

北海道における山腹植生工法の研究() 道東地域での既施工地の実態

新村義昭*伊藤重右衛門*清水 一*成田俊司*

A study of the mountainside revegetation works in Hokkaido ()
the actual conditions of revegetated slopes in
Eastern Hokkaido

Yoshiaki SHINMURA* , Jūemon ITOH* , Hajime SHIMIZU*
and Toshiji NARITA *

はじめに

北海道における治山事業は、歴史が浅く、広範囲にわたる山腹植生工既施工地についての実態報告はこれまでみられなかった。筆者らは1979年から、道内の代表的な既施工地について経年変化の実態を把握するため、道南・道央地域で41斜面を調査し、報告した(新村ほか, 1981 b)。本報告は、これに引きつづいて道東地域で行った調査結果であり、前報と同じく実態を考察することによって山腹植生工の施工方法を評価し、問題点を提示することに力点をおいている。

調査は、治山台帳による資料調査と現地調査とからなっている。現地調査は十勝支庁が施工した19斜面、浦幌林務署が施工した8斜面の計17斜面に加え、導入木本の調査のみを埋め戻し部と河床の2箇所で行った。

本論を述べるにあたり、現地調査に御協力下さった十勝支庁林務課治山係、浦幌林務署土木課治山係の関係各位に感謝いたします。

調査地の概要

調査位置を図-1にしめす。調査要領および表示法は前報(新村ほか, 1981 b)と同様である。調査は山腹工事の代表例として、集中的に施工された池田町三角沢地区(No.601~No.607)と本別町牧田の沢(No.608), 溪岸斜面の代表例として池田町結婚造林地内(No.609), そして岩盤露出地の溪岸工事の代表例として、浦幌町常室川流域地区(No.610~No.617)の17斜面で行った。調査結果のとりまとめは便宜的に十勝支庁施工地と浦幌林務署施工地に分けて行った。

池田町三角沢地区は(No.601~607), 北海道の治山草創期の1948年から着手された。この地区の計画方針は第1

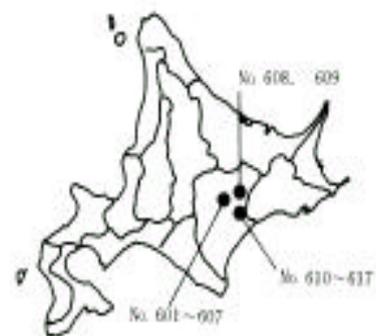


図-1 調査地の位置図

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

[北海道林業試験場報告 第20号 昭和57年12月 Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment Station
No. 20. December, 1982]

期工事としての溪間工事が1948年から1949年まで先行し、山腹工事が行われたのは1950年からであったが、1952年3月の十勝沖地震により大きな被害を受けた(岡崎1957, 橋本1967)。その後1953年, 1955年, 1957年には豪雨の影響を受けたが、山腹工事は1963年まで継続された。牧田の沢(No. 608)は1967年から1974年まで工事が行われたが、調査は中間の1970年施工斜面で行った。結婚造林地内(No. 609)は最も新しいところで、1979年の施工地である。

浦幌町常室川流域(No. 610~617)は1962年から開始されているが、1963年までは溪間工事が先行し、山腹工に着手したのは1966年からである(唯木ら, 1974)。調査は1966年から1977年まで工事が継続しているケナシチップ沢を5斜面(No. 612~616), ノボリの沢で2斜面(No. 610, 611), そして学校の沢(No. 617)で1斜面で行った。流域全体は新第三紀層の泥岩が大部分を占め、過去の豪雨災害は1950, 1957, 1958そして1962年の4年間に5回記録されている。

調 査 結 果

緑化基礎工

表-1および表-2は、緑化工に関連すると思われる工種だけを取り上げてまとめた。表-1において、斜面整形である法切工が少ないのは、台帳に記録されていないだけで、他の工種の中にも含まれているのかも知れないが、実態は不明である。横工は初期の玉石を用いた山腹練積工からコンクリート

表-1 池田町三角沢地区および周辺の緑化基礎工の工種(十勝支庁施工)

施工年 施工斜面 調査地 No.		'53	'54	'55	'56	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'70	'79
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C
			601	602			603	604	605	606		607	608	609
土羽工														
法切工														
横工	山腹練積工													
	コンクリートブロック練積工													
工	コンクリート土留工													
	編 柵 工													
水路工	埋 設 編 柵 工													
	張 芝 水 路 工													
暗渠工	練 張 水 路 工													
	半円コンクリート水路工													
伏工	そ だ 暗 渠 工													
	土 管 暗 渠 工													
緑化工	化 学 繊 維 暗 渠 工													
	ワ ラ 伏 工													
緑化工	丸 太 網 状 工													
	木 製 格 子 枠 工													
緑化工	山 腹 積 苗 工													
	芝 筋 工													
緑化工	全 面 張 芝 伏 工													
	植 栽 工	1)	2)	3)		4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	

注1. 施工斜面 A. 三角沢 B. 牧田の沢 C. 結婚造林地内

2. 3)は1955年施工地に再植栽したもの。

3. 植栽樹種: 1), 2), 3), ニセアカシア, イタチハギ 4), 5), 9), 10), ニセアカシア 6), ニセアカシア, コバノヤマハンノキ 7), ニセアカシア, アキグミ 8), 一ロツパアカマツ, ストローブマツ, コバノヤマハンノキ, アキグミ 9), ヤチハンノキ.

4. 治山台帳より作成

ロック土留工，そして現在生コンで施工するコンクリート土留工へと変遷している。

伏工のうち，丸太網状工は北海道独自の技術開発によりなされたものである。植栽された樹種は9斜面で7樹種にのぼっている。このうち，9)のヤチハンノキは，本来山腹工事に用いるべきではないと考えられるが，No.609調査地における植栽例の根拠は不明である。草本の使用法は，本州直輸入の山腹積苗工から，全面張芝伏工にまで変遷している。

表-2においては法切工はすべてに行われ，山腹練積工は姿を消している。編柵工は，盛土斜面(下部)の安定のため施工されたものである。暗渠工が施工されていないのは，岩盤斜面であるため，伏流しないからである。

伏工のうち，金網張伏工A・Bは，ロンタイや植生盤などを固定するために施工されたものである。また，緑化工のうち，草本の導入は1975年以前までは，主として二次製品を用いているのが特徴である。植栽樹種は4樹種であるが，このうちトドマツが多いのは，これら斜面がすべて道有林である

表-2

常室川流域地区の緑化基礎工の工種

施工年		'65	'66	'67	'68	'69	'70	'70	'71	'71	'72	'72	'73	'74	'74	'75	'77	'77			
施工斜面		A	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	A	C	A	A	C			
調査地No.							612		613		610		611		614		615		616		617
法切工																					
横工	コンクリートブロック土留工																				
	コンクリート土留工																				
	木製編柵工																				
	鉄杭柵																				
水路工	編柵水路工																				
	半円コルゲート水路工																				
	半円コンクリート水路工																				
暗渠工																					
伏工	金網張伏工A・B																				
	そだ伏工																				
	丸太網状工																				
	木製型枠伏工																				
緑化工	筋工	ロンタイ																			
		芝																			
		植生盤																			
	伏工	植生袋																			
		グリーンベルト																			
		生芝																			
工	種子吹付工																				
	植栽工	1)	2) 3)		4) 5)		6)		7)		8)										

注1. 施工斜面 A. ケナシッチブ沢 B. ノボリの沢 C. 学校の沢

2. 前後より推定 施設災復旧工事 丸太筋工を含む

3. 植栽樹種 1), 2), トドマツ, イタチハギ, アキグミ 3), 4), 5), トドマツ

6), 7), コバノヤマハンノキ 8), コバノヤマハンノキを斜面外に植栽

4. 治山台帳より作成

という所有形態によるものであろう。さらに、編柵工でナガバヤナギが用いられている。

斜面の形状と導入木本

表 - 2 において、経過年は三角沢では最長 28 年、最短 19 年である。牧田の沢は 12 年、結婚造林地内は今回の調査で最も短い 3 年である。斜面長は道南・道央に比べて長いところが多く、とくに No.601 調査地は 106 m もある。最大傾斜は 45° で、砂土の安息角の範囲を超えているところが、三角沢地区に 3 斜面あった。

再崩壊は 9 斜面中 6 斜面で発生していた。緑化工として導入された草本類は、三角沢地区では、わずかに残存していた No. 606 調査地を除くとすでに皆無に近く、侵入してきたアキタブキ、ウド、オオヨモギ、オオイタドリ、エゾイラクサなどの大型草本と交替していた。経過 3 年の No.609 調査地では、草本の生育は良かった。植栽樹種のうち、三角沢で残存が渾密認できたのは少なく、ニセアカシア、アキグミ、イタチハギの 3 樹種であった。No.609 調査地のヤチハンノキは数本を残す程度でしかなかった。三角沢のニセアカシアは樹高 5~10m に達していたが、1ha 当りの残存本数は No.606 調査地では、1,000 本と多かったものの、他は少なく No.601 調査地が 250 本、No.603 調査地が 400 本、No.604 調査地が中腹で 140 本であった。そしてそれらはいずれも斜面中一上部でみられたもので、下部は侵入した大型草本で覆われていた。また林冠の閉鎖は極めて薄かった。No.608 調査地のニセアカシアだけが比較的良く生育していて、平均樹高は 6 m 台で、林冠の閉鎖も密であった。

横工配列比(横工÷斜面長×50m)は全般に道南・道央と比較して高かった。pH は No. 607 調査地を除いて問題はなかった。

表 - 4 において、経過年は 5~13 年で、比較的新しい。斜面長は 28~87 m あり三角沢地区に比べて短い。最大傾斜は 36~50° の範囲にあって勾配が急で、ふたつの斜面は普通土の安息角最大 45° を超えている。しかしここでは三角沢と異なり、再崩壊は 1 斜面でしかなかった。

導入草本の成績は全般的に悪く、特に法切部(斜面中~上部)では著しい。No.617 調査地で良好なのは、経過年数が短いことに加え、水分条件などの環境要因によるものと考えている。侵入草本はアキタブキ、ウド、オオヨモギが普遍的であったが、いずれも斜面中~下部の盛土部に集中していた。

木本の導入は斜面下部の盛土部に集中している。これは、切り取り直後で植え穴の確保が困難であったことと、金網があったため、その後の導入もで

表 - 3 斜面の形状と導入木本の評価

調査地 No.	601	602	603	604	605	606	607	608	609
経過年	28	27	24	23	22	21	19	12	3
斜面長(m)	106	77	50	90	78	85	40	43	83
斜面幅(m)	34	20	34	40	35	34	20	23	22
最大傾斜角(度)	45	42	34	26	42	34	40	34	35
方位	SE	NE	NE	NE	NNE	WNW	ESE	WNW	SW
標高	100~150								
崩壊地の部位	上・中	上・中	上・中	上・中	上・中	上・中・下	上・中・下	上・中・下	中・下
再崩壊の規模	大	小	-	-	大	小	大	小	-
横断	凹	凹	凹	凹	凹	平衡	平衡	平衡	凹
縦断	凹	凹	凹	平衡	凹	平衡	平衡	平衡	凹
導入草本の評価	1	1	1	1	1	2	1	2	5
導入木本の評価									
斜面上部	2	1	2	1	1	3	1	4	1
斜面中部	2	1	2	2	1	2	1	4	1
斜面下部	1	1	2	1	1	2	1	4	1
横工配列比	2.4	3.9	3.0	2.2	2.6	0.6	0	0	1.8
pH	6.9	6.6	5.6	6.6	6.8	5.3	3.6	6.4	5.4

注) 調査斜面 No.601~No.607 三角沢地区

No.608 牧田の沢

No.609. 結婚造林地内

きなかったためであろう。導入された5種のうち、4樹種の生育を調べた。その結果を図-2~4に示す。図-2はNo.612調査地に植栽されたトドマツとイタチハギで、植栽後11年を経過している。図-3はNo.610調査地のもので、No.612調査地と同様に植栽後11年を経過している。ここのナガバヤナギは編柵水路工の立そだとして導入されたものである。図-4はNo.615調査地で、7年を経過したナガバヤナギとコバノヤマハンノキの樹高階分布をしめしている。ここのナガバヤナギは埋枝として導入されたものである。全体的には、斜面下部に植栽が集中していたためか、成績は良い方であった(表-4) 横工配列比は0~2.2範囲内で三角沢よりも小さい(表-4) これは、土砂斜面と岩盤斜面との差がそのまま横工の施工の難易、あるいは必要性の多少となったためであろう。pHはいずれも問題はない値であった(表-4)

周辺の森林

周辺の森林はNo.609調査地がカラマツ人工林内(結婚造林地内)、No.608調査地がカラマツ人工林と溪岸の天然生林のほかは、ケヤマハンノキ、ヤマモミジ、ミズナラ、アオダモなどが優占する天然生林で、三角沢地区だ

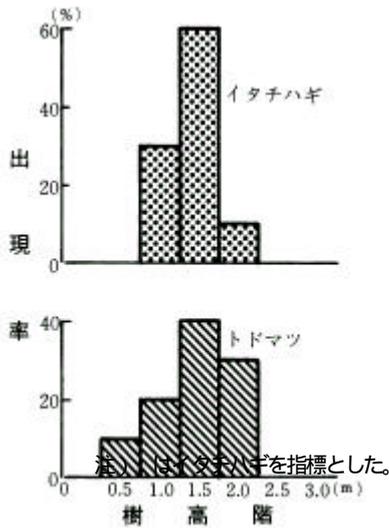


図-2 植栽後11年目の樹高分布の比較(No.612)

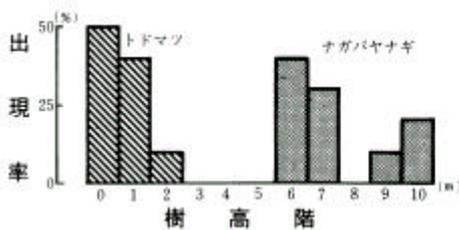


図-3 植栽後11年目の樹高分布の比較(No.610)

表-4 斜面の形状と導入木本の評価

調査地 No.	612	613	610	611	614	615	616	617
経過年	13	11	11	10	9	7	5	5
斜面長(m)	44	28	40	87	73	53	76	46
斜面幅(m)	42	55	14	30	29	39	15	19
最大傾斜角(度)	41	42	36	40	47	50	41	44
方位	W	E	SSE	NNE	NNW	E	E	NNE
標高(m)	← 100~150 →							
崩壊地の部位	上・中・下	上・中・下	上・中・下	上・中・下	上・中・下	上・中・下	中・下	上・中・下
再崩壊の規模	-	-	小	-	-	-	-	-
斜面形横断	平衡	平衡	凹	凹	凹	凸	平衡	凹
縦断	平衡	平衡	凹	凹	凹	凸	凹	凹
導入草本の評価	1	1	1	1	1	2	1	4
導入木本の評価								
斜面上部	-	-	-	-	-	-	-	-
斜面中部	-	-	-	-	-	-	-	-
斜面下部	3*	-	2	-	4	3	-	-
横工配列比	0	0	0	0.6	1.4	1.9	2.0	2.2
pH	6.4	6.6	7.5	5.3	6.8	6.7	7.0	5.2

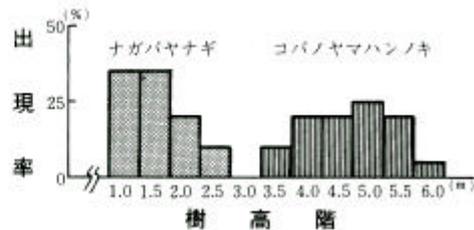


図-4 植栽後7年目の樹高分布の比較(No.615)

けで27種が出現した(表-5)。周辺樹種が最も多かったのはNo.607調査地で、19種も記載されたのに対し、No.609調査地では6種しかなかった。

表-6において、No.612、No.613調査地は天然生林とカラマツ人工林とからなり、他の調査地は天然生林であった。天然生林は針広混交林が多くみられた。記載樹種は34種を数え、最も多くみられたのはカツラで、次いでミズナラ、ハリギリ、トドマツ、ヤマモミジの順であった。斜面ごとの記載数はNo.610とNo.617調査地の2斜面で最大の18種を得た。最小はNo.611、No.612調査地の9種であった。

侵入樹種数

表-7において、三角沢地区(No.601~No.607)では23種の侵入が記載された。このうち、ミズナラ、イタヤカエデ、ノリウツギの3樹種の侵入が多かった。またNo.608、No.609調査地を加えると25種が記載された。侵入樹種が最も多かったのはNo.602調査地の14種であった。逆に少ないのは再崩壊の著しいNo.607調査地の3種、施工経過年の短いNo.609調査地の1種と大きな幅がみられた。

周辺と施工地内で同時にみられた一致種数はNo.602調査地が10種、No.606調査地が9種と多かった。樹種別で一致するのが高かったものには、ミズナラ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキなどであった。

表-5 周辺の林種と出現樹種数

調査地 No. 周辺の林種	601 天	602 天	603 天	604 天	605 天	606 天	607 天	608 人天	609 人	計
ケヤマハンノキ										8
ヤマモミジ										8
ミズナラ										7
アオタモ										7
エゾヤマハキ										7
ハルニレ										6
イタヤカエデ										5
カツラ										5
シラカンハ										5
カシワ										5
サワシハ										4
ノリウツキ										4
ミスギ										4
エゾヤマザクラ										3
ウダイカンハ										3
ハクウンホク										3
ハリギリ										3
エゾニワトコ										3
イヌエンシユ										2
ヤチタモ										2
ハウチワカエデ										2
オニクノミ										2
カラマツ										2
ハッコヤナキ										2
キハタ										1
ニセアカシヤ										1
オハボダイジュ										1
ツリハナ										1
ナガハヤナキ										1
タラノキ										1
計(30種)	11	15	10	11	10	18	19	8	6	108

注)1. No.601~607(三角沢地区),No.608(牧田の沢)

No.609(緑橋造林林地内)

2. は植栽木

3. 天:天然生林人:人工林

表-6 周辺の林種と出現樹種数

(常室川流域)

調査地 No. 周辺の林種	612 人天	613 人天	610 天	611 天	614 天	615 天	616 天	617 天	計
カツラ									8
ミズナラ									7
ハリギリ									7
トドマツ									6
ヤマモミジ									6
ホオノキ									5
ケヤマハンノキ									4
イタヤカエデ									4
ハルニレ									4
アオタモ									4
シラカンハ									4
ノリウツキ									4
サワシハ									3
イヌエンシユ									3
ハウチワカエデ									3
ミスギ									3
オヒョウ									3
シナノキ									3
ウダイカンハ									3
ハッコヤナキ									3
カラマツ									2
エゾヤマザクラ									2
オニクノミ									2
ハクウンホク									2
キハタ									2
ヤチタモ									2
ナナカマト									2
タラノキ									2
アカエゾマツ									1
オハボダイジュ									1
ナガハヤナキ									1
シウリザクラ									1
ハシトイ									1
エゾニワトコ									1
計(34種)	9	12	18	9	14	14	15	18	109

注)1. 植栽木

2. 天:天然生林人:人工林

表-7 侵入木本種数

調査地 No.	601	602	603	604	605	606	607	608	609	出現箇所数	一致箇所数
経過年	28	27	24	23	22	21	19	12	3		
周辺の林種	天	天	天	天	天	天	天	人・天	人		
周辺の木本種数	11	15	10	11	10	18	19	8	6		
侵入木本種数	9	14	9	10	9	12	3	6	1		
一致数	6	10	4	6	4	9	2	2	1		
ノリウツキ										7	3
ミスナラ										6	6
ケヤマハンノキ										6	6
イタヤカエテ										6	5
ヤマモミジ										5	5
エゾヤマハキ										5	5
エゾヤマサクラ										4	2
ヤチタモ										4	0
アオタモ										3	3
シラカンハ										3	2
ハルニレ										3	2
ナカハヤナギ										3	0
カツラ										2	1
タラノキ										2	1
ハッコヤナギ										2	0
ヤマクワ										2	0
ツルウメモ										2	0
サワシハ										1	1
ミス										1	1
ニセアカシヤ										1	1
イヌコリヤナギ										1	0
キンキソホク										1	0
イヌエンジュ										1	0
エゾニワトコ										1	0
ヤマウルシ										1	0
計(25種)	9	14	9	10	9	12	3	6	1	73	44

注) 1. No.601~607(三角沢), No.608(牧田の沢)
 No.609(結核造林地内)
 2. : 侵入 : 一致
 3. 天:天然生林人:人工林(カラマツ)

表-8において、侵入木本種数は26種に及び、三角沢地区よりも多かった。このうち、バッコヤナギ、ヤマモミジ、イヌエンジュの3樹種の侵入が多く、とくにバッコヤナギはすべての斜面で見られた。侵入木本種数が最も多かったのはNo.612調査地の14種であり、逆に少ないところはNo.613、No.615調査地の5樹種であった。

一致種数はNo.610, 614, 611調査地の順に多くなり、逆に少ないのはNo.613調査地で、ミズナラ一種であった。ここは侵入種数そのものも少ない。樹種別ではヤマモミジ、ミズナラ、カツラなどが一致する回数が高かった。侵入の量を知るため、No.611調査地で中~上部にかけて幅1m、長さ40mのベルトトランセクト調査を行った(表-9)。その結果ケヤマハンノキが最大の45本あり、最大樹高は3.5m階に達していた。次いでカツラ、バッコヤナギなどで、合計7樹種83本を記録した。

施工斜面の土壌化

施工斜面、特に斜面中~上部の切り取り斜面の土壌化がどのように進むかを知るため、原則的に上

表 8 侵入木本種数

(常室川流域)

調査地 No.	612	613	610	611	614	615	616	617	出現箇所数	一致箇所数
経過年	13	11	11	10	9	7	5	5		
周辺の林種	人・天	人・天	天	天	天	天	天	天		
周辺の木本種数	9	12	18	9	14	14	15	18		
侵入木本種数	14	5	12	11	13	5	15	8		
一致数	5	1	7	4	8	2	9	6		
ハッコヤナギ									8	3
ヤマモミジ									7	5
イヌエンジュ									6	3
ミスナラ									5	4
ツルウメモ									5	0
カツラ									4	4
ケヤマハンノキ									4	3
ノリウツキ									4	2
アオタモ									4	2
ウダイカンバ									4	1
トトマツ									3	3
イタヤカエテ									3	2
シラカンハ									3	2
サワシハ									3	2
ハウチワカエテ									3	1
ナカハヤナギ									3	0
タラノキ									3	0
オヒョウ									2	2
カラマツ									2	1
エゾヤマサクラ									1	1
ハルニレ									1	1
ヤチタモ									1	0
ヤマクワ									1	0
オオカメノキ									1	0
ハクウンホク									1	0
ハリキ									1	0
計(26種)	14	5	12	11	13	5	15	8	83	42

注) 1. : 侵入 : 一致
 2. 天:天然生林人:人工林

表-9 樹高階別侵入木本種数(No.611)

(1×40cm)

出現樹種	樹高階 (cm)								計
	0	50	100	150	200	250	300	350	
ケヤマハンノキ	4	16	8	7	4	4	1	1	45
カツラ	20	3							23
バッコヤナギ	1	2	2						5
ノリウツギ	2	2							4
ウダイカンバ			2	1					3
ヤマモミジ	2								2
イヌエンジュ			1						1
合計	29	26	10	8	4	4	1	1	83

・下の2箇所で土壌断面を調べた。

表 - 10 は三角沢地区 (No.601 ~ No.607) にふたつの調査地を加えて集計した。表より、上部でのリター層の集積はNo.607, No.609 調査地以外の7斜面で、下部もNo.605, No.607 調査地以外の7斜面で観察された。最も厚いのはNo.608 調査地の5cmであった。A層の発達は斜面上部ではNo.602, No.603, No.606 調査地で観察された。これらはいずれも20年以上経過していた。斜面下部ではNo.606 調査地でしかみられなかった。B層の存在は少なかった。C層における風化層の発達は比較的深く

表 - 10 土壌断面の層位と土性 (cm)

調査地 No.	601	602	603	604	605	606	607	608	609
経過年	28	27	24	23	22	21	19	12	3
断面の深さ	50	80	52	62	17	42	25	50	50
張り芝根系層									16
リター層	1	4	3	2	3	3			
A 風化層		2 砂壤土	3 砂壤土			5 砂壤土			
斜面 B 風化層								15 埴壤土	
崩落層				4 壤土					
上部 C ₁ 風化層		17 砂土	46 砂土	7 (クロボク)	14 砂土	10 砂壤土	11 埴土	30 礫土	34 砂土
崩落層	49 砂土								
C ₂ 風化層		57 砂土		16 砂壤土		24 円礫混り 砂土	7 礫土		
C ₃ 風化層				33 砂土			7 礫土		
断面の深さ	60	42	67	51		52		51	29
リター層	1	3	3	1		3		5	2
A 風化層						6 壤土			
斜面 B 風化層			2 砂土			25 砂壤土		20 壤土	
下部 C ₁ 風化層		10 砂壤土	62 円礫混り 砂土	8 (クロボク)		18 砂土		26 壤土	
崩落層	59 砂土								19 砂土
盛土層									
C C ₂ 風化層		6 砂壤土		11 砂土					8 砂壤土
C ₃ 風化層		23 砂土		15 円礫混り 砂土					
C ₄ 風化層				16 砂土					

注 : 過湿のため鮮苔類が発達 : 湧水 : 周辺カラマツ人工林に由来

表 - 11 土壌硬度

調査地	601			602			603			604		
	最小	最大	平均									
斜面部位(cm)												
0~15	3	6	5	5	12	8	5	8	7	4	8	6
斜面上部												
15~	5	11	8	6	9	8	5	9	7	5	10	8
斜面下部												
0~15							3	8	5			
15~							6	11	8			

まで及んでいる。最も経過年の長いNo.601 調査地で、A層とB層の発達が見られないのは再崩壊によって、表層土が移動したためである。土性はNo.603, No.606 調査地にみられた円礫混り砂土からわかるように、河床堆積層に由来すると考えられる砂土系が多かった。

土壌硬度は表 - 11 にしめされているように極めて低かった。断面の堀削は再崩壊の規模の大きかったNo.605, No.607 調査地を除いて、スコップで容易に40cm以上掘り進めた。

表 - 12 において、斜面上部、下部ともリター層の集積は3斜面で観察された。そのうち1斜面は周辺のカラマツ人工林に由来していた。各斜面ともA・B両層の発達はまったくみられなかった。ここで、

表 - 12 土壌断面の層位と土性

調査地 No.	612	613	610	611	614	615	616	617	
経過年	13	11	11	10	9	7	5	5	
斜面 上部	断面の深さ	41	19		34	20	42	24	13
	張芝根系層					2	1		3
	リター層	1	3					2	
	C C ₁ 風化層	20 埴壤土	14 砂壤土			18 礫土	41 壤土	12 壤土	
	崩落層				1 礫土				
	C ₂ 風化層	20 壤土			18 礫土				
	D 風化岩盤		2		15			10	10
	断面の深さ	45	50	50	25	46	23	21	32
	張り芝根系層				2	2		2	7
	リター層	2	3	2					
斜面 下部	風化層	43 礫混り 壤土							
	C ₁ 崩落層				11 礫土	7 壤土			
	盛土層		19 埴土	48 礫混り 埴土		10 壤土		15 礫混り 壤土	25 礫混り 壤土
	C 風化層				12 礫土				
	C ₂ 盛土層		10 埴土			34 礫混り 壤土			
	C ₃ 風化層		10 礫土						
	D 風化岩盤						16	14	

注) 周辺カラマツ人工林に由来 過湿のため鮮苔類が発達

605			606			607			608			609		
最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
測定不能			2	6	4	測定不能			3	7	5	(張り芝根系層)		
			3	10	8				7	20	11	10	27	19
			7	9	8				2	5	4	6	11	8
			8	18	10				5	17	12	8	13	11

表 - 1 における丸太網状工は北海道で最初に開発された工法であって、それまで本州の古典的な治山工法の模倣・吸収期からの独立の指標といえよう。また、表 - 2 において、植生盤などとともに施工された金網張伏工もまた重要なものである。これらの工法は、表層土の移動を面的におさえることを第一の目的としている（早坂，1968，唯木ら，1974）。しかしこれらは、木本とではなく、草本との組み合わせを念頭においた山腹緑化工法であった。

治山事業の本来の目的が森林の造成にある以上、表 - 1 におけるように、永久的な横工と木本の導入との組み合わせこそ、最も基本的なものでなければならない。しかし、横工の存在が再崩壊に対して絶対安全であるとは断言できない。しかし、再崩壊のほとんどが法頭部におけるカブリの発達によるものであって、中～下部にかけての再崩壊はあっても少ない。しかもその場合、No.607 調査地のように横工配列比が 0 であるような条件が見出されうる。このようなことから、逆説的ではあるが、永久的な横工の有効性は十分にあると考えられる。特に三角沢地区では依然として、1952 年の十勝沖地震による地盤の亀裂が残っていて、それが再崩壊の素因になっていることも考えられる。

一方、ただ単に表層の土砂の移動をおさえるという面状基礎工にも限界はある。丸太伏工は丸太を埋め込んだ深さ、すなわち 10 数 cm のオーダーの層しかおさえることはできず、それ以下であればコンクリート土留工などの大型永久構造物に頼らざるを得ない。金網張伏工もまた同様である。しかし、金網を用いた場合、金網が腐朽したあと、斜面の安定は破られ、大規模な表層土の移動が生じるという危険も内包している。また、金網張伏工は木本の導入の機会をも奪ってしまっている。従って、丸太網状工（丸太伏工）は永久的な土留工間の表面処理として、土層が安定している斜面に木本と組み合わせる工法を、金網張伏工は緑化工と併用するのではなく、岩盤が露出している急崖部の落石防止などに限って用いた方が、より効果が上がるであろう。

図 - 7 は No.601 調査地で、カブリの発達によって生産される崩落土砂の量を測定したものである。断面には各層ごとの境界部にはっきりとリター層が介在していて、1975 年までの 6 年間の堆積状態を追跡することができた。図より、毎年 4～6cm もの厚さで崩落土砂が堆積しているのがわかる。この量は 1ha 当に換算すると 400～600m³ になり、一般に知られている量よりも多い。このようなことから、法頭の処理としてラウンディングを行うことが必要である。

常室川流域では横工配列比の低さに比べ、再崩壊の生じた斜面が少ない。これは、岩盤斜面を法切したことと、経過年が比較的短いことによると考えられる。しかしながら、現況では、金網が浮き上がったところなどに、極めて小規模ではあったが、風化土砂の移動が始まっているのが観察された。

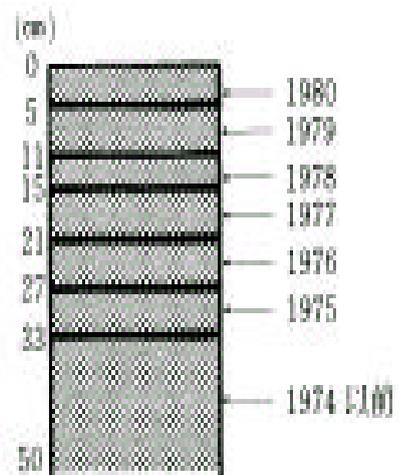


図 - 7 各年ごとの堆積量の追跡 (No.601)

614			615			616			617		
最小	最大	平均									
測	定	不	4	10	7	6	12	8	測	定	不
		能	7	13	9						能
5	12	8				3	8	5	測	定	不
8	15	12				5	8	6			能

緑化工の成績

i) 導入草本

三角沢地区(No.601 ~ No.607)においては1962年に一度緑化工の成績調査が行われている。それによると、調査21斜面のうちAランク(植被率71 ~ 100%)が8斜面、Bランク(41 ~ 70%)が8斜面と比較的良好であった(仲村ら、1962)。本調査はこの時点からさらに20年を経過している。

一方、常室川流域も同時に唯木ら(1974)によって報告がなされ、工法採用の動機も知ることができる。これによると、1970年に調査した時、中腹部以下の土砂の堆積する崖錐面では草本による緑化工はほぼ成功したが、中腹部より上部の滑落崖の岩盤(準硬岩)地帯では十分な面的緑化がそれまでの工法(TPポット)では進まず、再崩壊により緑化成績の良好な崖錐部を埋めた。このことから、滑落崖の完全緑化を図り、風化岩及び上部からの土砂の移動を抑制しなければ山腹工は成功しないと考え、これに対する工法を検討した。その結果、主として不定形植生盤伏工と金網張伏工を併用した工法がとられることになったと述べられている。

本州で発明された植生盤工法そのものは、本州の赤城山で施工された例では、自然に形成される小幅の水平階段は付近の郷土草種の自然侵入に好適な場所を提供し、良好な森林の環境下にある小面積の植生盤筋工の施工地に対しては治山造林を省略しても良いほどの効果をもつ(沢村、1980)と述べられている。しかし今回の調査からは、特に常室川流域では良好な結果は得られなかった。この原因は、法切直後の未風化の岩盤に張り付けられた草本が肥料切れや水分不足によって衰退したものと考えている。

三角沢地区では、草木の交替がすでに終了していたため、導入草本の姿はなかった。このことは、地表を覆って雨滴の侵食を防止するという面では有効に働いている郷土草本を評価しないということではない。

ii) 導入木本

調査した17斜面のうち、木本導入がなされたのは13斜面であった。導入樹種は表 - 1, 2 にみられるように計8樹種が植栽工で、ナガバヤナギが埋枝と立そだでそれぞれ用いられた。

追跡のできない一ロツパアカマツ、ストロブマツを除いて、調査地に植栽された5樹種のうち、ニセアカシアは残存率が低下していて、そのため林冠層が薄かった。また、No.606 調査地では根元がえりなどの被害もみられた。この根元がえりは、村井(1981)によれば、東北地方においても良くみられるとのことで、この原因として、ニセアカシアが浅根性であるためだとしている。北海道においては近年ニセアカシアの治山事業への導入は行われていない。

図 - 2 においては、同齢のイタチハギとトドマツを比較している。このふたつはNo.612 調査地に植栽されているもので、11年を経過している。樹高階分布を比較すると、ほぼ同じ樹高階にある。しかし、イタチハギは本来低木であって、ここでしめされた1 ~ 2 m階はほぼ最大樹高をしめしていると考えられるし、また林冠を閉鎖させていることが観察された。一方、トドマツは11年生ではあるが低く、0.5 m階のものもあって林冠の閉鎖はみられなかった。従って、イタチハギはトドマツよりも早期全面被覆という点では有効性を発揮していると判断できる。No.606 調査地のアキグミは、ニセアカシアの下層階にあって、イタチハギとほぼ同様の樹高階の分布をしめしていた。

図 - 3 は図 - 2 と同齢のトドマツとナガバヤナギを比較している。両者の樹高分布には大きな開きがあるのが読みとれる。図 - 4 は埋枝導入されたナガバヤナギと苗木(根つき)導入されたコバノヤマハンノキの樹高階分布をしめしている。両者を比較すると、植栽後7年目ではコバノヤマハンノキの方が樹高階が高いことがわかる。また林冠の閉鎖状態から木本導入成績を比較すると、コバノヤマハンノ

キの方が良いといえよう。

図 - 8 は 6 樹種の生長について 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。図において、円の大小は施工斜面の面積の大小を表わすようスケールを定めた。次に林齢と平均樹高をしめす左右の両軸を結ぶ破線は定期平均樹高年長量が 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、No.612 調査地のトドマツは、樹高 2 m に達するのに 14 年を要し、14 年間の定期平均樹高生長量は 0.14m/年であるから右上りとなり、逆に No.615 調査地のコバノヤマハンノキは、7 年で 10m に達して、定期平均樹高生長量は 1.4 m/年であるから左上りとなる。

図から、施工地の面積（円の大小）は、植栽木の生長には関係がなく、むしろ樹種特性によることがわかる。

図 - 4, 5, 6 および 8 から、道東地域においても、樹種ごとの区分ができよう。すなわち、積極的な導入が可能な樹種、地域を限定して導すべき樹種、一次植生としては不向な樹種の 3 区分である。これらにはそれぞれ ハンノキ類、

シラカンバ、ニセアカシア、アキグミ、イタチハギ、トドマツが対応できる。これらの区分は前報で用いた方法と同様であり、かつ各樹種の対応もほぼ同じ結果を得た。

侵入木本による森林化

筆者等は、山腹植生工施工地が周辺の天然生林と同等の多様な樹種による林分構成を呈して、はじめて保安林としての恒久的な役割を果たすと考え、侵入木本の種と量を調査し報告した（新村ら、1981 a, 新村ら、1982）。この考えは、村井（1981）の、山腹植生工の場合には、表土の移動停止を主目的としており、できれば最終的には周辺に存在するような森林植生に移行させることが最も望ましい、ということであった。しかし、現在では、筆者等はより積極的に、山腹植生工の最終目標を、周辺の天然生林と同等の森林を作り上げることにあると考えている。

周辺に存在する林種および母樹となりうる樹種数の多少は、天然更新による多様化を期待する場合、第一義的なものである。樹種の中にはヤナギ類に代表されるように、種子を遠くまで飛ばすことができるものもある。しかし、大多数は周辺からの供給によるものであろう。今回の調査からは、道東地域で 37 種がのべ 217 回出現していた。これを 1 施工斜面当りにすると、平均 13 種となる。当然、37 種全部が侵入するとは考えられない。しかし、多様な森林の樹種数を 13 種と仮定することはできる。もちろん、表 - 5, 6 に見られるように、樹種ごとに出現する回数の多少はある。

侵入樹種数は表 - 7, 8 より、最大 15 種、最小 1 種、平均 9 種であり、仮定した 13 種を超えているところは 4 斜面でしかない。他の 13 斜面はまだ多様さが不足しているといえるかも知れない。侵入樹種の総数は、道東地域では 33 種におよんでいる。なかで、ヤマモミジ、ミズナラ、ノリウツギ、ケヤマハンノキ、バッコヤナギ、イタヤカエデなどは侵入回数の多い樹種であった。

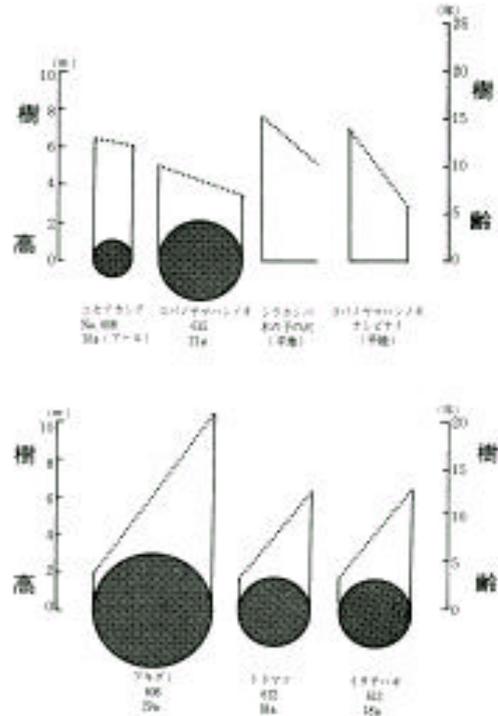


図 - 8 導入樹種の生長のパターン
(円は面積を表す)

周辺と侵入との関係もまた重要である。これについてはすでに道南・道央での結果をしめしている（新村ら，1981a）。表 - 5 ~ 8 で得られた結果については，別な機会に稿を起したい。

表 - 9 において，総成立本数は 21,000 本/ha と計算される。この値は前報の No.21 調査地の半分であるが，樹高階は高い。樹種ごとではケヤマハンノキが 11,000 本/ha，カツラが 6,000 本/ha であった。各樹種の侵入位置は水分環境と深く関係しているようで，水の集りやすい凹部に多くみられた。

法切部の風化と斜面の土壌化

i) 基岩の風化：常室川流域は中～上部が法切直後は準硬岩が露出するいわゆる岩盤露出斜面であった（唯木ら，1974）。調査時点での経過年数は 5～13 年である。斜面上部での土壌調査の結果（表 - 12）と植栽時に用いる方法と同様に，スコップで掘り進むことができた深さを風化深として，経年変化との関係をみたのが図 - 9 である。

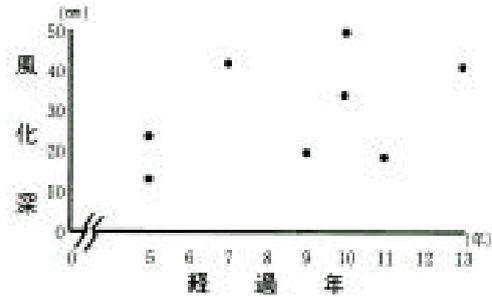


図 - 9 切取り法面における経過年と風化深 (常室川流域)

これまでの植栽の経験から，じかまき法で育苗したポット苗であれば，20cm の植え穴でも耐えられることが明らかである（新村ら，1981b）。このことから，20cm を一応の目標値と考えると，表 - 12 から 5 年以上経過して 20cm の風化深のある斜面は 5 箇所ある。また，全体として，年とともに風化深度を増している傾向がある。たとえ法切当初植栽が不可能であっても，木本を導入しなければ森林化は不可能に近い（新村ら，1982）。従って，風化を待って植栽するという時間差工法を考えねばならない。すなわち，設計の段階で，あらかじめ風化をまって植栽するという方針がこれからは必要であろう。

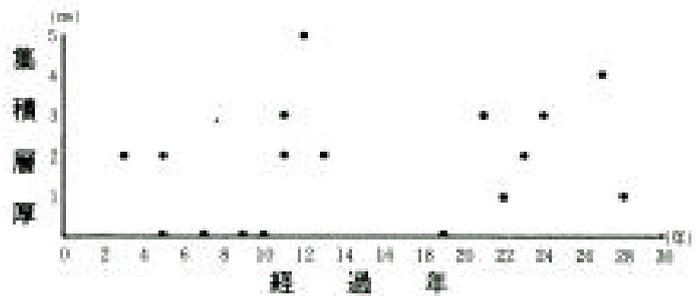


図 - 10 経過年とリター層の集積

ii) 土壌化：土砂の流出防止に効果の大きいリター層の発達（集積）は，施工結果の良好なところでは，10～20 年すれば厚さ 2cm 程度でほぼ全面に覆われる（村井ら，1965）。また，堤（1978）はこの層の発達は林分ごとに違いが大きくて，はっきりしたことはいえないが，この層が発達するには少なくとも 10 年以上の時間がかかると推定している。

図 - 10 は今回の調査で得られた経過年とリター層の厚さとの関係をしめしている。図からいえることは，リター層の集積を山腹植生工の成否の判断の一要因とした時，他の例と比較して，回復の遅いところが多いということである。そして同時にこれらの回復の遅い斜面は木本導入が行われていないか，もしくは再崩壊の斜面でもある。これとは反対に，3 年で 2cm になっているところもあった。A，B 層の発達は，このリター層の集積よりさらに遅く，20 年以上は必要である（表 - 10）。

摘 要

道東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になった。

1. 永久的な緑化基礎工と木本導入との組み合わせは施工地の森林化には不可欠である。
2. 植栽樹種の選定は施工地の森林化の成否を左右するほどの重要な問題であり，これまでの生育成績から，ケヤマハンノキの植栽を第一に普及したい。ケヤマハンノキのなかには，年 1 m 以上も伸び

るものもあり，良好な生長をしめす。

3．トドマツは上長生長が遅く，林冠を閉鎖するには長年月を必要とするため，早期に林冠を閉鎖させるための一次植生としては，不適當である。

4．道東地域での周辺出現樹種は 38 種，侵入樹種は 33 種記載された。このなかで，ヤマモミジ，ミズナラ，ノリウツギ，ケヤマハンノキ，バッコヤナギ，イタヤカエデの順で多くみられた。道央部で多かったイタヤカエデは比較的少なく，逆にヤマモミジが増えていた。

5．周辺と侵入とが一致している回数が多い樹種は，イタヤカエデ，ケヤマハンノキ，エゾヤマハギ，ミズナラ，ヤマモミジの 5 種であった。

6．侵入草本ではウド，アキタブキ，オオヨモギの 3 種が最も多く，道央で多かったオオイタドリは少なかった。

7．斜面上部の法切工施工部で，岩盤が露出した場合，風化をまって植栽する必要があり，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が必要であることを提案した。

8．岩盤斜面に施工された金網張伏工は，土砂流失防止には速効性があるが，・草本の消長と関連して行う木本導入が容易でなく，森林化を目的とする山腹植生工施工斜面では適用法の検討を要する。金網張伏工はむしろ，緑化工施工斜面以外に活用する方が有効であろう。

9．岩盤露出部の風化は遅く，植栽可能な深さを最小限 20cm としても，10 年以上必要な場合がある。

10．林床にリター層を欠いた斜面は 5 斜面あり，最も長いのは 19 年経過していた。これらは，木本導入の有無に大きく関係していた。また，A 層の発達を観察された斜面は 3 箇所しかなく，いずれも 20 年以上経過していた。

文 献

- 橋本幸一郎 1967 池田町三角沢の治山対策について．北海道の治山：65 - 66 北海道林務部治山課
- 早坂甚吉 1968 山腹緑化工としての丸太網状法について．治山技術論文集：65 - 71 北海道治山協会
北海道治山協会 1978 北海道民有林治山事業 30 年史．631 p
- 北海道林務部治山課監修 1980 改訂版北海道治山技術指針解説．759 p 北海道治山協会
- 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一，昭 39 林試東北支年報 N0.6 : 150 - 164
- 1981 東北地方における緑化工の基本的な課題 - 主として治山緑化工について一．緑化工技術 7 (3): 1 - 4
- 仲村参郎・早坂甚吉・伊坂昭二 1962 十勝地方における山腹工事．治山事業報告：107 - 113 北海道林務部治山課
- 岡崎光弥 1957 池田町三角沢の崩壊地復旧事業について．北海道の治山：51 - 64 北海道林務部治山課
- 沢村郁 1980 私の見た植生盤工法．治山 25 (3): 4 - 9
- 新村義昭・伊藤重右衛門・成田俊司・清水一 1981 a 山腹植生工施工地への木本の侵入．昭和 56 年砂防学会研究発表概要集
- ・ ——— ・ ——— ・ ——— ・ 1981b 北海道における山腹植生工法の研究 (I) - 道南・道央地域での既施工地の実態 - ．北林試報 19 : 151 - 177
- ・ ——— ・ ——— ・ ——— ・ 1982 山腹植生工施工地への木本の侵入 - 渡島駒ヶ岳火山性荒廃地における調査例一．日林北支講 30 : 255 - 258

唯木利美・古崎藤敏 1974 滑落面の山腹工についての第2報．昭和47年度道林研論：134 - 138
堤利夫 1978 森林の公益シリーズ1 荒廃地復旧による森林土壌の生成．38p 日本治山治水協会