

I ま え が き

昭和36・37年には連続して有明海沿岸域の干潟貝類が大量斃死を起したが各方面の調査研究によつて、その原因は36年から本格的に使用された水田除草剤PCPによるものと推定された^{1)~3)}。その結果、同38年から有明海沿岸域においてはPCPの使用規制が行なわれ、そのため同年には海面における被害の発生をみなかつた。これはPCP規制の効果に加えて、同年の天候状況にもよるものと思われるが、過去における前記貝類の被害は豪雨による淡水化に原因があるという富山⁴⁾の発表がきっかけとなつて、農業側から農林省に対し規制の緩和が要望された。PCPの影響についてはまだ十分解明されていない面もあるので、この面の追求とPCPの安全施用法に関する調査研究が農林省より研究諸機関に対し再度要請された。すなわち、昭和39年6月10日九州農業試験場(福岡県筑後市)において、その調査研究推進会議が開催され、当所は標記課題についての調査研究を担当することになった。しかし当所は現場から遠く、予算内での調査は不可能なため、佐賀県養殖試験場に全面的な協力をお願いして本調査を実施することができた。

有明海周辺におけるPCPの散布は6月下旬~7月上旬の間に集中的に実施される。この時期は多雨・高温であるため、干潟に生息する貝類にとっては周年のうち最も悪い環境にあるといえる。これらの悪条件は複合して発生することが多いため、貝類の斃死原因がPCPか、低塩分かと論争される。筆者らは低塩分などによつて貝の活力が低下したところへ、PCPの毒作用が相乗的に加わつて大量斃死を起すものと推定しているが、1)果して貝の活力がどう変化するか、2)貝の活力の変化と環境要因がどう対応するか、3)貝の活力が低下した場合、PCPの毒性にどう反応するかを解明しなければならない。

そこで、われわれはPCP使用時期を中心に干潟貝類に影響を与えると思われる主な環境要因を観測するとともに、現場におけるアサリを対象として、その活力を測定した。しかし貝類の活力を数量的に示す適当な方法が確立されていないので、別にその測定法および生理的意義についての基礎的実験を実施し、目下なお継続中である。なお、本調査研究には下記の者が参加したが、現場調査は主として佐賀県養殖試験場が担当し、活力測定法の検討は西海区水研が分担した。

西海区水産研究所：池末 弥・畔田正格・木村重人、

佐賀県養殖試験場：松原孝之・三井所正英・平野哲美・宮崎征男・中尾義房・中島 浩、

Ⅱ 現場における調査研究

1. 調査研究の方法

佐賀県鹿島市浜町にある同県養殖試験場の調査船は満潮時を中心に2～3時間の間しか出入港ができないし、小潮時の約5日間は船の出入りが困難であることから、調査地点を鹿島地先に設定せざるを得なかつた。この海域に流入する河川は小さく、その流域には水田地帯も少ないため、現在のPCP使用規制下ではPCP流出の心配もあまりないと思われる(第1表)。それでPCPの流入する可能性の大きい六角川河口沖合にも調査地点を設けた。六角川河水は小潮時

第1表 調査海域に流入する陸水系の流域面積と水田面積

()内は流域面積に対する%

調査海域	流域面積 (Km ²)	同 水 田 面 積 (Km ²)			
		低毒性除草剤 重点使用地域 (PCP規制地区)	低毒性除草剤 奨励地域 (中間地区)	PCP使用地域 (一般地区)	計
鹿島市地先 (塩田川, 浜川水系)	321.3	46.0 (14.3)	18.0 (5.6)	13.0 (4.0)	77.0 (23.9)
六角川河口域 (六角川水系)	488.2	51.0 (10.5)	12.7 (2.6)	72.8 (14.9)	136.5 (28.0)

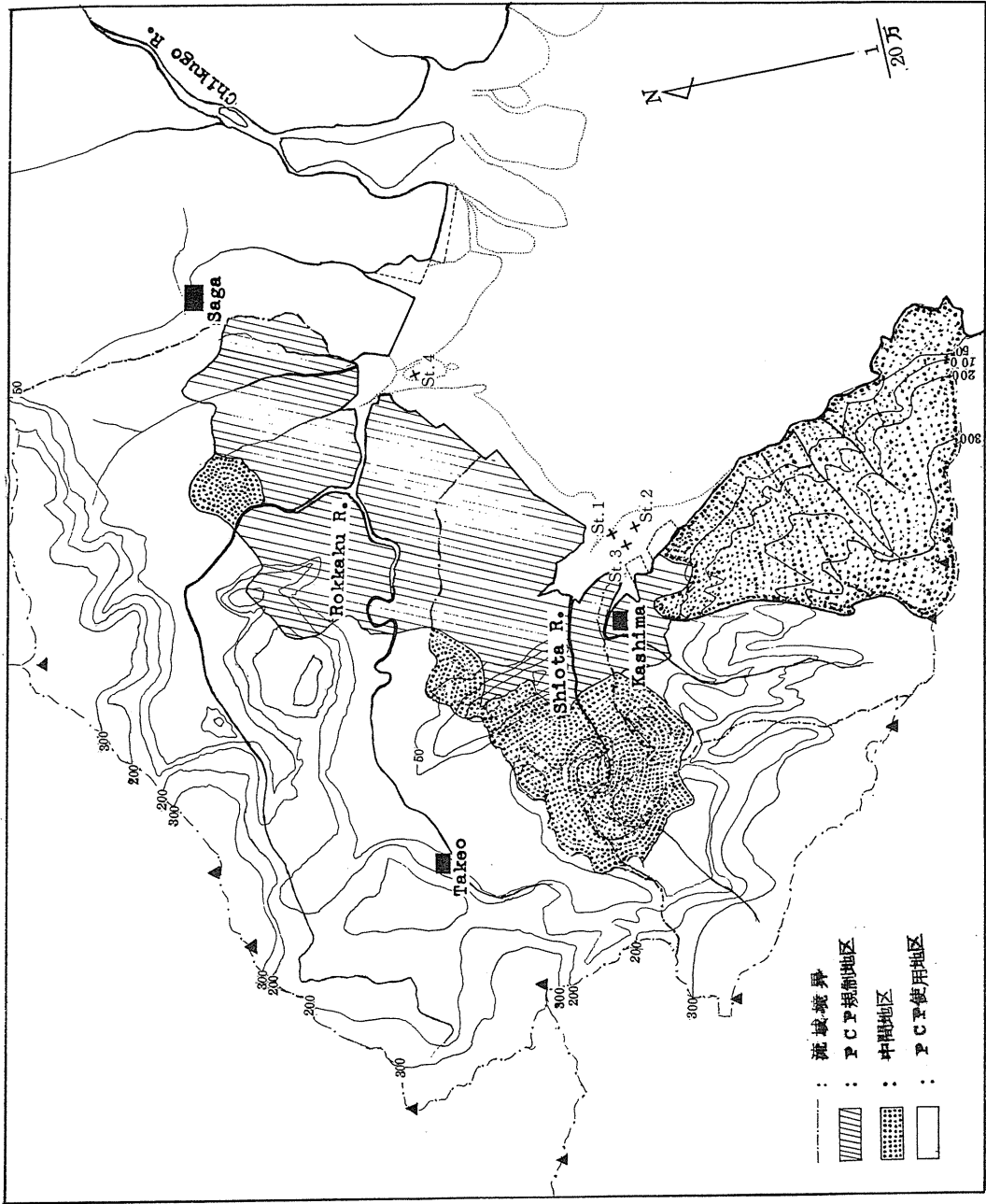
には国営干拓東南沖を通つて鹿島地先に入つてくる。以下調査地点の概要と調査方法について述べる。

1) 調査地点の概要(第1図)

St.1 (塩田川中洲): 地盤高0.6m、以前はこの海域におけるアサリ種苗の濃密な発生場であつたが、近年軟泥が多くなりほとんど発生をみなくなつたところである。みお(滞)筋にあるため3地点中淡水の影響を最も長時間受ける場所である。

St.2 (新床沖): 地盤高はSt.1とほぼ等しく、淡水の影響はそれよりやや少ない場所である。本地点一帯は浜川沖合のスミノエガキまたはモガイの養殖場であるが、近年スミノエガキ不振のためマガキとモガイの養殖が行なわれている。また軟泥が多くなりアサリの発生はほとんどみられなくなつた。

St.3 (新床): St.2より陸岸によつた浜川河口沖合で、地盤高1.1mである。ここもスミノエガキ養殖場で、アサリの発生もみられたが、近年ノリ養



第1図 調査地点および関係河川流域地勢図

殖の発展によつてその中心的漁場となり、そのため軟泥が多くなりアサリの発生は全くみられなくなつた。St.1・2 より干出時間が長く、淡水の影響はSt.2 よりやや強く、St.1・4 より少ない場所である。

St.4 (六角川中洲)：六角川河口沖合にある洲で、地盤高がSt.3 とほぼ同じ高さの地点に試験籠を設置した。淡水の影響はSt.1 よりやや強いと思われる。この付近はアサリの発生が多く、優良なアサリまき付け漁場となつており、さらにこの洲の沖側はアサリの濃密発生地となつている。

2) アサリの斃死率と活力の測定

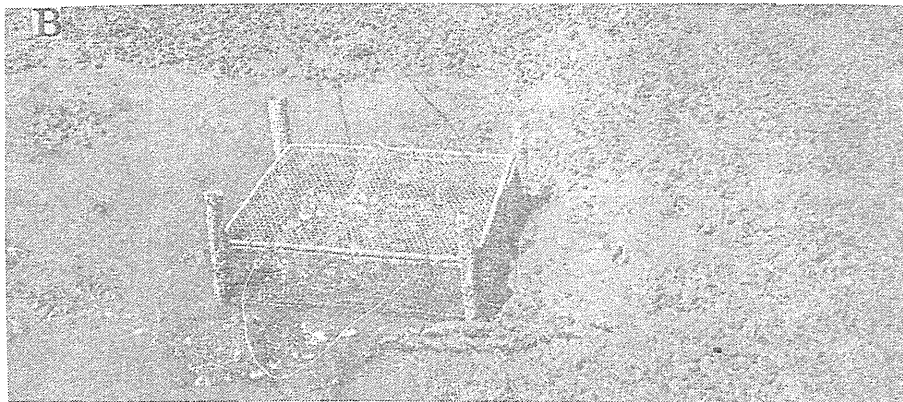
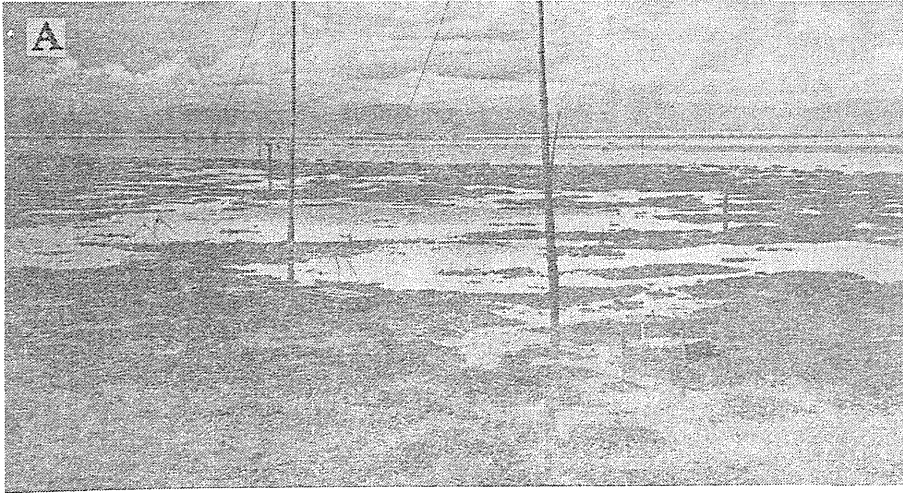
上記4地点に試験籠(45×45×10cm, 網目1cm, 20番線金網)3ヶずつを用意し、各籠にはそれぞれ六角川中洲養殖場のアサリ150個ずつを入れ、6月23・24日に設置した(第2図A, B)。各地点とも2籠は小潮時にも調査ができるようロープをつけて標識竹に結びつけ、他の1籠は杭で地盤上に固定した。したがつて固定籠は大潮時でなければ調査ができないわけである。調査は1週間ごとに行ない、斃死個体を取り出したが、害敵にせん孔されてへい死した個体は区別した。へい死貝数を数えると同時に活力測定用および必要に応じて室内実験用のアサリを取揚げた。

活力の測定には後述するように外観的観察、生化学的検査、病理組織学的検査などいろいろな方法があるが、かなり多数の個体について、現場において、かつ、殺さないで測定できる方法は確立されていない。筆者らは飼育実験中、アサリの生死を判定する場合、閉殻した個体については貝殻を爪で少し開く時の力で衰弱の程度が判定できるという経験から、この力を測定することにした。第1・第2回調査時には筋力測定器ができあがらなかつたので、杆晶体の長さ重量を測定し、第3回以後は閉殻筋力を測定した。閉殻筋力は貝柱の大きさによつて差があるほか、生理的条件によつて差がある⁵⁾ともいわれているが、また、閉殻筋はほとんどエネルギーの消費なしに長く緊張を続けることができる⁶⁾という。筋肉の刺戟に対する反応には微妙な問題が介在すると思われるし、筋力がはたして健康状態を示し得るかどうかの基礎的研究を行なう必要がある。このために行なつた実験については後述べる。

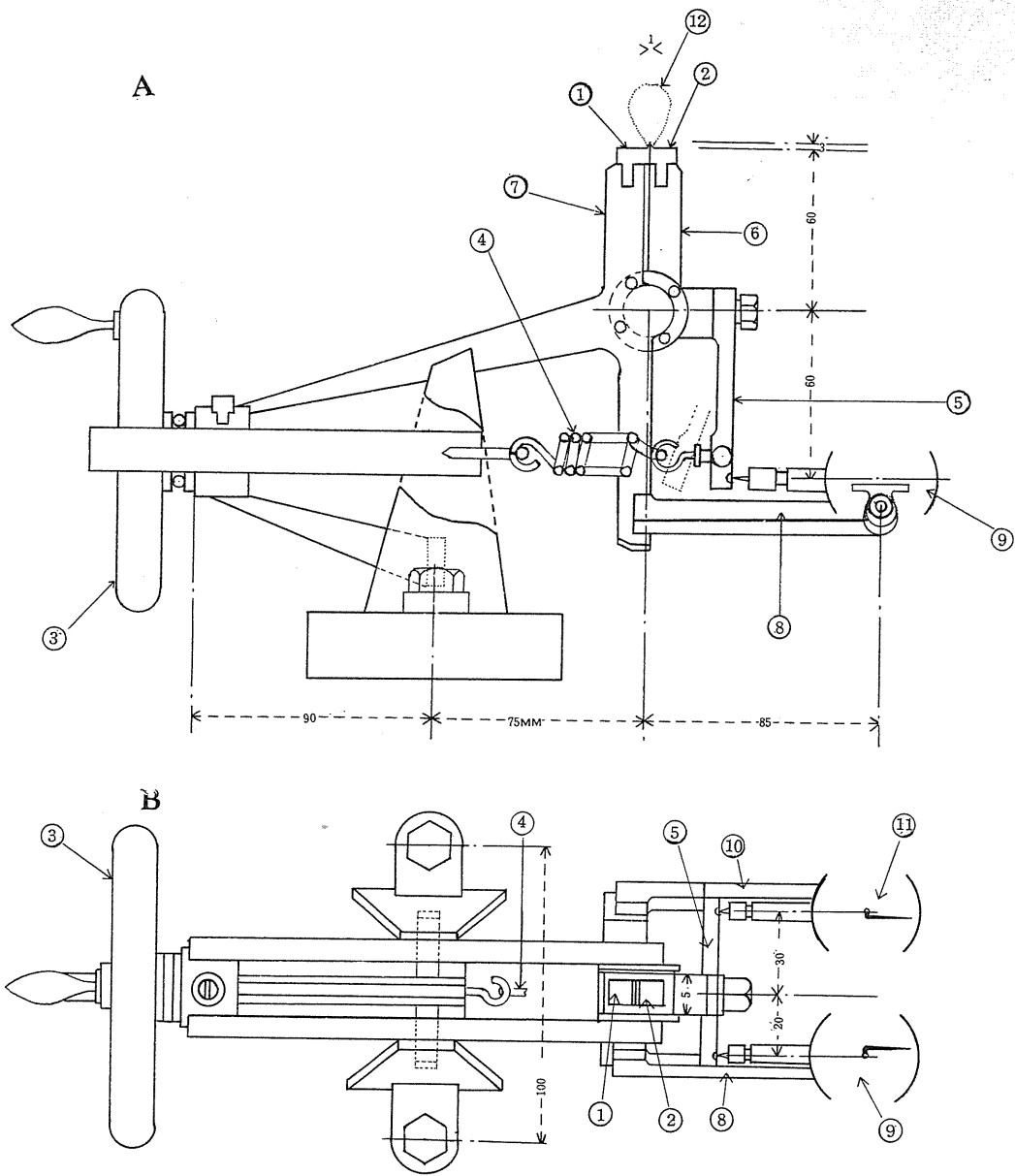
杆晶体の測定：殻長または殻付重量、むき身重量などを測定した後、杆晶体を取り出しその長さ(mm)と重量(mg)を測定した。

閉殻筋力の測定：第3図および第2図Cに示した測定器を試作した*。すなわち同図①・②の各内側に突出している爪(左右を合せ厚さ1mm、高さ3

脚註 * 本器のデザインは三菱重工業長崎造船所研究部強度研究課にお願いしたことを明記し深謝の意を表する。



第2図 A・B：試験籠設置状況（St.4）
C：船上におけるアサリの閉殻筋力測定状況



第 3 图 閉殼筋力測定器

A : 側面図 , B : 平面図

mm、長さ5 mm)に、貝⑫の腹縁中央部をそう入し、ハンドル車③のハンドルを回転するとスプリング④によつて板バネ⑤が引張られ、これと一体をなす移動棒⑥および②は外側に開き、貝殻が開かれる。①がはめ込まれている固定棒⑦と一体をなす腕⑧にはダイヤルインデキータ⑨が取り付けられ、その先端は⑤に接している。これと同様に移動棒⑥と一体をなす腕⑩にもダイヤルインデキータ⑪が固定され、その先端は⑤に接している。⑨によつて筋力が測定され、⑪はそのときの貝殻の開き量(mm)を直読することができる。

3) 環境調査

水温・塩素量・溶存酸素量および海水中のPCP量の測定または採水はなるべく満潮時に行なつた。干潟温度は干出後、棒状寒暖計を3 cmの深さまで斜に潟土にそう入して来潮少し前に測温する予定であつたが、アサリの測定などのため最高温になる時刻に測温できないことが多かつた。硫化物およびPCP測定用の底質は干出後、0~3 cm層を採泥し、瓶に密閉して持帰つた。塩素量は硝酸銀滴定法、溶存酸素量は三宅泰雄・北野 康：水質化学分析法(地人書館)、硫化物は松江吉行篇：公共用水域保全のための水質汚濁調査指針(厚生閣)、海水中のPCPの分析は農林省農薬検査所：河川水中のPCP分析法、底土中のPCPは農林省農業技術研究所農薬科：土壌中のPCPの定量法、貝肉中のPCPは平野哲美・宮崎征男・松原孝之：PCPによるへい死魚の判別について(佐賀県養殖試験場報告、第2号、1964)によつた。

4) 室内実験

後述するように、第2回調査時St.1のアサリは冠泥によるものと思われる大量へい死がみられたので、生残つたアサリも衰弱の可能性が考えられるため、A籠から55個体を取り上げ、これとSt.4のアサリとを用いPCPを溶解した海水中で飼育実験を行なつた。また、第3回調査時には各地点から取り上げたアサリの閉殻筋力を測定したので、筋力の強いもの、弱いものおよび中程度のものにそれぞれ番号を付し、所定濃度のPCP海水中で比較実験を行なつた。飼育容器は径30 cm、水量5 lのガラス鉢を使用、水温25°±1°Cとし送気した。実験中は12時間ごとにへい死貝を取り除き、24時間ごとに新しいPCP海水と交換した。

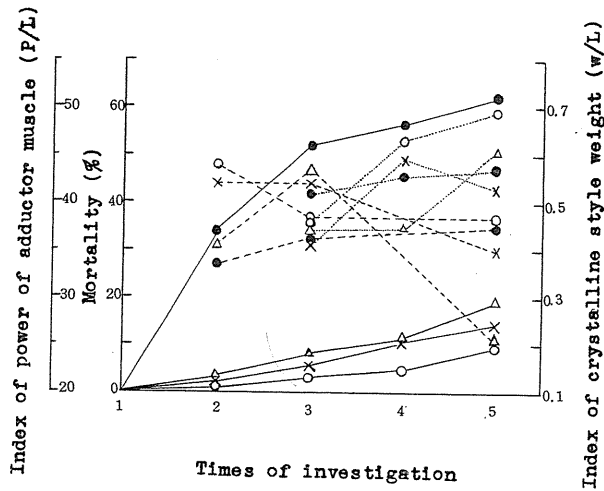
2. 調査結果および考察

1) アサリのへい死率

籠内に収容したアサリの個体数、へい死数*、測定・実験用に取り上げた個体

脚註 * せん孔されてへい死した個体は明らかに害敵の食害によるものであるから除いた。

数、残存個体数は付表 1 に、第 4 図には累計へい死率を示した。



第 4 図 アサリの累計へい死率および閉殻筋力指数・杆晶体指数の時期的変化
 実線，へい死率；破線，杆晶体指数；点線，筋力指数；●，St. 1；×，St. 2；
 ○，St. 3；△，St. 4

St. 1 では第 2 回調査時に A 籠で 22%、B 籠で 46.7% の大量へい死をみた。籠設置の翌日約 100 mm、2 日後約 80 mm の降雨があり（付表 2）、設置場所がみお筋の軟泥地帯であつたこともあつて、調査のため引き上げた籠内には泥土がたまつていたことから冠泥によるへい死と思われる。他の 3 地点では冠泥の徴候みられず、大量へい死も起らなかつた。約 1 カ月間のへい死率は St. 1、62%・St. 2、14%・St. 3、10%・St. 4、19% となつた。さらに各期間ごとのへい死率は 6 月下旬における前記 St. 1 の大量へい死を除くと、7 月中～下旬やや高くなつてはいるが、とくに目立つたへい死は起らなかつた。

2) アサリの活力の変化

杆晶体の大きさの変化：杆晶体の大きさの変化は第 2 表に示した。後述するように杆晶体の重量はアサリの大きさと直線的關係を示すから、むき身重量または殻長との比（杆晶体指数とよぶ）を求めて比較したが、杆晶体の長さはアサリの大きさと關係がみられないので指数に換算しなかつた。杆晶体の大きさの最低値は第 5 回調査の St. 4 であり（16 個体測定したうち 6 個体が杆晶体を消失していた）、次いで第 2・第 3 回調査の St. 1、第 5 回調査の St. 2 であつた。最高値は第 2・第 5 回調査の St. 3、第 2・第 3 回調査の St. 2 であつた。杆晶体の大きさはアサリのへい死状況といくらか關係がみられるようであるが、環境との關係については後節で検討したい。

第2表 アサリの杆晶体の大きさ測定結果

測定個体数の()内は杆晶体の消失していた個体を示す

調査回数	地点		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	4地点の平均
	測定項目						
2	アサリの大きさ	測定個体数	10(2)	10	10	10	
		殻長範囲、平均(Lmm)	34~43, 38.0	35~40, 38.5	35~42, 37.3	32~42, 36.9	
		殻付重量の平均(Wg)	10.2	10.7	9.7	9.1	
		ムキ身重量の平均(W ₂ g)	3.22	3.53	3.55	2.66	
	杆晶体	長さの範囲、平均(mm)	0~18, 10.6	14~19, 16.4	14~18, 16.5	9~15, 12.9	14.1
		重量の範囲、平均(wmg)	0~29, 14.0	13~27, 20.7	19~30, 21.5	8~21, 15.2	
指数(w/W ₂)		4.35	5.87	6.06	5.72		
	"(w/L)	0.369±0.241	0.538±0.099	0.577±0.122	0.412±0.100	0.474	
3	アサリの大きさ	測定個体数	10(2)	9	10	9	
		殻長範囲、平均(Lmm)	33~41, 37.2	36~44, 38.8	34~41, 37.1	34~41, 37.8	
		殻付重量の平均(Wg)	10.2	11.4	9.7	9.0	
		ムキ身重量の平均(W ₂ g)	3.10	3.09	2.67	3.06	
	杆晶体	長さの範囲、平均(mm)	0~18, 12.1	13~19, 16.8	10~18, 15.0	11~17, 15.4	14.8
		重量の範囲、平均(wmg)	0~26, 15.6	14~30, 21.0	9~25, 17.4	0~25, 21.4	
指数(w/W ₂)		5.03	6.80	6.51	7.00		
	"(w/L)	0.420±0.113	0.542±0.116	0.468±0.132	0.566±0.058	0.499	
5	アサリの大きさ	測定個体数	12(2)	12(2)	10	16(6)	
		殻長範囲、平均(Lmm)	34~42, 37.4	35~42, 38.8	34~41, 37.9	35~40, 37.0	
	杆晶体	長さの範囲、平均(mm)	11~16, 14.2	12~19, 15.5	14~24, 17.1	9~17, 13.8	15.1
		重量の範囲、平均(wmg)	12~22, 16.8	8~23, 15.7	12~27, 17.9	7~20, 13.2	
		指数(w/L)	0.376±0.199	0.335±0.196	0.470±0.112	0.216±0.201	0.349

閉殻筋力の変化：閉殻筋力はアサリの大きさと直線的関係を示すので、杆晶体重量の場合と同様、指数に換算して比較した(第3表)。筋力指数は第3・第4・第5回と増加の傾向を示しているが、その変化とへい死率との関係ははつきりしない。環境との関連については後で検討する。

第3表 アサリの閉殻筋力の測定結果

調査回数	地点 項目		St.1	St.2	St.3	St.4		4地点 の平均
						籠内	籠外	
3	大きさ	測定個体数	30	25	12	22	31	
		殻長範囲	32~43	36~45	34~41	34~45	35~47	
		平均(L _{mm})	37.2	39.2	36.7	38.9	38.6	
3	筋力	筋力範囲	1070~2180	520~2010	870~2120	500~2120	390~2740	
		平均(P _g)	1530	1390	1390	1450	1470	
		筋力指数(P/L)	41.1±7.01	35.4±9.10	37.9±9.50	37.3±8.10	38.1±15.70	37.98
4	大きさ	測定個体数	25	30	30	19		
		殻長範囲	32~44	33~43	32~42	32~40		
		平均(L _{mm})	36.8	37.0	37.5	36.2		
4	筋力	筋力範囲	610~2180	1050~2160	830~2380	520~1870		
		平均(P _g)	1580	1650	1750	1390		
		筋力指数(P/L)	42.9±9.18	44.6±6.92	46.7±7.70	37.8±8.20		43.00
5	大きさ	測定個体数	31	31	30	30		
		殻長範囲	34~42	34~46	33~42	32~44		
		平均(L _{mm})	37.7	37.9	38.2	37.6		
5	筋力	筋力範囲	0~2270	390~2270	1160~2650	900~2650		
		平均(P _g)	1650	1570	1890	1700		
		筋力指数(P/L)	43.4±10.81	41.5±10.70	49.4±8.41	45.4±9.13		44.92

3) 環境調査

観測結果は付表1に示した。これらのうちアサリの生息環境として強い影響を与える項目について2、3説明を加える。

塩素量：各地点を通じて第1回調査時はほぼ平年並、第2回調査時には降雨後のため表層はかなり低く7~9%を示しているが、底層は13~14%で平年よりやや低目となつている。第4・第5回はやや高目を示した。本調査期間中にはアサリに直接へい死を起すような塩分低下の継続はみられなかつたようである。

水温・干潟温度：調査開始時の水温は平年並、第2回調査時には表層26℃で約1℃高く、底層は平年並、その後は表・底両層とも平年より約3℃も高くなり、最終回の7月下旬には表層30℃、底層29℃を示した。干潟の温度は最高値を得る時刻に測定できないことが多かつたことにもよるが、最終回St.4の33.8℃が最高であつた。

溶存酸素量：表面酸素量は第4回調査時を除き8~4cc/l、過飽和状態ないし80%を示し、底層でも第1・第2回調査時のSt.2を除き5~3cc/l、飽

和度100~55%を示した。第4回調査時には各地点とも表・底両層間にほとんど差がなく4~3cc/l、80~70%であつた。St.2の第1・第2回調査時における底層は2.6cc/l、飽和度48%に過ぎなかつたが、アサリには影響を与えていないようである。

硫化物：第1・第3回調査時におけるSt.2の硫化物は著しく多く、それぞれ0.5、0.7 S-mg/乾泥1gを示したが、アサリのへい死にはほとんど影響していない。

降雨量：調査期間前後における降雨量は付表2の通りで、6月下旬4日間に計約200mmの降雨があつた直前から7月5日頃までの間に大部分のPCPが使用されたようである。この期間における降雨量としては平年に比べ6月は約20%多く、7月は50%減少している。一般にPCP使用盛期といわれている6月21日から7月10日までの降雨量はほぼ平年並となつている。

海水・底土およびアサリ軟体部中のPCP含有量：分析結果は第4表に示した通り、いずれからも検出されなかつた。第2回調査St.1のへい死アサリには軟体部が残つている個体もあつたので、そのPCP分析を行なつたが、全く検出されなかつた。

第4表 海水・底土およびアサリ軟体部中のPCP分析結果

調査月日	調査地点	海水(500ml)			底土		アサリ肉		備考	
		表層	中層	底層	乾土重量	PCP	ムキ身重量	PCP		
第1回	6・24	St.1	0	0	0	11.3g	0	3.3g	0	試験前の試料
	"	St.2	0	0	0	8.0	0	—	—	
	"	St.3	0	0	0	8.6	0	—	—	
	6・23	St.4	0	0	0	10.9	0	—	—	
第2回	6・30	St.1	0	0	0	8.1	0	4.7	0	死貝肉(3.4%) 0
	"	St.2	0	0	0	8.4	0	4.0	0	
	"	St.3	0	0	0	6.7	0	4.4	0	
	6・29	St.4	0	0	0	8.4	0	3.8	0	
第3回	7・7	St.1	0	0	0	12.2	0	4.1	0	
	"	St.2	0	0	0	8.0	0	2.9	0	
	"	St.3	0	0	0	8.9	0	2.8	0	
	7・6	St.4	0	0	0	15.6	0	3.0	0	
第4回	7・13	St.1	0	—	0	9.5	0	3.5	0	
	7・14	St.2	0	—	0	16.4	0	2.9	0	
	"	St.3	0	—	0	10.1	0	3.5	0	
	7・13	St.4	0	—	0	13.7	0	3.0	0	
第5回	7・24	St.1	0	—	0	8.7	0	3.3	0	
	"	St.2	0	—	0	7.9	0	2.5	0	
	"	St.3	0	—	0	9.1	0	3.2	0	
	7・23	St.4	0	—	0	9.4	0	5.0	0	

4) アサリの室内飼育実験

実験 I : 前述の通り第 2 回調査の際 St.1 のアサリが冠泥のため大量へい死したので、生残つたアサリも活力が弱っているものと考え、A 籠から取り上げたものおよび St.4 の籠内のアサリとを用いて、PCP に対するへい死状況と飼育後の杵晶体の重さ* を測定した(第 5 表)。PCP 0.5 ppm 溶液中で St.1 は 5 日間に 20%、St.4 は 3 日間で全部死亡したことからみて、St.1 よりむしろ St.4 のアサリが弱っていたようにも思われる。St.4 は PCP 流入の可能性がもつとも強い地点であることに注目しなければならない。また St.4 の PCP 各濃度間における杵晶体指数を比べると、高濃度ほど低い値を示す傾向が顕著に現われているのに対し、St.1 ではまちまちで、とくに対照は St.4 より著しく低い値を示している。このことは St.1 のアサリの活力には個体差が大きかったことを意味しているように思われる。

第 5 表 PCP 溶液中でのアサリ飼育実験(I)の結果

実験期間 3.9.7.1 ~ 6日 水温 25 ± 1°C σ₁₅ 1.020、送気

採集場所	PCP濃度(ppm)	供試個体数	累計へい死個体数					アサリの大きさ		杵晶体		
			h 24	48	72	96	120	殻長 (mm)	ムキ身 重量平均 (W ₂ g)	平均重量 (wmg)	指数 w/W ₂	存在してい なかつた 個体数
St.1	対照	10	0	0	0	0	0	35~42	2.70	12.7	4.70	1
	0.1	"	0	0	0	0	0	34~42	2.47	12.5	5.06	2
	0.2	"	0	0	0	0	1	37~43	3.21	18.3	5.70	1
	0.5	"	0	0	2	2	2	37~43	2.71	11.6	4.28	2
St.4	対照	"	0	0	0	0	0	33~42	3.12	21.9	7.03	1
	0.1	"	0	0	0	0	0	34~43	3.56	19.2	5.38	0
	0.2	"	0	0	0	0	0	32~40	3.42	15.8	4.62	1
	0.5	"	0	4	10			33~41	2.66	0	0	

実験 II : 第 3 回調査時には閉殻筋力を測定したので、同指数の高い群、低い群および中間の 3 群に区別して実験 I と同様 PCP 各濃度の海水中で飼育を行なった(第 6 表)。PCP 濃度 0.2 ppm 以下の海水中では PCP の影響がみられなかったが、0.5 ppm では筋力の強い群は 1 週間経過しても死ななかつたのに対し、筋力中程度の強さの群は 50%、弱い群は 71% へい死した。しかし筋力の弱い群では対照も 43% が死んだが、死ななかつた 0.1 ppm の筋力指数と比べ差はみられない。また実験終了時の筋力の低下率(実験開始前の筋力 P₁ から終了時の筋力 P₂ を差引いた値を当初の筋力 P₁ で除した値、すなわち (P₁ - P₂) / P₁) をみると、筋力強の群は PCP 濃度が高くなるに従って筋力の低下が大きい、筋力中・弱の群では一定の傾向を示していない。

脚註 * へい死個体はその都度杵晶体を調べたが、すべて存在しなかつた。生存個体でも杵晶体の消失したものがあるが、その個体数は第 5 表の最右欄に示し、杵晶体の平均重量・同指数には 0 として含め、死亡個体を除いた値である。

第 6 表 PCP 溶液中でのアサリ飼育実験 (II) の結果

実験期間 39.7.9~16日, 水温 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, σ_{15} 1.017, 送気.

筋力指数 (Pg/Lmm) 階 級	PCP 濃 度 (ppm)	供 試 個 体 数	累 計 へ い 死 率							アサリ の 殻 長 (mm)	筋力指数(Pg/Lmm)		
			h 24	48	72	96	120	144	168		開始時 P ₁	終了時 P ₂	$\frac{P_1 - P_2}{P_1}$ *
強 60~40 平均 46.7	対 照	11	0	0	0	0	0	0	0	45~35	4 5.9	4 1.7	0.092
	0.1	10	0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	45~33	4 5.9	4 0.2	0.124
	0.2	10	0	0	0	0	0	0	0	39~33	4 7.7	4 0.2	0.157
	0.5	11	0	0	0	0	0	0	0	41~33	4 7.5	3 8.0	0.200
中 42~30 平均 37.1	対 照	9	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	41~32	3 5.2	2 8.9	0.190
	0.1	9	0	0	0	11.1	11.1	11.1	11.1	45~33	3 8.9	3 3.0	0.152
	0.2	8	0	0	0	0	0	12.5	12.5	46~35	3 7.5	3 0.6	0.184
	0.5	8	0	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	50.0	43~34	3 7.0	3 1.1	0.162
弱 31~17 平均 27.2	対 照	7	0	14.3	14.3	28.6	28.6	28.6	42.9	45~34	2 7.2	1 5.1	0.434
	0.1	7	0	0	0	0	0	0	0	40~34	2 6.9	2 1.3	0.208
	0.2	7	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	38~31	2 7.8	2 2.0	0.209
	0.5	7	28.6	57.1	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	41~35	2 7.1	2 2.6	0.166

* へい死個体を除外したものの平均値

5) アサリのへい死率および活力と環境との関係

St.1 における 6 月下旬の大量へい死の原因が問題となろうが、前項で述べた通りこの時期における塩素量は各地点間に大きな差はみられず、表面では St.4 の 7.0%、底層では St.3 の 18.1% が最低で、表・中・底層平均は St.3 : 10.7%、St.4 : 11.2%、St.2 : 11.6%、St.1 : 11.9% となり、St.1 が最高を示している。水温・溶存酸素量にも地点間に大差なく、ただ第 1 回調査時の硫化物が St.3 において著しく多い。しかしアサリのへい死率は St.1 以外は 3~6% でほとんど差がみられない。特異的な相違は引き上げた籠内に St.1 だけが著しく軟泥の堆積をみた点である。St.1 の A・B 両籠のへい死率がそれぞれ 22%、47% と著しく違っているが、何気なくロープを引き上げたため籠内の軟泥量の差はとくに気付かれていない。A・B 両籠のへい死率の差は籠が底土に埋められていながったので、A 籠は安定しておらず、B 籠は安定していたため泥土の堆積が大きかつたとしか考えられない。地盤上に固定した C 籠は干出しなかつたので、第 3 回調査時に調べられたが、籠内には軟泥が堆積し 70% のへい死をみた。第 3 回調査時の A・B 両籠の累計へい死率はそれぞれ 24.58% になるから、固定された籠のへい死率が高い。もちろん、この冠泥は籠内における状況であつて、籠外の現場でもアサリがへい死するほどの期間冠泥していたかどうか小潮時であつたため調べることができなかつたが、その程度は籠内に比べ当然少ないことが想像される。また室内飼育実験 I の結果からは St.1 同一籠内の生存アサリの活力に個体差

の大きいことが考えられる。これらのことから以上の推定が裏つけられるであろう。

第3回調査以後のへい死率には各地点とも異常的なものはないが、St.4における第4～第5回調査の期間に8.7%のやや高いへい死率がみられる。各環境要素のうち目立つものは温度である。すなわち、水温および干潟温度とも第5回調査時のSt.4において最高を示していることから、その影響を無視できないであろう。また、化学分析には出なかつたが、その精度を考えるとPCPの影響を無視し得る保証もないであろう。

次に杆晶体指数および筋力指数の変化を第4図の累計へい死率と対比してみると、明瞭ではないが杆晶体指数はへい死率の高い時の地点において低い値を示し、また第5回調査時におけるSt.4の同指数が最低値となつている。これに対し筋力指数からはほとんど関係がみられなかつたが、室内実験Ⅱの結果では筋力指数の強弱がPCPに対する反応の強弱と或る程度正相関を示した。

以上現場調査の結果を要約すると、

(1) 本年のPCP使用時期における塩田川および六角川河口域のアサリに対する環境としては、とくに被害を与えるような悪条件の発生をみなかつた。

(2) 夏季におけるアサリの活力の変化は判然としなかつたが、各種環境要因の総合的作用によつて活力の衰えた個体がみられ、これらの個体はPCPに対する感受性が強いようである。

(3) PCPの海面への流出は現在の化学分析技術では検出できなかつたし、貝類に対する影響もとくにみられなかつた。だからといって、現在の規制*を緩和できるかどうかについては大いに問題がある。

脚註 * 塩田川・六角川水系流域における水田面積の約45%がPCP規制地区となつている。

付表1 現場環境調査結果およびアサリのへい死率

付表1-1 第1回調査 (6月23日満潮8^時-06,干潮時刻14^時-15,2.0m)
 (" 24日時刻8-47,と潮位14-58,1.8m)

項目		St.1 (塩田川中洲)			St.2 (新床沖)			St.3 (新床)			St.4 (六角川中洲)		
観測月日	時刻	月日時分 6.24 10.25			月日時分 6.24 9.45			月日時分 6.24 10.05			月日時分 6.23 11.00		
天候		雨			雨			雨			晴		
水深(m)		3.5			4.0			3.5			3.5		
水温(°C)	表層	24.1			24.3			24.0			24.8		
	中層	24.0			24.0			23.9			23.1		
	底層	23.6			23.3			23.5			22.8		
塩素量(‰)	表層	13.25			13.05			13.37			11.93		
	中層	13.32			13.52			13.75			14.31		
	底層	14.71			15.49			14.56			15.78		
溶存酸素量 (O ₂ -ml/l) ()内は同飽和度(%)	表層	6.34 (118.0)			6.89 (128.0)			6.53 (122.0)			5.08 (95.0)		
	底層	4.20 (79.0)			2.57 (48.6)			3.61 (67.8)			3.81 (72.0)		
干潟温度(°C)		24.7			25.0			24.6			30.6		
硫化物(S-mg/1g乾泥)		0.09			0.50			0.02			0.07		
アサリの調査	籠番号	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	収容貝数	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	死貝数												
	へい死率												
	取揚げ数												
	残存個数												

付表 1-2 第 2 回調査 (6月 29日 満潮^時 11-47, 干潮時刻 18-04, 0.8 m)
 (" 30日 時刻 12-22, と 潮位 18-40, 1.0)

項 目		St.1 (塩田川中洲)			St.2 (新 床 沖)			St.3 (新 床)			St.4 (六角川中洲)		
観測月日	時刻	月日	時分		月日	時分		月日	時分		月日	時分	
		6.30	11.45		6.30	11.05		6.30	10.40		6.29	12.10	
天 候		晴			晴			晴			晴		
水 深 (m)		4.5			4.0			3.5			4.1		
水 温 (°C)	表 層	2 6.5			2 6.3			2 6.1			2 4.7		
	中 層	2 4.3			2 4.3			2 4.5			2 3.6		
	底 層	2 4.1			2 4.0			2 4.2			2 3.5		
塩 素 量 (‰)	表 層	9.14			8.56			8.60			7.01		
	中 層	12.24			11.59			10.38			11.79		
	底 層	14.39			14.56			13.15			14.73		
溶存酸素量 (O ₂ -ml/l) ()内は同飽和度(%)	表 層	7.62 (14.20)			8.06 (14.90)			7.64 (14.00)			4.58 (8.10)		
	底 層	3.03 (5.74)			2.56 (4.85)			2.95 (5.50)			3.53 (6.64)		
干 潟 温 度 (°C)													
硫化物 (S-mg/1g 乾泥)		0.12			0.15			0.11			0.10		
ア サ リ の 調 査	籠 番 号	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	収 容 貝 数	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	死 貝 数	33	70		2	5		3	1		5	4	
	へい 死 率	22.0	46.7	観 察 せ ず	1.3	3.3	観 察 せ ず	2.0	0.7	観 察 せ ず	3.3	2.7	観 察 せ ず
	取 揚 げ 数	55	0		16	6		15	0		62	0	
残 存 個 数	62	80		132	139		132	149		83	146		

付表 1-3 第 3 回 調査 (7月6日 満潮^時6-07, 干潮時刻^時12-42, 2.0 m)
 " 7日 時刻7-09, と 潮位13-40, 1.8)

項 目		St.1 (塩田川中洲)			St.2 (新 床 沖)			St.3 (新 床)			St.4 (六角川中洲)		
観 測 月 日	時 刻	月 日	時 分	時 分	月 日	時 分	時 分	月 日	時 分	時 分	月 日	時 分	
天 候		晴			晴			晴			晴時々曇り		
水 深 (m)		3.5			3.5			3.4			1.8		
水 温 (°C)	表 層	28.4			28.7			28.7			29.0		
	中 層	28.1			28.3			28.5			28.8		
	底 層	27.6			27.7			27.9			28.8		
塩 素 量 (%)	表 層	12.09			12.16			12.12			11.39		
	中 層	12.14			12.29			12.12			11.40		
	底 層	12.94			12.94			12.80			11.54		
溶存酸素量 (O ₂ -ml/l)	表 層	4.06 (80.7)			3.96 (79.0)			4.10 (82.0)			4.04 (80.5)		
	()内は同飽和度(%) 底 層	2.82 (55.7)			3.45 (68.5)			3.10 (61.5)			3.90 (77.5)		
干 潟 温 度 (°C)		31.8			31.2			30.2			28.9		
硫 化 物 (S-mg/1g 乾 泥)		0.34			0.77			0.11			0.11		
ア サ リ の 調 査	籠 番 号	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	収 容 貝 数	62	80	150	132	139	150	132	149	150	83	146	150
	死 貝 数 () 内は喰害による)	4(3)	10(1)	105	7	6	3	2	3	5	8	3	9
	へ い 死 率	6.5	11.3	70.0	5.3	4.3	2.0	1.5	2.0	3.3	9.4	2.0	6.0
	取 揚 げ 数	13	25	0	20	0	20	21	0	20	10	27	0
残 存 個 数	45	45	45	105	133	127	109	146	125	65	116	141	

付表 1 - 4 第 4 回調査 (7月13日 満潮^時12-12, 干潮時刻18^時-25, 0.6 m)
 (" 14日 時刻12-49, と 潮位19-02, 1.1)

項 目		St. 1 (塩田川中洲)			St. 2 (新 床 沖)			St. 3 (新 床)			St. 4 (六角川中洲)		
観測月日	時刻	月日 時分 7.13 12.28			月日 時分 7.14 11.33			月日 時分 7.14 11.50			月日 時分 7.13 11.19		
天 候		晴			晴			晴			晴		
水 深 (m)		4.8			4.5			4.0			4.5		
水 温 (°C)	表 層	2 7.6			2 7.9			2 8.3			2 8.1		
	中 層	2 7.2			2 7.6			2 8.0			2 7.2		
	底 層	2 6.8			2 7.5			2 7.8			2 7.0		
塩 素 量 (‰)	表 層	1 3.1 1			1 3.5 7			1 3.4 0			1 1.2 1		
	中 層	1 3.3 1			1 3.5 9			1 3.3 9			1 2.8 5		
	底 層	1 4.2 1			1 3.5 9			1 3.4 8			1 3.7 7		
溶存酸素量 (O ₂ -mg/l)	表 層	3.77 (7 5.0)			3.97 (7 9.5)			3.65 (7 3.3)			3.78 (7 4.0)		
	()内は同飽和度 (%) 底 層	3.33 (6 6.0)			3.96 (7 9.0)			3.63 (7 2.5)			4.05 (8 1.0)		
干 潟 温 度 (°C)													
硫化物 (S-mg/1g 乾泥)		0.21			0.17			0.19			0.02		
ア サ リ の 調 査	籠 番 号	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	収 容 貝 数	45	45	45	105	133	127	109	146	125	65	116	141
	死 貝 数	1	3	観 察 せ ず	6	6	観 察 せ ず	2	2	観 察 せ ず	2	5	観 察 せ ず
	へい死率	2.2	6.7	観 察 せ ず	5.7	4.5	観 察 せ ず	1.8	1.4	観 察 せ ず	3.1	4.3	観 察 せ ず
	取 揚 げ 数	44	1	観 察 せ ず	99	0	観 察 せ ず	107	0	観 察 せ ず	30	2	観 察 せ ず
残 存 個 数	0	41	45	0	127	127	0	144	125	33	109	141	

付表 1-5 第 5 回調査 (7 月 23 日 満潮 8^時-26, 干潮時刻 14^時-50, 0.9 m)
 " 24 日 時刻 9-11, と 潮 位 15-31, 0.7

項 目		St. 1 (塩田川中洲)			St. 2 (新 床 沖)			St. 3 (新 床)			St. 4 (六角川中洲)		
観測月日	時刻	月	日	時分	月	日	時分	月	日	時分	月	日	時分
		7	24	10.35	7	24	11.15	7	24	10.55	7	23	10.20
天 候		晴			晴			晴			晴		
水 深 (m)		4.3			3.3			3.0			3.2		
水 温 (°C)	表 層	2 9.8			2 9.6			3 0.1			2 9.6		
	中 層	2 8.9			2 9.5			2 9.6			2 8.8		
	底 層	2 8.8			2 9.2			2 9.2			2 8.6		
塩 素 量 (%)	表 層	1 3.1 5			1 3.1 1			1 3.0 6			1 3.2 4		
	中 層	1 4.4 2			1 3.1 3			1 3.1 3			1 3.4 6		
	底 層	1 3.7 3			1 3.1 8			1 3.2 5			1 3.7 4		
溶存酸素量 (O ₂ -ml/l)	表 層	4.5 6 (9 4.0)			4.6 6 (9 5.5)			4.4 2 (9 1.5)			6.3 7 (1 3 1.0)		
	()内は同飽和度(%) 底 層	4.8 8 (9 9.5)			4.9 5 (1 0 1.0)			4.6 8 (9 5.5)			4.3 6 (8 8.5)		
干 潟 温 度 (°C)		3 3.1			3 2.8			3 3.1			3 3.8		
硫化物 (S-mg/1g 乾泥)		0.0 9			0.0 6			0.1 4			0.0 2		
ア サ リ の 調 査	籠 番 号	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	収 容 貝 数	0	41	45	0	127	127	0	144	125	33	109	141
	死 貝 数		2	5		8	9		8	8	3	9	12
	へい 死 率		4.9	11.1		6.30	7.1		5.6	6.4	9.1	8.3	8.5
	取 揚 げ 数		39	40		119	118		136	117	30	100	129
	残 存 個 数												

付表 2 昭和 39 年 6 , 7 月における降雨量

(佐賀地方気象台の資料による, 平年値は西日本気象協会 佐賀県の気象による)

日	6 月				7 月			
	佐 賀	武 雄	鹿 島	嬉 野	佐 賀	武 雄	鹿 島	嬉 野
1	—	8.0			0.4	1		
2	5 0.6	5 2.0			—	—		
3	4.1	1.0			—	—		
4	0.9	1.0			—	—		
5	—	—			—	—		
6	—	—			2.1	1		
7	—	—			—	2		
8	0.0	—			0.1	—		
9	—	—			—	3 2		
10	0.5	7.0			3 1.6	1 4		
11	5 2	—			0.2	3		
12	0.0	3.0			0.4	0.0		
13	3.8	8.0			0.0	—		
14	2.4	—			0.5	3		
15	—	—			3.9	—		
16	—	—			—	4		
17	—	—			1.5	0.0		
18	—	2.0			2 3.8	5 1		
19	7 0.1	8 9.0			2 8.5	—		
20	2.1	—			—	—		
21	0.0	—			0.8	—		
22	0.0	—			0.0	—		
23	—	—	—	2.0	—	—		
24	1 3.7	3 5.0	2 2.0	3 3.0	0.2	—		
25	1 2 1.3	9 9.0	4 6.0	1 1 7.0	—	—		
26	1 6.7	8 8.0	6 5.0	7 5.0	4 1.4	1		
27	7 5.3	2 3.0	5.0	0.0	1.7	3		
28	—	—	—	6.0	—	—		
29	—	—	—	—	—	—		
30	—	—	—	1.0	0.3	3		
31	—	—	—	—	0.1	—		
計	3 6 6.8	4 1 6.0			1 3 7.5	1 1 8		
平 年	3 1 2.9	3 2 5.8			3 0 0.6			

6月21日～7月10日間の合計(佐賀) 2 6 1.2
 " " 平年値(") 2 7 1.8

Ⅲ アサリの閉殻筋力と活力に関する基礎的研究

貝類の生活力を測定する方法としては、さきにふれた通り多数の試みがなされているが、数量的に示せる主なものとしては杆晶体の大きさ^{5),7),8)}、鰓の繊毛運動^{5),9)}、カルシウム代謝¹⁰⁾、脱水素酵素反応¹⁰⁾、酸素消費量⁵⁾、沔水量⁵⁾、血液検査¹¹⁾、などがある。閉殻筋力が活力の指標となるかどうか問題があるとは考えたが、前にふれたような見解および労力の点などから杆晶体の重さを併用して筋力の測定を行なった。

閉殻筋は靱帯と共に貝殻の開閉運動にたずさわるものであるが、この開閉運動は呼吸・摂餌・産卵・排泄・防禦など貝の生活に必要な生理作用によるものである。閉殻筋は横紋筋と平滑筋とからなっており、機能的には前者は貝殻運動にたずさわり、後者は閉殻をつかさどるといふ⁵⁾、アサリでは前後にはほぼ同じ大きさの閉殻筋が1ヶずつあり、各閉殻筋は外側にその約1/4の大きさを占める三日月状の白色を呈した平滑筋部と約3/4を占める透明な横紋筋部とからなっている。

閉殻筋の収縮運動は生理的原因および心理的な影響とによつて行なわれる場合が考えられる。田村^{12),13)}はカキその他二枚貝の閉殻筋力を測定し、種間はもちろん、同種でも個体差が大きく、筋肉の大きさや生態的条件によつても差異を生ずると報告している。また小林¹⁴⁾は閉殻筋の運動によつて生成される乳酸量を測定し、疲労の大きいものほど乳酸生成量が多いことを実験している。一方閉殻筋はほとんどエネルギーの消費なしに長く緊張を続け、数時間ないし数日間閉ちたままでいることができるといわれている⁶⁾。また蓮尾^{*}はアコヤガイ挿核手術の際の栓差し作業の場合を例にとり、筋力の低下が必ずしも健康状態の低下を示すとは考えられないといっている。以上のように種々問題はあるが、我々が行つた実験結果について概要^{**}を報告する。

1. 閉殻筋力の測定法について

閉殻筋力の強さがアサリの活力を示すかどうかは別として、常に測定値が安定したものでなければならない。それで以下のような実験を行なった。なお閉殻筋力の測定にはI、現場調査の項で述べた測定器を用いた。

1) 挿入する爪の位置による筋力の相違

前閉殻筋に近い腹縁に測定器の爪を挿入し閉殻筋力を測定した場合と腹縁中

* 私信による(真珠研究所大村支所)

** 詳細については別途報告の予定

中央部に挿入して測定した場合とを比較したところ、明らかに前者が大きい値となる。しかしその分散は中央部に挿入して測定した値が、わずかではあるが小さいから、以下の筋力の測定はすべて腹縁中央部に爪を挿入して測定した。

2) 最大筋力値の得られる開殻の巾

左右両殻を静かに開いてゆくと、アサリが開殻しようとする力はしだいに増加してゆくが、ある限度に達すると逆に低下がみられ、ついには閉殻筋が切断する。最大の筋力を示したときの筋力と開殻の巾との関係を見ると、開殻巾 1.5~2.5 mm のとき 95%、3 mm までのとき 99% の個体が最大筋力を示した。今回現場で測定したアサリは殻長 32 mm 以上のものであつたから、開殻の巾 3 mm までの範囲において測定した最大筋力は妥当と思われるし、その後に行つた基礎的研究の際の筋力測定もすべて開殻巾 3 mm 以内における最大筋力を用いた。

3) 開殻速度と筋力との関係

筋力を測定する場合、測定器のハンドルをゆるやかに或は急速に回転することによつて測定値に差があるかどうかを、殻長 36~43 mm のアサリについて、3~10 秒の範囲で検討した。その結果、ゆるやかに回転しても、割合早く回転してもほとんど筋力に差のないことがわかつた。

4) アサリの大きさと閉殻筋力との関係

閉殻筋力は貝の大きさによつて当然異なるはずであるが、実際現場で測定するとき大きさを一定にそろえることは困難な場合が多い。それで大きさによる差を標準化する必要がある。従来は閉殻筋の断面積当り¹²⁾、またはその単位重量当り¹⁵⁾の筋力(重さ)で示されているが、筆者らはアサリ成貝を用い、その各測定部位の大きさと筋力との関係を検討した。その結果筋力はアサリの殻長・殻付重量・ムキ身重量・貝柱重量とかなり散らばりは大きいそれぞれ直線関係を示した。これら直線回帰の常数のうち回帰係数 b は常にほぼ一定であるが、 a の値は測定群(生息場所・時期など)によつてかなり相違する。以上から筋力(F)をアサリの大きさ(L または W) で除した値を筋力指数と呼び、この指数によつて比較した。

5) 閉殻筋力の安定性

1 回の測定値が安定したものであるかどうか、同一個体を数回繰返し測定した場合どうなるか、あるいは海水水中から取り出してからの時間的経過によつてどう変化するかなどを知つておく必要がある。

連続的に数回筋力測定を繰返した場合：1 回だけの測定値が筋力の強さを代表し得るかどうか、また筋力指数の大小によつて第 1 回目の筋力と第 2 回目の筋力との差が平行的になるのではないかなどを確かめるため、8 月および 11 月にそれぞれ有明海産アサリ 33、54 個体について連続繰返し 2 回の測定を行

つた。

8月測定したものは第1回に比し第2回目の筋力が減少するもの73%、増加したものの24%、変化のないもの3%であつたが、11月測定のものはずべて減少した。そして約88%のものが±20%の範囲内に含まれ、その変化はアサリの大きさや筋力指数の大きさとは無関係である。さらに3回以上7回まで繰返し測定しても同じような変化を示しながら低下してゆくが、個体差が大きい。

筋力におよぼす露出時間の影響：7月、5個体のアサリを海水中から取り上げて、各個体それぞれ直後・10分・30分および60分後の4回測定した。筋力は露出直後に比らべ1時間後には8～30%減退した。次に海水中より同時に取出したアサリ5個体ずつランダムに5群を作り、各群についてそれぞれ1・3・6・12および24時間後、各1回筋力の測定を行つた。筋力指数は露出後6時間までの群では群間に有意な差がみられないが、これらの群と12時間群との間には有意な差を生じ、12時間群と24時間群との間には差がみられない。しかし同一個体について同様の露出時間ごとに筋力を測定すると、各測定時ごとに著しく減少してゆく。これは空中に取り出したアサリを各時間経過後、繰返し測定してゆくので、測定の都度、貝殻内に含まれる海水や体腔液が流失して、衰弱を早めるためと考えられる。

以上の実験から1回だけの測定で筋力を表示し得るものとする。

2. 閉殻筋力の生理学的意義

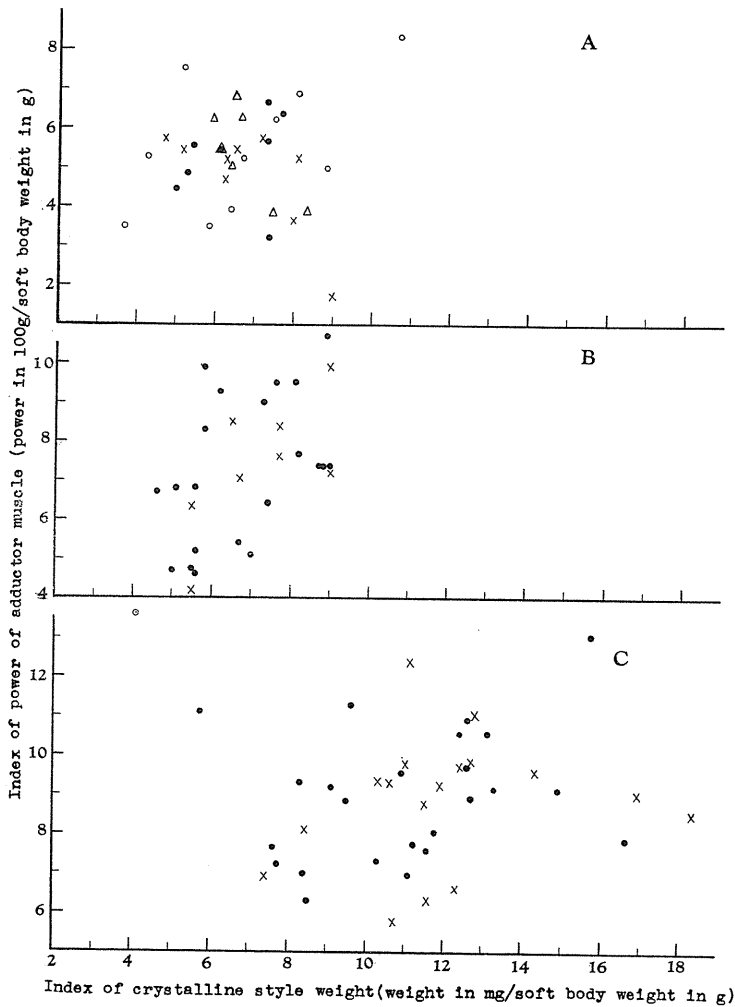
1) 閉殻筋力と杆晶体重量との関係

杆晶体の有無・色調・大きさは環境条件によつて変化することが知られ、またこれらは貝の活力を知る目安やすになるともいわれている⁵⁾。アコヤ貝においては杆晶体の大きさを測定して卵抜きやそう核手術後の健康診断に使用されている^{7),8)}。

アサリの活力判定に杆晶体を用いた報告はみられないが、アコヤガイと同じく健康状態を示しているものと予想し筋力との関係を調べた。筋力と同様、杆晶体の重量はアサリの大きさと直線関係を示すから、これを標準化するためむき身重量で割つた値(mg/g)を用いた(現場調査では殻長との比(mg/mm)を使用した場合もある)。なお杆晶体の長さはアサリの大きさと明瞭な関係を示さない。

第5図は閉殻筋力指数と杆晶体重量指数との関係を示したもので、同図Aは7月7日における第3回現場調査の資料、同Bはアサリの大きさと筋力との関係をみた8月の実験、同Cは11月実験の資料から作図したものである。第5図Aを全体的にみると両指数間に相関はみられないが、St.1・St.3は不明瞭ながら正相関、St.2・St.4は逆相関が予想される。同B図では数個体を除け

ば割合明瞭な正相関、同C図も著しくかけ離れたものもあるが、不明瞭な正相関があるように思われる。筋力にしても杆晶体の大きさにしても個体差が大きいし、アサリの大きさと筋力や杆晶体の大きさととはそれぞれ直線関係にはあるが、群別にその回帰式の各係数を再吟味する必要がある。植木¹⁵⁾はアコヤガイについて実験を行ない杆晶体重量(閉殻筋を除いた軟体部重量当り)と閉殻筋力(閉殻筋重量当り)とは実験の当初のみ相関がみられ、そう核手術によつて相関関係を失つたと報告している。

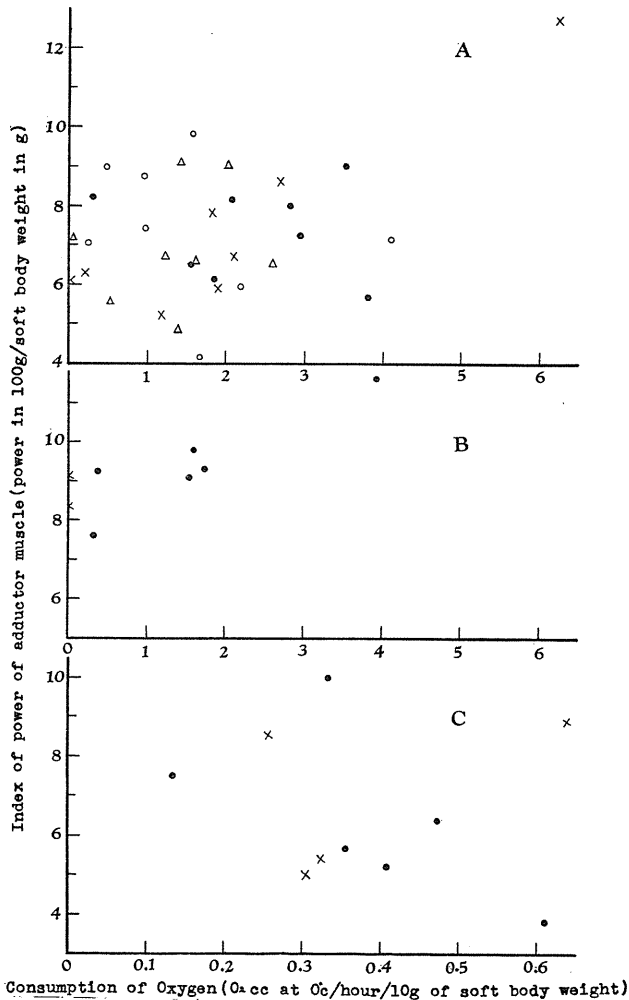


第5図 アサリの閉殻筋力指数と杆晶体指数との関係

- A : 第3回現場調査の試料 ; ●, St. 1 ; ×, St. 2 ; ○, St. 3 ; △, St. 4
 B : 8月実験の試料 (8月9日有明海湯江漁協地先採集) ;
 ×, 19日測定 ; ●, 20日測定
 C : 11月実験の試料 (11月16日同上で採集) ; ●, 18日測定 ; ×, 20日測定

2) 閉殻筋力と酸素消費量との関係

溶存酸素飽和度 110 ~ 86% の海水 2 ~ 3 l を入れたフラスコに閉殻筋力を測定したアサリ 1 個ずつを収容、流動パラフィンで空気と遮断して 2 ~ 3 時間 (12 月上旬の実験では 18 時間) 放置した。海水中に溶存する酸素量をアサリ収容前と実験終了後の 2 回ウインクラー法で定量し、両者の差からアサリむき身重量 10 g、1 時間当り酸素消費量 (1 気圧、0 °C における酸素量 ml) を求めた。なお、実験終了時における海水中の酸素飽和度は 98 ~ 62% であった。



第6図 アサリの閉殻筋力指数と酸素消費量との関係

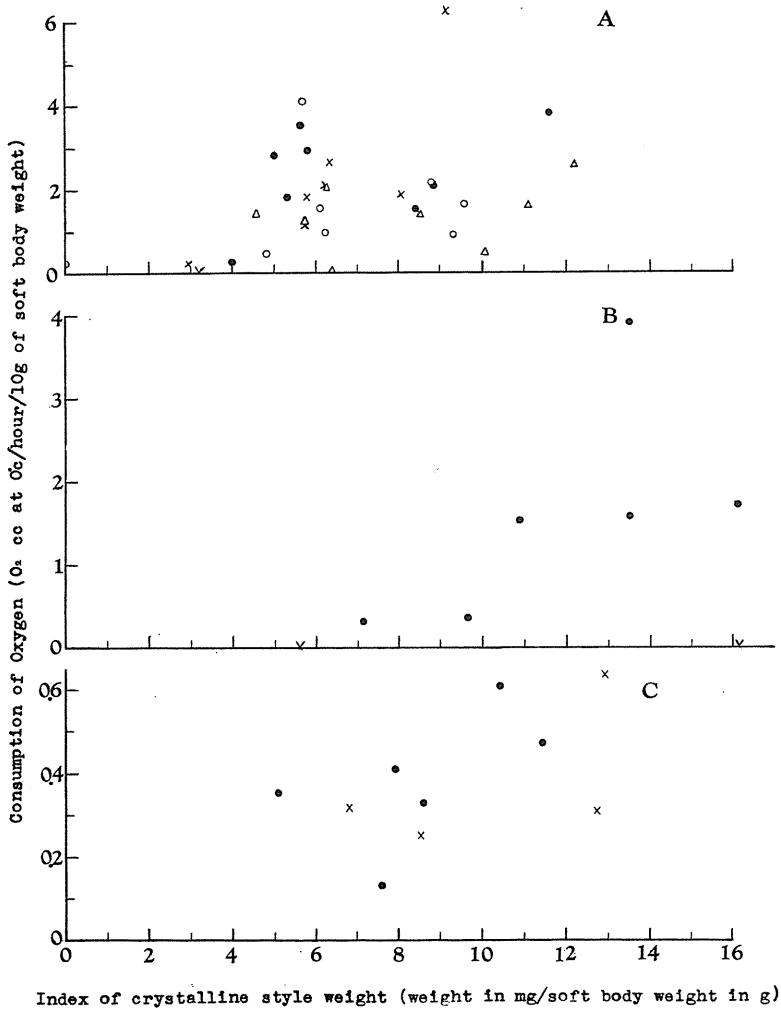
- A: 8月における実験 (実験水温 27.7 ~ 24.5 °C); 各記号はそれぞれ実験番号別を示す。
 B: 11月における実験 (水温 17.6 °C); ●, 2時間以内に潜入した個体; ×, 同上の時間内に全く潜入しなかつた個体。
 C: 12月における実験 (水温 15.1 ~ 14.7 °C); 記号はBに同じ。

実験はブランクを含め 1 回 9 ~ 11 個のフラスコを使用し、8月に4回 (実験中の水温 27.7 ~ 24.5 °C)、11月1回 (水温 17.6 °C)、12月1回 (水温 15.1 ~ 14.7 °C) 計 6 回行なった。結果は第 6 図 A ~ C に示した。8 月実験の 1 回 (実験 II) と 11 月の実験とは筋力と酸素消費量との間に正相関がみられたが、他は全く関係がみられなかつた。2 時間程度の実験では閉殻しない個体もあつて酸素消費量に著しい個体差を生じ、不明瞭な結果に終つたように思われる。

3) 杆晶体の重量と酸素消費量との関係

前項の酸素消費量を測定した個体の杆晶体重量を測定し、その指数と酸素消費量との関係を第 7 図 A ~ C に示した。8 月における 4 回の実験中 2 回はほとんど無関係のようであるが、他の 2 回および 11、12 月の

実験は不明瞭ながら正相関がみられる。以上の実験結果によるとアサリの酸素消費量は閉殻筋力より杆晶体の大きさとの間における相関関係が明瞭のようである。



第7図 アサリの杆晶体指数と酸素消費量との関係

- A : 8月における実験 (第6図Aに同じ)
- B : 11月における実験 (第6図Bに同じ)
- C : 12月における実験 (第6図Cに同じ)

4) 潜入速度と閉殻筋力などとの関係

アサリは砂泥中にもぐつて生活しているが、籠などに入れて海底から離し海水中に懸垂しても異常なく生長を続けることができる¹⁶⁾。したがつてもぐることは単に風波、害敵などの防禦と干潮時における急激な環境変化に対応する意味に過ぎないように考えられる。干潮時掘り出したアサリを砂泥地に置くと間もなくもぐつてゆくこの習性は心理的な面を多分に持っているかもわからないが、もぐる速度も活力の指標となるものと考え、この速度と筋力などとの関係を調べた。すなわち海水を入れた器底に約10cm厚さに細砂を敷き、あらかじめ海水中に十分エアレーションを行なつた後で、ラツカーで番号を付したアサリを並べ、その潜入する時間を測定した。2時間観察後水槽から取出し、閉殻筋力・酸素消費量・杆晶体重量などを測定した。

実験 I : 潜入速度が毎回同じかどうか、同じ個体 30 個を用い毎日 1 回ずつ 3 回観察し、潜入速度の順位相関を求めると第 1 回と第 2 回、第 1 回と第 3 回、第 2 回と第 3 回との r はそれぞれ 0.59、0.55、0.70 となり、それほど高くはないが正相関が認められた。次にこのうち 10 個のアサリを選び、第 4 回目の潜入速度および閉殻筋力(第 1 回)を測定した後、酸素消費量の実験(第 5 図 C)を行ない、さらに引続いて第 2 回目の筋力と杆晶体重量の測定(第 6 図 C)を行なつた。そして潜入速度と筋力・杆晶体および酸素消費量との間における各順位相関係数(r)を計算したものを第 7 表に示した。本表からはアサリの潜入速度と筋力・杆晶体重量・酸素消費量との間にも、筋力と杆晶体重量・酸素消費量との間にも順位相関は認められない。

第 7 表 潜入速度・閉殻筋力・杆晶体重量および酸素消費量との
順位相関係数
実験 12 月 4~9 日、水温 17.0~14.7°C、Cl 16.0‰

	潜入速度		閉殻筋力指数			杆晶体指数 w/W_2
	第 1 回~ 第 3 回の 平均	第 4 回	第 1 回 P_1	第 2 回 P_2	$\frac{P_2 - P_1}{P_1}$	
潜入速度(第 1 回~第 3 回の平均) (第 4 回)	—	—				
閉殻筋力指数 P_1/W_2	0.13	0.22	—	—	—	
(第 2 回) $(\frac{P_2 - P_1}{P_1})$	0.75	0.54	0.20	—	—	
	0.32	0.21	-0.64	0.45	—	
杆晶体指数 w/W_2	-0.12	-0.24	0.07	-0.23	-0.20	—
酸素消費量 $O_2 \text{ mL/h} \cdot W_2$	-0.02	0.04	0.11	-0.35	0.21	0.43

実験Ⅱ 30個程度のアサリについて潜入速度を60分以内にもぐつた群、90～120分間でもぐつた群および2時間経過しても全くもぐらなかつた3群に区別し、各群の閉殻筋力指数および杵晶体重量指数の平均値を求めた。このような実験を2回行なつたので、その結果を第8表に示した。本表によると潜入速度と筋力指数との間には一定の傾向は認められないが、筋力を繰返し2回測定したときの第1回目の筋力に対する第2回目の筋力の減少割合からみると、潜入速度の早いものは筋力の減少率が少ないように思われる。また杵晶体指数は潜入速度の早いものほど大きい傾向がみられるようである。

第8表 潜入速度と閉殻筋力、杵晶体重量との関係

実 験	潜 入 の 状 況			平均筋力指数 $P_1(\mathcal{F})/W_2(\mathcal{F})$	$\frac{P_2 - P_1}{P_1}$	平均杵晶体 指数 $w(m\mathcal{F})$ / $W_2(\mathcal{F})$
	潜 入 の 速 度	個 体 数	供試個体 数に対す る %			
I (Nov, 18)	60分以内に潜入 したもの	13	43.4	836 ± 175	-0.15 ± 0.06	11.8 ± 4.4
水温 15.5℃	90～120分以内 に潜入したもの	7	23.3	$1,039 \pm 169$	-0.17 ± 0.05	8.3 ± 1.4
気温 18.3℃	120分で全く潜入 しなかつたもの	10	33.3	914 ± 164	-0.15 ± 0.04	6.8 ± 6.0
Cℓ 16.0‰	計	30	100.0			
II (Nov, 20)	60分以内に潜入 したもの	21	55.3	893 ± 162	-0.10 ± 0.05	12.0 ± 3.4
水温 14.5℃	90～120分以内 に潜入したもの	11	29.0	910 ± 164	-0.11 ± 0.04	10.3 ± 5.2
気温 15.8℃	120分で全く潜入 しなかつたもの	6	15.7	730 ± 212	-0.61 ± 0.05	11.1 ± 0.6
Cℓ 16.0‰	計	38	100.0			

文 献

1. 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(水産増殖資料第60号)、1-43(謄写)
2. 松原孝之・平野哲美・宮崎征男(1963): 有明海における除草剤PCP被害調査、佐賀県養殖試験場報告、№1、1-13
3. 池末弥ほか5名(1963): 除草剤PCPの水産生物に対する毒性、西海区水研研報、№28、1-23
4. 富山哲夫ほか(1964): PCPのアサリへの毒性、PCPの水田から漁場への動態およびその安全施用法に関する研究、昭和38年度、1-103(謄写)
5. 高槻俊一(1949): 牡蛎、技報堂
6. 生物学辞典(1960): 岩波書店
7. 蓮尾真澄(1959): 「卵抜き」とアコヤガイの疲弊について、真珠研究会伊勢部会報、3(9)、10-13
8. —————(1961): 母貝・ピース貝の健康状態が真珠の品質におよぼす影響について、真珠研研報、6、663-669
9. NOMURA S. and G. TOMITA(1933): A simple method of measuring the mechanical activity of cilia, Jour. Shanghai Sci. Inst. Sec. IV, 1, 29-39
10. 藤谷超(1962): パルプ工場廃水の水産生物に及ぼす生理学的影響に関する研究、内海区水研研報、17、1-87
11. 田中小治郎(1964): 実用貝類血液学、上田書店
12. TADASHI TAMURA (1929): The power of the adductor muscle of the Oyster, *Ostrea circumpecta* PILS, Sci. Reports of the Tohoku Imp. Univ., Fourth Series (Biology), 4 (1), Fasc. 2, 259-279
13. ————— (1931): The power of the adductor muscle of the Lamellibranchs, in habiting in the South Sea Islands, Sci. Reports of the Tohoku Imp. Univ., Fourth Series (Biology), 6 (3), 347-390
14. SATARO KOBAYASHI (1929): Lactic acid and glycogen in the adductor muscles of the Oyster, *Ostrea circumpecta*. Sci. Rep. of the Tohoku Imp. Univ., Fourth series (Biology),

4(2), Fasc.2, 193 - 205

15. 植本東彦(1961) : アコヤガイのそう核手術に関する生理学的研究一Ⅲ、
秋季の母貝仕立及びそう核手術後の生理状態の変化、真珠研報、6、630
- 633
16. 古川厚・久岡実(1957) : 浅海養殖生産性の生物学的研究 Ⅲ、アサリの
水中懸垂飼育に就いて、内海区水研報、10、1 - 19