

自然環境の復元を促進するための吹付緑化工の研究

Study on spraying cultivation based on ecological method

坂田正宏

村上雄秀（客員研究員・(財)国際生態学センター）

要旨

吹付緑化工に関する自然回復上の課題を解決するため、4点について対応策を考案し 実証実験を行った。
施工1年後における調査結果と評価を報告する。

キーワード：潜在自然植生、ラス張、表土、埋土種子、生チップ

1. 福井県におけるのり面吹付緑化工の課題と対策

のり面緑化工の目的は、「のり面侵食防止」と「自然環境保全」とされている¹⁾。しかし、福井県において現実に施工されているのり面緑化吹付工（以下“吹付緑化工”という）では、以下のような問題点がある。

(1)「自然環境保全」を確保する上で基本となる復元する植生の目標設定が「草本型」や「低木林型」といった抽象的なものであるため、結果的に用いられている種のほとんどが初期成長のよい外来草本やマメ科肥料木であり、その結果、植生遷移が停滞し、土地本来の多様な植生の回復が遅れる傾向があり²⁾「自然環境保全」が図られていない。

(2)吹付緑化工の際、緑化基礎工として一般的にラス張工が行われているが、これは将来の木本種の成長を阻害する可能性が高い（図1）。

(3)県内では、吹付緑化工で使用される生育基盤材（バーク堆肥、ピートモス）や種子といった材料の多くが県外産のものであり、地域内の資源が十分に活用

されていない。

このような、課題を解消するために対応策を考案した（表1）。これらを検証する目的で、今回、以下の4点の実証実験を行った。

＜実証する対応策＞

1. 緑化目標：潜在自然植生³⁾の活用
2. 緑化基礎工：ラス張が不要となる侵食防止剤の利用
3. 材料：現地表土の利用
4. 材料：発生木材（生チップ）の利用

本報告では、施工後1年間の追跡調査結果と得られた成果を述べる。

2. 実証実験

表2 現地条件（のり面造成前）

標高	140m
斜面勾配	1:1.0(1割)
斜面方向	北向き
植生	ズキ林、雜木林(タニツキ、ツリなど)
土壤断面	A ₀ 層 約 5cm A層 約 20cm B層 約 30cm
A層の表面10cm以内の性状	灼熱減量 20.8% pH (H ₂ O) 4.6 pH (1NKCL) 3.5



図1 ラスによる木本種の成長阻害(美山町)

表1 県内における吹付緑化工の課題と対応策及び効果

項目	課題	対応策 [*] (可能性)	効果
緑化目標	目標設定が曖昧：「草本型」,「低木林型」,といった目標となつてあり,結果的に初期成長のよい外来草本やマメ科肥料木が優占するものになつてゐる。	<u>潜在自然植生の概念の活用</u> ：土地本来の植生遷移の過程で出現する植生を目標にできる(例.ススキ群落)	・生態系回復の促進
緑化基礎工	ラス張による木本種の成長阻害	無塗装のラスの利用：数年で腐食し木本種の成長を阻害しない <u>ラス張が不要となる侵食防止剤の利用</u>	・生態系回復の促進 ・コスト縮減 ・生態系回復の促進 ・リサイクル(例. グリーン: フライッシュの利用) ・コスト縮減
材料	多くが県外産のものを利用：生育基盤材(パーク堆肥, ピートモスなど)や種子のほとんどが県外産のものを利用している	<u>現地表土の利用</u> ： ・表土内の植物栄養素(窒素, りんなど)の利用 ・表土内の埋土種子の利用(自然な植生の回復, 遺伝子交雑の防止 ⁴⁾) <u>発生木材利用</u> <u>チップ(生育基盤材)</u> ・編柵工(現地条件により緑化基礎工として利用) 県内産の生育基盤材の利用	・リサイクル ・生態系回復の促進 ・コスト縮減 ・リサイクル ・リサイクル

* 対応策の内, 下線のあるものが今回の実証実験の対象

表3 施工条件

のり面勾配	1:0.8(8分)
のり面方位	北向き
施工時期	H13年5月
吹付厚	5cm

2.1 実験箇所

実験箇所は, 今庄町今庄地係の鍋倉谷川で施工されている砂防ダムの管理用道路ののり面である. 道路施工前の現地状況と施工のり面の条件は, 表2, 3のとおりである.

2.2 実証実験の内容

実験は, 材料配合の異なる7つの試験区を設けて行った(表4).

以下に実証する具体的な内容について述べる.

表4 吹付緑化工材料配合表(1m³当たり)

品名	規格名	単位	試験区					
			表土		表土+チップ		チップ	
			A	B	C	D	E	F
種子	式			1		1	1	1
土表土	m ³	1.0	1.0	0.5	0.5			
基盤材	有機質系基盤材	m ³					1	1
根株生チップ	m ³				1	1	2	1
肥料	N:P:K (6:38:6)	kg					4	4
侵防剤	グリーン	kg	15	15	15	15	15	15

(1) 緑化目標：潜在自然植生の概念に基づき, 緑化目標の設定を行つた. すなわち現地の潜在自然植生への遷移過程で出現する植生の中から選定すると共に, 種子の入手の容易さを考慮し, ススキ群落の形成を目標にした種子配合とした

(図2, 表5). ただし, 施工後間もない生育基盤の流出を防ぐために, 成長の早い外来草本を必要最小限配合した。

表5 種子配合表

構成種	発生期待本数(本/m ³)
ススキ	500
イタドリ	300
ヨモギ	300
パミュークグラス	50
パヒアクラス	50

表6 緑化目標

試験区	目標植生
A~D区	ススキ アカガシ群落
E~G区	ススキ群落

また、表土を利用し、埋土種子の効果を期待する

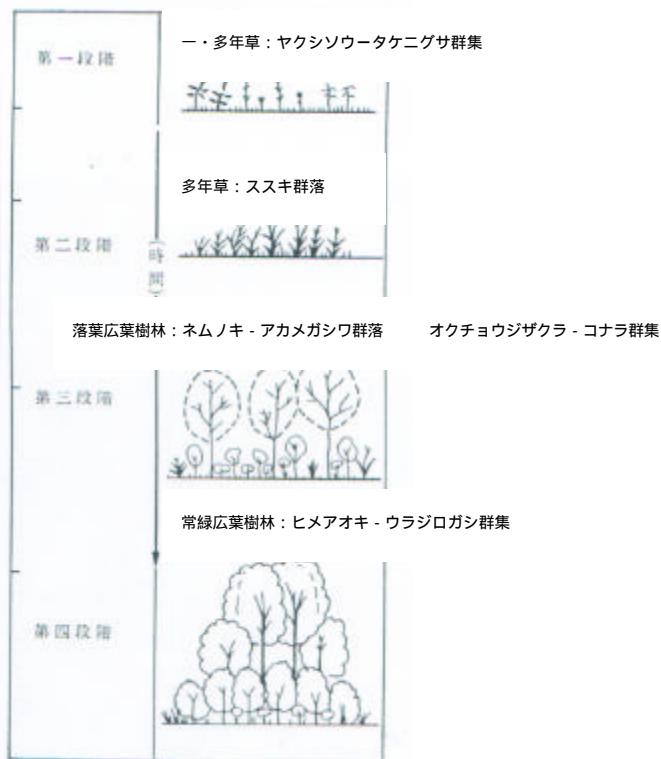


図2 実験地の植生遷移(潜在自然植生の概念に基づく)

試験区である A~D 区は、遷移途上でススキ群落の次に出現すると考えられる先駆性低木林であるアカメガシワやタニウツギ、ネムノキなどが優占するネムノキ - アカメガシワ群落を目標とした(表6)。

(2) 緑化基礎工：ラス張による樹木の成長阻害を防止するために、ラス張が不要となる侵食防止剤の利用の検討を行った。その結果、ラス張が不要となる可能性があるとともに、火力発電所からの産業廃棄物であるフライアッシュを原料としている侵食防止剤である「グリーン」を使用することとした。

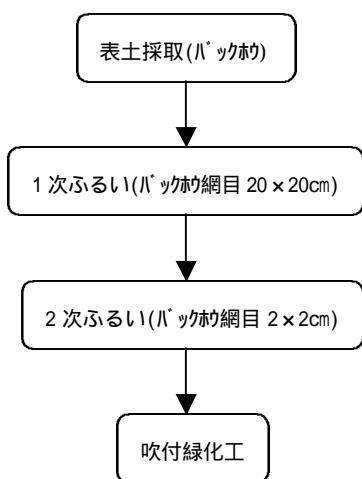


図3 表土利用の流れ



表土採取：バケットの爪で表土を掻き上げた後、掻き落とす。



1次ふるい：網目 20×20cm



2次ふるい：網目 2×2cm

図4 表土の採取とふるい分け

(3) 材料(現地表土)：は、その中の窒素、りんといった栄養素と埋土種子を活用することを目的に利用した。また、吹付機で施工可能な粒径である 2cm 以下とするためバックホウで 2 度のふるいわけを行った(図3, 4)。

(4) 材料(生チップ)：生育基盤材として利用したス

ギの根株は、長さ 20 mm以下にチップ化後、数日以内に使用した。すなわち、堆肥化せずに“生チップ”的状態で使用した（図 5, 6）。

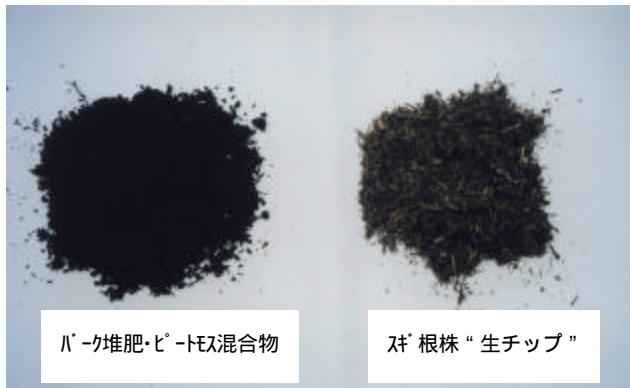


図 5 生育基盤材



図 6 吹付緑化施工 (D 区)

2.3 追跡調査結果と評価

追跡調査結果は、以下のとおりであった（図 7～9、表 7）。これから、実証をめざした対応策 4 点に対して評価を行った（表 8）。

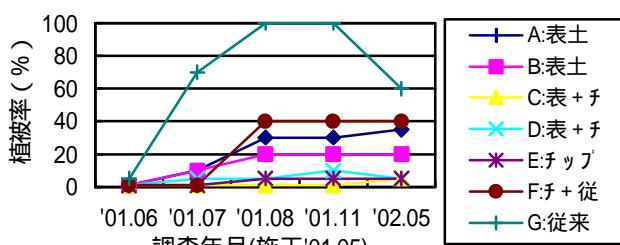


図 7 植被率

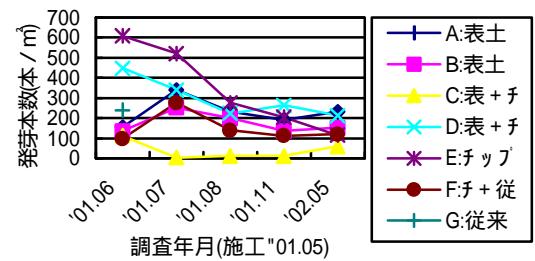


図 8 発芽本数

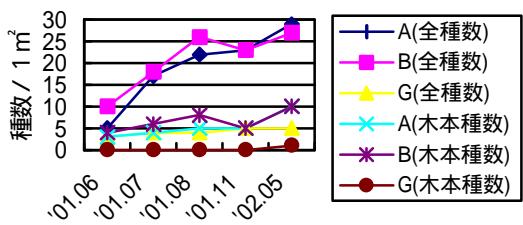


図 9 発芽種数

表 7 発芽種(調査面積 1 m²)

	A 区	B 区
木 本 種	アカメガシ、シリ、スルテ、タニウツギ、 コアツ、クマイコ、スキ、コジサイ、 リヨウブ、サワラシ、サイ : 10 種	アカメガシ、スルテ、タニウツギ、コアツ、 クマイコ、スキ、マルバハギ、 カラスザンショウ、ネムノキ、アカシテ、アカマツ : 10 種
草 本 種	キヨウギ、シバ、ヌカヒ、コナスビ、 カトロノ、トクダミ、ヌカホ、 ミヤマカンスケ、キラソリ、 ムラサキサギ、コケ、ヌカホ、シソ、 ヘビイチゴ、イヌガラシ、オトキリソウ、 クサイ、タチツボスミレ、スゲ、ヘクソカズラ、 ヌマトロノ、オニタビラコ : 19 種	キヨウギ、シバ、ヌカヒ、コナスビ、 カトロノ、キラソリ、オトキリソウ、スゲ、 ススキ、イノコヅチ、コチヂミ、サ、 タンドリボロギク、ヒメジリ、 スズメノヤリ SP、ヨモギ、イタドリ、ユウカサ、 アキハシバ : 17 種



図 10 全景 (左: A 区より、右: G 区より)
(施工 1 年後: 平成 14 年 5 月)

可能になると共に，設定した目標が達成可能であるこ

表 8 調査結果の評価および課題と解決策

項目	対応策	評価	課題および 考えられる解決策
緑化目標	潜在自然植生の概念の活用	「活用できる」 根拠：現地調査を踏まえ，目標とする具体的な植生の設定ができた。さらに，目標としたススキ群落や先駆性低木林であるネムノキーアカメガシワ群落の種の生育が達成できた(図7,10)。	植生工全般について，全ての現場で，遷移の途上で出現する植生を目標設定できるように，全県的な潜在自然植生図の整備が必要である。
緑化基礎工	ラス張りが不要となる侵食防止剤の利用	「利用できる」 根拠：十分な植被率が得られなかったB~F区においても生育基盤が流出していない(図7,11)	長期的な植生への影響を判断するため，無塗装のラス張による施工との比較を行う必要がある。
材料	現地表土の利用	「利用できる」 根拠：A, B区において木本種10種を含む約30種の生育が確認できた(図9,表7)	木本群落型として，合格となる植被率(施工3ヶ月後30%以上)を確実に達成するため，肥料の混合の検討が考えられる(図7)。
	発生木材の利用：生チップの利用	「利用できる」 根拠：生チップを50%混入したF区でススキ群落が形成できた(図7)。	生チップを生育基盤として利用する際は，混入率を50%未満にすることで草本群落型として合格となる植被率70%以上(施工3ヶ月後)のススキ群落の形成が可能と考えられる。

(1) 緑化目標：潜在自然植生の概念の活用

図2のように，潜在自然植生の概念に基づき，実験地の遷移途上で出現すると考えられる植生を設定するとともに，その中から緑化目標の設定を行うことができた。さらに，その目標を達成-することができた(図10,12)。

この結果から，潜在自然植生の概念の活用は，従来の目標設定と比較して，現地にふさわしい目標設定が



図 11 D 区(表土 + チップ)：全景(上),50 × 50cm(下)

とも確認できた。

今後，全ての現場において，潜在自然植生の概念の活用による目標設定を行うためには，全県的な「潜在自然植生図」の作製を行う必要がある。また，それまでの暫定的な措置として，県内の標高約500m未満の地域において，共通して出現する多年草群落であるススキ群落を目標設定にすることや，全ての現場で現地の表土を利用し，先駆性低木林を緑化目標とすることを基本にするべきであると考える。



図 12 表土からの多様な植物の生育 (A 区)

(2) 緑化基礎工: ラスが不要となる侵食防止剤の利用

施工 1 年後で、植被率が低かった B ~ F 区において生育基盤がほとんど流出していないことから、「グリーン」を利用することでラス張を省略できることが確認できた(図 11)。今後、長期的な影響を判断するため、無塗装のラス張との比較を行い評価する必要があると考える。

(3) 材料: 表土の利用

表土の埋土種子のによるものと考えられる木本 10 種を含む約 30 種(1 m²当り)の生育が確認できたことは、大きな成果である(図 9, 表 7)。今後は、他現場においても積極的に表土の活用を図るべきであると考える。

(4) 材料: 発生木材(生チップ)の利用

生チップは、F 区の植被率 40% の結果から、バーク堆肥・ピートモスとの混合比率を 50% 未満にすることで十分な植被率が得られるものと考えられる。また、生チップを利用した試験区全てで十分な植被率が得られない原因としては、窒素といった栄養素の問題でなく、生チップによる生育基盤の構造への影響が、発芽後の生育を阻害しているものと考えられる(図 7, 8, 13)。すなわち、纖維状の生チップが重なり、発芽後の根の伸長を妨げているものと考える。したがって、今後、生チップの腐熟が進むことで、生育基盤の団粒構造化が進み、それにあわせて植被率の向上が見込まれるため、引き続き追跡調査を行っていきたい。つまり、生チップを生育基盤として 50% 以上用いた場合の植被率の成績判定基準を施工 1 年後以降に行うといった、成績判定基準の見直しについて検討すべきであると考える。

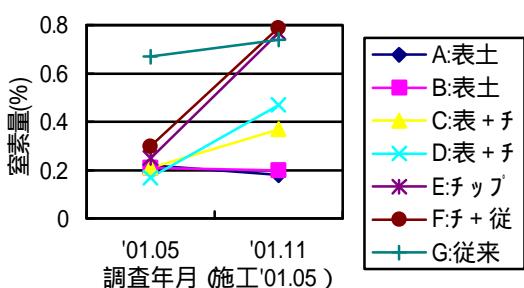


図13 生育基盤内の窒素量

3. おわりに

県内の面吹付緑化工の課題を解決するために、考えられる対応策の内、以下 4 点の実証実験を行った。

< 実証を行った対応策 >

1. 緑化目標: 潜在自然植生の活用
2. 緑化基礎工: ラス張が不要となる接合材の利用
3. 材料: 現地表土の利用
4. 材料: 発生木材(生チップ)の利用

施工 1 年後において、評価を行ったところ 4 点全てについて、利活用できることがわかった。

また、これらの対応策を一般化するための課題も明らかになった(表 8)。そして、これらの課題を踏まえ、今すぐに取り組むべき以下の 2 点を提言する。

(1) ススキ群落の形成: 県内の標高 500m 以下の地域においては、その植生遷移で共通して出現する多年草群落と考えられる「ススキ群落」の形成を目標とした種子配合による緑化を施工すること(例: 表 5 参照)

(2) 現地表土の利用: 表土に含まれる「埋土種子」と「栄養素」を活用するために、吹付緑化工の生育基盤材として利用し、現地の「先駆性低木林の形成」を目標とした緑化を施工すること

つまり、現地の本来の植生遷移の過程で出現すると考えられる植生を緑化の目標におくべきことを認識し、そのうえで、可能なものを実践しなければならないと考える。

今回得られた成果を基に、今後とも関係者の理解をえるために努力していきたい。

謝辞

本研究の実施に際し、多大なご協力をいただいた武生土木事務所、(株)エス・イ・コンサル、(株)ビューテクサービス、坂井森林組合の方々に深く感謝します。

付録

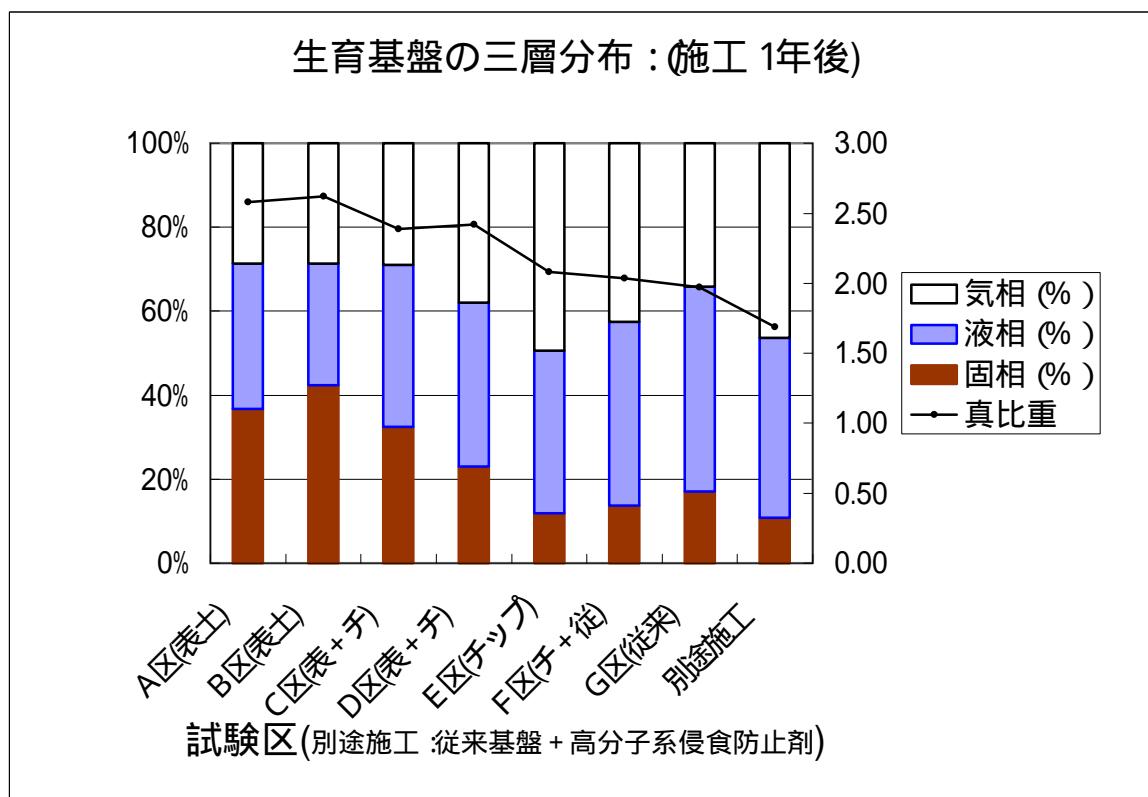
次ページに掲載

<付録>

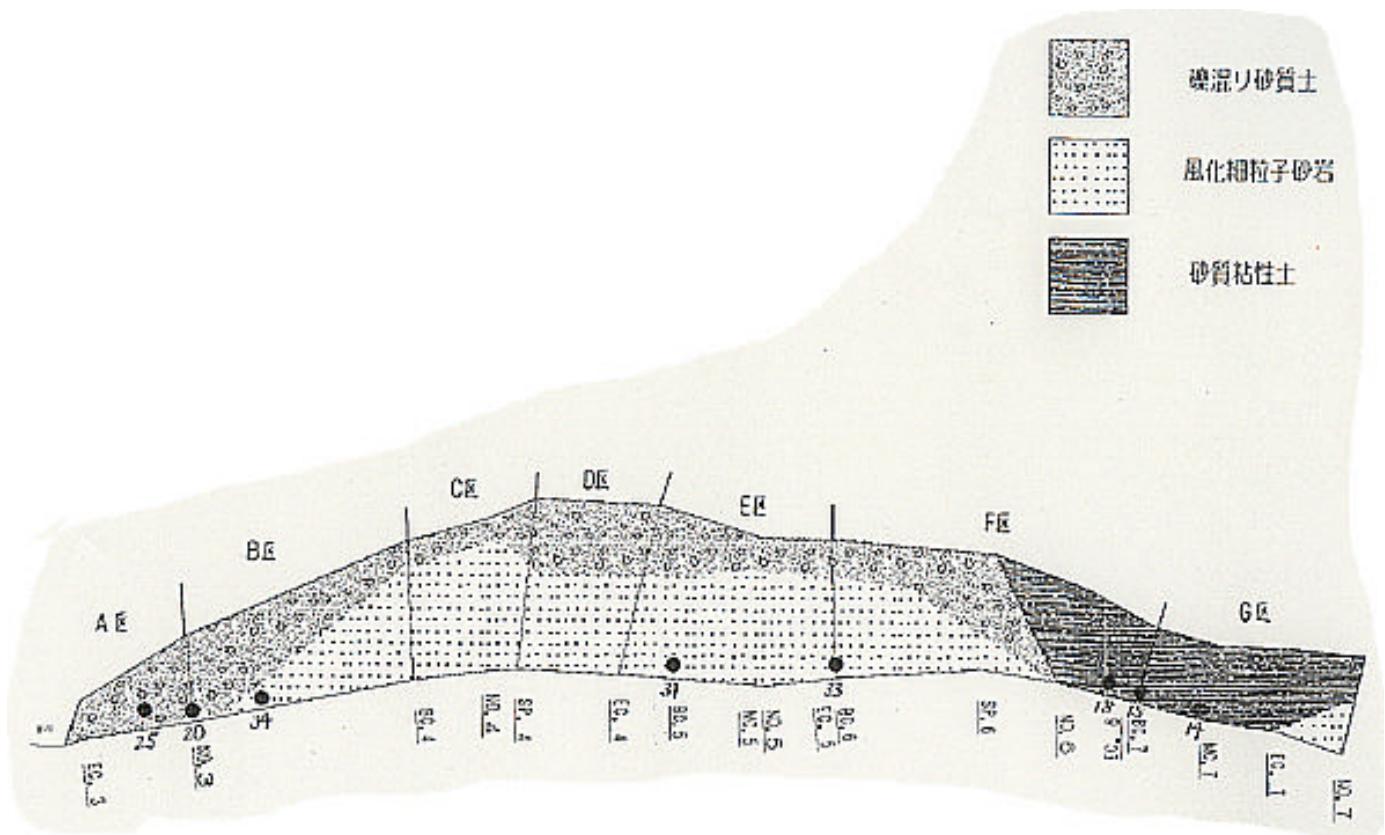
付表1 生育基盤性状

項目	A区 (表土)	B区 (表土)	C区 (表+チ)	D区 (表+チ)	E区 (チップ)	F区 (チ+従)	G区 (従来)
pH(H ₂ O)	4.8	5.4	6.3	7.30	7.7	7.3	6.7
	5.4	5.8	6.2	6.60	7.0	6.6	7.1
pH(1NKCL)	3.8	4.4	5.7	7.10	7.6	7.1	6.5
	4.1	4.2	5.1	5.50	6.5	6.1	6.2
灼熱減量	11.8	12.0	18.2	17.10	44.7	43.4	50.0
	7.9	10.2	26.2	21.40	51.6	57.4	52.8
窒素	0.22	0.21	0.21	0.17	0.25	0.30	0.67
	0.18	0.20	0.37	0.47	0.77	0.79	0.74
炭素	3.4	3.6	6.5	5.70	15.4	12.3	26.6
	2.4	2.5	9.1	11.20	25.2	24.4	27.2
C - N 比	15	17	31	34	62	41	40
	13	13	25	24	33	31	37

* 各項目の上段が施工時、下段が施工6ヶ月後の値



付図 1



付図2 のり面土壤硬度 土壤硬度

引用文献・用語説明等

- 1) (社)日本道路協会: 道路土工 のり面工斜面安定工指針, 丸善, p217 (1999)

2) 美山町既存緑化のり面調査: 未発表, 他

3) 潜在自然植生: 植物生態学にある概念で「現在ある場所で人間の生活を全て取り除いたときに, 理論上, 終局的に成立する植生」のこと, 現地周辺の植生調査に基づき, 推定するものである. これから, 遷移途上で出現する植生も確定される.

4) 遺伝子交雑の防止: 同じ種とされる植物でも, その遺伝子が違うことがある. 例えば, 日本と韓国のススキは, 種としては, 同じであっても遺伝子上は異質である可能性が高い. したがって, この二つの交雑が進むと元の固有種の遺伝情報が失われる. つまり, 市販されている種子の中には, 同種でも外国産のものがあるため, 使用することで, 遺伝子交雑の可能性がある.