

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510245

研究課題名（和文） 淡水魚類群集の多様性を創出する一時的水域の環境特性と魚類の繁殖に対する機能の解明

研究課題名（英文） Studies on temporal water area producing diversity of freshwater fish: environmental property and function for fish reproduction.

研究代表者

古屋 康則（YASUNORI KOYA）

岐阜大学・教育学部・准教授

研究者番号：30273113

研究成果の概要（和文）：

降雨によって形成される一時的水域は、一部の魚類の繁殖に重要な環境である。一時的水域の環境特性と、そこで繁殖する魚類の生理生態学的情報の把握を目的として、環境調査と魚類の成熟調査を行った。一時的水域の水質には目立った特徴は認められなかったが、仔稚魚の餌となるプランクトンが恒常的水域よりも増加することが示唆された。一時的水域で繁殖する魚種（ドジョウ、ナマズなど）では、繁殖可能な状態が比較的長く（春から秋まで）続くことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

The temporal water area formed by rainfall provides important breeding environment for some fishes. Environmental research of the temporal water area and maturation investigation of fishes were conducted for the purpose of grasping the environmental capability and the physiological and ecological information of the fishes which breed in the temporal water area. Although the conspicuous feature was not observed in the water quality of some temporary water areas, it was suggested that the plankton used as the food for larvae of fish increased from a constant water area. Furthermore, it was suggested that the breeding period of fish which breeds in the temporal water area continues comparatively long (spring to autumn).

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
2012 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：生物多様性保全・環境評価

1. 研究開始当初の背景

日本に生息する淡水魚類のなかで多くの種が「一時的水域」を繁殖の場として利用している。一時的水域とは、氾濫原とも呼ばれ、

通常は陸生植物などが繁茂している陸域であるが、降雨などによって一時的に浸水する場所のことである。梅雨時などに氾濫原が浸水すると、それまで河川で過ごしていたある

種の魚類が一斉に一時的水域へと移動し、産卵して、再び河川へ戻るといった現象が知られている。このような習性は、コイ目を中心とした多くの魚種で知られている。これは、一時的水域が通常は数日間しか冠水しないため、外敵が侵入しにくく、浅いため水温が高く、稚魚の餌となるプランクトンが急激に発生するなどの物理化学的および生物学的特性を持っているためと考えられている。かつては水田が一時的水域として魚類の繁殖にとって重要な位置を占めていたが、近年の減反政策による休耕田の増加や、圃場整備による用水路との落差の出現により魚類の遡上が困難になった。このことから、現在では河岸に形成される一時的水域が、魚類群集の多様性維持にとって主要な役割を担うに至っている。

現在、多くの淡水魚類が絶滅の危機に瀕しており、その原因の一つに河川を水路化することによる一時的水域の減少が挙げられる。今後の河川環境の保全や魚類群集の多様性を創出するうえで、魚類の繁殖・生育に利用され得る一時的水域の確保は急務の一つである。そのためには、一時的水域の環境特性を明らかにするだけでなく、魚類の繁殖・生育の面から一時的水域の利用価値を評価する指標が必要である。また、一時的水域を繁殖の場として利用している魚類についての生理生態学的情報を把握することも重要である。

2. 研究の目的

魚類の繁殖・生育の面から見た一時的水域の利用価値を評価する基準を設けることを目的として、一時的水域の物理化学的環境特性と生物学的環境特性を明らかにする。

魚類の繁殖に対して一時的水域が持つ機能を明確にすることを目的として、一時的水域で繁殖を行う魚種の生理・生理学的な特性を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 環境調査

一時的水域が形成される場所として、岐阜市および近郊の平野部において8地点の観測地点を設け、2011年12月から2012年11月までの1年間、1ヶ月に2回水質調査を行った。調査項目は水温、溶存酸素濃度(DO)、pH、全溶存固形物量(TDS)、酸化還元電位(ORP)、塩分濃度、電気伝導度、濁度である。魚類の主要な繁殖期に相当する4月から6月の増水による一時的水域形成時と、それ以外の時期の増水による一時的水域形成時における、各調査項目の変動の違いを比較した。

周年を通して水位が一定の用水路と水田湛水期に著しく増水する用水路において、4月から9月までの6ヶ月間、1ヶ月に2回程度、プランクトンネットによるプランクトン

の定量採集を行い、得られた試料中のプランクトン組成を調べた。

(2) 魚類の成熟度調査

一時的水域で繁殖する魚類の成熟特性を明らかにするために、一時的水域を主な繁殖場所としていると考えられる魚種のほか、数種の魚類(ドジョウ科のドジョウ、ナマズ科のナマズ、およびコイ科のアブラハヤ、カワムツ、オイカワ、ヤリタナゴ、タモロコ、カマツカ)を周年に渡って採集し、生殖腺体指数(GSI)の周年変化を調べた。生殖腺を固定後、パラフィン切片を作成し、生殖細胞の発達段階を分類後、各発達段階の生殖細胞の存在比率を計数し、個体の成熟度を分類した。

4. 研究成果

(1) 水質の変動

調査した8地点について、各調査項目の1年間の変動と、魚類の主要な繁殖期に相当する4月から6月の増水時における各調査項目の変動を比較した結果、降雨増水による特筆すべき変動は見られなかった。このことから、一時的水域の形成時に魚類に誘発される最終成熟は、増水時に起きる水温、溶存酸素濃度、pH、全溶存固形物量、酸化還元電位、塩分濃度、電気伝導度、濁度などの変動以外の要因によることが考えられた。

(2) プランクトン相の変化

水田湛水による水位変動のない用水路で、31科43属48種のプランクトンが確認された。藍藻類は多雨期に個体数の増加が認められたが、甲殻類やその他には顕著な変化は認められなかった。一方、水田湛水により著しく水位が増加する用水路では、33科47属53種が確認された。水田湛水期には緑藻類、藍藻類、緑虫類のほか、甲殻類において著しい個体数増加が認められた。以上の結果は恒常的な水域よりも一時的な水域において、魚類の餌となるプランクトンの個体数に、水位上昇に伴う個体数増大が起きやすいことを示唆している。

(3) 魚類の成熟度調査

① ドジョウ

耳石による年齢査定から、本調査地には満3歳までの個体が生息していると推定された。新規加入と考えられる全長40mm以下の小型個体の数は6月に急増し、7月には一度減少したが9月に再び増加したことから、産卵は6月以前から始まり、8月まで断続的に続くと考えられた。雄のGSIは明瞭な年変動を示さなかった。精小囊内腔には1年を通じて精子が見られた。精巣全体に占める精子の割合は冬に多く、繁殖が行なわれる夏には少なかった。全包囊数に占める精原細胞、精母細胞

胞、精細胞の包囊数の割合の周年変化から、減数分裂は5-9月の間に活発に行なわれることが示唆された。従って、非繁殖期に精巢の大半を占める精子は繁殖に使われない残留精子であり、活発な減数分裂が起きる翌年の5月までに吸収されると考えられた。雌のGSIは、4月まで低値で推移し、5月に急増してピークに達し、その後8月にかけて減少するといった、明瞭な年変動を示した。卵巣内には1年を通じて表層胞期までの卵母細胞が見られ、卵黄球の蓄積が繁殖に向けた成熟開始の兆候であることが示された。第3次卵黄球期の卵母細胞や排卵後濾胞の有無から、産卵期は5月上旬から8月下旬までであると推定された。卵黄蓄積の開始時期には個体差が見られたが、早い個体では産卵期終了直後から始まることが示唆された。

ドジョウの繁殖期は5月上旬から8月下旬までであることが示唆された。雌では4月には繁殖可能な個体が現れ、その状態は8月まで見られた。繁殖終了後には、早い個体では10月に卵黄形成がはじまり、翌年の4月まで卵黄形成が徐々に行われることが示された。雄は冬の間、大量の残留精子を徐々に吸収し、春の水温の上昇に伴って新しい精子を形成すると考えられる。本研究では、繁殖期に入っても完熟状態の雌魚は得られなかった。ドジョウの繁殖場所は降雨などにより形成される一時的な水域や、人為的に形成される水田などであり、一時的な水域で産卵を行う魚では、繁殖環境が整わなければ最終成熟を起ささないことが知られている。すなわち、産卵の際には通常の生息場所から一時的な水域に移動し、その後に最終成熟を引き起こし、産卵が可能になると考えられる。今回、雌の完熟魚が採集されなかったのは、産卵は採集を行った水域では行わず、別の場所に移動して行っていたことを示唆している。今後は、産卵を行っている場所を特定し、そこへの移動を誘起する原因を明らかにする必要がある。また、ドジョウの雌の最終成熟が具体的にどのような環境要因によって起き、その際にどのような内分泌生理学的な変化が起きるのかを解明するには、今後、詳細な飼育実験を行う必要がある。今回得られた結果は、これらの実験を行う際に、基礎的な知見を提供するであろう。

②ナマズ

雌の成熟度は未熟期(表層胞期までの卵母細胞をもち、性的に未熟な状態)、卵黄形成期(第1次から第3次卵黄球期までの卵母細胞をもち、産卵に向けて卵黄の蓄積を行っている状態)、および成熟・産卵期(卵黄球期の卵母細胞のほかに成熟期の卵母細胞や排卵後濾胞をもち、卵成熟・排卵・産卵を繰り返している状態)の3段階に分けられた。

採集を開始した4月下旬から5月下旬にかけて採集された7個体中6個体は成熟・産卵期の状態にあり、1個体が未熟期であった。5月下旬から7月下旬にかけて採集された5個体中成熟・産卵期の個体は1個体のみ(6月上旬)で、残りの4個体は未熟期の状態であった。9月下旬から10月下旬に採集された3個体中1個体は卵黄形成期の状態にあり、2個体は成熟・産卵期の状態であった。以上の結果は、ナマズの繁殖が春から初夏にかけてと、秋の年2回行われることを示唆している。成熟・産卵期には第3時卵黄球期の卵母細胞のほかに、核移動期、成熟期の卵母細胞を同時にもち、さらに排卵後濾胞ももつ個体が複数観察された。このことは、ナマズが1回の繁殖期に複数回の産卵を行うことを示唆している。雌のGSIは春から初夏にかけての成熟・産卵期のほとんどの個体では7.2%以上の高い値を示したが、秋の成熟・産卵期の個体では2.6%程度の低い値に留まった。また、未熟期の個体は1.8%以下の値をとった。雄については精巢組織像に明瞭な季節変化はみられず、採集期間を通じて精巢組織を観察したすべての個体が精子形成を行い、1個体以外は精子をもっていた。精子をもっていない、あるいは量が少なかった個体は6月と10月下旬にみられ、いずれも繁殖期の終わりに近い時期であった。雄のGSIは個体差が大きく、採集期間を通じて変動は見られなかった。

繁殖期中の降雨量、河川水位、水温と雌雄のGSIの間には明瞭な関係性は見出せなかった。本研究により、ナマズが年2回の繁殖期をもつ可能性が示唆された。雌は春に繁殖に適した水温(おおよそ14-23°C)になると急激に卵黄形成を行うことで繰り返し産卵し、夏季の高水温時には繁殖を中断し、秋に再び繁殖適水温になると繁殖を再開すると考えられる。また雄はこの間常に精子形成を行って繁殖可能な状態を維持していると考えられる。

③コイ科魚6種

コイ科魚類は淡水域で著しく種分化したグループであり、日本には21属53種・亜種が分布する。生殖様式はすべて卵生であり、多くは春から夏にかけて繁殖を行う。一部の魚種について、一時的な水域で繁殖することが知られており、繁殖習性は多様である。産卵に先立って起きる配偶子形成の開始時期や進行過程に関する知見は少ない。コイ科魚類数種の生殖腺組織を周年的に観察し、比較することで、配偶子形成過程の型を分類し、繁殖特性との関連を考察した。

配偶子形成の開始時期や継続期間には種ごとに多様性がみられた。配偶子形成の開始時期に注目し、配偶子形成の型を以下の4つに分けた。1) 秋開始型: 10-11月に配偶子

形成を開始し、5、6ヶ月間の配偶子形成の後、春に産卵期を迎える。雌雄ともタモロコとアブラハヤがこの型であった。カマツカ亜科とウグイ亜科の多くの種では雌雄ともこの型に属している。2) 冬開始型：12-1月に配偶子形成を開始し、3、4ヶ月間の配偶子形成の後、春に産卵期を迎える。タナゴ亜科では雄の多くがこの型に属し、ヤリタナゴでは雌雄ともこの型に属していた。また、カマツカの雄もこの型に属していた。3) 春開始型：2-3月に配偶子形成を開始し、2、3ヶ月で配偶子形成を終え、春から夏に産卵期を迎える。オイカワとカワムツでは雌雄ともこの型であり、ダニオ亜科に共通な型であると考えられた。4) 産卵期開始型：4-6月の産卵期の直前から配偶子形成を開始し、産卵期中にも継続して配偶子形成を行う。カマツカの雌のみこの型がみられた。

配偶子形成の型は多くの場合、亜科のレベルである程度共通していたが、同じ亜科に属していても、種レベルでは異なるものもみられた。これらは、基本的な型から生息環境(温度・降雨)、成長パターン、成熟体長、および繁殖期の長さなどの変化に伴って進化した結果であると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計7件)

- ①古屋康則・木村敦子：ドジョウの野生個体にみられた雌雄同体現象. 魚類学雑誌, 査読有, 60: 2013, 73-76.
- ②Yasunori Koya, Yukari Koike, Rie Onchi, and Hiroyuki Munehara: Two patterns of parasitic male mating behaviors and their reproductive success in Japanese medaka, *Oryzias latipes*. *Zoological Science*, 査読有, 30: 2013, 76-82.
- ③古屋康則・加藤理恵：揭示物接着用シールを用いたメダカ卵の観察法. 理科教育学研究, 査読有, 53: 2012, 163-168.
- ④向井貴彦・古屋康則・千藤克彦・説田健一：岐阜県産魚類目録の再検討. 岐阜県博物館調査研究報告, 査読無, 33: 2012, 29-37.
- ⑤向井貴彦・池谷幸樹・古屋康則・大仲知樹・高木雅紀・塚原幸治・寺町茂・吉村卓也：岐阜県におけるスナヤツメ北方種と南方種の分布. 日本生物地理学会会報, 査読有, 66: 2011, 203-209.
- ⑥Yasunori Koya, Youichi Hayakawa, Alexander Markevich and Hiroyuki Munehara (2011): Comparative studies of testicular structure and sperm morphology among copulatory and non-copulatory sculpins (Cottidae: Scorpaeniformes: Teleostei). *Ichthyological Research*, 査読有, 58: 2011, 109-125.
- ⑦木村敦子・古屋康則：岐阜県産のドジョウ野生個体群の生殖年周期. 魚類学雑誌, 査読有, 58: 2011, 1-12.

〔学会発表〕(計6件)

- ①古屋康則・脇田泰教(2013)：コイ科魚類における配偶子形成過程の多様性. 平成25年度日本水産学会春季大会, 2013年3月28日, 東京海洋大学(品川キャンパス).
- ②古屋康則・樋口拓真・藤井亮史・田原大輔・山家秀信・藁田孝晴(2012)：カジカ(小卵型)の産卵行動—異型精子は放出されるのか—. 平成24年度日本水産学会春季大会, 2012年3月27日, 東京海洋大学(品川キャンパス).
- ③北野忠・大仲知樹・古屋康則(2011)：冬季の水温がウシモツゴの生殖腺発達に及ぼす影響. 2011年度日本魚類学会年会, 2011年9月30日, 弘前大学.
- ④小林藍子・安房田智司・古屋康則(2011)：多様な繁殖様式を有するシクリッド雄の生殖形質の種間比較. (社)日本動物学会第82回大会, 2011年9月21日, 旭川市大雪クリスタルホール.
- ⑤向井貴彦・古屋康則(2011)：長良川河口堰の稼働による魚類群集の変化. 第58回日本生態学会, 2011年3月8-12日, 札幌コンベンションセンター.
- ⑥古屋康則, 他(2010)：カジカ科魚類における雄の生殖形質と生殖様式の関係. 2010年度日本魚類学会, 2010年9月23-26日, 三重県文化会館.

〔図書〕(計2件)

- ①古屋康則(2012)：河川生態系の保全を考える—汽水域生態系が消失した長良川下流を例に— (202頁中 pp. 97-107), 小見山章(監修)岐阜から生物多様性を考える, 岐阜新聞社.
- ②古屋康則(2011)：カジカ科魚類の雄における生殖関連形質の多様性(276頁中 pp. 122-132), 宗原弘幸・後藤晃・矢部衛(編著)カジカ類の多様性—適応と進化, 東海大学出版会.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古屋 康則 (KOYA YASUNORI)
岐阜大学・教育学部・准教授
研究者番号：30273113

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：