

## 수목종자 직파에 의한 암반절개사면 부분녹화

홍성각 · 김종진 · 이덕수 · 이기철 · 윤택승  
건국대학교 산림자원학과

### Studies on Partial Revegetation of Rock Cut-Slope by Direct Seeding of Woody Species Seeds

Sung-Gak Hong, Jong-Jin Kim, Duck-Soo Lee, Ki-Cheol Lee and Teok-Seong Yoon (Department of Forest Resources, Konkuk University, Seoul, Korea)

**ABSTRACT** : The direct seeding of seeds or the pellets of three native tree species (*Pinus densiflora*, *Parthenocissus tricuspidata* and *Rhus chinensis*) was tried on the rock cut-slope revegetation bed established by construction of mechanical excavation or erosion break with artificially enriched soil medium. The seed pellet (1~2 cubic cm) made by coating seeds (treated with proper previous pregermination treatments) with the mixture of peatmoss, clay, chemical absorbant (3.5:1.0:0.2, v/v) showed about twice better percent germination than the control seeds. The percent germination and the survival rate of the germinated seedlings were higher in the spring direct seeding than the summer or the fall. The soil medium containing the compost showed extremely low percent germination (0~3%) which presumably attributed to the compost inducing damping-off disease. The survival rates were affected mainly by shading of natural herbaceous vegetation invading from outside to the revegetation bed. The planting of two year old container seedlings of *P. densiflora* and *P. tricuspidata* on August 2, 1998 was successful indicating that it could be an alternative revegetation method in case the summer direct seeding is unfavorable.

**Key words** : direct seeding, rock cut-slopes, revegetation method, compost, herbaceous vegetation

## 서 론

도로의 신설과 확장, 신도시와 공업단지 조성에 의해 발생하는 암반절개사면의 녹화에 대한 사회적 요구도가 높아지고 있다. 여러 가지 암반절개사면 녹화공법 중에서 실제로 가장 많이 적용되고 있는 녹화공법은 평활하게 만든 사면에 철망과 앵커를 부착하고 수목종자와 초본종자를 배합하여 기계적으로 분사·부착시키는 방법으로 사면 전면을 녹화하는 공법이다<sup>1)</sup>.

자연 암반 식생지의 식생천이는 수십~수백년이 걸린다. 암반사면에 수목을 도입하는 것은 조성된 암반절개사면의 식생천이 과정을 인위적으로 단축시킨다는 것을 의미한다. 암반절개사면의 녹화에 수목을 도입하려는 시도가 국내 여러 연구자들에 의하여 이루어져 왔으며<sup>2,3,4,5)</sup>, 외국에서도 암반사면의 녹화에 자생수목의 도입 요구도가 증대되고 있다고 한다<sup>6)</sup>. 또한 최근에 암반절개사면에 부분적으로 조성된 식생기반에 강건묘목을 식재하여 녹화하는 암반사면의 부분녹화공법이 신기술로 지정받아 현장에서 활용되고 있다

(1996년 건설교통부 신기술지정 고시 제 32호).

본 연구는 위 신기술 공법에서 강건묘목의 식재를 대체하는 방안으로서 발아율과 생존율을 높일 수 있는 효율적인 직파법을 개발하고자 하였다. 또한 현지 실험을 계절별로 실시하여 현지 발아율과 발아 유묘의 생존율에 영향을 미치는 인자들을 관찰조사하고 그 발아율과 생존율을 높일 수 있는 방법을 시험하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험장소 개황

본 연구의 현지 실험이 수행된 장소는 고속도로변 두 곳과 골재채취 지역으로서 현재는 공원으로 조성된 곳 등 3 지역이다. 첫 번째 지역(Site I)은 경기도 성남시 수정구 금토동 서울외곽순환 고속국도 판교 분기점에서 과천방향 1km 지점이며, 두 번째 지역(Site II)은 의왕시 학의동 상기 고속국도 학의 분기점에서 성남방향 0.5km 지점이다. 세 번째 지역(Site III)은 서울시 중랑구 소재 용마포포공원이며

Table 1. General description of experimental sites.

Site	Location	Slope degree(°)	Slope width(m)	Slope length(m)	Direction	Rock	Mean ann. temperature (°C), 1997	Mean ann. rainfall (mm), 1997
I	Seoul suburban highway near Pangyo IC	35	7	5	SE	Hard	11.5	1318
II	Seoul suburban highway near Hakui IC	40	7	5	NW	Hard	12.5	1394
III	Yongma Park in Seoul	40	10	10	W	Hard	12.9	1210

이들 선정지역의 환경 요인은 Table 1과 같다.

### 공시수종선정과 발아촉진처리

자생 암반수종 중에서 종자생산량이 많고, 종자채집이 비교적 용이하며, 고온, 저온, 건조 및 척박한 토양에 내성이 강하고, 주변 식생과 잘 어울리는 수종을 선정하였다. 또한 이 수종들이 혼식되었을 때 한 입지에서 공존하면서 조경적 상승효과를 나타내는 수종을 선발 요건으로 하여 문헌 또는 현장답사를 통하여 선정하였다<sup>7,8,9)</sup>. 본 실험에 사용된 수종의 종자 발아촉진처리 방법 및 실험실 발아상(25°C)에서의 발아율은 Table 2와 같다.

### 포장실험

파종립의 조제는 피트모스:진흙:흡습제(3.5:1:0.2, v/v) 혼합체에 일정량의 물을 넣어 성형이 가능하게 반죽을 만든 후 1~2cm 크기의 플라스틱 격자틀로 정육면체 모양의 젖은 파종립을 성형하고, 이를 건조한 피트모스:진흙(3.5:1, v/v) 혼합체를 넣은 회전통(rpm 20~30)에 넣어 회전시켜 파종립의 경도를 조절하였다. 1차로 약 10분간 선풍기로 건조시킨 후 실내조건에서 건조시켜 실온에서 7~60일간 저장하였다가 포장실험에 사용하였다.

포장실험은 자연 강우에 노출되지 않도록 윗 부분이 비닐로 차단된 포장에서 실시되었다. 발아촉진시킨 붉나무, 담쟁이덩굴, 소나무의 종자 또는 파종립을 3가지 파종상토 - 15% 퇴비를 혼합한 배양토(피트모스:질석:점토:퇴비:흡습제=40:25:20:15:0.1, v/v), 퇴비없는 배양토(피트모스:질석:점토:흡습제=50:30:20:0.1, v/v) 및 마사토(화강토)

를 담은 플라스틱 망 box(가로 25cm, 세로 35cm, 높이 12cm)에 토심 0mm와 토심 10mm에 파종하였다. 각 수종당 30개의 종자 또는 파종립을 파종하였으며 3반복으로 완전임의배치하였다. 파종 후 10일 간격으로 관수한 후 발아율을 조사하였다.

### 현지파종실험

현지 실험은 계절에 따른 파종 종자의 발아율 및 발아묘목의 현지 생존율을 조사하기 위하여 계절별로 총 7차에 걸쳐 실시되었는데 기존의 암반절개사면에서 기계굴착이나 자연적으로 얻을 수 있는 요철부나 소단에 브레이크를 설치한 후 배양토를 넣고 발아촉진처리된 공시 수종의 종자를 1000㎤당 각각 20개를, 파종립은 5cm마다 한 개씩 파종하였다. 파종 후 배양토와 현지토양으로 피복하였다.

토양유실 브레이크는 시멘트 브레이크와 현지토양 비닐마대 브레이크 2가지 종류를 조성하였다. 시멘트 브레이크는 모래+자갈+시멘트 모르타르로 소형땀 형태의 요철부(폭 20~60cm, 깊이 3~8cm)로 만들었다. 현지토양 비닐마대 브레이크는 비닐마대(20×40cm)에 현지토양, 고히비료(3g/l) 및 흡습제(2g/현지토양 1l)를 혼합하여 넣은 비닐마대를 소단이나 한 면이 열려진 V자 췌기형 띠부 또는 I자 균열부 외부에 쌓아 식생기반(폭 30~50cm, 길이 40~180cm, 깊이 7~15cm)을 조성하였다. 이 식생기반에 연결된 바위틈이나 균열부에도 배양토를 넣어 뿌리의 생장이나 수분의 이동이 가능하게 하였다.

7차례 현지실험 내용은 Table 3과 같으며, 실험지의 생장조사는 파종 후 96년 5월 22일, 6월 6일, 9월 7일, 97년

Table 2. Seed standard and germination rate of various tree species selected for revegetation of rock cut-slope.

Species	Seed no. L <sup>-1</sup>	Seed treatment	Germination(%)
<i>Pinus densiflora</i>	61,000	Soak in tap water for 16 hrs.	94.2±1.8*
<i>Evodia daniellii</i>	72,000	Washing with a mixture of synthetic detergents and sand	89.6±3.7
<i>Rhus chinensis</i>	73,000	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> treatment for 60 min.	91.8±5.8
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	25,000	Stratification for 4 mon.	88.4±5.2
<i>Aralia elata</i>	367,000	Stratification for 4 mon.	60.6±4.6
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	45,000	Stratification for 6 mon.	58.6±8.7

\* Mean±SE

Table 3. Contents of field experiments.

No.	Date	Site <sup>a</sup>	Soil media <sup>b</sup> (v/v)	Kind(no.) of break <sup>c</sup>	Mulching	Remarks
1	96. 4. 13.	I, II	P+V+C+F+A(50:30:19:1:0.1)	C(8), Pe(15)	-	
2	4. 27.	III	P+V+C+Co+A(40:25:29:15:0.1)	Pe(20)	-	
3	5. 11.	III	P+V+C+F+A(40:25:29:15:0.1)	Pe(15)	-	
4	7. 20.	III	P+V+C+F+A(50:30:19:1:0.1)	Pe(15)	Saw dusts, rice hulls	
5	11. 3.	III	P+V+C+F+A(50:30:19:1:0.1)	Pe(10)	Saw dusts, rice hulls	
6	11. 23.	III	P+V+C+F+A(50:30:19:1:0.1)	Pe(8)		
7	98. 8. 2.	I	Fs+F+A(96:3:1))	Pe(4)	Stone debris	Containerized seedlings

<sup>a</sup>: I = Pangyo IC, II = Hakui IC, III = Yongma Park. <sup>b</sup>: P= peatmoss, V= vermiculite, C= clay, Co= compost, F= composite fertilizer, A= absorbant, and Fs= field granite soil. <sup>c</sup>: C= cement break, Pe= polyethylene beg break.

5월 24일, 5월 28일, 98년 7월 13일, 8월 2일, 9월 10일에 실시하였다. 입지에 따라 필요한 경우 수시로 현지 성장상황을 점검 조사하였다.

**현지 실험지의 건물생산량**

수목류의 건물생산량이 식재기반의 크기, 토심, 식재지의 방위, 바위틈으로부터 수분공급여부, 초본류와의 경쟁정도에 따라 어느 정도 영향을 받는 지를 알기 위하여 봄 1차 및 2, 3차 실험지에 조성된 식생기반을 선정하여 토양당당 수고성장량, 건물중량 등을 측정하였다.

**결과 및 고찰**

**포장실험결과**

붉나무, 담쟁이덩굴, 소나무의 파종립이 대조구 종자보다 발아율이 높았고, 토양피복 10mm구가 비피복구보다 높았다(Table 4). 종자파종 후 비피복구의 발아율이 낮은 것은 토양표면에 노출된 종자가 건조에 의하여 발아가 되지 않았기 때문이라고 판단된다. 퇴비를 첨가한 배양토에서의 발아율이 저조하였다. 퇴비를 첨가한 배양토에서는 일부 발아했던 종자가 고사하는 것으로 보아 퇴비로 인한 입고병이 발아율을 저하시키는 주요 원인으로 판단되었다.

**현지파종실험 결과**

**봄 1차 실험 결과**

파종 후의 종자 발아율은 파종립이 높았으며 발아 묘목의 생존율과 수고성장량은 비슷하였다(Table 5, 6). Fig. 1은 봄 실험 전의 현지 모습과 2년 3개월 후의 모습이다. 96년 6월 6일 조사시에 발아하여 생존하던 묘목이 96년 9월 7일 이후로 고사한 원인은 외부로부터 씨앗으로 침입한 야생 초본류(명아주, 새, 억새, 여뀌 등)가 초장 70~100cm로 밀생하여 성장율이 비교적 느린 목본수종을 피압했기 때문에 일어났다. 현지 실험지의 초본류의 생장이 이와 같이 왕성했던 것은 실험지 배양토의 수분 및 양분저장능력이 높았기 때문인 것으로 해석된다.

96년 9월 7일부터 97년 5월 24일 사이 겨울철동안 봄 실험지의 일부 묘목들이 고사하였다(Table 5). 겨울철 고사율이 높은 이유는 초본류와의 경쟁 속에서 연약하게 자랐던 목본수종들이 겨울철 저온 및 건조조건에서 고사한 것으로 판단된다. 다른 수종과 달리 붉나무의 경우는 고사한 묘목들이 뿌리 또는 줄기부에서 맹아지를 발생시켜 생존하고 있었다. 줄기고사 후 맹아지 발생능력은 암반절개지 녹화수종으로서 유리한 형질이라고 판단된다.

**봄 2, 3차 실험 결과**

봄 2차(96. 4. 27.), 3차(96. 5. 11.) 실험지에는 전체적으

Table 4. Percent germination of the seed and the seed pellet of *Rhus chinensis*, *Parthenocissus tricuspidata* and *Pinus densiflora* for 4 weeks after seeding in different soil media.

Species	Soil media <sup>a</sup>	Seed		Seed pellet	
		Without soil covering after seeding	Ten mm in depth of soil covering after seeding	Without soil covering after seeding	Ten mm in depth of soil covering after seeding
<i>Rhus chinensis</i>	P+V+C+Co+A	2.7±1.8 <sup>b</sup>	5.0±1.8	3.3±2.0	26.7±6.6
	P+V+C+A	12.7±3.2	46.7±10.7	36.0±8.7	91.7±4.9
	Granite soil	6.0±2.3	11.3±3.8	26.7±8.4	56.0±11.0
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	P+V+C+Co+A	0	0	1.3±0.9	11.3±4.1
	P+V+C+A	4.3±2.0	34.7±7.2	18.7±6.1	66.7±18.2
	Granite soil	1.7±1.2	8.3±3.8	13.7±3.8	29.0±9.2
<i>Pinus densiflora</i>	P+V+C+Co+A	0	0	1.7±1.2	2.7±1.2
	P+V+C+A	6.7±2.6	41.7±7.8	33.7±7.5	91.7±2.0
	Granite soil	5.3±2.0	12.7±4.9	20.7±5.1	48.3±6.4

<sup>a</sup>: P:peatmoss, V:vermiculite, C:clay, Co:compost, and A:absorbant <sup>b</sup> Mean ± SE

Table 5. Seed germination rate and survival rate of the germinated seedlings at the rock cut-slope revegetation bed after direct seeding on April 13, 1996.

Species	Germination(%)		Survival rate(%)					
	96. 6. 6.		96. 9. 7.		97. 5. 24.		98. 7. 13.	
	Seed	Seed pellet	Seed	Seed pellet	Seed	Seed pellet	Seed	Seed pellet
<i>Pinus densiflora</i>	65.5±20.2 <sup>a</sup>	83.8±9.7	36.8±8.1		5.8±2.6		6.5±3.8	
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	45.3±8.7	88.7±5.9	49.0±7.2		10.5±2.6		6.0±3.5	
<i>Rhus chinensis</i>	63.9±2.9	95.6±2.3	68.2±6.9		45.0±8.7 <sup>b</sup>		32.5±10.1	
<i>Evodia daniellii</i>	55.1±5.8	91.7±4.4	58.5±7.8		24.6±5.5		14.9±2.9	
<i>Aralia elata</i> (cuttings)	92.9±2.9		35.0±2.8		23.5±7.8		10.1±2.9	

<sup>a</sup>Mean±SE. <sup>b</sup>Root sprouts came out from the seedlings which have died in the winter.

로 수분 및 양분저장능력을 높이기 위하여 피트모스:질석:점토:퇴비:흡습제(40:25:20:15:0.1, v/v) 배양토가 사용되었다. 실험 실시 전, 후 강우량은 96년 4월 17일 10~40mm, 96년 4월 29일 20~50mm이었으며 5월 중에 소량의 비가 내렸다. 96년 6월 6일 현재 두릅나무 삼근 뿌리가 약 50% 발아했으나 다른 수종들의 종자는 0~2% 정도 발아했다. 96년 7월 20일 현재 두릅나무는 약 60% 발아 생존하고 있었으나 다른 수종들은 0~3% 발아했거나 발아한 후에 유묘상태로 고사하였다. 퇴비를 사용한 포장실험의 낮은 발아율(Table 4)과 퇴비를 사용하지 않았던 봄 1차 실험지에서의 높은 발아율 및 생존율(Table 5)의 결과와 봄 2차 실험지에서 입고병에 강한 외부 침입 초본류의 생장이 왕성했던 결과를 종합해 볼 때 목본수종의 고사는 배양토에 퇴비시용으로 인한 입고병이 주요 원인인 것으로

판단되었다. 이 사실은 일반 묘포시업에서 유기질 토양이나 질소 함유율이 높은 유기질 비료가 발아 종자 또는 유묘의 입고병을 유발시키기 때문에 그 사용을 금기하고 있는 양묘수칙과 일치하고 있다<sup>10)</sup>.

입고병에 강한 두릅나무(삼근)는 생존율이 60%, 1년간 수고생장량은 70~90cm이었다. 붉나무의 생존율은 2%로서 낮았으나 생존개체의 수고 생장은 1년간 45~70cm이었다.

여름(4차) 실험 결과

여름 실험지에서는 봄 1차 실험지에서 고사의 주요 원인이었던 야생잡초의 침입방지와 침입잡초의 생장을 억제하기 위하여 종자 또는 파종립 파종 후 1~20mm 두께의 톱밥으로 멀칭하였고, 봄 2, 3차 실험지의 실패요인이었던 퇴비를 사용하지 않았다.

Table 6. Height growth(cm) of the seedlings survived at the rock cut-slope revegetation bed after direct seeding on April 13, 1996.

Species	Date			
	96. 6. 6.	96. 9. 7.	97. 5. 24.	98. 9. 10.
<i>Pinus densiflora</i>	4.8±0.9 <sup>a</sup>	8.4±1.1	13.2±2.3	26.4±3.0
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	3.1±0.6	8.3±2.0	34.3±7.4	210.0±61.2
<i>Rhus chinensis</i>	8.3±1.5	48.2±7.9	83.0±13.6	116.7±18.7
<i>Evodia daniellii</i>	7.5±0.8	27.3±4.3	42.5±6.7	90.0±27.1
<i>Aralia elata</i> (cuttings)	12.0±1.7	45.8±6.0	76.5±33.5	128.5±56.4
<i>Aralia elata</i> (seeds)	0	0	1.0±0.1	19.8±4.8

<sup>a</sup>Mean±SE

Table 7. Seed germination rate, survival rate of the germinated seedlings, and height growth of the seedlings survived at the rock cut-slope revegetation bed after direct seeding on July 20, 1996.

Species	Germination(%)		Survival rate(%)		Height growth(cm)	
	96. 9. 10.	97. 5. 24.	97. 5. 24.	98. 9. 10.	97. 5. 24.	98. 9. 10.
<i>Pinus densiflora</i>	20.3±1.8*	0*	0	0	-	-
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	30.8±3.5	16.9±3.9	2.5±1.4	2.5±1.4	6.1±2.3	75.2±14.4
<i>Rhus chinensis</i>	55.6±4.9	29.2±8.1	5.0±2.9	5.0±2.9	47.2±7.2	117.5±33.2
<i>Evodia daniellii</i>	41.1±3.5	17.5±4.3	1.5±0.9	1.5±0.9	15.8±3.6	76.2±20.2
<i>Aralia elata</i> (cuttings)	14.9±2.9	11.6±2.0	0	0	47.9±12.7	-

\* Mean ± SE. \* Seedlings were dead.

여름 직파에서 문제가 되는 것은 발아한 묘목의 여름철 고온에 의한 고사와 생육기간이 짧기 때문에 겨울철 저온 및 한파해에 의한 고사인 것으로 판단되었다. 톱밥 멀칭으로 외부침입 초본류의 발아와 성장을 억제할 수 없었다. 97년 5월 24일~98년 9월 10일 사이에 묘목 생존율이 낮아진 것은 초본류의 피압에 의한 것이다(Table 7).

#### 가을(5차), 초겨울(6차) 실험 결과

늦가을 또는 초겨울 실험지에는 발아촉진처리된 종자대신에 휴면종자를 사용하였다. 발아촉진처리된 종자를 파종할 경우 겨울철 저온에 의하여 동해를 받을 수 있기 때문이다. 붉나무의 경우는 10분간 황산처리된 종자를 사용하였다.

5차, 6차 실험지를 97년 5월 28일에 조사한 발아율을 보면 소나무, 담쟁이, 붉나무 모두 6차 실험지의 결과가 20일

일찍 시행한 5차 실험지보다 낮았다(Table 8). 겨울철 직파에서의 낮은 발아율은 직파종자의 휴면타파와 관련이 있는 것으로 사료되며 앞으로의 연구에서 휴면타파 수준의 효과에 대한 연구가 요망된다.

발아한 묘목의 98년 8월 2일 조사한 생존율이 두 실험지 모두 소나무 1% 이하, 담쟁이 3% 이하, 붉나무 5% 이하로서 초본류에 의한 피압이 낮은 생존율의 주요 요인이었다. 왕겨멀칭도 톱밥멀칭과 마찬가지로 초본류의 침입과 성장을 억제할 수 없었다.

#### 여름철 포트묘(7차) 실험 결과

여름 실험시 발아 묘목의 낮은 생존율(Table 7)을 고려하여 봄 1차 실험지에 98년 8월 2일 소나무와 담쟁이덩굴 2년생 포트묘를 흡습제 및 고형비료를 첨가한 현지토양을 이용하여 식재하고 98년 9월 3일에 조사한 결과 활착율이

Table 8. Seed germination rate, survival rate of the germinated seedlings at the rock cut-slope revegetation bed after direct seeding.

Species	5th experiment(96. 11. 3)		6th experiment(96. 11. 23)	
	Germination(%) (97. 5. 28.)	Survival rate(%) (98. 8. 2.)	Germination(%) (97. 5. 28.)	Survival rate(%) (98. 8. 2.)
<i>Pinus densiflora</i>	11.5±2.2*	< 1	3.5±2.0	< 1
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	20.9±1.2	< 3	11.3±2.3	< 3
<i>Rhus chinensis</i>	40.1±3.5	< 5	15.9±2.4	< 5

\* Mean ± SE

Fig. 2. Figure of bare rock slope vegetation bed planted with two year-old containerized seedlings of *Pinus densiflora* and *Parthenocissus tricuspidata* and sowed with the seed pellets of *Rhus chinensis* on Aug. 2, 1998(A), and that of one month after the planting(B). Fig. 2-B shows *Rhus chinensis* seedlings germinated from the seed pellets.

Table 9. Height growth, root collar diameter growth, and dry weight of the seedlings grown at the rock cut-slope revegetation beds made in the spring of 1996.

Site <sup>a</sup>	Species	Soil amount of vegetation bed(dm <sup>3</sup> )	Soil depth (cm)	No. of Seedlings	Height(cm)/Root collar diameter(cm)					Dry weight on 98.9. 10(gr/dm <sup>3</sup> )		Characteristics of vegetation bed
					96. 9. 7.	97. 5. 24.	97. 9. 10.	98. 7. 13.	98. 9. 10.	Woody plants	Herbaceous plants	
I -1	Rhus chinensis	3.6	3	1	45/0.7	72/1.1	115/2.0	140/3.0	145/4.1	58.6	0	southeastward, water was supplied from crack
I -2	Rhus chinensis	111.0	10	6	31/0.5	50/0.7	27/1.1	8.0/1.6	83/1.8	4.60	0.1	southeastward, slope
I -3	Aralia elata	117.0	10	1	24/1.0	43/1.2	85/1.9	92/2.3	96/2.6	2.52	0.2	southeastward, slope
I -4	Rhus chinensis	343	12	2	80/1.1	105/1.5	150/2.4	201/4.0	203/4.5	8.59	0	southeastward, crack
"	Aralia elata	"	"	1	60/2.0	110/2.5	145/3.6	160/3.9	161/4.0	21.37	0	"
II -1	Rhus chinensis	127	15	1	57/0.7	94/1.2	151/2.1	185/3.4	192/4.7	11.9	0	westward, slope

<sup>a</sup> I :Pangyo IC, II :Yongma Park in Seoul

100%로 나타났다(Fig. 2). 포트묘 실험지에서는 현지토양 비닐마대로 토양노출면적을 최소화하고, 현지의 0.5~2.0cm 크기의 쇄석으로 1~2cm 두께로 멀칭한 입지가 톱밥이나 왕겨멀칭보다도 초본류의 침입이 적었다.

실험지의 환경조건에 따른 건물생산량

현지 암반사면에 조성된 식생기반이 바위틈으로부터 자연적으로 수분을 공급받는 경우 식재기반의 크기가 작아도 토양량당 건중량이 높았으며 식재기반의 토심이 깊을수록 건중량이 높게 나타났다(Table 9). 초본류는 목본류의 생

장을 억제하거나 피압으로 고사시키는 것으로 나타났다(Table 10). Davis 등<sup>10)</sup>은 수분공급이 많은 조건에서보다 적은 조건에서 초본류와 목본류의 경쟁이 더 심하게 일어나고 수분공급이 충분한 조건에서는 초본류의 biomass가 증가되어 목본류는 초본류와의 광선경쟁으로 피압된다고 하였다.

현지토양 이용

본 연구에서는 현지토양을 비닐마대(20×40cm)에 넣어 불완전한 요철부에 토사유실 브레이크를 설치하는데 활용

Table 10. Competition between herbaceous plants invading from outside and *Pinus densiflora* and *Zanthoxylum schinifolium* at the rock cut-slope revegetation bed made on Sep. 7, 1997 in Yong-ma Park.

Site	Soil amount of vegetation bed(dm <sup>3</sup> )	Soil depth (cm)	Species <sup>a</sup>	No. of seedling	Height(cm)			Dry weight(gr/dm <sup>3</sup> )
					97. 9. 7.	98. 9. 9.	98. 7. 16.	
II -1	167	20	<i>P. densiflora</i>	1	13.0	26.0	0.127	
			<i>Z. schinifolium</i>	1	7.5	69.0	0.031	
			Herbaceous plants	-	0	92.0	0.580	
			Sum				1.017	
II -2	186	10	<i>P. densiflora</i>	1	15.0	26.0	0.076	
			<i>Z. schinifolium</i>	1	9.0	70.0	0.028	
			Herbaceous plants	-	0	95.0	0.870	
			Sum				0.974	
II -3	92	25	<i>P. densiflora</i>	2	12.5	17.5	0.061	
			<i>Z. schinifolium</i>	1	7.6	<sup>b</sup>	-	
			Herbaceous plants	-	0	95.0	1.612	
			Sum				1.673	
II -4	108	15	<i>P. densiflora</i>	2	13.0	<sup>b</sup>	-	
			<i>Z. schinifolium</i>	1	7.8	<sup>b</sup>	-	
			Herbaceous plants	-	0	90.0	1.114	
			Sum				1.114	

<sup>a</sup> Two year-old containerized seedlings of *Pinus densiflora* and *Zanthoxylum schinifolium* were planted on the bed. <sup>b</sup> Seedlings were died by shading of herbaceous plants.

하였는데, 시멘트 브레이크에 비하여 기능면에서 우수하였다. 현지토양 비닐마대 브레이크나 현지토양 배양토에 넣은 고품비료와 흡습제는 수분 및 양분저장능력을 증가시켜 수목생장에 유리하게 작용하는 것으로 나타났다.

포트묘(7차) 실험지(98. 8. 2.)에서 흡습제와 복합비료를 혼합한 현지토양을 배양토 대체토양으로 활용한 결과 소나무 및 담쟁이 포트묘 2년생의 활착율에는 지장이 없는 것으로 나타났으며, 우보명과 김경훈<sup>12)</sup>은 암반절취사면의 녹화에 삼림표층토의 이용 가능성은 높은 것으로 분석하였다.

햇빛에 노출된 비닐마대는 1~3년이 경과하면 자연 노화되었고, 노화된 부분의 토양에는 외부로부터 도입된 초분류가 자라고 있어 미관상 나쁘지 않았다. 비닐마대 토양에 자란 초분류의 뿌리는 토양을 결속하여 토양유실을 방지하였다. 앞으로 장기간에 걸쳐 일어나는 마대토양의 유실은 계속 관찰을 요한다.

## 요 약

본 연구는 암반절개사면에 천공 또는 브레이크를 이용하여 부분적으로 조성한(전사면의 10~20%) 식생기반에 자생수종(소나무, 붉나무, 담쟁이덩굴)의 종자 또는 파종립을 직파하여 식생을 도입하는 암반사면 부분 녹화법을 개발하기 위하여 실시되었다. 발아촉진처리된 종자에 피트모스, 진흙, 흡습제(3.5:1:0.2, v/v)를 피복한 파종립(1~2cm<sup>3</sup>)은 대조구 종자보다 포장 및 현지 실험에서 발아율이 약 2배 더 높았다. 현지 실험에서 직파종자의 발아율 및 발아한 묘목의 생존율은 여름 및 가을철 직파시 보다 봄철 직파시에 더 높은 성공률을 보였다. 현지 실험에서 공시 수종의 파종립과 종자의 발아율은 퇴비가 포함된 배양토에서 0~3%로 매우 낮았는데 퇴비는 발아종자 또는 유묘의 모잘록병을 유발시키는 것으로 추정되었다. 유묘의 생존율은 외부 침입 초분류에 의한 피압과 피압 받은 후 겨울철 건조에 영향받은 것으로 판단되었다. 성공율이 낮은 여름철 직파법의 대안으로써 1998년 8월에 소나무, 담쟁이덩굴 2년생 포트묘를 암반절개지에 식재한 결과는 성공적이었다.

## 사 사

본 연구는 1995년도 한국과학재단 특정기초연구과제(과제번호 95-0402-0301-3)의 연구비 지원에 의한 연구 결과입니다.

## 참 고 문 헌

- slope revegetation measures, Res. Bull. Res. Forests of Seoul Nat' l Univ. No. 31:73~95
2. Keomtap and Daiwon Landscape Arch.(Co.) (1985), Korean model revegetation method of cut-rock slopes, Konkuk Univ. Agric. Resources Development Inst. Special Publication, 136pp.
3. Woo, Bo-Myeong (1978), Studies on the bare rock-slope conservation measures(I) - Conservation and revegetation by Parthenocissus spp., J. Kor. For. Soc. 37:1~16
4. Woo, Bo-Myeong (1987), Development of restoration measures of the rockily eroded mountains in Seoul metropolitan area, J. Kor. Inst. Landscape Arch. 15:9~16
5. Ryu, Taek Kyu and Lee, Chun Yong (1982), Vegetation covering methods on the steep sloping rock of the roadside, J. Kor. Inst. Landscape Arch. 9:13~18
6. Yoshida, H. (1998), Slope revegetation measures in Japan, Bull. of the Korean · Japanese Symposium on Environmental Restoration and Revegetation Technology, The Kor. Soc. Environ. Restoration and Revegetation Technology, p.92~102
7. Woo, Bo-Myeong, Kwon, Tae-Ho and Kim Nam-Choon (1993), Studies on vegetation succession on the slope of the forest road and development of slope revegetation methods, J. Kor. For. Soc. 82:381~395
8. Lee, Chang Bok (1979), Illustrated Flora of Korea, Hyang Mun Sa, 384pp.
9. Chun, Kun Woo and Oh, Jae Man (1993), Sediment discharge and invasion of plants on the slope of the forest roads( I ) - Invasion of trees on the banking slopes, J. Kor. For. Soc. 82:354~365
10. Shepherd, K.R. 1986. Plantation Silviculture. Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht, p.64~108
11. Davis, M.A., K.J. Wrage and P.B. Reich. 1998. Competition between tree seedlings and herbaceous vegetation: support for a theory of resource supply and demand. J. of Ecology 86:652~661
12. Woo, Bo-Myeong and Kim, Kyung-Hoon (1998), Studies on the environmentally and ecologically stable revegetation measures on rock cut-slope, J. Kor. For. Soc. 87:383~390