

## フェンバレレート製剤（パーマチオン水和剤）の ニジマスに対する毒性

三城 勇・沢本良宏・大前浩美

Toxicity of Fenvalerate Insecticides to Rainbow-trout

Isamu SANJO, Yoshihiro SAWAMOTO, Hiromi OMAE

除虫菊に含まれる殺虫力を有する成分はピレスロイドと呼ばれているが、フェンバレレートはこれに類似した化学構造をもつ合成ピレスロイドの一種である。その特長は、広い殺虫スペクトラムと散布後の長期にわたる効力の持続性にあるとされる。フェンバレレート製剤は魚毒性でC類に分類され魚類に対する影響が懸念される農薬であるため、長野県内では養魚地帯では使用しないこととされている。従ってフェンバレレート製剤の用水路への流入や飛散などによる養魚場への直接的な被害の可能性は少いと言えるが、散布後の降雨によって畑の土が流出し、河川等の魚類に影響を及ぼすことが懸念される。そこで、実際の使用場面におけるニジマスへの影響を検討するためフェンバレレート製剤の一種であるパーマチオン水和剤を用いて本剤の魚毒性と、散布後の土壌への吸着および直射日光による分解によって毒性がどのように低下するか試験した。

### 実験 1. パーマチオン水和剤のニジマスに対する急性・亜急性毒性および短時間暴露の影響

#### 材 料 と 方 法

供試薬剤はパーマチオン水和剤（日本農薬KK）を用いた（以下同じ）。本剤はフェンバレート10%とMEP30%を含み、散布基準量は10a当り1,000倍液500ℓである。毒性試験は60ℓガラス水槽を用い、試験水は地下水を用いた（以下同じ）。

**急性毒性** パーマチオン水和剤の48.3～22.0ppbの薬液を各50ℓを調整し、この薬液に平均体重3.4gのニジマス稚魚10尾ずつを入れた。実験は反復区を設けて行った。実験中の水温は12.2～13.6℃、実験終了時のDOは4.7～5.1ml/ℓ、pHは7.1であった。24時間後の死亡率からTLmを推定した。

**亜急性毒性** パーマチオン水和剤の32～1.6ppbの薬液を各50ℓを調整し、この薬液に平均体重1.2gのニジマス稚魚10尾ずつを入れた。実験は反復区を設けて行った。薬液は2日間隔で交換し、32日間飼育を続けた。期間中の水温は12.1～12.6℃、DOは6.8～5.0ml/ℓであった。期間中の死亡率から、各経過日における半数致死濃度を推定した。

**短時間暴露後の影響** 養魚場内あるいは河川内をパーマチオン水和剤を含んだ水が一時的に通過する場合を想定して実験を行った。パーマチオン水和剤の64, 32, 16ppb の薬液を1濃度につき4槽ずつ用意して、平均体重1.2gのニジマス稚魚10尾ずつを入れた。1, 2, 4, 8時間後に各濃度の1槽ずつから供試魚を水温12.5℃の流水に移し、以後26日間の死亡および異常の有無を観察した。

## 結 果

**急性毒性** 実験結果を表1に示した。この結果から、パーマチオン水和剤の24時間TLmは32.0ppbと推定された。

表1. パーマチオン水和剤のニジマス稚魚に対する急性毒性

経過時間	12時間	18	24
濃度 48.3 ppb	2(2)	9(1) 8(2)	10 10
37.1		8(1) 9(1)	9 10
28.6		2(1) 2	3 2(1)
22.0			0 0
0			0 0

(注) 数字は累積死亡尾数, ( )内は横転尾数

**亜急性毒性** 実験結果を表2に示した。最低濃度の1.6ppb区においても5日後から死亡が始まり28日後までに供試魚の60%が死亡した。表2から各経過日における半数致死濃度を推定して表3に示した。

表2. パーマチオン水和剤のニジマス稚魚に対する亜急性毒性

経過日数	1日	2	3	4	5	6	7	8	10	20	24	28	32
濃度32ppb	10 10												
16	7 7(2)	10 10											
8		7 3(1)	9 9	10 10									
3.2					5 5	7 7	8 8	9 9	9 10	9 9	10		
1.6					1	1	2 2	2 3	4 3	6 3	6 4	7 5	7 5
0													0 0

(注) 数字は累積死亡尾数, ( )内は横転尾数

表3. パーマチオン水和剤の2～32日後における半数致死濃度

日 数	2日	3	4	5	6	7	8	10	20	24	28	32
半数致死濃度ppb	8.0	5.2	5.0	3.2	2.5	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.4

**短時間暴露の影響** 実験結果を表4に示した。64 ppbの4時間・8時間浸漬区、32 ppbの8時間浸漬区および16ppbの8時間浸漬区で薬液浸漬中に遊泳異常が現われたが、流れに移してから斃死したのは64ppbの8時間浸漬区のみであり、他の区では1日後までに遊泳異常が回復した。

表4. パーマチオン水和剤短時間暴露の影響

浸漬濃度 浸漬時間	64 ppb				32 ppb				16 ppb				0 ppb
	1hr	2	4*	8*	1	2	4	8*	1	2	4	8*	8
流水中 経過日数1日	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(注) 数字は流水に移したのちの累積死亡尾数

(注) \*印は、浸漬中に遊泳異常が現れたことを示す。

## 実験2. 暗所におけるパーマチオン水和剤の土壌中での毒性低下

### 材 料 と 方 法

薬液を浸透させた土壌を暗所に置き、0、3、8時間、1、2、4、10、20日経過後に土壌から溶出する薬剤のニジマスに対する魚毒性を調べた。

**供試土壌** 過去に農薬散布がないと考えられる長野県水産試験場内の土を用い、3mm目合のふるいで小石等を除去して使用した。土質は砂質埴壤土で、比較的砂の比率が高く有機物の多い土であった。供試土壌の分析結果を表5に示す。

表5. 土壌分析結果 (KK 化学分析コンサルタントの分析による)

項 目	試 験 結 果	試 験 方 法	
粒 径 組 成	粗砂 25.0%	土性名 砂質埴壤土 (SCL)	ピペット法
	細砂 6.0%		
	シルト 13.6%		
	粘土 15.4%		
粘 土 鉱 物	クロライト	X線回析	
	イライト		
	カオリナイト (少量)		
pH (注)	H <sub>2</sub> O 6.4	ガラス電極法	
	Kcl 6.2		
全炭素含量	2.10%	チューリン法	
陽イオン交換容量	11.3 me/100 g	セミマイクロ	
		Schollenberger 法	

(注) H<sub>2</sub>O pHとKcl pHの差が少ないほど肥沃度は高い

**薬液の土壌浸透** プラスチック製密閉容器に供試土 230 g を入れ表面全体にパーマチオン水和剤 1,000 倍液を基準散布量 (1,000 倍液 500 ℓ / 10 a) になるようピペットにより滴下した。供試容器は 9.5 × 8 cm, 深さ 5 cm であり, 容器 1 個当りの薬液滴下量は 3.8 ml である。容器に詰めた土は予め 20℃ に保温し, 薬液を浸透したあと容器を密閉して, 20℃ の遮光したインキュベーター内に置いた。なお, 土壌への薬液浸透は, 魚毒性試験を同時に開始するために日時をずらして行った。

**魚毒性試験** 供試魚は平均体重 1.1 g のニジマス稚魚各区 10 尾を用い, 各々回復区を設けた。井戸水を各 15 ℓ 入れたガラス水槽に薬液浸透を行った容器 1 箇の土壌全てを投入し, 十分攪拌した後供試魚を放養して以降 7 日間観察した。この薬液濃度は吸着, 分解されることなく全量が水に溶解したとするとパーマチオン水和剤の濃度で 253 ppb になる。実験期間中の水温は 11.0 ~ 9.0 °C, DO は 7.8 ~ 6.6 ml / ℓ, pH は 7.0 であった。

## 結 果

実験結果を表 6 に示した。

表 6. 暗所におけるパーマチオン水和剤の土壌中での魚毒性変化

散布後の 経過時間	供 試 魚 の 累 積 へ い 死 尾 数							
	12 時間	1 日	2 日	3 日	4 日	5 日	6 日	7 日
対 照								0 0
0 時間		(5) (4)	10 10					
3 "		(2) (4)	10 10					
8 "		(1) (1)	10 10					
1 日	(1)	(1) (1)	8 (1) 9	10 10				
2 "			7 (1) 6 (1)	10 10				
4 "			(1)	5 (2) 7 (2)	10 10			
10 "						1 2 (1)	2 4	3 4
20 "						1 1	1 1 (1)	1 (1) 2

(注 1) 水中の期待濃度 253 ppb

(注 2) ( ) 内は横転尾数

薬液滴下後, 毒性が徐々に低下する傾向がみられたが, 放置日数 4 日以内の区で供試魚の全数が毒性試験開始後 2 ~ 4 日の間に斃死しており, 10 日経過の区で 7 日目に 35 %, 20 日経過の区で 7 日目に 15 % の斃死がみられた。以上の結果から, 薬液滴下後暗所で 20 °C に保った場合パーマチオン水和剤の魚毒性が完全になくなるのには 20 日以上を要するものとみられた。

### 実験 3. 直射日光下でのパーマチオン水和剤の毒性低下

#### 材 料 と 方 法

供試土壌 実験 2 に同じ

薬液の土壌浸透 50cm 四方、深さ 4.5 cm の木箱に土壌を満たし、ハンドスプレーを用いてパーマチオン水和剤の 1,000 倍液を基準散布量に相当する 125 ml 散布した。実験は晴天の日を選び、散布を午前 10 時に行った。なお、木箱にいれた土壌は散布の 30 分前から屋外に出して土壌の温度を上昇させた。また、散布中は、高さ 60cm のビニール製カバーで木箱上を密閉し、薬液の全量が土壌表面に落下するようにした。散布後カバーを取り去り直射日光下に晒した。この時の土壌の温度等を表 7 に示した。

表 7. 散布後の天候、気温、地温

経過時間	天 候	気 温 °C	地 温 °C	
			表 層	表 層
0 時間	快 晴	19.5	28.9	26.5
3 "	晴 れ	21.5	40.7	32.5
6 "	快 晴	19.3	32.2	29.0

魚毒性試験 供試魚は平均体重 1.4 g のニジマス稚魚を用いた。供試水槽、試験用水、水量は実験 2 と同じである。経過時間後にパーマチオン水和剤濃度が散布時で 258, 93, 33, 12 ppb になるように所要面積の土壌を垂直に底まで採取して実験に供した。対照区として薬液散布前の土壌を用いた。

採取した土壌は直ちに屋内に設置したガラス水槽に投入し、十分に攪拌した後供試魚を放養して、以降 7 日間まで供試魚の状況を観察した。魚毒試験中の水温は 12.5 ~ 14.8 °C、DO は 11.9 ~ 4.0 ml / l、pH は 7.0 ~ 7.2 であった。

#### 結 果

実験結果を表 8 に示した。

斃死がみられたのは薬剤散布直後に土を水中に投入した濃度 258 ~ 33 ppb の区に限られ、それよりも低濃度の区および散布後 3 時間以上晴天下においたあと土を水中に投入した区ではいずれも農薬によるとみられる斃死は認められなかった。この結果から、パーマチオン水和剤を晴天下で散布し、直後にその土を水中に投入した場合の 7 日目における半数致死濃度は 93 ppb と推定された。

表 8. 直射日光下でのパーマチオン水和剤の毒性低下

散布後の経過時間	水中での期待濃度 ppb	供試魚の累積へい死尾数									
		8時間	12	18	1日	2	3	4	5	6	7
0 時間	258	*				7 3	9 4	10 4	4	4	4
	93		*			2 1	6 2	6 2	6 2	6 2	6 4
	33					*	1 0	1 1	2 1	4 2	5 2
	12						*		(1)	0 1	0 1
3 "	258			*							0 0
	93			*							0 0
	33						*				0 0
	12										0 0
6 "	258			*							0 0
	93				*						0 0
	33										0 0
	12										0 0
対 照	0										0

(注1) ( ) 内の数値は横転尾数

(注2) \*印は遊泳異常が始まったことを示す。

### 考 察

実験の結果から、パーマチオン水和剤の毒性と実際の使用条件を考慮した検討を行った。

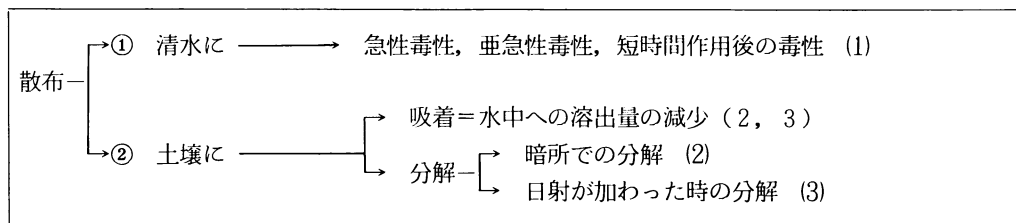


図 1. 農薬散布時の条件とその毒性の現れ方 (注) ( )内は対応する実験の番号

図 1 中①のパーマチオン水和剤の急性毒性は、24時間 T L m で 32 ppb であった。亜急性毒性は 7 日後の半数致死濃度で 2.3 ppb , 28 日後の半数致死濃度で 1.4 ppb という値が得られた。これは薄井ら (1980) および深津 (1980) のコイにおけるモリネート製剤に関する報告に近いものである。ただしパーマチオン水和剤では、モリネート製剤で現れる鰓の貧血等は認められなかったことから、魚体へ

の作用機序には差があるものと思われた。一時的に薬液に接触した後に現れる毒性については、薄井ら(1980)のクロルピリホス製剤に関する報告があり、コイ稚魚を薬液に5分間浸漬したのち清水中で飼育したところ、16時間後から遊泳異常が現れ、24時間後には背椎骨の変形がみられたという。パーマチオン水和剤では暴露中強度の遊泳異常に陥っていた64ppb 8時間浸漬区で翌日までに供試魚の80%が斃死したものの、浸漬時間が4時間以下の場合は遊泳状態が回復しており、26日目まで斃死はなく、体形の異常等も認められなかった。これらのことから、パーマチオン水和剤では、軽度の遊泳異常が生じた程度の段階で、薬剤が流れ去ってしまえば、ニジマス稚魚は死に至らないものとみられ、この農薬で斃死が起こるのは急性あるいは亜急性毒性試験的な長時間持続して暴露されたときに限られると思われる。

散布された製剤は作物および土壌に吸収され、時間経過とともに分解されるとみられるが、散布直後に大雨があった場合は吸着および分解が十分進まないうちに薬剤が流出することが想定される。この場合、図1中②の土壌による吸着を典型的に示しているのが実験2のうち散布直後に水中に投入した時2日後に供試魚の全数が斃死している。これに対し実験1の亜急性毒性試験では16ppbで2日後に全数が斃死しているので、土壌が存在した場合の毒性は約6%に低下すると推定される。

一般には降雨が予測される場合には散布しないことから、使用の実態に即したものは実験3のケースであろう。実験3では晴天の午前10時に直射日光下で散布を行ったが、散布直後に土を水中に投入した場合、パーマチオン水和剤の期待濃度258ppb DE 3日後に供試魚の半数が斃死している。これに対し実験1の亜急性毒性試験では、3日後に半数が斃死した濃度は5.2ppbであった。この値から日射による分解と土壌による吸着の双方により毒性は約2%に低下すると推定される。

以上の結果から直射日光下でのパーマチオン水和剤の分解速度は非常に速いと考えられる。すなわち、実験2では、暗所で毒性が完全に消失するのに20日以上を要すると推定されたが、実験3の直射日光下では3時間で毒性が消失するものと思われた。岩根ら(1980)によると、フェンバレートの土壌への吸着性は非常に高く、畑地における垂直方向への移動は地表から10cm程度とされている。従って水路への飛散などを除くと、フェンバレート製剤の水系への流出は、降雨等により表土の流出があった時にのみ起こり得ると考えられる。この場合、数日間にわたって表土の流出が続くことによって初めてニジマスに対する亜急性毒性が現れることになるが、近年の高原野菜産地では傾斜地が多く、このような可能性が全くないとは言い切れない。従ってフェンバレート製剤の散布は必ず晴天の日に行い、散布後3時間以上の日照が確保されるよう留意する必要があると考えられる。

## 要 約

- 1) フェンバレート製剤の実際の使用場合における毒性を推定するため、パーマチオン水和剤を土壌に散布し、暗所および直射日光下での毒性の低下をニジマス稚魚を用いて比較した。
- 2) 散布した土壌を暗所に置いた場合、パーマチオン水和剤の毒性は徐々に低下し、毒性が完全に消失するには20日以上を要した。
- 3) 直射日光下で散布し、その後も直射日光に晒し続けた場合、3時間後には毒性が消失した。
- 4) 以上の結果から、フェンバレート製剤の散布に当たっては、晴天の日を選び、しかも散布後3時間以上の日照が確保されるような時間を選ぶ必要があると考えられた。

## 文 献

岩根和夫・高館城雄(1980)：新農薬パーマチオンのりんご園広域散布試験 防除効果および環境におよぼす影響，岩手大学農学部農場報告 第2号，51 - 64

- 薄井孝彦・大前浩美・北沢利美・山本 長・府川三郎・深津鎮夫・塩瀬淳也（1980）：飯田地方に生じた養殖コイの異常斃死について，長野県水産指導所研究報告 農薬 1980, 108
- 薄井孝彦・山本 長・塩瀬淳也（1980）：殺虫剤クロルピリホス製剤のコイ稚魚に対する毒性について，長野県水産指導所研究報告 農薬 1980, 127
- 全農 肥料農薬部：クミアイ農薬総覧（1987），292, 309, 367
- 深津鎮夫（1980）：除草剤モリネートの魚類に対する影響について，長野県水産指導所研究報告 農薬 1980, 120