

岩盤法面樹林化工の追跡調査

Investigation on Re-vegetation by Woody Plant on Cut Slope

内田 純二 (うちだ じゅんじ)

日本道路公団四国支社高松技術事務所 調査課長

矢田部 龍一 (やたべ りゅういち)

愛媛大学教授 工学部環境建設工学科

橋本 和明 (はしもと かずあき)

四国道路エンジニア(株)

横田 公忠 (よこた きみただ)

愛媛大学助教授 工学部環境建設工学科

1. まえがき

コンクリート構造物に覆われた河川護岸や道路のり面は環境破壊の元凶のようにいわれていた。しかし、近年の多自然型護岸や法面樹林化への取組みをみると、土木工事は環境保全、生態系保全の先頭に立っているような感さえある。

法面緑化は昭和30年代後半に導入された急速緑化工法より本格的に始まった。京都会議 (COP3) における温暖化ガス排出削減合意を受けて、法面の樹林化が本格的に検討され、最近では岩盤法面まで樹林化へ移行しつつある。法面緑化は表層土の浸食防止と景観向上を主な目的として行われていたものが、近年は生態系保全という観点も取り入れられるようになってきている。

法面緑化・樹林化は花盛りであるが、まだまだ問題もあるようである。岩盤法面の樹林化工は、まだ歴史が浅いこともあって施工後の状況に関する追跡調査は十分ではない。植生の遷移の状況、岩盤法面の風化速度はどの程度なのか、根系はどのように伸長し、岩盤のり面を補強するのか、あるいはゆるめるのかなど多くの疑問点がある。

本報告では、日本道路公団 (以下「JH」という) 四国支社が取り組んできた法面樹林化に関する追跡調査結果と樹林化法面の根系生育状況、根系の引張り強度、ならびに15年経過後の岩盤の風化状況について報告する。

2. JH 四国支管内における昭和61～62年の樹林化植生工追跡調査

2.1 樹林化植生工の概要と追跡調査の概要

JH 四国支社では昭和61年春から62年春にかけて、愛媛県の三島川之江 IC から香川県境の6.7 km 区間の切土法面で播種工による樹林化工を行った。この区間は、瀬戸内側に位置しており、気象条件としては、年平均降水量が1 200 mm、年平均気温が16°C程度である。また、地質的には和泉層群に位置し、砂岩と泥岩の互層で、北側が流れ盤、南側が受け盤構造となっている。導入した木本種子は、先駆樹種であるハギ類 (ヤマハギとイタチハギ) である。

吹付け厚さの目安は表-1に示すとおりである。施工数量は合計で88 470 m²で、比率的には $t=3$ cm が31%、

表-1 吹き付け厚さの目安

厚層基材吹付工	1. のり面の状況	2. 割れ目間隔 (cm)	3. 土壌硬度 (mm)	4. シュミットハンマー反発度 (kg/cm ²)
$t=3$ cm	目視によって草本植物の根茎の進入が容易なおり面	0以上～10未満	30以上～34未満	5以上～20未満
$t=5$ cm	目視によって草本植物の根茎の進入が期待できるおり面	5以上～15未満	33以上～37未満	15以上～35未満
$t=7$ cm	目視によって草本植物の根茎の進入が困難なおり面	10以上～30未満	36以上	30以上

$t=5$ cm が51.3%、 $t=7$ cm が17.8%である。追跡調査は2回行った。1回目は2年後に、2回目は10年後に行い、調査箇所法面数はそれぞれ117法面、64法面である。調査項目は、2年後が植生状況 (生育本数、生育高さ、被覆率) と生育基盤材 (流出流土やクラックなどの状態判定、山中式土壌硬度計による基盤材硬度) であり、10年後が地山状況 (土壌硬度と土壌 pH)、植生状況 (植被率、緑被率、被度、群度、生育高さ) と生育基盤材 (状態判定と基盤材硬度) である。

2.2 追跡調査結果

樹種の遷移に与える吹付け厚さの影響を図-1に、法面勾配の影響を図-2に示す。それぞれ2年後と10年後のものを示しているが、2年後は木本成立本数と存在率を、10年後は木本の被度と存在率を縦軸にとって影響を調べている。当然のことながら、吹付け厚さが薄いほど、のり面勾配が緩いほど、木本の成立本数 (10年後は被度) と存在率ともに大きくなっている。

2年後と10年後を比較して特徴的なことは、2年後にはヤマハギが優勢であるのに対して、10年後にはヤマハギが衰退し、イタチハギが優勢となっている。イタチハギは樹高2 m程度に成長し、地山の安定には大きく寄与している。しかし、イタチハギが優勢すぎて、郷土木本類の進入が遅れている。郷土木本類は10年後で全木本類の1割程度である。この理由としては、基盤材の養分が多すぎて、草本が繁茂することにより郷土木本類の進入を阻害したこと、イタチハギの寿命がヤマハギと比べて長い上に他の植物より生育力が旺盛であるため遷移の進行が期待したよりも遅れていること、またイタ

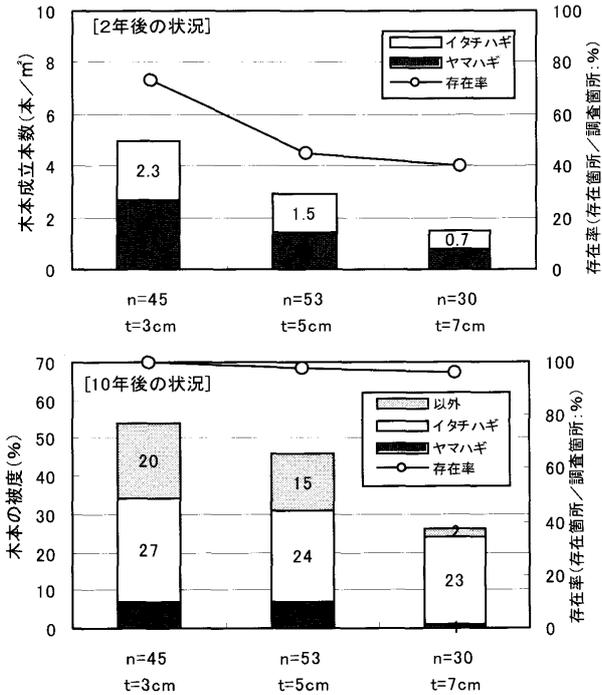


図-1 樹種の遷移に与える吹付け厚さの影響

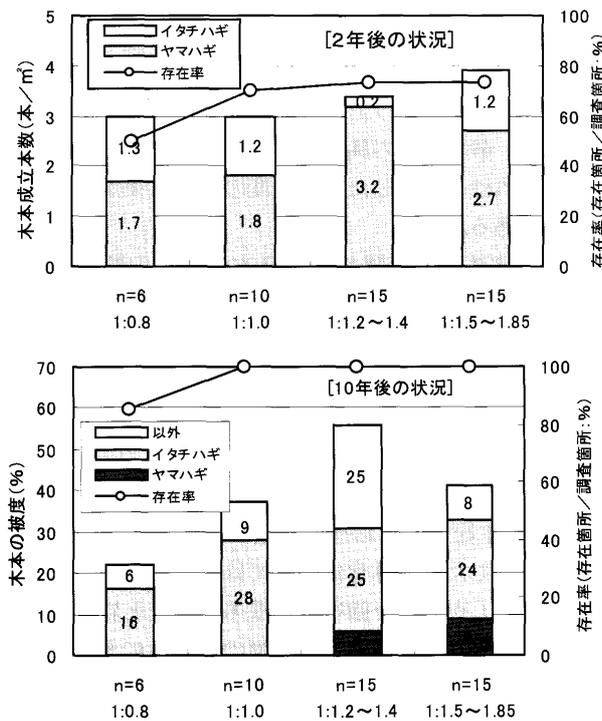


図-2 樹種の遷移に与える法面勾配の影響

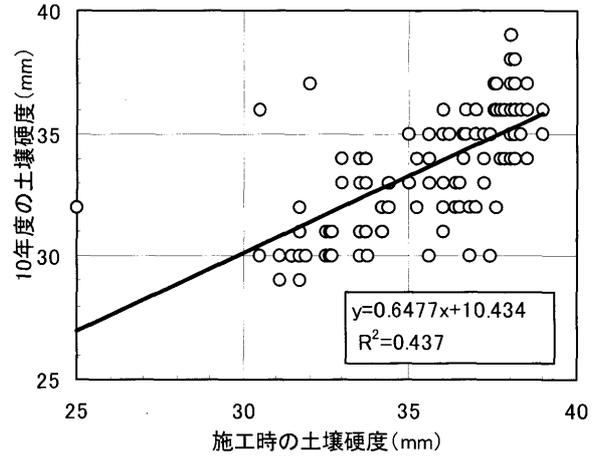


図-3 土壤硬度の変化

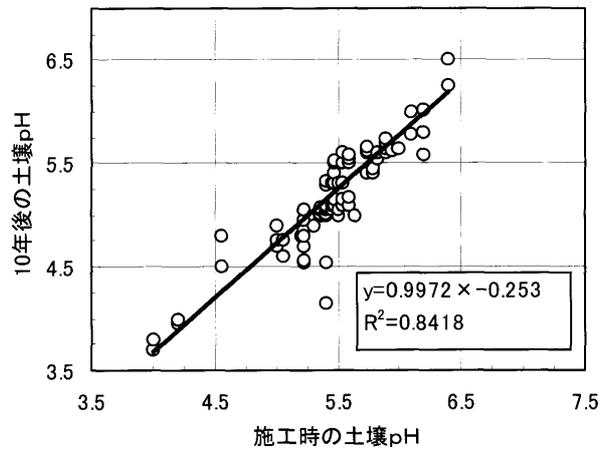


図-4 土壤 pH の変化

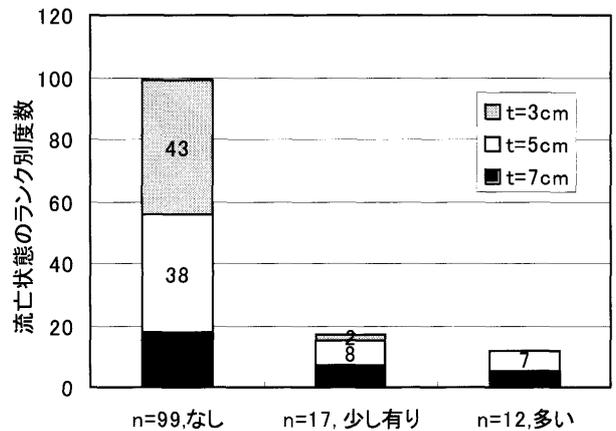


図-5 基盤材の流出状況

チハギは自家受粉するので、遷移の進行に時間を要する。

一応樹林化しているとはいえ、イタチハギの群生は景観的には誉められたものではない。今後の樹林化工に際しては次のように改善すべきと考えられる。

- 当然のことながら補全種だけでなく、主構成種も当初に播種する。
- 先駆植物はヤマハギのような寿命の比較的短いものとする。
- 基盤材の肥料を押さえるとともに草本類の播種量を少なくする。

などである。なお、これらの調査結果を考慮した樹林化

マニュアル案を JH 四国支社では既に作成している。

施工時と10年後の土壤の硬度ならびに pH の変化を図-3, 4 に示す。ばらつきはあるが、土壤硬度は若干小さくなっており、また、pH も10年間で0.2程度小さくなっているように見える。これらは降雨や根系による風化の影響といえる。なお、10年間の変化量としたりいづれも小さいと考えられる。これは基盤材による被覆効果であろう。これらの結果からみる限りでは、樹林化された岩盤法面の風化速度はそれほど大きくない。

図-5 に基盤材の流出状況を示す。基盤材が流出している箇所は殆どみられず、樹林化工がうまくいっている

論文

ことを示している。

3. 樹林化法面における根系調査ならびに岩盤の風化度調査

調査した法面は、昭和61年6月に施工された和泉層群の砂岩が卓越した切土のり面で、勾配は1割、南向き斜面である。厚層基材厚は5cmで、草本以外にメドハギ、ヤマハギ、イタチハギを吹付け時に混入している。

平成13年2月の調査時点で、ヤマハギ、イタチハギ以外にエノキ、ノイバラ、クマイチゴ、ビワ、クヌギ、センダン、アカメガシワ、ヤマハゼが確認され、自然遷移がスムーズに進み、樹林化が非常にうまくいっている。自然遷移は、年輪調査の結果、施工後6年程度から起こったことがわかった。(口絵写真-17)

根系がどのようにのびているのか、その様子を口絵写真とスケッチ(図-6)に示す。主根は成長できておらず、また、大半の根系が厚さ5cmの厚層基材の中に、ネット状に絡み合って生えている(口絵写真-18参照)。また、根系の多くは斜面下部方向にのびている。

法面を掘削した断面を観察すると、毛根が深さ30cm~50cm程度まで砂岩と泥岩のクラックに侵入している。また、小さな根系がクラックに侵入し、厚層基材と岩盤とをしっかりと付着させている。表面保護の効果を十分発揮していることが観察できる。(口絵写真-19)

図-7に山中式土壌硬度計による深さ方向の地山硬度を示す。3地点とも30~40で、地表近くが特に硬度が小

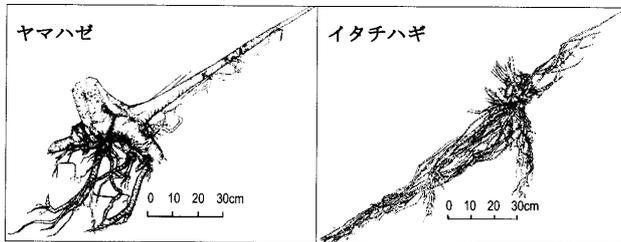


図-6 根系のスケッチ

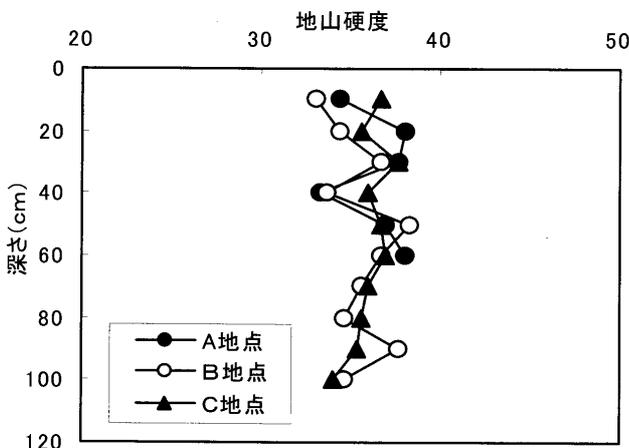


図-7 地山硬度の深さ方向への変化

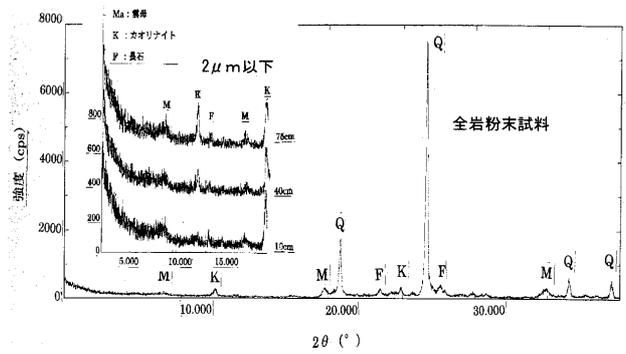


図-8 X線回折結果

さいという傾向も認められない。これからみると、15年程度では地山の顕著な風化の進展は起こらないと考えて良い。

図-8にX線回折により深さ方向の鉱物変化を調べた結果を示す。岩石をすりつぶした全岩分析の結果をみると、構成鉱物は石英が主で、長石、雲母、カオリンが含まれている。2μm以下の試料に対する回折結果をみると地表に近いほどカオリンが減少している傾向がはっきりと確認できる。カオリンが減少した分は非晶質物質が生成される。回折結果は、風化によりカオリンが分解していることを示している。このように粘土鉱物レベルでみると15年間で風化の進行を確認できる。ただ、回折図から分かるように、砂岩の大半が石英分で構成されており、砂岩全体の風化が著しく進んでいるわけではない。これは、前述した地盤硬度の測定結果からもいえることである。

なお、本法面で確認できた21本の樹木の幹径の平均は4cm、幹から10cmの所での根系全断面積の平均は24.1cm²、一次根の平均本数は9.3本、二次根の平均本数は40.1本、引き抜き抵抗力の平均は16.3kN(最大で39.2kN)、幹の根元平均断面積は14.5cm²であった。

4. あとがき

JH四国支社管内における岩盤法面樹林化工の追跡調査結果を示した。樹林化に関しては、まだ幾つかの問題点がある。しかし、今回行った根系の調査と岩盤の風化度調査の結果から、樹林化は法面の安定性に十分な効果を発揮していること、また、岩盤の風化速度は小さいことがわかった。なお、JH四国支社では追跡調査結果を参考にして岩盤法面の樹林化工に関するマニュアル(案)を既に作成している。

参考文献

1) 日本道路公団四国支社：四国支社管内植生のり面工実態調査調査報告書，pp. 53~73, 1998.

(原稿受理 2001.5.21)