

美馬市美馬町の河川と池沼の水質

水質班 (徳島水環境研究会)

山本 裕史^{*1} 田村 生弥^{*2} 香月 翔太^{*2} 平田 佳子^{*2} 新田 和代^{*1} 本多 勇太^{*1}
 加藤 潤^{*1} 池幡 佳織^{*1} 関澤 純^{*1} 中村 友紀^{*3} 大谷 壮介^{*4} 一色 圭佑^{*5}
 山中 亮一^{*6} 上月 康則^{*6}

要旨：美馬市美馬町を流れる一級河川吉野川の本流とその支流10地点、ため池2地点の計12地点において、2008年8月と10月の2回、水質調査を実施した。水質環境基準の生活環境項目のうち、生物化学的酸素要求量（BOD）は吉野川本流の3地点とも2mg/L以下とほぼ良好であり、河川類型Aの基準値を概ね満たしていた。一方、支流については、黒谷川や棋穀谷川、吉田谷川など流域に住宅地が多い地点からは生活排水由来と考えられる汚濁が見られ、BODが3mg/L程度ないしそれ以上、栄養塩の全窒素（T-N）や全リンがそれぞれ2.0mg/L、0.1mg/L以上と比較的高濃度で検出された。また、特に黒谷川や吉田谷川下流では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（LAS）が0.3～1.9mg/Lと高濃度で検出されており、水質の改善には下水道や合併浄化槽等の污水处理施設の整備を進める必要が指摘される。また、ため池である坊僧池では藻類の異常繁茂が見られ、化学的酸素要求量（COD）や全有機炭素（TOC）、pHなどがかなり高い状態であり、浚渫等の対策が望まれる。

キーワード：吉野川、水質基準、生活排水、ため池、浄化槽

1. はじめに

美馬市美馬町は一級河川吉野川の中流部の北岸に位置し、竜王山や三頭山をはじめとする阿讃山地からいくつもの支流が本流に流れ込む平地部分では扇状地や天井川が形成されている。また、地形的な要因に加えて、年間降水量が約1,300ミリ（気象庁、2008）と少ないこと、上流部から用水路を通じて主に水田への利水が進んでいることから、鍋倉谷川、中野谷川、野村谷川の本川流入口近くは水枯れを起こしている。さらに、主に農業用水量が十分でないことから、吉野川北岸用水等を利用した坊僧池、滝ノ宮池などのため池も存在している。

水質については、吉野川中流域は水質環境基準の類型Aに指定されており、ここ10年程度の環境省の資料（環境省、2008）ならびに平成19年度の国土交

通省による月1回の測定結果（徳島県、2008）においても脇町潜水橋付近では生物化学的酸素要求量（BOD）が0.5～1.0mg/Lと比較的良好な状況である。美馬市美馬町の人口は合併前で9,300人程度（全国市長会、2006）だが、美馬市全体の下水道普及率は平成19年度末で4.5%、合併浄化槽等普及率が同29.5%（美馬市、2008）であり、60%以上は単独処理浄化槽もしくは尿汲み取りで、家庭雑排水が未処理のまま河川等に放流されている。このことは住宅地を流域とする中小河川に家庭雑排水由来の水質汚濁を引き起こしている可能性を示唆している。

本調査では、吉野川の本川とその支流ならびにため池の水質を詳細に調べるために、降雨の影響を受けにくいと考えられる天候のよい日時を選び、2008年8月と10月の計2回、美馬市美馬町内の吉野川本川と住宅地、農耕地、山地など様々な土地利用の地

*1 徳島大学総合科学部

*2 徳島大学大学院人間・自然環境研究科

*3 徳島県県民環境部

*4 徳島大学大学院工学研究科

*5 徳島大学工学部建設工学科

*6 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

域を流域とする支流9地点とため池2地点、ならびに環境基準補助点である美馬市脇町の脇町潜水橋の計12地点において採水し、水質調査を実施したので、その結果を報告する。なお、現地にて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（吉野川本川を除く）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）、BOD（2ヶ所のため池は化学的酸素要求量：COD）、全有機炭素（TOC）、全窒素（T-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最も多い陰イオン界面活性剤直鎖アルキルベンゼンスルホン酸（LAS）、ならびに農薬としての排出量が多い除草剤（ベンチオカーブ）（エコケミストリー研究会、2009）とした。

2. 試料採取

前述したように、美馬市美馬町の中心部を流れる鍋倉谷川や中野谷川などいくつかの支流は、降雨時以外は伏流水として流れ、表流水は水枯れしている。そのため、鍋倉谷川上流部の1地点での採水のみを実施した。人工の汚濁発生源として考えられる民家や事業所、耕作地等の影響、各地点間の距離、採水容器や簡易水質測定装置を持って採水可能か下見を実施した。その結果、地図（図1）および写真（図2）に示す美馬市美馬町内の吉野川本流の2地点、支流の7地点、ため池の2地点ならびに環境基準補助測定点になっている美馬市脇町の1地点の計12地点を選定した。以下、選定地点について概説する。

地点①は美馬町西部の重清西小学校近くの黒谷川の樋門のすぐ下流とした。この付近は県道鳴門池田線に沿って住宅地が多く見られ、スーパーやホームセンターもある。2回の採取時ともに生活雑排水による汚濁が目に見えて顕著であり、洗剤等に由来すると考えられる泡立ちもみられた。樋門の上流はコンクリート三面張り、下流は礫状の河床であった。地点②は、黒谷川が吉野川本流に合流した地点①から約500m東側の青石橋の北岸とした。この付近の護岸はコンクリートで階段状になっており、川幅は広く、水深も1mを超えており、水量もかなり多かった。

前述したように中野谷川と鍋倉谷川は平地部では扇状地を形成しており、ともに表面の水は流れていないため、山地の最上流部まで視察をおこなった。特に鍋倉谷川については下流部に美馬中学や美馬商業高校、美馬市役所美馬庁舎など美馬町の中心部が存在する重要な河川であるため、連続する砂防ダムの最上流部まで行って採水をおこなった。これが地点③である（図1, 2）。付近は草木が茂っていて、住宅地などの人工的な汚濁発生源はなかった。地点④は、ため池の一つである滝ノ宮池を選定した。この池は徳島自動車道が東西に走る小高い丘の中腹にあり、汚濁発生源等は特になかったが、水草の繁茂が見られた。

地点⑤は、美馬市中心部の国道438号線の吉野川に架かる美馬橋の北岸とした。この付近には、美馬市美馬町付近の上水道に供給する地下水（伏流水）の取水口がある。浅い河原が広がり、小魚やこぶし大程度の石の裏には水生昆虫も多く観察された。地点⑥は郡里小学校南側の棋穀谷川を選定した。この地点では非常に水深が浅く、8月には採水できなかった。また、地点⑦は史跡である「段の塚穴」近くの吉田谷川の上流とした。県道鳴門池田線近くに住宅が集まっており養鶏場も確認された。地点⑧は美馬町内最大のため池である坊僧池とした。この池は滝ノ宮池同様に徳島自動車道近くの小高い場所にあるが、藻類の異常繁茂によるアオコが見られ、上流に広がる水田からの流入による富栄養化が進んでいる様子であった（図1, 2）。地点⑨は天都賀佐比古神社近くの吉田谷川とした。吉田谷川は地点⑦や地点⑥の棋穀谷川などと合流して水田や点在する住宅地の中を水量を増しながら流れているが、水草が大量に繁茂するなどやや汚濁が進んでいる印象であった。

地点⑩は野村谷川の上流にある美馬温泉近くとしたが、この近辺は昨年度の木屋平地区を流れる清流の穴吹川上流やその支流と同様の印象を受けた。地点⑪は同じ野村谷川の扇状地の扇頂に当たる部分で、採石場がある付近とした。この地点⑩と⑪の間の野村谷川の中流部は8月には本流は水枯れしており、10月には十分にあった（図2はともに10月に撮影）。

地点⑫は調査対象の美馬市美馬町とは異なるが、国土交通省四国地方整備局徳島河川国道事務所が環

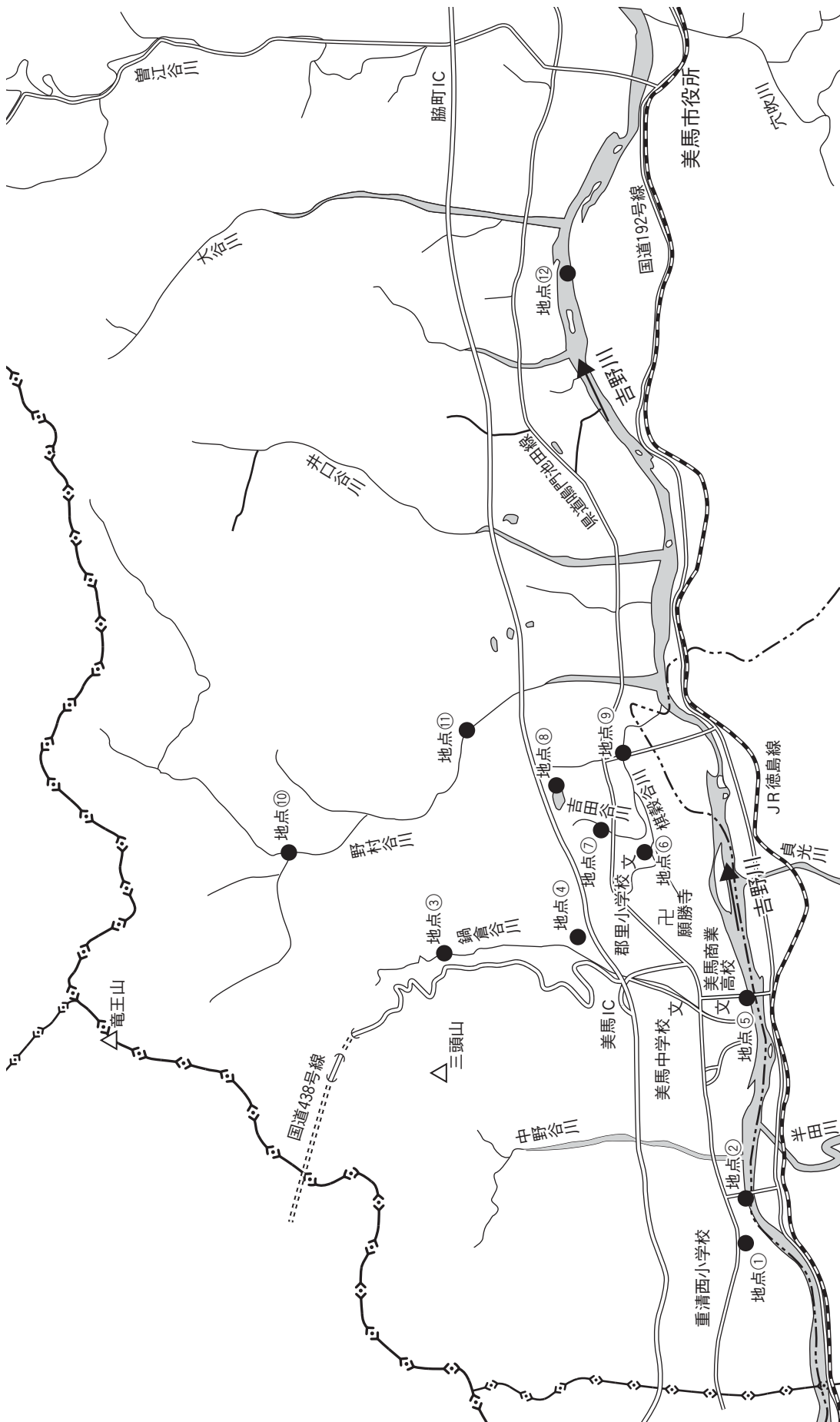


図1 美馬市美馬町付近の河川および池沼、ならびに試料採取地点の地図

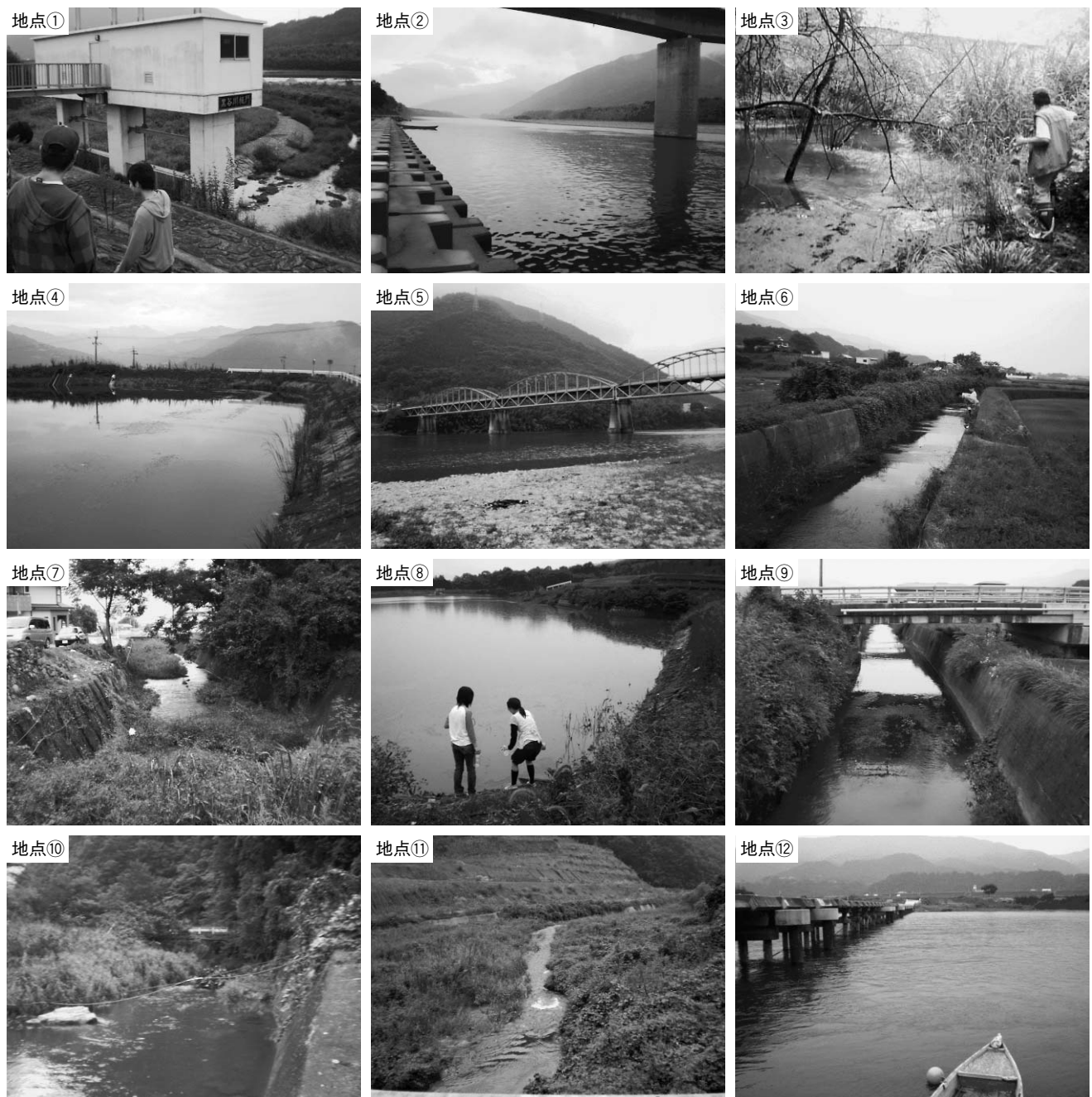


図2 試料採取地点周辺の写真

境基準補助調査点として月1回の調査を実施している脇町潜水橋付近（徳島県，2008）とした。採水は南岸の美馬市穴吹町側で実施した。

なお採取した日は，美馬市穴吹，香川県高松市竜王山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，2008）および，美馬市大宮にある国土交通省の雨量計（国土交通省，2008）を参考に，降雨による初期流出の影響を受けないと考えられる2008年の8月7日および10月7日とした。それぞれ，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

上述したように，試料採取を行った2008年の8月7日および10月7日の2回，現地で水温，pH，DO，水深，川幅，流量を測定した。水温，pHおよびDOは現場測定用電極を装着したDO計（堀場製作所製D-15）によって測定した。流量は広井電気式流速計（三映測量製）によって流速を各地点2ヶ所以上測定し，川幅や水深と合わせて流量に換算した。

2) BOD, CODおよびTOC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に緩衝液、硫酸マグネシウム溶液、塩化カルシウム溶液、塩化鉄溶液を加え、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は採取した2ヶ所のため池の水をガラス繊維ろ紙（Whatman社製GF-B，孔径=1.0 μ m）でろ過し、20mL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90℃で試料を酸化した後、一定量のシュウ酸を加えて還元し、再び過マンガン酸カリウムで逆滴定した。一方、TOCは採取した検水をガラス繊維ろ紙（Whatman社製GF-B，孔径=1.0 μ m）でろ過し、島津製作所製TOC-5000で測定した。

3) T-NおよびT-P測定

検水をガラス繊維ろ紙でろ過し、T-Nは紫外線吸収法を、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）。なお、ともに試料水は水酸化ナトリウムでアルカリ性にしてペルオキソ二硫酸カリウムを入れて有機物を高压蒸気滅菌器を用いて120℃，15分酸化・分解した。なお、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500mL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

検水をガラス繊維ろ紙でろ過し、硬度は全硬度をキレート滴定法（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) C₁₂-LASおよび除草剤濃度測定

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カートリッジに通水したものをメタノールで溶出し、C₁₂-LASは蛍光・吸光検出器付高速液体クロマトグラフィー（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。除草剤ベンチオカーブは同様のカートリッジからアセトン・*n*-ヘキサン（30：70）混合液で溶出して、ガスクロマトグラフ質量分析器（GC-MS）（日本電子社製，Automass II-150）を用いて測定した。C₁₂-LASおよびベンチオカーブの検出限界はそれぞれ、1.2 μ g/Lおよび0.46 μ g/Lであった。

4. 測定結果および考察

各水質項目の8月と10月の測定結果を表1に示す。なおここで、地点⑥の8月は、水量が少なく試料採取できなかった。また、吉野川本川の地点②、⑤と⑫では川幅や水深を測ること試みたが困難であり、流量等のデータを測定することはできなかった。C₁₂-LASと除草剤については、時間とコストの関係から汚濁が懸念される地点①、②、⑤、⑨と⑫でのみ測定を実施した。

参考のために河川と湖沼の水質環境基準値をそれぞれ表2と表3に示す。さらにDOならびにBODの値の推移を8月の結果は図3に、10月の結果は図4に示すとともに、同様にT-NおよびT-Pについても値の推移を8月の結果は図5に、10月の結果は図6に示す。

まず、表1に示すように流量の値は10月7日の方が8月7日に比べてやや多く、特に野村谷川の地点⑩と⑪では大きく増加していた。10月5日の降雨（約50ミリ程度）の影響が見られた10月に比べ、8月5日の降雨（約10ミリ以下）の影響が少なかった8月との間に大きな差があったものと考えられる。流域での局所的な豪雨が起ると気象庁アメダスの雨量計や国土交通省の雨量計でも地点によって降雨日時や量が大きく異なっており、流量が時間的に大きく変動しているものと考えられる。

現地での水質測定項目については、山地の鍋倉谷川や野村谷川の上流部では水温が低く、逆に2つのため池では特に8月で他の地点よりも水温が高かった。また、当然のことながら、気温が高い8月の方が水温も5～10℃ほど高かった。図3および図5に示すDOについては、地点⑧の坊僧池で藻類の異常繁茂によると考えられる過飽和状態が観察された。飽和DOは温度が低いほど高く、25℃で8.4、20℃で

表1 水質測定結果のまとめ

水質項目(ほか)	① 黒谷川	② 青石橋	③ 鍋倉谷川	④ 滝ノ宮池	⑤ 美馬橋	⑥ 榎穀谷川	⑦ 吉田谷川上流	⑧ 坊僧池	⑨ 吉田谷川下流	⑩ 美馬温泉	⑪ 野村谷川	⑫ 脇町潜水橋
時刻	9:55	10:30	11:30	12:45	12:05	13:00	13:10	13:30	13:50	14:15	14:45	15:15
水温 (°C)	25.8	24.6	20.2	27.5	25.7	欠測	26.7	29.9	28	19.7	25	26.5
pH	7.9	7.1	8.2	8.9	7.7	欠測	7.7	10.6	8.2	8.2	8.7	7.9
DO (mg/L)	6.8	6.6	8.8	7.6	7.5	欠測	6.0	12.2	8.4	8.9	8.6	7.9
流量 (m³/s)	0.054	欠測	0.11	-	欠測	欠測	0.021	-	0.24	0.090	0.012	欠測
川幅 (m)	2.6	欠測	1.2	-	欠測	欠測	0.8	-	4.6	7.0	0.7	欠測
水深 (cm)	10	35	13	欠測	欠測	欠測	7	欠測	25	20	8	30
SS (mg/L)	7	<1	<1	<1	<1	欠測	<1	3	4	<1	3	<1
BOD (mg/L) [or COD]	2.7	0.7	1.5	[1.7]	0.8	欠測	1.4	[7.0]	2.8	1.0	<0.5	0.7
TOC (mg/L)	5.1	0.8	0.9	1.5	1.2	欠測	2.2	2.9	3.4	0.9	0.9	1.1
T-N (mg/L)	3.8±0.0	3.6±0.1	1.9±0.1	0.81±0.01	0.55±0.02	欠測	1.6±0.0	<0.04	1.6±0.0	0.85±0.01	<0.04	<0.04
T-P (mg/L)	0.43±0.00	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	欠測	0.16±0.00	<0.04	0.42±0.00	<0.04	<0.04	<0.04
Fe濃度 (mg/L)	0.12	0.13	<0.05	<0.05	<0.05	欠測	0.16	<0.05	0.17	<0.05	<0.05	<0.05
全硬度 (mg CaCO ₃ /L)	37	23	89	23	21	欠測	70	60	49	86	233	22
C ₁₂ -LAS (μg/L)	1400	18	-	-	140	-	-	-	300	-	-	49
Benthocarb (μg/L)	<DL	<DL	-	-	<DL	-	-	-	<DL	-	-	<DL
時刻	10:25	10:45		11:09	11:25	13:05	13:28	11:48	13:39	14:13	14:30	15:05
水温 (°C)	20.5	18.0	13.5	21.7	17.9	21.2	19.6	21.5	20.6	17.2	18.1	18.6
pH	8.5	6.7	7.4	9.1	6.8	9.6	7.9	10.4	9.5	7.4	7.6	7.4
DO (mg/L)	10.0	10.8	6.4	10.4	11.3	欠測	8.1	13.0	6.5	9.8	8.7	8.5
流量 (m³/s)	0.087	欠測	0.31	-	欠測	0.037	0.047	-	0.48	0.44	1.18	欠測
川幅 (m)	1.8	欠測	3.7	-	欠測	5.5	0.9	-	4.7	6.3	4.0	欠測
水深 (cm)	12	90	25	欠測	欠測	2	14	欠測	35	50	35	欠測
SS (mg/L)	7	1	2	<1	<1	10	<1	180	22	<1	<1	<1
BOD (mg/L) [or COD]	1.8	1.4	1.7	[5.5]	2.0	4.3	1.8	[9.4]	3.7	1.5	0.5	<0.5
TOC (mg/L)	4.6	3.1	1.4	3.1	2.3	6.4	2.2	7.7	2.5	1.9	2.0	2.5
T-N (mg/L)	5.0±0.1	0.33±0.03	2.7±0.1	1.5±0.0	2.3±0.1	2.6±0.1	2.0±0.2	0.20±0.05	2.5±0.0	3.0±0.1	2.9±0.1	3.4±0.1
T-P (mg/L)	0.23±0.00	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0.32±0.01	<0.04	<0.04	0.16±0.00	<0.04	0.07±0.00	<0.04
Fe濃度 (mg/L)	0.17	<0.05	0.11	<0.05	<0.05	0.14	<0.05	<0.05	<0.05	0.11	<0.05	<0.05
全硬度 (mg CaCO ₃ /L)	52	23	50	42	21	38	50	60	63	38	44	21
C ₁₂ -LAS (μg/L)	1900	4.1	-	-	61	-	-	-	380	-	-	49
Benthocarb (μg/L)	<DL	<DL	-	-	<DL	-	-	-	<DL	-	-	<DL

注：地点⑥の流量等の値が欠測なのは水深が浅いことから採水できなかったため；「欠測」は測定を試みたが不可能だったもので、「-」は測定を実施していないもの；地点④と⑧はBODではなくCOD（他の地点は全てBOD）；C₁₂-LASとBenthocarbのDL（検出限界）はそれぞれ2.2μg/Lと0.46μg/L

表2 生活の保全に関する水質環境基準（河川）（住友ら，2007）

項目 類型	利用目的の 適応性	基準値				
		水素イオン 濃度 (pH)	生物化学的 酸素要求量 (BOD)	浮遊物質量 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数
AA	水道1級，自然環境 保全及びA以下の欄 に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1 mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	50MPN/ (100mL)以下
A	水道2級，水産1級， 水浴及びB以下の欄 に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	2 mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1,000MPN/ (100mL)以下
B	水道3級，水産2級， 及びC以下の欄に掲 げるもの	6.5以上 8.5以下	3 mg/L 以下	25mg/L 以下	5 mg/L 以上	5,000MPN/ (100mL)以下
C	水産3級，工業用水 1級及びD以下の欄 に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5 mg/L 以下	50mg/L 以下	5 mg/L 以上	-
D	工業用水2級，農業 用水及びEの欄に掲 げるもの	6.0以上 8.5以下	8 mg/L 以下	100mg/L 以下	2 mg/L 以上	-
E	工業用水3級 環境保全	6.0以上 8.5以下	10mg/L 以下	ごみ等の浮遊 が認められな いこと	2 mg/L 以上	-

(注)

- 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
- 2 水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
- 3 水道2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
- 3 水道3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
- 4 水産1級：ヤマメ，イワナ等貧腐水性水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用
- 4 水産2級：サケ科魚類及びアユ等貧腐水性水域の水産生物用及び水産3級の水産生物用
- 4 水産3級：コイ，フナ等，β-中腐水性水域の水産生物用
- 5 工業用水1級：沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
- 5 工業用水2級：薬品注入等による高度の浄水操作を行うもの
- 5 工業用水3級：特殊の浄水操作を行うもの
- 5 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む。）において不快感を生じない限度

9.2 mg/L (Sawyerら，1994) であることが知られており，それよりもかなり高い。また，やや水質汚濁が進んでいると見られる地点①や地点⑨でもDOが7 mg/L未満になっていた。しかしながら，今回DOを測定した地点においては，明確な嫌気性状態になるほど汚濁が進んだところはなかった。pHについては，地点⑧の坊僧池で藻類の異常繁茂により炭酸平衡が大きく崩れ，pH10を超えるアルカリ性になっていたと考えられる。そのほかの地点については，ほぼpH6.5と8.5の間にあった。

一方，実験室での測定項目については，まず，わが国の河川の水質比較評価で最も一般的なBODの値（図3および図5）が河川類型Aに指定されている吉野川本流（地点②，⑤，⑫）とともに2 mg/L以下であり，水質環境基準値を満たしていた。国土交通省による定期的測定が行われている地点⑫の値

についても，平成18ならびに19年度の年間平均（ともに0.6mg/L）（徳島県，2007，2008）とほぼ一致しており，豊富な流量により水質はほぼ良好に保たれているといえる。逆に，比較的BODが高く3 mg/L程度あったのは，地点①，⑥，⑨といずれも住宅地からの家庭雑排水が流れ込んでいる可能性が高い地点であった。徳島県で最も汚濁が進んでいる河川である徳島市の打樋川（平成19年度の年間平均値：12mg/L）や鳴門市の新池川（平成19年度の年間平均値：7.6mg/L）に比べると汚濁は深刻とはいえないものの，河川類型ではBないしC（表2）という中程度にあたる。先に示したように，美馬市美馬町の人口である9,300人程度のうち，合併浄化槽等の家庭雑排水の処理設備を有するのは34%程度（美馬市，2008）に過ぎず，トイレ以外の炊事，洗濯，風呂などからの汚水のかかなりの部分が未処理の

表3 生活の保全に関する水質環境基準（湖沼）（住友ら，2007）

項目 類型	利用目的の 適応性	基準値				
		水素イオン 濃度 (pH)	化学的 酸素要求量 (COD)	浮遊物質量 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数
AA	水道1級,水産1級, 自然環境保全及びA 以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1 mg/L 以下	1 mg/L 以下	7.5mg/L 以上	50MPN/ (100mL)以下
A	水道2・3級,水産2級, 水浴及びB以下の欄に 掲げるもの	6.5以上 8.5以下	3 mg/L 以下	5 mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1,000MPN/ (100mL)以下
B	水産3級,工業用水1級, 農薬用水及びCの欄に 掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5 mg/L 以下	15mg/L 以下	5 mg/L 以上	-
C	工業用水2級 環境保全	6.0以上 8.5以下	8 mg/L 以下	ごみ等の浮遊が 認められない こと	2 mg/L 以上	-

項目 類型	利用目的の 適応性	基準値	
		全窒素(T-N)	全リン(T-P)
I	自然環境保全及びII以下の 欄に掲げるもの	0.1mg/L以下	0.005mg/L以下
II	水道1・2・3級(特殊なものを 除く), 水産1種, 水浴及びIII 以下の欄に掲げるもの	0.2mg/L以下	0.01mg/L以下
III	水道3級(特殊なもの)及びIV 以下の欄に掲げるもの	0.4mg/L以下	0.03mg/L以下
IV	水産2種及びVの欄に 掲げるもの	0.6mg/L以下	0.05mg/L以下
V	水産3種, 工業用水, 農薬用水, 環境保全	1 mg/L以下	0.1mg/L以下

(注)

- 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
- 2 水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
水道2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
水道3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
- 3 水産1級：ヤマメ、イワナ等貧腐水性水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用
水産2級：サケ科魚類及びアユ等貧腐水性水域の水産生物用及び水産3級の水産生物用
水産3級：コイ、フナ等、β-中腐水性水域の水産生物用
- 4 工業用水1級：沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
工業用水2級：薬品注入等による高度の浄水操作を行うもの
- 5 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む。）において不快感を生じない限度

まま黒谷川や棋穀谷川，吉田谷川に流れ込んでいる可能性が指摘される。

2つのため池のCODの値は特に坊僧池で高く，10月では9 mg/Lを超えていた。この値は湖沼の水質環境基準の中でも最も基準が緩い類型Cも満たしていない。環境省の発表する全国の湖沼の水質（環境省，2008）の中でワーストである千葉県印旛沼（平成19年度のCOD平均値11mg/L）には及ばないものの，2番目に悪い茨城県の北浦と同程度であった。冬季に水抜きを実施する際には，底泥を浚渫す

る必要もある。

SSについては，坊僧池で10月に180mg/Lと浮遊する藻類に由来する濁りが顕著であった。他の地点については，水質環境基準値として最も厳しい25mg/Lも満たしており，顕著な濁りはみられなかった。

図4および図6に示す窒素やリンなどの栄養塩に目を移すと，T-Nは地点①で特に高い値であったほか，1 mg/Lを超える地点が数多く見られた。生活雑排水由来の物質や耕作地の肥料等由来の硝酸性ないし亜硝酸性窒素もしくは天然有機物由来の窒素

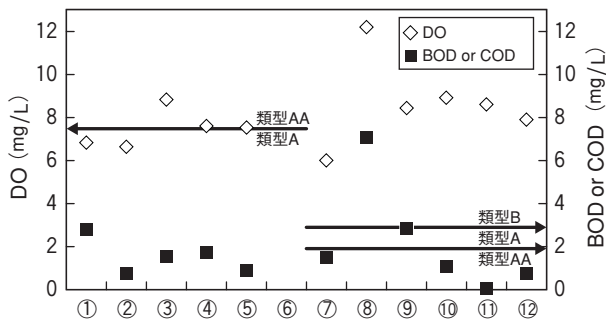


図3 DOおよびBOD/COD濃度の推移 (8月7日)

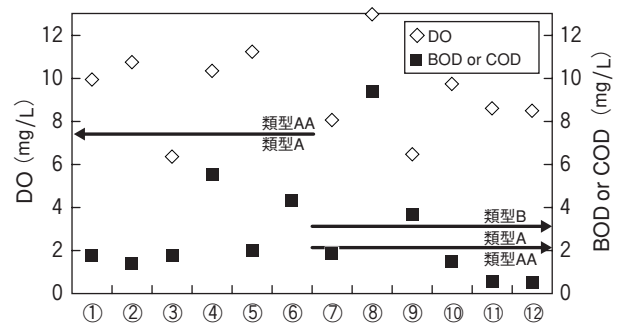


図4 DOおよびBOD/COD濃度の推移 (10月7日)

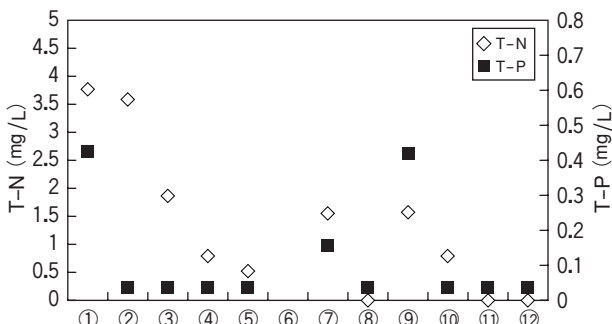


図5 T-NおよびT-P濃度の推移 (8月7日)

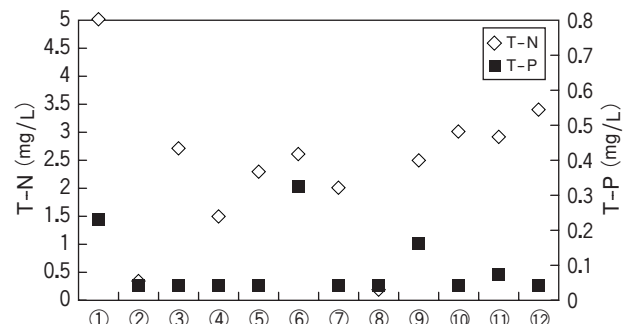


図6 T-NおよびT-P濃度の推移 (10月7日)

源が考えられる。また、昨年の木屋平地区の分析では精度の高い全自動測定装置を用いたが、今回は機械の都合により紫外線吸収法を用いた。この方法は途中の過程で器具や高圧滅菌器の洗浄に十分気をつけないと、バックグラウンド値が高くなってしまふ。8月と10月の測定値が大きく異なるものもあり、精度管理が重要な測定項目であるといえる。T-PについてはBODが比較的高い地点と同様に、地点①、⑥、⑨の黒谷川や棋穀谷川、吉田谷川といった住宅地を流れる河川で比較的高い値となった。BOD同様に家庭雑排水由来の汚濁が考えられる。T-Pは測定法の感度の問題から地点⑫付近では検出できず、国土交通省による毎月1回の調査結果である0.01mg/L(徳島県, 2008)とは単純比較できなかった。T-Nについては、平均で0.5mg/Lと報告されているが、今回の結果はややバラツキが大きく、先に示した通り精度の向上や、測定法の変更が必要である。なお、2ヶ所のため池については、T-NおよびT-P濃度測定結果では明確な富栄養化は示されなかった。

金属イオン類については、鉄イオンがほとんどの地点で0.05mg/L未満、最大でも0.17mg/Lと飲料水

質基準値0.3mg/L(住友ら, 2007)と比較しても十分に低かった。また、硬度についても、野村谷川の採石場近くの地点⑪で水量の少なかった8月に200を超える硬水だったほかは、60度程度の軟水で、わが国のほかの水道水源と比べても一般的な水質であるといえる。

有害有機汚染化学物質については、除草剤ベンチオカーブは検出されなかった。水質環境基準の人の健康に関する項目に指定されているベンチオカーブの値は20 μ g/L以下(住友ら, 2007)であり、十分にそれを満たしていた。季節的に除草剤が散布される時期でないため検出されなかったが、次回以降、6月頃の散布時期の調査についても検討する必要がある。一方、C₁₂-LASについては、昨年の木屋平地区の分析結果(山本ら, 2008)とは異なり、分析した5地点全てで検出された。特に地点①の黒谷川や地点⑨の吉田谷川での値は高く、家庭用洗剤に含まれる陰イオン界面活性剤のLASが未処理のままかなり排出されていると考えられる。特に地点①での検出濃度はオオミジンコの繁殖阻害を引き起こす濃度(21日最大無影響濃度=1.65mg/L)と同程度であり、水生生物への有害影響も懸念されるレベル

(新エネルギー・産業技術開発機構, 2005) である。また、過去の徳島市周辺河川での測定結果との比較でも、徳島市の打樋川や冷田川、田宮川などの汚濁が進む河川の測定値(田村ら, 2007) とほぼ同程度かそれより高いくらいであった。

前述したように美馬市での下水道普及率は4.5%、合併浄化槽等を合わせても34%に過ぎない(美馬市, 2008)。それ以外については生活雑排水が未処理のまま河川など水環境中に排出されていることになる。特にT-PやC₁₂-LASについては黒谷川、棋穀谷川、吉田谷川などでかなり汚濁が進んでいるといえる。このような中小河川については、BODについても、徳島県・国土交通省等による他の徳島県の各地点でのBOD値測定結果の詳細(徳島県, 2007, 2008)と比較しても、徳島市や鳴門市、阿南市などの沿岸部の都市河川と同レベルになっている。吉野川本川が水量が多いために、水質汚濁が目立たないが、その支流の中小河川も含めて水質を改善していくには、汚濁負荷削減を体系的に実施する必要がある。また、ため池である坊僧池の水質汚濁、藻類の異常発生も深刻であり、浚渫等の積極的浄化策が望まれる。

さらに、中野谷川、鍋倉谷川、野村谷川では用水路から水田等に大量の利水が進んでおり、水枯れの原因は扇状地という地形的な問題だけとは限らない。今後、水生生態系の保全も含めた総合的視点から水資源の管理を行う必要があることも指摘できる。

なお、本調査は8月と10月の2回しか調査を実施していないため、より一般的な水質について議論するには月に1度、年間通じて継続して調査をしていく必要がある。また、物理化学的な性質に重点がおかれたが、真の意味での水質や水環境の状況を把握するには、その場所に長期間生息する水生生物の調査など生態系に関する調査との連携も不可欠である。

5. おわりに

本調査は8月と10月の2回にわたって実施したが、吉野川本流の水質が比較的良好であるのに対して、住宅地を流れる黒谷川、吉田谷川など中小河川における水質汚濁が見られた。また、ため池である坊僧池での藻類の異常繁茂も深刻であった。美馬市

における下水道普及率と合併浄化槽普及率は合わせても50%に満たず、生活由来の汚水対策はまだまだ不十分である。今後、「四国のまほろば」を自称し、「誰もが住みたくなるまち」を目指す美馬市が全国に誇れる自然環境を維持していくためには、人間生活によって排出される生活関連の水質汚濁を最低限に抑える自助努力が強く望まれる。

文献

- エコケミストリー研究会HP (2009) : 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>). (Accessed on Jan. 20, 2009).
- 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>) (Accessed on Jan. 19, 2009).
- 環境省 (2008) : 平成19年度公共用水域水質測定結果について (<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=10443>). (Accessed on Jan. 19, 2009).
- 気象庁 (2008) : アメダス雨量計データ (<http://www.jma.go.jp/jp/amedas/>). (Accessed on Dec. 26, 2008).
- 国土交通省 (2008) : 水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>). (Accessed on Dec. 26, 2008).
- 美馬市 (2008) : 徳島県美馬市資料, 単独特定環境保全公共下水道.
- 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, 164.
- 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, 164.
- 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.
- 全国市長会 (2006) : 合併市に対する調査, 美馬市 (<http://www.mayors.or.jp/gappei/h17/03mima.pdf>) (Accessed on Jan. 19, 2009).