

# 高梁川における水質汚濁に関する学際的研究(第1報)

(1990年4月9日受理)

板野 道弘      加納 純孝      嶋田 義弘  
山根 薫子      恩藤 芳典

## Studies on Water Pollution and Aquatic Insects in the Takahashi River Part I

Michihiro Itano,      Sumitaka Kanou,      Yoshihiro Shimada,  
Shigeko Yamane,      Yoshinori Ondoh

**Key words:** 水質汚濁, 水生昆虫, 高梁川

### はじめに

最近における河川の水質汚濁の状態は、カドミウム等の人の健康にとって有害な物質については、ほとんどの水域を除いて環境基準に達してはいる。しかし生活環境の保全に対する項目については、排水等による汚染を嚴重に監視する必要がある、水質汚濁防止を図らねばならない。

そこで私達のグループは、新見市千屋に源を發し、岡山県西部地区を流れて、その流域面積は2670km<sup>2</sup> 幹川流路延長は117kmを持つ高梁川<sup>1)</sup>で、水質の汚濁の現況について理化学的項目と生物学的項目(水生昆虫の幼虫)とを同時に調査してみた。これらに類する研究では、1967年と1968年の浮田等の報告<sup>2),3)</sup>があり、それによると新見市足立(支川:西川)から新見市方谷(幹川)の間では、水質の汚濁範囲は廃水の流入点付近に限られる場合が多く、それらの地点を除くと、付着微生物および底生生物による水質判定結果は $\beta$ -中腐水性ないし貧腐水性であるとされている。しかしこれらは一部地域に限られており、高梁川全体の汚染状態をよりの確に把握するために、今回私達は幹川に的をしぼり上流から下流にかけ70kmの範囲、即ち高梁川幹川の全体流路の3/5近くの調査を実施し、若干の知見を得たので報告する。

### 実験方法

#### 1. 調査水域

図1に調査地点と川床勾配を示す。各調査地点で、1988年11月13日(第1回)に始まり、1989年3月29日(第2回)、同年5月28日(第3回)、同年10月15日(第4回)までの1年間に図1に示すSt. 1~St. 7の常設地点7ヶ所と、10月にはSt. 5'およびSt. 6'の2ヶ所を補足地点として加えた。

#### 2. 理化学的方法

##### 2. 1 試料の採集および実験項目

検水は100 ml および500 ml 容ポリエチレンびんに採水した。実験項目としては、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウムのアルカリ金属元素とアルカリ土類金属元素4種類と鉄、銅、亜鉛の遷移元素3種類と、さらに有害金属として衆知のカドミウムと鉛の合計9元素を測定した。またそれに

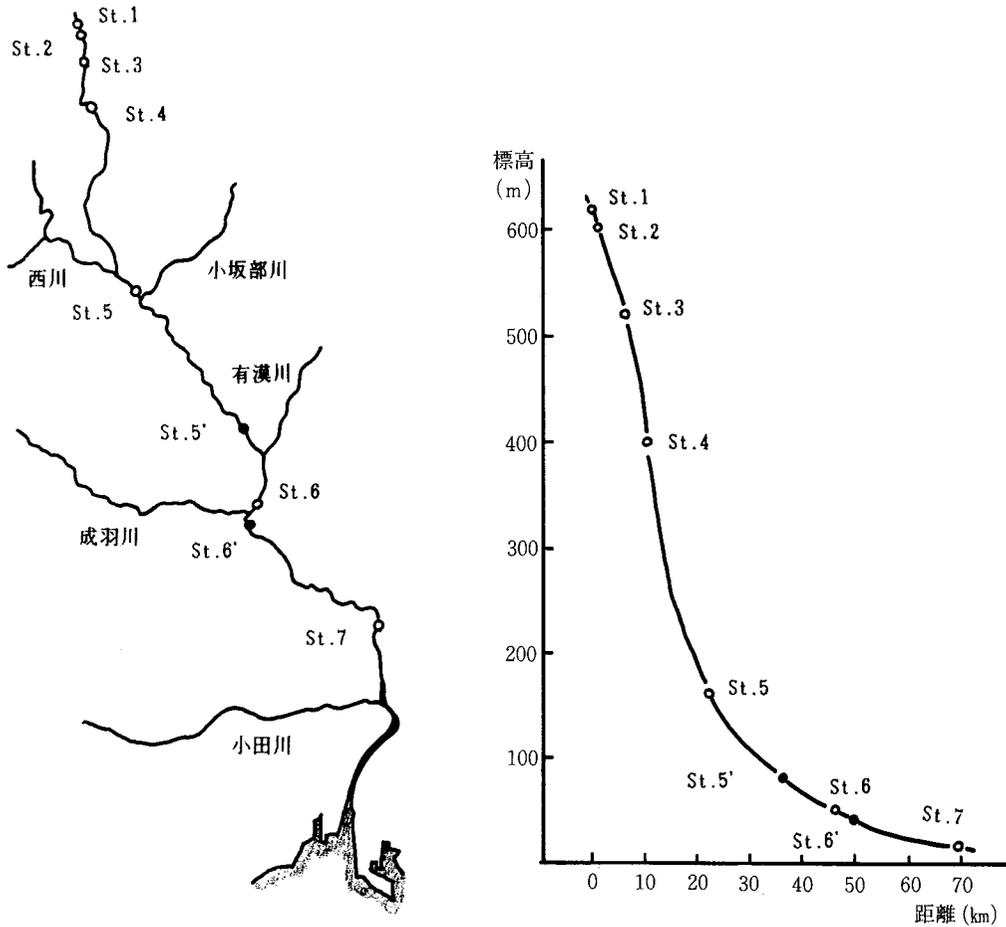


図1. 高梁川の調査地点と川床勾配

- |              |               |              |
|--------------|---------------|--------------|
| St. 1:千屋原組   | St. 2:千屋花見橋   | St. 3:千屋原市   |
| St. 4:千屋馬場   | St. 5:新見広瀬    | St. 5':川面市場  |
| St. 6:高梁落合橋上 | St. 6':高梁落合橋下 | St. 7:総社湛井堰下 |

並行して水温, pH, 総硬度も測定した。

## 2. 2 試薬

- (1) ナトリウム, マグネシウム, カリウム, カルシウム, 鉄標準液: 和光純薬工業(株)製の原子吸光分析用元素標準液(1000ppm)を適宜希釈して使用した。
- (2) 銅, 亜鉛, カドミウム, 鉛標準液: オーストラリア CHMTRNICS 社製の標準液(10ppm)を使用した。
- (3) 電解液: 塩化ナトリウム117gとアスコルビン酸35gをイオン交換水に溶かし, 更に7.7gの水酸化ナトリウムを加えて500mlに定容としたものを使用した。

### 2.3 装置

- (1) pHメーター: 日立堀場製pHメーターM・8s型
- (2) 原子吸光装置: 日本ジャーレル・アッシュ社製原子吸光装置AA-782型
- (3) 原子吸光光源: 浜松テレビ社製ホローカソードランプL233シリーズ
- (4) 電気分解装置: オーストラリア CHMTRNICS 社製ボルタンメーター PVD2000型

なお、原子吸光装置およびボルタンメーターの測定条件を表1、表2に示す。

表1. 原子吸光分析条件

		Na	Mg	K	Ca	Fe
WAVE LENGTH	(Å)	5,888	2,852	7,664	4,225	2,483
LAMP CURRENT	(mA)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
AIR FLOW RATE	(l/min)	10.0	7.5	10.0	8.0	8.0
AIR FLOW PRESSURE	(kg/cm <sup>2</sup> )	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ACETYLENE FLOW RATE	(l/min)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ACETYLENE FLOW PRESSURE	(kg/cm <sup>2</sup> )	2.5	2.0	2.5	2.0	2.0

### 2.4 検量線の作成

原子吸光装置で分析した元素は、表1に示した5元素でその表に示した条件で測定を行った。ナトリウムは1~10mg/l, マグネシウムは1~5 mg/l, カリウムは1~5 mg/l, カルシウムは1~10mg/l, 鉄は0.1~0.3mg/lの標準系列を用いて検量線を作成した。またボルタンメーターで分析した元素は、銅、カドミウム、鉛、亜鉛の4元素で表2に示す条件で測定を行い、いずれの元素も0~50 μg/lの範囲で原点を通る良好な直線性を示した。その中からナトリウムとカドミウムの検量線を図2および図3に示した。

表2. ボルタンメーター分析条件

MENU NUMBER		1	2
PLATING POTENTIAL	(mV)	-1,200	-900
PLATING TIME	(secs)	60	60
HOLD POTENTIAL	(mV)	-1,200	-900
HOLD TIME	(secs)	15	15
SWEEP RATE	(mV/sec)	375	375
Zn LIMIT	(mV)	-800	—
Cd LIMIT	(mV)	-550	-550
Pb LIMIT	(mV)	-375	-375
Cu LIMIT	(mV)	—	50
FINAL POTENTIAL	(mV)	-100	0
STRIP TIME	(secs)	2	2
REST POTENTIAL	(mV)	-100	-100

### 2.5 総硬度の測定<sup>4)</sup>

日本薬学会編、衛生試験法の飲料水総硬度定量法によって測定した。

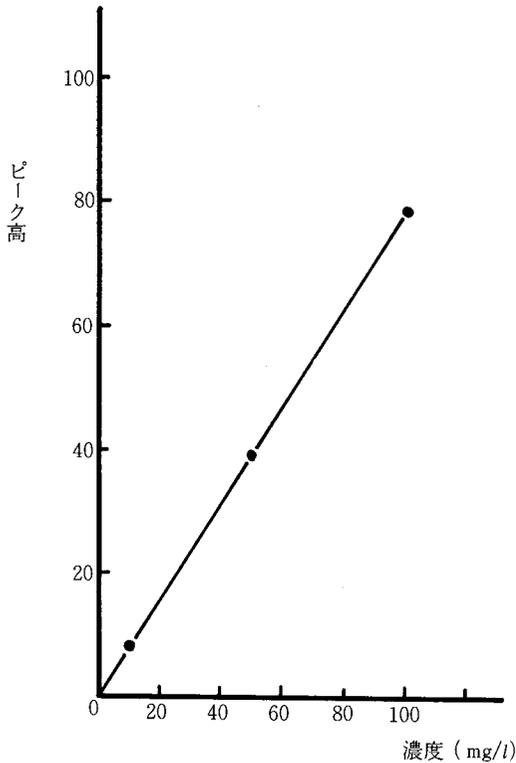


図2. ナトリウムの検量線

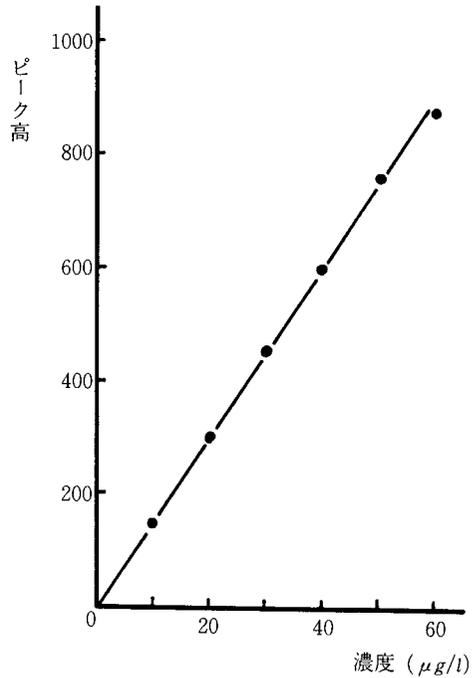


図3. カドミウムの検量線

### 3. 生物学的的方法

#### 3.1 水生昆虫による水質判定の解析

近年になって河川の水質汚濁に対する国民の関心もたかまり市民運動も活発である。水質汚濁の判定には、大きく分けると化学的方法と生物学的的方法の二通りがある。市民レベルの問題としてみれば、化学的方法には、それなりの専門的な知識と技術が要求される。生物学的的方法についても本質は少しも変わらないが、水質汚濁の状態を肉眼的な手法によって、少なくとも定性的に判断できる点に特色があり、この意味では、化学的方法よりも、より市民レベルでの技法としては親しみがもて、少し習熟すれば、有機汚濁の有無について十分にモニタリングすることができる。森下郁子『川の健康診断<sup>7)</sup>』などは、最も手頃な著書の一つである。NHKブックス290として出版されたこの著書を見ると水質判定の指標種として使用されている水生昆虫(幼虫)は比較的容易に、誰でも分類できそうな印象を与える。水生昆虫については最近図鑑のたぐいも出版されており、各地で水の汚れを調査するさいに活用されている。こうした調査報告をみると、ときに、とんでもない、恐縮な表現であるが分類上の間違いもみかけられる。図鑑による分類の恐ろしさを、水生昆虫の研究に携わっている私達は、これまでも体験している。

さて、岡山県には高梁川、旭川、吉井川という3水系がある。これらの各水系に生息する水生昆虫に関する研究はと思い、調べてみると、ほとんどまとまった文献はみあたらない。浮田その他(1967,<sup>1)</sup> 1968)<sup>11)</sup> 東その他(1969)<sup>3)</sup> による県水試事業報告、森下(1979)<sup>8)</sup> が自著の中で紹介している1973年吉井川、1974年旭川、1975年高梁川の調査資料が代表的な文献である。これらの研究は、いずれも特定の月にお

ける調査であって、水系全般にわたって行われた長期調査の結果ではない。

私達が高梁川を研究対象水系として選定し、生物学的見地から水質汚濁モニタリングに関する研究を始めたとき、最初に困惑したのは水質判定の目安とされている水生昆虫が、いつ、どこで、どれほどに生息しているかなどということについては、参考資料として役立つ情報すらないということであった。勿論、この研究は岡山県内の河川における水質汚濁を生物学的見地からモニタリングするマニュアルの作成であるが、そのために必要な指標生物を、当初に明確にすることが要求される。今回は、こうした立場にたって、これまでの調査結果を整理し、指標生物としての高梁川水生昆虫についてのべようと思う。

### 3. 2 調査地点と調査方法

調査地点は図1に示した地点である。具体的にのべると、各地点で事前にランダムな定性的予備調査を行い、川床がうき石構造の瀬であれば採集される水生昆虫の種類に共通性のあることを確かめたあとで、瀬に50cm×50cmの枠を固定し、枠内の転・堆石を、枠の直下に用意した「チリトリ型採集器」に移し採集器内の転・堆石から水生昆虫をハンド・ソーティング法により採集するとともに、この方法では川床の転・堆石等を取りあげるとき一部の水生昆虫は流下するため、これを防ぐ目的で自作した約1mmメッシュの網地である網製の流下ネット(袋状)を、チリトリ型採集器の下流に設置した。以上の方法により体長1mm前後の幼虫も採集され、採集精度をたかめることが可能であった。

採集標本は70%アルコールで固定し、固定標本により分類学的解析などを行った。同定にあたっては、川合の『日本産水生昆虫検索図説』<sup>5)</sup>、津田の『水生昆虫学』<sup>10)</sup>、USINGER, R. L. "Aquatic insects of California with keys to North American genera and Californian species" <sup>\*</sup>をも参考とした。同定は山根と恩藤が同一標本を相互に検索し、確認したが、表4に示した結果に使用したリストについては山根が作成し、恩藤が確認した。

## 結果及び考察

### 1. 理化学的解析

4回の調査のうち、第1回目の1988年11月時点では水量が少なかったが、年が明けてからはよく雨が降り、特に9月度の雨量は新見市千屋で490mm(準平年値196mm)と平年の2.5倍量を記録し、その期間中の9月2日には122mm、同19日には126mmと記録的な雨となった。この事は、たぶんに一過性のものではあるが無機物含有量のデータに少なからず影響を与えていることがうかがわれる。今回の調査結果を表3に示した。

pHは6.8~7.6と中性からややアルカリ性域に入る値を示した。浮田等の報告<sup>2)</sup>では7.5~8.9と微アルカリ性を呈しているが、今回の調査ではそれより低い値で1年間推移した。

カルシウムは図4にみられるように、St. 4とSt. 5の間すなわち石灰工場が集中しその廃水が流入する新見市を境としてその上流域では2.05~4.80mg/lが通常の値と思われる。新見市の下流域のSt. 5では年4回調査の平均値でみると10.27mg/lとSt. 4の同平均値の約2.7倍まで一気に増加しており、工場廃水による影響がはっきり現れている。カルシウムにおいても先の浮田等の報告<sup>2)</sup>はこの水域で30~40mg/lとしているので、今回は1/3~1/4と著しく低い結果であった。この結果は多雨によって換水さ

\*原本は Usinger, R. L. (ed.) (1956) Aquatic insects of California with keys to North American genera and California species. Univ. Calif. press.

表3. 理化学的調査結果

調査地点	調査日	水温 °C	pH	総硬度 mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Fe mg/l	Cu μg/l	Zn μg/l	Pb μg/l	Cd μg/l
St. 1	89. 5.27	12.2	6.8	11.0	3.02	0.70	0.39	2.05	0.07	0	0	0	0
	89.10.15	11.4	6.8	12.5	3.56	0.76	0.44	2.29	0.06	0	0	0	0
St. 2	89. 3.29	7.6	6.8	12.5	3.19	0.76	0.28	2.84	0.03	0	0	4	0
	89. 5.28	11.2	6.8	14.8	3.07	0.71	0.37	2.99	0.06	0	Tr	0	0
St. 3	89.10.15	12.3	6.9	15.3	3.64	0.80	0.48	3.45	0.07	0	0	0	0
	88.11.13	9.7	7.0	21.2	4.42	0.98	0.45	4.44	0.05	0	Tr	2	0
St. 4	89. 3.29	7.4	6.8	13.4	3.45	0.78	0.28	2.89	0.03	0	0	2	0
	89. 5.28	11.9	7.0	15.2	3.32	0.79	0.46	3.15	0.07	0	0	0	0
St. 5	89.10.15	12.9	7.0	16.8	3.96	0.85	0.42	3.45	0.05	0	0	0	0
	88.11.13	8.9	7.1	21.2	4.69	1.04	0.46	4.80	0.11	0	0	0	0
St. 6	89. 3.29	8.2	7.0	14.9	3.63	0.81	0.29	3.31	0.05	0	0	0	0
	89. 5.28	13.1	7.0	16.2	3.58	0.83	0.46	3.30	0.07	0	0	0	0
St. 7	89.10.15	14.0	7.1	19.0	4.02	0.87	0.44	3.87	0.04	0	0	0	0
	88.11.13	12.7	7.2	51.2	5.79	2.05	1.97	16.50	0.03	0	0	0	0
St. 6	89. 3.29	10.1	7.5	30.6	3.63	1.78	0.60	8.08	0.05	0	0	Tr	0
	89. 5.28	15.1	7.3	35.2	3.23	1.85	0.75	5.92	0.11	0	2	0	0
St. 6	89.10.14	16.4	7.6	41.8	4.09	1.84	0.83	10.59	0.03	0	0	0	0
	88.11.13	14.5	7.6	57.5	5.81	2.19	1.17	16.83	0.03	0	0	0	0
St. 7	89. 3.29	12.1	7.6<	39.1	4.06	1.80	0.54	11.23	0.08	0	0	0	0
	89. 5.28	18.3	7.6	42.6	3.36	1.68	0.78	10.88	0.09	0	2	0	0
St. 6	89.10.15	19.1	7.6<	45.5	3.89	1.71	0.95	11.55	0.04	0	0	0	0
St. 7	88.11.13	16.6	7.6	58.7	5.60	2.84	1.34	16.48	0.06	0	0	Tr	0
	89. 3.28	12.6	7.4	43.8	4.23	2.37	0.85	12.03	0.08	0	0	0	0

Tr: Trace

れたことが濃度を希釈した結果と考えられる。またSt. 5より下流域では、高梁市付近までは増加して行き、その後総社市南部付近まではほとんど変化が認められなかった。このような変化は、どの時期をとってみても同じである。このカルシウムと同様な傾向を示す元素にカリウムとマグネシウムがある。カリウムにおいては新見市下流域の値が上流域に比べて約2.5倍、マグネシウムでは約2.1倍とはっきりと差があらわれていた。特にマグネシウムでは図5にみられるように新見高梁間では変化がみられず高梁市より下流域の総社の値が急増していたが、この原因については今回の調査では明らかにできなかった。

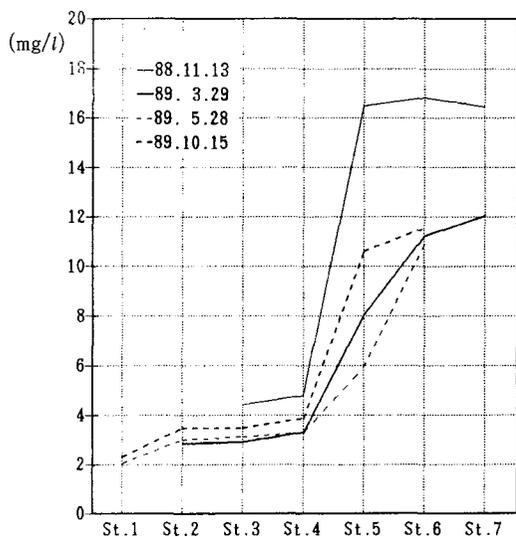


図4. カルシウムの濃度変化

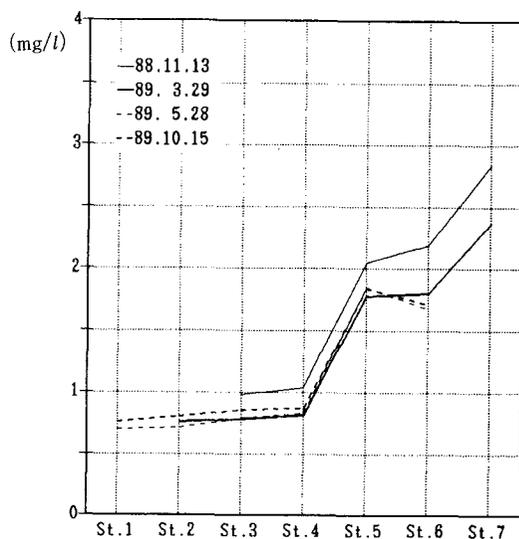


図5. マグネシウムの濃度変化

カルシウムとマグネシウムがこのような傾向を示すということは、当然それに基づいて現れてくる全硬度においても上流域の11.0~21.2mg/lに対し下流域が30.6~58.7mg/lと高い値を示した。ここで軟水基準値の50mg/lと比較してみると1988年11月調査分で、St. 5が51.2mg/l、St. 6が57.5mg/lおよびSt. 7が58.7mg/lとこの3地点は上記基準値をわずかに上廻るがそれは図4にみられるようにカルシウム濃度や図5にみられるマグネシウム濃度が高いこととよく一致する。

一方全流域でほとんど変化しないものにナトリウムと鉄がある。図6に示すようにナトリウムについてみるとSt. 3で平均3.8mg/l、St. 4で4.0mg/l、St. 5で4.2mg/l、St. 6で4.4mg/lと下流に行くに従ってわずかに増加しているように見えるが、この程度の差は一定とみなして差しつかえない。ただ時期別にみると水量の少ない11月時の調査においては、やはり他の時期の約1.4倍の数値を示した。

ナトリウムの濃度は今のところ問題はないが、流量の少ない時期にはっきり増加することはどこから何が原因で増加しているかは注目すべき点で、今後の課題としたい。

図7に示した鉄については0.03~0.11mg/lと地点別、時期別どちらからみても差は少なくまったく問題はない。その他有害金属とされる銅とカドミウムはまったく検出されず、亜鉛と鉛が時折 Trace~4 μg/lの範囲で検出されていたが問題はない。

以上のような結果から水質汚濁の主なる原因となる工場廃水の影響がカルシウム、カリウム、マグネ

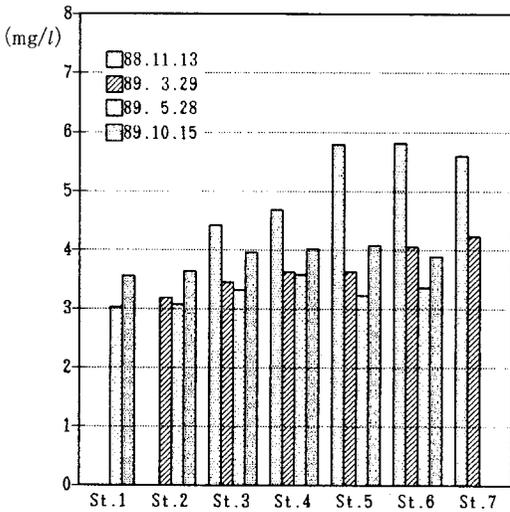


図6. ナトリウムの濃度

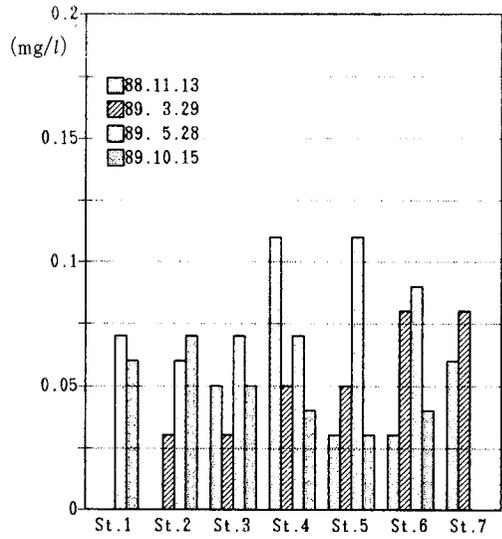


図7. 鉄の濃度

シウムに現れている。またその中でカルシウムとマグネシウムによる全硬度は高梁川の水質汚濁を知る指標としてある程度期待することができると思う。なおこれについても今回の調査だけで結論を出すことを控え、今後さらに調査を続けて行く必要がある。

## 2. 生物学的解析

これまでの調査で分類上の検索を終わり同定を終わった水生昆虫をもとにして、調査水域の水生昆虫種類相としてまとめたものが表4-1, 同4-2, 同4-3である。この表では分類上での検索を継続中である蜻蛉目, 鞘翅目, 双翅目などの一部の科と属に含まれる種は割愛した。これらは整理を終わった段階で公表する。表4の1-3に示した通り、これまでに生息を確認した種は蜉蝣目の38種, 毛翅目22種, 襖翅目11種, その他7種の78種である。試みに浮田その他(1967, 1968<sup>2,11)</sup>, 東その他(1969<sup>3)</sup>)の報告書に示されている水生昆虫の種類をみると表4にあげた種のなかで、ガガンボカゲロウ, チラカゲロウ, エルモンヒラタカゲロウ, ギフシマトビケラ, コガタシマトビケラ, オオシマトビケラ, エチゴシマトビケラ, ニンギョウトビケラなどの表4に示した種が記述されている。私達の調査は1989年以後であるから、少なくとも20年間に高梁川本流の水生昆虫群衆の組成に問題視しなければならない程の変化はなかったといえよう。従って種類相は、当時と今日とでも、それ程に質的な相違はないといえよう。以上のことから表4の結果をもとにして、若干の検討と考察を進めてみよう。

### 2.1 川床型と水生昆虫

溪流にすむ昆虫(幼虫)の調査では可児(1944<sup>6)</sup>)の川床形態と生息分布の実態とを関連させながら論議するのが普通である。可児の川床形態分類では川の源流から上流はAa型, 中流はBb型で下流はBc型に区分されているが、この分類を適用すると、図1の調査水域ではSt. 1-3はAa型, St. 3より下流, St. 4までの水域はBb型への移行水域, St. 5-6はBb型で, St. 7はBc型である。表4に示した水生昆虫の分布は、こうした川床構造によく適合している。この事実を最もよく示す例がトビケラの分布である。表4の2と3にみる通りナガレトビケラ科, エグリトビケラ科などの分布, その他の科の昆虫(幼

表4-1 高梁川水生昆虫とその分布

蜉蝣目	EPHEMEROPTERA	(カゲロウ目)	Station							
			1	2	3	4	5	6	7	
	Siphonuridae	(フタオカゲロウ科)								
ガガンボカゲロウ	1. Dipteromimus tipuliformis		*****							
	Isonychidae	(チラカゲロウ科)								
チラカゲロウ	2. Isonychia japonica		*****							
	Heptagenidae	(ヒラタカゲロウ科)								
ウエノヒラタカゲロウ	3. Epeorus uenoi		*****							
キイロヒラタカゲロウ	4. Epeorus aesculus					***				
タニヒラタカゲロウ	5. Epeorus napaesus		*****					****		
ナミヒラタカゲロウ	6. Epeorus ikanonis		*****							
エルモンヒラタカゲロウ	7. Epeorus latifolium		*****							
ユミモンヒラタカゲロウ	8. Epeorus curvatus		*****							
ヒメヒラタカゲロウ	9. Rhythrogena japonica		*****							
クロタニガワカゲロウ	10. Ecdyonurus tobiironis		*****							
EA タニガワカゲロウ	11. Ecdyonurus sp. EA		**		*****					
マダラタニガワカゲロウ	12. Ecdyonurus tigris				*****					
シロタニガワカゲロウ	13. Ecdyonurus yoshidae		***							
キブネタニガワカゲロウ	14. Ecdyonurus kibunensis							****		
キョウトタニガワカゲロウ	15. Heptagenia kyotoensis								****	
ミヤマタニガワカゲロウ	16. Cinygma hirasana				*****					
	Baetidae	(コカゲロウ科)								
コカゲロウの1種	17. Baetis sp.		*****							
シロハラコカゲロウ	18. Baetis thermics		*****							
フタバコカゲロウ	19. Pseudocloeon japonica		*****							
	Leptophlebiae	(トビイロカゲロウ科)								
トゲトビイロカゲロウ	20. Paraleptophlebia spinosa		*****							
ヒメトビイロカゲロウ	21. Choroterpes trifurcata								****	
	Ephemerellidae	(マダラカゲロウ科)								
フタコブマダラカゲロウ	22. Ephemerella (=Drunella) bicornis								****	
オオマダラカゲロウ	23. Ephemerella (=Drunella) basalis				*****					
フタマタマダラカゲロウ	24. Ephemerella (=Drunella) bifurcata		*****							
ミットゲマダラカゲロウ	25. Ephemerella (=Drunella) trispina		*****							
エゾミットゲマダラカゲロウ	26. Ephemerella (=Drunella) trispina ezoensis		*****							
オオクママダラカゲロウ	27. Ephemerella (=Cincticostella) okumai		**							

表4-2 高梁川水生昆虫とその分布

		1	2	3	4	5	6	7
チエルノバマダラカゲロウ	28. Ephemerella (=Cincticostella) tshernovae					****		
コスタニアマダラカゲロウ	29. Ephemerella (=Cincticostella) costanea	*****						
クロマダラカゲロウ	30. Ephemerella (=Cincticostella) nigra	*****						
トウヨウマダラカゲロウ	31. Ephemerella (=Cincticostella) orientalis	*****						
ヨシノマダラカゲロウ	32. Ephemerella (=Drunella) cryptomeria			*****				
アカマダラカゲロウ	33. Ephemerella (=Serratella) rufa			****			****	
	Potamanthidae (カワカゲロウ科)							
キイロカワカゲロウ	34. Potamanthus kamonis					*****		
	Ephemeridae (モンカゲロウ科)							
トウヨウモンカゲロウ	35. Ephemera orientalis						****	
フタスジモンカゲロウ	36. Ephemera japonica	*****				****		
モンカゲロウ	37. Ephemera strigata	*****				****		
	Polymitarcidae (アミメカゲロウ科)							
アミメカゲロウ	38. Ephoron (=Polymitarcis) shigae		****					
<u>毛翅目</u>	<u>TRICHOPTERA</u> (トビケラ目)							
	Stenopsychidae (ヒゲナガカワトビケラ科)							
ヒゲナガカワトビケラ	1. Stenopsyche marumorata	*****						
チャバネヒゲナガカワトビケラ	2. Stenopsyche sauteri	*****						
	Psychomyiidae (クダトビケラ科)							
クダトビケラの1種	3. Psychomyia sp.				****			
	Hydropsychidae (シマトビケラ科)							
ギフシマトビケラ	4. Hydropsyche gifuana			*****				
ウルマーシマトビケラ	5. Hydropsyche orientalis	*****						
オオシマトビケラ	6. Macronema radiatum						****	
コガタシマトビケラ	7. Cheumatopsyche brevilineata	*****						
エチゴシマトビケラ	8. Cheumatopsyche echigoensis	*****						
	Rhyacophilidae (ナガレトビケラ科)							
ツメナガトビケラ	9. Apsilochorema sutchanum	****						
ヤマナカナガレトビケラ	10. Rhyacophila yamanakensis	*****						
トランスクイナガレトビケラ	11. Rhyacophila transquilla	*****						
ムナグロナガレトビケラ	12. Rhyacophila nigrocephala	****						
クラマナガレトビケラ	13. Rhyacophila kuramana	****						
RAナガレトビケラ	14. Rhyacophila sp. RA	****						
	Limnacentropodidae (キタガミトビケラ科)							
キタガミトビケラ	15. Limnacentropus insolitus	*****						

表4-3 高梁川水生昆虫とその分布

	Glossomatidae	(ヤマトビケラ科)	1	2	3	4	5	6	7
イノブスヤマトビケラ	16. <i>Mystrophora inops</i>		*****						
	Brachycentridae	(カクスイトビケラ科)							
BAカクスイトビケラ	17. <i>Brachycentrus</i> sp. BA		*****						
マルツツトビケラ	18. <i>Micrasema quadrilobis</i>		*****						
	Limnephilidae	(エグリトビケラ科)							
オンドケトビケラ	19. <i>Pseudostenophylax ondakensis</i>		*****						
ニンギョウトビケラ	20. <i>Goera japonica</i>		*****						
クロツツトビケラ	21. <i>Uenoa tokunagai</i>		*****						
	Lepidostomatidae	(カクツツトビケラ科)							
コカクツツトビケラ	22. <i>Goerodes japonicus</i>		****		****				
<u>横翅目</u>	<u>PLECOPTERA</u>	<u>(カワゲラ目)</u>							
	Nemouridae	(オナシカワゲラ科)							
オナシカワゲラの1種	1. <i>Nemoura</i> sp.							****	
ユビオナシカワゲラの1種	2. <i>Protonemura</i> sp.		*****						
フサオナシカワゲラの1種	3. <i>Amphinemura</i> sp.			****					
	Perlodidae	(カワゲラ科)							
キベリオスエダカワゲラ	4. <i>Caroperla pacifica</i>		****		****				
オオクラカケカワゲラ	5. <i>Paragentia tinctipennis</i>			****		****			
カミムラカワゲラ	6. <i>Kamimuria tibialis</i>		*****						
オオヤマカワゲラ	7. <i>Oyamia gibba</i>		*****						
ヒメオオヤマカワゲラ	8. <i>Oyamia seminigra</i>		*****						
モンカワゲラ	9. <i>Acroneuria stigmatica</i>							****	
フタツメカワゲラの1種	10. <i>Neoperla</i> sp.		****					****	
コガタフタツメカワゲラの1種	11. <i>Gibosia</i> sp.		****						
<u>鞘翅目</u>	<u>COLEOPTERA</u>	<u>(甲虫目)</u>							
	Fsephenidae	(ヒラタドロムシ科)							
ヒラタドロムシ	1. <i>Mataeopsephus japonica</i>		*****						
マルヒラタドロムシの1種	2. <i>Eubrinax</i> sp.		*****						
	Lampyridae	(ホタル科)							
ゲンジボタル	3. <i>Luciola cruciata</i>		*****						
<u>広翅目</u>	<u>MEGALOPTERA</u>								
	Corydalidae	(ヘビトンボ科)							
ヘビトンボ	1. <i>Protohermes grandis</i>		*****						
<u>双翅目</u>	<u>DIPTERA</u>								
	Antochinae	(ウスバヒメガガンボ亜科)							
ウスバヒメガガンボ	1. <i>Antocha bifida</i>		*****						
	Blepharoceridae	(アミカ科)							
オオバヒメアミカ	1. <i>Philorus kuyaensis</i>		*****						
コクロバアミカ	2. <i>Amika infuscata minor</i>		*****						

虫)の分布もまた水生昆虫の研究では、明白なことである流域区分の指標種が、区分ごとに検出されている。

## 2. 2 生活形による解析

水生昆虫には造網型、固着型、匍匐型、携巢型、游泳型、掘潜型の生活形がある。シマトビケラ科、ヒゲナガトビケラ科は造網型、アミカ科は固着、ナガレトビケラ科、襜翅目とヘビトンボは匍匐、携巢はヤマトビケラ科の昆虫であるが、じつは表4のマダラカゲロウ科は川床に落葉や砂が堆積していたり、川床の転石のすき間に砂が堆積していたりすると、これらの中に潜伏して匍行する習性がある。また、チラカゲロウ、トゲトビイロカゲロウは急流を自由に游泳する種類であり、ヒラタカゲロウ科は、むしろ石面に接着していることを考えると接着型であり、移動は弱滑行的である。以上のことからすると、次のように興味深い事実が表4のカゲロウとトビケラについて認められる。

検出されたヒラタカゲロウは14種、マダラカゲロウは12種であり、検出されたヒゲナガトビケラ科とシマトビケラ科の合計種数は7種、ナガレトビケラ科は6種類である。つまり、その比率は7:6ということである。一見すると偶然の数字上での一致とみることにも可能であるが生態学的には興味深い。上述した6型の生活形は津田(1962)の提唱した例であるが津田(1962)が引用している今西錦司(1941)の生活形分類をみると、生活基盤のちがいに、ヒラタカゲロウ科の *Cinygma* は弱滑行的、*Epeorus* は強滑行型であるとし、マダラカゲロウ科は埋没的な潜伏匍行的な生活形であるとしている。この発想をトビケラに適用してみるとヒゲナガトビケラ科とシマトビケラ科は川床の転・堆石に分泌絹糸を用いて捕獲網をつくり、この網の中に入って生活する種であり、キタガミトビケラ科などと同様に固着性の巢室(分泌絹糸とか砂粒や植物片を綴ってつくる)をもつ種類であるが、ナガレトビケラ科は全く巢をもたないトビケラで上流域川床の転・堆石の隙間などに堆積する砂礫中に生息するものが多い。従って尾肢に鉤爪をもち、これで体を堆積物に固定して生活している。つまりマダラカゲロウ科のカゲロウと同様に埋没的な生活形とみることできる。そして、ヒラタカゲロウとシマトビケラは、ともに川床の転・堆石が“うき石”的構造でないかぎり生活できないグループの昆虫であり、マダラカゲロウとナガレトビケラは、より埋没的な生活を営むことができる支持環境でなければ生活困難なことが考えられる。表4の分布からみれば、高梁川の上流から中流には以上の条件を満足する支持環境があるということである。より具体的にいえば砂や細い石礫の水による運搬と堆積が常に行われている水域であると考えられよう。このように考えると、上述した7:6という比率は、決して偶然な事実ではないと考える。

## 2. 3 水質汚濁の観点にたった解析

森下(1979)は自著『生物からみた日本の河川』165頁に1975年8月の資料として、チャバネヒゲナガカワトビケラ、ヒゲナガカワトビケラ、ウルマーシマトビケラ、コガタヒマトビケラ、オオシマトビケラ、キイロカワカゲロウを高梁川では優占種としてあげ、生物学的水質階級としては、私達の調査水域の範囲では広瀬を $\beta$ 中腐水性としたほかは総て貧腐水性としている。また東・浮田など(1969)でも高梁川は一部セメント、石灰廃水の影響下にある排水口付近は $\beta$ 中腐水であるが、それ以外の水域は貧腐水であるとしている。表4に示した毛翅目の種類組成からすると、少なくとも図1のSt. 4までの水域は津田(1960, 1961)森下(1978)の生物学的水質判定によればOS=oligosaprobicの貧腐水性といえるが、新見市より下流の備中川面、高梁市落合橋下までの水域は厳密に言えば、現状はOSとはいいいにくい状態であって、むしろ、 $\beta$ -mesosaprobic・中腐水性的な性状の水域とみるのが適切であり、総

社市湛井の地点 (St. 7) は  $\alpha - m$  とみるのが正しい。つまり、森下 (1978) の判定時よりは徐々に有機汚濁が進んでいるといえよう。これまでの結果から、ひとつのまとめをすれば、高梁川の調査水域は幸いなことに未だ有機汚濁の萌しをみる程度にとどまっているが、河川の生物生産の立場からみれば、マダラカゲロウ科の分布にみる通り川床における砂泥の堆積は生態学的にみると今後の検討課題といえよう。

## 文 献

- 1) 建設省河川局監修 (1989) : 日本河川水質年鑑, 山海堂.
- 2) 浮田和夫・東幹夫・渡辺仁治・三宅与志雄 (1968) : 高梁川・旭川の工場廃水が水質及び底生動物におよぼす影響について, 岡山県水試事業報告昭和42年度.
- 3) 東幹夫・浮田和夫・三宅与志雄 (1969) : 高梁川・旭川における水質汚濁の現状について, 岡山県水試事業報告昭和43年度.
- 4) 日本薬学会編 (1980) : 衛生試験法・注解, 金原出版株式会社.
- 5) 川合禎次編 (1985) : 日本産水生昆虫検索図説, 東海大学出版会.
- 6) 可児藤吉 (1944) : 溪流昆虫の生態 (古川晴男編, 昆虫, 上所収), 研究社.
- 7) 森下郁子 (1977) : 川の健康診断, NHKブックス290, 日本放送出版協会.
- 8) 森下郁子 (1978) : 生物からみた日本の河川. 山海堂.
- 9) 津田松苗その他 (1960) : 肉眼的底生動物の種類数をもととする水質の生物指標, 日生態会誌, 10, 5.
- 10) 津田松苗編 (1962) : 水生昆虫学, 北隆館.
- 11) 浮田和夫・東幹夫・三宅与志雄 (1967) : 高梁川・旭川の水質および底生生物調査, 岡山県水試事業報告昭和41年度.