

植物 Hormones 處理가 소나무류 挿木發根에 미치는 影響

宋根準* · 李景宰** · 朴孟七*

*連庵畜産園藝專門大學

**서울市立大學校 文理科大學 造景學科

Effect of Plant Hormones on Rooting of *Pinus spp.* Cutting

Song, Keun-Joon* · Lee, Kyong-Jae** · Park, Maeng-Chil*

*Yonam Junior College of Livestock and Horticulture

**Dept. of Landscape Architecture, Seoul City University

ABSTRACT

In order to find out the basic factors governing the rooting ability of pine cutting, the rooting of cuttings of *Pinus thunbergii* were examined under various conditions. A total of 5 different solutions of growth hormones made up of 3-indole butyric acid, naphthalene acetic acide and rootone were employed at three different periods of year, the middle of June, the end of September and the early of December. Cuttings prepared in length of 4cm gave better results than those of longer ones. Cuttings prepared with leaved and earth-ball showed better rooting per cent than those of control ones. Cuttings taken from the 1-0 seedlings were superior to those from the 7-year-old trees. Seasonal variation, i.e., time of collecting cutting materials, played great important role on rooting. The majority of roots were originated from the callus lamp formed at the base of cut surface.

I. 序 論

산업의 발달로 인한 都市空間속의 風景의 아름다움을 찾기위하여 景觀을 縮景한 盆景 또는 盆栽에 많은 사람들이 관심을 갖게 되었다. 이 중 松栢類에 의한 盆栽는 매우 희귀하여 희소가치가 높은 것으로 인정되어 우리나라에서는 1960년대초 松栢

類에 대한 挿木 實驗이 시도되었다(Yim, 1957, 1961, 1962, 임경빈 1962). 그러나 松栢類의 營養繁殖이 어려워 素材生産이 결여되자 이로 인하여 自然景觀을 마구 훼손하는 사례가 늘어났다. 또한 盆栽의 素材는 直根의 발달보다 細根의 발달이 요구되는 樹種이므로, 自然狀態에서 素材를 채취하는 것보다 Hormone 등 處理에 의한 素材育成的

필요성이 점차 증가되고 있는 실정이다.

곰솔(*Pinus thunbergii*)은 海松, 黑松이라고도 불리우며 소나무과의 *Diploxylon koehne*의 *Pinaster*節에 속하며 우리나라에서 서쪽은 京畿道中部(북위 37° 20')이남, 동쪽은 江原道 울진, 남쪽의 해안과 남쪽섬에 자생하고 있다. 잎은 짙은 녹색으로 2개씩 속생하며, 韓國, 中國, 日本에서 자생하고 盆栽의 素材로 많이 이용되고 있다(임업시험장, 1967, 임경빈, 1980). 그러나 곰솔의 挿木은 매우 어려운 것으로 알려져(Satoo, 1956; Yim, 1957; Wyman, 1978; 임경빈, 1983) 營養 繁殖에 의한 個體增植은 우리나라에서는 거의 실행되지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 곰솔, 섬잣나무 등을 대상으로 挿穗條件 및 挿穗時期에 따른 挿木實驗을 통해 pot 育苗栽培의 盆栽素材의 營養繁殖에 관한 基礎資料를 제공할 것을 목적으로 하였다.

II. 材料 및 方法

1. 實驗 I. 挿穗 條件과 發根

공시 樹種은 8年生의 곰솔과 15年生의 섬잣나무(*Pinus parviflora*)를 사용하였으며, 1988년 2월에 採取한 前年生의 側支를 0~4℃의 溫度下에서 저장하였다가 1988년 4월 8일에 挿木을 실시하였다. 挿穗處理 조건은 挿穗길이는 4cm로 하고, 흠뻑을 모든 조건에서 공통적으로 사용하였다. Hormone은 IBA, NAA, 루틴을 사용 하였는데, IBA와 NAA는 高濃度浸漬法(임경빈, 1983)에 따라 5000ppm의 농도에서 5초간 침지하였고, 루틴은 분말제를 사용하였다. 處理別로 150주씩 3反復 挿木을 실시 하였다. 床土는 강모래를 세척하여 사용하였고, 實驗은 蓮庵畜産園藝專門大學 構内の 비닐온실에서 실시하였다. 挿木後 自動灌水 裝置에 의해 관수를 하였고, 여름에는 室內의 溫度를 30℃를 넘지 않게 조절 하였다. 挿水의 성적을 종합하기 위하여 1988년 7월 14일에 모든 挿木苗를 掘取하였다.

2. 實驗 II. 挿穗時期와 發根

공시 樹種은 1989년 2월에 비닐온실에서 播種한 곰솔 實生苗와 苗木을 사용 하였으며, 3~4cm의 側支를 조제하여 1989년 6월 10일, 9월 23일, 12월 9일에 挿木을 實施하였다. Hormone 處理는 3000ppm, 7000ppm의 IBA, 3000ppm, 7000ppm의 NAA Hormone에 5초간 침지하였고, 루틴은 분말제를 사용하였다. 處理別로 150주씩 3反復으로 挿木을 실시하였으며 挿木實施에 따른 성적을 종합하기 위하여 1990년 8월 25일에 모든 挿木苗를 掘取하였다.

3. 實驗. III. 電熱床 處理와 發根

공시 樹種은 1989년 2월에 비닐온실에서 播種한 곰솔 實生苗와 8年生의 苗木을 사용하였으며, 3~4cm의 側支를 挿穗로 조제하여 1990년 3월 2일에 挿木을 실시하였다. Hormone 처리는 3000ppm, 7000ppm의 IBA, 3000ppm, 7000ppm의 NAA, Hormone에 5초간 침지하였고, 루틴은 분말제를 사용하였다. 處理別로 150주씩 3反復으로 挿木을 실시하였다. 挿木床에 對한 熱處理를 위해 電熱床 處理를 실시하여 自動 溫度 調節裝置로 20℃를 유지시켰고, 挿木의 성적을 종합하기 위하여 1990년 8월 25일에 모든 挿木苗를 掘取하였다.

III. 結果 및 考察

1. 挿穗條件과 發根

8年生의 곰솔과 15年生의 섬잣나무의 側支를 사용하여 挿木實驗을 할 때 挿穗의 길이를 4cm, 8cm로 한 結果를 Figure 1에 나타냈다.

곰솔에서는 5000ppm의 IBA 및 NAA보다 루틴 분말사용구에서 發根成績이 양호하였다. 즉, 挿穗 8cm 곰솔에서는 5000ppm의 IBA와 NAA의 高濃度 沈漬法의 삼목방법이 양호하다는 보고(Hartman and Kester, 1975)와는 다른 결과를 보였다. 그러나 挿穗길이가 4cm인 처리에서는 대조구가 Hormone 처리구보다는 발근율이 양호하여 곰솔을 삼목하고자 할 때 挿穗길이가 4cm인 경우에는 식물 Hormone의 처리가 불필요하다. 섬잣나무

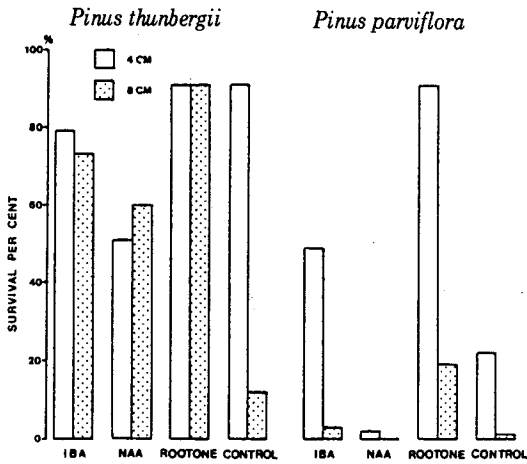


Figure 1. Survival percent of *Pinus thunbergii* and *P. parviflora* cuttings by the cutting length at different chemical treatment.

의 경우는 挿穗길이가 8cm인 경우의 발근율은 어느 Hormone 처리구에서도 발근율이 낮았으며, 挿穗길이가 4cm인 경우는 루톤처리구의 성적이 양호하였다. 이상을 종합할 때 곰솔과 섬잣나무의 側枝를 사용하여 삽목을 할 때는 挿穗의 길이가 4cm가 적당하였다. 활엽수에서 挿穗의 길이는 10~20cm가 적당하고(임경빈, 1979, 1983, 김창호와 남정철, 1985). 松柏類에서는 4~8cm이며(Yim, 1961, 1962, Satoo, 1952) 挿穗의 길이를 길게 해서 땅속

에 묻히는 부분이 많게 되면 挿木이 불리하다는 보고가 있다(임경빈, 1983).

침엽수를 삽목할 때 잎의 기능중 중요한 하나는 태양광선을 받아 Hormone을 합성하는 것에 있는 바(임경빈, 1983), 본 실험에서는 두 공시수종에 대하여 잎을 부착시킨 삽수실험구와 잎을 떼낸 실험구를 설정하여 發根率을 調査하였다(Figure 2). 곰솔은 잎을 부착시킨 삽수실험구가 잎을 떼낸 실험구보다 發根率이 양호하였고, 특히 Hormone 처

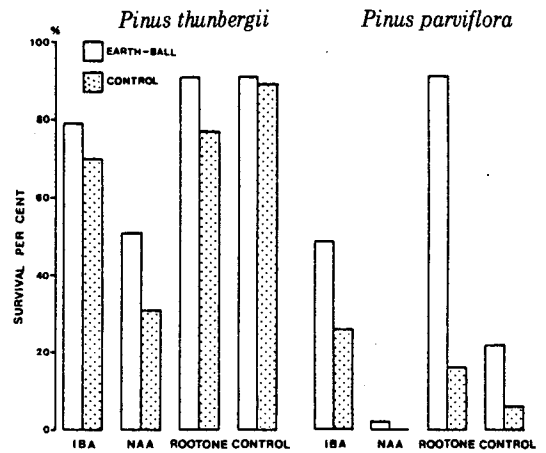


Figure 3. Survival percent of *Pinus thunbergii* and *P. parviflora* cuttings by the treatment of the earth-ball at different chemical treatment.

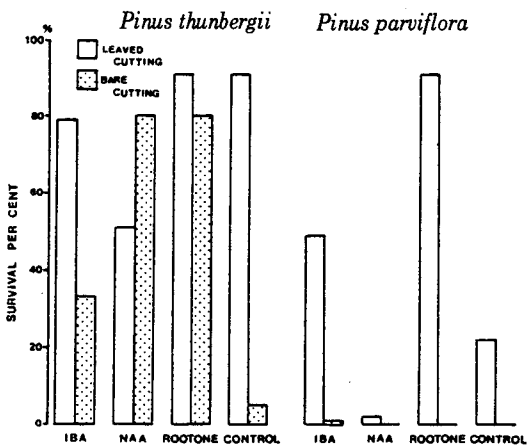


Figure 2. Survival percent of *Pinus thunbergii* and *P. parviflora* cuttings by the leaved or bare cuttings at different chemical treatment.

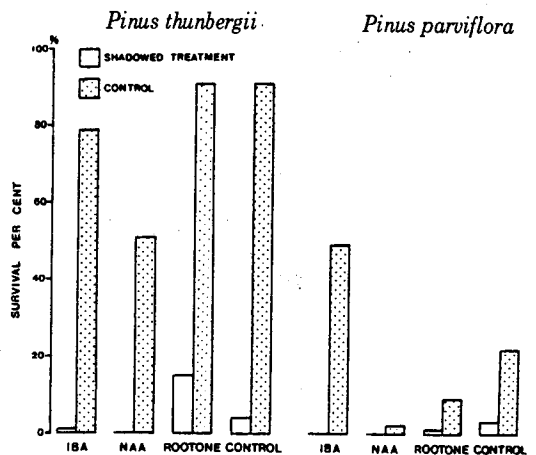


Figure 4. Survival percent of *Pinus thunbergii* and *P. parviflora* cuttings by the shadowed treatment at different chemical treatment.

리를 하지않은 對照區에서는 잎을 부착시킨 실험구의 성적이 잎을 떼낸 실험구보다 두드러지게 높은 發根率을 보였다. 이러한 현상은 잎을 떼낸 곰솔에서는 Hormone 합성을 할 수가 없고(kramer & Kozlowski, 1979) 또한 合成 Hormone의 공급까지 중단하였기 때문에 發根率이 낮게 나타난 것이다. 섬잣나무 실험구에서는 挿木에 대한 잎의 기능이 더욱 두드러지게 나타나 잎을 떼낸 실험구의 발근율은 매우 낮았다.

挿木을 할때 挿穗의 末口에 흙떡꽃이를 부착한 경우와 안한 경우에 대한 發根率의 차이가 곰솔에서는 크게 나타나지 않았으나 發根이 힘든 섬잣나무의 경우에는 흙떡꽃이가 挿穗에 좋은 효과를 나타냈다(Figure 3). 상록수의 경우 잎에서 Hormone이 합성될 때 햇빛이 중요한 기능을 하게 되므로, 光量의 조절은 매우 중요하다(Kramer & Dozlowkske, 1979). 곰솔과 섬잣나무 실험구 모두 햇빛차단막을 설치할 경우 發根率이 매우 낮아서 햇빛차단막이 必要없음을 알 수가 있었다.

2. 挿穗時期와 發根

곰솔 1-0묘와 7年生 生 苗의 側枝를 이용하여 挿穗時期에 따른 發根率을 조사하기 위하여 1-0묘는 1989年 6月 10日, 9月 23日, 12月 9日, 7年生 生 苗는 9月 23日, 12月 9日에 挿木을 실시하였다. 1-0묘의 경우는 6月, 9月の 순서로 發根 및 瓊魯스 形成率이 높았으며(Table 1), 7年生 生 苗는 6月の 실험치가 없어 비교할 수는 없으나 9月이 12月보다 瓊魯스의 形成率이 높았다(Table 2). 물론 瓊魯스가 형성된다고 해서 모두 發根으로 연결되는 것이 아니나 瓊魯스 形成率이 높게되면 비교적 發根率이 높아진다(Harman & Kester, 1975). 1-0묘와 7年生 生 苗의 側枝를 사용 母樹 年령에 따른 發根率을 조

사하기 위하여 실험성적을 Table 3, 4와 같이 정리하였다. 2월에 과중을 한 관계로 3月 중에 실험을 하지 못하여 다양하게 비교할 수는 없었다. 9, 10월에 挿木해서 7月生 生 苗는 1-0묘에 비해 發根된 개체는 적고 瓊魯스가 형성된 개체가 많았다. 그러므로 곰솔에서는 母樹의 年령이 작을 수록 發根率이 높았고, 또한 1-0묘의 가지를 이용한 挿木에서는 Hormone 처리의 효과가 매우 적었다. 또한 3월에 삽목을 하지 않았으나 삽목의 시기가 빠를 수록 삽목의 효과가 높았다. 임경빈(1962)에 의하면 리기다 소나무(*Pinus rigida*)의 삽목실험에서 幼齡木일수록 발근이 용이 한데, 유령목일 수록 체내에 형성되는 Auxin이 많기 때문이며, 리기다 소나무 삽목을 3月 10日, 3月 25日, 4月 9日, 4月 24日에 실시할 경우 시기가 빠를 수록 發根率이 높다고 보고되어 본 연구결과와도 일치되는 부분이 많았다.

挿木 실험에 의해 發根된 개체들을 90年 8月 25日 모두 掘取하여 줄기길이, 頂芽길이, 뿌리의 길이 및 폭을 측정 한 것이 Table 5, 6이며 각 측정 항목에 대한 分散分析을 실시한 것을 Table 7, 8, 9, 10에 보였다. 줄기의 길이는 모수의 年령간에는 高度의 有의적인 差異가 있는데 이는 삽수 조제시 1-0묘와 7年生 生 苗의 形상에 따라 크기를 달리한 것에 기인된다. 頂芽길이도 모수의 年령간에 有의적인 差가 있는데 이는 幼齡木일 수록 생산되는 Auxin의 절대량이 부족하기 때문에 (Kramer & Kozlowski, 1979) 1-0묘의 頂芽의 生長이 7年生의 苗보다 부진한 것에 기인된다. 줄기길이, 頂芽의 길이에서는 1-10묘의 것이 7年生의 것보다 작았으나 뿌리길이와 뿌리幅은 1-0묘의 것이 7年生 苗의 것보다 훨씬 커서 分散分析에서 有의적인 差異가 인정되었다. 挿木은 營養物質 吸收 등의 생리 작용을 할 수 있는 뿌리기관을 새롭게 발달시켜서 독립된 개체로 분리되는 것으로(임경빈, 1983) 뿌

Table 1. Rooted and survival percent of *Pirus thunbergii* cuttings of the seedling(1-0) for each date. All deta were evaluated on Aug. 25th, 1990

Cutting Date	June 10th, 1989				Sept. 23rd, 1989						Dec. 9th, 1989								
	IBA		NAA	Rootone	Control		IBA		NAA		Rootone	Control		IBA		NAA		Rootone	control
	7000ppm	3000ppm	3000		7000	3000	7000	3000	7000	3000		7000	3000	7000					
Rooted	75	71	76	97	50	49	10	6	16	28	30	16	35	29	47	40			
Callused	0	0	0	0	0	1	25	9	11	20	30	16	11	17	4	15			

Table 2. Rooted and survival percent of *Pinus thunbergii* cuttings of 7-year-old for each date.
All date were evaluated on Aug. 25th, 1990.

Cutting Date	Sept. 23rd, 1989						Dec. 9th, 1989					
	IBA		NAA		Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	Control
	3000ppm	7000ppm	3000	7000			3000	7000	3000	7000		
Rooted	9	15	11	14	2	10	8	16	12	15	15	9
Callused	41	37	24	14	28	59	23	34	33	31	34	34

Table 3. Rooted and survival percent of *Pinus thunbergii* cutting by the ages of mother trees which the cuttings were cut. The date of cuttings was Spet. 23rd, 1989.

Age	1 - 0 seedlings						7 - year - old					
	IBA		NAA		Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	Control
	3000	7000	3000	7000			3000	7000	3000	7000		
Rooted	50	49	10	6	16	28	9	15	11	14	2	10
Callused	0	1	25	9	11	20	41	37	24	14	28	59

Table 4. Rooted and survival percent of *Pinus thunbergii* cutting by the age of mother trees which the cuttings were cut. The date of cuttings was Dec. 9th, 1989.

Age	1 - 0 seedlings						7 - year - old					
	IBA		NAA		Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	Control
	3000	7000	3000	7000			3000	7000	3000	7000		
Rooted	30	16	35	29	47	40	8	16	12	15	15	9
Callused	30	16	11	17	4	15	23	34	33	31	34	34

Table 5. Measurement of *Pinus thunbergii* cuttings of the seedling (1-C) for each date.
All date were evaluated on Aug. 25th, 1990.

Cutting Date	June. 10th, 1989				Sep. 23rd, 1989				Dec. 9th, 1989							
	IBA	NAA	Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	control
					7000	3000	3000	7000			3000	7000	3000	7000		
Stem length	2.69	3.12	2.66	3.61	2.71	3.42	2.9	2.45	3.67	2.44	2.89	2.71	4.68	3.12	4.07	1.36
Shoot length	5.49	8.10	7.37	9.78	4.91	8.30	4.38	3.63	4.01	5.17	8.29	7.55	4.58	7.14	8.03	7.19
Root length	11.17	14.37	14.01	17.95	12.54	13.07	11.66	12.70	12.15	14.56	11.86	13.49	11.33	15.85	15.38	11.66
Root width	5.29	6.72	7.66	4.25	7.87	10.38	7.23	6.06	3.94	3.80	8.28	8.29	3.96	10.57	7.47	4.22

리의 발생이 가장 중요한 것인데, 특히 건설한 뿌리의 발생은 매우 중요한 것이다. 1-0묘의 삽수길이 7年生묘의 것보다 작았으나 뿌리의 길이는 오히려 큰 것으로 보아 곰솔은 幼齡木일 수록 挿木에

유리하다고 볼 수가 있다. 1-0묘에서 無處理驅가 다른 Hormone 處理驅보다 뿌리의 크기가 커서 1-0묘의 挿木에서는 Hormone 처리가 효과적이지 아니었다.

Table 6. Measurement of *Pirrus thunbergii* cuttings of 7-year-old for each date.
All date were evaluated on Aug. 25th, 1990.

Cutting Date	Sept. 23rd, 1989						Dec. 9th, 1989					
	IBA		NAA		Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	Control
	3000	7000	3000	7000			3000	7000	3000	7000		
Stem length	6.60	5.59	6.69	5.81	4.95	6.39	5.14	0.81	4.68	0.75	5.48	6.21
Shoot length	6.36	3.87	4.64	4.31	5.20	4.38	5.96	5.39	4.58	3.70	8.55	7.97
Root length	12.91	8.49	8.44	10.87	9.40	13.19	9.21	13.48	11.33	10.66	15.33	15.32
Root width	6.90	3.85	4.65	4.15	5.85	7.25	6.01	5.10	3.70	4.86	8.22	8.00

Table 7. Analysis of variance of measurement of stem length.

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Treatment	5	35945.85	7189.17	29.94**
Cutting date	2	1137.73	568.86	2.37
Mother age	1	23902.88	23902.88	99.55**
Chemical treat	1	199.93	199.93	0.83
Concentration	1	635.07	635.07	2.65
Error	252	60505.22	60505.22	
Total	257	96451.07		

**significant at the 1% level

Table 8. Analysis of variance of measurement of shoot length.

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Treatment	5	36358.81	7271.76	3.09**
Cutting date	2	3843.94	1921.97	0.82
Mother age	1	11470.62	11470.62	4.87*
Chemical treat	1	7119.08	7119.08	3.02
Concentration	1	1577.47	1577.47	0.67
Error	252	593231.99	2354.10	
Total	257	629590.81		

*significant at the 5% level, **significant at the 1% level

Table 9. Analysis of variance of measurement of root length.

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Treatment	5	39013.15	7802.63	3.10**
Cutting date	2	5944.78	2972.39	1.18
Mother age	1	25243.82	25243.82	10.04**
Chemical treat	1	0.61	0.61	0.00
Concentration	1	2042.97	2042.97	0.81
Error	252	633408.62	2513.53	
Total	257	672421.77		

**significant at the 1% level.

Table 10. Analysis of variance of measurement of root width.

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Treatment	5	84386.42	16877.28	7.10**
Cutting date	2	8358.22	4179.11	1.76
Mother age	1	46286.45	46286.45	19.46**
Chemical treat	1	11133.38	11133.38	4.68*
Concentration	1	211.89	211.89	0.09
Error	252	599261.19	2378.02	
Total	257	683647.61		

*significant at the 5% level, **significant at the 1% level.

3. 電熱床設置 處理와 發根

삼목의 環境에서 중요한 요소는 通氣, 濕度, Hormone의 작용, 土壤空氣와 排水이며 또한 挿木

床 溫度도 중요한 요소가 된다(임경빈, 1983). 本 실험에서 挿木床의 地熱이 發根率에 미치는 영향을 파악하기 위하여 1990年 3月 2日에 挿木을 실시하고, 5個月 15日間 挿木床의 온도를 20℃로 조절

하고, 對照驅와 비교 실험하였다. Table 11, 12에 의한 電熱 處理驅나 對照驅나 發根率의 차이가 없었고, 전열 처리구와 대조구 양쪽 처리구에서 루튼 처리구와 대조구와의 발근율이 다른 Hormone 처리구의 발근율보다 높아 앞서의 실험결과와 일치하였다. 또한 앞에서 실험한 6, 9, 12월의 발근율보다 비록 처리년도는 다르지만 3월의 삼목성적은 6월의 성적과 비슷하여, 1-0묘의 挿木은 과중당년 실생묘가 형성된 후 묘목의 이용 용도에 따라 6월부터 삼목을 실시하여도 좋은 결과를 얻을 수가 있다. 7년생묘의 삼목에서는 전열상 처리 및 무처리구 모두 발근율이 매우 낮았다. Harman and Kester(1975)에 의하면 삼목상의 온도가 21℃이하가

되면 發根 速度가 늦어지고 21℃이상 올라가면 挿木이 잘 썩게 된다고 하였으나 본 실험에서는 삼목상의 온도차이에 따른 발근율의 차이는 정확하게 파악할 수가 없었다.

Table 13, 14와 같이 삼목상의 온도차이에 따른 1-0묘의 줄기의 길이, 頂芽의 길이, 뿌리의 길이 및 幅을 측정하였고 분산분석의 결과를 Table 14, 15, 16, 17에 나타냈다. 전열상 처리에 따른 줄기 길이와 뿌리길이에서는 差異가 없었고, 頂芽 길이, 뿌리幅에서만 有意인 差異가 인정되어, 電熱床을 處理한 경우 1-0묘의 곰솔 삼목에서는 큰 影響을 미치지 못하나 다만 뿌리의 갯수, 幅은 대조구보다 월등히 커서(Figure 10) 곰솔을 盆栽 및 pot

Table 11. Rooted and survival percent of *Pinus thunbergii* cuttings of the seedling(1-0) by the heat treatment at different chemical treatment.

Electric Treatment	Electric Bed						Cold Bed					
	IBA		NAA		Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	Control
	3000	7000	3000	7000			3000	7000	3000	7000		
Rooted	50	54	41	31	54	56	47	61	34	32	48	52
Callused	30	30	29	0	37	34	42	23	34	26	48	52

Table 12. Rooted and survival percent of *Pinus thunbergii* cuttings of the 7-year-old by the heat treatment at different chemical treatment.

Electric Treatment	Electric Bed						Cold Bed					
	IBA		NAA		Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	Control
	3000	7000	3000	7000			3000	7000	3000	7000		
Rooted	1	1	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Callused	7	4	4	2	8	5	1	8	3	0	12	9

Table 13. Measurement of *Pinus thunbergii* of the seedling (1-C) by the heat treatment at different chemical treatment.

Electric Treatment	Electric Bed						Cold Bed					
	IBA		NAA		Rootone	Control	IBA		NAA		Rootone	Control
	3000	7000	3000	7000			3000	7000	3000	7000		
Stem length	4.30	4.15	3.96	4.04	4.16	3.96	4.25	3.85	3.83	3.76	3.73	4.33
Shoot length	11.80	8.59	5.89	4.53	12.20	10.02	6.97	7.05	3.50	3.22	7.20	5.58
Root length	15.84	14.74	16.02	15.28	15.07	18.53	18.53	17.42	14.04	10.82	18.04	18.06
Root width	8.16	7.87	5.89	6.00	9.07	10.02	6.53	6.10	-	3.83	8.72	-

Table 14. Analysis of variance of measurement of stem length.

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Treatment	3	440.30	146.77	1.49
Electric treat	1	168.10	168.10	1.71
Chemical treat	1	260.10	260.10	2.65
Concentration	1	12.10	12.10	0.12
2-way interaction	3	58.40	19.47	1.47
3-way interaction	1	144.40	144.40	
Error	152	14944.80	98.32	
Total	159	15587.90		

Table 15. Analysis of variance of measurement of shoot length.

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Treatment	3	105990.68	35330.23	46.04**
Electric treat	1	25351.23	25351.23	33.04**
Chemical treat	1	74563.23	74563.23	77.17**
Concentration	1	6076.23	6076.23	7.92**
2-way interaction	3	6851.30	2283.77	2.98*
3-way interaction	1	1050.13	1050.63	1.37
Error	152	116642.50	767.39	
Total	159	230535.10		

*significant at the 5% level, **significant at the 1% level.

Table 16. Analysis of variance of measurement of root length.

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Treatment	3	14700.87	4900.20	2.96*
Electric treat	1	916.81	916.81	0.55
Chemical treat	1	13560.81	13560.81	8.18**
Concentration	1	223.26	223.26	0.14
2-way interaction	3	21547.47	7182.49	4.33*
3-way interaction	1	709.81	709.81	0.43
Error	152	251931.05	1657.44	
Total	159	288889.19		

*significant at the 5% level, **significant at the 1% level

Table 17. Analysis of variance of measurement of root width.

Source of variation	df	SS	MS	F-value
Treatment	3	121226.73	40408.91	135.61**
Electric treat	1	7784.103	7784.10	26.12**
Chemical treat	1	88642.23	88642.88	297.48**
Concentration	1	24800.40	24800.40	83.23**
2-way interaction	3	24385.15	8128.38	27.28**
3-way interaction	1	2088.03	2088.03	7.01*
Error	152	45292.50	297.78	
Total	159	192992.40		

**significant at the 1% level.

栽培 등에 이용할 경우 전열상의 효과도 기대할 수가 있겠다. 아울러 Figure 5, 6, 7, 8, 9에서 나타나듯이 Hormone처리구의 뿌리 발달량이 대조구보다 높아盆栽 등의 특수한 利用에는 도움이 될 수 있어 이에 대한 연구가 더 필요하다.

소나무류의 삼목에서 수(pith)에서 유래하는 第1次放射組織과 形成層組織의 交叉點에 幼細胞群이 形成되며 이것이 分化해서 根基가 發達되고 여기서 뿌리가 形成된다(Yim, 1961). 本 研究에서도 Figure 7, 8, 9에서 관찰되듯이 위의 경로로 뿌리가 形成되었음을 알 수가 있다.

IV. 結 論

곰솔 삼목에서 發根에 미치는 重要한 因子를 밝히기 위하여 실험을 實施하였다. 1-0묘에서 採取한 插穗의 發근율이 7年生묘보다 양호하였고, 插穗 길이 4cm, 잎을 부착한 경우, 흙떡꽃이를 사용하고, 햇빛을 차단하지 않았을 경우 發근율이 높았다. 1-0묘에서의 發근율은 루톤처리구와 Hormone을 處理하지 않은 실험구에서 양호하였다. 1-0묘의 삼목을 5월, 9월, 12월에 實施한 結果 삼목時期가 빠른 6월의 發근율이 가장 양호하였다. 삼목床에 電熱床을 處理하여 熱處理를 한 結果 熱處理床과 無熱處理床과의 差異가 없었다. 곰솔의 뿌리形成은 插穗 선단부에 有細胞群이 形成되며 이것이 分化해서 根基가 發生하고 여기서 뿌리가 形成되었다.

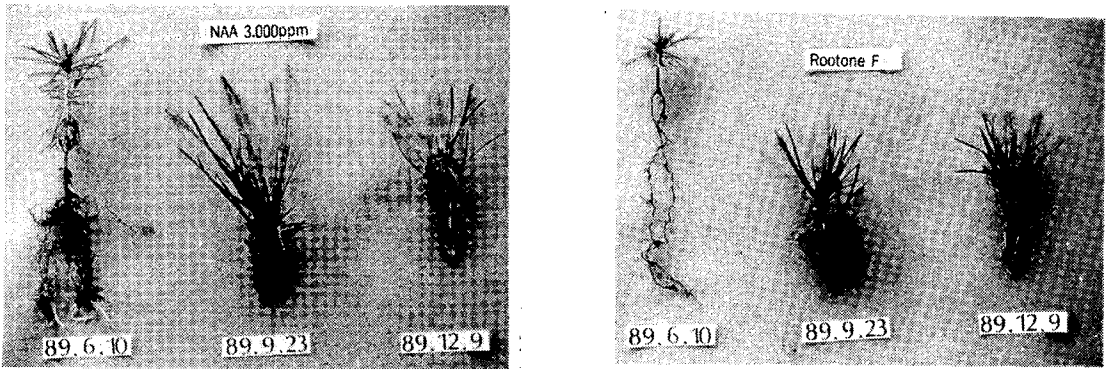


Figure 5. Rooted and callused *Pinus thunbergii* cuttings of the seedling(1-0) for each date treated with 3,000ppm NAA and rootone F.

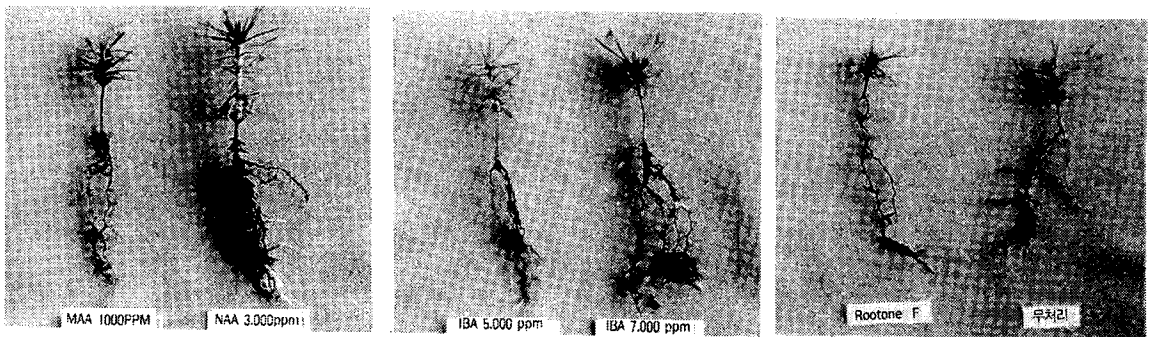


Figure 6. Rooted *Pinus thunbergii* cuttings of the seedling(1-0) at different chemical treatment.

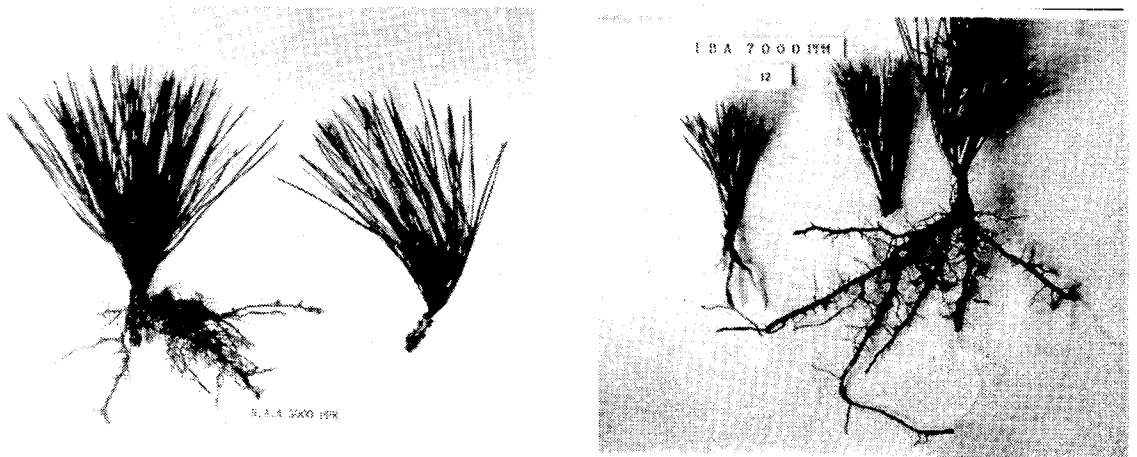


Figure 7. Rooted or callused *Pinus thunbergii* cuttings treated with 3,000ppm NAA and 7,000ppm IBA.

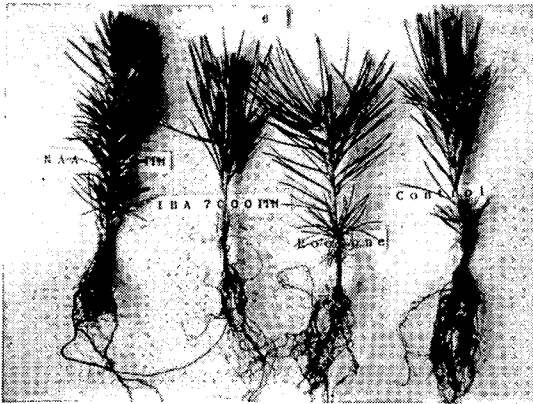


Figure 8. Rooted *Pinus thunbergii* cuttings of the seedling (1-0) at different chemical treatment.

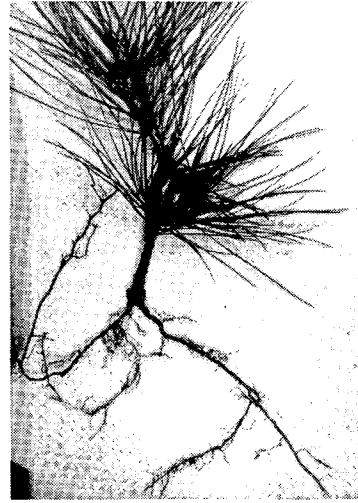


Figure 9. Rooted *Pinus thunbergii* cuttings of 7-year-old treated with 3,000ppm IBA.

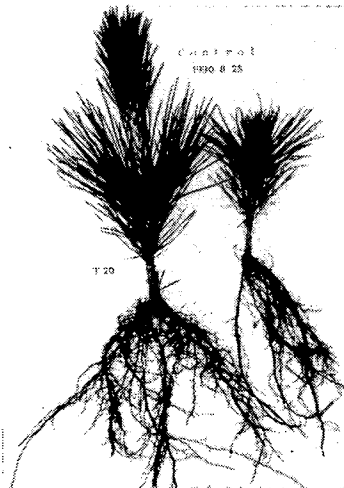
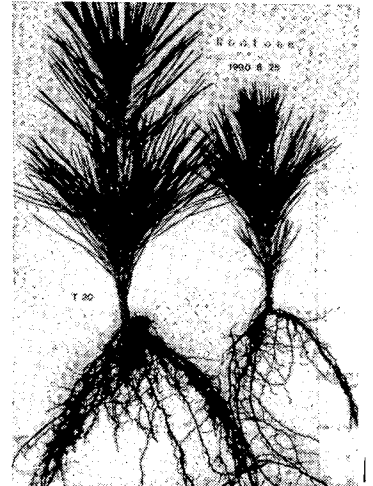
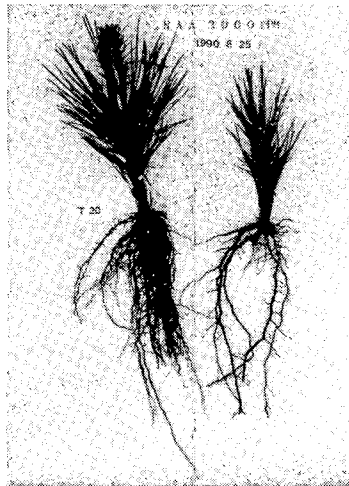
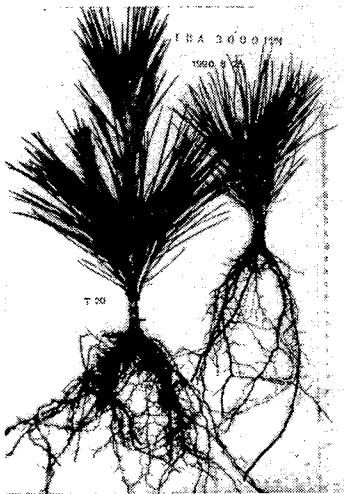


Figure 10. Rooted *Pinus thunbergii* cuttings treated with heat by the electric bed(T20) and control at different chemical treatment.

引用文獻

1. Hartman, H. T. and D. E. Kester, 1975. Plant Propagation, Prentice-hall, Inc., N. J., 662 pp.
2. Kramer, P. J. & T. T. Kozlowski, 1977. Physiology of woody plants. Academic Press, N. Y., 702 pp.
3. Pertuit, A. J. 1972. Effect of container type and expanded polyethylene mulch on soil temperature root growth and survival of dwarf Yaupon Holly. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97(6) : 689-691.
4. Satoo, S. 1952. Origin and development of adventitious roots in Seedling Cutting of conifers(1). Bull. Tokyo Univ. Forests No. 43 : 59-81.
5. Satoo, S. 1956. Anatomical Studies on the rooting of coniferous species. Bull. Tokyo Univ. Forests No. 51 : 109-158.
6. Wyman, D. 1978. Wyman's gardening encyclopedia. MacMillan, N. Y., 1221 pp.
7. Yim, K. B. 1957. Studies on the cutting of family Pinaceae. Res. Bull. Korean Agri. Soc. 3 : 22-42.
8. Yim, K. B. 1961. Response of foliage spray of urea and etiolation treatment on rooting of *Pinus rigida* cutting. Seoul Univ. J. (D) : 69-74.
9. Yim, K. B. 1962. Physiological studies on rooting of pitch pine(*Pinus rigida* Mill) cuttings. Res. Rep. Inst. For. Gen., Korea, No 2 : 20-56.
10. Yim, K. B. 1962. Rooting cuttings of pitch pine. Seoul Univ. J. (D)11 : 98-108.
11. 김창호, 남정칠. 1985. 몇발근 환경인자가 주목삼수 발근에 미치는 효과. 한국임학회지 70 : 1-6.
12. 윤국병. 1983. 조경식물번식학. 일조각.
13. 임경빈. 1962. 송백류 삼수의 발근에 관한 연구. 한국임학회지 5 : 12-21.
14. 임경빈. 1979. Ilex속 수목의 유전변이의 분석과 조경학적 이용가치의 조사연구. 한국 임학회지. 42 : 1-38.
15. 임경빈. 1980. 특용수재배학. 향문사. 서울, 495 pp
16. 임경빈. 1983. 식물의 번식. 대한 교과서 주식회사. 서울, 818 pp
17. 임업 시험장. 1967. 한국 수목 도감. 임업 시험장. 서울, 348 pp