【地域活性化研究】

岡崎市鉢地川・南川における在来水生生物カワヨシノボリ・スジエビの成長と繁殖、および国内外来種オヤニラミの食性

人間環境大学　森岡　伸介・廣中　航・浅井　航波・浅井　駿

要旨

岡崎市内を流れる鉢地川（矢作川水系乙川支流）における在来水生生物のカワヨシノボリ（魚類）・スジエビ（甲殻類）の成長や繁殖、および同川に侵入した国内外来種オヤニラミの（魚類）食性を調査した。カワヨシノボリはほぼ周年に渡り河川内で繁殖し（盛期は 6～8 月）、夏季孵化群は冬季孵化群より高成長を示した。スジエビの繁殖期は春～初夏であり、その間および以降に大型個体の消失（死亡）と小型個体の加入・成長が見られ、世代交代が生じていたと考えられた。オヤニラミは餌料生物として水生昆虫に大きく依存するが、サイズの大型化に伴い魚類や陸生昆虫など、摂食生物が多様化する現象が観察された。

1. はじめに

鉢地川および南川は、三河湾西部にそそぐ矢作川水系乙川・夏山川の支流であり、様々な在来魚類や甲殻類などの水生生物が生息している[1,2]。しかし鉢地川には、国内外来種のオヤニラミ[3]や国外外来種のタウナギ等（森岡 未発表）（両種とも肉食性）の侵入・定着が確認されており、同川に生息する在来水生生物の競合種となっている。これら肉食性の外来種によって在来水生生物が捕食され資源の減少につながる可能性が以前より懸念されてきた。そこで本研究では、鉢地川および南川における代表的な在来水生生物であるカワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus*（ハゼ科魚類）とスジエビ *Palaemon paucidens*（テナガエビ科甲殻類）に着目し、この両種の長期的（季節的）な繁殖・成長に関する知見を得ることで、増殖・資源保全に資する生態的情報を得ることを目的とした。また、本調査と並行し、肉食性の国内外来種のオヤニラミ *Coreoperca kawamebari*（ケツギョ科魚類）の食性も調査し、同種による在来水生生物への捕食に関する知見も得ることとした。

2. 方法

カワヨシノボリおよびオヤニラミの採集：矢作川水系乙川支流の鉢地川において（図1）、2023 年 3 月～10 月にかけて両種の採集調査を行った。採集には方形のたも網（幅: 420mm、高さ: 380mm、目合: 約 1mm）を用いた。採集後の標本は 70%エチルアルコールで固定し、後日人間環境大の実験室での作業に供した。採集期間を通じて、棒状水温計および水温ロガーを用いて河川水の水温を記録した。

スジエビの採集：矢作川水系夏山川支流の南川において、2023 年 4～10 月にかけて本種の採集を行った。採集器具は上述のたも網と同じものを用い、採集後の標本は 70%エチルアルコールで固定し、後日人間環境大の実験室での作業に供した。採集期間を通じて、棒状水温計を用いて河川水の水温を記録した。

図 1　標本の採集河川（鉢地川および南川）

カワヨシノボリの日齢解析：本種の成長パターンを解析するために、同種の日齢を耳石（扁平石）の日周輪数から推定した。日齢を推定する際に、まず標本の標準体長(mm)を計測した後、頭部を解剖し摘出した耳石をスライドグラス上に 2 剤混合式エポキシ樹脂で包埋した。さらに、耳石の表裏を耐水研磨紙（サンドペーパーおよびラッピングフィルム）で研磨することで薄片状とし、耳石内部の日周輪（日齢）を露出させた後に、生物顕微鏡下で日種輪数（日齢）を計数した。その後、標準体長と日周輪数の関係から、夏季孵化群および冬季孵化群の成長パターンを下記の Gompertz 成長式で表した（Lt：各年齢の頭胴長、$L\infty$：理論的最大頭胴長、C：成長係数、k：年齢 0 歳時の成長率、t：日齢）。

$$Lt = L_{\infty} \cdot \exp(C \cdot \exp(k \cdot t))$$

スジエビの個体群動態解析：本種の個体群動態を解析するために、標本個体の頭胸甲長（mm）を測定後、雌雄判別を行った。本種の雌雄判別は、第 2 遊泳脚の生殖突起の形状から判別が可能であり、同突起に棘がある場合はオス、無い場合はメスと判断した。その後、抱卵メスの数を確認し、月ごとの抱卵メス出現率を記録した。

オヤニラミの食性解析：標本の標準体長（mm）の測定後、開腹し胃袋を摘出した。その後、胃内容物を取り出し、餌料生物の個体数および分類群同定を行い、各分類群における相対個体数頻度（FNI, %）を下式より求めた。

FNI (%)=（ある分類群を捕食していたオヤニラミ個体数/非空胃オヤニラミ数）×100

３．結果

（１）カワヨシノボリの成長パターン

合計 159 個体の耳石を摘出し、観察したところ、日周輪は概ね良好に観察され計数が可能であった（図 2)。各個体の採集日と日周輪数（日齢）に基づき月ごとの孵化個体数を図 3 に示した。その結果、本種の繁殖はほぼ周年にわたり生じているものと推察された。1 年を通して全月にわたって孵化個体が存在するもののその数は一定ではなく、5 月及び 9－10 月を境にしてピークが二つ観察された。6 月から 8 月にかけて見られるピークは多数かつ短期間、11 月から 4 月に孵化するグループは月当たりの孵化個体は少ないものの、長期的に孵化が続く傾向にあった。

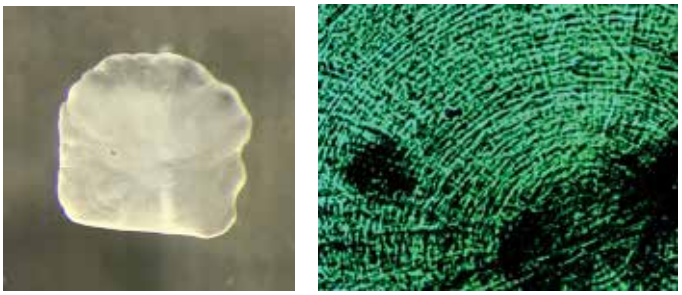

図２　カワヨシノボリの耳石（左）と耳石内部に形成される日周輪（右）

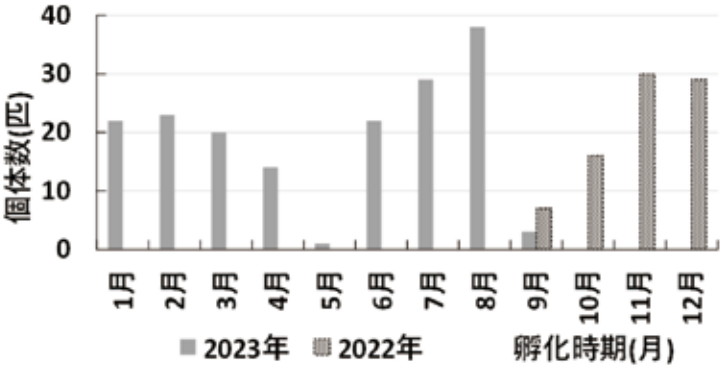

図３　日齢から推定された各個体の孵化月

6 月から 8 月に孵化した個体を夏個体群、12 月から 2 月に孵化した個体を冬個体群として、それぞれ日周輪数（日齢）と体長の関係を Gompertz 成長曲線で近似した（図 4)。その結果、夏季孵化群および冬季孵化群の成長は下記の 2 式（ともに Gompertz 成長式）で近似された。

夏季孵化群：$Lt=43.67*\exp(-2.21*\exp(-0.02*t))$　($R^2=0.99$, n = 99)

冬季孵化群：$Lt=69.20*\exp(-2.55*\exp(-0.01*t))$　($R^2=0.99$, n = 84)

両式は統計的に有意に異なり（F-test, $p<0.05$）、両孵化群はそれぞれ異なる成長パターンを示した。

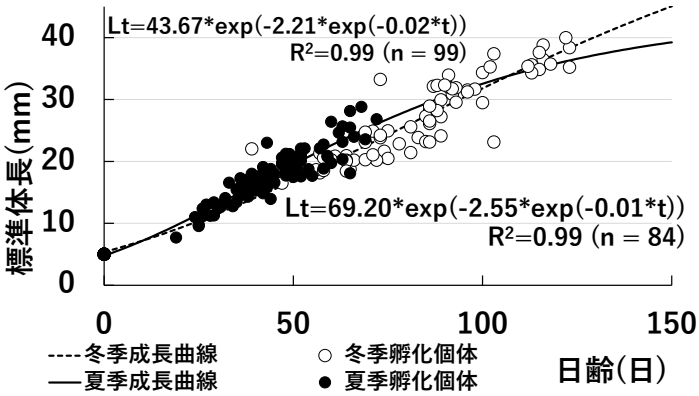

図４　夏季孵化群と冬季孵化群の成長パターンの比較

（２）スジエビの個体群動態

2023 年 4～10 月の間の頭胸甲長組成の経月変化を図 5 に示した。同図より、4～6 月の間に頭胸甲長 12mm 以上の大型個体が急速に減少するとともに、6 月以降には 8mm 未満の小型個体の出現、すなわち新規加入が認められ、その後これらの小型個体は 10 月までに継続的な成長を示した（図 5）。抱卵メス個体の出現率は、4 月に 80%以上と高い水準であったが、その後減少し、7 月以降は 0%であった（図 6）。

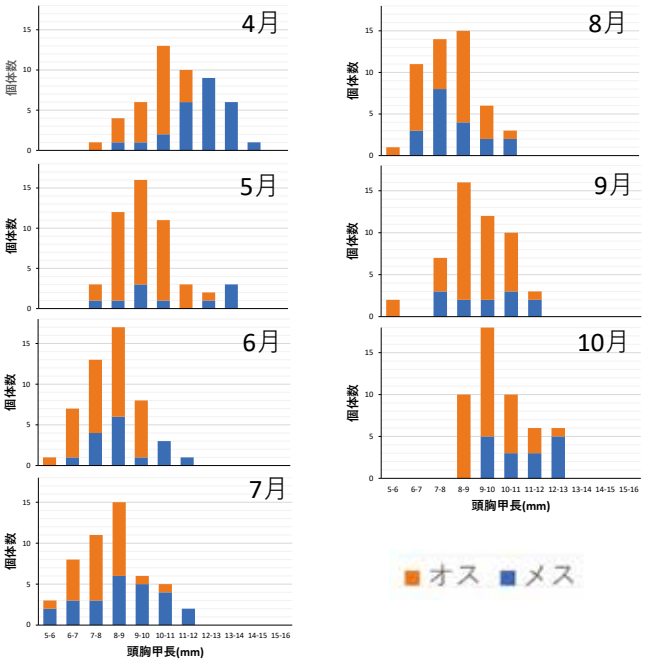

図５　スジエビの頭胸甲長組成の経月変化

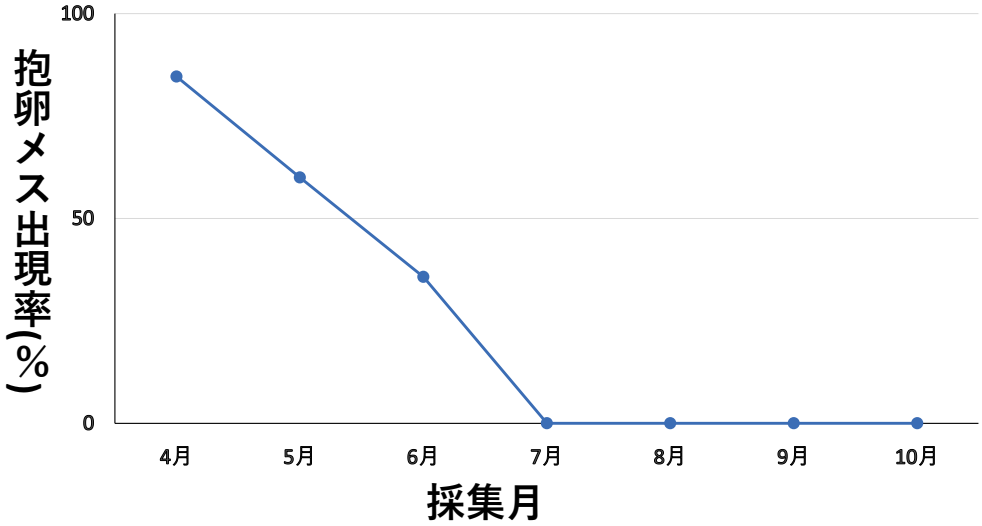

図６　スジエビ抱卵メスの出現率の経月変化

（３）オヤニラミの食性

今回の調査を通じ、計 84 個体のオヤニラミの稚魚・成魚を採集した（標準体長 13.78~87.54mm）。これらの胃内から認められた餌生物の分類群ごとの相対個体数頻度(%)を図 7 に示した。この図から明らかなように、オヤニラミはそのサイズに関わらず、カゲロウ目、トビケラ目、双翅目などの水生昆虫類を餌料として多く摂食していたことが明らかとなった。

さらに、供試魚をサイズ別に 3 グループ（体長 10-30mm 群、30-60mm 群、60-90mm 群）に分けて、それぞれの群で見られた餌生物分類群の相対個体数頻度から（図 8）、オヤニラミのサイズが大きくなるにつれて、十脚目（エビ類）や魚類、あるいは等脚目などの比較的大型の餌生物の出現率が上昇する傾向が認められた。

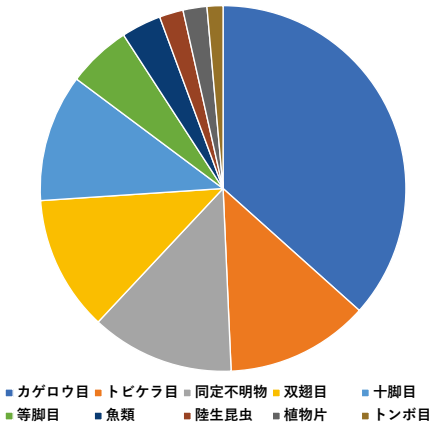

図７　オヤニラミ胃内で観察された餌生物の分類群ごとの相対個体数頻度

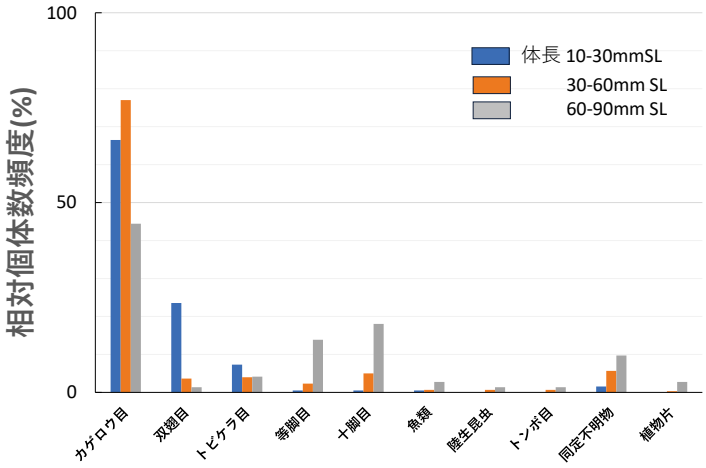

図８　オヤニラミのサイズ別の胃内容餌生物の相対個体数頻度

4．考察

（1）カワヨシノボリの季節的成長：

本種の夏季孵化群と冬季孵化群それぞれの個体群について Gompertz 成長曲線で日齢－体長関係を近似したところ、6～8 月孵化群の方が、12～2 月孵化群よりも成長が早い事が明らかとなった（図 4）。魚類において種々の生理機能は基本的には環境水温の影響を大きく受ける[4]。成長においても例外ではなく、水温の上昇にともない成長が早く

なる事がサケ科のサケ *Oncorhynchus keta*[5] やキュウリウオ科のアユ *Plecoglossus altivelis altivelis*[6] において報告されている。鉢地川において夏個体群が孵化している中間月の 7 月は 25℃付近である一方、冬個体群が孵化している 1 月は 5℃付近であり、仔稚魚期の経験水温は明らかに違う事が分かる。したがって、夏個体群と冬個体群の成長差は水温による影響であると考えられる。月別孵化個体（図 3）は冬季にも安定して存在しており、この時期に孵化することが、夏季に孵化するものとは異なる有意性を有する可能性が伺える。今後餌料やその他の環境要因の精査を通じ、夏季孵化群－冬季孵化群間の生残戦略の特異性に関する情報の蓄積が期待される。

（2）スジエビの個体群動態：

大型の個体が 4～6 月に急速に消失し（図 5）、同時にメスの抱卵個体出現率の急減（図 6）した一方で、小型個体の新規加入・その後の成長が 6～10 月に観察された（図 5）。これらのことから、南川におけるスジエビ個体群はこの時期に世代交代しているものと推定された。また、今後の精査が必要ではあるものの、3～4 月頃に孵化後、幼生（ゾエア）として河口に流下した個体が 6 月頃に回帰するものと推察され、その後翌春に成熟すると考えると、同川における本種の寿命は約 1 年と推定された。本種は地域によって寿命が異なることが報告されており、滋賀県 [7]、長野県 [8] などでは本研究と同様に寿命は約 1 年と推定されている一方で、宮城県 [9] や青森県 [10] などでは約 2 年と推定されており、高緯度地域であるほど寿命が長くなる可能性がある。

また、本種の抱卵期と考えられる 4 月から 7 月の期間、頭胸甲長が 11mm 以上の大型個体のメスの採集数と比較し、オスが少数しか採集されず、抱卵期終期と考えられる 6 月から 7 月では大型のオスの採集数は 0 匹であった。このことからオスの方がメスより早く寿命を迎えると考えられる。広島県の調査でも同様の結果が得られており [11]、6 月に発生する個体群を年間を通して定量的に採集した平均体長のグラフの変化を読み取った結果、メスの方がオスより成長が早く、抱卵期には平均 10mm ほど大型化しており、寿命もオスが約 13.5 か月であるのに対し、メスは 13.5 か月から 14.5 か月の寿命があると考えられている（小川ら 1988）[11]。このことから、抱卵期の最大頭胸甲長がメスであり、メスの方が抱卵期終期まで採集された本研究と知見が一致する。

（3）オヤニラミの食性：

オヤニラミの成長に伴う食性の変化については、本種のサイズ群別の餌生物の摂食頻度を示す相対個体数頻度(%)の比較（図 8）から、小型個体はほぼカゲロウ目トビケラ目双翅目などの水生昆虫に依存しているのに対し、大型の個体も水生昆虫を中心として利

用しているものの、十脚目、魚類、陸生昆虫など幅広い分類群の餌を大型の個体ほど利用していることが示された。大型の個体になるほど幅広い餌を利用する食性に関しては、太下ら（2023）[12] でも同様の現象が確認されている。一般的に、体長の大型化に伴い採食物の最大サイズが大きくなることから、オヤニラミの大型個体では、魚類や十脚目などの水生昆虫と比較して難捕食性ではあるものの、より栄養価の高い生物を餌料として選択することに繋がったと考える。また、体サイズが大きくなるほど、空胃個体が増える関係についても、捕食が難しく栄養価の高い獲物を選択したことにより、摂食が失敗する確率が高くなり、空胃個体が増えていたもの考えられる。

引用文献

1) 浅井航波「愛知県矢作川水系夏山川支流南川のスジエビ *Palaemon paucidens* 個体群の繁殖と成長」2024、人間環境大学卒業論文
2) 加藤佑弥「愛知県矢作川水系乙川支流鉢地川における魚類相」2024、人間環境大学卒業論文
3) 坂井田俊輔「鉢地川に分布する国内外来種オヤニラミの生息域及び繁殖状況」2023、人間環境大学卒業論文
4) 清水昭男「魚類の生殖周期と水温等環境条件との関係」『水産総合研究センター研報』2006、4: 1–12 頁
5) 高橋悟・長谷川功・伊藤洋光・伴真俊・宮内康行「温度・餌環境が異なる河川に放流されたサケ稚魚の成長比較」『日本水産学会誌』2016、82: 559–568 頁
6) 酒井明久・矢田崇・井口 恵一郎「琵琶湖におけるアユ仔稚魚の成長速度の変動と環境要因」『日本水産学会誌』2012、78: 885–894 頁
7) 原田英司「IV甲殻類 びわ湖生物資源調査団（編）」『びわ湖生物資源調査団：中間報告（一般調査の部）近畿地方建設局』1966、553-603 頁
8) 大久保英次「溜池におけるスジエビ *Palaemon paucidens* (DE HAAN)の生態-I」『淡水研報』1961 11: 57–68 頁
9) 加藤木侑一・松本裕幸・高橋潤・東典子・千葉晋「宮城県気仙沼市の西舞川におけるスジエビ *Palaemon paucidens* の生活史」『日本ベントス学会誌』2022、77: 27–37 頁
10) 松井魁・和井内貞一郎「十和田湖におけるスヂエビ *Leader paucidens* (de HAAN)の生態学的研究」『陸水学雑誌』1937、7: 31–44 頁
11) 小川泰樹・角田俊平「芦田川産スジエビの成長と寿命」『広島大学生物生産学部』1988、27: 41–50 頁
12) 太下蓮・藤田宗也・伊藤玄「滋賀県宇曽川水系における 国内外来種オヤニラミ（スズキ目ケツギョ科）の初確認」『伊豆沼・内沼研究報告』2023、17: 39–46 頁

謝辞

本研究の実施にあたり、人間環境大学水生動物領域教員の西田美紀氏、中東明佳氏、安井尚美氏には多大なるご支援を頂いた。また、同領域4年生の各氏にも調査の際にお力添えを頂いた。本研究は岡崎大学懇話会による令和5年度産学官共同研究助成を受けて行った。ここに御礼申し上げる。