

ホッキガイ桁網による腹足切断現象に関する 実験的研究

佐藤美智男・渡邊昌人

Experimental Studies on the Foot Amputation of the Sakhalin Surf Clam
by Commercial Dredging

Michio SATO・Masato WATANABE

ま え が き

ホッキガイ（標準和名はウバガイ）は、北海道、本州（鹿島灘以北）沿岸の外海に面した砂浜域に棲息する大型二枚貝である^{1,2)}。本県では、沿岸漁業の中の貝類資源としては、アワビ、アサリと並んで重要な漁業対象種となっている。

本県のホッキガイの漁法は、貝桁網（以後、マンガと称する。）によるもので、小型機船底曳き網漁業の手繰り第3種漁業である。操業は、5トン未満の小型船により、船の前後に2台のマンガを投入し、船首側のマンガをアンカー代わり、船尾側を曳き寄せマンガとしてウィンチで巻き上げて行う「機械巻き」と、海水ポンプを使ってマンガの前部に取り付けたホースから海水を噴射させ、海底を掘り起こしながら曳き網する「噴流式マンガ」がある。噴流式マンガは、本県のいわき地区の四倉、沼之内の両漁業協同組合で導入されているが、他の地区（新地、相馬原釜、磯部、鹿島、請戸、久之浜の各漁業協同組合）は機械巻きである。

これらの漁法で漁獲されたホッキガイは、機械巻きでは30%を越える破損貝³⁾や足部切断貝がみられるが、噴流式マンガでは数%と低い値になるとの報告がある^{3, 4)}。この破損貝、足部切断原因については、漁具によるものと推察されているが⁵⁾、どのような過程で起こっているかの調査報告はない。

なぜ、このような差がみられるのか、著者らは漁場で棲息中の貝の足の状態を推察するため、室内実験で潜砂している本種の生態を観察し、漁獲した貝の足部切断原因にかかる生態的知見を得たので報告する。

本文に先立ち、本報告のとりまとめに際し、貴重な御教授を頂きました東北大学大学院研究科佐々木浩一助教授に厚く御礼申し上げます。

材料および方法

実験に使用したホッキガイは、福島県いわき市四倉漁業協同組合管理の共同漁業権漁場第11号区内で噴流式マンガにより漁獲され、市場に水揚げされたホッキガイを購入したもので、当試験場の生物実験棟の飼育水槽で実験を行った。使用海水は、当試験場近くの沿岸から揚水された海水を濾過槽にて濾過されたものを使用し、水温調節は行わなかった。

実験は、実験1では潜砂直後の足部観察、実験2では潜砂しているホッキガイの足の状態観察、

実験3では閉殻筋の強さを調べた。各実験の設定は、下記のとおりである。

実験1 (水中カメラによる潜砂直後の足部の観察)

3トンFRP水槽に15cm程度砂を入れた、5ℓスチロール水槽を図1のように設置し、水槽底面から水中カメラで足部の行動を観察した。観察に使用した個体数は3個体である。

なお、観察確認時間は、潜砂直後、10分後、20分後、30分後、60分後、120分後、24時間後とした。

実験2 (潜砂している貝の足部の状態観察)

飼育水槽は、0.7トンFRP水槽(110×90×70cm)に砂を敷き、砂から水面までの水深は15cm(海水容積が約150ℓ)とし、注水量が10ℓ/minで蓄養飼育した。

実験は2回行い、水槽に敷いた砂の厚さを1回次は15cm、2回次は貝が潜るのに十分な砂の厚さとなるように砂の厚さを30cmとして、足の出具合を観察した。

供試個体は1999年9月8日と11月19日にいわき市四倉漁業協同組合から購入し、殻長範囲が76.5~97.4mmのものを、1回次に21個体、2回次に47個体を使用した(図2-1~2-3)。

足の観察には、砂中に潜っている貝を1日1回約5~10個体を手で掘り出し、殻から出ている足の確認を行った。なお、貝を掘り出す時は、砂中の貝の両殻を手で強く握りしめ、足を殻で噛む状態になるように取り出した。

観察実験は、放養後1~15日の間に実施した。

実験3 (閉殻筋の強さ)

実験2で使用した貝を当日中に筋力測定を行った。筋力測定は、図3に示すように前縁と後縁にステンレス製のフックを差込み、殻高軸に対し垂直方向に引き、バネ秤(最大20kgまでの測定器)で測定した。殻を引き開ける目安としては、ホッキガイは通常室内に放置して置いた場合、5~10mm程度殻が開いていることから、5mm幅の差し定規が入る状態まで開くこととした。計測値は、5秒以内で5mm幅に開殻するのに必要な最大の力として測定した。

また、個体差による閉殻筋力の差について、殻長との関係から比較検討した。

さらに、貝が足を噛んだ状態で足を噛み切るには、殻上面からどの程度の圧力が必要なのか、台秤で測定を試みた。測定方法は、蓄養水槽の中より砂から貝を掘り出し、手で足を殻に噛ませた状態で台秤の上に固定後、体重を一気にかける方法とした。

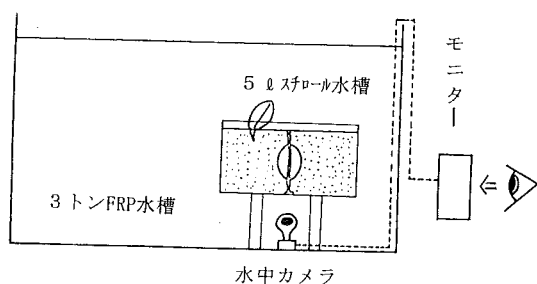


図1 実験1の観察方法概念図

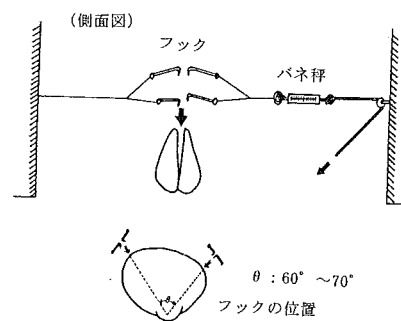


図3 実験3の測定方法概念図

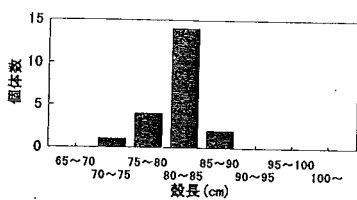


図2-1 1回次の貝の殻長組成

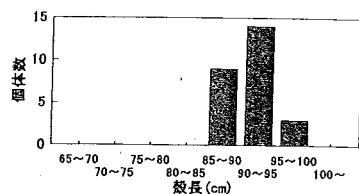


図2-2 2回次の貝の殻長組成(サイズ)

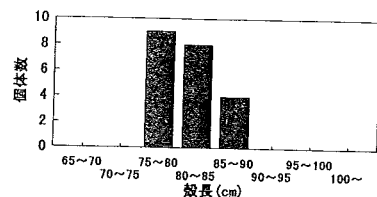


図2-3 2回次の貝の殻長組成(小サイズ)

結 果

実験1 (水中カメラによる潜砂直後の足部の観察)

実験結果を表1に示す。計3回の反復実験を行った。実験に供試した個体の殻長は、93.7、83.5、82.6mmのものであった。

1回次は潜砂直後から10分までは、スチロール水槽の底面を頻繁に足の先で探っている様子がみられ、その後20、30、120分経過時間では底面に足を接触しているだけであった。また、60分、24時間以降は底面から足の観察はできなかった。

2回次は、潜砂直後に底面を頻繁に腹足で探っていたが、5分経過では動きが鈍くなり底面に添えているだけとなり、さらに20分経過時間以降は底面から足を確認できなかった。

3回次は、1回次と同様に潜砂直後から10分までは、底面を頻繁に足で探っていたが、60分経過時間以降は底面から足の観察はできなかった。

表1 観 察 結 果

実験回次	経 過 時 間						
	0分	10分	20分	30分	60分	120分	24時間以降
1回次	◎	◎	○	○	×	○	×
2回次	◎	○	×	×	×	×	×
3回次	◎	◎		○	×	×	×

◎; 激しく底質を探っている。 ○; 底に触れているだけ。 ×; 見えない。確認不能。

実験2 (潜砂している貝の足の状態観察)

蓄養飼育中の水温は1回次が23.4~25.0℃、2回次が17.5~19.2℃で、両回次とも溶存酸素飽和度は90%以上であった。

1回次の実験結果を表2に示す。5日間にわたり水槽から貝を掘り出し観察した結果、足を出している個体の比率は、38.0%であった。なお、1回次は、貝の大小サイズ別には観察しなかった。

2回次の実験結果を表3-1、3-2に示す。今回は、大小サイズ別に観察し、足が出ている個体の比率は大サイズでは53.8%、小サイズでは57.1%となり、大きな差はみられない。

1回次は砂の厚さを15cm、2回次は30cmとしたが、貝が砂中に潜るのに十分な厚さとした条件の2回次は、足を出している個体の割合は50%を超える結果となった。

また、両回次において、手で強く握りしめたことによる足の切断、又は貝自身の殻閉筋の収縮による自切はみられず、手を離すと全ての個体が殻内に足を収納した。

表2 大小サイズ込み観察結果 (砂厚15cm)

観 察 区 分	蓄 養 飼 育 日 数					小 計	足が殻外に出ている比率
	1	2	3	6	9		
足が出ている	2	3	2	1	0	8	38.0%
足が出てない	3	2	3	4	1	13	
小 計	5	5	5	5	1	21	

表 3 - 1 大サイズの観察結果 (砂厚30cm)

(個体数)

観 察 区 分	蓄 養 飼 育 日 数					小 計	足が殻外に出ている比率
	5	6	7	13	15		
足が出ている	3	2	4	4	1	14	53.8%
足が出てない	4	3	3	2	0	12	
小 計	7	5	7	6	1	26	

表 3 - 2 小サイズの観察結果 (砂厚30cm)

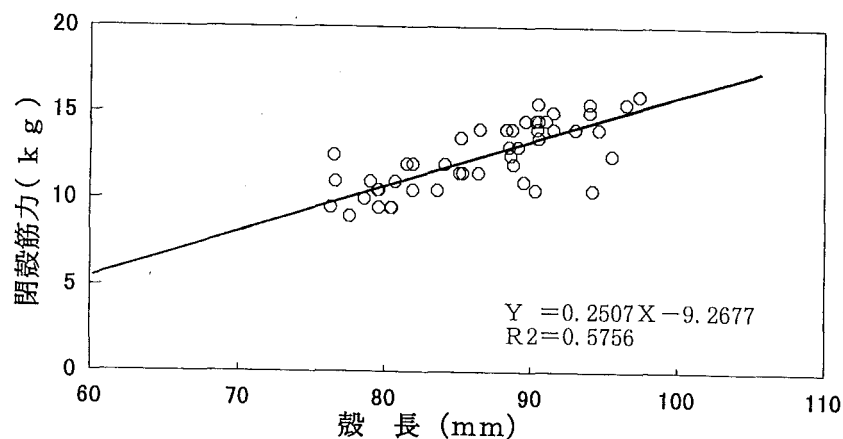
(個体数)

観 察 区 分	蓄 養 飼 育 日 数					小 計	足が殻外に出ている比率
	5	6	7	13	15		
足が出ている	1	3	3	3	2	12	57.1%
足が出てない	2	2	0	3	2	9	
小 計	3	5	3	6	4	21	

実験 3 (閉殻筋の強さ)

実験 2 の 2 回次の実験で使用した貝を用いて閉殻筋の力を調べ、その閉殻筋の力と殻長の関係を図 4 に示す。殻長と筋力には、正の相関が窺える。今回の測定方法では、殻長と閉殻筋力の平均値をみると、平均殻長85.66mmで筋力が12.46kgとなった。なお、開殻後にさらに力を加えると閉殻筋が中央部で切断した個体もみられたが、殻面から剥がれた個体はなかった。

また、強制的な足部切断の試みでは、10個体 (殻長範囲73.7~9.76cm) を測定したが、人間の体重55kgの圧力では、切断される個体はなかった。切断されない原因としては、生きている貝は外套縁のヒダが殻と足の間に挟まっているのを観察しており、この状態では殻に圧力加えてもヒダが足を保護するクッションのような役割をしていたことにある。さらに、実験 2 同様、殻に加える圧力を解消して放置すると、全ての個体とも殻内に足を収納した。



$$Y = 0.25X - 9.26 \quad R^2 = 0.5756$$

図 4 ホッキガイの筋力試験結果

実験1 (水中カメラによる潜砂直後の足部観察)

水中カメラによる足の動きを観察した結果では、潜砂直後から10分までは頻繁に底質を探っており、足は殻の外部に出ている。また、30分経過までは、足の活動は少ないものの、殻の外に腹足が出ていると考えられる。それ以降は、殻の内部に足を収容しているのかどうかは、確認ができなかった。このことから、放流した貝は、潜砂後しばらくは殻外で足が活発に活動しているといえよう。

実験2 (潜砂している貝の足の状態観察)

砂の厚さを15cm (1回次)と30cm (2回次)としたが、足を殻の外に出している個体の割合は38.0%、53.8%、57.1%となり、潜砂した貝は高い頻度で足を殻外に出していると言える。

また、手で砂から貝を砂から掘り出す際には貝に外部刺激が加わっているにも拘わらず、人間の手の握力で殻に足を挟むことができたことは、閉殻行動に比べ、足を引っ込める行動の方が鋭敏でないことが示唆される。また、同時に手の握力を加えている間は、殻内に足を引っ込められないことから、貝桁網の曳網による砂、爪による圧力が加わった場合は、殻に足が挟まれた状態になることが容易に推察できる。

ここで、従来の機械巻きマンガによる漁獲された貝は足の切断がみられるとの報告があるが、実験結果のように殻から足を出している個体の割合が50%超える状況にあることより、漁獲された貝の30%の個体が足切断という結果も当然起こりえると考えられる。

実験3 (閉殻筋の強さ)

二枚貝の閉殻筋(貝柱)は平滑筋で、パラミオンが筋源繊維タンパク質に50%近くを占めていることにより、閉殻筋に特有の低エネルギー消費による長時間の収縮ができるとの報告⁶⁾があるが、筋力を測定した事例はない。今回の実験では、閉殻筋の強さは平均値12.46kgであり、50kg程度の殻への圧力では切断されなかった。つまり、足の切断が起りえるためには、殻への物理的な力は50kgを超えるものと推察される。

このことは、足の観察結果にあるように、人間の手の握力程度では足を切断できず、かつ自らも外部刺激の驚きで閉殻筋の急な収縮により切断することはないことから、曳網中のマンガ移動による物理的な力(曳網中の貝桁本体の爪の圧力、又は掘り起こし中の砂の圧力)により、強制的に殻が閉じられ、足が切断されるものと推察される。

曳網中のマンガの動きの潜水観察では、マンガの動きは平坦な滑走移動ではなく、断続的な移動(未発表データ)であったが、このようなマンガの動きでは瞬間的に大きな力が加えられ、容易に足の切断が起こり得ると考えられる。

一方、噴流敷きマンガにおいては、マンガの爪が砂中で貝に直接当たる前、又は砂の攪乱によって足を殻に挟んだ個体でも、海水の噴射により掘り起こされて網に入るため、貝桁網や砂の圧迫が解消されて、足を殻内に引っ込めることができる。従って、漁獲された貝の足部切断の個体の割合は、極めて小さい結果となっているものと考えられる。

要 約

ホッキガイは潜砂直後10分間は、頻繁に底質を探り、殻から足を出している。

潜砂中の貝の足をみると、砂の厚さ15cmでは38%の個体、砂の厚さ30cmでは53.8%、57.1%の個体が殻から足を出しており、かなり大きな割合で足を出している。

潜砂している貝を掘り起こすと、人間の手の圧力で殻に足を挟ませることができ、手の圧力で

は足を切断できないが、足を殻内に引っ込めることもできない。また、殻への手の握力を解消すると、足は殻内に引っ込める。

潜砂している貝に掘り起こす際の外部刺激を与えても、閉殻筋の収縮行動より足を引っ込める行動の方が鋭敏でない。

外部刺激により貝自身が閉殻筋で足を故意に切断(自切)することはなかった。

閉殻筋の力は、平均殻長85.66mmで12.46kgであった。

足を殻に噛ませた状態で、外部から閉殻の力を加えたところ、50kg程度の力では足を切断出来なかった。

通常の貝桁網での足切断現象は、曳網中のマンガ移動による物理的な力(曳網中の貝桁本体の爪の圧力、又は掘り起こし中の砂の圧力、断続的な貝桁網の移動による瞬発的な圧力)により、足を出している貝が殻が強制的に閉じられ、足の切断が起こるものと考えられる。

噴流敷きマンガにおいては、貝桁網のノズルから海水が噴射され、砂や貝が掘り起こされて網に入るために、曳網中の物理的な力は貝自身への圧迫が解消されており、漁獲された貝の足部切断の個体の割合は、極めて小さい結果となっているものと考えられる。

文 献

- 1) 北隆館：新日本動物図鑑、[中]、1965、pp280.
- 2) 佐々木浩一：ウバガイ(ホッキガイ)の生態と資源、水産研究叢書42、社団法人日本水産資源保護協会、平成5年。(1993).
- 3) 福島県水産試験場：昭和52年度福島県におけるホッキガイ資源の増殖について、福水試調査研究資料No.144、p44(1977).
- 4) 福島県水産試験場：平成9年度事業報告書、pp128-132(1997).
- 5) 梨本勝昭：ウバガイ桁網の漁獲による破損貝について、日水誌、51(10)、1631-1637(1985)
- 6) 渡部終五：魚貝類筋運動の生科学、海洋と生物、69(Vol.12-No.4)、1990、pp318-323.