

北海道における山腹植生工法の研究 (1)

—— 道南・道央地域での既施工地の実態 ——

新村義昭* 伊藤重右エ門* 成田俊司* 清水 一*

A study of the mountainside revegetation works in Hokkaido (1)

—— The actual conditions of revegetated slopes
in Southern and Central Hokkaido ——

Yoshiaki SHINMURA*, Jūemon ITOH*, Toshiji NARITA*

and Hajime SHIMIZU*

はじめに

北海道の民有林治山事業は 1948 年に開始され、その歴史はわずか 30 余年であって、1911 年 (明治 44 年) からの第 1 期治水事業以来継続されている本州のそれに比べると、非常に浅い。この間、北海道と気象条件が類似した東北地方では、1919 年 (大正 9 年) から 1964 年 (昭和 39 年) までの 45 年間に実施された治山事業施工斜面に対して、技術的変遷、数量的実績、各施工地ごとの荒廃前の地林況、荒廃の素誘因、施工法、施工時施工後の処置などについて総合調査が行われ、歴史的な分析と技術指針が示されている (村井ら, 1965)。しかし、北海道においては、これまでこれに類似した研究は行われておらず、見るべき成果はない。

筆者らは、1967 年から山腹植生工に関する研究を展開してきた。これらは、木本導入の基礎研究である樹種の選定法、育苗法、植栽法そして植栽試験などからなっている (伊藤ら, 1971; 新村ら, 1979; 伊藤, 1980)。これら一連の研究の結果から、筆者らは木本導入法それ自体については技術的にすでに解決済みであるという認識が可能となったと考えている。

本研究の第一の目的は、北海道の山腹植生工施工地を多面的な観点から調査し、山腹植生工施工地の実態を把握し、現状を分析することによって、これまでとられてきた工種、工法の適否、植栽樹種ごとの生長の良否、侵入植生の種と量、土壌化の必要年数などを明らかにすることにある。そして、終局的には、この調査結果を用いて、地理的、気象的、地質的などの因子からなる立地区分の組み合わせに従って、よりきめの細かい、各地域に見合った山腹植生工の技術指針を提案することを目的としている。

ここでは特に実態を詳細に述べることによって、山腹植生工の施工法を評価し、問題点を提示することに力点を置いた。また調査地の区分は、道南地域では特異な施工地である海岸段丘斜面のみ立地的に区分し、他は固有名称を用いた。一方、道央地域ではズリ斜面、溪岸などの立地的特徴が強くみられたため、分類方法もそのような特徴をあらわす方法を用いて論述することとした。

本論を述べるにあたり、現地調査に御協力下さった道治山課、関係支庁・林務署の治山係の各位に感謝の意を表します。

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido 079 - 01

表-1 調査票

1. 調査地と経緯			
調査年月日	天 候	調査員氏名	
位 置	施 工 主 体	施 工 年 度	
2. 立地的特徴			
斜 面 基	斜 面 幅	傾 斜 角	
方 位	日 当 り	風 当 り	
標 高	海 からの 距離	海 との 関係	
面 積	斜面の 運 送 性	積 土 の 部 位	
地 形 的 特 徴			
斜 面 形	水 平 面 形	断 崖 形 状	
	凸、凹、平衝、複合	凸、凹、平衝、複合	
3. 緑化工の材料と種類および基礎工の種類			
導 入 草 本	導 入 草 本 の 施 工 形 態 (伏工、露工、実地工、道根)		
導 入 木 本	植 栽 方 法		
種 別	編 織 工	土 留 工	基礎工の 数 と 配 列
基礎工の 材 料			
4. 緑化工の現状			
導 入 草 本 の 評 価	上 中 下 閉 度		
斜面部位ごとの 導 入 木 本 の 評 価	上 中 下		
健 全 度	筑 造 者 ・ 病 虫 害 の 有 無		
5. 侵入植生			
周辺の 林 種 と 侵 入 植 生 の 型	周 辺 植 生 草 本	樹 高	草 高
6. 土壌の条件			
基 岩	風 化 程 度	土 質	性
硬 度	土 の 透 透 性	リ タ ー 層 の 有 無	
積 土 地 の 植 大 傾 向 の 有 無 と 部 位	pH		
スコップによる 穴 の 掘 り や す さ	粒 度 特 性		
土 柱 (円)	1	2	3
表層土壌に対する 斜面部位ごとの 注 目 点			
7. 現地での 総 合 討 論			
目 録 条 目	緑 化 工 成 果 の 概 況		
主 要 特 徴 事 象 に つ い て	お 今 後 の 観 望 に つ い て		
お そ の 他			

調査方法
 調査票を表-1に示す。この票は7つの中項目と、のべ50の小項目とからなっている。導入木本の調査は原則としてライントランセクト法により、導入草本の調査は1m×1mのコドラート法で行った。導入植生の評価は5段階の採点法を採用した。侵入植生の調査は、施工斜面内で確認した種を記載し、必要に応じて5m×5mのコドラート法を用いた。土壌調査は原則として未風化の岩盤に達するまでスコップで穴を掘って行い、断面の硬度は山中式土壌硬度計で測定した。このなかで、リター層とあるのは落葉落枝層の総称とし、分解中のものも含めた。

調査は、1979年に道南地域3支庁管内の13施工斜面を、1980年は道央地域として空知支庁管内28箇所について行った(図-1)。

結果と考察

調査結果の論述と考察とを道南、道央に分けた。

道南地域

調査位置を図-1に、調査結果の総括を表-2, 3に示す。表-2は斜面の形状等素因と導入植生の評価をまとめたものである。横工配列比は、土留工の数を斜面長との関係で示そうとするもので、横工数(基) / 斜面長(m) × 50である。調査地の平均的な斜面長である50m当りの横工の量を示すため50を乗じた。表-3は侵入植生で侵入樹種数は33種に及んだ。土壌要因は典型的な断面のみを示した。

1. 濁川地区(森町)

基礎工を併用した草本、木本導入地、基礎工を欠いた草本導入地、基礎工を併用した草本導入地の三つの代表的な施工地をとりあげた。

1) No. 1調査地(西村の沢) : 1969年の施工で、横工は最下部の谷止工を含めて4基入っている。植栽工はケヤマハンノキのポット苗(0.5-P0.5)、1-1苗の連続ねせ植えおよびトドマツの植栽が斜面下部に集中し、左半分のみ植生盤を用いた緑化工が行われた。植栽後11年を経過した時点で、ねせ植えは15m、ポット苗は11mの樹高に達しているのに比べ、トドマツは被圧されていて、樹高80cmであり、最近5箇年の定期平均樹高生長量はわずか4cm/年である。

周辺は天然生林で、ミズナラ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキなど11種を記載した。侵入木本にはミズナラ、ヤナギ類、シラカンバ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキなど12種があり、周辺の木本と侵入種が一致したものにはミズナラ、イタヤカエデ、クリ、カツラ、トドマツの5樹種である。斜面上部の右半分には隣接



図-1 調査地の位置

表-2 斜面の形状と導入木本の評価(道南)

区分	I			II			III			IV		V		
	1	2	3	4	6	10	7	8	9	5	11	21	22	23
調査地 No.														
経過年(年)	11	7	2	7	5	4	5	4	5	4	6	11	7	3
斜面長(m)	100	40	120	25	150	150	67	15	37	56	30	26	85	38
斜面幅(m)	20	27	60	30	100	80	60	13	25	150	107	16	20	150
最大傾斜角(度)	30	42	33	34	30	40	47	53	47	45	45	37	30	38
方位	E	NW	NNW	WNW	WSW	SSE	E	W	NNW	W	W	N	SW	W
標高(m)	200	200	200	200	25	300	300	300	300	25	50	300	300	300
海からの距離(km)	1	1	1	1	0.5	1	1	0.1	1	0.05	0.5	1	1	1
崩壊地の部位	上中下	中	上中下	下	中下	上中下	中下	中	上中	上中下	上中下	上	上中下	上中下
斜面形	凹	平衡	凹	平衡	複合	凹	凹	平衡	平衡	複合	凸	平衡	凹	凹
断面	凹	平衡	凹	平衡	複合	平衡	凸	平衡	平衡	平衡	凹	平衡	凹	凹
導入草本の評価	1	1	5	1	3	1	4	5	3	4	4	1	1	5
導入木本の評価														
斜面上部	-	-	-	3	4	3	4	1	4	3	3	5	4	-
斜面中部	-	-	-	4	3	3	5	2	4	3	4	5	5	-
斜面下部	5	-	-	5	5	3	5	5	4	3	5	5	4	-
構工配列比	2	0	3.3	0	0	0.7	3.0	0	1.4	2.7	1.7	1.9	2.9	1.3
pH	5.5	4.7	4.8	5.4	3.1	5.4	6.0	6.2	6.0	6.0	7.0	6.1	6.0	6.0

I：濁川地区，II：古武井地区，III：国有林治山，IV：段丘斜面，V：羊蹄火山灰地区

表-3 侵入木本(道南)

区分	I			II			III			IV		V			出現箇所数
	1	2	3	4	6	10	7	8	9	5	11	21	22	23	
調査地 No.															
経過年	11	7	2	7	5	4	5	4	5	4	6	11	7	3	
周辺の林種	天	人・天	天	人・天	天	人・天	人・天	人・天	人・天	天	天	天	天	人・天	
周辺木本種数	11	16	16	6	11	26	14	14	14	2	8	11	13	10	
侵入木本種数	12	13	3	5	4	4	6	6	7	2	0	10	8	1	
侵入草本種数	11	6	12	3	4	2	7	5	6	8	9	4	5	7	
侵入木本種															
ミズナラ	○△	○△	○△	○△	○△			○△	○△			○△	○△		
ナガバヤナギ	○						○	○	○			○			
タニウツギ		○		○△	○△	(○△)	○△	○△							
イヌコリヤナギ					○△		○	○	○	○					
バッコヤナギ	○					(○△)	○△	○△	○△						
シラカンバ	○											○△	○△		
イタヤカエデ	○△											○△	○△		
ノリウツギ	○	○△		○		(○△)									
エゾヤマハギ		○			○△					○△					
ニセアカシア			○△					○	○						
ブナ							○△	○△	○△						
ケヤマハンノキ	○	○△				(○△)									
クリ	○△	○△													
タラノキ	○			○											
キハダ	○												○△		
ヒメヤシャブシ							○								
オヒョウ												○△	○△		
ヤマグワ												○△	○		
エゾニワトコ												○△	○		
オニグルミ													○	○△	
カツラ	○△														
トドマツ	○△														
ハリギリ		○													
エゾヤマザクラ		○													
オオバクロモジ		○													
カンボク		○													
ウダイカンバ		○△													
ガマズミ		○													
アオダモ		○△													
イタチハギ			○												
ヤチダモ												○△			
シナノキ												○△			
ハルニレ												○			

I：濁川地区，II：古武井地区，III：国有林治山，IV：段丘斜面，V：羊蹄火山灰地区

○：侵入樹種，△：一致樹種，()内は計算から除外

天：天然生林，人：人工林

地からクマイザサが連続的に侵入している。左半分に導入された草本はほとんど退化していて、クマイザサのほかオオイタドリ、ハンゴンソウ、エゾイラクサなど 11 種の草本が侵入していた。

土壌は下部で深く上部では浅かった (図-2)。斜面の最上部では 10cm もの火山灰が施工斜面のさらに上部から移動していた。中部では火山灰層は薄くなり、2cm の厚さでリター層を覆っていて、土砂の移動がわかった。また、基岩の風化物である 0.5~3.0cm の角礫が混在していた。さらに斜面下部では表層に 2cm の厚さのリター層が認められ、50cm の深さまでたやすく掘り進めたが、なお 5~10cm の角礫が混在していた。斜面中部で認められた移動火山灰層はここではみられなかったことから、火山灰は植生によって移動を防がれていたと判断された。

2) No. 2 調査地 (西村対岸の沢) : 1973 年に施工された植生盤による緑化工施工地で、横工はない。このため、拡大再崩壊がみられ、斜面の中~下部は上部崖面からの崩落土砂で厚く覆われていた。

周辺は天然生林とカラマツ人工林で、16 種を記載した。侵入木本はミズナラ、タニウツギなど 13 種があり、周辺と一致した樹種はミズナラ、エゾヤマハギなど 6 種である。草本の侵入は縁辺部で多く、中央部ではオオイタドリしかみられず、群落高は 38 cm、密度は 19 木/m²である。

土壌は硬度 0 と極めてルーズであったので容易に 1.2m の深さまで掘れた。断面には各年ごとの崩落層がわずかながら認められたものの、層厚を測定できるほど層化していなかった。

この斜面の今後の対策は現在動いている斜面をおさえることである。ここは流れ盤であり、崩落は間断なく続くから、緑化基礎工 (土留工) をまず施工し、斜面を安定させて木本を導入すべきである。植栽方法としては厚い未熟土層があることから下部にケヤマハンノキのねせ植えを、上部滑落崖にはポット苗を埋め込み、芝筋工と組み合わせて施工する工法が考えられる。

3) No. 3 調査地 (中田の沢) : 1978 年に施工され、横工は最下部の谷止工を含めて 7 基入っている。さらに、斜面中部以上には丸太伏工 (横 2m×縦 1m) が設置され、中央部には排水路が走っている。

緑化工は、下部に種子吹付工、中部以上には全面張芝伏工が施工され、木本は導入されていない。導入草本の成績は最下部での 2 つのコドラートを平均すると、植被率 100% で、優占種はホワイトクローバー (WC)、クリーピングレッドフェスク (CRF) である。侵入草本にはオオイタドリ、キンエノコロ、ヒエ、エゾヨモギなどがある。中部でも 100% で、チモシー (Tim)、オーチャードグラス (OG)、レッドトップ (RT) の順にみられ、侵入種にはトクサ、ヒメスイバの草本に、木本のナガバヤナギとさらにクマイザサがあった。ここで、中部と下部で種構成が異なるのは工種の違いのためである。ここでの侵入草本は上記の外にアキタブキ、エゾイラクサなど計 12 種があった。

周辺は広葉樹天然生林で 16 種を記載した。侵入草本はミズナラ、ニセアカシア、ナガバヤナギの 3 種が認められた。土壌は下部では深さ 65cm までたやすく掘れた。断面は、上 2 層が斜面整形時の盛土による B₁、B₂ 層で、38cm 以下が風化土層の 3 層にわかれている。

この斜面は施工後 2 年しか経過していないため草本の生育が良好である。しかし、草本の被覆は長続きし

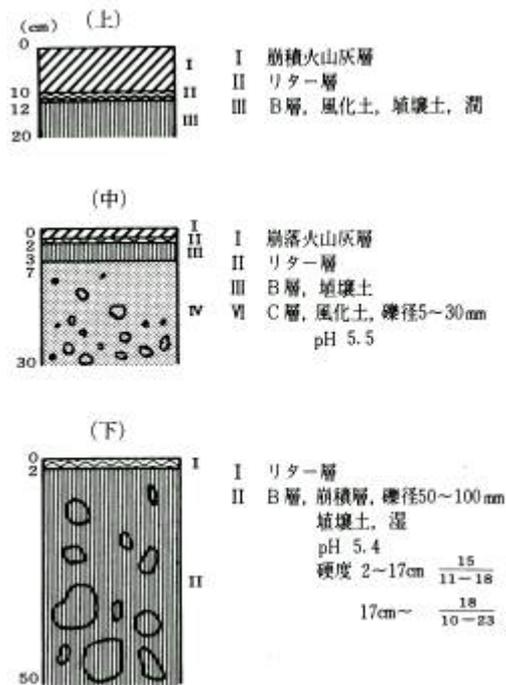


図-2 No.1 調査地の土壌断面

ないため（石子ら，1972），また土壌条件も良いことから，早急に草本を筋に地はぎした上でハンノキ類の植栽を提案したい。

2. 古武井地区（尻岸内町）

基礎工を欠いた草本と木本の導入地，基礎工を欠いた航空実播工（草本のみ）施工地，基礎工を施工したのち航空実播工を施工しさらに2年を経過した時点で木本を導入した施工地の3箇所をとりあげた。

1) No. 4 調査地（道有林古武井植栽試験地）：1973年に函館林務

署と共同で行ったもので，ケヤマハンノキ連続ねせ植え，ポット苗（0.5-P_{0.5} 苗），キタゴヨウの植栽試験地である。面積が小さいためか基礎工は行わず，緑化工だけである。

導入木本の調査は2本のラインを設定して行った（図-3）。植栽後7年で，平均樹高はねせ植え区の中中部が4.2m，下部が6.0m，ポット苗区の中中部が4.9m，下部が4.1mでキタゴヨウ区はすでに被圧されていた。立木密度はねせ植え区の中中部が21,000本/ha，下部が7,000本/ha，ポット苗区の中中部が9,000本/ha，下部が11,000本/haであり，キタゴヨウの下部は極めて残存率が低い。

周辺はキタゴヨウの人工林と一部が天然林で6種を記載した。侵入木本はミズナラ，タニウツギなど5樹種であった。侵入草本は少なくアキタブキ，ウド，エゾヨモギの3種であったが，林床には縁辺部からクマイザサが連続的に侵入してきて大きな群落を形成していた。そして，すでに3cmのリター層の集積がみられた。

キタゴヨウの生長はトマツと同様に遅く，山腹植生工での一次植生としての使用は避けるべきであることを考察した。

2) No. 6 調査地（古武井一号沢）：航空実播工を2回にわたり施工した。1975年の第1次施工は非整形形で，基礎工も省かれた。その結果，立地条件のよい部分のみ緑化し，他は草本が崩落土砂に埋没するなどして，極めて早く退化した。1978年にナイロンネット伏工を行い第2次の航空実播工を施工している。調査はそれから1年を経過した時点で，斜面の上，中，下の3箇所で行った。最下部はK-31-Fだけが残存していて，侵入したクズと合せても植被率は25%と低い。中部ではK-31-F，WCなどの導入草本とヘラオオバコの侵入種で100%であった。上部でも侵入種のクズが優占していたが，K-31-Fを加えて100%である。しかし，導入草本は衰退の傾向がみられた。また，法頭部での再崩壊も始まっていた。

周辺は天然生林で11種を記載したが，侵入木本にはミズナラ，タイニウツギなど4種があるに過ぎない。また，侵入草本は上述の2種とウドなど4種でしかなかった。

このように，周辺の林相に比べて侵入植生相の貧弱な原因は，土壌のpHが3.1と強酸性なことのほか，法切整地，土砂移動防止のための基礎工を省いたため，発芽，着床が不良であったと考えられる。基礎工の省略は，縁辺部や法頭部での土砂崩落をも許している。草本だけにたよる工法では，最終目的である森林の育成を達成することが困難なことが提示されている（羽鳥ほか，1974）。ここに適する導入樹種としてはミヤマハンノキがあげられる。この樹種は道南の太平洋岸の段丘斜面に広く分布していて，しかも試験植栽でも良好な結果を得ている（新村ら，1979）。

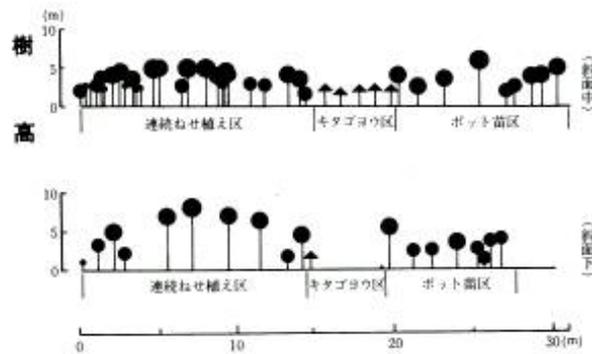


図-3 植栽後7年を経過したケヤマハンノキ・キタゴヨウ林 (No.4 調査地)

3) No. 10 調査地 (古武井ポット苗植栽試験地) : 1973年に航空実播工を施工し、1975年にポット苗を植栽した。基礎工としては中部に土留工を1基、その上部には編柵工を5m間隔で施工している。

航空実播工施工後の1974年の効果調査時点では、実播草本の生育は良好であった(羽鳥ら, 1974)が、導入草本は4~5年のうちに退化してしまうことがそれまでの調査から明白であった(石子ら, 1970)ので、木本導入の必要性を提案した(羽鳥ら, 1974)。そして、1975年にケヤマハンノキ、ミヤマハンノキ、イタヤカエデ、タニウツギ、ナナカマドの5樹種のポット苗を植栽した。4年後の1978年の成績調査(新村ら, 1979)では、ハンノキ類とタニウツギの生育成績が良かった。また、縁辺部の崩落もみられず、順調に森林を形成しつつあり、結果的に緑化基礎工と木本導入の重要さが考察された。

3. 中山峠の国有林治山

中山峠で、函館営林署が行った3箇所をとり上げた。それぞれ基礎工を行ったのち、特殊むしろ伏工や植生盤伏工を行い、翌年ケヤマハンノキを植栽している。

1) No. 7 調査地 (1036 林班) : 1975年の植栽工に先立って4基のコンクリートブロック土留工を施工し、中部以上には丸太伏工(横2m×縦2m)を施工している。特殊むしろ併用の導入草本は比較的良好な生育である。しかし、苗間1m、列間2mで導入された木本は斜面の風化層が浅く、残存率が低下していて、植栽後5年目の樹高は1~4m階(平均2.2m)である。

周辺はカラマツ不良造林地で、あたかも広葉樹二次林のような林相を呈し、14種を記載した。侵入木本はヤナギ類3種とタニウツギ、ヒメヤシブシなど7種があったが、周辺と一致したのは3種である。侵入草本はエゾヨモギ、アキタブキ、ススキなど7種で、なかでもエゾヨモギは縁辺部から連続的に群落を形成して侵入していた。

下部には直径1mにも達する転石がみられ、植栽は行われていない。中部で行った土壌調査では40cmまで掘り進むのは3~10cmの角礫混じりで難しかったが、硬度は11~18と低い。

2) No. 8 調査地 (1036 林班) : No. 7 調査地と向いあった小さな斜面で、基礎工として丸太伏工(4m×2m)を施工し、ヤナギ目串の植生盤伏工と植栽工を1976年に施工している。

木本の残存率、樹高生長などの成績は斜面上、中部で悪く、下部での樹高は1m×3m階(平均2.2m)と比較的良好い。

周辺の森林はNo. 7と同一で、侵入木本は6種、一致したのは3種である。侵入草本はエゾヨモギ、アキタブキなど5種である。

斜面下部の土壌は軟らかく、たやすく50cmの深さに掘れた。断面は0~20cmが明らかに斜面整形時の盛土層で硬度は6~8、それ以下は3~15cmの角礫混じりの風化層で硬度は8~14であった。

この斜面での課題は上、中部における植栽成績の向上であろう。導入木本の成績が悪化した原因はなだれやグライドによって、植栽直後の根張りの発達していないときに抜き去られたことが考えられる。しかし、現在は風化が進んでいるので、ポット苗のようにアンカーの役目を果たす苗木を用いて深植えをすることが可能となってきた。

3) No. 9 調査地 (1036 林班) : No. 8と隣接する斜面で、1975年に中腹部へ土留工を1基とその上部に丸太伏工(4m×2m)を、翌春に緑化工を施工したところである。ここは急傾斜地で岩盤の露出もあり、下部には大転石が多い。

草本の導入には特殊むしろ張伏工が併用された。2m×1mで導入された木本は、上部では樹高0.9~3.0m(平均2.0m)、中部では0.5~3.0m(平均1.8m)でしかなく、他の施工地に比べ生長は劣り、枯損による密度の低下も生じている。

侵入木本はヤナギ類3種のほかにミズナラ、タニウツギなど7種があり、先の2箇所とほとんど共通して

いた。侵入草本はアキタブキ、エゾヨモギ、ススキなど6種であった。

土壌の風化は遅く、最大径6cmの角礫が多く硬度の測定も不可能で30cmまで堀るのは困難であった(図-4)。しかし、施工後4年目で、角礫の割合は極めて多いけれども、30cmの植え穴を堀ることは可能となってきた。

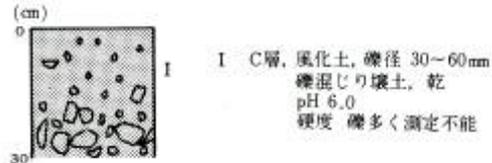


図-4 No.9 調査地の土壌断面

このようなことから、施工当初岩盤露出部分の多い斜面では、緑化基礎工の施工を先行させ、風化層を移動させることなく原位置に保留して、そこへ植栽する方法、すなわち、緑化基礎工の施工と植栽工の施工との時間差を風化の程度にしたがってとる工法(時間差工)も施工地によっては必要であろう。

4. 海岸段丘斜面

道南で風衝が比較的弱い沿岸部での施工地をとりあげた。一つはクロマツを、他は土留工の盛土部に修景植栽として花木を植栽している。これらの樹種は通常山地治山事業では用いられていない。海岸段丘直下に人家が集中している沿岸部を長くかかえているため、修景植栽は必要であるといわれながら、これまで詳細な調査の上で評価されたことはない。従って、ここでは二つの例から、海岸段丘斜面での木本導入法と樹種の種類について考察する。

1) No. 5 調査地(戸井町汐首管野宅裏) : 汀線から50m離れ、海側に向けた斜面である。1976年に土留工を最下部に、中部にはモルタル吹付工を、上部には編柵工を施工している。

クロマツは植栽後4年で平均樹高は上部で1.2m、下部では1.9mであったが、全体的に野そによる食害が認められた。導入草本は比較的良好な生育をしていた。

周辺は、ほぼカシワの一斉林で、他にエゾヤマハギが点在している。侵入木本は2種、侵入草本はアキタブキ、オオイタドリ、ウドなど8種があった。

クロマツ植栽地は一般に野そ害防除を徹底することが必要であり、混植樹種としてはこのような風衝地に自生するミヤマハンノキの利用も考えられる。

2) No. 11 調査地(乙部町神社の沢) : 主として切り取り法面からなる施工地で、海から離れているが、汀線側に開けた沢へ収斂する海風の影響を強く受けている。

1974年に最下部へ土留工を1基施工し、草本は張芝伏工で導入している。切り取り面の植被率は60%で肥料切れなどの兆候がみられたが、埋め戻し部は100%の植被率を示していて旺盛な生育である。木本導入は切り取り斜面(45°)にイタヤカエデのポット苗を、埋め戻し部には修景のためハコネウツギとレンゲツツジを植栽している。イタヤカエデの成績は悪く、植栽後6年で樹高10cmである。しかし、他は生育も順調で、開花した跡がありそれぞれ修景の目的を果たしていた。

周辺は沢沿いに残存する天然生林でミズナラ、イタヤカエデなど8種を記載したが、侵入木本は1種もみられなかった。この原因は草本の密生と切り取り部が後述するように、極めて堅かったことによると考えられる。しかし、草本はエゾヨモギ、オオイタドリ、アキタブキなど9種の侵入がみられた。

土壌は上部では23cmの深さまで堀り進むのは困難で、特に15cm以下の層が未風化のため硬度は22~27であった。この硬度が切り取り直後のそれと同じであったと考えられるから、飛来種子の発芽、着床が困難であったのであろう。逆に埋め戻し部は容易に59cmの深さに堀れた。この層がいわば客土の役目を果たして、植栽木の生育を助けていた。

施工後6年で、切り取り面では15cmの風化層(硬度13~20)が生成しているのが断面調査でわかった。この深さと硬度であれば植栽は容易に実行できる。このことは、前述のNo. 9調査地と同じく、斜面の風化を

まって植栽するという時間差工の問題でもある。イタヤカエデはこれまでの経験からトドマツと同様に一次植生としては不向きであろう。

5. 羊蹄山火山灰地区

未固結の火山放出物層は極めてルーズになりやすく、法頭や崩壊地の周辺部を慎重に取り扱わないと拡大再崩壊に到ることがある。ここでは3箇所をとりあげた。

1) No. 21 調査地 (真狩村石村の沢) : 1969年に土留的な谷止工を施工し、種子付ネット伏工を行い、ケヤマハンノキのポット苗 (0.5-P_{0.5} 苗) を谷頭部に植栽した (伊藤ら, 1974)。植栽後 11 年で上部では 4~9m 階 (平均 8.1m), 下部では 12~16m 階 (平均 14.1m) と樹高を高めていた (図-5)。下部での生長は樹幹解析図 (図-6) から、1m/年以上もあり、肥大生長も衰えることなく生育していた。導入草本はほとんど退化していた。

周辺の森林は、わずかに沢沿いの斜面に残存しているに過ぎないが、樹種は 11 種を記載した。ハンノキ類導入地での天然更新を知るためのコドラート調査 (表-4) では、ha 当り 4 万本が侵入していて、イタヤカエデがその 67% を占めていた。樹高は最大 150 cm であり、ここのクマイザサの稈高が平均 1 m であったから、すでにササ高を越えているものが 5 樹種 8 本 (3,500 本/ha) あった。全体での侵入樹種は 10 種あり、一致したのはミズナラ、シラカンバ、イタヤカエデなど 8 種に及んだ。侵入草本は少なく、アキタブキ、エゾヨモギ、オオイタドリ の 3 種であった。クマイザサは縁辺部から連続的に侵入していた。

土壌は、上部で 38cm まで、下部では 50cm の深さまで容易に堀れた。断面には崩落土がリター層を覆っていたが、これは斜面上部の採草地斜面に由来するものである (図-7)。

ここでは侵入樹種を後継樹として保育し天然生林へ誘導すべきである。なぜなら、これま

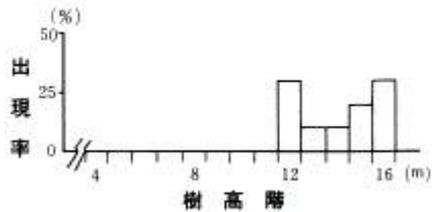


図-5 植栽後 11 年を経過したケヤマハンノキの樹高階別頻度分布 (No.21 調査地)

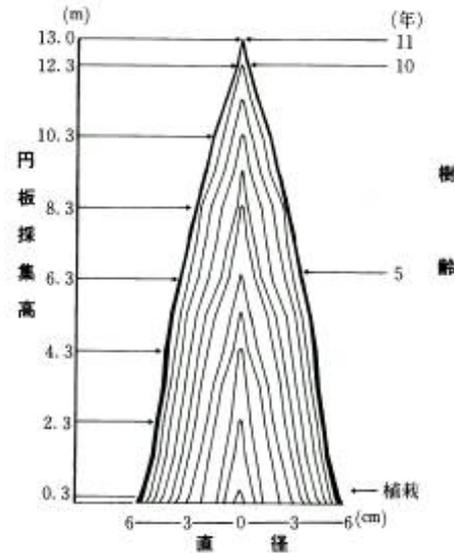


図-6 植栽後 11 年間の生長過程 ケヤマハンノキ (No.21 調査地)

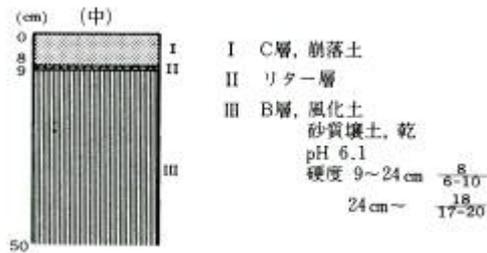


図-7 No.21 調査地の土壌断面

表-4 侵入木本の樹高階 (No.21 調査地)

樹種	樹高階 (cm)								計
	~20	~40	~60	~80	~100	~120	~140	~160	
イタヤカエデ	27	17	12	5	4	2	1	1	67 (本)
ミズナラ	5	4	1			1			11
オヒョウ	6	1			1				8
ヤマグワ	4	1			1	1			7
ヤチダモ	1	3		1			1		6
シラカンバ							1		1
計	41	26	13	6	6	4	3	1	100

調査区面積 5m×5m

でケヤマハンノキは早期に林冠を閉鎖するための一次植生であるという観点に立って植栽をしてきた。次の段階として一斉林から多様な樹種による複相林へ転換をはかる必要があると考えるからである。表-4で示したようにすでにササ高を5樹種、8本も越えている。植栽木であるケヤマハンノキは前述のように一次植生として導入したものであるから保育伐を行い、侵入樹との交代をすすめる施業が考えられる。

2) No. 22 調査地(留寿都村豊岡の沢) : 斜面は沢頭部にあって、その上部台地は耕地となっている。1973年に土留的な谷止工を5基施工し、草本は芝筋工、木本はケヤマハンノキ連続ねせ植を列間1mで草本と交互にそれぞれ導入している。さらにトドマツを台地部へ植栽している。植栽後7年で樹高は、上部では2.5~4.5m階(平均3.5m)、下部では2.0~5.5m階(平均4.2m)である。また、立木密度はそれぞれ14,000本/ha、12,000本/haと依然として高い。しかし、トドマツは最大樹高1mでしかない。また、草本はほとんど退化していた。

周辺の森林はNo. 21と同様に、沢沿いに残存するだけであるが、13種を記載した。侵入木本はイタヤカエデ、ミズナラなど8種があり、一致したのは5種である。侵入草本はオオイタドリ、アキタブキ、エゾヨモギなど5種である。クマイザサは周辺部から連続的に侵入し施工斜面との境界を覆っていた。

斜面の土壌は上下とも軟らかく、容易に38cmと70cmまで掘れた。また表面にはりター層の集積もみられ、施工後7年を経過していたためか、明らかにB層が発達していた。

以上述べたようにここでは芝筋工と連続ねせ植え工との組み合わせが有効であった。

3) No. 23 調査地(喜茂別町内海の沢) : 1977年の施工で、斜面にはフトンかご、暗渠工が密に入っていて、横工は最下部の1基だけである。緑化工は張芝工だけで、木本は谷止工間の平坦部にトドマツを集中して植栽している。また、ナガバヤナギが編柵水路工の立そだとして用いられている。導入草本は3年目でもあり生育は良好であったが、トドマツ植栽地は過湿状態となっていて成績が悪かった。ナカバヤナギは樹高1.3~3.0m(平均2.3m)であった。

周辺は左右が天然生林、正面上部がカラマツ人工林で10種を記載した。しかし、侵入木本は斜面下端でのオニグルミ1種であった。侵入草本はオオイタドリ、アキタブキ、エゾヨモギなど7種あった。

斜面の土壌は未熟で硬度21~25と依然として堅密で、かつ乾燥していた。火山放出物の未固結な堆積地であっても、斜面を切り取り整形することによって極めて堅い層が表面に出現することが確かめられた。逆に、堅密であったから木本の導入をしなかったのであろう。このようなところでは、No. 9、No. 11で提案したように時間差工の必要性を強調したい。

道央地域

調査結果の総括を表-5、6に示す。ここでは沢頭、ズリ斜面、溪岸、袖部、地すべり跡地、航空実播工施工地そして河岸段丘斜面の7つのグループに分けて実態を述べる。

1. 沢頭への山腹植生工

このグループは最も普通にみられるものである。

1) No. 510 調査地(新十津川町農場の沢) : 北海道の山地治山の草創期の1952年に施工された。工法は本州からの移入技術である山腹積苗工にニセアカシアを植栽するものであったと記録されている。29年を経過した時点で、緑化工の形跡が部分的に高さ50~70mの階段状にみられる程度であった。

周辺は天然生林で、イタヤカエデ、ミズナラ、シラカンバなど11種を記載した。侵入木本はミズナラ、イタヤカエデなど9種があり、一致したのは6種である。侵入草本はオオイタドリ、アキタブキ、エゾニユウなど9種であり、オオイタドリは草高2mに達していた。侵入木本はヒメヤシャブシを除いて、いずれもこの草高以下であった。

表-5 斜面の形状と導入木本の評価 (道央)

区分	I								II					III					IV			V			VI		VII	
	調査地 No.	510	512	507	513	517	514	506	503	515	504	527	501	502	518	519	520	525	523	521	522	511	528	524	505	508	526	509
経過年 (年)	29	29	18	16	15	13	6	5	5	5	5	6	6	9	9	9	10	6	8	8	5	9	7	6	9	5	4	
斜面長 (m)	100	33	90	120	56	26	70	55	60	54	50	16	16	30	30	20	50	114	143	84	50	45	91	73	100	70	61	
斜面幅 (m)	70	80	75	25	20	200	55	20	25	51	30	16	20	100	90	46	50	60	24	20	70	12	81	40	140	50	83	
最大傾斜角 (度)	40	42	33	24	25	40	41	20	20	21	32	12	15	41	42	43	36	41	28	10	20	23	30	20	50	24	32	
方位	NE	NE	SE	WNW	E	NNE	NE	N	N	NNW	N	NE	SSW	N	E	E	SE	SE	N	E	NE	S	SSW	NNW	SW	ESE	NE	
標高 (m)	150	150	150	350	350	400	200	100	400	100	150	150	150	300	300	300	400	350	400	400	100	150	300	100	100	70	100	
崩壊地の部位	中・下	中・下	中・下	中	中・下	上中下	上中下	中・下	上・中	上中下	中・下	中	中	中・下	中・下	中・下	上中下	上中下	上中下	中・下	下	中・下	中・下	下	上中下	中・下	中・下	
斜面形	横断	平衡	平衡	複合	凸	凹	平衡	凹	複合	凹	凹	平衡	凸	平衡	凸	凸	凸	凹	平衡	凹	複合	平衡	凹	凹	平衡	複合	平衡	平衡
	縦断	平衡	凸	複合	凸	凹	平衡	平衡	凹	凸	凹	平衡	凸	平衡	平衡	平衡	平衡	平衡	凹	複合	平衡	凹	凸	平衡	平衡	平衡	平衡	
導入草本の評価	—	—	1	1	2	1	1	5	5	5	2	3	5	1	1	1	1	1	1	2	5	1	5	5	2	5	5	
導入木本の評価																												
斜面上部	—	5	1	5	1	1	1	5	5	5	5	3	5	5	5	5	1	1	5	5	4	5	4	5	—	5	4	
斜面中部	—	5	2	5	3	2	1	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3	2	5	5	5	5	5	5	—	5	4	
斜面下部	—	5	3	5	4	3	1	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	—	5	4	
横工配列比	0	0	1.7	1.3	3.6	0	0.7	2.7	2.5	0.9	3.0	0	0	1.7	1.7	2.5	0	0.4	2.8	2.4	1.0	2.2	0.5	0.7	0	2.1	2.5	
pH	5.6	5.9	6.5	5.2	5.6	4.9	5.5	5.0	8.4	5.1	5.5	—	—	5.1	5.1	5.3	5.4	5.2	5.5	5.5	6.8	5.4	5.4	5.0	5.4	4.9	5.8	

I 沢頭, II ズリ斜面, III 溪岸, IV 袖部, V 地すべり跡地, VI 航空実橋工施工地, VII 河岸段丘

表-6 侵入木本 (道央)

区分	I								II				III				IV			V			VI	VII		出現箇所数		
	510	512	507	513	517	514	506	503	515	504	527	501	502	518	519	520	525	523	521	522	511	528	524	505	508		526	509
調査地No.	29	29	18	16	15	13	6	5	5	5	5	6	6	9	9	9	10	6	8	8	5	9	7	6	6	6	5	4
経過年	天	天	天	人・天	天	天	天	人	天	天	天	人・天	人・天	天	天	天	人・天	天	天	天	人・天	人・天	人・天	人	天	天	天	
周辺の林種	11	11	21	21	12	13	21	3	3	10	8	8	8	16	16	16	13	15	21	21	9	9	13	2	11	12	6	
周辺木本種数	9	8	13	15	13	13	2	3	3	1	2	1	6	3	2	7	5	15	11	7	3	2	3	0	8	4	4	
侵入木本種数	9	6	17	14	8	14	9	12	9	14	12	4	10	7	12	14	6	10	22	16	6	5	11	0	6	10	7	
侵入木本種																												
ミズナラ	○△	○△	○△	○△	○△	○								○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△					○△	○	
イタヤカエデ	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○△	○			○△	○	○	○△	○△	○△		○△	○△	○△	○△					○	○	
バッコヤナギ	○	○△	○△		○	○					○	○	○					○				○△				○	○	
ナガバヤナギ				○△		○△		○	○	○△											○				○		○	
タラノキ						○△							○△			○	○	○△	○△	○△	○△				○	○△		
ヤマグワ			○△	○	○								○			○△					○	○△						
ニセアカシア								○△								○				○	○	○△	○△					
ヤマモミジ		○△			○△	○										○△	○△	○△			○							
イヌエンジュ	○△	○△	○		○										○△			○										
シラカンバ	○△			○△											○						○				○△		○△	
オニグルミ			○△				○△											○		○							○	
ノリウツギ				○△	○	○												○△	○△	○								
シナノキ		○	○△	○△	○△																							
ケヤマハンノキ	○△	○△			○△		○△																					
ウダイカンバ					○△	○												○										
エゾヤマザクラ			○		○△	○△												○△										
ハルニレ				○	○																				○			
エゾニワトコ												○						○	○△									
ミズキ				○△		○														○								
ナナカマド					○△	○△												○										
ヌルデ			○		○△							○													○			
コマユミ			○△															○							○			
トドマツ					○△									○△														
カラマツ						○△						○△																
エゾヤマハギ								○																			○	
タニウツギ	○		○△																									
ホオノキ				○△														○										
ハウチワカエデ					○													○△										
オオカメノキ																○									○			
サワシバ			○																	○△								
キンダ				○△																								
カツラ				○△																								
ハリギリ				○△																								
ヒメヤシャブシ	○																											
オヒョウ				○△																								
ミヤマハンノキ			○																									
オオバボダイジュ	○△																											
ニガキ																									○△			
ヤマウルシ		○																										
キタコブシ				○△																								
ハクウンボク																○												
クサギ																					○							

I 沢頭, II ズリ斜面, III 溪岸, IV 袖部, V 地すべり跡地, VI 航空実灌工施工地, VII 河岸段丘

○: 侵入樹種 △: 一致樹種 天: 天然生林 人: 人工林

土壌は、上部では深さ 25cm まで掘り進むのは困難であったが表面には約 3cm のリター層が集積していて、A, B, C の 3 層に分化していた (図-8)。崩壊跡地も約 30 年で 3 層位に分化する 1 例が得られた。下部でも 30cm まで掘るのが困難で、特に 15cm から下方は礫を主とする風化層であった。しかし、下部では 3 層には分化していない。

この斜面では、上層木となるべき導入木本のニセアカシアが消滅したため、雪の移動を防止する乱抗の効果が発揮されず、侵入木本の生長は困難である。

2) No. 512 調査地 (新十津川町カマオマナイの沢 1) : ここも 1952 年の同じ工法による施工地で、左側上部林縁の樹高約 7m のニセアカシア 1 本が植栽木唯一の生き残りであった。

周辺は天然生林でミズナラ、イタヤカエデなど 11 種を記載した。侵入木本はミズナラ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキなど 8 種で、一致したのは 6 種である。侵入草本はオオイタドリ、アキタブキ、ウドなど 6 種があった。ここでも 2m の草高を越す侵入木本はなく、天然生林への移行は極めて難しいと考えられる。また、前年に伸びたオオイタドリ、ウドなどの旧幹が傾斜方向に倒れているのが観察されたことから、積雪のグライドが極めてはげしい斜面と判断した。

土壌は、斜面上部では深さ 47cm に掘るのは 10~50cm の角礫混じりで難しかったが、硬度は 11~17 と小さかった。断面にはリター層の集積はみられなかった。これは、前述の雪によって運び去られたものである。下部では埴土質で礫は含まれず、深さ 45 cm まで掘るのは、硬度 12~22 で容易であった。

3) No. 507 調査地 (ペンケソフチ沢) : 1963 年の施工で、林道沿いにあり 3 基の土留工が入っている。導入木本は斜面中部にバンクスマツ、下部にドロノキを配している。ドロノキは本数が減少していて、根元曲りが大きかったが、樹高 8~12m 階 (平均 10 m) で林冠を完全に閉鎖していた。バンクスマツは雪害にもって極度に幹折れが発生していて、18 年を経過していても最大 2.5m 階 (平均 1.8m) でしかない。

周辺は天然生林でミズナラ、イタヤカエデ、トドマツなどこの調査で最高の 21 種を記載した。侵入木本はミヤマハンノキ、ミズナラ、イタヤカエデなど 13 種で、特に中部に多かった。これは、バンクスマツが退化し、侵入空間が広がったことによると考えられる。侵入草本にはオオイタドリ、アキタブキ、キタヨシなどとともに OG, GRF, WC などの外来種を含め 17 種あった。

土壌は、上部では礫混じりであったが、たやすく深さ 30cm まで掘れ、硬度は 8~25 であった。表面には 1cm のリター層の集積がみられた。下部のドロノキ林下ではさらに軟らかく、深さ 50cm まで容易に掘れた。表面には 7cm と厚いリター層が集積していた。さらに上部では 16cm の、下部では 10cm の厚さの B 層がそれぞれ発達していた。

4) No. 513 調査地 (夕張市若菜辺の沢) : 1965 年の施工地で、3 基の土留工を施工し、草本は筋工で、木本はコバノヤマハンノキを 1m×1m で植栽している。導入草本はすでに退化し



図-8 No.510 調査地の土壌断面

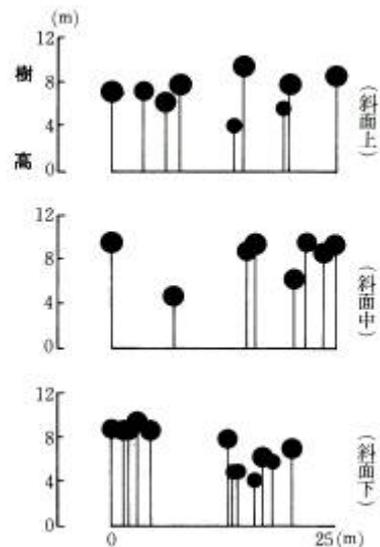


図-9 植栽後 16 年を経過したコバノヤマハンノキ林 (No.513 調査地)

ていた。木本は今回の調査の中で、ハンノキ類としては最も古く、最大樹高 12m 階に達していた (図-9)。残存率は低下しているが依然として 3,000 本/ha 以上あり林冠を閉鎖していて、安定した林相であった。

周辺はカラマツ不良造林地でミズナラ、イタヤカエデ、カツラなど 21 種を記載した。侵入木本は 15 種を数え、一致したのはミズナラ、イタヤカエデなど 13 種であった。侵入草本はオオイタドリ、アキタブキなど 14 種で、林床にはクマイザサが侵入し、林床を安定させていた。

土壌は、上、中、下部とも 30cm 以上まで掘るのは難しかったが、リター層は 1~3cm の厚さに集積していた。断面調査から上部には B 層が、下部では A 層がそれぞれ発達していた (図-10)。

侵入木本のなかにはすでに樹高 10m 以上のものもあって、ハンノキ一斉林から、多様性をもつ森林に移行しつつあり、林床も安定していることから、このような林型が山腹植生工の目標と考えてよいだろう。

5) No. 517 調査地 (栗沢町幌沢) : 1966 年の施工斜面で、土留工を 4 基施工している。草本の導入は植生盤筋工ではぼ 1 m おきに、木本はナガバヤナギを用いている。

施工後 15 年を経過した時点では、すでに草本は退化していて、わずかに OG がみられただけである。ナガバヤナギは 6,000 本/ha、樹高は 2.5~9.0 m 階 (平均 5.3m) で、15 年間の定期平均樹高生長量は 0.35m/年である (図-11)。

周辺は天然生林でミズナラ、イタヤカエデなど 12 種を記載した。ヤナギ林下の天然更新について調べた (表-7) と同様、ヤマモミジが優占していて樹高は最大 1.5m 階であり、次がイタヤカエデの 1.0 m 階であった。侵入木本はこの外にもあり合計 13 種で、一致したのは 7 種である。侵入草本はエゾヨモギ、アキタブキ、オオイタドリなど 8 種で草高は 1 m 程度であったから、すでに草高を越しているものもある。

土壌は全体的に乾燥気味であった。上部では深さ 52cm までたやすく掘り進め、表面には 2cm のリター層が集積し、その下方は C₁、C₂ の 2 層に分けられた (図-12)。下部では浅くかつ角礫混じりで硬度は 21~25 で深さ 25cm まで掘り進むのは難し

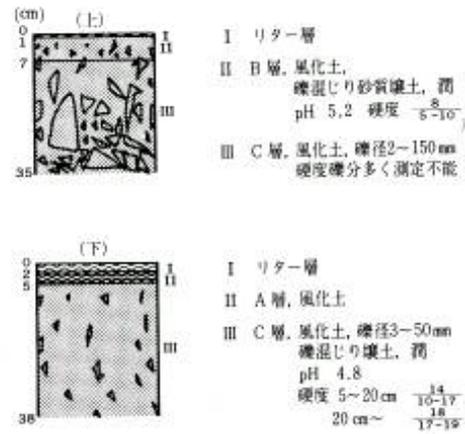


図-10 No.513 調査地の土壌断面

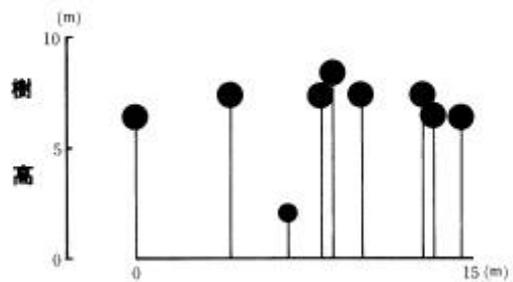


図-11 植栽後 15 年を経過したナガバヤナギ林 (No.517 調査地)

表-9 侵入木本の樹高階 (No.517 調査地)

樹種	樹高階 (m)				計
	0	0.5	1.0	1.5	
ヤマモミジ	13	7	2	1	23 (本)
イタヤカエデ	9	5	4		18
ミズナラ	3				3
ケヤマハンノキ			1		1
トドマツ	1				1
計	26	12	7	1	46

調査区面積 5m×5m

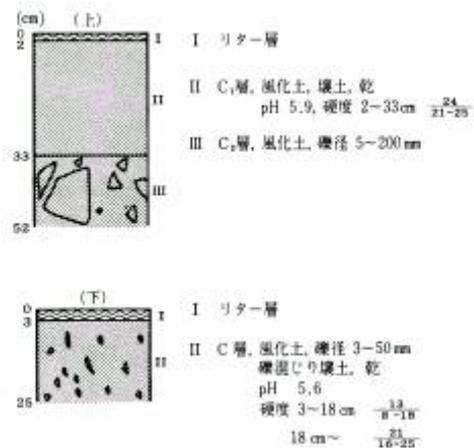


図-12 No.517 調査地の土壌断面

かった。

調査時点ではナガバヤナギは林冠を閉鎖しているが、図からもわかるように被圧木がみられ、また多様性をもたせるためにはこれらを伐採して、上層木となる可能性の高いミズナラ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキなどの保育が必要である。

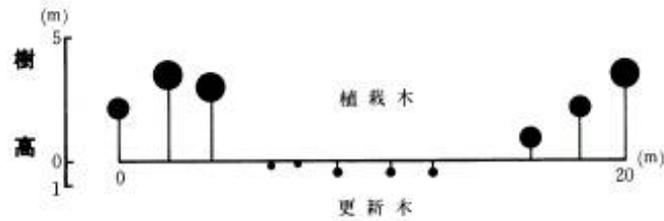


図-13 植栽後13年目のニセアカシア林 (No.514 調査地)

6) No. 514 調査地 (夕張市社光中学校の沢 1) :

1968年の施工斜面で、斜面長が短く、土留工は施工していない。10,000本/haで導入したニセアカシアの成績は不良で、13年間の定期平均樹高生長量は0.23m/年で、林冠の閉鎖もみられず、更新もまばらであった(図-13)。

周辺は沢沿いに残存する幼齢の天然生林でイタヤカエデ、シラカンバ、ハリギリなど21種を記載した。侵入木本はミズナラ、イタヤカエデ、エゾヤマザクラなど15種で、0.5~1.5mの樹高に達しているものもある。侵入草本はアキタブキ、オオイタドリ、エゾヨモギなど14種があったが、群落を形成するほどではなかった。

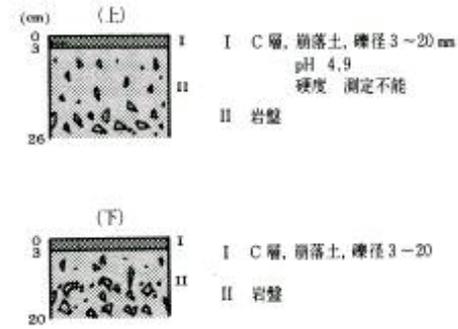


図-14 No.514 調査地の土壌断面

土壌は2箇所調査した(図-14)。上部は深さ26cmまで掘るのは困難で、断面には厚さ3cmの崩落土層があり、その下方は礫径3~20mmの弱風化層であった。下部も深さ20cmまで掘るのは極めて困難で、表面には厚さ3cmの崩落土層があり、その下方は岩盤の弱風化層であった。硬度の測定はブロック状の風化層のため測定不可能であった。

7) No. 506 調査地 (新十津川町クマシの沢) : 1975年の施工斜面で最下部の土留工を基礎として、丸太伏工と下部域に金網張伏工を施工しており、草本の導入には植生盤伏工を、木本は上部にケヤマハンノキ連続ねせ植えを、中部以下にはナガバヤナギの埋幹を施工している。工種の採用法は基本的要素を満たしていた。

しかし、施工斜面内の成立木の調査では、ケヤマハンノキはわずかに伏工の3区画でみられたにすぎず、ヤナギは全体の34%にあたる118区画だけであり、斜面は部分的にしか閉鎖していない。このような不成績の原因は、一つには植栽時期の遅れによるものであり、他は斜面内部での水分環境の差によるものであろうと考えられた。

周辺の森林はNo. 507と同じである。侵入木本はイタヤカエデ1種にすぎなかった。草本はオオイタドリ、エゾヨモギ、オオバコなど9種があった。

土壌は、斜面上部では10~70mmの礫混じりの風化層で、硬度0であったので、容易に深さ40cmまで掘れた。

8) No. 503 調査地 (歌志内市中学校の沢) : 1976年に3基の土留工を施工し、草本は筋工で、木本はコバノヤマハンノキのポット苗(1-P1苗)とトドマツを中、下部で1m×1m、上部では1m×2mで同時植栽した。

草本の生育は順調で、木本の生長は差があった(図-15)。コバノヤマハンノキは中、下部ではほ

ぼ 5m 階で (平均 4.9m), 林冠を閉鎖していた。5 年間の定期平均樹高生長量は 0.98m/年と極めて良好で, 雪害もみられなかった。

周辺は人家裏斜面のため樹種は少なく, 3 種を記載しただけである。侵入木本は 3 種で, オニグルミだけが一致していた。草本の侵入は上部に多くオオイタドリ, エゾヨモギ, アキタブキ, オオバコなど 12 種があり, オオイタドリは 2m の草高があった。

土壌は, 上部では硬度 21~28 で堅く, 深さ 30cm まで掘るのは難しかった。断面は一層で, 切り取り法面の風化層であった。

2. ズリ斜面への山腹植生工

ズリ斜面での植栽成績を知るため, 空知管内で 6 箇所の調査地をとりあげた。この中の二つは, 筆者らが滝川林務署と共同で設定した露天掘跡地の樹種適応試験地である。

1) No. 515 調査地 (夕張市社光中学校の沢 2) : 1976 年にグラウンド側方斜面の崩壊を復旧するため施工した箇所で, きめ細かく 7 基の谷止工を施工し, 斜面右部にはイタチハギを 10,000 本/ha で植栽している。

イタチハギの生育は順調で林冠を閉鎖し 5 年を経過して樹高 2.5m 階にまで達したものもある。

周辺の森林は極めて狭小で沢沿いに残存しているだけで, 3 種しか記載できなかった。侵入木本はナガバヤナギ, ニセアカシア, エゾヤマハギの 3 種があり, 侵入草本はオオイタドリ, エゾヨモギなど 9 種があった。

土壌は, 上部は極めて堅く硬度の測定はできなかった。下部も礫混じりで, 深さ 30cm にまで掘るのは困難であった。硬度は 0~15cm の上部が 15~22, それより下方は上部斜面と同様に測定不可能であった。

2) No. 504 調査地 (歌志内市日の出の沢) : 1976 年に施工し, 2 基の土留工が入っている。草本の導入は芝筋工で, 木本は幅 70cm の階段を切って, 苗間 1m でコバノヤマハンノキとトドマツを交互に植栽している。階段の斜面保護としての導入草本の生育は良かった。木本は, コバノヤマハンノキが樹高 3.0~4.7m (平均 3.9m) と生育状態は良かったが, トドマツはここでも完全に被圧されていた。

周辺の森林は沢沿いにわずかに残存しているにすぎなかったが, オニグルミ, サワシバ, イタヤカエデ等 10 種を記載した。しかし, いずれも幼齢であったので, 侵入木本はナガバヤナギ一種にすぎない。侵入草本にはオオイタドリ, アキタブキなど 14 種があった。

土壌は石炭のズリが母材である。そのためここでも, 上部では 30cm, 下部では 35cm まで掘り進むのは困難で, かつ角礫も最大 50mm のものがあった。植栽木の根系は深さ 15cm 程度にまでしか達していない。

階段工は植栽の場を作り出したり, 斜面の流水をしゃ断して流出土砂を押えたり, 水分環境を良くしたりする効果があるため採用されている。しかし, 北海道では寒冷のため凍結・融解によって肩部の崩落が多く, 施工例は最近では少ない。調査時点では, 経過年数が 5 年でまだ浅く, 草本の生育も良かったため, 階段の崩落はみられない。

3) No. 527 調査地 (三笠市幌内本沢) : 1976 年に溪岸の緑化工として施工したところで, 最下部の鋼管土留工を含め 4 基の横工を施工している。この斜面の上部を林道が横断していて, 全体が盛土法面となっている。

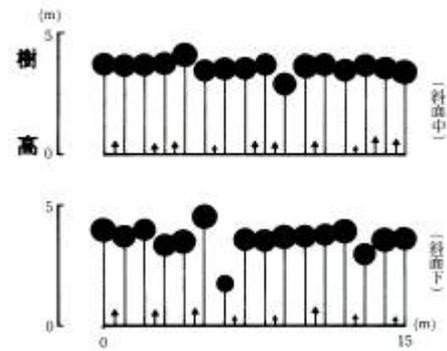


図-15 植栽後 5 年を経過したコバノヤマハンノキ・トドマツ林 (No.503 調査地)

草本は植生盤筋工で、木本はコバノヤマハンノキが苗間 1m×列間 1.5m で導入されている。草本は 5 年を経過して、ほとんど退化していた。植生盤に混入されたエニシダとニセアカシアは発芽、生育が悪かった。導入木本 (図-16) は樹高 5m 階に達して、5 年間の平均樹高生長量は 1.0m/年を越え、生育成績は極めて良く、林冠を完全に閉鎖していた。

周辺は天然生林でミズナラ、イタヤカエデ、ハリギリなど 8 種を記載した。しかし、侵入木本は 2 種だけであったが、草本は多くアキタブキ、オオイタドリ、エゾヨモギなど 12 種がみられた。

土壌は上下 2 箇所調べた (図-17)。上部では角礫混じりのズリで極めて堅く、深さ 33cm まで掘るのは困難であった。しかし、下部は軟らかく、42cm まで掘るのは容易だった。断面は上部と同じく一層で、ここでも石炭のかけらが含まれていた。

この斜面で侵入木本種の少ない原因として、土壌要因が考えられる。すなわち、全体的に 0~15cm の表層の硬度が最大 27 であることから、施工当初には盛土層として極めて堅い層であったと考えられる。従って、種子の発芽、着床が困難であったに違いない。

4) No. 501 調査地 (石炭露天堀跡地緑化工試験地) : 1975 年に滝川林務署と共同で設定したうちの斜面下部区である。4 年目の生育経過はこれまでに発表している (伊藤ら, 1978 ; 新村ら, 1979)。ここでは 6 年目の生育の総括と、侵入植生そして土壌について述べる。

導入木本の生育成績はハンノキ類が良く、そのなかでもケヤマハンノキの連続ねせ植え区がとくに良かった。これは不定根を多く出したためであろうと考えられた。逆にイタヤカエデの成績は悪く、No. 11 での例のように、治山用樹種として最初に導入するのは無理があることがわかった。

周辺はカラマツ人工林と沢沿いに残存する天然生林で、イタヤカエデ、ケヤマハンノキ、シラカンバなど 8 種を記載した。しかし、侵入木本はバッコヤナギ 1 種に過ぎない。また、草本もアキタブキ、ヘラオオバコ、ヒメジョオン、マツヨイグサの 4 種であった。これは、周辺には依然として裸地が広がっていることから考えて、土壌条件の悪さによるものと考えられた。

土壌は露天掘りのズリであるため硬度は 20~27 と堅く、30~100mm の礫混じりで、深さ 30cm まで掘るのは困難であった。

5) No. 502 調査地 (石炭露天堀跡植栽試験地) : No. 501 と同時に、斜面上部のやや条件の良いところに設定した。ここも 4 年目の結果は報告している。6 年目の生育の総括 (図-18) から、ハンノキ類の生長の良いことがわかる。侵入木本はカラマツ、ヤマグワ、バッコヤナギなど 6 種を、草本はウド、エゾヨモギ、オオイタドリ、アキタブキなど 10 種があった。

土壌は比較的良く、30cm の深さに掘るのは難しかったが、硬度は 20~25 と No. 501 に比べてや

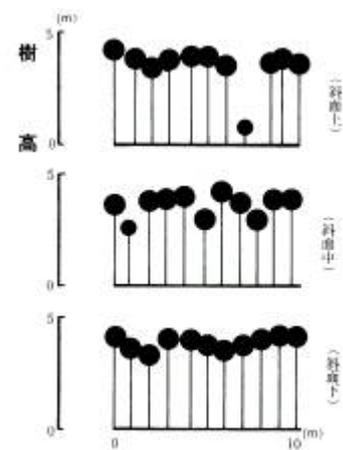


図-16 植栽後 5 年を経過したコバノヤマハンノキ林 (No.527 調査地)

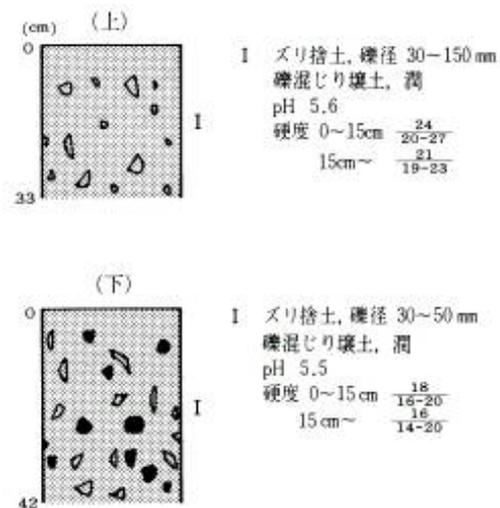


図-17 No.527 調査地の土壌断面

や低下していた。表面には、1 cm ではあるが、リター層の集積もみられた。

これら二つの試験地は、劣悪な環境下にあえて設定した樹種適応試験地であることから、ハンノキ類の生育状態（図-18）は露天堀跡地緑化の一つの指標となろう。このようなところでは、表土層を客土として用いる工法を採用すれば、より良好なハンノキ林を期待できる。

3. 溪岸の山腹植生工

本流の溪岸斜面を5箇所とりあげた。溪岸部からの流出土砂は直接河床を上昇させてしまう。

1) No. 518, 519, 520 調査地（岩見沢市セキの沢 1~3）：1972 年の施工斜面で、三つの斜面が並んでいる。

基礎工はいずれも、最下部に護岸のための土留工を1基施工し、斜面上部から法頭部には金網張伏工を行っている。草本の導入は植生盤筋工で、木本はコバノヤマハンノキを10,000本/haで植栽している。

9年を経過して、導入木本は斜面下部で5~11m階、上部では1.5~7.0m階と良好な生育を示していた（図-19）。また、立木密度もほとんど低下しておらず、林冠は完全に閉鎖していた。

周辺は天然生林で、ミズナラ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキなど16種を記載した。侵入木本はNo. 518, No. 519では少なく、No. 520はやや多く7種であり、ミズナラ、イタヤカエデの2種はいずれも一致していた。侵入草本はオオイタドリ、アキタブキ、エゾヨモギ、ウドなどの共通種のほかに、No. 518では3種、No. 519では8種、No. 520では10種あった。そして、クマイザサが3斜面とも林縁部から連続して侵入し、林床を一層安定させていた。

土壌は、3箇所とも斜面下部で容易に60cmまで掘れた。No. 518, 519では表面に3cmの崩落土層が

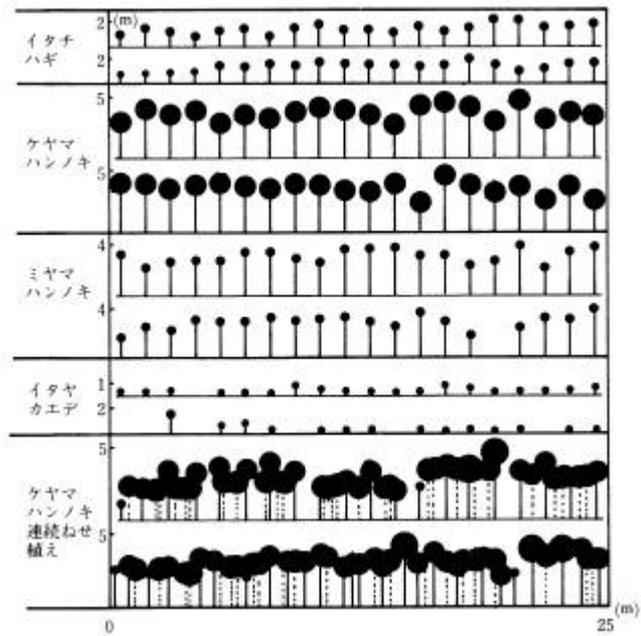


図-18 植栽後6年目の樹種適応試験地（No.502 調査地）

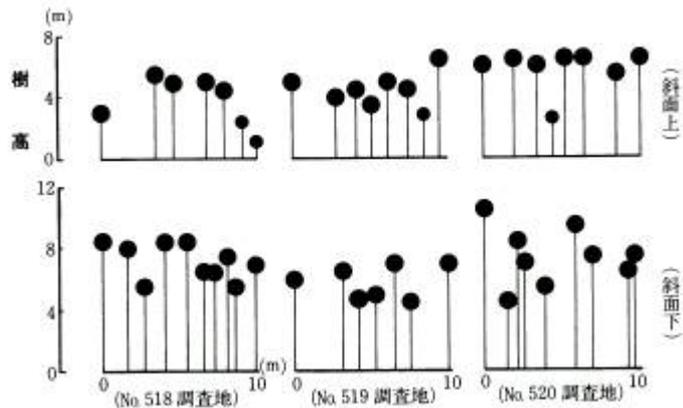


図-19 植栽後9年を経過したコバノヤマハンノキ林

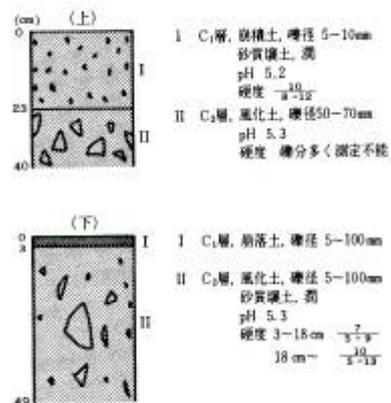


図-20 No.520 調査地の土壌断面

みられ、その下は2~5mmの角礫混じりの風化層であった。No. 520では2箇所調査した(図-20)。上部は深さ0~23cmが5~10mmの角礫混じりの、その下方のさらに大きな角礫混じりの二つの風化層に分けられた。斜面下部では表面に3cmの厚さの崩落土層がみられ、その下方は5~100mmもの角礫混じりの風化層であった。

2) No. 525 調査地(夕張市ノモンハンの沢) : 1970年に施工した斜面で、基礎工は斜面上部の金網張伏工だけであった。草木の導入は筋工で、木本はニセアカシアを中部以下に10,000本/haで植栽している。

導入草本はすでに退化していた。ニセアカシアの樹高は4~8mであったが、残存本数が極めて少なく、斜面全体を被覆していなかった。

周辺はカラマツの不良造林地と沢沿いの天然生林で、ミズナラ、イタヤカエデ、シラカンバ、シナノキなど13種を記載した。侵入木本はミズナラ、ヤマモミジなど4種と、下種更新のニセアカシアであり、草本はオオイナドリ、ウド、ヨツバヒヨドリなど6種であった。

土壌は、斜面上部では38cmの深さに堀るのは容易で、0~23cmの層は強く風化していて(C₁層)の下の礫径3~20mmを含む中風化層(C₂層)に続いていた。硬度は礫分が多いため測定できなかった。下部では54cmの層すべてが崩積層で、0~2cmに1980年の崩落層、2~4cmに1979年のリター層、その下方はまた崩積層であった。硬度はルーズで0であった。

伏工として導入された金網は雪圧などによってすでに破壊されていて、一層表面土砂の移動を早めていた。

3) No. 523 調査地(栗沢町オンネベツの沢) : 1975年の施工地で、最下部に護岸のための土留工が1基と上部域に金網張伏工があるだけの基礎工の少ない斜面である。草本の導入は植生盤筋工(1m)で、木本は植生盤に種子を混入されたエニシダと斜面下部から中部にかけてナガバヤナギを埋枝で30cmおきに筋工で、さらに埋め戻し部にはコバノヤマハンノキを1m×1mで導入している。

導入草本の生育は悪く、エニシダの発生も少ない。コバノヤマハンノキの生育状態は良く(図-21)、5年間の定期平均樹高生長量は0.89m/年である。しかし、ナガバヤナギは中部では本数も少なく、林冠を閉鎖するにはいたらず、定期平均樹高生長量は0.38m/年でしかない。

周辺は天然生林でミズナラ、イタヤカエデ、シラカンバ、ケヤマハンノキなど15種を記載した。侵入木本は道央地域で最高の15種があり、また一致したのはミズナラ、イタヤカエデなど7種である。侵入草本はオオイタドリ、ススキ、ウドなど16種であった。

土壌は3箇所調べた(図-22)。上部では深さ55cmまで堀るのは容易で、最上層にはカブリの崩壊に由来すると思われる崩落土層があり(C₁層)その下方は風化層であった。斜面中部では上の2層が崩落土層で、土砂の移動のはげしいのがわかった。下部では礫径20~150mmの風化層一層であった。

4. 袖部への植栽

この部分は小面積であってもやはり植栽の場でもある。ここでは、流路工の両側の部分への植栽も含めて3箇所とりあげた。

1) No. 521, 522 調査地(栗沢町万字中学校の沢1, 2) : 約200m離れた2本の沢に1973年に緑化工を施工している。No. 521

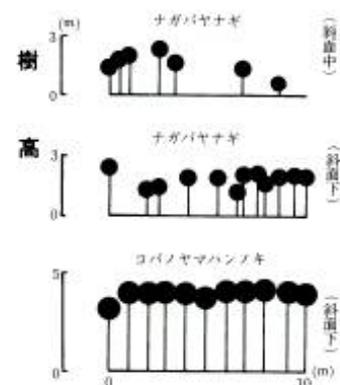


図-21 植栽後5年を経過したコバノヤマハンノキ・ナガバヤナギ林 (No.523 調査地)

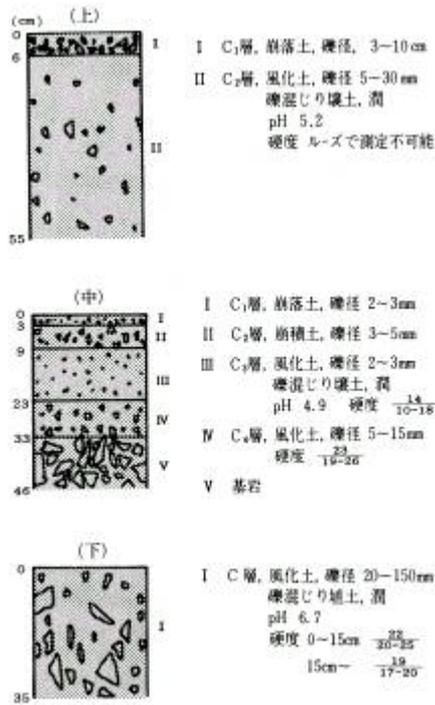


図-22 No.523 調査地の土壌断面

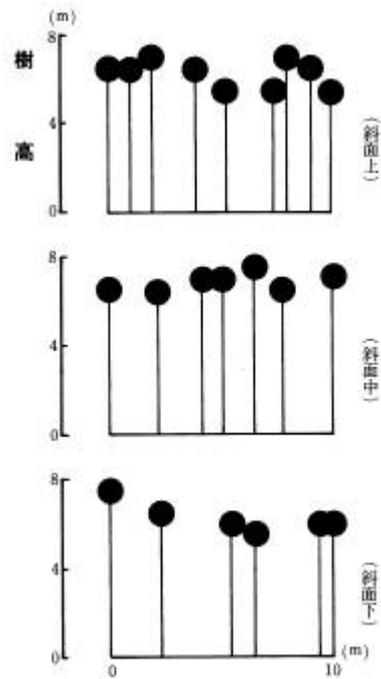


図-23 植栽後 8年を経過したコバノヤマハンノキ林 (No.521 調査地)

は斜面が長く傾斜が急で、谷止工が 8 基密に入り流路工で結ばれていて、その両側に植栽されている。No. 522 は 4 基の谷止工が流路工で結ばれている。

No. 521 では草本は上部にのみ張芝伏工で導入され、木本はコバノヤマハンノキが 1m×1mで植栽されている。No. 522 では草本は芝筋工で、木本はコバノヤマハンノキが導入されている。

木本の生長は両者ともほぼ同じで、極めて順調に生育していた (図-23)。草本は林冠の閉鎖とともに退化の傾向がみられた。

周辺は天然生林でミズナラ、イタヤカエデ、ハリギリなど 21 種を記載した。侵入木本には、No. 521 ではミズナラ、イタヤカエデなど 11 種あったが、No. 522 では 7 種であった。侵入草本は、No. 521 ではオオイタドリ、アキタブキ、エゾヨモギなど今回の調査で最も多い 22 種、No. 522 では前記の種を含めて 16 種であった。これら 2 箇所の侵入植生種数の違いはクマイザサの侵入面積と関係していて、クマイザサの分布の多いほど、侵入草本種数は少なかった。

土壌は、No. 521 の上部では 38cm の深さに堀るのが難しかったが、表面には 2cm のリター層の集積がみられ、その下方は風化の程度により 2 層に分けられた (図-24)。斜面下部は一層未風化で、25cm の深さに堀るのが困難であった。No. 522 では、上部は 2~50mm の角礫混じりの堅密な層で、28cm の深さに堀るのは困難であったが、表面には 2cm の厚さのリター層の集積があった。下部でも 28cm の深さに堀るのは困難であったが、2cm の厚さのリター層の集積がみられた。

2) No. 511 調査地 (新十津川町カマオマナイの沢 2) : 1976 年の施工地で、床堀りの余土を盛

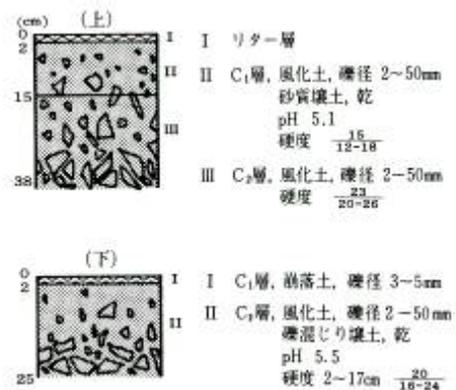


図-24 No.521 調査地の土壌断面

ったところに、草本は植生盤筋工で、木本はコバノヤマハンノキのポット苗を1m×1mで導入している。

草本の生育は順調であった。木本は植栽後5年でNo. 1ラインでは1.0~3.5m(平均2.0m)、No. 2ラインでは2.5~4.8m(平均3.8m)ですでに林冠を閉鎖し、生育状態も良い。

周辺はカラマツ人工林と沢沿いの天然生林で、イタヤカエデ、ヤマグワ、ケヤマハンノキなど9種を記載した。木本の侵入は少なく、シラカンバ、ナガバヤナギ、ニセアカシアの3種が林縁部にみられる程度であった。草本はエゾヨモギが小群落を形成していたほかにアキタブキ、クサフジ、エゾアザミなど6種があった。

土壌はNo. 1ラインでは明らかに床堀り土とわかり、円礫混じりでかつ粘土分も多く、40cmの深さに掘るのは困難であった。No. 2ラインでは円礫が少なく掘りやすかったが、30cm以下は非常に堅くて掘れなかった。

5. 地すべり防止工施工地への山腹植生工

1) No. 528 調査地(三笠市金谷町) : 1972年の地すべり防止工施工地と1973年の谷止工施工地が隣接している。前者は斜面整形後の裸地にトドマツを、後者は流路工沿いの床堀り盛土に種子吹付工とコバノヤマハンノキを導入している。

植栽後9年を経過しているのにトドマツは樹高0.7~2.0m(平均1.6m)でしかなく、林冠を閉鎖していない。一方、コバノヤマハンノキは8年目で樹高8.0~10.5m(平均9.6m)と良好な生育を示し、完全に林冠を閉鎖していた。

周辺はカラマツ人工林と沢沿いに残存する天然生林で、ミズナラ、イタヤカエデ、シラカンバなど9種を記載した。しかし、侵入木本はトドマツ林下にはなく、コバノヤマハンノキ林下ではミズナラ、ヤマグワの2種でしかない。草本はトドマツ林下ではヘラオオバコ、ヒメジョオンなど3種、ハンノキ林下ではオオイタドリ、エゾヨモギなど4種であった。

土壌は、トドマツ林下では44cmの深さに掘るのが難しく、断面は細礫混じりのC層1層で、乾燥していた。ハンノキ林下では重機によってくり返し転圧されたためか堅密で、深さ33cmに掘るのが難しかった。しかし、表面には厚さ1cmのリター層がみられ、その下は重粘土状の層であった。

ここでも、トドマツの一次植生としての使用は無意味であるという結果が得られた。

2) No. 524 調査地(栗沢町西原の沢) : 1974年の施工地で、草本の導入は50cmの植生盤筋工として行われた。木本はコバノヤマハンノキを1m×1mで、またエニシダが水路の両側に限って、植生盤に混ぜられて導入されていた。

導入草本はエニシダ混合区ではすでに退化していたが、それ以外のハンノキ林下では生育は良かった。木本の生育は良く(図-25)、林冠を完全に閉鎖していた。

周辺はカラマツ人工林と天然生林で、ミズナラ、イタヤカエデ、ハルニレなど13種を記載した。侵入木本は少なくヤナギ類とニセアカシアの3種であった。草本にはアキタブキ、オオイタドリ、ヨツバリヨドリなど11種があった。これら侵入植生のすべてはコバノヤマハンノキ林下のもので、エニシダ林下では何もみられなかった。これはエニシダ林が極めて密であったからである。

土壌は3箇所調べた(図-26)。上部ではわずかに深さ19cm

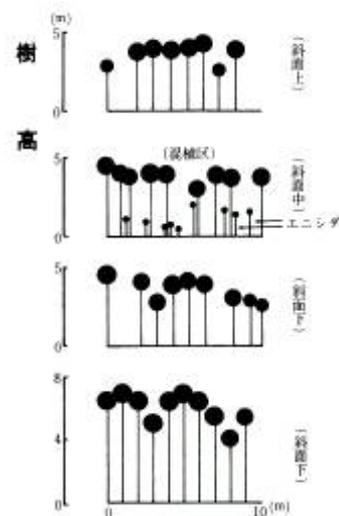


図-25 植栽後6年を経過したコバノヤマハンノキ・エニシダ林 (No.524 調査地)

まで掘るのは極めて困難であった。斜面中部では深さ 38cm まで掘るのが難しく、深さと風化の程度との関係が判然としていて四つの層に分けられた。すなわち厚さ 2cm の崩落土層の下は厚さ 9cm の強風化層 (C₁)、10cm 程度の礫径の中風化層 (C₂) 極めて堅い基岩と分化している。斜面下部でも 35 cm の深さに掘るのが困難であった。

3) No. 505 調査地(歌志内市病院裏) : 1975 年に最下部に土留工を 1 基施工している。草本の導入は 2m おきの芝筋工で、木本はシラカンバが列間 2m、苗間 1m で植栽されている。

草本の生育は極めて旺盛であった。木本は斜面下部では樹高 1.0~2.5m 階(平均 1.9m)、上部でも樹高 1.0~3.5m 階(平均 2.5m) である。

周辺はカラマツ人工林で、他にバッコヤナギがみられるだけで、侵入木本はなく、草本もオオイタドリ、エゾヨモギ、ウドなど 7 種が周辺にあったが、侵入はなかった。

斜面上部の土壌は深さ 40cm まで掘るのが難しく、粘土分が多く、硬度は 17~21 であった。

シラカンバの植栽例は治山では少なく、比較の対象は限られているが、ここでは普通の生育を示していて、生存率も高い。ここでの 6 年間の定期平均樹高生長量は 0.4m/年で、ハンノキ類の半分である。また、侵入植生のみられない原因として、導入草本の生育が旺盛なことのほかに、木本の母樹がなかったことがあげられよう。

6. 航空実播工跡地

道央地域の唯一の例であったためとりあげた。

1) No. 508 調査地(新十津川町総進 1) : 1972 年空知支庁管内で最初に、北海道でも 2 番目に施工された(羽鳥ら, 1975)。1974 年の調査ですでにガリーの発生と草本の退化が指摘されたが、その後植栽工も追肥も行われなかった。

斜面の最上部に施工された金網張伏工の腐食は一層強まり、導入草本の退化が進み、裸地が拡大していた。

周辺は天然生林でミズナラ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキなど 11 種を記載した。侵入木本にはナガバヤナギ、シラカンバなど 8 種があった。一致したのはシラカンバだけである。ここでは樹高 2m 以上の侵入木本はみられなかった。侵入草本にはススキ、エゾヨモギ、オオイタドリなど 6 種があった。

土壌は、斜面上部では礫径 4~50mm の角礫混じりで極めて堅く、深さ 30cm まで掘るのが困難であった(図-27)。下部ではわずかに軟らかかったが、礫径 5~50mm の角礫混じりで 40cm の深さに掘るのが難しかった。断面には崩落土層がみられなかったことから、風化土砂は溪流内に運び去られるのであろう。ここでも、緑化工と木本導入の重要性が考察された。

7. 河岸段丘斜面への植栽

1) No. 526 調査地(三笠市岡山) : 1976 年に施工され、基礎工として 2 基のフトンかご土留工と斜面の両端に水路工が配置されている。草本の導入は張芝伏工で、木本はイタチハギを 1m×1m で導入している。

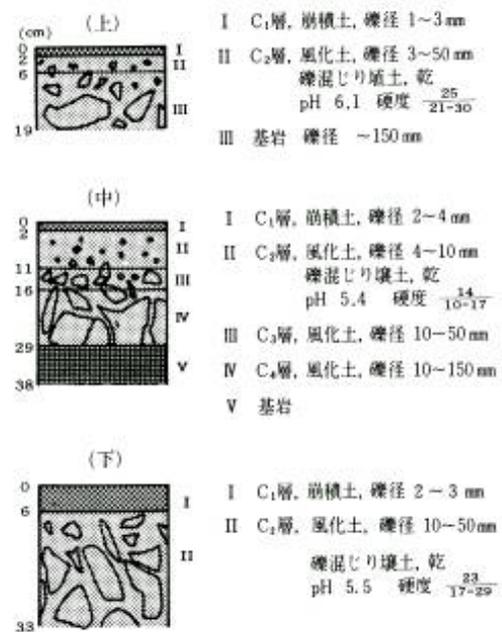


図-26 No.524 調査地の土壌断面

草本の生育は旺盛で、イタチハギも上部では 1.5～3.5m階（平均 2.7m）、下部では 1.5～2.5m階（平均 2.2m）とこの樹種としてのほぼ最大値を示し、密に斜面を覆っていた。

周辺は天然生林でミズナラ、イタヤカエデ、ハリギリなど 12 種を記載した。侵入木本はミズナラ、バッコヤナギなど 4 種で、うち 2 種が一致した。侵入草本にはオオイタドリ、エゾヨモギ、アキタブキなど 10 種があった。

土壌は、斜面上部は段丘堆積物の円礫混じりの砂土で容易に 38cm の深さまで掘れた。表面には厚さ 1 cm のリター層が集積していた。下部は斜面整形に由来すると思われる層で、容易に 55cm の深さまで掘れた。表面には 1 cm の厚さのリター層があった。

この斜面で侵入木本種が少なかったのは樹冠層が低く、空間が狭いためであろう。侵入木本のためには、新たに伐開を行うことが必要である。

2) No. 509 調査地（新十津川町総進 2）： 1977 年の施工斜面で、土留工を 3 基と丸太伏工を施行し、草本は斜面下部は芝筋工、上部は張芝伏工として、木本はグルチノーザハンノキのポット苗を導入している。

草本の生育は良かった。木本は最大 2m階で、4 年間の定期平均樹高生長量はわずかに 0.4m/年で、他のハンノキ類に比べ劣っていた。

周辺は天然生林であるが、河岸段丘斜面であるためイタヤカエデ、シラカンバ、ケヤマハンノキなど 6 種を記載しただけであった。木本の侵入も少なくミズナラなど 4 種であった。草本にはアキタブキ、オオイタドリ、ウドなど 7 種があった。

土壌は、斜面上部では張芝の根系層の下に円礫混じりの B 層が、下部でも同様に円礫混じりの B 層がみられ、簡単に掘り進めた。

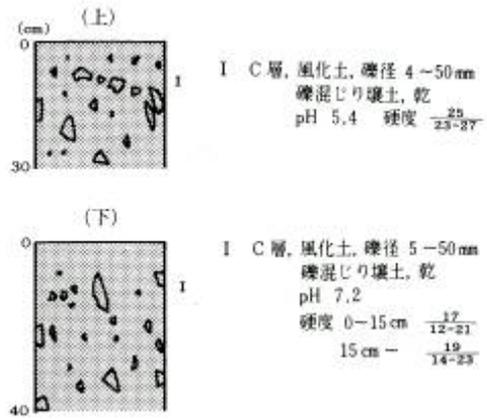


図-27 No.508 調査地の土壌断面

総 括

導入木本

41 箇所調査地のうち、導入木本の調査結果を得たのは、道南地域では 11 箇所、道央地域では 23 箇所、樹種数は筆者等が行った樹種適応試験のための樹種も含めて 20 種に達した。このうち、使用頻度が高いのはハンノキ類のコバノヤマハンノキとケヤマハンノキであった。

図-28 は 16 種の生長について、林齢と平均樹高、植栽地の面積の 3 因子の関係をまとめたものである。施工地の面積を円の大小として相対的に表わすようスケールを定めた。次に林齢と平均樹高を示す左右の両軸を結ぶ破線は定期平均樹高生長量が 0.5m/年のとき、水平となるようにあらかじめスケールを定めている。例えば、ケヤマハンノキ (1) は 15m に達するのに 11 年を要し、11 年間の定期平均樹高生長量は 1.3m/年であるから左上りとなり、逆にバンクスマツは 2m になるのに 18 年かかっているから同様に 0.1m/年となり、右上りとなる。

図から、まず施工地の面積（円の大小）にかかわらずハンノキ類の生長が良いことがわかり、生長の良否は樹種間の差であることも読みとれる。このようなことから、ここでとりあげた 16 種は定期平均樹高生長量の計算結果と樹種ごとの相対的な樹高生長の特性とから、①積極的な導入が可能な樹種群

(上段), ②地域を限定して導入すべき樹種群 (中段), ③一次植生としては不向きな樹種群 (下段) の三つの樹種群に分けられよう。そして, 各群にもまた, 下に述べる樹種間の特性がみられる。

① 積極的な導入が可能な普及樹種群

筆頭はケヤマハンノキである。ケヤマハンノキは郷土樹種であり, 道南, 道央地域の周辺林分の約 30% でみられた。次にコバノヤマハンノキがある。この樹種は道央地域で多く植栽されてはいたが, 歴史的には, 治山用樹種として道外から移入されたものである。ミヤマハンノキはケヤマハンノキに比べ樹高は低い, 例えば高山地帯, 海岸地域などのより条件の厳しいところに自生していることから, 生育環境の厳しいところに用いるべきであろう。しかし, 同じハンノキ類でも, グルチノーザハンノキはこれまでの成績が不良なことから, 除外して考えなければならない。ドロノキは生存率がかなり低下しているが, 林冠を閉鎖している。

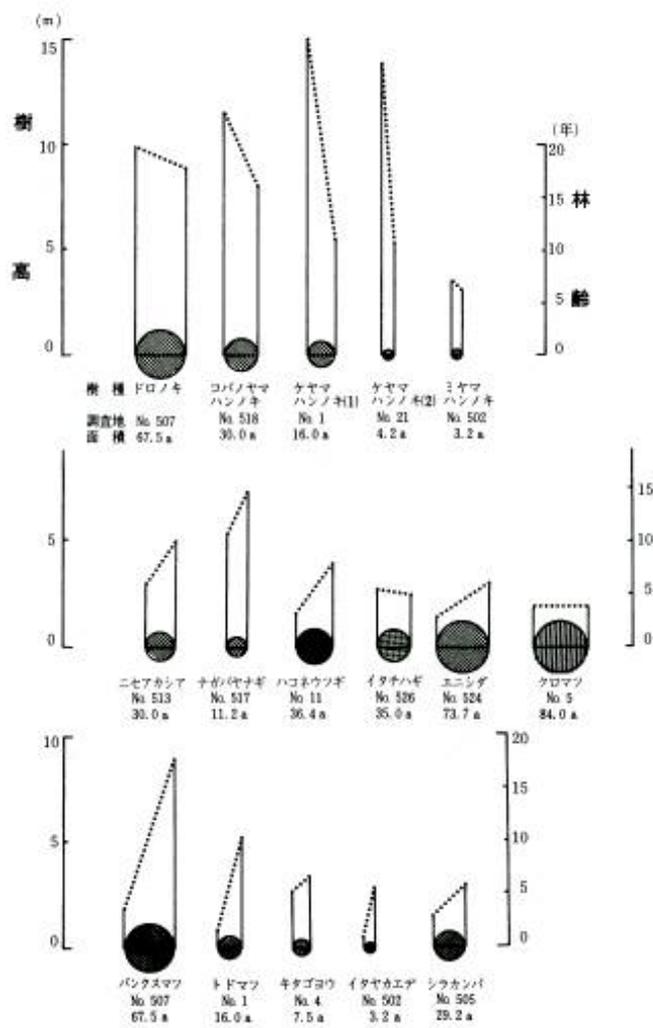


図-28 導入樹種の生長パターン
円は施行地の面積を表す。

② 地域を限定して導入すべき樹種群

このグループのうち, イタチハギやエニシダなどは, 初期生長は旺盛であるが, 本来低木性であるため長年月のうちに右上りになってしまう特性をもっている。また, 侵入の空間が狭く, 天然更新などの点から, 使用場所を限定する必要がある。次に, ヤナギ類は埋幹, 埋枝として簡易に施工できるため, これまで使用頻度は高い。しかし, 埋幹工法は乾燥斜面では極めて成績が悪いから, 施工箇所の選定や施工時期に配慮が必要である。

③ 一次植生としては不向きな樹種群

この樹種群のなかで, 針葉樹は山腹植生工の第一次植生用樹種としては初期生長が遅く, 林冠の閉鎖がなかなか行われないため不向きである。経済林 (針葉樹林) への転換等の施業法は今後の重要な課題である。

摘 要

道南、道央地域の山腹植生工施工地の調査結果から、以下の実態が明らかとなった。

1. 緑化基礎工と草本・木本の組み合わせは、裸地化や拡大再崩壊を防ぎ、高い機能をもつ保安林に育てるために不可欠である。
2. 植栽樹種の選定は施工地の治山効果を左右するほど重要な問題であり、これまでの生育成績から、ハンノキ類の植栽を第一に普及したい。ハンノキ類の中には、植栽後 10 年で 10m 以上の樹高に達するものもあり、劣悪な条件下でも活着と生長が保証される。
3. 針葉樹は上長生長が遅く、林冠を閉鎖するには長年月を必要とするため、早期緑化用の一次導入種としては不適當である。
4. 多雪地帯においては、植栽木が生長することによって雪に対して乱杭の効果を発揮し、侵入木本の生長を助長する効果を認めた。
5. 道南地域での侵入樹種は 33 種にのぼり、なかでミズナラの侵入数が飛び抜けて多かった。道央地域での侵入樹種は 42 種にのぼり、ここでもミズナラが多く、次いでイタヤカエデが多かった。道南・道央を合わせると 58 種の侵入が記載された。
6. 侵入草本ではオオイタドリ、アキタブキ、エゾヨモギの 3 種が最も普遍的にみられた。また、ササ類の侵入は施工地の外部から連続していて、縁辺部と林床の安定に果たす役割りは非常に大きかった。
7. 施工斜面内に岩盤露出部が存在する場合には、風化をまって植栽する必要があるし、設計時点であらかじめ基礎工と植栽工との時間差工法の検討をする必要がある。
8. 岩盤露出部の風化は岩種等によって異なるが、植栽可能な深さ 30cm にまで風化するのに、約 5 年程度かかっている。
9. 林床にリター層を欠いたところでは不断に風化土砂が移動していて、草本・木本の侵入の機会を小さくしていた。
10. リター層の集積は治山事業施工地では極めてまれなことであり、土壌化は十数年あるいは二十数年の単位ではじめて生じる。
11. 土壌硬度は 0 から 30 以上まで極めて幅が広がったが、地表面から 15cm 以下の層では高い硬度を示すところが多かった。

文 献

- 羽鳥一幸・伊藤重右エ門・新村義昭 1975 北海道における航空実播工跡地の検討. 14 回治山研発論集 : 161 - 168
- 石子彭培・恵飛須行光 1972 山腹工事施行後の植生の変化— 第三紀層地帯を中心に —. 11 回治山研発論集 : 141 - 147
- 伊藤重右エ門・斎藤新一郎 1971 山腹植生工における木本導入試験. 北林試報 9 : 33 - 38
- ・新村義昭・今 純一 1974 ジフィーポット苗の育苗と現地適応経過. 13 回治山研発論集 : 194 - 199
- ・————— ・成田俊司 1978 胆振、渡島地方における防災林造成法の研究. 北林試報 15 : 27 - 45
- ・————— ・————— 1978 石炭露天掘跡地への植栽試験. しんりんほぜん 4 : 18 - 21
- ・————— ・————— 1979 北海道における天然生海岸林の現況調査と林帯造成法の考察. 9

————— 1980 積雪寒冷地帯の緑化工における植物の選定 —海岸林および山腹植生工における木
本導入法について—, 緑化工技術 7 (2) : 19 - 29

小出 博 1973 日本の国土 — 自然と開発 — (上), P 287 東京大学出版会 東京

倉田益二郎 1979 緑化工技術, P 298 森北出版 東京

村井 宏・北田健二・北田正憲 1965 治山既施工地の取扱法についての研究 — 山腹工既施工地の実態
と効果の判定 —, 昭 39 林試東北支年報 No. 6 : 150 - 164

新村義昭・伊藤重右エ門 1976 治山用広葉樹苗の育苗法の研究 実生法による各樹種の苗木の特徴, 北
林試報 14 : 77 - 85

————— . ————— 1979 ポットを利用した治山用広葉樹の育苗法と植栽試験, 北林試報 17 : 89



写真-1 1年を経過したケヤマハンノキを連続ねせ植え、ポット苗
キタゴヨウ植栽試験地 (No.4)



写真-2 7年後の同左試験地 1979年夏
林冠を完全に閉鎖している。



写真-3 人工裸地 (石炭露天堀跡地) への植栽試験、
1975年春設定
植栽樹種、ケヤマハンノキ、ミヤマハンノ
キ外 (No.502)

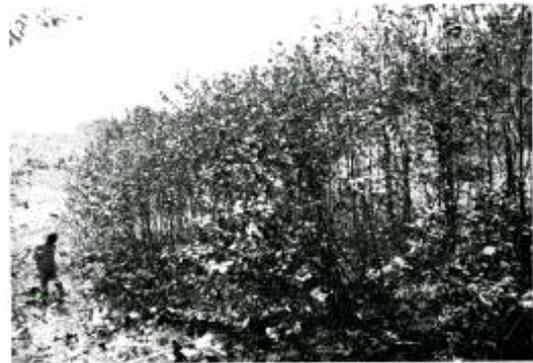


写真-4 7年後の同左試験地のケヤマハンノキ連続
ねせ植え区 1981年早春 (No.502)

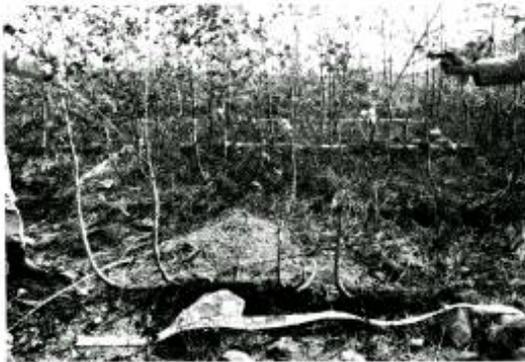


写真-5 ケヤマハンノキ連続ねせ植えの根系の発達
と上伸枝の生長 (No.501)



写真-6 ケヤマハンノキ連続ねせ植えの根系の発達
は極めて良好であった。



写真-7 植栽後9年目のトドマツ林
林冠の閉鎖がみられず、トドマツの一次植
生としての導入は避けるべきである。
(No.528)



写真-8 植栽時期の遅れによる不成績地
ヤナギ埋幹工，ケヤマハンノキ
連続ねせ植え工施工 (No.506)



写真-9 航空実籾工施工後9年目の状態
再び裸地が発生してくる。
緑化基礎工の施工と木本の導入が必要であ
る。(No.508)



写真-10 治山事業施工斜面の典型的な断面 (1)
崩落層と未風化層，表面には依然としてリ
ター層はみられない。



写真-11 治山事業施工斜面の典型的な断面 (2)
崩落層と弱風化層