

多摩・山地河川の底生動物からみた経時変化

The Long-term Change of Benthic Macro-invertebrate Fauna in Tama Mountainous District River

風間真理*・和波一夫**・土屋十囀***

Mari KAZAMA, Kazuo WANAMI, Mitsukuni TSUCHIYA

1 はじめに

東京都環境保全局では、1980年から15年間、都内全域の水質環境基準点で水生生物調査（底生動物、付着ケイ藻、魚類、河川概況）を実施してきた。この環境基準点の多くは河川の下流端に位置する地点である。ここでは、多摩・山地河川で年4回調査地点の4地点（ST1：平井川・多西橋、ST2：秋川・東秋川橋、ST3：多摩川・拝島橋、ST4：北浅川・中央道下）について、底生動物に焦点をあて、その地域特性の解析をこころみるとともに、経年変化から、河川横断構造物、河川工事、及び台風による洪水の影響に関して現存量、種類数を調査し、これらの外乱との関係を検討した。（ここでは、外乱を台風や河川工事によるものとする。）

2 地点の概要

各地点の概況と平成6年度各期における底生動物の出現状況を表1に示す。流域規模の大小はあるが、いずれも源流に標高900～1500mの自然の残る山地を持ち、地点の標高もほぼ同じである。ST2はST1と比べて流域が大きいが山地面積が広く、BOD排出負荷量は少ない。ST3はST1、ST2の二河川が本川に合流した後の地点である。ST4は近くの排水の影響を時に強く受け、水質が悪化する。河床はST1とST4は沈み石が多くみられる。

表1 各地点の概況と底生動物

	S T 1	S T 2	S T 3	S T 4
流域面積	39 km ²	147 km ²	215 km ²	46 km ²
流域人口	41 千人	56 千人	243 千人	69 千人
下水道普及率	28 %	15 %	65 %	34 %
BOD 排出負荷	1274 kg/d	1934 kg/d	3494 kg/d	1321 kg/d
水質(BODmg/l)	<0.5～2.0	<0.5～0.9	0.7～2.3	<0.5～11
流量 (m ³ /s)	0.24～1.63	1.17～9.77	2.86～9.16	0.42～4.30
流速 (m/s)	0.4 ～ 0.7	0.5 ～ 0.9	0.9 ～ 1.3	0.5 ～ 0.8
底生動物	種類数	32 ～ 43	41 ～ 49	34 ～ 46
	個体数	268 ～ 1118	311 ～ 821	501 ～ 1660
		25 ～ 645		

(注) 拝島橋は羽村堰より下流の流域とした。

3 調査手法

水質、水量は毎月1日、1日2回実施している。底生動物は、5、8、11、2月に、流心に近い石礫のある瀬の3地点で、採集面積30cm×30cmの方形枠付サーバーネットを用いて各1検体、計3検体採集し、付着ケイ藻のサンプリングの他、河床状況、水際植生など現場状況を詳細に記録した。流量は環境庁「水質調査方法」に示す流速計による測定の結果であるが、流速は生物調査時に瀬の中央にて5mの流下時間を計測する簡易な方法によった。ただし、1985年以前の水生生物調査は予備調査として実施していたため、頻度が少なくなっている。

キーワード：山地河川、底生動物、経時変化、洪水、河川工事

* 東京都環境保全局水質保全部 (〒163-8001 新宿区西新宿2-8-1)

** 東京都環境科学研究所応用研究部 (〒136-0075 江東区新砂1-7-5)

*** 正会員 工博 前橋工科大学教授 (〒371-0816 前橋市上佐鳥町460)

4 4地点の底生動物の出現状況

これらの地点の平成6年8月の底生動物の出現状況を表2に示す。ST4は他の3地点に比べてカゲロウ目を主とした昆虫綱の出現種類数が少なく、特にカワゲラ目がまったくみられない。この原因は沈み石などの河床状況によるものと、BOD水質が最も高いことから排水の影響と考えられる。

多様性指数の計算は Shannonの式($DI = -\sum (n/N)(\log_2(n/N))$)を用いた。8月の例でもわかるようにST4は他の3地点より多様性が低い結果となっている。表1との関係でみると、多様性指数が最も高いST1は下水道普及率が低いもののBOD排出負荷量が低いことが寄与しているものと考えられる。

次に、4地点における底生動物の出現状況の経時変化を図1に示す。いずれの地点も1991年に大きく減少しているが、これは大きな出水後、1カ月以内の調査であったことによる。種類数の変化については、ST4が近年減少しているが、その他は15年間の傾向としては変動があるものの、減少傾向はみられない。しかし、個体数は1989年頃よりST2, 3, 4ともに、減少傾向を示している。

表2 底生動物の目別出現状況

平成6年8月	S T 1	S T 2	S T 3	S T 4
カゲロウ目	19	20	17	5
カワゲラ目	1	3	3	—
トビケラ目	9	9	8	3
双翅目	7	7	5	4
その他	4	6	1	—
その他	3	4	4	9
合計種類数	43	49	38	21
湿重量(mg)	12,600	7,590	11,490	9,390
多様性指数	4.08	3.93	3.52	2.62

(注) 湿重量等は0.09㎡あたり

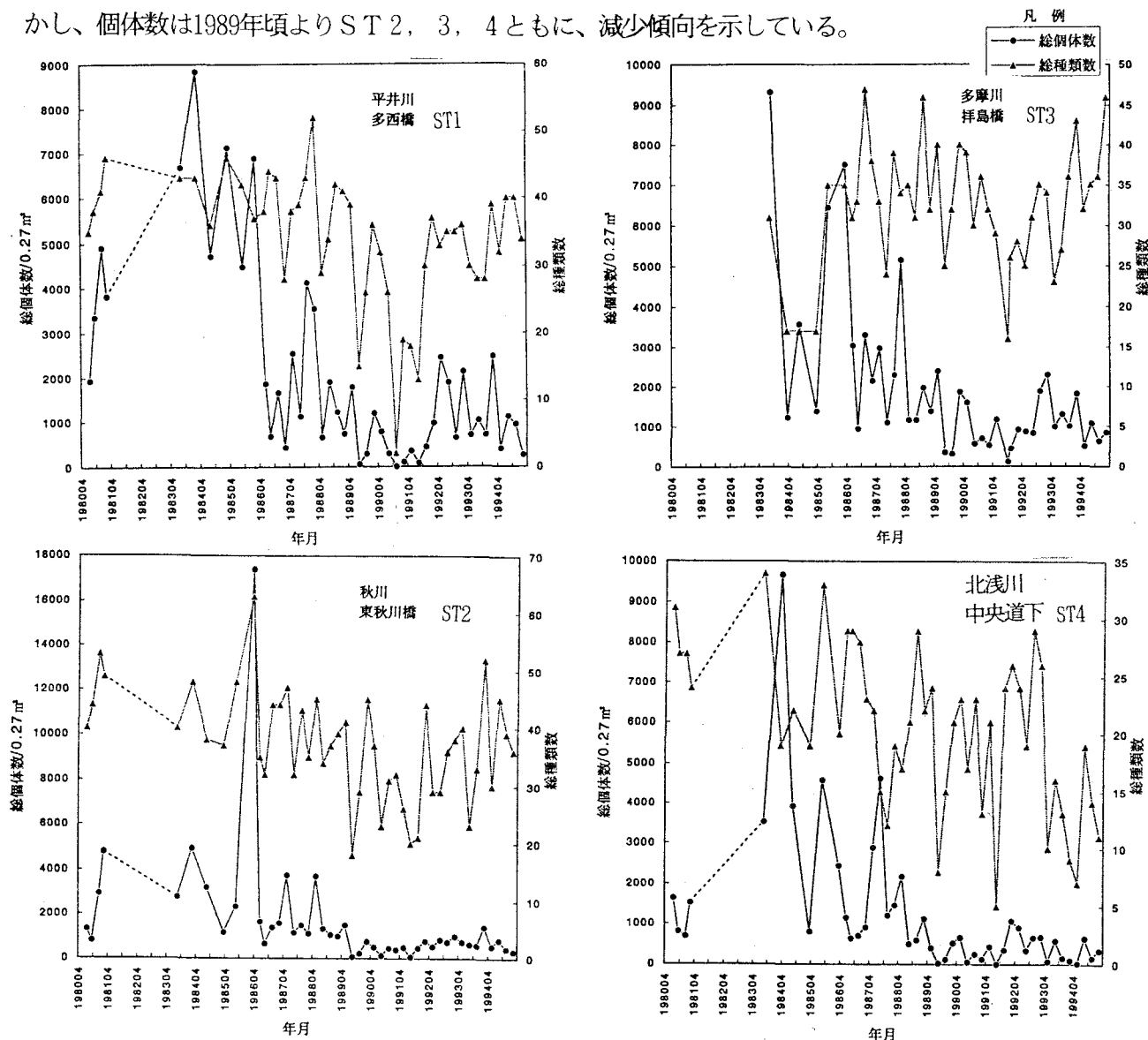


図1 底生動物の出現状況経年変化(種類数、個体数)

5 秋川の経時変化

出現状況の変化を詳しくみるために、4地点の中で最も種類数が多いST2の秋川について検討した(図2)。本流域全体はカワゲラ目の種類数としては世界最多の出現との記録がある。¹⁾

(1) 種類数、個体数の変化

種類数についてみると、時期毎の変動はあるが、長期的にはこの15年間、30~45種程度と減少傾向はみられない。なお、短期的には、特に夏期の調査時に何らかの原因で種類数が減少することはあるものの、その次の調査時には種類数が回復することが多い。1986, 1987, 1989, 1991, 1993年が該当する。

個体数では、1986年に一時的なピークがみられるが、1989年秋以降は1,000以下であることが多く、全般に減少している。

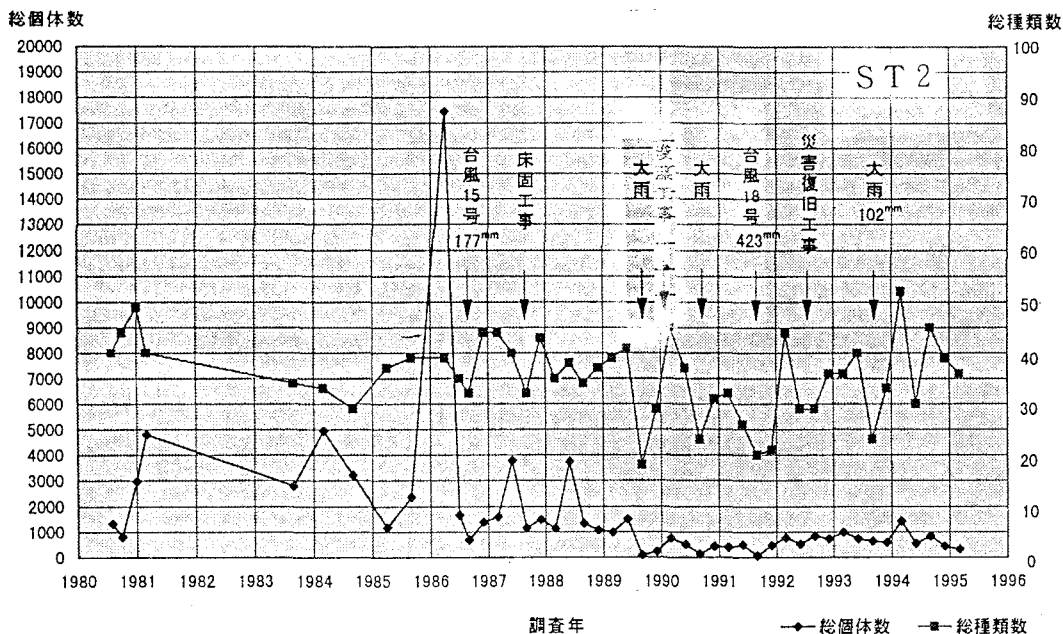


図2 底生動物出現の経時変化

(2) 変化の底生動物種別内容

種類数の増減を検討するため、種の内訳を調べた。表3に主な出現種の種別出現表を示した。1986年度から1994年までの調査をみると、最大種類数は1994年で52種、最小種類数は1989年で18種、個体数は3762から78までである。ここで、例えば大きく種類が減少した1989年8月にはコガシマビテラ、マダガカヨ、ヒナカサビテラ、ユシカ類がいなくなっている。また、優占種の動向をみると、アカマダガカヨが優占することが多かったが、近年はコガシマビテラが優占することが多くなっている。アカマダガカヨは礫間に生息するが比較的流速の幾分弱まった沈み石の場所に多くみられ²⁾、ガカヨ類の中でも比較的汚れに強い種である。また、造網型のビテラ類が作りだす微生息環境は滑らかな石面を匍匐するヒナカサヨ類などの自由な移動の障害となる一方で、ユシカ類やマダガカヨ類には絶好の隠れ家となる³⁾。すなわち、ビテラ類の中でも汚濁に比較的強い種であるコガシマビテラが作りだした微生息環境でマダガカヨ、アカマダガカヨが生息環境の限度をこえて発達したため、これらの種類が減少したのではないかと考えられる。因みに、造網型昆虫の量の全底生動物の現存量に対する百分率である造網係数を計算すると、1989年以前(例えば1962年5月)は37%であり、以後(例えば1994年5月)は64%であった。この結果は津田⁴⁾による判定では造網係数がかなり高いと判断される。

このような変化をもたらす原因には、様々なものがあるが、特に注目されるのは、河床の安定化である。ひとつには物理的な土砂の堆積であり、一方には生物、造網性昆虫による河床の安定化である。前者については、ST2にある堰直上で、土砂の堆積が増えているのが調査時に観察されている。また、後述する床固めの水制効果により、河床の攪乱が減少し、安定化していることを示しているとみられる。

表3 底生動物主要種の経年変化 (ST2)

種名 \ 年月	8007	8009	8012	8102	8308	8402	8408	8503	8508	8603	8606	8608	8611	8702	8705	8708	8711	8802	8805
ナミウスミシ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
エルモンヒラタカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
シロタニガワカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヒメヒラタカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
サツキヒメヒラタカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヤマトコカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
シロハラコカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
コカゲロウ属	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
フタバコカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
フタバコカゲロウ属	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヨシノマダラカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
オオマダラカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
クシガマダラカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
アカマダラカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
マダラカゲロウ属	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヒゲナガカワトビケラ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ウルマーシマトビケラ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
コガタシマトビケラ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Antocha sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ユスリカ科	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
エリユスリカ亜科	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
マルヒラタドムシ属	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
総種数	40	44	53	49	46	48	38	37	48	63	35	32	44	44	47	32	43	35	45
総個体数	1321	802	2952	4791	2787	4935	3216	1166	2355	17431	1650	668	1376	1584	3762	1148	1481	1114	3724

種名 \ 年月	8808	8811	8902	8905	8908	8911	9002	9005	9008	9011	9102	9105	9108	9111	9202	9205	9208	9211	9302	9305	9308	9311	9402	9405	9408	9411	9502
ナミウスミシ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
エルモンヒラタカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
シロタニガワカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヒメヒラタカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
サツキヒメヒラタカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヤマトコカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
シロハラコカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
コカゲロウ属	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
フタバコカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
フタバコカゲロウ属	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヨシノマダラカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
オオマダラカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
クシガマダラカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
アカマダラカゲロウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
マダラカゲロウ属	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ヒゲナガカワトビケラ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ウルマーシマトビケラ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
コガタシマトビケラ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Antocha sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ユスリカ科	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
エリユスリカ亜科	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
マルヒラタドムシ属	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
総種数	34	37	39	41	18	29	45	37	23	31	32	26	20	21	44	29	29	36	38	40	23	33	52	30	45	39	36
総個体数	1329	1065	988	1491	78	232	747	495	128	443	386	480	68	462	761	519	829	723	984	724	625	570	1422	532	821	423	311

凡例 ●: 最優占種 ○: 個体数比率10%以上
◎: 第二優占種 +: 個体数比率10%未満

6 洪水、河川工事等の外乱と底生動物

(1) 水質変化の影響

図3に15年間の流量、水質の経月変化を示す。流量は年内変動が毎年大きくあるものの、長期的傾向としては大きな変化はない。BOD水質は1991年から安定して変動が小さくなると共にやや改善され、アンモニア性窒素ではその傾向が大きく現れている。これらは、流域における合併処理浄化槽の普及と流域下水道への接続による効果と考えられる²⁾。このことから、底生動物の変化を水質悪化と関係づけることはできない。

(2) 洪水の影響

洪水の影響について考察するため、秋川流域の降雨量、河川水位のテレメータのデータの資料などから大きな出水となったとみられる降雨と主な河川工事を調査し図2

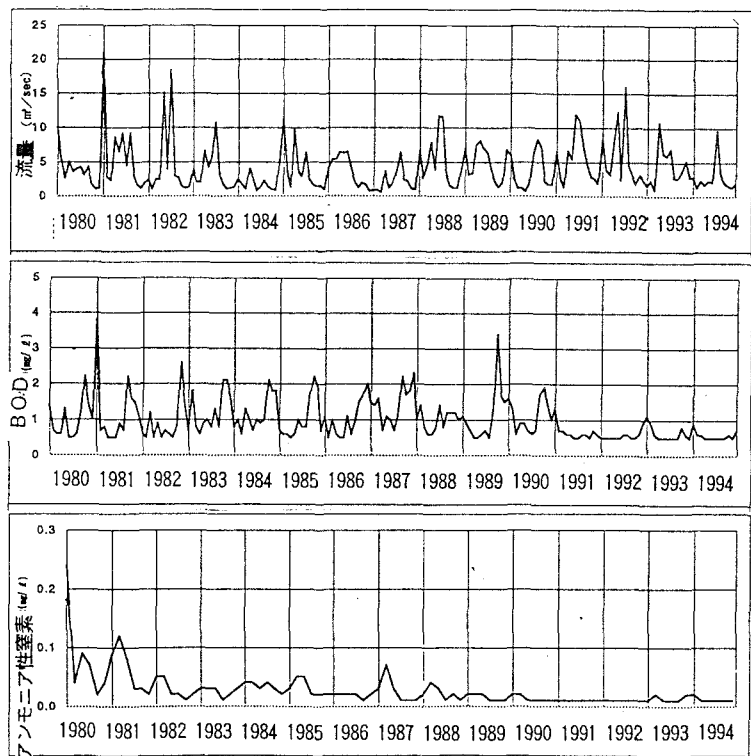


図3 ST2の水質変化

に示した。この図から、1986年以降、底生動物の総種類数は台風等の大雨及び床固めなどの河川工事後に減少することがわかる。しかし洪水などの外乱後は6～9カ月すると総種類数が回復ないし増加している。1991年台風19号、1993年の大雨後が示すように、52種～44種と増加している。河川工事後の種類数増加に比べて大雨、台風によるものの方が多いと考えられる。一方、総個体数は1989年秋までは1000～5000の幅で変動していたが、それ以降は1000以下に推移している。このうち、1986年、及び1989年から1993の各年の総種類数の低下は各々大雨によるものと推測される。特に、1989年8月17日の生物調査では、同年8月1日（府中で126mm）の強雨の影響を強く受けていたことがわかった。これ以降、個体数が少なく推移するようになった。この原因は上記のように水質の改善とも矛盾するので、現在主たる要因は不明である。しかし、同地点直上では広い河原に車の乗り入れやレクリエーション的に使用し始めていたことと、総個体数の減少は無関係ではないと考えられる。

(3) 河川工事の影響

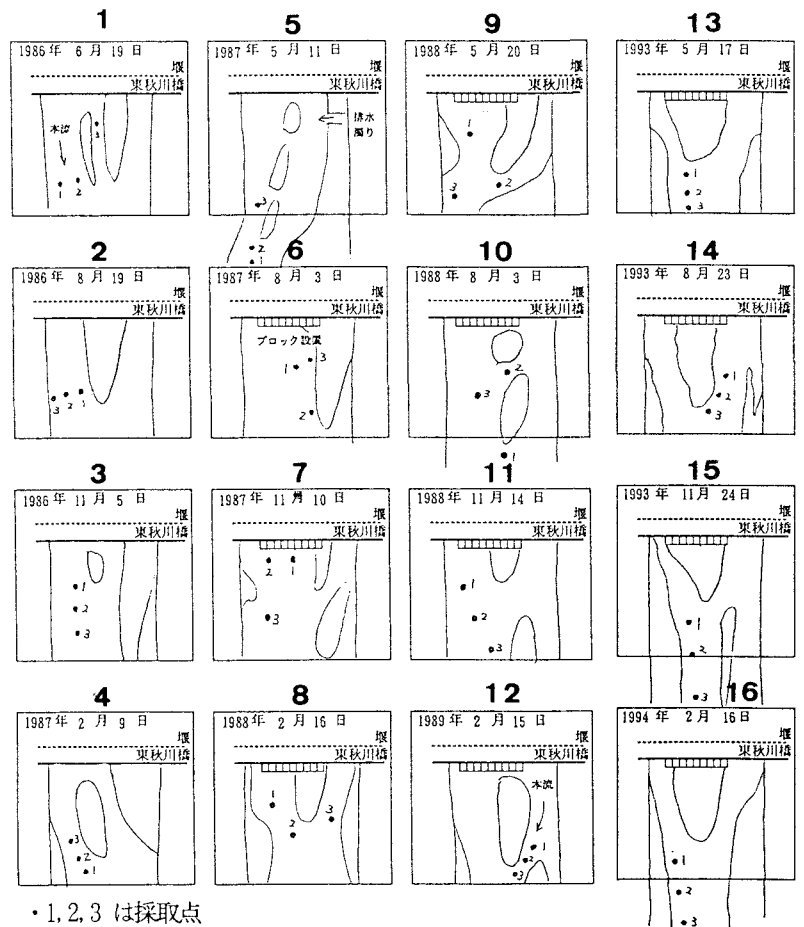
1987年に橋脚の保護を目的に床固め工事がなされたが、その前後の河床の変化を図4に示す。この地点、東秋川橋より上流200mに農業用取水堰がある。図の1～5までは床固め工事前の河床状況である。中州の消長が激しく変化していることがわかる。これに対して、床固めブロック工事後の河床状況は図の6～12までが約1年半の変化であり、13～16は約6年後の変化である。前者は左右岸に流水部が分離した傾向を示し始めているが、未だ安定した河床になっていない。しかし、後者は床固めブロックの直下流に中州が発達し、左右岸寄りの流れが固定され、その下流で1本の流水部となっている。

底生動物とこの河川工事との関係では、図2、表3に示すように、床固め工事によって47種から32種と32%減少し、個体数も3762から1148に激減し、約38%の減少となっている（図4の6）。しかし、約1年後には45種3724個体数に回復している（図4の9）ことがわかった。

なお、1990年1月には地点上流にて210mの区間4360㎡のしゅんせつが実施されているが、流れに影響するものではなかったようである。

図4 ブロック工設置と河床の変化

（ST2：秋川・東秋川橋）



1988(昭和63)年 8 月

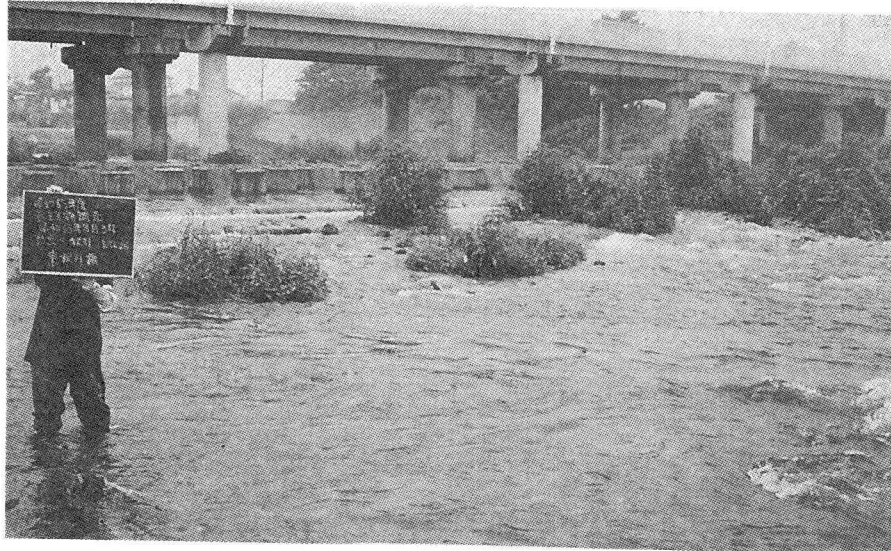


写真-1

1993(平成5)年 5 月

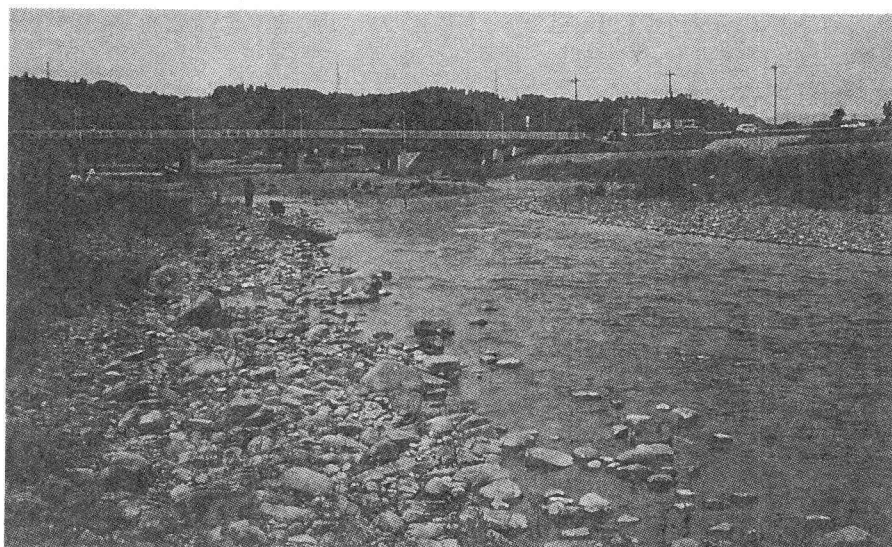


写真-2

7. まとめ

- (1) 各河川の底生動物の出現状況について、多様性指数を検討したところ、流域人口、下水道普及率の大小に関係するより、BOD排出負荷量が小さい地点で指数が高いことがわかった。
- (2) 底生動物の総種類数は、台風などによる大雨、及び床固工事などの外乱の直後減少していることがわかった。しかし、いずれの場合にも、半年から1年間で回復することがわかった。河川工事より、大雨、台風の方が種類数の回復は早いと考えられる。

参考文献

- 1) 内田臣一；多摩川水系におけるカワゲラの分布，東急財団研究報告，1986
- 2) 平成8年度中小河川環境実態調査報告書秋川編，東京都環境保全局，1996
- 3) 田中蕃；砂利投入による河床構造回復の試みとその効果，矢作川研究，1997
- 4) 御勢久右衛門，河川の生態学，1971