

目、種	調査地点		st. 5 点 津 橋														TOTAL				
	調査年月日		s50. 7. 9		s51. 1. 14		s51. 4. 20		s51. 7. 9		s51. 8. 19		s51. 12. 8		s52. 4. 22		s52. 5. 18		s52. 7. 15		
	出現個体数及び湿重量		n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	
Trichoptera																					
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>													1	21						1	21
<i>R. tranquilla</i>																					
<i>R. brevicephala</i>										1	30									1	30
<i>R. niwae</i>																					
<i>R. sp. RE</i>																					
<i>R. sp. RG</i>																					
<i>R. sp. RI</i>																					
<i>R. sp. RJ</i>																					
<i>R. sp. RK</i>																					
<i>R. sp. RL</i>																					
<i>Mystrophora inops</i>								2	76			1	110			5	124	1	1	9	311
<i>Hydroptilidae Gen - sp.</i>																					
<i>Stenopsyche griseipennis</i>		21	7,426					7	7,576			2	7,320	2	12	11,986	8	2,680	91	37,000	
<i>Para - stenopsyche sauteri</i>																					
<i>Polycentropus sp. PB</i>																					
<i>Hydropsychodes brevilineata</i>		98	1,802							35	482	3	85	1	37				137	2,406	
<i>Hydropsyche ulmeri</i>		89	2,897	7	455	1	60	88	3,295	101	6,451	12	520	5	1,155	13	184	66	1,960	382	16,977
<i>Apatania sp. AA</i>																					
<i>Goera japonica</i>						10	2,674							1	74	2	708			13	3,456
<i>Microsema quadriloba</i>																					
<i>W. sp. MB</i>																					
<i>Neoseverinia crassicornis</i>																					
<i>Dinarthodes japonica</i>																					
<i>Uenoa tokunagai</i>																					
Coleoptera																					
<i>Deronectes sp.</i>																					
<i>Elmis sp. EE</i>																					
<i>Hydrophilidae Gen - sp.</i>																1	1		1	1	
Diptera																					
<i>Parablepharocera shirakii</i>																					
<i>Antocha sp.</i>		3	1,269	1	4	6	430	3	38			2	60	1	6	7	139			23	1,946
<i>Tipula sp.</i>		1	70																	1	70
<i>Eriocera sp. EB</i>								1	40					3	144	1	765	2	52	7	1,001
<i>Simulium kawamurae</i>																					
<i>Chironomidae Gen - sp.</i>		2	7	31	730	115	821			15	25	34	269	34	188	5	48			236	2,088
<i>Culicidae Gen - sp.</i>				13	222	11	80					25	230	4	14	5	20			58	566
<i>Atherix morimotoi</i>																					
<i>A. kodamai</i>																					
TURBELLARIA																					
Triclada																					
<i>Dugesia gonosephala</i>																1	100			1	100
ANNELIDA																					
Pharyngobdellida								2	244	1	235									3	479
<i>Eryobdella lineata</i>														1	1,164					1	1,164
<i>E. testacea</i>														1	18			1	153	2	171
Oligochaeta																					
<i>Tubificidae Gen - sp.</i>						103	165					1	20	1	122	16	32			121	339
<i>Lumbriculidae Gen - sp.</i>		6	20	1	21	2	174			2	133									11	348
ARTHROPODA																					
Isopoda																					
<i>Asellus hilgendorfi</i>								1	100			1	60			1	2			3	162
<i>Acarina</i>				1	2															1	2
<i>Sperchon sp.</i>																					
<i>Feltia sp.</i>																					
MOLLUSCA																					
<i>Physa acuta</i>																1	8			1	8
出現種数		16		11		24		16		17		18		24		24		17		52	
出現個体数及び湿重量合計		561	19,023	98	4,878	422	28,064	249	18,070	547	21,550	235	18,929	189	23,591	415	38,125	321	13,190	3,037	185,420

st.	採集年月日	優占種		1		2		3	
				種名	占有率%	種名	占有率%	種名	占有率%
st.4	1976. 1.14	N		<i>Ephemerella basalis</i>	2.8	<i>Baetis thermicus</i>	2.6	<i>Baetiella japonica</i>	1.4
		W		<i>Ephemerella basalis</i>	4.4	<i>Eriocera</i> sp. EB	2.5	<i>Baetis thermicus</i>	1.3
	4.20	N		<i>Ephemerella trispina</i>	3.9	<i>Rhithrogena japonica</i>	1.8		
		W		<i>Ephemerella basalis</i>	3.1	<i>Rhithrogena japonica</i>	2.7	<i>Ephemerella trispina</i>	2.3
	7. 9	N		<i>Rhithrogena japonica</i>	2.2	<i>Ephemerella nigra</i>	1.9	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	1.4
		W		<i>Rhithrogena japonica</i>	3.9	<i>Epeorus latifolium</i>	1.1		
	8.19	N		<i>Epeorus latifolium</i>	3.7	<i>Rhithrogena japonica</i>	2.3	<i>Baetis thermicus</i>	1.8
		W		<i>Isonychia japonica</i>	3.8	<i>Eriocera</i> sp. EB	2.3	<i>Epeorus latifolium</i>	2.0
	12. 8	N		<i>Ephemerella basalis</i>	4.6	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	2.0	<i>Rhithrogena japonica</i>	1.3
		W		<i>Hydropsyche ulmeri</i>	2.7	<i>Ephemerella basalis</i>	2.4	<i>Acroneturia stigmatica</i>	2.1
馬渡橋	1977. 4.22	N		<i>Ephemerella rufa</i>	4.3	<i>Ephemerella basalis</i>	2.9		
		W		<i>Ephemerella basalis</i>	5.1	<i>Kamemura tibialis</i>	2.1		
	5.18	N		<i>Ephemerella nigra</i>	2.6	<i>Rhithrogena japonica</i>	2.0	<i>Ephemerella</i> sp. nG	1.1
		W		<i>Rhithrogena japonica</i>	2.1	<i>Ephemerella</i> sp. nG	1.8	<i>Ephemerella trispina</i>	1.6
	7.15	N		<i>Baetis thermicus</i>	2.5	<i>Rhithrogena japonica</i>	1.8	<i>Ephemerella</i> sp. nG	1.2
		W		<i>Paragnetis tinctipennis</i>	4.3	<i>Isonychia japonica</i>	2.0	<i>Epeorus latifolium</i>	1.3
	TOTAL	N		<i>Rhithrogena japonica</i>	1.6	<i>Ephemerella basalis</i>	1.5	<i>Baetis thermicus</i>	1.1
		W		<i>Ephemerella basalis</i>	1.9	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	1.1	<i>Isonychia japonica</i>	1.0
st.5	1975. 7. 9	N		<i>Epeorus latifolium</i>	2.0	<i>Hydropsychodes brevitarsis</i>	1.7	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	1.6
		W		<i>Stenopsyche griseipennis</i>	3.9	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	1.5	<i>Epeorus latifolium</i>	1.4
	1976. 1.14	N		<i>Chironomidae</i> sp.	3.2	<i>Ephemerella basalis</i>	2.9	<i>Culicidae</i> sp.	1.3
		W		<i>Ephemerella basalis</i>	6.6	<i>Chironomidae</i> sp.	1.5		
	4.20	N		<i>Chironomidae</i> sp.	2.7	<i>Tubificidae</i> sp.	2.4	<i>Ephemerella trispina</i>	2.4
		W		<i>Ephemerella basalis</i>	3.3	<i>Ephemerella trispina</i>	2.8		
	7. 9	N		<i>Hydropsyche ulmeri</i>	3.5	<i>Ephemerella nigra</i>	2.6	<i>Epeorus latifolium</i>	1.3
		W		<i>Stenopsyche griseipennis</i>	4.2	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	1.8	<i>Epeorus latifolium</i>	1.4
	8.19	N		<i>Baetis thermicus</i>	2.3	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	1.8	<i>Epeorus latifolium</i>	1.5
		W		<i>Epeorus latifolium</i>	3.2	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	3.0	<i>Isonychia japonica</i>	1.1
岸橋	12. 8	N		<i>Rhithrogena japonica</i>	3.2	<i>Chironomidae</i> sp.	1.4	<i>Baetiella japonica</i>	1.3
		W		<i>Stenopsyche griseipennis</i>	3.9	<i>Oyamia gibba</i>	2.2	<i>Ephemerella basalis</i>	1.2
	1977. 4.22	N		<i>Ephemerella</i> sp. nG	4.6	<i>Chironomidae</i> sp.	1.8		
		W		<i>Oyamia gibba</i>	2.7	<i>Ephemerella basalis</i>	2.5	<i>Ephemerella</i> sp. nG	2.0
	5.18	N		<i>Ephemerella nigra</i>	3.2	<i>Ephemerella</i> sp. nG	1.7	<i>Stenopsyche griseipennis</i>	1.2
		W		<i>Ephemerella</i> sp. nG	4.9	<i>Stenopsyche griseipennis</i>	3.1		
	7.15	N		<i>Hydropsyche ulmeri</i>	2.1	<i>Ephemerella nigra</i>	2.0	<i>Epeorus latifolium</i>	2.0
		W		<i>Epeorus latifolium</i>	2.6	<i>Isonychia japonica</i>	2.1	<i>Stenopsyche griseipennis</i>	1.5
	TOTAL	N		<i>Hydropsyche ulmeri</i>	1.3	<i>Ephemerella nigra</i>	1.2	<i>Epeorus latifolium</i>	1.1
		W		<i>Stenopsyche griseipennis</i>	2.0	<i>Ephemerella</i> sp. nG	1.3	<i>Ephemerella basalis</i>	1.2

3) 底生生物の生息分布

主な底生生物及び出現地点に特徴のある底生生物の生息分布を表5に示す。

全調査点を通じて多数出現するものとしては蜉蝣目が多く、*Ephemerella basalis*、*E. trispina*、*E. nigra*、*E. sp. nG*、*Baetis thermicus*、*Baetiella japonica*、*Rhithrogena japonica*などがあり、さらに、毛翅目の*Hydropsyche ulmeri*もあげられる。また出現個体数は少ないがコナスタントに表われるものとしては蜉蝣目の*Ameletus montana*、*Epeorus uenoi*、*E. curvatulus*、襃翅目の*Acroneturia stigmatica*、毛翅目の*Goera japonica*、双翅目の*Eriocera* sp. EB等がある。

Ephemerella rufa、*Epeorus latifolium*、*Rhithrogena* sp. na、*Hydropsychodes brevitarsis*、*Tubificidae*などは、下流にいくに従って出現数が増加し、耐汚濁性種の*Onchogomphus viridicostus*、*Erpobdella lineata*、*E. testasia*、*Lumbriculidae*、*Asellus hilgendorfi*などはst. 5だけに特徴的である。逆に*Alloperla* sp.、*Mystrophola inops*、*Amphinemura* sp.などは上流に多く下流に少ない。*Leuctridae*、*Taeniopterygidae*、*Alloperla*等の襃翅目、又、*Apatania* sp. AAや*Micrasema* sp. MB、*Neoseverinia crassicornis*、*Atherix kodamai*などはst. 1に特徴的であるし、

Ephemerella sp. nay、*Simulium kawamurae* はst. 1とst. 3だけに表われている。st. 3に特徴的なものとしては他に*Ecdyonurus tobiironis*があげられる。

表 - 5 主な底生生物の生息分布

種 名	st. 1 塩 水 橋	st. 2 大 輪 堰 堤	st. 3 落 合 橋	st. 4 馬 渡 橋	st. 5 鮎 津 橋
<i>Ephemerella basalis</i>	◎	○	◎	◎	○
<i>E. trispina</i>	◎	+	◎	○	◎
<i>E. rufa</i>			△	◎	○
<i>E. nigra</i>	○	◎	◎	◎	◎
<i>E. sp. nG</i>	△	○	△	○	◎
<i>E. sp. nay</i>	○		◎		
<i>Baetis thermicus</i>	◎	◎	◎	◎	◎
<i>Baetiella japonica</i>	◎	◎	◎	○	○
<i>Isonychia japonica</i>		+	△	○	○
<i>Ameletus montana</i>	△	△	△	△	+
<i>Epeorus uenoi</i>	△	+	△	+	△
<i>E. latifolium</i>	△	○	○	◎	◎
<i>E. curvatulus</i>	△	△	△	△	+
<i>Ecdyonurus tobiironis</i>			◎		
<i>Rhithrogena japonica</i>	◎	◎	◎	◎	◎
<i>R. sp. na</i>		+	+	○	○
<i>Amphinemura</i> sp.	△	+	+	+	
<i>Taeniopterygidae</i> sp.	△				
<i>Acroneuria stigmatica</i>	○	△	△	△	+
<i>Alloperla abdominalis</i>	△				
<i>Mystrophora inops</i>	○	△	○	△	△
<i>Stenopsyche griseipennis</i>	△	△	△	△	○
<i>Hydropsychodes brivilineata</i>			+	+	◎
<i>Hydropsyche ulmeri</i>	◎	◎	◎	◎	◎
<i>Apatania</i> sp. AA	◎				
<i>Goera japonica</i>	+	+	△	△	△
<i>Micrasema quadrilobda</i>	+	+			
<i>Neoseverinia crassicornis</i>	△				
<i>Parablepharocera shirakii</i>	+	+	+		
<i>Antocha</i> sp.	△	◎	△	△	△
<i>Eriocera</i> sp. EB	△	△	△	△	△
<i>Simulium kawamurae</i>	+		△		
<i>Chironomidae</i> sp.	○	△	◎	△	◎
<i>Culicidae</i> sp.	△	△	△	△	○
<i>Tubificidae</i> sp.		+	△	△	◎
<i>Lumbriculidae</i> sp.					△

註 延べの出現個体数 + 1～5 △ 6～50 ○ 51～100 ◎ 101以上

4) 造網型係数と目別現存量

(1) 津田は1コドラート当りの現存量が非常に多い場合に、それは主として造網型昆虫の占める割合が高いことに起因するということから造網型係数ということを提唱している。

中津川の底生生物の現存量は表3に示すように非常に多いといえる。⁽⁵⁾そこで、今回の調査結果から各地点の造網型係数を求めプロットしたのが図4である。図からもわかるようにこの調査結果からは現存量と造網型係数にはあまり相関がみられない。齊藤は1959～64年の5年間中津川、馬渡地点における底生生物の現存量を調査した結果、中津川の場合、現存量の増加は単に造網型種だけの増加によるものではなく、他の底生生物も同様に増加するためにおこること、さらに造網型係数と降水量が常に反比例していることを指摘している。

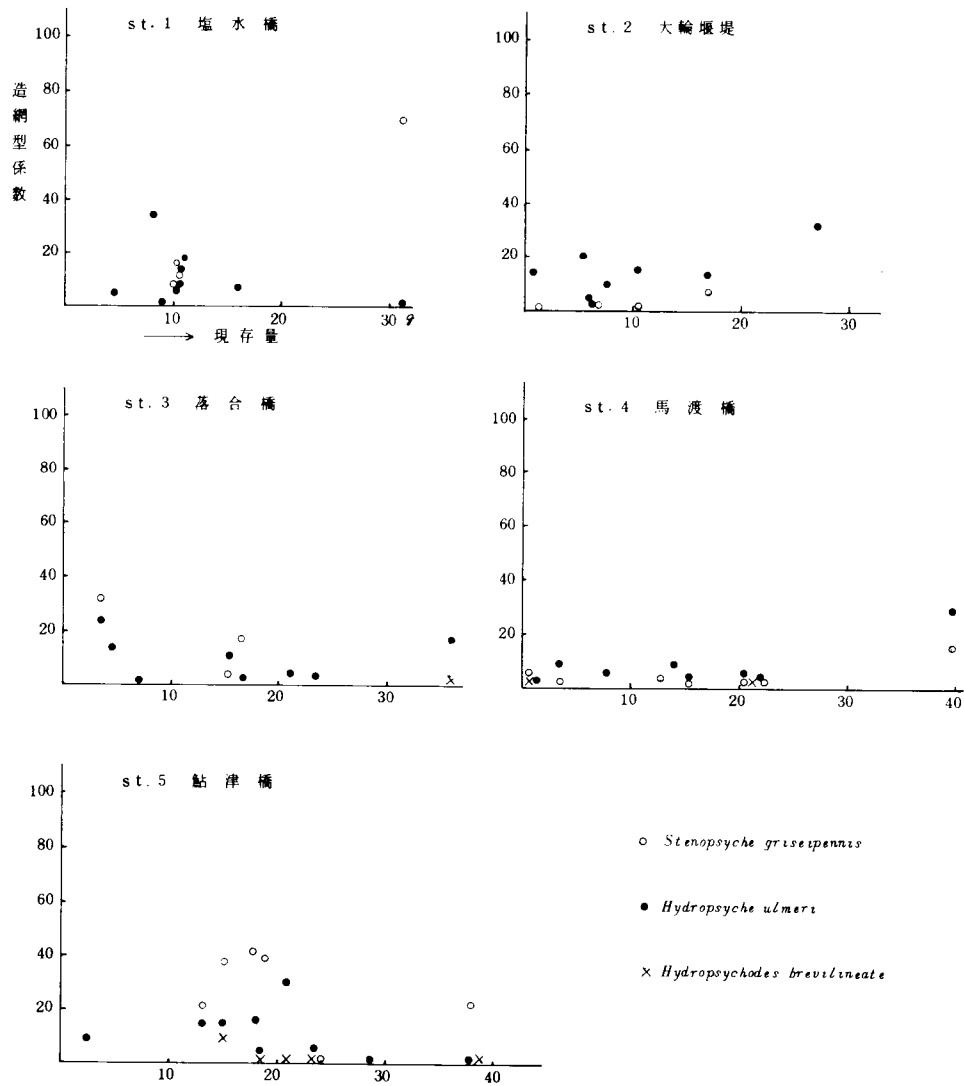


図4 各調査点の造網型係数

※ 津田によれば「0.25 m²あたりの現存量が5羽を越えた場合、特別の例外を除き造網型係数が80以上となる」としている。今回の調査では0.09 m²あたり平均1.4羽出現している。

次に各地点の目別現存量を示すのが表6である。全体を通じて蜉蝣目の現存量が多く、st. 1の塩水橋以外は50%以上を蜉蝣目が占めている。穏やかな平野部の河川と異なり、中津川のように山間部を流れる溪流、急流の河川では降雨による河川の破壊作用が大きく、河床は常に不安定な状態にあるといえる。このようなところでは造網型昆虫は営巣することができないため、いわゆる極相^{*}に達することはなく、蜉蝣目や襁翅目のような匍匐型の昆虫が現存量に大きく影響しており、河川の生産性という面からも重要な働きをもつものと思われる。

調査地点の内では内も上流で破壊作用を受けやすいと思われるst. 1の塩水橋では他の地点に比べて襁翅目の占める割合が高いが、これは大型の*Acroneuria* の出現量が多いためである。毛翅目も38%とかなり高い値を示しているが、これは一度だけ*Stenopsyche* が大量に現存したためで、この一度の値で総重量の1/2を占めている。st. 5の鮎津橋は流れも比較的緩やかになっており、毛翅目の占める割合が32%とやや高くなっている。ここでは*Stenopsyche* も比較的平均して出現しているが、造網型係数は高いときでも40どまりであり、やはり極相に達するまでには至っていない。

表 - 6 各地点の目別現存量

		st. 1 塩水橋	st. 2 大輪堰堤	st. 3 落合橋	st. 4 馬渡橋	st. 5 鮎津橋	合 計
蜉 目	W	26,554mg	30,550	74,852	80,675	98,341	310,972
	%	23.8	53.6	58.5	58.6	53.0	50.2
翅 目	W	34,088	5,952	5,577	21,392	17,497	84,506
	%	30.6	10.4	4.4	15.5	9.4	13.6
毛 翅 目	W	42,642	10,078	20,631	24,045	60,201	157,597
	%	38.3	17.7	16.1	17.5	32.4	25.4
双 翅 目	W	6,436	6,566	9,506	11,495	5,671	39,674
	%	5.8	11.5	7.4	8.4	3.1	6.4
そ の 他	W	1,660	3,813	17,305	38	3,710	26,526
	%	1.5	6.7	13.5	0.04	2.0	4.3
合 計	W	111,380	56,959	127,871	137,645	185,420	619,275
	%	100	100	100	100	100	100

5) 現存量の季節変化

齊藤は前述の5ヶ年にわたる調査の結果、河川中の底生生物の現存量は12月頃より増加を始め4月にピークに達し、7～11月に最低となると述べている。これは4月下旬～5月にかけて大量の幼虫が羽化するため、この現存量の変遷は5、6月の梅雨時と9、10月の台風時の降水量に最も関係が深いとしている。今回の調査地点別の現存量を調査期日ごとにプロットしたのが図5で、現存量の上下の幅が大きいので片対数グラフを使用している。これによると現存量の変化は齊藤の調査結果とほぼ一致している。

※ 造網型昆虫が80%以上を占め、河川の生産性が最大となる時点

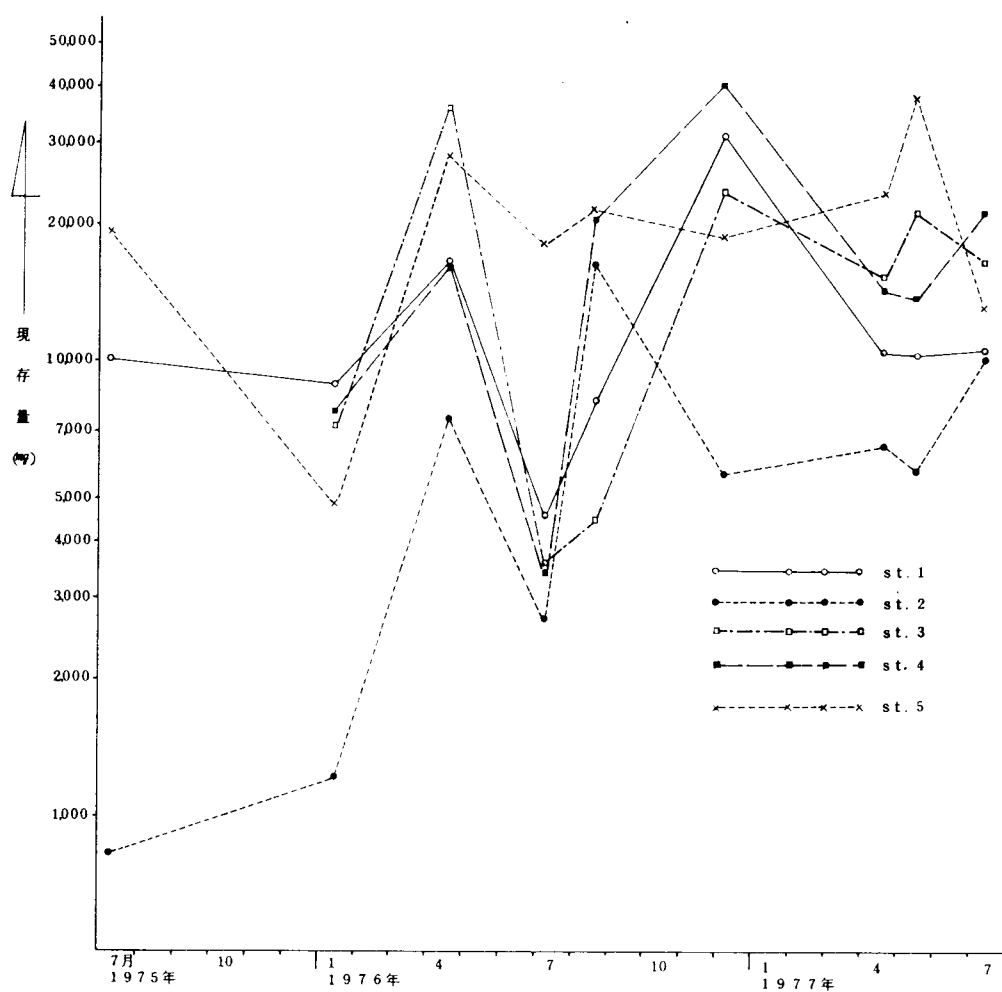


図5 調査地点別現存量

6) 生物指数 (Biotic index)

表7に各調査地点ごとのBeck - 津田法によるbiotic-index (α)とBODの値から求めた水質階級を掲げる。biotic-index (BI)のintolerant species 非耐汚濁性種の判定は津田の汚水生物学の指標生物表に従い、不明なものについてはすべてtolerant species 耐汚濁性種として計算した。なお、水質階級とBI及びBODの関係については表8に掲げるとおりである。

BI値とBODから求めた水質階級はほぼ一致しており、中津川は水質階級Ⅰ～Ⅱ、きれい～やや汚染という結果となった。

表 7 中津川の biotic index と BOD から求めた水質階級

調 査 地 点		st. 1 塩水橋				st. 2 大輪堰堤				st. 3 早戸川				st. 4 馬渡橋				st. 5 鮎津橋			
調 査 年 月 日		n	A	B	2A+B	n	A	B	2A+B	n	A	B	2A+B	n	A	B	2A+B	n	A	B	2A+B
1975. 7. 9		12	9	3	21	8	5	3	13									16	6	10	22
1976. 1.14		23	5	18	28	12	4	8	16	16	5	11	21	14	4	10	18	11	4	7	15
4.20		22	9	13	31	13	4	9	17	24	8	16	32	15	5	10	20	24	8	16	32
7. 9		10	6	4	16	14	4	10	18	14	9	5	23	12	6	6	18	16	7	9	23
8.19		17	9	8	26	19	12	7	31	16	8	8	24	20	8	12	28	17	6	11	23
12. 8		19	7	12	26	22	11	11	33	18	6	12	24	18	9	9	27	18	6	12	24
1977. 4.22		20	9	11	29	12	4	8	16	19	10	9	29	15	5	10	20	24	7	17	31
5.18		16	8	8	24	21	9	12	30	18	7	11	25	20	9	11	29	24	11	13	35
7.15		18	9	9	27	15	5	10	20	19	9	10	28	15	7	8	22	17	8	9	25
水 質 階 級		I ~ II				I ~ II				I				I ~ II				I ~ II			
BOD (ppm)	平均値	1.4 5				1.9 5				1.7 1				1.9 4				2.7 7			
	最高値	2.5 1				3.2 0				3.7 7				3.3 1				4.7 1			
水 質 階 級		I ~ II				I ~ II				I ~ II				I ~ II				II			

n : 出現種数 A : 非耐汚濁性種 B : 耐汚濁性種

表 8 生物学的水質階級と biotic index 及び BOD との関係

水 質 階 級	biotic index (2A+B)	B O D	階 級
I OS	> 20	2.5以下	きれい
II β-m	11 ~ 19	2.5 ~ 5	やや汚染
III α-m	6 ~ 10	5 ~ 10	かなり汚染
IV PS	0 ~ 5	10以上	きわめて汚染

7) 多様性指数 Diversity index

生物指数が出現する生物の種類数だけを問題としているのに対して、種類数と種類ごとの個体数との両方の関係からなる多様性指数 diversity index (DI) が見直されている。もともと水質判定を目的として作られた BI と異なり、DI は生態学でいう群集構造の複雑さを数値的に表現することを目的として作られたものであるため、この値をそのまま水質判定の基準とすることには難があるとされている。しかしながら、一般的には DI 値の高い地点は生態系が安定している、すなわち、より自然に近い環境にあるということが経験的に知られている。このことから、この DI 値を環境評価の一要素として見ることはできないかと考えられている。とくに、中津川のように人為的汚染の少ない、生息種類数の比較的豊富な、かつ、極相のできにくい河川においては、この DI 値はより重要な要素となりうるものと思われる。

D I の数式化については種々の方式が提案されているが、⁽⁶⁾⁽⁷⁾種の豊富さと均等性という多様性の二要素を含む式として森谷⁽⁸⁾は Shannon の式と Brillouin - Margalef の式を推奨し、^{※1}この二式について簡便に求められるように 2 を底とした対数を用いた数表を作成している。^{※2}また、D I 値は出現種類数が同じ場合にはその均等度の高いほど D I 値も高くなる。そのため、D I 値だけを見ると種類数が少なく均等度の高い群集と、種類数が多いが均等度の低い群集との D I 値が同じになってしまうことがある。そこで、この D I 値の他に均等性についての指数であるところの冗長度 (redundancy) を求める必要がある。この冗長度 r は Brillouin - Margalef の式から求めることができ、この値は一種もしくは数種の優占度を表わしている。すなわち、均等度が高い場合には r は 0 に近づき、均等度が低い場合には r は 1 に近づく。つまり総個体数 N と種類数 S が同一の場合 D I と r は逆比例する。

本報ではこの森谷の数表を使用して、Brillouin - Margalef の多様性指数を求めてみた。

$$D I = \frac{1}{N} \log N! - \sum_{i=1}^S (\log n_i!)$$

$$r = \frac{D I_{\max} - D I}{D I_{\max} - D I_{\min}}$$

出現種類数と個体数から求めた各地点別の多様性指数を表 9 に示す。

表 - 9 調査地点別多様性指数一覧

調査年月日		1975.7.9	1976.1.14	1976.4.20	1976.7.9	1976.8.19	1976.12.8	1977.4.22	1977.5.18	1977.7.15	TOTAL	平均
st. 1 塩水橋	S	12	23	22	10	17	19	20	16	18	52	18.19
	N	139	469	220	65	272	264	208	275	148	2060	252.28
	DI	2.58	2.90	3.26	2.37	2.84	3.31	3.36	2.82	3.28	4.77	3.01
	r	0.29	0.37	0.27	0.30	0.31	0.22	0.21	0.31	0.19	0.16	0.28
st. 2 大輪堰堤	S	8	12	13	14	19	22	12	21	15	54	15.44
	N	51	38	196	113	549	164	137	219	203	1670	171.33
	DI	2.06	2.47	2.24	2.65	2.98	3.20	2.36	3.09	2.97	3.89	2.69
	r	0.60	0.35	0.50	0.32	0.31	0.28	0.37	0.31	0.24	0.33	0.36
st. 3 落合橋	S		16	24	14	16	18	19	18	19	51	17.89
	N		367	482	159	207	276	165	356	288	2300	291.28
	DI		2.47	3.31	2.74	2.30	3.35	3.24	3.31	3.47	4.41	3.01
	r		0.40	0.28	0.28	0.46	0.19	0.25	0.19	0.17	0.22	0.28
st. 4 馬渡橋	S		14	15	12	20	18	15	20	15	47	16.11
	N		129	203	160	525	461	284	296	208	2266	284.56
	DI		2.68	2.68	2.89	2.52	2.49	2.31	3.09	2.93	3.93	2.69
	r		0.30	0.36	0.19	0.45	0.44	0.43	0.29	0.26	0.39	0.34
st. 5 貼津橋	S	16	11	24	16	17	18	24	24	17	52	18.33
	N	561	98	422	249	547	235	189	415	321	3037	309.33
	DI	3.11	2.42	2.83	2.57	3.09	2.87	2.67	3.14	3.05	4.15	2.83
	r	0.22	0.31	0.40	0.38	0.24	0.32	0.48	0.32	0.25	0.27	0.33

註 S = 出現種類数 N = 出現個体数 D I = 多様性指数 (bits) r = 冗長度

※1 n が十分に大きい場合、両式の値は一致する。

※2 これによると通常の群集では D I 値は 5 以下に分布する。

前述のようにD I 値をそのまま汚濁指標とすることはできないが、町田⁽⁹⁾らは人為的に非汚染の状態と考えられる範囲としてShannon Index が2.5 以上という数値をあげている。この値は各河川ごとに変わるものであり、これとは河川条件の異なる中津川にあてはめることはできないが、かりにこの2.5 という数値を一応の目安とすると今回の調査結果ではD I 値は2.0 6 から3.4 7 の間に分布しており、平均値ではst.1 とst.3 が3.0 1 と高く、値が低いほうのst.2、4 も2.6 9 と全体に高い水準を保っている。このことをB I 値、水質分析結果等と照し合せてみると、各地点ともほぼ満足すべき安定した環境が保たれているといえよう。

出現する生物の種類、数は、水温、流速、底質等の物理的環境によって大きく制約を受けるため、水質の良好と思われる上流域で必ずしもD I 値が高くなるとはかぎらないが、一般に冗長度はそのような制約を受けてもr 値にはあまり影響がでないとされている。表9 に示す冗長度は $r = 0.17 \sim 0.60$ と多少のひらきがみられたが、各地点の平均値はほぼ一定でst.1 と3 が0.28 と低くst.2 が0.36 とやや高い値を示しており逆比例の関係にあるD I 値とほぼ同様の傾向を示している。

Brillouin-Malgalefの式の特徴として個体数だけでなく重量からもD I が求められるということがいわれている。そこで各種類別の湿重量から求めたD I 値を表10 に示す。表9 と比べてD I 値がやや低くなり相対的に冗長度r 値が高くなっており、個体数から求めた値とはやや異なる結果となっている。表-4 で湿重量優占比が60% 以上を占めるものがある場合にはD I 値が2 以下になっている。冗長度が全般に高い値を示しているのも個体間で湿重量の差が大きいことに原因しているものと思われる。なお表9 と表10 の相関を求めたところ、相関係数 $r = 0.58$ で両表には相関がみられた。D I を求めるのに個体数から求めるか、重量から求めるかはその時々や目的により使いわければよいのであろうが、種類間や同種類でも個体間の重量に極端な差がある場合には、一般にD I は個体数から求めた方が安定した値を得ることができるものと思われる。

表 10 調査地点別多様性指数一覧（湿重量）

調査年月日		1975.7.9	1976.1.14	1976.4.20	1976.7.9	1976.8.19	1976.12.8	1977.4.22	1977.5.18	1977.7.15	TOTAL	平均
st.1 塩水橋	S	12	23	22	10	17	19	20	16	18	52	18.19
	N	10.025	8.921	16.782	4.619	8.176	31.360	10.508	10.404	10.585	111.380	13685.47
	D I	1.96	2.78	3.12	1.24	2.93	1.50	3.44	2.31	2.40	4.29	2.41
	r	0.47	0.39	0.30	0.63	0.36	0.65	0.53	0.61	0.44	0.25	0.49
st.2 大輪堰堤	S	8	12	13	14	19	22	12	21	15	54	15.44
	N	813	1.216	7.520	2.711	16.294	5.696	6.648	5.802	10.259	56.959	5.877.31
	D I	2.46	1.46	2.49	2.51	3.35	2.57	2.15	3.33	3.03	4.23	2.51
	r	0.18	0.60	0.32	0.34	0.21	0.43	0.49	0.67	0.22	0.27	0.42
st.3 落合橋	S		16	24	14	16	18	19	18	19	51	17.89
	N		7.197	35.808	3.573	4.481	23.678	15.307	21.230	16.597	127.871	15.923.17
	D I		2.37	2.71	2.73	3.12	2.15	2.92	2.00	3.25	3.96	2.61
	r		0.41	0.41	0.28	0.22	0.49	0.31	0.52	0.23	0.30	0.37
st.4 馬渡橋	S		14	15	12	20	18	15	20	15	47	16.11
	N		7.794	15.574	3.433	20.650	40.598	14.400	13.933	21.263	137.645	17.982.33
	D I		2.27	2.57	2.75	2.52	2.57	2.25	3.03	2.52	3.91	2.55
	r		0.27	0.34	0.23	0.42	0.38	0.42	0.30	0.35	0.30	0.34
st.5 鮎津橋	S	16	11	24	16	17	18	24	24	17	52	18.33
	N	19.023	4.878	28.064	8.070	21.550	18.929	23.571	38.125	13.190	185.420	19.093.92
	D I	2.74	1.65	2.79	2.58	2.72	2.39	2.74	2.10	2.87	3.89	2.43
	r	0.32	0.52	0.39	0.35	0.33	0.43	0.40	0.54	0.22	0.32	0.41

註 S = 出現種類数 N = 総湿重量 D I = 多様性指数 r = 冗長度

延9回の調査結果を4・5月、7・8月、12・1月と季節別にまとめたのが表11と12である。表11は季節ごとの延べの出現種類数からDIを求めたものである。なお、この場合、季節ごとに調査回数が異なるため、季節間の比較をすることができない。そこで季節ごとの平均値からDIを求めたのが表12である。これによると4、5月にやや個体数、出現種類数が多くDI値も高くなっているが季節による大きな変化はみられない。

多様性指数DIと冗長度rとは反比例するものであるから $DI/r=k$ を求めることにより多様性の二要素を一つの数字で表わすことができると考えられる。そこで、調査地点別のk値を求めたのが表13と図6である。kの値が大きいほど、その生態系は安定しているということで、

表-11 延べの出現種類数から見た季節ごとの多様性指数

		4・5月	7・8月	12・1月
st. 1 塩 水 橋	S	34	28	32
	N	703	624	733
	DI	3.64	3.56	3.69
	r	0.30	0.17	0.26
st. 2 大 輪	S	32	31	28
	N	552	916	202
	DI	3.61	3.29	3.54
	r	0.29	0.34	0.28
st. 3 落 合 橋	S	36	28	24
	N	1,003	654	643
	DI	4.39	3.57	3.23
	r	0.15	0.24	0.30
st. 4 馬 渡 橋	S	32	24	23
	N	783	893	590
	DI	3.77	3.06	2.81
	r	0.24	0.51	0.39
st. 5 鮎 津 橋	S	40	32	22
	N	1,026	1,678	333
	DI	3.82	3.44	3.03
	r	0.29	0.32	0.33
調 査 回 数		3 回	4 回	2 回

註 S=出現種類数(延べ) N=出現個体数(延べ)
DI=多様性指数 r=冗長度

表-12 平均出現種類数から見た季節ごとの多様性指数

		4・5月	7・8月	12・1月	総平均
st. 1 塩 水 橋	S	19.33	14.25	21.0	18.19
	N	234.33	156.0	366.5	252.28
	DI	3.15	2.77	3.11	3.01
	r	0.26	0.27	0.30	0.28
st. 2 大 輪	S	15.33	14.0	17.0	15.44
	N	184.0	229.0	101.0	171.33
	DI	2.56	2.67	2.84	2.69
	r	0.39	0.37	0.32	0.36
st. 3 落 合 橋	S	20.33	16.33	17.0	17.89
	N	334.33	218.0	321.5	291.28
	DI	3.29	2.84	2.91	3.01
	r	0.24	0.30	0.30	0.28
st. 4 馬 渡 橋	S	16.67	15.67	16.0	16.11
	N	261.0	297.67	295.0	284.56
	DI	2.69	2.78	2.59	2.69
	r	0.36	0.3	0.37	0.34
st. 5 鮎 津 橋	S	24.0	16.5	14.5	18.33
	N	342.0	419.5	166.5	309.33
	DI	2.88	2.96	2.65	2.83
	r	0.40	0.27	0.32	0.33
季 平 均	S	19.13	15.35	17.10	17.19
	N	271.13	264.03	250.10	261.76
	DI	2.91	2.80	2.82	2.85
	r	0.33	0.30	0.32	0.32

註 S=出現種類数(平均) N=出現個体数(平均)
DI=多様性指数 r=冗長度

表 - 13 調査地点別 k = DI/r 値一覧

調査地点 \ 年月日	1975.7.9	1976.1.14	1976.4.20	1976.7.9	1976.8.19	1976.12.8	1977.4.22	1977.5.18	1977.7.15	TOTAL	平均
st. 1 塩水橋	8.90	7.84	12.07	7.90	9.16	15.04	16.00	9.10	17.26	29.81	11.47
st. 2 大輪堰堤	3.43	7.06	4.48	8.28	9.61	11.43	6.38	9.97	12.38	11.78	8.11
st. 3 落合橋		6.18	11.82	9.79	5.00	17.63	12.96	17.42	20.41	20.05	12.65
st. 4 馬渡橋		8.93	7.44	15.21	5.60	5.66	5.37	10.66	11.27	10.08	8.77
st. 5 鮎津橋	14.14	7.81	7.08	6.76	12.88	8.97	5.56	9.81	12.20	15.37	9.47
平均	8.82	7.56	8.58	9.59	8.45	11.75	9.25	11.39	14.70	17.42	10.01

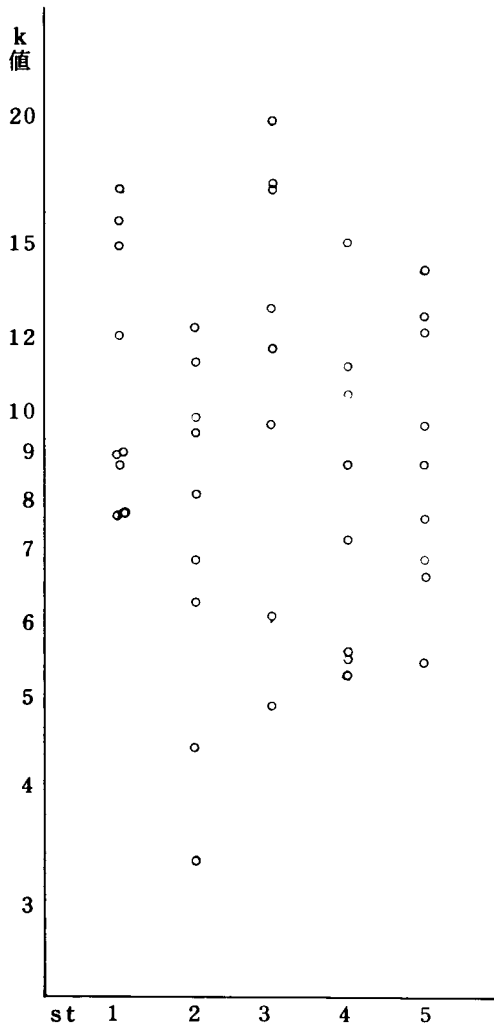


図6 調査地点別のk値分布
(片対数グラフを使用)

いいかえるならば、その地点の環境が安定しているということになる。kは3.43から20.41とかなり広い範囲に広がっているが、調査日別の平均値を見ると1977年の7月が最も高い値で、この頃の河川環境の安定度が高かったことが伺える。又、地点別の平均値では表9とやや異なる結果を示している。すなわち、st. 3の落合橋が12.65と高い値で最も環境が安定している地点で、次いでst. 1塩水橋、st. 4鮎津橋となっており、st. 2の大輪堰堤が最も低い値を示している。なお、この数値はあくまでもそこに生息する底生生物にとっての環境の良否を示すものであって、即、水質の良否を示すものではない。ちなみにk値とBI値の相関を調べた結果では $r = 0.24$ で両者には相関が見られなかった。

8) 地点別結果

st. 1 塩水橋

延べ9回の調査で52種2060個体が採集された。蜉蝣目が16種、襀翅目が13種、毛翅目が13種出現しており、目別現存量では毛翅目が38.3%、襀翅目が30.6%、蜉蝣目が23.8%と他の地点に比べて毛翅目、襀翅目が多く、蜉蝣目が少ない。TOTALの個体数比優占種は*Baetis thermicus*、湿重量比優占種は*Stenopsyche*であるが、この地点は大型の襀翅目が多いため、9回の調査の内、6回までが優占種は襀翅目となっている。biotic index及びBODから求めた水質階級はI～IIで、diversity indexは平均3.01と高い値を示した。

今回、この地点だけに採集された種類としては*Se-ricostomatidae* (ケトビケラ科)の*Micrasema*、*Neoseverinia*、*Dinarthrods*、*Uenoa*、さらに4、5月頃に多出する*Apatania* sp. AA等があげられる。

季節別に分けると4、5月には3回の調査で延べ34種、703個体が採集されている。1回ごとの

平均出現種類数は19.3種で、出現個体数の多いものとしては*Apatania* sp. AA、*Ephemerella trispina*があげられる。7、8月には4回の調査で延べ28種、679個体が採集された。平均出現個体数は14.2種とやや少なくなっている。出現個体数の多いものはBaetidae(コカゲロウ科)の*Baetis thermicus*、*Baetiella japonica*等であった。*Ephemerella* sp. nG、*Epeorus latifolium*、*Kamimuria tibialis*等はこの時期に採集される。12、1月は種類数、個体数とも多く、2回の調査で延べ32種、738個体が採集されている。平均出現種類数は21種で*Baetis thermicus*、*Ephemerella basalis*、*E. nigra*、*E. sp. nay*等の蜉蝣目が全出現個体数の78%を占めている。

st. 2 大 輪 堰 堤

途中で採集地点が変わっているが、延べ9回の調査で54種、1670個体が採集された。蜉蝣目が19種、襁翅目が9種、毛翅目が12種出現している。目別現存量は蜉蝣目が53.6%毛翅目が17.7%となっており、TOTALの個体数比優占種は*Baetis thermicus*、湿重量比優占種は*Ephemerella basalis*であった。biotic index 及びBODから求めた水質階級はI~IIで、diversity index の平均値は2.69であった。

季節別に分けると4、5月には3回の調査で延べ32種、552個体が採集された。一回ごとの平均出現種類数は15.3種で、出現個体数の多いものとしては*Baetis thermicus*、*Ephemerella nigra*などがある。*Ephemerella* sp. nayがこの時期に多出しており、st. 2に特徴的な種となっている。7、8月には4回の調査で延べ31種、916個体が採集された。平均出現種類数は14種とやや少ないが、出現個体数は多くっており、*Baetis thermicus*、*Baetiella japonica*、*Rhithrogena japonica*、*Ephemerella nigra*、*Hydropsyche ulmeri*や*Antocha*などが多出しているが、*Ephemerella basalis*はこの時期には見られない。12、1月には2回の調査で28種202個体が採集された。平均出現種類数は12種と少なかった。*Acarina*が数種出現しているが分類せずにsp. としてある。

st. 3 落 合 橋

8回の調査で51種、2300個体が採集された。蜉蝣目が22種と比較的多く、襁翅目は8種、毛翅目は9種出現している。目別現存量は蜉蝣目が58.5%、毛翅目が16.1%となっており、TOTALの個体数比優占種は*Baetis thermicus*、湿重量比優占種は*Ephemerella trispina*であった。なお、湿重量比の亜優占種は*E. basalis*で*Ephemerella*属がTOTALで41%を占めている。biotic index から求めた水質階級はI、BOD値ではI~IIとなっており、diversity index は平均3.01と高い値を示した。

季節別に分けると4、5月には3回の調査で延べ36種、1003個体が採集された。一回ごとの平均出現種類数は20.3種で、出現個体数の多いものとしては*Ephemerella trispina*や*E. sp. nay*がある。*Ameletus montana*、*Epeorus aesculus*、*E. curvatulus*等もこの時期に出現する。7、8月には3回の調査で28種、654個体が採集された。平均出現種類数は16.3種で出現個体数の多いものとしては*Baetis thermicus*やこの地点だけで採集された*Ecdyonurus tobiironis*がある。この時期に出現するものとしては先の*E. tobiironis*や*Ephemerella* sp. nG、*Epeorus uenoi*等があり、逆に*Ephemerella basalis*や*Alloperla* sp.、*Simulium kawamurae*等はこの時期には出現していない。12、1月には2回の調査で24種、643個体が採集された。平均出現個体数は17種で、出現個体数の多いものは*Baetis thermicus*、*Ephemerella basalis*等で、この時期にみられないのは*Ephemerella trispina*、*Epeorus latifolium*等である。

st. 4 馬 渡 橋

8回の調査で47種、2266個体が採集された。蜉蝣目が18種、襁翅目が9種、毛翅目が9種出現している。目別現存量は蜉蝣目が58.6%、襁翅目15.5%、毛翅目17.5%となっており、TOT

ALの個体数比優占種は*Rhithrogena japonica*、湿重量比優占種は*Ephemerella basalis*であった。
biotic index 及びBODから求めた水質階級はⅠ～Ⅱで、diversity index は2.69であった。

季節別に分けると、4、5月には3回の調査で32種、783個体が採集されている。1回ごとの平均出現種類数は16.6種で、個体数の多いものとしては*Ephemerella basalis*、*Rhithrogena japonica*や、この時期に大量に出現した*Ephemerella rufa*、*E. trispina* 等がある。7、8月には3回の調査で24種、893個体が採集された。平均出現種類数は15.6種で出現個体数の多いものとしては、この時期に多い*Epeorus latifolium*や、*Rhithrogena japonica*、*Baetis thermicus*等がある。*Ephemerella basalis*は、やはりこの時期には出現していない。12、1月には2回の調査で23種590個体が採集された。平均出現種類数は16種で個体数の多いものは*Ephemerella basalis*、*Hydropsyche ulmeri* 等である。

st. 5 鮎 津 橋

今回の調査では最も現存量の多い地点で、9回の調査で52種、3,037個体が採集された。蜉蝣目が20種、襃翅目が7種、毛翅目が7種出現しており、目別現存量は蜉蝣目が53.0%、襃翅目が9.4%、毛翅目が3.24%を占めており、毛翅目の割合が多くなっている。TOTALの個体数比優占種は*Hydropsyche ulmeri*、湿重量比優占種は*Stenopsyche griseipennis* と両者とも毛翅目が占めている。

biotic index から求めた水質階級はⅠ～Ⅱ、BODではⅡとなっており、diversity index は2.83であった。

この地点に特徴的な種類としては*Potamanthus kamoni*、*Ecdyonurus yoshidae* があり、また、耐汚濁性種の*Erpobdella*、*Oligochaeta*、*Asellus* 等も出現している。

季節別に分けると、4、5月には3回の調査で38種、1,026個体が採集された。出現個体数の多かったのは*Ephemerella* sp. nG、*E. nigra*、*E. trispina*、*Chironomidae*、*Tubificidae*等で、この時期だけに出現したのは*E. sp. nG*、*E. trispina*や、数は少ないが*Caenis* sp. CA、*Gibosia* sp.、*Goera japonica* 等である。7、8月には4回の調査で32種、1,678個体が採集された。個体数で多いのは*Hydropsyche ulmeri*、*Epeorus latifolium*、*Baetis thermicus*、*Ephemerella nigra*、*Hydropsychodes brevilineate* 等で、この時期だけに出現したのが*Epeorus uenoi*である。12、1月には2回の調査で22種、333個体が出現している。比較的多数出現したのは*Rhithrogena japonica*、*Ephemerella basalis*、*Chironomidae* 等で、この地点の特徴種である*Potamanthus kamoni*、*Ecdyonurus yoshidae*はこの時期には採集されなかった。

ま と め

- (1) 相模川支川の中津川において、水質及び底生生物の調査を行った。
- (2) 5地点につき8～9回の調査を行い、40科96種、11,333個体の底生生物を採集することができた。
- (3) 各調査点とも底生生物の現存量は多いが造網型係数は低い値となった。これは河川形態が上流域であることに起因する。なお、目別現存量は蜉蝣目が高い占有率を示した。
- (4) BOD及び底生生物のbiotic index から水質階級を求めたところ、各調査点の水質階級はⅠ～Ⅱで、きれい～やや汚染という結果が出た。なお、水質調査の結果では流下に従いやや汚染の傾向が伺えた。
- (5) Brillouin-Margalefの式を使って各調査地点のdiversity index を求めたところ、DI値は2.06～3.47と、いずれの地点も高い値を示した。
- (6) 多様性の二要素を一つの数値で表わすために $k = DI / r$ を求め、これによって各地点の環境の安定度を推定した。

- (1) 津田松苗 (1962) : 水生昆虫学、北隆館
- (2) 津田松苗 (1964) : 汚水生物学、北隆館
- (3) 津田松苗 (1972) : 水質汚濁の生態学、公害対策技術同友会
- (4) 津田松苗ほか (1974) : 生物による水質調査法、山海堂
- (5) 齊藤知一 (1964) : 相模川における水生昆虫の生態学的研究－その3－
- (6) 渡辺 直 (1973) : 多様性指数による生物学的水質判定、用水と廃水15、6
- (7) 森谷清樹 (1976) : 多様性指数による水域環境の生態学的評価、用水と廃水18、6
- (8) 森谷清樹 (1977) : 多様性指数をditで計算するための数表、用水と廃水19、4
- (9) 町田吉彦ほか (1975) : 長崎県内河川の底生動物相(1) 冬期の対馬佐須川と瀬川について、陸
水学雑誌36、4
- (10) 平塚市教育委員会 (1978) : 相模川の魚と漁、平塚市博物館資料Ⅷ11
- (11) 神奈川県農政部水産課 (1970) : 内水面共同漁業権実態調査書
- (12) 作中 宏ほか (1977) : 県下河川の水質及び底生生物相、神奈川県淡水魚増殖試験場報告第14
号
- (13) 木元新作 (1976) : 動物群集研究法Ⅰ－多様性と種類組成－、共立出版株式会社
- (14) 日本生態学会環境問題専門委員会編 (1975) : 環境と生物指標2－水界編－、共立出版株式会社

目、種	調査地点		st. 5 点 津 橋														TOTAL				
	調査年月日		s50. 7. 9		s51. 1. 14		s51. 4. 20		s51. 7. 9		s51. 8. 19		s51. 12. 8		s52. 4. 22		s52. 5. 18		s52. 7. 15		
	出現個体数及び湿重量		n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	n	mg	
Trichoptera																					
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>													1	21						1	21
<i>R. tranquilla</i>																					
<i>R. brevicephala</i>										1	30									1	30
<i>R. niwae</i>																					
<i>R. sp. RE</i>																					
<i>R. sp. RG</i>																					
<i>R. sp. RI</i>																					
<i>R. sp. RJ</i>																					
<i>R. sp. RK</i>																					
<i>R. sp. RL</i>																					
<i>Mystrophora inops</i>								2	76			1	110			5	124	1	1	9	311
<i>Hydroptilidae Gen - sp.</i>																					
<i>Stenopsyche griseipennis</i>		21	7,426					7	7,576			2	7,320	2	12	11,986	8	2,680	91	37,000	
<i>Para - stenopsyche sauteri</i>																					
<i>Polycentropus sp. PB</i>																					
<i>Hydropsychodes brevilineata</i>		98	1,802							35	482	3	85	1	37					137	2,406
<i>Hydropsyche ulmeri</i>		89	2,897	7	455	1	60	88	3,295	101	6,451	12	520	5	1,155	13	184	66	1,960	382	16,977
<i>Apatania sp. AA</i>																					
<i>Goera japonica</i>						10	2,674							1	74	2	708			13	3,456
<i>Microsema quadriloba</i>																					
<i>W. sp. MB</i>																					
<i>Neoseverinia crassicornis</i>																					
<i>Dinarthodes japonica</i>																					
<i>Uenoa tokunagai</i>																					
Coleoptera																					
<i>Deronectes sp.</i>																					
<i>Elmis sp. EE</i>																					
<i>Hydrophilidae Gen - sp.</i>																1	1			1	1
Diptera																					
<i>Parablepharocera shirakii</i>																					
<i>Antocha sp.</i>		3	1,269	1	4	6	430	3	38			2	60	1	6	7	139			23	1,946
<i>Tipula sp.</i>		1	70																	1	70
<i>Eriocera sp. EB</i>								1	40					3	144	1	765	2	52	7	1,001
<i>Simulium kawamurae</i>																					
<i>Chironomidae Gen - sp.</i>		2	7	31	730	115	821			15	25	34	269	34	188	5	48			236	2,088
<i>Culicidae Gen - sp.</i>				13	222	11	80					25	230	4	14	5	20			58	566
<i>Atherix morimotoi</i>																					
<i>A. kodamai</i>																					
TURBELLARIA																					
Triclada																					
<i>Dugesia gonosephala</i>																1	100			1	100
ANNELIDA																					
Pharyngobdellida																					
<i>Eryobdella lineata</i>								2	244	1	235									3	479
<i>E. testacea</i>														1	1,164					1	1,164
<i>E. testacea</i>														1	18			1	153	2	171
Oligochaeta																					
<i>Tubificidae Gen - sp.</i>						103	165					1	20	1	122	16	32			121	339
<i>Lumbriculidae Gen - sp.</i>		6	20	1	21	2	174			2	133									11	348
ARTHROPODA																					
Isopoda																					
<i>Asellus hilgendorfi</i>								1	100			1	60			1	2			3	162
<i>Acarina</i>				1	2															1	2
<i>Sperchon sp.</i>																					
<i>Feltia sp.</i>																					
MOLLUSCA																					
<i>Physa acuta</i>																1	8			1	8
出現種数		16		11		24		16		17		18		24		24		17		52	
出現個体数及び湿重量合計		561	19,023	98	4,878	422	28,064	249	18,070	547	21,550	235	18,929	189	23,591	415	38,125	321	13,190	3,037	185,420