

PRIVATE LIBRARY  
OF WILLIAM L. PETERS

山地河川流域の開発に伴う河川底生動物相の影響評価

—群馬県の鮎川（藤岡市）と三波川（鬼石町）での調査—

Environmental Assessment of Rivers by  
Aquatic Macroinvertebrates  
—Case Studies in Gunma Prefecture—

石綿 進一

Shin-ichi ISHIWATA

横浜国立大学環境科学研究センター紀要 第18巻 第1号（通巻21号）89～96頁 1992年

Reprinted from Bulletin of the Institute of Environmental Science and Technology,  
Yokohama National University, Vol. 18, No. 1, pp. 89～96, 1992

# 山地河川流域の開発に伴う河川底生動物相の影響評価

—群馬県の鮎川（藤岡市）と三波川（鬼石町）での調査—

## Environmental Assessment of Rivers by Aquatic Macroinvertebrates —Case Studies in Gunma Prefecture—

石綿 進一\*

Shin-ichi ISHIWATA

### Synopsis

In order to evaluate the river condition, Aquatic macroinvertebrates of the Ayugawa River were investigated as compared with that of the Sanbagawa River in Gunma Prefecture, Central Japan. Eight golf links were created in the basin of the Ayugawa River, however, not in that of the Sanbagawa River. The aquatic macroinvertebrates were collected quantitatively by Suber sampler (38 mesh) on each site. The adults of aquatic insects were collected by NOZAWA type light trap (Fig.2) at the lower sites of each river (a.12, s.4). The river condition of the Ayugawa River on the most sites (excepting a.1, a.2, a.3) was bad with poor fauna, small total biomass or low value of SHANNON's diversity index. Especially, the tributaries (a.5, a.8, a.9, a.11) of the Ayugawa River showed bad condition, while the condition of the Sanbagawa River (s.1, s.2, s.3, s.4) was good with rich fauna, large total biomass and high value of SHANNON's diversity index. Furthermore, as regards the number of individuals collected by light trap, aquatic insect faunas of the Sanbagawa River (s.4) were also richer than those of the Ayugawa River (a.12). From the facts described above, it may be concluded that aquatic life of the Ayugawa River excepting the upper sites is remarkably damaged. The Nozawa type light trap resulted in effective collection of many species and many individuals. And it is easy to identify the species name of aquatic insects from the adults. This light trap is founded to be suitable to environmental assessment.

### 1. はじめに

従来の水域の生物学的な水質評価方法は都市下水など比較的分解されやすい有機物などによる汚染に適應させるために考えられたもので、現在までに数多くの調査事例があり、わが国では広く普及している。しかし、生物学的な水質評価方法は、このような分解可能な有機物質による汚染のみを調査対象とすべきものではなく、水域に対して何らかの負の因子が加わったときのモニタリングの手法として重要な地位を占めているものと

考えている。特に最近では有害な化学物質が安易に製造され、しかも環境にたやすく放出されるなど、この種の化学物質の危険性が警句されているなかで生物によるモニタリングの実施は重要であろう。そこで、一見して清澄に見えるが流域一帯に人為的改変が行われている河川（鮎川：群馬県藤岡市）と、このような改変の比較的少ない河川（三波川：群馬県多野郡鬼石町）を例に河川底生動物の調査を実施したのでここに報告する。

### 2. 調査地域の概要

鮎川（図1上）

群馬県の甘楽郡下仁田町，多野郡中里村，藤岡市の3市町村の境界の杖植峠付近から源を發し，市の中央

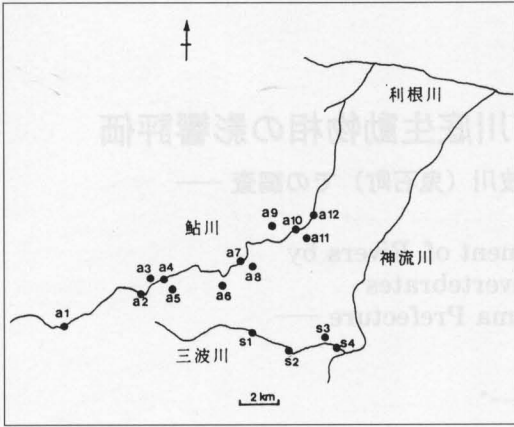
\* 神奈川県環境科学センター 水質環境部

Water Environment Division, Environmental

Research Center of Kanagawa Prefecture.

（客員：横浜国立大学環境科学研究センター生物圏保全学研究室）

（1991年11月30日受領）



- |           |           |
|-----------|-----------|
| a. 1 会場   | a. 9 鈿沢   |
| a. 2 コバカ沢 | a. 10 大平橋 |
| a. 3 芦沢   | a. 11 大平沢 |
| a. 4 矢掛   | a. 12 金井橋 |
| a. 5 釜ノ沢  | s. 1 不動尊  |
| a. 6 大蛇沢  | s. 2 平滑   |
| a. 7 駒留   | s. 3 大奈良  |
| a. 8 鍛冶屋沢 | s. 4 月吉   |

図1 鮎川と三波川の調査地点図

Fig. 1 Map showing the sampling points of the Ayugawa River (a.1~a.8) and the Sanbagawa River (s.1~s.4).

を貫流し、利根川支川の鑛川に合流する延長約30キロメートルの河川である。調査地点は本川6地点と支川6地点である。調査地域の河川形態はAa型からAa-Bb型にあたり山地溪流型から中間溪流型の水域といえる。鮎川の流域には8つのゴルフ場が存在し、各ゴルフ場からの排水や雨水などは直接あるいは間接的にそれぞれの支川を経て鮎川に流入している。鮎川流域の調査地点のなかで最上流にあたるa.1と支川のa.3については、それより上流にゴルフ場は存在しないが、他の地点については、上流あるいは周辺にゴルフ場が存在している。また鮎川の水は藤岡市下日野黒石で取り入れられ、藤岡市の灌漑用水として利用されるため、取り入れ口直下より数100メートルにかけて河川水が消失している部分がある。しかし、それより下流は伏流した水の湧出などにより徐々に水量を増し、通常の河川の様相を呈するようになる。

三波川 (図1下)

群馬県の多野郡鬼石町の東御荷鉾山北面から源を發し、西から東に流れ利根川支川の神流川に合流する延長約10キロメートルの河川である。調査地点は本川3地点と支川1地点である。調査地域の河川形態は鮎

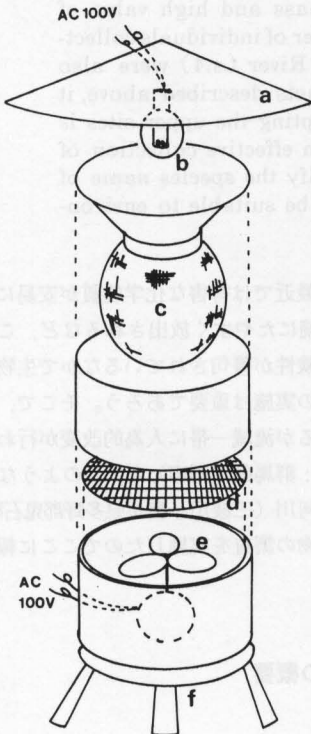


図2 ライトトラップ

- 直径26cmの円筒型で筒の長さは36cm。  
 a : 屋根 (直径60cm)  
 b : 水銀灯 (100W, EYE100)  
 c : 捕集用ネット (NGG20)  
 d : 金網 (網目1cm)  
 e : ファン (オリエンタルモーター, MR18-BC)  
 f : 支柱 (高さ50cm)

Fig. 2 Light trap (Nozawa type) consisting of a cylinder 26cm in diameter and 36cm long.

- a : conical roof (60cm in diameter). b : 100W mercury lamp (EYE100)  
 c : collecting net (NGG20). d : wire netting (Opening 1 cm)  
 e : fan (Oriental moter, MR18-BC). f : legs (50cm long).

川同様 Aa 型から Aa-Bb 型にあたり山地渓流型から中間渓流型の水域といえる。三波川流域には有機、無機の汚染源はほとんどなく河川水は清澄な水質を保っている。

### 3. 調査方法および調査日時

河川底生動物は各調査地点ごとに川の瀬の部分で、コドラート (25cm×25cm) 付きサーバーネット (38メッシュ) を用いて採集した。同一地点で4回採集し、それらを合わせ一試料とした。試料は現地でホルマリン固定後、実験室に持ち帰り、動物を選別した後同定計数した。また、各地点ごとに湿重量を測定し現存量とした。底生動物の採集は1991年5月28日から29日にかけて実施した。

成虫は灯火を用いて採集した。ここでいう成虫とは河川底生動物のなかで大部分を占め、しかもある程度分類が整理されているカゲロウ目、カワゲラ目およびトビケラ目を対象とした。灯火採集用の装置は Nozawa type (1976) を参考に試作した吸引式のライトトラップ (図2) 2基を用いた。調査は各河川の最下流の地点 (鮎川では a.12, 三波川では s.4) で行い、2装置を同一の日の同時刻に作動させた。設置場所は川岸から約1メートルとした。装置内にセットした網に捕集された成虫を、一時間ごとに取り出し75パーセントアルコールに保存した。調査は1991年5月29日の18時から23時まで実施した。試料は実験室に持ち帰り同定計数した。

### 4. 結果及び考察

サーバーネットを用いて、各調査地点で採集した底生動物の種類および個体数を表1に示した。また、それぞれの地点の現存量、多様性指数などを表の下段に示した。表2には試作したライトトラップで採集した水生昆虫の成虫 (カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目) の種類および個体数を示した。

#### 4.1 種類数および種類組成

鮎川の本川、支川で採集された底生動物の種類組成は、ほとんどが清澄な河川に生息する汚濁非耐性種 (津田, 1964) によって構成されていた。このことは鮎川水系が一般家庭雑排水などによる有機的な水質汚染のないことを示すものといえるであろう。種類数では、支川の a.8, a.9 はともに6種と少なかった。河川に生息する底生動物の種類数は、河川の規模や流れ

あるいは季節などによって変化するため、定量的な把握の仕方が難しく、その多少については一概に論じられない。しかし、これらの地点と人為的な改変の行われていない他の支川 (a.3; 21種, s.3; 23種) の種類数を比較してみると、その差は大きい。また、個体数についても、a.8 ではシロハラコカゲロウ *Baetis thermicus* が320個体、a.9 ではブユ科の Simuliidae が80個体と一部の種の個体数が非常に多く種類組成に偏りが生じていた。生物の群集構成について一般的にいえば、良好な環境のもとでは多種類の生物が生息する反面、種それぞれの個体数は少なく、一種が飛び抜けて優占する場合は少ない。反対に環境が悪化した場合、生息できる種が減少し、特定の種がきわめて多数個体優占する。河川底生動物についても同じことがいえるが、両地点の場合、後述するように現存量や多様性指数に低い数値が得られたことから、生物の生息に対して負の因子が働いていることが推測される。

三波川については、採集された底生動物の種類組成が汚濁非耐性種によって占められていたこと、および本川および支川における底生動物の種類数が比較的多いことから、三波川水系が有機的な水質汚染がなく、底生動物にとって良好な河川であることを示すものといえるであろう。

またライトトラップでの採集では両河川の調査地点がほぼ同じ河川形態であり河川の環境が類似していることや同じ日の同一時間帯の採集結果であることから2点間の相対的な比較は可能と思われる。まず採集された種類数は、三波川では33種、鮎川では28種であり、総個体数は三波川では2549個体、鮎川では1699個体であった。三波川で採集された水生昆虫は、鮎川と比較して種類数、個体数においていずれも勝っていた。とくに総個体数では鮎川のそれよりはるかに上回っていた。利根川水系の隣合った河川で、しかも流程距離が鮎川の1/3ほどの三波川の水生昆虫相は、2地点間の比較では鮎川よりも種の多様性や密度は豊富であるといえる。

#### 4.2 現存量および造網型昆虫

津田 (1959) はわが国の河川底生動物の現存量を1g以下、1~2g、2~3g、3~4g、5g以上の5階級に分け (いずれも0.25㎡当たりの量)、5g以上になると普通はかなり多い方であるといっている。そして、清澄な河川における長期間安定した状態 (極相) は、シマトビケラ科 Hydropsychidae、ヒゲナガカワトビケラ科 Stenopsychidae のような造網型昆虫

表1 鮎川, 三波川の底生動物の種類組成 (表中の数値は0.25㎡当たりの個体数)

Table 1 The number of aquatic macroinvertebrates per 0.25㎡ collected at the Ayugawa River (a.1 ~ a.12) and the Sanbagawa River (s.1 ~ s.4).

採集方法		サーバーネット															
河川名		鮎川												三波川			
生物名	St. No.	a.1	a.2	a.3	a.4	a.5	a.6	a.7	a.8	a.9	a.10	a.11	a.12	s.1	s.2	s.3	s.4
カゲロウ目																	
ヒメフタオカゲロウ属の一種	<i>Ameletus</i> sp.	2					11										
チラカゲロウ	<i>Isonycta japonica</i>		5					4		8		1			10	1	6
エルモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus latiflorum</i>	11	6	5		2		6		8		2		12	9	5	10
ウエノヒラタカゲロウ	<i>Ep. uenoi</i>	4	6	2		1	1	5		2		1		4	8	3	8
キイロヒラタカゲロウ	<i>Ep. aesculus</i>	6												16		2	
ユミモンヒラタカゲロウ	<i>Ep. curvatus</i>	9	6	3		1		2		1				8	1	1	
シロタニガワカゲロウ	<i>Ecdyonurus yoshidae</i>				1	1	2		2	4		1				2	
キブネタニガワカゲロウ	<i>Ecd. kibunensis</i> (?)													3			1
ミヤマタニガワカゲロウ属	<i>Cynigma</i> sp.	4					1							4	2		
ヒメヒラタカゲロウ属	<i>Rhithrogena</i> sp.						1						2	4	6	4	
フタバコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>	20	40	16	16	191	21	48	320	56	10	136	3	5	10		13
コカゲロウ属	<i>Baetis</i> sp.			11		5			4	4		5					12
フタバコカゲロウ	<i>Pseudocloeon japonica</i>	4		2	2	4	1	8			12	2	2	2	1	5	2
トビロカゲロウ属の一種	<i>Paraleptophlebia</i> sp.			2		1						2		3	3	2	4
ヨシノマダラカゲロウ	<i>Drunella cryptomeria</i>	4	5		1	4	1	23			13	15	1	4	2	8	
フタマタマダラカゲロウ	<i>Dru. bifurcata</i>	8			2				2				4	6	2	1	
ミツトゲマダラカゲロウ	<i>Dru. trispina</i>	5	1										5	1	1		
フタバマダラカゲロウ	<i>Dru. bicornis</i>	1															
トゲマダラカゲロウ属の一種	<i>Dru.</i> sp.														3	4	
クロマダラカゲロウ	<i>Cincticostella nigra</i>	15	5		2	2		1	1				2	8			
クシゲマダラカゲロウ	<i>Ephemerella setigera</i>		20	1			4	7			5	6	2	4			11
アカマダラカゲロウ	<i>Uracanthella rufa</i>	2	4		1	1	4		1	1	2	2	2	6	2	2	2
フタスジモンカゲロウ	<i>Ephemera japonica</i>	2					5	1				1	4	2	2	3	
トンボ目																	
サナエトンボ科	Gomphidae			1			3										
ムカシトンボ	<i>Epiophlebia superstes</i>	2	4	1								1	3	2			
カワゲラ目																	
フサオナシカワゲラ属	<i>Amephinemura</i>	1															
ケベリオスエダカワゲラ	<i>Caroperla pacifica</i>					1											
アサカワミドリカワゲラモドキ	<i>Isoperla asakawae</i>		3			4		1				2					2
オオヤマカワゲラ属	<i>Oyamia</i>	1	6			1		1	1			3		2			1
クラカケカワゲラ属	<i>Paragnetina</i>	9	1	1			1	3									
クロヒゲカワカワゲラ	<i>Kamimuria quadrata</i>		3	2	3	1		1					1		3		
広翅目																	
ヘビトンボ	<i>Protohermes grandis</i>	1		1	1							1			1	1	
トビケラ目																	
ヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenpsyche marmorata</i>	6	4		1						2	6	9	10			14
チャブネヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenpsyche seuteri</i>		2									4					
カワトビケラ属の一種	<i>Dolophilodes</i> sp.	6			4												
セリーシマトビケラ	<i>Hydropsyche selysi</i>			4(?)											4	9	
ウルマーシシマトビケラ	<i>Hyd. orientalis</i>	9	8		1	3		2	1		2	4	2	7			
ナカハラシシマトビケラ	<i>Hyd. setesis</i>		2														2
	<i>Hyd. albicephala</i>				1(?)											1(?)	
コガタシシマトビケラ	<i>Cheumatopsyche brevinata</i>					1						1	1				
ヤマナカナガレトビケラ	<i>Rhyacophila yamanakensis</i>	1										2					
ヒロアタマナガレトビケラ	<i>Rhyaco. brevicephala</i>	1	7	1		2										1	
ムナグロナガレトビケラ	<i>Rhyaco. nigrocephala</i>	1(?)	1(?)					1(?)				2(?)	1(?)	1(?)			
イノアサヤマトビケラ	<i>Glossosoma inopus</i>	1														1	
ヤマトビケラ属の一種	<i>Gl.</i> sp.		1								1						
クロツツトビケラ	<i>Uenoa tokunagai</i>		6		3		3										
ミヤマイトビケラ属の一種	<i>Plectrocnemia</i> sp.		1														
コエグリトビケラ属の一種	<i>Apatania</i> sp.															1	
ヒメトビケラ属の一種	<i>Hydroptila</i> sp.			1								3					
鞘翅目																	
ヒメドロムシ科	Elmidae			1							10						
ヒラタドロムシ属	<i>Mataeopsephus</i>			1													
半翅目																	
ナベブタムシ	<i>Aphelocheirus vittatus</i>																3
双翅目																	
ガガンボ科	Tipulidae		3	3	1						3	2	4	5	2	4	
ブユ科	Simuliidae		10		6			12		80	64	3	6	2			5
ユスリカ科	Chironomidae				11							5					
他双翅目	Diptera											2					
昆虫以外																	
ナミウズムシ	<i>Dugesia japonica</i>				8					10		4	6	1			2
サワガニ	<i>Geothelphusa dehaanii</i>			1								1					
カワナ	<i>Gemisulcospira bensoni</i>			1													1
個体数	The Total Number/ 0.25㎡	134	160	61	64	229	53	132	329	156	142	163	58	115	119	57	115
種類数	The Total Number of Species	26	26	21	17	20	12	19	6	6	15	12	18	25	27	23	22
現存量	Total Biomass(g)	6.75	2.28	1.30	1.50	0.74	0.62	0.65	0.18	0.20	1.00	0.65	1.45	7.08	6.12	1.60	4.27
造網型昆中の現存量	Biomass of the Net-spinner's Trichoptera(g)	2.40	0.52	0.18	0.59	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.42	3.00	2.80	0.48	2.31
多様性指数	SHANNON'S Diversity Index (bit)	4.16	4.00	3.65	3.42	1.31	2.72	3.16	0.24	1.63	2.84	1.17	3.68	4.32	4.40	4.20	4.01

表2 鮎川, 三波川の水生昆虫の成虫(表中の数値は1時間あたりの採集個体数)  
 Table 2 The number of species (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera) collected during every one hour at the Ayugawa River (a.12) and the Sanbagawa River (s.4)

採集方法	ライトトラップ												
	鮎川					三波川							
	河川名	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	18:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	18:00
採集時刻	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	23:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	23:00	
カゲロウ目													
ヨシノフタオカゲロウ	<i>Siphonurus yoshinoensis</i>		4	3	1		8	1	22	21	1	2	47
チラカゲロウ	<i>Isonycta japonica</i>								1				1
エルモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus latiflorum</i>	2	43	6			51	1	68	38	2	1	110
ヒラタカゲロウ属	<i>Ep. sp.</i>							10	80	49	6	6	151
シロタニガワカゲロウ	<i>Ecdyonurus yoshidae</i>		11	2			13		6	6	1	1	14
ヒメヒラタカゲロウ属	<i>Rhithrogena sp.</i>			3	1	1	5		3	2			5
ヒラタカゲロウ科	Heptageniidae		25	3			28	5	48	9	21		83
コカゲロウ属	<i>Baetis sp.</i>	15	120	3			138		12			2	14
ナミトビイロカゲロウ	<i>Paraleptophlebia spinosa</i>									1			1
ヨシノマダラカゲロウ	<i>Drunella cryptomeria</i>			1			1						
トゲマダラカゲロウ属の一種	<i>Dru. sp.</i>			1			11			1			1
クシゲマダラカゲロウ	<i>Ephemerella setigera</i>		10	1			1		2	3			5
アカマダラカゲロウ	<i>Uracanthella rufa</i>	1	1	7	1		10	1	30	20			51
マダラカゲロウ科	Ephemerellidae	1	85		1		87	1	101	3	3	1	109
フタスジモンカゲロウ	<i>Ephemerella japonica</i>							3	7	20	3	3	36
トウヨウモンカゲロウ	<i>Eph. orientalis</i>								3	3			6
カワゲラ目													
オオヤマカワゲラ	<i>Oyamia lugubris</i>								1				1
カワゲラ	<i>Kamimuria tibialis</i>								1				1
フタツメカワゲラ属の一種	<i>Neoperla sp.</i>								1				1
トビケラ目													
ヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenopsyche marmorata</i>			1	2		3	1	8	15	1		25
チャパネヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenopsyche seuteri</i>		4				4		4	2		1	7
カワトビケラ属の一種	<i>Dolophilodes sp.</i>		4				4						
モリシタクダトビケラ	<i>Psycomyia morisitai</i>			1	1		2	2	4	5	2	3	16
ニッポンクダトビケラ	<i>Psy. nipponica</i>		12		1		13			3	4	2	9
クダトビケラ属の一種	<i>Psy. sp.</i>	5	16	8	10	1	40	5	24	51	27	16	123
セリシマトビケラ	<i>Hydropsyche selysi</i>										1	1	2
ウルマーシマトビケラ	<i>Hyd. orientalis</i>	1	20	22	7	3	53	5	12	20	4	6	47
ナカハラシマトビケラ	<i>Hyd. setensis</i>	10	120	10	5	1	146	60	396	196	72	59	783
コガタシマトビケラ	<i>Cheumatopsyche brevisneata</i>	19	712	66	11	10	818	2	144	49	6	5	206
ヤマナカナガレトビケラ	<i>Rhyacophila yamanakensis</i>		4				4	1	4	21	4	3	33
ムナグロナガレトビケラ	<i>Rhyaco nigrocephala</i>		8	1			9	2	8	12	4		26
イノブスヤマトビケラ	<i>Glossosoma inopus</i>					2	2						
アルタイヤマトビケラ	<i>Gl. altaicum</i>		4				4						
ニンギョウトビケラ	<i>Goera japonica</i>	2	80	7	5	6	100	4	4	36	6	3	53
ミヤコヒゲナガトビケラ	<i>Ceraclea miyakonis</i>		88	6	6	3	103	4	528	26	4	4	566
アオヒゲナガトビケラ	<i>Mystacides sp.</i>		32	3		2	37		12	2	1		15
オオミムネカトビケラ	<i>Ecnomus tenellus</i>		4				4						
ヒメトビケラ属の一種	<i>Hydroptila sp.</i>										1		1
個体数 The Total Number/ an hour		56	1407	155	52	29	1699	108	1533	615	174	119	2549
種類数 The Total Number of Species		9	22	20	13	9	28	17	27	27	21	18	33

が優占する群集であるとしている。また現存量中において、ヒゲナガカワトビケラ科が優占していることがわが国の河川の特徴であるとしている。これらのことから河川底生動物の現存量および造網型昆虫の量は河川環境の安定性についてのよい指標になるといえるであろう。そこで図3(上)にそれぞれの調査地点ごとの現存量および造網型昆虫の量を示した。今回の調査で5g前後の現存量を示す地点は、三波川では本川のすべての地点で見られた。また、それらの地点では造網型昆虫の現存量も大きく、かなり安定した河川といえる。一方鮎川については最上流の地点(a.1)のみが大きい現存量を示し造網型昆虫の割合も高かった。

他の本川, 支川の各地点は, 前述の地点と比較してすべて現存量が小さかった。とくに本川の現存量の小さいことは異常値とみなすべきであろう。なかでも, a.7およびa.10については, 造網型昆虫がほとんど採集されていなく, かなり不安定な河川環境であるといえる。支川についても, 造網型昆虫がほとんど採集されていない地点も多く, 本川同様不安定な河川環境と推定できる。ただし, 支川の中で人為的改変が少なく良好な環境と思われる三波川の支川(s.3)および鮎川の支川(a.3)においても現存量が小さかったが, これらの支川では造網型昆虫が採集されていることが注目できる。この場合は河川の人為的改変による影響によ

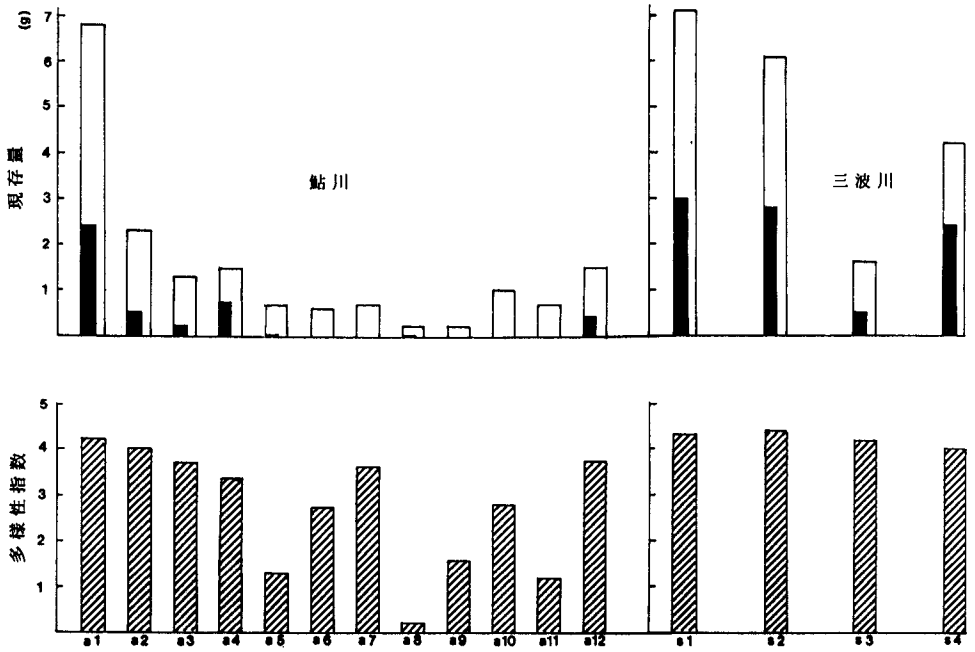


図3 現存量と多様性指数

図中の棒グラフで白, 黒, 斜線はそれぞれ現存量, 造網型昆虫の現存量, 多様性指数を示す。

Fig. 3 Biomass (upper) and diversity index value (bottom).

Open column : total biomass. Black column : biomass of net spinner's insects. Hatched column : SHANNON's diversity index (bit).

るものではなく、河川の規模による違いによるものと思われる。

またライトトラップの調査結果でも、三波川では造網型昆虫のヒゲナガカワトビケラ科の2種が多く採集されており、サーバーネットで採集したと同様な傾向を示していた。つまり、2地点間の比較では、三波川の方が明かに安定した河川といえるであろう。

### 4.3 多様性指数

SHANNONの多様性指数(木元, 1976)をもとに各地点の群集を比較してみたい。これは次式で示される。

$$DI = - \sum_{i=1}^t \frac{ni}{N} \log_2 \frac{ni}{N}$$

DI : 多様性指数  
N : 総個体数  
ni : i番目の種の個体数

筆者の今までの河川の調査では(石綿 1978, 石綿他 1980, 石綿 1981, 1982), SHANNONの多様性指数は一般に0.00から4.00付近の数値を示し、環境が良好なほど高い数値を示す傾向にある。正常な河川では、多くの場合3.00以上の数値を示し、清澄な山地溪流

の河川ではしばしば4.00以上の数値を示す場合がある。今回の調査で得られた多様性指数(図3下)は黏川本川では、最上流部で4.00以上、それより下流では3.00以上の数値を示していた。このことから、本川は多様性指数から見る限りでは良好な河川環境を思わせる。しかし、黏川支川で多様性指数の数値の低い地点(a.8; 0.24, a.11; 1.17, a.5; 1.31, a.9; 1.63)が存在することから、これらの支川の底生動物の生息に対して負の影響が加わっていることが推察される。

一方、三波川ではすべての地点で4.00以上の数値を示し、良好な河川環境であると判定できる。

### 4.4 水域環境評価

渡辺(1987)は、従来から行われてきている生物学的な異常値に対する監視を目的に河川底生動物のモニタリングを提唱している。それを要約すると、汚染物質の同定が不可能でも汚染の把握や発見は十分でき、それを利用して初期段階の監視が可能であること、評価方法としては多様性指数や現存量を用いてこれらの数値の変化から監視することを提言していることなど、

であろう。種々の有害な化学物質が環境中に放出されている現在、生物学的水質評価法は有効な環境モニタリングの手法といえよう。

今回の対象河川の鮎川には現在稼働しているゴルフ場が8事業場存在し、それらの下流の本支川では除草剤、殺菌剤などがしばしば検出されるという。また、ゴルフ場の造成によって土砂の流失が多く、河床に土砂が堆積しやすい状態になっていて、河川中の石の表面がシルトによって覆われている場所がしばしば確認されている。HATAKEYAMA *et al.*, (1990) は、水田に有機リン系の殺虫剤フェントロチオンが散布された場合、河川水が汚染され水生昆虫類の幼虫の流下に異常をきたす例を報告している。この場合、河川水の殺虫剤濃度は  $20 \mu\text{g liter}^{-1}$  前後ときわめて低濃度である。また、石綿 (1980) は、シルトの多い河川とその影響のほとんどない河川の底生動物相を比較し、シルトがその種類数、多様性指数に著しい影響を与えていることを指摘している。今回の調査では鮎川の多くの地点 (上流の a.1, a.2, 支川の a.3 を除く) で種類数、種類組成、現存量、多様性指数のいずれかに、異常値が認められ、そこに生息する底生動物にとって負の因子が働いていることが推測された。一方三波川は、鮎川より河川規模が小さいにもかかわらず底生動物も比較的豊富で良好な環境といえる。

渡辺 (1987) は、過去に人間自身が生物学の指標になった不幸な事例をもとに、化学物質あるいは複合汚染に対する生物学的水質モニタリングの重要性について言及している。筆者もこの考えに同感で、今回の場合のように原因物質は特定できないが、生物学的異常値が検出されたことで、初期段階のモニタリングは十分可能と思われる。

#### 4.5 灯火採集について

灯火による採集方法は、地域の生物相の解明を目的にこれまで多くの昆虫類を対象に用いられており、数多くの実績がある。しかし、水生昆虫類に対してこの方法が用いられ始めたのは最近のことである。特に環境評価の一手法として用いたのは今回が初めてであろう。そこでこの方法の有意性を確認するうえで以下の考察を行った。

作成したライトトラップを用いた採集で、その場所に生息する全種数のうちどの程度の割合が採集されているかを調べるため、種類数および個体数—採集時間の関係を図4に示した。今回の調査では種類数がほぼ頭打ちとなる23時までの結果を用い全種数とした。ここで全種数とは本来調査水域に生息する全ての種数

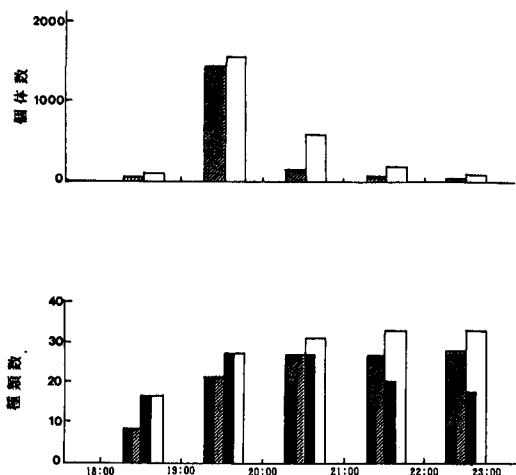


図4 ライトトラップで採集された水生昆虫の種類数および個体数の時間的変化 (斜線: 鮎川, a.12, 白抜き: 三波川, s.4)

図下のグラフは調査開始からその時間までに確認された種類数を、黒抜きのグラフはそれぞれの地点における各時間ごとに採集された種類数をそれぞれ示す。

Fig.4 Diurnal change in the number of individuals and species of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera collected in light trap. (Upper: the number of individuals, Bottom: the number of species)

Hatched column: The Ayugawa River. Open column: The Sanbagawa River

In fig. showed below hatched and open columns are the number of species collected from 18:00 to each time.

Black columns are the number of species collected during every one hour.

をもって始めて意味を持つものであろうが、図から明らかのように、種類数では、20時までで約80パーセント、21時までで90パーセント以上の種が得られ、21時以降は飽和状態になる傾向を示した。個体数では20時以降著しく減少し、多くの個体が日没後の短い時間に集中して採集される傾向を示していた。

また表1と表2から、同一地点の灯火採集とサーバーネットによる採集結果の比較 (カゲロウ目, カワゲラ目およびトビケラ目の分類群のみ) では、灯火採集の方が多種類、多数個体の成虫を得ることができ、はるかに効率的であった。この原因は、サーバーネットによる採集が川の瀬の部分に限定されるため、そこに生息する底生動物のみが採集対象になるのに対して、灯火採集による方法は水域のあらゆる場所に生息している水生生物が採集対象になるため多種類の生物が採集されるためである。さらに、一般に幼虫では同定困難なグループの多いトビケラ目, カワゲラ目のような水生昆虫類について種までの査定が容易にできた点も



利点の一つとして考えられる。

今回試作したライトトラップを用いた灯火による水生昆虫の採集方法は、採集効率がきわめて良いこと、多くの分類群に対して種までの査定が容易であることなどによって、単に地域の生物相の解明に利用されるのみならず、環境評価における有効な手法の一つとして利用できるであろう。

## 5. まとめ

都市による一般的な有機汚染の少ない2河川について比較調査した。1つはゴルフ場など人為的な環境改変の著しい鮎川と他はほぼ自然状態に近い三波川である。鮎川では多くの地点(上流の a.1, a.2, 支川の a.3を除く)で種類数, 種類組成, 現存量, 多様性指数に, 異常値が認められる場合が多く, そこに生息する底生動物にとって流域の人為的な改変による負の因子が働いていることが観測された。また下流地点で実施したライトトラップの2地点間の比較でも, 種類数, 総個体数において鮎川は貧弱であった。とくに総個体数では大きな差が認められた。一方, 三波川は上に述べた数値や指数値も高く, 比較的良好な水域環境といえた。また, 試作したライトトラップは採集効率がきわめて良いこと, 多くの分類群に対して種までの査定が容易であることから環境評価の際の有力な手法の一つと思われる。

## 謝 辞

今回の調査に当たり, カワゲラ目の同定に関しては東京都立大学の内田臣一氏, トビケラ目の同定に関しては神奈川県環境科学センターの野崎隆夫氏にご協力いただいた。また, サンプリングの際には, 環境基礎工学研究室のかたがたや藤岡市の水沼武彦氏にご協力いただいた。感謝の意を表する次第である。

## 参考文献

- 石綿進一, 1978. 神奈川県西部中小河川の底生動物について. 酒匂川水系の底生動物の季節的消長について. 神奈川県公害センター年報, 10: 115-123.
- 石綿進一, 1980. 底生動物に与える細泥の影響について. 神奈川県の水生生物, 2: 113-118.
- 石綿進一, 1981. 金目川の底生動物. 神奈川県の水生生物, 3: 23-41.
- 石綿進一, 1982. 中村川の底生動物. 神奈川県の水生生物, 4: 49-53.
- 石綿進一・野崎隆夫, 1980. 酒匂川の底生動物. 神奈川県の水生生物, 2: 25-50.
- HATAKEYAMA, S., H. SHIRAIISHI and N. KOBAYASHI, 1990. Effects of aquatic spraying of insecticides on nontarget macrobenthos in a mountain stream. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 19: 254-270.
- 木元新作, 1976. 動物群集研究法 I. 多様性と種類組成. 生態学研究法講座 14, 192 頁. 共立出版. 東京.
- SERVICE, M. W., 1976. *Field Sampling Methods. Mosquito Ecology*, 583 pp. Applied Science Publishers. London.
- 津田松苗, 1959. 川の底生動物の現存量をめぐる諸問題. 特に造網型昆虫の重要性について. 陸水雑, 20(2): 86-92.
- 津田松苗, 1964. 汚水生物学. 258 頁. 北隆館. 東京.
- 渡辺直, 1987. 生物学的水質評価法の意義と今後の方向. 水, 29(15): 18-22.