HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ホタテガイ養殖業の機械化に関する研究：II．養殖ホタテガイの損傷
Author(s)	見上, 隆克
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 32(4), 400-408
Issue Date	1981-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23776
Type	bulletin (article)
File Information	32(4)_P400-408.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
32(4), 400–408. 1981.

ホタテガイ養殖業の機械化に関する研究
II. 養殖ホタテガイの損傷

見 上 隆 克*

Studies on the Mechanization of the Scallop Culture
II. Mechanical injury of culturing scallop

Takayoshi MIKAMI

Abstract

In the case of culturing scallop the condition of culture is unsuitable in the costal waters and, if handled roughly in separating work, the growth of the scallop is retarded. It is considered that the retardation is caused by mechanical and physiological influences, and the former is the result of injury to the scallop shell by shock.

In order to obtain the extent of mechanical injury of scallop shell, outline of right valve of the culturing scallop was measured with a rotary encorder, a linear gauge sensor and an image sensor. Position, depth, width and area at hollow of outline were calculated.

As a result of investigating the 18-month-old culturing scallop (65–92 mm long), the most numerous mechanical injury was 1–3 mm in width and 0.2–0.8 mm in depth.

緒　　言

養殖ホタテガイの物理的損傷は，海中の養殖施設で養殖中に生ずると考えられ[1]，さらには，選別・分散作業および貝の付着物除去作業などの過程で，貝殻に何らかの衝撃が加わったときに生ずるものであろう。この損傷は，非常に小さいものから，貝殻の縁辺部が大きな部分にわたつて欠損しているものまであり，損傷の程度が大きい場合は，ホタテガイの外套膜なども傷つけられ，ホタテガイの成長を阻害すると考えられる。

この物理的損傷をさけるためには，貝に大きな衝撃を及ぼさないような管理作業形態が望ましく，また，その損傷の程度や，貝に及ぼす影響が明らかにされる必要がある。

前報[2]では，正常なホタテガイと損傷貝とにおける形状の差異を推定する方法について明らかにしたが，本報告ではホタテガイ貝殻の損傷の程度，損傷の部位などが，実際にどのようなものであるかを，数量的に明らかにし，適正な管理形態，それへの機械の導入などについての基礎資料を提供しようとするものである。なお，従来，物理的損傷は養殖管理過程中での人為的な要因，すなわち，貝選別機や貝掃除機の使用によって生ずると一般的に言われて来たが，これについては，ホタテガイの衝撃試験などによって，衝撃力と損傷度の関係を明らかにする必要があり，今後の研究にまちたい。

* 北海道大学水産学部漁業機械学講座
(*Laboratory of Mechanical Engineering for Fishing, Faculty of Fisheries, Hokkaido Univercity*)

本報告を作成するにあたり，終始ご指導と有益な助言を頂いた北海道大学水産学部五十嵐脩蔵教授，写真撮影に協力頂いた大学院生山下成治君，ならびに，ホタテガイの提供を頂いた北海道森町尾白内高瀬俊雄氏に深甚なる謝意を表する。

方　　法

資料は1980年11月，森町尾白内沖で養殖中のもので，採苗後15か月たったいわゆる中成貝および3か月の稚貝を用いた。中成貝は沖合 800 m の地点で，目合7分の丸かごで養殖されていた殻長 65-92 mm の57個体で，稚貝は沖合 300 m の地点で，パールネットで養殖されていた殻長 36-51 mm の55個体であった。いずれも，静かに，かごから取り出し，一連のかごの上段，中段，下段に分類し，貝殻の右殻を写真撮影した後，再びかごに戻した。

貝殻の蝶番および耳状部は他の縁辺部に比べ，貝殻の厚さが厚く，損傷を受けにくいと考えられるので計測の対象から除外した。写真撮影した貝殻の輪郭を模造紙にトレースし，そのパターンを前報[2]と同様な方法によって，すなわちロータリエンコーダ，リニアゲージセンサ，イメージセンサにより計測した。

蝶番および耳状部を除くホタテガイ貝殻の縁辺部は変形が少なければ3個の円弧で近似できるので，前報[2]の方法によって損傷の度合を求めた。

次に変形した貝殻はその変形部分に，さらに細い傷があるので，図1に示すように，貝殻パターンの山と山を直線で結び，この直線と貝殻のパターンとによって囲まれた部分について検討した。比較

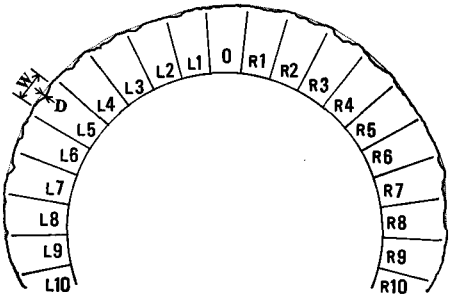

Fig. 1. Measuring points of configuration.

的大きな凹部の中にさらに細い凹部を生じている場合は，大きな山毎に直線で結び，隣り合う直線が交点の内側で鈍角にならないようにした。図1は実際の貝殻パターンを示したものであるが，この図よりはっきり凹部が生じていると観察される部分の山と山を結んだ直線を破線で示した。模造紙に貝殻のパターンを拡大トーレスしたときの精度を考慮し，0.2 mm 以下の深さについては除外し，直線と貝殻パターンによって囲まれる部分の最も深いところの深さ，先端の幅，面積および位置について求めた。損傷の生じている位置の表し方は図1のように，貝殻パターンの両端からの中間点を求め，その両側に15計測点をとり，この範囲を0とし，さらに左側に30計測点づつ区切って，L1, ･･･, L10とし，同様にして右側もR1, ･･･, R10に区分した。なお，用いた計測器のロータリエンコーダは1回転1000パルスの出力が出，1パルス毎にその中心から貝殻パターンまでの長さを計測したので，隣り合う計測点間隔は 0.36° であった。計測点数は貝殻によって異なり，おおよそ600点 (216°) であった。これによって，損傷が21区分のどこに多いのか，中成貝，稚貝別について検討した。

結　　果

ホタテガイ貝殻の蝶番および耳状部を除く縁辺部の厚さはその計る位置によっても異なるが，殻長55-80 mm で 0.2-0.6 mm と非常に薄く，もろいため，衝撃には弱いと思われる。

中成貝について，円弧近似法によって損傷前のパターンを求め比較した結果，大部分の貝が相当多数の損傷が見られた。図 2-a は，今回得た資料の中で，最も損傷の少ないものの例で，外接している円が推定した損傷前のパターンである。損傷後のパターンと推定パターンとの偏差を図 2-b に示したが，最大でも 0.8 mm 以内にあり，推定パターンの誤差が半径の 2% と見積れば，数個所を除いて大部分の範囲にわたって誤差 0.64 mm の中に入っている。しかし，このような例はまれであり，得た資料の多くが図 3-a に示すように，細かな損傷をもち，また図 3-b に見られるようにその偏差は長周期成分と短周期成分から成っていた。この長周期成分は，損傷を受けた後，その部分がもとの形状に再生される前に，再び損傷を受け，それが繰り返さくれて行ことによって生じたと思われる。この長周期成分がさらに大きい例を図 4 に示したが，右側の半分以上の範囲にわたって，ゆがんでおり，円弧近似した推定パターンをとると，損傷後のパターンが大きくそれからずれていることが分る。

図 5-a は，きわめて大きな損傷を生じていた例で，深さは約 6.6 mm あった。しかし，このような例は全資料中 1 個体しかなかった。

図 4 のような長周期成分をもった貝や図 5 のような大きな損傷を生じた貝では，損傷前の形状がかなり失われているので，それらの貝からもとの形状を推定するのは困難である。図 4，5 とも，貝の形

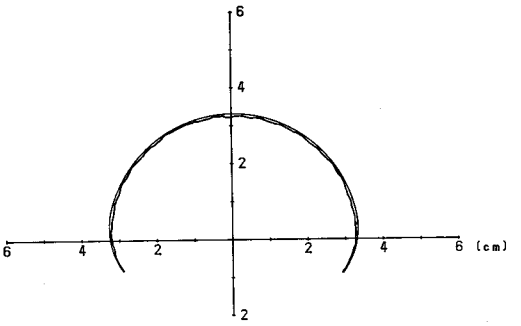

Fig. 2-a. An example of scallop shell with a few injuries.

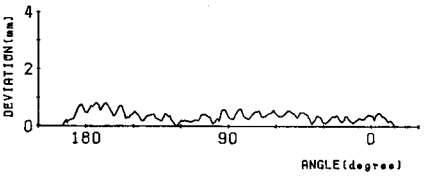

Fig. 2-b. Deviation between outline of scallop shell and circumscribed circle shown in Fig. 2-a.

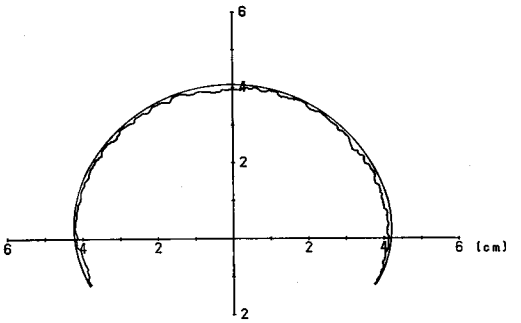

Fig. 3-a. An example of scallop shell with many injuries.

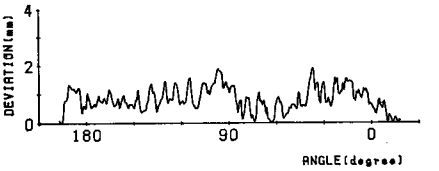

Fig. 3-b. Deviation between outline of scallop shell and circumscribed circle shown in Fig. 3-a.

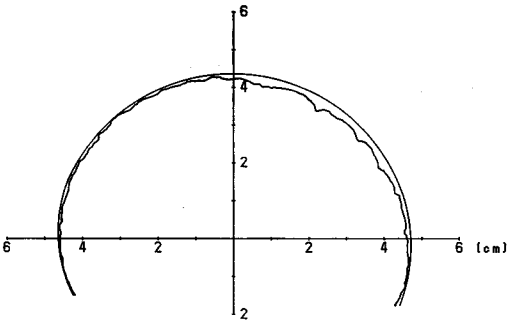

Fig. 4. An example of deformation of scallop shell.

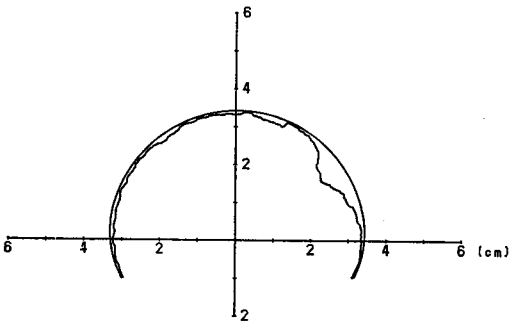

Fig. 5-a. An example of scallop shell with large injuries.

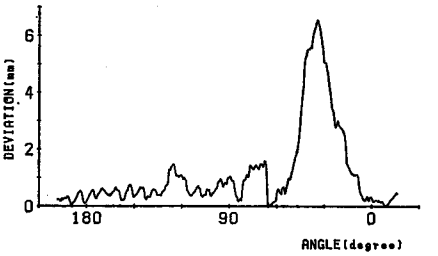

Fig. 5-b. Deviation between outline of scallop shell and circumscribed circle shown in Fig. 5-a.

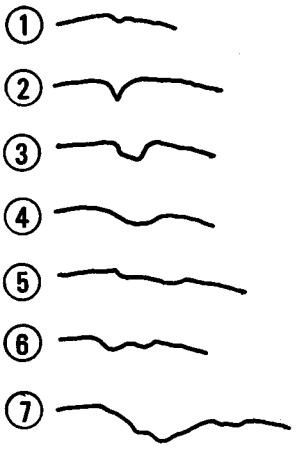

Fig. 6. Shape of mechanical injuries.

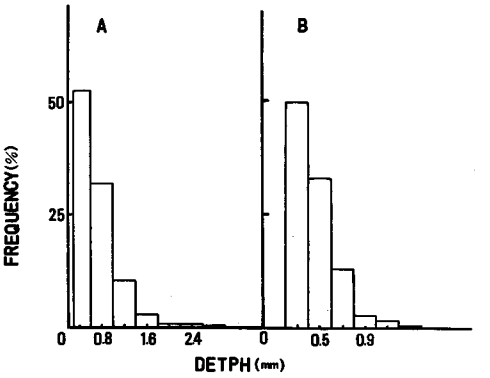

Fig. 7. Distribution of depth of mechanical injuries.
A: the 18-month-old culturing scallop
B: the 6-month-old culturing scallop

状が左右対称であると考え，左半分について分散をとり，中心を求めて近似したものである。

この長周期成分は得た資料の多くに見られ，その度合は移動平均を用いて短い周期成分を取り除けば求められる。この場合は損傷というよりはむしろ損傷によってできた変形と見ることができる。しかし，選別分散作業などで生じる損傷は，海中の養殖施設で，長期間にわたって繰り返し衝撃を受ける条件下にある場合と異り，比較的短時間の間に生じるものである。したがって，推定パターンから得た波形の長周期成分を取り除いた成分について詳しく解析する必要があり，これを狭義の損傷として取り扱った。

図6はこの損傷の形状を示したものである。①は非常に小さな傷であり，深さ，幅ともに小さくなっている。②は小さい傷であるが，深い所でするどい形をしている例である。③はほぼ同じ幅で，角形の形状をしている。④は幅が広く，深さが幅よりも短くしかも谷の部分にまるみをもっている。⑤は④とほぼ同じであるが，幅がほぼ一定の形状をしている。⑥は2個の傷がのった形をしており，これは1個の損傷とみなした。⑦は非常に大きな損傷で図5の貝からとったものである。④と⑤のように，底の方でまるみをもった形状は，損傷の生じた瞬間の形というより，むしろ，損傷後に貝殻が成長して形成されたものと考えられる。

これらの損傷について，その位置，深さ，幅，面積，および1個体に有する損傷の個数について求めた。深さの最大値は中成貝で 5.1 mm，稚貝で 1.1 mm であったが，深さの分布は図7に示すように，浅いものが多い。中成貝（図7のA）では 0.2-0.6 mm，稚貝（図7のB）では 0.2-0.4 mm の傷がいずれも全体の半分をしめ，深い方に行くにしたがって度数が少ない指数関数的分布の形であった。稚貝の損傷の深さは中成貝のそれより小さく，約1/2になっていた。

図8は損傷の深さと位置の関係についての度数をとったもので，図8-aが中成貝，図8-bが稚貝である。損傷の生じる位置は端の方でわずかに少ないが，ほとんど相関がなく，また，損傷の位置と深さにも相関が見られない。

損傷の幅は図9-aに示すように中成貝で最大 15.5 mm で，その分布は 4-5 mm が最も多く，全体の約 30% であった。また，稚貝は図9-bに示すように最大 6.4 mm で，その分布は 2-3 mm が全体の約 40% をしめていた。幅も深さと同様，中成貝の分布が稚貝の倍になっている。

損傷の面積は中成貝で最大 35.5 mm² で，図5の損傷例であったが，これを除くと 14.5 mm² 以下であった。稚貝での面積は最大 2.2 mm² であった。その分布を図10に示したが，中成貝（A）では

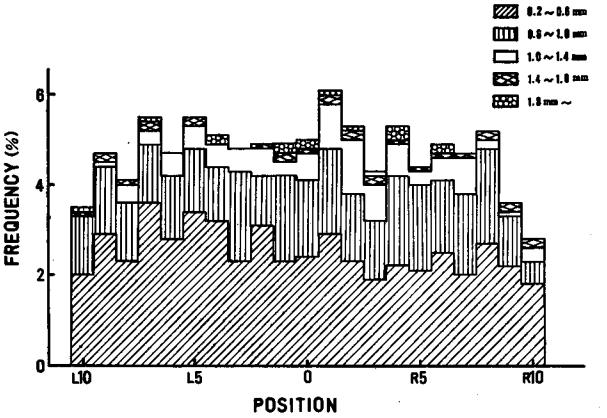

Fig. 8-a. Distribution of position of mechanical injuries in the 18-month-old culturing scallops.

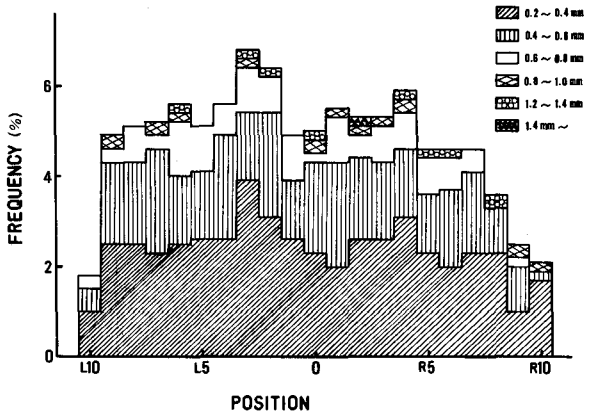

Fig. 8-b. Distribution of position of mechanical injuries in the 6-month-old culturing scallops.

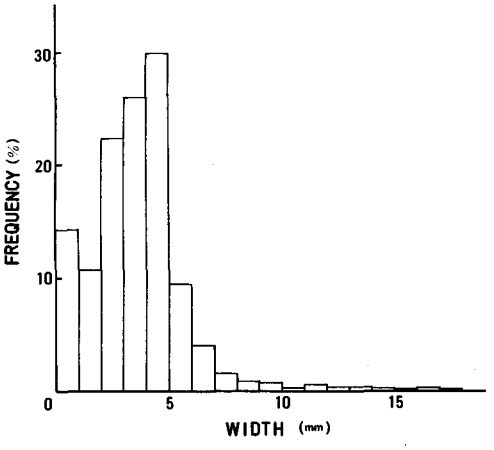

Fig. 9-a. Distribution of width of mechanical injuries in the 18-month-old culturing scallops.

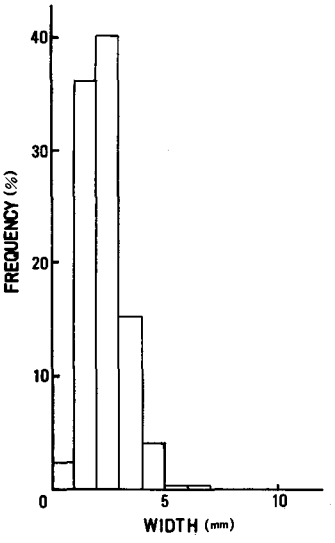

Fig. 9-b. Distribution of width of mechanical injuries in the 6-month-old culturing scallops.

0.5-1.0 mm^2 が全体の 33.1%，稚貝 (B) では 0.5 mm^2 以下が 63.6% をしめていた。ホタテガイの損傷面積も養殖施設や設置場所によっても異なるであろうが，中成貝の損傷面積は稚貝よりはるかに大きいと言える。次に，貝の総損傷面積について，1枚毎に求め，その分布をとったものが図11である。中成貝 (A) における総面積のうち最大のものは 43.9 mm^2 で，20～25 mm^2 に全体の 30.9% があり，稚貝 (B) は最大 12.7 mm^2，6-8 mm^2 に全体の 39.6% の貝があった。

図12は1個体の損傷数についての度数をとったものである。中成貝 (A) では 12-18 の範囲にあり，

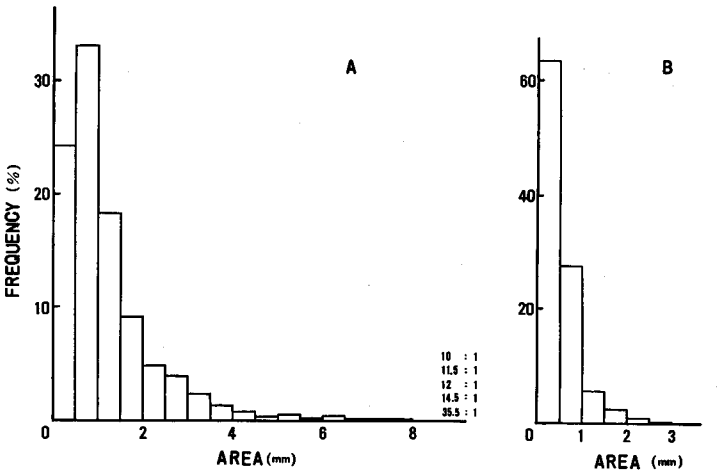

Fig. 10. Distribution of areas of mechanical injuries.
A: the 18-month-old culturing scallops
B: the 6-month-old culturing scallops

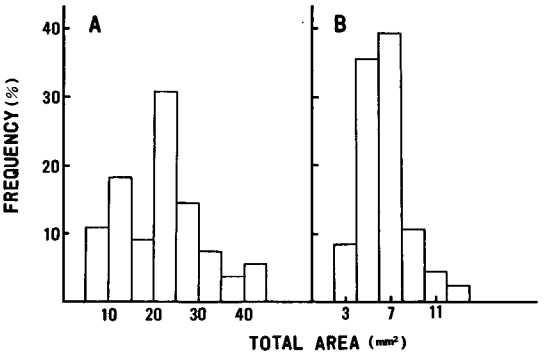

Fig. 11. Distribution of total areas of mechanical injuries.
A: the 18-month-old culturing scallops
B: the 6-month-old culturing scallops

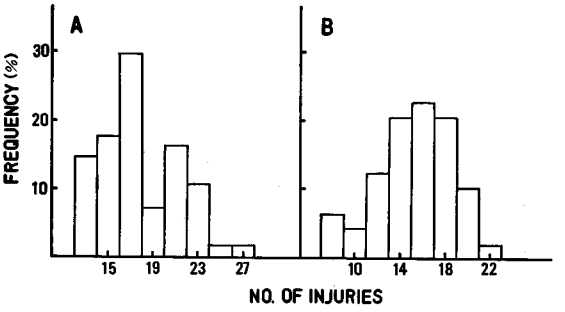

Fig. 12. Distribution of numbers of mechanical injury.
A: the 18-month-old culturing scallops
B: the 6-month-old culturing scallops

16-17 が最も多く全体の 29.1%，稚貝は 8-22 の範囲にあって，15-16 が最も多く，全体の 22.9% であった。1 個体の損傷数は中成貝と稚貝に，あまり差がなかった。

この結果，中成貝と稚貝とでは，損傷位置と個数においては差異がなく，中成貝の損傷の程度は稚貝のそれより大きいということが分った。

図 13, 14 は損傷の幅と深さの関係について表したものである。両方とも，幅と深さには強い相関が認められる。図 13 の中成貝では幅 1-5 mm，深さ 0.2-0.8 mm の損傷が最も多くなっている。ところみに，図 14 の稚貝について，相関係数を求めたところ，0.88 となり，直線回帰式は $y=0.22x-0.18$ になった。

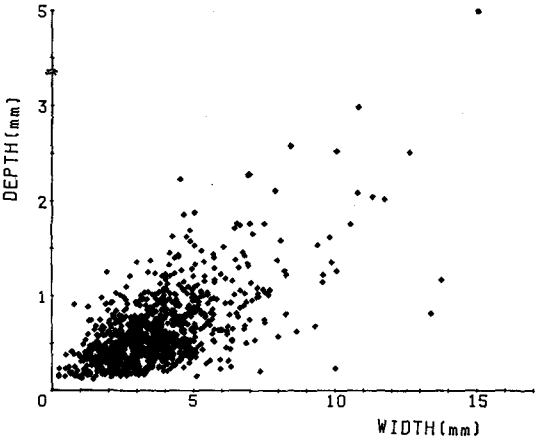

Fig. 13. Relationship between depth and width of mechanical injuries in the 18-month-old culturing scallops.

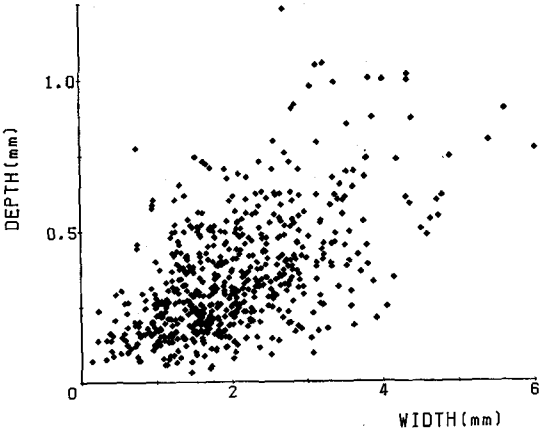

Fig. 14. Relationship between depth and width of mechanical injuries in the 6-month-old culturing scallops.

考　　察

養殖ホタテガイの管理作業上でおこる貝殻損傷は比較的小さなものと考えられるが，かごで養殖中のホタテガイでは小さな傷のほかに，変形が見られた。変形の度合は，損傷の少ない養殖ホタテガイの形状が同じ殻長でも，その個体差によって全く同一の形状をもっているわけではないが，半径および中心を異にする円弧上にほぼのることから，近似円弧と近似した貝殻形状との偏差によって求めた。しかし，変形が部分的で，損傷前の形状がある程度残っている場合は変形の度合を少なく推定できるが，原形の半分以上失われていると思われる貝殻のときには特別な工夫を必要とする。変形はどのような条件で起ったか明らかにはできなかったが，かごに貝が衝突したり，また，貝同志がぶつかり，繰り返し衝撃を受け，部分的に成長が遅れているものと考えられる。

今回得た資料は11月に得られたものであり，海況条件も悪い時期であったので，変形，傷ともに多く含まれていたように思われる。しかし，測定した損傷が何日前に生じたものであるか分っていないこと，損傷の形状の中に，損傷後に殻が再生して丸みをおびたものが多数含まれていたので，損傷が逆に若干低い値になっているように思う。施設で生じる損傷を正確につかむためには，同一のホタテガイでの経時変化を調べる必要があろう。

稚貝，中成貝の損傷位置に差がなかったのは，貝の厚さが縁辺部の全周にわたってほぼ一定で，また，ホタテガイが養殖かごの中で強制的な衝撃を受けているため，殻長に関係なく，どこでも損傷が生ずることによると思われる。

稚貝と中成貝で損傷の程度に差が出たのは，施設の種類および貝重量によるものと思われる。今回は沿岸よりの施設のみ解析したが，沖合の施設で養殖している貝，耳づり養殖の貝，地まきの貝などについて，分析検討すれば施設の違いによる影響が分る。なお，今回かごの上段，中段，下段に分けて損傷度を測定したが，はっきりした差は認められなかった。また，全資料の中に数個体の死貝があったが，これも損傷度の差異は認められなかった。

損傷の貝に与える影響は生物的側面の検討が必要であり，また，天然貝の損傷との比較によって，損傷度の差異を検討することも必要であろう。この結果，衝撃力と損傷度の関係を衝撃試験により求める際は，貝の部位については考慮する必要がなく，また，海中での養殖が最も苛酷な条件下におかれていることを考えあわせると，損傷幅は 15 mm 深さは 5 mm 以下の条件で行なえば十分であることが分った。

要　　約

養殖中のホタテガイで，殻長 65-92 mm のいわゆる中成貝と殻長 36-51 mm の稚貝について，その損傷を調べ次の結果を得た。

1. 損傷前の形状を円弧近似によって推定し，その偏差をとったところ，ホタテガイの貝殻には細い多数の損傷が見られ，また偏差の波形に長周期成分ののった，いわゆる変形も多数見られた。
2. 中成貝と稚貝の損傷位置，損傷個数には差がなかったが，損傷の程度は中成貝が稚貝より大きかった。
3. 中成貝の損傷は幅 1-5 mm，深さ 0.2-0.8 mm の大きさのものが最も多く存在していた。
4. 稚貝における損傷の幅と深さの相関係数は 0.88 で，直線回帰式は $y=0.22x-0.18$ が求められた。

文　　献

1) 佐藤修・梨本勝昭・山本勝太郎・見上隆克 (1978). 養殖施設の波浪対策に関する研究報告書. 36 pp., 岩手県.

2) 見上隆克 (1981). ホタテガイ養殖業の機械化に関する研究 I. ホタテガイ貝殻の形状について. 北大水産業報 32, 242-249.