

(報文)

鉾山廃水流入河川—市川—における
底生動物相の回復について

渡辺 直, 原田 三郎

(報文)

鉦山廃水流入河川—市川—における 底生動物相の回復について

渡辺 直, 原田 三郎*

On the Recent Recovery of Bottom Fauna in River Ichikawa Which Receives Mine Effluent

Naoshi C. WATANABE and Saburo HARADA

Abstract

In River Ichikawa, benthic organisms were greatly damaged by the effluent from Ikuno Mine with refinery.

But lately, bottom fauna shows remarkable recovery, that is, increases of richness (number of taxa) and biomass, change of dominant species, and so on. This faunal change is probably due to slight decreases of the contents of some heavy metals and diminution of their variability in the river water. The main reasons for the purification and stabilization of water quality are considered to be the following two. The first is the suspension of mining (the refinery is running as before), and the second is the construction of a dam at the upper reaches.

It is striking that benthic organisms show remarkable response to the slight change of the water quality.

1 はじめに

市川は兵庫県のほぼ中央部に源を發して南流し、播磨灘に注ぐ全長約73kmの河川であるが、上流部に我国最古の非鉄金属鉦山といわれる生野鉦山を有するため、長期にわたって坑内水や精錬所廃水などの流入を受けてきた。これらの流入水が市川の底生動物相に与える影響については御勢¹⁾ および渡辺ほか²⁾ が報告しており、いずれの場合にも廃水流入点下流における底生動物相の貧弱さが種数の減少や多様性の低下などによって顕著に示されていた。しかし最近1974年以後に行なった2回の調査ではそれ以前と比べてかなり大幅な底生動物相の回復が認められた。そこで本報では、すでに報告したものも含めて1971年以降5年間に行なった計6回の調査にもとづき、最近の底生動物相回復の様相を明らかにするとともにその原因を考察したい。

2 調査方法

調査は1971年10月27・28日、1972年5月17・18日、1972年10月2・5日、1973年1月22日、1974年5月20・21日および1975年10月21・22日の計6回にわたって行なった。

調査地点を Fig. 1 に示した。まず St. 1 は図に矢印で示された上流側の廃水流入地点(坑内廃水)より約5.5km上流で鉦山の影響を全く受けない地点である。生野周辺には、はっきりと所在のつかめない廃坑がいくつかあるといわれており、また自然の湧水中にも重金属の含まれていることがわかっているため(通産省大阪鉦山保安監督部の資料による)、これらからの流入水をも含めた生野鉦山全体としての市川への影響を把えるという意味からかなり上流の St. 1 を対照点として設定した。しかし、河川形態からみて他の地点はすべて中流区に含まれるのに対し、St. 1 は上流区に属すると考えられ、川床もかなり不安定な場所であるなど、必ずしも対照点として適

* 第2研究部

当であるとはいえなかった。そこで1974年5月の調査からはこの地点をやめ、代わりに St. A を調査地点に含めた。St. A は坑内廃水流入点より 0.5 km 上流である。一方、St. 2 は下流側の廃水流入地点（精錬所の廃水を主

を用いて50×50cmのコードラードで2回計0.50m²の面積から採集した。チリトリ型金網の場合はもちろんであるが、サーバー・ネットを用いた場合も石をネットの入口で洗うことをせずに岸に運んで、石に附着している動物をピンセットで捨あげた。採集した標本は約10%ホルマリン溶液で固定して実験室に持ち帰り、種類ごとに個体数、湿重量を測定した。

3 結果および考察

3. 1 底生動物相の時間的变化

各調査時にそれぞれの地点で採集された底生動物の種数と総重量を Table 1 に示した。調査時によって採集器具・面積が異なるので表の数値のみから単純に時系列的な比較はできない。しかし今回の場合、サーバー・ネット、チリトリ型金網とも網目もほぼ同じであり、採集手順も同一であるため、少くとも種数をみる場合には器具による違いはあまり問題にしなくても良いように思われる。また採集面積についても渡辺²⁾、西村・原³⁾の調べた採集回数(面積)—種数関係ではサーバー・ネットで3回以上になると種数の増加がゆるやかになっていることからみて、Table 1 の種数に関しては1972年5月が他の時期よりも少なめに示されている点に注意をすればおおまかな比較は可能であろう。まず上流の St. 1 においては1972年から1973年にかけての3回の調査では種類が少なくなっているが、この地点においては人為的な汚染源はほとんどなく、水質汚染によるものとは考えられない。この地点では調査時によって流路・流量とも変動が大きく、川床もきわめて不安定であるように思われた。また1973年1月の調査時には人為的に大規模な流路変更がなされていた。種数の減少はこれらの原因によるものとするのが妥当であろう。1974年5月以後調査を行なった St. A では種類が豊富に採集されており、方法の項で述べたように当初に危惧した廃坑や自然湧水による影響はとくにみられない。一方、廃水流入点に近い St. 2 および St. 3 では、採集方法の違いを考慮してもなお1973年1月以前に比べて1974年5月以後の2回の調査では種数が大幅に増加していると云うことができよう。さらに、下流の St. 4, St. 5, St. 6 でも1974年5月以降はそれ以前よりも多い種数で安定する傾向がみられるようであるが、これについてはさらに調査を継続したうえでなければ断言することはできない。

各調査時ごとに地点を通してみた傾向では1971年10月から1973年1月までは St. 2, St. 3 は下流の St. 4, St. 5, St. 6 に比べて種数が大幅に少なくなっているが、その後

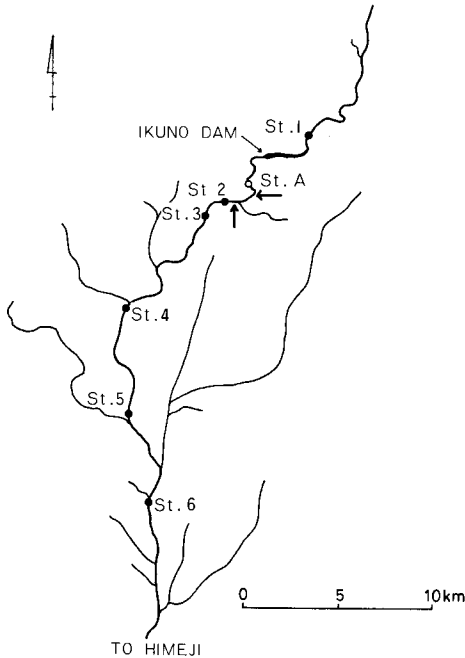


Fig. 1 Sketch map of River Ichikawa showing the survey stations. St. 1; Uogataki, St. 2; Kuchiganaya (the vicinity of the Yamagami Bridge), St. 3; Mayumi, St. 4; Hase, St. 5; Teramae, St. 6; Tsurui, St. A; Ono. Two arrows above St. 2 show the main effluent outfalls.

体として、シックナーで処理された廃水) から約 0.5 km 下流で鉱山の影響を最も強く受けていると思われる地点である。さらに、シックナー 廃水流入点を起点として St. 3 は約 2 km, St. 4 は約 9 km, St. 5 は約 16 km, St. 6 は約 22 km それぞれ下流の地点である。

各調査地点ともおおむね大礫 (Cobble gravel, 粒径 6.4~25.6 cm) から成り、比較的「浮き石」の多い底質を選んだ。時間的・労力的な制限の多いなかで行なったためあって採集方法や採集面積は調査時によって変わり、一定していない。すなわち1971年10月と1972年10月は30cm×30cmのサーバー・ネット(網目38メッシュ, オープニング 0.471 mm) で1地点5回計0.45m²の面積から採集し、1972年5月は同じネットで3回計0.27m²の採集を行なった。また1973年1月以後の3回の調査ではチリトリ型金網(網目40メッシュ, オープニング 0.5 mm弱)

Table 1 Number of species(s) and total weight(w) of the samples collected at each of the stations. On and after 1974, the samplings were made at St. A instead of St. 1.
(S) : Surber sampler(sampling unit ; 0.09m²), (W) : Wire gauze shovel(0.25m²).

date	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		Sampling area and method
	s	w(mg)	s	w(mg)	s	w(mg)	s	w(mg)	s	w(mg)	s	w(mg)	
1971.10	37	2458.7	2	42.3	7	167.4	24	1654.8			21	831.6	0.09m ² ×5 (S)
1972. 5	13	328.0	4	240.3	5	361.3	12	725.1	16	1142.6	17	1033.3	0.09m ² ×3 (S)
1972.10	12	632.0	5	128.8	5	62.5	24	541.4	17	474.4	11	153.8	0.09m ² ×5 (S)
1973. 1	8	205.5	3	26.1	6	34.8	19	2247.0	11	499.3	13	536.0	0.25m ² ×2(W)
	St. A												
1974. 5	40	24077.7	16	1619.5	16	1142.3	29	965.6	26	2441.9	17*	1929.2	0.25m ² ×2(W)
1975.10	39	5873.5	19	556.6	25	1518.9	25	2157.5	27	1729.5	27	2818.6	0.25m ² ×2(W)

* The traces of a bulldozer were found at the point 50m above the sampling station.

1974年5月, 1975年10月としたいに地点間の差が減少している。1974年以後の結果において, 下流の地点での種数はSt. Aのレベルにまで回復するには至っていないが, これはSt. 5, St. 6は市街地に入るため家庭下水による影響も加わってくることによるものであろう。

一方総重量については, 一般に場所による値の変動が大きい⁴⁾ 採集方法の違いとあわせてこの点も考慮しなければならないが, それでもなお, St. 2, St. 3の2地点に関しては1974年5月と1975年10月はそれ以前の調査時と比べてより大きな現存量を示すと云うことができよう。

つぎに, 各地点の出現種のうち重量の多いものから順に3位までの種名とその種が全体のなかで占める重量の割合をTable 2に示した。10月, 5月, 1月という季節による優占種の違いを当然考慮する必要があるが, この表でみた限りでは季節的变化はあまり明瞭ではない。そこで以下では全調査時を一括して話を進めることにする。

まず, St. 2, St. 3の2地点についてみた場合, 一見して明らかなのは1973年1月以前においてはユスリカ科Chironomidae, エルモンヒラタカゲロウ *Epeorus latifolium*, コカゲロウ *Baetis sp.*の3種(ユスリカ科は種に分けていないが, 便宜上以下ではこのように呼ぶ)のうちいずれかがつねに最優占種となっていることである。とりわけSt. 2においては全体の重量のうちほとんどすべてをこの3種のみで占めている。これらは3種の鉱山廃水に対する抵抗性の強さを示すものと云えよう。このうち *Baetis sp.*については御勢⁵⁾も鉱山廃水に対して耐性の強い種として挙げている。また町田・石崎⁶⁾は対島の佐須川において鉱山廃水の影響を受ける地点ではChironomidaeの出現頻度が増加することを

述べている。なお1973年1月にはSt. 2でナベブタムシ *Aphelochirus vittatus*が *Baetis sp.*に次いで優占しているが, 個体数としては1個体である。この種も御勢⁵⁾によって鉱山廃水に比較的耐え得る種とされている。

St. 3においては1971年10月にはChironomidae, *Baetis sp.*, *Epeorus latifolium*の3種が上位を占めているのに対し, 1972年5月以降の調査ではそれ以外の種も上位に出現するようになり, 1973年1月にはシロタニガワカゲロウ *Ecdyonurus yoshidae*が *Baetis sp.*に次いで全体の1/3程度を占めるようになるなど, 1973年以前においても生物の生息にとつての条件がしたいに回復しているようにも思われる。しかし1973年1月については, この地点で採集された総重量がきわめて低いレベルであるため(Table 1参照), そのなかでの個々の種の重量の割合にあまり大きな意味を持たせることはできない。

一方, 1974年5月にはSt. 2, St. 3ともやはりChironomidaeが最優占種になっているが, 以前にはみられなかったウルマーシマトビケラ *Hydropsyche ulmeri*, ヤマナカナガレトビケラ *Rhyacophila yamanakensis*, ヒゲナガトビケラ *Leptocerus sp.*などがかなりの割合を占めており, 以前よりも確実に回復していると云えよう。さらに1975年10月にははじめて, St. 2, St. 3のいずれにおいても最優占種がChironomidae, *Baetis sp.*, *Epeorus latifolium*の3種以外から出ている。

また, やはり両地点において1972年10月以前には重量が特定の種に集中する傾向が強いが, 1974年と1975年の調査時にはこの傾向が弱くなる。また1973年1月にも集中傾向が弱い, さきに述べたように総重量が少ないため, このデータだけでは明確には云えない。

さてつぎに, 全地点を通しての底生動物の分布をみた場合に比較的顕著に表われている傾向を2点指摘した

Table 2 The species in the order of weight and the respective weight proportion(%) to total

date	rank	St. 1 species	w(%)	St. 2 species	w(%)	St. 3 species	w(%)
1971,10	1	<i>Parast. sauteri</i>	65.5	Chironomidae	100.0	Chironomidae	77.2
	2	<i>St. griseipennis</i>	18.4	unidentified	0.0	<i>Baetis sp.</i>	16.9
	3	<i>Eriocera sp.</i>	3.2			<i>Ep. latifolium</i>	3.8
1972, 5	1	<i>Parast. sauteri</i>	63.4	<i>Ep. latifolium</i>	73.3	Chironomidae	88.3
	2	<i>Dug. gonocephala</i>	9.8	Chironomidae	20.7	<i>Baetis sp.</i>	9.6
	3	<i>Antocha sp.</i>	6.0	<i>Baetis sp.</i>	5.6	<i>Antocha sp.</i>	1.1
1972,10	1	<i>Oyamyia gibba</i>	62.4	<i>Ep. latifolium</i>	80.9	<i>Ep. latifolium</i>	88.6
	2	<i>Parast. sauteri</i>	28.5	<i>Baetis sp.</i>	14.4	<i>H. brevilineata</i>	4.9
	3	<i>Ep. latifolium</i>	6.7	Chironomidae	3.1	<i>Polycentropus sp.</i>	3.3
1973, 1	1	<i>Ep. ikanonis</i>	31.0	<i>Baetis sp.</i>	41.3	<i>Baetis sp.</i>	55.7
	2	<i>Eph. sp.(nay)</i>	21.6	<i>Aphel. vittatus</i>	34.8	<i>Ec. yoshidae</i>	32.1
	3	<i>Baetis sp.</i>	15.8	Chironomidae	23.7	<i>Antocha sp.</i>	6.0
1974, 5		St. A					
	1	<i>St. griseipennis</i>	40.3	Chironomidae	43.1	Chironomidae	35.2
	2	<i>Parast. sauteri</i>	33.3	<i>Hydro. ulmeri</i>	17.2	<i>Leptocerus sp.</i>	18.6
	3	<i>H. brevilineata</i>	2.1	<i>Rh. yamanakensis</i>	9.8	<i>Antocha sp.</i>	17.2
1975,10	1	<i>Parast. sauteri</i>	56.0	<i>Antocha sp.</i>	21.7	<i>Hydro. gifuana</i>	20.4
	2	<i>St. griseipennis</i>	29.1	Chironomidae	21.3	<i>Hydro. ulmeri</i>	19.6
	3	<i>Ec. yoshidae</i>	1.9	<i>Ec. yoshidae</i>	20.9	<i>Ep. latifolium</i>	14.5
date	rank	St. 4 species	w(%)	St. 5 species	w(%)	St. 6 species	w(%)
1971,10	1	<i>Ep. latifolium</i>	45.5			<i>Parast. sauteri</i>	48.1
	2	<i>Ec. yoshidae</i>	30.4			<i>Ec. yoshidae</i>	26.6
	3	<i>H. brevilineata</i>	6.7			<i>H. brevilineata</i>	7.1
1972, 5	1	<i>Ep. latifolium</i>	43.6	<i>Ec. yoshidae</i>	25.3	<i>Mat. japonicus</i>	50.6
	2	<i>Eph. sp.(nG)</i>	21.5	<i>Ep. latifolium</i>	15.2	<i>Ec. yoshidae</i>	20.2
	3	<i>Ec. yoshidae</i>	16.2	<i>Hydro. gifuana</i>	14.6	<i>Neoperla sp.</i>	15.0
1972,10	1	<i>Ep. latifolium</i>	57.7	<i>Ep. latifolium</i>	72.9	<i>Ec. yoshidae</i>	58.3
	2	<i>Ec. yoshidae</i>	28.6	<i>Ec. yoshidae</i>	5.3	<i>Mat. japonicus</i>	14.3
	3	<i>Antocha sp.</i>	4.8	<i>H. brevilineata</i>	4.4	<i>H. brevilineata</i>	7.2
1973, 1	1	<i>Antocha sp.</i>	35.1	<i>H. brevilineata</i>	20.6	<i>Ec. yoshidae</i>	57.2
	2	<i>Ec. yoshidae</i>	33.4	<i>Ec. yoshidae</i>	19.1	<i>Eph. longicaudata</i>	17.7
	3	<i>Polycentropus sp.</i>	7.6	<i>Antocha sp.</i>	15.9	<i>Polycentropus sp.</i>	10.6
1974, 5	1	<i>Goera japonica</i>	16.1	<i>Ec. yoshidae</i>	34.0	<i>Mat. japonicus</i>	76.6
	2	<i>Ec. yoshidae</i>	14.3	Chironomidae	12.4	<i>Potam. kamonis</i>	9.4
	3	<i>Eph. sp.(nG)</i>	13.8	<i>Eph. sp.(ED)</i>	11.3	<i>Ec. yoshidae</i>	8.9
1975,10	1	<i>St. griseipennis</i>	42.0	<i>Antocha sp.</i>	32.6	<i>Mat. japonicus</i>	47.9
	2	<i>Antocha sp.</i>	16.4	<i>St. griseipennis</i>	18.9	<i>Davidius nanus</i>	17.5
	3	<i>H. brevilineata</i>	11.5	<i>Parast. sauteri</i>	9.8	<i>St. griseipennis</i>	14.0

St.: *Stenopsyche*, Parast.: *Parastenopsyche*, Hydro.: *Hydropsyche*,
H.: *Hydropsychodes*, Ep.: *Epeorus*, Ec.: *Ecdyonurus*, Eph.: *Ephemerella*,
Rh.: *Rhyacophila*, Potam.: *Potamanthus*, Mat.: *Mataeopsphenus*,
Aphel.: *Aphelochirus*, Dug.: *Dugesia*

い。

上流のSt. 1あるいはSt. Aでは毛翅目のうちヒゲナガカワトビケラ科 *Stenopsychidae* の2種が現存量の上位を占めることが多いのに対し、廃水流入点の下流では1971年10月にSt. 6で優占しているのみで、その後長期にわたってこの科が上位を占めることはなかった。しかし1975年10月の調査ではSt. 4より下流の3地点において上位種のうちに現われてきている。*Stenopsychidae* は清冽な河川の代表種であり、また河川が最も安定した状態の時にはこの科が優占することが多い⁷⁾。上記の傾向も底生動物にとっての環境条件の回復程度を表わしているものかも知れない。

一方、ヒラタカゲロウ科 *Ecdyonuridae* についてみると、この科に属する種のうち最もよく出現しているのはエルモンヒラタカゲロウ *Epeorus latifolium* とシロタニガワカゲロウ *Ecdyonurus yoshidae* であるが、Table 2でこの2種を比較した場合、おおよその傾向としてSt. 5を境としてそれより上流では *Ep. latifolium* が、下流のSt. 6では逆に *Ec. yoshidae* が多くなっている。今西⁸⁾ は *Ecdyonuridae* の各種が流速や水温の違いに応じて生息場所を違えていることを述べているが、そのなかで *Ep. latifolium* と *Ec. yoshidae* については後者の方が前者に比べてより流速の遅い所に分布することおよび *Ec. yoshidae* は水温の低い上流には生息しないことを述べている。市川の場合もこのような分布の移りゆきの例と考えられるが、水温や流速などの自然の条件に加えて、鉱山廃水に対する抵抗性の違いといったものも両種の分布に何らかの影響を与えている可能性がある。

3. 2 底生動物回復の原因について

前項で述べたように、1974年5月と1975年10月の2回の調査ではそれ以前と比較して鉱山廃水流入点下流(St. 2, St. 3)での底生動物の種数および現存量の増加、主要構成種の変化、重量における特定種への集中性の低下など多くの点において顕著な変化がみられ、明らかに底生動物相が回復する傾向が表われている。このような変化をもたらした原因について考察してみたい。

現在までに得られている情報のなかで、底生動物相の変化とおおよそ時期を同じくする河川状況の変化には2つのことが考えられる。そのひとつはSt. 1の下流約3 kmの位置において(Fig. 1参照)1970年から建設が進められていた生野ダムが1973年3月27日に完成したことであり(実際の貯水は1972年10月から始められている)、他のひとつは生野鉱山の採掘がやはり1973年3月をもって停止されたことである(採掘停止後も坑内水は出てお

り、また精錬所の方は以前と同様に操業を続けている)。

まず、生野ダムが直接的に下流の底生動物相に与える影響としては、工事中のマイナスの影響や完成後の流量の安定化によるプラスの影響などが考えられる。しかしいずれにせよ、ダムとSt. 2の間に位置するSt. Aにおいては1974年5月、1975年10月ともヒゲナガカワトビケラ科 *Stenopsychidae* が優占し、種数も多いきわめて安定した動物相であることからみると、1973年1月以前のSt. 2, St. 3における動物相の貧弱さとその後の回復の主な原因がダムおよびその工事の直接的影響であるという可能性はあまり考えられない。しかし後にもふれるように、流量の安定にともなう水質条件の良化をなかだちとした間接的なダムの影響は充分に考えられる。

つぎに生野鉱山の採掘停止にともなう河川状況の変化をみるための資料として、St. 3における1973年3月以前と以後の水質および底質の重金属を中心とした化学分析結果をTable 3に示した。水質のデータは、水域の常時監視のための調査(兵庫県生活部環境局「公共用水域の水質測定結果報告書」による。分析は兵庫県公害研究所。)にもとづくものであり、金属類の分析を行なっている隔月のデータを抜萃した。また底質データは芦田⁹⁾(一部未発表)によるものである。

まず底質中の重金属濃度についてみると、少ない調査回数ではあるが、採掘停止前に比べて停止後の方が低くなっている様子はみられない。

一方、水質については、表中に示されているようにPb, AsおよびpHでは1973年3月以後の方が以前と比べて調査時による値のちらばりが有意に減少している。またCd, Zn, Cuの3種の重金属濃度において、1973年4月以後は平均値の有意な減少が示されている(平均値の差に関しては、分散の差が有意である場合はWelchの検定法を、等分散の場合は通常のt検定を用いて分析した)。ただし、ここでは一応、鉱山の採掘が停止された1973年3月以前と以後とに分けたが、実際には水質が連続的に漸時変化しているという可能性も残されている(精錬所の廃水処理施設は年々改善されているようである)。いずれにせよ、表に示した期間においては後の方が5種類の重金属のいずれもが濃度の低下もしくは濃度変動の減少を示し、pHもより安定するなど、生物にとっての水質条件は以前よりも明らかに良化しており、これが底生動物相の回復をもたらした主要原因である可能性が強く考えられる。このような水質の良化および変動の減少は時期的にみて鉱山の採掘停止が大きな要因となっている可能性が強いが、やはり時期を同じくしたダムの完成による流量の安定化も水質変動の減少をもたらす要

Table 3 The chemical characteristics of water and bottom sediment at St. 3

Water		Cd(ppb)	Pb(ppb)	Zn(ppb)	Cu(ppb)	As(ppb)	pH	BOD(ppm)	SS(ppm)
1972.6-1973.2	R	2-4	n.d.-20	240-480	20-50	4-35	6.8-7.9	0.5-3.4	<1-20
n=5	\bar{x}_1	2.8	12.0	368.0	30.0	17.6	7.24	1.79	
	s_1^2	0.0	0.1	6.9	0.1	0.1	0.15	1.02	
1973.4-1975.2	R	n.d.-2	n.d.-10	60-280	n.d.-20	n.d.-10	6.9-7.5	0.1-2.7	<1-8
n=12	\bar{x}_2	0.9	0.8	168.5	8.5	7.3	7.21	1.20	
	s_2^2	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.03	0.51	
the difference between \bar{x}_1 and \bar{x}_2		*	—	*	*	—	—	—	
the difference between s_1^2 and s_2^2		—	**	—	—	**	*	—	
Bottom sediment		Cd(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	As(ppm)			
1971.8		10.0	1010	3830	1180	346			
1975.9		8.4	910	9470	2020	527			

* significant at the 5 per cent level

** significant at the 1 per cent level

因として無視できない。それ以外にも廃水処理施設の改善による効果なども可能性としては否定できず、これらの幾つかの要因が複合した結果であるということもあ

4 結 論

すでに述べたように、Table 3 でみた水質条件の良化が、それが何によってもたらされたものであれ、底生動物相回復の主原因である可能性が強く、今のところ他に大きな要因はみあたらない。これが正しいとするならば、環境基準値以下の濃度範囲内での微々たる水質の違いが生物に対して大きな影響を与えていることになり、基準値の是非が当然ここでも問われなければならない(環境基準: Cd; 0.01ppm, Pb; 0.1ppm, As; 0.05ppm, Cu, Znについては決められていないが、一般に環境基準値は排水基準値の $\frac{1}{10}$ となっており、これいくと環境基準に相当する濃度は Cu; 0.3ppm, Zn; 0.5ppm)。

また同時に、化学分析ではどうか検出できるという程度の微量な水質の重金属濃度の変化に対して底生動物相がきわめて顕著な反応を示していることは、生物学的に水質を評価することの有効性と必要性を改めて認識させるものである。

さて、1975年10月においても St. 2 の種数は他の地点に比べて少ないように思われ (Table 1), この地点に

おける底生動物相が完全に回復したとみることはまだできない。Table 2 で述べたようなヒゲナガカワトビケラ科 Stenopsychidae の経年的な出現状況と、1975年10月における地点間の分布状況から推して敢えて予測的に云うならば、St. 2 において Stenopsychidae が優占する状態になった時にはじめて、市川の底生動物相が完全に回復したとみることができよう。

文 献

- 1) 御勢久右衛門: 日生態会誌, 10, 193-198(1960).
- 2) 渡辺直, 原田三郎, 北村弘行, 渡辺弘: 本誌, No. 5, 27-32 (1973).
- 3) 西村登, 原昌久: 加古川水域底生動物調査報告書, 兵庫県生活部 (1974).
- 4) 渡辺直, 原田三郎: 陸水学雑誌, 37, 46-57 (1976).
- 5) 御勢久右衛門: 淡水生物, 7, 18-25 (1961).
- 6) 町田吉彦, 石崎修造: 陸水学雑誌, 36, 122-130 (1975).
- 7) 津田松苗, 御勢久右衛門: 生理生態, 12, 243-251 (1964).
- 8) 今西錦司: 生物社会の論理, 毎日新聞社, 256pp (1949).
- 9) 芦田賢一, 中野貴彦, 北村弘行, 渡辺弘: 本誌, No. 5, 12-19 (1973).