

技師長・技術顧問の部屋

..... 海からの視点

病む閉鎖性海湾の底層環境～三河湾を例として～

広海十朗

1977年4月日本大学農獣医学部水産学科(現生物資源科学部海洋生物学科)に助手として採用されてから、「内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究(農林水産省技術会議)」の三河湾グループに属し、このテーマでは1981年まで研究をさせていただきました。本研究の目的は同湾の有機汚濁化の機構を解明するというものですが、そもそも窒素やリンなどの栄養塩の河川流入負荷量が多いのが原因であって、これを削減すれば簡単に問題解決では?と当時の私は安易に考えていました。ところが、以下に述べるように単純ではなかったのです。

三河湾奥域(渥美湾)における夏季の基礎生産量は平均して $3.5 \text{ g C/m}^2/\text{日}$ ($=290 \text{ mg} \cdot \text{atC/m}^2/\text{日}$)と実測されていました。Redfield ratioを使うと、上記の光合成の過程で有機物に固定されるN(窒素)、P(リン)はそれぞれ $44 \text{ mg} \cdot \text{at N/m}^2/\text{日}$ 、 $2.7 \text{ mg} \cdot \text{atP/m}^2/\text{日}$ となります。つまり、これだけの栄養塩が毎日供給されないとなりません。豊川水系から渥美湾に流入するN、Pの負荷量は $2.8 \text{ mg} \cdot \text{at N/m}^2/\text{日}$ 、 $0.24 \text{ mg} \cdot \text{at P/m}^2/\text{日}$ ですので、予想に反して全く足りていないという計算になります。それでは、不足する分はどこから来るのか?という疑問が生れます。

答えから先に言いますと、それは底泥から溶出した栄養塩と有機物が湾内で微生物分解されてできる栄養塩、すなわち湾内に重要なソースがあるのです。このことから、仮に流入負荷量を大幅に削減しても当面は基礎生産量が減少しない可

能性があると考えられます。丁度この頃、厳密には1979年からわが国では水質総量規制制度が導入されました。これは、東京湾、伊勢・三河湾、瀬戸内海の閉鎖性海域において工場等の事業場や生活排水などから出る汚濁物質(COD、2001年の第5次から窒素、リンが追加)の総量を地域ごとに5~6年単位で削減するというものです。

この制度の開始から約35年間経過した時点での、伊勢・三河湾における窒素・リンおよびChl-*a*濃度の変化傾向を愛知県水産試験場が報告¹⁾していますが、これを見ると以下のとおり要約されます。すなわち、「TN(総窒素)は減少傾向がみられ、35年間の減少率はそれぞれ33%、23%、減少の大部分はDIN(溶存態無機窒素)であること、リンについてもほぼ同様でTP(総リン)の35年間の減少率はそれぞれ23%、20%、この内両湾共にDIP(リン酸態リン)の減少が大きい、しかしながら、懸濁態有機物の指標であるChl-*a*濃度は両湾共にほぼ横ばいであった。」とあります。流入負荷量は確実に減少しているのに、なぜChl-*a*は減少していないのでしょうか?

この理由は不明ですが、無機態のN、Pに反して有機態のN、Pがそれほど減少していないことが原因となっているのかもしれない。今後の検討課題です。それは、もう一つの問題点を指摘しています。それは底層の貧酸素水塊が依然として横ばいか、やや拡大する傾向にあることです。同報告では「貧酸素水塊(ここでは飽和度30%以下)の面積の推移を観測しているが、

伊勢湾では増加傾向がみられ、三河湾でも大きな年変動はあるものの横ばいまたは微増傾向にあった。」とあります。

最近の状況はどうなっているのでしょうか。愛知県水産試験場では例年6月から10月にかけて貧酸素水塊の形成状況をモニタリングして「伊勢・三河湾貧酸素情報」として公開しています²⁾。これを見ると、依然として横ばい状況であることが分かります。ちなみに、東京湾でも同じような貧酸素化の状況が続いています。TN、TPから見れば水質は改善されているのに貧酸素という観点から見れば明確な改善効果は認められなかったといえるでしょう。

貧酸素化の元凶は永い間にわたって沈降・堆積されたヘドロ（汚泥）です。ヘドロ内の有機物が分解して酸素が消費され、酸素が不足すると硫酸還元細菌が働きだし硫酸イオンを利用した分解が進み硫化水素が生成し、生物や生態系に悪影響を及ぼします。この硫化水素もさらに酸素を消費し、状況が悪化するのです。このことから、硫化水素を除去することを考えないなりません。水質汚濁に係わる環境基準の生活環境の保全に関する環境基準に2016年度から溶存酸素濃度が加わりましたが、類型ごとに基準値は異なります。A類型（水産1級）で7.5mg/L以上、B類型（水産2級）で5.0mg/L以上、そしてC類型（環境保全）で2.0mg/L以上ですが、最低でも魚介類が生息できる5mg/L以上を目指すべきでしょう。このようなことから、今まで以上に底層の硫化水素の削減に向けた環境修復策を積極的に講ずるべきです。次回のコラムでは今ある

修復技術について具体的に触れてみたいと思います。

1) 曾根亮太他(2016) 内湾環境の現状とより豊かな海とするための課題 - 海から見た下水道整備のあり方 - 月刊下水道 39巻、8号: 22 - 28

2) <https://www.pref.aichi.jp/soshiki/suisanshiken/0000009720.html>

技術顧問（日本大学名誉教授）
広海十朗

