

# 波浪による二枚貝の挙動と減耗に関する実験的研究

Experimental Study on Movement and Decline of Bivalve by Water Waves

山下 俊彦\*・松岡 学\*\*

Toshihiko Yamashita and Gaku Matsuoka

Using a U-shape tube, the movement and decline of bivalve by oscillatory flow are studied experimentally. Beginning of bivalve movement from sand beds into water depends on the ratio of that velocity of getting into sand to erosion velocity. Step-length of bivalve is dependent on initial position before a move, its direction and the axis of its rotation. In the case of oscillatory flow ( $U=58\text{cm/s}$ ,  $T=3.5\text{s}$ ), sunray surf clam and surf clam died in three and seven days respectively.

key words:(Oscillatory Flow, Sediment Transport, Bivalve)

## 1. はじめに

北海道沿岸の砂浜域には、ホッキ貝、エゾバカ貝等の潜砂性の二枚貝が生息している。特にホッキ貝は帆立貝に次ぐ重要な漁業資源であり、増殖技術の開発が求められている。これらの二枚貝の減耗要因としては、①波浪による打ち上げあるいは活力低下、②ヒトデ、カレイ等による食害、③自然死亡が考えられる。砂浜域に港湾を建設すると周辺の静穏域にホッキ稚貝が増加する例があること<sup>1)</sup>、写真-1の様に高波浪の後では海岸に稚貝の打ち上げがあること、他の資源量調査等<sup>2)</sup>から、前述の減耗要因のうち波浪による稚貝段階での減耗が重要であり、これを抑制することが増殖につながるものと考えられる。波浪による二枚貝の挙動についての研究は、死貝を対象として実験的には渡辺(1982)<sup>3)</sup>、解析的には桑原・日向野(1993)<sup>4)</sup>により行われている。二枚貝の減耗に関する実験は、振とう試験機を用いて渡辺(1983)<sup>5)</sup>によりホッキ貝について行われている。また日向野・安永(1988)<sup>6)</sup>は現地観測により、海底地形変化と二枚貝の分布性状の関係を調査している。しかし、波浪場での二枚貝生貝の挙動及び減耗に関しての実験は山下ら(1993)<sup>7)</sup>以外ほとんど行われておらず、定量的な把握はされていないのが現状である。そこで本研究では、振動流場での二枚貝生貝の稚貝段階での挙動と減耗を実験的に明らかにすることを目的とする。

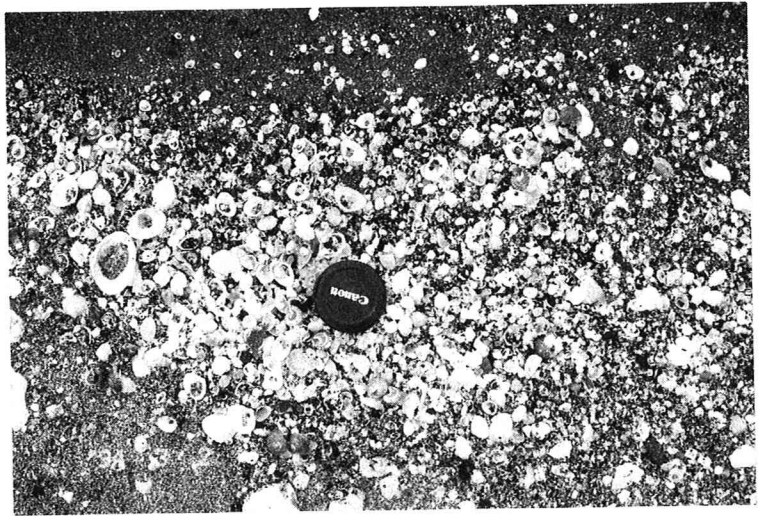


写真-1

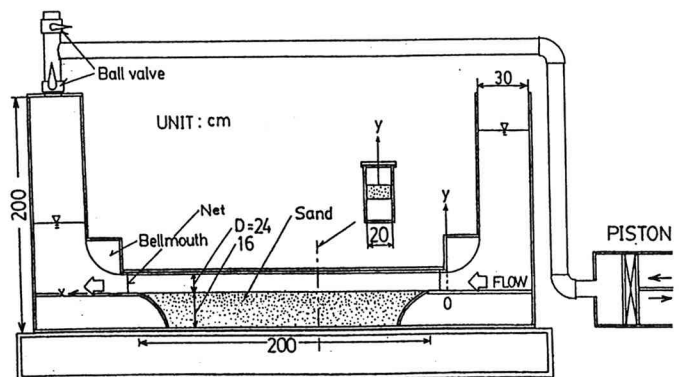


図-1 実験装置

\* 正会員 北海道大学工学部土木工学科 (〒060 札幌市北区北13条西8丁目)  
\*\* 学生会員 北海道大学工学部土木工学科

## 2. 実験装置及び方法

実験は図-1に示すU字管振動流装置に海水（石狩湾で採取）を入れ底面に粒径0.3mmの砂を厚さ16cmに敷いて行った。実験用生貝としては大きさ5mm～20mmのホッキ貝とエゾバカ貝を用いた。流れの条件は、周期3.5秒で流速振幅を18cm/s～58cm/sの範囲で6段階に変化させた。水温は14℃～19℃の範囲で行った。調査項目は、①移動限界（貝が砂中から出される）、②貝の移動状況、③貝の浮遊転動時の減耗である。また、基礎的なデータとして貝の潜砂能力を測定した。貝の移動限界については、貝を自ら潜砂させた状態から様々な振動流を作用させ、地形変化と貝の挙動をビデオカメラにより撮影し解析した。貝の減耗については、潜砂していない状態から装置を起動させ、1, 2, 3, 5, 7, 9日ごとに貝の生死を調べた。

## 3. 実験結果及び考察

### 3-1 貝の潜砂能力

図-2は貝長8mmのエゾバカ貝の、潜砂し始めてから貝が見えなくなるまでの時間と周期的に潜砂していく時の回数についてのヒストグラムである。平均潜砂時間と平均回数は各々9.7回と21.5秒であり、この結果より平均潜砂速度  $V_s$  は0.4mm/s、潜砂していく平均周期  $T_s$  は2.2秒である。また5mm貝, 12mm貝についても調べた結果、 $V_s$  についてはそれぞれ0.2mm/s, 0.7mm/sである。図-3に貝長と潜砂速度  $V_s$  の関係を示す。この図から分かるように、貝長と  $V_s$  にはほぼ比例関係がある。 $T_s$  については5mm貝で2.5sec、12mm貝で2.3secであり、貝長による差はあまりない。

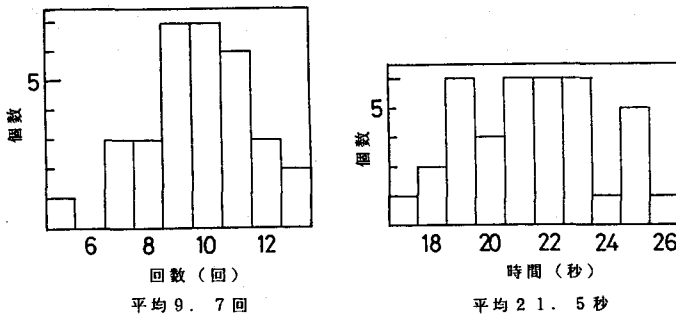


図-2 貝の潜砂能力(8mmエゾバカ貝)

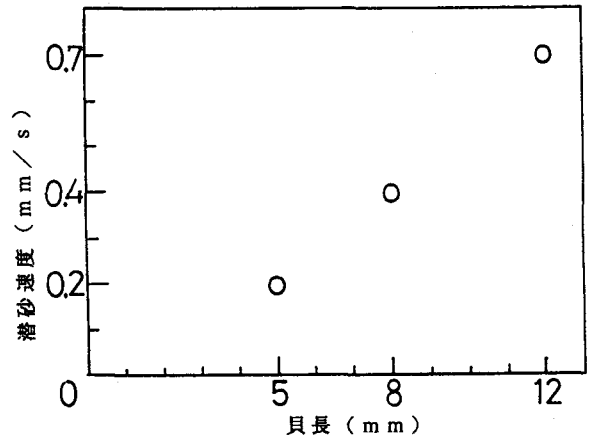


図-3 貝長と潜砂速度

### 3-2 貝の移動限界（貝が砂中より出されること）

#### (1) 貝の移動限界と地形侵食速度

図-4は貝が潜砂している場所での地形の最大侵食速度  $V_e$  において、砂中に留まった場合には△印、放出された場合には○印、また貝の潜砂速度  $V_s$  を×印でプロットしたものである。この図より、 $V_e/V_s \geq 0.3$  の範囲では貝は全て砂中より出され、 $V_e/V_s \leq 0.1$  では残留し、 $0.1 \leq V_e/V_s \leq 0.3$  の間には両者が存在する。すなわち貝の移動限界には、地形侵食速度と貝の潜砂速度の比が影響することがわかった。 $V_e$  は貝の潜砂している場所により異なり、各場所での  $V_e$  は流速振幅と比例関係にはなかった。また実験条件の範囲では、一旦水中に出された貝は再び潜砂する事はなかった。

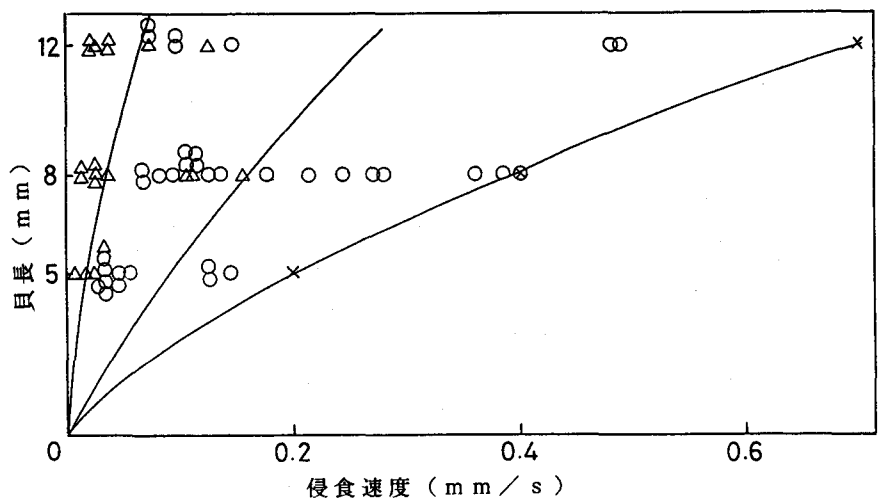


図-4 貝の移動限界と地形侵食速度

#### (2) 地形変化パターンと貝の挙動

砂澱の発生・移動等により、貝がいる場所の地形は堆積と侵食を繰り返しながら変化していく。そのパターン

別に移動限界を見ると、図-5(a)のように少し堆積した後に侵食していく、つまり上に凸な部分の直後に貝がでたケースが35例中22例と多い。また貝が砂中に残留したときのパターンを見ると、最終的に堆積しているものを除けば、図-5(b)のように常に侵食しているケースが13例中8例であり、図-5(a)のようなパターンは13例中4例と少ない。このことについて考察するのに良い例が図-5(c)である。実験を開始してからおよそ15分後に、貝は初め潜砂していた場所よりも約1cm上昇しており、その後侵食とともに潜砂していく様子が確認できた。つまり、堆積に対しても貝は敏感に反応し上昇しようとする。しかし上昇している最中に急激に砂が侵食し始めた場合、対応できずに水中に出されてしまうのが図-5(a)のようなケースではないかと考えられる。

### (3) 砂漣の形成による地形侵食速度

貝の移動限界には地形変化速度が重要であることが前述のように明らかとなった。波による地形変化は、空間スケールの大きいものから沿岸漂砂、岸沖漂砂、砕波による大規模渦、砂漣の形成・移動等によるものと考えられる。ここでは振動流場で砂漣が形成された場合の地形変化速度について調べた。砂面が平坦な状態より安定した砂漣が形成される間の5周期と10周期平均の最大侵食速度 $V_{max}$ をビデオによって解析した。 $V_{max}$ は各々の位置での最大侵食速度 $V_e$ の最大値であり、図-6はその結果である。 $V_{max}$ は流速振幅が大きいほど大きく、実験条件の範囲では両者に横軸の30cm/sを通るような直線関係があることが分かる。また5周期平均の方が10周期平均より大きいことが分かる。

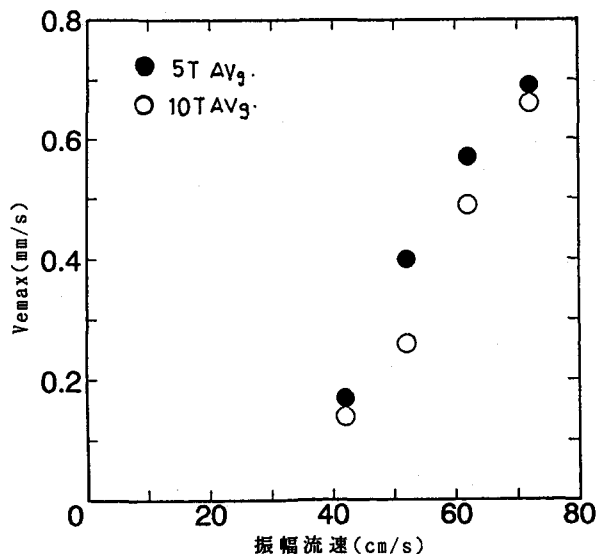


図-6 振幅流速と $V_{max}$

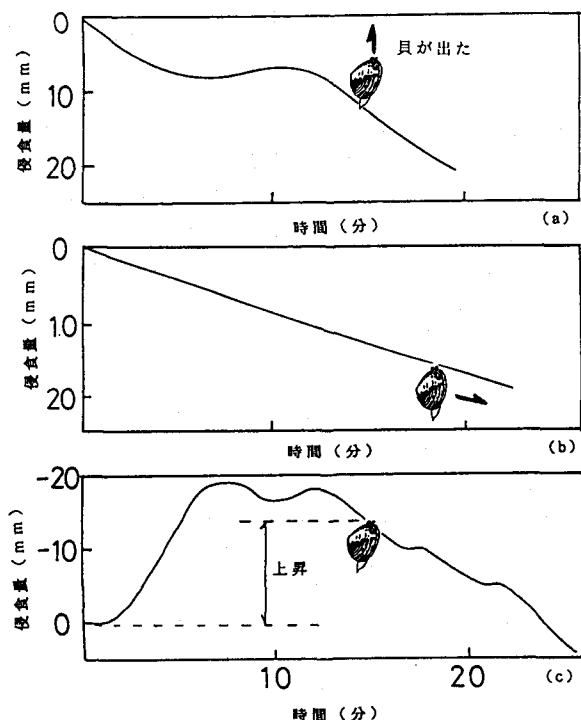


図-5 地形変形パターンと貝の挙動

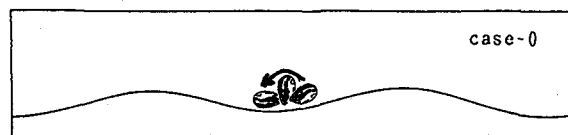


図-7(a)

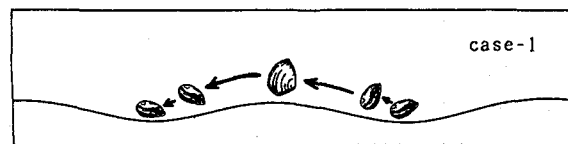


図-7(b)

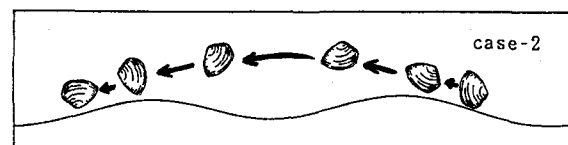


図-7(c)

### 3-3 貝の移動状況

砂中より出された貝の水中での移動状況を調べた。実験は、流速45cm/sで安定した砂漣を形成した後、貝長25mmのホッキ貝を投入して行った。形成された砂漣は波長25cm、波高4.5cmである。約8.5分間(142周期分)、半周期毎に解析したところ貝の動きは図-7(a), (b), (c)の3つのパターンに分類できる。case-0は半周期間に貝が砂漣の山を越えない場合、case-1は砂漣の山を1つ乗り越える場合、case-2は2つ乗り越える場合である。284例中case-0, case-1, case-2で、それぞれ103, 118, 41例でありビデオの画面外にでたため不明なものが22例である。case-0の場合は流速0になる時に貝はおおよそ谷の中央部分にある。case-1, case-2ではその時、山の斜面部分にある。case-2の様に砂漣の山を2つ乗り越え大きく移動するのは、

①砂漣背後の渦に巻き込まれて斜面上昇方向に巻き上げられるとき、②図-8の様に回転が継続しやすい縦方向の回転があるとき、③回転がなくとも貝が流れから大きな抗力を受ける図-9に示す方向に進むときが多かった。

### 3-4 貝の減耗

図-10は流速振幅58cm/sの場合の貝の生きた日数を示したものである。この図よりバカ貝は約3日・ホッキ貝は約7日で死に、貝長7mm~20mmではあまり大きさに依らないことがわかった。貝は流速振幅58cm/sで流れを作用させている間砂中に入ることはなかった。このことから一旦水中に出され一定以上の流速と継続時間がある場合、貝は死に至るといことが分かる。

### 4 結論

U字管振動流装置を用いて振動流場での二枚貝生貝の稚貝段階での挙動と減耗を実験的に調べ、今回の実験条件の範囲では、主に以下の点が明らかとなった。しかし、限られた実験条件であり、生物を取り扱っているので、一般的結論を得るにはさらに広範囲の条件で多くの実験を行っていく必要がある。

- (1) 潜砂速度は貝長にほぼ比例し、バカ貝では5, 8, 12mmに対して各々0.2, 0.4, 0.7mm/sである。
- (2) 貝の移動限界は貝の潜砂速度と地形浸食速度の比でほぼ決定される。
- (3) 砂漣形成時の最大浸食速度 $V_{max}$ は、流速振幅とほぼ比例関係にあることが分かった。
- (4) 砂漣上での貝の移動は砂漣の山を越えない場合、1つ越える場合、2つ越える場合に分類でき、貝の初期位置、貝の回転軸方向、移動方向への貝の形状等が関係する。
- (5) 貝が水中に放出され、振動流場で浮遊転動させられると死にいたる。約60cm/sの流速振幅では、バカ貝で3日、ホッキ貝で7日で死に、7~20mmでは大きさに依らないことが分かった。

最後に、実験を進めるにあたり、二枚貝を提供いただいた北海道開発局開発土木研究所、北海道立中央水産試験場ならびに二枚貝の生態について助言していただいた水産工学研究所の方々に深く感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 例えば 早瀬吉雄, 宮本義憲: 海岸構造物によるホッキ貝漁場形成機構に関する研究, 土木試験所月報 No. 386, pp. 1~11, 1985.
- 2) 例えば 渡辺栄一: ホッキガイの減耗と環境要因について, 土木試験所月報 No. 325, pp. 1~12, 1980.
- 3) 渡辺栄一: 波浪によるホッキガイの減耗に関する実験的研究, 土木試験所月報 No. 351, pp. 3~15, 1982.
- 4) 桑原久実・日向野純也: 波浪による二枚貝の岸沖移動に関する解析手法の開発, 海岸工学論文集 Vol. 40-1, pp. 311-315, 1993
- 5) 渡辺栄一: 波浪および埋没によるホッキガイ稚貝の減耗機構に関する実験的考察, 土木試験所月報 No. 359, pp. 24~41, 1983.
- 6) 日向野純也・安永義暢: 解放性砂浜域における海底地形変化と二枚貝の分布性状について, 第35回海岸工学講演会論文集, pp. 767-771, 1988
- 7) 山下俊彦・松岡学・谷野賢二・明田定満: 往復流場での二枚貝の挙動と減耗に関する実験的研究, 平成6年度日本水産工学会学術講演会, 1993

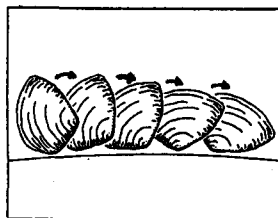


図-8

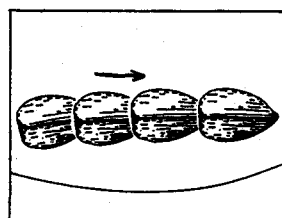


図-9

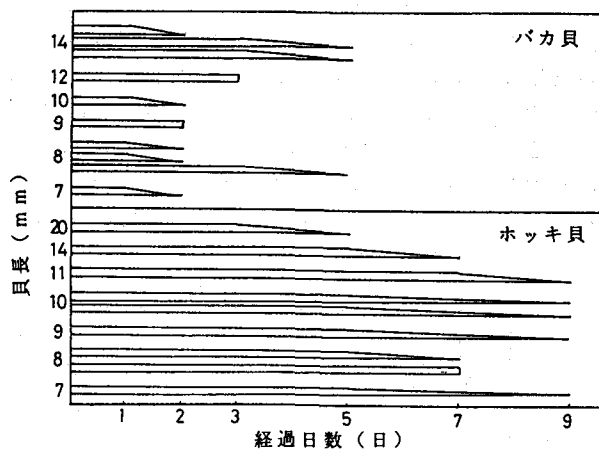


図-10 貝の減耗