

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 田中 一生

降雨の顕著な季節性によって水位が大きく変動する氾濫原や地下水位が高く維持されている湿地などの立地に生育する陸上植物にとって、植物体全体が水没する沈水ストレスへの適応は個体群維持に必須である。そのような立地にも森林が成立しているが、木本植物の沈水環境への適応機構についてはほとんど明らかになっていない。雨期と乾期が明瞭で地下水位の変動が大きいタイ南部の荒廃した泥炭湿地では、フトモモ科の木本植物 *Melaleuca cajuputi* が優占している。そこでは発芽後間もない実生が雨期の水位の上昇によって沈水環境におかれることから高い沈水耐性が推定されるが、どのように沈水環境に適応しているのか明らかにされていない。高い沈水耐性を有する木本植物の沈水環境への応答特性を明らかにすることは、荒廃した泥炭湿地での森林再生技術開発の基盤として重要である。本研究は、*M. cajuputi* 実生の沈水環境での成長反応を明らかにすることを目的としたものである。

第1章では、これまでに報告されている陸上植物や両生植物、沈水植物の沈水環境への適応機構に関する知見をレビューするとともに、*M. cajuputi* の生態的特性や現地での更新特性に関する知見を整理し、泥炭湿地での *M. cajuputi* の個体群維持において、更新初期の実生の沈水環境への適応の重要性を述べている。そして、本研究で明らかにすべき点として、沈水環境での長期間の生存は貯蔵養分ではなく光合成生産によっていること、沈水環境で同化器官での光合成や非同化器官での好気呼吸を維持するための形態学および解剖学的な形質の変化が起きること、を挙げている。

第2章では、光照射の有無による沈水環境での生存率や重量成長の違いを比較し、*M. cajuputi* 実生が沈水環境での長期間の生存のためには、水中で光合成を行うことが必須であることを明らかにしている。次いで、水位の低下による沈水環境からの解除に伴う酸化ストレスの影響を調べ、沈水期間が長いほど解除後の成長回復が遅れるが、実生の枯死原因とならないことを明らかにしている。

第3章では、沈水環境で展開した葉（水中葉）や伸長した茎（水中茎）と、大気中で展開した葉（気中葉）や伸長した茎（気中茎）の形態学的、解剖学的な形質を比較している。気中葉に比べて水中葉は、幅が狭く、気孔密度が著しく低いという水中でのガス交換に適応した異形葉性を示すことを明らかにしている。また、解剖学的形質として、水中葉ならびに水中茎には通気組織が発達することを明らかにしている。沈水した木本植物の地上部の器官に通気組織が発達することを明らかにしたのは、本研究が初めてである。また水中

葉では葉肉細胞の葉緑体の中には細胞間隙側に分布しているものが観察されたことから、二酸化炭素が水に接した葉の表皮からだけではなく植物体内からも供給されている可能性を示し、沈水環境におかれた *M. cajuputi* 実生は、両生植物と同様な通気組織を介した植物体内でのガス交換を可能とする解剖学的形質を有していることを示唆している。

第4章では、水中の二酸化炭素濃度を高めることによって、水中葉が展開する前でも *M. cajuputi* 実生の成長が促進されることを明らかにし、沈水環境での *M. cajuputi* の光合成を規定する要因が水中での拡散速度の低さによる二酸化炭素の取り込み制限であることを示唆した。また、水耐性が低く沈水環境におかれても植物体内に通気組織が発達しない *Eucalyptus camaldulensis* では、水中の二酸化炭素濃度を高めても成長が促進されないことを示し、通気組織の発達による植物体内でのガス交換が水中での成長に必須であることを示唆している。

第5章では、第2~4章で明らかになった *M. cajuputi* 実生の沈水環境に対する成長反応を総括し、多くの陸上植物が示す成長反応とは異なり、両生植物が示す成長反応に類似していることを示している。また、自生するタイ南部の泥炭湿地での個体群維持や優占種となることにどのように寄与しているか考察している。さらに荒廃した熱帯泥炭湿地における省力的な森林再生技術として、実生の高い沈水耐性を活かした *M. cajuputi* の直播き造林を提案している。

以上のように本論文は、高い沈水耐性を持つ木本植物の沈水環境における成長反応や、それに対応した形態学的、解剖学的な形質の変化を初めて明らかにした研究成果である。樹木生態生理学の分野の発展に寄与するとともに、熱帯泥炭湿地の森林再生技術開発においても重要な知見を与えるものであり、学術面、応用面において寄与するところが大きい。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。