

学 位 論 文 要 旨

氏 名	片山 元気
題 目	外来水草の侵入生態 オオフサモの侵入と動物相および非生物環境の関係 (Invasion of macrophytes. Relationship between the invasion of <i>Myriophyllum aquaticum</i> , and epiphytic fauna and abiotic factor.)
<p>侵略的外来水草の侵入は、生物環境と非生物環境に大きな変革をもたらすため問題視されている。そのなかでもフサモ類 <i>Myriophyllum</i> spp. は様々な地域に侵入し、水草の多様性を減少させ、大きな問題となっている。しかし、フサモ類が動物類に与える影響について多くの研究が発表されているが、正の効果も負の効果も報告されていて、その影響は良くわかっていない。本研究では、沖縄県に侵入し定着しているオオフサモ <i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc. と動物相および非生物環境への影響を調べることを目的とした。(1)まず、大型節足動物を対象にして、オオフサモの群落と在来水草の群落とでその多様性を比較した。その結果、水草の種類によって季節的にその個体数は多寡が変動したが、その種数と多様度指数は季節に関わらずオオフサモ群落で高くなっていた。沖縄のオオフサモ群落では、現在のところ、大型節足動物には正の影響がありそうである。(2)つぎに、侵入水草との関係性がこれまであまり調べられていない、動物プランクトン類に対するその影響を調べた。先の大型節足動物と対照的に、オオフサモ群落では一貫して、その個体数と種数、多様度指数は低くなっており、動物プランクトンに対しては、負の影響があった。(3)続いて、群落内の捕食性大型節足動物と動物プランクトン多様性との関係を調べた。群落内の捕食者の数と動物プランクトンの多様性の間には、正の相関関係があることが多かった。このことから、水草群落内の捕食性大型節足動物は動物プランクトンの生息地選択に小さな影響しか与えないことが伺える。(4)最後に、溶存酸素濃度と水温、電気伝導度、pHを測定した。これら非生物環境は直接的に動物に影響し、かつ、栄養サイクルにも影響すると考えられる。オオフサモ群落内では、溶存酸素濃度は低く、水温は高く、pHは低くなっていることが示された。電気伝導度に関しては、水草間の違いが検出されなかった。以上の結果から、オオフサモの侵入は沖縄の在来生態系に関して、正の影響も負の影響も与えている事がわかった。大型節足動物と動物プランクトンとで侵入水草への反応が違うのを示せたことは、今後の研究の新たな方向性を示す。しかしこれらの調査は、観察的な調査であり、本調査の結果が純粋にオオフサモの作用であるのか、微小環境の違いなのか(オオフサモは毎月の繰り返しが無い)、操作野外実験を行って因果関係を明らかにすべきである。これらがオオフサモの直接的な影響なのか、また、本研究で示した、非生物環境の変化を通じた間接的な影響なのか、外来水草侵入が与える影響のメカニズムの解明が望まれる。</p>	

学 位 論 文 要 旨

氏 名

Motoki Katayama

題 目

Invasion of macrophytes. Relationship between the invasion of *Myriophyllum aquaticum*, and epiphytic fauna and abiotic factor.
(外来水草の侵入生態
オオフサモの侵入と動物相および非生物環境の関係)

The invasion of aquatic vascular plants (macrophytes) has caused many environmental changes in all around the world. Among them, species of the genus, *Myriophyllum*, has now world wide distribution through anthropogenetic transports, and is one of the most influential group. While many study have been conducted to disentangle their effects on native fauna, there exist conflicting results and needs more information about it. In this study, to explore the change in native fauna and abiotic environments brought by the invasion of macrophytes, I have conducted the field surveys in a natural pond on Okingajima Islnakd, where *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. has been settled. (1) In order to explore the response of macroinvertebrates their body length is larger than 1mm, I sampled them both in the exotic and native macrophyte beds with a hand net (1mm mesh size). Their abundance showed seasonal change and interacted with macrophyte species. However, species richness and Simpson-Yule index in *M. aquaticum* was the highest and the second respectively, irrespective seasonal change. (2) In order to explore the response of zooplanktons, I sampled them both in the exotic and native macrophyte beds with a plankton net (40 μ m mesh size). The lowest value of three response variables persisted in *M. aquaticum* irrespective of seasonal change. (3) In order to explore the effects of predatory macroinvertebrates inhabiting macrophyte beds on the habitat selection of zooplanktons, I assessed the relationship between the number of predatory macroinvertebrates and zooplanktons in each macrophyte bed using the same data set of previous analysis. As a result, zooplanktons often positively correlated with predatory macroinvertebrate abundance. (4) In order to explore the change in abiotic factors, I measured four environment variables: concentrations of dissolved oxygen, water temperature, conductivity, and pH. Concentrations of dissolved oxygen, water temperature, and pH in *M. aquaticum* were the lowest, the lowest, and the highest respectively among macrophyte species investigated. The invasion of *M. aquaticum* had both positive and negative effects on native fauna and environments. The distinct responses between macroinvertebrates and zooplanktons could imply the importance to treat them separately when assessing the impacts of macrophyte invasions. However, as this study is purely observational and small sample size in *M. aquaticum*, the impact of *M. aquaticum* cannot be separated from microhabitat differences. This results should be understood with care.

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	片山 元気
審査委員	主査 琉球 大学 教授 辻 瑞樹
	副査 琉球 大学 准教授 立田晴記
	副査 鹿児島 大学 准教授 坂巻祥孝
	副査 鹿児島 大学 教授 山根正氣
	副査 佐賀 大学 教授 野間口真太郎
審査協力者	
題 目	外来水草の侵入と生態 オオフサモの侵入と動物相および非生物環境の関係 (Invasion of macrophytes. Relationship between the invasion of <i>Myriophyllum aquaticum</i> , and epiphytic fauna and abiotic factor)
<p>侵略的外来水草の侵入は、生物環境と非生物環境に大きな変革をもたらすため問題視されている。そのなかでもフサモ類 <i>Myriophyllum</i> spp. は、厄介な外来種を複数種含むグループであり、様々な地域に侵入し、水草の多様性を減少させ、大きな問題となっている。しかし、それらが動物類に与える影響については、正の効果も負の効果も報告されていて、その影響は良くわかっていない。本研究では、沖縄県に侵入し定着しているオオフサモ <i>Myriophyllum aquaticum</i>(Vell.) Verdc. が、その群落内に生息する動物相および非生物環境へどのような影響を及ぼすか調査するため、次に挙げる研究項目を実施した。</p> <p>(1)まず、大型節足動物を対象にして、オオフサモの群落と在来水草の群落とでその多様性を比較した。その結果、水草の種類によっても、季節的にもその個体数の多寡は変動したが、その種数と多様度指数は季節に関わらずオオフサモ群落で高くなっていた。沖縄のオオフサモ群落では、現在のところ、大型節足動物の多様性には正の影響があることがわかった。</p> <p>(2)侵入水草との関係がこれまであまり調べられていない、動物プランクトン類に対するその影響を調べた。先の大型節足動物とは対照的に、オオフサモ群落では一貫して、その個体数と種数、多様度指数は低くなっており、動物プランクトンの多様性に関しては負の影響があることが</p>	

わかった。

(3) 群落内の捕食性大型節足動物と動物プランクトン多様性との関係を調べた。群落内に生息する捕食者の数と、動物プランクトンの個体数と種数、多様度指数それぞれとの間には、正の相関関係があることが多く、負の相関関係が見られたのは1例のみであった。このことから、水草群落内に生息する捕食性大型節足動物の捕食圧が、同じ群落内の動物プランクトンの多様性に負の影響を与えている可能性は低かった。それゆえ、動物プランクトン多様性が水草間で異なることに関しては、水草の何らかの生物学的特性が関与していると考えられる。

(4) 溶存酸素濃度と水温、電気伝導度、pHを測定した。これら非生物環境は直接的に動物に影響し、かつ、生態系内の栄養サイクルにも影響すると考えられる。オオフサモ群落内では、溶存酸素濃度は低く、水温は高く、pHは低くなっていることが示された。電気伝導度に関しては、水草間の違いが検出されなかった。

以上(1)から(4)までの調査の結果から、オオフサモの侵入は沖縄の在来生態系に関して、どの変数を対象とするかによって、正の影響も負の影響も与えている事がわかった。単純に動物相といても、大型節足動物と動物プランクトンとで侵入水草への反応が違うのを示せたことは、今後の研究の新たな方向性を示す。しかしここで得られた結論は状況証拠にとどまっており、各種至近要因については操作実験等から明らかにする必要がある。

最終試験結果の要旨	
学位申請者氏名	片山 元気
審査委員	主査 琉球 大学 教授 辻 瑞樹
	副査 琉球 大学 准教授 立田晴記
	副査 鹿児島 大学 准教授 坂巻祥孝
	副査 鹿児島 大学 教授 山根正氣
	副査 佐賀 大学 教授 野間口真太郎
審査協力者	
実施年月日	平成24年1月21日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <input checked="" type="radio"/> 口答・筆答	
<p>主査及び副査は、平成24年1月21日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士(農学)の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者
氏名

片山 元気

質問1：博士論文で収集したデータは侵入初期段階のオオフサモの生態に関する貴重な記録となるべきものだが，池の面積や各水草種の被度，サンプリングの時間帯など基本的情報の記載が不十分である，

回答1：訂正し情報を追加します．

質問2：節足動物相は機能群ごとに種数とアバンダンスの記述があるが，種リストが示されていない．

回答2：アペンディックスとして情報を追加します．

質問3：上記2つの質問は，実験ベースの通常の論文と情報データベース的な野外調査報告の役割の区別ができていないがゆえのものでないか．前者は要約しなければならないが，後者はアクセス可能な状態を保つため情報を縮約しない方が望ましい．

回答3：データが膨大なため博士論文では極力データ情報は要約しました．この点が御指摘の通りかもしれません．データベース的な価値があるということでもありますので，落とした情報を適宜追加します．

質問4：プランクトン食のトンボは実際に居たのか？

回答4：捕食は直接観察していません．ショウジョウトンボとイトトンボを文献情報からプランクトン食としました．

質問5：ショウジョウトンボの場合は成長ステージに依存し，体サイズが小さいときだけプランクトン食なのは．

回答5：文献情報からおそらくそうです．

質問6：カイアシ類（ケンミジンコ）は捕食性のプランクトンだが本文にでてこない．調べたか．どのカテゴリーに入れたのか．

回答7：調べました．動物性プランクトンに入れました．ただし種レベルの同定が困難なのでカイアシ類としまとめました．本調査地では全体に占める個体数はわずかでした．

質問：オオフサモやクロモがどの科に属するのか1度は記述するように．

回答7：訂正し情報を追加します．

質問8：研究計画では植物プランクトンのアバンダンスも調べる事になっていなかったか．

回答8：植物プランクトンの専門家と議論の結果，種構成を調べず全体のアバンダンスだけを調べても労力の割に得られる情報が少ないとの結論に至ったこと，種レベルの同定が自分の

現在の技術では困難なことから、見合わせました。

質問9：検定主義的な統計学を使わず、AICを用いたモデル選択だけを行っているがなぜか。

回答9：研究目的とデータの性質からからモデル選択の方が適当であると考えてそのようにしました。

質問10：最良モデルを選ぶ基準が恣意的でないか？

回答10：そうではありません。ΔAICに基づく既存の判断基準に従いました。

質問11：最新の統計学的方法に関してよく勉強しているが、どんなモデルが選択されても、データが荒ければいい結論は得られない、本研究の場合はオオフサモ群落の地点数の繰り返しが少ないか。

回答11：おっしゃるとおりです。それは自分自身十分認識しています。ただ、オオフサモは現在沖縄島では侵入最初期段階で、私が調査した限りこの池の下流水路を除き他の水系や他の池では見つかりません。

質問12：オオフサモの群落内の調査地点数も1点と少ないのでは。複数地点調べたイネ科群落内では調査地点間の分散も大きいことから繰り返しが必要に思える

回答12：今回調査した群落が小さいことから、サンプリングによる攪乱の影響を極力小さくするため、オオフサモ群落内では1地点としました。この問題も十分認識しており、今後オオフサモの分布が拡大してしまった時の研究課題としたいです。

質問13：夜間サンプリングをしていないが、夜間の環境は溶存酸素量を含め昼間とは大きく変わり得る。

回答13：興味深い今後の課題として受け止めます。