

北川水系の底生動物相と水質

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

Zoo-benthos and Water Analysis of the Kita River

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

要旨

平成 29 年度に北川の 3 地点（八戸（やと）、白石橋（しらいしはし）、的野大橋（まどのおおはし））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すべての地点で A 類型に適合していた。生物学的水質評価では、平均スコア法（ASPT）によると、いずれの地点でも「とても良好」と評価された。また、EPT 指数法による評価を行ったところ、八戸のみ 30 を超え清水性ということになったが、他の 2 地点についても 29 であり良好な水質であることが示唆された。多様度指数による生物多様性の比較を行ったところ、上流から下流にいくにしたがって値が減少する傾向にあった。

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，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 29 年度に行った、延岡市を流れる北川の 3 地点での調査結果を報告する。



図 1 北川及び調査地点

方法

1 調査河川及び地点

北川は、五ヶ瀬川水系に属し、その中の支川北川流域に属する。源を祖母・傾山山系の山岳地帯に発し、大分県宇目市及び宮崎県延岡市を流下しながら支川小川等と合流する流域面積約 590km²、幹川流路延長約 51km の一次支川である¹⁾。本県では、大分県宇目市を通過した後、延岡市を横断しており河口で五ヶ瀬川と合流し、日向灘に注ぐ。

白石橋が環境基準点となっており、北川全域が A 類型に指定されている²⁾。北川は、比較的勾配の緩やかな河川であり、感潮域が河口から約 7 km 上流まで及んでいるため、汽水性の生物が比較的長い区間に生息している。水量に恵まれており、河川水は工業用水、農業用水に利用されている。今回の調査地点は、上流部（八戸）、中流部（白石橋）、下流部（的野大橋）にそれぞれ 1 地点ずつ設定した。場所は図 1 に示す。

環境科学部 ¹⁾現 小林保健所 ²⁾元 衛生環境研究所 ³⁾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>		$EPT \text{ 指数} = E + P + T$ $EPT \% = \frac{E(\text{PorT})}{EPT_{\text{index}}}$ <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 値が大きいほど富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 30 年 2 月 7 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 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」⁹⁾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」などの図鑑や文献等^{4)・10)}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—日本版平均スコア法—」のスコア表を用いた¹¹⁾。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¹²⁾。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

表2 各地点の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	T-N	T-P	Zn	ノニルフェノール
	℃	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
St.1 八戸	6.2	7.4	12	<0.5	<1	0.2	0.28	0.006	<0.001	<0.00006
St.2 白石橋	8.0	7.5	12	<0.5	<1	0.2	0.24	0.003	<0.001	<0.00006
St.3 的野大橋	13.5	7.3	11	<0.5	<1	0.3	0.28	0.005	0.006	<0.00006

表3 各地点の生物学的水質評価結果

地点名	St.1 八戸	St.2 白石橋	St.3 的野大橋
優占科1	ヒラタカゲロウ科	ヒラタカゲロウ科	ヒゲナガトビケラ科
優占科2	マダラカゲロウ科	ブユ科	カワゲラ科
優占科3	ヒゲナガトビケラ科	マダラカゲロウ科	ユスリカ科
ASPT値	7.6	7.7	7.7
EPT指数 (種類数：E,P,T)	37 (16,10,11)	29 (11,10,8)	29 (21,2,6)
DI値	3.1	2.9	2.3

指数の値が大きいほど多様性に富んでいると評価される¹³⁾。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4に示し、各地点のEPT%の円グラフを図5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は河川の水質基準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。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 生物学的水質評価結果

1) St.1 八戸 (図2)

八戸トンネル入口付近で、近くには人家が数軒あった。水温は3地点の中で最も低かった。水深

は他2地点と比較して浅めであった。水底は大きな石が多くあった。

ASPT値は7.6で、「とても良好」な水質であると評価された。他の地点より低い値であったのは、この地点でのみヒメトビケラ科(スコア値4)やヌカカ科(スコア値7)が出現したことによるものだと考えられた。EPT指数は37で良好な河川環境であるといえる値であった。EPT%は、カゲロウ目が43%と最も高かった。トビケラ目は3地点の中で最も多くの種類が採取されており、河川環境の多様性が示唆された。採取された生物の種類数はこの地点が最も多く、52種類であった。DI値は3.1で3地点の中では最も高い値となった。

2) St.2 白石橋 (図3)

環境基準点の白石橋の真下で、3地点の中で最も川の流が速かった。白波が所々で立っており、石の大きさも手のひら程度の大きさのものがいくつもあった。

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29で30には届かなかったが、概ね良好な河川環境であると考えられた。EPT%はバランスが良く、カゲロウ目が38%と最も高かったが、カワゲラ目が34%、トビケラ目が28%であった。カワゲラ目の種類数に富んでおり、カワゲラ目が好む大きな浮き石が多く、川の流が速く白波が立っていたこと、良好な水質であったことなどの条件を満たしていたことが示唆された。DI値は2.9で、地点1よりも小さな値となった。出現した生物種数が地点1よりも12種少なかったこと、優占種3種で全体の44%を占めていたことが原因と考えられた。

3) St.3 的野大橋 (図4)

的野大橋の下で、流れは緩やかで、場所によっては潮の満ち引きの関係で逆流しているようにみえた。右岸側は河原が広く、左岸はコンクリートで固められており、その上に植物が生えていた。

石の大きさは他の2地点に比べて小さめであった。

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29で基準の30には届かなかったが、概ね良好な河川環境であると考えられた。EPT%は、カゲロウ目が72%で大半を占めており、トビケラ目が21%、カワゲラ目は7%であった。カゲロウ目の種類数は3地点の中で最も多く、水中環境が多様性に富んでいることが示唆された。この地点ではヒゲナガトビケラ科が40%を占めており、個体数で見るとカゲロウよりトビケラの方が大きな値を示した。DI値は3地点の中で最も低く2.3であったが、これは第一優占種のヒゲナガトビケラの出現率の高さによるものであると考えられた。

まとめ

北川の3地点で水質理化学検査及び生物学的水質評価を行った。

水質理化学検査について、地点ごとに大きな差はなく、全体的に良好な結果であった。

生物学的水質評価について、ASPT値は全地点で「とても良好」と評価された。値も3地点ともほぼ差がなく、全体的に良好な水質であったと考えられた。EPT指数は八戸のみ30以上で良好な水質と評価されたが、他2地点についても29であり、水質は悪くなかったと考えられた。また、EPT%を比較すると、的野大橋ではカワゲラ目が2種しか採取されなかったのに対し、八戸と的野大橋では10種採取されており、この2地点はEPT%が均等に近かった。トビケラ目が上流から下流にいくにつれて種類数が減少する傾向がみられた。カゲロウ目は的野大橋が最も種類数が多かった。DI値を比較すると、上流から下流にいくにつれて値が減少する傾向があった。

参考文献

- 1) 宮崎県 五ヶ瀬川水系 北川圏域河川整備計画—県管理区間—, (2005)
- 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・種への検索一, 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—日本版平均スコア法—, (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)

表4 生物計数結果

	目	科	スコア	属	種	八戸	白石橋	的野大橋		
1	カワゲラ目	カワゲラ科	9	フタツメカワゲラ属		29	4	61		
2				クラカケカワゲラ属		1	0	0		
3				カミムラカワゲラ属		6	1	0		
4				オオヤマカワゲラ属		0	2	0		
5				コナガカワゲラ属		0	1	0		
6				トウゴウカワゲラ属		4	0	0		
7		アミメカワゲラ科	9	ヒメカワゲラ属		8	7	0		
8				コグサヒメカワゲラ属		0	27	3		
9		ミドリカワゲラ科	9	セスジミドリカワゲラ属		2	3	0		
10				ヒメミドリカワゲラ属		0	5	0		
11		クロカワゲラ科	-			25	36	0		
12		オナシカワゲラ科	6	フサオナシカワゲラ属		2	0	0		
13				オナシカワゲラ属		1	2	0		
14		ヒロムネカワゲラ科	-	ヒメノギカワゲラ属	ヒメノギカワゲラ	1	0	0		
15	トビケラ目	シマトビケラ科	7		ナミコガタシマトビケラ	29	7	4		
16				コガタシマトビケラ属		ガロアシマトビケラ	21	3	0	
17						コガタシマトビケラ	13	2	0	
18				オオシマトビケラ属			3	0	0	
19				シマトビケラ属		ウルマーシマトビケラ	3	3	0	
20		ヤマトビケラ科	9			0	1	0		
21		カクツツトビケラ科	9			1	0	2		
22		ナガレトビケラ科	9	ナガレトビケラ属	ムナグロナガレトビケラ	8	4	0		
23							1	1	1	
24		ヒメトビケラ科	4	ヒメトビケラ属		10	0	0		
25		ヒゲナガトビケラ科	8	タテヒゲナガトビケラ属		1	0	4		
26	ヒメセトトビケラ属				0	0	1			
27						101	5	178		
28	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	17	1	3		
29					ウエノヒラタカゲロウ	0	9	0		
30					ユミモンヒラタカゲロウ	71	49	0		
31				ヒメヒラタカゲロウ属	サツキヒメヒラタカゲロウ	0	12	0		
32						1	16	0		
33				タニガワカゲロウ属	ミドリタニガワカゲロウ	17	0	3		
34					キブネタニガワカゲロウ	13	2	11		
35					クロタニガワカゲロウ	1	0	0		
36					オニヒメタニガワカゲロウ	0	0	1		
37					シロタニガワカゲロウ	0	0	1		
38							0	0	1	
39				コカゲロウ科	6	フタバコカゲロウ属	フタバコカゲロウ	0	0	1
40						コカゲロウ属	シロハラコカゲロウ	17	5	0
41		Fコカゲロウ	0				0	7		
42		フタモンコカゲロウ	11				0	0		
43		(帯斑なし)	0				0	2		
44		(帯斑あり)	0				0	1		
45		マダラカゲロウ科	8	アカマダラカゲロウ属	チノマダラカゲロウ	12	0	5		
46					アカマダラカゲロウ	0	0	2		
47				シリナガマダラカゲロウ属	シリナガマダラカゲロウ	0	0	3		
48				トウヨウマダラカゲロウ属	オオクママダラカゲロウ	58	28	2		
49					クロマダラカゲロウ	2	0	0		
50				トゲマダラカゲロウ属	ミツトゲマダラカゲロウ	0	20	0		
51	ヨシノマダラカゲロウ				0	0	1			
52						27	0	0		
53	マダラカゲロウ属		ホソバマダラカゲロウ	5	0	2				

表4 生物計数結果（続き）

54	カゲロウ目	トビイロカゲロウ科	9	トビイロカゲロウ属	ナミトビイロカゲロウ	15	8	14
55				ヒメトビイロカゲロウ属	ヒメトビイロカゲロウ	0	0	2
56		モンカゲロウ科	8	モンカゲロウ属	モンカゲロウ	3	0	9
57		チラカゲロウ科	8	チラカゲロウ属	チラカゲロウ	24	3	0
58		カワカゲロウ科	8	キイロカワカゲロウ属	キイロカワカゲロウ	0	0	40
59		ヒメシロカゲロウ科	7	ヒメシロカゲロウ属		0	0	1
60	アミメカゲロウ目	ヘビトンボ科	9	ヘビトンボ属	ヘビトンボ	1	0	0
61	コウチュウ目	ヒラタドロムシ科	8	マルヒラタドロムシ属		3	2	0
62				ヒラタドロムシ属	ヒラタドロムシ	0	0	6
63		ヒメドロムシ科	8			1	1	10
64		マルハナノミ科	-	ケシマルハナノミ属		2	1	0
65	三岐腸目	ドゲッシア科	7			58	1	1
66	双翅目	ヌカカ科	7			1	0	0
67		ブユ科	7			52	87	0
68		ユスリカ科	6	(鯰なし)		77	22	48
69		ガガンボ科	8	ガガンボ属		1	0	0
70				ウスバガガンボ属		5	1	0
71	ヒゲナガガガンボ属				1	7	2	
72	ヨコエビ目	ヨコエビ科	8			2	0	0
73	エビ目	ヌマエビ科	-			0	1	2
74		イワガニ科	-	モクズガニ属		0	2	0
75	トンボ目	サナエトンボ科	7		オナガサナエ	1	0	0
76				ヒメクロサナエ属	ヒメクロサナエ	0	0	2
77	ミミズ綱	ミズミミズ科	4			3	2	2
78		ミズダニ	-			2	0	1
合計						774	394	440



図2 St.1 八戸



図3 St.2 白石橋



図4 St.3 的野大橋

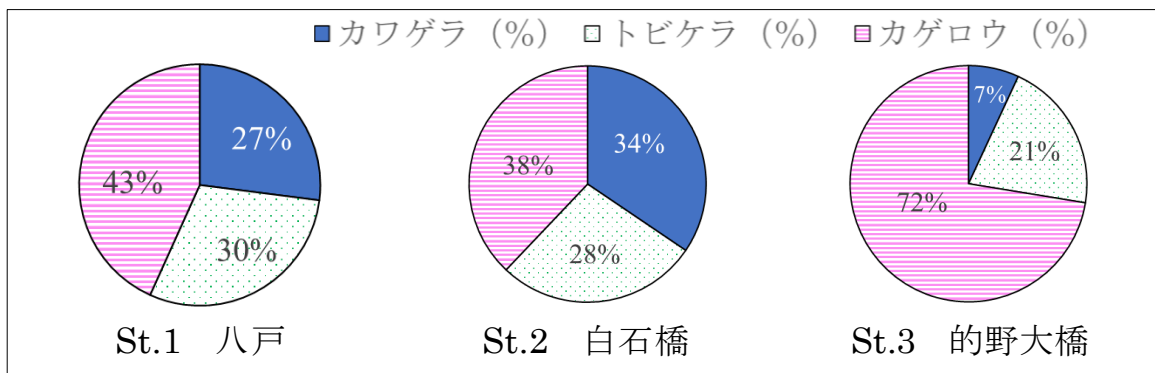


図5 各地点のEPT%