

有明海における除草剤 P C P 被害調査

松原孝之・平野哲美・宮崎征男

緒 言

昭和37年7月8日の地域的に大水害をともなつた大雨後、佐賀県有明海沿岸の養殖貝類が大量にへい死した。県水産課の調べによると、被害金額の推定は、6億5千万円に達している。昭和36年にも同期に同じ状態で貝類の被害が発生している。水産業側では、除草剤 P C P が海面に流入したためであるとして、その使用禁止を強く要望した。しかし、本年も撒布が行われた結果、昨年以上の大被害が再び発生した。

当场では、P C P 撒布時期に、流出 P C P 濃度調査、サルボウへい死調査を実施し、被害発生原因について検討を行なつたので、その結果を報告する。

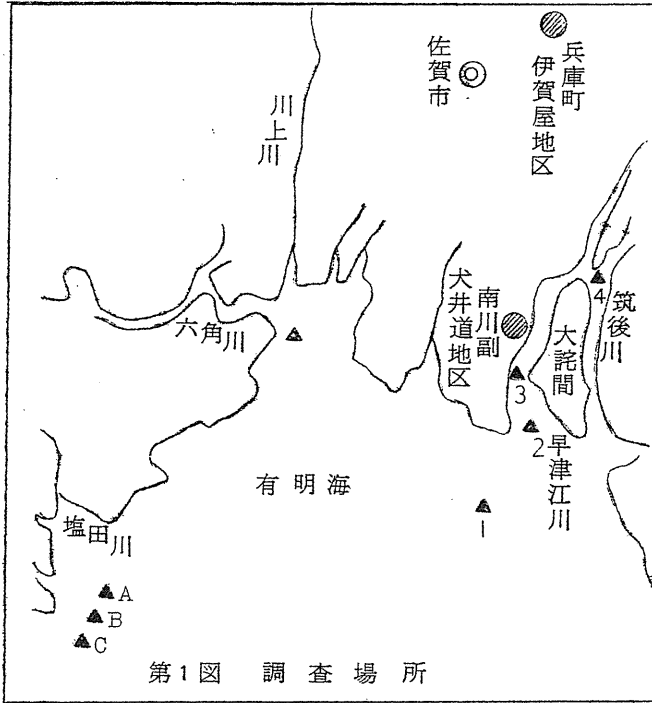
本調査の実施にあたり、懇篤なご指導を賜わつた西海区水産研究所池末沿岸資源部長並びに県水産課本岡前課長に厚くお礼申し上げる。

1 灌漑用水路の流出 P C P 濃度調査

1-1 調査方法

佐賀市兵庫町伊賀屋および佐賀郡川副町犬井道の2地区で(第1~第3図)、37年6月29日から7月20日までの間に、伊賀屋地区2回、犬井道地区4回の調査を実施した(第1表)。P C P の分析は、鈴木氏のオーラ¹⁾ミン法で行なつた。水田水のように懸濁物の多い試水では、キシロール層の分離が悪く、測定に困難を感じたので、試薬は総べて記載の方法の2倍量を使用し、比色にはフィルター No. 42 を用いた。P C P を含まない水田水を同様処理して空試験値を測定した。標準原液の作成に用いた P C P の純度は 98.3% である。

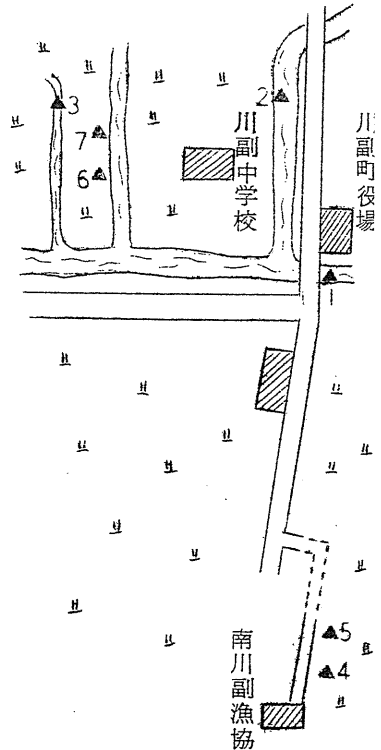
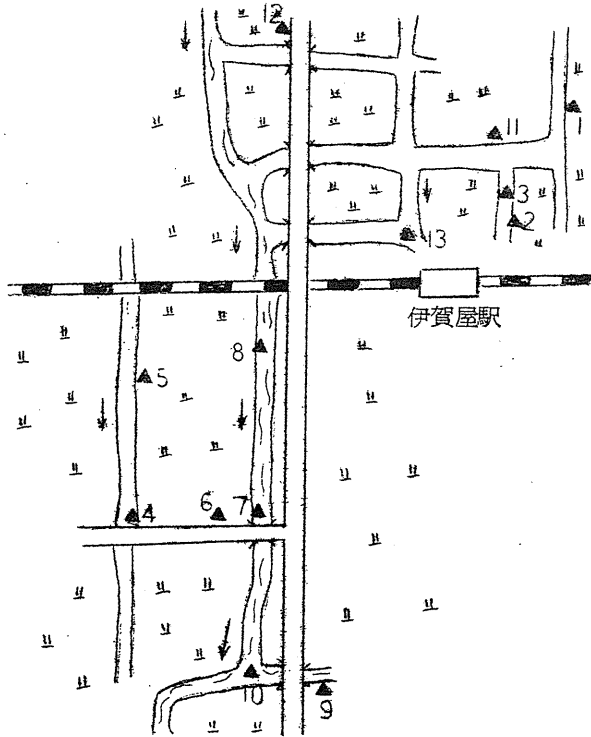
1-2 調査結果



(1) 伊賀屋地区

調査結果を第2表に示す。現での聞き取りによると、鉄道南の地域は、6月26・7日頃P Pの撒布を行ない、北側の地域は、6月29日に撒布を始めてる。

6月29日に南側地域の灌漑水路から0.2pp前後のPCPが出され、多数のフナが死んで浮っていた。カムルチーは、弱つて処に浮いていたが、死んだものみられなかつた。北側地域の採点より上流では、まだPCPの布が行なわれておらず、水から



PCPは検出されなかつた。

北側地域では、PCPを撒布中の水田がみられ、水田内に、フナの稚魚、ドジョウなどがへい死していたが、付近の水路には死んだ魚をみなかつた。水田の分析結果は、使用基準¹¹⁾どおり10a当り650g(有効成分)を撒布したとすると、著しく低い値しか得られていないが、その理由は明らかでない。南側地域の水路に死んでいるフナは、魚体が大きく水田からへい死して流れ出したものとは考えられない。

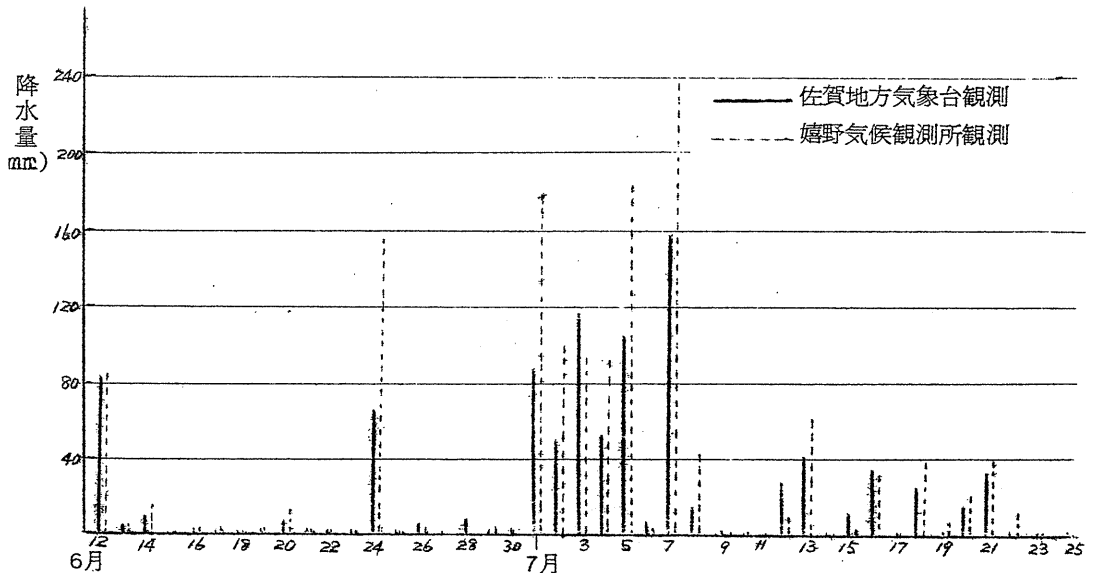
第1表 採水月日

地区	調査回数	採水月日	調査地点
伊地賀屋区	1	6.29	st.1~10
	2	7.3	st.2~4.6~7.11~13
犬井道地区	1	6.23	st.1~3
	2	7.4	st.1~3
	3	7.12	st.1~7
	4	7.20	st.1~3.4.6

7月3日には、7月1日以来の雨で水田が冠水していた。PCPの濃度は、灌漑用水路、水田とも痕跡~0.1ppmに減少している。へい死した魚は、南側地域にはみられなくなり、北側地域でみられた。撒布後の経過日数からみると北側地域のPCPの濃度は、南側地域の場合に比較して減少の程度が大きい。これは、雨でPCPの流失が著しかつたためと思われる。

(2) 犬井道地区

川副町では、²⁾ 県農業改良課の使用状況調査および降雨状況(第4図)からみて、使用面積の約7



第4図 降水量(佐賀地方気象台、気象月報6月号、7月号)

5%が7月7日、残りの約25%が7月9日～15日頃にPCPを撒布したと思われる。第3表に示すように、6月22日には灌漑水路からPCPが全く検出されず、7月4日に僅かに存在が認められた。これは、上流地域での撒布の影響によるものであろう。7月7日に集中的に撒布されたPCPは、その夜からの大雨で、水田から一時に溢流したといわれる。7月12日の調査では、灌漑水路のPCPの濃度は、0.2～0.5ppmを示し、フナ、ウナギ、カムルチーなどが死んで浮いていた。水ぎわの上のくさむらにも多くの死魚がみられ、大雨後の増水時期にへい死の発生したことを示している。7月20日になるとPCPの濃度は、痕跡～0.1ppmに減少している。水田では、PCP撒布後約5時間を経過したといわれる水田で、3.1ppmが観測された。この水田は8日後に、0.1ppm以下に濃度が減少している。

第2表 伊賀屋地区水田、水路PCP分析結果

調査月日	採水地点	PCP-PPm	備 考
6.29	1	0.62	水田 29日撒布 水深12cm 小ブナ、ドジョウ等斃死
	2	1.05	水田 29日撒布 撒布直後 魚類狂乱斃死中
	3	0	水路 巾1m まだPCPが流出しているとは思われぬ地点
	4	0.22	水路 巾3m 淀に坪当たり5～6尾の斃死魚を認む
	5	0.15	水田 6月24日頃撒布 カニ穴による水もれ
	6	0.17	水田 6月26日撒布 水深10cm
	7	0.15	水路 巾5m フナ死魚多数認む
	8	0.15	水路 巾5m St.7より500m上流
	9	0.17	水田 カニ穴により水もれ
	10	0.19	水路 巾5m 坪当たり1～2尾の斃死魚認む
7.3	2	0.05	水田 6月29日撒布
	3	0.05	水路
	4	0.12	水路
	6	0.06	水田 6月26日撒布
	7	0.10	水路
	11	0.07	水田 6月29日撒布 ドジョウ死魚多数認む
	12	0	水田 落水口より採水
	13	0.05	水路 巾5m 魚類多数斃死

第3表 犬井道地区水田、水路PCP分析結果

調査月日	採水地点	PCP-PPm	備考
6.23	1	0	水路 巾5~6m メダカ健全游泳
	2	0	水路 巾5m St.1より500m上流
	3	0	水路 巾1m 田よりこの水路に直接落水する
7.4	1	0.05	
	2	0.07	
	3	0.05	
7.12	1	0.22	} 淀にフナ ウナギ カムルチー等の魚類多数斃死しているのを認む
	2	0.54	
	3	0.28	
	4	3.14	水田 撒布後5時間経過
	5	0.16	水田
	6	0.14	水田
	7	0.34	水田
7.20	1	0.08	
	2	0.12	
	3	0.16	
	4	0.08	水田
	6	0	水田 ホリドール撒布中

2 筑後川（早津江川）および河口養殖場における流出PCP濃度調査

2-1 調査方法

筑後川および河口養殖場内の4地点で（第1図）、37年6月22日から7月20日までの間に第4表に示すように採水を行ない、前調査と同じ方法でPCPを分析した。採水は、普通干潮時に行ない、同時に水温、比重を測定した。底泥中のPCPは、7月12日にSt.1~3で表土を採集し湿泥5gをとり、蒸留水300ccを加え約15分間よく振盪し、2・3時間静置後、上澄液のPC

Pの濃度を定量した。6月22日調査時、同地点で採集した干潟表土を用い、同じ処理を行なった空試験値を測定した。

2-2 調査結果

分析結果を第5表に示す。6月下旬からPCPの撒布が上流地区で始まっているが、7月4日までPCPはほとんど認められていない。7月12日には、

河口および養殖場の底層水に0.2 ppm前後のPCPが検出されている。底泥にもかなりのPCPが吸着されていることが認められた。表層水のPCPは、底層水に比較して少なく、0.1 ppm以下である。7月20日になると撒布時期を過ぎ、PCPの流出はほとんど認められない。

海況は、第6表に示すように著しく低比重である。水温は、7月始めは低温であつたが、7月9日頃から気温が高くなるにもなつて上昇し、7月12日には、26.7℃を示すようになった。

第4表 採水月日

調査回数	採水月日	採水地点
1	6.22	
	6.29	
2	7.4	St.1.4
3	7.12	St.1~3
4	7.20	St.1.2.4

第5表 筑後川(早津江川)および養殖場PCP分析結果

調査月日	養殖場	早津江川		筑後川	
		St.1	St.2	St.3	St.4
6.22	表層	0 Ppm			0
	底層	0			
6.29					0
7.4	表層	0			0.07
	底層	0.05			
7.12	表層	0.08	0.08	0.05	
	底層	0.20	0.16	0.22	
	底泥	0.24 (1.6g)	0.20 (2.3g)	0.12 (2.6g)	
7.20	表層	0	0		0
	底層	0.08	0		

3 その他の養殖場における流出PCP濃度調査

3-1 六角川河口養殖場調査

37年7月15日、貝類の被害調査と同時に、養殖場の採水、採泥を行ないPCPを定量した(第1図)。

調査を行なった養殖場はアサリがおもでサルボウが僅かに混棲している。調査時漁場は強い腐敗臭を発していた。アサリの生貝は全く認めることができなかった。死貝は肉付きのものが大部分を占めている。サルボウは漁場から数個体の生貝をようやく

註 ()は底泥の乾燥重量

第6表 早津江川河口養殖場海況観測結果

観測月日			3h30m 前	2h30m 前	1h00m 前	最干潮時	0h30m 後	1h00m 後	2h00m 後
6.22	水 温	°C 表層	25.8	27.2	25.4	25.0	24.8	24.8	—
		底層	22.7	23.2	25.5	25.0	25.1	25.1	—
	比 重	表層	20.55	18.69	9.13	6.42	2.82	3.85	—
		底層	21.61	21.04	11.60	7.42	4.86	6.88	—
7.4	水 温	表層	22.2	22.4	21.4	21.4	21.3	—	—
		底層	22.6	23.0	21.7	21.8	21.6	—	—
	比 重	表層	0	0	0	0	0	—	—
		底層	9.90	9.29	0	0	0	—	—
7.12	水 温	表層	—	—	—	—	—	—	26.1
		底層	—	—	—	—	—	—	25.9
	比 重	表層	—	—	—	—	—	—	0
		底層	—	—	—	—	—	—	0
7.20	水 温	表層	—	27.2	26.0	26.1	26.1	26.2	—
		底層	—	26.8	26.0	26.0	26.1	—	—
	比 重	表層	—	5.19	0	0	0	0	—
		底層	—	9.17	0	0	0	—	—

見付けることができた。しかし100%の被害とつていいだろう。貝肉の腐敗の程度は、アサリの方が進んでいるようにみえる。漁場に浮泥の堆積は極めて少なく、埋没へい死したようすは認められなかつた。その他の貝類では、灰貝、カキ、ニシ、魚類では、ワラスボ、ハゼ、などがへい死していた。本漁場はアサリの養殖密度が著しく高く、へい死の進行にともない硫化水素の発生などによる二次的被害も考えられる。アサリのへい死は、9日にはほとんどみられなかつたといわれる。11日にこの付近の地域で灰貝がへい死したと報告があつた。したがつて、顕著にへい死が進行し始めたのは、10日頃からであろう。

分析結果は第7表に示すように、下げ潮時の表層水(水深約1m)、干出直前の表層水から0.1ppmのPCPが検出されている。底泥にもPCPの吸着が認められた。しかし、上げ潮時の表層水からはPCPが検出されていない。これらの試水の比重は、ほとんど淡水とつてよい。

3-2 塩田川河口養殖場における

流出PCP濃度調査

第7表 六角川河口養殖場PCP分析結果

採水時刻	11時30分	12時50分	14時25分	底泥
PCP-PPm	0.10	0.10	0	0.26 (2.2g)

37年7月16日にサルボウへい死調査の調査点で、採水、採泥を行ないPCPを定量した。調査点は、

調査月日 7月15日 ()は底泥の乾燥重量

大潮干潮時に干出する。前項の調査点に比較するとやや干潟の沖合部になる。分析結果は第8表に示すように、PCPが検出されなかつた。底泥にPCPがみられないことから、流出していても軽度であつたと思われる。本地域の8日朝の降水量は、場所によつて700mm前後と推定され、このため大きな水害が発生している。

第8表 塩田川河口養殖場PCP分析結果

採水地点 水深	St. 1	St. 2	St. 3
表層	0PPm	0	0
中層	0	0	0
底層	0	0	0
底泥		0	

調査月日 7月16日

4 サルボウへい死調査

4-1 調査方法

塩田川河口養殖場内の3地点で(第1図)、37年6月15日から7月23日までの間に6回、満潮時に表・底層の水溫、比重の測定を行ない、同時に貝桁でサルボウを採集し、肉付きの死貝殻を算定して、へい死率を求めた。死殻のみのものは算定から除外した。生貝は実験室に持ち帰り、1地点5個体の血液を合わせて、硫酸銅法で血液比重を測定した。

4-2 調査結果

調査結果を第9・10表および第5図に示す。6月21日の海水比重は、表・底層とも1.020以上を示している。降水量の増加とともに表層比重は著しく低下して、7月4日には淡水化している。しかし、底層比重は1.017であり低下していない。この頃になると養殖場は、干潮前後かなりの時間、低比重になるものと思われる。しかし、貝の血液比重は、調査開始時とほとんど変わらない高い値に維持されている。この間、へい死貝は6月15日を除いてみられない。その後、7月16日まで観測を欠くため確かなことはいえないが、海水比重は7月8日の出水時に最低になり、満潮時にも底層まで淡水に近い状態になつたものと思われる。7月16日でも満潮時底層の比重が

1.005で、出水後1週間以上経過しているが、比重はほとんど回

第9表 海況およびサルボウ血液比重

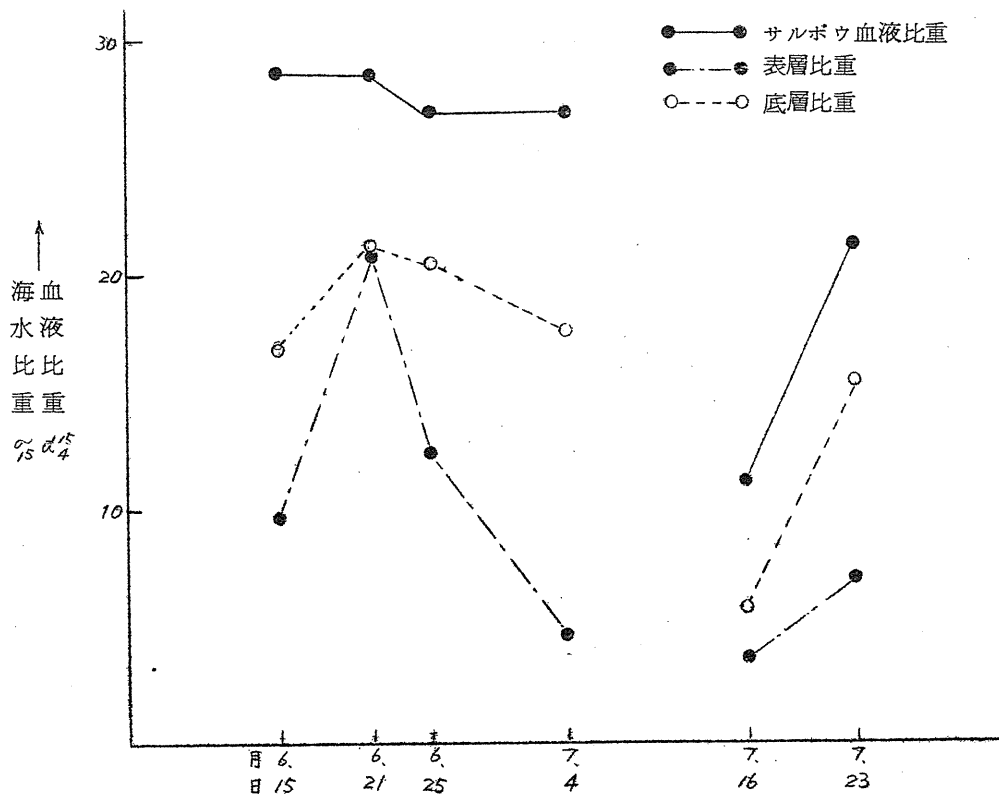
観測月日	水深 m	水温 °C	比重 ~15	試料殻長 mm	血液比重 d_{4}^{15}
6.15	0	21.4	9.46	40~60	1.029
	5.5	21.1	16.95		
6.21	0	24.0	20.66	31~48	1.029
	5.5	22.5	20.78		
6.25	0	22.2	12.58	37~56	1.028
	5.0	22.8	20.03		
7.4	0	23.0	4.89	36~50	1.028
	6.0	23.0	17.95		
7.16	0	26.6	3.58	51~53	1.012
	5.5	26.0	5.92		
7.23	0	31.1	7.21	39~49	1.022
	4.8	25.2	15.30		

第10表 モガイ斃死率

月日	生貝数	死貝数	斃死率
6.15	51	3	6%
6.21	55	0	0
6.25	113	0	0
7.4	158	0	0
7.16	22	3	12%
7.23	85	12	12%
7.17	15	0	0

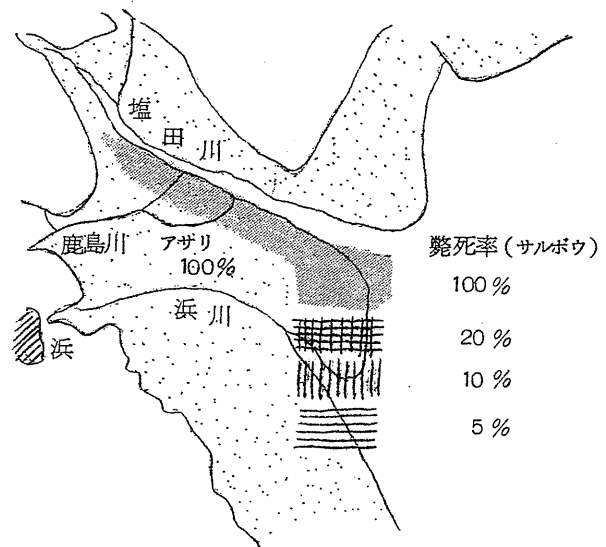
3調査地点の合計

3調査地点の平均値



第5図 海水比重、サルボウ血液比重の変化

復していない。これは、陸上水の流出量が極めて多く、また、小潮時期であつたためと思われる。貝の血液比重は著しく低下して、 $d_{4}^{25}=1.012$ を示している。へい死率は12%で生貝の約 $\frac{2}{3}$ は採血困難なほど弱つていた。7月23日になると底層比重は1.015に上昇している。それにともない血液比重は $d_{4}^{25}=1.022$ に増加し、生貝は活力を回復している。しかし、へい死率は12%で、前回調査時と変らない高い値を示している。これは、衰弱貝のへい死、



第6図 貝類へい死状況

底質の悪化によるへい死などのためであろう。なお、調査間隔が短かつたため、前回へい死直後の貝が一部含まれてきているかもしれない。血液比重は、底層比重の変化に応じて変動しているようである。第6図は、7月16日に付近養殖場の貝類へい死状況を調査した結果で、河口付近のへい死率が最も高く、これを離れると、著しく低くなつている。

考 察

今回の有明海における貝類大量へい死の原因については、水産庁によつてすでに次のように結論されている。すなわち、へい死の原因は、淡水化とPCPの有害性という悪条件の相乗作用によるものと思われる。しかし、総べてがこの原因によつて生じたものではなく、一部は硫化水素などによる二次的被害によるものも含まれていると思われる。淡水化とPCPの有害性では、後者がへい死の主要な要因であろうとしている。へい死原因については、この水産庁の報告で尽されていると思われるが、調査結果について簡単に考察を述べる。

(1) PCPの淡水魚に対する毒性は、48時間TLMで、淡水区水産研究所によれば、0.13ppm(コイ)であり、田村氏等は、0.3~0.6ppm(コイほか4種)と報告している。灌漑水路に多数認められるへい死魚は、PCPの流出によるものである。このことは、PCPの撒布にともなつてへい死が発生しており、水路から致死量のPCPが検出されることで明らかである。

伊賀屋地区における第1回の調査では、大雨による溢流がみられなくても、魚がへい死している

採水時に観察したところでは、カニカモグラによると思われる穴、水口の不備なところ以外、とくに、漏出の原因となるような点はみられなかつた。しかし、PCPは地区地区で共同撒布が行なわれているので、撒布直後には、これらの箇所を通じ、いつせいに高濃度のPCPが漏出し、水路に致死量のPCPを認める結果になるのであろう。また、水漏れしている付近には、魚がよく集まる。このためへい死することも考えられる。魚のPCPに対する嫌忌行動は、あまり明瞭でないことが報告⁶⁾⁷⁾されている。魚のへい死は、PCP撒布後、ごく短期間内に発生し、長くは続かないように思われる。

(2) 貝類の被害発生の原因になつたPCPの流出について、一般には次のようにいわれている。犬井道地区の場合にも述べたが、7月始めは、連日かなりの雨が降り、PCPを使用することができなかつた。そこで、7月7日に雨が一時降り止んだのをみて、これらの水田で同時にPCPの撒布を行なつた。ところが、その夜から翌朝にかけて大雨(160mm)となり、このPCPが水田から激しく溢流して、有明海に流入した。このため養殖貝類は大被害を受けた。

県農業改良課²⁾の調べによるPCPの使用状況は次のとおりである(除く玄海関係)。

～ 7月3日	4.197 ha	27%
7月4～9日	3.755 ha	24%
7月10～15日	7.615 ha	49%

7月8日およびその直後の時期におけるPCPの流出状況は、調査を欠くため明らかでないが、7月7日には、全使用面積の約 $\frac{1}{4}$ が1日間にPCPを撒布している。これが大雨によつて、同時に溢流したのであるから、流出量はいわれるように極めて多かつたと考えられる。

調査結果をみると、正常に使用された場合でも撒布盛期になると7月12日には、表層で約0.1ppm、底層で約0.2ppmのPCPが早津江川の河口および養殖場の試水から検出されている。底層の濃度が高いのは、底泥に吸着されているPCPの影響のようにみえる。このPCPは、干潟表土に遊離状態のPCPが吸着されたものでなく、PCPを多量に吸着した泥土が、恐らく水田からと思われるが出水時に流出して、干潟に沈積したものであろう。また、7月15日に六角川河口養殖場の試水から0.1ppmのPCPが検出され、底泥にPCPの吸着が認められている。したがつて、被害発生時期に漁場には、7月8日に著しく高い濃度でPCPが流出し、その後は、撒布時期を過ぎるまで、0.1～0.2ppmのPCPが流出していたと考えられる。

従来の研究によるアサリの致死量を第11表に示す。アサリは高水温で著しくPCPに対する抵抗力が低下する。また、低比重で貝の活力が低下すると、抵抗が弱くなる。これらの実験によると被害発生時のように、高水温であり、しかも低比重で貝の活力が低下している場合には、より低い濃度でも貝がへい死することが考えられる。今回漁場に流出しているPCPの濃度は、致死量に達

第11表 アサリに対するPCPの致死濃度

水温 °C	比重	TL _m (PPm)						備 考
		24時間	48時間	72	96	120	144	
3~12	21.6				0.93	0.81	0.25	西海区水産研究所 ⁷⁾
15~19	21.6			0.63	0.37	0.35	0.35	
15~19	10.8			1.4	0.32	0.19	0.17	
26~29	21.6	1.15	0.32	0.13	0.13			
水温 23°C $d_{18.7\%}$ (比重 25.05) 平均生存時間 115時間 0.1ppm								富山・小林・上田・河辺 ⁸⁾

するとみられるものであり、貝類がこのため大量へい死する可能性は、充分考えられる。

(3) サルボウへい死調査を実施した塩田川河口養殖場は、底泥からPCPが検出されていない。また、PCPの使用状況は水害のため明らかでないが、この地域では、7月7日に特に多量のPCPが撒布されたようなことを聞かない。

7月16日に貝類のへい死状況を調べた結果によると、河口付近ではアサリが全部へい死しており、カキも約90%の被害であつた。漁場には、浮泥が約15cmの厚さに沈積しており、特にカキ床で著しかつた。サルボウもミヨ筋付近の漁場では全部へい死している。しかし、これを離れるとへい死率は20%以下に減少している。サルボウへい死調査の結果では、7月4~23日の期間におけるへい死率は24%であつた。

本漁場における貝類のへい死は、淡水の影響によるものと思われる。7月16日にサルボウの血液比重は、 $d_{15}^4 = 1.012$ を示している。村地氏等⁹⁾の実験によれば、40%海水(1.009)でサルボウが全部死亡したときの血液比重は、挿図からこれを求めると大体 $d_{15}^4 = 1.013$ である。これをみると、低比重の影響は軽微なものでなく、その悪影響が貝に強く及んでいることが知れると思われる。しかし、その被害状況は、県東部沿岸の養殖場に比較すると軽くて終つている。

結 語

本年度有明海沿岸に発生した貝類の大量へい死は、除草剤PCPが漁場に流出したことによるものと思われる。しかし、一部の漁場では、淡水による被害もみられた。

PCPを使用する梅雨時期に豪雨、大雨等¹⁰⁾が近年の例でみると3年に2回の割合で発生している。PCPの指導要領には、気象情報に注意し、大雨が予想される場合および大雨後の使用は避けるよ¹¹⁾

うになつている。しかし使用が行なわれている過程でこの実行が容易でないことは、本年度の場合をみれば明らかであろう。したがつて、PCPの使用による事故発生の機会は極めて多いことが考えられる。

本年度の被害発生は、PCPの流出がたまたま低比重、水温の急激な上昇などの悪条件と重なつたためであるとして、この点だけを重視しようとするは適当でないように思われる。PCPは淡水とともに漁場に流出してくるのであるから、当然比重も低下してくる。また、この時期には、大雨が降り止んで、天候が回復すると水温が急激に上昇するような例がしばしばみられる。PCPが多量に流出するときには、同時にこうした貝の活力を低下させる要因をとまなうのが普通で、PCPの貝類に対する毒性はこのため著しく強いことに注意して、その使用を検討すべきであろう。

文 献

- 1) 鈴木 巖 , 1962 . PCP微量分析 .
- 2) 県農業改良課 , 1962 . PCP使用実績累計調査表 .
- 3) 吉川春寿 , 1948 . 硫酸銅法 .
- 4) 水産庁漁業振興課 , 1962 . 昭和37年度農薬PCPによる漁業被害対策資料 .
- 5) 田村 保・板沢靖男・羽生 功・木村健一 ; 1958 . 水産増殖 , 6 , (2) .
- 6) 富山哲夫・河辺克己 , 1962 . 日水誌 , 28 , (3) .
- 7) 西海区水産研究所 , 1962 . 除草剤PCP-Naの漁貝類に及ぼす影響に関する研究 .
- 8) 村地四郎・古川哲三 , 1958 . 水産増殖 , 6 , (2) .
- 9) 富山哲夫・小林邦男・上田 登・河辺克己 , 1962 . 日水誌 , 28 , (4) .
- 10) 西日本気象協会 , 1962 . 佐賀県の気象 .
- 11) 佐賀県 , 1962 . 除草剤PCP使用対策 .
- 12) 佐賀地方気象台 , 1962 . 気象月報 .