工法・経過

年・法長・斜面方位・標高・TWI となった。

また、経過年などの工法以外の説明変数が植被率に及ぼす影響は、工法によって異なることも考えられたため、説明変数間の交互作用を考慮しないモデルのほか、工法と工法以外の変数間の交互作用を考慮するモデルも作成した。

GLMM の解析には、R ver. 3.4.3 (R Core Team 2017) を、その他はエクセル統計 2016 ((株) 社会情報サービス) を使用した。

3. 結果と考察

3.1 採択工法と植生被覆の現状

工法ごとの法長の平均は、種子吹工とマット工では 8~8.5m、客土工と厚層工 3 では 10~11m、厚層工 5 では 13m で他の工法と差があった (Steel-Dwass 対比較 $p < 0.05$; 図-3)。方位はマット工と厚層工 3 との間に、TWI は種子吹工とマット工との間に差があった (同; 図-4, 図-5)。

1997 年に作成されたフローチャートの選択基準は土壌硬度・肥沃度・乾湿などであり (富山県林業技術センター 2007)、その要件となっていない法長は、工法の採択に影響を与えていたようだ (図-3)。方位・TWI は工法間で多少違いがあるが、その関係は明確でなく (図-4, 図-5)、施工時の現場では乾湿の程度を判断するのは困難であったのかもしれない。

法面の安定に対して植生が被覆していることは重要であるから、全植被率が 80%を越えると良、それ以下だと不良とすると、良は 412 区中 332 区で (相対頻度 81%, 表-2)、工法別には種子吹工では相対頻度が 87%, 厚層工 3 で 95%, 厚層工 5 で 80%であったのに対し、マット工では 49%, 客土工で 76%であった (図-6)。

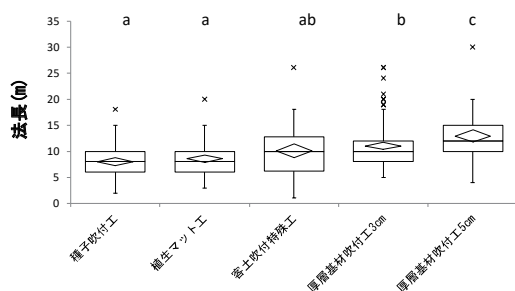


図-3 工法別法長

◇: 平均値, 記号の違い: 有意差あり $p < 0.05$

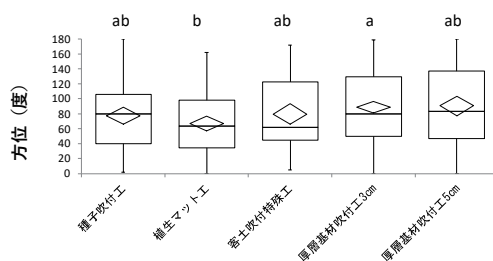


図-4 工法別方位 (北からの角度)

◇: 平均値, 記号の違い: 有意差あり $p < 0.05$

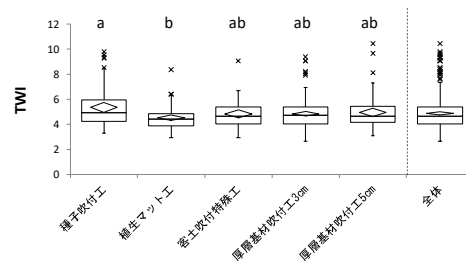


図-5 工法別 TWI

◇: 平均値, 記号の違い: 有意差あり $p < 0.05$

表-2 工法別全植被率のクラス

全植被率 (%)	種子吹付工	植生マット工	客土吹付特殊工	厚層基材吹付工3cm	厚層基材吹付工5cm	合計	緑化の良否
0~10		5				5	
~20		2				2	
~30		3	1			4	
~40		3	2			5	不良
~50		4	2	1		7	
~60	3	6	2	1	4	16	
~70	1	6	2	2	4	15	
~80	5	9	3	4	5	26	
~90	7	9	3	6	8	33	
~100	52	28	35	139	45	299	良
総計	68	75	50	153	66	412	

マット工には全植被率50%以下の調査区が17区(相対区数23%),客土工には5区(10%)含まれていた(表-2)。

マット工や客土工の全植被率が低い法面では、調査時点で乾燥や肥料切れの状態が観察されたが、衰退の経過が判らないため原因は特定できなかった。いずれにせよ、これら2工法が選択肢に上がったら、立地条件をよく吟味し他の工法と比較検討しながら採択する必要がある。マット工については後述するようにTWIを指標として検討することができる。

経過年数は7年から22年(平均13.9年)であり、「良」の調査区は経過年数に関係なく出現していた(表-3; χ^2 検定 $p>0.05$)。立地条件にあった工法が採択されていれば、いずれの工法も法面植生は長期間維持され、法面は安定した状態を保っているが、条件に合わないとは維持されない場合があることがわかった。

施工5年後までの評価判定調査(富山県林業技術センター2007)では、種子吹工で不良が7割を占めていたが(崩落無し)、その他の工法では良が8割から9割を占めていた。長期間を経た後、種子吹工もよく被覆されていたのは、在来種

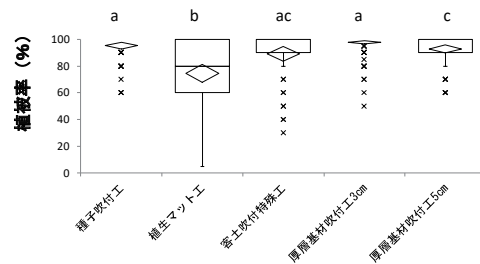


図-6 工法別全植被率の違い
◇: 平均値, 記号の違い: 有意差あり $p<0.05$

が侵入して被覆が維持・回復したことが後述する種組成の調査結果からも推定される。

3.2 法面植生維持に及ぼす要因

積算植被率を応答変数とする一般化線形混合モデルのうち、交互作用を考慮しないモデル(AIC=4128.9)では、経過年数・法長・TWIが係数として選択されたため(表-4)、植生には現地の微地形環境が大きく作用していると判断できた。山梨県の法面でも、微地形が植生成立の可否や種組成に影響を及ぼすとの報告がある(久保・林2012; 大津2015)。

交互作用を考慮したモデル(AIC=4122.6)は、考慮しないモデルよりAICが小さく、より良いモデルとなった(表-5)。このモデルでは、経過年数・法長・TWI・工法に加え、経過年と工法の交互作用項、TWIと工法の交互作用項が変数として選択された。このモデルから、どのような条件の時に植被率が低くなるのかを検討した。経過年を調査区平均の14年に固定した時の、3段階の法長ごと(5, 10, 15m)のTWIと積算植被率の関係を工法別に示した(図-7)。

積算植被率が100~110%を越えると、多くの場

表-3 経過年数と全植被率

経過年数(年)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	総計	
全植被率(%)																		
0~10		1		3	1												5	
~20					2												2	
~30				1	3												4	
~40				1	3												5	
~50				1	5										1		7	
~60		1		4	5		4							1		1	16	
~70			1	1	7	2	2	2									15	
~80			3	3	5	2	2	4		1	2	1			2	1	26	
~90			1	1	5	6	5	7	3	1			1		1	2	33	
~100			7	13	24	20	34	26	29	36	20	31	21	16	3	12	7	299
総計		2	11	17	41	57	43	41	38	37	21	33	23	16	4	16	12	412

表-4 環境要因モデルの係数推定値

変数	係数推定値	p値
(切片)	4.58×10^0	< 0.001
経過年	7.99×10^{-3}	0.153
法長 (m)	-8.46×10^{-3}	< 0.05
斜面方位 (度)	(非選択)	
標高 (m)	(非選択)	
TWI	3.16×10^{-2}	< 0.05
植生マット工	-1.34×10^{-1}	< 0.05
客土吹付特殊工	4.27×10^{-3}	0.947
厚層基材吹付工吹付工3cm	5.61×10^{-2}	0.282
厚層基材吹付工吹付工5cm	3.47×10^{-2}	0.573

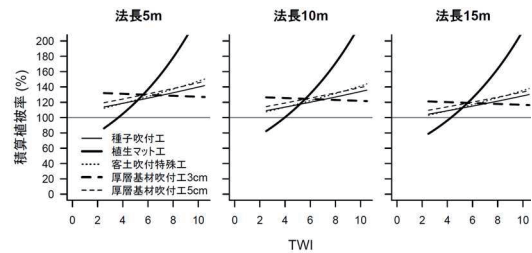


図-7 法長別 TWI と積算植被率の関係

表-5 交互作用ありのモデルの係数推定値

変数	係数推定値	p値
(切片)	4.66×10^0	< 0.001
経過年	3.39×10^{-3}	0.788
法長 (m)	-8.61×10^{-3}	< 0.05
斜面方位 (度)	(非選択)	
標高 (m)	(非選択)	
TWI	2.74×10^{-2}	0.267
植生マット工	-1.14×10^0	< 0.001
客土吹付特殊工	-3.39×10^{-2}	0.913
厚層基材吹付工3cm	3.67×10^{-1}	0.164
厚層基材吹付工5cm	-2.32×10^{-2}	0.937
経過年 × 植生マット工	4.24×10^{-2}	< 0.05
経過年 × 客土吹付特殊工	-2.45×10^{-4}	0.988
経過年 × 厚層基材吹付工3cm	-9.91×10^{-3}	0.484
経過年 × 厚層基材吹付工5cm	5.26×10^{-3}	0.754
法長 × 植生マット工	(非選択)	
法長 × 客土吹付特殊工	(非選択)	
法長 × 厚層基材吹付工3cm	(非選択)	
法長 × 厚層基材吹付工5cm	(非選択)	
斜面方位 × 植生マット工	(非選択)	
斜面方位 × 客土吹付特殊工	(非選択)	
斜面方位 × 厚層基材吹付工3cm	(非選択)	
斜面方位 × 厚層基材吹付工5cm	(非選択)	
標高 × 植生マット工	(非選択)	
標高 × 客土吹付特殊工	(非選択)	
標高 × 厚層基材吹付工3cm	(非選択)	
標高 × 厚層基材吹付工5cm	(非選択)	
TWI × 植生マット工	1.05×10^{-1}	< 0.05
TWI × 客土吹付特殊工	9.09×10^{-3}	0.841
TWI × 厚層基材吹付工3cm	-3.24×10^{-2}	0.312
TWI × 厚層基材吹付工5cm	-1.14×10^{-3}	0.976

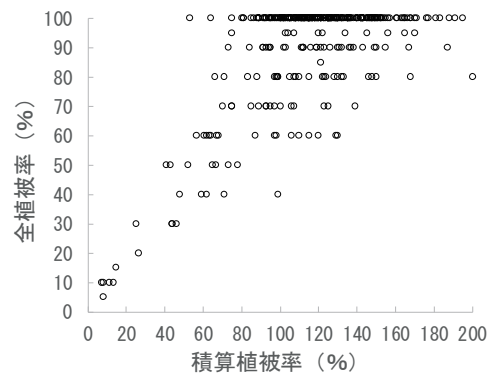


図-8 全植被率と積算植被率の関係

合で全植被率が良の目安とした 80%を越え、法面が安定的に維持されると判断される (図-8)。また、TWI は 2.7~10.4 の範囲にあり、 4.9 ± 1.3 (平均±標準偏差) で、概ね 4.5 を下回ると平均より乾燥傾向にある (図-5)。

マット工では、法長 10m までは TWI4 以下で積算植被率 100%以下となり、法長 15m となると、TWI4.5 でも 100%より小さくなる (図-7)。他の工法ではいずれの組み合わせでも 100%を下回ることはない。

種子吹工では法長 15m となると 110%を若干下回ることがあるが、長大な法面では種子吹工が採択されることはないだろう。

以上のことから、施工時に植生マット工が選択肢の一つになったら、当該法面の TWI 等立地環境を吟味し、他の工法と比較検討し慎重に決定する必要がある。

3.3 法面植生の種組成

法面植生には、のべ 220 種 (品種を含む) が認められ、ススキ・タニウツギ・ヨモギ・クズ・アカソ・イタチハギ・クマイチゴ・メドハギ・ヤマハギが、120 区以上で出現していた (図-9)。

調査区あたりの総種数は 9.1 種、工法別では 8.7~9.6 種で工法間に差はなかった (クラスカルウォリス検定, $p>0.05$)。その内、侵入種数は 7.8 種で、総種数の 86%を占めていた。侵入種数は工法間で差があり、マット工で低い傾向があった (同, $p<0.01$)。

全木本種数は全体平均が 4.6 種で、工法間で差がなかった (同, $p>0.05$)。侵入木本種数は 3.7 種で、工法間で差がなかった (同, $p>0.05$) が、その積算植被率は工法間で差があり (同, $p<0.01$)、

表-6 優占種と全植被率

種	全植被率 (%)		区数
	平均	± 標準偏差	
ススキ	94.6	± 11.7	129
アカソ	98.8	± 3.8	50
タニウツギ	95.9	± 10.1	33
クズ	88.7	± 13.9	31
イタチハギ	98.8	± 4.3	21
メドハギ	77.4	± 21.1	21
ヤマハギ	90.6	± 18.0	17
レッドトップ	34.6	± 26.3	13
ヨモギ	80.0	± 23.1	9
トールフェスク	85.0	± 20.0	8
ミヤマカワラハンノキ	98.8	± 3.3	8
クマイチゴ	96.4	± 5.8	7
ゴマナ	100.0	± 0.0	6
チシマザサ	100.0	± 0.0	6
カラムシ	100.0	± 0.0	5

表-7 工法と優占種の頻度

種	種子吹付工	植生マット工	客土吹付特殊工	厚層基材吹付工3cm	厚層基材吹付工5cm	総計	χ^2 検定
ススキ	21	14	17	54	23	129	
アカソ	10	3	5	23	9	50	
タニウツギ	11	6	7	6	3	33 *	
クズ	4	16		8	3	31 **	
イタチハギ	2	1	3	15		21 *	
メドハギ	2	8	3	2	6	21 *	
ヤマハギ	2	5	2	6	2	17	
レッドトップ		11		1	1	13 **	
ヨモギ			2	4	3	9	
トールフェスク	1	1	2	4		8	
ミヤマカワラハンノキ			1		7	8	
クマイチゴ				6	1	7	
ゴマナ	1		1	3	1	6	
チシマザサ	2			4		6	
カラムシ			1	3	1	5	

** , $p < 0.01$; * , $p < 0.05$

厚層工3で若干低い傾向にあった(図-10, Steel-Dwass 対比較, $p > 0.05$)。

ススキ・タニウツギ・ヨモギは工法に関係なく高頻度で出現した(図-9)。クズ・アカソ・イタチハギ・サワアザミ・ゴマナ等適潤から湿潤地に生育する種は厚層工3で多く、ヤマハギ・ウリハダカエデ・リョウブ等木本は厚層工以外で多い傾向にあった(図-9)。厚層工では基材を厚く吹き付けることによって生育基盤が安定し、ススキ・ヨモギ等が繁茂することで木本が侵入しにくくなるためと考えられる。草本が繁茂すると、現時

点では法面は安定しているが、木本の侵入を阻むとなると、より長期的な安定に向けて注意する必要がある。

植被率第1位の種(優占種)は、ススキ(129区)、アカソ(50区)、タニウツギ(33区)、クズ(31区)、イタチハギ(21区)、ヤマハギ(17区)など大型の多年草や低木が多かった(表-6)。これらが優占する法面の全植被率は、89~99%±4~18%(平均値±標準偏差)と高い。一方、メドハギ(21区)・レッドトップ(13区)・コマツナギ(2区)が第1位の法面では35~77±5~26%と低い傾向にある。

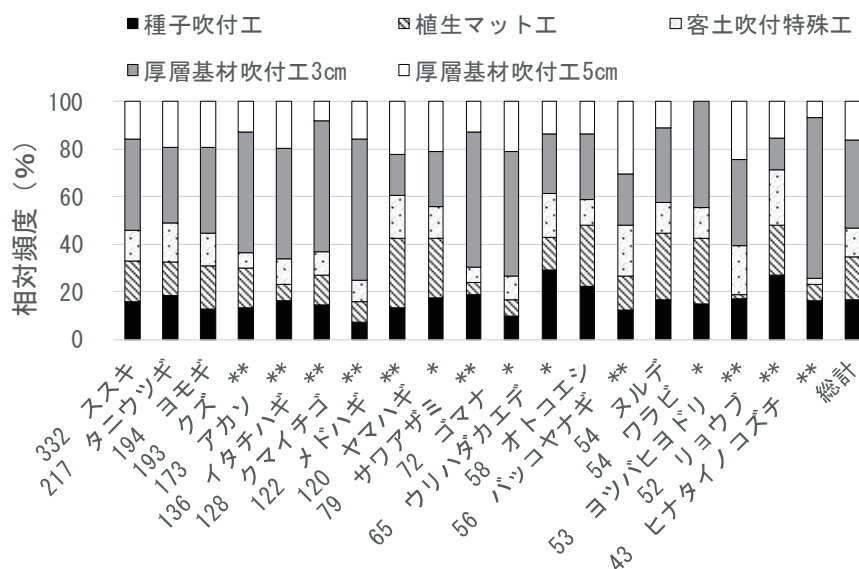


図-9 頻度 10%以上の種の工法別分布

種に付した数字は頻度, *は総計との適合度検定の結果 (*, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$)

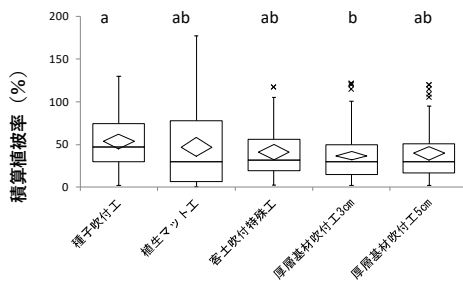


図-10 工法別侵入木本の積算植被率
◇：平均値，記号の違い：有意差あり
 $p < 0.05$

切土面は雨滴による侵食にさらされるので、早く確実に緑化する必要がある。発芽の安定性や初期成長の速さにより牧草類はよく利用されてきた。しかし、その根系は浅く、基盤の肥料切れや乾燥などで衰退する。牧草が未だに優占している法面はその安定性に問題がある。牧草の衰退までに土壌緊迫力の強い低木類や大型多年草が生育すると法面はより安定し、牧草類は被圧され衰退することになる。

工法別にみると(表-7)、ススキ・アカソ・ヤマハギは工法に関係なく生育していたが、タニウツギは種子吹工、クズ・メドハギ・レッドトップはマット工で多い傾向にあった。イタチハギは厚層工3に多い傾向にあった(χ^2 検定, $p < 0.01$)。

イタチハギは導入種であるが、厚層工3では153区中15区で優占していた。路線では烏帽子山線(7区)と別又-嘉例沢線(8区)と県東部に多く、特定の地域の厚層基材で集中的に選択された傾向があった。また、経過年数は8~21年までまんべんなく優占種となっていた。本種は低木であり、根系もしっかりしているため、定着すれば施工直後から長期にわたって生育し、法面の安定にも寄与すると考えられる。ただし、本種は生育力の強い外来種であるため、逸出して在来種を被圧する可能性があるため注意を要する。

各種の植被率を使用したDCA(小林1995)で群落の序列化(座標配置)を行ったところ、第1軸は経過年数・TWI・開度・全植被率・導入種積算植被率等と相関があったことから、乾湿や遷移段階と関係していると判断できた(表-8, $p < 0.05$)。第2軸は標高や木本積算植被率・総種数と正の相関がある一方、全植被率と負の相関があった(同)。また、単純な工法ほど第2軸の座標が大きい傾向が認められたため、工法を介しての木本の侵入状

表-8 DCAの座標と環境と植生の相関

項目	1軸	2軸
経過年数	0.3163 **	-0.0780
方位	-0.1118	-0.0483
TWI	0.2871 **	-0.0608
開度	-0.2496 **	0.0639
横断曲率	0.1579 **	-0.0319
傾斜角度	0.0322	-0.0634
標高	0.0521	0.3478 **
法長	-0.1090	0.0424
全植被率	0.508 **	-0.339 **
全種積算植被率	0.200 **	-0.252 **
導入種積算植被率	-0.499 **	-0.107
侵入種積算植被率	0.506 **	-0.137 **
木本種積算植被率	0.196 **	0.201 **
総種数	0.028	-0.195 **
侵入種数	0.210 **	-0.214 **

$n=412$; **, $p < 0.01$

況を示すと判断できた。

調査区の工法別に群落を座標配置すると(図-11)、厚層工3は適潤地に多く、種子吹工は湿性地に、マット工は乾燥地に配置される傾向があった。これに群落の座標軸の環境を反映する種位置指数と併せてみると(図-12)、①ススキ・タラノキ・アカイタヤ・イタドリ・ヤイトバナ・ワラビ・クズ・ヤマハギなど中間的な環境に生育する種群、②イタチハギ・アカソ・ゴマナ・リョウメンシダ・サワアザミ・ミズヒキ・クロバナヒキオコシなど湿性地に生育する種群、③ヒメヤシバブシ・タニウツギ・ミヤマカワラハンノキ・ウリハダカエデ・リョウブ・ミズメなど適潤から湿性でやや標高の高い所に生育する木本種群、④レッドトップ・クリーピングフェスク・メドハギ・ヨモギなど、乾燥地に生育する導入種群が認められた。

種群①は厚層工、②は厚層工と種子吹工、③は種子吹工と客土工、④はマット工で多く出現する傾向があった(図-11)。

木本と大型多年草の生育地が異なるのは、上述のように多年草が繁茂すると木本が侵入しにくいと考えられる。一方、②の種群においてイタチハギは施工時に播種したため湿性の大型多年草と同所に生育している。

以上のことから、富山県の林道法面では牧草類とヨモギのような在来の多年草、イタチハギのような低木の混播で早期緑化と安定性を確保してきた。その後の周辺植生からの侵入の多少に応じて、法面の種組成と安定性は現在3つの段階に達して

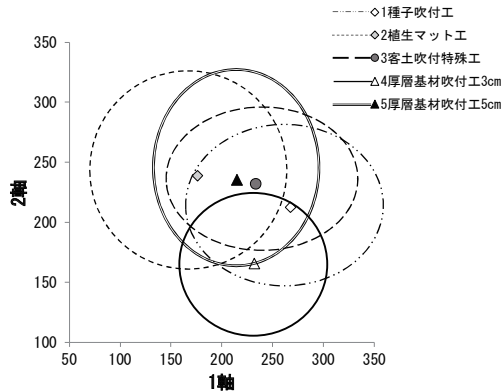


図-11 DCAによる調査区群落の工法別序列
マーク位置は工法座標の平均値、
楕円の長径は1軸の、短径は2軸の標準偏差

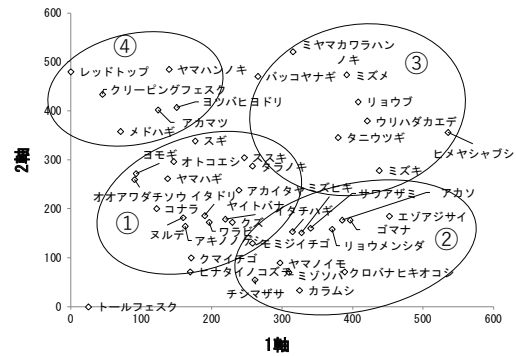


図-12 主な種の種位置指数

いる。

- 1 全工法⇒牧草の衰退⇒ススキ・木本の侵入⇒安定
- 2 厚層工の一部⇒イタチハギ・ヨモギ等導入種の繁茂・維持⇒安定
- 3 マット工・客土工の一部⇒牧草の衰退⇒乾燥等で侵入少⇒不安定

1のように多くの法面で侵入種が繁茂して安定している。2は現在安定しているが、導入種が生育し続ける途中相であるため、今後の植生の変化に注意しておく必要がある。3は植被率が低く貧弱な植生であり、表土の侵食や崩落が起こる可能性があるので注意する必要がある。

引用文献

Beven, K. J., Kirby, M. J., Scoffield, N. and Tagg, A. (1984) Testing a physically-based flood forecasting model (TOPMODEL) for three UK catchments. *J. Hydrol* 69:119-143

中部森林管理局森林整備課 (2014) 林道標準図集. 中部森林管理局

石田仁 (2003) 林道法面保護工の緑化成績判定のためのデータベースの作成. *林道* 40 (9) : 260-263

岩槻邦男 (編著) (1992) 日本の野生植物シダ. 平凡社

小林四郎 (1995) 生物群集の多変量解. 147pp, 蒼樹書房

久保満佐子・林敦子 (2012) 山梨県における林道の緑化施工 (播種工) のり面の属性と植生の関係. *日本緑化工学会誌* 37 : 478-481

農業土木事業協会編 (1990) のり面保護工—設計・施工の手引き—. 農山漁村文化協会

大津千晶 (2015) 播種工が施工された治山林道法面における施工後初期の緑化成績に影響を与える要因. *山梨県森林総研研報* 35:11-16

大津千晶・小林慶子・長池卓男 (2014) 緑化施工後初期の法面における表面浸食の発生と周辺植生からの在来種の侵入・定着に影響を与える要因の解明. *日本緑化工学会誌* 40 : 365-371

長田武正 (1989) 増補日本イネ科植物図譜. 平凡社

R Core Team (2017) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫 (編著) (1989a) 日本の野生植物木本 I. 平凡社

佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫 (編著) (1989b) 日本の野生植物木本 II. 平凡社

佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫 (編著) (1981) 日本の野生植物草本 III 単子葉類. 平凡社

佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫 (編著) (1982a) 日本の野生植物草本 I 合弁花. 平凡社

佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫 (編著) (1982b) 日本の野生植物草本 I 離弁花. 平凡社

富山県林業技術センター (2007) 法面保護工施工

地の評価判定調査報告書
山瀬敬太郎・上山泰代 (2005) 法面保護工における緑化施工地の約 10 年後の評価. 兵庫県農技研報 52 : 15-18
吉田寛 (2003) 植生基材吹付工の植生遷移特性に関する研究. 日本緑化工学会誌 29 : 331-342

関子光太郎 (2010) 富山県におけるスギ生育適地の空間分布推定のための数値地形解析に関する研究. 富山県農林水産総合技術センター森林研究所研報 別冊

Summary

In order to plan slope greening and forest road maintenance, relationship between construction method and location environment was studied. We investigated the structure of vegetation community long period after greening construction (for 7~22years; 14 years on average). Adoption of construction method was decided by slope length. In 332 plots out of 412, total vegetation coverage was over 80% and judged as satisfied. Satisfied plot ratio was 80 to 95% by spraying seed method, 49 % with soil/ seed mat method, and 76% by spraying soil/seed cultivative base method. If suitable method was adopted, every plot resulted to hold vegetation and the slope was stable. We compared construction methods in relationship between Topographic Wetness Index and accumulated vegetation coverage. Comparison was performed by each slope length. We found that slopes under dry condition with soil/seed mat method tended to decline their accumulated vegetation coverage. Careful adoption of construction method is required in such cases. In slopes dominated with high perennial herbs or shrubs, total vegetation coverage attained 89 to 99 %, where dominated with forage grasses, total vegetation coverage remained lower, 35 to 77 %. In slopes provided with rigid foundation such as spraying thickly cultivative base method, introduced species contributed for the slope stability. In contrast, slopes with spraying seed method, invading species contributed for the slope stability. In slopes provided with rigid foundation such as spraying thickly cultivative base method, introduced species contributed for the slope stability. In contrast, slopes with spraying seed method, invading species contributed for the slope stability.

Key words: forest road cut slope, slope greening, vegetation cover, species composition, location environment