

論文 カブラハバチ *Athalia rosae ruficornis* の胚子発生を  
利用した環境教育の素材研究—農薬汚染を中心として—

加 治 明日香\* ・ 北 野 日出男\*\*

\* 江戸川社会保険事務所

\*\*東京学芸大学教育学部理科教育学科

Instructional Material of Environmental Education through the Studies on the Effects of Pesticides on the Embryonic Development of *Athalia rosae ruficornis* Jakovlev (*Hymenoptera : Tenthredinidae*).

Asuka KAJI\* and Hideo KITANO\*\*

\* Edogawa Social Insurance office, Edogawa, Tokyo

\*\*Department of Science Education and Biology, Faculty of Education,  
Tokyo Gakugei University, Koganei, Tokyo 184 Japan

(受付日 1992年2月7日, 受理日 1992年4月9日)

In recent years, awareness of the need to protect the earth environment has increased rapidly in response to growing levels of pollution and the destruction of nature.

Teacher training manuals have even come to include sections on how to instruct students in environmental protection, but beyond such textbook instructions, there are few materials to support actual experiments or observation. The present research considers pesticides, Ortran (Takeda) as an insecticide and Simazin (Nihon Ciba Geigy) as herbicide, as one source of pesticide contamination. Using these pesticides in low concentration, effects on the embryonic development of turnip sawfly, *A. rosae ruficornis* were studied. The study then goes on to ask if this can be an effective indicator of the pesticide contamination. The results of the present experiment confirmed that Ortran solution of 10ppm prevented embryonic development of *Athalia* egg and Simazin solution of 300ppm inhibited its hatching. The results of this experiment indicate that *Athalia* embryo may serve as one effective material for environmental education as regards pesticide contamination.

Key words : Turnip sawfly embryo, pesticide contamination, environmental education, instructional material.

### 1. 緒 言

現代における環境教育の重要性と緊急性は世界の国々において、もはや議論の余地のないものとなっている。日本においても、中学校・高等学校の教師・生徒を対象とした「環境教育指導資料」

(文部省, 1991) が発行されているが、学校教育の場において、現実的に環境教育的な授業を実践する場合、様々な問題点や隘路がある(環境教育実態調査委員会, 1983)。そのうちの一つに、身近かで入手できる材料を使って生徒自身が観察・実験を行うことにより環境教育の重要性を認識でき

〔問い合わせ先〕〒184 小金井市貫井北町4-1-1 東京学芸大学 理科教育学教室

るような教材の不足が挙げられる。私共が専門とする生物学および生物学教育の視点から、この問題に役立つものがあるとすれば、その一つとして、我々人間の生活と多様な生物種の生活との相互関係の理想的なあり方をどのような方法で児童・生徒に理解、認識させたならばよいか、そのための適切な生物教材を開発することが考えられる。

今回は、農薬の使用による環境汚染の問題を取り上げ、使用する化学農薬が生体に無害であるといわれる低濃度であっても、いかに影響を与えているかを知るための素材研究を、殺虫剤として「武田オルトラン水和剤」を、除草剤として「シマジン粒剤」を用い、生物素材として膜翅目ハバチ科に属するカブラハバチ（以下ハチと略記）の卵を用いて行った。

環境汚染物質が生物体に与える影響に関しては、細菌（岩本・篠沢，1990）、コケ・ウメノキゴケ（生出，1985，1990）、イネ（川上，1980）、甲殻類のアミの1種（Nimmo et al., 1980）、カイコ（蒲生・栗林，1980）、水生昆虫（西内，1981；Takamura et al., 1991）、メダカ（平岡，1980 a, b, c）、マウス（後藤・大木，1980）など生物学的定量法や指標生物法に基づく多くの個別的研究や峠田（1974）、松中（1984）、小林（1985）による総説的報告があるが、低濃度の殺虫剤および除草剤が昆虫の胚子発生に与える影響を環境教育の教材開発の視点からバイオアッセイ的な手法（松中，1984）を活用して研究した例は少ない。

本研究では、ハチの胚子発生に対して、種々の濃度の農薬がどの程度影響を及ぼすのか、農薬の濃度と発生との関係について調べ、生徒自身が課題研究的なテーマとして農薬汚染の問題を取り上げる場合、具体的な研究素材として有効であるかどうかを検討した。

本実験で用いるハチ卵は、卵殻が透明で昆虫卵の中では大きく生卵観察には80~100倍の低倍率の顕微鏡で十分であり、発生の過程を観察することが可能である（武藤・北野，1988；Sawa et al., 1989；内藤，1989）。

## II. 材料および方法

実験で用いたハチは、1990年5月に東京都日野市平山城址公園付近の山林内および東京学芸大学附属野外教育実習施設の農場で採集した成虫（図1）の雌雄を実験室内の飼育ケージ内で交尾産卵させ、累代飼育して得られた2~3世代の未交尾雌成虫を用いた。飼育は25℃、16時間明期、8時間暗期の恒温器を用い、幼虫には食草としてダイコン葉（モモセ種苗の種子から発芽したもの）を、成虫には5%蜂蜜つ溶液を与えた。



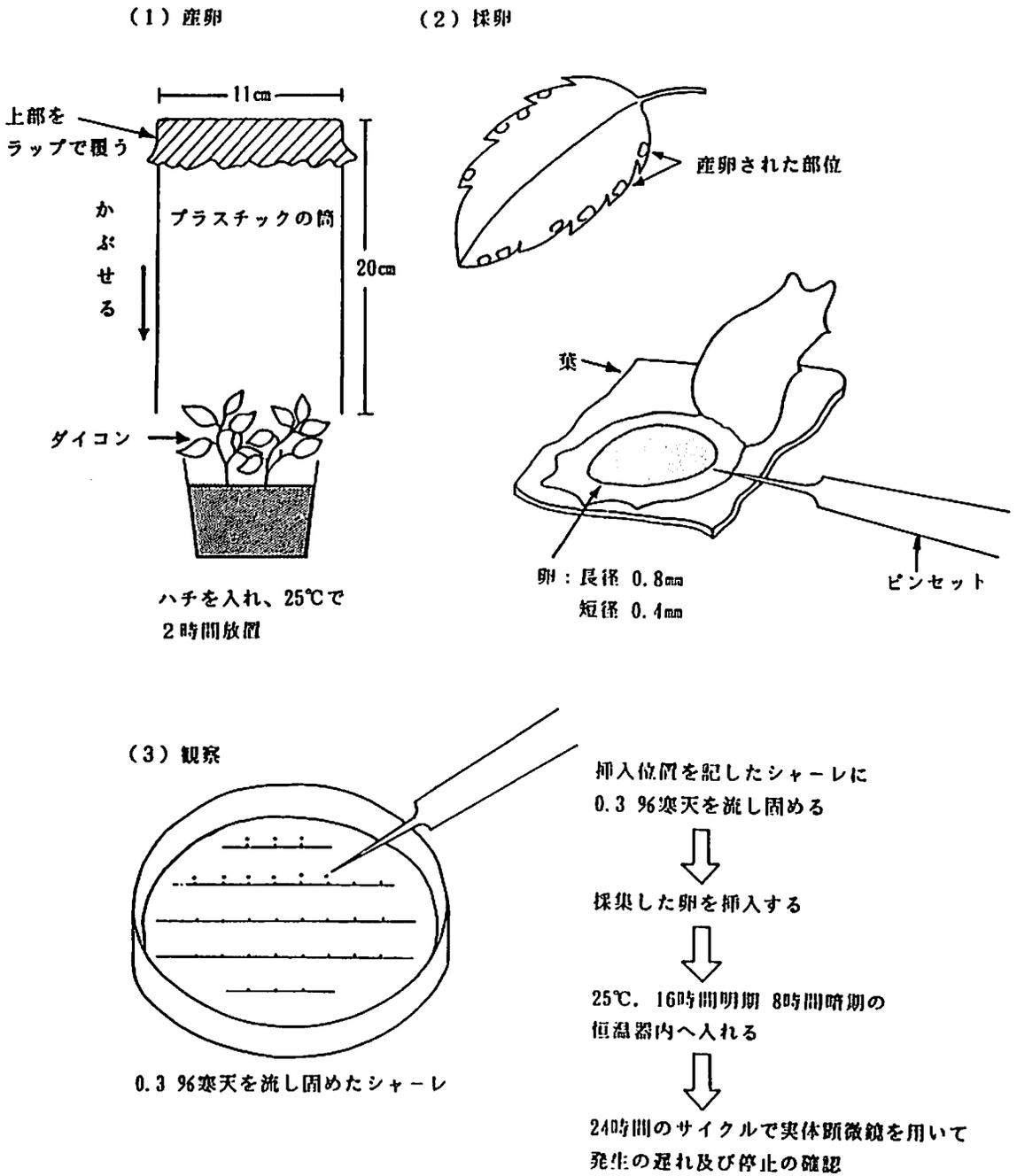
図1 カブラハバチの成虫

実験方法を図2に示す。黒色ビニール製植木鉢で栽培した食草に、プラスチック製の透明な筒（直径11cm、高さ20cm）をかぶせ、この中に未交尾雌成虫のハチ数匹を入れて上部をサララップで覆い、約25℃の実験室内で2時間産卵させた。

ハチの成虫はダイコン葉の葉縁組織内に1卵ずつ産卵し、産卵された部位は葉の表面が膨らんでいるため産卵場所は容易に見ることができる（図3）。実験用の卵は産卵場所を葉縁組織と共に切り取り、双眼実体顕微鏡の下で、先の尖ったピンセットを用いて組織中から取り出した。

農薬は、殺虫剤のacephate水和剤（市販名、武田オルトラン水和剤、成分：O, S-dimethyl-N-acetylphosphoramidothioate 50.0%，鉱物質粉末など50.0%）および除草剤のシマジン粒剤I（日本チバガイギー、成分：2-chloro-4, 6-bis(ethylamino)-1, 3, 5-triazine 1.0%，鉱物質など99.0%）を用いた。

図 2 : カブラハバチ卵の採卵及び農薬への暴露方法



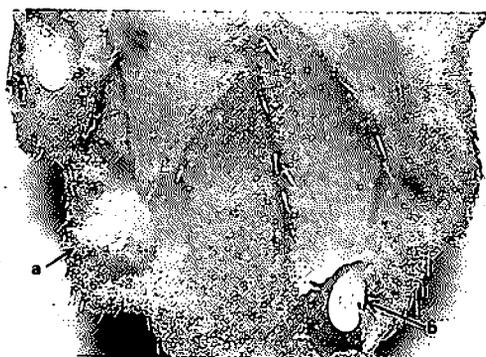


図3 ダイコン葉に産卵されたカブラハバチ卵  
a. 産卵部位  
b. 産卵部位の表皮を剥がした状態

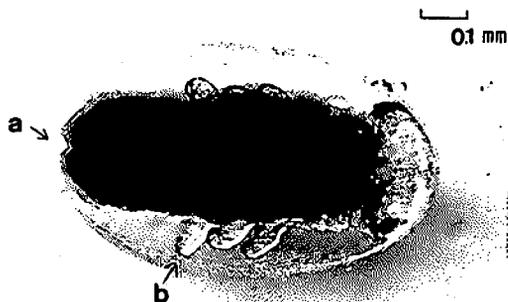


図4 カブラハバチ胚子の背脈管(a.)、及び付風肢(b)

オルトランは家庭でも常用される農薬の1つで、適用害虫はアブラムシ類、カイガラムシ類、ヨトウガ・モンシロチョウ幼虫などで、浸透移行性があり食毒、接触毒を示す有機リン系殺虫剤である。作用機作は抗コリンエステラーゼ作用を持つ神経毒である。通常、500~1,000ppmの実用使用濃度で植物に散布して用いることから、本実験では、600, 300, 200, 100, 50, 30, 10, 5, 1 ppmの各濃度で実験群を設定した。

シマジン粒剤は、農地やゴルフ場などの1年生広葉雑草、カヤツリグサ科、イネ科雑草の除草剤として一般に使用されており、光合成を阻害する作用がある。ゴルフ場で使用されている農薬の汚染問題を踏まえて本実験に用いた。本剤は実用的には春期雑草発生前には10アール当り20kgを、秋

期には10~15kgをそのまま手まきで均一に圃場に散布するよう指示されている。

シマジンへの曝露実験は、メダカ卵において最高300ppmの濃度で実験されており(佐藤, 未発表), 今回の実験ではメダカ卵との比較の意味も含めて、300ppmの実験群を設定した。

上記の濃度の農薬を含む0.3%寒天溶液を作り、シャーレ上に流し固めた。寒天内に採集した卵を挿入し、25℃, 16時間明期, 8時間暗期の恒温器内で発生を進行させた。対照実験として、シャーレ内に流し固めた0.3%寒天中に採集した卵を挿入し、上記の恒温器内で発生を進行させた。

観察は、1日1回約24時間のサイクルで実体顕微鏡を用いて発生の遅れおよび発生停止の確認を行った。産卵後3日間における発生初期の発生停止は、卵が不透明になること、卵殻が破れることによって確認した。産卵後4日以後の発生後期における発生停止は、胚の脊脈管および付風肢の活動の有無によって確認した(図4)。また、対照群および実験群のそれぞれにおいて、任意に10卵を選び、観察と同時に写真撮影を行った。なお、使用後の農薬は学内に設置してある有害廃棄物処理施設において廃棄するよう配慮した。

### Ⅲ. 結果および考察

農薬は農作物に大きな被害を与える害虫や雑草を駆除し、飢餓を現実減少させてきたことは確かである。しかしながら、Carson (1962) が化学農薬の見境のない使用が目に見えないあり方で長期的な被害を地球生態系に与えることを警告して以来、20~30年たった今日、すでに1971年にアメリカで農薬としての使用が禁止されていた DDT が、三世代後の大部分のアメリカ人の血液や脂肪中に、また、サンフランシスコのスーパーマーケットで売られているニンジンやホウレンソウの中にかかなりの量検出されるとは予想だにしないことである (Brown, 1987)。このような農薬の危険性を認めながらも、世界的な人口増加に対処するためには農薬の使用は避けることはできないとされ (Marco et al., 1991), その使用の戦略として、総合的害虫管理 (Integrated pest manage-

ment) の手法が考えられている。この手法は、農薬の使用を最小限にとどめながらも害虫による被害を最小にしようとするものである(桐谷・中筋, 1972; 桐谷, 1984)。

いる。本実験で用いたカブラハバチ幼虫も例外ではなく、農作物のダイコン、カブ以外に湧水水域に生育するオランダガラシやタネツケバナなども食草として生活している。

表1：カブラハバチ (*Athalia rosae ruficornis*) 卵の発生に与える農薬  
(シマジン, オルトラン) の影響  
—— 対照群及び実験群の孵化率 ——

対照群及び実験群	供試卵数	総孵化卵数	孵化率 (%)
対照群	81	65(2)**	80.2
シマジン粒剤(300)*	72	9(4)**	12.5
オルトラン(600)	88	0	0
オルトラン(300)	86	0	0
オルトラン(200)	85	1(1)	1.2
オルトラン(100)	84	9(8)	10.7
オルトラン(50)	86	31(9)	36.0
オルトラン(30)	112	57(10)	50.9
オルトラン(10)	102	68(7)	66.7
オルトラン(5)	108	87(1)	80.6
オルトラン(1)	107	88(0)	82.2

\* ( ) 内の数字は濃度 (単位: ppm) を示す。

\*\* ( ) 内の数字は、孵化した個体のうち、死亡していた個体数を示す。

このような現状にあって、学校教育の場においても、児童・生徒自身が環境教育の視点から農薬による汚染や農薬の適正な使用方法を知り、さらに、農薬が生体に与える影響を身近に入手できる生物素材を用いて、具体的に観察・実験できる教材を開発することが必要であると考えられる。

日本においても、奈良県山添村のゴルフ場の排水から毒性の強い有機リン剤 EPN (O-ethyl O-P-nitrophenyl phenylphosphonothioate) が検出されたという報告(河野, 1990) や水田に使われている除草剤の CNP (chloronitrophen) が全国の海水域を汚染している事実が報告されている(1991年12月5日付, 朝日新聞朝刊)。

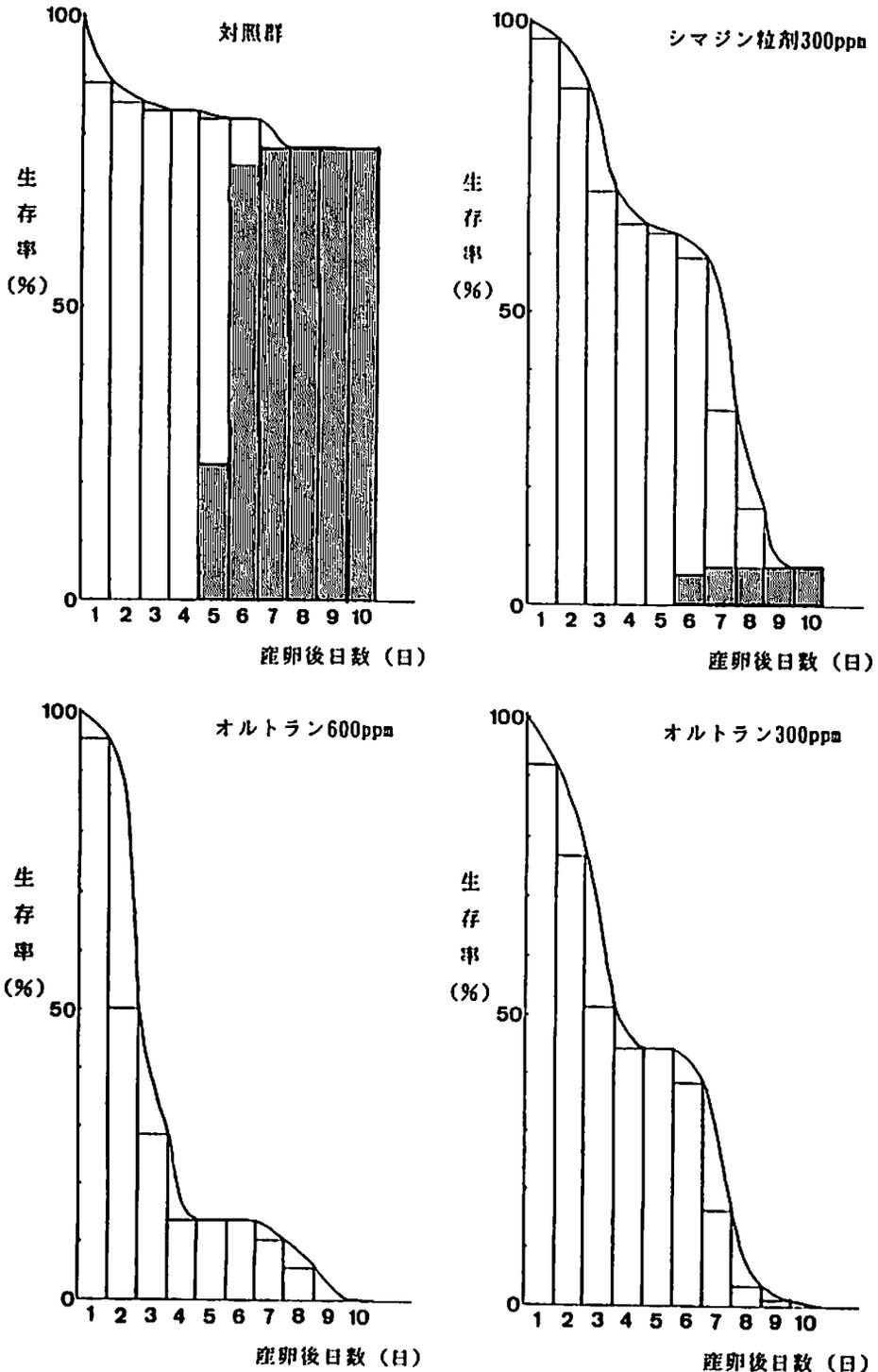
とくに、ゴルフ場は丘陵地の山林を切り開いて建設されることが多く、その周辺には、河川が流れたり、草原が広がり様々な動・植物が生息して

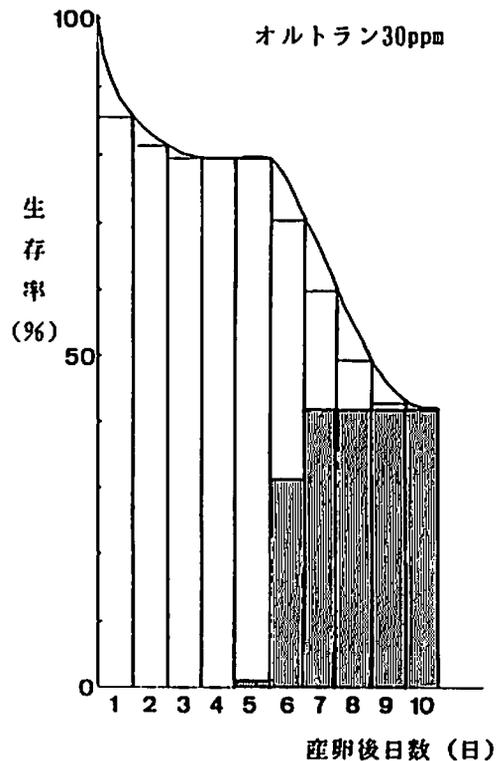
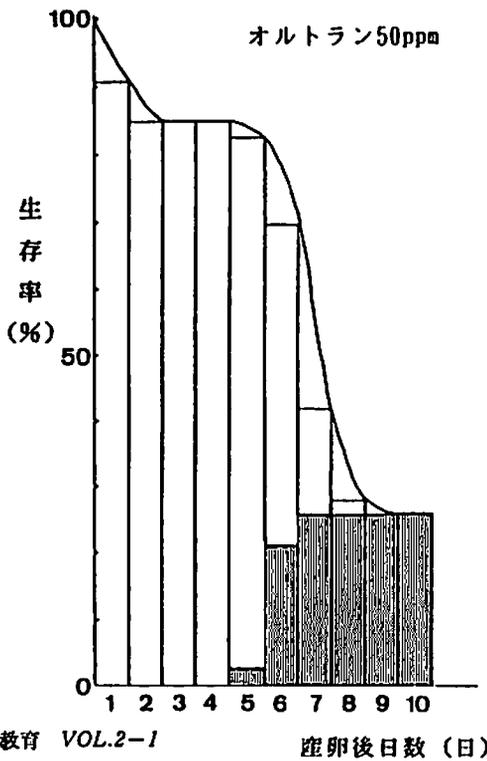
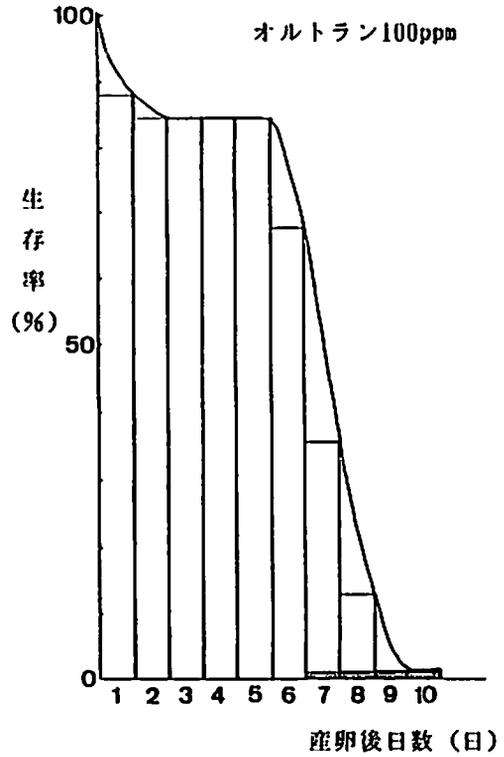
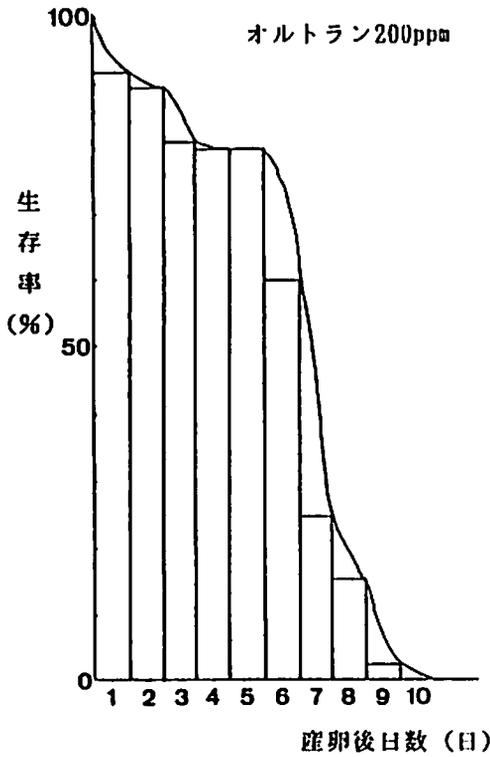
一般に農地やゴルフ場などに施された農薬は、土壌中の水分に溶解し、地下水に流入したり、大気中へ蒸散するなどの経路をたどり、種々の生物体に影響をおよぼす可能性がある。ハチの卵は、食草であるアブラナ科植物の葉縁組織中に1卵ずつ産卵され、組織内の水分を吸収しながら胚子発生を進めていくことから、農薬に汚染された土壌・水系付近に生息するハチは、その卵が稀釈された農薬の影響を受ける可能性も考えられる。

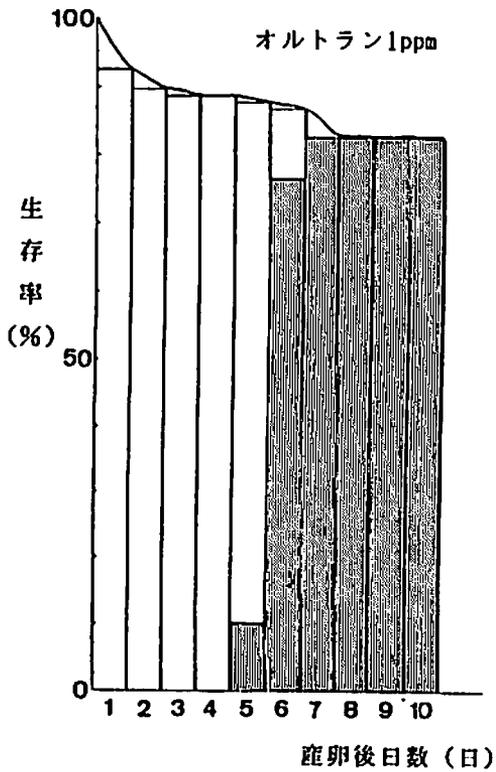
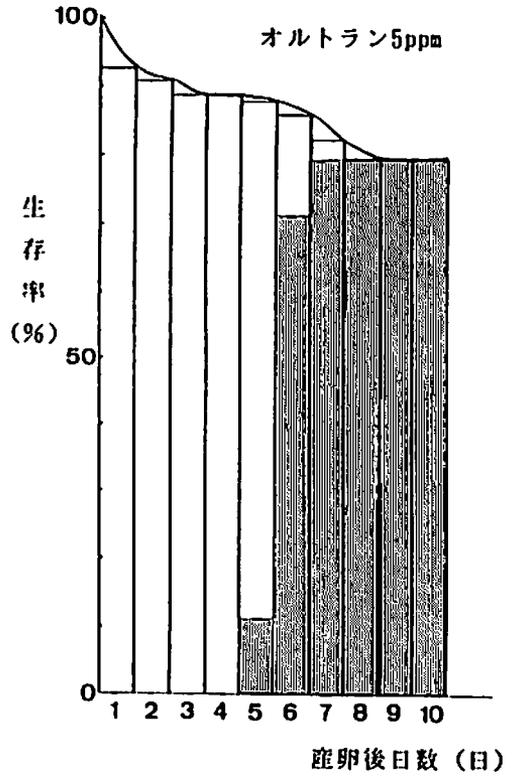
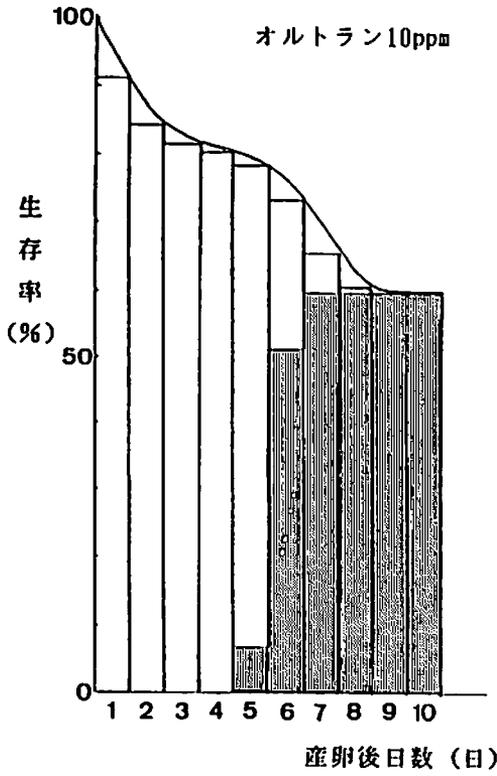
今回行った実験の対照群および実験群におけるハチ卵の孵化率を表1に示す。対照群の孵化率が80.2%であるのに対し、シマジン300ppm, オルトラン600, 300, 200, 100, 50, 30, 10ppmの各実験群では、孵化率が低いことがわかる。オルトラン600, 300ppmの実験群では、本剤が植食性昆虫に対する農薬であることを考えれば、孵化率が

図5 : カブラハバチ (*Athalia rosae ruficornis*) 卵の発生に与える農薬 (シマジン, オルトラン) の影響

—— 対照群及び実験群における産卵後日数と生存率との関係 ——







□ 胚子として生存していた割合  
 ■ 幼虫として生存していた割合  
 ただし検鏡時点において生存していたものは、その後も生存しているとみなす

表2：カブラハバチ (*Athalia rosae ruficornis*) 卵の発生に与える農薬  
(シマジン・オルトラン) の影響

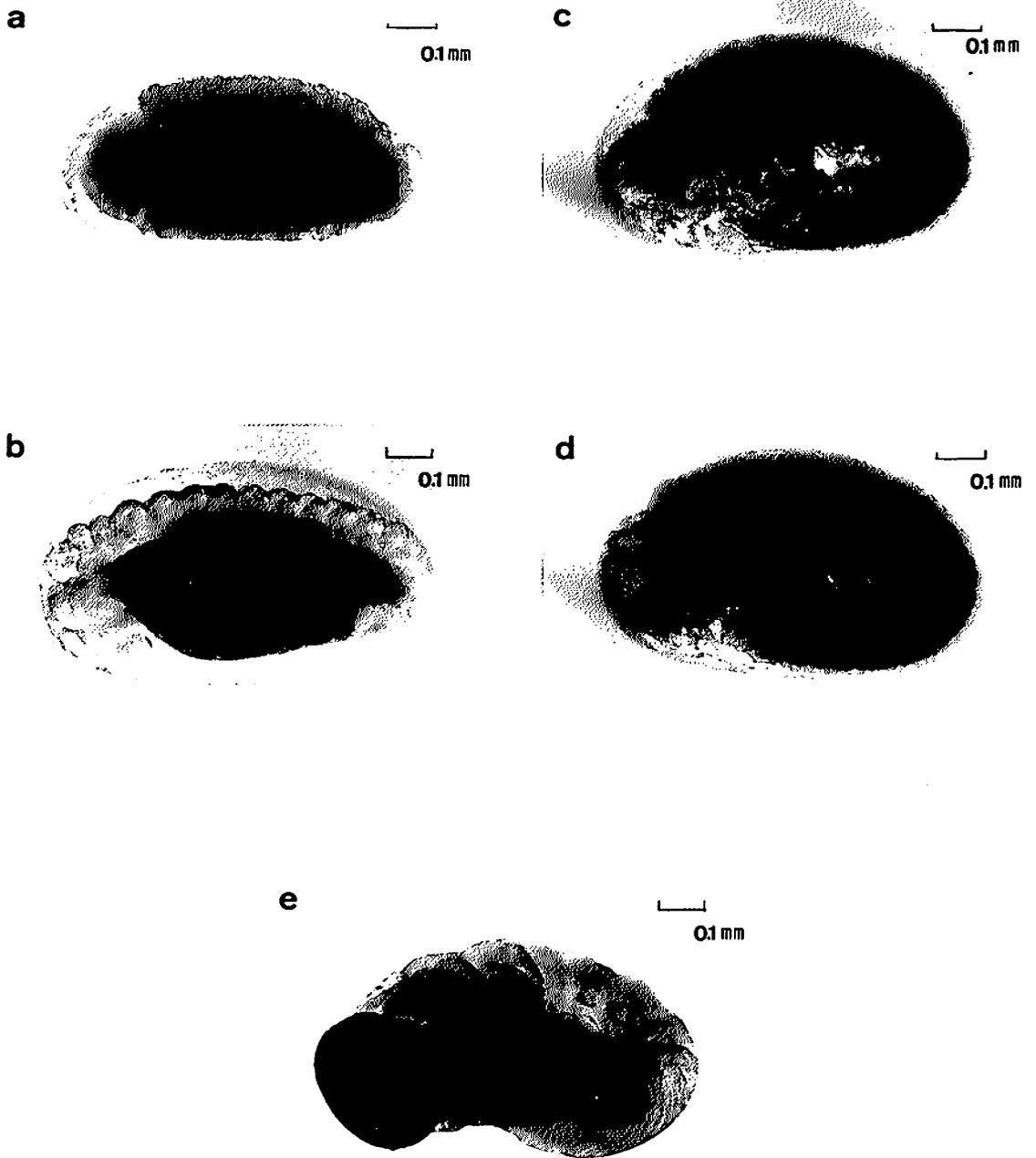
—— 対照群及び実験群における任意に選んだ10卵の発生状態 ——

発生状態 対照群 及び実験群	発生停止卵				孵化	孵化したが 死亡
	卵不透明	卵破裂	胚子収縮	ほぼ胚子完成		
対照群					5(2)*** 6(6)	7(1)
シマジン粒剤 (300)**	3(1) 4(1)			5(1) 7(2) 8(1)	6(1)	6(1) 7(2)
オルトラン(600)	2(7)	2(2)	4(1)			
オルトラン(300)	1(2) 3(1) 4(1)	3(2)	8(3) 9(1)			
オルトラン(200)	1(3) 3(1)		7(3) 8(3)			
オルトラン(100)	1(2) 2(1)		7(1) 8(4) 9(1)	8(1)		
オルトラン(50)	1(2)			7(2) 9(1)	6(2) 7(1)	7(2)
オルトラン(30)	2(2) 3(1)		7(2) 8(1)	7(1) 9(1)	6(2)	
オルトラン(10)			7(2)		5(2) 6(6)	
オルトラン(5)	1(1)		8(1)		6(6) 7(1)	7(1)
オルトラン(1)				7(1)	5(3) 6(6)	

\*対照群は、9卵の発生状態を観察

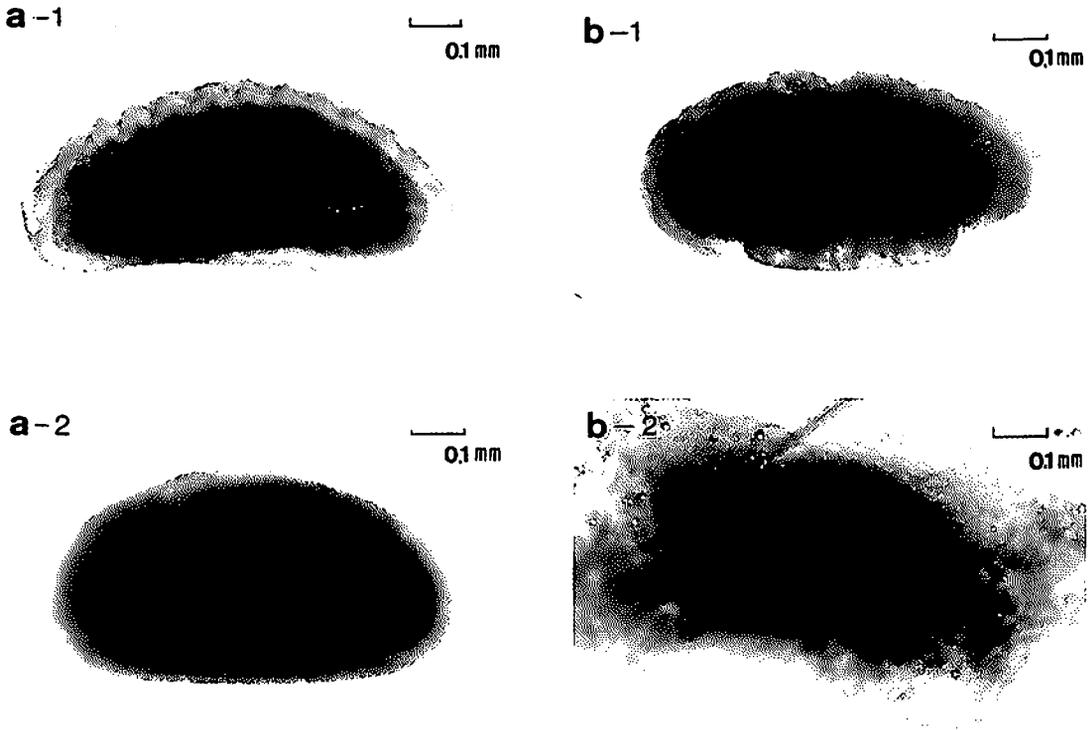
\*\* ( ) 内の数字は濃度 (単位: ppm) を示す。

\*\*\* 5 (2) : 5は産卵後数日後を示し、(2)は卵数を示す。



図版1 カブラハバチ卵の正常な発生状態（産卵後6日目に孵化）

- a. 産卵後1日目
- b. 産卵後2日目
- c. 産卵後3日目
- d. 産卵後4日目
- e. 産卵後5日目



図版2 オルトラン600ppmに暴露されたカブラハバチ卵の発生状態

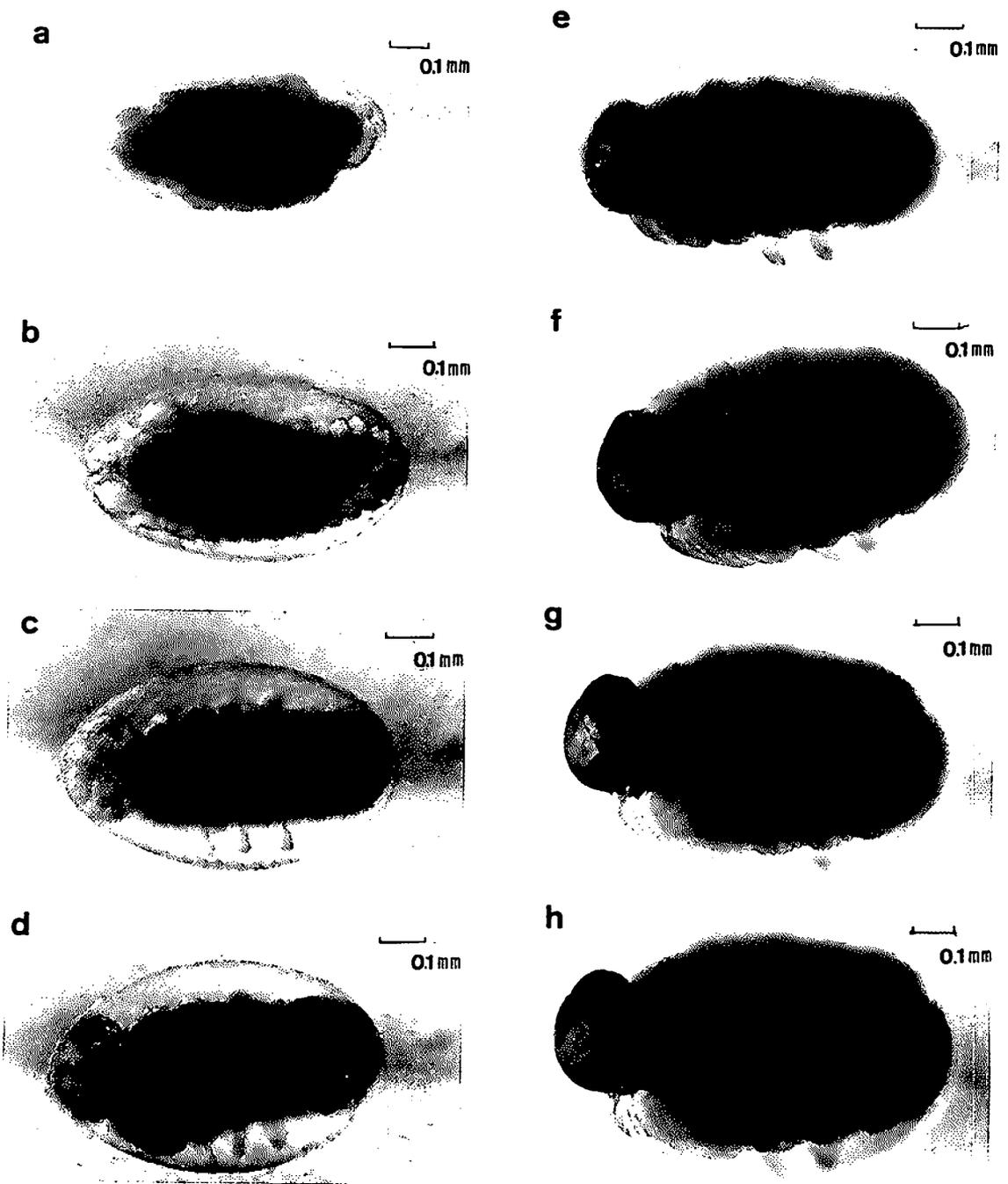
- a-1. 産卵後1日目 a-2. 産卵後2日目に不透明な状態になり発生を停止した  
 b-1. 産卵後1日目 b-2. 産卵後2日目に破裂した状態で発生を停止した

0%であることは当然のことではあるが、実用使用濃度(500~1,000ppm)以下の300ppmで全く孵化する卵がみられなかったことは注目に値する。

孵化するまでにどの位の日数を要したかを調べたところ、対照群では産卵後5~6日で総孵化卵数の90%以上が孵化しているのに比べ、シマジン300ppm、オルトラン200、100、50、30、10ppmの各実験群では6日以上の日数を要していた。また、検鏡(観察)を行った時点で孵化したが死亡した卵の割合を、孵化所要日数別に調べた場合もシマジン300ppm、オルトラン200、100、50、30、10ppmの各実験群では明らかに対照群よりも高

い死亡率を示していた。

次に、産卵後日数と生存率の関係を図5に示す。オルトランの場合、当然のことながら、濃度が高いほど発生初期に多くの卵が発生を停止し、死亡している。シマジン300ppm、オルトラン200、100、50、30、10ppmの各結果を見ると、生存率が産卵後2~5日目の間は、ほぼ一定でその後急に低下している。発生の状態を知るために、対照群および実験群のそれぞれにおいて任意に10卵ずつを選び、写真撮影を行い、写真により発生状態を調べた結果を表2に示す。



図版3 シマジン粒剤300ppmに暴露されたカブラハバチ卵の発生状態  
 a. 産卵後1日目 b. 産卵後2日目 c. 産卵後3日目  
 d. 産卵後4日目 e. 産卵後6日目 f. 産卵後7日目  
 g. 産卵後8日目 h. 産卵後9日目で胚子の完成に近い状態で発生を停止した

対照群の場合は、産卵後5～6日でほぼ孵化を完了するが(図版1)、シマジン300ppmの場合は、3回の反復実験の結果からも、産卵後5～8日の経過で、胚子が完成されているものは少なく、胚子が完成に近い状態で発生を停止しているものも見られた(図版3, h)。オルトラン600から100ppmでは、胚子が完成した卵は1卵のみで(表2)、600ppmでは、ほとんどの胚子が破裂(図版2, b-2)するか、収縮して死亡している。オルトラン50および30ppmでは、孵化した卵はそれぞれ2卵程度で、多くの卵は産卵後9日目の観察で胚子が完成に近い状態で発生を停止していることがわかった。オルトラン10, 5, 1ppmでは、卵の孵化は5～6日で対照群とはほぼ同様な結果を得ている(表2)。

オルトランの場合、濃度が高いほど発生の初期に発生停止という形でその影響が現れ、30～50ppmの低濃度でも正常の発生よりも孵化率が低く、孵化しても生存できない場合がある。また、胚子の発生速度の遅れによる孵化所要日数の増加や胚子の外部形態に異常を及ぼすなどの影響がある。オルトランは、コリンエステラーゼ活性を阻害する神経毒であり、低濃度の場合は、神経系の形成される発生後期において上述したような影響をうけるものと考えられるが、オルトラン600, 300ppmの実験群のような高濃度の場合、神経系の未形成な発生初期の卵にどのような作用機作によって発生停止が導かれるのかは興味深い問題である。

シマジン粒剤の場合、ミジンコの50%致死濃度は48時間曝露で40ppm以上という報告(富澤他, 1989)があるが、今回使用した300ppmの濃度は、メダカの胚子発生においては、16細胞期～後期桑実胚という発生段階初期で発生が停止するという結果(佐藤, 未発表)がある。ハチの場合は、多くの卵が胚子の完成に近い段階まで発生が進行し、孵化せずにそのまま卵殻内にとどまっているという結果が得られている(表1, 図版3)。本実験では、農薬を含んだ0.3%寒天中に卵を挿入しているのに対し、メダカの場合は、水に直接農薬を混入しているので、一概に両者を比較すること

はできないが、ハチの卵は、水分を吸収しながら発生を進行させることを考えると、シマジンはハチ卵に対しては、メダカ卵のように短時間では影響を及ぼさないものと考えられる。しかし、本剤が300ppmの濃度でハチ卵に、胚子発生の遅れ、孵化率の低下(表I)を誘起していることは、メダカ卵に対すると同様、この濃度ではハチ卵に対しても強い影響を与えているものと考えられる。

本研究において、オルトランでは、通常の使用濃度よりも低い濃度で明らかに胚子発生に影響を及ぼしていることがわかった。カイコにおいて、低濃度の農薬を桑葉に付着させ、5令期間連続して供与すると、生存率にはほとんど影響は現れないが、まゆ質や羽化率に顕著な悪影響が現れるという報告がある(蒲生, 栗林, 1980)。オルトランは低濃度でハチ卵に対し影響を及ぼしているが、本剤の使用説明書には、人畜・魚介類に対する毒性は低いという記述があり、また、魚毒性50%致死濃度はニジマス1,000ppm以上、カダヤシ6,650ppm、キンギョ9,550ppm(富澤他, 1989)とかなり高濃度であることから、ハチでの結果を脊椎動物一般にあてはめて考えることはできないが、各種農薬の残留毒性や未知の発がん性物質への変化などが問題となっていることを考えた場合、人間が低濃度の農薬の残留している食物を長期的に摂取し続けた場合の危険性を考慮せざるをえない。

この点で、厚生省が本年国内で製造されている約3万種類の化学物質すべてについて、発がん性など人体への危険性を記した「化学物質安全性データ, MSDS」を取引の際添付するよう指示したのはよるこばしい(1992年4月3日付朝日新聞夕刊)。

本研究の結果から、農薬汚染の影響を生徒自らが実験的な手法を用いて認識していく場合に、カブラハバチの胚子発生が一つの指標として有効な素材であることが示唆された。

私たち人間の生活と農薬との関係は今後も切りはなして考えることはできないが、少なくとも、家庭菜園・庭園規模の場においては極力、化学農薬の使用を避け、病害虫・雑草などの生活史を熟知した上で、捕殺・除草・焼却など人の手によ

て処理することの必要性を学校教育の場で強調することが、身近かで行動しうる環境教育の一つではなかろうかと考える。

#### 引用文献

- Brown, L. R. (1987) [本田幸雄監訳] 地球白書 364 pp., ダイアモンド社, 東京.
- Carson, R. L. (1962) [青樹築一訳] 生と死の妙案, 309 pp., 新潮社, 東京.
- 蒲生卓磨・栗林茂治 (1980) 農薬のカイコに及ぼす慢性影響, 遺伝, 34 (10) : 29-36.
- 後藤信男・大木与志雄 (1980) 農薬のネズミ類に与える影響, 遺伝, 34 (11) : 13-17.
- 平岡幸夫 (1980 a) 水質汚濁の生物指標としてのメダカの脊椎骨異常に関する研究 第1報 某農業灌漑水路における経時的観察所見. 広島大学医学雑誌, 28 (5) : 611-618.
- 平岡幸夫 (1980 b) 同上 第2報 2, 3の水域における骨異常出現状態の比較. 同上, 28 (5) : 619-624.
- 平岡幸夫 (1980 c) 同上 第5報 オキサジアゾン乳剤による実験的検討. 同上, 28 (5) : 643-650.
- 岩本昌之・篠沢隆雄 (1990) 生物教材としての細菌 IV. 身の回りの化学物質の変異源性を調べる方法. 科学教育研究, 14 (3) : 132-138.
- 環境教育実態調査委員会 (1983) 学校教育における環境教育実態調査報告書, 162 pp., 日本環境協会, 東京.
- 川上潤一郎 (1980) 重金属のイネに与える影響, 遺伝, 34 (10) 10-15.
- 河野修一郎 (1990) 日本農薬事情, 238 pp., 岩波書店, 東京.
- 桐谷圭治・中筋房夫 (1972) V. 農薬禍と害虫管理, 233-282頁 [宝月欣二・吉良竜夫・岩城英夫編, 環境の科学, 409 pp., 日本放送出版協会, 東京]
- 桐谷圭治 (1984) 第3節 生物的防除, 294-312頁 [高辻正基・橋本康二・三沢正愛編, 新農業システム総合技術, 853pp., R and Dプランニング, 東京]
- 小林直正 (1985) 水生無脊椎動物による水汚染の生物検定. 209 pp., サイエンティスト社, 東京.
- 松中昭一 (1984) 指標生物-環境汚染を啓示する-. 182 pp., 講談社, 東京.
- Marco, G. J., R. M. Hollingworth and W. Durham (1987) [波多野博行 監訳, 1991] 「サイレント・スプリング」再訪, 293 pp., 化学同人, 京都.
- 武藤 篤・北野日出男 (1988) 進化に関する教材開発-カブラハバチ *Athalia rosae ruficornis* の胚子発生を材料として-. 生物教育, 28 (3・4) : 194-201.
- 内藤親彦 (1989) カブラハバチ概説. 遺伝, 43 (1) : 80-85.
- 西内康浩 (1981) 農薬の水生動物に対する影響評価 I. 数種水生昆虫に対する農薬の影響. 生態化学, 4 (2) : 31-47.
- 生智智哉 (1985) コケ植物を用いた環境の評価. 遺伝, 39 (11) : 65-69.
- 生智智哉 (1990) ウメノキゴケ類を用いた環境の評価. 遺伝, 44 (12) : 53-56.
- Nimmo, D. R., Hamaker, T. L., Moore, J. C. and Wood, R. A. (1980). In "Aquatic Toxicology", Eds., Eaton, J. G., Parrish, P. R., and Hendricks, P. R., 366-376, Amer. Soc. Testing and Materials, Philadelphia.
- Sawa, M., Fukunaga, T. Naito and K. Oishi (1989) Studies on the sawfly, *Athalia rosae* (Insecta, Hymenoptera, Tenthredinidae). I. General biology, Zool. Sci., 6 (3) 541-547.
- Takamura, K., S. Hatakeyama and H. Shiraihi (1991) Odonate larvae as an indicator of Pesticide contamination. Appl. Ent. Zool., 26 (3) : 321-326.
- 峠田 宏 (1974) 環境汚染と指標生物, 170 pp., 共立出版, 東京.
- 富澤長次郎・上路雅子・腰岡政二編 (1989) 1989年版最新農薬データブック, 396 pp., ソフトサイエンス社.