

## ホタテガイの生理的活力に関する研究

平野 忠・對馬 廉介・榊 昌文

### はじめに

本研究は、ホタテガイの生理的活力を測定するための有効な指標を究明し、形質の優れたホタテガイを選抜育成することにより、本種の増養殖産業の効率化、安定化に資することを目的とする。

現状の増養殖作業行程における選抜の手法は、個体の大きさによる方法と、異常貝の出現率による方法の2つが行われている。

前者は、7～8月の稚貝採取時期及びそれ以後の中間育成の時期に、サイズの大きなものを選抜していく方法であるが、陸奥湾におけるホタテガイの発生は2月から5月と長期にわたることが一般的であり、このように発生後間もない時期では、個体の大きさは個体そのものの活性よりも発生時期に由来すると考えられるので、この方法は必ずしも活性の高い個体を選抜しているとはいえない面がある。

また後者は、育成密度が高かったり振動や遊泳などで貝がぶつかり合った場合などに行われる貝殻の欠効や貝殻内面の着色、生殖腺の肥大などの「異常貝」の出現率が高い群は、その後の増養殖期間中のへい死率が高いという知見から、これらの異常の発現した個体を選別除去する方法である。この方法では、常に異常の発現した後でしか観察できないため予防的な効果が薄いのが欠点で、異常貝出現率が多いときは、危険性の大きいその群全体を増養殖行程から除くというへい死防止策がとられている。したがって、もっと早い段階で個体の活力を判定することが生産計画を立てるうえでも必要となっている。

以上のことから、本研究では、従来の水産の分野で開発された技術にとどまらず、医学の臨床検査技術の応用、及び生化学分析の手法等の取り入れを検討するものである。

今年度は、活力の指標として閉殻筋の収縮力と重量、心拍動について知見を得たので報告する。なお、研究の一部を東北大学附属臨海実験所に委託したが、これは次年度以降にまとめて報告する。研究の開始にあたり貴重な御助言を頂いた、水産庁日本海区水研究所、中西孝氏に厚く御礼申し上げる。

### I ホタテガイの閉殻筋の収縮力と重量について

(主担：平野 忠)

生理的活力の指標として閉殻筋の収縮力(以下、閉殻筋力と呼ぶ)に着目し、ホタテガイに空中露出や、飢餓などの一定の負荷をかけたときに起る閉殻筋力の減少と、それにとまらぬ体各部、特に閉殻筋重量の減少について調べ、これらの活力指標としての有効性を検討した。

なお、実験の一部が62年度まで及んだが、連続した実験の区切りをつけるため一括して報告するものとする。

## 材料及び方法

閉殻筋力の測定には第1図に示す装置を使った。これは、流体圧力計を改造したもので、圧力計のバネの部分にステンレス・スチール製の腕を取り付け、この腕と本体に固定した腕とをホタテガイに殻の腹縁部で噛ませることにより、その噛む力の量が回転計の目盛りにグラム数で表示されるものである。この他の測定方法としては、バネ秤りによるものと、感圧紙によるものを試みたが、いずれも十分な結果を得られなかった。

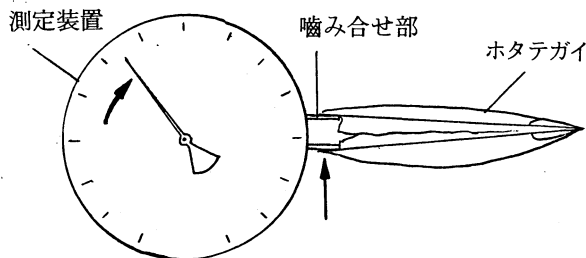
なお、予備実験により、ホタテガイの閉殻運動には第2図のAのようにいったん筋力が0になってから、次に急激に最大筋力まで増加しこれを反復する型と、Bのように最大筋力の6~7割まで増加してそのまま持続する型の2種類があることが明らかとなった。前者は横紋筋部による遊泳運動で、後者は平滑筋部による持続的な閉殻運動と考えられる。前者の瞬間的な値を読むため、指示針と連動する捨て針を取り付け、指示針が戻っても捨て針が残るようにした。装置は測定個体の筋力に応じて使い分けできるように、測定範囲が0~600gのものと0~2,000gのものの2種類を製作した。

測定にあたっては、ピンセットや有柄針でホタテガイの外套膜縁辺部を刺激し、Aの運動をさせてその最大値を記録した。また、個体が弱ってきて刺激によってもAの反応がない場合は、Bの最大値を記録した。

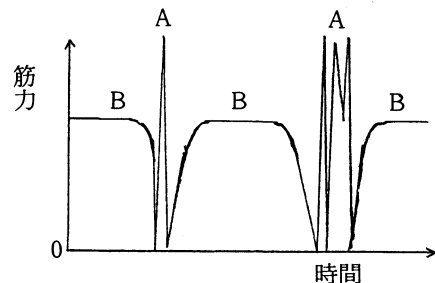
### 実験1 空中露出による閉殻筋力の変化

実験に供したホタテガイは、昭和61年9月3日に平内町茂浦地先から採捕した地まき1年貝（以下地まき貝と呼ぶ）20個と、同8月25日まで青森市久栗坂地先の当所実験養殖施設で育成し、その後11月27日まで当所前の垂下筏で育成していた垂下1年貝（以下、垂下貝と呼ぶ）10個であった。それぞれ貝の殻長、全湿重量、軟体部湿重量の平均及び標本標準偏差は、地まき貝が $7.0 \pm 0.6$  cm、 $36.4 \pm 8.1$  g、 $9.8 \pm 2.3$  g、垂下貝が $9.3 \pm 0.3$  cm、 $77.3 \pm 5.7$  g、 $21.0 \pm 2.3$  gであった。

地まき貝による実験は9月29日に行った。9月3日からの26日間は、室内で容量10ℓの水槽に20個体を収容して、天然海水をかけ流して飼育し環境に馴致させた。実験日の海水温は、 $20.6^{\circ}\text{C}$ 、室温は $23\sim 25^{\circ}\text{C}$ であった。供試個体は $1\sim 20$ として個体別に測定した。測定は、10時30分、13時30分、16時と計3回行い、その間ホタテガイを実験台上に並べて空中に露出しておいた。その後、半分の10個体はそのまま放置し、残る10個体は海水中に戻しておき、翌日15時30分に再び測定した。



第1図 閉殻筋力の測定装置と測定方法



第2図 ホタテガイの閉殻運動の模式図。  
Aは急激な、Bは持続的な運動。

垂下貝による実験は、61年11月27日に行った。海水温は8.6℃、室温は11.0℃であった。供試個体はNo 1～10として、地まき貝による方法と同様に11時30分、14時、16時と3回測定した。

## 実験2 無給餌標識飼育による生残率と閉殻筋力の変化

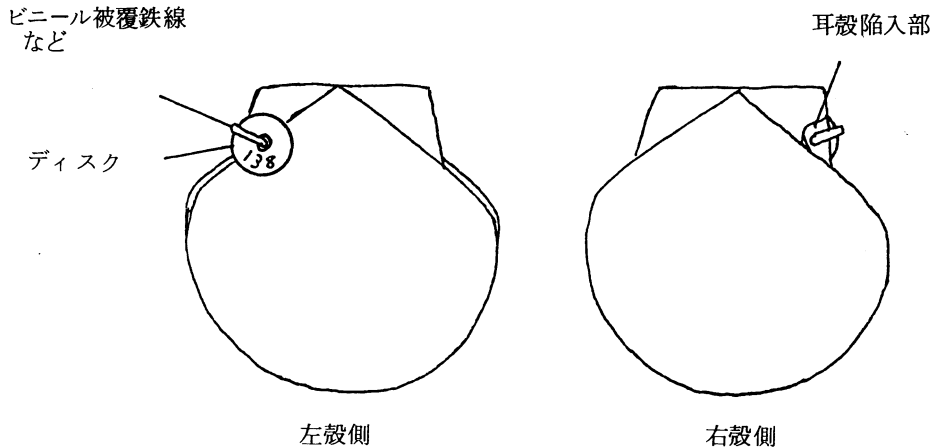
材料は実験1の垂下貝と同じ系統のもので、61年10月1日に実験漁場の垂下施設から取り上げた。これまでの育成方法は、60年7月の稚貝採取後パールネット一段に100個体の密度で、同9月から20個体の密度で、また翌61年6月から丸籠一段に10個体の密度で、それぞれ収容していたものであった。

10月2日、材料のホタテガイのうち30個を抽出し、個体別に殻長、全湿重量、貝殻湿重量、軟体部湿重量のほか、軟体部を閉殻筋、中腸腺、外套膜、生殖腺、その他に分け湿重量を測定した。生殖腺には腸が含まれ、その他は鰓と心臓によるものである。また、生殖腺から桿晶体をピンセットで取り出し湿重量を測定した。次に、軟体部の各部及び桿晶体は熱風式乾燥器により110℃で24時間かけて乾燥させ、重量を測定した。

測定個体とは別に31個体を抽出し、第3図のように前背方の右耳殻陥入部にあたる部分の左耳殻に直径1.5mmの穴を開け、番号を刻印したディスク型標識をビニール被覆鉄線やナイロンテグス、商札ピンなどで取り付け、個体ごとに識別した。これら3種類の方法は標識としての有効性をみるため使い分けたものである。

標識個体は61年10月1日から62年5月7日までの7カ月間、室内で容量30ℓのポリカーボネート製水槽で砂ろ過海水を約5ℓ/分の流量でかけ流して無給餌飼育した。この間の水温は当所地先の表面水温とほぼ同じであった。

61年10月24日、11月25日、12月25日、62年3月25日及び5月7日に、それぞれ個体別に、殻長、全湿重量のほか、実験1と同様の方法で閉殻筋力を測定した。対照として、11月27日、12月25日及び2月20日に、実験群と同じ系統の貝でそのまま実験漁場で育成したものを開始時(61.10.2)と同様に測定し、さらに筋力も測定した。



第3図 実験2における無給餌貝への標識装置法

### 実験3 無給餌飼育による閉殻筋力と体各部重量の変化

実験2と併行して、同じ系統の貝で同様に無給餌飼育を行ない、11月25日、3月25日及び5月7日に、それぞれ閉殻筋力及び外観測定したあとに軟体部各部位別の湿重量・乾燥重量を測定した。

#### その他

久栗坂実験漁場で61年8月25日からパールネット当り100個、同9月30日から20個の収容密度で育成した0年貝（以下、低密群と呼ぶ）と、同じく各期間500個、100個で育成した0年貝（以下、高密群と呼ぶ）を、61年12月25日、62年3月24日、4月8日に、川内実験漁場で育成した低密群を4月8日に、また野辺地町地先で採捕した地まき2年貝を12月25日に、それぞれ上と同様の方法で測定した。

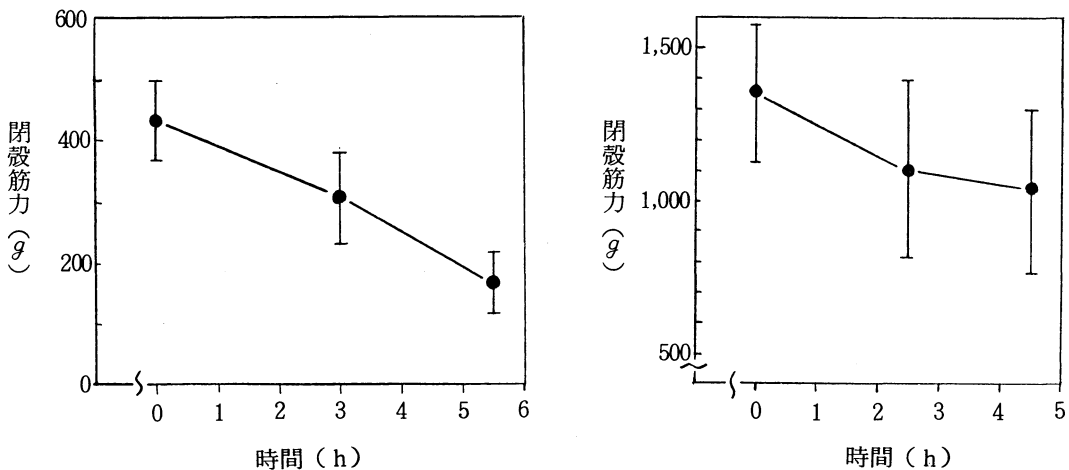
#### 結 果

##### 実験1 空中露出による閉殻筋力の変化

第4図に地まき1年貝、垂下1年貝による実験の結果を示す。

地まき貝は、開始時の平均筋力が432gであったが、3時間後305gに、5.5時間後163gに減少した。また、翌日（29時間後）まで空中露出を続けていた10個体は全て死んだが、5.5時間後から海水に戻っていた10個体の平均筋力は498gと前日以上に回復していた。各々の平均値について、個体の測定値を対応させた母平均値のt検定を行うと、当日の3回の測定ではいずれも危険率0.5%未満で有意差がみられ、翌日まで海水に戻っていたものと第1回とは、危険率1%で有意差がみられなかった。

次に、各測定ごとの筋力値で1~20位の順位をつけ、スピアマンの順位相関係数を計算したところ、第1~3回の測定のいずれの間にも危険率5%未満で有意な相関がみられた。また、翌日の第4回では、第3回とは危険率5%で相関は失っていたが、第1回とは有意な相関がみられた。



第4図 地まき貝（61.9.29、左）と垂下貝（61.11.27、右）の空中露出による閉殻筋力の変化  
棒線は標準偏差を示す。

垂下貝では、開始時に平均 1,355 g あったが、2.5 時間後に 1,097 g、4.5 時間後に 1,034 g と減少した。これらの値も地まき貝と同様に母平均値の t 検定を行なった結果、危険率 0.5 % で有意差がみられた。また、スピアマンの順位相関係数によると、第 1 回と第 2 回、第 2 回と第 3 回でそれぞれ 1%、第 1 回と第 3 回で 5% の危険率で有意な相関がみられた。

これらの結果から、次のことが明らかとなった。

○閉殻筋力は、空中露出という負荷により経時的に減少すること。

○比較的短時間内の測定であれば、個体に悪影響を与えることが少ないこと。

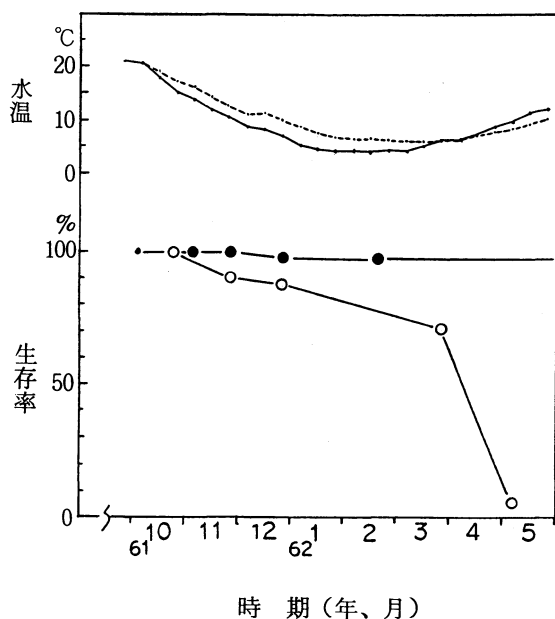
前者からは、この測定方法が生理的活力を知る上で有効な手段であるとともに、一般的な測定にあたっては海水中から取り上げたあと迅速に行うべきことが、また後者からは同一個体の連続的な測定が可能なが、それぞれ示唆された。

なお、地まき 1 年貝と垂下 1 年貝では閉殻筋力にかなり大きな開きがみられたが、両者のサイズや実施時期、測定条件が異なっており単純な比較ができないので、この点については別の機会に譲る。

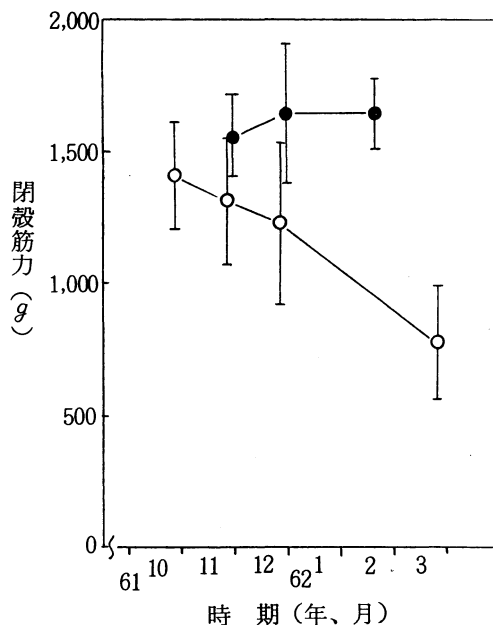
## 実験 2 無給餌飼育による生存率と閉殻筋力の変化

7 カ月間の無給餌飼育による生残率は、第 5 図のように約 6 カ月後の 62 年 3 月 25 日まではゆるやかに、その後は急速に低下して最後はわずかに 2 個体が生き残った。対照群はその後までわずかな低下にとどまった。この間両者の水温には大きな開きがみられなかった。

7 カ月間生存群を A、同じく 6 カ月を B、3 カ月を C、2 カ月を D、1 カ月を E として、付表 1



第 5 図 実験 2 における実験群 (○) と対照群 (●) の生存率と、それぞれの飼育水温の変化。水温の実線は実験群で茂浦表面水温、破線は対照群で青森プロボットの 15 m 層水温。ともに旬平均値を示す。



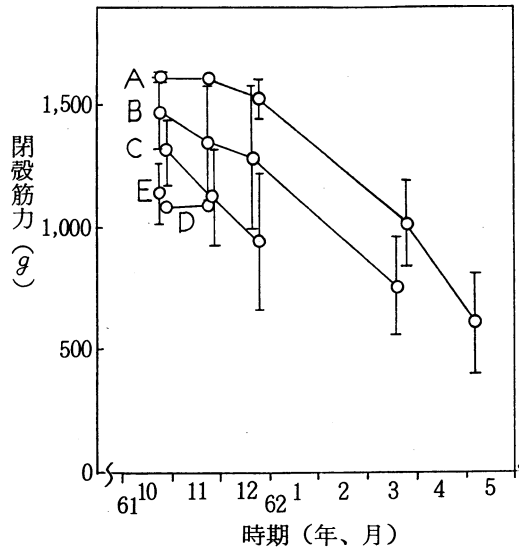
第 6 図 実験 2 における実験群 (○) と対照群 (●) の閉殻筋力の経時変化。丸印は平均値、棒線は標準偏差を示す。

に示す。全体の平均値は、殻長と全重量がほとんど変化しなかったのに対し、閉殻筋力は経時的に減少し、6～7カ月後には開始時の約半分の値となった。殻長、全重量についての対照群との比較は後段で詳しく述べるのでここでは省略し、閉殻筋力について比較すると、第6図のように対照群ではむしろ上昇傾向にあるのに比べその差は明らかである。

A～Eの各群ごとの閉殻筋力の平均値は、第7図のようになった。10月24日のA～D群の平均値とその後の各時期の平均値について、個体ごとに対応させた母平均値の差の検定結果は第1表のように有意差が明らかであった。また、各時期ごとの群対群の母平均値の差の検定結果は、第2表のように6カ月後の3月25日まで生きた(A+B)群とそれ以外の群とは各時期で顕著な差がみられた。

すなわち、開始時に閉殻筋力の強かったものほど長く生き延びたことになり、閉殻筋力が活力の有効な指標であることが確かめられた。

なお、同様の差の検定を殻長と全重量についても行い、殻長については10月24日での群間の差が認め



第7図 生残期間ごとに分けた4つの群の閉殻筋力の平均と標準偏差の経時変化。個体数はA-2、B-20、C-5、D-1、E-3。

第1表 10/24に対する各時期の平均閉殻筋力の母平均値の差の検定結果。(個体ごとに対応させたt検定)

群	11/25	12/25	3/25	5/7	群	11/25	12/25	3/25
A	-	-	+	+	A+B	**	****	****
B	**	****	****		C+D	*		
C	*	**						

(\*\*\*\*: 危険率 0.5% 未満で、\*\*: 1~5% 未満で、\*: 5~10% 未満で、+: 10~25% 未満でそれぞれ有意差あり。 -: 25% 未満で有意差なし。)

第2表 各測定時期ごとの、群対群の母平均値の差のt検定結果。有意水準は第2表と同じ。

(10/24)					(10/24)	
群	A	B	C	D	群	A+B
B	+				C+D+E	****
C	**	*				
D	**	**	-			
E	**	****	+	-		

(11/25)			(11/25)		
群	A	B	C	群	A+B
B	+			C+D	**
C	**	*			
D	-	-	-		

(12/25)		(12/25)		(3/25)		
群	A	B	群	A+B	群	A
B	-		C	**	B	+
C	*	**				

られたが、全重量では認められなかった。

標識の取り付け方法による結果では、ディスクをビニール被覆鉄線で取り付けただけのもの、ディスクのずれもなく脱落も全くなかった。ナイロンテグスで取り付けただけのものは、脱落はなかったが、固く結び付けることができないためディスクがずれて、長期間のうちには殻にテグスがずれて切れる恐れが考えられた。商札ピンによるものは最も簡単な方法であるが、ディスクがピンからはずれたり、ピン自体が殻の穴から抜けて脱落が多かった。これらは、将来標識放流等の試験を行うにあたり参考となろう。

### 実験 3 無給餌飼育による閉殻筋力と体各部重量の変化

実験群、対照群の測定結果を、付表 2、付表 3 に示す。実験群の中には、実験 2 の結果も含めてある。62年 3 月までについて、実験群と対照群を比べると、第 8 図のように全ての項目で対照群が増加しているのに対し、実験群では停滞ないしは減少の傾向をみせた。このうち、殻長、全湿重量、貝殻重量、軟体部湿重量は停滞ぎみであり、閉殻筋力は大巾な減少をみせた。軟体部各部の湿重量では、閉殻筋が閉殻筋力と対応して減少しており、うなずける結果となった。生殖巣（その他も含む）は対照群で目立った増加を示し、これは産卵期が近づいて生殖素が蓄積されたためと考えられるが、実験群ではほとんど変化がなかった。以上のことから、無給餌飼育によって摂食ができなくなった個体は、閉殻筋のエネルギーをも消費して生き延びていることが推察される。

各測定時ごとの、殻長、全湿重量、軟体部湿重量及び閉殻筋乾燥重量のそれぞれに対する閉殻筋力の関係を最小二乗法により計算すると、（関係式省略）、第 9 図のように前 3 者が時間の経過とともに傾きを強くしながら下っていくのに対し、閉殻筋重量の場合は順に左下に移動し、全体として一定の関係がみられた。なお、ここで閉殻筋について、乾燥重量の値を使ったのは、それぞれの測定時において異なる水分含量の要素を除くためである。

次に、3 月 24 日の垂下 0 年貝（低密群及び高密群）と、12 月 25 日の地まき 2 年貝の測定結果（付表 4、付表 5）を加えて、範囲を広げて閉殻筋乾燥重量と閉殻筋力の関係をみると、第 10 図のように貝の大小、飼育条件の違いにかかわらず、正の相関関係がみられた。このように閉殻筋力は閉殻筋の大きさ（ここでは重量）をほぼ反映していると考えられる。

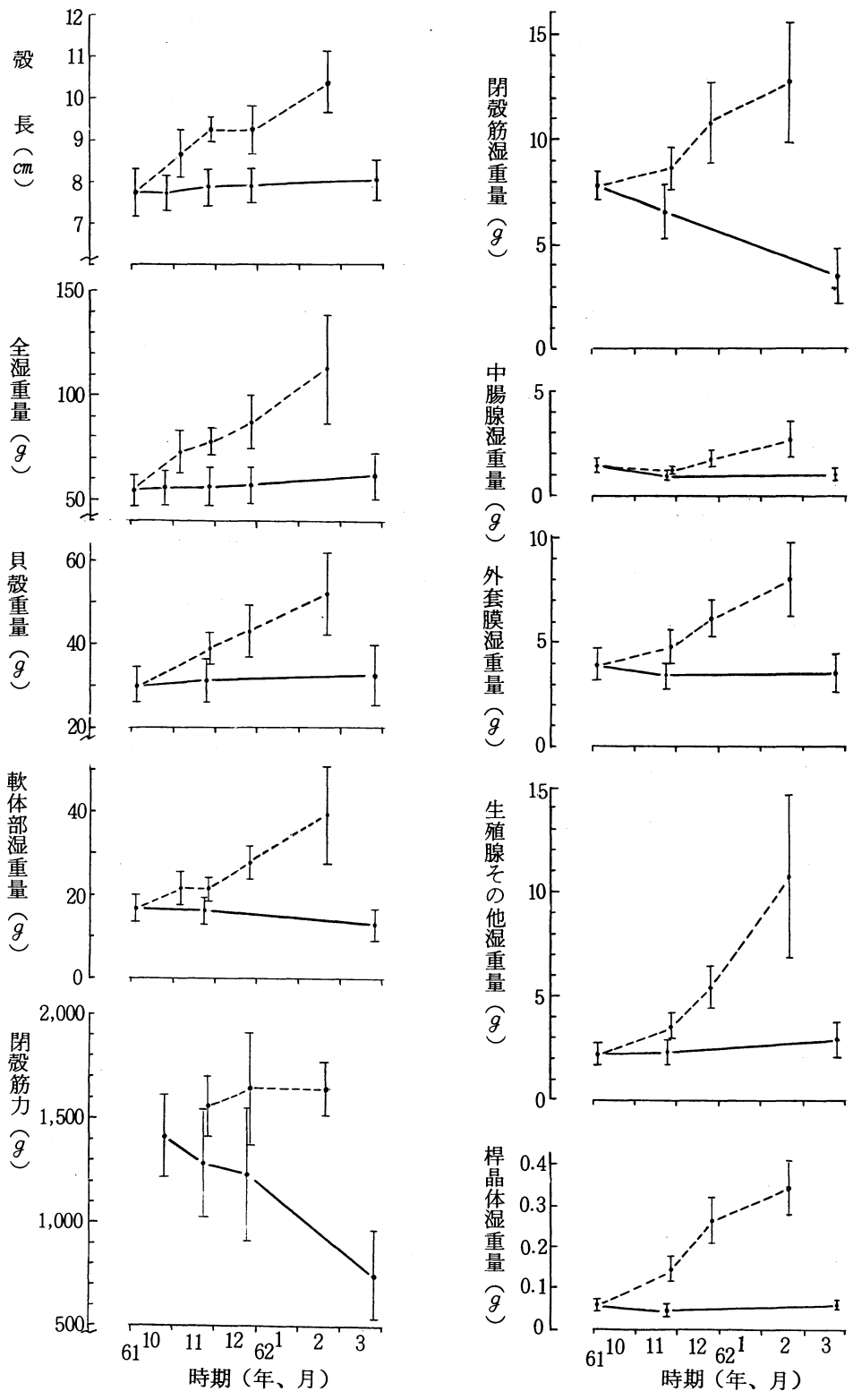
### 活力指標としての閉殻筋力と閉殻筋重量の基準化

これまでのデータから、殻長に対する閉殻筋力と閉殻筋湿重量の関係を第 11 図及び第 12 図に示す。ここで湿重量の値を使ったのは、今後指標として一般的に使う際の容易さを考慮したためである。各図において、活力を人為的に低下させるため負荷をかけた無給餌 1 年貝と高密度 0 年貝（以下、負荷群と呼ぶ）を除いたもの（以下、標準群と呼ぶ）について、最小二乗法により計算した回帰式はそれぞれ以下ようになった。

$$P = 6.166 (SL)^{2.445} \dots\dots\dots (1)$$

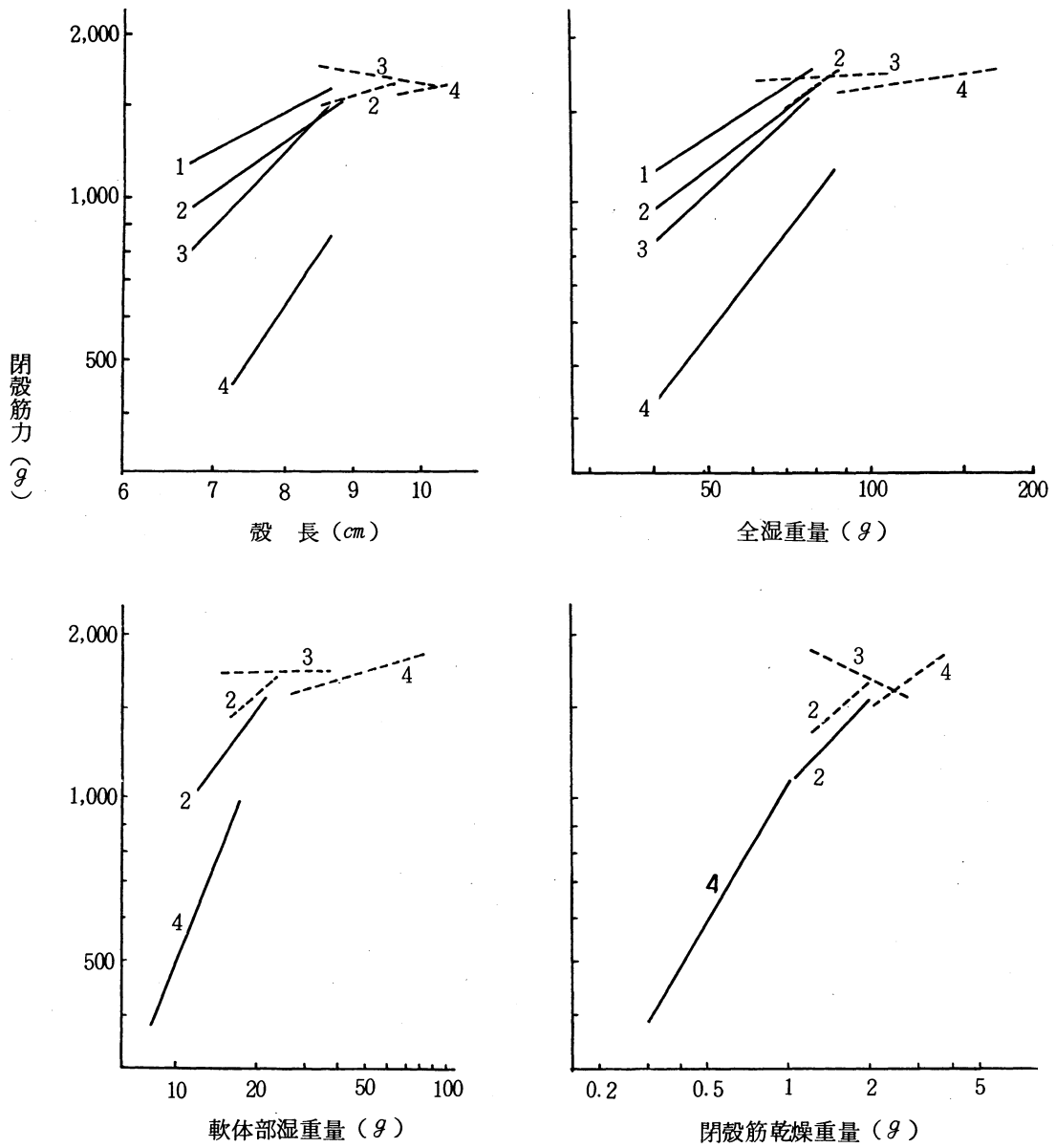
$$MW = 1.461 \times 10^{-2} \cdot (SL)^{2.932} \dots\dots\dots (2)$$

（但し、P は閉殻筋力、MW は閉殻筋湿重量、SL は殻長。）



第 8 図 実験 3。実験群 (実線) と、対照群 (破線) の各測定値の経時変化。点は平均値、棒線は標準偏差

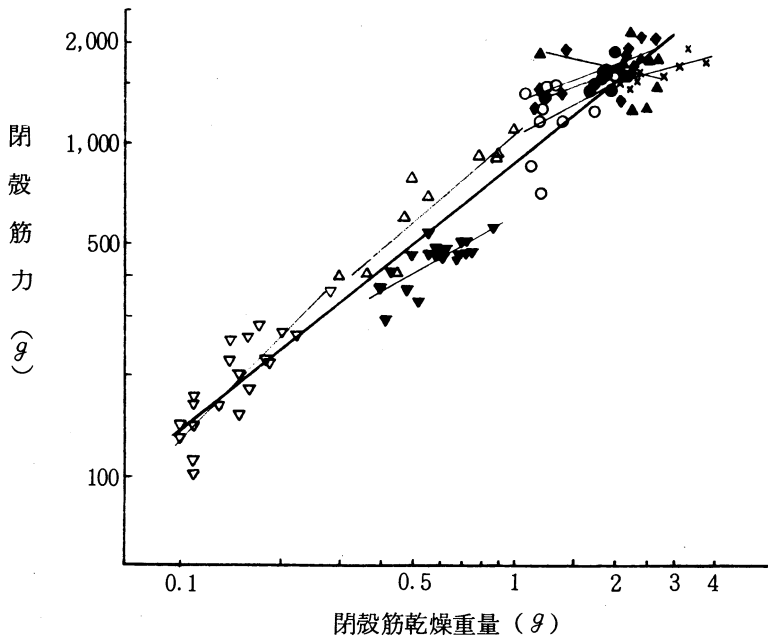




第9図 実験3。実験群（無給餌貝）と対照群（垂下1年貝）の、閉殻筋力と殻長、全湿重量、軟体部湿重量及び閉殻筋乾燥重量の関係。

実験群：実線、1 - 61年10月24日、2 - 11月25日、3 - 12月25日、4 - 62年3月25日。

対照群：破線、2 - 61年11月27日、3 - 12月25日、4 - 62年2月20日。



第10図 閉殻筋の乾燥重量 (X) と閉殻筋力 (Y) との関係。全体及び各グループの関係式は次のとおり。

●	全 体	$Y = 864 X^{0.801}$	$n = 100$	$r = 0.965$	$P < 0.01$
●	垂下 1 年貝 11/27	$Y = 1214 X^{0.417}$	$n = 10$	$r = 0.655$	$P < 0.05$
▲	" 12/25	$Y = 1958 X^{-0.238}$	$n = 10$	$r = -0.328$	$P > 0.05$
◆	" 2/20	$Y = 1260 X^{0.270}$	$n = 10$	$r = 0.712$	$P < 0.05$
○	無 給 餌 貝 11/25	$Y = 1039 X^{0.524}$	$n = 10$	$r = 0.411$	$P > 0.05$
△	" 3/25	$Y = 1055 X^{0.847}$	$n = 10$	$r = 0.922$	$P < 0.01$
×	地まき 2 年貝 12/25	$Y = 1291 X^{0.405}$	$n = 10$	$r = 0.654$	$P < 0.05$
▼	0 年貝 (低密) 3/24	$Y = 605 X^{0.570}$	$n = 20$	$r = 0.735$	$P < 0.01$
▽	" (高密) "	$Y = 1363 X^{1.023}$	$n = 20$	$r = 0.853$	$P < 0.01$

どちらの図でも、負荷群は時期が遅くなるほど順次曲線より下がる傾向がみられ、筋力の低下、筋重量の減少が顕著に現われた。

また、同様に全重量 (TW) に対する筋力、筋重量の関係は次のようになった。

$$P = 38.207 (TW)^{0.818} \dots\dots\dots(3)$$

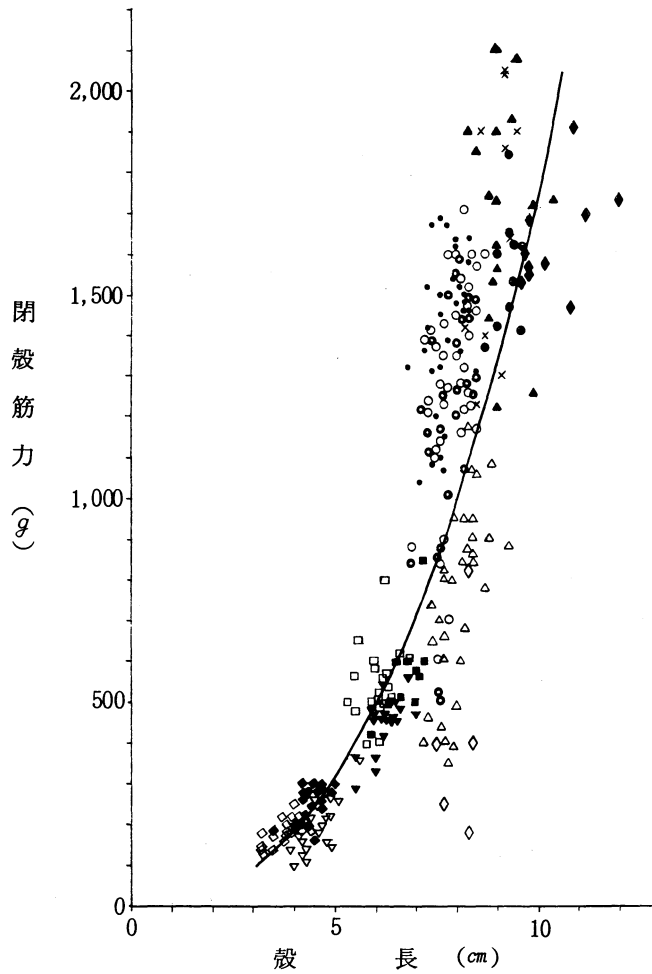
$$Cn = 110, r = 0.965, P < 0.01$$

$$MW = 1.188 \times 10^{-1} \cdot (TW)^{0.993} \dots\dots\dots(4)$$

$$Cn = 149, r = 0.967, P < 0.01$$

以上の4つの関係式により、殻長及び全重量で表わされる貝のサイズに対しての、閉殻筋の筋力と重量の標準値が与えられる。したがって、活力を判定しようとする貝の集団があると、それらの殻長または全重量の値を(1)~(4)式のいずれかに代入して得られた値と、実際に測定した閉殻筋力または閉殻筋重量を比較して判定することができる。ただし、その値がどの程度標準値から離れているかについては知ることができない。そのため、以下に示す2つの方法により判定の基準を作った。

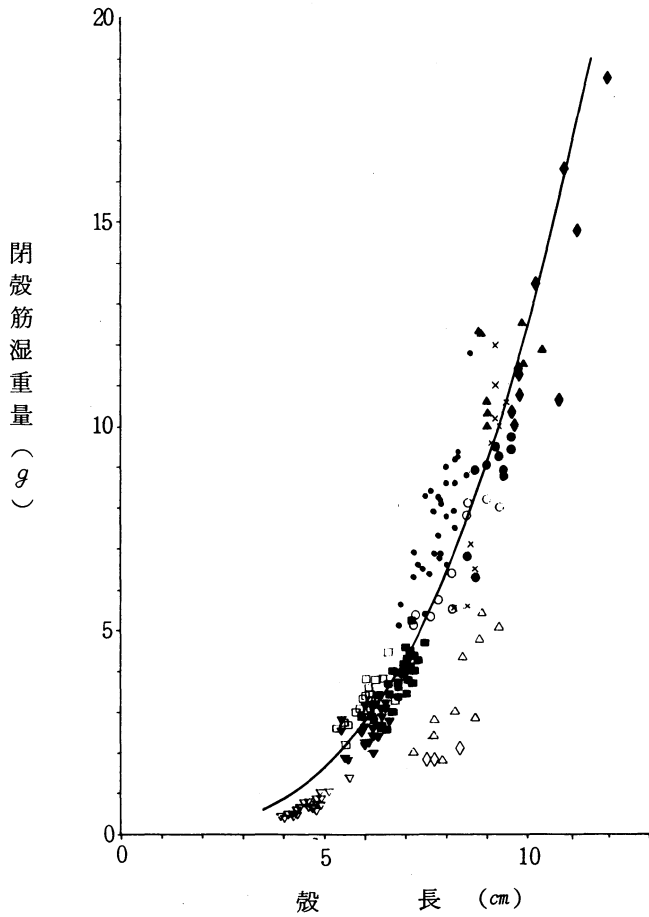
なお、今回はデータ数も少なく、今年の高タテガイの成長は従来のに比べ劣っていることから、これらの方法より得られる値は恒久的なものではなく、方法の1つのモデルを示したものと理解しておろ必要がある。今後データを増やして解析し、より完全なものとした。



第11図 垂下0及び1年貝、地まき2年貝の殻長 (X) と閉殻筋力 (Y) の関係。

全体 (: 曲線。・、○、○、△、◇、▽を除く。) とそれぞれの関係式は次のとおり。

全	体	$Y = 6.166 X^{2.445}$	$n = 110$	$r = 0.955$	$P < 0.01$
●	垂下1年貝11/27	$Y = 262.3 X^{0.799}$	$n = 10$	$r = 0.266$	$P > 0.05$
▲	" 12/25	$Y = 3385 X^{-0.315}$	$n = 16$	$r = -0.115$	$P > 0.05$
◆	" 2/20	$Y = 521.5 X^{0.487}$	$n = 10$	$r = 0.492$	$P > 0.05$
・	無給餌貝10/24	$Y = 137.1 X^{1.134}$	$n = 31$	$r = 0.429$	$P < 0.05$
○	" 11/25	$Y = 34.20 X^{1.746}$	$n = 38$	$r = 0.419$	$P < 0.01$
○	" 12/25	$Y = 5.100 X^{2.646}$	$n = 27$	$r = 0.427$	$P < 0.05$
△	" 3/25	$Y = 0.464 X^{3.520}$	$n = 32$	$r = 0.635$	$P < 0.01$
◇	" 5/7	$Y = 12.45 X^{1.613}$	$n = 5$	$r = 0.145$	$P > 0.05$
×	地まき2年貝12/25	$Y = 20.75 X^{2.001}$	$n = 20$	$r = 0.573$	$P < 0.01$
◆	0年貝(低密)12/25	$Y = 37.98 X^{1.255}$	$n = 20$	$r = 0.529$	$P < 0.05$
▼	" 3/24	$Y = 14.92 X^{1.856}$	$n = 20$	$r = 0.697$	$P < 0.01$
■	"、久栗坂4/8	$Y = 30.32 X^{0.849}$	$n = 10$	$r = 0.621$	$P > 0.05$
□	"、川内"	$Y = 182.9 X^{0.598}$	$n = 20$	$r = 0.242$	$P > 0.05$
◇	0年貝(高密)12/25	$Y = 43.86 X^{1.073}$	$n = 20$	$r = 0.683$	$P < 0.01$
▽	" 3/24	$Y = 2.540 X^{2.838}$	$n = 20$	$r = 0.752$	$P < 0.01$



第12図 垂下0及び1年貝、地まき2年貝の殻長(X)と閉殻筋湿重量(Y)の  
関係(：曲線。○、△、◇、▽を除く。)とそれぞれの関係式は次のと  
おり。

全 体	Y =	X	n =	r =	P <
●：垂下1年貝10/2	$1.461 \times 10^{-2}$	$\cdot X^{2.932}$	139	0.942	0.01
●：" 11/27	$3.893 \times 10^{-2}$	$\cdot X^{2.566}$	29	0.811	0.01
●：" 12/25	$7.459 \times 10^{-3}$	$\cdot X^{3.172}$	10	0.770	0.01
▲：" 2/20	$1.839 \times 10^{-1}$	$\cdot X^{1.824}$	10	0.524	0.05
◆：" 2/20	$4.296 \times 10^{-2}$	$\cdot X^{2.427}$	10	0.854	0.01
○：無給餌貝11/25	$2.709 \times 10^{-2}$	$\cdot X^{2.624}$	10	0.888	0.01
△：" 3/25	$5.000 \times 10^{-4}$	$\cdot X^{4.153}$	10	0.836	0.01
◇：" 5/7	$6.510 \times 10^{-2}$	$\cdot X^{1.638}$	10	0.968	0.01
×：地まき2年貝12/25	$3.125 \times 10^{-5}$	$\cdot X^{5.713}$	10	0.933	0.01
▼：0年貝(低密)3/24	$2.447 \times 10^{-2}$	$\cdot X^{2.551}$	20	0.854	0.01
■："、久栗坂4/8	$1.861 \times 10^{-2}$	$\cdot X^{2.755}$	30	0.832	0.01
□："、川内"	$1.041 \times 10^{-1}$	$\cdot X^{1.903}$	20	0.737	0.01
▽：0年貝(高密)3/24	$6.214 \times 10^{-3}$	$\cdot X^{3.119}$	20	0.911	0.01

第4表 殻長 (SL) と全重量 (TW) に対する、閉殻筋力 (P) と閉殻筋湿重量 (MW) の関係についての(5)~(8)の基準式による計算結果。 $x_i$ は標準群の中の個々の群の平均値  $\bar{x}$  及び  $\sigma$  は標準群全体の平均値と標準偏差 (中段) を示す。

			(5) 式 $\frac{P}{(SL)^{2.4}} \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$	(6) 式 $\frac{MW}{(SL)^{2.4}} \times 10^2 \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$	(7) 式 $\frac{P}{(TW)^{0.8}} \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$	(8) 式 $\frac{MW}{TW} \times 10 \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$	
標準群	垂下1年貝	10/2	-	1.608 ±0.175(29) 1.22	-	1.344 ±0.113(29) 0.88	
		11/27	7.483 ±0.734(10) 0.21	1.098 ±0.085(10) -0.79	48.070 ±3.510(10) 0.67	1.126 ±0.092(10) -0.43	
		12/25	8.538 ±1.764(16) 0.85	1.375 ±0.266(10) 0.30	49.710 ±9.383(16) 0.86	1.240 ±0.217(10) 0.26	
	地まき2年貝	垂下0年貝(低密)	2/20	6.032 ±0.855(10) -0.68	1.132 ±0.120(10) -0.66	38.345 ±5.463(10) -0.50	1.142 ±0.120(10) -0.33
			12/25	8.710 ±1.107(20) 0.96	1.205 ±0.187(10) -0.37	47.490 ±6.058(20) 0.60	1.012 ±0.143(10) -1.11
		川内(4/8)	12/25	7.012 ±1.205(20) -0.08	-	43.780 ±6.512(20) 0.15	-
			3/24	5.557 ±0.652(20) -0.97	1.081 ±0.099(20) -0.86	33.861 ±3.477(20) -1.04	1.037 ±0.100(20) -0.96
			4/8(久栗坂)	5.734 ±0.946(10) -0.86	1.169 ±0.117(30) -0.51	36.331 ±6.659(20) -0.74	1.188 ±0.113(30) -0.05
	4/8(川内)	7.734 ±1.405(20) 0.08	1.457 ±0.180(20) 0.62	41.615 ±6.793(20) -0.11	1.290 ±0.114(20) 0.56		
	以上の平均 $\bar{x}$ 標準偏差 $\sigma$			7.144 (126) ±1.637	1.299 (139) ±0.254	42.522 (126) ±8.335	1.197 (139) ±0.167
負荷群	無給餌1年貝	10/24	10.365 ±1.495(31) 1.97	-	57.076 ±6.888(31) 1.75	-	
		11/25	9.047 ±1.684(38) 1.16	1.249 ±0.111(10) -0.20	50.155 ±8.474(38) 0.92	1.064 ±0.114(10) -0.80	
		12/25	8.760 ±2.106(27) 0.99	-	47.718 ±11.719(27) 0.62	-	
		3/25	4.953 ±1.183(32) -1.34	0.582 ±0.124(10) -2.82	27.987 ±6.414(32) -1.74	0.523 ±0.095(10) -4.04	
		5/7	2.737 ±1.362(5) -2.69	0.396 ±0.025(3) -3.56	17.854 ±9.125(5) -2.96	0.391 ±0.004(3) -4.83	
	垂下(高)0年貝	12/25	7.607 ±1.415(20) 0.28	-	44.652 ±8.178(20) 0.26	-	
		3/24	5.055 ±1.073(20) -1.28	0.754 ±0.091(20) -2.15	31.603 ±6.071(20) -1.31	0.747 ±0.068(20) -2.69	

第5表 殻長、全重量と、閉殻筋力、閉殻筋湿重量の標準値の簡易表。値は平均値、カッコ内は標準的な範囲を示す。

殻長 cm	標準閉殻筋力 (±0.23) g	標準閉殻筋重量 (±0.20) g	全重量 g	標準閉殻筋力 (±0.22) g	標準閉殻筋重量 (±0.14) g
3	90( 69 ~ 111)	0.37( 0.37 ~ 0.44)	5 g	142( 111 ~ 173)	0.6( 0.5 ~ 0.6)
			10	251( 196 ~ 306)	1.2( 1.0 ~ 1.3)
4	183( 141 ~ 225)	0.85( 0.68 ~ 1.02)	20	419( 327 ~ 511)	2.3( 2.0 ~ 2.7)
			30	616( 496 ~ 752)	3.5( 3.0 ~ 4.0)
5	315( 243 ~ 387)	1.6 ( 1.3 ~ 1.9 )	40	780( 608 ~ 952)	4.6( 4.0 ~ 5.3)
			50	936( 730 ~ 1142)	5.8( 5.0 ~ 6.6)
6	492( 379 ~ 605)	2.8 ( 2.2 ~ 3.4 )	60	1086( 847 ~ 1325)	7.0( 6.0 ~ 7.9)
			70	1232( 961 ~ 1503)	8.1( 6.9 ~ 9.2)
7	718( 553 ~ 883)	4.4 ( 3.5 ~ 5.3 )	80	1374(1072 ~ 1676)	9.2( 7.9 ~ 10.5)
			90	1513(1180 ~ 1846)	10.4( 8.9 ~ 11.8)
8	995( 766 ~ 1224)	6.5 ( 5.2 ~ 7.8 )	100	1650(1287 ~ 2013)	11.5( 9.9 ~ 13.1)
			110	1783(1391 ~ 2175)	12.6(10.9 ~ 14.4)

(1) 基準式による方法

上記の(1)~(4)式の  $Y = a X^b$  を  $Y / X^b = a$  の形に直し、これを基準式として係数  $a$  の数値で比較しようとするものである。それぞれの式は指数  $b$  を約しておおよそ次のようになる。

$$a_1 = P / (SL)^{2.4} \dots\dots(5), \quad a_2 = MW / (SL)^3 \dots\dots(6), \quad a_3 = P / (TW)^{0.8} \dots\dots(7)$$

(筋力/殻長<sup>2.4</sup>)                      (筋重/殻長<sup>3</sup>)                      (筋力/全重<sup>0.8</sup>)

$$a_4 = MW / TW \times 10 \dots\dots(8)$$

(筋重/全重 × 10)

これらの式で、前述の標準群の垂下1年貝の4組、地まき2年貝の1組、垂下0年貝4組について、個体ごとに計算すると、その組ごとの平均及び標準偏差は第4表の上段のようになった。そして、これら全ての平均 ( $\bar{x}$ ) 及び標準偏差 ( $\sigma$ ) はそれぞれ中段に示す値となった。それぞれの組の値 ( $x_i$ ) が平均  $\bar{x}$  からどれだけ離れているかを数量代するため、平均値からの偏差と標準偏差との比を一つの目安とした。

$$(x_i - \bar{x}) / \sigma \dots\dots\dots(9)$$

標準群についてこの値を計算すると、ほぼ1から-1の範囲におさまったが、下段の負荷群では経時的に著しく値が減少し、この方法が活力の判定に有効であることが示された。

(2) 簡易表による方法

これは、標準群についての(5)~(8)式による  $a$  の値について、標準偏差と平均値の比  $V = \sigma / \bar{x}$  (変異係数) を求め、(1)~(4)式の  $Y = a X^b$  においても  $a$  の変異に応じて  $Y$  が  $(1 - V) Y$  から  $(1 + V) Y$  の範囲で変異するものとして、 $Y$  の  $X$  に応じた早見表を作っておき現場で簡易に判定しようとするものである。

第4表の標準群での(5)~(8)式のそれぞれの変異係数は、0.23、0.20、0.22、0.14となった。殻長3~10cm、全重量5~110gの範囲で(1)~(4)式により閉殻筋力と閉殻筋重量を計算し、さらに変異係数により標準的な範囲を設定すると第5表のようになった。すなわち、活力を判定しようとする貝の殻長や全重量に対しての筋力や筋重量が、カッコ内の範囲内であればほぼ標準的な活力があるといえるし、範囲から出れば活力がかなり高いかまたは低いかという判定ができることになる。

付表1 実験2、無給餌飼育による生存期間別の測定結果

群	生存期間	個体数	I ( 61.10.24 )			II ( 61.11.25 )			III ( 61.12.25 )			IV ( 62. 3.25 )			V ( 62. 5. 7 )		
			閉殻筋力 g	殻長 cm	全重量 g	閉殻筋力 g	殻長 cm	全重量 g	閉殻筋力 g	殻長 cm	全重量 g	閉殻筋力 g	殻長 cm	全重量 g	閉殻筋力 g	殻長 cm	全重量 g
A	7カ月	1	1580	8.3	59.8	1600	8.4	58.1	1440	8.2	59.8	840	8.4	60.6	400	8.4	51.1
		2	1620	8.0	63.6	1600	8.0	63.3	1600	8.0	66.8	1170	8.3	66.4	820	8.3	52.9
B	6カ月	3	1360	7.2	46.9	1420	7.3	47.9	1160	7.3	48.8	460	7.3	49.9			
		4	1150	7.7	53.5	1230	7.7	52.6	1010	7.8	54.6	350	7.8	53.2			
		5	1460	8.3	61.5	1400	8.3	63.8	1260	8.3	65.2	950	8.4	65.8			
		6	1670	7.4	57.2	1430	7.7	57.1	1170	7.6	58.0	660	7.7	57.1			
		7	1310	8.5	68.1	1570	8.5	68.8	1300	8.5	71.3	1060	8.5	70.1			
		8	1640	8.3	73.1	1520	8.3	73.7	1450	8.3	73.8	870	8.4	74.0			
		9	1690	7.6	53.8	1140	7.6	53.0	850	7.6	51.9	440	7.6	51.4			
		10	1200	7.5	50.8	600	7.6	53.5	500	7.6	55.2	700	7.6	51.6			
		11	1420	7.3	48.5	1210	7.3	50.5	1220	7.2	50.8	740	7.4	51.9			
		12	1360	8.1	53.2	1320	8.2	53.3	1200	8.0	54.1	490	8.0	56.6			
		13	1520	7.3	44.0	1120	7.5	45.2	1110	7.4	45.6	650	7.4	38.9			
		14	1480	8.2	66.4	1710	8.2	68.2	1500	8.2	70.8	1070	8.4	68.8			
		15	1520	8.1	62.8	1260	8.3	64.5	1490	8.2	64.5	950	8.2	64.9			
		16	1640	8.0	69.3	1280	8.1	68.1	1550	8.0	69.2	950	8.0	70.5			
17	1460	8.2	59.0	1470	8.2	59.9	1280	8.2	60.8	870	8.3	62.7					
18	1670	7.8	59.3	1600	7.8	60.4	1500	7.8	61.3	800	7.9	61.8					
19	1540	8.0	52.8	1350	8.0	54.4	1280	8.0	54.7	600	8.1	56.1					
20	1390	7.8	52.1	1270	7.8	51.2	1960	7.8	51.0	820	7.7	48.8					
21	1500	7.6	56.1	1350	7.7	55.0	1250	7.7	55.6	800	7.7	55.7					
22	1480	8.0	60.4	1450	8.0	62.9	1380	8.0	61.7	840	8.2	63.6					
C	3カ月	23	1220	6.8	39.3	880	6.9	40.0	840	6.9	39.1						
		24	1450	7.6	50.7	1280	7.6	52.0	880	7.6	52.7						
		25	1500	8.2	67.1	1220	8.2	68.3	1070	8.2	68.3						
		26	1100	7.6	51.7	900	7.7	52.8	520	7.6	52.8						
		27	1310	7.4	48.7	1370	7.5	52.2	1380	7.4	51.0						
D	2カ月	28	1080	7.4	47.5	1100	7.5	45.4									
E	1カ月	29	1320	7.6	51.2												
		30	1040	7.1	44.9												
		31	1070	7.7	49.3												
平均及び標準偏差			1409 ± 203	7.76 ±0.42	55.58 ±8.08	1309 ± 240	7.85 ±0.38	57.00 ±8.13	1228 ± 316	7.83 ±0.38	58.13 ±8.43	776 ± 212	7.97 ±0.37	59.11 ±8.46	610 ± 210	8.35 ±0.05	52.0 ±0.90
個体数			31			28			27			22			2		

付表2 実験群（無給餌飼育群）の測定結果。各値は平均及び標準偏差、nは以下の測定個体数を示す。一部第1表と重複。

年 月 日	61. 10. 2	10. 24	11. 25	12. 25	62. 3. 25	5. 7	
殻 長 $cm$	( n=29 ) 7.80 ± 0.44	( n=31 ) 7.76 ± 0.42	( n=38 ) 7.89 ± 0.43	( n=27 ) 7.83 ± 0.38	( n=32 ) 8.07 ± 0.49	( n=5 ) 8.04 ± 0.37	
全 湿 重 量 $g$	56.87 ± 7.75	55.58 ± 8.08	58.10 ± 8.89	58.13 ± 8.43	60.67 ± 11.13	49.94 ± 3.43	
貝 殻 重 量 $g$	29.90 ± 3.96	—	( n=10 ) 31.27 ± 5.12	—	( n=10 ) 32.58 ± 7.17	( n=3 ) 26.03 ± 2.89	
軟 体 部 湿 重 量 $g$	16.50 ± 3.02	—	15.80 ± 2.98	—	13.04 ± 3.50	9.90 0.94	
各 部 湿 重 量	閉 殻 筋 $g$	( n=29 ) 7.67 ± 1.41	—	( n=10 ) 6.50 ± 1.28	—	( n=10 ) 3.44 ± 1.27	( n=3 ) 1.90 ± 0.14
	中 腸 腺 $g$	1.40 ± 0.27	—	0.93 ± 0.17	—	0.97 ± 0.26	0.63 ± 0.05
	外 套 膜 $g$	3.98 ± 0.74	—	3.38 ± 0.62	—	3.50 ± 0.88	2.30 ± 0.16
	生 殖 腺 $g$	} 2.21 ± 0.48	—	0.63 ± 0.22	—	0.84 ± 0.36	0.53 ± 0.05
	そ の 他 $g$		—	1.70 ± 0.49	—	2.09 ± 0.56	1.37 ± 0.21
	桿 晶 体 $mg$	56.99 ± 16.23	—	44.52 ± 11.51	—	( n=9 ) 57.02 ± 22.12	30.53 ± 6.92
各 部 乾 重 量	閉 殻 筋 $g$	( n=29 ) 1.89 ± 0.38	—	( n=10 ) 1.34 ± 0.30	—	( n=10 ) 0.62 ± 0.24	( n=3 ) 0.36 ± 0.04
	中 腸 腺 $g$	( 軟 体 部 全 体 で ) 3.23 ± 0.57	—	0.19 ± 0.05	—	0.18 ± 0.04	0.16 ± 0.02
	外 套 膜 $g$		—	0.47 ± 0.06	—	0.36 ± 0.07	0.29 ± 0.03
	生 殖 腺 $g$		—	} 0.32 ± 0.08	—	0.12 ± 0.06	0.11 ± 0.03
	そ の 他 $g$		—		—	0.24 ± 0.06	0.18 ± 0.02
	桿 晶 体 $mg$		—	—	6.61 ± 1.74	—	( n=9 ) 9.40 ± 3.8
閉 殻 筋 力 $g$	—	( n=31 ) 1409 ± 203	( n=10 ) 1233 ± 274	( n=27 ) 1228 ± 316	( n=32 ) 753 ± 222	( n=5 ) 410 ± 222	
備 考		標識貝のみ測定		標識貝のみ測定	桿晶体1個測定不能		



付表3 対照群（垂下1年貝）の測定結果。各値は平均及び標準偏差、nは以下の測定個体数を示す。

年 月 日		6.1. 11. 5	11. 27	12. 25	62. 2. 20
殻	長 $cm$	(n=30) 8.71±0.55	(n=10) 9.25±0.28	(n=16) 9.23±0.58	(n=10) 10.38±0.77
全	湿重量 $g$	71.30±9.60	77.30±5.73	87.35±12.71	112.52±25.62
貝	殻重量 $g$	—	38.99±3.36	42.76±6.01	51.55±9.62
軟	体部湿重量 $g$	22.90±4.08	21.01±2.30	27.34±3.71	39.16±11.15
各 部 湿 重 量	閉殻筋 $g$	—	(n=10) 8.71±0.96	(n=10) 10.76±1.87	(n=10) 12.76±2.78
	中腺腺 $g$	—	1.17±0.14	1.77±0.33	2.70±0.82
	外套膜 $g$	—	4.82±0.83	6.08±0.88	8.02±1.77
	生殖腺 $g$	—	0.79±0.23	1.80±0.50	6.12±3.08
	その他 $g$	—	2.70±0.39	3.47±0.59	4.62±0.82
	桿晶体 $mg$	—	145.8±27.7	262.7±56.4	341.2±127.0
各 部 乾 燥 重 量	閉殻筋 $g$	—	(n=10) 1.81±0.22	(n=10) 2.30±0.42	(n=10) 2.65±0.57
	中腺腺 $g$	—	0.28±0.03	0.36±0.07	0.57±0.16
	外套膜 $g$	—	0.58±0.06	0.70±0.08	0.91±0.13
	生殖腺 $g$	—	0.12±0.03	0.29±0.11	1.28±0.63
	その他 $g$	—	0.36±0.04	0.43±0.08	0.56±0.10
	桿晶体 $mg$	—	20.0±2.2	39.8±8.6	57.1±22.7
閉	殻筋力 $g$	—	(n=10) 1556±140	(n=16) 1635±256	(n=10) 1633±120

付表4 垂下0年貝の測定結果。各値は平均及び標準偏差、*n*は以下の測定個体数を示す。

収容密度		低密(20)				高密(100)	
育成地		久栗坂		川内		久栗坂	
年月日		61.12.25 ( <i>n</i> =20)	62.3.24 ( <i>n</i> =20)	4.8 ( <i>n</i> =30)	4.8 ( <i>n</i> =20)	61.12.25 ( <i>n</i> =20)	62.3.24 ( <i>n</i> =20)
殻長 $cm$		4.45 $\pm 0.32$	6.24 $\pm 0.37$	6.80 $\pm 0.36$	6.06 $\pm 0.37$	3.81 $\pm 0.38$	4.58 $\pm 0.41$
全湿重量 $g$		8.96 $\pm 1.67$	25.55 $\pm 4.62$	31.11 $\pm 4.39$	25.19 $\pm 3.80$	6.12 $\pm 1.60$	9.92 $\pm 2.77$
貝殻重量 $g$		—	11.68 $\pm 2.10$	14.52 $\pm 1.98$	12.57 $\pm 1.98$	—	4.60 $\pm 1.25$
軟体部湿重量 $g$		2.18 $\pm 0.43$	8.96 $\pm 1.66$	11.11 $\pm 1.72$	9.14 $\pm 1.72$	0.99 $\pm 0.40$	2.63 $\pm 0.83$
湿重量	閉殻筋 $g$	—	2.64 $\pm 0.47$	3.70 $\pm 0.64$	3.24 $\pm 0.52$	—	0.75 $\pm 0.24$
	その他 $g$	—	5.27 $\pm 1.03$	6.75 $\pm 1.07$	5.24 $\pm 0.85$	—	1.51 $\pm 0.47$
乾燥重量	閉殻筋 $g$	( <i>n</i> =10)	0.59 $\pm 0.12$	—	—	( <i>n</i> =10)	0.15 $\pm 0.05$
	その他 $g$		0.36 $\pm 0.06$	0.87 $\pm 0.17$	—		0.18 $\pm 0.07$
閉殻筋力 $g$		250 $\pm 45$	450 $\pm 65$	567 $\pm 137$	544 $\pm 86$	186 $\pm 30$	199 $\pm 65$

第5表 地まき2年貝の測定結果(61年12月25日)。値は平均及び標準偏差を示す。

殻長 $cm$	( <i>n</i> =16)	8.99 $\pm$ 0.40	閉殻筋力( <i>n</i> =16)
全湿重量 $g$		87.89 $\pm$ 12.73	1697 $\pm$ 255
貝殻重量 $g$		46.55 $\pm$ 7.95	
軟体部湿重量 $g$		26.66 $\pm$ 4.38	
各部湿重量 $g$	( <i>n</i> =10)		各部乾燥重量 $g$ ( <i>n</i> =10)
閉殻筋 $g$		8.82 $\pm$ 2.26	1.90 $\pm$ 0.52
中腸腺 $g$		2.02 $\pm$ 0.25	0.42 $\pm$ 0.07
外套膜 $g$		5.98 $\pm$ 1.17	0.67 $\pm$ 0.13
生殖腺 $g$		1.76 $\pm$ 0.61	0.32 $\pm$ 0.14
その他 $g$		3.55 $\pm$ 0.39	0.46 $\pm$ 0.04

## II ホタテガイの心拍動について

(主担：對馬 廉介)

一般に動物の心拍動を測定するためには、心音による方法、血圧による方法、心電による方法等が知られており、ホタテガイについては、中西 (1977) による心拍数測定の見聞がある。

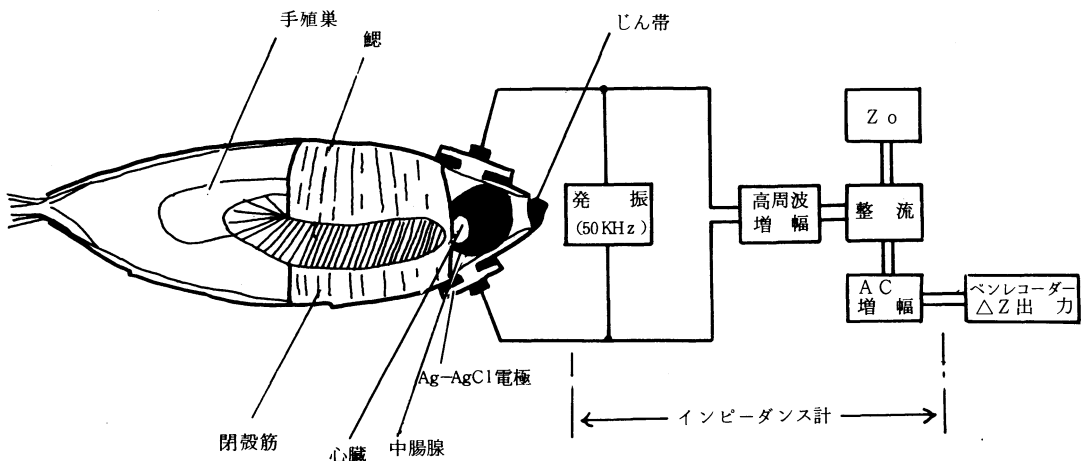
本研究では、当初、心電法を試みた。しかしこの方法は、電極が常に様な状態で軟部組織に接している必要があり、電極の固定は困難である。また個体から左殻を完全に取り去った状態で、電極を囲心腔の両端に直接接触させて測定したが、得られる心電位は、人間の体表における心電位の30分の1程度と極めて微弱であるため、現行の測定機材(人体用心電計)では測定不能であると判断した。以上の事から、電極固定の容易さ、測定精度の安定性、心拍曲線の判読し易さを考慮した結果、本研究においてはインピーダンス(心拍動測定)法を採った。

実験に先立ち、多数の御助言をいただいた水産庁日本海区水産研究所の中西孝氏に厚く御礼申し上げる。

### 材料と方法

実験は、青森市久栗坂沖の当所実験養殖施設において飼育した、昭和60年産ホタテガイ(平均殻長9.0 cm・平均全重量72.7 g)を使って、昭和61年12月中旬から翌年2月末にかけて行った。

供試個体は屋内の水槽で2週間以上馴致させた後、左右両殻の心臓をはさむ位置に、小型電動ドリルで直径3~4 mmの穴を開け、そのうえに円盤状のAg-AgCl電極(3M製Red Dot 2258T)をエポキシ系接着剤を用いて装着した。この時、外套膜及び囲心腔等の軟部組織に、直接電極が接触しないよう留意した。電極装着後1週間以上の馴致期間をおいた後、インピーダンス計(日本光電製AI-601G)に接続して測定を実施した。インピーダンス計の $\Delta Z$ 出力をオシロスコープ又はペンレコーダーに記録した(第1図)。なお測定にあたっては、2つの電極間に海水が充満するよう留意した。



第1図 測定方法概略

インピーダンス法による心拍動の測定は、人体に対しても非観血的に血流量を測定できる方法として、臨床検査の場で普通に用いられているが、以下にその測定原理を概説する。

心拍動とは言うまでもなく、心筋の収縮運動により体液を吸入・排出する動作である。この運動により囲心腔を含む空間の電気的物性が変化し、前述の2電極間のインピーダンスが変化する。この変化分を組織インピーダンス( $Z_0$ )と分離出力したものが $\Delta Z$ であり、これは概ね囲心腔の体積変化に一致する。 $\Delta Z$ をペンレコーダーに出力したものを第2図に例示する。

今回は以下の3通りの実験を行った。

(1) 温度変化に伴う心拍数の変化

(a) 温度勾配が比較的ゆるやかな場合

20ℓの亚克力水槽にホタテガイ1個体を入れ、止水でエアレーションを施しながら、1時間毎に7回測定を行った。測定は1回につき1分間ずつペンレコーダーを作動させ、後に周期を計測し、瞬時心拍数(1拍動から次の1拍動までの時間の逆数)を算出した。7回の測定の間、実験室内の気温上昇に伴い、飼育水温は9.2℃~13.3℃までゆるやかに上昇した。

(b) 温度勾配が急な場合

前項と同様に20ℓ水槽にホタテガイ1個体を入れた。アクアトロン海水温調整機により、10℃と25℃の2系統の海水を用意し、予め10℃に設定した海水をかけ流して2時間馴致させた。測定開始と同時に10℃海水のバルブを閉じ、25℃海水のバルブを開放し、急激に水温を上昇させた。測定は20分間連続してペンレコーダーを作動させ、瞬時心拍数を算出した。測定の間は1分毎に水温も測定した。この間水温は15℃から23℃まで上昇した。

(2) 塩分濃度の変化に伴う心拍数の変化

10ℓ水槽にホタテガイ1個体を入れ、止水でエアレーションを施しながら飼育した。濾過海水(33.24%)100%から概ね24時間毎に淡水(水道水を24時間以上放置したもの)を添加し、塩分濃度を70・65・60%と順次低下させた。この間、水温は(1)-(a)と同様に、室温の変化に伴い上昇した。測定は $\Delta Z$ をオシロスコープに出力し、1分間の周波数を計数した。

## 結果と考察

ここで出力されている $\Delta Z$ は、拍動にともなう変化と、電極間の距離(ホタテガイの開閉殻運動に伴ない変化する)の変化の合成値であるため、ここでは拍動の絶対的な大きさは議論しない。



第2図 ホタテガイの心拍動による $\Delta Z$ の変化

(1)-(a)

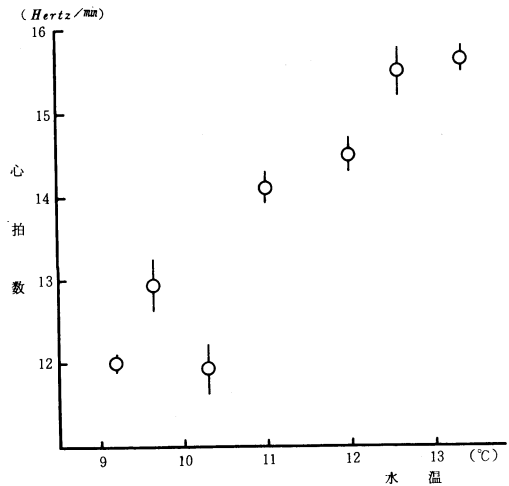
測定結果を第3図に示す。9.2℃で12.0( $Hertz/min$ )であった心拍数は、13.3℃で15.7( $Hertz/min$ )と上昇している。この程度の水温の範囲では、かなり直線的に上昇するものと考えられる。

(1)-(b)

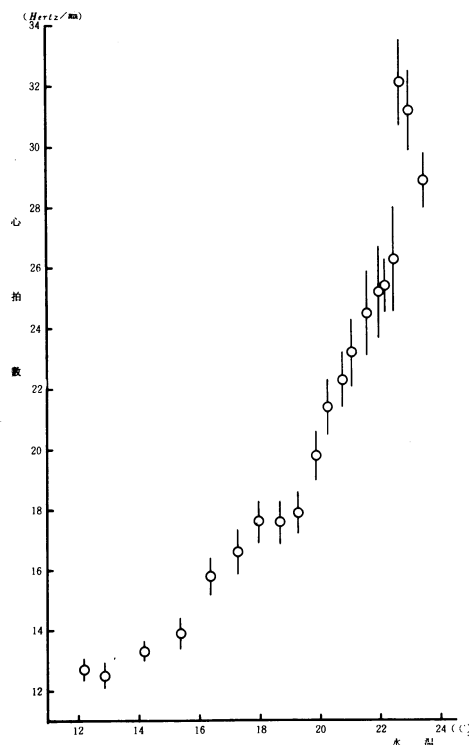
測定結果を第4図に示す。12.0℃で12.8 (Hertz/min)であった心拍数は、17分後に22.7℃で32.4 (Hertz/min)と最高に達した。その後も水温は上昇しているが、心拍数は逆に急激に低下し、23.5℃で28.9 (Hertz/min)となっている。これによりホタテガイの生理的限界が、23℃前後にあることが示唆されるが、これは山本(1964)に見られる鰓小片の運動性と一致する。

(2)

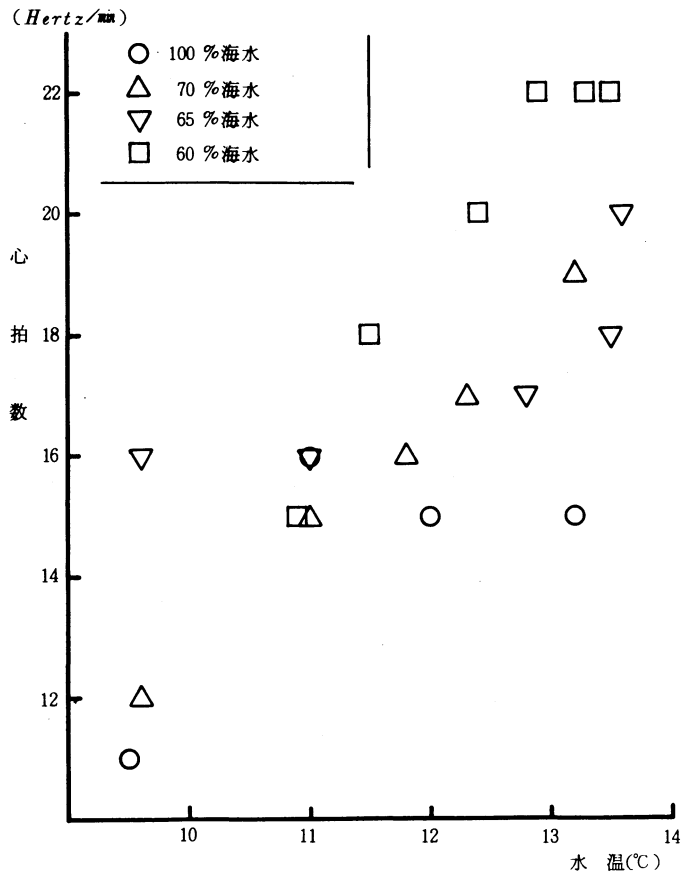
測定結果を第5図に示す。今回測定した水温の範囲では、概ね塩分濃度が低下すると、心拍数が上昇する傾向が見られた。60%海水に設定した28時間後、心拍数は4 (Hertz/min)と低下し(水温12.5℃)、拍動が極めて不規則、加えて $\Delta Z$ が小さくなり測定困難となったので、実験を打ちきった。 $\Delta Z$ が小さくなったのは、心拍動による囲心腔の体積変化が小さくなったためのみならず、塩分濃度の低下に伴い、電極間の海水の電気伝導度が低下したことによるものと考えられる。



第3図 温度勾配がゆるやかな場合の心拍数の変化



第4図 温度勾配が急な場合の心拍数の変化



第5図 塩分濃度の変化に伴う心拍数の変化

### 参考文献

- 1) 中西 孝 (1977) : 貝類の心拍におよぼす環境の影響-I . 北海道区水産研究所報告, 42
- 2) " (1978) : " -II . " , 43
- 3) 山本護太郎 (1964) : 陸奥湾におけるホタテガイ増殖 . 水産増養殖叢書6 , 日本水産資源保護協会

### おわりに

今回行った実験から、閉殻筋力と心拍数は、生理的活力判定の指標となり得る可能性が見られた。今後、より適確かつ効率的な測定方法の開発が必要であろう。

また、本研究は、前述の様な実験の他に、部位別の体成分観察、中腸腺・鰓等の諸器官における酵素活性の有無等の解析といった、より広範な解析が必要と考えられ、これ等については次年度以降逐次実施していく予定である。

またこれらの研究と並行して、例えば、アイソザイム分析により、活力の高い個体と低い個体の間の、遺伝的な差異を解析すること等の研究成果を蓄積して将来的には、選抜育種などにより、ホタテガイの活力を高め、生産性の安定と向上を図っていく可能性も考えられる。