

## 論文の内容の要旨

生圏システム学専攻  
平成 24 年度博士課程入学

氏名 碓井星二  
指導教員 佐野光彦

### 論文題目 魚類の生息場所としてのヨシ帯の機能

ヨシ *Phragmites australis* は世界各地の温帯から熱帯にかけての湿地に広く分布する抽水植物であり、湖沼や河川の岸際において大規模な植物群落であるヨシ帯を形成している。これまで、ヨシ帯やその周辺水域は、水産有用種を含む様々な魚類の重要な生息場所であると言われてきた。この理由としては、次の二つが考えられている。1) ヨシ帯には餌生物が豊富に存在するため、魚類の餌場となっている。2) ヨシの茎や根の複雑な構造が小型魚にとって、捕食者からの避難場所として機能している。しかし、これらの仮説について直接的な検証は行われておらず、実際にヨシ帯が魚類の生息場所として、どのような機能を有しているのかについてはまだよくわかっていない。さらに言うならば、日本国内では、ヨシ帯に出現する魚類について群集レベルで行った研究はほとんどなく、ヨシ帯に出現するごく一部の魚種の生態しか調べられていない。そのため、そもそもヨシ帯にはどのような魚種がいつ、どのような個体数密度で出現するのかといった基礎的な知見でさえほとんどないのが現状である。

近年、世界各地のヨシ帯は人間の経済活動や開発の影響を受け、急速に消失しつつある。1960 年代以降、日本各地のヨシ帯の面積も著しく縮小し続けており、このことが魚類を含めた生物群集に多大な影響を及ぼしてきたと言われている。このため、現在、ヨシ帯を保全・再生する活動が行政や市民団体により盛んに行われている。しかし、ヨシ帯の魚類群集や生息場所としての機能に関する基礎的な知見が不足しているため、適切なヨシ帯の保全・再生計画の立案が難しい状態にある。

そこで本研究では、霞ヶ浦においてヨシ帯の魚類群集構造を明らかにするとともに、ヨシ帯に魚類の餌場としての機能や、捕食者からの避難場所としての機能があるかどうかについて検証を行った。また、ヨシ帯が護岸化により消失した際の影響や、新たに造成されたヨシ帯が魚類の生息場所として十分に機能しているかどうかについても明らかにし、効果的なヨシ帯の保全・再生方策の提案を行うことを目的とした。

### ヨシ帯における魚類の分布様式

ヨシ帯の前縁（ヨシ群落の際から沖に向けて 5 m までの水域）と内部において、それぞれ 2 年間と 1 年間、魚類を毎月採集し、群集構造を明らかにした。

ヨシ帯前縁では、調査期間を通して 9 科 22 種 13,892 個体が採集され、春季から夏季にかけて多くの魚類が採集された。このうち、優占して出現した種はヨシノボリ属の一種、ブルーギル、ヌマチチブ、シラウオ、ウキゴリ、モツゴ、ワカサギ、クルマサヨリであった。採集された 22 種の発育段階についてみると、仔魚から稚魚、仔魚または稚魚から成魚というように複数の発育段階にわたって出現した種が 17 種にも及んだ。また、優占種の出現パターンは周年滞在型が最も多く（5 種）、次いで季節的滞在型（2 種）、通過・遇来型（1 種）であった。したがって、ヨシ帯前縁は多くの魚種によって定住の場、あるいは一時的な成長の場として利用されていることが明らかとなった。

一方、ヨシ帯内部においては 6 科 12 種 150 個体が採集され、このうちモツゴ、ミナミメダカ、ギンブナなどが優占していた。ヨシ帯内部では、5 月から 9 月にかけて溶存酸素量が 2.4 mg/L 以下の低い環境となっており、この時期にはフナ属やミナミメダカといった貧酸素耐性のある魚種の仔稚魚が多く出現した。このように、ヨシ帯内部は溶存酸素量が著しく低下する時期があり、多くの魚類にとっては棲みやすい環境ではないことがわかった。しかし、貧酸素状態に耐えることのできる一部の魚種に対しては、ヨシ帯内部は生活史の初期成育場として重要な場所となっていることが示唆された。

### 餌場としてのヨシ帯の機能

魚類の餌場としてのヨシ帯の機能を明らかにするために、まず、ヨシ帯に出現した魚類（31 種 502 個体）の消化管内容物に基づいて食性を調べたところ、それらは珪藻食、糸状藻類食、動物プランクトン食、陸上昆虫類食、底生無脊椎動物食、魚食の 6 群に分けることができた。

次に、ヨシ帯と、ヨシ帯から 10 m 離れた開放水域で餌生物量を比較した。ヨシ帯では埋込性や表在性の底生無脊椎動物、ヨシ茎に付着する無脊椎動物や糸状藻類が多かったが、動物プランクトンは開放水域が多かった。このような餌生物量の多寡が魚類の成長率に影響を及ぼすかどうかを検証するため、ヨシ帯前縁と開放水域にそれぞれ網ゲージを設置し、その中で糸状藻類食のモツゴと動物プランクトン食のワカサギを 7 日間飼育して成長率を比較した。その結果、モツゴはヨシ帯で、ワカサギは開放水域で体長増加が大きい傾向に

あることがわかった。したがって、付着糸状藻類や底生・付着無脊椎動物を餌とする魚類に対して、ヨシ帯は餌場として機能していると考えられた。一方、動物プランクトン食魚にとってはそうでない可能性が示された。

### **捕食者からの避難場所としてのヨシ帯の機能**

ヨシ帯が捕食者からの避難場所となっているかどうかを明らかにするために、ヨシ際と開放水域において中層定住魚のモツゴと中層遊泳魚のワカサギ、および底生定住魚のヌマチチブに糸を繋ぎ、日中と夜間の捕食死亡率を調べた。その結果、死亡率はモツゴでは夜間に、ワカサギでは日中と夜間にヨシ際で有意に低いことがわかった。一方、ヌマチチブでは反対の結果が得られ、死亡率は日中と夜間の双方においてヨシ際で有意に高かった。また、モツゴとワカサギの主要な捕食者は、チャンネルキャットフィッシュなどの中層を泳ぎ回る魚食魚であり、ヌマチチブはテナガエビなどの底生エビ類であった。このことから、ヨシ帯の複雑な構造は、モツゴやワカサギといった中層で生活する小型魚に対して、魚食魚による捕食を低減することが明らかとなった。しかし、底生定住魚のヌマチチブに対しては、ヨシ帯に多く生息する底生エビ類の捕食のために、ヨシ帯は必ずしも有効な避難場所とはなっていない可能性が示された。

### **ヨシ帯における護岸造成が魚類群集に及ぼす影響**

残存するヨシ帯と隣接して存在する垂直護岸帯において魚類を採集し、群集構造を比較することによって、護岸化によるヨシ帯の消失が魚類群集にどのような影響を及ぼすのかを明らかにした。魚類の種組成はヨシ帯と護岸帯で異ならなかったが、種数と総個体数はヨシ帯の方が多かった。このことから、護岸化によるヨシ帯の劣化・消失は、魚類の種多様性の低下や個体数の減少を引き起こし、魚類群集に大きな影響をもたらすことがわかった。ただし、優占種を種ごとにみると、ヨシ帯を餌場や隠れ場として利用しているモツゴ、クルマサヨリ、ウキゴリなどはヨシ帯で多く出現したが、ヨシ帯への依存度が低いと考えられるシラウオは護岸帯で多かった。このように、護岸化による影響は魚種によって異なることも明らかとなった。

### **魚類の生息場としての造成ヨシ帯の評価**

霞ヶ浦ではヨシ帯が多く場所で造成されており、これらのヨシ帯は、突堤の間に盛土をした前浜式や、突堤の間に土砂を投入し、さらに沖側に消波帯や杭柵を設置した養浜式、浅瀬を波よけで囲ってその内側にヨシを植えた囲い式など、さまざまな工法によって造られている。しかし、このような造成ヨシ帯が魚類の生息場所として十分に機能しているのかどうかについては、よくわかっていない。そこで、自然のヨシ帯と造成ヨシ帯の間で魚類群集構造を比較し、両者に違いがあるかどうかを検討した。その結果、前浜式の造成ヨシ帯では種数が少ないものの、自然ヨシ帯とほぼ同様の魚類群集が形成されることが

明らかとなった。一方、沖側に消波帯が囲い込むように設置されている養浜式と囲い式の造成ヨシ帯では、特定の魚種の個体数が顕著に多く、自然ヨシ帯とは異なった魚類群集がみられた。これは、自然ヨシ帯の前方が開放的な環境であるのに対し、養浜式と囲い式では波の影響の少ない閉鎖的な環境であったためと考えられる。また、囲い式では要注意外来生物や特定外来生物の魚類が多いこともわかった。したがって、ヨシ帯を造成し、霞ヶ浦本来のヨシ帯魚類群集を保全・再生させるためには、現状では開放的な環境をもつ前浜式がよいと言える。今後、養浜式や囲い式を造成する場合は、消波帯や杭柵などの構造物を減らし、ヨシ帯前方をある程度開放的な環境にする必要があると考える。

以上、本研究の結果より、ヨシ帯は水産有用種を含む多くの魚類によって餌場や捕食者からの避難場所として利用されており、魚類の重要な生息場所であることが明らかとなった。このため、護岸化などによるヨシ帯の消失は魚類群集に大きな影響をもたらす。したがって、残存するヨシ帯の保全は水産資源の持続的利用や生物多様性保全の観点から重要であり、喫緊の課題である。

近年、失われたヨシ帯の再生や湖岸保全を目指して、さまざまな工法によるヨシ帯の人工造成が盛んに行われている。しかし、工法の違いにより造成ヨシ帯の環境は大きく異なり、魚類群集の構造にも影響を及ぼすことがわかった。既存の造成ヨシ帯のなかで、魚類群集が自然ヨシ帯と最も類似していたのは前浜式であったが、群集構造は完全には一致していなかった。今後、魚類の生息場所としての視点からヨシ帯造成を行うためには、工法のさらなる改良と効果の評価が必要であると考えられる。