

ミズキ苗の成長に対する菌根菌資材と籾殻くん炭の効果

袴田哲司・山本茂弘

農林技術研究所森林・林業研究センター

Effect of Mycorrhizal Material and Charcoaled Rice Husks on the Growth of *Cornus controversa* Seedlings

Tetsuji Hakamata and Shigehiro Yamamoto

Forestry and Forest Products Research Center / Shizuoka Res. Inst. of Agri. and For.

Abstract

Growth and formation of arbuscular mycorrhiza were investigated in the broad leaved tree, *Cornus controversa* applied with commercial mycorrhizal material and/or charcoaled rice husks. When the mycorrhizal material, which contained several kinds of *Glomus* spp. was applied, the numerical value of chlorometer (SPAD value), height increments, diameter of the bottom stem as well as the number of leaves in the seedlings were all improved. However, application of either charcoaled rice husks alone or with the mycorrhizal material, growth of the seedlings did not increase. A synergy effect when these two items were applied was also not observed. In contrast, length of root was not significantly varied among the four plots. Formation of mycorrhiza stained with trypan blue was observed microscopically in most of the seedlings treated with mycorrhizal material. In conclusion, mycorrhizal material promoted growth of *C. controversa*, however charcoaled rice husks were not effective.

キーワード：アーバスキュラー菌根菌，共生，菌根菌資材，ミズキ，籾殻くん炭

I 緒 言

有用広葉樹として知られているミズキ (*Cornus controversa*) は、心材と辺材の区別がなく肌目が緻密であり、材が白色で美しいことから、建築材や器具材に使われるほか、こけしなどの郷土民芸品の材料としても活用されている⁹⁾。優良な系統から種子を得るために、採種母樹林の対象樹種としている県もあり、広葉樹造林を進める上で重要な樹種である。そのため、成長調査や病害に関しては多くの研究が行われ、造林成績の向上が進められている。しかし、苗木の活着率向上や成長を促進させることで注目されている菌根菌との共生や、土壤改良材としての炭の施用についてはほとんど知見がない。

菌根菌は、生きた植物の根に共生関係を築く菌で、植物から有機物などを享受する一方、土壤中の無機成分や水分を植物に供給し、土壤病原菌から根系を守るなどの

役割を担っている。その一つであるアーバスキュラー菌根菌は、陸上植物の70%以上に共生することが知られており⁹⁾、それらの胞子を含む菌根菌資材が販売されている¹⁷⁾。しかし、農作物に比べて広葉樹を対象とした調査事例が少なく、その効果の検証が必要である。また、炭には土壤の物理性や透水性を改良することのみならず、菌根菌やその他の菌類の生育環境を良好に保つ効果が知られており¹⁰⁾、樹種によっては、菌根菌資材と炭を合わせて施用した場合の効果も報告されている¹³⁾。しかし、成長促進効果が認められない場合もあり²⁶⁾、炭の種類や各樹種への適性を検討することも必要である。

本研究では、数種の広葉樹で効果が認められている市販の菌根菌資材と²⁾、店頭での購入が容易な籾殻くん炭を組み合わせ、ミズキの稚苗に施用し、土壤の化学性を分析したうえで、アーバスキュラー菌根菌の共生状況と成長に及ぼす影響を調査した。

なお、土壌分析にあたり、農林技術研究所果樹研究センターの小杉徹主任研究員に指導をいただき、謝意を申し上げます。

II 材料及び方法

2007年10月に浜松市天竜区水窪町で採種したミズキ種子をシャーレ内の湿らせたろ紙上で発芽させ、芽生えを滅菌した播種専用土を用いて温室内で育苗した。2008年7月に、赤玉土(2~5mm)、パーミキュライト、ピートモス(pH未調整)を3:1:1の容積比で混合した基本用土に、*Glomus*属数種を含む市販の菌根菌資材や粉殻くん炭(家庭園芸用くん炭、以下くん炭)を混合し、菌根菌資材+くん炭区、菌根菌資材区、くん炭区、無混合(対照)区を設定し、これらの稚苗を1穴当たりの容量110mLのセルトレイ内に植栽した。基本用土とくん炭は、水道水を含ませた後にオートクレーブで滅菌(121℃, 2時間)した。くん炭の混合量は、容積比で基本用土の5分の1、菌根菌資材の混合量は1苗当たり2.0gとした。各試験区の植栽前の土壌化学性について、ガラス電極法によるpH(H₂O)、1:5水浸出法によるEC、トルオーグ法による可給態リン酸³⁾、RQflex法による硝酸イオン濃度(乾土5gに蒸留水25mLを加えた水溶液中の濃度)を測定した。各試験区の供試数は25とし、植栽後は約50%遮光下の温室内でミスト灌水により管理した。なお、植栽時に苗高を測定したが、稚苗の茎が非常に細かったため、根元径は測定しなかった。

植栽の約2ヶ月半後である同年9月下旬に、各個体の上位の3葉について、中央部を葉緑素計(SPAD-502, MINOLTA)で測定し、測定試料中のクロロフィル含量を相対的に表した当機器特有の数値(SPAD値)で評価した。植栽の約9ヶ月後である2009年4月中旬に、苗高、根元径、開葉した葉数を測定した後、苗をセルトレイから掘り取り用土を洗い流した後、根長を測定した。各個体の根の一部を切り取り、10%水酸化カリウム溶液に浸して熱湯内で加温し、3.5%過酸化水素水及び2%塩酸による処理を行い、0.05%トリパンプルー乳酸溶液で加温染色した²⁾。アーバスキュラー菌根菌の共生状況を実体顕微鏡で観察し、内生菌糸体や樹枝状体、嚢状体の有無から共生個体数と非共生個体数を調査した。

葉緑素計数値、苗高成長量(2009年4月の苗高一植栽時の苗高)、根元径、葉数、根長については、Scheffeの多重比較検定を行った。

III 結 果

pH(H₂O)は菌根菌資材+くん炭区とくん炭区で5.3前後であり、他の試験区より0.2以上高かった(表1)。ECは菌根菌資材+くん炭とくん炭区で0.8mS以上であり、菌根菌資材区や無混合区よりも0.3mS以上高かった。可給態リン酸は、菌根菌資材+くん炭区、菌根菌資材区でそれぞれ56.6, 61.1mgであったが、くん炭区と無混合区ではそれらの5分の1以下であった。硝酸イオン濃度は各試験区で9~13ppmの値であった。

葉緑素計数値は、菌根菌資材+くん炭区、菌根菌資材区でそれぞれ17.6, 17.7で、くん炭区の16.1、無混合区の15.6よりも有意に高かった(図1)。苗高成長量では、菌根菌資材+くん炭区と菌根菌資材区は4cm以上であり、菌根菌資材区は無混合区よりも有意に大きく、くん炭区は無混合区よりも有意に小さかった(図2)。根元径でも、菌根菌資材+くん炭区と菌根菌資材区は1.6mm前後であり、菌根菌資材区は1.4mm程度であったくん炭区と無混合区よりも有意に大きかったが、くん炭区と無混合区の差は認められなかった(図3)。葉数は、菌根菌資材+くん炭区と菌根菌資材区で平均3.6枚以上であり、菌根菌資材区では無混合区とくん炭区よりも有意に多かった(図4)。根長では4試験区間で有意差が認められず、30~33cmの範囲であった。菌根菌資材+くん炭区と菌根菌資材区では、ほとんどの個体に濃紺色に染まったアーバスキュラー菌根菌の内生菌糸体、樹枝状体、嚢状体が確認されたが(図6)、くん炭区では共生が認められた個体はなく、無混合区でも1個体のみであった(図7)。

表1 試験区の土壌化学性

試験区\測定項目	pH(H ₂ O)	EC(mS)	可給態リン酸(P ₂ O ₅ 換算)	硝酸イオン濃度(ppm)
菌根菌資材+くん炭	5.29	0.81	56.6	13
菌根菌資材	5.09	0.47	61.1	10
くん炭	5.34	0.89	11.1	9
無混合	4.95	0.49	5.7	11

可給態リン酸は乾土100g当たりのmg

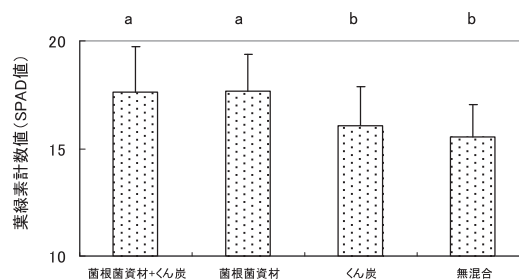


図1 ミズキ葉の葉緑素計数値(2ヶ月半後, 2008年9月下旬)

エラーバーは標準偏差を示す。

Scheffeの多重検定により、異なる符号には5%水準で有意差あり。

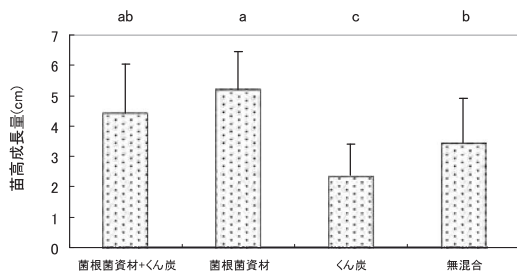


図2 ミズキ苗の苗高成長量 (9ヶ月後, 2009年4月中旬)

エラーバーは標準偏差を示す。

Scheffeの多重検定により, 異なる符号には5%水準で有意差あり。

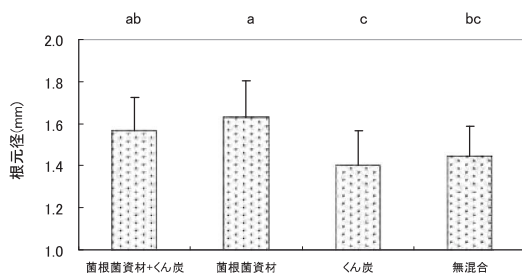


図3 ミズキ苗の根元径 (9ヶ月後, 2009年4月中旬)

エラーバーは標準偏差を示す。

Scheffeの多重検定により, 異なる符号には5%水準で有意差あり。

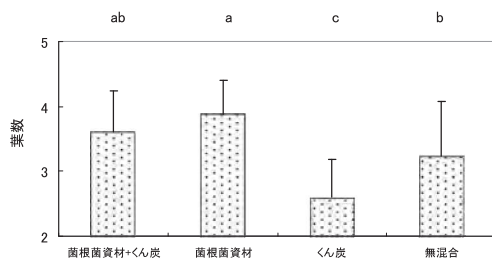


図4 ミズキ苗の葉数 (9ヶ月後, 2009年4月中旬)

エラーバーは標準偏差を示す。

Scheffeの多重検定により, 異なる符号には5%水準で有意差あり。



図5 ミズキ苗の生育状況 (9ヶ月後, 2009年4月中旬)

左上: 菌根菌資材+くん炭区 右上: 菌根菌資材区

左下: くん炭区 右下: 無混合区

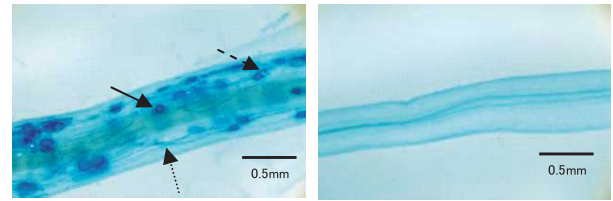


図6 トリパンブルーで染色したミズキ苗の根

左: アーバスキュラー菌根菌が共生した根

アーバスキュラー菌根菌の内生菌糸体 (.....▶), 樹枝状体 (- -▶), 嚢状体 (—▶) が染まる。

右: アーバスキュラー菌根菌が共生していない根

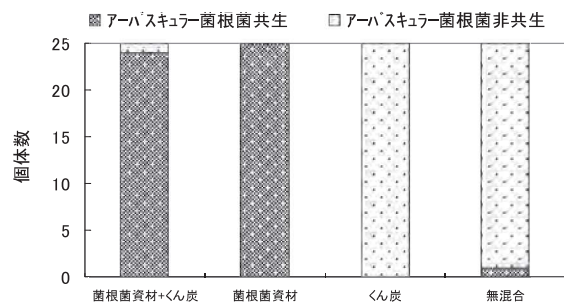


図7 アーバスキュラー菌根菌が共生したミズキ苗の個体数 (9ヶ月後, 2009年4月中旬)

IV 考 察

ミズキ科樹木にはアーバスキュラー菌根菌が共生することが知られているが¹⁾, 本研究ではそれらの胞子を含む菌根菌資材を施用し, その効果を検証した。

施用の9ヵ月後では, 菌根菌資材+くん炭区の1個体を除き, 菌根菌資材を含む2試験区ではミズキ苗の根にアーバスキュラー菌根菌が共生していた。ケヤキ苗でも, 同じ菌根菌資材の施用によりアーバスキュラー菌根菌の共生は確認されているが²⁾, ミズキでも比較的容易に菌根菌が形成されることが明らかになった。無混合区の1個体にアーバスキュラー菌根菌の共生が確認されたが, 本試験と同じ温室内で, ケヤキ苗でもこのような事例があり⁴⁾, 閉鎖されていない環境での育苗により, アーバスキュラー菌根菌が何らかの理由でセルトレイ内に混入したと推察された。

施用の9ヵ月後時点で, くん炭を含む2試験区, くん炭を含まない2試験区のそれぞれと比較すると, 苗高成長量, 根元径, 葉数のいずれにおいても, 菌根菌資材を混合した場合に成長促進効果が認められた。ミズキと同属のヤマボウシでも, アーバスキュラー菌根菌である

*Glomus*属6種と*Gigaspora*属1種を含む本試験と異なる菌根菌資材の施用により、苗高成長量と根系重量が増大したため(山本・袴田,未発表),ミズキ属の樹木は菌根菌資材によって生育の促進効果が期待できると言えた。

菌根菌資材を施用した場合の生育促進効果に関しては、3つの要因が考えられる。まず、菌根菌資材+くん炭区と菌根菌資材区との可給態リン酸量が高いことから、資材中に含まれる肥料分としての効果である。一方、アーバスキュラー菌根菌の共生によって土壤中養分の吸収が高まったことも考えられる。施用の9ヶ月後には内生菌糸体が存在し、明瞭な樹枝状体や嚢状体も形成されており、それ以前からもアーバスキュラー菌根菌がミズキ苗の根に何らかの作用をしていた可能性はある。植物と共生したアーバスキュラー菌根菌は主にリンの吸収を高めることが知られており、窒素やカリウムの吸収にも促進的な作用があることから¹⁵⁾、ミズキ苗においてもそのような可能性は高い。また、これら2つの理由による養分吸収が影響していると考えられるが、施用の約2ヶ月半後時点で、光合成能力の簡便な指標となる葉緑素計数値が¹²⁾高い値を示した。このため、光合成産物の増加がその後の苗高成長量、根元径、葉数の増大に結びついた可能性も高いであろう。

土壤中のリン酸量が上昇するとアーバスキュラー菌根菌の共生が低下する例も知られている¹⁴⁾。可給態リン酸量がより高くなった場合は明らかではないが、本研究では、菌根菌資材の施用で、ほとんどの個体にアーバスキュラー菌根菌が共生したため、ミズキは60mg/乾土100g前後のリン酸量では共生低下の影響が少ない樹種の可能性がある。

菌根菌資材を含む2試験区では、ミズキ苗の地上部の成長が良好になったが、根長では施用しなかった試験区との差が認められなかった。アーバスキュラー菌根菌と共生したケヤキの根長や、根粒が形成されたサクラバハノキの根長が短くなる傾向も認められており³⁴⁾、菌類との共生は樹木の根系の伸長には促進的に作用しないことが示唆された。

ミズキと同属であるハナミズキでは、ヒノキ炭の施用で成長促進効果が認められる⁷⁾。また、菌根菌資材と粉炭を混合して施用すると、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¹³⁾。これらは、炭の施用が菌根菌などの植物と共生関係を築く微生物を増加させ、それらが養分吸収を高めることによると考えられる⁸⁾¹⁷⁾。しかし、各種の広葉樹にスギ炭を施用すると、成長促進に対して抑制的に作用することもあり²⁾、樹種、炭の種類、菌根菌の組合せによって、成長に対する効果があ

る場合と無い場合がある⁷⁾。ミズキに対してくん炭のみを施用した区では、苗高成長量、根元径、葉数のいずれについても促進的な効果は認められなかった。また、菌根菌資材と合わせて施用しても、菌根菌資材のみを施用した場合よりも成長が増大することはなかった。炭には有機物はほとんど含まれないため、肥料的な効果は少ないとされており、多量に施用すると樹木の成長を抑制する場合も多い¹⁹⁾。本試験では、くん炭を含む2試験区ではpHが高く、ECが増大することなどの変化があり、これは溶出した無機成分¹⁶⁾、例えばカリウム、カルシウム、マグネシウム、ナトリウムなど¹⁸⁾の影響が大きいと推察されるが、これがミズキ苗の成長に影響しているとも考えられなかった。しかし、ミズキ苗でも各種の炭と菌根菌資材の組合せ、およびそれらの量によっては結果が異なる可能性もあるため、さらなる検討は必要である。

以上のように、ミズキ苗の成長はくん炭では促進されず、菌根菌資材で増大した。菌根菌資材の施用では、肥料的な効果とアーバスキュラー菌根菌の共生による効果、及びそれらによる光合成能力の増大が考えられるため、今後は成長に対するそれらの寄与率を解明することが課題である。

V 摘 要

ミズキ実生苗に市販の菌根菌資材や粉殻くん炭を混合し、アーバスキュラー菌根菌の共生状況と成長に及ぼす影響を調査した。

菌根菌資材+くん炭区と菌根菌資材区では、葉緑素計数値がくん炭区と無混合区よりも有意に高かった。菌根菌資材区の苗高成長量、根元径、葉数はいずれも無混合(対照)区よりも増大した。菌根菌資材+くん炭区と菌根菌資材区では、ほとんどの個体でアーバスキュラー菌根菌の共生が確認できたが、無混合区では1個体のみの共生、くん炭区では共生が確認できた個体はなかった。

菌根菌資材を施用した場合、資材に含まれるリン成分やアーバスキュラー菌根菌との共生による土壤養分の吸収、及び光合成能力の増大がミズキ苗の成長促進に影響していると推察された。くん炭を施用した場合、溶出する無機成分によりECの増大やpHの上昇が生じると考えられたが、それがミズキ苗の成長には促進的に作用しなかった。

引用文献

- 1) 土壤環境分析法編集委員会 (1997) : 土壤化学. 土壤環境分析法, 博友社. 東京, 195~385.
- 2) 袴田哲司・山本茂弘 (2008) : VA 菌根菌資材とスギ炭を施用した広葉樹苗の成長. 静岡農林技研報 1, 79~85.
- 3) 袴田哲司・山本茂弘 (2009) : ハンノキ属樹種稚苗の根粒形成と生育状況. 静岡農林技研報 2, 75~80.
- 4) 袴田哲司・山本茂弘 (2009) : ケヤキ林土壌を施用したケヤキ苗の生育状況と VA 菌根菌の共生. 中森研 57, 67~68.
- 5) 橋詰隼人ほか (2008) : 図説実用樹木学. 214pp, 朝倉書店. 東京.
- 6) 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.
- 7) 伊藤孝美 (2003) : 木炭混和土壌と緑化樹種稚苗の生育促進. 大阪食とみどり技セ研報 39, 43~44.
- 8) Mori, S. and Marjenah (1994) : Effect of charcoaled rice husks on the growth of *Dipterocarpaceae* seedlings in East Kalimantan with special reference to ectomycorrhiza formation. J. Jpn. For. Soc. 76, 462~464.
- 9) 西田貴明 (2007) : アーバスキュラー菌根菌が地上部の植食性昆虫に及ぼす影響—植物と昆虫の相互作用研究における地下部からの視点— 日本生態学会誌 57, 412~420.
- 10) 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.
- 11) 小川 眞 (1987) 共生する菌と植物. 作物と土をつなぐ共生微生物 菌根の生態学, 農文協, 東京, 75~122.
- 12) 及川夕子・蒔田明史・黒坂 登 (2004) : 簡便な樹勢モニタリング手法の開発. 115回日林学講, 419.
- 13) 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.
- 14) Smith, S.E. and Read, D.J. (2008) Arbuscular mycorrhizas. Mycorrhizal symbiosis. 3rd edition. Academic Press. 11~187.
- 15) 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.
- 16) 立本英機 (2001) : 炭とは何か. おもしろい炭の話, 日刊工業新聞社, 東京, 35~66.
- 17) 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. 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.
- 18) 柳田友隆・江耀宗・松本聡 (1995) : 籾殻の理化学性に及ぼす炭化処理の影響. 土肥誌 66, 270~272.
- 19) 谷田貝光克・山家義人・雲林院源治 (1998) 木炭の新しい用途. 簡易炭化法と炭化生産物の新しい利用. (財) 林業科学技術振興所, 東京, 20~42.