

苗圃場 및 山地에서 除草劑를 이용한 효과적인 雜草防除에 대한 연구(I)¹

-造林 · 造景用 樹苗圃場의 제초관리-

서병수* · 김세천** · 박종민* · 이창현*

* 전북대학교 농과대학 산림과학부(농업과학기술연구소)

** 전북대학교 농과대학 조경학과(농업과학기술연구소)

A Study on the Effective Weed Control by Herbicides in a Nursery and Forests(I)¹ -Weed Control in a Nursery for Silviculture and Landscape Architecture-

Seo, Byung-Soo* · Kim, Sei-Cheon**
Park, Chong-Min* · Lee, Chang-Heon*

* Faculty of Forest Science, College of Agriculture, Chonbuk Nat,l Univ., Chonju, 561-756, Korea.

** Dept. of Landscape Architecture, College of Agriculture, Chonbuk Nat,l Univ., Chonju, 561-756, Korea.

ABSTRACT

Three kinds of soil surface applied herbicides and three kinds of foliage applied herbicides were used to study weed control effect, appropriate concentration, phyto-toxicity against trees and economical efficiency of weed control on trees, *Pinus thunbergii*, *Picea abies*, *Chamaecyparis obtusa*, *Quercus acutissima*, and *Fraxinus rhynchopylla* in a nursery. The results were obtained as follows;

1. The control effect of the soil surface applied herbicides showed that the three herbicides; Alachlor, Pendimethalin and Simazine were alike in their holding effect of weed development, and the sensibility of weed spp. on the herbicides was different. The mean control effect was 58~89%.
2. The weed control effect of the foliage applied herbicides demonstrated that Paraquat dichloride was

1 이 논문은 1996년도 교육부 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

the best of 84~95% and followed by Glufosinate ammonium and Glyphosate. Especially when the half of its standard amount was treated, the effect of Paraquat dichloride was higher than the other herbicides.

3. Generally, the weed control effect became better as the concentration of the herbicide getting higher. As the concentration of the herbicide got higher, the restraining effect of weed development was continued for a long time in the soil surface applied herbicides, while the weed control effect appeared earlier in the foliage applied herbicides.
4. As the result of the soil surface treatments, 20% of short seedlings of *Fraxinus rhynchopylla* treated with twice amount of standard Alachlor died and the rest seedlings showed low growth. In the other treatments, there was neither harmful effect of herbicides on the seedlings nor growth decrease of them compared to those weeded by men.
5. When treated with foliage applied herbicides, leaves were partially off and discolored in most treatments. About 0.4~6.2% of *Fraxinus rhynchopylla*, which had short seedlings died, and there was no difference in growth with the other treatments.
6. The herbicides showed better economical efficiency over 68% than weed control by men. Especially, Alachlor of the soil surface applied herbicides showed the highest efficiency(77.6%), while Paraquat dichloride of the foliage applied herbicides was the best(70.3%).

Key Words: weed control effect, soil surface treatment, foliage applied herbicides, economical efficiency

1. 서 론

조경용 또는 조림용 수묘를 육성하는 묘포장에서는 다른 지피 식생과의 경쟁이 유묘의 생장률을 감소시키는 주요인이 되고 있다. 때로는 allelopathy나 환경조건 변화가 임목생장 감소의 원인이 되기도 하지만 잡초와의 빛, 수분 및 양분에 대한 경쟁은 생장감소의 주요 원인이 된다(Byung-Soo Seo 등, 1997). 이러한 상호경쟁은 유묘시에 습하고 비옥한 곳에서 현저하게 나타나는데, 경쟁의 강도는 잡초의 종에 따라 매우 다양하다. 따라서, 묘포장에서 건전묘를 육성하거나 산지에 이식된 묘목의 정상적인 생장을 유도하는 데 있어서 잡초의 방제가 큰 문제점으로 지적되고 있다.

그런데, 묘목생산 과정에서 제초경비가 묘목생산비의 20~30%를 차지할 뿐만 아니라, 최근 급격한 농촌인력의 감소와 인건비 상승 등으로 인하여 인력에 의한 제초작업은 적기실행이 어려운 실정이다(이도석 등, 1990; 정용호 등, 1988). 따라서, 묘포장에서 제초제의 활용은 인력난의 타개와 묘목 생산비의 절감 수단으

로서 가장 효과적인 방법이라고 할 수 있다.

따라서, 생태계 보전 및 환경오염 방지를 위해 제초제 사용을 엄격히 적용하고 있는 New Zealand에서도, 라디아타 소나무의 생장에 영향을 미치는 잡초종을 제거하기 위하여 정확한 농도와 사용법의 숙지하에 제초제 사용을 권장하는 등 임업에서 제초제 사용에 대한 연구가 계속 수행되고 있다(Davenport과 Ray, 1994; Richardson, 1992).

국내에서는 민경현(1961)이 simazine 수화제를 사용하여 처음으로 리기다소나무 묘포장에서 제초제 시험을 실시하였다. 그 후 여운갑과 민경현(1967)이 simazine, nitrofen, gesamiul 등의 제초제를 일본잎갈나무 상체상 등에 처리하여 90% 이상의 제초효과 및 경제성 분석결과를 보고하였고, 백옥석(1971)은 nitrofen 외 4종의 제초제를 이용하여 살포시기와 생리적 약해유무 및 경비절감을 수종별 상체상에 따라 검토하였다. 그리고, 정용호 등(1988)은 oxyfluorfen 등의 토양표면처리 제초제와 Cylon 등의 토양훈증제를 이용하여 파종상에서 수종별 제초효과 및 안전성 등을

연구 보고한 바 있다. 그러나, 묘포장 및 산지에서 다양한 종류의 제초제에 의한 많은 종류의 수종을 대상으로 제초효과와 수목의 안전성 및 적정사용량을 체계적으로 시험분석하여 보고한 것은 거의 없는 실정이다.

현재 밭잡초의 제초용으로 50여 품목, 산림지 전용으로 1품목 등 많은 종류의 제초제가 생산·시판되고 있는데, 제초효과는 토양조건, 기상조건, 잡초종별, 수종별 및 묘령별로 차이가 있으므로, 사용시에 환경조건과 관리사업에 있어서 주의가 요구된다. 그러나, 제초제에 대한 이해부족과 사용미숙 등으로 말미암아 약효저하나 작물 또는 임목에 약해가 발생하는 사례가 많다(이정운과 유갑희, 1990). 또한 각종 공해, 특히 농약의 과다사용에 의한 토양오염과 수질오염 등이 국민적 관심

사로 대두되어 제초제 사용에 있어서 더 많은 주의가 요구되고 있다. 한편, 久米懿(1988)은 제초제 사용시에 발생할 수도 있는 생장억제 등 다소의 약해는 시비 관리 등으로 보완하면 된다고 하였다.

따라서, 본 연구는 현재 생산·시판되고 있는 제초제 중에서 제초효과가 큰 것으로 보고(어윤갑과 민경현, 1967; 전북임업시험장, 1972; 강영길 등, 1982; 구자옥 등, 1986)된 제초제들을 선택하여, 이들을 조경용 및 조림용 묘목을 육성하는 묘포장에서 사용하여 제초효과와 적정 사용량 그리고 수목의 안전성을 구명하고, 인력제초와 비교하여 약제제초의 경제성을 분석함으로써 합리적인 묘포경영과 수묘생산분야의 발전에 이바지할 목적으로 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험지의 현황

본 연구를 수행한 시험구는 전북 전주시 덕진구 송천동 2가 산 179-18번지의 경작지 0.3ha이며, 시험지 표층 토양의 이화학적 특성은 표 1에 나타난 바와 같다.

표 1. Soil texture and chemical characteristics of soil

Particle size proportion(%)			Soil texture (USDA)	pH (1:5)	Organic matter(%)	N (%)	P (%)	K (me/100g)	Ca (me/100g)
sand	silt	clay							
21.09	50.22	28.69	silt loam	5.2	1.57	0.39	469	2.25	5.42

2. 공시약제

본 연구에서 사용한 제초제와 약제별 처리농도는 표 2에 나타난 바와 같다. 즉 토양표면처리제초제로는 라쏘 입제(alachlor), 스토프 수화제(pendimethalin), 씨마진 수화제(simazine) 등 3종이고, 경엽처리제초제로는 라운드업(glyphosate), 그라복손(paraquat dichloride), 바스타(glufosinate ammonium) 등 3종이다. 최근 묘목 채배자들은 표준량을 사용하였을 경우 제초효과가 만족스럽지 못하다는 이유로 표준량보다 과다하게 사용하고 있는 경향이 있다.

따라서 제초제의 농도에 따른 제초효과를 조사하기 위해 모든 제초제는 사용설명서에 명시된 기준 사용량을 표준량(S; standard)으로 하고, 표준량의 반량(H; half)과 배량(D; double) 등 3가지 농도로 각각 처리

하였다.

표 2. The treatment herbicides and their use amount

Treatment method	Herbicides	Application rate		
		Half	Standard	Double
Soil surface	Alachlor	8g/3 3m ²	15g/3 3m ²	30g/3 3m ²
	Pendimethalin	30 ml/20l	60 ml/20l	120 ml/20l
	Simazine	25 ml/20l	50 ml/20l	100 ml/20l
Foliage application	Glyphosate	40 ml/20l	80 ml/20l	160 ml/20l
	Paraquat dichloride	25 ml/20l	50 ml/20l	100 ml/20l
	Glufosinate ammonium	30 ml/20l	60 ml/20l	120 ml/20l

3. 공시수종

본 연구에서 사용한 공시수종으로는 현재 조경용과 조림용으로 널리 보급되고 있는 수종들 가운데서 곰솔, 독일가문비, 편백, 상수리나무, 물푸레나무 등 5종을 대상으로 하였다. 묘령은 침엽수의 경우 1-1묘 또는 1-2묘를 사용하였고, 활엽수의 경우 1-0묘를 사용하였으며, 각 공시수종의 묘령 및 묘고는 표 3에 나타난 바와 같다.

표 3. The age and height of experiment seedlings

Family	Species	Seedling age	Seedling height (cm)
Pinaceae	<i>Pinus thunbergii</i>	1-1	15
	<i>Picea abies</i>	1-2	25
Cupressaceae	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	1-1	20
Fagaceae	<i>Quercus acutissima</i>	1-0	30
Oleaceae	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1-0	20

4. 시험방법

시험포를 조성하기 전인 1997년 4월 시험 대상지에는 독새풀, 제비꽃, 냉이, 쑥, 매꽃 등의 잡초가 자라고 있었다. 시험포를 조성하기 전에 인력으로 이들 잡초를 모두 제거한 다음 경운하고 공시묘목을 식재하였다. 제초제를 처리하지 않은 시험구에는 강아지풀, 바랭이, 피, 방동사나, 닭의장풀, 여뀌, 덩이주, 쇠비름, 개비름, 점나도나물, 냉이, 깨풀, 애기땅빈대, 매꽃, 개망초, 쑥 등의 잡초가 발생하였다. 따라서 시험포를 조성하기 전에 이미 발생한 잡초는 인력으로 모두 제거한 후에 경운하고 공시묘목을 식재하였다.

잡초방제시험은 모두 1차와 2차로 구분하여 실시하였는데, 1차 시험은 1996년 6월 10일~7월 30일에, 2차 시험은 1996년 8월 7일~9월 30일에 실시하였다. 토양표면처리 제초제 시험구에서는 제초제 살포 직전에 제초제 사용구와 대조구 모두 인력제초를 시행하였다. 각 시험구(40m²)에서 먼저 수종별로 처리구당 6m²로 구획하고, 제초제별로 처리능도를 표준량, 표준

량의 반량과 배량 등 3가지로 구분하였다. 잡초발생억제 및 제초효과 시험에서는 제초하지 않은 상태를 대조구로 설정하였고, 제초방법의 경제성 분석에서는 인력제초를 대조구로 설정하였다.

제초제살포는 강도조절이 가능한 배부식 동력분무기 (Robin 3K Sprayer R304)를 이용하였다.

5. 시험결과와 조사분석

1) 제초효과 조사

제초제를 살포한 다음 20일, 40일, 50일이 경과 후에 각 처리구에서 잡초발생이 균일한 곳에 1m×1m 크기의 방형구를 10개씩 설치하고, 그 안의 잔초를 모두 채취하여 초종별 분수와 생물량을 측정하여 제초를 하지 않은 대조구와 비교하였다. 토양처리제 시험구의 잡초발생 억제효과는 대조구에서의 잡초발생 분수와 처리구의 잡초발생 분수를 비교하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{잡초발생 억제효과(\%)} = 100 - \frac{\text{약제처리구 잡초 총발생분수}}{\text{대조구 잡초 총발생분수}} \times 100$$

또한 경엽처리제의 제초율은 대조구에서의 잡초 총중량과 약제처리구의 잔초 총중량을 비교하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{제초효과(\%)} = 100 - \frac{\text{약제처리구의 잔초 총중량}}{\text{대조구의 잡초 총중량}} \times 100$$

2) 약해 조사

각 처리구에서 제초제 살포후 50일이 경과한 때의 묘목의 고사율, 엽의 변색 및 탈락 등의 약해를 눈으로 관찰·조사하였다.

3) 묘목 생장량 조사

묘목의 생장이 완료된 1996년 10월 말에 각 처리구의 묘목의 간장을 측정하여 대조구(인력제초구)와 비

교 · 분석하였다.

4) 경제성 분석

각 제초제의 표준량 시험구를 기준으로 1, 2차 살포시의 약제대와 인건비 등을 대조구(2회 인력제초구)와 비교분석하였다. 이 때에 단위면적은 1.000m²로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 제초효과

1) 토양표면처리 제초제의 잡초발생 억제효과

시험포에서 발생한 각각의 잡초종에 대한 토양표면처리 제초제의 약제별 잡초발생 억제효과를 조사한 결과 평균방제율 즉, 평균 잡초발생 억제율은 표 4와 표

5에 나타난 바와 같다.

라쏘(alachlor) 처리구의 경우 1차 처리에서는 강아지풀, 피, 바랭이 등 화본과 잡초와 쇠비름, 개비름, 깨풀 등에 억제효과가 컸고, 반면에 점나도나물, 닭의장풀, 냉이, 메꽃 등은 약간의 내성을 나타내었으며, 2차 처리에서는 피, 방동사나, 망초 등에 억제효과가 컸고, 다년생 잡초인 점나도나물, 쑥, 명아주는 다소 내성을 나타내었다.

스토프(pendimethalin) 처리구의 경우 1차 처리에서는 바랭이, 명아주, 쇠비름, 깨풀 등에 억제효과가 컸고, 점나도나물, 닭의장풀, 쑥은 다소 내성을 보였으며, 2차 처리에서는 피, 명아주, 바랭이, 쇠비름, 개비름, 깨풀 등에 억제효과가 컸고, 약제에 대한 내성을 보인 것은 메꽃이었다. 씨마진(simazine) 처리구의 경우 1차 처리에서는 여뀌, 명아주, 쇠비름, 개비름, 깨풀, 애기땅

표 4. Weed control effect(%) of soil surface applied herbicides on weed species at 1st treatment (1996. 6. 10~7. 30)

Weed Species	Alachlor			Pendimethalin			Simazine		
	H	S	D	H	S	D	H	S	D
<i>Setaria viridis Beauv.</i>	69.3	90.5	98.2	57.7	84.5	95.2	57.8	82.6	96.2
<i>Digitaria sanguinalis Scop.</i>	72.4	82.1	98.0	96.1	99.3	100	53.7	71.6	78.3
<i>Echinochloa crus-galli var. frumentacea Wight</i>	74.0	84.4	98.0	70.3	94.2	98.3	63.6	68.7	84.4
<i>Cyperus amuricus Max.</i>	60.3	92.0	97.2	61.9	77.6	82.5	53.4	85.4	89.2
<i>Commelina communis L.</i>	44.5	56.3	59.4	25.0	38.7	52.8	54.3	72.5	86.4
<i>Persicaria hydropiper Spach.</i>	81.2	84.5	88.6	87.4	93.5	97.4	90.2	99.3	100
<i>Chenopodium album var. centrorubrum Mak.</i>	42.3	60.2	74.3	91.2	99.3	99.1	100	100	100
<i>Portulaca oleracea L.</i>	67.5	89.4	97.1	97.4	99.2	100	81.4	99.2	99.2
<i>Amaranthus deflexus L.</i>	78.3	93.3	98.0	89.6	99.5	99.1	55.8	79.2	99.3
<i>Cerastium holosteoides var. hallaisanense Mizushima</i>	30.8	40.2	49.7	32.1	40.3	59.6	35.2	53.8	63.7
<i>Capsella bursapastoris Medicus.</i>	34.7	50.4	66.5	64.4	86.1	93.3	65.4	86.6	93.3
<i>Acalypha australis L.</i>	51.4	90.0	99.4	77.6	100	100	100	100	100
<i>Euphorbia supina Rafin.</i>	59.5	65.6	85.3	85.3	87.4	92.1	89.3	93.2	100
<i>Calystegia japonica Chois.</i>	49.0	59.3	72.6	41.6	60.3	71.9	51.2	52.5	64.4
<i>Erigeron annuus Pers.</i>	61.3	85.4	92.1	58.4	80.3	87.2	63.7	88.4	93.2
<i>Artemisia montana Pampan.</i>	52.4	62.3	73.5	30.2	39.8	49.6	41.8	51.8	62.8
Mean(%)	58.2	74.0	84.3	66.5	77.4	86.4	66.3	80.7	88.4

· Legend : Treatment concentration of herbicides, H; Half. S; Standard, D; Double

빈대 등에 억제효과가 컸고, 점나도나물과 쑥 등은 다소 내성이 있는 것으로 나타났으며, 2차 처리에서는 여뀌, 닭의장풀, 명아주, 깨풀, 애기땅빈대 등에 억제효과가 컸고, 메꽃과 냉이가 약간의 내성을 보였다.

본 연구 결과 라쏘 처리구에서 화분과 잡초인 강아지풀과 바랭이에 대한 발생억제효과가 크게 나타났는데, 이것은 입엽묘포와 옥수수밭의 잡초방제에 있어서 라쏘가 화분과의 방제에 효과가 좋다고 보고한 전복임업시험장(1972)과 강영길 등(1982)의 결과와 일치하였다. 그러나, 씨마진 처리구에 있어서는 광엽잡초인 쑥과 메꽃에 대한 발생억제효과가 저조하게 나타나서, 옥수수밭 잡초방제에 있어서 씨마진이 광엽잡초의 방제에 효과가 있다고 보고한 강영길 등(1982)의 연구 결과와는 다른 경향을 나타내었다.

이상의 결과를 종합하면, 토양표면처리제의 경우 제

초제의 종류에 따라서 잡초종마다 감수성과 내성이 약간씩 다르므로, 묘포장에서 토양표면처리 제초제를 사용할 때에는 주로 많이 발생하는 잡초의 종류를 파악한 후 그것들에 가장 효과적인 약제를 선택하는 것이 제초 관리의 효율성과 경제성을 높이는 방법이 될 것으로 판단된다.

한편, 처리농도별 잡초발생 억제효과는 3종의 제초제 모두 고농도 처리구일수록 모든 잡초종에 대해 방제효과, 즉 잡초발생 억제율이 높았고, 또한 억제효과가 장기적으로 유지되었다. 그러나, 잡초발생 억제율에 있어서 전반적으로 표준량 처리구와 반량 처리구의 차이는 큰 반면에 표준량 처리구와 배량 처리구의 차이는 작았다. 또한 모든 잡초종에 대한 평균 발생억제율은 동일한 농도에서 제초제의 종류들 사이에 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 반량 처리구에서 최소 58%, 배

표 5. Weed control effect(%) of soil surface applied herbicides on species at 2nd treatment (1996. 8. 7~ 9. 30)

Weed Species	Alachlor			Pendimethalin			Simazine		
	H	S	D	H	S	D	H	S	D
<i>Setaria viridis</i> Beauv.	70.2	88.3	98.0	59.6	84.5	93.4	62.0	88.2	97.3
<i>Digitaria sanguinalis</i> Scop.	74.4	91.1	96.2	92.2	98.3	99.3	63.3	75.0	83.4
<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i> Wight	82.0	92.0	98.3	76.6	94.2	99.7	78.5	84.1	92.0
<i>Cyperus amuricus</i> Max.	90.0	98.5	99.3	63.4	80.4	85.4	52.2	84.3	89.7
<i>Panicum hydropiper</i> Spach.	75.6	83.4	89.0	83.2	97.2	97.3	73.5	97.6	99.6
<i>Commelina communis</i> L.	64.3	82.4	96.2	32.5	45.4	59.2	74.2	88.4	99.1
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Mak.	43.4	61.0	78.4	92.4	100	100	100	100	100
<i>Portulaca oleracea</i> L.	72.3	83.3	86.5	92.2	96.2	100	84.7	98.2	99.5
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	76.8	86.2	93.0	87.5	97.2	99.0	59.7	79.3	99.3
<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanense</i> Mizushima	49.5	58.3	77.3	35.3	48.5	69.3	56.3	59.7	74.5
<i>Capsella bursapastoris</i> Medicus.	48.6	66.6	82.2	63.0	84.3	91.2	42.6	55.1	72.7
<i>Acalypha australis</i> L.	48.4	86.4	92.5	82.3	97.0	99.3	100	100	100
<i>Euphorbia supina</i> Rafin.	60.3	67.0	89.3	87.5	92.2	98.5	92.1	95.2	100
<i>Calystegia japonica</i> Chois.	48.6	84.5	92.3	31.7	41.0	52.2	54.3	55.3	65.4
<i>Erigeron annuus</i> Pers.	64.7	87.3	96.4	62.4	84.4	88.0	67.5	89.0	95.3
<i>Artemisia montana</i> Pampan.	42.2	49.2	63.2	37.1	49.1	61.6	53.8	55.4	69.4
Mean(%)	63.1	79.0	89.0	67.2	80.3	87.3	69.0	81.3	89.1

- Legend : Treatment concentration of applied herbicides, H: Half, S: Standard, D: Double

량 처리구에서 최대 89%의 잡초발생 억제율을 나타내었다.

2) 경엽처리 제초제의 제초효과

경엽처리 제초제의 처리시기별 제초효과는 표 6에 나타난 바와 같다. 경엽처리제의 평균방제율은 그라목손(paraquat dichloride) 처리구에서 84~93%로 가장 높게 나타났으며, 제초효과는 대체적으로 그라목손,

바스타(glyphosate ammonium), 라운드업(glyphosate)의 순이었다.

이와 같이 그라목손의 제초효과가 높은 이유는 그라목손이 속효성 제초제로서 쇠멸종인 잡초의 피복기간이 길기 때문에 근사미나 라운드업보다 그 하부에서의 일년생 잡초종의 출현을 더욱 억제할 수 있기 때문이다(구자옥 등, 1986). 한편, 농도별 처리효과에서는 고농

표 6. The Weed control effect of foliage applied herbicides at the nursery

Herbicides	Treatment concentration	1st Treatment				2nd Treatment				Mean weeding effect(%)
		1 year old weed		2 year old weed		1 year old weed		2 year old weed		
		Fresh weight(g)	Weeding effect(%)	Fresh weight(g)	Weeding effect(%)	Fresh weight(g)	Weeding effect(%)	Fresh weight(g)	Weeding effect(%)	
Control		2,273		1,230		2,333		1,300		
Glyphosate	Half	477	79	332	73	490	79	325	75	77
	Standard	364	84	295	76	397	83	260	80	81
	Double	273	88	271	78	327	86	182	86	85
Paraquat dichloride	Half	409	82	209	83	373	84	182	86	84
	Standard	318	86	98	92	163	93	130	90	90
	Double	205	91	98	92	93	96	78	94	93
Glufosinate ammonium	Half	500	78	332	73	443	81	299	77	77
	Standard	386	83	160	87	280	88	182	86	86
	Double	227	90	172	86	163	93	117	91	90

도 처리구일수록 제초효과가 높았고, 또한 초기에 제초효과가 나타났다.

2. 묘목에 대한 약해

각 수종별로 토양표면처리제와 경엽처리제를 살포한 다음 공시묘목의 생육상황 및 잎의 변색 탈락 등을 조사한 결과는 표 7에 나타난 바와 같다. 토양표면처리제 처리구에서는 라소를 배량(30g/평) 살포한 물푸레나무 구에서만 20% 정도의 묘목이 고사하였고 나머지 모든 처리구에서는 약해가 나타나지 않았다. 이는 입제로 살포된 라소의 과용시에 지면의 약제가 빗방울에 의해 튀어서 묘고의 작은 물푸레나무의 잎에 닿아 피해를 입힌 것으로 판단된다.

따라서, 활엽수 치묘에 라소의 표준량 이상 과량살포를 지양하고, 기상조건을 고려하여 살포하는 것이 바람

표 7. Death ratio of seedlings by herbicides treatment

Herbicides	Treatment concentration	Death ratio (%)		
		Fraxinus rhynchophylla	Pinus thunbergii	Picea abies
Alachlor	Double	20	—	—
	Half	0.4	—	—
Glyphosate	Standard	1.2	—	—
	Double	5.1	—	—
Paraquat dichloride	Half	0.8	—	—
	Standard	2.3	—	—
	Double	6.2	—	—
Glufosinate ammonium	Half	0.5	—	—
	Standard	1.9	—	—
	Double	4.8	—	—

직할 것이다. 경엽처리제 처리구에서도 물푸레나무에서만 저농도에서 고농도로 갈수록 0.4~6.2% 정도 고사하였고 잎의 황변과 탈락현상이 다른 수종에 비해 많이 나타났는데, 이것은 묘목의 크기가 작아 약제살포시에 약액이 묘목에까지 비산되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 곰솔, 독일가문비, 편백에서는 묘목이 고사하지는 않았지만 잎의 황변과 탈락현상이 일부 관찰되었다. 따라서, 묘포장에서 경엽처리제는 묘목의 크기는 크고 잡초의 크기가 작았을 때 살포하는 것이 묘목에 대한 약해를 최소화할 수 있는 방법이라고 판단된다.

이상과 같은 토양표면처리제와 경엽처리제의 사용후 묘목에 대한 약해의 결과는 어윤갑과 민경현(1967), 안영환 등(1985)의 보고와 유사한 경향이였다.

3. 묘목 성장량 분석

제초제 사용의 안정성 여부를 판단하는 주요 인자

인 묘목의 생육상황을 대조구와 비교분석한 결과는 각각 표 8에 나타난 바와 같다. 토양표면처리제와 경엽처리제 살포 후에 묘목의 간장은 모두 대조구와 차이가 없어서 제초제에 의한 생장장애는 없는 것으로 판단되었다.

특히, 침엽수에 있어서 처리구 사이에 생장량의 차이가 나타나지 않은 것은, 침엽수는 이른봄에 일단 신초발생이 완료된 후 2차적인 신장생장이 거의 나타나지 않는 고유의 생장특성과 관련이 있는 것으로 판단된다. 다만 물푸레나무 라쏘입제 배량처리구에서 생장량이 가장 낮게 나타났는데, 본 처리구에서 고사율이 가장 많았던 것과 일치하여 이것은 약해의 영향인 것으로 판단된다. 이러한 결과는 잣나무와 일본잎갈나무를 공시 수종으로 사용한 안영호 등(1985)의 보고와 유사한 경향을 보였으나, 정용호 등(1988)은 본 연구에서 사용하지 않은 여러 공시약제들이 잣나무, 소나무, 낙엽송 등에 상당한 약해를 입히는 것으로 보고한 바 있다.

표 8. Seedling height after herbicides treatment

Herbicides	Treatment concentration	Final-mean seedling height (cm)				
		Pinus thunbergii	Picea abies	Chamaecyparis obtusa	Quercus acutissima	Fraxinus rhynchophylla
Control		19.9	33.1	37.1	35.5	36.4
Alachlor	Half	19.7	32.8	36.9	34.8	35.9
	Standard	20.2	34.2	35.9	35.4	35.8
	Double	19.9	34.3	37.2	35.3	31.3
Pendimethalin	Half	20.5	33.6	37.4	34.1	36.1
	Standard	21.0	33.5	37.7	36.2	35.9
	Double	18.9	33.4	37.8	35.7	35.8
Simazine	Half	19.7	33.2	38.2	35.5	35.2
	Standard	19.8	32.8	38.1	36.2	34.9
	Double	20.3	32.7	38.3	37.1	33.9
Glyphosate	Half	20.5	31.9	37.9	34.4	35.8
	Standard	18.9	34.8	37.0	33.2	35.9
	Double	18.9	33.2	36.4	36.1	36.1
Paraquat dichloride	Half	20.5	33.7	36.9	35.7	36.2
	Standard	20.3	33.9	37.4	35.5	36.3
	Double	20.2	33.6	37.2	34.3	35.2
Glufosinate ammonium	Half	20.1	32.9	36.5	33.7	35.8
	Standard	20.7	31.9	37.2	36.2	34.9
	Double	20.4	33.7	36.9	36.1	35.5

한편, 시험종료 다음 해인 1997년 4월에 공시묘목을 조사한 결과, 제초를 시행하지 않은 대조구에서는 많은 묘목의 수형이 불량해지고, 12~13%의 고사율을 나타내었다. 이것은 특히 화분과의 바랭이와 피 등이 묘

목보다 크게 자라서 이들 잡초에 묘목이 피압되고, 일광부족과 동해가 복합적으로 작용하여 나타난 결과로 판단된다.

표 9. Economical efficiency of weeding by herbicides

Herbicides	Area (m ²)	1st Treatment			2nd Treatment			Sum total	Coast reduction ratio (%)	
		labor cost	chemical cost	sub total	labor cost	chemical cost	sub total			
Control	1,000	60,545	-	60,545	66,599	-	66,599	127,144	-	
Soil surface	Alachlor	1,000	9,162	4,630	13,792	10,078	4,630	14,708	28,500	77.6
	Pendimethalin	1,000	17,933	3,000	20,933	19,526	3,000	22,526	43,459	65.8
	Simazine	1,000	17,933	3,600	21,533	19,526	3,000	23,126	44,659	64.8
Foliage application	Glyphosate	1,000	15,933	2,500	18,433	17,526	2,500	20,026	38,459	69.7
	Paraquat dichloride	1,000	15,933	2,100	18,033	17,526	2,100	19,626	37,659	70.3
	Glufosinate ammonium	1,000	15,933	3,000	18,933	17,526	3,000	20,526	39,459	68.9

4. 제초경비 절감효과 분석

공시 제초제별로 제초비 및 총경비절감율 등을 산출하였던 바, 그 결과는 표 9에 나타난 바와 같다. 토양표면처리제 각 처리구의 경비절감율은 라쏘가 77.6%로서 가장 많았고 스톱프 (65.8%)와 씨마진(64.8%)은 비슷한 수준이었다. 그 원인은 약제대는 비슷하지만 입제의 살포가 유제의 살포에 비하여 인건비가 적게 들기 때문에 입제인 라쏘가 가장 높은 경비절감율을 나타낸 것으로 분석되었다. 경엽처리제 각 처리구의 경비절감율은 그라목손 70.3%, 라운드업 69.7%, 바스타 68.9%의 순이었으나, 3종의 제초제 사이에 차이는 인정되지 않았다.

이러한 결과는 묘포장의 제초작업에서 스톱프를 살포함으로써 인력제초에 비해 57.3~63.3%의 비용절감효과가 있었다는 이도석 등(1990)의 보고에서보다 경비절감율이 많은 것인데, 이것은 인건비의 상승에 따라 제초제살포로 인해 인건비의 절감율이 많았기 때문인 것으로 분석된다.

5. 종합고찰

이상의 결과를 종합하면 라쏘·스톱프·씨마진 등 토양표면처리제 제초제의 잡초발생 억제율은 58-89%이었고, 그라목손·바스타·라운드업 등의 경엽처리제 제초제의 제초효과는 84-95%로 나타났다.

농도별 제초효과는 모든 제초제에서 고농도일수록 좋았다. 한편, 묘고가 작은 물푸레나무에서는 라쏘 배양처리구에서 약간의 생장감소와 20% 정도의 고사가 나타났고, 경엽처리제 제초제의 처리구에서는 0.4-6.2%가 고사하였다. 그러나, 그 밖의 수종에서는 고사나 생장저하 현상이 나타나지 않았다. 제초작업의 경제성에 있어서는 인력제초에 비해 68% 이상 경비절감 효과가 있었다.

따라서, 묘포장에서 제초제를 사용함으로써 효과적이고 경제적으로 잡초방제를 할 수 있으며, 결국 양묘 경영에 있어서 경제성을 높일 수 있을 것으로 판단되었다. 다만, 묘포장에서 제초제를 살포할 때에는 묘목의 크기와 제초제의 농도를 고려하여 묘목에 직접적인 피해가 발생하지 않도록 세심한 주의가 요구된다.

IV. 결 론

묘포장에서 곶솔, 독일가문비, 편백, 상수리나무, 물푸레나무의 5개 수종을 대상으로 토양표면처리 제조제 3종과 경엽처리 제조제 3종을 사용하여 제조효과, 적정사용량, 수목의 약해, 제조작업의 경제성 등을 조사하였던 바, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 토양표면처리 제조제의 잡초발생 억제효과는 라쏘 · 스톱프 · 씨마진이 비슷한 수준이었으며, 잡초종에 따라 약제에 대한 감수성에 차이가 있었다. 평균 잡초발생 억제율은 58~89%이었다.
2. 경엽처리 제조제의 제조효과는 그라목손, 바스타, 라운드업 순이었으며, 그라목손 처리구에서는 평균 84~95%의 제조효과가 나타났다. 특히 반량 처리구에서 다른 약종에 비해 그라목손의 제조효과가 높았다.
3. 농도별 제조효과는 전반적으로 고농도일수록 좋았다. 특히, 고농도일수록 토양처리제에서는 잡초발생 억제효과가 장기간 지속되었고, 경엽처리제에서는 제조효과가 조기에 나타났다.
4. 토양표면처리 제조제를 사용함으로써 묘고가 작은 물푸레나무의 라쏘 배량 처리구에서만 20% 정도 고사하고 생장이 약간 감소하였다. 그 이외의 모든 처리구에서는 인력제초구에 비하여 약해와 성장감소가 없었다.
5. 경엽처리 제조제를 사용함으로써 대부분의 처리구에서 잎의 황변과 탈락현상이 발생하였고, 묘고가 작은 물푸레나무는 0.4~6.2% 정도 고사하였다. 그 이외의 모든 처리구에서는 성장량의 차이가 나타나지 않았다.
6. 인력제초에 비해 약제처리가 68% 이상의 경비절감 효과가 있었다. 특히, 토양표면처리제 중에서 라쏘가 77.6%, 경엽처리제 중에서 그라목손이 70.3%로 가장 높은 경비절감율을 나타내었다.

인용문헌

1. 姜榮吉, 朴勝義, 朴根龍(1982) Alachlor, Bentazon 및 Simazine에 의한 옥수수밭 除草效果 農試報告(作物) 24:193-197.
2. 具茲玉, 趙鏞宇, 李榮萬(1986) 果樹園의 雜草發生과 除草劑 類型別(單劑 및 混劑) 殺草特性的 比較研究 韓國雜草學會誌 6(1):85-96.
3. 閔庚鉉(1961) Simazine處理에 의한 除草試驗. 林業試驗場 研究事業報告 pp 109-118.
4. 백옥석(1971) 林業苗圃場 除草劑 gcsagard 外 4藥種에 對한 除草效果. 林業試驗場研究報告 18 45-55.
5. 안영환, 정진철, 한성수(1985) 잣나무와 일본잎갈나무 床替 床에 있어서 雜草防除에 關한 研究 韓國雜草學會誌 5(2):211-218.
6. 魚允甲, 閔庚鉉(1967) 林業苗圃場用 Simazine 外 2藥種에 對한 除草效果. 林業試驗場研究報告 14-27-37.
7. 李道錫, 洪漢杓, 尹鍾圭, 黃謙淵, 張世根(1990) 除草劑의 活 用에 依한 苗圃作業의 省力化. 林研研報 41:18-26.
8. 李正云, 柳甲熹(1990) 除草劑 利用上 問題點과 對策. 韓國雜 草學會誌 13(4) 203-209.
9. 全北林業試驗場(1972) 林業苗圃의 除草劑 試驗(I, II). 58pp
10. 程龍錫, 吳正洙, 張世根(1988) 藥劑에 依한 苗圃 除草作業 의 省力效果에 關한 研究. 林研研報 36 10-21
11. 久米滋(1988) 林業苗圃における 雜草防除の 現狀と 問題點. 雜草研究 33(4):247-252.
12. Byung-soo Seo, B. Richardson, A. Vanner and G. Coker(1997) Effects of some common weed species on Pinus radiata seedling growth. Jour. Korean For. Soc. 86(1):1-8.
13. Davenhill, N. A., J. W. Ray, A. L.(1994) Forest weed control manual (a guide to herbicide use in forests). FRRI Bulletin 180
14. Richardson, B.(1992) The effect of weeds on tree growth. Forest Research Institute Bulletin, Rotorua. 156:242-249.