

# 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

Assignment of two net-spinning caddisfly (Insecta, Trichoptera) species,  
*Stenopsyche marmorata* (Stenopsychidae)  
and *Macrostemum radiatum* (Hydropsychidae),  
to the succession of benthic macroinvertebrates  
in the riffles of Yahagi River, central Honshu, Japan

岡田和也<sup>1)</sup>・内田臣一<sup>2)</sup>

Kazuya OKADA<sup>1)</sup> and Shigekazu UCHIDA<sup>2)</sup>

## 要 約

矢作川中流の瀬において2001~2014年に4調査地で底生動物群集を調べた。各調査地では、出水による自然の攪乱、あるいは人為的な攪乱によって河床の安定の程度が異なると考えられる箇所が隣接していたので、両箇所でも底生動物を採集して比較した。攪乱された箇所では攪乱の約1ヶ月から約1年後にヒゲナガカワトビケラが優占していた。その後、再び調べた調査地では同じ箇所でも約6ヶ月から約2年後にオオシマトビケラが優占する群集へ変わっていた。攪乱されなかった箇所ではオオシマトビケラが継続的に優占する傾向があった。これらのことから、矢作川中流の瀬では、底生動物群集の遷移において造網性トビケラ類が優占する極相に至った時、優占種はオオシマトビケラになる可能性が高い。また、文献から矢作川中流でオオシマトビケラが優占するようになったのは比較的新しく、1990年代以後であることがわかった。

キーワード：造網性トビケラ類、ヒゲナガカワトビケラ、オオシマトビケラ、遷移、極相

## はじめに

矢作川は標高1908 mの大川入山（長野県）を源流として愛知県中央部を流れ、三河湾に注ぐ一級河川である（図1）。矢作川のような上流に急峻な山地を持つ自然状態の河川では、出水時に多量の土砂が移動する。しかし、矢作川中・下流では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砂礫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化という現象が起こったことで、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; 中村・内田, 2003; 辻本ほか, 2002; 内田臣一ほか, 2001, 2002）。この砂礫の移動の減少には、1955年頃から1995年まで越戸、阿摺、百月の各ダム貯水池内で砂利採取が行われた（新見, 1999; 芝村・小川, 2002a）ことも影響していると考えられる。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でも河床への攪乱が減り（北村ほか, 2001）、さらなる河床の安定を促したと考えられる。

このように河床が安定すると、河川の瀬の底生動物群

集において造網性トビケラ類が増加すると言われている（小倉・河川生態学術研究会多摩川研究グループ, 2003; 沖野・河川生態学術研究会千曲川研究グループ, 2006; Miyake and Akiyama, 2012; 三宅, 2013）。矢作川でも特に中流において造網性トビケラ類が優占して生息している（小川ほか, 2003）。

造網性トビケラ類の幼虫は礫面や礫間に固着性の巣を作り、その上流側に捕獲網を張る。このため、造網性トビケラ類は他の生活様式の水生昆虫に比べ、はるかに大きな礫面・礫間の空間を占有し、他の生活様式の水生昆虫に多大な影響を与えられ（津田, 1959, 1962a, b; 津田・御勢, 1964; 御勢, 1972）。一方で造網性トビケラ類の巣と網は、他の生活様式の水生昆虫に新たな生息場所を提供しているとも考えられる（谷田, 1995; Nakano et al., 2005）。また、造網性トビケラ類が増加すると、礫間の巣が礫をつなぎ止めることにより礫が動きにくくなり（田代ほか, 2004, 2005）、さらなる河床の安定を促すと考えられる。

この造網性トビケラ類の巣を他の底生動物は容易には破壊できないので、河床の安定が続いて造網性トビケラ類が営巣できる礫面・礫間が利用しつくされた時、河

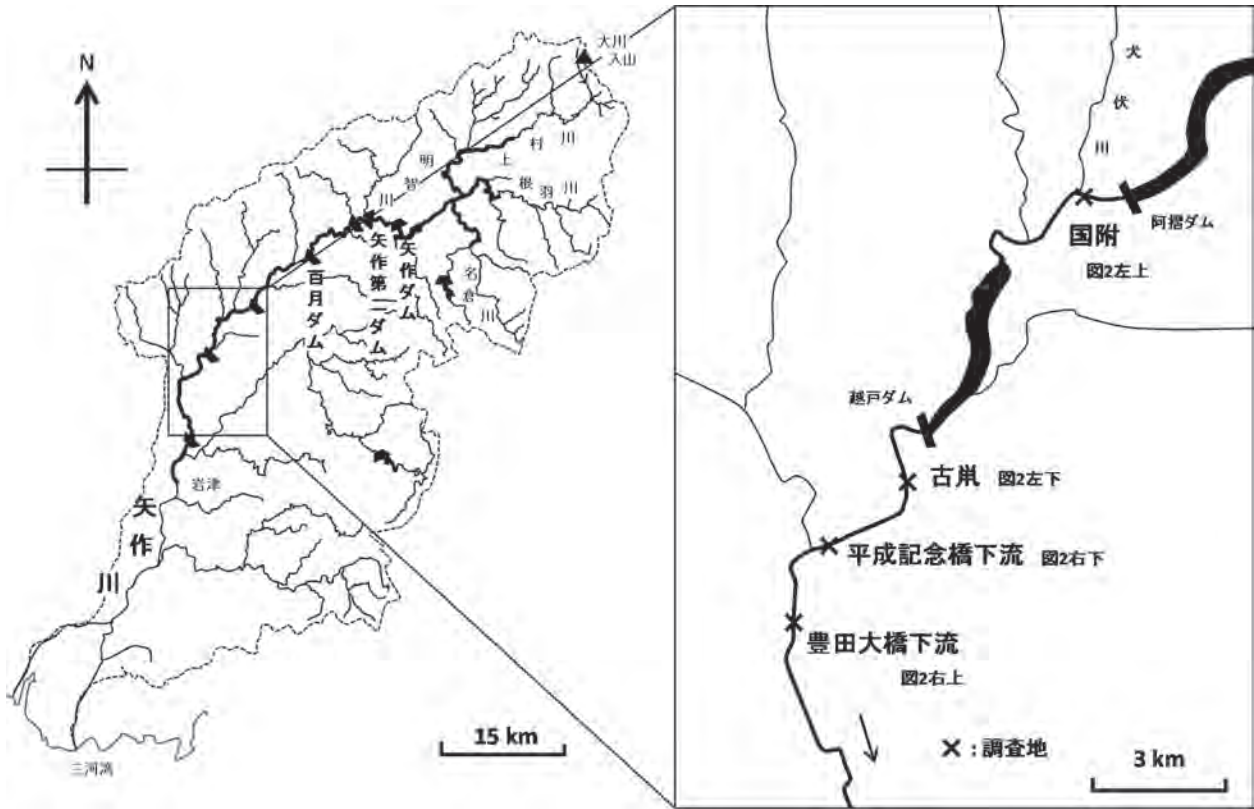


図1 矢作川における調査地の位置（太線部分は本研究でいう「中流」の範囲）

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* が優占する群集であるという仮説が提唱されている（津田, 1962a, b; 津田・御勢, 1964; 津田・小松, 1964; 御勢, 1968, 1972; 御勢ほか, 2002）.

底生動物群集において造網性トビケラ類が優占している矢作川中流の一部区間においては、カワシオグサ *Cladophora glomerata* など大型糸状緑藻の大繁茂（野崎・内田, 2000; 田中, 2000; 内田, 2002; 内田朝子ほか, 2002; 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（内田, 2005; 内田ほか, 2007; 白金ほか, 2012）, 外来の水草オオカナダモ *Egeria densa* の大繁茂（内田, 2010, 2013, 2014; 酒井ほか, 2013; 内田ほか, 2014）が生物の異常発生として問題となっている。これらの問題も河床への攪乱が乏しく、河床が過度に安定していることに、少なくとも一部は原因があるのではないかと示唆されている（田中, 2000; 北村ほか, 2001; 辻本ほか, 2002; 内田朝子ほか, 2002; 内田, 2005; 豊田市矢作川研究所, 2008; 内田ほか, 2014）.

1995～1998年には、これらの問題が起こっている矢作川中流の一部区間で、河床の攪乱を促進させることを目的に、砂利投入実験が行われた（田中, 2000）. この実

験が大型糸状緑藻と底生動物へ与えた影響を調べた結果、その効果は顕著には認められなかった（内田, 1997, 1998, 1999, 2000）.

一方、その上流にある矢作ダムには、本来のダム機能を損なう恐れがあるほどの土砂が堆積している。特に2000年9月の東海豪雨（恵南豪雨）では、平年の約10年分になる約280万 m<sup>3</sup>の土砂がダム貯水池に流れ込んだ。そこで、国土交通省矢作ダム管理所は、堆砂へ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の建設によって、矢作ダムより下流に流下する土砂量が増加することによる影響や効果を把握するため、2006年から矢作ダム下流の2地点（小渡、池島）で置き土実験が行われた（小野, 2008; 国土交通省 矢作ダム管理所, 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、流量に合わせて排出する土砂量のコントロールができる給砂施設を設置することが検討されている（国土交通省 豊橋河川事務所, 2015）. これら置き土実験、給砂施設の設置、さらには土砂バイパストンネルの建設と運用は、砂利投入実験と同様に、河床の攪乱を促進する結果をもたらすと考えられる。

これら河床の攪乱を促進することになる事業の影響や

効果については、土砂移動量などの物理的な指標によって評価するだけでなく、水生生物を調べることによって、その生息環境を評価することも必須である。すでに置き土実験に対しては、魚類、底生動物、付着藻類を調査し、土砂の流下による影響や効果を評価・検討することが試みられた（国土交通省 矢作ダム管理所, 2009; 清原・高柳, 2011）。しかし、矢作川において水生生物を用いてこのような評価を行う手法はいまだ確立されているとはいえない。底生動物においても現在優占している造網性トビケラ類各種が、河床への攪乱との関係で、底生動物群集の遷移においてどのように位置付けられるのか、明らかになっていない。

そこで本研究では、土砂バイパストンネル建設など河床の攪乱を促進することになる事業の影響や効果を評価する手法を開発するための基礎資料を得ることを目的として、2001～2014年に矢作川中流の瀬の4調査地で、河床の攪乱に着目して底生動物群集を調べた。また、文献により過去の矢作川中流における造網性トビケラ類の記録も調べた。そして、それらの結果に基づき、造網性トビケラ類のうち、矢作川中流で主要な種であるヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* Navás, 1920 とオオシマトビケラ *Macrostemum radiatum* (McLachlan, 1872) について、遷移における位置付けを検討することにした。

なお、本研究では矢作川中流の範囲として、造網性トビケラ類の生息に適した、河川規模がある程度大きく（集水面積が100 km<sup>2</sup>程度より広い）、しかも瀬の河床が大礫（粒径64～256 mm）以上の大きな礫から成る次の区間を指すことにする：上村川は横道の上村発電所、根羽川は大野瀬、名倉川は稲武の付近より下流、本流は岩津の天神橋の付近より上流。

また、本研究では谷田（1995）と谷田ほか（2005）に従ってヒゲナガカワトビケラ科 *Stenopsychidae*、シマトビケラ科 *Hydropsychidae* などシマトビケラ上科 *Hydropsychoidea* に属する9科を造網性トビケラ類とした。造網性トビケラ類の分類学的な扱いは、谷田ほか（2005）に従った。

本研究で用いた標本は愛知工業大学 土木工学科 河川・環境研究室に保存されている。ただし、国附の一部、豊田大橋下流の標本は所在が確認できていない。

## 調査地と方法

### 底生動物調査

矢作川中流の後述の4調査地（国附、古巣、豊田大橋

下流、平成記念橋下流, 図1, 2）では、自然の出水により、あるいは人工的な改変により、瀬の河床の砂礫が近い過去に移動した箇所と移動しなかった箇所が隣接していたと考えられる。また、平成記念橋下流では、人力で河床に攪乱を与える実験を行った。これらの調査地で攪乱箇所と非攪乱箇所を比較できるように底生動物を採集した。

4調査地における採集はいずれも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）により行った。ネットに入った底生動物、砂礫、落葉・落枝などから砂礫を除き、網目内径約0.7 mmの金属製のふるいにかけて、現地で80%エタノール中に保存した。現地から実験室へ持ち帰った底生動物および落葉・落枝などから双眼実体顕微鏡（SMZ645, Nikon）を用いて底生動物を取り出した。その底生動物を造網性トビケラ類とその他の底生動物に分け、造網性トビケラ類をヒゲナガカワトビケラ属、オオシマトビケラ、その他の造網性トビケラ類に分け、それぞれの湿重量を測定した。これらの調査地で採集されたヒゲナガカワトビケラ属標本を、本稿を脱稿前に再確認したところ、チャバネヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche sauteri* Ulmer, 1907 は含まれておらず、幼虫・蛹のすべてがヒゲナガカワトビケラであった。ただし、一部の標本（先述の国附の一部、豊田大橋下流）は所在不明で種の再確認ができていない。しかし、チャバネヒゲナガカワトビケラは含まれていたとしても少数と考えられるので、結果・考察の記述ではすべてヒゲナガカワトビケラとして扱うことにした。

### 各調査地での攪乱の様相と調査時期との関係

#### 1. 国附（豊田市国附町, 図2左上）

この調査地では2000年9月の東海豪雨による出水で新たに中州ができた（梅村, 2001）ことから大規模な攪乱があったと考えられる。また、2003年8月9日も台風19号による出水で中規模の攪乱があったと考えられる。調査は2000年9月の攪乱から約1年後の2001年10月から2004年12月までほぼ1年おきに行った。2003年10月の調査は、前々月の中規模の攪乱の直後にあたる。いずれの出水でも2000年9月に形成された中州の右岸と左岸では砂礫移動の程度が異なっていたと考えられる。これは、中州の右岸では2回の出水後には河床の礫が新鮮であり、中州の左岸では付着藻類・蘚類が常に厚く付着していたことから推察される。この隣接する2箇所（中州右岸・左岸）でそれぞれ4方形枠を設け、底生動物を採集

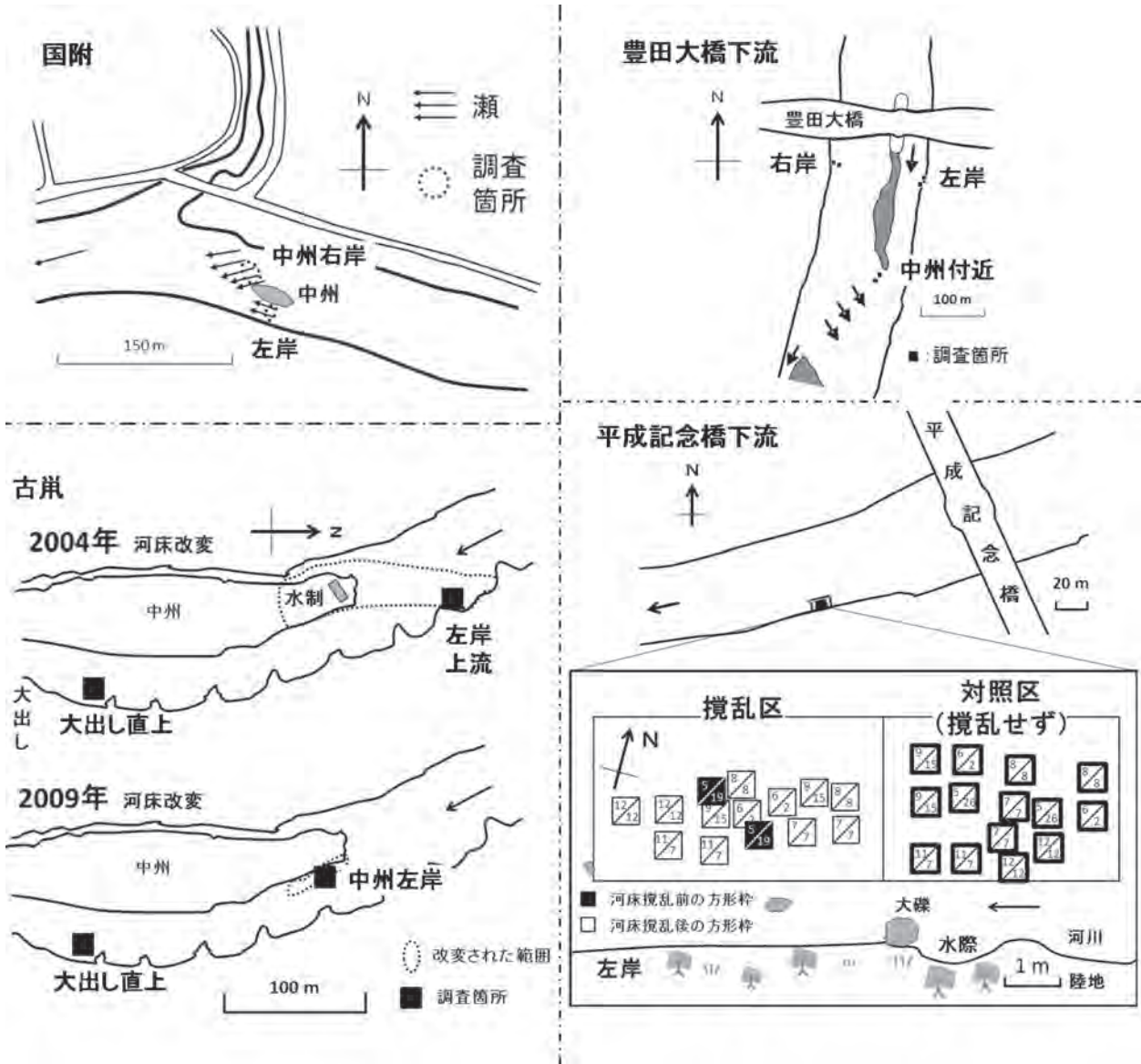


図2 調査地の詳細図（平成記念橋下流の拡大図において方形枠内の数字は採集の月／日）

して比較した。

2. 古巖（豊田市扶桑町，図2左下）

2004年2月末から3月初めに中州への水制の設置に伴って重機で河床が攪乱された（アユ漁場整備としての河床の天地返し，芝村・小川，2002b）。また，2009年3月にも治水目的の小規模の低水路掘削が行われた。そこで，攪乱された箇所（2004年は左岸上流，平戸橋下流0.5 km 左岸，2009年は中州左岸，平戸橋下流0.6 km）と，その下流の攪乱されなかった箇所（2004・2009年ともに大出し直上，平戸橋下流0.8 km 左岸）でそれぞれ2方形枠を設け，2004年の調査では4月，6月，7月8日，7月26日，8月，12月，翌年1月に，2009年の調査では4月から10月までおよそ1月おきに底生動物を採集して比較した。

3. 豊田大橋下流（豊田市白浜町・千石町，図2右上）

2007年11月の調査時に河床の礫を観察したところ右岸

と中州付近では付着藻類が少なかった。また，同時に調べたカワヒバリガイの固着状況は右岸と中州付近で少なかった。この調査が行われる4ヶ月前の2007年7月にやや大きな出水があったので，右岸と中州付近では河床が動いたと考えられる。一方，左岸では付着藻類が多く，カワヒバリガイも大型のものを多く固着していたので，この出水でも河床が動かなかったと考えられる。この隣接する3箇所（右岸，中州付近，左岸）でそれぞれ2方形枠を設け，底生動物を採集して比較した。

この調査地の標本は所在が確認できていないため，データが残っている造網性トビケラ類の湿重量のみを結果で示した。

4. 平成記念橋下流（豊田市川田町，平成記念橋下流左岸，図2右下）

この調査地においては，重機ではなく人力による小規

模な攪乱を実施した。人力による河床の攪乱には長さ約60 cmの鋼製のバールと長さ1 mのスコップを用い、はまりこんだ礫の隙間にそれらを差し込んで約30 cm掘り返して礫に付着していた底生動物をこそぎ落とした後、礫を元の場所に戻し、流れ去ってしまった細粒の砂礫を補充するために戻した礫の上に水際で掘り起こした細粒の砂礫をまいた。

攪乱を実施した河床と攪乱を実施しなかった河床について、2014年5月19日の攪乱後の変化をほぼ1月おきに2014年12月まで調査した。ただし、10月は増水が続いたため調査できなかった。

調査地付近の河床は、人力による攪乱前には、どこも粗粒の礫がはまりこんでいて河床が固く大型糸状緑藻が繁茂していたことから、一様に河床が安定していたと思われる。この場所で、河床をそのままにした対照区と人力により河床を攪乱した攪乱区とを設け、それぞれ2方形枠で底生動物を採集した。その際、6月以後の方形枠は、採集によって河床が攪乱されてしまった所で再び採

集してしまうことを避けるため、位置が重複しないように設置した。

## 文献調査

矢作川中流で1955～2004年に造網性トビケラ類を調べた結果を記した文献から、矢作川中流における造網性トビケラ類の移り変わりを推定した。

## 結果

### 底生動物調査

#### 1. 国附 (図3)

2001, 2002, 2003, 2004年の4回の調査ともに中州右岸でも左岸でも底生動物の現存量が20 g/m<sup>2</sup>以上と多く、その中で造網性トビケラ類が優占していた。しかし、造網性トビケラ類の内訳は、2000年9月と2003年8月に攪乱されたと考えられる中州右岸で次のように大きく

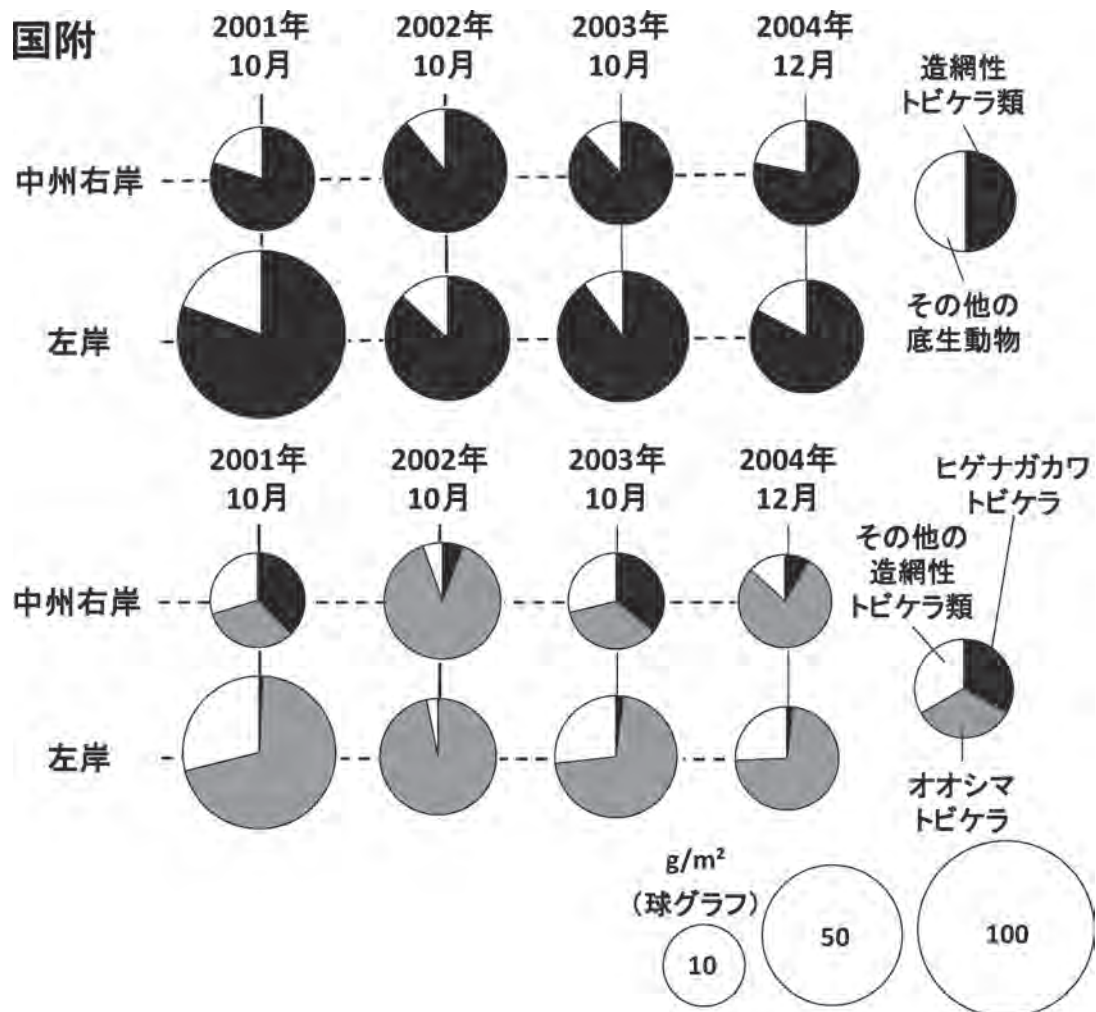


図3 国附における底生動物の現存量とそれに占める造網性トビケラ類の割合 (上) および造網性トビケラ類の種類別現存量 (下) (4 方形枠の平均)

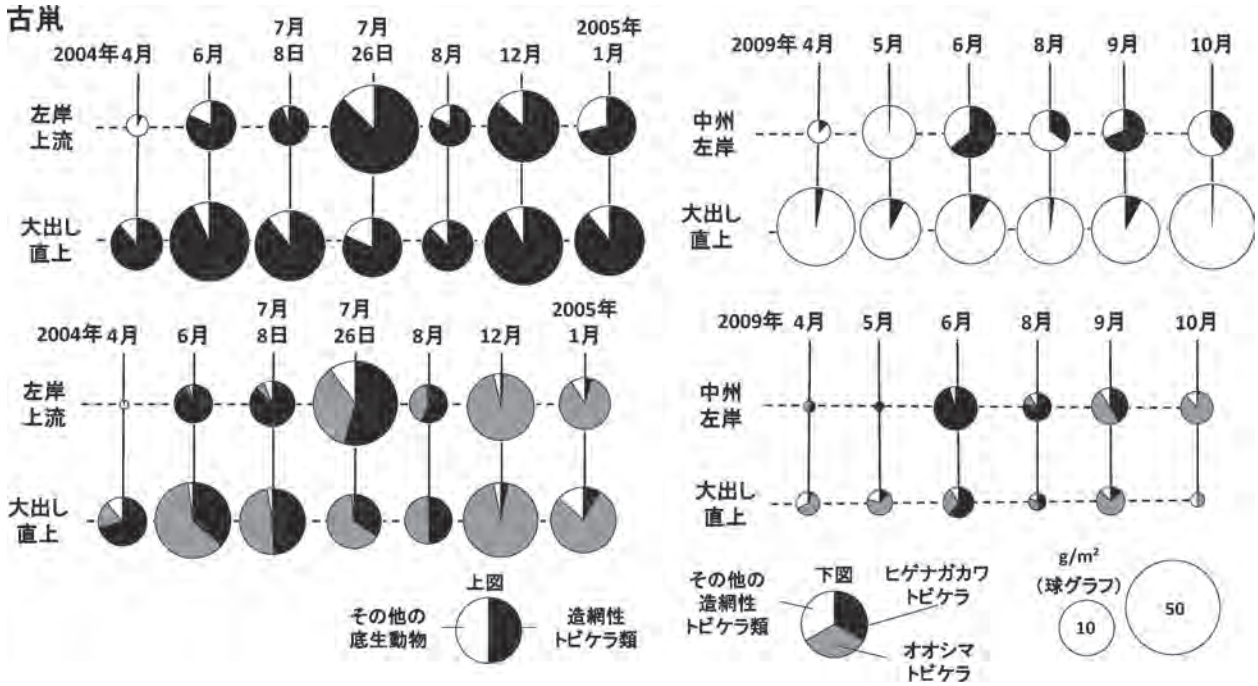


図4 古巣(左2004年, 右2009年)における底生動物の現存量とそれに占める造網性トビケラ類の割合(上)および造網性トビケラ類の種類別現存量(下)(2方形枠の平均)

変化した。2001年10月にはヒゲナガカワトビケラとオオシマトビケラがどちらも35%程度であった。その後、2002年10月にはオオシマトビケラが89%を占めていた。しかし、2003年10月には再びヒゲナガカワトビケラとオオシマトビケラがどちらも35%程度となり、2004年12月にはオオシマトビケラがもう一度多くなり、78%を占めるようになった。それに対し、攪乱されなかったと考えられる左岸ではヒゲナガカワトビケラは常に5%以下と非常に少なく、オオシマトビケラが70%以上を占めていた。

2. 古巣(図4)

2004年の河床攪乱の約2ヶ月後である4月には、攪乱された箇所(左岸上流)では、底生動物の現存量が0.6 g/m<sup>2</sup>と極めて少なく、ユスリカ類とカゲロウ類が多かった。その後、6月には底生動物の現存量が3.9 g/m<sup>2</sup>まで多くなり、6月以降は造網性トビケラ類が優占していた。その造網性トビケラ類の内訳をみると、6月と7月8日にはヒゲナガカワトビケラが約90%を占めていたが、7月26日と8月にはヒゲナガカワトビケラが50%程度、オオシマトビケラが40%程度を占めていた。その後、12月にはオオシマトビケラが約90%を占め、翌年1月も同様であった。

一方、攪乱されなかった箇所(大出し直上)では4~12月と翌年1月にかけて現存量は、常に8 g/m<sup>2</sup>以上と多く、常に造網性トビケラ類が優占していた。その内訳をみると、4月、7月8日、8月にはヒゲナガカワトビケ

ラがやや多く(それぞれ71%, 49%, 49%), オオシマトビケラがほとんど卓越しない(それぞれ18%, 48%, 51%)傾向があるものの、他の6月、7月26日、12月、1月にはオオシマトビケラが優占していた(それぞれ62%, 64%, 94%, 78%)。

2009年に攪乱された箇所(中州左岸)では河床攪乱直後の4月に底生動物の現存量が0.7 g/m<sup>2</sup>と極めて少なかった。5月には底生動物の現存量が9.5 g/m<sup>2</sup>まで多くなったが、造網性トビケラ類は極めて少なかった。その後、6~10月にかけての現存量は5.0 g/m<sup>2</sup>程度と多くはないものの、造網性トビケラ類の割合は30~60%程度であった。その内訳をみると、ヒゲナガカワトビケラは95%から78%, 42%, 2%と減少し、逆にオオシマトビケラは0%から13%, 49%, 87%と増加していた。

一方、攪乱されなかった箇所(大出し直上)では4~10月にかけて現存量が10 g/m<sup>2</sup>以上と多かった(その多くはカワヒバリガイ)。造網性トビケラ類の内訳では、オオシマトビケラが4月62%, 5月67%, 9月74%, 10月50%, と多かった。ただし、6月と8月はそれぞれオオシマトビケラ31%, 37%に対してヒゲナガカワトビケラが60%, 45%とより多かった。

3. 豊田大橋下流(図5)

右岸では造網性トビケラ類が0.8 g/m<sup>2</sup>と極めて少なかった。また、中州付近では造網性トビケラ類が38 g/m<sup>2</sup>と多く、その内訳ではヒゲナガカワトビケラが94%を占めていた。左岸では造網性トビケラ類が21 g/m<sup>2</sup>と多く、

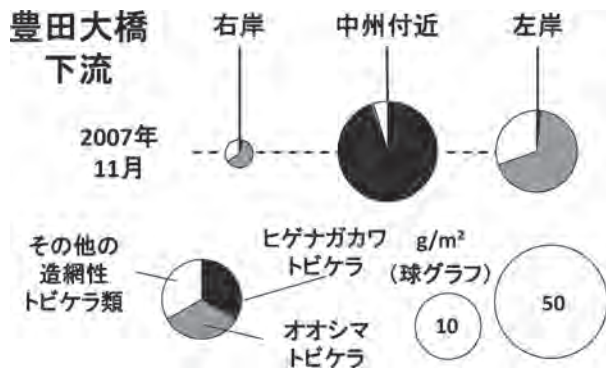


図5 豊田大橋下流における造網性トビケラ類の種類別現存量（2方形枠の平均）

その内訳ではオオシマトビケラが68%を占めていた。

#### 4. 平成記念橋下流（図6）

攪乱区では造網性トビケラ類の内訳をみると、人力による河床攪乱を行う前の5月にはオオシマトビケラが54%を占めていたが、攪乱後の6月には代わってヒゲナガカワトビケラが51%以上を占め、7月72%、8月78%とヒゲナガカワトビケラが多い状態が続いた。ところが、9月には再びオオシマトビケラが93%を占め、11月と12月にも約70%を占めていた。

対照区では5月には造網性トビケラ類が少なかったものの、その内訳ではオオシマトビケラが70%を占めていた。6月にはヒゲナガカワトビケラとオオシマトビケ

ラがどちらも45%程度、7月にはヒゲナガカワトビケラが55%、オオシマトビケラ12%とオオシマトビケラが一時的に少なかったが、その後、8~12月にはオオシマトビケラがそれぞれ54%、92%、85%、51%を占めて優占する状態が続いた。

### 文献調査

矢作川中流における造網性トビケラ類の最も古い記録は、1955年8~9月に根羽川の大野瀬、本流の笹戸などで採集された際のもので、ヒゲナガカワトビケラ (*S. griseipennis* として)、チャバネヒゲナガカワトビケラ (*Parastenopsyche sauteri* として)、シマトビケラ属 *Hydropsyche* などが確認された (上山, 1956; 広, 1958; Hiro, 1964)。

その後、広 (1963, 1966) は1960, 1961年に矢作川中流の多数の地点において水生昆虫を調査し、造網性トビケラ類ではヒゲナガカワトビケラ、チャバネヒゲナガカワトビケラ、オオシマトビケラ (*Macronema radiatum* として)、シマトビケラ属などを採集した。ただし、オオシマトビケラは1地点 (富田の瀬 図1, 犬伏川合流点付近、本研究の調査地「国附」と同じ) で少数 (3個体) しか採集されなかった。

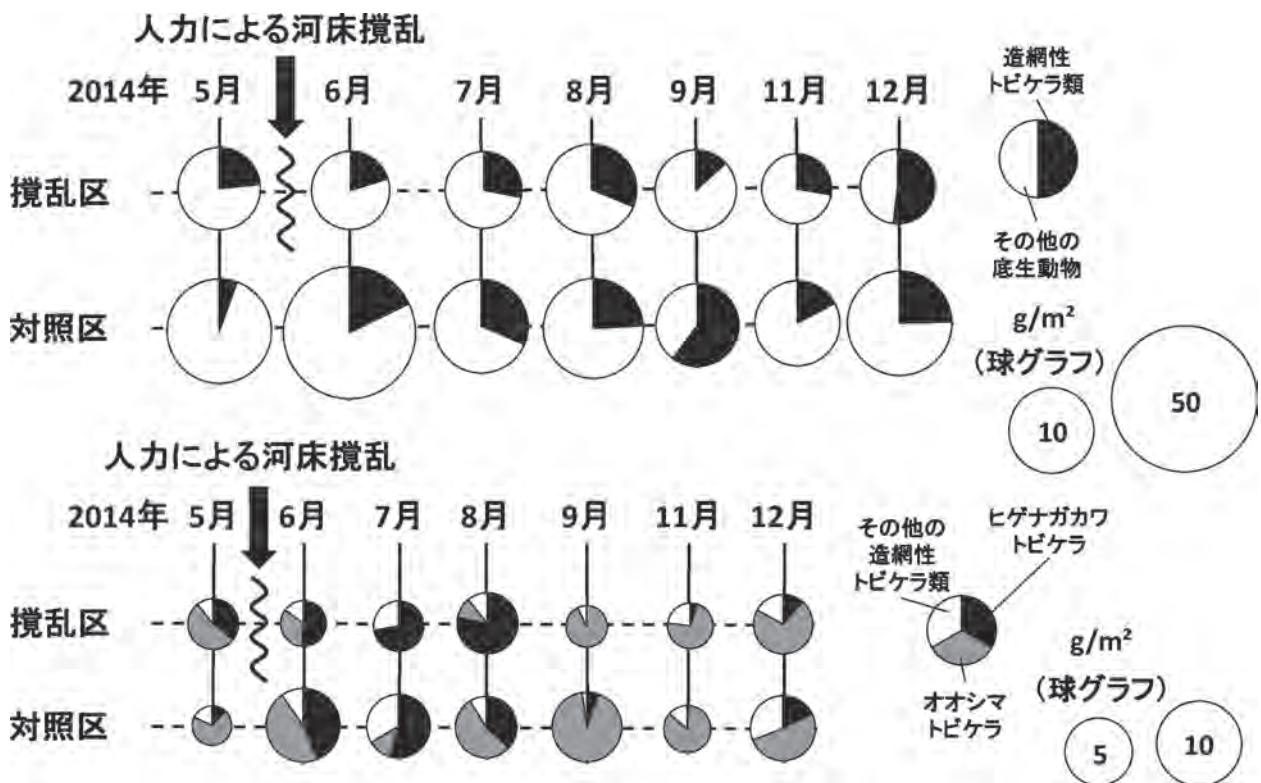


図6 平成記念橋下流における底生動物の現存量とそれに占める造網性トビケラ類の割合（上）および造網性トビケラ類の種類別現存量（下）（2方形枠の平均）

八田 (1980a, b) は1971年と1977年の調査で矢作川中流から同じくヒゲナガカワトビケラ, チャバネヒゲナガカワトビケラ, オオシマトビケラ, シマトビケラ属などを採集した。この調査では、ヒゲナガカワトビケラ, チャバネヒゲナガカワトビケラは底生動物の優占種となることがあったが、オオシマトビケラが優占種となることはなかった。

白金 (1999) は1995~1997年の調査で、ヒゲナガカワトビケラ, チャバネヒゲナガカワトビケラ, オオシマトビケラ, シマトビケラ属などを矢作川中流における10地点で多数採集した。全体的に造網性トビケラ類が多く底生動物群集の中で優占しており、その中でオオシマトビケラが優占することが多かった。

内田 (1997, 1998, 1999, 2000) は、1995~1999年に阿摺ダムから古川の矢作川中流で底生動物を調査した。その結果、ヒゲナガカワトビケラ, チャバネヒゲナガカワトビケラ, オオシマトビケラ, シマトビケラ属などが採集され、造網性トビケラ類が優占することが多く、その中ではオオシマトビケラが多かった。

その後、矢作川中流では2000年の東海豪雨の直後にやや減ったものの造網性トビケラ類が多い状態にすぐ戻った (小川ほか, 2003)。

田代ほか (2004, 2005) は、2002年7月から1年にわたり、越戸ダム下流の矢作川中流で (本研究の調査地「平成記念橋下流」のすぐ上流) 底生動物を調査した。その結果、ヒゲナガカワトビケラ (田代ほか, 2005, では *Stenopsyche* sp. として) とオオシマトビケラ, とくにオオシマトビケラが優占していた。

なお, Takao et al. (2008) は、2004年に矢作第二ダムの下流から明智川合流点の下流で底生動物を調査した。そして、矢作第二ダム下流, 明智川合流点の下流の両区間でヒゲナガカワトビケラ, チャバネヒゲナガカワトビケラ, オオシマトビケラ, シマトビケラ属などを採集した。ここでは、全体にヒゲナガカワトビケラが多く、合流点の下流ではチャバネヒゲナガカワトビケラも多かった。

これらの文献記録から矢作川中流では、1950~1970年代にはヒゲナガカワトビケラ, チャバネヒゲナガカワトビケラが優占することが多かったのに対し、1990年代にはオオシマトビケラが優占することが多くなったことがわかる。

## 考察

4 調査地での結果を攪乱からの時間経過とともにまとめて記すと、次のようになる。近い過去に河床が動いたと考えられる箇所では、攪乱直後 (約1ヶ月後) には底生動物の現存量は少なかった (古川, 2004年4月, 2009年4月; 豊田大橋右岸)。その後 (約1ヶ月~1年後), 現存量は増加して造網性トビケラ類のうちヒゲナガカワトビケラが優占する群集となった (国附, 2001年10月, 2003年10月; 古川, 2004年5~8月, 2009年6~8月; 豊田大橋中州付近; 平成記念橋, 6~8月)。そして、最終的には (約6ヶ月~2年後) オオシマトビケラ優占の群集となった (国附, 2002年10月, 2004年12月; 古川, 2004年12月, 2005年1月, 2009年9, 10月; 平成記念橋, 9~12月)。一方、河床が動かなかったと考えられる箇所では底生動物の現存量が多く、ほとんどの場合、造網性トビケラ類が優占しており、造網性トビケラ類の中ではオオシマトビケラがほとんど常に優占していた。

日本の河川の瀬における底生動物群集の遷移についての津田・御勢の仮説 (津田, 1957, 1962a, b; 津田・御勢, 1964; 津田・小松, 1964; 御勢, 1968, 1972; 御勢ほか, 2002) に従うと、洪水直後の底生動物が皆無あるいはほとんどいない状態から、匍匐型などの生活型の水生昆虫が優占する群集を経て、造網性トビケラ類が優占する群集へと遷移が進む (津田, 1957, 1962a)。造網性トビケラ類は礫面・礫間に固着性の巣と捕獲網という「構築物」を作ることによって礫面・礫間の環境を変化させるという作用をもつ。そして、造網性トビケラ類の巣と網は、他の生活様式の底生動物には壊したり取り払ったりすることができない。したがって、津田・御勢は造網性トビケラ類が優占して瀬の河床の礫面・礫間が利用しつくされたとき、その群集を遷移の極相と考えた。

さらに津田・御勢 (津田, 1962b; 津田・御勢, 1964; 津田・小松, 1964; 御勢, 1968, 1972; 御勢ほか, 2002) は、造網性トビケラ類優占の群集に2タイプ「シマトビケラ科 (シマトビケラ属が主) 優占の群集」と「ヒゲナガカワトビケラ属優占の群集」を認め、遷移において「シマトビケラ科優占の群集」が「ヒゲナガカワトビケラ属優占の群集」に先立ち、後者が真の極相であると考えた。その根拠として、奈良県吉野川における伊勢湾台風による出水後の観察結果 (津田・御勢, 1964; 津田・小松, 1964; 御勢, 1968) をあげ、交代のしくみとしてヒゲナガカワトビケラ属とシマトビケラ科の礫面・礫間での競争 (ヒゲナガカワトビケラ属の捕獲網はシマトビケラ科のものより大きく、シマトビケラ科は後から侵入できない?) を考えた (津田, 1962b; 津田・御勢, 1964; 御勢, 1972; 御勢ほか,



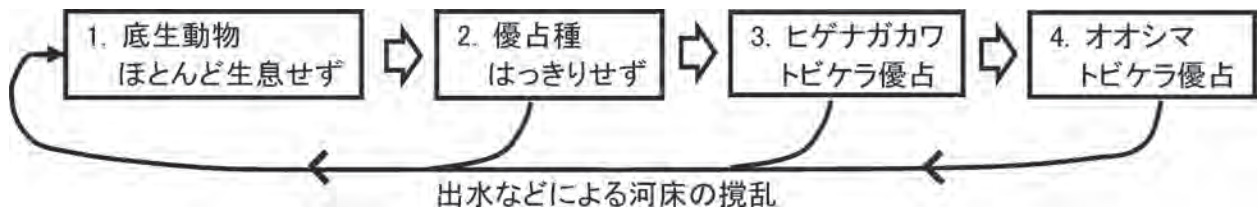


図7 矢作川中流の瀬における底生動物群集の遷移仮説

2002).

しかし、矢作川中流の瀬では先述のまとめのように、河床の安定が続くと造網性トビケラ類が増加する傾向は認められるが、津田・御勢の仮説では極相とされるヒゲナガカワトビケラ優占の群集から、さらにその先に遷移が進みシマトビケラ科に属するオオシマトビケラ優占の群集となっていた。また、矢作川中流の瀬において、少なくともここで調べた4調査地については、匍匐型やオオシマトビケラ以外のシマトビケラ科が優占する群集は認められなかった。そこで、矢作川中流の瀬における底生動物群集については、津田・御勢の仮説とは一部異なる次の遷移の仮説を提案したい(図7)。

出水などによって河床の砂礫が動いて攪乱された直後には、1. 底生動物がほとんど生息していない状態になる。その後、河床の安定が続くと、まず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、まず3. ヒゲナガカワトビケラが優占する群集となり、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。

矢作川中流で記録されたようなオオシマトビケラが多くなる変化は四国の吉野川でも報告されており(古屋, 1998), それは上流のダム建設によってできた貯水池に由来するプランクトンをオオシマトビケラが好んで摂食するためと考えられている。矢作川にも中流に複数のダムが建設されており、その貯水池に由来するプランクトンがオオシマトビケラに有利に働き、他の河川とは異なる遷移の様式を引き起こしている可能性がある。

ただし、オオシマトビケラの増加は吉野川でも矢作川でもダム建設後、年代がやや遅れて起こっている。吉野川ではプランクトンの供給源と考えられる早明浦ダムが完成したのが1973年であるのに対して、オオシマトビケラが増加したのは1984~1988年である。矢作川では矢作ダムが完成したのが1971年で1971年と1977年の調査(八田, 1980a, b)ではオオシマトビケラの優占が認められず、その後の調査結果が見あたらないものの、1995年以後にオオシマトビケラの優占が報告されるようになった(内

田, 1997, 1998, 1999, 2000; 白金, 1999)。

また、矢作川流域の地質は、花崗岩が大部分を占めており、ダムなどによって土砂の移動が止められていてもなお、河床には花崗岩が風化するとできやすい細礫(粒径2~4 mm)や砂(粒径0.062~2 mm)(森山・浅井, 1980)が絶えることがない。細礫と砂はオオシマトビケラが選択的に巢材として利用するので、このこともオオシマトビケラに有利に働いている可能性がある。

本研究で紹介した底生動物の調査年月日、調査結果の詳細は、豊田市矢作川研究所のホームページ(<http://yahagigawa.jp/>)で閲覧できる。

## 謝辞

大阪市立自然史博物館館長(豊田市矢作川研究所研究顧問)の谷田一三博士には、本研究のとりまとめにあたって適切な助言をいただいた。豊田市矢作川研究所の白金晶子研究員、内田朝子研究員には矢作川の河川環境について有用な情報をいただいた。本研究は愛知工業大学大学院 工学研究科 建設システム工学専攻 博士前期課程において岡田が履修した「水圏環境・生態学特別研究」の成果の一部である。また、同大学工学部土木工学科(都市環境学科 土木工学専攻・建築環境学専攻)河川・環境研究室の次の卒業生の卒業研究の成果の一部でもある。2002年度: 本田秋規・松濤弘人・箕原淳司, 2003年度: 齋藤比登美・富田篤司・横山修一, 2004年度: 井上欣彦・加藤晃成・衣川泰弘, 2007年度: 吉川雅泰・山本磨美・鷲野麻里子, 2009年度: 柴田季輝・齋藤雄樹。これらの卒業生と岡田に対して、愛知工業大学の四俣正俊名誉教授、木村勝行名誉教授、赤堀良介准教授、八木明彦特任教授は懇切丁寧な指導を惜しまれなかった。以上の方々のご厚意とご協力に心からの謝意を表したい。

## 引用文献

深谷壽久・九津見生哲・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.
- 古屋八重子 (1998) 吉野川における造網性トビケラの流域分布と密度の年次変化, とくにオオシマトビケラ (昆虫, 毛翅目) の生息域拡大と密度増加について. 陸水学雑誌, 59: 429-441.
- 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.
- 御勢久右衛門 (1972) 底生生物の生態学的研究. 河川の生態学, 水野信彦・御勢久右衛門: 24-102. 築地書館, 東京.
- 御勢久右衛門・永岡義博・城内史郎 (2002) 底生動物群集とその遷移. 大和吉野川の自然学, 御勢久右衛門 (編): 84-101. トンボ出版, 大阪.
- 八田耕吉 (1980a) 指標生物による矢作川の水質判定 (第1報). 名古屋女子大学紀要, 26: 123-134.
- 八田耕吉 (1980b) 指標生物による矢作川の水質判定 (第2報). 名古屋女子大学紀要, 26: 135-149.
- 広 正義 (1958) 矢作川押山発電所導水路に於ける水棲昆虫の研究. 名古屋女学院短期大学紀要, 5: 44-52.
- 広 正義 (1963) 矢作川の水生昆虫. 矢作川の自然, 広 正義 (編): 84-142. 名古屋女学院短期大学.
- Hiro, M. (1964) Study on aquatic insects in the conduit of Sasado Power Plant, Yahagi River. *Journal of the Nagoya Jogakuin College*, 10: 50-59.
- 広 正義 (1966) 矢作川水系における水生昆虫の群集生態学的研究. 名古屋女子大学紀要, 12: 77-206.
- 上山定子 (1956) 河川及び発電所導水路における水棲昆虫をめぐる食物連鎖. 奈良女子大学生物学会誌, 6: 32-46.
- 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). <http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/dosyakanri/H26/sakutei/mukete.html> (2016年1月18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.
- Miyake, Y. and T. Akiyama (2012) Impact of water storage dams on substrate characteristics and stream invertebrate assemblages. *Journal of Hydro-environment Research*, 6: 137-144.
- 森山昭雄・浅井道広 (1980) 矢作川河床堆積物と給源岩石の造岩鉱物との粒度組成関係. 地理学評論, 53: 557-573.
- 中村 剛・内田臣一 (2003) 矢作川上・中流における礫の移動. 愛知工業大学研究報告, 38B: 127-134.
- Nakano, D., M. Yamamoto and T. Okino (2005) Ecosystem engineering by larvae of net-spinning stream caddisflies creates a habitat on the upper surface of stones for mayfly nymphs with a low resistance to flows. *Freshwater Biology*, 50: 1492-1498.
- 野崎健太郎・内田朝子 (2000) 河川における糸状緑藻の大発生. 矢作川研究, 4: 159-168.
- 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.
- 小川弘子・内田臣一・白金晶子 (2003) 東海豪雨後の矢作川の瀬における底生動物の現存量. 矢作川研究, 7: 25-31.
- 小倉紀雄・河川生態学術研究会多摩川研究グループ (2003) 川底の動物. 水のこころ誰に語らん—多摩川の河川生態: 127-137. リバーフロント整備センター, 東京.
- 沖野外輝夫・河川生態学術研究会千曲川研究グループ (2006) 河川のキー生物、底生動物の暮らし. 洪水がつくる川の自然—千曲川河川生態学術研究から: 102-131. 信濃毎日新聞社, 長野.
- 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, 8 pp.
- 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 (1998年~2011年). 矢作川研究, 17: 107-114.
- 芝村龍太・小川 都 (2002a) 矢作川の川砂利用. 矢作川100年誌 資料研究, 第1集, 新見幾男・古川 彰・小川 都・芝村龍太 (編): 28-29. 豊田市矢作川研究所.
- 芝村龍太・小川 都 (2002b) 漁場の確保から環境保全へ. 同上書: 48-51.
- 白金晶子 (1999) 豊田市内の矢作川における水生昆虫相とその環境要因について. 矢作川研究, 3: 269-287.
- 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, 日本陸水学会東海支部会, 54: 43-52.
- Takao, A., Y. Kawaguchi, T. Minagawa, Y. Kayaba, and Y. Morimoto (2008) The relationships between benthic macroinvertebrates and biotic and abiotic environmental characteristics downstream of the Yahagi Dam, central Japan, and the state change caused by inflow from a tributary. *River Research and Applications*, 24: 580-597.
- 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.
- 谷田一三 (1995) 河川ベントスの棲み込み関係、キースピーシスとしてのトビケラ. 棲み場所の生態学, 竹門康弘・玉置昭夫・川端善一郎・谷田一三・向井 宏: 95-128. 平凡社, 東京.
- 谷田一三・野崎隆夫・伊藤富子・服部壽夫 (2005) トビケラ目 (毛翅目). 日本産水生昆虫一科・属・種への検索, 川合慎次・谷田一三 (編著): 393-572. 東海大学出版会, 秦野.
- 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. 河川技術論文集, 10: 489-494.
- 田代 喬・渡邊慎多郎・辻本哲郎 (2005) 低攪乱な礫床河川に優占する造網型トビケラの個体群動態とそれに伴う河床固結に関する解析. 水工学論文集, 49: 1453-1458.
- 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.
- 辻本哲郎・北村忠紀・加藤万貴・田代 喬 (2002) 低攪乱礫床での大型糸状藻類の異常繁茂のシナリオ. 河川技術論文集, 8: 67-72.
- 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 (1959) 川の底棲動物の現存量をめぐる諸問題,

- 特に造網型昆虫の重要性について. 陸水学雑誌, 20: 86-93.
- 津田松苗 (1962a) 水生昆虫の生態学. 水生昆虫学, 津田松苗 (編) : 227-251. 北隆館, 東京.
- 津田松苗 (1962b) 川の水生昆虫の遷移. 近畿古文化論攷, 檀原考古学研究所 (編) : 549-558. 奈良県教育委員会.
- 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・小松 典 (1964) 伊勢湾台風4年後の吉野川の水生昆虫群集. 日本生態学会誌, 14: 43-49.
- 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.
- 内田朝子 (2002) 矢作川中流域におけるアユの消化管内容物. 矢作川研究, 6: 5-20.
- 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 (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・藤井 勇・山戸孝浩 (2002) 矢作川における大型糸状緑藻の時空間変動. 矢作川研究, 6: 113-124.
- 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・加藤大典・末松朋浩・西山正臣 (2002) 矢作川のアーマー化した河床における砂礫粒径の特徴. 愛知工業大学研究報告, 37B: 109-114.
- 内田臣一・大村泰章・神尾孝弘・守屋良平 (2001) 矢作川の瀬における2000年9月出水後の河床砂礫の粒径. 愛知工業大学研究報告, 36B: 127-132.
- 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の大量発生後の大量死. 矢作川研究, 11: 35-46.
- 梅村 稔二 (2001) 東海豪雨の淡水魚相への影響. 川とともに生きる: 160-161. 自刊, 豊田.

1) 愛知工業大学大学院 工学研究科 建設システム工学専攻  
〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247  
2) 愛知工業大学 工学部 土木工学科  
〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247