

## 훼손 비탈면의 생태복원녹화를 위한 종자배합량의 계절별 가중치에 관한 연구\*

허영진<sup>1)</sup> · 안태영<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 단국대학교 산업경영대학원 환경조경학과 · <sup>2)</sup> 단국대학교 첨단과학대학 미생물학과

## Seasonal Weight in Seeding Mixture for the Restoration and Revegetation of the Disturbed Slopes\*

**Hur, Young-Jin<sup>1)</sup> and Ahn, Tae-Young<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Environment Landscape Architecture, Graduate School of Industry and Business Management, Dankook University,

<sup>2)</sup> Department of Microbiology, College of Advanced Sciences, Dankook University.

### ABSTRACT

In case of leaving artificial slopes resulting from large-scale constructions, there may be secondary damage caused by soil loss due to erosion and collapse. Furthermore, slope-restoring constructions have a few problems such as monotonous landscape and difficult succession of secondary vegetation due to reckless use of exotic grass, despite attaining the initial purpose of revegetation. To settle this problem, selected plants deemed to be proper for revegetation were used on one of thin vegetation base methods, CODRA SYSTEM, and made seeding mixture experimental plots considering germination rates differing in each season. Native herbs, native shrubs and exotic herbs contents were increased by 30% and 50% respectively, centered on seeding quantity(30g/m<sup>2</sup>) used as design standard in the seed spray method, in order to figure out proper quantity for revegetation in each season.

Key Words : *Organic material, Exotic plant, Native plant, Flora type, Attaching soil media.*

### I. 서 론

계획에 따라 도로확장 및 신도시건설, 위락단지 조성 등 대규모 개발공사로 인해 발생한 인공 비탈면과 산사태, 홍수 등으로 인해 발생한 자연훼손국적으로 사회간접시설의 확충 및 경제발전

계획에 따라 도로확장 및 신도시건설, 위락단지 조성 등 대규모 개발공사로 인해 발생한 인공 비탈면과 산사태, 홍수 등으로 인해 발생한 자연훼손

\* 본 연구는 2004년도 단국대학교 연구년 연구비의 지원으로 연구되었음.

**Corresponding author** : Hur, Young-Jin, Department of Environment Landscape Architecture, Graduate School of Industry and Business Management, Dankook University,  
Tel : +82-31-716-3624, E-mail : yjh1925@hanmail.net

손 비탈면이 증가되고 있는 실정이다. 이러한 비탈면을 그대로 방치할 경우 침식 및 붕괴현상이 초래되어 다량의 토사가 유실되고 하천, 도로, 전담, 택지 등을 매몰시켜 실생활에 피해를 끼친다(한국도로공사, 1995). 또한, 각종 건설공사로 인해 조성되는 대규모 절토사면들은 여러 개의 소단위로 수평으로 나뉘어 직선이 강한 형태로 조성되기 때문에 정형적이고 비자연적으로 느껴지며, 주변지역에 미치는 경관적인 영향이 매우 크다(김남춘 등, 2005). 이 경우 조기녹화 목표에 급급하여 도입초종(양잔디) 위주의 시공으로(龜山章, 2003) 식생이 단조로워지고, 녹화공법 적용에 있어서도 훼손된 비탈면의 생태환경에 대한 분석 없이 경제적 측면에서만 접근함으로써 비탈면이 재 황폐화되는 등의 문제점이 심각하였다(건설교통부, 2005).

이를 해결하기 위하여 최근에는 주변 환경과의 조화나 경관미를 회복시키며 우리나라 기후에 대한 적응이 우수하여 유지관리가 용이해지고, 비탈면 붕괴방지 효과측면에서 외래도입초종보다 탁월한(산림청, 1992; 우보명 등, 1993; Harker 등, 1999; Morrison, 1996) 재래 초·목본류의 도입이 점차 늘어가고 있는 추세이다. 훼손된 비탈면 녹화에서 목본류를 사용하고자 하는 목적은 도입초종 위주의 녹화공사를 시행함으로써 발생하는 식생의 단조로움에서 탈피하여 경관미를 고려한 생태적으로 건강한 식생군락을 조성하는 데에 있다. 이는 건설공사가 환경파괴라는 인식을 불식시키며, 최소한의 개발행위를 유도하고 훼손된 환경을 단시간에 원상태로 복원시키기 위한 일련의 과정으로 인식시켜야 하는 당위성을 내포한다. 또한 환경친화적 국토 및 도시 관리체계에 대한 국민적 요구와 자연친화적인 비탈면 생태복원에 대한 관심이 높아지면서 훼손비탈면의 복원 방향이 제시되고 있으며(환경부, 2001), 환경친화적인 도로건설을 하기 위해서도 가급적 자생종 위주의 복원녹화방안이 모색되어야 하며, 사용하는 식물도 가급적 지역 고유의 자생종을 적극 활

용하는 방향으로 녹화가 발전되어야 한다(小橋 등, 1997; 吉田 · 고정현, 2005).

따라서, 친환경적 건설이라는 최근의 사회적 요구에 부응하여 본 연구에서는 경질토사 및 리핑, 풍화암에 범용적으로 적용하는 얇은 식생기반재취부공법을 대상으로 비탈면 복원 목표에 적합한 식생배합과 종자사용량에 대해 계절별 가중치를 두어 시공함으로써 복원목표를 효과적으로 달성할 수 있는 개선방안을 찾고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 실험은 얇은 식생기반재취부공법의 일종인 CODRA공법(원지반식생정착공<sup>1)</sup>)을 적용하여 인공비탈면 실험구에 대해 복원목표별로 종자 사용량에 계절별 가중치를 반영하여 취부함으로써 복원목표에 부합되는 종자 사용량을 산정하고 건설교통부의 녹화지침에서 요구하는 생육판정시기에 따른 식물의 성립본수 및 피복율을 조사함으로써 지침의 타당성 검토와 재래 초·목본류 및 외래 초본류의 사용량에 대한 적절한 식생배합을 검증하기 위하여 실시하였다.

### 1. 공시 식물의 선정

공시 식물로 선정된 식물들은 선행연구인 ‘비탈면녹화를 위한 식생배합개선방안 연구(김정훈, 2004)’의 결과를 바탕으로 식물을 선정하였으며, 국내 비탈면 녹화용으로 널리 사용되고 있는 재래 초·목본류와 최근 녹화용 종자로 많이 이용되고 시중에서 비교적 쉽게 구할 수 있는 종자 중에서 발아율이 비교적 우수한 것들을 선발하였다. 또한 한지형 잔디를 사용함으로써 나타나는

1) 원지반식생정착공법(CODRA SYSTEM)은 건설기술 제310호의 녹화공법으로 단섬유인 종이화이버와 장섬유인 스펀화이버로 구성된 생육보조재와 부엽토, 질석, 고분자수지 등을 혼합하여 종자와 함께 1~2cm로 얇게 취부함으로써 식물이 원지반에 직접 정착하여 건강한 식물 생육을 유도하는 공법이다.

이질적인 경관미를 극복할 수 있도록 재래 초본류를 적절히 혼합하여 조화로운 경관미를 창출할 수 있도록 하였고, 특히 재래 초·목본류 중 콩과식물인 벌노랑이, 비수리, 참싸리, 낭아초 등을 사용함으로써 질소를 고정하여 척박한 토양을 개선해주는 효과를 도모하도록 하였다.

실험에 사용된 식물은 재래 목본류 4종(자귀나무, 붉나무, 참싸리, 낭아초), 재래 초본류 6종(비수리, 벌노랑이, 안고초, 억새, 쭉, 쭉부쟁이), 외래초본류 4종(Tall fescue, Kentucky bluegrass, Perennial ryegrass, Creeping red fescue)으로 총 14종을 선정하여 사용하였다.

2. 녹화식물의 파종량 및 식생배합

실험에 사용된 종자의 파종량은 복원목표 및 발아기대본수에 따라 초본위주형의 경우 1,500~

2,000본/m<sup>2</sup>, 목본군락형의 경우 초본과 목본의 합계가 500~700본/m<sup>2</sup> 되도록 하여 원지반식생정착공법에 사용되는 식물의 배합비로 파종한 선행연구(김정훈, 2004)를 바탕으로, 건설교통부 ‘비탈면 녹화 설계 및 시공 잠정 지침(2005)’에 의한 복원목표에 부합하는 식물종의 선정과 종자배합조건표(건설교통부, 2005)를 기준으로 m<sup>2</sup>당 사용량을 총 30g으로 하였으며, 복원목표에 따른 파종식물종에 대한 계절별 가중치를 각각 30%, 50%로 할증하여 총 7개 유형의 배합으로 3반복을 거쳐 총 21개의 인공비탈면 실험구를 조성하였다. 단, 실험에 적용된 종자배합량의 총량은 40g/m<sup>2</sup> 미만으로 하였다.

토양배합은 생육보조재, 황토/분변토 혼합비율을 5 : 5로 하고 토양침식 안정제의 권장사용량을 혼합 처리하였다.

**Table 1.** Seeding mixture rates of 7 types treatments(experimental plots). (unit : g/0.6m<sup>2</sup>)

Flora	Scientific name	Treatments						
		A <sup>z</sup>	B	C	D	E	F	G
Native Shrubs	<i>Albizia julibrissin</i>	0.9	1.2	0.9	0.9	1.4	0.9	0.9
	<i>Rhus chinensis</i>	0.9	1.2	0.9	0.9	1.4	0.9	0.9
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	1.8	2.3	1.8	1.8	2.7	1.8	1.8
	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	1.8	2.3	1.8	1.8	2.7	1.8	1.8
Native Herbs	<i>Lespedeza cuneata</i>	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	2.3	1.5
	<i>Lotus corniculatus</i>	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	2.3	1.5
	<i>Arundinella hirta</i>	2.1	2.1	2.7	2.1	2.1	3.2	2.1
	<i>Miscanthus sinensis</i>	2.1	2.1	2.7	2.1	2.1	3.2	2.1
	<i>Artemisia princeps</i>	1.2	1.2	1.6	1.2	1.2	1.8	1.2
	<i>Aster yomena</i>	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.9	0.6
Exotic Grasses	<i>Festuca arundinacea</i>	1.2	1.2	1.2	1.6	1.2	1.2	2.3
	<i>Poa pratensis</i>	1.2	1.2	1.2	1.6	1.2	1.2	2.3
	<i>Lolium perenne</i>	0.6	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	1.2
	<i>Festuca rubra</i>	0.6	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	1.2
Seeding amount(g/0.6m <sup>2</sup> )		18	19.6	20.8	19.2	20.8	22.7	21.4

<sup>z</sup> seeding mixture A type : 18.0g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 B type : 19.6g[native shrubs 30%(added 30%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 C type : 20.8g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 30%)+exotic grasses 20%]  
 D type : 19.2g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 30%)]  
 E type : 20.8g[native shrubs 30%(added 50%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 F type : 22.7g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 50%)+exotic grasses 20%]  
 G type : 21.4g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 50%)]

### 3. 실험구의 조성

#### 1) 발아상에서의 발아율 실험

비탈면 녹화용 식물의 계절별 가중치를 분석하고 사용식물의 발아율을 검증하기 위하여 발아율 조사를 실시하였다. 실험은 2005년 4월에서 2005년 11월까지 3회에 걸쳐 실행하였으며 발아상 (B.O.D. Incubator : DAE LIM)내에서 온도를 주간은 고온 10시간, 야간은 저온 14시간으로 설정하여, 건설교통부 ‘비탈면 녹화 설계 및 시공 잠정 지침’에 제시된 기후에 따른 4대 지역군 중이 실험지역인 서해안 및 내륙생태계의 봄, 여름, 가을의 월평균을 기준으로  $15^{\circ}\text{C}(\pm 1) \sim 25^{\circ}\text{C}(\pm 1)$ ,  $25^{\circ}\text{C}(\pm 1) \sim 30^{\circ}\text{C}(\pm 1)$ ,  $10^{\circ}\text{C}(\pm 1) \sim 15^{\circ}\text{C}(\pm 1)$ 로 처리하여 3반복 실험을 하였다. 발아율의 조사는 치상 후 3주간 시행하였고, 유근이 2mm 이상 나온 것을 발아된 것으로 간주하여 조사하였다.

#### 2) 녹화식물 과종량의 계절별 가중치 실험

실험구의 배치는 충북 청원군 소재 I사의 실험 포장에서  $0.6\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.5\text{m}$  규격의 직사각형 모양의 육면체 과종 틀을 철재로 제작하여 1:1 경사로 경사각을 조절하고, 남향으로 설치한 후 인공비탈면을 조성하였다. 녹화물질의 부착과 생육을 위하여 10cm 두께의 마사토를 포설한 다음 2cm 두께로 생육보조재를 인력으로 부착하였다.

#### 3) 과종식물의 생육분석

각 실험구 내에  $10\text{cm} \times 10\text{cm}$  크기의 조사구를 3개소씩 설정하여 출현하는 종을 기록하고, 종별



Figure 1. Picture of experimental plots.

평균수고/초장을 기록하여 출현종과 식물생육상태 등을 처리구별로 비교 분석할 수 있게 하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 발아상에서의 발아율

비탈면 녹화용 식물의 계절별 가중치를 분석하고 사용식물의 발아율을 검증하기 위하여 발아상에서 발아율 실험을 실시한 결과는 다음과 같다.

재래 목본류의 경우, 자귀나무와 붉나무는 여름에 30% 이상의 발아율을 나타낸 반면, 봄과 가을에는 10% 이하의 낮은 발아율을 나타냈다. 김남춘(1997a)은 포장실험에서 참싸리의 경우 4월~9월 사이의 포장발아율이 78% 이상으로 높게 나타났다고 하였다. 발아상 실험에서도 참싸리는 계절별 적용온도에 관계없이 70% 이상의 발아율을 나타내어 비탈면 녹화용 종자로 매우 적합한 것으로 나타났다. 낭아초는 여름에 가장 높은 62.3%의 평균발아율을 나타내어 기온이 높은 여름철에 적합한 것으로 나타났다.

재래 초본류의 경우, 김남춘(1997b)은 포장실험 결과 비수리와 새는 5월, 쑥은 4, 5월에 가장 높은 포장발아율을 나타내어 이 식물들의 시공 적기라 하였다. 발아상에서 비수리와 벌노랑이가 봄, 여름, 가을에 80% 이상의 높은 발아율을 나타내어 계절에 관계없이 사용 가능 할 것으로 판단된다. 안고초와 억새는 여름철 발아율이 다른 시기에 비해 높았으나, 20% 초반의 발아율을 나타냄으로써 다른 과종식물들에 비해서는 상대적으로 발아율이 저조하였으며, 봄과 가을에는 발아율이 10% 미만으로 나타났다. 이는 김남춘(1997b)의 포장실험에서 새가 9월 이후에 과종되면 거의 발아가 진행되지 못한 결과와 동일하게 나타나 새류의 경우 계절에 따른 영향을 많이 받으므로 녹화 시 적절한 사용량의 적용이 요구된다. 쑥은 발아율이 여름에 49%로 나타났지만, 봄과 가을의 경우 발아율이 낮거나 발아하지 않았

**Table 2.** The rates of germination, purity and number of seeds per gram.

Flora	Scientific name	N.S <sup>y</sup>	Purity (%)	Treatments (Ave. <sup>z</sup> ger.)		
				15~25 °C (spring)	25~30 °C (summer)	10~15 °C (autumn)
Native Shrubs	<i>Albizia julibrissin</i>	23	97.0	10.0	34.8	4.0
	<i>Rhus chinensis</i>	69	70.0	0.0	37.5	0
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	127	98.0	78.0	74.8	90.0
	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	210	98.9	38.7	62.3	20.0
Native Herbs	<i>Lespedeza cuneata</i>	600	98.0	86.7	88.0	94.0
	<i>Lotus corniculatus</i>	850	96.0	82.0	82.6	81.0
	<i>Arundinella hirta</i>	2,300	78.3	7.3	24.7	2.0
	<i>Miscanthus sinensis</i>	2,000	88.3	9.3	23.1	2.0
	<i>Artemisia princeps</i>	4,000	51.6	28.0	48.9	0
	<i>Aster yomena</i>	2,000	93.0	36.0	62.8	56.0
Exotic Grasses	<i>Festuca arundinacea</i>	380	98.0	96.0	81.2	86.0
	<i>Poa pratensis</i>	3,000	98.5	91.3	69.1	32.0
	<i>Lolium perenne</i>	450	98.0	96.0	87.6	92.0
	<i>Festuca rubra</i>	1,000	98.7	27.3	78.7	30.0

<sup>z</sup> Average germination

<sup>y</sup> Number of seed per 1g

다. 쑥부쟁이는 여름과 가을에 평균 발아율이 50% 이상으로 나타나 이 시기에 파종이 적합한 것으로 보인다.

외래 초본류의 발아율 실험에서는 봄에 Creeping red fescue를 제외한 3종의 발아율이 90% 이상의 높은 발아율을 나타냈으며, 여름에는 4종 모두 70%대의 발아율을 나타낸 반면, 가을에는 Kentucky bluegrass와 Creeping red fescue의 발아율이 30% 정도로 낮게 나타나, 다른 두 종의 외래 초본류와 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 또한 김남춘(1997b)은 포장실험 결과, 한지형 외래도입초종들은 4월, 5월 파종 시 높은 발아율을 보이고, 9월 이후 파종에도 50% 이상의 발아율을 나타내어 재래 초종들보다 파종적기에 폭넓은 경향을 보여준다고 하였다. 따라서, 비탈면 녹화 시 사용되는 식물의 종류와 파종량은 각 식물의 파종적기와 계절별 식물의 발아율에 따른 종자의 배합량을 달리해야 할 것이며, 외래 초본류와 혼파 시 적절한 종자 배합량을 검증하여 적용해야 할 것으로 판단된다.

## 2. 종자배합량의 계절별 가중치 실험

### 1) 식물 생육

봄 파종실험의 각 유형별 파종식물의 초장생육에서는 시공 8주 후 각 유형별로 재래 목본류인 자귀나무는 4cm, 참싸리는 5cm, 냥아초는 3cm, 재래 초본류인 비수리는 2.0cm, 별노랑이는 4.7cm, 쑥은 5cm까지 신장하였고, 붉나무와 안고초, 역새는 발아되지 않았다. 외래 초본류는 초장이 9.0~13.5cm 사이로 재래 목본과 초본에 비해 생육이 우수한 것으로 나타났다.

시공 8주 후 각 실험구별 파종식물의 개체수는 재래 목본류 가운데서 가장 많이 발아한 참싸리가 대조구 A와 B에서 각각 18본으로 조사되었다. 재래 초본을 50% 할증한 실험구 F에서는 재래 초본의 개체수는 108본으로 다른 실험구에 비하여 개체수가 많은 것으로 조사되었으며, 외래 초본류를 50% 할증한 실험구 G의 외래초본 개체수는 149본으로 조사되었다.

발아율 실험 결과와 비교하였을 때, 봄 파종의 각 실험구에서 발아상 발아율이 높게 나타났던

참싸리, 벌노랑이, 비수리, Tall fescue, Kentucky bluegrass, Perennial ryegrass의 개체수가 전반적으로 많이 나타나 파종식물의 발아율에 비례하였다. 그러나 재래 초본류인 비수리의 경우 발아율 실험에서 86.7%의 높은 발아율을 보였지만, 인공 비탈면 실험구에서 적은 개체수를 나타낸 반면, 발아상 발아율이 28%로 낮았던 쪽은 실험구별로 20~40분 정도의 개체수를 나타내어 g당 입수가 많아서 발아율이 저조하더라도 많은 성립본수를 보이므로 배합량을 조정해야 할 것으로 판단된

**Table 3.** Result of the seedling numbers and heights of the 7 seed mixture types in spring.

Flora	Scientific name	Seedling numbers within 0.6m <sup>2</sup> / Plant height(cm)													
		4 weeks later							8 weeks later						
		A <sup>y</sup>	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
Native Shrubs	<i>Albizzia julibrissin</i>	1.0	2.0	1.5	0.7	1.7	1.0	2.3	1.0	2.0	1.3	1.3	2.0	1.0	1.7
	<i>Rhus chinensis</i>	/1.4	/0.6	/0.7	/0.9	/1.5	/0.4	/1.5	/4.0	/2.7	/2.5	/3.0	/3.5	/4.0	/3.0
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND <sup>z</sup>
	<i>Indigofera pseudo tinctoria</i>				/0.2							/2.0			
	<i>Lespedeza cuneata</i>	11.3	11.0	13.7	10.7	11.0	9.3	10.7	18.0	18.0	17.3	17.7	16.7	11.3	12.0
	<i>Lotus corniculatus</i>	/1.5	/1.6	/0.8	/1.2	/1.3	/1.3	/1.3	/4.5	/4.8	/4.4	/3.4	/4.9	/5.0	/4.2
	<i>Aster yomena</i>	6.0	4.7	5.0	4.7	4.4	6.7	3.7	6.0	7.0	8.0	7.0	4.7	5.3	5.0
	Amount	/1.3	/1.7	/0.8	/1.4	/1.2	/1.1	/0.7	/3.0	/2.9	/3.0	/2.8	/2.8	/2.6	/2.1
Native Herbs	Amount	18.3	17.7	20.2	17.4	17.1	17.0	16.7	25.0	27.0	26.6	27.3	23.4	17.6	18.7
	<i>Lespedeza cuneata</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12.3	13.3	18.0	14.0	8.0	22.0	13.7
	<i>Lotus corniculatus</i>	44.7	53.3	60.7	43.0	43.7	64.0	57.0	/2.0	/1.9	/2.0	/2.0	/1.8	/1.9	/2.0
	<i>Arundinella hirta</i>	/1.4	/1.7	/1.4	/1.6	/1.5	/1.4	/1.3	/3.7	/4.5	/4.7	/3.4	/4.1	/4.0	/4.7
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Artemisia princeps</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Aster yomena</i>	16.3	17.3	25.4	18.3	19.7	32.3	33.0	28.0	24.3	32.3	23.7	19.0	36.7	28.3
	Amount	/0.8	/1.4	/1.1	/1.2	/0.8	/1.4	/1.0	/2.6	/2.6	/5.0	/1.8	/2.1	/4.7	/2.7
Exotic Grasses	Amount	61.0	70.6	86.1	61.3	63.4	96.3	90.0	66.3	81.1	96.8	66.0	52.0	180.7	80.8
	<i>Festuca arundinacea</i>	21.3	29.2	26.1	35.8	23.2	24.0	51.0	36.0	38.7	33.3	38.4	32.3	34.3	52.0
	<i>Poa pratensis</i>	/4.0	/3.7	/4.5	/4.6	/3.4	/3.8	/4.2	/9.4	/8.9	/8.7	/7.4	/12.0	/10.0	/13.5
	<i>Lolium perenne</i>	10.7	18.0	18.9	27.2	18.8	21.2	36.3	22.3	23.3	29.3	24.3	28.0	25.3	43.0
	<i>Festuca rubra</i>	/3.5	/3.5	/3.8	/3.5	/3.5	/3.8	/3.5	/10.0	/10.5	/11.0	/10.5	/11.5	/10.5	10.0
	<i>Lolium perenne</i>	18.3	23.5	22.0	31.7	20.0	25.8	48.2	29.3	31.3	30.3	38.3	28.3	25.4	41.3
	<i>Festuca rubra</i>	/4.0	/3.8	/3.8	/3.5	/3.5	/3.8	/4.0	/11.5	/11.0	/10.0	/11.0	/12.0	/12.5	/12.5
	Amount	7.7	18.0	8.0	8.3	11.8	11.0	24.8	9.4	7.3	7.0	8.0	9.3	13.0	13.3
Total amount	/2.5	/3.0	/2.5	/3.0	/2.8	/2.8	/2.5	/9.5	/9.5	/9.8	/9.5	/9.0	/9.4	/9.4	
Total amount		137.3	177.0	181.3	181.7	154.3	195.3	267.0	188.3	208.7	223.3	202.3	173.3	224.3	248.3

<sup>y</sup> seeding mixture A type : 18.0g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%]

B type : 19.6g[native shrubs 30%(added 30%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]

C type : 20.8g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 30%)+exotic grasses 20%]

D type : 19.2g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 30%)]

E type : 20.8g[native shrubs 30%(added 50%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]

F type : 22.7g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 50%)+exotic grasses 20%]

G type : 21.4g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 50%)]

<sup>z</sup> ND : not detected

다. 또한 발아율이 낮았던 쭉쭉쟁이, 안고초, 억새 등은 발아하지 않은 것으로 나타나 봄철의 경우 이러한 식물들의 파종시기로 적절치 않은 것으로 사료되며, 파종 시에는 이 식물들의 발아율이나 생육특성을 파악하여 파종량을 조절하는 것

이 바람직 할 것으로 판단된다. 여름 파종실험의 각 유형별 파종식물의 초장생육에서는 시공 8주 후 각 유형별로 재래 목본류인 자귀나무와 낭아초는 실험구 E에서 15cm와 17cm까지 신장하였고, 붉나무는 실험구 C에서 13.5cm,

**Table 4.** Result of the seedling numbers and heights of the 7 seed mixture types in summer.

Flora	Scientific name	Seedling numbers within 0.6m <sup>2</sup> / Plant height(cm)													
		4 weeks later							8 weeks later						
		A <sup>y</sup>	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
Native Shrubs	<i>Albizia julibrissin</i>	1.0	2.7	1.3	2.3	3.7	1.0	2.0	2.0	3.3	1.0	2.7	3.3	0.7	2.7
	<i>Rhus chinensis</i>	4.0	4.5	4.0	3.6	3.8	4.0	3.8	8.5	13.8	13.5	12.5	15.0	12.8	12.5
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	0.3	2.0	1.3	1.0	0.3	1.0	2.0	2.7	4.7	4.0	2.7	2.0	3.0	5.0
	<i>Indigofera pseudo tinctoria</i>	4.2	4.8	5.0	4.2	4.4	4.0	4.6	8.0	13.0	13.5	12.3	12.5	12.0	13.5
	<i>Lespedeza</i>	2.0	3.3	2.0	2.0	4.3	0.7	4.3	3.0	3.3	4.0	3.3	4.3	2.3	3.7
	<i>cyrtobotrya</i>	5.3	6.1	5.8	6.4	6.0	6.2	6.6	10.5	14.3	13.8	14.0	14.2	13.8	14.5
	<i>Indigofera</i>	2.3	4.7	0.7	4.3	3.3	2.7	2.3	4.0	9.0	2.0	2.7	3.3	3.3	3.3
	<i>pseudo tinctoria</i>	4.8	5.2	6.0	5.5	5.1	5.5	5.0	13.3	16.8	15.5	14.5	17.0	11.3	16.5
	Amount	5.6	12.7	5.3	9.6	11.6	5.4	10.6	11.7	20.3	11.0	11.4	12.9	9.3	14.7
Native Herbs	<i>Lespedeza cuneata</i>	1.3	2.7	2.3	2.0	2.3	3.0	5.7	4.3	5.7	4.0	4.3	5.0	4.7	6.3
	<i>Lotus corniculatus</i>	4.8	5.4	6.2	6.0	6.4	6.0	6.2	7.8	17.0	14.3	15.0	18.5	14.3	12.5
	<i>Arundinella hirta</i>	2.3	3.7	1.3	4.0	2.7	2.0	4.7	1.3	6.3	1.3	6.7	4.7	1.0	6.7
	<i>Miscanthus sinensis</i>	5.4	6.0	6.4	6.2	6.0	6.8	6.3	8.3	12.5	11.8	14.0	9.5	10.4	13.8
	<i>Artemisia princeps</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND <sup>z</sup>
	<i>Aster yomena</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Artemisia princeps</i>	2.0	28.3	23.0	21.3	19.3	30.7	18.7	21.0	32.5	14.3	27.7	26.7	42.0	46.0
	<i>Aster yomena</i>	5.4	5.5	6.2	5.8	6.3	6.0	6.0	13.0	13.8	15.5	11.8	13.5	12.0	13.3
	<i>Aster yomena</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.8	5.8	6.5	7.0	6.5	6.0
	Amount	5.6	34.7	26.6	27.3	24.3	35.7	29.1	26.6	47.5	22.6	41.7	41.4	54.0	67.0
Exotic Grasses	<i>Festuca arundinacea</i>	32.3	42.0	39.6	51.4	46.2	45.0	70.2	22.0	52.0	48.3	62.3	59.2	61.0	81.2
	<i>Poa pratensis</i>	14.2	15.3	14.8	17.0	15.4	14.8	15.5	22.3	26.3	26.8	28.0	23.4	27.8	27.5
	<i>Lolium perenne</i>	17.0	23.0	23.2	36.3	31.3	33.7	56.3	14.7	29.3	29.3	56.3	45.5	49.0	69.7
	<i>Festuca rubra</i>	15.2	16.0	15.5	16.5	16.0	15.8	16.3	23.2	25.0	25.5	26.5	24.0	25.8	26.3
	<i>Lolium perenne</i>	34.3	46.3	46.3	49.7	31.3	55.3	76.0	26.0	61.0	37.3	73.3	63.0	72.0	87.3
	<i>Festuca rubra</i>	15.0	15.0	14.5	14.8	14.8	15.0	15.0	23.3	23.3	23.0	23.3	23.0	23.5	23.5
	<i>Festuca rubra</i>	25.2	19.0	19.7	28.0	28.0	37.2	66.5	18.3	44.3	42.2	54.7	51.7	63.7	78.4
	<i>Festuca rubra</i>	16.0	15.8	15.8	15.5	16.3	16.0	16.5	20.0	22.8	24.8	23.5	23.3	24.0	25.5
	Amount	108.8	130.3	128.8	165.4	136.8	171.2	269.0	81.0	186.6	157.1	246.6	219.4	245.7	316.6
Total amount	120.0	177.7	160.7	202.3	172.7	212.3	308.7	119.3	254.4	190.7	299.7	273.7	309.0	398.3	

<sup>y</sup> seeding mixture A type : 18.0g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 B type : 19.6g[native shrubs 30%(added 30%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 C type : 20.8g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 30%)+exotic grasses 20%]  
 D type : 19.2g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 30%)]  
 E type : 20.8g[native shrubs 30%(added 50%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 F type : 22.7g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 50%)+exotic grasses 20%]  
 G type : 21.4g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 50%)]

<sup>z</sup> ND : not detected

참싸리는 실험구 G에서 14.5cm까지 신장하였다. 재래 초본류인 비수리와 쪽부쟁이는 실험구 E에서 각각 18.5cm, 7cm까지 신장하여 다른 실험구에 비해 생육이 우수한 것으로 나타났고, 쪽은 실험구 C에서 15.5cm, 벌노랑이는 실험구 D에서

14cm 까지 신장하였다. 외래 초본류인 Tall fescue와 Kentucky bluegrass는 실험구 D에서 28cm와 26.5cm, Perennial ryegrass는 모든 실험구에서 약 23cm 정도 까지 신장하였고, Creeping red fescue는 실험구 G에서 25.5cm로 나타났다.

**Table 5.** Result of the seedling numbers and heights of the 7 seed mixture types in autumn.

Flora	Scientific name	Seedling numbers within 0.6m <sup>2</sup> / Plant height(cm)													
		4 weeks later							8 weeks later						
		A <sup>y</sup>	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
Native Shrubs	<i>Albizia julibrissin</i>	1.0	2.0	0.7	1.7	2.0	2.0	1.7	0.7	ND	ND	ND	ND <sup>z</sup>	0.7	1.3
	<i>Rhus chinensis</i>	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	14.7	19.7	13.7	13.3	15.7	15.3	14.7	9.0	9.7	6.0	7.7	7.7	9.7	9.3
	<i>Indigofera pseudo tinctoria</i>	14.7	19.7	13.7	13.3	15.7	15.3	14.7	9.0	9.7	6.0	7.7	7.7	9.7	9.3
	<i>Indigofera pseudo tinctoria</i>	14.7	19.7	13.7	13.3	15.7	15.3	14.7	9.0	9.7	6.0	7.7	7.7	9.7	9.3
	<i>Indigofera pseudo tinctoria</i>	14.7	19.7	13.7	13.3	15.7	15.3	14.7	9.0	9.7	6.0	7.7	7.7	9.7	9.3
	<i>Indigofera pseudo tinctoria</i>	14.7	19.7	13.7	13.3	15.7	15.3	14.7	9.0	9.7	6.0	7.7	7.7	9.7	9.3
	<i>Indigofera pseudo tinctoria</i>	14.7	19.7	13.7	13.3	15.7	15.3	14.7	9.0	9.7	6.0	7.7	7.7	9.7	9.3
	Amount	21.0	26.7	18.7	15.0	19.4	22.3	21.1	12.4	13.4	8.7	10.7	14.4	11.1	11.6
Native Herbs	<i>Lespedeza cuneata</i>	ND	0.7	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7
	<i>Lotus corniculatus</i>	47.0	73.0	58.0	79.0	72.0	81.0	66.0	79.0	109.0	89.7	94.0	77.0	123.0	87.0
	<i>Arundinella hirta</i>	1.5	1.5	1.0	1.7	1.0	1.8	2.0	4.5	4.8	4.2	3.8	3.8	3.8	4.0
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Artemisia princeps</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Aster yomena</i>	1.7	ND	1.3	ND	1.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.3
	<i>Aster yomena</i>	1.5	ND	2.3	ND	1.5	ND	ND	ND	1.0	1.7	ND	ND	ND	3.5
	<i>Aster yomena</i>	1.5	ND	2.3	ND	1.5	ND	ND	ND	1.0	1.7	ND	ND	ND	ND
	<i>Aster yomena</i>	1.5	ND	2.3	ND	1.5	ND	ND	ND	1.0	1.7	ND	ND	ND	ND
		Amount	51.0	73.7	61.6	79.0	75.0	81.0	67.3	79.0	110.0	91.4	94.0	77.0	123.0
Exotic Grasses	<i>Festuca arundinacea</i>	15.3	38.4	29.3	41.0	21.3	21.3	42.4	40.3	50.2	54.3	44.6	57.6	37.3	61.6
	<i>Poa pratensis</i>	16.8	19.8	12.8	13.3	10.3	10.1	18.3	21.6	23.0	26.6	30.3	19.4	12.8	25.1
	<i>Lolium perenne</i>	16.8	19.8	12.8	13.3	10.3	10.1	18.3	21.6	23.0	26.6	30.3	19.4	12.8	25.1
	<i>Festuca rubra</i>	16.8	19.8	12.8	13.3	10.3	10.1	18.3	21.6	23.0	26.6	30.3	19.4	12.8	25.1
	<i>Festuca rubra</i>	16.8	19.8	12.8	13.3	10.3	10.1	18.3	21.6	23.0	26.6	30.3	19.4	12.8	25.1
	<i>Festuca rubra</i>	16.8	19.8	12.8	13.3	10.3	10.1	18.3	21.6	23.0	26.6	30.3	19.4	12.8	25.1
	<i>Festuca rubra</i>	16.8	19.8	12.8	13.3	10.3	10.1	18.3	21.6	23.0	26.6	30.3	19.4	12.8	25.1
	<i>Festuca rubra</i>	16.8	19.8	12.8	13.3	10.3	10.1	18.3	21.6	23.0	26.6	30.3	19.4	12.8	25.1
	Amount	91.0	107.3	97.3	103.0	94.0	79.0	110.0	133.0	145.0	152.0	167.0	142.0	125.0	196.0
	Total amount	163.0	207.7	177.6	197.0	188.4	182.3	198.4	224.4	232.0	252.1	271.7	233.4	259.1	296.6

<sup>y</sup> seeding mixture A type : 18.0g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%]

B type : 19.6g[native shrubs 30%(added 30%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]

C type : 20.8g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 30%)+exotic grasses 20%]

D type : 19.2g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 30%)]

E type : 20.8g[native shrubs 30%(added 50%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]

F type : 22.7g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 50%)+exotic grasses 20%]

G type : 21.4g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 50%)]

<sup>z</sup> ND : not detected



시공 8주 후 각 실험구별 파종식물의 개체수는 김남준(1997)의 초·목본류 포장발아율 실험에서 나타난 결과와 같이 외래초본류를 제외한 대부분의 파종식물 개체수가 다른 시기에 비해 비교적 많았다. 그러나, 재래 목본류 중 참싸리와 낭아초의 발아상 발아율이 60% 이상으로 높게 나타났지만, 여름 파종실험에서는 봄 파종실험과 비교했을 때 다소 적은 개체수를 나타내었다. 이는 여름철 파종 식물들의 빠른 생육으로 인하여 생육이 저조한 목본류가 중간 경쟁에서 피압되어 개체수의 감소를 초래한 것으로 판단된다. 재래 초본류는 봄 파종실험에서 발아가 되지 않았던 비수리와 쭉부쟁이가 발아되어 실험구별로 4~6본 정도의 개체수를 나타냈지만, 다른 초본류에 비해서는 개체수가 적었다. 쭉은 봄 파종실험의 개체수와 비슷하게 나타난 반면에 벌노랑이의 경우 봄 파종실험의 개체수보다 급격히 감소한 것을 볼 수 있는데, 이는 외래 초본류의 빠른 초기 생육으로 인하여(김남준, 1997; 김정훈, 2004) 발아초기에 피압된 것으로 판단된다. 외래 초본류의 경우 봄철 발아율과 개체수가 적었던 Creeping red fescue의 개체수가 증가하였고, 발아상의 발아율 결과와 비슷한 경향의 개체수를 나타냈다.

가을 파종실험의 각 유형별 파종식물의 초장생육에서는 시공 8주 후 각 유형별로 재래 목본류인 자귀나무는 실험구 F에서 4.2cm, 참싸리는 실험구 D에서 4.7cm, 낭아초는 실험구 B에서 4.7cm 까지 신장하였다. 재래 초본의 비수리와 쭉은 실험구 G에서 각각 3.0cm와 3.5cm, 벌노랑이와 쭉부쟁이는 실험구 B에서 각각 4.8cm, 2.7cm까지 신장하였고, 외래 초본류인 Tall fescue는 실험구 D에서 13.0cm, Kentucky bluegrass와 Perennial ryegrass는 실험구 C에서, Creeping red fescue는 실험구 G에서 12.5cm까지 신장하였다.

시공 8주 후 각 실험구별 파종식물의 개체수는 발아상에서 참싸리와 벌노랑이의 발아율이 80% 이상으로 높게 나타난 것처럼 인공비탈면 실험에서도 다른 재래 초·목본류에 비해 많은 개체수를

나타내었다. 재래 목본류 가운데서 가을철 발아율이 낮았던 자귀나무와 낭아초의 개체수가 낮게 나타났고, 붉나무는 발아하지 않았다. 따라서 붉나무의 경우 여름철이 파종적으로 판단되며, 봄과 가을철 시공 시 배합량을 적절하게 조정할 필요가 있다. 재래 초본류 중 가을철 발아상에서의 발아율이 94%로 초본류 가운데서 가장 높게 나타났던 비수리와 56%로 비교적 높게 나타난 쭉부쟁이는 인공비탈면 실험구에서 아주 적은 개체수를 나타내었다. 또한 발아율이 낮았던 안고초, 억새 등의 식물들은 봄과 여름 파종실험에서와 마찬가지로 발아하지 않아 녹화 공사 시 이들 식물들은 계절별로 제한적 사용이 적합할 것으로 판단된다. 외래 초본류의 경우 발아율이 높았던 Tall fescue와 Perennial ryegrass는 발아율이 낮았던 Kentucky bluegrass와 Creeping red fescue에 비해 많은 개체수를 보이며, 발아상 발아율 결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

## 2) 계절별 가중치에 따른 피복율 경향

계절별 종자배합량의 가중치에 따른 각 실험구의 피복율은 Table 6과 같다.

4월에 실시한 봄 파종실험의 각 종자유형별 실험구의 피복율은 파종 8주 후 각 실험구의 피복율 조사에서는 시간이 경과함에 따라 전반적으로 피복율이 증가한 경향을 나타냈다. 외래 초본류를 50% 활증한 실험구 G에서 70% 이상의 발아율을 나타냄으로써 토양침식의 우려가 없을 것으로 판단된다. 그러나 다른 실험구의 피복율은 35~45% 정도로 낮았고, 재래 초본을 30% 활증한 실험구 C는 20%로 가장 낮은 피복율을 보였다. 이러한 결과를 나타낸 요인으로는 낮은 생육온도와 인공비탈면 특성상 실험구내의 인위적으로 조성한 얇은 기반토양에 따른 수분유지의 어려움을 들 수 있는데, 이로 인하여 파종식물의 생육저하가 나타나 전체적으로 각 실험구에서 낮은 피복율을 보인 것으로 판단된다.

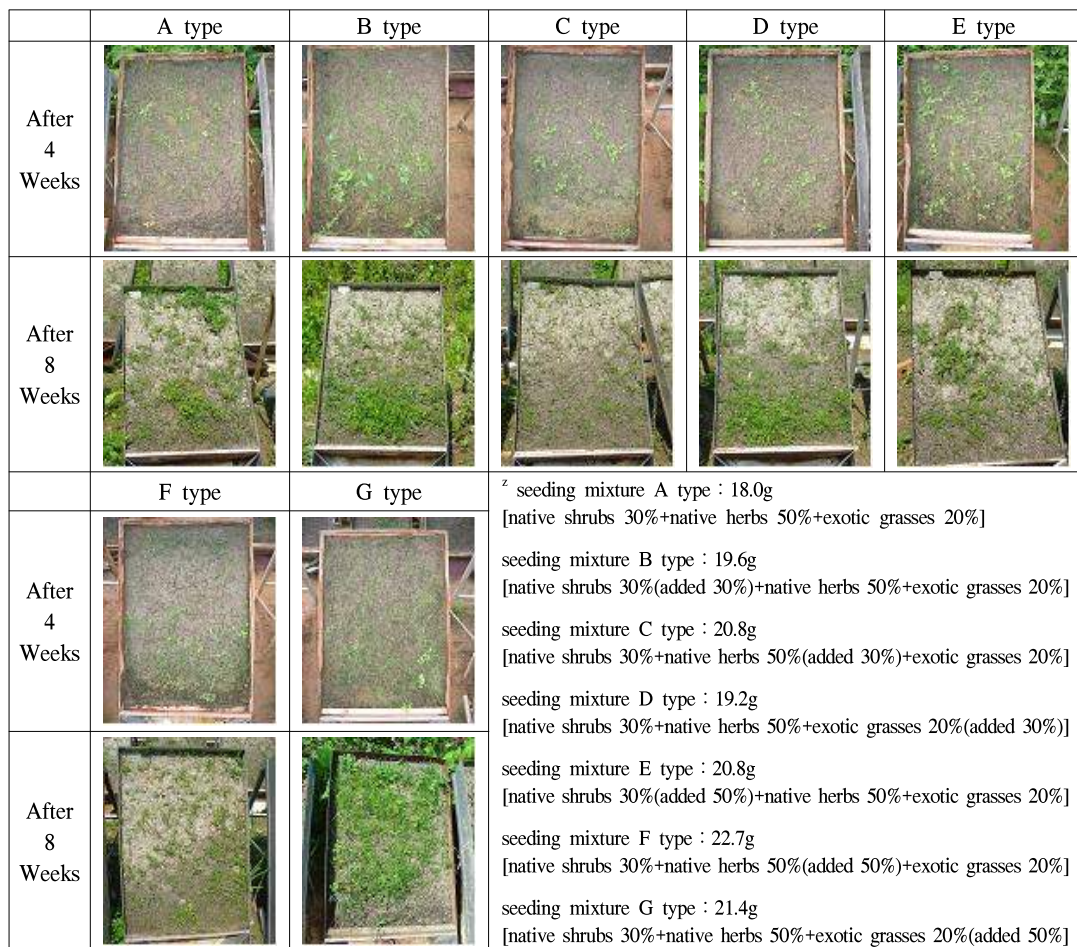
**Table 6.** Ground coverage rates of seed mixture types.

Season	Ground coverage rates of individuals													
	4 weeks later							8 weeks later						
	A <sup>y</sup>	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
<i>Spring</i>	15.0bc	20.0ab	10.0c	10.0c	25.0a	10.0c	10.0c	35.0c	45.0b	20.0d	35.0c	35.0c	40.0bc	70.0a <sup>z</sup>
<i>Summer</i>	30.0b	55.0ab	60.0a	70.0a	55.0ab	70.0a	80.0a	70.0b	92.0a	88.0a	90.0a	90.0a	75.0b	98.0a
<i>Autumn</i>	5.0a	6.0a	5.0a	5.0a	6.0a	6.0a	8.0a	8.0b	10.0ab	8.0b	10.0ab	12.0ab	12.0ab	15.0a

<sup>y</sup> seeding mixture A type : 18.0g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 B type : 19.6g[native shrubs 30%(added 30%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 C type : 20.8g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 30%)+exotic grasses 20%]  
 D type : 19.2g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 30%)]  
 E type : 20.8g[native shrubs 30%(added 50%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%]  
 F type : 22.7g[native shrubs 30%+native herbs 50%(added 50%)+exotic grasses 20%]  
 G type : 21.4g[native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 50%)]

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

7월에 실시한 여름 파종실험의 각 종자유형별 피복율의 차이를 보였으며, 특히 재래 초본류와 실험구의 피복율은 파종 4주 후에서 할증에 따른 외래 초본류를 할증한 실험구에서는 각각 할증에



**Figure 2.** View of experimental plots on 4 and 8 weeks after(seeding date : 2005. 4. 1).















	A type	B type	C type	D type	E type
After 4 Weeks					
After 8 Weeks					
	F type	G type	<sup>2</sup> seeding mixture A type : 18.0g [native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%] seeding mixture B type : 19.6g [native shrubs 30%(added 30%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%] seeding mixture C type : 20.8g [native shrubs 30%+native herbs 50%(added 30%)+exotic grasses 20%] seeding mixture D type : 19.2g [native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 30%)] seeding mixture E type : 20.8g [native shrubs 30%(added 50%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%] seeding mixture F type : 22.7g [native shrubs 30%+native herbs 50%(added 50%)+exotic grasses 20%] seeding mixture G type : 21.4g [native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 50%)]		
After 4 Weeks					
After 8 Weeks					

Figure 3. View of experimental plots on 4 and 8 weeks after(seeding date : 2005. 7. 19).

다른 피복율의 증가 추세를 나타냈다. 시공 8주 후 각 실험구의 피복율에서 모든 실험구가 70% 이상의 피복율을 보이며 토양침식의 우려가 적을 것으로 사료되며, 시공 4주 후와 같이 외래 초본류를 50% 활증한 실험구 G가 가장 높은 피복율을 보였다. 그러나 재래 목본류와 재래 초본류의 경우 50%의 활증을 둔 실험구보다 30%의 활증을 둔 실험구에서 피복율이 높게 나타나 개체수 분석의 결과에서 나타난 것처럼 여름철 시공 시 재래 목본류 30% 활증이 전반적으로 좋은 경향을 보일 것으로 판단된다.

9월에 실시한 가을 파종실험의 각 종자유형별 실험구의 피복율은 파종 8주 후까지도 봄과 여름

파종실험과 달리 활증에 따른 피복율의 차이를 나타내지 않았다.

파종 4주 후 각 실험구의 피복율은 5~8% 정도로 매우 낮은 피복율을 나타내었다. 파종 8주 후 외래 초본류를 50% 활증한 실험구 G가 15%의 피복율을 보이며 가장 높게 나타났다. 그러나 이는 매우 낮은 수치이며, 다른 실험구들은 각 초종별 활증에 따른 피복율의 증가가 나타난 경향을 보였지만 토양침식의 우려가 있을 정도로 피복율이 낮게 조사되었다. 이러한 결과는 가을 파종실험의 경우 개체수는 다른 계절에 비해 별 차이가 없었으나, 파종 식물의 생육환경에 따른 식물들의 생육저하 및 중단에 기인한 것으로 판단된다.

















	A type	B type	C type	D type	E type
After 4 Weeks					
After 8 Weeks					
	F type	G type	<sup>z</sup> seeding mixture A type : 18.0g [native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%] seeding mixture B type : 19.6g [native shrubs 30%(added 30%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%] seeding mixture C type : 20.8g [native shrubs 30%+native herbs 50%(added 30%)+exotic grasses 20%] seeding mixture D type : 19.2g [native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 30%)] seeding mixture E type : 20.8g [native shrubs 30%(added 50%)+native herbs 50%+exotic grasses 20%] seeding mixture F type : 22.7g [native shrubs 30%+native herbs 50%(added 50%)+exotic grasses 20%] seeding mixture G type : 21.4g [native shrubs 30%+native herbs 50%+exotic grasses 20%(added 50%)]		
After 4 Weeks					
After 8 Weeks					

Figure 4. View of experimental plots on 4 and 8 weeks after(seeding date : 2005. 9. 22).

#### IV. 결론

본 연구는 대규모 건설공사로 인해 발생하는 인공비탈면을 그대로 방치할 경우 발생할 수 있는 침식과 붕괴의 이차적인 피해방지과 손상된 경관미 회복을 위한 해결방안 모색에 그 목적을 두고 있다. 최근까지도 비탈면 녹화공사는 외래 초본류 위주의 도입종을 무분별하게 사용하고 있으며, 이에 따른 단조로운 경관연출과 이차식생의 천이가 어려운 문제점들을 내포하고 있다. 이러한 문제점들을 극복하기 위하여 건설교통부에서는 ‘비탈면 녹화설계 및 시공지침’을 수립, 시행하기에 이르렀다. 본 연구에서는 이러한 지침

을 바탕으로 원지반식생정착공법을 사용하여 복원목표에 부합되는 사용식물 및 파종량에 계절별로 가중치를 두어 식생배합 실험구를 조성하였다. 종자 뿔어붙이기 공법에서 일반적으로 사용하는 종자량(30g/m<sup>2</sup>)을 기준으로 하여 봄, 여름, 가을 파종 실험을 수행하였으며 종자배합 중 재래 목본, 재래 초본, 외래 초본류를 각각 30% 및 50%를 할증하여 계절별 적정 사용량을 규명하고자 하였다. 본 실험을 통하여 얻은 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

##### 1. 발아상에서의 계절별 발아실험결과

재래 초본의 경우, 비수리와 벌노랑이는 계절

별 적용온도에 관계없이 80% 이상의 높은 발아율을 보여 계절에 관계없이 사용 가능하다. 쑥부쟁이는 여름과 가을, 쑥은 여름의 적용온도에 발아율이 높게 나타나므로, 이 시기에 파종하는 것이 적합할 것으로 사료된다. 그러나 안고초와 억새는 다른 식물들에 비해 낮은 발아율을 보이므로 녹화에 사용 시 파종량과 파종시기에 대한 면밀한 검토가 필요한 것으로 나타났다.

재래 목본류중 참싸리는 계절에 관계없이 70% 이상의 발아율을 나타내었고, 남아초는 여름에 62.3%, 자귀나무와 붉나무는 가을에 30% 이상의 발아율을 나타내어 계절의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

외래 초본류는 여름에 70% 이상의 발아율로 가장 높게 나타났고, 봄철에는 Creeping red fescue, 가을에는 Kentucky bluegrass와 Creeping red fescue가 30%의 발아율로 계절적 영향을 많이 받는 것으로 나타나 파종시기별 종자 사용량 산정 시 고려 인자로 작용할 것으로 예측된다. 따라서 녹화공사 시 파종 식물의 생육특성에 따른 적절한 배합량과 계절별 가중치 적용으로 훼손지의 경관미 회복과 복원목표를 동시에 달성할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 인공비탈면에서의 계절별 할증파종 결과

파종식물의 계절별 개체수 분석결과 봄과 여름실험 모두 파종 4주 후 외래 초본류와 재래 초본류의 할증에 따른 실험구 G, D, F, C에서 할증을 하지 않은 대조구 및 다른 실험구에 비하여 많은 개체수를 나타낸 반면, 재래 목본류를 할증한 실험구 B와 E의 경우 재래 목본류의 개체수의 큰 차이를 보이지 못하였다. 또한 각 실험구 개체수에서 외래 초본류가 차지하는 비율이 매우 높게 나타났다.

봄 파종 실험결과 재래 초본류의 할증은 30%보다 50%적용 시 더 효과적이며 외래 초본 할증율이 50%일 경우 재래 초본류의 개체수는 늘어나고 재래 목본류의 개체수는 줄어드는 경향을

나타내었다. 따라서 봄철 시공 시 파종식물의 할증에 따른 효과를 최대로 하기 위해서는 재래 목본류와 외래 초본류 30% 할증과 재래 초본류 50% 할증이 적합한 것으로 나타났다.

여름 파종실험에서는 외래 초본류의 빠른 생육과 우점으로 인하여 재래 초본류와 재래 목본류의 개체수가 급격히 감소한 것으로 나타나 외래 초본 사용량에 대한 각별한 주의가 필요한 것으로 사료된다. 그러나, 종자 유형별 할증에서는 재래 목본류 30% 할증과, 재래 초본류 50% 할증 시 할증에 따른 개체수의 증가와 식물생육이 가장 우수한 것으로 조사되었다.

가을철 파종실험에서는 재래 목본류는 30% 할증 시에, 재래 초본류와 외래 초본류는 50% 할증 시에 효과가 최대로 나타나 계절별 사용식물의 가중치를 적절히 조절함으로써 외래초종 우점의 피해를 최소화하고 복원목표에 부합하는 결과를 기대할 수 있으리라 판단된다.

## 3. 종합

계절별 파종식물의 발아상 발아율과 인공비탈면 실험구에서의 초장생육, 개체수 및 피복을 분석 결과 비수리, 쑥부쟁이 등 일부 식물을 제외하고는 발아율에서 비슷한 경향을 나타내었다. 이는 시공 시 파종식물 배합량의 결정에 있어 매우 중요하므로, 시공 시기별로 각 식물의 생육특성을 파악하여 적용하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

## 인 용 문 헌

- 건설교통부. 2005. 비탈면 녹화 설계 및 시공 잠정 지침.
- 김남춘. 1997a. 사면녹화공사용 자생목본의 파종 적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(1) : 73-81.
- 김남춘. 1997b. 주요 초본식물의 비탈면 파종 적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(2) : 62-72.

- 김남춘 · 허영진 · 김정훈. 2005. 환경친화적인 도로 비탈면 훼손지 복원을 위한 적정 식물 배합에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(4) : 81-90.
- 김정훈. 2004. 비탈면녹화를 위한 식생배합개선방안 연구. 단국대학교 대학원 석사학위논문.
- 산림청. 1992. 채석적지 유형별 표준공법개발.
- 우보명 · 권태호 · 김남춘. 1993. 임도비탈면의 자연식생침입과 효과적인 비탈면녹화공법 개발에 관한 연구. 한국임학회지 85(3) : 347-359.
- 한국도로공사. 1995. 고속도로 절토비탈면 녹화 공법연구.
- 환경부. 2001. 생태적측면의 절개비탈면 녹화공법 활성화 방안에 관한 연구.
- 吉田 寛 · 고정현. 2005. 일본에 있어서 파종공에 의한 법면녹화와 자연회복녹화. 한국환경복원녹화기술학회지 8(2). 76-89.
- 龜山 章. 2003. 생태공학. 소프트사이언스社.
- 小橋登治 · 材井 宏 · 龜山 章. 1997. 環境綠化工學 p.13-136.
- Harker, D., G. Libby, K. Harker, S. Evans and M. Evans. 1999. Landscape restoration handbook, 2nd edition, Lewis Publications.
- Morrison, D. G. 1996. Design, restoration and Management. Dept. of Landscape Architecture.

接受 2005年 11月 18日