

周防灘産 *Heterocapsa circularisquama* の増殖に及ぼす 水温、塩分の影響

江藤 拓也・長本 篤
(豊前海研究所)

Effect of temperature and salinity on the growth of *Heterocapsa circularisquama* in Suo-Nada.

Takuya ETOU and Atushi NAGAMOTO
(Buzenkai Laboratory)

従来の赤潮による被害は、養殖魚等の魚類を中心とした漁業被害が多くを占めていたが、*Heterocapsa circularisquama* (以下 *H. circularisquama*) の赤潮は、二枚貝等の貝類に対して特異的に漁業被害をもたらすことが特徴である。

西日本沿岸域では、アコヤガイ、マガキ、アサリなどの二枚貝養殖業が盛んなため、*H. circularisquama* の赤潮による漁業被害は深刻な問題となっている。^{1,3)}

豊前海では、1997年に本種による赤潮が発生し、アサリが斃死する漁業被害が生じた。⁴⁾ 当該海域においてもカキ養殖業や干潟域での採貝漁業が盛んに行われており、本種赤潮はこれらの漁業経営への脅威となっている。

そのため、本種の生理・生態特性を明らかにすることによって赤潮の発生機構を解明し、漁業被害の軽減を図ることが緊急の課題となっている。

植物プランクトンの増殖に影響を及ぼす環境因子の中で、水温は細胞内のエネルギー代謝、塩分は細胞内成分や浸透圧に影響を及ぼすなど、両環境因子は特に重要な役割を果たしていると考えられる。

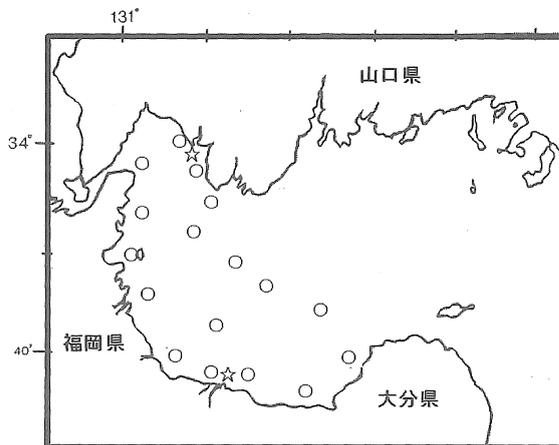
そこで本研究では、周防灘で出現した *H. circularisquama* の水温・塩分に対する増殖特性を室内試験で明らかにするとともに現場調査を行い、本種の出現を把握するための効果的なモニタリング手法について検討した。

方 法

1) 室内実験

実験に用いた *H. circularisquama* は、図1に示した周防灘福岡県地先で分離された株 SF・5、山口県地先で分離された株 SY・1 の2株を用いた。両株はマイクロピペット洗浄法により無菌化したクローン株である。継代

培養及び実験には海水強化培地である改変 SWM-3⁵⁾ を用いた。水温は10, 15, 20, 25, 30℃の5段階に、また塩分は10, 15, 20, 25, 30, 35の6段階を組み合わせ、すなわち30通りについて、それぞれの増殖速度を2因子要因計画実験によって調べた。⁶⁾ 保存株をそれぞれの実験条件に馴致させるため、それぞれの温度のもとで6段階の塩分濃度の培地に接種し、少なくとも1ヶ月間前培養を行った。本培養は、培地4 mlを分注したPPキャップ試験管(13×100mm)に前培養100分の1濃度となるように接種し(3本立て)、光強度150 $\mu\text{Em}^{-2}\text{S}^{-1}$ (明暗周期12hL:12hD)で行った。光源は白色蛍光灯を用いた。培養開始後、1日おきに *in vivo* クロロフィル蛍光値を蛍光光度計(TURNER DESIGNS社製 model111)を用いて測定し、対数増殖期の増殖速度(μ ; divisions d⁻¹)を最小自乗法により計算した。



☆:室内試験に用いた株の採取地点 ○:現場調査地点

図1 調査海域

2) 現場調査

1999年から2003年の7～9月にかけて、毎週1回、図1に示した周防灘西部に設けた17点で調査を実施した。

各調査点での表層(水深0.5m)、中層(水深5m)及び底層(底上1m)の3層それぞれからバンドーン採水器によって海水を採水し、各々500mlずつを生海水試料とした。生海水1ml中の*H. circularisquama*の遊泳細胞を3回繰り返して計数し、平均細胞数を求めた。

全調査点において、クロロテック(アレック電子社製ACL-1000)を用いて上層から下層まで0.5m間隔で水温・塩分を測定した。

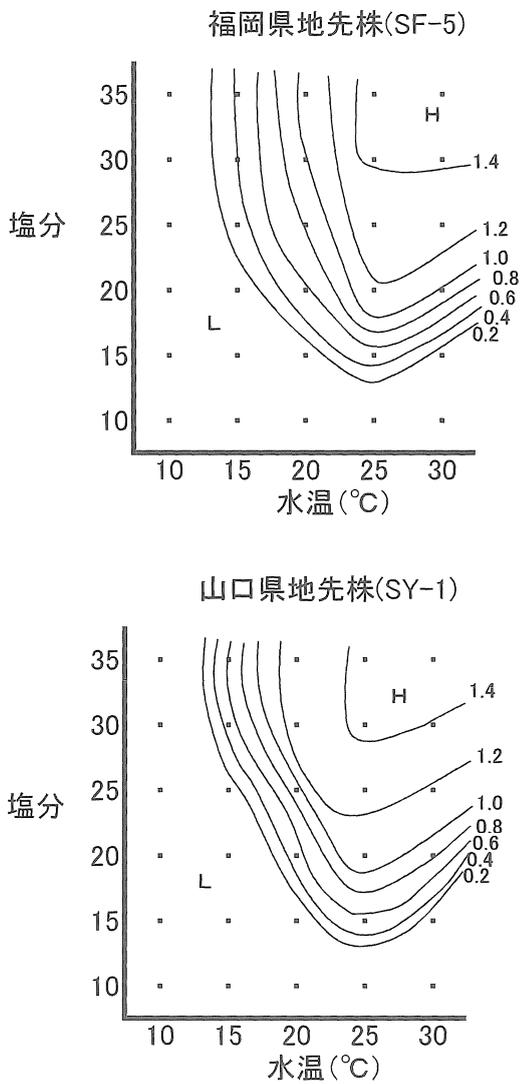
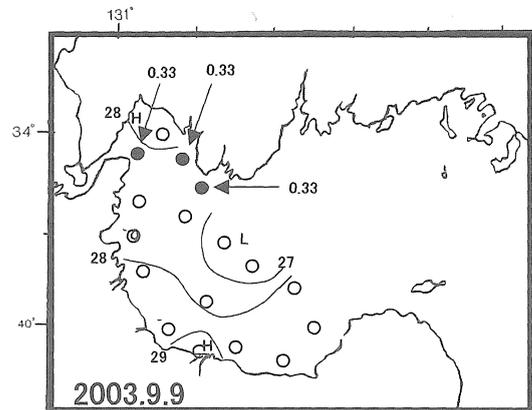
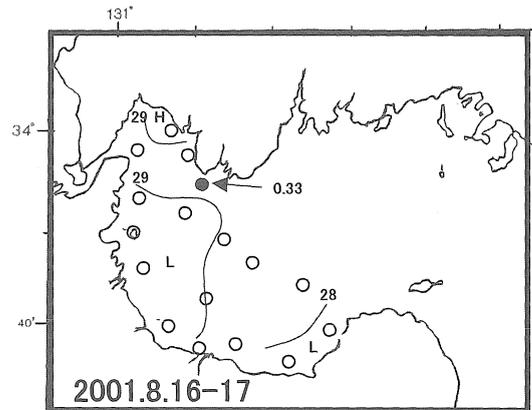
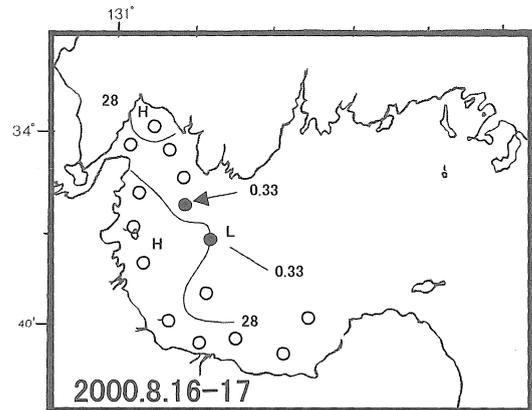
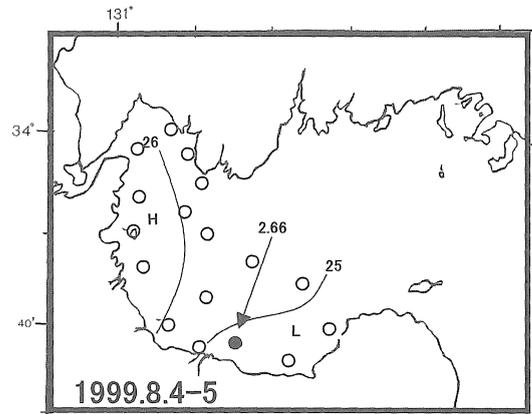


図2 周防灘産 *H. circularisquama* 2株の増殖速度に及ぼす水温と塩分の影響



●: 遊泳細胞出現(数字は3層の中で最も高い細胞密度(cells/ml))
○: 出現なし
等深線は5m層の水温を示す

図3 周防灘における *H. circularisquama* の初期出現と水温(5m層)の関係

結 果

1) 室内実験

水温・塩分の組み合わせ条件に対する *H. circularisquama* 2株の増殖速度の応答曲面を図2に示す。両株の増殖応答は類似しており、水温25℃以上、塩分25~30以上で高い増殖速度が得られた。最大増殖速度は水温25~30℃、塩分30で1.45~1.50 divisions d⁻¹であった。また、水温10℃と塩分10では増殖はみられなかった。

2) 現場調査

'99年から'03年の5年間（'02年は出現がみられなかった）の *H. circularisquama* の初期出現と5 m層の水温を図3に示す。⁷⁻¹¹⁾

初期出現は、'99年は8月上旬に大分県の沿岸域で、'00年は8月中旬に福岡県のやや沖合域で、'01年は8月中旬に山口県の沿岸域で、'03年は9月上旬に山口県の沿岸域でみられた。

出現時の水温は、25~29℃と比較的高い沿岸よりの海域に出現する傾向がみられた。また、出現時の塩分は31~33の範囲であった。

考 察

室内試験の結果、周防灘産2株の増殖応答は類似しており、水温25℃以上、塩分25~30以上で高い増殖速度が得られた。山口ら^{6) 12)}は *H. circularisquama* が多発する英虞湾、広島湾、伊万里湾、浦の内湾、八代海の5株の増殖特性を調べており、今回の室内試験はそれらとほぼ同様の結果を示した。

現場調査の結果、周防灘における初期出現は、8月上旬から9月上旬であり、年による大きな差はみられなかった。松山ら^{2) 3)}の報告によると、広島湾ではこの差が大きく、英虞湾では小さいことを明らかにしており、周防灘は、英虞湾の初期出現と類似している。また、年による差が小さい原因としては、シードポピュレーションとなる個体群が、ほぼ毎年、安定して供給されていること等が推定された。

過去5年間の現場調査結果から *H. circularisquama* は、水温が25~29℃と比較的高い沿岸よりの海域に出現する傾向がみられた。このことは、本種が高水温を好むという今回の室内実験の結果と一致する。一方、本種は低温条件下では、増殖速度が低下し、10℃以下では増殖できなかった。周防灘の最低水温は7~9℃の範囲なので、本種の生存限界に近いと考えられる。

以上の結果から、本種は水温が高いほど増殖速度が高いこと、現場海域では、やや沖合域で初期出現がみられ

た2000年を除けば、比較的水温が高い沿岸域で初期出現がみられることから、早期に本種の出現を把握するには沿岸域を中心にモニタリングを行えば効果的であると考えられた。

今回、植物プランクトンの増殖に影響を及ぼす環境因子として特に重要な水温・塩分について検討を行ったが、今後は栄養塩等他の環境因子についても検討を加え、今回の知見と併せて、より効果的な本種の発生予察技術の開発に取り組む必要があるであろう。

要 約

- 1) 室内実験において、水温・塩分の組み合わせ条件に対する *H. circularisquama* 2株の増殖速度の応答曲面をみると両株の増殖応答は類似しており、水温25℃以上、塩分25~30以上で高い増殖速度が得られ、水温10℃と塩分10では増殖はみられなかった。
- 2) '99~'03年の5年間の現場調査結果をみると、本種は水温が25~29℃と比較的高い沿岸よりの海域に出現する傾向がみられ、このことは、本種が高水温を好むという室内実験の結果と一致した。
- 3) 本種は水温が高いほど増殖速度が高いこと、現場海域では比較的水温が高い沿岸域で初期出現がみられることから、早期に本種の出現を把握するには沿岸域を中心にモニタリングを行えば効果的であると考えられた。

謝 辞

本研究を行うにあたり、貴重な *H. circularisquama* の株を譲渡していただいた山口内海水産試験場の馬場班長、現場調査のデータを提供していただいた大分浅海研究所の金澤研究員ならびに本研究をご指導いただいた瀬戸内海区水産研究所の山口峰生博士に深く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 山本千裕・田中義興：福岡湾で発生した2種類の有害赤潮プランクトンについて。福岡水試研報, No16: 43-44 (1990)
- 2) 松山幸彦・永井清仁・水口忠久・藤原正・石村美佐・山口峰生・内田卓志・本城凡夫：1992年に英虞湾において発生した *Heterocapsa* sp. 赤潮発生期の環境特性とアコヤガイの斃死の特徴について。日水誌, 61:35-41 (1995)
- 3) 松山幸彦・木村淳・藤井齊・高山義晴・内田卓志：1995年広島湾西部で発生した *Heterocapsa*

- circularisquama* 赤潮の発生状況と漁業被害の概要. 南西水研報, No30:189-207 (1997)
- 4) 江藤拓也・桑村勝士・佐藤博之: 1997年秋季に豊前海で発生した *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生状況と漁業被害の概要. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 平成9年度, 第8号:91-96 (1998)
 - 5) Chen, L. C. M., T. Edelstein and J. McLachlan, 1969. *Bonnemaisonia hamifera* Hariot in nature and in culture. J. Phycol., 5, 211-220.
 - 6) 山口峰生: 新型赤潮生物の増殖に及ぼす水温と塩分の影響. 南西海区水産研究所研究報告, 平成6年度, 7-12 (1998)
 - 7) 江崎恭志: ヘテロカプサ赤潮等緊急対策事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 平成11年度, 315-318 (2001)
 - 8) 江崎恭志・片山幸恵: ヘテロカプサ赤潮等緊急対策事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 平成12年度, 280-281 (2002)
 - 9) 江崎恭志・片山幸恵・長本篤: ヘテロカプサ赤潮等緊急対策事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 平成13年度, 333-334 (2003)
 - 10) 江崎恭志・長本篤・佐藤利幸: ヘテロカプサ赤潮等緊急対策事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 平成14年度, 300-301 (2004)
 - 11) 江藤拓也・長本篤: ヘテロカプサ赤潮等緊急対策事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 平成15年度, 271-272 (2005)
 - 12) 山口峰生: 新型赤潮生物 *H. circularisquama* の増殖特性と細胞分裂指数による増殖速度の推定. 南西海区水産研究所研究報告, 平成9年度, 7-12 (2001)