

Growth Chamber 내에서 生育한 海松 苗의 生長과 菌根形成¹

吳光仁² · 朴華湜²

Growth and Mycorrhizal Formation of *Pinus thunbergii* Seedlings Grown in Growth Chamber¹

Kwang In Oh² and Whoa Shig Park²

要 約

本 實驗은 松皮含量을 달리한 培養土 (0, 25, 50, 75%)에 菌根菌을 接種하여 處理에 따른 菌根形成 및 植物生長에 미치는 影響을 究明코자 實施되었으며 結果는 다음과 같다.

1. 菌根 接種苗가 非接種苗에 비해 細根, 菌根數, 個體生長率, 葉面積 및 苗高가 增加하였다.
2. 松皮含量에 따른 菌根形成率은 25%區가 높았으며 50% 및 70%區에서는 減少하였다.
3. 同一松皮 含量區에서는 菌根接種區가 無接種區보다 苗高 및 葉, 莖, 根乾重이 增加하였다.

ABSTRACT

This study was carried out to identify the mycorrhizal development and growth stimulation of *Pinus thunbergii* seedlings grown on soil growth media which mixed with various amounts of pine bark. The results were follow :

1. Seedlings inoculated with *Pisolithus tinctorius* were significantly increased in number of short roots and mycorrhizal short roots, height, maximum growth rate, and leaf area than those of no-inoculation.
2. Mycorrhizal formation according to bark contents was highest by 25% bark treatment, and decreased in 50 and 75% bark contents.
3. Within the same treatment of bark content, seedlings inoculated with *Pisolithus tinctorius* showed more increased height and leaf, stem, and root dry weight than those of no-inoculated.

Key words : *Pinus thunbergii* ; *Pisolithus tinctorius*, bark content : mycorrhizal formation.

緒 論

外生 菌根菌은 土壤의 理化學의 特性에 따라 菌의 活性和 生長이 크게 影響을 받는다.^{1,4)} 특히 土壤의 粒徑과 有機物 含量은 菌根의 形成과 根發達에 중요한 制限因子로 作用한다.^{14,16)}

이러한 관계로 山林資源의 長期的인 保續生産을 기대하기 위해서는 계속적인 林地內 有機的 投與가 이루어져 土壤의 理化學의 性質을 개선하고 林

木에 대한 養分공급을 높여주어야 할 것이다.⁵⁾ 그러므로 오스트레일리아를 비롯한 세계 여러나라에서는 木材生産의 副産物로 얻어지는 樹皮를 林地에 投與하여 土壤의 溫·濕度 維持와 粒單化를 促進하고 있으며²⁾ 現在는 樹皮의 粒徑과 混入率이 어떻게 土壤內 微生物의 活性和 生長에 影響을 미치는가에 대한 研究에 關心을 集中하고 있다.^{2,13,17)}

Richards Beardsell(1986)¹⁶⁾은 松皮, 모래, 갈탄을 섞은 培養土가 溫度維持, 通氣力, 그리고 植

¹ 接受: 1990年 6月 5日 Received on June 5, 1990.

² 全南大學校 農科大學 College of Agri., Chonnam Nat'l Univ., Korea.

物生長에 有益하였다고 하였으며 Beardsell과 Nichols(1982)¹¹⁾은 건조된 松皮의 不親水性을 克服코자 모래를 添加하였으며, Handreck(1983)¹²⁾은 親水성과 土壤 粒單化를 높이고자 粒徑을 制限하였다. Neal과 Wagner(1983)¹³⁾은 松皮의 粒徑과 모래의 混入으로 土壤의 理化學的 性質을 改善하는 것이 微生物 活性和 植物生長을 促進한다고 하였다.

따라서, 이와 같은 多樣한 研究에 건주어 볼 때 松皮 混入은 培養土의 理化學的 性質을 改善하여 菌根活성을 支持하고 菌根의 形成 및 植物의 生長을 促進하리라 料되다.^{5,9,10,15,17)}

따라서 本 研究에서는 vermiculite에 松皮를 混入하여 菌根의 形成 및 苗木生長에 適正한 松皮含量을 糾明코자 實驗을 實施하였다.

材料 및 方法

1. 供試土壤

本 實驗에 使用된 土壤은 粒徑 1.0~2.0mm의 vermiculite와 질계 부순 1.2mm 未滿의 美松樹皮를 處理에 따라 混入하였으며 美松樹皮의 量은 分別로 0, 25, 50, 75%의 4 水準으로 하였다.

2. 菌根接種

菌株는 美國 菌根研究所(USDA, Forest Service, Athens, Georgia, USA)로 부터 分讓받은 *Pisolithus tinctorius* super strain #250을 使用하였다. Marx⁹⁾(1970)의 方法으로 培養하였으며 培養土는 80℃에서 5-6時間 常壓 殺菌하여 Rootainer Spencer, Lemaire Industries Limited) pot 當 150ml씩 Container에 넣고 24時間 機內 保管後 準備된 接種源을 2-3ml씩 混入하였다.

3. 種子 收集 및 播種

種子是 全南大學校 農科大學 附屬 보길도 演習林에서 1987年 10月 초순 樹高12m 胸高直徑 27m 되는 樹令 30年生의 海松으로부터 採種하여 5℃ 低溫 incubator에 저장 後 播種直前 水選하여 15℃ 물로 24時間 水浸後 10% 次亞藍素酸나트륨 용액으로 30초간 減菌하여 탈이온水로 3번 씻은 後 播種하였다.

4. 生長箱 管理

生長箱 (Plant Growth Cabinet REF. IIII, Vindon Scientific Limited)內 氣象條件은 發芽 初期부터 溫度는 晝間 25℃ 夜間 22℃의 暗條件을 주었으며 光度는 晝間 18時間은 3000Lux로 하고 夜間에는 消燈하였으며 相對濕度 78%를 維持하였다.

5. 實驗設計 및 Data分析

本 實驗은 菌根接種 有無 및 美松樹皮 含量을 4個 水準으로 하여 block當 3反復씩 2×4×3의 2要因 實驗을 實施하였으며, 各 因子間의 有意성을 檢證코자 分散分析 後 Duncan's New Multiple Range Test를 實施하였다.

結果 및 考察

菌根形成能力 : 菌根接種 有無 및 美松樹皮(以下 松皮라 稱함) 含量에 따른 海松苗의 根系 發達狀態를 나타낸 結果는 Table 1과 같다.

菌根接種 및 松皮含量에 따른 제1차 側根數(Fig. 1), 細根 및 菌根數는 處理에 따라 差異를 나타내고 있으며(Fig. 2), 特히 細根의 數는 菌根菌 接種苗는 24.09로 非接種苗의 11.22에 비해 214.7%의 細根增加를 보였으며 菌根接種에 의한 菌根數 增加는 細根의 數의인 增加와 總乾重의 增加를 招來하였다(Fig. 3).

이와 같은 現狀은 菌根菌이 根 伸長生長 조절物 質로 指摘되고 있는 anxin系化合物을 合成 分泌하여 根의 活性을 높여 줄 뿐만 아니라 新根發達을 促進시켜 細根數 확대에 기여하였기 때문¹⁴⁾인 것으로 思料되며 菌根菌 接種이 結果의으로 樹皮 含量에도 不拘하고 無接種區에 비해 根乾重의 增加를 가져왔다(Fig. 4).

松皮含量과 細根數와의 關係는 無接種區에서는 指數的인 增加現狀을 보였는데 이는 含量이 增加할수록 土質改良 및 土壤의 陽이온 吸着能力이 增進되고 細根의 微細化를 促進하였기 때문이다. 反對로 菌根菌 接種區에 있어서 松皮含量이 낮은 0%와 25% 處理區는 23.70과 39.37로 75% 含量區의 14.07보다 높은 細根發達을 볼 수 있다. 이러한 것은 菌根菌이 肥沃한 土壤보다는 瘠薄한 곳에서 寄主植物의 活性을 促進시킨다고한 Marx

Table 1. Number of short roots and mycorrhizal short roots of *pinus thunbergii* seedlings grown on vermiculite medium treated with various bark contents.

Mycorrhizal fungi	Bark content	lateral roots	No. of		mycorrhizal percentage
			short roots	mycorrhizal short roots	
Pt.	0	c	b	b	88.6
		cd	a	a	
	25	11.28	a	a	89.7
		11.28	39.37	35.3	
50	a	c	b	89.5	
	12.07	19.21	17.2		
no inoculation	75	de	d	c	51.2
		11.17	14.07	7.2	
	00	d	e		
		11.25	9.27		
25	c	e			
	11.32	10.27			
50	e	de			
	11.07	12.07			
75	b	dd			
	11.57	13.27			

All values within a given column followed by the same letter do not differ significantly at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

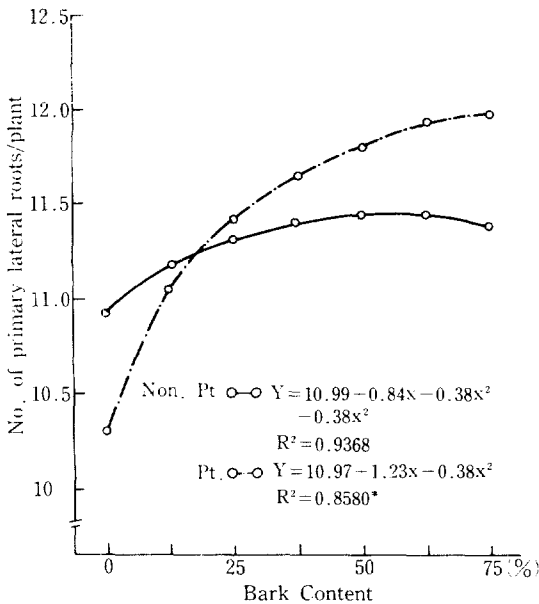


Fig. 1. Relationship between bark content and no. of primary lateral roots in *pinus thunbergii* seedlings.

(1970)⁹⁾의 報告와도 類似한 傾向을 보이고 있다. 또한 菌根數, 菌根率은 松皮含量과 有意인 相關을 갖고 있는 것으로 보이며 75% 松皮區에서는 51.2%로 對照區 88.6%에 비해 낮은 菌根形成率을 나타냈다. 이는 土壤內 含有된 有機物量이

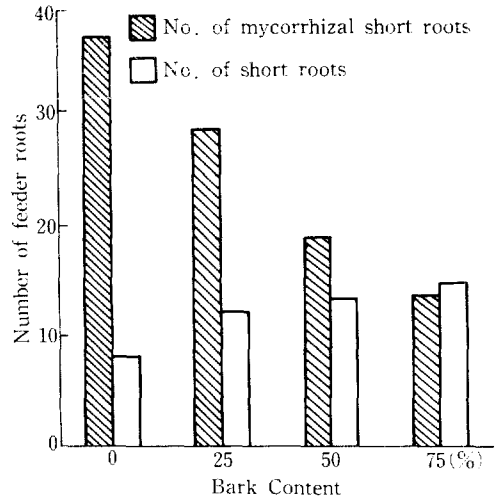


Fig. 2. Relationship between bark content and no. of short roots.

50% 水準까지는 含量에 따라 菌根形成率이 正의 相關을 갖지만 그 以上の 肥沃한 土壤에서는 植物根이 菌과의 共生能力이 減退하거나 또는 菌根菌의 活性能力이 抑制되어 地下部 生長과는 반대로 貧弱한 根의 發達을 助長하였기 때문이다.

植物生長: Table 2.는 菌根接種 有無 및 松皮含量에 따른 苗高 生長關係를 나타낸 것이다.

菌根 接種苗木이 無接種區에 비해 苗高生長이

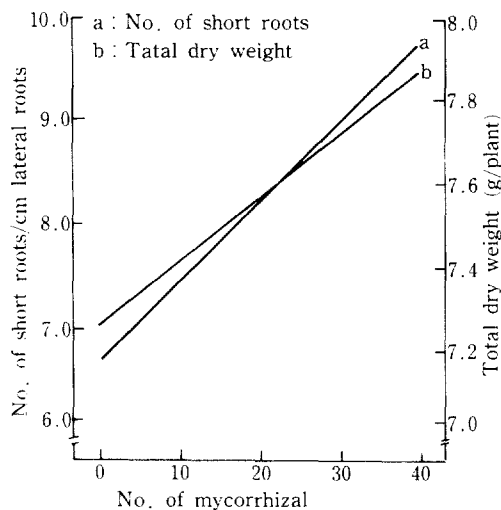


Fig. 3. Relationship of no. of mycorrhizal short roots to short roots and total dry weight.

123.7% 增加하였다.^{6,7,12,15)} 菌根의 形成率이 높았던 接種區의 25%區에서도 同一 水準의 無接種區에 비해 14.19%의 增收效果를 나타냈으며 평균 生長率보다 52.2%의 伸長生長을 가져왔다.³⁾

특히 葉과 莖重量은 菌根接種區가 無接種區에 비해 各各 6.3%와 5.8%씩 增加하였으며 松皮水 準間에는 含量이 높아 갈수록 生長이 增加하는 것

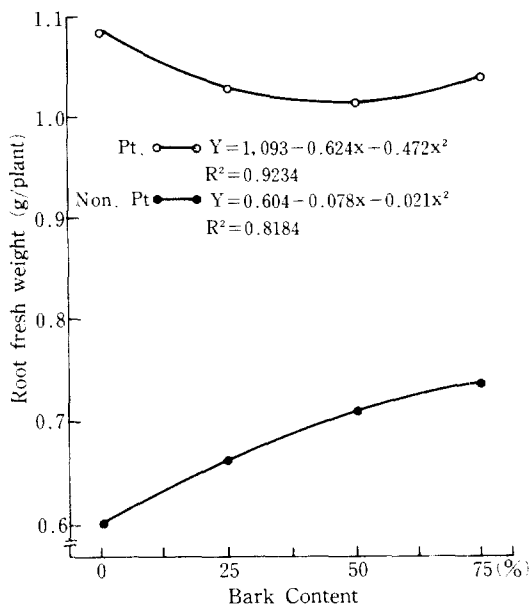


Fig. 4. Relationship between bark content and root fresh weight in *Pinus thunbergii* seedlings.

을 볼 수 있었으며 根重量은 菌根接種區가 1.01g로 無接種區의 0.68g에 비해 含量에 關係없이 14.8%의 增收를 보였다.

또한 菌根接種區에 있어서 松皮含量이 낮은 0% 區에서와 25%區에서는 1.01g과 1.09g으로 높게

Table 2. Growth of *Pinus thunbergii* seedlings inoculated with and without *pisolithus tinctorius* and various bark content in growth chamber.

Mycorrhizal fungi	Bark	Height cm	Fresh weight of (g)			Total dry wt. (g)	T/R ratio.
			leaf	stem	root		
Pt	0	d	c	a	a	bc	e
		c	d	b	a	b	de
	25	11.73	5.14	0.96	1.09	7.22	6.15
	aa	a	a	ab	a	cd	
	50	12.91	5.74	1.04	0.96	7.74	7.06
Non. Pt	0	b	b	a	ab	ab	d
		g	e	c	d	d	a
	25	9.10	5.12	0.95	0.67	6.74	9.06
	e	cd	b	b	c	c	
	50	9.72	5.16	0.97	0.72	6.85	8.51
75	de	d	ab	b	cd	d	
	10.08	5.14	0.97	0.73	6.84	8.37	

All values within a given column followed by the same letter do not differ significantly at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

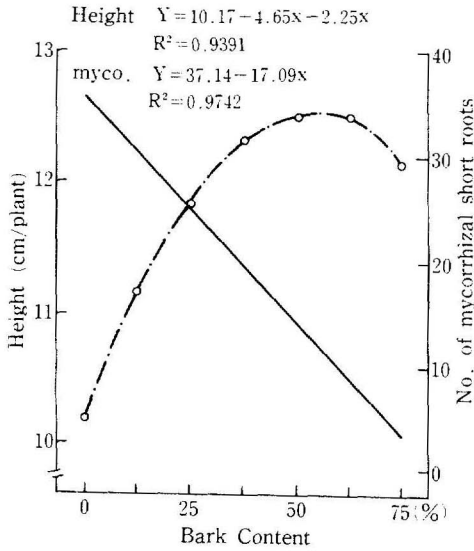


Fig. 5. Relationship between bark content to height and no. of mycorrhizal short roots in *Pinus thunbergii* seedling inoculated with *Pisolithus tinctorius* fungi.

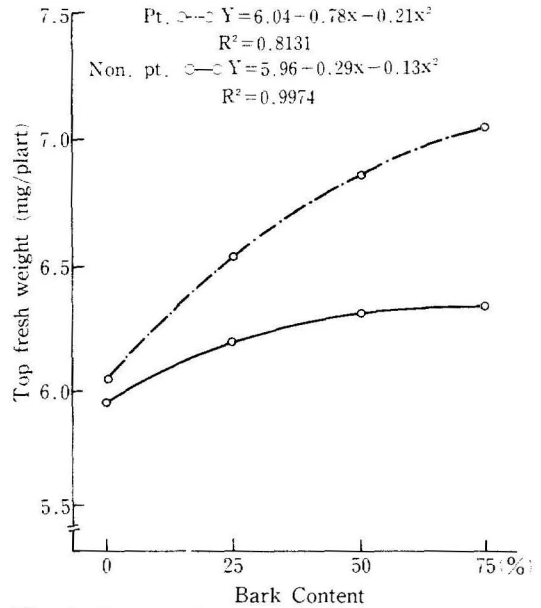


Fig. 6. Relationship between bark content and top fresh weight.

Table 3. Analysis of variance for total dry weight.

Factor	DF	SS	MS	FS	Signature
Total	23	4.02			
Block	2	0.12	0.06		
Treatment	7	3.83	0.54	9.0	**
Inoculation	1	0.94	0.94	15.67	**
Content	3	0.72	0.24	4.0	**
I×C	3	0.96	0.32	5.33	**
Residual	14	0.87	0.06		

** : Significant at the 1% level

n.s. : No significant at the 5% level

나타났으나 反對로 75%區에서는 0.96%로 낮게 나타난 것은 根系의 生育이 土壤의 肥沃度보다는 菌根菌 活性에 더 많은 영향을 받는 것으로 思料되며, HO(1987)⁸⁾는 菌根菌에 의한 細根의 活力增加 및 新根發生이 促進되기 때문에 根系生長이 組長된다고 한 報告와도 一致하는 傾向을 보였다. 이와는 反對로 無接種區에서는 根系發達이 接種區에 못 미칠 뿐만 아니라 松皮의 含量이 增加할수록 0.60g으로부터 0.73g으로 21.7%增加하였다.

總乾重 : Table 3.은 菌根接種 有無 및 松皮含量에 따라 有意的인 差異가 認定되며 菌根菌 接種苗木는 7.45g 無接種區는 6.75g으로 接種區가 無接種區에 비해 10.4% 總乾重의 增加를 볼 수 있었다. 松皮含量에는 菌根接種 有無에 관계없이 50% 處理區가 가장 旺盛한 生長關係를 나타냈으며, 그

以上이 되면 도리어 總乾重은 減少하였다.

이와 같은 것으로 볼때 菌根接種 및 松皮含量에 따른 地上部 生長 및 根系發達은 處理에 따라 有意的인 要因으로 作用하였으며 總乾重에 대한 이들 因子間의 相互作用에 있어서도 positive한 效果를 나타냈다. 따라서 海松苗木 生長에는 菌根菌接種 및 有機物 含量이 植物의 生長과 活性에 重要한 要因으로 나타났다.

引用 文 獻

1. Beardsell, D.V. and D.G. Nichols 1982. Wetting properties of dried-out nursery container media, *Scientia Horti.*, 17: 49~59.
2. Couteaux, M.M., 1983, Relationships between

- testate amoebae and fungi in humus microcosms. *Soil Biol. Biochem.* 17 : 339~345.
3. Fortin, J.A., Y. Piche, and M. Lalonde, 1980. Technique for the observation of early morphological changes during ectomycorrhizal formation. *Can. J. Bot.* 58 : 361~365.
 4. Handreck, K.A., 1983. particle size and physical properties of growing media for containers. *Commun. Soil Sci. plant Anal.*, 14 : 209~222.
 5. Langlois, C.G. and J.A. Fortin, 1984. Seasonal Variations in the uptake of [³²F] phosphate ions by excised ectomycorrhizal and lateral roots of *Abies balsamea*. *Can. J. For. Res.* 14 : 412~415.
 6. 金明姬·李壽旭, 1985, 外生菌根 및 土壤條件이 리기테다 소나무 苗木生長에 미치는 影響, 韓林誌, 70 : 45~54.
 7. 李景俊, 1984. 리기테다 소나무의 菌根接種反應과 土壤肥沃도에 따른 모래밭 버섯菌의 효과 및 그 生態學的 意味, 韓林誌, 64 : 11~19.
 8. Ho, I. 1987, Comparison of eight *pisolithus tinctorius* isolates for growth rate, enzyme activity, and phytohormone production, *Can. J. For. Res.* 17 : 31~35.
 9. Marx, D.H., 1970. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. V. Resistance of mycorrhizal to infection by vegetative mycelium of *Phytophthora*. *Phytopathology*, 60 : 1472~1473.
 10. Marx, D.H., 1977. Tree host range and world distribution of the ectomycorrhizal fungus *pisolithus tinctorius*. *Can. J. Microbiol.* 23 : 217~223.
 11. Neal, J.C. and D.F. Wagner 1983, Physical and Chemical properties of coal cinders as a Container media component, *Hortscience*. 18 : 693~695.
 12. Oh, K.I., 1986, On ectomycorrhizal development and physiological variance of container grown *Quercus acutissima* seedlings inoculated with *P. tinctorius*. Ph.D. Dissertation, Chonbuk National Univ. : 124.
 13. Old, K.M. 1978, Porforation and lysis of fungal spores by soil amoeba. *Applied Biology*. 89 : 128~131.
 14. 吳光仁, 朴華湜, 1988, 植物 호르몬 處理에 의한 海松苗의 生長과 菌根形成에 미치는 影響, 全南大演習林報告 10 : 37~45.
 15. Oh, K.I., and W.H. Park, 1988. Mycorrhizal development and growth stimulation of *pinus thunbergii* seedlings inoculated with *P. tinctorius* at two soil textures treated with six nitrogen levels. *Jour. Korea For. Soc.* 77 : 361~370.
 16. Richards, D.M., and D.V. Beardsell. 1986, The influence of particle-size distribution in pinebark : brown coal potting mixes on water supply, aeration and plant growth, *Scientific Hortic.*, 29 : 1~14.
 17. Ruehle, J. L., and C.G. Wells, 1984, Development of *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae on container grown pine seedlings as affected by fertility. *Forest. Sci.* 30 : 1010~1016.