

(様式第 1 4 号)

## 学 位 論 文 要 約

氏名: 森 明寛

題目: 汽水湖における塩分環境の人為的变化に伴う水生植物への影響とその保全・再生  
(Effects on aquatic plants due to anthropogenic changes in saline environment in  
brackish lakes, and their conservation and restoration)

---

湖沼生態系において、水生植物は主要な一次生産者であるだけでなく、魚類や底生生物に産卵場所、生息場所、そして避難場所を提供するなど、重要な生態系機能を担っている。そのため生態系・生物多様性の観点から水生植物の保全は重要である。特に汽水湖は淡水域から海域への移行帯に位置するため、その環境は塩分に左右されやすく、塩分は水生植物にとって重要な生育環境要因となる。本研究では、日本の汽水湖において、近年、水生植物の多様性の減少が著しい湖沼が集中している山陰地方の汽水湖(湖山池、東郷池)の事例研究を通じて、汽水湖における水生植物の保全・再生手法の構築を目指した。

第1章では、日本の汽水湖における水生植物の現状をとりまとめ、これらの置かれている課題を抽出した。国内56カ所の汽水湖における水生植物の生育状況から、汽水湖の生態系は一様ではなく、淡水種の生育に適した湖沼から海産種の生育に適した湖沼まで幅広い生育環境が存在していることが示された。また、湖沼の水生植物が抱える課題として、人間活動による水生植物の生育環境の喪失、文化や伝統知の喪失、外来種の侵入、化学物質汚染に加えて、汽水湖では「生育環境のグラデーション」の喪失など、生物多様性の損失に関わるいくつかの要因が挙げられた(表1)。事例研究を行った湖山池・東郷池では、湖口と日本海とを繋ぐ流出河川において行われた人為改変によって、湖内環境の変化が生じていた。

第2章では、山陰地方の汽水湖である湖山池において塩分が汽水湖の生態系に及ぼす影響に注目し、湖口での塩分フラックスの定量的な評価を試みた。海水遡上は日本海と湖山池の間を流れる湖山川に設置された水門によって制御されている。湖山池では過剰な海水遡上によって淡水性の水生植物が消滅した可能性が高いと指摘されている。2021年8月8日から10月21日にかけて、層別の流速および塩分濃度を10分毎に観測した。その結果、湖山池湖口での塩分フラックスは $0.09 \sim 5.82 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ と試算された。このうち、塩分フラックスが大きかったのは、湖内と水門下流の水位差および水門の開度が大きく、さらに水門下流の塩分濃度が高い場合であった。逆に塩分フラックスが小さい場合には、水位差に特徴は見られなかったが、水門開度が小さく、水門下流の塩分濃度が低く、逆流時間が短い傾向があった(図1)。

第3章では、山陰地方の汽水湖である東郷池において、水生植物の生育環境として重要な塩分と光環境に注目し、淡水性水生植物のセキショウモ *Vallisneria asiatica* Miki の生育ポテンシャルを検討した。東郷池では現在でも水生植物の生育が確認されているものの、近年、その多様性が減少していることが指摘されている。塩分については、セキショウモの生育場所について2016年4月から1年間観測した結果から、これまで報告されている塩分の上限値を超え、一時的に6.98 PSUになる環境下でも生育できることが明らかとなった。また、2016年の平均透明度から、水深1.5 m まで生育できることが推定された。これらの条件を基に湖内の塩分分布図および湖底地形図からそれぞれ生育適地を抽出し、両条件を満たす北東部および西岸の入江が生育ポテンシャルの高いエリアとして広範囲に選定された（図2）。これらは年間を通じて塩分が高くならず、かつ、水深が浅い状態が保たれる場所として、本種の保全に向けて重要なエリアであると考えられた。

第4章では、世界規模で生じている気候変動がもたらす海面上昇と将来予測から汽水湖の水生植物に対する影響を考察し、第2・3章の事例研究により導かれた結果などから、その適応策としても有効な保全・再生手法を検討した。日本沿岸の海面水位は近年上昇傾向である。さらに今後の気候変動による海面上昇に伴って、汽水湖では湖口での塩分フラックスの増大を引き起こし、湖内の塩分濃度は大きく上昇し、多くの汽水湖で淡水性の水生植物が衰退する方向へ進む可能性が示唆された。汽水湖の塩分環境などの重要な環境因子は、時間的・空間的に著しく変化する。そのため、汽水湖の水生植物の保全・再生を進めるうえで、本論文で示した塩分・光環境に基づいた生育環境の時間的・空間的な評価手法は有効であり、さらに塩分フラックスの特徴に基づいた適応策を講じることが重要であることを示した。また、汽水湖の塩分環境が作り出す「生育環境のグラデーション」を維持することで、湖内に複数の生育環境が生み出され、さらにその生育環境に適応した種が定着することで、汽水湖における水生植物の多様性が保たれると考えられた。

表 1 湖沼の水生植物に対する生物多様性の四つの危機

四つの危機	湖沼の水生植物への影響
【第1の危機】 開発など人間活動による 危機	・人工護岸・堤防の整備によるエコトーンの喪失 ・沿岸域の埋立てによる浅場の消失、改変 ・地形改変や水門管理の変更に伴う塩分濃度の変化
【第2の危機】 自然に対する働きかけの 縮小による危機	・「モクトリ」の衰退による資源循環の低下、輸送による植物残差（種子・植物片）の湖内分散量の減少、文化や伝統知の喪失
【第3の危機】 人間により持ち込まれた ものによる危機	・国内・国外外来種の侵入による在来種への影響 ・在来種と外来種との交雑 ・除草剤の使用による水生植物の衰退 ・湖沼の富栄養化による生育環境の悪化
【第4の危機】 地球環境の変化による 危機	・潮位上昇による汽水湖内の塩分増加がもたらす生育環境の単純化（生育環境のグラデーションの喪失）

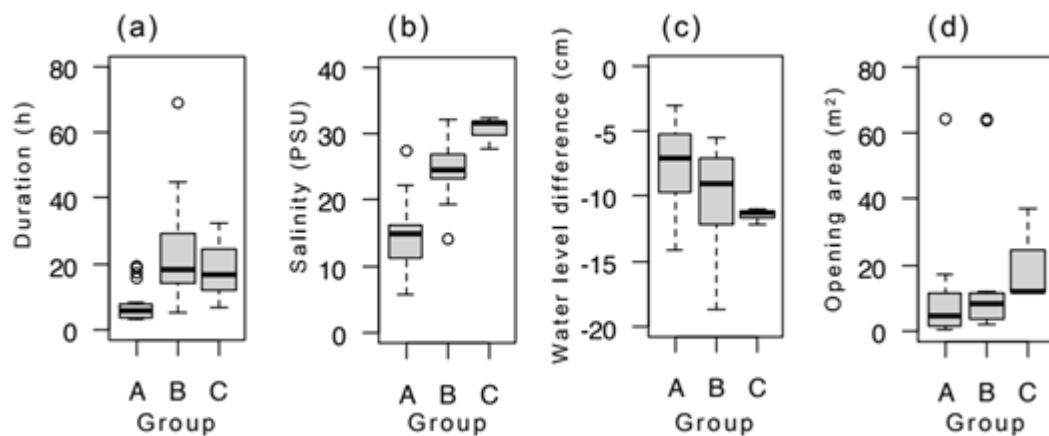


図1 塩分フラックスの各グループにおける逆流時の諸条件

グループA:  $0.09 \sim 1.17 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ 、グループB:  $1.38 \sim 2.97 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ 、グループC:  $4.27 \sim 5.82 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ 、(a) 逆流の持続時間、(b) 水門下流の塩分濃度、(c) 湖山池（青島地点）と水門下流の水位差、(d) 水門の開口面積。



図2 東郷池の塩分環境と光環境から推定したセキシウモの生育適地

東郷池におけるセキシウモの生育適地を塩分環境の適地と光環境の適地から抽出した。白色エリアはセキシウモの生育適地を表し、灰色エリアはセキシウモの生育に適さないエリアを表す。

(注：要約で公表することを承認された場合は、次のとおり記載願います。)

「※なお、一部図表等を割愛しています。」