

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 29 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23710280

研究課題名（和文）

水生植物ヒシの「キーストーン種」としての役割—植物体表面の動物群集に注目して—

研究課題名（英文）

The role of floating-leaved macrophyte, *Trapa japonica* as key-stone species

研究代表者

加藤 義和 (KATO YOSHIKAZU)

京都大学・生態学研究センター・研究員

研究者番号：50588241

研究成果の概要（和文）：浮葉植物ヒシ *Trapa japonica* が水域生態系にもたらす影響を明らかにするため、植物体の空間構造および植物体表面に形成される無脊椎動物相に着目し、代表的な沈水植物クロモ *Hydrilla verticillata* との比較を行った。その結果、ヒシよりもクロモの方がより入り組んだ空間構造を取っていることが明らかになった。一方、採集を行った地点の環境要因にはほとんど差はなかったが、無脊椎動物の種多様性は、クロモ表面よりもヒシ表面の方が有意に高かった。以上の結果から、ヒシには多様な付着性無脊椎動物相を維持する「キーストーン種」としての役割があることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：To clarify the impacts of the floating-leaved macrophyte (*Trapa japonica*) against aquatic ecosystems, we compared spatial structures and epiphytic fauna between *T. japonica* and typical submerged macrophyte, *Hydrilla verticillata*. Spatial structures of *T. japonica* were less complex than those of *H. verticillata*. Despite environmental conditions of their habitats were not different between these macrophytes, species diversity of epiphytic animals was higher on *T. japonica*. The results suggest that *T. japonica* take a role as the key-stone species, maintaining diverse epiphytic fauna.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学

キーワード：ヒシ、フラクタル次元、生息場所構造、水生植物、群集生態学

## 1. 研究開始当初の背景

(1) ヒシ (*Trapa japonica*) はアジア原産の一年生の水草（浮葉植物）である。秋に熟した果実は水底に沈んで冬を越すが、春になると発芽して根を下ろし、茎が水面に向かって伸びる。茎からは節ごとに水中根を出し、水面で葉を叢生する。その後、開花、結実し、秋季には枯死する。

近年、国内外の湖沼や河川において、ヒシ

が過度に繁茂し、従来の生態系を大きく改変してしまう事例が増えてきている。例えば、ヒシの仲間が侵略的な外来種として定着している北米のハドソン川では、ヒシの一種 (*T. natans*) が繁茂することにより、在来の水生植物の減少や消滅、魚類の減少、水中の溶存酸素量の減少など、水域生態系に深刻な変化がもたらされている。一方、日本国内にはもともとヒシが自生している湖沼が多いが、こ

これらの水域でも近年になって、ヒシが繁茂して在来の水生植物相が失われる例が報告されている。

このように、ヒシの繁茂が生態系に及ぼす影響については否定的な文脈で語られることが多かった。しかし一部の研究では、ヒシの植物体表面は様々な無脊椎動物（ヤゴ、ユスリカ幼虫、小型甲殻類、巻貝、水生ミミズ類など）の生息場所として利用されていることが明らかにされている。そのためヒシは、在／不在によって無脊椎動物群集の構造を大きく変化させる「キーストーン種」であると考えられる。また、ヒシが繁茂すると、水中に届く光量、溶存酸素量などが変化することから、ヒシは、生態系内の物理的な構造を改変して他の生物の資源利用様式を変化させる「生態系エンジニア」としても、群集形成に大きな影響を及ぼしていると推測される。ヒシが本来の生態系で果たしていた「キーストーン種」「生態系エンジニア」としての役割について明確に知ることは、ヒシの繁茂が各地で問題化している現在、世界的にもきわめて重要な保全上の課題である。

(2) 申請者はこれまで、ヒシの繁茂が問題視されている三方湖（福井県若狭町）で調査を続けてきた。その成果として、ヒシの繁茂による水中の溶存酸素量の低下、ベントスやプランクトン群集の構造変化が起こることを明らかにしてきた。しかし、ヒシが本来の生態系で果たす機能が明らかにならない限り、繁茂したヒシを管理して生態系を保全するための手法や達成目標を策定することは難しい。「キーストーン種」および「生態系エンジニア」は生物群集の構造を左右する重要な概念であり、生態系の管理や保全、再生を実施するためにはその挙動を見極める必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、三方湖を調査地として、ヒシ植物体上の無脊椎動物群集の構造とその形成機構を明らかにし、「キーストーン種」「生態系エンジニア」としてヒシが担う機能の評価を目指した。

## 3. 研究の方法

(1) 従来の研究では、水生植物の表面に付着する動物相を定量的に採集するために、アクリルの筒や円筒型のネットをかぶせて動物をふるい落とす方法が採られてきた。しかしヒシの植物体は、水底から水面にかけて空間構造が大きく変化する（図1）。そのため、従来の方法ではヒシの空間構造を切り分けて採集することが難しい。また、クロモは沈水植物であり、水底付近に群落を作ることが多いため、従来の採集方法では水中作業が不

可欠であったが、スキューバ潜水には危険が伴う。そこで、水生植物の表面で生活する無脊椎動物を簡易かつ高精度に採集するために必要な装置の開発を行った。長い柄をつけたトランク型の採集装置を作成し、船上からでも安全に操作、採集ができるようにした。

(2) 平成23年の夏には、前年までと比較してヒシの繁茂量がきわめて少なかった。そこで、三方湖の沖帯に小規模に発達していたヒシの密生群落および、沿岸帯に見られたヒシおよびクロモの群落の3種類の群落を対象として、水生植物表面に付着していた無脊椎動物群集の採集および植物体の空間構造の解析を行った。各調査地点の環境要因として、水深、水温、溶存酸素濃度、電気伝導度、塩分濃度、pH、濁度等の鉛直測定を行った。野外で採集した水生植物は実験室に持ち帰り、撮影した写真に画像処理を施して、空間構造の複雑さを示す指標であるフラクタル次元を求めた。また、植物体の体積および表面積の測定、植物体に付着していた動物のソーティング、同定も行った。

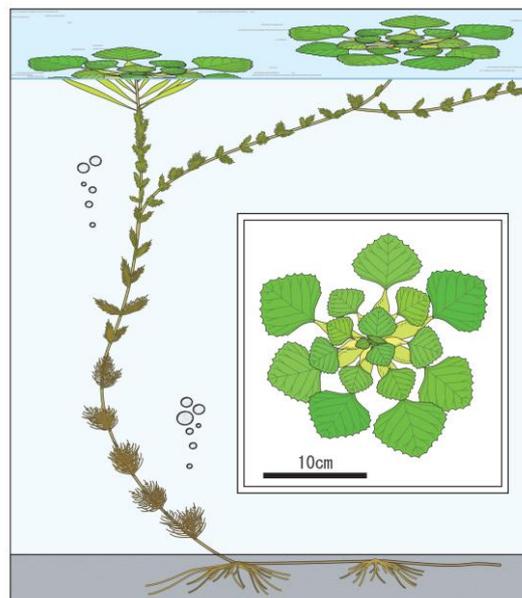


図1. ヒシの空間構造（水底～水面）を示す模式図。二重枠内は、水面の浮葉（ロゼット）を上から見た模式図を示す。

## 4. 研究成果

(1) 新たに開発した採集装置は、試用および改良を繰り返すことで、単位容積当たりの水生植物および付着動物を高い精度で採集できるようになった。

(2) 沖帯のヒシ密生群落、沿岸部のヒシ群落、クロモ群落の3つのハビタットにおいて、植物体表面の無脊椎動物相は大きく異なっていた（図2）。ヒシ植物体表面には、ユスリカ亜

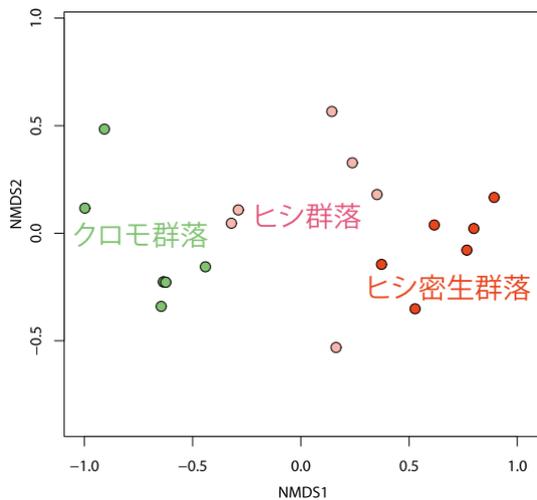


図2. 植物体に付着する無脊椎動物の群集構成に基づいた採集地点の分類（ブレイ・カーティス距離に基づく非計量多次元尺度構成法による）。緑、桃、赤のプロットはそれぞれ、クロモ群落、沿岸帯のヒシ群落、沖合のヒシ密生群落の採集地点をそれぞれ表す（地点の繰り返し数=6）。

科幼虫や小型巻貝の仲間、イトトンボ幼虫が数多くみられた。無脊椎動物の種多様性は、クロモ表面よりもヒシ表面の方が有意に高かった。一方、フラクタル次元は、クロモの方がヒシよりも高く、より複雑な空間構造を取っていることが明らかになった。先行研究の知見からは、植物体の空間構造が複雑になるほど、より多様な無脊椎動物相が形成されると予想されたが、本研究では逆の結果が得られた。また、環境要因を比較したとき、ヒシ密集群落では、底層付近で著しい溶存酸素濃度の低下が起こっていたが（1mg/L以下）、採

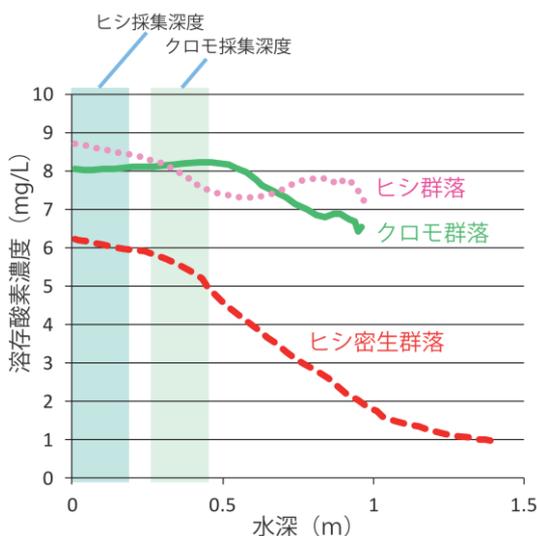


図3. 各ハビタットにおける溶存酸素濃度の鉛直分布。

集を行った表層付近の環境要因は、ヒシがまばらな地点やクロモが繁茂した地点と大きく変わらなかった（図3）。

以上の結果から、ヒシの植物体はクロモに比べて単純な構造をしているが、その表面にはクロモよりも多様性の高い無脊椎動物群集が形成されており、ヒシが「キーストーン種」および「生態系エンジニア」として、水域生態系における付着性無脊椎動物の多様性に貢献していることが明らかになった。ヒシの表面で付着性無脊椎動物の多様性が高かったのは、1) ヒシ植物体を餌として利用する分類群の存在、2) 浮葉・水中根・茎などの多様な構造物が共存するヒシ特有の空間構造といった要因が関与していたからかもしれない。

ヒシの繁茂が生態系に与える影響についてはこれまで、被陰や底層の低酸素化、底生動物相の貧弱化といった負の効果についてのみ注目されがちであった。本研究は、「ヒシの繁茂が水域の生物多様性を高める」という正の効果を示した点で重要である。植物体表面に付着する動物は、大型無脊椎動物や魚類にとって好適な餌資源であると考えられる。また、繁茂したヒシの内部は、水生昆虫や稚魚といった小型の水生物にとっては格好の隠れ場所になると予想される。今後、ヒシが繁茂した水域生態系を効果的に管理するためには、ヒシがもたらす既知の影響以外に、ヒシの空間構造がもたらす影響についても考慮する必要がある。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計0件）

〔学会発表〕（計2件）

- ① Yoshikazu Kato, Jun Nishihiro & Takehito Yoshida. The effects of dense beds of a floating-leaved macrophyte on seasonal dynamics of a lake. Joint Meeting of the 59th Annual meeting of ESJ and the 5<sup>th</sup> EAFES International Congress, Mar. 19, 2012, Shiga
- ② 加藤義和・西廣淳・吉田丈人. 三方湖（福井県）におけるヒシの繁茂が生態系の季節動態に及ぼす影響. 第76回日

本陸水学会大会, 2011 年 9 月 23 日, 島  
根

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等  
なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

加藤 義和 (KATO YOSHIKAZU)  
京都大学・生態学研究センター・研究員  
研究者番号：50588241