

フィド藻の各々に対し特異的に作用する殺藻微生物が存在する事が判明した。例えば *C. antiqua* に対する殺藻微生物は11月に最も多く、*F. japonica* と *C. ovata* への殺藻微生物は7月に多く認められた。しかもこの3者に対する殺藻微生物は102/mL付近の密度であり、*H. akashiwo* 赤潮の研究で得られた広島湾の結果と比較しても遜色がない。泊港の藻場において、これらのラフィド藻赤潮が採水時に発生していたわけではないので、大変興味深い。特に、*C. antiqua* への特異的殺藻微生物が多く検出されたのは初めてで、今後分離培養を試みる価値がある。

3) 潮間帯藻場における殺藻微生物の動態

大阪府岬町沿岸の潮間帯藻場において、1999年4-11月に毎月1回、海水と海藻（アオサ、マクサ、ウミトラノオ、タマハハキモク）を採集し、殺藻微生物を計数した。用いた対象赤潮生物は前述のラフィド藻5種6株と、赤潮渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* および *Heterocapsa circularisquama* 各1株の計8株である。藻場海水中の殺藻微生物は8月に *G. mikimotoi* に対し4200/mL、*F. japonica* で420/mLの最高値を示した。海藻に由来する殺藻微生物を見ると、褐藻2種に比べ、アオサとマクサにより多くの殺藻微生物が付着していた。特に7月2日のマクサで顕著であり、*F. japonica* 殺藻微生物が127万/g（湿重）、*G. mikimotoi* と *H. akashiwo* (IWA) に対しては数十万/gの高い値が得られた。アオサにおいても後者2種に数万/g程度の多数の殺藻微生物が計数された。また、海水と海藻の両方から多数の殺藻細菌が実際に分離培養された。

4) 擬似現場法を用いた潮間帯藻場海水中の殺藻微生物の挙動調査

2000年9月19日、および10月25日に上記の潮間帯において藻場の海水を採取し、無濾過、 $<10\ \mu\text{m}$ 、 $<0.8\ \mu\text{m}$ 実験区を作成した。そこに *G. mikimotoi* と *C. antiqua* を各々添加したもの、添加しないものを併せた計9つの実験区を設け、各実験区の $<0.8\ \mu\text{m}$ 画分について殺藻微生物数を経時的に調べた。9月19日の実験では、*G. mikimotoi* を添加した実験区全てで培養4日目までに *G. mikimotoi* の減少が見られ、同時に *G. mikimotoi* 殺藻微生物が顕著に増加した。一方、*C. antiqua* の細胞数は変動が少なく、*C. antiqua* 殺藻微生物も低密度で推移した。10月25日の実験では2日目までに、添加した *C. antiqua*、*G. mikimotoi* は共に急減した。赤潮藻添加の実験区では、何れも、*G. mikimotoi* 殺藻微生物が高密度まで速やかに増加した。*C. antiqua* 殺藻微生物は検出値が低いままであったが、多くの細菌フロックが観察されたことから、フロック形成細菌による *C. antiqua* 殺滅が示唆された。また、*G. mikimotoi* 殺藻微生物は増加後に従属栄養性微小鞭毛虫に捕食されて減

少した。

5) おわりに：赤潮予防対策

現場海域における魚介類と大型藻との混合養殖が赤潮予防に有効である可能性が示唆される。すなわち、大型藻の表面に付着している殺藻細菌が、常に海水へと遊離供給されれば、赤潮生物が低密度の時期から未然に制御できる可能性が考えられる。特に閉鎖的な水域においては有効と予想され、現場研究により実用化にむけての有用な知見の蓄積が期待される。

3. *Heterocapsa circularisquama* 赤潮発生水域の拡大防止

本城凡夫*, 今田信良*, 永井清仁**,
郷 譲治**, 芝田久士***, 長副 聡*
(*九州大学大学院農学研究院,
**ミキモト真珠研究所,
***熊本県立大学環境共生学部)

Prevention of expansion of distribution areas
on *Heterocapsa circularisquama* red tides

TSUNEO HONJO*, NOBUYOSHI IMDA*,
KYOHIITO NAGAI**, JOJI GO**,
HISASHI SHIBATA*** AND SOU NAGASOE*
(*Faculty of Agriculture, Kyushu University;
**Mikimoto Pearl Research Laboratory,
***Faculty of Environmental and Symbiotic Sciences,
Prefectural University of Kumamoto)

1994年、英虞湾において大規模な赤潮が発生した際、避難のため大量のアコヤガイが隣接の五ヶ所湾へ海上輸送され、垂下された。その直後、本湾で初めて本種の赤潮が発生した。これは *H. circularisquama* の出現域もしくは赤潮発生域の拡大が飛火的であるとする仮説を支持しており、仮説の実証を試みた。その結果、*H. circularisquama* は貝殻内に潜伏して他の場所に運ばれることを明らかにし、引き続き分布拡大防止に関係する貝の電気応答による発生予察技術及び殻内の *H. circularisquama* 細胞崩壊技術の開発を試みたので以下に紹介する。

1) *H. circularisquama* は貝の運搬によって分布を拡大する

H. circularisquama 細胞をアコヤガイに暴露した後に干出し、殻の内外に残っている細胞の生残を調べた。結果として、24時間の干出でも楕円形や球形に形態変化した非遊泳細胞の生残を確認すると共に、これら形態変化した細胞を新鮮培地へ接種すると、遊泳細胞へ短期日に回復することを確認した。現場水域から送られてきた貝の中からも非遊泳細胞が多数検出され、五ヶ所湾の養殖アコヤガイから分離された非遊泳細胞は福岡湾の原海

水中で遊泳細胞に回復した。さらに、殻の中に残る非遊泳細胞数は貝への暴露細胞密度に正比例することが判った。カキ、アサリ等は増・養殖種苗として、アコヤガイは避寒・避暑避難のために国内各地の水域へ頻りに運送されており、貝の運搬によって *H. circularisquama* は分布を拡大することを上記の結果は明示している。一方、西日本各地で多大な被害を与えている *Chattonella antiqua* や *Gymnodinium mikimotoi* の細胞は4時間以上のアコヤガイの干出で死滅することから、これらは貝の運搬によって分布を拡大することはなさそうである。しかし、現場から輸送されてきた貝の中から、珪藻類など多種類の植物プランクトンが吐き出されることが観察されており、貝の運搬によって分布を拡大するのは *H. circularisquama* だけではない。

2) *H. circularisquama* の早期発生予察は分布拡大防止の一助となる

アコヤガイの殻閉閉を閉殻筋への電極挿入による筋電応答インパルスと両殻に取付けた歪計からの抵抗値インパルスとして記録した。9種類の植物プランクトンを暴露した結果、4種類のプランクトンは高細胞密度の暴露で、インパルス数の増加が観測されたが、最高15回/30minまでであった。しかし、*H. circularisquama* の場合は低細胞密度(25 cells/mL)で15回/30min以上のインパルスを記録し、他種プランクトンとは明瞭に異なる応答を示すことから、殻閉閉応答の監視によって、早期の対応が可能になるので、本技術は分布拡大防止の一助となる。歪計による時間当たりのインパルス数も筋電応答のインパルス数と同じであった。閉殻筋への電極挿入法の耐久期間は数日間であるが、歪計の場合は1ヶ月以上の耐久性が確認されており、現場への実用化が可能となった。

3) 分布の拡大防止は可能である?

H. circularisquama の分布の拡大を防止するためには貝の殻中に入った細胞を体外へ完全に吐き出させて死滅させるか、外部からの作用で殻内の細胞を殺す方法がある。前者に対しては過酸化水素・低塩分併用処理、後者に対しては高温・低塩分併用処理による技術の開発を試みた。過酸化水素・低塩分併用処理は次の操作手順が結果として採用された。1) タンク内に塩分14%前後の希釈海水を入れ、市販の過酸化水素水(500 mL)を1本添加し、攪拌する。2) 輸送された貝を3分間液処理し、新鮮海水を入れた別のタンクに移す。3) 貝を現場に移す。この方法による効果は三重県産(100%死滅)と熊本県産(94%死滅)によって異なった。

高水温・低塩分併用処理は貝の健康を損なうことなく、殻の中に入り込んでいる細胞を効率良く死滅させる新技術である。貝の中に入り込んだ *H. circularisquama* は12%、38℃の条件下で、2~3分間処理すると完全に

死滅することが実験で確認された。この方法は過酸化水素・低塩分併用処理に比較して、化学物質を使用しないところに長所がある。

貝は新鮮海水に長時間入れるとプランクトンを吐き出すので、これもまた分布拡大防止技術である。有明海のノリ不作問題に絡んで実施されたアサリの移植放流事業では、*H. circularisquama* 細胞の分布拡大を防止するための国の行政指導に対し、関係県は無作為に採取したアサリを新鮮海水に入れて、吐き出される *H. circularisquama* 細胞を調べ、観察されないことを確認した上で放流を実行した。

4. 有毒アオコの分子識別と予察への応用

幸 保孝^{*,**}, 吉田天士^{*}, 広石伸互^{*}
(福井県立大・生物資源)

Detection of cyanobacteria, *Microcystis* by means of molecular biological techniques

YASUTAKA YUKI^{*,**}, TAKASHI YOSIDA^{*}
AND SHINGO HIROISHI^{*}

(* Department of Marine Bioscience,
Fukui Prefectural University;
** Eiken Chemical Co., Ltd.)

近年の活発な産業活動に伴い、過剰の窒素やリンなどを含む産業廃水や生活排水が湖沼を中心とした閉鎖性の淡水域に流入し、水質の富栄養化を引き起こしている。この結果、水域に生息するラン藻が増殖し、アオコが頻りに観察されるようになった。代表的なアオコを形成するラン藻の一種である *Microcystis* 属ラン藻は、環状ペプチドであるミクロシスチンを生産する。本物質は強い肝臓毒性と発ガンプロモーター活性を有しており、本毒素をふくむ水を飲んだ野生動物や家畜、家禽の斃死例が、世界各地で報告されている。さらに1996年にはブラジルにおいて、ミクロシスチンを含む貯水池の水を腎臓透析用として用いたために、60人の透析患者が死亡するという事故が報告された。

このような有毒アオコによる被害を防止するためには、まず *Microcystis* 属の動態を正確に把握することが重要であり、このためには正確かつ客観性に富む *Microcystis* の同定・検出法が必要不可欠である。従来では、*Microcystis* が形成する群体の形状を指標とした形態学的識別法が用いられてきたが、本法では群体形成以前あるいは群体崩壊後の本属細胞の識別が非常に困難である。また、冬季において群体を全く形成しない細胞の同定・検出は不可能であった。

一方で、本属にはミクロシスチンを生産する株としない株が混在するが、形態学的にこれらを区別することは不可能である。そこで我々は分子生物学的手法を用いた