

비탈면 조기수림화를 위한 녹화용 식물의 활용에 관한 연구*

김남춘¹⁾ · 윤중서 · 배선우 · 손원주 · 정성철²⁾

¹⁾ 단국대학교 생명자원과학부 환경조경학과 ²⁾ 단국대학교 대학원 생명자원과학과 환경조경학전공

Seeding of the Woody Plants for the Quick-coverage of the Slopes

Kim, Namchoon¹⁾ · Yoon, Jungseo · Bae, Sunwoo · Son, won-ju and Jung, Sungchul²⁾

¹⁾ Major in Environment and Landscape Architecture, Dankook University,

²⁾ Major in Environment and Landscape Architecture, Department of Bio-resources Science,
Graduate School of Dankook University

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the germination rates and ground coverage rates of the 16 native wild flower, herbaceous, shrub and woody plants according to temperature and seeding timing for the revegetation and rehabilitation of the roadside slopes. Also, this study was conducted to suggest design criteria to select revegetation plants and to decide proper seed mixture for ecological restoration of the disturbed manmade slopes as a environmentally friendly construction. The results are summarized as follows.

1. Most of the plants germinated after 10~14 days. Woody plants germinated more slowly than wild flowers and herbaceous plants because of the hard seed.
2. Most of the plants showed the highest percentage of the germination rates under 15/25°C temperature. The next was in order of under the 20/30°C temperature, normal temperature(October) and 25/35°C temperature.
3. At the chamber experiment, the *Sorbaria sorbifolia var. stellipila* showed the highest germination rates. Most of the native wild flowers germinated well and showed high germination rates under the various temperature.
4. As the field germination experiments, the seeding at August shows higher germination rates than that of the seeding at September, but showed lower surviving percentage of the germinated seedlings and lower ground coverage percentage than those of the seeding at September. After one year, *Chionanthus retusus*, *Acer palmatum*, *Albizia julibrissin* are germinated and showed 10% coverage rates. So, they can be used as revegetation plants for the restoration works.
5. As seed mixture experiment, it was not effective only to increase the proportion of the ratio

* 이 연구는 2001년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음

of the tree seeds, relatively high price, for making woody vegetation. It would be more successful to make vegetation structure by natural competition among wild flowers, shrubs and trees.

6. The excessive dominance of trees in revegetation works may destroy the lower layer of vegetation and it will be undesirable on the species diversity. It is more important to recover the species diversity of the plant community by seed mixture with the considering the germination, the growth characteristics and the correlation effect among revegetation plants.

7. To recover the manmade slopes quickly, increasing the ratio of the wild flower was recommended.

Key words : *seed mixture, revegetation, restoration, environmentally friendly construction, wild flower, woody plants*

I. 서 론

인간에 의해 파괴된 대규모 자연경관 훼손지를 인간에 의한 간섭 이전의 모습으로 되돌리기 위한 다양한 노력이 행하여지고 있다(김남춘, 1998; Morrison, 1996; Harker et al, 1999). 최근 행하여지고 있는 각종 건설공사 및 토목공사로 인하여 발생된 비탈면들을 방지할 경우 면상침식, 구곡침식 등이 발생되어 이차 환경파괴가 이루어지며(김남춘, 1991), 다량의 토사를 유실하게 되어 하천, 도로, 전답, 택지 등을 매몰하여 실생활에 피해를 끼치게 된다(한국도로공사, 1995).

최근에는 훼손된 비탈면의 생태적 복원을 하기 위한 녹화용 식물의 개발과 식생기반체의 조성 및 시공기술의 개발이 활발하게 이루어지고 있다(最新斜面土留め技術總攬委員會, 1991; 조진태 등, 1985; 조은부, 1994; 방광자 등, 1998; 환경부, 2001)확인). 국내에서도 환경친화적인 복원과 녹화를 위한 다양한 공법을 개발하기 위해 많은 노력을 하고 있으며, 싸리류 이외에도 자생목본류와 초본류, 야생화 등의 이용이 활발해지고 있다(유형근, 1985; 김남춘 등, 1998; 백정애 등, 2000).

일반적으로 녹화용으로 사용되는 외래도입종들은 발아율이 매우 우수하고, 초기 생장이 빨라 비탈면의 단기급속녹화에는 용이하나 여름철의 혹서기에는 황변하여 매우 불량한 미관

을 나타내는 문제점이 있다(김남춘, 1997; 한국도로공사, 1998). 따라서 외래초종만으로 파종하는 것 보다는 지역의 자생종자와 혼파하여 조기수림화를 유도하는 것이 가장 바람직한 것으로 판단되고 있다(山寺喜成, 1990; 우보명 등, 1993; 환경부·(사)한국환경복원녹화기술학회, 2001; 道路綠化保全協會, 2002).

수림화에 사용가능한 녹화용 식물의 발아율에 대해서는 소나무(정준모, 2000)와 금강소나무(권오실, 1990)의 종자발아특성에 대한 연구가 있었으며, 비탈면에 다른 식물들과 혼파시의 소나무종자 발아경향에 대한 연구가 발표된 바 있으나(김남춘, 1997a) 다른 종자에 피압되어 파종직후 발아한 소나무 종자 대부분이 피압되는 경향을 나타내었다.

반면 자귀나무와 이팝나무, 단풍나무는 종자 파종이 가능하여 녹화용으로 활용이 가능한 목본들로서 앞으로 그 사용이 매우 증가할 것으로 기대되고 있는데, 자귀나무종자의 발아생리(김선호, 1982)와 이팝나무의 종자처리(김인겸 등, 2000), 단풍나무(김남철, 1986)에 대한 연구결과를 종합해 볼 때 앞으로 이들 종자의 활용가능성이 매우 높다고 판단된다. 목본류보다는 자생식물의 종자발아에 대한 연구가 많이 진행되었으며(유형근, 1985; 강우창 등, 1995; 방광자 등, 1998; 임재홍 등, 1999; 전기성 등, 1999), 녹화용으로 활용 가능한 녹화용 식물로 별개미취, 벌노랑이, 쭉부쟁이 등이 추천되고 있다.

녹화용 식물의 혼파방법에 대한 연구로 외래종과 자생종의 혼합에 대한 연구(이재필 등, 1995; 김남춘 등, 1998; 전기성 등, 1999; 김남춘 등, 2001)가 있었으나 앞으로는 자생야생화류와 목본식물을 혼파하는 방법이 다층구조의 식물군락을 조성하는데 보다 효과적인 것으로 판단되어 이에 대한 연구의 필요성이 높다고 할 수 있다.

이러한 다양한 조건들을 충족시키면서景觀적으로 우수한 녹화용 식생을 선정하기 위해서는 발아에 적합한 온도와 적정 파종량, 종자배합, 식물의 생육 등과 관련된 많은 연구가 이루어져야 하지만 국내에서는 아직 이와 관련된 연구결과가 부족한 상태이다. 특히 환경친화적인 건설사업을 추진하기 위해 검토되고 있는 훼손지의 생태복원녹화를 위해서는 많은 식물종자를 활용하여야 하므로(환경부, 2001) 자생야생화류와 자생초목본 종자들에 대한 온도별 발아율과 파종시기 등에 대해 심도 있는 연구가 이루어질 필요가 있다.

따라서 본 연구는 도로의 건설, 댐, 대단위 택지개발 등 다양한 각종 개발행위로 인하여 발생하는 자연환경의 파괴와 악화를 방지하고,景觀미를 복원하며, 식생의 다양화와 다양한 생물서식공간을 제공할 수 있는 조기수림화에 활용가능한 식물종을 선별하기 위한 기초적 실험을 실시하였다. 특히, 본 연구에서는 양잔디류보다는 야생화류를 활용하여 목본식물과 파종함으로써 조기수림화의 새로운 식물배합을 모색하고자 하였으며, 본 연구 결과는 환경친화적인 생태환경 복원녹화기술의 발전에 기여할 수 있는 중요한 정보를 제공할 수 있다고 판단된다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

조기수림화를 이루기 위한 녹화용 식물로써 야생화류 5종(별개미취, 별노랑이, 민들레, 썩부쟁이, 도라지), 관목류 5종(참싸리, 비수리, 낭아초, 개쉬땅나무, 당조팝나무), 교목류 6종(단풍나무, 가중나무, 자귀나무, 이팝나무, 적송, 해

송)이 선정되었다. 이들은 국내의 척박한 토질 조건에 잘 견디고, 지표면 피복력이 우수하여 비탈면 녹화용으로 많이 이용될 수 있다고 판단되어 선정하였다.

2. 발아실험

1) 실험실 및 상온에서의 실험

온도별 발아실험은 Growth Chamber(DLI-112 : DAE LIM)내에서 수행하였다. 온도는 15℃(±1)/25℃(±1), 20℃(±1)/30℃(±1), 25℃(±1)/35℃(±1)로 변온상태에서 종자 발아 경향을 파악하기 위해 주/야간을 각 10/14시간으로 조절하여 처리하였다. 상온에서의 발아율 실험은 Growth Chamber내에서의 실험과 동일한 방법으로 2001년 10월 9일부터 10월 24일 까지 15일간 상온(충남 천안시; 평균기온 10~15℃, 일조시간 10~8시간)에서 실시하였으며, 오랜 시간 햇빛노출을 피하기 위해 차광막을 설치하였고, 발아율 조사방법 또한 같은 방법으로 시행하였다.

2) 노지파종실험

노지파종 발아율 실험은 단국대학교 실험포장(충남 천안시)에서 평지를 고른 후 배양상(52cm×36cm×8.5cm)을 일정하게 설치하여 실시하였다. 배양상에는 상토를 제거하고 배양토(TKS2-instant : flora gard, Germany)를 채워 외부의 다른 종자유입 및 잡초의 발생을 최소화하고, 3반복 완전임의배치하였다. 파종량은 자생초본류의 경우 1㎡당 1000본을 기준으로 하였으며, 관목류는 500본, 교목류는 200본을 기준으로 하여, 배양상 크기(0.1823㎡)로 환산한 양만큼을 파종하였고, 파종후 3mm 두께로 복토하였다. 복토 후에는 벚짚으로 멀칭하였으며, 파종은 2001년 8월 9일과 9월 11일 두 차례에 걸쳐서 하였다.

3. 목본식물 배합실험

1) 실험구 배치

본 실험은 한지형잔디 위주의 조기녹화를 위한 종자 배합이 아닌 야생화 종자와 관목 종자, 교목 종자를 이용한 다층구조식생의 자연수림

을 복원하기 위한 식생배합을 파악하기 위해 실시하였다.

실험구는 비탈면에 1m×1m 규격의 정사각형 모양의 파종 틀을 목재로 제작하여 설치한 후 기존토양을 제거하고 살균된 토양으로 대체하였다(Figure 1). 토양은 토양 유기물과 잡초종자에 의한 실험의 오차를 줄이기 위하여, 심토를 150℃에서 3시간 동안 훈증 살균하여 이용하였다.



Figure 1. Photograph of experimental slope

Table 1. Seed mixture composition and seeding rates of native herbs, shrubs and trees.(unit : g)

Flora	Scientific name	seeding rate		
		Mixture rate (Herb : Shrub : Tree)		
		5:3:2	2:5:3	2:1:7
Herb	<i>Aster koraensis</i> (별개미취)	0.09	0.04	0.04
	<i>Lutos corniculatus</i> var. <i>japonicus</i> (별노랑이)	0.18	0.07	0.07
	<i>Taraxacum mongolicum</i> (민들레)	0.05	0.02	0.02
	<i>Aster yomena</i> (쑥부쟁이)	0.07	0.03	0.03
	<i>Callistephus chinensis</i> (과꽃)	0.36	0.14	0.14
	<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	0.12	0.05	0.05
Shrub	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> (참싸리)	0.85	1.41	0.28
	<i>Lespedeza cuneata</i> (비수리)	0.17	0.29	0.06
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i> (낭아초)	1.32	2.20	0.44
	<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i> var. <i>stellipila</i> (쉬땅나무)	0.02	0.03	0.01
Tree	<i>Spiraea chinensis</i> (당조팝나무)	0.27	0.46	0.09
	<i>Acer palmatum</i> (단풍나무)	1.20	1.81	4.21
	<i>Ailanthus altissima</i> (가중나무)	9.22	13.96	32.39
	<i>Albizia julibrissin</i> (자귀나무)	3.66	5.55	12.87
	<i>Chionanthus retusus</i> (이팝나무)	33.03	50.05	116.12
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	1.13	1.71	3.97
	<i>Pinus thunbergii</i> (곰솔)	0.78	1.19	2.75

2) 종자의 배합

실험에 사용된 종자의 파종량은 발아기대본수 1,000본/㎡를 기준으로 하여 파종하였고, 야생화류, 관목, 교목의 비율을 5 : 3 : 2로 한 처리, 2 : 5 : 3으로 한 처리, 2 : 1 : 7로 처리한 3 수준으로 하였다. 야생화류 6종, 관목 5종, 교목 6종의 각 식물들은 발아기대본수를 기준으로 하여 균등한 비율로 혼합하였다.

3) 피복율 산출 및 통계처리

실험구의 조사는 각 식물별 배양상내의 발아된 개체수 및 피복율을 파종후 30일부터 실시하였고, 개체수 조사를 10일 간격으로 하였다. 피복율은 각 배양상을 slide로 촬영한 후 실험실에서 모눈종이에 비추어 그 면적을 환산하여 계산하였고, PC-SAS system을 이용하여 평균과 LSD검정, Duncan 다중검정 등을 분석하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 실험실 및 상온에서의 발아율

Growth Chamber(DLI-112 : DAELIM)내에서 실시한 변온에서 온도별 발아율은 종자별 차이를 보이는 것으로 나타났다. 파종 후 10일 ~ 14일부터 발아되기 시작하였는데, 교목류는 다른 종자들에 비해 발아되는 속도가 대체적으로 늦은 것을 알 수 있었다.

이는 교목류 종자의 외피가 두껍고 딱딱해 다른 종자들에 비해 종자 내로 수분이 흡수되는데 더 많은 시간이 소요되어 발아가 늦어지는 것으로 보여진다. Growth Chamber내에서의 온도별 변온 및 노지에서의 각 종자별 발아율은 표 2와 같다.

실험실에서는 15/25℃에서 도라지, 낭아초, 개쉬땅나무의 발아율이 높았고, 단풍나무, 적송은 다른 온도 조건에 비해 15/25℃에서의 발아율이 높았다. 별개미취, 도라지, 개쉬땅나무 등도 70% 이상으로 높은 발아율을 나타냈다. 20/30℃에서는 별개미취, 민들레, 가중나무가 다른 온도조건보다 가장 높은 발아율을 나타냈고, 별개미취, 민들레, 도라지, 개쉬땅나무는 70% 이상

Table 2. Germination of laboratory(chamber) and experimental plots(October).

Flora	Scientific name	Germination (%)					
		laboratory (chamber)			experimental plots (October)	Mean	LSD ⁺
		15°C/ 25°C	20°C/ 30°C	25°C/ 35°C			
Herb	<i>Aster Koraiensis</i>	70.00	79.33	64.00	44.67	64.50	23.031
	<i>Lotus corniculatus. var japonicus</i>	52.67	34.00	30.00	49.33	41.50	13.583
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	66.67	71.33	60.67	62.67	65.33	17.379
	<i>Aster yomena</i>	62.67	64.67	67.33	74.00	67.17	16.782
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	90.00	88.67	25.33	45.33	62.33	14.712
Shrub	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	60.67	60.67	48.00	47.33	54.17	13.033
	<i>Lespedeza cuneata</i>	49.33	48.67	49.33	38.00	46.33	20.331
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	32.67	29.33	29.33	12.67	26.00	10.593
	<i>Sorboria sorbifolia var. stellipila</i>	94.00	88.00	88.67	82.67	88.33	12.225
	<i>Spiraea chinensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
Woody Plants	<i>Acer palmatum</i>	4.67	1.33	0.00	0.00	1.50	2.746
	<i>Ailanthus altissim</i>	18.00	23.33	4.00	14.00	14.83	7.992
	<i>Albizia julibrissin</i>	18.00	26.00	29.33	15.33	22.17	8.019
	<i>Chionanthus retusus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	<i>Pinus denisiflora</i>	28.00	27.33	9.33	5.33	17.50	17.379
	<i>Pinus thunbergii</i>	30.67	30.67	29.33	18.67	27.33	22.397

⁺ Least Significant Difference(0.05)

의 발아율을 나타냈다. 25/35°C의 고온에서는 대부분이 다른 변온에 비해 발아율이 감소하였으나 자귀나무는 높은 발아율을 보였다. 종자중에서 쉬땅나무는 70% 이상의 발아율을 나타내 고온에서도 발아가 잘되는 것으로 나타났다.

상온에서는 쭉부쟁이, 쉬땅나무 등이 70% 이상의 높은 발아율을 보였고, 다른 변온에 비해 쭉부쟁이가 높은 발아율을 보였다. 참싸리, 해송은 15/25°C에서와 20/30°C의 발아율이 같게 나타남으로 별다른 차이점을 보이지 않았으며, 비수리는 15/25°C와 25/35°C에서 같은 발아율을 나타내어 김남춘(1997 a)의 연구결과와 유사하였다.

25/35°C에서는 치상 후 10일 정도까지는 발아하였으나 그 외에는 곰팡이가 생기거나 종자가 썩어서 더 이상 발아되는 것은 거의 없었다. 당조팝나무, 이팝나무 등은 Growth Chamber와 상온실험에서는 전혀 발아되지 않았다. 이것은 종피가 너무 두껍고 발아하는데 다른 종자보다 더 많은 시간을 필요로 하는 등(김인겸 등,

2000)의 원인이 있을 것으로 예상되며, 노지파종의 결과와 비교하여 발아여부를 판단할 필요가 있다고 본다.

2. 노지파종에 의한 식물생육 및 피복율 경향

전체 실험구의 피복율은 8월 파종분에 비해 9월 파종분이 높은 것으로 나타났다. 대체로 가중나무와 자귀나무외의 거의 대부분의 식물종이 8월보다는 9월 파종시에 피복율이 높게 나타났다. 이는 발아된 후의 신초의 신장이 9월 파종의 경우가 더 활발하며, 8월 파종의 경우에는 높은 기온과 강한 일조량 등의 외부환경이 신초의 고사율을 높이고 피복율의 저하에 영향을 미치는 것으로 짐작할 수 있다.

파종별 식물종별 발아율 및 피복율은 표 3으로 나타났다. 파종당년에는 발아율의 경우 8월 파종이 대체적으로 높으나 피복율은 9월 파종이 높게 나타났다.

파종후 겨울을 지난후에는 피복율과 발아율에서 파종당년과는 다른 경향이 나타나고 있는

Table 3. Germination and Ground coverage of seeding at August and September in 2001.

Flora	Scientific name	Germination(%)		coverage rate(%)		Mean
		seeding at August	seeding at September	seeding at August	seeding at September	
Herb	<i>Aster Koraiensis</i>	7.68	13.70	2.67	14.22	8.44
	<i>Lotus corniculatus. var japonicus</i>	30.14	27.16	34.67	55.00	44.83
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	45.71	14.14	37.78	47.22	42.50
	<i>Aster yomena</i>	21.66	15.36	17.33	28.89	23.11
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	37.85	36.70	6.11	13.11	9.61
Shrub	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	36.16	49.03	30.56	28.89	29.72
	<i>Lespedeza cuneata</i>	12.45	36.08	5.33	12.22	8.78
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	17.56	19.59	12.22	16.67	14.44
	<i>Sorboria sorbifolia var. stellipila</i>	1.72	21.66	0.00	2.33	1.17
	<i>Spiraea chinensis</i>	0.15	0.07	0.00	0.00	0.00
Tree	<i>Acer palmatum</i>	0.00	0.60	0.00	3.56	1.78
	<i>Ailanthus altissim</i>	39.57	31.69	68.33	31.67	50.00
	<i>Albizia julibrissin</i>	26.60	19.70	62.78	21.67	42.22
	<i>Chionanthus retusus</i>	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00
	<i>Pinus densiflora</i>	23.85	6.67	5.11	5.44	5.28
	<i>Pinus thunbergii</i>	12.32	4.76	3.00	6.78	4.89
	LSD ⁺			8.27	9.07	

+ Least Significant Difference(0.05)

며, 과종 1년후인 2002년도에 발아상에 과종한 식물별 개체수와 수고/초장 등을 조사한 결과는 표 4와 같다. 초장/수고 신장의 경우 과종후 겨울을 지난후에 목본식물의 생육이 활발하였음을 알 수 있다. 목본식물중 단풍나무의 경우 4.5cm, 가중나무는 16cm, 자귀나무 38cm, 이팝나무 5cm, 적송 11.67cm, 곰솔 4.67cm까지 신장되었다. 자귀나무와 가중나무가 높은 수고신장을 하였고 대부분 5cm 내외의 수고신장을 보였으므로 초본류 및 관목류와 혼파시 과종밀도를 조절할 경우엔 종자과종으로 성립시킬 수 있을 것으로 판단된다.

과종시기별로는 8월 과종이 9월 과종보다 수고신장이 활발하였음을 알 수 있다. 관목류의 경우엔 싸리류의 수고신장이 활발하였으며, 야생화류보다 수고 신장이 높게 나타남으로써 1년이 경과한 후에는 야생화류를 압도할 수 있을 것으로 판단된다.

피복율에서는 목본류의 경우 과종 1년후에 수고신장이 활발해지면서 피복율도 급격하게 증가한 것을 알 수 있다. 특히, 가중나무와 자귀

나무의 피복율이 60% 이상으로 나타나 싸리류와 유사한 피복경향을 보였다. 단풍나무와 소나무류는 노지에서 겨울을 난 이후에 발아하여 10%에 가까운 피복율을 나타내어 사면녹화시 활용가능성이 있음을 나타내었다. 김남철(1986)과 김인걸 등(2000)의 연구에서와 같이 단풍나무와 이팝나무는 겨울을 지난후에 종자발아가 활발하게 진행되는 것을 확인할 수 있었으므로 앞으로 장기녹화용 수종으로 사용이 가능할 것으로 판단된다. 자귀나무와 가중나무, 곰솔, 쉬땅나무 등은 김남춘(1997a; 1997b)과 김남춘 등(2001)의 연구에서와 같이 원만하게 발아함으로써 조기수림화용 목본식물로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

3. 조기수림화에 적합한 식물배합 실험

1) 피복율

자생목본 식물과 자생야생화간 배합비에 따른 피복효과의 비교에서는 과종 후 7주까지는 각 유형별로 차이점이 있었으나 7주 이후부터는 각 실험구들이 모두 60% 이상의 피복율을

Table 4. Number of seedlings, height, and ground coverage in 2002.

Flora	Scientific name	Number of seedlings and height(cm)								coverage rate(%)			
		seeding at August				seeding at September				seeding at August		seeding at September	
		May	2002	Nov	2002	May	2002	Nov	2002	May	May	May	May
		Seedling number	height	Seedling number	height	Seedling number	height	Seedling number	height	2002	2002	2002	2002
Herb	<i>Aster koraiensis</i>	33.00	7.10	4.00	9.33	0.30	6.00	0.33	4.33	14.00	10.00		
	<i>Lutos corniculatus</i>	2.10	10.30	55.33	32.00	13.33	15.00	59.00	21.60	58.33	60.00		
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	6.67	8.00	36.33	18.30	2.33	9.60	53.33	13.66	78.33	51.67		
	<i>Aster yomena</i>	3.30	28.60	36.00	50.67	3.00	21.67	38.67	70.00	66.71	63.30		
	<i>Callistephus chinensis</i>	3.30	11.87	26.00	35.00	1.67	19.00	11.00	28.33	43.33	41.67		
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	4.60	15.00	18.33	23.67	4.10	14.00	4.10	21.00	33.33	33.00		
Shrub	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	5.00	25.60	42.67	95.00	2.00	24.00	4.00	69.33	85.00	64.00		
	<i>Lespedeza cuneata</i>	1.67	11.30	27.67	62.60	1.33	9.00	1.67	59.33	45.00	32.00		
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	2.33	21.00	14.67	63.33	1.37	1.00	6.33	40.00	36.60	30.33		
	<i>Sorbaria sorbifolia var. stellipila</i>	0.67	6.00	7.67	13.33	0.67	5.33	1.37	4.62	13.33	12.34		
	<i>Spiraea chinensis</i>	0.67	6.10	0.67	4.50	1.40	3.69	1.33	4.10	6.10	7.33		
	<i>Acer palmatum</i>	1.67	1.83	1.67	4.50	1.33	1.67	1.33	4.10	8.33	6.00		
Woody Plants	<i>Ailanthus altissima</i>	6.60	11.66	43.33	16.00	0.67	0.67	30.33	10.16	76.67	64.33		
	<i>Albizia julibrissin</i>	2.33	11.00	48.00	38.00	1.00	1.50	11.67	17.33	70.00	61.67		
	<i>Chionanthus retusus</i>	0.67	0.14	0.67	5.00	1.00	1.50	1.00	6.11	3.33	3.30		
	<i>Pinus densiflora</i>	1.67	6.00	8.67	11.67	1.00	1.33	7.00	10.00	9.33	7.36		
	<i>Pinus thunbergii</i>	1.67	4.00	4.67	9.67	1.00	3.00	2.33	7.00	8.33	6.33		

보였으며 큰 차이점을 찾아볼 수 없었다.

자생 야생화, 관목, 교목의 배합비를 5 : 3 : 2로 한 경우 파종 3주째에 이미 50%의 피복율을 보였고, 2 : 5 : 3 배합의 경우 36%, 2 : 1 : 7 배합의 경우 29%의 피복율을 보여 5 : 3 : 2 배합의 피복율이 가장 우수하였다.

조기녹화를 위해서는 야생화, 관목, 교목의 비율을 5 : 3 : 2로 배합하는 것이 유리할 것으로 판단되지만(Table 5), 15주후에는 피복율의 차이가 없으므로 사용식물에 따라 배합비율을 탄력적으로 조정하여야 한다고 판단된다. 본 실험에서 나타난 결과는 가중나무의 생육이 활발하여 목본위주의 배합에서 피복율이 높게 나타났지만 가중나무를 제외했을 경우엔 다른 결과가 도출될 수도 있으므로 유의할 필요가 있다.

2) 개체수

표 6에서와 같이 야생화와 관목, 교목의 배합비에 따른 개체수는 대체적으로 배합비율에

근거하여 식물이 발아하였으나 전체적인 싹 발아 개체수에 있어서는 기대했던 발아 개체수와 큰 차이가 있었다.

Table 5. Ground coverage rate of the three mixture types(Seeding date : 2001/ 5/ 26)

Mixture type (Herb : Shrub : Tree)	Mixture rate	Coverage rate (%)					
		3 weeks later	5 weeks later	7 weeks later	9 weeks later	13 weeks later	15 weeks later
		Herb + Shrub + Tree	5 : 3 : 2	49.50	60.83	70.50	76.67
	2 : 5 : 3	34.50	40.17	61.17	73.00	87.50	95.00
	2 : 1 : 7	29.50	45.33	70.17	82.17	93.83	98.17

가중나무의 경우 자생 야생화, 관목, 교목의 비율을 5 : 3 : 2로 배합한 실험구의 경우 7월 9일 조사에서 139개체가 발아해 기대했던 33개보다 훨씬 많이 발아하였고 벌개미취의 경우에는 83개체의 발아를 기대하였으나 실질적으로는 발아하지 않았다. 이와 같은 차이는 각 식물

에 대한 정확한 발아율 검증의 미비와 종자들이 혼합과종 되었을 때의 상관관계, 과종시기 등에 영향이 있는 것으로 보인다.

7월 9일 조사 결과에 의하면 자생 야생화, 관목, 교목의 비율을 5 : 3 : 2로 한 실험구에서는 자생 야생화가 61개체, 관목이 41개체, 교목이 154개체가 발아하였고 2 : 5 : 3 배합 실험구의 경우 자생 야생화 20개체, 관목 47개체, 교목 247개체가 발아하였으며 2 : 1 : 7로 배합한 경우에는 자생야생화 15개체, 관목 12개체, 교목 523개체가 발아하였다.

야생화와 교목의 경우 시간이 경과하고 녹화 식물의 크기가 커짐에 따라 점차 개체수가 줄어드는 양상을 보였으나 관목의 경우 야생화의 비율을 높인 실험구 즉, 야생화, 관목, 교목의 비율을 5 : 3 : 2로 배합한 실험구를 제외하고는 개체수가 유지되거나 많아지는 양상을 보였다. 자생 야생화, 관목, 교목을 2 : 5 : 3으로 배합한 실험구에서는 관목의 개체수가 7월 9일에는 47개체였고 9월 11일에는 49개체였다. 자생 야생화, 관목, 교목을 2 : 1 : 7로 배합한 실험구에서는 7월 9일에는 12개체였고, 9월 11일에는 18개체로 증가하였다. 이처럼 관목류의 경우 안정된 발아세와 성장을 보였다.

자생·도입 야생화, 관목, 교목의 배합비율 2 : 1 : 7로 조정된 실험구의 경우 9월 11일 조사 결과 교목의 개체수가 각 실험구에서 341개체, 211개체가 조사되어 30여개 미만의 개체수가 조사된 야생화나 관목에 비해 훨씬 많은 개체수를 보였다. 이처럼 지나친 교목류의 우점은 하층 식생의 붕괴를 가져오며 종다양성 측면에서 바람직하지 못한 결과이다.

배합비율에 따른 각 식물의 개체수에 있어서는 가중나무를 제외하고는 실험구간에 수치상으로는 차이가 있었으나 통계적으로 유의성은 없었다. 이는 각 실험구의 반복간에 편차가 큰 것에 이유가 있는 것으로 사료되며 또한 과종량의 증가가 각 식물의 개체수 증가에 미치는 영향은 반드시 비례하지는 않는다는 것을 나타낸다. 참싸리의 경우 관목 중에서 가장 많은 개체가 발아하였으며 자생 야생화, 관목, 교목을

2 : 1 : 7로 배합한 실험구는 7월 9일에 8개, 7월 30일 9개, 9월 11일 10개의 개체수가 조사되어 생존율이 우수하게 나타났다. 반면 관목의 밀도가 비교적 높은 5 : 3 : 2, 2 : 5 : 3 배합의 경우에는 9월경에 각각 12개, 25개로 10개체 이상의 개체가 줄어들어 과종 밀도가 높을수록 생존율이 떨어지는 경향을 보였다.

비수리는 비교적 생존율이 우수하여 처음 발아한 개체가 꾸준한 성장을 보였으며 개체수도 유지 또는 증가하였다. 남아초는 발아 후 개체수가 꾸준히 증가하였는데 자생 야생화, 관목, 교목의 배합을 2 : 5 : 3으로 한 경우 7월 9일에는 2개가 조사되었으나 9월 11일에는 16개가 조사되었다.

당조팝, 단풍나무, 이팝나무의 경우는 거의 발아가 이루어지지 않았는데 이는 이들 종자가 발아하기 위해 일정 기간의 종자 휴면기를 갖기 때문인 것으로 보이며 이들 종자를 이용해 비탈면을 복원하기 위해서는 종자의 발아를 촉진하는 처리가 필요할 것으로 생각된다.

가중나무는 55%의 발아율을 보여, 기대발아율에 비해 훨씬 많은 수의 개체가 발아하였다. 자생 야생화, 관목, 교목을 5 : 3 : 2로 배합한 실험구는 139개가 발아하여 87개가 살아남아 65%의 생존율을 보였으며 2 : 5 : 3으로 배합한 실험구는 222개가 발아하여 113개가 살아남아 50%의 생존율을, 2 : 1 : 7 배합 실험구는 487개가 발아하여 319개가 살아남아 65%의 생존율을 보여, 김남춘 등(2001)의 연구에서처럼 가중나무의 노지발아율이 매우 높은 것을 알 수 있었으며 가중나무를 녹화용으로 환파할 경우엔 그 배합비율을 매우 낮게 하여야 할 것으로 판단된다.

소나무의 경우 자생 야생화, 관목, 교목을 5 : 3 : 2로 배합한 실험구에서는 11개가 발아하여 9개가 살아남아 79%의 생존율을 보였으나 2 : 1 : 7로 배합한 실험구에서는 21개가 발아하여 11가 살아남아 50%의 생존율을 보여 교목류가 많이 포함된 배합은 소나무의 생존에 유리하지 못한 것으로 판단된다.

Table 6. Seedling number of native herbs, shrubs and trees by 3 mixture rates. (Seeding date : 2001/ 5/ 26)

Mixture rate (N.h. ^z : Shr. ^y : Tre. ^x)	Species	Seedling number (EA/m ²)			
		9/Jul	30/Jul	6/Aug	11/Sep
5 : 3 : 2	<i>Aster koraiensis</i>	0d ^w	0.7c	3.3d	0c
	<i>Lutos corniculatus</i>	15.3d	14c	21.7d	13c
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	5d	6c	4.3d	2.7c
	<i>Aster yomena</i>	8d	8.3c	5.3d	3.3c
	<i>Callistephus chinensis</i>	19.7d	20.3c	19.3d	14.7c
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	13d	18.7c	16d	6.3c
	Native herb Total	61	68	70	40
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	27.7d	25.3c	26d	12.7c
	<i>Lespedeza cuneata</i>	1d	2.7c	3.3d	3.3c
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	11d	10c	12.7d	13c
	<i>Sorboria sorbifolia var. stellipila</i>	1.7d	1.7c	1d	0c
	<i>Spiraea chinensis</i>	0d	0c	0d	0c
	Shrub Total	41.3	39.7	43	29
	<i>Acer palmatum</i>	0d	0c	0d	0c
<i>Ailanthus altissima</i>	139.7c	141b	138c	87b	
<i>Albizia julibrissin</i>	3.3d	4.7c	1.7d	4c	
<i>Chionanthus retusus</i>	0d	0c	0d	0c	
<i>Pinus densiflora</i> and <i>Pinus thunbergii</i>	11.3d	11.3c	11d	9c	
Tree Total	154.3	157	151	100	
2 : 5 : 3	<i>Aster koraiensis</i>	0d	0.3c	1.3d	0c
	<i>Lutos corniculatus</i>	3.7d	11.3c	7.7d	1.3c
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	0d	1.7c	0.3d	0c
	<i>Aster yomena</i>	1.7d	5c	3.3d	1.3c
	<i>Callistephus chinensis</i>	7.3d	8.7c	9d	5c
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	7.7d	9.3c	5.7d	4.7c
	Native herb Total	20.3	36.3	43	29
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	34d	47.7c	37d	25c
	<i>Lespedeza cuneata</i>	6.3d	3.7c	6.7d	8c
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	2.7d	17.3c	19.3d	16.7c
	<i>Sorboria sorbifolia var. stellipila</i>	4.3d	4.7c	1.7d	0c
	<i>Spiraea chinensis</i>	0d	0c	0d	0c
	Shrub Total	47.3	73.3	64.7	49.7
	<i>Acer palmatum</i>	1d	1c	0d	0c
<i>Ailanthus altissima</i>	222.7b	156.7b	213b	113.3b	
<i>Albizia julibrissin</i>	6d	10.7c	6.7d	9.7c	
<i>Chionanthus retusus</i>	0d	0c	0d	0c	
<i>Pinus densiflora</i> and <i>Pinus thunbergii</i>	17.3d	15.7c	12d	14.3c	
Tree Total	247	184	232	137.3	

Continued table 9

Mixture rate (N.h. ^z : Shr. ^y : Tre. ^x)	Species	Seedling number (EA/m ²)			
		9/Jul	30/Jul	6/Aug	11/Sep
2 : 1 : 7	<i>Aster koraiensis</i>	0d	1.3c	1.3d	0c
	<i>Lutos corniculatus</i>	6.7d	3.7c	1d	1.3c
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	0.7d	1.3c	0.7d	0c
	<i>Aster yomena</i>	1.3d	2c	2.3d	1.3c
	<i>Callistephus chinensis</i>	4.3d	6c	7.3d	2.3c
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	2.3d	4.7c	4.3d	1.7c
	Native herb Total	15.3	19	17	6.7
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	8.7d	9.7c	8.3d	10.3c
	<i>Lespedeza cuneata</i>	1d	1c	0.3d	1c
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	2.3d	6.7c	5.3d	7.3c
	<i>Sorboria sorbifolia var. stellipila</i>	0d	0c	0d	0c
	<i>Spiraea chinensis</i>	0d	0c	0d	0c
	Shrub Total	12	17.3	14	18.7
	<i>Acer palmatum</i>	0d	0c	0d	0c
<i>Ailanthus altissima</i>	487a	403.3a	419a	319a	
<i>Albizia julibrissin</i>	15d	14.7c	15.3d	11.3c	
<i>Chionanthus retusus</i>	0d	0c	0d	0c	
<i>Pinus densiflora</i> and <i>Pinus thunbergii</i>	21d	21.3c	18d	10.7c	
Tree Total	523	439.3	452.3	341	

^z Herb, ^y Shrub, ^x Tree

^w Means with same letter within column are not significantly different at P=0.05 level by DMRT test.

3) 우점도

식물의 우점도는 모든 배합 유형에서 가중나무가 우점한 것으로 나타났다. 이는 교목류 중에서 가중나무의 생육속도가 관목류나 야생화에 비해 월등히 우수하였고, 발아 개체수도 많았던 결과이다.

가중나무는 자생 야생화, 관목, 교목배합을 5 : 3 : 2, 2 : 5 : 3으로 한 실험구에서 각각 49%, 46%의 우점도를 보였으며 교목의 비중을 늘린 2 : 1 : 7 실험구에서는 우점도가 64%에 달했다. 이와 같은 결과는 다층구조식생을 이루어야 하는 비탈면의 녹화를 위해서는 매우 바람직하지 못한 결과이다. 가중나무를 녹화식물로 이용하기 위해서는 가중나무의 정확한 발아율 검증이 필수적이며 또한 신중한 파종량의 검토가 필요할 것으로 판단된다.

참싸리는 관목류 중에서 가장 우점하였으며 배합비에 따른 개체수와 우점도에 큰 영향을 받지 않고 안정된 생육을 보여 굳이 많은 양을

파종하지 않아도 충분한 녹화효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다. 참싸리의 우점도는 자생 야생화, 관목, 교목의 5 : 3 : 2, 2 : 5 : 3, 2 : 1 : 3 배합의 실험구에서 9월 11일 조사결과 각각 7.6%, 12.2%, 5.6%를 보였다.

낭아초는 발아 후 점차 우점도가 증가하였는데 자생 야생화, 관목, 교목의 2 : 5 : 3 배합실험구의 경우 7월 9일 조사에서는 2.1%, 8월 6일 조사에서는 8.2%, 9월 11일 조사에서는 9.4%의 우점도를 보였다. 낭아초의 경우 어느 정도 발아한 후에도 꾸준히 개체수와 우점도가 증가해 다른 식물 중에 피압 받지 않고 생육이 우수하였다.

자귀나무는 교목류의 배합 비중이 큰 자생 야생화, 관목, 교목의 2 : 1 : 7 배합 실험구를 제외하고는 목표했던 우점도를 상회하는 수치를 나타내어 5 : 3 : 2 배합 실험구와 2 : 5 : 3 배합 실험구가 각각 4.8%, 7%의 우점도를 보였다. 반면 가중나무의 우점도가 64%에 달한 2 : 1 : 7 배

Table 7. Dominance of native herbs, shrubs and trees by 3 mixture rates. (Seeding date : 2001/ 5/ 26)

Mixture rate (N.h. ^z : Shr. ^y : Tre. ^x)	Species	Dominance (%)			
		9/Jul	30/Jul	6/Aug	11/Sep
5 : 3 : 2	<i>Aster koraiensis</i>	0g ^w	1ij	3.1ef	0g
	<i>Lutos corniculatus</i>	5.4ef	4.6ef	5.3de	6.5de
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	4ef	3.8fg	3.4de	3ef
	<i>Aster yomena</i>	3.3fg	4.1fg	3.5de	2.8ef
	<i>Callistephus chinensis</i>	8.5de	7.4ef	5.7de	7.4cd
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	5ef	5.4ef	3.6de	3.3ef
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	10d	8.7e	6.9cd	7.6cd
	<i>Lespedeza cuneata</i>	2.2fg	3.1fg	3.3de	4.4de
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	4.7ef	4.4fg	4.6de	6.8de
	<i>Sorboria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i>	2.2fg	2.1gh	2.8ef	0g
	<i>Spiraea chinensis</i>	0g	0l	0g	0g
	<i>Acer palmatum</i>	0g	0l	0g	0g
	<i>Ailanthus altissima</i>	45.5c	47.5b	51.8b	49.8b
	<i>Albizia julibrissin</i>	3.8ef	3.6fg	2ef	4.8de
	<i>Chionanthus retusus</i>	0g	0l	0g	0g
<i>Pinus densiflora</i> and <i>Pinus thunbergii</i>	5.3ef	4.3fg	4de	3.6ef	
2 : 5 : 3	<i>Aster koraiensis</i>	0g	0.9kl	1.4fg	0g
	<i>Lutos corniculatus</i>	3.5fg	4.3fg	4.6de	3ef
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	0g	1.9hi	1.1fg	0g
	<i>Aster yomena</i>	3.3fg	3.3fg	3.6de	2.8ef
	<i>Callistephus chinensis</i>	4.8ef	5.3ef	4.8de	5.1de
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	4ef	3.9fg	2.7ef	2ef
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	10.1d	18d	10.5c	12.2c
	<i>Lespedeza cuneata</i>	4ef	3.2fg	4.3de	5.3de
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	2.1fg	6.4ef	8.2cd	9.4cd
	<i>Sorboria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i>	3.7fg	3.3fg	1.2fg	0g
	<i>Spiraea chinensis</i>	0g	0l	0g	0g
	<i>Acer palmatum</i>	2.1fg	0.9jk	0g	0g
	<i>Ailanthus altissima</i>	50.7b	37.5c	49.1b	46.7b
	<i>Albizia julibrissin</i>	5.1ef	5ef	4.7de	7de
	<i>Chionanthus retusus</i>	0g	0l	0g	0g
<i>Pinus densiflora</i> and <i>Pinus thunbergii</i>	6.6de	5.3ef	3.9de	6.6de	
2 : 1 : 7	<i>Aster koraiensis</i>	0g	1.4hi	1fg	0g
	<i>Lutos corniculatus</i>	4ef	2.6gh	2.7ef	3ef
	<i>Taraxacum mongolicum</i>	2.4fg	2.2gh	1.3fg	0g
	<i>Aster yomena</i>	2.6fg	2.3gh	2.4ef	2.6ef
	<i>Callistephus chinensis</i>	3fg	4.1fg	4.5de	4.3de
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	3.7ef	2.4gh	2.5ef	1.4fg
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	5ef	5.4ef	4.8de	5.6de
	<i>Lespedeza cuneata</i>	2.4fg	3.4fg	1fg	2.5ef
	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	2.5fg	4.2fg	4.4de	5.1de
	<i>Sorboria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i>	0g	0l	0g	0g
	<i>Spiraea chinensis</i>	0g	0l	0g	0g
	<i>Acer palmatum</i>	0g	0l	0g	0g
	<i>Ailanthus altissima</i>	63.3a	64.8a	64.8a	64.6a
	<i>Albizia julibrissin</i>	5.5ef	5.7ef	5.7de	6de
	<i>Chionanthus retusus</i>	0g	0l	0g	0g
<i>Pinus densiflora</i> and <i>Pinus thunbergii</i>	5.4ef	5ef	5de	5.1de	

^z Herb, ^y Shrub, ^x Tree^w Means with same letter within column are not significantly different at $P=0.05$ level by DMRT test.

합 실험구에서는 예상 목표치 14%에 훨씬 못 미치는 6%의 우점도만 나타내 가중나무에 의해 많이 피압된 것으로 나타났다. 교목의 과종량을 줄여 생육 밀도를 줄여 준다면 자귀나무를 녹화 식물로 이용하여 충분한 녹화 효과와 동시에 수림 조성 효과를 얻을 수 있을 것이며, 김남춘등(1998, 2001)의 연구에서 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

소나무는 김남춘(1997 a)의 연구에서 포장에서 단파시 발아하여 생육하였는데, 본 연구의 경우 다른 목본식물과 초화류에 의해 많이 피압될 것으로 예상하였으나 자생 야생화, 관목, 교목의 5 : 3 : 2 배합 실험구를 제외하고는 초기의 우점도를 유지하였다. 2 : 5 : 3 배합 실험구와 2 : 1 : 7 배합 실험구의 7월 9일 조사결과와 9월 11일 조사결과는 각각 6.6%, 6.6%, 5.4%, 5.1%였다. 조사기간이 짧아 소나무의 장기적인 생육을 확인 할 수는 없었으나 과종 후 일정기간 동안에는 소나무의 생육이 가능함을 확인 할 수 있었다.

이상의 결과에서 비탈면의 녹화시 단순히 종자의 양을 증가시키는 것이 우점도에 미치는 영향은 크지 않으며 식물의 생육특성과 식물종간의 상관관계를 연계한 종자배합을 통해 목표하는 식물군락의 종다양성을 회복하는 것이 중요함을 확인 할 수 있었다.

자생 야생화와 도입 야생화, 관목, 교목을 이용한 종자배합에서는 야생화, 관목, 교목의 비율을 5 : 3 : 2로 배합한 실험구가 계절의 변화에 따른 야생화의 개화와 다양한 종의 구성으로 인하여 경관적인 면에서 우수하게 평가됐다. 그림 4에서와 같이 과종 100일후 실험구 모습에서 야생화, 관목, 교목의 비율을 5 : 3 : 2로 배합한 경우에는 과꽃의 개화 모습과, 참싸리, 자귀나무, 가중나무 등이 자연스럽게 어울려진 모습을 확인할 수 있다. 2 : 5 : 3의 비율로 배합한 실험구에서는 참싸리와 낭아초의 모습을 많이 찾아볼 수 있으며, 2 : 1 : 7로 배합한 실험구의 경우에는 가중나무가 우점 하였다.

V. 결 론

도로비탈면 등의 훼손된 비탈면의 녹화에 사용가능한 재래초·목본류 및 근래 사용빈도가 조금씩 확대되고 있는 야생화류를 대상으로 이들의 발아경향 등을 연구함으로써 주변 환경과의 쉽게 조화되는 식물배합의 기초 정보를 얻고자 하였다. 본 연구의 주요한 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

1. 과종 후 10일 ~ 14일부터 발아되기 시작하였는데, 교목류는 다른 종자들에 비해 발아되는 속도가 대체적으로 늦은 것을 알 수 있었다. 이는 교목류 종자의 외피가 두껍고 딱딱해 다른 종자들에 비해 종자 내로 수분이 흡수되는데 더 많은 시간이 소요되어 발아가 늦어지는 것으로 판단된다.
2. 온도별 발아실험에서는 전체 식물종 중에서 15/20℃변온에서 발아율이 높게 나타나는 식물종이 가장 많았고, 20/30℃변온, 상온(가을철), 25/35℃변온 순으로 발아율이 높게 나타났다.
3. 16종의 식물종중에서 쉬땅나무가 가장 높은 발아율을 보였으며, 60% 이상의 발아율을 보인 식물종으로 수레국화, 쭉부쟁이, 민들레, 별개미취, 도라지, 샤프스타데이지, 과꽃이 있었다. 대부분의 자생야생화류는 발아율이 높은 경향을 보였다.
4. 8월 과종이 초기의 발아율은 높으나 9월 과종보다 생존 개체수가 적고, 피복율 또한 9월 과종보다 낮은 경향을 보였다. 이는 앞서도 언급했듯이 이는 식물 종마다의 생태적인 특징의 차이와 외부환경의 영향의 결과로 생각된다.
5. 목본식물중 단풍나무의 경우 4.5cm, 가중나무는 16cm, 자귀나무 38cm, 이팝나무 5cm, 적송 11.67cm, 곰솔 4.67cm까지 신장되었다. 자귀나무와 가중나무가 높은 수고신장을 하였고, 다른 목본류는 대부분 5cm 내외의 수고신장을 보였으므로 초본류 및 관목류와 혼파시 과종밀도를 신중하게 검토하여 조절하면 종자과종이 가능할 것으로 판단된다.

6. 자생 야생화, 관목, 교목의 배합비를 5 : 3 : 2로 한 경우 파종 3주째에 이미 50%의 피복율을 보였고, 2 : 5 : 3 배합의 경우 36%, 2 : 1 : 7 배합의 경우 29%의 피복율을 보여 5 : 3 : 2 배합의 피복율이 가장 우수하였다.
7. 가중나무의 경우 자생 야생화, 관목, 교목의 비율을 5 : 3 : 2로 배합한 실험구의 경우 7월 9일 조사에서 139개체가 발아해 기대했던 33개보다 훨씬 많이 발아하였고 별개미취는 83개체의 발아를 기대하였으나 실질적으로는 발아하지 않았다. 이와 같은 노지에서의 발아율 차이에 대해서 다른 종자들과 혼합파종되었을 때의 상관관계, 파종시기 등의 영향에 대한 추가 검토가 필요가 있다고 본다.
8. 식물의 우점도의 경우 모든 배합 유형에서 가중나무가 우점한 것으로 나타났다. 이는 교목류 중에서 가중나무의 생육속도가 관목류나 야생화에 비해 월등히 우수하였고, 발아 개체수도 많았던 결과이다. 참싸리는 관목류 중에서 가장 우점하였으며 배합비에 따른 개체수와 우점도에 큰 영향을 받지 않고 안정된 생육을 보여 굳이 많은 양을 파종하지 않아도 충분한 녹화효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.
9. 16종의 식물에 대한 생태적 특징 및 이용적 특성을 기초로한 발아율 결정과 파종시기의 선정 및 종자배합을 하면 지금보다 다양한 식물종을 비탈면 녹화공사에 활용할 수 있을 것으로 기대되고, 친환경적이고 자연적인 녹화기술의 발전에 도움이 될 수 있으리라 생각된다.

인 용 문 헌

- 강우창 외 4인. 1995. 몇 가지 자생식물의 종자발아에 관한 연구. 원예과학기술지, 13(1); 2.
- 김남철. 1986. 단풍나무(*Acer Palmatum Thunb*) 종자의 熟期 및 發芽生理에 關한 研究. 동국대학교 석사학위논문
- 김남춘. 1991. 녹화식생의 생육이 사면녹화 및 경과조성에 미치는 효과에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 김남춘a. 1997. 사면녹화공사용 자생목본의 파종적기에 관한 연구, 한국조경학회지 25(1) : 73-81.
- 김남춘b. 1997. 주요 초본식물의 비탈면 파종적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(2) : 62-72.
- 김남춘. 1998. 경관훼손지의 생태적 복구방안에 관한 연구, 한국환경복원녹화기술학회지 1(1) : 28-44.
- 김남춘 · 강진형 · 이준우 · 남상준 · 이원한. 2001. 마사토비탈면의 생태복원 녹화기술 개발 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 4(3) : 84-95.
- 김남춘 · 석원진 · 남상준. 1998. 비탈면의 조기 식생녹화를 위한 식물배합에 관한 연구. 한국조경학회지 26(3) : 8-18.
- 김인겸 · 도봉현 · 김용원 · 엄수호 · 김성완. 2000. 이팝나무(*Chionanthus retusus*)의 종자 발아에 관한 연구; I.온도처리에 의한 two-phase dormancy 타파. 한국원예학회 제 38 차 정기총회 및 2000년 춘계학술연구발표회 요지.
- 김선호. 1982. 數種 環境要因이 자귀나무의 種子發芽에 미치는 影響. 建國大學校 석사학위논문
- 권오실. 1990. 高溫處理가 금강소나무(*Pinus Densiflora for.Erecta Uyeki*)의 種子發芽에 미치는 영향. 建國大 教育大學院 석사학위논문.
- 방광자와 외 4명, 1998, 자생초본식물의 녹화소재로서의 특성에 관한 연구, 한국환경복원 녹화기술학회지1(1) : 45-53.
- 백정애 · 강승원 · 노아란 · 윤미정 · 박천호. 2000. 광, 온도, GA3 및 KNO3 처리가 산국 종자발아에 미치는 영향 원예과학기술지 18(2); 1.
- 우보명·권태호·김남춘. 1993. 임도비탈면의 자생식생침입과 효과적인 비탈면 녹화공법에 관한 연구. 한국임학회지 82(4) : 381-395.
- 유형근. 1985. 민들레와 서양민들레의 Alleloche-

- micals가 종자발아와 유식물생장 및 향균력에 미치는 영향. 建國大學校 석사학위논문.
- 이재필 · 김남춘 · 홍성권. 1995. 도로사면녹화를 위한 식생배합에 관한 연구. 한국조경학회지 23(2) : 113-123.
- 임재홍 · 김동욱 · 장성완. 1999. 비탈면녹화용 몇가지 자생식물의 종자발아특성, 한국환경복원녹화기술학회지 2(3) : 25-31.
- 전기성 · 우보명. 1999. 사면녹화용 외래초종과 재래목 · 초본 식물의 적정과중량 및 혼파비에 관한 연구(I). 韓國環境復元綠化技術學會誌 2(3) : 33-42.
- 전기성 · 정태건 · 소재현. 1999. 자생초화류의 고속도로 조경식물 활용성 연구, 한국환경복원녹화기술학회지2(4) : 74-84.
- 정준모. 2000. 소나무(Pinus densiflora) 播種造林의 處理別 立地別 分析 : 경북 울진군 소광리 파종조림지 사례/國民大學校 석사학위논문.
- 조은부. 1994. 緯度 및 高度에 따른 달맞이꽃(Oenothera odorata Jacq.)종자의 발아습성 및 유식물 생장의 변이. 建國大學校 박사학위논문.
- 조진태 · 연구인 · 손삼곤 · 권규칠. 1985. 개미취(Aster tataricus)의 종자발아, 재배방법 및 무기성분함량에 관한 연구 한국원예학회지 26(3); 6.
- 한국도로공사. 1995. 고속도로 절토비탈면 녹화 공법 연구.
- 한국도로공사. 1998. 고속도로 암절토부 녹화 및 방음수림대 조성에 관한 세미나. 한국도로공사 도로연구소. p. 1-34.
- 환경부. 2001. 생태적측면의 절개비탈면 녹화공법 활성화 방안에 관한 연구.
- 환경부 · (사)한국환경복원녹화기술학회. 2001. 환경복원녹화에 관한 세미나.
- 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.
- 山寺喜成. 1990. 急勾配斜面における綠化工技術の改善に關する實驗的研究. 京都大學博士學位論文. 347面.
- 道路綠化保全協會. 2002. Encyclopedia of roads and green. 技報堂出版.
- Harker D. · G. Libby · K. Harker · S. Evans and M. Evans. 1999. Landscape restoration handbook 2nd. Lewis Pub.
- Morrison, D. G. 1996. Design, restoration and management. Dept. of Landscape Architecture, University of Georgia, Athens (in press).

接受 2002年 11月 20日