

底生動物による一ツ瀬川及び一ツ瀬川支流の水質評価

廣池勇太 岡田守道 三坂淳一¹⁾ 島田玲子 赤崎いずみ
中山能久 溝添光洋 坂本祥子 中村公生 三角敏明

Biological Evaluation of Water by Zoo-Benthos of the Hitotsuse River and its Tributaries

Yuta HIROIKE, Morimichi OKADA, Junichi MISAKA, Reiko SHIMADA,
Izumi AKAZAKI, Yoshihisa NAKAYAMA, Mitsuhiro MIZOZOE,
Sachiko SAKAMOTO, Kimio NAKAMURA, Toshiaki MISUMI

要旨

当研究所では、本県を流れる河川について平成5年度から順次底生動物を用いた水質評価を行っている。平成27年度は一ツ瀬川本流、支流の銀鏡川及び三財川の3河川6地点で水質理化学検査及び生物学的水質判定をした。理化学検査では、環境基準(河川)があるものはすべて適合し、その他の項目も良好な結果であった。生物学的水質評価は、従来の平均スコア法(ASPT)に加え、生物多様度指数を用いた。その結果、ASPT値は1地点で「清水性」、5地点で「やや清水性」となった。また、一部の指標間で強い正の相関がみられた。この指標は水質評価の指標になると考えられることから、今後のデータ集積による検討が必要である。

キーワード: 底生動物, 水質理化学検査, 生物学的水質判定, 平均スコア法(ASPT), 生物多様度指数(DI)

はじめに

当研究所では、平成5年度から本県を流れる河川の水質について、水質評価方法の一つである底生動物を用いた生物学的水質判定を行っている。

一般に生物は自然環境に順応しながら生息しているが、特に河川水という限定された環境に生息する底生動物は、水質に敏感に反応する¹⁾。このほか、河床構造や水深、河川周辺の環境などの様々な条件があり、それぞれの水域の環境に合致した底生動物は当該水域の水質指標となる。

底生動物は、理化学検査では測ることができない調査地点の包括的な生物環境を示し、底生動物を指標として用いた環境評価を活用することは理化学検査を補完することができる²⁾。

平成27年度は一ツ瀬川全域の水質を把握するため、一ツ瀬川本流だけでなく、支流の銀鏡川及び



図1 調査地点

三財川の3河川、計6地点で調査を行ったのでその概要を報告する。

表 1 調査地点の概要

地点番号	地点名	概要
St.1	大河内小学校	椎葉村大河内地区は九州大学演習林が広がる地域である。調査地点のやや上流には小さな集落と頭首工がある。
St.2	村所	西米良村の中心部の最下流付近。河原の整備がなされている。
St.3	柳瀬大橋	一ツ瀬川と三財川が合流するやや上流。
St.4	銀鏡	西都市銀鏡地区の中心部。一ツ瀬川支流の一つで下流にはダム湖がある。
St.5	前川合流点	三財川の環境基準点。前川と三財川が合流する地点で、やや上流には寒川ダムがある。
St.6	受関橋	三財川の環境基準点。St.5から当該地点まで集落が点在するが、主に農耕地が広がる。

方法

1 調査河川及び地点

調査対象河川及び調査地点を図 1 に示す。

一ツ瀬川は、九州山地の尾崎山(1,438m)に源を發し、板谷川、小川川、銀鏡川など標高 1,000m を超える急峻な山中の水を集めて東南に流れ、下流で三財川と合流、東流し日向灘に注ぐ、流域面積約 852km²、幹川流路延長約 88km の二級河川である。

流域は本県の中央部に位置し、その約 92%は山林で占められている。また、流域内には九州中山地国定公園と西都市杉安峡県立自然公園があり、上流域では天然のヤマメのほか、貴重な動植物が確認される豊かな自然の保全がなされている³⁾。

河川環境基準について、一ツ瀬川上流(杉安井堰より上流。一ツ瀬川上流に流入する支流を含む。)は AA 類型に指定、一ツ瀬川下流(杉安井堰より下流。一ツ瀬川下流に流入する河川(鬼付女川及び三財川を除く。)を含む。)が A 類型に指定されている。また、三財川は上流(St.5 の前川合流点より上流。)が AA 類型に指定され、下流(前川合流点より下流。三財川下流に流入する河川を含む。)では A 類型に指定されている⁴⁾。

調査地点は、表 1 に示すとおりである。一ツ瀬川で 3 地点、銀鏡川で 1 地点、三財川で 2 地点の計 6 地点で調査を行った。

2 調査年月日

平成 27 年 11 月 9 日及び平成 28 年 1 月 27 日

3 調査方法

1) 水質理化学検査

河川水は流心で採水し、水素イオン濃度 pH、生物化学的酸素要求量 BOD、溶存酸素量 DO、浮

遊物質量 SS、全窒素 T-N、全りん T-P、亜鉛 Zn、硝酸性窒素 NO₃-N 及び亜硝酸性窒素 NO₂-N について、昭和 46 年環境庁告示第 59 号、日本工業規格 JIS K0102 等に準拠して分析した。

2) 生物学的水質判定

生物学的水質評価を行うために、底生動物を D フレームネットを用いて採取した。採取は環境庁や国土交通省のマニュアル^{5),6)}を参考にし、瀬、淵、水際の植物付近など様々な場所で採取した。

また、採取したサンプルは区別することなく、混合して一つの地点のサンプルとした。

採取した底生動物の分類及び同定は、幼虫を対象として「日本産水生昆虫一科・属・種への検索一」⁷⁾などの図鑑や文献⁸⁾⁻¹⁰⁾を使い、可能な限り「種」まで同定することとし、曖昧な生物は「科」又は「属」に留め、あわせて個体数も記録した。

分類及び同定結果に基づく生物学的水質評価は、以下の方法を用いた。

なお多様性については、「種の豊富さ(Species richness)」と「均等性(Evenness)(又は相対種数 Variety component)」の 2 要素に分けて考える必要がある¹¹⁾ことから、伊藤・佐藤が推奨する指標¹²⁾を用いた。指数を求めるために使用した数式を、表 2 に示す。

a) 平均スコア法(ASPT)

現在、全国的に広く用いられている ASPT は河川の水質状況に加え、周辺地域も併せた総合的な河川環境の良好性を示す指標である¹³⁾。値は 1 から 10 まであり、1 に近いほど汚濁の度合いが大きく、周辺の開発が進むなど人為影響が大きい河川とされ、逆に値が 10 に近いほど汚濁の度合いが小さく、自然状態に近いなど人為影響の少ない河川とされる⁵⁾。

スコア値の算出は環境庁水質保全局から平成 12 年 3 月に出された「平成 11 年度水生生物等によ

表 2 各指標の概要

	a) 平均スコア法	b) Shannon-Wienerの多様度指数	c) 修正Shannon-Wienerの多様度指数		
計算式	$ASPT = \frac{TS}{n}$	$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$	$H^* = H' + \frac{A}{2N + \frac{A}{3.3}}$		
	TS : 出現した科のスコア合計値 n : 出現した科の総数		ただし $A = (S + S_1) \times \frac{s}{s-s_1}$		
	数値		表現	N : 全個体数 S : 種数	
	$8 \leq ASPT$		清水性	S_1 : 1個体のみの種数	
	$7 \leq ASPT < 8$		やや清水性	数値	表現
$6 \leq ASPT < 7$	やや汚濁水性	$3 \leq H^*$	清水性		
$ASPT < 6$	汚濁水性	$1 \leq H^* < 3$	中汚染水性		
スコア範囲	$1 \leq ASPT \leq 10$	$0 \leq H'$	$0 \leq H^*$		
計算式	d) Pielouの均衡度指数	e) Simpsonの多様度指数	f) 対数逆Simpson指数		
	$J' = \frac{H^*}{H_{max}}$	$D = 1 - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$	$D^* = \log \frac{1}{D}$		
	ただし $H_{max} = -S \times \frac{1}{s \times \ln(\frac{1}{s})}$ $= \ln S$			n_i : i 番目の個体数	
	S : 種数			N : 全個体数	D : Simpsonの多様度指数
	H^* : 修正Shannon-Wienerの多様度指数				
スコア範囲	$0 \leq J' \leq 1$			$0 \leq D \leq 1$	$1 \leq D^*$

る水環境評価手法検討調査」のスコア表を用いた。

ASPTの水質評価は、現行のASPT値に関する研究報告¹⁴⁾のなかで、「ASPT値が8以上であれば水質も良好であり、かつ周辺には自然要素が多く残された水環境」としているのを、これを基準として水質評価をした。

b) Shannon-Wienerの多様度指数(H')

Shannon-Wienerの多様度指数 H' は、情報量理論に基づく指標であり、多くの環境評価で用いられている。 H' は採取された底生動物の種数が多く、かつ均等に採取されると高い値となる。

計算式中の対数は、自然対数(単位:ナット)を用いた。

c) 修正 Shannon-Wienerの多様度指数(H^*)

H' は採取された種類の数は同じでも、ある種類の個体数が1個体だった場合に低く算定されてしまうため、それを修正したShannon-Wienerの多様度指数 H^* がある。算出された H^* の値をもってCairnsの区分¹⁵⁾、すなわち多様度指数が3以上を清水性、1以上3未満を中汚染水性、1未満を強汚染水性とする区分に従った(表2)。

H' と同様、自然体数を用いて求めた。

d) Pielouの均衡度指数(J')

Pielouの均衡度指数 J' は、 H' を用いて種数の多さと採取された種類の均等度を表す。 J' はある底生動物が偏って採取された場合は0に近い値となり、均等に採取された場合は1に近い値となる。

J' を求める数式は、多くの論文で H' を用いて定義されているが、本稿では1個体の影響を小さくするために H^* を使って求めた。

e) Simpsonの多様度指数(D)

Simpsonの多様度指数 D は、確率論に基づく指標である。採取された底生動物から、無作為に選んだ2個体が同じ種類である確率を算出し、1から引いて多様度の指数としている。

求めた値が1に近いほど多様度が高くなる。

f) 対数逆 Simpson 指数(D^*)

前項の D を用いて定義される。数値に上限はなく、大きい値ほど多様度が高いことを示す。1以上の値が取れるので、0から1までの D よりも河川間の比較には優れていると考えられている。

数式は常用対数である。

表 3 各地点の水質理化学検査結果

水系名		一ツ瀬川					
河川名		一ツ瀬川	一ツ瀬川	一ツ瀬川	銀鏡川	三財川	三財川
調査地点		St.1 大河内小 (AA)	St.2 村所 (AA)	St.3 柳瀬大橋 (A)	St.4 銀鏡 (AA)	St.5 前川合流点 (AA / A)	St.6 受関橋 (A)
調査年月日		平成27年11月9日			平成28年1月27日		
水温	℃	15.9	18.5	20.5	6.2	8.0	10.5
pH		7.6	7.8	7.7	7.7	7.6	7.4
BOD	mg/L	<0.5	<0.5	0.9	<0.5	<0.5	<0.5
DO	mg/L	10	9.2	9.2	12	12	12
SS	mg/L	<1	<1	<1	<1	2	<1
T-N	mg/L	0.17	0.18	0.45	0.14	0.16	1.2
T-P	mg/L	0.005	0.007	0.008	<0.003	0.013	0.017
硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	mg/L	0.17	0.21	0.42	0.17	0.20	0.96
亜鉛	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

調査地点の括弧内は当該地点での河川環境基準の類型を表す

結果と考察

各地点の水質理化学検査結果を表 3 に示す。また、生物学的水質評価結果を表 5-1 から表 5-3 及び表 6 に示す。

1 理化学検査結果

すべての調査点で pH, BOD, DO 及び SS は環境基準(河川)AA に適合していた。T-N, T-P は環境基準(河川)ではないが、富栄養化の要因の一つとして知られ、富栄養の限界値として総窒素 0.2mg/L, 総リン 0.02mg/L とされている¹⁶⁾。この値と比較すると、総窒素が河川下流である St.3 柳瀬大橋及び St.6 受関橋で高い値と言える。調査地点周囲は田畑が多く、施肥や生活排水などの人為的影響が考えられた。

「今後の河川水質管理の指標について(案)【改訂版】」¹⁷⁾では「人と河川の豊かなふれあいの確保」の快適性、「豊かな生態系の確保」の生物の生息、「下流域や滞留水域に影響の少ない水質の確保」において、河川水質の指標性があると考えられているので、今後データの蓄積と解析が必要であると考えられる。

一般に地表水中では、硝酸性窒素は 0.5~2mg/L, 亜硝酸性窒素は 0.001~0.01mg/L 存在すると言われており¹⁶⁾、これと比較すると低い値となった。

また、亜鉛は水生生物保全の観点から全亜鉛が

水生生物保全環境基準として設定され、その値は類型を問わず 0.03mg/L であり、すべての調査地点でこの値を下回る良好な結果であった。

2 生物学的水質判定結果

当研究所では、平成 4 年度から底生動物を用いた生物学的水質判定を行っているが、これまで記録されていなかったホソカ科、ミズスマシ科がそれぞれ 1 地点で確認された。

全体をとおしてみると、全ての地点でカミムラカワゲラ属の一種、ヒゲナガカワトビケラ及びウルマーシマトビケラが確認され、次いでクロマダラカゲロウやコカゲロウ属の一種などのカゲロウ目が多く確認された。

総科数は St.3 柳瀬大橋を除いて 16 科以上採取され、多くの底生動物が採取された。また、各調査地点のカゲロウ目 Ephemeroptera, カワゲラ目 Plecoptera 及びトビケラ目 Trichoptera の 3 目(以下、EPT という。)について比較すると、カゲロウ目は平均的な 3~4 科程度採取され、三財川上流では 6 科採取された。

カワゲラ目は上流域の自然が多い場所では 3 科採取された。中下流でも 1 科は採取されていた。

トビケラ目は 2 科が平均的な科数であるが、6 科以上採取された地点が 4 地点あり、この 4 地点では携帯型のトビケラが多く採取されていた。

各多様性に関する指標の計算結果を表 6 に示す。
 H^* は 5 地点で 3 以上の値となり清水性と判定され、 J' はすべての地点で 0.8 よりも大きい値であり、均等に採取されたと考えられた。

D はすべての地点で 1 に近い値で、多様性が高いことが示された。また、 D^* は 5 地点で 1 以上の値であり、St.4 銀鏡が特に高い結果で多様性の高さをより明確に確認できた。

各多様性に関する指標間の相関計数を表 4 に示す。

今回用いた H' と D 、 H' と D^* 、 H^* と D 及び H^* と D^* の間に 0.9 を超える強い相関があることが確認された。

各指標を河川水質の評価に適用することについて、様々な問題点も指摘されているため¹⁸⁾、今後のデータ収集により H' 又は H^* 若しくは D 又は D^* が、本県の河川について生物学的水質判定における指標になりうるか検討したい。

以下に、各地点の出現状況等を述べる。

1) St.1 大河内小(一ツ瀬川)

平地溪流型に近い河川形態をしており流れは緩やかで、流れのある部分の河床は砂利になっていた。浮き石、はまり石ともに多く茶色の苔が発生していた。

また、東から九州大学演習林を抜けた小川が合流している。ここでは、瀬、淀み、水際の植物付近で採取した。

底生動物は総科数 20、総個体数 236、総スコアは 154 で ASPT 値は 7.7(やや清水性)となった。

EPT 値(EPT が採取された生物に占める割合)(%)は 83.5%であり、カゲロウ目 5 科、カワゲラ 2 科と平均的な採取状況であったが、トビケラ目が 8 科と多くの科が採取された。一ツ瀬川本流の調査地点の中で、唯一携巣型のトビケラが採取された地点である。

周囲は樹木が多く、また流れが緩やかなので落葉を利用する生物や、細かな砂利があることから砂粒を利用するトビケラが生息することができる環境が整っている。

また、全調査地点の中でカワゲラ科の多様性が高く、ホソカ科の生物が初めて採取された。

H^* は 3.3(清水性)、 D^* は 1.13 と多様性が高い値が得られた。



図 2 St. 1 大河内小学校

2) St.2 村所(一ツ瀬川)

西米良村の中心部を流れていることから、街側(左岸)はコンクリート護岸され、右岸は一部木々が覆った崖になっている。河川形態は中流型で、流れは緩やかだがやや深く流量は多い。河床の岩ははまり石が多く、赤褐色の苔が付着していた。調査地点では、アユやヤマメなどの釣りを楽しむ姿も見られる。ここでは、早瀬、淀み、植物のない河岸部、その他(平瀬)で採取を行った。

底生動物は総科数 16、総個体数 159、総スコアは 127 で ASPT 値は 7.9(やや清水性)であった。

EPT 種数(%)は 62.3%と EPT 以外の生物も採取されており、特に砂の多い淵では、サナエトンボ科が採取された。また、生息範囲が減少してきているアミカ科を採取できた地点である。

表 4 各指標の相関係数

	ASPT	H'	H^*	J'	D	D^*
ASPT	1					
H'	0.220	1				
H^*	0.174	0.975	1			
J'	-0.305	-0.028	0.099	1		
D	0.213	0.992	0.955	-0.144	1	
D^*	0.193	0.984	0.936	-0.140	0.994	1

今回、右岸側の採取範囲は狭かったので、範囲を広げれば、今回採取されなかった携巢型のトビケラ等を採取することができ $H^*3.1$ (清水性)、 $D^*1.05$ の値は、さらに高くなると考えられた。

調査地点は、ちょうど蛇行している部分で、淵や淀みのような場所も形成されているので、底生動物が棲み分けをすることができると思われる。



図 3 St. 2 村所

3) St.3 柳瀬大橋(一ツ瀬川)

河川の両岸には田畑が多く広がっている。川は蛇行し砂礫が堆積している部分には、植物が茂っている。また、一部の川岸近くにはテトラポッド様のコンクリートブロックが置いてある場所もある。右岸は深くなっており採取が困難であったが、左岸は近くまで車で行くことができるため、ゴミが見られた。

河川形態は下流型で水量が多い。当該地点は河床はこぶし大から人頭程度の石が多く、赤褐色の苔が覆っていた。ここでは、早瀬、平瀬、淀みで採取を行った。

底生動物は総科数 11、総個体数 93、総スコア 79 で ASPT 値は 7.2(やや清水性)と調査地点の中では低い値となった。

EPT はカゲロウ目 4 科、カワゲラ目 1 科、トビケラ目 3 科と平均的な科数が採取され、EPT 種数は 87.1%であった。EPT 種数では 2 番目に良い結果だが、全体的に採取された生物が少ないため、数値上良好にみえている。これまでの調査をとおり、河川の下流域での採取が初めてということもあり、河川の形態によるものか、季節的なものなのか、などのデータが乏しいので、今後のデータ収集及び検討が必要である。



図 4 St. 3 柳瀬大橋

4) St.4 銀鏡(銀鏡川)

谷間に広がる農山村を流れる川で、調査地点のやや下流で一ツ瀬ダムのダム湖に接続している。水際は岩が多くあるが、河床は砂利から岩までで大小様々な岩があり表面は茶褐色の苔で覆われていた。河川形態は中間溪流型で、水深は浅いが水量はやや多かった。ここでは、早瀬、平瀬、淀み、植物のない河岸部で採取した。

底生動物は総科数 18、総個体数 279、総スコア 132 で ASPT 値は 7.3(やや清水性)であった。ASPT 値が予想されたよりも低くなったのは、きれいな水を好む生物だけでなくきたない水を好む生物も採取されたことによる。

多様性に関する指標 H 、 H^* 、 J 、 D 及び D^* は調査地点の中で最も高く、多くの生物が均等に生息していることが示唆された。河川全体に多様性があることが望ましく、狭い調査範囲でも、生物相が多様であることは重要なことである。

EPT 種数は 82.8%、カゲロウ目 4 科、カワゲラ目 3 科、トビケラ目 7 科と良好な結果であり、同一科に分類されていても、下位の「属」が多く満遍なく採取されているのがこの地点の特徴である。



図 5 St. 4 銀鏡

5) St.5 前川合流点(三財川)

掃部岳から流れる前川と三財川が合流する山中にある地点で環境基準点(AA 類型)にもなっている。三財川側のやや上流には寒川ダムがあり水量が制限されているが、前川は流れも速く水量も多い。どちらも巨大な岩が多い溪流となっている。

現場へは県道 319 号線がつながるのみで、人家等はなく、ほとんどはダム関係者の往来があるのみである。ここでは、早瀬、淵で採取した。

底生動物は、総科数 18, 総個体数 250, 総スコア 153 で ASPT 値は 8.5(清水性)であった。カゲロウ目 6 科, カワゲラ目 3 科, トビケラ目 7 科で EPT 種数は 93.2%と高い値となり, 特にカワゲラ目の多様性がみられた。また H^* は 3.2(清水性), D^* は 1.16 であった。

瀬は人頭大の石が目立ち造網型のトビケラが多く採取されたが、河床ははまり石で大きく、裏返しての採取は困難であったため潜掘型の生物の採取は少なかった。

溪流型の河川において、キック&スイープ法は難しく網ですくいきれしていないことも考えられるので、コドラート法など河川形態に合わせた方法を適宜とることが望ましいと思われた。



図 6 St.5 前川合流点

6) St.6 受関橋(三財川)

三財川の下流に位置し、周辺は主に田畑が広がっている。調査地点では田畑を流れた別の水路が右岸に接続しており、また、下流では一ツ瀬川本流に接続している。河川形態は下流型で平瀬で流れは速く流量も多かった。河岸は土堤防で水際まで植物が生息している。左岸側には沈水植物がみられ、砂の多い河床となっていた。

底生動物は総科数 19, 総個体数 377, 総スコア 143 で ASPT 値は 7.5(やや清水性)であった。沈水植物の部分で採取したところ、ブユとユスリカが多く採取され、EPT 種数(%)は 62.3%と低い値となった。その EPT をみるとマダラカゲロウ科、フタツメカワゲラ属の一種、コガタシマトビケラ属の一種が他地点と異なり多く採取された。

後二者は少し汚れた(栄養分の高い)水質にも耐えられる種類^{19) 20)}であり、理化学的検査と一致する。

また、本県の環境白書⁴⁾の値からも T-N はやや高い値が継続的に続いており、生物学的評価が長期的な水質を反映していることを支持する結果となった。

この調査地点は、準絶滅危惧種(NT-r,g)に指定されている、ミズスマシ科の生物が採取された地点であり、環境の保全が重要な地点と考える。

多様性の指標は H^* が 3.1(清水性), D^* が 1.16 と多様性があると評価できるが、特定の生物の採取数に偏りが生じたため J' が 0.82 と他地点より低い値となった。



図 7 St.6 受関橋

まとめ

今回、一ツ瀬川本流で 3 地点、銀鏡川 1 地点、三財川 2 地点の 3 河川 6 地点で水質理化学検査及び生物学的な水質判定を行った。

水質理化学検査は、環境基準(河川)のあるものは全て適合していた。T-N は田畑や人家の広がる下流で高くなる傾向にあった。亜鉛は水生生物保全環境基準 0.03mg/L を下回る良好な結果であった。

生物学的水質判定は, ASPT 値で 1 地点が「清水性」, 5 地点が「やや清水性」と判定された。一方で, H^* では 5 地点が「清水性」, 1 地点が「やや清水性」となった。

各指標については, 様々な問題点も指摘されているため¹⁸⁾, 今後データ収集を続け検討していく必要がある。

また, 今回, 底生動物の採取を, D フレームネットを用いたキック&スイープ法で行ったが, この方法は主に河床を攪拌し, 流下してくる生物をみており, 岩石の表面を這うような扁平動物や吸盤で表面に吸着している生物等は見落としやすく, 一部を除いて採取されにくい。そのため地点や河床構造の特徴をよく観察・判断し, 必要に応じコドラート法を用いるなどの採取が必要だと考えられた。

今回は 1 つの調査地点を, 1 つのサンプルとして扱ったので, 瀬や淵といったポイントを考慮した解析も, 有意なデータとなるかもしれない。

参考文献

- 1) 森下郁子: 川の健康診断 清冽な流れを求めて 日本放送出版協会, 12, (1991)
- 2) 森下郁子: 指標生物学 生物モニタリングの考え方 [普及版], 9-12, (1986)
- 3) 宮崎県: 一ツ瀬川水系整備計画, 1-4, 17, (2012)
- 4) 宮崎県: 環境白書(平成 26 年版), 163, (2015)
- 5) 環境庁水質保全局: 大型底生動物による河川水環境評価マニュアル, (1996)
- 6) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境科: 平成 18 年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版](底生動物調査編), (2012)
- 7) 川合禎次, 谷田一三共編: 日本産水生昆虫一科・属・種への検索一, 東海大学出版会, (2005)
- 8) 川合禎次編集: 日本産水生昆虫検索図説, 東海大学出版会, (1985)
- 9) 石田昇三, 石田勝義, 小島圭三, 杉村光俊: 日本産トンボ幼虫・成虫検索図説, 東海大学出版会, (2004)
- 10) 富川光, 森野浩: 日本産淡水ヨコエビ類の分類と見分け方, タクサ 日本動物分類学会誌, 32, 39-51, (2012)
- 11) 頭山昌郁, 中越信和: 種多様性の評価における二, 三の問題点—錯綜する多様度の表現とその計量—, 日本環境動物昆虫学会誌, 15(1), 31-48, (2004)
- 12) 伊藤嘉昭, 佐藤一憲: 種の多様性比較のための指数の問題点—不適切な指数の使用例も多い—, 生物科学 53(5), 204-220, (2002)
- 13) 野崎隆夫: 大型底生動物を用いた河川環境評価—日本版平均スコア法の再検討と展開—, 水環境学会誌, 35(4), 118-121, (2012)
- 14) 山崎正敏, 野崎隆夫, 藤澤明子, 小川剛: 河川の生物学的水域環境評価基準の設定に関する研究—全国公害研協議会環境生物部会共同研究成果報告—, 全国公害研会誌, 21(3), 114-145, (1996)
- 15) 森谷清樹: 多様度指数による水域環境の生態学的評価, 用水と廃水, 18(6), 729-748, (1976)
- 16) 日本水道協会: 上水試験方法解説編, 270-286, (2001)
- 17) 国土交通省河川局河川環境課: 今後の河川水質管理の指標について(案)【改訂版】, (2009)
- 18) 森下正明: 種多様性指数値に対するサンプルの大きさの影響, 日本生態学会誌, 46, 269-289, (1996)
- 19) 刈田敏三: 身近な水生生物観察ガイド, (2011)
- 20) 刈田敏三: 新訂 水生生物ハンドブック, (2011)

表 5-1 採取された生物一覧

目	科	ASPT スコア	属	種	一ツ瀬川			銀鏡川	三野川		
					St.1 大河内小	St.2 村所	St.3 柳瀬大橋	St.4 銀鏡	St.5 前川 合流点	St.6 受間橋	
蛭蟥目 (カゲロウ目)	ヒラタカゲロウ科	9	ヒメヒラタカゲロウ属	ヒメヒラタカゲロウ属の一種	6	4		11	7		
			ヒラタカゲロウ属	エルモンヒラタカゲロウ	9	13	8				
			ヒラタカゲロウ属	タニヒラタカゲロウ				9	14	31	
			ヒラタカゲロウ属	ウエノヒラタカゲロウ	1	1		5	6		
			ヒラタカゲロウ属	ナミヒラタカゲロウ	2			6	12		
			ヒラタカゲロウ属	ユミモンヒラタカゲロウ				2	1		
			タニガワカゲロウ属	タニガワカゲロウ属の一種		1		2			
			タニガワカゲロウ属	ミナミタニガワカゲロウ				2		3	
			タニガワカゲロウ属	ミドリタニガワカゲロウ				2		2	
			タニガワカゲロウ属	クロタニガワカゲロウ				1			
			タニガワカゲロウ属	オニヒメタニガワカゲロウ						1	
	タニガワカゲロウ属	キブネタニガワカゲロウ		7	1		2	1			
	ミヤマタニガワカゲロウ属	ミヤマタニガワカゲロウ属の一種					2	1			
	マダラカゲロウ科	9	アカマダラカゲロウ属	アカマダラカゲロウ			4	1		27	
			トウヨウマダラカゲロウ属	クロマダラカゲロウ	14	2		7	40	1	
			トウヨウマダラカゲロウ属	オオクママダラカゲロウ						1	
			トゲマダラカゲロウ属	オオマダラカゲロウ	7	1		1			
			エラブタマダラカゲロウ属	エラブタマダラカゲロウ						8	
			マダラカゲロウ属	ホソバマダラカゲロウ		1					
	モンカゲロウ科	9	モンカゲロウ属	モンカゲロウ属の一種						2	
			モンカゲロウ属	モンカゲロウ	1		1				
			モンカゲロウ属	トウヨウモンカゲロウ						2	
			モンカゲロウ属	フタスジモンカゲロウ	1						
	チラカゲロウ科	9	チラカゲロウ属	チラカゲロウ					1		
	トビイロカゲロウ科	9	トビイロカゲロウ属	トビイロカゲロウ属の一種					1		
	カワカゲロウ科	8	カワカゲロウ属	キイロカワカゲロウ						3	
	ヒメフタオカゲロウ科	-	ヒメフタオカゲロウ属	ヒメフタオカゲロウ				6			
ヒメフタオカゲロウ属			マエグロヒメフタオカゲロウ	2			6	1			
コカゲロウ科	6	コカゲロウ属	コカゲロウ属の一種	4		5	13	6	3		
		コカゲロウ属	シロハラコカゲロウ	16	12		52	20	3		
		コカゲロウ属	サホコカゲロウ		4		3		7		
		コカゲロウ属	Fコカゲロウ				3				
		コカゲロウ属	Jコカゲロウ		2		3		4		
		フタバコカゲロウ属	フタバコカゲロウ属の一種		1						
蜻蛉目 (トンボ目)	サナエトンボ科	7		サナエトンボ科の一種	1						
			オジロサナエ属	チビサナエ						1	
			ヒメサナエ属	ヒメサナエ							2
			オナガサナエ属	オナガサナエ							1
			ダビドサナエ属	ダビドサナエ属の一種		1					
			ダビドサナエ属	モイワサナエ	1	5					
			ダビドサナエ属	クロサナエ		1					

表 5-2 採取された生物一覧

目	科	ASPT スコア	属	種	一ツ瀬川			銀鏡川	三好川	
					St.1 大河内小	St.2 村所	St.3 柳瀬大橋	St.4 銀鏡	St.5 前川 合流点	St.6 受間橋
種目 (カワゲラ目)	カワゲラ科	9		カワゲラ科の一種					4	
			オオヤマカワゲラ属	オオヤマカワゲラ属の一種					4	4
			カミムラカワゲラ属	カミムラカワゲラ属の一種	52	21	3	15	12	1
			トウゴウカワゲラ属	トウゴウカワゲラ属の一種	3					
			モンカワゲラ属	モンカワゲラ属の一種	3					
			フタツメカワゲラ属	フタツメカワゲラ属の一種	13	2	24	1		46
			エダオカワゲラ属	エダオカワゲラ属の一種	1					
			クラカケカワゲラ属	クラカケカワゲラ属の一種	2					
			クラカケカワゲラ属	スズキクラカケカワゲラ	2	2		1	1	
			コナガカワゲラ属	コナガカワゲラ属の一種				1	2	
	アミメカワゲラ科	9		アミメカワゲラ科の一種					1	
			ヒメカワゲラ属	ヒメカワゲラ属の一種	1			3	2	
			ヒロバネアミメカワゲラ属	ヒロバネアミメカワゲラ	5			1		
	ミドリカワゲラ科	9		ミドリカワゲラ科の一種					2	
ヒメミドリカワゲラ属			ヒメミドリカワゲラ属の一種					2		
シタカワゲラ科	—		シタカワゲラ科の一種				1			
広翅目 (ヘビトンボ目)	ヘビトンボ科	9	ヘビトンボ属	ヘビトンボ	9	4		1	1	
毛翅目 (トビケラ目)	ヒゲナガカワトビケラ科	9	ヒゲナガカワトビケラ属	ヒゲナガカワトビケラ	6	4	18	3	15	5
			ヒゲナガカワトビケラ属	チャバネヒゲナガカワトビケラ		3	4	1	1	
	シマトビケラ科	7	シマトビケラ属	シマトビケラ属の一種	3			2	5	
			シマトビケラ属	オオシマトビケラ			4			
			シマトビケラ属	ウルマーシマトビケラ	20	15	6	11	37	2
			シマトビケラ属	シロズシマトビケラ	2	1				
			コガタシマトビケラ属	コガタシマトビケラ属の一種						39
			コガタシマトビケラ属	ガロアシマトビケラ				1	6	
			ミヤマシマトビケラ属	ミヤマシマトビケラ属の一種					1	
	ナガレトビケラ科	9	ナガレトビケラ属	クレメンスナガレトビケラ	3				1	
			ナガレトビケラ属	キノナガレトビケラ	1	1		1		
			ナガレトビケラ属	シコツナガレトビケラ	2					
			ナガレトビケラ属	ヒロアタマナガレトビケラ					2	
			ナガレトビケラ属	ムナグロナガレトビケラ		1	3			4
			ナガレトビケラ属	ニッポンナガレトビケラ				7	3	
			ナガレトビケラ属	フリントナガレトビケラ	1					
			ナガレトビケラ属	<i>Rhyacophila</i> sp. X-2				1		
	カワリナガレトビケラ科	—	ツメナガレトビケラ属	ツメナガレトビケラ				1	2	
	カワトビケラ科	9	ヒメタニガワトビケラ属	ヒメタニガワトビケラ属の一種					4	
	ヤマトビケラ科	9		ヤマトビケラ科の巣				5		4
			ヤマトビケラ属	ヤマトビケラ属の一種				1	1	
			ヤマトビケラ属	ニッポンヤマトビケラ	1			11	7	1
			ヤマトビケラ属	イノブスヤマトビケラ				5		
			コヤマトビケラ属	コヤマトビケラ属の一種						15
	カクツツトビケラ科	9		カクツツトビケラ科の巣(葉片)				6		1
				カクツツトビケラ科の巣(砂粒)				8		1
				カクツツトビケラ科の一種	8			3	2	
クロツツトビケラ科	—	クロツツトビケラ属	クロツツトビケラ	2						
ニンギョウトビケラ科	—		ニンギョウトビケラ科の巣						5	
			ニンギョウトビケラ科の一種				1			
		ニンギョウトビケラ属	<i>Goera</i> sp. GB	1						
ニンギョウトビケラ属	ニンギョウトビケラ				1		8			
イワトビケラ科	8		イワトビケラ科の一種		2					

表 5-3 採取された生物一覧

目	科	ASPT スコア	属	種	一ツ瀬川			銀鏡川	三財川		
					St.1 大河内小	St.2 村所	St.3 柳瀬大橋	St.4 銀鏡	St.5 前川 合流点	St.6 受関橋	
鞘翅目 (甲虫目)	ヒメドロムシ科	8		ヒメドロムシ科の一種						1	
	ヒラタドロムシ科	8		ヒラタドロムシ科の一種			1				
			ヒラタドロムシ属	ヒラタドロムシ		3				10	
			ヒラタドロムシ属	ヒメヒラタドロムシ					1		
	マルヒラタドロムシ属	マルヒラタドロムシ属の一種			3						
マルハナノミ科	—		マルハナノミ科の一種		1		8				
ミズスマシ科	8	オナガミズスマシ属	オナガミズスマシ属の一種							3	
双翅目 (ハエ目)	ガガンボ科	8		ヒメガガンボ科の一種	4	1					1
			ガガンボ属	ガガンボ属の一種	1						
			カスリヒメガガンボ属	カスリヒメガガンボ属の一種					2		
			ヒゲナガガガンボ属	ヒゲナガガガンボ属の一種					12	1	6
			ウスバガガンボ属	ウスバガガンボ属の一種	2				2	2	4
	ユスリカ科 (血鯿なし)	3		ユスリカ科の種							1
				ユスリカ科の一種	5	5	3	16			36
	ブユ科	7		ブユ科の種							26
				ブユ科の一種			35			12	45
	アミカ科	10		アミカ科の一種			2				
ホソカ科	—	ホソカ属	ニッポンホソカ	1							
ナガレアブ科	8		ナガレアブ科の一種				1				
		ナガレアブ属	ハマダラナガレアブ	11							
イトミミズ目	イトミミズ科	1	イトミミズ属	イトミミズ	1		3			3	
三岐勝目 (ウズムシ目)	サンカクアタマウズムシ科	7	ナミウズムシ属	ナミウズムシ	1						
福脚目 (ヨコエビ目)	ヨコエビ科	9	ヨコエビ属	ニッポンヨコエビ	2	1					
十脚目 (エビ目)	テナガエビ科	—	テナガエビ属	テナガエビ属の一種			2				
	スマエビ科	—	スマエビ属	スマエビ属の一種			1				
	モクスガニ科	—	モクスガニ属	モクスガニ						2	
アマオブネガイ目	アマオブネガイ科	—	イシマキガイ属	イシマキガイ			2				
吸殻目	カワニナ科	8		カワニナ科の一種		1		1			
ヒル綱	イシビル科	2	シマイシビル属	シマイシビル				1			
					総個体数	236	159	93	279	250	377
					総科数	20	16	11	18	18	19
					総スコア	154	127	79	132	153	143
					ASPT値	7.7	7.9	7.2	7.3	8.5	7.5

(注) 総科数は、ASPT スコアの与えられている個数を合計したものである

表 6 各指標の計算結果

調査地点 項目	St.1 大河内小	St.2 村所	St.3 柳瀬大橋	St.4 銀鏡	St.5 前川合流点	St.6 受関橋
ASPT	7.7	7.9	7.2	7.3	8.5	7.5
H'	3.1	2.8	2.4	3.4	3.1	3.0
H*	3.3	3.1	2.6	3.6	3.2	3.1
J'	0.87	0.87	0.89	0.90	0.86	0.82
D	0.93	0.91	0.88	0.95	0.93	0.93
D*	1.13	1.05	0.92	1.26	1.16	1.16