

PRIVATE LIBRARY
OF WILLIAM L. PETERS

Dr. W. L. Peters

*with the compliments
of the author*

養老川，小櫃川および夷隅川
(千葉県) の水生昆虫群集¹⁾

田 中 光

淡水区水産研究所研究報告

第 21 卷 第 1 号 別 刷

昭和 46 年 9 月 発行

Reprinted from:

Bulletin of Freshwater Fisheries Research Laboratory

Vol. 21 No. 1

1 9 7 1

養老川，小櫃川および夷隅川 (千葉県) の水生昆虫群集¹⁾

田 中 光

Aquatic insect communities in the rivers of the Yōrō, Obitsu,
and Isumi, Chiba Prefecture, Japan

Hikaru TANAKA

Synopsis

In November 1968 the author selected 23 stations along the three rivers mentioned above that flowed through sandstone areas and investigated aquatic insect communities found therein.

The geographic and topographical features of the three rivers were as shown in Figs. 1 and 2 and in Plates 1 to 3, while the result of water quality observed was as shown in Appendix 1. The topographical features were very similar, being quite singular for Japanese rivers. For instance, flat-bed type sandstone bottoms ran across them at the upper streams, and the riffles with gravel and stone sedimentation and deep, long pools, sometimes several hundred meters long, alternated like chains, as shown in Plate 1. The midstreams were generally narrow and deep and the flows were comparatively fast. The substrata consisted mostly of sand and riffles with gravel and stone sedimentations were rarely observed, as shown in Plate 2.

All three rivers were easily subject to rise in water levels and muddiness. Bamboo bushes grew in abundance along the banks, and those close to the water's edge protruded over the river and were partially submerged and washed by the streams together with entwined dead leaves (subsequent to plate 4 these are called 'partially submerged bamboo'). Such partially submerged bamboo bushes were found in large numbers along the midstreams.

Collection of insects was undertaken on the stony bed riffles and in the partially submerged bamboo bushes on the banks in the following manner (Table 1). Stony bed: Using a Surber type bottom sampler made of bolting cloth of 31 meshes/inch with metal frame area of $25 \times 25 \text{ cm}^2$ and bagent length of 50 cm, insects were collected four times at each station. Partially submerged bamboo: Partially submerged bamboo bushes of similar size were selected at two places by station along the three rivers, and these were shaken hard to detach the aquatic insects, which were collected with a sieve of 0.5 mm meshes (Plate 5).

The results were as show in Tables 2--8 and Appendices 2 and 3. The results summarized gave the following.

1. During this investigation, 50 species of insects and 9 species of other invertebrate animals were collected at the Yōrō River. At the Obitsu River, 40 species of insects and 3 species of other invertebrate animals were collected. Finally, 34 species of insects and 8 species of other invertebrate animals were collected at the Isumi River (Tables 2--4). Of the insects, as many as 25 species

1) 淡水区水産研究所 業績 第288号

were found in all three rivers. In all three rivers, free-swimming mayflies, such as *Isonychia japonica*, *Baetis* sp. (1) (Plate 6) and *Baetis* sp. (2) showed predominant tendency, while the subsistence density of net-spinning caddis-flies was extremely low (Tables 5, 6).

2. In the case of majority of insects, practically no habitat preference was evident between the stony bed and the partially submerged bamboo despite marked apparent differences in environmental conditions (Table 7). Along the midstreams of these three rivers with predominantly sandy bottoms, the partially submerged bamboo bushes along the banks may be considered to have corresponded to gravel and stones of upper streams, constituting the principal reproduction bed.

3. At St. 4 of the Ohara River, a tributary of the Obitsu River, into which drains of the gravel pits flow, at St. 7—9 of the Isumi River into which waste water of a chemical factory, which produces iodine from brine, flows, and at St. 10 of the Ochiai River, a tributary of the Isumi River, into which effluent of a night-soil treating plant flows, decrease in the number of insect species was particularly conspicuous, and the constitution of the dominant species proved peculiar. *Baetis* sp. (1) and (2) appear to be comparatively resistive against pollution by inorganic suspended matter (Tables 5, 6).

4. The object aquatic areas were divided into four degrees, A—D, of pollution on the basis of the number of species of insect communities at the stony bottom and the partially submerged bamboo (Table 8). The assessment of water pollution of the sandy bed rivers attempted in this report on the basis of the insect communities found in the partially submerged bamboo bushes is likely to be added in future as one of the biological assessment methods of water pollution.

は し が き

筆者は千葉県庁より生物学的水質判定調査の依頼を受け、1968年秋に標記3河川の水生昆虫相と魚相を調査し、その結果の概要はすでに報告を行なった(田中・古田, 1970)。ここでは、このうちの水生昆虫の調査結果をさらに詳細に報告したい。

これらの3河川は砂岩地帯を流れるため、我国の河川のうちでは特異な景観を呈し、生物相についてはほとんど未調査である。水生昆虫の採集は、流水性昆虫のおもなすみ場と目される石礫底の瀬のほか、これらの河川に特有の川岸の水浸竹でも行なった。本報では、まず水生昆虫相を概観して他河川との相異などを明らかにするとともに、石礫底と水浸竹の間における水生昆虫のすみ場選択の問題、および水浸竹の河川生態学的意義についてふれ、また水質汚濁地点の水生昆虫群集の特長をのべ、これら3河川の今後の水質汚濁防止対策に資するために水生昆虫の出現種数をもとに対象水域の水質階級の区分を試みた。

本報を草するにあたり、調査実施にあたって種々の御配慮をいただき、また調査の一部を分担して下さった阿部見公害課長ほか千葉県衛生部公害課の諸氏、および終始この調査に協力された本研究所の古田能久技官と元本研究所員の平林秀則氏、並びに一部の昆虫の同定について御教授を賜わった奈良県五条高校の御勢久右衛門氏に心から感謝の意を表する。なお、本研究は千葉県受託費によって行なわれた。

河川の概要と調査方法

1. 河川の概要

地理：房総半島の水系は、清澄山からその西方に走る山嶺により南北に2分されている。養老川、小櫃川および夷隅川はいずれもこの北斜面を流れ、養老川と小櫃川は西に別れて東京湾に注ぎ、夷隅川は東流して太平洋に注ぐ(第1図)。幹川の流路は養老川が約75km、小櫃川が約80km、夷隅川が約70kmで、源頭

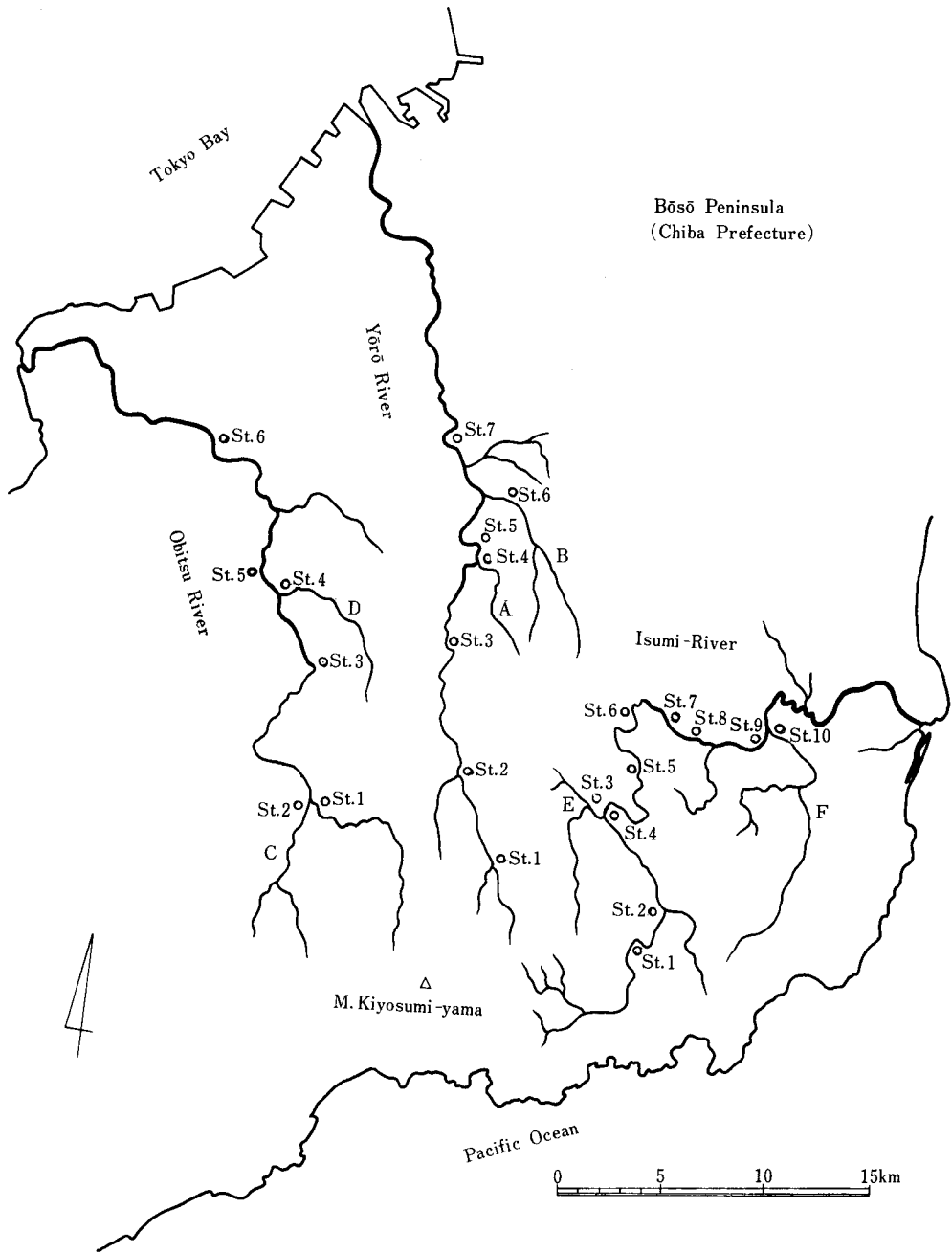


Fig. 1. Map of the investigated area, also showing the collecting stations. A—F indicate tributaries; A...Koshikiya River, B...Heizō River, C...Sasa River, D...Ohara River, E...Nishihata River, F...Ochiai River.

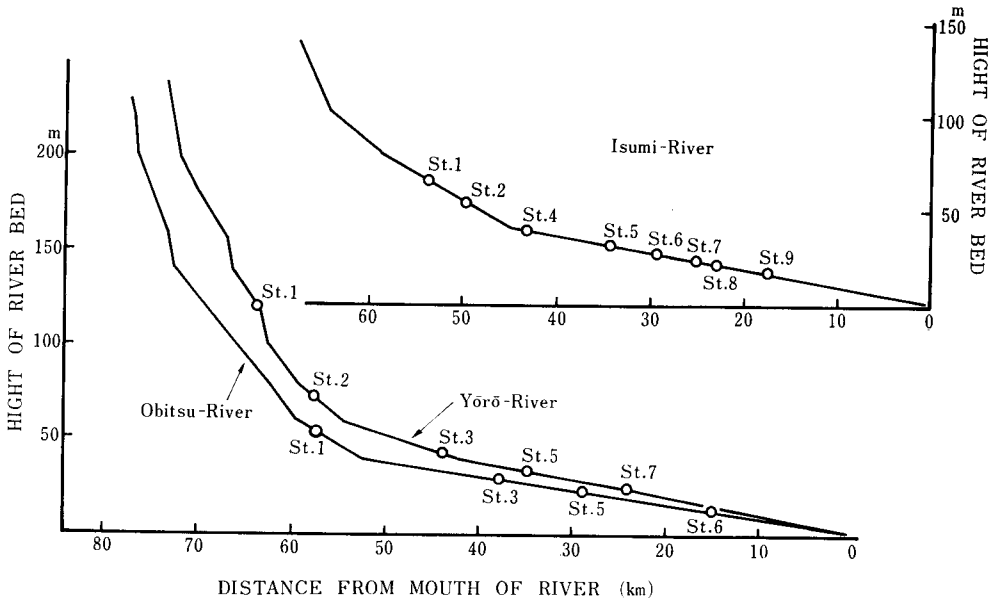


Fig. 2. Profiles of main streams.

の河面標高はおおの約 240 m, 約 230 m, および約 140 m (第2図), 流域面積は養老川が 246 km², 小櫃川が 273 km², 夷隅川が 299 km² である (千葉県河川・港湾図)。

地質・河川景観：これらの3河川はいずれも関東造盆地域に属し、流域の岩質は一般にもろい砂岩である。河川景観は3河川とも非常によく似ており、我国の通常の河川とはかなり異なっている。すなわち、上流部(山間部)は一般に谷が深い。砂岩の岩盤が平盤状に流路を横切り、その上面の侵蝕溝などにもろい砂岩質の玉石が沈積した水深の浅い急流部と、水深がごく深い長大な緩流部(時にはその延長が数100 mにもおよぶ)とが、交互に連なっている(図版1)。また中流部(平地部)は、一般に川が農地をえぐって流れ、農地一河面の落差は数 m から時には 10 m 近くにもおよび、川岸は急傾斜している。一般には水面巾が狭く、水深はかなり深く、流れは比較的早い。ごく稀には石礫の沈積した平瀬(下層は砂のため、地盤はごくゆるい)もみられるが、ここ以外はすべて砂底となっている(図版2)。なお下流への移行部は概して沿川の農地と河面の落差が減じ、川岸の傾斜はゆるい。水面幅の広い砂底の緩流で、岸には砂の河原が広く形成されている(図版3)。

各河川とも川岸の斜面には竹の着生が多く、水際の竹(枯れたものが多い)の多くは河面に張出してその程や枝葉や根が一部水に没し、時にはこの流木が川底に突きささり、これらには枯葉などもからまって流れに洗われていた(図版4、以後これらを水浸竹と呼ぶ)。かかる水浸竹はとくに中流部に多くみうけられた。

養老川 幹川の St. 1—3 は山間部で、St. 1 の直下には数10 m の滝(養老滝)がある。この直上部の St. 1 付近は谷が浅く、流れも一般にゆるい¹⁾。一方この滝より下流は谷が深く、St. 2・3 とともに典型的な上流の景観を呈している。川はその後山間を抜け、幹川の St. 5—7 は典型的な中流の景観を呈する。なお中流部に合流する古敷谷川と平蔵川のうち、古敷谷川はごく細流で、St. 4 付近は流れがゆるい。一方平蔵川は流量がかなり豊富で、St. 6 付近は上流の景観を呈している。

小櫃川 幹川の St. 1 付近、および大きい支流で同地点の直下に合流する笹川の St. 2 付近は典型的な

1) 調査当時、ここにはイモリが多数生息していた。

上流の景観を呈する。その下流の St. 3 は上流-中流の移行部で、谷はかなり深いが河床形態は中流のそれに近い。川はその後間もなく山間を抜け、幹川の St. 5 付近、および細流で同地点のやや上手に流入する御腹川の St. 4 付近は、典型的な中流の景観を呈する。なお、調査区下限の St. 6（幹川）付近は下流への移行型を示している。

夷隅川 幹川の St. 1—2 は前記 2 河川の上流とは異なって谷が浅く、沿川には農地が広がり、村落も散在している。流量は少なく、St. 2 付近の景観は中流のそれに近い。一方、このやや下流側で合流する西畑川は流量が豊富で、St. 3 付近は典型的な上流の景観を呈する。また幹川の St. 4—5 も景観は St. 3 に近いが、St. 5 の周辺は谷がやや開け、沿川には農地もみられる。川は St. 6 付近で山間を抜け、ここから St. 8 の幹川区間は典型的な中流の景観を呈する。なお、その後は川が丘陵をぬって流れるため、幹川の St. 9 付近は上流に近い景観を呈し、河床は岩盤となっている。また St. 9 のやや下手で合流する落合川は小河川で、St. 10 付近はやはり上流に近い景観を呈している。

雨量：水源の清澄山は年間の降雨量が 2,000 mm を越え、県内ではもっとも多雨地域である（浅野ほか、1965）。また、これらの河川は鉄砲水が特長といわれる。たとえば千葉県土木部の夷隅川の St. 6 付近での観測によると、梅雨期の 1963 年 6 月 5 日に最大水位が 7.8 m に達したが（年間平均水位は約 0.4 m）、その翌日には 1.2 m に急減している（千葉県衛生部公害課、1969）。また調査当時、水面よりはるか上方の斜面に生えている竹にごみがからまっているのをしばしば実見したが、これも増水のいちじるしさを示すものといえよう。

水質汚濁状況：養老川と小櫃川はその河口部が臨海工業用地となっているが、ここを除くと流域は概して農村地帯で、工場群はほとんどみられない。但し、両川の上流部（養老川の St. 2 付近と笹川の St. 2 付近）には鉱泉が湧出し、これが河川に流入している。また両川の中流部には山砂利層があり、小櫃川支流の御腹川一帯（St. 4 の上流部）は採掘が盛んで、現在この排水処理が大きい問題となっている。また夷隅川の中流部（St. 7 の直上部）には沃度工場（天然ガス工場）、同川支流落合川の合流点付近（St. 10 の直上部）にはし尿処理場があり、これらの排水も河川の汚濁源として注目されている。このほか、この 3 流域では養豚が盛んで、この排水も一般にはほとんど無処理のまま河川に放流されている。

2. 調査方法

i) 調査時期・地点

1968 年 7 月に予備調査を行なった上で、同年 11 月 5—13 日の間に合計 23 地点で調査を行なった（第 1 図）。水生昆虫の採集は石礫底の瀬のほかには水浸竹でも行なった。少なくとも我国では、かかる水浸竹にいかなる昆虫がどの程度生息するかという点について、全く報告がない。予備調査の際にここにも多種の昆虫が生息することを予測し、今回採集を試みた。石礫底部の採集が 20 地点、水浸竹部の採集が 13 地点で、10 地点では両者の採集が同時に行なわれた（第 1 表）。なお石礫底部の採集を欠く養老川の St. 7 と小櫃川の St. 4・6 は、河床がごとごとく砂で石礫の沈積は全くみられなかった。また養老川の St. 4・5、小櫃川の St. 3・5、および夷隅川の St. 2・7・8 の各地点も、河床はほとんど砂で、石礫の沈積した平瀬はごく局部的のみであった。

ii) 採集方法

石礫底：平瀬の中で、一般にはこぶし大程度の石がはまり石となっているところを選び、25cm 方形枠のサーバー・ネット（網地には 31 meshes/inch のふるい絹を使用）を用い、各調査地点とも 4 枠ずつ採集した。各採集場所の上面の流速はごく一部の例外を除いて 20—80 cm/sec.（広井式流速計で測定）、水深は 5—30 cm であった。

水浸竹：各地点とも、後記のふるいで受けうる程度のほぼ同じ大きさの水浸竹を 2 箇所選び、これをゆすって付着昆虫を洗い落とし、下手の受網（図版 5）でこれを採集した。この水浸竹周辺の流速は一般に石礫底の採集地点の値に近く、一部の例外を除いて 20—50 cm/sec. であった（広井式流速計で測定）。以上のごとく、ここで用いた方法は厳密には定量採集法とはいえないが、この試料からも、各地点間における水生昆

Table 1. Stations and sites of collection of aquatic insects.

*—collected.

	Station	Distance from mouth of river (km)	Site of collection		
			Stony bed	Submerged bamboo	
Yōrō River	St. 1	Main stream	63.5	*	*
	" 2	"	57.5	*	
	" 3	"	43.8	*	
	" 4	Tributary (Koshikiya River)	35.5	*	
	" 5	Main stream	34.5	*	*
	" 6	Tributary (Heizō River)	30.5	*	
	" 7	Main stream	24.0		*
Obitsu River	" 1	"	57.0	*	
	" 2	Tributary (Sasa River)	57.0	*	
	" 3	Main stream	37.3	*	*
	" 4	Tributary (Ohara River)	31.2		*
	" 5	Main stream	28.2	*	*
	" 6	"	15.2		*
Isumi River	" 1	"	53.3	*	
	" 2	"	49.6	*	*
	" 3	Tributary (Nishihata River)	45.5	*	
	" 4	Main stream	43.0	*	
	" 5	"	34.0	*	
	" 6	"	29.0	*	*
	" 7	"	24.5	*	*
	" 8	"	22.5	*	*
	" 9	"	17.0	*	*
	" 10	Tributary (Ochiai River)	16.4	*	*

虫の種類構成や巨視的な生息密度の比較は可能と考える。

各試料は約15%のホルマリン稀釈液を入れて持ち帰った。また昆虫の重量は、濾紙で虫体の表面の水分を十分に除去後、メトラー直示天秤で秤量した。

なお、調査期間中はほとんど降雨がなく、流量の変動はほとんどみられなかった。また現地での聞き取り、当時河床面に微小藻類の付着が良好であったことなどを総合すると、少なくとも過去数週間は大きい増水がなかったものとみることができる。

水生昆虫相の概観

1. 養老川

生息種：石礫底より39種の昆虫と他の無脊椎動物5種（付表2—i）、水浸竹より38種の昆虫と他の無脊椎動物5種（付表3）が識別された。共通種が過半の26種におよんでおり、この2つの資料を合わせると昆虫類50種、他の無脊椎動物9種となる（第2表）。このうち、*Baetis* sp. (1)（コカゲロウ属一種）は同属の他種と比べると体がやや細長く、また橙黄色を帯びて腹部背面などには褐色の斑紋がない（図版6）。筆者

Table 2. List of aquatic insects collected (Yōrō River, Nov. 1968).

Ephemeroptera	<i>Epeorus latifolium</i> , <i>Rhithrogena japonica</i> , <i>Ecdyonurus kibunensis</i> , <i>Ecdyonurus</i> sp. EA, <i>Ephemerella rufa</i> , <i>Ephemerella nigra</i> , <i>Ephemerella</i> sp. ED (?), <i>Ephemerella</i> sp. (<i>nigra</i> group), <i>Brachycercus</i> sp. BA, <i>Caenis</i> sp., <i>Paraleptophlebia</i> sp., <i>Baetis</i> sp. (1), <i>Baetis</i> sp. (2), <i>Baetiella japonica</i> , <i>Baetiella</i> sp., <i>Isonychia japonica</i>
Plecoptera	<i>Perla quadrata</i> , <i>Perla tibialis</i> , <i>Neoperla nipponensis</i> , <i>Isoperla</i> sp., Perlodidae sp.—2), <i>Amphinemura</i> sp.
Odonata	<i>Boyeria maclachlani</i> , <i>Onychogomphus viridicostus</i> , <i>Sieboldius albardae</i> , <i>Calopteryx atrata</i>
Hemiptera	<i>Aphelochirus nawae</i> (?)
Megaloptera	<i>Protohermes grandis</i>
Trichoptera	<i>Hydropsyche nakaharai</i> , <i>Hydropsychodes brevilineata</i> , <i>Polycentropus</i> sp., <i>Psychomyia</i> sp. PB, <i>Goera japonica</i> , <i>Triaenodes</i> sp.
Coleoptera	Elmidae (sp.), <i>Helodes</i> sp., <i>Mataeopsephenus japonicus</i> , Dytiscidae (sp.)
Diptera	<i>Tipula</i> sp. TC, <i>Eriocera</i> sp. ED, <i>Antocha</i> sp., Tipulidae (sp.), <i>Atherix</i> (<i>Atherix</i>) <i>ibis japonica</i> , <i>Atherix</i> (<i>Suragina</i>) <i>kodamai</i> , <i>Atherix</i> (<i>Heterosuragina</i>) <i>morimotoi</i> , Simuliidae (sp.), <i>Dixa</i> sp., Chironomidae (sp.), <i>Psychoda alternata</i>
Collembora	Collembora (sp.)
Other Invertebrata	<i>Procambarus clarkii</i> , Freshwater shrimp, Gammaridae (sp.), Water mite, <i>Corbicula</i> sp., <i>Herpobdella lineata</i> , Oligochaeta, Planaria, Nematoda

は過去にこのような昆虫を採集したことがない。また、*Ecdyonurus* sp. EA (タニガワカゲロウ属一種) も採集の事例が少ないように思われる。

石礫底の昆虫群集¹⁾：地点別にみると（第5表），種数は16—28種，総個体数はほぼ700—2,500/m²，総重量はほぼ3—12g/m²，優占種（種別重量の相対的な大ききで判定，以下も同じ）の構成は種々であるが，*Isonychia japonica*（チラカゲロウ）が優占種に加わる地点が多い。造網型のトビケラの重量は最高1.5g/m²で，造網型係数は2.3—17.8となっている。

水浸竹の昆虫群集：地点別にみると（第6表），2個所の水浸竹あたり種数は15—32種，総個体数はほぼ300—1,400，総重量はほぼ0.4—2gで，総じて*Baetis*属の2種や*Isonychia japonica*の優占度が高い。造網型トビケラの重量は最高150mgで，造網型係数は1.0—12.4となっている。

2. 小櫃川

生息種：石礫底より32種の昆虫と他の無脊椎動物1種（付表2—i），水浸竹より24種の昆虫と他の無脊椎動物3種（付表3）が識別された。共通種が16種におよんでおり，この2つの資料を合わせると，昆虫類40種，他の無脊椎動物3種となる（第3表）。養老川と同様に*Baetis* sp. (1)や*Ecdyonurus* sp. EAが出現している。また，*Oligoneuriella rhenana*（ヒトリガカゲロウ）も採集の事例が少ない種といえよう。

石礫底の昆虫群集：地点別にみると（第5表），種数は8—21種，総個体数はほぼ300—1,800/m²，総重量は0.3—ほぼ18g/m²，優占種の構成は種々であるが，*Isonychia japonica*が優占種に加わる地点が多い。造網型のトビケラの重量はすべて1g/m²以下で，造網型係数は2.0—8.5となっている。

水浸竹の昆虫群集：地点別にみると（第6表），2個所の水浸竹あたり種数は7—18種，総個体数はほぼ200—300，総重量はほぼ0.2—0.7g，総じて*Baetis*属の2種の優占度が高い。造網型トビケラの重量は最

1) 昆虫以外の肉眼的無脊椎動物も含む，以下も同様。

Table 3. List of aquatic insects collected (Obitsu River, Nov. 1968).

Ephemeroptera	<i>Epeorus latifolium</i> , <i>Ecdyonurus kibunensis</i> , <i>Ecdyonurus</i> sp. EA, <i>Ephemerella rufa</i> , <i>Ephemerella nigra</i> , <i>Ephemerella</i> sp. (<i>nigra</i> group), <i>Caenis</i> sp., <i>Choroterpes trifurcata</i> , <i>Baetis</i> sp. (1), <i>Baetis</i> sp. (2), <i>Baetiella japonica</i> , <i>Baetiella</i> sp., <i>Isonychia japonica</i> , <i>Cloëon dipterum</i> , <i>Oligoneuriella rhenana</i>
Plecoptera	<i>Perla quadrata</i> , <i>Neoperla nipponensis</i> , Perlodidae (sp.—1) (<i>Isoperla</i> sp.?), Perlodidae (sp.—2)
Odonata	<i>Onychogomphus viridicostus</i> , <i>Sieboldius albardae</i> , <i>Calopteryx atrata</i>
Megaloptera	<i>Protohermes grandis</i>
Trichoptera	<i>Hydropsyche nakaharai</i> , <i>Hydropsychodes brevilineata</i> , <i>Psychomyia</i> sp. PB
Coleoptera	Elmidae (sp.), <i>Mataeopsephenus japonicus</i> , Dytiscidae (sp.)
Diptera	<i>Tipula</i> sp. TC, <i>Eriocera</i> sp. ED, <i>Antocha</i> sp., <i>Atherix</i> (<i>Atherix</i>) <i>ibis japonica</i> , <i>Atherix</i> (<i>Suragina</i>) <i>kodamai</i> , <i>Atherix</i> (<i>Heterosuragina</i>) <i>morimotoi</i> , Simuliidae (sp.), Chironomidae (sp.), <i>Psychoda alternata</i> , <i>Psychoda</i> , sp. (?), Diptera (sp.)
Other Invertebrata	<i>Asellus</i> sp., <i>Herpobdella lineata</i> , Oligochaeta

Table 4. List of aquatic insects collected (Isumi River, Nov. 1968).

Ephemeroptera	<i>Epeorus latifolium</i> , <i>Ecdyonurus kibunensis</i> , <i>Ephemerella rufa</i> , <i>Ephemerella nigra</i> , <i>Ephemerella</i> sp. (<i>nigra</i> group), <i>Choroterpes trifurcata</i> , <i>Polymitarcis shigae</i> , <i>Baetis</i> sp. (1), <i>Baetis</i> sp. (2), <i>Baetiella japonica</i> , <i>Baetiella</i> sp., <i>Isonychia japonica</i>
Odonata	<i>Onychogomphus viridicostus</i> , <i>Sieboldius albardae</i> , <i>Calopteryx atrata</i>
Megaloptera	<i>Protohermes grandis</i>
Trichoptera	<i>Hydropsyche nakaharai</i> , <i>Hydropsychodes brevilineata</i> , <i>Psychomyia</i> sp. PB, <i>Enomus omiensis</i> , <i>Goera japonica</i> , <i>Micrasema</i> sp.
Coleoptera	Elmidae (sp.), <i>Mataeopsephenus japonicus</i> , <i>Eubrianax</i> sp.
Diptera	<i>Eriocera</i> sp. ED, <i>Antocha</i> sp., <i>Atherix</i> (<i>Atherix</i>) <i>ibis japonica</i> , <i>Atherix</i> (<i>Suragina</i>) <i>kodamai</i> , <i>Atherix</i> (<i>Heterosuragina</i>) <i>morimotoi</i> , Simuliidae (sp.), Chironomidae (sp.), <i>Psychoda alternata</i> , Diptera (sp.)
Other Invertebrata	<i>Procambarus clarkii</i> , Freshwater shrimp, Gammaridae (sp.), <i>Corbicula</i> sp., <i>Semisulcospira libertina</i> , <i>Herpobdella lineata</i> , Oligochaeta, Nematoda

高 30 mg で、造網型係数は 0—7.1 となっている。

3. 夷隅川

生息種：石礫底より 31 種の昆虫と他の無脊椎動物 7 種（付表 2—ii），水浸竹より 17 種の昆虫と他の無脊椎動物 4 種（付表 3）が識別された。共通種が過半の 17 種におよんでおり、この 2 つの資料を合わせると、昆虫類 34 種、他の無脊椎動物 8 種となる（第 4 表）。やはり *Baetis* sp. (1) が出現している。なお先の 2 河川と異なり、ここでは Plecoptera（カワゲラ目）に属する昆虫が採集されていない。

石礫底の昆虫群集：地点別にみると（第 5 表），種数は 3—29 種，総個体数は 24—ほぼ 7,000/m²，総重量は 0.03—ほぼ 26 g/m² で，地点間の変動が大きい。優占種の構成は種々であるが，*Baetis* sp. (2) が優占種に加わる傾向がみとめられる。造網型のトビケラの重量は St. 3（ほぼ 9 g/m²）と St. 5（ほぼ 2 g/m²）を除き 1 g/m² 以下で，造網型係数は 0—57.1 となっている。

水浸竹の昆虫群集：地点別にみると（第 6 表），2 箇所の水浸竹あたり種数は 2—12 種，総個体数は 3—ほぼ 500，総重量は 0.02—ほぼ 2 g で，St. 2・6 の 2 地点では *Baetis* 属の 2 種の優占度が高い。造網型のトビケラの重量は最高 12 mg で，造網型係数は 0—27.3 となっている。

Table 5. Aquatic insect community on stony bed by station; see also Appendix 2—i~ii.

Station	Number of species	Total number of individuals (/m ²)	Total wet weight (g/m ²)	Dominant species (wet weight, %)	Wet weight of net-spinners (mg/m ²)	Net-spinners coefficient ¹⁾	
Yōrō River	St. 1	25	728	4.6	<i>Onychogomphus viridicostus</i> (67.0), <i>Isonychia japonica</i> (12.5)	216	4.7
	" 2	28	1,788	12.0	<i>Onychogomphus viridicostus</i> (33.4), <i>Isonychia japonica</i> (13.2), <i>Hydropsyche nakaharai</i> (10.9), <i>Perla tibialis</i> (10.0)	1,504	12.5
	" 3	24	2,124	9.7	<i>Sieboldius albardae</i> (25.1), <i>Isonychia japonica</i> (15.9)	1,012	10.4
	" 4	16	1,536	3.1	<i>Baetis</i> sp. (2) (30.1), <i>Mataeopsephenus japonicus</i> (29.8), <i>Isonychia japonica</i> (22.0)	168	5.3
	" 5	27	2,544	6.0	<i>Isonychia japonica</i> (31.6), <i>Hydropsyche nakaharai</i> (13.6), <i>Protohermes grandis</i> (12.7)	1,072	17.8
	" 6	21	2,540	4.8	<i>Atherix (Atherix) ibis japonica</i> (45.3), <i>Baetis</i> sp. (2) (16.0), <i>Ephemerella nigra</i> (12.8)	108	2.3
Obitsu River	" 1	21	1,212	17.6	<i>Protohermes grandis</i> (43.6), <i>Isonychia japonica</i> (33.1), <i>Onychogomphus viridicostus</i> (10.1)	352	2.0
	" 2	18	472	2.2	<i>Tipula</i> sp. TC (27.8), <i>Isonychia japonica</i> (19.7), <i>Epeorus latifolium</i> (16.5)	184	8.5
	" 3	21	1,768	6.2	<i>Onychogomphus viridicostus</i> (30.3), <i>Isonychia japonica</i> (24.7), <i>Epeorus latifolium</i> (18.8), <i>Baetis</i> sp. (2) (11.8)	292	4.7
	" 5	8	252	0.3	<i>Baetis</i> sp. (2) (66.2), <i>Ecdyonurus kibunensis</i> (12.3)	12	4.6
Isumi River	" 1	15	4,996	20.3	<i>Onychogomphus viridicostus</i> (37.8), <i>Protohermes grandis</i> (20.8), <i>Procambarus clarkii</i> (17.2), Chironomidae (sp.) (14.3)	112	0.6
	" 2	13	2,452	4.5	Chironomidae (sp.) (29.5), <i>Herpobdella lineata</i> (20.1), <i>Isonychia japonica</i> (18.7), <i>Baetis</i> sp. (2) (18.1)	28	0.6
	" 3	29	6,912	26.4	<i>Hydropsyche nakaharai</i> (30.8), <i>Onychogomphus viridicostus</i> (22.8)	9,392	35.6
	" 4	16	2,288	4.8	<i>Baetis</i> sp. (2) (34.7), Simuliidae sp. (21.1), <i>Isonychia japonica</i> (18.2)	216	4.5
	" 5	18	4,780	10.1	<i>Herpobdella lineata</i> (22.4), <i>Baetis</i> sp. (2) (19.4), <i>Hydropsyche nakaharai</i> (16.4), Simuliidae (sp.) (11.7), Chironomidae (sp.) (11.3)	1,744	17.2
	" 6	18	1,608	4.7	<i>Mataeopsephenus japonicus</i> (45.5), <i>Baetis</i> sp. (2) (21.5), <i>Baetiella</i> sp. (11.9), <i>Herpobdella lineata</i> (10.2)	92	1.9
	" 7	11	92	0.4	<i>Procambarus clarkii</i> (52.8), <i>Atherix (Atherix) ibis japonica</i> (20.2), <i>Baetis</i> sp. (2) (10.1)	16	4.5
	" 8	4	28	3.2	<i>Procambarus clarkii</i> (98.3)	—	0.0
	" 9	3	24	0.03	—	16	57.1
	" 10	6	744	3.2	Oligochaeta (96.7)	24	0.8

1) Tsuda (1959)

Table 6. Aquatic insect community in partially submerged bamboos by station; see also Appendix 3.

Station	Number of species	Total number of individuals	Total wet weight (mg)	Dominant species (wet weight, %)	Wet weight of net-spinners (mg)	Net-spinners coefficient ¹⁾
Yōrō River	St. 1	32	736	2,172 <i>Baetis</i> sp. (1) (34.8), <i>Boyeria maclachlani</i> (22.0)	21	1.0
	" 5	26	1,418	1,243 <i>Baetis</i> sp. (2) (27.0), Simuliidae (sp.) (22.4), <i>Isonychia japonica</i> (14.1)	154	12.4
	" 7	15	276	424 <i>Isonychia japonica</i> (36.8), <i>Baetis</i> sp. (1) (34.0), <i>Baetis</i> sp. (2) (15.3)	14	3.3
Obitsu River	" 3	18	156	421 <i>Isonychia japonica</i> (42.8), <i>Baetis</i> sp. (2) (15.0), Dytiscidae (sp.) (11.4)	30	7.1
	" 4	7	178	173 <i>Baetis</i> sp. (2) (43.9), <i>Baetis</i> sp. (1) (39.3), Diptera (sp.) (11.6)	—	0.0
	" 5	14	285	738 <i>Sieboldius albardae</i> (45.8), <i>Baetis</i> sp. (2) (21.7)	4	0.5
	" 6	14	179	150 <i>Baetis</i> sp. (2) (42.0), <i>Baetis</i> sp. (1) (14.0), <i>Ecdyonurus</i> sp. EA (12.0)	—	0.0
Isumi River	" 2	10	177	231 <i>Baetis</i> sp. (2) (57.6), Chironomidae (sp.) (16.9), <i>Baetis</i> sp. (1) (10.0)	1	0.4
	" 6	12	451	2,244 <i>Sieboldius albardae</i> (42.6), <i>Baetis</i> sp. (1) (30.8), Freshwater shrimp (18.4)	12	0.5
	" 7	4	6	44 —	—	0.0
	" 8	5	7	22 —	6	27.3
	" 9	2	3	380 <i>Procambarus clarkii</i> (97.3)	—	0.0
	" 10	7	157	970 Freshwater shrimp (95.8)	—	0.0

1) Tsuda (1959)

4. まとめ

3河川の生息種を比較すると、共通種が25種の多数におよんでいる(第2—4表)。またいずれの河川も、石礫底と水浸竹で *Isonychia japonica* や *Baetis* sp. (1), (2) のような游泳型のカゲロウが優占する傾向がみられた。また造網型のトビケラは *Hydropsyche nakaharai* (ナカハラシマトビケラ) と *Hydropsychodes brevilineata* (コガタシマトビケラ) の2種のみで、他の諸河川には多産する *Stenopsychidae* (ヒゲナガカワトビケラ科) の昆虫や *Hydropsyche ulmeri* (ウルマーシマトビケラ) などはみられず、石礫底部における造網型のトビケラの重量は $1\text{g}/\text{m}^2$ 以下の地点が大半であった。通常の河川と比べると、造網型のトビケラの生息密度がきわめて低いといえる(田中, 1966; 第4表)。造網型係数も20をこえる地点はごく稀であった。以上のごとく、これらの3河川の昆虫相には類似する点が多い。これは、各河川が地理的に接近し、また地質や河川形態などが似ているためではなからうかと考える。なお、これらの河川は砂岩地帯を流れ水位変動がはげしいので、通常の河川よりも土砂の流出が多く、それゆえ濁りが発生しやすいことが容易に推察できる。游泳型のカゲロウが優占し造網型のトビケラが少ないのは、かかる河況と関連があるようにも思われるが、この点の論議はさらに多くの資料にもとずいてなされなくてはならないだろう。

石礫底—水浸竹間における水生昆虫のすみ場選択および水浸竹の河川生態学的意義

1. 石礫底—水浸竹間における水生昆虫のすみ場選択

既述のごとく、石礫底と水浸竹の昆虫相を比較すると各河川とも共通種がきわめて多かった。ここでは、石礫底—水浸竹という一見環境条件がいちじるしく異なる2つのすみ場間における水生昆虫のすみ場選択の問題につき、詳細に検討を試みる。

Table 7. Comparison of individual compositions by aquatic insect species (represented by 7 classes) between two habitats, i.e., the stony bed and the partially submerged bamboo; based on the specimens of 10 stations in 3 rivers which were simultaneously collected at both habitats.

Species	Stony bed	Submerged bamboo	Species	Stony bed	Submerged bamboo
<i>Epeorus latifolium</i>	—	—	<i>Hydropsychodes brevilineata</i>	+	+
<i>Rhithrogena japonica</i>	—	—	<i>Polycentropus</i> sp.	•	—
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	—	—	<i>Psychomyia</i> sp. PB	—	•
<i>Ecdyonurus</i> sp. EA	—	—	<i>Ecnomus omiensis</i>	—	—
<i>Ecdyonurus</i> sp.	•	—	<i>Triaenodes</i> sp.	•	—
<i>Ephemerella rufa</i>	—	+	Elmidae (sp.)	+	—
<i>Ephemerella nigra</i>	+	++	Elmidae (sp.)	A	—
<i>Ephemerella</i> sp. ED (?)	—	•	<i>Helodes</i> sp.	•	—
<i>Ephemerella</i> sp. (<i>nigra</i> group)	—	—	<i>Mataeopsephenus japonicus</i>	—	•
<i>Brachycercus</i> sp. BA	•	—	Dytiscidae (sp.)	—	—
<i>Caenis</i> sp.	•	—	<i>Tipula</i> sp. TC	—	•
<i>Paraleptophlebia</i> sp.	—	•	<i>Tipula</i> sp.	•	—
<i>Choroterpes trifurcata</i>	—	•	<i>Eriocera</i> sp. ED	—	—
<i>Baetis</i> sp. (1)	—	###	Tipulidae (sp.)	•	—
<i>Baetis</i> sp. (2)	###	###	<i>Antocha</i> sp.	—	•
<i>Baetiella japonica</i>	—	—	<i>Atherix</i> (A.) <i>ibis japonica</i>	—	—
<i>Baetiella</i> sp.	++	—	<i>Atherix</i> (S.) <i>kodamai</i>	—	—
<i>Isonychia japonica</i>	++	+	<i>Atherix</i> (H.) <i>morimotoi</i>	—	—
<i>Perla quadrata</i>	•	—	Simuliidae (sp.)	++	###
Perlinae (sp.)	—	—	<i>Dixa</i> sp.	•	—
<i>Neoperla nipponensis</i>	•	—	Chironomidae (sp.)	###	###
Neoperlinae (sp.)	—	•	Chironomidae (sp.)	P	+
<i>Isoperla</i> sp.	•	—	<i>Psychoda alternata</i>	—	—
Perlodidae (sp.—1)	—	—	Diptera (sp.)	P	•
Perlodidae (sp.—2)	+	+	Collembora (sp.)	•	—
<i>Amphinemura</i> sp.	•	—	<i>Procambarus clarkii</i>	—	—
<i>Boyeria maclachlani</i>	•	—	Freshwater shrimp	•	—
<i>Onychogomphus viridicostus</i>	—	•	Gammaridae (sp.)	—	—
<i>Sieboldius albardae</i>	•	—	<i>Asellus</i> sp.	•	—
Gomphidae (sp.)	•	—	Water mite	•	—
<i>Calopteryx atrata</i>	—	—	<i>Herpobdella lineata</i>	—	—
<i>Aphelochirus nawae</i> (?)	—	•	Oligochaeta	++	+
<i>Protohermes grandis</i>	—	•	Nematoda	—	•
<i>Hydropsyche nakaharui</i>	+	+			

— <1.0%; + 1.0—<5.0%; ++ 5.0—<10.0%; ### 10.0—<15.0%; #### 15.0—<20.0%; ##### 20.0—<25.0%; • not collected. Specimens of insects are nymphs and larvae except those marked with P (Pupa) and A (Adult).

この2つのすみ場で同時に採集を行なった3河川の合計10地点を選び、各地点の資料をこみにして各すみ場別に種類別個体数組成をもとめ、これを表記の階級に分けて示すと第7表となる。表示のごとく総計60をこえる種のうち、一方のすみ場に欠けるものが石礫底で21種、水浸竹で12種におよんでいるが、石礫底の欠如種の大半が元来石礫底に生息しうる種であることは、既往の調査資料から明らかである。また水浸竹の欠如種の場合も、これらのごく近縁で生態的にも似る他の種が水浸竹で採集されている場合が多い。さらにこれらの欠如種は共通して、他方のすみ場での出現率がごく低い。これらの点から、かかる欠如種の大半は一方のすみ場にすめないということではなく、生息密度がごく低いためにたまたまそこで採集されなかったとみることができよう。また各すみ場で採集されたその他のものを比べても、*Baetis* sp. (1) や *Baetiella* sp. (フタバコカゲロウ属一種) のようなごく一部の昆虫を除き、両者の出現率が近似している。

河川の昆虫の中には、恐らく石礫底の生活に特化した昆虫(たとえば、礫巣を必要とする *Mystrophora* ・ヤマトビケラ属や *Goera* ・ニンギョウトビケラ属など) もかなりあるだろう。しかしながら上記の検討より、少なくとも表示の大半の昆虫はこの2つのすみ場のいずれかを強く選択することはないとみることができよう。

水浸竹の場合、その材質の相異を除けば、石礫底と似かよったいくつかの環境条件を指摘することができる。すなわち、ここにも適当な遮光を伴った昆虫のかくれ場が多いはずである。また前記のごとく、この周辺の流速は一般に石礫底の上面のそれに近かった。それゆえ竹面への水の流通は良好であり、渦流も多く形成されていたものと推察される。また竹の性状からみて、増水によるすみ場の破壊に対しても、石礫底と同様あるいはそれ以上に耐え、生産構造を保ちうるものとみることができる。かかる環境条件の類似性が、石礫底の昆虫の多くをほとんど無選択に水浸竹にも定着させる大きい理由ではなからうかと考える。また以上から、これらの昆虫にとって石礫という材質が生活の必要条件ではないことがうかがわれ、この点、*Stenopsyche griseipennis* (ヒゲナガカワトビケラ) 幼虫の観察(田中, 1968)とも一致する。

なお、表示のごとく *Baetis* sp. (1) は水浸竹への強い選択性を示した。今後生態学的にも注目すべき昆虫と考える。

2. 水浸竹の河川生態学的意義

既述のごとく、これらの河川では2個所の水浸竹より通常数100 mg, 時には2gもの水生昆虫が採集された(第6表)。中流部一帯には水浸竹が多いので、ここに付着する昆虫の総量は軽視しがたい。一方この中流一帯は川底がほとんど砂であった。かかる砂底には一般に水生昆虫が少なく、ことに水位変動がはげしいこれらの河川では、津田(1956)が指摘するごとくこの傾向が顕著であらうと考えられる。現に今回砂底部で行なったエックマン・バーツ採泥器による数例の採集では、いずれの場合も水生昆虫が皆無であった。それゆえこれらの中流部では、川岸の水浸竹が上流部の石礫底に相当し、水生昆虫のおもな生産の場となっているとみることができる。調査当時、養老川や小櫃川の中流部でオイカワやウグイなどの生息を確認したが(田中・古田, 1970)、これらの魚の生息は水浸竹の存在によるところが大きいと考える。

このほか、水浸竹が増水に強く耐えうることからみて、ここが増水時の水生昆虫の逃避場としても役立つのではなからうかと考える。

水質汚濁と水生昆虫群集

1. 汚水流入地点の水生昆虫群集

これらの3河川の主要な水質汚濁源として、養老川の上流部と小櫃川支流笹川に流入する鉱泉、小櫃川支流御腹川に流入する山砂利採掘場の排水、夷隅川中流部に流入する沃度工場排水、および同川支流落合川に流入するし尿処理場の排水があげられる。ここでは、これらの排水ごとに、排水の流入に伴う水生昆虫群集の変化を、種数、個体数、重量の減少状況や優占種のうつりかわりなどに注目して検討を行なう。

i) 鉱泉流入地点(養老川 St. 2; 小櫃川支流笹川 St. 2)

上記の2地点にはフミン質を含む黒色の鉄泉が流入し、水は褐色を帯び、水面には鉄泉の泡がおびただしくみられた。なおこのような水質状況は、その下流の St. 3 ではほぼ消失していた。

両地点の石礫底の昆虫群集をみると（第5表）、養老川の St. 2 は種数、総個体数、総重量ともに多く、優占種の構成も清水区とみられるその上流の St. 1 とよく似ている。これは、同地点の昆虫群集が意外に鉄泉の影響を受けていないことを示すものといえよう。これに比べ、笹川の St. 2 は種数、総個体数、総重量がやや少なく、鉄泉の影響が幾分みとめられる。

ii) 山砂利採掘場排水流入地点（小櫃川支流御腹川 St. 4）

同地点の上流部一帯には多くの山砂利採掘場があり、これらの排水はことごとく同川に流入している。砂利洗滌廃水に含まれる土砂や懸濁物質の除去には各採掘場とも気をくばっているが、完全に除去することは困難なのであろう。当時この川は褐色に濁り、河床はことごとく砂で覆われていた。なおこの川の影響で、合流点よりやや下手の St. 5 も幾分濁りが残り、河床の石礫の表面にはシルトが厚く沈澱していた。

St. 4 の水浸竹の昆虫群集をみると（第6表）、種数の減少が顕著で、*Baetis* 属の2種が総重量の80%以上を占めている。また、泥を嫌うといわれる造網型のトビケラ（津田，1964）が全くみられぬ点も注目される。明らかに特異な昆虫群集を形成しており、汚濁が相当にいちじるしいことがうかがわれる。また以上から、*Baetis* 属の2種は *Potamanthus kamonis*（キイロカワカゲロウ）など（津田，1964）とともに、このような無機懸濁物質による汚濁に比較的耐えうる昆虫とみることができよう。

iii) 沃度工場排水流入地点（夷隅川 St. 7—9）

同工場の排水は St. 7 の直上部に流入する。この排水は鹹水が大部分で、その中に水酸化第1鉄、水酸化銅、炭酸銅などの形で Fe^{2+} や Cu^{2+} が含まれ、排出量は $10,000\sim 11,000\text{ m}^3/\text{day}$ である（石井ほか，1967）。上記3地点は調査当時水が褐色を帯び、水面には油膜がみられ、電気伝導度は異常に高かった（付表1）。

この3地点は石礫底、水浸竹ともに、一般に昆虫群集の種数、総個体数、総重量がいちじるしく少なく、総重量がやや多い場合（St. 8—石礫底；St. 9—水浸竹）も、水質汚濁に強い *Procambarus clarkii*（アメリカザリガニ）がその大半を占めている（第5、6表）。水生昆虫の生息に不適な環境であることは明白で、汚濁のいちじるしさがうかがわれる。なお、St. 7 において石礫底の昆虫群集の種数（11種）がやや多い点は理解に苦しむが、同地点が沃度工場排水の流入直下にあるため、その上流より流下する昆虫が一時的にここに留まることは充分に考えられる。恐らく、採集昆虫の大半はこのような非定着性のものであろう。

iv) 1 尿処理場排水流入地点（夷隅川支流落合川 St. 10）

この排水は St. 10 の直上部に流入する。このため、同地点は調査当時水が褐色に濁り、電気伝導度はやや高く（付表1）、付近一帯にはし尿臭がただよっていた。

石礫底と水浸竹の昆虫群集をみると（第5、6表）、種数の減少が顕著で、石礫底では *Oligochaeta*（貧毛類）、水浸竹では淡水エビの一種がおのおの量的に大半を占めている。明らかに特異な昆虫群集といえる。

このような有機廃水による汚濁の場合には、その汚濁度が腐水階級（津田，1964）によって示されることが多いが、優占種の *Oligochaeta* や淡水エビの一種がどの階級を指標するかということが明らかでないので、判定はやや困難である。しかしながら、当時河床の石礫面には灰白色のバクテリアのコロニーがおびただしく付着していたことや、ここにフナ、オイカワ、ウグイ、モロコ、バラタナゴなどが多数みられたことなどから、恐らく α -中腐水性程度の水質階級ではなからうかと考える。

2. 対象水域の水質階級区分

i) 階級区分の方法

1) フミン質は、土壌または低石炭化度の石炭質中に存するアルカリ可溶、酸不溶の褐色—黒色の無定形酸性有機物で、土壌中の有機物の大部分を占める。元素組成は土壌によりかなり差があるが、炭素50—65%、水素4—6%で、残りはほとんど酸素である（千葉県衛生部公害課，1969）。なお、調査当時笹川沿川の湧泉（亀山鉄泉）は水温 21.2°C 、pH は 8.0、電気伝導度は $3,600\ \mu\text{V}/\text{cm}$ であった。

前項でも指摘したごとく、一般には水が汚濁するにつれて水生昆虫の出現種数や個体数、重量が減少し、優占種も変化する。中でも種数は汚濁度ともっともよく対応し、汚濁の生物学的指標として重視されている。そこでここでは種数値をもとに、対象水域の水質を下記の4階級に区分した。

20種以上	水質階級A (正常—ほぼ正常)
11—19種	" B (やや汚濁)
6—10種	" C (かなり汚濁)
5種以下	" D (きわめて汚濁)

このような種数にもとづく水質階級の区分は、すでに御勢(1961)が鉱山廃水による汚濁の場合に試みている。彼は筆者が用いたサーバー・ネットよりも網目がかなり荒いチリトリ形金網(津田編, 1962)で石礫底の $50 \times 100 \text{ cm}^2$ の範囲を採集した資料をもとに、水生昆虫の種数が12種以上の場合を水生動物に影響がない地点、4—11種の場合をやや影響のある地点、0—3種の場合をきわめて影響のある地点としている。また、有機廃水による汚濁の場合によく用いられる Beck-Tsuda 法(津田, 1964)も、このような種数と汚濁度との対応に基礎をおいている。しかしながら、水生昆虫の出現種数は同じ環境条件のところで採集したとしても、採集面積の相異により(信夫, 1968)、また採集網の目合の差異により(田中, 1967)かなり変化する。それゆえ、御勢(1961)とは採集器具や方法が異なるこの調査の場合に彼の基準をあてはめるこ

Table 8. Assessment of water pollution by the number of species in aquatic insect community; A—clean~almost clean, B—slightly polluted, C—fairly polluted, D—heavily polluted.

Station	Number of species		Assessment of water pollution	
	Stony bed	Submerged bamboo		
Yōrō River	St. 1	25	32	A
	" 2	28	—	A
	" 3	24	—	A
	" 4	16	—	B
	" 5	27	26	A
	" 6	21	—	A
	" 7	—	15	B
Obitsu River	" 1	21	—	A
	" 2	18	—	B
	" 3	21	18	A
	" 4	—	7	C
	" 5	8	14	B
	" 6	—	14	B
Isumi River	" 1	15	—	B
	" 2	13	10	B
	" 3	29	—	A
	" 4	16	—	B
	" 5	18	—	B
	" 6	18	12	B
	" 7	11	4	D
	" 8	4	5	D
	" 9	3	2	D
	" 10	6	7	C

とは避け、この調査とほぼ同様の方法でなされた筆者の過去の石礫底の調査資料を用いて、上記の基準を複製した。なおこれらの3河川の場合、石礫底あるいは水浸竹を強く選択する昆虫はごく少なかった。また、この2つのすみ場の出現種数がごく接近している地点も多かった（第5、6表）。以上のような理由から、ここでは水浸竹よりもとめられた種数値も石礫底の場合と同等に扱った。

ii) 対象水域の水質階級

上記の基準を各地点にあてはめると、第8表となる。このうち、小櫃川の St. 3・5 と夷隅川の St. 2・7 の4地点は、石礫底と水浸竹の種数が指標する水質階級が一致しない。小櫃川の St. 3 と夷隅川の St. 2 は値の大きい石礫底の値を採用して判定を行なった。また小櫃川の St. 5 は、御腹川の濁水の影響で河床の石礫にシルトが厚く沈澱していた（前記）。石礫底の種数が水浸竹の値よりもかなり少ないのはこのような理由によるもので、水質自体は水浸竹の種数が指標する程度のものであろうと考え、判定には水浸竹の値を採用した。また夷隅川の St. 7 の場合も、石礫底の昆虫の多くが上流から流下した非定着性のものであろうと考え（前記）、水浸竹の値を採用して判定を行なった。

以上の結果をもとに対象水域の汚濁状況を考察すると下記となる。

養老川：幹川上流部の St. 1 から St. 5 の間と支流平蔵川は水質階級 A、その下流の St. 7 と支流古敷谷川はやや汚濁して水質階級 B とみることができよう。St. 7 や古敷谷川には農業排水がかなり加わっているものと思われる。恐らくその影響が現われたのであろう。養老川は総じて汚濁が少ないといえよう。

小櫃川：幹川上流部の St. 1—3 の区間は水質階級 A、この間に合流する笹川は水質階級 B、やや下流側で合流する御腹川はかなり汚濁して水質階級 C、同川合流後の St. 5—6 の間は水質がやや恢復して水質階級 B とみることができよう。笹川と御腹川の汚濁が鉱泉と山砂利採掘場排水の流入によることは明らかである。また St. 5—6 の区間には農業排水もかなり流入しているはずである。御腹川の水質の影響のほかに、この影響も加わっているものと思う。

夷隅川：幹川の上流部に流入する西畑川は水質階級 A、幹川の St. 1—6 の間はやや汚濁して水質階級 B、その下手の St. 7—9 の間はごく汚濁しており水質階級 D、また支流落合川のし尿処理場排水流入後の区域は水質階級 C とみることができよう。St. 7—9 の間と落合川の汚濁が沃度工場とし尿処理場の排水の流入によることは明らかである。なお、この川の幹川上流部は谷が開け、沿川には農地が広がり、人家も散在していた（前記）。幹川の St. 1—6 の間の汚濁はこのような農業および家庭排水の流入の結果ではなかろうかと考える。夷隅川は養老川や小櫃川と比べると、総じて汚濁がいちじるしいといえよう。

以上のごとく、水浸竹の資料を加えることにより、石礫底の全くみられぬ養老川 St. 7、小櫃川 St. 4・6 のような砂底河川区の水質判定も行なうことができた。このような試みは恐らくはじめてのことであり、今後生物学的な水質判定法の一つに加えるのではなかろうかと考える。

要 約

1968年秋、砂岩地帯を貫流する養老川、小櫃川および夷隅川の合計23地点を選んで、石礫底の瀬と川岸の水浸竹の水生昆虫群集を調査し、下記の結果をえた。

1. 養老川より総計 50 種の昆虫と他の無脊椎動物 9 種、小櫃川より総計 40 種の昆虫と他の無脊椎動物 3 種、夷隅川より総計 34 種の昆虫と他の無脊椎動物 8 種が識別された。従来採集の事例が少ない *Baetis* sp. (1) や *Ecdyonurus* sp. EA などのみられ、小櫃川では *Oligoneuriella rhenana* が採集された。3河川に共通に出現する昆虫が25種の多くにおよんだ。またいずれの河川も *Isonychia japonica*, *Baetis* sp. (1), (2) のような游泳型のカゲロウが優占する傾向を示し、造網型のトビケラの生息密度はきわめて低かった。

2. 石礫底と水浸竹の間における水生昆虫のすみ場選択性の有無を調べ、大半の昆虫が一見いちじるしく異なるこの2つのすみ場のいずれをもほとんど選択していないことが明らかとなった。河床がほとんど砂の

これら3河川の中流部では、川岸一帯にみられる水浸竹が上流部の石礫底に相当し、水生昆虫のおもな生産の場となっていることをうかがい知ることができた。

3. 小櫃川支流御腹川一帯の山砂利採掘場、夷隅川中流部の沃度工場、および同川支流落合川のし尿処理場の各排水の流入地点では、水生昆虫の種数の減少がとくに顕著で、優占種の構成も特異であった。*Baetis* sp. (1), (2) は無機懸濁物質による汚濁に比較的能耐える昆虫といえる。

4. 石礫底と水浸竹の昆虫群集の種数をもとに、対象水域をA—Dの4水質階級に区分した。水浸竹の資料にもとづく砂底河川区の水質判定は、今後生物学的水質判定法の一つに加える点を指適した。

引用文献

- 浅野貞夫・坂本 博・水留すみ子 1965: 清澄山における小櫃川、養老川水源地の水生動物。第二報。千葉県動物誌基礎資料, 5—26。
- 千葉県衛生部公害課 1969: 河川水質解析——千葉県主要河川について——。1—268。
- 御勢久右衛門 1961: 鉾山廃水の河川生物に対する影響調査のまとめ。淡水生物, 7号, 18—25。
- 石井俊雄・高橋哲夫・内田 晃・今関修典 1967: 夷隅川の水質調査および工場廃水の魚類におよぼす影響について。千葉県内湾水産試験場試験調査報告書, 9号, 122—135。
- 信夫つや子 1968: 水生昆虫の定量採集における最小面積。奈良陸水生物学報, 1号, 13—15。
- 田中 光 1966: 栃木県鬼怒川上流域における水生昆虫の生態学的研究。淡水研報, 15(2), 123—147。
- 1967: 採集網の目合の差異による河川の水生昆虫試料の組成の変化について。淡水研報, 17(1), 1—6。
- 1968: 養魚池の排水路におけるヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche griseipennis* McLachlan) 幼虫の高密度の生息について。淡水研報, 18(2), 71—79。
- ・吉田能久 1970: 千葉県内河川の水質汚濁度の生物学的水質調査報告書——養老川, 小櫃川, 夷隅川, 都川について——。千葉県衛生部公害課, 1—35。
- 津田松苗 1956: 川の石礫底動物群集と砂底動物群集。日生態会誌, 6(2), 76—79。
- 1959: 川の底生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。陸雑, 20(2), 86—92。
- 編 1962: 水生昆虫学。北陸館, 1—269。
- 1964: 汚水生物学。北陸館, 1—258。

Appendix I. Environmental factors observed at the collecting stations.

Station, date and time of observation	Weather	A. T. (C)	W. T. (C)	pH	D. O. ¹⁾		Conductivity ²⁾ ($\mu\text{S/cm}$)
					(ppm)	(%)	
St. 1 Nov. 6, '68 12:50-13:35	cloudy	20.6	14.5	8.1	9.7	94.4	224
" 2 " " 9:00-10:00	cloudy-small rain	15.9	12.5	7.9	10.7	100.0	215
" 3 " " 10:30-11:00	cloudy	19.9	14.7	7.9	10.4	101.4	255
" 4 Nov. 5, '68 16:30-16:45	fine	16.2	15.0	7.4	8.6	84.5	200
" 5 " " 15:30-16:05	"	16.4	16.2	7.4	8.6	87.0	262
" 6 " " 13:45-14:45	cloudy	21.9	14.8	7.6	8.2	80.3	222
" 7 " " 11:45-12:15	fine	20.8	14.3	7.6	8.2	79.2	175
" 1 Nov. 6, '68 14:45-15:20	"	20.9	15.6	8.2	9.4	94.3	328
" 2 " " 15:40-16:10	"	17.3	15.8	8.4	9.7	97.1	366
" 3 Nov. 7, '68 10:30-11:15	"	—	15.8	7.5	9.8	98.6	282
" 4 " " 13:00-13:30	"	23.1	18.3	7.4	8.2	86.4	220
" 5 " " 14:50-15:30	"	15.8	17.0	7.4	7.9	80.9	275
" 6 " " 16:05-16:40	"	13.8	16.7	7.4	7.9	79.7	258
" 1 Nov. 12, '68 9:40-11:00	"	14.5	11.6	7.2	9.0	81.8	198
" 2 " " 11:10-12:00	fine-cloudy	16.7	11.8	7.4	7.5	69.7	231
" 3 " " 14:00-14:45	fine	14.0	13.3	9.1	10.7	101.4	297
" 4 " " 13:10-13:50	fine-cloudy	17.0	14.0	8.6	11.6	111.0	276
" 5 " " 15:30-16:20	fine	14.1	13.1	8.6	9.8	93.2	301
" 6 Nov. 13, '68 9:05-10:00	"	13.1	11.7	8.2	11.0	101.3	313
" 7 " " 10:50-11:20	"	18.3	14.0	7.6	7.3	69.9	3,600
" 8 " " 11:40-12:30	"	15.0	12.8	7.6	6.8	64.0	3,380
" 9 " " 14:55-15:50	"	16.0	13.7	7.4	7.0	67.1	2,950
" 10 " " 13:45-14:30	"	16.2	12.4	7.6	6.7	62.7	421

1) Measured with D.O. Meter-TP (Kyusui Kagaku Institute).

2) Measured with Electric Conductivity Meter, EST-3 (Toho Dentan Co., Ltd.).

1. Typical topographic feature of the upper stream (St. 5 in Isumi River).



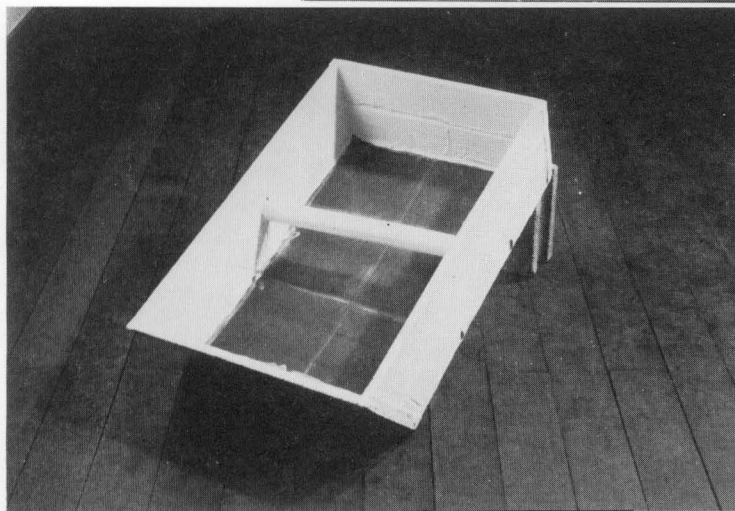
2. Typical topographic feature of the mid-stream (St. 7 in Isumi River).



3. Lower portion of the midstream (St. 6 in Obitsu River).



4. Partially submerged bamboos.



5. The sieve used for the collection of aquatic insects (wire screen of 0.5 mm meshes with wooden frame of 70×40×20 cm).

6. *Baetis* sp. (1) (body length—6.5 mm).

