malathion が diazinon よりもむしろ速効性を示す点も興味深い。このように対象害虫の種類によつて殺虫剤の反応が異り、選択性の認められることは、殺虫剤を選ぶ上にまた注目されなければならない。

参考文献

- 1) 黒佐和義 (1958): 衛生動物, 9(4): 245-275. —
- 2) 黒佐和義 (1956): 衛生動物, 7(3・4): 258-264.
- 3) 井上義郷 (1962): 衛動第14回東日本大会講演.
- 4) 大久保茂, 川島恂二 (1962): 衛動第14回東日本大会講演. —5) 川島恂二, 堀徹 (1962): 衛動第14回東日本大会講演. —6) 堀徹 (1962): 衛動第14回東日本大会講演.

Summary

In order to know the effect of various insecticides against a kind of poisonous beetle, *Paederus fuscipes* Curtis, a series of tests was carried out under laboratory condition.

Seven insecticides, γ -BHC (lindane), DDT, dieldrin, chlordane, diazinon, malathion and DDVP were tested through a continuous contact method. The test-insects are adults of the poisonous beetle collected from Koga City, Ibaraki Prefecture.

Through an experiment using the insecticide impregnated filter paper, it was confirmed that lindane is superior to DDVP in rapidity of knock-down.

Using six insecticide dusts, it was further confirmed that the lindane is most excellent in the effect of rapidity; the others are following sequence of descending order in the rapidity: DDT, chlordane, malathion, diazinon, dieldrin. Against this particular pest, it seems that chlorinated hydrocarbons except dieldrin are more effective than organophosphorus insecticides.

Dust of above mentioned insecticides treated in the rate of 1.5 g per square metre appears to give sufficient result in practical control.

8 年間にわたるブユ駆除実施成績と

ブユ幼虫の殺虫剤抵抗性¹⁾

Field control of blackfly larvae in a stream and insecticide resistance in the larvae

伊藤由紀子²⁾ 原田節子²⁾ 鈴木 猛³⁾

Yukiko Ito, Sadako Harada and Takeshi Suzuki

まえがき

自由学園（東京都北多摩郡久留米町）では、学園の構内および附近を流れる 2 本の小川に、ブユ幼虫が多く生息し、その被害がはなはだしいために、1953 年来、ブユ研究グループを設け、その調査と駆除に当つてきた。

この結果については、原田ら (1959) がその一部を報告した。また、ブユ幼虫駆除の使用薬剤および薬剤量の決定については、緒方らがここの小川において実験を行い、その結果を報告している (緒方, 佐々, 鈴木, 1956)。

この駆除には、主として DDT 40%, リンデン 1.6% 混合ペースト (以下、混合ペーストと略称する) を用い

1) 自由学園のブユ研究グループの共同研究として行なわれた。ここに記した以外の研究参加者は次の通りである。

1955~56 年度: 石山英子, 浅羽不二子, 戸塚和子, 加藤雅子, 斎藤安世, 原田節子

1957 年度: 戸塚信子, 福島祐子, 鶴田多喜子

1958 年度: 吉岡啓子, 加藤彌生, 水谷悠紀

1959 年度: 小林宏子, 田中洋子, 林十和, 中川洋子, 三浦朝子, 山口尚子, 山本紀子

1960 年度: 日下結子, 佐川陽子, 鳥越素子,

東島君恵, 水谷千紗, 森淳子

1961 年度: 岡本佳代子, 国沢厚子, 慶松玲子, 二藤晴美, 堀江政子, 松方喜美代

2) 自由学園科学グループ

Science Group, Jiyu-Gakuen, Tokyo

3) 東京大学伝染病研究所寄生虫研究部 (主任 佐々学教授)

Department of Parasitology, Institute for Infectious Diseases, University of Tokyo
(Chief: Prof. Manabu Sasa)

小川のおよそ 600m おきに散布地点を設け、ここから、1 分間流量量に対して、DDT として 3 ppm に当る混合ペーストを、水で希釈して散布した。この散布を、およそ 1 カ月に 1 回の割でくりかえした結果、当初はきわめて有効であり、ブユ刺咬の被害を、ほぼまぬかれることができた。

しかし、散布をつづけている間に、その駆除効果が次第に減少していったため、ブユ幼虫の抵抗性について、1960～61年の 2 年間にわたって調査を試みた結果、この川に生息するブユ幼虫が、DDT に対して高度に、またリンデンに対しても、かなりの程度抵抗性を増大したことを見出したので、ここに報告する。

I. ブユ駆除実施成績

1. 対象の川とブユの生息種

対象の川は、図 1 のように、学校を中心に、半径 1km 以内を流れる 2 本の川である。この川は、平均の川幅 2.5 m, 水深 35cm, 1 分間の流速 25～40m で、いずれ

図 1 久留米川水系

も泉を水源としているため、水温は年間を通じて大きな差はなく、おおむね 13～16℃ である。水中には、ミクリや藻などが多く、実験当初は水がすんでいたが、最近では住宅地がふえ、その汚水が流入するため、水がにごってきた。

この川に生息するブユは、1954～56年頃の調査では、*Simulium* (*Odagmia*) *aokii* (Takahasi, 1941) アオキツメトゲブユが優占種で、*Simulium* (*Simulium*) *venustum* Say, 1823 アシマダラブユがこれに次ぎ、稀には *Simulium* (*Eusimulium*) *uchidai* (Takahasi, 1950) ウチダツノマユブユが採集された。なお、1960年および 1961年の調査によれば、採集されたブユ幼虫は、すべて *S. aokii* であり、川の状況や水質の変化によつて、種の

構成が異つてきたものと考えられる。

2. 使用薬剤と散布状況

調査および実施の経過は次の通りである。

1954～5 年には、DDT の乳剤、水和剤、混合ペーストなどを試験的に散布し、実地散布の場合の薬剤濃度、散布地点、回数などの資料を求めた。1956 年以降は、使用薬剤を、混合ペースト (DDT 40%, リンデン 1.6%, 日本曹達 K. K. 製) に定め、56 年には各種の濃度の希釈液を、また 57 年には 1 分間流量量に対して 2～9ppm, 58 年以降は 3 ppm の散布を基準とした (以上いずれも DDT に対して)。

これと並行して、1957～8 年には、小川における観察や、アスピレーター装置による室内飼育の結果、ブユの幼虫期間がおよそ 30 日であることを知り、実際の薬剤散布を 1 カ月に 1 回と定めた。

有効距離については、3 ppm の散布がおよそ 600m 下流まで有効なことを知り、約 600m ごとに薬剤の散布地点を設けた。散布法としては、川の 1 分間流量量をそのつど測定し、1 分間流量量の 3 ppm にあたる DDT を含む混合ペーストを、バケツ内のおよそ 3～5l の水と混合かくはんし、川幅一ぱいに、15～30 秒の間に投入した。

3. 効果の判定法

調査地点は、散布場所の 1～3m 下流の地点と、各散布場所のおおむね中央の地点に、つまりおよそ 300m ごとに延 22 カ所を定めた。

方法としては、調査地点の附近の流水中のミクリの葉をしらべ、一葉中にもつとも幼虫数の多いものを採集しそのサナギ数と幼虫数を記録した。なお幼虫は、目測により、便宜的に幼令幼虫 (体長 2 mm 以下)、中令幼虫 (2～6mm)、老令幼虫 (6 mm 以上) にわけて記録した。この観察を、薬剤散布の直後と 24 時間後の 2 回にわたつて行い、次の式から、駆除率を求めた。

$$\text{駆除率}(\%) = \frac{(\text{予察の虫数}) - (\text{後察の虫数})}{(\text{予察の虫数})} \times 100\%$$

なお、この数学がマイナスになったときは、便宜的に 0% とした。

4. 駆除効果

この結果を、表 1 に示した。ここには、1958～1962 年の 5 年間のほぼすべてのデータがそろっている地点のデータのみをあげた。

薬剤の散布方式と効果の観察の方式が確立されたのは 1958 年であるため、これ以前のデータは、この表には示していないが、ここに用いた混合ペーストの効力は、実験開始の初期にはきわめて高く、1956 年の調査では、3

表1 DDT 40% リンデン 1.6% 混合ペースト
散布による久留米川のブユ幼虫の駆除率
の年次推移

実験 地点	1958 (10)	1959 (6)	1960 (8)	1961 (7)	1962 (2)
a	76.1	98.5	56.2	27.1	13.0
b	87.6	79.8	78.9	82.1	100
f	85.9	85.9	47.0	74.4	49.7
g	84.4	—	33.9	46.0	43.6
i	81.7	—	86.1	65.9	0
k	84.4	80.0	95.2	65.5	0
l	86.4	53.8	80.7	90.5	82.3
m	91.3	66.7	74.2	66.1	32.3
d'	84.5	67.6	75.4	74.5	66.8
b''	90.1	30.3	59.4	69.0	65.2
c''	95.3	42.0	69.7	59.4	27.4
d''	95.6	78.2	65.5	89.6	90.0
平均	86.9	68.3	68.5	67.5	47.5

注：カッコ内は実験回数

ppm の DDT 散布により、24 時間後の平均駆除率は、95.8% となっている。

その後この駆除率は、次第に低下し、1962 年には、わずかに 47.5% にしかすぎない。これには、汚水の流入により、川の状態が変化してきたこと、ブユの種の構成が変ってきたことなど、いろいろの原因が考えられるがその一つの有力な原因として、ブユ幼虫の抵抗性発達をとりあげ、次に示すような実験を行った。

II. ブユ幼虫の殺虫剤抵抗性について

1. 実験を行った川とブユの生息種

前項に示したごとく、DDT の散布を行ってきた久留米川（以後 A 川と称する）のブユ幼虫の殺虫剤抵抗性を調査するため、従来薬剤散布をほとんど受けていない 2 つの川をえらび、これらを対照として、A 川と並行して調査した。

その 1 つは、飯能附近の小川（これを B 川と称する）で平均の川幅 80cm、水深 15cm、1 分間の流速 30m、水温 13~16°C で、水中にはミクリが生えている。周辺は畑である。

他の 1 つは、深大寺境内を流れる小川（これを C 川と称する）で、平均川幅 1m、水深 20cm、水中にはミクリが生えており、周辺には大木が高く、自然の状態を保っている。

これらの川は、いずれも、泉に源を発しているため、年間を通じて、水温に大きな相違はなかつた。また、ブ

ユ幼虫駆除のための薬剤散布は、B、C 川ともほとんど行なわれたことがない。

生息種は、3 本の川とも、いずれも *S. aokii* であつた。

2. 実験方法

直径 6 cm、ステンレス製球型の真中から左右に開く型の茶こし（ケージ）を使用した。

水中のミクリの葉の上に生息する幼虫を葉ごととり、水をはったバケツの中に移し、その中から、健全な老令幼虫 30 匹をピンセットでケージに移した。各濃度に水でうすめた殺虫剤希釈液を用意し、この中に、前記の幼虫をケージごと沈め、10 分間浸漬した後、直ちにもとの川の中に移し、流失を防ぐため、ロープに結んでおいた。24 時間後に、ケージ内の幼虫をバケツにうつし、生死の判別をした。

すなわち、バケツの底や側面に吸着し、立ち上る幼虫や、サナギになつたものを生、沈んではいるが、かすかに動くものをノックダウン、ピンセットで刺激を与えても全く動かないものを死、の 3 段階にわけて、観察記録したが、ノックダウン虫は便宜上死亡虫に含めて、死亡率を算出した。

なお、対照（薬剤希釈液のかわりに、バケツの水中に 10 分間浸漬し、以後処理区と同様の操作を行つたもの）の死亡率が 10% をこえたデータは、これをすべて破棄し、10% 以下の場合、処理区の死亡率に Abbott 補正を加えた。

3. 実験結果

実験 1 と 2 実験 1 は、A 川と B 川において行つた。使用薬剤は混合ペースト。実験期間は、1961 年 1 月 20 日より 3 月 2 日に至る間である。

実験 2 は、A 川と C 川において、同じく混合ペーストを用い、1961 年 6 月 21 日から 7 月 11 日に至る間に行つた。それらの結果は、とりまとめて表 2 に示した。

この表にあきらかなごとく、従来ほとんど殺虫剤が散布されていない B 川と C 川では、300~400ppm でいずれも 80% 以上の死亡率を示しているのに、A 川では、実験 2 の 400ppm で 44.8% の死亡率を示した以外は、いずれも 20~30% 程度の死亡率にしかすぎない。すなわち、A 川のブユ幼虫は、B 川あるいは C 川の幼虫に比較し、混合ペーストに対して、著しく強いことが見出された。

しかし、ここに用いた薬剤は、DDT とリンデンの混合ペーストであるため、いずれの薬剤に、より高い抵抗性を示すのかを確かめる目的で、次の実験 3 を行つた。

実験 3

実験に用いた川は、A 川と B 川である。使用薬剤とし

表2 DDT 40%, リンデン 1.6% 混合ペースト希釈液中にブユ幼虫を 10 分間浸漬した場合の 24 時間後の死亡率

薬 量 (ppm)		実 験 1				実 験 2			
		A 川		B 川		A 川		C 川	
DDT	リンデン	供試虫数	死 亡 率	供試虫数	死 亡 率	供試虫数	死 亡 率	供試虫数	死 亡 率
400	16	205	26.3	217	85.0	116	44.8	276	84.1
300	12	119	22.0	182	83.0	211	26.1	242	83.4
200	8	169	33.7	199	75.5	208	28.8	257	77.5
100	4	158	20.3	240	73.0	203	25.1	288	47.9
50	2	163	9.3	225	53.0	204	18.1	298	37.6
30	1.2	370	10.0	136	53.0	237	14.4	223	31.8

注：死亡率には Abbott 補正をほどこした。

ては、DDT 50% 水和剤（市販製品）とリンデン 10% 乳剤（リンデン 10%, キシレン 80%, Sorpol 600B 10%, 実験室にて調製）で、実験期日は、1961 年 11 月 17 日から 1962 年 2 月 15 日に至る間である。

その結果を示したのが表 3 であり、この濃度 (ppm) を対数に変換し、死亡率を Probit に変換し、Finney の図解法によつて、濃度致死率回帰直線方程式を求め、LC-50 とその上限下限を計算した結果が表 4 である。なお、ここに示した 4 つの方程式は、 χ^2 -test の結果、いずれも抽出誤差の範囲内で、観察値を満足せしめている。

表3 DDT 50% 水和剤、リンデン 10% 乳剤各希釈液中にブユ幼虫を 10 分間浸漬した場合の 24 時間後の死亡率

薬 量 (ppm)	A 川		B 川	
	供 試 虫 数	死 亡 率	供 試 虫 数	死 亡 率
DDT				
5,000	145	41.9	151	97.5
2,000	142	27.0	140	94.9
1,000	171	28.7	143	77.0
500	175	16.2	139	40.3
200	168	11.9	161	13.9
リンデン				
5,000	110	75.1	147	96.2
2,000	161	59.3	174	92.8
1,000	179	49.4	153	72.3
500	178	44.7	165	59.7
200	112	29.1	173	35.9

注：死亡率には Abbott 補正を施した

この結果によると、A 川と B 川の LC-50 の比は、DDT で 12.8、リンデンで 2.6 であり、A 川のブユ幼虫 (S.

aoki) は、B 川の幼虫に比較し、DDT に対してはきわめて強く、またリンデンに対してもかなり強いことが見出された。

表4 表3 のデータから求めた濃度致死率回帰直線方程式と LC-50 など

薬 剤	川	濃度致死率回帰直線方程式	LC-50 ppm	LC-50 の 上限と下限	LC-50 の比 A/B
DDT	A	$Y = 5 + 0.78(X - 3.86)$	7,300	8,410 ~ 6,320	12.8
	B	$Y = 5 + 2.53(X - 2.76)$	570	631 ~ 513	
リンデン	A	$Y = 5 + 0.77(X - 1.96)$	91	119 ~ 69	2.6
	B	$Y = 5 + 1.57(X - 1.54)$	35	41 ~ 30

図2 DDT の濃度致死率回帰曲線

図3 リンデンの濃度致死率回帰曲線

III. 考 察

以上の実験結果が示すごとく、久留米川（A川）の *S. aokii* 幼虫は、B川およびC川の幼虫に比較し、DDT とリンデンの混合ペーストに対しても、また、DDT 水和剤やリンデン乳剤に対しても、あきらかに強い。

この試験方法は、それらの川から採集した幼虫を、バケツの中で10分間殺虫剤液に浸漬し、後再びもとの流水中にかえて24時間後の死亡率を求めたものであり、各川に生息する幼虫の抵抗性（ないし感受性）の比較的な強さを示すものと考えて差し支えないであろう。

表5 久留米川における殺虫剤使用歴

年次	使用薬剤	散布回数	散布量(kg)	散布原体量(kg)	
				DDT	リンデン
1954	各種 ¹⁾	—	—	1.6	0.02
1955	各種 ²⁾	—	—	0.2	0
1956	混合ペースト ³⁾	6	2.2	0.8	0.03
1957	同上	17	9.5	3.8	0.15
1958	同上	14	16.4	6.6	0.26
1959	同上	13	23.8	9.5	0.15
1960	同上	11	14.3	5.7	0.23
1961	同上	12	14.6	5.9	0.27
1962	同上	2	1.3	0.5	0.02
計	—	75	82.1	34.6	1.13

1) DDT の30%乳剤及び50%水和剤、DDT 40% リンデン1.6%混合ペーストを用いた

2) DDT の20%, 40%, 50%の各水和剤を用いた

3) DDT 40%. リンデン1.6%

これらの3つの川は、流水の状況、水質など、多少とも異なるため、久留米川に生息する幼虫の抵抗性が、果して頻回の薬剤散布によるものかどうか、なお若干の疑問が残るが、久留米川においては、過去8年間にわたって頻回且つ多量の殺虫剤散布を行ってきており、しかもその駆除効果が、年毎に減少している結果と考え合せて、薬剤散布による発達した抵抗性 (developed resistance) と認めて差し支えないものと考ええる。

なお、久留米川における過去8年間の散布薬剤量を示せば、表5の通りである。

ま と め

東京都北多摩郡久留米町を流れる久留米川において、1954年以降、毎月1回、1分間流量の3ppmにあたるDDT 40%、リンデン1.6%混合ペースト（リンデンでは0.12ppm）を散布してきた結果、年を追ってその駆除効果が減少した。1961～2年に、久留米川のブユ *Simulium aokii* 幼虫を、10分間殺虫剤希釈液につけ、以後再び流水中にもどして24時間後の死亡率を求め、同一の方法による他の川（ここはほとんど殺虫剤が散布されていない）のデータと比較した結果、久留米川の幼虫はDDT に対して、LC-50で12.8倍、リンデンに対して2.6倍強いことを認め、これを頻回の薬剤散布による発達した抵抗性 (developed resistance) とみなした。

この研究を行うにあたって、常日頃から御懇篤な御指導をいただいている東京大学伝染病研究所寄生虫研究部長佐々学教授に深謝する。また国立予防衛生研究所衛生昆虫部緒方一喜博士には、種の同定をはじめ、実験全般にあたって御協力をいただいた。あわせて感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 原田節子他6名(1959): 薬剤によるブユ幼虫駆除後のポプレーション回復状況についての調査成績。生活と環境, 4(2): 30-33. —2) 緒方一喜, 佐々学, 鈴木猛(1956): ブユとその駆除。162pp. 衛生害虫叢書V, DDT 協会, 東京。

Summary

After larval control of blackfly, *Simulium aokii*, in a stream in Tokyo for 8 years by the application of mixed pastes of DDT 40% and lindane 1.6%, the resistance of larvae has developed highly to DDT and fairly to lindane. The LC-50's given by immersion test for 10 minutes were 7,300 ppm in DDT and 91 ppm in lindane. These were far higher than those of blackfly larvae collected from a stream not applied with any chemical, which showed 570 ppm and 35 ppm of LC-50's in DDT and in lindane, respectively.