

환경친화적인 도로 비탈면 훼손지 복원을 위한  
적정 식물배합에 관한 연구\*  
- 생육보조재 취부 공법을 중심으로 -

김남춘<sup>1)</sup> · 허영진<sup>2)</sup> · 김정훈<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 단국대학교 환경조경학과 · <sup>2)</sup> 단국대학교 산업경영대학원 환경조경학과  
<sup>3)</sup> 단국대학교 대학원 환경조경학전공

Study on the Seeding Mixtures of the Restoration and Revegetation  
Works for making of Environmentally Friendly Road Slopes\*  
- Using the Thin-Layer-Soil-Media Hydroseeding System -

**Kim, Nam-Choon<sup>1)</sup> · Heo, Young-jin<sup>2)</sup> and Kim, Jung-Hoon<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Landscape Architecture, Dankook University,

<sup>2)</sup> Department of Environment Landscape Architecture, Graduate School of Industry and Business Management, Dankook University,

<sup>3)</sup> Major in Environment Landscape Architecture, Graduate School. Dankook University.

**ABSTRACT**

This study aimed to address problems and suggest solutions in applying seed mixture design criterion of the slope revegetation works according to “The guidelines of Slope revegetation design and construction” proposed by the Ministry of Construction and Transportation.

To do this, the planting thickness was set to be the same 2cm while the composition of seeds was made different, which was planted in artificial slopes and fields. The main results were summarized as follows.

In the test, when applying the provisional standards of the plant mixtures proposed by the Ministry of Construction and Transportation, tree seeds and native plants were found poor coverage effect in the early stage in all test plots due to introduced grasses. This was because introduced winter grasses which grew well in the early stage, could grow densely, so it might hamper the growth of other plants. Therefore, it was found desirable that standards for seed mixing should be adjusted down by 10% and the ratio of introduced grasses in the mixture should be lowered to 25% while native plants should increase to 20-25%.

**Key Words** : *Exotic grass, Native plant, Flora type, attaching soil media.*

\* 본 연구는 2004학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

**Corresponding author** : Kim, Nam-Choon, Dept. of Landscape Architecture, Dankook University,  
Tel : +82-41-550-3643, E-mail : namchoon@dankook.ac.kr

## I. 서 론

최근 환경친화적 건설사업에 대한 국민적 관심이 높아지고 있어 자연친화적인 비탈면 녹화기술의 개발 필요성이 증대되고 있다. 그 동안 비탈면 녹화에서는 조기녹화만을 강조하고 야생동물의 서식처제공과 경관미에 대한 고려를 하지 못하였기 때문에 외래도입초종에 대한 의존도가 매우 높았고龜山 章, 2003), 우리나라에서도 재래초·목본식물의 사용이 매우 제한적이었다. 따라서 외래도입초종 보다는 재래초·목본식물을 적극 활용하는 녹화기술이 개발되어 생태적으로 건강한 비탈면 녹화를 도모할 필요성이 인식되고 있다(김남춘, 1997; Bratton, 1982; Harty, 1986).

현재 우리나라의 비탈면 녹화는 조기녹화에만 급급하여 외래초종위주로 시공하고 있으며, 공법 적용에 있어서도 비탈면 환경에 대한 원지반의 분석과 그에 적합한 공법의 적용이 아닌, 설계자와 시공사의 경제적 측면만을 고려한 무분별한 공법이 적용됨으로써 식물이 대부분 2~3년 이내에 고사(枯死)되어 재 황폐화되는 등 문제점이 있다(건설교통부, 2004). 비탈면 녹화 시 많이 사용되는 외래종인 한지형 잔디류는 발아율이 매우 우수하고, 초기 생장이 빨라 비탈면의 단기급속 녹화에는 용이하나 여름철의 혹서기에는 황변하여 매우 불량한 미관을 나타내는 문제점을 가지고 있다(김남춘, 1997; 한국도로공사, 1998; 最新斜面 土留め技術總攬委員會, 1991).

따라서, 환경친화적인 비탈면의 조성을 위해서는 정형적이고 직선형태의 비탈면이 아닌 주변환경과 조화된 자연적 형태의 다양한 식생으로 구성된 비탈면으로 이루어져야 한다. 이를 위해 비탈면 녹화용으로 재래 초·목본식물들을 사용하면 우리나라 기후에 대한 적응이 우수하여 유지관리가 용이해지고, 비탈면 경관의 조속한 회복을 이룰 수 있으며, 야생동물의 서식공간을 제공하고, 비탈면 붕괴방지 효과측면에서 외래도입초종보다 탁월하여(산림청, 1992; 우보명 외 2인,

1993; Harker 등, 1999; Morrison, 1996), 환경친화적인 비탈면 조성에 효과적일 것이다. 아울러, 환경친화적인 도로건설을 하기 위해서도 가급적 자생종 위주의 복원녹화방안이 모색되어야 하며, 사용하는 식물도 가급적 지역 고유의 자생종을 적극 활용하는 방향으로 녹화가 발전되어야 한다(小橋·材井·龜山, 1997; 吉田·고정현, 2005).

그러나 여러 조건들을 충족시키면서 경관적으로 우수한 녹화용 식물들을 선정하기 위해서는 발아에 가장 적합한 파종시기와 적정 파종량, 종자배합, 쉽게 조성할 수 있는 식생매트의 조성방법 등에 대한 연구들이 많이 이루어져야 하지만 국내에서는 아직도 이러한 분야에 대한 연구가 부족한 상태이다(김남춘 외 4인, 2002; 방광자 외 4인, 1998; 문석기 외 2인, 2002; 임재홍 외 2인, 1999).

이러한 비탈면 녹화의 문제점들을 해결하기 위한 여러 가지 방안들이 모색되고 있는 가운데, 최근에는 자연친화적인 비탈면 생태복원에 대한 관심이 높아지면서, 종래의 한지형잔디 위주의 녹화공법에서 벗어나 자생종을 많이 사용하며, 기후와 해발고도를 고려하는 녹화식물의 배합방법이 새로운 녹화 방안으로 제안되고 있다(건설교통부, 2004). 그리고 이 같은 연구와 비탈면 녹화 공법개발을 통하여 얻어지는 개선방안들이 실제 비탈면 녹화공사 시 적용되기 위해서는 개발 계획단계에서부터 자연환경을 고려한 환경훼손이 적은 방향으로 개발정책을 수립해야 하며, 훼손된 비탈면을 자연친화적인 자연환경으로 복원하기 위하여 생태적 복원 목표를 수립하고 이를 시행해야 한다(건설교통부, 2005).

자연의 조기회복을 지향하기 위해서는 나지상태의 비탈면 표층부분을 보호하여 안정시키는 초기 녹화목표를 수립해야 함과 동시에 궁극적으로 지향하는 복원목표에 부합되는 비탈면 녹화공법의 선정과 주변 환경과 조화를 이루는 식물 종을 선정하여야 하며, 비탈면이 장차 정상천이가 진행되어 주변과 동화되는 식생구조가 조성될 수

있도록 초기 파종하는 선구식물을 주의깊게 선정하여야 한다(Lucken, 1990; Harker, 1999).

따라서, 국내의 현실에 부응하여 본 연구에서는 건설교통부 ‘비탈면 환경녹화 설계 및 시공지침(안)’에 의한 식생배합(건설교통부, 2001c)을 그대로 적용할 경우 생육보조재 취부공법(CODRA SYSTEM)을 사용하여 건교부 지침(안)에서 제시된 식생 배합량으로 다양한 식생복원목표들이 달성될 수 있는가를 파악하기 위해 초본위주형, 목본군락형, 생물종다양성복원형의 각 복원목표별로 식생 배합량의 검증과 복원목표를 보다 효과적으로 달성하기 위한 녹화식물 배합의 개선방안을 도출하는데 연구 목적을 두었다.

## II. 재료 및 방법

본 실험은 생육보조재를 원지반에 직접 취부하여 녹화하는 CODRA 공법(원지반식생정착공법)을 사용하여, 건교부에서 제안한 비탈면 녹화식물의 종자배합량을 검증하고, 개선방안을 모색하고자 하였다. 이를 위해, 선행연구로서 생육보조재의 경사와 취부두께에 따른 식생배합 실험인 ‘생육보조재 취부 공법에 의한 비탈면 녹화 식생배합의 적정성에 관한 연구(김정훈 외 2005)’의 실험결과를 바탕으로 생육보조재의 경사와 취부두께는 동일하게 적용하고, 복원목표에 따른 비탈면 녹화 시 생육보조재의 사용종자와 식생배합량을 검증하기 위하여 복원목표별로 종자의 배합량을 각각 20g, 30g, 40g으로 다르게 처리한 후 실험구를 조성하였으며, 각 실험구별 파종식물의 생육 경향과 피복율을 조사하였다.

### 1. 공시 식물의 선정

공시 식물로 선정된 식물들은 선행연구에서

- 1) CODRA SYSTEM은 건설신기술 제310호의 녹화공법으로 단섬유의 종이화이버와 장섬유의 솜화이버로 구성된 생육보조재와 부엽토, 질석, 고분자수지 등을 혼합하여 종자와 함께 1~2cm로 얇게 취부하므로써 식물이 원지반에 직접 정착하여 건강한 식물 생육을 유도하는 공법입니다.

사용된 식물 중 식물생육이나 발아율이 낮고, 녹화용으로 적합하지 않은 식물인 억새, 안고초, Orchard grass등을 제외한 국내에서 비탈면 녹화용으로 널리 사용되고 있는 자생 초·목본류와 한지형잔디류를 혼합하였다. 도입초종과 최근 녹화용 종자로 많이 사용되고 있는 것을 우선 선정하였고, 시중에서 비교적 쉽게 구할 수 있으며, 특히 종자발아율이 우수한 것을 선택하였다.

실험에 사용되어진 식물은 자생초본류 5종(비수리, 벌노랑이, 쭉부쟁이, 금계국, 패랭이), 자생목본류 5종(자귀나무, 붉나무, 낭아초, 참싸리, 소나무), 한지형잔디류 4종(Tall fescue, Kentucky bluegrass, Perennial ryegrass, Creeping red fescue)으로 총 14종의 식물을 선정 사용하였다.

### 2. 공시 식물의 발아율 조사

실험에 사용될 종자들의 파종량을 계산하기 위하여 발아율 조사를 실시하였다. 실험에 사용한 종자는 4℃ 저온 저장고에 보관하였다.

실험은 2004년 4월에서 2004년 11월까지 3회에 걸쳐 실행하였으며 발아상(B.O.D. Incubator : DAE LIM)내에서 온도를 주간은 고온 10시간, 야간은 저온 14시간으로 설정하여 15℃(±1)~25℃(±1), 20℃(±1)~30℃(±1), 25℃(±1)~35℃(±1)의 3반복 실험을 하였으며 발아율의 조사는 치상 후 2주간 시행하였고, 유근이 2mm 이상 나온 것을 발아된 것으로 간주하여 조사하였다.

### 3. 실험구 조성

#### 1) 공시 토양 배합재료

실험에 사용된 공시 토양 재료는 황토, 원지반식생정착공법용 생육보조재, 고분자 수지, 혼합종자를 배합비에 따라 배합기계를 사용하여 용적배합한 후, 원지반식생정착공법과 동일한 방법으로 반응시킨 다음 완료된 배합재료를 배치도에 따라 수작업으로 각 실험구에 부착시켰다.

**Table 1.** Seeding mixture rates and seeding amounts of 9 different types of treatments(seeding on August) (unit : g).

Flora	Scientific name	Common name	Average germination (%)	Seeding amounts								
				Herb type			Shrub type			Tree type		
				A <sup>y</sup> z	B	C	D	E	F	G	H	I
Native Herb	<i>Lespedeza cuneata</i>	비수리	70.0	3.36	5.04	6.72	2.88	4.32	5.76	2.16	3.24	4.32
	<i>Lotus corniculatus</i>	벌노랑이	78.3	3.36	5.04	6.72	2.88	4.32	5.76	2.16	3.24	4.32
	<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	60.0	0.42	0.66	0.84	0.36	0.54	0.72	0.30	0.42	0.54
	<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	50.2	0.84	1.26	1.68	0.72	1.08	1.44	0.48	0.78	1.08
	<i>Dianthus sinensis</i>	패랭이	90.0	0.42	0.60	0.84	0.36	0.54	0.72	0.30	0.42	0.54
Shrub	<i>Albizia julibrissin</i>	자귀나무	50.0	-	-	-	0.24	0.36	0.48	0.36	0.6	0.72
	<i>Rhus chinensis</i>	붉나무	20.0	-	-	-	0.42	0.60	0.78	0.78	1.14	1.62
	<i>Pinus densiflora</i>	소나무	18.6	-	-	-	0.06	0.12	0.18	0.06	0.06	0.06
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	참싸리	56.9	-	-	-	1.44	2.16	2.88	2.4	3.60	4.80
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	낭아초	61.3	-	-	-	1.44	2.16	2.88	2.4	3.60	4.80
Exotic Grass	<i>Festuca arundinacea</i>	Tall fescue	91.0	1.44	2.16	2.88	0.48	0.72	0.96	0.24	0.36	0.48
	<i>Poa pratensis</i>	Kentucky bluegrass	90.3	0.36	0.54	0.72	0.12	0.18	0.24	0.06	0.06	0.06
	<i>Lolium perenne</i>	Perennial ryegrass	98.0	1.08	1.62	2.16	0.36	0.54	0.72	0.18	0.30	0.42
	<i>Festuca rubra L.</i>	Creeping red fescue	92.0	0.72	1.08	1.44	0.24	0.36	0.48	0.12	0.18	0.24
Seeding amount (g/0.6m <sup>2</sup> )				12.0	18.0	24.0	12.0	18.0	24.0	12.0	18.0	24.0

<sup>y</sup> 20g : A, D, G type / 30g : B, E, H type / 40g : C, F, I type

<sup>z</sup> A, B, C type : herb mixture (exotic grass30%+native herb70%)

D, E, F type : shrub dominant mixture (exotic grass10%+native herb60%+shrub and tree30%)

G, H, I type : tree dominant mixture (exotic grass5%+native herb45%+shrub and tree50%)

## 2) 실험구의 설치 및 배치

실험장소는 천안 단국대학교 내 실험포지에서 8월에 실시하였으며, 실험구는 0.6m×1.0m×1.5m 규격으로 직사각형 모양의 육면체 파종 틀을 철재로 제작하여 동남향으로 설치한 후 1 : 1의 경사로 경사각을 조절하고, 녹화물질의 부착과 생육을 위해 10cm 두께의 마사토를 포설한 다음 2cm 두께로 생육보조재(CODRA 10)를 인력으로 부착하였다. 이 실험에 사용된 CODRA 10은 모든 실험구에 동일하게 적용하였으며, 각 복원목 표별로 3가지 유형의 초본형(외래종30%+재래초본70%), 관목형(외래종 10%+재래초본60%+재래목본30%), 수림형(외래종5%+재래초본45%+재래목본50%)으로 종자배합량을 다르게 하여, 3반복으로 총 27개의 실험구를 조성하였다. 토양배합은 생육보조재, 황토의 비율을 6 : 4에 토양침식안정제의 사용량(일송환경복원(주)의 CODRA공



**Figure 1.** Picture of experimental plots(seeding on August).

법 시공 시 사용량)을 혼합 처리하였다.

## 3) 파종식물의 생육분석

각 실험구 내에 10cm×10cm 크기의 조사구를 설정하여 출현하는 종을 기록하고, 종별 평균수고/초장/초폭을 기록하여 출현종과 식물생육상태 등을 처리구별로 비교 분석할 수 있게 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 복원목표별 식생배합량에 따른 개체수 분석

초본형 실험구의 경우 파종 3주 후부터 실험구별 파종식물의 개체수에서 차이가 나기 시작하였다. 실험구A에서 양잔디 26본, 별노랑이 35본, 비수리 4.3본, 실험구B에서 양잔디 40.3본, 별노랑이 24.3본, 비수리 3.3본, 실험구C에서 양잔디

43본, 별노랑이 40.3본, 비수리 4.8본으로 조사되었다. 파종 9주 뒤에는 각 실험구의 별노랑이 개체수가 실험구C에서 131.3본과 실험구A는 120.7본으로 가장 많이 발아하였고, 실험구B는 양잔디가 120본으로 다른 실험구에 비해 많이 발아하였다. 그러나 파종 12주 후의 전체 개체수는 실험구A가 128.7본, 실험구B가 125.3본, 실험구C가 85.3본으로 각 실험구의 개체수가 감소한 경향을

**Table 2.** Number of individuals which of germinated species in herb type seed mixtures (unit : cm).

Flora	Scientific name	3weeks later			6weeks later			9weeks later			12weeks later		
		A <sup>z</sup>	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Native Herb	<i>Lespedeza cuneata</i>	4.3	3.3	4.8	4.7	4.7	7.3	4.7	3.3	4.7			
	<i>Lotus corniculatus</i>	35.0	24.3	40.3	88.7	76.0	121.3	120.7	94.7	131.3	49.7	53.3	21.3
	<i>Aster yomena</i>												
	<i>Coreopsis drummondii</i>							11.3	11.7	13.0	15.7	10.7	12
	<i>Dianthus sinensis</i>				2.7			5.0	3.7	2.7	6.3	3.0	6.0
Exotic Herb	<i>Festuca arundinacea</i>												
	<i>Poa pratensis</i>	26.0	40.3	43.0	114.0	64.7	71.7	102.0	120.0	64.0	57.0	58.3	46.0
	<i>Lolium perenne</i>												
	<i>Festuca rubra L.</i>												
Amount		65.3	67.9	88.1	210.1	145.4	200.3	243.7	233.4	215.7	128.7	125.3	85.3

<sup>z</sup>A : 20g, B : 30g, C : 40g

**Table 3.** Number of individuals which of germinated species in shrub type seed mixtures (unit : cm).

Flora	Scientific name	3weeks later			6weeks later			9weeks later			12weeks later		
		D <sup>z</sup>	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
Native Herb	<i>Lespedeza cuneata</i>	2.3	1.7	1.7	4.0	2.7	2.0	2.3	3.0	3.3			
	<i>Lotus corniculatus</i>	36.0	41.3	45.3	41.7	53.0	84.3	63.7	71.3	102	45.3	49.7	41.7
	<i>Aster yomena</i>												
	<i>Coreopsis drummondii</i>				3.3			7.0	6.7	7.3	8	9.3	11.7
	<i>Dianthus sinensis</i>				1.3	1.7	7.0	7.3	4.7	11.7	5.3	4.7	8.0
Tree	<i>Albizzia julibrissin</i>	0.7	0.3	0.7	1.0	0.3	0.3	1.0	0.3	1.3	0.3	0.3	0.7
	<i>Rhus chinensis</i>		0.3			0.3	0.3	0.7	2.7	1.7	1.0	2.0	1.0
	<i>Pinus densiflora</i>					0.3			0.3			0.3	
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>			0.7	16.7	4.7	8.0	15.7	15.7	16.3	2.7	3.0	6.0
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	9.3	14.0	4.3	9.7	3.7	5.3	7.3	12.7	15.3	2.0	2.7	2.3
Exotic Herb	<i>Festuca arundinacea</i>												
	<i>Poa pratensis</i>	20.7	22.3	26.7	22.0	30.7	39.3	48.0	48.0	58.0	46.7	54.0	48.0
	<i>Lolium perenne</i>												
	<i>Festuca rubra L.</i>												
Amount		69	80.6	78.7	99.7	97.4	146.5	153	165.4	216.9	111.3	126	119.4

<sup>z</sup>D : 20g, E : 30g, F : 40g

**Table 4.** Number of individuals which of germinated species in tree type seed mixtures (unit : cm).

Flora	Scientific name	3weeks later			6weeks later			9weeks later			12weeks later		
		G <sup>z</sup>	H	I	G	H	I	G	H	I	G	H	I
Native Herb	<i>Lespedeza cuneata</i>	5.3	5.7		4.3	5.0	1.3	9.3	10.0	0.7	0.7		
	<i>Lotus corniculatus</i>	88.7	122.0	100	105.3	109.3	117.3	100.7	110.3	124.7	119.0	133.0	112.3
	<i>Aster yomena</i>			0.3			0.3	0.3		0.3			
	<i>Coreopsis drummondii</i>							11.7	10.3	9.3	9.3	13.7	14.0
	<i>Dianthus sinensis</i>				4.7	3.7		11.0	14.7	9.0	18.0	24.7	14.3
Tree	<i>Albizia julibrissin</i>	1.3	1.5	0.7	1.0	1.3	0.7	2.3	1.3	1.7	1.3	1.7	
	<i>Rhus chinensis</i>		0.3	0.7	0.7	1.0	0.7	1.3	2.0	1.4	1.3	1.7	1.7
	<i>Pinus densiflora</i>									1.0			
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	7.0	12.7		6.3	9.3	8.0	23.7	16.7	21.3	14.7	11.0	7.7
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	2.0	14.3	17.3	3.3	8.3	13.0	3.7	4.8	5.7	3.7	6.7	2.3
Exotic Herb	<i>Festuca arundinacea</i>												
	<i>Poa pratensis</i>	53.3	43.0	50.7	33.0	56.0	48.3	49.7	76.0	49.3	41.3	59.7	43
	<i>Lolium perenne</i>												
	<i>Festuca rubra L.</i>												
Amount		157.6	199.5	169.7	153.9	194.9	193.3	213.7	246.1	224.4	209.3	252.2	195.3

<sup>z</sup>G : 20g, H : 30g, I : 40g

보이며, 20g을 파종한 실험구A의 개체수가 가장 많이 조사되었다. 그러므로 초본형의 적절한 종자 배합량은 20g인 것으로 판단된다.

관목형 실험구의 파종 식물의 개체수는 파종 3주후부터 조금씩 차이를 보이기 시작하였는데, 30g과 40g을 파종한 실험구E와 F가 20g을 파종한 실험구D보다 개체수 성립밀도가 우수한 것으로 보였다. 파종 후 9주까지는 하절기만큼의 큰 개체수 증가는 아니지만, 대부분 식물이 조금씩 증가하는 경향을 나타냈는데, 이 중 실험구F에서 식물별로 가장 많은 개체수를 나타내었다. 그러나 파종 12주 후부터 초본형과 같이 생육저하로 개체수가 감소한 곳을 볼 수 있는데, 실험구E의 총 개체수가 126본으로 가장 많이 조사되었다. 하지만 각 실험구별로 큰 차이점은 없었다.

전체 식물배합의 50%가 재래목본으로 구성된 수림형 실험구의 개체수는 파종 3주후 실험구H에서 벌노랑이는 122개로 가장 많은 개체수가 조

사되었다. 초본형과 관목형의 실험구에서 나타난 것처럼 파종 후 9주까지는 개체수 성립밀도가 증가하고 있는 것을 보였다. 30g을 파종한 실험구H가 다른 실험구에 비하여 개체수 성립밀도가 높은 것으로 나타났다. 파종 12주 후에는 초본형, 관목형 실험구에 비하여 약간의 개체수 감소를 나타내었는데, 이는 어느 정도 수림형 실험구의 파종 식물이 다른 실험구의 식물들보다 생육이 우수하였기 때문으로 판단된다. 수림형 실험구중 H실험구가 전반적으로 개체수 성립밀도가 높은 것으로 나타났다. 따라서 녹화공사 시 복원목표를 수림형으로 가져갈 경우 적절한 식생배합량은 30g인 것으로 판단된다.

## 2. 복원목표별 식생배합량에 따른 피복율 경향

초본형 실험구의 경우 파종 9주 후에는 각 실험구별 유의성이 나타나지 않았지만, 파종 후 12주가 되었을 때 20g을 파종한 실험구A가 다른

초본형의 실험구와 유의성이 나타나면서 피복율이 25%로 가장 우수하였다. 실험구A의 피복율이 가장 우수하게 나타난 이유는, 자생초본류와 양잔디류로만 배합한 초본형의 식생배합에서 실험구A의 식생배합량이 가장 생육에 적합했던 것으로 판단된다.

관목형의 실험구 중 40g을 파종한 실험구F는 파종 6주 후까지 다른 관목형의 실험구들과의 유의성이 나타나면서 피복율이 18%로 조사되었다. 그러나 시간이 경과함에 따라 관목형의 실험구들은 약 26% 정도의 피복율을 보이며 실험구간 유의성을 보이지 못하였다.

수림형 실험구의 피복율 경향에서는, 초본형과 관목형 실험구의 피복율보다 비교적 높은 경향을 보였다. 파종 3주후부터 각 수림형 실험구별로 유의성이 나타나기 시작하였다. 파종 후 9주가 되면서 실험구H가 36.7%의 피복율 경향을 나타내며 가장 우수한 것으로 나타났고, 파종 12주 후에는 40g을 파종한 실험구I가 통계적으로 큰 유의성을 보이진 않았지만, 피복율이 36.7%로 가장 좋은 경향을 나타내었다.

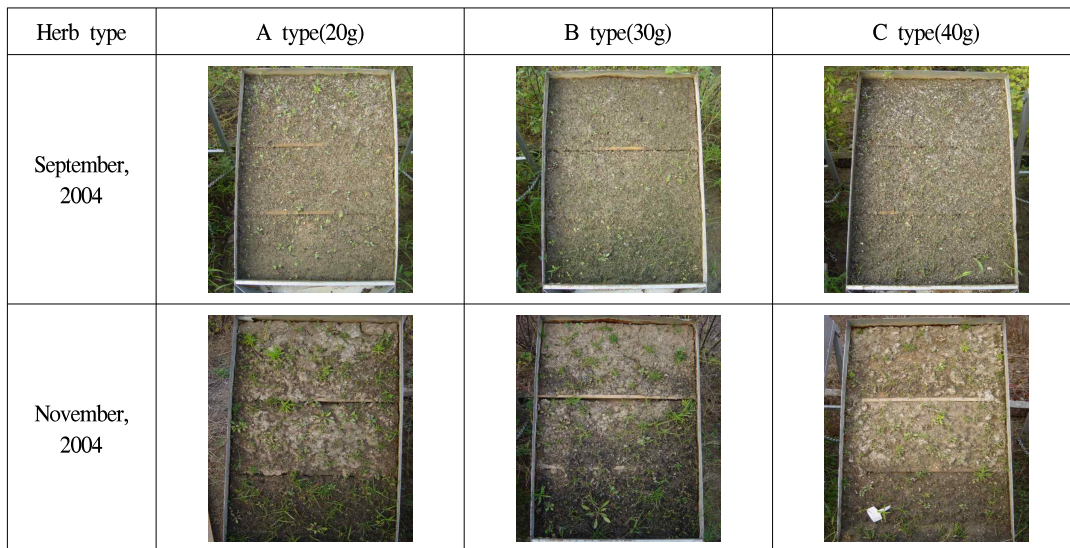
본 실험의 전체적인 피복율경향을 살펴보면, 파종 후 12주가 되었을 때 모든 실험구가 40% 이하의 피복율을 보이면서 인공비탈면과 식생기

반재의 안정이 되지 않아 토양침식이 우려된다. 그러나 이러한 결과를 보인 것은 앞서 말했던 식물생육환경(일교차, 기온, 일조량 등)에 의한 요인이 가장 크게 작용하여 파종식물의 생육저하가 나타난 것으로 사료되며, 다음 해에는 식생기반재내 잠재종자의 발아와 생육이 이루어지면서 피복율의 경향이 다르게 나타날 것으로 예측된다.

**Table 5.** Ground coverage rates of seed mixture types (Seeding date : 2004/08/11).

plant type	mixing type	Covering rate (%)			
		3weeks later	6weeks later	9weeks later	12weeks later
native herb	A <sup>x</sup>	6.3de	13.3f	23.7e	25.0c <sup>z</sup>
	B	5.3f	12.0g	22.0e	21.7d
	C	6ef	10.7h	22.0e	20.0d
native shrub	D	7.0d	15.0e	26.0d	25.7c
	E	6.3de	16.5d	28.0c	26.0c
	F	8.3c	18.0c	27.0cd	26.7c
tree	G	10.0b	23.0a	34.3b	30.7b
	H	11.0a	21.0b	36.7a	35.0a
	I	9.3b	22.7a	35.7ab	36.7a

<sup>z</sup> Means with same letter within column are not significantly different at  $P=0.05$  level by DMRT test.



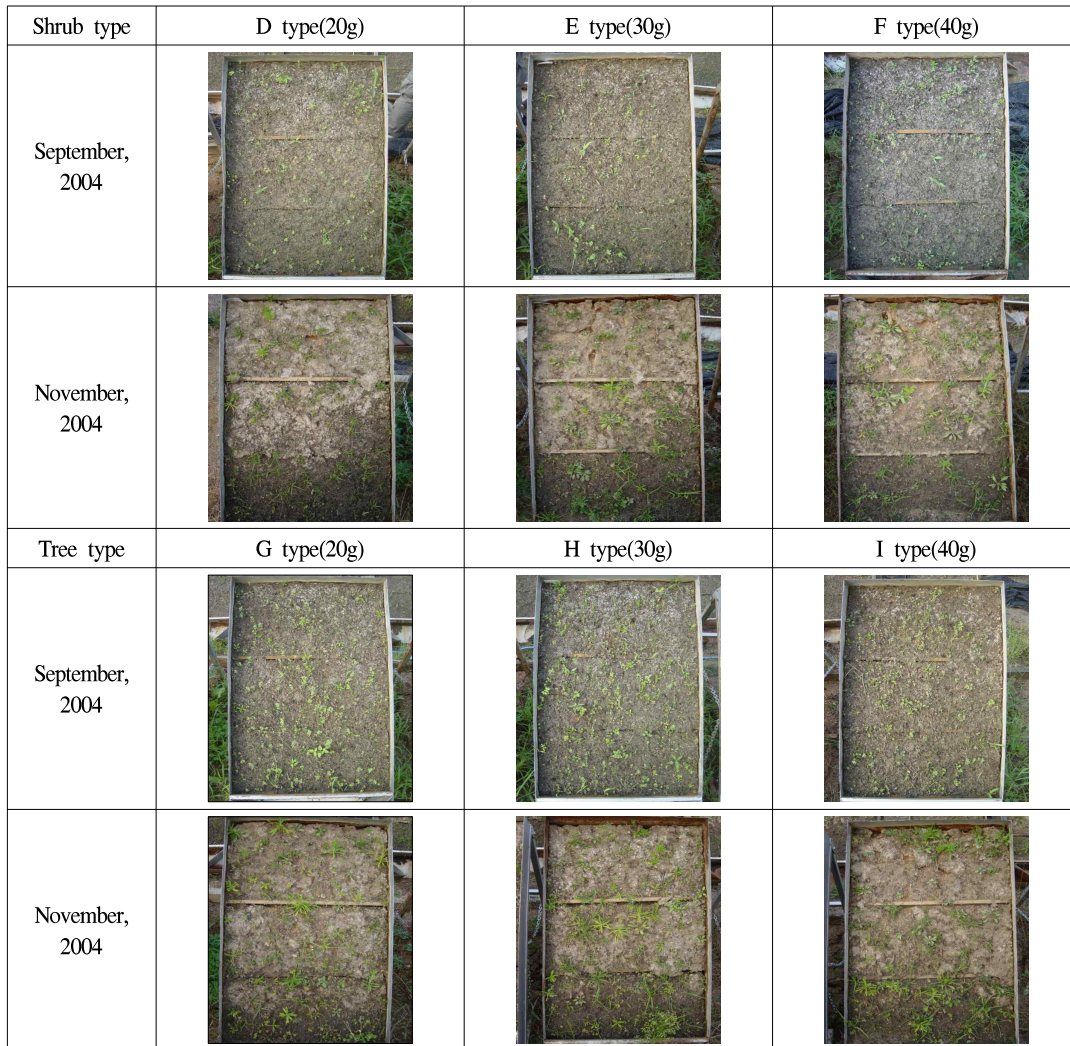


Figure 2. View of experimental plots on two and three months later after seeding on August.

#### IV. 결 론

최근 환경친화적 건설 환경에 대한 관심이 높아지고, 도로 건설 등으로 발생되는 비탈면을 환경친화적으로 복원하기 위한 새로운 지침안을 건설교통부에서 재정하였다. 새로운 지침안에 따르면 비탈면의 규모에 따라 초본형, 관목형, 수림형의 복원목표 군락을 구별하여 정하도록 하고 있으며, 우리나라 기후와 고도를 고려하여 서해안권, 남해안권, 동해안권, 내륙·백두대간권역의 4가지 큰 권역을 구분하여 녹화식물의 사용 및

배합량을 지역별로 다르게 적용하였다. 특히, 해발 고도가 높은 내륙·백두대간 지역에서는 양잔디류의 사용을 금하며, 자생종만으로 복원녹화를 하도록 유도하고 있어 앞으로 백두대간의 훼손지 복원사업 시에 계획 중인 새로운 비탈면 녹화 잠정기준안이 적용될 가능성도 높다.

이러한 현실에 부응하여 본 연구에서는 건설교통부 ‘비탈면 환경녹화 설계 및 시공지침’에 의한 종자배합을 생육보조제 뿔어붙이기 공법인 CODRA공법(원지반식생정착공법)에 적용하여 의도하고자 하는 비탈면 복원목표가 달성될 수



있는가를 조사하고, 각 복원목표의 달성이 용이한 개선방안을 제안하고자 본 연구를 수행하였다. 중요한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 식생배합량 실험 결과 4월에 실시한 실험 때보다 파종한 식물의 생육상태가 느리게 나타났지만, 다양한 종이 발아하고 생육하고 있음을 알 수 있었다. 식물의 생육이 4월 실험보다 느리게 나타나는 이유로는 식물생육환경(일교차, 기온, 일조량 등)과 파종식물의 생육특성에 의한 요인이 가장 크게 작용한 것으로 사료된다.

2. 초본형의 경우 식생배합량을 30g과 40g으로 파종한 실험구 B, C보다 20g으로 파종한 실험구 A의 개체수가 128본으로 가장 많았고, 목본형에서는 식생배합량을 30g으로한 실험구 E의 개체수는 126본으로 나타났다. 그러나 20g과 40g을 파종한 목본형 실험구 D와 F의 개체수와는 큰 차이를 보이지 못하였다.

수림형 실험구의 개체수는 30g을 파종한 실험구 H가 파종 12주 후 252본으로 다른 실험구와 큰 차이를 가장 많은 개체수를 나타냈다.

3. CODRA 공법을 사용하여 녹화공사 시 복원목표가 초본형일 경우 종자 배합량을 20g으로 적용하는 것이 바람직하며, 목본형과 수림형에서는 종자배합량을 20g에서 30g사이의 배합량으로 시공지의 특성에 따라 적용되어야 할 것으로 판단된다.

4. 비탈면 녹화 시 초본형, 관목형, 수림형으로 복원목표를 둘 경우, 양잔디류의 조기녹화보다는 자생초목본종을 우선적으로 성립시키는 방향으로 사고방식의 전환이 요구되며, 종자파종량에 대한 설계기준을 현행보다 10%정도 낮은 수준으로 조정하고, 식물종의 배합에서도 양잔디류의 배합비율을 25%정도 낮추면서 자생초목본종의 배합비율을 20~25%정도 높이는 방향으로 개선

하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

이상의 연구 결과는 얇은 생육보조재 취부공법인 CODRA 공법으로 초본형, 관목형, 수림형 등의 다양한 녹화·복원목표가 달성될 수 있는 가를 파악하고, 복원목표를 달성하는데 적합한 생육보조재의 두께에 따른 적절한 식생배합량과 건설교통부 비탈면 녹화 잠정지침(안)에서 제안하는 식생배합설계의 적합성을 조사하는데 연구 목적을 두고 진행된 것으로 인공적인 비탈면조건에서 실험한 것이기 때문에 실제 녹화현장의 비탈면에서는 본 연구에서 도출된 결과와 다를 수도 있을 것이며, CODRA 공법 이외의 다른 식생기반재 취부 공법을 사용한 경우, 녹화 대상지의 자연환경 및 녹화공법의 특성에 따라 본 연구결과와 상이할 수 있는 점이 본 연구의 한계임을 밝힌다.

## 인 용 문 헌

- 건설교통부. 2004. 비탈면 녹화 설계 및 시공 잠정 지침(안).
- 건설교통부. 2005. 비탈면 녹화 잠정 지침 연구.
- 김남춘. 1997. 사면녹화공사용 자생목본의 파종 적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(1) : 73-81.
- 김남춘 · 윤중서 · 배선우 · 손원주 · 정성철. 2002. 비탈면 조기수림화를 위한 녹화용 식물의 활용에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 5(6) : 28-44.
- 김정훈. 2005. 생육보조재 취부 공법에 의한 비탈면 녹화 식생배합의 적정성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(2) : 90-97.
- 문석기 · 이은엽 · 광문기. 2002. 옥상녹화를 위한 몇몇 야생초본류 선정에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 5(3) : 31-39.
- 방광자 · 이종석 · 이택주 · 강현경 · 설종호. 1998. 자생초본 식물의 녹화소재로서의 특성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회

- 지 1(1) : 45-53.
- 산림청. 1992. 채석적지 유형별 표준공법개발.
- 우보명 · 권태호 · 김남춘. 1993. 임도비탈면의 자  
연식생침입과 효과적인 비탈면녹화공법 개  
발에 관한 연구. 한국임학회지 85(3) : 347-  
359.
- 임재홍 · 김동욱 · 장성완. 1999. 비탈면 녹화용  
몇가지 자생식물의 종자발아특성. 한국환경  
복원녹화기술학회지 2(3) : 25-31.
- 한국도로공사. 1998. 고속도로 암절토부 녹화 및  
방음수림대 조성에 관한 세미나. 한국도로  
공사 도로연구소.
- 환경부. 2001. 생태적측면의 절개비탈면 녹화공  
법 활성화 방안에 관한 연구.
- 吉田 寛·고정현. 2005. 일본에 있어서 파종공에  
의한 법면녹화와 자연회복녹화. 한국환경복  
원녹화기술학회지 8(2) : 76-89.
- 龜山 章. 2003. 생태공학. 소프트사이언스社.
- 高橋輝昌 等. 2002. 植物發生材の粒徑および窒素  
施肥が分解特性・土壤の性質・植物生育に  
及ぼす影響. 일본녹화공학회지 28(1) : 263-  
266.
- 小橋登治 · 材井 宏 · 龜山 章. 1997. 環境綠化工  
學 p. 13-136.
- 最新 斜面 土留め 技術總攬委員會. 1991. 最新斜  
面 土留め 技術總攬 資料編.
- 日本綠化工學會. 2002. 生物多樣性 保全のための  
歸化植物の取り扱い方に關する提言.
- Bratton, S. P. 1982. The effect of exotic plant and  
animal Species on nature preserves. Nature  
Area Journal 2(3) : 3-13.
- Harty, F. M. 1986. Exotic and their ecological  
ramifications. Nature Area Journal 6(4) :  
20-26.
- Harker, D., G. Libby, K. Harker, S. Evans and M.  
Evans 1999. Landscape restoration handbook,  
2nd edition, Lewis Publications.
- Lucken, J. O. 1990. Directing ecological succession.  
Chapman and Hall.
- Morrison, D. G. 1996. Design, restoration and man-  
agement. Dept. of Landscape Architecture,  
University of Georgia, Athens.

接受 2005年 7月 30日