

## 学会賞受賞論文

(業績賞)

## 農薬の水生動物に対する毒性試験法の確立

橋本 康, 西内 康浩\*

東海区水産研究所, \*農薬検査所

## Establishment of Bioassay Methods for the Evaluation of Acute Toxicity of Pesticides to Aquatic Organisms

Yasushi HASHIMOTO and Yasuhiro NISHIUCHI\*

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Ueda, Nagano 386, Japan

\*Agricultural Chemicals Inspection Station, Kodaira, Tokyo 187, Japan

“The standard method for the evaluation of acute toxicity of pesticides to fish” and “A method for the evaluation of acute toxicity of pesticides to daphnids” were established to give 48 h TLm values for carp and 3 h TLm values for *Daphnia pulex* or *Moina macrocopa*. With these and some modified methods, acute toxicity of all the already registered pesticides to carp and daphnids were evaluated, and factors influencing the toxicity of pesticides or sensitivity of test organisms to pesticides were investigated. The results are summarized as follows: (1) Rotenone and organochlorine insecticides, organomercurial, organotin, dimethyl dithiocarbamate and phthalimide fungicides, dinitrophenol and pentachlorophenol herbicides have high toxicity to carp, while organophosphorus and phenylcarbamate insecticides are extremely toxic to daphnids. (2) In general, emulsifiable concentrates, technical products, wettable powders, dust and granules are toxic to carp, in this order. (3) The majority of pesticides are more toxic to carp and daphnids at higher temperatures, but some, including folpet and DDT, are less toxic to carp and daphnids, respectively, at higher temperatures. (4) The majority of pesticides are less toxic at higher pH. (5) No apparent synergism or antagonism is observed to occur between 6 pairs of organophosphorus and phenyl carbamate insecticides with carp. (6) No remarkable change in sensitivity of carp is observed with growth to 6 pesticides, including organophosphorus insecticides and pentachlorophenol herbicide, although sensitivity to endosulfan insecticide is extremely high at earlier developmental stages after floating. (7) Dietary pesticides are in general less toxic to carp than pesticides in bath exposure systems. In addition, sensitivity of other aquatic organisms to pesticides was evaluated by the recently developed method. Results are summarized as follows: (1) Gold fish, tanago; *Rhodeus morio*, dojo; *Misgurnus anguillicaudatus*, and medata; *Oryzias latipes*, have sensitivity similar to carp. (2) Larvae of dragonfly; *Orthetrum albistylum speciosum*, and mayfly; *Cloëon dipterum*, are found to have lower sensitivity than daphnids, but the correlations of TLm values among them are comparatively high. (3) The molluscan animals, *Indoplanorbis exustus*, *Cipangopaludina chinensis malleata*, *Semisulcospira libertina* and *Physa acuta* have low sensitivity to pesticides in general. (4) Tadpoles of *Bufo bufo japonicus*, *Rana brevipoda* and *Rana catesbeiana* have low sensitivity to pesticides in general.

問題の背景<sup>1-3)</sup>

第二次世界大戦終了後, DDT, BHC, パラチオン, 有機水銀剤等多くの薬効のすぐれた農薬が普及し, わが

国における農業生産の安定的確保に大きな貢献をしたことは周知の事実である. 一方, 農薬の種類によっては, 人畜や水産動物等有用生物に被害を及ぼしたり, 農用地, 農作物や自然環境を汚染する等の問題を起し, 農

薬の安全性について、一般国民に不安の念を起こせたことも否定できない。しかし、かかる事態が発生すると、科学的根拠に基づき、しかるべき規制措置あるいは安全対策が講じられてきたところである。

水産動物については、昭和30年代前半から、通達をもって、エンドリン、ディルドリンの水田使用を禁止し、PCP除草剤の使用に対して注意を喚起する等の施策を講じてきたが、昭和36年から37年にかけて、有明海あるいは琵琶湖においてPCP除草剤施用直後に魚介類の大量斃死事故が生じたことから、昭和38年に農薬取締法を改正し、水産動植物に毒性の強い農薬の水田使用に係わる登録を保留することとした（農薬取締法第3条第1項第4号）。この改正に伴い、農薬の登録を保留する場合として、半数致死濃度（こいを使用した生物試験方法における48時間の半数致死濃度をいう）が0.1 ppm以下であることという基準が告示（昭和38年5月1日農林省告示第553号）されたので、個々の農薬が、この基準に該当するかどうか具体的に試験する方法の確立が必要となった。

この試験法は、当時の知見を背景に、実験的な検討を加えたうえで、昭和40年に確立され、現行の「魚類に対する毒性試験法」（昭和40年11月25日付農林省農政局長通達B第2735号）として通達された。

ところが同年、農薬の空中散布によるものではないかと疑われる貝類の大量斃死事故が有明海において発生し、これが契機となって、すべての農薬について水産動物に対する毒性を実験的に再検討し、製品に毒性に関する適正な表示をする等の安全対策を講じることが急務となった。

一方、「魚類に対する毒性試験法」を確立するための検討の過程において、水産甲殻類の農薬に対する感受性が、コイに代表される魚類のそれと著しく異なり、甲殻類に対する安全性を確保するためには、別途、試験を行なう必要があることがわかってきた。

したがって、再検討は、「魚類に対する毒性試験法」と甲殻類に対する試験法として作成した「ミジンコ類の試験法（暫定法）」によって行なうこととし、対象は、すべての農薬の原体と主要な製剤とした。

この再検討の結果、農薬の水産動物に対する毒性のおおよその傾向は明らかになった。

しかし、その後、内水面あるいは沿岸養殖漁業が普及し、農薬の環境汚染に対する一般国民の関心が高まる一方、生物の種類や環境条件等の違いにより、農薬の毒性が著しく異なる可能性のあることがわかったことから、多種の生物につき、試験条件を変えて毒性試験をするこ

とや、毒性の差異が生じる要因を明らかにすることが求められるようになってきている。

著者らは、このような背景のもとに、各種の試験法の確立に努め、その試験法により試験を実施し、農薬の水産動物に対する安全性を確保するうえでの基礎資料を作成してきたので、以下にその概要を述べることにする。

### 魚類に対する毒性試験法の確立と試験結果<sup>4-6)</sup>

試験法の全文が通達になっているが、その概要は次のとおりである。

「供試生物は、原則として、全長5cm前後のコイとし、1区は、少なくとも10尾、供試薬液の量は、供試生物の体重1g当たり、1l以上とする。水温は、20～28℃、水温変化は、±2℃以内とし、48時間後のTLm値を求める。物理的刺激に反応しない個体を死と判定する。」

本法を定めるにあたっては、Doudoroff *et al.* が魚類に対する産業廃水の急性毒性を評価するために作成した生物試験法を参考にした。供試生物をコイとしたのは、経済的に重要な魚種であるうえに、飼育管理がさほどむずかしくなく、成長状態が均一な個体群を入手しやすいためである。供試薬液の量は、試験期間中エアレーションの必要はないと考えられる量である。試験期間は、排泄物等による供試生物の影響が少ないと考えられる範囲である。水温に幅をもたせたのは、当時の試験研究機関の施設の実状を考慮したためである。

本法に従い、水温を25±1℃に調節し、各種農薬の原体、製剤につき48時間のTLm値を求めた。結果の概要は次のとおりである。

殺虫剤では、ロテノン、有機塩素剤、殺菌剤では、有機水銀剤、有機錫剤、ジメチルジチオカルバマート剤、フタルイミド剤、TPN剤、除草剤では、ジネトロフェノール剤、PCP剤が強い毒性を示し、殺虫剤では、カルバマート剤、有機ふっ素剤、殺菌剤では、有機ひ素剤、エチレンビスジチオカルバマート剤、抗生物質剤、除草剤では大部分のものの毒性は弱かった。

次に、同一有効成分を含有する各種製剤につき毒性を比較すると、乳剤>原体>水和剤>粉剤、粒剤の順になるものが多かった。

### ミジンコ類の試験法の確立と試験結果<sup>4-6)</sup>

農林水産省農薬検査所において、農薬の登録検査にさいして採用されている試験法で、その概要は、次のとおりである。

「供試生物は、ミジンコまたはタマミジンコの雌成体

Table 1 Toxicity of representative pesticides<sup>a)</sup> to several kinds of aquatic organisms (TLm : ppm).

Pesticide	Exposure time (hr)	Organism										
		Carp 48	Gold fish 48	Medaka <sup>d)</sup> 48	Pond loach <sup>e)</sup> 48	<i>Daphnia pulex</i> 3	<i>Moina macrocopa</i> 3	Dragon fly <sup>f)</sup> 48	Mayfly <sup>g)</sup> 48	Red snail <sup>h)</sup> 48	Marsh snail <sup>i)</sup> 48	<i>Physa acuta</i> 48
Rotenone	0.032	0.033	0.037	0.030	0.037	0.57	2.0	0.056*	27	8.0	6.8	0.33
DDT	0.25	0.068	0.012	0.24	>40	>40	>40	0.85*	5.5*	3.8*	3.5*	31*
γ-BHC	0.31	0.12	0.12	0.15	>10	>10	>10	0.15*	7.1*	6.2*	8.1*	24*
Endrin	0.00084	0.0010	0.0014*	0.0049	>40	>40	>40	0.16*	7.2	9.5	12	12*
Endosulfan	0.0072	0.00010	0.0085	0.0012	3.6	>10	>10	0.0032*	21	7.4	6.4	9.0*
Fenitrothion	8.2	3.4	7.0	4.8	0.050	0.050	0.055*	0.0078*	8.5*	6.0*	15*	9.0*
Diazinon	3.2	5.1	5.3	0.50	0.080	0.050	0.14*	0.0078*	20	9.5	4.8	14*
Parathion	4.5	1.7	2.9	1.4	0.0050	0.0010			12	10	8.4	7.2
Fluoroacetamide	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40*	>40	>40	>40	>40
Carbaryl	13	>10	2.8	13*	0.050	0.050	0.43*	0.37	28	25	27	7.2*
Arprocarb	>10	>10	>10	>40	0.37	0.0070	1.7*	0.13*	>10	>10	>10	35
Cartap	0.78	1.1	0.13*	0.11*	>40	>40	>40	0.075*	2.7*	2.8*	0.87	5.6*
Methomyl	2.8	2.7	0.87	1.5	0.045	0.025	0.10*	0.10*	6.6*	12*	18	>40
Phenyl mercury acetate	0.084	0.068	0.13	0.50*	0.38	0.32	0.23	0.23	1.5*	0.90*	1.2	0.12*
Fentin-acetate	0.064	0.062	0.097	0.29	0.023	0.070		0.075	0.075	0.080	0.073	0.33
Iron methanoarsenate	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40*	>40	>40	>40	>40
Zineb	>40	>40	>40	>40*	>40	>40	>40	>40*	>100*	>100*	>100*	>40*
Ferbam	0.090	0.13	0.045	1.8*	0.18	0.50	0.56*	0.56*	0.56	0.50	0.50	4.2*
TPN <sup>b)</sup>	0.11	0.17	0.088	0.15	7.8	>10	1.8*	1.8*	15*	9.0*	37*	0.16
Tetrachlorophthalide	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>100*	>100*	>100*	>100*	>40*
IBP <sup>c)</sup>	>10	12*	7.2*	15*	2.3	1.5	10*	10*	13*	8.2*	20*	10*
Captan	0.25	0.037	1.0	0.34	1.5	6.8	1.5*	1.5*	1.4	1.2	1.0	3.0*
Kasugamycin	>40	>40	>40	3.5*	>40	>40	>40	>40	5.0*	3.8*	5.6*	6.4*
2,4-D sodium	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>100	>100	>40
Nitrofen	2.1	1.4	2.5	5.5	>40	>40	10*	10*	3.2	3.8	2.2	3.8*
Pentachlorophenol-sodium	0.12*	0.12*	0.082*	0.12*	3.6*	5.0*	16*	16*	0.62*	0.67*	0.32*	0.25*
Dinoseb	0.070	0.065	0.15	0.18	2.3	3.5	0.16	0.16	0.16	0.13	0.17	0.55
Propanil	13	14	11	8.3	>40	>40	22*	22*	14*	23*	8.8*	2.5
Benthiocarb	1.5	3.6*	4.4	7.2*	0.75	0.50	1.2	1.2	15	5.0	5.2	3.5
Simazine	>40	>40	>10	>40*	>40	>40	>40*	>40*	>100	>100	>100	>100*
Trifluralin	1.0	0.85	0.43*	0.35	>40	>40	>40*	>40*	30	8.0	30	14*
Paraquat	>40	>10	7.0*	35*	>40	>40	28*	28*	7.2*	10*	17*	14*

<sup>a)</sup> Technical products were used. But TLm values with asterisks were obtained by using formulated products, <sup>b)</sup> tetrachloroisophthalonitrile, <sup>c)</sup> S-benzyl diisopropyl phosphorothiolate, <sup>d)</sup> *Oryzias latipes*, <sup>e)</sup> *Misgurnus anguillicaudatus*, <sup>f)</sup> *Orithetrum albisylum speciosum*, <sup>g)</sup> *Cloëon dipterum*, <sup>h)</sup> *Indoplanorbis exustus*, <sup>i)</sup> *Semisulcospira libertina*, <sup>j)</sup> *Bufo bufo japonicus*.

ppm のもの、またはミジンコに対する 3 時間の TLm 値が 0.5 ppm 以下のもの。

C 類: コイに対する 48 時間の TLm 値が 0.5 ppm 以下のもの。

#### 毒性等に影響する諸要因の検討

農薬は、さまざまな条件下で使用されるものであり、使用条件により、その毒性あるいは生物の農薬に対する感受性が変わる可能性がある。そこで、試験条件、試験方法等を変え、毒性あるいは感受性に関係すると思われる主要な要因について、その影響を検討した。

水温<sup>8-10)</sup>: 「魚類に対する毒性試験法」に準じ、コイを供試し、水温を 15, 20, 25, 30, 35°C に変えて、162 種の農薬原体につき、各水温における 24 時間の TLm 値を求めた。その結果、毒性の発現が弱く、TLm 値の得られない区があるため比較ができなかったものを除く、119 種のうち 99 種が、水温が高まるにつれて毒性が強くなる傾向を示し、アルドリノ、ECP、エチオン、テトラジホノ、PCNB において、その傾向はとくに著しかった。

一方、ピレスリン、DDT、DCPA、PCP 等 15 農薬では水温による影響は小さく、フォルペット等 5 農薬では水温が高まるにつれて毒性は弱くなった。なお、同様な傾向は、モツゴでも認められた。

次に、「ミジンコ類の試験法」に準じ、ミジンコを供試し、水温を 10, 17.5, 25, 32.5°C に変えて、92 種の農薬製剤につき、各水温における 6 時間の TLm 値を求めた。その結果、比較できた 89 製剤のうち 58 製剤が、水温が高まるにつれて毒性が強くなる傾向を示し、MPP 等有機りん殺虫剤、有機水銀剤において、その傾向はとくに著しかった。

一方、カルバマート殺虫剤、IBP 等 24 製剤では水温による影響は小さく、DDT 等有機塩素殺虫剤、メソミル、有機ヒ素殺菌剤等 7 製剤では、水温が高まるにつれて毒性は弱くなった。

なお、水温の毒性への影響は、コイでは 25°C 以下より 25°C 以上において大きく、ミジンコでは逆の傾向を示した。

pH<sup>11-14)</sup>: 「魚類に対する毒性試験法」に準じ、コイを供試し、供試薬液の pH を塩酸と水酸化ナトリウムにより 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 に変えて、除草剤原体 6 種と PCP 水溶剤につき、24 時間の TLm 値を求めた。その結果、モリネート等 5 農薬では pH による毒性の影響は、ほとんどなく、CNP と PCP 水溶剤では、pH が高くなると毒性が弱くなる傾向を示した。

なお、ヒメダカを供試して、同様に pH の影響を見たところ、pH が高くなると毒性がわずかながら弱くなる農薬が多いことがわかった。

混用<sup>15,16)</sup>: 2 種の農薬が混合された場合、その毒性は、個々の農薬のそれとくらべてどのように変わるか MEP、マラソン、BPMC、NAC の各乳剤を 2 種ずつ組み合わせ、混合比率を 1:9, 2:8~8:2, 9:1 の 9 段階に変えて「魚類に対する毒性試験法」により、コイを用いて、24 時間の TLm 値を求めた。その結果、いずれの組合せ、いずれの比率においても相乗作用、拮抗作用は認められなかった。

しかし、2 種の農薬を各農薬の TLm 値の 1/2 濃度ずつ含む薬液中にコイを収容した場合、20 農薬、190 組合せのなかで、死亡率が 70% を越えるものが 17 組合せ、30% 以下のものが 16 組合せあったことは、農薬の組合せによっては相乗作用あるいは拮抗作用が生ずる可能性を示している。

Table 4 The effects of water temperature on the toxicity of selected pesticide ingredients to carp, expressed as 24-h TLm (ppm).

Pesticide	Temperature (°C)				
	15	20	25	30	35
Aldrin	0.42	0.20	0.17	0.035	0.024
Dichlofention	>40	17	11	6.6	2.0
Etion	14	6.8	2.8	1.8	0.36
Tetradifon	>40	>40	10	5.0	3.2
Quintozone	40	20	15	3.8	1.0
Pyrethrins	0.78	0.45	0.55	0.57	0.80
DDT	0.60	0.60	0.55	0.70	0.15
Propanil	11	9.8	13	10	7.1
PCP-sodium	0.26	0.19	0.15	0.15	0.15
Folpet	0.16	0.23	0.33	0.71	0.71

Table 5 The effects of water temperature on the toxicity of selected pesticides to *Daphnia pulex*, expressed as 3-h TLm (ppm).

Pesticide <sup>a)</sup>	Temperature (°C)			
	10.0	17.5	25	32.5
Fenthion	2.7	0.21	0.033	0.021
Fenitrothion	0.28	0.088	0.027	0.0084
Malathion	0.26	0.12	0.036	0.0059
PMA <sup>b)</sup>	6.0	1.0	0.094	0.0080
Carbaryl	0.035	0.030	0.029	0.029
Arprocarb	0.18	0.19	0.14	0.13
IBP <sup>c)</sup>	14	1.8	1.8	1.2
DDT	4.1	4.7	8.6	11.0
Methomyl	0.037	0.049	0.064	0.069
MALS <sup>d)</sup>	2.3	3.2	4.3	18

<sup>a)</sup> Emulsifiable concentrates were used except PMA (active ingredient) and methomyl (wetttable powder).

<sup>b)</sup> phenylmercury acetate.

<sup>c)</sup> S-benzyl diisopropyl phosphorothiolate.

<sup>d)</sup> methylarsenic bis(dodecyl sulfide).

Table 6 Toxicity of pesticide ingredients to carp, expressed as LD<sub>50</sub> (mg/fish).

Pesticide	Application method		
	Feeding method	Topical application onto gill lamella	Bath exposure method <sup>a)</sup>
DDT	0.34	0.065	0.11
γ-BHC	3.6	0.060	0.17
Endrin	0.065	0.002	0.00084
Parathion	>10	>0.1	4.5
Fenitrothion	>10	>0.1	0.35
Carbaryl	>10	>0.1	>10
Rotenone	6.5	0.014	0.032
Ferbam	>10	>0.1	0.090
Dichlone	>10	0.018	0.07
PCP-sodium	7.2	0.062	0.12

<sup>a)</sup> TLm values in bath exposure method were converted to LD<sub>50</sub> values, assuming that the total amount of pesticide ingredient in a 10l solution in a glass container was accepted by test fish.

供試生物の成長段階<sup>17)</sup>: 「魚類に対する毒性試験法」では、供試生物のコイの大きさを全長 5 cm 前後と定めてあるが、ふ化後、この大きさに達するまで、コイの農薬に対する感受性は、どのように変わっていくかを見た。その結果、供試した 8 農薬製剤中、有機りん殺虫剤や殺虫剤の乳剤および PCP 水溶剤等 6 農薬に対しては著しい感受性の変化は認められなかったが、CNP 乳剤に対しては、ふ化直後が最も感受性が高く、以後成長に伴って低下し、ベンゾエピン乳剤に対しては、ふ化直後の感受性は相対的に低いが、浮上、摂食開始とともに著しく高まり、以後は再び低下していく傾向が認められた。

投与方法<sup>18,19)</sup>: コイを用いて、農薬原体を餌に混入し、これを摂食させた場合の毒性、麻酔した供試生物の鰓にマイクロシリンジで有機溶媒に溶かした農薬原体を滴下した場合の毒性を「魚類に対する毒性試験法」において農薬原体が示す毒性と比較した。その結果、鰓に処理した農薬は「魚類に対する毒性試験法」におけると同程度と推定される毒性を示したが、餌に混入した農薬の毒性は、一般に低下する傾向があり、エンドリン、ロテノン、ジラム、ファーバム等で、その傾向は著しかった。

次に、上記の 3 種の方法及び肛門から薬液を注射する方法で <sup>14</sup>C 標識 DDT とパラチオンをコイに処理し、その魚体内濃縮部位を見た。その結果、餌に混入した場合

を除くと DDT あるいはその代謝物は、神経組織の外側と胆のうに濃縮され、脳にも存在し、パラチオンあるいはその代謝物は、胆のう、鰓、前腎、腎臓、腸に濃縮されているのが認められた。一方、餌に混入された場合には、DDT、パラチオンあるいはそれらの代謝物は、おもに胆のうと腸に残留しており、腸からの吸収は行なわれないことを示し、脳にはほとんど存在しないことが認められた。すなわち、餌に混入されて経口的に摂取された農薬は、作用点に達しにくいから、その毒性が低くなるものと推定された。

### 他生物に対する毒性試験法と試験結果

「魚類に対する毒性試験法」と「ミジンコ類の試験法」に基づく試験結果から、農薬の水生動物に対する毒性のおおよその傾向が明らかにされ、安全使用対策の基礎は築かれたが、その後の科学技術の進歩や斃死事故の実態調査から、コイやミジンコと農薬に対する感受性が著しく異なる生物が少なくないことが明らかになった。そこで、コイとミジンコ以外の水生動物に対する毒性試験法を検討し、試験を行なった。試験法と試験結果の概要は、次のとおりである。

キンギョ<sup>5)</sup>: 「魚類に対する毒性試験法」がそのまま適用できる。農薬に対する感受性は、コイとほとんど同じであり、両者に対する各農薬の TLm 値の相関は、非常に高い。

タナゴ<sup>20)</sup>: 「魚類に対する毒性試験法」がそのまま適用できる。農薬に対する感受性は、コイよりやや高い傾向があるが、両者に対する各農薬の TLm 値の相関は、非常に高い。

ドジョウ<sup>21)</sup>: 「魚類に対する毒性試験法」がそのまま適用できる。農薬に対する感受性は、ダイアジノン、カルタップ等に対して、コイよりやや高いが、両者に対する各農薬の TLm 値の相関は高い。

ヒメダカ<sup>5,22)</sup>: 「魚類に対する毒性試験法」をそのまま適用してもよいし、内径 20 cm、深さ 10 cm のガラス水槽に 2 l の供試薬液を入れ、これに 5 尾を収容してもよい。供試生物としては成魚を用いる。農薬に対する感受性は、DDT、マラソン、カルタップに対して、コイより高いが、全体としては、コイと似た傾向を示し、両者に対する各農薬の TLm 値の相関は高い。

セズミジンコ<sup>23)</sup>: 「ミジンコ類の試験法」をそのまま適用できる。農薬に対する感受性もミジンコ、タマミジンコとほとんど同じである。

シオカラトンボ幼虫<sup>24)</sup>: 終齢幼虫を用いる。内径 20 cm、深さ 10 cm のガラス容器に 2 l の供試薬液を入れ、

5 尾を収容する。水温は 25°C、試験時間は 48 時間、脚を刺激したときの反応の有無を生死の判定基準とする。供試した有機りん殺虫剤とカルバマート殺虫剤に対する感受性は、ミジンコより低く、48 時間の TLm でもミジンコの 3 時間の TLm の 5~10 倍であるが、両者の相関は高い。

フタバカゲロウ幼虫<sup>25)</sup>: 若令幼虫を用いる。内径 9 cm、深さ 9 cm のガラス容器に 200 ml の供試薬液を入れ、10 尾を収容する。水温は 25°C、供試時間は 48 時間、気管鰓および触角を刺激したときの反応の有無を生死の判定基準とする。

フタバカゲロウ幼虫は、有機りん殺虫剤、カルバマート系殺虫剤、ロテノン、カルタップ、メソミル等に高い感受性を示し、とくに、有機りん殺虫剤の多くは 48 時間の TLm 値が 0.01 ppm 以下になる。殺菌剤、除草剤に対する感受性は低い。各農薬に対する 48 時間の TLm 値は、ミジンコの 3 時間の TLm 値と近い数値を示し、両者の相関は高い。

マキガイ類<sup>26)</sup>: インドヒラマキガイ(レッドスネル)、カワニナ、マルタニン、サカマキガイの成体を供試する。内径 9 cm、深さ 9 cm のガラス容器に 200 ml の供試薬液を入れ、5 個を収容する。水温は 22°C、供試時間は 48 時間とし、触角に刺激をあたえたときの反応の有無を生死の判定基準とする。供試した 4 種の巻貝の農薬に対する感受性は、ほとんど同じで、いずれも低く、有機水銀剤、有機錫剤に対する 0.1 ppm 前後を除くと、大部分の農薬に対する 48 時間の TLm 値は、1 ppm 以上である。

オタマジャクシ<sup>27)</sup>: ヒキガエル、アカガエル、ウシガエルのふ化後 1 カ月前後のオタマジャクシを用いる。内径 20 cm、深さ 10 cm のガラス容器に 2 l の供試薬液を入れ、10 尾を収容する。水温は 22°C、供試時間は 48 時間、生死の判定基準は、解剖顕微鏡で尾部を観察したときの体液の流動の有無による。オタマジャクシは、総じて、農薬に対する感受性は低く、ロテノン、有機水銀剤、有機錫剤、TPN、PCP 等で 0.1~1.0 ppm となるが、大部分の農薬に対する 48 時間の TLm 値は、1 ppm 以上である。

### 今後の課題

コイとミジンコに加えて、十数種の水生動物について試験法を定め、それに基づき試験を行ない、農薬の毒性、生物の感受性のおよその傾向を明らかにした。毒性および感受性に影響する要因についても検討した。

しかし、これまでの試験は、淡水動物を対象とし、止

水条件下の急性毒性試験であった。今後は、対象を海産動物にも広げるとともに、流水条件下の長期毒性試験も行なうべく、目下、検討中である。

#### 引用文献

- 1) 農薬検査所報告 **8**, 111 (1968)
- 2) 橋本 康: 農薬生産技術 **8**, 59 (1963)
- 3) 橋本 康: 農薬生産技術 **10**, 49 (1967)
- 4) 西内康浩・橋本 康: 防虫科学 **32**, 55 (1967)
- 5) 橋本 康・西内康浩: 水産増殖 **15**, 75 (1967)
- 6) 西内康浩・橋本 康: 水産増殖 **16**, 19 (1968)
- 7) 吉田孝二・橋本 康・西内康浩: 植物防疫 **21**, 109 (1967)
- 8) 西内康浩・橋本 康・吉田孝二: 昭和 46 年応動昆大会講演要旨, p. 61, 1971
- 9) 西内康浩: 水産増殖 **24**, 140 (1977)
- 10) 橋本 康・菅原寛夫: 応動昆 **5**, 145 (1962)
- 11) 西内康浩: 水産増殖 **19**, 1 (1972)
- 12) 西内康浩: 水産増殖 **25**, 27 (1977)
- 13) 西内康浩: 水産増殖 **25**, 75 (1977)
- 14) 西内康浩: 水産増殖 **25**, 151 (1978)
- 15) 西内康浩: 水産増殖 **26**, 114 (1978)
- 16) 西内康浩: 水産増殖 **21**, 131 (1973)
- 17) 橋本 康・大久保英次・伊藤時夫・山口元吉・田中幸子: 日本農薬学会第5回大会講演要旨, p. 232, 1980
- 18) 橋本 康・深見順一: 防虫科学 **34**, 63 (1969)
- 19) 清水利昭・橋本 康・深見順一: 農薬誌 **3**, 311 (1978)
- 20) 西内康浩: 水産増殖 **24**, 146 (1977)
- 21) 西内康浩・吉田孝二・橋本 康: 水産増殖 **18**, 227 (1971)
- 22) 西内康浩: 水産増殖 **20**, 59 (1973)
- 23) 西内康浩: 水産増殖 **19**, 109 (1972)
- 24) 西内康浩・浅野和也: 水産増殖 **26**, 26 (1978)
- 25) 西内康浩・浅野和也: 水産増殖 **27**, 48 (1979)
- 26) 西内康浩・吉田孝二: 農薬検査所報告 **12**, 86 (1972)
- 27) 西内康浩・吉田孝二: 農薬生産技術 **26**, 29(1971)