

(様式第 1 4 号)

学 位 論 文 要 約

氏名:沖田 総一郎

題目: 塩性湿地に生育する湿塩生樹木の耐冠水性と耐塩性に関する生理学的研究
[Physiological studies on flooding and salinity tolerance of hydro-halophytes distributing salt marsh].....

近年の全球的気候変動にともなう災害の大型化や海面上昇の脅威により、減災・防災能力の高い沿岸植生の保全・再生が急務とされる。沿岸林構成種は海塩に対する高い耐塩性と浸水に対する耐酸欠性を有する特異な植物群であり、これらの樹木のストレス生理の知見の蓄積は、生態系サービスを最大限享受するための適地適木の観点からも重要である。本研究では、沿岸低地域から汽水域にかけて成立する森林の構成樹種において、酸欠と塩の単独あるいは複合的なストレスがおよぼす影響の解明と複合ストレス耐性機構の一端を明らかにすることを目的として行った。耐塩性機構の違いが、酸欠と塩の複合ストレスに対する応答の違いにも表れることが予想されることから、実験および調査には、具体例として中生樹木から構成されるマツ林と、塩生樹木から構成されるマングローブ林を取り上げ、中生樹木と塩生樹木の違いについても考察した。

第 2 章では、非塩生樹木でありながら高い耐塩性から国内の主要な海岸林植栽種であるクロマツと、高い耐酸欠性から海岸林後背地への植栽が検討されている北米原産のヌマスギを対象に、模擬海水への水没と土壌冠水による複合ストレス処理を行い、津波や高潮とその後の過湿条件が生存と回復へおよぼす影響を検討した。その結果、クロマツは模擬海水への水没による生存率への影響は認められず、高い耐塩性を示した。一方、水没処理後に土壌冠水条件におかれると模擬海水への水没時間に関わらず枯死がみられ、おおむね既報に沿うものであった。ヌマスギは、淡水での水没や土壌冠水、6 時間の模擬海水への水没だけでは枯死が認められなかったが、6 時間以上の模擬海水への水没に土壌冠水も組み合わせると枯死が認められた。以上のことから、クロマツとヌマスギは複合的なストレスを受けた場合に単独ストレスの場合とは異なる応答を示すことが明らかになった。海岸林後背地でのヌマスギ植栽による防災能力向上が示唆されたが、耐塩性の点で課題があり、クロマツなどの耐塩性の高い樹種とのゾーニングの必要があると考えられた。

第 3 章以降では酸欠と塩の複合ストレスが湿塩性植物であるマングローブ樹種の代謝に及ぼす影響について検討した。第 3 章では国内に自生するマングローブ 5 樹種を対象として、耐塩性機構の 1 つである浸透調整物質蓄積に及ぼす季節変動と、それにともなう代謝変化の影響について調査した。Na を含む葉内陽イオン含有量は、マングローブ 5 樹種の間では異なったが、それぞれの種において明らかな季節変動は認められなかった。一方で、可溶性糖および糖アルコール含有量は季節変動が大きかった。これらのことから、陽イオンの蓄積は代謝の影響を受けにくい、可溶性糖・糖アルコールは、冬季の代謝活性の低下やフェノロジーによる影響を受けると考えられた。

第 4 章では、酸欠と塩の複合ストレスがマングローブ樹種のメヒルギとヒルギダマシの生存と生理に及ぼす影響を検討した。両樹種とも、塩処理では光合成速度の低下など

既報に沿う結果が認められたが、その影響は限定的で、高い酸欠耐性が示された。複合ストレス処理では、ヒルギダマシの光合成速度の回復傾向に塩処理と異なる影響が認められたものの、おおむね同様の影響が認められた。両樹種ともに葉と根の可溶性糖含有量においては、複合ストレスの影響が認められ、酸欠ストレスにともなう代謝の経路や活性の変化が示唆された。

マングローブ樹種の酸欠耐性機構には、通気組織や呼吸根といった組織発達が重要な役割を担っていると考えられている。そこで、第5章と第6章では、通気組織や呼吸根が代謝、特に嫌気呼吸におよぼす影響を明らかにするために実験を行った。

第5章では、通気組織が未発達なマングローブ樹種の苗木は、水没処理による酸欠ストレス時に、嫌気呼吸の増加によってエネルギー不足を解消または緩和しているのかどうかについて検証する実験を行った。模擬海水に頂芽まで冠水させたときのメヒルギとオヒルギの当年生苗木における、葉、幹、根のアセトアルデヒドおよびエタノール含有量に及ぼす影響について実験を行った。GLM解析から、葉、幹、根のアセトアルデヒドおよびエタノール含有量が、日中の水温上昇やPPFDの増加の影響を受けることが示された。また、処理後6日後までは日中の溶存酸素量が高く維持されており、光合成や通気組織などを通じた酸素濃度維持機構の寄与も示唆された。

第6章では、ヒルギダマシの酸欠耐性機構である呼吸根の切除が葉と根のアセトアルデヒドおよびエタノールの含有量に及ぼす影響について実験を行った。呼吸根の切除処理の前後で葉と根のアセトアルデヒドおよびエタノール含有量に違いは認められなかった。また、葉と根のアセトアルデヒドおよびエタノール含有量は、切除区と切除しなかった対照区間でも違いは認められなかった。葉と根のアセトアルデヒドおよびエタノール含有量を目的変数としたGLM解析でも、処理は説明変数として残らなかったことから、樹体内外のガス交換を担っているとされている呼吸根であるが、呼吸根の切除が嫌気呼吸へ及ぼす影響は極めて限定的であると考えられた。

複合ストレスの影響は、クロマツとヌマスギでは生存や成長に認められ、それぞれの樹種が持つ耐性によって応答が異なった。マングローブ樹種では生存や成長に複合ストレスの影響はほとんど認められなかったものの、可溶性糖含有量など生理活動において認められた。酸欠と塩の複合ストレス下ではマングローブ樹種は、アセトアルデヒドやエタノールなどの細胞毒性を持つ化合物に対する耐性の高さや、光合成や酸素濃度維持機構の発達もマングローブの酸欠耐性機構の一つであると考えられた。このようなマングローブ樹種に特徴的な塩と酸欠に対する耐性機構は、酸欠と塩の複合ストレス下におけるエネルギー問題解決の一端を担っていると考えられた。酸欠と塩の複合ストレスへの応答と耐性機構の発達について明らかにするためには、本研究中で示唆された水中での光合成や、酸欠時の耐塩性機構の経時的、強度的変動などの可能性とその詳細をさらに追求していく必要がある。

※なお、一部図表等を割愛しています。