

波浪時におけるシジミ幼貝の移動評価実験

(株)エース 川野 裕美

1. はじめに

島根県東部に位置する宍道湖は、全国でも1位のシジミ漁獲量を誇る産地であったが、近年では減少傾向にあるため、島根県はシジミ減少原因究明と対策の検討を行っている¹⁾。ヤマトシジミの生息にとって重要な環境要因として底質粒度、溶存酸素量、塩分の3つがあげられている。宍道湖の調査と水槽実験によると、ヤマトシジミの生息には、溶存酸素が1.5ppm以上であること、底質の泥含有量が90%以下であることが必要であるとされており、宍道湖においては水深4m以浅の沿岸部に限り生息している²⁾。これらのシジミの生息環境保全にあたって、現在の湖内のシジミの生態を把握するためには、未だ明確ではないシジミの移動の実態を検討することが重要である。

宍道湖における坂本らの研究³⁾⁴⁾によると、ヤマトシジミは成長に伴い沿岸部から水深の深い湖心へと移動しているといえる。また、ヤマトシジミ自体の移動能力はほとんど無いことが示されている⁵⁾。したがって、移動の要因としては宍道湖内の湖流によるものではないかと推察される。

そこで、本研究では造波装置を持つ水路での実験を行い、波動によりシジミ幼貝が底面を移動する際の底面せん断応力を算出することで掃流移動限界を検討し、移動評価方法の妥当性を示すことを目的とする。

2. 方法

本研究では、シジミの移動を底面のせん断応力により評価する。底面せん断応力を算出するための流速は、2次元流体を画像解析により計測するPIV法を用いて求めた。

実験に用いる試料として、対象地である宍道湖で採取した底質とシジミ幼貝を使用する。実験時はシジミ幼貝を殻長毎に1.5~3mm, 3~5mm, 5~6mm, 6~8mm, 8~10mmの5つに分類した。

実験装置は、全長10m、幅0.5m、高さ0.6mの水路で、上流端にピストン式造波板のあるものを用い、シジミ幼貝は殻長毎に底質上の水路幅中央から壁面方向へそれぞれ5cm付近、かつ流下方向に一直線になるよう、それぞれ10個前後並べた(図-1)。

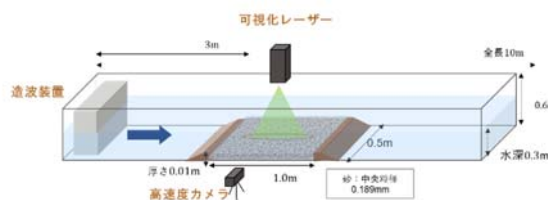


図-1 造波水路概要

実験は水深0.3mとし、任意に設定した波の周期と波高で造波を行った。なお、この実験では、画像解析用のレーザー使用時はシジミ個体の移動との同時観測が困難なため、目視でシジミの移動をみるパターンと、レーザー使用による流速解析用のパターンとで観測対象の異なる2つの手法をとった。

まず、目視の観測では、造波し生じた流れで水路底面に設置したシジミ幼貝がどのような挙動をするのかを記録し、これを周期と波高の組み合わせを変えながら繰り返すという手順をとる。その後、目視で「移動有り」もしくは「移動無し」の場合と同じ周期と波高の組み合わせのケースで造波し、流速解析のためのレーザーを用いた画像を撮影した。

底面せん断応力は次式により算出する⁶⁾。

$$\tau = \rho u_{*w}^2 \quad (1)$$

τ は底面せん断応力(Pa)、 u_{*w} は波によって発生する流れの摩擦速度(m/s)である。

シジミ幼貝の移動限界の算出はシジミを砂粒子として扱い、流砂や漂砂の理論から求めることとする⁷⁾。

シジミ幼貝の限界摩擦速度 u_{*cr}^* は、次式から求まる。この値は、シジミ幼貝が停止から掃流移動を開始する、またはその逆の限界を示している。

$$u_{*cr}^* = \sqrt{gd_s \theta'_c (\rho_s - \rho_w) / \rho_w} \quad (2)$$

ここで、 u_{*cr}^* は限界摩擦速度(cm/s)、 d_s は幼貝の殻長(cm)、 g は重力加速度(=980cm/s²)、 ρ_s は粒子の比重、 ρ_w は水の密度(g/cm³)、 ν は動粘性係数(cm²/s)、 θ'_c は遮蔽・露出効果を考慮し修正した限界シールズ数である。

ここでの移動限界算出方法ではシジミの潜砂行動による抗流効果は考慮されていない。本実験では、これらから掃流限界を算出し、どの程度の底面せん断応力でシジミが掃流移動するかを推定した。

3. 結果と考察

実験の造波条件は宍道湖の現地観測記録をもとに決定し、周期は0.8s, 1.0s, 1.5s, 2.0s, 波高は1cm毎に変え、計21ケースで検証し、各ケースで目視観測と画像解析用の観測をそれぞれ行った。

本研究の目的は、西村らの研究で宍道湖におけるシジミ幼貝の移動評価に用いた移動限界式が、実際のシジミの移動を評価しているものかを検討するためのものであるため、造波水路での目視の移動観測結果と比較し考察を行った。

移動を評価するにあたり、観測個数のうち半数以上の個体が移動した場合においてその殻長のシジミが移動したとみなした。なお、目視観測中にシジミの浮遊移動はみられなかったため、すべて掃流の移動を評価したものとす。

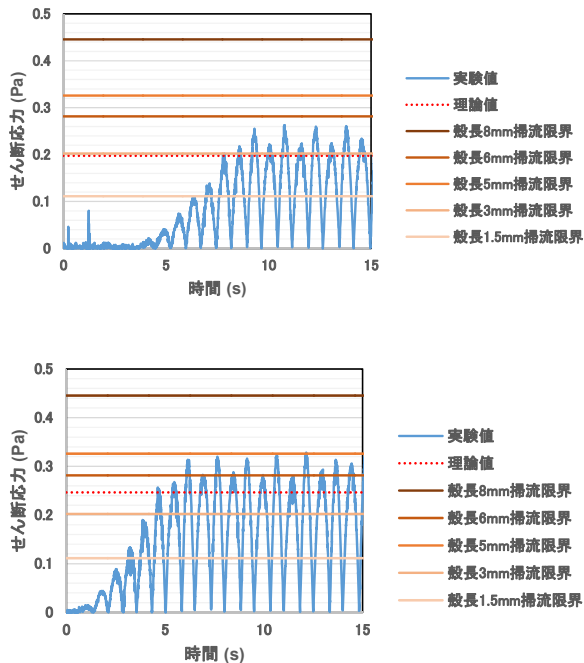


図-2 造波水路実験で得られたせん断応力と各殻長のシジミの掃流移動限界 (上 : H=4cm, T=1.5s, 下 : H=5cm, T=1.5s)

図-2 は造波水路実験で得られたせん断応力とシジミの各殻長毎の掃流限界を示した一例である。このグラフから、殻長6mmのシジミは上のケースでは移動しており、下のケースでは移動していないと評価をすることができる。この結果と目視の観察とを比較した。

実験値と目視の移動評価を比較すると、殻長1.5~3mmが観測では理論式よりも大きいせん断応力で動き始め、

反対に殻長8~10mmは、観測では理論式よりも小さいせん断応力で動き始めたことが示された。殻長3~5mm, 5~6mm, 6~8mmにおいては、実験値と理論値ともに移動限界に多少のずれはあるが、目視観測の評価と概ね一致する結果であった。

4. 結論

本研究は先行研究で用いたシジミ幼貝の移動評価方法の妥当性を、造波実験を行うことにより検討した。

移動評価の妥当性については、殻長1.5~3mmにおいては目視と比べて掃流移動限界式ではシジミが移動を始める底面せん断応力が小さく評価され、殻長8~10mmでは反対に掃流移動限界が大きく評価される結果となった。これらは、主に貝殻の形状による影響と考えられた。殻長3~5mm, 5~6mm, 6~8mmにおいては目視と掃流限界式による評価で大きな違いはなく、西村らの宍道湖におけるシジミ幼貝の移動評価において、シジミの生態を考えない砂粒子として評価する方法が概ね有用であることが示された。

今後の課題は、シジミの個体形状を考慮した力学的な検討や、河床に生じる起伏の影響を考慮して現地での移動状況と合わせて評価することや、本研究の結果を用いて湖内におけるシジミの移動シミュレーションを行うことである。

5. 参考文献

- 1) 勢村均, 増田一志, 石田健次, 開内洋, 浜口昌巳, 宍道湖におけるヤマトシジミの初期生活史-H24年度調査結果-, 2014.
- 2) 中村幹雄ら: ヤマトシジミの貧酸素耐性, 水産増殖, 45巻1号, pp. 9-15, 2009.
- 3) 坂本巖, 宍道湖のヤマトシジミの生息域としての湖岸ヨシ帯, 汽水湖研究, 2, pp. 7-14, 1992.
- 4) 坂本巖, 宍道湖のヤマトシジミ稚貝の生息域, 汽水湖研究, 3, pp. 5-15, 1993.
- 5) 棧敷真梨子, ヤマトシジミの底質の選択性と流速耐性, 奈良教育大学修士論文, 2008.
- 6) Computational Aquatic Ecosystem Dynamics Model : CADYDAM v3 v3.2 science Manual.
- 7) 桑原久美, 底質の安定性からみた好適アサリ生息場環境。「アサリと流域環境-伊勢湾・三河湾での事例を中心として」, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 61-70, 2009.