

# 福島川及び大平川の底生動物相と水質

有簾真奈美 萩原摩耶<sup>1)</sup> 押川早穂 寺崎三季 中村公生<sup>2)</sup>  
中山能久 赤崎いずみ 島田玲子 三角敏明<sup>3)</sup>

## Zoo-benthos and Water Analysis of the Fukushima and Ohira River

Manami ARIKADO, Maya HAGIHARA, Saho OSHIKAWA, Miki TERASAKI, Kimio NAKAMURA,  
Yoshihisa NAKAYAMA, Izumi AKAZAKI, Reiko SHIMADA, Toshiaki MISUMI

### 要旨

平成 28 年度及び 29 年度に福島川（赤池溪谷（あかいけけいこく）、中鶴橋（なかづるばし））と支流の大平川（揚原下橋（あげはらしたはし）、外行橋（となめばし））の計 4 地点で水質理化学検査及び生物学的な水質評価を行った。水質理化学検査において、環境基準が定められている項目ではすべての地点で A 類型に適合していた。生物学的な水質評価では、平均スコア法（ASPT）によると、赤池溪谷、揚原下橋及び外行橋で「とても良好」、中鶴橋で「良好」と評価された。また、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、4 地点中 1 地点でのみ良好な河川環境と考えられた。採取された生物の生活形態から、その 1 地点は生物が生活するのに適した河川環境であることが示唆された。

キーワード：底生動物、水質理化学検査、生物学的な水質評価、平均スコア法、EPT 指数法、多様度指数

### 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な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な水質評価は数週間、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 28 年度及び 29 年度に行った、串間市を流れる福島川及びその支流の大平川の計 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

福島川は、都城市尾平野地区に源を発し、串間市の中心市街地を貫流し、志布志湾に注ぐ。流域面積約 179.8km<sup>2</sup>、流路延長約 28.0km の二級河川である<sup>1)</sup>。大平川は福島川の支流で、串間市上町で合流する。福島川は、赤池滝より上流が AA 類型に指定されており、それより下流は流入河川



図 1 福島川・大平川及び調査地点

を含めて A 類型に指定されている。大平川は、末広橋より上流が AA 類型に指定されており、それより下流は、福島川に合流するまで流入河川を含めて A 類型に指定されている<sup>2)</sup>。今回の調査地点は、福島川 2 地点、大平川 2 地点の計 4 地点を設定した。場所は図 1 に示す。

環境科学部 <sup>1)</sup>現 小林保健所 <sup>2)</sup>元 環境科学部 <sup>3)</sup>現 環境管理課

表 1 生物学的評価で用いる式の概要

	ASPT値		EPT指数法 (EPT指数及びEPT%)	DI値
計算式	$ASPT = \frac{TS}{n}$ <p>TS：出現した科のスコア合計 n：出現した科の合計数</p>		$EPT \text{ 指数} = E + P + T$ $EPT\% = \frac{E(PorT)}{EPT_{\text{index}}}$ <p>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</p>	$DI = - \sum_{i=1}^S \left( \frac{ni}{N} \right) \ln \left( \frac{ni}{N} \right)$ <p>ni：i番目の個体数 N：全個体数</p>
備考	計算値	河川水質の良好性	EPT指数 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。	採取した地点の多様性を表す。出現した個体数と出現種数が同じでも、ある特定の種だけに偏っている場合よりも、どの種も均等に出現した場合の方が大きな値を示す。大きな値の方が「多様性に富んでいる」とされる。
	7.5 ≤ ASPT ≤ 10	とても良好	EPT% カゲロウは流速や底質などの水中環境の多様性、カワゲラ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。	
	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		

2 調査年月日

平成 29 年 3 月 29 日及び平成 29 年 5 月 15 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 K0102 等に準拠して分析した。

2) 生物学的な水質評価

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 ポイント選り、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 以上の生物を対象として「日本産水生昆虫一科・属・種への検索」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。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、環境省水・大気環境局から平成 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ー日本版平均スコア法ー」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。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。

c) Shannon-Wiener の多様度指数 (DI)

採取された地点の生物の多様性を示す。多様性指数の値が大きいほど多様性に富んでいると評価

表2 水質理化学検査結果

調査地点		水温	pH	DO	BOD	SS	硝酸性及び 亜硝酸性窒素	PO <sub>4</sub> -P	T-N	T-P	全亜鉛	ノニルフェノール
		℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
福島川	St.1 赤池溪谷	16.5	7.4	10	0.6	<1	0.2	<0.1	0.22	0.006	0.001	<0.00006
	St.2 中鶴橋	19.4	7.2	9.2	0.6	<1	0.4	<0.1	0.43	0.010	0.003	<0.00006
大平川	St.3 揚原下橋	15.5	7.5	10	<0.5	<1	0.6	<0.1	0.67	0.008	0.001	<0.00006
	St.4 外行橋	18.0	7.7	11	<0.5	<1	1.1	<0.1	1.1	0.009	<0.001	<0.00006

表3 各地点の生物学的な水質評価結果

地点名	St.1 赤池溪谷	St.2 中鶴橋	St.3 揚原下橋	St.4 外行橋
優占科1	ヒラタカゲロウ科	カワカゲロウ科	ヒラタカゲロウ科	ヒラタカゲロウ科
優占科2	マダラカゲロウ科	ユスリカ科	コカゲロウ科	マダラカゲロウ科
優占科3	コカゲロウ科 カワゲラ科	ヒラタカゲロウ科	マダラカゲロウ科	コカゲロウ科
ASPT値	8.0	7.4	7.7	7.6
EPT指数 (種数数: E.P.T)	26 (17.4.5)	18 (12.1.5)	28 (20.2.6)	30 (21.3.6)
DI値	3.1	2.1	2.8	3.0

される<sup>13)</sup>。今回は多様度の大小のみの比較とした。計算式を表1に示す。

### 結果と考察

各地点の水質理化学検査結果を表2に、生物学的な水質評価結果を表3に示す。また、各地点の写真を図2から5に、各地点のEPT%の円グラフを図6に、生物計数結果を表4に示す。

#### 1 水質理化学検査結果

すべての調査地点で pH, DO, BOD 及び SS は河川の環境基準 A 類型に適合していた。硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素も、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、いずれの河川も下流の方が高かった。特に外行橋は近くに人家や畑があるため、人為的な汚染があったと考えられた。水生生物の生息状況の適応性に関する河川の類型はされていないが、全亜鉛はすべての調査地点で環境基準値 0.03mg/L を下回る良好な結果であった。また、ノニルフェノールもすべての地点で環境基準値（生物特 A 類型）を下回っていた。

#### 2 生物学的な水質評価結果

##### 1) St.1 赤池溪谷 (図2)

赤池滝より下流で、大きな岩が多数みられた。川底は砂利で、こぶし大～直径 50 cm 程度の石が散在していた。採取日当日は快晴であったが、数日前に雨が降っており、少し川が濁ったような印象があった。

ASPT 値は 8.0 で「とても良好」な水質であると評価された。EPT 指数は 26 だったが、採取された生物の全体数が少なかったことによるものだと考えられた。EPT% は 4 地点の中で最も均等に近かった。カゲロウ目は、匍匐型、遊泳型、滑走型、掘潜型の様々な生活形態のカゲロウが生息しており、水中環境に富んでいたことが考えられた。多年生のオオヤマカワゲラが複数匹採取されたことから、採取実施日より前の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、この地点でのみ植物片を巢に用いるトビケラが採取されたことより、河川環境の多様性に富んでいたと考えられた。DI 値は 3.1 で 4 地点の中で最も大きな値となった。採取された生物は最も少なかったが、生物種は分散していたことが示唆された。

2) St.2 中鶴橋 (図3)  
福島川と大平川の合流地点より 700 メートル手前に位置する橋の下で、岸も河川の底質も砂地であった。また、大きな石や岩は見当たらず、手のひら程度の石がいくつも砂の上に転がっている状態であった。

ASPT 値は 7.4 で「良好」な水質であると評価された。EPT 指数は 18 と他の地点と比較して最も低かった。EPT% は、トビケラ目が 28% と、他の地点と比較して大きな値となった。カワゲラ目が 1 種類のみしか採取されなかったことと、他の地点よりも EPT 指数が低かったことが要因であると考えられた。他の地点と違い、カワカゲロウとユスリカが上位を占めた。この地点のみ、清水を好む底生動物の代表種であるヘビトンボが採取されなかった。DI 値は 2.1 で 4 地点の中で最も小さな値となった。第一優占種のキイロカワカゲロ

ウだけで全体の45%を占めており、上位3種では全体の68%となることから、生物数に偏りが生じていることが値が低下する要因になったと考えられた。

### 3) St.3 揚原下橋 (図4)

草木に囲まれた地点で、こぶし大～直径50cm程度の石が散在していた。採取地点の少し上流側に何軒か人家があった。4地点の中で最も川の流れが速かった。

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28であった。EPT%は、カゲロウ目が72%であり偏りがみられた。DI値は2.8であった。第一優占種が占める割合は22%と大きくはない値であるが、上位3種だと51%となることから、下流側の外行橋よりも小さな値になった要因であると考えられた。

### 4) St.4 外行橋 (図5)

環境基準点に指定されている橋の下で、付近に畑があった。川の両端は枯れた植物に囲まれていた。川底は所々で岩盤のコンクリートがあり、コンクリートの上とそれ以外のところは砂と小石が散在していた。人の頭程度の大きな石から小さな石まで、様々なサイズの石があった。

ASPT値は7.6で、「とても良好」な水質であると評価された。採取された生物数は4地点の中で最も多かった。EPT指数は30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20%であり、他地点と比較して大きな違いはなかったが、造網型、匍匐型、固着型、携巢型の様々な生活形態のトビケラが生息しており、河川環境の多様性に富んでいることが示唆された。DI値は3.0で、比較的高い値を示した。この地点は、他の地点と比較すると採取された生物数が飛び抜けて多く、その影響によるものだと考えられた。

## まとめ

福島川2地点、大平川2地点の計4地点で水質理化学検査及び生物学的な水質評価を行った。

水質理化学検査について、全体的に良好な結果であったが、地点による違いを比較してみると、T-Nの値がいずれの河川も下流の方が上流よりも高い値を示した。特に、外行橋では、1.1と比較的高い値であり、地点の上流部に田畑があること

から、河川が施肥などの人為的な影響を受けていることが考えられた。

生物学的な水質評価について、ASPT値は、赤池溪谷、揚原下橋、外行橋で「とても良好」、中鶴橋では「良好」と評価された。EPT指数は最も生物が採取された外行橋でのみ30以上で良好な水質と評価された。また、赤池溪谷ではEPT指数は26であったが、採取された生物の生活形態は多様性に富んでいたことから、底生動物が生活するのに適した環境であったと考えられた。EPT%を比較したところ、どの地点もカゲロウ目が6割から7割を占めていたことは共通していた。DI値を比較すると、赤池溪谷が最も大きな値を示した。同河川の下流側である中鶴橋が最も小さな値を示したことから、上流から下流にかけて生物種が減少し、多様性が低下することが示唆された。大平川は、揚原下橋よりも下流の外行橋の方が大きな値を示したが、これは採取された生物数と種が多いことに依存しており、値も大きな差はないことから、上流と下流では多様性に差がみられないと考えられた。

## 参考文献

- 1) 宮崎県 県土整備部河川課：福島川水系河川整備基本計画，(2006)
- 2) 宮崎県：環境白書(平成29年度版)，(2017)
- 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―，東海大学出版会，(2005)
- 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, (2000)
- 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ー, (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)
- 13) 大垣俊一:多様度と類似度、分類学的新指標, Argonauta 15, 10-22, (2008)

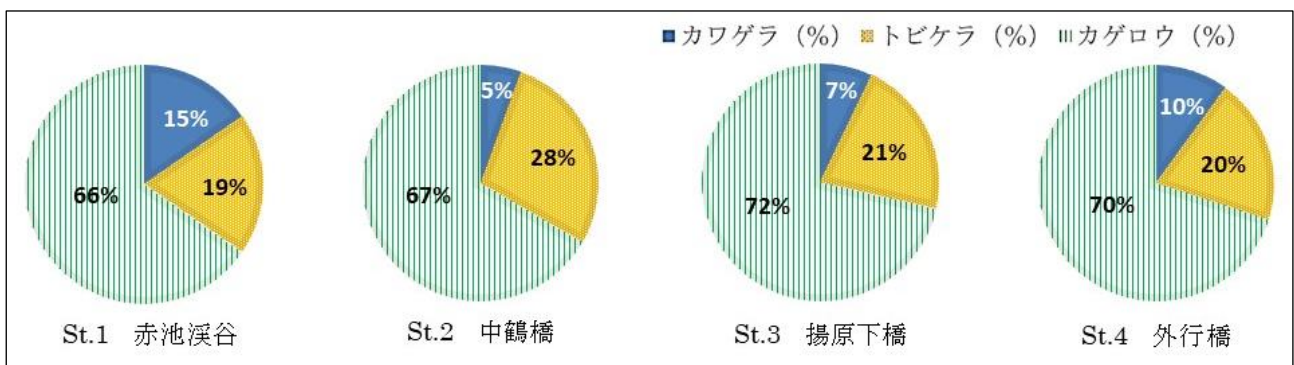


図6 各地点のEPT%



表4 生物計数結果

目	科	スコア値	属	種	St.1 赤池浜谷	St.2 中鶴橋	St.3 揚原下橋	St.4 外行橋				
1	カワゲラ目	カワゲラ科	9	フタツメカワゲラ属		1	18	27	19			
2				カミムラカワゲラ属		13			3			
3				モンカワゲラ属					2			
4				オオヤマカワゲラ属		5						
5				クラカケカワゲラ属		2						
6	オナシカワゲラ科	6		フサオナシカワゲラ属			3					
7	トビケラ目	シマトビケラ科	7	シマトビケラ属	ウルマーシマトビケラ	4		4	2			
8					オオヤマシマトビケラ			1				
9				コガタシマトビケラ属	コガタシマトビケラ			1		12		
10					ガロアシマトビケラ	5		2				
11					ナミコガタシマトビケラ				11			
12		ナガレトビケラ科	9		ナガレトビケラ属		1	9	33			
13					ムナグロナガレトビケラ							
14		ニンギョウトビケラ科	7		ニンギョウトビケラ属			2				
15					ニンギョウトビケラ							
16		ヤマトビケラ科	9		ヤマトビケラ属		1					
17	イノブスヤマトビケラ							7				
18	ケシヤマトビケラ属					4		1				
19	ヒメトビケラ科	4		ヒメトビケラ属			3					
20	カクツツトビケラ科	9		カクツツトビケラ属	6							
21	カワトビケラ科	9		タニガワトビケラ属				4				
22	ヒゲナガカワトビケラ科	9		ヒゲナガカワトビケラ属				60				
23	トビイロカゲロウ科	9		トビイロカゲロウ属				1				
24				ヒメトビイロカゲロウ属				6				
25	チラカゲロウ科	8		チラカゲロウ属	6		19					
26	モンカゲロウ科	8		モンカゲロウ属	1							
27	カワカゲロウ科	8		カワカゲロウ属			159	3				
28	コカゲロウ科	6		コカゲロウ属	キイロカワカゲロウ		6	1	4			
29					シロハラコカゲロウ	16		123	32			
30					Fコカゲロウ			1	2			
31					Dコカゲロウ	2					28	
32					Mコカゲロウ					4		
33					ヨシノコカゲロウ						10	
34					Eコカゲロウ						8	
35					ヒメウスバコカゲロウ属			ヒメウスバコカゲロウ	1			
36					フタバコカゲロウ属			フタバコカゲロウ	1		8	1
37					ミジカオフタバコカゲロウ属			ミジカオフタバコカゲロウ				1
38	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	2	9	1	55			
39					ホソバマダラカゲロウ	1	21					
40				アカマダラカゲロウ属			アカマダラカゲロウ	5		3	156	
41				エラブタマダラカゲロウ属			エラブタマダラカゲロウ		1		23	
42				トゲマダラカゲロウ属			ヨシノマダラカゲロウ	24	3	49	170	
43				トウヨウマダラカゲロウ属			クロマダラカゲロウ			1	1	
44				シリナガマダラカゲロウ属			シリナガマダラカゲロウ				7	
45	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		18				
46					タニヒラタカゲロウ					3	117	
47					ユミモンヒラタカゲロウ						44	
48					ウエノヒラタカゲロウ	1				8		
49					ナミヒラタカゲロウ	1				7		
50				タニガワカゲロウ属	シロタニガワカゲロウ	27	26	10	44			
51					キブネタニガワカゲロウ	15	7	5				
52					ミドリタニガワカゲロウ						60	
53				ミヤマタニガワカゲロウ属					3			
54				キハダヒラタカゲロウ属			キハダヒラタカゲロウ		2	8		
55	ヒメヒラタカゲロウ属			サツキヒメヒラタカゲロウ			57	12				
56	コウチュウ目	ヒラタドROMシ科	8	ヒラタドROMシ属		1	2	1	12			
57				マルヒラタドROMシ属					1	2		
58	ヒメドROMシ科	8			3	8	6	6				
59	広翅目	ヘビトンボ科	9	ヘビトンボ属	2		3	3				
60							1	5				
61	トンボ目	サナエトンボ科	7	ヒメサナエ属	ヒメサナエ	3						
62					チビサナエ	1						
63				ヒメクロサナエ属			ヒメクロサナエ			1		
64				タバサナエ属						1		
65				オナガサナエ属					1	1	3	
66	コオニヤンマ属			コオニヤンマ	1							
67	双翅目	ガガンボ亜科	8					2				
68		ヒメガガンボ亜科		ウスバヒメガガンボ属						34		
69									8			
70				クロヒメガガンボ属	1	1				11		
71		ウスバガガンボ属		1	1							
72	ユスリカ科	6		(血鰓なし)	2	55	16	80				
73	ブユ科	7			1		19	8				
74	ヌカカ科	7					2	2				
75	三岐腸目	ドゲッシア科	7		5	5	1	4				
76	ミミズ綱		4			5		5				
77	有肺目	モノアラガイ科		モノアラガイ属				1				
78	エビ目	ヌマエビ科	-				1					
79				ヒメヌマエビ属	ヤマトヌマエビ	1						
80	ダニ目		-		1	1						
合計					184	353	561	1130				