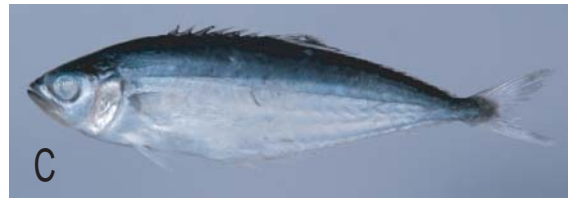
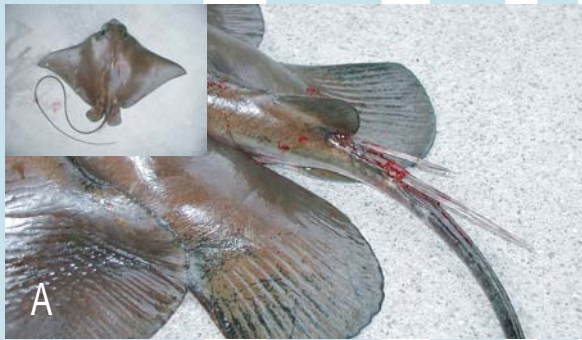


瀬戸内通信

No. 6 Jun. 2007



CONTENTS

特集 瀬戸内海で起きている異変

- 02 浮泥による藻場の衰退
- 04 熱帯性の有毒プランクトンの新たな出現と問題
- 06 温暖化が貝類の増養殖に与える影響
- 08 瀬戸内海の魚類に見られる異変—熱帯・暖海性魚類の出現と人的被害

研究紹介

- 10 有毒渦鞭毛藻ギムノディニウム・カテナータムはどのような環境に発生するのか？
- 12 流出油の毒性—油処理剤との関連
- 14 新しい標識素材の探索と応用技術の開発

イベント報告

- 16 総合学習「いきいき学級」で干潟観察会を実施

トピックス

- 17 え！？瀬戸内海に大型サンマ来遊

編集 瀬戸内海区水産研究所



独立行政法人
水産総合研究センター

特集：瀬戸内海で起こっている異変

浮泥による藻場の衰退

吉田 吾郎

近年、魚介類や他の多くの沿岸生物を支える藻場の衰退が瀬戸内海全域で確認されるようになってきました。その衰退のおもな原因と考えられるのが浮泥の影響です。浮泥の沈積によって海藻が枯死し、新たな個体の繁殖も阻害されることが確認されています。この浮泥の影響は、近年の海水温上昇の影響と相まって強くなることも予測されます。今後は長期的な藻場のモニタリング（監視調査）が必要と考えられます。

浮泥による藻場の衰退

大型海藻のガラモ（ホンダワラ類）やアラム・カジメ類が形成する藻場は、沿岸漁業にとって欠かせないものです。広島湾の岩礁域では、浅所では1年生ガラモのアカモクが、また水深5m前後からそれ以深では多年生のノコギリモクや、カジメの仲間であるクロメが藻場を作っています。アカモクなど浅所に生えるガラモが長く伸び、海面にたなびく姿を見て、その年の海の環境のバロメータとしている漁師さんもいます。

しかし、立派に見える藻場でも、潜水して深みへ降りていくと、ある深度で海底から立ち上がるガラモがぱったりと無くなることがあります（図1）。そこでは、泥に覆われた海底が剥き出しになり、また積もった泥の重みに耐え切れず横倒しになったガラモ（図2）がえんえんと続く光景が広がります。泥が沈積することによる藻場の異変は、アカモクの生える水深よりも深い場所、すなわち波浪の影響の少ない水深帯で起こっています。したがって、潜水漁者でない限り、毎日海を見ている漁師さんも気がつかないことがあります。このような「浮泥」による藻場の衰退は、広島湾だけでなく瀬戸内海の全域にわたり見られることがわかってきました。

浮泥はどうやって海藻を減らすの？

海藻が成長するためには、光合成に必要な光が十分に藻体に届くことが必要です。しかし、海藻の葉上に浮泥が積もると、海藻に直接届く光が減じて光合成量が減り、やがて海藻は自らの体を維持できず枯れてしまいます。私達の調査では、広島湾内のある島の藻場では、海藻が自らの重量と同じ量の浮泥に覆われ、衰弱しているのを観察しました。また、もともと海水の濁りの強い湾奥域では、わずかな浮泥の被覆により海藻が枯死してしまうことも確認されました。さらに、岩などの上に積もった浮泥は、海藻の胞子の入植を阻害し新たな藻場の形成を妨げるだけでなく、ウニやアワビなど磯に住む水産生物にも重大な影響を与えているはずで

浮泥はどこからやってくるのか

この浮泥の起源については、一般的には河川などから流入した細かい泥やシルト分に、プランクトンなど様々なものが吸着して出来ると考えられているようです。また、閉鎖的で流入河川も多い瀬戸内海では、昔から浮泥の影響を受けやすい場所もあったものと思われます。しかし、藻場で観察される浮泥は、細かい粒子状のものだけでなく、有機物の多い粘性の高

いものだったり、付着珪藻の増殖を伴っているものであったり、その性状は様々なように感じられます。また、必ずしも降雨期と時期的な一致が見られない場合や、大きな河川からは距離のある島嶼域で顕著に見られる場合もあります。

いずれにせよ、浮泥による藻場の衰退に伴う漁業生産の損失は多大なものと考えています。また、近年問題となっている温暖化による海水温の上昇のマイナスの影響は、光条件の厳しい場所に生育する海藻により顕著に現れることが明らかになりました。したがって、海水温が上昇した場合、現在浮泥の影響を受けている藻場の消失が一気に進み、さらに沿岸の生産力が低下してしまうことが懸念されます。浮泥の起源と挙動の解明を進め、藻場にとって健全な環境を保全すること、また藻場の状態を長期的なモニタリングを行うことが必要と考えています。

(生産環境部 藻場・干潟環境研究室)



図1. 藻場と浮泥の沈積による藻場衰退域の境界 (広島湾内)



図2. 藻体上に沈積する浮泥に覆われたガラモ (広島湾内)

特集：瀬戸内海で起きている異変

熱帯性の有毒プランクトンの新たな出現と問題

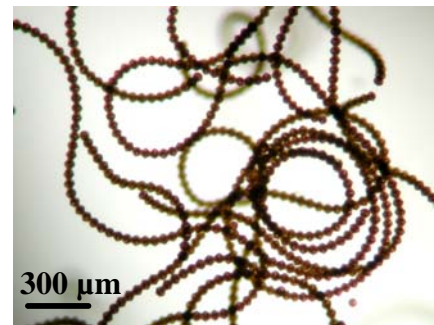
長井 敏

1990年代後半に入り、瀬戸内海で新たに出現が見られたのはアレキサンドリウム タミヤバニッチという麻痺性貝毒の原因植物プランクトンで、1999年に初めてその出現が記録された後、2001年にほぼ瀬戸内海全域で出現し、一部の海域で貝毒が発生しました。今後、大規模な増殖が生じる可能性があります。本種は、猛毒成分を産生するため、高密度で増殖するとマガキなど食用貝類の深刻な毒化の生じる可能性があり、注意を要する種として、その出現が懸念されています。

熱帯性の有毒プランクトンの新たな出現

文明の発展に伴い、二酸化炭素の大量排出、オゾン層の破壊などにより、地球の温暖化が進行し、瀬戸内海においても冬季の水温上昇が指摘されています。地球の温暖化が直接的な原因か不明ですが、1990年代後半に入り、瀬戸内海で熱帯性の有毒プランクトンの出現が新たに確認されたので、今回はそれを紹介します。

アレキサンドリウム タミヤバニッチ(図1上)は、麻痺性貝毒の原因植物プランクトンで、日本では1988年に初めて、相模湾油壺で確認されました。その後、1997、1998年に沖縄県国頭郡塩屋湾で増殖し、これを摂食したミドリイガイが毒化しました。これはタミヤバニッチの出現により日本で初めて確認された食用貝類の毒化事例です。瀬戸内海では1999年に初めてその出現が記録された後、2001年に瀬戸内海のほぼ全域で出現し、一部の海域で貝毒が発生しました。以後、ほぼ毎年のように、瀬戸内海で出現が確認されています。非常に長い連鎖を作る種で、一見小さなウミヘビのようにも見えます(図1上)。



増殖の特性とタネの形成

本種は、20~32.5℃の範囲で増殖し、27.5~30℃付近で最も良く増殖が見られます。一方で、15℃以下まで低下すると死滅してしまう典型的な熱帯性種です。本種は、球状に近い形の耐久性シスト(図1下)を作ります。室内培養条件下でのシストの形成は20~32.5℃で見られ、25℃で最も多く形成されます。

本種のシストの発芽は15~25℃で暗所で4ヶ月間保存された時に、20℃以上の温度で培養した時に初めて、高い発芽率を示しますが、5~10℃で保存すると発芽率は低く、特に5℃で保存するといかなる温度で発芽実験を行っても全く発芽しません。

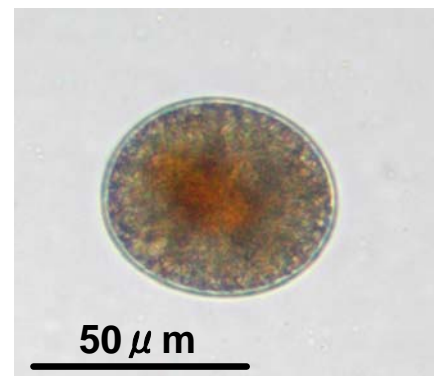


図1 アレキサンドリウム タミヤバニッチの遊泳細胞(上)と耐久性シスト(下)

瀬戸内海における発生

瀬戸内海では水温が 28℃前後の8月中・下旬頃から海水中に確認され、増殖します。これまで十数個/mLまで増殖が確認されています。水温が15℃以下となる12月中旬頃に水中から見られなくなります。本種は、15℃以下に温度が下がると、死んでしまいます。水中で遊泳細胞として増殖している時にシストを形成し、遊泳細胞としては生存できない低水温期 (<15℃) 12月～翌年の6月上旬頃までは、海底泥中にシストとして生存し越冬していると考えられています。底層水温が20℃を上回る6月中旬頃に発芽し(図2)、水中に遊泳細胞として出現すると考えられています(図3)、現時点では、底泥中のシスト密度は著しく低く、まだ検出されることがありません。今後、大規模な増殖が生じる可能性があります。本種は、猛毒成分を産生するため、高密度で増殖するとマガキなど食用貝類の深刻な毒化の生じる可能性があり、注意を要する種として、その出現が懸念されています。

(赤潮環境部 有毒プランクトン研究室)



図2. アレキサンドリウム タミヤバニッチのシストの発芽の瞬間

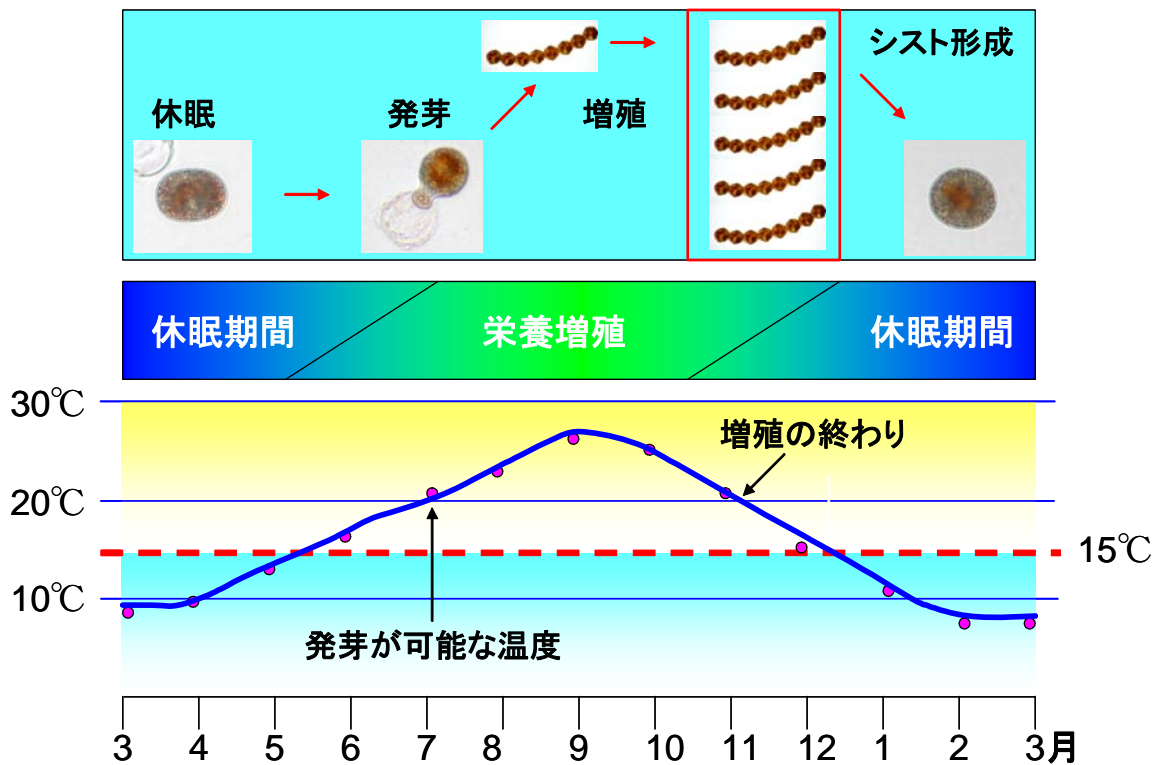


図3. 瀬戸内海におけるアレキサンドリウム タミヤバニッチの発生機構と底層水温との関係 (広島湾における底層水温の推移を示した)

特集：瀬戸内海で起こっている異変

温暖化が貝類の増養殖に与える影響

薄 浩則

現在瀬戸内海の貴重な水産資源であるマガキやアサリは、水温の上昇により収穫量が減少すると考えられます。また、新たな食害生物の出現や感染症の発生なども心配されます。水温上昇の他に、海面の上昇、降水量や河川水量の変化、海流の変化など、地球温暖化が及ぼす複合的变化が瀬戸内海の水産資源に与える影響の予測は困難を極め、物理的、生物的環境変化を長期的に調べてゆく必要があります。

水温上昇による直接的な影響

瀬戸内海でさかんに養殖や増殖が行われているマガキやアサリなどの二枚貝類は私たち哺乳類と違って自らの体温を調節する機能が無く、海域の温度変化は二枚貝類の呼吸や成長、成熟、産卵などに直接的な影響を及ぼします。水温と貝類の生理機能の関係についてはこれまでに種々の研究が行われていて、それらの結果から温暖化による水温上昇の影響を推測することが可能です。

主に夏に産卵するマガキでは、瀬戸内海の海水温が上昇した場合、産卵回数が増えるのではないかと予想されています¹⁾。「産卵回数が増えるのならたくさんの子供が生まれて収穫量の増加に結びつくのではないかと？」と思われるかも知れませんが、マガキは産卵により多くのエネルギーを消費するため、産卵回数の増加により死亡するマガキが増え、結果として収穫量の減少に結びつくと考えられています。

また、生まれた卵が正常に発生するためには水温が21～26℃の間である必要があるといわれていて、産卵時の水温が26℃以上になる場合が増えると卵は正常に育たず、養殖に必要なマガキの子どもを手に入れるのが難しくなると考えられています¹⁾。

アサリは瀬戸内海では主に春と秋に産卵しますが、子どもの貝にとって夏場の干潟の高温は大敵です。夏の気温・水温が上昇すれば、死亡する貝の数が増えると考えられます。

魚ならば自分の生息に適した水温の海域や深みへ逃げることが可能かも知れませんが、殆ど移動能力を持たない二枚貝類にとって不適な水温上昇はまさに死活問題です。

その他の影響

数年前から瀬戸内海西部でアサリなど二枚貝類を食害して問題視されているナルトビエイは、温暖化により外海から瀬戸内海に入ってきたのではないかとされています。このような食害生物が温暖化により増加するとしたら、二枚貝類の資源に大きな影響を与えることとなるでしょう。

二枚貝類に身入り不良や死亡などの悪影響を及ぼす寄生虫として海外での被害が知られているパーキンサス類は高水温・高塩分を好み、北米大西洋岸では水温の上昇によりこれらの一種の分布が拡大した可能性が指摘されています²⁾。貝類の感染症は十分に調べられているとは言えない状況であり、もし、現時点で知られていない二枚貝類の病原体が温暖化により瀬戸内海にまで分布を拡大してくるとしたら、その姿が見えないだけに貝類の養殖や増殖の推進にとって大きな困難となるでしょう。

変化は複合的

地球温暖化は気温や水温の上昇だけではなく、海面の上昇、降水量や河川水量、海流の変化などを生じると考えられています³⁾。これらの複合的な変化により、二枚貝類を含めた水産資源が結果としてどのような影響を受けるのか、正確に予測するのは困難を極めます。私たち、そして次代の財産である瀬戸内海について、物理環境や生物種の生息状況の変化などを長期的に調べてゆく必要があります。

(栽培資源部 資源増殖研究室長)

参考文献

- 1) 難波憲二 水産海洋研究 67(4), 268-269, 2003
- 2) Ford, S. E.他 J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 339, 226-235, 2006
- 3) 雑誌「Newton」2007年8月号

温暖化が瀬戸内海のカキ養殖に 与えると推察される影響

■ 海水温の上昇

収穫開始の遅延、収穫期の短縮
産卵後の死亡の増大
異常卵塊の増加
卵の発生異常の増加
夏期の濾水量減少による窒素固定の減少
→ 赤潮発生を促進?
新たな感染症の出現

■ 海面上昇

岸辺の生産施設への被害

■ 台風の発生増

筏の破壊
幼生の逸散による採苗不良

■ 黒潮の影響が強化?

餌料不足による成長低下
好適な生息域の減少

■ 気温の上昇

消費者の購買意欲の低下

特集：瀬戸内海で起こっている異変

瀬戸内海の魚類に見られる異変－熱帯・暖海性魚類の出現と人的被害

重田 利拓

近年の温暖化によるものか、このところ瀬戸内海では熱帯・暖海性の魚類が頻繁に採集されている。ナルトビエイなど水産業に被害を与える漁業有害種のみならず、凶暴な魚種、猛毒を持つ魚種など人的被害が心配される魚類も出現している。今回は、重田ら(2003)¹⁾で記載が少なかった人的被害(の可能性)を中心に記述する。なお、同じ黒潮系の対馬暖流域では、1918年からの長期の海洋観測より、1994年以降は「暖水期」に入ったとされている。²⁾

人的被害－咬傷害・刺害(サメによる被害)

滅多に起こるものではないが、サメによる攻撃は、最も恐ろしい直接的な人的被害の一つである。人を襲った事例があるサメ類のうち、瀬戸内海で記録されたのは、ホホジロザメ、アオザメ、ヨシキリザメ、ハナザメ、メジロザメ、クロヘリメジロ、ドタブカ、アカシユモクザメ、シロシユモクザメの9種で、いずれも外海からの来遊である。世界の被害件数の統計によると、ホホジロザメによる被害が他を圧倒している³⁾。瀬戸内海では、1992年3月に愛媛県松山沖で発生した死亡事故が記憶に新しい。日本における被害事例50件のうち、瀬戸内海で発生した9件³⁾、および、別途把握した死亡事故3件を合わせた計12件を表1に示す。ホホジロザメはごく沿岸に出現することがあり、1999年7月には、山口県光市室積海岸で、全長5.2mの1個体が採捕されている。実は、今から約50年前の1948～1962年も、海水温が高い「暖水期」であったことが知られ、1963～1967年の移行期、1968～1986年の海水温が低い「冷水期」、1987～1993年の移行期を経て、現在の暖水期に至っている²⁾。瀬戸内海では、暖水期と移行期にサメによる事故が発生している。現在、多くの海水浴場では、サメ避けネットが設置され、安全対策が採られている。

他に、ウツボ類など鋭い犬歯を持つ暖海魚種による咬傷害、ダツ類などによる刺害の発生が考えられる。

人的被害－刺毒

暖海魚のうち、ナルトビエイ(表紙写真A)、ゴンズイ、ミノカサゴ、サツマカサゴ(表紙写真B)、ミナミイケカツオ(表紙写真C)⁴⁾、アイゴなどは有毒棘を持つ。エイ類の刺毒は強力⁵⁾、死亡例がある。二枚貝の食害により漁業有害生物に指定されるナルトビエイは、尾鰭に1-3本の毒棘を備えている。サツマカサゴは背鰭の棘に猛毒を持ち、刺されると激しく痛むとされる。これらの魚種は、各鰭の有毒棘に気を付けて取り扱う必要がある。

人的被害－食中毒の可能性のある暖海性の有毒魚

パリトキシン中毒

2006年10月、広島湾でソウシハギ(表紙写真D)1個体が採集された⁴⁾。全世界の熱帯域、日本では相模湾以南に分布する、熱帯・暖海域の魚種である。南西諸島では、本種は食物連鎖により、熱帯・暖海性の有毒渦鞭毛藻が産生した猛毒のパリトキシンを持つことがある。パリトキシンは、フグ毒(テトロドトキシン)の約70倍もの、海洋動物最強クラスの毒性を持つ⁵⁾。瀬戸内海で採集しても食用と

してはならない。

温暖化によるものか、日本本土でも、アオブダイ（ブダイ科）の喫食によるパリトキシン中毒で死者が出ている⁵⁾。最近、瀬戸内海のすぐ隣の豊後水道でも、ハコフグおよびハコフグ科魚類の喫食によるパリトキシン中毒とみられる中毒が発生している⁶⁾。今のところ瀬戸内海におけるアオブダイの採集記録は無いが、ハコフグ科魚類は、ハマフグ、コンゴウフグ、ウミスズメ、ハコフグの4種の採集記録がある。

サキントキシン中毒

2005年秋に、瀬戸内海・大分県姫島沖の大分県や山口県海域でホシフグ（表紙写真E）の採集が相次いだ。本種は卵巣に強毒を持ち、その主成分は麻痺性貝毒成分としても知られるサキントキシン等である⁷⁾。サキントキシンの毒性はテトロドトキシン（フグ毒）に匹敵し⁵⁾、青酸カリの数千倍の毒性を持つ。二枚貝とは異なり、本種は周年、麻痺性貝毒を持つようであること、魚類は移動能力も高いことから、注意を要する。本種は今のところ食用としないこと⁴⁾。

なお、瀬戸内海に出現したソウシハギ、ホシフグ、ミナミイケカツオの詳細は重田・松山（2006）⁴⁾をご参照下さい。

おわりに

冬季に水温が10℃前後まで低下する瀬戸内海では、熱帯・暖海域の魚種は年間を通しては生息できない。人的被害と関わりのない魚種を含めると、熱帯・暖海性魚類の瀬戸内海への出現は、サンマ、スギ、オニアジ、ミナミイケカツオ、ソウシハギ、ホシフグなど回遊性や浮遊性の魚種が多いものの、イソアイナメ、アヤメエビス、ミノカサゴ、サツマカサゴ、キンチャクダイ、イラ、オキトラギスなど、定着性が強いと考えられる魚種も出現しており、中には繁殖が認められるものもある。

温暖化等にともない、今後も熱帯・暖海性魚種の進入は続くものと考えられる。有害・有毒魚種の出現状況に加えて、熱帯・暖海性の有毒渦鞭毛藻など毒化原因生物の分布の北進状況についても、十分注意する必要がある。

（栽培資源部 資源増殖研究室）

文献

- 1) 重田ら（2003）：水産海洋研究，67(4)，273-277.
- 2) 黒田・平井（2003）：長江大洪水と東シナ海等の海洋環境，93-102.
- 3) 矢野（2002）：海洋と生物，24(5)，415-423.
- 4) 重田・松山（2006）：月刊つり仲間・12月号，3 & 24-25，大潮出版
- 5) 塩見・長島（1997）：海洋動物の毒（新訂版），成山堂書店
- 6) 谷山ら（2004）：マリントキシン研究会ニュース，19，7-9.
- 7) Nakashimaら（2004）：Toxicon，43，207-212.

表1. 1935～2002年に瀬戸内海で発生したサメによる人的被害

発生年月日	発生海域 瀬戸内海・東西	場所	被害を受けた時の行動	被害状況	被害を与えたサメの種類
1948年8月	中・西部	広島県福山市鞆	海水浴	死亡	
1948年8月	中・西部	広島県福山市鞆	海水浴	死亡	
1948年8月	中・西部	広島県呉市広・長浜	海水浴	死亡	
1959年7月25日	東部	岡山県牛窓町	不明	死亡	ヨシキリザメ?
1964年8月3日	東部	岡山県西大寺	不明	不明	
1967年8月26日	東部	香川県坂出	不明	死亡	
1992年1月3日	中・西部	愛媛県松山沖	潜水漁（タイラギ漁）	遭遇	ホホジロザメ
1992年2月14日	中・西部	愛媛県松山沖	潜水漁（タイラギ漁）	遭遇	ホホジロザメ
1992年3月8日	中・西部	愛媛県長浜町沖	不明	船体への攻撃	
1992年3月8日	中・西部	愛媛県松山沖	潜水漁（タイラギ漁）	死亡	ホホジロザメ
1992年6月17日	中・西部	愛媛県伊方沖・伊予灘	漁労準備中	船体への攻撃	ホホジロザメ
1993年3月17日	中・西部	愛媛県伊方沖・伊予灘	潜水漁（タイラギ漁）	防護部への攻撃	ホホジロザメ

* 矢野（2002）を基に、事例を追加して作成。

* お願い；記入漏れの事例をご存知でしたら、ご教示下さい。リストに追加・記録することにより、今後の安全対策に役立ちます。

研究紹介

有毒渦鞭毛藻ギムノディニウム・カテナータムはどのような環境に発生するのか？

坂本 節子

麻痺性貝毒を生産し、二枚貝の毒化の原因となるギムノディニウム・カテナータムの発生機構を明らかにするため、大分県猪串湾をモデル海域としたプロジェクト研究を行いました。当所赤潮環境部が中心となり、養殖研究所、広島大学および大分県農林水産研究センターが参画して、多角的に研究を進めた結果、種の生理生態学的な特徴と海域特有の環境が本種の発生の要因となることがわかりました。本稿では、その研究成果の概要を報告します。

ギムノディニウム・カテナータムはこんな生物です

ギムノディニウム・カテナータム(図1)は渦鞭毛藻という仲間に分類される海のプランクトンです。単細胞で2本の鞭毛を持っており、これを使って泳ぐことができます。増殖に適した環境では細胞が2分裂して増え、写真(図1b)のような長い連鎖を形成します。遊泳姿はなかなかユニークなのですが、このプランクトンは麻痺性貝毒という、人を死に至らしめる毒を生産する有害種。1リットルあたり50細胞程度の濃度であっても、長期間出現すれば二枚貝に毒が蓄積され、毒が蓄積された貝を人が食べれば中毒する可能性があることから、貝類増殖現場では低密度であっても発生してほしくない生物です。近年、ギムノディニウム・カテナータムは、太平

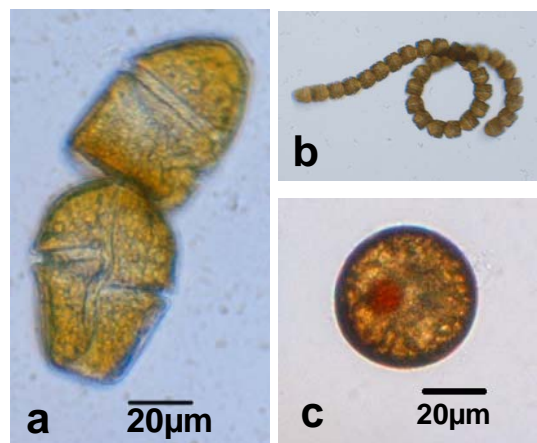


図1 ギムノディニウム・カテナータム (a) 2細胞連鎖の栄養細胞、(b)長い連鎖個体群、(c)シスト

洋側では三重県以西、日本海側では京都府以西の多くの海域で出現が確認され、本種の出現を原因とした麻痺性貝毒による貝類の毒化も日本沿岸各地で報告されるようになってきました。

ギムノディニウム・カテナータムが生存・増殖する環境を明らかにする

プランクトンにはそれぞれ好みの発生環境があります。プランクトンの増殖生理特性の研究では、研究対象生物がどのような水温、塩分、光、および栄養塩濃度の環境で生存し、増殖するのかといった生物側から見た発生環境を、培養細胞を用いて室内実験で明らかにします。ギムノディニウム・カテナータムについて研究を進めた結果、生存可能な水温は10~30℃、塩分は10~35であり、最もよく増殖するのは水温25℃前後、塩分25~35であることが明らかとなりました。また、光については25 μmol photons/m²/s程度の弱い光があれば増殖が可能で、これよりも強い光があれば増殖が促進されることもわかりました。増殖にはリンや窒素といった栄養塩が必要であり、栄養塩の供給は増殖速度や発生密度にも影響します。ギムノディニウム・カテナータムは植物プランクトンが通常利用する無機態リンだけでなく有機態リンも広く

利用できることなどがわかりました。これらの発生に適した環境が整った場合、最大増殖速度は 0.28~0.42 divisions/day (2~3 日で 2 倍弱の密度になる) という結果が得られました。これらの結果からは、ギムノディニウム・カテナータムはかなり広い水温、塩分範囲で生存、増殖でき、日本沿岸でいえば初夏のような水温と光条件、プラス十分な栄養塩環境があるときに高密度に発生しやすいのではないかと推測されます。

ギムノディニウム・カテナータム発生海域の状況を知る

今回のプロジェクト研究では、大分県猪串湾をモデル海域として研究が進められました。猪串湾は 1996 年にギムノディニウム・カテナータムが発生して以来、ほぼ毎年本種が発生して問題となっている海域の一つです。現場モニタリングによるギムノディニウム・カテナータムの出現状況や環境要因、湾内の海水循環などについても詳細な調査が行われました。調査の結果、猪串湾の水温は 15~28℃の間で変動しており、ほぼ周年ギムノディニウム・カテナータムの栄養細胞が出現していること、高密度に発生しているのは冬季から春季の比較的水温が低い、あまり増殖には適していないと考えられる時期であることがわかりました。しかしここで疑問です。なぜ増えにくい環境なのに高密度に発生するのでしょうか？

ギムノディニウム・カテナータムの発生機構を明らかにする

この疑問を解決するために、増殖モデル解析や海水流動調査等の結果も加えて、冬季~春季の発生に大きな影響を及ぼす要因を抽出しました。その結果、猪串湾の地形的要因に加え、逆エスチュアリー循環という潮流の発生や湾内の海水循環といった物理的要因、遊泳能力を持つギムノディニウム・カテナータムの日周鉛直移動といった生態的要因が、大きな影響を及ぼしていることがわかってきました。つまり、猪串湾では必ずしも増殖に最適な環境でギムノディニウム・カテナータムが発生しているわけではなく、本種の生理生態学的な特徴と猪串湾の海域特有な環境との関係が高密度に発生する要因となっているということです。これらの研究結果を基に、猪串湾ではギムノディニウム・カテナータムが高密度に発生しているときには貝の養殖筏を本種の密度があまり高くない海域に移すなどの対策を講じ、麻痺性貝毒汚染による被害の軽減に効果を上げています。

環境モニタリングの重要性

ギムノディニウム・カテナータムは猪串湾だけでなく西日本の他の海域でも発生しています。今回の研究の中で得られた増殖生理特性に関する基礎的なデータは、今後これらの海域でも活用できるでしょう。しかし、ギムノディニウム・カテナータムの発生状況は各海域それぞれに異なります。その発生機構を解明するためには、それぞれの海域特有の現象を把握することが重要であることを本研究は示しています。近年、環境モニタリングのための予算や人的サポートが厳しい状況になりつつありますが、モニタリング調査は海域で発生している問題を解決していく上で大事な情報が得られる、重要な活動であるということを、多くの人に理解してもらいたいと思います。

(赤潮環境部 赤潮生物研究室)

研究紹介

流出油の毒性－油処理剤との関連

角 埜 彰

石油に含まれる毒性の強い多環芳香族炭化水素化合物（PAH）は、油に溶けやすいものほどその毒性が強くなります。また、石油に対して油処理剤を加えると PAH は魚に取り込まれやすくなり、結果として石油の毒性が強まることがわかりました。

油流出事故

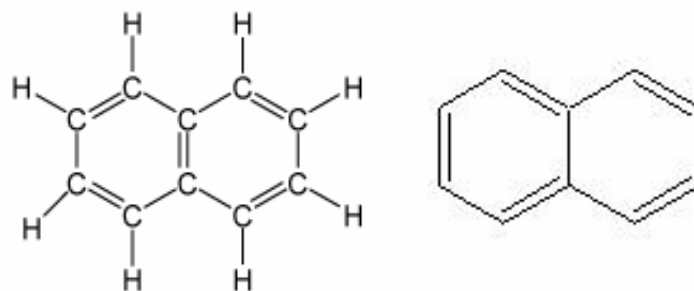
今をさかのぼること 10 年前の 1997 年 1 月 2 日、C 重油 19,000KL を積載して上海からペトロパブロフスクに向けて航行中のロシア船籍タンカー「ナホトカ号」が、島根県隠岐島北北東 106 km 付近で船首部分を折損し、船尾部分が沈没、船首部分は潮流と風に流されながら 1 月 7 日 14 時 30 分、福井県三国町安東岬付近に漂着しました。このとき流れ出した C 重油約 6,000KL が福井県三国町一帯の海岸を油まみれにしました。事故発生当時、油の環境に対する影響等についてデータが不足していたため、様々な緊急調査や研究が執り行われました。

ナホトカ号の事故の半年後、1997 年 7 月 2 日には東京湾でダイヤモンドグレース号油流出事故が発生し、原油 1,550KL が流れ出ました。正確な油の流出量がわからなかったため、大量の油処理剤が散布されることとなり、油の毒性だけではなく油処理剤の毒性についても問題となりました。

これらの油流出事故をきっかけとして、環境省のプロジェクト研究「流出油及び油処理剤の海産生物に対する有害性評価に関する研究」が 2001 年から 2005 年までの 5 年間にわたって実施され、油や油処理剤の毒性、油の毒性予測、日本沿岸の油汚染の実態等大きな成果を得ましたので、その成果についてこれから 3 回に分けて紹介します。今回紹介する内容は「流出油の毒性－油処理剤との関連」についてです。

油の毒性

一般的に、石油類は、ガソリン>A 重油>軽油>灯油>B 重油>原油>C 重油、の順に毒性が強いと言われています。この毒性の強さは、これらの油に含まれている成分によって異なっています。油に含まれる種々の成分の中で、特に毒性が強いことが知られている物質が、多環芳香族炭化水素化合物です。多環芳香族炭化水素化合物は PAH と略して呼ばれ、図 1 の



C : 炭素原子, H : 水素原子

図 1. ナフタレンの原子配列（右）及び構造式（左）

防虫剤としても使用されているナフタレンのように、亀の甲羅のような形が2つ以上連なった構造をしています。

PAHの毒性

PAHの魚に対する毒性を調べた結果、図2に示すように、その毒性は油への溶けやすさと良い相関があり、「油に溶けやすいPAHほど毒性が強い」ということが明らかとなりました。この結果から、石油中に多く含まれる種々のPAHについて、個々の毒性を調べなくても油への溶けやすさがわかればその毒性の予測ができることがわかりました。

油に油処理剤を加えた場合の毒性

油流出事故が起きた場合、流れ出た油を速やかに拡散させるために油処理剤が使われます。そこで、油だけの場合と油に油処理剤を加えた場合の魚に対する毒性を比較しました。その結果、油だけの場合に比べて油に油処理剤を加えた場合に毒性が強くと表れることがわかりました。その原因を調べるため、実験に用いた魚のPAHの体内濃度を調べた結果、油だけの場合に比べて油に油処理剤を加えた場合の方が約10倍もPAH濃度が高くなっており、このPAHの体内濃度の増大が毒性を強めた原因であることが明らかになりました。

油に油処理剤を加えると毒性が強まり、そこに生息する生物に対する影響が非常に大きくなることから、海水の交換が少ない場所で油処理剤を使用する場合は十分注意する必要があります。

(化学環境部 生物影響研究室)

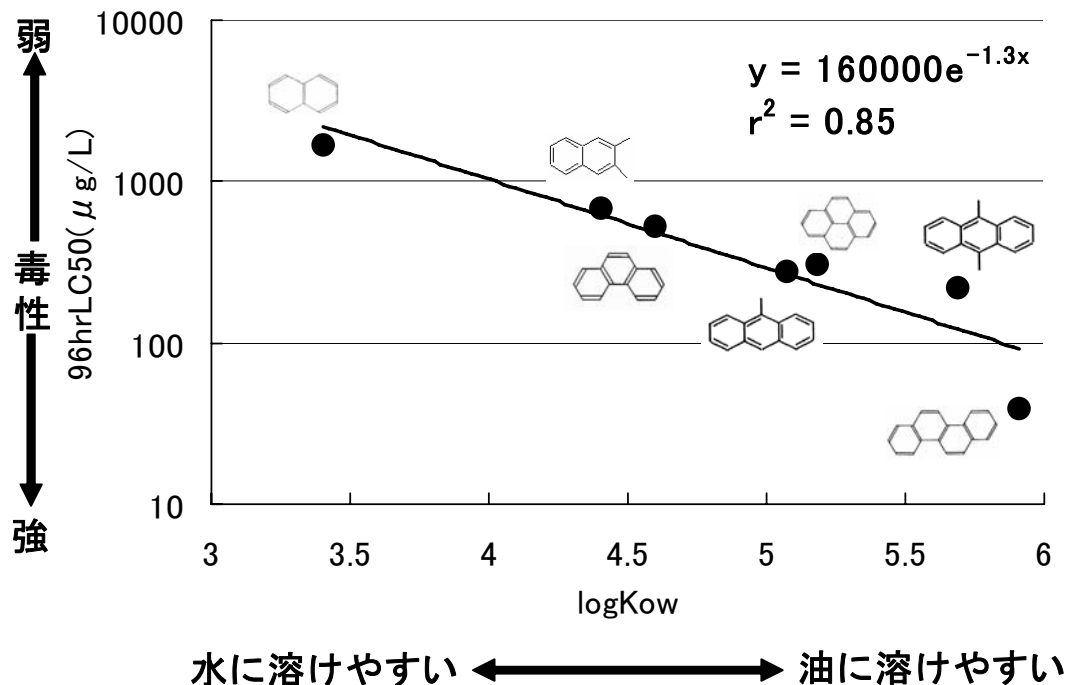


図2. PAHの毒性と脂溶性との関係

研究紹介

新しい標識素材の探索と応用技術の開発

太田 健吾

全国で放流を目的として生産される海産魚の稚魚（種苗：しゅびょう）の種類と数は、2005年で36種、8,700万尾に上っています。これらは、放流後、漁業者の皆さんに漁獲された時に「いつごろ」、「どこで」放流された種苗なのかが把握できるように、あらかじめ魚体に「目印」を付けてから放流されます。この目印は「標識」と呼ばれ、魚体に装着することで、放流後の種苗の「移動」、「再捕率（放流後に再び漁獲される割合）」、「成長」などを調査することができます。伯方島栽培技術開発センターでは、より良い標識素材の探索と応用技術の開発に取り組んでいます。

標識の種類と問題点

標識には、外部から識別できる「体外標識」と体内に装着する「体内標識」があり、「体外標識」には、衣料品への値札の取り付けに使用されるプラスチック製のタグなどの「標識票」と呼ばれる目印を装着する方法、そして、鰭など魚体の一部を切ったりする方法などがあります。一方、「体内標識」には、耳石（じせき）、鱗など魚体の硬い部位（硬組織）を ALC と呼ばれる試薬で蛍光染色する方法があります（図 1）。蛍光染色とは、蛍光顕微鏡で硬組織を観察すると、ALC で染まった部分だけが光って見える染色方法です。

これらの標識の問題点として、体外標識では、取り付けした標識票が脱落したり、切った鰭が再生して、天然の魚と区別がつかなくなること、体内標識では、ALC が高価なため、大量の種苗に標識を付ける場合は経済的な負担が大きいことなどが挙げられます。また、近年は国民の「食の安全」への関心が高まっており、今後は、放流した種苗の安全性がより一層担保される標識素材の探索も急務となっています。今回は、これらの課題の解決を目指し、素材に食品添加物を用いた標識の開発試験を行いました。

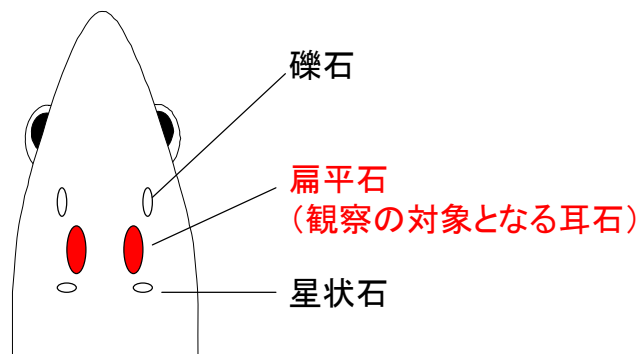


図1 耳石の種類と位置

標識剤の選定

食品添加物には、数多くの種類がありますが、今回は食用色素 29 種類を用いて試験を行いました。その結果、コチニール色素と呼ばれる色素が、硬組織の蛍光染色剤として有効であることが判りました。コチニール色素は、カイガラムシ科のエンジムシの乾燥体から抽出される赤色の色素で、主に蒲鉾等の練り製品、菓子類、麺類等に使用されています。

受精卵や稚魚の標識

ニシンやサワラなど一部の魚では、受精卵の中の仔魚の耳石を蛍光染色する場合があります。そこで、マダイとオニオコゼの受精卵をコチニール色素が溶解した海水に 24 時間浸け込んだところ、卵は正常にふ化し、ALC と同様にふ化した仔魚の耳石が蛍光染色されました。次に、全長 14~100mm のオニオコゼの稚魚をコチニール色素が溶解した海水に 24 時間浸け込んだ結果、いずれも死亡せず、耳石や背鰭棘などの硬組織が蛍光染色されました(図 2, 3)。標識を付けたオニオコゼは、その後も飼育を継続しており、9 ヶ月が経過した時点でも標識が確認できることが判っています。

これらの技術は「魚類の標識剤と標識方法」として現在、特許出願中です。

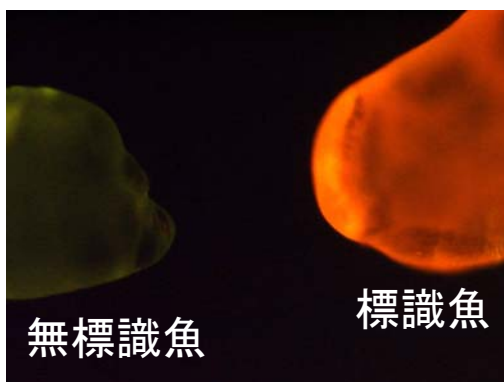


図2 コチニール色素で標識したオニオコゼ稚魚の耳石

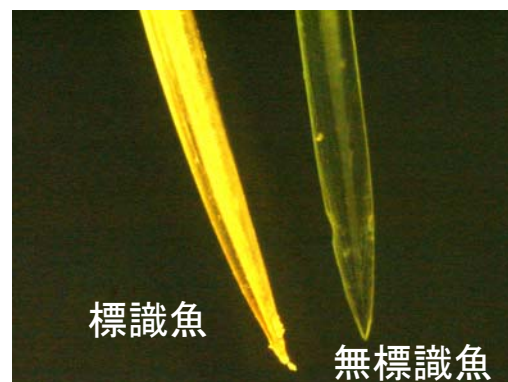


図3 コチニール色素で標識したオニオコゼ稚魚の背鰭第2棘

おわりに

今回、ご紹介した標識の技術は、今後、ヒラメなどの多くの魚で試験を行う予定です。そして、いろいろな魚で有効性が確認できれば、放流魚の安全性が担保され、標識の多様な組み合わせも可能になるため、より多くの放流群が区分できると考えられます。今後は、より効率的な装着法を検討し、識別可能期間の把握と新たな素材の探索に努めたいと考えています。

(栽培資源部 栽培技術研究室 伯方島栽培技術開発センター)

イベント報告

総合学習「いきいき学級」で干潟観察会を実施

渡邊 淳治

瀬戸内海区水産研究所では廿日市市内（旧大野町）にある大野東小学校が実施している総合学習『いきいき学級』への協力を始めて今年で6年目となります。この『いきいき学級』では瀬戸内海の特徴や干潟に棲む生き物の役割について、教室での学習のほか実際の干潟を使った体験学習を行うなど、自然に触れあう機会づくりに協力しています。

今年もこれまでと同様、同校の4年生を対象とし、干潟の生き物を探す観察会を実施することとしました。実施一週間程前に当所の岡業務推進課長が小学校に出向き、生徒達へ瀬戸内海の特徴や干潟の生き物の役割等について講義を行った後、5月15日及び16日の2日間に渡り、日本三景安芸の宮島の対岸に位置する大野瀬戸の干潟において、観察会を実施しました。

普段干潟に接する機会が少ないせいか、生徒達は皆時間を忘れるほど夢中となり、事前の講義の際に配布した資料を片手に、アサリ等の二枚貝をはじめ、巻き貝や海草類、ヒトデ、カニ、海藻などを主に採集していました。中には珍しいクルマエビやテナガダコを採った生徒もいたようです。観察中には生徒達からの質問があちらこちらから飛び、その都度当所の職員が回答していましたが、時には鋭い質問に対して答えに窮する場面も。また、干潟の生き物による水質浄化の説明として、バケツに濁った海水とアサリを入れ、その海水が綺麗に浄化されるかという実験を試みました。一時間ほど経過した後状況を確認したところ、濁っていた海水は見事に透明となり、この結果に生徒達から驚きの声が漏れていました。一時間程観察を行った後、笛が鳴り響き全員集合。当所の研究者が採集された生き物について説明を行った後、生き物を海へ帰し観察会は終了となりました。

後日生徒達より頂いた感想文を拝見すると、干潟に多くの種類の生き物がいることに驚き、それらを実際に見て触れたことに感動し、また、それぞれの特徴に興味を持つなど、これまで以上に関心を深めたようです（ナマコやヒトデに興味を持った生徒が多くいたのは意外でした）

今回の観察会を通じて、彼らに海と干潟の生き物の大切さを学ぶきっかけ作りが出来たのではと思うと同時に、何事にも興味を持ち、また熱心に学ぶ生徒達の姿勢に、逆にこちらが学ばせられた次第です。

（業務推進部 業務推進課情報係長）



開催場所となった大野瀬戸の干潟



干潟の生き物を探す生徒達

え！？瀬戸内海に大型サンマ来遊

重田 利拓

「広島湾でサンマが釣れている、これはどうしたことか?」。サンマフィーバーの幕開けは2007年6月21日、広島テレビ局からの取材を受けた、広島市の水産担当者からの一報であった。各メディアにより全国報道されたのでご存知の方も多いと思う。これまで、全長20cm前後のサンマ未成魚(当歳魚)の瀬戸内海への来遊はたまにみられ、最近では、2002年7月に広島湾に来遊し話題となったことがある。ところが今回は、「どうも全長30cm前後の大型魚のようだ。」とのこと。全長30cm前後であれば親のサンマである。瀬戸内海中部・西部ではサンマ成魚の採集記録はなく、唯一、2003年8月に山口県周防大島沖の伊予灘で採集された、特大サンマ1標本(全長34.7cm)の記録があるのみである。半信半疑でいたところ、翌6月22日、別のテレビ局が呉市の埋め立て地でのフィーバー振りを取材・撮影し、当方へコメントを求めてきた。同日の地元新聞紙上にも群れを撮影したカラー写真が掲載された。これはどうも本当らしい。この前代未聞の特異現象はニュース、新聞などの一般報道で終わらせるのではなく、学術記録として残さなければならない。とにかく、標本が必要である。翌23日、標本採集道具を準備して、現場へ直行した。

ところが、各メディアで一斉に報道、加えて当日は休日で広島や呉方面から釣人が押し寄せ、当方が入る隙間などどこにもない。しかし幸い、大きなサンマがどんどん釣り上げられ、中にはタモ網を使い1すくいでも十数尾を獲る人もいるなど、頼めばいくらかいただけそうである。地元の2名の方に事情をお話して、標本をもらい受け、後日追加分を合わせて、計67個体の標本を得た。

早速調べてみたところ、サンマの群は、肉体長13-22cmの未成魚(当歳魚)と、26-31cmの成魚(1歳魚以上)の2群より構成されること、肥満度はどの個体もとても低い(それで脂が全く乗っておらず美味しくなかった)、なんと瀬戸内海で産卵した可能性があること、高知や九州沖などの日本沿岸からではなく、かなり遠方からの来遊の可能性があることなど、興味深い事実が分かってきた。後日、生殖腺の組織学的検討、来遊経路の把握などを行い、今回の特異現象について魚類の生態学的側面から検討したいと思う。

最後に、本件に関して快く情報提供、標本提供をいただいた、遊魚者、漁業者、釣具店、広島市関係者、市場関係者、報道関係者の各位に、厚くお礼申し上げます。

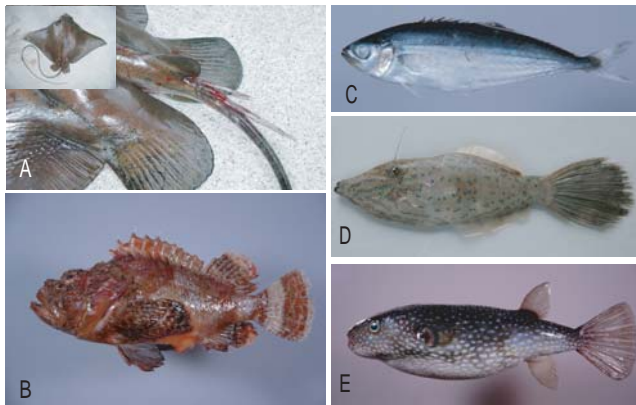
(栽培資源部 資源増殖研究室)



図1. 餌を求め狂乱状態の大型サンマの群れ。
全長30cm前後の大型魚(成魚)が多い。
2007/6/26 広島湾・呉市音戸町で撮影。



図2. 瀬戸内海・広島湾産サンマ標本
2007/6/23, 広島湾・呉市呉ポートピア. 全長31.7cm,
肉体長29.6cm.
サンマの「肉体長」とは、口のとがった先端から、尾鰭付け根の、肉が尾鰭を覆っている部分の後端までの長さ。



表紙の解説

瀬戸内海で採集された熱帯・暖海性の刺毒・有毒魚。

ナルトビエイ、サツマカサゴ、ミナミイケカツオは有毒な棘を持ち、刺されると危険な刺毒魚。ソウシハギ、ホシフグは体内に毒を持ち、食中毒が心配される有毒魚（詳細は本文へ）。

A；ナルトビエイ（トビエイ科），2001/9/21，広島湾大野瀬戸，体盤幅長93.0cm，♀，背鰭の後方に有毒な尾棘を持つ（本個体は2本）。エイ類の尾棘の毒は強力で、刺されると死に至ることがある。

B；サツマカサゴ（フサカサゴ科），2007/7/2，山口県上関沖，全長18.7cm，♀，卵巣は成熟し大きく肥大しており，同所で繁殖していると考えられる（組織学的に検討中）。

C；ミナミイケカツオ（アジ科）2005/11/25，広島湾宮島沖，全長9.1cm（固定により退色している），背鰭と臀鰭の棘が有毒で、刺されるととても痛むとされる。

Dソウシハギ（カワハギ科），2006/10/16，広島湾似島沖，全長51.9cm，

E；ホシフグ（フグ科），2006/9/20，山口県上関沖，全長27.7cm，

（栽培資源部資源増殖研究室 重田 利拓）

編集 後記

今号では特集記事を「瀬戸内海で起こっている異変」としました。自然豊かで美しい海と言われた瀬戸内海も、時代の流れ、高度成長による産業の発展等により大きく変化してきました。また、温暖化によるものなのか、これまでとは異なる現象も起きている模様です（編集作業中にも「瀬戸内海にサンマが大量発生！」なるニュースも飛び込んできました。詳細は17頁）。そのような瀬戸内海の現状を知っていただくこと、また改めて見つめ直す機会としてこの度4課題紹介させて頂きました。ご一読頂ければ幸いです。

また、皆様からのご意見・ご要望等を基に誌面内容の向上に努めて参りますので、下記メールアドレスまたはFAX番号まで忌憚のないご意見をお寄せ下さい。

今後とも本誌をご愛読下さいますよう、宜しく願い申し上げます。

（業務推進部業務推進課情報係長 渡邊淳治）

瀬戸内通信

第6号
平成19年6月発行

編集委員 内田卓志 堀 正和 長井 敏 隠塚俊満 重田利拓 末藤浩二郎 渡邊淳治
発行 独立行政法人水産総合研究センター
編集 独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所
〒739-0452 広島県廿日市市丸石2-17-5
TEL:0829-55-0666(代) FAX:0829-54-1216
E-mail:www-feis@fra.affrc.go.jp
ホームページ http://feis.fra.affrc.go.jp/