

PCPによるへい死魚の判別について

平野哲美・宮崎征男・松原孝之

最近、魚体中のPCP確認法に関する研究¹⁾²⁾が行なわれ、これが死因判定に利用されるようになった。当场においても、これについて2, 3の検討を行なつたので結果を報告する。

1 実験および分析方法

供試魚； 灌漑用水路で採捕した稚フナ（体重2.8～7.3g，体長2.8～7.1cm）を大型水槽で2～5日間蓄養した後、元気な個体を選んで実験に用いた。実験中は通気せず、水温は18～24°Cであった。

供試PCP； 九州大学富山教授から分譲をうけた純度99.98%のもので、この力価を1として標準原液を調製した。

供試液； 水道水で各濃度に調製した。濃度は標準原液から計算によつて求めた。

飼育容器； 直径30cm，深さ15cmの円型ガラス水槽を用いた。

魚体中PCPの定量法； 魚体中のPCPの検出法には津田氏らの報告¹⁾²⁾があるが、当场では、つぎのような方法を試みた。

まず、供試液から取り上げた試料（生魚は機械的に致死させた後）を清水で30分間水洗し、ホモジナイザーでかゆ状にして、0.5%水酸化ナトリウム溶液150mlを加え、30分間温浸する。冷却後、遠心沈殿器で不溶解物質を除く。この分離液に塩酸を加え十分に酸性となし水蒸気蒸留を行なう。留液は約30分間で300ml留取する。以下の操作は、水からの検出法と同様に4-アミノアンチピリン法（富山氏の改良法³⁾）により発色させ、吸光度を570m μ の波長で測定し、別に作製した検量線からPCP量を求めた。検量線はPCPを含まない健全なフナを用いて、前記同様に分離液を作り、標準原液を加え、蒸留して作製した。

2 PCPへい死魚体内のPCP

濃度0.5，1ppmの供試液各3ℓで、フナを3尾ずつ飼育した。1ppm区では1時間40分から3時間40分、0.5ppm区では5時間30分から7時間20分までの間に全数へい死した。試魚は

へい死のつど取り上げ分析に供した。結果を第1表に示す。致死体内濃度は300~436 μ /10gであつた。いくらかの個体差はあつても致死体内濃度はほぼ一定であつた。

続いて、PCPで前記同様にして、フナをへい死させ、魚体を鱗、内臓、肉の3部に分け各部のPCPを定量した。結果を第2表に示す。各部における試料1gあたりのPCP量は内臓がもつとも多く66~137 μ で、鰓47~100 μ 、肉部では20~34 μ であつた。

つぎに、濃度1ppm, 3時間でへい死したフナ2尾を水道水で24, 48時間洗浄した後分析した。結果は第3表に示すように、24時間洗浄では、PCPの減少はほとんどみられなかつたが、48時間後にはいくぶん減少している。

以上の結果から、PCPによるへい死魚のPCP濃度はほぼ一定であり、各部におけるPCP濃度は内臓に高く、48時間洗浄してもPCPの減少量は少ないことが判明した。

第1表 PCPへい死魚体内のPCP

濃度	致死時間	体長	体重	μ /魚体10g
対照	生存	6.0 ^{cm}	6.1 ^g	0
0.5 ppm	5.30	5.0	3.7	399
	6.20	5.2	4.5	436
	7.20	5.0	4.2	398
1 ppm	1.40	5.7	4.8	302
	2.50	4.3	3.2	300
	3.40	5.6	5.2	402

第2表 へい死魚体各部のPCP

濃度	致死時間	鰓		内臓		肉		μ /魚体10g
		μ	μ /g	μ	μ /g	μ	μ /g	
0.5 ppm	3.20	15	47	25	66	60	20	216
	5.00	21	66	44	111	54	24	322
	7.00	33	93	71	136	129	34	400
1 ppm	3.00	22	56	33	74	67	30	306
	3.30	25	100	41	137	48	22	317
	4.00	28	69	53	86	113	33	353

第3表 へい死魚洗浄による体内PCPの減少

部 称	24 時間 洗 浄			48 時間 洗 浄		
	μ	μ /g	μ /魚体10g	μ	μ /g	μ /魚体10g
鰓	18	61	417	10	50	177
内 臓	72	180		16	73	
肉	64	31		39	19	

3 P C P 溶液に浸漬した死魚体内の P C P

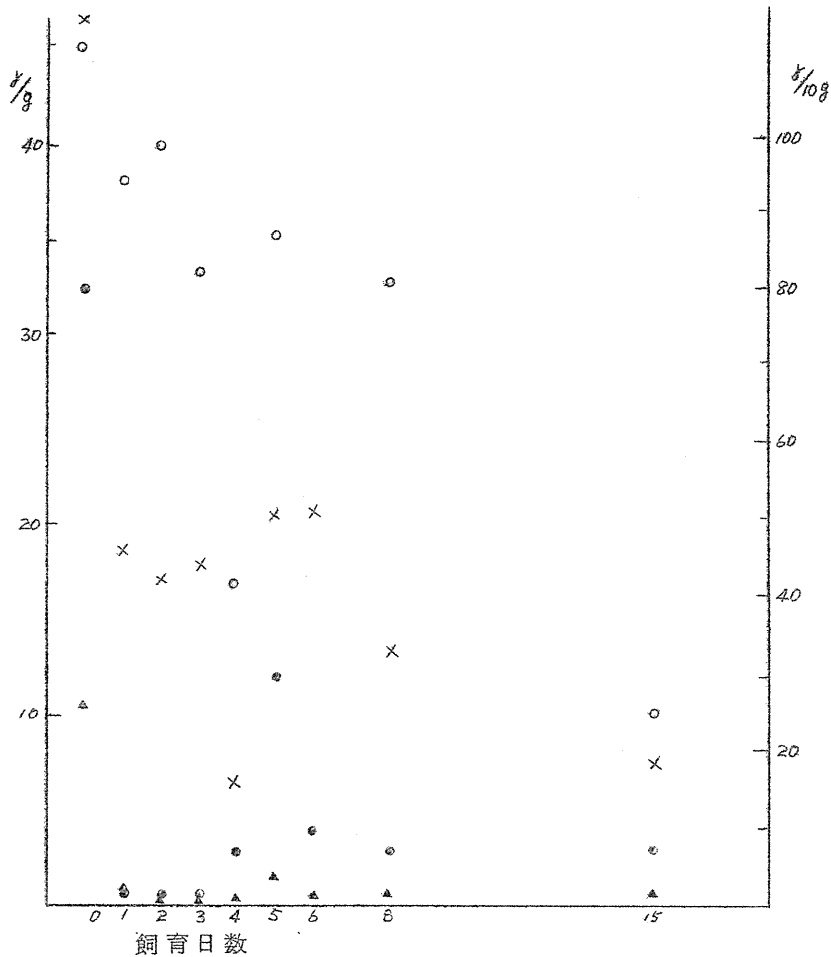
健全なフナを機械的に致死させ、0.5, 1ppmの供試液各5ℓに3尾あて浸漬した。供試液は24時間ごとに換えた。供試魚は24時間ごとに1尾ずつ取り上げ分析した。72時間後の死魚は腐敗臭強く、内臓は液状に分解していた。分析結果を第4表に示す。浸漬時間の経過に伴いP C Pの体内への浸透量は漸次増加するが、72時間浸漬しても、P C Pへい死魚の48時間水洗の場合と比較するとその量は半分に過ぎず、魚体内の分布でもP C Pに直接接触れる肉部に多く、内臓までは浸透しない。すなわち、P C Pによるへい死魚とはP C Pの体内侵入経路を異にするためであろう。

第4表 浸漬死魚体内の P C P

浸漬時間	部称	0.5 ppm			1 ppm			対 照
		♂	♀	♂/魚体10g	♂	♀	♂/魚体10g	
24	鰓	2	6	38	1	2	29	
	内臓	1	2		0	0		
	肉	11	5		11	4		
48	鰓	1	5	47	1	5	57	小川に浸漬0 ガラス水槽に 浸漬 0
	内臓	2	7		1	4		
	肉	17	6		18	8		
72	鰓	2	6	55	3	10	81	
	内臓	1	4		1	2		
	肉	19	7		29	11		

4 回復魚体内の P C P

フナを濃度1ppmの供試液で1時間飼育し、狂奔状態に達した8尾を清水8ℓ中に移し、24時間ごとに換水しながら飼育して1~2日ごとに1尾ずつ取り上げ分析し、時間の経過に伴う体内P C Pの減少を15日間にわたって調べた。一時、高濃度のP C Pに接触して狂奔状態にあつても清水に移せば、2~3時間後には正常な遊泳をするようになり、試験中1尾もへい死するものはなかつた。結果は第1図のとおりである。狂奔状態にある魚体内のP C Pは117 μ /10gであつたのが、24時間後に取り上げた試魚では46 μ と急激に減少していた。これは魚体の大部分を占める肉部や鰓のP C Pが減少したためである。一方、内臓P C Pの減少は非常に緩慢で15日間を経過してもかなり残存していた。すなわち、回復魚体内のP C Pは肉部や鰓では急激に減少していくが、内臓では非常に緩慢である。



第1図 回復魚体内のPCP (γ/g)

●-----鰓 ○-----内臓 ▲-----肉 ×-----魚体平均 (γ/g)

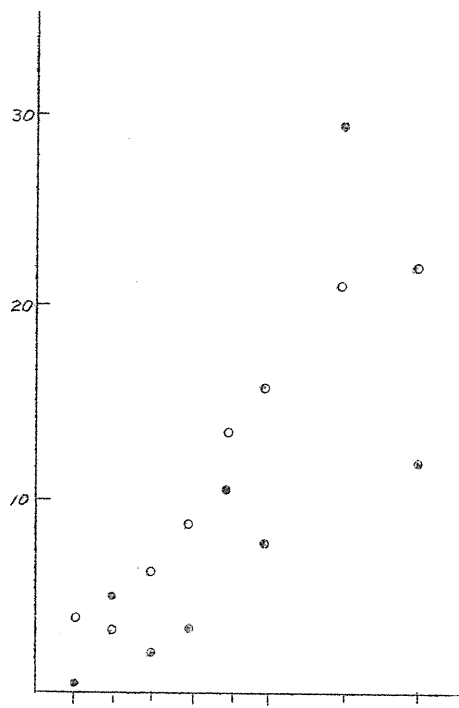
5 致死濃度以下で飼育した魚体内のPCP

濃度0.05, 0.1ppmの供試液各3ℓにフナを3尾ずつ入れ、24時間ごとに新しい供試液と取り換え7日間継続飼育した。その間、へい死や異常遊泳するような個体はみられなかった。7日後に取り上げ、分析した結果を第5表に示す。0.1ppm区ではPCPへい死魚の致死体内濃度を上まわる量を蓄積していた。

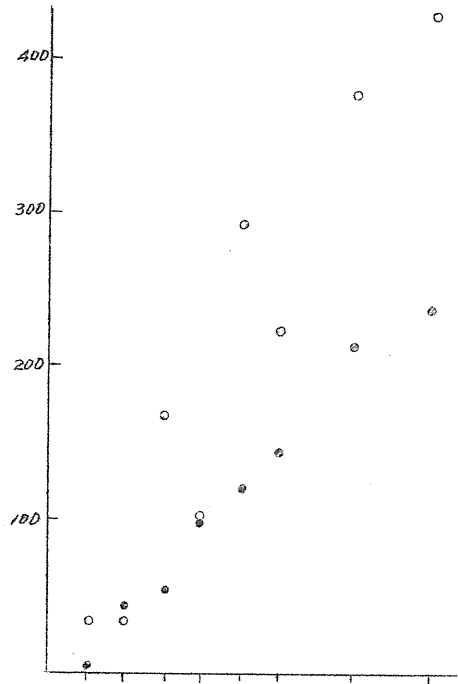
つぎに、前試験と同濃度に調製した供試液各

第5表 致死濃度以下で飼育した魚体内PCP

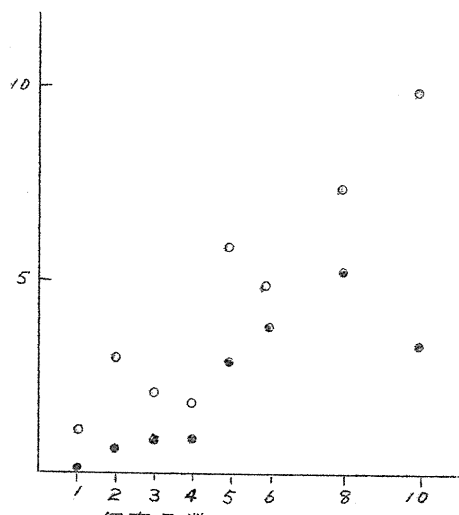
濃度	尾数	体長	体重	γ/魚体10g
0.05 ppm	3	5.2 cm	3.8 g	211
		5.5	4.0	304
		4.9	3.5	266
0.1ppm	3	5.0	3.1	311
		5.2	4.0	563
		4.5	2.8	582



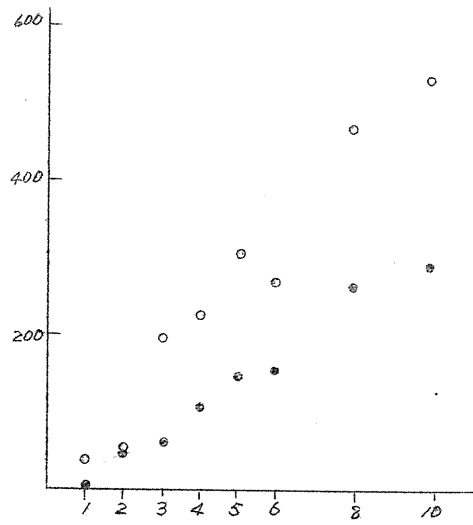
2-1 鰓 (σ/σ)



2-2 内臓 (σ/σ)



飼育日数
2-3 肉 (σ/σ)



飼育日数
2-4 魚体平均 (σ/10σ)

第2図 魚体内各部のPGP濃度

- 0.05 ppm 区
- 0.1 ppm 区

8ℓにそれぞれフナ9尾を入れ、24時間ごとに供試液を換えて飼育した。1～2日ごとに1尾ずつを取り上げ鰓、内臓、肉に分けて分析に供した。なお、最後の1尾は同様供試液を換えて30日間継続飼育し観察したが全然異常はみられなかった。分析結果を第2図に示す。致死濃度以下の溶液であつても長時間接触すれば、各部ともPCP濃度は漸次高くなつており、特に内臓の蓄積は著しく0.1ppm区では450 μg にも達している。また濃度別による蓄積量は各部とも0.1ppm区に多かつた。

第6表 回収PCPによる毒性試験

以上のように、体内には多量のPCPを蓄積していながら魚には異常がみられなかったので、濃度0.1ppmの供試液で20日間フナを飼育し、分析同様の操作で魚体内のPCPを留液に回収した。

濃度	液量 ℓ	尾数	体重 g	致死時間	PCP- γ	μg /魚体10g
1 ppm	2	2	7.0	7.00	373	533
0.5 ppm	1	1	5.4	へい死せず 3日目とりあげ	270	500

その留液で1ppm(2ℓ)、0.5ppm(1ℓ)の供試液を作り(濃度は原液の分析値から計算で求めた)フナを飼育して魚体からの回収PCPの毒性試験を行なつた。結果を第6表に示す。1ppm区では2尾ともへい死したが、致死時間が7時間と長く要しており、0.5ppm区では異常はみられなかった。

このように、低濃度で長期間飼育した魚体内のPCPは4-アミノアンチピリン法でPCP同様の反応を示すが、毒性は減退しているので、フナの解毒作用で生成された物質にPCPと同様の呈色反応を行うものがあるのだろう。

6 PCPへい死貝肉中のPCP

有明海産のアサリ、サルボウを用い、供試液は自浄海水(比重は1.020前後)で、各濃度区とも3ℓ調製し飼育した。供試液は24時間ごとに換えた。分析操作は、むき身にして30分間清水で洗浄し、以下の操作は淡水魚同様に行なつた。検量線はサルボウとアサリは別別に作製した。試験開始後48時間内のへい死貝はそのつど取り上げ、一時冷蔵庫に保存した後分析に供した。それ以後の死貝は24時間ごとに取り上げ順次分析した。貝類の体内PCPの分析結果を第7表に示す。PCP反応は死貝、生貝いずれも陽性であつたが、サルボウの致死体内濃度はアサリのそれより高く、種類により体内への移行量が異なるものと思われる。

サルボウのむき身を濃度1ppmの供試液に浸漬し、4、8、24時間後に取り上げ分析した。結果を第8表に示す。4時間後にはすでにPCPの反応は現れ、24時間後にはへい死貝の体内濃度

に近い量が検出された。魚に比較するとその浸透は早い。

つぎに、1 ppm 供試液で48時間内にへい死したサルボウ2個を器官別に分けて分析した。PCP

第7表 貝類の体内PCP

試料	供試個数	濃度	致死時間	へい死個数	分析個数	貝肉重量 g	PCP反応
サルボウ	5	0 ppm	生存	0	2	10.0 g	—
	10	0.3	72~96	4	2	13.0	++
			96~120	2	2	11.4	++
			生存	4	2	14.2	++
	10	0.5	0~48	2	2	10.5	++
			48~72	4	2	16.5	++
			72~96	4	2	19.5	++
	10	1	0~48	8	2	15.0	++
			48~72	2	2	8.5	++
	アサリ	2	0	生存	0	2	3.1
10		0.3	96~120	4	4	5.8	+
			生存	6	6	11.6	+
10		0.5	0~48	6	6	9.0	++
10		1	0~48	6	6	9.0	++

第8表 浸漬した貝肉からの検出

試料	個数	濃度	浸漬時間	分析個数	貝肉重量 g	PCP反応
サルボウの むき身	6	1 ppm	4	2	14.0	+
			8	2	13.5	+
			24	2	9.0	++

第9表 体内PCPの分布

部 称	鰓	内 臓	外 套 膜	足	そ の 他
重 量 g	2.1	8.7	2.5	4.5	3.5
PCP反応	+	+	+	+	+

Pは体内各器官に分布しており、濃度では外套膜が最高であつた。結果を第9表に示す。

以上、貝類でも生貝，死貝をとわずPCPに接触すれば体内にPCPを蓄積，吸収することが判明した。

7 総 括

以上、各種条件のもとで行なつた実験結果をまとめてみると第10表に示すようになる。PCPに接触して、それが直接原因となりへい死した魚は、魚体の各部ともPCP量が多く、腐敗魚でも多量に検出される。他の原因でへい死した魚がその後PCPに接触した場合には、PCPは肉部に多く分布し、内臓には全然ない、あつても微量であり、また全魚体のPCP量はきわめて少ない。生魚からPCPが検出された場合には、一時、致死濃度以上のPCPに接触したが、へい死をまぬかれその後回復した魚である場合と、低濃度ではあるが長時間PCPに接触した魚の場合がある。したがつて、生魚ではその他の状況とあわせて検討しなければ、魚体の分析だけでその影響を判別することは困難である。標本としてはつとめてへい死魚を採集することが必要である。

第10表 各条件下における魚体内のPCP反応

区 分					24 時 間				48 時 間			
	鰓	内臓	肉	魚体	鰓	内臓	肉	魚体	鰓	内臓	肉	魚体
I	++	++	++	++	+	++	+	++	+	+	+	++
II	-	-	-	-	±	-	±	+	±	±	+	+
III	++	++	++	++	-	+	-	+	-	+	-	+
IV	-	-	-	-	±	+	±	+	±	+	±	+

I； PCPによるへい死魚

II； PCP溶液に浸漬した死魚

III； 回復魚

IV； 致死濃度以下で飼育した魚

要 約

- 1) フナ，サルボウ，アサリを用いて体内に蓄積，浸透したPCPの検出を試みた。
- 2) PCPに接触した魚貝類からは、その生死に関係なくPCPを検出した。
- 3) PCPによるへい死魚体内のPCPは、供試液濃度や致死時間に関係なくほど一定であり致死体内濃度に限界があるらしい。また、この死魚を水洗してもPCPの減少は少ない。
- 4) 他の原因でへい死した魚体がPCPに接触した場合、肉部に多く分布するがその量は少なく、内臓まではほとんど浸透しない。

- 5) 高濃度PCPに接触し、へい死をまぬかれた生魚の内臓に蓄積されたPCPは長期間(15日間)経過しても残存する。
- 6) 0.1ppm以下の濃度で魚を長期間飼育すると、体内にPCPは蓄積され、致死体内濃度を越えても魚に異常はなかつた。また、低濃度で長期間飼育した魚の体内PCPは、PCPと全く同様の反応を示すが、その毒性は純粋のPCPの場合に比較して低いようである。

終りに、本実験を行なうにあたり、PCPの微量定量法について懇切なご指導を賜わつた九州大学農学部教授富山哲夫氏、へい死魚体中のPCP確認法についてご教授いただいた東北大学農学部津田勉氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 津田 勉・狩谷貞二, 1963. 日水誌, 29, (9).
- 2) 滋賀県水産試験場, 1963. 第36回全国湖沼河川養殖研究会資料プリント.
- 3) 富山哲夫, 1963. 西海区水産研究所主催, 除草剤PCPの定量に関する講習.