

平成 19 年度 地域保健推進事業

「健康危機管理における地方衛生研究所の広域連携システムの確立」

分担事業者 前田 秀雄（東京都健康安全研究センター所長）

平成 19 年度 地方衛生研究所全国協議会 近畿支部 自然毒部会 研究発表会

抄 錄 集

日 時：平成 20 年 1 月 11 日(金) 午後 1 時 15 分～

会 場：大阪府立公衆衛生研究所 4 階 講堂

地方衛生研究所全国協議会 近畿支部 自然毒部会 事務局

(大阪府立公衆衛生研究所)

西日本海域における有毒プランクトンの近年の発生状況 及び食用二枚貝の毒化

(独) 水産総合センター 瀬戸内海区水産研究所
赤潮環境部 有毒プランクトン研究室
主任研究員 松山 幸彦

1. 有毒プランクトンと貝毒発生について

貝毒はホタテガイやマガキなどの二枚貝が有毒プランクトンを餌として捕食することで毒素を一時的に蓄積し、これを食べた人が中毒症状を起こす現象を呼ぶ。毒素の产生者は有毒プランクトンであり、食用となる二枚貝自身には毒素を作り出す能力はない。日本で問題となる貝毒には有毒プランクトンの種類によって麻痺性貝毒と下痢性貝毒の2種類があり、これ以外にも多種類の貝毒が知られている。貝類の食中毒件数としては、生食等によるビブリオ腸炎やノロウイルス(SRSV)による中毒事例が圧倒的に多く、貝毒による中毒は全体の10%以下と少数である。しかしながら、麻痺性貝毒のように致死量以上の摂取で死亡してしまう例もあるため、発生件数が少ないからといって軽んじることはできない。

有毒プランクトンは複数の毒成分を產生し、その比率は種類によって大きく異なる。また二枚貝についても有毒プランクトンの種類によって取り込み能力(毒の蓄積能力)が左右されるために、二枚貝の毒化は原因プランクトン種と二枚貝の組み合わせで複雑に変化する。また、貝が毒を保持している期間は一時的なものであり、現場海域で有毒プランクトンが消失すると徐々に解毒される。ただし原因プランクトン種や二枚貝の組み合わせによって毒化の程度や解毒期間に大きな差異が生じるため、リスク管理のために高頻度の貝毒検査とともに、原因となる有毒プランクトンの現場海域での消長についてもモニタリングする必要がある。

2. 近年の西日本における有毒プランクトンの発生状況

1960～80年代まで、貝毒と言えば北海道・東北海域が中心であり、麻痺性貝毒原因種として *Alexandrium tamarense*、下痢性貝毒原因種として *Dinophysis acuminata*、*Dinophysis fortii* など特定の種類に限定されていた。この時期、西日本海域では魚毒性の高い *Chattonella* 属や *Karenia mikimotoi* (= *Gymnodinium nagasakiense*, *Gymnodinium mikimotoi*) などの赤潮が猛威をふるい、養殖魚類に甚大な被害を及ぼしていた。「北日本は貝毒、西日本は赤潮」というような棲み分けが長らく続いていると言える(後者は食品衛生学的には問題とならない)。

しかしながら 1990 年代に入って西日本における状況は一変した。それまで頻発していた赤潮の発生件数が半減した代わりに、瀬戸内海、九州沿岸域において麻痺性貝毒発生が顕在化し、マガキ等の自家消費による集団食中毒事件が発生するなど社会問題化した。有毒プランクトンの出現状況から見れば、今はや貝毒は日本全国いつどこで発生してもおかしくない状況にあると言える。

この西日本における麻痺性貝毒の増加を種類ごとに比較検討すると、興味深い傾向が読めてくる。大学などが 1970 年代に予備的に行った調査において、熊野灘、紀伊水道域、伊勢湾海域で麻痺性貝毒原因種である *Alexandrium catenella* のブルーム発生が既に記録されており、従来から貝毒発生を小規模ながら引き起こしていたことが分かっている。本種は 1980 年代以降和歌山県の田辺湾や鹿児島県の山川湾でも大規模に出現するなど、西日本での貝毒発生の停滞期(1960～1980 年代)における主要な原因種であったが、その発生は散発的で、必ずしも近年の貝毒発生件数を大きく押し上げているとは言えない。

北海道・東北海域で従前から問題となっていた冷水性の有毒プランクトン *Alexandrium tamarense* については、1992 年に広島湾で初めて大発生して養殖マガキの毒化を引き起こし、それ以降ほぼ毎年のように貝毒発生が続いている。本種は 2000 年に愛知県の三河湾でも大発生して養

殖アサリを毒化させ、そして 2002 年以降は大阪湾でも発生が顕在化し、2007 年の春には原因種が目視で分かるほどに異常に増殖して赤潮を形成し、各種の二枚貝を高毒化させた。このように冷水性の有毒プランクトンの南下現象が近年の西日本における貝毒発生を増加させている要因の一つであることは明かである。

さらに、麻痺性貝毒の顕著な増加傾向を示している九州海域では、熱帯性の有毒プランクトン *Gymnodinium catenatum* の発生が原因となっている。本種は 1980 年代半ばから山口県の仙崎湾や京都府の久見浜湾など日本海側で出現が認められており、小規模な貝毒発生を引き起こしていた。1996 年以降大分県猪串湾で大発生してムラサキイガイやヒオウギガイを毒化させた後、熊本県宮野河内湾、長崎県玉之浦湾、長崎県薄香湾などでも毎年のように出現し、天然マガキの毒化を引き起こしている。本種を原因とする貝類毒化はその後愛媛県の宇和海一帯、福岡県から佐賀県の玄界灘沿岸、豊前海、三重県熊野灘まで及び、近年の麻痺性貝毒を増大させている最大要因となっている。先ほど北方種の南下現象について述べたが、このように南方種の北上現象も顕著で、西日本海域はこれら北方種と南方種から「挟み撃ち」に合っていると言えよう。さらに 2000 年以降は典型的な南方種の一つ *Alexandrium tamarense* (タイやベトナムなどの在来種) が瀬戸内海全域で出現するようになって、これも貝毒発生を増大させている一因となっている。1990 年代以降西日本海域の冬季水温の上昇が顕著であるため、これら南方種の移入・定着が顕在化しているものと思われる。

麻痺性貝毒と比較すると下痢性貝毒についてはこれまでのところ西日本海域では増大傾向は認められない。しかしながら原因となる *Dinophysis* 属の出現密度は北日本海域よりも高く、一部の予備的な調査でムラサキイガイなどに下痢性貝毒が蓄積する現象も認められている。麻痺性貝毒の前例もあるので、今後西日本海域においても下痢性貝毒の増大に注意を払う必要があり、更なるモニタリング体制の強化が求められている。

3. 有毒プランクトンの特性と発生環境との関係

貝毒の原因となる生物のほとんどすべては、鞭毛を持って活発に遊泳する「鞭毛藻」に分類される。特に「渦鞭毛藻」という分類群には悪名高い貝毒生物のほとんどが名を連ねている。この渦鞭毛藻は、1) 自ら遊泳する(沈降しづらい)、2) 栄養分を細胞内にプールする能力が高い(栄養欠乏に耐える能力が高い)、3) 他の植物プランクトンと比して増殖が遅い、4) 硅藻と異なり硅酸塩(シリカ)を栄養源として必要としない、5) 他のプランクトンがあまり利用できない溶存態有機リン(DOP)を利用できる、などの特徴を持つ。

一般的に赤潮・貝毒生物を含む植物プランクトンは増殖するために栄養分と光が必要である。栄養分(窒素とリン)は主に河川と海底の泥から供給される。河川が流れ込む河口域は、光が十分に届く海面近くに栄養が供給されるので必然的に植物プランクトンの増殖が活発になる。こうした環境では増殖速度がきわめて速い珪藻類が増え、増殖の遅い鞭毛藻は競争に勝てず、あまり増えることができない。逆に、表層の栄養分はそんなに多くないが、海水が停滞しやすく、底質がヘドロ化して底泥からの栄養分の供給が活発な海域は、生態学的にみて鞭毛藻が好む環境である。特に付近に大きな河川や都市はないものの、複雑な入江が交錯して、底質の悪化が著しい海域は潜在的に貝毒発生が多い環境と言える。

一方で、珪藻類を繁茂させるのに必要な栄養分の多くが河川水から供給されるが、森林の荒廃、ダムや河口堰の建設で河川水が減少すると同時に、都市部を経由し、多量の窒素・リンを付加された(しかしシリカが相対的に少ない)排水が沿岸部に排出される。このような環境下では珪藻類は一時的に増えてもすぐに死滅・沈降してヘドロを形成し、以後はヘドロから供給される栄養分を効率的に利用する鞭毛藻が生態的に優位となって繁茂する。近年広島湾や大阪湾で貝毒発生が増大している要因は、これら人為的な環境の変化が深く関与している可能性が高い。

さらに 1988 年頃から瀬戸内海の冬季水温が平年より 1~2°C 高めに推移しており、これはエルニーニョなど地球温暖化の影響が既に瀬戸内海で出ていることを示すものである。本来西日本では分布拡大が困難である *Gymnodinium catenatum* や *Alexandrium tamarense* が出現する背景には、

冬季水温の上昇が考えられる。もちろん、これら生物が船舶のバラスト水、養殖種苗、木材や海砂などの輸入に伴い日常的に侵入して発生を助長している可能性も指摘されている。

4. 二枚貝毒化の予測と対策

1) 貝毒発生予知技術の開発

Alexandrium 属は海底泥中でシスト（休眠胞子）として潜んでおり、毎年、冬から春にかけて発芽した栄養細胞が水中で増加する。シストの発芽や栄養細胞の分裂・増殖に直接影響する水温は予知指標として有効である。従って、海域毎に出現パターンを把握し、予め貝毒が発生する時期に生産を控え、プランクトンの発生が終息したら生産を再開することで汚染された貝類を処分することが回避できる。この出現パターンは同一種であっても海域によって大きく異なることが知られているので、それぞれの海域で詳細に監視することにより予知技術の精度を高めていく必要がある。

2) プランクトン殺滅もしくは発芽抑制法の開発

有毒プランクトンの細胞を崩壊させるための有効かつ適切な薬剤もしくは化合物はいくつか知られているものの、広い海域に効力を発揮させるだけの量を散布することはコスト的に困難であるし、生態系への悪影響や法的な問題があり、これらの殺滅技術の開発は実現困難と判断される。有毒プランクトンの多くはシストを形成し発芽条件が整うまで海底で休眠するため、覆砂など海底の被覆によりシストの発芽防止を行う方法も考えられるが、対象面積が広大なこととコストの問題があり、やはりその実施は困難が予想される。

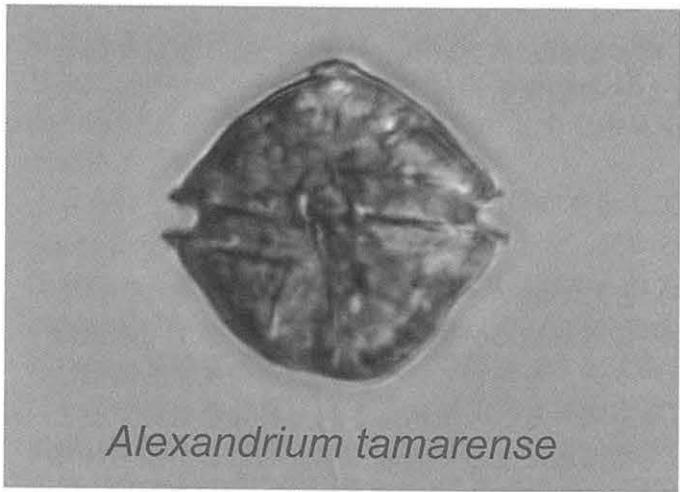
3) 解毒法の開発

麻痺性および下痢性貝毒のいずれで毒化した二枚貝も、放置しておけばいずれ解毒される。この特性を利用し、生きた状態でオゾンや紫外線照射海水中で飼育することで解毒が進行するという報告もある。また、毒の大部分は中腸腺に蓄積されているのでこの器官をホタテガイやアカザラガイのように簡便に除去できれば、安全に出荷させることができると報告されている。しかし有毒部位を除去できないマガキやアサリなどではこうした手法は不可能である。また貝殻の色彩の美しいヒオウギガイのように、殻付きで出荷しないと市場価値が失われる二枚貝では、中腸腺の除去は非現実的である。現在のところ、ホタテガイの有毒部位の除去を除き、コストや技術的な問題から解毒法の開発はほとんど実践されていない。

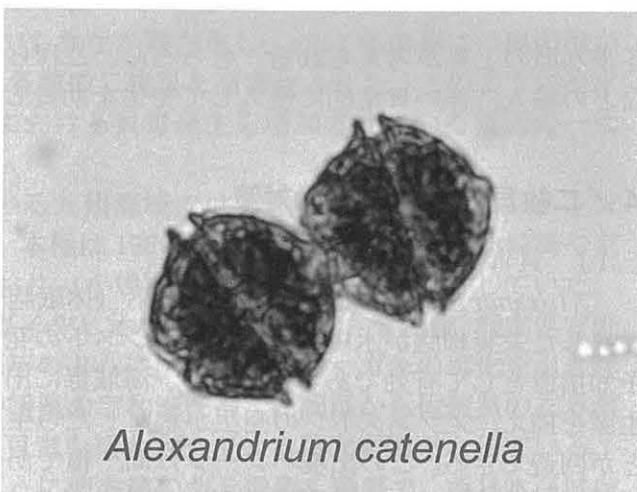
これまでのところ、貝毒の発生は、原因となる有毒プランクトンを定期的にモニタリングすることである程度の予測ができるまでになっている。また、季節的な出現特性と水温などとの関連から、中長期的な予測を可能にしている海域もある。しかしながら、ほとんどは数日から1週間程度の期間に限定された予測手法であり、養殖業者が求めているような数ヶ月あるいは1年先の発生規模を予測するのは現在のところ困難である。西日本海域で流通している二枚貝は中腸腺除去の困難なマガキやアサリなどが中心であること、これらの二枚貝は浄化や砂抜きとして日常的に24時間程度の流水下で飼育することが多いので、何らかの有効かつ効果的な解毒法の開発についてさらに検討の余地があると判断される。

5. 二枚貝捕食者の毒化の問題

有毒プランクトンが産生する毒素は、プランクトンを直接餌料として捕食する二枚貝に蓄積する。現場海域ではこれら毒化二枚貝の捕食者が存在するために、今後注意すべき事項である。近年二枚貝捕食者のトゲグリガニやイシガニにおいて、規制値以上の毒化が認められたため、関係機関に検査態勢の強化について厚労省より注意喚起文が出されている。これらカニ類以外にも、シャコ類、肉食性巻貝、ヒトデ類、フグやクロダイなどの魚類も二枚貝捕食者である。さらに、毒化二枚貝を捕食して毒化したカニ類を、さらにマダコなどが捕食して毒化する可能性もあり、二枚貝捕食者の毒化の問題についてさらなる実態調査が必要である。



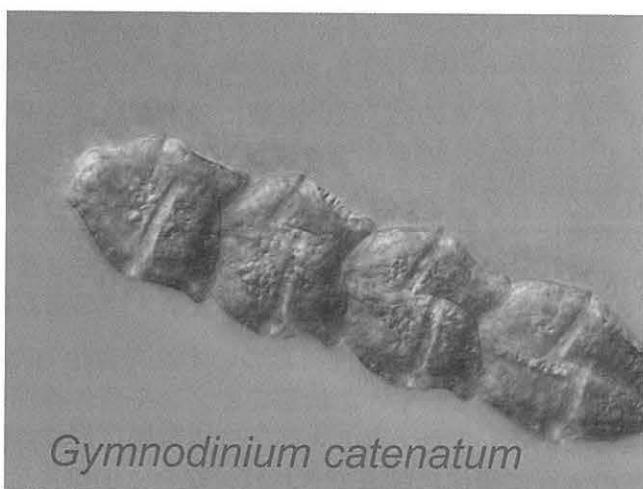
Alexandrium tamarense



Alexandrium catenella



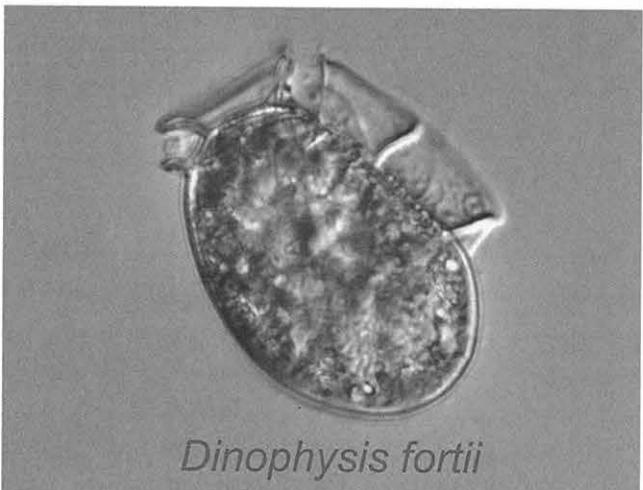
Alexandrium tamiyavanichii



Gymnodinium catenatum



Dinophysis acuminata



Dinophysis fortii



Pseudo-nitzschia sp.