

林道비탈면의 自然植生 侵入과 效果的인 비탈면綠化工法  
開發에 關한 研究<sup>1\*</sup>  
— 切取비탈면을 대상으로 —  
禹保命<sup>2</sup> · 權台鎬<sup>3</sup> · 金南禧<sup>4</sup>

Studies on Vegetation Succession on the Slope of the Forest  
Road and Development of Slope Revegetation Methods<sup>1\*</sup>

— In Cutting Slope —  
Bo-Myeong Woo<sup>2</sup>, Tae-Ho Kwon<sup>3</sup> and Nam-Choon Kim<sup>4</sup>

要 約

이 연구는 林道の 切取비탈면에서 自然的인 植生遷移過程을 구명하고, 效果的인 비탈면 速成綠化工法을 개발하기 위하여, 전국에 개설된 林道 中 綠化工法을 적용하지 않은 林道와 綠化工法을 적용한 林道를 대상으로 조사하였고, 播種실험은 서울大學校 山林資源學科 苗圃에서 실시하였다.

林道비탈면에 自然的으로 침입하고 있는 植生 中 木本의 경우는 소나무, 싸리, 산딸기 등이며, 草本의 경우는 새류, 큰까치수영, 쭉쭉 등의 草으로 침입하여, 林道開設後 5년이 경과된 後의 植生被覆度는 약 30%로 나타났다. 또한 소규모의 土砂비탈면에서는 等高線上 細溝내에 散播를 하고 거적으로 被覆하는 工法이 綠化效果가 매우 우수하였다.

林道비탈면에서는 林道開設時에 비탈면 綠化安定工事を 시행하는 것이 效果的이며, 그 지역의 自生植物을 활용하여 速成綠化工法을 적용함이 더욱 效果的인 것이다.

ABSTRACT

To investigate the procedure of natural plant succession on cutting slope in the forest roads, considered elapsed years and regional distribution, data were collected from natural and artificial treatment slope. And to elucidate the effective methods of revegetation on forest road slope, each seeding experiments carried out with 4 species (*Themeda triandra*, *Lysimachia clethroides*, *Artemisia princeps* and *Lespedeza cyrtobotrya*).

The pioneer species on cutting slope in the forest road were *Pinus densiflora*, *Lespedeza bicolor*, *Rhus crotagiflora* etc. in wood species, and *Arundinella* spp., *Lysimachia barystachys*, *Artemisia* spp. etc. in herb species. In process of year, plant coverage was increased and average of plant coverage was 30% in road slope which elapsed 5 years after construction. On short slope less than 3m, broadcast seeding method with straw mulch was more effective way than the other methods.

<sup>1</sup> 接受 1993년 7월 31일 Received on July 31, 1993.

<sup>2</sup> 서울大學校 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Seoul Nat'l. Univ. Seoul, Korea.

<sup>3</sup> 大邱大學校 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Taegu Univ. Taegu, Korea.

<sup>4</sup> 檀國大學校 관상원예학과 Dept. of Ornamental Horticulture, Dankuk Univ. Cheonan, Korea.

\* 이 논문은 1992년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

Slope revegetation work should be adapted with forest road construction work and revegetation work with native species will be effective.

*Key words* : Slope revegetation work, Plant succession, Seeding method, Plant coverage

## 緒 論

우리나라에서는 각종 도로의 신설 및 확장공사로 인하여 많은 人爲的 비탈면이 새롭게 조성되고 있다. 고속도로나 일반도로의 경우에는 훼손된 비탈면의 신속한 復舊를 위하여 造成速度가 빠른 외래 도입초종으로 機械噴射播種하고, 在來種 잔디로 被覆綠化하여 비교적 양호한 도로경관이 조성되고 있으나, 임도의 경우에는 산지에 개설되기 때문에 지형의 특성상 경사가 급하고, 또한 시공상의 난제 등으로 인하여 비탈면 綠化工事가 어려운 실정에 있다.

林道の 양적 확장, 부적절한 노선배치 등으로 임도비탈면에 발생하는 土砂의 방치, 도로로 유입되는 雨水에 대한 부적절한 排水設計 등은 임도비탈면 및 路面의 破損과 山地荒廢, 溪谷部の 오염, 土砂浸蝕 등의 환경 및 경관문제를 일으킬 소지가 매우 높은 상태에 있다. 그러나 낮은 건설비용 때문에 비탈면을 그대로 방치하여 周緣部 식생이 침입되어 안정되기를 기다리고 있는 현재의 임도시공은 비탈면 浸蝕, 景觀 및 環境毀損 등에 대한 적절한 시공방법이라고 볼 수 없다.

현행 임도개설시 노출되는 裸地 비탈면에는 주로 外來植生을 도입하는 녹화방법을 적용하고 있지만, 시간이 경과할수록 1차 도입식생은 쇠퇴하게 되고, 재래종인 2차 遷移植生들이 정착하여 비탈면에 생육되고 있는 실정이다.

임도비탈면의 自然植生被覆에 대한 연구는 지금까지 매우 많은 연구가 진행되어 왔다. 그 중에서도 임도개설시 발생하는 切土비탈면의 안정에 대한 연구를 살펴보면, 국내에서 禹 등(1987)은 林道切取비탈면의 植生被覆度에 영향을 주는 인자들을 초본종수, 목본종수, 표고, 총강우량 등으로 보았으며, 쉰 등(1992)은 비탈면길이, 비탈면경사, 임도개설 후 경과년수 등의 인자로 식생피복도와의 관계를 분석하였다.

新谷 등(1979, 1980)은 임도비탈면에서 몇개의 인자로서 식생회복정도를 측정하였는데 비탈면의

길이가 짧고, 시공연도가 오래된 것이 피복율이 높다고 보고하였으며, 菊地 등(1973)은 붕괴지에서 비탈면형태, 평균경사, 피복량, 지피상태 등을 인자로 식생복원상태를 통계적으로 분석한 바 있다.

특히 江崎 등(1984, 1986)은 임도비탈면에서 降雨强度和 土壤硬度에 의한 침식량을 조사하여 비탈면의 물리적 안정에 요구되는 년수는 盛土비탈면에서는 2~10년, 切土비탈면에서는 2~4년이 걸린다고 하였다. 또한 침입수종의 종자는 주위 산림으로부터 침입하게 되고 토사의 이동이 멎은 후 3~4년간 종의 변화가 가장 많고 그 후부터는 감소한다고 보고하였다.

도로의 주변식생에 대해서 龜山(1977)은 기후, 지형, 지질, 인위적 영향 등의 인자로 분류하여 식생분석을 하였으며, 小橋 등(1982)은 비탈면의 식생천이에 관해서 岩質·土質別로 구분하고, 각 성질을 안정, 불안정으로 분류하여, 암반 및 급경사지에서 식생정착이 어렵다고 하였다. 또한 식물 피복이 비탈면의 표면 流下量의 감소, 표면 충격량의 감소, 유하수의 속도 감소, 雨水의 집중 방지에 중요한 역할을 한다고 보고하였다.

임도비탈면 녹화에 관련된 연구는 주로 初期綠化用 초종의 선정에 관한 것이 주된 방향이었다. 임도는 자연성이 높은 곳에 개설되므로 주변 경관과의 조화가 중요한데, 이러한 점에서는 그 지역의 自生植物을 이용하는 것이 경관적인 면이나 유지관리적인 면에서 바람직하다는 연구결과가 대부분이었다. 그 중 江崎(1976)는 식생에 의한 초기 조성속도의 차이는 있지만 외래도입초종의 機械噴射播種 녹화방법보다는 재래관목과 초종을 적절히 배합하는 식생형이 경관면에서 우수하다고 보고한 바 있다. 禹(1975)는 벗겨져적피복덮기공법이 비탈면의 綠化 및 浸蝕抑止에 좋은 효과를 보인다고 발표한 바 있으며, 李(1976)는 토심이 얇고 경사가 급하고(30° 이상), 강우강도가 큰 황폐지에서는 條播工法이 효과적이라고 하였다.

식생을 이용한 녹화에 관한 연구에서는 朴(1963)

은 황폐지 복구용 초종에 대한 覆土의 두께와 토성의 차이에 따른 초기 발아율과 성장에 관하여 연구하였으며, 沈 등(1963)은 荒廢林地에 목·초의 혼파에 의한 砂防播種造林의 효과에 대하여 연구하였다. 金(1990)은 도로비탈면 녹화에 사용되는 주요 초본의 混播처리 중에 지형적 차이를 고려한 초종의 혼합과 자생종의 녹화효과가 우수하다고 하였다.

비탈면 경관에 대해서 吉田(1983)은 침입목본이 많을수록 景觀選好도가 높다고 하였으며, 江崎 등(1986), 龜山(1976), 伏見 등(1975, 1979)은 비탈면에 침입하는 2차식생은 비탈면의 安定과 景觀回復에 중요한 역할을 하며, 자연성이 높은 지역에 건설되는 임도에서는 더욱 그 역할이 중요시 된다고 하였으며, 대체로 경관적인 면에서 우수한 녹화방법은 그 나라, 그 지역에 적합한 자생식물의 이용이라는 결론을 내리고 있다.

이상의 선행연구결과를 볼 때, 林道비탈면의 綠化安定에 영향을 주는 요인 중 植生被覆이 임도비탈면의 안정에 매우 밀접한 관계가 있다고 생각된다. 따라서 이 연구는 林道開設 後 經過年數에 따른 식생의 자연침입에 의한 비탈면의 被覆狀況을 조사하며, 植生被覆도에 미치는 立地因子的 영향을 분석하여 自然植生の 遷移에 적합한

임도비탈면의 立地條件을 해석함으로써 비탈면 처리에 대한 적절한 설계와 시공후 유지관리를 위한 종합적 방안을 모색하고자 한다. 또한 이들 自然侵入植生을 대상으로 自生草種의 선택과 함께 효과적인 配合形을 조사하여 새로운 綠化工法을 제시하는데 그 목적이 있다.

아울러 이 연구를 시작할 수 있도록 연구비를 지원해 주신 韓國學術振興財團과 현장조사시 모든 편의를 지원해 준 각 郡廳 山林課 직원, 林業機械訓練院, 서울大學校 南部演習林 관계자 여러분들께 감사드린다.

### 材料 및 方法

#### 1. 調査地의 概況

연구대상지의 선정은 산림청 자료로 발간된 林道施設現況을 참고로 하였다. 임도개설후 경과년수에 따른 연차별 변이가 나타나는 것을 알아보기 위하여 시공시 비탈면에 綠化工法을 적용하지 않은 자연상태의 비탈면(3개 지역)을 대상으로 하였으며, 비교·분석을 위하여 綠化工法을 적용한 비탈면(3개 지역)을 2차로 조사하였다.

조사대상 임도의 位置와 概況은 그림 1, 表 1에서와 같다.

Table 1. General description of forest roads investigated.

Slope	Road name	Location	Const. year	Total lgt. (km)	Survey year	Year after Const.
Natural Road Slope	Chusan	Kwangyang-gun	1985 (A)	1.6	1992	7
	Sangwolchon	Yangyang-gun	1984 (B)	10.5	1992	8
			1985 (B)	10.0		7
			1987 (B)	15.0		5
			1988 (B)	15.0		4
	Songsanri	Gapyung-gun	1987 (C)	1.0	1993	6
			1988 (C)	2.0		5
			1987 (C)	5.1		6
			1988 (C)	7.0		5
	Artificial Treatment Road Slope	Hongchon	Hongchon-gun	1991	10.0	1993
Pyungchang		Pyungchang-gun	1988	10.0	1993	5
			1989	5.9		4
			1987	10.0		6
			1990	10.0		3
Bongpyung			1988	5.1	1993	5
			1989	4.8		4
			1991	1.0		2
	1989		8.5	1993		4
1991	1.5	2				

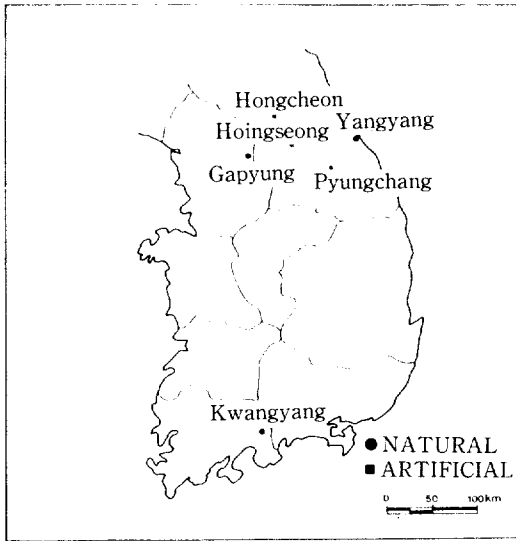


Fig. 1. Location map of forest roads investigated.

2. 實驗地의 概況

과중실험은 경기도 수원시 소재 서울대학교 農業生命科學大學 山林資源學科 묘포내에서 수행되었다. 조사당년인 1993년 4월 16일부터 6월 25일까지의 10주간의 강우량은 259.6mm, 평균기온은 17.6°C이었다. 과중직후에 25.9mm의 강우가 있었으며, 식생정착기인 6월초에 9일간의 건조기가 있었다.

본 실험지의 토양의 理·化學的 特性은 表 2에 서와 같다.

3. 林道비탈면의 植生被覆度 調査

임도시공시 綠化工事를 적용하지 않은 자연상태의 비탈면을 대상으로 하였으며, 50m틀 기준 간격으로 belt-transact법을 이용한 너비 2m의 조사구를 임도비탈면과 임도비탈면 상부에 선정하였다.

Table 2. Soil properties of the experimental sites at Seoul Nat'l University.

Particle Size Distribution (%)			Text.	pH H <sub>2</sub> O	O.M. (%)	T.N. (%)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	C.E.C. (me/100g)	Exchangeable Base (m.e./100g)			
Sand	Silt	Clay							K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
34.1	38.5	13.4	L	6.0	2.0	0.34	12.12	11.66	1.65	0.26	1.94	0.31

Table 3. Characteristic of plant materials.

Sample seed			<i>Themeda triandra</i>	<i>Lysimachia clethroides</i>	<i>Artemisia Princeps</i>	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>
Procedure	Unit					
1st filtering	grn./1g		53	606	10,957	126
	grn./1l		2,320	114,830	1,884,600	46,110
	g/1l		44	189	172	366
	g/1000grn.		18.8	1.7	0.1	7.9
2nd fil-ter-ing	Gain	grn./1g	46	572	10,400	120
	quant. of pure seed	g/1grn.	0.40	0.17	0.46	0.91
		wt. gravity	40.0	17.0	46.5	91.5
	of pure seed	grn. gravity	86.8	94.4	94.9	95.2
		grn./1l	2,020	108,400	1,788,480	43,920
		g/1l	17.6	32.2	79.9	333.1
		grn./1g	115	3,365	22,384	131
Debris Husk	g/1000grn.	21.7	1.8	0.1	8.2	
	g/1g		0.59	0.81	0.53	0.04
Germination rate	grn./1g		7	34	548	6
	% (at 19.5°C)		95	10	5	20
	% (at 23.0°C)		95	30**	15	50**

\* grn. : grain

\*\* Cold stratification before seeding

조사항목은 각 조사구마다 ① 林道비탈면의 植生調査, ② 林道비탈면 上部의 植生調査, ③ 立地要因 調査, ④ 氣象因子 調査로 나누어 별도 조사야장에 직접 기입하는 현지조사법을 사용하였으며, 기상자료는 인접한 측후소의 자료들이 이용하였다.

현지조사를 통해서 얻어진 자료를 이용하여 각 요인별로 인자들간의 관계를 분석하였으며, 분석 결과를 토대로 임도비탈면 植生被覆度에 대한 多重回歸分析을 실시하였다.

또한 임도비탈면 식생의 相對被度, 相對密度, 相對頻度 등을 계산하여 重要度를 산출하였으며, 비탈면의 식생상태를 파악함과 아울러 주변 식생과의 비교·분석을 통하여 自然植生으로 遷移되어 가는 과정을 분석하였다.

4. 供試材料

林道비탈면에 자연적으로 侵入·生育하고 있는 식생을 대상으로 重要度순으로 순위를 정한 뒤, 이들 초종 중 자연상태에서 종자채취가 용이하고, 또한 파종실험에 적합한 초종을 선정하였으며, 목본으로는 현재 砂防綠化用 수종으로 많이 사용되고 있는 참싸리류를 선정하였다.

공시종자를 야외에서 채집하여 각 종자별 純度和 粒數를 조사한 결과는 表 3에서와 같다. 선행 연구결과와는 發芽率에서 차이가 크게 나타나고 있는데, 이는 채종한 종자의 순도와 지역적 특성에 기인한다고 볼 수 있다.

5. 實驗區 配置 및 處理

실험구는 30° 경사의 비탈면에 1.80m<sup>2</sup>(平面積은 1.56m<sup>2</sup>)의 실험구를 설치하였으며, 측정은 1주일 단위로 植生生育狀態와 降雨에 의한 土壤浸蝕量을 조사하였다. 流出된 土砂는 can에 담아서 48시간 oven-dry시킨 후 토양의 건중량을 측정하였다.

實驗區 크기는 너비 1m×길이 1.8m로 배치하였고, 각 실험구의 상부와 측부에 높이 20cm의 판자로 막아 종자의 유실과 타 종자의 침입을 방지하였다. 또한 실험구 하단에 함석관으로 流出土砂量 集積裝置를 만들어 식생피복에 의한 토양의 浸蝕防止效果를 측정하였다. 실험구의 상단에 배수를 위하여 깊이 30cm의 돌림排水路를 설치하였고, 반폐를 사용하여 토사의 붕괴를 방지하

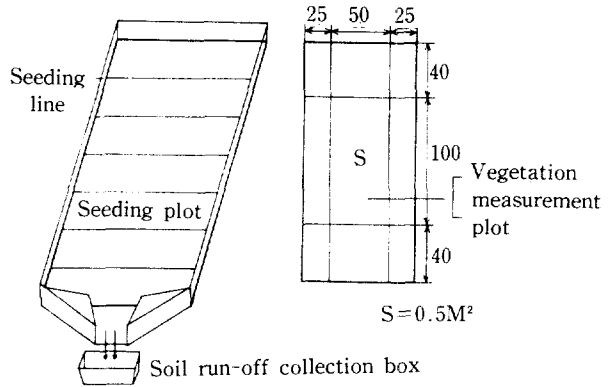


Fig. 2. Plot of vegetation measurement and soil losses collection box.

였다.

供試種자는 솔새, 큰까치수영, 쑥, 참싸리의 4종을 사용하였다. 播種量은 종자의 純度和 發芽率을 고려한 豫想成立本數를 감안하여, 실험구당 초본의 경우 각각 2g씩 총 6g, 목본은 6g을 사용하였으며, 파종후 1회 施肥로 300g의 複合肥料(N:P:K=17:21:17)를 사용하였으며, 종자의 멀칭 효과를 위해서 벅질(被覆率 70%)으로 피복·고정하였다. 실험은 파종방법에 따른 4처리와 2반복으로 시행하였다.

I條播區 1(목본과 초본 분리): 목본과 초본의 混播시 파종간격을 달리하였을 때의 生育상황을 측정하기 위하여 실시하였다.

II條播區 2(목본과 초본 혼합): 목본과 초본의 混播시 상호경쟁에 따른 生育상황을 측정하기 위하여 실시하였다.

III點播區: 植生穴을 이용한 點播의 效果를 측정하기 위하여 실시하였다.

IV散播區: 植生條播區의 小段效果를 측정하기 위하여 실시하였다.

結果 및 考察

1. 林道비탈면의 植生遷移

1) 植生被覆도와 각 因子들간의 관계

林道비탈면의 식생침입에 영향을 미치고 있는 각 인자의 相關分析 결과는 表 4에서와 같다.

林道비탈면의 植生被覆도에 영향을 미치는 인자들은 비탈면 草本種數(이하 상관계수; 0.

40518), 草本個體數(0.30608), 經過年數(0.26371), 木本種數(0.22687)의 순으로 주로 植生學的인 인자들이 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 또한 立地因子로서는 土壤硬度(0.22364), 土壤酸度(0.15507)의 순으로 나타나고 있다.

植生因子 중 목본과 초본은 공히 종수와 개체수간의 상관이 높았으나, 주변 식생의 피복도와는 상관이 매우 적은 것으로 나타났다. 또한 土壤酸도와 土壤濕도는 부의 상관계수(-0.64667)를 나타냈으며, 土壤濕도와 비탈면길이, 標高와 모

래함량은 각각 높은 상관을 보이고 있어서 이들의 복합적 요인이 被覆도에 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다.

각 인자들을 대상으로 Stepwise방법을 이용한 多重回歸分析의 결과 表 5에서 보는 바와 같이 被覆도에 대하여 비탈면의 草本種數, 經過年數의 2가지 인자가 유의성이 있었으며, 약 20%의 설명력을 가지는 것으로 나타났다.

상관분석에서 식생피복도와 높은 관계를 나타냈던 木本種數, 草本個體數 등은 상호간의 간섭으로 인해 회귀분석에서는 제외된 것으로 보이

**Table 4.** Correlation matrix for plant coverage and slope variables in forest road slope.

Variable	Year	Hardness	pH	Moisture	Length	Slope	Altitude
Year	1.00000	-0.18494	-0.06272	0.06345	-0.31903	0.03376	-0.40899
Hardness		1.00000	0.08646	-0.26628	0.25952	0.23774	-0.04174
pH			1.00000	-0.64667	-0.03880	-0.18088	0.13256
Moisture				1.00000	-0.28535	0.24405	-0.10714
Length					1.00000	-0.02935	0.26494
Slope						1.00000	-0.22087
Altitude							10000

Variable	Sand	W-spe.	W-indiv.	H-spe.	H-indiv.	Cov.-S	Cov.-U
Year	0.26990	0.04490	0.16762	0.12958	0.12163	0.26371	0.11459
Hardness	-0.00219	-0.26385	-0.10637	-0.29466	-0.20822	-0.22364	-0.24833
pH	-0.08759	-0.23251	-0.07030	-0.04660	-0.01218	-0.06582	-0.20264
Moisture	0.01561	0.32125	0.22585	0.24950	0.18029	0.15507	0.30836
Length	0.00812	-0.22103	-0.30099	-0.31923	-0.36798	-0.07175	-0.21423
Slope	-0.04126	0.06344	0.23905	-0.08945	0.02257	-0.02622	0.23496
Altitude	-0.24192	-0.03936	-0.30422	0.01165	-0.09376	-0.13086	0.00254
Sand	1.00000	-0.26410	-0.05145	-0.07286	-0.01293	0.07719	-0.02695
W-spe.		1.00000	0.58772	0.37387	0.40616	0.22687	0.31947
W-indiv.			1.00000	0.23945	0.58379	0.08210	0.17926
H-spe.				1.00000	0.63301	0.40518	0.25299
H-indiv.					1.00000	0.30608	0.16611
Cov.-S						1.00000	0.18253
Cov.-U							1.00000

\* Sand : % of Sand  
 W-spe., W-indiv. : No. of wood species and individuals  
 H-spe., H-indiv. : No. of herb species and individuals  
 Cov.-S : Plant coverage of slope, Cov.-U : Plant coverage of upper forest

**Table 5.** Multiple regression equation for plant coverage resulting from stepwise method in forest road slope.

Var. Step	Number Entered Removed	Number In	Partial R <sup>2</sup>	Model R <sup>2</sup>	C(p)	F	Prob>F
1	Herb species	1	0.1642	0.1642	8.9359	18.4637	0.0001
2	Year	2	0.0454	0.2095	5.4570	5.3379	0.0231

며, 위의 식생인자와 입지인자들 외에 다양한 인자들이 작용하고 있는 것으로 사료된다.

重要度(積算優點度,  $\phi SDR_3$ ):  
(RD+RF+RC)/3

2) 重要度 分析

조사구내에서 출현된 식생자료를 바탕으로 다음과 같은 공식으로 산출한 중요도값을 상호 비교하였다.

[ RD : 相對密度, RF : 相對頻度, RC : 相對被度  
D' : 密度, F' : 頻度, C' : 被度

Table 6. Importance value of wood species in forest road slope.

Species	Construction Year		Unit : $SDR_3$ (%)				
	1985(A)*	1984(B)*	1985(B)	1987(B)	1988(B)	1987(C)*	1988(C)
갈참나무( <i>Quercus aliena</i> )						2.86	
곰솔( <i>Pinus thunbergii</i> )	19.54						
국수나무( <i>Stephandra incisa</i> )	6.81			5.29	19.89	19.59	12.80
굴참나무( <i>Quercus variabilis</i> )				1.55			
단풍나무( <i>Acer palmatum</i> )		1.51					
떡갈나무( <i>Quercus dentata</i> )		3.12	1.82			2.86	
리기다소나무( <i>Pinus ridgii</i> )	8.13						
물감나무( <i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i> )			5.32				
밤나무( <i>Castanea crenata</i> )	8.45						
병꽃나무( <i>Weigela subsessilis</i> )							5.18
보리수나무( <i>Elaeagnus unbellata</i> )	0.65						
붉나무( <i>Rhus chinensis</i> )	0.64					6.75	
산벗나무( <i>Prunus sargentii</i> )							8.34
산딸기( <i>Rubus crataegifolia</i> )	5.35	17.39	9.54	12.40	5.01	33.42	30.00
산초나무( <i>Zanthoxylum schinifolium</i> )	0.79					6.19	2.47
상수리나무( <i>Quercus acutissima</i> )	0.86		2.49				
생강나무( <i>Lindera obtusiloba</i> )				1.80	2.34		
서어나무( <i>Carpinus laxiflora</i> )					6.01		
소나무( <i>Pinus densiflora</i> )	3.64	15.21	12.24	33.13	25.74		
신갈나무( <i>Quercus mongolica</i> )		6.79		1.55	2.45		5.12
싸리( <i>Lespedeza bicolor</i> )	10.84	25.61	38.44	25.46	14.44	8.84	2.06
아까시( <i>Robinia pseudo-acacia</i> )						2.86	
오리나무( <i>Alnus japonica</i> )		9.85	8.35		13.06		
웃나무( <i>Rhus verniciflua</i> )	0.57			7.58	1.83		
일본목련( <i>Magnolia oborata</i> )	2.41						
잣나무( <i>Pinus koraiensis</i> )							9.61
젓나무( <i>Abies holophylla</i> )	0.66						
조록싸리( <i>Lespedeza maxmowiczii</i> )						3.50	
줄참나무( <i>Quercus serrata</i> )	3.90						
진달래( <i>Rhododendron mucronulatum</i> )	4.09				5.71		2.06
젤레( <i>Rosa multiflora</i> )						3.70	
참싸리( <i>Lespedeza crytobotrya</i> )	0.73	6.78	21.78	6.71			
철쭉( <i>Rhododendron schippenbachii</i> )	0.54	1.28			3.51		6.78
초피나무( <i>Zanthoxylum piperitum</i> )							2.06
청미래덩굴( <i>Smilax china</i> )	6.67	4.17				6.66	
층층나무( <i>Cornus controversa</i> )							9.95
킵( <i>Pueraria thumbergiana</i> )	1.45	8.29		4.53		2.86	
테다소나무( <i>Pinus taeda</i> )	3.39						
팔배나무( <i>Sorbus alnifolia</i> )	0.50						
편백나무( <i>Chamaecyparis obtusa</i> )	0.63						

\* A : Kwangyang, B : Yangyang, C : Gapyung

Table 7. Importance value of herb species in forest road slope.

Species	Construction Year		Unit : SDR <sub>3</sub> (%)				
	1985(A)*	1984(B)*	1985(B)	1987(B)	1988(B)	1987(C)*	1988(C)
개망초 ( <i>Erogeron annuus</i> )							3.69
개별꽃 ( <i>Pseudostella heterophylla</i> )						0.81	
개췌부쟁이 ( <i>Aster ciliosus</i> )		1.82	0.23	0.39	0.45		
고들빼기 ( <i>Youngkia sonchifolia</i> )		1.29	0.78	0.96			
고마리 ( <i>Pericaria thunbergii</i> )		0.25					
고사리 ( <i>Pteridium aquilinus</i> var.)	12.04	0.56			0.20	3.02	22.88
곰취 ( <i>Ligularia fischeri</i> )	2.51						
구절초 ( <i>Chrysanthemum zawadskii</i> var.)			0.46				
그늘쭉 ( <i>Artemisia sylvatica</i> )	0.95						
그령 ( <i>Eragrostis ferruginea</i> )		9.73	1.97	0.61		1.98	
김의털 ( <i>Festuca ovina</i> )	1.98						5.93
깨풀 ( <i>Acyropha australis</i> )	0.73					0.79	
꼭두서니 ( <i>Rubia akane</i> )						0.81	
꿀물 ( <i>Prunella vulgaris</i> var.)	0.53					1.31	
평의다리 ( <i>Thalictrum aquilegifolium</i> )	1.17					2.26	
평의비름 ( <i>Sedum erythrostichum</i> )	6.42						
나리 ( <i>Liparis makinoana</i> )	0.53					1.19	
냉이 ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )		4.18		0.24	0.41		4.00
노루귀 ( <i>Hepatica asiatica</i> )	0.52						
노루오줌 ( <i>Astilbe chinensis</i> var.)						1.76	
닭의장풀 ( <i>Commelina communis</i> )		1.83					
돌단풍 ( <i>Aceriphyllum rossii</i> )	0.54					1.38	
등글레 ( <i>Polygonatum adorratum</i> var.)	0.95			0.16		0.97	
뚝갈 ( <i>Patrinia villosa</i> )		0.27	0.39	0.33	0.16		
마 ( <i>Dioscorea batatas</i> )	0.53						
마타리 ( <i>Patrinia scabiosaefolia</i> )	0.58	0.13	0.24				
망초 ( <i>Erigeron canadensis</i> )			0.30	0.62		3.18	1.66
명아주 ( <i>Chanopodium album</i> var.)	1.20						
모시물통이 ( <i>Pilea mongolica</i> )	0.53	0.73	1.13	0.07	0.56	2.84	
모시풀 ( <i>Boehmeria nivea</i> )	0.53						
물봉선 ( <i>Impatiens textori</i> )		3.58	0.15		0.18		1.35
미꾸리낙시 ( <i>Pericaria sieboldi</i> )				0.52	0.12		
민들레 ( <i>Taraxacum mongolica</i> )	0.53						
바디나물 ( <i>Angelica decursiva</i> )		0.27					
바위구절초 ( <i>Chrysanthemum zawadskii</i> )		1.02	2.53	0.07			
비버추 ( <i>Hosta longipes</i> )	1.53						
산췌 ( <i>Artemisia montana</i> )			0.66				
새 ( <i>Arundinella hirta</i> )	46.40	7.29	1.99	7.96	14.87	16.42	12.48
새팥 ( <i>Phaseolus nippnensis</i> )	0.52						
세잎양지꽃 ( <i>Potentilla freyniana</i> )	1.65					5.72	7.00
쇠뜨기 ( <i>Equisetum arvense</i> )			0.86			1.36	
실새 ( <i>Calamagrostis arundinacea</i> )	0.58			0.06	0.49		
췌 ( <i>Artemisia princeps</i> var.)	2.99	5.02	0.90	0.16	0.34	3.39	5.81
알머노리밥풀 ( <i>Melampyrum roseum</i> var.)		2.86					
애기똥풀 ( <i>Chelidonium majus</i> var.)							2.36
양지꽃 ( <i>Potentilla fragariodes</i> var.)						2.30	
억새 ( <i>Miscanthus sinensis</i> )	9.63						
영강귀 ( <i>Cirsium japonica</i> var.)						1.81	
여뀌 ( <i>Pericaria hydropiper</i> )	0.76						



장구채 ( <i>Melandryum firmum</i> )	0.22					
제비꽃 ( <i>Viola mandshurica</i> )		0.27			5.66	
제비쑥 ( <i>Artemisia japonica</i> )	0.87	1.62	2.66		1.42	
질경이 ( <i>Plantago asiatica</i> )	1.48				1.66	
질신나물 ( <i>Asrimonia pilosa</i> )	0.59					
참억새 ( <i>Miscanthus sinensis</i> )	0.29			0.25		
참취 ( <i>Aster scaber</i> )	0.87		0.23		3.87	6.40
천남성 ( <i>Arisaema amurense</i> var.)					0.96	
큰까치수영 ( <i>Lysimachia clethroides</i> )	0.53	2.73	2.87	1.65	0.45	17.28

\* A : Kwangyang, B : Yangyang, C : Gapyung

木本의 경우는 表 6에서와 같이 본 연구조사대 상지에서는 교목류로는 소나무, 신갈나무, 상수리나무, 서어나무 등이 출현하였으며, 이 중 가평임도(행현리, 송산리)를 제외한 임도에서 소나무의 重要도는 3.64~33.13%로서 가장 높게 나타났다. 林道周緣部에서 양호한 성장을 보이고 있는 교목류는 비교적 적게 나타나고 있다. 관목류로는 산딸기, 싸리, 국수나무, 참싸리 등이 나타나고 있으며, 싸리나무의 중요도는 2.06~38.44%, 산딸기의 중요도는 5.01~33.42%로서 전 구간에서 고르게 분포하고 있는 것으로 나타났다. 국수나무의 경우는 가평임도에서 특히 많이 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 전 조사대상 임도에서 공히 높게 나타나고 있는 수종은 산딸기, 싸리, 소나무로 조사되었다.

임도비탈면 식생의 특징은 교목층의 수고가 2 m 내외라는 점을 들 수 있으며, 임도비탈면의 특성상 切開地에 綠化工事를 하지 않는 곳이 많기 때문에 자연적으로 교목층으로의 천이를 기대하기는 어려운 실정이다. 반면 대부분 싸리, 산딸기 등의 관목류가 집중적으로 생육되고 있는 것으로 나타났다.

草本의 경우는 表 7에서와 같이 전 구간에서 출현한 초종은 새, 쑥류였으며, 큰까치수영, 물통이, 고사리 등이 전반적으로 분포하고 있는 것으로 나타났다. 새의 경우는 12.48~46.40%가 가장 높은 값을 보였으며, 큰까치수영(0.53~9.22%), 쑥(1.58~9.45%) 등의 순으로 조사되었다.

전반적으로 裸地비탈면에서는 새, 억새, 그령 등의 벼과 식물이 초기 침입초종으로 생육하고 있었으며, 쑥, 제비쑥, 큰까치수영 등의 초종이 조사되었다. 가을에 조사된 양양임도(상월천리,

하월천리)의 경우는 국화과의 구절초, 고들빼기 등의 식물로 피복되어 있어서 시각적으로는 우수한 경관을 보이고 있으나, 하절기에 조사된 타 임도에서는 많이 발견되지 않았기 때문에 초종에 의한 비탈면의 植生被覆度는 계절에 의한 영향을 많이 받는 것으로 나타나고 있다.

본 조사에서는 나지비탈면의 初期綠化種으로 지금까지 많이 사용되고 있는 새 종류 외에 쑥, 구절초, 거북꼬리풀 등이 자연침입종으로 많이 나타나고 있다. 또한 이러한 종들은 아름다운 꽃을 지니고 있기 때문에 美的·環境의 측면에서 새로운 環境綠化種으로의 개선도 바람직하다고 사료된다.

### 3) 經過年數

林道開設後 조사일까지의 經過年數를 산출하여 대상임도 3개 구간을 4년에서 8년까지의 경과년수별로 임도비탈면에 自然侵入된 식생을 조사하여 평균 식생피복도를 구한 결과는 그림 3에서와 같다.

그림 3에서와 같이 임도개설후 4년이 경과된 임도에서는 植生被覆度가 13.67%로서 가장 낮았

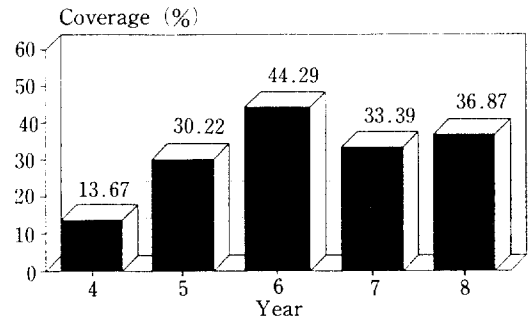


Fig. 3. Plant coverage change by elapsed year in forest road slope.

다. 6년이 경과된 임도에서는 식생피복도가 44.29%로서 가장 높았으나 이는 지역적인 차이로 보이며, 8년이 경과된 임도에서는 36.87%로 나타나 임도개설후 시간이 경과할수록 植生被覆度는 점진적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다.

經過年數와 植生被覆度와의 상관분석 결과 정(+)의 관계(상관계수: 0.26371)를 나타내고 있는 것을 볼 때, 林道비탈면의 식생피복도가 30% 이상이 되기 위해서는 임도개설 후 5년 정도의 시간이 필요한 것으로 조사되었다.

4) 林道비탈면의 立地因子 分析

林道비탈면 식생에 영향을 미치는 각 인자 중 立地因子들을 선택하여 기초분석을 한뒤, 각 인자들을 세부 그룹으로 분류하여 임도비탈면의 植生被覆度와의 관계를 조사하였다. 입지인자별 식생피복도는 表 8에서와 같다.

① 비탈면길이

조사대상 林道 중 추산임도와 가평임도(행현리, 송산리)는 대부분의 절취비탈면의 길이가 5m 내외로 식생침입이 비교적 양호한 반면, 양양임도(상월천리, 하월천리)의 경우는 화강암이 노출된 마사토 지역으로 절취비탈면의 길이가 7m를 넘는 암반지역으로 구성되어 있어서 植生定着과 景觀상의 문제점이 나타나고 있다.

表 8에서와 같이 비탈면길이가 7.0m 이하에서 植生被覆度(30% 이상)가 높게 나타나며, 비탈면의 길이가 길어질수록 피복도는 감소하는 것으로 나타나 新谷 등(1979)의 연구보고와 일치하는 것으로 조사되었다.

비탈면의 길이가 길게 되면 상부의 周緣部植生으로부터의 종자침입이 힘들게 되며, 특히 초본

의 경우 種子落下와, 根莖에 의한 상부로부터의 식생침입이 곤란하게 된다. 비탈면에 낙하된 종자는 表面浸蝕에 의하여 하부에 밀려 정착하게 되어 비탈면 전체에 대한 식생의 피복은 매우 어렵게 된다. 또한 하부로부터 침입한 식생과 상부로부터 내려오는 식생이 결합되기가 어렵기 때문에 비탈면 상·하부의 식생이 相異한 식생으로 정착되는 현상을 나타내게 된다.

따라서 길이 7m 이하의 비탈면에서는 식생피복에 큰 차이를 보이지는 않지만 침식의 문제를 고려할 때 장대한 비탈면에는 약 3m 간격으로 소단을 설치하여 식생정착을 유도하는 것이 비탈면의 安定綠化를 위하여 필수적이라고 사료된다.

② 비탈면傾斜

林道비탈면의 경사가 급하게 되면 降雨의 영향으로 인해 비탈면이 浸蝕을 받기가 쉽기 때문에 이를 방지하기 위해서는 비탈면에 雨滴의 영향을 줄이기 위해서 식생으로 피복을 하는 綠化工法이 필요하다.

小橋 등(1982)은 경사 45° 이하의 비탈면을 안정구간으로 구분한 바 있다. 본 조사대상지에서는 측정된 대부분의 구간이 45° 이하로서 비교적 安定區間에 속하기 때문에 安定(A)=35° 미만, 中間(B)=36~45°, 不安定(C)=46° 이상의 구간으로 세분하여 최적구간을 판정하는 지표로 분석을 실시하였다.

안정구간에 속하는 본 조사대상지에서 경사에 따른 자연식생의 침입에 의한 식생피복도의 차이는 크지 않은 것으로 조사되었다. 하지만 비탈면 안정도와 연관시켜 고려해보면 45° 이상의 급경사보다는 완만한 경사로 시공하는 것이 식생정착

Table 8. Plant coverage(%) by grouping of forest road variables.

Variable	Group	A	B	C	D
Length		33.06 (22)*	32.63 (44)	26.50 (30)	-
Slope		34.31 (32)	27.02 (52)	35.50 (12)	
Aspect		26.67 (27)	30.40 (11)	40.62 ( 5)	28.22 ( 3)
Locate		40.00 (22)	26.47 (51)	41.67 ( 6)	28.53 (17)
Hardness		31.54 (50)	34.06 (33)	19.17 (13)	

\* ( ) is No. of surveyed plot.

Length : A(≤3.0m), B(3.1~7.0m), C(7.1m≤)

Slope : A(≤35°), B(36~45°), C(≤46°)

Aspect : A(north), B(east), C(south), D(west)

Locate : A(linear sector), B(arc sector), C(valley sector), D(compound sector)

Hardness : A(≤15kg/cm<sup>2</sup>), B(15.1~25kg/cm<sup>2</sup>), C(25.1kg/cm<sup>2</sup>≤)

을 위해서 좋을 것으로 사료된다.

③ 비탈면方位

林道비탈면의 方位에 따른 植生被覆度는 선행 연구에 의하면 도입식생의 경우는 남향 비탈면의 식생이 감퇴하게 되는데, 이는 일조의 영향으로 土壤 表層部가 건조하게 되고, 水分含量이 감소하며, 비료분의 유실 등으로 인해 植生生育 條件이 악화되기 때문이라고 볼 수 있다(江崎, 1984).

본 연구에서는 表 8에서와 같이 임도비탈면에 자연적으로 천이되는 自然侵入植生の 경우 남향 비탈면(C)의 출현종수와 植生被覆도가 40.62%로서 가장 높게 나타났으며, 동향 비탈면과 서향 비탈면은 상대적으로 낮은 값을 나타내고 있는 것으로 조사되었다.

선행연구와 비교해 볼 때 南向 비탈면의 경우 導入植生은 생육조건이 악화로 쇠퇴가 되지만, 自然侵入植生の 경우는 오히려 植生定着에 양호한 기회를 제공해 주고 있다고 볼 수 있기 때문에 남향 비탈면의 自然侵入 植生被覆도가 높은 것으로 분석되었다.

④ 비탈면의 位置

비탈면의 位置에 따라 林道비탈면의 植生被覆度는 많은 차이를 보이고 있으며, 또한 景觀의 문제가 대두되기도 한다. 直線部나 稜線部の 경우는 대부분 산등성이를 절개하여 만들기 때문에 암반이 그대로 노출되어 있는 형상으로 자연식생이 침입하기는 매우 어려운 실정이나, 溪谷部의 경우 임도곡선이 안쪽으로 개설되는 이유로 해서 자연비탈면을 切開하지 않고, 또 절개하더라도 약간의 土工作業만 적용되기 때문에 비탈면 상부에 있는 식생이 자연적으로 침입하기에는 용이하다.

본 조사에서 식생피복도의 순위를 보면 溪谷部(C) > 直線部(A) > 連結部(D) > 稜線部(B)의 순으로 나타나고 있다. 계곡부의 경우는 초본이 상대적으로 적게 나타나고 목본식생으로의 천이가 상방부 비탈면의 식생에 영향을 받아서 安定化 단계에 들어섰다고 보여지며, 직선부의 경우는 초본의 종수가 상대적으로 많이 나타나기 때문에 초본에 의한 被覆도가 증가한 것으로 보여진다.

계곡부는 어느 정도 자연식생이 침입하여 녹화가 되지만 능선부와 연결부의 경우는 시간이 경과하여도 立地條件상 식생침입이 매우 불리한 상

태로 남아있게 된다. 따라서 綠化工法을 적용할 때에는 경관성을 고려하여 계곡부보다는 능선부에 우선적으로 적용함이 바람직하다고 사료된다.

⑤ 土壤硬度

土壤硬度가 증가하게 되면 雨滴 등의 영향에 의한 비탈면의 浸蝕量은 감소하여 안정성을 보일 수는 있지만, 種子의 落下로 인한 植生定着에는 오히려 반대의 영향을 미치게 된다.

토양경도와 植生被覆度와의 상관계수는 -0.22364으로서 부(-)의 상관을 나타내고 있는 것으로 보아 토양경도가 증가하게 되면 식생의 자연침입과 정착이 어려워진다고 사료된다.

토양경도에 따른 식생피복도의 변화를 보면 하(A)에서 31.54%, 중(B)에서 34.06%, 그리고 상(C)에서 19.17%로서 토양경도 25kg/cm<sup>2</sup> 이하의 비탈면에서 식생이 정착하기 용이한 것으로 판명되었다. 地盤이 연약하게 되면 침식을 받기 쉬운 단점은 있지만, 자연식생의 정착에는 토양경도가 낮은 곳이 용이하였다.

2. 綠化工法開發을 위한 實驗

1) 發芽實驗

供試種子를 현장에서 播種하였을 때 솔새와 썩의 경우는 파종 2, 3주후 발아가 시작되어 8주후 98% 이상의 發芽率을 보이며, 싸리는 초기 發芽速度는 늦지만 4주후부터 증가하여 40%까지 증가하였다. 또한 供試種子의 混播에 의한 初期發芽率을 조사한 결과 초본만으로 파종했을 때 초기에 發芽率이 증가하여 점진적으로 증가하고 있으며, 목본과 초본을 混播하였을 때의 發芽率은 매우 낮았다.

供試種子의 發芽率은 그림 4에서와 같다.

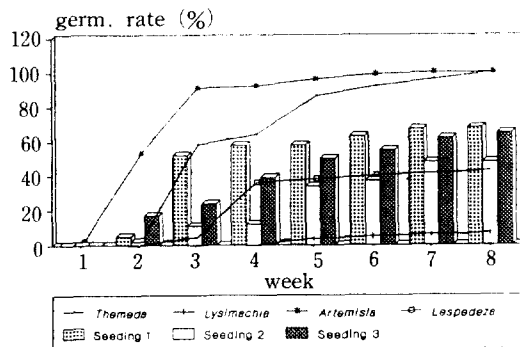


Fig. 4. Germination rate (%) of plant materials.

큰까치수영을 제외한 供試種子의 최종 發芽率은 40~90% 이상으로 나타났으며, 각 종자의 發芽勢는 3, 4주로 나타나 파종후 초기 조성을 기대하기 위하여는 약 1개월이 소요되는 것으로 나타났다.

각 종자의 混播시 초본만으로 파종했을 경우 初期 造成速度는 우세하지만 시간이 경과할수록 일정한 한계를 보이고 있으며, 목본 1종과 초본 1종을 혼합하였을 경우 초기 조성속도는 매우 낮으나 점진적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 초본 3종과 목본 1종을 혼합하였을 경우 초기 조성 속도는 낮으나 계속적으로, 증가하는 것으로 보아 향후 파종시에는 木·草本을 混合하여 播種하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

2) 混播에 의한 生育狀況

江崎(1984)는 비탈면의 浸蝕抑止效果는 生育指數(草長×成立本數)와 관계가 있다고 하였다. 生育指數가 높으면 雨滴衝擊力을 약화시켜 表面浸蝕을 방지하는 효과를 나타낼 수 있으며, 초고 1m 이하는 葉數, 葉面積과 관련되어 雨滴衝擊力을 약화시키고, 土砂의 流下抑止效果 및 表面流下水의 유속을 감소시키는 영향을 주게 된다.

식생의 生育量 증대에 의해 根系의 활동이 활발하게 되며, 土壤孔隙가 증대하여 2차적으로 雨滴衝擊力을 완화시키는 효과 및 침투능력의 증대에 의하여 표면유하수를 감소시켜 준다.

混播에 의한 중간 경쟁을 측정하기 위하여 파

종상에 설치한 실험구를 대상으로 조사한 결과는 다음과 같다.

위의 相關係數와 같이 각 인자들이 부의 상관을 보이고 있는데, 인자들의 값이 높아질수록 表面浸蝕量이 적어지는 것을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 결국 식생에 의한 토양의 浸蝕防止作用과 土砂流出 抑止效果를 나타내는 것으로 사료된다.

3) 비탈면 綠化工法의 表面浸蝕防止 效果

각 시험처리구에서 10주간 자연강우시 발생한 表面浸蝕量은 강우의 특성에 따른 측정작업의 효율성을 고려하여 1주 단위로 측정하였으며, 試驗處理別, 測定週別 表面浸蝕量과 降雨量은 表 9에서와 같다.

식생이 정착되기 전인 4주까지는 降雨에 의한 浸蝕量은 많지만 식생정착에 의해서 점차로 감소되고 있다. 처리 I (條播)과 처리 IV(散播)에서 초기에 침식량은 타 처리구에 비해서 상대적으로 많이 나타나지만 식생이 정착된 4주후에는 거의 일정한 양이 침식되는 것으로 나타났다.

각 처리별 表面浸蝕量은 表 9에서와 같이 처리 I 分離條播區에서 574.4g, 처리 II 混合條播區에서 434.8g, 처리 III 點播區에서 650.8g, 그리고 처리 IV 散播區에서 293.8g이었다. 시험기간 중 土砂流出을 발생시켰던 총 강우량은 259mm로서 이것을 경사도 30°를 고려한 평면적 1.56m<sup>2</sup>에 대한 수량으로 환산하면 404.1l가 된다. 총 강우량에 대하여 파종방법에 따른 각 처리별 총 토사유출을 보면 처리 IV 散播區에서 가장 적게 나타나 산파에 의한 방법이 土壤浸蝕 防止效果가 가장 높게 나타났음을 알 수 있다.

인 자 본 수	평균높이	생육지수	식생피복도
표면침식량	-0.85285	-0.58248	-0.83025
			-0.90473

Table 9. Soil losses by treatment and week in experimental plot.

Week Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total		
	~4/23	~4/30	~5/07	~5/14	~5/21	~5/28	~6/04	~6/11	~6/18	~6/25	—		
Precipitation (mm)	25.9	30.9	5.2	42.9	17.6	21.3	65.7	0	39.0	10.5	259.0		
Precipitation (l)	40.4	48.2	8.1	66.9	27.5	33.2	102.5	0	60.8	16.4	404.1		
Soil losses (g/1.56m <sup>2</sup> )	I	1	281.6	96.0	14.9	114.7	17.8	11.9	42.3	0	24.0	6.5	609.7
		2	222.6	89.8	15.4	117.7	13.5	7.2	44.1	0	21.6	7.2	539.1
	II	3	182.8	55.7	9.6	80.1	9.5	11.7	26.7	0	14.6	3.9	394.6
		4	215.4	74.8	12.1	100.2	12.3	6.3	32.5	0	17.0	4.4	475.0
	III	5	294.7	99.8	19.5	180.0	46.3	7.3	29.7	0	27.8	5.8	710.9
		6	290.6	106.6	16.1	104.9	12.6	7.7	30.4	0	16.9	4.8	590.6
	IV	7	99.0	62.1	10.4	85.5	13.8	10.5	30.6	0	18.3	4.5	334.7
		8	79.6	43.5	9.1	72.4	5.8	5.8	21.4	0	11.0	4.3	252.9
Total	1666.3	628.3	107.1	855.5	131.6	68.4	257.7	0	151.2	41.4	3907.5		

**Table 10.** Analysis of variance and LSD test of soil losses.

Source	DF	S.S.	M.S.	F. value	Pr > F
Model	3	148648.92	49549.64	12.26	0.0174
Error	4	16166.73	4041.68		
Total	7	164815.65			

Treat No.	LSD Test for the soil runoff			
	I	II	III	IV
Mean of soil runoff (g)	574.4	434.8	650.8	293.8
5% Level				

또한 처리 I, II 시험구의 條播方法 중에서 목본과 초본을 분리시킨 I 시험구보다 목본과 초본을 혼합하여 같은 條播區에 파종한 II 시험구의 표면침식이 가장 적었다. 이들 處理效果間의 차이에 대한 有意性を 검정하기 위한 分散分析의 결과와 LSD Test의 결과는 表 10에서와 같다.

각 처리간의 土砂流出量에 대한 有意性 검정에 의한 分散分析에서 보는 바와 같이 4개 處理間의 平均값에 있어서 처리간의 有意성이 인정되었다.

5%의 수준에서 처리 I 과 III, 처리 I 과 II, 처리 II와 IV는 각각 有意성이 인정되고 다른 처리간에는 有意差가 인정되지 않고 있다. 條播區 (실험구 I, II) 내에서는 有意차가 인정되지 않고 있으며, 條播區 I 과 點播區 III, 條播區 II와 散播區 IV도 有意차가 인정되지 않고 있다.

즉, 조파구 내에서 목본과 초본을 분리해서 파종하는 경우와 목본과 초본을 혼합하여 파종하는 경우에 表面浸蝕의 차이를 인정할 수 없지만, 조파방법이 점파와 산파를 비교할 때 5%의 수준에서 차이를 나타내고 있다. 또한 점파의 경우는 조파와 차이가 나타나며, 산파의 경우는 條播區 II를 제외하고는 有意차가 인정되어 본 실험의 경우 가장 양호한 浸蝕防止效果를 보이는 것으로 나타났다. 각 실험치의 평균을 볼 때 각 처리간 浸蝕防止效果는 散播>條播(목·초본 혼합)>條播(목·초본 분리)>點播의 순으로 나타났다.

비탈면의 速成綠化播種方法別 시험처리에 있어서 각 파종방법별 浸蝕防止效果가 가장 우수한 방법은 비탈면에 일정한 간격의 소단(條播區)를 만들고 그 위에 목·초본의 종자를 散播한 뒤 거적으로 덮는 공법이 가장 우수한 것으로 나타났으며, 다음은 條播區로서 목본과 초본을 혼합하

여 파종하는 경우로서 초기의 식생 정착에 유리함을 보여주고 있다.

### 結 論

이 연구는 林道開設時 切取비탈면에서 自然的인 植生遷移過程을 규명하고, 또한 效果的인 비탈면 速成綠化工法을 개발하기 위하여, 예비조사를 통하여 세부적인 조사가 가능하다고 판단된 지역 중 綠化工法을 적용하지 않은 林道(양양군 임도, 가평군임도, 광양군임도)와 綠化工法을 적용한 林道(횡성군임도, 평창군임도, 홍천군임도)를 대상으로 조사하였고, 播種實驗은 서울大學校 農業生命科學大學 山林資源學科 苗圃에서 1992년 4월 13일부터 동년 6월 25일까지 실시되었다.

이 연구수행을 통하여 얻은 結論은 다음과 같다.

1. 林道切取비탈면 인자들의 相關分析 결과 植生被覆度에 영향을 미치는 인자는 草本種數, 草本個體數, 施工 후 經過年數의 순으로 높게 나타났다.
2. 林道切取비탈면에서 自然的으로 侵入하고 있는 식생 중 重要도가 높은 종은 木本의 경우는 소나무, 싸리나무류, 산딸기, 국수나무, 칩, 철쭉 등이었으며, 草本의 경우는 새류, 큰까치수영, 쭉쭉, 쭉부쟁이, 망초 등의 순으로 침입하였다.
3. 林道切取비탈면이 緩傾斜일수록 植生侵入이 용이하였으며, 南向의 비탈면이 侵入植生에 의한 被覆度가 가장 높았다.
4. 林道切取비탈면의 길이가 약 7m 이내인 경우는 비교적 自然植生綠化가 용이하였으나 길이

가 長大해질수록 植生侵入이 불리한 것으로 나타났다. 그러나 浸蝕 등의 문제를 고려할 때 小段을 설치하는 등 人工的인 綠化工事가 필요하였다.

5. 土壤因子 중에서는 土壤硬度에 의한 植生被覆도의 차이가 가장 크게 나타났으며, 土壤硬度 25kg/cm<sup>2</sup> 이하에서 植生着根이 용이하였다. 切取비탈면의 土質構成에 있어서 주로 土質系 구성상태인 곳에서는 순수한 植物의 播植工法으로 녹화될 수 있으나, 岩盤이나 또는 岩屑, 마사토질의 경우에는 비탈면 불록안정불이기 공사 후에 播植工事を 실시함이 요망되었다.
6. 林道開設後 經過年數에 따라 植生被覆도는 점진적인 증가를 보이고 있으며, 5년 이상이 경과되어야 약 30% 이상의 被覆도를 보이는 것으로 나타났다. 그러므로 自然的인 植生侵入에 의한 비탈면 綠化를 기대하기에는 장시간이 소요되므로 效果的인 비탈면 綠化工法을 적용해야 할 것이다.
7. 自生植物 種子의 直播 이용가능성은 높았으며, 또한 混播에 의한 初期發芽率 측정 결과는 木本과 草本 4종을 모두 混合한 방법이 가장 양호하였으며, 植生에 의한 비탈면의 土壤浸蝕防止效果를 측정한 결과 生育指數(本數×높이), 植生被覆도와 土壤浸蝕과의 관계는 매우 높게 나타났다. 따라서 비탈면의 浸蝕防止 및 早期綠化를 위해서는 林道開設 직후부터 植生의 정착이 필수적이라고 사료된다.
8. 각 工法別 初期植生被覆도는 비탈면 條播와 散播의 경우가 가장 높았다. 土壤浸蝕防止效果는 散播가 가장 우수하였으며, 條播가 點播보다 우수하였다. 小規模의 土砂비탈면에서는 等高線上 細溝내에 散播를 하고 거적으로 被覆하는 공법의 綠化效果가 매우 우수하였다.

林道切取비탈면에서는 林道開設時에 비탈면 安定綠化工事を 시행하는 것이 效果的이며, 특히 비탈면 綠化工事時에 外來導入 草種보다는 그 지역의 自生植物을 활용하여 速成綠化工法을 적용함이 더욱 효과적일 것이다.

### 引用 文 獻

1. 金南椿. 1990. 道路비탈면 綠化에 사용되는 主要 草本植物의 地下部 生育이 土壤安定에 미치는 效果에 관한 研究. 韓國造景學會誌 18(2) : 45-55.
2. 朴炳益. 1963. 砂防用 草類의 生態 및 砂防效果에 關한 研究. 全北大論文集. 5 : 303-311.
3. 沈相榮, 吳敏榮. 1963. 播種砂防造林에 關한 研究. 農事試驗研究報告 6(2) : 61-70.
4. 禹保命, 李峻雨. 1987. 林道切取斜面的 植物被覆도에 미치는 因子들의 影響. 서울大 演習林報告 23 : 47-56.
5. 禹保命. 1974. 荒廢山地의 速成綠化工法開發에 關한 研究. 韓國林學會誌 14 : 1-24.
6. 禹保命. 1975. 벗길거덕덧기工法의 砂防效果에 關한 研究(III)-거덕 密度의 影響 및 工法의 實用性-. 韓國林學會誌 27 : 5-14.
7. 李壽煜. 1976. 荒廢山地 地被植生 造成에 關한 研究. 韓國林學會誌 31 : 37-42.
8. 全權雨, 吳在萬. 1992. 林道斜面的 土砂流出과 植生侵入에 관한 연구(I). 江原大 演習林報告 12 : 39-58.
9. 江崎次夫. 1984. 林道のり面の保全に關する 研究. 愛媛大演報. 第21號. p.116.
10. 江崎次夫, 藤久正文, 山本正男, 河野修一. 1986. 林道のり面の植生遷移に關する研究(V)-暖溫帶地域の盛土のり面における木本植物の侵入と推移とについて-. 愛媛大演報. 24 : 111-128.
11. 江崎次夫, 伏見知道. 1976. 日本産雜草類のり面保護工に對する利用方法に關する 研究(II). 林道切取りのり面での檢討. 愛媛大演報. 13 : 161-174.
12. 菊地政泰, 橫井正美. 1973. 林道の法面崩壞に關する研究(I)-調査方法及びその實態のついて-. 林研. 8 : 91-98.
13. 龜山 章. 1976. 道路周邊による周邊植生への影響-銃說-. 應用植物社會學研究 5 : 75-93.
14. 龜山 章. 1977. 高速道路のり面の植生遷移について(I)-概査によりのり面植生調査法. 造園雜誌 44(1) : 23-33.
15. 吉田博宣. 1983. 道路切取りのり面の植生景觀に關する研究. 造園雜誌 47(1) : 46-51.
16. 伏見知道, 江崎次夫, 藤久正文. 1979. 林道切取りのり面の植生工と降雨流出(I)-側溝への流出. 90會 日本發表會論文集 : 425-426.

1. 金南椿. 1990. 道路비탈면 綠化에 사용되는 主要 草本植物의 地下部 生育이 土壤安定에

17. 伏見知道, 渡部 桂, 江崎次夫. 1975. 在來植生のよる林道切取りのり保護工. 86會 日林講演輯 454-466.
18. 小橋澄治, 吉田博宣, 森本幸裕. 1982. 斜面緑化. p.218.
19. 新谷融, 勝呂博之, 矢島宗, 橋田欣 一. 1980. 緑化工施工徒勞法面における植生回復に関する研究. 北海道大學農學部演習林研究報告 38 : 1-30.
20. 新谷融, 矢島宗, 内藤滿. 1979. 林道法面に  
おける植生變化に関する研究. 北海道大學農學部演習林研究報告 37(1) : 165-208.
21. 佐木功. 1982. 林道建設が自然植生, 景觀, 土砂生産量に及ぼす影響とその対策に関する研究 報告書 p.167.
22. James A. etc. 1971. Pitfalls in the strict reliance in expert opinion on assening slope stability hazard. Cornell Univ. Press. 240-285.