



大村湾における 環境保全

—無酸素化現象とその解除について—

飯塚 昭二

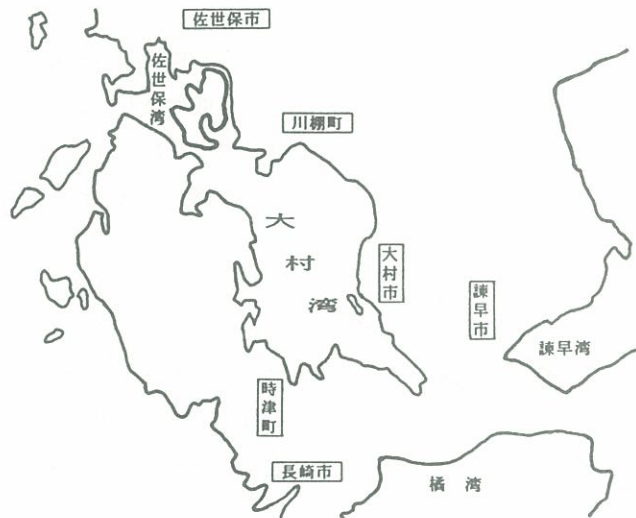
長崎大学水産学部教授
農学博士

波静かで風光明媚なため“琴の湖”^{うみ}の別称がある大村湾は長崎県中央部に位置する閉鎖性湾であるが、湾型に由来する海洋環境学的特性がある。一つは夏季の海底水無酸素化現象であり、他は同じ時期に見られる赤潮現象である。これらは本来無関係の現象の筈であるが、たまたま季節を同じくして発生することから、両者の関連性が問題となったのは今から約20年前の事である。当時1960年から'70年の間、世の中は高度経済成長の盛期であったが、日本列島の西の辺地にある大村湾沿岸には大村市(当時人口約6万人)を除いては、これと言った都市もなく、きわ立った産業もないまま、いわゆる都市・産業廃水が問題となるような湾ではなかった。ところがこの湾に1962年に1回、1965年に2回、1967年に1回と全湾の海水を茶褐色に変色する大型赤潮が続発した。赤潮の原因藻は最初の年が *Gonyaulax polygramma* であったが、後の3回の赤潮はいずれも今で言う *Gymnodinium nagasakiense* (当時 *Gymnodinium*'65年型種と仮称していた) で、渦鞭毛藻に属する毒性微細藻であった。特に1965年の2回の赤潮は規模が大きく、漁業被害も真珠養殖業を主に7億円を越すというものであった。富栄養化とか有機汚染とかまだ考えられなかった大村湾で発生したこれらの赤潮現象には莫大な生物量を養う栄養供給が必要であり、供給源はそれに先行して起こる海底水無酸素化現象によって底泥から再溶出する $PO_4\text{-P}$ と $NH_4\text{-N}$ でなかろうかと考えられた。このことについては事の真偽は残念ながらまだ結論は出さされていないが、事それほどこの湾における無酸素化現象は注目に値する環境学的現象である。

海図を見ると、その片すみに関連港の大潮升・小潮升・平均水面・高潮間隔を載せた表がある。その気にならないと見落しがちな小さな表であるが、この中には使いようによっては潮汐学の教科書の数頁にも相当する貴重な情報が隠されている。大村湾の海図を見ると関連港として佐世保湾側では佐世保港など2港、大村湾側では大村港など3港における上記の諸要素が示されているが、このなかから両湾の代表港として佐世保港と大村港とを比較してみると、下記の通りである。数値の見方は大潮升から平均水面を引いて2倍したものがその港の大潮時の平均潮位差であり、小潮升から同じ作業を行ったものが小潮時のそれである。高潮間隔とは月の南中時から最初の満潮時までの時間である。従って、これを整理すると、

	平均潮位差		平均
	大潮時	小潮時	高潮間隔
佐世保港	2.6m	1.0m	8 ^h :21 ^m
大村港	0.8m	0.4m	11 ^h :14 ^m

となる。すなわち、大村港は佐世保港に比べて平均潮位差が大潮・小潮時とも約1/3でしかなく、高潮間隔において約3時間も遅れることがわかる。大村湾内の他港の値は大村港と、また佐世保湾内の他港の値は佐世保港と大差がないから（ただ両湾を結ぶ伊の浦瀬戸に属する各港のそれらは両湾の中間値を示す）、大村港・佐世保港で得られた上述の事柄は大村湾・佐世保湾間の一般的傾向であることがわかる。すなわち隣接する二湾であるにもかかわらず、大村湾は佐世保湾に比べて干満差が1/3でしかなく、満・干潮時はそれぞれ約3時間も遅れることになる。これにより伊の浦瀬戸を通過する最大流速は約11ノットに達すると言われるほど強い流れとなるが（鳴戸海峡・関門海峡に次ぐ三大急潮の一つである）、これを経由して大村湾に流出入する海水量は $1.95 \times 10^9 \text{m}^3$ と推算され、大村湾の海水収容量（ $4.81 \times 10^9 \text{m}^3$ ）のわずか4.05%にしか過ぎない。これらは大村湾の湾口部が狭く、湾収容量に見合う十分量の海水の流出入がないこと



を意味しており、湾口部の激しい流動とは別に湾中央部と湾奥部には停滞水を形成する原因となっている。いわゆる停滞性湾としての大村湾の水理学的特性がここから始まっている。

夏季の低酸素化は西彼杵半島寄りの最深部海底水から始まり、やがて湾中央域南部へと拡大する。低酸素化の規模と進行は年による変動が激しく一概には言えないが、現象は7月中旬には $1 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ 程度まで低下し、8月に入り部分的無酸素水となる。やがて無酸素化規模も拡大し、9月初旬に最大となる。1967年は無酸素化現象が最も大きな年であったが、この年は7月初旬から9月中旬までの約70日間、大村湾面積の約3割を占める海底が無酸素水で覆われ、期間の終りにはその厚さは海底上1 mに達し、その上層2.5mが $1 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下の低酸素水となった。水深20mある現場で、12.5m以深層の海水はすべて $4 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下という状況となった。ちなみにこの季節の大村湾海水の水・塩分から規定される酸素飽和量は約 $5.5 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ である。これは極端な無酸素年からの引用で、例年はこれほどではないが、非移動性の底棲生物はこのため毎年1回絶滅の危機に遭遇することになり、大村湾の低生産性の原因となっている。この現象がプランクトンも含めて大村湾の生物環境に影響を与えない筈はなく、赤潮鞭毛藻についても例外ではないであろう。冒頭に述べた両現象の関連性が仮定された理由である。

一方、大村湾海水の栄養塩類濃度は他内湾域と比較して高いものではない。下記は *Gymnodinium* 赤潮多発水域における5年間の夏季における鉛直3層の平均栄養塩類濃度

である。

リン酸態-P	0.55 $\mu\text{g} \cdot \text{at} \cdot \text{l}^{-1}$
アンモニア態-N	2.57 //
亜硝酸態-N	0.57 //
硝酸態-N	1.49 //

一見高く見えるかもしれないが、これらは数値的に高い海底水の値も含んだ平均値であることを考えると、赤潮が形成される中層以浅水のそれはここに示した値より遙かに低い値と見てよい。また過去10年間の濃度変化を調べて見ると、この10年間近くで濃度増加を推測することができるが、増加は鉛直方向では10m以浅水で少なく、10m以深では海底に近いほど大で、海底水で急増する傾向がうかがえる。

これらは海底水無酸素化に伴う還元条件下での底泥からのリンとアンモニウムの再溶出に負うところが大きい。赤潮鞭毛藻の増殖はこの海底水の高濃度栄養塩類を利用している疑いが強いのである。

このように岸深かで海底平坦な大村湾では一たん無酸素化傾向が進行し始めると、現象は短時間のうちに全湾規模に発展する可能性が強い。移動性底棲生物は無酸素水を避けて潮先に蟄集し、一時的な好漁場を形成することもあるが、規模の拡大と共に逃げ場を失って斃死するし、真珠養殖では垂下層まで浮上した無酸素水はアコヤガイを斃死させる。またこの時期の南風の連吹は風上に当たる湾南岸域に湧昇を起こし時津方面の魚貝類を斃死させるし、北風の連吹は同じ理由から湾北岸域の川棚方面に同じ斃死現象を起こす。東京湾で問題となる青潮（東京湾では無酸素水を青潮^{せう}という。大村湾で漁業従事者が言う苦潮も

無酸素水のことである。)によるアサリの大量斃死もこれに類似した現象である。無酸素化現象の解除こそは大村湾の環境保全のための最大課題でなくてはならない。それでは解除について一体良策があるのであろうか。

天然では1回の台風の接近が無酸素水を完全に解消することはよく知られているし、秋口の冷え込みが続くと比較的短時日のうちに無酸素化現象を解除する。これが人工的手段にたよろうとすると、直接的にはばっ気あるいは周辺海域から土木工学的手法(掘削)による新鮮海水導入という手段が考えられるし、間接的には陸域から海域への栄養塩類負荷量を制限することにより有機物生産を抑える手法が考えられる。大村湾ではばっ気以外の2手段についてはすでに検討され施策として現実に実施されているもの(周辺環境の整備による負荷量の制限)とされなかったもの(地狭部の掘削による外海水の導入)とがある。周辺環境を整備して負荷量を減少しようとする試みは一見気の遠くなるような話ではあるが、うまく軌道に乗れば海水の浄化のためには結局は近道となるであろう。しかし大村湾の無酸素化現象は近年の汚染で現象が促進されてはいるが、有史以来のいわば天然現象であり非汚染性現象であったことを考慮すると完全解決にはならないことも考えられる。効果的かつ現実的な手法を探索したいと考えるが残念ながら私には良策が浮かばないのである。新年に当たり将来に希望を与える初夢を期待したいが、悪夢に悩まされた新年であった。

近年貧酸素状態の発生を予測するためのシミュレーションモデルの作成作業が日本水産

資源保護協会が進められているが、振り返ってみるとそれらの基礎となる情報がいかに欠けているかを痛感する。この状況は大村湾のみに限らないであろう。内湾環境保全のための基礎資料が湾別に完備されることこそ内湾の環境保全に関心を持つ者の望むべき将来の方向性であろう。大村湾では近き将来流動状況把握のための測流調査を行ってみたいと思う。

