

病害動物としてのブユ防除とその水界生態系への影響に関する研究

Studies on blackfly control and the impact of larviciding to aquatic ecosystem

代表研究者	日本環境衛生センター常務理事 Deputy director, Japan Environmental Sanitation Center	緒方 一 喜 Kazuki OGATA
協同研究者	国立公害研究所生物環境部室長 Chief, Section of Aquatic Ecosystem, National Institute for Environmental Studies	安野 正 之 Masayuki YASUNO
	横浜市立大学医学部寄生虫学教室助手 Instructor, Dep. of Parasitology, School of Medicine, Yokohama City University	斎藤 一 三 Katsumi SAITO
	横浜市衛生研究所主査 Chief, Medical Zoology Laboratory, Yokohama City Institute of Health	中 材 讓 Yuzuru NAKAMURA
	鹿児島大学医学部研究生 Faculty of Medicine, Kagoshima University	田 原 雄一郎 Yuichiro TABARU
研究協力者	日本環境衛生センター	田 中 生 男, 水 谷 澄 島 田 篤 夫, 伊 藤 靖 忠 武 藤 敦 彦, 小 宮 山 素 子 石 橋 肇 子
	横浜市衛生研究所	金 山 彰 宏
	川崎市衛生研究所	佐 藤 英 毅
	国立公害研究所	長谷川 淳 一, 佐 竹 潔
	日本工学院	猪 口 真 美
	国立予防衛生研究所	和 田 義 人, 高 橋 正 和
	帝京大学医学部	海 野 登 久 子, 藤 田 和 世
	熊本大学医学部	平 井 啓 久
	日本化薬(株)	小 林 賢 司, 桜 井 益 子
	三共(株)	松 永 秀 子

Blackflies are the very important pest, not only in Japan but also all over the world, due to their serious blood sucking on human and domestic animals and transmission of the diseases such as onchocerciasis. Larvae of blackflies breed in small streams and rivers, and adults attack on human and animals. To control blackflies or onchocerciasis, larval control is mainly being carried out by applying insecticides to the stream at present time. But this measure has two essential defects. One is that the effect is just temporary and another one is side effect to the non-target organisms. The object of the studies is to develop more effective control measures to the target species, minimizing the side effect to the non-target organisms.

The field control trials and the ecological investigations were carried out in Shuzenji, Shizuoka

Prefecture and Haramura, Nagano Prefecture.

1. Ecological studies on the behavior of the adult blackflies

(1) Comparative observations on the efficacy of some traps

Comparative observations on the efficacy of some traps for collecting adult blackflies were carried out. Fan traps with CO₂ gas from bomb or dry ice effectively attracted the adult blackflies according to their flow rate, while the same devices with animals (chicken or mouse) less attracted. The fan trap with black light and dry ice was recommendable for practical use, although the catching efficacy for an anthropophilic species, *Simulium aokii*, was somewhat inferior to human bait collection. Catching efficacy of the traps settled at different height above the ground was observed, and the number of the flies collected was the most abundant at 0.5 m high.

(2) Observation on diurnal rhythm of biting activities

There were two peaks, early morning and late afternoon, in diurnal rhythm of biting activities for *S. bidentatum* and *S. aokii* from April to October. In the winter season, only one peak was observed from 10 am to 4.30 pm.

(3) Flight range survey

The preliminary experiments of mark-and-release of blackflies were carried out in Shuzenji in 1981. Total number of 2,492 flies was marked and released using four colouring for three days. Among the total number of 5,243 flies captured, only three marked females were captured within 0.1 km of the releasing station, two days after releasing. The second experiment was carried out in the same place in 1982. Total number of 9,188 flies was released. Among the total number of 24,948 recaptured, 266 marked flies were recaptured, 94.7% of them being recaptured within 100 m of the releasing point 1 day after releasing. The third experiment was carried out in the same manner as the preliminary experiment in 1983. Total of 110 marked flies of 4,739 released were recaptured.

Three mark-and-release studies of adult blackflies showed that the adult could fly as far as 2 km and 2.5 km from the release point on day 2 and 4 after releasing, respectively, and also the blackflies could fly over a ridge in the area surveyed.

2. Studies on the blackfly control

(1) Laboratory test on larvicide

Laboratory tests were carried out to determine the susceptibility of field collected larvae, *S. aokii* and *S. bidentatum*, to the three organophosphorus insecticides. Chlorophoxim was the most effective among the three insecticides tested.

(2) Observation on the behavior of insecticide applied in streams

The behavior of the insecticides treated in streams was pursued by the following methods; chemical analysis of water by gas chromatography and bio-assay of water using mosquito larvae, *Cules pipiens pallens*. Concentration of salt (NaCl) discharged in a stream was also measured by a conductivity meter downstream from the discharging point. It was observed that the difference of behavior of insecticide (temephos) was not so significant between applications at one time and 10 minutes. The time, blackfly larvae was exposed to a effective concentration of chemicals, was observed to be very short.

(3) Preliminary field tests of larviciding used a biotic control agent and IGR (insect growth regulator) formulations

Field trials of a biotic control agent, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, were carried out in Haramura, in 1981. Ten ppm for 10 min is recommendable for a practical blackfly control.

In 1982, methoprene and diflubenzuron were tested. No remarkable effects could not be obtained on both IGRs treated in rate of 1 ppm AI per discharge for 15 min of the water, although in some points of some streams, decrease in the larval numbers on the substrate or inhibition of the adult emergence from the collected pupae were observed.

In 1983, new formulation and different dosage of two IGRs were tested in the field. Methoprene 10% flowable at 2.17 ppm/15 min and briquet at 0.0027 ppm/20 hrs suppressed remarkably the adult emergence from the pupae obtained for two weeks by 300 m downstreams from the dose point but did not affect the larval population. Diflubenzuron 25% WP at 2 and 5.2 ppm/15 min decreased both the larval densities and the emergence rates for 1-2 weeks by 300 m downstream.

(4) Field trial of blackfly control by diflubenzuron

Diflubenzuron 25% WP was discharged at four different points at the doses of 1-1.25 ppm/

15-60 min, in Kokawa river, Shuzenji. Larval and pupal densities in the river, nearby adult densities and adult emergence rates were observed for the evaluation.

These results led to the conclusion that 1 ppm/15 min application of diflubenzuron 25% WP in every 3 weeks may satisfactorily suppress the larval population of the blackfly larvae at least by 4 km from the dosing point.

3. Observations on the effect of insecticides upon non-target organisms

Side effect of insecticides upon non-target organisms were observed simultaneously in accordance with the treatment of larvicide against blackfly larvae. Methoprene and diflubenzuron at a standard dose applied in model stream did not cause a significant drift of non-target organisms but affected the emergence of caddis flies and some chironomid species. Only diflubenzuron inhibited the emergence of mayflies.

In the field experiment used diflubenzuron in 1984, the chemical did not affect the fish population in the river. But, aquatic insects were all received a serious impact from the chemical. And, dipterans showed remarkable increase in the density three weeks after application. Those species were *Anthoca* sp., chironomids and simuliids, which all have high potential in the increase with short generation time and high fecundity.

The decrease in the insect density resulted in the outbreak of attached algae, among which a filamentous green algae, *Cloniophora pulmosa* increased enormously. No harmful effect of this chemical on algae were detected.

研究目的

ブユは、その幼虫が川に発生し、成虫は激しく人を襲い吸血する。そのため、我が国の山麓や高地、または農耕地で重要な衛生害虫となっている。また、牛馬などの家畜に対しては吸血と同時に家畜オンコセルカ症の媒介虫として重要な家畜害虫である。

現在、ブユの防除、あるいはオンコセルカ症対策としては、ブユ幼虫の発生源である河川や小流に殺虫剤を投入する方法が、日本のみならず世界的にも普遍的に行なわれている。そして、一応の成果があげられているが、本質的に二つの欠陥をもっている。一つは、効果が全く一時的なこと、もう一つは、非標的生物に影響を及ぼすことである。

本研究は、殺虫剤あるいはその他の防除剤を用いて最も効率的で、かつ非標的生物に影響の少ない適用法を開発することを目的とする。

研究経過—成果

11の研究機関に属する約 25 名からなる共同研究で実施した。また、研究班は、生態グループ、殺虫剤グループ、非標的グループの 3 グループ編成に分けた。

また、野外における調査や実験は、主として、

静岡県修善寺町の古川・年川流域で実施した。このほか、防除試験の一部を、長野県諏訪郡原村地区内の八ヶ岳西側山麓で行なった。

その研究の成果は次のとおりである。

1. ブユの行動に関する生態学的研究

[1] 成虫用トラップの捕集効率に関する比較検討

ある地域におけるブユの生息密度推定は、生態学的調査でも、また防除効果判定上でも欠くことができない。従来は人囲法が行なわれてきたが、効率や人道上の面で問題があった。

我々は、Fig. 1 に示すような、灯火とドライアイス誘引源として、ファンで吸引する原理をもつトラップを考案し、この改良検討を行なった。

第 1 年度は、トラップの色、設置の高さ、放出 CO₂ 量等について検討した。その結果、トラップの色は捕集効率にあまり影響しないこと、高さは、捕れる種構成には影響ないが、捕集数は地表に近いほど多いことが分かった。毎分 250, 500, 1,000, 2,000 ml の 4 段階の CO₂ ガス流量と、ドライアイスを設置したファントラップの捕集効率の比較を年間にわたって比較検討した。その結果は Table 1 のとおりであった。CO₂ 量は多い



Fig. 1. Fan trap with dry ice

ほど捕集数は多かった。ドライアイス 2 kg は、CO₂ 量で 1,000 と 2,000 ml の間に相応した。

第 2 年度は、次の 5 タイプのトラップについて比較を行なった。

- Dry ice & Black light: 市販のライトトラップに、ドライアイス 2 kg をのせたもの
- Dry ice & sticky: 粘着剤を塗った箱の中にドライアイス 2 kg を入れたもの

- Chicken & light: ライトトラップの上にニワトリ 1 羽のせたもの
- Black light: 市販のライトトラップのみ
- Mice & light: ライトトラップの上にマウス 2 頭をのせたもの

この結果は Fig. 2 のとおりで、市販のライトトラップに、ドライアイス 2 kg をのせたものが圧倒的に多数の成虫を捕集した。このあとの調査・検討には、このタイプを使用した。

第 3 年度には、次の 6 タイプを比較した。

- ドライアイストラップ
- CO₂ 1000 ml ファントラップ
- CO₂ 2000 ml ファントラップ
- CO₂ 4000 ml ファントラップ
- 人囮トラップ
- 蚊帳トラップ

その結果は Table 2 のとおりであった。CO₂ 量が多いほど数多くとれた。しかし、囮法に匹敵するほど人嗜好性の強い *S. aokii* を集めるものはなかった。

[2] 成虫の日周活動調査

ブユ成虫の吸血活動は、一般に朝と夕方の二峰性であるといわれる。1 年間にわたって CO₂ ガストラップを用いて調査した。その結果、*S. bidentatum* も *S. aokii* も、4-10 月にかけては朝と夕方に山を有する 2 峰性であることが観察された。しかし、冬季 (11 月-2 月) では、午後の 1

Table 1. Monthly change of blackflies captured with different discharge rates of CO₂ gas and dry ice (2 kg).

CO ₂ flow	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	(%)
dry ice	0	19	197	114	408	30	11	29	513	15	38	266	1640	—
250 ml/min	0	4	43	0	3	3	1	3	7	5	80	12	161	3.2
500 —	0	2	51	37	31	21	2	152	54	8	78	17	453	8.9
1000 —	0	3	130	34	174	27	13	133	160	15	257	249	1175	23.0
2000 —	4	16	83	133	1185	123	53	340	149	54	809	373	3322	65.0
subtotal	4	25	307	204	1393	174	69	608	370	82	1224	651	5111	100.0
Total	4	44	504	318	1801	204	80	637	883	97	1262	917	6751	—

Note: Numerals indicate a total of 2 catches: after sunrise and before sunset

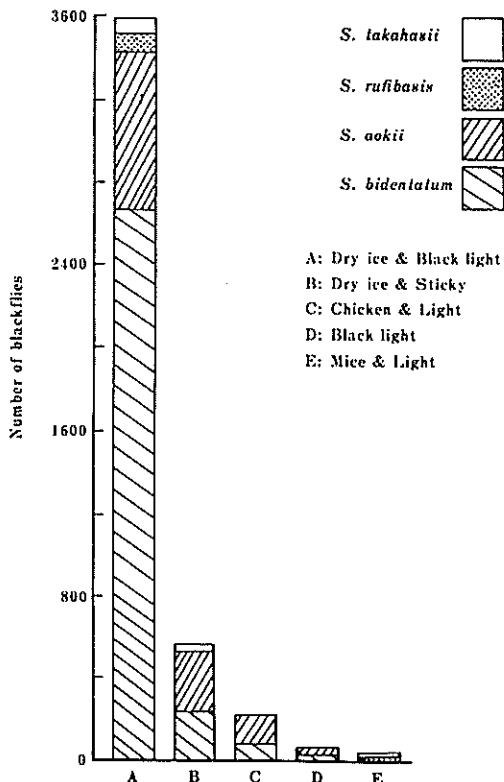


Fig. 2. Species and number of blackflies caught by five different sampling methods.

峰性であった。

[3] 記号放逐による成虫の活動範囲調査

ブユ成虫の分散・移動を調べるため色素標識をつけた成虫を放逐し、各所にトラップを配置し再捕獲してその行動を観察した。修善寺町の古川流域において実施した。

第1回：1981年には予備実験を実施した。3日

間にわたり、4色の色素でマークし、5,243個体を放逐した。その結果は3個体が、再捕獲されたとどまった。色素による悪影響があったものと考えられた。

第2回：1982年には、銀色の金属粉を成虫の体表に付着させて放逐し、上流にトラップを配置した。放逐数をTable 3に、地図をFig. 3に、また捕獲地点と数をTable 4に示した。放逐後1日目に放逐地点から約1km上流でマーク個体が確認された。しかし、回収されたマーク個体の94.7%は、放逐地点から100mの範囲内で回収された。

第3回：1983年には、金、銀、ピンクの3色で標識して放逐した。その結果は、Fig. 4, Table 3, 5に示す。4,739個体を放逐し、110個体が再捕獲された。放逐2日目に下流2.0kmの地点で、4日後に上流2.5kmの地点で捕獲された。さらに、尾根上(No.9, 10)、尾根を越えた地点(No.4)でも回収された。この結果は、この地域ではブユ成虫は尾根を越えて移動することが分った。

2. 殺虫剤に関する基礎的検討

[1] 幼虫飼育法の検討

殺虫剤の基礎的検討のためには、均質で健全な供試虫が大量必要である。しかし、ブユの飼育は極めて困難で成功例は少ない。我々は魚の飼育装置を改良し、*S. iwatense*の卵から出発して大量の成虫を得ることに成功した。

[2] 殺虫剤の幼虫に対する基礎効力試験

WHO法を用いて、我が国の代表種*S. aokii*, *S. bidentatum*の感受性を調査した。その結果は、Table 6, 7のとおりであった。供試された teme-

Table 2. Number and species of blackflies captured with different traps.

捕集法	<i>S. biden.</i>	<i>S. japo.</i>	<i>S. aokii</i>	<i>S. rufiba.</i>	<i>S. takaha.</i>	計
dry ice	248	—	19	1	9	277
CO ₂ 1000 ml	189	—	9	—	2	200
CO ₂ 2000 ml	324	1	22	3	4	354
CO ₂ 4000 ml	510	1	20	5	13	549
human bait	107	—	65	1	—	173
mosquito net	125	—	21	—	—	146
—	1503	2	156	10	28	1699

調査回数 20 回、(日出後 2 時間または日没前 2 時間、1983 年 4 月~9 月)

Table 3. Number of blackflies marked and released.

	1982		1983		Total
	3—21 Silver	10—22 Silver	10—23 Gold	10—24 Pink	
Marked	10133	1557	2232	1156	4945
Released	9188	1505	2153	1080	4739
Death	945	51	79	76	206
(Rate %)	(9.3)	(3.3)	(3.5)	(6.6)	(4.2)

phos, chlorpyrifos methyl, chlorphoxim のなかで、chlorphoxim が最も効力が大きかった。ブユ 2 種の間で感受性の差はなかった。

[3] 散布された殺虫剤の流水中における挙動調査

ブユ幼虫防除のために河川に投入された殺虫剤が、流水中でどのように挙動するか観察した。特に、距離的、時間的挙動をみるために、経過時間ごとに採取した水のガスクロマトグラフィによる定量、アカイエカ幼虫を用いたバイオアッセイ、食塩を流して水の電導度測定から食塩の挙動を追及しこれから類推をする方法を実施した。

その結果は Fig. 5, 6 のとおりである。薬剤の

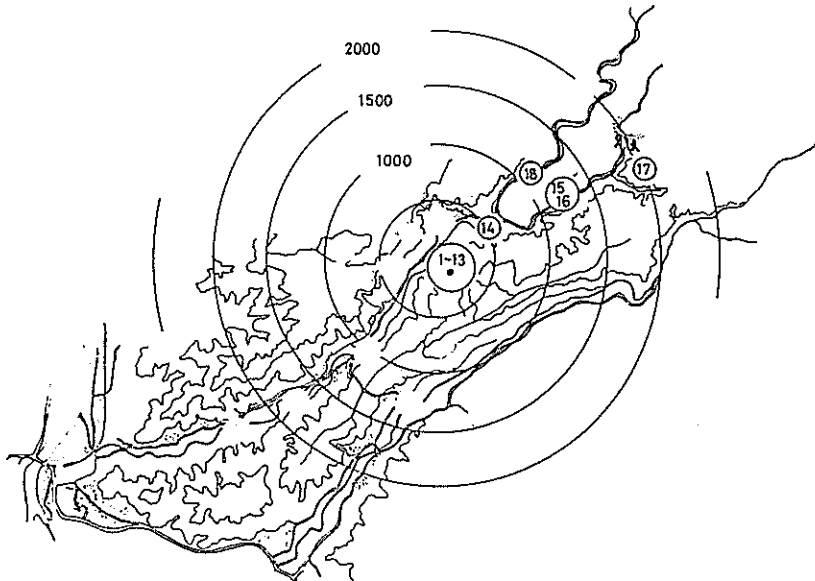
挙動を知る方法として、この 3 法は有効であった。バイオアッセイ法と電導度計による測定値はよく一致した (Fig. 6)。

薬剤の瞬時投入 (1 分間以内) と、10 分間投入の間で挙動はそれほど違わなかった。300 m 下流点の薬剤濃度は、50 m 下流点に比べて 1/10 から 1/20 に減少することが認められた。濃度上昇は急激で落下傾斜はなだらかになる傾向があった。

10 ppm/10 分間の割合で薬剤 temephos を投入後、50 m 下流で一定時間経過毎に、水、底の泥、石を採取しガスクロマトグラフィで定量した。その結果、水からは、投入 1—3 分後に薬剤が検出され、2 分後にピークを示し、13.2 ppm が定量された。しかし、泥、石からは検出されなかった。以上のことからブユ幼虫がこれに有効と考えられる濃度の薬剤に触れる時間は極めて短く、短時間接触効果の高い薬剤の使用が望ましいと考えた。

3. ブユ幼虫の防除試験

幼虫に関する基礎防除試験は主として長野県原村において実施した。ここは、八ヶ岳の西側山麓で、緩い勾配をもつ高原に無数の清流が平行して



• : Release point

Fig. 3. Map of the mark-and-release experiment in 1982.

Table 4. Number of blackflies captured and recaptured at various stations (1982).

Station No.	Number of blackflies	
	Captured	Recaptured
1	656	10
2	167	6
3	468	15
4	474	23
5	2272	28
6	2941	31
7	1467	25
8	1739	21
9	2221	42
10	2	0
11	2332	22
12	883	16
13	2023	13
14	1316	4
15	1937	4
16	2886	6
17	378	0
18	788	0
Total	24948	266

流れ、そこがブユ幼虫の絶好の発生源となっている (Fig. 7)。川幅はおおむね 1 m 以内、水深は 10—20 cm。生息種は、主として、*S. iwatense*, *S. aokii*, *S. uchidai* であった。

[1] Bti による防除試験

微生物殺虫剤である *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* のブユ幼虫に対する効力を検討した。処理薬量および時間は、Table 8 のとおりであった。1.5 ppm×60 min, 10 ppm×10 min ではそれぞれ 1000 m, 700 m 下流まで有効であった。実用面では、10 ppm×10 min が妥当であろうと考えられた。

[2] IGR による予備実地試験

1982 年には、メトプレン 10% 炭末懸濁剤とジフルベンズロン 25% 水和剤をテストした。それぞれ、1 ppm×15 min の薬量と時間で、4 回の繰返しを行なった。効果判定は、水中に設置した人工基物 (タイル) 上の幼虫数の変動、採集蛹の羽化率で行なった。その結果は、明確な評価ができるほどの成績が得られなかった。

1983 年には、前年の追試を行なった。使用薬剤と処理薬量は、メトプレン 10% 懸濁剤 (2.17 ppm×15 min), 4% ブリケット (0.0027 ppm×

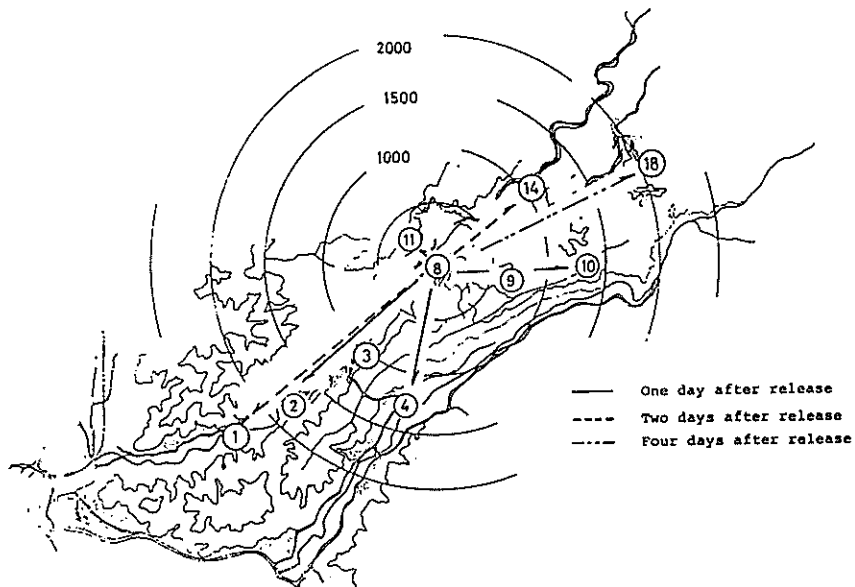


Fig. 4. Migration of blackflies (1983).

Table 5. Number of blackflies captured and recaptured at various stations (1983).

St. No.	Captured	Number of blackflies				Total
		Gold	Silver	Pink	S.P.	
1	534		1	5	2	8
2	224		1	2		3
3	543	1	4			5
4	302	2	4	2		8
5	59			1		1
6	37		1			1
7	115					0
8	681	1	7	17		25
9	236	1	6	12	2	21
10	378		3	11		14
11	421		4	11		15
12	43		2			2
13	4					0
14	463	1	2	1	1	5
15	28					0
16	42					0
17	11					0
18	129	1	1			2
Total	4250	7	36	62	5	110

Table 6. Reactions of *Simulium aokii* larvae to different larvicides in laboratory tests, with reference to mortality after a 3-hour exposure.

Conc. (ppm)	Temephos	Chlorpyrifos-M.	Chlorphoxim
	D/T*(%)	D/T(%)	D/T(%)
1.25	20/20(100)	23/23(100)	2/24(100)
0.25	31/32(96.9)	16/16(100)	27/27(100)
0.05	26/28(92.9)	29/32(90.6)	37/37(100)
0.01	1/23(4.3)	0/7(0)	16/26(61.5)
0.002	3/29(10.3)	0/6(0)	0/21(0)
Control	0/29(0)	0/29(0)	0/22(0)

* D/T=dead larvae/tested larvae

20 hr), ジフルベンズロン 25% 水和剤 (2 ppm×15 min & 5.2 ppm×15 min)。その結果は、メトブレンでは、2 週間まで、300 m 下流まで、ほぼ 100% の羽化阻害効果を示した。ジフルベンズロンでも、1-2 週目にかけて、著しい幼虫の減少が観察された。

[3] ジフルベンズロンによる地域的防除試験

Table 7. Reactions of *Simulium bidentatum* larvae to different larvicides in laboratory tests, with reference to mortality after a 3-hour exposure.

Conc. (ppm)	Temephos	Chlorpyrifos-M.	Chlorphoxim
	D/T*(%)	D/T(%)	D/T(%)
1.25	57/57(100)	64/64(100)	58/58(100)
0.25	54/54(100)	68/68(100)	51/51(100)
0.05	48/54(88.9)	45/66(68.2)	45/45(100)
0.01	8/58(13.8)	6/71(8.5)	42/54(77.8)
0.002	4/34(11.8)	3/79(3.8)	6/52(11.5)
Control	2/66(3.0)	2/56(3.6)	4/59(6.8)

* D/T=dead larvae/tested larvae

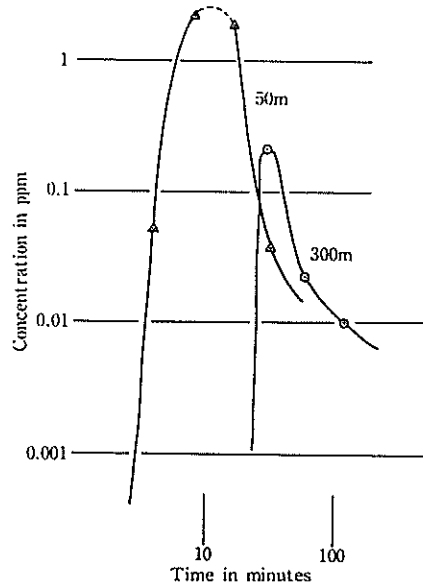


Fig. 5. Concentration changes of temephos at 50 m and 300 m downstream from dosing point, when it was treated in 1 ppm per 10 minutes.

1984 年には、前年までの成果によって、修善寺の古川において地域的防除試験を実施した。場所を Fig. 8 に示した。図中に薬剤投入点、効果判定地点も示した。

目的は、ジフルベンズロンによる地域的防除の可能性を探ることにあつた。薬量は、1-1.25 ppm×15-60 min で行なつた。1 回目が高く、2 回目以降は低減した。投入点は 4 箇所。

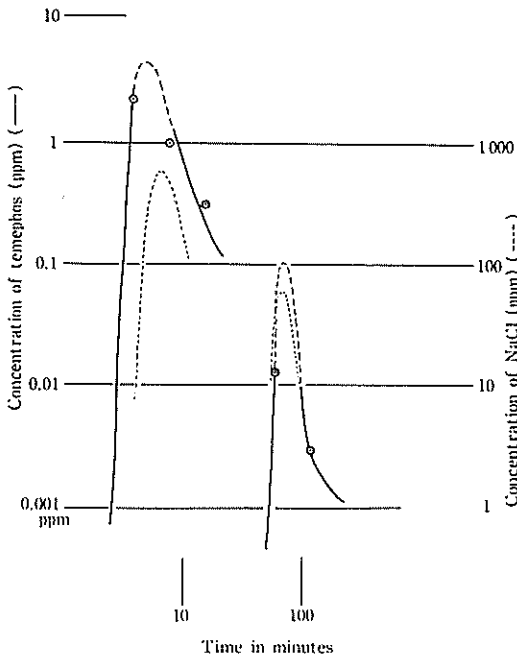


Fig. 6. Concentration changes of temephos and NaCl at 50 m and 300 m downstream from discharging point.

効果判定の方法としては、幼虫、蛹の密度変化、採集蛹の羽化率の変化、トラップおよび人囲による成虫の生息密度変化を用いた。

幼虫密度（10分間に採集された幼虫数）の変動を Fig. 9 に示した。薬剤散布によって、幼虫は1週後にはほぼ0近くに減少する。しかしまもなく急速に増加し、3週後には処理前以上に増加する。そこで、約1か月おきの散布を余儀なくさせられた。蛹の密度変動を Fig. 10 に示した。幼虫と全く同じ傾向を示した。人に吸血に集まった成虫数の変動を Fig. 11 に示した。対照区に比較して明らかな減少が観察された。散布は、第1回が7月13日で、その後、ほぼ1か月おきに行なわれたが、9月には、対照区と処理河川流域の間には顕著な差がでた。

以上の結果から、1分間流量が20—70トンの河川にジフルベンズロン25%水和剤を15分間流量当たり1ppmの割合で、3週間に1回処理をすると、少なくとも4km下流まで十分な駆除効果をあげることを認めた。

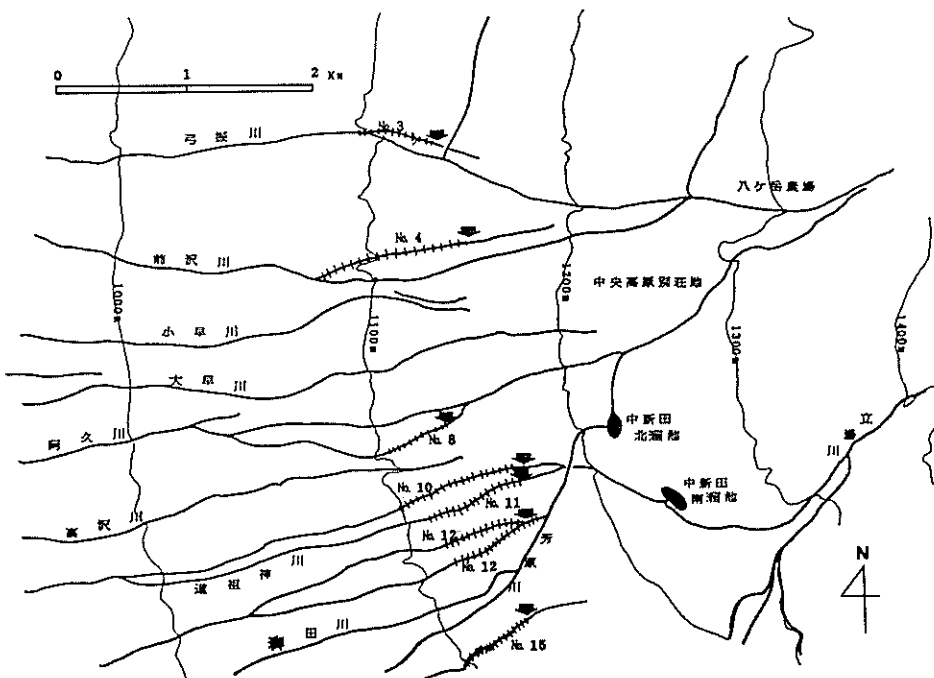


Fig. 7. Map of the streams distributing in Haramura, Nagano Prefecture

Table 8. No. of simuliid larvae collected by the unit time collection (5 min.×2) before and after the application of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* formulation.

Application method (ppm×min)	River No.	Observation point					
		-10 m	10 m	50 m	100 m	200 m	300 m
1.5×60 before	4	226	118	81	43	—	—
after		26	—	0	0	0	0
10 ×10 before	3	28	96	41	19	—	—
after		68	—	0	0	0	0
100 × 1 before	7	99	175	26	173	—	—
after		175	—	0	0	135	115
10 ×30 before	8	89	133	96	38	—	—
after		62	—	0	0	2*	25*

Note: Asterisks (*) indicate the larvae which showed an abnormal movement

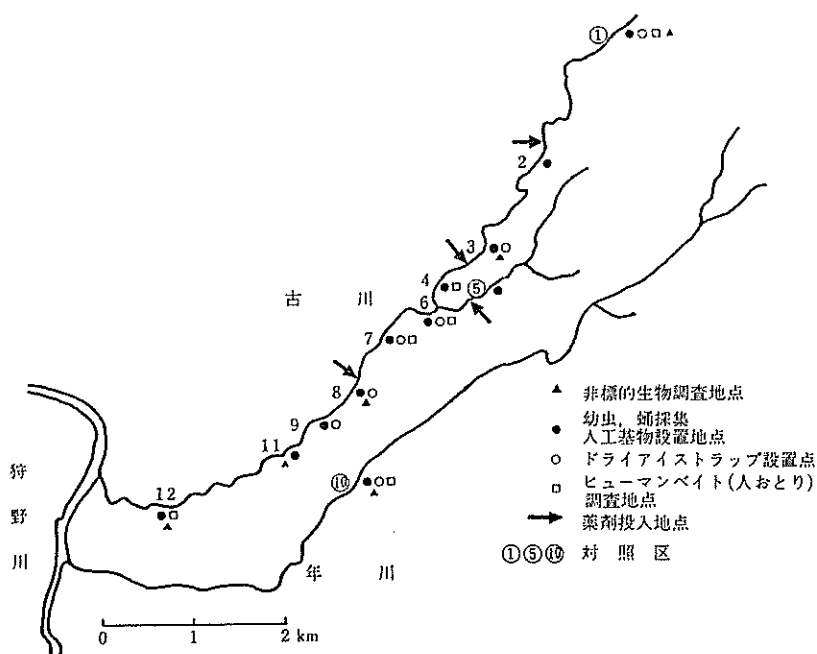


Fig. 8. Map of Kokawa, blackfly control by diflubenzuron was carried out in 1984.

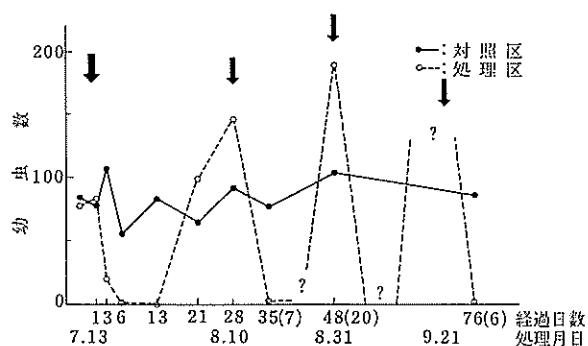


Fig. 9. Fluctuation of larval densities in the stream, diflubenzuron was treated in 1984.

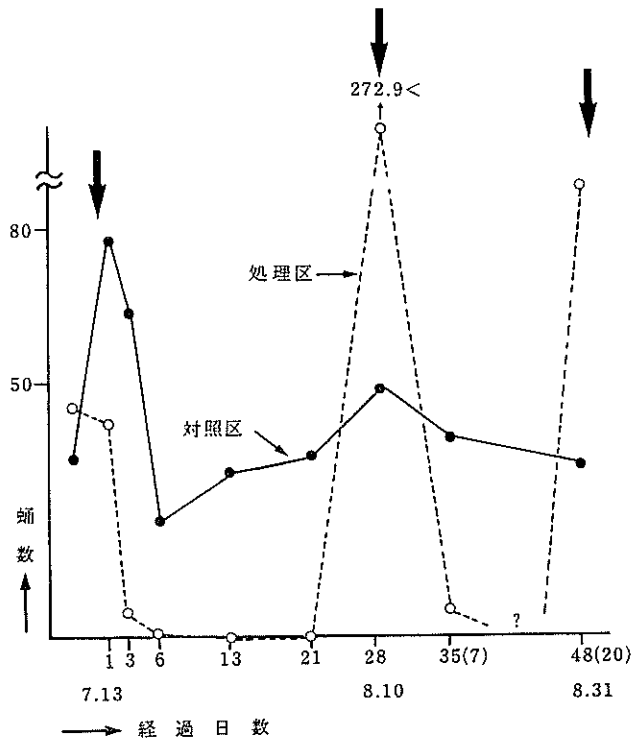


Fig. 10. Fluctuation of pupal densities in the stream, diflubenzuron was treated in 1984.

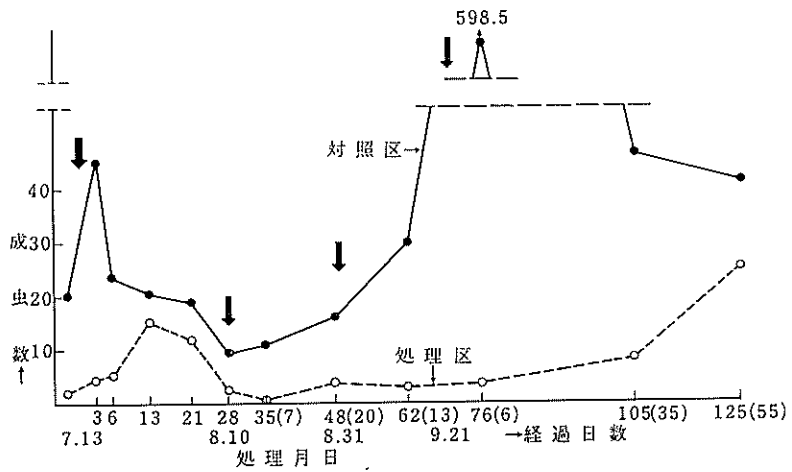


Fig. 11. Fluctuation of adult densities by human bait collection, nearby the stream treated by diflubenzuron.

Table 9. Assesment of efficacy of IGRS on the drifts of exuviae.

	Control	Diflubenzuron		Methoprene	
		1 ppm	10 ppm	1 ppm	10 ppm
<i>Hydropsychodes</i> *	—	1 (8)	>26 (1—16, 24—32)	1 (1)	24 (1—24)
<i>Baetis</i> *	5 (1—4)	17 (1—16)	>33 (1—32)	4 (1—4)	>3 (1—2, 32)
<i>Thienemaniella</i> **	—	5 (4—8)	13 (4—16)	9 (16—24)	>29 (4—32)
Orthocladiinae**	—	1 (4)	17 (4—20)	—	>29 (4—32)
<i>Polypedilum</i> *	—	13 (4—16)	13 (4—16)	>14 (4—8, 24—32)	>18 (4, 16—32)
<i>Chironomus</i> *	—	>21 (4—24)	21 (4—24)	—	>17 (16—32)

Number of days when the number of exuviae was less than 10 per day for 4 species (**) and less than 20 per day for 2 species (*) respectively.

Table 10. Changes in the densities of six algae taxon in the stream treated by diflubenzuron.

Species	St. No.	(cell/mm ²) 1984					
		12. Jul.	17. Jul.	20. Jul.	27. Jul.	3. Aug.	9. Aug.
<i>Melosira varians</i>	1'	220	7	17	1	2	—
	10	—	—	—	—	—	—
	3	—	3	33	2900	3500	5700
	8	96	150	4000	13000	7000	1700
<i>Navicula cinctaeformis</i>	1'	600	9	16	1	14	7
	10	—	—	5	3	3	—
	3	77	10	99	970	1400	940
	8	2300	1100	5600	6100	2900	1200
<i>Nav. viridula</i> var. <i>slesvicensis</i>	1'	64	—	—	1	4	—
	10	—	—	—	—	—	—
	3	120	15	99	66	38	23
	8	1600	1500	1600	650	58	170
<i>Nitzshia palea</i>	1'	1600	16	6	—	4	2
	10	—	—	—	3	—	—
	3	19	21	440	440	160	61
	8	1900	3900	3000	1500	650	290
<i>Homoeothrix janthina</i>	1'	590	—	—	—	5	46
	10	2400	8100	2300	5000	2400	1800
	3	—	—	260	—	—	—
	8	3800	2300	480	420	290	380
<i>Cloniophora pulmosa</i>	1'	650	—	—	—	—	12
	10	—	—	—	—	—	—
	3	—	26	260	1200	22000	1900
	8	1400	840	380	380	380	310

1 & 10: nontreated, 3 & 8: treated

4. ブユ防除用薬剤の NTO に対する影響

ブユ幼虫防除のために河川に散布される殺虫剤は、ブユ以外の生物に対して、なんらかの影響を与える。そこで、影響を与えない薬剤の開発や、処理法の開発は重要である。前記した防除試験時に、そのつど、非標的生物に与える影響を平行して調査した。

流下ネット、サーバーネットによって、河川中の生物相を調べ、薬剤処理前後の変化から影響を評価した。

[1] Bti による影響

ブユ以外への影響を認めなかった。

[2] 人工水路における実験

幅 25 cm、長さ 80 m の人工水路に、メトプレン 10% 懸濁剤、およびジフルベンズロン 25% 水和剤を、1 ppm×30 min、10 ppm×30 min の 2 方法で処理した。

その結果、2 薬剤とも、投入直後には、水生昆虫の顕著な流下は見られなかった。しかし、蛹のぬけ殻の流下から判断すると、Table 9 に示すようにトビケラ目の *Hydropsychodes brevilineata* では、2 薬剤とも 10 ppm 区で 20 日間以上影響された。カゲロウ目の *Baetis sahoensis* は、ジフルベンズロン区で、10—30 日間影響を受けた。ユスリカには、両薬剤とも影響した。また、ジフルベンズロン区では、藻類の増加がめだった。

[3] ジフルベンズロンの頻回散布による影響

底生動物：本河川の優占種はシマトビケラ、ユカゲロウであった。また、出現種数は、20 種前後であった。薬剤投入後 2 週後には、4—10 種に減少した。シマトビケラの減少は顕著で 4 週後でも回復しなかった。カゲロウ類は、直ちに減少したが、まもなく回復した。双翅類は、3 週目に処理前よりむしろ高い密度で出現した。

魚類：アブラハヤ、ウグイが優占していたが、とくに、影響はなかったものと考えられる。

藻類：藻類は大きな影響を受けた。処理区での種類数は増える傾向にあった。また、調査期間中に細胞数が大きく変動した 6 種類を選び、その変化を示すと Table 10 のとおりである。とくに、*C. pulmosa* は肉眼的にもよく見え異様な観

を呈した。

助成によって行なわれた研究発表業績

口頭発表

- 1) 金山彰宏, 中村 譲, 佐藤英毅, 斎藤一三, 一盛和世: ブユの生態と防除の研究 (1) 修善寺地区におけるトラップの高さ別採集による季節消長, 第 34 回日本衛生動物学会大会 (昭和 57 年 6 月 11 日~12 日, 帯広).
- 2) 一盛和世, 中村 譲, 金山彰宏, 佐藤英毅, 桜井益子: ブユの生態と防除の研究 (2) ドライアイストラップの色別によるブユ成虫採集数の比較, 第 34 回日本衛生動物学会大会 (昭和 57 年 6 月 11 日~12 日, 帯広).
- 3) 島田篤夫, 田中生男, 武藤教彦, 小宮山素子, 水谷 澄, 緒方一喜: ブユの生態と防除の研究 (3) 数種殺虫剤の幼虫に対する室内効力試験, 第 34 回日本衛生動物学会大会 (昭和 57 年 6 月 11 日~12 日, 帯広).
- 4) 田原雄一郎, 金山彰宏, 田中生男, 緒方一喜, 小林賢司, 岩坂雅弘: ブユの生態と防除の研究 (4) 殺ブユ幼虫剤投入時間の長短と効力変動, 第 34 回日本衛生動物学会大会 (昭和 57 年 6 月 11 日~12 日, 帯広).
- 5) 水谷 澄, 松永秀子, 海野登久子, 武藤教彦, 島田篤夫, 緒方一喜: ブユの生態と防除の研究 (5) 殺虫剤の流水中における挙動, 第 34 回日本衛生動物学会大会 (昭和 57 年 6 月 11 日~12 日, 帯広).
- 6) 中村 譲, 金山彰宏, 佐藤英毅, 一盛和世, 田原雄一郎, 島田篤夫: ブユの生態と防除の研究 (6) *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* によるブユ駆除野外試験, 第 34 回日本衛生動物学会大会 (昭和 57 年 6 月 11 日~12 日, 帯広).
- 7) 安野正之, 長谷川淳一: ブユの生態と防除の研究 (7) テメホスと B. t. i. 剤の非目標種への影響の比較, 第 34 回日本衛生動物学会大会 (昭和 57 年 6 月 11 日~12 日, 帯広).
- 8) 長谷川淳一, 安野正之: ブユの生態と防除の研究 (8) B. t. i. 剤のユスリカ幼虫に対する影響, 第 34 回日本衛生動物学会大会 (昭和 57 年 6 月 11 日~12 日, 帯広).
- 9) 猪口真美, 福島 悟: 修善寺古川で得られたケイ藻, 第 47 回日本陸水学会大会 (昭和 57 年 10 月 9 日, 高松).
- 10) 佐竹 潔, 安野正之: 溪流モデルにおける一次生産の測定, 第 47 回日本陸水学会大会 (高松).
- 11) 安野正之, 花里孝幸, 楠岡 泰: *Thienemanniella majuscula* の摂食, 同化速度について, 第 47 回日本陸水学会大会 (高松).
- 12) 中村 譲, 金山彰宏, 佐藤英毅, 一盛和世, 桜井益子: ブユの生態と防除の研究 (19) ブユ成虫の記号放逐, 第 34 回日本衛生動物学会東日本支部大会 (昭和 57 年 10 月 20 日, 鎌倉).

- 13) 中村 譲, 金山彰宏, 佐藤英毅, 斎藤一三, 緒方一喜: ブユの生態と防除の研究 (9) 伊豆半島のブユ相, 第 35 回日本衛生動物学会大会 (昭和 58 年 4 月 3 日~4 日, 大阪).
- 14) 武藤敦彦, 田原雄一郎, 島田篤夫, 高橋正和, 緒方一喜: ブユの生態と防除の研究 (10) IGR によるブユ幼虫駆除実験, 第 35 回日本衛生動物学会大会 (昭和 58 年 4 月 3 日~4 日, 大阪).
- 15) 佐竹 潔, 武藤敦彦, 長谷川淳一: ブユの生態と防除の研究 (11) IGR 剤の非標的種への影響, 第 35 回日本衛生動物学会大会 (昭和 58 年 4 月 3 日~4 日, 大阪).
- 16) 佐竹 潔, 安野正之: 溪流モデルにおける一次生産と二次生産との関係, 第 48 回日本陸水学会大会 (昭和 58 年 9 月 27 日~29 日, 松本).
- 17) 武藤敦彦, 田中生男: ブユの生態と防除の研究 (12) ブユ幼虫室内飼育の試み, 第 35 回日本衛生動物学会東日本支部大会 (昭和 58 年 10 月 20 日, 東京).
- 18) 斎藤一三, 佐藤英毅, 中村 譲: ブユの生態と防除の研究 (13) 冬期の伊豆半島におけるブユ成虫の吸血刺咬活動に関する調査研究, 第 35 回日本衛生動物学会東日本支部大会 (昭和 58 年 10 月 20 日, 東京).
- 19) 斎藤一三, 佐藤英毅: ブユの生態と防除の研究 (14) 和歌山県の春期におけるブユ幼虫と蛹の採集成績, 第 35 回日本衛生動物学会東日本支部大会 (昭和 58 年 10 月 20 日, 東京).
- 20) 斎藤一三, 金山彰宏, 佐藤英毅, 藤田和世, 海野登久子, 高橋正和, 水谷 澄, 緒方一喜: ブユの生態と防除の研究 (15) ブユ成虫の記号放逐, 第 36 回日本衛生動物学会大会 (昭和 59 年 4 月 3 日~4 日, 広島).
- 21) 佐藤英毅, 斎藤一三, 中村 誠, 金山彰宏: ブユの生態と防除の研究 (16) 各種トラップによるブユ成虫の捕集効率 (2), 第 36 回日本衛生動物学会大会 (昭和 59 年 4 月 3 日~4 日, 広島).
- 22) 武藤敦彦, 緒方一喜, 島田篤夫, 田中生男, 伊藤靖忠, 小宮山素子, 石橋肇子, 水谷 澄: ブユの生態と防除の研究 (17) IGR によるブユ幼虫駆除実験一その 2, 第 36 回日本衛生動物学会大会 (昭和 59 年 4 月 3 日~4 日, 広島).
- 23) 中村 譲, 金山彰宏, 杉田和子: 横浜市のブユ (ブユの生態と防除の研究 (18)), 第 36 回日本衛生動物学会大会 (昭和 59 年 4 月 3 日~4 日, 広島).
- 24) 安野正之, 佐竹 潔: 実験水路によるメトブレン・ダイフルベンズロンの底生動物影響実験 (1) 流下 (ブユの生態と防除の研究 (20)), 第 36 回日本衛生動物学会大会 (昭和 59 年 4 月 3 日~4 日, 広島).
- 25) 佐竹 潔, 安野正之: 実験水路によるメトブレン・ダイフルベンズロンの底生動物影響実験 (2) 現存量 (ブユの生態と防除の研究 (21)), 第 36 回日本衛生動物学会大会 (昭和 59 年 4 月 3 日~4 日, 広島).
- 26) 斎藤一三, 佐藤英毅, 湯沢文男: ブユの生態と防除の研究 (22) 栃木県における春期のブユ採集成績, 第 36 回日本衛生動物学会東日本支部大会 (昭和 59 年 10 月 7 日, 川崎).
- 27) 金山彰宏, 佐藤英毅, 斎藤一三: ブユの生態と防除の研究 (23) 山口県における春期のブユ採集成績, 第 36 回日本衛生動物学会東日本支部大会 (昭和 59 年 10 月 7 日, 川崎).
- 28) 中村 譲, 金山彰宏, 斎藤一三, 佐藤英毅: ブユの生態と防除の研究 (24) ブユの雌成虫の翅長の季節変動, 第 36 回日本衛生動物学会東日本支部大会 (昭和 59 年 10 月 7 日, 川崎).
- 29) 猪口真美: 修善寺古川のケイ藻類の季節消長と水質, 第 49 回日本陸水学会大会 (昭和 59 年 9 月, 筑波).
- 30) 斎藤一三, 金山彰宏: ブユの生態と防除の研究 (25) 群馬県における夏期のブユ採集成績, 第 37 回日本衛生動物学会大会 (昭和 60 年 3 月 27 日~28 日, 川崎).
- 31) 佐藤英毅, 斎藤一三, 中村 譲, 高橋正和: ブユの生態と防除の研究 (26) 千葉県のブユ相, 第 37 回日本衛生動物学会大会 (昭和 60 年 3 月 27 日~28 日, 川崎).
- 32) 中村 譲, 金山彰宏: ブユの生態と防除の研究 (27) 横浜市内のブユ分布状況, 第 37 回日本衛生動物学会大会 (昭和 60 年 3 月 27 日~28 日, 川崎).
- 33) 金山彰宏, 斎藤一三, 佐藤英毅: ブユの生態と防除の研究 (28) ブユ成虫の日周活動と牛舎における吸血, 第 37 回日本衛生動物学会大会 (昭和 60 年 3 月 27 日~28 日, 川崎).
- 34) 緒方一喜, 田中生男, 水谷 澄, 伊藤靖忠, 岩崎素子, 武藤敦彦, 関 肇子, 斎藤一三, 金山彰宏, 佐藤英毅, 海野登久子, 田原雄一郎, 松永秀子, 高橋正和, 和田義人: ブユの生態と防除の研究 (29) IGR によるブユ幼虫駆除実験一その 3, 第 37 回日本衛生動物学会大会 (昭和 60 年 3 月 27 日~28 日, 川崎).
- 35) 猪口真美, 安野正之, 佐竹 潔: ブユの生態と防除の研究 (30) IGR 投入後の付着藻類相の変化, 第 37 回日本衛生動物学会大会 (昭和 60 年 3 月 27 日~28 日, 川崎).
- 36) 佐竹 潔, 安野正之: ブユの生態と防除の研究 (31) IGR 投入後の河川底生動物相の変化, 第 37 回日本衛生動物学会大会 (昭和 60 年 3 月 27 日~28 日, 川崎).

論文発表

- 1) Yasuno, M., F. Shioyama and J. Hasegawa: Field experiment on susceptibility of macrobenthos in streams to temephos, *Jpn. J. Sanit. Zool.*, 32, 229~234 (1981).
- 2) Yasuno, M., J. Okita, K. Saito, Y. Nakamura and S. Hatakeyama: Effects of fenitrothion on

- benthic fauna in small streams of Mt. Tsukuba, Japan, *Jpn. J. Ecol.*, **31**, 237~245 (1981).
- 3) Yasuno, M., S. Fukushima, F. Shioyama and S. Hatakeyama: Changes in the benthic fauna and flora after application of temephos to a stream on Mt. Tsukuba, *Hydrobiologia*, **89**, 205~214 (1982).
 - 4) Hasegawa, J., M. Yasuno, K. Saito, Y. Nakamura, S. Hatakeyama and H. Sato: Impact of temephos and fenitrothion on aquatic invertebrates in a stream of Mt. Tsukuba, *Jpn. J. Sanit. Zool.*, **33**, 363~368 (1982).
 - 5) Yasuno, M., J. Okita and S. Hatakeyama: Effects of temephos on macrobenthos in a stream of Mt. Tsukuba, *Jpn. J. Ecol.*, **32**, 29~38 (1982).
 - 6) 中村 譲: ブユ駆除のための基礎的研究 1. 幼虫の定量採集法の検討と季節消長, *衛生動物*, **33**, 239~246 (1982).
 - 7) 中村 譲: ブユ駆除のための基礎的研究 2. 成虫採集法としての炭酸ガストラップの検討, *衛生動物*, **33**, 295~299 (1982).
 - 8) Yasuno, M., Y. Sugaya and T. Iwakura: Effects of insecticides on the benthic community in a model stream, *Environ. Poll. (Ser. A)*, **38**, (1985 in press).
 - 9) 斎藤一三, 佐藤英毅: ブユの生態に関する研究 (4) 和歌山県における春期のブユ採集成績, *衛生動物*, **35**, 109~116 (1984).