

鉤虫仔虫の抵抗性に関する実験的研究

第一編

有機燐農薬に対する鉤虫仔虫の抵抗性について

岡山大学医学部平木内科教室（主任：平木 潔教授）

専攻生 武 田 勝 美

〔昭和32年8月23日受稿〕

内 容 目 次

第1章 緒 言	第3節 Chlorthion に対する抵抗性
第2章 実験材料及び実験方法	第4節 Sumicide に対する抵抗性
第3章 実験成績	第4章 総括並に考按
第1節 Parathion に対する抵抗性	第5章 結 論
第2節 Diazinon に対する抵抗性	

第1章 緒 言

我が国に於ける寄生虫病蔓延の状は、その生活環境の然らしむるところから、既に識者の憂うる所であつたが、殊に戦後はその特殊事情から都鄙を問わず著しい寄生率を示し、誠に憂慮すべき状態となつた。かくて寄生虫病一方の雄たる鉤虫症についても、これを如何に防遏すべきかは、現在尚、我々医学徒に課せられた大きな命題となつている。

さて現今行われている鉤虫防遏の方法は、(1) 広く住民の糞便検査を施行して寄生虫者を発見し、徹底的な駆虫法を施してこれが根絶を計り、或は、(2) 糞便内に排泄せられた虫卵の比較的抵抗薄弱なるを利用して、種々なる方法でこれを撲滅せんとする事にある。然して、鉤虫感染仔虫は抵抗強大で、外界に長く生存し経皮的にも経口的にも共によく感染するが故に危険この上もない。第1、第2の方法は本症防遏の根底をなし、衛生検査機関を利用しての検便の定期的検査及び駆虫薬のめざましい進歩・発展並に糞便処理方法の改良発達等により、近年秀れた効果をみつけ、あるが、尚徹底する所とならず、本虫の完全

撲滅には第1、第2の方法に兼ねるに鉤虫仔虫の直接撲滅が不可欠であることは論を俟たない。

さて、鉤虫の人体感染が主として田園に於ける仔虫の経皮的感染によつて起る事実から、農薬を用いての撲滅実験は従来、笹田¹²⁾、大浜³⁾、尾形⁵⁾、尾形・上野⁶⁾、岩田他²⁾、福本²⁶⁾²⁷⁾等によつて行われているが、近年強力な殺虫剤としての有機燐農薬が相次いで登場し、農薬界に於てその顕著な効果が認められつゝある現在、これ等の新農薬が田園に於て使用される場合同時に感染源たる仔虫に対しては如何なる影響を及ぼすものであるか、甚だ興味の存する所である。

私共の教室に於ても、先に佐野¹³⁾は有機燐農薬として最初に実用に供せられた TEPP 製剤を用いて実験し、著明な殺害作用のある事を報告している。TEPP 製剤について発見され繁用されている Parathion については、川本⁸⁾の人鉤虫仔虫を用いての極めて簡単な抵抗性実験がなされているのみである。

そこで私は、Parathion のみならずこれが毒性改良を目指して新しく合成された Diazinon, Chlorthion 及び Sumicide に対す

る犬鉤虫成熟仔虫の抵抗性実験を系統的に *in vitro* に於て行い、かつ有機燐農薬が神経毒たる点に立脚して仔虫の運動状態、並に該液中に於ける脱囊現象を詳細に観察し、些か知見を得たのでここに報告する。

第2章 実験材料及び実験方法

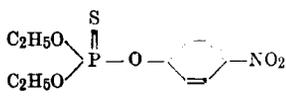
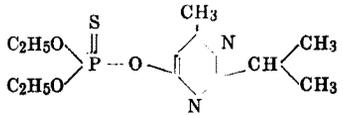
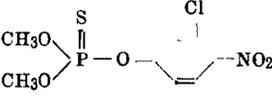
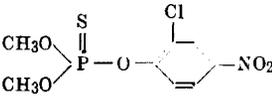
(1) 実験材料

1) 被検仔虫. 本実験には材料の得易い

点より犬鉤虫仔虫 *A. caninum Ercolani* を撰んだ。即ち、鉤虫感染仔犬の新鮮便より水集卵法により得た材料を、28°C 孵卵器内にて10日前後瓦培養を行つて得た完熟仔虫を用いた。

2) 供試薬品(第1表): Parathion(北興化学), Diazinon(庵原農薬), Chlorthion(特殊農薬), Sumicide(住友化学)の4種新有機燐農薬乳剤を用いた。括弧内は提供を受

第1表 実験に用いた有機燐農薬

一般名	化学名	構造式	毒性	使用法 (農薬 として)	市販名	形態
Parathion (Ethyl-parathion)	Diethyl-para-nitro-phenyl-thiophosphate		マウス 経口 LD50 6.15 mg/kg	噴霧 1000~ 3000倍 稀釈	バラチ オホリ ド	乳剤 (有効 成分 46.6 %)
Diazinon	(2-Isopropyl-4-methyl-pyrimidil-6)-diethyl thiophosphate		マウス 経口 LD50 約48 mg/kg	噴霧 500~ 2000倍 稀釈	バス ン	乳剤 (濃厚) (有効 成分 51%)
Chlorthion	O,O-dimethyl-O-3-chloro-4-nitro-phenyl-thiophosphate		マウス 経口 LD50 270 mg/kg	噴霧 500~ 2000倍 稀釈	未市販	乳剤 (有効 成分 60%)
Sumicide	O,O-dimethyl-O-2-chloro-4-nitro-phenyl-thiophosphate		マウス 経口 LD50 500 mg/kg	噴霧 500~ 2000倍 稀釈	未市販	乳剤 (有効 成分 30%)

けた農薬会社を示す。

(2) 実験方法

瓦培養法により得た仔虫は、可及的運動活潑なるものを得るため、かつ仔虫水を一層清浄化するため再びこれを瓦上にとり、1昼夜経過後周囲の水中に游出せしめた。ついでこれら仔虫水を大型スピッツ内に採集静置して管底に沈聚せしめた後、上層の上澄を棄て去り残余の極めて濃厚なる仔虫含有水を実験に供することとした。かかる仔虫水1滴中には仔虫100~300隻を算す。稀釈薬液乳剤は、いずれも口径約1cm、長さ約10cmの小試験管に分注併列後、上記の濃厚仔虫水を毛細ピ

ペットにて1滴宛滴下しついで密栓を施して薬液の揮発を防ぎ、室温に放置して逐時検査に用いた。即ち所定の時間後に、その管底に沈聚せる被検仔虫をピペットにて残らず採取し、オブジェクトグラス上に滴下後、直ちに双眼顕微鏡下にその死亡率、運動並に脱囊状態を詳細に観察した。

可検仔虫の生死鑑別法は諸家⁷⁾¹²⁾に従い最も確実な加熱法を採用した。即ち仔虫が運動を停止した後もその仔虫に温熱的刺戟を与る意味に於て、オブジェクトグラスを寸時アルコールランプ焰上1cmにかざし、後再び鏡検して仔虫の運動の有無を観察した。この際

3, 4回反復するも微動だにせぬ場合を以て死と判定した。尚、葉液の作用により強くトグロ状に体を屈曲せる仔虫は加熱法に於ても生死判別の困難なることあり。かゝる際には清水に戻して2日後再び鏡検して確定を下す方法をとつた。尚、当該試験管全仔虫数に対する死滅仔虫数を以て死亡率とした。

仔虫の運動状態については、これを質的即ち形態的に観察すると共に、量的に把握する必要がある。後者に関しては最近、安藤岡³⁰⁾の興味ある研究が報告されている。私も氏の方法にのつとり1分間の仔虫頭端搏動数を測定して表わすこととした。

仔虫が有機燐剤の葉液中で著明な脱糞を惹起する事実は、これまでまだ報告をみない所であるが、本編の実験に於ては全仔虫数に対する脱糞数を百分率で示して脱糞率とした。

試薬調製方法としては、各試薬乳剤原液の濃度より算定し、各々 10^{-1} ~ 10^{-6} %の範囲内に学内水道水(井戸水)を用いて精密に稀釈した。

尚、本実験の対照にはすべて学内水道水を用いた。

本実験は昭和30年の春秋2季、室温 15~25°C の間に於て施行し、各実験とも3~4回反復施行した。

第3章 実験成績

第1節 Parathion に対する抵抗性

(1) 仔虫の死亡率(第2表, 第1図)

10^{-1} %乳剤中に於ては12時間後より死滅し始め、1日後には8.06%、2日後には27.0%、3日後には一躍84.7%に達して最も急激な死亡率の上昇を示し、4日後には既に全滅を見るに至る。 10^{-2} ~ 10^{-5} %乳剤中に於てもほぼ同様の経過を示すが、1日後には極めて少数の仔虫死滅し、2日後はなお10%以内で、3日後の53.1~31.9%を経て4日後には急激に上昇して78.3%以上に達す。全滅するのは夫々6日、8日、10日及び12日後で、濃度の減少と共に多少日数の延長を認める。所が 10^{-6} %液に於ては死亡率は著しく低減し、6日後

に於てもなお6%以内で、10日後10%を越え、以後次第に上昇を示し15日後20.7%、20日後28.1%、30日後43.7%、40日後65.6%となり、60日後始めて90%を突破し80日後には極めて少数の抵抗力強きものを残して殆んど全滅、100日後には全死するに至る。しかして次に述べる対照液に比すればなお高い死亡率を示していることが分る。即ち対照液に於ては15日後に漸く2%に達し、80日後に19.1%、100日後もなお76.0%の死亡率を示すに過ぎない。

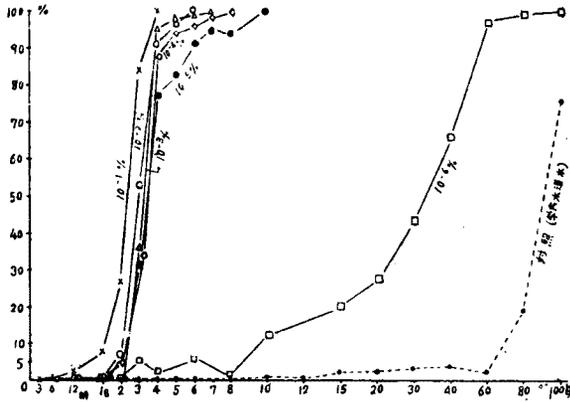
第2表 Parathion 乳剤各種濃度液中に於ける鉤仔虫の死亡率(%)

時間	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	対照
3時間	0	—	—	—	—	—	0
6	0	0	—	—	—	—	0.03
12	2.70	0	0	0	—	—	0.37
1日	8.06	0.87	0.78	0.59	0.45	0.44	0.46
2	27.0	7.20	1.61	5.69	8.11	0	0.61
3	84.9	53.1	36.2	34.5	31.9	5.56	0.67
4	100	91.3	95.4	88.5	78.3	1.82	0.76
5	—	96.7	98.7	94.0	82.8	—	0.64
6	—	100	99.7	96.5	91.0	5.67	0.69
8	—	—	100	99.4	94.7	1.12	0
10	—	—	—	100	93.8	12.9	1.48
12	—	—	—	—	100	—	0.82
15	—	—	—	—	—	20.7	2.83
20	—	—	—	—	—	28.1	2.75
30	—	—	—	—	—	43.7	3.73
40	—	—	—	—	—	65.6	4.40
60	—	—	—	—	—	95.7	2.30
80	—	—	—	—	—	99.9	19.1
100	—	—	—	—	—	100	76.0

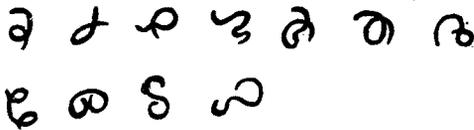
(2) 仔虫の運動状態(第2, 3図, 写真1, 2, 3)

薬液中に投入せられた仔虫が、全く死滅するに至る間の運動状態を詳細に観察するとき、薬液の各濃度により時間的並に量的な差異は認められるにしても、共通な傾向は次の通りである。即ち該液に接した仔虫は暫くの間、対照と同様に活潑乃至緩慢な全身の蛇行状運動を行つているが(潜伏期)、次第に興奮状態となり、ついでその強度を増し弾撥様痙攣状

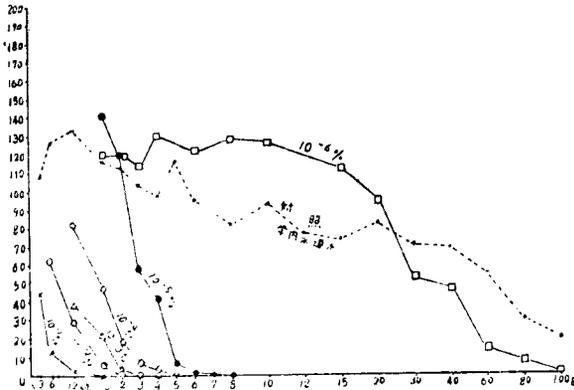
第1図 Parathion 乳剤各種濃度液中に於ける
鉤仔虫の死亡率



第2図 有機燐農薬液中に於ける鉤虫仔虫の
屈曲姿勢さまざま



第3図 Parathion 各種濃度液中に於ける鉤仔
虫の毎分頭端搏動数



の甚だ活潑な運動を呈し(痙攣期), 次いで時間の経過と共に再び緩慢となるが, その運動は強剛状, 苦悶状の全身屈伸運動である(運動失調期). 続いて仔虫は第2図の如き種々の屈曲状, 更に進んでは写真1の如くトグロ状を呈して, 体の一部を極めて緩慢に動かすか或は全くトグロ状に強く巻き込んで静止するに至る(麻痺期). かくて仔虫は刻々と死に

近づきつゝあり, 全く死滅に至るとそのトグロ乃至強屈状の姿勢を解いて写真2の如く彎曲乃至直線状を呈するに至る(死滅期). 上記の特長ある運動形態は乳剤の濃度の低下と共に各期の時間的経過に延長の傾向を認める.

対照液中に於ても静止時写真3の如く屈曲状を示すものが少くないが, 尾端を軽く屈する姿勢が多く, かついづれの屈曲状に於ても葉液中のそれに比し極めてなだらかな感じの屈曲姿勢をとつているのを認める.

これらの運動状態を毎分の仔虫頭端搏動数を以て量的に表わす時は, 第3図に示す如くである. 即ち 10^{-1} ~ 10^{-5} %液は急速に, 10^{-6} %液中に於ては緩徐な減少を示している. 詳述すれば, 10^{-1} %液中に於ては3時間後既に45.5に減じ, 6時間後13.5, 12時間後3.0と著減し, 1日後には死亡率は8.06%に過ぎないが, 搏動を示すものは全くなく既に全仔虫静止の状態にあることを示している. 10^{-2} %以上の稀釈液中に於ては一般にその稀釈度の増加と共に搏動数も増加の傾向を示し, 又全仔虫運動停止に至る時間と全仔虫死滅に至る時間との間隔は, 短縮を示している. 又, 10^{-5} %液2日後まで及び 10^{-6} %液約20日後までの搏動数は, 対照に比し増加を認めている. なお,

10^{-6} %液に於ては100日後に至り初めて全仔虫の停止を認め, 対照にはほぼ近い経過を辿っている.

対照液中に於ては, 投入直後より12時間後まで搏動数は多少増加の傾向を示して最高133.0に達し, 以後次第になだらかな減少を示して2日後113.8, 4日後98.6, 8日後82.0, 12日後77.0, 30日後69.5, 60日後54.0, 80日

後20.0, 100日後20.0となつている。

(3) 死滅仔虫の顕微鏡所見

薬液中の死滅仔虫は、次第に微細顆粒状変性、次いで中等度の顆粒状変性を惹起し、仔虫の内部構造は漸次不明瞭となる。一部に虫体の被囊より萎縮を示せるものあり。

対照液中の死仔虫は、微細顆粒状変性を示すもなお内部構造をよく認め得るものである。

(4) 仔虫の脱囊率(第4図, 写真4)

Parathion 液中の仔虫の脱囊率の時間的経過は、第3図に示す如くで、各濃度ともほぼ死亡率に平行の結果を認めている。即ち、薬液中に投入せられた仔虫の一部は直ちに脱囊を開始し、 10^{-1} ~ 10^{-5} %液中に於ては数日のうちに急速に進行するが、最高70%を越えることはない。 10^{-6} %液中に於ては死亡率と同様極めて低い脱囊率(最高60日後22.8%)を示した。

なお、対照液中に於ては殆んど脱囊を認めず、精々10%以内の成績を示したに過ぎない。

第4図 Parathion 乳剤各種濃度液中に於ける鉤虫仔虫の脱囊率

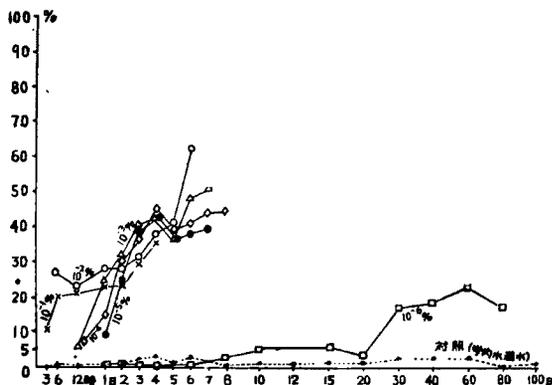


写真4は 10^{-5} % Parathion 液中3日後の仔虫の脱囊状態を示す。

第2節 Diazinon に対する抵抗性

(1) 仔虫の死亡率(第3表, 第5図)

Diazinon 乳剤各種濃度液中に於ける仔虫の死亡率は、第3表, 第5図の如くである。 10^{-1} %液中に於ては、2日後までは極少数の死亡率(6.4 %)をみるのみであるが、3日

第3表 Diazinon 乳剤各種濃度液中に於ける鉤虫仔虫の死亡率(%)

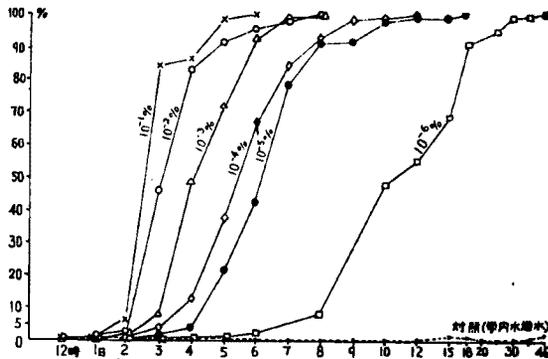
時間	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	対照
12時間	0.41	0	0	—	—	—	0
1日	0.21	0.79	0	0.49	0	0	0.27
2	6.40	3.11	2.42	0.64	0.29	0	0
3	84.1	46.0	8.35	3.86	2.58	0.27	0.53
4	86.5	83.5	49.3	12.9	3.97	0.35	0.17
5	98.2	91.9	72.4	37.9	21.4	0.58	0.50
6	100	95.9	93.1	67.0	42.2	1.99	0.60
7	—	98.1	99.3	84.6	78.8	—	0.21
8	—	100	100	92.5	90.9	7.95	0
9	—	—	—	98.5	91.6	—	0.15
10	—	—	—	99.4	98.6	47.5	0.28
12	—	—	—	100	99.4	54.8	0.59
15	—	—	—	—	99.4	68.7	1.04
18	—	—	—	—	100	90.6	1.01
20	—	—	—	—	—	86.3	0.57
25	—	—	—	—	—	94.9	0.80
30	—	—	—	—	—	99.1	0.55
35	—	—	—	—	—	99.3	0.54
40	—	—	—	—	—	100	1.54

後には急速に死滅仔虫の増加を認め84.1%に達し、6日後には全滅するに至る。 10^{-2} 及び 10^{-3} %液に於ては全滅までの日数は、両者相等しく8日であるが、前者に於ては死滅開始は既に第1日に始まり、3日にして46.5%、5日後には91.9%に達する。後者に於ては、死滅開始は第2日目、死亡率が93.1%に達するのは6日の後である。 10^{-4} , 10^{-5} %と濃度の上昇と共に、死亡率の増加及び全滅日数の延長をみる。即ち前者の全滅日数は12日、後者は18日となる。 10^{-6} %液に於ては、8日後より死亡

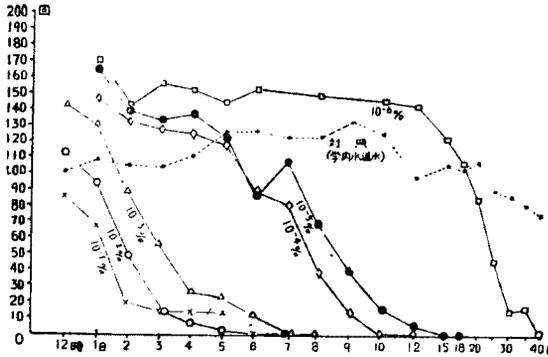
率次第に上昇し10日後には47.5%、18日後には90.6%に達するが、 10^{-1} ~ 10^{-5} %液に比較すれば死亡率の著減を認め、全滅日数も40日となる。然して、これを Parathion 液の 10^{-6} %液と比較するときは、死亡率の上昇と全滅日数の短縮が著明である。

対照液に於ては、40日後の死亡率なお1.54%に過ぎない。

第5図 Diazinon 各種濃度液中に於ける鉤仔虫の死亡率



第6図 Diazinon 各種濃度液中に於ける鉤仔虫の毎分頭端搏動数



(2) 仔虫の運動状態 (第6図)

時間の経過と共にみられる仔虫の運動の質的な変化は、前述の Parathion 液中に於けるものと同様で、潜伏期、痙攣期、運動失調期、麻痺期を経て死滅期に終る。

運動状態を頭端搏動数を以て量的に観察するときは、第6図の如くである。即ち Parathion 液に於て見られたのと同様、死亡率とは逆に時間の経過と共に次第に運動量の減少して行く様子が明かである。又、いずれの濃度に於ても初期には対照より活潑な運動が認められた。なお、 10^{-1} ~ 10^{-3} %液中に於ては、やや急速に、 10^{-6} %液中に於ては緩徐に、 10^{-4} 、 10^{-5} %液ではその中間の速度で運動量の減退を認めている。一般に同濃度の Parathion 液に於けるそれと比較するとき、Diazinon 液中に於ける運動量の減退速度はゆる

やかであり、Diazinon が Parathion に比し毒性の弱い事を示している。

(3) 死滅仔虫の顕微鏡所見

薬液中の死滅仔虫は、何れも微細乃至中等度の顆粒状変性を示し、消化管の構造も不明瞭となる。即ち Parathion に於ける場合と著変を認めない。

(4) 仔虫の脱糞率 (第7図)

Diazinon 液中に於ける脱糞率の時間的経過は、第7図の如くである。即ち 10^{-1} ~ 10^{-3} %液中に於ては、薬液中に投入後12時間乃至1日後既に21.8~40.2%の脱糞を来し、以後時間の経過と共に益々増加して6~8日後には50~70%に達する。なお、 10^{-2} %液中に於ては初期に最も高い脱糞率を示した。 10^{-4} 、 10^{-5} %液中に於ける脱糞率はほぼ同様の経過をとり、1日後2.37~5.47%の少数が脱糞、以降、3日後17.9~21.1%、6日後47.6~48.3%、10日後49.9~51.5%と上昇している。 10^{-6} %液中に於ては1日後僅かに1.27%、3日後5.14%、6日後9.43%、10日後の

25.2%を経てその後やや急速に上昇し、15日後には54.4%に達する。20日以降も多少脱糞は増加し、35日後には最高63.5%となる。

一方、対照液に於ては、12時間後僅かに1.06%、その後は時間を経過するも脱糞率は多少上下するのみにて、30日後最高7.40%に達するに過ぎない。

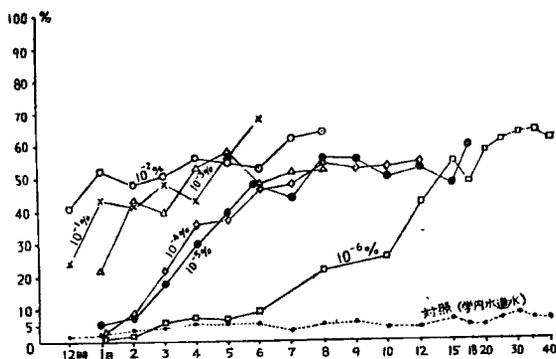
なお、Diazinon 液中に於ける仔虫の脱糞率が、ほぼその死亡率に平均して増加していることは、Parathion に於ける場合と同様である。

第3節 Chlorthion に対する抵抗性

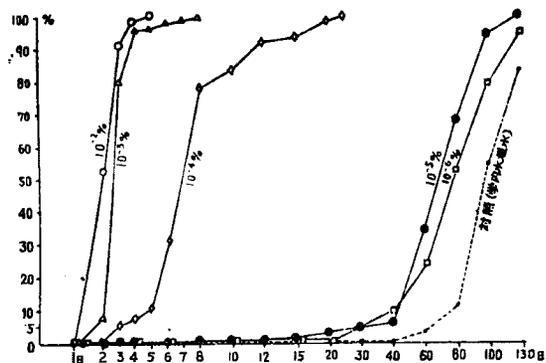
(1) 仔虫の死亡率 (第4表、第8図)

Chlorthion 乳剤各種濃度液中に於ける仔虫の死亡率は、第4表及び第8図に示す如くで、 10^{-2} %液中に於ては、1日後は死亡仔虫殆んどなく0.42%に過ぎないが、2日後には急増

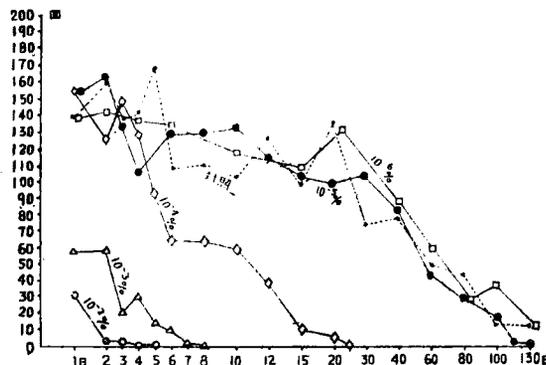
第7図 Diazinon 各種濃度液中に於ける鉤虫仔虫の脱糞率



第8図 Chlorthion 各種濃度液中に於ける鉤虫仔虫の死亡率



第9図 Chlorthion 各種濃度液中に於ける鉤虫仔虫の頭端搏動数（毎分）



を示して52.1%となり、3日後の91.8%、4日後の99.6%を経て5日後には全仔虫死滅するに至る。10⁻³ %液中の仔虫は1日後には全部生存しているが、2日後には死亡率7.33%

3日後には急速に上昇して80.0%に達し、4日以降は極少数の仔虫の生存を認めるに過ぎず、7日後には99.6%、8日後には遂に全滅する。10⁻⁴ %液中には死亡率は大巾に低減を示し、6日後にようやく10.4%となり、爾後次第に増加の傾向をとり12日後92.1%、全滅するのは25日後である。10⁻⁵、10⁻⁶ %両液の毒性は極めて低く、12日頃までは対照と殆んど同様の死亡率を示して1%以内に過ぎない。15日以降は両液とも相平行して次第に増加の傾向を示しているが、10⁻⁵ %液は10⁻⁶ %液に比し多少死亡率の増大をみる。即ち13日後の死亡率については10⁻⁵ %液は100%、10⁻⁶ %液は95.2%で、一方対照液は83.2%に過ぎない。

(2) 仔虫の運動状態 (第9図)

Chlorthion 液中に於て、時間的経過に伴う仔虫の運動状態の質的観察を行うとき、それは先の Parathion, Diazinon 液中に於てみられた特長ある運動と全く同様で記述は省略する。

一方、時間的経過に伴う運動の量的把握を毎分の仔虫頭端搏動数を以て表現すると、第8図の如くなる。即ち、10⁻² %液中に於ては1日後既に30.7に低下し、2日後には3.7となり、4日後には全く停止するに至るが全滅するのはその翌日の5日後である。10⁻³ %液では、1日後58.0、以後漸減を示して4日後25.3、7日後1.33、8日後運動停止と共に全滅するに至る。10⁻⁴ %液にては、1日後は対照に比し運動量増加の傾向あり、155.3を示しているが、4日以降は対照をひき離して強く運動量減少し、6日後には64.3、12日後38.3、20日後6.0、25日後には運動停止と共に全仔虫死滅する。10⁻⁵、10⁻⁶ %液中1日後の仔虫は、対照よりや

第4表 Chlorthion 乳剤各種濃度液中に於ける幼虫仔虫の死亡率(%)

時間	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	対照
1日	0.42	0	0	0	0.12	0.43
2	52.1	7.33	0.32	0	0.22	0.14
3	91.8	80.0	5.77	0	—	0
4	99.6	97.2	7.42	0.53	0.28	0.26
5	100	96.7	10.4	—	—	0.45
6	—	98.2	30.8	0.29	0.45	0.55
7	—	99.6	—	—	—	—
8	—	100	78.5	0.59	—	0.22
10	—	—	83.2	0.34	0.24	0.29
12	—	—	92.1	0.85	—	0.35
15	—	—	93.3	1.04	0.51	0.45
20	—	—	97.9	2.39	1.07	0.57
25	—	—	100	—	—	—
30	—	—	—	4.45	—	0.89
40	—	—	—	5.52	9.99	0.92
60	—	—	—	34.3	23.8	3.13
80	—	—	—	67.8	52.5	11.1
100	—	—	—	94.7	79.9	54.5
120	—	—	—	99.5	—	—
130	—	—	—	100	95.2	83.2

や運動量の増加を示すが、以降両液は共に対照と殆んど平行に運動量の漸減を認め、10日後10⁻⁵%液 82.3、10⁻⁶%液 87.3、対照液 77.0となり、80日後は10⁻⁵%液 29.3、10⁻⁶%液 27.0、対照液 42.5となる。130日後には先づ最初に10⁻⁵%液が全仔虫停止状となり全滅に至るが、10⁻⁶%液はなお10.3、対照液は11.3を示して多少の運動状態にあることを示している。

(3) 死滅仔虫の顕微鏡所見

Chlorthion 液中にて運動全く停止し、ついで死滅するに至った仔虫は、葉液の作用により次第に微細乃至中等度顆粒状変性を示して虫体の構造は不明瞭となる。この経過は上述の Parathion 及び Diazinon とほぼ同様である。

(4) 仔虫の脱糞率(第10図)

Chlorthion 各種濃度液中に於ける仔虫の脱糞率の時間的経過は、第10図に示す如くで、10⁻²%液中に於ては1日後26.5%、その後次第に上昇を示し2日後28.6%、3日後33.7%となり、4日後には38.6%となるが、10⁻³%

液中では10⁻²%液よりもむしろ脱糞率はやや増加を示し、1日後37.3%、3日後52.1%まで上昇して最高となり、その後はやや減少を示して7日後41.7%、8日後47.2%となる。10⁻⁴%液では1日後の脱糞率僅かに2.99%に過ぎないが、その後急激に増加し5日後40.7%となり、後多少の消長を示しつつ上昇し、12日後41.6%、25日後49.3%の脱糞率を認め、この時仔虫は全滅するに至る。10⁻⁵%、10⁻⁶%両液中に於ては、死亡率と同様脱糞率も急激に低下し対照をやや上廻る程度であるが詳細に観察する時、10⁻⁶%に比し10⁻⁵%液では多少脱糞率は高値を示していることが分る。即ち10⁻⁵%液は4日後2.76%、10日後3.27%、20日後2.49%、40日後5.81%、60日後8.55%、100日後9.79%となり、10⁻⁶%液中に於ては4日後1.59%、10日後1.97%、20日後0.87%、40日後2.71%、60日後2.14%、100日後4.21%となる。一方対照液中の脱糞率は4日後0.26%、10日後0.11%、20日後0.80%、60日後0.97%、100日後なお0.69%に過ぎない。一般に Parathion、Diazinon に於けると同様各濃度に於ける脱糞率は死亡率にはほぼ平行している。

第4節 Sumicide に対する抵抗性

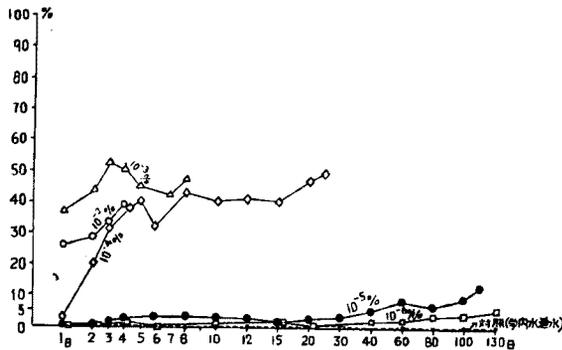
(1) 仔虫の死亡率(第5表、第11図)

Sumicide 乳剤各種濃度液中に於ける死亡率の時間的経過は、第5表、第11図に示す如くである。10⁻²%液中に於ては1日後は3.84%に過ぎないが、2日後には68.7%に達し、4日後98.5%、6日後には既に100%、即ち全滅するに至る。10⁻³%液では3日後なお極少数(1.87%)の死滅仔虫を認めるに過ぎないが、4日後は19.2%となり、以後やや急激に増加して6日後の68.6%を経て8日後には90%を越え、15日後には98.5%となつて全滅をみるのは20日後である。10⁻⁴%液では更に死亡率は低減を示し、6日後もなお4.86%であるがその後は死亡率やや急カーブを画いて上昇し、10日後51.8%、15日後78.0%、30日後98.5%となり50日後に遂に100%に達す。10⁻⁵、10⁻⁶%液の死亡率はほぼ平行関係を示しているが、

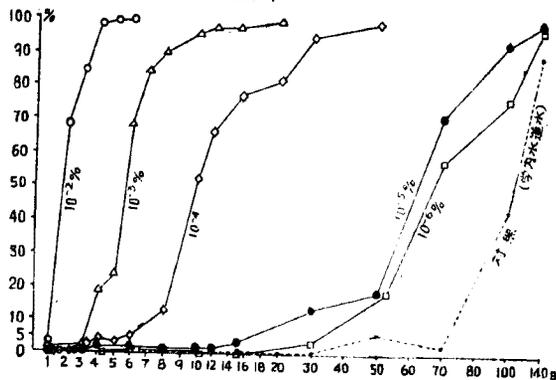
第5表 Sumicide乳剤各種濃度液中に於ける鉤虫仔虫の死亡率(%)

日	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	対照
1日	3.84	1.94	0	0	0	0
2	68.7	0	0	0	0	1.00
3	84.5	1.87	1.18	0	0	0
4	98.5	19.2	3.37	1.71	0	0
5	99.0	24.0	3.00	—	—	0
6	100	68.6	4.86	1.63	0.81	0
7	—	85.2	—	—	—	—
8	—	91.8	12.6	0.71	—	0
10	—	96.0	51.8	0.84	0	0
12	—	98.0	67.1	0.52	—	0
15	—	98.5	78.0	3.01	0	0.64
20	—	100	81.5	—	—	0.74
30	—	—	95.1	13.7	3.37	—
50	—	—	100	18.0	18.6	6.60
70	—	—	—	71.0	58.1	2.27
100	—	—	—	93.2	76.4	43.3
140	—	—	—	100	99.2	90.0

第10図 Chlorthion 各種濃度液中に於ける鉤仔虫の脱糞率



第11図 Sumicide 各種濃度液中に於ける鉤仔虫の死亡率



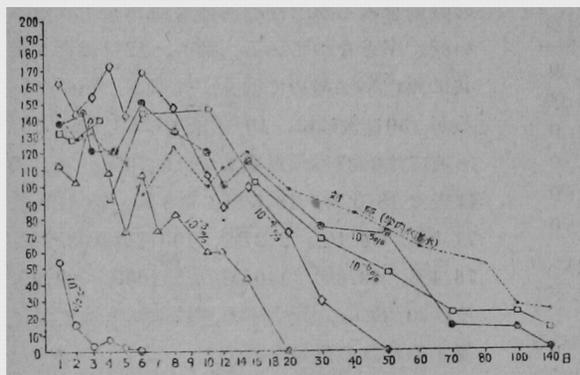
前記高濃度液に比し死亡率は著明に低下する。即ち10⁻⁵%以上の稀釈液に於ては著明に毒性の減弱をみるが、なお対照液に比較すれば高い死亡率となつている。即ち、12日後迄3者共に死亡率は極めて低く1%以下となつているが、30日後には、10⁻⁵%液では13.7%、10⁻⁶%液では3.37%、対照液では0.79%、50日後は夫々18.0%、18.6%、6.6%、70日後は71.0%、58.1%、2.27%、100日後は93.2%、76.4%、43.3%、140日後には100%、99.2%及び90.0%と、死亡率の漸減即ち全滅までに要する日数の延長を認めた。

(2) 仔虫の運動状態 (第12図)

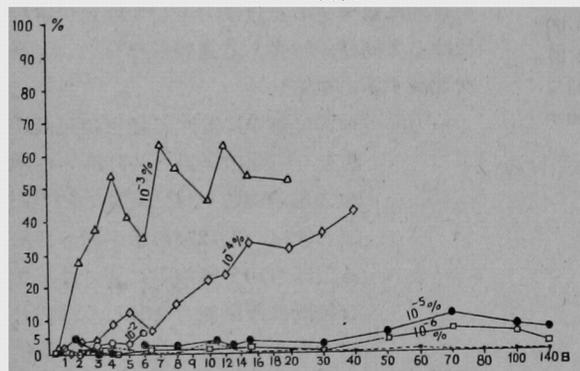
Sumicide 乳剤中に於ける仔虫の運動状態を質的に観察するときは、上記3種乳剤中に於けると同様、特長ある運動形態をとつて漸次死滅するに至る。

一方、各種濃度液中に於ける仔虫の運動状態を、時間の経過と共に毎分の仔虫頭端搏動数を以て定量的に表わすときは、第12図に示す如くである。即ち10⁻²%液中に於ては、1日後既に運動能力を著しく減弱し54.0を示すに過ぎない。2日後には16.0、5日後には2.0と著減して6日後には運動全く停止し死滅する。10⁻³%液に於ては、2日後に比し3日後には運動量増加してむしろ対照より多く、140.0となるが、その後多少の起伏を示しつつ減少し、7日後88.0、10日後60.0、15日後44.0となつて20日後には微動だにせず死滅するに至る。10⁻⁴%液に於ては、初期の運動量は各濃度液並に対照に比し最も多く、1日後112.0、4日後140.0にも達する。以降、次第に減退し6日後108.0、10日後60.0、15日後44.0、50日後0となる。10⁻⁵%液及び10⁻⁶%液はほぼ平行の経過を示し、5~10日後には共に対照よりやや運動量の増多、それ以降は

第12図 Somicide 各種濃度液中に於ける
 仔虫の頭端搏動数 (毎分)



第13図 Somicide 各種濃度液中に於ける
 仔虫の脱糞率



反対に減少を示し、140日後には、 $10^{-5}\%$ 液は遂に運動量0となつて仔虫は全く停止する。 $10^{-6}\%$ 液は僅かながら運動状態を維持して12.0を示している。一方、対照液については1日後144.0、6日後は95.0となつて運動量やや減退の傾向を示しているが、その後一時的に多少増多を示し8日後124.0となる。14日以後は時間の経過と共に漸減を示して20日後98.0、50日後63.0、100日後27.0、140日後には24.0となり、 $10^{-5}\%$ 液よりも運動量やや増加の状態にある。

(3) 死滅仔虫の顕微鏡所見

死滅仔虫の次第に顆粒状変性を示す経過については、上記の Parathion, Diazinon, Somicide に於ける場合と殆んど同様である。

(4) 仔虫の脱糞率 (第13図)

Somicide 各種濃度液中に於ける仔虫の脱糞

率の時間的経過は、第13図に示す如くである。即ち $10^{-2}\%$ 液中の脱糞率は極めて低く、1日後1.28%、6日後もなお5.89%に過ぎない。しかし、 $10^{-3}\%$ 液中では1日後2.88%、2日以後は急速に増加し4日後には53.8%に達す。4日以降は消長を示しつつ増加の傾向をとり、7日後63.7%、12日後63.0%の脱糞率を認める。 $10^{-4}\%$ 液中の脱糞率は、次の様にゆるやかな傾斜を以て増加する。即ち1日後0.68%、3日後3.53%、5日後12.0%、8日後15.1%、15日後33.0%、30日後36.2%、50日後42.4%となる。 $10^{-5}\%$ 液及び $10^{-6}\%$ 液中の脱糞率は、両液共に平行して大差を認めないがなお対照に比してはやや高率を示す。6日以降は前者に於て脱糞率の軽度上昇を認める。即ち、1日後は何れも0%、6日後は $10^{-5}\%$ 液2.44%、 $10^{-6}\%$ 液1.63%、対照液はなお0%、15日後には夫々3.01%、1.47%、0%、30日後は夫々1.05%、0%、0%、50日後5.40%、4.29%、0.94%、100日後7.82%、6.10%、0.13%、140日後は6.00%、2.56%、0%となつている。

第4章 総括並に考按

本実験の成績を総括すれば次の通りである。

1) Parathion, Diazinon, Chlorthion 及び Somicide の4種有機燐農薬乳剤中に於ける犬鉤虫仔虫の死亡率について述べると、先づ Parathion 10^{-1} ~ $10^{-5}\%$ 液に於ては、何れも24時間後急速に死滅し始め、一部抵抗力強きものを除きその大半の死滅するのはすべて4日以内である。一方、 $10^{-6}\%$ の低濃度液に於ては死亡率は急速に低減するが、なお対照液に比し高率を示した。Diazinon 液中に於ける死亡率は、濃度 10^{-1} ~ $10^{-5}\%$ の範囲内では Parathion 液よりも死亡率の低下並に全滅日数の延長を認めるが、なお強い毒性を示す。

但し 10^{-6} %液に於ては、同濃度 Parathion 液よりも死亡率の増加と全滅日数の短縮を認めた。次に、Chlorthion 液中の死亡率は、 10^{-3} %以上の濃度に於ては Parathion と同様の急激な上昇を示すが、 10^{-4} %に至ると著しく低下し、 10^{-5} 、 10^{-6} %液では対照と殆んど同様の死亡率を示して何等毒性を認め得ない。これと同様の関係が Somicide にも認められた。但し、Somicide では 10^{-3} %液では Chlorthion 液の死亡率に比し著しく低下する。

2) 仔虫の運動状態については、各薬液に共通な甚だ興味ある所見が得られる。即ち、薬液の濃度により時間的並に量的な差は認められるにしても、一般に該液に接した仔虫は暫くの間、対照と同様に活潑乃至緩慢な全身の鰻状運動を行つているが(潜伏期)、次第に興奮状態となり、その強度を増し、弾撥様痙攣状の甚だ活潑な運動を呈するに至る(痙攣期)。次いで時間の経過と共に再び緩慢となるがその運動は、強剛状、苦悶状の全身屈伸運動である(運動失調期)。続いて仔虫は屈曲状、更には進んでトグロ状を呈して体の一部を極めて緩慢に動かすか、或は全くトグロ状に強く巻き込んで静止するに至る(麻痺期)。この時期に至ると仔虫の生死判別は加熱法によつても次第に困難となるが、清水に戻せば、後日その生死が確定出来る。かくて、仔虫が全く死滅するに至ればそのトグロ状乃至強屈状の姿勢を解いて遂に彎曲状乃至直線状を呈す(死滅期)。

3) 仔虫の運動状態を量的に把握するために毎分の仔虫頭端搏動数を計測すると、Parathion 液 10^{-1} ~ 10^{-5} %液中では急速に、 10^{-6} %液中では緩徐な減少を認めて丁度死亡率と逆の関係を示した。又、全仔虫の完全停止時間は、仔虫の完全死滅に2~4日先行するのを認める。なお薬液中の仔虫は初め興奮状態にあつて対照に比し明らかに搏動数の増加を示すがやがて著明に低下するに至る。以上の関係は他の3種薬液中に於ても共通して認められるところである。

4) 死滅仔虫の顕微鏡所見についても、各

薬液とも大差なく、時間の経過と共に微細乃至中等度の顆粒状変性を示し、内部構造不明瞭となる。一部仔虫の虫体は被囊より萎縮を示すものあり。一方対照液中に於ては多少の顆粒状変性を示すものもあるも、なお内部構造は明らかである。

5) 薬液中に於ける脱囊率を計測すると、Parathion 液中に投入された仔虫の一部は直ちに脱囊を開始し、数日のうちに急速に進行するが、最高70%を超えることはない。 10^{-6} %液中の脱囊率は死亡率と同様極めて低い値を示した。一方、対照液中に於ては殆んど脱囊を認めず精々10%以内である。即ち Parathion 液中の脱囊率はその死亡率とよく平行し、興味ある所見を示した。この相互関係は他の3種薬液中に於ても多少の程度の差を以て同様に認められた。

6) 上述の仔虫の死亡率、頭端搏動数及び脱囊率の3者について考察するとき、次の相互関係が明かとなる。即ち死亡率と脱囊率は相平行し、一方両者と頭端搏動数は逆比例の関係にあるところから、有機燐農薬薬液に接した被囊仔虫は、薬液の作用により初め過激な運動状態に入ると同時に脱囊を開始し、次いで運動の減少と共に死滅状態に入るものと思われる。これらの相互関係を Parathion 10^{-5} %液について例示すれば第14図の如くなる。

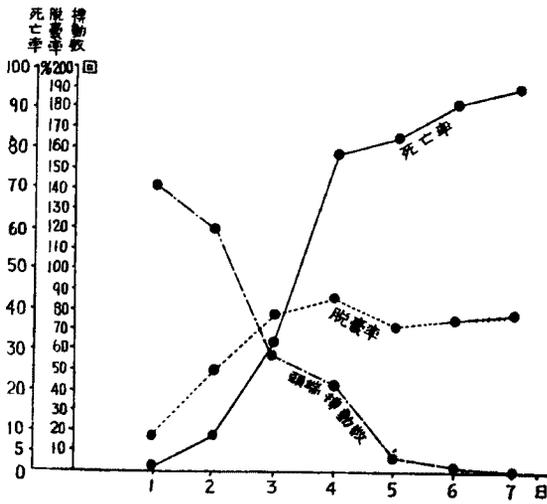
さて、1938年 Schrader²⁰⁾により TEPP が初めて合成されて以来、強力な殺虫力を有する有機燐殺虫剤が脚光を浴び農業界に一新紀元を画するに至つた。しかしして TEPP 製剤は広範な殺虫力を有する傍ら激しい毒性をまぬがれ得ず、こゝに殺虫力をこれと同等か、又はそれ以上に有し、しかも温血動物に対する毒性の可及的少い有機燐剤の合成に力を注いだ結果、1944年遂に Parathion の誕生を見るに至り、更に相次いで Diazinon, Chlorthion, Somicide と改良製品が登場する次第となつた。

先に教室の佐野¹³⁾は TEPP 製剤(ニッカリン T)を用いて人鉤虫成熟仔虫の殺虫力を験し、第6表の如き成績を得、ヨードに数倍す

第 6 表 ニッカリン T の各種濃度に於ける仔虫死滅時間 (佐野に依る)

ニッカリン T (日本化学工業 製)	含有成分 TEPP 35% HETP 65%	薬液濃度(%)	大部死滅時間	全部死滅時間	所見概要
		0.5	10分	24分	—
0.2	11分	25分	—	—	
0.1	15~16分	30~32分	—	—	
0.05	30~33分	52~55分	—	—	
0.02	50分~1時	1時20分~2時	—	—	
0.01	2時10分~2時30分	3時~3時30分	—	—	
0.005	3時	3時40分~4時	—	—	
0.002	4時~4時20分	5時10分~5時30分	—	—	
0.001	7~8時	10時~12時	—	稀に極一部は2日以上生存	
0.0005	24時	—	—	一部は2日以上生存	
0.0002	—	—	—	過半数は1日以内に死滅する。他は永く生存	
0.0001	—	—	—	殺虫力なし	

第14図 Parathion 10⁻⁵ % 液中に於ける鉤虫仔虫の死亡率, 頭端搏動数(毎分)及び脱囊率の相互関係



る殺虫力のある事実を報告しているが、これと同濃度の私の Parathion 液に於ける殺虫率(死亡率)を比較する時、死滅時間に於て格段の差のあることが認められる。何故 Parathion が TEPP に比しかくの如く殺虫力減退を示すかを考察する時、その大半は薬液そのものの毒性に基因するも、その一部は佐野の実験方法に由来するものと考えられる。即ち、佐野は仔虫の生死鑑別に私と同様の加熱法を適用するも、氏は試験管内薬液中に浮

遊する仔虫を管外より 2~3 回寸時火焰上にかざして運動なきものを死と判定している。氏のこの方法は薬液の厚い層を通すため仔虫に対する加熱効果不十分に於て、かつ又、同一試験管内仔虫に頻回の加熱操作を加うる結果は仔虫の生存に悪影響を及ぼし得るもので、私の各試験管毎にオブジェクトグラス上にとり出して、慎重に行つた加熱法と比較する時、仔虫の死の確定、従つて死滅時間の決定には相当の隔りがあり得るものと思われる。

川本⁹⁾は人鉤虫仔虫に及ぼす諸種農薬の影響を検討し、その一環として Parathion についても簡単な実験を試みている。その成績を表示すれば第 7 表の如くで、高濃度(46.6%)では強力な殺虫力を有するも実際使用濃度

はその作用低下を認めている。即ち、1000倍稀釈液(0.0466%)中に於ける致死率は、40時間後20%にして、私の成績からの類推値とほぼ近似の値を得ているが、氏の報告には最も肝要なる生死判別の方法について一片の記載もなく、従つてその結果に関しても遽にこれを信用することが出来ない。

なお、本編の実験成績より、4種薬剤中 Parathion は最も強い殺虫力を有していることが明らかである。又、黒沢・岸野¹⁰⁾、山

第7表 Parathion の人鉤虫仔虫に直接及ぼす影響 (川本に依る)

		時間	運動停止	致死率
			率 (%)	(%)
幼若仔虫 (3日迄)	Parathion 原液 (46.6%)	0	0	0
		1	100	0
		2	0	100
	Parathion 1000倍 (0.0466%)	5	0	0
		20	50	0
		40	60	30
被囊仔虫 (7~10日)	Parathion 原液 (46.6%)	2	0	0
		5	0	100
		20	0	100
	Parathion 1000倍 (0.0466%)	5	0	0
		20	50	0
		40	60	20

科³⁵⁾によれば, Parathion 剤の水稲散布時の残留毒性の持続期間は4日を要し, 他の作物に於ては, 更に延長が認められている事実より推定し, Parathion 10⁻⁵%, Diazinon 及び Chlorthion 10⁻³%, Somicide 10⁻²%以上の濃度に於ては, 鉤虫仔虫の殺虫力極めて強大にして, 4種薬剤とも実用散布濃度(第1表参照)に於ては勿論のこと, 短時日のうちにその大半を死に至らしめるものである。即ち, 鉤虫症特に若菜病の予防上意義あるものと考えられる。

さて, 有機燐農業の殺虫機構を理解する上に於て, 一応高等動物に対する作用を知っておくことが好都合と思われる。高等動物では, Acetylcholin (以下 Ach と略す) と Cholinesterase (以下 ChE と略す) は神経の刺戟伝達に重要な役割を演じているが, Parathion 初めその他の有機燐剤は, 体内に於て前述の ChE の作用を阻害し, Ach の分解を抑制する。従つて, 神経機能は攪乱され, 体内諸種の生理作用の障碍を招き, 人間の場合には, 教室平木²⁴⁾によれば, 中毒症状として頭痛, 嘔吐, 下痢, 腹痛, 縮腫, 肺水腫, 催涙, 流

涎, 発汗, 言語障碍, 運動失調, 意識障碍, 呼吸困難, テアノーゼ, 痙攣等の症状が現われ, 甚だしい時には致死を招くに至る。有機燐剤の解毒剤として, アトロピン及び各種の自律神経遮断剤が用いられるのは, これらが Ach と拮抗的に作用するために外ならない。

翻つて, 昆虫に対する有機燐剤の作用機構に関しては, 近年特に注目するところとなりこの種の研究が世界各国で盛に行われているが, 人体寄生線虫に関する研究は寡聞にして私のまだ知らないところである。よつて鉤虫仔虫の有機燐剤の作用機構解明に, 同じく下等動物たる昆虫のそれを足がかりとすることが出来よう。

さて, 山崎³²⁾³³⁾によれば, 昆虫体内にも Ach 及び ChE が含まれていることは種々の昆虫で確認されており, 同時に Ach は高等動物に於けると同様に刺戟伝達媒介物として働いている。かくて Parathion が昆虫体内に侵入すると, 酸化酵素の作用で酸化して Paraoxon に変わり, これが Ach を分解する ChE を阻害するため神経機能の障碍を惹起し, 更に種々の体内の生理的障碍を招く事となる (Metcalf & March⁵⁶⁾, Dubis & Mangum⁴⁹⁾, Chadwick & Hill⁴⁸⁾)。即ち, Chadwick & Hill⁴⁸⁾によれば昆虫体の神経系統に対して著しい影響を与える結果は, 中毒症状として運動失調, 痙攣, 麻痺等が現われた後死亡するに至る。この際 Martin⁵⁵⁾は, 有機燐剤の毒作用炭に $-OP(OC_2H_5)_2$ を挙げて

さて, 山崎・石井³⁴⁾の指摘している如く, 殺虫剤の薬理作用の究明に先づその中毒症状の詳細なる分析が必要であることは論を俟たないが, 鉤虫仔虫の Parathion に対する中毒症状は, 本編の研究から明かな如く, 潜伏期, 痙攣期, 運動失調期, 麻痺期を経て死滅期に至る特徴ある病的運動状態を示している。即ち, この中毒症状は前述の Chadwick & Hill⁴⁸⁾の報告に見る昆虫のそれと比較するとき, 痙攣, 運動失調の二期が前後入れ替つている点を除いては, 極めて相似を示し甚だ

興味を惹くところである。と同時に、鉤虫仔虫に於ても矢張り昆虫と同様の作用機構が働いているのではないかと考えられる。

なお、有機燐剤が鉤虫仔虫の体内に侵入し、上述の中毒症状を起すべき作用点に到達するまでの経路については、次の2つが考えられる。即ち、滲透性殺虫剤と称せられる有機燐剤の特質に基き、被囊を透しての体表よりの侵入がその大部分を占め、ついで経口的吸引が挙げられる。本編の実験に於ても明かな如く、有機燐農薬液中の死滅仔虫が対照液中のそれに比し、早期に顆粒状変性を示して内部構造不明瞭となるは、明かに該薬液の滲透作用の強大さを示すものに他ならない。

さて、一般に鉤虫成熟仔虫の脱囊は宿主感染の際に行われるのが原則であるが、自然界に於ても脱囊する事実は1880年 Peroncito⁵⁸⁾の初めて明かにしたところであり、次いで Leichtenstern⁵³⁾はこれを孵化4~5週のものみに認め、一種の更新現象にして間もなく被囊に新生せらるるものと考え、Lambinet⁵²⁾、Herman⁵¹⁾及び Looss⁵⁴⁾等は老熟仔虫の脱鞘し易き事実を認めているが、被囊は再生せらるるものと解せず、脱囊は単に器械的要因による事を実験的に証明している。Augustine⁴⁵⁾は土壤中の仔虫を検し、普通土壌内に脱囊仔虫の多数生存している事実を報告し、脱囊機転がその器械的要因に基くものであることは勿論、被囊の性状にも関係あるもので、老令のものは幼若のものよりも断裂し易く、そのため水中に於ても往々脱囊することありとしている。Cort & Payne⁴⁷⁾は甘蔗園に於ける脱囊仔虫の比率を検し、畦間に於ては畦に比し極めて多数の脱囊仔虫の存在する事実を明らかにし、同時に畦間に於ける仔虫は老令のもの多きためなりとしている。

仔虫の脱囊機転のうち、器械的要因が最たるものであることは一般の認めるところであるが、その他の要因についても種々の研究が行われている。即ち、Ackert⁴³⁾は仔虫を日光に曝して脱囊仔虫の増加を認めているが、長谷川⁴⁹⁾は乾燥を与えても特に増加することは

ない様だと述べている。温度に対する影響については、森下²⁹⁾は水及びリングル液の温度を40°Cとなし仔虫に劇しい運動をなさしめるも、少数の自然脱囊を見たに過ぎないし、又、古山²⁸⁾はリングル液中の仔虫を40°C又は20°C以下とするも脱囊仔虫は1/20に過ぎず、38°Cに於ける3/20よりもむしろ低率であると報じている。

最後に、化学的機転によると考えられる仔虫の脱囊現象については、次の様な諸報告がある。即ち、犬の血漿中に処置せられた犬鉤虫仔虫は、38°C 3時間後多数の脱囊を惹起するが、その他の各種血液成分中では認められない(岡田⁴¹⁾)し、又廿日鼠及び犬の全血液も極少数しか脱囊を起こさせない(森下²⁹⁾、古山²⁸⁾)、が一方、無菌培養犬鉤虫仔虫を犬融血血清中に培養するとき、37°Cの下に於ては1昼夜後全仔虫の脱囊あり、かつ一部のものは更にもう一度脱皮を行う(野田¹⁸⁾)。又、人鉤虫仔虫を家兎血清中に浸すときも間もなく大部分の仔虫は脱囊を遂げる(永井¹⁷⁾)。犬鉤虫仔虫を犬胆汁中におくとき、その濃度の増加と共に脱囊数も増多し、1%液中に於ては中等数の脱囊を認める(戸張¹⁶⁾)。又、犬の胃液、腸液及び廿日鼠の胃液中に於ては、37°C 30分後全部脱囊するが、一方人工胃液及び人工腸液中では同一条件でも起らない(森下²⁹⁾、古山²⁸⁾)。人の唾液中に於ては、12~13°C 30分後、15~20%に認められる(森下²⁹⁾)。又、廿日鼠・犬の臓器及びその浸出液並に蛙の臓器は、大部分に於て脱囊促進作用を現わしている(森下²⁹⁾、古山²⁸⁾)。

さて、上述の化学的機転によると考えられる諸種の脱囊促進物質は、純粹に化学的な物質ではなく、何れも生体の一部を用いての実験に過ぎない。然して、私が本編の実験から、著明な脱囊促進物質として興味ある結果を得た有機燐農薬は、全く化学的合成物質であるところから、今後、脱囊に及ぼす化学的機構の分析を一層容易なものとなし、鉤虫仔虫の脱囊機転の研究に些か寄与し得るものと思われる。

上述の如き各種機転により脱囊せる仔虫は、被囊仔虫に比し体表の保護装置を欠除する故、一見抵抗弱く、長期の生存困難と思われるも、事實は抵抗力仲々強く、環境の適当な場合には両者間に格別の差なく、両仔虫共に40日以上生存し得るも、不良の環境にあつては、前者は後者に比し早く死滅するに至る。然して感染性については両者の間に大差がないと言われている(横川³⁶⁾、横川・森下³⁷⁾).

なお、分島⁴¹⁾によれば、被囊の有無は仔虫の向化性の強度に対して特殊な影響を及ぼさないものの如くである。

本編の実験の示すところによれば、有機燐農薬薬液に接した仔虫は、初め過激な運動状態を呈すると共に脱囊を開始し、ついで時間の経過と共に益々増多、一方運動の減退に逆比例して次第に死亡率は上昇するに至る(例示第14図)。即ち、脱囊仔虫の増加と死亡率の増大は、明らかに因果関係を示すものであり、横川³⁶⁾の報告の如く、農薬という悪環境下に於ける仔虫の脱囊が、その抵抗力を著しく減弱させた結果に他ならない。

さて、該液中の仔虫の脱囊機転が、初期の運動過多に基くものであるかどうかについては、上述の森下²⁹⁾の実験からも否定し得ると思われる。

第5章 結 論

私は、Parathion, Diazinon, Chlorthion,

Sumicide の4種有機燐農薬に対する犬鉤虫成熟仔虫の抵抗性を検し、次の結果を得た。

1) Parathion は最も強い殺虫力を有し、Parathion 10⁻⁵%, Diazinon 及び Chlorthion 10⁻³%, Sumicide 10⁻²%以上の濃度に於ては、仔虫の大部分は4日以内に死滅し、農薬として田圃に散布する時は、同時に鉤虫仔虫を撲滅し、鉤虫の予防に寄与し得るものと考えられる。

2) 神経毒たる有機燐農薬薬液に接した仔虫は、特異な病的運動状態を呈した後、死滅するに至る。即ち、潜伏期より始まり、痙攣期、運動失調期、麻痺期を経て死滅期に終る。

3) 死滅仔虫は薬液のため、鏡検上、微細乃至中等度の顆粒状の変性を示し、内部構造は不明瞭となる。

4) 有機燐農薬薬液中に於て、仔虫は著明な脱囊を惹起する。

5) 時間の経過と共に、仔虫の死亡率は脱囊率と平行し、両者と運動量(毎分頭端搏動数)は逆比例の関係を示した。

擧筆するに臨み終始御懇篤なる御指導を蒙りし御校閲の勞を賜りたる恩師平木教授に深甚の謝意を捧げる。

尚本論文の要旨は第11回日本寄生虫学会西日本支部大会及び第25回日本寄生虫学会総会に於て発表した。(文献後掲)

Resistance of Hookworm Larvae

Part 1

Resistance of Hookworm Larvae to Alkylphosphate Insecticides

By

Katsumi Takeda

Department of Internal Medicine Okayama University Medical School
(Director: Prof. K. Hiraki)

In vitro studies were made on resistance of the larvae of *Anchylostoma caninum* against alkylphosphate insecticides, Parathion, Diazinon, Chlorthion and ACC 4124 (Sumicide). The results were as follows.

1) In the emulsions of Parathion, Diazinon, Chlorthion and sumicide, having the concentration over $10^{-5}\%$, $10^{-3}\%$, $10^{-3}\%$ and $10^{-2}\%$ respectively, most of the larvae died within four days. This indicated that these alkylphosphates were in some degree possible to prevent hookworm diseases due to the toxicity to the larvae, when sprayed in the field.

2) Hookworm larvae in contact with alkylphosphates, nerve toxin, were led to death after showing abnormal movement. The stages to death may be divided into stage of incubation, convulsion, ataxia, palsy and death.

3) Microscopically the bodies of dead larvae were observed to be of minute or moderate granular degeneration, and consequently internal components were not discernible.

4) In the alkylphosphate emulsions, the larvae moulted quite rapidly.

5) With the lapse of time both lethality and the rate of ecdysis increased in parallel correlation, while the count of the head movement of larvae per minute was in inverse proportion to them.

武田論文附图

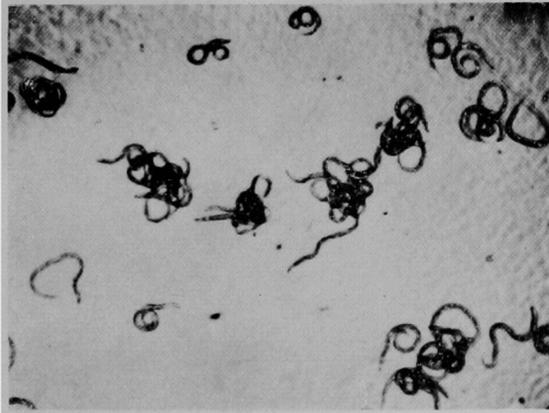


写真 1. 10⁻⁵% Parathion 液中 3 日後仔虫 (×25)

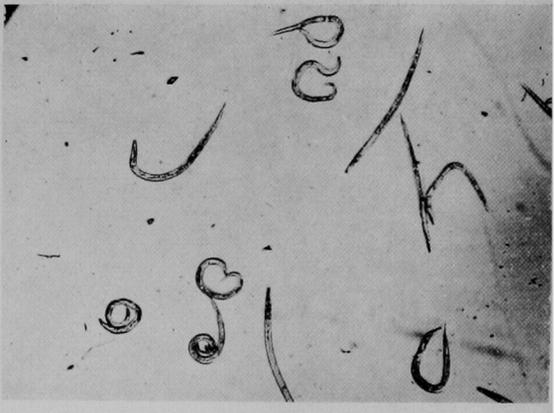


写真 2. 10⁻²% Parathion 液中 3 日後仔虫 (×25)



写真 3. 対照液中 3 日後仔虫 (×25)

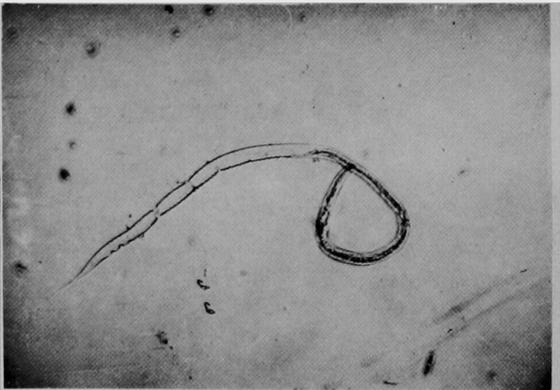


写真 4. 脱囊中の仔虫(10⁻⁵%Parathion液中 3 日後) (×25)