

Notice on Plankton Seminar

#09005

9:30 – 11:30, 21 May (Thu.) 2009 at Room # W203

温帯沿岸域における有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella* のシストの生理生態 (研究紹介)

【はじめに】瀬戸内海を中心とする西日本沿岸域は、養殖漁業の盛んな水域である。しかし 1969 年以降、ラフィド藻の *Chattonella* (*C. antiqua* と *C. marina*, 近年は *C. ovata* も) による赤潮が夏季に頻発し、1 回の赤潮で数十億円規模にも上る養殖魚類の大量斃死が引き起こされることもあり、大きな社会問題となっている。*Chattonella* においては耐久性を有するシストの時期が存在するが、シストを含む生活史が不明であった。*Chattonella* 赤潮の発生機構を理解する上で、その解明が待望されていた。本研究においては、越冬のために必要なシストの形態を確認し、シストの生理生態学的特性を明らかにして、赤潮の発生における seed population としてのシストの役割を明らかにすることを目的とした。

【シストの形態】瀬戸内海の海底から発見された *Chattonella* シストの形態は次の通りである。発芽前のシストは黄緑色～茶色であり、砂粒や珪藻の被殻等に付着している場合が多く、単独あるいは数個の塊状で存在していた。シストの内部には濃褐色～黒色の粒子が認められ、外壁は厚さ 1 μ m 以下、外壁の表面は平滑で装飾物はなかった。シストの背面観は径約 25～35 μ m の円ないし楕円形、側面観は高さ約 15～25 μ m の概ね半円形であった。なお、最重要種である *C. antiqua* と *C. marina* のシストは形態が酷似しており、形態に基づく両種の識別は不可能である。なお、ごく最近 *C. ovata* のシストも発見されたが、やはり種の識別は不能である。

【シストの形成条件】培養条件下で *Chattonella* のシスト形成を試みたところ、*C. antiqua* と *C. marina* で成功した。窒素源として低濃度のアンモニウム塩を用いた培養液中で栄養細胞を 8～10 日間培養後、1000lux 以下の低照度あるいは暗黒条件下に置くことによって、シストは形成された。休眠解除のための 4 ヶ月間以上の低温処理 (11 $^{\circ}$ C) 後、温度 22 $^{\circ}$ C の光条件を与えたところ、*C. marina* の人工シストの発芽が確認された。以上から現場海域におけるシスト形成過程は次のように想定される。夏季に、表層水中で増殖した *Chattonella* は、栄養塩の枯渇 (例えば窒素が有効) に遭遇した後、シスト形成の前駆体である小型の細胞を形成する。この小型細胞は海底へ沈降し、そこで弱光環境 (埋まれば暗黒) を経験し、周囲の珪藻の被殻や砂粒などの固体基質表面に付着することにより、シスト形成が進行完了する。

【シストの生理生態学的特性】シストの発芽に与える温度の影響を終点希釈法 (MPN 法) で検討したところ、10 $^{\circ}$ C では発芽せず、15 $^{\circ}$ C～30 $^{\circ}$ C で発芽した。発芽は 15 $^{\circ}$ C と 18 $^{\circ}$ C では少なく、20 $^{\circ}$ C で活発になり、22 $^{\circ}$ C と 25 $^{\circ}$ C で最適、30 $^{\circ}$ C で減少した。シストの休眠と成熟 (発芽能の獲得) に及ぼす温度の影響、ならびに現場海底泥中におけるシストの発芽の季節性を調べた。秋の時点で海底泥中のシストは殆ど発芽しなかった。秋に採取した海底泥試料を温度 20 $^{\circ}$ C 以上の条件下で保存した場合シストは成熟せず、11 $^{\circ}$ C 以下で良好に成熟した。15 $^{\circ}$ C と 18 $^{\circ}$ C では臨界的であった。温度 22 $^{\circ}$ C で保存した海底泥試料を 4 ヶ月経過後に 11 $^{\circ}$ C の条件へ移したところ、多くのシストがその後 4 ヶ月以内に発芽能を獲得した。以上から、シストの成熟には温度 11 $^{\circ}$ C 以下の低温期間が 4 ヶ月間以上必要であることが明らかとなった。周防灘において、海底泥中のシストの発芽に関して季節性を調査した結果、著しい季節性が見出された。1 月には殆ど発芽せず、4 月になると発芽するシストの数は激増した。その発芽能は 7 月中旬頃まで維持されたが、8 月中に急速に失われた。11 月には発芽出来るシストは検出されなかった。以上の結果から、シストの休眠・成熟・発芽含めた *Chattonella* の年間の生活様式は以下のように要約される。海底のシストは、底層水温が発芽に適した範囲 (20 $^{\circ}$ C 前後) に達する初夏に活発に発芽する。発芽した栄養細胞は夏季に表層水中で増殖し時に赤潮を形成するが、一方で栄養欠乏によってシストを形成する。その後シストは海底で遺伝的に制御された自発的休眠期間を過ごす。この休眠の解除には 4 ヶ月間以上の低温条件を要するので、秋には適温になってもシストは発芽しない。低水温の冬季にシストの休眠解除が進行し、春になると休眠を完了して発芽能力をシストは備えるようになる。なお冬季の水温が 10 $^{\circ}$ C を下回る瀬戸内海では、*Chattonella* が栄養細胞のまま越冬することは不可能である。春～初夏までは、底層水温が低いのでシストは発芽出来ず、後休眠 (環境から強制されている) の時期を余儀なくされる。その後、底層水温が上昇して 20 $^{\circ}$ C 付近になると、シストの発芽は活発になる。また、夏季の間に埋没等で発芽の機会を逸したシストは死亡するわけではなく、再度休眠状態になって (二次休眠) 翌年に持ち越される。瀬戸内海は水深が浅く、*Chattonella* にとっては生活史の交代が容易である。シストの生理生態を考慮するならば、*Chattonella* は温帯域に良く適応した赤潮生物と結論出来る。

今井一郎