

## 사면 녹화용 외래초종과 재래 목·초본식물의 적정 파종량 및 혼파비에 관한 연구(Ⅱ)

전기성<sup>1)</sup> · 우보명<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>한국도로공사 도로연구소 · <sup>2)</sup>서울대학교 산림자원학과

## Optimal Amount and Mixture Ratio of Seeding of the Exotic and Native Plants for Slope Revegetation(Ⅱ)

Jeon, Gi-Seong<sup>1)</sup> and Woo, Bo-Myeong<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Highway Research Center, Korea Highway Corporation

<sup>2)</sup>Dept. of Forest Resources, Seoul National University

### ABSTRACT

This study was carried out to verify results of the nursery seedbeds. From November of 1997 to September of 1998, the artificial banking slopes in the greenhouse of the College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University were seeded with the mixtures of those species.

Most of exotic species showed relatively poor development of root as short as 30cm. Also the green weight of root biomass of the native species was more than two times than that of the exotic species. On the other hand, it was found that the exotic species have relatively well-developed fine roots. Thus, it was concluded that the seed-mixture of the native species with long and thick roots and the exotic species with fine roots be the most effective method for topsoil erosion control on banking-slopes.

The artificial rainfall system treatment(30mm/hr, 60mm/hr, 100mm/hr) on 30° banking-slopes did not cause any significant change in the amount of soil loss by erosion. The root system was best developed in the plot of 1,000 seedlings per square meter and it performed well for soil erosion control.

Consequently, in the case of seeding of single herbaceous species without mixing any woody seeds, the expected seedlings were 1,000 to 2,000 per square meter.

Key words : *topsoil erosion control, expected seedlings, artificial banking-slopes*

### I. 서 론

우리 나라에서는 비탈면 녹화용으로 식물을 활용하는 사례가 늘어나면서 녹화사업규모도

매우 확대되었고, 環境復元에 대한 국민의 인식이 점차 높아지고 있다. 그러나 현재 공법의 시공에 이용되는 녹화식물은 검증이 안된 외래종자를 수입하여 파종기술, 혼합기술 등에 대

**Table 1.** Soil properties of the artificial banking-slopes used for seeding experiments

| Mech. Analysis |          |          | Soil Texture | N (%) | pH   | O.M (%) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm) | C.E.C. (me/100g) | Exch. Cations (me/100g) |                 |                  |                  |
|----------------|----------|----------|--------------|-------|------|---------|-------------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Sand (%)       | Silt (%) | Clay (%) |              |       |      |         |                                     |                  | K <sup>+</sup>          | Na <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> |
| 65.21          | 30.45    | 4.70     | SL           | 0.03  | 4.80 | 3.10    | 45.50                               | 8.30             | 0.11                    | 0.07            | 1.11             | 1.80             |

※ O.M. : organic matter, C.E.C. : cation exchange capacity

해 바람직한 규정이 없이 시공하고 있다. 또한, 재래식물과의 혼파특성, 경쟁관계 등에 대한 규명이 되지 않은 상태에서 시공기술자의 편의에 의해 시공하고 있어 이러한 분야의 지속적인 연구가 필요한 실정이다.

따라서, 이 연구는 포장실험의 결과를 검증하기 위해 우리 나라에서 비탈면 녹화용으로 많이 이용되고 있는 재래목본 3종과 초본 7종, 외래초종 5종을 선정하여, 人工비탈面 實驗을 통해 녹화식물의 적정 파종량과 혼파특성을 밝혀, 毀損된 비탈면 녹화에 이용하는 외래 녹화식물의 활용성을 구명하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 인공비탈면의 조성

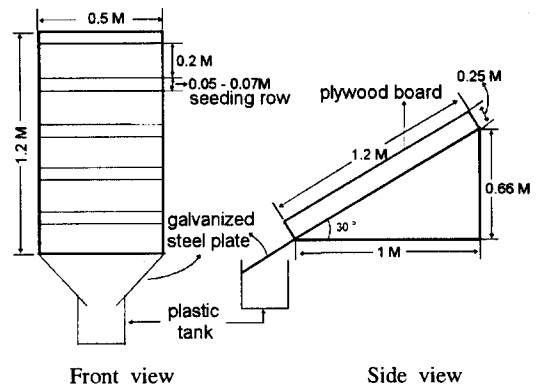
인공비탈면 토양의 물리·이화학적 성질은 표 1과 같다.

실험의 공정성과 정확을 기하기 위해, 온실 내에 흙을 자루(40kg 포대)에 담아 기초쌓기를 50cm 높이로 한후 그위에 土壤燻蒸劑를 이용하여 24시간 소독된 토양을 30cm 두께로 덮어 성토하였다. 경사도는 30°(韓國道路公社, 1995, 1997, 1998), 방위는 동향사면, 비탈면의 土壤硬度는 10mm두께의 판자를 이용하여 달구질을 하여 山中式 硬度計로 경도를 15mm되게 일정하게 조성하였다.

단위실험구의 크기는 너비 0.5m, 길이 1.2m로, 斜面積 0.6m<sup>2</sup>, 水平面積 0.5m<sup>2</sup>가 되게 하였다. 실험구는 要因實驗으로 반복은 3반복으로 하고, 대조구(나지 비탈면)를 2개 조성하였다.

인공비탈면의 模式圖는 그림 1과 같다.

人工降雨裝置는 상수도관에서 2톤 용량의 물탱크로 물을 給水한 후 물탱크에서 PVC파이프



**Fig. 1.** A schematic diagram of artificial banking-slopes

를 통하여 4HP의 모터를 이용하여 물을 지상 2.5m 높이까지 올려, 撒水用 미스트노즐에 연결하였다.

### 2. 실험식물종자

실험식물은 선형연구(農事院試驗局, 1961; 禹保命, 1989; 金南樞, 1991)를 참고하여 사면녹화에 가장 많이 이용되는 식물을 선정하였으며, 실험식물의 발아율, 1g당 개체수, 순도 등은 표 2와 같다.

실험식물종자는 포장실험에서와 같은 재래목본·초본과 외래초종을 이용하여 실내에서 발아실험후 발아율과 1g당 종자입수, 순도 등을 조사하여 파종에 이용하였다.

표 2에서와 같이 재래 목본·초본종자는 비교적 외래종에 비해 발아율과 순도가 낮아서 실험파종시에 이점을 고려하여 파종종자입수를 조절하였다.

### 3. 파종실험구의 배치 및 처리

실험은 1997년 11월~1998년 9월까지 수행하

**Table 2.** The rates of germination, purity and number of seeds per one gram used for experiments

| Native and exotic grasses |                     | Species   | Germination rate(%) | Number of seeds per 1g | Purity (%) |
|---------------------------|---------------------|---|---------------------|------------------------|------------|
| Native species            | Woody species       | <i>Amorpha fruticosa</i>                            | 74                  | 32                     | 78         |
|                           |                     | <i>Lespedeza bicolor</i>                            | 66                  | 78                     | 76         |
|                           |                     | <i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> | 78                  | 12,100                 | 67         |
|                           | Herbaceous          | <i>Oenothera odorata</i>                            | 42                  | 2,800                  | 81         |
|                           |                     | <i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>        | 44                  | 78                     | 62         |
|                           |                     | <i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i>    | 38                  | 490                    | 63         |
|                           |                     | <i>Miscanthus sinensis</i>                          | 35                  | 800                    | 61         |
|                           |                     | <i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>    | 33                  | 13,200                 | 46         |
|                           |                     | <i>Lespedeza cuneata</i>                            | 42                  | 510                    | 91         |
|                           |                     | <i>Arundinella hirta</i>                            | 22                  | 2,520                  | 68         |
| Exotic grasses            | Cool season grasses | <i>Festuca arundinacea</i> 'Jaguar'                 | 95                  | 400                    | 95         |
|                           |                     | <i>Lolium perenne</i> 'Manhattan'                   | 88                  | 470                    | 94         |
|                           |                     | <i>Dactylis glomerata</i> 'Potomac'                 | 76                  | 1,650                  | 85         |
|                           |                     | <i>Poa pratensis</i> 'Majestic'                     | 80                  | 2,730                  | 81         |
|                           | Warm season grass   | <i>Eragrostis curvula</i>                           | 98                  | 3,360                  | 97         |

였으며, 파종구의 배치는 재래종+외래종 혼파구로 실험하되 조합별 생육특성을 파악하고자 하였고, 복토처리와 시비처리는 포장실험과 동일하게 처리하였다.

파종량 구명실험은 식 (1)(平野, 1991)에 근거하여 山寺(1975, 1985), 山田等(1995)의 자료를 기준으로, 파종량을 초기 성립기대본수를 1,000本/m<sup>2</sup>, 3,000本/m<sup>2</sup>, 5,000本/m<sup>2</sup>으로 3단계로 구분하여 파종하였다.

$$W = \frac{G}{S \times P / 100 \times B / 100} K \dots\dots\dots (1)$$

- W = 1m<sup>2</sup> 당 播種量(g)
- G = 1m<sup>2</sup> 당 豫想成立本數(本/1m<sup>2</sup>)
- S = 種子 1g당 平均粒數(粒)
- P = 純度(%)
- B = 發芽率(%)
- K = 면적보정계수

파종방법은 灌水로 인한 종자의 流失을 막고 파종량간의 밀도경쟁을 위해 條播하였으며, 파종구 간격은 20cm로 하였다. 파종량에 따른 유출토사량을 측정하기 위해 人工降雨를 미세한 撒水裝置를 이용하여 30mm/hr, 60mm/hr, 100mm/hr

로 撒水하되 각 실험구의 被覆度가 60%, 80% 이상일 때로 구분하여 실험하고 2차례에 걸친 실험 값을 평균하였다.

流出土砂量은 성토비탈면 하부에 0.4m×0.5m의 플라스틱통(용량 20L)을 설치하여 流出土砂를 집수하였으며, 이 집수통과 비탈면 사이는 함석판을 잘라 제작하여 연결하고 流出土砂가 집수통으로 유입될 수 있도록 하였다.

**4. 측정 및 분석방법**

파종후 발아율 및 성장량의 측정은 파종후부터 초기 2개월은 1주일 간격으로, 그 이후부터는 별도의 측정기구(눈금간격 10×10cm의 격자상)를 사용하여, 각 종자의 발아정도와 발아후의 폭(樹冠幅, 草幅)과 높이(樹高, 草高), 지하부성장량, 수종별 개체수, 分蘖莖數 등을 측정하였다.

유출토사량 측정은 집수통에서 浮遊砂를 가라 앉히기 위해 인공강우 실험후 2일 경과후에 유출토사를 비닐봉투로 수거하여 건조기에서 80℃로 24시간 건조시킨후 乾重量을 측정하였다.

분석 프로그램은 SAS(Statistical Analysis System) PC용 프로그램을 이용하였으며, 目的變量

(從屬變量)을 生重量(山本, 1974 ; 江崎, 1984)으로 하여 파종량 3수준을 3개의 변수로 지정하고, 복토와 시비처리 4수준을 각각 4개의 變數로 지정하여 처리로 인한 효과를 보고자 평균간의 차이를 검정하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 파종량효과

##### 가. 파종량과 지하부 생장량

일반적으로 뿌리중량은 외래초종보다는 재래종이 높게 나타나고 있으며(山寺, 1986 ; 關原, 1988), 이러한 重量은 樹高(草長), 뿌리직경, 지상부 중량과 관련성이 높게 나타나고 있다.

표 3에서와 같이 재래목본과 초종은 재래종이 외래종 보다 뿌리직경, 뿌리길이, 뿌리 생중량 등이 월등하게 뛰어나(2배 이상) 토양결합력 뿐만 아니라 비탈면 安定에도 기여도가 높았다(江崎, 1984 ; 駒村 · 渡邊, 1977).

재래초종은 단순 외래초종보다 뿌리의 직경, 길이, 중량 등 뿌리발달이 우수하여 토양보전력이 뛰어나며, 특히 역사는 뿌리의 인장력도

높고, 剪斷抵抗力도 강하여(金南椿, 1991 ; 趙周衡, 1998) 土壤緊縛力이 높았다.

파종량별 재래종과 외래종의 뿌리중량을 측정한 결과 파종량이 적은 1,000本/m<sup>2</sup> 파종구에서 다른 파종구보다 지하부 생중량이 높게 나타나 파종량에 따른 根系抵抗力, 뿌리의 土壤緊縛力 등이 높았다.

##### 나. 파종량과 토사유출량

인공 강우장치를 설치하여 실험구에 살수하고 유출된 토사량을 수거 측정하여 분석한 결과는 표 4와 같다

표 4에서와 같이 재래종+외래종 파종구에서 流出土砂量이 강우강도에 비해 적게 나왔으며, 처리간 차이가 있었다.

混播區에서 재래종의 늦은 발아로 초기 피복율이 다소 떨어져 낮은 피복도로 인해 流出土砂量의 측정이 다소 많은 값을 보이는 실험구도 있었다.

이러한 流出土砂量은 생중량이 높을수록 유출토사가 적게 나타나는데(江崎, 1984), 이 실험에서도 생중량이 높게 나타나 모든 파종구에

Table 3. Effects of seeding amounts on biomasses of exotic and native revegetation plants at 6months after seeding (unit : g)

| Species        |   | expected seedlings/m <sup>2</sup> |              |             |
|----------------|---|-----------------------------------|--------------|-------------|
|                |   | 1,000                             | 3,000        | 5,000       |
| Native species | <i>Lespedeza bicolor</i>                            | 20.1 ± 2.7a                       | 15.6 ± 3.6b  | 14.5 ± 3.4b |
|                | <i>Amorpha fruticosa</i>                            | 22.5 ± 3.6a                       | 18.9 ± 4.5ba | 16.3 ± 3.1b |
|                | <i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> | 3.7 ± 0.6a                        | 3.4 ± 0.5ba  | 3.1 ± 0.3b  |
|                | <i>Oenothera odorata</i>                            | 26.7 ± 4.6a                       | 23.1 ± 5.3b  | 21.4 ± 5.7b |
|                | <i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>        | 22.5 ± 3.5a                       | 19.4 ± 3.5b  | 17.5 ± 3.2c |
|                | <i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i>    | 13.4 ± 2.1a                       | 12.5 ± 2.1ba | 11.4 ± 3.5b |
|                | <i>Miscanthus sinensis</i>                          | 21.5 ± 4.2a                       | 18.6 ± 2.4ba | 16.7 ± 5.2b |
|                | <i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>    | 18.6 ± 3.6a                       | 17.5 ± 3.5ba | 16.9 ± 3.6b |
|                | <i>Lespedeza cuneata</i>                            | 6.7 ± 1.7a                        | 5.8 ± 0.8b   | 5.5 ± 0.4b  |
|                | <i>Arundinella hirta</i>                            | 7.4 ± 2.3a                        | 6.9 ± 1.1a   | 6.1 ± 0.7b  |
| Exotic grasses | <i>Eragrostis curvula</i>                           | 15.6 ± 3.4a                       | 13.7 ± 1.4b  | 12.7 ± 1.4b |
|                | <i>Dactylis glomerata</i>                           | 25.5 ± 5.6a                       | 23.5 ± 3.6b  | 21.5 ± 4.3b |
|                | <i>Lolium perenne</i>                               | 21.2 ± 4.3a                       | 20.5 ± 3.8a  | 17.6 ± 3.7b |
|                | <i>Festuca arundinacea</i>                          | 22.5 ± 3.7a                       | 20.6 ± 4.2b  | 18.5 ± 3.9b |
|                | <i>Poa pratensis</i>                                | 13.6 ± 3.3a                       | 11.6 ± 2.2b  | 9.7 ± 1.3b  |

※ Means within lows with different letter are significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

**Table 4.** Effects of rainfall intensity on banking-slopes erosion of experimental plots (unit : g)

| Rainfall intensity | Level | Amount of seeding(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) |              |             |
|--------------------|-------|---|--------------|-------------|
|                    |       | 1,000   | 3,000        | 5,000       |
| 30mm/hr            | i     | 234.7±21.4b   | 223.6±21.4c  | 251.5±25.6a |
|                    | ii    | 255.1±23.6a   | 243.5±22.5b  | 256.7±16.7a |
|                    | iii   | 237.6±22.7b   | 275.6±25.6a  | 243.9±14.5b |
|                    | iv    | 235.7±25.3b   | 274.7±21.8a  | 245.1±17.5b |
| 60mm/hr            | i     | 241.6±18.7a   | 263.8±25.4a  | 242.8±13.5b |
|                    | ii    | 244.7±16.9a   | 248.7±24.7b  | 262.4±16.3a |
|                    | iii   | 234.8±15.3b   | 263.5±22.7a  | 256.3±21.4b |
|                    | iv    | 243.6±21.4a   | 258.5±25.6b  | 253.7±19.5a |
| 100mm/hr           | i     | 282.6±24.3a   | 273.7±21.5ba | 284.6±21.4a |
|                    | ii    | 289.2±22.6a   | 259.5±18.7b  | 275.2±22.6b |
|                    | iii   | 272.6±23.7b   | 289.5±16.7a  | 276.4±24.3b |
|                    | iv    | 276.6±25.3b   | 271.6±15.6b  | 287.5±25.6a |

※ Means within columns with the different letter are significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

※ Level i : 0.5cm on the depth of soil covering, Level ii : 0.2cm beneath the depth of soil covering, Level iii : 0.2cm beneath the depth of soil covering, amount of applied fertilizer with 80g/m<sup>2</sup>, Level iv : 0.5cm on the depth of soil covering, amount of applied fertilizer with 80g/m<sup>2</sup>.

서 土砂流出量은 적게 조사되었다.

파종량에 따라서, 생중량은 파종후 측정시기에 따라 차이는 있었지만 초기 기대본수 1,000本/m<sup>2</sup>, 3,000本/m<sup>2</sup>, 5,000本/m<sup>2</sup> 파종구에서 생중량이 비슷하고 土砂流出量이 모두 200g/0.5m<sup>2</sup>~300g/0.5m<sup>2</sup> 범위로 강우강도에 비해 적은 流出土砂量을 보였으며, 지하부 근계 발달상태 및 생중량도 다른 파종구보다 1,000本/m<sup>2</sup> 파종구가

양호하여 비탈면의 土壤緊縛力과 土砂流出阻止力이 1,000本/m<sup>2</sup> 파종구가 우수한 것으로 판단되었다.

## 2. 복토처리 효과

비탈면 재래종+외래초종 파종구에서 목본에 대한 복토 처리효과는 표 5와 같다.

표 5에서와 같이 복토처리는 처리간의 유의

**Table 5.** Effects of depths of soil covering on biomass productions of native woody plants at artificial banking-slopes (unit : g)

| Species   | Amount of seeding (expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level      |             |
|---|--|------------|-------------|
|   |  | i          | ii          |
| <i>Lespedeza bicolor</i>                            | 1,000  | 65.3±14.5a | 63.7±11.5a  |
|   | 3,000  | 54.6±11.3b | 52.8±8.5b   |
|   | 5,000  | 46.8±8.3c  | 47.4±4.2c   |
| <i>Amorpha fruticosa</i>                            | 1,000  | 73.4±13.8a | 72.5±14.3a  |
|   | 3,000  | 63.7±8.8b  | 65.7±11.6ba |
|   | 5,000  | 56.4±7.8c  | 54.6±8.6b   |
| <i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> | 1,000  | 12.4±2.4a  | 14.5±2.4a   |
|   | 3,000  | 9.4±1.6b   | 8.7±1.6b    |
|   | 5,000  | 8.4±0.8b   | 6.4±2.1c    |

※ Means within columns with different letter are significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

※ Level i : 0.5cm on the depth of soil covering, Level ii : 0.2cm beneath the depth of soil covering

성이 인정되었다.

목본종에서 싸리와 족제비싸리는 복토효과가 적게 나타났으나 조팝나무는 복토처리가 작은 파종구에서 발아개체수가 우수한 것을 볼 수 있었다. 목본의 경우는 2차조사시 초기발아가 우수하였으나 외래종에 의해 피압당해 고사하는 경우가 많았으며, 잔존한 목본의 생육은 비교적 양호하였다. 특히 족제비싸리는 파종후 3개월 이후부터는 목본종에서 가장 생장이 우수하였다.

재래초본에 대한 분석결과는 표 6과 같다.

표 6에서와 같이 비탈면의 재래종과 외래종의 혼파구에서 재래초종의 발아는 외래종에 비해 매우 낮은 발아개체수를 보였으며, 1차 조사에서 목본과 초종중에서 조사되지 않은 수종

이 많아 재래종의 발아는 외래종에 비해 초기 발아율이 낮았다(小橋, 1984).

在來草本中에서 달맞이꽃, 솔새, 억새, 쑥 등 초기 발아는 늦었으나 2차 조사시부터는 비교적 발아·생육이 양호하여 외래초종과 경쟁하였으며 녹화초종으로의 효과가 양호하였다. 개솔새, 비수리, 새 등은 초기발아 뿐만 아니라 발아후 생육도 불량하여 枯死하거나 피압당하는 개체수가 많았다.

외래초종은 발아후의 초기생육이 양호하였으며, 파종후 3개월후에는 당해년도 신장생장이 거의 완료된 것으로 판단되었다.

표 7과 같이 외래초종중 비교적 경쟁에서 우수한 초종은 orchardgrass, tall fescue, perennial ryegrass 등이 weeping lovegrass와 Kentucky

**Table 6.** Effects of depths of soil covering on biomass productions of native herbaceous at artificial banking-slopes (unit : g)

| Species   | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level        |               |
|---|---|--------------|---------------|
|   |   | i            | ii            |
| <i>Oenothera odorata</i>                            | 1,000   | 56.3 ± 12.7a | 63.3 ± 14.3a  |
|   | 3,000   | 48.3 ± 10.4b | 54.7 ± 12.7ba |
|   | 5,000   | 36.5 ± 5.7c  | 46.4 ± 7.9b   |
| <i>Themeda triandra</i><br>var. <i>japonica</i>     | 1,000   | 54.7 ± 11.5a | 56.7 ± 15.7a  |
|   | 3,000   | 47.7 ± 7.9b  | 43.5 ± 13.5b  |
|   | 5,000   | 35.9 ± 5.9b  | 37.5 ± 6.5c   |
| <i>Cymbopogon tortilis</i><br>var. <i>goeringii</i> | 1,000   | 34.7 ± 8.7a  | 34.7 ± 5.6a   |
|   | 3,000   | 32.6 ± 7.5a  | 29.5 ± 4.7b   |
|   | 5,000   | 28.5 ± 4.7b  | 25.6 ± 3.5b   |
| <i>Miscanthus sinensis</i>                          | 1,000   | 64.3 ± 9.8a  | 53.6 ± 7.8a   |
|   | 3,000   | 53.8 ± 6.8ba | 47.5 ± 6.4b   |
|   | 5,000   | 45.7 ± 4.3b  | 43.7 ± 4.4b   |
| <i>Artemisia princeps</i><br>var. <i>orientalis</i> | 1,000   | 58.6 ± 14.3a | 66.4 ± 8.6a   |
|   | 3,000   | 49.4 ± 11.7b | 54.7 ± 6.8ba  |
|   | 5,000   | 42.8 ± 8.6b  | 42.8 ± 4.6b   |
| <i>Lespedeza cuneata</i>                            | 1,000   | 17.8 ± 3.2a  | 18.8 ± 3.6a   |
|   | 3,000   | 15.7 ± 2.5ba | 16.4 ± 2.8b   |
|   | 5,000   | 12.6 ± 1.4b  | 13.7 ± 1.5b   |
| <i>Arundinella hirta</i>                            | 1,000   | 24.3 ± 2.1a  | 20.4 ± 1.7ba  |
|   | 3,000   | 22.7 ± 2.6b  | 23.7 ± 3.4a   |
|   | 5,000   | 15.8 ± 1.8c  | 18.6 ± 1.6b   |

※ Means within columns with different letter are significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

※ Level i : 0.5cm on the depth of soil covering, Level ii : 0.2cm beneath the depth of soil covering

**Table 7.** Effects of depths of soil covering on biomass productions of exotic grasses at artificial banking-slopes (unit : g)

| Species                    | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level        |              |
|----------------------------|---|--------------|--------------|
|                            |   | i            | ii           |
| <i>Eragrostis curvula</i>  | 1,000   | 33.4 ± 4.3a  | 34.8 ± 4.2a  |
|                            | 3,000   | 27.7 ± 2.6b  | 30.4 ± 5.1b  |
|                            | 5,000   | 23.5 ± 3.5b  | 24.5 ± 3.5c  |
| <i>Dactylis glomerata</i>  | 1,000   | 65.8 ± 12.4a | 69.5 ± 13.6a |
|                            | 3,000   | 57.7 ± 8.5b  | 56.2 ± 12.4b |
|                            | 5,000   | 44.5 ± 4.3b  | 48.5 ± 7.6c  |
| <i>Lolium perenne</i>      | 1,000   | 66.4 ± 11.5a | 64.7 ± 6.7a  |
|                            | 3,000   | 57.9 ± 9.4b  | 56.3 ± 5.3b  |
|                            | 5,000   | 45.4 ± 7.6c  | 47.5 ± 2.5c  |
| <i>Festuca arundinacea</i> | 1,000   | 62.7 ± 8.7a  | 67.4 ± 6.3a  |
|                            | 3,000   | 56.3 ± 7.4b  | 57.2 ± 4.7b  |
|                            | 5,000   | 47.5 ± 8.2b  | 48.5 ± 2.5c  |
| <i>Poa pratensis</i>       | 1,000   | 21.7 ± 4.6a  | 22.5 ± 3.6a  |
|                            | 3,000   | 18.4 ± 5.7b  | 21.4 ± 4.5ba |
|                            | 5,000   | 15.3 ± 2.1b  | 16.7 ± 3.4b  |

※ Means within columns with different letter are significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

※ Level i : 0.5cm on the depth of soil covering, Level ii : 0.2cm beneath the depth of soil covering

bluegrass에 비해 생중량과 신장생장이 우수하게 나타나 외래초종중 이들 3가지 초종이 다른 외래초종에 비해 높게 나타나 녹화용 초종으로서 가치가 높았다.

따라서, 장기적인 녹화를 위해서는 재래종과 외래종을 혼파하여 비탈면의 表面浸蝕과 安定을 도모하는 것이 효과적이며, 특히 목본의 혼파는 단순 초본만의 群落보다 녹화효과 뿐만 아니라 경관도 좋아 재래종과 외래종의 장점을 살리는 바람직한 混播를 해야 할 것이다(道路綠化保全協會, 1979 ; 江崎·藤久, 1990).

### 3. 시비처리 효과

재래목본 및 초본에 대한 시비처리 효과는 표 8, 9와 같다.

표 8에서와 같이 싸리와 족제비싸리는 시비 효과가 있었으며, 생중량 및 수고가 높게 나타나고 있었다. 그러나 조팝나무는 시비효과가 있었지만 發芽·生育이 좋지 않게 나타나 생중량이 싸리와 족제비싸리에 비해 매우 낮게 나타나고 있었다.

표 9에서와 같이 달맞이꽃, 솔새, 억새, 썩 등은 발아는 외래초종에 비해 늦었으나 2차조 사부터는 發芽가 비교적 양호하게 나타나 외래초종에 비해 生長이 우수하였으나 초기경쟁에서는 일부개체가 피압당하였다.

표 10에서와 같이 시비처리는 외래초종에 대해서도 영향을 주었는데 시비처리는 외래초종의 초기생육을 촉진하여 초종간에 경쟁을 유발하여 재래초종을 피압하는 결과를 가져왔다.

특히 Weeping lovegrass 등 외래초종은 초기 발아·생육이 양호하여 재래종의 발아를 지연시키거나 생육을 방해하는 것으로 분석되었다.

포장실험과 사면실험을 분석해 볼 때, 파종량별로도 재래종 뿐만 아니라 외래초종은 주로 파종량이 적은 1,000本/m<sup>2</sup>~2,000本/m<sup>2</sup> 파종구에서 생육이 양호하여 싸리와 족제비싸리, 조팝나무, 달맞이꽃, 솔새, 억새, 썩 등이 다양하게 생육하고 있었으나 3,000本/m<sup>2</sup> 이상 파종구에서는 실험식물의 다양한 생육보다는 외래초종과 일부 경쟁력이 강한 초종만 생육하고 피압당한 식물은 점차 고사하였다.

**Table 8.** Effects of amounts of applied fertilizer on biomass productions of native woody plants at artificial banking-slopes (unit : g)

| Species  | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level        |              |
|--|---|--------------|--------------|
|  |   | i            | ii           |
| <i>Lespedeza bicolor</i>                               | 1,000   | 74.6 ± 14.1a | 76.3 ± 13.4a |
|  | 3,000   | 65.3 ± 12.4b | 63.7 ± 12.7b |
|  | 5,000   | 54.8 ± 6.7c  | 56.5 ± 7.8c  |
| <i>Amorpha fruticosa</i>                               | 1,000   | 78.7 ± 12.3a | 77.3 ± 15.6a |
|  | 3,000   | 65.8 ± 14.2b | 68.9 ± 13.5b |
|  | 5,000   | 62.3 ± 4.9c  | 13.7 ± 3.1c  |
| <i>Spiraea prunifolia</i><br>var. <i>simpliciflora</i> | 1,000   | 17.8 ± 3.1a  | 18.3 ± 3.2a  |
|  | 3,000   | 14.7 ± 2.3b  | 16.5 ± 2.2b  |
|  | 5,000   | 9.7 ± 1.6c   | 13.7 ± 3.1c  |

※ Means within columns with different letter are significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

※ Level i : 0.2cm beneath the depth of soil covering, amount of applied fertilizer with 80g/m<sup>2</sup>,

Level ii : 0.5cm on the depth of soil covering, amount of applied fertilizer with 80g/m<sup>2</sup>.

**Table 9.** Effects of amounts of applied fertilizer on biomass productions of native herbaceous at artificial banking-slopes (unit : g)

| Species   | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level         |               |
|---|---|---------------|---------------|
|   |   | i             | ii            |
| <i>Oenothera odorata</i>                            | 1,000   | 62.5 ± 16.1a  | 69.4 ± 13.7a  |
|   | 3,000   | 56.7 ± 8.7b   | 67.7 ± 12.4ba |
|   | 5,000   | 52.5 ± 6.4b   | 58.4 ± 11.6b  |
| <i>Themeda triandra</i><br>var. <i>japonica</i>     | 1,000   | 65.3 ± 14.2a  | 67.8 ± 16.3a  |
|   | 3,000   | 57.2 ± 12.6ba | 68.6 ± 13.5a  |
|   | 5,000   | 46.5 ± 11.4b  | 48.9 ± 6.4b   |
| <i>Cymbopogon tortilis</i><br>var. <i>goeringii</i> | 1,000   | 43.6 ± 6.8a   | 38.4 ± 6.7a   |
|   | 3,000   | 35.7 ± 5.3b   | 36.7 ± 4.3b   |
|   | 5,000   | 32.5 ± 3.1b   | 34.6 ± 5.1b   |
| <i>Miscanthus sinensis</i>                          | 1,000   | 64.7 ± 7.4a   | 65.8 ± 8.5a   |
|   | 3,000   | 53.6 ± 6.7b   | 58.7 ± 5.4b   |
|   | 5,000   | 51.5 ± 4.9b   | 54.8 ± 3.4b   |
| <i>Artemisia princeps</i><br>var. <i>orientalis</i> | 1,000   | 68.4 ± 6.9a   | 65.7 ± 7.4a   |
|   | 3,000   | 57.9 ± 5.2b   | 59.4 ± 6.3b   |
|   | 5,000   | 52.5 ± 4.7b   | 52.8 ± 5.1b   |
| <i>Lespedeza cuneata</i>                            | 1,000   | 21.4 ± 4.7a   | 23.5 ± 4.5a   |
|   | 3,000   | 19.5 ± 5.8b   | 21.7 ± 2.5a   |
|   | 5,000   | 15.7 ± 3.6b   | 19.5 ± 1.8b   |
| <i>Arundinella hirta</i>                            | 1,000   | 21.5 ± 2.6b   | 23.4 ± 2.6a   |
|   | 3,000   | 25.7 ± 2.8a   | 23.1 ± 2.6a   |
|   | 5,000   | 21.6 ± 1.9b   | 20.7 ± 1.9b   |

※ Means within columns with different letter are significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

※ Level i : 0.2cm beneath the depth of soil covering, amount of applied fertilizer with 80g/m<sup>2</sup>,

Level ii : 0.5cm on the depth of soil covering, amount of applied fertilizer with 80g/m<sup>2</sup>.



**Table 10.** Effects of amounts of applied fertilizer on biomass productions of exotic grasses at artificial banking-slopes (unit : g)

| Species                    | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level        |              |
|----------------------------|---|--------------|--------------|
|                            |   | i            | ii           |
| <i>Eragrostis curvula</i>  | 1,000   | 39.8 ± 5.6a  | 43.4 ± 5.1a  |
|                            | 3,000   | 35.6 ± 3.5b  | 42.5 ± 4.7a  |
|                            | 5,000   | 21.6 ± 1.9c  | 20.7 ± 1.9b  |
| <i>Dactylis glomerata</i>  | 1,000   | 74.3 ± 12.1a | 75.3 ± 15.7a |
|                            | 3,000   | 65.7 ± 14.2b | 67.5 ± 14.5b |
|                            | 5,000   | 57.9 ± 11.5c | 59.3 ± 12.1c |
| <i>Lolium perenne</i>      | 1,000   | 71.5 ± 8.7a  | 69.4 ± 7.4a  |
|                            | 3,000   | 63.7 ± 7.5b  | 67.5 ± 8.3a  |
|                            | 5,000   | 52.8 ± 4.7c  | 54.3 ± 6.8b  |
| <i>Festuca arundinacea</i> | 1,000   | 69.4 ± 7.2a  | 69.8 ± 7.5a  |
|                            | 3,000   | 66.8 ± 6.7ba | 69.3 ± 6.4a  |
|                            | 5,000   | 58.4 ± 6.3b  | 58.5 ± 5.2b  |
| <i>Poa pratensis</i>       | 1,000   | 25.6 ± 4.8a  | 23.7 ± 4.1a  |
|                            | 3,000   | 23.5 ± 2.1ba | 22.8 ± 3.1a  |
|                            | 5,000   | 21.5 ± 1.8b  | 20.5 ± 4.5b  |

※ Means within columns with different letter are significantly different at P=0.05 level in Duncan's multiple range test

※ Level i : 0.2cm beneath the depth of soil covering, amount of applied fertilizer with 80g/m<sup>2</sup>,

Level ii : 0.5cm on the depth of soil covering, amount of applied fertilizer with 80g/m<sup>2</sup>.

### V. 결 론

이 연구는 비탈면 녹화에 이용되는 녹화용 식물종자의 적정 파종량과 혼파 및 생육특성을 밝히기 위하여, 서울대학교 농업생명과학대학 내 온실에서 수행되었고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 공시식물의 지하부의 근계신장 및 생중량은 재래종이 외래초종보다 생육이 우수하여 비탈면의 표면층 침식방지를 위한 사면 녹화공사에서는 細根이 많은 외래초종과 뿌리가 길고 굵은 재래초종을 혼파하는 파종방법이 효과적이다.

2. 비탈면 토사유출량은 모든 파종구에서 200g/0.5m<sup>2</sup> ~ 300g/0.5m<sup>2</sup> 범위로 강우강도에 비해서 적은 유출토사량을 보였으며, 지하부의根系發達狀態 및 생중량도 다른 파종구보다 1,000本/m<sup>2</sup> 파종구가 양호하여 비탈면의 土壤緊縛力과 土砂流出 沮止力이 1,000本/m<sup>2</sup> 파종구가 우수한 것으로 판단되었다.

3. 따라서 사면 녹화용 목본과 초본식물의 혼파특성, 발아 및 생육특성, 재래종과 외래초종의 경쟁상태 및 지표면의 土壤浸蝕狀態 등을 종합하여 볼 때 사면 녹화식물 종자의 파종량은 최초 성립기대본수 m<sup>2</sup>당 1,000本 내지 2,000本을 기준으로 하는 것이 적당하였다.

### VI. 引用文獻

1. 金南樞. 1991. 綠化植生の 生育이 斜面綠化 및 景觀造成에 미치는 效果에 關한 研究. 서울大學校大學院 博士學位論文. 78p.
2. 農事院試驗局. 1961. 土壤保全便覽. 428p.
3. 禹保命. 1989. 新制砂防工學. 鄉文社. 310p.
4. 趙周衡. 1998. 植生導入에 의한 비탈면 安定效果에 關한 研究. 慶熙大學校 大學院 博士學位論文. 90p.
5. 韓國道路公社. 1995. 高速道路 切土비탈面 綠化工法 研究. 354p.
6. 한국도로공사. 1997. 조경실무 지침서. 544p.

7. 한국도로공사. 1998. 고속도로공사 전문시방서. 4-1~5-11.
8. 江崎次夫. 1984. 林道のり面の保全に関する研究. 愛媛大演報. 21 : 1-116.
9. 江崎次夫 · 藤久正文. 1990. のり面の緑化について(I). 緑化工技術 15(3) : 1-13.
10. 關原和明. 1988. 硬質基盤に對するスリットベース工法の適用事例. 13(3) : 18-20.
11. 駒村富士彌 · 渡邊武夫. 1977. 樹木の斜面安定效果. 日本林學會誌 59 : 338-340.
12. 道路緑化保全協會. 1979. 郷土植物の導入に関する實驗的研究. 道路緑化保全協會. 184p.
13. 山本正之. 1974. 植生のり面侵食に関する試験. 緑化工技術 2(1) : 26-33.
14. 山寺喜成. 1975. 木本植物と草本植物の混播に関する實驗. 緑化工技術 3(1) : 14-16.
15. 山寺喜成. 1985. 木本植物と草本植物の混播に関する實驗(II). 緑化工技術 11(2) : 16-20.
16. 山寺喜成. 1986. 播種工による早期樹林化方式の提案. 緑化工技術 12(2) : 25-35.
17. 山田守 · 山本富晴 · 玉木和之 · 堀江直樹 · 上田早史. 1995. 播種條件の違いが木本植物の發芽 · 初期生育に及ぼす影響について(I). 緑化工技術 21(1) : 34-40.
18. 小橋澄治. 1984. 郷土植物をめぐる諸問題から. 緑化工技術 10(2) : 6-10
19. 平野英樹. 1991. 最新斜面 · 土留め技術總覽. 産業技術サービスセンター. 1101p.

接受 1999年 6月 2日