

# 第19回 矢作川学校 ミニシンポジウム



日 時 2024年3月2日(土) 13:00 ~ 17:00  
会 場 豊田商工会議所 2階 多目的ホール  
豊田市小坂本町 1-25  
内 容 川をテーマとした生物学、河川工学、社会学などの研究発表  
発 表 者 大学生・大学院生

豊田市矢作川研究所では、「矢作川学校」として、小中学校の総合学習や一般市民向けの出前講座を実施しています。2004年度からはこれらの取り組みを発展させ、中・高校生と各大学研究室との架け橋として交流を図り、研究の活発化をめざすミニシンポジウムを開催してきました。若い世代に「科学的なまなざし」の楽しさ、面白さを伝えられるように、また、異なる専門分野の研究者同士が議論を深められるようにしていきたいと思ひます。

主 催	矢作川学校
事 務 局	豊田市矢作川研究所 (担当: 内田朝子)
〒471-0025 豊田市西町 2-19 tel:0565-34-6860	

# 令和5年度 第19回 矢作川学校ミニシンポジウム プログラム

日時：2024年3月2日（土）13:00～ 会場：豊田商工会議所 多目的ホール（2階）

タイムスケジュール	発表者（所属）	タイトル	ページ番号
13:00		開場，発表および質疑応答に関する説明	
13:25		開会あいさつ	
13:30	1 山本 大輔（豊田市矢作川研究所）	「小学校5年生向け流域学習プログラムの取組紹介」	1
13:50	2 田中・清水・水野・近藤・石川（愛知工業大学 土木工学科 4年）	「矢作川における水生無脊椎動物などについての研究背景・研究方法」	3
14:02	3 田中 遥翔（愛知工業大学 土木工学科 4年）	「矢作川上流（恵那市上矢作町海）における微地形の変化」	9
14:13	4 清水 剛志（愛知工業大学 土木工学科 4年）	「矢作川水系におけるコナガカワゲラ属の生息状況」	19
14:24	5 水野 慎也（愛知工業大学 土木工学科 4年）	「矢作川の瀬における底生動物の広域定点調査」	25
14:35	6 近藤 永（愛知工業大学 土木工学科 4年）	「矢作川下切におけるヒゲナガカワトビケラとチャバネヒゲナガカワトビケラの生活史」	35
14:46	7 石川 進一郎（愛知工業大学 土木工学科 4年）	「矢作川水系などにおけるヒメドロムシ科の生息状況」	40
14:56		休憩（集合写真撮影）	
15:20	8 野村沙希（椋山女学園大学教育学部 4年）	「絵本で伝える分解者の姿—生態系の物質循環における土壌動物の役割—」	49
15:35	9 森井 悠斗（愛知工業大学 土木工学科 1年）	「広見川上流におけるタモロコの分布の調査による拠点探索」	51
15:50	10 櫻井 郁也（愛知工業大学 土木工学科 修士2年）・中川 源悠（愛知工業大学土木工学科 4年）	「淡水エビ類の分布と河川横断工作物の影響」	53
16:10		総合討論	
16:45		閉会あいさつ	

## 小学校 5 年生向け流域学習プログラムの取組紹介

山本 大輔（豊田市矢作川研究所）

### ．はじめに

豊田市は、ものづくりが盛んなまちでありながら、市域の 7 割を森林が占める自然豊かなまちであることから、都市と山村が共存する日本の縮図とも言える中核市である。地理的には矢作川流域の中央部を占め、市域を南北に矢作川が貫流している。これらの自然は豊田市の発展に不可欠なものであり、特に高度経済成長期には流域の開発が盛んに行われた（矢作川漁協 100 年史編集委員会，2003）。

この流域では、民間主導の環境保全対策である矢作川方式で知られる矢作川沿岸水質保全対策協議会の取り組み（内藤，1988）をはじめ、様々な主体による環境保全や啓発が行われてきた。環境学習についても、市内の学校教育で広く行われている（豊田市教育委員会，2023）。しかし、学校の立地条件によって河川が近ければ水質や水生生物、森林が近ければ人工林や林業というように、自然環境に関する個々のテーマで実施されており、それらを包括する、流域という視点について学ぶ機会はほとんど無い。

そこで、豊田市では、自然環境の基本的なまとまりである流域について、児童にとって身近な豊田市の事例をもとに学び、都市と山村が共存する持続的な社会構築のために、あらゆる場面で自然環境に尊重、配慮できる人づくりを目的とした流域学習プログラムの構築に取り組んでいる。本発表では令和 3～4 年度の実施状況を中心に紹介する。

### ．流域学習プログラムの試行内容

学習資料の作成にあたり、学校教育での扱い易さを考慮して、小学校第 5 学年社会科の単元「わたしたちの生活と森林」「環境を守るわたしたち」の内容に沿うことにした。この単元では、流域を構成する森林および河川の役割や変遷、身近な生活との関わりについて、豊田市外の事例により説明されている。そのため、教科書の掲載事例を豊田市での出来事に置き換え、森林と河川で各 1 コマ（45 分）の説明時間になるようにプレゼンテーションソフトにまとめた。

授業での試行は、令和 3～4 年度に 5 校の小学校 5 年生を対象に実施し、令和 5 年度も継続して実施中である。座学での説明は、講師が一方向的に話し続けるのではなく、児童へ問いかけてやり取りすることを意識した。また、プログラム実施に合わせて、実施校の担任や、身近な教育資源の活用に関わる教員にヒアリングを実施した。

### ．プログラムによる子どもたちの反応

説明をした際の児童の反応はクラスによって異なった。しかし、問いかけに回答するのは自然環境に関心がある児童に偏る印象を受けた。説明において反応が良かったのは、

川が排水で泡立つ様子や、はげ山になり木が全く生えてない様子などのインパクトの強い写真を見せた時や、校庭の草むしりをしないなど放置しておくといずれ森になるといった身近なものと紐づけて説明をした時などだった。また、地図上に示した、ある範囲が何かを問いかけると、豊田市や愛知県の行政区域は多くの児童が正しく答えられていたが、流域を示した問いに答えられる児童はほとんどいなかった。

プログラムの振り返りとして、ある学校では担任の発案により、児童が4コマ漫画を作成し、印象に残った内容や感想を表現した。描かれた内容は、過密人工林が災害の要因になること、上流の人が川を汚すと下流に影響があることなど、座学の説明の一部を反映したものが多かった。一方で、細い過密人工林を木材として建てた家はすぐ壊れてしまう、という漫画に、ちゃんと手入れをしないといい木はつukれない、というコメントを添えた、学んだことを活かしてユニークな表現をしたものもあった。

### ・今後の取り組み

ヒアリングでは教員の目線から様々な意見が聞かれ、担任自身が流域や豊田市の事例を初めて知ったという感想があった。説明に関しては、時間に対して説明の量が多いため、量を減らしたりワークシートを使わせたりするとよい、問いかけよりも隣席の児童と話し合わせたり3択クイズにしたりすると多くの児童が回答しやすい、などの助言があった。

また、教科書掲載の事例が別の都道府県なので担任も児童も内容が理解しにくかったという意見があった一方で、第5学年の社会の単元は国土への理解や愛着を狙うものであり、市町村の事例の説明だけでは学習指導要領(文部科学省,2017)に沿っていないので改善が必要などの意見があった。

今後は、段階的に実施校を拡大しながら、学習指導要領に合わせて教科書掲載事例を併記した副読本のような学習資料の作成や、児童が回答しやすいような説明の工夫を検討し、プログラムを構築していきたい。

### ・参考文献

矢作川漁協 100年史編集委員会(2003),環境漁協宣言 - 矢作川漁協 100年史,第4章 川との距離, pp.201-256.

文部科学省(2017),小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 社会編, pp.70-96.

内藤連三(編著)(1988),水は生きている - 共存の条件を求めて 矢作川方式 -, 風媒社.

豊田市教育委員会(2023),令和5年度豊田市の教育,3 小中学校教育, pp.22-30.

本要旨は第三回日本河川教育学会三重大会ポスター発表要旨を一部修正したものである

# 矢作川における水生無脊椎動物などについての研究の背景

愛知工業大学 4 年  
田中 遥翔 水野 慎也  
清水 剛志 近藤 永  
石川 進一朗

## 1. 矢作川における河床の攪乱不足

矢作川は長野県、岐阜県、愛知県を流域とし、標高 1,908 m の長野県大川入山付近を源流として愛知県中央部を流れ、三河湾へ注ぐ、幹川流路延長約 118 km、流域面積 1,830 km<sup>2</sup> の一級河川である。

矢作川の中流では 1970 年代までの複数のダム建設などにより、上流の山地からの土砂の移動が妨げられた。そのため中流の河床から細粒の土砂が流れ去ってしまい、河床の表層に粗粒の礫だけが残るアーマーコート化という現象が起きたことにより河床が極めて安定し、攪乱に乏しい状態となった（北村ほか, 2001）。また、河床のアーマーコート化によって、砂礫底を好む種の生息環境が減少している（豊橋河川事務所, 2008）。この土砂の移動の減少には、1955 年頃から 1995 年まで越戸ダム、阿摺ダム、百月ダムの各ダム貯水池内でコンクリートの骨材として、ダム湖内の砂利がサンドポンプ船によって徹底的に砂利採取が行われたことも影響していると考えられる（新見, 1999）。

さらに 1971 年に完成した流域最大のダムである矢作ダムの洪水調節により、出水の規模と頻度が小さくなったことによっても河床の攪乱が減り（北村ほか, 2001）、さらなる河床の安定を促したと考えられる。このため、矢作川中流部の一部区間において、カワシオグサ *Cladophora glomerata* などの大型糸状緑藻の大繁茂（田中, 2000; 内田 2000; 豊田市矢作川研究所, 2008）、外来の二枚貝カワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* の侵入と大発生（白金ほか, 2012）、外来の水草オオカナダモ *Egeria densa* の大繁茂（内田ほか, 2014）が生物の異常発生として問題となっている。

河床の攪乱不足によって水域と陸域の二極化が生じ、砂州が固定化されている（豊橋河川事務所, 2008）。二極化が進行した河道形状においては、浸食されやすい地形が形成されその地形において出水がトリガーとなり、河岸浸食が発生すると考えられる（橋本ほか, 2020）。（田中）

## 2. 矢作川中流の水生生物の問題

### 2.1 カワシオグサ

カワシオグサは 1980 年代後半から矢作川中流の一部で大繁茂が確認されている（田中, 2000; 内田 2000; 豊田市矢作川研究所, 2008）。珪藻や藍藻等、アユが摂食する微細な付着藻類が繁茂する礫面をカワシオグサが覆い尽くすため、アユ釣りの障害として問題視されている（野崎・内田, 2000; 酒井ほ

か, 2013）。アユはカワシオグサを摂食するが、消化ができないと推測されている（内田, 2002）。カワシオグサが繁茂する時期は、アユがなわぼりを形成する初夏の時期と重なっている。また、矢作川中流ではカワシオグサの他にも、カワヒビミドロ、トゲナシツルギの 3 種の大型糸状緑藻が繁茂している（内田ほか, 2002; 豊田市矢作川研究所, 2008）、これらの繁茂はアユがなわぼりを形成する時期と重なっていないため、問題視されていない。

### 2.2 カワヒバリガイ

カワヒバリガイは淡水生の二枚貝で、特定外来生物に指定されている。矢作川水系では 2004 年に発見され（白金, 2004）、矢作川本流を中心に広く見つけられた（内田, 2005）。その後、2006 年 6~8 月に矢作川中流の一部で大量発生し、同年 9 月上旬に大量死が確認された（内田ほか, 2007）。そして、2008 年に再び増加したが、2010 年頃から個体数の分布に大きな変化は見られなかった（白金ほか, 2012; 有竹, 2016; 富樫, 2023）。

カワヒバリガイは浮遊幼生期にダム貯水池等の止水域で成長し、放流と共に河川に放出され、河床の大きな礫や水路壁面に固着する性質がある。2006 年には中部電力（株）越戸発電所の導水路の壁面や底に大量に付着し、発電を妨げることが懸念され、問題となった（内田ほか, 2007）。また、カワヒバリガイは礫の隙間を埋め、造網性トビケラ類などの他の底生動物の微生息場所を奪っている可能性がある（内田ほか, 2007）。（清水）

### 2.3 オオカナダモ

オオカナダモは、越戸ダムから豊田大橋付近までの矢作川中流の一部の区間で 2007 年から大繁茂が問題となった（内田, 2010）。アユがなわぼりを張る夏に繁茂し、オオカナダモの群落によって瀬が覆われるため、アユは餌である微細な付着藻類を食べることができない。さらに、河床のオオカナダモの群落は川の流れを緩め、群落の株内や周辺に砂泥が溜まり、アユの餌環境を悪化させてしまう（椿, 2013; 酒井ほか, 2013; 内田, 2014）。そこで、様々な団体がオオカナダモの駆除作業を 2009 年より行っている（内田, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014; 豊田市矢作川研究所ほか, 2012）。（石川）

### 2.4 造網性トビケラ類

河床が安定すると造網性トビケラ類が増え、河床を優占し始める（三宅, 2013）。矢作川においても造網性トビケラ類が河床を優占し始め、礫と礫の間に網を張って巣をつくるため、礫が固定され、より河床を安定させる（田代ほか, 2004）。

このように河床の安定が続き、造網性トビケラ類

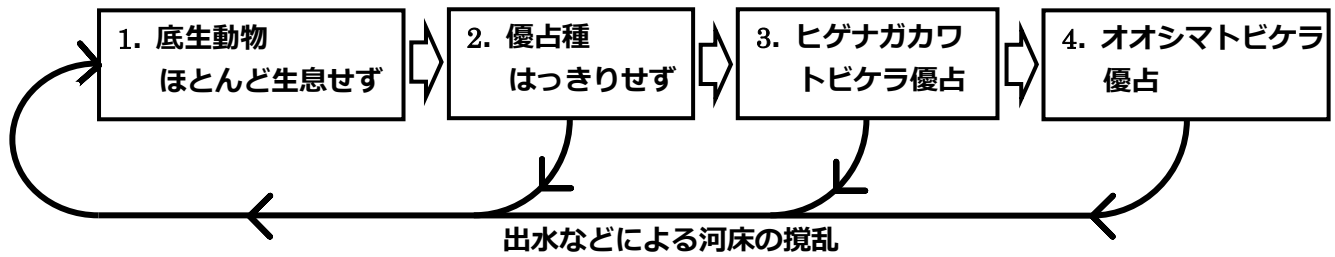


図1 矢作川中流の瀬における底生動物群集の遷移仮説 (岡田・内田, 2016)

が礫の隙間に巣を張り巡らせ時が、河川の瀬における底生動物群集の遷移の極相であり (津田, 1957)、日本においてそれは造網性トビケラ類のうちヒゲナガカワトビケラ属 *Stenopsyche* が優占する群集とされている (津田・御勢, 1964)。

しかし、矢作川中流部の底生動物群集の遷移では図1のように、ヒゲナガカワトビケラ属の優占の後に同じく造網性トビケラ類のオオシマトビケラ *Macrostemum radiatum* が優占する状態が極相だと考えられている (岡田・内田, 2016)。

この優占種の交代は、河床へ攪乱が働いた後の底生動物群集の遷移に伴うものと考えられ、「ヒゲナガカワトビケラ優占の群集」より「オオシマトビケラ優占の群集」が攪乱後に長い時間河床の安定が続いていることを示すことになる。そして、岡田ほか (2016) はそれを指標として矢作川中流の瀬における河床の攪乱を広く90地点で評価した。

しかし、この評価では矢作ダムから葵大橋までの広い範囲を対象としたため、攪乱の状況が一つの瀬の隣接した地点でも大きく異なることがあることは把握できたが、個々の瀬においてさらに細かく河床攪乱を評価することはできなかった。

一方、富田ほか (2005) は矢作川の豊田市国附町

の瀬において、造網性トビケラ類などの微細な分布を調べたが、河道微地形との関係については明瞭にできなかった。この付近の河道微地形については、大村ほか (2000)、佐原 (2014)、森 (2015) による研究があり、砂州の前縁などが図示されている。

山内 (2019) は矢作川国附の瀬55箇所まで底生動物を採集した。各箇所において長径20~40cmの礫の一つを選び、礫に着いている造網性トビケラ類を採集した。その結果、砂州の前縁の上流側の箇所ではヒゲナガカワトビケラが多い傾向があった。

一方、下流側ではオオシマトビケラが多い傾向があった。また、礫の色は前縁の下流側で黒く、蘚類の被度は前縁の下流側で高かった。これらの結果は、砂州の前縁の上流側よりも下流側の河床が安定していることを示していると考えられる (山内, 2019)。(近藤)

## 2.5 カワゲラ類

カワゲラ類 (昆虫綱カワゲラ目) は、世界で約3500種 (Fochetti and Tierno de Figueroa, 2008)、日本で約200種 (清水ほか, 2005) 確認されている。

カワゲラ類の食性は他の水生昆虫などを捕食する肉食性、落葉や付着藻類などを食べる植食性と様々である。幼虫は水生、成虫は陸生である。カワ



図2 矢作川で行われた実験地点

ゲラ類の幼虫は、河川の有機汚濁に弱く、貧腐水性のきれいな水質の指標として知られる(津田・森下, 1974)。幼虫は河床の礫間や礫下の隙間、落葉の堆積物や植物の根の間などに生息する底生動物である。しかし、カワゲラ類のコナガカワゲラ属幼虫は、通常の底生動物の採集方法では採集される数が少なく、河床掘削採集により河川間隙水域に多く生息されていたことから河川間隙動物であると指摘された(森, 2023; 杉江・内田, 2022)。また、河川間隙動物の候補には、酸素飽和度が高い水域を好む傾向が見られた。そのため、推定された土砂移動量との関係は見られなかったものの、河床に強い攪乱が働くことは河川間隙水域の酸素飽和度を高めると考えられるため、コナガカワゲラ属幼虫などは強い河床攪乱を指標する生物として利用できる可能性がある(杉江・内田, 2022)。(清水)

## 2.6 カゲロウ目 Ephemeroptera

カワゲラ目は有翅昆虫類に属し、世界のカゲロウ目の科および属のチェックリストによると(Hubbard, 1990)、最古の化石は石炭紀まで遡ることから極めて古い時代から出現している昆虫類の一群であるといわれている。

幼虫(nymph)は河川の底生動物として水中で過ごし、完全変態を行う昆虫の蛹に相当する亜成虫(subimago, subadult)という発育段階を経て成虫(imago, adult)へと至る。また、種によって、亜成虫期で交尾・産卵を行い、一生を終えるものがある。

多くのカゲロウの幼虫は清澄な水域で生息することから、水質の指標生物として指定されている。

近藤(2013)によると、ヒメフタオカゲロウ属 *Ameletus* Eaton とサツキヒメヒラタカゲロウ *Rhithrogena tetrapunctigera* は造網性トビケラ類と負の相関があるとされている。また、奈良県の熊野川水系にある旭ダムでは土砂バイパストンネル運用開始後にヒラタカゲロウ属 *Epeorus* sp. のような生活型が滑行型の生物が増えたとされた(角ほか, 2023)。

## 3. 河床の攪乱不足への対策

### 3.1 ダムと堆砂の問題への対策

日本は急峻な地形が多く、風化作用により斜面や山腹が崩れやすくなっている。年間降水量も 1,700 mm 程度と多く、台風や集中豪雨などが発生するため、河川における土砂生産量が多い。

1960 年以降、貯水池の築造に伴い、ダム堆砂が進行し、河川の砂利採取が盛んに行われた。1980 年以降は、環境に配慮するため、適正な土砂供給が求められた。

しかし、山地の土砂生産源の状態変化と砂防、ダムなどの治山・治水・利水を目的とした施設の整備により、流砂環境の変化が生まれ、土砂移動・堆積量は不安定となった。その結果、ダム貯水池の堆砂や下流への土砂供給不足による河床の低下や河川・沿岸域の水環境の変化などが生じた。

その対策として、流砂系を一貫して、土砂の生産の抑制や、流出の調整などの対策を講じる総合土砂管理が進められた。(近藤)

### 3.2 天地返しと礫置き実験

阿摺ダムから越戸ダムにかけての矢作川は、1980 年代まで良好なアユ釣り場だった。しかし、1990 年代以降になるとアユが釣れなくなった。原因として、河床が攪乱されず、アユが餌とする付着藻類の質が低下したことが考えられる。さらにこの付近では近年、川底の礫を覆うほど蘚類(コケ植物)が目立ってきた。これらは主にニブハタケナガゴケ *Ectropothecium obtusulum* とアオハイゴケ *Rhynchostegium riparioides* だった(内田, 2017)。(近藤)

### 3.3 土砂還元(置き土)

ダム堆砂の対策として、貯砂ダムに貯まった堆砂を、ダム下流に運搬・仮置き(置き土)し、洪水等による出水によって、土砂を流下させ、下流に土砂供給する取り組みを土砂還元と呼ぶ。

矢作川中流においては、1995~1998 年に河床の攪乱の促進を目的とした砂利投入実験が行われた(田中, 2000)。この実験が大型糸状緑藻や底生動物へ与えた影響を調べた結果、その影響や効果は顕著なものではなかった(内田, 2000)。

長安口ダムでは 1991 年から土砂還元(置き土)が実施され、2007~2016 年度までで年間 14 万 m<sup>3</sup> 程の置き土を実施しており、河床に砂礫による州が形成され、瀬淵構造が構築され、河床に砂礫が堆積するなどの効果が見られた。これにより、河床環境が多様な形態となり、2018 年度にアユの産卵場が確認された。

また、河床環境の改善により河原に依存する陸上昆虫類の生息に適した環境になっていると示唆されている。

三春ダムでは、1999~2010 年にかけて土砂還元を実施してきたが、2011 年に東日本大震災が発生し、それ以降粗粒化が進行している。この結果から、粗粒化の改善は、置き土を継続的に実施することが重要であることが分かった。

二風谷ダムでは 2002 年からの土砂還元の継続的実施により、粒径( $d_{50}$ : 50%の粒径)は改善状態あるいはそれに近い状態になっている。特に置き土近傍地点より最下流部地点で細流土砂が堆積しやすく、より高い改善効果があるとされている。

下久保ダムでは 2003 年から置き土の継続的実施を行い、置き土とあわせてフラッシュ放流を行っており、これによって礫河原環境が形成されている。しかし、大きな出水が起きると、出水がフラッシュ放流よりも流量規模が大きいため、土砂供給が続かず、下流に堆積していた置き土由来の土砂が流出し、河床が低下することも確認されている。

二瀬ダムでは、2003 年より土砂還元(置き土)を実施しており、実施後カジカの個体数は変動を繰り返していたが、2011~2012 年の実施できなかった期間では、カジカの個体数が減少していたため、継

続的な置き土の実施が重要であると示唆される。

真名川ダムでは2003年から土砂還元を実施し、対照区を設定後、置き土とフラッシュ放流を実施し、付着藻類の剥離効果を確認している。

また、宮川ほか(2016)では、置き土が河床を細流化し攪乱が生じやすくなる環境にするため、付着藻類現存量の抑制を促しているとされている。

阿木川ダムでは2004年の土砂還元実施以降、置き土位置近傍での粗粒化が徐々に改善されている。

また、携巢型の昆虫(ヤマトビケラ科・ヒメトビケラ科・グマガトビケラ属)は土砂投入地点から少し離れた下流の地点で増加傾向がみられ、掘潜型の昆虫(ヒメドロムシ科・トビロカゲロウ科)は土砂投入地点直下の地点で増加傾向がみられた。

矢作ダム下流では、国土交通省は土砂バイパストンネルの準備段階として下流に流下する土砂の影響や効果を把握するため、2006年より置土実験をおこなった。2021年に実施された置土実験の置土総量は4,000 m<sup>3</sup>設置した。2022年実施した置土実験では、9,000 m<sup>3</sup>の置土を時瀬地区に、4,000 m<sup>3</sup>の置土を小渡地区に設置した(国土交通省豊橋河川事務所, 2022)。

2019年5月には、越戸ダム下流において置土実験が行われた(図2)。それに伴い、オオカナダダモの除去、付着藻類の剥離更新に着目しモニタリング調査が実施されたが底生動物の調査は行われなかった。この実験により越戸ダム下流の古川の底生動物に影響が出たのではないかと考えられる(国土交通省豊橋河川事務所, 2019)。

さらに流量に合わせて排出する土砂を調整する給砂実験が2016年9月に行われた(国土交通省豊橋河川事務所・矢作ダム管理所, 2016)。(近藤)

### 3.4 砂利投入実験

矢作川中流においては、1995年～1998年に河床の攪乱の促進を目的とした砂利投入実験が行われた(田中, 2000)。この実験が大型糸状緑藻(カワシオグサなど)や底生動物へ与えた影響を調べた結果、大型糸状緑藻(カワシオグサなど)は、砂利投入後にも衰退することなく継続して発生していた。また、底生動物も砂利投入前後で大きな変化が見られなかった。このことから、砂利投入実験での影響や効果は顕著なものではなかった(内田, 2000)。(清水)

### 3.5 土砂バイパストンネル計画

土砂バイパスとは、ダム貯水池への土砂流入を減らしながらダム下流へ土砂供給を行う方法の一つである(角ほか, 2023)。

矢作川の上流にある矢作ダムでは、上流から流下する土砂をダム下流へ迂回排砂する土砂バイパストンネル計画が提案されている(深谷ほか, 2005)。この計画は、ダムの堆砂の改善、可能な限りの土砂の連続性の確保などが目的であり、土砂バイパストンネルを設置することで、土砂がダムの下流へ流れ河床が攪乱されるため、矢作川中流～下流での底生動物の変化を検討する必要がある。

国土交通省は土砂バイパストンネルの準備段階

として2006年より置土実験を行い、2021年には総量4,000 m<sup>3</sup>、2022年には時瀬地区に9,000 m<sup>3</sup>、小渡地区に4,000 m<sup>3</sup>の置土を設置した(国土交通省豊橋河川事務所, 2022)。しかし、置土設置箇所の周辺で置土流出直後は一時的に減少した造網生トビケラ類が置土流出2ヶ月後には増加していたことから、畑(2023)はこの程度の置土の量では現状の支流からの土砂流入を加えても攪乱の効果は長続きしなかったと推定した。このことについては角ら(2023)にも同様に記されている。しかし、土砂量が少なくても底生動物群集にそれなりの効果はある(Katano et al., 2021)。また、砂や砂利が増水の度に動いて石に衝突して攪乱の効果を生み出し、底生動物の群集構造に大きく影響する(田中・古里, 2014)。

奈良県の熊野川水系にある旭ダムの下流は、土砂バイパス運用開始後数年で河床環境や生物群集がダム上流の状態に近づき、景観的にも自然河川と同様な状態になったことから、土砂供給による河床環境の再生が最も成功した事例と言われており、そのようになった理由の一つとして土砂の供給量が十分に多いことが挙げられる(角ほか, 2023)。(石川)

## 引用文献

- Fochetti R. and J. M. Tierno de Firueroa (2008) Global diversity of stoneflies (Plecoptera: Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 365-377.
- 深谷壽久・久津見生哲・辻本哲郎(2005) 矢作ダム土砂管理の課題と対策案の検討. 河川技術論文集, 11: 267-272.
- 橋本慎一・井上卓也・阿河一穂(2020) 二極化形状の指標化による河岸浸食リスクの評価について. 北海道開発技術研究発表会論文, 64:298-300.
- Hubbard, M. D. (1990). *Mayflies of the world. A catalog of the family and genus group taxa (Insect: Ephemeroptera)*. Flora & Fauna Handbook 8. 119pp. Sandhill Crane Press, INC. Gainesville, Florida.
- 北村忠紀・田代 喬, 辻本哲郎(2001) 生息場評価指標としての河床攪乱頻度について. 河川技術論文集, 7, pp. 297-301.
- 国土交通省豊橋河川事務所・矢作ダム管理所(2016) 矢作川水系総合土砂管理検討委員会 資料 河道・環境 WG の報告. <http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/dosyakanri/H28/h28-1shiryo2.pdf>. (2024年2月26日閲覧) .
- 国土交通省豊橋河川事務所(2022) 矢作川(時瀬地区)における置土実験. 矢作川流域圏懇談会第57回川部会 WG 資料, 8pp.
- 宮川幸雄・角 哲也・竹門康弘・小林草平(2016) ダム下流への置き土が河床粒径分布および付着藻類の現存量に及ぼす効果. 京都大学防災研究所年報, 59B: 517-524.
- 三宅 洋(2013) 流量変動・攪乱の重要性. 河川生態学, 中村太士(編): 169-191. 講談社, 東京.



- 新見幾男 (1999) ダム直下流の悲惨. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 9, pp. 4-5.
- 岡田和也・内田臣一 (2016) 矢作川中流の瀬の底生動物群集の遷移におけるヒゲナガカワトビケラとオオシマトビケラの位置付け. 矢作川研究, 20: 1-9.
- 酒井博嗣・中條義氏・松井聡・山本敏哉 (2013) 矢作川におけるアユの友釣り調査データ. 矢作川研究, 17: 107-114.
- 清水高男・稲田和久・内田 臣一 (2005) カワゲラ目 (楨翅目). 日本産水生昆虫一科・属・種への検索, 河合禎次・谷田一三 (編著): 237-263. 東海大学出版会, 秦野.
- 白金晶子 (2004) 見つけてしまった・・・一カワヒバリガイ. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 80:4.
- 白金晶子・内田朝子・内田臣一 (2012) 矢作川流域における外来二枚貝カワヒバリガイの発見から現在までの経過. 陸の水, 54: 43-52.
- 白金晶子・内田朝子・山本敏哉 (2021) 矢作川におけるダム下流の河床改善によるコケ植物と河床環境の変化. 矢作川研究, 26:19-25.
- 杉江俊城・内田臣一 (2022) 河川間隙動物 (特にコナガカワゲラ属幼虫) の生息環境の特徴. 愛知工業大学研究報告, 57: 47-80
- 田中 蕃 (2000) 砂利投入による河床構造回復の試みとその効果 IV. 矢作川研究, 4: 135-141.
- 田代 喬・渡邊慎多郎・辻本哲郎 (2004) 造網型トビケラの棲み込みによる河床の固結化. 河川論文集 10, 489-494.
- 天然アユ生態調査委員会 (2021) 矢作川大規模野外実験. 1-37.
- 豊橋河川事務所 (2008) 第 9 回矢作川流委員会資料 矢作川水系の現状と課題. [https://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/ryuiki\\_iinkai/ya\\_meeting/h200630/shiryo\\_3.pdf](https://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/ryuiki_iinkai/ya_meeting/h200630/shiryo_3.pdf). (2024 年 1 月 31 日閲覧).
- 豊田市矢作川研究所 (2008) カワシオグサの繁茂実態調査と抑制対策に向けた研究. 矢作川研究, 12: 16-21.
- 豊田市矢作川研究所・NPO 法人矢作川森林塾・矢作川漁業組合・国土交通省豊橋河川事務所 (2012) 矢作川 異常繁茂する生き物—オオカナダモ. パンフレット, 4pp.
- 角 哲也・金澤裕勝・小野雅人 (2023) 日本の土砂還元 (置き土) の最新情報. ダムと環境の科学IV 流砂環境再生, 角 哲也・竹門康弘・天野邦彦・一柳英隆 (編著): 227-247.
- 津田松苗・森下郁子 (1974) 生物学的水質判定. 生物による水質調査法, pp. 76-103, 山海堂, 東京.
- 椿 隆明 (2013) オオカナダモで繋がれ, 未来の矢作川. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 174: 1-2.
- 津田松苗 (1957) 川の生物遷移についてのある考察. 関西自然科学研究会会誌, 10: 37-40.
- 津田松苗・御勢久右衛門 (1964) 川の瀬における水生昆虫の遷移. 生理生態, 12: 243-251.
- 内田朝子 (2000) 矢作川における付着藻類と底生動物 その 4. 矢作川研究, 4: 5-17.
- 内田朝子 (2010) 水草の外来生物オオカナダモ, 再び大繁茂. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 142: 2.
- 内田朝子 (2011) 「要注意外来生物オオカナダモ」駆除なう (Now). 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 148: 5.
- 内田朝子 (2012) 要注意外来生物オオカナダモ駆除 Now その 2. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 165: 2-3.
- 内田朝子 (2013) 矢作川における要注意外来生物オオカナダモの分布変化. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 174: 2-3.
- 内田朝子 (2014) オオカナダモはどのようなところで増えやすいのでしょうか?. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 183: 4.
- 内田朝子 (2017) 矢作川の水中に生えるコケ. 豊田市矢作川研究所季刊誌 Rio, 204: 6.
- 内田朝子 (2021) 矢作川の水生生物モニタリングが教えてくれること. 豊田市矢作川研究所季刊誌 Rio, 220: 4-5.
- 内田朝子・白金晶子・洲崎燈子・裕伸夫・水野修・椿隆明 (2014) 矢作川における要注意外来生物オオカナダモ (*Egeria densa*) の繁茂状況と駆除活動. 矢作川研究, 18: 33-40.
- 内田臣一 (2005) 広がってしまったカワヒバリガイ. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 86: 3.
- 内田臣一・白金晶子・内田朝子・田中良樹・土井幸二・松浦陽介 (2007) 矢作川におけるカワヒバリガイ大量発生後の大量死. 矢作川研究, 11: 35-46.
- 山本敏哉 (2017) 阿摺ダム下流で玉石を投入する実験を始めます. 豊田市矢作川研究所季刊誌 Rio, 203: 6.
- 山本敏哉 (2018) 小型カメラによるアユの行動観察 なかなか便利です矢作川の生き物. 豊田市矢作川研究所季刊誌 Rio, 209: 8.
- 山本敏哉 (2019) 河床改善によるアユの生息の回復効果. 豊田市矢作川研究所季刊誌 Rio, 210: 2.
- 山本敏哉・内田朝子・白金晶子 (2018a) アーマーコート化した瀬の上に敷設した礫に蝸集したアユ. 矢作川研究, 22: 51-52.
- 山本敏哉・内田朝子・白金晶子 (2018b) 取り戻そう! 天然アユの棲みやすい矢作川. 豊田市矢作川研究所季刊誌 Rio, 206: 2-6.
- 山本敏哉・内田朝子・白金晶子 (2021) 矢作川の川底改善によるアユの生息状況の回復-矢作川大規模野外実験の 3 年間の結果. 矢作川研究, 25: 67-81.
- 山内佑華 (2019) 矢作川における河道微地形と造網性トビケラ類との関係. 平成 30 年度愛知工業大学河川・環境研究室卒業論文集, 26-1~26-8.
- Katano, I., Negishi, J. N., Minagawa, T., Kawaguchi, Y. and Kayaba, Y. (2021) : Effects of sediment replenishment on riverbed environments and macroinvertebrate assemblages downstream of a dam.

*Scientific Reports* 11 (1) : 1-17.

田中規夫・古里栄一 (2014) ダム下流礫床河川における水生昆虫動態と小型河床材料移動性の人為的土砂供給前後の変化. 『土木学会論文集 B1 (水工学)』 70 (4) : 1327-1332.

#### 愛知工業大学の過去の卒業研究

富田辰也・中尾元・日比野怜司 (2005) 矢作川中流部の瀬における底生生物群集の微細な分布. 平成 16 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文, 7-1~7-7.

近藤高弘 (2013) 矢作川における底生動物の調査. 平成 24 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 10-1~7.

佐原悠介 (2014) 矢作川中流部 (久澄橋~平戸橋) における空中写真に見る河道微地形の変遷. 平成 25 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 13-1~13-10.

森 勝正 (2015) 矢作川中流部 (両枝橋~犬伏川合流点周辺) における微地形と植生の変化. 平成 26 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 20-1~20-9.

有竹哲也 (2016) 矢作川におけるカワヒバリガイの分布. 平成 27 年度愛知工業大学河川・環境研究室卒業論文集, 18-1~11.

畑 雄大 (2023) 矢作川時瀬における置土実験が造網生トビケラ類へ与えた影響. 愛知工業大学研究報告, 8-1~8-4.

森 陽輝 (2023) 矢作川水系におけるコナガカワゲラの調査. 令和 4 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 7-1~7-11.

富樫 宗 (2023) 矢作川水系におけるカワヒバリガイの分布. 令和 4 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 4-1~4-9.

# 矢作川上流（恵那市上矢作町海）における微地形の変化

愛知工業大学 4年 田中 遥翔

## 1. はじめに

矢作川は、東海地方中央部に位置し、長野県下伊那郡大川入山（標高 1,908 m）を源流としており、南西を流れる一級河川で豊田市、岡崎市を流れ三河湾に注ぐ。矢作川は古くから灌漑や舟運などに広く利用されてきた（図 1）。

築堤・護岸等を実施しさらに上流部に矢作ダムを建設し洪水調整を行ってきた。

矢作川は河口から約 42 km まで国土交通大臣管理区間であり、それより上流は国が愛知県などに通常管理を委任している。現在、愛知県建設部で矢作川上流圏域流域委員会を開き、河川整備計画を策定中。

この河川整備計画を策定する際、治水・利水・環境に関する基礎的な資料が必要とされており、そのうち、環境について過去の上流部における河川環境を実証的に空中写真で確かめる研究はほとんどされてこなかった。

今回研究をした岐阜県の南東端に位置する恵那郡上矢作町は、2004 年 10 月 25 日に、周辺市町村と合併して恵那市上矢作町になった。町内を流れる上村川は、東に位置する長野県下伊那郡平谷村の盆地から V 字形の谷を流下してきて、町の南端で他の支流と合流して矢作川となる。平谷村の標高は 920 m、上矢作町の標高は 430 m であり、この間を流れる上村川は県境部分で特に勾配が大きい。この県境部分に、例外的に長さ約 500 m にわたって幅 150 m ほど地形が開けた「海」と呼ばれる場所がある（北緯 35° 19.567', 東経 137° 35.267'）。「海」は標高 730 m 前後であり、周囲の山の標高は 1000 ~ 1200 m である。

恵那市上矢作町海は非常に特殊で、1586 年に天正地震によってこの場所の直下流で大規模な地すべりが起きた場所である。矢作川本流がせき止められ、天然のダム湖が形成された。その名残から海という地名がつけられている（池田ほか, 2002; 坂部, 2005; 鈴木ほか, 2008）。現在でも地すべりに特徴的な地形が残っているため、地すべり地形分布図に記載されている（清水ほか, 2002）。そのため、今回の研究範囲は、上・下流と比べ非常に谷幅が広い。

なお、砂州（＝砂礫堆）は、河川では砂礫などが細長く堆積してできる地形のことで中規模河床形態と呼ばれる。砂州には弯曲部の凸岸などに見られる固定砂州と左右交互に周期的にあらわれる交互砂州や洗掘、堆積が両岸、中央と交互に形成されている複列砂州、さらに大規模な川になるとうろこ状砂州（図 2）などがある（土木学会, 2018）。年代が進むにつれて河床が下がり、岩が多く露出している場所を見つけることで土砂の供給などの対策をして河川の攪乱などの減少を防ぐことができると考えられる。

また、コナガカワゲラ属の幼虫は、体色が黄褐色であり、体長は 5 mm 程度、生息場所としては河川間隙水域に生息している可能性がある指摘されている（内田, 1987, 2006; 杉江・内田, 2022）。

新しく堆積した河床では地中の間隙水の流れがよく、コナガカワゲラ属の幼虫のような河川間隙動物と推定される動物の生息に好適である可能性があると考えられる為、コナガカワゲラ属の幼虫は河川の攪乱が強いところを好む可能性が高い（森, 2023）

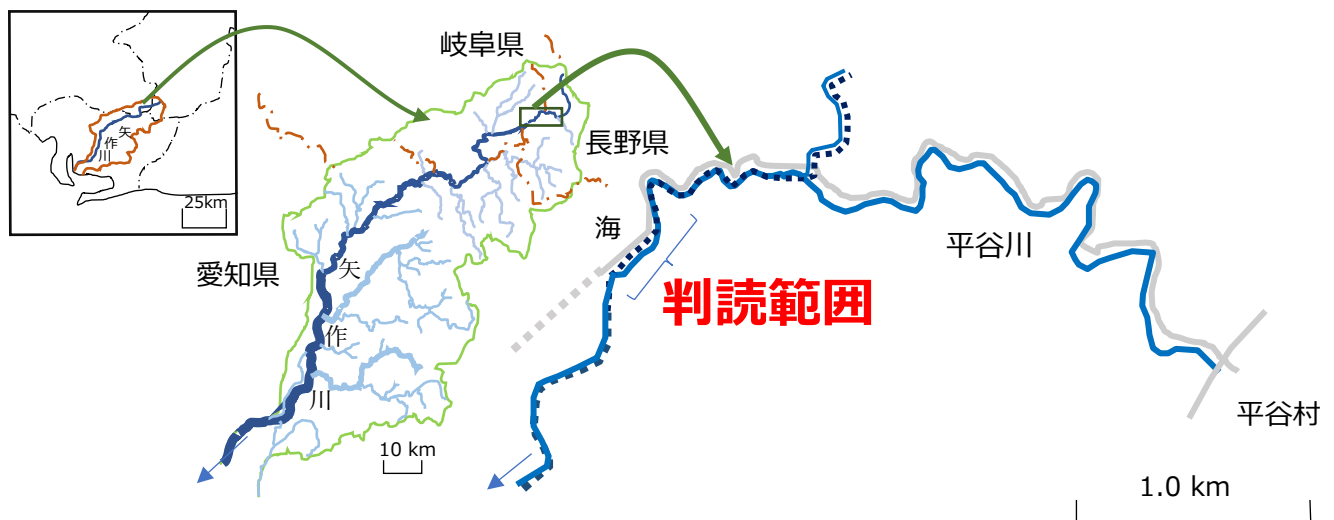


図 1 研究対象地

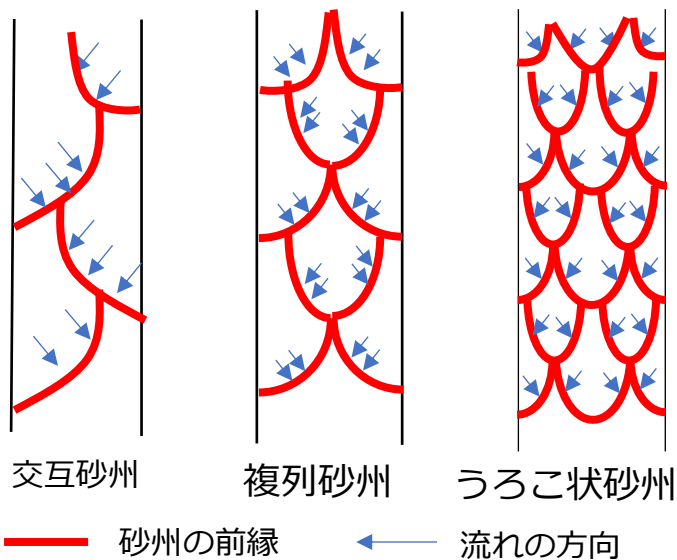


図2 一般的な砂州の種類



写真1 研究対象地の空中写真  
(枠内が図3～6の範囲)

したがって過去にコナガカワゲラ属の幼虫、羽化殻が多く採集された地点の空中写真の判読をすることでコナガカワゲラ属の幼虫が多く生息している場所と河川の微地形の変化には関係があるのかを目的とし、研究をした。

なお、今回調査する地点である恵那市上矢作町海は、岐阜県恵那市上矢作町と長野県平谷村の県境の地点であり、過去の研究でコナガカワゲラ属の羽化殻が多く取れた為、この場所を調査場所とした。

## 2. 研究方法

### 2.1 空中写真の判読 (写真1)

恵那市上矢作町海における反射鏡式実体鏡を用いた空中写真(表1)の判読、Google Earthを用いた空中写真の判読の2種類の空中写真を使って判読をした。空中写真の判読では、水際線・砂州(特に前縁)・植生を判読し、図3～6に図示した。なお、判読範囲は図1の場所である。砂州の前縁の判読に際しては、井口(1979)の解説を参考にした。

図3～6で年代が緑字で書いてあるのが反射実体鏡を用いた空中写真の判読、紫字で書いてあるのがGoogle Earthを用いた空中写真の判読結果である。

### 2.2 判読結果の模式化

図3～6に図示した判読結果を参考にし、带状にして植生、砂州の前縁を図7に模式的に図示した。なお、1947年に撮られた空中写真は、撮影高度が高く、砂州の前縁の判読ができなかったため、植生のみを判読した。

### 2.3 現地調査 (写真2)

2023年11月14日に図1で表した判読範囲の周

辺の現地観察を行い、現在の河道微地形の変遷を観察した。

## 3. 結果と考察

### 3.1.1 各年代の判読結果 (佐原, 2014)

判読の結果を図3～6、判読結果の模式図を図7に示す。

#### ・1947年

水流が極めて細く反射実体鏡では判読できない箇所もあった。また、ほかの年代と比べても、植生が非常に発達している。

#### ・1966年

1944年と比べて、植生が減っている。水流に関しては、1944年よりも複雑に枝分かれをしている。判読範囲の下流0mでは図2のような複列砂州の前縁が読み取れる。

下流から250m～320m地点の右岸側の裸地の河原から人工的に作られたと見られる凹部が出現している。

#### ・1967年

1966年と比べて、植生はほとんど変化が無く、水流はさらに太くなり、より複雑になっている。

250m～320mには人工的に掘られたと見られる箇所に水が流れ込み自然にできないような川の形となっている(写真3)。

砂州の前縁は1966年にみられた下流0m地点の複列砂州は変わらず読み取れたが、100m地点にも複列砂州が読み取ることができる。

#### ・1972年

表1 使用した空中写真  
(太字は図示した空中写真)

撮影番号・コース	撮影機関	撮影年月日	縮尺
<b>USA-M387-50, 51</b>	<b>米軍</b>	<b>1947. 11. 28</b>	<b>1/49739</b>
USA-M1167-56, 57	米軍	1948. 9. 27	1/49609
CB65-9XC13-1, 2	国土地理院	1965. 10. 5	1/20000
<b>山-452 C1-10, 11</b>	<b>林野庁</b>	<b>1966. 10. 31</b>	<b>1/20000</b>
<b>山-472 C17-21, 22</b>	<b>岐阜県</b>	<b>1967. 5. 13</b>	<b>1/20000</b>
<b>山-626 C17-7, 8</b>	<b>長野県</b>	<b>1972. 5. 18</b>	<b>1/20000</b>
山-745 C1-10, 11	愛知県	1976. 5. 15	1/20000
<b>CCB76-17 C9-9, 10</b>	<b>国土地理院</b>	<b>1976. 10. 8</b>	<b>1/16000</b>
<b>山-949 C1-9, 10</b>	<b>愛知県</b>	<b>1981. 4. 26</b>	<b>1/16000</b>
山-947 C21-32, 33	岐阜県	1981. 5. 14	1/16000
<b>86-17 C21-36, 37</b>	<b>岐阜県</b>	<b>1986. 5. 10</b>	<b>1/16000</b>
86-19 C1-10, 11	愛知県	1986. 5. 17	1/16000
<b>90-19 C1-9, 10</b>	<b>愛知県</b>	<b>1990. 5. 9</b>	<b>1/16000</b>
<b>96-15 C21-32, 33</b>	<b>岐阜県</b>	<b>1996. 5. 15</b>	<b>1/16000</b>
<b>01-15 C21A-24, 25</b>	<b>岐阜県</b>	<b>2001. 4. 28</b>	<b>1/16000</b>
<b>Google Earth</b>	<b>Maxar Technologies</b>	<b>2010. 5. 5</b>	—
<b>Google Earth</b>	<b>Maxar Technologies</b>	<b>2011. 11. 26</b>	—
Google Earth	Maxar Technologies	2014. 5. 29	—
<b>Google Earth</b>	<b>Landsat / Copernicus</b>	<b>2016. 5. 12</b>	—
<b>Google Earth</b>	<b>Maxar Technologies</b>	<b>2019. 2. 12</b>	—
<b>Google Earth</b>	<b>Landsat / Copernicus</b>	<b>2021. 5. 10</b>	—
<b>CCB2022-1 C20-4,5</b>	<b>国土地理院</b>	<b>2022. 5. 4</b>	<b>1/10000</b>

1966年、1967年にみられた人工的に作られた部分は無くなっていた。

下流から200mには新たな複列砂州が読み取ることができたが、1967年の下流から0m地点にみられた複列砂州は読み取ることができなくなっていた。植生に関しては1967年にみられなかった植生が200m～350m地点の右岸側に読み取ることができる。

・1976年

1972年と比べて水流が細くなっており水流の枝分かれも少なくなっている。

砂州の前縁は下流100m地点には複列砂州が読み取ることができる。

・1981年

1976年よりも水流が太くなっていたが植生、砂州の前縁ともに変化はなかった。

・1986年

200m～300m地点に新たな複列砂州を読み取ることができたが400m地点の砂州の前縁は変わらず読み取ることができる。植生に関しては1981年とほとんど変化はなかった。

・1990年

1990年以前の空中写真では複列砂州を読み取ることができたが、1990年は複列砂州ではなく、交互砂州へと変わっていた。下流から300m付近では激しく白波がたっていた。

・1996年

砂州の前縁の形は交互砂州であり1990年と同じであったが、読み取れる砂州の前縁の数が減っていた。また、水流は1990年よりも細くなっていた。

・2001年

1996年とほとんど変わらない。

・2010年

2001年と比べて植生が発達している。また、下流100m地点には複列砂州を読み取ることができ、その上流には交互砂州が読み取ることができた。

・2011年

2010年とほとんど変わらない。

・2016年

2011年と比べると、水流の幅が太くなっていた。また、複列砂州が読み取れた場所が交互砂州になっていた。

・2019年

2016年と比べて水流は、複雑になっていた。

・2021, 2022年

植生、砂州の前縁ともに2019年とほとんど変わらない。

### 3.1.2 各年代の考察

1966年、1967年の空中写真には人工的に掘られたと見られる採集跡がみられた。これはコンクリートの材質を採集するために掘られた跡だと考えられる。

上記で述べたように1990年の空中写真の300m付近では激しく白波がたっていた。瀬から淵へと変わる境目であると考えられるため、底質はその場所より上流では礫、下流では砂であると考えられる。

また、1976年からの400m地点における砂州の前縁の付近には岩があった。その岩によって水流



写真2 2023年11月14日撮影の上矢作町海  
(赤線は砂州の前縁)

が変わり砂州の前縁はできたと考えられる。

2010年以降の空中写真では、下流50m、300m~350mの右岸側にコンクリート壁が造られている。これは、川の地形が変わりやすい場所であるため、右岸側が削られてすぐ上にある道路に影響がないようにするためだと考えられる。(写真4)

### 3.2.1 全年代の植生と砂州の変化(森, 2015)

1976年の空中写真では、下流から400mで大きな岩がみられたその岩のすぐ上流で左岸から右岸にかけて砂州の前縁がみられた。1976年以降の1981年~2001年の空中写真でも同様の砂州の前縁を読み取ることができたが、2010年以降の空中写真では大きな木に隠れて直接判読することができなかった。しかし、もともと砂州の前縁があった場所のすぐ下流で白波がたっていたため、砂州の前縁があると判読した。

植生については、反射実体鏡を用いた空中写真の2001年以前では、年代が経つにつれて植生がなくなって次第に裸地の河原が増えていっていたが、2010年以降では、次第に植生が発達していき、裸地の河原が減っていった。

### 3.2.2 全年代の考察

上記で述べたように今回の研究範囲は、上・下流と比べ非常に谷幅が広い。従って他の地点より

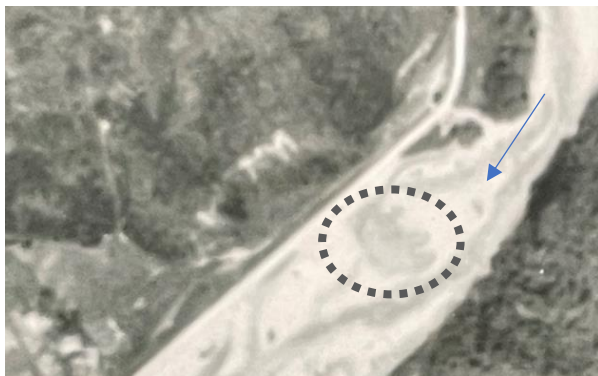


写真3 1967年の200m~400m地点の空中写真



写真4 2016年の下流300m付近の空中写真

も横方向に水が流れやすく、水流の変化が激しいと考えられる。今回判読した地点判読した年以外でも、複列砂州と交互砂州が定期的に変化していると考えられる。

1947年~1966年の間に植生、水流が大きく変わっている。これは、1953年、1957年、1959年、1961年の4回、平谷村中心部で被害が生じる水害があった。その時に大量の土砂が上流の柳川などに流れ込んだことが記録されている(小池, 1996)。それによってその下流に位置するこの場所でも川の様子が大きく変わったと考えられる。

## 4. 現地調査(写真2)

2023年11月14日に恵那市上矢作町海に現地調査をしたが、2022年5月4日に国土地理院が撮影した空中写真と比較してみると150m~250mの砂州の前縁が今回の現地調査でも確認することができた。砂州の前縁は水中まで含めると約3mの高さがあった。

## 5. まとめ

1947年~2022年の海の空中写真を判読し、河道微地形と植生の変化を調べた。

1947年の空中写真では、植生が多く発達していたが、次第に植生が減っていき、2021年、2022年と新しい年代は再び植生が増えていた。

1976年以降の空中写真では下流から400m地点に大きな岩が見られ、その岩によって川の流れが変わり、その付近では砂州の前縁が見られ続けている。

今回の研究範囲は、上・下流と比べ非常に谷幅が広い。そのため、横方向に水が流れやすく、水流の変化が激しいと考えられる。さらに、研究範囲では複列砂州と交互砂州が定期的に入れ替わっていると考えられる。

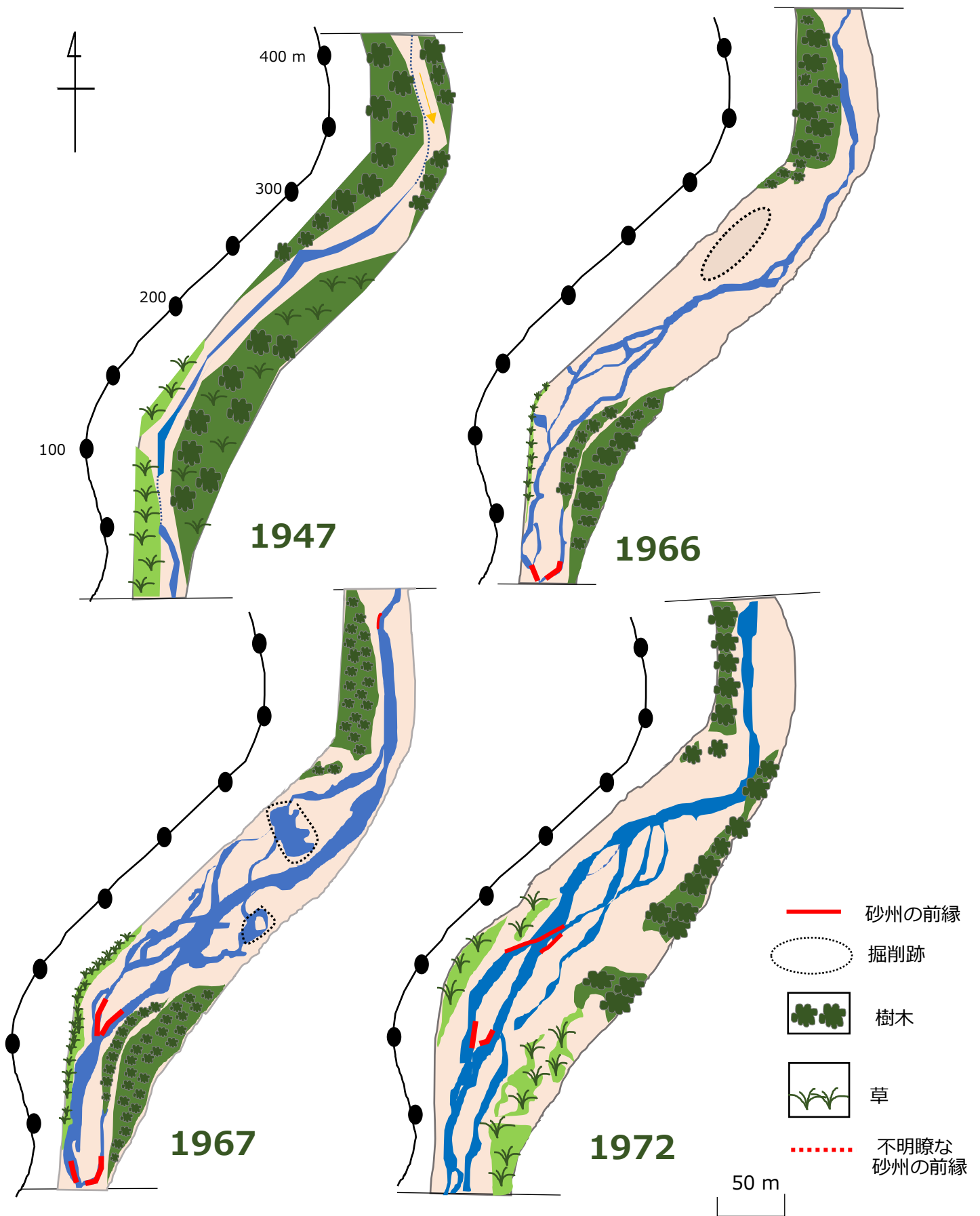


図3 恵那市上矢作町海の空中写真の判読結果(1947~1979年)

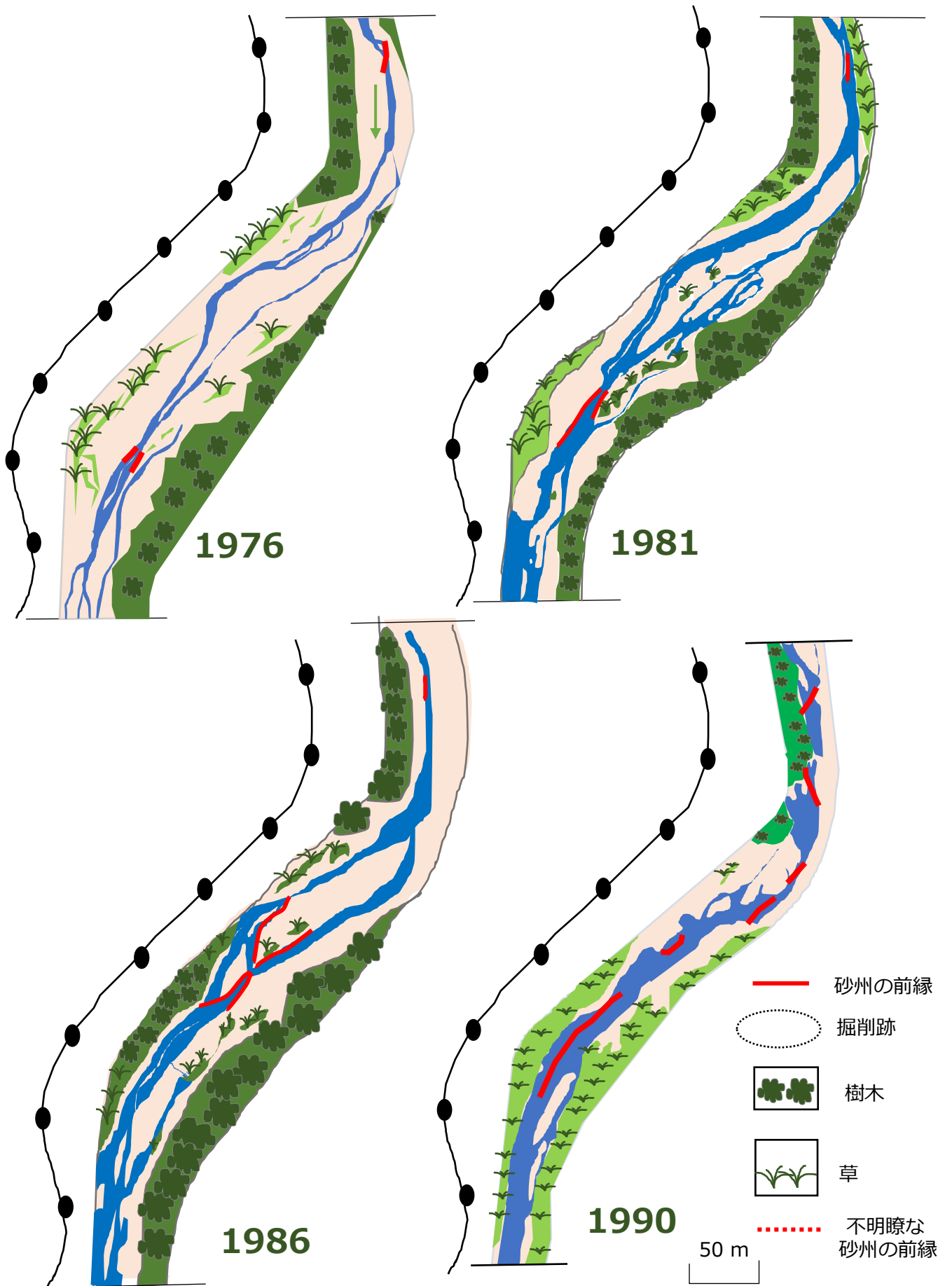


図4 恵那市上矢作町海の空中写真の判読結果 (1976~1990年)



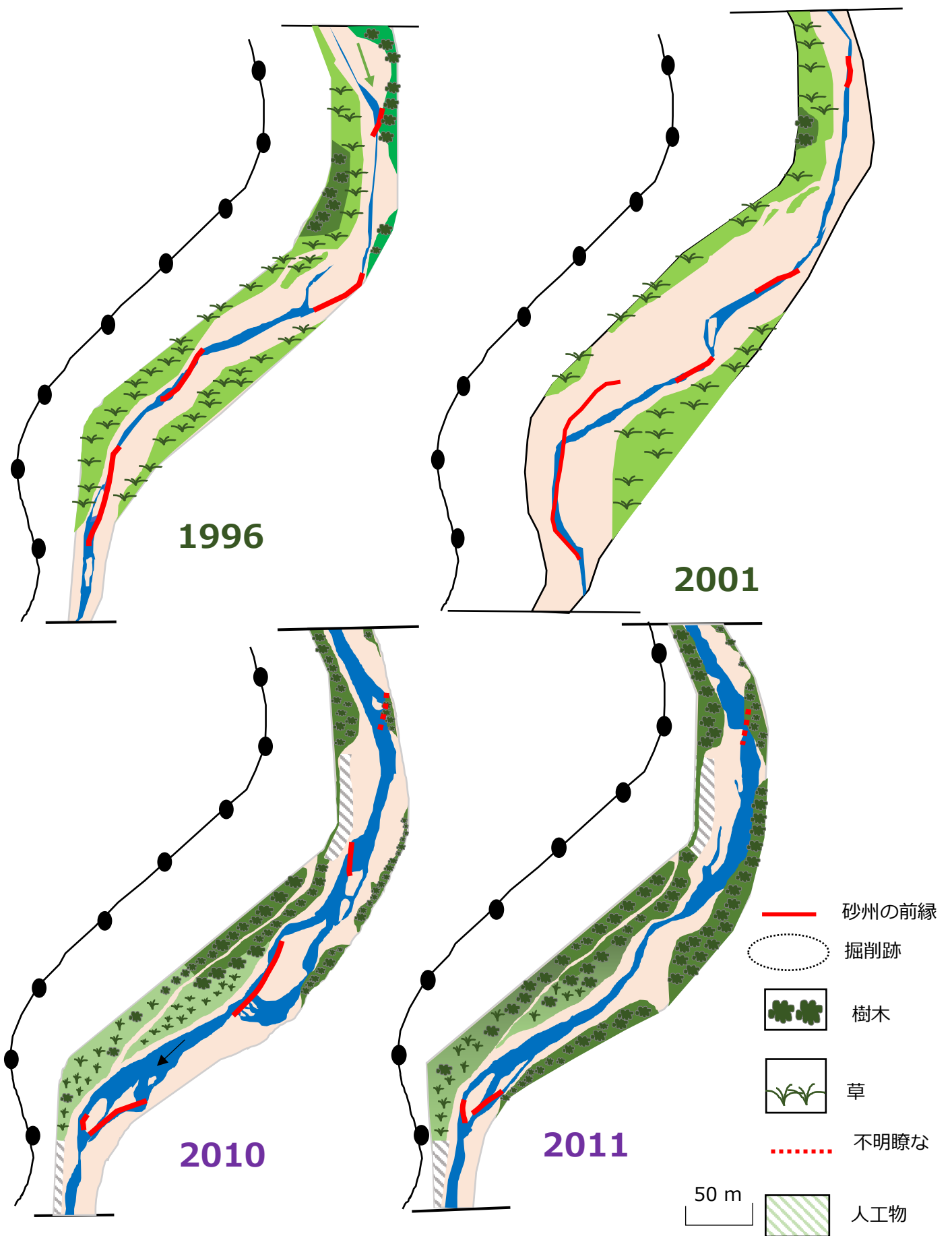


図5 恵那市上矢作町海の空中写真の判読結果（1996～2011年）

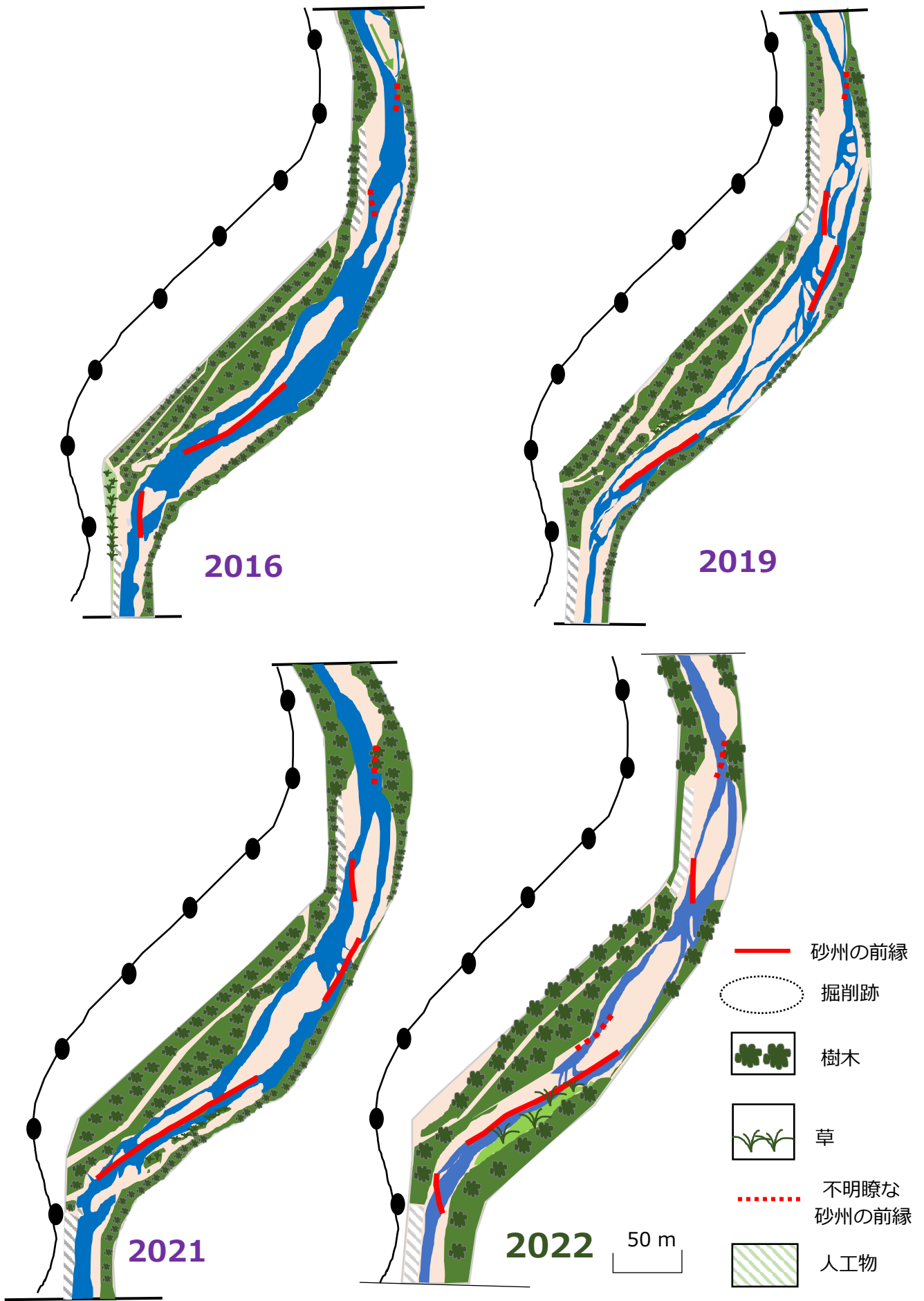


図6 恵那市上矢作町海の空中写真の判読結果(2016~2022年)

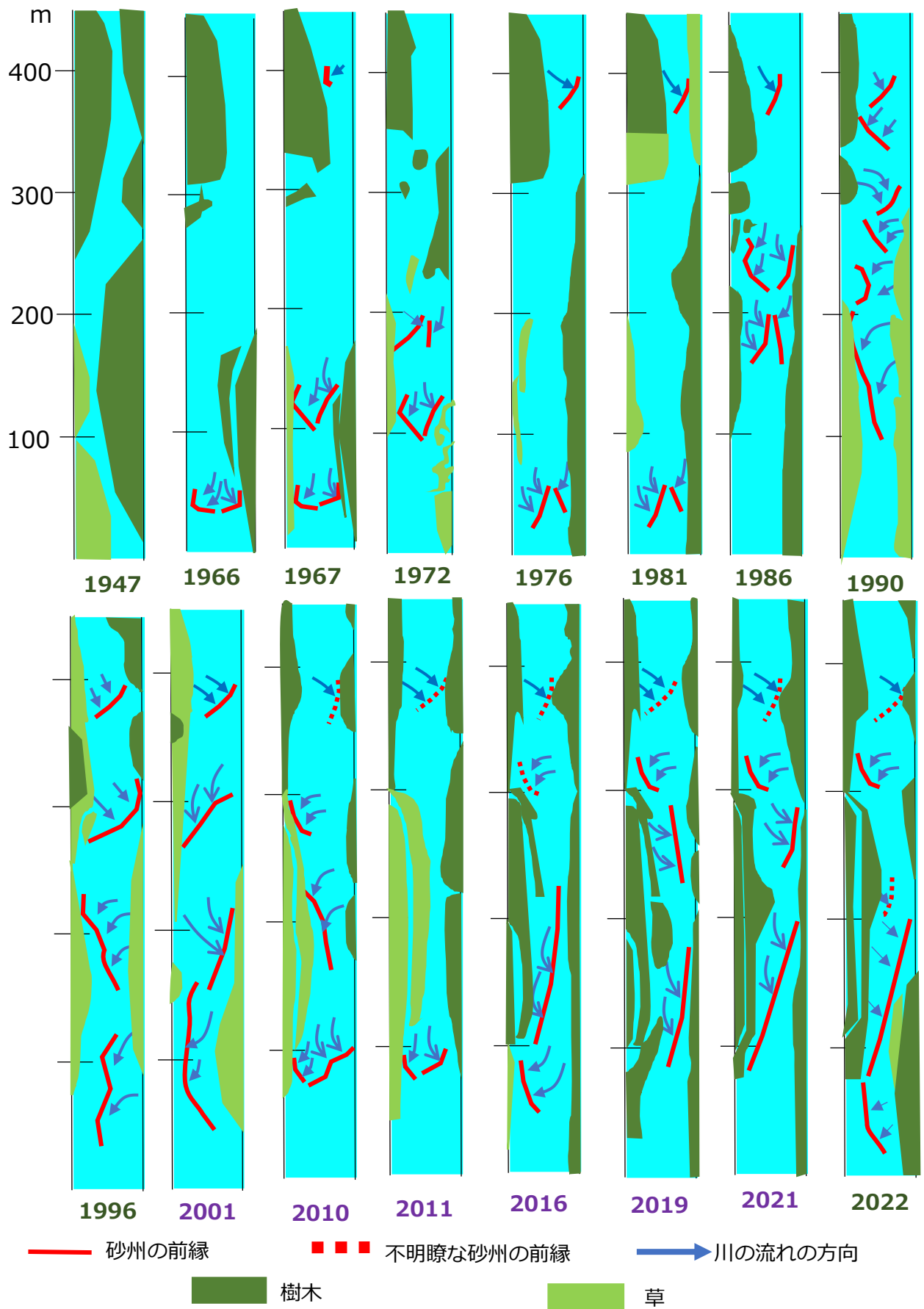


図7 恵那市上矢作町海の判読結果の模式図

## 引用文献

- 土木学会 水工学委員会 水理公式集編集委員会  
(編), (2018) 河床変動と流路変動. 水理公式集:  
304-339. 土木学会, 東京.
- 井口昌平 (1979) 川を見る－河床の動態と規則性.  
東京大学出版会.
- 小池肇男 (1996) 災害. 平谷村誌 下巻, 平谷村誌  
編纂委員会 (編): 421-444.
- 池田晃子・丹生越子・中村俊夫・鈴木和博 (2002)  
岐阜県上矢作町で見つかった湖成層中の埋もれ  
木の  $^{14}\text{C}$  年代測定. 名古屋大学加速器質量分析計  
業績報告書 13: 147-150.
- 坂部和夫 (2005) 天正地震 (1586 年) 時の岐阜県上  
矢作町荒における大規模山体崩壊について. 歴  
史地震, 20: 243-246.
- 杉江俊城・内田臣一 (2022) 河川間隙動物 (特に  
コナガカワゲラ属幼虫) の生息環境の特徴. 愛  
知工業大学研究報告, 57: 47-80.
- 清水文健・宮城豊彦・桧垣大助・井口隆・大八木  
規夫 (2002) 地すべり地形分布図第 15 集「豊  
橋」図集. 防災科学技術研究所研究資料第 222  
号.
- 鈴木和博・中村俊夫・加藤丈典・池田晃子・後藤晶  
子・小田寛貴・南 雅代・上久保寛・梶塚泉・足立  
香織・壺井基裕・常磐哲也・太田友子・西田真美・  
江坂直子・田中敦子・森忍・ダニエル ダンク リ  
ー・モニカ クシヤク・鈴木里子・丹生越子・中崎  
峰子・仙田量子・金川和世・熊沢裕代 (2008) 恵  
那市上矢作町の地名「海」は天正地震の堰止め  
湖に由来した. 名古屋大学加速器質量分析計業  
績報告書 19: 26-38.
- 内田臣一 (1987) 多摩川水系におけるカワゲラの分  
布, 多摩川水系およびその流域における低移動  
性動物群の分布状態の解析, 石川良 (編): 23-28  
とうきゅう環境浄化財団, 東京.
- 内田臣一 (2006) 洪水で川底がひっくり返っても大  
丈夫? な川の虫～コナガカワゲラ類～豊田市矢  
作川研究所季間誌 Rio, 101: 3.

## 愛知工業大学の過去の卒業研究

- 佐原悠介 (2014) 矢作川中流部 (久澄橋～平戸  
橋) における空中写真に見る河道微地形の編  
成. 平成 25 年度愛知工業大学生態研究室卒業  
研究論文集: 13-1～10.
- 森勝正 (2015) 矢作川中流部 (両枝橋～犬伏橋合  
流点周辺) における微地形と植生の変化. 平成  
26 年度愛知工業大学生態研究室卒業研究論文  
集: 20-1～9.
- 森陽輝 (2023) 矢作川水系におけるコナガカワゲ  
ラ属の調査. 令和 3 年度愛知工業大学生態研究

# 矢作川水系におけるコナガカワゲラ属の生息状況

愛知工業大学 4 年 清水剛志

## 1. はじめに

カワゲラ類（昆虫綱カワゲラ目）は、世界で約 3500 種（Fochetti and Tierno de Figueroa, 2008）、日本で約 200 種（清水ほか, 2005）が記録されている。本研究で主な対象とするコナガカワゲラ属 *Flavoperla* はカワゲラ目カワゲラ科の一属である。コナガカワゲラ属は、幼虫は体色が黄褐色で、体長は約 1.5 cm、成虫は約 1 ~ 1.5 cm である。

日本産コナガカワゲラ属には、キコナガカワゲラ *Flavoperla hatakeyamae*、キアシコナガカワゲラ *F. hagiensis*、オオメコナガカワゲラ *F. thoracica*、エゾキコナガカワゲラ *F. tobei* の 4 種が知られている。また、未記載種のスジキコナガカワゲラ（稲田, 1998）も確認されている。矢作川水系ではエゾキコナガカワゲラ以外のコナガカワゲラ属 4 種が見つかった（相川ほか, 2005; 西田, 2022; 森, 2023）。

多摩川水系と矢作川水系の広域でカワゲラ類を採集すると、他のカワゲラ類と比べコナガカワゲラ属の幼虫は採集される数が少ない一方、成虫は夏に川沿いの街灯や自動販売機の灯りで多く採集されることが指摘されている。このことから、コナガカワゲラ属は狭義の底生動物でなく、幼虫が河川間隙水域に生息する可能性が指摘されている。（内田, 1987, 2006; 杉江・内田, 2022）。さらに、内田（2006）と杉江・内田（2022）は、コナガカワゲラ属幼虫は攪乱に強い水生昆虫である可能性を指摘した。

コナガカワゲラ属幼虫の生息場所の可能性があるとされる河川間隙水域は、表流水と伏流水、地下水が混じり流れるところであり、流路や河岸の地下に広がる飽和間隙水域のことである。洪水などにより流路の形状が変わると、それに伴い河川間隙水域の流れも同じく変化する（Stanford and Ward, 1993）。河川間隙水域は、英語で hyporheic zone と呼ばれ、hyporheic はギリシャ語で「~の下」を表す hypo と「流れ」を表す rheo を組み合わせて形容詞化した語である。河川間隙水域に生息している動物を河川間隙動物（hyporheos）と呼ぶ。これらは目が退化し、色素が乏しい種が多い（Gibert, 1994）。

## 2. 研究目的

杉江・内田（2022）と森（2023）は、コナガカワゲラ属幼虫が河川間隙動物と考えられることから激しい河床攪乱が発生した際の指標生物になると考えた。そのため、土砂バイパストンネル計画のような河床の攪乱を復活させようとする大規模な土木事業での指標生物として役立つ可能性がある。

今までの愛知工業大学によるコナガカワゲラ属の調査（相川ほか, 2005; 吉田, 2021; 西田, 2022; 森,

2023）では、矢作川の本流・上流域で調査されてきたが矢作川水系下流の支流では、ほとんど調査されていない。そのため、本研究では主に矢作川水系下流の支流である巴川、乙川でコナガカワゲラ属の生息状況を明らかにすることを目的とした。

矢作川本流・上流域では、コナガカワゲラ属を含む多くのカワゲラ成虫・幼虫が採集された。しかし、越戸ダムより下流では、多くのカワゲラ目成虫・幼虫が採集されたがコナガカワゲラ属成虫・幼虫は採集できなかった（川崎・内田, 2015; 藤本ほか, 2017; 市川ほか, 2020）。そのため、矢作川本流の下流はコナガカワゲラ属の採集が難しいと判断し、矢作川本流の下流を調査範囲外にした。

## 3. 研究方法

### 3-1. 灯火採集

カワゲラ目の成虫は、2023 年 6 月中旬 ~ 9 月中旬に乙川水系と巴川水系で月齢 13 日 ~ 20 日の新月をはさんだ月が暗い夜を選んで採集日を決めた。採集時間は決めずに、矢作川水系下流の支流である巴川、乙川の川沿いにある自動販売機や街灯などの明かりで集まってくるカワゲラ目を採集した。

### 3-2. 羽化殻採集

2023 年 8 月 10 日に男川上流で河川の水際にある礫や植物に付着したカワゲラ目の羽化殻を採集した。

### 3-3. 河床掘削による採集

2023 年 11 月 14 日に岐阜県恵那市上矢作町海で採集した。水が流れていない河原を掘り、水が浸み出してくるところをさらに掘って、浸み出して穴に

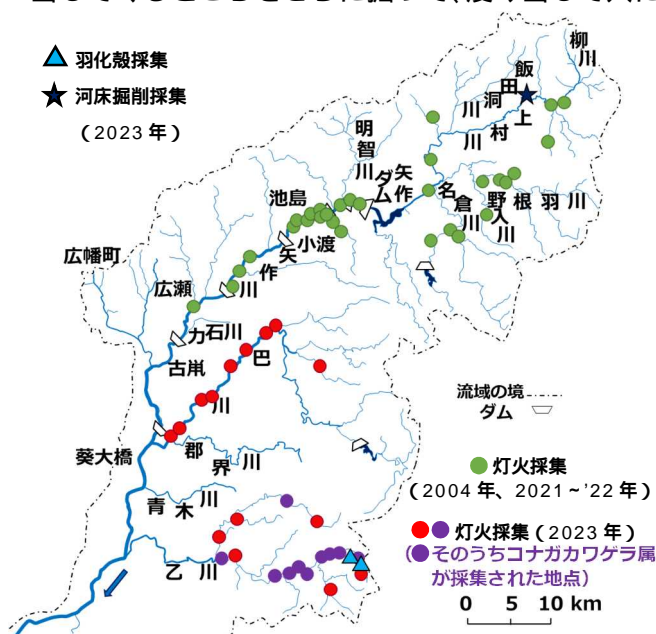


図 1 採集地点

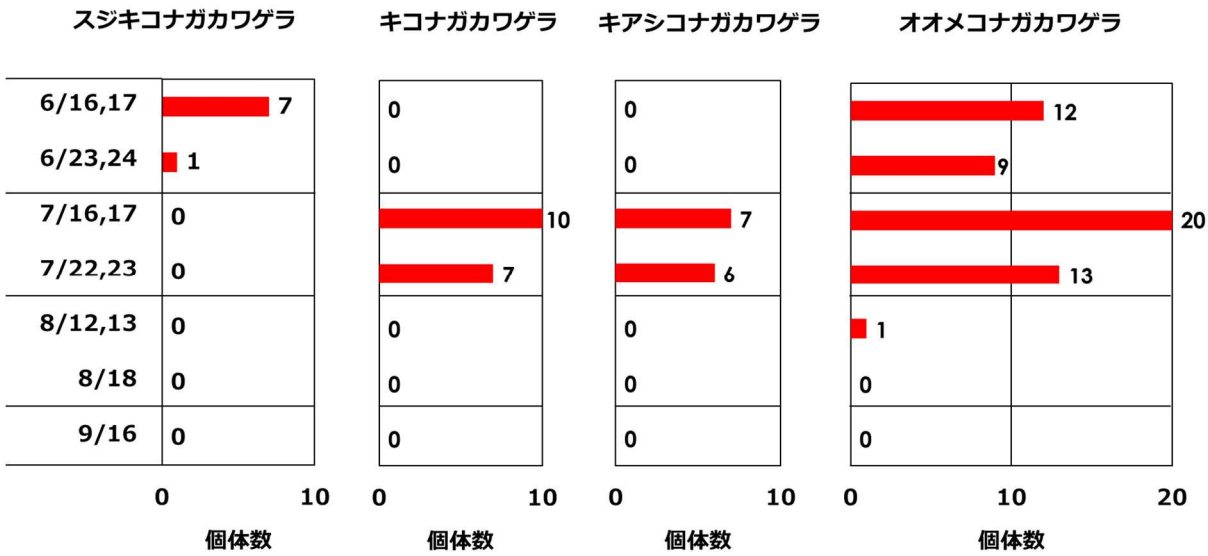


図2 2023年度コナガカワゲラ属成虫灯火採集結果

溜まった水と掘った砂礫(地下水面上の砂礫と地下水下の砂礫を分けずに)をバケツに入れてかき回し、浮き上がった濁り・落葉・植物の根・動物などをDフレームネット(網目内径約0.13mm)で受けて採集した。

### 3-4. 各採集地点

2023年の灯火採集、羽化殻採集、河床掘削の採集地点を図1で示した。また、2004年、2021~2022年の矢作川本流・上流域における灯火採集地点も示した。

### 3-5. 採集した試料の分別と同定

採集した幼虫、羽化殻、成虫を80%エタノール容器に入れて持ち帰り、双眼実体顕微鏡(Nikon SMZ645)で可能な限り、科、属、まで同定した。

2004~2023年に愛知工業大学河川・環境研究室(生態研究室)で採集された(相川ほか,2005; 熊

谷ほか,2006; 吉田,2021; 西田,2022; 森,2023)標本(コナガカワゲラ属成虫・羽化殻・幼虫)も上記と同様に同定した。同定は内田・吉成(2018)に従った。

## 4. 結果と考察

### 4-1. 灯火採集

乙川で新しくコナガカワゲラ属成虫を見つけた(巴川では、採集できなかった)。コナガカワゲラ属成虫は、6月中旬~6月下旬にスジキコナガカワゲラが8個体、7月中旬~7月下旬にキコナガカワゲラが17個体、キアシコナガカワゲラが13個体採集できた。オオメコナガカワゲラは、6月中旬~8月中旬にかけて55個体と最も多く採集することができた(図2)。これらのコナガカワゲラ属4種は、過去から現在まで矢作川水系で採集されている。

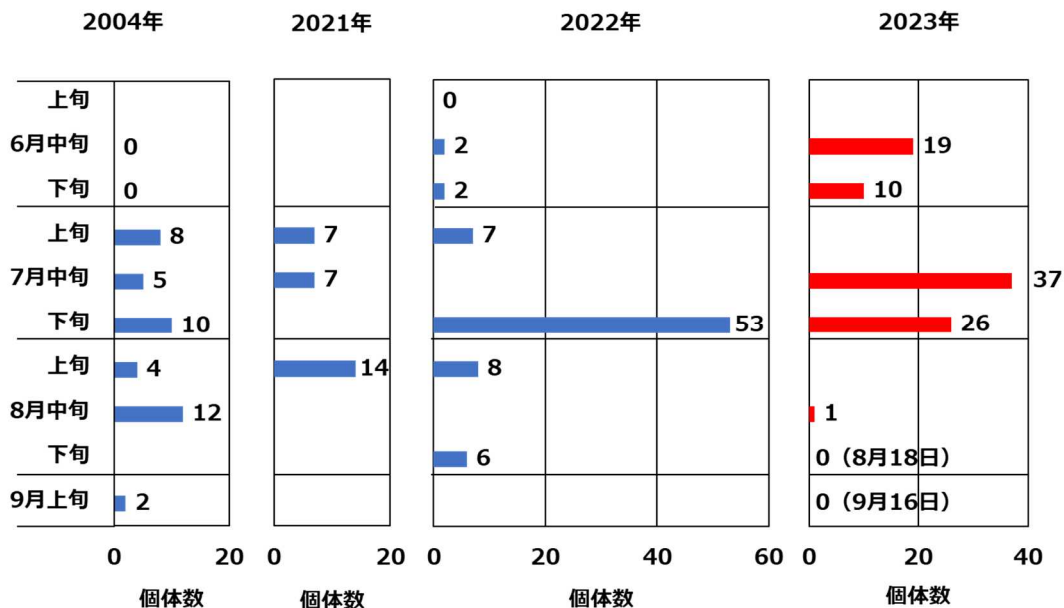


図3 2023年と2022年以前とのコナガカワゲラ属成虫灯火採集結果の比較

乙川では 6 月中旬から調査したためもっと早い時期でも採集できる可能性がある。

#### 4-2. 羽化殻採集

8 月 10 日に羽化殻採集をしたがクラカケカワゲラ属の羽化殻 1 つしか採集することができなかった。

#### 4-3. 河床掘削による採集

河床掘削の採集地点は、岐阜県恵那市上矢作町海で図 5 の手順で 3 カ所掘削した。この地点で河床掘削による採集をしたのは、森(2023)よりコナガカワゲラ属羽化殻が多く採集できたことや河川の微地形の変化が繰り返し起きていると考えられた。これらより、コナガカワゲラ属幼虫を多く採集することができると思われる。

結果、コナガカワゲラ属幼虫 11 個体、ミドリカワゲラ科幼虫 46 個体、その他カワゲラ科幼虫 29 個

体採集した。また、カワゲラ目以外にヒメドロムシ科の幼虫やユスリカ科の幼虫などが多く採集された(表 1)。杉江・内田(2022)、森(2023)との比較よりコナガカワゲラ属幼虫には、前胸に鰓がある種群と鰓のない種群が確認されており、前胸に鰓がある種群は鰓のない種群と比較するとほとんど採集されていない(図 6)。このことから河床掘削ではコナガカワゲラ属の一部の幼虫しか採集できない可能性がある。

#### 5. まとめ

主に矢作川水系で 2004 年、2019~2023 年に採集されたコナガカワゲラ属の幼虫・羽化殻・成虫の標本で検討した。

2023 年にした矢作川水系におけるコナガカワゲラ属の調査により乙川で新しくコナガカワゲラ属

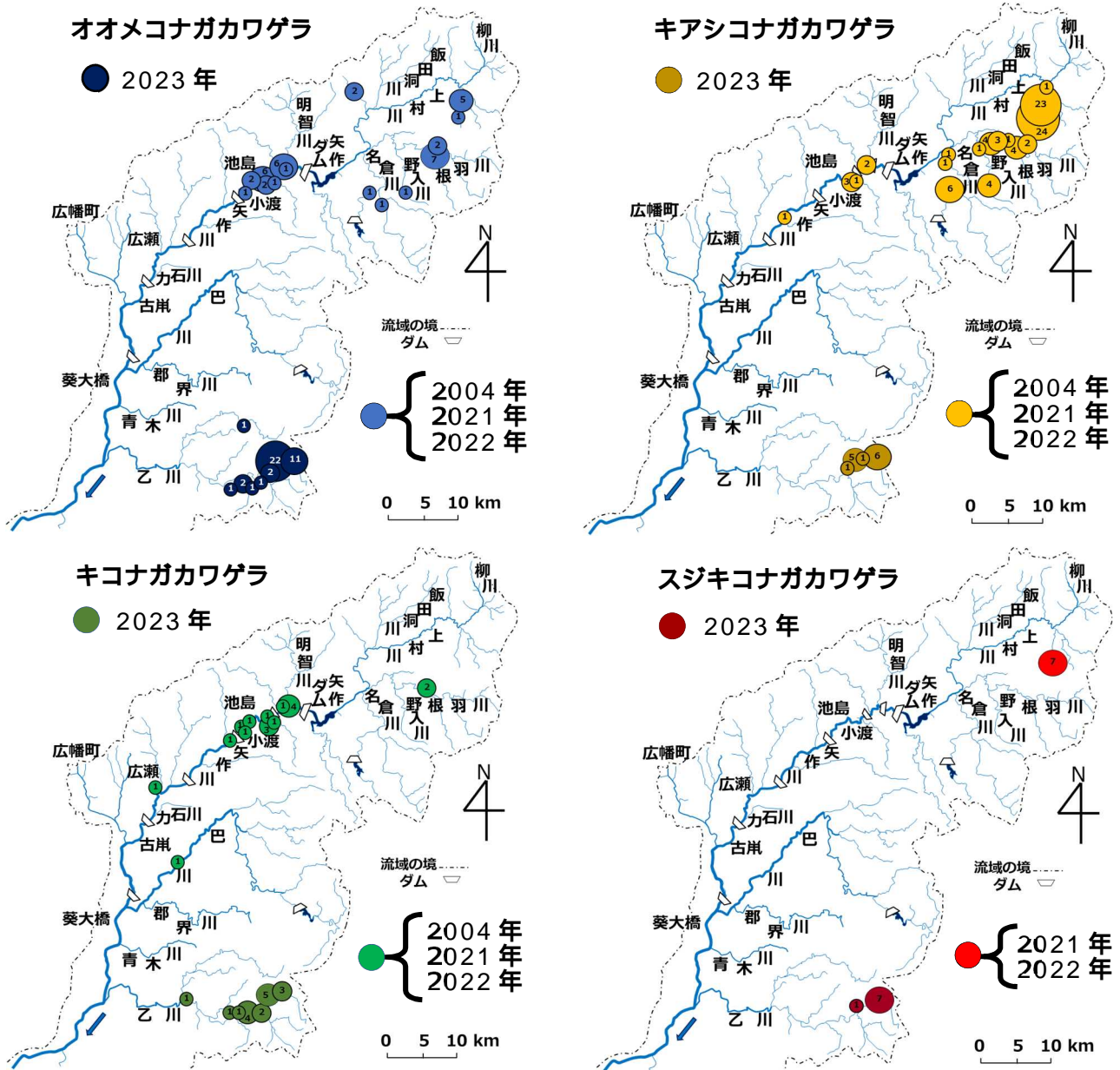


図 4 2004 年、2021 年、2022 年、2023 年のコナガカワゲラ属成虫分布

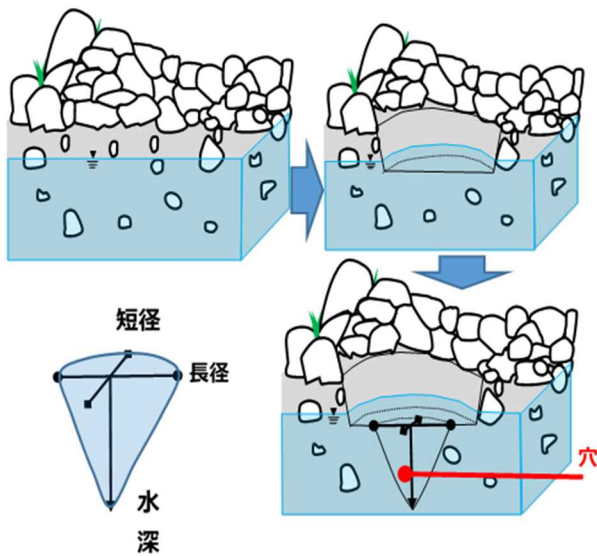


図5 河床掘削による採集方法の模式図

成虫を見つけた。過去に採集されたコナガカワゲラ属成虫では、オオメ、キアシコナガカワゲラは広範囲に生息、キコナガカワゲラが下流よりに生息、スジキコナガカワゲラが局所的に生息している傾向が見られた。また、新しく見つけた乙川の成虫でも同様な生息地の傾向が見られた(図4)。

コナガカワゲラ属成虫は、乙川が6月中旬～8月中旬まで、本流・上流域が7月上旬～9月上旬までに採集された(図3)。

これまでに採集されたコナガカワゲラ属成虫は、4種類であった。その中で、コナガカワゲラ属成虫は種ごとに様々な生息範囲の傾向が見られた。また、矢作川本流・上流域と乙川では、コナガカワゲラ属成虫の発生時期が異なっていた。このことから、コナガカワゲラ属成虫は種ごとに生息環境に好みがあると考えられる。また、乙川は本流・上流域より

コナガカワゲラ属成虫が早く発生していると考えられる。

2023年のコナガカワゲラ属成虫、幼虫の個体数を比較したところ、前胸に鰓がある成虫(灯火採集)は多く採集できたがその幼虫(河床掘削)はまったく採集できなかった。一方、前胸に鰓がない成虫(灯火採集)はほとんど採集できなかったがその幼虫(河床掘削)は多く採集できた。このことからコナガカワゲラ属の前胸に鰓がある成虫と幼虫の個体数がつり合っていないことがわかった。この結果は、杉江・内田(2022)がまとめた結果と同様であった(図7)。

これらの結果からコナガカワゲラ属幼虫は河床掘削で採集できるのがコナガカワゲラ属の一部の幼虫しか採集されないと考えられる。

### 引用文献

Fochetti R. and J. M. Tierno de Firueroa (2008) Global diversity of stoneflies (Plecoptera: Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 365-377.

Gibert, J., J. A. Stanford, M.-J. Dole-Olivier and J. V. Ward: Basic attributes of groundwater ecosystems and prospects for research. In *Groundwater Ecology*, J. Gibert, D.L. Danielopol and J. A. Stanford (eds.), pp. 7-40, Academic Press, London, 1994.

藤本卓也・内田臣一・山脇健也(2017) 矢作川水系におけるカワゲラ類の分布に与える人為的影響. *愛知工業大学研究報告*, 52: 87-106.

市川隼也・内田臣一・伊藤誠記(2020) 矢作川水系および周辺河川におけるカワゲラ類(特にキカワゲラ属)の分布と生活史. *愛知工業大学研究報告*, 55: 60-82.

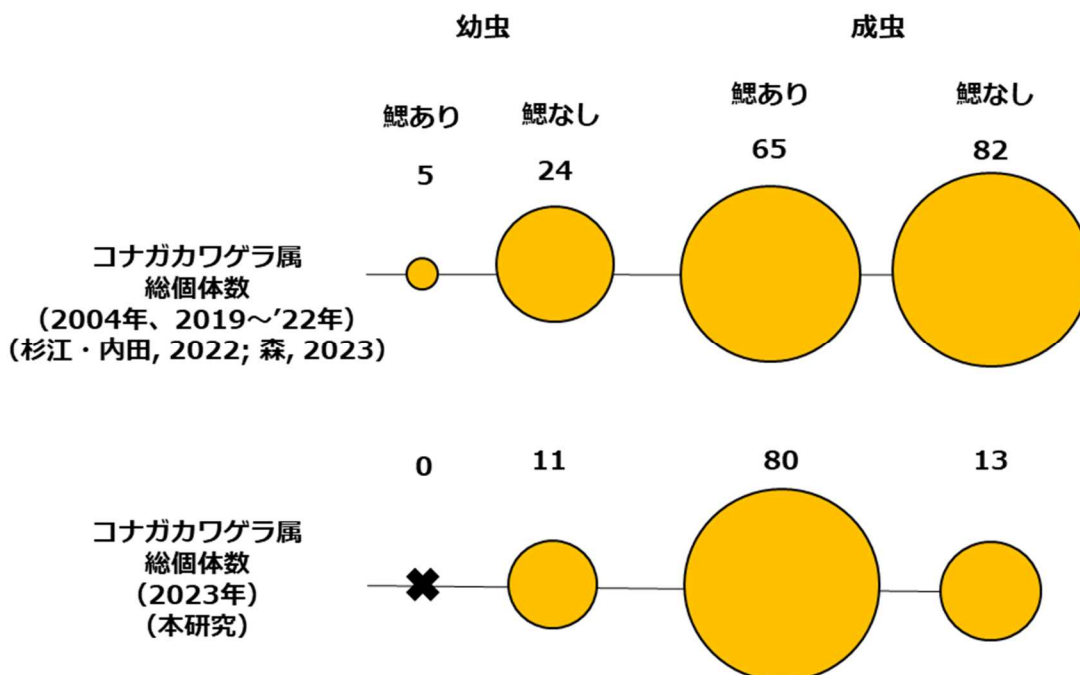


図6 コナガカワゲラ属成虫と幼虫個体数の比較



稲田和久(1998)兵庫県のカワゲラ類成虫図説(第2報)カワゲラ科(1). 陸水生物学報, 13: 44-45.

川崎嵩之・内田臣一(2015)矢作川水系におけるカワゲラ類水生昆虫の分布と河川環境. 愛知工業大学研究報告, 50: 137-146.

清水高男・稲田和久・内田 臣一(2005)カワゲラ目(襃翅目). 日本産水生昆虫一科・属・種への検索, 河合禎次・谷田一三(編著): 237-263. 東海大学出版会, 秦野.

Stanford, J. A. and J. V. Ward (1993) An ecosystem perspective of alluvial rivers: connectivity and the hyporheic corridor. Journal of the North American Benthological Society, 12: 48-6.

杉江俊城・内田臣一(2022)河川間隙動物(特にコナガカワゲラ属幼虫)の生息環境の特徴. 愛知工業大学研究報告, 57: 47-80.

内田臣一(1987)多摩川水系におけるカワゲラの分布. 多摩川水系およびその流域における低移動性動物群の分布状態の解析, 石川良輔(編): 23-78. とうきゅう環境浄化財団, 東京.

内田臣一(2006)洪水で川底がひっくり返っても大丈夫? な川の虫~コナガカワゲラ類~. Rio 豊田市矢作川研究所月報, 101: 3.

内田臣一・吉成暁(2018)カワゲラ目追記. 日本産水生昆虫, 川合禎次・谷田一三共編: 325-328. 東海大学出版部, 平塚.

平成 17 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, Group 6-1 ~ 7.

吉田峻也(2021)矢作川水系におけるカワゲラ類、特にコナガカワゲラ属の幼虫の調査. 2021 年度 愛知工業大学生態研究室 卒業研究論文集: 7-1 ~ 7-11.

西田修基(2022)矢作川水系におけるカワゲラ類、特にコナガカワゲラ属の羽化殻と成虫の調査. 2021 年度 愛知工業大学生態研究室 卒業研究論文集: 8-1 ~ 8-11.

森 陽輝(2023)矢作川水系におけるコナガカワゲラの調査. 令和 4 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 7-1 ~ 7-11.

**愛知工業大学の過去の卒業研究**

相川真哉・峰野雅也・山田健司(2005)矢作川・巴川のカワゲラ類: その種類相・分布・群集の多様性. 平成 16 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, Group 9-1 ~ 9-10.

熊谷広芳・小谷拓也・榊原吉昭(2006)矢作川における底生動物, およびコナガカワゲラ属の調査.

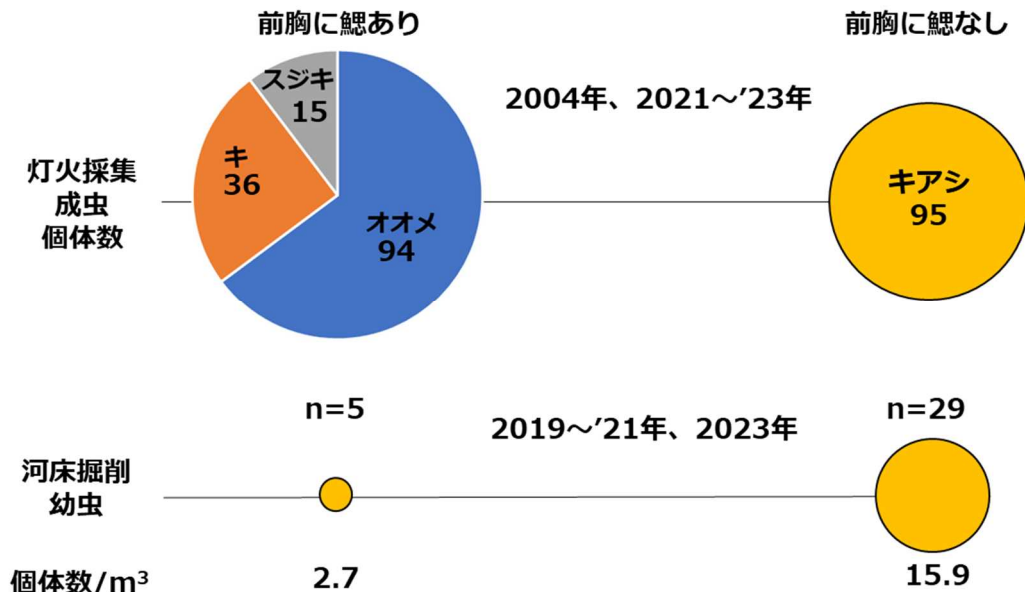


図 7 コナガカワゲラ属成虫と幼虫個体数の比較

表1 河床掘削採集の結果

日付	2023/11/14			
河床掘削採集(場所)	岐阜県恵那市上矢作町 海			合計
穴	穴1	穴2	穴3	
線虫類 Nematoda (目不明)	9	13	9	31
ハリガネムシ目 Gordioidea		1		1
貧毛綱 Oligochaeta	18	9	22	49
甲殻類 Crustacea (目不明)		3	1	4
ヨコエビ科 Gammaridae	1			1
コカゲロウ科 Baetidae	1	5	4	10
カワゲラ科 Perlidae (属不明)		2	2	4
コナガカワゲラ属 <i>Flavoperla</i> (前胸鰓なし)	4	1	6	11
カミムラカワゲラ属 <i>Kamimurla</i>		2		2
ミドリカワゲラ科 Chloroperlidae	19	11	16	46
ホソカワゲラ科 Leuctridae	3		10	13
クロカワゲラ科 Capniidae	1	2		3
オナシカワゲラ科 Nemourinae	2		5	7
ヒゲナガカワトビケラ科 Stenopsychidae		3	1	4
シマトビケラ科 Hydropsychidae	10	10	11	31
ヒメドロムシ科 Elmidae	26	41	32	99
双翅目 Diptera (科不明)		1		1
ガガンボ科 Tipulidae	9	20	19	48
ヌカカ科 Ceratopogonidae	3	4	7	14
ユスリカ科 Chironomidae	30	39	54	123

# 矢作川の瀬における底生動物の広域定点調査

愛知工業大学 4年 水野 慎也

## 1. はじめに

矢作川は長野県、岐阜県、愛知県を流域とし、標高 1,908 m の大川入山（長野県）を源流として愛知県中央部を流れ、三河湾にそそぐ一級河川である。

矢作川の中流では 1970 年代までの複数のダムの建設や洪水調節、ダム湖での砂利採取などが原因となり河床の攪乱が起こりにくくなり安定している。これを理由に大型糸状緑藻のオオカナダモ *Egeria densa* やカワシオグサ *Cladophora glomerata* や、外来種とされるカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* が繁殖している。それらの区間では造網性トビケラ類が底生動物群衆に優占している。

日本の河川の底生動物群衆の遷移においてヒゲナガカワトビケラ属が優占して極相に至る（津田, 1957; 津田・御勢, 1964; 御勢, 1968）と考えられていたが、岡田・内田（2016）の調査により矢作川中流の底生動物群衆の遷移ではヒゲナガカワトビケラ属の優占の後に同じく造網性トビケラ類のオオシマトビケラが優占する状態が極相という仮説が立てられた（岡田・内田, 2016）。

2000 年から 2022 年にかけて矢作川中流域に生息する底生動物の遷移において、底生動物群衆の内、優占種である造網性トビケラ類の現存量と出水、水質との関係性が調査されていた。

本研究では、造網性トビケラ類ではなくカゲロウ目とカワゲラ目の現存量に重点を置き、調査をおこなった。その際、年ごとに比較をするため 2023 年の調査と同じ 3 月に調査を行っていた 2001 年から 2022 年の底生動物の現存量の調査結果から底生動物の現存量とカゲロウ目、カワゲラ目の占める割合にまとめ、2023 年の調査結果を同様にして加えた。

その結果から、カワゲラ目とカゲロウ目の現存量と出水及び水質の関係を比較検討する。

## 2. 研究目的

2001 年から行なわれている底生動物の広域定点調査の結果を考慮した底生動物の経年変化と出水規模、優占種、水質との関係性を比較・検討した。これによって、矢作川中流部での生物の問題を解決する為の基礎的な資料を提供することを最終的な目的である。

## 3. 研究方法

### 3.1 定量採集

2023 年 3 月に実施した広域定点調査の調査地点は矢作川中流域の次の 6 地点である。

1. 恵那市 串原（出合大橋）、右岸、標高 319 m

（2023 年 3 月 7 日）

2. 豊田市島崎町（小渡）、右岸、標高 155 m  
（2023 年 3 月 7 日）
3. 豊田市池島町（池島）、岩倉橋の下流、左岸、標高 107 m（2023 年 3 月 7 日）
4. 豊田市西広瀬町（広瀬）、広梅橋の上流、右岸、標高 67 m（2023 年 3 月 8 日）
5. 豊田市扶桑町（古崩）、平戸橋の下流、左岸、標高 37 m（2023 年 3 月 8 日）
6. 岡崎市細川町、葵大橋、葵大橋の上流、左岸、標高 26 m（2023 年 3 月 8 日）



図 1 矢作川における広域定点調査地点（2023）

1-6 の地点での採集はいずれも、瀬の河床を対象とし、2 カ所に 50 cm × 50 cm の方形枠（コドラート）を設置して網目内径約 0.13 mm の D フレームネット（幅 50 cm, 高さ 27 cm）により定量採集を行った。

2023 年では上記の 6 地点だが、他にも大野瀬や愛知環状鉄道の鉄道橋付近、矢作橋の 3 地点を 2001 年から 2016 年の間で調査をしていた。

### 3.2 湿重量測定

採集された底生動物は現地で 80 % に希釈したエタノールで固定した後、研究室に持ち帰り、双眼実体顕微鏡（NIKON SMZ645）を用いて、底生動物は可能な限り科、属、種まで同定した。その後、湿重量を電子てんびん（A&D HR-60）を用いて測定を行う。外来種のカワヒバリガイが確認出来た際は、大野・倉地（2011）が求めた殻長と軟体部湿重量との関係式を用いた。

$$M = 2.69 \times 10^{-5} \times L^{3.07} \dots \dots \dots (1)$$

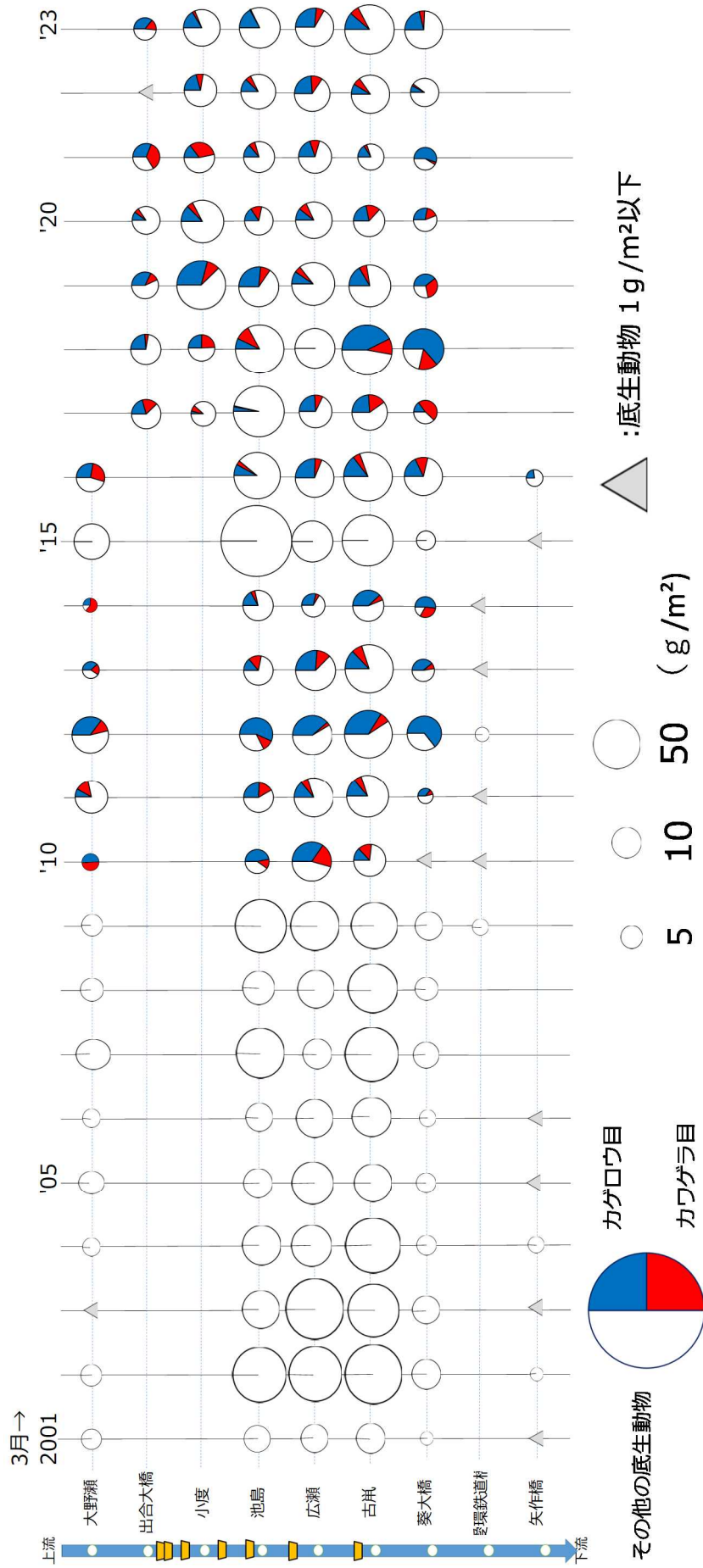


図2 底生動物の現存量とカゲロウ目、カワゲラ目の占める割合(2001~2023)

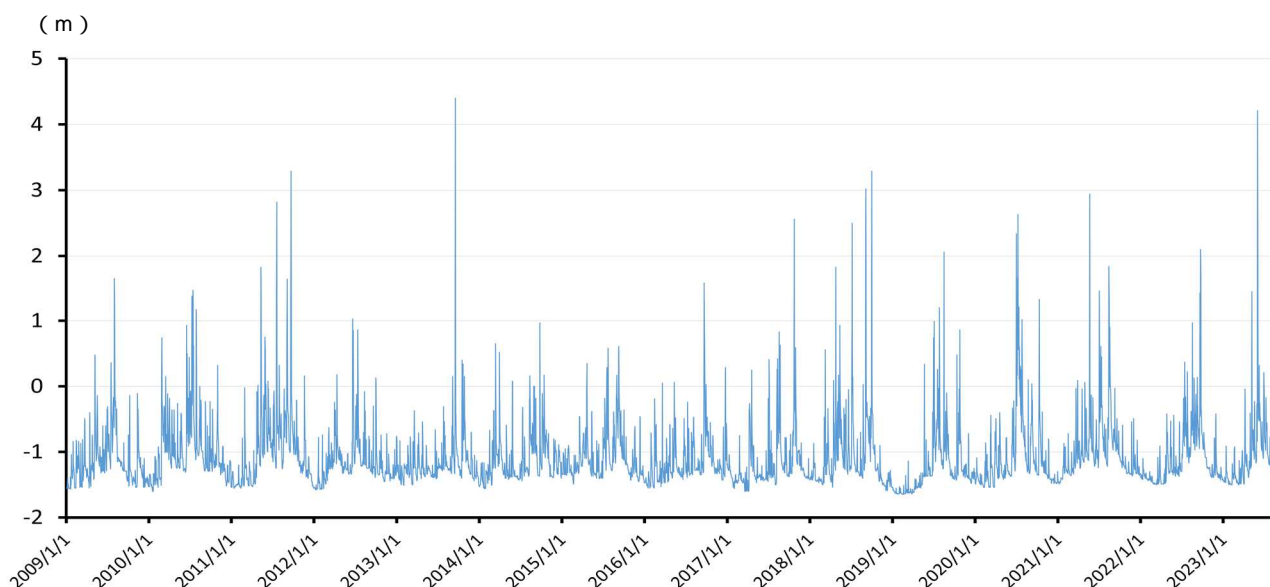


図3 矢作川高橋水位観測所における日最高水位 (2009/1/1 ~ 2023/8/31) (国土交通省, 2023)

(1)式で、Mは湿重量(g)、Lは10mmを超える殻長(mm)とする。

### 3.3 過去の調査結果

2000年から愛知工業大学と矢作川研究所の合同で行われてきた調査では、経年変化、出水や水質との関係に着目し検討されていた。

底生動物及び造網性トビケラ類の現存量と出水の関係は、松田(2013)、深澤(2020)、窪田(2022)、寺田(2023)から、例年、底生動物及び造網性トビケラ類の現存量は出水規模が大きくなるにつれて減少するという結果になっている。

水質との関係は、相関が明瞭ではないが水質の値が一定以上のとき、水質が悪化すると造網性トビケラ類の現存量は減少する傾向であり、値が一定未満のとき、水質が良好になるほど造網性トビケラ類の現存量が増加する傾向があると寺田

(2023)は考えた。

## 4. 結果

### 4.1 底生動物の現存量

図2は過去に採集された底生動物の湿重量のデータを元にカゲロウ目とカワゲラ目、他の底生動物の割合を2001年から2023年までの範囲で円グラフを作成したものである。ただし、2000年から2009年と2015年のカゲロウ目、カワゲラ目が採集された記録が無く、結果の適応範囲は2015年を除いた2010年から2023年までであり、データ数はn=78である。

### 4.2 矢作川の出水規模

矢作川の出水規模について、図3のデータより矢作川高橋水位観測所における前年一年間の日最高水位から、次式を用いて算出した出水規模Q

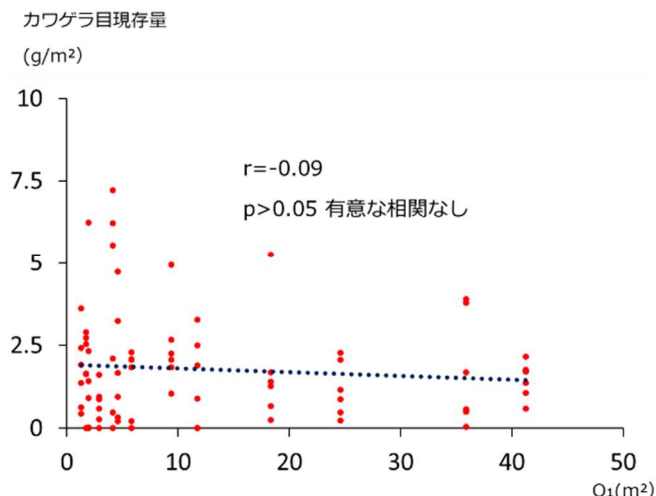
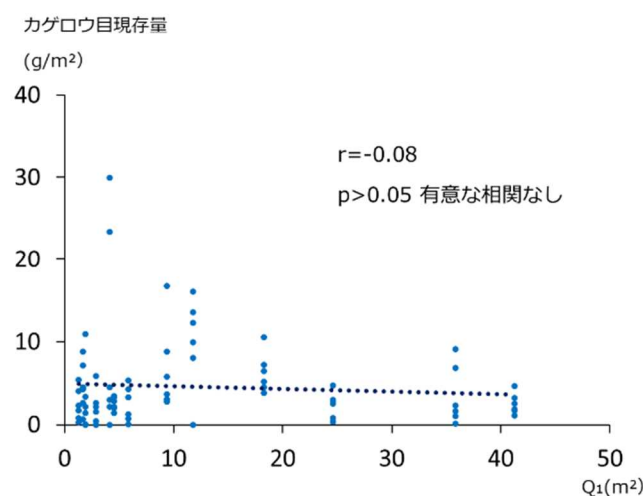


図4 カゲロウ目の現存量と出水規模  $Q_1$  (左)、カワゲラ目の現存量と出水規模  $Q_1$  (右)

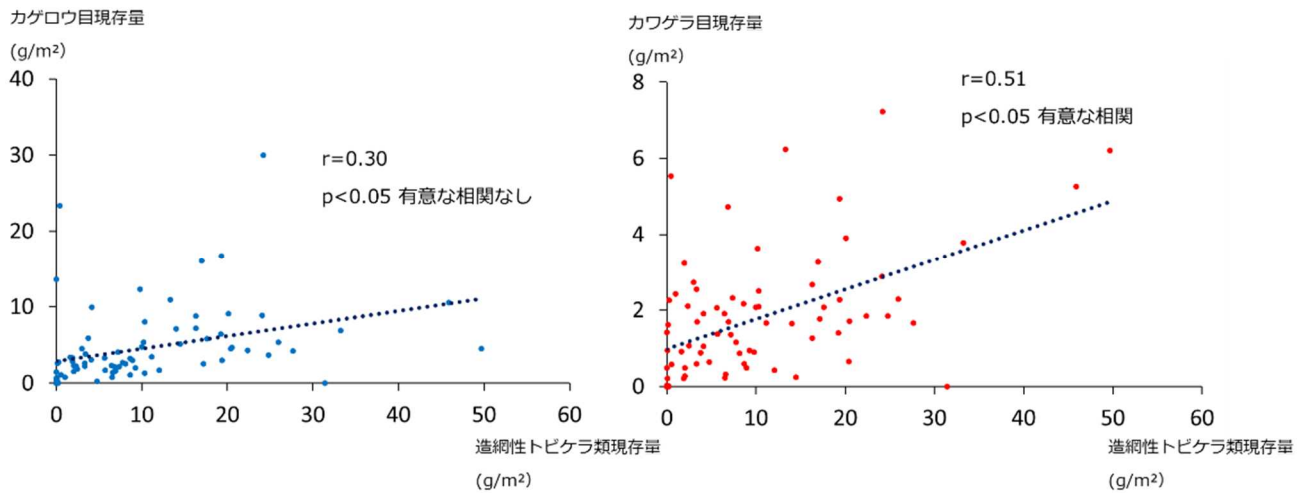


図5 カゲロウ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量（左）、カワゲラ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量（右）

を用いた。出水規模  $Q$  とは、高橋水位観測所で出水時の流量データが期間の一部で得られなかったため考案されたものである。

$$Q_1 = \sum_n \{H(>0m)\}^2 \dots\dots\dots (2)$$

(2)式で、 $H > 0m$  は高橋水位観測所における出水時の水位  $0m$  を超える値である。また、 $n$  はその年の水位  $0m$  を超える出水の回数である（松田, 2013）。

#### 4.3 出水規模との相関

図4は出水規模  $Q$  とカゲロウ目、カワゲラ目の現存量の関係をそれぞれグラフ化したものであり、カゲロウ目とカワゲラ目の双方ともに有意な相関が見られない。

#### 4.4 造網性トビケラ類との相関

出水規模の影響を大きく受ける優占種の造網性

トビケラ類の現存量とカゲロウ目、カワゲラ目の現存量の関係をそれぞれグラフ化したものが図5である。カゲロウ目は有意な相関がみられなかったが、カワゲラ目では正の相関 ( $r=0.51, p<0.05$ ) がみられる。

#### 4.5 三地点での相関

2001年から2019年にかけて池島、広瀬、古岸では造網性トビケラ類の割合が増加傾向である（深澤, 2020）ことから、この3地点では河床の攪乱が不足していたと思われる。これらの地点においてのカゲロウ目とカワゲラ目の現存量は出水規模と造網性トビケラ類の現存量に相関があるのかを調べるためにグラフ化したものが図6、図7、図8、図9、図10、図11である。

図6、図8、図11の出水規模との関係は全地点含めた図4と同様に有意な相関は見られなかった。

一方で図7、図9、図11の造網性トビケラ類の

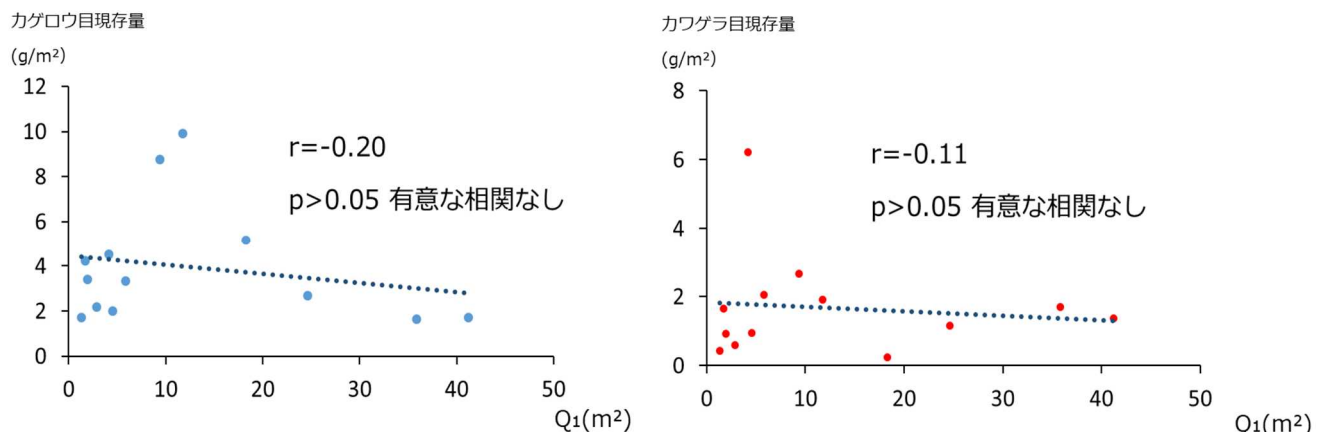


図6 池島におけるカゲロウ目の現存量と出水規模  $Q_1$ （左）、カワゲラ目の現存量と出水規模  $Q_1$ （右）

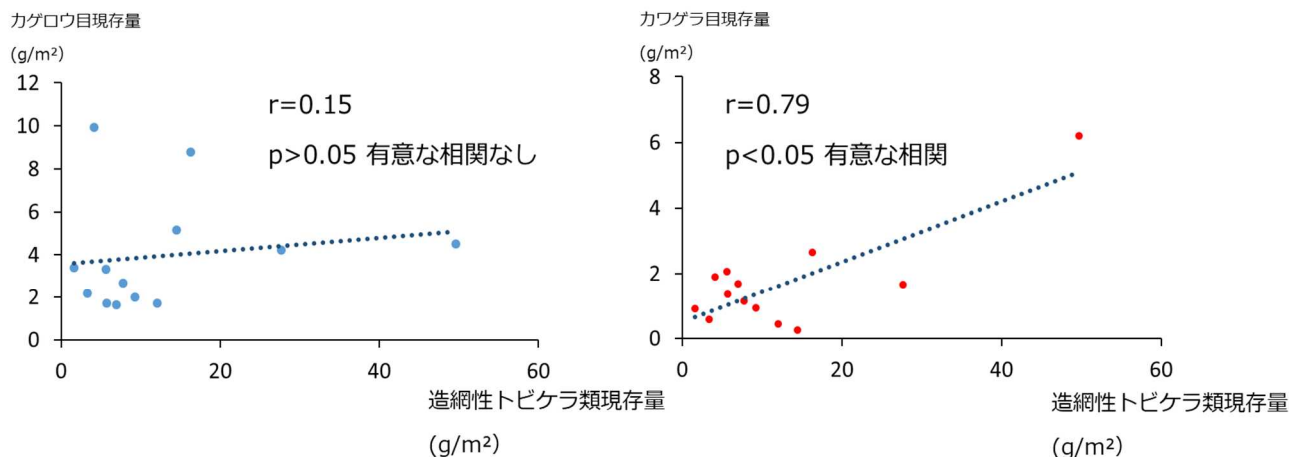


図7 池島におけるカゲロウ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量（左）  
カワゲラ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量（右）

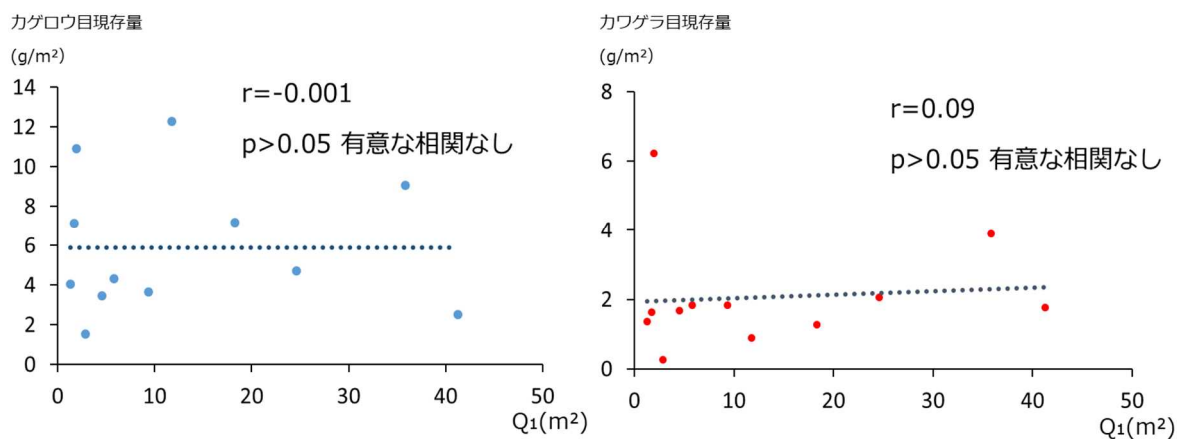


図8 広瀬におけるカゲロウ目の現存量と出水規模  $Q_1$ （左）カワゲラ目の現存量と出水規模  $Q_1$ （右）

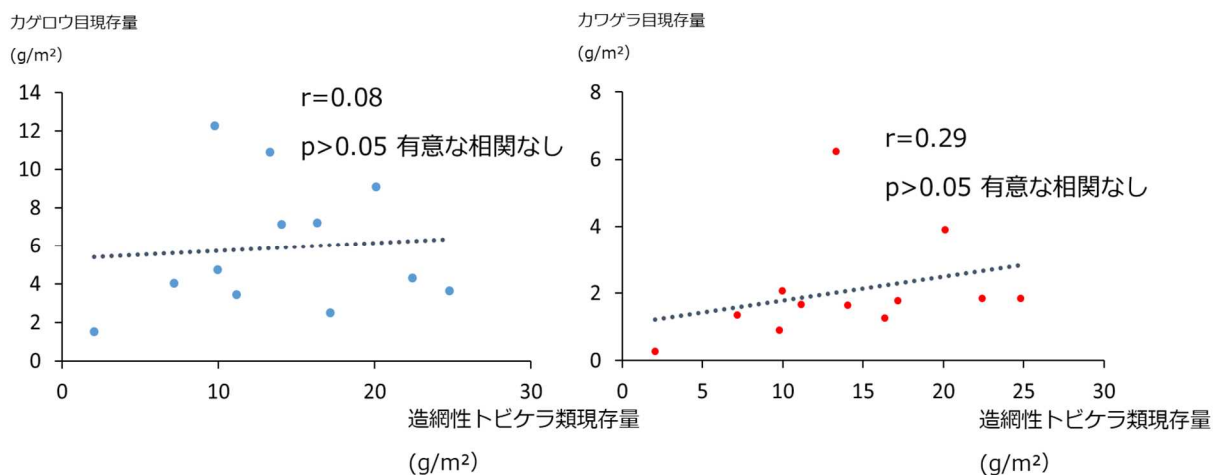


図9 広瀬におけるカゲロウ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量（左）  
カワゲラ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量（右）

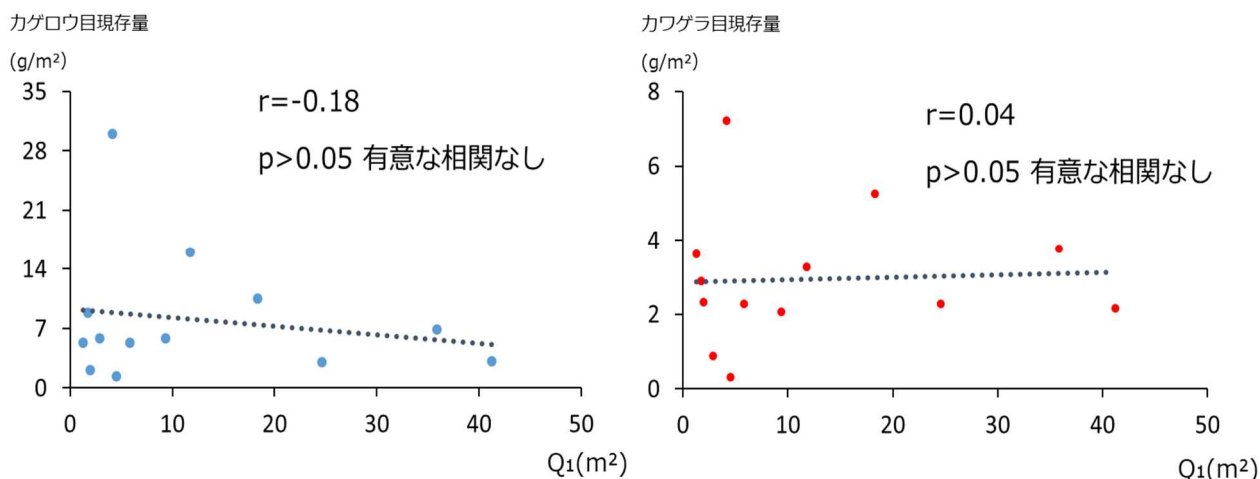


図 10 古巣におけるカゲロウ目の現存量と出水規模  $Q_1$  (左)、カワゲラ目の現存量と出水規模  $Q_1$  (右)

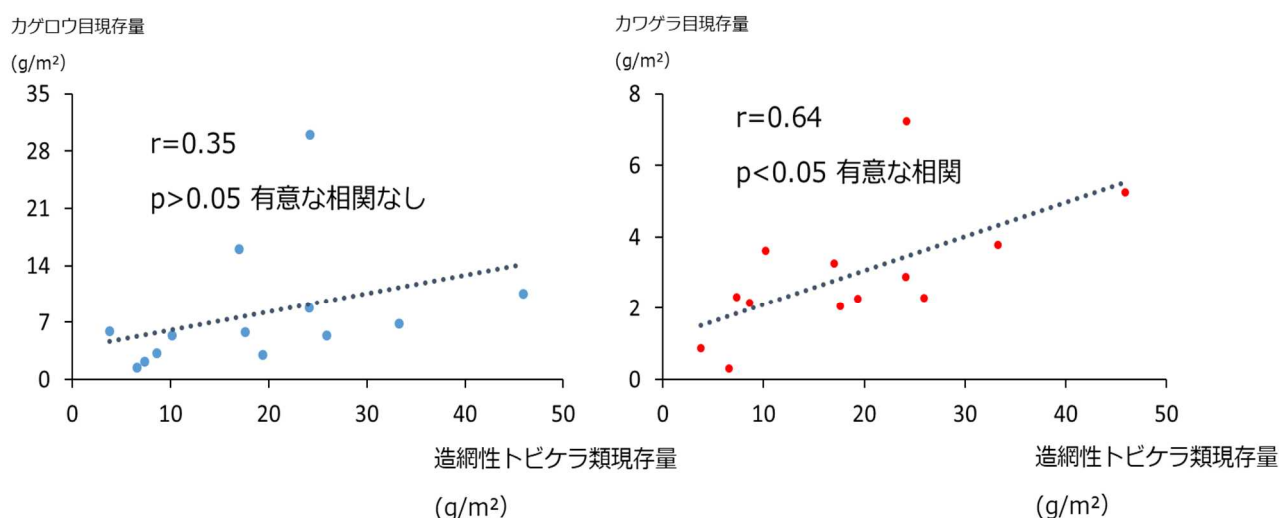


図 11 古巣におけるカゲロウ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量 (左)、カワゲラ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量 (右)

現存量との関係は図 7 と図 11 のカワゲラ目の現存量のみに有意な相関があった。このことから、池島 ( $r=0.79, p<0.05$ ) と古巣 ( $r=0.64, p<0.05$ ) ではカワゲラ目の現存量と造網性トビケラ類の現存量には図 5 と同様に正の相関がある。

#### 4.6 本研究で用いる水質項目

明治用水頭首工で測定された水質項目の一覧が表 1 であり、本研究は、この測定結果を経年変化にまとめて反映した。河川に棲む生物に強く影響する基礎的な水質項目は、溶存酸素 (DO)、pH、有機物、栄養塩類とされている。

溶存酸素 (DO) は、水生生物の基礎的な代謝を司る酸素の供給源として極めて重要な水質項目であり、不足すると、水生生物の窒息を招く。減少の主要因は、BOD (生物化学的酸素要求量)、COD (化学的酸素要求量) で代表される有機物が水中で酸素を消費されながら分解されることである。溶存酸素 (DO) は、日中の植物プランクトンの光合成

による増加、夜間の水生生物の呼吸による減少等で、変動しやすいため、より制御しやすい BOD (生物化学的酸素要求量)、COD (化学的酸素要求量) が選ばれる (関根, 2007)。しかし、COD は、池や湖で主に用いられる水質項目であり、河川などの水流が激しい地点では分散されるため用いない。

pH は酸性雨や工場排水、植物プランクトンの光合成による炭酸の消費などにより増減する。低下による魚の稚魚の呼吸困難などの直接的影響のほか、アンモニア態窒素濃度の高い水域での、毒性の強い遊離アンモニア濃度の変化を引き起こす間接的影響もある (関根, 2007)。そのため、アンモニア態窒素の値を代わりに選ぶことができる。

SS (浮遊物質) などの有機物の量は、BOD で示される (津田・森下, 1974) とされていたが、近年において、BOD が改善され、水質環境を BOD の指標では現しきれない (宮市・並木, 2010) ようになった。一方で、生分解性に関係が無く、全有機



表1 矢作川 明治用水頭首工で測定された水質項目一覧 (国土交通省, 2023)

pH	シマジン (CAT)	EPN
BOD	チオベンカルブ(ベンチオカーブ)	ジクロロボス (DDVP)
COD	ベンゼン	フェノブカルブ (BPMC)
SS	セレン	イプロベンホス (IBP)
DO	ふっ素	クロルニトロフェン (CNP)
大腸菌群数 (1)	ほう素	トルエン
n - ヘキサン抽出物質(油分)	フェノール類	キシレン
全窒素	銅	フタル酸ジエチルヘキシル
全リン	亜鉛	ニッケル
大腸菌数	溶解性鉄	モリブデン
カドミウム	溶解性マンガン	アンチモン
(全)シアン	(全)クロム	ふっ素
鉛	アンモニウム態窒素	ほう素
6価クロム	亜硝酸態窒素	濁度
ヒ素	硝酸態窒素	蒸発残留物
総水銀	オルトリン酸態リン	マンガン
PCB	有機態炭素 (TOC)	2 - メチルイソボルネオール
ジクロロメタン	クロロホルム	ジオスミン
四塩化炭素	トランス-1,2-ジクロロエチレン	ノニルフェノール
1,2-ジクロロエタン	1,2-ジクロロプロパン	4- t-オクチルフェノール
1,1-ジクロロエチレン	p - ジクロロベンゼン	2,4-ジクロロフェノール
シス-1,2-ジクロロエチレン	イソキサチオン	アニリン
1,1,1-トリクロロエタン	ダイアジノン	アルキルベンゾンスルホン酸ナトリウム (LA)
1,1,2-トリクロロエタン	フェニトロチオン (MEP)	1, 4 - ジオキサン
トリクロロエチレン	イソプロチオラン	総トリハロメタン生成能
テトラクロロエチレン	オキシ銅 (有機銅)	塩化物イオン
1,3-ジクロロプロペン (D - D)	クロロタロニル (TPN)	糞便性大腸菌群数
チウラム	プロピザミド	

濃度を炭素量として示す水質項目が有機態炭素（古米, 2007）である。粒状有機炭素と溶存有機炭素の和であり、BOD に代わって本研究で用いた。

栄養塩類は、リンと窒素等であり、河川の生物の成長や繁殖に重要な栄養素である。そのため、河川の生物は栄養塩濃度の影響を大きく受けるとされる。水質項目の全リンは、水中の食物網の基礎となる付着藻類と高い相関がある（西村, 2007）とされた。全リンの内訳に含まれるオルトリン酸態リンなどは、増減変化がほとんど同じになるため、いずれかの採用で良いことから、本研究では、全リンを用いることにした。窒素では、河川水中で流入した様々な起源をもつ硝酸態窒素や亜硝酸態窒素、先述したアンモニア態窒素などの窒素化合物が存在する（戸田, 2007）とされる。それらの総和が全窒素となり、リンと同様にいずれかの採用で良いことから、本研究では、全窒素を用いることにした。

また、河川の生物にとって毒性となる化学物質の水質項目は一部の生物種個体群が毒性影響を受けると、生物間相互作用を介して他の生物種個体群も影響を受けることになる（花里, 2007）。それらは工業廃水や農業廃水などによって水質を汚染する。実際にエンドリン、ディルドリン等の有機塩素系殺虫剤、PCP 除草剤により水生生物の大量死が発生したため、毒性の高い水田は禁止された（佐藤, 2007）。このことから化学物質の量は改善され、水質環境を化学物質の指標で現わせないとし、本研究では用いないこととした。

以上の理由から、本研究で用いる水質項目は全窒素、全リン、有機態炭素の三項目とした。

#### 4.7 水質三項目との相関

明治用水頭首工で測定された全窒素、全リン、有機態炭素の 2010 年から 2023 年 8 月までの経年変化を表したグラフが図 12 である。

このデータをから水質とカゲロウ目、カワゲラ目の現存量の相関をそれぞれ示したグラフが図 13 である。カゲロウ目の現存量と全リン（ $r=0.26$ ,  $p<0.05$ ）と有機態炭素（ $r=0.22$ ,  $p<0.05$ ）の 2 つのグラフにのみ有意な相関が見られたが、相関係数が小さいため関係が明瞭でない。

#### 5. 考察

松田（2013）、深澤（2020）、窪田（2022）、寺田（2023）では、底生動物及び造網性トビケラ類の現存量は出水規模が大きくなるにつれて減少するという結果になっている。一方でカゲロウ目とカワゲラ目の現存量の増減には出水規模との明瞭な相関がないため、影響が少ないことが推察される。これは、固定された巣に入る造網性トビケラ類とは違い、水中を自在に歩き回るため、川底の攪乱の影響を受けた後の回復が早いからだと考えられる。

図 5 から造網性トビケラ類の現存量が増えるにつれてカワゲラ目の現存量が増えることが読み取れる。特に、図 7 と図 11 から池島と古岸では両者の現存量の増減には因果関係が存在する可能性がある。

しかし、近藤（2013）によると上流部から中流部に生息するコウノヒメカワゲラ *Tadamus kohnonis*、サツキヒメヒラタカゲロウ *Rhithrogena tetrapunctigera* らは造網性トビケラ類の現存量が多くなるにつれて減少することから、矢作川本流に生息する全てのカゲロウ目、カワゲラ目に当てはまる結果ではない可能性がある。

水質との関係では、生物学的な水質評価において、有機汚濁に弱い、良好な水質を好む底生動物は多数を占め、主要なグループであるカゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目は、栄養塩濃度が閾値を超えると急激に減少する（宮市・並木, 2010）。しかし、

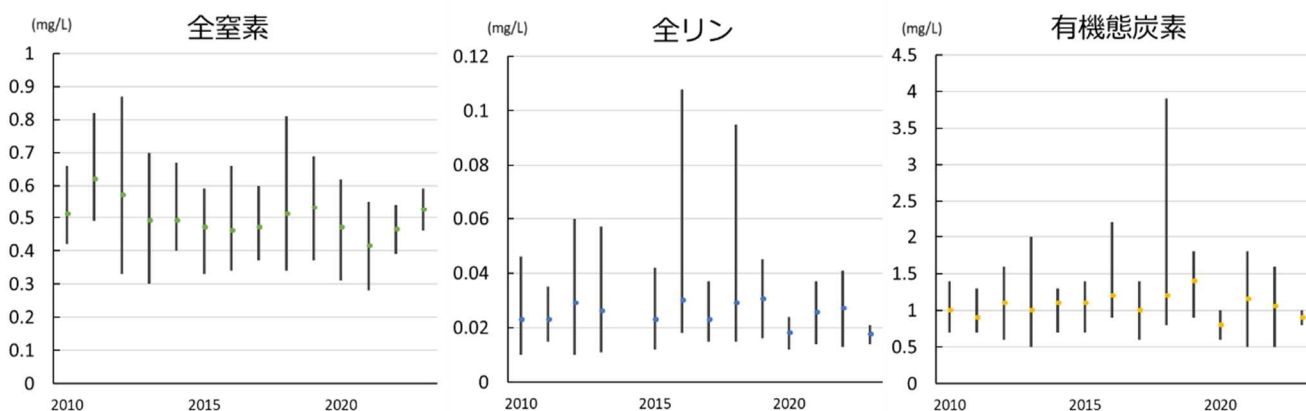
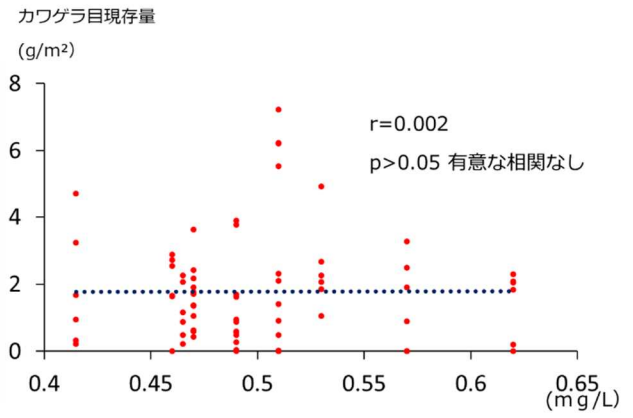
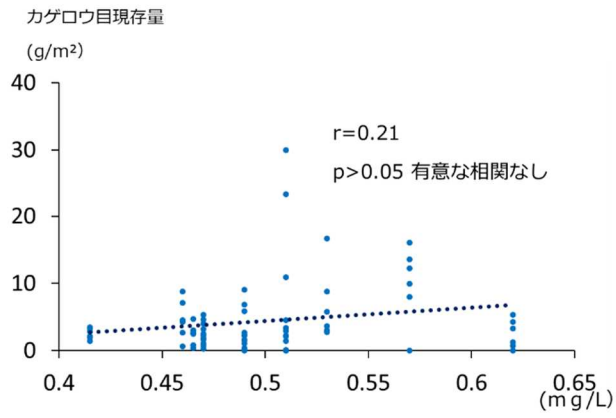
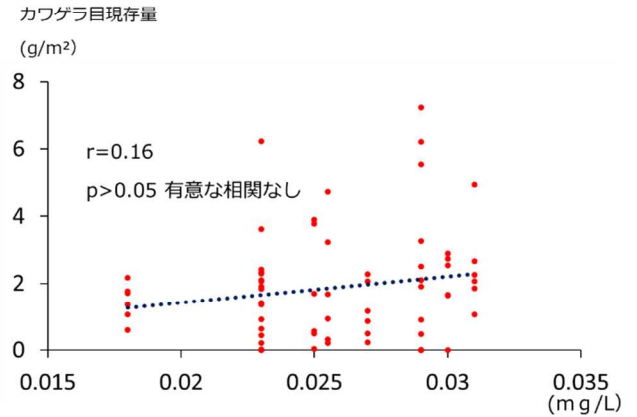
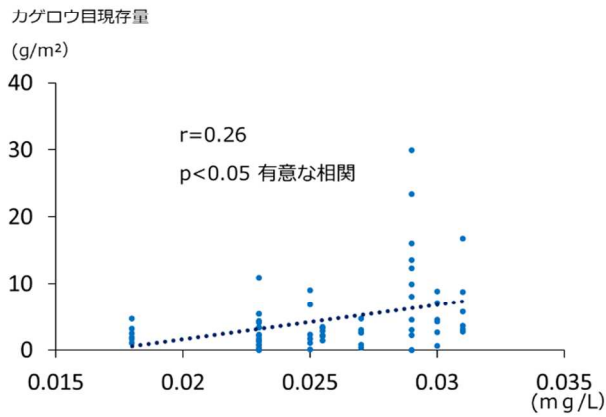


図 12 矢作川明治用水頭首工における 2010 年から 2023 年 3 月の水質の経年変化（国土交通省, 2023）  
基準値は全窒素 0.6mg/L、全リン 0.03mg/L、有機態炭素 1.5mg/L

## 全窒素



## 全リン



## 有機態炭素

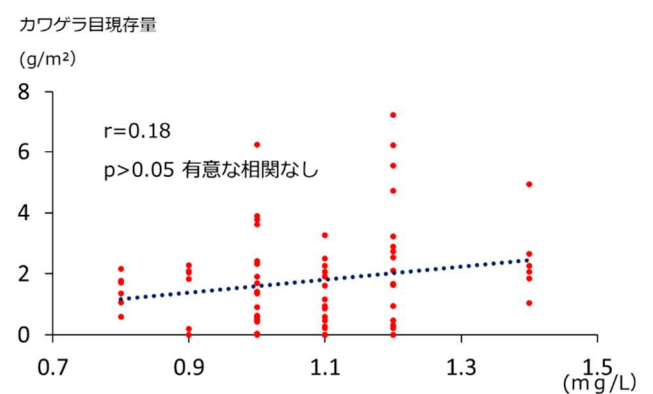
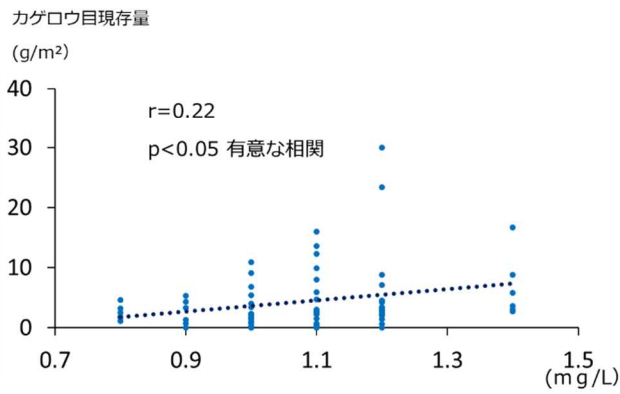


図 13 カゲロウ目（左）、カワゲラ目（右）の現存量と全窒素、全リン、有機態炭素の相関関係

図 12 示された水質の範囲においてはカゲロウ目及びカワゲラ目の現存量と全窒素、全リン、有機態炭素の明瞭な関係はないと考えられる。

また、本研究で適用しなかった 2009 年以前の範囲を含めた場合、矢作川の水質状況が多少異なるため、結果が変わる可能性があると思われる。

## 6. 謝辞

2023 年 3 月 7 日及び 3 月 8 日の広域定点調査にて豊田市矢作川研究所にご協力頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 御勢 久右衛門 (1968) 大和吉野川における瀬の底生動物群集の遷移. 日本生態学会誌, 18: 147-157.
- 宮市哲・並木嘉男 (2010) 全国レベルの水質環境と生物指標 河川水辺の国勢調査と水質データベースの統合. 河川環境の指標生物学, 谷田一三 (編): 120-128. 北隆館, 東京
- 岡田和也・内田臣一 (2016) 矢作川中流の瀬の底生動物群集の遷移におけるヒゲナガカワトビケラとオオシマトビケラの位置づけ. 矢作川研究, 20: 1-11.
- 関根雅彦・西村修・戸田任重・古米弘明・花里孝幸・佐藤和明 (2007) 生態系に対する重要な水質因子. 河川の水質と生態系 新しい河川環境創出に向けて, 河川環境管理財団 (編): 14-51. 技報堂, 東京.
- 津田松苗 (1957) 川の生物遷移についてのある考察. 関西自然科学研究会会誌, 10: 37-40.
- 津田松苗・御勢 久右衛門 (1964) 川の瀬における水生昆虫の遷移. 生理生態, 12: 243-251.
- 津田松苗・森下郁子 (1974) BOD と生物学的水質階級との関係. 生物による水質調査法: 102-103. 山海堂, 東京.

## 愛知工業大学の過去の卒業研究

- 大野真享・倉地隆裕 (2011) 矢作川における底生動物の調査. 平成 22 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業論文集, 4-2 ~ 4-4.
- 近藤高弘 (2013) 矢作川における底生動物の調査. 平成 24 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 10-1 ~ 10-7.
- 松田一馬 (2013) 矢作川における底生動物の調査. 平成 24 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 13-1 ~ 13-10.
- 深澤和也 (2020) 矢作川の瀬における底生動物の広域定点調査. 2019 年度 愛知工業大学 河川・環境研究室 卒業研究論文集, 21-1 ~ 21-8.
- 窪田大勝 (2022) 矢作川の瀬における底生動物の広域定点調査. 令和 5 年度 愛知工業大学 生態研

究室 卒業論文集, 4-1 ~ 4-9.

寺田稜 (2023) 矢作川の瀬における底生動物の広域定点調査. 令和 4 年度 愛知工業大学 生態研究室 卒業研究論文集, 7-1 ~ 7-10.

# 矢作川下切におけるヒゲナガカワトビケラとチャバネヒゲナガカワトビケラの生活史

愛知工業大学 4年 近藤 永

## 1. はじめに

矢作川は標高 1,908 m の長野県大川入山付近を源流として愛知県中部を流れ、三河湾へ注ぐ、幹川流路延長約 118 km の一級河川である。

矢作川の中流と下流には 1970 年代までのダム建設などにより、上流から流れてくる土砂の流れが悪くなった。そのため中流の河床にある細粒の土砂が流れ出し、中流の河床に粗粒の礫が残るアーマー化現象が発生するようになった。これにより、河床が極めて安定し、攪乱に乏しい状態となった（北村ほか, 2001）。さらに 1971 年に完成した流域最大のダムである矢作ダムの洪水調節により、出水の規模と頻度が小さくなったことによっても河床への攪乱が減った（北村ほか, 2001）。

この土砂の移動の減少には、1955 年頃から 1995 年まで越戸などのダム貯水池内で砂利採取が行われたことも影響していると考えられる（新見, 1999）。

河床が安定すると造網性トビケラ類が増え、河床を優占し始める（三宅, 2013）。矢作川においても造網性トビケラ類が河床を優占し始め、礫と礫の間に網を張り巣をつくるため、礫が固定され、より河床を安定させる（田代ほか, 2004, 2005）。

このように河床の安定が続き、造網性トビケラ類が礫の隙間に巣を張り巡らせた時が、河川の瀬における底生動物群集の遷移の極相であり（津田, 1957）、日本においてそれは造網性トビケラ類のうちヒゲナガカワトビケラ属 *Stenopsyche* が優占する群集とされている（津田・御勢, 1964）。

しかし、岡田・内田（2016）は愛知工業大学河川・環境研究室での 2001 年から 2014 年にかけての調査結果と矢作川における造網性トビケラ類の調査文献に基づき、矢作川中流における代表的な種であるヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* とオオシマトビケラ *Macrostemum radiatum* について、遷移における位置付けを検討し、河川の瀬における底生動物の群集の遷移を図 1 のように新たな仮説を提案した。

河床が出水などによって攪乱された直後には 1. 底生動物がほとんど生息せず。その後、河床の安定が続くと、初めに 2. カゲロウ類・ユスリカ類などが多い優占種がはっきりとしない群集となり、次に造網性トビケラ類の優占する群集となる。その中で 3. ヒゲ

ナガカワトビケラが優占する群集となる。その後 4. オオシマトビケラが優占する群集で極相となる。

1995～1998 年には、河床の攪乱を促進させるために砂利投入実験が行われた（田中, 2000）。この実験によって河床の底生動物に影響が及ぶか調査をしたが、顕著な効果は見られなかった（内田, 1997, 1998, 1999, 2000）。

しかし、矢作川上流にある矢作ダムには、その機能を損なう恐れがあるほどの土砂が堆積している。そこで、国土交通省矢作ダム管理所は、その対策として、土砂バイパストンネルの建設を検討している（深谷ほか, 2005）。

この土砂バイパストンネルによって矢作川下流に流下する土砂が河床に与える影響や効果を把握するため、2006 年から置土実験が行われた（小野, 2008; 国土交通省, 2009; 清原・高柳, 2011）。

また、より精度の高い土砂供給による影響や効果を把握するため、給砂施設を設置することが検討された（国土交通省, 2015）。2016 年 9 月 21 日に初回の給砂実験が実施された（国土交通省豊橋河川事務所・矢作ダム管理所, 2016）。

これらの実験や土砂バイパストンネルの建設は河床の攪乱を促進することになる。河床を攪乱する事業に対する河床の影響や効果に関する評価の指標は、土砂移動量などの物理的な指標によるものだけではなく、河床の生息環境も指標に加える必要がある。そこで、岡田ほか（2016）は、造網性トビケラ類を用いて河床攪乱の評価を試みた。

ここで、岡田ほか（2016）は、造網性トビケラ類の調査をするのに最も適した時期を調べるために、矢作川の平成記念橋にて、矢作川の代表的な造網性トビケラ類のヒゲナガカワトビケラとオオシマトビケラの生活史を調査した。その結果、両種の比較的大きい 4 齢と 5 齢の幼虫と蛹が多く採れる季節が調査に適していると考え、11 月～翌年の 4 月までを調査に適した季節とした。

ところが、岡田ほか（2016）は、両種の生活史を平成記念橋の 1 点のみ調べただけで、河床攪乱の評価の対象区間である矢作川本流の矢作第二ダム（河口から約 76 km）から岩津の天神橋（河口から約 29 km）の長い区間で両種の生活史が平成記念橋と同様である

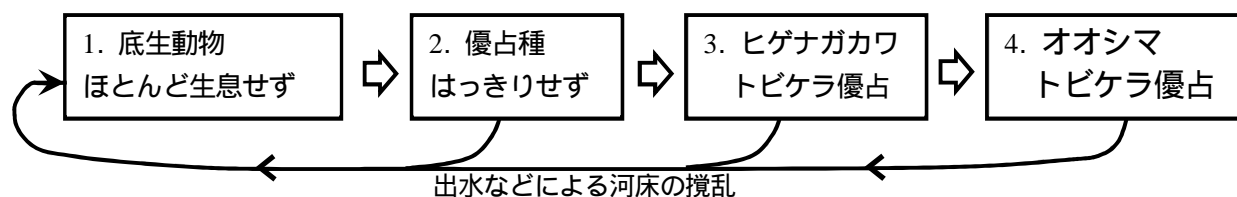


図 1 矢作川中流の瀬における底生動物群集の遷移仮説（岡田・内田, 2016）

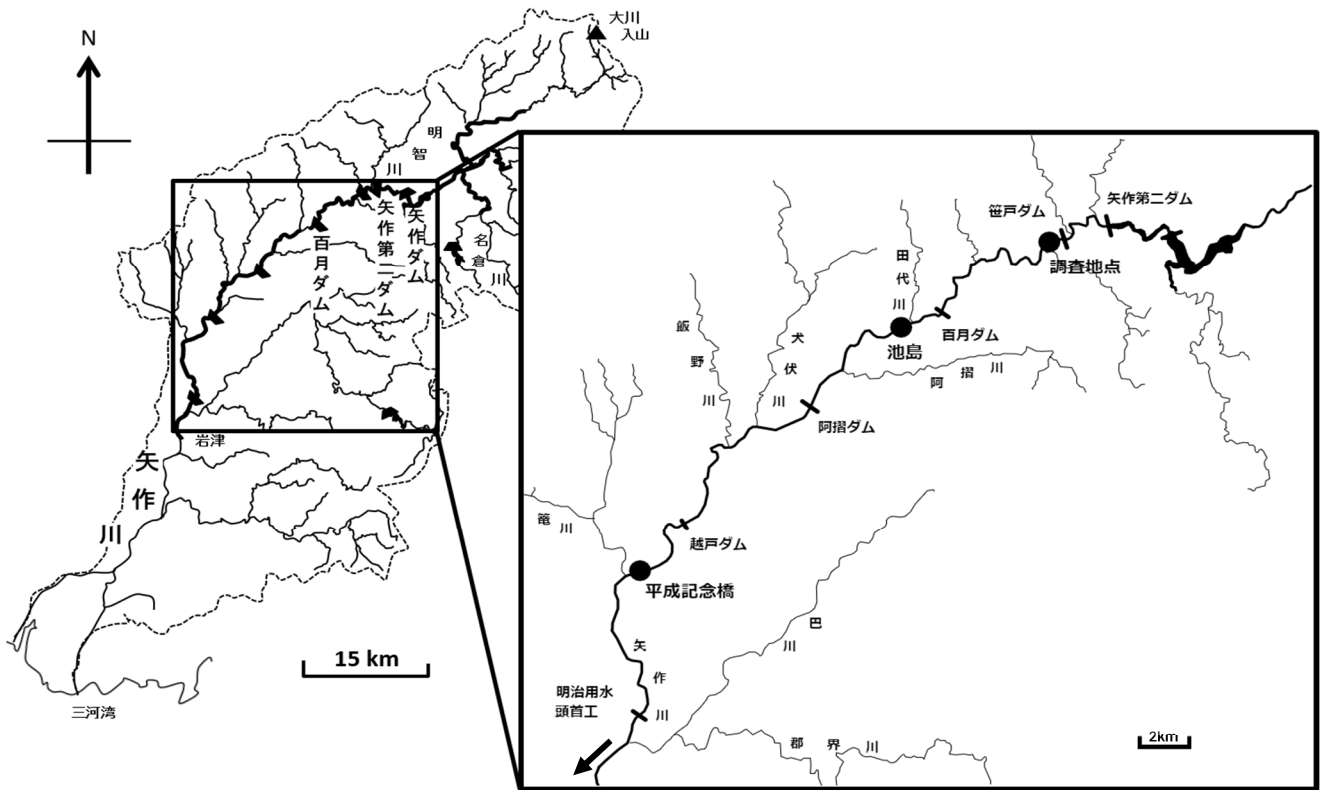


図2 調査地点の地図

かを確かめていない。

ヒゲナガカワトビケラの生活史は、北海道網走川では年1世代（御勢, 1970）、東北地方馬見が崎川では年2世代（青谷・横山, 1987）、京都府鴨川は年2世代またはそれ以上（川合, 1950）、兵庫県円山川では年2世代（西村, 1987）、奈良県丹生川下流では年2世代（御勢, 1970）であるとされている。

また、チャバネヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche sauteri* の生活史は、新潟県室谷川では年2世代（平塚, 1976）、兵庫県円山川では年2世代（西村, 1981）、山形県須川唐松橋では年1世代（青谷・横山, 1987）であるとされている。

このように、生活史は地域によって変化を見せ（御勢, 1970）、矢作川本流の平成記念橋から離れた区間ではヒゲナガカワトビケラ属の生活史が異なる可能性がある。

そこで、愛知工業大学河川・環境研究室の近藤(2017)

は、平成記念橋より約21 km 上流に位置する矢作川中流部の池島におけるヒゲナガカワトビケラの生活史を調査し、平成記念橋の生活史と同様であることを確かめることと、ヒゲナガカワトビケラを用いた調査に適した時期を明らかにすることを研究の目的とした。同年の河川・環境研究室の研究である池島におけるオオシマトビケラの生活史（杉本, 2017）の結果と合わせて、調査に適した季節は11月～翌年4月までであるとした。

## 2. 研究目的

本研究では、河床攪乱の評価の対象区間内であり、ヒゲナガカワトビケラの生活史がまだ明らかになっていない、矢作川上流下切の笹戸ダム直下流でヒゲナガカワトビケラの生活史を調査した。また、矢作川でまだ明らかになっていないチャバネヒゲナガカワトビケラの生活史も、同地点で調査した。

本研究は、下切におけるヒゲナガカワトビケラ属2



写真1 下切町笹戸ダム直下流の写真

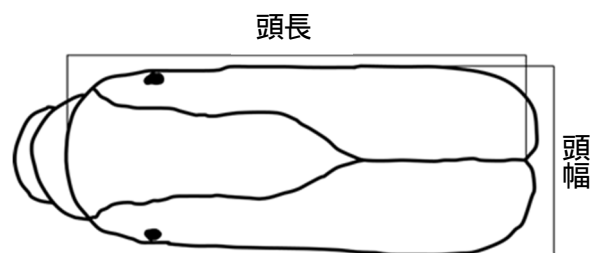


図3 ヒゲナガカワトビケラの頭部の模式

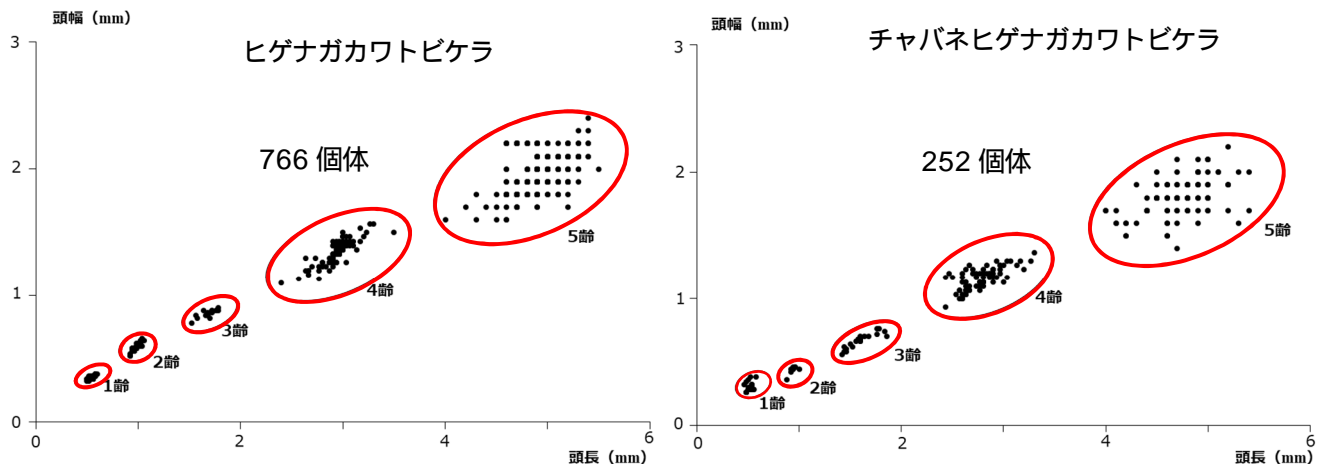


図4 下切におけるヒゲナガカワトビケラとチャバネヒゲナガカワトビケラの幼虫の頭長と頭幅の関係

種の生活史を明らかにし、この2種を用いた調査に適した季節を明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究方法

#### 3.1 野外での採集

調査する地点は愛知県豊田市下切町矢作川笹戸ダム直下流(図2)で、2月23日、3月14日、4月13日、4月25日、5月15日、6月19日、7月28日、8月21日、10月3日、10月31日、11月24日、12月22日に、ヒゲナガカワトビケラ属2種を採集した。採集はDフレームネット(網目内径約0.13mm)を用いて、早瀬を中心に、河床の礫の裏側などにいる造網性トビケラ類の幼虫を捕獲した。ネットの中身は、肉眼では確認しづらい1~3齢幼虫が入っている可能性があるため、土や葉ごと80%エタノール瓶に入れ固定した。

そして、80%エタノール瓶を研究室へ持ち帰った後、双眼実体顕微鏡(Nikon SMZ645)を用いて、瓶からヒゲナガカワトビケラ属の幼虫と蛹を取り出した。

また、川岸の林の木の陰に隠れたヒゲナガカワトビケラ属の成虫を、補虫網でスウィーピングにより捕獲した。

捕獲した成虫は80%エタノール瓶に入れ、研究室へ持ち帰った。

#### 3.2 室内での同定と齢期分析

採集したヒゲナガカワトビケラ属は双眼実体顕微鏡(Nikon SMZ645)を用いて同定した。ヒゲナガカワトビケラとチャバネヒゲナガカワトビケラの幼虫の同定については、頭部の正中線上での斑紋の有無や、前肢亜基節の突起の長さの差異によって同定し、成虫については、各肢の脛節にある突起の数や交尾器の形状の差異によって同定した(西村, 1987)。

また、ヒゲナガカワトビケラ属2種の幼虫の成長段階を調べるために幼虫を齢期分析した。トビケラ目は、一部の例外を除いて、卵から孵化した1齢幼虫が成長とともに4回の脱皮をして5齢幼虫となり、その後も

う一度脱皮して蛹となる。ヒゲナガカワトビケラの幼虫も5齢幼虫の幼虫期を経て蛹となることが知られている(西村, 1987; 岡田ほか, 2016)。

このような性質から、図3で示した幼虫の頭長と頭幅を、双眼実体顕微鏡(Nikon SMZ645)と接眼マイクロメーターを用いて測定し、図4に示した。

なお、5齢幼虫のうち、蛹室に入った状態か、腹部の形状が円筒型から明瞭な「かまぼこ型」に変形しているものは前蛹とし区別した(岡田ほか, 2016)。

#### 3.3 成長段階の季節変化

齢期分析が完了した2種の幼虫・前蛹・蛹・成虫を集計し、図5に示した。成虫については雌雄それぞれの個体数を示した。

ヒゲナガカワトビケラの卵は孵化するまでに7~21日程度(水温に影響を受ける)を要する(西村, 1987)。そのため、産卵期の後に多くなると考えられる1齢幼虫の個体数を特に重視して、成長段階の季節変化を推定した。

#### 3.4 調査に適した季節

ヒゲナガカワトビケラ属を用いた調査では、一般的に網目内径3mmなどの粗い網で採集することが多い。

ヒゲナガカワトビケラ属の1~3齢幼虫は小さく、粗い網を抜けてしまい採集できない。そのため、ヒゲナガカワトビケラ属の調査の場合は、比較的大きな4齢幼虫・5齢幼虫・前蛹・蛹だけが採集されることが多い。

したがって、4齢幼虫・5齢幼虫・前蛹・蛹が多く採集できた期間を調査に適した季節とした。

## 4. 結果と考察

### 4.1 齢期分析の結果

齢期分析の結果(図4)では、両種ともに5つの明瞭な不連続な群となり、それぞれを1~5齢幼虫に分けることができた。

### 4.2 成長段階と季節変化

図5のヒゲナガカワトビケラの成長段階の季節変化

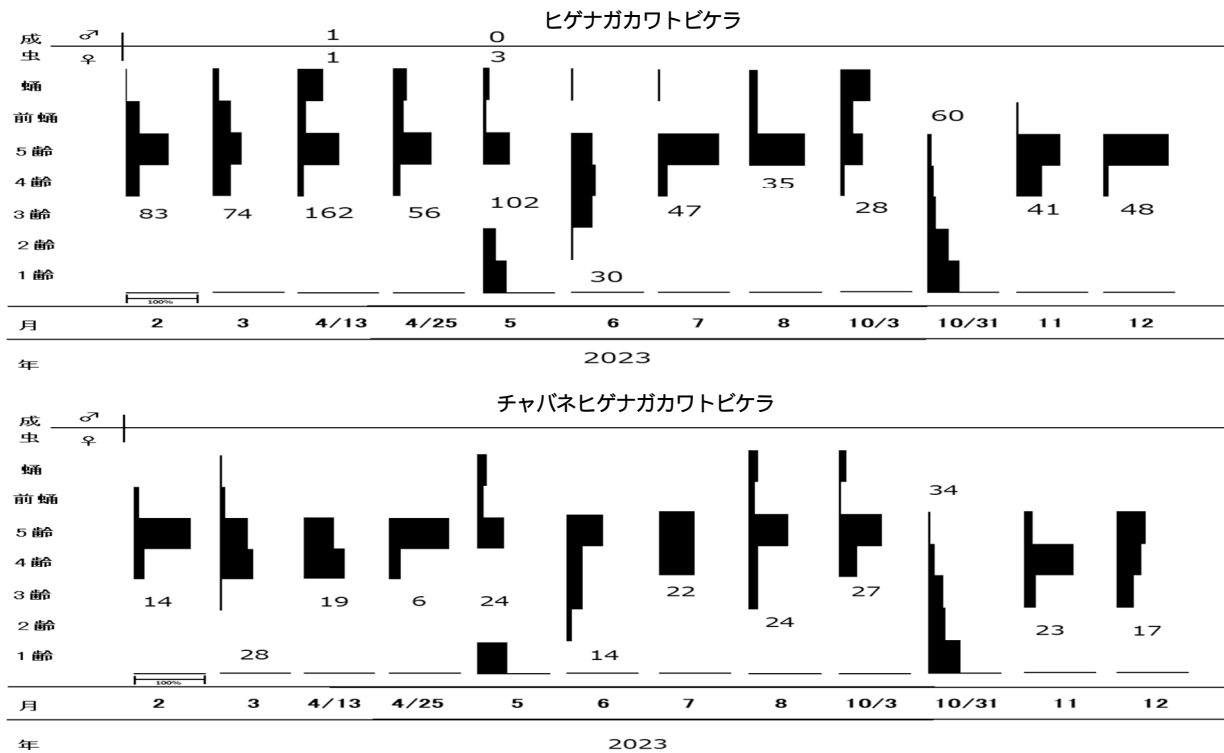


図5 下切におけるヒゲナガカワトビケラ（上）とチャバネヒゲナガカワトビケラ（下）の成長段階の季節変化（グラフ中の数字は個体数）

化より、2～5月は5齢幼虫が最も多く採れ、2～4月上旬にかけて蛹の割合が増えていき、4月上旬と5月に成虫が採れた。また、5月に1齢幼虫が最も多く採れたことから4月下旬～5月に産卵期があると推定される。

6月は4齢幼虫が多く採れ、7～10月上旬は5齢幼虫が多く採れた。8～10月上旬にかけて蛹の割合が増えていき、10月下旬になると1齢幼虫が多く採れたことから、10月上旬～10月下旬に産卵期があると推定した。

年に2回、産卵期があることから、下切におけるヒゲナガカワトビケラの生活史は年2世代であると推定した。

図5のチャバネヒゲナガカワトビケラの成長段階の季節変化より、2～5月に5齢幼虫が多く採れ、5月には1齢幼虫が最も多く採れた。しかし、1齢幼虫が多く採れた5月以前に成虫は採れておらず、前蛹・蛹が採れている月は3月のみで、産卵期の推定が困難である。そのため、1齢幼虫が多く採れた5月以前の直前に産卵期があると推定し、4月下旬～5月を産卵期と推定した。

6～10月上旬は5齢幼虫が最も多く採れた。8月から前蛹・蛹が採れはじめ、その後の10月上旬も同様の割合で採れた。10月下旬は1齢幼虫が最も多く採れた。したがって、10月上旬～10月下旬に産卵期があると推定した。

年に2回、産卵期があることから、下切におけるチャバネヒゲナガカワトビケラの生活史は年2世代で

あると推定した。

また、両種ともに、2～4月、7～10月上旬、11～12月の期間で、4～5齢幼虫・前蛹・蛹が多く採集できたことから、調査に適した季節は11月～翌年4月、7～10月上旬の期間であると推定した。

### 5. まとめ

下切における両種の生活史は、年に2回の産卵期があるため、年2世代であると推定した。

また、調査に適した季節は両種ともに11月～翌年4月、7～10月上旬の期間であると推定した。

### 引用文献

青谷晃吉・横山宜雄(1987)東北地方におけるヒゲナガカワトビケラ属2種の生活環について, 陸水学雑誌, 31: 96-106.

深谷壽久・久津見生哲・辻本哲郎(2005)矢作ダム土砂管理の課題と対策案の検討. 河川技術論文集, 11: 267-272.

御勢久右衛門(1970)ヒゲナガカワトビケラの生活史と齡期分析. 陸水学雑誌, 31: 96-106.

平塚洋夫(1976)室谷川の水生昆虫の研究. 新潟県立教育センター研究報告, 9: 41-48.

川合禎次(1950)鴨川に於ける水棲昆蟲. 特に毛翅目幼蟲の季節変化. 陸水学雑誌, 15: 30-41.

北村忠紀・田代 喬・辻本哲郎(2001)生息場評価指標としての河床攪乱頻度について. 河川技術論文集, 7: 297-301.



- 清原正道・高柳淳二(2011)排砂の影響検討における置き土実験と覆砂実験の活用. ダム水源地環境技術研究所所報, 2010 年度: 12-20.
- 国土交通省 豊橋河川事務所(2015)矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて(技術的な課題と検討の進め方), ii+40pp.
- 国土交通省 豊橋河川事務所・矢作ダム管理所(2016)矢作川水系総合土砂管理検討委員会 資料 河道・環境 WG の報告.  
<http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/dosyakanri/H28/h28-1shiryo2.pdf> (2024 年 2 月 21 日閲覧).
- 国土交通省 矢作ダム管理所(2009)矢作ダムにおける堆砂対策と環境影響評価に関する検討について. 河川, 65(3): 35-41.
- 三宅 洋(2013)流量変動・攪乱の重要性. 河川生態学 中村太士(編): 169-191. 講談社, 東京.
- 新見幾男(1999)ダム直下流の悲惨. 豊田市矢作川研究所月報, Rio, 9: 4-5.
- 西村 登(1981)円山川中流域におけるヒゲナガカワトビケラ科2種の分布. 日本海域研究所報告, 13: 67-78.
- 西村 登(1987)ヒゲナガカワトビケラ-日本の昆虫 . 文一総合出版, 東京.
- 岡田和也・内田臣一(2016)矢作川中流の瀬の底生動物群集の遷移におけるヒゲナガカワトビケラとオオシマトビケラの位置付け. 矢作川研究, 20: 1-9.
- 岡田和也・内田臣一・小久保嘉将(2016)矢作川における造網性トビケラ類を用いた河床攪乱の評価. 愛知工業大学研究報告, 51: 55-66.
- 小野秀樹(2008)矢作ダムからの実施報告. 土木学会置き土シンポジウム資料, 8pp.
- 田中 蕃(2000)砂利投入による河床構造回復の試みとその効果 . 矢作川研究, 4: 135-141.
- 田代 喬・辻本哲郎・渡邊慎多郎(2004)造網型トビケラの棲み込みによる河床の固結化. 河川技術論文集, 10: 489-494.
- 田代 喬・辻本哲郎・渡邊慎多郎(2005)低攪乱な礫床河川に優占する造網性トビケラ類の個体群動態とそれに伴う河床固化に関する解析. 水工学論文集, 49: 1453-1458.
- 津田松苗(1957)川の生物遷移についてのある考察. 関西自然科学研究会会誌, 10: 37-40.
- 津田松苗・御勢久右衛門(1964)川の瀬における水生昆虫の遷移. 生理生態, 12: 243-251.
- 内田朝子(1997)矢作川における付着藻類と底生動物の基礎調査報告. 矢作川研究, 1: 59-80.
- 内田朝子(1998)矢作川における付着藻類と底生動物 その2. 矢作川研究, 2: 19-31.
- 内田朝子(1999)矢作川における付着藻類と底生動物 その3. 矢作川研究, 3: 19-33.
- 内田朝子(2000)矢作川における付着藻類と底生動物 その4. 矢作川研究, 4: 5-17.

#### 愛知工業大学の過去の卒業研究

- 近藤大樹(2017)池島におけるヒゲナガカワトビケラの生活史. 平成 28 年度愛知工業大学河川・環境研究室卒業研究論文集: 19-1~7.
- 杉本健一(2017)池島におけるオオシマトビケラの生活史. 平成 28 年度愛知工業大学河川・環境研究室卒業研究論文集: 20-1~6.

## 1. はじめに

### 1-1 矢作川について

矢作川は長野県、岐阜県、愛知県を流域とした一級河川であり、標高 1,908 m の長野県大川入山付近を源流として愛知県中央部を流れ、三河湾へ注ぐ、幹川流路流路延長約 118 km、流域面積 1,830 km<sup>2</sup> の河川である。

矢作川の中流～下流では 1970 年代までの複数のダム建設により、上流の山地からの土砂の移動が妨げられ、中流の河床から細粒の土砂が流れ去り、河床の表層に粗粒の礫だけが残るアーマー化という現象が起きた事により河床が極めて安定し、攪乱に乏しい状態となった（北村ほか, 2001）。

1971 年に完成した流域最大のダムである矢作ダムは洪水調整機能を有しており、出水の規模と頻度が小さくなった事によっても河床への攪乱が減った（北村ほか, 2001）。

### 1-2 ヒメドロムシ科について

ヒメドロムシとは、鞘翅目（コウチュウ目）マルトゲムシ上科（ドロムシ上科）の、ヒメドロムシ科 Elmidae に分類される水生昆虫であり、世界に約 1500 種が知られている（中島ほか, 2020）。日本からは 18 属 62 種・亜種が記録されている（中島, 2024）。

成虫・幼虫共に水生だが、成虫は陸上でも採集される。成虫の体形は長方形～楕円形で、体表の微細毛に空気の幕を作り、水中に溶けている酸素を直接取り込んで呼吸を行うプラストロン構造と長い脚と鋭い爪をもつ。触角はやや長い種類と短い種類がある。幼虫は細長く円筒状～やや扁平である。

溪流や河川等の流水域を好み、成虫は水中や水際の基質上で生活する。幼虫は成虫と同様の環境で見つかるが、一部の種で河川間隙水域に生息しているとの指摘がある。成虫・幼虫共に遊泳はせず、朽ちた植物や藻類を食べる植食性である。

ヒメドロムシ科の生活史についてはほとんど研究が進んでおらず、成虫の発生時期や寿命、幼虫期間など、生態についてまだ詳しく調べられていない種類が多いようである。

矢作川水系ではヒメドロムシ科 14 属 23 種とムナビロツヤドロムシ（ドロムシ科）が記録されており、愛知県の記録にあるほぼ全種が生息している（吉富ほか, 1999; 市川・岩田, 2017; 森井・森山, 2021）。また、矢作川は一河川におけるヒメドロムシの生息種数が日本国内最多の河川と考えられた事がある（吉富ほか, 1999）。

### 1-3 ドロムシ科について

ドロムシとは、鞘翅目（コウチュウ目）マルトゲムシ上科（ドロムシ上科）の、ドロムシ科 Dryopidae に分類される水生昆虫であり、世界に約 280 種が知られている（中島ほか, 2020）。日本では 3 属 4 種が記録されている（中島, 2024）。

成虫の体形は楕円形で、背面が盛り上がり腹面は平坦である。ヒメドロムシ科と同様にプラストロン構造と長い脚と鋭い爪をもち、触角は耳殻状である。幼虫の形態もヒメドロムシ科とよく似るが、ヒメドロムシ科の幼虫は腹節末端節の鰓蓋が先端側にあるのに対し、ドロムシ科はその鰓蓋が全体を覆うような丸みを帯びた形状になっている。

ドロムシ科はヒメドロムシ科と生態や生息環境が同様である事から、本研究ではヒメドロムシ科と並行して分布を調べた。

### 1-4 研究目的

洪水による攪乱は河川間隙水域の溶存酸素濃度を上げる事が知られている（Mather et al., 2021）。

杉江・内田（2022）は河床掘削で採集されたヒメドロムシ科の幼虫を調べ、一部の種類のヒメドロムシ科の幼虫は河川間隙動物であると推定した。その後、大島（2023）は底生動物と河川間隙動物のそれぞれの採集方法により得られたヒメドロムシの成虫と幼虫の種数と個体数を調べ、成虫は河川間隙水域を好まない事、ツヤドロムシは河床攪乱の指標となる事、杉江・内田（2022）の誤同定を修正して、アシナガミズドロムシ、ゴトウミズドロムシ、ツヤドロムシ属の幼虫は河川間隙水域を好む事を推定した。

そこで本研究は、矢作川水系とその周辺におけるヒメドロムシ科の分布を更に詳しく調べる事でまだ記録されていない種類が生息していないか分布を確認し、また、河床の攪乱を好む種類や河川間隙動物である種類が他にもいないかを調べる事により、河床攪乱の指標となる種類の候補についての資料を作成し、土砂バイパストンネル事業へ提

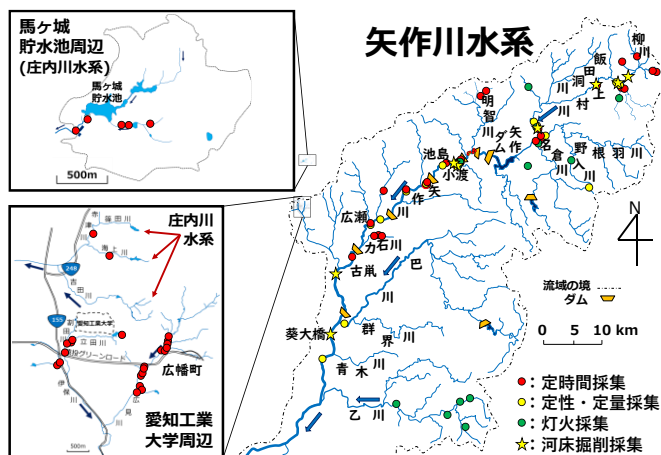


図 1 ヒメドロムシ科が得られた調査地点

供したり、希少種の生息地についての資料を作成し、それらの種類の生息地の保全に活かしたりする事を目的とした。

## 2. 研究方法

### 2-1 標本の分析

2001年10月～2023年3月に愛知工業大学生態研究室の調査で採集され保管されていたヒメドロムシ科及びドロムシ科の標本の種類、個体数、採集地、採集時期を調べた。

### 2-2 採集と同定

採集した個体は80%に希釈したエタノール水溶液で固定して持ち帰り、幼虫は液浸標本に、成虫は乾燥標本にして保管した。過去にヒメドロムシ科又はドロムシ科が得られた調査地点は図1に記した。

分布調査では次の5つの方法で採集した。

#### a. 定量採集

50cm×50cmの方形枠を2箇所設置し、Dフレームネット（網目内径約0.13mm）で採集した。

#### b. 穴開き捕虫網採集（定時間採集・定性採集）

図2に示すように上流で河床をかき回し、その下流に穴を開けた捕虫網を晒し、引っ掛かった成虫や幼虫を採集した（吉富, 2006）。

#### c. 河床掘削採集

河原を地下水面まで大きな円状に掘り広げ、その中心を円錐状に掘った。掘り出した地下水面下の砂礫をバケツに入れてかき回し、浮いた濁り、落葉、植物の破片、動物などをDフレームネット（網目内径約0.13mm）で受けて採集した。

#### d. 灯火採集

河川付近にある店舗・街灯・自動販売機等の灯火に飛来した成虫を採集した。

#### e. 様々な定性採集

他の底生動物の調査時に同時に得られた成虫や幼虫を採集した。

同定は双眼実体顕微鏡（Nikon SMZ645）を用いて標本を観察し、属や種まで可能な限り行った。成虫は中島ほか(2020)を参考に、幼虫は林・上手(2023)を参考に同定した。

## 3. 結果と考察

### 3-1 結果

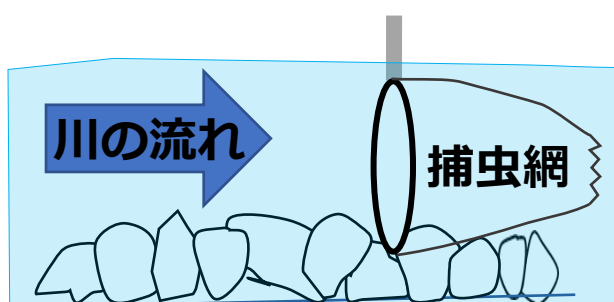


図2 穴開き捕虫網による採集

本研究では矢作川水系の河川、愛知工業大学八草キャンパス周辺（矢作川水系・庄内川水系）、馬ヶ城貯水池周辺（庄内川水系）で分布調査をした。

過去に愛知工業大学生態研究室の調査により矢作川水系などで採集、記録された種類（大島, 2023）に2023年3月～2024年1月に石川が採集した種類を加えると次の通りである。図11にヒメドロムシ科とドロムシ科、一部の種類の幼虫の写真を示す。

ヒメドロムシ科 Elmidae

・ハバビロドロムシ +

*Dryopomorphus extraneus* Hinton, 1936

・ヒメハバビロドロムシ

*Dryopomorphus nakanei* Nomura, 1958

・イブシアシナガドロムシ

*Stenelmis nipponica* Nomura, 1958

・アシナガミゾドロムシ

*Stenelmis vulgaris* Nomura, 1958

・ゴトウミゾドロムシ

*Ordobrevia gotoi* Nomura, 1959

・アカモンミゾドロムシ +

*Ordobrevia maculate* (Nomura, 1957)

・キスジミゾドロムシ \*

*Ordobrevia foveicollis* (Schonfeldt, 1888)

・アヤスジミゾドロムシ

*Graphelmis shirahatai* (Nomura, 1958)

絶滅危惧IB類（環境省）

・クロサワドロムシ

*Neoriohelmis kurosawai* Nomura, 1958

絶滅危惧II類（愛知県）（長谷川ほか, 2020）

・ムナミゾマルヒメドロムシ +

*Optioservus maculatus* Nomura, 1958

・ツヤヒメドロムシ

*Optioservus nitidus* Nomura, 1958

・ケスジドロムシ \*

*Pseudamophilus japonicus* Nomura, 1957

絶滅危惧II類（環境省）

・ツヤナガアシドロムシ

*Grouvellinus nitidus* Nomura, 1963

・ツブスジドロムシ

*Paramacronychus granulatus* Nomura, 1958

・ホソヒメツヤドロムシ

*Zaitzeviaria gotoi* (Nomura, 1959)

・マルヒメツヤドロムシ

*Zaitzeviaria ovata* (Nomura, 1959)

・ヒメツヤドロムシ +

*Zaitzeviaria brevis* (Nomura, 1958)

・アワツヤドロムシ *Zaitzevia awana* (Kono, 1934)

・ツヤドロムシ *Zaitzevia nitida* Nomura, 1963

・ミゾツヤドロムシ *Zaitzevia rivalis* Nomura, 1963

ドロムシ科 Dryopidae

・ムナビロツヤドロムシ

*Elmomorphus brevicornis* Sharp, 1888

この 11 属 20 種のヒメドロムシ科と 1 属 1 種のドロムシ科の内、「\*」を付した 2 種は 2022 年以前に成虫が採集されたが 2023 年は採集されていない。一方、「+」を付した 4 種は 2022 年以前には成虫が採集されていなかったが、2023 年に採集された。印を付していない種類は 2022 年以前でも 2023 年でも成虫が採集された。愛知工業大学生態研究室の調査により得られたヒメドロムシ科の成虫の中で最も個体数が多かったアワツヤドロムシの個体数は 453 頭、幼虫の中で最も個体数が多かったツヤドロムシ属は 1218 頭だった。

中島ほか (2020) によると、ツブスジドロムシは林内の薄暗い細流の、落ち葉が堆積した浅い砂泥底の瀬を好んで生息する事から、愛知県豊田市下切町尺地 (笹戸ダムの下流 100 m) で得られた本種 1 個体は、おそらく急な出水などの何らかの影響で偶然採集された個体だと考えられる。このように、何らかの影響により本来の生息環境ではない場所で採集されたヒメドロムシ科を幾つか確認した。

図 4~7 に、調査で得られたヒメドロムシ科とドロムシ科の個体数を球グラフで示す。

その他に、吉富ほか (1999)、森井・森山 (2021)、市川・岩田 (2017) によると以下の 3 種が矢作川水系で記録されている為、今後の調査で今後得られる可能性がある。

- ・ヨコミゾドロムシ *Leptelmis gracilis* Sharp, 1888  
絶滅危惧種II (環境省) (吉富ほか, 1999)  
準絶滅危惧種 (愛知県) (長谷川ほか, 2020)
- ・セマルヒメドロムシ  
*Orientelmis parvula* (Nomura & Baba, 1961)  
(市川・岩田, 2017)  
絶滅危惧種II類 (環境省)
- ・ヒョウタンヒメドロムシ  
*Podonychus gyobu* Yoshitomi & Hayashi, 2020  
(森井・森, 2021)

また、過去に河床掘削採集 (河川間隙動物を対象とした採集方法) と定量採集 (底生動物を対象とし

た採集方法) のそれぞれで得られたヒメドロムシ科の幼虫の標本の個体数を調べた。この二つの採集方法はどちらも D フレームネットを用いた事から比較対象とした。比較した調査地点については、各地点の標高や位置などを十分に比較検討した上で比較対象として問題無いと判断した調査データを選定して用いた (図 7 左下, 付表 1)。

各採集方法で得られた一部のヒメドロムシ科の幼虫の個体数の合計をそれぞれ調査した延べ地点数で割った数値を元に図 3 の球グラフを作成した。

更に、当研究ではヒメドロムシ科の分布だけでなく、笹戸ダムの下流 100 m 地点 (豊田市下切町尺地) を調査地点としてヒメドロムシ科、特にこの地点で得られた成虫の個体数が多かったアワツヤドロムシ科の生活史について調べようと試みた。しかし、生活史を調べるのに十分な個体数の幼虫が得られなかった事、河床掘削で得られた標本を計測し齢期を判別するグラフを作成しようと試みたが、若齢幼虫~中齢幼虫が小さく、齢期を判別する為に必要と考えられる精度の計測をしなかった事、ダムの放水に伴う河川の増水などの影響で 1 月と 9 月に調査しなかった事などの理由により途中で断念した。

幼虫の齢期の判別に値を使おうと計測した部分を示した図とその計測結果を図 8 と図 9 に示す。

図 5 について、河床掘削で得られた幼虫の大きさや外骨格の厚みなどを観察して齢期が分かれていると私が判断して 5 段階程の齢期があると仮定し、ダイアーの法則 (Dyar's Law)  $\log y = ax + b$  ( $x$  は齢数、 $y$  は幼虫の頭幅) に従い、頭幅ではなく腹部末端節長を用いて定数  $a, b$  を求めたところ、 $a = 1.222$ 、 $b = -0.001$  の値を算出した。これに基づき、前述したように調査地点で得られたヒメドロムシ科の成虫ではアワツヤドロムシが最も多かった事から、笹戸ダム直下流で得られたツヤドロムシ属の幼虫を全てアワツヤドロムシだと仮定して生活史のグラフを作成した (図 10)。しかし、計測精度が低く正確なデータとは言い難い為、本種及びその他ヒメド

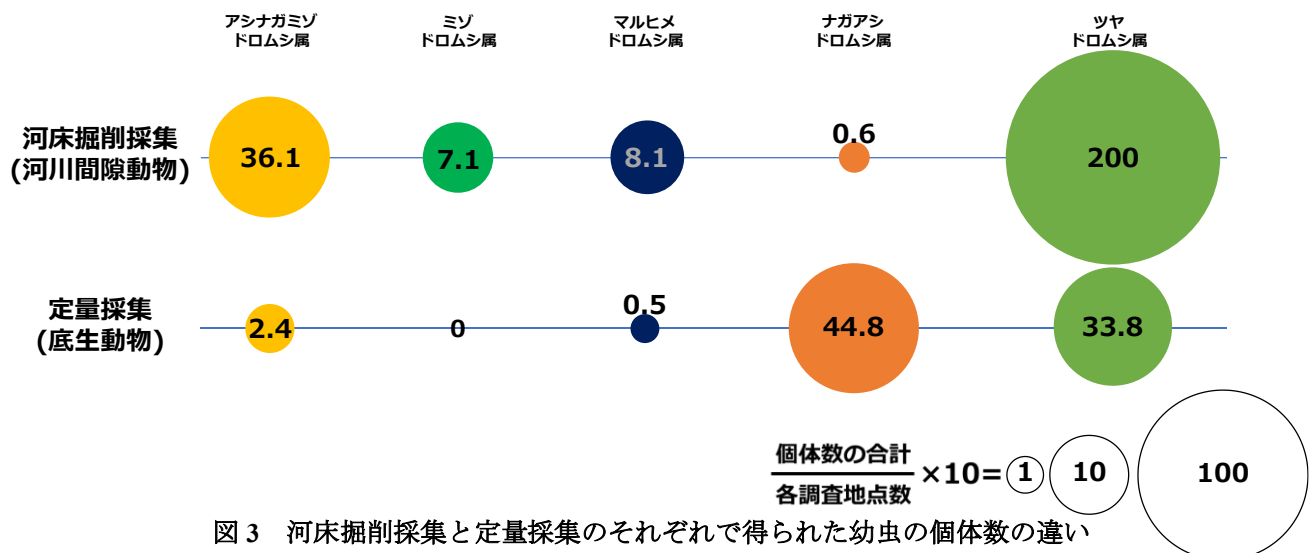


図 3 河床掘削採集と定量採集のそれぞれで得られた幼虫の個体数の違い

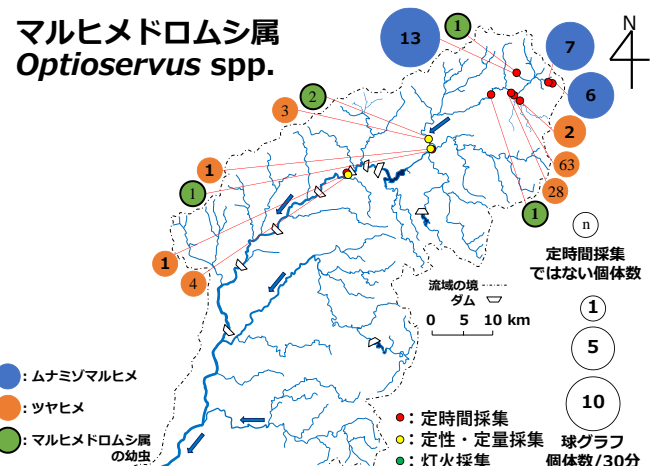
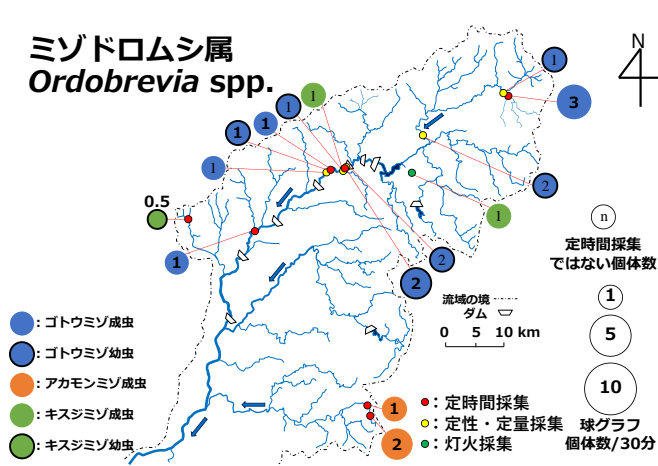
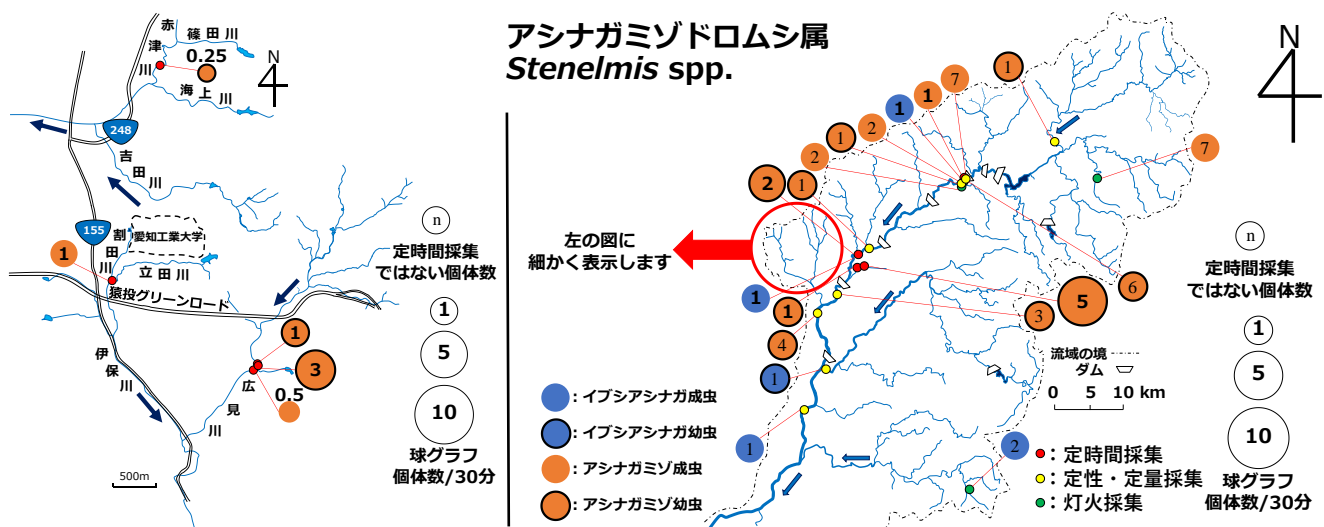
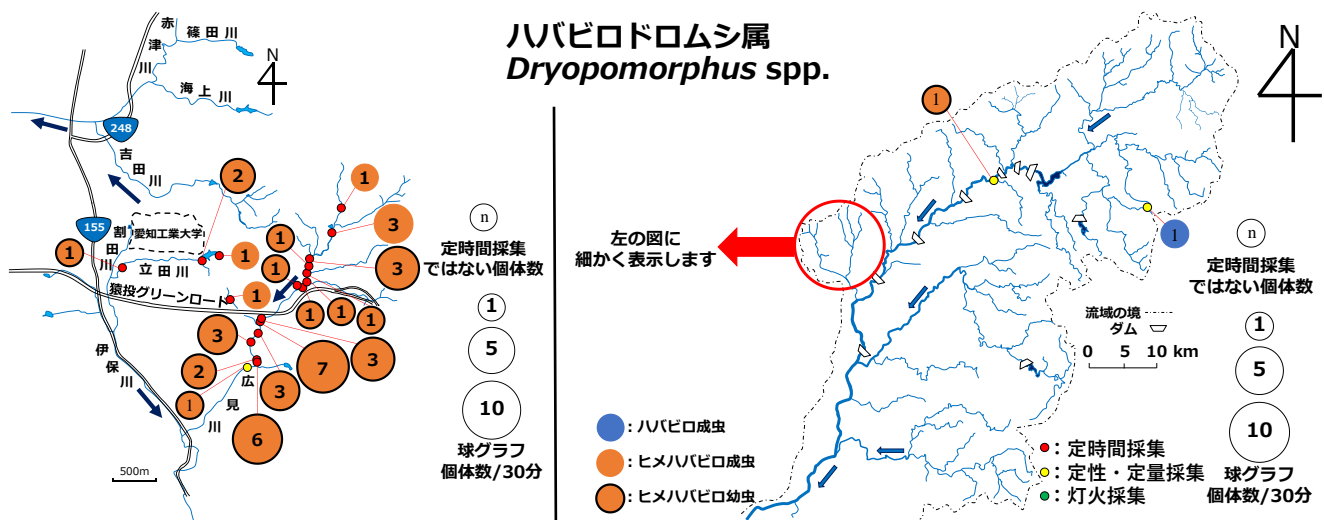
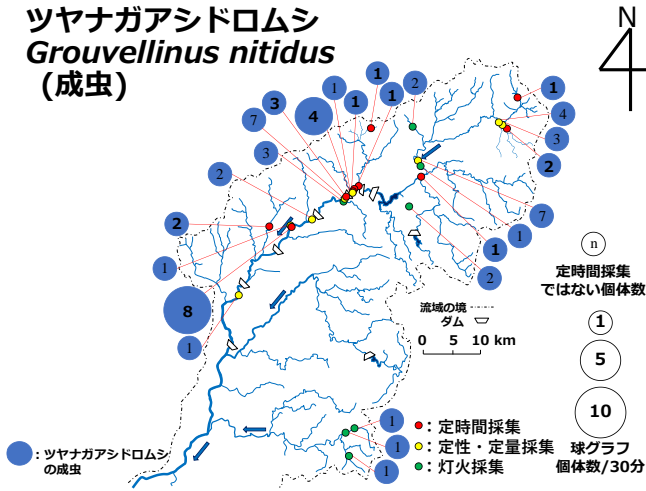
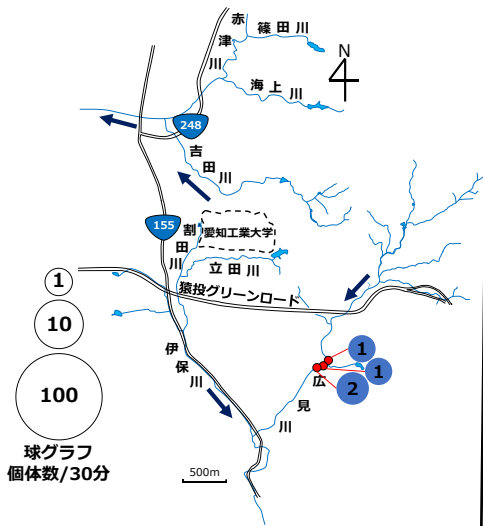
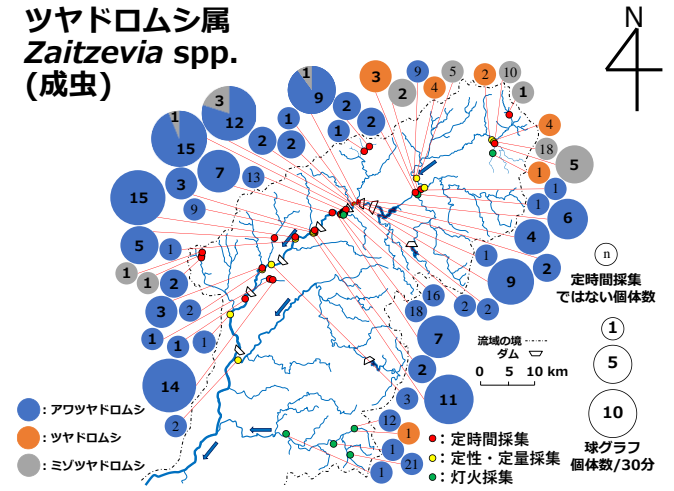


図4 ヒメドロムシ科及びドロムシ科の分布図 1/4  
 上段: ハバビドロムシ属・中段: アシナガミゾドロムシ属  
 下段左: ミゾドロムシ属・下段右: マルヒメドロムシ属

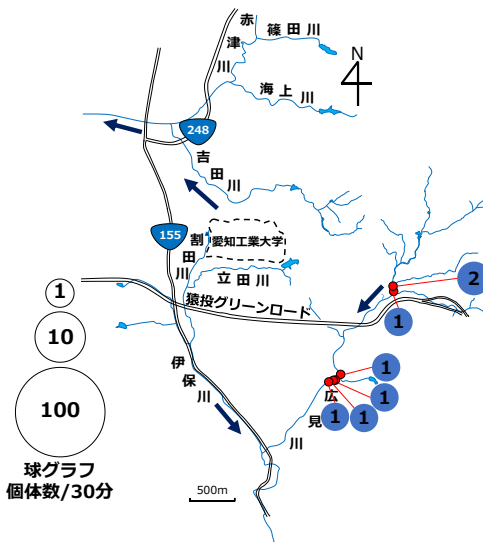
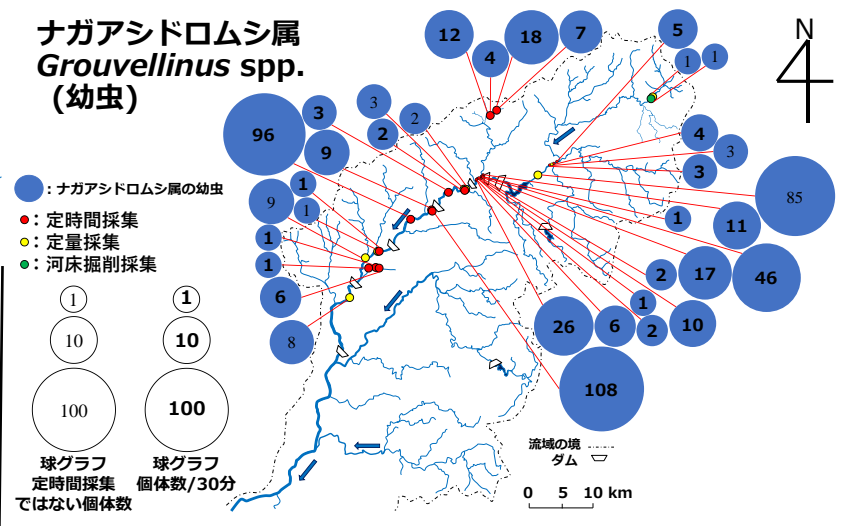
ツヤナガアシドロムシ  
*Grouvellinus nitidus*  
(成虫)



ツヤドロムシ属  
*Zaitzevia* spp.  
(成虫)



ナガアシドロムシ属  
*Grouvellinus* spp.  
(幼虫)



ツヤドロムシ属  
*Zaitzevia* spp.  
(幼虫)

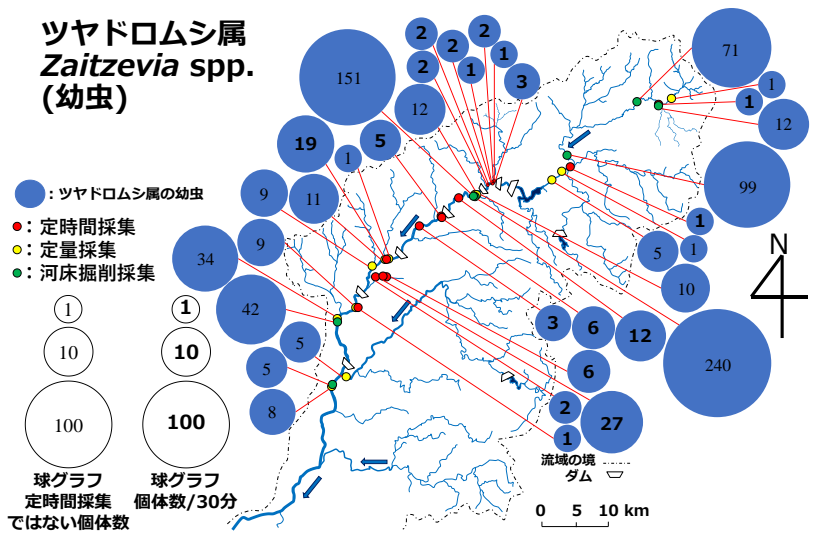
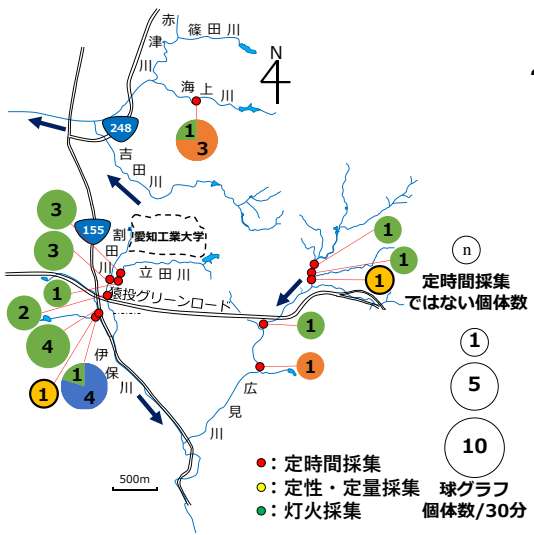
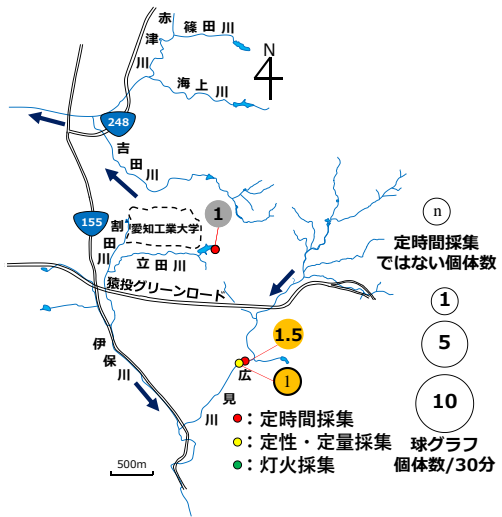
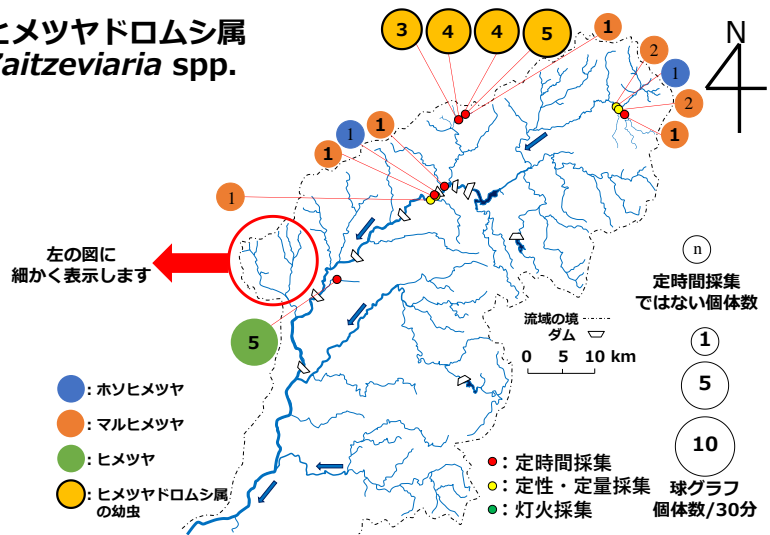


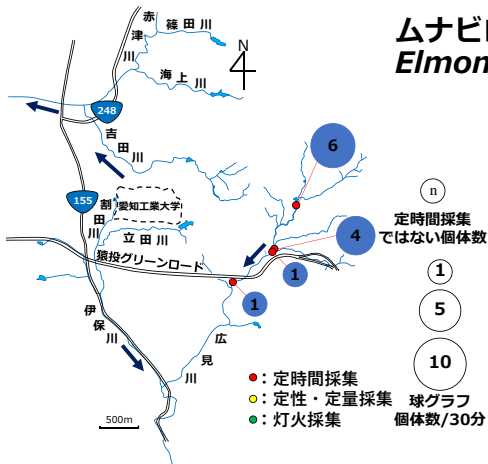
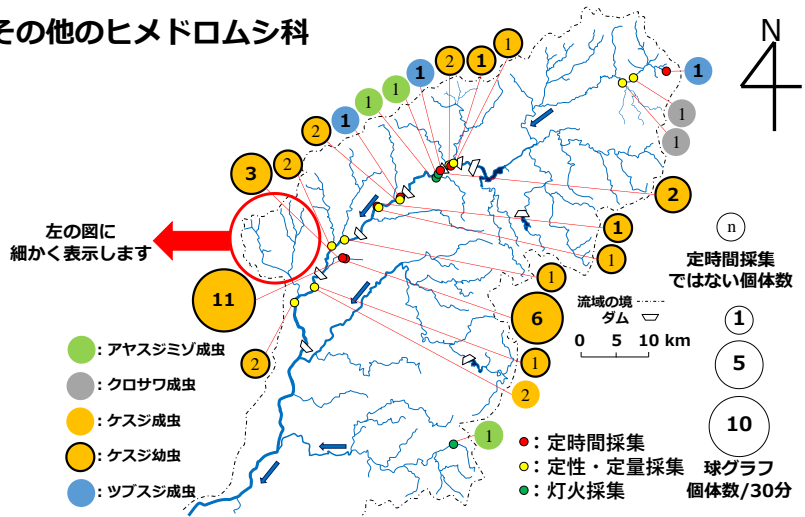
図5 ヒメドロムシ科及びドロムシ科の分布図 2/4  
上段左：ツヤナガアシドロムシの成虫・上段右：ツヤドロムシ属の成虫  
中段：ナガアシドロムシ属の幼虫・下段：ツヤドロムシ属の幼虫



### ヒメツヤドロムシ属 *Zaitzeviaria* spp.



### その他のヒメドロムシ科



### ムナビロツヤドロムシ *Elmomorphus brevicornis*

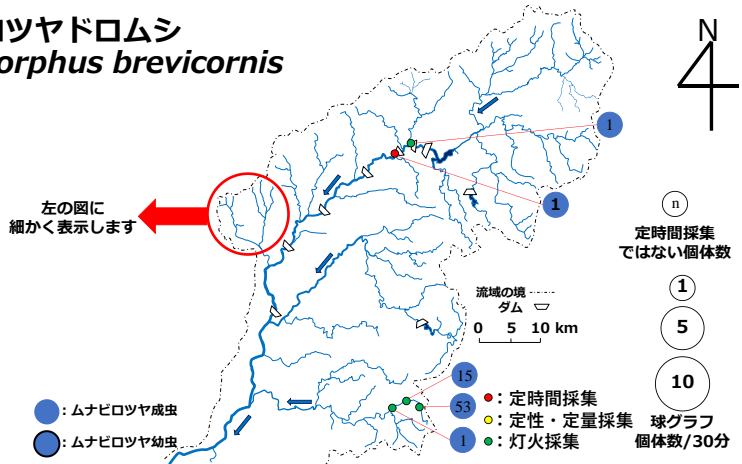


図6 ヒメドロムシ科及びドロムシ科の分布図 3/4

上段：ヒメツヤドロムシ属・中段：その他のヒメドロムシ科・下段：ムナビロツヤドロムシ

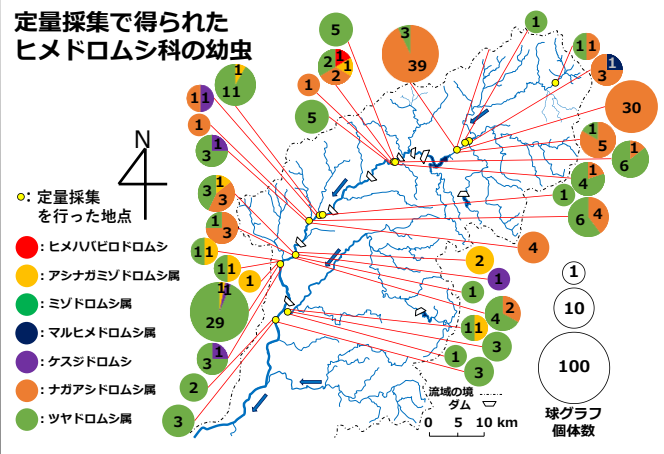
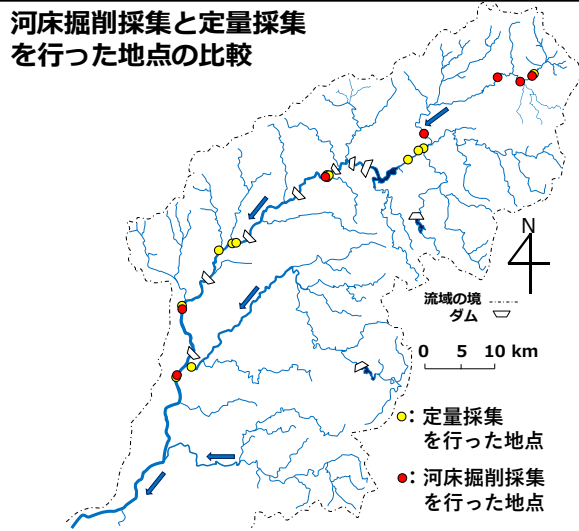
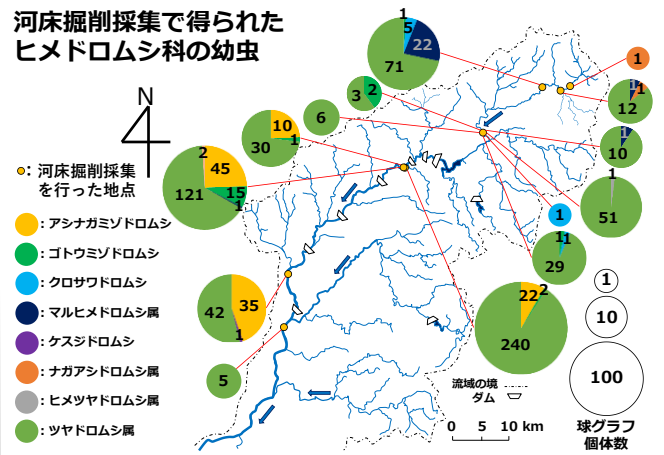
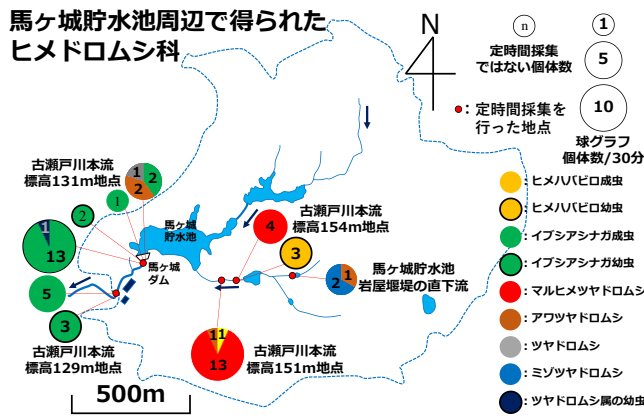


図7 ヒメドロムシ科及びドロムシ科の分布図 4/4

上段左：馬ヶ城貯水池周辺で得られたヒメドロムシ科・上段右：河床掘削採集で得られたヒメドロムシ科  
 下段左：河床掘削採集と定量採集の地点の比較・下段右：定量採集で得られたヒメドロムシ科



図8 前胸長と腹部末端節長の計測部分

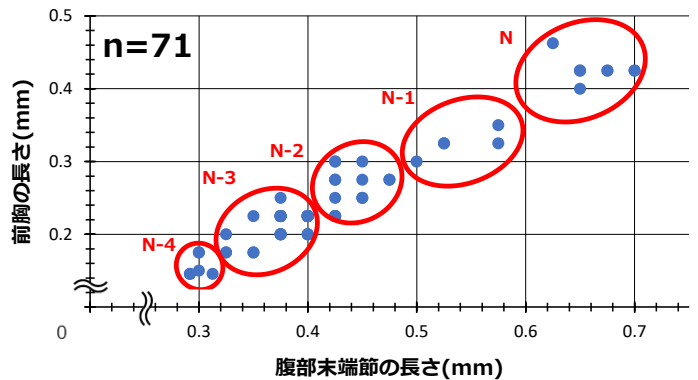


図9 前胸長と腹部末端節長の計測結果

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	10月3日	10月31日	11月	12月
成虫	0	2	13	10	14	30	30	50	23	8	4
N	1	0	14	39	21	3	0	0	93	15	6
N-1	0	5	0	12	6	3	0	4	67	8	4
N-2	0	0	1	0	8	0	0	0	15	3	0
N-3	0	1	0	0	14	0	0	0	2	0	0
合計	1	8	28	61	63	36	30	54	200	34	14

100%

図10 ツヤドロムシ属 (アワツヤドロムシ) の月毎の成虫と幼虫の個体数と割合





図 11 愛知工業大学生態研究室の調査で得られたヒメドロムシ科とドロムシ科、一部の種類の幼虫

ロムシ科の生活史の解明は今後の課題と言える。

### 3-2 考察

中島ほか (2020) にはミゾツヤドロムシは河川の上流～中流の瀬に生息すると記されているが、本研究の調査では河川の上流域で多数得られ、中流とその下流ではほとんど得られなかった事から、大島 (2023) が推定したツヤドロムシと同様に本種も河床攪乱を好む種類であると考えられる。よって、本種も河床攪乱の指標生物となる可能性がある。

河床掘削採集ではアシナガミゾドロムシ、ゴトウミゾドロムシ、マルヒメドロムシ属、ツヤドロムシ属の幼虫が比較的多数得られ、ヒメドロムシ科の成虫は得られなかった (図 3)。一方、ナガアシドロムシ属の幼虫は河床掘削採集ではほとんど得られず、定量採集では多数得られた。この結果から、大島 (2023) が推定したアシナガミゾドロムシ、ゴトウミゾドロムシ、ツヤドロムシ属の幼虫に加え、マルヒメドロムシ属の幼虫も河川間隙動物である可能性がある。また、ナガアシドロムシ属は河川間隙動物ではなく底生動物だと考えられる。

クロサワドロムシとムナビロツヤドロムシの幼虫は河床掘削採集でしか得られていない為、これらも河川間隙動物の可能性があると考えたが、推定するには得られた個体数が少なかった為、今後更に調査し検討する必要がある。

### 4. まとめ

ミゾツヤドロムシもツヤドロムシと同様に河床攪乱を好む種類であると考えられる。

マルヒメドロムシ属の幼虫も河川間隙動物である可能性がある。

ナガアシドロムシ属の幼虫は河川間隙動物ではなく底生動物だと考えられる。

### 5. 謝辞

本研究は大学コンソーシアムせと「新しい文化創造プロジェクト」からご支援頂いた。馬ヶ城貯水池周辺の調査においては瀬戸市環境課と浄水場管理事務所にご協力頂いた。ヒメドロムシ科の調査や同定などにおいては名城大学農学部昆虫学研究室研究員の戸田尚希氏と名古屋昆虫同好会会員の池竹弘旭氏に多くのご助言を頂戴した。ここに厚く御礼申し上げる。

### 引用文献

- 長谷川道明・蟹江 昇・戸田尚希 (2020) クロサワドロムシ. 愛知県の絶滅のおそれのある野生生物. レッドデータブックあいち 2020 動物編, 愛知県環境調査センター (編集): 337. 愛知県環境局自然環境課.
- 長谷川道明・蟹江 昇・戸田尚希 (2020) ヨコミゾ

ドロムシ. 愛知県の絶滅のおそれのある野生生物. レッドデータブックあいち 2020 動物編, 愛知県環境調査センター (編集): 391. 愛知県環境局自然環境課.

林 成多・上手 雄貴 (2023) 日本産ヒメドロムシ科幼虫概説. ホシザキグリーン財団研究報告特別号, 32: 13-43.

市川靖浩・岩田泰幸 (2017) 愛知県から初記録となるセマルヒメドロムシ. さやばねニューシリーズ, 28: 14-17.

北村忠紀・田代 喬・辻本哲郎 (2001) 生息場評価指標としての河床の攪乱頻度について. 河川技術論文集, 7: 297-302.

Mathers K. L., C. T. Robinson and C. Weber (2021) Artificial flood reduces fine sediment clogging enhancing hyporheic zone physicochemistry and accessibility for macroinvertebrates. *Ecological Solutions and Evidence*, 2: e12103.

森井隆文・森山千代 (2021) 愛知県におけるヒョウタンヒメドロムシの記録. さやばねニューシリーズ, 43: 59.

中島 淳・林 成多・石田和男・北野 忠・吉富博之 (2020) ネイチャーガイド日本の水生昆虫. 文一総合出版, 東京.

中島 淳 (2024) 日本産真正水生昆虫リスト. <http://kuromushiya.com/mlist/mlist.html> (2024年2月16日閲覧).

杉江俊城・内田臣一 (2022) 河川間隙動物 (特にコナガカワゲラ属幼虫) の生息環境の特徴. 愛知工業大学研究報告, 57: 47-80.

Tomomi IWATA, Masakazu HAYASHI and Hiroyuki YOSHITOMI (2022) Revision of the Genus *Zaitzevia* (Coleoptera: Elmidae) of Japan. *Japanese Journal of Systematic Entomology*, 28 (1): 116-141.

吉富博之 (2006) 清流に棲む妖精. 森と水辺の甲虫誌, 丸山宗利 (編著): 202-214. 東海大学出版会, 秦野.

吉富博之・白金晶子・疋田直之 (1999) 矢作川水系のヒメドロムシ. 矢作川研究, 3: 95-116.

### 愛知工業大学の過去の卒業研究

大島友樹 (2023) 矢作川水系におけるヒメドロムシ科の生息状況. 2022 年度愛知工業大学生態研究室卒業論文集: 10-1~10-4.

# 絵本で伝える分解者の姿

## 生態系の物質循環における土壌動物の役割

野村沙希（椋山女学園大学教育学部）

### はじめに

地球環境問題の本質は、人間による物質循環のかく乱である（野崎ら，2022）。例えば気候変動の要因である大気中の二酸化炭素濃度の増加は、化石燃料の使用による炭素循環のかく乱に起因する。したがって科学教育・環境教育では、物質循環の知識を基盤とした教え方が大切となる。物質循環は、生産・消費・分解の3つの過程からなるが、食物連鎖（網）の食べる-食べられる関係として学ぶ生産と消費に比べ、生産の基盤となる栄養分を生み出す分解は、地味な扱いである。その結果、分解されて土となる落葉等が燃えるごみとして処分されてしまう状況が生じている。そこで本研究では、幼児の物質循環への理解を支援するために、子どもたちに人気のあるダンゴムシを題材にした科学絵本の作製を試みた。

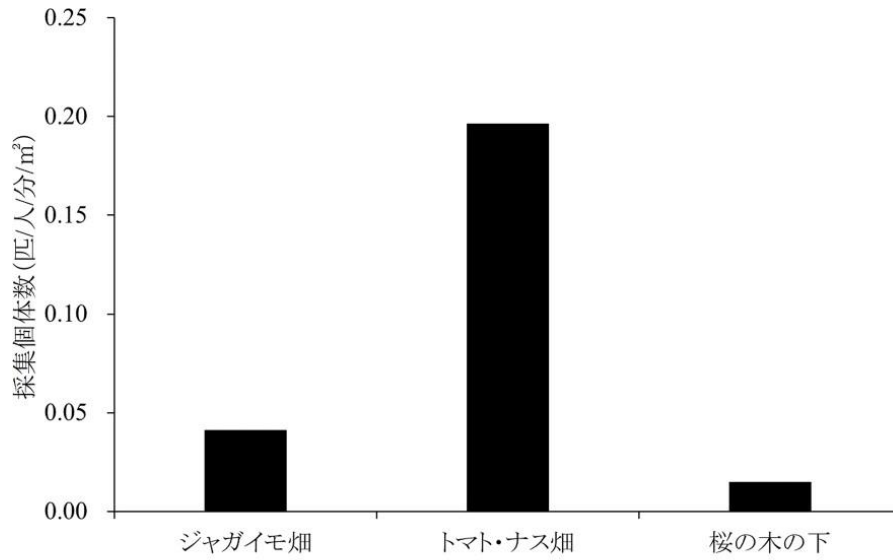
### 研究方法

【研究1】2023年5月10日、椋山女学園大学教育学部棟敷地内3か所（ジャガイモ畑、トマト・ナス畑、サクラの木の下）にて、10分間、生徒6名、教員1名の計7名でダンゴムシを採集し、各箇所1人あたり、1分あたり、1m<sup>2</sup>あたりの個体数を調査した。【研究2】『たのしい理科6年』（信州教育出版社，2019）75頁を参考に、2023年6月14日～16日の期間、ダンゴムシをシャーレに入れて飼育し、落ち葉を食べ進める様子を観察した。【研究3】2023年7月3日に採集したサクラの枯葉をアルミホイルに包み、1日乾燥させ計量する。7月4日に6つのシャーレに濡らしたキムワイプと枯葉をのせ、3時間後再び計量する。7月5日と6日に、ダンゴムシ5匹と枯葉を入れ

たシャーレ3つ、枯葉のみ入れたシャーレ3つを用意し、それぞれの分解速度を重量の変化から算出した。【研究4】2023年7月12日～15日および11月8日～11日の期間、ダンゴムシによって摂食された枯葉の面積を方眼紙にのせて測り、減少率を算出した。11月の調査ではダンゴムシの体重を電子天秤で測り、実験期間中の体重変化を調べた。【研究5】研究1～4の結果を基に、物質循環における分解者の役割を伝える科学絵本を作製した。

### 結果と考察

【研究1】採集されたダンゴムシの個体数は、トマト・ナス畑で最も多く0.196匹/人/分/m<sup>2</sup>であった。畑は、有機物を多く含む土になっているからだと考えられる。【研究2】同じ大きさに切ったサクラの枯葉に比べて、イチヨウの枯葉はあまり食べられなかった。イチヨウの葉は硬く厚いこと、ギンコール酸という有害物質を含んでいることが、ダンゴムシの摂食を制限したと考えられる。【研究3】重量変化では、ダンゴムシの摂食量の経過を算出できなかった。【研究4】ダンゴムシがいるシャーレは落ち葉の面積が減少することに対し、いないシャーレの落ち葉の面積は変化しなかった。実験期間中のダンゴムシの体重は変化しなかった。ダンゴムシは、摂食した落ち葉の分だけ翌日には排出していることが考えられた。【研究5】絵本の内容の中には、落ち葉の取り扱いや、実験で明らかになったダンゴムシが落ち葉を分解する姿を取り入れた。保育現場では、単に読み聞かせをするだけでなく、自然体験活動を充実させるきっかけとしての活用を目指したいと考える。



実験① ダンゴムシを採集した数の割合の比較  
2023年5月10日



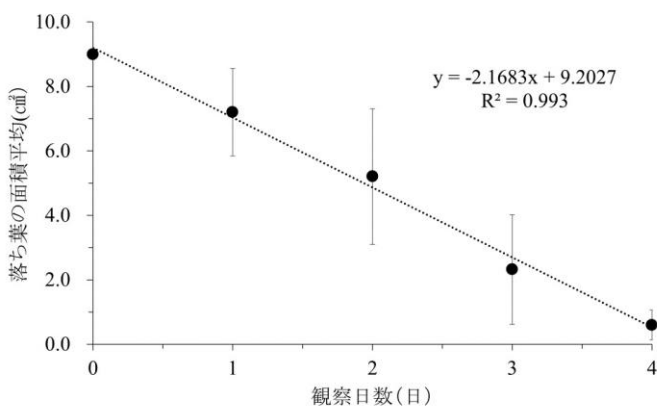
トマト・ナス畑



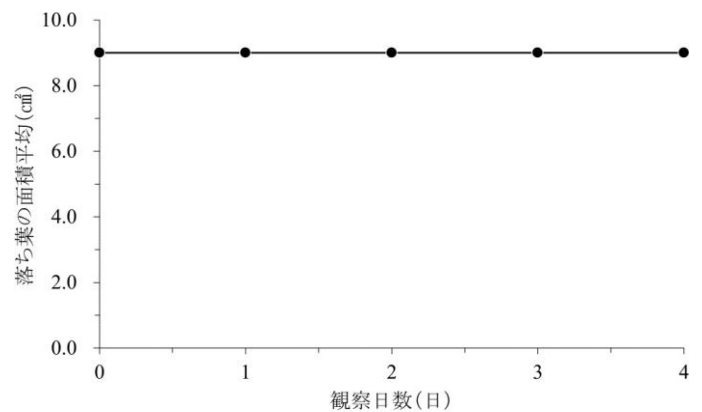
ジャガイモ畑



サクラの木の下



実験② ダンゴムシが摂食後残った落ち葉の面積経過  
2023年7月12日～7月15日



実験② ダンゴムシを入れていない落ち葉の面積  
2023年7月12日～7月15日

## 広見川上流におけるタモロコの分布の調査による拠点探索

愛知工業大学 土木工学科 森井悠斗

### 1. はじめに

タモロコの自然分布域は、東海地方以西の本州、四国である(細谷ほか,2021)。豊田市では、配慮種に指定されている(豊田市, 2016)。市内の主な産地は力石川、広見川などが報告されている(豊田市, 2016)が、いずれも詳細なデータではない。広見川においては、愛知工業大学の内田研究室の夏季の調査により、広見川上流部の堰堤直下に生息していることが確認された。本研究では、広見川上流部堰堤周辺にタモロコの拠点を有し、そこから下流へ分布が拡大するとみて、その個体数は下流へ減少する分布を示すと仮説を立て、タモロコの分布調査と拠点探索を行ったので、その結果をここに報告する。

### 2. 調査内容

採集調査は、2023年11月下旬の計3日間、矢作川水系広見川上流部に12地点(堰堤上流の河川から下流)を設け、各地点(100m)を2人で30分かけて行った。採集は、手網(目合3mm)を用いて行った。また、現地で物理的環境(標高、流速)、採集した魚類の種の同定、個体数、体サイズ(1mm単位)の記録も行った。記録したデータを、調査地点ごとの勾配図と魚類の構成比、流程分布、タモロコの頻度分布によって分析した。

### 3. 調査結果と考察

タモロコは地点2の堰堤直上の池でのみ採集された(図1, 図2)。そのことから、タモロコの拠点は地点2にあると考えられる。勾配は地点2から地点6にかけて急であり、それぞれで地点2ではタモロコ、地点3から地点6ではカワヨシノボリが一種のみ採集された(図1, 図2)。地点2から地

点6では高流速かつ水深が浅いため、タモロコの生存が難しく、流下するのは主に夏季の出水時であると考えられる。カワムツは地点7、ホトケドジョウは地点9を上限とし、下流に行くにつれてその個体数は増加した(図2)。地点9より下流は淵を好むカワムツや流れの緩やかなところを好むホトケドジョウが生息しているため、同様に低流速の環境を好むタモロコの生存に適する環境であると考えられる。

タモロコの標準体長の幅は30mm~57mm、ピークは45mmの一峰性の分布であった(図3)。同じ年級群を採集した可能性がある。また、タモロコの成魚の体長は100mm程度であること(宮地ほか, 1978)から、採集されたタモロコは未成魚であり、地点2において再生産がされていると考えられる。

### 4. まとめ

地点2にタモロコの拠点があることが示されたが、そこから流下して定着する環境を示すと考えられる分布ではなく、流下による分布拡大の仮説は支持されなかった。しかし、大きな出水後に分布拡大の仮説が支持される可能性がある。また、タモロコは本研究の調査範囲外である広見川下流から遡上し、分布を拡大させていることも考えられるため、調査時期の変更、調査区域を広げることなどによって、引き続き調査を行うことが必要である。

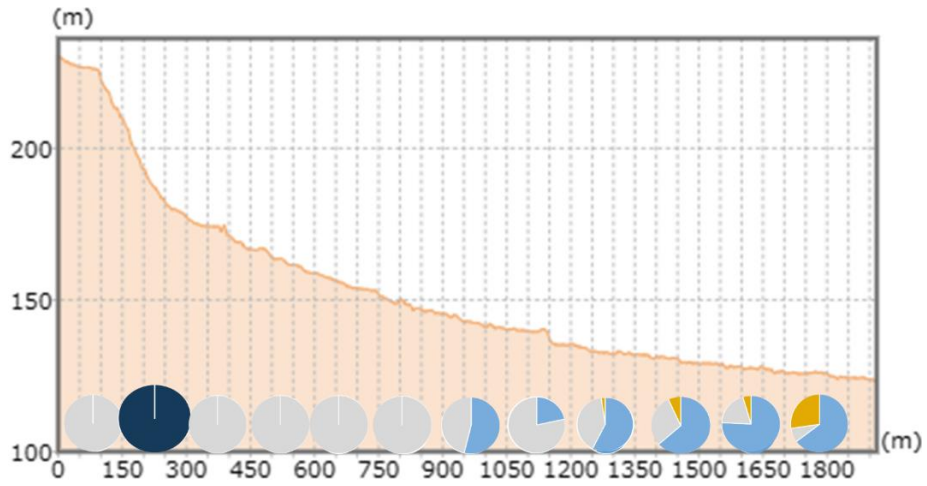


図1 調査地点ごとの勾配図と魚類の構成比

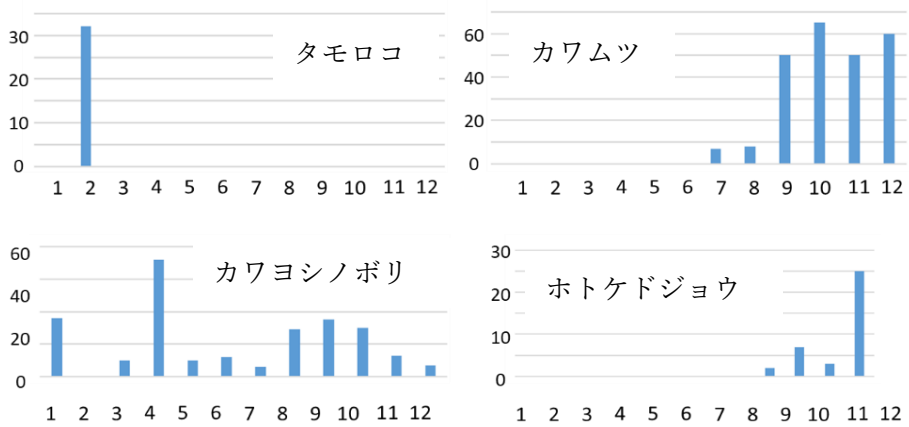


図2 各魚種の地点ごとの個体数

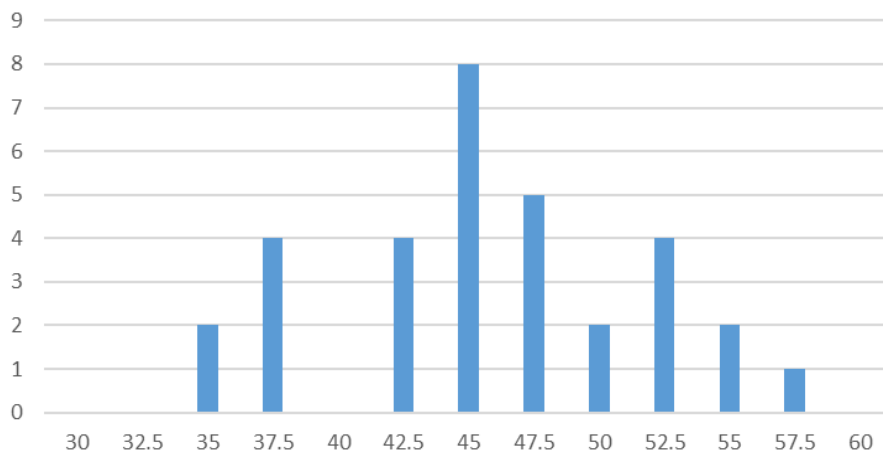


図3 地点2で採集されたタモロコの標準体長の頻度分布

# 淡水エビ類の分布と河川横断工作物の影響

愛知工業大学 修士2年 櫻井 郁也  
4年 中川 源悠

## 1. はじめに

日本各地で外来生物が侵入している。食用として持ち込んだものが逃げ出した、ペットとして買っていたものや生餌としていたものを放流した、輸入物に紛れ込むなど様々な原因が考えられる。外来種が在来種に与える影響は大きく、絶滅の危機に瀕しているものも少なくない。

淡水エビ類は一生を河川や湖沼などの淡水で過ごす純淡水種と、幼生期を海や汽水域で過ごしたのち、河川の上流へ移動する通し回遊種がいる（豊田・関, 2014）。

淡水エビ類では、釣り餌や観賞用としてカワリヌマエビ属 *Neocaridina* や、テナガエビ科（スジエビ属 *Palaemon* など）が1969年頃から韓国、中国から輸入されており外来種の侵入・定着が指摘されている（丹羽, 2010）。現在、外来種のカワリヌマエビ属の侵入を長谷川ほか（2015）片山ほか（2017）、白金・浜崎（2018）、三次ほか（2021）などが、在来種のスジエビ *Palaemon paucidens* に似た外来種のチュウゴクスジエビ *Palaemon sinensis* を、2005年の初確認（大貫ほか, 2010）以来、Imai and Oonuki（2014）、長谷川ほか（2016）、七里ほか（2017）、斎藤（2018）、今井ほか（2021）などにより報告されている。

片山ほか（2017）は、2014年、2016年、2017年に鶴見川水系でエビ類の分布調査を行い、ほぼ全域に

カワリヌマエビ属が分布しているのに対し、ヌカエビ *Paratya improvisa* が河川から消滅、ため池ではヌカエビが確認されていた4地点のうち2地点がカワリヌマエビ属に置き換わったことを報告している。

また、淡水エビ類（通し回遊種）の遡上行動について、遡上を邪魔しない程度の緩い水流箇所を選び壁面登攀のように遡上する（浜野・林, 1992）ことが分かっている。ただし、三矢・濱野（1988）が取り上げているダムのような、魚道が存在しない大規模な河川横断工作物がある場合はその限りではないが、魚道を設置することによって遡上が可能になる場合もある（中田ほか, 2011）。

陸封性のエビでは、丹羽・横山（1997）が在来のカワリヌマエビ属であるミナミヌマエビ *Neocaridina den-ticulata* について、標識放流を行い、3週間後に64.2 m上流で再捕獲している。また、魚道のない堰堤の直下流でも標識放流を行い、夜間観察で垂直落差40 cmで水面から鉛直に28 cmの壁面を越えた堰堤の中段で採捕している。これは、堰堤の底部から中段にかけて枯れ草が溜まっていたため、採捕したエビは枯れ草を伝わってきたものとし、枯れ草とエビの遡上の関係を指摘した。

長谷川ほか（2015）もカワリヌマエビ属が、ため池の排水溝と下流の水路の高低差数十 cm を遡上しているのを確認している。

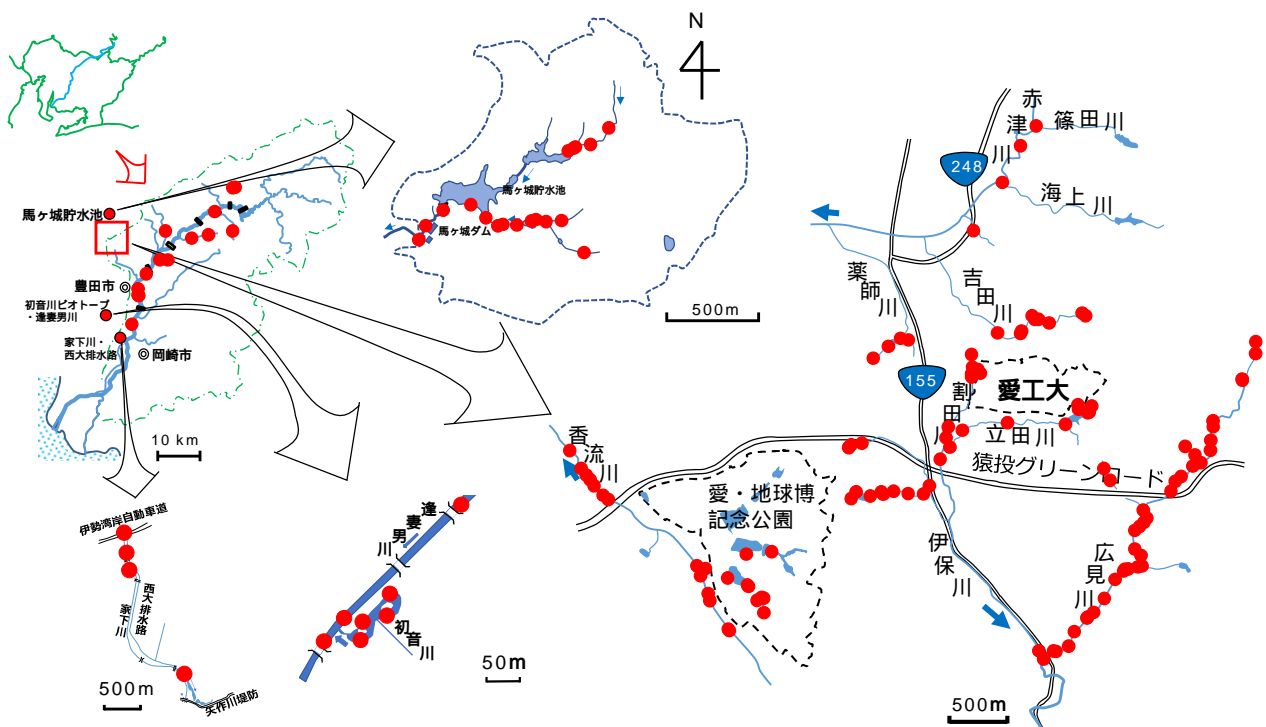


図1 調査地

海外では、激しい水流や、水質の悪化から逃れるために河川の湿った岩場や、河川横断工作物の壁面

を伝い、上流へ移動していくエビが報告されている (Hongjamrassilp et al., 2021)。

浜野ほか(1995)は淡水エビ(両側回遊性)を対象とした魚道について実験を行い、下流に分布する種は上流に分布する種より遡河能力が劣ることを示唆した。しかし、純淡水エビ類については研究が少ないように思う。

この研究では、矢作川水系および愛・地球博記念公園と海上の森周辺の丘陵河川において淡水エビを採集し、種類ごとの分布を調べ、在来種、外来種の分布を把握する。さらに、砂防堰堤・取水堰などの河川横断工作物は

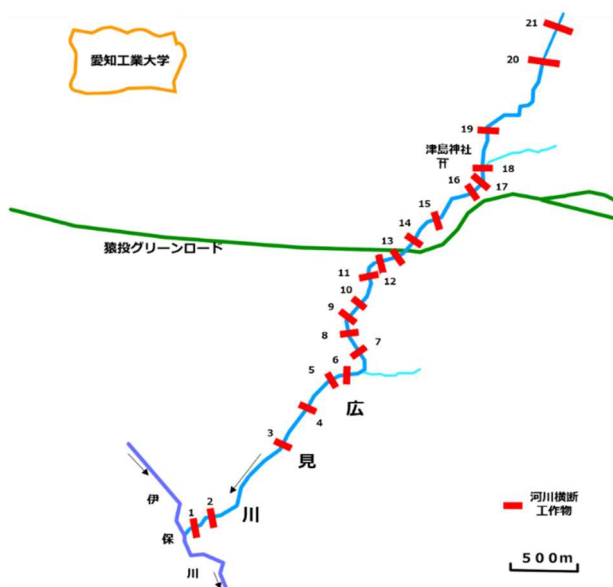


図2 広見川 河川横断工作物調査地点

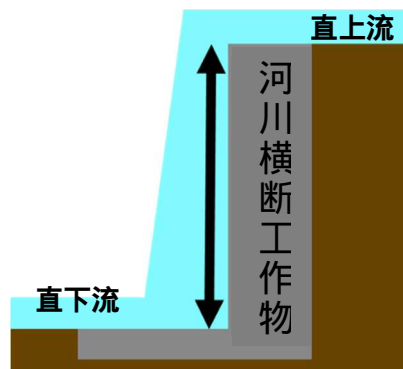


図3 河川横断工作物調査 高さ

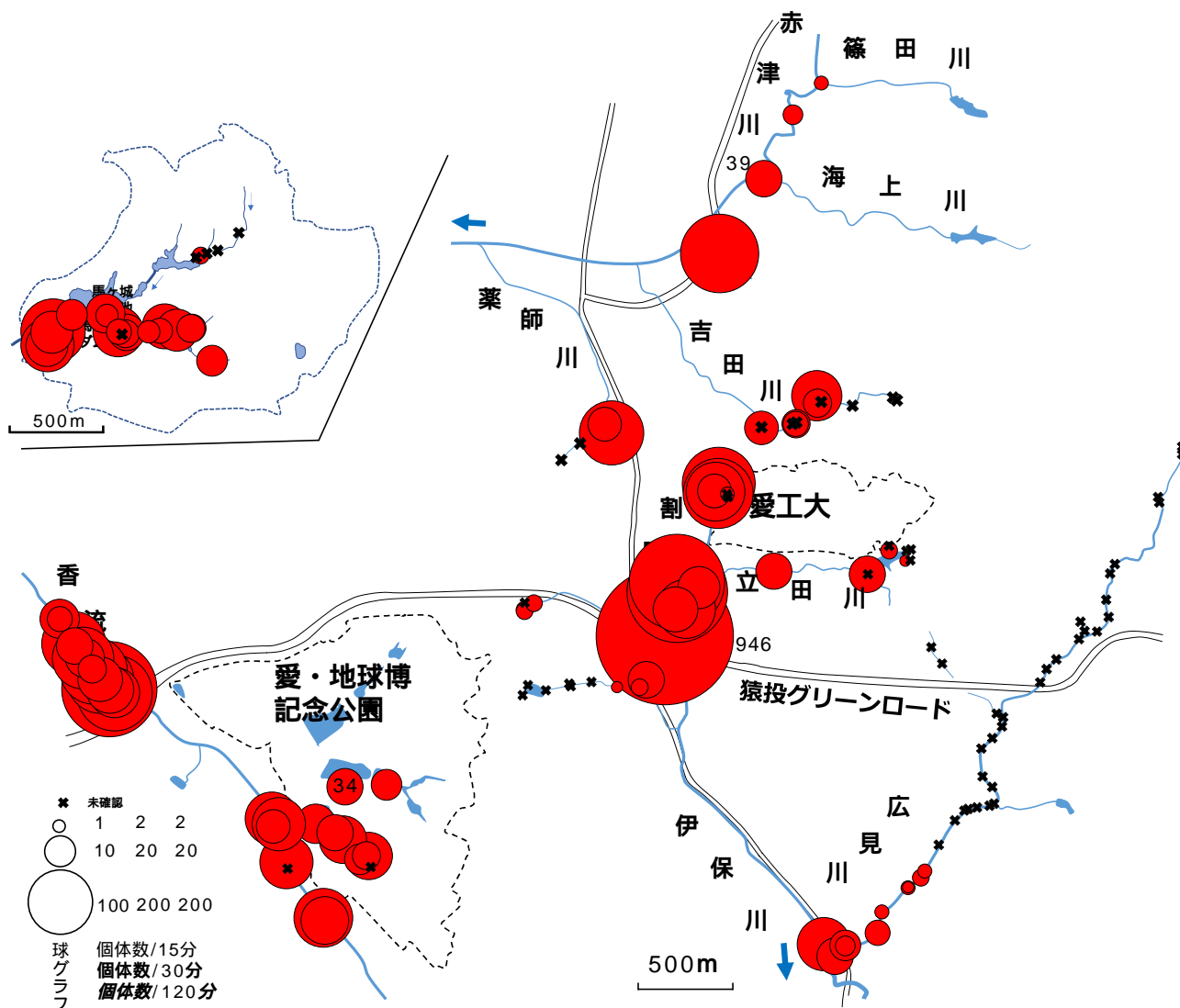


図4 馬ヶ城浄水場と愛知工業大学周辺のカワリヌマエビ属の分布



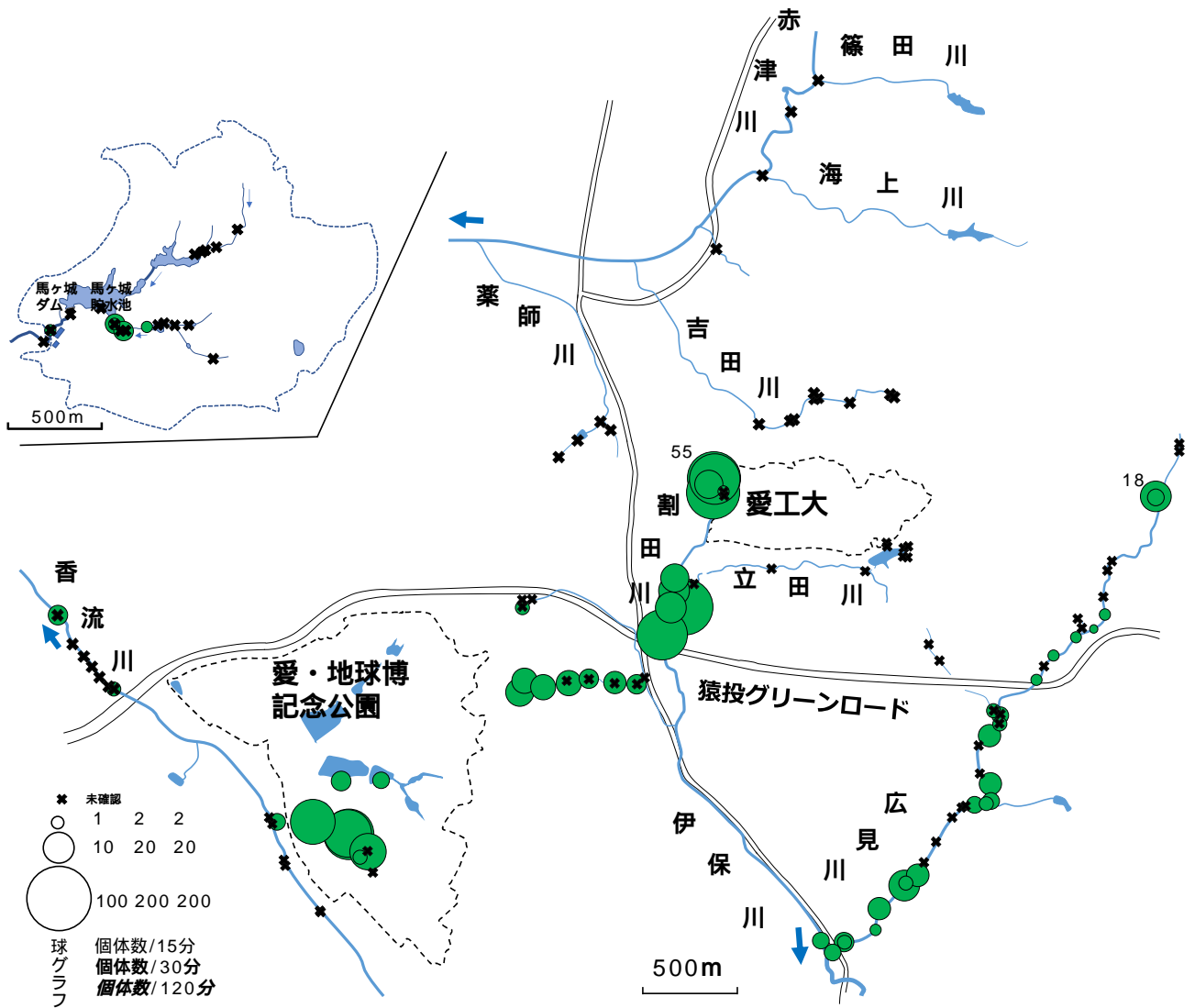


図5 馬ヶ城浄水場と愛知工業大学周辺のスジエビの分布

河川に生息するエビ類の分布拡大の障害となる可能性があるため、それらが在来種の分布拡大を阻害している悪影響、外来種の分布拡大を阻止している効果の両面から横断工作物の評価を試みた。

## 2. 調査地

### 2.1 矢作川水系

矢作川水系は長野県、岐阜県、愛知県を流域とした一級河川であり、標高 1,908 m の長野県大川入山付近を源流として愛知県中央部を流れ三河湾へ注ぐ、幹川流路延長約 118 km、流域面積 1,830 km<sup>2</sup> の河川である。

### 2.2 海上の森、愛・地球博記念公園周辺の丘陵河川

図 1 に示した場所で調査した。馬ヶ城浄水場は普段は立ち入り禁止であるが、瀬戸市から特別に許可をいただいて調査した。

## 3. 研究方法

### 3.1 分布調査方法

2022年3月24日から2024年1月16日までに156

地点のべ191回調査した。

#### 3.1.1 定時間採集

網目内径約 3 mm のタモ網を使用し、人数×採集時間が15分間または30分間になるように定時間採集をし、エビ類のみを採集した。採集したエビ類は80%エタノールが入った容器に入れ固定し、研究室に持ち帰った。また、人数×採集時間が120分間になるように定時間採集をし、底生動物を採集した。採集した底生動物は80%エタノールが入った容器に入れ固定し、研究室に持ち帰った。

スジエビ属については斑紋で同定するため、生きたまま研究室へ持ち帰り、同定したのちに固定した。

エビ類のみ採集したのべ30分間の定時間採集の場合の球グラフの大きさは、のべ15分間の定時間採集に換算し示した。一方、底生動物を採集したのべ120分間の定時間採集の場合、エビ類のみ採集したのべ30分間の定時間採集相当として概算した。

2023年9月8日の調査では、調査日後1か月以内に淡水エビの個体数調査(3.1.5)が予定されており、調査に影響与える恐れがあったため採集した淡水エ

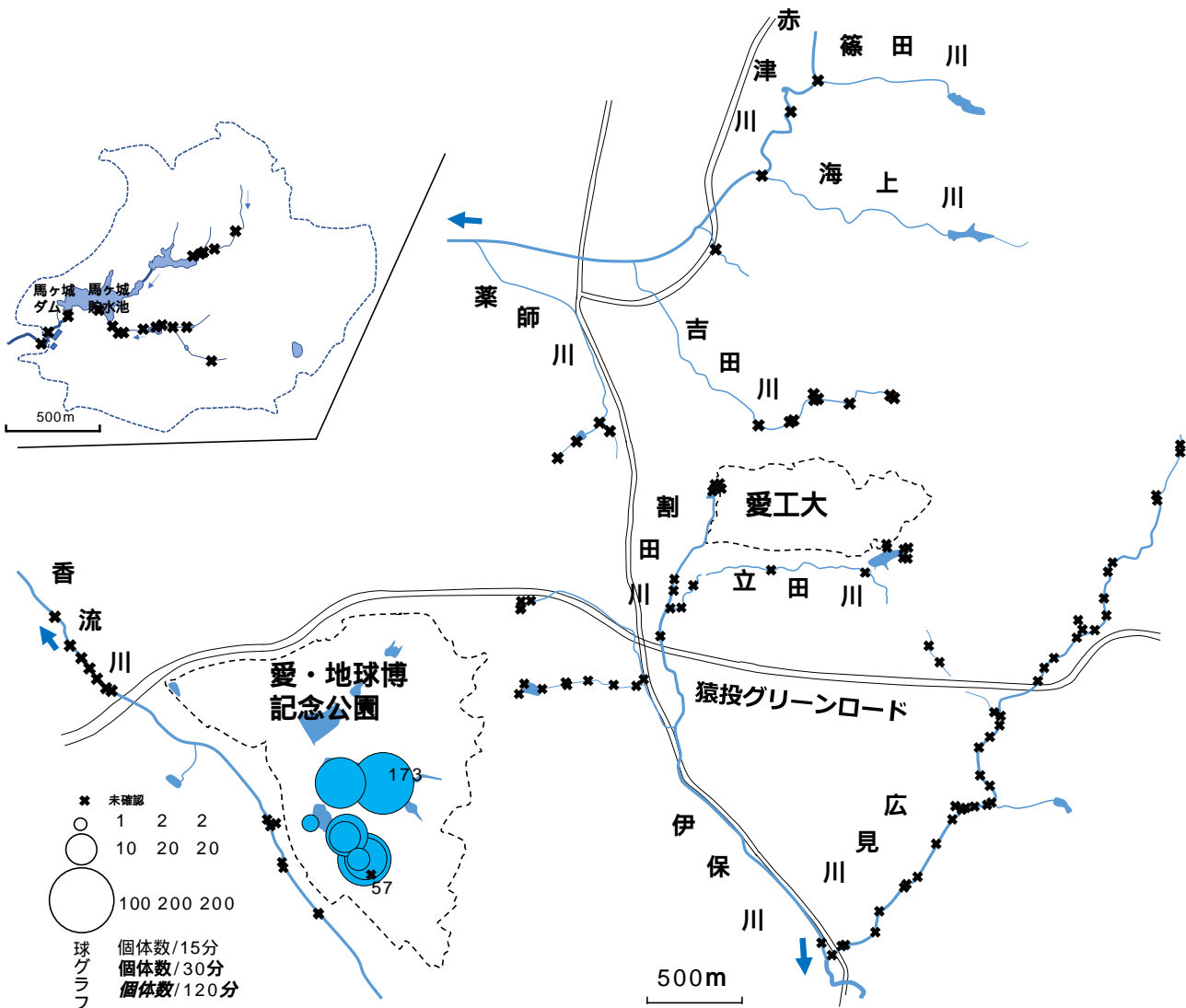


図6 馬ヶ城浄水場と愛知工業大学周辺のヌマエビ属の分布

ビ類は持ち帰らず、その場で同定を行い、数のみ記録し逃がした。

### 3.1.2 エビかご

網目内径約 3 mm のかご罟、ペットボトルを工作したかご罟にペット用フードを餌として仕掛け、翌日に回収しエビ類のみ採集した。採集したスジエビ属については斑紋で同定するため、生きたまま研究室へ持ち帰り、同定したのちに固定した。その他のエビ類は 80%エタノールが入った容器に入れ固定し、研究室へ持ち帰った。

### 3.1.3 定性採集

愛知工業大学 生態研究室の淡水エビ以外の調査をしているときに、淡水エビを採集することがあった。採集したエビ類は 80%エタノールが入った容器に入れ固定し、研究室に持ち帰った。スジエビ属については斑紋で同定するため、生きたまま研究室へ持ち帰り、同定したのちに固定した。

### 3.1.4 河川横断工作物の調査

愛知工業大学の南東 2 km ほどにある広見川の、伊

保川との合流地点から津島神社の東 100 m の地点にある高さ 4.7 m の砂防堰堤までの区間にある河川横断工作物 18 基 (図 2) を対象として、河川横断工作物の下流側の河床から河川横断工作物の上までの高さを測量などで用いる標尺を用いて測定した (図 3)。18 基の河川横断工作物には下流から順に番号を付け (図 2) 以下の記述では No. 18 のように表記した。

河川横断工作物の流れが緩やかな部分や湿った部分の表面の粗さを手で触った感覚から表面の粗さを 3 段階に分け、表面のコケや上から下へ垂れ下がった植物など、エビの遡上の足場になりうるものの有無を調査した。なお、これらの河川横断工作物にはすべて魚道がついていない。

### 3.1.5 季節ごとの採集調査

3.1.4 で調査した河川横断工作物ごとの直上流・直下流において陸封性の淡水エビであるスジエビとカワリヌマエビ属の個体数を 7 月 22, 24 日、10 月 10, 12, 13 日、12 月 4, 5 日に採集調査をした。また、7 月の調査で No. 18 の上流でスジエビが確認されたため、9 月 8 日、12 月 29 日に No. 18 よりさらに上流の河

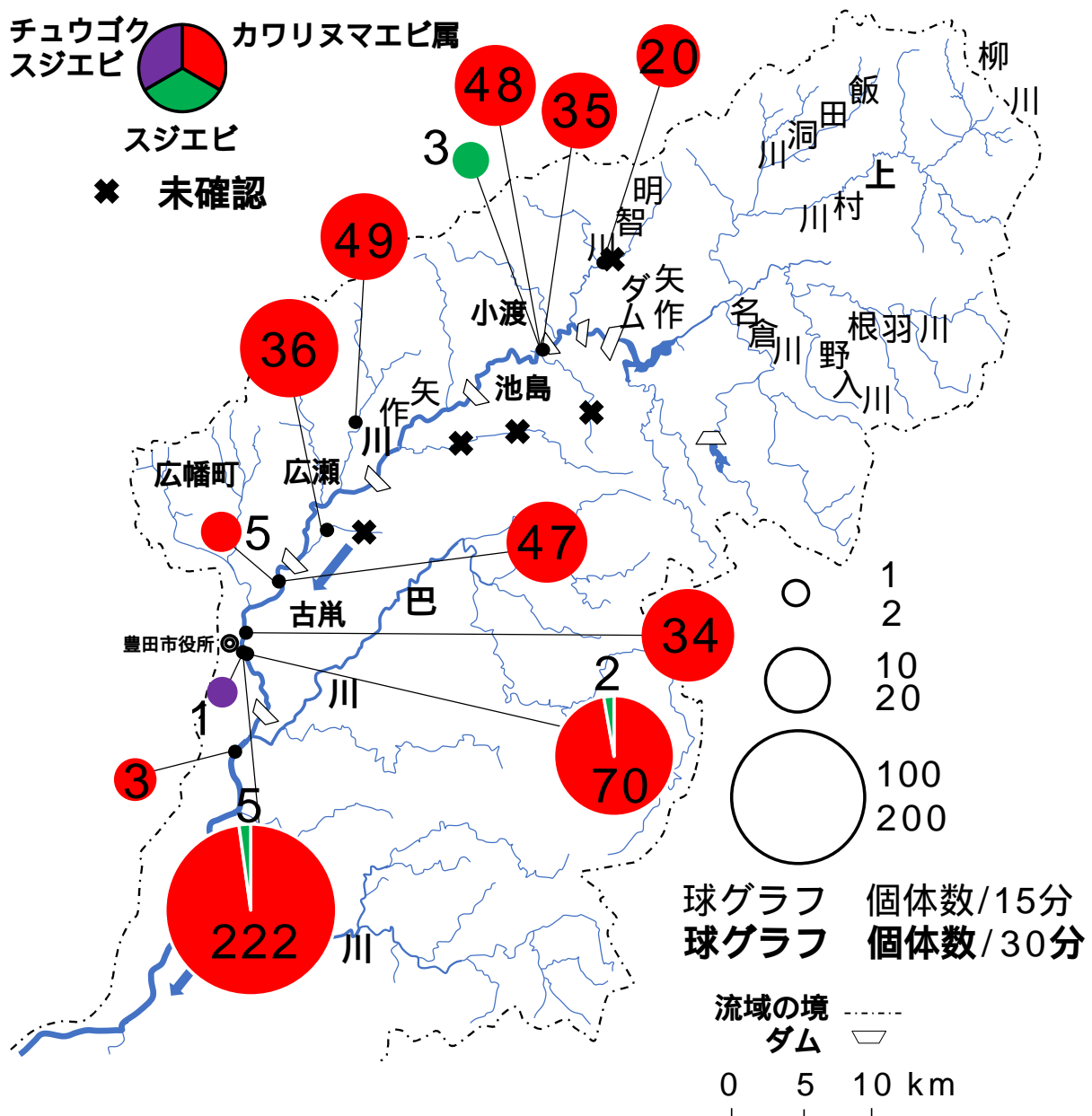


図7 矢作川におけるエビ類の分布

川横断工作物 No. 19~21 でも追加で採集調査をした。

この採集によって得られたエビは目視によって種もしくは属まで同定して個体数を記録した後に採集地点にて放流した。

### 3.1.6 ホトケドジョウの採集記録の比較

ホトケドジョウ *Lefua echigonia* は絶滅危惧 1B 類 (EN) に指定されている (環境省, 2024)。神谷・内田 (2009) は、海上の森、愛・地球博記念公園周辺を流れる丘陵河川でホトケドジョウの分布を調査し、ホトケドジョウの遡上を妨げている可能性のある河川横断工作物を指摘した。本研究の調査でもホトケドジョウが網に入ることがあったため、本研究でホトケドジョウを採集できた地点と比較した。採集したホトケドジョウは、採集地点と個体数を記録し持ち帰らなかった。

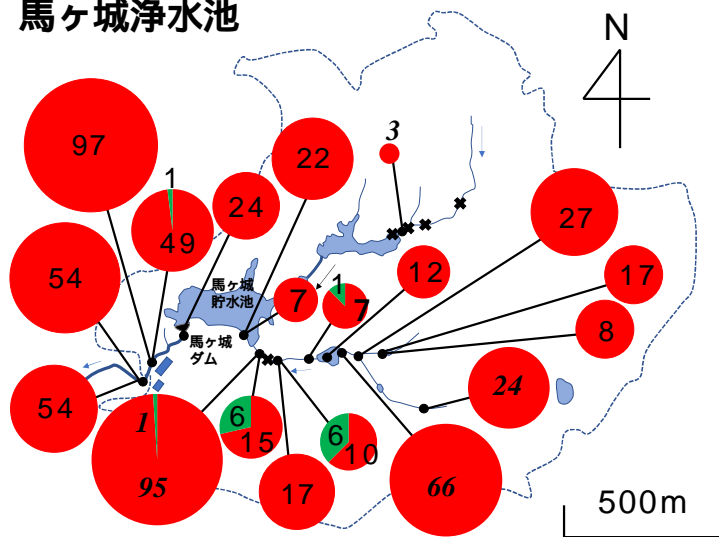
### 3.2 同定方法

研究室では双眼実体顕微鏡 (Nikon SMZ645) を用いて、採集したエビを同定した。エビ類の同定には、豊田・関 (2014)、Imai and Oonuki (2014) を使用した。

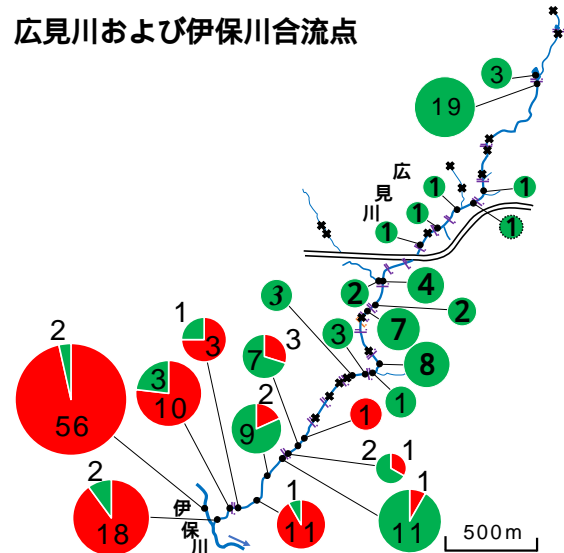
カワリヌマエビ属の本州における在来種は、ミナミヌマエビ 1 種のみである。ミナミヌマエビは、外来種であるシナヌマエビと形態が酷似しており、交雑個体も確認されている。そのため、外部形態による判別が困難であるとされている (Onuki and Fuke, 2022)。本研究では、カワリヌマエビ属については、種を識別せず、ミナミヌマエビと外来種であるシナヌマエビの両方の可能性があるがシナヌマエビの可能性が高いとして属までの同定にとどめた。

ヌマエビ属の本州における在来種は 2 種いる。通し回遊種のヌマエビ *Paratya compressa* と純淡水種のヌカエビである (豊田・関, 2014)。この 2 種は卵の

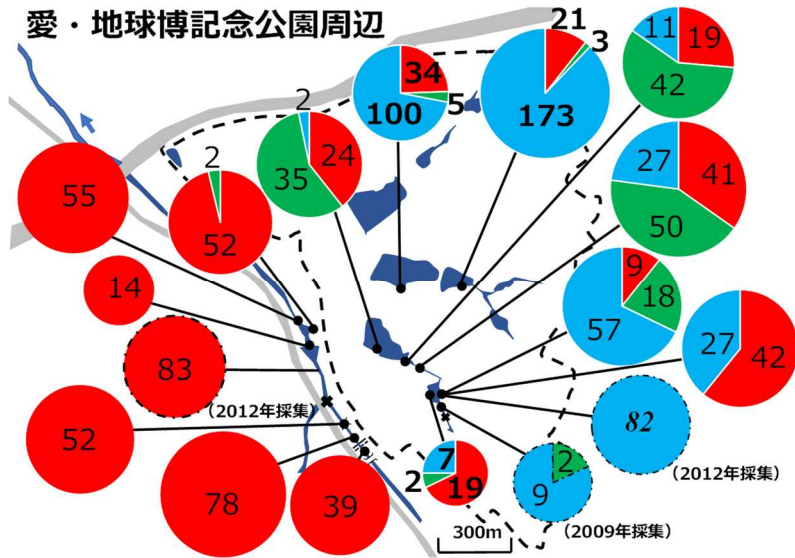
### 馬ヶ城浄水池



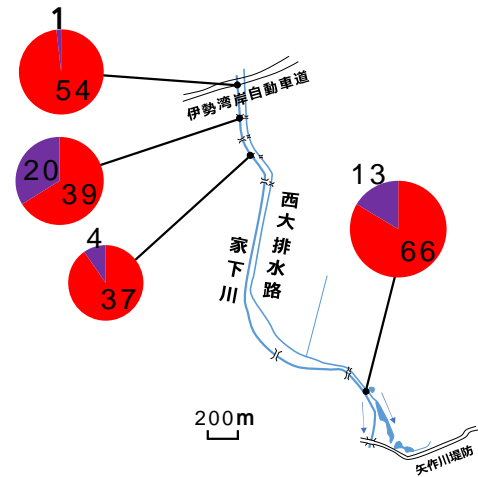
### 広見川および伊保川合流点



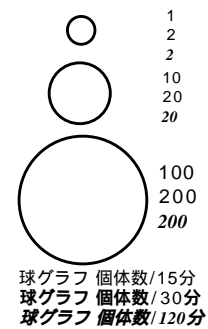
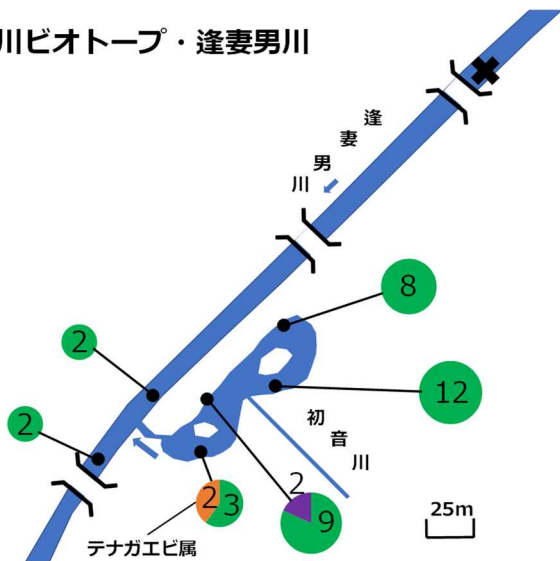
### 愛・地球博記念公園周辺



### 家下川・西大排水路



### 初音川ビオトープ・逢妻男川



チュウゴクスジエビ カワリヌマエビ属  
 ヌマエビ属 スジエビ  
 \* 未確認

図8 各調査地におけるエビ類の分布 1

大きさの違いで種を判断できるが、本研究で抱卵個体を採集できなかったため、属までの同定とした。

スジエビ属について、種を判別するとして、斑紋の違い、尾節先端の形状の違い触鬚(しよくしゅ)の

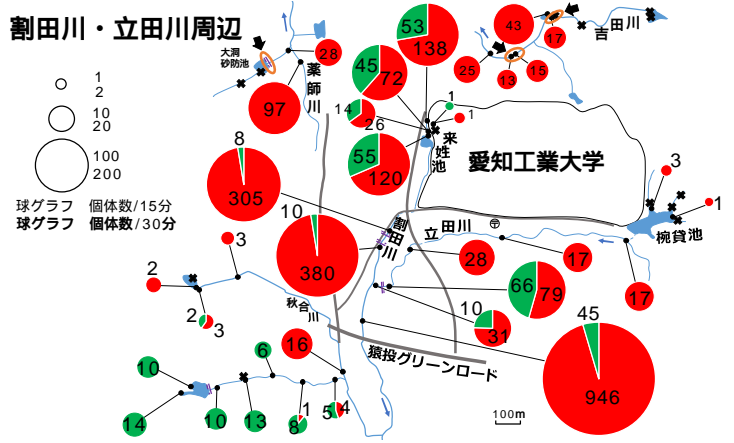
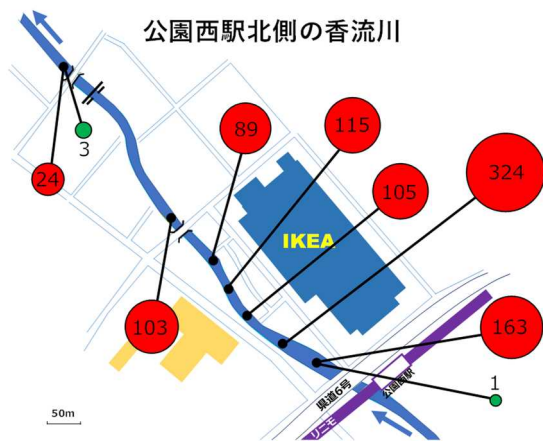


図9 各調査地におけるエビ類の分布 2

有無を確認することで標本の種を判別できる。しかし、尾節先端の差異は採集した際に欠損する恐れや個体差が考えられ、触鬚は標本を分解する必要があり、完全な状態の標本を残すことができない。そのため、本研究では Imai and Oonuki (2014) の斑紋の違いによる識別をした。ただし、過去のスジエビの標本については斑紋が消失しているため、同定された情報に従った。

### 3.3 標本調査

研究室に保管されている過去の調査で採集したエビ類の標本から、外来種のエビ類が確認された時期や、分布を確認した。

### 3.4 スジエビ属の眼径・頭胸甲長の測定

Imai and Oonuki (2014) は、頭胸甲長と眼径、眼の付け根から角膜先端までを測定し関係性を求めたが、その時に使用した個体数は 65 個体であった。また、

再現性を確認した長谷川ほか (2016) は頭胸甲長と眼径、眼柄から関係性を求めたが、その計測個体数は合計 24 個体であった。

そこで、Imai and Oonuki (2014) を参考にし、この研究の調査で採集したスジエビ属 (斑紋による識別をしたもの) を用いて、眼の長径と頭胸甲長の関係から種の判別を試みた。測定する際、標本が動かないように針で固定した。測定には、双眼実体顕微鏡 (Nikon SMZ645) と対物マイクロメーターを使用した。

### 4. 結果と考察

この研究で調査したエビ類の分布を 15 分間で採集された個体数 (球グラフ) とともに図 4、図 5、図 6、図 7、図 8、図 9 に示した。これらの図について、それぞれの球グラフの数字は実際に採集した個体数

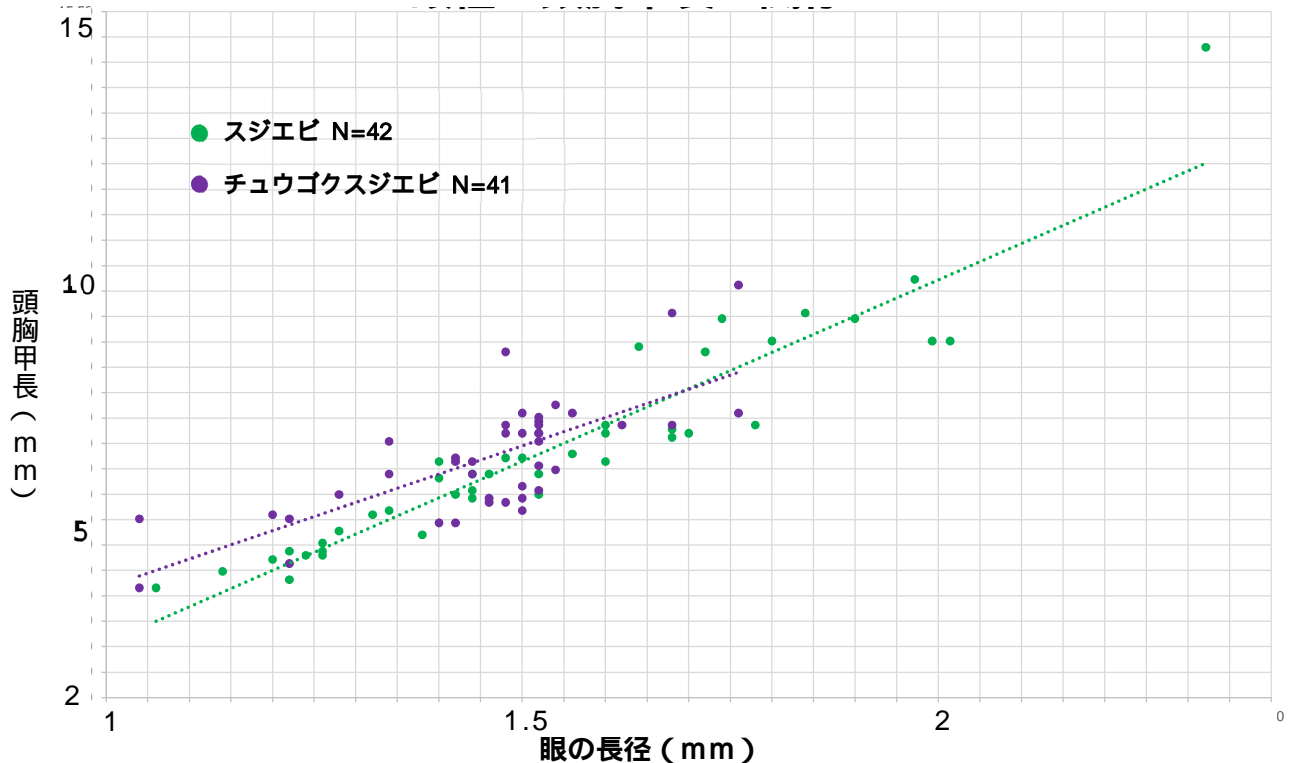


図10 スジエビ属の眼径と頭胸甲長の関係

を示した。また、細字がエビ類のみを採集したのべ 15 分間の定時間採集、太字がエビ類のみを採集したのべ 30 分間の定時間採集、斜体が底生動物を採集したのべ 120 分間の定時間採集である。ただし、底生動物を採集したのべ 120 分間の定時間採集は、エビ類のみを採集したのべ 30 分間の定時間採集と同程度のエビを採集できるものとして扱った。

#### 4.1 採集されたエビ類

採集されたエビ類は次の 5 種であった。

- ・ *Neocaridina* カワリヌマエビ属  
(*Neocaridina davidi* シナヌマエビ?)
- ・ *Paratya* ヌマエビ属  
(*Paratya improvisa* ヌカエビ?)
- ・ *Palaemon sinensis* チュウゴクスジエビ
- ・ *Palaemon paucidens* スジエビ
- ・ *Macrobrachium* テナガエビ属  
(*Macrobrachium nipponense* テナガエビ?)

カワリヌマエビ属は外来種のシナヌマエビもしくは在来種のミナミヌマエビだと考えられ、シナヌマエビの可能性が高い。カワリヌマエビ属は本研究で圧倒的に多く採集された。

ヌマエビ属は在来のヌマエビ、もしくはヌカエビだと考えられる。採集地点の環境は、池であり、河川の下流ではないため、ヌカエビの可能性が高い。また、テナガエビ属はテナガエビの可能性が高い。

#### 4.2 標本

確認できたエビ類の標本の中で最も古い標本は 2009 年に八幡川で採集されたカワリヌマエビ属であった。調査地域近辺の河川では、2009 年にはカワリ

ヌマエビ属がすでに侵入していたと考えられる。

また、2009 年に愛・地球博記念公園の敷地内の池で、ヌマエビ属とスジエビ属の標本が確認された(図 8 中段・左)。2009 年の愛・地球博記念公園の敷地内の池では、カワリヌマエビ属は侵入していなかったと考えられる。

#### 4.3 眼径と頭胸甲長の計測

計測した結果を図 10 に示す。本研究では合計 83 個体計測した。両種とも眼の長径が大きくなると頭胸甲長も大きくなる傾向が確認できた。しかし、測定値の分布が重なり明確な違いは見られなかった。スジエビとチュウゴクスジエビの眼の長径と頭胸甲長の関係に特異な差は無く、同定に利用するのは適していないと考えられる。

主観ではあるが、スジエビの眼に対して眼柄はチュウゴクスジエビのそれより明らかに太く感じる。ただし、これは眼と眼柄のみで種を判断できるということではない。

#### 4.4 分布調査

分布調査の結果、淡水エビが広く生息していることが分かった。多くの河川で在来淡水エビと外来淡水エビが混生しており、特に外来種と考えられるカワリヌマエビ属は非常に多く生息していることが分かった(図 7、図 8、図 9)。

広見川(図 8 右上)では、河川横断工作物の上流、下流それぞれで淡水エビ類を採集した。また高さ約 5 m の河川横断工作物の上流でもスジエビを採集した。よって、河川横断工作物は純淡水エビ類の分布拡大に与える影響は少ないと考えられる。

広見川では上流においてスジエビのみが採集され

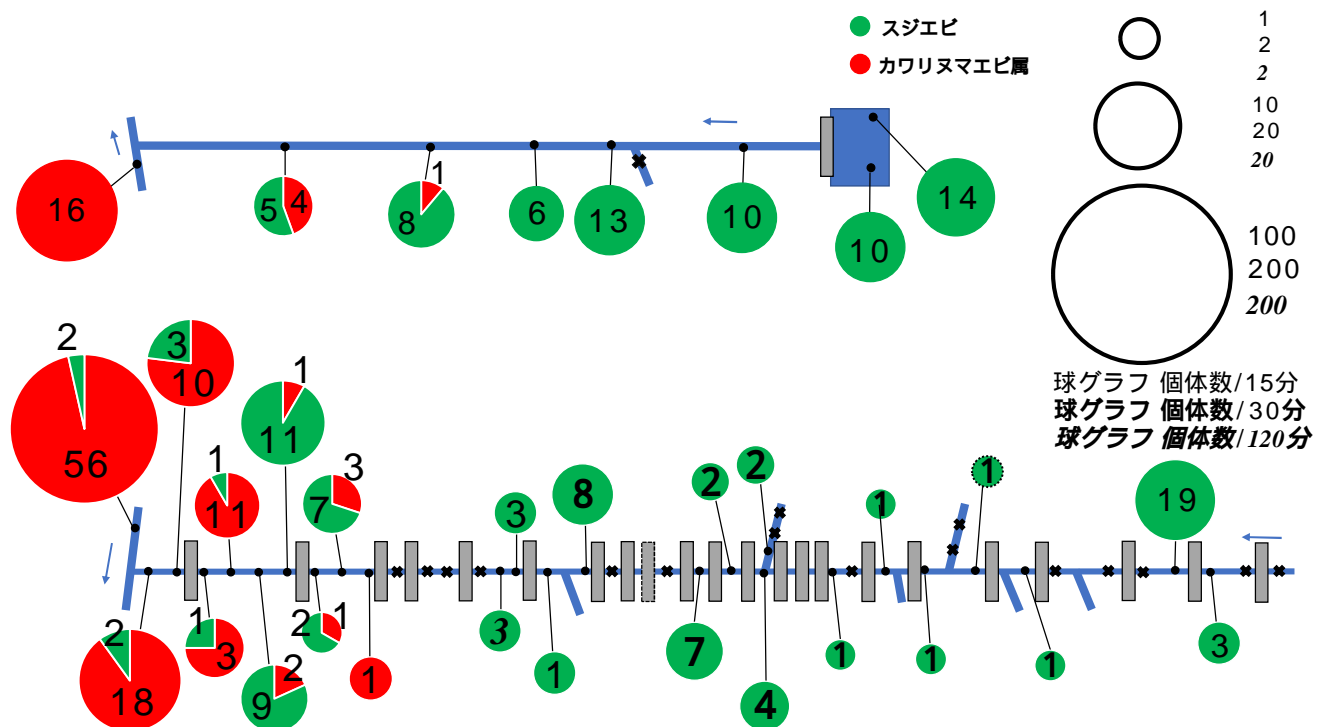


図 11 秋合川支流(上)と広見川(下)の模式図

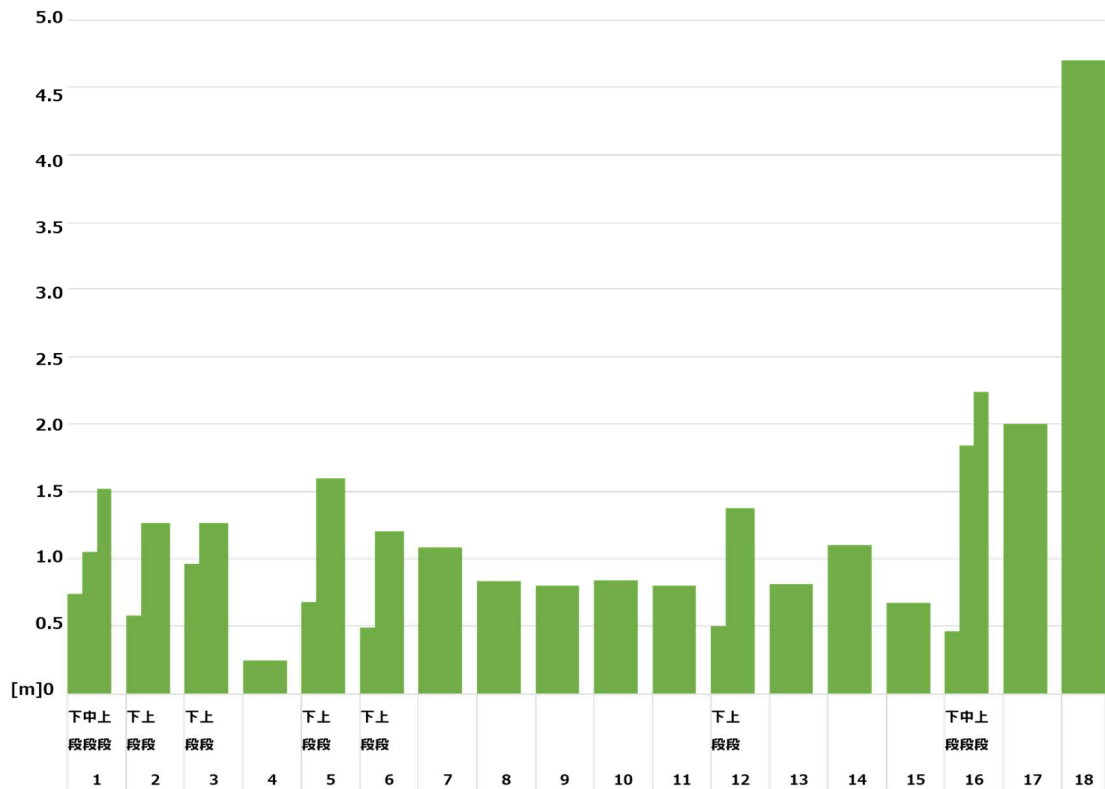


図 12 広見川における河川横断工作物の高さ

た。下流に行くときスジエビとカワリヌマエビ属が採集された。秋合川の支流も同様の傾向がみられた(図 11)。このことから、広見川と秋合川支流では、スジエビとカワリヌマエビ属の分布が分かれているように見える。

水生昆虫について、水温や標高によって分布が異なる (ward and stanford, 1982) ことが知られている。谷田 (1989) は水生昆虫について、流程分布の差異や季節や地理による違いを「大すみわけ」と呼んだ。これについて、内田 (1996) は、流程分布による違いは水生昆虫のカワゲラ類にもあてはまるとしている。

西田 (2016) は、水系単位で中上流域にヌカエビが、中下流域ではカワリヌマエビ属が分布し、上流のみでヌカエビのみ採集された地点が存在し、流程

に沿った勾配の変化が両種の生息条件に関係があることを示唆している。

本研究では、カワリヌマエビ属とスジエビの分布が分かれている理由ははっきりしないが、広見川と秋合川の支流で同時期に河川全体で水温、分布を調査することでわかるかもしれない。

また、広見川には河川横断工作物が存在するが、秋合川支流では上流の貯水池を除いて河川横断工作物は無く、貯水池の河川横断工作物より下流では広見川と同様の傾向がみられている。よって、スジエビとカワリヌマエビ属の分布の違いは、河川横断工作物の影響によるものとは考えにくい。

ヌマエビ属は愛・地球博記念公園の敷地内の池でのみ採集された。また、同地点でカワリヌマエビ属



写真 1 大洞砂防池 流出口の河川横断工作物



写真 2 吉田川 コンクリート製パイプカルバート (左・下流側 右・上流側)

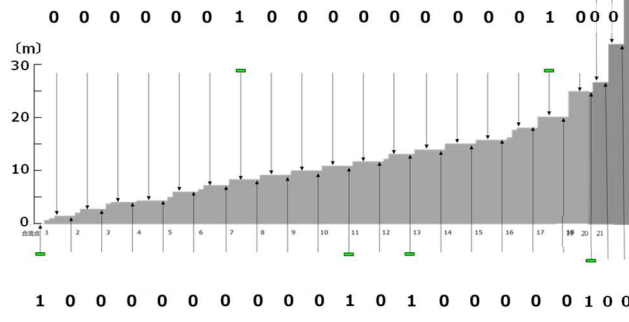
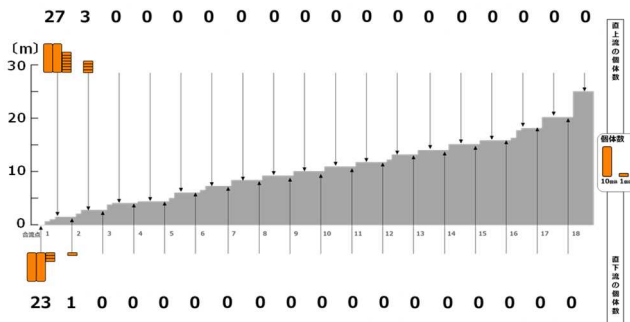
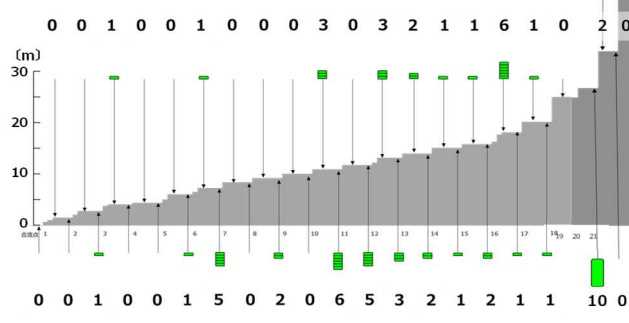
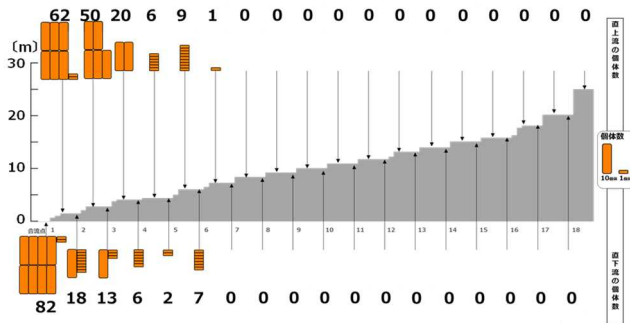
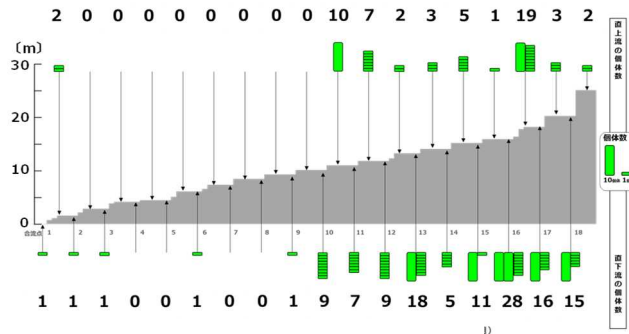
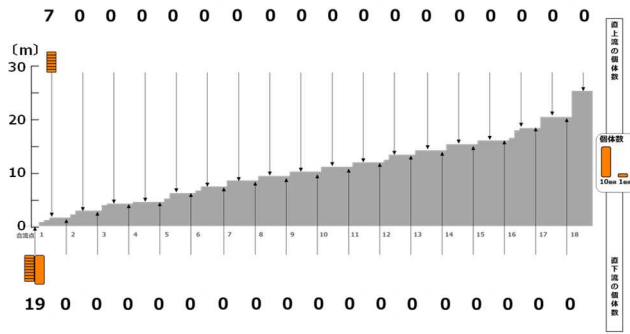


図 13 広見川におけるカワリヌマエビ属(左)とスジエビ(右)の季節ごとの流程分布(上段 7月・中段 9月・10月・下段 12月)

も採集された。標本調査から 2009 年には池には侵入していないと考えられる。よって、2009 年以降にカワリヌマエビ属が侵入したと考えられる。また、片山ほか(2017)が報告している置き換わりが起こる可能性があるため、継続して監視する必要がある。流出先の河川である香流川では、ヌマエビ属は採集されていない。

図 9 右において大洞砂防池ではエビは採集されなかった。しかし、砂防池の河川横断工作物の下流の薬師川ではカワリヌマエビ属が採集された。この砂防池の河川横断工作物(写真 1)はカワリヌマエビ属の遡上を防いでいる可能性がある。また、吉田川の調査では水の連続性が断たれているコンクリート製のパイプカルバート(写真 2)が存在していた。

下流側のパイプカルバートではその直上流、直下流でカワリヌマエビ属を採集したが、上流側のパイプカルバートでは直下流でのみカワリヌマエビ属を採集した。このことから、水の連続性が断たれてい

る地点でも遡上する可能性がある。

#### 4.5 河川横断工作物

広見川において 18 基の河川横断工作物を調査した結果を図 12 に示した。ただし、河川横断工作物の高低差と水平距離は表示していない。

最も高い河川横断工作物は No. 18 の 4.7 m の床固で、最も低い河川横断工作物は No.4 の 0.25 m の床固であった。また、一つの段差の高さが 1 m を超える河川横断工作物は No. 7, 14, 17, 18 の 4 基であり、複数の段差に分かれて高さが 1 m を超える河川横断工作物が No. 1, 2, 3, 5, 6, 12 の 6 基であった。

また、河川横断工作物の表面は、No.9 を除くすべての河川横断工作物において粗い状態であった。壁面以外にエビの足場になりそうな上下にかかる植物があった河川横断工作物は No. 1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 15 の 7 基であった。

#### 4.6 季節ごとの採集調査結果

調査結果を図 13 に示した。これは、下流から上流



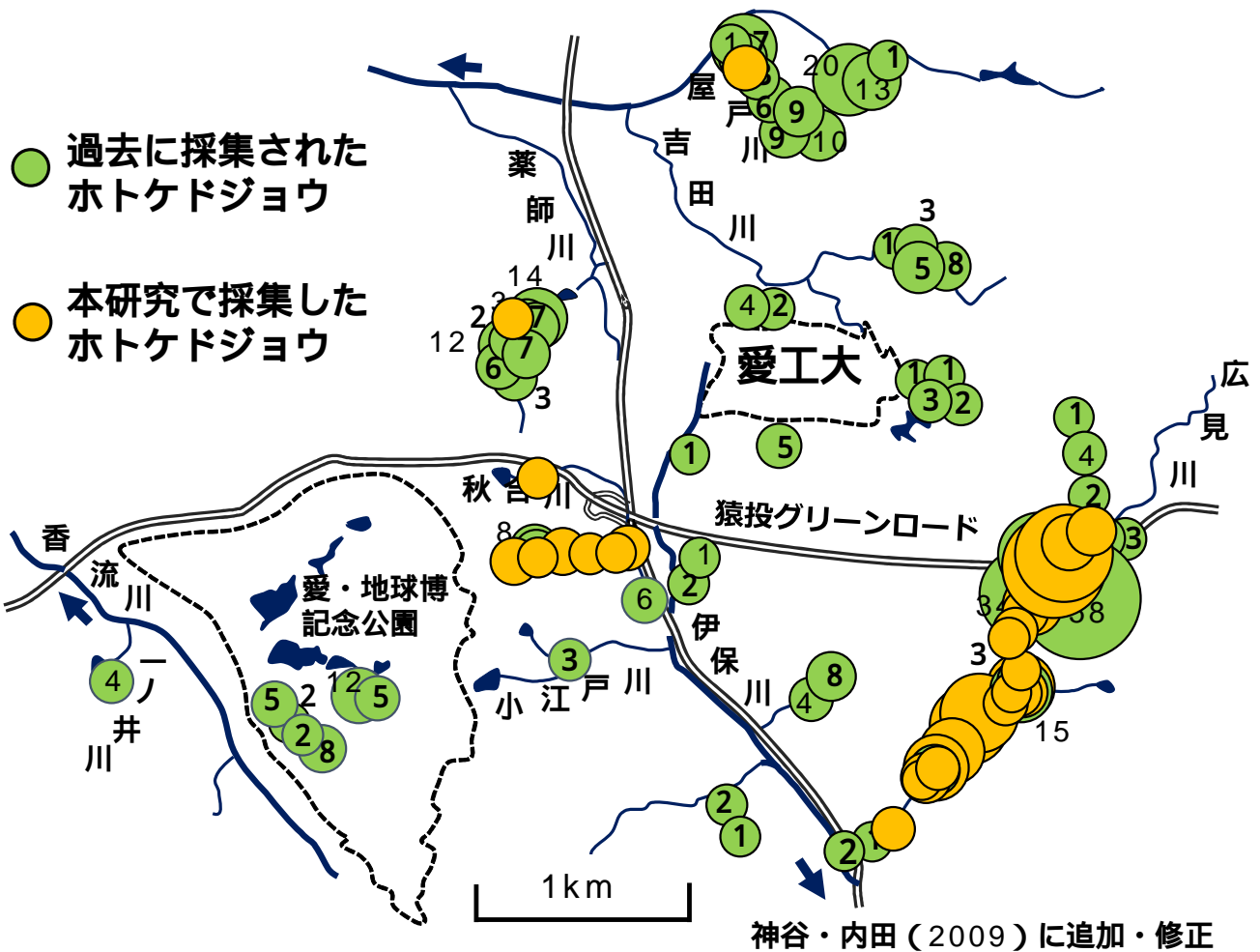


図 14 過去のホトケドジョウの分布記録と本研究で採集されたホトケドジョウの分布（神谷・内田に追加・修正）

にかけて、河川横断工作物の高さを加算したもので、図の上側の数字が河川横断工作物の直上流で採集できたエビの数、下川が河川横断工作物の直下流で採集できたエビの数である。ただし、河川の勾配や標高の変化は表していない。

7月の調査ではカワリヌマエビ属（図 13 左上）が No.1 の直上流と直下流のみで確認され、スジエビ（図 13 左上）が No. 10 の直下流～No. 18 の直上流で多数確認された。また、スジエビは各河川横断工作物の直上流・直下流で比べると直下流に多い傾向が見られた。

9月・10月の調査ではカワリヌマエビ属（図 13 中団 左）が No. 1 の直下流～No. 6 の直上流まで多数確認され、7月に比べて個体数、分布範囲ともに大きくなっていた。スジエビ（図 13 中団 右）は No. 11 の直下流～No. 20 の直上流まで確認され、7月に比べて個体数が大きく減少した。

12月の調査では、カワリヌマエビ属（図 13 左下）が No.1 の直下流～No. 2 の直上流で確認され、10月と比べて個体数、分布範囲ともに小さくなった。スジエビ（図 13 右下）はすべての地点で 0～1 個体のみであり、少なかった。

この調査では、カワリヌマエビ属・スジエビともに

その分布が季節により大きく変化していた。また、標本調査では確認できなかった No. 18 より上流の地点でもスジエビが確認できた。

スジエビ（図 13）は夏の調査にて最も多く採集され、秋、冬と減少していった。特に、冬の調査ではすべての地点が 0～1 個体であり、複数個体が採集された地点はなかった。

カワリヌマエビ属（図 13）は秋に最も多く採集され、分布の範囲が夏と比べて上流に拡大していた。冬は分布の範囲が秋と比べて下流に縮小した。

スジエビ・カワリヌマエビ属それぞれで季節ごとにその分布が河川横断工作物を越えて大きく変化したことから、陸封性淡水エビ類が河川横断工作物（カワリヌマエビ属 1m 前後、スジエビ 5m 以上）を越えて遡上している可能性が高い。また、陸封性淡水エビ類が越えた可能性と各河川横断工作物の表面の粗さと植物の有無との関係は認められなかった。

豊田市広見川において陸封性淡水エビ類は魚道の無い河川横断工作物を遡上することができる。このことから、魚道の設置による在来種の遡上の促進による効果や外来種の拡散を助長する悪影響はともに非常に小さいと考えられる。

ほかに、広見川の周辺には連続した水田があるこ

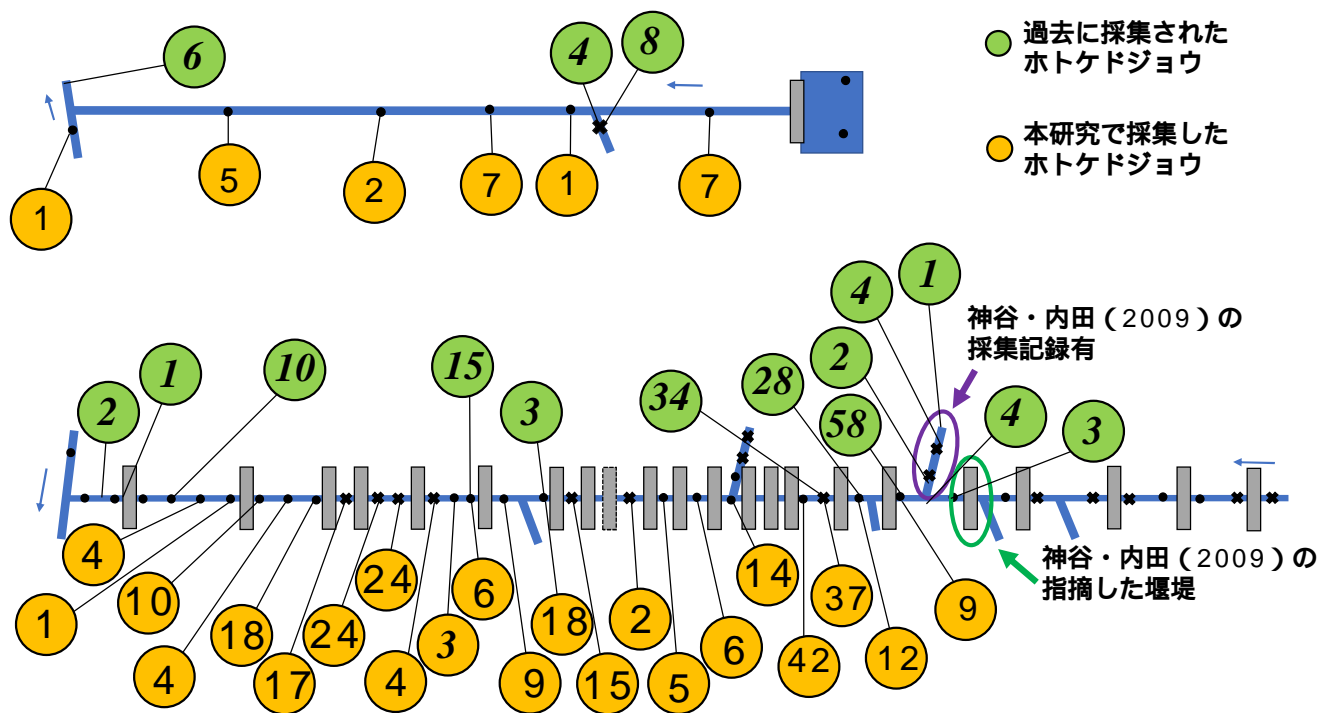


図 15 調査中に採集したホトケドジョウの地点を過去の採集記録合わせて示した秋合川支流と広見川の模式図

とから、護岸の取水口などから周囲の水田や水路に侵入し、そこを伝って遡上を行っているという可能性が考えられる。しかし、広見川の上流部の周囲に水田などの水場がない範囲でも分布の移動が確認できることや、水路では淡水エビ類の採集報告があるが水田では稀なこと（鹿野・山下, 2016; 三田村ほか, 2016）一般にエビ類は高水温に弱く水田の環境に適応しづらいことからこの可能性は低いと考えられる。

スジエビは7月の調査で最も多く採集され、河川横断工作物ごとにみると直上流よりも直下流で多く採集された。このことから、遡上のために河川横断工作物を越える機を見計らって待機していると考えられ、秋、冬にその傾向が見られないことから夏に遡上をしている可能性が高い。

本研究では調査できなかったが、春には夏に採集された地点より下流の No. 1~5 付近でも夏と同じ分布がみられる可能性があり、春も遡上している可能性がある。また、冬は採集された個体数が激減している。河川の外やさらに上流・下流に移動したとは考えづらく、なぜ減少したのかはわからない。

カワリヌマエビ属は秋の調査のみで大幅に個体数が増加し、分布が拡大していた。このことから、夏~秋に遡上したと考えられる。しかし、一般に淡水エビ類は卵から孵化した幼生が流下したのを取り戻すために稚エビが遡上するとされている（浜野ほか, 2005）。だが、カワリヌマエビ属に幼生の期間はなく、孵化した時点で成体と同じ形態のエビである。そのため、上記の理由での遡上の必要性は低く、何か別の理由があると考えられる。

また、カワリヌマエビ属は秋に上流に分布が拡大

したが、冬には分布が下流に分布が縮小した。このことから、秋~冬に流下を行ったと考えられる。しかし、この時期のカワリヌマエビ属はエビの形態であり幼生のように水流によって流下することは無いため、流下する理由がわからない。

前々段落と前段落の理由について、スジエビの遡上やカワリヌマエビ属の繁殖期との関連の可能性が考えられる。

カワリヌマエビ属とスジエビの分布を比べると本研究においてはその分布をはっきりと重なることはなかった。しかし、スジエビ・カワリヌマエビ属両方の春の分布を十分に調べることができなかったので、季節によっては分布が重なっている可能性がある。

#### 4.7 ホトケドジョウの採集記録の比較結果

神谷・内田(2009)が採集したホトケドジョウの地点と本研究で採集したホトケドジョウの地点を合わせて示した(図 14)。愛・地球博記念公園の敷地内の池や、椀貸池、吉田川では過去の採集記録はあるが、本研究では採集されなかった。

ホトケドジョウが多く採集された秋合川支流と広見川について、図 15 に詳細を示す。広見川の支流において、神谷・内田(2009)が採集した地点で本研究では採集されなかった。また、神谷・内田(2009)が指摘した広見川の河川横断工作物より上流では本研究においてもホトケドジョウは採集されていない。これは変わらず指摘された河川横断工作物がホトケドジョウの遡上の障害になっていると考えられる。

神谷・内田(2009)の指摘した、ホトケドジョウの遡上を妨げている可能性のある河川横断工作物の一つは落差 40 cm である。ここで、図 12 から広見川の

ほとんどの河川横断工作物が 40 cm を超える高さを有していることがわかる。よって、流下したホトケドジョウは遡上することができないと考えられる。

安易に魚道を設置すると下流にいる外来種を上流に移動させ、分布拡大を助長してしまう。その可能性がある場合、魚道を設置しないことが望ましい可能性がある（守山ほか、2006）。本研究では、広見川の調査時に、外来魚は採集されなかった。

魚道を整備するに値する環境が河川横断工作物の上流にあり、河川横断工作物が様々な水生生物の移動障害になっていることが魚道を整備する条件とされている（安田、2011）。また、事前にその河川にどのような水生生物が生息しているのか、季節ごとの流量の変化、整備予定場所より上流の生息環境、魚道の対象種の選定などを調べておく必要がある（安田、2011）。

分布調査(4.4)と季節変化(4.6)の結果と考察で、カワリヌマエビ属とスジエビの分布の違いは河川横断工作物の影響とは考えにくいと先述した。これらのことから、広見川において、河川横断工作物に魚道がついてもカワリヌマエビ属の流程分布への影響は小さいと考えられる。

よって、下流に生息しているカワリヌマエビ属の分布拡大を助長する可能性はあるが、絶滅危惧 1B 類であるホトケドジョウの保全のために広見川では、河川横断工作物に魚道をつけるべきだと考える。

## 5. まとめ

2022 年 3 月から 2024 年 1 月までに矢作川水系、愛・地球博記念公園、海上の森周辺および馬ヶ城貯水池周辺において、合計 156 地点で分布調査をした。

矢作川水系および愛・地球博記念公園と海上の森周辺の丘陵河川に淡水エビが広く生息していることが分かった。

河川の上流で在来淡水エビのみが生息している地点が確認された。

外来淡水エビと在来淡水エビが混生していることが多く、その場合は外来淡水エビが大量に生息している河川が多い。

カワリヌマエビ属とスジエビの分布が分かっているように見えるが河川横断工作物の影響とは考えにくい。

河川横断工作物が淡水エビ類の分布拡大に与える影響は小さいと考えられる。

標本調査から、2009 年には愛・地球博記念公園近辺にカワリヌマエビ属が侵入していたと考えられる。本研究において、愛・地球博記念公園の敷地内の池で、2009 年には採集されていなかったカワリヌマエビ属が採集された。在来淡水エビのヌマエビ属と置き換わる恐れがあるため、注視する必要がある。

スジエビ属の計測結果から、スジエビとチュウゴ

クスジエビの眼の長径と頭胸甲長の関係は同定に適していないと考えられる。しかし、眼と眼柄の大きさには違いが感じられた。

豊田市広見川において河川横断工作物を対象にその高さや表面の粗さや植物の有無、その直上流・直下流で陸封性淡水エビ類の流程分布の季節変化を調査した。

その結果、陸封性淡水エビ類の分布が季節によって河川横断工作物を越えて変化していた。そのため、陸封性淡水エビ類にとって広見川の河川横断工作物は遡上の障害にならない可能性が高い。また、河川横断工作物の表面の粗さや植物の有無と陸封性淡水エビ類の遡上の可能性には関係が認められなかった。

河川横断工作物が外来種の拡散を抑制する効果は陸封性淡水エビ類に関しては低い。そのため、河川横断工作物への魚道の設置を検討する際に、陸封性淡水エビ類への影響を考慮する必要性は低いと考えられる。

ホトケドジョウの採集結果を過去の採集記録と比較したところ、遡上を阻害しているとされた河川横断工作物の上流では本研究でも採集されなかった。また、ホトケドジョウは河川横断工作物をほとんど遡上できず、流下していると考えられるため、魚道を設置し保全することが急がれる。その際、事前にその河川に生息する水生生物や河川環境などを調べておく必要がある。

## 謝辞

馬ヶ城浄水場の調査において瀬戸市にご協力頂いた。愛・地球博記念公園での調査にあたっては、愛・地球博記念公園 管理事務所方々にご協力頂いた。また、エビ類の調査および同定には矢作川研究所の浜崎健児博士に多くのご助言を頂戴した。

本研究には愛知工業大学工学部土木工学科・生態研究室の次の卒研生の卒業研究の結果を含む。吉田圭吾君（2022 年度）、中川源悠君（2023 年度）。

ここに厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 浜野龍夫・林 健一（1992）徳島県志和岐川に遡上するヤマトヌマエビの生態。甲殻類の研究, 21: 1-13.
- 浜野龍夫・井手口 佳子・中田和儀（2005）山口県西田川における兩岸回遊性エビ類の幼生の流下と稚エビの加入。水産増殖, 53（4）: 439-446.
- 浜野龍夫・吉見圭一郎・林 健一・柿本 皓・諸喜田茂充（1995）淡水産（両側回遊性）エビ類のための魚道に関する実験的研究。日本水産学会, 61（2）: 171-178.
- 長谷川政智・池田 実・藤本泰文（2015）宮城県に侵入した淡水エビ：カワリヌマエビ属 *Neocaridina* spp. の分布拡大とヌカエビ *Paratya compressa*

- improvisa* への影響. 伊豆沼・内沼研究報告, 9: 47-56.
- 長谷川政智・森 晃・藤本泰文 (2016) 淡水エビのスジエビ *Palaemon paucidens* に酷似した外来淡水エビ *Palaemonetes sinensis* の宮城県における初確認. 伊豆沼・内沼研究報告, 10: 59-66.
- Hongjamrassilp, W., W. Maiphrom and D. T. Blumstein (2021) Why do shrimps leave the water? Mechanisms and functions of parading behaviour in freshwater shrimps, *Journal of Zoology*, 313, 87-98.
- 今井 正・小笠原長護・斎藤英俊 (2021) 豊田と大府市における淡水エビの外来種チュウゴクスジエビの記録. 矢作川研究, 25: 15-19.
- Imai, T. and T. Oonuki (2014) Records of Chinese grass shrimp, *Palaemonetes sinensis* (Sollaud, 1911) from western Japan and simple differentiation method with native freshwater shrimp, *Palaemon paucidens* De Haan, 1844 using eye size and carapace color pattern. *BioInvasions Records*, 3(3): 163-168.
- 鹿野雄一・山下奉海 (2016) ペットボトルトラップによる水田面の生物調査法と実践. 水土の知, 84(3): 211-214.
- 神谷真吾・内田臣一 (2009) 丘陵地小河川における簡易魚道を用いたホトケドジョウの遡上経路の再生への試み. 愛知工業大学研究報告, 44: 147-154.
- 片山 敦・佐藤僚介・吉川朋子 (2017) 東日本鶴見川水系におけるカワリヌマエビ属とヌカエビの急激な分布の変化. 自然環境科学研究所, 30: 5-12.
- 環境省 (2024) いきものログ (環境省絶滅危惧検索). <https://ikilog.biodic.go.jp/Rdb/env/> (2024年1月22日閲覧).
- 三田村 敏正・荒川明弘・岸 正弘・山田真孝・岡崎一博 (2016) 水中ライトトラップを利用した水田の水生昆虫調査. 北日本病虫研究会報, 63: 150-156.
- 三次充和・久本洋子・鈴木廣志 (2021) 千葉県房総半島より確認された外来カワリヌマエビ属の一種の外部形態, 遺伝子情報および生活史. *CANCER*, 30: 1-9.
- 三矢泰彦・濱野龍夫 (1988) 魚道のないダムが十脚甲殻類の流程分布に与える影響. *日本水産学会誌*, 54(3): 429-435.
- 守山拓弥・藤咲雅明・水谷正一・後藤 章 (2006) 新設された魚道における魚類の遡上が上流の農業用小河川の魚類相におよぼす影響. *農業土木学会論文集*, 245: 123-124.
- 中田和義・浜野龍夫・天野邦彦・三輪準二 (2011) 淡水エビ類の生態と保全. エビ・カニ・ザリガニ - 淡水甲殻類の保全と生物学, 川合唯史・中田和義 (編著): 148-166. 生物研究社, 東京.
- 西田一也 (2016) 相模川城山ダム下流域における在来生物ヌカエビと外来生物カワリヌマエビ属エビ類の流程分布. *神奈川自然史資料*, 37: 21-24.
- 丹羽信彰 (2010) 外来輸入エビ, カワリヌマエビ属エビ (*Neocaridina* spp.) および *Palaemonidae* spp. の輸入実態と国内流通ルート. *CANCER*, 日本甲殻類学会, 19: 75-80.
- 丹羽信彰・横山達也 (1997) トリパンプルーおよびトリパンレッド標識法によるミナミヌマエビの遡上生態観察. *水産増殖*, 45(4): 437-443.
- Onuki, K. and Y. Fuke (2022) Rediscovery of a native freshwater shrimp, *Neocaridina denticulate*, and expansion of an invasive species in and around Lake Biwa, Japan: genetic and morphological approach. *Conservation Genetics*, 23: 967-980.
- 大貫貴清・鈴木伸洋・秋山信彦 (2010) 静岡県浜松市の溜池で新たに発見された移入種 *Palaemon sinensis* の雌の生殖周期. *水産増殖*, 58: 509-516.
- 斎藤英俊 (2018) 外来釣り餌動物チュウゴクスジエビ *Palaemon sinensis* の流通に及ぼす新輸入防疫制度の影響. *日本水産学会誌*, 84(1): 87-93.
- 七里浩志・渾川直子・市川竜也・樋口文夫 (2017) 横浜市内における外来性スジエビ近似種 *Palaemonetes sinensis* の確認状況について. *横浜市環境科学研究所報*, 41: 45-49.
- 白金晶子・浜崎健児 (2018) 矢作川中流における淡水産エビ・カニ類の生息状況. 矢作川研究, 22: 45-50.
- 谷田一三 (1989) 「すみわけ」論再考. 日本の水生昆虫種分化とすみわけをめぐって, 柴谷篤弘・谷田一三編: 1-16. 東海大学出版会, 東京.
- 豊田幸詞・関 慎太郎 (2014) 日本産淡水性・汽水性甲殻類 102 種 日本の淡水性エビ・カニ. 誠文堂新光社, 東京.
- 内田臣一 (1996) 多摩川水系におけるカワゲラ類の微生物場所, 流程分布, 垂直分布. *海洋と生物*, 18: 441-446.
- Ward J. V. and J. A. Stanford (1982) THERMAL RESPONSES IN THE EVOLUTIONARY ECOLOGY OF AQUATIC INSECTS. *Annual Review of Entomology*, 27: 97-117.
- 安田陽一 (2011) 技術者のための魚道ガイドライン-魚道構造と周辺の流れからわかること-. 北海道魚道研究会 (編), コロナ社, 東京.