

# 水辺環境学習に役立つ県内河川の水生生物調査について

寺崎三季 有簾真奈美<sup>1)</sup> 島田玲子<sup>2)</sup> 十川隆博

## Zoo-benthos and Water Analysis of River in Miyazaki Prefecture Contribute to Water Environmental Research

Terasaki Miki, Arikado Manami, Shimada Reiko, Togawa Takahiro

### 要旨

平成 30 年度に川内川の 3 地点（坂下橋（さかしたはし）、飯野（いいの）、真幸堰（まさきぜき））と支流の長江川の長江橋（ながえばし）の計 4 地点で水質理化学検査及び生物学的水質評価を行った。水質理化学検査では、環境基準が定められている項目では長江橋の pH 以外の全ての項目で適合していた。また、全窒素 T-N と全りん T-P は下流ほど高く、長江橋が最も高い値であった。生物学的水質評価では、平均スコア法（ASPT）によると、坂下橋、飯野、真幸堰で「とても良好」、長江橋では「良好」と評価された。平均スコア法のほかに EPT 指数法による比較を行った結果、川内川の坂下橋、飯野は良好な河川環境と考えられたが、下流の真幸堰、長江橋は良好とは言えなかった。長江橋では底生動物が 9 個体しか採取されず、pH は環境基準から外れており、平成 30 年 4 月の硫黄山噴火による影響だと考えられた。

キーワード：底生動物、水質理化学検査、生物学的水質評価、平均スコア法、EPT 指数法、川内川、長江川、硫黄山

### はじめに

当研究所では、平成 4 年度から本県を流れる河川の水質理化学検査及び生物学的水質評価を実施している。水質理化学検査は、採水した瞬間の水の状態を知ることができるのに対し、底生動物による生物学的水質評価は、数週間や数ヶ月単位の長い期間の水質や水環境の状態を知ることができる。

平成 30 年度に行った、えびの市を流れる川内川、長江川の 4 地点での調査結果を報告する。

### 方法

#### 1 調査河川及び地点

川内川は、九州山地の白髪岳(1,417m)に源を發し、えびの市街地及び鹿児島県の川内平野を貫流し、東シナ海に注ぐ。流域面積約 1,600km<sup>2</sup>、幹



図 1 川内川、長江川及び調査地点

川流路延長約 137km の一級河川である<sup>1)</sup>。

本県では、えびの市を横断して川内川が流れており、えびの市西部から鹿児島県へと流れている。鹿児島県県境にある亀沢橋が環境基準点となつて

環境科学部 <sup>1)</sup> 現 食品開発センター <sup>2)</sup> 現 宮崎県立日南病院

おり、鹿児島県境より上流で、流入する河川を含めて A 類型に指定されている<sup>2)</sup>。

川内川の県内上流部はクルソン峡等の豊かな自然に恵まれている。中流部は九州自動車道や宮崎自動車道が開通しており、交通の要衝となっている。下流部は、河床安定と平常水位を確保するために、昭和 54 年度に可動堰の真幸堰が作られている。長江川は川内川の支流で源流域付近では霧島山系の硫黄山が平成 30 年 4 月に噴火し、その噴出物が長江川源流に流れ込み、重金属等が水質基準を超過し、底生動物への影響が懸念された。

今回の調査地点は、川内川については上流部、中流部、下流部にそれぞれ 1 地点ずつ、長江川は中流部に 1 地点設定した。場所は図 1 に示す。

## 2 調査年月日

平成 30 年 12 月 12 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、溶存酸素量 DO、生物化学的酸素要求量 BOD、浮遊物質質量 SS、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、全窒素 T-N、全りん T-P、全亜鉛、ノニルフェノールについて、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) 生物学的水質評価

底生動物の採取は「河川水辺の国勢調査マニュアル」<sup>3)</sup>を参考にし、1 地点につき 3 ポイント選び、

それぞれ D フレームネットを用いて、1 分間キック&スイープ法で採取を行った。採取したサンプルはポイントによる区別はせずに 1 つにまとめ、1 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、体長 2mm 以上の幼虫を対象として「日本産水生昆虫一科・属・種への検索【第 2 版】—」などの図鑑や文献等<sup>4)~10)</sup>を使い同定し、あわせて個体数も記録した。

得られた結果を用いて、平均スコア法 (ASPT) で河川水質の良好性を調べた。また、EPT 指数法を用いて河川環境の考察を行った。

#### a) 平均スコア法 (ASPT)

底生動物は科ごとに 1 から 10 のスコア値が与えられており、10 に近いほど汚濁耐性がなくきれいな川に生息する傾向のある生物であり、反対に 1 に近いほど汚濁耐性があり良好でない環境でも生息することができる生物である。出現した生物のスコア値を全て足して、出現した生物の科数で割った値が ASPT 値であり、10 に近いほど良好な河川であるとされている。このとき、スコア値が与えられていない生物は計算から除外した。スコア値は、環境省から平成 29 年 3 月に出された「水生生物による水質評価法マニュアル—日本版平均スコア法—」のスコア表を用いた<sup>11)</sup>。計算方法と評価の概要を表 1 に示す。

#### b) EPT 指数法 (EPT 指数及び EPT%)

カゲロウ目 (Ephemeroptera)、カワゲラ目 (Plecoptera)、トビケラ目 (Trichoptera) は、水質や河川環境の変化に特に敏感だとされている。

表 1 生物学的水質評価で用いる式の概要

	平均スコア法 (ASPT)	EPT 指数法 (EPT 指数及び EPT%)														
計算式	$\text{ASPT 値} = \frac{\text{TS}}{n}$	$\text{EPT 指数} = E + P + T$ $\text{EPT\%} = \frac{E(\text{PorT})}{\text{EPT 指数}}$														
	TS: 出現した科のスコア合計 n: 出現した科の合計数	E: カゲロウ目の種類数 P: カワゲラ目の種類数 T: トビケラ目の種類数														
備考	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ASPT 値</th> <th>河川水質の良好性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7.5 ≤ ASPT ≤ 10</td> <td>とても良好</td> </tr> <tr> <td>6.0 ≤ ASPT &lt; 7.5</td> <td>良好</td> </tr> <tr> <td>5.0 ≤ ASPT &lt; 6.0</td> <td>やや良好</td> </tr> <tr> <td>1 ≤ ASPT &lt; 5.0</td> <td>良好とはいえない</td> </tr> </tbody> </table>	ASPT 値	河川水質の良好性	7.5 ≤ ASPT ≤ 10	とても良好	6.0 ≤ ASPT < 7.5	良好	5.0 ≤ ASPT < 6.0	やや良好	1 ≤ ASPT < 5.0	良好とはいえない	<table border="1"> <thead> <tr> <th>EPT 指数</th> <th>EPT%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>値が大きいほど貧栄養で有害物質が少なく良好な環境であり、30 を越えると清水性であるといえる。</td> <td>具体的な河川環境の状態がわかる。カゲロウの数値は流速や底質などの水中環境の多様性、カワゲラの数値は直接的な水質の善し悪しや大きな石の有無や量、トビケラの数値は川底の安定性や植物などの河川の周辺を含む河川環境全体の多様性を表す傾向がある。</td> </tr> </tbody> </table>	EPT 指数	EPT%	値が大きいほど貧栄養で有害物質が少なく良好な環境であり、30 を越えると清水性であるといえる。	具体的な河川環境の状態がわかる。カゲロウの数値は流速や底質などの水中環境の多様性、カワゲラの数値は直接的な水質の善し悪しや大きな石の有無や量、トビケラの数値は川底の安定性や植物などの河川の周辺を含む河川環境全体の多様性を表す傾向がある。
ASPT 値	河川水質の良好性															
7.5 ≤ ASPT ≤ 10	とても良好															
6.0 ≤ ASPT < 7.5	良好															
5.0 ≤ ASPT < 6.0	やや良好															
1 ≤ ASPT < 5.0	良好とはいえない															
EPT 指数	EPT%															
値が大きいほど貧栄養で有害物質が少なく良好な環境であり、30 を越えると清水性であるといえる。	具体的な河川環境の状態がわかる。カゲロウの数値は流速や底質などの水中環境の多様性、カワゲラの数値は直接的な水質の善し悪しや大きな石の有無や量、トビケラの数値は川底の安定性や植物などの河川の周辺を含む河川環境全体の多様性を表す傾向がある。															

EPT 指数は、この 3 目の種類のみを対象に水質の良好性を評価する手法である。3 目の種数の合計が大きいかほど水質が良いことを示し、30 を越えたら良好な河川環境といえる。EPT%は、カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目それぞれの採取された種類数を EPT 指数で割った値であり、得られた値により具体的な河川環境を評価する。各生物について、カゲロウ目は流速や底質などの水中環境の多様性、カワゲラ目は直接的な水質の善し悪しや大きな石の有無や量、トビケラ目は川底の安定性や植物などの河川の周辺を含む河川環境全体の多様性を反映する傾向がある<sup>12)</sup>。EPT 指数法の式を表 1 に示す。

## 結果

各地点の水質理化学検査結果を表 2 に、生物学的水質評価結果を表 3 に示す。また、生物計数結果を表 4 に、各地点の写真を図 2 から 5 に示す。

表 2 各地点の水質理化学検査結果

調査地点	水温 °C	pH	DO mg/L	BOD mg/L	SS mg/L	硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素 mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L	全亜鉛 mg/L	ノニルフェノール mg/L
St.1 坂下橋	11.6	7.4	10	<0.5	<1	0.4	0.42	0.004	<0.003	<0.00006
St.2 飯野	12.1	7.4	10	<0.5	<1	0.9	0.85	0.017	<0.003	<0.00006
St.3 真幸堰	13.5	7.4	10	<0.5	<1	1.3	1.3	0.039	<0.003	<0.00006
St.4 長江橋	15.4	4.2	9.6	<0.5	1	2.0	2.2	0.040	0.017	<0.00006
環境基準(A類型)	6.5以上8.5以下	7.5mg/L以上	2mg/L以下	25mg/L以下						

表 3 各地点の生物学的水質評価結果

地点名	St.1 坂下橋	St.1 飯野	St.3 真幸堰	St.4 長江橋
優占科 1	マダラカゲロウ科	マダラカゲロウ科	シマトビケラ科	オナシカワゲラ科 ユスリカ科
優占科 2	ヒラタカゲロウ科	シマトビケラ科	マダラカゲロウ科	-
優占科 3	ヒメガガンボ科	ヒラタカゲロウ科	ヒゲナガカワ トビケラ科	シマトビケラ科他
ASPT値	7.7	7.7	7.6	7.2
H28年度調査時 のASPT値	7.5	7.3	7.1	-
EPT指数 (種類数：E,P,T)	39 (12,13,14)	39 (13,11,15)	27 (13,4,10)	6 (1,1,4)

## 1 水質理化学検査結果

長江橋の pH 以外のすべての項目で河川の環境基準 A 類型に適合していた。硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素も、人の健康の保護に関する環境基準値 10mg/L を下回る良好な結果であった。富栄養化の要因の一つとして知られている T-N, T-P は、下流側にいくに従って高くなる傾向がみられた。原因として、調査地点の飯野と真幸堰の周囲は人家や畑があることや、調査地点までの間にえびの市の市街地を通過していることなどから、施肥や生活排水などの人為的な影響があることが考えられた。全亜鉛はすべての調査地点で環境基準値 0.03mg/L を下回ったが、長江橋では下流の川内川真幸堰の 5 倍以上の値であり、硫黄山の噴火の影響であると考えられた。また、ノニルフェノールも全ての地点で生物 A の基準値 0.001 mg/L を下回っていた。

## 2 生物学的水質評価結果

### 1) St.1 坂下橋 (図 2)

クルソン峡から 1km 程下流に下った場所で、コンクリートで出来た小さな堰を通過している。こぶし大～直径 50 cm 程度の石が散在していた。浮き石が多く、所々で白波が立っていた。

ASPT 値は 7.7 で、「とても良好」な水質であると評価された。EPT 指数は 39 で良好な河川環境であるといえる値であった。EPT%はトビケラ目が 36%と最も高く、カワゲラ目が 33%、カゲロウ目が 31%であった。カワゲラ目の種数が 4 地点中最も多く、13 種採取された。カゲロ

ウ目の科数も最も多く、6科採取された。県内河川でよくみられる匍匐型のヒラタカゲロウ科、遊泳型のヒメフタオカゲロウ科、コカゲロウ科、チラカゲロウ科に加え、潜伏匍行型のマダラカゲロウ科や接触掘潜型のキイロカワカゲロウの幼虫も確認された。

## 2) St.2 飯野 (図3)

麓橋の上流側で、コンクリートの護岸があり、少し離れた場所に住宅が数軒ある。所々白波が立っており、手のひら大程度の石が多く、川底も小石だった。採取された生物数はこの地点が最も少なかった。

ASPT値は7.7で、「良好」な水質であると評価された。EPT指数は39で良好な河川環境であると考えられた。EPT%は、トビケラ目が39%と最も高く、種数が15種と最も多かった。県内河川でよくみられる匍匐型や造網型のトビケラに加え、携巣型のコエグリトビケラ科、ツノツツトビケラ、ニンギョウトビケラ等様々な種がみられた。カゲロウ目の種数も13種と最も多く、ヒラタカゲロウ科、コカゲロウ科、チラカゲロウ科に加え、マダラカゲロウ科や掘潜型のモンカゲロウ科の幼虫も確認された。

## 3) St.3 真幸堰 (図4)

飯野の市街地を通過した地点にある、堰の下流で採取を行った。川岸は草や土で構成されていて、河原のように大きな石などはなかった。川底は粘土が固まり岩盤のようになっており、その上に石や砂利がある状態であった。流速はこの地点が一番速かった。

ASPT値は7.6で「とても良好」な水質であると評価された。EPT指数は27で川内川の他の地点よりは小さな値だがほぼ良好な河川環境と考えられた。EPT%は、カゲロウ目の48%とトビケラ目の37%で全体を占め、直接的に水質を反映するとされているカワゲラ目が15%であった。直接的に水質を反映するとされているカワゲラ目が4種しか採取されなかった。トビケラ目については種数が川内川の中では最低で10種しか採取されなかった。カゲロウ目の種数は飯野と並んで13種と最も多かったが、科数は4科と川内川の中では最低となった。

## 4) St.4 長江橋 (図5)

ASPT値は7.2で「良好」な水質であると評価された。EPT指数は6で清水性とは言えない結果となった。水生生物は全部で9個体しか採取されず、生物数が極端に少ない結果となった。カワゲラ目はオナシカワゲラ属の2個体、トビケラ目はヒゲナガカワトビケラ、フリントナガレトビケラ、ウルマーシマトビケラ、シンテイトビケラ科の各1個体ずつ、カゲロウ目はトビイロコカゲロウの1個体、ハエ目は血鰓なしのユスリカ科の2個体が採取された。

## 考察

### 1 水質理化学検査

富栄養化の要因の一つとして知られているT-N、T-Pは下流側にいくに従って高くなる傾向がみられた。これは調査地点の飯野と真幸堰の周囲は人家や畑があることや、調査地点までの間にえびの市の市街地を通過していることなどから、施肥や生活排水などの人為的な影響があることが考えられた。全亜鉛はすべての調査地点において環境基準値0.03mg/Lを下回ったが、長江橋では下流の川内川真幸堰の5倍以上の値であったことから、硫黄山の噴火の影響であると考えられた。

### 2 生物学的水質評価

ASPT値は、坂下橋と飯野および真幸堰で「とても良好」、長江橋で「良好」と評価され、川内川では数値にあまり差が無かったものの、下流が最も低かった。直接的な水質の善し悪しや大きな石の有無を反映するカワゲラ目については川内川の上流からそれぞれ13種、11種、4種、長江川長江橋では1種採取され、水質理化学検査結果と一致する結果となった。原因として、真幸堰では川底が岩盤のように固まっていたことと、大きな石があまりなかったことでカワゲラが棲みにくい環境であったことも考えられたが、長江川長江橋ではカワゲラの棲息に適当な大きさの石があったため、水質のみを反映しているものと考えられた。坂下橋、飯野では2年以上の期間をかけて成虫になる多年生のオオヤマカワゲラ属が複数匹採取されたことから、採取を行った日より前の長い期間においても良好な水質が保たれていたことが示唆された。また、清水を好むヘビトンボが採取され

た。トビケラ目については川内川では上流から 14 種, 15 種, 10 種, 長江川長江橋では 4 種となった。飯野では携巣型の様々な種がみられたことから, 水中環境だけでなく, 底質の多様性にも富んでいることが示唆された。

### 参考文献

- 1) 宮崎県 県土整備部河川課:川内川水系えびの圏域河川整備計画一県管理区間一, (2002)
- 2) 宮崎県:環境白書(平成 30 年度版), (2018)
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課:平成 28 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), (2016)
- 4) 河合禎次, 谷田一三共編:日本産水生昆虫一科・属・種への検索【第 2 版】一, 東海大学出版会(2018)
- 5) 藤谷俊仁:日本産コカゲロウ科(カゲロウ目)の 7 属への検索及び所属する種の分類と分布・ハビタットに関する情報, 陸水学雑誌 67: 185-207, (2006)
- 6) 刈田敏:水生昆虫ファイル I, つり人社, (2002)
- 7) 刈田敏:水生昆虫ファイル II, つり人社, (2003)
- 8) 刈田敏:水生昆虫ファイル III, つり人社, (2005)
- 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, (1988)
- 10) 丸山博紀, 高井幹夫:原色 川虫図鑑, 全国農村教育協会, (2016)
- 11) 環境省水環境関係:水生生物による水質評価法マニュアルー日本版平均スコア法一, (2017)
- 12) 刈田敏三:身近な水生生物観察ガイド, 文一総合出版, (2011)

表4 生物計数結果

目	科	スコア値	属	種	St.1 坂下橋	St.2 飯野	St.3 真幸堰	St.4 長江橋		
カワゲラ目	カワゲラ科	9	カミムラカワゲラ属	カミムラカワゲラ属の一種	8	20	3			
			キカワゲラ属	キカワゲラ属の一種	8	4				
			クラカケカワゲラ属	クラカケカワゲラ属の一種		2				
			コナガカワゲラ属	コナガカワゲラ属の一種	1	2				
			エダオカワゲラ属	エダオカワゲラ属の一種		1				
			フタツメカワゲラ属	フタツメカワゲラ属の一種	1	5	4			
			オオヤマカワゲラ属	オオヤマカワゲラ属の一種	2	2				
	アミメカワゲラ科	9	ヒメカワゲラ属		19	43				
			ヒロバネアミメカワゲラ属	ヒロバネアミメカワゲラ属の一種	9	1				
			ヒメアミメカワゲラ属	ヒメアミメカワゲラ属の一種	1		2			
ミドリカワゲラ科	9			2						
オナシカワゲラ科	6	フサオナシカワゲラ属		1	7	1				
		オナシカワゲラ属					2			
シタカワゲラ科	-			1						
クロカワゲラ科	-			1	1					
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	11	24	86	1		
	コエグリトビケラ科	9		チャバネヒゲナガカワトビケラ		2				
						1				
	シマトビケラ科	7	シマトビケラ属	ウルマーンシマトビケラ	14	81	69	1		
				オオヤマシマトビケラ	4	76				
				ナカハラシマトビケラ			147			
				ギフシマトビケラ			17			
				ナミコガタシマトビケラ	8	21	122			
	コガタシマトビケラ属	ガロアシマトビケラ		1	1					
		ムナグロナガレトビケラ	6	4	32					
	ナガレトビケラ科	9	ナガレトビケラ属	キソナガレトビケラ	3	2				
				トランスクイラナガレトビケラ	7					
				<i>Rhyacophila yamanakensis</i> (複数種を含む)	1					
				<i>Rhyacophila sp.X-2</i>			3			
				フリントナガレトビケラ		2	3	1		
				ヒロアタマナガレトビケラ		1				
				ニホシヤマトビケラ	1	2	1			
	イノブスヤマトビケラ	1	3							
	ニンギョウトビケラ科	7	ニンギョウトビケラ属	ニンギョウトビケラ		1				
カクツツトビケラ科	9	カクツツトビケラ属	クマノカクツツトビケラ	1						
イワトビケラ科	9			1						
ヒメトビケラ科	4	ヒメトビケラ属	ヒメトビケラ属の一種	5						
ツノツツトビケラ科	-	ツノツツトビケラ属	ツノツツトビケラ		1					
キブネクダトビケラ科	-	キブネクダトビケラ属		1						
シンデイトビケラ科	-	シロイトビケラ属 か 黒イトビケラ属 (幼虫では区別不可)					1			
カゲロウ目	ヒラタカゲロウ科	9	ヒラタカゲロウ属	エルモンヒラタカゲロウ		7	1			
				ナミヒラタカゲロウ	21		9			
				ウエノヒラタカゲロウ		12	16			
			ユミモンヒラタカゲロウ		51					
			ヒメヒラタカゲロウ属	24	60	31				
			タニガワカゲロウ属	ミドリタニガワカゲロウ			10			
				タニガワカゲロウ属の一種	5	1	13			
			マダラカゲロウ科	8	マダラカゲロウ属	クシゲマダラカゲロウ		7	2	
						オオマダラカゲロウ	189			
	トゲマダラカゲロウ属					74				
	アカマダラカゲロウ属						14			
	クロマダラカゲロウ	45				285	294			
	トウヨウマダラカゲロウ属	オオクママダラカゲロウ	7	3						
		シロハラコカゲロウ	22	119	48					
		コカゲロウ属		2						
	コカゲロウ科	6	トビイロコカゲロウ属	Dコカゲロウ	2		2			
				トビイロコカゲロウ				1		
				フタバコカゲロウ属		3	3			
	チラカゲロウ科	8	チラカゲロウ属	チラカゲロウ	1	5	13			
カワカゲロウ科	8	キイロカワカゲロウ亜科	キイロカワカゲロウ	1						
ヒメフタオカゲロウ科	8	ヒメフタオカゲロウ属	ヒメフタオカゲロウ属の一種	1						
モンカゲロウ科	8	モンカゲロウ属	フタスジモンカゲロウ		1					

表4 生物計数結果（続き）

トンボ目 (不均翅亜目)	サナエトンボ科	7	ダビドサナエ属	モイワサナエ	1			
			オナガサナエ属	オナガサナエ		12		
			コサナエ属	タベサナエ		1		
			ヒメサナエ属	ヒメサナエ	3	1		
広翅目	ヘビトンボ科	9	ヘビトンボ属	ヘビトンボ	2	4		
コウチュウ目	ヒラタドロムシ科	8	ヒラタドロムシ属	ヒラタドロムシ	2		10	
			ドロムシ科			9		
			ヒメドロムシ科				22	
			マルハナノミ科	-		2		
双翅目	ヒメガガンボ科	8	アブ科	アブ科の一種	10	19		
			ブユ科	ブユ科の一種		16	16	
			ヌカカ科		1	1		
			ヒグナガガガンボ属	<i>Hexatoma</i> 亜属の一種	10	5	32	
			ヒグナガガガンボ属	<i>Ericocera</i> 亜属の一種	4			
			ヒグナガガガンボ属	ヒグナガガガンボ属の一種	3	8	5	
			ウスバガガンボ属	ウスバガガンボ属の一種	18	10		
			ユスリカ科	(血鱓なし)	13	25	3	2
エビ目	ヨコエビ科	8		1	3			
	マミズヨコエビ科	-		1				
三岐勝目	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	2	
	サンカクアタマウズムシ科	-	アメリカナミウズムシ属			1		
ミミズ綱		4			31		1	
ハリガネムシ目		-				4	5	
合計					551	1037	1055	9



図2 St.1 坂下橋



図3 St.2 飯野



図4 St.3 真幸堰



図5 St.4 長江橋