

神西湖および差海川におけるヤマトシジミの形状特性・肥満度と生息環境場との関係

岡山大学	学生会員	○勝海麻友
島根大学	正会員	矢島啓
島根大学	非正会員	植田大貴
島根大学	非正会員	管原庄吾
岡山大学	正会員	吉田圭介

1. はじめに

島根県出雲市にある神西湖(図-1.1)は浅い汽水湖でありヤマトシジミの産地となっている。神西湖とその流出河川である差海川では、地元漁協へのヒアリングなどから、シジミの形状に違い(差海川のシジミの方が横長で平たい、図-1.2)が見られている。その要因には海水流入による高塩分からの退避としてのシジミの潜砂行動が考えられている¹⁾が、これまで海水流入に伴う潜砂についての研究は多くない。さらに神西湖内では、地点による殻の重さや成長の差も見られている。シジミの成長や健康の指標として用いられる値に肥満度があるが、これまで、同一湖沼内で生息環境がシジミの肥満度に与える研究は十分に行われていない。

そこで本研究では流れや潮汐に伴う塩分変化などがシジミの潜砂行動や形状特性にもたらす影響、生息環境の違いがシジミの肥満度に与える影響の2項目を明らかにすることを最終目的とし、本年度は現地調査より、場所的・形状特性の定量的な評価および生息環境場がヤマトシジミの形状や肥満度に与える影響の考察を行った。

2. 研究方法

2.1 調査地点

現地調査は2022年11月8日に実施した。図-2.1に示すように、神西湖岸10地点、湖心1地点、差海川3地点の計14地点で行った。調査項目はヤマトシジミの採取(1地点20個体程度)、底質調査、採水(湖底上10cm)と多項目水質計による水質の調査を行った。ただし、水深の深い湖心J11についてはシジミの採取は実施していない。採取したシジミおよび底質は、研究室へ持ち帰り、測定を行った。また採水した湖水は、水質分析を行った。多項目水質計にはJFEアドバンテック社製AAQ-RINKO



図-1.1 神西湖の位置(島根県より)

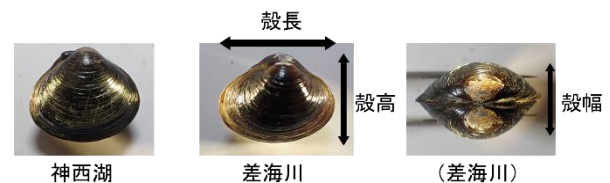


図-1.2 神西湖と差海川のヤマトシジミ

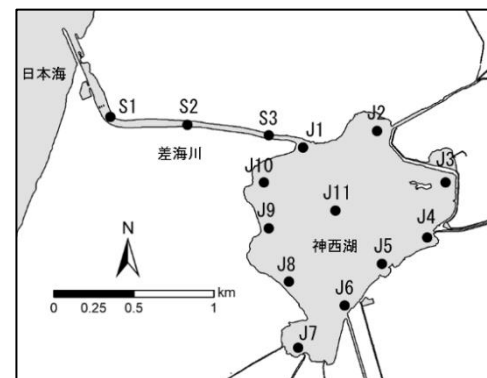


図-2.1 調査地点

を使用し、pH、DO、ORP、塩分、水温等を鉛直方向に0.1m間隔で測定した。

2.2 シジミおよび底質の測定

採取したシジミについては、殻長、殻幅、殻高(図-1.1)、殻重量、軟体部乾燥重量(60°C、3日間乾燥)、軟体部灰重量(600°C、3時間燃焼)を計測した。さらに計測結果より、肥満度を(1)式より算出した。殻重量についても、本研究では殻の相対的な厚みに

キーワード ヤマトシジミ、形状特性、肥満度

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1 岡山大学学術研究院 環境生命科学領域 TEL 086-251-8149

ついて比較するため、(2)式を用いて殻重量比を求めた。また採取した底質は、含水率、強熱減量、粒径の測定を行った。

$$\text{肥満度(g/cm}^3\text{)} = \frac{(\text{軟体部乾燥重量(g)} - \text{軟体部灰重量(g)}) \times 1000}{\text{殻長(mm)} \times \text{殻高(mm)} \times \text{殻幅(mm)}} \quad (1)$$

$$\text{殻重量比(g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{殻重量(g)} \times 1000}{\text{殻長(mm)} \times \text{殻高(mm)} \times \text{殻幅(mm)}} \quad (2)$$

2.3 統計分析

各地点の生息環境およびシジミの特微量の傾向、区域による違いを調べるため、環境 11 項目 (TP, TN, クロロフィル a, pH, DO, ORP, 塩分, 水温, 含水率, 強熱減量, 細粒分率) について主成分分析を行ったのち、それぞれの主成分得点についてクラスター分析を行い、地点のグループ分類を行った (TP, TN, クロロフィル a は採水分析結果, その他水質項目は AAQ の最深部測定結果の値を用いた)。グループ毎にシジミの殻幅殻長比, 殻高殻長比, 殻重量比, 肥満度平均の算出およびヒストグラムの作成をし、生息環境とシジミの特徴との考察を行った。分析には統計ソフト EZR (Easy R) を用いた。

3. 結果と考察

3.1 シジミの測定結果

横軸に殻幅殻長比, 縦軸に殻高殻長比を取った, 各地点 20 個体の平均の分布を図-3.1 に示す。差海川の方が殻幅が大きく殻高が小さい傾向にあった。全個体の分布においても, 同様の傾向が見られ, 殻高殻長比, 殻幅殻長比とも神西湖と差海川で有意差が見られた (t 検定, $p < 0.05$)。

地点の平均殻重量比を図-3.2 に示す。最も高い値となったのは S3 ($0.487 \pm 0.033 \text{ g/cm}^3$) であり, 差海川上流付近と J1 で高い傾向があった。

図-3.3 に各地点の平均肥満度を示す。J7 および J2 で 0.01 g/cm^3 程度と他地点に比べて大きく肥満度が低い。肥満度が高かったのは, J1, J5 および S3 であり, 0.03 g/cm^3 に近い値となっていた。

3.2 生息環境の調査結果

3.2.1 底質環境

含水率, 強熱減量とも湖心 J11 でそれぞれ 73.7%,

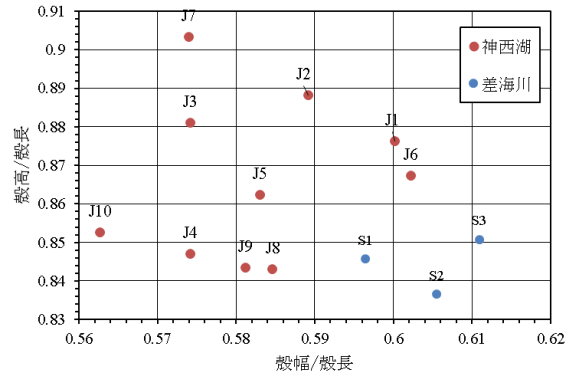


図-3.1 殻幅殻長比 - 殻高殻長比分布 (地点平均)

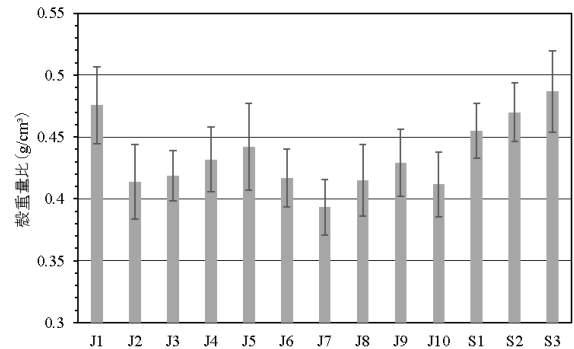


図-3.2 各地点の平均殻重量比

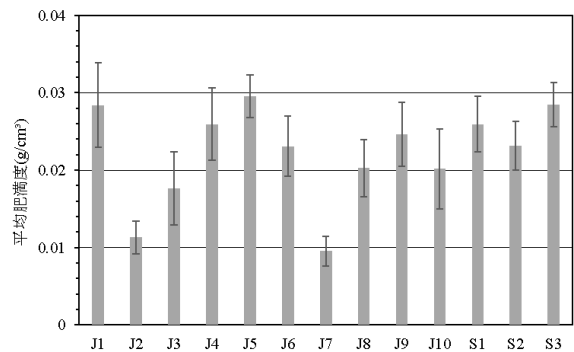


図-3.3 各地点の平均肥満度

12.9%と最も高かった。他地点では概ね含水率が30%前後, 強熱減量が2%前後であった。J2, J6 および J7 ではやや高く, 含水率と強熱減量はそれぞれ, J2 で 41.8%および 4.7%, J6 で 46.3%および 5.4%, J7 で 49.5%および 8.1%であった。

ふるい分けにより各地点の粒径組成を求めた結果, 最も組成の割合が高いのは, 細砂や中砂であった。細粒分率は湖心 J11 で 23.1%と最も高く, 次いで J7 (10.5%), J2 (3.5%) であった。

宍道湖における生息個体数調査²⁾では, シジミの生息に適した細粒分率および強熱減量は, それぞれ 10%以下, 5%以下と報告されており, 今回の調査結果では, J11, J7 以外の地点では好適範囲と言える。

3.2.2 湖水の水質分析結果

神西湖内での TP の平均は 0.071 mg/L であった。J7 で 0.092 mg/L と最も高く、値環境基準値(0.1 mg/L)に近い値であったが、地点ごとでの大きな差は見られなかった。

TN の濃度が最も高かったのは J2 の 0.54 mg/L であり、次いで J3 (0.42 mg/L) が高かった。J2, J3 を除く地点の TN は全て 0.4 mg/L 以下であった。

クロロフィル a は J1 が 36 µg/L と最も高く、次いで J5, J6 の 27 µg/L であった。一方で差海川では、神西湖の 10 分の 1 程度の低い濃度であった。

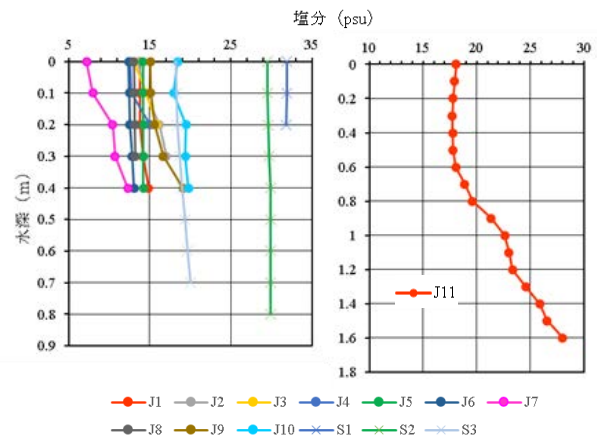


図-3.4 AAQによる各地点の塩分測定結果

3.2.3 AAQによる水質調査結果

塩分の結果を図-3.4に示す。差海川では海水流入により高塩分となっており、下流の S1 では 31.9 psu と最も高く、一般的な日本海の塩分 34 psu に近い塩分となっていた。神西湖内での平均値は 16.4 psu であった。湖心 J11 では水深 1 m 以深で濃度が高く、水温も水深 1 m 付近で大きく上昇しており、調査時水深の深い J11 では海水流入があったと考えられる。

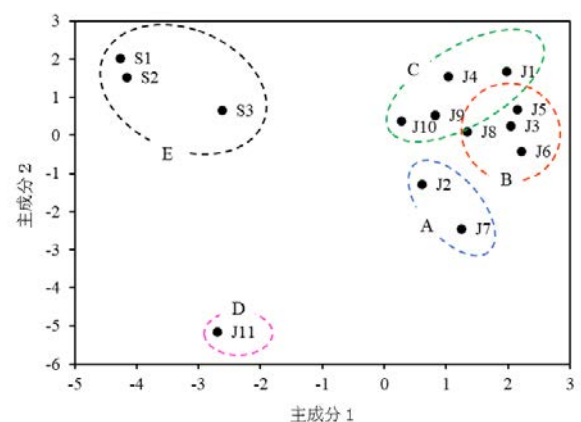


図-3.5 各地点の主成分得点とクラスター分析によるグループ分類

3.3 統計分析結果

主成分分析により得られた主成分得点を基にクラスター分析を行った結果、図-3.5のように5グループに分類された。ここで、主成分負荷量より、第1主成分の値が高い場所ではプランクトンによる光合成が活発に行われており、塩分濃度と水温が低い場所、第2主成分の値が高い場所は、底質がより泥質で有機物を含んだ場所と考えられた。

環境項目平均値およびシジミの諸量平均値とヒストグラムより得られた各グループの特徴をまとめる。Aグループは TP, TN, ORP および底質項目の値が高く、クロロフィル a が神西湖内では低い値であった。シジミは肥満度が最も低く、殻高がやや大きかった。Bグループには大きな特徴は見られなかった。Cグループは、クロロフィル a が最も高く、シジミの肥満度は E と並んでやや高い。Dグループは、底質項目が最も高く、DO が最も低かった。Eグループは塩分が高く、クロロフィル a, DO, ORP が低かった。シジミは殻幅が大きく、殻高が小さく、殻重量比が大きかった。

3.4 シジミの形状特性およびその要因の考察

差海川に生息するヤマトシジミは、神西湖に生息する個体に比べてやや殻高が小さい横長の形状であった。差海川の特に中流や下流ではシジミの生存が制限される塩分 (22 psu)²⁾に近い高塩分となっており、シジミが潜砂行動を行う可能性が高い。二枚貝に関する既往研究³⁾では、潜砂速度はより流線型に近い形状の貝の方が早いと述べられている。したがって、差海川で横長となったのは、海水流入に伴う高塩分を回避するための潜砂行動による可能性が考えられる。しかし、殻幅については、膨らみがあり流線形ではなく、今回の調査だけでは明確な形状特性をもたらす要因は特定できなかった。

殻重量比は差海川、特に上流付近で高い傾向にあり、この地点では相対的な殻の厚みがあると考えられた。差海川上流付近で殻重量比が大きく、殻幅が厚い地点と一致していた。殻重量比と殻幅殻長比の相関を調べると、正の相関(相関係数 0.449, $p < 0.05$)

が見られた。差海川や神西湖流出部では、穏やかな神西湖内の他地点に比べて流れが速く、また差海川では、上流ほど川幅が狭く、流速も速くなると考えられる。これらのことから、差海川では、速い流れに耐えるため、殻の厚み、重さが増し、殻幅も厚くなったと考えられる。

3.5 肥満度に影響を及ぼす要因の考察

3.3 より、肥満度との関係が見られた項目について、相関係数を調べた結果を表-3.1 に示す。

底質の細粒分率と強熱減量について肥満度と負の相関が見られた。これらは、既往研究²⁾においてもシジミの生息個体数を制限すると報告されている。また水中の無機懸濁物が多くなると、その排泄のため無駄なエネルギーを多く消費し、シジミに生理的悪影響を及ぼすとされている²⁾。よって細粒分率が高くなり、シジミの取り込む無機懸濁物が増加すると、健康に悪影響を及ぼし、肥満度が低下すると考えられる。また底質の強熱減量が高く、有機物量が多い環境では、貧酸素状態になりやすく、肥満度の低下に影響すると考えられる。

TP, TN には、肥満度と負の相関があった。最も肥満度の低かった J7 では、環境基準値に近い TP となっており、窒素やリンが多く含まれ、水質の悪化した環境では肥満度も低くなる可能性がある。

クロロフィル a と肥満度には、神西湖内(表-3.1 () 内の値)のみ正の相関があった。クロロフィル a が高いところでは、シジミの餌となる植物プランクトンが多く存在し、そのため、肥満度も高くなる可能性がある。しかし、差海川では、クロロフィル a が低いにもかかわらず、肥満度は 3 地点とも比較的高かった。一般的に、海水のクロロフィルは湖沼に比べると低く、調査時の差海川では、海水流入があったため、今回のように低いクロロフィル a 濃度となったと考えられる。

4. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

1) 差海川に生息するヤマトシジミは、神西湖と比較して、殻幅殻長比が大きく、殻高殻長比がやや小さく横長、殻重量比は高い傾向にあることを定量的に示した。差海川では、速い流れに耐えるため、殻

表-3.1 環境項目と肥満度の相関

	TP	TN	Chl-a	ORP	細粒分率	強熱減量
肥満度	-0.643	-0.476	0.154 (0.733)	-0.665	-0.489	-0.516

の厚み、重さが増し、それにより殻幅も大きくなった可能性が考えられた。また差海川のシジミが横長となる要因には、海水流入に伴う潜砂行動が考えられるが、殻幅は膨らみがあり、潜砂に有利な流線形ではなかった。形状特性を及ぼす要因については今後も検討が必要である。

2) ヤマトシジミの肥満度には、湖内でも地点差が見られた。肥満度の低い地点で、底質の含水率、強熱減量、細粒分率の値が高く、また水質の TN, TP, ORP が高い傾向にあった。泥分や有機物が多い底質や悪化した水質は、シジミの健康(肥満度)に悪影響を及ぼしている可能性がある。また神西湖内ではクロロフィル a 濃度と肥満度に正の相関が見られ、シジミの餌である植物プランクトンが多くいる環境では肥満度も高くなる可能性が考えられた。

生息環境、特に水質については季節や時間による変動があり、差海川では、干満により海水と湖水の流入がある。そのため、シジミの肥満度等への影響を考慮する上では、今後、異なる条件において、複数回の調査を行う必要がある。また、殻形状をもたらし要因を検討する上では、物理環境や現地での潜砂行動の確認などについても今後調査が必要である。

謝辞: 本研究を遂行するにあたり、神西湖漁業協同組合の皆様および島根大学の山口啓子教授には多大なご協力を頂きました。ここに厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 中尾繁, 園田武: 神西湖の自然, 神西湖の自然編集委員会編, 111-112, 1995
- 2) 中村幹雄著: ヤマトシジミの生物学, 日本シジミ研究所編, 2022
- 3) K. Knoll: Escape Burrowing of Modern Freshwater Bivalves as a Paradigm for Escape Behavior in the Devonian Bivalve *Archanodon catskillensis*, 2017