

**新しい海辺づくり**

**No.8**

人間の活動と関わる水質  
—閉鎖性海域の流れと水質(1)—

**生態系工学研究会**

**切っても切れない流れと水質**

学生(以下「S」): 先生, 前回までは2回にわたり水質を決定づけるような閉鎖性海域の環境の成り立ちを教えてくださいました。

先生(以下「T」): そうだったね。一方で, 水質を大きく決めている水域内の水の流れ方と切り離せないことは忘れられがちだ。流れのことで、いろいろなスケールや強さ、駆動力が絡み合うので、簡単には説明できないことが多いんだよ。

S: 例えば, 簡単な例はありますか?

T: 一番簡単なのは大阪湾の青潮の例だ。前回も少し触れたが, 青潮は貧酸素化がさらに進んで無酸素になった底層水が何かの拍子で表層まで上昇したときに表れる現象なんだ(図1, 2)。

S: 底層水は, 湾奥では, 活発な光合成によって生じたプランクトンが分解されたり, 分解されないまま海底に蓄積した有機物が分解されるために, 酸素が消費されるのでしたね。

T: そのとおり。そのとき, 海底で酸素がない状態になると, 硫酸還元菌の活動により硫化水素が発生し, 底層水中に滞留する。これが1つめのきっかけ。

S: 単純に酸素のない水が水表面に出てくるだけではダメなんですね。

T: そのとおり。そして, 2つめのきっかけが台風だ。普段大阪湾の奥部は南西の風がよく吹いていて, 風が起す流れ(吹送流)としては, 表層水は湾奥に押しやられる形になるんだ。

S: それは分かります。

T: ところが, 台風が本州南岸を通過したりすると, 風向きが北寄りになって, 風速も大きくなると, 表層水が南に流れる。すると, もともと表層水があったところを埋める, 専門的には「補償す

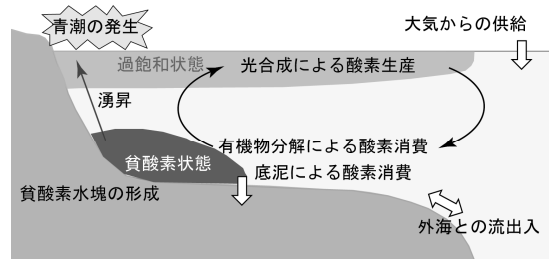


図1 水域の酸素循環

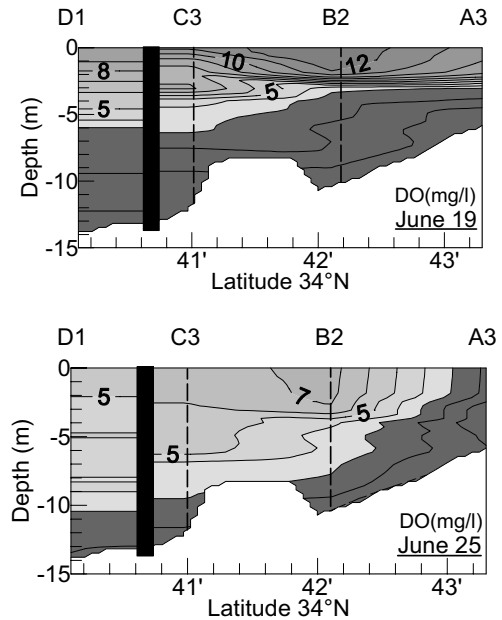


図2 青潮発生時の溶存酸素濃度縦断面分布 (底層の3 mg/l以下の貧酸素状態を灰色で示す。下段が青潮が発生した日の状態で, 図の右から左に強風が吹いている)

る」と言うんだが, 埋めるために底層水があがってくるんだよ。

S: つまり, まずは無酸素化が起こって, 底層水中に硫化水素が発生する。その水の塊が水表面に出てくる。その後は? なぜ青潮と言われるんですか?

T: 硫化水素が水表面に出てくると, 今度は酸素が供給されて, 酸化し, 硫黄単体の白い粒になる。これが水表面中を浮遊すると, ちょうど珊瑚や貝殻由来の砂粒でできた白い砂浜の海のように, エメラルドグリーン色の美しい海に見えてしまうこともある。しかし, 硫化水素を含んだ水は砂浜や干潟に棲む生物にとっては死の水だ。この現象は, 溶存酸素や硫黄を取り巻く生物化学的反応と, 突

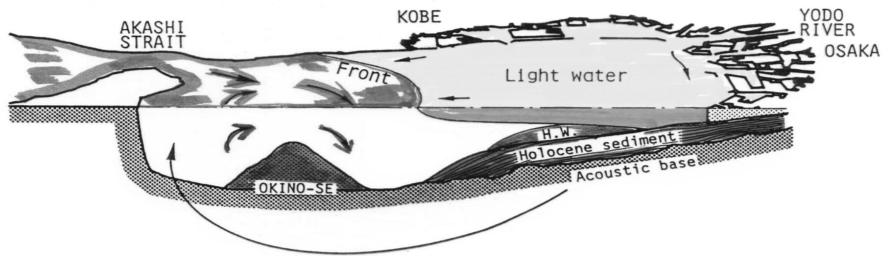


図3 大阪湾の流れ

発的な流れの急変という物理的な過程が入り組んだ水質急変の例だ。

S：つまりは水質のことを考えるときは流れのことも忘れてはいけなくてことですね。

T：そのとおり。そもそも分けて考えること自体が無茶なんだ。テレビ報道などでは東京湾での青潮が報道されるが、東京湾の青潮は大阪湾のに比べて、はるかに規模も大きい。

S：その理由は何でしょうか？

T：東京湾北岸での青潮の発生は、やはり、台風による風向の変化と強風が原因だ。つまり発生メカニズムは一緒だけれども、湾規模の大きな流れの変化で発生している。コンクリート護岸で切り立った大阪湾の湾奥部に比べて、東京湾の北岸沿いは、水深が浅く、勾配も緩い。底層水が水表面に出やすくなって、これも青潮が大きくなりやすい原因だろうね。だから、硫化物を含む無酸素水が発生するような水域で安直に砂浜や干潟を新しく造ってしまったりすると、逆に青潮発生の原因になってしまう可能性もあるので、力学の面からもきちんと、検討が必要だ。

S：なるほど。単純に砂浜や干潟の良いところだけ見るのではなく、様々な影響を見る必要があるんですね。

#### 流れが生む水質の違い

T：流れと水質が切っても切れない関係である2つめの例は、閉鎖性海域の湾奥だけが汚くなるメカニズムだ。

S：前回の話の中で、鉛直方向に密度差が生じることによって、鉛直方向への輸送が阻害されるという話がありました。これが底層の貧酸素化につながっていると……。

T：そのとおり。さらに言うと、例えば、湖沼で

あれば、鉛直方向への密度差はほぼ水温のみによって生じる。ところが、閉鎖性海域では、塩分濃度が重要なんだ。水温差に比べ、塩分濃度差は密度差に大きく寄与する。この塩分による密度差は簡単には解消できるものではないんだ。

S：つまり、河川の淡水と海水が入り交じる場所では密度差が強固になる→鉛直方向の混合が少なくなる→水質が悪くなるということですね。

T：たいていの内湾は大河川が湾奥部に流入する。そのうえ、例えば大阪湾では、最大の河川である淀川の河川水は一度南下した後、向きを変えて北上する(図3)。この河川水と湾西側の海水の間に潮汐フロントと呼ばれる境目ができる。この流れの境目が水質の境目でもある。東側では、鉛直混合がないまま、河川水が温められ、植物プランクトンによる光合成が進み、水質が汚濁する。一方、河川から流入する窒素やリンは、この水域でプランクトン増殖に使われてしまうから、湾西側には供給されない。結果として、湾奥部と湾西部には明らかな水質の違いが生まれる。この貴重な窒素やリンが湾西部には供給されないため、湾西部で養殖されているノリの色落ち問題が起きることになる。この湾東西の水質の違い、つまり、東側では汚濁の原因となる栄養塩が西側では生物生産に必要不可欠なものとなったりする環境の変化を「環境勾配」と呼ぶことがあって、今沿岸域では大きな問題となっている。つまりは、このような一つの海域に二律背反的な課題が発生すると、湾全体での水環境管理が重要になってくるわけだ。

S：なるほど。水環境の改善のためには、まず、水域内の流れを十分理解してかなければならないのですね。(次回に続く)

入江政安(大阪大学大学院)