

# 巴川・乙川における底生動物群集に対する 懸濁物質の影響

杉 山 章

## Effects of Suspended Solid on the Benthic Fauna in the Tomoe River and the Otsu River

AKIRA SUGIYAMA

### Abstract

Benthic fauna have frequently been used the environmental indicator for river water. The primary object of this study was to give a relationship of Suspended Solid(SS) in the water on the basis of Benthic fauna in the Tomoe River and the Otsu River(including the Otoko River).

Water samples were collected sixteen stations along the both rivers from Summer of 1978 to Winter of 1979, and some chemical properties (Water Temperature °C, pH, DO mg/l, BOD, COD, SS, T.inorg. N, TSP) were measured. Benthic fauna were also discussed by sampling animals twice at each station with a quadrat(50cm×50cm) and a surbernet.

Consequently, it was found that there was little domestic and industrial waste discharge. Without SS, chemical properties of water samples in the Tomoe River were little less than in the Otsu River. The mean of SS in the Tomoe River was about three times higher than that in the Otsu River. Mean Biomass(wet weight) of Benthic animals in the Otsu River was about twice as that in the Tomoe River. There was negative relation between Biomass (log) of Benthic animals and SS. From the relation between percentage of Collector Biomass or Grazer Biomass and SS, it was suggested that SS was influenced on the collecting ability or the productivity of food for Benthic animals.

### はじめに

河川の底生動物群集は、多様な環境要因の影響を受け、それらの総合された結果として、ある特定の群集構成を示すものと考えられる。このようなことを基本として水質の生物学的判定<sup>1)</sup>や環境指標生物<sup>2)</sup>が提案されており、これらの方法を使用した研究報告も多く見られる<sup>3) 4)</sup>しかし現在使われている方法では河川の水質について総合的判定には役立つとしてもある特定の汚濁源や水質項目との対応はむずかしい。そこで今回報告するのは人為的有機汚濁の少ない水域での懸濁物質(SS)の作用に対する底生動物群集の反応の1例と思われる若干の知見で

ある。なお本研究を進めるにあたり多大の御援助をいただいた名古屋女子大学広正義教授、また御助言をいただいた同大学佐藤正孝教授ならびに八木明彦助教授に深く感謝申し上げる。

## 方 法

調査水域は Fig. 1 に示すように矢作川（愛知県）の支流の巴川と乙川（男川を含む）である。それぞれの水系で底生動物群集を把握するのに必要と思われる地点を 8 地点、合計 16 地点を設定した。調査期間は 1978 年夏期から 1979 年冬期の間で、調査回数は各季節に 1 回ずつ合計 7 回である。水質の調査項目は、水温、PH、溶存酸素（DO）、BOD、COD、SS、チッ素（T.inorg. N）およびリン（TSP）であり測定方法は次の通りである。

水温：棒状水銀温度計（ $\frac{1}{5}$ ,  $0^{\circ} \sim 50^{\circ}C$ ）を使用し調査時に測定。

pH：比色法により調査時に測定。

DO：YSI 社製 DO メーターにより調査時に測定。

BOD、COD：JIS K 0102 工場排水試験法<sup>5)</sup> に準じ測定。

SS：Wattman グラスファイバーフィルター（GF/C47mm）のあらかじめ恒量を求めたもので濾過し、その残渣量を秤量。

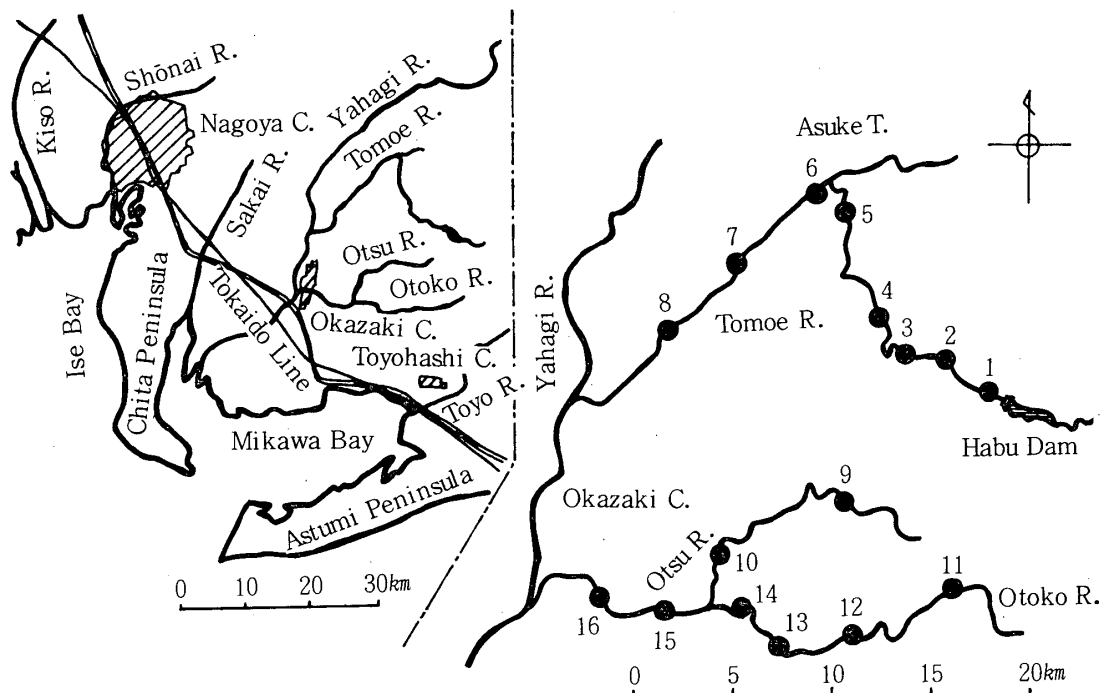


Fig.1. Map showing the sampling stations

T.inorg. N:  $NH_4-N$ ,  $NO_2-N$  および  $NO_3-N$  の和。

$NH_4-N$ : Newell, Sagi (1966) の方法（インドフェノール青法）により定量。

$NO_2-N$ : Bendshneider & Robinson (1952) の方法により定量。

$NO_3-N$ : Wood, Armstrong & Richards (1967) の方法（Cd-Cu カラム還元法）により定量。

TSP:  $PO_4-P$  と S.org. P の和

$PO_4-P$ : Murphy & Riley (1962) の方法で定量。

S.org. P: Menzel & Corwin (1965) の変法（過硫酸カリウムの加熱分解法）により定量。

底生動物は各調査地点で50cm×50cmのコードラートにより2回採集し、10%ホルマリンで固定し持帰り、双眼実体顕微鏡を用いて同定し、種類、個体数および現存量(湿潤重量)を求めた。さらに底生動物群集の多様性や摂食性の違いによる分類などを検討した。

### 結果および考察

調査時の水温を示すとTable 1 のようである。すなわち各地点とも季節変動は見られるが各季節ごとに比較すると地点による大きな変動は認められないことから、どの地点も水温に関しては年間を通じて同様な変動であると言える。次にpH、DO、BOD、COD、SS、T.inorg. NおよびTSPについて各調査地点ごとに7季節の平均値で示すとTable 2 のようである。巴川と乙川の2水系を比較するとPHとDOはほとんど同じ値で、BODでは乙川水系が、CODでは巴川水系がそれぞれ若

干高くなっている。SSについてみると巴川水系は乙川水系の約3倍の値である。T.inorg. NとTSPは両者とも乙川水系は巴川水系の約2倍の値である。これらの値はすべて一般の自然の河川での値と大きく異なるものではなく、たとえば生活環境の保全に関する環境基準<sup>6)</sup>をあてはめてみればAA又はAに相当する水域であり水質の良好なことが示された。しかしながら両水系間でのSS量の違いは、巴川には羽布ダムをはじめとする大小数個の

Table 1. Water temperature at each of the station in the Tomoe River and the Otsu River (including the Otoko River), from Summer 1978 to Winter 1979.

Station	1978			1979			°C
	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	
1	22.0	18.4	8.0	14.2	21.0	20.5	4.3
2	23.6	17.4	6.0	13.0	21.0	20.5	7.0
3	24.8	18.2	6.2	13.0	21.0	20.5	7.0
4	25.0	19.8	5.0	12.6	22.0	20.5	6.0
5	27.0	17.2	5.5	12.8	23.0	20.5	7.0
6	27.0	18.4	6.0	13.8	25.0	20.5	7.0
7	28.0	18.8	6.2	14.0	26.0	19.0	7.0
8	25.8	18.8	7.0	14.2	24.8	19.0	6.0
9	25.2	17.5	7.0	20.0	25.5	19.3	6.5
10	27.0	18.8	6.2	22.7	27.2	19.5	7.0
11	26.8	18.0	7.8	19.2	23.0	17.0	6.0
12	26.8	18.6	7.5	20.1	23.0	16.5	5.0
13	28.8	18.8	8.0	20.0	26.2	19.5	6.5
14	28.0	18.3	8.0	24.5	26.0	19.5	6.0
15	26.8	19.2	7.5	22.0	28.2	19.8	6.5
16	28.8	20.5	10.0	20.0	27.5	18.0	5.5
Mean	26.3	18.6	7.0	17.3	24.4	19.4	6.3
S. D.	1.86	0.85	1.25	4.15	2.43	1.26	0.81

発電用ダムが見られるのに対し、乙川水系ではそういったダムはなく砂防堰堤がいくつかあるにすぎない点などに関連して注目される。さらに両水系間でBODやCODにあまり大きな差がないことから、このSSの差は、主として無機の懸濁物質であることが推測される。

次に底生動物の種類数、個体数、現存量および多様性指数(Simpson)<sup>7)</sup>を各地点ごとに2コードラートの合計値(0.5㎡に相当)について7調査の平均値で示すとTable 3 のようである。ここでも2水系を比較してみると、平均出現個体数にはほとんど差がなく平均個体数では乙川が巴川の約1.5倍、平均現存量では乙川が巴川の約2倍となっており巴川に比較して乙川の方が量的に多いことが示された。群集構成のバランスの認識としての多様性指数は両水域とも比較的高い値でしかも近い値であることから、両水域とも底生動物の生態系は多様で平衡が保たれている状態であると言えよう。また出現種類数が平均20種以上であることは、この結果から

Table 2. Mean values, Chemical characteristics of water in the Tomoe River and the Otsu River (including the Otoko River), from Summer 1978 to Winter 1979.

Parameters	St	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean
	Tomoe R.									
pH		6.9	7.0	7.0	6.9	7.0	7.0	7.1	7.1	7.0
DO (mg/l)		10.6	11.3	10.2	10.3	10.2	10.7	9.9	10.5	10.5
BOD ( " )		0.9	0.6	0.6	0.8	0.9	0.6	1.4	2.5	1.0
COD ( " )		2.6	2.7	2.1	1.6	1.6	1.7	2.0	1.9	2.0
SS ( " )		8.3	9.5	8.9	6.9	7.1	6.8	9.9	4.7	7.8
T. inorg. N ( " )		0.219	0.188	0.307	0.147	0.166	0.177	0.193	0.253	0.206
TSP ( " )		0.028	0.024	0.018	0.017	0.018	0.026	0.017	0.023	0.021
Parameters	St	9	10	11	12	13	14	15	16	Mean
	Otsu R.									
pH		6.8	7.1	6.8	6.8	7.1	7.0	7.1	6.9	7.0
DO (mg/l)		10.4	10.3	10.4	10.5	10.6	9.9	10.2	10.0	10.3
BOD ( " )		1.8	1.6	1.3	1.4	1.5	1.2	1.4	1.9	1.5
COD ( " )		1.6	1.4	0.8	0.9	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1
SS ( " )		3.8	3.8	1.2	1.2	1.7	2.2	2.5	3.0	2.4
T. inorg. N ( " )		0.261	0.250	0.599	0.568	0.533	0.493	0.449	0.520	0.459
TSP ( " )		0.018	0.044	0.024	0.024	0.020	0.018	0.030	0.153	0.041

Table 3. Mean Number of Species(S), Means Total Number(N), Mean values of Biomass (wet weight) (Bm) and Mean Diversity Index(DI) in the Tomoe River and the Otsu River (including the Otoko River), from Summer 1978 to Winter 1979.

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean
	Tomoe R.								
S	19.9	21.9	19.0	23.9	17.3	18.1	20.7	20.3	20.1
N	193.4	156.6	115.0	125.4	84.0	115.0	125.1	145.7	132.5
Bm(mg)	2884.0	2555.5	1766.9	3632.5	2414.0	2147.8	2431.5	2720.1	2569.0
DI	0.7956	0.8648	0.8822	0.8835	0.8903	0.8550	0.8675	0.8828	0.8652
Station	9	10	11	12	13	14	15	16	Mean
	Otsu R.								
S	23.0	22.1	24.0	19.6	23.9	21.7	17.6	19.4	21.4
N	158.4	221.1	227.1	132.9	335.9	346.1	131.7	155.6	213.7
Bm(mg)	4759.7	3874.1	7785.7	4619.5	7789.4	8975.8	2597.7	1619.9	5252.7
DI	0.9029	0.8703	0.8934	0.8491	0.8375	0.8138	0.7940	0.8679	0.8536

$$DI = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \dots\dots\dots \text{Simpson, 1949}$$

生物による水質判定を Beck-Tsuda法<sup>8)</sup>に従って行えばOS (貧腐水性) 水域と判定され、化学的水質判定と同様に水環境は良好と言える。

以上の結果から両水系を比較してその特徴をまとめると、水質ではSSが乙川よりも巴川で高く、一方底生動物では現存量が巴川よりも乙川で大きな値となっている点が最も注目される。したがってSSと底生動物現存量との間で負の相関が示唆される。そこでSSと現存量との関係を示すとFig. 2のようである。すなわちSSの増加に対して現存量は指数関数的に減少することが認められた。このことは巴川や乙川のような有機汚濁の小さな河川では底生動物群集に対してSSの影響が大きく表われ、特にSSの若干の増加でも現存量に対し急激な減少をもたらすことを示すものと考えられる。さらに現存量は生物の住みやすさの指標とも考えられることからSSの増加は底生動物 habitat を減少させる大きな要因の1つであると考えられる。

以上のようにSSと底生動物群集全体の量的な関係は明らかにされたので、さらに質的な関係について考察する為に底生動物群集の構成メンバーについて Cumins らの方法<sup>9)</sup>に従って摂食性の違いにより分類してSSとの関係を求めた。それぞれの摂食性ごとの現存量を全現存量に対する百分率で求め、この値とSSとの関係を示した。まず Collector (汜過採食者) 現存量

百分率とSSとの関係を示すと Fig. 3 のようである。ここで Collector としてとりあげた種は造網性トビケラ類と携巢性トビケラ類の一部およびチラカゲロウなどである。乙川水系では有意ではないが正の相関が、巴川水系では有意な負の相関がそれぞれ得られた。次にGrazer (刈取食者) 現存量百分率とSSとの関係を示すとFig. 4のようである。ここでGrazerとしてとりあげた種はカゲロウ類のほとんどや甲虫のヒラタドロムシなどである。この結果両水系を合わせて有意ではないが負の相関が認められた。このように底生動物群集の構成メンバーを摂食性の違いで分類し、その現存量による構成比の変化をみると、Collector についてはSSの5 mg/l程度に構成比のピークが見られ、これより低い値又は高い値では減少するという変化であり、Grazer についてはSSの増加に対して減少の傾向があると言えよう。このことはCollector にとって流下する懸濁物質の増加は餌の増加に関係すると考えられ、適量であれば底生動物群集の中で優占グループになり得る要因となるが、一方過剰の場合は採集網の目づまりなどの障害となることによると推測され、特に無機懸濁物質の増加は大きな環境抵抗となると考えられる。また主に付着藻類を刈り取って食べているとされているGrazer にとってはSSの増加はその餌である付着藻類の減少に関係すると推測されることからこのような減少傾向が認められたものと考えられる。

以上のように比較的少ないSSであっても底生動物の現存量や群集構成に大きく関与していることが示されたが、底生動物にとっての環境要因は他にいろいろと考えられ、また異なった水質の場合は同じ要因に対しても群集の反

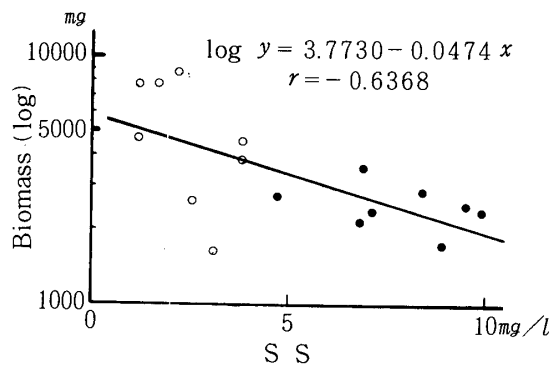


Fig. 2. Relation between Biomass of Benthic animals and SS  
○: Otsu River, ●: Tomoe River

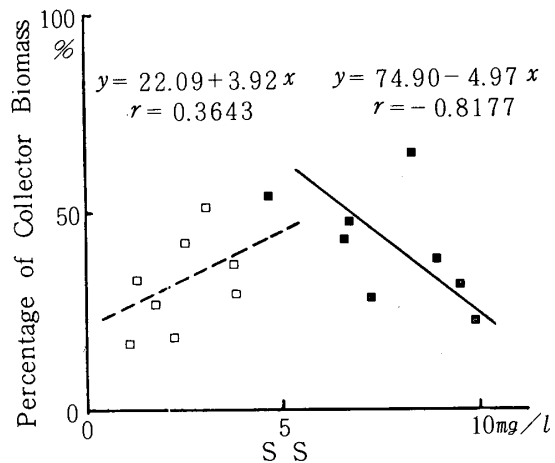


Fig. 3. Relation between Percentage of Collector Biomass and SS  
□: Otsu River ■: Tomoe River

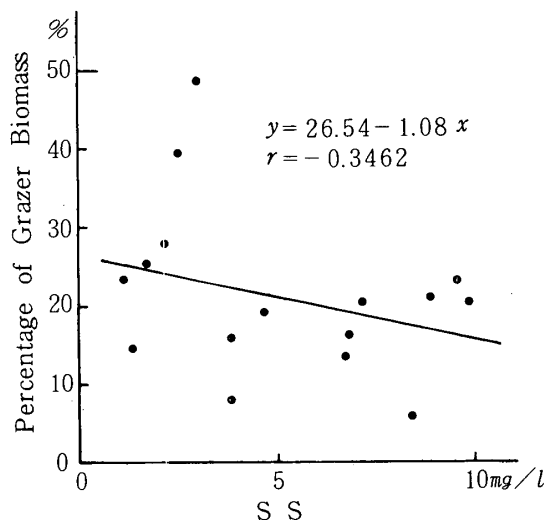


Fig. 4. Relation between Percentage of Grazer Biomass and SS

応が同一ではないであろうことから、群集を決定している要因の分析はより多くの機会をとらえて行われる必要がある。さらに摂食性についてはまだ解明されていない種も多いのでそれらについての生活史や生存戦略が明らかにされることにより、河川環境の指標としての底生動物群集の重要性はさらに増すものと考えられる。

#### 摘 要

1. 河川の底生動物群集を決定している環境要因は多様であるが、その1つである懸濁物質（SS）との関係について報告した。
2. 調査水域は水質からみると有機汚濁の少ない水域であり、また底生動物が全体的に豊富に生息する水系であった。
3. SSの増加に対し底生動物現存量（湿潤重量）は指数関数的な減少傾向が認められ、SSによる底生動物の habitat の減少を通しての影響が示唆された。
4. 底生動物群集の構成メンバーについて摂食性の違いにより分類してその現存量比とSSとの関係をみると、Collector や Grazer についてはその食餌採集や生産と大変密着していると考えられる変動が示された。

本報告の一部は、日本陸水学会第46回大会（1981、法政大学、東京）にて発表した。

#### 参 考 文 献

- 1) 津田松苗：汚水生物学，258pp，北隆館（1964）
- 2) 日本生態学会環境問題専門委員会編：環境と生物指標2 — 水界編 —，126～188，共立出版（1975）
- 3) 小田泰史・植木肇：J. Limnol.，**39**，3，137～142（1978）
- 4) 牧岩男：J. Limnol.，**41**，1，24～40（1980）
- 5) 工場排水試験法 J I S K 0102 — 1974（1978 確認）
- 6) 水質汚濁に係る環境基準について（公害対策基本法に基く環境基準）（1970）
- 7) Simpson, E. H. : Nature, **163**, 688（1949）
- 8) 津田松苗・森下郁子：生物による水質調査法，94～103，山海堂（1974）
- 9) Cummins, K.W.: Ann. Rev. Entomol., **18**, 183～206（1973）