

綠化用 自生 木本植物과 草本植物種자의 混播處理에 關한 研究¹

全起成² · 禹保命³

Studies on Mixed-Seeding of Native Woody and Herb Species¹

Gi-Seong Jeon², Bo-Myeong Woo³

要 約

이 연구는 비탈면 綠化用 自生木本과 草本種子 適定混播比를 결정하기 위해, 서울대학교 농업생명과학대학 실내온실에서 木本·草本種子の 播種實驗을 실시하였으며, 播種은 木本의 경우 초기발아기 대본수 60粒/m²을 기준으로 草本種子和 혼합하여 覆土量, 施肥處理, 播種量別로 실험하여 얻은 결과를 분석한 것이다. 1994년 6월 播種後 木本과 草本의 個體數, 生重量, 樹高와 草高變化, 分蘖數를 조사한 결과, 木本의 個體數는 1995년에 짜리가 播種區(m²)別로 평균 1.14本, 죽제비짜리 0.496本이었으며, 조팝나무와 물오리나무는 과중·발아후 당해년도(1994)에 고사하였다. 草本의 경우는 1995년에 달맞이꽃이 5.06本, 솔새 1,072本, 개솔새는 0本이었으며, 억새는 412.53本, 쑥 88.6本, 비수리 8.9本, 새 57.46本으로 조사되었다. 地上部生長에 있어서, 木本의 짜리와 죽제비짜리는 급격한 地上部生長과 生重量의 증가를 보이고, 草本의 경우에는 과중 당해년도에 솔새, 개솔새, 억새, 달맞이꽃, 새 등은 生長이 빠르나 과중 이듬해에는 솔새와 억새가 地上部 및 生重量의 증가가 높았다.

播種量에 따른 木本의 변화를 보면, 과중 당해년도에는 樹種간에 有意性이 없었으나, 과중 이듬해에는 播種量에 따라 有意하였고, 草本의 경우는 播種量과 個體數의 변화는 과중당해년도와 이듬해 모두 有意하였다. 分蘖이 가장 우수한 것은 억새(21개)로 나타났으며, 다음은 솔새, 새 순으로 나타났다. 綠化用 自生木本種子和 草本種子の 混播에서, 草本의 種子量이 많을수록 木本의 個體數, 地上部生長量, 生重量, 草本分蘖數 등은 감소하였다. 따라서, 비탈면의 綠化植生으로, 木本은 짜리와 죽제비짜리, 草本으로는 分蘖이 우수한 새類를 이용하는 것이 효과적이라 분석되며, 木本의 成立을 위해서는 播種量에 대한 연구가 더욱 수행되어야 할 것이다.

ABSTRACT

This study was conducted to find out the appropriate rates of mixed-seeding of native woody and herb species. It was carried out in greenhouse from 1994 to 1995. The early days germination individuals were 60no./m² in case of woody species for mixed seeding treatment and the treatments were fertilization, soil surface treatment, seeding amount. The investigation factors are the number of individuals of woody and herb species, biomass, height, number of tillers, etc. The mean individuals of *Lespedeza bicolor* and *Amorpha fruticosa* were investigated 1.14 no./m², 0.496 no./m² in 1995, and *Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora* and *Alnus hirsuta* were withering to death. In 1995, the Individuals of *Oenothera odorata*, *Themeda triandra* var. *japonica*, *Cymbopogon tortilis* var. *goeringii*, *Miscanthus sinensis*, *Artemisia princeps* var. *orientalis*, *Lespedeza cuneata*, and *Arundinella hirta* were

¹ 接受 1995년 12월 12일 Received on December 12, 1995.

² 서울대학교 산림자원학과 대학원생 Dept. of Forest Resources, Seoul Nat'l Univ., Suwon, Korea.

³ 서울대학교 산림자원학과 교수 Dept. of Forest Resources, Seoul Nat'l Univ., Suwon, Korea.

investigated 5.06 no./m², 1,072 no./m², 0 no./m², 412.53 no./m², 88.6 no./m², 8.9 no./m², 57.46 no./m², respectively, in case of herb species. The height and biomass of *Lespedeza bicolor* and *Amorpha fruticosa* showed very fast growth, and those of *Themeda triandra* var. *japonica*, *Miscanthus sinensis* had a similar tendency. For the changes in woody species, according to the seeding amount, there was no significant relationship between species, but It was highly significant in 1995. In case of the herb species, the relationship between the number of individuals and seeding amount was significant for both 1994 and 1995. The most number of tiller was *Miscanthus sinensis*(21), and showed *Themeda triandra* var. *japonica*, *Arundinella hirta* in descending order. For the mixed seeding of wood and herb species, the number of individuals, height, biomass, tiller of herb species diminished as the seeding amount of herb species increased. It can be concluded that using *Lespedeza bicolor* and *Amorpha fruticosa* for woody species and like *Arundinella hirta* in herb species will be efficient for revegetation measures.

It seems, therefore, that the plants of revegetation methods will be used to *Lespedeza bicolor*, *Amorpha fruticosa* and *Arundinella hirta*, and further study is needed on the seeding amount.

Key words : Mixed seeding, Biomass, Seeding amount. Herb species, Wood species

緒 論

우리 나라는 급격한 산업발달과 경제성장으로 각종 고속도로 건설 및 신도시 건설 등에 의한 산림과 기타 자연생태계가 위협받고 있으며, 이에 수반하여 절개지와 훼손지는 크게 증가하고 있다. 특히 국토면적이 작고 기후변화가 뚜렷한 우리 나라는 일단 훼손된 절개지는 復舊에 많은 시간과 경비가 소요되며, 이로 인한 자연과피는 머지 않은 장래에 더 큰 위협을 줄지도 모른다. 최근에는 자연환경의 보전과 복원에 대한 관심이 높아가고 있으며, 이에 대한 연구결과도 많이 발표되었다. 비탈면과 훼손지의 규모는 건설과 수반해 해마다 증가하고 있고, 이를 復舊·綠化하는 시공업체도 늘어나고 있으나, 導入種자의 무분별한 사용으로, 비탈면은 도입초본식생으로 덮여 있어 보는 이로 하여금 이질감과 거부감을 느끼게 한다. 또한 재료와 種자를 과다하게 播種하여 비탈면의 식생생장이 徒長하거나 고사하는 경우가 있다.

비탈면과 훼손지의 綠化에는 조기에 植生을 조성하고 또 장기적으로 주변환경과 이질감이 없이 비탈면의 안정을 고려하면서 綠化할 수 있는 수종이 필요하다. 草本의 경우 토양보전력이 木本에 비해 극히 약하기 때문에 木本과 草本을 같이 播種해야 하며, 木本主體의 군락이 자연회복력이 좋고, 자연경관과 조화가 좋다(山寺喜成, 1986). 樹木, 野草, 牧草를 분리 과종하면 草本類의 발

아생육은 쇠퇴하는 반면 木本類의 발아생육은 좋아 木本類의 導入이 필요하며(小畑秀弘, 1974), 木本의 초기생장은 늦으므로 이에 대한 대책으로는 草本의 선정시에 초기발아와 생장이 늦은 種자를 선정하고, 木本도 초기발아생장이 좋은 종을 선정하는 것이 필요하다(平野英樹, 1991). 또한 단일초종의 播種은 건조기에 한해를 입어 발아와 생육에 제한을 받아 混播가 유리하고, 입지조건이 복잡하거나 토양의 긴박력이 필요한 곳은 單播보다는 木本과의 混播가 유리하다(江崎次夫, 1980). 金南椿(1991)과 李載必(1995)은 導入種과 自生種의 混播實驗을 통해 自生草種(비수리, 억새 등)은 뿌리 전단력이 높아 주변식생과도 쉽게 동화될 수 있는 장점이 있으므로 斜面綠化工事에 적합하다고 하였다.

또한 李載必(1995)은 재래초·木本과 외래초종의 적정 混播比를 70 : 30나 80 : 20으로 추천하고, 재래 草·木本중 새의 비율은 20~30%를, 콩과류의 경우는 15~20%를 混播하는 것이 양호한 사면 식생경관을 조성한다고 實驗을 통해 제시한 바 있다.

물오리나무를 播種할 경우에는 초기개체밀도가 100本/m²의 경우가 평균개체중 최대생장을 나타냈으며, 초기개체밀도가 200本/m²인 경우는 밀도의 감소비가 최소인 반면, 1년후에는 현존량이 최대로 나타났다. 물오리나무의 과종요건은 loam 토양에서 覆土를 0.5cm, 施肥水準은 인산 20g/m², 가리 50g/m²이 양호하다(山寺喜成, 1974). 또한 平野英樹(1991)는 高木林型의 발생기대본수는 高

木種子 100~200本/m², 低木種子 100~300本/m², 草本種자는 300~500本/m² 정도 설정하고, 低木林型的 播種量은 低木種자는 총발생 기대본수 200~500本/m², 草本種子 200~500本/m²을 설정하였으며, 草本주체형은 1,000本/m²을 설정하였다. 한편 山寺喜成(1975)는 K31F의 생육밀도가 3,000本/m²일 때 대조구와의 차이가 있었으며, 1,000本/m² 경우 20cm, 500本/m² 경우에는 30cm의 성장차이가 나타났고, 木本에 토양활성제를 처리하여 木本과 草本을 0, 500, 1,000, 3,000, 5,000本/m²의 5단계로 混播한 결과 草本種子 3,000本/m² 이상이 적당하다고 하였다. 이상의 연구결과를 종합하여 볼 때, 木本과 草本의 混播에 관한 연구는 비탈면의 안정과 식생의 주변환경과의 조화면에서 중요한 요소라고 생각되고, 木本과 草本의 混播가 草本만의 單播보다는 비탈면 綠化에 유리하다는 것은 외국문헌의 경우 實驗을 통해 많이 증명되었으나 우리 나라에서는 연구가 부족한 상태이다.

따라서 이 연구는 自生木本과 草本의 混播實驗을 통해 적절한 自生木本과 草本의 混播比를 알아보고, 앞으로 비탈면綠化工法에 현실적으로 적용될 수 있는 기초자료를 제공하기 위해 수행하였다.

材料 및 方法

1. 綠化植生種자의 發芽實驗

발아실험은 경기도 수원시 권선구 서둔동 소재 서울대학교 농업생명과학대학 산림자원학과내에 실내실험실의 발아상을 이용하였다.

(1) 供試材料의 選定

供試種자는 초기조성속도가 빠르고 양호한 생육을 나타내고, 최근에 비탈면의 綠化에 많이 사

용되는 植生을 선정하였으며, 또한 환경적응력과 생장력이 우수한 植生을 선발하되 기존의 山地砂防綠化植生과 2회의 發芽實驗을 통하여 얻은 자료를 기준으로 재종이 용이하며, 피복효과가 좋은 自生種(農事院, 1961; 金南椿, 1991)을 선정하였다. 供試種자는 표 1과 같다.

供試材料는 비탈면綠化用 植生の 種子를 채취하여 휴면처리후 현지실험에 이용하였으며, 싸리류 등은 기건상온저장을 한 후에 증피에 흙집을 넣어 播種하였다.

(2) 實驗區 配置 및 處理

室內 發芽實驗은 1994년 2월 15일부터 3월 10일까지 발아율과 발아세를 측정하기 위해 Petri-dish 87×15mm에 供試種의 種子를 Filter Paper 위에 100粒씩(대립 50粒) 5반복하여 발아상에서 實驗을 하였으며, 發芽率과 發芽勢를 측정하여 實驗에 이용하였다. 또한 발아상은 23℃의 항온기를 이용하였으며, 發芽實驗期間은 20일간이었다.

2. 綠化用 自生植生種자의 木本·草本 混播實驗

混播實驗은 경기도 수원시 권선구 서둔동 소재 서울대학교 농업생명과학대학 산림자원학과내에 실내실험실을 이용하였다. 木本·草本種자의 混播를 위한 實驗은 1994년 6월에 播種하여, 1995년까지 실시하였다.

(1) 自生植生種자의 木草本 混播를 위한 室內 實驗

1) 實驗區 配置 및 處理

自生植生種자의 單位實驗區는 일정면적(0.135m²)으로 구획된 용기를 이용하여 實驗하였다. 播種方法은 混播를 원칙으로 하고, 種자의 조합은 선행연구자료를(農事院, 1961; 禹保命, 1989; 金南椿, 1991)기준으로 하였으며, 종자의 조합은 표

Table 1. Native species used for seeding

Native species	
Wood species	Herb species
<i>Amorpha fruticosa</i> (죽제비싸리)	<i>Oenothera odorata</i> (달맞이꽃)
<i>Lespedeza bicolor</i> (싸리)	<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i> (솔새)
<i>Alnus hirsuta</i> (물오리나무)	<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i> (개솔새)
<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> (조팝나무)	<i>Miscanthus sinensis</i> (억새)
	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> (쑥)
	<i>Lespedeza cuneata</i> (비수리)
	<i>Arundinella hirta</i> (새)

Table 2. Native plant species used in the mixed-seeding treatments

Seeding Method	Plant species used in mixed-seeding treatments
Seeding 1	<i>Lespedeza bicolor</i> + <i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> + <i>Lespedeza cuneata</i> + <i>Arundinella hirta</i> + <i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> + <i>Oenothera odorata</i>
Seeding 2	<i>Lespedeza bicolor</i> + <i>Alnus hirsuta</i> + <i>Amorpha fruticosa</i> + <i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i> + <i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i> + <i>Miscanthus sinensis</i> + <i>Oenothera odorata</i>

Table 3. Soil analysis of the seedbed

Particle Size Distribution(%)				ETC				Exchangeable Cations(m.e./100g)			
Sand	Silt	Clay	Soil Texture	pH	O.M %	P ² O ⁵ (ppm)	CEC me/100g	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
69.22	31.98	5.8	SL	6.9	0.50	54.4	1.32	0.45	0.39	5.26	7.47

2와 같다.

표 2와 같이 파종조합 1은 木本 2種과 草本 4種, 파종조합 2는 木本 3種과 草本 4種의 조합으로 구분하여 播種하고, 초기성립기대립수를 3,000粒/m², 5,000粒/m², 7,000粒/m²의 3수준으로 混播 處理하였다. 실험구 배치법은 각각의 단위 實驗區에 비탈면의 척박한 일반토양을 혼중하여 소독한 후 사용하고, 토양비옥도 2수준(초기에 1회 施肥한 것과 施肥하지 않은 것), 覆土 2수준(0.2cm 내외로 覆土한 것과 0.5cm 내외로 覆土한 것)의 3×2×2의 12수준, 완전임의배치법으로 5반복하여 實驗하였으며, 관수는 播種初期 약 2개월간 3일 간격으로 실시하였다.

播種水準마다 각각의 植生種子를 1:1의 비율로 혼합하여 播種하고, 실제파종시에는 發芽率을 고려하여 播種하였다. 또한 木本種子는 初期發芽期待粒數 60粒/m²을 기준으로 하여 일정량을 草本과 混播하였으며, 각각의 수준마다 5반복하여 1개의 集區로 播種하였다.

3. 調査方法 및 測定方法

① 實驗區의 植生 測定方法

播種後 發芽率 및 生長量의 측정은 播種後부터 초기 2개월은 1주일 간격으로, 그 이후부터는 별도의 측정기구(눈금간격 10×10cm의 격자상)를 사용하여, 種子의 발아정도와 발아후의 초고, 초폭과 수고, 수관폭 및 수종별 個體數, 分蘖莖數 등을 3반복하여 測定하였다. 또한 초기발아시 식생구분이 곤란한 수준은 1개월 후부터 측정하였으며, 植生의 地下部의 生長量도 1개월에 1회씩

씩 측정하였다.

② 植生의 生重量 및 乾重量 測定

生重量과 乾重量을 1개월에 1회씩 Dryoven에서 80℃로 48시간 건조시키기 전과 후의 地上部와 地下部의 生重量과 乾重量을 측정하였다.

③ 植生種間의 競爭 測定

각 植生種間의 경쟁상태를 측정하기 위해 植生의 초장, 초고, 초폭, 地下部生長量, 乾重量 등을 측정하였다.

4. 分析 方法

① 土壤因子 分析

實驗區의 토양은 전질소 Kjeldahl 방식, 유효인산 Bray-I 용액으로, 치환성이온 k⁺, Na⁺, Ca⁺, Mg⁺ 등은 Atomic absorption spectro photometer 법으로 분석하였다.

② 實驗區의 植生因子 分析

種子의 발아정도와 발아후의 초고, 초폭과 수고, 수관폭 및 수종별 個體數, 乾重量 등을 측정한 후, 측정자료들을 이용하여 SAS統計 package를 이용하여 분석하였다.

結果 및 考察

1. 實驗地의 土壤分析

實驗地의 토양은 표 3과 같이 사양토(sandy loam)이며, pH가 6.9로 중성이고, 양이온치환용량은 1.32이고, 양이온은 비교적 적은 토양으로 분석되었다.

Table 4. Germination rate of the plant materials used in this experiment.

Species	<i>Spiraea</i>	<i>Lespedeza b.</i>	<i>Amorpha</i>	<i>Alnus</i>	<i>Themeda</i>	<i>Cymbopogon</i>	<i>Lespedeza</i>	<i>Arundinella</i>	<i>Miscanthus</i>	<i>Oenothera</i>	<i>Artemisia</i>
No./1g	11,650	74	30	1,050	85	515	547	2,470	740	2,900	12,500
Purity(%)	78	85	81	60	70	65	95.87	73	73	85	51
Ger.(%)	81	40	60	31	13	44	23	17	78	34	10

* Ger. : Germination rate at 23°C

* *Amorpha* : *Amorpha fruticosa*, *Lespedeza b.* : *Lespedeza bicolor*, *Alnus* : *Alnus hirsuta*, *Spiraea* : *Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora*, *Oenothera* : *Oenothera odorata*, *Themeda* : *Themeda triandra* var. *japonica*, *Cymbopogon* : *Cymbopogon tortilis* var. *goeringii*, *Miscanthus* : *Miscanthus sinensis*, *Artemisia* : *Artemisia princeps* var. *orientalis*, *Lespedeza* : *Lespedeza cuneata*, *Arundinella* : *Arundinella hirta*.

2. 供試種子의 發芽率

이 實驗에 이용된 供試種子是 木本 4種과 草本 7種으로 총 11種의 種子를 사용하였으며, 供試種子의 g당 입수와 순도, 發芽率을 보면 표 4와 같다.

표 4에서와 같이 供試種子의 發芽率을 보면 조팝나무가 81%로 가장 높았으며, 다음은 족제비싸리, 억새, 개솔새 순이었다. 순도는 비수리가 가장 높았고, 싸리와 달맞이꽃이 그 다음이었다. 그러나 비수리의 경우 순도는 높은 반면 솔새와 같이 發芽率이 낮아 發芽率을 높일 수 있는 방법이 모색되어야 할 것이다. g당 粒數는 쭉이 12,500粒, 조팝나무가 11,650粒으로 가장 많았으며, 다음은 달맞이꽃 2,900粒, 새가 2,470粒 이었으며, 다음은 물오리나무, 비수리, 개솔새 순이었다.

3. 綠化植生の 木本과 草本의 室內混播

1) 木本과 草本個體數의 變化

木本과 草本의 播種 10일 후, 발아 측정 결과를 보면, 3,000粒 播種한 경우 평균 45.45개의 木·草本이 發芽하였으며, 5,000粒의 경우 101.10개, 7,000粒의 경우, 114.75개가 發芽하였다. 播種 18일 후의 발아 개체는 3,000粒의 경우 100.45개, 5,000粒의 경우 140.40개, 7,000粒의 경우 241.65개가 發芽하였다.

覆土와 施肥에 따른 결과를 보면, 覆土別로는 차이가 크게 나타나지 않았으며, 施肥區에서도 초기 1회 施肥한 播種區에서 개체수의 증가는 볼 수 없었다. 播種後 38일 후(7/19) 월별 경과에 따른 木本과 草本個體數의 변화는 그림 1, 2와 같다.

그림 1에서와 같이 木本의 경우 파종당년 초기

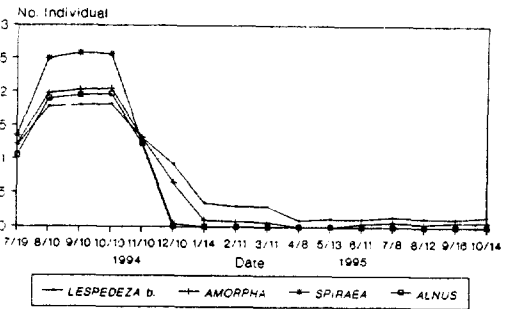


Fig. 1. Change mean of number of individuals in wood species

* *Amorpha* : *Amorpha fruticosa*, *Lespedeza b.* : *Lespedeza bicolor*, *Alnus* : *Alnus hirsuta*, *Spiraea* : *Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora*.

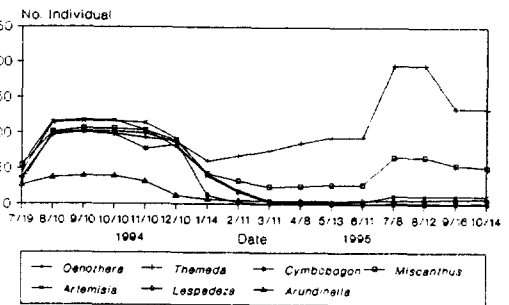


Fig. 2. Change mean of number of individuals in herb species

* *Oenothera* : *Oenothera odorata*, *Themeda* : *Themeda triandra* var. *japonica*, *Cymbopogon* : *Cymbopogon tortilis* var. *goeringii*, *Miscanthus* : *Miscanthus sinensis*, *Artemisia* : *Artemisia princeps* var. *orientalis*, *Lespedeza* : *Lespedeza cuneata*, *Arundinella* : *Arundinella hirta*.

에는 싸리, 족제비싸리, 조팝나무, 물오리나무 모두 급격한 발아 개체수의 증가를 보이나, 播種

이듬해에는 급격히 감소를 하였다. 특히, 조팝나무와 물오리나무는 草本에 의해 피압을 당해 고사하여 이듬해에는 나타나지 않았다.

그림 2에서와 같이, 草本의 경우도 파종당년 초기에는 왕성한 發芽率을 보이나 점차 경쟁이 심해지는 10월중순 이후에는 경쟁에 약한 草種의 개체수는 줄어들었으며, 특히 11월 이후에는 7,000 粒/m² 파종의 경우 고사율(40%)이 매우 높았다. 그러나 경쟁에서 강한 억새, 솔새 등은 1995년에도 왕성한 생육을 나타냈다.

2) 木本과 草本의 地上部生長의 변화

木本の 싸리와 죽제비싸리의 경우 파종당년 초기에 급격한 地上部의 生長을 보이며, 이듬해에도 생장이 지속되나, 파종 당년같이 급격한 증가

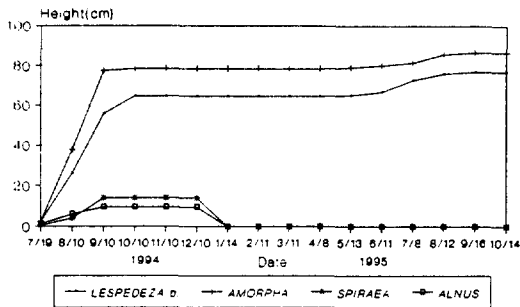


Fig. 3. Change mean of height of individuals in wood species

* *Amorpha*: *Amorpha fruticosa*, *Lespedeza b.*: *Lespedeza bicolor*, *Alnus*: *Alnus hirsuta*, *Spiraea*: *Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora*.

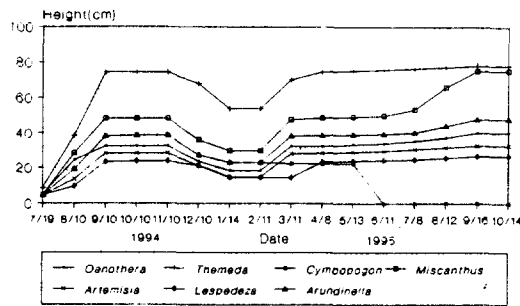


Fig. 4. Change mean of height of individuals in herb species

* *Oenothera*: *Oenothera odorata*, *Themeda*: *Themeda triandra* var. *japonica*, *Cymbopogon*: *Cymbopogon tortilis* var. *goeringii*, *Miscanthus*: *Miscanthus sinensis*, *Artemisia*: *Artemisia princeps* var. *orientalis*, *Lespedeza*: *Lespedeza cuneata*, *Arundinella*: *Arundinella hirta*.

는 없다. 조팝나무와 물오리나무의 경우 초기에는 지상부생장이 증가하다 11월 이후 동절기에 草本에 피압당하였다. 木本과 草本의 경과일수에 따른 地上部生長의 변화는 그림 3과 같다. 또한, 그림 4와 같이, 草本의 경우에도 木本과 같이 솔새, 개솔새, 억새, 달맞이꽃, 새 등은 생장이 빠르나 시간이 지나면서 솔새와 억새가 우점하며, 쑥과 비수리는 發芽는 되나 地上部의 生長은 다른 草本에 비해 늦었다. 이듬해에는 솔새와 억새의 地上部의 生長이 왕성하여 다른초종의 생장을 방해하여 쑥, 비수리, 개솔새 등의 생장이 저조하였다.

특히, 施肥區에서는 지상부의 생장이 발아 초기 약 35일까지는 평균 3cm 정도 더 성장하였으나, 그 이후부터는 차이가 없었다. 쑥의 경우 선행연구(禹保命, 1993)와 달리 地上部의 生長이 저조한 것은 실내실험으로 실내의 온도가 여름에는 30℃ 이상의 고온이 유지되어 쑥의 생장에 영향을 주었으리라 생각된다. 또한, 1995년의 5월에 草本의 根株부분을 자른 播種區에서는 초기 生長량이 나머지 播種區에 비해 많았으며(평균 3cm), 39일후 부터는 차이가 없었다.

3) 木本과 草本의 生重量의 변화

木本과 草本의 地上部의 生重量은 큰 차이를 보였다. 싸리와 죽제비싸리는 播種 38일(7/19) 후부터 왕성한 生重量의 증가를 보이며, 조팝나무와 산오리나무는 파종초기에는 다소 증가하였으나 다른 草本과 木本에 의해 피압되어 生重量의 증가율이 둔하였으며, 결국 고사하였다. 木本과 草本의 地上部 生重量의 변화는 그림 5, 6과 같다. 草本의 경우도 솔새와 억새, 새는 地上部

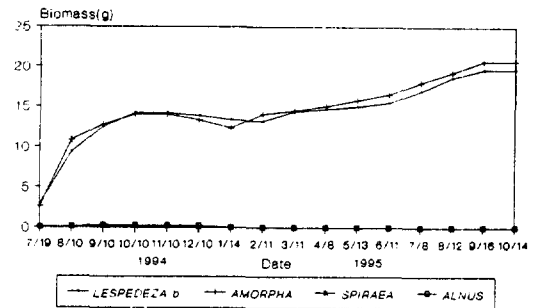


Fig. 5. Change of biomass in wood species

* *Amorpha*: *Amorpha fruticosa*, *Lespedeza b.*: *Lespedeza bicolor*, *Alnus*: *Alnus hirsuta*, *Spiraea*: *Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora*.

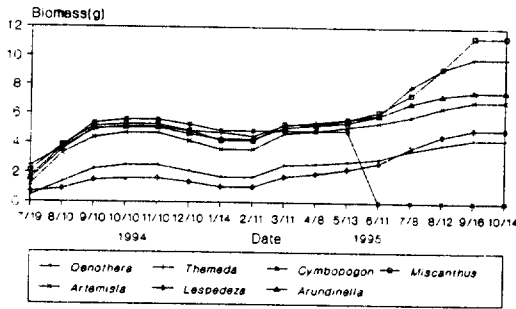


Fig. 6. Change of biomass in herb species
 * *Oenothera*: *Oenothera odorata*, *Themeda*: *Themeda triandra* var. *japonica*, *Cymbopogon*: *Cymbopogon tortilis* var. *goeringii*, *Miscanthus*: *Miscanthus sinensis*, *Artemisia*: *Artemisia princeps* var. *orientalis*, *Lespedeza*: *Lespedeza cuneata*, *Arundinella*: *Arundinella hirta*.

의 생중량이 급격한 증가를 하였으며, 이듬해 봄과 여름에도 계속 증가추세를 보이나 播種 당년과 같이 급격한 증가는 보이지 않는다. 달맞이꽃, 개솔새, 썩, 비수리 등은 과종당년에는 비교적 높은 地上部 생중량의 증가를 보였으며, 이듬해에도 완만한 증가를 보였다.

木本の 地下部生중량의 경우, 싸리와 죽제비싸리는 地上部의 生長과 같이 왕성한 뿌리의 신장을 보였으며, 생중량이 당년에는 급격한 증가를 보였다. 그러나 조팝나무와 산오리나무는 뿌리의 성장상태가 좋지 않고 증가추세도 완만하며, 동절기에는 고사하였다. 또한, 시비구에서는 생중량이 발아 초기에 평균 0.4g 정도 더 무거웠으나 이후부터는 차이가 없었다.

草本의 地下部生중량의 경우, 솔새와 억새, 새는 당해년도에는 급격한 증가를 보이나 이듬해에는 비교적 생장이 둔화되었다. 달맞이꽃, 개솔새, 썩, 비수리 등은 과종당년에는 높은 地下部

生중량의 증가를 보이나 이듬해에는 당해년도에 비해 증가율이 둔화되었으며, 이들 草種은 솔새와 억새와의 混播시에 비교적 경쟁이 약한 草種으로 생각된다. 또한, 1995년 5월에 草本의 根株부분을 자른 播種區에서는 나머지 播種區보다 평균 生중량의 증가율(15%)이 높았으며, 39일 후부터는 같았다.

4) 樹種間 播種量間에 따른 木本 個體數와의 有意性

표 5에서와 같이 播種量에 따른 木本の 個體數 변화를 보면, 播種 당해년도에는 有意하지 않았으나 播種 이듬해에는 樹種間·播種量에 따라 有意성이 인정되었다. 따라서, 播種量 및 樹種에 따른 개체수의 차이는 播種 이듬해에 나타나는 것으로 分析되었다. 단위 m² 당 播種量 3,000粒, 5,000粒, 7,000粒의 播種時에서 모두 木本の 生長이 좋지 않았으며, 특히, 조팝나무와 물오리나무의 경우에는 播種 당년에 고사하였다. 싸리와 죽제비싸리의 地上部의 生長量을 보면 3,000粒의 播種이 5,000粒, 7,000粒의 播種보다 양호하였으며, 생중량과 뿌리의 生長量도 우수하였다.

木本の 地下部는 과종당년에 3,000粒의 播種이 5,000粒, 7,000粒의 播種보다 生長이 우수하였고, 이듬해에도 뿌리의 지지력과 생장이 계속되었다.

草本의 경우는 표 6에서와 같이 草本種·播種量에 따라 個體數의 변화는 1994년, 1995년 모두 有意성이 인정되었고, 단위 m² 당 7,000粒의 播種이 5,000粒의 과종시보다 고사율이 높았으며, 5,000粒의 경우는 3,000粒보다 높아, 3,000粒, 5,000粒, 7,000粒의 모든 수준에서 과종당해년부터 고사가 시작되었다. 따라서, 木本과 草本의 種子의 양을 3,000粒, 5,000粒, 7,000粒으로 조절하여 播種한 결과 고사가 높게 나타나는 것으로 보아 播種粒數가 너무 과도한 것 같이 판단된다.

Table 5. Analysis of variance for wood species

Year	Source	DF	Anova SS	MS	P
1994	Woody Species	3	1.2659	0.4219	0.5106
	Seeding Amount	2	0.2229	0.1114	0.8147
	Mix	6	0.1622	0.0270	0.9995
1995	Woody Species	3	0.6730***	0.2243***	0.0001
	Seeding Amount	2	0.0265*	0.0132*	0.0834
	Mix	6	0.0381	0.0063	0.3030

*** 99% Significant level, ** 95% Significant level, * 90% Significant level

Table 6. Analysis of variance for herb species

Year	Source	DF	Anova SS	MS	P
1994	Herb Species	6	61559.6529***	10259.9421***	0.0001
	Seeding Amount	3	68419.8181***	22806.6060***	0.0001
	Mix	18	4179.6590	232.2032	0.9922
1995	Herb Species	6	393917.5094***	65652.9182***	0.0001
	Seeding Amount	3	1045.4258	348.4753	0.5798
	Mix	18	16440.9097**	913.3839	0.0364

*** 99% Significant level, ** 95% Significant level, * 90% Significant level

5) 草本의 分蘖數의 變化

草本은 파종초기 38일 후부터 分蘖을 시작하였으며, 播種 당년(11월)에 솔새는 평균 9개, 개솔새는 4.1개, 새는 6개, 억새는 18개의 分蘖을 하였으며, 1995년에는 억새가 최고 56개까지 分蘖을 하여 왕성한 번식력을 보였고, 평균적으로 억새 21개, 솔새 11개, 새 6개씩의 분얼을 하였다. 分蘖이 가장 우수한 것은 억새로 나타났으며, 다음은 솔새, 새순으로 나타났다. 또한, 1995년 5월에 草本根株를 자른 播種區에서는 나머지 播種區의 草本보다 分蘖數가 평균 2개 증가하였다. 따라서 비탈면의 綠化草種으로는 分蘖이 우수한 새종류를 이용하는 것이 효과적이라 생각된다.

結 論

이 연구는 비탈면 綠化用 自生 木本과 草本의 混播比를 알아보기 위해, 서울대학교 농업생명과학대학 실내온실에서 木本과 草本種子를 播種하였다. 播種은 木本의 경우 초기발아기대본수 60/m² 기준으로 草本과 혼합하여 覆土와 施肥處理別로 파종실험하였으며, 播種後 木本과 草本의 個體數, 生重量, 地上部生長量을 조사하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 木本의 個體數는 1995년에 싸리와 평균 1.14本, 죽제비싸리 0.496本으로 나타났으며, 조팝나무와 산오리나무는 고사하였다. 草本의 경우는 달맞이꽃이 5.06本, 솔새가 1,072本, 개솔새는 0本 이었으며, 억새는 412.53本, 쪽은 88.6本, 비수리 8.9本, 새 57.46本로 조사되었고, 覆土에 따른 차이는 없었다.
2. 地上部生長에 있어서, 木本의 싸리와 죽제비싸리는 파종당년초기에 급격한 地上部의 生長을 보이며, 이듬해에도 生長이 지속되며, 草本의 경우에도 木本과 같이 播種 당해년도에

솔새, 개솔새, 억새, 달맞이꽃, 새 등은 生長이 빠르나 播種 이듬해에는 솔새와 억새가 地上部의 生長이 우수하였다. 施肥區가 非施肥區보다 지상부生長이 초기(35일)에 평균 3cm 더크게 자랐으며, 또한, 草本의 根株를 자른 播種區가 나머지 파종구보다 地上部의 生長率이 높았다.

3. 木本의 地上部生重量의 경우, 싸리와 죽제비싸리는 播種 38일 후부터 왕성한 生重量의 증가를 보이며, 草本의 경우에도 木本과 같이 播種 당해년도에는 솔새, 개솔새, 억새, 달맞이꽃, 새 등은 발아 및 生長이 좋았으나 이듬해에는 솔새와 억새의 生重量의 증가가 높았고, 草本 根株를 자른 播種區가 生重量 增加率(15%)이 나머지 파종구보다 높게 나타났다.
4. 樹種間·播種量間의 木本 個體數의 변화는 파종 당해년도에는 有意性이 없었으나, 파종 이듬해에는 樹種間·播種量에 따라 有意하였고, 草本의 경우는 草種間·播種量에 따라 個體數는 1994년, 1995년 모두 有意하였다.
5. 分蘖이 가장 우수한 것은 억새(21개)로 나타났으며, 다음은 솔새(11개), 새(6개) 순으로 나타났다. 綠化用 自生種의 木本과 草本의 混播에서, 草本의 種子量이 많을수록 木本의 個體數, 地上部生長量, 生重量, 分蘖수 등은 줄었다. 따라서, 비탈면의 綠化草種으로, 木本은 싸리와 죽제비싸리, 草本으로는 分蘖이 우수한 새종류를 이용하는 것이 효과적이라 생각되며, 木本의 성립을 위해서는 播種量의 조절에 대한 연구가 필요하다.

引用 文 獻

1. 金南椿. 1990. 道路비탈면 綠化에 사용되는 主要 草本植物의 地下部 生育이 土壤安定에

- 미치는 效果에 관한 研究, 韓國造景學會誌 18(2) : 45-55.
2. 金南椿, 1991. 綠化植生の 生育이 斜面綠化 및 景觀造成에 미치는 效果에 관한 研究, 서울大 大學院 博士學位論文 78pp.
 3. 金昌鎬·鄭印九, 1975. 效果的인 荒廢地復舊를 위한 造景樹種의 選擇과 ha當 適正植栽本數에 대한 研究, 韓國造景學會誌, 5 : 25-27.
 4. 農事院 試驗局, 1961. 土壤保全便覽, 428pp.
 5. 沈相榮·吳敏榮, 1964. 파종사방조립에 관한 연구, 農事試驗研究報告 6(2) : 61-70
 6. 吳求均, 1991. 踏壓으로 毀損된 林間裸地の 林床植生 復元에 관한 研究, 서울大 大學院 博士學位論文, 86pp.
 7. 禹保命, 1974. 斜面裸地綠化用 資材開發에 관한 考察(I) - 日本의 植生資材를 中心으로 -, 서울大學校 農科大學 演習林研究報告 10 : 69-88.
 8. 禹保命, 1977. 植生이 비탈면의 安定에 미치는 影響, 韓國林學會誌 35 : 47-55.
 9. 李景俊, 1993. 樹木生理學, 서울大學校 出版部, 504pp.
 10. 李壽煜·金智文·宋鎬京, 1978. 荒廢地 土壤水分이 苗木의 生長 및 養分吸水에 미치는 影響, 韓國林學會誌 38 : 46-54.
 11. 李載必, 1995. 道路斜面綠化를 위한 植生配合에 관한 研究, 建國大學校 大學院 碩士學位論文, 57pp.
 12. 李天龍, 1993. 山林環境土壤學, 普成文化社, 350pp.
 13. 江崎次夫, 1980. 盛土のり面の植生保護工に関する研究(2); 盛土試驗 斜面における土砂流出と植生の保護效果について, 愛媛大演報 17 : 77-91.
 14. 江崎次夫·伏見知道·藤久正友, 1979 日本産雜草類のり面保護工に對する利用方法に関する研究(1); 林道切取りのり面における降雨流出特性, 愛媛大演報 16 : 149-155.
 15. 駒村富士彌·渡邊武夫, 1977. 樹木の斜面安定效果, 日林誌 59 : 338-340.
 16. 龜山章·倉畑益二郎·品川正義·近藤三雄·小橋澄治, 1983. 郷土の自然と調和する綠化工技術を考える, 綠化工技術(日本綠化工研究會) 10(1) : 27-30.
 17. 渡邊博文·大順賀久, 1987. 切取法面の綠化工法に關する考察, 林道研 13 : 74-76.
 18. 渡邊次郎·荒井 贊·今井辰雄, 1983. 林道切取法面綠化の植生に對する檢討, 林道研 18 : 172-184.
 19. 山寺喜成, 1974. 乾燥期における木本植物の播種方法に關する實驗, 綠化工技術(日本綠化工研究會) 2(1) : 22-25.
 20. 山寺喜成, 1975. 木本植物と草本植物の混播に關する實驗, 綠化工技術(日本綠化工研究會) 3(1) : 14-16.
 21. 山寺喜成, 1985. 木本植物と草本植物の混播に關する實驗(II), 綠化工技術(日本綠化工研究會) 11(2) : 16-20.
 22. 山寺喜成, 1986. ヤマハンキの播種導入に關する實驗(II), 綠化工技術(日本綠化工研究會) 10(3) : 10-15.
 23. 山寺喜成, 1986. 播種工による早期樹林化方式の提案, 綠化工技術(日本綠化工研究會) 12 : 2 : 25-35.
 24. 森本幸裕·小橋澄治·吉田博宣, 1985. 綠化密度と肥料木の有無かのり面, 綠化研究 7 : 138-155.
 25. 小畑秀弘, 1974. 木と草の混播について, 綠化工技術(日本綠化工研究會) 2(1) : 53-56.
 26. 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, 1101pp.