

踏壓으로 毀損된 林間裸地의 林床植生 復元에 관한 研究(Ⅱ)

—자생수종선발을 위한 성장력 비교—

吳 求 均* · 禹 保 命**

*호남대학교 조경학과

**서울대학교 산림자원학과

Studies on Restoration of Forest-Floor Vegetation Devastated by Recreational Trampling(Ⅱ)

—A Comparison of Growth for Selection of Native Tree Species—

Koo-Kyoon Oh* · Bo-Myeong Woo**

*Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ.

**Dept. of Forestry Resource, Seoul Nat'l Univ.

ABSTRACT

Seeding treatment was used for 2 years at an artificial bare ground for selecting tree species suitable for forest-floor revegetation. $2 \times 2 \times 2$ factorial experiment was used with a randomized complete block design for 19 native tree species and results were summarized as follows;

1. Native species suitable for restoration of bareland under 75% shading in central part of Korea were *Styrax japonica*, *Styrax obassia*, *Smilax china*, *Callicarpa japonica*, *Stephanandra incisa*, *Viburnum dilatatum* for. *pilosulum*, *Magnolia sieboldii*, *Cornus kousa*, *Celastrus orbiculata*, etc.. Especially, *Magnolia sieboldii*, *Stephanandra incisa* and *Styrax obassia* were tolerant for forest-floor with hardened soil surface and *Callicarpa japonica*, *Viburnum dilatatum* for. *pilosulum*, *Euonymus sieboldianus* and *Philadelphus schrenkii* were suitable for softened soil surface with straw-mat mulching.
2. It is necessary to break seed dormancy to accelerate germination in case of *Styrax obassia*, *Styrax japonica*, *Viburnum dilatatum* for. *pilosulum*, *Smilax china* and *Stephanandra incisa*.

I. 서 론

山林休養客의 踏壓 등 利用活動에 의해 毀損된 自然植生の 復元工法은 첫째, 利用活動을 금지하여 自然生態系의 回復力에 맡기는 방법, 둘째, 최소한의 「바이오에너지」 投入을 통해 植生 回復을 促進시키는 방법, 셋째, 苗木의 植栽 등 적극적 「바이오에너지」 投入을 통해 早期에 植生 復元을 실시하는 方法으로 分類(Bradshaw, A.D., 1984)해 볼 수 있으나, 각각의 方法들은 對象地의 自然環境, 時間, 經濟, 生態的 側面에서 장단점을 가지고 있으므로 復元對象地域의 특성에 따라 적절한 復元工法을 채택해야 할 것이다. 또한, 山林毀損地에 대한 植生復元工法 開發을 위해서는 移入植生에 대한 기초연구와 植生活着工法, 表土被覆材, 表土安定材 등을 이용한 表土安定工法 등에 관한 연구가 선행, 축적되어야 한다.

山林生態系 復元을 위한 樹種選拔은 주로 亞高山 또는 高山地帶 樹種에 대한 연구가 Harrington(1946)의 연구보고 이래 Berg(1974), Doran(1952), McClelland(1972), McGinnies et al. (1963), Plummer(1973) 등에 의해 이루어졌다. McArthur et al.(1974)는 야생동물과 토양안정을 위한 관목수종연구를, Campbell과 Scotter(1975)는 踏壓에 대한 耐性樹種研究를 발표하

였다. Cook et al.(1974)은 여러 환경유형별 復舊樹種에 관한 연구를, Tilman(1986)은 질소가 결핍된 황폐지에서 初期遷移樹種의 生長力이 빠르다고 보고를 하였다. 한편, 倉田과 山寺(1976), 向井과 橫山(1985), 박병익(1963), 박병익·김영호(1968) 윤계섭 등(1974)은 砂防用 樹種에 관한 研究報告를 하였고, 김갑태(1989)는 한국내 자생수종의 種子發芽特性에 대한 연구결과를, 한상섭(1991)은 낙엽활엽수종의 耐乾性에 관한 연구를 보고한 바 있다.

본 연구의 목적은 삼림식생복원에 미치는 과정, 시비 및 표토처리효과에 관한 前報(오구균·우보명; 1992)에 이어 야외포장실험을 통하여 임간나지의 식생복원에 적합한 自生樹種選拔을 위한 기초연구에 있다.

2 재료 및 방법

1) 實驗地概況

實驗地는 京畿道 水原市 西屯洞 所在 서울大學校 農科大學 林學科 實習苗圃場內에 위치하며, 土壤의 理化學的 特性은 表 1에서와 같다. 대체적으로 유기물 함량이 적고, 粘土成分은 많은 特性을 나타내고 있으며, 경사가 없는 평탄지이다.

<표 1> 서울대학교 실습묘포장 토양의 이·화학적특성

입경급 분포			토성산도	유기물 %	전질소 %	유효인산 (ppm)	양이온치환용량 me./100g	치환성 양이온(me./100g)			
모래(%)	미사(%)	점토(%)						K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
34.4	42.6	23.0	양토4.5	1.9	0.13	14.2	9.68	0.34	0.14	0.77	0.22

2) 供試材料

林間裸地의 光條件, 土壤硬度, 벗짚거적被覆의 表土環境別 供試樹種들의 發芽, 活着, 生育을 比較하기 위해서 우리나라 中部地方에서 採種한 自生樹種 19종을 任(1975)의 方法을 참조하여 表 2에서와 같이 休眠處理한 후 野外實驗地에 散播하였다.

供試樹種中 상수리나무, 노박덩굴, 조록싸리,

아그배나무, 산초나무, 병꽃나무, 철쭉꽃은 식생 천이계열상 초기계열수종이고, 가막살나무, 청미래덩굴, 국수나무, 졸참나무, 때죽나무 및 물푸레나무는 중기천이계열수종이며, 함박꽃나무, 참빗살나무, 쪽동백나무, 산딸나무 및 고광나무는 후기계열수종(박인협 등, 1987; 이경재 등 1988a; 1988b)이다.

고광나무, 병꽃나무, 철쭉꽃은 종자 크기가

작아서 T.T.C. 테스트 대신 Growth Cabinet에서 5주간의 發芽率을 측정하였다. 태양광 차폐처리에서는 林間裸地 實驗地の 光條件을 만들기 위해, 시중에서 판매하는 차폐망(75%)을 사용했

고, 人爲的 土壤硬化處理를 위해서 통나무로 토양다짐매를 제작해 사용하였다. 表土被覆材는 被覆度 70%, 무게 250~270g·m⁻²되는 벗짚거적을 調製하여 사용하였다.

〈표 2〉 供試樹種의 採種源, 前處理 및 種子活力度

종 명	채 종 지역	전처리	기 간	활력도
가막살나무	북한산	노천매장	1987. 11. 1~1988. 4. 15	98
작살나무	치악한	"	"	98
물푸레나무	서울농대캠퍼스	"	"	86
아그배나무	관악한	"	"	98
산초나무	북한산	"	"	4
함박꽃나무	서울대농대캠퍼스	비누세척후 노천매장	"	100
정미대덩굴	관악산	"	"	100
참빗살나무	종묘	"	"	94
노박덩굴	북한산	"	"	96
산딸나무	북한산	"	"	56
쪽동백나무	북한산	"	"	74
매죽나무	관악산	"	"	100
줄참나무	북한산	냉습저장(0~4°C)	채종 후~1988. 4	95
상수리나무	서울대농대 캠퍼스	"	"	90
국수나무	북한산	건조저장	"	95
조록싸리	관악산	"	"	98
고광나무	관악산	"	"	26
철쭉꽃	관악산	"	"	42
병꽃나무	관악산	"	"	16

1) 20°C에서 5주간의 발아율

2) TTC테스트(10~50개체)

3) 實驗區 配置 및 處理

實驗區 설치시기는 1988년 4월 13일이며, 1989년 7월까지 2년동안 수목성장량을 측정하였다. 遮光處理 2수준, 土壤軟化處理 2수준 및 벗짚거적被覆處理 2수준 즉, 2×2×2要因實驗을 亂塊法, 3反復으로 表 3에서와 같이 실시하였으며, 實驗單位面積은 2m×2m로 하였다. 供試樹種은 19種으로 상수리나무와 줄참나무는 각각 10粒, 쪽동백나무 20粒, 매죽나무는 30粒, 기타 14종은 각각 50粒씩을 單位實驗區에 同一하게 散播하였다.

光遮蔽處理區는 地上部 50~70cm위에 검은 비닐망을 설치하였으며, 土壤硬化處理區는 제작한 통나무 메로 表 3에서와 같이 다짐을 하

〈표 3〉 人工裸地에서의 2×2×2 요인실험처리

요인	수준	
	1	2
차 광 ¹⁾	75%	무처리
토양연화 ²⁾	2.3kg·cm ⁻²	9.6kg·cm ⁻²
벗짚거적피복 ³⁾	벗짚거적	무처리

1) 지표면 50~70cm 위에 검은비닐차광망 설치

2) 토양경도

3) 250~270g·m⁻²(피복도; 70%)

였다. 實驗區에 出現한 雜草들은 손으로 除草했으며, 排水處理, 播種後 覆土 및 灌水는 前報(오구균·우보명, 1992)와 同一하게 실시하였다.

4) 測定 및 分析

2년간(1988~1989년) 매년 7월에 供試樹種의 活着個體數, 平均樹高를 측정 한 값을 토대로 다변량 통계분석을 실시하여 林間裸地環境에서의 生長력을 비교하였다.

3. 結果 및 考察

1) 遮光效果

(1) 個體數에 미치는 影響

2년 동안 遮光處理가 個體數變動에 미치는 效果는 表 4에서와 같다.

상수리나무를 제외하고는 出現個體數는 전체적으로 遮光處理에서 많이 出現하였다. 상수리나무를 제외한 작살나무, 함박꽃나무, 졸참나무, 노박덩굴, 산딸나무, 물푸레나무, 조록싸리, 고평나무, 병꽃나무 등은 2년 후에 個體間 競爭으로(Webtoby, M., 1984) 個體數가 약간씩 감소하였다. 국수나무, 쪽동백나무, 때죽나무, 아그배나무, 산초나무, 철쭉꽃 등은 1년 후보다 2년 후에 個體數가 增加 한 것은 種子의 休眠性(임경빈, 1975)에 의해 1~2년 후에 發芽하는 種子特性 때문에 판단되었다. 가막살나무, 청미래덩굴은 2년 후에만 發芽, 出現하였다.

遮光處理效果가 有意性이 인정된 種은 1년 후에 19種 중 6種에서, 2년 후에는 11種으로 增加했는데, 이 結果는 2년 후 發芽種子의 影響때문으로 판단되었다. 林間裸地의 光條件과 유사한 遮光處理(水準 1:75% 遮光)와 無處理(水準 2:0% 遮光)間 活着個體數가 有意的인 차이를 나타낸 樹種은 耐陰性 樹種으로서 林間裸地의 遮光條件 즉, 林床植生復元에 적합한 樹種으로 판단할 수 있다. 1년 후 遮光處理水準에서의 發芽個體數가 5% 水準 以上에서 有意差를 크게 나타낸 樹種은 작살나무, 함박꽃나무, 노박덩굴, 산딸나무, 아그배나무, 고평나무 이었으며, 2년 후 5% 水準 以上에서 有意差를 크게 나타낸 樹種은 1년 후 有意性이 인정된 6種 외 에 가막살나무, 청미래덩굴, 국수나무, 쪽동백나무, 때죽나무가 추가되었다.

播種個體數 差異(10~50粒)를 고려했을 때,

2년 후 遮光處理水準이 有意的인 차이를 나타낸 種 중 2년 후 出現個體數가 비교적 많은 種은 때죽나무(36%), 쪽동백(34%), 함박꽃나무(26.8%), 아그배나무(22.4%), 노박덩굴(16.4%), 국수나무(9.6%), 작살나무(8.6%), 산딸나무(8.6%) 등의 순으로서 林間裸地의 遮光條件에서 發芽, 活着力이 상대적으로 우수한 수종으로 판단되었다.

遮光處理水準間 有意的인 差異가 없는 種 중 出現個體數가 상대적으로 많은 種은 상수리나무, 졸참나무, 물푸레나무, 조록싸리, 산초나무로서 半光 또는 全光條件인 森林周緣部에 出現하는 種(유태규 등, 1987; 윤계섭 등, 1974; 이경재 등, 1987; 이경재 · 안준수, 1986)이며, 裸地 또는 林間裸地에서 發芽, 活着力이 높은 樹種이라고 생각된다.

<표 4> 활착한 개체수에 미친 차광효과 (**P<.001; *P<.01; *P<.05)

(단위: 개체수)

종명	연도 수준 ¹⁾	당년(1988)		1년 후(1989)	
		1	2	1	2
상수리나무		32	38	31	38
노박덩굴		95***	24***	82***	29***
산초나무		08	11	25	12
철쭉		01	0	02	0
병꽃나무		03	0	02	0
조록싸리		158	78	110	93
아그배나무		106***	23***	112	37***
졸참나무		35	32	29	23
때죽나무		0	0.1	10.8***	2.7***
가막살나무		0	0	1.7**	0**
작살나무		43***	0.4***	4.3***	0.3***
국수나무		0.2	0	4.8*	1.8*
청미래나무		0	0	1.3**	0**
물푸레나무		9.5	6.2	7.7	4.6
함박꽃나무		15.1***	0.9***	13.4***	0.9***
참빗살나무		0.1	0.2	0.3	0
쪽동백		0.5	1.1	6.7	2.3***
산딸나무		5.9***	0.6***	4.3	0.2***
고평나무		4.4*	0.3*	1.4***	0.2***
전체		106.7***	39.1***	109.0***	40.3***

1) 수준 1: 차광(75%); 수준 2: 차광(0%)

한편, 遮光處理를 위한 遮光網設置가 까지, 설치류 등 야생동물에 의한 被害率에 效果的으로 影響을 미치는 것으로 나타났다. 播種 後 2 주일 동안 육안으로 식별된 상수리나무와 졸참나무種子의 忘失率은 遮光網設置區에서 7.9%, 非遮光網設置區에서 20.4%로 5% 水準에서 有意的인 차이를 나타냈다.

(2) 樹高生長에 미치는 影響

稚樹段階의 樹種間 競爭에서 樹冠生長力과 함께 樹高生長力은 光吸收競爭側面에서 매우 중요하다. 遮光處理가 樹高生長 또는 出現種數에 미친 效果를 나타낸 表 5에 의하면, 상수리나무, 조록싸리, 아그배나무, 산초나무를 제외한 他樹種은 2년 후 樹高生長 또는 種數가 遮光處理區에서 增加했으며, 상수리나무, 조록싸리, 산초나무는 無遮光處理區인 裸地에서 樹高生長이 우수하였다. 遮光處理區에서 1, 2년 후 樹高生長의 有意差를 나타낸 작살나무, 함박꽃나무, 산딸나무는 林間裸地에서 樹高生長 및 光競爭力이 우수한 樹種으로 판단되었다. 1년 후 遮光處理區의 樹高生長에서 큰 有意差를 나타낸 노박덩굴은 林間裸地에서 初期生長이 우수한 것으로 판단되며, 2년 후 發芽特性을 갖는 가막살나무, 국수나무, 청미래덩굴, 쪽동백나무, 때죽나무와 當年發芽種인 고평나무도 2년 후 5% 이상으로 有意差를 나타내 林間裸地에서 樹高生長 및 種間競爭力이 우수한 것으로 판단되었다.

한편, 상수리나무는 2년 후 無遮光處理에서의 樹高生長이 5% 水準에서 有意差를 나타냈으며, 조록싸리와 산초나무는 有意差는 인정되지 않았지만 裸地에서 樹高生長이 우수하게 나타나 裸地植生復元時 先驅樹種(Putwain P.D. Gillham, 1988 ; Tilman, D., 1986)으로 적합할 것으로 판단되었다.

2년 후 遮光處理에서 供試種들의 樹高生長은 조록싸리가 가장 왕성했고, 아그배나무, 상수리나무, 노박덩굴, 졸참나무, 때죽나무, 함박꽃나무, 물푸레나무, 작살나무, 산딸나무, 쪽동백나무, 고평나무 순으로 나타났으며, 無遮光處理 즉, 裸地에서 樹高生長이 상대적으로 우수한 種

은 조록싸리, 상수리나무, 산초나무로 나타났다. 한편, 상수리나무는 양 처리구에서 모두 樹高生長이 우세했는데 이것은 아마도 영양분을 많이 저장하는 大粒種子의 일반적인 특성일 것으로 생각되었다.

(표 5) 치수의 수고생장에 미친 차광효과

(***P<.001 ; **P<.01 ; *P<.05)

(단위 : cm 또는 종 수)

종명	연도 수준 ¹⁾	당년(1988)		1년 후(1989)	
		1	2	1	2
상수리나무	12.1	17.5	21.5*	33.9*	
노박덩굴	11.7*	5.3*	20.2	12.7	
산초나무	3.4	6.8	8.5	16.1	
철쭉	0.1	0	1.4	0	
병꽃나무	1.5	0	5.0	0	
조록싸리	16.4	23.9	31.7	49.6	
아그배나무	13.7	13.0	26.0	25.8	
졸참나무	10.3	9.6	18.8	15.6	
때죽나무	0	1.8	15.9**	9.9**	
가막살나무	0	0	3.2***	0***	
작살나무	7.1**	2.6**	13.5***	2.9***	
국수나무	0.5	0	4.6*	1.9*	
청미래나무	0	0	2.5***	0***	
물푸레나무	8.8	7.0	15.0	11.5	
함박꽃나무	6.2***	1.5	15.3***	2.0***	
참빗살나무	0.7	0.1	3.8	0	
쪽동백	5.7	9.4	11.6**	8.5**	
산딸나무	10.7***	1.9***	12.0***	1.3***	
고광나무	4.8	1.5	10.1*	2.5*	
전체 ²⁾	14.1**	9.0**	16.9***	10.3***	

1) 수준 1과 수준 2는 표 3과 동일

2) 활착종 수

2) 表土軟化效果

(1) 個體數에 미치는 影響

2년 동안 表土軟化處理가 個體數變動에 미치는 效果는 表 6에서와 같다.

出現個體數에 대한 表土軟化處理效果에 있어서 노박덩굴은 1~2년 후, 작살나무는 1년 후에, 산초나무와 고평나무는 2년 후에, 實驗區全體는 2년 후에 5% 수준에서 큰 有意差가 인정되었으나, 대체적으로 有意性은 遮光處理보

다 적었고, 야생동물의 영향을 받은것으로 추정되는 쪽동백나무의 個體數는 1년 후의 表土硬化區에서 5% 수준에서 有意差를 나타냈다.

상수리나무, 쪽동백나무, 산딸나무, 조록싸리, 아그배나무를 제외한 種들은 表土軟化區에서 出現個體數가 많았고, 播種量差異(10~50粒)를 고려했을때, 出現個體數가 많은 種은 상수리나무(33~37%), 졸참나무(24~28%), 쪽동백(22~24%), 조록싸리(19~22%), 때죽나무(17~24%), 함박꽃나무(13~16%), 아그배나무(15%) 등의 순이었다. 조록싸리가 약 20% 出現한 것은 表土浸蝕이 심했던 林間裸地實驗과 差異가 있었으며, 산초나무 出現率이 낮은 것은 種子活力度가 낮기 때문이다.

〈표 6〉 활착한 개체수에 미친 토양연화효과
(***P<.001 ; **P<.01 ; *P<.05)

(단위 : 개체수)

종명	연도 수준 ¹⁾	당년(1988)		1년 후(1989)	
		1	2	1	2
상수리나무	3.3	3.8	3.3	3.7	
노박덩굴	7.8*	4.1*	7.2*	3.9*	
산초나무	1.3	0.6	2.8*	0.8*	
철쭉	0	0.1	0.2	0	
병꽃나무	0.2	0.1	0.1	0.1	
조록싸리	13.1	10.6	9.6	10.8	
아그배나무	6.3	6.6	7.4	7.4	
졸참나무	3.5	3.2	2.8	2.4	
때죽나무	0	0.1	8.3	5.2	
가막살나무	0	0	1.2	0.5	
작살나무	3.3**	1.5*	2.8	1.8	
국수나무	0.2	0	3.4	3.2	
청미래나무	0	0	0.8	0.4	
물푸레나무	9.0	6.7	7.0	5.3	
함박꽃나무	9.3	6.8	8.1	6.3	
참빗살나무	0.3	0	0.3	0.0	
쪽동백	0.3*	1.3*	4.3	4.8	
산딸나무	2.9	3.6	13.8	1.4	
고광나무	2.8	1.9	1.3**	0.3**	
전체	84.0	61.8	84.4	64.9*	

1) 수준 1 ; 토양경도 : 2.35kg · cm⁻² ,
수준 2 ; 토양경도 : 9.6kg · cm⁻²

以上の 土壤硬度에 따른 出現個體數 結果를 고려할 때, 林間裸地の 植生復元時 작살나무, 노박덩굴, 산초나무 및 고광나무는 表土硬化地에서는 부적합하고, 完全表土軟化處理가 필요한 樹種으로 판단되며, 其他種은 表土硬化地에서의 出現개체수가 表土軟化地보다는 약간 낮지만 그 차이가 크지 않았으므로 部分的인 表土軟化處理만으로 林床植生 復元時 문제가 없는 것으로 판단되었다. 早期林床綠化를 위한 出現個體數를 고려할 때, 表土硬化된 林間裸地綠化에 적합한 樹種은 함박꽃나무, 상수리나무와 졸참나무 등 참나무류, 쪽동백, 때죽나무, 조록싸리, 아그배나무, 물푸레나무 등으로 생각되었다.

(3) 樹高生長에 미치는 影響

播種後 2년 동안 表土軟化處理가 樹高生長 또는 全體出現種 數에 미치는 效果는 表 7에서와 같다.

樹高生長에 미치는 表土軟化處理에 있어서 작살나무는 1, 2년 후; 함박꽃나무는 1년 후, 노박덩굴, 쪽동백나무, 때죽나무, 산초나무는 2년 후에 5% 수준 以上에서 有意差가 인정되었으며, 조록싸리, 국수나무를 제외한 全 樹種은 表土軟化處理區에서 樹高生長이 우수했으며, 全體 出現種 數도 많았다. 表土軟化處理區에서 樹高生長이 상대적으로 양호한 樹種은 상수리나무, 아그배나무, 노박덩굴, 산초나무, 졸참나무, 때죽나무, 물푸레나무, 쪽동백나무 등의 순으로 나타났다.

表土軟化處理가 種間競爭力의 한 因子인 樹高生長과 樹冠生長에 미치는 效果에 대한 以上の 結果를 綜合할 때, 작살나무, 함박꽃나무, 노박덩굴, 쪽동백나무, 때죽나무, 산초나무는 表土硬化된 林間裸地에서의 播種時 完全表土軟化處理가 種間競爭에 效果의 일 것으로 판단되었다. 樹冠 및 樹高生長力을 고려할 때, 表土硬化된 林間裸地植生 復元에는 조록싸리, 상수리나무, 아그배나무, 졸참나무, 물푸레나무, 함박꽃나무, 산딸나무, 쪽동백, 국수나무, 노박덩굴 등이 적합한 것으로 판단되었다.

〈표 7〉 치수의 수고생장에 미친 토양연화효과
(***P<.001; **P<.01; *P<.05)

(단위: cm 또는 종 수)

종명	연도 수준 ¹⁾	당년(1988)		1년 후(1989)	
		1	2	1	2
상수리나무	165	130	304	250	
노박덩굴	9.3	7.7	21.9*	11.0*	
산초나무	7.8	2.4	21.7**	2.9**	
철쭉	0	0.1	1.4	0	
병꽃나무	0.8	0.7	2.5	2.5	
조록싸리	21.7	18.6	39.2	42.1	
아그배나무	13.9	12.7	27.9	23.9	
줄참나무	11.9	8.0	19.9	14.6	
매죽나무	0	1.8	15.3*	10.5*	
가막살나무	0	0	1.8	1.5	
작살나무	6.9*	2.8*	10.7*	5.7*	
국수나무	0.5	0	2.8	3.7	
청미래나무	0	0	1.7	0.8	
물푸레나무	9.9	6.0	14.7	11.8	
함박꽃나무	5.0*	2.6*	11.0	6.3	
참빗살나무	0.8	0	3.8	0	
쪽동맥	4.2	11.0	13.5*	9.6*	
산딸나무	7.0	5.5	8.8	4.4	
고광나무	4.4	1.8	8.8	3.8	
전체	12.7	10.4	14.4	12.7	

1) 수준 1과 2는 표 6과 동일

2) 활착종 수

〈표 8〉 활착한 개체수에 미친 벗짚거적피복효과
(***P<.001; **P<.01; *P<.05)

(단위: 개체수)

종명	연도 수준 ¹⁾	당년(1988)		1년 후(1989)	
		1	2	1	2
상수리나무	4.9**	2.1**	4.8**	2.1**	
노박덩굴	6.3	5.7	6.2	4.9	
산초나무	0.9	1.0	2.0	1.7	
철쭉	0	0.1	0.2	0	
병꽃나무	0.1	0.2	0.1	0.1	
조록싸리	8.8	14.8	8.8	11.6	
아그배나무	6.4	6.4	8.0	6.8	
줄참나무	3.7	3.0	3.1	2.2	
매죽나무	0	0.1	7.5	6.0	
가막살나무	0	0	0.9	0.8	
작살나무	2.9	1.8	2.8	1.8	
국수나무	0.2	0	3.5	3.1	
청미래나무	0	0	0.8	0.5	
물푸레나무	8.7	7.0	7.5	4.8	
함박꽃나무	8.8	7.2	8.0	6.3	
참빗살나무	0	0.3	0.3	0.1	
쪽동맥	1.1	0.5	4.7	4.2	
산딸나무	3.6	2.9	2.3	2.2	
고광나무	3.8	1.0	1.3**	0.3**	
전체	77.1	68.7	87.4*	61.9*	

1) 수준 1: 벗짚거적 피복; 수준 2: 무처리

3) 벗짚거적被覆效果

(1) 個體數에 미치는 影響

播種後 2년 동안 벗짚거적被覆이 個體數變動에 미치는 效果는 表 8에서와 같다.

出現個體數에 대한 벗짚거적被覆處理效果에서 상수리나무는 1, 2년 후에, 고광나무는 2년 후에 1% 수준에서 有意差가 인정되었다. 조록싸리를 제외한 全 樹種은 벗짚거적被覆區에서 出現個體數가 많았으나, 遮光處理效果에 비해 벗짚거적被覆處理水準間 差異가 상대적으로 낮은 이유는 圃場實驗地의 粘土性 土性과 평탄지형 때문에 表土浸蝕이 적었기 때문이라고 판단되었다. 조록싸리는 無處理區(無被覆區)에서 出現個體數가 많은 것이 특이하였다.

한편, 野生動物이 選好하는 大粒種子의 被害豫防에 벗짚거적피복이 效果的이었다. 播種後 2주일간 벗짚거적被覆處理區에서 육안으로 식별된 種子亡失率은 2.0%, 非被覆處理區는 26.5%로 1% 수준에서 有意的인 차이가 인정되었다. 따라서, 野生動物이 選好하는 大粒種子를 播種하는 경우 活着個體數 增大에 미치는 벗짚거적被覆이 效果的이라고 할 수 있다.

以上の 結果와 林間裸地에서의 林床植生復元 實驗 結果(오구균·우보명, 1992)를 綜合할 때, 表土浸蝕이 예상되는 지역에서 播種時 活着個體數에 벗짚거적被覆處理가 效果的이며, 특히, 상수리나무, 줄참나무 등 大粒種子는 種子忘失豫防을 위해서, 고광나무는 種子發芽 및 活着力을 增大시키기 위해서 벗짚거적덮기가 필요하리라 판단되었다.

(3) 樹高生長에 미치는 影響

播種後 2년 동안 벗짚거적被覆處理가 樹高生長 또는 全體 出現種 數에 미치는 效果는 表 9 에서와 같다.

樹高生長에 미치는 벗짚거적被覆處理에 있어서 작살나무는 1, 2년 후, 산딸나무와 고평나무는 1년 후, 상수리나무와 쪽동백나무는 2년 후에 5% 수준 이상에서 有意差가 인정되었다. 때죽나무와 산초나무, 병꽃나무를 제외한 其他種과 實驗區 全體는 有意的인 차이는 없었으나 벗짚거적被覆處理의 樹高生長 또는 出現種 數가 無被覆處理보다 크거나 많았다.

벗짚거적被覆이 種間競爭力을 나타내는 樹高 및 樹冠生長에 미치는 效果에 따르면, 植生遷移系列上 後期樹種에 속하는 고평나무, 작살나무, 산딸나무, 쪽동백나무와 大粒種子인 상수리나

무의 播種時 保水能(Dell, T.L.,1978 ; 우보명, 1975)이 큰 벗짚거적被覆處理가 生長力을 촉진 시킨 것으로 판단되었다.

4) 交互作用效果

遮光, 表土軟化 및 벗짚거적被覆處理 要因間 交互作用效果는 多變量 有意性 檢定에서 대부분 有意성이 없었다.

播種當年 노박덩굴에서는 遮光處理와 벗짚거적被覆間에 5% 수준에서, 고평나무는 2년 후 3要因 交互處理區間에 5% 수준에서 有意差가 인정되었다. 노박덩굴의 경우 遮光 벗짚거적被覆의 交互處理區에서는 수준 1×1과 수준 1×2, 수준 2×1과 수준 2×2間에 出現個體數가, 수준 1×1, 수준 2×1과 수준 2×2간에 樹冠面積 및 樹高生長이 5% 水準에서 有意差가 인정되어, 生長變量에 대한 交互作用效果에 遮光處理의 영향이 컸음을 알 수 있다. 한편 고평나무는 Duncan test에 의한 平均間 有意性 檢定結果, 遮光×表土軟化의 交互處理區에서 수준 1×1, 수준 1×2과 수준 2×2간에 出現個體數가, 수준 1×2과 수준 2×2, 수준 2×1간에 樹冠面積 및 樹高生長이 5% 수준에서 有意的인 차이가 인정되었고, 表土軟化 벗짚거적被覆의 交互處理區에서 수준 2×1과 수준 2×2, 수준 1×1과 수준 1×2間에 樹高生長이 5% 水準에서 有意差가 인정되었다. 따라서 고평나무의 活着 및 生長力에 대한 交互作用效果에는 表土軟化가 크게 影響을 미친 것으로 판단되었다.

<표 9> 치수의 수고생장에 미친 벗짚거적피복 효과(***P<.001 ; **P<.01 ; *P<.05)
(단위 : cm 또는 종 수)

종명	연도 수준 ¹⁾	당년(1988)		1년 후(1989)	
		1	2	1	2
상수리나무	180	11.5	34.0*	21.4*	
노박덩굴	104	6.6	17.6	15.3	
산초나무	4.7	5.5	10.3	14.3	
철쭉	0.1	0	1.4	0	
병꽃나무	0.7	0.8	2.5	2.5	
조록싸리	24.2	16.1	49.5	31.7	
아그배나무	14.4	12.3	30.8	21.0	
졸참나무	11.2	8.7	18.4	16.0	
때죽나무	0	1.8	12.4	13.3	
가막살나무	0	0	2.4	0.8	
작살나무	7.5**	2.2**	11.6**	4.8**	
국수나무	0.5	0	4.1	2.4	
청미래나무	0	0	1.7	0.8	
물푸레나무	9.6	6.3	16.8	9.6	
함박꽃나무	4.6	3.1	10.9	6.4	
참빗살나무	0	0.8	2.9	0.8	
쪽동백	10.2	4.9	13.5*	9.7	
산딸나무	7.9*	4.6*	7.3	5.9	
고평나무	5.0*	1.3*	9.5	3.1	
전체 ²⁾	12.2	10.9	15.3**	11.8**	

1) 수준 1과 2는 표 8과 동일
2) 활착종 수

5) 綜合考察

毀損된 林間裸地의 林床植生復元에 적합한 自生樹種을 選拔하기 위한 기초연구로서 본 연구에서는 人工裸地實驗地(圃場)에서 우리나라 중부지방 山林의 林床에서 自生하는 落葉扮葉樹種 19 種을 供試材料로 光量, 土壤硬度, 벗짚거적被覆의 表土環境에 따른 發芽 및 活着, 生長力을 2년간 比較實驗한 結果를 處理水準과 無處理水準間 生長平均値의 有意한 差異에 따라 정리한 결과는 表 10에서와 같다.

活着個體數, 樹冠 및 樹高生長, 單位實驗區에

〈표 10〉 2년 동안의 생장변량에 미친 지표처리효과

종명	차 광		토양연화		벗짚거적피복	
	개체수 수고	개체수 수고	개체수 수고	개체수 수고	개체수 수고	개체수 수고
고광나무	+++	++	++	+	++	+
덜꿩나무	++	+++	+	.	.	+
작살나무	+++	+++	.	++	.	++
노박덩굴	+++	.	++	++	.	.
산딸나무	+++	+++	+	+	.	.
청미래덩굴	++	+++	+	+	.	.
매죽나무	+++	++	.	++	.	.
함박꽃나무	+++	+++
국수나무	++	++
쪽동백	+++	++	.	++	.	++
참빗살나무	.	+	+	+	+	+
병꽃나무	+	+
줄참나무
물푸레나무
산초나무	+	.	++	++	.	.
아그배나무	+++
철쭉꽃
상수리나무	.	--	.	.	++	++
조록싸리
전체	+++	+++	++	.	++	++

* +++ : P<.001(처리수준이 양호), ++ : P<.05(처리수준이 양호), + : 유의성 없으나, 처리수준이 2배 이상 양호, - : 유의성 없음, -- : 유의성 없으나 무처리 수준보다 2배 이상 불량, -- : P<.05 (무처리수준이 양호)

出現한 總種數의 多變量 有意性 檢定結果, 全光條件인 裸地에 比하여 林間裸地の 光量條件과 유사한 75% 遮光處理區에서 상대적으로 活着 및 生長力이 우수한 樹種은 함박꽃나무, 노박덩굴, 쪽동백나무, 매죽나무, 산딸나무, 청미래덩굴, 작살나무, 가막살나무, 국수나무, 고광나무로서 發芽 및 生長段階에서 林間裸地の 弱光條件을 선호하는 수종으로 判定되며, 함박꽃나무, 국수나무, 쪽동백나무는 表土硬化된 林間裸地綠化에 우수한 것으로 判定되었다. 산초나무, 청미래덩굴, 산딸나무, 노박덩굴은 完全表土軟化處理에서, 작살나무, 가막살나무, 참빗살나무, 고광나무는 完全表土軟化後 벗짚거적被覆處理한 林間裸地에서 活着 및 生長力이 우수한 것으로 나타났다. 한편, 林間裸地에 弱光條件을 선호하는 수종 중 쪽동백나무, 매죽나무, 가막살나무, 청미래덩굴, 국수나무는 2년 후에 發芽

하는 특성이 있는 것으로 생각되었다. 한편, 遮光處理區에서 活着 및 生長力이 全光處理區와 有意差가 없는 樹種中 活着, 生長力이 우수한 줄참나무, 물푸레나무는 光條件에 耐性이 우수한 수종으로서 林間裸地나 裸地에 모두 적용력이 높은 수종으로 判定되었다. 상수리나무, 조록싸리, 산초나무는 好光性 樹種으로서 林冠이 개방된 裸地植生復元에 적합한 수종으로 判定되며, 상수리나무는 保水能이 큰 벗짚거적처리가 發芽 및 生長에 효과적으로 判定되었다.

V. 結 論

本 研究는 自然性を 維持하고 自然生態系 保全을 하면서 동시에 山林休養에 利用하고자 하는 山林地域에서 利用客들의 踏壓에 의하여 毀損된 林床植生復元에 이용할 수 있는 자생수종을 선별하기 위하여 中部地方 林床에서 自生하는 19種을 供試種으로 播種하여 遮光, 表土軟化 및 벗짚거적被覆의 要因實驗을 亂塊法, 3反復으로 실시하여 林間裸地環境에서의 生長력을 比較하여 다음과 같은 研究結果를 얻었다.

1. 노박덩굴, 매죽나무, 청미래덩굴, 작살나무, 국수나무, 가막살나무, 고광나무, 함박꽃나무, 쪽동백나무, 산딸나무는 弱光條件(75%遮光)을 選好하거나 耐陰性이 강하여 우리나라 中部地方의 林間裸地の 林床植生復元에 적합한 樹種으로 判定되었다. 특히, 함박꽃나무, 국수나무, 쪽동백나무는 表土硬化된 林床綠化에 우수한 樹種으로 判定되며, 植生遷移系列上 後期系列에 속하는 작살나무, 가막살나무, 참빗살나무, 고광나무는 完全表土軟化後 벗짚거적被覆處理한 林間裸地에서 活着 및 生長力이 우수한 것으로 나타났다.
2. 林床의 弱光條件을 選好하는 쪽동백나무, 가막살나무, 청미래덩굴, 국수나무의 種子는 播種後 다음 해에 發芽하는 特性이 있어서 林床에서의 早期活着을 위해서는 種子의 休眠打破處理가 필요한 것으로 判定되었다.
3. 日光要因에 있어서 줄참나무와 물푸레나무는 遮光 및 全光 兩條件에서 모두 有意差가 없

이 活着力 및 生長力이 우수하였으므로 林間裸地 또는 開放된 裸地 모두에서, 그리고 상수리나무, 조록싸리, 산초나무는 好光性樹種으로 樹冠이 開放된 裸地植生復元에 적합한 樹種으로 판단되었다.

引用 文 獻

1. 金甲泰(1989) “種子の 前處理가 몇 樹種의 圃場 發芽率에 미치는 影響”, 「韓國林學會誌」, 78(1) : 26-29.
2. 朴炳益(1963) “砂防用 草類와 肥料木의 室素含量比較試驗”, 「全北大 論文集」, 5 : 312-316.
3. 朴炳益, 金榮浩(1968) “참싸리의 發芽 및 生育에 미치는 光波長의 影響”, 「全北大 論文集」, 10 : 209-214.
4. 박인협, 이경재, 조재창(1987) “북한산지역의 삼림군집구조에 관한 연구”, 「응용생태연구」, 1(1) : 1-23.
5. 오구균, 우보명(1992) “답압으로 훼손된 임간나지의 임상식생복원에 관한 연구(I) - 임상식생복원에 미치는 파종, 시비 및 표토처리효과 -”, 「한국임학회지」, 81(1) : 53-65.
6. 禹保命(1975) “벗짚거저덮기工法의 砂防效果에 관한 研究(Ⅲ) - 거저 密度의 影響 및 工法의 實用性 -”, 「韓國林學會誌」, 27 : 5-14.
7. 柳澤圭, 崔敬, 李泰洙(1978) “荒廢地 適正施肥量試驗”, 「林業試驗場 研究報告」, 25 : 5-16.
8. 윤계섭 外(1974) “林木育種研究所 灌木類의 品種改良試驗”, 「育種研究報告」, 14 : 641-682.
9. 이경재, 김준선, 우종서(1987) “북한산 국립공원의 토양 및 식생에 대한 이용영향 및 심리적 수용력의 추정”, 「응용생태연구」, 1(1) : 46-65.
10. 李景宰, 安俊洙(1986) “金烏山 地域에서의 레크리에이션行爲가 土壤 및 植生에 미치는 影響”, 「韓國林學會誌」, 64 : 37-46.
11. 李景宰, 吳求均, 錢龍俊(1988a) “王陵의 植生景觀構造 및 管理對策에 관한 研究(I) : 東九陵 植生群集의 遷移”, 「韓國造景學會誌」, 16(1) : 13-27.
12. 李景宰, 吳求均, 趙在昌(1988b) “內藏山國立公園의 植物群集 및 利用行態에 관한 연구(I) - Ordination 方法에 의한 植生構造分析 -”, 「韓國林學會誌」, 77(2) : 166-178.
13. 任慶彬(1975) 「特用樹栽培學」, 서울 : 鄉文社 : 12~476.
14. 한상섭(1991) “수목의 수분특성에 관한 생리·생태학적 해석(IV) - PV 곡선법에 의한 활엽수 20종의 내건성진단 -”, 「한국임학회지」, 80(2) : 210-219.
15. 倉田益二郎, 山寺喜成(1976) “木本種子の播種條件と發芽に關する實驗, タム建設に伴う綠化施工の實驗的研究”, 「笹子峯タム原石山法面綠化施工計劃 報告書」, 3 : 3-18.
16. 向井讓, 橫山敏孝(1985) “キハダネの發芽に對する冷濕處理の効果”, 「日本林學會誌」, 67(3) : 103-104.
17. Berg, W.A.(1974) “Grasses and legumes for revegetation of disturbed subalpine areas”, In Proc., revegetation of high-altitude disturbed lands workshop, pp. 32-35. W.A. Berg, J.A. Brown, and R.L. Cuany, eds. Environ. Resour. Cent. Inf. Ser. 10, Colo. State Univ.
18. Bradshaw, A.D.(1984) “Ecological principles and land reclamation practice”, *Landscape Planning*, 11 : 35-48.
19. Campbell, S.E., and G.W. Scotter(1975) “Subalpine revegetation and disturbance studies”, *Mount Revelstoke National Park*, Unpubl. rep., 99p.
20. Cook, C.W., Hyde, R.M. and P.L. Sims(1974) “Guidelines for revegetation and stabilization of surface mined areas in the western United States”, *Range Sci. Dep.*, Sci. Ser, 16, 73p.
21. Dell, T.L.(1987) “Tree and shrub seeding”, *Landscape Design*, 168 : 53-54.
22. Doran, C.W.(1952) “Adaptability of plants for reseeding high mountain peaks in western Colorado”, *USDA For. Serv.*, Res. Note, 10, 2p.
23. Harrington, H.D.(1946) “Results of a seeding experiment at high altitudes in the Rocky Mountain National Park”, *Ecol.*, 27 : 375-377.

24. McArthur, E.D., Giunta, B.C. and A.P. Plummer(1974) "Shrubs for restoration of depleted ranges and disturbed areas", *Utah Sci*, 34 : 28-33.
25. McClelland, B.R.(1972) "Logan pass seeding experiment", unpubl. rep., 5p. U-SDI, Natl. Park Serv.
26. McGinnies, W.J., Hervey, D.F. Downs, J.A. and A.C. Everson(1963) "A summary of range grass seeding trials in Colorado", Colo.State Univ., *Agric. Exp. Stn.*, Tech. Bull, 73, 81p.
27. Plummer, A.P.(1976) "Shrubs for the subalpine zone of the Wasatch Plateau", In Proc., Revegetation of high-altitude disturbed lands workshop, No. 2 : 33-40. R. H. Zuck and L.F. Brown, eds. Environ. Resour. Cent. Ser. 21, Colo. State Univ.
28. Putwain P.D. and D.A. Gillham(1988) "Restoration of heather moorland", *Landscape Design*, 172 : 51-56.
29. Tilman, D.(1986) "Nitrogen-limited growth in plants from different successional stages", *Ecol*, 67(2) : 553-563.
30. Webtohy, M.(1984) "The self-thinning rule", *Adv. Ecol. Res.*, 14 : 167-226.