

環境対策 特集

表土の移植復元 —表土マット移植工法—

梁川 俊晃・内田 渉・徳永 正夫

表土移植は、地域の植生相を保全し早期に自然回復させることができる理想的な緑化手段である。これまでも表土をまるごと採取し移植する工法が試みられた事例はあるが、使用する重機や採取する表土が大きすぎて、急斜面での表土採取や切土のり面など勾配が急なのり面に移植することは困難であった。

そこで、起伏の多い自然地形でも自在に表土を採取し、採取した表土をのり面に貼付けることができるよう、表土を効率よく小さなマット状（縦 50 cm×横 50 cm）に採取できる機械を開発し、採取からのり面貼付けに至る一連の作業を、効率的に行うことのできる施工方法を考案した。

キーワード：表土移植、根株移植、移植装置、のり面、緑化、自生種、表土マット

1. はじめに

表土は、植物の生長に必要な有機物やその土地における自生種の根茎、種子を豊富に含んでいるため、早期の自然回復に最も適した植生基盤である。

表土の性状は場所によって様々であるが、一般的に地表面から深さ 10～30 cm 程度の厚さで適度に粘性があり、その中には無数の根茎が複雑に絡み合い緊縛しあっており、切取ると崩れることなくそのままの形状で採取できる場合が多い。表土のこの性質に着目し、乱さず採取して、そのまま皮膚移植のようにのり面に貼付ければ、ある程度の勾配ののり面でも形状を保持し、自生種による早期自然回復が可能になると考えられる。

これまでも表土をまるごと採取し移植する工法が試みられた事例はあるが、使用する重機や採取する表土が大きすぎて、急斜面での表土採取や切土のり面など勾配が急なのり面に移植することは困難であった。

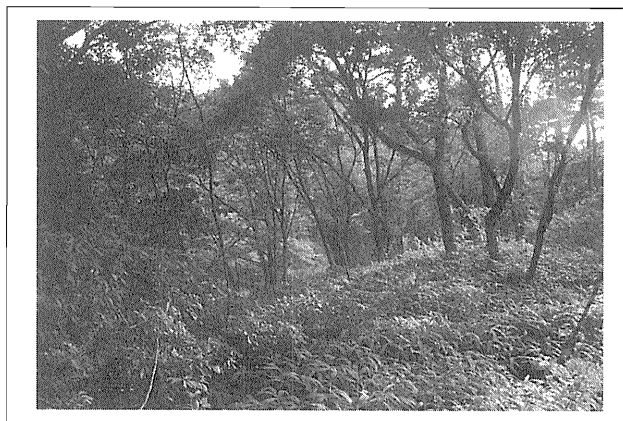
そこで、起伏の多い自然地形でも自在に表土を採取し、採取した表土をのり面に貼付けることができるよう、表土を効率よく小さなマット状（縦 50 cm×横 50 cm）に採取できる移植装置を開発し、採取からのり面貼付けに至る一連の作業について、試験施工を通じて、効率的な施工方法の確立を目指した。

2. 表土の移植復元

（1）開発の背景

生物多様で緑豊かな自然が残された地域において道路建設等の開発を行う場合、工事に伴う伐採作業などで失われた植生を早期に再生し、速やかに動植物生息環境を復元・創出することが必要である（写真一）。

しかしながら、従来の種子吹付け等ののり面緑化技術では、植物の生長に長期間を要するうえ、購入種とりわけ外来種の導入により、植生相の破壊や遺伝子の攪乱などの問題があり、生態系への少なからぬ影響が避けられなかった。



写真一 周辺地域の豊かな森

今回、この工法の開発にあたった現場は、自然公園特別地域内を通過する、第二名神高速道路、信楽 IC

の東側から甲南トンネル西坑口までの延長約1kmの建設区間である。現場では、十数種類の貴重植物を含め多様で豊かな植生相をもつ森と清流を開削し付替える必要があった。

このため、植生相の保全と早期回復が最大の課題となり、外来の購入種を排除し、自生種のみによる植生の回復を実現させるべく、効率的な表土の移植復元工法の開発に着手した。

(2) 表土の性状調査

現場周辺は、林床植生としてミヤコザサを主体としたササ類が繁茂している。工法の検討に先立ち、部分的にチェーンソーを使って表土の切取り試験を行った(写真-2)。その結果、表土の厚さは概ね15cm前後でその下の地山は境界が明瞭であり、切取った表土は根茎の緊縛によりマット状に形状を保持していることから、持ったり動かしたりすることが十分可能であることが確認された。



写真-2 チェーンソーによる表土の切断採取状況

また、このマット状の表土の中にはササ類の根茎の他にヤマツツジ、イヌツゲなど種々の灌木やコナラなどの根株が含まれていた。このことは、移植後これらの根株が伸長し早期に灌木林を形成することで適度に日光を遮り、自然条件の厳しい切土のり面などにおいても、ササ類に適した環境が早期に再現されることが期待できると考えられた。

3. 表土移植装置の開発

(1) コンセプト

従来の表土や根株移植は、ある貴重な樹木の保全やスポット的な景観確保など造園的な目的で行われてい

た。このため枯損リスクの最小化に重点がおかれ、対象となる植物周辺の表土を乱さず一度に大量に採取するために、大掛かりでコストがかかり、しかも、急斜面での表土採取や勾配が急なり面に移植することは不可能であった。

今回は、高速道路の建設により発生する一般的な切土や盛土のり面が対象であり、この約1km区間だけで、対象のり面が約45,000m²もある。したがって起伏の大きな自然斜面から大量の表土を効率よく採取する汎用性が、移植装置に求められた。

(2) 移植装置の設計

前述のコンセプトから以下のような移植装置を考案し試作機の製作を行った。

- ① 起伏のある自然斜面でも縦横に移動できる機動性を確保するため0.25m³級の油圧ショベルをベースマシンとし、汎用性を考慮してアタッチメント方式とした。
- ② 採取、運搬、保管、のり面への貼付けなど一連の作業を通じて崩れず一体として扱えるよう乱さず採取するため、油圧による押抜きせん断方式とした。
- ③ マット状に採取した表土(以下、表土マットと記す)の大きさは、型崩れせず人力で取扱える大きさ(縦50cm×横50cm)とした。

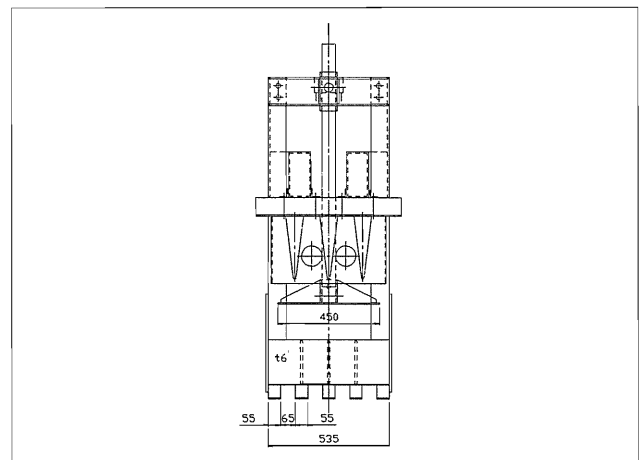


図-1 表土移植装置の概要図

図-1は、製作した試作機の概要図である。

装置は、下刃と枠状の上刃から構成されており、表土の下に下刃を敷入れた後、油圧により上刃を降下させ表土を押抜くような構造となっている。上刃は、根株や石などに当たり破損しやすいため、交換可能な構造とした。

採取する厚さは上刃がスライドすることから表土の

厚さに応じて 10~30 cm 程度の範囲で調整が可能である。

(3) 表土マットの採取 (写真—3, 写真—4)

試作機の試運転を行っていく中で、いくつか改良の必要を生じた。主な改善点を以下に示す。

- ① 採取する斜面の傾斜に応じて、下刃の敷入れ角度を変える際、押抜き用の油圧バルブがアームに接触し、作業範囲を狭めるため、油圧バルブの接続位置を変えて接触しないようにした。
- ② 押抜いたあと、表土マットが上刃から容易に離れないため、上刃に傾斜をつけ、さらに上刃の上に押し出し板を取付けた。これにより、押抜き後上刃がもとの位置に戻るときに、上刃の中の表土マットが押し出し板に当たり、確実に押出されるようになり、作業効率が著しく改善された。

改良後の採取作業は順調で、オペレータもすぐに操作に慣れていった。採取作業能力について調査した結



写真—3 採取機による表土マット採取状況



写真—4 採取した表土マット

表—1 移植装置の採取能力

	斜面勾配		全 体
	1 : 1.5 以上	1 : 1.5 未満	
対象面積 a (m ²)	13,062	6,997	20,059
採取面積 b (m ²)	4,911	461	5,372
採取率 b/a (%)	38	7	27
作業時間 c (h)	704	104	808
採取能力 b/c (m ² /h)	7.0	4.4	6.6

果を表—1 に示す。

当初は、勾配が急で移植装置が直進で登れない 1 : 1.5 未満の斜面までは採取できないであろうと考えていたが、写真—5 のように地山掘削のバックホウとベアを組み、表土採取と斜路の構築を並行して行いながら、ほとんどの斜面で採取作業ができたことは特筆すべきことである。



写真—5 急傾斜地での採取状況

採取できる自然斜面の対象面積に対する、実際に表土マットとして採取できた面積の割合を表した採取率は、平均約 27% であった。状態の良い場所では部分的に 80% 近く採取できたところもあった。採取率が低下する要因としては、著しい急傾斜地の他に、立木伐採時のかく乱、立木の根株、岩や転石の露頭などがある。また、表土の土質が砂状の扇状崖錐地で、採取後すぐ崩れるところも一部にあった。

採取能力は、地形など諸条件に左右されるが、平均的に約 7 m²/h を記録し、コスト面も含めて汎用化にむけた実用性を確認できた。

採取した表土マットを任意に取出し、重量を測定した結果、重量は 30~40 kg 程度、比重にすれば 1 程度であった。これは当初の予定通り作業員の持ち運びや施工等に対しほどよい重さであった。

4. 移植手法の確立

(1) 表土マットの保管、仮置き

現場で表土を採取できる時期は工事着手早々であり、採取してから貼付け対象となるのり面が形成されるまでの間は、切取った表土を一時仮置き保管しておく必要がある。一方、移植という視点で考えると仮置き期間は短い方が望ましく、また夏場の採取や仮置きは極力避ける必要がある。今回の試験施工においては、以下の原則を暫定的に定めて実施した。

- ① 表土は仮置き期間の水分の蒸発を防止するために、採取前に地上に伸びている枝葉の刈取りを行う。また仮置き中も、木陰等の場所を選定するなど乾燥防止に留意する。
- ② 仮置きが必要な表土は、植物の生長が止まる10月～翌年3月の冬期間に採取する。
- ③ 仮置き期間は採取から6ヵ月以内とし、酷暑となる7月～9月は仮置きしない。

仮置きや小運搬を効率的に行うために、溶接金網（鉄線径φ5mm、網目100mm角）を加工して、縦100cm×横100cm×厚さ15cmのパレットを作製した（写真—6）。



写真—6 表土マット用パレット

採取場所で、このパレットに表土マットを4個組入れて小型トラックで集積する。表土を入れたパレットは、8段程度積重ねての保管や、専用吊り金具を用いての積降ろしが可能であり、仮置き場所での保管スペースの集約化や採取～集積、仮置き～貼付けに至る小運搬を効率的に施工することができた（写真—7）。

(2) 切土のり面の施工

施工現場の切土のり面は、風化花崗岩の土砂および

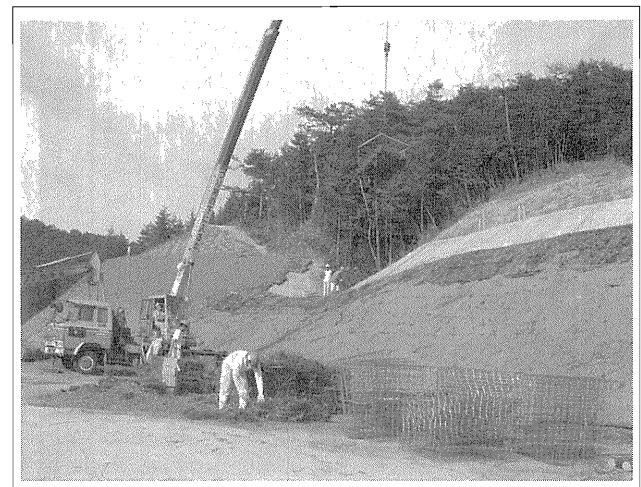


写真—7 表土マットの仮置き (採取後3ヵ月)

軟岩で、のり面勾配は1:1.0である。切土のり面では、前述の専用吊り金具を使用して、表土マットをパレットごとのり面に貼付けアンカーピンで縫い付け固定した。パレットは運搬・保管具であるとともに、急勾配のり面では表土マットの植生が回復し、のり面に根付くまでの間の形状保持と表面崩落防止のためにも必要なものである。

貼付け作業は、移動式クレーンを使用して行い、のり面の下部より順次パレットを据付けていくが、横方向パレット2段毎に伐採材の丸太を設置してパレットの滑落防止と施工中の足場とし、また切土面と表土マット背面の隙間に目土を入れて地山との密着性を向上させた。

写真—8は平成14年3月に採取した表土マットを同年6月に現地切土のり面に貼付けている状況を示している。また写真—9は同じ場所の施工後約2年が経過したのり面の状況である。現在までの経過確認では、生育環境により若干の差はあるが、概ね順調に植生の回復が図られている。



写真—8 表土マット貼付け状況 (平成14年6月)



写真—9 施工後約2年経過（平成16年6月）

（3）盛土のり面の施工

盛土のり面など、勾配が1:1.5より緩やかなのり面ではパレットがなくても安定しているため、直接表土マットをのり面に貼付けた。

写真—10は盛土のり面に市松模様（50%）で貼り付けた施工状況であり、写真—11は約2年後の植生の回復状況である。間土部分にもササなどの伸長が確



写真—10 盛土のり面の施工状況（平成14年3月）



写真—11 施工後約2年経過（平成16年6月）

認できる。

（4）汎用化に向けた課題と取組み

表土マットは、地形的要因の他、切株や転石などの制約により自ずと採取量に限界があり、すべてののり面を、採取した表土マットでカバーすることはできない。当現場での採取面積は約8,500m²で、可能な限り表土採取を試みたにもかかわらず、切盛土施工のり面面積約45,000m²の2割程度にとどまった。これでは表土マットにより施工できるのり面は特定の場所に限られ、全面的に採用するような汎用化は望めない。

このため、表土マットを自生種の核として散在させ、不足箇所には伐採木の枝葉や切株など建設発生木材を再資源化した基盤材やチップマルチング材で補う手法を試みている。写真—12は、切土のり面におけるその一例である。この基盤材には購入種子を入れていない。まずは混合した表土に含まれる根茎や埋土種子、あるいは飛来種子からの植生と、散在させた表土マットからのササ等の伸長、増殖等自生種のみによる植生回復を目指していく。



写真—12 建設発生木材と表土を混合した基盤材の吹付け

5. おわりに

表土マットには、ササだけではなくコバノミツバツツジ、アセビ、ウツギ属、コナラ、アカマツ、ナツハゼ、ソヨゴ、ヒサカキ、モチツツジ、ヤマツツジ、ヤマハゼなど、多様な木本類の根株が豊富に含まれており、これらの木本類も順調に生長している。

また、表土マットの移植地から、事前の生息調査では確認できなかったササユリなどの貴重植物の芽吹きも確認されている（写真—13）。



写真-13 表土マットから芽吹いたササユリ

今後も順調に生育し、むしろ植林地であった建設前よりも、多様で豊かな森が形成されることに期待を込めて、現在、継続的な追跡調査を行っているところである。

最後になるが、本工法の開発にあたり、貴重なアドバイスをいただいた京都大学大学院・柴田昌三先生を始めご協力をいただいた関係諸氏に謝意を表してこの報告を終わる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 梁川俊晃, 宮崎雅人, 高戸順一: 表土マット移植工法の開発, EXTEC,

No. 66, pp. 67-70

- 2) 梁川俊晃, 柴田昌三, 上村恵也, 徳永正夫, 衣笠斗基子: 表土マット移植工法を用いた法面緑化に関する調査研究, 第34回日本緑化工学会大会, 2003年9月
- 3) 村尾光弘, 梁川俊晃, 宮崎雅人, 内田渉, 関文夫, 石野和男: 森と水に囲まれた高速道路, 土木学会土木建設技術シンポジウム 2004, 2004年7月

【筆者紹介】

梁川 俊晃 (やながわ としあき)
日本道路公団関西支社
大津工事事務所
工事長



内田 渉 (うちだ わたる)
大成・五洋・フジタ共同企業体
第二名神甲南トンネル上り線工事
作業所長



徳永 正夫 (とくなが まさお)
大成・五洋・フジタ共同企業体
第二名神甲南トンネル上り線工事
副所長

