

## 모래밭 버섯 孢子接種량과 施肥量에 따른 소나무 花盆播種묘의 生長促進効果<sup>1</sup>

貝昌德<sup>2</sup> · 李元圭<sup>2</sup> · 李天龍<sup>2</sup> · 朴勝杰<sup>2</sup>

### Effect of Amounts of *Pisolithus tinctorius* Spores and Fertilizer on the Growth of Potted *Pinus densiflora* Seedlings<sup>1</sup>

Chang Duck Koo<sup>2</sup> · Won Kyu Lee<sup>2</sup> · Chun Yong Lee<sup>2</sup> · Seung Kull Park<sup>2</sup>

#### 要 約

모래밭버섯 (*Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch; Pt)孢자의 接種량과 施肥량이 소나무(*Pinus densiflora* S. et Zucc.)播種묘의 生長에 미치는 영향을 究明하기 위하여 接種량과 施肥量에 各各 3水準을 두고 土壤薰蒸과 非薰蒸處理의 組合으로 하여 圃地에서 pot(800cm × 34cm)試驗을 實施하였다. 接種方法은 速속한 高운 苗圃흙에 孢子를 섞은 後 이것을 播種한 種子위에 뿌리고 覆土한 後 灌水하였다.

18個月 後 Pt菌根 形成率은 薰蒸한 接種묘에서 42~70%, 薰蒸하지 않은 接種묘에서는 1%未滿이 었고, 薰蒸한 美國產 Pt 接種묘에서는 60~70%였다. 接種效果는 薰蒸土壤에서만 나타났는데 接種묘는 對照區묘에 비하여 苗高에서 8~38%, 根元徑에서 9~40%, 乾重量에서 6~73% 增加되었다. 특히 孢子量 0.4g/pot로 接種한 接種묘는 對照區묘보다 苗高에서 30~31%, 根元徑에서 23~28%, 乾重量에서 56~69% 增加하였고, 美國產 Pt를 0.2g/pot로 接種한 接種묘는 苗高, 根元徑 및 乾重量에 있어서 各 各 26~38%, 17~20%, 그리고 58~60% 增加하였다.

1X(2g 요소, 4g 용과린, 1g 염화加里/pot)과 1/2X 施肥水準間에는 接種效果가 有意性을 나타내지는 않았지만 1X에서 0.4g/pot와 美國產 Pt 0.2g/pot 接種묘는 1/2X에서 보다 乾重量이 各 各 18%, 29% 增加하였다. 2X 施肥水準에서는 肥害枯死木이 24~80%나 되었다. 따라서 1X 以下의 施肥水準에서 效果의 인 接種量은 0.2~0.4g/pot 이며 pt孢子接種效果는 薰蒸된 土壤에서만 나타났다.

#### ABSTRACT

The effect of different inoculation amounts of *Pisolithus tinctorius* (Pt) spores and fertilizers on the growth of *Pinus densiflora* seedlings grown in fumigated or nonfumigated soils were tested in the polyethylene pots.

To infest the pot soil with Pt spores, the mixture of the spores with sterilized nursery soil was used after seeding. Eighteen months after inoculation, mycorrhizal formation was 42-70% in fumigated plus Korean-Pt inoculated pots, 60-70% in fumigated plus U.S.-Pt inoculated pots, and less than 1% in non-fumigated, Korean-Pt inoculated pots.

<sup>1</sup> 接受 1月 27日 Received on January 27, 1986.

<sup>2</sup> 林業試驗場 Forest Research Institute, Seoul, Korea.

Growth enhancement effect of Pt spore inoculation was shown on only fumigated soil and the inoculation increased the seedlings height (8-38%), stem diameter (9-40%) and dry weight (6-73%). Especially 0.4g per pot application rate increased the height (30-31%), stem diameter (23-28%) and dry weight (56-69%), while the 0.2g U.S. Pt spore per pot rate increased 26-38, 17-20 and 58-60%, for height, stem diameter, and dry weight respectively.

At 1X fertilizer application rate (urea 2g, fused superphosphate 4g, and potassium chloride 1g per pot), the 0.4g per pot rate resulted in more dry weight by 18% than that at 1/2X rate.

The result indicated that there is a need for further research on inoculating nonfumigated soil with Pt and that appropriate application rates of fertilizers and Pt spores are 1X and 0.2-0.4g per pot on fumigated soil, respectively.

Key words; *Pisolithus tinctorius* spore, fertilizers, growth.

### 結 論

우리 나라에서는 어디에나 흔히 소나무類와 참나무類가 生育하고 있어서 自生外生根菌이 풍부하며, 또 苗圃에서는 완전히 菌을 없앨 정도로 土壤殺菌을 하지 않고 있으므로 苗木의 菌根形成이 문제시 되지는 않고 있다. 그러나 菌根菌 中에는 寄主植物의 生長을 더욱 促進시키는 것이 있으며(Trappe, 1977) 그 중에서 모래밭 버섯(*Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch : 이하 Pt라 함)은 척박지나 침식지, 탄광지에서도 植栽苗의 活着 및 生長을 促進시키는 菌種으로 알려져 있다(Berry와 Marx, 1978; Marx와 Artman, 1979; Schramm, 1966).

土壤이 비옥하면 苗木生長은 왕성하지만 Pt 菌根形成率은 낮아진다. 그러나 Pt 菌根이 많으면서 건장한 苗木을 生産하려면 어느 程度는 양분이 있어야 한다(Ruehle, 1980). Pt 菌絲體 接種의 경우 接種效果는 높지만 菌絲를 大量生産하여 大量接種하는데는 技術上 어려움이 있으므로 쉽게 다룰 수 있는 胞子가 여러가지 면에서 有利하다(Marx 등, 1979). 胞子接種量은 0.1 ~ 0.6g/㎡이면 적당하고(Marx 등, 1978) 胞子の 增量劑로서는 Vermiculite 가 좋으며(Marx, 1976) 接種方法은 播種時에 hydromulch와 胞子를 섞어서 種子를 덮은 후 그 위에 灌水하여 胞子가 흡表面 아래로 내려가게 하는 것이 效果의 大이었다(Marx 등, 1979). 그러나 Pt 胞子 接種量을 달리하거나 冷濕前 處理를 하여도 接種效果가 나타나지 않기도 하며(Alvarez와 Trappe, 1983) 薰蒸土壤에서만 그 效果가 나타났으며(Marx 등, 1978) 自生菌根菌보다 우수하고 Pt 品種間에도 차이가 있음이 報告되어서(Lee와 Koo, 1984) 더욱

많은 연구를 필요로 하고 있다. 이 實驗의 目的은 胞子の Carrier로서는 소독한 播種床의 土壤을, 接種은 種子를 覆土할 때 Pt 胞子를 함께 뿌리고 灌水하는 方法을 使用하여 Pt 胞子 接種量과 施肥水準이 소나무의 播種苗 生長에 미치는 效果와 非薰蒸土壤에서의 Pt 胞子接種 可能性 여부를 알고자 함이다.

### 材料 및 方法

**接種原** : Pt 胞子は 1981年 가을에 수원 칠보산에서 채취한 것과, 美國 Georgia 州에서 導入한 Superstrain # 250 菌絲體를 接種했던 林木育種研究所 苗圃에서 發生한 Pt 子實體에서 모은 것이다. 이것들은 비닐봉지에 넣어 4℃에서 18個月 동안 보관되었다.

**土壤殺菌** : 土壤은 花崗岩의 風化殘積 母質物이며 土性은 砂土이고 全窒素含量 0.1%, 磷酸 8.61ppm 그리고 칼륨은 0.17 mg/100g 이었다. 土壤 1.8 m<sup>3</sup> 을 0.05mm 두께의 비닐 4 겹으로 完全히 밀봉하고 methyl bromide 680g 으로서 薰蒸하여 4日間 둔 後 비닐을 벗기고 2日間 가스를 휘산시켰다.

**播種** : 소나무(*Pinus densiflora*) 種子는 경북 춘양 소나무 天然集團에서 1981年 가을 林木育種研究所가 採取한 것을 분양받았으며 播種前 2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 24時間 담가두었다. 薰蒸土와 非薰蒸土로 區分하여 直徑 32cm (面積으로 800 cm<sup>2</sup>), 높이 34cm의 비닐화분에 흙을 담고 處理別로 施肥한 後 表面을 고르게 하고 이 위에 化분당 30개의 種子를 뿌렸다. (83. 4. 10)

**接種** : 播種한 種子를 覆土하기 前에 處理別 胞子量과 增量劑 150 cm<sup>3</sup>을 잘 섞어서 뿌리고 覆土한 후

천천히 充分하게 灌水하여 胞子が 밑으로 내려가게 하였다. 화분은 입엽시험장 苗圃에 임의로 配置하고 一般 苗圃管理에 따라 관리하였다. 各 處理는 5 反覆이며 產地別 胞子量에 의하여 9 處理를 두었고 施肥는 各 處理마다 半量區(1/2 X), 標準區(1 X) 및 2 倍量區를 各各 두었는데 對照區(CO)는 各 施肥水準에서 薰蒸하지 않고 接種하지 않는 區이다(Table 1).

**Table 1.** Treatments by fumigation and application rates of *Pisolithus tinctorius*(Pt) basidiospores and fertilizers.

Treatment symbols	Fumigation	Application rates	
		Pt Spores, g/pot	Fertilizers <sup>1)</sup>
SO	Yes	0.0	
SP <sub>1</sub>	Yes	0.1	
SP <sub>2</sub>	Yes	0.2	1/2 X, 1 X.
SP <sub>4</sub>	Yes	0.4	
SPu <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	Yes	0.2	2 X each.
CO	No	0.0	
CP <sub>1</sub>	No	0.1	
CP <sub>2</sub>	No	0.2	
CP <sub>4</sub>	No	0.4	

<sup>1)</sup> level 1 X : 2g urea, 4g fused superphosphate, 1g potassium chloride/pot  
 1/2 X : 1g urea, 2g fused superphosphate, 0.5g potassium chloride/pot  
 2 X : 4g urea, 8g fused superphosphate, 2g potassium chloride/pot

<sup>2)</sup> Pt spores from U. S.

속아내기 및 生長調査 : 種子が 發芽하여 大部分이 床위로 나온 後 約 1 個月만에 우박 피해를 받아 화분당 10~20 個 程度 남았으므로 더 以上 속아내지 않았다. 施肥 및 接種效果를 究明하기 위해서 發芽 2 個月째 부터 每月 苗高調査를 하였고, 12 월에 化분을 땅에 묻어 越冬시켰으며 다음해 4 月 處理別로 施肥하고 6 月 肥害調査와 함께 속아내기를 하여 화분당 7 개씩 남겼다. 11 월에 화분당 苗高가 비슷한 5 개체에 對하여 苗高, 根元徑, 乾重量, 苗根形成率을 調査하였다.

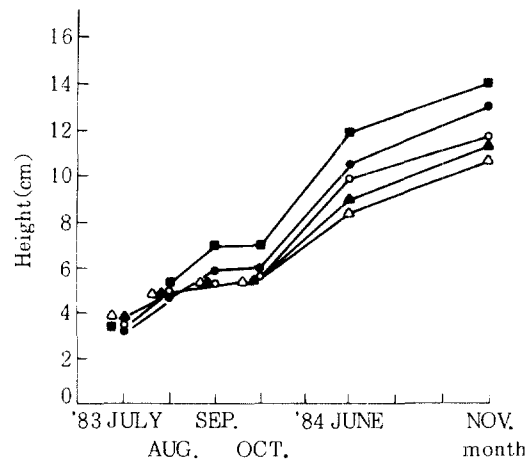
各 處理平均間 比較는 5% 有意水準에서 Duncan 多重檢定法에 依하였으며, 苗(以下 Sp 苗)에는 菌根이 전혀 形成되지 않았고 뿌리털이 많이 發達하였으며 葉은 綠色으로 生長이 不良하였다. 7 月 初에는 Sp 苗가 非薰蒸 苗보다 苗高는 작았으나 葉色은 짙었고 菌根形成率도 20~30% 가 되었다. 한국산 Pt

에 의한 菌根은 노란색에 가깝고 美國産 Pt 는 갈색에 가까우면서 部分的으로 매우 旺盛하게 形成되어 있었다. 그러나 Cp 苗에는 Pt 菌根이 形成되지 않았다.

### 結 果

菌根形成, 月別 苗高生長, 子實體發生 : 播種한지 2 週後(4 月末)에 大部分이 發芽하였으나 5 月末頃에 서울 청량리 부근에 쏟아진 우박의 피해를 받아 化분당 10~20 餘個의 苗木만이 남았다. 6 月 中旬頃 非薰蒸土 化분의 苗木(以下 非薰蒸 苗) 뿌리에는 흰색의 Y 字型 菌根이 形成되었고 잎은 녹색이 짙었으나 Sp 處理 化분의 8 月初에는 Spu<sub>2</sub> 接種 苗가 苗高에서 가장 컸으며 9 月初에는 Sp 接種 苗가 Co 苗보다 生長이 좋았다(Fig. 1). 그리고 2 X 施肥水準, SP<sub>4</sub> 處理 化분에서 1 개의 Pt 子實體가 發生하였다. 다음해 7 月 中旬부터는 Sp 和 Spu<sub>2</sub> 處理 化분에서 1~2 개의 모래밭 버섯이 발생하여 직경 2cm 정도까지 자랐다. 가끔 사마귀 버섯(*Thelephora terrestris*) 자실체와 알 수 없는 버섯들도 發生하였다.

肥害에 依한 枯死率 : 越冬後 4 月 處理別로 施肥한 結果 2 個月 後에는 1/2 X 和 1 X 에서는 肥害에 依한 枯死率이 20% 였고 Spu<sub>2</sub> 에서는 枯死한



**Fig. 1.** Monthly height growth of pot-seeded *Pinus densiflora* seedlings with or without *Pisolithus tinctorius*(Pt) spores and with or without fumigation.  $\Delta$ -nonfumigation and without Pt spores ;  $\blacktriangle$ -nonfumigation and with Pt spores ;  $\circ$ -fumigation and without Pt spores  $\bullet$ -fumigation and with U. S. Pt spores.

**Table 2.** Growth measurements, decrease rate and *Pisolithus tinctorius* (Pt) mycorrhizal development of *Pinus densiflora* seedlings grown in fumigated or nonfumigated soil and with or without Pt spores and with three fertilizer levels. Figures indicate the mean value of 5 replications.

Treatments	Height (cm)			stem diameter(mm)			Seeding dry Weight(g)						Decrease rate (%)			Pt mycorrhizae (%)		
	D <sup>1)</sup>						Top			Root								
	1/2X	1X	2X	1/2X	1X	2X	1/2X	1X	2X	1/2X	1X	2X	1/2X	1X	2X	1/2X	1X	2X
SO	ab <sup>2)</sup>	ab		a	ab		a	ab		a	ab		ab	ab	cd	0	0	0
SP <sub>1</sub>	bc	cd		ab	bc		abc	ab		ab	bc		a	ab	bc	b	a	
SP <sub>2</sub>	bc	ab		c	ab		cd	abc		ab	bc		a	ab	cd	ab	a	
SP <sub>4</sub>	d	d		bc	c		cd	e		bc	c		a	ab	bc	ab	ab	
SPu <sub>2</sub>	cd	d		bc	c		bc	e		bc	c		a	a	bc	b	c	
CO	a	ab		ab	bc		a	ab		ab	bc		a	abc	e	0	0	0
CP <sub>1</sub>	ab	ab		ab	a		abc	abc		ab	ab		ab	ab	cd	1	1	1
CP <sub>2</sub>	a	ab		ab	bc		ab	ab		a	ab		a	ab	e	0	1	1
CP <sub>4</sub>	ab	ab		ab	bc		ab	abc		a	ab		ab	ab	de	1	1	0

<sup>1)</sup> Seedlings within 2X treatment were too many to be tested statistically.

<sup>2)</sup> Means within a measurement not sharing a common letter are significantly different at 5% probability level by Duncan's multiple range test.

것이 전혀 없었다. 2X에서는 對照區와 Cp處理 花  
분에서 50~80%가 枯死하여 Sp處理 花분의 24~  
40%보다 훨씬 많이 枯死하였다(Table 2).

2X에서는 枯死한 苗木이 많음에 따라 各 花분內  
殘存本數가 적어져서 各 個의 苗木은 苗高生長보다  
直徑生長이 좋았다. 그러나 本數가 너무 적어 分析  
에서 除外하였다.

**Pt 菌根形成率:** Pt 菌根形成率은 1X에서 27-67  
%, 1/2X에서 42-70%였는데 Spu<sub>2</sub>묘의 形成率  
이 가장 높았다. Cp묘에서는 극히 일부에서만 Pt  
菌根이 發見되었고 孢子接種量에 의한 差異도 없었  
다. 그러나 뿌리全體로서는 100% 가까이 菌根이  
形成되었는데 주로 흰색 또는 연갈색의 Y字型이였  
고 사마귀 버섯 등 동정되지 않은 균에 의한 것으로  
생각되었다.

**苗高生長:** Cp 묘는 對照區의 것과 차이가 없었으  
나, Sp 묘는 對照區의 것보다 1/2X에서 16~31  
%, 1X에서 8~30% 더 자랐으며 2X에서는 오  
히려 生長이 위축되었으므로 比較하지 않았다.

Sp 묘에서 孢子接種量間에는 差異가 없었으나 Sp<sub>4</sub>  
處理와 Spu<sub>2</sub>處理가 對照區에 比하여 各各 30~31  
%, 26~38% 增加하며 효과가 가장 높았다.

**根元徑:** 苗高生長과 비슷한 경향이 있는데 Sp묘만  
이 接種效果를 나타냈다. 시비수준에서는 1X 苗木  
이 1/2X의 것보다 10~20% 더 굵었다. 그리고  
對照區에 比하여 1/2X에서는 Sp<sub>2</sub>가 40% 더 굵  
었으며 1X에서는 Sp<sub>4</sub>와 Spu<sub>2</sub>가 똑같이 20% 더  
굵었다. 2X에서는 根元徑 生長이 매우 좋았다.

**乾重量:** 接種效果는 地上部 乾重量으로 뚜렷이 나  
타나고 있다. 그러나 非薰蒸土壤에서는 接種效果가

나타나지 않았다. 1/2X에서는 Sp<sub>1</sub>, Sp<sub>2</sub>, Sp<sub>4</sub>, Spu<sub>2</sub>가 對照區에 比하여 各各 46%, 73%, 69%, 58% 증가하였으며, 1X에서는 21%, 6%, 58%, 60% 증가한 것으로 나타났다.

### 考 察

이 試驗에서는 전혀 특이한 材料를 쓰지 않고 다만 覆土할 때, 18個月 동안 4°C에 보관하였던 胞子를 소독한 苗圃 흙에 섞어서 撒布하는 方法으로 接種에 成功하였다는데 큰 의의가 있다.

接種 胞子量 0.1 ~ 0.4g/800cm<sup>2</sup>은 菌根形成에 실패한 Ruehle(1980)의 0.06g/800cm<sup>2</sup> (1g ≒ 1x10<sup>9</sup> Spores)와 Alvarez 와 Trappe(1983)의 0.04 ~ 0.18g/800cm<sup>2</sup>보다는 많은 양이다.

花盆試驗時에는 苗木이 자라고 있을때 요소, 용과린, 염화가리 등 單肥를 각각 2g, 4g, 1g/800cm<sup>2</sup> 수준 이상으로 하여 한겨번에 주면 큰 肥害를 받게 되므로 주의해야 한다. 肥害는 生長이 不良한 苗木일 수록 크게 나타나는 것 같으며 이 결과로 2X 花盆內의 苗木은 分析에서 除外되었다. 그리고 1X의 Sp<sub>2</sub> 苗木 生長이 不良한 原因을 설명할 수 없었다. Marx等(1978)과는 달리 이번 胞子接種試驗에서는 接種後 다음해에 Pt子實體가 많이 發生하였다.

非薰蒸土壤의 苗木은 自生菌根菌에 의해 菌根이 빨리 形成되어 生育初期에는 薰蒸土의 Pt接種苗木보다 生長이 빠르지만 後期에는 生長이 저하하였다. 이것은 Pt菌이 우수하다는 證據가 되나 우리나라 苗圃에서는 철저한 土壤소독을 하지 않고 있으며 또 土壤薰蒸 費用이 매우 비싼 것을 고려할때 非薰蒸土壤에서 效果的으로 Pt 菌根을 形成시키는 것이 앞으로 큰 研究課題이다.

이상의 結果로서 薰蒸土壤에서는 Pt胞子도 菌絲培養體에 버금가는 좋은 接種原이며 肥料는 요소 2g, 용과린 4g, 염화가리 1g/800cm<sup>2</sup> 以內에서 0.2 ~ 0.4g/800cm<sup>2</sup>의 接種量이 效果的이라고 말할 수 있다.

### 引 用 文 獻

1. Alvarez, I. F. and J. M. Trappe. 1983. Effects of application rate and cold soaking pretreatment of *Pisolithus* spores on effectiveness as nursery inoculum on western conifers. Can. J. For. Res. 13:533-537.

2. Berry, C. R. and D. H. Marx. 1978. Effects of *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae on growth of loblolly and virginia pines in the Tennessee Copper basin. USDA For. Serv. Res. Note SE-264. 6pp.
3. Lee, K. J. and C. D. Koo. 1984. Spore inoculum effectiveness of Korean and American strains of ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius* under nursery conditions. J. Korean For. Soc. 65: 43-47.
4. Marx, D. H. 1976. Synthesis of ectomycorrhizae on loblolly pine seedlings with basidiospores of *Pisolithus tinctorius*. Forest sci. 22: 13-20.
5. Marx, D. H., W. G. Morris and J. G. Mexal. 1978. Growth and Ectomycorrhizal development of loblolly pine seedlings in fumigated and nonfumigated nursery soil infested with different fungal symbionts. Forest Sci. 24: 193-203.
6. Marx, D. H. and J. D. Artman. 1979. *Pisolithus tinctorius* ectormycorrhizae improve survival and growth of pine seedlings on acid coal spoils in Kentucky and Virginia. Reclamation Review 2:23-31.
7. Marx, D. H., J. G. Mexal and W. G. Morris. 1979. Inoculation of nursery seedbeds with *Pisolithus tinctorius* spores mixed with hydro-mulch increases ectomycorrhizae and growth of loblolly pines. South J. Appl. For. 3: 175-178.
8. Ruehle, J. L. 1980. Ectomycorrhizae colonization of container grown northern red oak as affected by fertility. USDA For. Sev. Res. Note SE-297. 5pp.
9. Ruehle, J. L. 1980. Inoculation of containerized loblolly pine seedlings with basidiospores of *Pisolithus tinctorius* U.S. For. Serv. Res. Note SE-291.
10. Schramm, J. R. 1966. Plant colonization studies on black wastes from anthracite mining in Pennsylvania. Transactions American Philosophical Society 56. 194pp.
11. Trappe, J. M. 1977. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. Ann. Rer. Phytopathol. 15: 203-222.