



Title	野外における殺虫剤の使用方法和効果判定に関する研究 : 2. 市街地における下水溝の蚊幼虫駆除実験
Author(s)	前田, 理
Citation	長崎大学風土病紀要 4(4), p.307-313, 1962
Issue Date	1962-12-23
URL	http://hdl.handle.net/10069/3895
Right	

This document is downloaded at: 2018-08-16T22:28:19Z

野外における殺虫剤の使用法と効果判定に関する研究

2. 市街地における下水溝の蚊幼虫駆除実験

長崎大学医学部医動物学教室 (主任: 大森南三郎教授)

前 田 理
まえ だ おさむ

Field Studies on the Evaluating Method of Insecticidal Effect. 2. On the control of mosquito larvae in city drains. Osamu, MAEDA. Department of Medical Zoology, Nagasaki, University School of Medicine (Director: Prof. N. OMORI).

緒 言

市街地における蚊幼虫駆除のための殺虫剤使用法に関する野外実験は、実際的な重要性にもかかわらず比較的少なく、Reid (1950), 和田ら (1959, 1960)等は各種殺虫剤の各種希釈液を1本乃至数本の溝に散布して効果を比較しているに過ぎない。ところが野外実験では、蚊幼虫の発生数及び駆除効果は、溝の状態すなわち水深、水流、構造等によってかなり異なる場合があるので、溝毎の異質性を考慮して、反復実験して効果を評価することが望ましい。そこで各下水溝に対する殺虫剤の割り当ての完全な無作為化により、殺虫剤以外の変動要因による影響を出来るだけ少なくして効果を評価することを計画し、1960年と1961年に、各種殺虫剤の各種薬量を毎週各下水溝に無作為に散布して、散布直前、散布1日後及び7日後に採集された蚊幼虫及び蛹数を比較して、溝における殺虫剤の使用法、効果判定の方法、推奨濃度あるいは散布間隔等について若干の知見を得たので、その結果について報告する。

本文に入るに先立ち、研究の指導と原稿の校閲を賜った大森南三郎教授に厚く感謝の意を表す。また実験の実施に当って種々の援助をうけた長崎市中央保健所、下釜勝博士ほか衛生害虫研究室員各位に深謝するとともに、各種殺虫剤の提供を受けた日本曹達株式会社、日本特殊農薬株式会社、近藤化学工業株式会社、住友化学工業株式会社、庵原農薬株式会社に感謝する。

実験場所及び方法

長崎市のほぼ中央部にある長崎市中央保健所附近と

市の北部住宅地区内で、幅約30cm、長さ20乃至120mの下水溝を、1960年には33本、1961年には18本を実験溝として選定した。これらの溝は道路の両側にあつて、勾配がゆるく、家庭下水の流入、生垣からの落葉等によって有機物に富んだ污水が停滞しやすく、アカイエカが多発しやすい状態にあつた。

1960年には第1表に示すように5種の殺虫剤をそれぞれ3段階の薬量、すなわち15通りの処理方法で各溝に無作為的に散布するように計画し、第1回の散布直前に各下水溝に対して各処理を書きつけたカードを順次割り当て、各溝の表面積(幅×長さ)からそれぞれの溝に散布する殺虫剤の原液量(粉剤の場合は散布量)を計算して用意した。幼虫の発生を認めた場合にのみ、この原液を、そのカードに記載された濃度に希釈して散布した。幼虫の発生が認められなかった溝では、割り当てられた殺虫剤を、幼虫の発生を認めた散布日に始めて使用した。殺虫剤の散布は乳剤の場合には噴霧機で、粉剤の場合には特殊小型散粉機で2、3回往復して、出来るだけ均一になるよう注意して行なつた。殺虫剤を散布した溝に対しては次回散布予定の処理を前回と同様の方法で割り当て、幼虫の発生した溝にのみ所定の希釈液を作って散布した。同一希釈液の散布の繰り返しを出来るだけ多くするために、週1回の散布実験を6月から10月迄続けた。その繰り返し回数第1表には溝での処理回数で示され、最少14回、最多23回となっている。

1961年には、前年度の処理方法があまりに繁雑であつたので、処理方法の簡素化と時間の節約のために1殺虫剤については1希釈液を作り、これを一定歩行速

度で溝の全長を4回散布あるいは1回散布することによって、それぞれの溝に2段階の濃度でその殺虫剤が散布できるよう工夫した。具体的には、第2表に示すように6種の殺虫剤を、前年度の実験結果からそれぞれ適当と思われる一定濃度に稀釈し、その稀釈液を全自動噴霧機で1分当り300ccの噴出圧力、1分40mの歩行速度で、溝によって全長を2往復散布(=4回散布=高濃度散布= m^2 当り100cc散布)、あるいは片道散布(=1回散布=低濃度散布= m^2 当り25cc散布)することによって、2段階の散布葉量となるようにした。この12の処理は、幼虫発生溝のみに対して、散布日毎に無作為に割り当て、繰り返し回数を多くするために前年同様6月から10月まで週1回の殺虫剤散布実験を続けた。

殺虫剤の効果を比較判定するために、各溝に発生する幼虫及び蛹の採集を行なったが、同一溝にあっても場所によって発生量に差がみられるので、溝による発生量を客観的に比較しうるように、1本の溝について大体等間隔に5地点を目測で選び、各地点附近で出来

るだけ発生量の多い所からそれぞれ1回、経15cmの杓子で採集し、5地点での採集合計数をその溝のその日の採集数とした(同時に、5地点での水深を測定しておいた)。このような幼虫及び蛹の調査を散布直前と散布1日後及び7日後に行なった。

実験結果及び考察

幼虫及び蛹の採集数の調査を、殺虫剤散布直前と散布1日後及び7日後に行ない、その発生数を同一葉量段階の殺虫剤が割り当てられ散布された溝数に対する平均数で示すと、第1表(1960年)及び第2表(1961年)の通りとなる。表中の散布直前の発生数は前回ある殺虫剤が無作為に散布された7日後の発生数であるから、一葉量段階の殺虫剤の効果を代表するものではない。殺虫剤散布1日後の生き残り幼虫数の多寡はこの殺虫剤の効果と密接な関係がある。しかし溝では一般に水が流れているから、間もなく効果がなくなり、幼虫、時には蛹の発生が見られる筈であるから、7日

Table 1 Number of immature mosquitoes collected in drains treated weekly with insecticides, in Nagasaki City, 1960

Insecticide	Dilution rate	Amount of E.C. (cc/ m^2) ¹⁾	No. of drains treated	No. of larvae plus pupae per drain ²⁾						
				Before treatment		One day after treatment			7 days after treatment	
				Total No. collected	No. of pupae	Younger larvae	Older larvae	Pupae	Total No. collected	No. of pupae
5% Dieldrin E. C.	1 : 31.3	3.2	19	43.3	3.5	9.7	3.8	2.2	28.3	1.5
	1 : 41.7	2.4	20	35.8	1.4	0.2	0.8	2.5	24.9	3.1
	1 : 62.5	1.6	23	49.9	2.9	6.2	6.7	2.6	67.9	3.4
5% Diazinon E. C.	1 : 62.5	1.6	16	23.5	1.9	0	0.2	0.8	50.5	5.8
	1 : 83.3	1.2	18	39.6	2.2	0	0	0.8	11.1	0
	1 : 125	0.8	22	33.3	3.4	0.1	0	0.2	6.8	0.1
5% DDVP E. C.	1 : 62.5	1.6	21	48.5	4.1	0.3	0.5	1.9	49.8	3.5
	1 : 83.3	1.2	19	28.5	2.5	2.2	0.7	1.8	25.2	2.9
	1 : 125	0.8	20	45.1	3.9	0.3	1.5	1.1	16.5	1.5
46% Parathion E. C.	1 : 1250	0.08	20	81.4	6.0	0.4	1.4	4.7	35.2	1.6
	1 : 1667	0.06	14	66.2	0.7	0	0.3	1.6	17.1	0.9
	1 : 2500	0.04	18	46.9	2.1	0	0	1.0	16.2	0.6
1% Diazinon Powder		8g	21	46.9	5.0	0.5	0.2	1.1	14.8	1.4
		6g	20	41.3	2.0	4.0	0.1	1.3	42.9	0.9
		4g	19	57.1	2.7	4.4	0.8	1.6	26.2	1.6

1) E.C. means emulsion concentrate.

2) In each drain, immature mosquitoes were collected at five sites of greater breeding numbers but of roughly equal intervals.

Table 2 Number of immature mosquitoes collected in drains treated weekly with insecticides, in Nagasaki City, 1961

Insecticide	Dilution rate	Amount of E.C. (cc/m ²) ¹⁾	No. of drains treated	No. of larvae plus pupae per drain ²⁾						
				Before treatment		One day after treatment			7 days after treatment	
				Total No. collected	No. of pupae	Younger larvae	Older larvae	Pupae	Total No. collected	No. of pupae
5% Diazinon E. C.	1 : 125	0.8	7	45.3	1.1	0	0	0.4	38.1	0.7
		0.2	9	83.9	8.0	0.7	1.9	3.7	16.4	0.7
20% Malathion E. C.	1 : 500	0.2	6	44.8	2.2	0.2	6.8	2.0	12.7	0.2
		0.05	8	33.1	3.1	0.6	2.6	1.3	15.0	3.0
5% Nankor E. C.	1 : 125	0.8	10	26.8	1.8	0.7	0.6	0.5	39.8	5.1
		0.2	8	49.9	5.1	3.0	1.9	4.0	64.3	5.3
46% Parathion E. C.	1 : 1250	0.08	9	44.4	1.7	0	0.2	0.4	34.4	8.9
		0.02	10	24.1	3.0	0	0.4	0.7	30.9	0.4
5% Baytex E. C.	1 : 125	0.8	9	28.2	4.3	0	0.1	1.3	0.6	0.1
		0.2	8	45.1	2.3	0	0.4	1.5	30.9	4.7
5% Sumithion E. C.	1 : 125	0.8	8	21.5	4.5	0.1	0.9	3.6	54.4	7.8
		0.2	8	64.0	10.8	1.0	1.1	1.3	44.6	3.3

1) E.C. means emulsion concentrate.

2) In each drain, immature mosquitoes were collected at five sites of greater breeding numbers but of roughly equal intervals.

後の発生数の多寡はこの殺虫剤の効果と直接的な関係はない。ただ、7日後に見られる蛹は殺虫剤散布前後に産卵されたものが蛹に发育したもので、次回に散布される殺虫剤によってはほとんど殺されないと考えられるから、散布間隔を論ずる時の重要な参考とはなる。

上述のような理由から、溝に対する殺虫剤の効果は散布1日後の生き残り幼虫数で判定することが妥当である。一般に高令幼虫は若令幼虫より殺虫剤に対して強いことと、若令幼虫の生き残りの意味を吟味する必要から、1日後の幼虫数を若令(1, 2令)と高令(3, 4令)に分けて表示してみた。

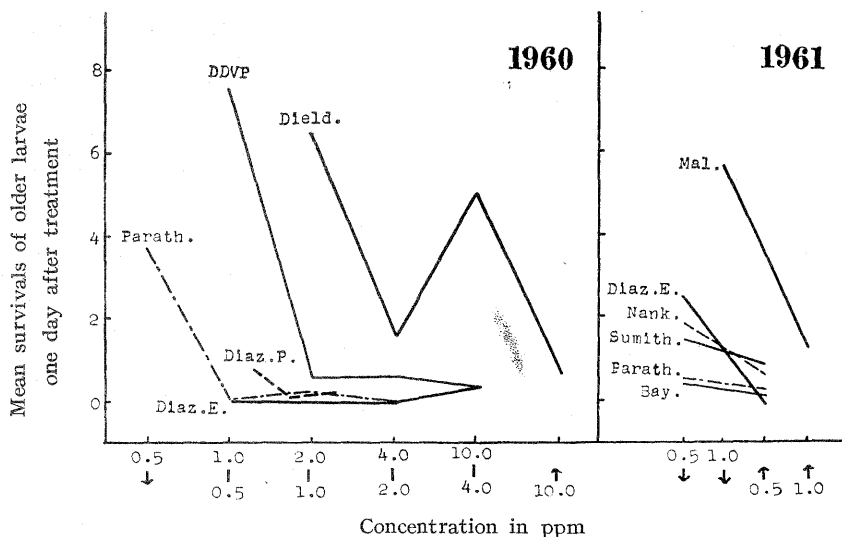
散布1日後の蛹数についてみると、散布前に比べて平均採集数がわずかに減少している程度で、大部分の蛹は生き残っており、後述するように蛹が殺虫剤に著しく強いことがわかる。若令幼虫数においては散布後に著しい減少が見られ、2令幼虫の生き残りは効果の最も劣ったディルドリン散布の場合を除くとごくわずかであった。しかし孵化直後の1令幼虫が若干数採集されたことが時に見られ、しかも表面積当りの薬量の

増加に関係なく採集されている。これは上述のように溝に流れがあって、殺虫剤は散布時比較的速く流失することと、この実験で使用した濃度範囲では殺虫剤が卵には有効でなかったことによると考えられる。従って殺虫剤の効果の判定のために若令幼虫数を指標とするのは不適當で、高令幼虫の生き残り数でもって判定することが望ましい。

そこで高令幼虫数について見ると一般に極めて顕著に減少はしているが、注意せねばならないことは表面積当りの薬量の増加に比例して生き残り数が減少してはいないことである。これは溝によって水深が異なるため、深い溝では殺虫剤が薄まって効果が落ちたためだと思われる。そこで各溝5ヶ所の平均水深をその溝の深さとして、その深さと散布原液量から各溝における散布濃度を推定して、各濃度段階毎に1日後の平均生き残り高令幼虫数を計算して図示すると、第1図に示すように、ほぼ濃度の増加に比例して生き残り幼虫数が減少する傾向が見られる。

第1図に示される濃度段階とその時の平均幼虫数に

Fig. 1 Relation between the mean survivals of older larvae and the concentrations of each insecticides estimated from the mean depth of a drain which was treated with a diluent against the surface area



対応する点を結ぶ線は、右上にあるほど高濃度で生き残り数が多く、従って効果が劣り、左下にあるほど低濃度で生き残りが少なく、従って効果が高いことを意味する。このような見方に立って各殺虫剤の効果を比較吟味してみると、バイテックス乳剤、パラチオン乳剤が最も有効で、スミチオン乳剤、ナンコール乳剤、ダイアジノン乳剤がそれに次ぎ、DDVP乳剤、マラサイオン乳剤はやや劣るようである。しかしマラサイオン乳剤の場合にはくりかえしの数が少ないので、今後の検討を必要とする。ダイアジノン粉剤は散布後直ぐには懸濁しないから、対面積当りの薬量に対する効果を比較するのが妥当であると考えられるので、各薬量で水深5 cmの溝に散布した時の濃度に相当する平均幼虫数を図上に記入して乳剤の場合と比較すると、粉剤の方がやや生き残り数が多く、効果がわずかに劣っているように思われる。

以上の有機燐剤に対して、有機塩素剤のデイルドリン乳剤を使用した溝では、5—10ppm程度の高濃度においてさえ、散布1日後にかなりの生き残り幼虫が認められ、最も効果が劣った。その原因としてデイルドリン抵抗性が先ず考えられたので、実験地区からと長崎市茂木（無散布地区）からアカイエカ卵塊を採集し、実験室内で3、4令幼虫にまで飼育してその殺虫剤感受性をWHO（1958）の方法で調べ、両者を比較した。すなわち幼虫25個体ずつを2ケの繰り返しを取って各

Table 3 Insecticide susceptibility of the larvae and pupae of *Culex pipiens pallens* collected at the experimental and untreated areas

Area examined	Mogi (untreated)	Wakabacho (experimental)	
	LC50	Larval susceptibility ¹⁾ (ppm)	Pupal susceptibility ²⁾ (ppm)
Insecticide			
DDT	0.054	0.072	120
Lindane	0.065	0.16	11
Dieldrin	0.0067	0.035	31
Malathion	0.031	0.036	6.1
Diazinon	0.011	0.028	1.8

1) LC50 of 3rd and 4th instar larvae reared from wild caught eggs. tested by WHO method.

2) LC50 of pupae reared from wild caught mature larvae, tested by immersion method to emulsion diluents.

種濃度の殺虫剤懸濁液の中に入れ、24時間後の死亡率からLC50を計算すると第3表に示すようになる。実験地区からのものの方がデイルドリンに対するLC50が高く、この殺虫剤の効果が最も劣っていたのは恐らく抵抗性発達の結果であろう。第1図から、散布1日後の生き残り高令幼虫数の平均が1個体以下となった濃度を、ほぼ完全に幼虫を駆除しうる推奨濃度として

Table 4 Recommendable dosages of insecticides for controlling mosquito larvae breeding in drains in Nagasaki City

Insecticide	Standard dosage ¹⁾ designated by the Ministry of Welfare			Recommendable dosage			
	Dilution rate	Dosage of emulsion diluent (cc/m ²)	Amount of E.C. ²⁾ (cc/m ²)	Concentration (ppm)	Dose ³⁾ (mg/m ²)	Amount of E.C. ³⁾ (cc/m ²)	Cost (Yen/m ²)
5 % Dieldrin E.C.	1 : 50	200	4.0	10—20	500—1000	10.0—20.0	4.89—9.98
20% Malathion E.C.	1 : 100	100	1.0	2—4	100—200	0.5—1.0	0.30—0.60
5 % Diazinon E.C.	1 : 50	100	2.0	0.5—1	25—50	0.5—1.0	0.27—0.54
1 % Diaz. Powder			15g		60—80	6—8g	0.90—1.20
5 % DDVP E.C.				1—2	50—100	1.0—2.0	0.52—1.04
46% Parathion E.C.				0.3—0.5	15—25	0.03—0.05	0.08—0.11
5 % Nankor E.C.				0.5—1	25—50	0.5—1.0	0.26—0.52
5 % Baytex E.C.				0.3—0.5	15—25	0.3—0.5	
5 % Sumithion E.C.				0.5—1	25—50	0.5—1.0	

1) It is given to apply against the surface area.

2) E.C. : Emulsion concentrate.

3) The figures are being calculated as the depth of water being 5 cm.

示すと、第4表の通りとなる。この推奨濃度を伝染病予防法施行規則による殺虫剤使用基準量と比較するには、前者が水深を考慮した散布濃度で示されているのに対し、後者は原液希釈倍率と対面積当りの希釈液使用量で示されているので、水深5cmの溝に推奨濃度で散布した時のm²当りの原液量を出して、使用基準量による原液量と比較してみると、有機塩素剤であるディルドリン乳剤ではm²当り10—20ccと基準量4ccよりかなり多量を必要とするが、マラサイオン乳剤、ダイアジノン乳剤、ダイアジノン粉剤等の有機リン剤では、0.5—1cc、0.5—1cc、6—8gとそれぞれの基準量1cc、2cc、15gより何れもむしろ少量で駆除の目的を達することができると思われる。

各種殺虫剤の所要経費を比較するために、推奨濃度で水深5cmの溝に散布した時のm²当りの費用を示すと、第4表の通りである。パラチオン乳剤が最も安い、本殺虫剤は現在農薬としてのみ使用を許可され、防疫用としては許可されていない。しかし米国³⁾では *Culex tarsalis* の駆除に本乳剤が推奨されており、我国においても厳正な管理の下に使用すれば最も安価に下水溝の蚊幼虫を駆除できると考えられる。現在市販されている殺虫剤の中ではナンコール乳剤、ダイアジノン乳剤が比較的安く、パイテックス乳剤、スミチオン乳剤は市販されていないが将来有望な殺虫剤と考えられる。マラサイオン乳剤は今回の実験結果からはかなり高濃度で使用する必要があるようであるが、それに要す

る経費はダイアジノン乳剤等と大差がないので、価格を考慮するとこれとほぼ同程度に有効であるといえる。一般に殺虫有効成分当りの価格は高濃度乳剤の方が溶媒、輸送費等が節約できるから安くなるので、他の殺虫剤についても将来高濃度乳剤の市販が許可されて一般に使用出来れば、もっと安く幼虫駆除を実施できると思われる。ダイアジノン粉剤は推奨濃度で散布すると乳剤よりかなり割高につくことは注意を要する。散布間隔についてみると、週1回の殺虫剤の散布によって、発生していた幼虫を完全に駆除しても、上述したように卵にはほとんど無効であることと水の交流とによって、散布1日後には1令幼虫の発見される場合があり、7日後には若干の蛹が採集される。

そこで、蛹の殺虫剤感受性を調べるために、蛹化後24時間以内の蛹25個体ずつを、繰り返しを2ケずつとって、各種殺虫剤希釈液に入れ、24時間後の死亡率からLC50を求めて見ると、第3表に示すように幼虫のそれと比較して著しく高いことがわかる。従って、溝から蚊成虫を発生させないためには、蛹化が起らないうちに次回の殺虫剤散布を行なう必要があり、少なくとも発育の旺盛な夏季には散布間隔を短縮する必要があると思われる。

以上の実験から、溝における殺虫剤の散布は、その水深を考慮した、すなわち、対水量散布が望ましく、そのためには原乳剤の一定希釈液を1分間一定噴出量の噴霧機で、ある幅の溝に散布する場合の溝の深さと

散布速度との関係を表示しておき、あるいは上の関係に溝の長さを予め測定しておいて、その溝に対する深さと散布時間との関係を表示しておいて散布を実施すると、対水量散布が可能になる。

摘 要

1) 市街地における下水溝の蚊幼虫（主にアカイエカ）駆除のための各種殺虫剤の効果を比較する目的で、1960、1961年に下水溝に対して各種殺虫剤の各種薬量をその割り当てを完全に無作為化して、週1回散布する野外実験を行なった。

2) 散布した殺虫剤の効果の判定は散布1日後における高令幼虫の生き残り数で行なうことが必要であるが、表面積当りの薬量と高令幼虫の生き残り数との間には一定の関係が認められない。しかし各溝の水深と表面積当りの散布薬量から溝毎の散布濃度を推定して、各濃度段階と生き残り幼虫数との関係をみると、明らかな逆比例関係が認められる。

3) 各濃度段階における高令幼虫の平均生き残り数から各殺虫剤の効果を比較してみると、バイテックス乳剤、パラチオン乳剤は最も有効で、スミチオン乳剤、ナンコール乳剤、ダイアジノン乳剤がこれに次ぎ、DDVP乳剤、マラサイオン乳剤はやや劣る。マラサイオン乳剤は、今回の実験では、市販のナンコール、ダ

イアジノン等よりかなり高濃度での使用を必要とするが、その時の経費は大差ないので、価格を考慮に入れるならば、これらとほぼ同程度に有効であると言いうる。デイルドリン乳剤は比較的効果が劣ったが、幼虫の殺虫剤感受性試験の結果からみて、恐らく抵抗性発達のためだと考えられる。

4) 各濃度段階における1日後の平均生き残り高令幼虫数が1.0以下となる濃度を推奨濃度として各殺虫剤についてその値を決めてみると、第4表の第4縦欄のようになる。この推奨濃度を伝染予防法施行規則による殺虫剤の基準量と比較すると、デイルドリン乳剤では基準量より相当多量の使用を必要とするが、他の有機燐剤ではかなり少量で駆除の目的を達することができるように思われる。

5) 殺虫剤散布1週間目には溝により、季節によっては、かなりの蛹がみられるが、蛹は殺虫剤に非常に強いので、少なくとも発育の旺盛な夏季には1週間の散布間隔を更に短縮する必要があると思われる。

6) 溝における殺虫剤の散布は、原乳剤の一定稀釈液を、噴出量の一定した噴霧機で、溝の幅あるいは幅と長さを測定しておいて、深さの変化に伴って散布速度あるいは散布時間を変えることによって、対水量散布ができるように工夫することが望ましい。

文 献

- 1) **Communicable Disease Center** : 1962 Communicable Disease Center report on public health pesticides. Pest Control Mag., March, 1962 issue : 1-11, 1962.
- 2) **Reid, J. A.** Field trials of larvicides for use against *Culex pipiens fatigans* with note on the life cycle of this mosquito. Ann. Trop. Med. Parasit. 50(2) : 129-136, 1956.
- 3) **和田 明, 加藤幹夫, 小清水憲雄, 永井尚三郎, 緒方**

一喜, 鈴木 猛 : 下水溝のアカイエカ幼虫に対する各種殺虫剤の効果の検討. 衛生動物 10 (3) : 184-188, 1959.

4) **和田 明, 加藤幹夫, 鈴木 猛** : 下水溝に散布したダイアジノン乳剤のアカイエカ幼虫に対する残効性. 衛生動物 11 (4) : 210-215, 1960.

5) **W. H. O.** : Test for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides. Wld Hlth Org. Tech. Rep. Ser. 153, 63-67, 1958.

Summary

1) Field experiments were carried out in Nagasaki City in 1960 and 1961 to determine the recommendable dosages of larvicides in drains for controlling mosquito larvae (mainly of *Culex pipiens pallens*). Diluents of larvicides shown in Tables 1 and 2 were applied to experimental drains once a week to be quite at random, considering the variation in breeding potential of larvae with the drains.

2) It was found that the survival number of older larvae in a drain one day after being treated seems to be most reliable in appraising the effect of a diluent of a larvicide. The survival number per drain was found, however, to be not necessarily inversely proportional to the greater dosage of the same larvicide having been applied against the surface area of the drain. Then, the mean survival number of older larvae for a range of concentrations estimated taking the depth of water into consideration were compared as in Fig. 1 with the result that the number is clearly inversely proportional to the concentration of a larvicide in the drain.

3) The results of the comparison show that Baytex and Parathion are most effective ; Sumithion, Nankor, and Diazinon come next ; while DDVP and Malathion are less effective. Malathion seems, however, effective in high dosage at least in this experiment and could be said equally effective as Diazinon when the cheaper cost of the former is considered. Dieldrin was found least effective in the present experiments owing to the rather high tolerance of house mosquito to all insecticides used.

4) Recommendable concentrations (or dosages) of larvicide for keeping good control in Nagasaki City are given in Table 4. When compared the recommendable dosages of larvicides having been authorized to use for public health purpose with the standard dosages designated by the Ministry of Welfare, in Dieldrin a greater dosage is needed, while, in Diazinon and Malathion smaller ones are enough.

5) The result of the present experiments shows that the dosage of larvicide for controlling mosquito larvae in city drains should be determined against the volume of water, that is, in accordance with the width and depth of each drain, and that the interval of treatment should be shortened in warmer season when the pupae may appear on the 7th day after the treatment which are much higher in tolerance to all insecticides than the larvae.