

富士山麓火山性堆積土（スコリア） 地域における緑化工法の事例

久保満佐子¹⁾・林 敦子¹⁾・松谷 順¹⁾・眞野亮二²⁾

Efficient Revegetation Method
in the volcanic ashsoil area around Mt. Fuji

Masako KUBO, Atsuko HAYASHI, Jun MATUTANI and Ryoji MANO

Abstract : In order to develop the revegetation method on the artificial cut slope of the volcanic ashsoil around the Mt. Fuji in Yamanashi prefecture, we built the experimental revegetation construction. In order to stabilize the surface of the slope, we covered the slope by sandbag made of palm fiber, and planted pot seedlings in them. We also established sheets and mats with herb seeds on the slope for revegetation. As a result, there are 10 times soil erosion in the non prepared area than every prepared area. Stabilization of the slope surface promotes establishment and growth of seedlings. In terms of the costs, sheets with herb seeds are cheaper, but which are easy to break. On the other hand, sandbag makes slope surface stable efficiently, however it is more expensive. Therefore, we suggest that both methods, fortifying the sheets by planting sandbag, are used for the stability and revegetation.

要旨：本試験では富士山麓スコリア地盤での緑化工法の開発を目的として、実験的な緑化施工を行った。スコリア地盤の切土のり面で、植栽コンテナを利用して表層を安定させ、その上でポット苗を植栽して緑化を試みた。草本に関しては植生シートと植生マットを直接設置した。その結果、無施工区では施工区に比べ10倍の土砂流出があり、表層を安定させることが苗の定着と成長には効果的であった。価格に関しては、植生シートは安価で他の施工に比べ利用しやすいという利点があるが破損しやすく、一方、植栽コンテナはのり面表層の早期安定には適切だが高価となる。このため、植栽コンテナで植生シートを補強するかたちで工法を併用し、表層の安定化と植生の回復をはかることが望ましい。

1 はじめに

富士山麓に広がる火山性堆積土のスコリアは、内部構造が多孔質な火山噴出物で粘着性が小さく、浸食されやすい特性を持つ（日下部ほか 1991）。山梨県では桑の木沢地区、静岡県では大沢崩に代表されるように、スコリア層崩壊地域での土砂の安定や植生の回復は容易ではない。これまで、スコリア地盤林道のり面の緑化施工でも吹付工法（大澤・笹原 2000）や植生シート工法が導入されてきた。しかし、吹付では導入植物が根付くのに数度の吹き付けが必要となったり、植生シートでは木

本の侵入が進まずシートが破損してスコリアが流れ出すといった問題が発生している。これらの問題を解決するためには、まず土壌表層部の安定が重要となり、その上で緑化によるのり面の持続的な安定を図ることが望ましい。

本試験では、スコリア地盤林道のり面における緑化工法の開発を目的として、実験的な緑化施工を行った。スコリアの浸食されやすい特性から、植被の回復により表層の安定化を目的とする従来の手法ではなく、まずのり面表層部の安定のための施工を行い、草本・木本を導入した持続的な緑化を試みた。ここでは特に、ヤシ繊維でつくられた植栽コンテナ（中村ほか 2000）を用いた土壌表層部の安定と緑化の効果を一事例として報告したい。

2 調査地

施工調査地は、富士山麓のスコリア地盤地域にある富士山中線の林道のり面（標高約 1300 m）である（図 1、写真 1）。施工のり面は、傾斜角 30 度から 40 度の切土のり面で、斜面方位は北西、法長約 5 m、延長 40 m である。隣接のり面では所々ヤマハンノキの侵入が見られ、周囲の林分はカラマツ人工林となっている。

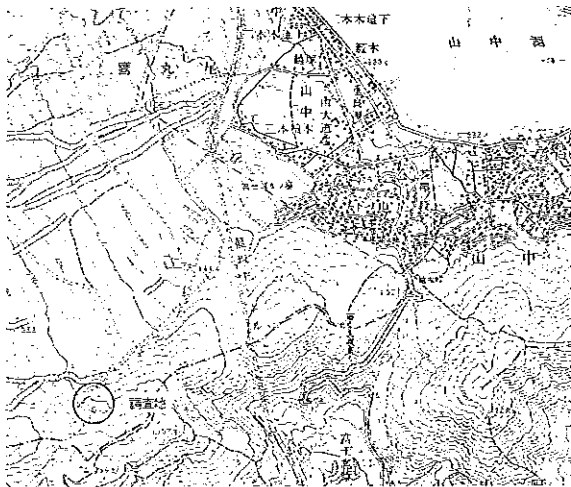


図 1. 調査地位置図



写真 1. 調査地切土のり面

3 調査方法

富士山中林道の切土のり面で、平成 13 年 6 月に、a) 植栽コンテナ（写真 2）：ヤシ繊維で編んだ袋に土壌（スコリア土壌+パーク堆肥、スコリア土壌+パーク堆肥+山土）を詰めた植栽基盤を杭で固定、b) 植生シ-

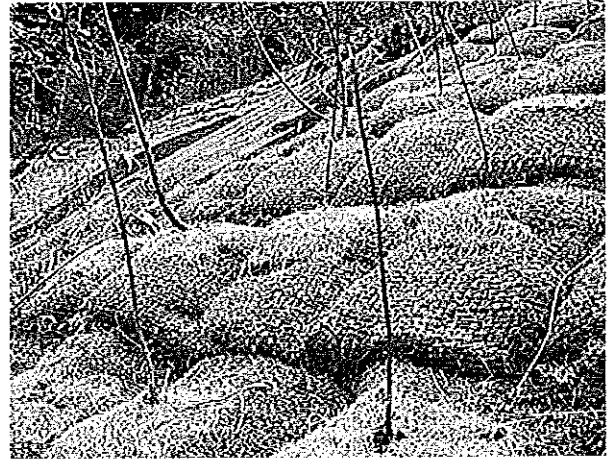


写真 2. 植栽コンテナ

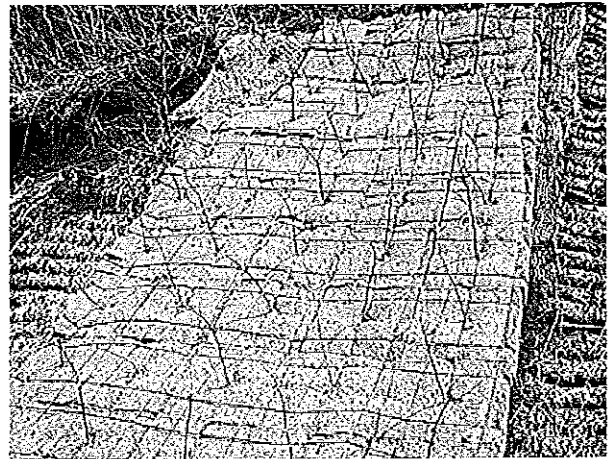


写真 3. 植栽マット

ト 1：種子を挟んだ強度の弱いシートを杭で固定、c) 植生シート 2：種子・肥料を挟んだ強度の強いシートを杭で固定、d) 植生シート 3：種子・肥料を挟み排水層等のあるシートを杭で固定、e) 無施工、の施工を行った。さらに平成 14 年 5 月には、f) 植栽マット（写真 3）：ヤシ繊維の不織布マット（厚さ 12cm）を杭とロープで固定、g) 植生マット（写真 4）：ポリエチレン製ネットに有機質土壌と種子を混入した厚さ約 5 cm のマットをアンカーにより固定、h) 保水性ネット：ネットを杭で固定、による施工地を加えた。さらに、施工の違いによって土砂流出量がどのように異なるかを明らかにするため、a) b) c) d) e) の施工の最下部に流出土砂を回収する箱を設置して、平成 13 年の 8 月、12 月、そして雪解け後の平成 14 年の 4 月に、それぞれの期間の土砂流出量を調べた。

緑化用の木本は、ポット苗と挿し木を利用した。132 個全ての a) 植栽コンテナに、ヤマハンノキ、シラカン



写真4. 植生マット

バ、ミズナラのポット苗を1本ずつ平成13年6月に植栽し(計ヤマハンノキ44本、シラカンバ44本、ミズナラ44本)、平成14年5月には47個の全てのf) 植栽マットにも同樹種を植栽した(計ヤマハンノキ16本、シラカンバ15本、ミズナラ16本)。早期緑化に適した工法および樹種を明らかにするため、毎年秋に苗の生存と樹高および根元直径の成長量を調べた。さらに植栽コンテナによる苗の安定効果を比較するため、e) の無施工区でも同樹種を斜距離約1m間隔で5段階に植栽し(計ヤマハンノキ10本、シラカンバ10本、ミズナラ10本)、植栽後の移動量を調べた。挿し木は平成14年5月に、e) g) h) でヤマハンノキとバッコヤナギを使用し(計ヤマハンノキ24本、バッコヤナギ24本)、生存率の変化を調べた。草本に関しては、b) c) d) のシートおよびg) のマットで植被率の回復を毎年夏に調べた。木本と草本の調査は、平成15年11月まで行った。

また、緑化工法の採用に際しては、価格が重要な要素の一つとなるため、各工法の価格比較の目安として材料費を算出した。

4 結 果

(1) 土砂流出量

土砂流出量は植栽コンテナや植生シートでは差が少ないが、それらに比べて無施工区では約10倍の土砂流出があった(図2)。季節の違いでは、4月の土砂流出量が他の季節の10倍になる施工区があったが、冬の間の霜柱の形成や春の雪解の影響による表層の流出が大きな要因と思われた。

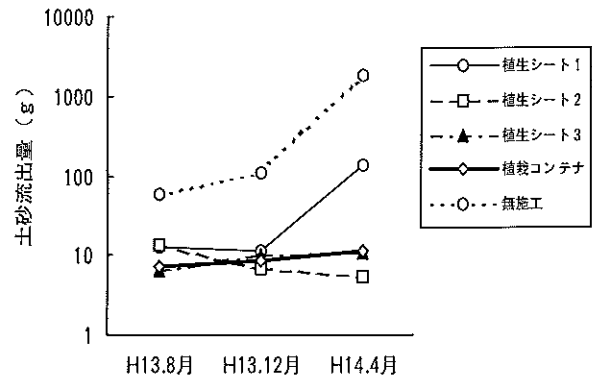


図2. 工法別の土砂流出量

(2) 植栽木の生存と成長

植栽コンテナの苗の3年目の平均生存率は71%、ヤマハンノキが59%、シラカンバが55%、ミズナラが100%、植栽マットは2年目で全体の平均生存率は89%、ヤマハンノキが94%、シラカンバが80%、ミズナラが94%であった(図3)。樹高成長量は、植栽コンテナのヤマハンノキ2年目と3年目の成長量が最も大きく(図4)、

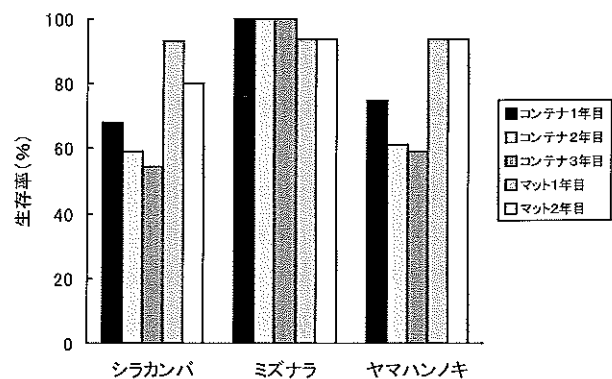


図3. 樹種別の生存率

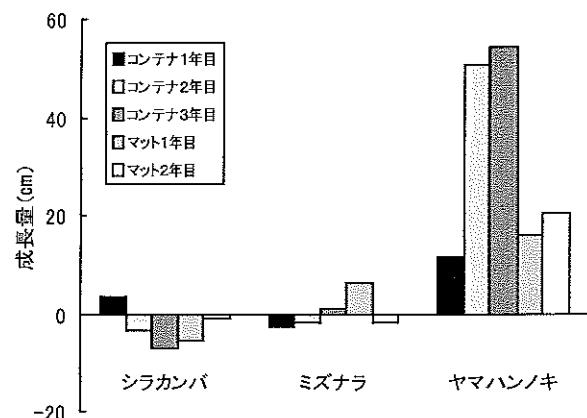


図4. 樹高成長量

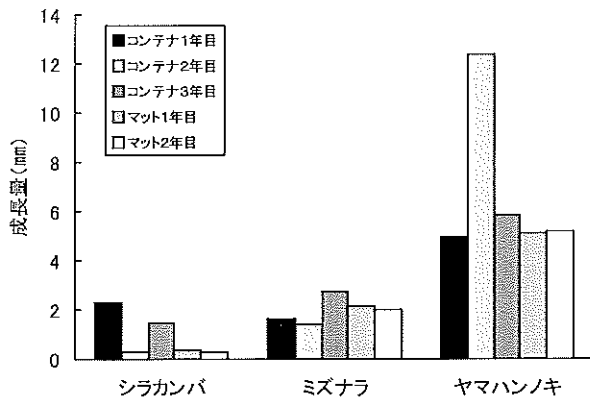


図5. 根元径成長量

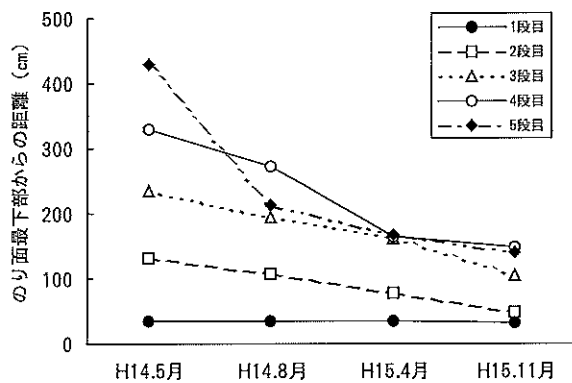


図6. 無施工区の苗の移動量

根元直径は、植栽コンテナのヤマハンノキ2年目が最も成長量が大きかった(図5)。植栽コンテナには全てパーク堆肥が混入されており、植栽マットでの成長よりよかったことの原因の一つと考えられる。また、夏にミズナラは乾燥によるうどん粉病、シラカンパは先枯れが確認され、樹高成長はマイナスの値となった。

(3) 植栽木の移動量

無施工区では土壌表層部が不安定なため、植栽した苗の97%が移動しており、のり面から消失した個体は23%であった。移動量に樹種による違いはなかったが、最下部(1段目)の移動量が最も少なく、斜面の中腹から上段のものが移動しやすい傾向があった(図6)。ここでの苗の成長量は測定しなかったが、コンテナの植栽木に比べ成長が不良な様子が観察された。

(4) 挿し木の生存

挿し木に関しては各工法による生存率の違いは見られず、ヤマハンノキよりもバッコヤナギの生存率が高かつ

た(図7)。ヤマハンノキは1年目の冬を越えた後の5月にはほとんどが抜け落ち、バッコヤナギでも少ないものの同様の傾向が見られた。これは、冬期の霜柱の形成や春の雪解けによる表層の流出が原因と考えられる。生存したバッコヤナギ(写真5)は施工の翌春5月に花をつけ、不定根も多く発生していた。

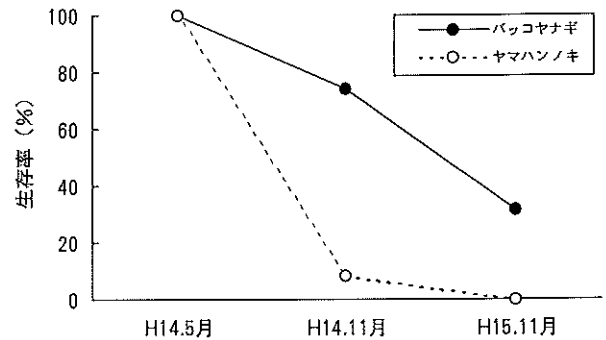


図7. 挿し木の生存率

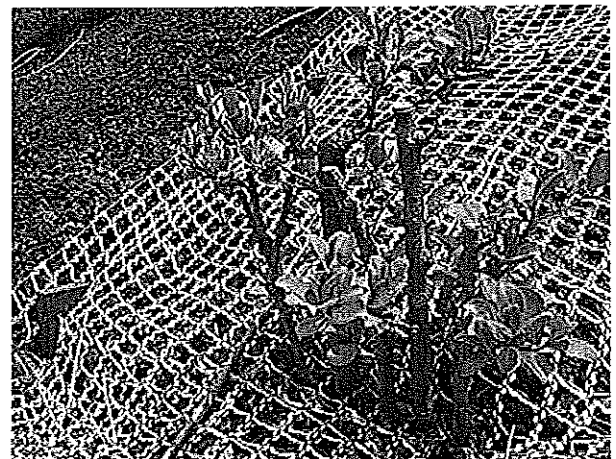


写真5. バッコヤナギ挿し木

(5) 草本による植被

草本に関しては、いずれの植生シートも植被率の値は低く、多くのシートに破損が見られたが(写真6)、植生マットは破損はなく、今後の植被率の回復が期待された(図8)。植生シートは上部での破損が目立ち、斜面上部から流れてきた土砂は、斜面の中腹で一度停止している様子が観察された。

(6) 各工法の価格

工法の決定には価格も重要な要素となるので、各工法の単位面積あたりの材料費を算出した(表1)。植栽マットは今回特別注文のために、単価が高かった。植生シー



写真6. 破損した植生シート

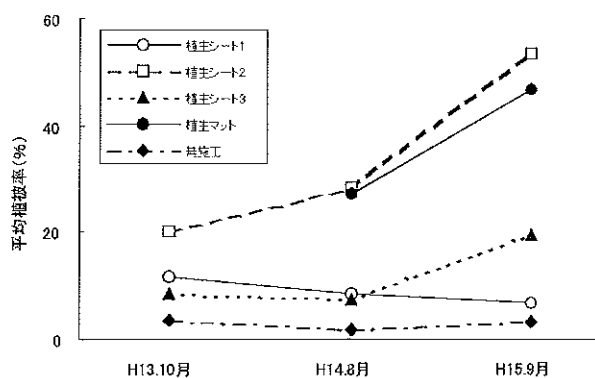


図8. 植被率の変化

表1. 工法別の材料単価

材 料	品 名	材料単価 (円/㎡)
植生シート1	ロンケット	200
植生シート2	ベルテックス	1,700
植生シート3	多機能フィルター	2,700
植生 マット	SN 緑化マット	3,500
植栽コンテナ	植栽コンテナ	4,628
植栽 マット	※特注品	22,000

トは種類により単価の違いが大きかった。今回採用した工法は、施工方法などが新しく、施工歩掛り等が確立されていない。このため、今回採用した全ての工法について、人件費などの施工費（大部分が人力施工）は含まず、材料費のみで比較した。

近年一般的に施工されているのり面工の単価 (円/㎡) は、施工歩掛りが確立されているため材工共の市場単価が公表されている。それらと比較したところ、種子散布工 (客土吹付は含まない) は約 200 円、植生基材吹付工

(厚さ 3 cm) が約 4000 円、モルタル吹付工 (厚さ 5 cm) が約 4600 円であった (建設物価調査会 2004)。

5 考 察

スコリアは内部構造が多孔質な火山噴出物で、粘着性が小さく、浸食されやすい特性を持つ (日下部ほか 1991)。このため、スコリア堆積土地域でののり面の緑化は、表層の安定化を第一に行うことが必要と考え、本試験では植栽コンテナ (中村ほか 2000) により表層を安定させる施工を導入した。

植栽コンテナによる施工は、土砂流出の抑制 (図 2) や植栽した苗の安定に効果的であり (図 6)、これにより表層の安定と緑化が期待できた。植栽マットでも同様の効果が期待できるが、コンテナの方がバーク堆肥が混入できるためか苗の成長がよく (図 4、5)、早期緑化に適していると思われる。植生の回復により土砂流出が停止することが報告されているが (江崎・藤久 1990)、植栽コンテナによる施工は緑化と土砂流出の抑制の両方の役割を担っており、流出しやすいスコリア地盤地域では特にその効果が大きいものと思われる。

のり面の緑化施工では、自然状態で在来種が侵入し森林へ回復していく (星子・亀山 1997、星子 1999) ことが望ましい。しかし、施工後数年を経ると表層崩壊を起こすことや (高尾 1997)、吹き付ける種によっては遷移が進まないこともある (山辺・藤原 2000)。本試験では長期的な緑化を目的として、これまでの草本から木本という移行ではなく、木本を伴う表層の安定により草本層も発達することを想定して、植生シート・マットによる草本の導入と、植栽コンテナによる木本の導入を同時に行った。

今回利用した苗では、生存率はミズナラが高いが成長はヤマハンノキがよく (図 3、4、5)、早期緑化としてはヤマハンノキが適しているが、その後はミズナラが持続的な緑化の役目を果たすことが予想される。ヤマハンノキは根粒菌との共生により成長が早いことが一般にいられているが、植栽後 3 年の苗で菌が確認できた。挿し木に関してはバッコヤナギの生存がよく (図 7)、不定根の発生もはやいことから、早期の緑化や表層の安定化のために、杭などにも利用できる。

草本の回復は、自重で表層を固定することができる植生マットで今後の安定した植生の回復が期待できた。植生シートは破損するものが多かったが、植生シートの植

被率の違いは(図8)、シートの種類以上にシート周囲での施工方法による影響が考えられた。最も高い植生率を示した植生シートは周囲にコンテナの施工が行われており、逆に最も植生率の低いシートは無施工区の隣であった。このため、植生シートを利用する際は他の施工方法との組み合わせ方を考慮することが必要となる。

植栽コンテナは、施工後初期の表層の安定化を目的とし、長期的には腐食により自然にもどることを想定して導入した。施工3年後にコンテナ表面やコンテナ間に草本の侵入があり、また、土壤に接している面では繊維の腐食が進んでいた。道路のり面への樹木の導入は、樹木の根系により土壤を安定させる効果と(塚本 1998)、逆に、樹木自体の転倒などによる負の効果が考えられる(前田ほか 2000)。植栽後3年の現在では、ミズナラとシラカンバはまだコンテナから外にはほとんど根を張っておらず、ヤマハンノキは根系の先端がコンテナからのり面表層部に侵入する程度であった。このため植栽木を引き抜くと、根系は切れることなく抜けてしまった。これは、スコリアの粘着性が小さい性質にもよるが、今後コンテナの腐食と植栽木の成長に伴い、根系がのり面の安定にどのような効果をもたらすのかを調べる必要がある。

のり面の持続的な安定と緑化のためには、最適な施工法を選択することが望ましいが、施工に関してはそれに要する経費もまた重要な要因となる。価格の面から考えると、植栽コンテナや植生マットより植生シートが安価で利用しやすい。それに対して植栽コンテナは、表層土の早期安定と持続的な緑化には適切と思われるが高価である。このため、コンテナやマットなどの表層を安定させる効果の高い施工法の間には植生シートを併用し、表層の安定と草本・木本の導入を同時に行うのが実用的かと思われる。

謝 辞

本試験を行うにあたり多くの方々にご協力いただいた。施工を行う際は、山梨県森林総合研究所の清藤城宏副所長、小林茂樹主任技能員、富士吉田試験園の神戸陽一主任技能員、渡辺真紀子氏、不動建設株式会社環境事業部の萩野芳章氏、一丸敏則氏、に多大なご協力をいただいた。現地調査の際は、山梨県森林総合研究所の鈴木泰仁技能員、山梨県南アルプス市在住の齊藤美咲氏、増穂町在住の長沢京子氏、昭和町在住の堀口京子氏にご協力いただいた。ここに心より御礼申し上げる。

引用文献

- 江崎次夫・藤久正文(1990) のり面の緑化について(Ⅰ) —実験斜面における10年間の土砂流出量と在来種の侵入率—, 日本緑化工学会誌 第15巻 第3号:1-13.
- 星子 隆(1999) 高速道路のり面における木本植物の侵入と種子散布様式に関する研究, 日本緑化工学会誌 第25巻 第2号:102-114.
- 星子 隆・亀山 章(1997) 高速道路のり面における木本植物の侵入とアカマツの成長, 日本緑化工学会誌 第22巻 第3号:155-162.
- ㈱建設物価調査会(2004) 建設物価 臨時増刊「土木コスト情報」:110-127, 250-259.
- 日下部治・前田良刀・大内正敏・萩原敏行(1991) 不攪乱スコリアの強度・変形特性と攪乱の影響, 土木学会論文集 439:69-78.
- 前田浩之助・杉山太宏・赤石 勝(2000) 関東ロームの切土砂面に侵入, 成長した傾斜樹木の引き抜き抵抗, 日本緑化工学会誌 第25巻 第4号:311-316.
- 中村正邦・一丸敏則・萩原芳章(2000) 幼苗を用いた岩盤斜面の樹林復元技術「植栽コンテナ方式」の研究開発, 日本緑化工学会誌 第25巻 第4号:591-594.
- 大澤和幸・笹原則之(2000) 富士山新五合目御殿場口登山道駐車場のり面(スコリア層)における高次団粒吹付工の適用例, 日本緑化工学会誌 第25巻 第4号:499-502.
- 高尾和宏(1997) 静岡県内における火山灰土壌地域ののり面緑化について, 日本緑化工学会誌 第23巻 第2号:114-118.
- 塚本良則(1998) 森林・水・土の保全—湿潤変動帯の水文地形学—, 朝倉書店, 東京, pp138.
- 山辺正司・藤原辰也(2000) 道路のり面への侵入種の特性からみた植生工のあり方について, 日本緑化工学会誌 第25巻 第4号:611-614.