

乾性立地の植生に注目した切土のり面緑化手法の提案

A Proposal of Method to Reforestate the Face of Excavation

Slope Based on Vegetation on Dry Site

○上杉章雄*, 瀬田恵之*, 中野裕司**, 北村義一***, 槇田健三郎****, 福嶋 司****

Akio UESUGI*, Sigeyuki SETA*, Yuji NAKANO**, Yosikazu KITAMURA***,

Kenzaburou MAKITA****, Tukasa HUKUSIMA****

ABSTRACT : Face of excavation slope is difficult to reforestation introducing various treespecies, since it is rock-exposed and steep site. The authors propose a method for reforestation under the strict environment of face of excavation slope.

This method was tested at face of slope of dam site in Surikamigawa-river dam, Fukushima (under construction) and summarized as (1) ~ (4). (1) The most important properties of face of excavation slope are thin top soil and dry condition. Expected vegetation (vegetation that finally expected to stabilize on the site) was selected from forest vegetation based on the properties of the face of slope. (2) More resistive species against dry condition were picked up as species for introduction among the whole species of selected forest vegetation. A vegetation table was constructed from phytosociological vegetation reserch at 45 points around there, and the table produced the species. (3) Seedlings of the selected species were introduced on the face of slope by spraying basement (alternative top soil) after put of the seedlings, and covering the root of them. (4) The basement was mainly composed of sandy soil to make poor nutrient condition.

KEYWORDS : REFORESTATION, EXCAVATION SLOPE, VEGETATION ON DRY SITE,
SEEDLING, SANDY SOIL BASEMENT

1. はじめに

自然の豊かな地域でのり面緑化では、のり面の樹林化を目指すことが多いが、その際には、のり面上に最終的に成立する植生（目標植生）を設定し、目標植生への遷移を考慮して緑化を行うのが一般的である。その場合、のり面周辺の森林植生の中の最も一般的なタイプもしくは潜在自然植生と呼ばれるものが切土のり面における目標植生とされている。

しかし、切土のり面は表土が失われ岩が表出することが多く、勾配が急で乾燥した環境である。これを緩和するために、何らかの構造物をのりに設置し深さ数十cmという大量の客土を行う緑化手法があるが、この方法では費用が高くまた将来的な客土の安定にも不安がある。少量の客土を行うとすれば切土のり面は「土壌が薄く乾燥した立地」となる。

そこで、そのような切土のり面の立地を重視し、筆者らは目標植生としてのり面周辺地域に成立する植生の中でも「土壌が薄く乾燥した立地」に成立する植生を選定することが理に適っていると考えた。この

* 飛鳥建設(株)技術本部技術研究所 Technological Research Institute, TOBISHIMA Corporation

** ライト工業(株) RAITO KOGYO CO.,Ltd

*** 摺上川ダム本体建設工事飛鳥・大林JV The Joint Venture of TOBISHIMA and OBAYASHI

**** 東京農工大学農学部 Fac. of Agri., Tokyo Univ. of Agri. and Tech.

考えに基づき、導入植物の選定方法、植物を導入する工法を検討し、試験施工を行った。この試験施工は建設省東北地方建設局摺上川ダム本体建設工事において「技術活用パイロット事業」として行われている。またこの手法を飛鳥建設(株)では「切土法面乾燥立地緑化工法」と命名している

2. 切土法面乾燥立地緑化工法の要点およびその理由

以下に切土法面乾燥立地緑化工法（以下、当工法）の要点について述べる。

2. 1 目標植生の設定および導入植物の選定方法

「土壌が薄く乾燥した立地」の植生を目標とし、乾燥に強い樹種を選定する。そのプロセスを以下に示す。

(1) 植生調査の実施

のり面周辺地域において数十地点で植生調査（植物社会学的植生調査）を実施する。調査対象地域の植生の概況を把握するために、植生調査に先立って空中写真判読により植生図を作成する場合もある。

(2) 目標植生の抽出

調査結果を整理することで乾燥し土壌の薄い立地に成立する植生タイプを抽出し、これを目標植生とする。調査結果の整理には植物社会学的表操作を用いる。

(3) 乾燥に強い樹種の選定

目標植生の構成種の中から、樹木を導入することを前提として、より乾燥に強い樹種を選定する。これは目標植生の構成する樹種のうちで適湿な立地により多く生育するものを「乾燥にそれほど適さない樹種」として除くことで行う。

(4) 導入樹種の決定

選定された「乾燥に強い樹種」の中から苗木の生産状況等を考慮し導入樹種を決定する。また、このようにして決定された樹種が少ない場合、それ以外に乾燥に強いことが明らかで先駆的な（植生遷移の初期段階に出現する）樹種を補助的に導入する。

2. 2 植物導入方法

(1) 導入工法

樹木の導入には「苗木を置いて基材を吹き付ける方法」を用いる。のり面への樹木の導入方法としては、種子から導入する方法と苗木から導入する方法がある。ここ数年、のり面の樹林化の方法としてののり面に苗木を置いた後に厚層基材吹付（土壌の役目をする基盤材をのり面に吹き付け固着させる）を行う方法が実用化されており、この方法であれば勾配が急な切土のり面に苗木を固定することができるだけでなく、降雨による侵食にも耐える。種子に比較し苗木を用いた方がより多くの樹種を導入できることから、筆者らはこの方法を採用した。

(2) 使用する基材

吹付には短繊維を混入した砂質系基材を用いる。厚層基材吹付工で一般に用いられる基盤材には、有機質系のものと砂質系のものがある。前者はパーク堆肥やピートモス等の有機物を主体としており肥料分を比較的多く含む。これに対し後者は砂を主体としており肥料分は比較的小さい。筆者らは砂質系基材を採用したが、これは降雨等の侵食に弱いので耐侵食性を向上させるため短繊維を混入した。採用の理由は以下のとおりである。

1) 肥料分が少ない基材を用いることで、苗木の地上部の生長が抑制される一方、根は少ない肥料分を求めて伸長する（T/R比が小さくなる）。この結果、根の丈夫な乾燥に強い樹木に生長することを期待する。

2) 安全を考慮すると、のり面上に生育する樹木は樹高が低く風倒を起こしにくいことが望ましい。苗

木は樹高が低く根のしっかり張った樹木に生長し、風倒に強くなる。

3) 様々な樹種の苗木を用いる場合、有機質系より砂質系基材の方が平均して活着率が高いとの報告⁸⁾がある。

(3) 苗木の形状

苗木は原則としてコンテナ(ポット)苗木とするが、出荷時に圃場において枝葉を切戻したものを用いる。切戻しは活着率の向上を期待するものである。

(4) 階層構造

各階層毎にできるだけ多くの樹種を導入する。のり面上に豊かな生態系を形成させるためには、のり面上の植生が種類的にも構造的にも多様なものとなることが望ましい。そこで導入樹種によってのり面植生が階層構造を形成するように、樹林化時に高木、亜高木、低木の各階層を構成する樹種を想定し、各階層毎にできるだけ多くの樹種を導入する。

(5) 導入する草本類

背丈の低い草本類を播種する。のり面に周辺から草本類が侵入・生長し苗木を被圧する事態の防止および早期緑化を目的とし、ナデシコ類・クローバー等の背丈の低い草本の種子を播種(基材に混合)する。これらの草本は樹木の生長に伴い被圧され衰退するので、次第に周辺からの植物の侵入が可能になる。

(6) マルチングシート

強度の乾燥により導入された苗木の生育が困難である場合は、保湿のため苗木の根本にマルチングシート(現在、ワックスコーティングされた綿布製のものを使用)を敷設する。マルチングシートは周辺から侵入した草本類により苗木が被圧されることを防止する効果も持つ。

(7) 基材吹付厚さ

基材の吹付厚さは通常軟岩部で8cmとしているが、吹付のり枠などが設置されているのり面においては、植物の生育基盤の量を増大させるため、のり枠の水平梁を緑化基礎工としその上に基材を吹き溜める。

2. 3 施工後の遷移

当工法施工後は次第に目標植生へと遷移していくと予想する。植栽される樹種は目標とする植生タイプを構成する樹種の一部にすぎないが、植栽されたものが生育し、植栽されない構成種が侵入してくることによって、次第に目標植生に近づいていくと予想する。なお補助的に導入した先駆的な樹種は、目標植生に近づくに伴い衰退していくと予想する。

3. 現場への適用

3. 1 導入植物の選定

試験施工地である摺上川ダムにおいて、以下のように植生調査および解析を行って導入樹種を選定した。

(1) 調査位置

摺上川ダム建設地は福島県北部、摺上川流域に位置する。調査地域は標高240～460mの山岳地である。平均気温は10.2℃/月(250m)、9.6℃/月(350m)、9.0℃/月(450m)、年降水量は1331.7mm/年である。調査地点位置図を図-1に示す。

(2) 調査期間

調査は1995年5月から10月にかけて行った。

(3) 調査及び解析の方法

1) ライントランセクト調査(予備調査)

植生と地形および土壌との対応を把握するために、植生の分布と地形とが良く相関していると思

われた一斜面に、尾根から谷にかけてライン(108.5 m)を設置し、植生調査および土壌調査を行った。植生調査は6 mおきにラインを含むように8 m×8 mコドラートを7地点に設置し、各コドラートごとに植生調査を行った。土壌調査は10 mごとに11地点で試坑を掘った。

2) 広域での植生調査

のり面緑化における目標植生と導入する植物を選定するため、45地点で植生調査および立地調査を行い、組成表を作成し解析を行った。なお、植生調査は植物社会学的植生調査(Braun-Blanquet.1964)を行った。

(4) 調査・解析結果

1) 植生の分布

調査地一帯は、植林、伐採跡地、落葉広葉樹林、針広混交林など二次的な植物群落の占める割合が高かった。自然性が高い植物群落は、尾根沿いの針葉樹林と谷沿いの溪谷林であり、ともに地形の急峻な立地に分布していた。地形が急峻であるため尾根部は乾燥し土壌の薄い立地となっていた。

2) ライントランセクト調査(予備調査)

ライン上の植生には尾根および斜面上部(以下、尾根型斜面)に出現パターンを持つ種群(複数の種類)と、谷および斜面下部(以下、谷型斜面)に出現パターンを持つ種群があることが明らかとなった。また、これに対応して土壌型も尾根から谷にかけて、 P_{DIII} 型(乾性弱ポドゾル化土壌)→ $B_{D(d)}$ (適潤性褐色森林土(偏乾型))→ B_D (適潤性褐色森林土)→ B_E 型(弱湿性褐色森林土)と乾性から湿性へと変化していた。このように「種の出現パターンと地形および土壌には対応があること」および「当調査地域でもっとも土壌が薄くかつ乾燥している立地は尾根および斜面上部であること」が確認された。

3) 植生調査結果および目標群落の抽出と導入樹種候補の選定

調査結果を整理することで乾燥した立地の植生と乾燥に強い樹種を選定した。

広域での植生調査結果を組成表に整理し、表操作をおこなった。出現パターンが同じ傾向を示す種を種群にまとめ、種群1から8の種の組み合わせから、AからFの6群落が区分された(表-1)。各群落と地形および土壌との対応を見ると、群落AとBは尾根と斜面上部の乾燥した土壌の上に、群落D、E、Fは谷と斜面下部の湿った崩積土の上に成立していた。群落Cは尾根と谷の中間的な立地上に成立している傾向が見られた。このように群落AからFにかけて尾根から谷への傾度に対応していた。

当調査地域でもっとも土壌が薄くかつ乾燥している立地は尾根および斜面上部であると考えられる。そこで、そのような立地に成立する植生である群落AおよびBをのり面緑化における目標植生とした。

緑化当初ののり面は林内と異なり直射日光を受け、よりいっそう乾燥した条件となる。そこで、群落AおよびBの構成種から、より乾燥した立地(尾根および斜面上部)に特徴的であると判断される樹種を抽出し、それを導入樹種の候補とした。まず、群落AおよびBを特徴づける識別種であ

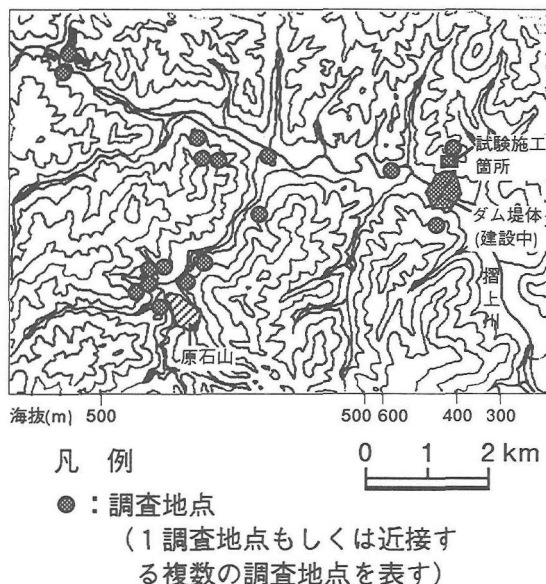


図-1 調査地点位置図

る種群1および種群2の種を導入樹種候補として選定した。次に、群落AおよびBに出現した種群3、4の種について、その中で比較的尾根側に生態的最適域を持つ種（以下、比較的尾根型な種とする）を抽出しそれを導入樹種候補とすることを考えた。筆者らは、尾根型斜面にも谷型斜面にも出現するが、谷型斜面では実生・稚樹以上の個体（成木の個体）がほとんど見られない本木種があることを現地調査時に観察していた。そのような種が比較的尾根型な種であると考え、それらの種を抽出した。また、アカマツに関しては、尾根筋での優占が多いことを重視して導入樹種候補に選定した。以上の操作により表-2に示す樹種を導入樹種候補として選定した。

3. 2 試験施工

調査結果を応用し、平成7年12月中旬に試験施工を実施した。施工地概要を表-4に、のり面の模式断面図を図-2に示す。導入樹種は、樹林化時の階層構造を想定し、導入樹種候補（表-2）から、階層毎に苗が入手可能なものを導入樹種とした。さらに、種数を増やすためコナラ、タニウツギおよびアキグミを導入した。階層毎の導入樹種を表-3に示す。比較のため、草本についてホワイタクローバーのみ播種の区と、ホワイタクローバーおよびナデシコ類を播種する区の2区を、マルチングシートについて設置区と非設置区の2区を設置し合計4区画を施工し

表-2 導入樹種候補

階層	樹種
高木層	キタゴヨウ、アカマツ
亜高木層	リョウブ、マルバアオダモ、ヤマウルシ、アオハダ、タカノツメ、タムシバ
低木～草本層	アブラツツジ、ホツツジ、バイカツツジ、ヤマツツジ、カクミノスノキ、オオバスノキ、ツクハネ、ミヤマガマズミ、ナツハゼ、アキシバ、ムラサキヤシオツツジ、ウラジロヨウラク、トウゴクミツバツツジ

表-3 階層毎の導入樹種

階層	導入樹種
高木層	アカマツ、コナラ
亜高木層	リョウブ
低木層	ヤマツツジ、タニウツギ、アキグミ

表-1 総合常在度表

群落タイプ	A	B	C	D	E	F
スタント数	24	6	8	4	1	2
種群1	キタゴヨウ	V	.	.	.	.
	アブラツツジ	V	.	.	.	.
	トウゴクミツバツツジ	IV	.	.	1	1
	ムラサキヤシオツツジ	III	.	II	1	.
	ウラジロヨウラク	III	.	.	.	.
	イワナシ	III	.	.	.	.
	オオハスノキ	II	.	.	.	.
種群2	カクミノスノキ	V	V	.	1	.
	アオハダ	V	V	.	.	1
	タムシバ	IV	II	I	.	.
	タカノツメ	IV	IV	.	.	.
	ハビロノキ	IV	I	I	.	.
	ツクハネ	III	IV	I	.	.
	ナツハゼ	III	V	.	.	.
種群3	ウラジロノキ	III	II	.	.	.
	ミヤマガマズミ	IV	V	IV	.	.
	アキシバ	V	III	III	.	.
	ホツツジ	V	I	III	.	1
	ハビロノキ	V	.	IV	1	.
	コナラ	IV	III	IV	.	.
	アサキ	IV	V	II	1	.
種群4	カクミノスノキ	II	V	IV	.	.
	アカマツ	III	V	I	.	.
	ハビロノキ	II	I	II	.	.
	オオハスノキ	V	V	V	2	1
	オオハダ	V	III	V	4	1
	リョウブ	V	III	IV	2	.
	ヤマウルシ	V	V	III	1	1
種群5	マルバアオダモ	IV	V	IV	2	1
	ヤマツツジ	IV	V	IV	1	1
	アキシバ	IV	IV	V	3	1
	オオハスノキ	IV	I	IV	3	1
	ハビロノキ	IV	I	IV	2	.
	ウラジロヨウラク	III	.	V	4	.
	トウゴクミツバツツジ	.	.	II	4	.
種群6	アキシバ	r	.	IV	3	.
	イワナシ	.	.	IV	3	1
	ヤマウルシ	r	.	III	3	1
	ミヤマガマズミ	.	.	III	4	1
	ササノ	.	.	II	4	1
	ツクハネ	.	.	IV	2	.
	ヤマツツジ	r	.	IV	1	.
種群7	アキシバ	.	.	II	2	1
	トウゴクミツバツツジ	.	.	II	4	.
	コナラ	.	.	I	4	1
	シラカシ	.	.	.	3	1
	ミヤマガマズミ	.	.	.	4	1
	アキシバ	.	.	I	2	1
	ウラジロヨウラク	.	.	.	1	1
種群8	コナラ	.	.	.	1	2
	シラカシ	.	.	.	1	2
	ミヤマガマズミ	.	.	.	1	2
	アキシバ	.	.	.	1	2
	ウラジロヨウラク	.	.	.	1	1
	アキシバ	.	.	.	1	1
	ミヤマガマズミ	.	.	.	1	1
種群9	オオハスノキ	.	.	.	.	2
	オオハダ	.	.	.	.	2
	リョウブ	.	.	.	.	2
	ヤマウルシ	.	.	.	.	2
	マルバアオダモ	.	.	.	.	2
	ハビロノキ	.	.	.	.	1
	ツクハネ	.	.	.	.	1
種群10	アキシバ	.	.	.	.	1
	ウラジロヨウラク	.	.	.	.	1
	ミヤマガマズミ	.	.	.	.	1
	アキシバ	.	.	.	.	1
	ウラジロヨウラク	.	.	.	.	1
	ミヤマガマズミ	.	.	.	.	1
	アキシバ	.	.	.	.	1

た。ナデシコ類播種・マルチングシート設置区の平成8年7月下旬の状況を写真-1に示す。

表-4 施工地概要

主な地質	凝灰岩（軟岩）
法面勾配	1：0.8
法面方位	南西
標高	約360m
年降水量	約1330mm
平均気温	約9.5℃

5. おわりに

「切土のり面に、土壌が薄く乾燥した立地に成立する周辺植生と同等のものを造成する」ことを目標として植生調査を行い、試験施工を行った。この導入樹種の選定方法および植物導入方法の有効性を今後のモニタリングによって検証していく予定である。

また、調査に基づき導入樹種候補を挙げても、そのうちの多くの樹種は苗木が生産されていないのが現状である。今後は多様な樹種の苗木を生産する体制についても検討したい。

最後に、試験施工実現のために尽力して下さった建設省東北地方建設局摺上川ダム工事事務所の方々と、調査および解析に協力・助言して下さいた東京農工大学植生管理学研究室の方々に厚く御礼申し上げる。

6. 参考文献

1)Braun-Blanquet.J.: Pflanzensozioologie.Dritte

Auflage. 1964 (鈴木時夫訳: 植物社会学 I. pp.339. 朝倉書店. 1971) 2)福島県植物誌編さん委員会: 福島県植物誌. 11-25. 1987. 3)気象庁編: 地域気象観測 (アメダス) 準平年値表 月別値 (降水量、気温、風速) (1979-1990) 気象庁 観測技術資料(48). pp.75. 気象庁. 1993. 4)宮脇 昭編: 日本植生誌 東北. pp.197. 至文堂. 1987. 5)中野裕司・東村榮之助・本郷 章: 繊維補強厚層基材吹付工法の開発ーボンテール緑化工法についてー. 緑化工技術 12(3). 7-12. 1987. 6)渡辺 攻・上杉真也・秋山恵二郎・中野裕司: 硬質切土法面に対するポット苗木の導入について. 第25回日本緑化工学会研究発表会 研究発表要旨集. 34-37. 1994. 7)半田真理子・飯塚康夫・前田 博・有村恒夫・藤崎健一郎: 木本植物によるのり面緑化工法に関する研究. 土木研究所資料第3334号. pp.85. 1995. 8)中野裕司・小池英憲: 切戻・置苗吹付工法による木本類の導入についてー「薄鉢コンテナ苗木」の導入事例ー. 第27回日本緑化工学会研究発表会 研究発表要旨集. 222-225. 1996. 9)上杉章雄・中野裕司・榎田健三郎・福嶋 司: 乾性立地植生の構成種を用いた切土法面緑化に関する研究 (I)ー導入樹種の選定方法および導入方法ー. 第27回日本緑化工学会研究発表会 研究発表要旨集. 238-241. 1996.

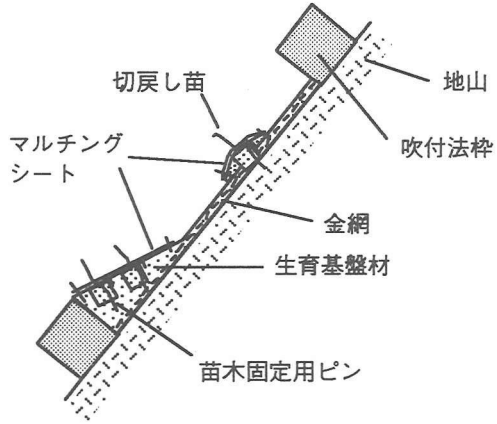


図-2 苗木導入状況模式断面図

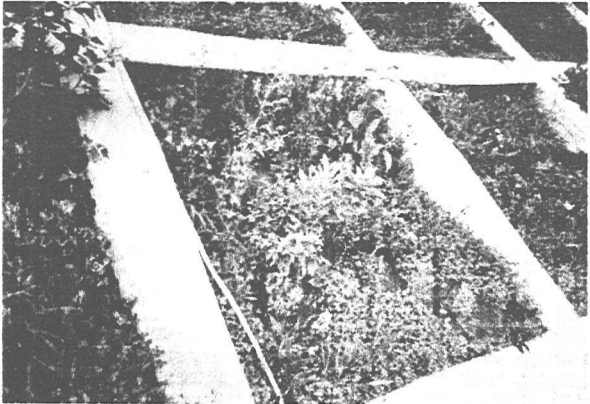


写真-1 植物生育状況