

川の底棲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

(挿図 1~3)

津 田 松 苗

Some problems on the standing crop of benthic communities of
running waters, especially the importance of
net-spinning caddis-worms
By Matsunae TSUDA

われわれはあちこちの河川で底棲動物群集の定量的調査を行ってきたが、いま、それらの仕事を通じて得た資料を基にして、(i) その現存量の多少の問題、(ii) 優占種、(iii) 優占生活型、(iv) 造網型昆虫の占める率——造網型係数、(v) 第1次消費者、第2次消費者の占める率、特にその後者、即ち第2次消費者係数、などの問題について考えるとこゝろを述べたいと思う。

1. データ

まず現在までの資料により論議に必要なデータを作り、表1(後附)に示した。このうちサンプルの No. 1~14 は文献の津田、御勢、森岡(1953)より、No. 15~21 は津田、御勢(1954)より、No. 22~27 は津田(1956)より、No. 28~35 は牧野(1953)より、No. 36~42 は森岡(1956)より、No. 43~57 は井上ほか(1955)(ただし、その同定は著者)より、No. 58~64 は津田、渡辺(1958)より、No. 65~80 は津田(未発表)より、それぞれ資料を得て調製したものである。

2. 1クワドラートあたりの現存量

1クワドラート¹⁾当りの現存量の多い方では 20 gr~30 gr 程度の場合があるが、これは特別に多い場合であつて、普通は 5 gr 以上であれば、かなり多い方といわねばならぬ。一つの station の採集では一般に洸よりも平瀬が多く、平瀬よりも早瀬が多い。また砂底

1) 川底動物の定量的調査には、私共は $50\text{ cm} \times 50\text{ cm} = 0.25\text{ m}^2$ の金属製方型枠(SURBER net sampler の約 2.4 倍の面積にあたる)を使用し、これを川底に置き、その面積内の石礫、砂泥を(奈良式チリ取り形捕虫網に)とり上げ、その石礫に附着し或は砂中に埋没する動物を全部とり集めるのである。一つの station において通常 2~3 回これを行うことにしているが、時間に制約されて1回だけに終ることもあつた。因みに1つのクワドラートサンプルをとりあげるのに、3人がかりで、30分より1時間位かかる。

現存量の多少を階級分けするならば、次のようにするのが便利であると思われる。

階級 I (1 gr 以下)

階級 II (1~2 gr)

階級 III (2~3 gr)

階級 IV (3~5 gr)

階級 V (5 gr 以上)

3. 優占種, 第1優占種, 第2優占種

重さについて最大量を示す種類を第1優占種と名付け, その次の種類を第2優占種と名付けた。表1にその両者を示してある。

一般に早瀬, 平瀬では *Stenopsychidae* (ヒゲナガカワトビケラ科) が第1優占種である場合が多いことに注意したい。特に現存量の多いクワドラートサンプルでは然りである(吉野川ほか)。しかし月カ瀬などのように *Hydropsychidae* (シマトビケラ科) の優占的な場合もかなりある。特殊な場合であるが, 発電所導水隧道などは *Hydropsyche* 属が圧倒的優占の場所である。反対に, 洄や緩流の砂底等では別のものが優占種となる。

4. 優 占 生 活 型

底棲動物を生活型にわけて, 匍匐型, 造網型, 携巢型, 掘潜型, 游泳型などとしているが(津田ら, 1953), このうちどの生活型が優占的であるか, つまり優占生活型が何であるかを考えてみよう。

第一に現存量の多い場合には例外なく造網型昆虫が圧倒的優占者であることに気附くのである。反対に現存量の少ない場合には優占生活型は種々様々であつて, 造網型の場合もあり, 携巢型の場合もあり, 匍匐型の場合もある²⁾。

5. 造 網 型 係 数

いま, 特に造網型昆虫をとりあげ, 全底棲動物に対する比率を百分率で出したものを計算する。これを簡単のため造網型係数と名づけよう。そして各クワドラートサンプルにおける現存量を横軸にとり, この造網型係数を縦軸にとつて, 各サンプルをプロットすると図1のようになる。この図から次の結論が出てくる。

(a) 0.25 m^2 あたりの現存量が 5 gr 以上の場合(即ち階級 V)は, 特別の例外を除き, 造網型係数が 80 以上になっている。

(b) 上の例外の場合というのは, 図で2点(2例)があるが, いずれも大形のヘビトンボ幼虫がサンプル中に混つておった場合である。ヘビトンボ幼虫は瀬の水棲昆虫のうちでよりも石礫底の方が多い。

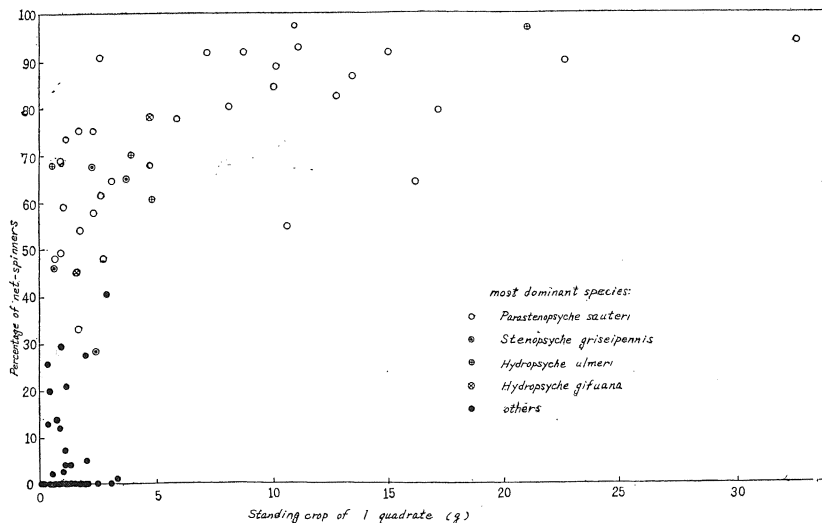


Fig. 1

は最も大形で、且つ他の昆虫を食う肉食者である。従つて個体数は少く、また分散しているのが普通であるが、これが偶然数個体も同時に一つのクワドラートに入つてくると、上の例のようなことになる。

(c) 造網型係数の極く低いものは例外なく現存量が少い²⁾。ただし、その逆は必ずしも真ではない。即ち、

(d) 現存量 5 gr 以下の場合には造網型係数は種々である。係数の大きいものもあり、小さいものもある。

これを要するに、特別のものを除けば、点の分布は図 2 に示された帯状区域のなかにあることになる。そして現存量がすこぶる大きい場合、その原因は造網型昆虫の量が大ききことにあることを注意したい。

6. 第 2 次消費者係数

川の水棲昆虫の食性をみるに、珪藻その他の藻類及び落葉等の植物質を主として摂食するものと、他の水棲昆虫を捕食するものとの二つに分けることができる。即ち第 1 次消費者と第 2 次消費者とである。もちろん前者に属する種類が多い。

2) 造網型係数 0、或は極めて小さい場合の実態は如何。多くは淵、あるいは岸辺の水流が緩くなり、底は砂底または泥底であるところがこれに該当する。現存量は少いのであるが、もし底がかなりの期間安定し、そして落葉、枯枝などがたまつてくると、水棲昆虫が相当の量（1 クワドラートあたり 2 gr~4 gr まで）になることがある（殊に携巢型のトビケラが多くなる）。

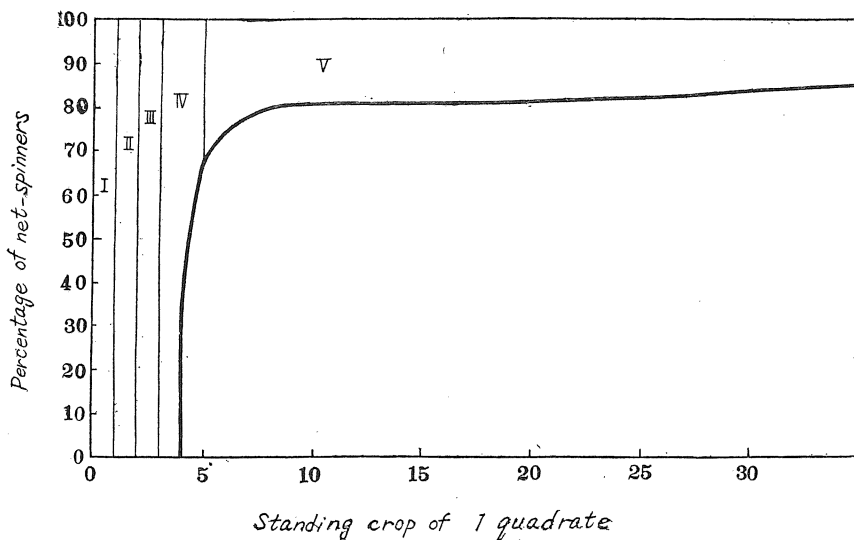


Fig. 2

いま大体の食性によつて各サンプルにおける第1次消費者と第2次消費者についてそれぞれの重さの合計をだした(表1)。そして第2次消費者の占める百分率をだす。その数字を簡単に第2次消費者係数と名づける。次に現存量との関係を知るために現存量を横軸に、第2次消費者係数を縦軸にとつて、各サンプルをプロットすると図2のようになる。

これによつてみると、現存量 5 gr 以上の場合においては特別の少数の例外を除き第2次消費者係数は概ね 20 以下であることが分る。

次に現存量 5 gr 以下の場合では、点は散らばつているが大多数は 40 以下である。即ち 20 % 以下が 33 例、20~30 % が 7 例、30~40 % が 7 例、40~50 % が 5 例、50 % 以上が 9 例である³⁾。つまり 20 % 以下の例が 5 割 4 分を占める。また 40 % 以下の例は 7 割 7 分を占めることになる。

なお、ここに問題にした第1次消費者、第2次消費者の数字は水棲昆虫だけについていたもので、この他に、例えば、魚類にも第1次消費者(アユの如き)、第2次消費者(ギギ、アカザ、ヨシノボリ、アマゴの如き)があつて、実際はこれらを含めて、第1次、第2次消費者の間に、ある釣合が保たれることになるのであつて、水棲昆虫だけで両者間の

3) 第2次消費者係数が余り大きい場合、即ちクワドラート内の第2次消費者が大きいパーセンテージを占めている場合、それはそのクワドラート1個がその場所の群集構成を正しくあらわすには不充分なることを一面において物語るものである。こういう所ほど(つまり昆虫の貧弱な所ほど)クワドラートの数を多く(或はクワドラートの単位面積を大きく)とらねばならない。

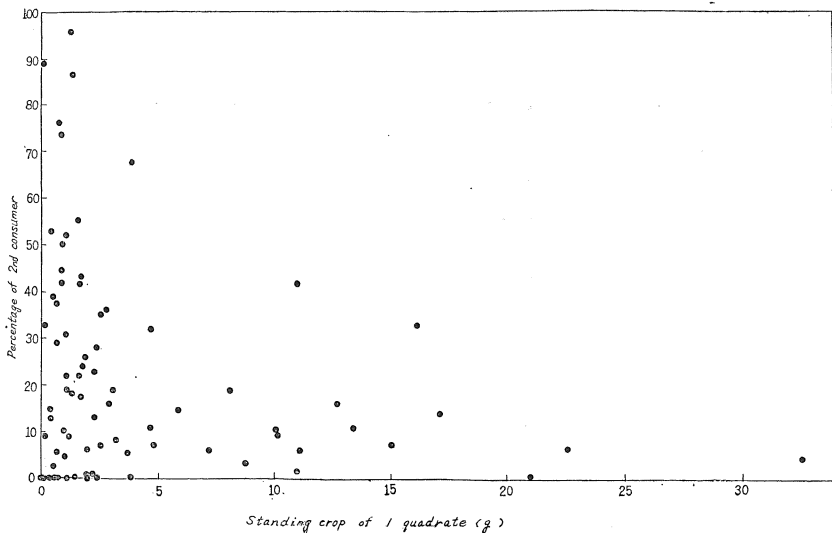


Fig. 3

関係を考えるのは不完全であることは言をまたない。それにもかかわらず、いま上掲の図 2 にみるように、かなり多量に昆虫のいる所では、1つのクワドラート内において、第 2 次消費者百分率は 20 以下というような、ある規準的なものが見られることに大きい興味が感ぜられるのである。

7. アメリカ等との比較

以上のことから、わが国の川（大河川的なところは別であるが）の底棲動物で、量の問題を論ずるとき、造網型昆虫が如何に重要であるかがよく諒解されるわけである。特に量の多い川では *Stenopsychidae*⁴⁾ が重要な位置を占めている——言を換えれば、*Stenopsychidae* の豊富な存在のために昆虫全重量が多いという——ことが分る。

ところがヨーロッパやアメリカには *Stenopsychidae* は棲んでいない (*Hydropsychidae* はいる)。この点で日本の川と、欧州あるいはアメリカの川の生活型構成に相当な差がでてくるように思う。例えば NEEDHAM の “Trout Streams” などを見ると (1927 年の採集データによれば)、瀬の底棲動物の 36.9% がカゲロウ、21.3% がトビケラ、14.7% がカワゲラ（その他略）というような比率を占めていて、トビケラの占める比率は日本の場合ほど高くはない。また、MUTTKOWSKI や USINGER の仕事をみても（これらは個体数のデ

4) 日本産の *Stenopsychidae* は *Stenopsyche griseipennis* (ヒゲナガカワトビケラ) と *Parastenopsyche sauteri* (チャバネヒゲナガカワトビケラ) とである。

ータで重量のデータではないが), 大体同様のことが感ぜられる。

このことはわが国の川の底棲群集と、欧米のそれとの最大の相異点であろうと考える⁵⁾。また想像を進めると、*Stenopsychidae* のいない欧米の川と、*Stenopsychide* のいる日本の川との、しかも同じ程度の環境条件を備えた場所同志を比ぶれば、恐らく日本の川の方が量的に(重量的に)優るのではないと思われる。

造網型トビケラのうち *Hydropsychidae* (及び *Polycentropidae*, *Philopotamidae* も——ただしこの2科は量的には問題にならぬ)は、石の面上に網を張るが、これに対して *Stenopsychidae* は石面上にも張るが、石と石との間(あるいは石と礫との間、もしくは礫と礫との間)にも張る。この他の造網型昆虫には利用されぬ「石礫と石礫との間」という *niche* を利用できるのは *Stenopsychidae* である。しかもこの *niche* は空間的に大きい。したがつてある地域内に *Stenopsychidae* が産するか産しないかということは、この *niche* が利用されるか、遊ぶかということになるのであつて、そのいずれかによつて全昆虫量に相当の差異のできる可能性があるわけである。欧米の川では恐らくこの *niche* が遊んでいるのではないと思われる。

もしこの想像が正しいとすれば、欧米の河川に *Stenopsychidae* を移殖することによつて、その川の昆虫の生産を高めるというようなことも可能になると考えられるのである。

文 献

- (1) 井上喜平治, 正田周介, 渡辺泰輔: 昭和27年度兵庫県水産試験場事業報告, 126~145 (1955).
- (2) 牧野美喜子: 奈良女子大生物学会誌, 3, 38~43 (1953).
- (3) 森岡昭雄: 関西自然科学研究会誌, 9, 15~18 (1956).
- (4) 津田松苗: 日本生態学会誌, 9, 76~79 (1956).
- (5) 津田松苗, 御勢久右衛門, 森岡昭雄: 奈良県総合文化調査書 吉野川流域 龍門地区, (1953).
- (6) 津田松苗, 御勢久右衛門: 奈良県総合文化調査書 吉野川流域, (1954).
- (7) 津田松苗, 渡辺仁治: 日本生態学会誌, 8, 43~49, (1958).
- (8) 津田松苗: 上由良川の水棲昆虫調査報告 (未発表).
- (9) NEEDHAM, J. G. and P. NEEDHAM: Trout Streams. Ithaca, N. Y., 1938. n

5) 日本でも例外的なところはある。私共の研究室の四宮郁子氏が1958年4月に屋久島の多くの渓流を相当に詳しく定量的に調べたが、ここでは *Stenopsychidae* を全然発見せず、優占者は匍匐型のカグロウであつた。

S U M M A R Y

Some problems on the standing crop of Japanese streams are discussed.

(1) Except the extreme examples, which may have the weight of 20 gr to 30 gr, the quadrate (50 cm×50 cm) samples of more than 5 gr in weight show very rich fauna.

(2) In general the standing crop of "Hayase"-rapids is more than that of "Hirase"-rapids, and the standing crop of rapids is more than that of pools.

(3) Among the life forms, such as crawling form, net-spinning form, case-bearing form, swimming form, etc. (Tsuda et al., 1953), the net-spinning form is, with a few exceptions, the dominant life form, when the samples are of more than 5 gr.

(4) When the weight of quadrate samples is more than 5 gr, the rate of net-spinners to the total benthic animals (net-spinner's percentage, or net-spinner's coefficient) is, with only a few exceptions, more than 80 %. And, when the weight of quadrate samples is less than 5 gr, the net-spinner's percentage is diverse.

(5) When the weight of quadrate samples is more than 5 gr, the rate of the second consumers to the total benthic animals (second consumer's percentage, or second consumer's coefficient) is usually less than 20%. And, when the weight of samples is less than 5 gr, the second consumer's percentage is diverse, though less than 40% in most cases.

(6) As for the insect production of Japanese streams, the net-spinners, especially the Stenopsychid-larvae, appear to play a very important role.

(著者 : 津田松苗, 奈良女子大学理学部動物学教室 ; Matsunae TSUDA, Zoological Institute, Nara Women's University, Nara City).

Table 1 Data of quadrate samples¹⁾(M. TSUDA)

Station and Sample			Number of individuals	Weight (mg)	Most dominant species	Next dominant species	Weight of net-spinners	Net-spinners coefficient	A ; weight of 1st consumers	B ;weight of 2nd consumers	2nd consumers coefficient B/(A+B)
1.	志賀川, 滝畑上 (石 礫 底)		627	914	Uenoa tokunagai (T.c)	Acroneuria sp. (P)	108	11.8	505	409	44.7
2.	志賀川, 滝畑下 (砂 底)	No. 1	59	413	Davidius nanus (O)	Ephemera japonica (E)	0	0	195	218	52.8
3.	同 上	No. 2	101	1,369	Tipula sp. (D)	Davidius nanus (O)	0	0	186	1,183	86.4
4.	津風呂川, 津風呂 (石 礫 底)	No. 1	171	8,705	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Hydropsyche sp. (T.n)	8,029	92.2	8,423	282	3.2
5.	同 上	No. 2	54	1,050	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Aphelochirus vittatus (H)	620	59.0	734	316	30.1
6.	吉野川, 河原屋 (石礫底) 10月	No. 1	347	11,164	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Hydropsyche sp. (T.n)	10,428	93.4	10,472	692	6.2
7.	同 上	No. 2	340	12,740	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Gomphus sp. (O)	10,584	83.1	10,712	2,028	16.0
8.	吉野川, 檜井 (石 礫 底)	No. 1	66	8,110	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Acroneuria sp. (P)	6,547	80.7	6,588	1,522	18.8
9.	同 上	No. 2	172	15,085	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Acroneuria sp. (P)	13,904	92.2	13,988	1,097	7.3
10.	吉野川, 河原屋 (石礫底) 8月	No. 1	248	22,678	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Stenopsyche griseipennis (T.n)	20,545	40.6	21,145	1,533	6.8
11.	同 上	No. 2	312	17,209	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Stenopsyche griseipennis (T.n)	13,776	80.1	14,834	2,375	13.8
12.	吉野川, 妹山下 (石 礫 底)	No. 1	29	2,598	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Stenopsyche griseipennis (T.n)	2,357	90.7	2,411	182	7.2
13.	同 上	No. 2	69	7,186	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Stenopsyche griseipennis (T.n)	6,618	92.1	6,740	446	6.2
14.	吉野川, 河原屋 (砂 底) 10月		42	206	Gumaga okinawaensis (T.c)*	Dinarthrodes japonica (T.c)	0	0	187	19	9.2
15.	吉野川, 川上一中前 (石 礫 底)	No. 1	95	1,735	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Oyamia seminigra (P)	1,307	75.3	1,429	306	17.6
16.	同 上	No. 2	80	2,760	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Acroneuria stigmatica (P)	1,328	48.1	1,766	994	36.0
17.	同 上	No. 3	42	2,657	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Acroneuria stigmatica (P)	1,634	61.5	1,735	922	34.7
18.	高見川, 小栗栖 (石 礫 底)	No. 1	142	10,573	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Protohermes grandis (N)	5,797	54.8	6,145	4,428	41.9
19.	同 上	No. 2	137	10,106	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Stenopsyche griseipennis (T.n)	9,039	89.4	9,157	949	9.4
20.	吉野川, 越部 (石 礫 底)	No. 1	204	32,726	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Stenopsyche griseipennis (T.n)	31,093	95.0	31,241	1,485	4.6
21.	同 上	No. 2	136	13,458	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Stenopsyche griseipennis (T.n)	11,684	86.8	11,909	1,549	11.5
22.	弓手原川 (石 礫 底)	No. 1	171	3,729	Stenopsyche griseipennis (T.n)	Epeorus latifolium (E)	2,426	65.1	3,533	196	5.3
23.	同 上	No. 2	91	2,430	Stenopsyche griseipennis (T.n)	Epeorus curvatulus (E)	679	27.9	1,750	680	28.0
24.	同 上	No. 3	68	2,246	Stenopsyche griseipennis (T.n)	Epeorus curvatulus (E)	1,507	67.1	2,244	2	0.1
25.	弓手原川 (砂 底)	No. 1	36	1,944	Stenophylax koizumii (T.c)	Davidius nanus (O)	0	0	1,433	511	26.3
26.	同 上	No. 2	26	1,727	Stenophylax koizumii (T.c)	Davidius nanus (O)	0	0	995	732	42.4
27.	同 上	No. 3	14	697	Davidius nanus (O)	Ephemera japonica (E)	0	0	435	262	37.6
28.	春日山能登川		22	897	Tipula sp. (D)	Psilotreta kisoensis (T.c)	0	0	239	658	73.4
29.	同 上		51	3,092	Tipula sp. (D)	Psilotreta kisoensis (T.c)	0	0	944	2,148	67.7
30.	同 上		77	1,345	Psilotreta kisoensis (T.c)	Eriocera sp. (D)	52	3.9	1,101	244	18.0
31.	同 上		32	386	Psilotreta kisoensis (T.c)	Hydropsyche sp. (T.n)	99	25.6	386	0	0
32.	守山, 湧泉	No. 1	239	1,496	Chironomus sp. (D)	Rhabdoceras japonicum (T.c)	0	0	1,496	0	0
33.	同 上	No. 2	595	2,476	Rhabdoceras japonicum (T.c)	Ephemera strigata (E)	0	0	2,476	0	0
34.	同 上	No. 3	139	767	Rhabdoceras japonicum (T.c)	Chironomus sp. (D)	0	0	767	0	0
35.	同 上	No. 4	26	667	Ephemera strigata (E)	Rhabdoceras japonicum (T.c)	0	0	667	0	0
36.	笠間川, 吐山 (石 礫 底)	No. 1	63	600	Hydropsyche sp. (T.n)	Goera japonica (T.c)	408	68.0	584	16	2.7
37.	同 上	No. 2	76	1,153	Apatania sp. (T.c)	Hydropsyche sp. (T.n)	281	24.4	898	255	22.1
38.	笠間川, 染田 (石 礫 底)	No. 1	34	399	Choroterpes trifurcata (E)	Gumaga okinawaensis (T.c)	51	12.8	340	59	14.8
39.	同 上	No. 2	40	540	Gomphus sp. (O)	Ecdyonurus yoshidae (E)	11	2.0	330	210	38.9
40.	同 上	No. 3	50	1,005	Isonychia japonica (E)	Gumaga okinawaensis (T.c)	26	2.6	959	46	4.8
41.	笠間川, 岩屋 (石 礫 底)	No. 1	103	1,809	Goera japonica (T.c)	Gomphus sp. (O)	4	0.2	1,376	433	23.9
42.	同 上	No. 2	37	1,193	Apatania sp. (T.c)	Ecdyonurus yoshidae (E)	0	0	1,189	4	0.3
43.	猪名川, 東川		393	4,700	Hydropsyche gifuana (T.n)	Hydropsyche ulmeri (T.n)	3,686	78.4	4,172	528	11.2
44.	猪名川, 西川		268	3,327	Gumaga okinawaensis (T.c)	Mataeopsephenus japonicus (C)	35	1.1	3,063	264	7.9
45.	猪名川, 一庫		109	3,085	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Hydropsyche ulmeri (T.n)	1,987	64.4	2,388	597	19.3
46.	猪名川, 多田院前		74	2,023	Mataeopsephenus japonicus (C)	Parastenopsyche sauteri (T.n)	559	27.6	2,015	8	0.4
47.	猪名川, 石橋下 (石道)		36	697	Stenopsyche griseipennis (T.n)	Atherix sp. (D)	322	46.2	493	204	29.3
48.	藻川 (猪名川) 猪名寺		399	1,099	Hirudo nipponica (Hr)	Ecdyonurus yoshidae (E)	0	0	529	570	51.9
49.	藻川 (猪名川) 阪急園田		243	1,988	Mataeopsephenus japonicus (C)	Ecdyonurus yoshidae (E)	0	0	1,868	120	6.0
50.	武庫川, 栃木化学上流		210	2,894	Mataeopsephenus japonicus (C)	Parastenopsyche sauteri (T.n)	1,173	40.5	2,431	463	16.0
51.	武庫川, 栃木化学鉄橋下流		13	118	Mataeopsephenus japonicus (C)	Parastenopsyche sauteri (T.n)	0	0	118	0	0
52.	武庫川, 波豆川合流点		5	62	Acroneuria sp. (P)	Mataeopsephenus japonicus (C)	0	0	7	55	88.7
53.	明石川		255	2,022	Asellus nipponensis (Cr)	Dugesia gonocephala (Pl)	100	4.9	2,017	5	0.2
54.	市川香呂		147	1,620	Hydropsyche gifuana (T.n)	Acroneuria sp. (P)	727	44.9	1,263	357	22.0
55.	市川仁豊野		37	141	Ecdyonurus yoshidae (E)	Antocha sp. (D)	0	0	96	46	32.6
56.	夢前川 (増水時)		162	1,104	Mataeopsephenus japonicus (C)	Goera japonica (T.c)	44	4.0	896	208	18.8
57.	千種川		277	16,158	Parastenopsyche sauteri (T.n)	Protohermes grandis (N)	10,431	64.6	10,756	5,402	33.4
58.	月ヶ瀬, 五月川	No. 1	155	2,844	Hydropsyche ulmeri (T.n)	Mataeopsephenus japonicus (C)	2,770	78.8	2,844	0	0