

# 天白川における底生動物相と合成洗剤(MBAS)の分布

杉 山 章

## The Distribution of Synthetic Detergents (MBAS) and the Communities of Benthos in the Tenpaku River

AKIRA SUGIYAMA

### はじめに

近年、合成洗剤は大量に使用されており水域生態系に対して何らかの形で影響を与えている。たとえば合成洗剤に含まれる界面活性剤が都市河川や水道水の発泡現象を引起した事<sup>1)</sup>は記憶に新しい。この泡の発生に対してはABS系洗剤の界面活性剤を分解しにくいABSから生分解性の高いLASに切り替えたことにより一応の解決を見ているものの、場合によってはまだ洗剤に起因する泡の見られる河川もある。さらにLASには下水処理場の機能を低下させる作用があるとの報告<sup>2)</sup>もある。また合成洗剤に助剤として含まれているリン酸塩は水域の富栄養化の原因の1つとして注目されており、滋賀県では「琵琶湖の富栄養化防止条例」<sup>3)</sup>を定めリンを含む合成洗剤の販売や使用を禁止している。このように各方面で問題となっている合成洗剤であるが環境における分布調査の事例は比較的少なく、東海地方についても小林らの報告<sup>4)</sup>があるにすぎない。そこで合成洗剤の生態系に及ぼす影響について究明するために天白川において底生動物相と合成洗剤の分布の現状を明らかにするとともに、洗剤とリンとの関係について検討し若干の知見を得たので報告する。なお本研究を行うにあたり、御助言と激励をいただいた名古屋女子大学広正義教授、また化学分析を通して大変御協力をいただいた同大学八木明彦講師に心から感謝の意を表す。

### 方 法

調査地点は図1に示すように天白川の底生動物相と合成洗剤の分布の実態を把握する上で必要と思われる5地点、すなわちst. 1:天白川・源流部, st. 2:天白川・日進町地内, st. 3:天白川・天白橋(大藪), st. 4:天白川・新島田橋, st. 5:天白川・天白橋(野並)である。底生動物の採集と合成洗剤の濃度を知るための採水は1979年11月から1980年9月までの間で4回(1979年11月2日, 1980年4月20日, 6月27日および9月7日)行った。底生動物の採集方法はBeck-Tsuda  $\beta$ 法, すなわち各調査地点でチリトリ型金網, 水生昆虫採水用網, 手網などを用い, 4~5人でいろいろな環境の所を30分間定量採集する方法である。採集された底生動物は10%ホルマリン溶液でただちに固定し持ち帰り, 双眼実体顕微鏡を用いて同定し個体数を数えた。分類は日本淡水生物学(1980)<sup>5)</sup>および水生昆虫学(1977)<sup>6)</sup>に依った。合成洗剤分析用採水はあらかじめ塩酸と蒸留水でよく洗浄した500mlのポリビンを用い, 採水後は分析するまで冷凍保存した。分析方法は工場排水試験法JIS K 0102(1974)の規格22<sup>7)</sup>に規定された方法

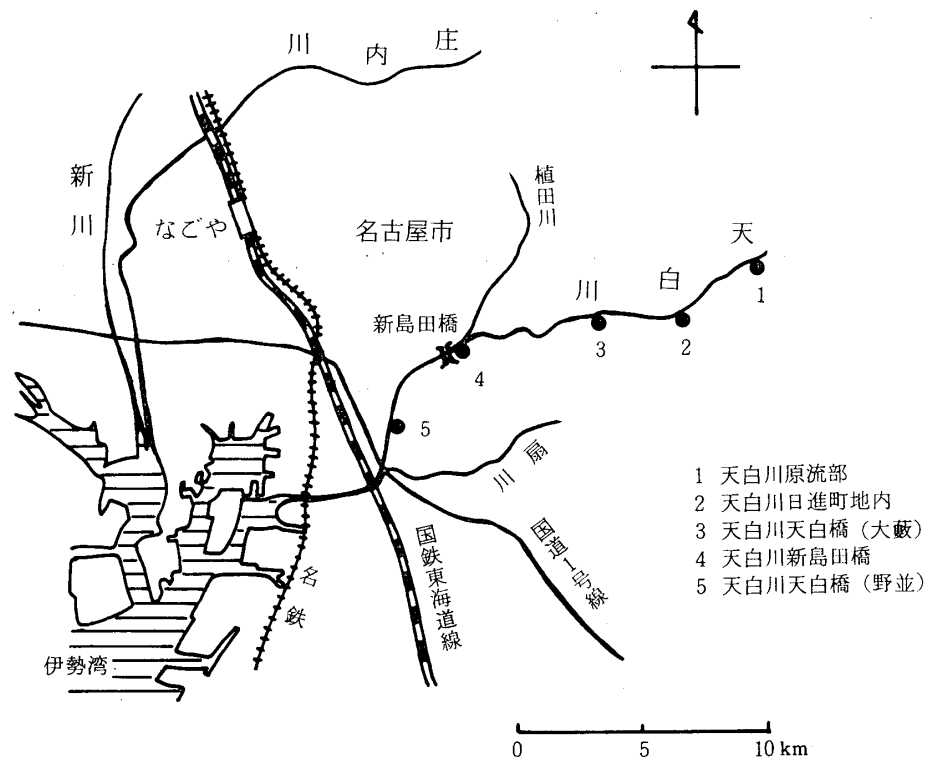


図1 天白川調査地点図

で、陰イオン界面活性剤をメチレンブルー活性物質 (MBAS) として測定するものであり環境における合成洗剤の定量法として広く使われている。<sup>8)9)</sup>

合成洗剤の日周変化を知るための採水は、採水地点として新島田橋を選び、土曜、日曜祭日および雨天を避けて1980年7月29日(火)午前8時から翌日の30日午後2時までと8月28日(木)午前8時から翌日の29日午後2時までの2回行った。採水時刻は原則として2時間おきに設定した。この試水については MBAS の定量の他に界面活性剤とリンとの関係を知るために  $PO_4-P$  (リン酸態リン) と T.S.P (総水溶性リン) の定量を行い、それぞれの分析方法は次のようである。

$PO_4-P$ : Murphey and Riley (1962) のアスコルビン酸による還元法による定量。

T.S.P: Menzel and Coruiw (1965) の方法を一部改良したもので試水 20 ml に過硫酸カリウム 5% (w/v) 3.2 ml を加え湯浴中で1時間半加熱し放冷後リン酸イオンとして定量。

#### 結果および考察

##### (1) 底生動物相について

底生動物の調査結果を示すと表1のようである。以下に調査地点ごとの概要を述べる。

##### st. 1: 天白川・源流部

この地点は川巾 3 m, 流れ巾 1 m 以下であり水深は 10~20 cm, 底質は砂または小石である。ここで採集された底生動物は合計 19 種であり他の地点と比較すると出現種類数は最も多い。ここでの優占的な種は、ガガンボの 1 種 (*Antocha* sp.) とユスリカの 1 種 (*Spaniotoma* sp.) があげられ、6月29日ではコガタシマトビケラが優占種になっている。

表1 各調査地点ごとに採集された底生動物

表1-1 st. 1 天白川 源流部

目	種	1979, 11.2	1980, 4.20	1980, 6.29	1980, 9.7
蜉蝣目	ガガンボカゲロウ		1		
広翅目	クロスジヘビトンボ	1			
毛翅目	コガタシマトビケラ		1	27	12
鞘翅目	ヒメゲンゴロウ	1			
	タロママゲンゴロウ	1			
	チビゲンゴロウ	1			
	ホソセスジゲンゴロウ	1			
	ゲンゴロウ1種	1	1		
	ゴマフガムシ	1			
双翅目	ガガンボ1種 ( <i>Antocha</i> sp.)		3	1	
	ガガンボ1種 ( <i>Tipula</i> sp.)	4	1	20	1
	ユスリカ1種 ( <i>Chironomus</i> sp.)		3	2	
	ユスリカ1種 ( <i>Spaniotoma</i> sp.)		181	8	22
節足動物	アメリカザリガニ	4		1	1
環形動物	イトミミズ1種		13	1	13
	マネビル	3			
	シマイシビル		1	7	2
軟体動物	オオタニシ	1		3	
	サカマキガイ		1		
	種 類 数	11	10	9	6
	個 体 数	19	206	70	51

st. 2:天白川・日進町地内

この地点は川巾約10m, 流れ巾3~4mであり水深は20~40cm, 底質は直径10cm以下の石と砂が主である。11月2日と4月20日は採集してないのではっきりしたことは言えないが、ミズムシやイトミミズが優占することが示されている。底質に石が比較的多い環境にしては貧弱な底生動物相であり、かなり汚濁されている水域と考えられる。

表1-2 st. 2 天白川 日進町地内

目	種	1979, 11.2	1980, 4.20	1980, 6.29	1980, 9.7
蜉蝣目	シロハラコカゲロウ			10	9
	ガガンボカゲロウ				6
双翅目	ユスリカ1種 ( <i>Chironomus</i> sp.)			1	1
	ユスリカ1種 ( <i>Spaniotoma</i> sp.)			19	
	ホシチョウバエ			1	
節足動物	ミズムシ			91	1
	アメリカザリガニ			1	1
環形動物	イトミミズ1種			1	244
	チスイビル			1	
	シマイシビル			4	
軟体動物	サカマキガイ			1	
	種 類 数			10	6
	個 体 数			130	262

st. 3:天白川・天白橋（大藪）

この地点は川巾約30m，流れ巾5～10mであり水深は30～60 cm，庭質は直径10～40 cmの石，砂，泥など多様である．底生動物はユスリカ類（*Chironoms* sp.と*Spaniotoma* sp.）とイトミミズが優占しており，特にイトミミズは多数採集された．また9月7日ではシロハラコカゲロウが優占していることが特徴であり，全体的に耐汚濁種の出現頻度が高い．

表 1-3 st. 3 天白川 天白橋（大藪）

目	種	1979, 11.2	1980, 4.20	1980, 6.29	1980, 9.7
蜉 蝣 目	シロハラコカゲロウ		1	21	143
蜻 蛉 目	シオカラトンボ		1		
双 翅 目	ユスリカ 1 種 ( <i>Chironomus</i> sp.)		5	314	28
	ユスリカ 1 種 ( <i>Spaniotoma</i> sp.)		504	14	24
	ユスリカ 1 種 ( <i>Pentaneura</i> sp.)	25			1
	ホシチョウバエ			1	
節足動物	ミズムシ	4	4	10	5
	イトミミズ 1 種	2	3238	135	39
環形動物	マネビル	1			
	シマイシビル		3	32	14
	モノアラガイ			1	
軟体動物	サカマキガイ			3	1
	種 類 数	4	7	9	8
	個 体 数	32	3756	531	255

st. 4:天白川・新島田橋

この地点は川巾約30m，流れ巾10～20mであり，水深は20～60 cm，底質は主に砂で瀬になった所では，石や礫が認められる．底生動物相は，1980年7月30日も補足調査をしたので示してあるが，全体としては，ユスリカの1種（*Chironoms* sp.）とイトミミズが優占的であり，汚濁の影響があると考えられる．

表 1-4 st. 4 天白川 新島田橋

目	種	1979,11.2	1980,4.20	1980,6.29	1980,7.30	1980,9.7
蜉 蝣 目	シロハラコカゲロウ				6	75
	ガガンボカゲロウ					3
蜻 蛉 目	クロイトトンボ	1				
双 翅 目	ユスリカ 1 種 ( <i>Chironomus</i> sp.)	128	160	2	14	24
	ユスリカ 1 種 ( <i>Spaniotoma</i> sp.)			2	29	18
	ユスリカ 1 種 ( <i>Pentaneura</i> sp.)	32				
節足動物	ミズムシ	5	3			4
	アメリカザリガニ		1		1	1
環形動物	イトミミズ 1 種 ( <i>Limnodrilus</i> sp.)	5				
	イトミミズ 1 種 ( <i>Tubifex</i> sp.)	20	722	3	216	20
	シマイシビル				3	1
軟体動物	サカマキガイ				1	
	種 類 数	6	4	3	7	8
	個 体 数	191	886	7	270	146

st. 5:天白川・天白橋 (野並)

この地点は川巾約30mで、水はこの川巾いっぱいには流れている。水深は30~50 cmであり底質はほとんど砂である。1980年6月29日には、増水のため採集できなかったが、ユスリカ類やミズムシ、イトミミズが優占的である。

表 1-5 st. 5 天白川 天白橋 (野並)

目	種	1979, 11.2	1980, 4.20	1980, 6.29	1980, 9.7
蜉 蝣 目	フタバカゲロウ		1	(採集不能)	
	シロハラカゲロウ	2			1
蜻 蛉 目	クロイトトンボ	1			2
	シオカラトンボ	1			
毛 翅 目	コガタシマトビケラ	1			
鞘 翅 目	ホソセスジゲンゴロウ	1			
双 翅 目	セスジユリスカ	36			
	ユスリカ 1種 ( <i>Chironomus</i> sp.)	72	2		16
	ユスリカ 1種 ( <i>Spaniotoma</i> sp.)				5
	ユスリカ 1種 ( <i>Pentaneura</i> sp.)	44			
節足動物	ハナアブ 1種	1			
	ミズムシ	56	4		
	アメリカザリガニ	3			
環形動物	イソガニ		3		3
	イトミミズ 1種	1	122		11
軟体動物	マネビル	3			
	モノアラガイ	13			
	種 類 数	14	5		6
	個 体 数	235	132	—	39

以上のように採集された底生動物のほとんどが耐汚濁性の種類であり、優占種として認められた種は特に汚濁に強いユスリカ類、ミズムシおよびイトミミズなどである。これらの結果をもとにBeck-Tsuda  $\beta$ 法によるBiotic Index<sup>10)</sup>を求めると表2のようなのである。すなわち最低は3、最高は15の値となっており、これから生物学的水質判定を行なえば、天白川は $\beta$ 強腐水性~ $\alpha$ 中腐水性の水域となり、全体的にかなり汚濁されていると言える。さらに底生動物相の多様性を知るために、Simpsonによる多様性指数<sup>11)</sup>を求めると表3

表 2. 底生動物による生物指数 (Beck-Tsuda  $\beta$ 法)

月日 st.	11月2日	4月20日	6月29日	7月30日	9月7日
1	15	11	10		7
2			10		6
3	4	7	9		8
4	6	4	3	7	8
5	15	5			6

表 3. 底生動物相の多様性指数 (Simpson's index of diversity)

月日 st.	11月2日	4月20日	6月29日	7月30日	9月7日
1	0.088	0.775	0.246		0.295
2			0.515		0.869
3	0.619	0.757	0.420		0.340
4	0.487	0.696	0.238	0.654	0.321
5	0.209	0.855			0.255

のようである。この値が0に近いほど底生動物相は多様であり1に近いほど単純であると言えるが、今回の結果では1に近い値が多く、0.5以下の値となっているのは、底生動物相が多様であると言うよりも、採集された個体数が少なく採集数が1個体という種が多い場合がほとんどである。したがって、底生動物相は比較的単純であり、ユスリカやイトミミズなどの限られた優占種の個体数が非常に多い群集となっている。これは天白川の底質が主に砂であることと、汚濁の影響によると考えられる。

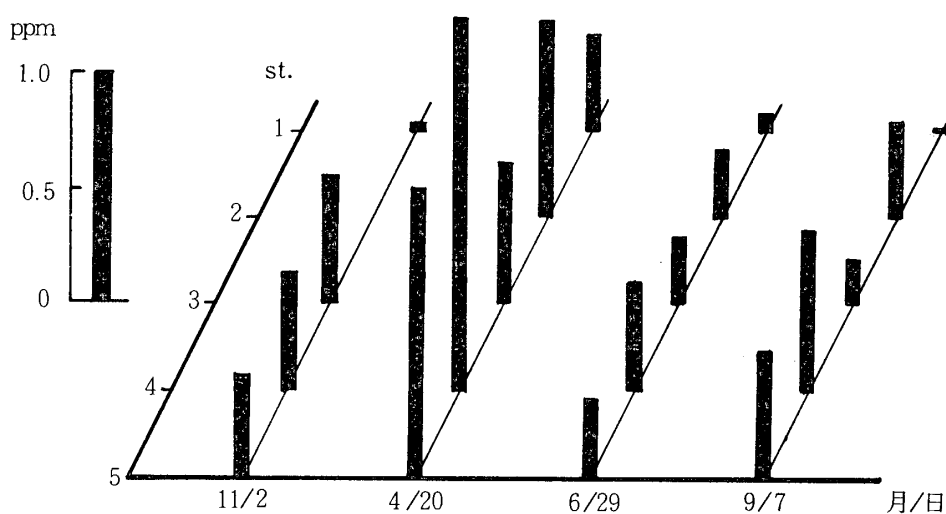


図2 天白川の MBAS の濃度分布

## (2) 合成洗剤 (MBAS) の分布について

分析結果を示すと、図2のようである。まず時期による変化を見ると、全体的に4月20日が最も高い値であり、一方6月29日は、全体に低い値となっている。これは主に雨などによる流量の変化が反映された結果と考えられる。次に調査地点ごとにみると各時期とも上流から下流に向うに従い、濃度が増加する傾向が見られる。また4月20日と9月7日では、st.4で他の地点よりも著しく高い値が示された。これはst.4の少し上流で植田川が合流しており、この流域の家庭排水が流入することによると考えられる。このst.4では9月7日の採水時には、明らかに洗剤によると思われる河川水の発泡現象も観察された。天白川流域は主に住宅地であり、しかも支流の植田川（西山地区）以外は下水処理場はないので、このように集水域の人口と関係の深い結果が得られたものと考えられる。

次に MBAS,  $PO_4-P$  および T.S.P の日周変化の結果を示すと図3のようである。7月29日から30日について見ると、MBAS は7月29日12時、30日4時および12時の3回のピークが認められる。 $PO_4-P$  と T.S.P を見ると両者は、同様な変動を示しピークは7月29日12時、30日2時および12時の3回である。この3回のピークは MBAS のピークと重なっている。次に8月28日から29日についてみると MBAS は8月28日12時、22時、29日2時、および11時の4回のピークが認められる。ここでも  $PO_4-P$  と T.S.P は同様な変動を示し、8月28日11時から16時にかけて29日11時から13時にかけての2つのゆるやかなピークが認められる。前回の結果ほど顕著ではないが、MBASの12時頃のピークとやはり重なっている点は注目される。

以上のことから、天白川新島田橋における合成洗剤濃度の日周変化は、通常は12時頃に顕著

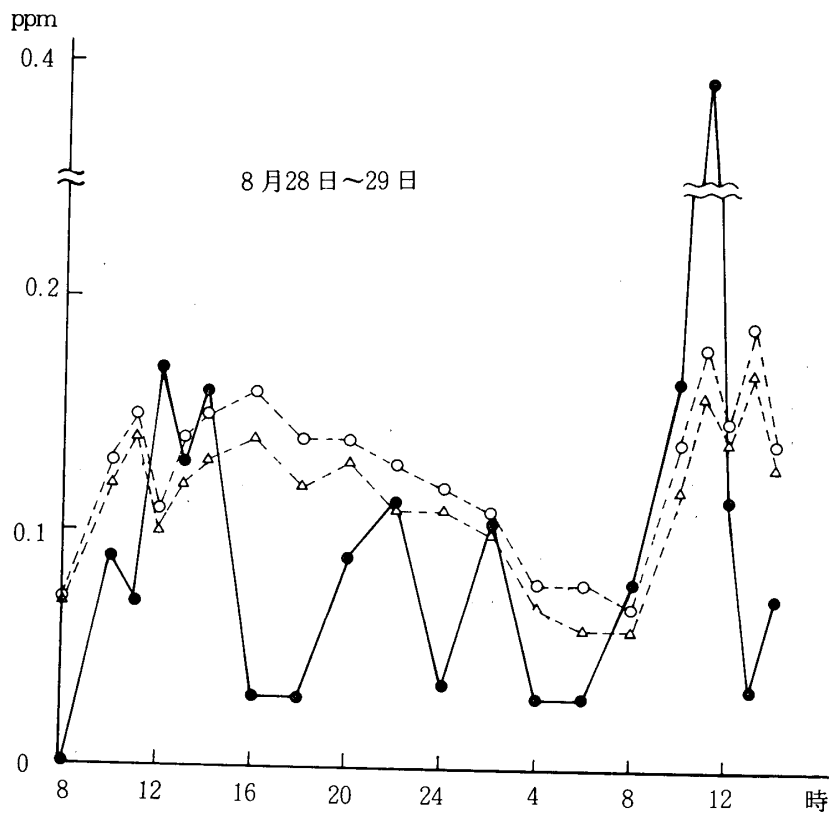
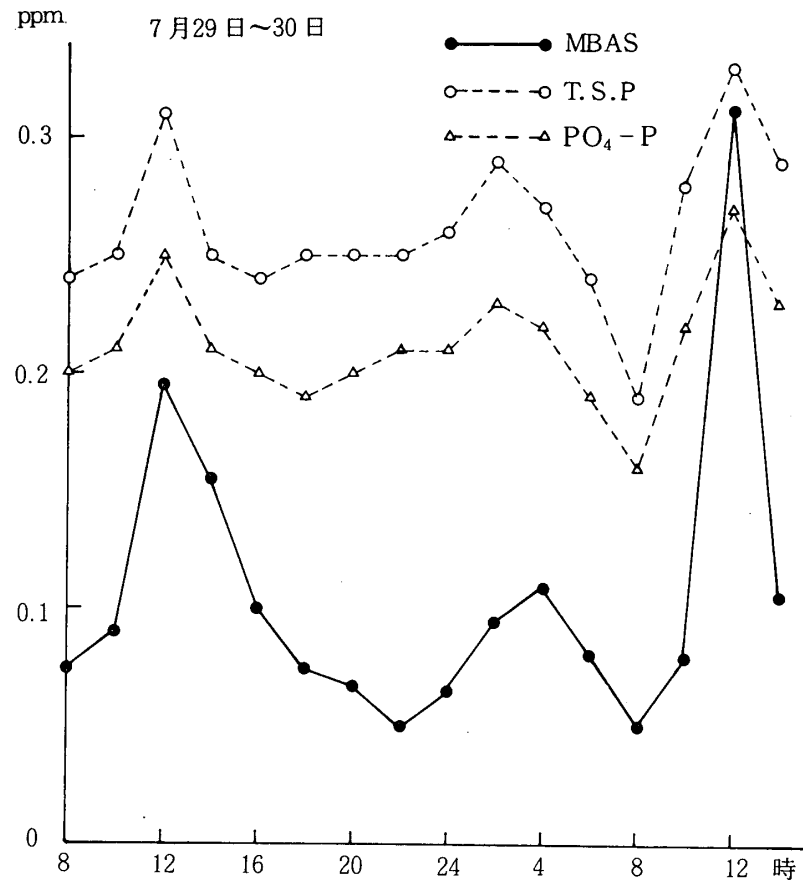


図3 天白川新島田橋におけるMBASとリンの日周変化

なピークが現われ、深夜にも若干の変動があることが特徴である。さらに合成洗剤とリンの関係を見ると関連性が極めて高く、特に合成洗剤の12時頃のピークとリン濃度のピークはほとんど同調している点が認められたことから、天白川に流入するリンのうち家庭排水中の合成洗剤に起因する部分は、きわめて大きいことが推察される。

以上の底生動物相と合成洗剤の分布の結果から天白川の現状を見ると、底生動物相はかなり富栄養化の進んだ状況を現わしており、その富栄養化の一因として合成洗剤に含まれるリンは大きな役割を果たしていることがうかがわれる。天白川の流域は今後現時点以上に宅地化が進むと考えられるので流入する家庭排水は増加するであろう。下水が現状のように流入し続けるならば河川生態系の破壊はまぬがれない。したがって天白川の富栄養化対策は流域全体に対して早急に立てられなければならないことが示唆される。

### 摘 要

1. 合成洗剤の生態系に及ぼす影響を調べる目的で、天白川において底生動物と合成洗剤 (MBAS) の分布を調査した。
2. 底生動物相は全体的に貧弱で主に汚濁に強い種で、構成されていた。これは天白川の底質は砂の所が多いことと、水質汚濁の影響によるものと考えられる。
3. 合成洗剤は春期に濃度が高くまた下流ほど濃度が高いことが明らかになり、これは流量や流域の人口と関連している結果と考えられる。
4. 合成洗剤とリンの日周変化の調査結果から天白川に流入するリンのうち合成洗剤に起因する部分はきわめて大きいと推察された。

### 参 考 文 献

- 1) 小島貞男：合成洗剤と水道，川水と廃水，24-No.4，19-26 (1980)
- 2) 関根覚ほか：汚水処理施設に及ぼす合成洗剤の影響調査，公害と対策，16-No.9，17-27 (1980)
- 3) 滋賀県：琵琶湖の富栄養化防止条例 (1980)
- 4) 小林重喜・山内和子：長良川の LAS (MBAS) とリン，日本陸水学雑誌，40-No.1,29-39 (1979)
- 5) 上野益三編：日本淡水生物学，760pp 北隆館 (1980)
- 6) 津田松苗編：水生昆虫学，269pp 北隆館 (1977)
- 7) 工場排水試験方法 JIS K 0102-1974. (1978 確認)
- 8) 安達六郎・森和紀：自然環境における合成洗剤 (MBAS) 分布の実態，合成洗剤に関する生物環境学的研究，4-28，文部省「環境科学」特別研究 (1978)
- 9) 保田仁資：愛媛県の河川水中の MBAS の分布と環境汚染について，合成洗剤研究会誌，3-No.1，77~84，(1980)
- 10) 津田松苗：汚水生物学，258pp 北隆館 (1964)
- 11) Simpson, E. H. : Measurement of diversity. Nature, 163, 688 (1949)



底生動物目録

蜉蝣目	
<i>Cloeon dipterum</i>	フタバカゲロウ
<i>Baetis thermicus</i>	シロハラコカゲロウ
<i>Dipteromimus tipuliformis</i>	ガガンボカゲロウ
蜻蛉目	
<i>Cercion calamorum</i>	クロイトトンボ
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	シオカラトンボ
広翅目	
<i>Parachauliodes japonicus</i>	クロスジヘビトンボ
毛翅目	
<i>Hydropsychodes brevilineata</i>	コガタシマトビケラ
鞘翅目	
<i>Rhantus Pulverosus</i>	ヒメゲンゴロウ
<i>Gaurodytes optatus</i>	タロマメゲンゴロウ
<i>Guignotus japonicus</i>	チビゲンゴロウ
<i>Copelatus weymarni</i>	ホソセスジゲンゴロウ
<i>Rhantus</i> sp.	ゲンゴロウ 1種
<i>Berosus japonicus</i>	ゴマフガムシ
双翅目	
<i>Antocha</i> sp.	ガガンボ 1種
<i>Tipula</i> sp.	ガガンボ 1種
<i>Psychoda alternata</i>	ホシチョウバエ
<i>Chironomus yoshimatsui</i>	セスジユリスカ
<i>Chironomus</i> sp.	ユリスカ 1種
<i>Spaniotoma</i> sp.	ユリスカ 1種
<i>Pentaneura</i> sp.	ユリスカ 1種
<i>Syrphidae</i> gen. sp.	ハナアブ 1種
節足動物	
<i>Asellus hilgendorffii</i>	ミズムシ
<i>Procanbarus clarkii</i>	アメリカザリガニ
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	イソガニ
環形動物	
<i>Limnodrilus</i> sp.	イトミミズ 1種
<i>Tubifex</i> sp.	イトミミズ 1種
<i>Mimobdella japonica</i>	マネビル
<i>Hirudo nipponia</i>	チスイビル
<i>Erpobdella lineata</i>	シマイシビル
軟体動物	
<i>Cipangopaludina japonica</i>	オオタニシ
<i>Radix auricularia</i>	モノアラガイ
<i>Physa acuta</i>	サカマキガイ