

増殖生理

○坂本節子・山口峰生（瀬戸内水研）・山砥稔文（長崎総合水試）・Dae-Il Kim（Korea Coast Guard）・本城凡夫（九州大）

キーワード：Cochlodinium polykrikoides、増殖生理特性、環境要因、増殖速度

【はじめに】

赤潮による漁業被害を軽減するためには原因となるプランクトンの増殖生理特性を把握し、その発生機構を明らかにするとともに、プランクトンの増殖に影響を及ぼす環境因子の情報から赤潮の消長を予察する手法を開発することが一つの重要な課題となる。

Cochlodinium polykrikoides が漁業被害をもたらす有害な赤潮形成種であると認識されてからすでに30数年が経っているが、本種の増殖生理特性に関する知見は少ない。これは本種の発生海域が限られていたことや、被害が比較的小さかったことによるものと思われる。しかしながら、本種による赤潮はこの10年あまりの間に広域化するとともに、日本および韓国では多大な漁業被害をもたらしてきており、赤潮発生予察手法の開発は早急な課題となっている。本講演ではC. polykrikoidesの増殖生理特性に関するこれまでの知見を整理し、得られた知見を赤潮発生機構の解明や発生予察へと展開するために今後解決すべき課題を探る。

【増殖生理特性はどこまでわかっているのか】

植物プランクトンの増殖に影響を与える要因としては水温、塩分、光強度といった物理学的要因と、栄養塩の種類や濃度などの化学的要因が考えられる。C. polykrikoidesの増殖に及ぼすこれらの要因を明らかにするためには、現場において本種の出現環境を把握するとともに、他生物の影響等を排除し各環境因子をコントロールした室内実験系における増殖生理特性の検討が不可欠である。

水温・塩分：日本や韓国ではC. polykrikoidesの赤潮は夏場の高水温期に発生している。尹(2001)は、韓国南部海域において水温が最も高くなる8月から10月の水温躍層が崩壊する時期に本種の赤潮が発生することから、赤潮形成には水温が深く関係していることを示唆している。また、山砥(2006)は、諫早湾において本種が8月から9月の高水温・高塩分時に発生することを報告している。室内実験で得られた結果も、本種の増殖至適水温および塩分はそれぞれ25~27.5°Cおよび28~35psuであることを示しており、赤潮発生海域の環境とほぼ一致している。ただし、培養株によっては低温側の20°C、あるいは低塩分側の20~22psuでも高い増殖を示している。株間あるいは海域間で増殖特性の差異があるかどうかについては、今後の検討が必要であろう。

光強度：C. polykrikoidesは比較的表層で赤潮を形成することが観察されていることから、比較的強い光を要求することが推察される。光強度がC. polykrikoidesの増殖速度におよぼす影響について、これまでに報告されている室内実験の結果をまとめると、補償光量(I_0)は概ね3~20 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、半飽和定数(Ks)は22~90 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ であった。この結果はChattonella属やHeterocapsa circularisquamaなどの赤潮形成種と比べると、同程度から約2倍の光強度を必要とすることを示している。

栄養塩利用特性と増殖動力学：栄養塩の利用において他種植物プランクトンとの間に競合関係がある場合は、栄養塩の存在形態や取り込み速度が種の遷移やニッチの専有にも影響を及ぼす要因となる。

そのような重要な要因であるにもかかわらず、C. polykrikoidesの増殖に及ぼす栄養塩の影響についての知見は非常に乏しい。最近、金ほか(2007)は、八代海産のC. polykrikoides株を用いて窒素およびリンの形態別利用特性を調べ、本種が無機態の窒素やリンだけでなく尿素やグリシンといった有機態窒素やフォスフォモノエステル、フォスフォジエステルのような有機態リンを利用して増殖できることを報告した。このことは、環境中の無機態窒素・リンが低濃度であっても、有機態の窒素・リンを利用することで本種が種間競合において有意な地位を獲得できることを示唆している。また、金ほか(2007)は、窒素およびリン制限下における増殖動力学を調べ、動力学パラメーターである最大増殖速度および最小細胞内含量が窒素では0.48day⁻¹と5.25 pmol cell⁻¹、リンでは0.54day⁻¹と0.37 pmol cell⁻¹であったことを報告している。最小細胞内含量から算出された本種のN:P比は14.2となり、本種の増殖は環境中のリン濃度により制限されやすいと考えられる。

【赤潮発生機構の解明や発生予察へ向けての課題】

増殖生理特性に関する主要な知見は数少ないこれまでの研究報告から一通り得られるものの、一つの培養株の特性がその種を代表する結果となるかどうかは、異なる海域から分離した複数の培養株の増殖生理特性と比較して答えを出していく必要がある。特に、栄養塩の利用特性や増殖動力学に関する知見は金ほか(2007)以外には見あたらないことから、さらなる研究が必要とされる。

C. polykrikoidesの出現状況は海域によってかなり異なっている。本種の大規模な赤潮は多くの海域で夏にみられるものの、海域によっては小規模な出現が春先あるいは冬場に観察されている事例もみられる。このことからC. polykrikoidesの増殖生理特性が海域によって異なる可能性もあり、海域ごとにその特性を把握しておく必要がある。また、細胞形態がC. polykrikoidesと非常によく似ているが大きさや連鎖個体群の長さなどが異なる近縁種の存在が知られているが、しばしばそれらはC. polykrikoidesと混同して扱われている。種が異なればその増殖生理特性も異なると考えられるので、各海域で発生しているCochlodinium種の正確な同定も重要である。

室内実験でのC. polykrikoidesの最大増殖速度は概ね0.5 day⁻¹前後であり、内湾で赤潮となるChattonellaやHeterosigma akashiwoなどと比べると半分以下の速度である。自然環境では、環境要因の変化が大きいことに加え、他生物による捕食圧や栄養塩の競合など、増殖を制限する要因が多々存在するので、増殖速度は室内実験の結果よりもさらに遅いと推察される。実際に、尹(2001)は現場での群成長率を試算したところ約0.25 day⁻¹となったことを報告している。このような増殖の遅いプランクトンが高密度な赤潮を形成する過程は増殖速度だけでは説明しきれない。初期個体群の発生過程や休眠期細胞の発芽生理とそれらに関わる環境要因についても調査研究が必要である。また、風による吹き寄せや海流など海洋物理学的知見も含めてC. polykrikoidesの赤潮発生機構を考察していく必要があると考える。