

吉野川市山川町を流れる川田川・ほたる川の水質

水質班 (徳島水環境研究会)

山本 裕史 ^{*1}	田村 生弥 ^{*2}	浜野 龍夫 ^{*1}	齋藤 稔 ^{*2}	米澤 孝康 ^{*2}	加藤 潤 ^{*2}
駕田啓一郎 ^{*2}	安田 侑右 ^{*2}	行本みなみ ^{*2}	森田 隼平 ^{*3}	大比賀裕希 ^{*3}	中村 友紀 ^{*4}
松重 摩耶 ^{*5}	桶川 博教 ^{*5}	山中 亮一 ^{*6}	上月 康則 ^{*6}		

要旨：2011年8月および9月の2回、吉野川市山川町および美郷を流れる一級河川吉野川水系の川田川、ほたる川ほかの計14地点において水質調査と水棲生物調査を実施した。川田川とその支流ならびに吉野川本流では、生物化学的酸素要求量 (BOD) や化学的酸素要求量 (COD) がほぼ2 mg/L以下であり、pH, 溶存酸素 (DO), 栄養塩の窒素 (T-N) や全リン (T-P) などの結果と合わせて、比較的良好な水質レベルであった。この水質レベルは、穴吹川 (2007年調査) や貞光川 (2010年調査) と同程度であったが、8月調査時は川田橋より下流部で瀬切れが確認された。その一方で、ほたる川や岩谷川などの市街地を流れる小河川ではBODが3 mg/Lを超えたり、生活排水由来のT-NやT-Pの濃度が比較的高く、界面活性剤が検出されたりするなど未処理の生活雑排水の混入が示唆された。ほたる川や岩谷川などの都市部小河川の水質改善には、現在計画中の山瀬処理区の特定環境公共下水道の整備や、合併浄化槽の整備・点検の確実な実施が望まれる。

キーワード：川田川, 生活排水, ほたる川, 魚類, 合併浄化槽

1. はじめに

奥野々山や高越山を水源とする一級河川吉野川水系川田川は、幹川延長が約18km, 流域面積が81km²の河川であり、上流の美郷付近ではゲンジボタルの生息地があり、美郷ほたる館は県内外に広く知られる観光施設である。下流の山川町内では、川田西用水や翁喜台用水、川俣用水の水源として、灌漑に大きな役割を果たしている。源流部での年間降水量は2,200ミリ (気象庁, 2012) を超えており、上流部の美郷地区の人口 (約1,300人) はそれほど多くなく、同じ吉野川南岸の支流である貞光川と穴吹川 (それぞれ2010年と2007年に調査) との共通点も多い。

一方、山川町麦原から北流し、阿波山川駅付近から市街中心部を東流するほたる川は、元は川田川と接続していたが、1925年 (大正14年) 8月の川田川の直流化・護岸整備のために接続が絶たれたと記録

されている (吉野川市アメニティーセンター, 2011)。その後の市街化や生活の近代化に伴う水質汚濁により、以前はほたるが広く観察されたものの、現在はその様子はほとんど見られなくなっている。

汚水処理状況については、徳島県環境白書 (徳島県, 2011a) によると、山川町に特定環境保全公共下水道 (川田浄化センター) および農業集落排水施設 (川田北クリーンセンター) があるものの、山川町中央部から東部のほたる川流域については山瀬地区の特定環境保全公共下水道が事業中であるほか、美郷地区には下水処理施設はない。吉野川市全体の合併浄化槽の普及率は17%にとどまっており、依然として未処理の生活雑排水の一部が川田川やほたる川等に放流されている。

本調査では、降雨の影響を受けにくいと考えられる日時を選び、2011年の8月と9月の2回、川田川の本流および支流、ほたる川や岩谷川など計13地点

*1 徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部

*2 徳島大学大学院総合科学教育部

*3 徳島大学総合科学部

*4 徳島県保健製薬環境センター

*5 徳島大学大学院先端技術科学教育部

*6 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

ならびに吉野川本流の岩津橋において採水し、水質調査を実施した。また、8月の調査では生息する水生生物相の観察も実施した。なお、現地で測定した項目は水温、水素イオン濃度 (pH)、溶存酸素 (DO)、水深、川幅、流量であった。また、試料を実験室に持ち帰って浮遊性固形物濃度 (SS)、生物化学的酸素要求量 (BOD)、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (T-N)、アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)、全リン (T-P)、硬度、鉄を測定した。さらに、有害汚染化学物質としては汚染化学物質排出移動登録 (PRTR) で水域への排出量が中性洗剤のアルキルエトキシレートに次いで多い陰イオン界面活性剤の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸 (C_{12} -LAS) (エコケミストリー研究会, 2007) ならびに農薬として水質環境基準に含まれるシマジン (CAT) およびベンチオカーブを測定した。

2. 試料採取地点の概観と水試料採取方法

本調査では、美郷から山川町を流れる川田川の源流部から本流および支流と、ほたる川、岩谷川ならびに吉野川本流の各地点について、各地点間の距離、人工的汚濁発生源の有無、採水容器や簡易水質測定装置を持って採水可能かどうかなどを基準に、下見を実施して選定を行った。なお、川田川については、当初、採水予定であった瀬詰橋・山川橋・中央橋付近では、瀬切れが見られ、採水できなかった。以上を考慮した結果、水試料の採取地点は地図 (図1) および写真 (図2) に示す川田川 (川田橋より上流) の本流5地点、主な支流2地点ならびにほたる川4地点、岩谷川2地点および吉野川本流1地点の計14地点とした。以下、選定地点の状況について観察された水棲生物とともに概説する。

地点①は川田川源流部の美郷字谷向付近で採取した。この付近は両岸が切り立った崖になっていて河川勾配が強く、砂防ダムが見られるような急傾斜地である。典型的な上流部の生物相で、主にタカハヤ、サワガニが生息することが確認できたほか、アマゴが1個体確認できた (図3)。

地点②は美郷ほたる館の500m程度上流の中枝小学校 (休校中) の近くとした。この付近は国道193号線から高開の石積への入口になっていて、人家も

いくつか見られた。川田川は、この付近では小さな淵と瀬が連続し、やや速い流れとなっていた。小さな淵で生物を確認できた。ゲンジボタルが多く生育している場所であり、ゲンジボタルの幼虫のエサとなるカワニナも多く生息することが確認されたほか、カワムツ、オイカワ、ギギ、カワヨシノボリも確認できた。ほかに、アユを1個体確認できたが、下流の地点④付近に大きな堰があるため、天然遡上してきたものであるとは考えにくい。ほかに、ツチガエル (図3) も観察された。

地点③は、川田川の最大の支流である東山谷川の川田川合流地点から2kmほど上流側の美郷古土地付近とした。この付近の川岸は樹木に覆われていて、大きな瀬と淵が連続しており、クサガメが観察されたが、魚は淵に大量のオイカワとカワムツとカワヨシノボリを確認できたのみだった。

美郷物産館や種野小学校、市役所美郷庁舎がある旧美郷村の中心部付近 (美郷川俣) における、東山谷川との合流地点にある高さ1m程度の堰の下流側を地点④とした。8月調査時には、子供たちが川で魚を捕まえて遊んでいる様子が見られた。堰直下の淵の岩の下にはたくさんのギギが見られたほか、底の石の隙間にはヨシノボリが、岸近くの底質は主に砂でカマツカが多く見られた (図3)。種苗放流されたと考えられるアユ (図3) も観察できた。他にもカワニナ (図3) やミナミヌマエビなども見られた。

地点⑤は、高越山や船窪つつじ公園を水源とする川田川支流の奥野井谷川の合流地点より約1km上流の山川町大内の川田山小学校跡地付近とした。小さな淵と瀬が連続し、明らかに魚類の生息に適した環境であると考えられたが、生物は確認できなかった。水中の岩の表面は浮泥に覆われ、青く見えるものが多かった。調査地点に流れ込む小さな支流では、オタマジャクシ (種不明) を複数個体確認した。

地点⑥はふいご温泉の対岸の老人憩の家山水荘付近の奥野井谷川との合流地点の下流部とした。深く流れが緩い淵と浅く流れのやや速い瀬が連続し、地点⑤同様に魚類の生息に適した環境であると思われたが、カワヨシノボリとわずかにカワムツとオイカワが確認できただけであった。

地点⑦は川田橋のやや上流付近とした。先述した

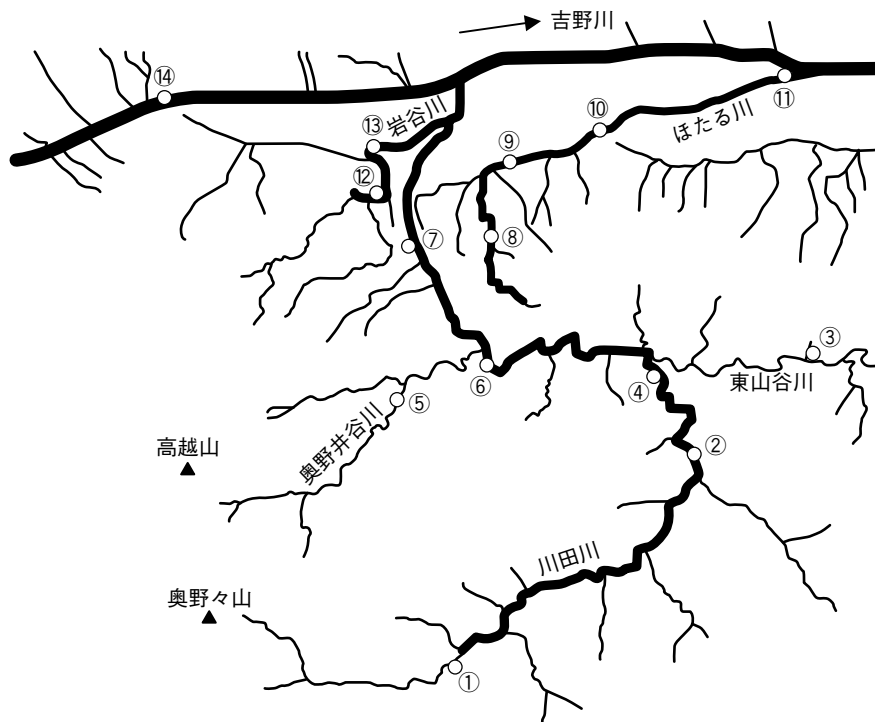


図1 川田川・ほたる川の流路と採取地点の地図

ように、これより下流では8月の調査時は瀬切れが見られた。これは扇状地的な地形による天然の問題のほかに、川俣用水や翁喜台用水などの取水による人為的なものの両方が関連していると考えられる。この付近の流心の流れがあるところでは多数のオイカワが確認できた。川岸は植物が繁茂して不規則であり、ほぼ流れのない場所や小さなワンドが形成され、緩やかな流れを好むイトモロコ（図3）やギンブナ、ミナミヌマエビが多数確認できた。

地点⑧はほたる川上流の山川町麦原の麦原谷川との合流地点付近とした。この付近はやや高台になっているが、水田地帯が広がっている。採水地点付近は流れが緩く、流れてきた葉や植生の破片が堆積していた。両岸には砂が堆積して植物が生えており、水際にはその根や茎が水中に露出して日陰を創出し、小さなカワムツやカワヨシノボリ、ミナミヌマエビ、カワニナが見られた。

地点⑨は国道193号線と国道192号線との交差点南側のあおぎ橋付近とした。この付近は、徳島線阿波山川駅や複数のスーパー等が並ぶ山川町の中心部であるが、国道192号線の南側に並ぶ建物の裏をほたる川が流れ、その対岸の山際を徳島線が走っている。

採水地点のやや下流側の線路沿いには養牛場が見られた。この付近の水深は浅く一定であり、左岸の水際はかごマットが露出して垂直であるが、その上に生えた植物が日陰を創出していた。また水際に水草がところどころ群生して流れの緩い場所ができており、ギンブナやイトモロコの幼魚が見られた。右岸側の水際は砂が堆積して植物が生え、露出した根や茎の隙間にミナミヌマエビやナマズの幼魚（図3）がいた。またメダカも観察された。

地点⑩は山瀬小学校近くのほたる橋付近とした。橋の下あたりでは、やや深く緩い流れで水草が群生し、ドンコやイトモロコ、モクズガニ（図3）を採集できた。採水を行った橋の下流では浅く流れが速めで、底質は石になっていた。水際の植物の陰でミナミヌマエビが採集できた。採水地点より下流部では川幅が広くなり流れも緩く、泥が堆積していた。水際の植物の陰でアメリカザリガニを多く採集できたほか、やや大きめのナマズや要注意外来生物のカムルチー（環境省、2012）も見られた。

地点⑪はほたる川が吉野川本流の堤の中に入る樋門付近とした。ここには大きなコンクリート製の門が立てられていて、上流と下流に草原が広がり、浅

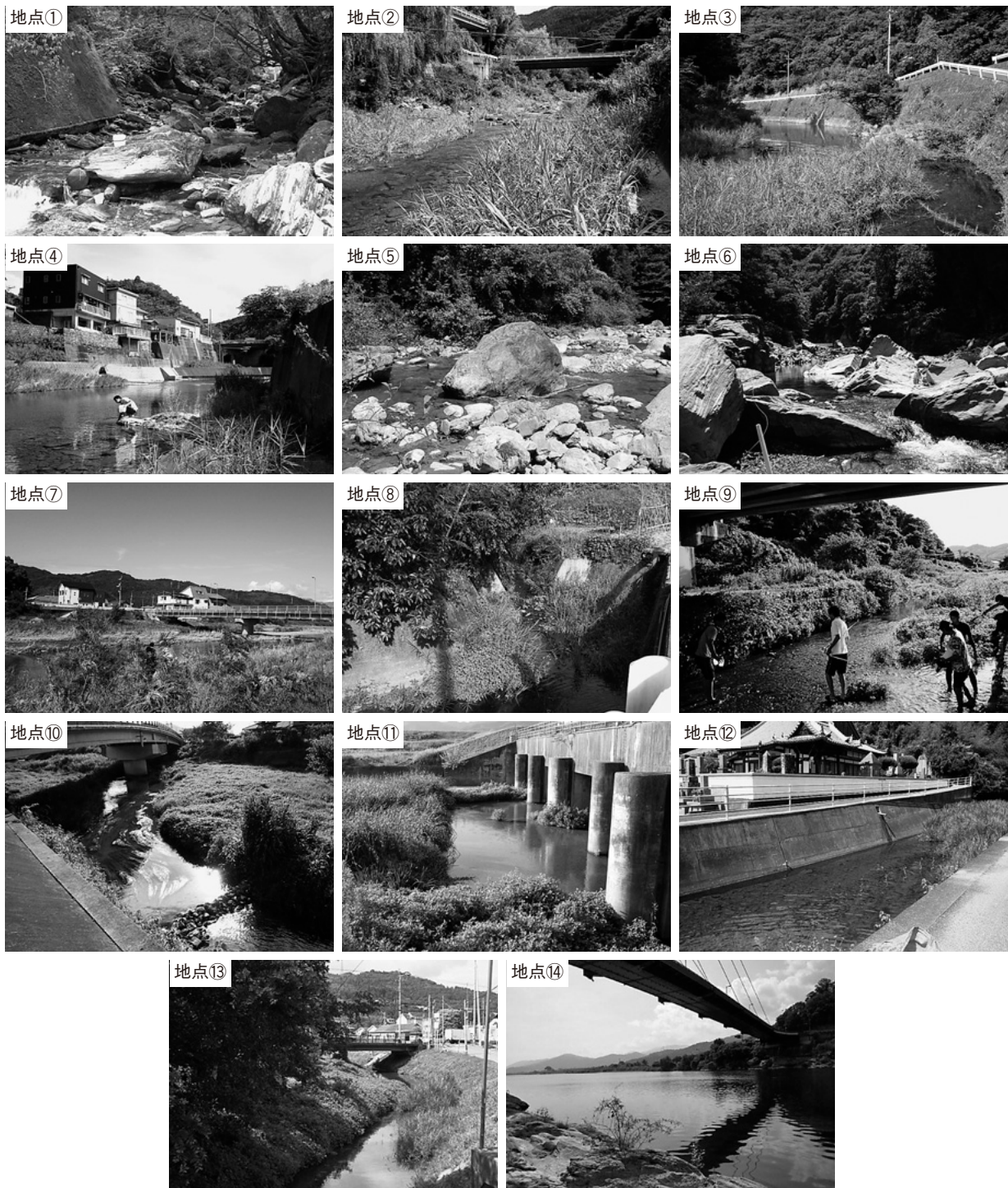


図2 水試料採取地点周辺の写真

く広く水が流れている。オタマジャクシとアメリカザリガニ(図3)が大量にいたほか、ギンブナ(図3)やイトモロコの幼魚が少し見られた。他にもカワムツやオイカワの稚魚、スジシマドジョウなどが観察された。

地点⑫は岩谷川上流の山川町天王原の潮光寺付近とした。高さ50cmほどの堰があり、両岸はコンク

リートで固められている。堰の少し上流側の砂が堆積している場所に植物が生え、その一部が水中に浸かっておりミナミヌマエビ(図3)がたくさんついていた。そのほか、多くのカワムツ(図3)、オイカワやカワヨシノボリ、ツチガエルのオタマジャクシ、カワニナなども観察された。

地点⑬は国道192号線の北島交差点の東側を流れ

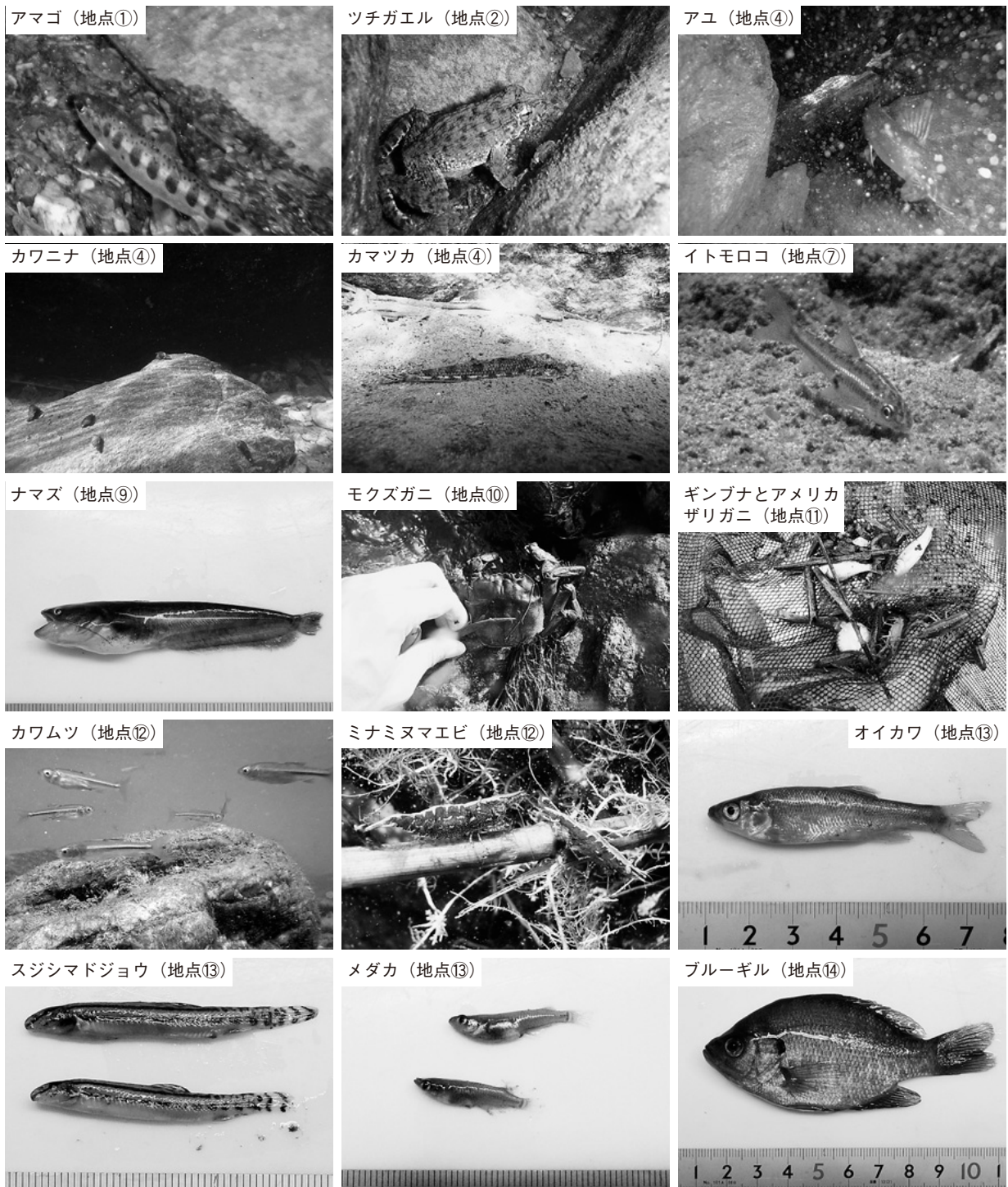


図3 観察された水棲生物等の写真

る岩谷川が大藤谷川との合流点の下流にある岩谷橋付近とした。この付近は、国道沿いや北側に住宅地が広がっていて、地点⑫にかけては水田になっている。この付近での水深は浅く、緩やかな流れになっていた。水草がところどころに群生し、川岸にも植生が続くなど、小さな生物が好む多様な流れや隠れ家が生み出されていた。小規模な水路であるが、カワム

ツ、オイカワ、ギンブナ、スジシマドジョウ (図3)、ナマズ、ヨシノボリの仲間、メダカ (図3)、ミナミヌマエビ、アメリカザリガニなど多くの種が確認できた。

地点⑭は吉野川本流で、右岸がやや切り立っている岩津橋の左岸付近とした。この地点では、2009年の阿波市の調査においても同様の調査を実施してい

る。左岸の壁質は岩盤で急に深くなっているが、流れは緩やかで、川底には大きな岩が多数転がり、表面ではアユの群れが摂餌しているのを、下の隙間では大きなナマズやコイが潜んでいるのを確認できた。また岸の岩盤の割れ目付近では特に流れが緩く、特定外来種に指定されているブルーギル(図3, 環境省, 2012)やヨシノボリの仲間が見られた。ほかにも、カワムツ, イトモロコ, カマツカなどが観察できた。

穴吹町穴吹に設置されている気象庁のアメダス雨量計のデータ(気象庁, 2011)および、岩津にある国土交通省の雨量計(国土交通省, 2011)を参考に、降雨による初期流出の影響が大きくないと考えられる2011年の8月11日および9月13日とした。それぞれの試料は適切な容器に入れて、4℃に保ちながら速やかに実験室に持ち帰った。

3. 測定方法

1) 現地での測定項目

先に述べたように、試料採取を行った2011年の8月11日, と9月13日の2回, 現地で水温, pH, DO, 電気伝導度, 水深, 川幅, 流量を測定した。水温, pHはpH計(堀場製作所製D-15)を, DOと電気伝導度は現場測定用電極を装着したポータブル水質測定計(HACH社製HQ40d)を用いて測定した。流量は広井電気式流速計(三映測量製)によって川幅に応じて流速を各地点2ヶ所以上測定し, 川幅や水深の値と合わせて流量に換算した。

2) BODおよびCOD測定

BODについては, 採取後速やかに実験室内に持ち帰った河川水を101mLふらん瓶3連にわけた。一つは15分後, 残りは, 5日後にDO計(堀場製作所製D-15)によってDOを測定し, その差をBODとした(日本規格協会, 1998)。

CODは水試料をガラス繊維ろ紙(Whatman社製GF-B, 孔径1.0 μ m)でろ過し, 50mLをとり, 硫酸酸性下で過マンガン酸カリウムを用いて30分間80℃で試料を酸化した後, 一定量のシュウ酸ナトリウムを加えて還元し, 再び過マンガン酸カリウムで逆滴定した。

3) T-N, アンモニア性窒素およびT-P測定

検水をガラス繊維ろ紙でろ過し, 水酸化ナトリウムによってアルカリ性にした状態でペルオキシ二硫酸カリウムを入れて, 有機物を高压蒸気滅菌器によって120℃で15分間酸化・分解した。その後, T-Nは紫外線吸収法, T-Pはモリブデンブルー法を用いて測定した(日本分析化学会北海道支部, 2005)。アンモニア性窒素(NH_4^+-N)は, インドフェノール青法(日本分析化学会北海道支部, 2005)を用いて測定した。それぞれ, 分光光度計は日立U-1500を使用した。

4) SS測定

あらかじめ洗浄・乾燥したガラス繊維ろ紙を秤量し, 検水1Lをろ過し, ろ紙を105℃で乾燥して秤量することによって求めた。

5) 硬度・鉄濃度

硬度は全硬度をアンモニア緩衝液中でEDTAにより滴定するキレート滴定法(日本分析化学会北海道支部, 2005)により測定し, 炭酸カルシウム当量に換算した。鉄は, 1,10-フェナントロリンを用いた分光光度法(日本分析化学会北海道支部, 2005)により測定した。

6) C_{12} -LASおよび農薬(シマジンおよびベンチオカーブ)濃度測定

検水は採取後4℃で保存しながら速やかに実験室内に持ち帰った。ガラス繊維ろ紙でろ過後, Waters社製のSep-Pak Plus C18カートリッジに500mL通水して保持したものをメタノール5mLで溶出し, C_{12} -LASは蛍光・吸光検出器付高速液体クロマトグラフィー(HPLC: 島津製作所製LC-10ADVP)で測定(環境省環境管理局水環境部企画課, 2000)した。なお, カラムはWAKOSIL(和光純薬工業製, 内径4.6mm; 長さ150mm; 充填剤粒径5 μ m)を, 移動相はアセトニトリル・過塩素酸ナトリウム0.1M(60:40)とした。 C_{12} -LASの検出限界は, 8月は0.022 μ g/L, 9月は0.019 μ g/Lであった。農薬(除草剤)のベンチオカーブ(benthiocarb)とシマジン(CAT)については, 同様のカートリッジからアセトン・n-ヘキサン(30:70)混合液5mLで溶出し, 100 μ Lまで濃縮してガスクロマトグラフ質量分析器(GC-MS)(日本電子製, JMS-

Q1000GC MK-II) を用いて測定した。カラムは Agilent Technologies (J&W Scientific) 社製の DB-5 MS (内径0.25mm; 膜厚0.25 μ m, 長さ30m) を用いた。ベンチオカーブとCATの検出限界はそれぞれ0.46ng/L, 0.79ng/Lであった。

4. 測定結果および考察

各水質項目の8月の測定結果を表1に、9月分を表2に示す。時間とコストの観点からC₁₂-LASおよび農薬については汚濁が懸念される地点⑦, ⑩, ⑬, ⑭の4地点でのみ測定を実施した。8月11日の際には、地点①の試料についてBOD用希釈液の汚染もしくは保存時の過冷却によって正確な測定ができなかったため、表1にはBODの値を掲載していない。

DOならびにBODの値の推移を8月の結果は図4に、9月の結果は図5に示すとともに、T-NおよびT-Pについても同様に値の推移を8月の結果は図6に、9月の結果は図7に示す。

まず、流量や川幅の値は表1および2に示すように地点によって多少のばらつきがあるが、9月の方が8月の値より高く、8月測定時には地点⑪, ⑫では流速が非常に低く、測定不能であった。なお、地点⑭は川幅が非常に広い吉野川本流であり、流量測定は困難であり、実施しなかった。気象庁(2011)のアメダス雨量観測データや国土交通省(2011)の雨量観測計のデータにおいて採水日前の降雨を検索してみると、8月1日には穴吹で57.5ミリがあるが、現場や流域に近い岩津での降雨量は7ミリで、その後は穴吹において8月5日と6日に合計2ミリ、岩津において8月5日に3ミリの雨が観測されたにとどまっており、7月19日頃の台風6号による大雨以降は少雨傾向であった。それに対して、9月初旬には台風12号が徳島県に上陸するなど大雨があり、9月2日には穴吹において383.5ミリ(岩津では203ミリ)という記録的な豪雨に見舞われている。この降雨は9月5日まで続いており、その後は降雨が観察されなかったものの、源流部からの雨水浸透の遅延により流量を多くしたものと考えられる。

現地でのポータブル測定器による水質測定項目については、まず、水温については、最上流部の地点

①から下流に向かうに従って上昇しており、地点④から⑦では比較すると8月に4~7 $^{\circ}$ C, 9月でも3~4 $^{\circ}$ C高かった。また、山川町中心部を流れるほとる川では特に水温が高くなっていた。これは上流部の方が標高が高く、気温も冷涼で木陰が多いこと、下流部では人間活動に伴う生活排水や農業排水の流入によるものと考えられる。このような傾向は、2009年の貞光川(山本ら, 2010)や2008年の美馬市美馬町の調査(山本ら, 2009)とほぼ同様であった。また、今回は気温も同時に測定したが、夏季で昼間は30 $^{\circ}$ Cを超えており、水温にも大きく影響していたものと考えられる。

DOについては、川田川とその支流の地点①から⑦, 岩屋谷川の地点⑫, ほとる川の地点⑩および吉野川本流の地点⑭では水質環境基準の生活環境項目の類型AAもしくはAの最も厳しい基準値7.5mgO₂/L(環境省, 2009)を上回っていた(図4および図5)。一方、ほとる川の地点⑪や岩谷川の地点⑬では8月・9月の調査の両方で、ほとる川の地点⑧では8月のみ、地点⑨では9月のみ7.5mgO₂/Lを下回っていた。これらの原因は、やや水温が高かったことと、生活排水由来の汚濁による溶存酸素の低下であると考えられる。地点⑩も生活排水の影響が考えられるが、汚濁を栄養源として藻類が繁殖しており、溶存酸素が他の地点より高かったと考えられる。飽和溶存酸素濃度は温度が低いほど高く、30 $^{\circ}$ Cで7.8, 25 $^{\circ}$ Cで8.4, 20 $^{\circ}$ Cで9.2mgO₂/L(Sawyerら, 1994)であることが知られている。今回の調査では、極端な過飽和は見られなかったが、ほとる川や岩谷川のような住宅地を流れる河川で汚濁の痕跡が観察され、2009年の阿波市(山本ら, 2010)や2008年の美馬市美馬町の調査結果(山本ら, 2009)の傾向と類似していた。

pHについては、水質環境基準値内の6.5から8.5の間であった。今回は、池沼などの閉鎖性水域の調査を実施しなかったため、特に藻類の異常繁茂とそれに伴う過度の炭酸同化によるpH上昇や、昨年の一宇・夫婦池の調査における雨水によるpH低下などは観察されなかった。

電気伝導度(EC)は70~200 μ S/cmの範囲内であった。上流部で低く、下流部で比較的高い傾向が

表1 水質測定結果のまとめ(8月11日測定分)

地点番号・地点名 水質項目ほか	① 谷向	② 中枝小学校	③ 東山谷川	④ 川俣	⑤ 奥野井谷川	⑥ 老人憩の家山水荘	⑦ 川田橋
時刻	13:30	14:20	15:00	15:20	12:30	11:35	10:50
気温(℃)	29.0	31.9	31.2	31.7	31.9	32.3	33.1
水温(℃)	20.6	25.5	26.7	28.5	24.9	27.1	27.8
pH	7.5	8.0	7.3	8.1	7.4	7.6	7.1
DO (mgO ₂ /L)	8.3	8.6	9.1	8.1	7.5	8.0	8.4
EC (μS/cm)	94	120	150	130	160	130	140
流量 (m ³ /s)	0.33	0.43	0.05	0.23	0.20	0.21	0.04
川幅 (m)	2.5	5.0	9.9	14.4	5.5	4.2	11.5
水深 (cm)	32	35	63	45	25	33	54
SS (mg/L)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
BOD (mgO ₂ /L)	*	2.0±0.2	1.4±0.2	0.8±0.1	2.2±0.2	1.3±0.4	1.5±0.8
COD (mgO ₂ /L)	0.6±0.0	1.3±0.1	0.6±0.0	0.9±0.1	1.1±0.1	0.7±0.1	1.5±0.1
T-N (mgN/L)	0.51±0.02	0.39±0.20	0.43±0.18	1.1±0.6	0.70±0.00	0.67±0.05	0.83±0.00
NH ₄ ⁺ -N (mgN/L)	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
T-P (mgP/L)	0.11±0.08	0.063±0.002	0.065±0.038	0.079±0.019	<0.028	<0.028	0.092±0.038
Fe (mgFe/L)	0.07±0.01	0.08±0.01	0.08±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01	<0.05	<0.05
全硬度 (mgCaCO ₃ /L)	40±3	53±3	55±0	50±0	62±3	56±2	49±2
C ₁₂ -LAS (μg/L)	-	-	-	-	-	-	<0.022
CAT (ng/L)	-	-	-	-	-	-	<0.79
benthiocarb (ng/L)	-	-	-	-	-	-	<0.46

*欠測

地点番号・地点名 水質項目ほか	⑧ 麦原	⑨ あおぎ橋	⑩ ほたる橋	⑪ 水門	⑫ 潮光寺	⑬ 岩谷橋	⑭ 岩津橋
時刻	16:10	16:30	16:50	17:10	10:23	10:04	9:26
気温(℃)	31.0	30.5	33.1	30.5	33.0	31.9	-
水温(℃)	26.6	31.0	32.0	31.0	25.7	27.9	26.4
pH	7.4	8.2	8.2	7.9	7.1	7.0	6.9
DO (mgO ₂ /L)	7.1	8.1	8.3	6.1	8.4	7.3	8.2
EC (μS/cm)	190	170	200	170	83	120	91
流量 (m ³ /s)	0.02	0.21	0.09	-	-	0.35	-
川幅 (m)	1.8	4.5	3.3	-	-	4.4	-
水深 (cm)	15	15	12	-	-	40	-
SS (mg/L)	<5	5±3	<5	8±2	<5	<5	<5
BOD (mgO ₂ /L)	2.6±0.0	3.2±0.4	3.6±0.2	2.7±0.2	1.7±0.2	2.5±0.1	2.6±0.1
COD (mgO ₂ /L)	1.1±0.1	2.0±0.1	2.3±0.1	2.3±0.1	1.4±0.0	1.5±0.1	1.1±0.1
T-N (mgN/L)	1.2±0.2	1.0±0.1	1.5±0.1	0.78±0.28	0.38±0.25	0.75±0.18	<0.012
NH ₄ ⁺ -N (mgN/L)	<0.08	0.14±0.004	0.13±0.003	0.12±0.0003	<0.08	<0.08	<0.08
T-P (mgP/L)	0.12±0.00	0.22±0.00	0.27±0.01	0.19±0.01	<0.028	0.11±0.02	<0.028
Fe (mgFe/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
全硬度 (mgCaCO ₃ /L)	75±1	63±1	67±1	63±1	34±1	44±0	36±0
C ₁₂ -LAS (μg/L)	-	-	<0.022	-	-	6.9±0.5	<0.022
CAT (ng/L)	-	-	<0.79	-	-	<0.79	<0.79
benthiocarb (ng/L)	-	-	<0.46	-	-	<0.46	<0.46

検出限界C₁₂-LAS: 0.022 μg/L, CAT: 0.79ng/L, benthiocarb 0.46ng/L

認められたほか、ほたる川では地点⑧～⑪の全てで160～200 μS/cmと他の地点と比べて有意に高かった。これは上流部に、何らかの無機成分の発生源があることが示唆される。なお、全体的な傾向や濃度レベルについては、2009年の阿波市(山本ら, 2010)や2008年の美馬市美馬町(山本ら, 2009)とほぼ同様であった。

実験室に持ち帰ってから測定した項目の結果に目

を移すと、河川の水質評価において最も一般的なBODの値(図4および図5)については、8月調査時に水質環境基準の類型AAの基準値である1 mgO₂/Lを下回ったのは地点④のみであったが、河川水の流量が多かった9月では地点⑨～⑪のほたる川の中・下流域を除いてすべてでその値を満たしていた。このことから、この流域では一定の汚濁負荷があり、河川による希釈効果が非常に重要な役割を

表2 水質測定結果のまとめ(9月13日測定分)

地点番号・地点名 水質項目ほか	① 谷向	② 中枝小学校	③ 東山谷川	④ 川俣	⑤ 奥野井谷川	⑥ 老人憩の家山水荘	⑦ 川田橋
時刻	12:00	12:50	13:15	13:45	11:10	10:40	10:00
気温(℃)	26.0	30.5	29.0	30.9	30.8	30.0	30.0
水温(℃)	18.9	21.8	23.3	23.8	20.9	22.1	23.3
pH	7.3	7.3	7.8	7.2	6.9	7.3	7.3
DO (mgO ₂ /L)	9.0	8.7	8.5	8.6	9.2	8.8	8.1
EC (μS/cm)	83	100	130	110	120	120	120
流量 (m ³ /s)	0.92	1.12	0.32	1.31	0.27	-	0.58
川幅 (m)	5.2	12	4.0	20	6.3	14	15
水深 (cm)	68	40	39	40	28	80	62
SS (mg/L)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
BOD (mgO ₂ /L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
COD (mgO ₂ /L)	0.5±0.0	0.5±0.1	0.4±0.0	0.6±0.0	0.5±0.2	1.2±0.3	0.8±0.2
T-N (mgN/L)	0.66±0.02	0.92±0.01	0.66±0.09	0.93±0.03	0.86±0.01	0.97±0.01	1.0±0.0
NH ₄ ⁺ -N (mgN/L)	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
T-P (mgP/L)	0.065±0.002	0.077±0.002	0.072±0.002	0.071±0.004	0.063±0.007	0.079±0.007	0.075±0.002
Fe (mgFe/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
全硬度 (mgCaCO ₃ /L)	36±0	39±1	43±2	41±1	41±2	43±1	42±3
C ₁₂ -LAS (μg/L)	-	-	-	-	-	-	<0.019
CAT (ng/L)	-	-	-	-	-	-	<0.79
benthiocarb (ng/L)	-	-	-	-	-	-	<0.46

地点番号・地点名 水質項目ほか	⑧ 麦原	⑨ あおぎ橋	⑩ ほたる橋	⑪ 水門	⑫ 潮光寺	⑬ 岩谷橋	⑭ 岩津橋
時刻	14:15	14:30	14:45	14:55	9:45	9:35	9:10
気温(℃)	31.0	33.0	33.0	-	31.0	-	-
水温(℃)	24.9	25.3	27.0	26.7	23.3	23.9	23.3
pH	7.0	6.9	7.0	7.1	7.4	7.1	7.0
DO (mgO ₂ /L)	7.8	6.8	9.1	7.1	9.3	7.3	8.7
EC (μS/cm)	190	190	190	190	74	120	100
流量 (m ³ /s)	0.15	0.26	0.44	0.45	0.04	0.07	-
川幅 (m)	1.0	3.8	2.4	47	6.7	4.6	47
水深 (cm)	21	16	35	5	10	42	-
SS (mg/L)	<5	5±6	<5	118±88	<5	<5	<5
BOD (mgO ₂ /L)	0.8±0.1	1.9±0.3	1.1±0.1	1.2±0.2	<0.5	0.9±0.1	1.0±0.2
COD (mgO ₂ /L)	1.4±0.2	2.4±0.3	2.6±0.3	2.3±0.3	4.8±0.4	0.8±0.1	2.0±0.4
T-N (mgN/L)	1.4±0.2	1.7±0.0	1.7±0.1	1.5±0.1	0.51±0.25	1.3±0.1	0.74±0.01
NH ₄ ⁺ -N (mgN/L)	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
T-P (mgP/L)	0.10±0.01	0.13±0.02	0.11	0.12±0.00	0.073±0.004	0.17±0.02	0.066±0.004
Fe (mgFe/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
全硬度 (mgCaCO ₃ /L)	75±1	67±1	70±1	66±1	29±0	44±0	39±2
C ₁₂ -LAS (μg/L)	-	-	0.021±0.003	-	-	0.080±0.000	<0.019
CAT (ng/L)	-	-	<0.79	-	-	<0.79	<0.79
benthiocarb (ng/L)	-	-	<0.46	-	-	<0.46	<0.46

C₁₂-LAS検出限界：0.019 μg/L, CAT：0.79ng/L, benthiocarb：0.46ng/L

果たしているといえる。2010年調査の貞光川(山本ら, 2011)や2007年調査の穴吹川(山本ら, 2008)では、河川の基礎的流量が川田川等に比して高いため、流域人口やそれに伴う汚濁負荷がほぼ同じであっても、流量が異なるとBODのような基本水質が大きく異なる可能性があることを示唆している。

一方、今回は全有機炭素(TOC)測定器が故障により使用不可能であったために、BODに加えて

CODについても全ての地点について測定した。CODもBODとほぼ同様で、8月の測定値は9月の測定値に比べて概ね高かった。なお、地点⑫は9月の方が測定値が高かったが、BODほかの測定値から推測すると、この濃度はコンタミ等による異常値であり、信頼性は低いと考えられる。また、その値の傾向もBODと類似しており、川田川の上流部で特に低く、9月調査時は1 mgO₂/Lを下回っていた。

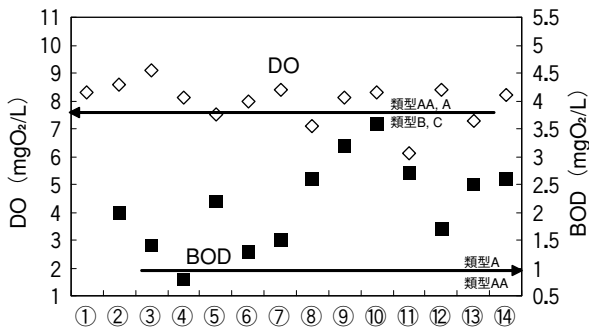


図4 各地点のDOおよびBOD濃度（8月11日）

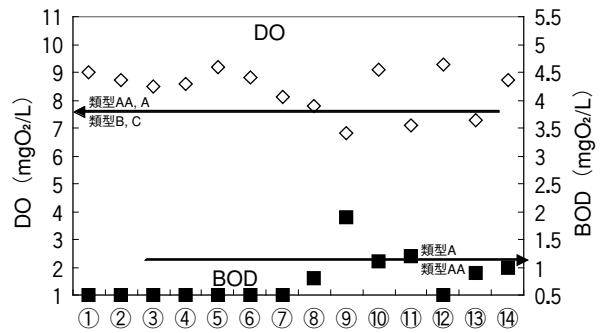


図5 各地点のDOおよびBOD濃度（9月13日）

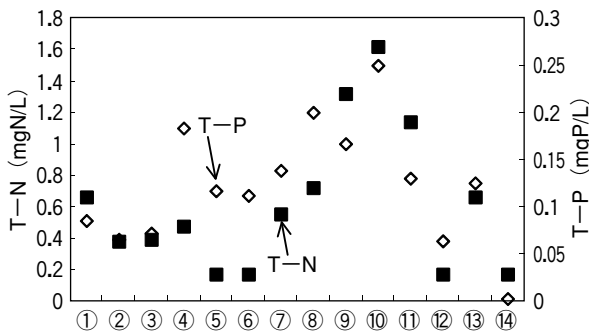


図6 各地点のT-N, T-P濃度（8月11日）

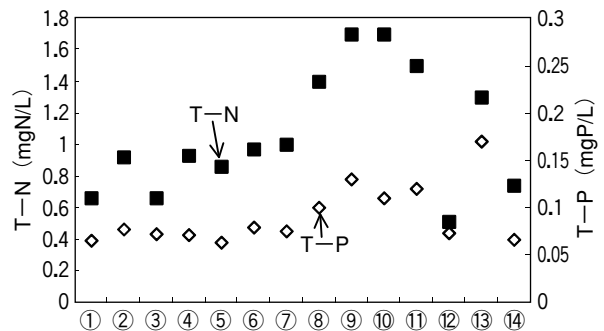


図7 各地点のT-N, T-P濃度（9月13日）

逆にほたる川の中・下流の地点⑨～⑪は比較的高く、8月調査時は2 mgO₂/Lを上回っていた。CODとBODの傾向がほぼ一致しているのは、池沼等の閉鎖性水域特有の現象である藻類等の異常繁茂に伴う難分解性有機物が観察される地点が、今回はなかったことによると考えられる。

SSについては、地点⑨と地点⑪において検出された以外はすべて5 mg/L未満と明らかな濁質が観察された地点はほとんどなかった。地点⑪は、水門近くで流量が低いにもかかわらず浅く、河床の生物膜が採水時に合わせて採取されてしまったことにより過大評価されていると考えられる。そのため、わずかに検出限界の5 mg/Lを上回った地点⑨を含め、濁りが顕著な地点はなかった。

窒素やリンなどの栄養塩（図6、図7ほか）については、T-Nがほたる川流域の地点⑧～⑪で比較的高く、1～2 mgN/Lのレベルであった。川田川の上流域でも0.3～1 mgN/L程度の汚濁レベルが検出され、2007年調査の穴吹川（山本ら、2008）や2010年調査の貞光川（山本ら、2011）よりも、2008年調査の美馬市美馬町（山本ら、2009）や2009年調査の阿波市（山本ら、2010）に近い傾向であった。

さらに徳島県内河川の過去5年の水質調査結果（徳島県、2007、2008、2009、2010、2011b）と比較すると、汚濁レベルは比較的清澄な穴吹川、海部川、穴喰川などほど低くはなく、どちらかといえば都市部の河川に近い傾向であった。NH₄⁺-Nについては8月の地点⑨～⑪で検出された他は、全て定量限界未満であった。T-Pについても同様で、川田川の地点①～⑦や岩谷川上流の地点⑫、吉野川本流の地点⑭は概ね0.1mgP/Lを下回っていたが、逆にほたる川の地点⑧～⑪、岩谷川下流の地点⑬は0.1mgP/Lを上回っており、8月には0.2mgP/Lを超えた地点もあった。先に述べたように、川田川流域は下水道等の整備率が低く人口の少ない美郷地区の汚濁負荷があるが、流量が十分にあれば希釈効果によってある程度の水質は保たれている。これは、生物学的水質等級において、カワニナやゲンジボタルの生息地が、完全に清澄な貧腐水性水域ではなく、やや栄養塩等の供給のあるβ中腐水性の水域である（住友ら、2007）ことから推測できる。一方、ほたる川や岩谷川流域については住宅地を流れており、川田川右岸や左岸の一部は特定環境公共下水道や農業集落排水施設が供用されているが、地点⑨～

⑪, ⑬では生活雑排水由来の汚濁の痕跡が明らかとなった。

金属イオンについては、鉄イオンがほとんどの地点で0.1mg/L以下であり、2010年の貞光川の調査(山本ら, 2011)と同様に、飲料水質基準値0.3mg/L(住友ら, 2007)を下回っていた。全硬度については、現地測定項目のECとほぼ同様の傾向を示した。川田川とその支流については、最上流部から下流に向かうに従ってやや上昇傾向が見られたが、概ね30~70mgCaCO₃/L程度の軟水で、わが国の他の水道水源と同様の一般的な硬度の水質であることがわかった。ECと同様に、ほたる川の上流の地点⑧では比較的高く、75mgCaCO₃/Lとなっており、上流部に何らかの硬度成分(カルシウム, マグネシウム)の発生源があるものと考えられる。

C₁₂-LASについては、8月の地点⑬で6.9μg/Lとかなり高濃度で検出された。この濃度は2008年の美馬市美馬町(山本ら, 2009)の調査の最大値に匹敵するもので、過去の徳島市周辺河川での測定結果との比較では、徳島市の冷田川, 田宮川などの汚濁が進む河川の測定値(田村ら, 2007)に近いレベルであった。これより、近隣の住宅地や小規模事業所からの未処理の生活雑排水の流入が示唆される。ほかにも、9月には地点⑬に加えて地点⑩でも検出されており、BODやT-N, T-Pの結果と合わせて生活排水由来の汚濁の痕跡が明らかである。

一方、農薬類については、シマジン(CAT), ベンチオカーブとともに全ての地点で検出限界未満だった。今回調査した8月および9月は水田除草剤の散布時期ではないことから、検出されなかったものと考えられる。これらの物質の存在実態を把握するには、6~7月に調査を実施することが望まれる。

なお、中流域の地点⑥や支流の地点⑤で生物があまり観察されなかった原因は水質化学分析では明らかにならなかった。これを明らかにするには、現在、環境省で検討中の排水や河川水の生態毒性試験(安田ら, 2011)や微量重金属元素の測定などを合わせて実施していく必要もある。

吉野川市の下水道・浄化槽・農業集落排水を合わせた汚水処理人口普及率は平成21年度末で66.8%(徳島県, 2011)と徳島県全体の47.6%よりも高く、

9割を誇る佐那河内村には及ばないものの県内で2番目であり、徳島市(66.0%)と並んで県内トップクラスである。しかし、これは主に鴨島町内の公共下水道によるところが大きく、山川町内では川田川右岸の市街地西部の川田地区に特定環境公共下水道と川田側左岸の川田西地区に農業集落排水施設があるにとどまっている。特にほたる川流域の山川町東部の山瀬処理区については現在、特定環境公共下水道が事業中であり、まだ供用は開始されていない。また、川田川の上流の美郷地区には下水道の整備計画がなく、浄化槽を設置していない家庭や事業所からは、雑排水の河川への流入が示唆される。

現在、川田川的美郷地区においては、カワニナの生息が広く見られるなど、ゲンジボタルの生息地として広く知られており、美郷ほたる館などは非常に重要な観光施設である。今後も、この生息が維持されるためには、水質や生物相調査を継続して実施していく必要がある。

ほたる川については、特に中・下流において生活雑排水由来の汚濁が検出されており、外来種の移入も見られた。「ほたる川」の名前通り、ほたるが飛び交う状態まで河川環境を復活させるには、山瀬地区の特定環境公共下水道整備を迅速に進めることのほか、流域住民の「水を汚さない」、「外来種を放流しない」、「下水道が整備されていない地区の場合は浄化槽を設置し、定期的に点検を実施する」という環境保全のための意識の向上が求められる。

なお、本調査では時間とコストが限られており、広大な対象地域の関係上14地点2回(8月と9月)の調査しか実施できなかった。より一般的な水環境について議論するには、より広範かつ通年・経年的な水辺の水質・生物相の調査ならびに管理をしていく必要がある。

5. おわりに

水質班では8月および9月の2回、吉野川市山川町および美郷を流れる川田川の本流と支流、山川町内のほたる川、岩谷川および吉野川本流の計14地点の水質化学調査と生物相調査を実施した。水質は川田川や吉野川本流などでは概ね良好であり、測定結果は2010年の貞光川や2007年の穴吹川、2009年の阿

波市や2008年の美馬市美馬町の河川上流部の調査結果と同様であった。川田川の最上流部ではアマゴやサワガニなど清澄な河川に棲む生物が多く見られた一方で、中流では放流されたと考えられるアユやカワニナなどが広く見られたほかは、中流域の典型的な魚類（カワムツ、オイカワ等）が見られた以外、生物があまり観察されない地点もあった。それに対して、ほたる川については、多様な魚種が観察された一方で、BODやT-N、T-Pなどの水質値は中程度の水質汚濁を表していた。これは、山川町の中心部ならびに東部の一部において、未処理の生活雑排水が放流されていることに起因している。岩谷川については、上流域が川田川に近い状況であったが、下流部はほたる川同様に、生活排水による汚濁の痕跡が見られた。今後、美郷地区のゲンジボタルの生息環境の保全や、ほたる川流域においてもホタルが飛び交うような環境を復活させるためには、特定環境公共下水道の整備に加え、地域住民による迅速な下水道への接続、浄化槽の整備・点検の実施などが望まれる。

文献

- エコケミストリー研究会HP (2007)：各物質の水域への排出源別排出量,平成18年度 (<http://www.ecochemi.jp/PRTR2006/prtr-index.html>). (Last Accessed on Jan. 25, 2012)
- 環境省 (2012)：外来生物法 (<http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>) (Last Accessed on Jan. 25, 2012)
- 環境省 (2009)：水質汚濁に係る環境基準について (<http://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>) (Last Accessed on Jan. 25, 2012)
- 環境省環境管理局水環境部企画課 (2000)：要調査項目等調査マニュアル, 172-180. (<http://www.env.go.jp/water/chosa/h12-12/414.pdf>) (Last Accessed on Jan. 25, 2012)
- 気象庁 (2011)：アメダス雨量計データ (<http://www.jma.go.jp/jp/amedas/>). (Last Accessed on Jan. 25, 2012)
- 気象庁 (2011)：年降水量 (1971~2000年の平年値) (http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/atlas/precipitation/precipitation_13.pdf). (Last Accessed on Jan. 25, 2012)
- 国土交通省 (2011)：水文学水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>). (Last Accessed on Jan. 25, 2012)
- 日本分析化学会北海道支部 (2005)：水の分析, 化学同人。
- 日本規格協会 (1998)：詳解工場排水試験法改訂3版。
- Sawyer, C. N., McCarty, P. L., Parkin, G. F. (1994)：Chemistry for environmental engineers 4th edition, McGraw-Hill Inc., NY, USA, 515-526.
- 新エネルギー・産業技術開発機構 (2005)：直鎖アルキルベンゼンスルホン酸およびその塩 (アルキル基の炭素数が10から14までのもの及びその混合物に限る), 化学物質の初期リスク評価書ver. 1.0, 15-24.
- 住友恒, 村上仁士, 伊藤禎彦, 上月康則, 西村文武, 橋本温, 藤原拓, 山崎慎一, 山本裕史 (2007)：新版環境工学～持続可能な社会とその創造のために。
- 田村生弥, 太田美菜子, 関澤純, 山本裕史 (2007)：下水道未普及地域における河川生物膜による直鎖アルキルベンゼンスルホン酸浄化作用の評価, 環境工学研究論文集, 44, 127-134.
- 徳島県 (2007)：平成18年度公共用水域および地下水の水質の状況についての測定結果。
- 徳島県 (2008)：平成19年度公共用水域および地下水の水質の状況についての測定結果。
- 徳島県 (2009)：平成20年度公共用水域および地下水の水質の状況についての測定結果。
- 徳島県 (2010)：平成21年度公共用水域および地下水の水質の状況についての測定結果。
- 徳島県 (2011a)：徳島県環境白書平成22 (2010) 年度 (http://www.pref.tokushima.jp/kankyo/kankoubutu/white_h22.html). (Last Accessed on Jan. 25, 2012)
- 徳島県 (2011b)：平成22年度公共用水域および地下水の水質の状況についての測定結果。
- 安田侑右, 米多佐織, 田村生弥, 駕田啓一郎, 中田典秀, 花本征也, 亀田豊, 木村久美子, 鎌迫典久, 山本裕史 (2011)：生活排水に汚染された河川水に対する短期慢性毒性試験, 土木学会論文集G (環境), 67 (7), III_249-III_256.
- 山本裕史, 田村生弥, 中村友紀, 中村雄大, 香月翔太, 藤川弘安, 長塩和也, 平田佳子, 関澤純, 大谷壮介, 山中亮一, 上月康則 (2008)：美馬市木屋平を流れる一級河川穴吹川の水質, 阿波学会紀要, 54, 13-22.
- 山本裕史, 田村生弥, 香月翔太, 平田佳子, 新田和代, 池幡佳織, 関澤純, 中村友紀, 大谷壮介, 一色圭佑, 山中亮一, 上月康則 (2009)：美馬市美馬町の河川と池沼の水質, 阿波学会紀要, 55, 13-22.
- 山本裕史, 浜野龍夫, 田村生弥, 平田佳子, 加藤潤, 池幡佳織, 安部香緒里, 駕田啓一郎, 西田昌代, 比恵島彬仁, 中村友紀, 一色圭佑, 山中亮一, 上月康則 (2010)：美馬市美馬町の河川と池沼の水質, 阿波学会紀要, 56, 13-24.
- 山本裕史, 浜野龍夫, 田村生弥, 加藤潤, 池幡佳織, 駕田啓一郎, 安田侑右, 行本みなみ, 米多佐織, 中村友紀, 一色圭佑, 桶川博教, 山中亮一, 上月康則 (2011)：つるぎ町を流れる吉野川水系貞光川の水質, 阿波学会紀要, 57, 13-24.
- 吉野川市アメニティーセンター (2011)：山川町の文化財, 川田川 (<http://y-amenity.net/cultural/mokuji.html>). (Last Accessed on Jan. 25, 2012)

Water quality of Kawata River and Hotaru River of Yamakawa Cho in Yoshinogawa City, Tokushima.

YAMAMOTO Hiroshi, TAMURA Ikumi, HAMANO Tatsuo, SAITO Minoru, YONEZAWA Takayasu, KATO Jun, KAGOTA Kei-ichiro, YASUDA Yusuke, YUKIMOTO Minami, MORITA Junpei, OBIKA Yuki, NAKAMURA Yuki, MATSUSHIGE Maya, OKEGAWA Hironori, YAMANAKA Ryoichi, KOZUKI Yasunori,

Proceedings of Awagakkai, No. 58 (2012), pp.13-24.