

# 海の中の異変 メスの貝が、オスに変身？

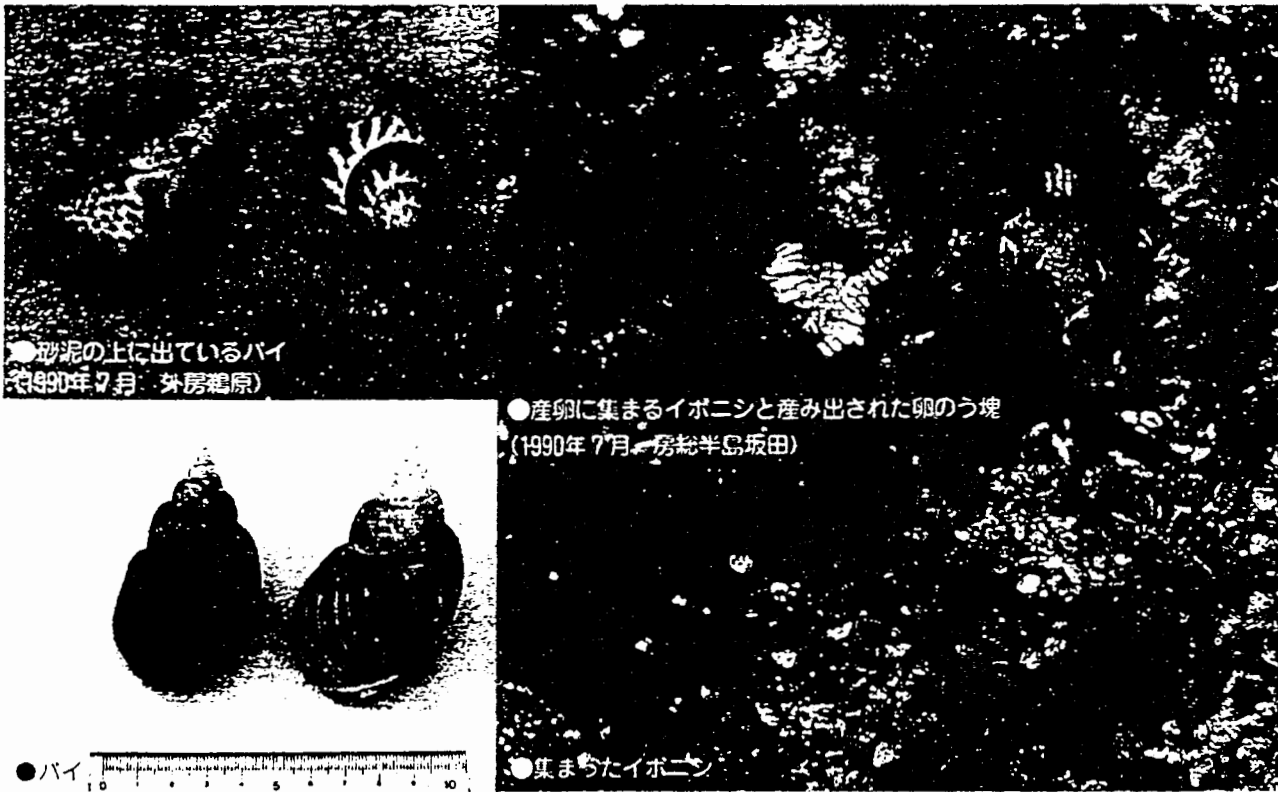
—— 溶け出した船底塗料による海洋汚染 ——

● 水口 憲哉 ●

有機スズ化合物という化学品がある。これは、船底に貝などがくっつかないようにするために大量に使われているのだが、この薬品が海中に流れ出てゆき、思いがけない影響を及ぼしていることが明らかになってきた。ある巻き貝の仲間に、オスの生殖器をつけたメスが発見されたのだ。これはメスの不妊につながり、ひいてはこの種の将来も危ぶまれる。

さまざまな地球規模の環境破壊が問題になっているが、陸からは見えない海の中で現れたその影響を、このような小さな貝からも知ることができるかもしれない。

(編集部)



● 砂泥の上に出ているバイ  
(1990年7月、外房鶴原)

● 産卵に集まるイボニシと産み出された卵のう塊  
(1990年7月、房総半島坂田)

● バイ  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

● 集まらうイボニシ

魚を餌とするワシ・タカの仲間でもミサゴという鳥がいる。もともと日本列島の多くの場所に面で分布していたのだが、現在は三陸沿岸など限られた地域に点として生息するのみとなってしまった。

北米のミサゴは三〇年ほど前に魚類のDDT汚染が原因で絶滅してしまっただけという。このようなナレーシオンと共に放映されたミサゴの営巣活動（一九九〇年九月一七日、NHK地球ファミリー）を見ながら、今、海の中でも同じようなことが起こっているのだが、鳥と違って、絶滅に瀕しているのが貝類と地味な存在だし、観察しにくいのもうひとつ人々に興味を持たれないのかと、現在調査している新腹足目類という巻貝の存在により強い関心をもつようになった。

食器棚やおしめカバーにも使われていた有機スズ化合物

DDTをはじめとする何種類かの農薬やPCBなど危険な化学品は一九七〇年代のはじめに次々と使用禁止、製造禁止になった。効果が大きく便利だということが開発され大量に使用されたが、生物に与える悪影響があまりにも大きいということでの対応といえる。しかし、一九六〇年代から使用始められ現在も大量に製造、使用される環境、とくに海洋環境中に野放しでたれ流されている“有害な化学品がある

ことはあまり広く知られていない。

それは、「第二のPCB」として最近ようやく注目され始めた有機スズ化合物である。これは、TPTT(トリフェニルスズ)やTBT(トリブチルスズ)、さらにはTBTQなどと表記されて報じられている。TBTなどの有機スズ化合物が有害であり、有毒であることは、一九七〇年代の終わりに、おしめカバー、くつした、くつクリームそして食器戸棚等に対してカビの発生を防ぎかつ殺菌効果があるということで使用されていたのが規制され、検出限界一PPmで、検出されてはならないとされたことから明かである。

しかし、その後も、ハマチ養殖のいけす網の防汚剤や船底塗料の汚損生物防除剤として使用されてきた。前者については、ハマチの汚染を心配する消費者の声と運動によって二三年前から使用されなくなっている。けれども、量的にも多い船底塗料への使用については、筆者の参加する有機スズ問題研究会を始め、報道関係者など多くの人々が関心をもち警告することにより一部規制が始められているものの、TBTの主要な部分は海洋環境中へ大量に流されている実状は変わっていない。

### 有機スズの影響で メスの巻き貝に異変

PCBや水銀そして放射性物質など

の有害物質とTBTが異なる点は、流さないようにするというよりは、意図的に海に流しているということである。というのは、フジツボ、カキ、ムラサキイガイ、藻類などの海洋生物が船底に付着しないようにするために、常に海水中に溶け出して、防除効果をあげなければならぬからである。港のあるところ、船の通るところ常にTBTが水中に溶け出し、汚染が進行しているというわけである。

その結果、自治体や環境庁の調査により水、底土、ムラサキイガイ、魚類などから、TBTがつぎつぎと検出されている。しかし、例によって人体には影響ないということで、放置されていたのが、つい二、三年前までの日本の状況である。しかし、フランス、アメリカ、イギリスなどでは日本よりすばやい対応をしている。特にフランスでは、養殖カキの斃死が近くのマリナーナに入りするモーターボートの影響によって起っていることが明らかにになり、一九八二年艇長二五メートル以下のレジャーボートへのTBT含有の船底塗料の使用を禁止した。

TBTの海洋生物への影響を、カキ殻の変形や斃死ということで、私たちは目に見える形で知ることができ、もう一つある種類の仲間の巻貝が数を減らし姿を消してゆくということからも影響の大きさを知ることができ

る。一九七〇年代、雌の巻貝に雄の生殖器であるペニス形成されるという異常が欧米で次々と報告された。そして原因は不明だが環境の影響だと考えられた。一九八〇年代に入るとすぐに船底塗料中の有機スズがこの不妊化を引き起こす物質であることが明らかになった。そのことは、アメリカのB・S・スミスがオリイレヨウバイ科の一種 *Nassarius obsoletus* で、フランスのC・フェラルがアクキガイ科の一種オオヨウラクガイのなかま *Ocenebra erinacea* で、そしてイギリスのG・W・ブライアンとP・E・ギブスたちがアクキガイ科のヨーロッパバチデミボラ *Mucella lipilis* において、綿密な観察と実験

ではほとんど完璧なまでに証明した。これらをはじめ、これまでに五〇種近くの巻貝で、有機スズが原因と考えられる不妊化が観察されている。それらの巻貝はみな新腹足目類 (*Neosiphoidea*) に属している。一九九〇年、カナダのD・V・エリスは、「世界的な新腹足目類の不妊化、地球規模のTBT汚染の生物指標か?」というタイトルの論文で世論を喚起している。

### 日本でも始まった 海の汚染の調査

筆者ら有機スズ問題研究会のメンバーも遅ればせながらTBTの新腹足目類への影響の調査をはじめ、その結果の一部を昨年一月の日本水産学会

で報告した。生物指標としてのイボニシとチヂミボラ、漁業対象種としてのバイとアカニシを中心にして、日本列島沿岸および、朝鮮半島、台湾、中国周辺海域におけるTBT汚染の状況と新腹足目類の繁殖との関係を多くの若い人たちが共に明らかにしてゆくつもりである。幸い、NACSJのプロジェクトウーラファンド第一期助成を受けることにもなったので、TBTの使用禁止、製造禁止を求めるこれまでの活動も続け、結果として現在絶滅に瀕しているバイの資源回復まで少なくとも一〇年は調査を行ってゆきたいと考えている。

DDTは、殺虫剤としてマラリアを媒介する蚊の根絶に大きな役割を果たした。TBTもカメルーンなど熱帯域でビルハルツ住血吸虫を媒介する貝類を根絶する殺菌剤として利用された時期もある。しかし、人間の生命と健康を守るために役立つものが、共に、環境中に解き放たれると目的とする種以外のものにも、というかそちらのほうがにより多く影響を及ぼすようになる。自然保護には常にこういった視点を

持ってゆくことが大切だろう。

(みずぐち けんや・東京水産大学助教授、NACSJ河川問題調査特別委員会委員)

# 平成 10 年度日本水産学会春季大会

(日本農学大会水産部会)

日時 平成 10 年 4 月 1 日(水)～4 月 5 日(日)

場所 東京水産大学

845

有機スズ汚染の規制による減少過程

1. 東京湾の有機スズ汚染動態

水石和子・竹内正博(都立衛研)長壁 泉(東水大)

【目的】船底塗料や漁網防汚剤として使用されてきたトリブチルスズ化合物(TBT)による閉鎖性海域汚染と水生生物影響が世界的に問題となり、わが国においても水産資源保護及び食品衛生上の観点から魚介類汚染が指摘されたことは記憶に新しい。また最近では、TBTが内分泌攪乱物質の一つとして新たな問題を提起している。しかし、わが国では既に1990年に化審法でTBTを規制しているので、TBT汚染は低減化の方向にある。ここでは、1984年から実施している東京湾TBT汚染調査について報告する。

【方法】底質、海水及び指標生物として採取が容易で経年変化を反映しやすいアサリを試料とし、金沢八景、羽田、三枚洲、船橋、富津の5ヶ所において、毎年5月、7月及び9月に各1回ずつ、計3回採取した。アサリは約1kg採取し、可食部を取り出したのち、ホモジナイザーで均一化して試料とした。底質はアサリ採取点において約500gずつ5ヶ所から採取混合した。プフナロートで吸引ろ過し水分を除去して試料とした。海水は海面下約0.5mの表層水3Lを褐色ガラス瓶に採取した。

【結果】アサリは測定を開始した1984年より1987年まで増加傾向を示し、その後1991まで横這いが続き、1992年年頃から減少してきている。この傾向は底質にも明確に認められ、化審法による規制や行政指導を反映していると考えられる。海水については一過性試料であるためバラツキが大きく、アサリや底質ほど明確な汚染動向は示さなかった。各定点のTBT濃度は、富津、金沢八景、羽田、三枚洲、船橋の順で、湾口部で高く、湾奥部で低い結果となった。

## II. バイの年級群組成とR.P.Sの検討

水口憲哉・工藤貴史・澤見英子（東水大）

【目的】船底塗料中の有機スズ化合物、特にTBTによって新腹足目類の巻貝で雌にペニスが出現するImposex現象が見られることは1980年代初め欧米で明らかにされて以来、有機スズ汚染の生物学的指標として世界各地でその研究が行われている。

日本においても、漁獲量変動との対応で検討が可能なバイ（*Babylonia japonica*）について時空的に可能な限りの採集を行なう調査の中で、汚染個体の年令の判定や雌におけるペニスの出現状況の適切な指数化の必要が生じる。

【材料】1990年より1997年まで、毎年7月末に千葉県天津小湊町地先の内浦湾において、かごで採集した計385個体のバイを、冷凍保存の後解凍し、殻高、殻幅およびペニス長の計測を行ない、腹足腔の有無による雌雄の判別を行なった。殻高組成を複数の正規分布に分け、それぞれの群の発生年を検討した。雌におけるペニスの出現状況の指数として、これまで報告した1) R.P.S.、2) R.P.S. (AG)、3) I.R.P.S.に加えて、個体毎の雄の標準ペニス長に対する実測ペニス長の比である4) I.R.P.L.を新たに検討した。

【結果】雌については1990年には、3才以上の大型個体しか採集されずみずみペニスがあつたが、1996年には1.2才の小型が出現し、その全てと3才の9割にペニスが見られず、1993年発生群以後有機スズの影響によるImposexが生じなくなっている。殻高との関係において最も長いペニスをもつ1997年の雄のペニス長を標準ペニス長として、I.R.P.L.を算出すると、1995年以後頭者に雌のペニスの短小化と消失、雄のペニスの長大化と回復が起こるというImposexの消滅過程が明らかになった。

## III. バイの有機スズ含有量とImposex

竹内正博・水石和子（都立衛研）水口憲哉（東水大）

【目的】環境中に放出された化学物質の多くに内分泌攪乱作用が認められ、生物生存の基本的条件に影響する問題として、国際的に注目を集めている。既にわれわれは1990-1991年にかけて、内分泌攪乱物質の一種であるトリブチルスズ化合物(TBT)による汚染を調査し、日本沿岸のバイにImposex現象が発現していることを見出すとともに、同現象を引起こす筋肉中濃度の閾値を推定した。最近、TBT汚染の低減化とともにバイに復活の兆しが認められているので調査を再開したところ、有益な知見を得た。

【方法】日本沿岸で採取したバイについてペニス長及び筋肉中のTBT濃度を測定した。すなわち、試料は殻高と殻径を測定後、貝殻を破壊して腹足腔の有無によって雌雄を判別し、次いでペニス長を測定した。筋肉組織中のTBT濃度は、筋肉部5gを採取後ホモジナイザーで均一化し、溶媒抽出及びクリーンアップ後GCにより測定した。なお、前回は1990年7月から1991年7月に、今回は1997年7月から9月にかけて試料採取を行った。

【結果】前回の試料で、雌のTBT濃度とI.R.P.S.間には正の相関が認められ、Imposex現象の閾値として0.008 $\mu$ g/gが推定された。一方、雄のTBT濃度とI.R.P.S.間に負の相関が認められたことから、TBTが雄にも影響し、ペニス長を減少させることが分かった。今回採取したバイ平均濃度は、前回に比べて1/10以下まで減少しており、Imposex現象を引起こす閾値0.008 $\mu$ g/gを下回る値であった。(I.R.P.S.:雄のペニス長と殻高の関係式から各個体について標準ペニス長を求め、それに対する相対ペニス長を3乗した値)

。水口憲哉 (東水大)・竹内正博・水石和子 (都立衛研)  
高山茂樹 (魚津水族館)・工藤貴史 (東水大)

【目的】船底塗料へのTBTの使用にともないバイ等新腹足目類におけるImposexは1970年代より起っていたと考えられるがこれまでその実態は明らかにされていない。また、TBT汚染の発生源としての造船所、港湾、航行船舶そして養殖網いけす等の分布量の違いによってImposexの程度も異なる。そこで、バイのImposexの時空的变化を把握することにより、TBTの使用量の増加および規制による製造出荷量の減少に対応する形で起ったバイの漁獲量の減少と増加の過程を明らかにする。

【材料】1990年11月の本学会大会で新腹足目類における有機スズ汚染の影響として演者らが報告した、I.房総半島におけるImposexの発生状況、とII.漁獲量の減少と人工ふ化放流の困難、とにおいて扱った試料と漁獲統計資料に加えて、その後1997年12月までに入手した採集試料と漁獲統計資料および1978年より1981年にかけて採集された富山市科学文化センター所属の液浸標本等28地点、46標本、1273個体のバイと21地域の漁獲統計資料を検討に用いた。また、TBT化合物の製造・輸入数量等については通商産業省調査の資料を用いた。

【結果】1980年前後富山湾のバイにおいて雌の一部にすでにペニスが生じており、1980年代前半瀬戸内海では産卵量の激しい低下が起りImposexの割合も100%になっていたと考えられる。東京湾、伊勢湾、大阪湾等ではその時期に漁獲がなくなり、再生産が行なわれなくなった。しかし、日本海側や、暖流の影響域であるバイの分布域の北端ではTBTの影響が小さい。1990年のTBT規制にともない製造輸入量はピーク時の6分の1にまで減少した結果、秋田県、千葉県、鳥取県等では漁獲量が増加している。

。水口憲哉 (東水大)・山田敏之 (長崎県対馬水政)

【目的】1970年代後半におけるフランスのアルカシオン湾での養殖カギで起ったTBTによる成育阻害や変型についての報告以来水産生物の成育や繁殖さらには生残に対するTBTの影響についての具体的調査はあまり報告されていない。日本では、昨夏以来の“環境ホルモン”騒ぎの中で、環境研究所による“バイやイボニシ絶滅の危機”というキャンペーンが目立つ。しかし、そこには事実にもとづく総合的視点が欠如している。水産資源の維持的利用にへい害をもたらず環境研究所の誤った姿勢を糾す。

【材料】イボニシについては、山田敏之 (1994) の東京水産大学修士論文「内海域におけるイボニシ二型のImposexを指標とした有機スズ化合物による漁場破壊の研究」の資料に1997年8月の採集調査結果を加えて検討した。カギについては、上記論文でも一部検討されている広島市水産振興協会のカギ幼生調査結果 (1982～1995年) および宮城県水産試験場他関係漁業協同組合等による沿岸養殖通報中の「カギ幼生浮遊状況調査結果」(1980～1997年) を検討した。また瀬戸内海におけるTBTの水濃度については環境庁資料を、県ごとの造船・修繕量については運輸省および各管区運輸局の船舶関係資料等を検討に用いた。バイについては本報告のII～IV報の結果を用いた。

【結果】広島県東部の造船所の集中する広い範囲でイボニシが1991年から1994年にかけてC型としてP型と消滅したが、1997年の調査ではその海域の殆どで両型が回復していた。1992年広島、宮城両県で種ガキ生産において採苗量が激減したが、TBT汚染が広島では浮遊幼生の成育阻害に、宮城県では親ガキの産卵量減少に影響したと考えられるが現在には回復している。バイについても同様の時期に資源の減少と回復が起っている。