

水産生物の斃死現象に関する研究——X

農薬ブラエス—U剤及びカルバミゾールのコイ稚魚に及ぼす急性的毒性

箕田 冠一・村長 義雄・吉原 利雄

I. 緒 言

近時農業の近代化に伴って、農薬の普及発達は著しく、その使用は農業経営上欠かせないものとなりつつある。然るに一方内水面水産業は、農業と隣接して生産の場を持つ場合も多く、農薬の使用が、時に水産生物の大量斃死事故の原因となるなど、深刻な問題を惹起することも少なくない。このような意味において、次々に開発され、実用化されて行く新規農薬の、この面における有害性の如何は、これら水産業にとって、将来の存立にもかかわる、重要な問題である。

標記の薬剤は、従来農作物の各種病害に対し広範に使用されてきた水銀系殺菌剤が、その人体に及ぼす悪影響と云う面で再検討されている折から、これに代るものとして開発が進められ、農業面では優れた効果が認められているもので、主に前者はイモチ病防除、後者は土壌殺菌剤としての用途が考えられている非水銀系の殺菌剤である。このうち、ブラエス—U剤は、プラストサイジンS（抗性物質）とETM（エチレンチウラムモノスルフィド）の複合剤であり、プラストサイジンについては、淡水区水研¹⁾、当水試²⁾などで、魚類に対する毒性が研究されており、又、ETMについては、東亜農薬³⁾により、ヒメダカに対する毒性がLD50値0.25～0.5 ppm程度とされているが、ブラエス—Uとしては不明である。

カルバミゾールについては、東京有機化学工業株式会社の実験⁴⁾で4.2 ppm（24h TLm コイ）なる値が出されている。

我々はこれらのものについて、魚類に対する毒性の一端を知る目的で、昭和40年7月から9月にわたり、コイ稚魚を供試魚として、急性毒性を評価するための室内生物試験を実施した。実験方法はDoudoroff他の生物学的定量法⁵⁾、農林省告示の方法⁶⁾、その他⁷⁾に準拠して当场で従来から採っている方法⁸⁾ 9) 10) 11) におゝむね従った。

なお、本実験は、社団法人日本植物防疫協会からの委託研究費をうけ、又、実験実施に当っては、筆者らの外に、東京水産大学生・成田堯、杉沢祐之助両君に多大の労を煩した。ここに記して謝意を表する次第である。

Ⅰ 実験方法及び材料

1) 実験の目標

これらの農薬のコイ稚魚に及ぼす急性の毒性を 48 h TLm等により評価し、併せて毒性の特徴、残効性などについても検討する。

2) 実験の種類

この目標のため、以下に記す 6 種類の実験を行なった。

- | | |
|--------------|-------------|
| イ) プラエスーU粉剤 | 48 時間通常生物試験 |
| ロ) 全 上 | 48 時間残効性試験 |
| ハ) プラエスーU水和剤 | 48 時間通常生物試験 |
| ニ) 全 上 | 48 時間残効性試験 |
| ホ) カルバミゾール | 48 時間通常生物試験 |
| ヘ) 全 上 | 48 時間残効性試験 |

こゝで残効性と称しているのは、薬剤を大量の水で希釈して、一定時間後の毒性の変化のことをさして居り、プラエスUの場合は、薬剤を供試水で $\frac{1}{1000}$ に希釈し、硝子水槽に入れて 7 日間戸外に放置したものを供試原液とし、カルバミゾールの場合は、同じく $\frac{1}{1000}$ に希釈したが放置時間は、依頼会社からの要請により特に短く 2 日間 48 時間としたものについて通常試験と全く同様に毒性を検定した。従って、これらの処理の中には、土壌の及ぼす作用や影響は含まれていない。

3) 期日及び場所

昭和 40 年 7 月上旬から同年 9 月上旬にかけて実施した。

実験場所は滋賀県彦根市松原町・当水試内生物試験室である。

4) 供 試 薬 剤

イ) プラエスーU剤

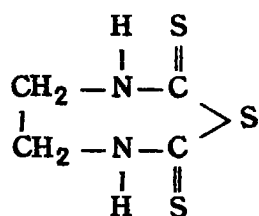
a) プラエスーU粉剤

プラストサイジン S 0.1 % (但し、プラエスフリーベースとして)

U (E. T. M エチレンチウラムモノスルフィド) 3 %

ブラエスの化学構造は最終的には確定していないが、分子式は $C_{27}H_{48}O_{15}N$ 又は $C_{26}H_{48}O_{15}N$ とされている。

E T M. ethylenethiuram. monosulphide $C_4H_6N_2S_3$



これはナーバム，ジネブ，マンネブなどから導かれるもので，SH酵素阻害剤として殺菌効果を示すものとされている。⁹⁾

東亜農薬株式会社研究所から送付された供試品を用いた。

6) ブラエス—U水和剤

有効成分は粉剤と同じであるが含有量が10倍となっている。

ブラストサイジンS 1%

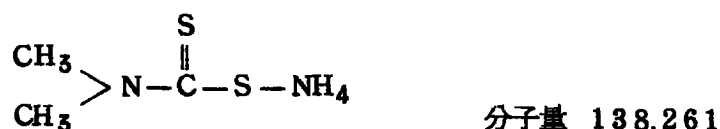
U (E. T. M) 30%

東亜農薬研究所から送付の供試品を用いた。

ロ) カルバミゾール

有効成分 ジメチルジチオカルバミン酸アンモニウム 30%を含む水溶液

ジメチルジチオカルバミン酸アンモニウムの構造式



東京有機化学工業株式会社から送付された供試品を用いた。

これら供試薬品の稀釈は，粉・水和剤の場合は W/V とし，カルバミゾールの場合は V/V とした。

5) 供 試 魚

コイ稚魚 *Cyprinus carpio* L. 当水試で昭和40年度採卵孵化飼育中のものを選別取上げ，48時間餌止め蓄養して供試した。平均全長 5.44 cm 平均体重 2.38 g の大きさのものである。

6) 供試魚数

1試験容器当り10尾とした。 10尾/50ℓ

7) 実験装置

イ) 試験容器 長方形大型ガラス水槽(内容60ℓ入り) 10ヶ

従来は内容約 15 ℓ の丸型ガラス水槽を用いていたが、魚体重／水量の比が大きく、O₂ の不足の懸念から、実験中酸素補給の必要が生じたり、場合によっては薬量の不足、減少などの起る可能性も考えられるため、供試水量を大きくする目的で、大型水槽を用いることとした。

ロ) 供試水量 1試験容器当り 50 ℓ

前記の如き理由で、従来の 10 ℓ から 50 ℓ に増加した。この面では従来より良好な実験条件になっている。

ハ) 水温調節

大型木製水槽（内面トタン張り）中に試験容器 10 ケを並置し、周囲の水で各試験容器の水温が同じになるようにした。周囲水の水温が高くなりすぎる時は、クーラーで冷却し適温を保持するように努めた。

ニ) 酸素の補給

供試水量が多いため、酸素不足により実験結果が左右される懸念も小さいと考えられたので、実験時間中 Aeration など酸素補給の手段は採らなかった。

8) 稀 釈 水

供試稀釈水はすべてびわ湖から揚水簡易濾過した当场水道水で、塩素処理は行なって居らず、良好な水質のものである。この水の水質分析値については、本研究Ⅱ¹⁰⁾に記載した通りである。

9) 実験時間等

実験時間は 48 時間とし、その間 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48 時間毎に状況を観察、記録することとしたが、致死時間を重視したので、実質的には常時観察と云う形になった。

10) 供試魚の異常行動及び致死の判定基準

各試験区の供試魚の状態が Blank に比し明らかに且つ継続的に異常を示すようになった時をもって、苦悶開始とした。又、供試魚が肉眼的に何らの運動、呼吸、けいれん、刺激（容器縁を叩く、ガラス棒でふれる）に対する反応などを示さなくなった時をもって致死とした。

しかし乍ら、苦悶の状態も、致死寸前の状態も、供試薬品により異なり又、高濃度区では、水が濁り観察がしにくいので、苦悶開始や致死の時間を正確に知るのは却々困難である。

Ⅱ. 実験結果及び考察

1) 実験結果総括

得られた結果を一括して表示すると表 1—表 6 のとおりである。又、それらを要約して図示すると図 1—図 3 のとおりである。

表 1	ブラエス—U 粉剤	通常試験結果総括表
表 2	ブラエス—U 粉剤	残効性試験結果総括表
表 3	ブラエス—U 水和剤	通常試験結果総括表
表 4	ブラエス—U 水和剤	残効性試験結果総括表
表 5	カルバミゾール	通常試験結果総括表
表 6	カルバミゾール	残効性試験結果総括表
図 1	ブラエス—U 粉剤のコイに及ぼす毒性 — 致死時間曲線と斃死率	
図 2	ブラエス—U 水和剤のコイに及ぼす毒性 — 致死時間曲線と斃死率	
図 3	カルバミゾールのコイに及ぼす毒性 — 致死時間曲線と斃死率	

なお、表中に記載した実験水温，気温は，Ⅱ—9) に記した時間のものをもとにした。又，同一濃度を重複して実験した場合は個々の斃死率と平均値を記入した。

表 - 1

No.1	供試薬剤	ブラエス-U粉剤			有効成分	プラストサイジンS 0.1% U: エチレンチウラムモノスルフィド 3%									
薬剤濃度	有効成分濃度		苦悶開始時間	死 時 間											
	ブラエス	U		1尾目	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1000 ppm	1.0 ppm	30 ppm	0.01 h m	0.06 h m	0.10	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16		
560	0.56	16.8	0.05	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.21	0.21	0.21	0.21		
320	0.32	9.6	0.07	0.18	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.24	0.26		
180	0.18	5.4	0.14	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.32	0.32	0.33	0.34		
100	0.10	3.0	0.20	0.35	0.36	0.41	0.41	0.42	0.43	0.46	0.48	0.49	0.49		
56	0.056	1.68	0.36	0.49	0.57	1.00	1.07	1.07	1.09	1.15	1.15	1.16	1.19		
42	0.042	1.26	0.35	0.50	0.57	0.57	1.00	1.03	1.17	1.24	1.30	1.50	2.14		
32	0.032	0.96	0.42	1.07	1.20	1.20	1.28	1.35	1.35	1.42	1.42	2.13	2.36		
24	0.024	0.72	2.47	2.56	3.09	4.16	5.50	7.15	8.09	9.08	9.17	10.27	46.30		
21	0.021	0.63	2.00	3.00	4.40	4.55	4.55	5.20	5.20	8.00	10.00	10.00	18.25		
18	0.018	0.54	3.00	3.12	9.46	11.24	22.22	22.47	36.57						
18	0.018	0.54	3.00	5.20	8.00	10.00	10.00	12.00							
平均															
15.5	0.0155	0.465		12.00											
13.6	0.0136	0.408		5.38	11.44	11.44	26.29								
13.6	0.0136	0.408													
平均															
11.5	0.0115	0.345													
10.0	0.0100	0.300	36.00												
10.0	0.0100	0.300													
平均															
8.7	0.0087	0.261													
7.5	0.0075	0.225													
5.6	0.0056	0.168													
4.2	0.0042	0.126													
control	—	—													
"	—	—													

	供試生物	コイ稚魚 Cyprinus carpio L.				全長	平均 5.44 cm			1 試験区				実験時間	4 8 時 間
						体重	平均 2.38 gr			10尾/50 ℓ					
斃死率			実験水温 ℃			気 温 ℃			P H		D.O cc/ℓ		備 考		
	24 ^h	48 ^h	平均	最高	最低	平均	最高	最低	始時	終時	始時	終時			
	100	100	25.6	25.6	25.5	27.0	27.0	27.0	7.56	7.62	2.19	1.10	(1.2)	括弧内実験回数 以下同様	
	100	100	25.7	25.7	25.6	28.0	28.0	27.5	7.58	7.58	2.52	2.61	(1.2)		
	100	100	25.8	25.8	25.7	28.0	28.0	27.5	7.54	7.57	3.86	3.09	(1.2)		
	100	100	25.4	25.4	25.4	28.0	28.0	27.5	7.58	7.56	4.06	3.70	(1.2)		
	100	100	25.9	25.9	25.8	28.5	29.0	28.0	7.52	7.53	4.54	4.40	(1.2)		
	100	100	26.0	26.0	25.8	28.6	28.9	28.0	7.58	7.50	4.49	4.76	(1.2)		
	100	100	27.0	27.2	26.7	29.5	30.0	28.7	7.45	7.48	5.47	5.31	(3)		
	100	100	26.7	26.8	26.5	29.5	30.0	28.5	7.50	7.41	5.50	5.29	(3)		
	90	100	25.9	26.4	24.8	27.1	31.1	25.0	7.69	7.60	5.40	3.79	(4)		
	100	100	26.1	28.5	25.2	27.5	30.2	25.5	7.60	7.43	6.77	4.90	(5)		
	50	60	25.9	26.4	24.8	27.1	31.1	25.0	7.72	7.34	5.26	3.37	(4)		
	50	50	25.8	28.5	24.9	27.4	30.2	24.6	7.60	7.39	4.63	3.45	(5)		
	50	55													
	10	10	25.8	28.4	25.0	27.4	30.2	24.6	7.60	7.29	5.96	3.83	(5)		
	30	40	25.9	26.5	24.8	27.1	31.1	25.0	7.71	7.46	4.42	3.34	(4)		
	0	0	25.8	28.4	24.8	27.4	30.2	24.6	7.60	7.22	5.60	2.45	(5)		
	15	20													
	0	0	25.6	27.8	24.8	27.4	30.2	24.6	7.60	7.19	5.48	2.29	(5)		
	0	0	26.0	26.5	24.7	27.1	31.1	25.0	7.95	7.41	5.18	2.41	(4)		
	0	0	25.7	28.4	24.9	27.4	30.2	24.6	7.61	7.21	5.56	2.31	(5)		
	0	0													
	0	0	25.7	27.9	24.9	27.4	30.2	24.6	7.60	7.20	5.50	2.70	(5)		
	0	0	26.0	26.5	24.8	27.1	31.1	25.0	7.97	7.31	4.88	2.66	(4)		
	0	0	25.9	26.5	24.7	27.1	31.1	25.0	7.99	7.31	4.86	2.88	(4)		
	0	0	26.0	26.7	24.8	27.1	31.1	25.0	7.98	7.40	5.40	3.03	(4)		
	0	0	26.3	26.9	25.3	27.1	31.1	25.0	8.00	7.36	5.41	3.42	(4)		
	0	0	25.8	28.2	25.0	27.4	30.2	24.6	7.60	7.22	5.96	2.55	(5)		

表 - 2

No. 2	供試薬剤	ブラエス-U粉剤 (7日後の残効性)			有効成分	ブラストサイジン S U:エチレンチウラムモノスルフィド								0.1 % 3 %
薬剤濃度	有効成分濃度		苦悶開始時間	斃死時間										
	ブラエス	U		1尾目	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ppm	ppm	ppm	h m	h m	1.19	1.21	1.27	1.32	1.43	1.52	1.55	1.58	2.02	
100	0.100	3.00	0.50	1.15										
32	0.032	0.96	3.00	3.39	4.08	4.23	5.13	5.13	5.45	5.55	6.00	6.00	7.35	
24	0.024	0.72	6.00	9.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	32.00	44.00			
18	0.018	0.56												
13.6	0.0136	0.408												
10.0	0.0100	0.300												

	供試生物	コイ稚魚 Cyprinus carpio L.				全長	平均 5.44 cm			1 試験区		実験時間	48 時間
						体重	2.38 gr			10尾 / 50 l			
斃死率			実験水温 °C			気温 °C			P H		D O cc/l		備 考
	24 ^h	48 ^h	平均	最高	最低	平均	最高	最低	始時	終時	始時	終時	
	100	100	26.4	26.6	26.2	28.1	28.6	27.9	7.68	7.64	5.05	4.50	(6)
	100	100	26.1	26.6	25.7	27.9	29.9	24.2	7.69	7.50	5.12	4.51	(6)
	60	80	25.2	26.4	23.4	27.4	30.0	23.4	7.45	7.33	4.08	3.22	(7)
	0	0	25.2	26.4	23.4	27.4	30.0	23.4	7.58	7.28	4.49	2.54	(7)
	0	0	25.2	26.4	23.4	27.4	30.0	23.4	7.55	7.22	4.58	2.34	(7)
	0	0	25.2	26.4	23.4	27.4	30.0	23.4	7.54	7.12	4.53	2.56	(7)

表 - 3

No.3	供試 薬剤	ブラエス-U水和剤		有効 成分	プラストサイジンS ¹ U:エチレンチウラムモノスルフィド										1 % 30 %
薬剤 濃度	有効成分濃度		苦悶 開始 時間	斃 死 時 間											
	ブラエス	U		1尾目	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ppm	ppm	ppm	h m	h m											
1000	10	300	0.02	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09		
320	3.2	96.		0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.13		
100	1.0	30	0.11	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.17	0.17	0.20		
56	0.56	16.8	0.09	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21		
32	0.32	9.6	0.15	0.20	0.22	0.25	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.30		
18	0.18	5.4	0.18	0.25	0.29	0.30	0.32	0.35	0.35	0.38	0.38	0.39	0.39		
10	0.10	3.0	0.15	0.36	0.37	0.39	0.40	0.40	0.40	0.47	0.48	0.51	0.54		
5.6	0.056	1.68	0.21	0.49	0.52	1.03	1.04	1.08	1.11	1.16	1.19	1.29	1.46		
4.2	0.042	1.26	0.19	1.09	1.13	1.20	1.22	1.38	1.38	1.48	2.01	2.17	2.20		
3.2	0.032	0.96	0.38	1.31	1.50	1.50	2.03	2.03	2.10	2.15	2.24	2.24	2.29		
3.2	0.032	0.96	1.13	1.43	1.50	2.00	2.05	2.13	2.25	2.25	2.45	2.45	3.25		
平 均															
2.8	0.028	0.84		2.40	2.40	2.57	3.05	3.40	3.49	4.35	5.53	8.45	12.00		
2.4	0.024	0.72	2.00	2.45	2.45	3.50	4.00	4.25	5.57	9.00	9.36				
2.4	0.024	0.72		2.40	6.12	8.48	16.00	16.00	16.30						
平 均															
2.1	0.021	0.63		3.50	4.15	5.40	16.00								
1.8	0.018	0.54	6.00	6.11	7.09	8.40	12.00								
1.8	0.018	0.54		4.39											
平 均															
1.55	0.0155	0.465													
1.35	0.0135	0.405	16.00	16.57											
1.35	0.0135	0.405													
1.15	0.0115	0.345													
1.00	0.0100	0.300													
0.56	0.0056	0.168													
0.32	0.0032	0.096													
control	—	—													
'	—	—		20.00											

供試生物	コイ稚魚 Cyprinus carpio L.					全長	平均 5.44 cm			1 試験区				実験時間	48 時間
						体長	" 2.38 g			10尾/50ℓ					
死亡率			実験水温 ℃			気 温 ℃			P H		D O %		備 考		
	24 ^h	48 ^h	平均	最高	最低	平均	最高	最低	始時	終時	始時	終時			
	100	100	26.3	26.3	26.2	29.4	29.4	29.4	7.11	7.37	0.00	0.00	(1)		
	100	100	26.8	27.4	26.2	29.4	29.4	29.4	7.80	7.45	0.00	0.00	(1)		
	100	100	26.4	26.4	26.3	29.4	29.4	29.4	7.47	7.50	1.00	1.66	(1)		
	100	100	26.3	26.3	26.2	29.5	29.5	29.4	7.46	7.43	3.61	4.14	(1)		
	100	100	26.5	26.6	26.4	29.5	29.5	29.4	7.50	7.52	4.27	4.07	(1)		
	100	100	26.6	26.6	26.5	29.5	29.5	29.4	7.52	7.50	4.79	4.75	(1)		
	100	100	26.3	26.4	26.2	29.0	29.3	28.7	7.32	7.38	4.10	4.82	(2)		
	100	100	26.7	26.8	26.5	29.3	29.9	28.7	7.32	7.31	5.09	4.74	(2)		
	100	100	26.8	27.1	26.5	29.6	30.2	28.7	7.40	7.33	5.42	5.06	(2)		
	100	100	26.7	26.9	26.3	29.6	30.2	28.7	7.40	7.38	4.77	4.80	(2)		
	100	100	26.4	26.5	26.4	28.3	30.0	27.4	7.46	7.55	4.80	4.48	(3)		
	100	100													
	100	100	26.5	27.6	25.8	28.6	30.4	25.5	7.72	7.50	4.93	4.94	(4)		
	80	80	26.0	27.0	24.6	27.3	30.8	23.3	7.52	7.48	4.64	4.08	(3)		
	60	60	25.8	27.9	24.5	27.4	30.7	24.2	7.69	7.38	5.25	4.40	(4)		
	70	70													
	40	40	25.7	27.8	24.5	27.4	30.7	24.2	7.70	7.42	4.56	3.36	(4)		
	40	40	26.0	27.1	24.6	27.3	30.8	23.3	7.55	7.40	4.99	3.54	(3)		
	10	10	25.8	28.0	24.6	27.4	30.7	24.2	7.71	7.32	3.91	2.46	(4)		
	25	25													
	0	0	25.8	27.8	24.6	27.4	30.7	24.2	7.72	7.28	3.91	2.56	(4)		
	10	10	25.9	27.0	24.6	27.3	30.8	23.3	7.60	7.40	3.61	3.27	(3)		
	0	0	25.8	27.9	24.6	27.4	30.7	24.2	7.73	7.25	5.68	2.76	(4)		
	5	5													
	0	0	25.8	27.8	24.6	27.4	30.7	24.2	7.72	7.28	3.91	2.56	(4)		
	0	0	25.9	27.0	24.6	27.3	30.8	23.3	7.60	7.38	5.50	3.13	(3)		
	0	0	25.9	27.0	24.6	27.3	30.8	23.3	7.60	7.32	4.36	3.24	(3)		
	0	0	25.9	27.0	24.6	27.3	30.8	23.3	7.60	7.39	4.60	3.13	(3)		
	0	0	25.9	27.1	24.6	27.3	30.8	23.3	7.60	7.50	4.59	3.23	(3)		
	10	10	25.8	27.9	24.5	27.4	30.7	24.2	7.71	7.24	5.56	3.05	(4)		

表 - 4

No. 4	供試薬剤	プラエス-U水和剤 (7日後の残効性)			有効成分	プラストサイジンS U:エチレンチウラムモノスルフィド									1% 30%
薬剤濃度	有効成分濃度		苦悶開始時間	斃死時間											
	プラエス	U		1尾目	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ppm	ppm	ppm	h m	h m											
100	1.00	30	0.15	0.29	0.31	0.31	0.36	0.36	0.36	0.36	0.38	0.38	0.38		
32	0.32	9.6	0.29	0.31	0.39	0.39	0.42	0.43	0.43	0.43	0.46	0.48	0.52		
10	0.10	3.0	0.34	0.42	0.54	1.01	1.06	1.06	1.06	1.14	1.20	1.21	1.22		
5.6	0.056	1.68	1.20	1.45	1.45	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		
4.2	0.042	1.26	1.50	2.10	2.10	3.00	3.00	3.00	3.00	3.05	3.20	3.20	3.20		
3.2	0.032	0.96	2.32	2.57	3.34	4.08	4.28	4.52	4.52	5.46	5.46	5.53	6.29		
3.2	0.032	0.96	1.50	2.00	2.15	3.00	3.00	3.00	3.32	3.44	4.00	4.13	4.55		
2.4	0.024	0.72	3.00	3.44	4.20	4.55	6.00	6.00	8.00	8.00	8.00	8.00	12.00		
1.8	0.018	0.54	—	4.00	9.10	12.00	12.00	12.00							
1.35	0.0135	0.405	—	16.00	22.50										
1.00	0.0100	0.300	—												
0.75	0.0075	0.225	—												
0.56	0.0056	0.168	—												
control	—	—	—	24.00	36.00										

供試生物	コイ稚魚 Cyprinus carpio L.					全長	平均 5.44 cm			1試験区		実験時間	48時間
						体重	2.38 gr			10尾/50ℓ			
斃死率		実験水温 ℃				気温 ℃			P H		D. O $\frac{cc}{\ell}$		備考
	24 ^h	48 ^h	平均	最高	最低	平均	最高	最低	始時	終時	始時	終時	
	100	100	26.6	26.6	26.5	27.8	28.0	27.5	7.69	7.63	3.80	3.23	(5)
	100	100	26.4	26.4	26.4	27.9	28.2	27.5	7.68	7.68	4.10	3.86	(5)
	100	100	26.6	26.6	26.5	28.4	29.3	27.5	7.71	7.63	4.89	4.20	(5)
	100	100	23.2	24.0	22.5	21.3	21.6	21.0	7.70	7.49	4.51	4.47	(7)
	100	100	23.2	24.1	22.6	21.3	21.6	21.0	7.72	7.45	4.74	4.09	(7)
	100	100	23.3	26.6	25.9	28.1	29.9	25.7	7.69	7.52	4.92	4.54	(5)
	100	100	23.6	24.3	22.6	21.3	21.6	21.0	7.74	7.41	4.74	4.25	(7)
	100	100											
	100	100	23.7	24.4	22.5	21.4	21.9	21.0	7.70	7.48	4.82	4.16	(7)
	50	50	23.9	24.5	22.5	22.2	26.0	21.0	7.72	7.30	4.68	3.55	(7)
	20	20	23.9	24.5	22.4	22.2	26.0	21.0	7.70	7.30	3.82	3.29	(7)
	0	0	23.9	24.5	22.4	22.2	26.0	21.0	7.70	7.22	3.66	3.19	(7)
	0	0	23.9	24.5	22.4	22.2	26.0	21.0	7.70	7.22	4.26	3.21	(7)
	0	0	23.9	24.5	22.4	22.2	26.0	21.0	7.65	7.20	4.41	2.93	(7)
	10	20	23.9	24.5	22.4	22.2	26.0	21.0	7.60	7.20	4.01	2.57	(7)

表 5 - a

No. 1	供試 薬 剤	カルバミゾール			有効性 分	ジメチルジチオカルバミン酸アンモン 30%									
薬 剤 濃 度	有効成分濃度		苦悶 開始 時間	斃 死 時 間											
	ジメチル ジチオカ ルムジ ン酸 アンモン			1尾目	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ppm	ppm	ppm	h m	h m											
1000	300		0.01	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	
320	96		0.05	0.17	0.22	0.24	0.28	0.30	0.30	0.31	0.32	0.32	0.42		
100	30		0.13	2.48	3.14	3.25	3.51	3.51	4.04	4.05	4.16	4.43	4.56		
32	9.6		0.17	2.32	2.41	3.13	3.23	3.26	3.32	3.40	3.41	3.52	3.57		
10	3.0		2.10	2.27	2.39	2.45	2.45	3.00	3.00	3.00	3.10	3.10	3.50		
32	0.96		0.52	1.03	1.06	1.17	1.22	1.35	1.36	1.42	1.42	1.45	1.52		
18	0.54		1.33	1.45	2.03	2.19	2.45	2.45	2.59	3.20	3.26	3.39	3.52		
136	0.40		2.16	2.34	2.53	3.08	4.05	4.05	4.23	4.50	5.18	5.32	7.08		
100	0.30		3.42	4.00	4.05	4.17	4.24	4.24	5.13	5.33	5.38	5.43	6.43		
100	0.30		5.15	5.28	19.25	35.00									
平 均															
0.75	0.225		3.00	3.26	6.00	8.55	9.43	13.14	19.34						
0.75	0.225		24.00	47.47											
平 均															
0.56	0.168		7.48	8.33	8.53	13.27	14.55	35.00	37.40						
0.56	0.168		32.00	32.30											
0.56	0.168		24.00												
平 均															
0.42	0.126		6.40	7.03	8.52	14.25	20.48	25.13	30.43	30.56	33.05	37.45			
0.42	0.126		32.00	43.30											
平 均															
0.32	0.096		7.00	7.20	21.57	37.37	37.48	47.52							
0.32	0.096		24.00	31.35	32.30	44.11									
0.32	0.096		23.35	37.57											
平 均															
0.24	0.072		20.00	24.00	43.30	43.30									
0.18	0.054		20.00	21.15	27.07	40.00	47.03								
0.18	0.054		22.45	40.00	40.00										

	供試生物	コイ稚魚 Cyprinus carpio L.				全長	平均 5.44 cm			1 試験区		実験時間	48 時間
						体重	平均 2.38 gr			10尾 / 50 l			
		死亡率		実験水温 ℃			気 温 ℃			P H			
	^h 24	^h 48	平均	最高	最低	平均	最高	最低	始時	終時	始時	終時	
	100	100	28.8	28.2	28.1	31.2	31.3	31.1	8.07	8.35	0.00	0.00	(1) 悪臭黄色
	100	100	28.3	28.4	28.2	31.2	31.3	31.0	8.05	8.23	0.00	0.00	(1) " "
	100	100	28.7	28.9	28.4	29.0	31.3	27.2	8.33	7.83	1.82	0.03	(1)
	100	100	28.1	28.5	27.7	29.5	31.3	28.0	7.98	7.61	3.70	2.70	(1) 括弧内実験回数
	100	100	28.4	28.6	28.3	29.5	31.3	28.0	7.58	7.32	3.74	4.81	(1)
	100	100	28.6	28.8	28.4	30.6	31.3	29.9	7.52	7.40	5.13	5.11	(1)
	100	100	25.4	25.8	25.2	28.7	30.1	27.0	7.57	7.48	6.05	4.51	(2)
	100	100	25.7	26.1	25.4	29.3	31.3	27.0	7.58	7.47	4.08	4.23	(2)
	100	100	25.7	26.1	25.4	29.3	31.3	27.0	7.58	7.33	5.17	3.78	(2)
	20	30	25.1	25.5	24.5	26.9	29.6	24.7	7.82	7.65	4.85	2.96	(4)
	60	65											
	60	60	25.9	26.6	25.3	27.9	31.3	25.3	7.58	7.33	5.12	1.45	(2)
	0	10	26.1	27.2	25.2	29.0	31.6	25.8	7.62	7.27	4.60	1.90	(3)
	30	35											
	40	60	25.9	26.8	25.4	27.9	31.3	25.3	7.59	7.50	3.57	2.57	(2)
	0	10	26.0	27.1	25.1	29.0	31.6	25.8	7.62	7.31	5.68	1.58	(3)
	0	0	25.0	25.5	24.5	26.9	29.6	24.7	7.82	7.57	5.05	1.72	(4)
	13	23											
	40	90	25.9	26.6	25.4	27.9	31.3	25.3	7.53	7.30	4.32	2.04	(2)
	0	10	26.0	27.2	25.2	29.0	31.6	25.8	7.61	7.22	4.55	1.60	(3)
	20	50											
	20	50	25.9	26.7	25.4	27.9	31.3	25.3	7.59	7.32	4.37	2.34	(2)
	0	30	26.1	27.6	25.3	29.0	31.6	25.8	7.60	7.32	5.15	2.38	(3)
	0	10	24.9	25.4	24.4	26.9	29.6	24.7	7.91	7.65	5.09	2.17	(4)
	7	30											
	10	30	26.1	27.6	25.4	29.0	31.6	25.8	7.69	7.32	5.28	2.06	(3)
	10	40	26.2	27.7	25.4	29.0	31.6	25.8	7.61	7.31	4.99	2.35	(3)
	0	20	24.9	25.3	24.4	26.9	29.6	24.7	7.89	7.67	5.18	3.30	(4)

表 5 - b

No. 2	供試薬剤	カルバミゾール		有効成分	ジメチルジチオカルバミン酸アンモン 30 %									
					死 時 間									
薬剤濃度	有効成分濃度		苦悶開始時間											
	ジメチルジチオカルバミン酸アンモン			1尾目	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
平均														
0.10	0.030		21.40	27.51	27.58	30.29	32.00							
0.10	0.030		40.00	42.00										
0.10	0.030		21.17	23.30	34.47									
平均														
0.056	0.0168		23.50	24.00	35.00	38.00								
0.056	0.0168		20.00	20.07	21.18	26.54	34.23	35.03	43.11					
平均														
0.032	0.0096		27.23	28.06	46.00									
0.032	0.0096		—	44.43										
平均														
0.018	0.0054		—											
control	—		—											
'	—		—											
'	—		—											
'	—		—											

	供試生物	コイ稚魚 Cyprinus carpio L.				全長	平均 5.44 cm			1試験区				実験時間	48時間
						体重	平均 2.38 gr			10尾 / 50 l					
斃死率			実験水温 ℃			気 温 ℃			PH		D.O cc/l		備 考		
	^h 24	^h 48	平均	最高	最低	平均	最高	最低	始時	終時	始時	終時			
	5	30													
	0	40	26.1	27.6	25.2	29.0	31.6	25.8	7.61	7.88	5.25	2.79	(3)		
	0	10	25.0	25.4	24.4	26.9	29.6	24.7	7.87	7.60	4.85	2.96	(4)		
	10	20	25.3	27.2	24.4	26.3	29.7	23.7	7.50	7.29	4.92	3.03	(6)		
	3	23													
	10	30	25.0	25.4	24.4	26.9	29.6	24.7	7.88	7.57	5.12	2.99	(4)		
	20	60	25.2	27.3	24.2	26.3	29.7	23.7	7.42	7.32	5.13	3.01	(6)		
	15	45													
	0	20	24.9	25.4	24.5	26.9	29.6	24.7	7.84	7.65	5.11	3.29	(4)		
	0	10	25.2	27.2	24.2	26.3	29.7	23.7	7.47	7.30	5.21	2.66	(6)		
	0	55													
	0	0	25.2	27.2	24.3	26.3	29.7	23.7	7.42	7.32	5.12	2.84	(6)		
	0	0	25.3	26.4	25.4	27.9	31.3	25.3	7.62	7.24	4.96	1.94	(2)		
	0	0	26.1	27.7	25.2	29.0	31.6	25.3	7.61	7.29	4.21	2.33	(3)		
	0	0	24.9	25.3	24.3	26.9	29.6	24.7	7.80	7.67	4.93	3.52	(4)		
	0	0	25.2	27.1	24.2	26.3	29.7	23.7	7.41	7.30	5.11	3.01	(6)		

表 - 6

No. 3	供試薬剤	カルバミゾール (48 h後の残効性)			有効成分	ジメチルジチオカルバミン酸アンモン 30 %									
薬剤濃度	有効成分濃度		苦悶開始時間	斃死時間											
	ジメチルジチオカルバミン酸アンモン			1尾目	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ppm	ppm	ppm	h m	h m											
100	30		0.20	0.32	0.34	0.40	0.45	0.45	0.47	0.47	0.48	0.48	0.50		
32	9.6		0.50	0.57	1.02	1.02	1.02	1.02	1.04	1.04	1.06	1.06	1.09		
10	3.0		1.18	1.39	1.39	1.41	1.41	1.42	1.42	1.43	1.43	1.46	1.55		
3.2	0.96		1.05	2.22	2.24	2.25	2.52	3.16	3.16	3.19	3.19	3.19	3.30		
1.8	0.54		3.00	3.35	3.40	3.40	5.00	5.00	5.00	5.00	5.10	5.35	5.47		
1.0	0.30			6.56	9.50	9.50	20.00								
0.56	0.168		24.00												
0.32	0.096		48.00												
0.32	0.096		25.25	39.25											
平均															
0.18	0.054		21.45	24.00	27.15	29.30	32.00	32.00							
0.10	0.030		24.00	36.00	40.00										
0.056	0.0168		28.00	28.20	28.26	28.40	32.00	35.45	39.35						
0.018	0.0054														
0.010	0.0030														
control	—														
'	—														

供試生物	コイ稚魚 Cyprinus carpio L.					全長	平均 5.44 cm			1試験区		実験時間	48時間
						体重	2.38 gr			10尾/50ℓ			
死亡率			実験水温 ℃			気温 ℃			P H		D O cc/ℓ		備考
	24 ^h	48 ^h	平均	最高	最低	平均	最高	最低	始時	終時	始時	終時	
	100	100	25.5	25.5	25.5	26.9	26.9	26.9	8.49	8.52	1.46	2.28	(7)
	100	100	25.7	25.7	25.7	27.0	27.0	26.9	8.15	8.12	3.32	3.79	(7)
	100	100	25.7	25.7	25.6	27.0	27.0	26.9	7.80	7.71	5.87	4.94	(7)
	100	100	25.7	25.7	25.6	27.9	28.7	26.9	7.68	7.63	5.14	4.80	(7)
	100	100	25.7	25.9	25.7	27.5	29.3	25.8	7.50	7.47	4.99	4.51	(8)
	40	40	24.8	25.7	22.6	26.1	28.9	21.8	7.69	7.25	4.21	3.83	(7)
	0	0	24.9	26.0	22.6	25.8	29.8	21.5	7.60	7.14	5.15	2.15	(8)
	0	0	24.8	25.7	22.6	26.1	28.9	21.8	7.68	7.25	5.05	3.17	(7)
	0	10	25.0	26.0	22.7	25.8	29.8	21.5	7.58	7.21	5.01	2.90	(8)
	0	5											
	10	50	24.9	26.1	22.7	25.8	29.8	21.5	7.59	7.31	5.65	3.39	(8)
	0	20	24.9	25.7	22.7	26.1	28.9	21.8	7.68	7.30	5.22	3.36	(7)
	0	60	24.9	26.2	22.7	25.8	29.8	21.5	7.58	7.31	5.63	3.53	(8)
	0	0	24.9	26.0	22.6	25.8	29.8	21.5	7.60	7.29	5.24	3.23	(8)
	0	0	24.9	26.0	22.6	25.8	29.8	21.5	7.58	7.27	4.01	4.09	(8)
	0	0	24.8	25.7	22.8	26.1	28.9	21.8	7.70	7.30	5.41	2.93	(7)
	0	0	24.9	26.1	22.7	25.8	29.8	21.5	7.57	7.33	5.08	2.92	(8)

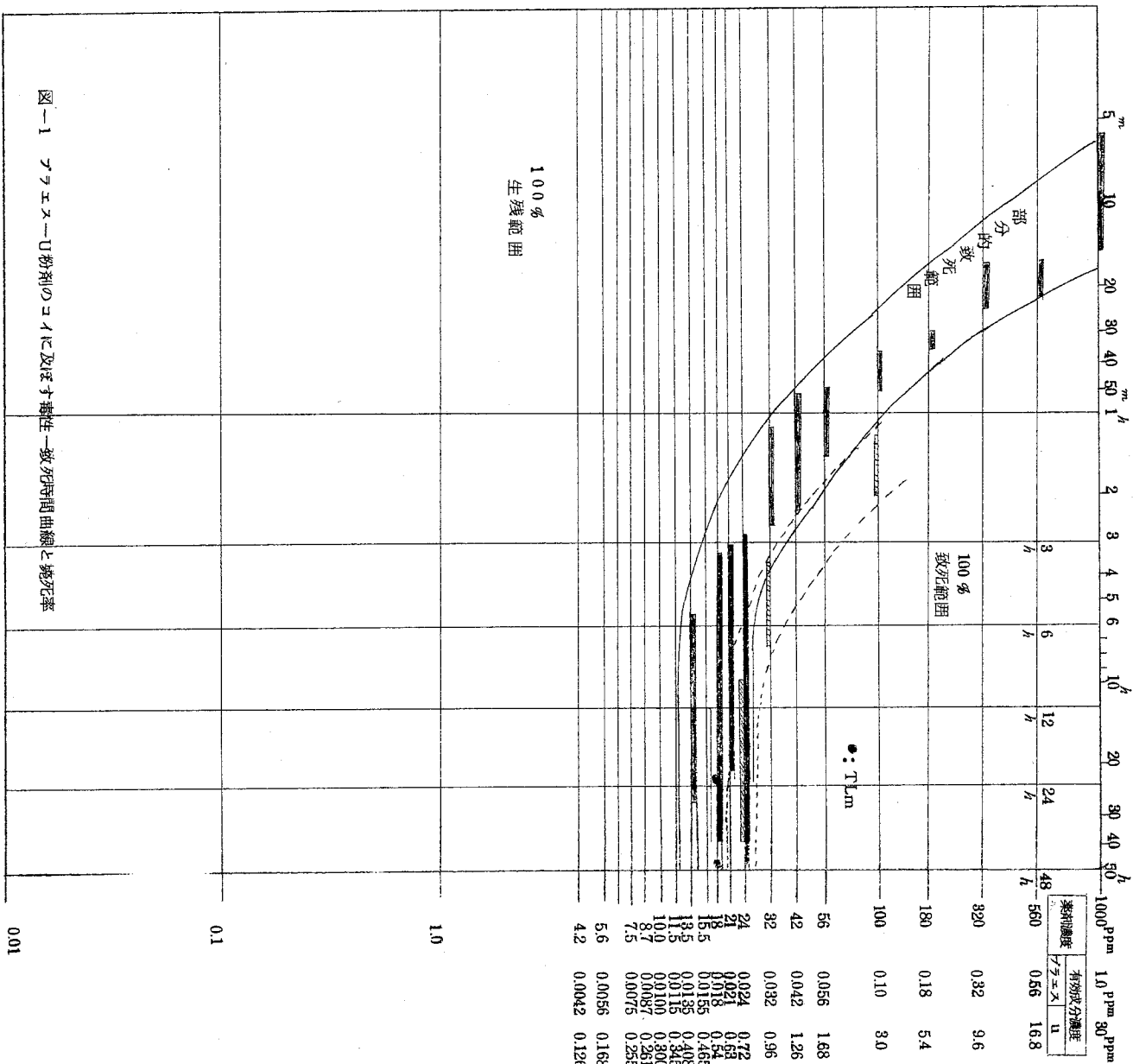
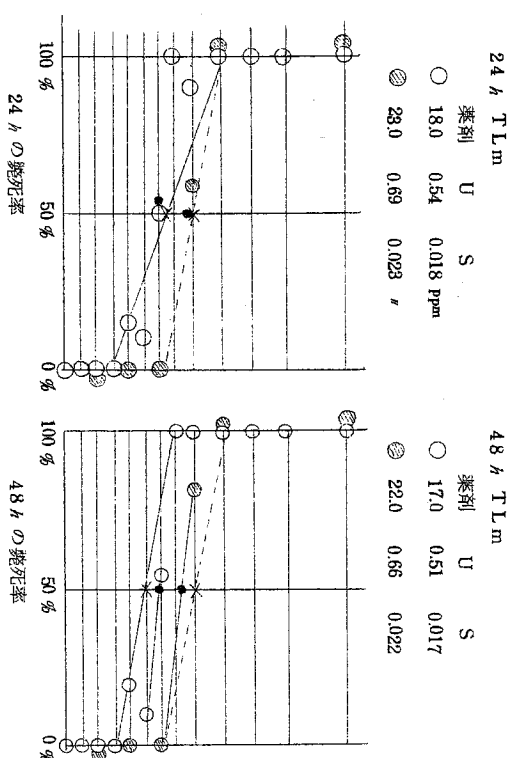


図-1 フラエス-U粉剤のコイに及ぼす毒性一致死時間曲線と死亡率



凡 例

1尾目致死 最終尾致死 常法の試験

1尾目致死 実験開始中一部生残

実験曲線 常法の致死時間曲線

破綻曲線 残効性実験の致死時間曲線

○ 常法実験の死亡率

● 残効性実験の死亡率

× 中央値 (対数的)

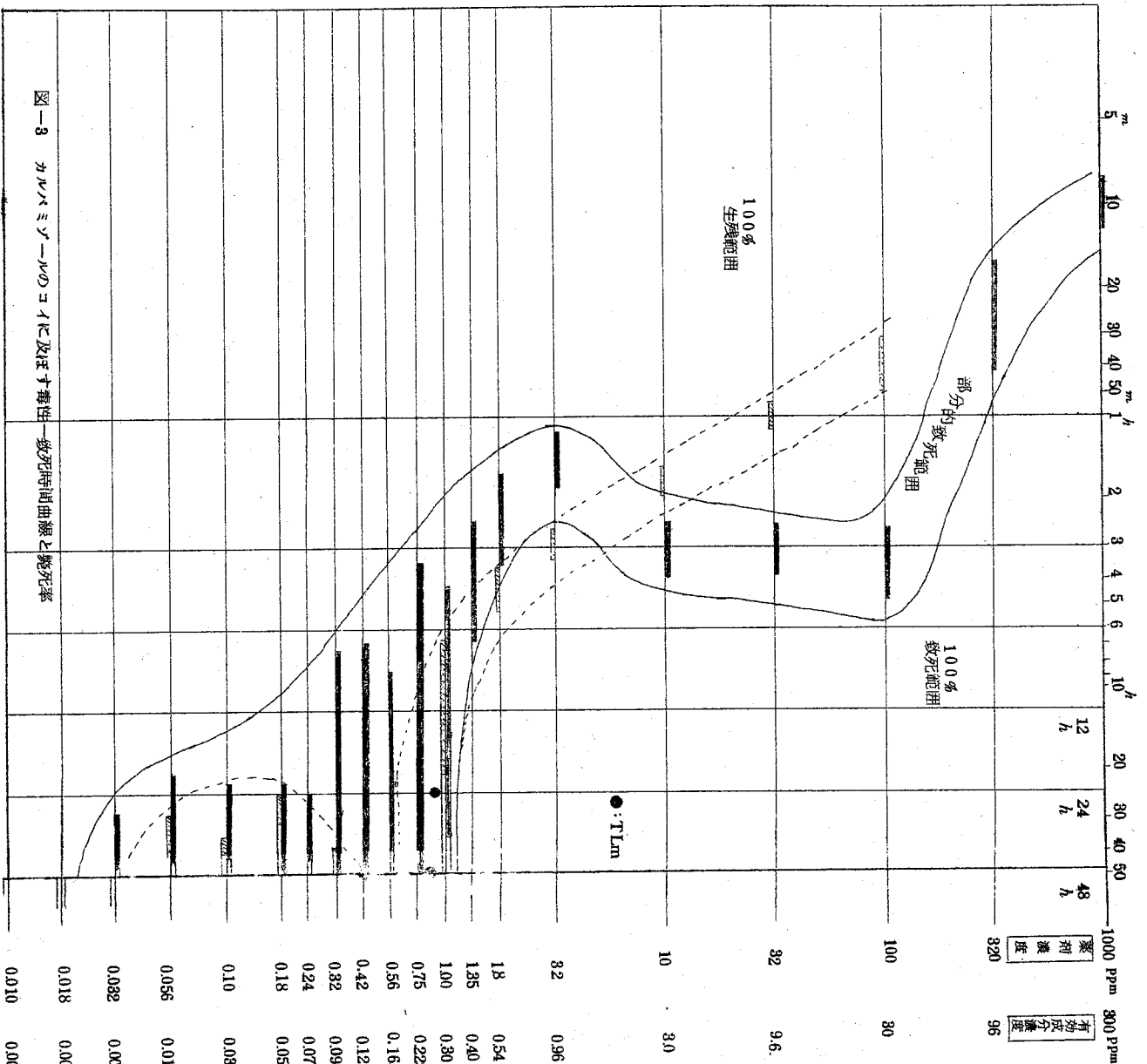


図-3 カルバミゾールのコイに及ぼす毒性—致死時間曲線と死亡率

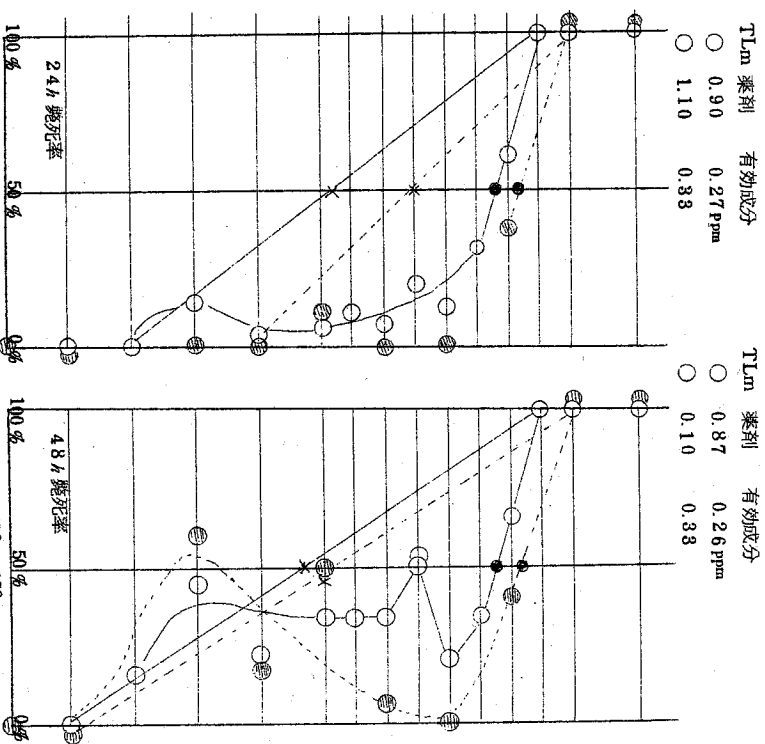
凡 例

1尾目致死 最終尾致死 常法の実験

1尾目致死 実験時間中一部生存 残効性実験

実験時間中一部生存

実線曲線 常法の致死時間曲線
 破線曲線 残効性実験の致死時間曲線
 ○ 常法実験の死亡率
 ● 残効性実験の死亡率
 × 中央値 (対数的)



2) 実験条件に関する考察

本実験における実験条件について、重要と思われる点について2, 3考察を加えることとする。

イ) 魚体重量と供試水量

この種の実験において、供試生物の重量と供試水量の割合は、時に実験結果に大きく影響することもある重要な条件である。本来なら、極めて大量の供試水を用い得る流水式実験¹¹⁾が望ましいが、手間や労力などを要する点で、回数を多く重ねる場合には不向きである。よって、こゝでは、止水式実験乍ら、供試水量を可能な範囲で大きくすることに努めた。

本実験では、 $10尾/50g = 2.38g \times 10 / 50g \div 0.47g/1g$ となっているが、従来一般に推奨されている、 $1 \sim 2g/g$ を超えないと云う基準⁹⁾からみてかなり良好な条件と云えよう。

ロ) 水温について

実験水温を一括して示すと以下のとおりである。一般的に、魚類の毒物に対する抵抗性は、水温が高くなると弱くなるものとされている。よって本実験では、実験容器中の水温

実験の区分	個々の観測値の巾	実験時間内平均水温の巾
ブラエスU粉剤通常実験	24.7 ~ 28.5℃	25.6 ~ 27.0℃
残効性実験	23.4 ~ 26.6℃	25.2 ~ 26.4℃
ブラエスU水和剤通常実験	24.5 ~ 28.0℃	25.7 ~ 26.8℃
残効性実験	22.4 ~ 26.6℃	23.2 ~ 26.6℃
カルバミゾール通常実験	24.2 ~ 28.9℃	24.9 ~ 26.2℃
残効性実験	22.2 ~ 26.2℃	24.8 ~ 25.7℃

が27~28℃を越しそうなときは、周囲の大型水槽中の水をクーラーで冷却し、水温の調節を図った。

従って、前記の個々の観測値で、28℃を越す値は、実験開始時の供試水温が高く、しかも、冷却効果の表れない実験開始後暫らくの間のものである。一方、温度の低下については、自然のまゝに放置したもので、朝方など、気温の変化に伴ってかなり低くなる場合もあった。このように、個々の観測値は、水温の日周変化も入ってかなり大きい変動となっているが、一実験時間を通じての各試験水槽間の水温の差は比較的小さい。いづれにしても、この種実験において、水温が実験結果に及ぼす影響には、大きいものがあるから、出来得れば、大型恒温水槽などで、水温を一定に保って実験することが望まれる。

ハ) 酸素について

本実験においては、前述したように、実験中酸素補給のための手段は何等採られなかった。然し乍ら、実験結果でみると(表1~表6参照)極く一部の試験区を除いて、大部分

のものは、実験結果に重大な誤差を招くと考えられる程の酸素不足は起っていないようである。

各供試薬剤の通常実験における高濃度区では顕著な酸素不足が起っているが、これらは、高濃度の供試薬剤が、水中の酸素を消費するためと考えられる。魚体重量に比し、供試水量が大きいので、本実験の場合 TLm 附近の重要な濃度区では問題は少ないと思われる。

二) PH

全体的に、供試薬剤投入による PH の変化は僅かのものである。フラスコ U 水和剤の通常実験で高濃度区のみ僅かに低下傾向、カルバミゾールの高濃度区で幾分上昇傾向が認められるが大部分のものは正常である。

3) 実験結果からみた毒性に関する考察

イ) 斃死の経過及び特徴

a) フラスコ U 粉剤の場合

斃死に到る経過には、格別特徴的な点は見出されない。数時間以上生残の後致死したものについて見ると、投入時の狂奔が収まってから、中層で落つかなくなる → 鼻上状に浮上する → 旋廻状遊泳、倒立状などを呈する、急激な狂奔は少ない → 浮上横臥して致死（一部沈降横臥致死）

斃死時の症状としては、粘液が固化したものと思われる灰白色小塊を体表、鰓、鰭部に附着させたものが多く認められた。

b) フラスコ U 水和剤の場合

斃死に到る経過では、粉剤の場合と大差ないように思われる。

体表等に附着の粘質物は、粉剤の場合より幾分少ない。致死魚は浮上横臥するものが大部分で、一部沈降横臥するものもある。又、致死前後の供死魚に一部体色黒変、鰭先端部黒変などの現象が認められたものがあつたが、顕著な特徴と云える程強いものではなかった。

c) カルバミゾールの場合

斃死に到る経過では、前二者と略同様であるが、鼻上状浮上の時期から、横臥に到る間、かなり急激に狂奔する場合が多いようである。又、苦悶開始から致死までの時間は比較的短い。

供試魚の外観的症徴として、長時間薬液中に生残した供試魚には、鰭の先端部が始め帯状に黒変し、更にその後その部分が崩壊脱落する現象が顕著に認められた。殆んど例外なく起っているので、本薬剤の作用の一面を物語る重要な外部的所見の一つと云えよう。

ロ) 濃度と致死時間の関係から見た供試薬剤の毒性の特徴

一般に薬物の水産生物に及ぼす致死毒作用は、極く大まかに云って、濃度が高い程強く表れ或る濃度以下になると、急性的な意味において、毒作用が認められなくなると考えられている。この大まかな傾向は、問題となる多くの薬物の急性的毒性に共通した一般的な傾向と云えようが個々の薬物について丁寧に検討してみると、この傾向は必しも常に同じ形で表れるものでなく、寧ろ薬物によって個々の様々な型として表れて来るもののようである。

或る薬物の魚類等に及ぼす毒性を、その急性的毒作用による供試魚の致死と云う現象から確め TLm により 評価表現しようとする Doudoroff⁵⁾ 以来 一般的に行なわれて来た方法にとって、薬物濃度と供試魚の致死時間及びその個体差などの関係は根本的に重要な意味をもつ因子となる筈である。このような観点から著者らは、この実験において、単に定式化された方式によって TLm を求めるだけでなく、各濃度における 供試魚の致死時間を出来るだけ忠実に記録に留めることに努めた。このようにして得られた結果を濃度と致死時間との関連に於いて図示すると図—1～図—3 のとおりとなる。濃度、時間、温度、その他の条件の中で現れて来る致死と云う連続的な現象を、限定された時間における TLm 値で一元的に評価し表現することは、便利なこともある反面、多くの問題点もあると考えられるので、実験に当っては、何らかの形で、毒作用の全体的な傾向を、正確に把み、表現することが必要のように思われる。

純学術的な目的で行なう実験の場合はいざ知らず、限られた期間内に多くの薬物を処理しなければならないような、実用的な試験の場合にあっては、48 h が適当かどうかは別として実験時間は自ら或る範囲に限定されざるを得ないがその時間内でも、前記の如き、毒作用の表れ方の全体傾向を明確にすることは、TLm 値による 毒性の評価の不備を補い、多くの有用な知見を我々にもたらすものと思料される。

こゝでは、得られた結果から、各供試薬剤の毒性の全体傾向について簡単に述べてみたい。

a) プラエス—U 粉剤の場合 (図—1 参照)

プラエス—U 剤の有効成分は、プラストサイジン S と U : E TM でその割合は 1 : 30 である。粉剤は、プラエス 0.1 %, U : E TM 3 % を含む。このような複合剤の場合薬物濃度の標準を何に置くか問題があるが、こゝでは製剤の濃度を中心とし、各有効成分の濃度はこれから換算することとした。

第一図で見ると、濃度と致死時間をプロットした致死時間曲線 (以下簡単に曲線若しくは毒性曲線と云う) は極めて典型的な形となっている。即ち通常実験において、最高濃度区から薬剤 32 ppm (U 0.96, プラエス 0.032 ppm) 附近まで略直線的に、濃度が低くなると致死時間が長くなる傾向が続き、それ以下の濃度では急激に、致死時間が長くなり、薬剤 11.5 ppm (U 0.345 ppm, プラエス 0.0115 ppm) では、致死するものは認められなくなる。又、48 h 後の 100 % 生残 致死限界の中も比較的狭い。

残効性実験結果も、幾分位置がずれているが、毒性の表れ方は良く似ていると云える。このような典型的な致死時間曲線を示す場合は、TLm 値なども求めやすく、又、得られた TLm 値で、毒性を代表させるにも問題はないようである。

勿論、48 h の実験時間の以後において、どのようなことが起るかは、予測すべくもないが、曲線の傾向から見て、実験時間内で、信憑性のある毒性の評価が可能だと思われる。

b) プラエスーU水和剤の場合 (図-2 参照)

水和剤は、粉剤と有効成分の組成は同じで、含有率が10倍量になっている。従って、両製剤の有効成分以外の部分が、毒作用に關与することが少なければ、有効成分としてみれば、毒性はかなり似通った形で表れるものと考えられる。表れた結果で見ると、水和剤の毒性は粉剤に比し薬剤濃度として10倍、有効成分としては同程度の強さとして表れて居り、曲線の形、屈曲点の位置などもよく一致している。よってプラエスーUの場合、粉剤と水和剤との製剤形態の差による毒性の差は少なく、製剤としての差は主に有効成分の濃度に依るものと云え、粉剤の場合に述べた論議は、ほゞ、水和剤の場合にもあてはまるものと云える。

たゞ残効性実験の場合、粉剤の場合と異り、低濃度区で毒性がやゝ強く表れて来ているがその原因は不明である。

c) カルバミゾールの場合 (図-3 参照)

カルバミゾール (ジメチルジチオカルバミン酸アンモニウム) は、水にとけると、水中の O_2 と水をとって、アンモニアとT. M. T. D (テトラメチルチウラムジスルフィド) に分解する。殺菌剤としての効力は、カルバミゾール、T. M. T. Dに含まれるジメチルジチオカルバミン酸のイオン化したものによるとされている¹²⁾。カルバミゾール自体としての毒性は弱く、マウス径口 $1.200 \frac{mg}{kg}$ (東京有機化学工業誌資料) 位である。水中では更にテトラメチルチウラムモノスルフィドとなり、最後には尿素となる。(全上資料)

このように水中で複雑な変化の経路をたどるものであるから、カルバミゾールは、時間の経過、或いは化学変化に關与する諸条件により、一定の濃度区でも刻々と異った産物と混合率を生ずることになり、供試魚に対する毒作用もこれに応じた複雑なものとなって来よう。

図-3に示された曲線は、極めて複雑で、毒性の評価と云う仕事に多くの問題を投げかけているように思われる。

通常実験の場合

大きく分けると曲線は薬剤濃度 $1.000 - 100 \text{ ppm}$ (有効成分 $300 - 30 \text{ ppm}$) の部分、 $100 - 3.2 \text{ ppm}$ (有効成分 $30 - 0.96 \text{ ppm}$) の部分及びそれ以下の3部分に分れるようである。この内始めの部分の毒性は、高濃度のカルバミゾール自体、カルバミゾールの分解によって起る酸素不足、発生する NH_4-OH などの合成的作用と考えられる。ちなみに分子量から計算すると、カルバミゾール2分子は O_2 1分子をとって $NH_4 OH \cdot 2$ 分子、TMTD 1分子を生ずる。薬剤濃度 1.000 ppm 有効成分 300 ppm の区では、 O_2 $22 \sim 23 \text{ cc}$ を必要とし、Nとして約 30 ppm の $NH_4 OH$ を生ずることになる。本実験では、試薬調整後供試魚を投入しているので、10ヶの試験容器の供試液を調製する間数10分を要し、高濃度区では実験開始時から O_2 は殆んど零に近い値となり、これらのことも供試魚に充分致死的作用を及ぼし得る条件となる。

曲線の次の部分では、薬剤の濃度が低くなるにつれて、致死時間が短くなると云う、奇妙な傾向をみせる。薬剤 100 ppm (有効成分 30 ppm) で10尾の供試魚の致死時間が、3

～5 h, 薬剤 3.2 ppm (有効成分 0.96 ppm) では 1～2 h で, これらの違いは供試薬液調製時間のずれ(数十分以内)による誤差とは考えられず, 矢張り, 水溶液中における供試薬物自体の変化に伴う毒性の変化や, 供試魚に対する作用機構の変化などのような根本的な理由によるものではないだろうか。いづれにしても, この附近では, 既に溶存酸素量も特に少ない事実もないし, 発生する可能性のある NH_4OH にしても量的に問題でないので, カルバミゾール及びそれから生ずる TMTD 以下の分解産物の毒性の差, 或いは, それらへの移行速度の差から来る溶存比の違いなどに原因があるように思われる。本薬剤は, 有効成分であるジメチルジチオカルバミン酸アンモニウム自体より, TMTD 以下の分解産物の方が, 生物に対する作用が強いと認められているので, 一般的には甚だ理解し難い, 薬物濃度の低い方が毒作用が強く表れると云う傾向も, 必ずしも奇異な現象とのみは云いきれないかも知れない。

薬剤 3.2 ppm (有効成分 0.96 ppm) 以下の濃度区では, 再び, 濃度が低くなる程, 毒作用も弱く表れる普通の傾向になるが, 48 h 後における部分的致死の濃度範囲は極めて広く, 且つ薬剤濃度 0.42 ppm (有効濃度 0.12 ppm) より低い広い濃度域に於て致死時間的にも, 致死率的にも, 毒性漸減傾向の停滞若しくは微弱な逆転傾向を示している。

残効性実験の場合

本薬剤の残効性実験は, その水溶液中における変化が速やかである点から, 依頼会社の要請を容れて, 薬剤濃度として 1.000 ppm の水溶液を 48 h 放置したものについて試験したものであるが, 表れた結果を図-3 により, 通常試験結果と対比し乍ら検討すると興味ある傾向が表れている。曲線全体の形から見れば, 薬剤濃度 0.56 ppm (有効成分 0.168 ppm) 以上の濃度域では典型的な致死時間曲線となっている。こゝで一旦, 48 h 以内では, 致死毒性は認められなくなるが, それ以下, 薬剤濃度 0.32 ppm (有効成分 0.096 ppm) 以下の広い濃度域に亘って, かなり明瞭な逆転的傾向が表れている。これは通常実験結果において最低濃度区に表れたものと, 濃度的にも, 時間的にも, 致死率的にも良く一致している。

通常実験と残効性実験との比較と云う面で見ると, 薬剤濃度 3.2 ppm (有効成分 0.96 ppm) 以下の濃度域では, 毒性の表れ方は両者共良く共通して居り, 残効性実験結果の方が, 致死時間の面で幾分弱く現れているものと云える。これらの傾向は, 本薬剤が, 水中で速やかに分解すること, 最終的には毒性の弱い尿素になること, 途中の分解産物の毒性が強いことなどを考えると妥当な結果だと思われる。

それより濃度の高い範囲では, 残効性実験の場合には濃度の高くなるに従って致死時間も短くなるのに反し, 通常実験では逆に致死時間が長くなるので, 薬剤濃度 10 ppm (有効成分濃度 3.0 ppm) から上では, 毒性の強さは致死時間的に見て完全に逆転し, 残効性実験の場合の方がかなり強くなっている。残効性実験では薬剤を水で $1/1000$

に稀釈し 48 h 戸外に放置している。従ってこの間に原体は分解が進んで、T. M. T. D 以下の産物が生じていると考えられる。このものが、未処理のものより毒性が強くと表れているのであるから、本薬剤は、魚類に対する毒性も、他のものに対する場合と同様、原体より、T. M. T. D, T. M. T. M (T. S テトラメチル チウラムモノスルフィド) 以下の分解産物の方が強いものと考えられる。

一方薬剤濃度 3.2 ppm (有効成分濃度 0.96 ppm) の区以下では、残効性実験より通常実験の方が致死時間が短いから、通常試験区では致死時間より更に短い時間内に、毒性の強い分解産物が生じていると考えられ、反応の速度はかなり早いものゝようである。

薬剤 3.2 ppm (有効成分 0.96 ppm) 以上の濃度区で、通常試験では濃度が高い方が致死時間が長くなっているが濃度の高くなる程、反応速度が遅くなるような何らかの条件があるのかも知れない。

これまで述べて来たように本薬剤の毒作用は極めて複雑な形で表れて来ているが、ジチオカルバミン酸系殺菌剤の殺菌作用の面において、同様の傾向のあることが認められている¹²⁾。これは T. M. T. D 曲線と呼ばれる殺菌力の表れ方であって、薬量が増加するに従って、殺菌力は順次増大し、次いで減少し、再び増大する現象で、高い濃度での殺菌力は、解離していない分子自体のものであり、低い濃度のそれは、ジメチルジチオカルバミン酸イオンによるものと解されている。本薬剤の原体も同系のものであり、毒作用の表れ方も似ているので、同じ作用機構がこの場合にも働いている可能性も考えられる。

ハ) T L m について

得られた試験結果から定められた方法^{5) 6) 7)}によって、24 h 及び 48 h の T L m を求めると、表-7のとおりである。(但し、カルバミゾールの場合は高い方のそれを一つだけ記した。)

表 - 7

単位 ppm

供試 薬剤	試験の 種 類	24 h T L m (ppm)			48 h T L m (ppm)			備 考
		製剤 濃度	有効成分濃度		製剤 濃度	有効成分濃度		
ブラエス U 粉 剤	通 常 試 験	18.0	^u 0.54	^s 0.018	17.0	^u 0.51	^s 0.017	U: 3% S: 0.1%
	残効性 試 験	23.0	0.69	0.023	22.0	0.66	0.022	" "
ブラエン U 水和剤	通 常 試 験	2.2	0.66	0.022	2.2	0.66	0.022	U: 30% S: 1%
	残効性 試 験	1.8	0.54	0.018	1.8	0.54	0.018	" "
カルバミ ゾール	通 常 試 験	0.90	0.27		0.87	0.26		ジメチルジチオカルバミ ン酸アンモン 30%
	残効性 試 験	1.10	0.33		1.10	0.33		"

一般にこの種の試験結果の表示には有効成分を基準にすることが多いが、ブラエスU剤などの場合のように、有効成分が2つ以上あると、どちらの有効成分を基準にとるかで全く数値が異なってしまうので、ここでは、各薬剤とも製剤としての濃度を原則として基準に掲げ、それぞれの有効成分の濃度は製剤中の含有率を乗じて算出することとした。

ブラエス—U剤の場合、有効成分はS（プラストサイジンS）とU（ETM）の2つがあるがSの魚類に対する毒性はかなり弱く、48h TLm値では8.7 ppm¹⁾及び5.5 ppm²⁾なる値が報告されている。然るに、本試験におけるブラエス—U剤の試験結果で見ると、TLm附近の濃度区ではSとしての濃度は極く小さいので、Sの毒性が、ブラエス—U剤の毒性に大きな部分を占めるとは考えられず、主にU（ETM）の毒性が、ブラエス—U剤の毒性に大きく反映しているのではないかと思われる。

したがって、試験結果を有効成分濃度で表したい時は、ブラエス—Uの場合には、U（ETM）、カルバミゾールの場合はジメチルジチオカルバミン酸アンモンの濃度で示すのが適当かと考える。

二) 毒性の評価及び表現に関する2・3の点について

薬剤の魚類等に及ぼす毒性の程度を評価し、表現するのに従来採られて来た主な手段は、Doudoroff外⁵⁾の方法である。我々も、この方法に従って、過去多くの薬物について、実験を行ないTLmなどを求める仕事を行なってきた。しかし乍ら、この方法は現在我国に於て、余りにも定式化され、それから得られるTLmなる値が偏重されているにも拘らず、明確に説明されずに残っている基礎的な問題が多いように考えられる。

これらの問題点は、1. 理論上の問題点 2. 実験方法上の問題点 3. 実験結果から撰ぶべき指標の問題の3つに要約出来ると考えられるが、これらの点の内、本実験結果に具体的に表れているものについて簡単にふれてみたい。

実験時間内の供試魚の致死反応を、特定時間における反応率としてでなく、個々の供試魚の致死までに要した時間と云う形で把えて行くと、図—1～図—3に示したような薬量—致死時間の関係を示す曲線が得られる。ここに示した曲線は、同一濃度内での供試魚の致死時間の、最初と最後のものを用いているが、表—1～表6に記載してあるように、実際には、すべての供試魚の致死時間が、この図上に記録出来る。このようにして得られた曲線は、限られた実験時間内で得られる供試薬剤の供試魚におよぼす致死毒作用を、最もよく示すものである。

我々の今までのこの種の試験に関する経験からすると、この曲線によって個々の薬物の毒性を記録、表現するのが最も妥当のように感じられる。

本実験結果の内、図—1、図—2に示されているようにブラエス—U粉剤、水和剤の場合には、曲線の形は、典型的で、このような場合には、Doudoroff外の方法⁵⁾通りの実験方法或いは48h TLmにより毒性を代表させ得るように思われるが、カルバミゾール（図—3）の場合を、定式的に処理し、TLmを求めるだけでは、実験時間内に表れ

ている結果のみをさえ、充分に表現し得るとは考えられない。

実験方法上の問題点として最も大きなものは、実験時間であろう。本来なら、実験時間に制限を設けず、それ以下の濃度では致死毒作用を示さなくなると云う限界点を見出し、最終的 TLm を求めるようにすれば良いのかも知れないが、実験実施上の立場からすると、薬剤の性質に応じて実験時間を無制限に延長することは、時間の延長に比例して加速度的に増大する各種の困難に当面することになり、云うべくして実際には行ない難いことである。例へば、それにより、実験期間が著しく延長し、労力手間などが増大して、しかも能率が上がらないと云うような人為的な面での問題は勿論のこと、供試魚自体の管理が非常に困難となり得られる実験値自体を著しく不安定なものにする。高水温下に、余り好適とは云い難い環境中に、長時間絶食状態で魚類を飼って置くことは、それだけで供試魚の一部又は多くを致死せしめる場合が屢々ある。このような点を考慮すると、実験時間には自ら或る限界を設けざるを得ず、状況によって許される実験時間内で得られる結果の中から、出来るだけ正確に毒性に関する事実を把むように努める外はないと思われる。

本実験結果の内のカルバミゾール（表 5～6，図-3）について見れば、実験時間は 48 h であり、48 時間目と云う時間的断面の反応率から見ると、通常実験では、TLm 0.87 ppm（有効成分 0.26 ppm）となる。（図-3 及び表-7）更にそれ以下の濃度でも 0.42 ppm（有効成分 0.120 ppm）にも、実験値として 50 % 致死しているが、前後の死亡率からして、これが、適正な TLm と云えるかどうか分からない。所でこのような形で得られた TLm が、カルバミゾールの 48 時間後における実験結果を十分に代表し得ると云えるだろうか、図-3 により、48 h の部分的致死範囲と TLm の位置を較べてみると、TLm 値が著しく高い方に偏っていることが明らかである。

我々は、実験上、供試生物の致死現象を毒作用に対する反応の指標として撰んでいるのであるが、供試生物にとって、致死現象は、毒作用に対する反応の最終最悪の形である。このような意味に於て一群の供試魚の内の最も弱い一尾が、明らかに薬剤の作用により致死する濃度なり時間なりは、その薬剤の毒作用として重要な意味のある一つの限界だと考えられる。

次にその一群の内最も強い一尾が致死する（即ち供試魚が全部致死する）時間及び濃度の限界も重要なものであろう。これらの濃度及び致死時間の限界を明示することが、供試薬剤の供試魚に及ぼす致死毒作用を評価表現する上で第一義的に重要だと考えられる。これらが明らかになって始めて、その一群の中の平均的な強さをもったものの致死する時間なり濃度なりが、平均値的な意味で重要視されるべきものと思われる。TLm 値については、種々の難しい議論があるが、図-1～図-3 で見れば、結局、各試験区で 50 % 目の供試魚が致死した時間の画く曲線と、所定の実験時間との交点の濃度と云うことになる。

これらの点を要約して、得られた試験結果から薬物の致死毒性を正当に評価するために最小限必要と考えられる事柄を挙げると、

1. 薬物濃度と経過時間との関係の中で、一群の供試魚が全く反応（一般には致死現象）を

示さない範囲、一群の弱いものと、強いものと個体差により部分的に反応を示す範囲、個体差を超えてすべての個体に反応の表れる範囲を明確にすること。

2. これら限界点の連続は濃度と時間との中で或る巾のある曲線を描く。実験結果からこの毒性曲線を推定し、毒性の全体傾向特にその位置、形、巾、角度、彎曲点などを検討すること。
3. 次に得られた結果を忠実に反映する適当な指標値を撰んで結果を表現することになるが、これには従来 TLm値が採用されている。しかし乍ら、実験時間と云う限定された時間的断面における結果の表現と云う点だけで見ても、TLm値のみでは充分でない場合があるので、実験時間内で、供試魚に致死するものが表れる最低濃度、すべてが致死する最高濃度の位置及びその巾、即ち部分的に致死する濃度、範囲、或いは TLmがその巾のどこに位置するかなどの点についても適当な方法で示すことが望まれる。

このようにして、実験時間内での結果を丁寧に検討し、毒作用の表れ方の特徴、時間的、濃度的な意味での強弱などを明らかにすることは、実験結果を正しく表現し、伝えると云う点のみでなく、実験時間以後における毒作用の表れ方の傾向を推定し、或る程度の見当をつける上でも極めて重要と思われる。

例へば、毒作用をもつ薬物の濃度に関し、安全濃度と云う考え方がある。これは、理論的には理由のある概念であり、又、それを知ることが出来れば、実用上も有益であるが、実験的にそれを求めることは殆んど不可能に近い。よって得られた実験時間内での結果から、これを推定しようとする試みがなされ、 $48h\ TLm \times 0.1$ なる式で求めることが行なわれている。しかし乍ら、上記の如き諸点を考慮せず、定式的にこの値を求めるのは、無意味なだけでなく、甚だ、危険なことである。

本実験におけるカルバミゾールの場合、 $48h\ TLm$ は薬剤として $0.87\ ppm$ （有効成分 $0.26\ ppm$ ）、これに 0.1 を乗じた値は $0.087\ ppm$ （有効成分 $0.026\ ppm$ ）なる濃度となり、これは、実験時間内に於てさえ、それよりはるか低濃度で実際に供試魚が致死するような位置である。しかも、曲線（図—3）の模様からすると、実験時間の延長と共に、 100% 生残限界は更に低くなる可能性が強いと云える。

上記の諸点が明らかなら、このような値をもって推定安全濃度とするようなことは当然避けられるべき筈である。

特定時間後における実験結果の表示方法として、我々は従来、 TLm と、 100% 生残限界、 100% 致死限界を併記してきたが、より適当だと考えられるのは、 100% 生残限界濃度と 100% 致死限界濃度との対数尺度における中心である部分的致死濃度中央値と、それからの上下の限界の距りの大きさを示す偏差の係数とで示す方法である。部分的致死濃度中央値（以下中央値と云う）で、或る時間において、供試魚に部分的に致死反応の起る上、下限濃度の対数的な中心が明らかとなり、偏差の係数で

中央値からの上、下限の距りが示される。

中央値は、対数尺度で(上限値+下限値)/2 即ち(上限値×下限値)の平方根

偏差の係数は対数尺度で(上限値-下限値)/2 即ち(上限値÷下限値)の平方根

従って、中央値×偏差の係数=上限値 中央値÷偏差の係数=下限値

(偏差の係数)²=上下限の巾となる。又、TLmは この部分的致死濃度の巾の中のどこかになる。

本実験の結果の100%生残限界濃度及び100%致死限界濃度からこれらの指標値を算出すると表-8の如くである。

表 - 8

濃度の基準	供試薬剤	試験の種類	24 h				48 h			
			100%生残限界	100%致死限界	部分的致死濃度中央値	係数	100%生残限界	100%致死限界	部分的致死濃度中央値	示数
製剤	ブラエス-U粉	通常試験	115 ppm	32.0 ppm	19.2 ppm	1.66	115 ppm	21.0 ppm	15.5 ppm	1.35
		残効性試験	18.0	32.0	24.0	1.33	18.0	32.0	24.0	1.33
	ブラエス-U水和剤	通常試験	1.15	2.8	1.76	1.56	1.15	2.8	1.76	1.76
		残効性試験	1.00	2.4	1.55	1.55	1.00	2.4	1.55	1.55
	カルバミゾール	通常試験	0.032	1.35	0.21	6.50	0.018	1.36	0.16	8.69
		残効性試験	0.100	1.80	0.42	4.24	0.018	1.80	0.18	10.00
有効成分	ブラエス-U粉	通常試験	0.345	0.96	0.58	1.66	0.345	0.63	0.47	1.35
		残効性試験	0.56	0.96	0.72	1.33	0.56	0.96	0.72	1.33
	ブラエス-U水和剤	通常試験	0.345	0.84	0.53	1.56	0.345	0.84	0.53	1.76
		残効性試験	0.300	0.72	0.47	1.55	0.300	0.72	0.47	1.55
	カルバミゾール	通常試験	0.0096	0.40	0.063	6.50	0.0054	0.40	0.048	8.69
		残効性試験	0.030	0.54	0.126	4.24	0.0054	0.54	0.054	10.00

もともと、或る時間に於いて供試魚の致死する濃度と云う形で、或る薬物の毒性を表そうとする以上、その濃度は、供試魚のもつ抵抗力の個体差によって、当然或る巾をもったものとなる。しかもこの巾は場合によって大きく変動する可能性のあるものであり、このような

事象を、只1ヶの平均値なり指標値なりで表し、比較しようとするのは困難なことである。

一元的な指標値での評価がなり立つのは、毒性曲線（濃度一致死時間曲線）の形、巾、角度、彎曲点などの特徴が等しく、しかも特定時間における巾の中で、指標値の位置が略一定している場合に限られると思料される。

しかも、或る物質が水に溶解した後、時間と共に変化し、これに伴って毒性が変わったり、物質自体は安定でも濃度により、毒性の作用機構が変わったりすることは、時間の長短、濃度の程度などの差はあっても、かなり一般的傾向と云え、これらの現象が、実験時間内に於て、どの程度に表れるかによっても毒性の表れ方はそれぞれ異った形をとるものと思われるのである。

ホ) 毒性の経時変化

水中で物質が時間と共に変化し、これに伴ってその毒性も変化する傾向は先にも述べたように、多くのものに認められる傾向と云えるが、それを克明に実験により確かめることは、非常に大変なことである。こゝでは、簡単に一定濃度に希釈した供試薬剤の水溶液を戸外に放置し、或る経過時間後にこれを供試原液として毒性を試験し、毒性の変化の有無などの目安を得ようとした。

ブラエスーU粉剤の場合

供試原液の調製、薬剤を1/1000 (W/V)に希釈、硝子水槽に入れて7日間戸外放置処理後、蒸発により失われた水分を補いこれを原液として供試濃度を作り実験した。

通常試験結果と比較すると48h TLM, 中央値, 偏差の係数などで見ても毒性は幾分弱くなっている傾向で、又同一濃度での致死時間も長くなって居る。(図-1)

毒性曲線の形などは通常試験と大差なく、総じて、上記の処理で、毒性は幾分弱くなるように感じられる。

ブラエスーU水和剤の場合

供試原液の調製及び実験方法は粉剤の場合と全く同じ。

通常試験結果と比較して、48h後の斃死率等では、極く僅か毒性が強くなっている。図-2の毒性曲線で全体的傾向を比較すると、高濃度域では、むしろ通常試験の方が毒性が強いのであるが、毒性曲線の角度がやゝ残効性試験の方が急なため、48h後では、上記のようになる。

48h後の結果で表れている差は極く僅かで、偏差の巾や、誤差などの点を考慮すると有意な差かどうか疑しく、略同程度の毒性が表れているものと見た方が良さそうである。

カルバミゾールの場合

供試原液 希釈率 1/1000 (V/V 薬剤として) 戸外放置時間 2日間

これについては先に述べたので、簡単にふれる。通常試験と比較して、薬剤3.2ppm（有効成分0.96ppm）以上の濃度区では、残効性試験の方が毒性が強く、それ以下の濃度区では、致死時間的にはかなり大巾に、又48h後の斃死率などでは僅かに、残効性試験の方が弱く表

れている。

しかし、毒性曲線の複雑さなどを考慮すると、48 h後における濃度の面での僅かな差は、それ程有意なものとは云い難い。この場合、濃度的には大差なく、致死時間的に毒性が弱くなっていると見た方が良さそうである。

へ) 安全濃度について

安全濃度については先にもふれたが、画一的に正しい安全濃度を求め得る方法はないようである。

しかし乍ら、毒性曲線の状態などからすると、ブラエスーU剤の場合には、或る程度の推定は可能のように思われるので、仮に48h TLm×0.1を求めると、粉剤として1.7 ppm (Uとして0.051 ppm)、水和剤として2.2 ppm (Uとして0.066 ppm)となり、これらの値は、毒性曲線から大きく下方に距り且つ、曲線の角度も水平に近いから、或る程度、妥当な安全濃度と云えるかも知れない。

カルバミゾールの場合には、実験時間内での結果から妥当な安全濃度を求めることは困難である。

Ⅳ. 要 約

我々は、昭和40年7月から9月にかけて、非水銀系農業用殺菌剤、ブラエスーU粉剤、同水和剤及びカルバミゾールの3種について、コイ稚魚に及ぼす急性的毒性に関する生物試験を実施し、検討を加えたが、その結果を要約すると以下の通りである。

1) 得られた結果から TLm等を求め一括表示すると表-9のとおりである。

表 - 9

濃度の基準	供試薬剤	試験の種類	24 h			48 h			水温℃	供試稚鯉	
			TLm	部分的致死濃度中央値	偏差の係数	TLm	部分的致死濃度中央値	偏差の係数		全長	体重
製 剤	ブラエスーU 粉 剤	通 常 験	ppm 18.0	ppm 19.2	1.66	ppm 17.0	ppm 15.5	1.35	25.6 ~ 27.0	平均cm 5.44	平均g 2.38
		残効性 実 験	23.0	24.0	1.33	22.0	24.0	1.33	25.2 ~ 26.4	"	"
	ブラエスーU 水 和 剤	通 常 験	2.2	1.76	1.56	2.2	1.76	1.76	25.7 ~ 26.8	"	"
		残効性 実 験	1.8	1.55	1.55	1.8	1.55	1.55	23.2 ~ 26.6	"	"
	カルバミ ゾ ー ル	通 常 験	0.90	0.21	6.50	0.87	0.16	8.69	24.9 ~ 26.2	"	"
		残効性 実 験	1.10	0.42	4.24	1.10	0.18	10.00	24.8 ~ 25.7	"	"

濃度の基準	供試薬剤	試験の種類	24 h			48 h			水温 °C	供試稚鯉	
			TLm	部分的致死濃度中央値	偏差の係数	TLm	部分的致死濃度中央値	偏差の係数		全長	体重
有効成分	ブラエスーU剤 粉	通常試験	ppm 0.54	ppm 0.58	1.66	ppm 0.51	ppm 0.47	1.35			
		残効性試験	0.69	0.72	1.33	0.66	0.72	1.33			
	ブラエスーU剤 水和剤	通常試験	0.66	0.53	1.56	0.66	0.53	1.76			
		残効性試験	0.54	0.47	1.55	0.54	0.47	1.55			
	カルバミゾール	通常試験	0.27	0.063	6.50	0.26	0.048	8.69			
		残効性試験	0.33	0.126	4.24	0.33	0.054	10.00			

注：ブラエスーU剤の有効成分は、U：ETMのみを示した。

- 2) 斃死に至る経過では、ブラエスーU剤には格別の特徴は認められない。カルバミゾールの場合かなり急激な狂奔などが認められ、且つ各鱗の先端部に始め黒変後崩壊脱落が認められた。
- 3) 薬剤濃度と経過時間との関連の中で、供試魚の致死反応の表れ方を見ると、ブラエスーU剤の場合は、典型的な毒性曲線を示し、カルバミゾールは、甚だ不規則で複雑な毒性曲線を示す。
(図-1～図-3参照)
- 4) カルバミゾールの毒性の表れ方の不規則性は、原体の水中における不安定さ、分解産物の毒性濃度による毒作用機構の変化などの因子によると思われるが、これらの点は、他の薬剤の毒性を検討する時にも一応留意すべきものと考えられる。
- 5) ブラエスーU剤についてみると、その毒作用は主にU：エチレンチウラムモノスルフィドに起因するものと思われ、プラストサイジンSの方は含有量が少ない上、毒性も弱いので、これがブラエスーU剤の毒性を大きく左右するとは認め難い。
- 6) ブラエスーU剤において、粉剤及び水和剤の毒性は有効成分的には多くの点で良く一致した傾向を示し、特に製剤形態による毒性の変化はないようである。
- 7) 本試験結果を検討して、毒性の妥当な評価及び表現に必要と思われた諸点は、
 - イ) 一群の供試魚の致死反応は、薬物濃度の面でも、経過時間の面でも、個体差によって或る巾をもって起って来る現象であるから、何らかの方法でこれらの巾や限界を明確にすること。
 - ロ) それらの限界点の連続が示すべき毒性曲線を実験結果から推定し、その全体傾向、特徴を良く検討すべきこと。
 - ハ) 結果の表現に当っては、TLmと云う一元的な数値だけでは、不十分な場合が間々起るから最小限実験終了時に致死の認められる濃度範囲は何らかの方法で明示すべきこと。

等である。

8) これらの点につき、本報に於ては、詳しくは表—1～表—6，図—1～図—3の如くにして検討したが、ハ)の点については、前掲の表—9において、 TL_m ，部分的致死濃度中央値及び偏差の係数として示した。

9) 中央値及び偏差の係数は、或る経過時間後に供試魚群が部分的に致死する濃度の上，下限の位置と巾とを示す指標である。中央値は $(\text{上限} \times \text{下限})$ の平方根，偏差の係数は $(\text{上限} \div \text{下限})$ の平方根で求められ、対数尺度で見れば中央値は上，下限の中心点，係数は中心点からの上，下限の距離になる。

なお、こゝでは上，下限は100%致死限界及び100%生残限界濃度をとっている。

10) 示された中央値を係数で除すと下限の濃度，乗すると上限濃度となり，係数の二乗は上限と下限の濃度差を倍率で示した値となる。

11) 表—9に示したように、ブラエス—U剤の場合は、 TL_m と中央値は比較的近接し、係数も1.33～1.76と似た値である。然るにカルバミゾールの場合は、毒性曲線の不規則性や巾の大きさを反映して、 TL_m と中央値との差は甚しく、係数も著しく大きい。このような場合の TL_m を、ブラエス—U剤などのような場合のそれと同様に見なし、比較することは避けねばならないと考えられる。

12) 各供試薬剤の残効性についてみると、1/1000水希釈後7日間戸外放置の処理でブラエス—U粉剤は幾分毒性が軽減し、水和剤は大差なく、又カルバミゾールは1/1000水希釈2日間戸外放置で48hでの致死濃度としては大差なく、致死時間的には高濃度域では毒性が強く、低濃度域では弱くなっている。(図—1～図—3参照)

13) 限られた時間内での結果から確実な安全濃度を導く良法はないが、ブラエス—U剤の場合は、毒性曲線の状態からして、従来行なわれてきた48h $TL_m \times 0.1$ の値を採っても、大きな誤りはないように思われる。

カルバミゾールの場合には、毒性の表れ方の不規則性から、これだけの実験結果からそれを求めることは困難である。

V 文 献

- 1) 全購連：ブラエス製剤，農薬技術普及資料No.7，1964.
- 2) 水沼栄三：化学物質及び農薬の魚類に及ぼす影響についての研究—Ⅷ．滋水試研報．12 1960.
- 3) 全購連：ベジタ水和剤，農薬技術普及資料No.9．1965.
- 4) カルバミゾール魚毒試験結果．プリント．東京有機化学工業株式会社鷺宮農事試験場．1965
- 5) Doudoroff et al, [町田喜弘訳]：魚類に対する産業廃水の急性毒を評価するための生

物学的定量法，水産増殖．8．(2)．1955．

- 6) 農林省告示第558．1963．
- 7) 松江吉行編：水質汚濁調査指針．厚生閣．東京．1961．
- 8) 水沼栄三外：化学物質および農薬の魚類に及ぼす影響についての研究——Ⅶ，
滋水試研報13．1961．
- 9) 村長義雄外：セタシジミの異常斃死に関する研究．滋水試研報15．1962．
- 10) 箕田冠一外：水産生物の斃死現象に関する研究——Ⅱ．滋水試研報17．1964．
- 11) —————：水産生物の斃死現象に関する研究——Ⅲ．滋水試研報19．1966．
- 12) 山本亮監修：新農薬研究法．P-114．南江堂．東京．1958．
- 13) 滋水試：フラスコ-U粉剤，水和剤のコイ稚魚に及ぼす急性的毒性．プリント．1965．
- 14) —————：カルバミゾールのコイ稚魚に及ぼす急性的毒性．プリント．1965．
- 15) 板沢靖男外：各種農薬の水産動物に対する半数致死濃度一覧表．水産増殖11—2号．1963．