

VA菌根菌資材とスギ炭を施用した広葉樹苗の成長†

袴田哲司¹⁾・山本茂弘¹⁾

¹⁾ 農林技術研究所 森林・林業研究センター

Growth and Development of Broad Leaved Tree Seedlings Treated with VA Mycorrhizal Materials and Japanese Cedar-charcoal

Tetsuji Hakamata¹⁾ and Shigehiro Yamamoto¹⁾

¹⁾ Forestry and Forest Products Research Center/Shizuoka Res. Inst. of Agric. and For.

Abstract

Growth, leaf color and formation grade of mycorrhiza were investigated in broad leaved trees treated with commercial VA mycorrhizal materials and Japanese cedar-charcoal. When the VA mycorrhizal materials which contained several kinds of *Glomus* spp., was applied, growth in height of *Ulmus parvifolia* and leaf color as well as dry weight of above-ground parts in *Skimmia japonica* were improved. However, growth in height was not improved in *Alnus trabeculos*, *Pourthiaea villosa*, var. *laevis*, *Acer palmatum* and *A. rufinerve*. *Pterocarya rhoifolia* and *Zelkova serrata* treated with Japanese cedar-charcoal did not promote growth. In the case of combining the application of VA mycorrhizal materials and Japanese cedar-charcoal, no synergy effect was observed in several broad leaved trees. Formation of mycorrhiza was recognized microscopically in *Z. serrata* when stained by trypan blue. In *Z. serrata* even though height and the amount of root did not increase, the formation grade of mycorrhiza was high in the root system treated with VA mycorrhizal materials.

キーワード：菌根菌資材, 広葉樹, スギ炭, 染色

I 緒 言

荒廃森林の整備, 生物多様性の維持, 彩り豊かな景観形成などを目的に, 全国各地で広葉樹の植栽が行われており, 静岡県でも2005年度に公共造林として25haの広葉樹が植栽された. 今後も, 県で推進する各種の事業や林家による造林, ボランティア活動等において, 広葉樹植栽は積極的にされると予想される. このような状況の中で, 苗木を確実に活着させ, 良好な成長を維持させることは, 事業や活動の成果として重要である.

苗木の活着率向上や成長を促進させる方法の一つとし

て, 菌根菌資材の施用が挙げられる. 菌根菌は, 生きた植物の根に共生関係を築く糸状菌で, 植物から有機物などを享受する一方, 土壌中の無機成分や水分を植物に供給し, 土壌病原菌から根系を守るなどの役割を担っている^{8,14}. 菌根菌にはいくつかの種類が存在し, 内生菌根菌の一つであるVA菌根菌を含む資材や¹⁵, 外生菌根菌と炭を含む資材が市販されている⁷. これらのうちVA菌根菌資材については, 農作物や一部の樹種で効果が明らかにされているものの^{4, 12, 14, 15}, 広葉樹に適用した際の有効性や効果を検証した事例が十分ではないため, 苗木育成や植栽現場での利用がほとんど行われていない.

† 本報告の一部は日本森林学会本大会(2007年4月 福岡市)においてポスター発表した

一方、土壌の物理性や透水性を改良するために、苗木の植栽時に炭が活用されており、クロマツや数種の広葉樹で、その効果が報告されている^{1, 2, 3, 12)}。炭の中でも、間伐材の有効利用のためにスギ炭の積極的な利用が求められているが^{2, 5)}、広葉樹へ施用した場合の効果については検証例が少ない。また、炭には菌根菌の生育環境を良好に保つ効果が知られており⁹⁾、菌根菌と炭の相乗効果も検討されているが¹²⁾、それも限られた樹種のみである。

本研究では、有用広葉樹や紅葉が美しく景観形成に有効な広葉樹、さらには絶滅が危惧されている広葉樹などを対象とし、市販のVA菌根菌資材やスギ炭が、成長にどのように影響するかを調査し、その効果を検討した。

II 材料と方法

1. VA菌根菌資材の施用による広葉樹の苗高成長

準絶滅危惧種であるサクラバハノキ(*Alnus trabeculosa*)、紅葉が美しいアキニレ(*Ulmus parvifolia*)、カマツカ(*Pourthiaea villosa* var. *laevis*)、イロハモミジ(*Acer palmatum*)、ウリハダカエデ(*A. rufinerve*)を対象樹種とした。2005年10～11月に採種した種子を、パーミキュライト内で低温湿層処理して発芽させた。芽生えを市販の播種専用土を用いて72穴のセルトレイに移植し、数ヶ月間温室内で育成した。2006年5～7月に、これらの稚苗をポリポットに植栽する際にVA菌根菌を含む市販の資材を施用した。試験区として、資材A(*Glomus*属6種, *Gigaspora*属1種)0.5mL、資材B(*Glomus*属数種混合)1.5mL、資材C(*Glomus*属1種)1.5mLをそれぞれ施用した区と無施用区を設定した。また、アキニレとカマツカは、VA菌根菌を死滅させた場合の効果を検証するために、3種類の資材を181℃で4時間の乾熱滅菌処理した区も設定した。植栽用土は、赤玉土、パーミキュライト、ピートモスを3:1:1の容積割合で混合したものと、サクラバハノキ、カマツカ、イロハモミジでは約600mL、ウリハダカエデでは約400mL使用した。各処理区のポット苗数は15～17本で、植栽後は約50%遮光下でミスト灌水により管理し、180日タイプの被覆肥料(N:P₂O₅:K₂O=14:12:14)を植栽の約2週間後に5g施肥した。苗高の測定は、苗の伸長成長がほぼ休止した11月に行った。

2. スギ炭の施用による広葉樹の苗高成長

2005年の10～11月に採種した有用広葉樹のサワグルミ(*Pterocarya rhoifolia*)とケヤキ(*Zelkova serrata*)を、2006年4月に苗畑の播種床に播種し、その場で1年間育成した。これらを2007年3月下旬に掘り取り、サワグルミ苗の根系には600℃で炭化したスギ炭を、ケヤキ苗の根系には500℃または600℃で炭化したスギ炭を、1個体につ

き25mL施用してポリポットに植栽した。スギ炭を施用しない無施用区も設けた。植栽用土は鹿沼土とピートモスを3:1の容積割合で混合したものを1600mLとし、施肥は行わなかった。各試験区のポット数は、サワグルミ15～16本、ケヤキ11～12本とした。これらを温室内で適宜灌水を行いながら管理し、植栽から約4ヵ月後に苗高を測定した。

3. VA菌根菌資材とスギ炭の施用による広葉樹の苗高成長

種苗店から2006年秋に購入したケヤキ、2006年に採種したイロハモミジ、ウリハダカエデ、ミヤマシキミ(*Skimmia japonica*)を対象樹種とした。前述と同様に、これらの稚苗をオートクレーブ処理(181℃, 2時間)した播種専用土を用いて72穴セルトレイ内で育成した。2007年3月下旬～6月上旬に、ケヤキ、イロハモミジ、ウリハダカエデの3樹種について、菌根菌資材Bの施用(1.5g)と無施用、500℃または600℃で炭化したスギ炭の施用(20mL)と無施用を組合せた試験区を設定し、ミヤマシキミでは、滅菌処理した資材Bと非滅菌の資材Bの施用(1.5g)、600℃で炭化したスギ炭の施用(20mL)と無施用を組合せた試験区を設定し、32穴セルトレイ(1穴6cm×6cm×6cm, 1穴の容量約110mL)に植栽した。各樹種の試験区あたりの植栽本数は16本で、植栽用土は、鹿沼土とピートモスを3:1の容積比で混合し、水道水を加えオートクレーブ処理(181℃で2時間)した。温室内でミスト灌水し、植栽から約4ヶ月後に苗高の測定を行った後、苗を掘り取り、地上部と根系に分けてそれぞれの絶乾重量(105℃, 20時間以上)を測定した。さらに、ミヤマシキミのみ、葉色を濃い、中間、淡いの3段階で目視により評価した。

4. ケヤキ根系に形成されたVA菌根の確認

前述と同様に、オートクレーブ処理した播種専用土で育成したケヤキ稚苗を準備した。2007年5月下旬に、滅菌処理した資材Bと非滅菌の資材Bの施用(1.5g)、600℃で炭化したスギ炭の施用(20mL)と無施用を組合せた試験区を設定し、32穴のセルトレイに植え替えた。植栽から約5ヵ月後に苗を掘り取り、地上部と根系部を切断した根系の生重量を測定し、VA菌根の形成を確認するため、以下の方法でトリパンブルーによる染色を行った⁴⁾。根系部を10%水酸化カリウム水溶液10mLの入った試験管に入れ、沸騰水内に沈めて約30min加温した。水道水で洗った後、3.5%過酸化水素水8mLに約20min浸漬し、根系部を脱色した。これらを2%塩酸5mLで約10min処理した後、乳酸を溶媒とした0.05%トリパンブルー染色液8mLに浸し、沸騰水内で約10min間加温した。染色液を水道水で洗い流した後、ラクトグリセロール液(乳酸875mL, グリセロール63mL, 蒸留水62mLを混合した液

体)に浸し、実体顕微鏡でVA菌根の形成状況を観察した。根系全体を観察し、表1の基準に従い程度を指数で評価した。

表1 VA菌根の形成程度

指数	程度
0	なし
1	VA菌根の形成がわずかに認められた
2	VA菌根の形成が認められた
3	VA菌根の形成が多く認められた

III 結 果

1. 菌根菌資材の施用による広葉樹の苗高成長

3種類のVA菌根菌資材や滅菌処理したそれらの資材を施用したところ、アキニレの苗高成長量は資材B施用区が無施用区と比較して1%水準で有意に高かった(図1)。カマツカの苗高成長量は、資材B施用区の平均値が大きかったが、無施用区との比較で有意差は認められなかった(図2)。サクラバハンノキ、イロハモミジ、ウリハダカエデでは、対照区と比較して有意な成長促進効果を示したVA菌根菌資材はなかった。ウリハダカエデの苗高成長量は、資材Aまたは資材Bの施用区で無施用区よりも1%水準で有意に劣った(表2)。

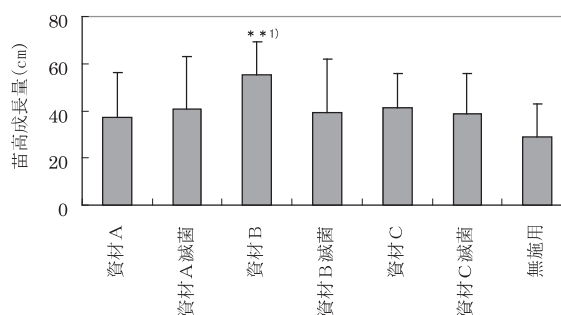


図1 菌根菌資材を施用したアキニレ苗の成長量
エラーバーは標準偏差を示す
1)**Tukeyの多重比較検定により、無施用区と比較して1%水準の有意差あり

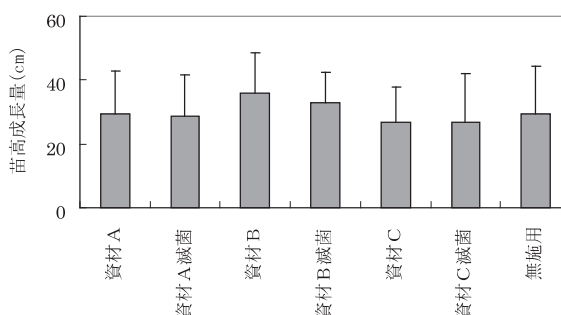


図2 菌根菌資材を施用したカマツカ苗の成長量
エラーバーは標準偏差を示す
Tukeyの多重比較検定により、無施用区と比較して各施用区に有意差なし

表2 菌根菌資材を施用したサクラバハンノキ、カエデ類の苗高成長量

資材/樹種	サクラバハンノキ	イロハモミジ	ウリハダカエデ
資材A	10.9±8.9 ^{1)ns²⁾}	16.5±8.0 ns	6.9±3.2 **
資材B	10.1±6.7 ns	11.8±9.6 ns	6.1±3.2 **
資材C	14.0±7.4 ns	17.4±7.3 ns	10.3±3.6 ns
無施用	13.3±7.6	12.8±7.5	12.1±4.9

1) 平均値±標準偏差

2) ns : Tukeyの多重比較検定により、無施用区と比較して有意差なし

3) ** : Tukeyの多重比較検定により、無施用区と比較して1%水準で有意差あり

2. スギ炭の施用による広葉樹の苗高成長

600℃で炭化したスギ炭施用区のサワグルミの苗高成長量は、無施用区における苗高成長量の56%で、1%水準で有意差が認められた(図3)。500℃炭化スギ炭施用区及び600℃炭化スギ炭施用区におけるケヤキの苗高成長量は、無施用区と同程度であり、有意差は認められなかった(図4)。

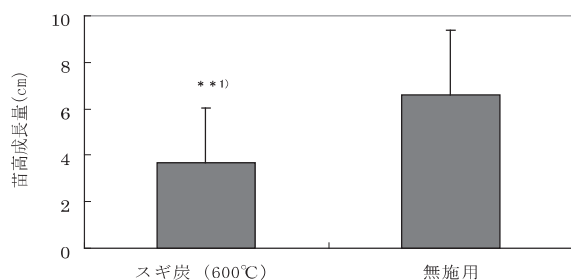


図3 スギ炭を施用したサワグルミ苗の成長量
エラーバーは標準偏差を示す
1) Studentのt検定により、無施用区と比較して1%水準の有意差あり

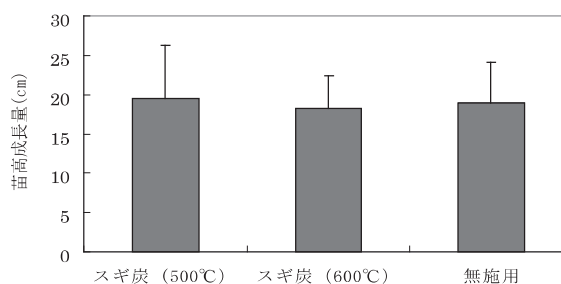


図4 スギ炭を施用したケヤキ苗の成長量
エラーバーは標準偏差を示す
Tukeyの多重比較検定により、無施用区と比較して他の2区は有意差なし

3. 菌根菌資材とスギ炭の施用による広葉樹の地上部及び根系の成長

ケヤキ、イロハモミジ、ウリハダカエデでは、苗高成長量、地上部絶乾重量、根系絶乾重量のいずれにおいてもスギ炭無施用・資材B無施用区より有意に優れる試験区はなかった(表3)。ミヤマシキミでは、地上部絶乾重量

表3 スギ炭と菌根菌資材Bを組み合わせる施用したケヤキ及びカエデ属の苗高、地上部絶乾重量、根系絶乾重量

測定項目	スギ炭	資材B	ケヤキ	イロハモミジ	ウリハダカエデ
苗高成長量 (cm)	スギ炭(500℃) ¹⁾	施用	4.8±2.3 ^{2)ns3)}	14.7±2.9 ns	—
		無施用	6.1±2.7 ns	15.0±3.8 ns	—
	スギ炭(600℃)	施用	5.3±2.1 ns	14.0±4.7 ns	6.9±1.8 ns
		無施用	4.8±1.6 ns	13.5±2.9 ns	7.2±2.0 ns
	無施用	施用	5.2±2.3 ns	16.1±3.6 ns	7.6±2.1 ns
		無施用	4.6±2.3	16.4±5.1	8.3±1.7
地上部絶乾重量 (g)	スギ炭(500℃)	施用	0.22±0.06 ns	0.35±0.09 ns	—
		無施用	0.25±0.10 ns	0.40±0.13 ns	—
	スギ炭(600℃)	施用	0.24±0.08 ns	0.31±0.11 ns	0.27±0.10 ns
		無施用	0.20±0.07 ns	0.40±0.08 ns	0.25±0.10 ns
	無施用	施用	0.19±0.07 ns	0.39±0.09 ns	0.27±0.07 ns
		無施用	0.21±0.05	0.44±0.14	0.03±0.06
根系絶乾重量 (g)	スギ炭(500℃)	施用	0.18±0.05 ns	0.35±0.09 ns	—
		無施用	0.21±0.07 ns	0.40±0.13 ns	—
	スギ炭(600℃)	施用	0.19±0.06 ns	0.31±0.11 ⁴⁾	0.27±0.09 ns
		無施用	0.15±0.05 ns	0.40±0.08 ns	0.25±0.08 ns
	無施用	施用	0.17±0.06 ns	0.44±0.14 ns	0.28±0.08 ns
		無施用	0.16±0.05	0.39±0.09	0.29±0.08

1) ()内の温度は炭化温度を示す

2) 平均値±標準偏差

3) ns: Tukeyの多重比較検定により、スギ炭無施用・資材B無施用区と比較して有意差なし

4)**: Tukeyの多重比較検定により、スギ炭無施用・資材B無施用区と比較して1%水準で有意差あり

が、スギ炭施用・資材B区、スギ炭施用・資材B滅菌区、スギ炭無施用・資材B区のいずれにおいても、スギ炭無施用・資材B滅菌区よりも1%または5%水準で有意に高かったが、苗高成長量、根系絶乾重量では、有意差は認められなかった(表4)。スギ炭無施用・資材B区で、葉色が濃いと判定された個体数割合が多く、スギ炭の有無にかかわらず、滅菌した資材Bを施用した区では、葉色が薄い個体数割合が資材B施用区より多かった(図5)。

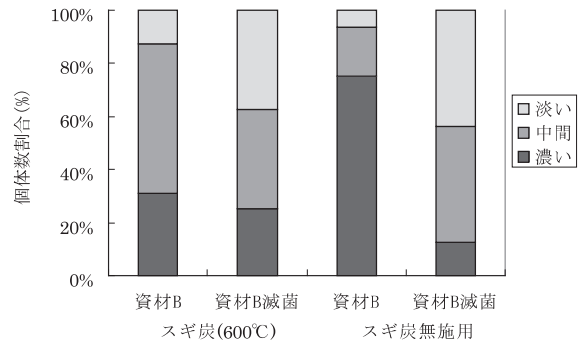


図5 スギ炭の有無と菌根菌資材Bの滅菌・非滅菌を組合わせて施用したミヤマシキミの葉色の濃淡

表 4 スギ炭の有無と菌根菌資材 B の滅菌・非滅菌を組合わせて施用したミヤマシキミの苗高, 地上部絶乾重量, 根系絶乾重量

スギ炭	資材	苗高成長量 (cm)	地上部絶乾重量 (g)	根系絶乾重量 (g)
スギ炭 (600°C) 1)	資材 B	0.8±0.6 ^{2)ns3)}	0.14±0.06* ⁴⁾	0.09±0.05 ns
	資材 B 滅菌	1.0±0.5 ns	0.17±0.04** ⁵⁾	0.10±0.03 ns
スギ炭無施用	資材 B	0.8±0.5 ns	0.16±0.04**	0.10±0.04 ns
	資材 B 滅菌	1.0±0.6	0.11±0.03	0.070±0.003

1) () 内の温度は炭化温度を示す

2) 平均値±標準偏差

3) ns : Tukey の多重比較検定により、スギ炭無施用・資材 B 滅菌区と比較して、有意差なし

4)* : Tukey の多重比較検定により、スギ炭無施用・資材 B 滅菌区と比較して、5%水準で有意差あり

5)** : Tukey の多重比較検定により、スギ炭無施用・資材 B 滅菌区と比較して、1%水準で有意差あり

4. ケヤキ根系に形成されたVA菌根の確認

スギ炭の有無にかかわらず、資材B施用区では、ケヤキの根系にVA菌根の形成が認められた個体数割合が多く、指数3(VA菌根の形成が多く認められた)の割合が60%以上であった(図6,7)。滅菌した菌根菌資材Bを処理した区では、VA菌根の形成が認められた個体数割合は50%以下で、特にスギ炭無施用区で低かった。スギ炭の有無にかかわらず、根系の生重量でも資材Bを施用した区で平均値が高かったが、有意差は認められなかった(図8)。

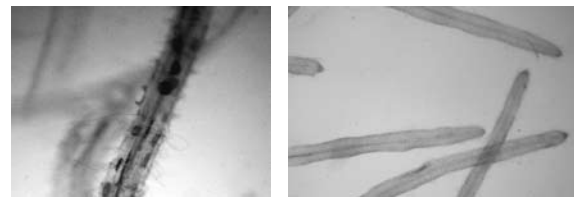


図7 ケヤキ根系に形成されたVA菌根(左)と形成が確認されなかった根系(右)

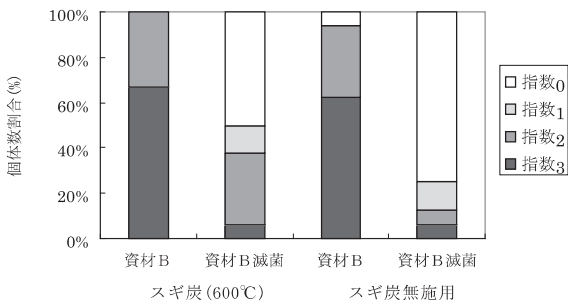


図6 根系にVA菌根の形成が確認されたケヤキ苗の個体数割合

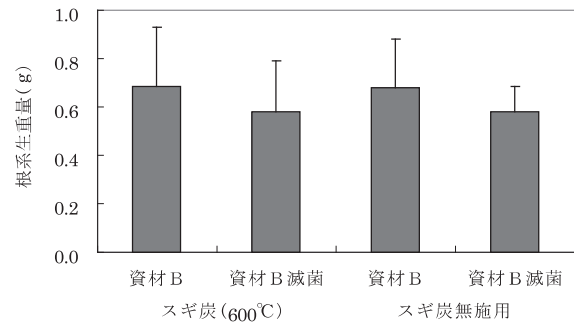


図8 スギ炭とVA菌根菌資材を組み合わせて施用したケヤキ苗の根系生重量

エラーバーは標準偏差を示す

Tukeyの多重比較検定により、スギ炭無施用・資材B滅菌区と比較して他の3区は有意差なし

IV 考 察

菌根菌は、生きた植物の根に侵入し共生関係を築く糸状菌で、菌糸が細根の表面をおおい、菌鞘を形成する「外生菌根菌」と根の皮層細胞に入り込む「内生菌根菌」、外生と内生双方の侵入形態を示す内外生菌根菌に大別される¹³⁾。本研究の対象としたVA菌根菌は、内生菌根菌の一つであり、多くの植物と共生関係を持つことが知られている。共生により主にリンの吸収が高まるため^{11,14)}、イチゴ、セルリー、キュウリ、トマト、リンゴ、オレンジ、ウメなど多くの農作物で利用され^{4,9)}、農作物の病害発生や発病度が軽減する例も数多く報告されている⁶⁾。樹木では、ウバメガシ、クヌギ、ヒノキ、ユリノキ、タブノキ、エノキなどの地上部の成長に効果が認められており¹⁵⁾、ニセアカシア、アカシア、ユーカリ、スギ⁹⁾などと共生することも知られている。

本研究では、各試験において計7種の広葉樹にVA菌根菌を含む資材を施用したが、苗高の成長促進に有意な効果が認められた樹種はニレ科のアキニレであった。サクラバハノキ、ケヤキ、カマツカ、イロハモミジは、いずれも無施用区と比較して有意に苗高成長量が優れるものがなく、ウリハダカエデではむしろ苗高成長を抑制する傾向にあった。ミカン科のミヤマシキミでは、資材B施用区は資材Bの滅菌区よりも地上部の絶乾重量が大きく、葉色が濃い個体数が多くなり、苗が健全に生育している様子がかがわれた。VA菌根菌には植物に対する特異性があり、同一植物においても品種によって共生しやすいものとしにくいものが存在する¹⁴⁾。VA菌根を形成しても、それが植物の成長には直接関与しない例もある¹³⁾。今回施用した資材は、*Glomus*属菌や*Gigaspora*属菌を含むVA菌根菌資材であるが、資材Bには*Glomus*属菌が数種含まれており、その中にアキニレやミヤマシキミとうまく共生関係を結ぶことができるものが存在したと考えられた。これらの樹種については、ポット植栽での地上部の成長または葉色の濃い苗の育成にVA菌根菌資材が有効であることが明らかになったため、今後は実際に林地へ植栽した場合の効果を明らかにすることが重要である。また、VA菌根菌が効果を発揮するためにはある程度の可給態リン酸の存在が必要であり、逆に可給態リン酸が多すぎても植物生育を促進しないとされている⁸⁾。したがって、可給態リン酸の濃度によって成長に対する効果が異なることも予測されるため、今回の試験で効果が確認されなかった樹種については、それらの視点から試験を行うことも必要であろう。

炭は土壤改良剤の一つとして植物の植栽時に施用され

ており、土壌の透水性、保水性、通気性の向上や土壌酸度の中和などの効果が知られている⁹⁾。海岸砂地へ木炭を施用することにより、クロマツの成長が促進され¹⁾、広葉樹のシラカシやハナミズキでは、ヒノキ木炭を混入させたマサ土で苗高成長や根長、根量の増加が認められる³⁾。本試験では、サワグルミとケヤキにスギ炭を施用したが、いずれも無施用区と比較して苗高の成長が優れることはなかった。サワグルミには比較事例がないが、山土にスギ間伐材の破碎木炭を施用したケヤキの試験では、対照区と比較して1年目で1.5~2倍の苗高になると報告されていることから²⁾、本研究との用土の違い等が影響している可能性が考えられた。ミヤマシキミでは、滅菌した資材Bを施用した場合でもスギ炭の有無により地上部絶乾重量が有意に異なることから、スギ炭の施用効果があると思われた。また、炭化温度により炭の性質は大きく異なるが、ケヤキに施用した500℃炭化と600℃炭化のスギ炭での違いは明らかにならなかった。500℃炭化と600℃炭化のスギ炭のpHはそれぞれ7.65、8.20であり⁵⁾、酸性を示す鹿沼土を利用した本試験では中和作用により何らかの効果を示すことが期待されたが、苗高成長量や根系の発達には無施用区との違いがなかった。炭は大量に施用しない限り害はないとされており⁹⁾、ヒラドツツジではスギ炭の施用により成長促進や枯損木減少の効果が認められている²⁾。一方、ヒノキ木炭を土壌に混入してもコジイの根長や根量が対照区と同程度であることや³⁾、粉炭を施用した場合、クロマツの苗高成長は対照区のそれよりも劣ったこと⁷⁾、クロマツとネコヤナギではスギ炭に生育促進が認められなかったこと²⁾など、樹種や炭の種類によっても効果がある場合とない場合に分けられる。炭の種類が異なれば、効果が認められる可能性もあるため、広葉樹の炭や竹炭などの施用も検討したい。

VA菌根菌資材と粉炭を合わせて施用することで、クヌギ組織培養苗の生育が良好になることも明らかにされている¹²⁾。前述のとおりミヤマシキミでは、資材Bを施用した場合に、地上部絶乾重量と葉色に効果が認められ、VA菌根菌との共生による影響があったと考えられたが、スギ炭を施用しない場合のほうがそれらは顕著であった。この点からはスギ炭の施用は好ましくないと考えられたが、資材Bを滅菌した場合にはスギ炭を施用したほうが地上部絶乾重量の増加が認められるので、同一の樹木でも他の条件によりスギ炭の効果は変化するものと思われた。ケヤキ、イロハモミジ、ウリハダカエデではスギ炭と資材Bの組み合わせにより成長が促進されることはなかったため、用土の種類や肥料の添加を検討する必要

がある。

トリパンプルーでの染色により、ケヤキの根系にVA菌根が形成されることが確認され、特に資材Bを施用した区において顕著であった。資材Bを施用しない区でも菌根形成が認められた個体が存在したが、温室内では、各施用区のセルトレイを厳重に区別して管理しなかったため、他の施用区から資材や用土が混入した可能性は否定できない。また、資材Bを施用した区でも菌根形成の程度が低い個体がいくつか認められ、確実に菌根が形成されるともいえなかった。また、スギ炭の有無とは関係なく、資材Bの施用区では根系生重量の平均値がやや大きかったが、統計的な有意差はなかった。これらのことから、ケヤキに対して資材Bを施用すると根系には高い確率でVA菌根が形成されるが、今回の試験では根系の発達に大きく影響するとは考えられなかった。しかし、施用から5ヶ月後の調査であるため、その後の成長に違いが現れる可能性もある。VA菌根が形成された後の1～2年間の成長調査やリン酸濃度の異なる土壌での比較も行いたい。

以上のように、樹種によっては、VA菌根菌資材の施用により成長促進に効果が認められた。また、スギ炭の施用により資材の効果に変化が生じる可能性が示唆された。今後は、多くの組合わせで試験を行い、どのような形質に有効かを確認したうえで実際の植栽に利用することが必要である。また、活着率や病害虫の調査を行い、菌根菌資材や炭の効果を明確にすることが望まれる。

V 摘 要

市販のVA菌根菌資材とスギ炭を施用して広葉樹の成長や葉色、菌根の形成程度を調査した。Glomus属菌数種を含むVA菌根菌資材を施用した効果は、アキニレでは苗高成長の促進に、ミヤマシキミでは地上部の重量増加と葉色改良に認められた。サクラバハノキ、カマツカ、イロハモミジ、ウリハダカエデでは苗高成長にVA菌根菌資材の効果が認められなかった。サワグルミ、ケヤキにスギ炭を施用しても苗高成長を促進する効果は認められなかった。VA菌根菌資材の有無とスギ炭の有無を組合わせて施用した場合、ケヤキ、イロハモミジ、ウリハダカエデの苗高、地上部絶乾重量、根系絶乾重量において無施用区との比較で有意に優れる試験区はなかった。トリパンプルーでの染色により、ケヤキの根系にVA菌根の形成が確認され、スギ炭の有無にかかわらず、菌根菌資材を施用したケヤキでは、その程度が高かった。しかし、苗高や根系の成長促進効果は認められなかった。

引用文献

- 1) 原 敏男・岩川幹夫・杉浦銀治・遠藤正男・雲林院源治・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.
- 2) 伊藤孝美・松下美郎(1999)：間伐材木炭の施用が緑化樹苗木の生育に及ぼす影響。大阪農技セ研報35, 7～12.
- 3) 伊藤孝美(2003)：木炭混和土壌と緑化樹稚苗の生育促進。大阪食とみどり技セ研報39, 43～44.
- 4) 河合 徹・堀田 柏(1994)：VA菌根菌資材の施用がセルリー及びイチゴの生育と養分吸収に及ぼす影響果一。静岡農試研報39, 65～75.
- 5) 河合 渉・秋山富雄・溝口 忠・鈴木重好(2003)：水溶出成分のpH及び成分分析。機能性炭化プロジェクト研究報告書, 静岡県林業技術センター, 浜北, 12～15.
- 6) 小林紀彦(1988)：VA菌根菌と病害防除への利用。植物防疫42, Vol.5, 37～44.
- 7) 村山保裕(2004)：木炭, 外生菌根菌資材施用によるクロマツ苗木の活着と生長。静林技セ研報32, 19～23.
- 8) 西尾道徳(2003)：根のまわり(根圏)の微生物。土壤微生物の基礎知識, 農文協, 東京, 84～111.
- 9) 小川 眞(1989)熱帯農林業における共生微生物・炭の利用と炭素固定。土と微生物53, Vol.2, 73～79.
- 10) 岡部宏秋(1997)：植物の根と共生する菌根菌。新・土の微生物(2)植物の生育と微生物土壌微生物研究会編, 博友社, 東京, 75～111.
- 11) R.C.クック(1998)：共生関係と二重生物。菌類と人間三浦宏一郎・徳増征二訳, 共立科学ブックス, 共立出版, 東京, 71～98.
- 12) 佐々木義則・正山征洋 (1995)：林木の組織培養に関する研究(XIV). -クヌギ組織培養苗の順化におけるVA菌根菌接種の影響-日林九支研論集48, 57～58.
- 13) 沢田泰男(1997)：マメ科植物と根粒菌, 菌根菌。土の微生物, 土壤微生物研究会編, 博友社, 東京, 263～304.
- 14) 鈴木源士・宮本秀夫(2000)：緑化とVA菌根菌。日緑工学誌25, Vol.3, 7～21.
- 15) 依藤敏昭・鈴木源士(1995)：VA菌根菌資材, Drキンコンの特徴と効果。民間農法シリーズ 根と共生して作物を強くする 菌根菌の活かし方 Drキンコンの効果と利用, 農文協, 東京, 55～129.