HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	緑化工施工道路法面における植生回復に関する研究
Author(s)	新谷, 融; 勝呂, 博之; 矢島, 崇; 橋田, 欣一
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 38(1), 1-30
Issue Date	1981-03
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21046
Type	bulletin (article)
File Information	38(1)_P1-30.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

緑化工施工道路法面における植生回復に関する研究*

新谷　融** 勝呂博之**
矢島　崇*** 橋田欣一**

Invasion of Plants on the Slopes of Roads with the Artificial Vegetation Works

By

Touru ARAYA, Hiroyuki KATSURO, Takashi YAJIMA
and Kinichi HASHIDA

目　次

はじめに …… 2
I. 研究の目的と方法 …… 2
II. 法面植生の実態 …… 4
1. 盛土法面 …… 4
(1) 法面の概要 …… 4
(2) 侵入部位と種 …… 15
(3) 植生被覆 …… 15
2. 切取法面 …… 15
(1) 法面の概要 …… 15
(2) 侵入部位と種 …… 16
(3) 植生被覆 …… 16
III. 人工植生と自然植生 …… 16
1. 残存率と経過年数 …… 16
(1) 盛土 (筋芝工) …… 16
(2) 切取 (吹き付け工) …… 17
2. 侵入率と経過年数 …… 18
(1) 盛土 (筋芝工) …… 18
(2) 切取 (吹き付け工) …… 18
3. 侵入率と残存率 …… 19
IV. 自然回復と木本侵入 …… 20

---

* 昭和55年8月30日受理

** 北海道大学農学部林学科砂防工学研究室
Laboratory of Erosion Control Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.
*** 北海道大学農学部林学科造林学研究室
Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

1. 回復の形態 …… 21
(1) 分　類 …… 21
(2) 植生型と経過年数 …… 21
2. 木本の侵入 …… 22
V. 法面保護と植生回復 …… 23
1. 工種別植生侵入 …… 23
(1) 木本被覆率 …… 23
(2) 木本侵入密度 …… 24
2. 緑化工と植生回復 …… 24
おわりに …… 27
摘　要 …… 28
文　献 …… 28
Summary …… 29

はじめに

山岳道路開設は自然破壊の元凶であるとさけばれている。しかしその保全対策は遅れがちで，多くの粗悪法面が流域内に放置されているのも現実である。ところがこうした放置法面にあっても，条件のよいところでは，周辺植生の侵入によって，自然状態に回復している事例が多く認められている。これらの実態については，すでに「林道法面における植生変化に関する研究」，「林道切取法面における木本侵入に関する研究」の中で報告してきた[1),2)]。

今回は，法面造成工事として実施されている緑化工施工法面における植生侵入について，とくに導入植生と侵入植生の状況の実態調査を行ったのでここに報告する。なお，現地調査にあたっては，北海道道有林旭川・美深・北見・浦幌の各林務署，ならびに日本道路公団札幌建設局の関係各位には，並々ならぬ御配慮をいただいた。ここにあらためて謝意を表する。

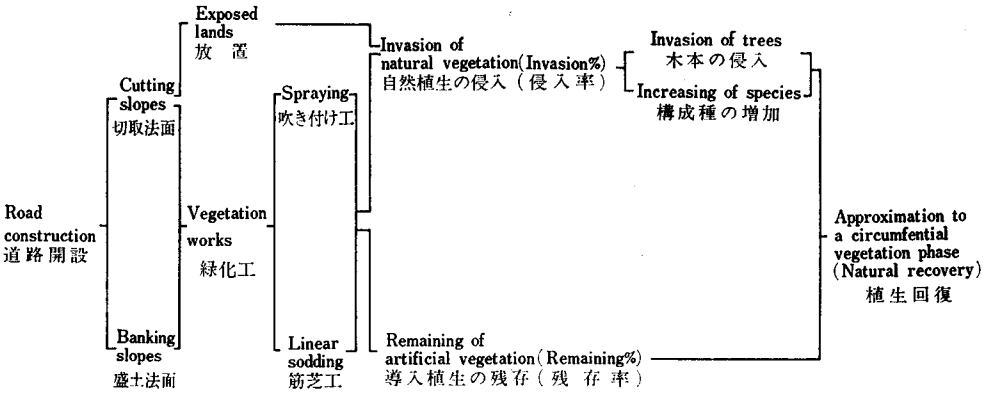
I. 研究の目的と方法

昭和30年代以降，宅地造成や高速自動車道の普及，さらにはダム，山岳道路，採石，鉱山といった流域奥地の開発が進むにつれ，人工裸地も大規模となり，当然のように景観整備・流域保全上から，裸地に対する緑化復旧が要求された。そこで，失われた『緑』を早期に再現し，あわせて裸地斜面の表面侵食を緩和することを目的とした，草生緑化技術の追求がなされた。そして初期成長が良好で，しかも大量種子入手が可能な牧草類を対象として，その改良・開発が進められてきた。この典型例として，大面積種子吹き付け工があげられよう[15),17)]。しかし，草本類を主体とした裸地補修技術も，20数年経過した現在，自然保護・景観保護的視点からも批判され，こうした平面的・画一的な緑化に対する技術的な再検討が要求されるようになった[4),26)]。

そこで本研究は，当初導入した牧草類（人工植生）の変化と自然植生の侵入実態をつかみ，

緑化工施工区における法面植生の推移過程を明らかにし，緑化工についての技術的評価を検討しようとしたものである。

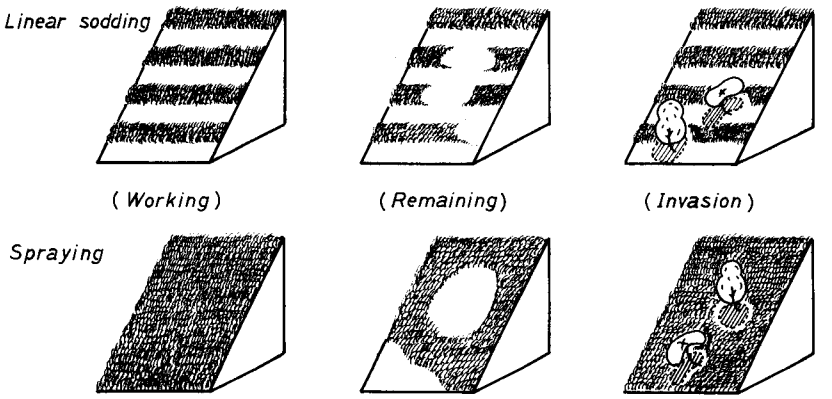
調査は，低山地帯から高山地帯にかけての林道法面を主な対象とし，他に高速道路法面のいずれも緑化工を施工した道路法面を対象とした。ただし，盛土法面については筋芝工で，他は種子吹き付け工である (図-1)。



図—1 研究の方法

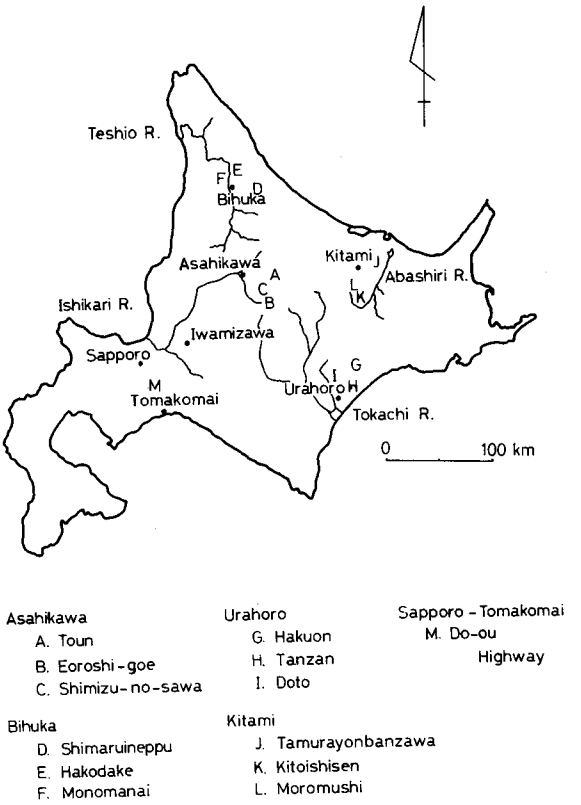
Fig. 1. Method of the study.

植生状況については，法面内の植生侵入の良好な地点に，幅5m×法長の帯状区を設けて調査した。人工植生の変化については，残存率 (Remaining) で表わし，自然植生の侵入については侵入率 (Invasion) で表わした。なお，この侵入率は，侵入植生の被覆面積割合である (図-2)。侵入種については主なものをとりあげ，また木本侵入の良好なプロットについては，樹種・樹高・樹齢等の細部調査を行った。



図—2 導入植生の残存と周辺植生の侵入

Fig. 2. Remaining and Invasion on the slopes with artificial vegetational cover.



図—3 調査地位置図

Fig. 3. Locality of investigated roads.

調査地は，旭川・美深・浦幌・北見の各道有林林道と，道央自動車道（高速道路）の札幌—苫小牧間の道路法面から選定した（図-3)。

II. 法面植生の実態

1. 盛土法面

調査対象となった各盛土法面における法面の概要と侵入植生の実態については，表-1～3に示すとうりである。

(1) 法面の概要

旭川地区法面の法長についてみると，大半が2～5mで，長いものでも10mと全般に短い。美深地区でも，やはり1～12mと概して短い法長である。また北見・浦幌地区についても，10m以下の短い法長となっている。

また方位についてみると，旭川地区ではS～E向きの斜面が多く，約半数がS向きである。美深地区についても同様にS～E向きの斜面が大半である。北見・浦幌地区では，N～E～S向きである。

表—1-(1) 盛土法面 (筋芝工) の侵入植生 (旭川)

Table 1-(1). Invaded plants on the banking slopes with linear sodding in Asahikawa

Name of road	Toun						Shimizu-no-sawa								
Plot No.	1			2			1			3			4		
Passage years 経過年数	8			8			4			3			3		
Length (m) 法 長	2			2			3			3			6		
Direction 方 位	SE			NW			NW			NE			S		
Gradient (°) 勾 配	37			38			36			35			30		
Vegetational cover (%) 被覆率	100			100			80			90			90		
Remaining (%) 残存率	100			40			70			80			90		
Invasion (%) 侵入率	60			100			10			60			30		
Quadrat (m×m) 調査面積	5×2			5×2			5×3			5×3			2×2		
H: Height (m), N: Numbers, V.C: Vegetational Cover (%)	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C
Abies sachalinensis トドマツ														1	(+)
Alnus hirsuta ケヤマハンノキ													0.6	1	+
Betula maximowicziana ウダイカンバ													0.3	1	+
Magnolia obovata ホオノキ													0.5	1	+
Prunus sargentii エゾヤマザクラ													0.4	1	+
Acer mono エゾイタヤ													0.05	2	+
Tilia japonica シナノキ														2	(+)
Populus sieboldii ヤマナラシ														2	(+)
Salix sachalinensis ナガバヤナギ														1	(+)
Phellodendron amurense var. *sachalinense* ヒロハノキハダ														1	(+)
Fraxinus mandshurica var. *japonica* ヤチダモ														1	(+)
Vitis coignetiae ヤマブドウ															10
Rubus idaeus var. *aculeatissimus* エゾイチゴ			10			+						+			
Petasites japonicus var. *giganteus* オオブキ			40			10			+			10			10
Picris hieracioides var. *glabrescens* コウゾリナ									10			+			+
Artemisia montana エゾヨモギ			30			40						50			
Senecio cannabifolius ハンゴンソウ						50			+						
Equisetum arvense スギナ									+						
Eupatorium chinense var. *sachalinense* ヨツバヒヨドリ															+
Aster glehnii エゾゴマナ			+									+			
Clinopodium gracile var. *latifolium* ミヤマトウバナ						10									

表—1-(2) 盛土法面 (筋芝工)

Table 1-(2). Invaded plants on the banking slopes

Name of road		Eoroshigoe											
Plot No.		2			4			6			7		
Passage years	経過年数	5			5			5			5		
Length (m)	法長	4			2			2			5		
Direction	方位	S			S			SE			SW		
Gradient (°)	勾配	35			30			36			38		
Vegetational cover (%)	被覆率	70			90			70			90		
Remaining (%)	残存率	70			90			70			90		
Invasion (%)	侵入率	60			0			0			30		
Quadrat (m×m)	調査面積	5×4			5×2			5×2			5×5		
H: Height (m), N: Numbers, V.C: Vegetational Cover (%)		H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C
Acer mono エゾイタヤ		0.1	4	+	0.1	2	(+)				0.1	10	+
Betula maximowicziana ウダイカンバ		1.2	2.8	40				0.3	1	+	1.0	2	+
Betula ermanii ダケカンバ		0.4	5	+				0.15	1	+			
Tilia japonica シナノキ										(+)			
Salix hultenii var. *angustifolia* エゾノバッコヤナギ											0.2	1	+
Sorbus commixta ナナカマド		0.15	1	+									
Phellodendron amurense var. *sachalinense* ヒロハノキハダ		0.1	1	+									
Acer japonicum ハウチワカエデ		0.1	1	+									
Fraxinus mandshurica var. *japonica* ヤチダモ								0.08	2	+			
Magnolia obovata ホオノキ													
Ulmus davidiana var. *japonica* ハルニレ													
Kalopanax pictus ハリギリ													
Vitis coignetiae ヤマブドウ													+
Rubus idaeus var. *aculeatissimus* エゾイチゴ													+
Sasa kurilensis チシマザサ				20									20
Sasa senanensis クマイザサ													
Petasites japonicus var. *giganteus* オオブキ				+						+			+
Picris hieracioides var. *glabrescens* コウゾリナ							+			+			+
Artemisia montana エゾヨモギ													
Aster glehnii エゾゴマナ				+									
Equisetum arvense スギナ													
Anaphalis margaritacea ヤマハハコ				+									
Senecio cannabifolius ハンゴンソウ													
Eupatorium chinense var. *sachalinense* ヨツバヒヨドリ													
Oenothera erythrosepala オオマツヨイグサ													
Erigeron annuus ヒメジョオン													

の侵入植生 (旭川)
with linear sodding in Asahikawa

9-a			9-b			9-c			12			15			20		
5			5			5			4			4			4		
5						2			5			10			5		
S						S			E			S			SE		
31						31			35			32			35		
80			10			80			90			100			100		
70			〃			60			10			100			30		
30						40			90			0			100		
5×5						5×2			5×5			5×10			1×1		
H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C
0.1	10	+				0.1	9	+	0.1	12	+					5	(+)
0.4	4	+				0.3	2	+									
0.5	35	20	0.2	9	10	0.3	12	+									
																1	(+)
						0.25	2	+									
																2	(+)
0.25	2	+															
																1	(+)
																1	(+)
											+						+
		10															+
		10			+			20			10						90
		+			+			+			+						+
					+			10						+			
														+			
											90						
		+															
								+									
														+			
														+			

表--2-(1) 盛土法面(筋芝工)

Table 2-(1). Invaded plants on the banking slopes

Name of road		Shimaruineppu											
Plot No.		1			3			4			6		
Passage years	経過年数	4			3			3			3		
Length (m)	法長	2			2			2			4		
Direction	方位	SE			SE			S			S		
Gradient (°)	勾配	30			35			30			35		
Vegetational cover (%)	被覆率	100			100			100			90		
Remaining (%)	残存率	100			50			100			90		
Invasion (%)	侵入率	30			80			10			0		
Quadrat (m×m)	調査面積	5×2			2×2			1.5×1.5			5×4		
H: Height (m), N: Numbers, V.C: Vegetational Cover (%)		H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C
Betula maximowicziana ウダイカンバ											0.35	2	+
Alnus hirsuta ケヤマハンノキ													
Salix hultenii var. *angustifolia* エゾノバッコヤナギ													
Betula platyphylla var. *japonica* シラカンバ													
Acer mono エゾイタヤ													
Euonymus sieboldianus マユミ													
Rubus idaeus var. *aculeatissimus* エゾイチゴ				+			+			+			+
Sasa kurilensis チシマザサ													+
Picris hieracioides var. *glabrescens* コウゾリナ				10			+			+			+
Artemisia montana エゾヨモギ				20						+			
Polygonum sachalinense オオイタドリ													
Petasites japonicus var. *giganteus* オオブキ													
Senecio cannabifolius ハンゴソウ				+									
Equisetum arvense スギナ							80						
Eupatorium chinense var. *sachalinense* ヨツバヒヨドリ										+			
Taraxatum officinale セイヨウタンポポ													
Epilobium angustifolium ヤナギラン													
Cynanchum caudatum イケマ													
Cirsium kamtschaticum エゾアザミ													

の侵入植生 (美深)
with linear sodding in Bifuka

8			9			11			13			15			17		
3			3			3			2			2			2		
8			7			4			7			12					
SE			SE			SE			E			E					
30			30			30			30			30					
70			0			80			40			100			80		
70			0			70			40			100			100		
10			0			50			0			60			0		
5×8			5×7			5×4			5×7			5×12					
H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C
0.1	1	+															
0.2	3	+															
			0.05	3	+												
									0.05	3	+						
												0.2	1	+			
					+						+						+
											+						
		10			+												
														10			
								30						60			
		+															
								20									
		+															
											+						
											+						
														+			

表—2-(2) 盛土法面 (筋芝工) の侵入植生 (美深)

Table 2-(2). Invaded plants on the banking slopes with linear sodding in Bifuka

Name of road	Monomanai			Hakodake											
Plot. No.	23			5			7			9			10		
Passage years 経過年数	10			2			2			2			3		
Length (m) 法 長	5			2			3			1			1		
Direction 方 位	E			S			NWW			S					
Gradient (°) 勾 配	40			35			35			35			30		
Vegetational cover (%) 被覆率	70			100			100			70			100		
Remaining (%) 残 存 率	20			60			100			100			100		
Invasion (%) 侵 入 率	60			100			0			0			0		
Quadrat (m×m) 調査面積	5×5			2×2			5×3			5×1			5×1		
H: Height (m), N: Numbers, V.C: Vegetational Cover (%)	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C	H	N	V.C
Fraxinus mandshurica var. *japonica* ヤチダモ			(+)	0.25	1	+				0.15		+	0.1	1	+
Acer mono エゾイタヤ			(+)	0.3	4	+				0.1		+	0.1	1	+
Phellodendron amurense var. *sachalinense* ヒロハノキハダ										0.1		+			
Ulmus davidiana var. *japonica* ハルニレ														1	(+)
Tilia japonica シナノキ														3	(+)
Kalopanax pictus ハリギリ													0.02	1	+
Betula platyphylla var. *japonica* シラカンバ	3.0	7	40												
Alnus hirsuta ケヤマハンノキ	2.5	6	20												
Betula maximowicziana ウダイカンバ	2.0	1	10												
Abies sachalinensis トドマツ			(+)												
Salix hultenii var. *angustifolia* エゾノバッコヤナギ			(+)												
Vitis coignetiae ヤマブドウ			+												
Polygonum sachalinense オオイタドリ			+			100			+						+
Maianthemum dilatatum マイヅルソウ												+			+
Aralia cordata ウド						+									
Aster glehnii エゾゴマナ						+									
Cynanchum caudatum イケマ												+			
Urtica platyphylla エゾイラクサ															+
Picris hieracioides var. *glabrescens* コウゾリナ			+												+
Solidago virga-aurea ミヤマアキノキリンソウ															+
Cardamine leucantha コンロンソウ															+
Artemisia montana エゾヨモギ			+												
Petasites japonicus var. *giganteus* オオブキ			+												

表—3 盛土法面 (筋芝工) の侵入植生

Table 3. Invaded plants on the banking slopes with linear sodding in Kitami and Urahoro

Name of road*		Ha		Tan		Do	Ta	Ki
Plot No.		1	12	2	4	4	4	6
Passage years	経過年数	10	9	2	3	4	9	6
Length (m)	法 長	9	3	6	8	8	5	
Direction	方 位	S	SE	E	N	NW	N	S
Gradient (°)	勾 配	27	38	36	35	35	35	
Vegetational cover (%)	被覆率	100	100	100	100	100	100	100
Remaining (%)	残存率	100	40	100	100	50	100	70
Invasion (%)	侵入率	70	100	70	90	100	80	50
Quadrat (m×m)	調査面積	5×9	5×3	5×6	5×8	5×8	5×5	
Salix sachalinensis ナガバヤナギ		1	1					
Salix hultenii var. *angustifolia* エゾノバッコヤナギ			2				1	
Alnus hirsuta ケヤマハンノキ			10		1			
Cercidiphyllum japonicum カツラ			9					
Acer mono エゾイタヤ			(+)					
Carpinus cordata サワシバ			(+)					
Fraxinus mandshurica var. *japonica* ヤチダモ			(+)					
Ulmus davidiana var. *japonica* ハルニレ			7					
Betula platyphylla var. *japonica* シラカンバ							1	
Hydrangea paniculata ノリウツギ			1					
Lespedeza bicolor エゾヤマハギ							3	
Rubus idaeus var. *aculeatissimus* エゾイチゴ		+					40	
Oenothera erythrosepala オオマツヨイグサ								+
Petasites japonicus var. *giganteus* オオブキ		30	40	60	90	+	40	10
Artemisia montana エゾヨモギ		10	30	30	+	100	20	40
Amphicarpaea edgeworthii var. *japonica* ヤブマメ			+			+		
Geranium thunbergii ゲンノショウコ		+						
Senecio cannabifolius ハンゴンソウ		+						
Agrimonia pilosa キンミズヒキ		+						
Solidago virga-aurea ミヤマアキノキリンソウ			+					
Impatiens noli-tangere キツリフネ					+			
Picris hieracioides var. *glabrescens* コウゾリナ					+			
Solidago altissima セイタカアワダチソウ					+			
Anaphalis margaritacea ヤマハハコ					+			

Notes; Ha: Hakuon Tan: Tanzan Do: Doto Ta: Tamura-yonban-zawa Ki: Kitoi-shisen

表—4-(1) 切取法面(吹き付け工)の

Table 4-(1). Invaded plants on the cutting

Name of road		Highway						
Plot No.		1-A		1-B			2-A	
Passage years	経過年数	10		10			10	
Length (m)	法長	11.5		13.5			11.2	
Direction	方位	NE		NE			NE	
Gradient (°)	勾配	38		38			36	
Vegetational cover (%)	被覆率	100		90			90	
Remaining (%)	残存率	90		90			90	
Invasion (%)	侵入率	20		20			0	
Quadrat (m×m)	調査面積	5×5	5×6.5	5×5	5×5	5×3.5	5×5	5×6.2
Quercus serrata コナラ								
Quercus mongolica var. *grosseserrata* ミズナラ			(+)	(+)	(+)			
Salix hultenii var. *angustifolia* エゾノバッコヤナギ								
Betula platyphylla var. *japonica* シラカンバ								
Lespedeza bicolor エゾヤマハギ		(+)	1	(+)	(+)	(+)		
Aralia elata タラノキ								
Rubus parrifolius ナワシロイチゴ		+						
Sasa senanensis クマイザサ					10	10		
Artemisia montana エゾヨモギ			+	20	10	10	+	+
Erigeron annuus ヒメジョオン		+		+			+	
Sonchus brachyotis ハチジョウナ		+	+				+	+
Oenothera erythrosepala オオマツヨイグサ			+				+	+
Spiranthes sinensis ネジバナ			+				+	
Pstentilla fragarioides キジムシロ							+	
Taraxacum officinale セイヨウタンポポ		+					+	
Achillea millefolium セイヨウノコギリソウ							+	
Aster scaber シラヤマギク								+
Petasites japonicus var. *giganteus* オオブキ								
Viola acuminata エゾノタチツボスミレ				+		+		
Artemisia japonica オトコヨモギ								+
Rumex acetosella ヒメスイバ		+						
Eupatorium chinense var. *simplicifolium* ヒヨドリバナ								
Geranium thunbergii ゲンノショウコ								
Aster ageratoides エゾノコンギク								
Picris hieracioides var. *glabrescens* コウゾリナ								
Solidago virga-aurea ミヤマアキノキリンソウ								
Equisetum arvense スギナ								

侵 入 植 生
slopes with spraying

2-B			3-A		3-B		3-C		4	5-A	5-B	
10			10		10		10		3	10	10	
15.5			11.5		11.2		10.0		11.0	2.5	10.3	
NE			NE		NE		NE		E	W	W	
36			34		34		34		40	28	28	
100			100		100		100		100	100	100	
100			90		100		80		100	100	100	
20			10		0		20		0	10	30	
5×5	5×5	5×5.5	5×5	5×6.5	5×5	5×6.2	5×5	5×5	5×11	5×2.5	5×5	5×5.3
								(+)				
		+										
	(+)											
	(+)	7										
		(+)										
								+				
		+					+	30				
10	+	+	+	+	+	+	+	+		10	30	30
			+			+	+	+		+		
				+	+		+		+			+
			+				+		+	+	+	+
			+	+			+					
+										+	+	
									+			
									+			
+			+	+								
				+		+					+	+
+		+										
				+								
+			+									
	+	+								+		
									+	+	+	
										+	+	+
										+	+	
										+	+	
										+	+	+

表—4-(2) 切取法面（吹き付け工）の侵入植生

Table 4-(2). Invaded plants on the cutting slopes with spraying

Name of road		Eoroshigoe					Mouromushi							The others		
Plot No.		11	16	17	18	19	1	2	3	4	5	6	7	6	7	8
Passage years	経過年数	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Length (m)	法　長	4	5	5	3	8	3	4	8	7	4	8	2	12	7	11
Direction	方　位	S	S	SE	SE	SE	S	S	NE	S	SE	E	E	SE	SE	S
Gradient (°)	勾　配	48	43	43	38	42	43	45	62	50	46	59	45	35	30	33
Vegetational cover (%)	被覆率	60	10	10	10	50										
Remaining (%)	残存率	60	10	10	10	30	100	60	50	40	100	60	50	20	80	100
Invasion (%)	侵入率	0	0	0	10	0	10	0	0	10	20	0	100	0	0	0
Quadrat (m×m)	調査面積	5×4	2×2	5×5	5×3	5×8	5×3	5×4	5×8	5×7	5×4	5×8	5×2	5×12	5×7	5×11
Quercus mongolica var. *grosseserrata* ミズナラ						(+)										
Salix hultenii var. *angustifolia* エゾノバッコヤナギ		(+)	(+)		(+)											
Populus maximowiczii ドロノキ		(+)														
Salix sachalinensis ナガバヤナギ												1				
Betula ermanii ダケカンバ		(+)	(+)		(+)	(+)										
Betula maximowicziana ウダイカンバ		(+)								(+)						
Betula platyphylla var. *japonica* シラカンバ			(+)		(+)											
Kalopanax pictus ハリギリ			(+)													
Alnus hirsuta ケヤマハンノキ						(+)										
Acer mono エゾイタヤ		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)										
Rubus idaeus var. *aculeatissimus* エゾイチゴ			+	+		+	10			10	20		+			
Sasa senanensis クマイザサ				+		+										
Artemisia montana エゾヨモギ										+			90	+		
Erigeron annuus ヒメジョオン													+			
Oenothera erythrosepala オオマツヨイグサ															+	
Picris hieracioides var. *glabrescens* コウゾリナ													+	+		

勾配については，施工基準が1割5分となっていることから，したがって34°前後が多く，全体としては30°～38°であった。

(2) 侵入部位と種

植生は，法肩から法尻まで一様に侵入している。これは，切取放置法面において，崖錐法尻部に集中していたのとは異なるところである。侵入植生についてみると，草本類では，オオブキ，エゾヨモギ，コウゾリナ，オオイタドリが多く，またエゾイチゴ，ササ類が多く出現していた。木本では，エゾイタヤ，ウダイカンバ，バッコヤナギ，シナノキ，カツラ，ケヤマハンノキ，エゾヤマハギが多く認められた。

(3) 植生被覆

導入植生（ウィーピング・ラブ・グラス，チモシー，ケンタッキー31・フェスク，ホワイト・クローバー，etc.）の生長は比較的良好で，筋状のまま残存しているものから，斜面全体を被覆しているものまで認められた。ただし，木本の侵入は少なく，人工植生を上層で被覆した光景は，ほとんど見られなかった（写真-1, 2, 3）。

2. 切取法面

一方，各切取法面における法面概要と侵入植生については，表-4に示すとうりである。

(1) 法面の概要

林道法面の法長は，2～12 m と全体的に短い。一方，高速道路法面は，ステップも含めると30 m を超す長大斜面もあり，概して長いものが多い。しかしここではステップに区切られており，長いものでも15 m 程度となっている。

方位については，そのほとんどがE～S向きであり，高速道路にあっては，大半がNE向きとなっており，一部にW，E向きの法面がある。

林道法面切取の勾配基準は，ほぼ1割となっ

写真—1 盛土法面の筋芝工（2年経過）

Photo 1. Linear sodding on the banking slope.

写真—2 導入植生による全面被覆（盛土筋芝工，4年経過）

Photo 2. The banking slope was completely covered with the artificial vegetation of linear sodding.

写真—3 盛土法面への自然侵入（5年経過）

Photo 3. Invasion of plants on the banking slope.

ており，旭川地区（江卸越）では45°前後である。一方，北見地区モオロムシ林道では，切取後十分な整地を怠ったため，その後の崩落によって，43°～62°の急勾配斜面となった。一方，高速道路についてみると，比較的緩い勾配であり，28°～38°となっている。このように整地した法面では，概して緩く，斜面も均一であるが，未整地においては，表面の凹凸が著しく，急勾配なのが特徴である。

(2)　侵入部位と種

植生は，法面に一様に侵入していたが，被覆率は低い値であった。

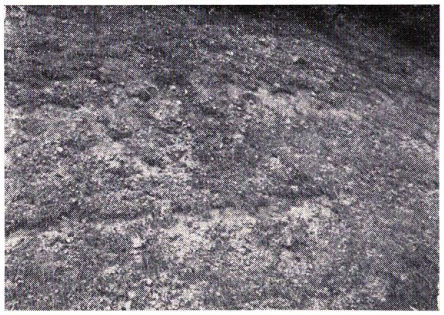
侵入種は，草本では主にエゾヨモギ，ヒメジョオン，オオマツヨイグサなどが認められ，木本ではエゾイタヤ，ウダイカンバ，シラカンバ，バッコヤナギ，ミズナラなどが出現していた。

(3)　植 生 被 覆

旭川地区（江卸越）と北見地区（モオロムシ）では，被覆状態は貧弱であったが，北見地区（その他）および高速道路については，人工植生の残存も比較的高く，牧草類による法面被覆が目立った（写真-4, 5）。

写真—4　切取法面への吹き付け工（6年経過，前年追肥）

Photo 4. The sprayed plants returning to the origin by the additional manure.



写真—5　吹き付け工導入植生の枯死とはく落（4年経過）

Photo 5. Peeling and dying of sprayed grasses after working during five years.

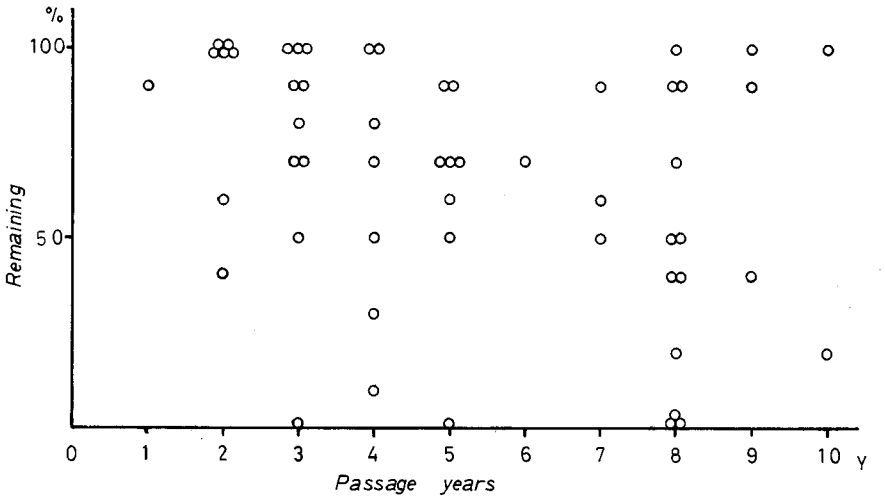
III.　人工植生と自然植生

緑化工施工後における法面植生の推移を，人工植生の残存状況と自然植生の侵入状況について検討した。

1.　残存率と経過年数

(1)　盛土（筋芝工）

筋芝工を施工した盛土法面における人工植生の残存率と経過年数とには，図-4に示したように必ずしも明瞭な傾向は認められない。しかし，経過年数5年以下の33プロットのうちの25プロット，すなわち約8割が60%以上の残存率を示している。一方，6年以上にあっては，



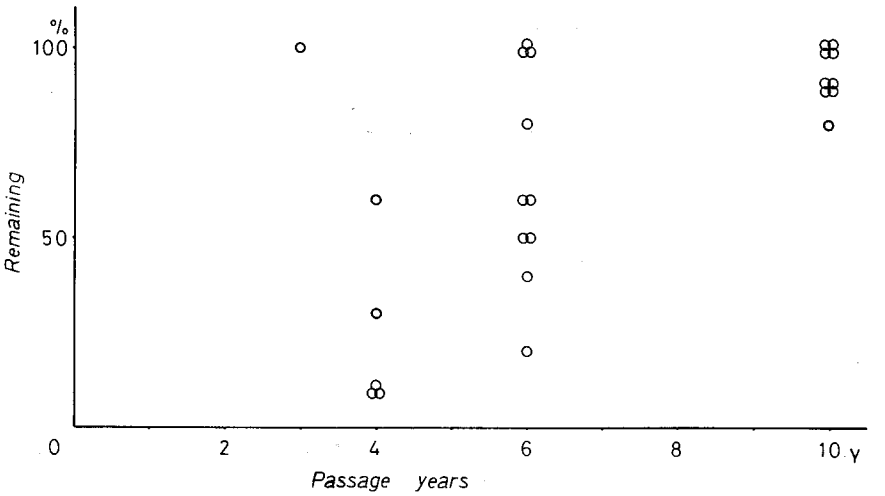
図—4 筋芝工施工法面の残存率

Fig. 4. The percentage of Remaining vegetational cover and passage years after working of linear sodding.

60% 以上の残存率を示すものが，21 プロット中 10 プロット (約 1/2) に減少している。

(2) 切取 (吹き付け工)

一方，図-5 は，吹き付け工を施工した切取法面における，人工植生の残存率と経過年数の関連についてみたものである。これによると，10 年経過した 9 プロット全てが，80% 以上の高い残存率を示していることが特徴的である。



図—5 吹き付け工施工法面の残存率

Fig. 5. Remaining cover on the spraying slopes.

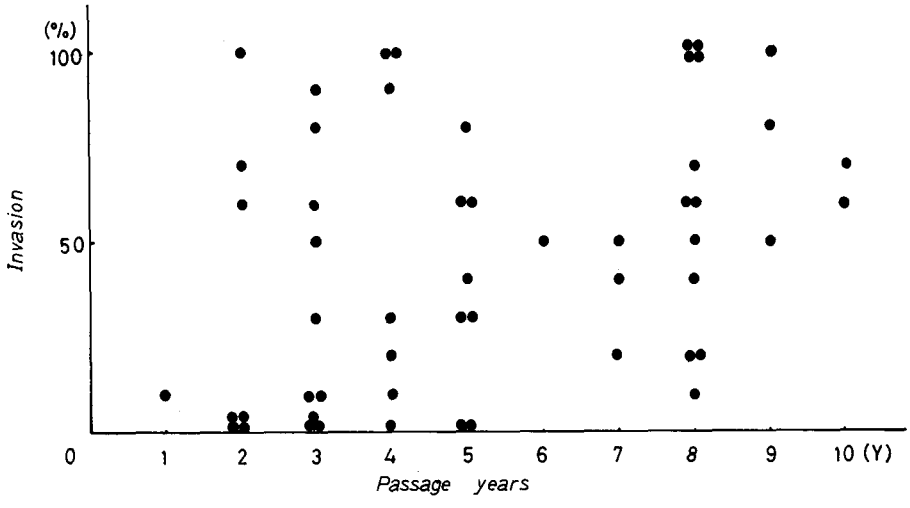
2. 侵入率と経過年数

(1) 盛土（筋芝工）

図-6は，筋芝工を施工した盛土法面における侵入率と経過年数とについてみたものである。これによると，施工後2年で100%の侵入率を示しているものも認められ，初期の段階で高い侵入率を示しているのが特徴的である。また，6年以上経過したプロットについてみると，侵入率60%以上のプロットの割合が，5年以下の場合より相対的に増加している。

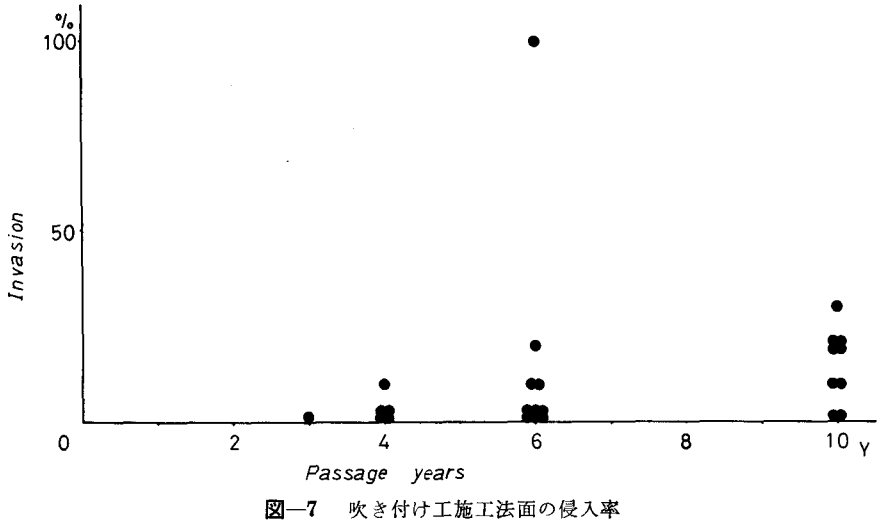
(2) 切取（吹き付け工）

一方，吹き付け工施工の切取法面についてみると，侵入率は非常に低く，10年経過しても



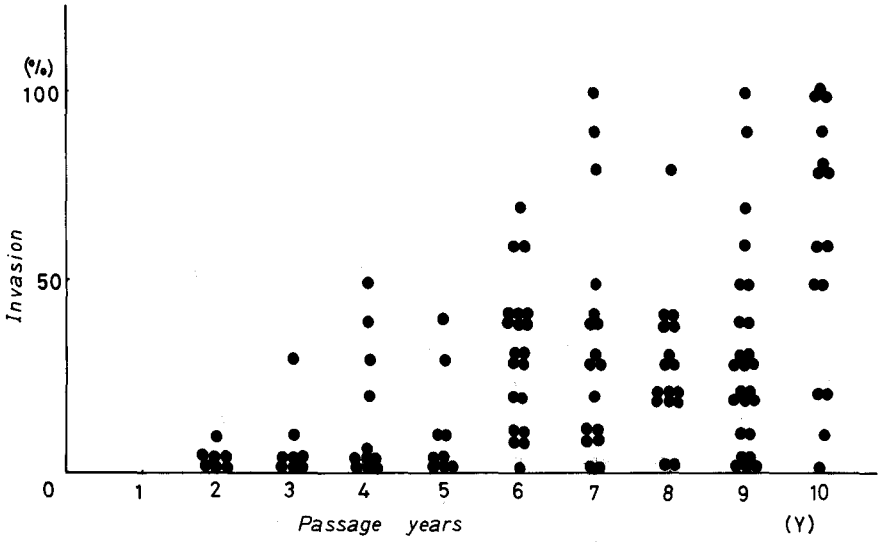
図—6　筋芝工施工法面の侵入率

Fig. 6. Vegetational cover of invasion on the linear sodding slopes.



図—7　吹き付け工施工法面の侵入率

Fig. 7. Vegetational cover of invasion on the spraying slopes.



図—8 切取放置法面の侵入率

Fig. 8. Vegetational cover of the cutting exposed slopes.

せいぜい40%であって，筋芝工施工法面に比べても，侵入率が極めて低い (図-7)。

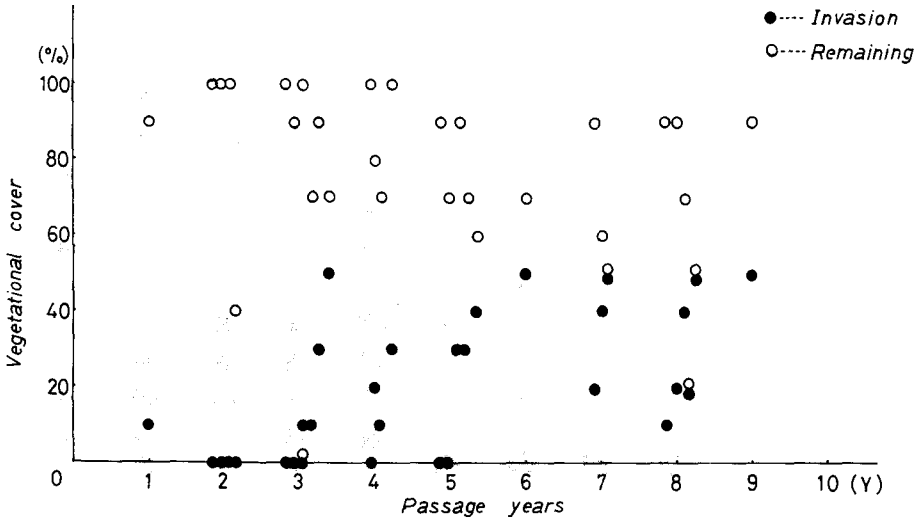
このように，緑化工を施工した法面への植生侵入について，10年間を見る限りは，明確な推移傾向は認められなかった。しかし，植生侵入の典型である裸地 (切取放置法面) への植生侵入[12]についてみると，明らかに施工後数年間は植生の侵入が不良であって，その後に高い侵入率を示してくる (図-8)。これはすでに報告しているように，切取後に斜面を放置したままの法面では，表層崩落が数年間は続くことに起因しているからであると考えてきた。また筋芝工施工法面では，初期の段階で高い侵入率を示していたが，これは筋芝間の裸地の存在が，大きな因子になっていると考えられる。

3. 侵入率と残存率

つぎに，盛土法面 (筋芝工) における施工後10年間の侵入率と残存率の相互の関連をみた。ただし，侵入率が比較的低いもの (50%以下) と，侵入率の高いもの (60%以上) とに分けてそれぞれ検討した (図-9, 10)。

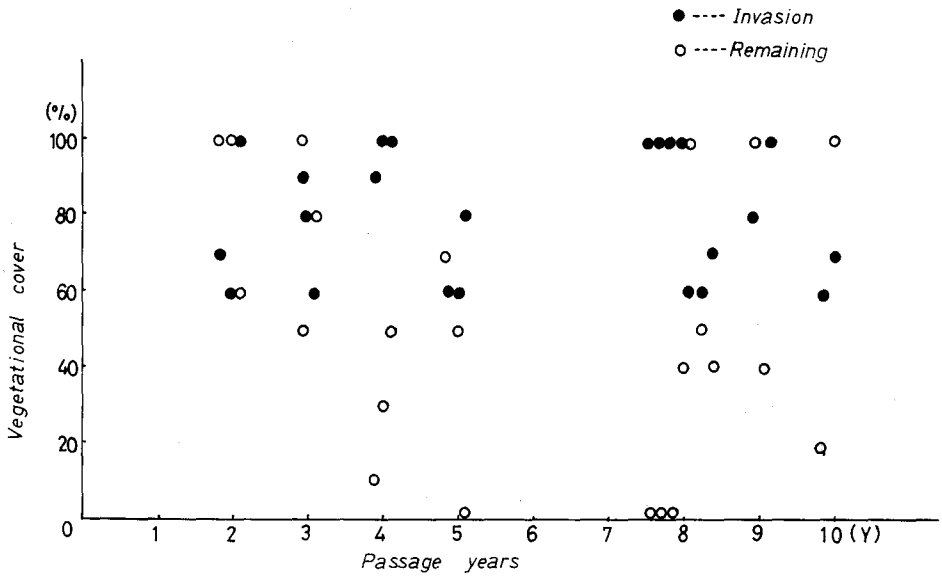
侵入率50%以下のプロットは，54プロット中31プロットあるが，残存率についてみると，この大半の26プロットが60%以上になっている。一方侵入率60%以上のものについてみると，23プロット中14プロットが残存率50%以下を示している。

このように，施工後10年間の筋芝工を施工した法面における侵入率と残存率については，経過年数との密接な関連は認められないものの，侵入率が高い場合は残存率が低く，侵入率が低い場合は残存率が高い傾向があると言える。しかもこのことは，高速道路のような整地法面の吹き付け工施工法面では，とくにこの傾向が顕著にあらわれている。



図—9 侵入率と残存率 (侵入率50% 以下)

Fig. 9. Invasion and Remaining (Invasion≦50%)



図—10 侵入率と残存率 (侵入率60% 以上)

Fig. 10. Invasion and Remaining (Invasion≧60%)

IV. 自然回復と木本優入

植生侵入は，広く植物種全般の侵入をさし，そして草本類，シダ類，蔓茎類，木本類などを総じて植生と呼んでいる[14),18)]。ところが，植生回復は，人為的に破壊された植生が再現されることを期待している概念であって，とくに木本のような時間スケールの長い生命体の破壊に対して，回復のイメージは強くなるわけである。ただ一般的には，緑衣の再現がそく回復と理

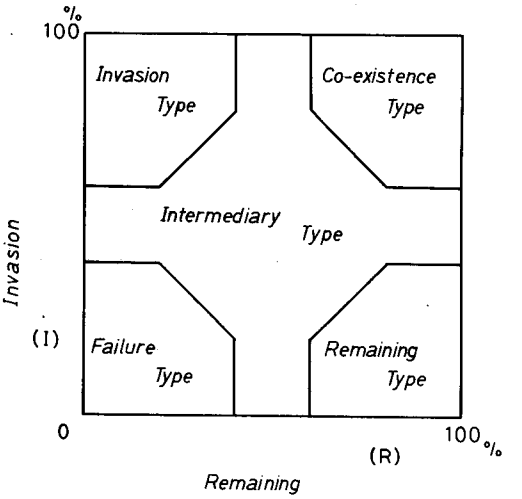
解されがちなのであるが，これは牧草による「緑化」が，回復の本質をわい曲させているとも言えよう。しかしながらこの緑化工には，周辺植物の侵入も期待されており，人工植生を敷きつめた場での侵入のプロセスが，この期待にどう応えているかは問題のあるところである。

そこで本章では，緑化工を施工した法面が，人工植生とのかね合いの中で，どう自然回復して行くかを，その形態とさらに木本侵入のプロセスについて検討して行くことにする。

1. 回復の形態

(1) 分　類

緑化工を施工した法面では，残存率と侵入率の量的割合によって，次のような5つのタイプの植生型に分けることとした。すなわち，残存率も侵入率も共に高い値を示している場合 (共存型: Co-existence type)，残存率が高く侵入率が低い場合 (残存型: Remaining type)，そしてこの逆の場合 (侵入型: Invasion type)，また残存率も侵入率も共に低い場合 (衰退型: Failure type)，さらにこれらのいずれにも含まれない場合 (中間型: Intermediary type) の5つの植生型である (図-11)。



図—11 植生型の分類

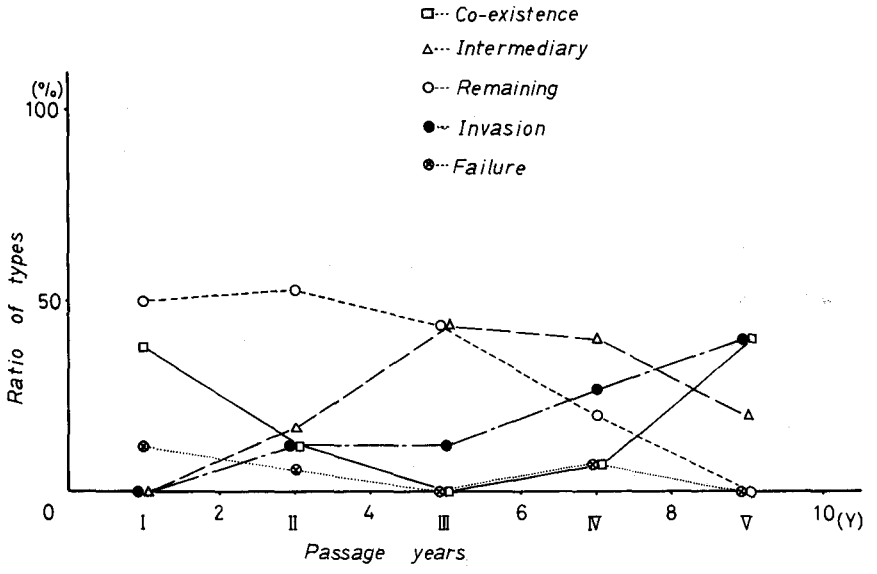
Fig. 11. Types of the slope vegetation.

(2) 植生型と経過年数

図-12は，盛土法面 (筋芝工) の各プロットを，前述の5つの植生型に分類し，さらに2年間を1つのグループとして，そのグループにおける各植生型のプロット比率を表現したものである。

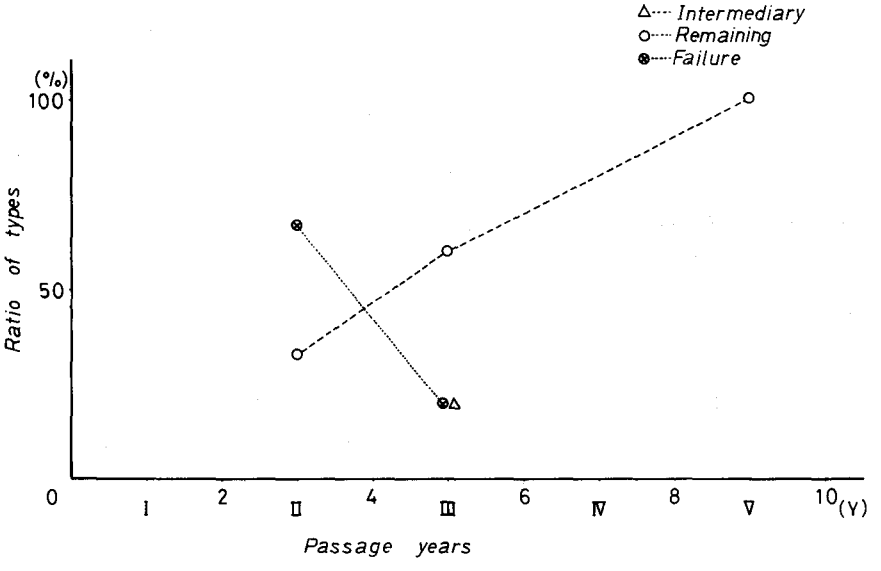
これでみると，数年 (6～7年) 経過した頃から，残存型と侵入型の比率が逆転していることが認められる。このような現象は，緑化工施工地における理想的な回復形態の1つとされており，人工植生が衰退し，あるいは自然植生との競争に負けることで，自然回復して行くものとみることができる[22]。しかし，ここで注意しなければならないことは，人工植生が必ずしも数年で衰退していくことを意味していないということである。それは，共存型や中間型の比率が，9～10年経過しても高い値を示していることからもわかるように，確かに自然侵入は進行しているが，人工植生も同時に残存していることである。

一方，吹き付け工を施工した切取法面の植生型をみると (図-13)，残存型と中間型および衰退型の3つのタイプで占められている。ここで注目されるのは，10年程経過しても侵入型が認めれらないことで，とくに9～10年経過した高速道路法面では，100%が残存型であり，吹き付け工区の特徴とも言えよう。



図—12 植生型の推移（筋芝工）

Fig. 12. Change of the types on the banking slopes with linear sodding.



図—13 植生型の推移（吹き付け工）

Fig. 13. Change of the types on the cutting slopes with spraying.

2. 木本の侵入

つぎに，自然回復の主体をになうと考えられれる木本侵入について検討した。図-14は，盛土法面（筋芝工）と切取法面（吹き付け工）における木本の侵入密度を表わしたものである。ここでは稚樹も含めた，5 m×5 m 当りの本数である。

これでみると，筋芝工区では5年以内にすでに200～300本もの侵入が認められるが，吹

き付け工区では極端に少なく，10年経過しても10数本である。さらに樹高1m以上のものについてみると，この違いが顕著に現われている（図-15）。

またこうした相違は，木本のみの被覆率にも出ており，10年経過でも50%もの差違が認められている（図-16）。

V. 法面保護と植生回復

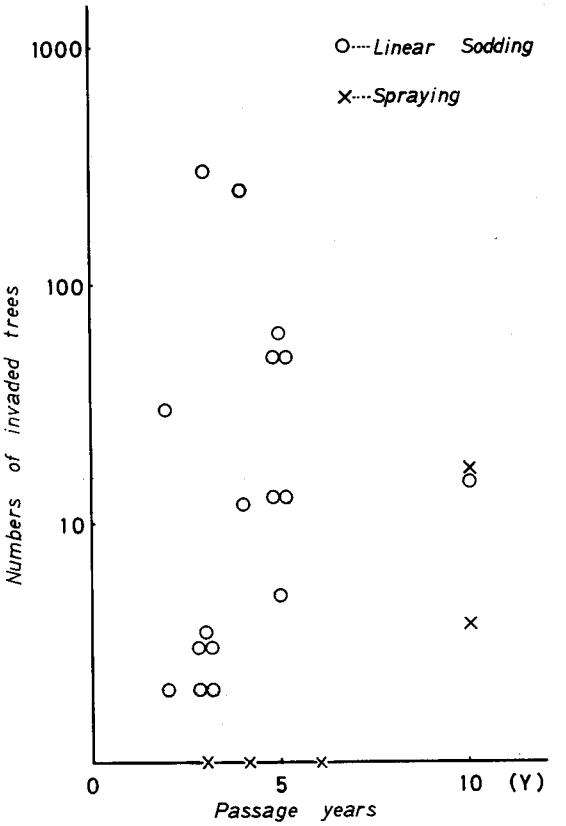
1. 工種別植生侵入

法面造成の際には，これまでふれてきた緑化工のほかに，崩落土砂を抑止するための擁壁工や長大斜面安定化のためにステップ（段切工）などの基礎工が設けられている。そこで，こうした基礎工のみが施工された法面における植生侵入と，法面保護工として緑化工が施工された法面での植生侵入とを比較してみた。

(1) 木本被覆率

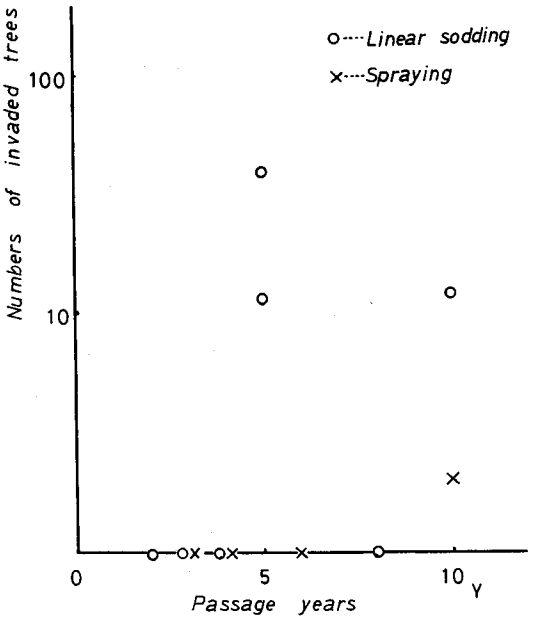
図-17は，切取放置，盛土筋芝工，段切りステップ，抑止工，切取吹き付け工の5種類の法面における木本侵入について，経過年数と木本被覆率を見たものである。ここでは各経過年時点で，もっとも良好な被覆率をプロットしてある。

これによれば，緑化工を施工した法面よりも，切取放置法面やステップ，抑止工といった裸出法面の方が，良好な状態にあることがわかる[10),19)]。とくに吹き付け工区では，木本被覆率が低く，他と著しい差異を示している。



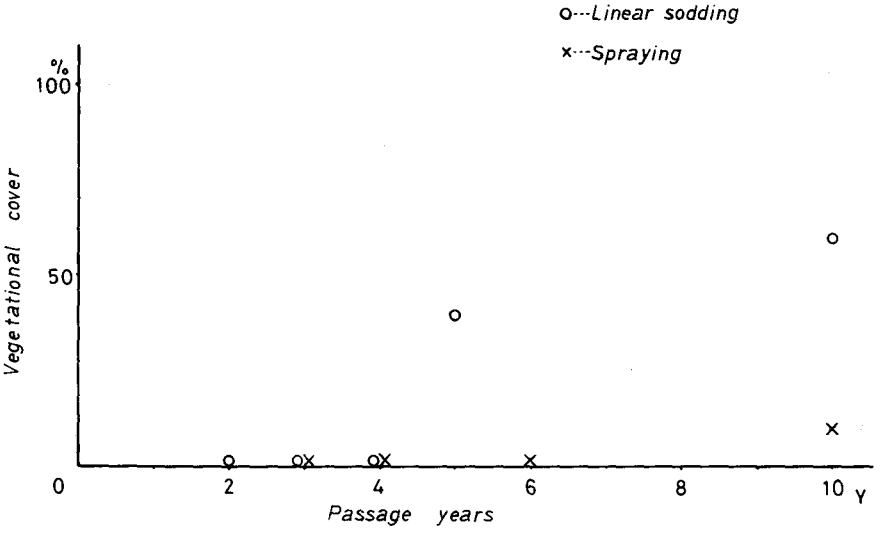
図—14 木本侵入密度

Fig. 14. Numbers of invaded trees on the slopes with artificial vegetational cover.



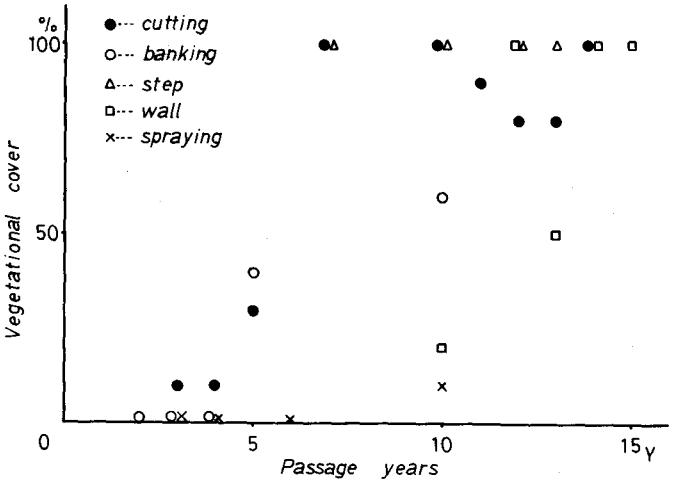
図—15 木本侵入密度（$H \geqq 1$m） →

Fig. 15. Numbers of invaded trees with over one meter's height.



図—16 木本被覆率

Fig. 16. Vegetational cover of invaded trees.



図—17 木本被覆率と工種

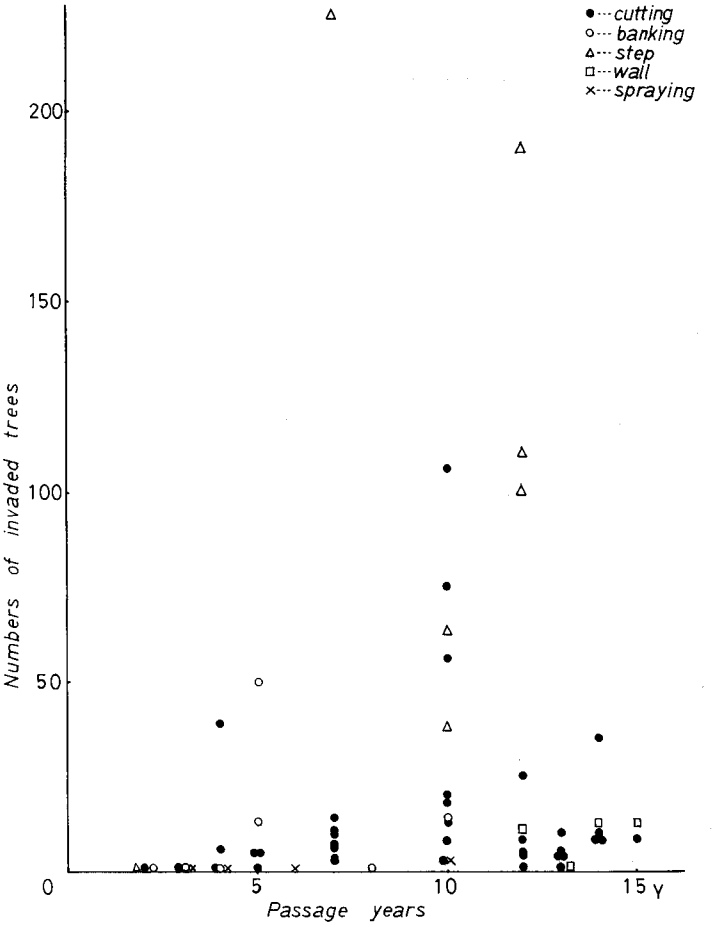
Fig. 17. Vegetational cover of invaded trees on the slopes with artificial works.

(2) 木本侵入密度

こうした特徴は，木本の侵入密度にも現われている。図-18は，樹高1m以上の木本侵入密度と経過年数について示したものである。10年経過した時点をみると，切取放置法面では，100本以上であるのに対し，吹き付け工区では，5本足らずとかなりの差異が認められた[13]。

2. 緑化工と植生回復

さて，これまでの結果からもわかるように，緑化工施工地での植生侵入は，ある程度は進行しているものの，裸地を有した筋芝工と，吹き付け工を施工したところとでは，侵入に明確



図—18 木本侵入密度と工種 ($H \geqq 1$ m)

Fig. 18. Numbers of invaded trees on the slopes with artificial works.

な差が認められており，さらに切取放置法面とでは，歴然とした差が生じている。これを植生回復という視点で見た際には，この差異が木本侵入に顕著にあらわれており，裸地面を有しない全面吹き付け工区では，ほとんど木本の自然侵入を期待することはできない[3),6),20)]。ちなみにこの特長は，開設時に放棄される捨土斜面にもあらわれており (表-5)，自然安定勾配に至ったこの裸地斜面においては，自然植生の侵入が極めて旺盛であることが認められている[23)]。

裸地における植生の変化は，土壌条件の差異によって，一次遷移，二次遷移と呼ばれることもあるが[21)]，緑化工にあっては，この強制的に導入された牧草類が生育する場での植生変化について，実は明確に規定されてはいないのである。もちろん植物サイドから見れば，ひとたび生育場を獲得したこの牧草類は，一次植生なのであって，その後新たに侵入する植物は，その後の遷移を担うものとなる。

緑化工とは，「木と草によって早期・確実に面的・立体的緑化を行い，環境・土地および

表—5　捨土斜面への侵入植生
Table 5.　Invaded plants on the spoiled slopes

Name of road*		Ha	Ta
Plot No.		8	8
Passage years	経過年数	9	9
Direction	方位	NW	S
Gradient (°)	勾配	38	35
Vegetational cover (%)	被覆率	100	100
Quadrat (m×m)	調査面積	5×5	5×5
Salix hultenii var. *angustifolia*	エゾノバッコヤナギ	1	2
Betula platyphylla var. *japonica*	シラカンバ		4
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	ミズナラ	(+)	
Maackia amurensis	イヌエンジュ		2
Aralia elata	タラノキ		4
Lespedeza bicolor	エゾヤマハギ		3
Celastrus orbiculatus	ツルウメモドキ		+
Vitis coignetiae	ヤマブドウ		+
Sasa nipponica	ミヤコザサ	+	10
Petasites japonicus var. *giganteus*	オオブキ	90	80
Artemisia montana	エゾヨモギ		10
Solidago virga-aurea	ミヤマアキノキリンソウ		+
Eupatorium chinense var. *sachalinense*	ヨツバヒヨドリ		+
Senecio cannabifolius	ハンゴンソウ	+	
Pachysandra terminalis	フッキソウ	+	
カヤツリグサ科 sp.			+

* Notes; Ha: Hakuon　Ta: Tamura-yonban-zawa

景観の保全を図る工法」と倉田によって定義されている[16]。そしてこの緑化工は，土木基礎工と植生工に大別されており[26]，通常我々が緑化工と称しているのは，この植生工に相当している。彼らは，法面に植生を導入する作業のことを植生工と呼んでいるが，要するに初期生長の早い牧草類によって，裸地を平面的に緑衣で覆い，表面侵食を防止しようとするものである。そして我々はこの好例を堤防法面，高速道路法面に見ることができる(写真-6)。

写真—6　草本全面被覆の維持
(高速道路，10年経過)

Photo 6.　Maintenance of the artificial vegetational cover.

さて，導入された植生は，郷土種ではなくとも，いったん生育場を獲得した限り，この存在は自然植生侵入にとって無視できなくなる。これは，侵入後のいわゆる競合・競争だけでなく，カーペット状の人工植生が，到来種子の活着を阻止する役割を果たすことになり，裸地における植生変化とは，質的に異っているからである[5),8),9),24)]（写真-7，8）。

写真—7　切取法面（抑止工のみ）侵入植生（木本）による自然回復

Photo 7. Natural recovery with invaded trees on the cutting surface.

写真—8　ステップへの侵入木本による法面遮蔽

Photo 8. Invaded trees on the stepps sheltering the exposed slope surface.

緑化工には，「牧草類は数年で衰退し，かわって自然植生におきかわるだろう」という期待がこめられている[7)]。しかし，これを植生回復という点でみると，草本による自然侵入ではなく，むしろ木本の侵入が保証されない限り，たんなる期待に終止してしまう。将来の植生像が予測されないのであれば[11)]，現在の緑化工は単なる土木工事の付帯工事に終始してしまい，未だ植生復元技術としては未確立ということができる。しかも，現段階の緑化工におけるこの期待感が，植生を再現させる上で，むしろ障害となっていることさえ指摘されよう。

急テンポで進められる法面造成に，植生の再現を課すことは，同時間スケールの中では本来不可能なことである。瞬時にして裸地を造り出す土木技術と，少なくとも10年を必要とする植生再現技術とが，同じ場面で展開せざるを得ない実態に，大きな問題があることは否めない。

お わ り に

現在の緑化工は，開発後の粗悪斜面緑化復元と，開発計画に組み込まれた造園（景）的緑地空間造成の二つの場面が与えられている。社会問題化されてきたのは主に前者についてであって，ここではすでに与えられた場（裸地）を対象としており，ときには垂直崖の緑化まで担当させられるときもある。こうした場合には，植生の侵入や生育にとってもはや条件のよい場や環境の造成などについては，ほとんど検討の余地がなく，後手の対策とならざるを得ない性格を有している。しかし，大規模開発（道路・港湾・ダム・宅地等）における事前環境影響評価や開発規制が進展してきた現段階では，開発と自然破壊とのギャップを埋めるべき緑化工技術の進展が，さらに期待されてもいる。この社会的要請に対し，多くの過去の開発事例と経験を

集積し，技術的可能性と限界について，再検討しなければならない時期が到来しているものと思われる。

摘　　要

緑化工施工法面における植生侵入の実態を調べ，ならびにこれに対する技術的評価を試みた。

1) 北海道道有林で，緑化工施工の林道盛土・切取法面及び道央自動車道の道路法面を調査した。

2) 侵入種は，草本ではオオブキ，エゾヨモギが多く，木本ではエゾイタヤ，ウダイカンバ，ダケカンバ，バッコヤナギなどが多く認められたほか，エゾイチゴ，ササ類も確認された。しかし，全体として植生の侵入は少なかった。

3) 残存率と経過年数，侵入率と経過年数については，それぞれ時間的推移に特長はみられなかった。しかし残存率が高(低)いものは侵入率が低(高)い傾向が認められた。

4) 植生の回復形態を，共存型・残存型・侵入型・衰退型・中間型の5つに分類した。筋芝工法面では，数年経過すると残存型より侵入型が多くなる。一方，吹き付け工法面では，10年経過しても侵入型が認められなかった。

5) 木本侵入については被覆率・密度ともに，吹き付け工区より筋芝工区において良好であった。しかしこれらの緑化工施工区は，切取放置法面，ステップ・抑止工施工法面にくらべると木本侵入が劣り，明らかな差異が認められた。

6) 法面植生保護工の主役とされている，牧草主体の早期全面緑化方式は，周辺自然植生の侵入を阻害し，結果的に自然回復を遅らせているものと考えた。そしてこの一時的な緑化再現技術が，必ずしも自然景観保護に対応していないことを指摘した。

文　　献

1) 新谷　融・矢島　崇・内藤　満：林道法面における植生変化に関する研究．北大演研報，**37**, pp. 165–208, 1980.
2) 新谷　融・矢島　崇・勝呂博之：林道切取法面における木本侵入に関する研究．北大演研報，**37**, 1980.
3) 恵飛須行光・川上　清：山腹工法調査報告．治山研究発表会論文集，**10**, 1971.
4) 原　敏男：緑化法面における木本稚苗の生育形態と保育．緑化工技術，**4**, pp. 8–11, 1977.
5) 原　敏男・岩川幹夫：木本混播施工地の経年変化．日林論，**89**, pp. 327–328, 1978.
6) 橋田欣一・勝呂博之・岡村俊邦・東　三郎：山腹工施工地における木本侵入の実態．日林北支講，**28**, 1979.
7) 本間久吉・中村寅男：路網法面の自然復旧．北方林業，**6**, pp. 12–16, 1979.
8) 岩川幹夫：混播における木本植物の成立 (I), (II)．治山，**17**, (I): pp. 11–14, (II): pp. 4–10, 1972.
9) 岩川幹夫・堀江保夫・原　敏男・竹内美次：散布緑化工における木本植物の成立．日林講，**83**, 1972.
10) 石川武男・猪俣達雄：山腹工事施行跡地の植栽木の生育と侵入植生について．治山研究発表会論文集，**2**, 1963.
11) 加藤博之：のり面の植生維持 (遷移) を考えた施工法とその管理法．斜面緑化研究会，**1**, pp. 48–53, 1979.

12) 勝呂博之・矢島 崇・新谷 融: 北見地区林道法面における植生回復の実態. 日林北支講, **27**, 1978.
13) 勝呂博之・橋田欣一・矢島 崇・新谷 融: 道路法面における木本侵入. 日林北支講, **28**, 1979.
14) 小橋澄治: 林道切取のり面の安定性と自然植生の回復について. 京大演報, **51**, 1979.
15) 小橋澄治: 斜面緑化に関する諸問題. 斜面緑化研究会, **2**, pp. 1–7, 1980.
16) 倉田益二郎: 緑化工技術. 森北出版, 1979.
17) 倉田益二郎: 緑化工技術の発展過程と指向. 農学集報, 1979.
18) 中島 守: 治山施行跡地の植生の変化と法面侵食の実態調査. 治山研究発表会論文集, **16**, 1977.
19) 内藤信之: はげ山復旧のあり方について. 治山研究発表会論文集, **5**, 1966.
20) 日本道路公団札幌建設局・(社) 道路緑化保全協会: 北海道における防雪及び植生変遷等に関する調査研究報告書, 1980.
21) 沼田 真: 生態学辞典. 築地書館, 1974.
22) 松本 敏: 山腹工事施行後の植生調査. 治山研究発表会論文集, **16**, 1977.
23) 大村 寛・柴田 秀・高橋敏男: 林道開設による捨土の森林に及ぼす影響について. 日林論, **87**, 1976.
24) 田中義則・段林弘一: 山腹工事施工あと地の効果調査. 治山研究発表会論文集, **15**, 1976.
25) 富坂利光: 山腹工事施工後の植生の変化について. 治山研究発表会論文集, **7**, 1968.
26) 山寺喜成: 植生工の分類と適用に関する考察. 緑化工技術, **4**, pp. 28–38, 1977.

Summary

We had reported the results of investigations about the invasion of plants and the process of natural recovery on the cutting slopes of the forest roads in 1979 and 1980.

This report is to point out the effective technological method for protecting the slope failure and working of artificial vegetation cover, by means of actual investigation for the invasion of plants on the road slopes with artificial vegetation cover.

We investigated on the invasion of plants for the banking and cutting slope surfaces of forest road and highway in Hokkaido.

The major species of invaded plants were trees of *Acer mono*, *Betula maximowicziana*, *Betula ermanii* and grasses of *Petasites japonicus* var. *giganteus*, *Artemisia montana*. The percentage of these vegetational cover with plants was lower different from the previous reproted values of cutting exposed slopes.

The relation between the percentage of remaining cover and passage years was not clarified, while the slopes which had higher (lower) value of remaining had lower (higher) value of invasion.

The types of process of vegetational cover were classified into the following five groups as Co-existence, Remaining, Invasion, Failure and Intermediary. The invasion type increased with the lapse of years decreasing of remaining in the banking slopes with linear sodding. In the cutting spraying slope, invasion type was not found out during ten years.

The percentage of vegetational cover and the numbers of invaded trees in the linear sodding were higher values than in the spraying. The slopes covered with these artificial vegetation had lower values than the cutting exposed slopes, stepped slopes and wall working slopes.

It was recognized that the vegetational cover by spraying or linear sodding in early stage checked the invasion of natural plants while the artificial vegetation protected the surface erosion of the slopes and temporarily covered the exposed slopes immediately with green cover.

It was clarified that to activate the invasion of natural plants some exposed lands were preserved in the slopes.

To harmonize the new landforms with natural landscape of environmental conditions, forest stand mainly composed of trees, lower trees and grasses, should be reproducted in early stage from the exposing works of lands such as dam, road, building land, quarrying or ash and gravel pit.