

# ホタテガイへい死対策試験

## —— 成育条件の異なるホタテガイの成長と活力試験 ——

高橋 克成

垂下養殖貝にみられる異常貝の発生は中間育成期の成育条件（養殖経歴）によって左右されることがこれまでの研究で明らかになっている。ここでは養殖経歴の異なる貝における生理特性を明らかにし、健苗の特徴とその判定に必要な知見を得ることを目的に、空中における活力と貝殻形成にみられる活力という2つの生理特性面について行なった研究を報告する。

### 供試貝とその成育条件

陸奥湾の久栗坂沖で採苗、中間育成を経た昭52年産稚貝を、昭52年10月27日に第1表に示した5試験群に分け当センター前のイカダに垂下した。（垂下水深は1.5～4m）5群に分ける前の貝はパールネットに33～62個の範囲で収容されており、良好な成育条件で育った貝であった。

第1表 供試貝5群の成育方法と条件

No.	群の名称	収容器材	収容数	条 件
1	固 定	トリカルネット	—	固 定 接着剤で右殻を固定した。
2	晒 覆 い	パールネット	20	“ 晒2枚で籠をつつみこんだ。袋ではないので適度に海水が出入する。
3	高 密	“	100	非固定
4	低 密	“	20	“
5	ゆさぶり	“	20	“ 籠のまま空中で40回ゆさぶりを加えた*。

注：\*ゆさぶりを行なった月日は12月22日、1月9・14日、2月7・16日、3月6・28日、4月13日、5月9日、6月4・20日の計11回。

5試験群の特徴……固定群は貝同志がぶつかりあったり、籠に接触したりすることがなく、また籠に収容されていないので潮通しが良い状態である。晒覆い群は潮通しが他群とくらべてきわめて悪いので摂餌量が少なくまた貝同志がぶつかり合うことはない。高密群、低密群、ゆさぶり群はパールネットに固定しないの収容されているので、個体間の干渉や籠の動揺等で貝が動きまわる状態にあるが、高密群では干渉が大きく貝のぶつかり合いの頻度も高いと考えられる。またゆさぶり群はゆさぶりによって強い力で貝がぶつかり合うことや籠内の分布秩序がそのつど破壊されることがくり返し起こった状態にある。

### 活力の観察と表現方法および個体測定項目

#### 1) 空中活力の観察方法

イカダから供試貝を取り上げ速やかに室内に運び、各群ごとに右殻を下にしてテーブルに並べ、経過時間ごとに第2表に示した項目と基準に従い観察を行なった。観察を行なった月日とその時の室内

条件等を第3表に示した。貝のサンプリングは固定貝をのぞき1回に1籠ずつ取り上げた。

第2表 空中活力の観察項目とその基準

観察項目	外套縁膜（右殻側）の後退	外套縁膜の刺激に対する反応	外套縁膜刺激時の閉殻反応	左殻をノッキングした時の閉殻反応
方法		針で縁膜に触れる	針で縁膜に触れる	左殻を鉛筆でたたく
観察基準	一 縁膜が殻からはみ出している 士 縁膜と殻の端がならぶ + 縁膜の後退で殻が見える 卍 縁膜の巾と同じまで後退 卍 縁膜の巾以上大きく後退	+ 反応強い 士 反応弱い - 反応なし	+ 反応強い（閉殻早い） 士 反応弱い（閉殻ゆるやか） - 反応なし（閉殻せず）	

第3表 空中活力の観察実施状況

月日時	露出時間	観察時の室温	部屋の湿度	その他の条件
2・16・10	50	18 - 24℃	* %	昼間ストーブ使用、夜間はかなり冷える。
5・9・9	32	19 - 20	68 - 78	常温
7・4・10	27	21 - 22	78 - 85	クーラー使用、室温制御する。

\*：貝を透明プラスチックカバーでおおったので、かなり湿度は高い。朝に露滴観察。

## 2) 外套膜切傷後の貝殻形成からみた活力の観察方法

供試貝をテーブルに並べ自然に開設するのを待ち、開殻後鋭利なカッターで右殻側の外套膜の中央部から外側に向けて切り、処理後は接着剤で右殻をトリカルネットに固定してイカダに垂下した。なお2月の切傷時には切傷後非固定群を追加した。その後33～41日後に処理貝を取り上げ、切傷部の貝殻形成状態を第4表の基準に従って観察した。試験は5試験群について3回行ないその実施状況を第5表に示した。

第4表 切傷部位の貝殻形成観察基準とその状態

1.	切傷痕が全くなく、他の部位と区別がつかない。
2.	切傷痕はあるが、完全にコーティングされており欠刻していない。
3.	切傷痕があり、その先端に小さな欠刻が残っている。切傷痕はコーティングされている。
4.	V字型の欠刻が増殻長分の中位置から始まっている。切傷部が往々着色している。
5.	切傷部位からの貝殻形成がなく、鋭角的なV字欠刻が切傷時から始まっている。着色貝多い。

第5表 切傷による活力試験実施状況

No.	切傷月日	取上月日	経過日数	切傷数と部位	切傷後の垂下方法
1	12. 22	1. 24	33	1ヶ所(腹縁中央)	固定(トリカルネット)
2	2. 15	3. 28	41	2ヶ所(腹縁中央と腹縁前部)	固定と非固定(籠)
3	5. 12	6. 20	39	〃	固定(トリカルネット)

### 3) 活力の表現方法

観察基準をもとに求めた個体ごとの活力程度を試験群、経過時間ごとに集計し次の方法で表現した。

- i 平均点数法……各基準ごとに下記の点数を設け、その平均点数を試験群の活力指数として表現する方法。点数が多い程活力程度も高いようにした。  
外套膜の後退……－（3点）、±（2.5点）、＋（2点）、Ⅱ（1点）、Ⅲ（0点）  
他の3項目……＋（2点）、±（1点）、－（0点）  
切傷貝の基準……1（4点）、2（3点）、3（2点）、4（1点）、5（0点）
- ii 出現率法……活力の高い基準を示した個体の出現率で試験群の活力を表現する方法。活力の高い基準とは空中活力では外套膜後退の（－・±・＋）と他の3項目の（＋）のことであり、切傷貝では基準（1、2）のことである。

### 4) 供試貝の個体測定項目と観察項目

個体測定項目……殻長、殻高、切傷時殻長、全重量、殻の乾燥重量、殻の肥厚度

$$\text{殻の肥厚度} = \text{殻重量} \div \{ (\text{殻長} + \text{殻高}) \div 2 \}^3 \times 1,000 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

観察項目……生殖巣の発達状態 — 次の基準で区分した。性別がわからない未発達の個体（－）  
性別はわかるが色淡い個体（±）、性別が明瞭にわかる個体（＋）。  
異常貝 — 外套膜に沿った殻内面に着色および殻に欠刻の生じた貝。

## 結 果

### 1) 5試験群の成育状況とその特色

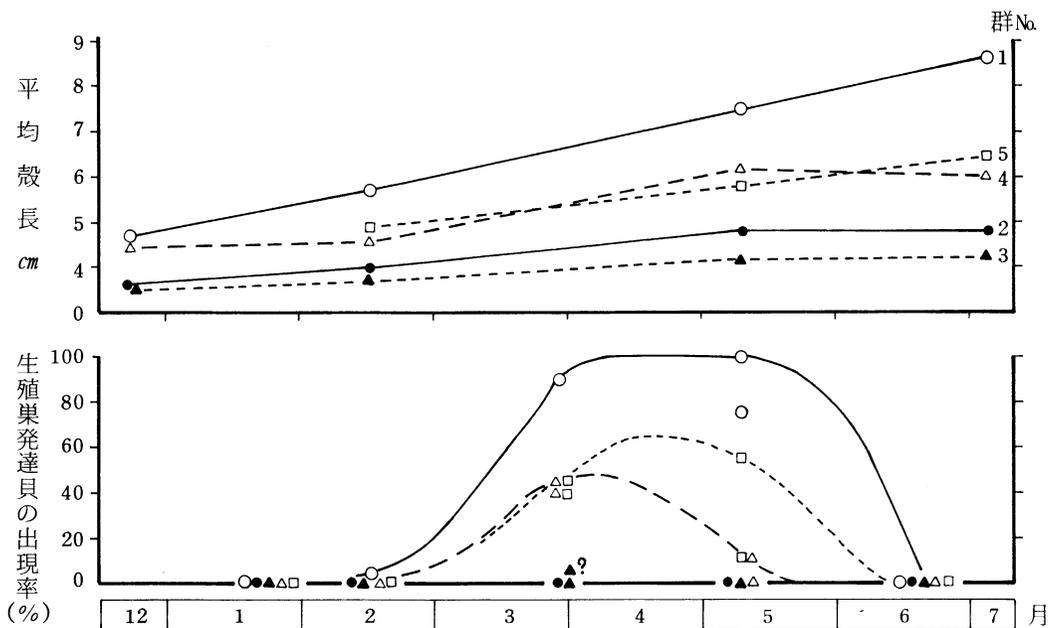
空中活力と切傷試験に供した貝の測定観察結果を一括して付表－1に示した。5試験群の12月22日（切傷時）から7月4日までの殻長の成長を第1図に示したが、成長の順位は1位固定群、2位低密群とゆさぶり群、4位晒覆い群、5位高密群となり、この順位は成育期間中一定であった。なかでも固定群の成長が目立って良く、低密群との差は日を追って広がった。

晒覆い群における垂下状態は適度に隙間があり、籠とすれ合って穴があくこともあって（穴が大きくなった時、晒をとりかえた）外界との海水の出入りは貝が成長していることから適度であったと思われる。しかしその成長は低密、固定にもかかわらず悪くかつ殻の肥厚度も終始最低であったという特徴をもっている。ゆさぶり群は低密群と比べて成長に差異は現われなかったが殻の肥厚度は低密群より著しく高く常に5試験群中最高値であったことから、ゆさぶりの効果は十分あったと思われる。

生殖巣の発達した貝は2月の固定貝に最初現われ、3月と5月の取上貝には多数現われた。その出現率は殻長の大きさにほぼ比例して高く、成長の違いによる差が明瞭に現われた。また3月にとりあげた切傷貝では、切傷後固定群が非固定群よりいずれの試験群でも生殖巣発達貝の出現率が高く現われ、籠に収容しない固定状態では生殖巣が発達しやすいことがわかった。

各試験群における生殖巣発達貝の出現率の推移を第1図に示した。作図に当っては切傷貝については第1表の成育条件にあてはまる群だけを選び、かつ切傷後固定で0%なら非固定籠入りでも当然0%というような推定も加えて作図した。第1図より生殖巣発達貝の現われた群は固定・低密・ゆさぶりの3群であり、固定群は出現率が最も高くかつ長期間出現し、次にゆさぶり群がつづき、低密群はゆさぶり群より早く低下したことなどがわかる。

異常貝は5月のゆさぶり群につづいて6月の高密群とゆさぶり群に現われ、7月には低密群にも現



第1図 5試験群の殻長と生殖巣発達の推移

われた。しかし固定群と晒覆い群（いずれも固定している）には現われなかった。6月に異常貝が現われた高密群とゆさぶり群が7月では0%となっているのは、異常貝の発生していない籠を選択したためであり、異常貝の発生には同一群内でもばらつきがあった。

以上述べたごとく、5つの試験群はそれぞれ異なる条件で育成した結果それぞれ特徴ある成長を示し、それらの間には外見的な相違にとどまらず生理的な面にも大きな差が生じたことが確認された。

## 2) 空中活力の観察結果

### i 空中活力の経時変化と諸反応の特徴

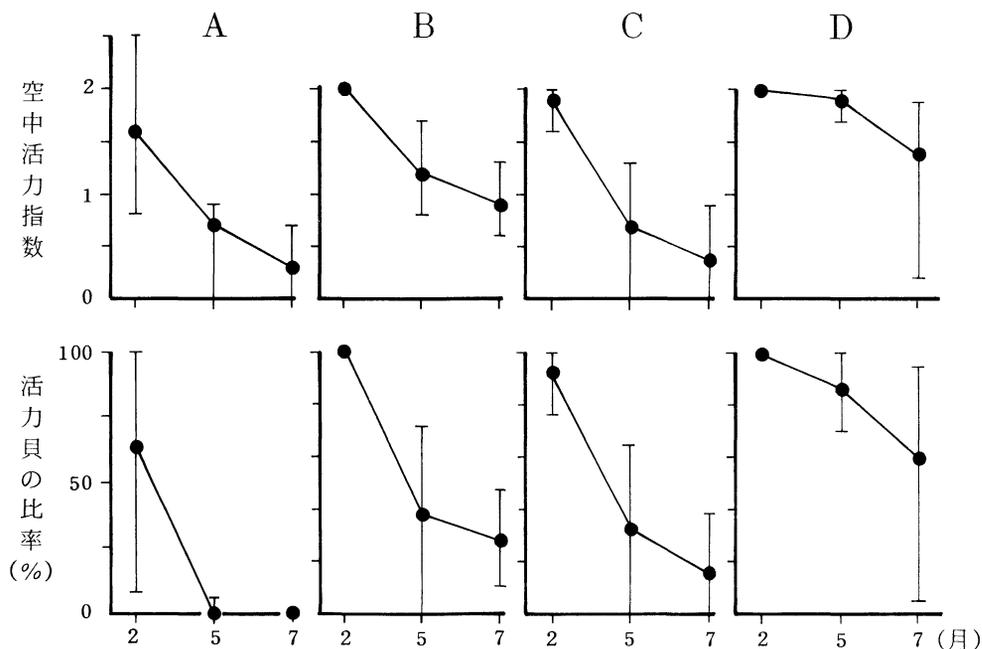
貝の活力は時間の経過とともに低下してゆくが、その一般的な変化の状況を4観察項目別に模式的に表した結果を第6表に示した。活力はⅠからⅦの状態まで変化した。観察項目別ではA C B Dの順で低下が早かった。ⅠからⅦまでの状態における観察項目の特徴は次のとおりである。

Ⅰ；この状態(A)は経過時間の初期に外套縁膜が殻からはみ出している状態で、2月での多くの貝と5月7日での晒覆い群、高密群などの小さい貝に現われた。

第6表 空中活力の経時変化

記号	観察項目	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ
A	外套縁膜の後退度	—	±	+	++	+++	+++	+++
B	外套縁膜の刺激に対する反応			+	+	±	—	—
C	外套縁膜刺激時の閉殻反応			+	±	—	—	—
D	左殻をノッキングした時の閉殻反応				+	+	±	—

- Ⅱ ; この状態(A)は外套縁膜が殻の端と接しており、大きく成長した貝とくに5月7月における固定群、低密群、ゆさぶり群などではここから始まった。
- Ⅲ ; Aでは殻が見える程度の小さな後退度である。Bではわずかに針を触れただけで敏感に反応し萎縮して後退する速度が早くその部分も広い(後でもとにもどる)。Cではわずかの刺激にも反応して閉殻反応を示し、完全に閉殻する貝が多かった。
- Ⅳ ; Aでは後退度(距離)が外套縁膜の巾と同じにまで達した状態で、縁膜はまだ殻に密着している。BではⅢとくらべて反応がにぶくなり、萎縮による後退も小さく局部的になる。Cではわずかの刺激に反応しない貝が現われ閉殻の状態も不完となるが、それらの反応には個体差がありばらつきがある。また強い刺激には大部分の貝が反応した。Dでは敏感に反応して瞬間的に完全に閉殻する。
- Ⅴ ; AがⅣの状態からさらに進んだ段階で、この頃になると体液が体外に出始めて右殻側に溜まり外套膜を浸たすようになる。外套縁膜は殻からはがれ、Bの反応はこれまでの後退反応から刺激した部分だけがそり返る反応となり、刺激に対し非常ににぶくなる。Cでは強い刺激にも反応しない貝や反応してもゆるやかな不完全閉殻となる。DではⅣとくらべ反応はにぶくなるが大部分の貝は完全に閉殻する。
- Ⅵ ; Aの進行は同じ「Ⅲ」でも体液の多い大きな貝では小さいが、体液の少ない小さい貝では往々体液の乾燥も手伝ってさらに進行する。BとCは全く反応しなくなり、Dも強いノッキングで非常にゆるやかな閉殻を示すようになる。この頃から各群ともこれまでの閉殻状態から徐々に閉殻(中程度)し始める貝が現われてくる。
- Ⅶ ; B・C・Dに全く反応を示さない死亡した状態。閉殻する貝はさらに増え、時間の経過とともに完全に閉殻する貝が多くなる。



第2図 24時間後における観察項目別空中活力の月変化  
5試験群の平均値と範囲を2つの表現法で示した。

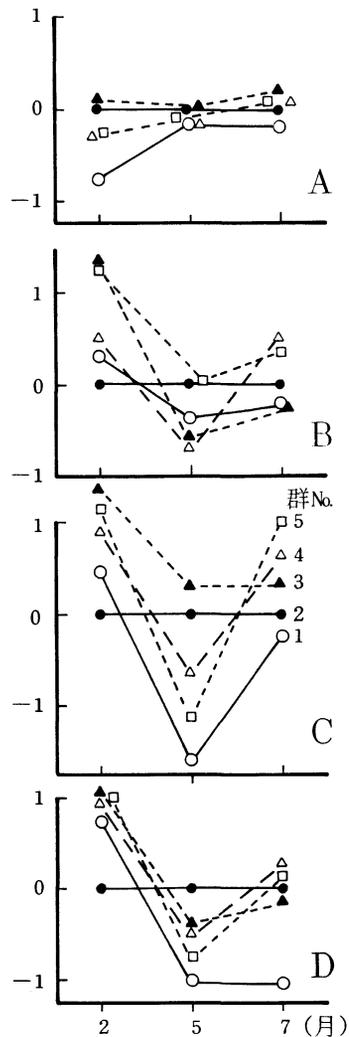
ii 空中活力の月変化と5試験群間の活力差の判定

員の活力状態は前述したごとく経過時間に伴ないⅠからⅦまで変化するが、その変化の速度は観察した月によって大きく異なった。この状況を24時間後の活力状態で比較した結果を第2図に示した。5試験群の活力の平均値はいずれも2月が最も高く、5月7月の順で低下した。しかしこの活力の比較方法では空中露出時の条件が異なるためそのまま活力が低下したとは言えず、また観察項目には低下に時間差があるので同一時間で比較するのも問題が生じる。これらの問題に対しては次に示した条件のもとで活力を比較することを試みた。

1. 各試験群の活力は観察項目ごとに群間の活力指数の差が最大となった経過時間の値から求める。
2. 活力指数の月による条件差を消去するため、5試験群の平均値で除した値で比較する。
3. 活力の月変化は育成条件が安定し、生理的変化も小さい晒覆い群を対照として比較する。

第7表 空中活力指数お対平均値比と順位

	試験群	2月16日	5月9日	7月4日
外套膜後退度	経過時間	24	6	6
	固定	0.51 5	0.90 4	0.79 5
	晒覆い	1.25 2	1.05 2	1.00 4
	高密	1.35 1	1.10 1	1.21 1
	低密	0.93 4	0.90 4	1.05 2
	ゆさぶり	0.96 3	0.95 3	1.05 2
外套膜反応	経過時間	50	24	24
	固定	0.63 4	0.95 3	0.71 4
	晒覆い	0.31 5	1.32 2	0.92 3
	高密	1.66 1	0.74 4	0.65 5
	低密	0.83 3	0.63 5	1.41 1
	ゆさぶり	1.57 2	1.36 1	1.30 2
外套膜刺激閉殻	経過時間	50	24	6+24
	固定	0.67 4	0.00 5	0.40 5
	晒覆い	0.24 5	1.62 2	0.67 4
	高密	1.59 1	1.92 1	1.00 3
	低密	1.13 3	0.97 3	1.28 2
	ゆさぶり	1.38 2	0.49 4	1.65 1
殻ノッキング閉殻	経過時間	50	28	24
	固定	0.98 4	0.53 5	0.11 5
	晒覆い	0.25 5	1.53 1	1.17 3
	高密	1.30 1	1.13 2	1.02 4
	低密	1.21 3	1.05 3	1.39 1
	ゆさぶり	1.25 2	0.76 4	1.31 2



第3図 晒覆い群を対照(一定)とした時の空中活力の比較

第7表の値から晒覆い群の値をそれぞれ差引いた値をもとに作成。

1・2の条件で求めた活力指数を基準化した活力相対値とその順位を第7表に示した。この活力相対値は5試験群の平均値が全て一定(1)である特徴をもっている。第7表の結果をもとに晒覆い群を対照(一定)とした場合の活力の月変化を第3図に示した。図の作成には5試験群の値から晒覆い群の値を差引いて求めた。晒覆い群を対照とした理由は、貝が固定されているため貝がぶつかり合うことがなく安定した条件で育っていることと、第1図に示したように生殖巣の発達がなく生理的な面についてもその月変化が最も小さいと思われたことによる。

第2図から得られた各観察項目(A B C D)に表われた空中活力の変化の特徴は次のとおりである。

イ) 2月から5月にかけてB C Dの項目で対照を除く4群の活力が著しく低下した。なかでもCとDでは同じようなパターンで大きく低下した。

ロ) CとDの5月における活力の低い方からの順序は、固定群・ゆさぶり群・低密群・高密群・晒覆い群となり、この順序は生殖巣発達貝の出現率の高い方からの順位と一致した。

ハ) Aにおける2月の結果は貝が小さい程高い活力を示す傾向が表われた。5・7月では経過時間が短い為もあって差が表われなかったが固定群が低い傾向があった。しかし翌日になると前日まで高かった高密群が最下位となり固定群が上位となるような変化がみられ、後退度が大きくなった時点では小さい貝と大きな貝では活力の表れ方に相違があった。このことはj)のⅥの状態述べた。

ニ) 5月から7月にかけての変化はAを除き総じて上昇する群が多く、とくにBの低密群、Cの低密とゆさぶりと固定群で顕著であった。一方上昇しなかった群はCの高密群、Dの固定群であった。

ホ) 7月における活力の順序はAをのぞき低密とゆさぶり群が高く次に高密と晒覆い群、最下位に固定群となる傾向があり、固定群の低さが特徴的でとくにDではその傾向が非常に強く表われた。

ヘ) 4つの観察項目における活力の表われ方はそれぞれ異なったが、大きく分けてAは他と較べて表われ方が全く異なり、B C Dはかなり似ている(とくにCとD)というような特徴があった。

### 3) 切傷貝の活力観察結果

外套縁膜を切傷した後の貝殻の形成状態を観察した結果とそれをもとに計算した貝殻形成活力(回復状態)の値を第8表に示した。活力指数は基準別の点数から求めた平均値である。3月取上の貝には切傷後非固定の群があるが、これらの群は非固定であるため殻の先端部分がギザギザになっており増殻長も小さいこともあって観察による区分が困難であったので省いた。第8表をもとに作図した貝殻形成の活力指数と活力貝の出現率の推移を第4図に示した。観察結果を要約すると次のとおりである。

イ) 切傷部位の貝殻形成状態には各群ともその基準にばらつきが広く現われ、また切傷部の着色率にも試験群や月による差はなく広く現われた。(第8表)

ロ) 貝殻形成状態にばらつきがあったが、その平均的な状態を示す活力指数や活力貝の出現率には第4図に示すように各試験群に特徴ある変化が現われた。

ハ) 固定群は3月と6月には活力が最上位となり成長するに従い高くなったが、低密群とゆさぶり群は3月に低く最下位となり、同じ生殖巣が発達した貝の中で大きな差が現われた。

ニ) 成長が抑制されている晒覆い群と高密群は1月から3月にかけて上位から中位に同じように低下

した。しかしその後6月には晒覆い群は上位に上昇したが、高密群は異常貝の出現率が50%と高く(切傷時はいずれの群も異常貝なし)最下位に低下した。

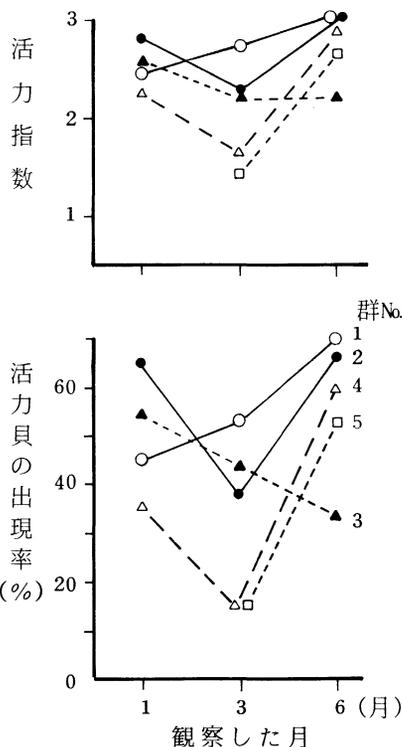
第8表 切傷部位の貝殻形成状態の観察結果と活力の計算値

No.	切傷月日 取上月日	試験群*	供試 貝数	基準別切傷部位数					活 力 指 数	順 位	回復部位の** 出現率(%)	切傷部殻の着 色率 (%)
				1	2	3	4	5				
1	12. 22 ↓ 1. 24	固定群	20	4	5	8	2	1	2.45	3	45	25
		晒覆い群	20	5	8	5	2	0	2.80	1	65	30
		高密群	48	13	13	15	5	2	2.63	2	54	13
		低密群	20	1	6	11	1	1	2.25	4	35	25
2	2. 15 ↓ 3. 28	固定群	19	18	2	10	7	1	2.76	1	53	11
		晒覆い群	20	13	2	11	12	2	2.30	2	38	10
		高密群	19	8	9	9	8	4	2.24	3	44	24
		低密群	19	6	0	15	9	8	1.66	4	15	34
		ゆさぶり群	19	4	2	9	15	8	1.45	5	15	29
3	5. 12 ↓ 6. 20	固定群	20	17	11	11	0	1	3.08	1	70	13
		晒覆い群	19	16	9	13	0	0	3.08	1	66	8
		高密群	19	4	9	19	4	2	2.24	5	34	16
		低密群	20	12	12	15	1	0	2.88	3	60	7
		ゆさぶり群	18	10	9	14	3	0	2.72	4	53	22

\*：すべて切傷後固定      \*\*：基準1と2

### 考 察

1. 実験当初の目的であった簡単な方法で短時間に貝が健苗であるかを判定することは、空中活力の観察からは困難であることがわかった。しかし、貝殻形成の活力(外套縁膜の切傷に対する回復状況)が目安となることがわかったので、この方法を改良することにより健苗判定に利用できると思われた。
2. 空中活力の観察により、へい死するまでの総合的な活力(体力)は生殖巣の発達状態に大きく左右される。また一方では貝殻形成の活力は生殖巣の発達状況とは関係なく非固定あるいは高密度の影響が強く現われた。これらのことから、通常の方法(非固定)で低密度で中間育成して大きく育った貝は、一見丈夫そうであるが、春の生殖巣が発達する時期はそれだけ個体としての体力が弱く、外套縁膜の活力も弱まっていると考えられるので、この時期の養殖管理(分散作業等を含む)には細心の注意が必要であろう。



第4図 切傷貝の貝殻形成にみられる活力の推移

付表-1 供試員の個体測定・観察の結果

取上月日	群の名称	個体数	殻長± S.D. (mm)	切の傷殻時長	全重量 (g)	殻重量 ± S.D. (g)	殻の肥厚度 ± S.D.	生殖巣発達 状況 (%) + , ±	異常貝の出現 率 (%)
1. 24 (切傷) 12. 22)	1 固定	20	59.5 ± 8.6	47.3	13.4	5.9		0 , 0	0
	2 晒覆い	19	36.3 ± 3.1	35.9	4.4	2.0		0 , 0	0
	3 高密	48	41.4 ± 3.3	35.6	—	2.8		0 , 0	0
	4 低密	20	50.6 ± 3.1	45.0	—	5.0		0 , 0	0
2. 16	1 固定	25	57.2 ± 3.6	/	—	7.9 ± 1.6	42.3 ± 3.8	4 0	0
	2 晒覆い	20	40.0 ± 3.4	/	—	2.4 ± 0.6	35.6 ± 3.2	0 0	0
	3 高密	20	37.2 ± 3.2	/	—	2.4 ± 0.7	43.6 ± 3.2	0 0	0
	4 低密	19	46.4 ± 7.5	/	—	4.6 ± 1.6	43.2 ± 4.4	0 0	0
	5 ゆさぶり	19	48.9 ± 2.9	/	—	5.7 ± 0.9	48.4 ± 4.0	0 0	0
3. 28 (切傷) 2. 15)	1	19	65.7 ± 3.6	58.7	31.4	13.9		90 0	0
	2	20	44.6 ± 3.0	40.0	9.1	3.9		0 0	0
	3 (切傷後 固定)	19	46.2 ± 4.2	37.8	10.3	4.1		11 11	0
	4	19	59.0 ± 3.5	50.8	21.2	8.9		79 5	0
	5	19	57.6 ± 3.9	50.0	21.5	9.6		74 5	0
	1	20	62.0 ± 3.4	59.1	27.4	12.3		65 0	0
	3 (切傷後 非固定)	20	43.8 ± 3.7	38.0	8.9	3.7		0 5	0
	4	20	54.1 ± 3.5	49.9	17.2	7.7		40 5	0
	5	18	53.2 ± 3.5	49.2	18.2	8.5		39 6	0
	5. 9	1 固定	20	74.6 ± 3.7	/	—	21.3 ± 3.5	52.0 ± 5.4	75 25
2 晒覆い	18	48.0 ± 3.8	/	—	4.8 ± 1.3	40.8 ± 3.2	0 0	0	
3 高密	20	42.1 ± 4.2	/	—	4.1 ± 1.3	55.4 ± 6.6	0 0	0	
4 低密	18	61.6 ± 4.5	/	—	11.0 ± 2.0	48.7 ± 4.0	0 11	0	
5 ゆさぶり	18	58.3 ± 6.9	/	—	12.6 ± 3.3	63.6 ± 4.9	11 44	6	
6. 20 (切傷) 5. 12)	1 固定	20	84.7 ± 3.4	74.2	—	30.3		0 0	0
	2 晒覆い	19	57.4 ± 3.2	47.1	—	9.2		0 0	0
	3 高密	19	52.4 ± 5.3	41.5	—	7.3		0 0	50
	4 低密	20	72.0 ± 3.6	59.9	—	17.6		0 0	0
	5 ゆさぶり	18	70.2 ± 8.3	58.2	—	20.0		0 0	21
7. 4	1 固定	20	85.6 ± 4.0	/	75.2	35.3 ± 4.9	58.2 ± 4.1	0 0	0
	2 晒覆い	20	47.7 ± 4.6	/	11.0	4.6 ± 1.2	41.4 ± 2.1	0 0	0
	3 高密	25	41.9 ± 6.0	/	8.3	3.8 ± 1.5	50.2 ± 4.0	0 0	0
	4 低密	19	59.7 ± 5.3	/	22.9	10.5 ± 2.6	50.4 ± 3.8	0 0	11
	5 ゆさぶり	16	64.8 ± 4.1	/	34.0	18.2 ± 3.7	71.1 ± 8.0	0 0	0
7. 5	3' 生残り	21	43.3 ± 4.5	/	—	4.2 ± 1.2	51.1 ± 4.2	0 0	100

付表-2 空中活力観察結果

上段：活力指数 下段：活力員の出現率(%)

月 日	経過時間	外套膜の後退				外套膜刺激反応					外套膜刺激閉殻反応					殻ノッキング閉殻反応					
		3	6	24	28	6	24	28	48	50	6	24	28	48	50	24	28	32	48	50	
2. 16	固 定	1.6 (64)	1.5 (52)	0.8 (8)	0.4 (0)		2.0 (100)	1.8 (80)	1.0 (16)	0.8 (4)			1.6 (76)	0.9 (32)	0.8 (32)		2.0 (100)	-	1.6 (60)	1.4 (56)	
	晒覆い	2.5 (100)	2.5 (100)	2.0 (95)	0.9 (15)		2.0 (100)	2.0 (100)	0.5 (0)	0.4 (0)			2.0 (100)	0.4 (10)	0.3 (5)		2.0 (100)	-	0.9 (10)	0.4 (5)	
	高 密	2.7 (100)	2.5 (100)	2.2 (100)	1.7 (65)		2.0 (100)	2.0 (100)	2.0 (100)	2.0 (100)			2.0 (100)	2.0 (100)	2.0 (100)		2.0 (100)	-	2.0 (100)	1.8 (85)	
	低 密	2.3 (100)	2.1 (89)	1.5 (53)	0.6 (0)		2.0 (100)	1.8 (84)	1.5 (63)	1.0 (26)			1.7 (84)	1.5 (63)	1.4 (63)		2.0 (100)	-	1.8 (84)	1.7 (79)	
	ゆさぶり	2.1 (95)	2.0 (84)	1.6 (63)	1.0 (21)		2.0 (100)	2.0 (100)	2.0 (100)	1.9 (89)			2.0 (100)	1.9 (95)	1.7 (84)		2.0 (100)	-	2.0 (100)	1.7 (84)	
	平 均	2.3 (92)	2.1 (85)	1.6 (64)	0.9 (20)		2.0 (100)	1.9 (93)	1.4 (56)	1.2 (44)			1.9 (92)	1.3 (60)	1.3 (57)		2.0 (100)	-	1.7 (71)	1.4 (62)	
5. 9	固 定	2.0 (90)	1.8 (80)	0.9 (0)	-		1.2 (25)	0.3 (0)	-	-			0 (0)	-	-		1.7 (70)	0.7 (10)	0 (0)	-	-
	晒覆い	2.6 (100)	2.1 (100)	0.9 (6)	-		1.6 (67)	0.9 (22)	-	-			1.1 (56)	0.3 (11)	-		2.0 (100)	1.9 (89)	0.9 (22)	-	-
	高 密	2.9 (100)	2.2 (90)	0 (0)	-		0.9 (25)	0.3 (0)	-	-			1.3 (65)	0.7 (20)	-		2.0 (95)	1.4 (50)	0.6 (10)	-	-
	低 密	2.3 (100)	1.8 (78)	0.7 (0)	-		0.8 (0)	0.3 (0)	-	-			0.7 (33)	0.3 (6)	-		1.8 (89)	1.3 (56)	0.4 (0)	-	-
	ゆさぶり	2.3 (94)	1.9 (83)	0.9 (0)	-		1.7 (72)	0.5 (0)	-	-			0.3 (11)	0 (0)	-		1.8 (83)	0.9 (33)	0.2 (0)	-	-
	平 均	2.4 (97)	2.0 (86)	0.7 (0)	-		1.2 (38)	0.4 (6)	-	-			0.7 (33)	0.3 (7)	-		1.9 (87)	1.2 (48)	0.4 (6)	-	-
7. 4	固 定	2.1 (100)	1.5 (45)	0.7 (0)	-		2.0 (100)	0.7 (10)	0 (0)	-	-		1.4 (70)	0 (0)	-		0.2 (5)	0 (0)	-	-	-
	晒覆い	2.4 (100)	1.9 (80)	0 (0)	-		1.9 (95)	0.9 (20)	0 (0)	-	-		1.9 (95)	0.1 (5)	0 (0)		1.6 (65)	0.1 (0)	0 (0)	-	-
	高 密	2.5 (100)	2.3 (100)	0 (0)	-		1.8 (88)	0.6 (24)	0.1 (4)	-	-		1.8 (92)	0.4 (12)	0 (0)		1.4 (56)	0.3 (0)	0 (0)	-	-
	低 密	2.2 (100)	2.0 (89)	0.6 (0)	-		1.8 (89)	1.3 (47)	0.5 (16)	-	-		1.8 (89)	0.6 (26)	0.2 (5)		1.9 (95)	0.9 (21)	0.4 (5)	-	-
	ゆさぶり	2.4 (100)	2.0 (94)	0.3 (0)	-		1.8 (88)	1.2 (38)	0.3 (0)	-	-		1.8 (88)	0.9 (38)	0 (0)		1.8 (81)	1.1 (38)	0.3 (0)	-	-
	平 均	2.3 (100)	1.9 (82)	0.3 (0)	-		1.9 (92)	0.9 (28)	0.2 (4)	-	-		1.7 (87)	0.4 (16)	0.0 (1)		1.4 (60)	0.5 (12)	0.1 (1)	-	-
7. 5	高 密 異常具	1.9 (86)	1.7 (67)	0 (0)	-		1.9 (95)	0 (0)	-	-			1.9 (95)	0 (0)	-		0.7 (14)	0 (0)	-	-	-