

급경사 비탈면의 녹화 공법 개발

-종자부착 리핑네트공법을 중심으로-

김의영¹⁾ · 김남춘²⁾ · 강진형²⁾ · 배선우²⁾

¹⁾ (주) 한국 룬타이 · ²⁾ 단국대학교 생명자원과학대 환경조경학전공

Development of Revegetation Methods for Restoration of the Disturbed Slopes

-Application on the Seed Attached Ripping Net Revegetation Methods-

Kim, Eui-Young¹⁾ · Kim, Nam-Choon²⁾ · Kang, Jin-Hyung²⁾ and Bae, Sun-Woo²⁾

¹⁾ Korea Rontai Co. Ltd,

²⁾ Dept. of Landscape Architecture, School of Bio-Resources Science, Dankook University

ABSTRACT

This study was conducted to develop revegetation methods for the restoration of the steep slopes by seed attached ripping net revegetation methods. In general, steep slopes with decomposed granite soils and ripping rock are easy to erode by precipitation and impossible to revegetate only using hydroseeding with core net mulching because of poor soil fertility. The Seed Attached Ripping Net Revegetation Methods(SALNRM) will be the most popular and sustainable methods to restore decomposed granite soils and ripping rock exposed slopes. The main results are summarized as follows;

1. The net size with 1.5cm×1.0cm density was more suitable for growing plants, and increasing the ratio of the slow release fertilizer was better to make early coverage and to grow germinated plants.
2. The fertilizer bag made by the ratio of Peatmose : Vermiculite : Perlite : Quick release fertilize r : Slow release fertilizer = 10 : 2 : 5 : 3 : 4 (v : v) was the best for plant's growth.
3. According to the seed mixture experiments, even though not using foreign grasses, the SALNRM using native plants can make diverse plant composition.
4. The SALNRM will make same early ground coverage by only using native plants like using foreign grasses. The SALNRM would become the popular revegetation methods to restore decomposed granite soils and ripping rock exposed slopes in Korea.

Key words : *seed attached ripping net, slow release fertilizer, native plants, restore*

I. 서 론

리핑암과 풍화암, 경질 마사토는 토질이 척박하여 종자 파종만으로는 파종 식물의 원만한 생육을 기대하기가 곤란하다. 이러한 척박한 토질을 지닌 비탈에는 식물의 발아를 촉진할 수 있는 수분 보유력을 갖는 부자재를 사용하여 지표면을 피복하는 것이 효과적이다(Bache · Macaskill, 1990). 종자가 발아한 후에는 피복재가 그늘을 제공하여 발아한 식물의 고사를 방지할 수 있으며, 어느 정도 뿌리를 내린 후에는 피복재가 부속 됨으로써 척박한 토질에 양분을 제공하는, 부자재를 활용하는 녹화에 대한 요구가 증가되고 있다.

우리나라의 대부분의 일반적인 리핑암과 경질 마사토에는 단순히 한지형 잔디 종자를 파종을 하고 코아네트를 피복하는 공법이 일반적으로 이용되고 있다. 그러나 이들 외래도입초종들만의 종자배합은 이들이 밀생할 경우 2차 식생의 침입을 방해하고(Bratton, 1982; Harty, 1986), 이들 외래종들이 주변 산림으로 확산되는 경우 생태적인 문제가 제기 될 수 있으며(龜山 章, 1989; 小橋登治, 材井 宏, 1995), 여름철과 겨울철에는 주변식생과 뚜렷하게 구별되는 경관적인 문제를 일으킨다(김남춘, 1998).

대부분의 일반적인 리핑암과 경질 마사토에는 식생 기반재 뽐어붙이기를 적용하지 않고 단순 종자파종을 하고 코아네트를 피복하는 공법이 일반적으로 이용되고 있다. 이에 따라 최근에는 파종한 종자의 유실을 방지하는 효과가 우수한 종자부착 벚짚네트 등의 부자재를 활용한 녹화방법의 개발이 매우 활발하게 이루어지고 있다.

본 연구는 일반 종자분사파종+코아네트피복의 공종만으로는 녹화가 곤란한 리핑 · 풍화암과 경질마사토의 척박한 토사비탈(土質工學會, 1982)에 적합한 종자부착네트+비료대로 구성된 식생대를 개발할 목적으로 수행되었다. 종자와 비료대가 부착된 식생대는 완효성 비료가 척박한 토질을 식물생육이 유리한 상태로 개선하여 주며, 네트는 토양의 보수력을 향상시켜주는 효

과가 있을 것으로 기대되는데 본 연구를 통해 이에 따른 효과를 규명하고, 식생대의 조제기술 및 시공방법을 개선하고자 하였으며, 최종적으로는 환경친화적인 식물배합을 모색하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 식생대의 종자와 비료대가 부착된 녹화기술을 개발하기 위한 실험 및 조사연구로써 1999년부터 2001년까지 단국대학교의 실습포장과 확장중인 고속도로의 리핑 · 풍화암 비탈에서의 시험시공을 수행하였다.

이를 위해 종자부착 리핑네트의 조밀도에 따른 생육경향을 파악하고, 식생 생육에 보조역할을 하는 비료대의 조제기술 개발을 위해 완효성 비료의 효과를 검증하는 실험을 실시하였으며 야생화와 목본식물의 종자이용을 검증하기 위한 종자부착 실험을 실시하였다.

1. 리핑네트 조제 유형과 식물생육

1) 리핑네트의 조제

리핑네트는 네트의 조밀도와 부착하는 비료대의 조제, 부착하는 식물종자의 량과 종류에 따라 녹화효과가 차이가 있을 수 있다. 네트의 조밀도는 종자의 발아와 토양의 유실에 영향을 미칠 수 있으며, 비료대의 조제에 따라 지속적인 식물의 생육에 영향을 미칠 수 있다. 또한 종자의 량과 유형에 따라 다양한 녹화효과가 나타날 수 있다.

생육리핑네트 조밀도와 식물생육의 경향을 파악하기 위해 네트 규격이 1.5cm×1.0cm와 1.5cm×0.3cm인 두 가지 유형으로 리핑네트를 제조하였으며 실험에 사용된 종자의 배합은 아래의 표 1과 같다.

비료대는 부엽상토, 경량토, 완효성 비료, 속효성 비료를 배합하여 조제하였으며, 속효성 비료와 완효성 비료의 배합비에 따라 두 가지 유형으로 분류하였다. 속효성 비료는 m²당 30g을 기본으로 배합 하였고, 완효성 비료의 배합비를 달리하여 140g/m², 80g/m² 넣은 두 가지 유형을

제조하였다.

종자배합 및 구성은 다음 표 1과 같이 구성하였다. 외래도입초종의 비율이 높은 것은 리핑네트의 특성상 가급적 빨리 종자발아를 유도하여 조기녹화효과를 얻고자 함이었으며, 단위면적당 25g/m²을 과중하였다.

표 1. 종자 배합 및 구성

유형	일반명	학명	배합비 (%)
외래도입 초종	Perennial ryegrass	<i>Lolium perenne</i>	30
	Ky-31fescue	<i>Festuca arundinacea</i>	20
	Creeping redfescue	<i>Festuca rubra</i>	20
	Orchard grass	<i>Dactylis glomerata</i>	5
	Weeping lovegrass	<i>Eragrostis curvuls</i>	5
자생초종 · 목본	참싸리	<i>Lespedeza crytobotrya</i>	5
	비수리	<i>Cymbopogon doeringii</i>	5
	새(안고층)	<i>Arundinella hirta</i>	5
	낭아초	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	5
계		9 종	100

2) 실험구 조성 및 조사

실험은 2000년 4월 20일부터 11월 6일 까지 1년 7개월간 진행되었고, 실험 장소는 경기도 수원시 장안구의 신갈-인천간 고속도로 신갈방면 진입구에 위치한 절토 비탈면으로 토양의 평균 Ph는 6.6이며, 경도는 산중식 토양 정도계로 20~26mm의 범위를 보였고, 경사도는 1 : 0.8의 급경사이고, 북서향인 리핑절취비탈이다.

(1) 실험구의 배치

리핑네트의 조밀한 정도와 식생 기반재(비료대)내 포함된 완효성 비료의 함유량, 코아네트의 멀칭 유무에 따라 4처리 유형으로 구분하였고, 각각의 실험구는 폭 4.5m, 길이 10m로 면적은 450m²이 되도록 조성하였다. 실험구의 배치 후 2주간은 주 1회의 빈도로 관수(10ml)하였고, 이 이후에는 관수 등의 관리 작업을 실시하지 않았으며 자연 강우에 의해 식물이 자연 조건하에서 생육 하도록 하였다.

① A유형 : 네트유형(1.5cm×1.0cm), 비료 함

- 유량(속효성 : 30g/m²,완효성 : 140g/m²)
- ② B유형 : 네트유형(1.5cm×0.3cm), 비료 함유량(속효성 : 30g/m²,완효성 : 140g/m²)
- ③ C유형 : 네트유형(1.5cm×1.0cm), 비료 함유량(속효성 : 30g/m²,완효성 : 80g/m²)
- ④ D유형 : 네트유형(1.5cm×0.3cm), 비료 함유량(속효성 : 30g/m²,완효성 : 80g/m²)

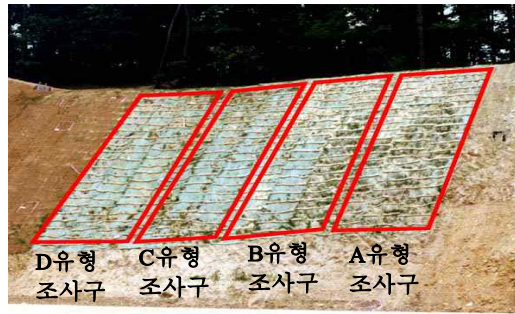


사진 1. 유형별 실험구 배치 사진

(2) 식물생육조사

시험 시공지내에 50cm×50cm 규격의 식생조사구를 비탈면의 상단, 중단, 하단에 완전임의 배치로 3반복 설치한 후, 초기에는 2주 간격으로 식물의 개체수, 초장, 분얼수 등을 조사하였고, 발아한 식물이 자라 피복이 이루어진 후에는 4주 간격으로 조사하였다. 또한, 조사구를 촬영한 후 사진과 모눈종이를 겹쳐 피복율을 조사하였다.

2. 비료대의 조제유형별 식물생육

1) 공시재료 및 조사

리핑네트에 부착되는 비료대의 물질조성에 따른 식물생육 경향을 분석하고자 하였다. 본 실험에서는 조기 녹화용으로 많이 사용되는 한지형 외래 초종 중 Perennial ryegrass(*Lolium perenne*), Kentucky-31 fescue (*Festuca arundinacea*), Turf type tall fescue (*Festuca arundinacea*)를 공시 식물로 사용 하였다. KY-31 fescue는 Tall Fescue (*Poa pratensis*)의 재래 품종으로 환경 적응성이 뛰어나 덥고 추운 지역내 동시 생육이 가능하

며, 초기 조성속도가 빠르고, 불량한 토양에서도 정착이 잘되어 비탈면을 안정시키는데 효과적이다(김남춘, 1991). 비탈면녹화식물 중에서 가장 잔존율이 높은 초종으로 알려져 있다(龜山章, 1989).

재배용 상토로 부엽상토, 질석, 경량토, 속효성비료, 완효성비료를 표 2에서와 같이 섞어 상부의 지름이 20cm, 하부의 지름이 15cm, 높이 16cm인 비닐포트에 채운 후 100립씩 종자를 파종하였고 발아 후 2주 뒤 30개체만 남기고 잔여 개체는 제거하여 주었으며, 파종 후 20일 후부터 2주 간격으로 2000년 10월 4일, 동월 18일, 동월 31일에 걸쳐 지상부의 초장을 측정하였고, 최종적으로 생체중량과 건중량을 측정하였다.

2) 실험구 조성 및 처리

실험은 2000년 9월 1일부터 2000년 11월 까지 진행되었고, 실험장소는 충남 천안시 단국대학교 실험포장에서 실시하였다. 부엽상토, 질석, 경량토, 속효성비료, 완효성비료의 배합비에 따라 5가지 처리로 나누어 5반복실험을 하

였다. 각 처리별 배양토의 조성비율은 아래 표 2 과 같다.

표 2. 비료대의 구성 (단위 : g)

	A type	B type	C type	D type	E type
부엽상토	100	40	165	122	140
질석	20	20	33	24	28
경량토	50	50	82	61	70
속효성 비료	30	30	-	73	42
완효성 비료 I	40	70	-	-	-
완효성 비료 II	40	70	-	-	-
계	280	280	280	280	280

3. 자생종 위주의 종자 배합과 식물 생육

1) 공시재료

자생 야생화 6종(별개미취, 과꽃, 벌노랑이, 민들레, 도라지, 쑥부쟁이), 자생초본 및 관목류 5종(참싸리, 비수리, 낭아초, 개쉬땅나무, 당조팝), 교목류 6종(가중나무, 자귀나무, 단풍나무, 이팝나무, 적송, 해송) 총 17종의 식물을 선정하여 리핑네트와 벃짚네트에 종자 부착을 하였다. 자생 야생화, 관목, 교목의 배합비율은 5 :

표 3. 종자 파종량

분 류	종자명	1g당 입수	순도 (%)	발아율 (%)	파종량 (g/m ²)
자생 야생화	<i>Aster karaiensis</i> (별개미취)	1,600	76.0	77.0	0.017
	<i>Lotuscorniculatus var japonicus</i> (벌노랑이)	750	99.8	630	0.044
	<i>Taraxacum platycarpum</i> (민들레)	2,200	99.0	74.0	0.013
	<i>Aster yomena</i> (쑥부쟁이)	2,000	93.0	6.0	0.017
	<i>Callistephus chinensis</i> (과꽃)	400	97.0	6.7	0.086
	<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	1,000	99.7	7.7	0.030
자생초본 및 관목	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> (참싸리)	127	98.0	57.0	0.207
	<i>Lespedeza cuneata</i> (비수리)	520	98.0	68.0	0.042
	<i>Indigofera Pseudo-tinctoria</i> (낭아초)	150	99.9	76.3	0.132
	<i>Sorbaria sorbifolia</i> (개쉬땅)	8,700	53.0	86.0	0.002
	<i>Spiraea chinensis</i> (당조팝)	1,130	97.0	2.0	0.066
교목	<i>Acer palmatum</i> (단풍나무)	70	98.5	4.3	0.295
	<i>Ailanthus altissima</i> (가중나무)	25	95.5	15.0	2.200
	<i>Albizia julibrissin</i> (자귀나무)	23	98.0	7.0	0.512
	<i>Cionanathus retusa</i> (이팝나무)	5	99.9	2.0	8.250
	<i>Pinus densiflora</i> (적송)	65	99.8	45.0	0.282
	<i>Pinus thunbergii</i> (해송)	65	99.8	65.0	0.195

3 : 2 로 하였고, 식물의 발생기대본수는 1m²에 1,000본이 되도록 하였다. 자생 야생화, 관목, 교목 내에서는 배합 식물이 균등한 비율이 되도록 배합하였다.

2) 실험구 조성 및 조사

실험은 2001년 5월 2001년 11월 까지 6개월 간 진행되었고, 실험장소는 충남 천안시 단국대학교내 실험포장의 비탈면에서 수행 되었다. 비탈면의 토양은 사질 토사이고, 경사도는 1 : 1.5이다.

리핑네트 실험구와 벚짚네트의 실험구의 크기는 각각 1m×3m로 하여, 리핑, 벚짚 네트 각각 3개의 실험구를 3반복 완전임의배치 실험하였으며 시공 후 최종적으로 각 식물체의 개체 수, 초장, 초폭 및 수관폭을 조사하였고 조사한 결과는 PC-SAS. V.612를 이용하여 LSD 검정을 하였다.

종자파종량과 발아율 조사 결과는 표 3과 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 리핑네트 조제 유형별 식물생육

표 4에서 보는 바와 같이 피복율은 2000년 6월 8일 조사에서는 A 유형(네트유형 1.5cm×1.0cm, 비료 함유량 속효성 : 30g/m², 완효성 : 140g/m²)이 13.83%, B 유형(네트유형 1.5cm×0.3cm, 비료 함유량 속효성 : 30g/m², 완효성 : 140g/m²)이 13.5%로 C, D유형의 10.83%, 8.17%에 비해 수치상으로 약간 우세한 경향을 보였으며, 6월 26일 조사에서는 A 유형이 46.83%의 피복율을 보여 B형의 28%, C형의 25.83%, D형의 25.5%에 비해 월등히 우수하였다. A, B, D유형 간에는 큰 격차를 찾아볼 수 없었다. 그러나 시간이 경과한 뒤인 7월 13일 조사에서는 A, B유형은 각각 80%, 68.17%의 피복율을 보여 각각 57.83%, 55.33%의 피복율을 보인 D, C유형에 비해 우수하였다.

이런 결과는 식생대에 포함된 속효성 비료의 비효가 시간이 경과함에 따라 떨어짐으로써 식

물이 생육에 필요한 비료성분을 완효성 비료에 의존하는 비중이 커지고 상대적으로 완효성비료의 성분이 적게 포함된 C, D형에 비해 A, B 유형의 피복속도가 빠르게 나타난 것으로 판단된다. 8월 17일 조사에서는 식물의 성장이 왕성하여 모든 유형의 실험구에서 95%이상의 피복도를 보였으며 리핑네트의 조제에 따른 유형 간의 차이가 나타나지 않았다.

표 4. 리핑네트의 조밀도와 비료대의 조성에 따른 피복율 경향 (파종 : 2000. 5. 4)

유형	피복율 (%)			
	조사일			
	6/8	6/26	7/13	8/17
A †	13.83	46.83	80.00	100.00
B	13.5	28.00	68.17	100.00
C	10.83	25.83	57.83	99.17
D	8.17	25.50	55.33	96.68
LSD	9.2043	18.407	27.127	5.2591

† A유형 : 네트유형(1.5cm×1.0cm), 비료 함유량(속효성 : 30g/m², 완효성 : 140g/m²)
 B유형 : 네트유형(1.5cm×0.3cm), 비료 함유량(속효성 : 30g/m², 완효성 : 140g/m²)
 C유형 : 네트유형(1.5cm×1.0cm), 비료 함유량(속효성 : 30g/m², 완효성 : 80g/m²)
 D유형 : 네트유형(1.5cm×0.3cm), 비료 함유량(속효성 : 30g/m², 완효성 : 80g/m²)

식물의 초장을 비교해본 결과(2000년 5월 25일 조사) 네트의 간격이 넓고 완효성비료의 함량이 많이 포함된 A유형과 네트의 간격은 좁으나 완효성비료의 함량이 많이 포함된 B유형이 다른 유형인 C, D유형에 비해 수치상으로 우수한 것으로 나타났으나 통계적 유의성은 없었다.

A, B, C, D유형에 따른 조사결과는 각각 4.83cm, 4.83cm, 4.67cm, 4.5cm이었다. 6월 8일 조사에서는 B, C, D유형별 실험구의 식물초장이 각각 7.5cm, 7.33cm, 7.17cm로 B유형의 실험구가 수치상으로 근소한 차이로 높게 나왔으나 통계적 유의성은 없었다. 반면 A유형 실험구의 경우 식물평균 초장이 8.67cm로 다른 실험구에 비해 높게 조사되었다.

같은 양의 속효성 비료와 완효성비료가 들어

간 B유형에 비해 초장이 높게 나타난 것은 네트의 간격(조밀도) 차이에 의한 결과로 유추되며 네트의 간격이 넓은 것이 좁은 것에 비해 식물의 초장생육에 도움을 준 것으로 사료된다. 그러나 점차 시간이 경과하고 식물의 초장생육이 한계초장에 다다를수록 실험유형에 따른 차이점을 찾아볼 수가 없었다.

7월 13일 조사에서는 D유형 실험구의 식물 평균초장이 20cm로 다른 유형 A형 29.67cm, B형 25cm, C형 23.67cm에 비해 떨어졌으나 A, B, C 유형의 실험구에서는 차이점을 크게 찾아볼 수 없었다(표 5).

표 5. 리핑네트의 조밀도와 비료대의 구성별 초장생육 경향 (파종 : 2000. 5. 4)

유형	초장 (cm)				
	조사일				
	5/25	6/8	6/26	7/13	8/17
A	4.83	8.67	15.00	29.67	51.00
B	4.83	7.50	12.83	25.00	50.00
C	4.67	7.33	12.83	23.67	49.17
D	4.50	7.17	11.33	20.00	45.83
LSD(0.05)	1.0438	1.7012	3.3173	6.0648	5.0656

리핑네트의 유형에 따른 녹화용 한지형 잔디의 분얼수 증가에 있어서도 역시 네트의 간격이 넓고 완효성비료의 함량이 많이 포함된 A유형이 우수하였다. 5월 25일 조사에서는 아직 다른 실험구의 초종들은 분얼하지 않은 반면 A유형의 평균 분얼수는 1.167로 분얼하였다. 그

러나 점차 실험구별로 분얼속도가 비슷해져서 6월 8일에는 A, B, C, D유형별로 분얼수가 각각 2.33, 2.33, 2.16, 2.08이었으며, 7월 13일에는 5.08, 4.5, 4.16, 4.08이었다(표 6).

표 6. 리핑네트의 조밀도와 비료대의 구성별 분얼경수의 변화

유형	분얼경수			
	조사일			
	5/25	6/8	6/26	7/13
A	1.1667	2.3333	4.4167	5.0833
B	1	2.3333	4.1667	4.5
C	1	2.1667	3.75	4.1667
D	1	2.0833	3.6667	4.0833
LSD(0.05)	0.1589	0.7473	0.9598	1.0498

아래의 사진2는 복수원 시공지의 현장사진으로 1년이 경과한 뒤에도 완효성비료의 효과에 의한 지속적인 식물생육과 녹화 효과를 관찰할 수 있다.

2. 비료대의 효과 실험

속효성 비료와 완효성 비료의 배합비에 따른 식물 생장을 분석한 결과 Perennial ryegrass, KY31 fescue, Turftype Tall fescue중에서 KY31 fescue의 생육이 가장 우수하였다. 비료대의 5가지 조제구성별로 비교해본 결과 비료가 포함된 실험구에서 생육이 왕성하였다. 특히, 부엽상토와 질석, 결랑토, 완효성 비료 I 과 II타입이 모두 포함된 A타입에서 가장 초장신장과 뿌리길이, 분얼경수, 지하부와 지상부의 생체량



사진 2. 복수원 실험시공 현장 사진

등이 우수하였고, 속효성비료가 많이 포함된 D 유형에서는 지하부의 생육이 우수한 경향을 보였다.

이러한 결과로 볼 때 속효성 비료와 완효성 비료의 배합비율에 따른 효과 비교에서는 속효성 비료 30g, 완효성비료 I과 II를 40g 씩 넣은 A형 배합이 전반적인 식물 성장에서 가장 우수한 것으로 판단된다.

속효성비료와 완효성비료를 넣지 않은 C 유형에서는 가장 저조한 생육경향을 나타내었다. 따라서 종자부착 리핑네트에서 조기에 식물의 생육에 도움을 주고 발아한 후에도 지속적으로 비료효과를 주기 위해서는 속효성과 완효성을 적절하게 혼합하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

표 7. 배양토의 구성별 식물생육 분석
(측정일 : 파종 83일후)

식물명	유형	초장	뿌리 길이	지상부		지하부		
				분얼 수	생체 중량	생체 중량	건물 중량	건물 중량
Tall fescue (ky-31)	A	24.93	18.47	6.00	11.19	14.48	1.90	1.37
	B	25.93	15.11	4.73	8.76	10.11	1.41	1.30
	C	4.83	3.77	1.73	0.11	0.33	0.06	1.18
	D	17.07	14.50	2.87	2.10	7.54	0.33	1.40
	E	23.13	15.90	6.53	5.13	6.15	0.83	0.99
Tall fescue turf type	A	24.47	13.60	5.00	14.55	13.19	2.76	2.31
	B	24.07	12.33	4.27	6.64	4.54	1.02	0.72
	C	4.59	4.28	1.67	0.10	0.14	0.07	0.06
	D	19.63	20.87	4.60	5.69	22.84	1.12	3.50
	E	15.60	11.73	2.47	2.29	2.60	0.38	0.38
Perennial ryegrass	A	18.07	14.60	9.20	12.26	8.38	1.82	1.40
	B	16.73	15.73	7.33	12.36	6.45	1.68	0.99
	C	4.52	4.77	2.13	0.25	0.33	0.03	0.03
	D	16.47	18.07	5.20	5.05	9.04	0.81	1.67
	E	13.87	13.80	4.20	4.04	4.67	0.63	0.61
species	**	*	*	**	**	*	**	**
type	**	**	*	**	**	**	**	**
species * type	**	**	**	*	**	**	**	**

*, ** Significant at $P \leq 0.05, 0.01$, respectively

실험결과를 분석한 결과 종간에는 뿌리길이와 분얼경수, 지상부의 건물 중량에서 차이가 있었으며, 유형간 비교에서는 분얼경수에서 차

이가 있었다. 이러한 결과로 보아 비료대의 조제에 따라 식물생육에 차이가 나타난다고 볼 수 있다.

3. 자생 초·목본 식물 위주의 종자배합과 식물 생육

벚짚네트와 리핑네트에서의 식물발아경향과 생육을 비교해본 결과 출현 개체수는 자귀나무나 소나무 등 다른 식물의 피음 정도에 크게 영향을 받는 종을 제외하곤 전반적으로 리핑네트에서 우수하였다. 이는 종자 발아 후 생존률이 리핑네트에서 우수하였다는 것을 나타낸다.

벚짚네트의 실험구에서의 식물 개체수는 단위면적당 과꽃이 6개체, 민들레 6개체, 참싸리 8개체, 낭아초 6개체, 가중나무 8개체, 자귀나무 6개체 이었으며 소나무의 개체는 4개였다. 리핑네트 실험구에서는 과꽃이 8개체, 민들레 6개체, 참싸리 32개체, 낭아초 12개체, 가중나무 16개체로 소나무를 제외하고는 리핑네트 내의 식물개체가 벚짚네트의 식물개체보다 훨씬 많았다.

리핑네트 실험구에서 가중나무는 파종 후 4개월이 경과된 후에 초고가 1m에 달했으며 벚짚네트의 실험구의 가중나무는 45cm이었다. 참싸리의 경우에도 리핑네트 내에서는 32cm이었고, 벚짚네트에서는 8cm이었다. 식물의 생장은 역시 리핑네트 실험구가 벚짚네트에 비해 우수하였다. 이는 리핑네트의 비료대에 포함된 속효성 비료와 완효성 비료가 식물 생육에 도움을 주었기 때문으로 판단된다. 그러나 리핑네트에서는 식물생육이 벚짚네트에 비해 월등히 빨라 소나무 등 초기 생육이 느린 종을 피압하는 경향이 나타나 종자배합에 신중한 고려가 필요함을 알 수 있었다.

기존 식생네트의 양잔디 위주의 종자배합이 아닌 자생 초·목본 위주의 종자배합으로도 충분한 네트의 피복효과를 확인 할 수 있었으며, 오히려 경관면에서는 기존 외래 양잔디 위주의 종자 배합보다 주변 환경과 잘 어울리고, 계절에 따른 변화가 있는 경관을 나타내고 있다.

출현 식물종에 있어서도 표 8과 같이 다양한



2001. 6. 시공직후



2001. 10. 20 시공 후 100일경

사진 3. 실험 시공지 현장사진

식물이 서로 경합하며, 교목층, 관목층, 지피층으로 구성된 다층구조 식생으로 자연스러운 천이가 이루어질 수 있는 식물 구성을 보였다. 출현 식물종 중에서는 초본류는 과꽃과 별노랑이 관목류는 참싸리, 낭아초 교목류는 가중나무가 우수한 생육을 보였으며, 전체적으로는 목본류인 참싸리와 가중나무가 우점하는 양상을 보였다.

다음 사진 3는 실험구의 모습으로 단기간 동안 식물들이 빠른 생육을 한 것을 확인할 수 있으며 한지형 잔디를 제외하였어도 충분한 피복효과와 함께 자연스러운 경관을 연출하였다.

IV. 결 론

토양이 척박하여 종자 파종만으로는 녹화가 곤란한 리핑암, 풍화암, 경질 마사토 비탈면의 친환경적인 녹화를 목표로 경제성이 높으면서, 파종한 식물이 지속적으로 생육 할 수 있는 새

표 8. 네트에 따른 식물의 성장과 상대 우점치

(파종 : 2001. 6. 5, 조사 : 2001. 10. 25)

구 분	초 종	개체수	초장(cm)	초폭, 수관폭(cm)	상대 우점치
벗짚 네트	<i>Callistephus chinensis</i> (과꽃)	6	45	23	7
	<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	4	15	10	5
	<i>Taraxacum platycarpum</i> (민들레)	6	15	40	10
	<i>Lotuscorniculatus var japonicus</i> (별노랑이)	4	25	36	8
	<i>Aster yomena</i> (쑥부쟁이)	2	8	13	5
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> (참싸리)	8	83	83	23
	<i>Indigofera Pseudo-tinctoria</i> (낭아초)	6	75	75	16
	<i>Ailanthus altissima</i> (가중나무)	8	45	45	14
	<i>Albizzia julibrissin</i> (자귀나무)	6	30	30	8
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	4	10	5.5	4
소계					100
리핑네트	<i>Callistephus chinensis</i> (과꽃)	8	4	14	6
	<i>Platycodon grandiflorum</i> (도라지)	10	20	13	6
	<i>Taraxacum platycarpum</i> (민들레)	6	25	38	9
	<i>Lotuscorniculatus var japonicus</i> (별노랑이)	8	30	36	9
	<i>Aster yomena</i> (쑥부쟁이)	4	10	15	6
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> (참싸리)	32	120	46	29
	<i>Indigofera Pseudo-tinctoria</i> (낭아초)	12	130	24	8
	<i>Ailanthus altissima</i> (가중나무)	16	100	80	22
<i>Albizzia julibrissin</i> (자귀나무)	1	15	18	6	
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	0	0	0	0	
소계					100

로운 녹화공법으로서 종자부착리핑네트의 네트 조제와 비료대의 조성, 종자배합 등에 대한 기초 자료를 조사분석하여 국내 환경에 적합한 녹화공법의 새로운 모델을 제시하고자 하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 리핑네트의 제작시 기존의 네트와 달리 네트의 조밀도를 1.5cm×1.0cm하고 완효성비료의 양을 늘리는 것이 부착된 종자의 발아와 지속적인 식물 생육에 유리하였다.

2. 리핑네트와 벚짚네트의 생육비교 실험 결과, 식물의 고른 발아와 발아율에서는 벚짚네트가 우수하고, 식물의 안정된 생육과 성장 속도에는 리핑네트가 우수하였다. 따라서, 벚짚네트와 리핑네트의 단점을 상호 보완할 수 있는 새로운 네트유형의 개발을 고려해 볼 필요가 있다고 판단된다.

3. 종자부착 네트 식생대의 완효성 비료의 효과는 검증이 되었으나 경제적인 배합량에 대한 검증은 이루어지지 않았었다. 따라서 식생대 재료의 배합비를 달리하여 비교 실험한 결과 중량비에 의한 배합으로 Peat moss : Vermiculite : Perlite : 속효성 비료 : 완효성 비료 I : 완효성 비료 II = 10 : 2 : 5 : 3 : 4 : 4로한 비율이 가장 우수하게 나타났다. 그러므로 가격이 고가인 완효성 비료의 무조건적인 증량보다는 적정량의 사용이 종자부착네트의 생산 단가를 낮게 할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 자생 초·목본종자배합을 통한 리핑네트와 벚짚네트의 생육 비교 실험에 있어서는 리핑네트의 식물군이 벚짚네트의 식물군보다 확연히 우수한 성장력을 보여주었다. 시공후 3개월 만에 목본류의 초장이 평균 1m에 달하였으며, 경관적인 측면에 있어서도 벚짚네트보다 우수하였다.

5. 자생 초·목본종자배합의 종자부착 네트 실험에서 외래 양잔디 종자를 배제하였음에도 리핑네트의 경우 식물의 생장이 왕성하여 빠른 시일에 비탈면을 녹화할 수 있었다. 따라서 생육속도가 외래 한지형 잔디류 보다 느린 자생 초·목본종자를 리핑네트에 부착하여도 조기에 적절한 녹화를 달성할 수 있을 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

- 김남춘. 1991. 녹화식생의 생육이 사면녹화 및 경관조성에 미치는 효과에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김남춘. 1998. 景觀毀損地の 生態的 復舊方案에 관한 연구. 韓國環境復元綠化技術學會誌 1(1) : 28-44.
- 우보명. 1997. 개정 사방공학. 향문사.
- 환경부. 2001. 생태적측면의 절개비탈면 녹화공법 활성화 방안에 관한 연구.
- Bache D. H. and I. A. MacAskill. 1990. Vegetation in civil and landscape engineering. London : Granada.
- Bratton, S. P. 1982. The Effects of exotic plant and animal species on nature preserves. Natural Areas Journal 2(3) : 3~13.
- 土質工學會. 1982. 風化花崗岩とまき土の工學的性質とその應用. 土質基礎工學 라이브러리-16. 316面.
- 龜山 章. 1989. 最先端の綠化技術. ソフトサイエンス社.
- 小嬌 澄治·村井 宏. 1995. のり面綠化の最先端. ソフトサイエンス社.

接受 2002年 3月 6日