

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

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( I )

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

The objective of this study was to determine the optimal amount and the mixture ratio of seeds for revegetation species by investigating their growth characteristics. For the purpose of the experiments, 15 plants were chosen. In May of 1995 to September of 1998, the nursery seedbeds of the College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University were seeded with the mixtures of those species. Then, the nursery seedbeds were treated to investigate the effects of the amount of seeding, the amount of fertilizer, and the depth of soil on the growth characteristics.

As the results of the experiments, it was found that the effects of all the treatments on growth of shoots and roots were significant in the early phase. For the expected number of seedlings more than 3,000 per square meter, many seedlings got withered to death while the survivors were suppressed to grow slow in the early stage due to the density problem.

Key words : *amount of seeding, mixed seeding ratio, native herbaceous plants, exotic grasses, slope revegetation*

### I. 서 론

현재 널리 이용되고 있는 외래식물종자는 비교적 발아력이 좋고, 초기생장이 재래초종에 비해 우수하여 毀損地의 조기녹화를 위해 噴射·播種하고 있다. 그러나 과다한 종자의 파종으로 인한 녹화식생의 밀생으로 발아 초기부터

중간 생육경쟁이 심하게 발생하여 식물생육이 빈약해지고, 또한 시공비의 과다지출 등의 문제점을 초래하는 경우도 적지 않다. 그리고 噴射·播種時에 다량의 초본종자를 파종하여 단순 초본군락을 형성하므로 주변환경에서 자연식생의 종자유입과 着生을 더디게 하고, 목본의 조화로운 생육을 기대하기 어렵게 하고 있

다(江崎 等, 1979).

현재 시행되는 파종공법은 파종방법이나 파종량 계산요령이 종래의 山地砂防에서 사용하던 혼파요령을 적용하는 사례가 많아, 재래 식물종자와 외래 식물종자의 적정 파종량과 혼파 및 생육특성에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

따라서, 이 연구는 우리 나라에서 비탈면 녹화용으로 많이 이용되고 있는 재래목본 3종과 초본 7종, 외래초종 5종을 선정하여, 포장실험을 통해 녹화식물의 적정 파종량과 혼파특성을 밝히기 위해 수행하였다.

### Ⅲ. 재료 및 방법

#### 1. 실험장소

실험장소는 경기도 수원시 권선구 서둔동 소

재 서울대학교 농업생명과학대학 내의 묘포를 이용하였다.

실험지 토양의 물리적 · 이화학적 성질은 표 1과 같다.

표 1에서와 같이 포장에서의 토양은 砂質壤土로서 pH가 6.9로 일반토양보다는 높게 나타났고, 기타 양이온수치도 약간 높게 나타났다.

#### 2. 실험방법

##### 가. 실험식물종자

재래 목본 · 초본종자는 1994년 10월에 서울대 안양수목원에서 채취하였으며, 찌리와 죽제비찌리는 기건한 종자를 24시간 水浸處理後 파종하였고, 조팝나무는 저온보관후 파종하였다.

실험식물종자의 발아율, g당 입수, 순도는 표 2와 같다.

재래초종인 달맞이꽃, 솔새, 개솔새, 억새,

Table 1. Soil properties of nursery seedbeds 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> |
| 69.22          | 31.98    | 5.80     | SL           | 0.53  | 6.90 | 0.50    | 54.40                               | 1.32           | 0.45                    | 0.39            | 5.26             | 7.47             |

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

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         |
| Exotic grasses            | Cool season grasses | <i>Arundinella hirta</i>                            | 22                  | 2,520                  | 68         |
|                           |                     | <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         |
|                           | Warm season grass   | <i>Poa pratensis</i> 'Majestic'                     | 80                  | 2,730                  | 81         |
|                           |                     | <i>Eragrostis curvula</i>                           | 98                  | 3,360                  | 97         |

쑥, 비수리, 새 등도 저온저장후 실험에 이용하였다.

외래초종은 미국 Oregon산 tall fescue(키다리 개미털), orchardgrass(오리새), perennial ryegrass(다년생호밀풀), Kentucky bluegrass(켄터키푸른풀), weeping lovegrass(능수리엄풀)의 5종의 종자를 종자상회에서 구입하였다.

#### 나. 파종실험구의 배치 및 처리

포장실험에서는 발아상(50cm×25cm×10cm)으로 0.125m<sup>2</sup>의 플라스틱 용기를 이용하여 비미 큐라이트와 燻蒸된 모래를 부피비 1:1의 비율로 섞어서 供試土壤으로 이용하였다.

실험에서는 파종량의 처리를 5,000本/m<sup>2</sup>을 기준으로 하고, 아래 식 (1)(平野, 1991)에 근거하여 山寺(1975, 1985), 山田 等(1995)의 자료를 참고하여, 초기 성립기대본수를 500本/m<sup>2</sup>, 1,000本/m<sup>2</sup>, 2,000本/m<sup>2</sup>, 3,000本/m<sup>2</sup>, 5,000本/m<sup>2</sup>, 7,000本/m<sup>2</sup>의 6水準으로 처리하였으며, 비료에 의한 생육효과를 보기 위해서 토양비옥도 2수준(시비 80g/m<sup>2</sup> 처리구, 비시비구)으로 처리하였으며, 매년 5월에 살포하였다.

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

- 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

覆土에 따른 녹화식물의 발아 및 생육효과를 보기 위해, 복토를 0.5cm 이상과 0.2cm 이하로 2水準(朴炳益, 1963; 李浩鎭 等, 1992; 金昌柱 等, 1995; 金東岩 等, 1996)으로 配置하였다.

총 처리구는 파종량처리를 기준으로 6×2×2(24수준)의 要因實驗으로 5반복 실험하였으며, 파종초기 2개월간 10일 간격으로 灌水를 실시하였다.

### 3. 측정 및 분석방법

#### 가. 측정방법

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), 地下部生長量, 樹種別 個體數, 分蘖莖數 등을 측정하였다.

供試植物의 生重量은 성장량 측정용 실험구에서 당해년도는 매월, 翌年부터는 매년 1회씩 식물을 채취하여 지상부와 지하부의 생중량을 측정하였다.

#### 나. 분석방법

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 6수준을 6개의 변수로 지정하고, 복토와 시비처리 4수준을 각각 4개의 변수로 지정하여 처리로 인한 효과를 보고자 평균간의 차이를 검정하였다. 초종별로 파종당해년도부터의 성장상태를 분석하기 위해 수종 및 초종별 경향을 분석하였다.

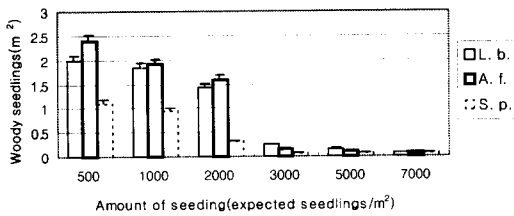
## IV. 결과 및 고찰

### 1. 파종량 효과

파종량에 따라 생중량의 차이가 크게 나타났으며, 파종량이 적은 500本/m<sup>2</sup>, 1,000本/m<sup>2</sup>, 2,000本/m<sup>2</sup> 파종구에서 공시수종의 다양한 생육상태를 관찰할 수 있었다.

파종량에 따른 목본의 개체수 변화는 그림 1과 같다.

사리와 족제비사리는 파종밀도가 낮은 처리구에서 초종과의 경쟁이 적었으며, 성립본수도 높게 나타났다. 파종밀도가 높은 처리구(3,000本/m<sup>2</sup> 이상 파종구)에서는 목본의 생육개체가 현저히 떨어지고 있었으며, 파종 당해년도에 생육 개체수가 비슷하였으나 이듬해부터는 파종량간의 차이가 크게 나타나고 있었다.



※ L.b. : *Lespedeza bicolor*, A.f. : *Amorpha fruticosa*, S.p. : *Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora*,

Fig. 1. Number of individuals in woody species by amounts of seeding

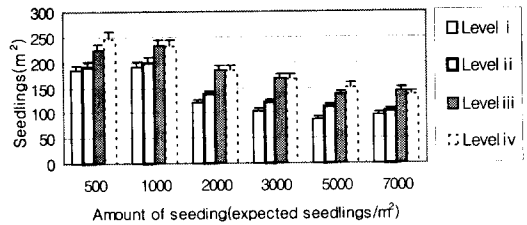
조팝나무는 파종밀도가 낮은 500本/m<sup>2</sup>, 1,000本/m<sup>2</sup>, 2,000本/m<sup>2</sup> 파종구에는 생존개체를 관찰할 수 있었으나 파종밀도가 높은 3,000本/m<sup>2</sup> 이상 파종구에서는 생존개체가 매우 적었다. 조팝나무는 싸리와 죽제비싸리보다는 경쟁력에서 매우 떨어졌으나 초기 발아개체수가 다른 수종에 비해 월등하고, 발아율도 뛰어나 생육 특성만을 고려한다면 녹화수종으로 적당할 것으로 판단되었다.

그림 2에서와 같이 솔새는 발아후에도 많은 개체수의 생장을 볼 수 있었으며, 지상부의 생육도 재래초종중에서 양호하였다.

달맞이꽃은 2년생으로 2년차에 가서는 結實種子가 많이 맺혀 종자의 낙하에 의한 발아개체를 많이 볼 수 있었다. 달맞이꽃은 종자에 의한 繁殖力이 매우 높은 초종으로 분석되어 斜面綠化에 많이 이용될 수 있으나 적절한 검토가 필요하다.

재래초종중 달맞이꽃, 솔새, 억새, 쑥 등은 파종량에 따라 차이는 있었으나 생육정도가 우수한 초종으로서 파종량에 적게 영향을 받는 초종이며, 경쟁력에서 우수하여 앞으로 녹화초종으로서 현지 적응력이 우수할 것이다. 개솔새, 새, 비수리 등은 파종량이 적은 500本/m<sup>2</sup>, 1,000本/m<sup>2</sup>, 2,000本/m<sup>2</sup> 처리구에서는 생육상태를 관찰할 수 있었으나 파종밀도가 높은 3,000本/m<sup>2</sup> 이상 밀도에서는 개체수가 낮게 나타나 생육경쟁력이 솔새, 억새, 쑥 보다는 떨어졌다.

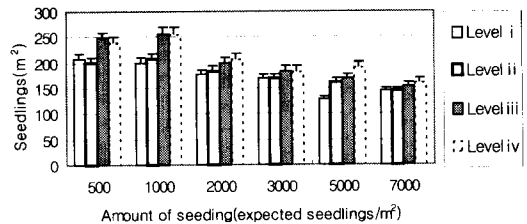
외래초종의 경우 orchardgrass, tall fescue, perennial ryegrass는 3차년도까지 양호한 생육을



※ 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>.

Fig. 2. Number of individuals of *Themeda triandra* var. *japonica* by amounts of seeding

보였으며, 分蘖과 생육이 우수한 초종(金南樞, 1997 ; 禹保命 等, 1998)인 weeping lovegrass는 파종 당해년도에는 生長이 비교적 양호하였으나 2년차부터는 생육상태가 다른 초종(orchardgrass, tall fescue 등)에 비해 떨어졌고, Kentucky bluegrass는 파종 당해년도부터 생육이 저조하였다.



※ 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>.

Fig. 3. Number of individuals of *Dactylis glomerata* by amounts of seeding

그림 3에서와 같이 orchardgrass의 파종밀도에 따른 개체수(株)는 파종밀도가 적을수록 개체수가 높게 나타났으며, 이러한 경향은 밀도경쟁이 완료되는 시기부터는 일정한 개체수를 유지하고 있었다.

Perennial ryegrass와 tall fescue의 개체수는 파종량이 많아질수록 개체수는 줄어들었으나 경쟁이 완료되는 시기인 늦가을 부터는 일정한 개체수를 유지하고 있었다. 이러한 개체수는 다음해 봄에 根莖에 의해 줄기가 再生長되어 봄에는 다시 개체경쟁을 시작하지만, 파종당해 년도의 개체경쟁에 비해서는 약하였다.

Kentucky bluegrass는 파종후 생육이 가장 저조하게 나타났으며, 역시 파종량이 많아 질수록 개체수는 줄어들었다.

파종밀도에 따른 수종 및 초종의 생육상태는 파종당해년도에는 파종밀도가 높을수록 불량하였으며, 파종 이듬해부터 供試樹種의 生育이 안정화되면서 감소추세에 있었으나 일정수준이 될 때까지는 생육경쟁이 지속되었다.

**2. 복토처리 효과**

覆土處理는 씨리와 족제비씨리의 生育에 크게 영향을 주지는 못하였으며, 대부분의 파종구에서 양호한 발아와 생육상태를 보였다.

그러나 조팝나무는 종자가 작아 발아에 복토의 영향을 받는 것으로 분석되어 종자를 이용한 파종시에는 고려해야 할 것이다.

재래초종중에서 달맞이꽃, 솔새, 억새, 쑥 등은 발아개체수와 생중량이 모두 우수하였으며, 이들초종은 覆土로 인한 효과를 적게 받는 초종으로 나타났다. 이들초종은 발아후의 초기생육이 양호하고, 외래초종과의 경쟁에도 뒤지지 않는 초종이었다.

그러나 개솔새, 비수리, 새 등은 발아가 늦고, 초기생육이 느려 비탈면에서 혼파시에는 초기녹화용으로 고려해야 할 것으로 판단되며,

주로 單播를 하는 것이 효과적이다.

외래초종중에서 weeping lovegrass는 파종 당해년도에 초기 발아 및 생육이 가장 빨랐으나 2차년도부터는 다른 외래초종에 비해 生育이 떨어지는 것으로 나타났다.

Orchardgrass와 perennial ryegrass, tall fescue는 파종 당해년도에 weeping lovegrass에 비해 발아 및 생육이 늦었으나 2차년도부터는 생중량, 초장 등이 우수하게 나타나고 있었다.

Kentucky bluegrass는 파종 당해년도부터 발아가 좋지 않았으며, 생육도 가장 늦은 초종으로 나타났다. 특히 다른 초종에 피압되어 초기생장이 둔화되는 것으로 생각되며, 이 초종은 가능하면 單播하는 것이 효과적일 것으로 판단되었다.

1차년도의 생육경쟁이 어느정도 끝난 2차년도부터는 優占種에 의해 안정화되었으며, 우점종의 생육은 더욱 왕성하고 생육상태가 나쁜 초종과 수종은 생육이 쇠퇴하거나 枯死하는 것으로 나타났다.

**3. 시비처리 효과**

施肥는 일반적으로 식물의 생육을 촉진시키는 것으로 알려져 있으며, 녹화식물에 시비처리를 하여 효과가 있다고 보고하고 있다(高遠, 1981 ; 山寺, 1986). 특히 녹화식물의 생중량의 증가는 시비와 밀접한 관련이 있고, 이 실험에서도 시비처리구가 생중량과 수고 및 초장의 생장이 우수하여 시비의 효과를 보고 있었다.

재래 목본과 초본의 시비효과를 분석한 결과는 표 3, 4와 같다.

표 3과 같이 씨리와 족제비씨리, 조팝나무는

**Table 3.** Effects of amounts of fertilizer on biomass productions of native woody plants (unit : g)

| Species                  | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level           |                 |
|--------------------------|---|-----------------|-----------------|
|                          |   | i               | ii              |
| <i>Lespedeza bicolor</i> | 500   | 1,574.8 ± 17.2a | 1,540.5 ± 26.3a |
|                          | 1,000   | 1,568.2 ± 24.1a | 1,525.3 ± 26.4a |
|                          | 2,000   | 972.5 ± 23.7b   | 940.3 ± 21.5b   |
|                          | 3,000   | 768.5 ± 18.5c   | 785.7 ± 23.5c   |
|                          | 5,000   | 754.7 ± 22.7c   | 748.7 ± 16.4c   |
|                          | 7,000   | 728.6 ± 25.8c   | 731.8 ± 24.6c   |

Table 3. Continued

| Species  | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level           |                 |
|--|---|-----------------|-----------------|
|  |   | i               | ii              |
| <i>Amorpha fruticosa</i>                                 | 500   | 1,668.8 ± 23.5a | 1,674.3 ± 22.3a |
|  | 1,000   | 1,674.2 ± 33.1a | 1,638.2 ± 25.7a |
|  | 2,000   | 965.4 ± 20.3b   | 970.3 ± 25.1b   |
|  | 3,000   | 876.4 ± 13.7c   | 836.5 ± 18.5c   |
|  | 5,000   | 834.7 ± 25.7c   | 843.7 ± 15.7c   |
|  | 7,000   | 843.4 ± 16.8c   | 827.8 ± 22.6c   |
| <i>Spiraea prunifolia</i> var.<br><i>simpliciflora</i> , | 500   | 354.7 ± 22.1a   | 367.4 ± 23.6a   |
|  | 1,000   | 335.9 ± 26.1ba  | 355.2 ± 31.7a   |
|  | 2,000   | 132.5 ± 17.4b   | 126.5 ± 21.4b   |
|  | 3,000   | -               | -               |
|  | 5,000   | -               | -               |
|  | 7,000   | -               | -               |

※ 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 4. Effects of amounts of fertilizer on biomass productions of native herbaceous (unit : g)

| Species   | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level           |                 |
|---|---|-----------------|-----------------|
|   |   | i               | ii              |
| <i>Oenothera odorata</i>                            | 500   | 1,530.4 ± 24.3a | 1,510.3 ± 25.2a |
|   | 1,000   | 1,554.2 ± 35.7a | 1,496.2 ± 28.1a |
|   | 2,000   | 850.7 ± 26.5b   | 910.5 ± 23.7ba  |
|   | 3,000   | 755.7 ± 13.9b   | 836.5 ± 18.7b   |
|   | 5,000   | 687.5 ± 23.4c   | 715.7 ± 16.4c   |
|   | 7,000   | 655.3 ± 26.7c   | 690.5 ± 18.3c   |
| <i>Themeda triandra</i> var.<br><i>japonica</i>     | 500   | 756.2 ± 17.5a   | 770.4 ± 12.5a   |
|   | 1,000   | 767.3 ± 27.1a   | 774.7 ± 24.5a   |
|   | 2,000   | 570.3 ± 24.7b   | 584.5 ± 25.3ba  |
|   | 3,000   | 517.6 ± 16.4b   | 534.4 ± 16.7b   |
|   | 5,000   | 477.4 ± 26.7c   | 487.5 ± 18.3cb  |
|   | 7,000   | 454.6 ± 16.9c   | 427.8 ± 14.5c   |
| <i>Cymbopogon tortilis</i><br>var. <i>goeringii</i> | 500   | 426.8 ± 23.6a   | 425.7 ± 21.3a   |
|   | 1,000   | 417.5 ± 25.7a   | 431.6 ± 24.1a   |
|   | 2,000   | 320.5 ± 15.2b   | 328.4 ± 17.1b   |
|   | 3,000   | 215.5 ± 14.9cb  | 224.4 ± 14.7c   |
|   | 5,000   | 206.7 ± 16.3c   | 216.8 ± 16.9c   |
|   | 7,000   | 204.7 ± 15.1c   | 198.5 ± 14.7c   |
| <i>Miscanthus sinensis</i>                          | 500   | 796.2 ± 26.3a   | 789.6 ± 21.4a   |
|   | 1,000   | 785.4 ± 23.1a   | 768.5 ± 25.2a   |
|   | 2,000   | 636.4 ± 16.7b   | 687.3 ± 17.2ba  |
|   | 3,000   | 618.7 ± 25.3b   | 626.2 ± 15.9b   |
|   | 5,000   | 577.4 ± 22.5c   | 581.7 ± 18.4c   |
|   | 7,000   | 552.6 ± 18.8c   | 575.8 ± 13.7c   |

Table 4. Continued

| Species   | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level        |              |
|---|---|--------------|--------------|
|   |   | i            | ii           |
| <i>Artemisia princeps</i> var.<br><i>orientalis</i> | 500   | 821.4±21.5a  | 715.3±23.1ba |
|   | 1,000   | 834.5±26.8a  | 832.5±21.8a  |
|   | 2,000   | 624.7±25.8b  | 675.5±21.5ba |
|   | 3,000   | 625.3±18.4b  | 631.3±24.2ba |
|   | 5,000   | 587.5±22.6c  | 602.8±18.3b  |
|   | 7,000   | 564.8±26.4c  | 589.4±22.7b  |
| <i>Lespedeza cuneata</i>                            | 500   | 323.4±13.7a  | 334.7±17.3a  |
|   | 1,000   | 335.9±18.5a  | 334.8±26.1a  |
|   | 2,000   | 176.1±19.4b  | 187.4±18.2b  |
|   | 3,000   | 163.4±14.2b  | 147.4±16.5c  |
|   | 5,000   | 147.5±11.4c  | 143.8±15.2c  |
|   | 7,000   | 136.9±14.5c  | 154.7±17.3c  |
| <i>Arundinella hirta</i>                            | 500   | 330.4±21.2a  | 543.5±25.3a  |
|   | 1,000   | 322.6±25.1a  | 332.6±24.4ba |
|   | 2,000   | 230.6±23.7ba | 214.8±25.1b  |
|   | 3,000   | 164.5±15.4b  | 154.7±14.6c  |
|   | 5,000   | 145.7±12.8b  | 147.9±16.2c  |
|   | 7,000   | 136.8±18.2b  | 138.4±13.4c  |

※ 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>.

모두 시비의 효과는 보고 있었으며, 시비를 하지 않은 처리구보다 높은 생중량과 수고를 유지하였다.

파종량 500本/m<sup>2</sup>, 1,000本/m<sup>2</sup>, 2,000本/m<sup>2</sup> 처리구에서 목본의 경우 씨리와 죽제비씨리는 비교적 복토처리보다는 시비처리 효과에 영향을 받아 파종 당년도에는 생육개체수가 많아 양호한 생육을 하였으나 초종의 발아·생육이 본격적으로 시작된 뒤부터는 피압당하는 경우를 볼 수 있었다.

특히 파종량처리 3,000本/m<sup>2</sup>, 5,000本/m<sup>2</sup>, 7,000本/m<sup>2</sup> 처리구에서 씨리는 파종 당년도에 초종과의 경쟁에서 많은 개체가 枯死하거나 쇠퇴하였으나 일부 파종구에서 재래종의 생육기인 여름 이후 수고가 초장보다 크게 자란 후부터는 생육에 지장을 받지 않았다.

파종 2년차부터는 밀도경쟁에 의해 생육상태가 나빠 생중량이 매우 낮은 파종구가 많아 파종량이 많을수록 상대적으로 초종의 비율도 많

아져 초기의 목본생육을 억제하였다.

표 4에서와 같이 재래초종중에서 달맞이꽃, 솔새, 억새, 쭉 등은 시비효과로 인해 초장이나 생중량의 증가가 많았으며, 이로 인해 초종의 경쟁이 심화되어 발아율과 경쟁력이 약한 개솔새, 새 등은 피압되는 현상을 보였다.

개솔새, 비수리, 새 등의 재래초종은 과거에 산지사방 녹화초종(農事院試驗局, 1961; 禹保命, 1989)으로 이용되었던 초종으로 복토처리구보다 시비처리구에서 생육경쟁이 왕성하여 생육에 영향을 받았으며, 다른 초종에 비해 생육상태가 좋지 않았다.

쭉, 억새, 솔새, 달맞이꽃 등 재래초종은 발아와 생육이 파종초기에 외래초종에 비해서 뒤떨어지나(掘江, 1974, 1981; 小橋, 1984; 山寺, 1985; 平野, 1991) 이른 여름부터 생육이 왕성하여 외래초종을 억압하는 현상을 볼 수 있었고, 가을(9월)부터는 외래초종의 생육기를 맞아 외래초종의 생육상태가 비교적 양호한 것으로

조사되었다.

표 5에서와 같이 외래초종도 복토처리구보다는 시비처리구에서 생육이 비교적 더욱 양호하였으나, 모든 파종구에서 생육이 양호하였으며, 파종 당년부터 재래종과의 경쟁이 심하였다.

외래초종중 일부 초종인 orchardgrass, tall fescue, perennial ryegrass는 양호한 생육을 보였으며, weeping lovegrass와 Kentucky bluegrass는 생

육이 저조하여 처리간의 차이를 볼 수 없었는데 이들 초종은 혼파보다는 단파를 선호하는 초종이었다.

파종량처리 3,000本/m<sup>2</sup>~7,000本/m<sup>2</sup>에서는 밀도경쟁에 의해 목본의 생육은 불량하였고, 조팝나무의 경우 파종 당해년도에는 출현하였으나 이듬해부터는 출현하지 않아 경쟁에서 매우 약한 수종으로 분석되었다. 특히 조팝나무는

Table 5. Effects of amounts of fertilizer on biomass productions of exotic grasses (unit : g)

| Species                    | Amount of seeding<br>(expected seedlings/m <sup>2</sup> ) | Level          |                |
|----------------------------|---|----------------|----------------|
|                            |   | i              | ii             |
| <i>Eragrostis curvula</i>  | 500   | 530.5 ± 21.2a  | 543.5 ± 25.3a  |
|                            | 1,000   | 528.4 ± 14.6a  | 538.3 ± 32.6a  |
|                            | 2,000   | 435.2 ± 26.5ba | 478.3 ± 24.8ba |
|                            | 3,000   | 367.3 ± 15.7b  | 389.2 ± 15.8b  |
|                            | 5,000   | 367.3 ± 15.7b  | 357.3 ± 17.3b  |
|                            | 7,000   | 346.2 ± 17.8b  | 352.6 ± 19.1b  |
| <i>Dactylis glomerata</i>  | 500   | 640.2 ± 18.6a  | 650.4 ± 25.7a  |
|                            | 1,000   | 639.4 ± 27.4a  | 658.2 ± 29.1a  |
|                            | 2,000   | 540.4 ± 25.3b  | 543.6 ± 22.8ba |
|                            | 3,000   | 521.6 ± 16.6b  | 518.4 ± 16.4ba |
|                            | 5,000   | 478.5 ± 14.8c  | 469.6 ± 19.2b  |
|                            | 7,000   | 457.8 ± 18.4c  | 487.4 ± 17.4b  |
| <i>Lolium perenne</i>      | 500   | 624.3 ± 23.6a  | 638.5 ± 27.4a  |
|                            | 1,000   | 644.8 ± 27.4a  | 641.8 ± 31.3a  |
|                            | 2,000   | 536.2 ± 24.7b  | 563.7 ± 23.9ba |
|                            | 3,000   | 497.7 ± 14.7b  | 521.5 ± 14.7ba |
|                            | 5,000   | 454.4 ± 24.3c  | 463.7 ± 18.4b  |
|                            | 7,000   | 453.8 ± 26.4c  | 454.6 ± 17.6b  |
| <i>Festuca arundinacea</i> | 500   | 643.7 ± 25.4a  | 654.5 ± 23.6a  |
|                            | 1,000   | 658.4 ± 19.1a  | 637.6 ± 25.3a  |
|                            | 2,000   | 564.4 ± 27.7b  | 550.2 ± 25.8ba |
|                            | 3,000   | 434.6 ± 16.5c  | 478.9 ± 16.2b  |
|                            | 5,000   | 445.3 ± 14.7c  | 454.7 ± 14.6b  |
|                            | 7,000   | 436.5 ± 16.8c  | 465.3 ± 16.8b  |
| <i>Poa pratensis</i>       | 500   | 176.5 ± 21.2a  | 173.5 ± 14.2a  |
|                            | 1,000   | 181.3 ± 25.3a  | 178.2 ± 15.8a  |
|                            | 2,000   | 134.7 ± 16.5b  | 127.8 ± 13.2b  |
|                            | 3,000   | 116.5 ± 12.6cb | 121.5 ± 17.4b  |
|                            | 5,000   | 96.4 ± 16.4c   | 105.7 ± 15.8b  |
|                            | 7,000   | 88.5 ± 17.8c   | 92.6 ± 13.7c   |

※ 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>.



복토처리를 얇게한 처리구(0.2cm 이하)에서 파종초기에 생육상태를 볼 수 있었으나 파종량이 많은 처리구에서는 파종초기에만 관찰되고 초종의 생육이 왕성한 시기인 3개월째 부터는 많은 개체수가 枯死되는 것으로 조사되었다.

파종구에서 출현개체수는 파종량이 많을수록 발아개체수도 많아 生育指數가 높게 나타났으나 파종후 3개월부터 파종량이 많을수록 개체경쟁이 심하게 나타나 파종 2년차부터는 점차 비슷한 생육개체수를 유지하여 山寺(1975, 1985)의 결과와 유사하였다. 파종량 500本/m<sup>2</sup> 처리에서, 복토 0.5cm 이상 처리와 복토 0.2cm 이하 처리는 서로 비슷한 처리효과가 인정되었으며, 복토 0.2cm 이하 처리, 시비 80g/m<sup>2</sup> 처리와 복토 0.5cm 이상 처리, 시비 80g/m<sup>2</sup> 처리구도 서로 비슷한 처리효과가 인정되었는데 이것은 시비처리구가 복토처리구보다 평균 생중량이 높게 나타나서 시비효과가 높아진 것으로 판단된다.

이러한 경향은 모든 공시식물에서 비슷한 효과를 나타내고 있으며, 모든 파종량처리에서도 같은 결과를 보여주고 있어 복토효과보다는 시비효과가 녹화식물의 파종과 생육에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

## V. 결 론

이 연구는 비탈면 녹화에 이용되는 녹화용 식물종자의 적정 파종량과 혼파특성을 구명하고, 녹화식물의 생육특성을 밝히기 위하여, 서울대학교 농업생명과학대학내 묘포에서 수행되었으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 포장실험에서 파종량, 복토 및 시비처리가 공시식물의 초기 생육에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 파종후 2년차부터는 효과가 감소하였다.

2. 공시식물은 복토가 적은 처리구에서 초기 발아가 우수하였으나 발아후 생육은 처리별로 큰 차이를 나타내지 않아 복토는 식물의 초기 생육에 효과가 낮은 것으로 판단되었다.

3. 시비처리구는 다른 처리구에 비해 공시식

물의 초기생육이 우수하여, 시비는 공시식물의 지상부 및 지하부의 생육을 촉진하고 밀도경쟁을 유발시키는 것으로 판단되어 파종밀도를 적절히 조정하고, 시비를 하는 것이 필요하였다.

4. 공시식물의 파종량처리에 따른 효과는 파종량이 많을수록 식물의 생육에 장애를 주는 것으로 판단되며, 파종량이 적은 파종구일수록 생육은 양호한 것으로 분석되었다.

## VI. 인용문헌

1. 金南椿. 1997. 主要 草本植物의 비탈面 播種 適期에 關한 研究. 韓國造景學會誌 25(2) : 62-72.
2. 金東岩 외 15人. 1996. 草地學總論. 先進文化社. 489p.
3. 金昌柱 외 10人. 1995. 新制 草地學概論. 鄉文社. 406p.
4. 農事院試驗局. 1961. 土壤保全便覽. 428p.
5. 朴炳益. 1963. 砂防用草類의 生態 및 砂防 效果에 關한 研究. 全北大論文集 5 : 312-315.
6. 禹保命. 1989. 新制 砂防工學. 鄉文社. 310p.
7. 우보명·오구균·김봉년·조영채·전기성. 1998. 고속도로 비탈면 녹화용 도입초종의 생육특성 분석. 한국조경학회지 26(1) : 12-20.
8. 李浩鎭·蔡濟天·李錫淳·具滋玉·崔震龍. 1992. 新制 飼料作物學. 鄉文社. 406p.
9. 江崎次夫·伏見知道·藤久正友. 1979. 日本産雜草類ののり面保護工に對する利用方法に關する研究(I). 愛媛大演報. 16 : 149-155.
10. 江崎次夫. 1984. 林道のり面の保全に關する研究. 愛媛大演報. 21 : 1-116.
11. 高遠 宏. 1981. 都市綠化のための效果的施肥法. 公害と對策臨時増刊. 22(14) : 1384-1392.
12. 掘江保夫. 1974. 郷土植物の綠化工への適用. 綠化工技術 2(1) : 17-21.
13. 掘江保夫. 1981. 播種綠化工における林叢形成種としてハギ屬の適用を考える. 綠化工技

- 術 7(3) : 26-27.
14. 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.
  15. 山寺喜成. 1975. 木本植物と草本植物の混播に関する実験. 緑化工技術 3(1) : 14-16.
  16. 山寺喜成. 1985. 木本植物と草本植物の混播に関する実験(Ⅱ). 緑化工技術 11(2) : 16-20.
  17. 山寺喜成. 1986. ヤマハンキの播種導入に関する実験(Ⅱ). 緑化工技術(日本緑化工研究会). 10(3) : 10-15.
  18. 山田守・山本富晴・玉木和之・堀江直樹・上田早史. 1995. 播種条件の違いが木本植物の発芽・初期生育に及ぼす影響について(I). 緑化工技術 21(1) : 34-40.
  19. 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.
  20. 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