

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 田原 恒

本論文は、熱帯の低湿地域に分布する強酸性の問題土壌である酸性硫酸塩土壌での造林候補樹種を選抜するとともに、強酸性土壌で問題となるアルミニウム (Al) の過剰に対して耐性を有しており、選抜された造林候補樹種の 1 つでもある *Melaleuca cajuputi* Powell の Al 耐性機構を、他のフトモモ科樹木との比較により明らかにしたものである。

本論文は、次の 6 章からなる。

第 1 章は、研究の背景となる Al による植物の障害や Al 耐性機構、酸性硫酸塩土壌での造林に関する既存の研究を総括し、本研究の位置づけを行っている。

第 2 章では、タイ国ナラティワート県の酸性硫酸塩土壌地域に設けた試験地での造林試験の結果から、フトモモ科を中心とした 11 種の造林候補樹種を選抜に成功したことを述べている。また、土壌溶液には 2–3 mM の Al が含まれていたことから、高濃度の Al に対する耐性が選抜された樹種に備わっていることを示唆している。

第 3 章では、フトモモ科の *Melaleuca* 属と *Eucalyptus* 属 9 樹種について Al 耐性を評価し、耐性種と感受性種を選抜したことを述べている。さらに Al 存在下での根端へのカロースの蓄積増加量と根の伸長量との間に樹種を越えて負の相関があることを見出し、カロースが種間の Al 耐性比較の指標として利用できることを示唆している。このうち *M. cajuputi*、*E. camaldulensis*、*M. bracteata* について培養液中の Al (0.1–5 mM) で用量反応試験を行ない、*M. cajuputi* は、2.5 mM までは根の伸長が阻害されず、実験植物や作物の持つ Al 耐性とは異なる非常に高い耐性を持つことを明らかにしている。同時に、*M. bracteata* は、この非常に高いレベルの Al 耐性を持たないことを明らかにし、*M. cajuputi* の Al 耐性機構を解明するための比較樹種を得ている。

第 4 章と第 5 章では、*M. cajuputi* の Al 耐性機構の解明を試みている。第 4 章では、まず Al 結合性物質の分泌による根端からの Al 排除機構について検討を加えている。*M. cajuputi* の根からのシュウ酸、クエン酸、リンゴ酸、リン酸、フェノール物質の放出量は感受性種の *M.*

bracteata よりも少なかった。また、*M. cajuputi* の根からの放出物の Al 結合能力は *M. bracteata* に比べて小さかった。これらの結果から、*M. cajuputi* の非常に高いレベルの Al 耐性機構は、他植物の Al 耐性機構として知られている、根からの Al 結合性物質の分泌による Al の排除機構とは異なることを明らかにした。

第 5 章では、根端に侵入した Al に耐える機構、すなわち根端内耐性機構について検討を加えている。Ca 溶液中の 1 mM Al による 3 時間の処理で、感受性種の *M. bracteata* の根の伸長阻害が起こったが、この条件で *M. cajuputi* の根の伸長阻害は起こらなかった。この時 *M. bracteata* と *M. cajuputi* の根端の Al 濃度に差がなかったことから、*M. cajuputi* の Al 耐性は Al 排除機構によるものではなく、根端内 Al 耐性機構によるものであることを明らかにした。さらに、*M. cajuputi* と *M. bracteata* の Al 結合性物質（シュウ酸、クエン酸、リンゴ酸、フェノール物質）の含量からは *M. cajuputi* の根端内 Al 耐性機構を説明できなかったことから、これらの Al 結合性物質による Al の無害化は、*M. cajuputi* の主要な根端内 Al 耐性機構であるとは言えないとしている。*M. bracteata* では Al により根端で脂質過酸化が起こったが、*M. cajuputi* では起こらなかったことから、活性酸素消去の能力が根端内 Al 耐性機構と関連があることを示唆している。

第 6 章では、以上に得られた結果を取りまとめ、*M. cajuputi* の Al 耐性機構について総括し、その利用可能性についても考察を加えている。

本研究は、実験植物や作物では得られない非常に高いレベルの Al 耐性を持つ樹木種とその近縁の感受性の樹木種を用い、その Al 耐性が、低いレベルの Al 耐性を持つ植物で従来から知られている、根からの Al 結合性物質の分泌による Al 排除機構ではなく、根端内 Al 耐性機構によって付与されること明らかにしており、学術上重要な知見を与えるものである。また、酸性硫酸塩土壌という、高濃度の Al が生物生産を阻害し、荒廃地となっている問題土壌の造林への応用可能性を実証的に示しており、熱帯低湿地域の環境修復の技術開発の基礎となる先駆的な研究である。

よって、審査委委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文としてふさわしいものであると判断した。