

揖斐川下流域におけるヨシ群落の 魚類による利用調査

要旨

1. はじめに
 2. 調査方法
 3. 揖斐川下流域の魚類相
 3. 1. 結果
 3. 1. 1. 調査地点の環境
 3. 1. 2. 魚類相の周年変化
 - 3-2. 考察
 4. 主要魚種の出現状況および体長組成
 4. 1. 結果
 4. 1. 1. マハゼ
 4. 1. 2. ビリンゴ
 4. 1. 3. メダカ
 4. 1. 4. アベハゼ
 4. 1. 5. トビハゼ
 4. 1. 6. ボラ
 4. 1. 7. アシシロハゼ
 4. 1. 8. ニゴイ
 - 4-2. 考察
 4. 2. 1. マハゼ
 4. 2. 2. ビリンゴ
 4. 2. 3. メダカ
 4. 2. 4. アベハゼ
 4. 2. 5. トビハゼ
 4. 2. 6. ボラ
 4. 2. 7. アシシロハゼ
 4. 2. 8. ニゴイ
 5. おわりに
- 参考文献

岐阜大学 教育学部 古屋 康則
岐阜大学 地域科学部 向井 貴彦

要旨

河川下流域に分布するヨシ群落が魚類によってどのように利用されているのかを明らかにするために、揖斐川の河口から 7 km および 15 km 地点にあるヨシ群落周辺を定点として、2005 年 3 月から 2006 年 3 月にかけての 1 年間、採集調査を行なった。また、採集された魚種の中での優占種を 8 種選定し、体長組成の周年変化を調べた。本研究により 18 科 47 種 6479 個体の魚類が採集された。このように多くの種が採集された理由として、今回の調査が 1 年に渡って行なわれたため、季節特異的に現れる種を捕獲できたこと、調査にタモ網および投網を併用したことでより多様な環境での採集ができたことなどが挙げられる。それに加えて揖斐川下流域には、今もなお良好な河川環境が残されていることが示された。採集された魚種には海水性、汽水性、淡水性、および通し回遊性のものなど様々な生活パターンを示すものが見られた。これらのうち特に 1 年を通して比較的数多く採集された魚種としては、汽水性のものが多く属するハゼ科のマハゼ、ビリンゴ、アベハゼ、アシシロハゼ、およびトビハゼ、緩やかな流れを好むメダカ、河川を上下に移動するボラおよびニゴイなどが挙げられる。これら 8 魚種について、出現状況および体長組成の周年変化を調べた結果、主に生育の場として利用しているもの（マハゼ、ビリンゴ）、繁殖および生育に利用しているもの（メダカ、アベハゼ、アシシロハゼ）、定住しているもの（トビハゼ）、移動の際に一時的に利用しているもの（ボラ、ニゴイ）、が存在することが示された。特に、繁殖や仔稚魚の育成の場としての利用にはヨシのシェルターとしての存在は重要であると考えられた。河川下流域に広がるヨシ群落周辺は干潟が形成され、魚類以外の底棲動物や鳥類などによって複雑な生態系が形成されている。河川生態系のなかでヨシ群落に依存している魚類の占める部分は大きいため、ヨシ群落の保全が望まれる。

1. はじめに

汽水域では淡水と海水が交じり合い、半日・半月の周期で潮汐による水位（水深）および塩分濃度の変動が起きる。汽水域に生息する動物種には塩分濃度の変化に耐性をもつものが多い他、河川からの流下や海域からの溯上などにより加入する個体も多い。また、通し回遊性の動物は必ず汽水域を通過する。河川からは豊富な栄養塩が供給され、それを利用して植物プランクトンが増殖し、それを餌とする動物プランクトンが増殖する。また、岸边にはヨシなどの沈水植物が繁茂することにより広大なヨシ群落を形成する。このように汽水域には独特の生態系が形成されている。餌生物が豊富な汽水域は魚類の生育の場として重要である。特にヨシ群落内は小型の魚類にとっては格好の隠れ場所となるため、魚類の生活史の初期には重要な生育場となると考

えられる。しかし、このヨシ群落をどのような魚種がどの季節に、一生のどの時期に、どのように利用しているのかを詳しく調べた例は少ない。¹⁾

岐阜県を流れる木曽川、長良川、および揖斐川の汽水域にはかつて広大なヨシ群落が形成されていた。しかし、河川改修および河口堰建設などの環境破壊により、その面積は著しく減少した。²⁾ 現在は揖斐川の下流にのみ、僅かに群落を維持するに至っている。

本研究では岐阜県から三重県にかけて流れる揖斐川下流の汽水域のヨシ群落周辺を調査場所として設定し、前半では、そこに出現する魚類を1年通して定期的に採集し、魚類相の周年変化、各魚の出現時期および出現個体数などの変遷を明確にすることで、ヨシ群落周辺での魚類の生息状況を明らかにすることを目的とした。さらにこれらの結果を踏まえて後半では、ヨシ群落を代表する種、あるいは優占する種を8種選定し、1年間の体長組成の季節変化を明確にし、前半で得られた出現時期および出現量の変化のデータを加え、これらの主要魚種によるヨシ群落の利用実態を明確にすることを目的とした。本研究により、ヨシ群落の汽水域生態系における重要性がより明確となり、今後の乱開発に少しでも歯止めがかけられれば幸いである。

稿を進めるにあたり、本研究において試料の採集から処理に至るまで全面的に協力いただいた、岐阜大学大学院教育学研究科の高崎文世、並びに岐阜大学地域科学部の伊藤亮の両氏に心から謝意を表す。

2. 調査方法

揖斐川下流において2ヶ所のヨシ群落に調査地点を設定した(図2・1)1ヶ所目は河口から約15 kmにある三重県桑名郡多度町古敷の揖斐川右岸(図2・1: st. 1)、2ヶ所目は河口から約7 kmにある三重県桑名市上之輪新田の揖斐川右岸(図2・1: st. 2)である。これらの地点を以下ではそれぞれ便宜的に上流地点および下流地点と呼ぶ。2005年3月、および5月から11月までの間は月に2回、2005年4月、および2005年12月から2006年3月までの間は月に1回、計21回の採集を行った。採集は基本的に大潮を中心とした日程で、日中の干潮時に行った。干潮時にはヨシの群落内部は干上がった状態となり、群落周辺部の干潟に水路や水たまりが形成される。本研究ではこれらの場所で採集を行った。

採集には投網(半径1 m、目合い: 7 mm) タモ網(口径: 35 mm、目合い: 1 mm) を用いた。できるだけ定量的な採集となるよう、投網による採集では採集時間を各地点毎回1時間前後と決め、タモ網による採集では毎回ほぼ同じ採集ルートを設定して、それぞれ採集を行った。採集された全個体を10%ホルマリンにより直ちに固定した。固定標本を実験室に持ち帰り、全個体に

ついて種の同定を行った。

採集地点の水深、水温、および塩分濃度の日周変化を 2005 年 10 月 2～3 日、2006 年 1 月 13～14 日、4 月 13～14 日、および 7 月 11～12 日の 4 回の大潮時に調査した。調査は 6 時間ごとに行った。

3. 揖斐川下流域の魚類相

3. 1. 結果

3. 1. 1. 調査地点の環境

上流地点および下流地点の状況を写真で示した(図 3・1)。上流地点は、幅約 170 m のヨシ原が右岸を帯状に覆っており(図 3・1A)、その中を幅約 20 m のワンド(図 3・1B)が下流側から湾入している。このワンドは大潮の干潮時でも水が干上がることはなかった(水深 20 cm 程度:表 3・1)。ワンドと右岸の間のヨシ原の中には干潟が点在していた(図 3・1A)。ワンドは流れや波もなく穏やかであった。投網による採集はこのワンドで行った(図 3・1C)。また、右岸沿いには幅約 2、3 m の細い水路が形成されており、この水路に沿ってタモ網による採集を行った。

下流地点は、幅約 130 m のヨシ原が右岸を帯状に覆っており(図 3・1D)、下流から湾入している幅約 30 m のワンド(図 3・1E)を囲んでいる。このワンドは大潮の干潮時でも水が干上がることはなかった。(水深 20 cm 程度:表 3・2)。干潮時にはワンドとヨシ原の間に干潟が形成された(図 3・1D)。ワンドは揖斐川本流と垂直につながっており本流の流れがやや入ってくる状態にあった。タモ網による採集はこのワンドで行った(図 3・1E)。また、このワンドと揖斐川本流をつなぐ地点(図 3・1F)において、投網による採集を行った。

調査地点の水深、水温、および塩分濃度の測定結果を表 3・1 および表 3・2 に示した。上流地点(表 3・1)では、10 月には水温の日周変動が大きく、日中に高く(25.3℃)夜間に低かった(20.8℃)が、他の測定日では変動が 2℃程度と小さかった。塩分濃度は表層では一貫して 0‰であったが、底層では大潮満潮時に 1‰とわずかに塩水の遡上が認められた。

下流地点(表 3・2)では、10 月には水温の日周変動が大きく、日中に高く(26.3℃)夜間に低かった(21℃)が、他の測定日では変動が 2℃程度と小さかった。塩分濃度は 4 月には表層、底層ともに塩分が検出されなかった。しかし、他の測定日には、一日を通して塩分の遡上が認められ、塩分濃度が表層で 0 から 10‰、底層で 1 から 16‰と底層のほうがやや高かった。

3. 1. 2. 魚類相の周年変化

本研究では、全体で 18 科 47 種 6468 個体の魚類が採集できた。このうち上流地点では 14 科 38 種 1900 個体（スゴモロコ属およびヨシノボリ属の幼魚除く）（表 3・3）、下流地点では 16 科 40 種 4568 個体（表 3・4）が採集された。上流地点でのみ採集されたのはヤリタナゴ、ハス、オイカワ、タモロコ、ナマズ、カワアナゴ、トウヨシノボリ、およびヌマチチブの 3 科 9 種、下流地点でのみ採集されたのはカマツカ、マゴチ、コトヒキ、シマイサキ、クロダイ、キチヌ、トビハゼ、マサゴハゼ、およびアベハゼの 8 科 13 種であった。

上流地点で採集された魚種数の時期的変化を見ると（図 3・2）、最初の採集である 3 月 15 日には 5 種しか採集されなかったが、その後採集回数を重ねるごとに種数は増加し、7 月 20 日には 16 種にまで増えた。8 月 3 日および 8 月 23 日には 10 種程度まで種数が減少したが、9 月 9 日には再び増加し、18 種と全採集を通じて最大の種数を記録した。その後は 11 月 21 日の採集まで緩やかに減少して、12 月から 3 月にかけて 1 または 2 種しか採集されなかった。個体数の変化を見ると、最初の採集では 19 尾しか採集されなかったが、その後 6 月 6 日に 206 尾にまで増加した。6 月 22 日、7 月 6 日とやや減少が見られたが、7 月 20 日に 214 尾と最大の個体数を記録した。その後、8 月 23 日にかけて急激に減少し、また 10 月 2 日に 154 尾と増加が見られた。その後 12 月には 1 尾と最低を記録した。また 2 月に 21 尾、3 月に 14 尾と再び増加した。

下流地点で採集された魚種数の変化を見ると（図 3・2）、最初の採集である 3 月 15 日には 5 種しか採集されなかったが、その後種数は増加し、7 月 6 日には 22 種と最大に達した。その後 8 月 23 日まで 15~16 種、9 月 9 日~10 月 2 日は 11~12 種とやや減少が見られたが、10 月 17 日に 18 種と再び増加した。その後は減少し、1 月 4 日に 1 種と最低を記録した。また 2 月に 5 種、3 月に 8 種と再び増加した。個体数の変化を見ると、最初の採集では 148 尾と上流地点と比べて多く、さらに 6 月 22 日には 880 尾と最大の個体数を記録した。7 月 6 日に 738 尾を記録してから徐々に減少して、10 月 2 日には 49 尾まで減少した。また 10 月 17 日に 80 尾とやや増加したがその後は減少し続け、1 月 4 日には最低の 1 尾を記録した。2 月に 6 尾、3 月に 21 尾と再び増加を示した。上流・下流地点とも 12 月および 1 月には数個体しか採集できなかった。

科ごとにみた採集個体数が多かった 5 科を表 3・5 に示した。上流地点ではハゼ科が全個体数の 40.1 % を占め、次いでメダカ科 (30.5 %)、コイ科 (19.1 %)、ボラ科 (5.1 %)、ヒイラギ科 (1.9 %) の順であった。下流地点においてもハゼ科が最も多く 57.5 % を占めた。次いで、ボラ科 (14.6 %)、コイ科 (9.7 %)、シラウオ科 (5.8 %)、スズキ科 (5.7 %) の順に多かった。

各採集地点において採集個体数が多かった上位 5 種を表 3・6 に示した。上流地点では、メダカが多く全体の 30.5 % を占めた。次いで、マハゼ (21.6%)、

フナ属 (9.1%)、ビリンゴ (7.3%)、アシシロハゼ (5.3%) の順に多かった。下流地点では、ビリンゴが最も多く全体の 28.0% を占めた。次いで、マハゼ (21.3%)、ボラ (14.2%)、シラウオ (5.8%)、スズキ (5.7%) の順に多かった。

各採集地点における採集日ごとの優占種 (全採集個体の 3% 以上を占める魚種) を調べた。上流地点 (図 3・3) では、3月15日から4月14日にはアシシロハゼが 50% 程度を占めていたが、5月6日以降マハゼの占める割合が高くなった。一時的に増加した種として、6月6日および7月6日にはフナが、8月23日および9月9日にはニゴイが、それぞれ挙げられる。最初の採集から出現しているメダカおよび5月6日から出現しているマハゼは、ほとんどの採集日で全体に占める割合が高かった。特にメダカは、7月20日および8月3日には半数程度、9月22日から11月21日までは半数以上を占めていた。そして、2月16日および3月17日に再び上流地点に出現した。

下流地点 (図 3・4) では、3月15日および3月31日にはボラが最も多く出現し、4月14日にはスズキ、5月6日および5月25日にはマハゼ、6月22日から8月23日にはビリンゴが、9月9日、9月22日および11月21日にはアベハゼが最も多く出現した。また一時的に増加した種として、5月25日および6月6日にはシラウオが、7月6日にはニゴイが、それぞれ挙げられる。12月9日および1月4日には優占種は採集されなかったが、再び2月16日にはスズキが、3月17日にはボラおよびシラウオが下流地点では採集できた。

各採集地点における採集日ごとの優占魚種の季節変化を図 3・5 に示した。上流地点 (図 3・5A) では、3月15日から4月にかけてアシシロハゼが半分以上を占めていたが、その後5月6日から8月3日までマハゼが高い割合を占め、6月22日以降では長期に渡りメダカが多く採集できた。メダカは8月に一時的に減少したが、7月から11月にかけて長期にわたり非常に多く採集できた。下流地点 (図 3・5B) では、3月15日、3月31日、5月25日および6月6日のボラが、5月から7月にかけてマハゼが多く採集できた。6月から8月にかけてビリンゴが高い割合を占めた。下流地点は、5月25日から7月まで上流地点に比べて全採集個体数が非常に多かった。

3-2. 考察

本研究により 18 科 47 種 6479 個体の魚類が採集された。長良川では河口堰が稼働する前の 1990 年から 1993 年にかけて、河口からの距離が本研究とほぼ同じ (5—17 km) 場所で魚類調査が行われている。³⁾ 採集された魚種組成について、後藤らの結果³⁾と本研究の結果を比較すると、本研究でのみ採集できた種はサツパ、コイ、ハス、オイカワ、タモロコ、コウライモロコ、ツチフキ、ニゴイ、アユ、マゴチ、ヒイラギ、キチヌ、メナダ、カワアナゴ、エド

ハゼ、マサゴハゼ、およびトウヨシノボリの 17 種が挙げられ、今回採集されていない種としてギギ、アユカケ、小卵型カジカ、セスジボラ、およびジュズカケハゼの 5 種が挙げられる。このように今回の揖斐川での調査では後藤らの調査³⁾に比べて、海水性（サッパ）、淡水性（コイ、コウライモロコなど）、回遊性（アユ、ウグイなど）、および汽水性（メナダ、キチヌ、ヒイラギなど）と全般に渡って多くの種が採集されている。この理由として、今回の調査が 1 年に渡って行ったため、季節特異的に現れる種を捕獲できたこと、調査にタモ網および投網を併用したことでより多様な環境での採集ができたことなどが挙げられるが、それに加えて揖斐川下流域には、今もなお良好な河川環境が残されていることを示している。一方で、今回の調査により採集されなかった種として回遊性の淡水カジカ類などがある。淡水カジカ類の成魚は河川の上、中流の瀬などに生息するが、揖斐川では中流域より上流には多数の大規模なダムがある。このため、カジカ類が当時の長良川に比べ現在の揖斐川では生息数が元々少ない可能性が考えられる。また、これらの回遊性の魚種は今回採集を行なったワンドのような本流から離れた水域には侵入しない可能性も考えられる。

上流地点と下流地点での採集個体数を比較すると、下流地点の全採集個体数が、上流地点と比較して非常に多かった。これは、海域および河口域より移動してきたマハゼ、ビリンゴなどの稚魚や、汽水域を好むスズキやボラ稚魚が、常に塩分遡上がある下流地点に多く生息しているためと考えられる。また両地点とも魚種数は春から初夏にかけて増加し、この間には採集個体数も増加した。特に春から夏にかけては多くの魚種が繁殖の時期を迎えるため、この時期に新たに産まれた仔稚魚が加入することによって種数および採集個体数が急激に増加したと考えられる。

上流地点、下流地点ともに夏以降一度種数が減少したが、これは採集時の潮の引きが悪く水位が高かったことも一因と考えられる。その後上流地点では 9 月 9 日に、下流地点では 10 月 17 日に、それぞれ一時的に種数が増加した。この時には上流地点ではコイ科魚類やブルーギルなどの純淡水魚種が一時的に見られた。これは台風などの大雨による河川水の増加によって上流から押し流されるなど、魚自身の習性とは無関係な移動による可能性が考えられる。

揖斐川下流域の両地点では、ハゼ科魚類が科ごとにみた採集個体数において最も多く採集できた。ハゼ科魚類は、東京湾内の干潟域においても高頻度に出現している。⁴⁾ ハゼ科魚類では両地点において、マハゼ、ビリンゴ、およびアシシロハゼが特に多く出現した。下流地点でのみアベハゼが多く出現した。アベハゼは河口の汽水域に生息し泥底を好むことが知られている。⁵⁾ アベハゼは、揖斐川において満潮時にのみわずかな塩分遡上が認められる上流地点には生息せず、常時塩分の遡上があり、泥底で穏やかな浅い場所を生息域

としていることが示された。一方、上流地点では、メダカが最も多く採集できた。上流地点でも満潮時には塩水の遡上が認められることから、本種がある程度の塩分耐性をもち、ワンドのような流れの緩やかな場所を好むことが示された。

各採集地点における採集日ごとの優占種を見ると季節的な変化が見られた。1996年から1997年にかけて揖斐川の河口から2.0–10.0 kmの地点で行なわれたKimura et al.による魚類調査の結果を見ると、優占魚種には明確な季節変化が見られている。⁶⁾ Kimura et al.の優占魚種の結果⁶⁾と本研究の結果を比較すると、共通種はマハゼおよびシラウオ、本研究の優占種と異なる魚種は、サッパ、ナベカ、カタクチイワシ、コノシロ、ウキゴリおよび小卵型カジカであった。サッパ、ナベカ、カタクチイワシ、およびコノシロは海水性の魚種であり、塩水の遡上により河川に侵入すると考えると、ワンドのような支流よりは本流で見られるのかもしれない。また、ウキゴリおよび小卵型カジカは回遊性の魚種であり、河川の中上流域へ向かって遡上する途中で下流域を通過すると考えられる。これらは前述の長良川との比較の際に考察したように、遡上の途上ではワンドなどに入ることをせず、本流を通して移動している可能性があり、このため今回の調査では採捕できなかったのかもしれない。事実、2006年4月および5月に下流地点の本流で行なった地引き網による採集では、淡水カジカ類のアユカケの遡上稚魚が捕獲されている(未記載データ)。

上流地点では、アシシロハゼ、マハゼ、およびメダカが優占的であり、これら3種の個体数には季節的な変化が認められた。すなわち、春の低水温期には種数が少ないため定住しているアシシロハゼが相対的に優占して5月以降には海域から移動してきたマハゼが多量に加入して優占種となり、夏以降はこの地点で繁殖したメダカの個体数が増加して優占するようになる。またこれらの主要3種の遷移とは別に、6月6日にはフナが、8月23日および9月9日にはニゴイが一時的な増加を示した。下流地点では、優占種が春から秋にかけてボラ、スズキ、マハゼ、ビリンゴ、およびアベハゼと順に移り変わることが示された。またこれらの主要魚種とは別に、5月25日および6月6日にはシラウオが、7月6日にはニゴイが、一時的な増加を示した。これらの一時的優占種がどのような要因により増加するのかは今後の課題であるが、上流地点および下流地点共に、長期に渡って優占する魚種と一時的に優占する魚種が存在することが示された。また魚種数および採集個体数はともに春から初夏にかけて増加し、その後冬までに減少するが、春には再び増加したことから考えると、温暖な時期には多くの魚種がヨシ群落周辺に移動してきて定住するが、気温が低くなるにつれて、他の場所へ移動すると思われる。

揖斐川下流域では、淡水性、汽水性、海水性、回遊性といったさまざまな生活史の魚種が出現していることが示された。また、マハゼ、ビリンゴなど半年以上に渡り出現する種、エドハゼ、クロダイなど一時的に出現する種、

シラウオなど季節的に出現個体数が変化する種と出現において違いが見られた。これは稚魚期の成長の場、浮遊生活の場、繁殖の場、一時的な滞在の場など下流域の利用方法の違いであると考えられる。

4. 主要魚種の出現状況および体長組成

4. 1. 結果

4. 1. 1. マハゼ (図4・1)

上流地点では5月6日から11月3日にかけて採集できた。5月6日には20–25 mmをピークとする小型の個体が現れ、5月25日には45 mmを最大とする1群、およびそれらとは異なる94.3 mmの大型個体が1個体採集された。6月6日には30–35 mmをピークとし45 mmを最大とする大型側に偏った体長組成の群のみが見られたが、6月22日にはこれらの内の大型個体の数が急減して、体長組成は小型側に偏り（ピークは25–30 mm）、さらに7月6日には同様の体長組成を維持したまま全体的に大型化した（25–60 mm）。7月20日には体長組成は30–35 mmをピークとする小型群と55–60 mmをピークとする大型群の2群に分かれた。8月3日にはこれら2群ともわずかに大型化した。また、98.6 mmの極めて大きな個体が1個体採集された。8月23日にはマハゼが採集されず、9月9日には採集尾数が少なく正確な体長組成を示すことができなかったが、35–65 mmの小型群と75–95 mmの大型群が見られた。9月22日には採集個体数がやや増加し、45–55 mmをピークとする小型群、および60–70 mmをピークとする大型群に分けられた。その後は採集個体数が少なくなったため明瞭な体長組成が得られず、体長の分布は10月2日には40–100 mm、10月17日には50–90 mm、11月3日には55–75 mmの範囲にあった。

下流地点では5月6日から11月21日にかけて採集できた。5月6日には20–25 mmをピークとする小型の個体が現れ、5月25日には20–25 mmをピークとして、50 mmを最大とする1群が採集された。6月6日には25–30 mmをピークとし最小10 mm、最大55 mmの1群が見られた。6月22日には25–30 mmをピークとして最大80 mmと体長組成に広がりが見られた。7月6日には40–45 mmと60–65 mmをピークとして最大75 mmの1群が見られた。7月20日には35–40 mmをピークとする小型群と70–80 mmの大型群の2群に分かれた。8月3日および8月23日には採集尾数が少なく正確な体長組成を示すことができなかったが、8月3日では30–60 mmの小型群と70–80 mmの大型群が見られ、8月23日にはこれらの2群とも大型化した。その後は採集個体数が少なくなったため明瞭な体長組成が得られず、体長の分布は9月9日には45–95 mm、9月22日には45–85 mm、10月2日には45–80 mm、10月17日には65–105 mm、11月3日には70–110 mm、11月21日には60–115 mmの範囲

にあった。

4. 1. 2. ビリンゴ (図4・2)

上流地点では5月25日から12月9日にかけて採集できた。5月25日には15–20 mmをピークとする10–20 mmと小さな幅の1群が採集された。6月6日にはビリンゴは採集されず、6月22日には大型化し30–35 mmをピークとする1群が採集された。7月6日から10月2日にかけては体長は30–35 mmのピークから35–40 mmのピークまで緩やかな増加が見られた。この間、体長の幅は概ね20 mm以内に納まり、個体変異は比較的小さかった。その後は採集個体数が少なくなったため明瞭な体長組成が得られなかったが、ほとんどの個体は40–45 mmの範囲にあった。

下流地点では5月6日から12月9日にかけて採集できた。5月6日には15–20 mmをピークとし、体長組成の分布が10–20 mmの個体群が採集できた。6月6日にはピークが25–30 mmと急激に増大した。その後、6月22日には30–35 mmにピークが移り、10月17日までほぼ同様の体長組成を維持した。この間、7月6日および20日にのみ40 mmを超える大型個体が採集された。11月3日には体長のピークは35–40 mmと増大し、11月21日にはさらに40–55 mmへと増大した。12月9日には40–45 mmのものが1個体のみ採集された。

4. 1. 3. メダカ (図4・3)

本種は下流地点では数個体しか採集できなかったが、上流地点では3月15日から11月21日、2月16日、および3月17日と長期的に数多く採集できた。3月15日から6月6日にかけて採集個体数は少なかったが、体長の分布の範囲は3月15日には18–22 mm、3月31日には18–26 mm、4月14日には20–26 mm、5月6日には20–28 mm、5月25日には20–30 mmと徐々に大きい方へ移行した。6月6日には一時採集できなくなったが、6月22日には10–32 mmまで幅広い体長範囲で採集された。この中で特に10–18 mmの小型個体の数が多かった。7月6日には22 mm以上の大型の個体が消失し、14–18 mmをピークとする最大22 mmの個体群となった。7月20日には10–20 mmの小型個体を中心に採集され、最大のもので26 mmであった。8月3日には10–28 mmの範囲で18–20 mmをピークとする単峰型の体長分布を示した。8月23日には採集個体数が少なかったが、12–14 mmの個体と20–22 mmの個体が採集できた。9月9日には数が少なかったが12–22 mmの個体が採集できた。9月22日には再び14–26 mmの範囲で16–20 mmをピークとする単峰型の体長分布を示すようになり、10月2日には再び10 mmの小型個体に加わり、幅広い体長範囲で18–20 mmのピークが突出した分布を示した。10月17日には16 mm以下の小型個体が消失し16–24 mmの範囲で18–20 mmをピークとする個体群が採集できた。11月3日には同様の分布に加え12–14 mmの小型個体が数尾採

集できた。11月21日には14–24 mmの範囲で20–22mmをピークとする個体群が採集できた。12月および1月には採集できなかったが、再び2月16日には18–20 mmをピークとする個体と24–26 mmの個体が採集できた。また3月17日には20–22 mmをピークとする個体が採集できた。

4. 1. 4. アベハゼ (図4・4)

本種は下流地点でのみ3月31日から11月21日にかけて採集できた。3月31日、4月14日、5月6日、および5月25日には採集個体数が少なく正確な体長組成が示せなかったが、3月31日には12–18 mmの小型のもの以外に29.2 mmの大型の個体が1尾採集され、それ以降は概ね12–28 mmのものが採集された。6月6日および6月22日にはまとまった個体数が得られ、この時の体長の範囲は16–30 mmにあった。7月6日から8月3日にかけても採集個体数が多かったが、体長の分布は20–32 mmと大型化した。8月23日には22–26 mmからなる群とは別に新たに10–20 mmの小型群が現れた。9月9日には採集個体数が増加し、12–20 mmの範囲を占める小型群が大半を占め、22–26 mmからなる大型群が3個体のみ見られた。9月22日および10月2日には大型群と見られる個体が1尾ずつ採集された。10月17日には8–18 mmの小型群のみが、11月3日には14–16 mmの小型群1尾のみが、それぞれ採集された。11月21日にはまとまった個体数が採集されたが、体長の範囲が10–20 mmで12–14 mmをピークとする小型群のみが採集できた。

4. 1. 5. トビハゼ (図4・5)

本種は、下流地点の干潟でのみ3月31日から10月17日にかけて採集できた。全体的に採集個体数が少なく正確な体長組成が示せなかったが、3月31日から5月6日には30–35 mmの個体、5月25日には35–40 mmの個体が出現した。6月6日には35–50 mmの個体が出現し、その後6月22日には45–50 mm、7月6日には45–55 mm、7月20日には55–60 mmの個体と緩やかな成長を示した。8月3日には採集できなかったが、8月23日にも同様の55–60 mmの個体が採集できた。9月9日には、それまで採集できた30 mm以上の個体が全く採集できず、15–20 mmの小型個体が採集できた。また10月2日には、10–15 mm、30–35 mm、40–45 mmの個体、10月17日には20–25 mmをピークとする15–30 mmの個体群が採集できた。

4. 1. 6. ボラ (図4・6)

上流地点では4月14日から10月17日にかけて採集できた。4月14日には25–30 mmのものが1個体のみ採集され、5月6日には全く採集できなかった。5月25日に25–40 mmの範囲の1群が採集され、ピークは30–35 mmにあった。6月6日にはピークが45–50 mmに移り、体長の分布は30–65 mmへと広がっ

た。6月22日には採集個体数が少なく正確な体長組成を示すことができなかつたが、55–65 mm と全体的に大型化した。7月6日には65–70 mm をピークとし、最大80 mm とする大型側に偏った体長組成が見られた。7月20日にはピークが70–75 mm へとわずかに大型化し、体長の範囲は55–90 mm と幅広い体長組成を示した。その後は採集個体数が少なくなったため明瞭な体長組成が得られず、8月3日には80–95 mm、8月23日には110–125 mm、10月2日には125–135 mm、10月17日には115–120 mm の範囲にある個体が採集された。

下流地点では3月15日から11月3日にかけて採集できた。3月15日には25–30 mm をピークとする1群が採集でき、5月25日にかけてピークは緩やかに30–35 mm まで移行した。6月6日には40–45 mm と急激に大型化し、体長組成の分布は30–60 mm と広がった。6月22日にはピークが50–55 mm とさらに大型化し、最大70 mm のものも採集された。7月6日にはピークが65–70 mm とさらに大型化した群が採集された。7月20日および8月3日には採集個体数が少なく正確な体長組成を示すことができなかつたが、7月20日には35–40 mm の小型のものから最大75 mm の大型のものまでが満遍なく採集され、これらは8月3日には45–90 mm へと全体的に大型化した。8月23日および9月9日には採集されなかつた。9月22日には100–125 mm、10月2日には95–120 mm、10月17日には100–105 mm、11月3日には115–120 mm の個体のごくわずかだが、それぞれ採集された。

4. 1. 7. アシシロハゼ (図4・7)

本種は上流、下流地点ともに個体数は多くはないがほぼ周年に渡って採集できた。上流地点では3月15日には20–45 mm と幅広い体長分布を示し、その後もほぼ同様の範囲で8月3日まで推移した。この間、5月6日にのみ50–55 mm の大型個体が1尾採集できた。8月23日にはそれまでに見られた体長の個体群は消失し、新たに20–25 mm の2個体が採集された。9月9日には25–30 mm のものが1個体採集されたのみで、それ以後9月22日から11月3日には採集できなかつた。その後11月21日には25–35 mm のものが7個体、1月4日には同じく25–35 mm のものが2個体採集された。

下流地点では3月15日には25–30 mm をピークとして20–45 mm の範囲にある個体群が採集できた。3月31日にはほぼ同様の体長組成をとつたが、4月14日には15–25 mm の小さい個体が消失し、最大体長は50 mm に達した。5月6日にはさらに大きな50–55 mm の個体も採集された。5月25日には25–30 mm の小型個体が消失し、6月6日にはピークが35–40 mm とやや小型化した。最大体長が5月25日には55 mm であつたのが、6月6日には60 mm まで増大した。6月22日から7月20日までは25–50 mm の範囲で35–45 mm をピークとする単峰型の体長分布を示した。その後採集個体数が減少し、明瞭な

体長分布は示せなかったが、8月23日には10–15 mmの小型個体が新たに現れ、9月22日には20–25 mm、10月17日には25–30 mm、11月3日および11月21日には20–35 mmのものが採集された。12月9日には15–40 mmの範囲で20–25 mmをピークとする単峰型の1群が採集された。

4. 1. 8. ニゴイ (図4・8)

上流地点では7月6日から1月4日にかけて採集できた。7月6日には25–70 mmの範囲で小型側に偏った体長分布を示した。7月20日および8月3日には採集個体数が少ないため体長組成を示すことができなかったが、7月20日には概ね7月6日と同様の体長分布を示し、8月3日には40–45 mmの小型のものが1個体、および75–80 mmの大型ものが1個体採集された。8月23日には40–60 mmの個体と80–85 mmの1個体が採集できた。9月9日には30–70 mmの範囲で55–60 mmをピークとする個体が採集できた。その後は採集個体数が少なくなったため明瞭な体長組成が得られなかったが、9月22日に最小の45–50 mm、10月2日に最大の85–90 mmの個体が採集された。

下流地点では7月6日から10月17日にかけて採集できた。7月6日には20–70 mmと幅広い体長範囲で45–50 mmをピークとする体長分布を示す個体が採集できた。7月20日には採集個体数が減少し、35–45 mmの個体が多かった。8月23日には45–60 mm、9月9日には65–90 mm、10月2日には75–80 mm、10月17日には75–100 mmの数個体がそれぞれ採集された。

4. 2. 考察

4. 2. 1. マハゼ

マハゼの産卵期は宮崎市で1月中旬から3月、東京湾では2月下旬から5月上旬であることから、⁷⁾ 伊勢湾では概ねその間にあると思われる。伊勢湾で生まれたマハゼは海域で仔魚期を過ごした後、やがて着底し、5月上旬には汽水域に進入して来ることが前章で示された。5月6日に始めて出現した時には上流地点および下流地点での体長組成はほぼ同じであったのが、5月25日には1歳魚と思われる大型個体1個体を除くと下流地点の方がより大型の個体が多かった。さらに時期を追うに従ってこの傾向は顕著になり、7月20日には最大体長は上流地点で65 mmであるのに対して、下流地点では75 mmと15 mmの違いが見られた。汽水域に進入した後で大きな移動を行わないと考えれば、これら体長組成の違いは両調査地点における成長の差、即ち餌の量の違いを反映しているのかもしれない。

一方、6月6日に上流地点で見られた大型の個体は7月6日には減少している。これは大型の個体がさらに上流へ遡上したか、下流へ戻るなどの移動を行なっていることを示唆している。また、同様の現象は下流地点で7月6日と7月20日の間でも見られる。このように汽水域に侵入した後でもある程度

の移動が起きるようである。前述のように両調査地点での最大体長の差を考え併せると、これらの移動は成長のよい、相対的に大きい個体でより積極的に起きるようである。

下流地点では7月6日に、上流地点では7月20日に0歳魚の集団内に大小2群が認められるようになり、それら2群はその後ほぼ明瞭に識別できる群として成長を続けた。このことは揖斐川汽水域に生息するマハゼに少なくとも異なる2系統の個体群が存在することを示唆している。これら2系統は産まれた場所（産卵場所）が異なるか、あるいは産卵時期が異なるものである可能性が考えられる。マハゼは東京湾で約90%が1年で成熟して産卵するが、残りの個体では2年目で産卵することが知られている。⁸⁾ 2年で成熟する個体の割合は北へ行くほど高くなり、北海道函館湾においてはほとんどの個体が満2歳になる時期に産卵することが示されている。⁹⁾ 今回の採集でもほぼ確実に1歳魚、すなわち2年で成熟すると思われる個体が上流地点で2尾のみ採集されたが、これらの割合は0.15%と極めて低いことが示された。

マハゼは冬の産卵期に向けて汽水域から入り江や港といった水深の大きな海域へと移動する。⁷⁾ 今回の調査での採集尾数は、潮位が高く採集が困難であったこともあるが、8月以降急激に減少している。これらの結果は、マハゼが5月から8月にかけてヨシ群落周辺に定住して成長し、8月以降は河口域への移動を開始することを示唆している。

4. 2. 2. ビリンゴ

本種の産卵期は福岡市で1月下旬から4月末までということから、¹⁰⁾ 伊勢湾ではそれよりやや遅い時期であると思われる。河口で孵化した仔魚は水流と共に一度海に入り、海の中表層で浮遊生活を送りながら成長し、4月から5月に全長15 mm前後で群れをなして汀線近くに集まり、6月から7月にかけて全長20 mm以上に成長し、河口などで底生生活を始めることが知られている。¹⁰⁾ 本研究では、下流地点では5月6日に、上流地点では5月25日に始めて出現した。その際の体長は10–25 mmとほぼ同じであった。それぞれの地点とも1ヶ月後には体長20–40 mmと倍近くの大きさになり、5月および6月にはヨシ群落周辺で活発な摂餌活動を行っていると考えられる。その後、上流地点では10月2日まで、下流地点では9月9日まで体長組成に変化が見られなかった。上流地点では10月17日にやや体長の増加が見られるのみでそれ以降はほとんど変化がないが、下流地点では水温が低下する11月以降になって40 mmを超える個体が採集されている。このことは、11月以降に大型個体が河川上流部から降河し、上流地点には留まらずに下流地点にたどり着き、やがて河口域へとさらに降河してゆく可能性を示唆している。

本種は福岡市において雄魚は生後満1年で全長37–51 mm、満2年で49–55 mm、満3年で55 mmを越え、雌魚は満1年で全長40–56 mm、満2年で54–64

mm、満3年で64 mmを越え、雌雄とも大部分は1年で成熟し産卵する。¹⁰⁾ 11月21日に下流地点に出現した個体はほぼ1歳魚の最大サイズに達している。これらの個体が冬季に河口付近で産卵するものと思われる。揖斐川下流域においては、2年魚と思われる体長の大きな個体が出現しなかったことから、ほとんどの個体は満1年で成熟し産卵していることが示唆された。

4. 2. 3. メダカ

本種は、上流地点において水温が高くなっていくにつれ3月中旬より採集個体数が増加するとともに、緩やかに成長していることが考えられる。メダカの産卵期は野外において千葉で5~7月であることが知られている。¹¹⁾ 6月22日にはそれまで採集できなかった18 mm以下の個体が採集できるようになり、これらはこの年に生まれた個体であると考えられる。その後9月9日まで継続して小型の個体が採集できたことから、揖斐川上流地点では夏の間はメダカはヨシ群落周辺で繁殖を行なっていることが示唆された。

7月6日には20 mm以上の大型個体が採集できなかった。千葉県印旛沼で大半は未成熟のまま越冬して翌年の春に成熟し産卵後6~7月に死ぬことが知られており、¹²⁾ 上流地点において産卵後に大型個体が死亡していることが示唆された。この年に産まれた個体は徐々に成長していることが示され、11月下旬まで上流地点のヨシ群落は稚魚の成育の場となっていることが示唆された。12月以降では水温が低くなったため、他の場所へ移動することが示唆された。また2月16日から採集でき、再びこの上流地点で緩やかに成長していくことが示唆された。

4. 2. 4. アベハゼ

本種は河口の汽水域に生息し泥底を好むことが知られている。⁵⁾ 今回の調査では上流地点では採集できず、下流地点でのみ採集できた。下流地点では一日を通して塩分の遡上があるため、本種は常にある程度の塩分がある場所を好むことが示唆された。また12月以降では採集できていないことから、水温が低くなったため深いところへ移動していることが考えられた。

アベハゼの産卵期は春から夏であることが知られている。⁵⁾ 揖斐川下流地点では3月から5月にかけては前年に生まれたと思われる12 mm以上のものが数個体ずつ採集され、これらは6月にかけて体長を徐々に増大させており、この間に成長したことを伺わせる。6月に採集数が一時的に増加しているのはこの時期が本種の繁殖期であることから、⁵⁾ 繁殖のためにヨシ群落周辺へ集まってきている可能性が考えられる。7月から8月上旬にかけては個体数が急減しているが、これは繁殖を終えて死亡したか、あるいは別な場所へと移動したためであると考えられる。8月下旬以降、それまでに採集されていない小型のものが数多く採集できた。これらはこの年の繁殖期に生まれた個体であ

ると考えられる。これらの当歳魚はその後徐々に成長し、11月21日には12–14 mmをピークとする1群として採集されたのを最後に、見られなくなった。おそらく冬季は水温の高い深いところへ移動し越冬していると考えられた。

3月31日に採集された28–30 mmの1個体はそれより小型の群と異なる1歳魚であると思われる。また、繁殖期後の8月23日、9月9日、および9月22日にも1歳魚と思われる個体が数個体見られた。このことから本種では1歳を越えてなお生き残る個体がいることが示されたが、これらの個体が翌年再び繁殖に加わるか否かは今回の結果から判断できなかった。

4. 2. 5. トビハゼ

本種は泥干潟に生息し泥底を好むことが知られている。¹³⁾ 今回の調査では上流地点では採集できず、下流地点のヨシ群落周辺の泥干潟でのみ採集できた。

トビハゼの生活は4月から10月の活動期と11月から3月の休止期に大きく分けられ、さらに産卵期は活動期中の6月から8月であることが知られている。¹³⁾ 揖斐川下流地点で採集できた期間は本種の活動期とほぼ一致していた。体長は7月20日にかけて徐々に増大したことから、活動期中はヨシ群落周辺で活発な摂餌活動を行っていると考えられる。9月9日に、それまでに採集されていない小型個体が採集できた。これらはこの年の繁殖期に生まれた個体であると考えられる。このように、本種はヨシ群落周辺を繁殖の場としても利用していると考えられる。また10月2日および10月17日にも小型個体は採集されたが、体長にばらつきが見られた。

休止期には、終日巣穴で過ごし、餌も食べないことが知られている。¹³⁾ 揖斐川下流地点では11月から3月下旬までの間は、干潟には姿はなく、採集もできなかったことから、本調査地点においてもこの時期が休止期であることが示唆された。

4. 2. 6. ボラ

ボラの産卵期は三重県浜島で10月上旬から下旬である。¹⁴⁾ また、早春に体長20 mmに達した稚魚が群れをなして沿岸から汽水域に侵入し、4月に60 mmになれば河川中流域にも侵入することが知られている。¹⁴⁾ 伊勢湾で生まれたボラは海域で孵化後、3月中旬には体長20 mmで下流地点に侵入し、さらに1ヶ月後には上流地点まで侵入していることが示された。河川に侵入後は5月下旬まで体長組成に大きな変化が見られないが、6月以降体長の大型化が顕著となり、それに伴って体長組成が幅広くなり、成長の個体差が大きいことを伺わせた。

体長の分布のピークを比較すると6月6日には上流地点において45–50 mmであるのに対して、下流地点において40–45 mm、7月20日には上流地点にお

いて 70–75 mm であるのに対し、下流地点において 60–65 mm、8 月 3 日には上流地点において 90–95 mm であるのに対して、下流地点において 70–80 mm と下流地点に比べ上流地点の方が全体的に大きいことが分かった。ボラは 2–3 cm では淡水への抵抗性が弱いが 6–9 cm では淡水で成育できることから、¹⁴⁾ 大型化した個体はより上流へと分布域を広げていることが示唆された。このように、本種は春から夏にかけてヨシ群落周辺を河川上流への移動の途中で一時的に過ごす場所、およびある程度定住して摂餌する場所などに利用しているようである。9 月以降には上流、下流両地点とも採集尾数が減少した。これは 100 mm を越えるような成長した個体は冬に向けて海域へ移動するためと考えられる。

4. 2. 7. アシシロハゼ

本種は内湾や汽水域に周年生息している。¹⁵⁾ 産卵期は 5 月から 9 月と長期にわたり、1 尾の雌は 1 繁殖期に数回の産卵を行うことが知られており、東京湾では 6–7 月および 9 月に産卵のピークがある。¹⁵⁾ 上流地点では採集個体数が全般的に少ないため、はっきりとした体長組成の変動は得られなかったが、3 月 15 日に捕獲された個体は大小 2 群に分けられた。これらのうち小型群は上流、下流地点ともに 6 月まで順調に成長していくようである。この群は 7 月には上流地点での採集数が激減したが、下流地点では依然として採集されている。この時期は本種の繁殖期に当たるため、本種は繁殖のためにやや下流の塩分濃度の高い場所へ移動する可能性が考えられる。下流地点は本種の繁殖の場として利用されている可能性が高い。

8 月 23 日には上流、下流地点ともに新たにこの年の繁殖期に生まれたと考えられる 20–25 mm の個体が 2 尾採集され、9 月 9 日にはさらに 25–30 mm のものが 1 尾採集された。これらはその後上流、下流地点で共に散発的に数尾が採集され、12 月 9 日には下流地点で多数の個体が採集された。このように、ヨシ群落周辺は本種の稚魚の育成の場として利用されているようである。本種は冬には深いところへ移動することが知られており、¹⁵⁾ 揖斐川下流域で広くヨシ群落周辺に分散していた当歳魚が 12 月に海域へと移動していることが示唆された。

一方、上流地点で 3 月 15 日に見られた大型群（体長 40–45 mm）はその後 5 月 6 日に 50–55 mm の群れとして採集されている。本種は 1 年で成熟して産卵するが、2 年目で産卵する成長の遅い個体もいることが知られている。¹⁵⁾ 今回の採集でもほぼ確実に 1 歳魚と思われる個体が上流地点で採集されたが、下流地点では採集されなかった。これらの個体が 1 年目で繁殖を行った個体の生き残りであるのか、2 年目で初めて成熟するのかは、明らかにできなかった。

4. 2. 8. ニゴイ

ニゴイの産卵期は筑後川において、中流域で4月に孵化し、その後下流域に降りて5月以降にはそこに留まり、7月には体長50 mm以上に成長した個体から感潮域の淡水区間へ降り始め、11月以降には下流域では採集されないということが知られている。¹⁶⁾ 揖斐川中流域で孵化したニゴイの稚魚は、7月上旬に汽水域に侵入していることが示唆された。7月6日に初めて出現した時には上流地点では30–35 mm、下流地点では45–50 mmをピークとして下流地点の方がやや大きかった。その後上流地点では採集個体数が少なくなったが、8月23日および9月9日には55–60 mmをピークとする個体群が採集でき、その後採集数が急激に減少した。下流地点では7月6日以降ほとんど採集できなかった。これらは体長が50 mm以上に成長し、淡水域へ移動したためと考えられる。

下流地点において8月3日、8月23日、および9月22日に75–85 mmの大型の個体が採集できた。ニゴイは満1年で80–120 mmになるということが知られており、¹⁷⁾ 一年魚がこの年に産まれた個体と同時に同所的に出現していることが示唆された。

ニゴイの当歳魚は発育段階に応じて生息場所を移動し、筑後川感潮域の淡水区間において7月以降に体長50 mm以上が出現し始め、それ以後この水域で採集される個体数が増加するという。¹⁶⁾ 本研究でも上流地点および下流地点とも、継続して個体群が採集できていないことから、ニゴイは発育に伴い移動を行ない、ヨシ群落は移動の途中で一時期を過ごす場所として利用されていることが示唆された。

5. おわりに

揖斐川下流のヨシ群落には極めて多くの魚種が生息していることが明らかとなった。その内訳は海から侵入してくるもの、汽水域に定住しているもの、増水などにより流下してきた淡水性のもの、および海と川を行き来する回遊性のものなど様々な生活パターンを示すものが見られた。ヨシ群落周辺は水深が本流に比べ浅いことから、塩分や水温の変動が激しい。このため春から秋にかけての温暖な時期には多くの魚種が出現するが、水温が低下する冬期間はほとんど出現しないことが明らかとなった。また、海水性および回遊性の一部の魚種にはヨシ群落周辺には立ち寄らず、本流筋のみを移動しているものも存在している可能性が示された。

温暖な時期にヨシ群落に出現する優占魚種8種（マハゼ、ビリンゴ、メダカ、アベハゼ、トビハゼ、ボラ、アシシロハゼ、およびニゴイ）について、出現状況および体長組成の周年変化を調べた。その結果、ヨシ群落の利用形態として、主に生育の場として利用しているもの（マハゼ、ビリンゴ）、繁

殖および生育に利用しているもの（メダカ、アベハゼ、アシシロハゼ）、定住しているもの（トビハゼ）、移動の際に一時的に利用しているもの（ボラ、ニゴイ）、の4型に分けられた。特に、繁殖や仔稚魚の生育に利用する場合にはヨシのシェルターとしての存在は重要であると考えられる。

ヨシ群落周辺は干潟を形成し、そこには魚類以外にも二枚貝類、多毛類、甲殻類などの様々な底棲動物が生息し、さらにはこれら水棲動物を餌とする鳥類などが集まり、食物連鎖によって形成された複雑な生態系が存在する。本研究では魚類相の周年変化と優占魚種の体長組成の変化から、各魚種の利用形態を推定した。今後はさらに餌となっている生物の種類を把握すること、および繁殖に関連する形質の解析等を行なうことで、各魚種によるヨシ群落の利用の実態がより明確になるとと思われる。

今回の研究により河川下流域のヨシ群落が魚類の生活史に密接した重要な生息環境を形成していることが示唆された。昨今の河川改修工事等によるヨシ群落の消失は、植物のヨシ自体のみならず、ヨシ群落に依存している多くの魚類にも重大な影響を与える可能性がある。ヨシ群落周辺に生息している魚類の生物量は膨大である。これらへ直接影響があるならば、河川の生態系全体にもその影響は及ぶものと思われる。河川の改修を行なう必要がある場合には、ヨシ群落の保全を前提に行なう必要がある。

参考文献

- 1) 鈴木誉士・永野元・小林徹・上野紘一（2005）：RAPD分析による琵琶湖産フナ属魚類の種・亜種判別およびヨシ帯に出現するフナ仔稚魚の季節変化。日本水産学会誌，71, 10-15.
- 2) 山内克典・足立孝・古屋康則（1999）：長良川河口堰湛水域におけるヨシ原の変化 長良川河口堰が自然環境に与えた影響 財団法人日本自然保護協会 pp. 141-145.
- 3) 後藤宮子・足立孝・千藤克彦・長野浩文（1994）：長良川の魚類相。長良川下流域生物相調査報告書（長良川下流域生物相調査団 編），pp 64-78.
- 4) 加納光樹・小池哲・河野博（2000）：東京湾内湾の干潟域の魚類相とその多様性。魚類学雑誌，47, 115-129.
- 5) 岩田明久（2002）：アベハゼ。日本の淡水魚，改訂版（川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編）。山と溪谷社，pp. 576.
- 6) Kimura, S., Okada, M., Yamashita, T., Yaniyama, I., Yodo, T., Hirose, M., Sado, T. and Kimura, F. (1999): Eggs, larvae and juveniles of the fishes occurring in the Nagara River estuary, central Japan. Bull. Fac. Bioresources, Mie Univ., 23, 37-62.

- 7) 道津善衛・水戸敏 (1955) : マハゼの産卵習性および仔、稚魚について. 魚類学雑誌, 4, 153-161.
- 8) 宮崎一老 (1940) : マハゼに就て. 日本水産学会誌, 9, 159-180.
- 9) 星野昇・木下哲一郎・菅野泰次 (1993) : 北海道函館湾におけるマハゼの年齢と成長および生態的特性. 北大水産彙報, 44, 147-157.
- 10) 道津善衛 (1954) : ビリンゴの生活史. 魚類学雑誌, 3, 133-138.
- 11) 江上信雄 (1989) : メダカに学ぶ生物学. 中央公論社, 東京, p. 237.
- 12) 佐原雄二 (2002) : メダカ. 日本の淡水魚. 改訂版 (川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), 山と溪谷社, pp. 426-429.
- 13) 岩田勝哉 (2002) : トビハゼ. 日本の淡水魚. 改訂版 (川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), 山と溪谷社, pp. 642.
- 14) 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦 (1982) : 原色日本淡水魚類図鑑, 全改訂新版. 保育社, 大阪, p. 462.
- 15) 辻幸一 (2002) : アシシロハゼ. 日本の淡水魚. 改訂版 (川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), 山と溪谷社, pp. 625.
- 16) 竹下直彦・木村清朗 (1991) : 筑後川におけるニゴイの年齢と成長. 日本水産学会誌, 57, 29-34.
- 17) 細野和海 (2002) : ニゴイ. 日本の淡水魚. 改訂版 (川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), 山と溪谷社, pp. 324-327.