

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 古川原 聡

本論文は、湛水による成長応答の異なる熱帯フトモモ科樹木の *Melaleuca cajuputi* Powell と *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. を材料として、低酸素ストレスに対する光合成と光合成産物輸送および単糖生成の反応を比較することにより、低酸素ストレスによる障害の発生機構とそれへの耐性を光合成産物の供給過程との関係において明らかにしたものである。

本論文は、次の5章からなる。

1章では、植物の低酸素ストレス耐性の機構について、光合成産物の供給と分解の観点からこれまでの知見を総括し、本研究の位置づけを行っている。

2章では、実験系を確立し、低酸素ストレスが光合成と根のエネルギー状態に与える影響を2種間で比較している。*M. cajuputi* の根のエネルギー充足率は、24時間の低酸素処理によって影響を受けなかったが、*E. camaldulensis* の根ではエネルギー充足率が低下した。また低酸素処理により、*M. cajuputi* の光合成は阻害されなかったが、*E. camaldulensis* では気孔閉鎖により光合成速度が低下することを明らかにした。

3章では、¹³Cで標識した光合成産物の動態の測定と、葉と根の糖分析により、低酸素ストレスによる光合成産物の輸送阻害の現象を見出している。*M. cajuputi* では根への光合成産物輸送が低酸素処理によって阻害されず、また根に輸送された光合成産物の配分が構造的な多糖類画分で減少し可溶性糖画分で増加した。これらの結果から、*M. cajuputi* ではエネルギー代謝への光合成産物の供給が増加し、低酸素ストレスに適応している可能性を示唆している。これに対し *E. camaldulensis* では、低酸素処理により光合成が低下する以前に根への光合成産物輸送が阻害され光合成産物が葉に残留したことから、根への光合成産物の供給量は光合成ではなく光合成産物の輸送により制限を受けていることを明らかにした。またこの時 *E. camaldulensis* の根にはスクロースが蓄積していたことから、スクロース分解の阻害が光合成産物輸送の低下の原因であることを示唆している。

4章では、スクロース分解による単糖生成の過程が低酸素ストレス下でのエネルギー代謝を制

限する可能性を検証している。*M. cajuputi*では、スクロース分解酵素群の活性が低酸素処理によって低下せず単糖の生成が維持されていた。また解糖系の酵素群の活性も低下せず、ATP 依存性ホスホフルクトキナーゼとピルビン酸キナーゼの活性が誘導された。*E. camaldulensis*では、低酸素処理によって細胞壁インベルターゼと細胞質スクロースシンターゼの活性は変わらなかったものの、液胞インベルターゼの活性が低下したことから、低酸素ストレスによる液胞インベルターゼ活性の阻害により単糖の生成が低下することを示唆している。*E. camaldulensis*では解糖系の酵素群の活性は低酸素処理の影響を受けなかった。これらの結果から、低酸素ストレス下の根のエネルギー代謝は、解糖系ではなくスクロース分解による単糖生成によって制限されていると仮説を提示し、糖添加実験によりその検証を行っている。*E. camaldulensis*の低酸素処理をした根にグルコースを添加したところエネルギー状態が回復したが、スクロースを添加しても回復しなかったことから、スクロース分解の阻害による単糖生成の低下が低酸素ストレス下の *E. camaldulensis* の根のエネルギー状態を悪化させる原因であることを証明した。*M. cajuputi*では、糖を添加しなくても低酸素処理をした根のエネルギー状態が良好だったことから、単糖生成の低下によるエネルギー代謝の抑制は起きていないことを示した。

5章では、2~4章で明らかとなったことを踏まえ、根のエネルギー代謝への光合成産物供給について、低酸素ストレスがその各過程に与える影響とその相互関係を考察し、低酸素ストレス耐性に果たす役割について論じている。

本研究により、根圏の低酸素ストレスによる根の液胞インベルターゼ活性の阻害により、根でのスクロース分解の低下、スクロースの蓄積、根への光合成産物輸送の阻害、光合成の低下が引き起こされることが明らかになった。*M. cajuputi*は、根圏の低酸素ストレス下でもスクロース分解活性が維持されることにより、低酸素ストレスに対する高い耐性を持つことが解明された。これらの成果は、根の低酸素ストレスが個体の成長生理に及ぼす影響を統一的に説明したものであり、学術上重要な知見を与えるものである。また、湛水により苗木の活着や初期成長が阻害されるような場所、特に荒廃した熱帯湿地の環境造林技術の開発のため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。