

木炭,外生菌根菌資材施用によるクロマツ苗木の活着と成長

誌名	静岡県林業技術センター研究報告 = Bulletin of the Shizuoka Prefecture Forestry Technology Center
ISSN	09162895
著者名	村山,保裕
発行元	静岡県林業技術センター
巻/号	32号
巻号補足	
掲載ページ	p. 19-24
発行年月	2004年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



木炭、外生菌根菌資材施用によるクロマツ苗木の活着と成長

村山保裕

村山保裕：木炭、外生菌根菌資材施用によるクロマツ苗木の活着と成長 静林技セ研報32:19～23, 2004 海岸砂地において、2年生クロマツ苗木の植栽時に木炭、外生菌根菌資材を施用し、活着や成長への効果、根の状況について調査するため、植穴に外生菌根菌資材（砕いた木炭にショウロを感染させたもの）を混和した資材区、粉炭を混和した粉炭区及び無処理区を設定した。設定後1年、2年、3年経過した時点での活着率、苗高、根元直径を測定し、伸長・肥大成長量、伸長・肥大成長率を求め、処理による活着と成長の違いを検討した。また、一部の試験苗で掘り取り調査を行い、根の状況を観察し、菌鞘数を測定した。その結果、活着率は、資材区、粉炭区で90%以上となり、木炭による活着促進効果が推測された。各成長量・成長率は、植栽1年後の調査では有意な差が認められなかったが、2年後、3年後の調査では、資材区—粉炭区、資材区—無処理区間において有意な差が認められ、菌根菌資材による成長促進効果が推測された。根の観察では、資材区、粉炭区では細根が複雑に分岐し、外生菌根菌の菌鞘が砂と密着しているものが多く観察されたのに対し、無処理区では、細根が直線的に分岐が少なく、菌鞘は細根の先端部に点在するのみであった。根乾重1gあたりに換算した菌鞘数は、資材区>粉炭区>無処理区の順に多く観察された。

キーワード：海岸防災林、クロマツ、木炭、外生菌根菌資材、ショウロ

I はじめに

クロマツを中心とした海岸林は、海岸防災林として防風機能、飛砂防止機能、塩分捕捉機能等の諸々の防災機能を発揮することが求められている。またそれと同時に、日本古来の海岸の景観を形成し、風致林、保健休養林などとしての機能も求められている。しかしながら、最近、林野火災の多発や松くい虫被害によるクロマツ林の消失、手入れの行き届かない林分の増加や廃棄物の不法投棄などの成育環境の悪化により、それらの機能の低下が危うされている。海岸防災林造成時には、防風垣等の構造物を作り、植栽時に客土・施肥等を行い、クロマツ苗木を海岸砂地の厳しい環境から守ろうとするが、活着しないものや成長が悪く枯れてしまうものも多い。また、再度植栽するにしても、苗木の植栽時期が限られるため、造成には最初の植栽で完全に活着させることが望ましいと考えられる。

活着や成長を促進する方法の一つに菌根菌の利用がある。植物の中には、きのこの菌糸が根に侵入したり、根の表面を覆ったりすることによって菌根を形成し、共生関係を結ぶものが多くある。クロマツもその一つに挙げられ、外生菌根菌と共生関係を結ぶといわれている(8)。外生菌根菌の菌糸が根を覆い、菌鞘を形成することによって、リン酸、窒素等の養分、水分の吸収が促進され

るとともに、根が菌糸に覆われることにより、乾燥、病原菌、凍結等の障害に対し軽減作用があるといわれている(5)。

これまで、海岸クロマツ林地に木炭を埋設することにより、クロマツの成長促進(1, 4, 6)、細根の発達や菌根の増加(2)が報告されている。また、クロマツ稚苗にショウロを接種することにより、菌根が形成され、稚苗の成長が促進されることが報告されている(3, 7)。

今回、海岸砂地において、クロマツ苗木植栽時に木炭や外生菌根菌資材を植穴に混和し、活着率と地上部の成長への影響について調査を行い、木炭、資材による活着及び成長促進効果について検討を行った。

II 試験地及び調査方法

1 砂地分場での試験

1999年3月、静岡県小笠郡浜岡町合戸にある静岡県農業試験場海岸砂地分場ほ場（以下、砂地分場）に試験地を設定した。試験地は、海岸から約750m離れた砂質未熟土の休耕地である。周囲には農地やビニールハウス等の施設があり、これら全体が海岸防災林に囲まれている。試験地は草本類が密生していたが、これを除去し、波板で2m×2.5m仕切られた処理区を3箇所設定した。外生菌根菌資材（技研興業社製：細かく砕いた木炭に外生

菌根菌の1つであるショウロを感染させたもの)を植穴に混和した資材区、粉炭を植穴に混和した粉炭区、無処理区を設定し、2年生クロマツ苗木を50 cm 間隔で各処理区20本ずつ植栽した。各処理区の処理方法と植栽時の苗木の形状を表-1に示す。植栽から1年後の2000年2月、2年後の2001年2月に、各処理区ごとに活着率を調査するとともに、各苗木の苗高と根元直径を測定した。また同時期に、各処理区から同程度の成長をしている苗木を3本ずつ掘り出し、根の状況を観察し、外生菌根菌の菌鞘数を測定した。

2 海岸防災林造成地での試験

試験地は、静岡県小笠郡大須賀町沖之須の林野火災で焼失した後の海岸防災林再造成地（以下、海岸防災林造成地）である。この地域は、遠州灘に面し、汀線から約150 m 砂浜が広がり、その背後に自転車道路を兼ねた土堤が海岸線と平行して築かれている。海岸防災林はこの土堤の背後と約1 km 内陸側を走る国道150号線までの間に複数の林帯として存在し、林帯の間は農地や工場が点在している。2000年2月、土堤内陸側の第一線の林帯で、防風垣（20 m × 20 m 高さ約1 m）で区切られた区画のうち、最も汀線側の区画に、汀線と平行となる配置で一区画に一箇所ずつ、6 m × 6 m の処理区（植栽間隔1 m、処理本数25本）を3箇所設定し、砂地分場と同じ処理方法で処理区を設定した。各処理区の処理方法と植栽時の苗木の形状を表-2に示す。植栽から1年後

の2001年2月、2年後の2002年2月、3年後の2003年2月に各処理区の活着率を調査するとともに、各苗木の苗高と根元直径を測定した。

Ⅲ 結果及び考察

1 砂地分場での試験

植栽時の苗木の苗高、及び根元直径は、正規分布（正規性の検定、 $P>0.05$ ）しており、各処理区において等分散していることが認められた（Bartlett 検定、 $P>0.05$ ）。各処理区の測定結果を表-3に示す。植栽1年後の活着率はどの処理区も90%であった。活着率に差がなかったのは、土壌や立地条件が良好なためであると考えられた。植栽2年後では、新たに枯れたものは観察されなかったが、シンクイムシ（マダラメイガ類）による頂芽部が枯死する被害が資材区で3本、粉炭区で8本、無処理区で5本観察された。

植栽時、苗高30 cm、根元直径9 mm ほどであった苗木は、植栽1年後には苗高50 cm、根元直径15 mm 程度、2年後には苗高60～75 cm、根元直径20 mm 程度となり、良好に成長していると考えられた。2年間の苗高と根元直径の推移を図-1～2に示す。苗高の平均値は、植栽1年後の結果では処理区間でほとんど差が見られなかったが、2年後には変化が現れ、資材区>無処理区>粉炭区の順となった。苗高が粉炭区で他の処理区に比べ低いのは、シンクイムシの影響が大きいと考えられた。

表-1 砂地分場の処理区の処理方法と植栽時の苗木の形状

処理区	処理方法（苗木1本当たり）	本数	苗高（cm）	根元直径（mm）
資材区	外生菌根菌資材 300ml	20	28.2±4.2	8.6±1.2
粉炭区	粉炭 300ml	20	28.3±2.7	8.6±1.0
無処理区	無処理	20	30.3±3.2	8.4±1.0

数値は平均値±標準偏差

表-2 海岸防災林造成地の処理区の処理方法と植栽時の苗木の形状

処理区	処理方法（苗木1本当たり）	本数	苗高（cm）	根元直径（mm）
資材区	外生菌根菌資材 300ml	25	29.9±6.2	9.9±2.0
粉炭区	粉炭 300ml	25	28.7±5.7	9.3±1.9
無処理区	無処理	25	30.4±6.4	10.0±2.4

数値は平均値±標準偏差

表-3 砂地分場の各処理区の測定結果

処理区	活着率（%）	苗高（cm）		根元直径（mm）		菌鞘数（個/根乾重1 g）
		1年後	2年後	1年後	2年後	
資材区	90	50.6±6.9	74.7±12.9	15.8±2.8	23.5±4.5	636
粉炭区	90	51.7±5.4	62.5±12.3	17.1±2.6	22.0±3.7	353
無処理区	90	51.6±9.5	70.1±20.3	15.2±2.7	20.2±4.5	202

数値は平均値±標準偏差

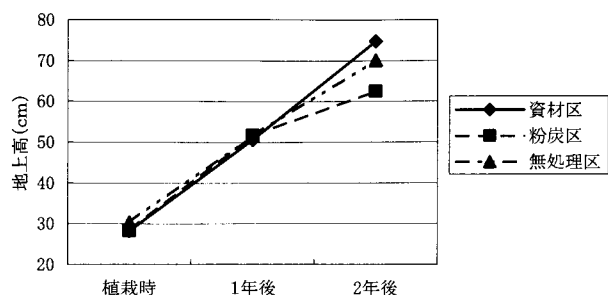


図-1 苗高（平均値）の変化

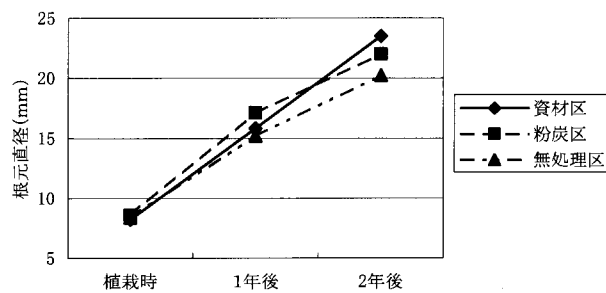


図-2 根元直径（平均値）の変化

表-4 砂地分場の各処理区の成長状況

	処理区	伸長成長量	伸長成長率	肥大成長量	肥大成長率
		(cm)	(%)	(mm)	(%)
1年後	資材区	22.3±6.9	182±32	7.2±2.1	183±24
	粉炭区	23.5±5.4	185±23	8.4±2.1	198±21
	無処理区	21.0±10.5	171±41	6.9±2.2	183±27
2年後	資材区	23.9±10.8	148±22	7.5±2.2	147±13
	粉炭区	11.7±8.6	122±16	4.8±2.3	129±14
	無処理区	21.1±11.0	134±22	5.0±2.4	132±14

数値は前年調査時との比較 平均値±標準偏差

表-5 砂地分場の各処理区の検定結果

		伸長成長量	伸長成長率	肥大成長量	肥大成長率
1年後	資材区－無処理区	ns	ns	ns	ns
	資材区－粉炭区	ns	ns	ns	ns
	粉炭区－無処理区	ns	ns	ns	ns
2年後	資材区－無処理区	ns	ns	*	*
	資材区－粉炭区	*	**	*	**
	粉炭区－無処理区	ns	ns	ns	ns

**1%水準で有意差有り *5%水準で有意差有り ns 有意差なし

植栽1年後の根元直径の平均値は、粉炭区が最も大きかったが、2年後の結果では、資材区が最も大きい値を示した。

各処理区の成長状況を表-4に、各成長量及び成長率の処理区間での分散分析による検定結果を表-5に示す。植栽1年後の結果では、どの処理区も伸長成長、及び肥大成長ともに良好で、処理区間で有意な差は認められなかった（分散分析、 $P>0.05$ ）。

植栽2年後の結果についても同様に分散分析を行い、有意差が認められたものについては更に多重比較検定を行った。その結果、資材区－粉炭区の間、伸長成長量で1%水準の有意差が、伸長成長率で5%水準の有意差が認められたが、これもシンクイムシによる被害の影響が大きいと考えられた。肥大成長量、及び肥大成長率では、資材区－無処理区の間、1%水準の有意差が、資材区－粉炭区の間、5%以上の水準の有意差が認められた。

掘り取り後の根の観察では、植栽1年後は資材区、及び粉炭区で細根が複雑に分岐し、外生菌根菌の菌鞘が砂と密着しているのが多く観察された。また、場所によっては菌鞘の塊が細根を房状に覆っているところも観察された。無処理区では、細根が直線的で分岐が少なく、菌鞘は細根の先端部に点在するのみであった。根乾重1g当たりに換算した菌鞘数は、資材区>粉炭区>無処理区の順に多く観察された。植栽2年後は、資材区では細根が発達し、房状に発達した菌鞘や菌糸に絡みついた砂が根全体を覆い、砂が容易には脱落しなかった（図-3）。粉炭区では菌鞘や菌糸の発達にばらつきがあったが、多くの菌鞘が確認できた。無処理区では菌糸や菌鞘の発達が少なく、ほとんどの根から容易に砂が脱落した（図-4）。細根に房状に発達した菌鞘の数は測定不可能であったため、2年後の根の観察では、菌鞘数の測定は行わなかった。



図-3 2年後の資材区の根の状況（砂地分場）



図-4 2年後の無処理区の根の状況（砂地分場）

2 海岸防災林造成地での試験

植栽時の苗木の苗高、及び根元直径は、正規分布（正規性の検定、 $P>0.05$ ）しており、各処理区において等分散していることが認められた（Bartlett 検定、 $P>0.05$ ）。各処理区の測定結果を表-6に、3年間の苗高と根元直径の推移を図-5～6に示す。植栽1年後の活着率は資材区、粉炭区で90%以上であったのに対し、無処理区では60%であり、木炭によって活着が促進されたことが示唆された。植栽2年目以降に新たに枯れたものは観察されなかった。

植栽時苗高30 cm、根元直径10 mm 程度だったものが、植栽3年後には資材区で苗高1 m、根元直径30 mmを越え、成長は概ね良好と考えられた。

各処理区の成長状況を表-7に、3年間の各成長量の推移を図-7～8に示す。植栽1年後では、どの項目においても処理区間で大きな差は見られず、有意差も認められなかった（分散分析、 $P>0.05$ ）が、2年目以降は資材

区の成績が向上しているのが分かる。

2年目以降の各成長量の処理区間での検定結果を表-8に示す。植栽2年後の結果では、資材区は全ての項目において他の処理区との間に有意差が認められ（分散分析、多重比較検定、 $P<0.01$ ）、資材による地上部の成長促進効果が示唆された。植栽3年後の結果では、前年時ほど多項目において有意差は認められなかったものの、資材区の各成長量においては、1%水準以上の有意差（同検定）が他の処理区との間に認められ、良好な成長が続いていることが示唆された。

Ⅳ まとめ

クロマツ苗木の植栽は、植栽1年目に完全に活着させることが重要であるが、今回の結果から、活着促進のためには、苗木植栽時に木炭や外生菌根菌資材（木炭を利用したタイプのもの）を利用することが1つの方法であると考えられた。掘り取り調査の結果から資材区と粉炭

表-6 海岸防災林造成地の各処理区の測定結果

処理区	活着率 (%)	苗高 (cm)			根元直径 (mm)		
	1年後	1年後	2年後	3年後	1年後	2年後	3年後
資材区	92	42.9±7.3	72.5±16.3	114.0±21.2	15.8±2.8	22.2±5.3	34.6±8.9
粉炭区	96	44.7±6.7	65.8±10.5	97.2±13.5	17.1±2.6	17.6±3.2	27.0±4.2
無処理区	60	51.6±9.5	62.2±14.1	86.9±18.3	15.2±2.7	18.4±4.8	28.1±8.2

数値は平均値±標準偏差

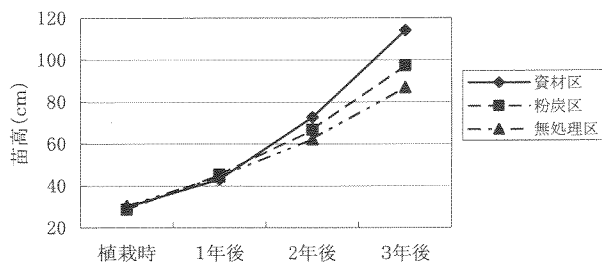


図-5 苗高（平均値）の変化

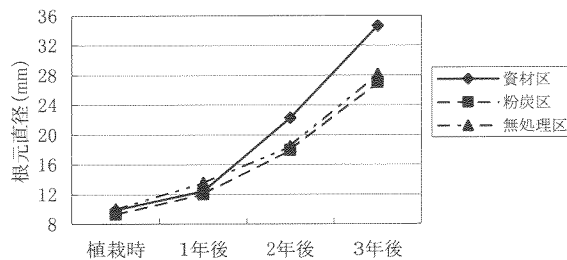
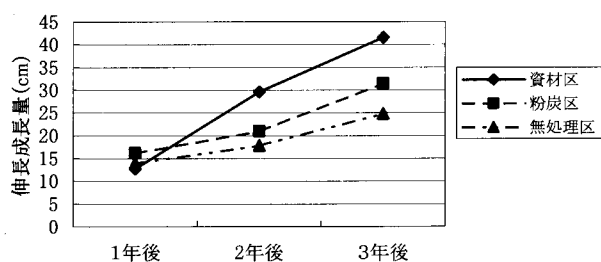


図-6 根元直径（平均値）の変化

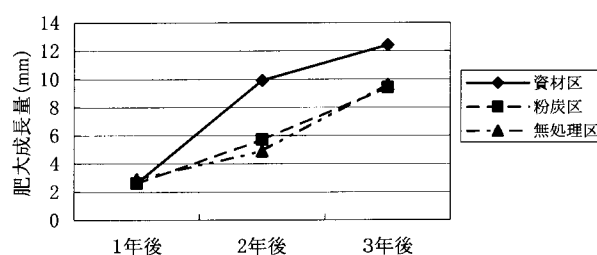
表－7 海岸防災林造成地の成長状況

	処理区	伸長成長量 (cm)	伸長成長率 (%)	肥大成長量 (mm)	肥大成長率 (%)
1年後	資材区	12.7±4.9	144±20	2.6±1.3	126±11
	粉炭区	16.2±5.0	158±21	2.6±1.3	129±17
	無処理区	13.9±6.3	149±26	2.9±1.1	128±12
2年後	資材区	29.6±11.5	169±24	9.9±3.5	182±22
	粉炭区	21.0±8.5	147±19	5.7±1.6	147±13
	無処理区	17.8±9.0	140±24	4.9±4.1	138±32
3年後	資材区	41.5±11.3	160±19	12.4±3.9	156±8
	粉炭区	31.4±10.2	150±21	9.4±1.9	154±11
	無処理区	24.8±8.5	141±15	9.6±3.9	151±15

数値は前年調査時との比較 平均値±標準偏差



図－7 伸長成長量（平均値）の変化



図－8 肥大成長量（平均値）の変化

表－8 海岸防災林造成地の各処理区の検定結果

		伸長成長量	伸長成長率	肥大成長量	肥大成長率
1年後	資材区－無処理区	ns	ns	ns	ns
	資材区－粉炭区	ns	ns	ns	ns
	粉炭区－無処理区	ns	ns	ns	ns
2年後	資材区－無処理区	**	***	***	***
	資材区－粉炭区	**	**	***	***
	粉炭区－無処理区	ns	ns	ns	ns
3年後	資材区－無処理区	***	*	*	ns
	資材区－粉炭区	**	ns	**	ns
	粉炭区－無処理区	ns	ns	ns	ns

***0.1%水準で有意差有り **1%水準で有意差有り *5%水準で有意差有り ns有意差なし

区で菌鞘が多数認められたことから、これらの菌根菌が活着促進に関与したものと推測された。更に外生菌根菌資材は、特に菌根菌を根に発達させ、植栽から2年後以降に地上部の成長（特に伸長成長）に効果があるものと考えられた。

引用文献

- (1) 浅利和榮 (1985) 海岸クロマツ植栽木への木炭施用効果. 日林東北支誌 37: 191-192.
- (2) 福里和朗 (1990) クロマツの外生菌根について (Ⅱ)

—埋設木炭中の根量及び土壌微生物—. 日林九支論 43: 191-192.

- (3) 福里和朗 (1993) クロマツの外生菌根について (Ⅴ) —ショウロの接種試験—. 日林九支論 46: 199-200.
- (4) 原敏男・岩川幹夫・杉浦銀治・遠藤正男・雲林院 原治・宮崎信 (1983) 海岸砂地におけるクロマツ植栽木の生長に及ぼす木炭施用効果について. 日林関東支論 35: 245-246.
- (5) 村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也, 編 (1992) 日本の海岸林. 513pp, ソフトサイエンス社, 東京.

- (6) 中井裕一郎・原敏男(1987) 海岸砂地におけるクロマツ植栽木の生長に及ぼす木炭施用効果(Ⅲ). 98回日林論:627-628.
- (7) 能勢育夫(1992)クロマツ稚苗の生長に及ぼすショウロと活性炭の効果. 石川県林試研報 23:31-34.
- (8) 岡部宏秋(1997) 森づくりと菌根菌. 110pp, 林業科学技術振興所, 東京.