

비탈면의 조기식생녹화를 위한 식물배합에 관한 연구

김남춘* · 석원진** · 남상준***

*단국대학교 식물자원학부 · **단국대학교 관상원예학과 석사 · *** (주) 현우그린

The Study on the Seed Mixture for the Revegetation of the Cut-slopes

Kim, Nam Choon* · Suk, Won Jin** · Nam, Sang Joon***

*Division of Plant Resources, Dankook Univ.

**Dept. of Ornamental Horticulture, Graduate School, Dankook Univ.

***Hyunwoo Green, Ltd.

ABSTRACT

This study was to make a effective seed mixture types with korean native plants by researching the seed timing of suitable woody plants and competitive germination results of various plants for the purpose of cut-slopes revegetation. The results are summarized as follows.

1. In field polystand experiment, comparative among several composition 'combination for early-coverage' shows good condition.

2. In 'combination for early-coverage', mixture of native woody plants only seeded in May and June shows over 90% coverage. It was not inferior to the other mixture types. So, mixture of *Albizia julibrissin*, *Cymbopogon doeringii*, *Alnus hirsuta* and *Indigofera pseudo-tinctoria* is able to use to mixture type.

3. In case of 'combination for scenic beauty', *Rhus chinensis* shows low germination in the mixture for Scenic beauty. But 90 days after seeded in May, it recorded maximum 44cm height, seeded in June recorded 18cm height.

4. *Lespedeza crytobotrya* shows good elongation in the 'combination for early coverage and scenic beauty', but that effects on elongation of other plants. So, it demands close investigation about suitable mixing rate of plants.

5. *Alnus hirsuta*, *Pinus thunbergii*, *Betula platyphylla*, *Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora* have been rarely germinated. So, the mixture of these plants wasn't adequate to use for revegetation.

Key Words : seed mixture, germination, seeding timing, revegetation, native plants

I. 서 언

비탈면 녹화는 조경공사의 일부분이며 앞으로 많은 기술적 발전이 이루어져야 할 중요한 건설분야이다. 현재까지 절취비탈면의 녹화는 주로 외래도입초종을 이용한 표면안정 및 피복위주에 급급해왔다(오보명 등, 1996). 따라서, 비탈면의 특성과 현지의 조건 등이 고려된 녹화공법이 선별 적용되지 못하고 있는 실정이며, 장기적으로 천이의 방향등을 예측할 수 있는 녹화공법의 실행이 이루어지지 못하고 있다(한국건설기술연구원, 1989; 한국도로공사, 1995). 최근에는 비탈면녹화가 천이의 방향을 예측, 고려하는 쪽으로 진행되어야 함당하다고 지적되고 있다.

비탈면녹화용 종자배합설계 연구는 국내보다 일본에서의 연구 결과가 많으며(小嶋 澄治과 村井 宏, 1995) 목본류의 이용이 보다 적극적이면서(村井 宏과 堀江 保夫, 1997) 목본류의 종자파종에 적합한 공법들이 개발되고 있는 점이 국내와 다르다(全國特定保護協會, 1990; 最新斜面 土留め 技術總攬委員會, 1991). 외래도입초종 위주의 녹화공사는 경관적인 면에서 이질적인 문제가 있어 자연식생천이계열에 의해 출현될 수종을 적극적으로 도입하는 노력을 하고 있고(龜山 章, 1989), 수목류중 선구성식물을 사용하고 급속녹화를 이룰 수 있는 초본류와 혼파하여 초기침식을 방지하면서 목본식물의 성장에 의한 사면안정 및 경관회복을 시도하고 있다(龜山 章, 1989; 最新斜面 土留め 技術總攬委員會, 1991).

파종량에 있어서도 현재 우리나라 비탈 녹화 파종 공법의 경우, 일본과 비교하면 과다하게 파종하는 것으로 나타났다. (한국도로공사, 1995; 日本綠化工協會, 1993) 국내에서도 초본류 위주의 녹화공사와 식물배합에 대한 연구(김남춘, 1991a; 이재필, 1994)가 진행된 바 있으나, 국내 자생초·목본 식물을 적극적으로 활용하는 종자배합 기준등이 아직도 명확하게 수립되지 못하고 있는 실정이다.

김남춘(1997)에 의하면 비탈면녹화에 이용 가능한 몇몇 자생목본들은 파종시기가 4월과 5월, 6월인 경우 발아율이 우수하였고, 특히 참싸리는 외래도입초종에 버금갈 수 있는 포장발아율을 나타내었다고 하였고, 곰솔, 쉬나무등의 활용가능성을 언급하였다.

목본류를 종자파종의 방법으로 비탈면에 조성하려

면 대체로 발아와 초기생육속도가 느린 목본류가 혼파한 다른 초본 식물에 의해 피압되지 않아야 한다. 그러나 혼파하는 초본류의 파종량을 줄이면 자칫 침식 및 붕괴현상을 야기시킬 소지가 있다. 따라서 목본류에 의한 사면녹화는 목본류가 발아하고 성장하면서 토양침식 방지기능을 수행하는데 소요되는 기간동안 토양침식을 방지하고 억제할 수 있는 녹화공법이 필요하다. 식생기반재 뽑아붙이기 공법들은 여러 가지 혼합물질로 토양을 결속시키고 강우에 의한 유실과 침식을 억제하기 때문에 목본류의 파종에 적합한 녹화공법이다.

이상으로 볼 때 종자파종의 방법으로 목본류를 비탈면녹화 주 식물로 조성할 수 있는 녹화공법과 종자배합설계에 대한 연구의 필요성은 크다고 볼 수 있다. 이에 따라 본 연구는 우리나라 자생 초·목본식물들의 파종적기과 식물배합의 적합성을 파악하고, 장차 주변 경관과는 어떻게 조화될 수 있겠는가를 종합적으로 검토하고 배합설계의 기초자료를 제공하는데 연구 목적을 두고 시행하였다.

본 연구의 결과로 자생 초·목본 종자 위주의 배합에 대한 적합성을 검토할 수 있겠고, 일본의 비탈면 녹화공법에서 사용하는 목본식물들의 배합과 파종량 등의 기준들이 우리 나라에서도 적용가능함을 긍정적으로 검토해 볼 수도 있겠다. 또한 본 연구결과 활용가능성이 높다고 판단되는 목본식물의 산업화 방안이 추가로 검토되어야 하겠다.

II. 연구내용 및 방법

본 연구는 우리나라 비탈면녹화공사에 자생 초·목본식물의 적극적 활용을 유도하기 위한 기초자료를 제시하는데 연구목적을 두고 수행하였다. 초본류와의 혼파가능성을 판단하고자 비탈면녹화에 사용이 가능하다고 판단되는 목본류를 파종시기를 달리하여 파종하였다. 이에 따라 국내 비탈면녹화공사에 가장 활용빈도가 높은 자생초종 및 외래도입초종들을 목본식물과 혼파하는 종자배합을 하였다. 야외실험은 1997년에 단국대학교 천안캠퍼스내 실습농장에서 수행하였다.

1. 공시재료의 선정 및 발아율 조사

공시재료로는 초기생장속도가 빠르면서 건조에 강한 특성이 있어 비탈면녹화에 활용가능성이 높다고 알려진 붉나무(鄭, 1991; 趙, 1989), 자귀나무(趙, 1989) 외에 여러 종류의 자생초본들과 현재 도로사면 녹화등에 사용빈도가 높은 외래도입초종(한국도로공사, 1991) 등을 선정하였다. 실험에 사용된 식물들은 Table 1과 같다.

식물별 발아율은 실험실에서 인공 발아상의 일정 온도(30℃)하에서 petridish에 30립씩 3반복으로 조사하였으며, 조사는 치상후 2주후 까지 발아된 것으로 하였다. 실험에 사용된 인공 발아상은 1,080×450×750mm 크기이고, 20~60℃까지 온도 조절이 가능하다. 발아상의 온도를 30℃로 고정한 것은 실험에 사용된 대부분 식물들이 5월이 파종적기인 자생식물들이기 때문이었다. 본 실험에서는 식물별로 발아상의 온도를 변화시키면서 발아율 실험을 하지 못하였기 때문에 식물별로 본 논문과 다른 발아율을 보일 수도 있으나 기존 문헌(김창호와 윤상욱, 1993)과 본 논문의 발아율 실험결과를 비교해본 결과 문헌에서 제시하는 발아율과 큰 차이는 없었다.

실험에 사용한 자귀나무, 붉나무, 곰솔, 산오리나무, 조팝나무, 자작나무등의 종자는 96년도에 경기도 일대에서 채집된 것들이고, 참싸리, 낭아초 등은 96년 경북 고성에서 채집한 것을 사용하였다. 비수리, 안고초 등은 96년에 전남 보성 등지에서 채집한

것이며, 외래도입초종들은 96년에 수입하여 시중에서 유통되고 있는 종자를 구입하여 사용하였다.

자귀나무, 붉나무 등은 노천매장하였다가 기건 저온 저장후 사용하였고, 곰솔은 노천매장했던 것을 다시 파종 직전에 GA7 5%용액에 2시간 침지후 파종하였다. 참싸리와 비수리는 기건 저장하였다가 박피후 50℃ 물에 열탕처리 후 사용하였다. 낭아초는 기건 저온 저장후 다시 50℃ 열탕처리후 파종하였고, 자작나무, 조팝나무등은 기건 저온 저장후 파종하였다. 안고초와 외래도입초종들은 별다른 처리 없이 기건저장후 사용하였다.

순도는 각각의 종자 1g을 가지고 g당 립수를 계산한 후 불순물을 제거한 상태에서 순수한 종자만의 무게를 다시 측정하여 처음 무게와의 차이를 백분율로 나타내었다(산림청, 1981). 1g당 립수는 3반복 조사를 한 후 그 평균을 구하였다. 파종량은 기존의 문헌에서 제시하는 방식에 의해 산정하였다(김남춘, 1991; 이재필, 1994).

2. 실험구 조성 및 조사

실험구는 30°경사의 남서향 토사비탈면에 1.0㎡규모로 3반복으로 완전임의배치하였다. 실험구 상단에 배수돌림수로를 설치하였고, 조사에 지장을 주는 곳을 제외하고는 실험구간에 간격을 두지 않았다. 지면을 고르고 종자를 산파한 다음 흙에 약간 덮이도록 하고, 화이버를 0.5cm 두께로 피복하였다. 파종한 중

Table 1. Percent germination, purity and no. of seeds per 1 gram of the plants used for polystand experiment.

Scientific name	Common name	Germination (%)	Purity per (%)	No. of seeds 1 gram
<i>Pinus thunbergii</i>	곰 솔	60.0	97.0	85
<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	낭 아 초	50.0	100.0	178
<i>Rhus chinensis</i>	붉 나 무	40.0	97.0	65
<i>Alnus hirsuta</i>	산 오 리 나 무	20.0	88.0	750
<i>Albizia julibrissin</i>	자 귀 나 무	40.0	97.0	25
<i>Betula platyphylla</i>	자 작 나 무	15.0	11.3	980
<i>Spiraea prunifolia var. simpliciflora</i>	조 팝 나 무	15.0	80.0	437
<i>Lespedeza cryptobotrya</i>	참 싸 리	60.0	99.0	150
<i>Cymbopogon doeringii</i>	비 수 리	80.0	98.0	720
<i>Arundinella hirta</i>	새	30.0	53.0	1,020
<i>Poa pratensis</i>	Tall fescue	98.0	98.0	430
<i>Lolium perenne</i>	Perennial ryegrass	98.0	98.3	500

자의 이동을 막고 화이버와 종자를 고정하고 수분유지를 위해 천연섬유 네트로 멀칭하여 종자의 유실을 막아주었다. 파종 후 1주간은 인위적 관수를 하였으며 10일 후 부터는 멀칭을 제거하였다. 파종시 C.D.U. 복합비료 15-5-13을 순 질소 6g/m²의 양을 환산하여 시비하였다. 비탈면 녹화용 목본류의 파종 적기로 알려진(김남춘, 1997) 1997년 5월 31일, 6월 29일 2차례에 걸쳐 동일 실험을 반복적으로 수행하였고, 파종 후 10일, 20일, 30일, 40일, 50일, 60일, 90일이 경과되는 때의 피복율과 수고, 발아된 개체수 등을 조사하였다.

조사는 실험구에서 단위 면적당 각 식물들의 발아된 개체수, 수고, 피복율 등을 조사했다. 조사기간이 단기간이므로 발아된 개체수와 초장은 10cm × 10cm 크기의 조사틀을 활용하여 조사하였고 한 실험구당 5구역(500cm²)을 조사하였다. 피복율은 각 실험구를 slide 촬영한 후 실험실에서 모눈종이에 비추어 그 면적을 환산하여 피복율로 계산하였다. 조사된 자료는 PC-SAS를 이용하여 분석하였다.

3. 식물배합

목본류와 초본류의 식물배합은 자생 초·목본 식물 위주의 실험구와 외래도입초종+자생식물의 혼합실험구 그리고 자생목본위주의 실험구로 구성하였다. 성립기대본수가 1,000본/m²이 되도록 파종량을 결정하

되 자생목본위주의 실험구에서는 800본/m²이 되도록 하였다. 종자배합은 실제 사면녹화 공사에 사용될 가능성이 높다고 생각되는 조합으로 하였는데(김남춘, 1997; 이재필, 1994), 목본과 초본을 7 : 3의 기준으로 하였으며, 외래도입초종의 성립기대본수가 전체의 20%를 넘지 않도록 하였다.

자생목본식물은 초기생장이 빠른 것, 2~3개월 후 부터 생장이 빨라지는 것들을 적절하게 혼합하되 수목의 생육특성을 고려하면서 배합하였다. 이에 따라 '조기녹화용 식물배합(조기녹화용)'과 '경관녹화용 식물배합(경관녹화용)', '조기녹화 및 경관녹화용 식물배합(조기녹화 및 경관녹화용)'으로 구분하여 목본식물을 사용하였다. 또한, 각 식물배합별로 목본류와 자생초본류, 외래도입초종들을 혼합하는 방식에 따라 외래도입초종+자생식물 종자배합형(자생 도입형)과 자생초본 목본 위주의 종자배합형(자생초 목본형), 자생목본위주의 종자배합형(자생목본형)을 각각 만들어 녹화효과등을 비교분석하였다.

'조기녹화용 식물배합'에는 주로 훼손지에 선구적으로 침입이 예상되고 생장 속도가 빠른 것으로 알려진(우보명, 1992) 콩과식물들이 사용되었는데, 자귀나무, 산오리나무와 비수리, 낭아초등의 관목류가 사용되었다(Table 2 참조).

'경관녹화용 식물배합'에는 절개지의 선구식물인 콩과 식물들을 배제하고, 붉나무등의 단풍이 아름다운 식물과 초기 조성속도는 느리지만 2~3년

Table 2. Seed mixture combination and seeding rates for 'early coverage'

combination type	<i>Albizzia julibrissin</i>	<i>Alnus hirsuta</i>	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	<i>Cymbopogon doeringii</i>	<i>Arundinella hirta</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Poa pratensis</i>	Total
N* + E**	Expected seedlings	200	200	300	100	-	100	1000
	Seeding rates(g/m ²)	20.6	1.51	3.3	0.18	-	0.2	25.99
N + H***	Expected seedlings	200	200	300	100	200	-	1000
	Seeding rates(g/m ²)	20.6	1.51	3.3	0.18	1.2	-	26.79
N only	Expected seedlings	200	200	300	100	-	-	800
	Seeding rates(g/m ²)	20.6	1.51	3.3	0.18	-	-	25.59

* N : native woody plants ** E : exotic grasses *** H : native herbaceous plants

Table 3. Seed mixture combination and seeding rates for 'scenic beauty'

combination type		<i>Rhus chinensis</i>	<i>Pinus hunbergiit</i>	<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i>	<i>Betula platyphylla</i>	<i>Cymbopogon doeringii</i>	<i>Arundinella hirta</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Poa pratensis</i>	Total
N* + E**	Expected seedlings	100	200	200	200	100	-	100	100	1000
	Seeding rates(g/m ²)	3.96	4.04	3.8	12	0.18	-	0.2	0.2	24.38
N + H***	Expected seedlings	100	200	200	200	100	200	-	-	1000
	Seeding rates(g/m ²)	3.96	4.04	3.8	12	0.18	1.2	-	-	25.18
N only	Expected seedlings	100	200	200	200	100	-	-	-	800
	Seeding rates(g/m ²)	3.96	4.04	3.8	12	0.18	-	-	-	23.98

* N : native woody plants ** E : exotic grasses *** H : native herbaceous plants

Table 4. Seed mixture combination and seeding rates for 'early coverage and scenic beauty'

combination type		<i>Lespedeza crytobotrya</i>	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Alnus hirsuta</i>	<i>Cymbopogon doeringii</i>	<i>Arundinella hirta</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Poa pratensis</i>	Total
N* + E**	Expected seedlings	200	200	300	100	-	100	100	1000
	Seeding rates(g/m ²)	3.36	4.04	1.51	0.18	-	0.2	0.2	9.49
N + H***	Expected seedlings	200	200	300	100	200	-	-	1000
	Seeding rates(g/m ²)	3.36	4.04	1.51	0.18	1.2	-	-	10.29
N only	Expected seedlings	200	200	300	100	-	-	-	800
	Seeding rates(g/m ²)	3.36	4.04	1.51	0.18	-	-	-	9.09

* N : native woody plants ** E : exotic grasses *** H : native herbaceous plants

후에 생장이 기대되는 곰솔(우보명, 1992), 산불로 인한 훼손지에서 식물군락형태로 번식하는 자작나무(조무연, 1989) 등 키가 큰 나무 위주로 설계하였다(Table 3 참조).

'조기녹화 및 경관녹화용 식물배합'에는 콩과와 오리나무과에 속하는 절개지 선구식물과 곰솔을 배합하여 조기녹화와 경관조성의 두가지 효과를 동시에 얻을 것을 기대하였다. 이 배합에는 콩과식물로 참싸리가 사용되었는데, 조기녹화용에 사용된 남아초와 녹화효과를 상호 비교하고자 하였다(Table 4 참조).

III. 연구결과 및 고찰

1. 피복율

Table 5에서 보는 바와 같이 3가지 유형의 상이한 녹화목표를 갖고 있는 식물배합에서는 피복율면에서 조기녹화용이 가장 우수한 결과를 보였고, 경관녹화용이 가장 저조한 피복율을 기록하였다.

'조기녹화용 식물배합(조기녹화용)'의 3가지 종자 배합형들은 5월, 6월 파종시 파종 후 10일 후에 각각 10%이상의 피복율을 나타내어 비교적 빠른 녹화효과

를 나타냈고, 파종 90일 후에는 5월 파종시 95%이상의 높은 피복을 나타내어 6월파종 보다 우수한 피복을 보였다. 특히, 자생목본형의 종자배합에서는 5월과 6월 파종 모두에서 초본류가 혼합된 다른 유형의 종자배합형과 유사한 피복을 보였다. 즉, 5월과 6월 파종에서 파종 90일 후 93%의 높은 피복을 기록함으로써, 자귀나무, 산오리나무, 낭야초, 비수리만의 조합도 조기녹화용 종자배합으로 사용가능한 것으로 조사되었다. 그러나, 조기녹화용 식물배합에 초기 녹화효과를 확실히 얻기 위해 사용한 외래도입초종들과 새의 조기녹화에 기여하는 효과는 크지 않았던 것으로 나타났다.

'경관녹화용 식물배합(경관녹화용)'에서는 사용된 목본 식물들의 발아가 저조하여 3가지 배합형 모두에

서 피복율이 대체적으로 낮았다. 경관효과형에서는 수고생장이 빠른 붉나무의 발아율을 개선한다면 피복율이 보다 향상될 수 있을 것으로 기대되었다. 6월 파종시 자생초본·목본 위주의 종자배합형(자생초 목본형)에서 피복율이 비교적 우수하였는데 이것은 새의 생육이 활발한데 원인이 있었다. 그러나, 자생 도입형과 자생목본형은 6월 파종시 피복율이 매우 저조하였다.

'조기녹화 및 경관녹화용 식물배합(조기녹화 및 경관녹화용)'에서는 파종 초기에는 조기녹화형에 비해 피복율이 다소 떨어졌지만 시간이 경과하면서 비슷한 결과를 보였다. 다만, 이러한 피복율의 증가는 조기 녹화용 식물인 참새리의 활발한 생육 때문이었으며 경관 효과를 위해 혼합한 곰솔이나 산오리나무 등은

Table 5. Percent groundcoverage by May and June seeding

May seeding			(unit:%)					
Combination type	Seed mixture type	Days after seeding						
		10	20	30	40	50	60	90
Early coverage	N + E †	15a*	33a	37a	40ba	68a	78a	96a
	N + H	11bac	34a	38a	40ba	60ba	72a	97a
	N only	12ba	34a	38a	43a	65ba	77a	93a
Scenic beauty	N + E	**	**	**	**	18c	25cb	35c
	N + H	**	**	20c	17c	32c	42b	35c
	N only	**	**	**	**	16c	20c	27c
Early coverage and Scenic beauty	N + E	**	11cb	27bc	33ba	52ba	62a	83ba
	N + H	**	16b	35ba	37ba	63ba	73a	83ba
Scenic beauty	N only	**	10cb	20c	30b	50b	61a	65b

June seeding			(unit:%)					
Combination type	Seed mixture type	Days after seeding						
		10	20	30	40	50	60	90
Early coverage	N + E †	15a	27ab	52a	51b	62a	72ba	75ba
	N + H	12a	28a	55a	65a	78a	85a	86a
	N only	12a	28a	50a	55ba	68a	85a	88a
Scenic beauty	N + E	**	**	**	**	**	11c	11c
	N + H	**	12d	30b	50b	63a	63ba	66ba
	N only	**	**	**	**	**	10c	10c
Early coverage and Scenic beauty	N + E	**	13dc	30b	30c	38b	52b	61ba
	N + H	**	20bc	52a	55ba	70a	67ba	71ba
Scenic beauty	N only	**	10d	16bc	23c	27b	43b	48b

* Mean values with the same letter within columns are not significantly different at P = 0.05 level in Duncan's multiple range test.

** Percent groundcoverage less than 10% † N : native woody plants E : exotic grasses H : native herbaceous plants

생육이 저조하여 피복을 증대에 큰 영향을 주지 못했다. 종자배합형간 비교에서는 자생목본형이 5월파종과 6월파종 모두에서 자생초 목본형, 자생 도입형에 비해 피복율이 떨어지는 경향을 보였다.

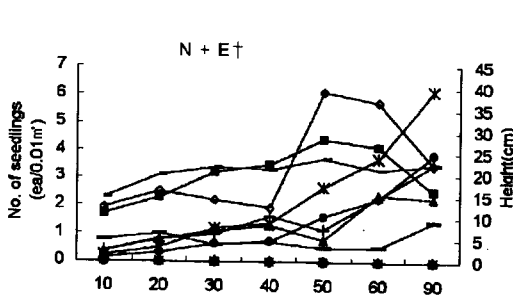
2. 식물 생육(5월 파종의 경우)

(1) 조기녹화용

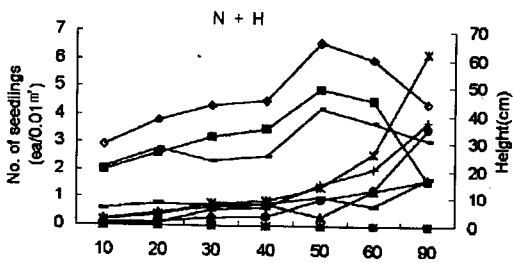
식물배합 조기녹화를 위한 식물배합은 주로 토양 중에 질소고정능력이 있고 성장 속도가 빠른 콩과 식물이 주 구성종을 이루고 있다. 그림 1에서 보는 바

와 같이 파종 초기부터 발아 개체수와 수고신장에 있어 다른 식물배합들 보다 우수하였다. 특히, 자귀나무는 발아와 생장이 우수할 뿐만 아니라 초기 피복율에 있어서 5월과 6월 파종시 10일 후에 10%이상의 피복율을 유지하는데 중요한 역할을 하였다.

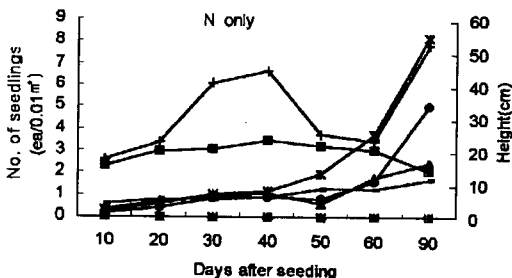
산오리나무는 혼파시 발아가 진행되지 못하였으며, 새는 파종 초기에는 생장이 외래도입초종들 보다 초장이 작았지만 5월 파종에서는 파종 50일 후, 6월 파종에서는 40일 후에 각각 14.7cm, 17.5cm를 기록하여 외래도입초종의 초장(7.5cm, 7.3cm)을 앞지른 것으로 나타났다.



- No. of seedlings
- Albizzia julibrissin
 - ◆ Alnus hirsuta
 - Indigofera pseudo-tinctoria
 - Cymbopogon doeringii
 - ◇ Turf grass
- Plant height
- ▲ Albizzia julibrissin
 - × Alnus hirsuta
 - * Indigofera pseudo-tinctoria
 - Cymbopogon doeringii
 - + Turf grass



- No. of seedlings
- Albizzia julibrissin
 - ◆ Alnus hirsuta
 - Indigofera pseudo-tinctoria
 - Cymbopogon doeringii
 - ◇ Arundinella hrita
- Plant height
- ▲ Albizzia julibrissin
 - × Alnus hirsuta
 - * Indigofera pseudo-tinctoria
 - Cymbopogon doeringii
 - + Arundinella hrita



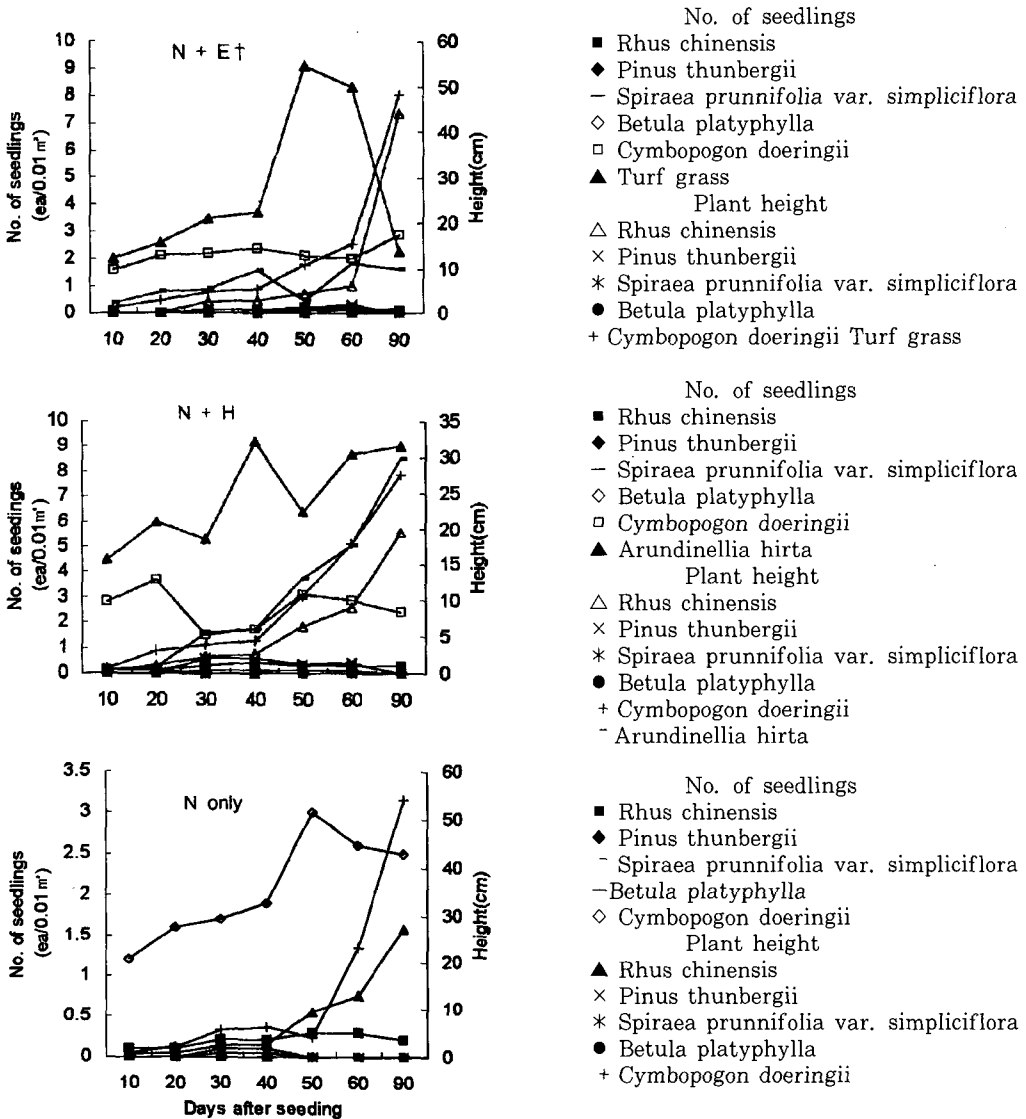
- No. of seedlings
- Albizzia julibrissin
 - ◆ Alnus hirsuta
 - + Indigofera pseudo-tinctoria
 - Cymbopogon doeringii
- Plant height
- ▲ Albizzia julibrissin
 - × Alnus hirsuta
 - * Indigofera pseudo-tinctoria
 - Cymbopogon doeringii

N : native woody plants E : exotic grasses H : native herbaceous plants

Fig. 1 Change of seedlings density and plant heights by individual species in 'early coverage seed-mixture' (seeded in May)

자생목본형의 종자배합형에서 5월, 6월 파종시 다른 종자배합형과 유사한 피복율을 유지하였다는 점은 주목할만하다. 식물군락 내에서는, 5월 파종에서 90일 후에 자귀나무의 개체수가 감소하는 경향을 보였고, 6월 파종에서도 이와 비슷한 경향이 파종 후 90일 경에 나타났는데 이것은 낭아초의 빠른 수고 신장

의 영향으로 생각되며, 다음 해의 식물군락형태에 변화를 줄 것으로 예측된다. 싸리나무류는 왕성한 생육으로 인해 비탈면녹화에는 유리한 식물로 알려져 있으나 다른 목본류와 혼파할 경우에는 다른 식물을 피압할 우려가 높으므로 그 배합비에 대한 신중한 고려가 있어야 하겠다.



† N : native woody plants E : exotic grasses H : native herbaceous plants

Fig. 2 Change of seedlings density and plant heights by individual species in 'scenic beauty seed-mixture' (seeded in May)

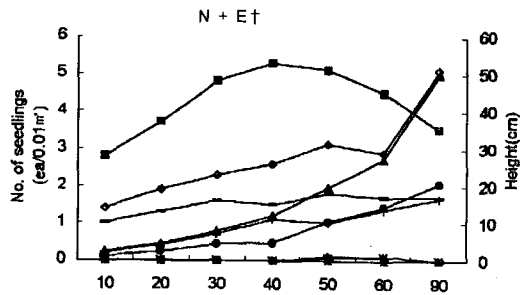
(2) 경관녹화용 식물배합

경관녹화용 식물배합에서는 목본식물들의 발아율이 매우 저조하였다. 5월과 6월파종에 있어서 조팝나무와 자작나무는 발아하지 않았다. 발아상에서는 15%의 발아율을 보였으나 포장실험에서는 혼파시 발아가 진행되지 않았다.

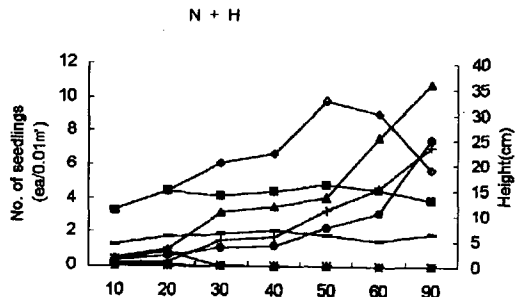
이것은 종자 수급과 종자 관리상에 문제가 있었거나 발아에 필요한 환경조건이 다르기 때문일 것으로 추정된다. 붉나무는 발아율은 저조하였지만, 생장율은 우수하여 5월 파종의 경우 90일 후에는 44.1cm,

6월 파종에서는 18.0cm를 기록하였다. 수형과 잎의 질감 등도 우수하여 경관조성에 적합한 수종으로 생각되므로 앞으로 발아율을 높이는 방법에 대한 연구가 수행될 필요가 있다고 생각된다.

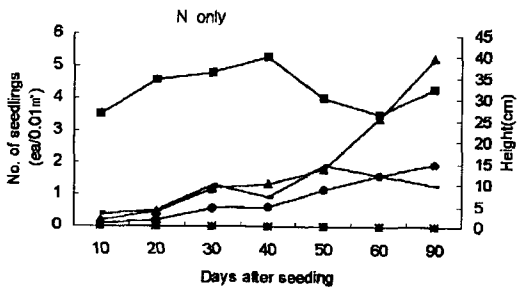
새는 자생 초 목본형의 종자배합에서 파종 10일 후에는 외래도입초종을 보다 초장이 낮았지만 점차 빠르게 생육함으로써 파종 40일 후에는 외래도입초종을 앞서는 경향을 보였고 자생 초 목본형 실험구의 피복을 유지에 크게 기여하여 경관녹화용 식물배합에서 중요한 역할을 하였다.



- No. of seedlings
- *Lespedeza crytobotrya*
 - ◆ *Pinus thunbergii*
 - *Alnus hirsuta*
 - *Cymbopogon doeringii*
 - ◇ Turf grass
- Plant height
- ▲ *Lespedeza crytobotrya*
 - × *Pinus thunbergii*
 - *Alnus hirsuta*
 - *Cymbopogon doeringii*
 - + Turf grass



- No. of seedlings
- *Lespedeza crytobotrya*
 - ◆ *Pinus thunbergii*
 - *Alnus hirsuta*
 - *Cymbopogon doeringii*
 - ◇ *Arundinella hirta*
- Plant height
- ▲ *Lespedeza crytobotrya*
 - × *Pinus thunbergii*
 - *Alnus hirsuta*
 - *Cymbopogon doeringii*
 - + *Arundinella hirta*



- No. of seedlings
- *Lespedeza crytobotrya*
 - ◆ *Pinus thunbergii*
 - + *Alnus hirsuta*
 - *Cymbopogon doeringii*
- Plant height
- ▲ *Lespedeza crytobotrya*
 - × *Pinus thunbergii*
 - *Alnus hirsuta*
 - *Cymbopogon doeringii*

† N : native woody plants E : exotic grasses H : native herbaceous plants

Fig. 3 Change of seedlings density and plant heights by individual species in 'early coverage and scenic beauty seed-mixture' (seeded in May)

(3) 조기녹화 및 경관녹화용 식물배합

조기녹화 및 경관녹화용 식물배합에서는 Figure 3에서 보는 바와 같이 참싸리가 피복율의 유지에 주된 역할을 하였다. 곰솔, 산오리 등의 발아가 거의 이루어지지 않아 이들로 인한 경관효과를 얻을 수 없었고, 참싸리위주의 식물배합이 되는 결과를 보였다. 참싸리는 알려진 바와 같이 초기 생장과 발아가 우수하였는데, 자생초·목본형, 자생·도입형, 자생목본형의 종자배합형간 비교에서 참싸리가 외래도입초종이나 자생초본류에 의해 생장에 영향을 받는다고 보기가 어려웠다. 그러나 곰솔의 경우 5월 파종시 자생초·목본형의 종자배합형에서 초기에 발아하였다가 30일 후에 피압되었는데, 이는 참싸리의 영향으로 보여진다.

산오리나무는 조기녹화용의 식물배합에서와 같이 발아가 이루어지지 않았다.

이상의 결과로 보아 참싸리가 비탈면녹화에 가장 활용도가 높은 식물임을 확인할 수 있었으며, 초기생육이 왕성하므로 혼합하는 다른 식물들의 생육에 지장을 미치지 않을 적정 배합비에 관한 연구가 필요하다고 생각되었다.

각 식물배합별 혼합식물의 생육특성을 비교 분석해본 결과 콩과식물들의 생육이 우수하였고, 파종시기가 5월인 경우엔 초본류를 사용하지 않는 배합도 빠른 피복효과를 나타내었다. 하지만 경관효과 등을 목적으로 사용한 일부 목본들이 발아되지 않아 앞으로 보다 심도있는 연구의 필요성이 제기되었다. 특히 오리나무류는 종자파종으로 일본에서 도로사면녹화용 목본식물로 활용되고 있으나(最新斜面土留め技術總攬委員會, 1991) 본 실험에서는 발아가 이루어지지 않았다. 김남춘의 연구(김남춘, 1997)에서 산오리나무를 단파하였을 때 포장발아율이 4월과 5월파종시 20% 이상으로 나타났으나 본 실험에서 다른 식물과 혼합하였을 때 발아가 진행되지 못한 것은 혼합한 다른 식물 보다 초기 생육이 지나치게 느려 피압되어 발아가 안되었거나 종자에 문제가 있었던 것으로 생각되며 추후의 후속 연구에서 재실험을 하여 발아하지 않은 원인을 규명하고자 한다. 자작나무는 온대북부기후대 수종이어서 시험지의 기후와 맞지 않았거나 종자파종시기나 종자자체의 문제가 있었을 것으로 사료되며 재실험해볼 필요가 있다고 생각된다.

IV. 결론

본 연구는 비탈면 녹화공사에 우리나라 자생 초목 본식물의 적극적 활용을 유도하기 위한 기초자료를 제시하는데 연구목적을 두고 시행되었다. 비탈면 녹화에 사용가능하다고 판단되는 목본류 8종과 초본류 4종을 대상으로 이들의 파종시기별 생육특성과 식물배합의 가능성을 검증하고자 하였다. 주요 연구 결과들은 다음과 같다.

1. 여러 가지 유형의 식물배합으로 혼파실험을 한 결과, 각 배합별 발아수와 수고, 피복율등의 비교에서 '조기녹화용 식물배합'이 '경관녹화용 식물배합'과 '조기녹화 및 경관녹화용 식물배합' 보다 우수한 것으로 나타났다. '조기녹화용 식물배합'은 파종 90일 후에 90% 이상의 높은 피복율을 나타내었다.

'경관녹화용 식물배합'은 피복율과 발아개체수, 초장등의 분석에서 가장 낮은 수치를 나타내었다.

2. '조기녹화용 식물배합'에서 자생목본형의 종자배합형에서는 5월, 6월 파종에서 피복율이 90%이상으로 나타나 초본류를 함께 혼합한 다른 종자배합형과 비교하여 손색이 없는 피복율을 보였다. 따라서 자귀나무, 산오리나무, 낭이초, 비수리만의 조합도 조기녹화용 종자배합형으로 사용 가능할 것으로 생각되었다.

3. '경관녹화용 식물배합'에 사용된 붉나무가 발아는 저조하였으나, 5월 파종의 경우에는 90일 후에 최고 44.1cm, 6월 파종에서 18.0cm의 수고를 나타내었다.

4. '조기녹화 및 경관녹화용 식물배합'에서는 참싸리의 생육이 다른 식물에 비해 우수하였으며, 이러한 빠른 생장으로 인해, 함께 배합된 초기 생장이 느린 곰솔, 산오리 등은 참싸리에 피압된 것으로 생각되며, 식생배합시 다른 목본과 함께 혼합하려 할 때에는 그 배합에 세심한 고려가 있어야 할 것으로 판단된다.

5. 산오리나무, 곰솔, 자작나무, 조팝나무등은 거의 발아가 진행되지 못하여 혼파에 의한 식물배합으로 비탈면 녹화에 이용하는데 용이치 않았다. 하지만 장기적인 관점에서 이들의 역할이 중요하므로 이들의 발아율을 높일 수 있는 지속적인 연구가 필요하다

고 생각되었다. 앞으로 보 다 넓은 면적의 실험구를 설치하여 추가 연구를 지속할 예정이며, 다양한 비탈면 녹화육구를 충족시켜줄 수 있는 종자배합방법들이 개발되어야 하겠다.

인 용 문 헌

1. 金南樺(1991) 도로비탈면 녹화에 사용되는 주요 초본 식물의 지하부 생육이 토양안정에 미치는 효과에 관한 연구. 한국조경학회지 18(2): 45-55.
2. 金南樺(1997) 사면녹화공사용 자생목본의 파종적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(1): 73-81.
3. 김창호, 윤상욱(1993) 원색 자원수목도감. 아카데미 서적.
4. 산림청(1981) 입엽기술.
5. 禹保命(1992) 사방공학. 향문사.
6. 禹保命, 權台鎬, 金南樺(1993) 임도비탈면의 자생식생침입과 효과적인 비탈면 녹화공법개발에 관한 연구. 한국임학회지 82(4): 381-395.
7. 禹保命외 3인(1996) 고속도로 절토 비탈면의 식생천이에 관한 연구 -중부고속도로를 중심으로-. 한국임학회지 85(3): 347-359.
8. 이재필(1994) 도로사면녹화를 위한 식생배합에 관한 연구. 건국대학교 대학원 석사학위 논문.
9. 정보훈(1991) 廢石炭 硬石場의 녹화공법에 관한 연구. 서울대학교 대학원. 석사학위 논문.
10. 趙武衍(1989) 원색한국수목도감. 아카데미 서적.
11. 韓國建設技術研究院(1989) 사면의 안전진단 및 보호공법. pp. 210-211.
12. 한국도로공사(1991) 고속도로 절성토 비탈면녹화 잔디 품종 선정 연구. pp. 14-19.
13. 한국도로공사(1995) 고속도로 절토비탈면 녹화공법 연구. pp 164-166.
14. 全國特定保護協會(1990) 法面綠化工のテクニカルデータ集. 綠化技術の基礎資料. pp 281-296.
15. 龜山 章(1989) 最先端の綠化技術. ソフトサイエンス社.
16. 小橋 澄治, 村井 宏(1995) のり面綠化の最先端. ソフトサイエンス社.
17. 村井 宏, 堀江 保夫(1997) 治山・砂防綠化技術. ソフトサイエンス社.
18. 日本綠化工協會(1993) 綠化工實務講座テキスト.
19. 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.