

マガキ採苗不調の原因解明のための調査・解析

水産技術研究所 環境・応用部門 沿岸生態システム部 漁場生産力グループ

研究の背景・目的

1. 広島湾は日本最大のマガキ養殖産地であり、全国のマガキの約60%が生産されています。本海域では、マガキ養殖に用いる種苗のほとんどを天然に発生する幼生を採苗器に着底させる天然採苗により確保しています。しかし近年、養殖に必要な量の種苗が確保できない、いわゆる採苗不調が問題となっています。マガキの幼生は卵から孵化した後、約2週間の浮遊期を経て着底します。この浮遊幼生期に餌が少ないなど、環境が不適であると着底が上手くいかず、採苗不調に繋がる可能性がこれまでに指摘されてきました。しかし、科学的な知見は不足している状況でした。
2. そこで本研究では、マガキ浮遊幼生の生息環境（水温、塩分、浮遊幼生の餌の量）と着底の成否との関係を明らかにするために、広島市及び広島県と協同し、3カ年にわたり広島湾で観測を行いました。
3. また、マガキ浮遊幼生の餌は非常に小さな植物プランクトンであると考えられていましたが、詳しい種類についてはこれまで不明でした。本研究では、マガキ浮遊幼生の餌生物の特定と、その餌生物の増殖特性の解明にも取り組みました。

研究成果

1. 広島湾において、2018年から2020年の6月から8月に、水温、塩分、浮遊幼生の餌の量（ $10\mu\text{m}$ よりも小さなサイズの植物プランクトン由来のクロロフィル濃度）を週に一度調査しました。また、マガキ浮遊幼生の発生量（D型幼生の密度）とその着底量も調査し、浮遊幼生の着底の成否を評価する指標（着底指数：着底量/D型幼生密度、高いほど着底に成功）を作成しました。その結果、D型幼生期の水温が 26.9°C 以上であり、 $10\mu\text{m}$ よりも小さなサイズの植物プランクトン由来のクロロフィル濃度が $5\mu\text{g/L}$ 以上であると、着底が上手くいくことが見出されました（図1）。逆の見方をすると、D型幼生期の水温が低い場合や、餌の量が少ない場合にはその後の着底が上手くいかず、採苗不調に繋がることが示されました。D型幼生期は浮遊幼生期のごく初期にあたりますが、この時期の餌の多寡が広島湾におけるマガキの天然採苗の好不調に影響を与えることが明らかになりました。このこと

は、数値シミュレーションでも再現され（図2）、実際の現場データとも整合するものでした。

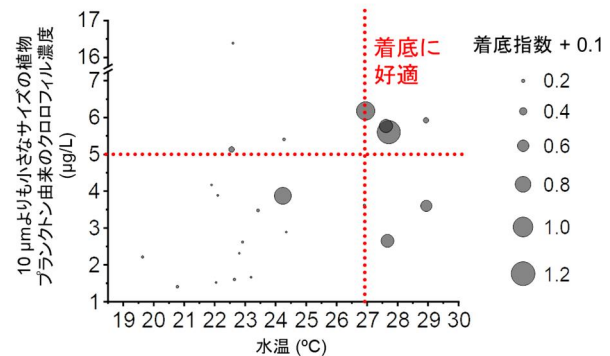


図1. D型幼生期における水温及び餌の量と着底の成否との関係

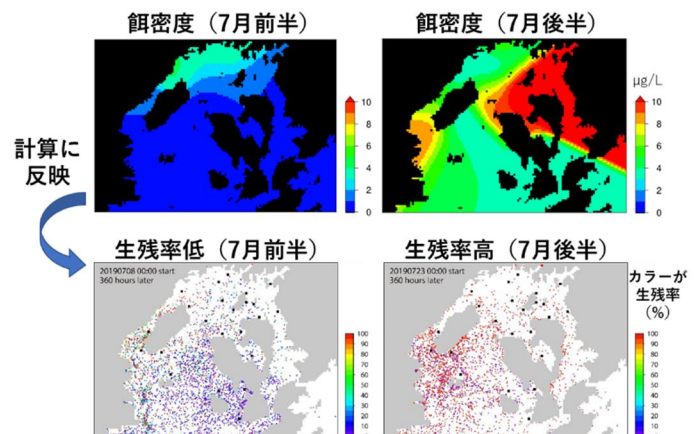


図2. マガキ浮遊幼生の餌料環境を反映したシミュレーション例（餌密度によって生残率が変化）

2. 広島湾の海水やマガキ浮遊幼生の消化管内容物におけるDNAの網羅的解析（メタバーコーディング解析）の結果、植物プランクトンの中でも珪藻類のシクロテラ属がマガキ浮遊幼生の主要な餌であることを見出しました（表1）。

表1 広島湾で採取したマガキ浮遊幼生の消化管内容物から検出された植物プランクトン（数字はDNA量）

植物プランクトン	マガキ浮遊幼生の殻長			
	<90 μm (D型幼生)	90~120 μm (小型)	120~240 μm (中型)	>240 μm (大型)
シクロテラ属	3.4	34	79.1	105.7
ナピキュラ属	未検出	28	未検出	未検出
ニッチア属	0.4	未検出	未検出	未検出
キートセロス属	未検出	18.4	2.2	6.9
テラセルミス属	未検出	13.8	3.3	未検出

3. また、2021年にはシクロテラ属を広島湾の海水から分離、培養することに成功しました(図3)。

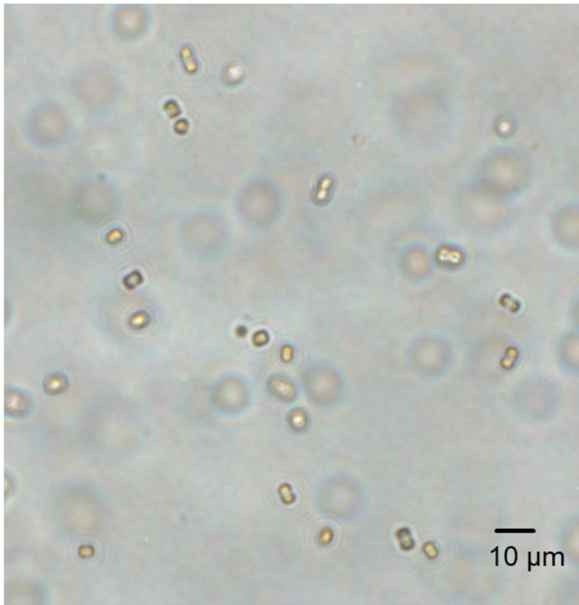


図3. 広島湾の海水から分離したシクロテラ属の培養株

このシクロテラ属の培養株と、人工授精により作出したマガキ浮遊幼生を用いた飼育試験の結果、マガキ浮遊幼生はシクロテラ属をよく捕食することが確認されました(図4)。また、培養株を用いてシクロテラ

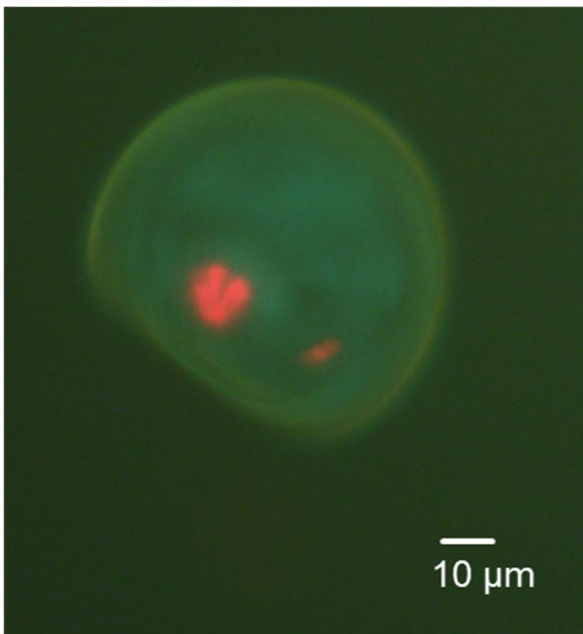


図4. シクロテラ属の培養株(赤色)をマガキ浮遊幼生が捕食した様子(蛍光顕微鏡で撮影)

属の増殖特性を調べたところ、増殖に好適な水温は25~30℃であることが明らかになり(図5)、現場でシクロテラ属が優占する場合の水温と一致していました。このことから、水温をこまめに把握しておくこと

が、シクロテラ属の発生予測に重要であ

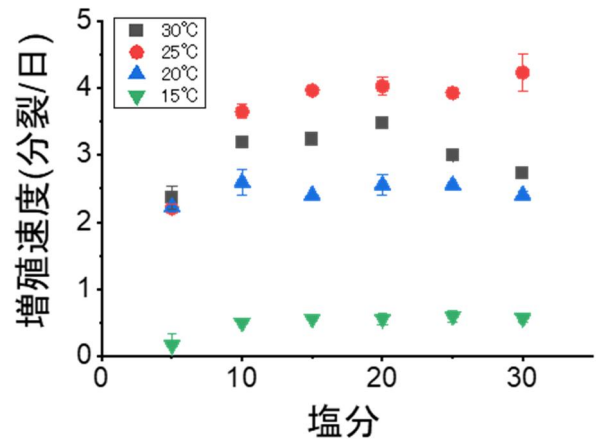


図5. シクロテラ属の水温及び塩分に対する増殖特性

と考えられました。シクロテラ属はサイズが3 μm程度と非常に小さいため、通常の顕微鏡観察では存在を把握することができません。しかし、本研究では海水中に含まれるシクロテラ属のDNA量からその生物量を定量的に把握する手法(定量PCR)を確立しました。2022年度からは、漁協など広島湾におけるマガキ養殖の関係者へ、浮遊幼生の餌料環境情報の即日での提供を試行しています。

波及効果

1. D型幼生期の水温が26.9℃以上であり、餌が豊富であると、マガキの着底が上手くいくことが明らかになりました。好適な餌密度であるクロロフィル濃度5 μg/Lは、3 μmのシクロテラ属の場合、40,000 cells/mLの細胞密度に相当します。D型幼生が着底するまでには10日間ほどかかるので、水温や定量PCRによる餌生物量の調査データから、10日後に採苗が上手くいくかどうか予測することができます。また、今後、シクロテラ属の発生予測法が確立されれば、その予測結果を本研究で構築した数値モデルに組み込むことで、採苗に好適な時期と海域の予測が可能となり、天然採苗の安定化に繋がることを期待されます。
2. 本研究では、シクロテラ属の培養株の確立に成功しました。シクロテラ属はマガキ浮遊幼生の重要な餌であることが分かりましたが、これまでに二枚貝の種苗生産用の餌料として活用されたことはありません。今後、シクロテラ属を高密度でかつ大量に培養することが可能になれば、二枚貝の種苗生産における新たな餌生物としての利用が期待されます。