

# 北海道における山腹植生工法の研究 ( )

—— 侵大樹種数の増加に影響を及ぼす要因の解析 ——

新村義昭\* 伊藤重右衛門\* 清水一\* 成田俊司\*

## 抄 録

北海道内 58 箇所の山腹植生工施工地の実態調査資料をもとにして、侵大樹種数の増加にはどのような要因が影響を及ぼしているかを知るため、数量化Ⅰ類で、9 要因（経過年、周辺の林種、斜面型、周辺樹種数、導入草本の生育状態、土性、リター層の有無、堀削の難易度、土層厚）について解析した。その結果、経過年・土性の 2 要因が統計的に 1% レベルで、周辺樹種数と堀削の難易度の 2 要因が 5% レベルで有意であり、侵入樹種数の増加に強く影響を及ぼしていることが明らかになった。

## Abstract

**A study on the mountainside revegetation work in Hokkaido ( )**

—— **Multivariate analysis of factors  
influencing increment of numbers  
of tree species invaded** ——

**Yoshiaki SHINMURA ,J ūemon ITOH ,HaJime SIMIZU and ToshiJi NARITA ;  
Hokkaido Forest Experiment Station ,Bibai ,Hokkaido ,079-01**

**[Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment Station ,No22 ,December ,1984 ]**

In this paper , the authors analyzed the factors which influenced increment of numbers of tree species invaded . From the result of multivariate analysis , the theory of quantification ( 1 ) , four factors ( passage years , soil class , number of species in circumference forest and hardness of digging ) were of statistical significances at the 1 and 5% level , respectively ( Table - 3 ) .

## はじめに

山腹植生工の主な施工目的は、崩壊跡地を森林化し、そこからの流出土砂量を可能な限り防止することにより、下流への悪影響を最小限度に留めることにある。

この時、森林という目標を、その地域でごく普通にみられる天然生林という具体的な視点に置きかえ、その目標に誘導することを、山腹植生工であると、定義した。

実際、山腹植生工施工地（以下施工地）を、周辺の天然生林に誘導する方法は、いろいろ考えられよう。しかし、経済的かつ省力的にこの目標を達成する方法として、自然に侵入してくる木本を保育することにより、徐々に目標に誘導する工法が、より良いと考えた。

そこで、施工地を周辺の天然生林と同等の多様性を有する森林に誘導するために必要なことは、侵入樹種数の増加に関する要因の解析である。すなわち、侵入樹種数の増加には、どのような要因が影響し、そして、それらの要因のうち、どの要因が人為的に条件を改良できるかということを明らかにすることである。

---

\*北海道立林業試験場〔北海道林業試験場研究報告 第 22 号 昭和 59 年 12 月〕

このようなことから、筆者たちは、施工地を対象にして、多変量解析の手法の内、数量化Ⅰ類を用いて、侵入樹種数の増加に影響を及ぼす要因を探り出し、その結果を応用することを試みた。なお、ここでいう施工地とは、復旧治山事業が施工され、草本、木本の導入が完了している施工地を指している。

多変量解析の手法を用いた研究例は、林道法面の植生回復（遷移）の面から、小橋・吉田（1979）、増田（1982a, 1982b）、丸山・志田（1983）らの研究が、山腹崩壊跡地については、植生侵入の面から、石田（1979）の研究があるが、山腹植生工施工地に関する研究例は、報告されていない。

### 解 析 方 法

本研究で用いた外的基準は、侵入樹種数である。侵入樹種数の調査は施工地全体を対象とし、侵入力が確認された樹種を、本数・樹高・樹齢に関係なく数えた。

本報で解析した道内 58 箇所の調査地（治山事業施工地）の実態及び、各々の従属変数の値は、1 箇所を除きすでに報告している（新村ほか、1981, 1982）。

解析に用いたアイテム及びカテゴリとその反応値は、表 - 1 に示すとおりである。各アイテムごとの調査法及びカテゴリ区分について説明する。

#### 1) 経過年 ( $X_1$ )

緑化工施工当年を 1 年目とし、調査時点までの経過年とした。本報では、経過年数を 10 年未満、10 年以上 20 年未満及び 20 年以上の 3 区分とした。

#### 2) 周辺の林種 ( $X_2$ )

施工地をとりまく（周辺）森林を調査対象とし、天然生林、天然生林と人工林の混在及び人工林の 3 区分とした。この時、成績不良造林地は、混在として数えた。

表 - 1 数量化 Ⅰ類に用いたアイテムとカラゴリー区分およびその反応値

Table 1. 1. Summarized tables of the items and categories used for the THEORY OF QUANTIFICATION (1) PROGRAM

アイテム Items	(39)	カテゴリ Categories				
		1	2	3	4	5
$X_1$ 経過年 Passage years	10 > (37)	20 > (13)	20 (8)			
$X_2$ 周辺の林種 Circumference forest type	天然性林 (39) Natural forest	天・人 Natural and (16) Plantation mixd	人工林 (3) Plantation			
$X_3$ 斜面型(縦断) Slope topography(vertical)	凸 (7)	凹 (21)	平衡 (27) Equilibrium	複合 (3) Complex		
$X_4$ 周辺の樹種類 Number of species in Circumference forest	10 > (17)	20 > (36)	20 (5)			
$X_5$ 導入草本の育成状態 State of plant growth	良 Good (20)	不良 Bad (38)				
$X_6$ 土性 Soil class	埴土系 (13) Clay	埴壤土系 (26) Clay loma	壤土系 (20) Loma	砂壤土系 (8) Sandy loma	砂土系 (12) Sandy soil	
$X_7$ リタ - 層の有無 Accumulation of litter layer	無 (32) Not accumulation	有 (26) Accumulation				
$X_8$ 掘削の難易度 Hardness of digging	困難 (10) Very difficulty	難 (20) Difficulty	易 (8) Easy	容易 (20) Very easy		
$X_9$ 土層厚 (cm) Tickness of soil	20 (3)	20 < (55)				
Y Number of species invaded	(侵入樹種数)					

注. 1. 天: 天然生林 人: 人工林 2. ( ) 内は反応数: Numbe of somples.

### 3) 斜面型(縦断)( $X_3$ )

施工地中央部で、斜面の起伏を観察し、凸型斜面、凹型斜面、平衡斜面及び複合斜面の4区分とした。

### 4) 周辺樹種数( $X_4$ )

施工斜面基部から頂部まで踏査する間に、縁辺部を観察し、結実の可能性があるかと判断された樹種を、高木・低木あるいは個体数に関係なく、数えた。本報告では10種未満、10種以上20種未満及び20種以上の3区分とした。

### 5) 導入草本の生育状態( $X_5$ )

導入草本の生育状態を観察し、土砂移動防止に効果があると判断されたものを生育良、それ以外を生育不良とした。前報及び前々報における評価3以上が生育良にあたる。

### 6) 土性( $X_6$ )

土壌断面を観察し、埴土系から砂土系までを5区分した。

### 7) リター層の有無( $X_7$ )

施工地内を観察し、リター層の集積が認められたか否かで2区分した。

### 8) 堀削の難易度( $X_8$ )

土壌断面調査のためのトレンチをスコップで掘進する際の程度を、困難から容易まで4段階に区分し、経験的に判定した。

### 9) 土層厚( $X_9$ )

地表から基岩までの土層の厚さとし、本報告では20cm以下とそれより深いものとに2区分した。

計算は、渡・岸(1981)とラックデッシュェル(庄司・山口訳, 1981)のBASICプログラムを用い、パーソナルコンピューターMZ-80Bで行った。

## 解析結果

数量化法では、とり上げる要因が互いに独立であることが望ましいとされている。そこで、まず内部相関を検討した(表-2)。その結果、 $X_1$ と $X_5$ 、 $X_7$ 、 $X_8$ に、 $X_4$ と $X_5$ に、さらに $X_5$ と $X_7$ に相関が認められたほかは、他の要因間の相関係数は低く、各要因間は比較的独立性を保っていると考えられた。

表-3に計算の結果を示す。重相関係数は高く( $r=0.7773$ )、統計的には1%レベルで有意であり、侵入樹種数の増加の約60%が、用いた9変量で説明できるという結果を得た。

以下に、重要な意味あいを持つと判定された要因ごとに、結果を示す。

表-2 内部相関行列

Table 2. Correlation matrix

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	Y
$X_1$	1.0000									
$X_2$	-0.0979	1.0000								
$X_3$	0.0656	-0.1967	1.0000							
$X_4$	0.2390	-0.1844	-0.1606	1.0000						
$X_5$	0.5402	-0.1956	0.1474	0.3636	1.0000					
$X_6$	0.1280	-0.2323	0.0813	0.1800	0.2264	1.0000				
$X_7$	0.4859	-0.0124	0.1912	0.0033	0.3622	-0.0137	1.0000			
$X_8$	-0.3295	-0.0144	-0.1815	-0.1048	-0.1842	-0.2274	0.0145	1.0000		
$X_9$	-0.1559	0.1429	-0.0946	0.0407	-0.0056	-0.0935	0.0540	0.0425	1.0000	
Y	0.5339	-0.0848	0.0566	0.4491	0.5688	0.3763	0.3223	-0.0325	0.1125	1.0000

表 -3 数量化 類による計算結果

Table 3. Result of Quantification (1) method

Multiple correlation coefficient		0.7773**
Ratio of contribution		60.42 (%)
Partial correlation coefficient	X <sub>1</sub> ①	0.4266**
	X <sub>2</sub>	0.1758
	X <sub>3</sub>	0.1406
	X <sub>4</sub> ③	0.3484*
	X <sub>5</sub>	0.2668
	X <sub>6</sub> ②	0.4259**
	X <sub>7</sub>	0.0095
	X <sub>8</sub> ④	0.3415*
	X <sub>9</sub>	0.2616

\*\* 1%レベルで有意  
 \* 5%レベルで有意  
 \*\* Significance at 1% level  
 \* Significance at 5% level

### 1) 経過年

偏相関係数が 0.4266 と最も高く、統計的には 1%レベルで有為であり、経過年数が侵入樹種数の増加に、最も強い影響を与えていると、判定された。

### 2) 土性

偏相関係数の値は 0.4259 で、経過年に次いでいた。統計的には 1%レベルで有意であり、土性も侵入樹種数の増加に強く影響を及ぼしていると判定された。

### 3) 周辺樹種数

3番目に偏相関係数が高く、0.3484であった。統計的には 5%レベルで有意であり、侵入樹種数の増加にやや強い影響を及ぼしていると判定された。

### 4) 堀削の難易度

偏相関係数は 0.3415 で、統計的には 5%レベルで有意であり、侵入樹種数の増加にやや強く影響を及ぼしていると判定された。

以上が統計的な有意差が認められた要因である。5%レベルでの有意差は認められなかったが、導入草本の生育状態と土層厚とは、多少とも侵入樹種数の増加に影響を及ぼしている要因と考えられた。

## 考 察

### 1) 経過年

経過年が増加すると、法切工によって人工的に露出した斜面は、徐々に風化が進行し、飛来してきた種子が容易に定着できる環境を作り出すことになる。

また、緑化基礎工の施工による生育基盤の改良や、植栽された治山用樹種の生長による生育環境の改善も効果を発揮する。

これら両者の作用が、侵入樹種数の増加となって表われたと解釈できよう。

### 2) 周辺樹種数

周辺樹種数が多いということは、母樹となりうる樹種数が多いということであり、このことが、侵入樹種数の増加となって表われた、と解釈できよう。

### 3) 土壌因子(土性、堀削の難易度)

ここでは、土壌因子として土性と堀削の難易度をまとめて、考察を加えることとした。

一般に、植物の生育、特に根系の発達には土壌の堅密度が増すにつれ、悪くなることが知られている。崩壊跡地は、斜面下部域の崩積層を除いて、ほとんどの場合、地山が露出している。さらに、山腹植生工においては、法切工などの斜面整形という人為が加わって、堅密な斜面が一層拡大されることも多い。一般に、これら地山は岩盤かあるいは極めて堅密な未～弱風化層である。

しかし、これらの斜面も、すでに述べたように、施工後の経過年数が増すとともに、風化作用により、徐々に堅密さを失っていく。

表 - 1 で、土性としてとり上げた要因のカテゴリーは、埴土系から砂土系に向って分けてある。この方向は、乾燥した時の状態が硬から柔に向っているものであり、このことが、侵入樹種数の増加に影響を及ぼしていたと解釈できよう。

堀削の難易度が容易になることは、根系の発達もまた容易であることと一致し、この要因もまた侵

入樹種数の増加に作用したと、解釈できよう。

土壌要因が林道法面における植生遷移に有利に作用することは、丸山・志田(1983)の報告にも見られ、ここでの結果とほぼ一致している。

#### 4) その他の要因

上述した4要因以外の5要因は、今回の調査結果からでは、統計的な有意差はみられなかった。しかしながら、現地での観察結果などからは、導入草本の生育状態という要因も、重要であると思われた。

特に、近年広く採用されている全面張り芝伏工は、導入直後の生育が旺盛で、侵入開始時期を遅らせる要因と考えられる。

本報でとりあげた残りの4要因は、周辺の林種、斜面型、リター層の有無、土層厚である。周辺の林種が人工林であっても、風、鳥散布型の樹種には、あまり影響を及ぼさず、斜面型ば飛来種子の着地には無関係である。リター層の有無については、層形成には長年月が必要であること、土層厚はある深さ以上あれば着床できるということなどが、無関係という結果を導いたと考えられる。

### おわりに

すでに、道内の代表的な施工地の実態は報告した。

本報では、侵入樹種を育てて周辺の天然生林に近い林型に誘導するという立場から、数量化工類を用いて、侵入樹種の増加に影響を及ぼす要因の解析を試みた。

今後は、ここで得られた結果を、実際の治山事業の中で応用する方法について検討を加えたい。

### 文 献

- 石田 治 1979 山腹崩壊地における植生の侵入について．90 回日林論：447 - 449
- 小橋澄治・吉田博宣 1979 道路切取りのり面の安定性と自然植生の回復について．斜面緑化研究 1：73 - 98
- 増田拓郎 1982a 四国における道路のり面の植生について（第一報）．斜面緑化研究 4：17 - 26
- 1982b 四国における道路のり面の植生について（第二報）．斜面緑化研究 4：27 - 35
- 丸山幸平・志田武司 1983 飯豊山・温身平林道法面の二次遷移 —— 支配要因の検討 —— 新砂防 36 (3)：17 - 25
- ラックデュッセル，F．R．(庄 司 渉・山口貞明訳) 1981 科学計算のためのBASIC サブルーチン集 1 302P 現代数学社 京都
- 新村義昭・伊藤重右エ門・成田俊司・清水 一 1981 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
- ・ ——— ・ 清水 一 ・ 成田俊司 1982 北海道における山腹植生工法の研究(Ⅱ)——道東地域での既施工地の実態 ——．北林試報 20：81 - 96
- ・ ——— ・ ——— ・ ——— 1983 山腹植生工施工地への木本の侵入(Ⅲ) —— 侵入木本の生長経過 —— ．昭和 58 年度砂防学会研究発表概要集：146 - 147
- 渡正堯・岸 学 1981 多変量解析プログラム集．272P 工学図書 東京