

化学物質及び農薬の魚類に及ぼす 影響についての研究（第四報）

農薬の魚類に及ぼす致死限度※

水沼 栄三・村長 義雄・若林 昭二

I 緒 論

最近農業方面に於ては生産増強の一環として、各種新農薬の使用が奨励され、その利用が広く普及するに従い、之が河川に流入する結果、魚類に及ぼす影響について屢々問題視されるに至つてゐる。このような場合、被害判断のための実地調査を行うに当り、前もつて或る種の農薬が魚類又はその他の水棲生物に如何なる程度の害毒を与えるものであるかを、実験的に知つておくことが、非常に重要なことだと思はれる。

魚類に対する化学薬品の影響に関する研究は、過去に於て多々行はれたが、其等の内主要なものを挙げれば、Hopkins⁽¹⁾は化学薬品が、*Ostrea virginica* (牡蛎)に及ぼす有害度について、Powers⁽²⁾、奥田⁽³⁾⁽⁴⁾、Hoar and Cottle⁽⁵⁾は金魚、高安⁽⁶⁾は鮭鱒類、大島⁽⁷⁾は仔鰻、加賀⁽⁸⁾は鮎、Kawamoto⁽⁹⁾、松井外⁽¹⁰⁾は鯉、大谷外⁽¹¹⁾は鯉、鰻、はまぐりについて、化学薬品の水棲生物に対する作用現象については、Ostwald⁽¹²⁾、小泉⁽¹³⁾、田内外⁽¹³⁾の研究があり、又有機性殺虫剤の毒性については Doudoroff、Katz⁽¹⁴⁾の金魚、Ginsburg⁽¹⁵⁾、Lawrence⁽¹⁶⁾の数種の池の魚に対する研究等枚挙にいとまもない程である。

然し近来盛んに使用せられる、市販の新農薬についての研究は極めて少く且つこの影響は水産増殖上極めて必要なため、筆者等は新農薬を含む農薬（殺菌剤、殺虫剤）10種類をもつて、鮎、鯉、虹鱒の稚魚に及ぼす致死限度を測定すると共に、各農薬が供試魚類に及ぼす外觀的反応を観察した。

尙本文に入るに先立ち原稿の校閲と有益な批判を賜つた三重県立大学川本信之教授に対し深謝する。また、内外文献を寄贈された京都大学松井佳一教授に対しても深謝する。

II 実験方法及び材料

1. 致死限度の定義

如何なる濃度の溶液で魚類が斃死するか、換言すれば如何なる濃度に対して魚類が斃死するかの

※ 1954年4月日本水産学会にて発表

時間をもつて致死限界とし、この度合を“致死限度”という言葉をもつて表はした。

致死限度決定の時間については、Steinmann⁽¹⁷⁾ (1928) は1時間、Scheuring, Leopoldseder⁽¹⁸⁾ (1934) 及び加賀⁽¹⁸⁾ は6時間、Powers⁽³⁾ (1917) は46時間、Doudoroff⁽¹⁹⁾ (1942) は120時間(5日間)をもつて“致死限度”測定時間としたが、筆者等は各回24時間を測定時間とし実験観察を行つた。

2. 供試農薬の種類

滋賀県下の農家が最近使用しつゝある次の様な農薬について実験を行つた。

A. 殺菌剤

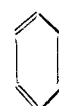
イ) 銅水銀剤：三共ボルドー(粉剤)

製造工場 三共株式会社野洲川工場

農林省登録番号 第802号

成分

塩基性硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot y\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$	29%以上(銅として16%)
フェニール醋酸水銀	0.3%以上(水銀0.18%)
硫酸石灰 $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	45.7%以下
珪藻土	10.0%以下
消石灰	15.0%以下



フェニール醋酸水銀

ロ) 有機水銀剤：セレン石灰(粉剤)

製造工場 日本特殊農薬株式会社東京工場

農林省登録番号 第10号

成分

クロールフェニール塩化水銀	} 3.6% (水銀として1.5%)
ジクロロジマーキユリツクベンゼン	
メソオキシエチル塩化水銀 $\text{CH}_3\text{O} \cdot \text{C}_2\text{H}_4 \cdot \text{HgCl}$	
酸化鉄	6.0%
消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$	



クロールフェニール塩化水銀

B. 殺虫剤

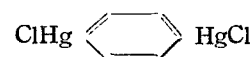
ハ) 除虫菊剤：キング乳剤3(乳剤)

製造工場 キング除虫菊工業株式会社和歌山工場

農林省登録番号 第123号

成分

ピレトリン $\text{C}_{21}\text{H}_{28}\text{O}_3(\text{C}_{22}\text{H}_{28}\text{O}_5)$	3.0%
ピレトリン以外の除虫菊エキス並に溶剤	62%
乳化剤	35%



ジクロロジマーキユリツクベンゼン

ニ) デリス剤：デリス乳剤(乳剤)

製造工場 三共株式会社野洲川工場

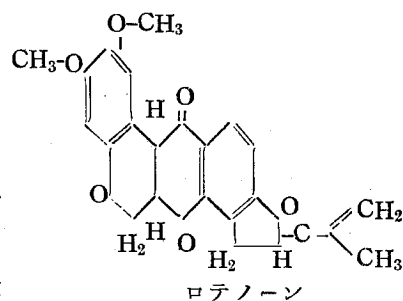
農林省登録番号 第 245 号

成 分

結晶ロテノーン $C_{23}H_{22}O_6$ 2.0%以上

有機溶剤 (オルソジクロールベンゾール、ベンゾール、
石油等) 約75%

硫酸化油 約23%



ホ) デリス剤：デリス粉3 (粉剤)

製造工場 日本農薬株式会社大阪工場

農林省登録番号 第 976 号

成 分

結晶ロテノーン $C_{23}H_{22}O_6$ 3.0%以上

樹脂、珪藻土 97%以下

へ) ニコチン剤：東圧ニコチン40 (乳剤)

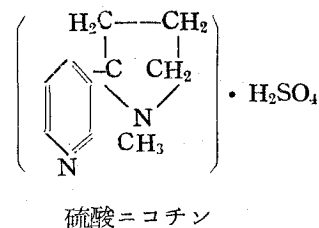
製造工場 東洋高圧工業株式会社北海道工業所

農林省登録番号 第1246号

成 分

硫酸ニコチン 40%

水 分 其 他 60%



ト) 有機塩素剤：D. D. T乳剤20 (乳剤)

製造工場 三共株式会社野洲川工場

農林省登録番号 第 130 号

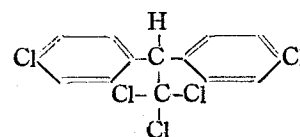
成 分

P.P'-Dichloro-diphenyl-trichloro-ethane (D.D.T)

20%以上

有機溶剤 (樟脳油、ベンゾール等) 約50%

硫酸化油 30%



D.D.T

チ) B.H.C剤：三共B.H.C粉剤1. (粉剤)

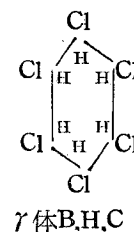
製造工場 三共株式会社野洲川工場

農林省登録番号 第 808 号

成 分

γ体B.H.C 1%以上

γ体以外のB. H. C }
珪 藻 土 } 等 99%以下
タ ル ク }



リ) 有機磷製剤・三共パラチオン乳剤(乳剤)

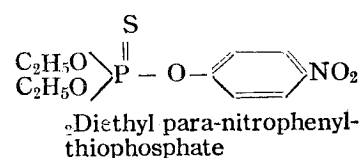
製造工場 三共株式会社野洲川工場

農林省登録 第1584号

成分

Diethyl-para-nitrophenyl-thiophosphate 47%

特殊場化剤等 53%



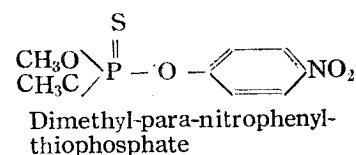
ヌ) 有機磷製剤：キングホリドールE605粉剤(粉剤)

製造工場 キング除虫菊工業株式会社和歌山工場

農林省登録番号 第1364号

成分

Dimethyl-para-nitrophenyl-thiophosphate 1.5%



C. 供試農薬の濃度

濃度は粉剤の場合は重量パーセント、乳剤の場合は容量パーセントで表はした。使用農薬は前述の10種類であり、供試濃度は第1表に示す通りである。

第1表 供試農薬の濃度

供試 農薬名	濃 度 区 分		
	小 鮎 の 場 合	小 鯉 の 場 合	小 虹 鱒 の 場 合
三共ボルドー	1/10,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/100,000. 1/200,000. 1/1,000,000.	1/1,000. 1/5,000. 1/10,000. 1/20,000. 1/50,000.	1/4,000. 1/10,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/100,000. 1/200,000. 1/333,333.
セレサン石灰	1/1,000. 1/2,000. 1/10,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/80,000. 1/100,000.	1/500. 1/1,000. 1/2,000. 1/4,000. 1/10,000.	1/1,000. 1/2,000. 1/4,000. 1/8,000. 1/10,000. 1/20,000. 1/40,000.
キング乳剤	1/4,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/200,000. 1/400,000. 1/800,000. 1/1,000,000. 1/2,000,000.	1/1,000. 1/2,000. 1/4,000. 1/8,000. 1/20,000. 1/40,000.	1/20,000. 1/50,000. 1/100,000. 1/200,000. 1/500,000. 1/1,000,000. 1/2,000,000.
デリス乳剤	1/20,000. 1/40,000. 1/80,000. 1/200,000. 1/400,000. 1/800,000. 1/2,000,000. 1/4,000,000. 1/10,000,000. 1/20,000,000. 1/30,000,000.	1/20,000. 1/40,000. 1/80,000. 1/100,000. 1/200,000. 1/400,000. 1/1,000,000 1/2,000,000.	1/100,000. 1/200,000. 1/500,000. 1/2,000,000. 1/5,000,000. 1/10,000,000.
デリス粉3	1/100,000. 1/1,000,000 1/10,000,000. 1/20,000,000. 1/30,000,000.	1/20,000. 1/40,000. 1/80,000. 1/100,000. 1/200,000. 1/400,000. 1/1,000,000.	1/20,000. 1/100,000. 1/200,000. 1/1,000,000. 1/2,000,000. 1/4,000,000. 1/8,000,000. 1/10,000,000.
東庄ニコチン40	1/1,000. 1/2,000. 1/4,000. 1/10,000. 1/100,000. 1/200,000. 1/400,000.	1/1,000. 1/10,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/80,000. 1/100,000.	1/5,000. 1/10,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/100,000. 1/133,333.

D.D.T乳剤 20	1/20,000. 1/40,000. 1/100,000 1/200,000. 1/400,000. 1/1,000,000 1/2,000,000. 1/4,000,000.	1/2,000. 1/10,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/100,000.	1/10,000. 1/20,000. 1/100,000. 1/133,333. 1/200,000. 1/500,000. 1/1,000,000.
三共 B・H・C 粉 剤 1	1/1,000. 1/2,500. 1/5,000. 1/10,000. 1/15,000. 1/30,000. 1/100,000.	1/1,000. 1/2,000. 1/4,000. 1/8,000.	1/2,000. 1/4,000. 1/10,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/100,000.
三共パラチオン 乳 剤	1/40,000. 1/100,000. 1/200,000. 1/1,000,000.	1/10,000. 1/13,333. 1/20,000. 1/40,000. 1/80,000. 1/100,000. 1/200,000.	1/10,000. 1/20,000. 1/40,000. 1/80,000. 1/100,000. 1/200,000.
キングホリドール E 605 粉 剤	1/1,000. 1/2,000. 1/3,000. 1/10,000.	1/500. 1/1,000. 1/2,000. 1/4,000.	1/500. 1/1,000. 1/2,000.

3. 供 試 魚

本県の重要魚類たる鮎（小鮎）、鯉、並びに虹鱒の稚魚を実験に供した。

供試魚の種名、学名、並びに英名を示せば、左表の通りである。

種 名	学 名	英 名
ア ュ	<i>Plecoglossus altivelis</i> T.etS.	Sweet Fish
コ イ	<i>Cyprinus carpio</i> L.	Carp
ニ ジ マ ス	<i>Salmo irideus</i> Gibbons.	Rainbow Trout

A. 鮎（以下小鮎とす）

天野川下流及び犬上川下流築で漁獲し、滋賀県水産試験場平田試験池の湧流水中に1日以上蓄養して後、同水温の同湧水をもつて調製した供試水で実験をしたもので、供試小鮎の内、各100尾についての個体測定結果平均値は第2表(a)、(b)に示した通りである。

第2表(a) 天野川下流築で漁獲の分

全 長	体 長	体 高	体 巾	体 重
cm 7.89	cm 6.71	cm 1.11	cm 0.73	gr 39.1

第3表(b) 犬上川下流築で漁獲の分

全 長	体 長	体 高	体 巾	体 重
cm 8.25	cm 7.09	cm 1.13	cm 0.71	gr 33.1

B. 鯉の稚魚（以下小鯉とす）

滋賀県漁業協同組合連合会平田事業場より放流用小鯉を購入し、平田試験池の飼育池で、やせない程度に同一環境で飼育し、必要尾数を飼育池より取揚げ、滋賀県水産試験場本場に運搬し、1日

水道流水中に蓄養して後供試したもので、各々実験終了直後ホルマリン漬とし、それ等の内 100 尾について個体測定をした結果の平均値は第 2 表(c)に示す通りである。

第 2 表(c)

全 長	体 長	体 高	体 巾	体 重
cm 7.23	cm 5.79	cm 1.86	cm 1.01	gr 5.89

C. 虹鱒の稚魚（以下小虹鱒とす）

県下の養鱒業者より購入し、小鯉の場合と同様に飼育、取揚運搬、蓄養して後供試したもので供試尾数の内、264 尾について個体測定をした結果の平均値は第 2 表(d)に示す通りである。

第 2 表(d)

全 長	体 長	体 高	体 巾	体 重
cm 9.15	cm 8.03	cm 1.85	cm 1.04	gr 9.29

4. 実験場所及び期間

A. 実験場所

小鮎の実験の場合 滋賀県水産試験場平田試験池調査研究室
小鯉、小虹鱒の実験の場合 滋賀県水産試験場本場研究室

B. 実験期間

小鮎の実験の場合 自昭和28年8月4日
至同 年9月9日
小鯉の実験の場合 自昭和28年10月5日
至同 年10月31日
小虹鱒の実験の場合 自昭和28年12月2日
至同 年12月24日

C. 実験装置

小鮎の場合の実験装置

実験容器は直径30cm、高さ20cm、容積14,130cm³の円筒硝子水槽で、前期平田試験池の湧水（水温14.5～15.3℃）10ℓに供試農薬を、第1表に示した如く溶解せしめて実験した。又対照試験としては、湧水のみ10ℓをとり同時に実験比較した。実験は止水式であるが、水槽を第1図の通り流水中に装置し、水温の変動を調整する様に装置し、第2図に示す様に供試小鮎5尾をもつて、苦悶開始から斃死（完全致死）までの状態を観察した。

尙試験溶液は全く交換されることがない故、酸素の欠乏による影響があるかも知れぬことを考え対照試験をすると共に、実験開始直前及び終了直後に溶存酸素量を測定した。



第 1 圖



第 2 圖

実験中の室温は 21.1°C ~ 31.2°C で、実験中の水温は 15.9°C ~ 18.9°C であった。

致死時間は硝子棒で触れても何等反応を示さない状態となつた時間をもつて示したもので、供試小鮎各 5 尾が全部致死の場合を完全致死とした。

実験観察は外観的異状行動（跳躍、狂奔苦悶等を呈した時及び致死直後の外観的

異状について行つた。

小鯉並びに小虹鱒の場合の実験装置

実験容器並びに供試水量は小鮎の場合と同様にして、試験溶液調製の水は、琵琶湖から揚水している当场水道水を使用した。

実験は小鮎の場合と同様に止水式で、第 3 図に示す様に、研究室内の実験台上に装置し、供試小鯉(又は小虹鱒)各 5 尾をもつて苦悶開始から完全致死までの外観的状态を観察した。又対照試験として、水道水のみ 10 l をとり同時に実験を行い且つ小鮎の場合と同様に溶存酸素量を測定した。

実験中の室温は、小鯉の実験の場合 19.2°C ~ 22.8°C 、小虹鱒の実験の場合 8.0°C ~ 16.6°C で、実験中の水温は、小鯉の場合 16.7°C ~ 20.5°C 、小虹鱒の場合 8.5°C ~ 11.9°C であった。致死時間の決定及び実験観察は小鮎の場合と同様である。



第 3 圖

Ⅲ. 実験結果

1. 三共ボルドー（粉剤）

供 試 魚 類	実験開始より完全致死までの行動観察状況	完全致死濃度
小 鮎	運動不活潑で狂奔の行動は見られなかったが、斃死直前胸鰭の付根から出血するのを観察した。	1/200,000
小 鯉	運動不活潑で狂奔の行動を示さず、緩慢な動作で傾斜横臥し斃死にいたる。体不安定になつてから致死までの時間は短かく、1/10,000以上の濃度の場合体表並びに各鰭に粘膜が出て且つボルドー粉が附着している。	1/20,000～ 1/50,000
小 虹 鱒	濃度 1/40,000 以上の場合、反転又は狂奔の苦悶状を呈すが、1/100,000 以下の場合体の平衡を失つてから約 1 時間の内に不活潑な状態で横臥し致死する。1/40,000 以上のものは致死直前口腔並びに鰓蓋を全開する。	1/200,000～ 1/333,333

2. セレサン石灰（粉剤）

小 鮎	運動不活潑で狂奔の行動は見られなかった。致死直前、口腔並びに鰓蓋から出血を見た。特に 1/1,000～1/2,000 の濃度の時 3 分で苦悶状に入り 8～9 分で致死する。	1/80,000～ 1/100,000
小 鯉	1/2,000 以上では、3～8 分で反転苦悶に入り、鰓蓋から出血し、32～43 分で完全致死した。尙斃死直前体表並びに各鰭に粘液の分泌が非常に多くなっている。1/4,000 以下の濃度では運動不活潑で、緩かに横臥にいたり、体表に粘液を分泌し致死する。	1/4,000～ 1/10,000
小 虹 鱒	1/4,000 以上の濃度では、3～17 分で体を痙攣させつゝ狂奔並びに鼻上状跳躍狂奔をし、鰓蓋より出血し 17～42 分で致死する。1/8,000 以下では反転苦悶状を呈するも概して不活潑に横臥し致死する。致死時口腔を半開している外異状が認められなかった。	1/20,000

3. キング乳剤 3（乳剤）

小 鮎	1/20,000 以上の濃度では、全身痙攣を起し、強烈な反転逆転苦悶後横臥の状態に入り比較的静穏に致死する。1/40,000 以下の時は狂奔後ゆるやかな反転を繰返し横泳の状態となり、ぎごちなく頭部を堅くまげ且つ体を S 字型にこねばらし遂に横臥し静穏に致死する。致死直後は外観的には 1/20,000 以上の濃度では鰓蓋を開き 1/40,000 以下のものは異状が認められなかった。	1/1,000,000～ 1/2,000,000
小 鯉	1/8,000 以上の濃度では、実験開始後 40 秒～1 分 35 秒で強烈な狂奔反転をなし横泳から横臥の状態となり、尙呼吸を続け 25～105 分で致死する。 1/20,000 以下の濃度では、4～6 分で狂奔をなすも静穏裡に横臥し時々横泳、	1/40,000

	浮上を繰返し7時間～23時間40分で致死する。致死時外観的には異状が認められなかった。	
小 虹 鱒	1/50,000以上の濃度では痙攣状振動を呈し、鼻上状跳躍狂奔を約20～30秒行い、反転逆転横臥を繰返しつつ本格的横臥状態に入り、氣息奄々の状態で致死する。1/100,000以下の濃度では9～10分後跳躍狂奔を行い、反転苦悶をゆるやかにいきつつ横臥し且つ時々緩かに動き、比較的静穏に致死する。致死直後、口腔、鰓蓋を全開又は半開している。	1/1,000,000～ 1/2,000,000

4 デリス乳剤（乳剤）

小 鮎	1/10,000,000以上の濃度では狂奔開始が1～5分で、狂奔の後全身痙攣が起り体をS字型に強くこわばらし横臥に入るが、その速度は2～40分の急激なもので横臥より致死まで余り時間を要しない。1/20,000,000では苦悶開始まで2時間03分を要し、運動緩かに体の平衡を失う状態から横臥に入り、比較的静穏に致死する。致死時外観的には胸鰭の付根、口腔の周囲に充血を見且つ口腔を全開又は半開していた。	1/20,000,000> >1/30,000,000
小 鯉	1/400,000以上の濃度では狂奔開始が1～14分で反転速泳を繰返し且つ時々跳躍状苦悶を併せ5～46分の後に横臥状態となり34～218分で静穏に致死する。1/1,000,000以下の濃度では苦悶開始の状態となるのは比較的早い、緩かな苦悶状態が長時間続き、後静かに横臥し且つ静穏に致死する。外観的には異状が認められなかった。	1/2,000,000
小 虹 鱒	1/2,000,000以上の濃度では4～23分で跳躍狂奔が始まり15～25分で横臥し時々速泳直進行動を続け乍ら26～110分で致死した。（即ち狂奔開始から横臥までめまぐるしく急激であつた）。1/5,000,000では苦悶開始までの63分に何等異状が認められず、急に狂奔し横臥し口腔半開のまま呼吸を続け致死した。致死時外観的には口腔、鰓蓋を全開又は半開している外異状が認められなかった。	1/5,000,000> >1/10,000,000

5. デリス粉 3.（粉剤）

小 鮎	デリス乳剤と殆んど同様の狂奔、苦悶、致死を観察した	1/20,000,000> >1/30,000,000
小 鯉	デリス乳剤と全く同様に観察した。	1/1,000,000
小 虹 鱒	1/4,000,000以上の濃度では狂奔の状態なく殆んど泳がず正常位のまゝに於て体を痙攣せしめ、静かに横臥し致死した。1/8,000,000では苦悶開始まで何等異状が認められず後緩かに横臥し氣力全然なく自然にという感じで衰	1/8,000,000

弱死のごとく観察した。

6. 東庄ニコチン40 (乳剤)

小 鮎	1/100,000 以上の濃度では狂奔痙攣甚しく、反転逆転して苦悶を続け、この動作が弱り横臥すると共に呼吸が停止するも、硝子棒で触れれば胸鰭、尻鰭をふるわせ、頭、尾部を振動させる。然し横臥の時間比較的短く2~67分で致死する。致死直後口腔を全開又は半開するも時間が経過すると閉じる。1/200,000 では実験開始直後水面上に浮上り体を痙攣させつゝ泳いで後一旦横臥したが、10分経過後正常位遊泳に戻り102~160分で横臥状となり静穏裡に致死した。外観的異状は認められなかつた。	1/200,000> >1/400,000
小 鯉	1/40,000 以上の濃度では30秒~14分で狂奔し、1~15分で横臥する。横臥と共に呼吸緩かとなり静かに致死した。致死直後口腔を全開又は半開する。1/80,000 では実験開始後1時間は異状ないが、1時間経過後平衡を失う様に弱り、緩かに横臥し静かに致死した。致死時外観的異状は認められなかつた。	1/80,000> >1/100,000
小 虹 鱒	1/40,000 以上の濃度では20秒~1分30秒で狂奔甚しく反転苦悶し、この動作が弱まりかけると直ちに横臥し、呼吸が殆んど停止し時々体を痙攣し且つ尾部を振動する。こうなつてから1/20,000 以上では極く短時間の内にそのまゝ致死し、1/40,000 では尾部の振動を思いだした様に時々繰返しつゝ3時間47分の長時間を要して致死した。1/100,000 では3分で狂奔したが、正常位のまゝ弱りつゝ底層に殆んど停止状に、稀に動き、元氣なく横臥すると共に直ちに致死した。	1/100,000> >1/133,333

7. D. D. T 乳剤20 (乳剤)

小 鮎	1/40,000 以上の濃度では実験開始と共に狂奔し、2分後に急に氣力衰え横臥し、実験開始後5~10分で致死した。口腔、鰓蓋共に半開。1/100,000 では9分より2時間15分までに徐々に衰え、横臥し3時間15分で完全致死した。外観的異状は認められなかつた。1/200,000~1/2,000,000 の濃度では3時間40分~5時間40分で、急に体の平衡を失い横臥し静穏な状態で7時間50分~10時間38分で致死した。致死直後外観的には僅かに体を“く”の字に硬直させ、口腔、鰓蓋を半開していた。	1/2,000,000> >1/4,000,000
	1/20,000 以上の濃度では0~17分で狂奔、30秒~22分で急に氣力衰え緩かに反転し横臥にいたり、各鰭鰓蓋に粘液を大いに分泌密着し致死す。	

小 鯉	1/40,000~1/100,000の濃度では1時間50分~2時間後、体をびりびりとふるわしつゝ表層を移動し、急に鼻上状跳躍苦悶をなし、反転、横泳、急速泳を続け横臥に入つて後も時々緩かに反転又は横泳をなしつゝ徐々に弱り、完全横臥と共に致死する。致死直後外観的異状は認められなかつた。	1/100,000
小 虹 鱒	1/10,000~1/20,000の濃度では50秒~1分32秒で狂奔、1分~1分52秒で反転痙攣苦悶を行い、2~15分で完全に気力弱り横臥し、盛んに体を痙攣させつゝ停止し、34~137分で致死した。1/100,000~1/200,000の濃度では50分~2時間後徐々に弱つて来て、頭をびくびく振動させ、平衡を失い、よたよたと表層を移動し緩かに横臥したが、横臥してから30~35分で正常位遊泳に戻り、実験開始後4時間20分~6時間にして狂奔と共に再び横臥し静かに致死した。1/500,000以下では8時間12分~17時間の間に徐々に弱り、22時間08分~24時間で静かに致死した。	1/500,000> >1/1,000,000

8. 三共B. H. C 粉剤1 (粉剤)

小 鮎	1/30,000以上の濃度では実験開始後2~48分で狂奔を続け、横臥するもなお呼吸早き苦悶状を示し、時々体を痙攣させ8分~3時間21分で完全横臥し時々口腔を思い出した様に開閉する状態で13分~9時間40分で致死した。外観的に鰓蓋下に充血が見られた。特に1/1,000~1/2,500の濃度のものは眼から出血していたのが認められた。	1/30,000> >1/100,000
小 鯉	1/4,000以上の濃度では4分20秒~7分で狂奔を行い15~30分で狂奔状が収まり、急に気力がなくなり緩かに移動泳をはじめ17分~1時間04分で横臥、時々僅かに移動したり、口腔をパクパクと動かし1時間24分~8時間24分で致死した。致死時外観的異状は認められなかつた。	1/4,000> >1/8,000
小 虹 鱒	1/4,000以上の濃度では実験開始後4~11分で狂奔を始め、口を精一杯に嚙む様に大きく開閉し、水槽内表層、下層を急速に泳ぎ廻り、後反転、横転、急速泳を繰返しつゝ横臥にいたり致死す。1/10,000~1/40,000では10~40分の後狂奔が始まり平衡を失い徐々に衰えて苦悶を続け7時間05分~10時間33分で致死した。	1/40,000> >1/100,000

9. 三共パラチオン乳剤 (乳剤)

	1/100,000以上の濃度では1分30秒~11分で狂奔鼻上状苦悶を開始し体の平衡を失い左右に動揺を続けた後反転、横転、逆転を継続し18分~31分で横臥する。皮膚粘液は異状に分泌し、粘膜は脱離される。27分~54分で完全致	
--	---	--

小 鮎	死した。1/200,000 では実験開始後 57～60 分で尻鰭から尾鰭にかけて甚だしく屈曲し、反転、逆転の狂奔苦悶を示し後横臥状態で 1 時間 19 分～12 時間に僅かに痙攣を継続し、23 時間で完全致死した。致死直後尾部を僅かに屈曲硬直し且つ鰓蓋を僅かに開いていた。	1/200,000
小 鯉	1/40,000 以上の濃度では実験開始後 2 分 55 秒～15 分で狂奔鼻上状苦悶を始め、腹部を上にして緩かに泳いだり、又反転したりした後緩かなにぶい泳ぎとなり、15～23 分で完全横臥し、爾後静かに 24～66 分で致死した。1/80,000 では実験開始後 19 分で狂奔鼻上状苦悶を始め平衡を失い後緩かな左右動揺泳となり 1 時間 10 分で横臥 2 時間 35 分で致死した。	1/80,000> >1/100,000
小 虹 鱒	1/40,000 以上の濃度では実験開始後 4～8 分で狂奔を始め体の平衡を失い左右に動揺を続け反転急速泳痙攣を交互に繰返し 8～34 分で完全横臥し体表粘液を分泌し 58 分～4 時間 08 分で致死した。致死直後口腔を全開又は半開していた。1/80,000～1/100,000 の濃度では実験開始後 1 時間 15 分～2 時間 50 分で狂奔、反転、頭部痙攣の苦悶状を呈し、2 時間～4 時間で完全横臥し静穏な状態で 6 時間 15 分～6 時間 24 分で致死した。致死直後口腔を半開又は僅かに開いている。	1/100,000> >1/200,000

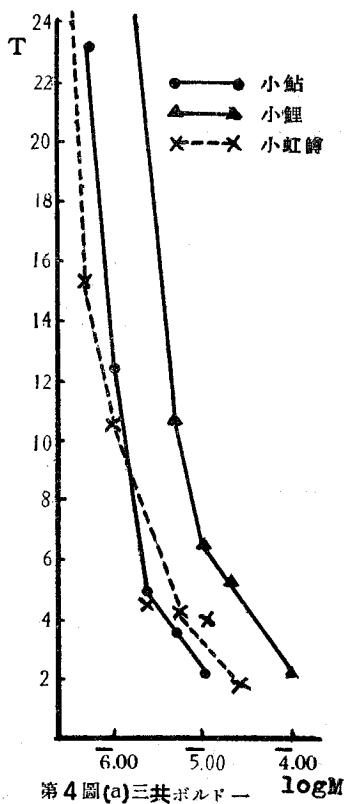
10. キングホリドール E 605 粉剤 (粉剤)

小 鮎	1/2,000 以上の濃度では 5～45 分で鼻上状狂奔を呈し、11 分～2 時間で横臥し、32 分～3 時間 12 分で致死した。1/2,500 では実験開始後 17 時間で幾分苦悶を示しているのがうかがわれたが、24 時間経過するも全然横臥にも至らなかった。	1/2,000> >1/2,500
小 鯉	1/500 の濃度では実験開始後 5 分 06 秒で狂奔を開始し、7～10 分で鼻上状苦悶及び反転苦悶を呈し、14 分で底部に横臥したが、時々反転を繰返し 30 分後完全横臥した。体表全面に不溶解の粉剤が附着し鰓蓋にも恰も表皮の一部が脱落した様にぶら下っていた。74 分後完全致死した。1/1,000 では、30 分で狂奔、斜め泳ぎ、反転を同時に行い始め、1 時間 25 分で完全横臥し後緩かに呼吸をしていたが徐々に衰え、5 時間 01 分で致死した。致死時鰓に不溶解の粉剤が多数こびりついてた。	1/1,000> >1/2,000
小 虹 鱒	1/1,000 以上の濃度では実験開始後 13～39 分で鼻上状狂奔を時々行いはじめ水槽の上下層をくるくると急速泳し、これが弱ると緩かな反転を継続し横臥にいたり、1 時間 10 分～5 時間 55 分で完全致死した。1/2,000 では実験開	1/2,000> >1/4,000

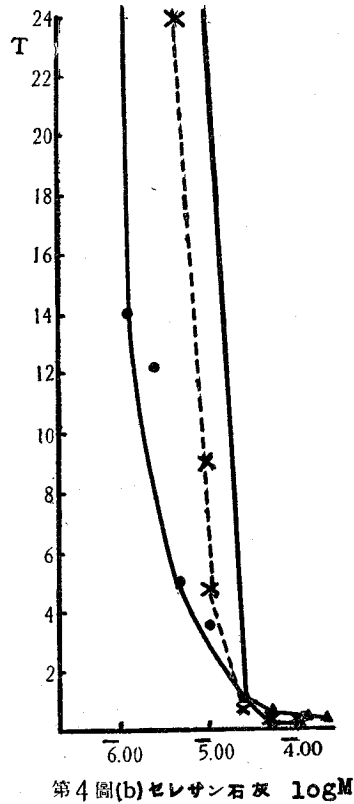
始後1時間で弱り始め、底層停止状となり動かず6時間で緩かに反転並びに左右動揺の症状を呈し、実験開始後8時間で横臥し、時々口腔をパクパクし静穏裡に21時間28分で完全致死した。1/500~1/2,000の濃度で致死した直後は口腔を半開又は僅かに開いていた。

以上の実験結果に於いて、供試農薬の濃度と、供試魚類の苦悶開始から完全致死までの時間との関係を要約すれば、第3表 (a)、(b)、(c) に示す通りであり、且つ、供試農薬の濃度と、致死時間との関係は第4図 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)、(h)、(i)、(j)、に示す通りである。

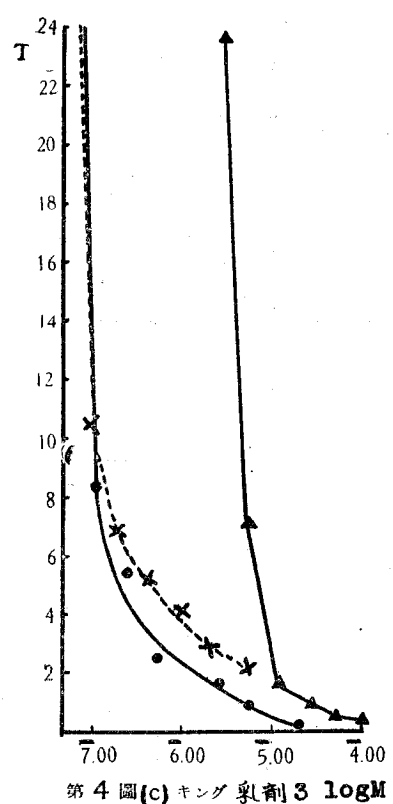
尙第4図中、Mは供試農薬の濃度にして、横軸にMの対数値をとり、縦軸に実験時間Tをとつた。



第4図 (a)



(b)



(c)

第3表(a) 小鮎の場合

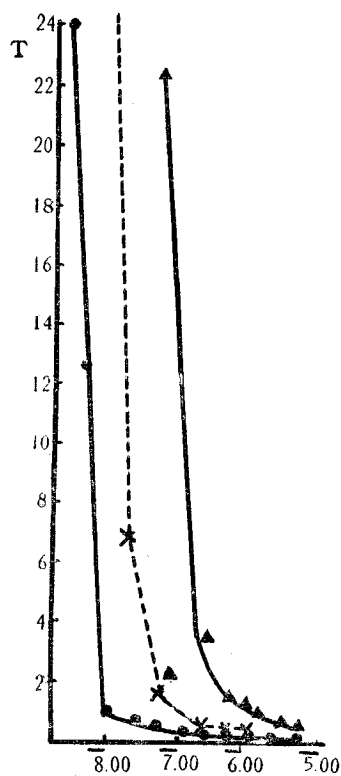
[illegible]

第3表(b) 小鯉の場合

[illegible]

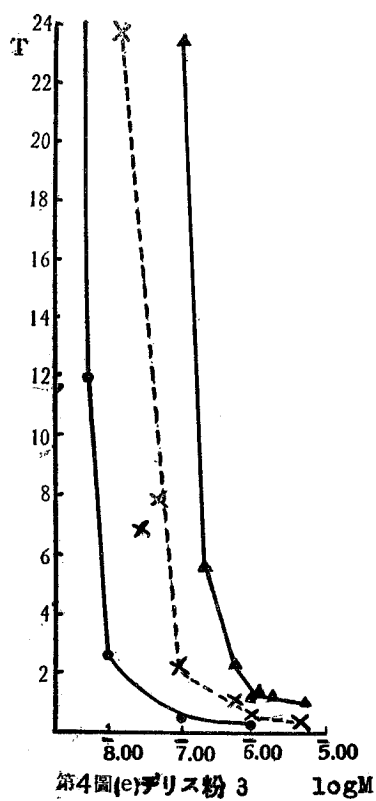
第3表(c) 小虹鱒の場合

[illegible]



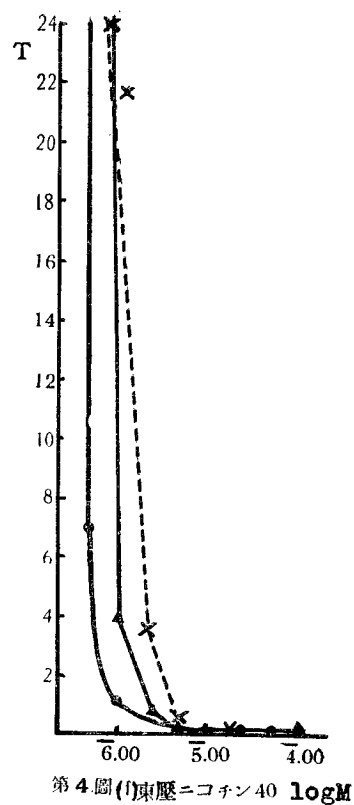
第4圖(d)デリス乳剤 logM

(d)



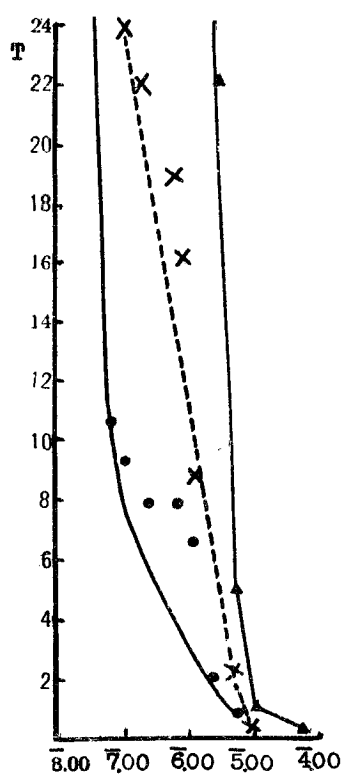
第4圖(e)デリス粉 3 logM

(e)



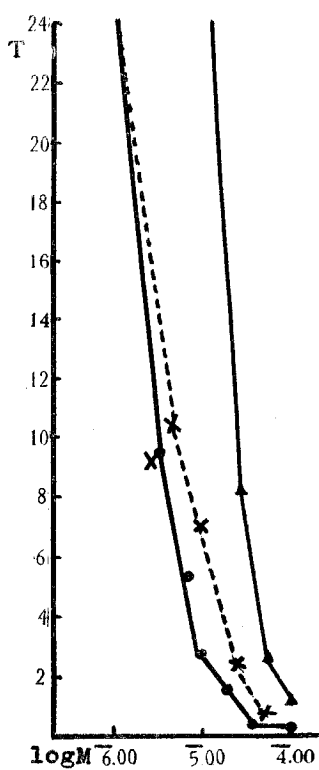
第4圖(f)東屋ニコチン40 logM

(f)



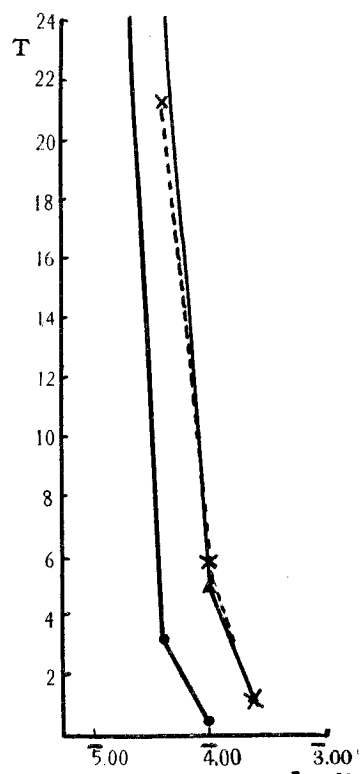
第4圖(g)DDT乳剤 20 logM

(g)



第4圖(h)三共BHC粉剤 1 logM

(h)



第4圖(j)キング
ホリドールE 605粉剤 logM

(i)

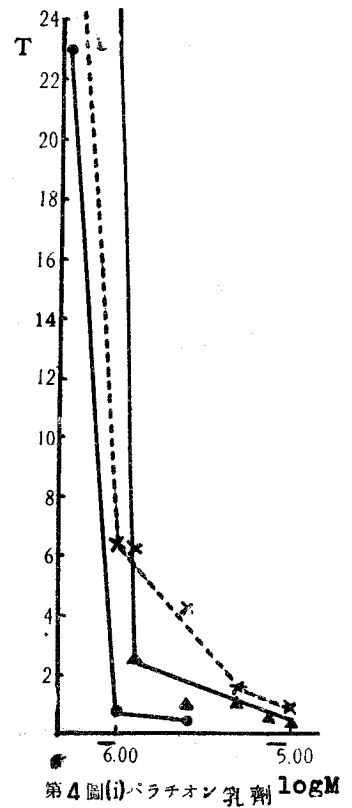
IV 考 察

供試農薬 10 種類の濃度 (M) と、致死時間 (T) の逆数との対数を求めて図示すれば、第 5 図 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)、(h)、(i)、(j) の通りで、大体直線となることが判る。

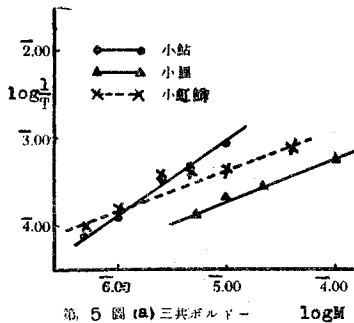
但し、各魚類についてのデリス乳剤、小鮎を供試魚としての D.D. T 乳剤、及び小鯉を供試魚としてのデリス粉 3、小虹鱒を供試魚としての三共 B. H. C 粉剤 1、等の濃度の極めて小なる場合には Powers⁽²⁾ の理論の結果と一致しないことを示し、松井外⁽¹⁰⁾、田内、安田、⁽¹³⁾ の結果と大体一致する。又第 5 図 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)、(h) (i)、(j) は、T と M との関係が Ostwald の提案した吸着毒作用式

$$\frac{1}{T} = KM^P$$

に従ふことを示すものである。

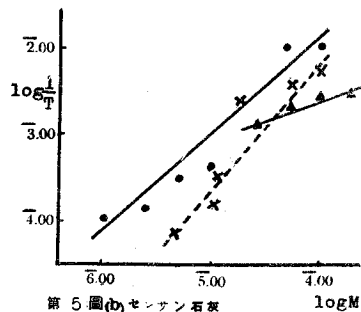


(j)



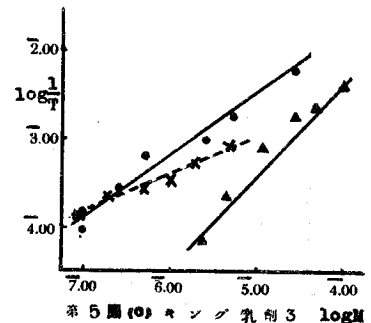
第 5 図 (a) 三共 B.H.C. 粉剤 1

第 5 図 (a)



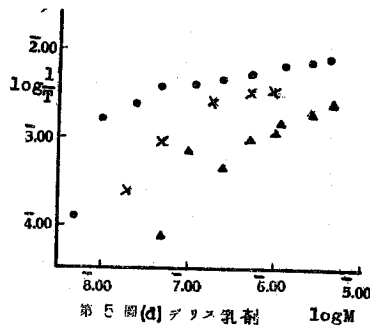
第 5 図 (b) センザン石粉

(b)



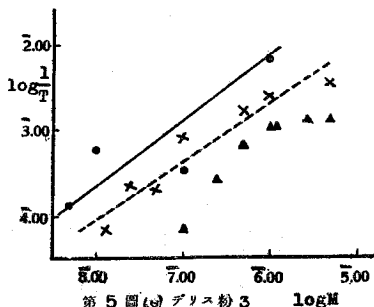
第 5 図 (c) キング乳剤 3

(c)



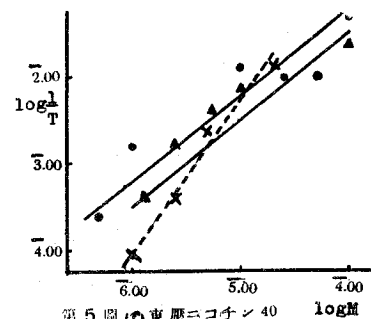
第 5 図 (d) デリス乳剤

(d)



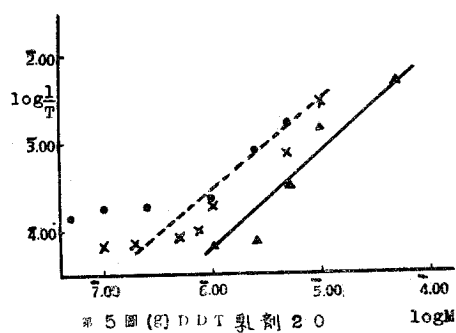
第 5 図 (e) デリス粉 3

(e)

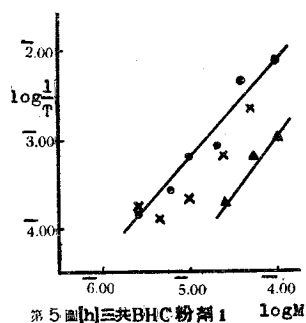


第 5 図 (f) 大東コチン 40

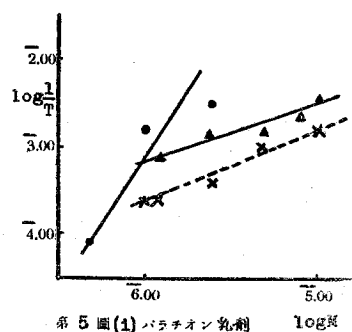
(f)



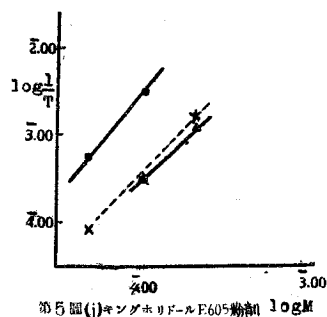
(g)



(h)



(i)



(j)

第4表 致死限度

供試農薬名	致死限度	小 鰯	小 鯉	小 虹 鱒
三 共 ボ ル ド ー	1/200,000	1/20,000	>1/50,000※	1/200,000 > >1/333,333
セ レ サ ン 石 灰	1/80,000 > >1/100,000	1/4,000 > >1/10,000		1/20,000
キ ン グ 乳 剤 3	1/1,000,000 > >1/2,000,000	1/40,000		1/1,000,000 > >1/2,000,000
デ リ ス 乳 剤	1/20,000,000 > >1/30,000,000	1/2,000,000		1/5,000,000 > >1/10,000,000
デ リ ス 粉 3	1/20,000,000 > >1/30,000,000	1/1,000,000		1/8,000,000
東 圧 ニ コ チ ン 40	1/200,000 > >1/400,000	1/80,000 > >1/100,000		1/100,000 > >1/133,333
D・D・T 乳 剤 20	1/2,000,000 > >1/4,000,000	1/100,000		1/500,000 > >1/1,000,000
三 共 B・H・C 粉 剤 1	1/30,000 > >1/100,000	1/4,000 > >1/8,000		1/40,000 > >1/100,000
三 共 パ ラ チ オ ン 乳 剤	1/200,000	1/80,000 > >1/100,000		1/100,000 > >1/200,000
キ ン グ ホ リ ド ー ル E 6 0 5 粉 剤	1/2,000 > >1/2,500	1/1,000 > >1/2,000		1/2,000 > >1/4,000

V. 結 論

10種類の供試農薬に対する各供試魚（小鰯、小鯉、小虹鱒）の24時間に於ける致死限度は第4表に示す通りである。

VI. 摘 要

(1) 滋賀県の一般農家が広く使用している種類の農薬をもつて、滋賀県の重要魚類である小鰯及び鯉、虹鱒の稚魚を供試魚として、水温を略々一定に保つて、殆んど同一環境の下で、狂奔苦悶から致死までの行動を観察すると共に、24時間で完全致死する濃度、即ち致死限度を決定するために

(※) 1/20,000 > >1/50,000 は 1/20,000 と 1/50,000 の濃度の間に致死限度があることを示すものである。

実験を行つた。

(2) 10種類の供試農薬について、濃度と致死時間の逆数との対数を求めて図示すると(第5図(a)、～第5図(j))大体直線となるから、両者の関係はOstwaldの吸着毒作用式…… $\frac{I}{T} = KM^P$ で示されるけれども、デリス乳剤、D.D.T乳剤、デリス粉3、三共B.H.C粉剤1の4種類の農薬の溶液の濃度稀薄な場合の様に、魚種によつて、この式に従わない時もある。

(3) 第4図(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)、(h)、(i)、(j)に示した通り、農薬に対する小鮎、小鯉、小虹鱒の抵抗強度は大体に於いて、小鯉>小虹鱒>小鮎の順序であるが、パラチオン乳剤、東庄ニコチン40、の濃度大なる時、又は三共ボルドーの濃度小なる時に順序が相違して来る。即ち前者のとき、小虹鱒>小鯉>小鮎、後者のとき、小鯉>小鮎>小虹鱒。

(4) 戦後輸入等により普及されたセレスン石灰は殺菌剤として在来より使用されていた三共ボルドーより魚類に対して毒性が3乃至10倍強力であつた(第4図参照)

(5) 戦後輸入等により普及されたD.D.T乳剤、パラチオン乳剤、B.H.C粉剤1、及びホリドール粉剤等は殺虫剤として在来から我国で使用されていたデリス乳剤、デリス粉3、キング乳剤(除虫菊乳剤)及び東庄ニコチン40(硫酸ニコチン)等に比較して、魚類に対する毒性が1/10乃至1/10,000劣弱であつた。(第4表参照)

(6) 特に近時問題視されているパラチオン乳剤、ホリドール粉剤はデリス乳剤、キング乳剤及びデリス粉剤等に比較して魚類に対する毒性は遙かに劣つてゐる。

VII. 引 用 文 献

- (1) Hopkins(1932) : Bulletin of the Bureau of Fisheries, U. S. Department of Commerce, 47
- (2) Edwin B. Powers (1917) : The goldfish as a test animals in the study of Toxicity. Illinois Biological Monographs, vol. 4. No.2. 7—68
- (3) 奥田惣三郎 (1932) : 金魚運動に対する4,5薬物の作用に就て、日本薬物学雑誌第14巻第3号 370—378
- (4) —— : 金魚運動に及ぼす諸種塩類の影響に就て、日本薬物学雑誌第15巻第1号29—34
- (5) William S. Hoar and Merva K. Cottle (1952) : Some effects of temperature acclimatization on the chemical constitution of goldfish tissues. Canadian Journal of Zoology, 30. 49—54
- (6) 高安三次 (1924) : 工業薬品の魚族に及ぼす影響に関する試験報告、北海道水産試験場報告
- (7) 大島信夫 (1931) : 仔鰻に対する塩類電解質の致死度及び被害現象に就て、水産試験場報告 第2号 139—193
- (8) 加賀玲子 (1953) : 数種薬品の鮎に及ぼす影響、奈良女子大学生物学会誌第3号 81—89
- (9) Nobuyuki Kawamoto (1936) : Fishes as the Test Subject for Biological Action of Various Chemical Substances and the Stuaies on the Question on the Chemical Nature of Urease. The Journal of Biochemistry, vol. 23. No2. 267—298

- (10) 松井魁、嘉成三郎、川森正夫、松浦省之 (1940) : 鯉の薬物に対する反応について、水産研究誌 第35巻第9号 217—224
- (11) 大谷武夫、薄井与兵衛、木俣正夫、石川龜好 (1939) : 水中に溶存する化学物質の魚介類に及ぼす影響 (第1報)、日本水産学会誌 第7巻第5号
- (12) 小泉清明 (1928) : 淡水棲昆幼生 (*Chironomus virridicorris* Van der Wulp.) に対する海水の致死作用に就きて、動物学雑誌 第40巻第474号 131—152
- (13) 田内森三郎、安田秀明 (1928) : 有毒物質の致死作用に就いて、水産講習所試験報告、第24巻第1冊 29—37
- (14) Peter Doudoroff, Max Katz, and Clarence M. Tarzwell (1953) : Toxicity of Some Organic Insecticides to Fish. Sewage and Industrial Wastes, vol. 25. No. 7
- (15) Ginsburg, J. M. (1945) : Toxicity of D. D. T to Fish. Jour. Econ. Entomol., 38, 274
- (16) Lawrence, J. M. (1950) : Toxicity of some New Insecticides to Several Species of Pond-fish. Prog. Fish-Culturist, 12, 141
- (17) Steinmann, P. (1928) : Toxikologie der Fische. Handb. d. Binnenfischerei Mitteleuropas, Bd. 4
- (18) Scheuring, L. und F. Leopoldseder (1934) : Die Wirkung der wichtigsten Düngersalze auf Fische. Archiv f. Hydrobiologie, Bd. 27
- (19) Peter Doudoroff (1942) : The Resistance and acclimatization of marine fishes to temperature changes. I. Experiments with *Girella nigricans* (Ayres), Biological Bulletin, vol. 83. No. 2 219—244
- (20) 新田忠雄、荒川清、杉本仁彌、藤谷超 (1953) : 工場廃水の研究第一報、(内海区水産研究所業績第19号)、水産庁内海区水産研究所研究報告第3号
- (21) 水沼栄三、村長義雄 (1952) : 小鯉に及ぼす農薬 (フェノチアジン) の影響について、滋賀県水産試験場研究概要報告第3巻第1号 (昭和26年度)、10—1~10—8
- (22) 水沼栄三 (1953) : 化学物質及び農薬の魚類に及ぼす影響についての研究 (第2報)、水中溶存遊離塩素の小鮎に及ぼす毒性限度について、滋賀県水産試験場研究報告第4号 (昭和27年度)、69—71
- (23) 水沼栄三、村長義雄、若林昭二 (1953) : 化学物質及び農薬の魚類に及ぼす影響についての研究第3報)、小鮎に及ぼす農薬デリス剤の影響について、滋賀県水産試験場研究報告第4号 (昭和27年度)、72—77