

福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価 — 那珂川, 2024 年 —

有本圭佑・三戸谷勇樹・大平良一

福岡市保健環境研究所環境科学課

Evaluation of River Environment by Bottom Fauna in Fukuoka City (Naka River, in 2024)

Keisuke ARIMOTO, Yuki MITOYA and Ryoichi OHIRA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

福岡市内河川の水環境について水質検査だけでは捉えにくい総合的・長期的な環境の実態を把握することを目的として、福岡市保健環境研究所では河川底生動物を指標とした水質評価を、1992 年より 5 河川においてそれぞれ 5 年毎に実施している。2024 年は那珂川の淡水域について上流から、リバーパーク、轟橋、警弥郷橋及び番托井堰下の計 4 地点で底生動物の調査を実施し、ASPT (Average score per taxon)、水生生物による水質判定を用いて環境評価を行った。ASPT はリバーパークが 7.6、轟橋が 7.6 で「とても良好」、警弥郷橋が 7.0、番托井堰下が 6.0 で「良好」となった。水生生物による水質判定によると、全ての調査地点で「きれいな水」とであると評価された。

Key Words: 淡水域 freshwater area, 底生動物 bottom fauna, 那珂川 Naka River, ASPT average score per taxon

1 はじめに

河川の水環境について総合的・長期的な環境の実態を把握するため、福岡市保健環境研究所では 1992 年から市内に流入する 5 河川（多々良川、那珂川、御笠川、樋井川及び室見川）の底生動物調査を 1 年に 1 河川ペースで実施し、これを用いた水質評価を行っている。2024 年は市の中心部を流れる那珂川について調査した。那珂川は福岡市早良区板屋字伊津浦 207 番地先の砂防堰堤を起点とし、博多湾を終点とする延長 34.03 km の二級河川である¹⁾。

2 調査方法

2.1 調査地点

2024 年 4 月 18 日に那珂川上流からリバーパーク、轟橋、警弥郷橋及び番托井堰下の計 4 地点で調査を実施した。調査地点を図 1 に示す。



図 1 調査地点

2.2 採取及び検査方法

底生動物の採取方法は環境省の「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」（以下、「水質評価マニュアル」とする。）²⁾に従った。採取は各調査地点で3回ずつ行い、タモ網に入った底生動物を250 mL 管瓶に入れ、直ちに70%エチルアルコールで固定し持ち帰った。同定は「河川生物の絵解き検索」³⁾、「滋賀の水生昆虫・図解ハンドブック」⁴⁾、「日本産水生昆虫検索図説」⁵⁾及び「神奈川県版河川生物の絵解き検索」⁶⁾に従い、科（一部は綱）まで行った。流れの速さの測定は電磁流速計（KENEK 社 LP2100）を用いて行った。流れの速さの判定は「川の生き物を調べよう」⁷⁾を参考に流れの速さが30 cm/s 以下の場合には「おそい」、30～60 cm/s の場合には「ふつう」、60 cm/s 以上の場合には「はやい」とした。

また河川水を採取し、持ち帰った後水質検査を行った。pH（水素イオン濃度）は JIS K 0102 12.1 ガラス電極法、DO（溶存酸素）は JIS K 0102 32.1 よう素滴定法、BOD（生物化学的酸素消費量）は JIS K 0102 21 及び JIS K 0102 32.3 隔膜電極法、SS（浮遊物質質量）は昭和 46 年環境庁告示第 59 号 付表 9、T-N（全窒素）は JIS K 0102 45.2 紫外線吸光度法、T-P（全りん）は JIS K 0102 46.3.1 ペルオキシ二硫酸カリウム分解法、EC（電気伝導率）は JIS K 0102 13 電気伝導率に従い測定した。

2.3 評価方法

底生動物の同定により得られた結果から、ASPT（Average score per taxon）の算出や水生生物による水質判定を行った。

ASPT は水質状況に周辺環境も合わせた総合的河川環境の良好性を相対的に表す指数で、水質評価マニュアル²⁾に従い、スコア表^{2, 8)}を用いて算出する。底生動物の科ごとに決められたスコアが1から10まであり、出現した底生動物のスコアの合計（以下、「TS」とする。）を出現した底生動物の科の総数で割った値で示される。ASPT は小数点第2位を四捨五入し、小数点第1位までとした。ASPT の範囲と河川水質の良好性を表1に示す。水環境は ASPT と TS で評価した。

水生生物による水質判定は、水質階級を4段階（Ⅰ～Ⅳ）の階級毎に定められた指標生物を基に定める手法である。水質階級と水のきれいさの程度を表2に示す。水質階級の判定は「川の生きものを調べよう」⁷⁾に従った。

また、多様性指数は表3に示す Shannon-Wiener の多様性指数（ H' ）の式を用いて算出した。 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り、多様性に富んでいると評価される。

表1 ASPT の範囲と河川水質の良好性

ASPT の範囲	河川水質の良好性
7.5 以上	とても良好
6.0 以上 7.5 未満	良好
5.0 以上 6.0 未満	やや良好
5.0 未満	良好とはいえない

表2 水質階級と水のきれいさの程度

水質階級	水のきれいさの程度
Ⅰ	きれいな水 (水が透明で川底まで見えるところ)
Ⅱ	ややきれいな水 (周りに田んぼがあって、水がやや濁っているところ)
Ⅲ	きたない水 (排水路が川につながっていたり、周りには多くの人家が見られたりするところ)
Ⅳ	とてもきたない水 (周りには工場なども多く、人がたくさん住んでいるようなところ)

表3 Shannon-Wiener の多様性指数

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \cdot \log_2 P_i \quad (0 \leq H')$$

S = 種数（科数）

P_i = 種 i が全体に含まれる割合（ ni/N ）

ni = 種 i の個体数

N = 総個体数

3 結果及び考察

3.1 各調査地点における底生動物出現状況

那珂川における各調査地点の様子を図2～5、底生動物の出現状況を表4、優占科を表5、TS、ASPT 及び H' を表6、水質階級を表7に示す。

3.1.1 リバーパーク

五ヶ山ダムと南畑ダムの間にあり、調査地点の中で最も上流部に位置する。山間部の公園内に位置し、周辺は山林である。頭大の石やこぶし大の石等の生物の生息に適した浮石が多く見られた。採取場所の水深は20～33 cm、流れの速さは24～96 cm/s と「おそい」又は「はやい」であった。

出現科数は28科で、総個体数は845であった。その

うちスコア 6 のユスリカ科（腹鰓無）が 348 で最も多く、次いでスコア 6 のコカゲロウ科が 122 となり上位 2 種で全体の約半数を占めていた。

ASPT は 7.6 で「とても良好」、水質階級は I の「きれいな水」、 H' は 3.1 であった。

3.1.2 轟橋

リバーパークよりも下流に位置する。那珂川市役所の近くの地点であり、市の中心部に位置する。近隣には人家や商業施設等が多数存在する。コンクリート護岸で、こぶし大の石、小石及び砂が多く見られた。採取場所の水深は 18～20 cm、流れの速さは 47～64 cm/s と「ふつう」又は「はやい」であった。

出現科数は 28 科で、総個体数は 884 であった。そのうちスコア 6 のコカゲロウ科が 319 で最も多く、次いでスコア 6 のユスリカ科（腹鰓無）が 247 となり上位 2 種で約 6 割を占めていた。

ASPT は 7.6 で「とても良好」、水質階級は I の「きれいな水」、 H' は 3.0 であった。

3.1.3 警弥郷橋

轟橋よりも下流に位置する。近隣には人家や商業施設等が多数存在する。川の両岸はコンクリート護岸で、小石や砂が多くみられた。採取場所の水深は 20～35 cm、流れの速さは 15～80 cm/s と「おそい」、「ふつう」又は「はやい」であった。

出現科数 25 科で、総個体数は 1148 であった。そのうち、スコア 6 のコカゲロウ科が 631 で、次いでスコア 6 のユスリカ科（腹鰓無）が 238 となり上位 2 種で約 8 割を占めていた。

ASPT は 7.0 で「良好」、水質階級は I の「きれいな水」、 H' は 2.2 であった。

3.1.4 番托井堰下

警弥郷橋よりも下流に位置する。2015 年に堰の改修工事が完了しており、堰の位置が 2009 年の調査時と比べて移動している。コンクリート護岸であり、小石と砂が多くみられた。採取場所の水深は 25～50 cm、流れの速さは 0～5 cm/s と「おそい」であった。

出現科数は 7 科で、総個体数は 239 であった。そのうちスコア 6 のユスリカ科（腹鰓無）が 217 で、1 種で全体の 9 割を占めていた。

ASPT は 6.0 で「良好」、水質階級は I の「きれいな水」、 H' は 0.6 であった。指標生物の出現数が 2 種のみであり、それぞれ階級 I、IV であったため「川の生きものを調べよう」⁷⁾ に従い数字が小さい水質階級とした。

3.2 全地点における底生動物出現状況

各調査地点で 7 科～28 科の底生動物が出現し、TS は 42～213、ASPT は 6.0～7.6、水生生物による水質判

定における水質階級はいずれの地点も I、 H' は 0.6～3.1 であった。リバーパークは山間部の公園内に位置し、生物の生息に適した浮石があるため、ASPT が 7.6 で最も高く、TS が 213、検出した科が 28、 H' は 3.1 と最も高いことから、生物の生息に適した環境で多様性に富んでおり、水環境は良好な状態であると考えられた。

轟橋是那珂市の中心部に位置し、コンクリート護岸であるが、生物の生息に適した浮石があるため、ASPT が 7.6、TS が 212、検出した科が 28、 H' は 3.0 であり、リバーパークと同程度に生物の生息に適した環境で多様性に富んでおり、水環境は良好な状態であると考えられた。

警弥郷橋は ASPT が 7.0、TS が 174、検出した科が 25 と水環境は良好であると考えられた。しかし H' は 2.2 と上流 2 地点と比べるとやや低かった。警弥郷橋は上流 2 地点と比較すると生物の生息に適した浮石等が少なくなっており、出現科数は多いものの上位 2 種で約 8 割を占めるなど生物種が寡占化している傾向がみられたことから、生物の生息環境は上流 2 地点と比較すると劣っていると考えられた。

番托井堰下は ASPT が 6.0 で「良好」、TS が 42、検出した科が 7、 H' は 0.6 であった。ASPT は「良好」であるものの、上位 1 種が約 9 割を占め生物種が寡占化しており、TS、検出した科数や H' が他の地点と比べて最も低かった。流速が遅く、大半が砂地であり浮石が少ないことが多様な生物が生息できない要因であると考えられた。また「とても汚い水」の指標生物であるセスジユスリカ（ユスリカ（腹鰓有））が那珂川での調査開始以降初めて確認された。個体数は 1 個体のみであり貯水池や雨水側溝からの流入の可能性も考えられた。

今回 ASPT、 H' は下流に向かうほど低くなる傾向が見られた。

3.3 各地点の水質分析結果

水質分析結果を表 8 に示す。pH、BOD、SS、T-N 及び T-P については採水地点による値の大きな差は認められなかった。

3.4 過去的那珂川のデータとの比較

3.4.1 ASPT

各調査地点 ASPT の推移を図 6 に示す。過去のデータは福岡市保健環境研究所報^{9)～14)}を引用した。1994 年、1999 年、2004 年及び 2009 年は秋も調査を行っているが、今回の調査に合わせて春のデータを引用した。

2014 年は五ヶ山ダム建設ダム建設工事等の河川工

事による調査変更のため轟橋のみ比較を行った。リバーパークは 2019 年に新たに調査した地点であり、ASPT は 7.0 以上で推移しており、水環境は非常に良好な状態を維持できていると考えられた。轟橋において、ASPT は 2009 年から 7.0 以上で推移しており、水環境は良好な状態を維持できていると考えられた。警弥郷橋と番托井堰下において、多少の変動はあるものの経年的に ASPT は上昇後、近年は横ばいに推移しており、近年は水環境を維持されていると考えられた。

3.4.2 水質分析結果

各調査地点の BOD、T-N 及び T-P の推移を図 7 に示す。BOD については、警弥郷橋、番托井堰下については減少傾向であった。採水地点による値の大きな差は認められなかった。本市では水質汚濁防止法に基づく公共用水域の常時監視を福岡県が定めた水質測定計画に基づき行っており、今回の調査地点の警弥郷橋において、月に 1 回水質測定を行っている¹⁵⁾。図 8 に、1992 年以降の警弥郷橋における BOD 年間平均値の推移を示す。1994 年をピークに経年的には減少傾向を示しており、その後は横ばいの傾向であることから、長期的には水環境は改善傾向であると考えられ、ASPT の結果と同じく近年は水環境が良好な状態を維持できていると考えられた。T-N については警弥郷橋と番托井堰下では 2019 年の調査から減少傾向が見られた。そのほかの地点の T-N 及び T-P については大きな差が見られなかった。

3.5 市内を流れる他の河川との比較

2019 年以降に調査を行った市内を流れる他の河川（以下、「他の河川」とする。）のデータとの比較を行った。調査地点及び ASPT を図 9 に示す。他の河川の ASPT は福岡市保健環境研究所報^{16~19)}を引用した。

いずれの河川においても ASPT は上流域から下流域へ向かい低くなる傾向が見られ、那珂川でも同様の傾向が見られた。最下流調査地点の番托井堰下は ASPT が 6.0 で他の河川の淡水域最下流調査地点の ASPT 5.9~7.0 とほぼ同値を示した。最上流調査地点であるリバーパークの ASPT は 7.6 で、他の河川の上流調査地点の ASPT 7.1~8.0 と比較すると中央値付近を示した。以上のことから、那珂川は他の河川と同等に水環境が良好な状態であると考えられた。

4 まとめ

那珂川の淡水域について底生動物調査を実施し、ASPT 及び水生生物による水質判定を用いて環境評価を行った。ASPT は 6.0~7.6 で、上流域になるにつれて高くなり、リバーパーク、轟橋が「とても良好」、警弥郷橋、番托井堰下が「良好」と評価された。水生生物による水質判定によると全ての調査地点で「きれいな水」と評価された。また、過去の調査結果と比較したところ、全ての地点で ASPT は横ばいの傾向であり、良好な水環境が維持されていると考えられた。また H' は昨年度の多々良川における調査結果では ASPT と異なる変動を示し、生息環境の良好さを反映する指標であることが示唆¹⁹⁾されていたが、今回の調査においては、 H' は ASPT と同様に下流に向かって低下する傾向が見られた。この傾向は、下流部での生物の生息に適した浮石の減少といった環境変化に起因するものと考えられ、 H' が生物群集の変化を通じて生息環境を反映する指標として機能していると考えられた。



図2 リバーパーク



図3 轟橋



図4 警弥郷橋



図5 番托井堰下

表 4 那珂川における底生動物出現状況 (2024 年)

科名	スコア	個体数			
		リバーパーク	轟橋	警弥郷橋	番托井堰下
フタオカゲロウ科	<i>Siphonuridae</i>	8		1	
チラカゲロウ科	<i>Isonychiidae</i>	8	4	4	
ヒラタカゲロウ科	<i>Heptageniidae</i>	9	35	45	56
コカゲロウ科	<i>Baetidae</i>	6	122	319	631
トビイロカゲロウ科	<i>Leptophlebiidae</i>	9		1	13
マダラカゲロウ科	<i>Ephemerellidae</i>	8	45	40	25
ヒメシロカゲロウ科	<i>Caenidae</i>	7		1	
カワカゲロウ科	<i>Potamanthidae</i>	8		3	
モンカゲロウ科	<i>Ephemeridae</i>	8	1	1	
サナエトンボ科	<i>Gomphidae</i>	7	3	14	3
アミメカワゲラ科	<i>Perlodidae</i>	9	1	1	
カワゲラ科	<i>Perlidae</i>	9	22	5	
ヘビトンボ科	<i>Corydalidae</i>	9	13		
ヒゲナガカワトビケラ科	<i>Stenopsychidae</i>	9	1		18
クダトビケラ科	<i>Psychomyiidae</i>	8	8	7	
シマトビケラ科	<i>Hydropsychidae</i>	7	84	20	5
ナガレトビケラ科	<i>Rhyacophiidae</i>	9	14	22	5
ヤマトビケラ科	<i>Glossosomatidae</i>	9	11	16	5
ヒメトビケラ科	<i>Hydroptilidae</i>	4		1	
コエグリトビケラ科	<i>Apataniidae</i>	9	2	6	12
クロツツトビケラ科	<i>Uenoidae</i>	10	18	1	3
ニンギョウトビケラ科	<i>Goeridae</i>	7		12	2
カクツツトビケラ科	<i>Lepidostomatidae</i>	9	1		
ケトビケラ科	<i>Sericostomatidae</i>	9	2	2	
ツトガ科	<i>Crambidae</i>	7		1	
ガムシ科	<i>Hydrophilidae</i>	4		2	
ヒラタドROMシ科	<i>Psephenidae</i>	8		3	1
ヒメドROMシ科	<i>Elmidae</i>	8	16	36	99
ガガンボ科	<i>Tipulidae</i>	8	6	22	2
ブユ科	<i>Simuliidae</i>	7	28	24	1
ユスリカ科 (腹鰓有)	<i>Chironomidae</i>	2			1
ユスリカ科 (腹鰓無)	<i>Chironomidae</i>	6	348	247	238
ヌカカ科	<i>Ceratopogonidae</i>	7		5	
サンカクアタマウズムシ科	<i>Dugesidae</i>	7	23	25	6
モノアラガイ科	<i>Lymnaeidae</i>	3			1
シジミガイ科	<i>Corbiculidae</i>	3	24	2	20
ミミズ綱 (その他)	<i>Oligochaeta</i>	4	2		3
ヒル綱	<i>Hirudinea</i>	2		1	
ヨコエビ科	<i>Gammaridae</i>	8	9	1	
ミズムシ科	<i>Asellidae</i>	2	1		6
サワガニ科	<i>Potamidae</i>	8	1		
総個体数		845	884	1148	239
出現科数		28	28	25	7

表 5 那珂川における優占科 (2024 年)

調査地点		優占科 1	優占科 2
上	リバーパーク	ユスリカ (腹鰓なし)	コカゲロウ
流	轟橋	コカゲロウ	ユスリカ (腹鰓なし)
↓	警弥郷橋	コカゲロウ	ユスリカ (腹鰓なし)
下	番托井堰下	ユスリカ (腹鰓なし)	コカゲロウ

表 6 那珂川における TS, ASPT 及び H' (2024 年)

調査地点	TS	n	ASPT	H'
リバーパーク	213	28	7.6	3.1
轟橋	212	28	7.6	3.0
警弥郷橋	174	25	7.0	2.2
番托井堰下	42	7	6.0	0.6

ASPT=TS/n

TS:検出された科のスコアの合計

n:検出した科の総数

表 7 那珂川における水質階級 (2024 年)

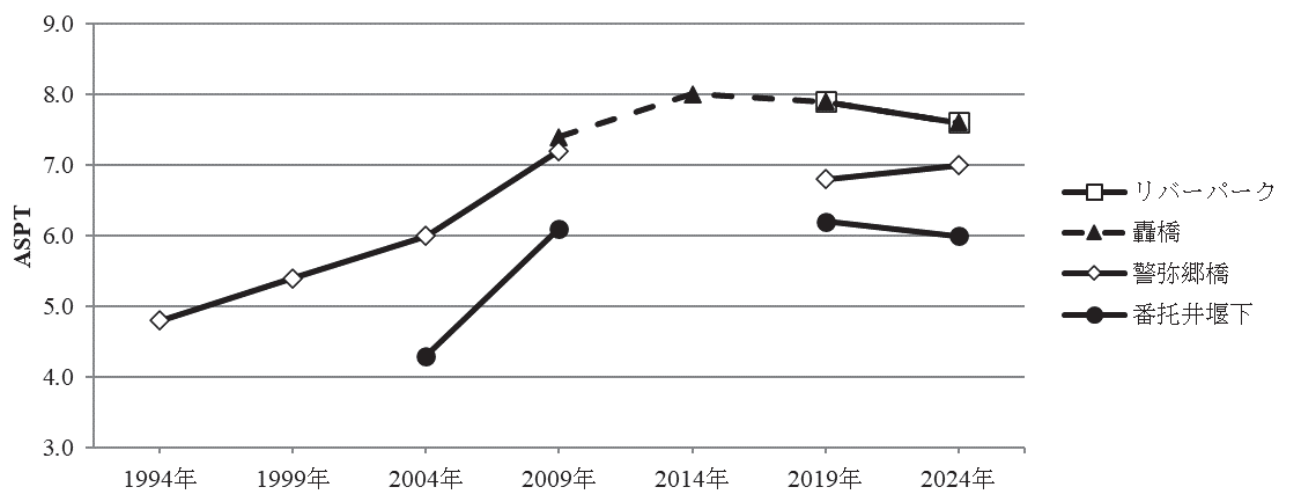
水質階級	指標生物	リバーパーク				轟橋				警弥郷橋				番托井堰下			
I きれいな水	カワゲラ	22	○			5	○			5	○			4	●		
	ナガレトビケラ	14	○			22	○			5	○						
	ヤマトビケラ	11	○			16	○			5	○						
	ヒラタカゲロウ	35	●			45	●			56	●						
	ヘビトンボ	13	○														
	ブユ	28	○			24	○			1	○						
	アミカ																
	ウズムシ	23	○			25	●			6	○						
	サワガニ	1	○														
	ヨコエビ	9	○			1	○										
II やや きれいな水	コガタシマトビケラ	84	●			20	○			5	○						
	オオシマトビケラ																
	ヒラタドロムシ					3	○			1	○						
	ゲンジボタル																
	コオニヤンマ																
	カワニナ																
	ヤマトシジミ	24	○			2	○			20	●						
III きたない水	イシマキガイ																
	ミズムシ	1	○							6	○						
	ミズカマキリ																
	ヒル									1	○						
	タニシ																
IV とても きたない水	イソコツブムシ																
	ニホンドロソコエビ																
	セスジユスリカ													1	●		
	チョウバエ																
	エラミミズ																
水質階級の判定	サカマキガイ																
	アメリカザリガニ																
	水質階級	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	○と●の数	9	2	1	0	7	3	0	0	5	3	2	0	1	0	0	1
	●の数	1	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
その地点の水質階級	合計(1欄+2欄)	10	3	1	0	9	3	0	0	6	4	2	0	2	0	0	2
		I				I				I				I			

見つかった指標生物の欄に○印, そのうち, 数の多い2種類(3種類が同じくらいの数であれば3種類)に●印をつける。

印の横に個体数を示す。

表 8 那珂川における水質分析結果（2024 年）

調査場所	リバーパーク	轟橋	警弥郷橋	番托井堰下
調査日	2024年4月18日	2024年4月18日	2024年4月18日	2024年4月18日
調査時刻	10:30	11:50	13:45	14:50
気温(℃)	18.8	22.8	20.3	21.5
水温(℃)	13.0	17.0	22.0	19.1
流速(cm/s)	24~96	47~64	15~80	0~5
pH	6.9	7.3	7.2	7.3
DO(mg/L)	10	10	9.5	9.7
BOD(mg/L)	<0.5	0.6	0.5	0.7
SS(mg/L)	1	3	9	11
T-N(mg/L)	0.38	0.48	0.61	0.68
T-P(mg/L)	0.005	0.016	0.024	0.028
EC(mS/m)	5.6	8.9	11	17
ASPT	7.6	7.6	7.0	6.0
H'	3.1	3.0	2.2	0.6
水質階級	I	I	I	I



ASPT は 1994 年，1999 年，2004 年及び 2009 年は旧スコア表⁸⁾，
2014 年，2019 年及び 2024 年は新スコア表¹⁾ によって算出した。

図 6 那珂川における ASPT の推移

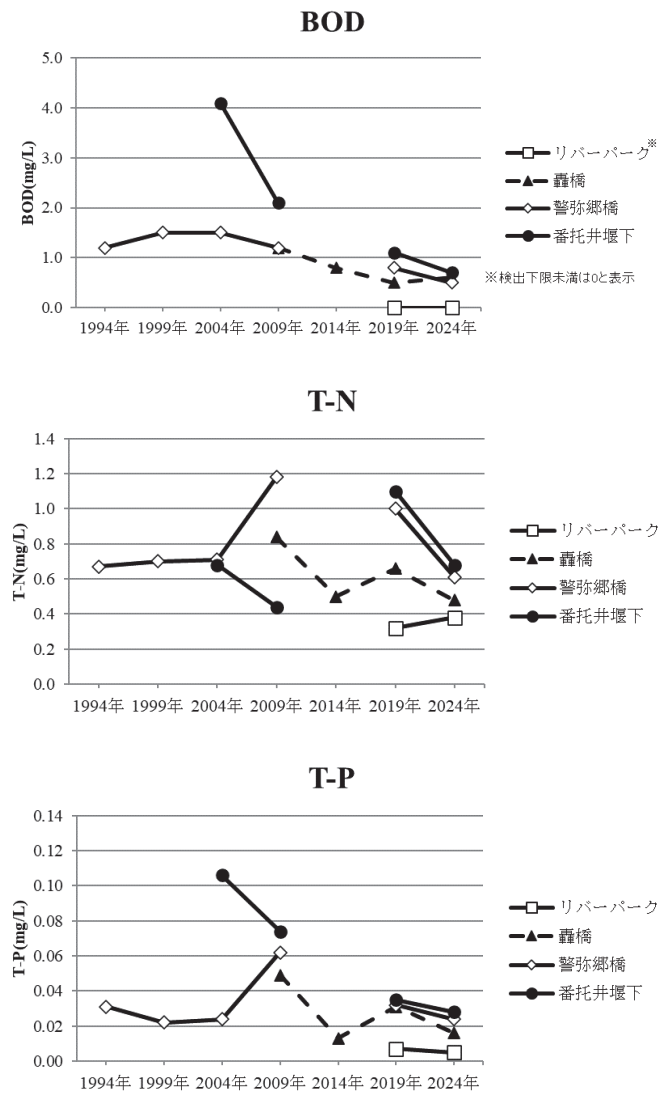


図 7 那珂川における BOD, T-N 及び T-P の推移

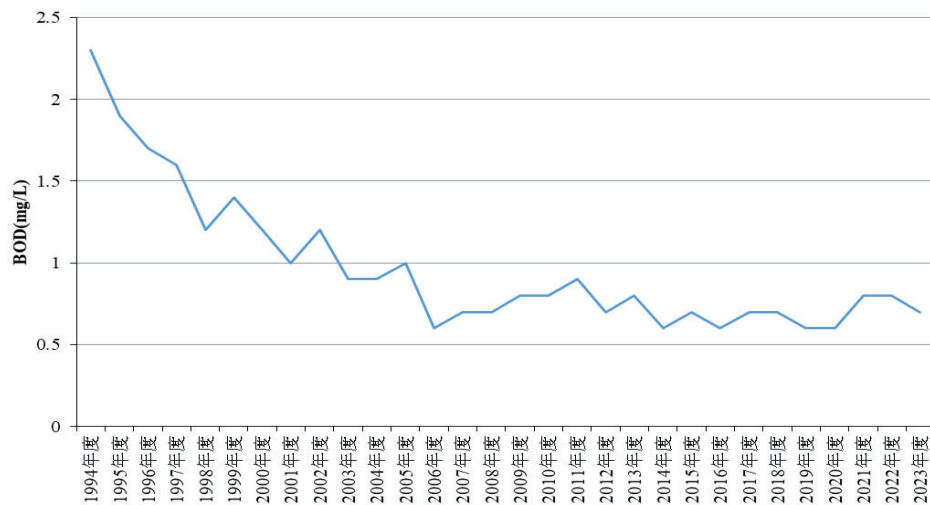


図 8 1994 年以降の警弥郷橋における BOD 年間平均値の推移



図9 市内を流れる河川のASPT

文献

- 1) 福岡市総務企画局企画調整部統計調査課編：福岡市統計書令和6年版，2025
- 2) 環境省水・大気環境局：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
- 3) 環境省水・大気環境局：河川生物の絵解き検索，2017
- 4) 滋賀の理科教材研究委員会編：滋賀の水生昆虫・図解ハンドブック，2016
- 5) 川合禎次編：日本産水生昆虫検索図説，東京大学出版会，1985
- 6) 神奈川県環境科学センター：神奈川県版河川生物の絵解き検索，2021
- 7) 環境省水・大気環境局，国土交通省水管理・国土保全局編：川の生きものを調べよう 水生生物による水質判定，日本水環境学会，2012
- 8) 山崎正敏，他：河川の生物学的な水域環境評価基準の設定に関する研究ー全国公害研協議会環境生物部会共同研究成果報告ー，全国公害研会誌，21，114～145，1996
- 9) 石松一男：福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究（那珂川の水生底生動物）（1994年），福岡市衛生試験所調査研究報告書，1995
- 10) 濱本哲郎，他：福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究ー那珂川，1999年ー，福岡市保健環境研究所報，25，91～100，2000
- 11) 廣田敏郎，他：福岡市内河川の底生動物をもちいた環境評価ー那珂川，2004年ー，福岡市保健環境研究所報，30，148～157，2005
- 12) 岩佐有希子，他：福岡市内河川の底生動物をもちいた環境評価ー那珂川，2009年ー，福岡市保健環境研究所報，35，46～53，2010
- 13) 清水徹也，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価ー那珂川，2014年ー，福岡市保健環境研究所報，40，103～109，2015
- 14) 益尾実希，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価ー那珂川，2019年ー，福岡市保健環境研究所報，45，108～116，2020
- 15) 福岡市環境局：福岡市水質測定結果報告書
- 16) 有本圭佑，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価ー御笠川，2020年ー，福岡市保健環境研究所報，46，47～55，2021
- 17) 有本圭佑，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境

- 評価－樋井川，2021 年－，福岡市保健環境研究所報，
47，75～83，2022
- 18) 有本圭佑，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境
評価－室見川，2022 年－，福岡市保健環境研究所報，
48，89～98，2023
- 19) 有本圭佑，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境
評価－多々良川，2023 年－，福岡市保健環境研究所
報，49，149～158，2024