

## <特集>第42回環境保全・公害防止研究発表会

特別講演：座長 大河内基夫

(全国環境研協議会会長：(地独法)大阪府立環境農林水産総合研究所 理事長)

### 環境部局による海域の調査研究の在り方について

牧 秀 明

(国立研究開発法人国立環境研究所 地域環境研究センター 海洋環境研究室主任研究員)



#### 1. はじめに

自治体におけるかつての公害対策部局，現在の環境保全部局や，環境庁時代の旧水質保全部から現在の環境省の水・大気環境局により定められてきた海域の公共用水域常時監視（測定計画）の手法と測定項目は，水産部局や海洋学分野で通常行われているものから見て相当異質である。健康項目や要監視・調査項目で定められている有害化学物質やダイオキシン・PCB等のPOPsの測定には重きが置かれている反面，水中投入型センサーにより塩分と水温の鉛直分布を測定して水塊構造を把握することや，栄養塩やクロロフィルa（Chl a）等を測定して海域の生産性（富栄養・貧栄養）や物質循環の状態を知ることが，全ての自治体での公共用水域常時監視で行われているとは限らない。実際，海域においては健康項目の検出・基準超過より，閉鎖性海域における赤潮発生，底層の貧酸素水塊形成や青潮発生，底質中の硫化水素蓄積とそれに伴う底生・水生生物の減少と貧相化の方が水圏生態系で生じている問題としてははるかに大きい。他方，比較的長年環境部局で測定されてきているCODや全窒素・全リン，pH，表層のD0等の生活環境項目は，水産部局や海洋学上，あまり有用な情報をもたらさない。総量規制対象となっている閉鎖性海域で行われている広域総合水質調査では，栄養塩やChl a等の項目が網羅されているが，原則年4回という高いとはいえない頻度で行われているのが現状である。こうした中，環境省では底層D0の環境基準を新たに設定することになり，水塊構造を立体的に捉えることや，貧酸素水塊形成に関する物質循環上重要な水質指標を含めた常時監視を行う必要性が出来つつある。

当方は地方環境研究機関と国立環境研究所による共

同研究（Ⅱ型）を通じて，上記のように環境部局による海域のモニタリング調査で欠けている水塊構造の把握，物質循環的な知見を補うべく，これまで底層D0の測定や貧酸素水塊生成の原因となる懸濁態有機物（POC）やChl a，栄養塩の測定を全国の沿岸海域で実施してきた。

具体的には，「沿岸海域環境の診断と地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱」（平成23～25年度）と「沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究」（平成26～28年度）の2課題について，これまで20以上の地方環境研究機関と国立環境研究所が参加して以下の項目について取り組んできた。1) 新規水質環境基準項目である底（下層）D0を対象にした多項目水質計による水質の鉛直分布の測定，2) 非汚濁海域において漸増傾向のみられるCODの構成要素解明のための関連項目の詳細分析，3) D0を消費する要因である水塊中の有機物の性状を評価するための海域版BOD測定の試行，4) 栄養塩の状態と推移の評価のために，水質環境基準項目である全窒素・全リン（TN・TP）に加えて無機態の各態窒素・リンの測定を行ってきた。また国立環境研究所では，貧酸素水塊生成の因子である水塊中の有機物の分解性と底質に着目し，底層環境の劣化の著しい東京湾奥部を対象にして試験研究を実施してきた。

本講演では，それらの概要について紹介すると共に，貧酸素水塊生成因子の定量的解析と今後の沿岸海域環境における物質循環の状態把握のためのモニタリング調査研究の在り方について提言を行いたい。

#### 2. 調査研究主旨と概要

平成23～25年度に渡って実施したⅡ型共同研究「沿岸海域環境の診断と地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱」においては，現行の公共用水域（海

域) 常時監視で欠落している水質形成の機構解明, 測定の時間密度, 未測定項目を補完することを目的として, 現在, 各地の沿岸海域環境で見られている非汚濁海域における COD の漸増傾向要因を明らかにするべく COD の構成要素の分析と共に, 閉鎖性海域において顕在化している貧酸素水塊発生状況を把握するために多項目水質計を用いて全国の底層 DO 未測定沿岸海域での測定を行うことを主旨とした。

COD 関連項目の測定は, 全国各地の公共用水域常時監視(環境基準)点や補助点で採水を行い, COD と溶存性の COD, 溶存性の有機炭素(DOC)と懸濁性の有機炭素(POC), それに Chl a を分析して, 塩分と合わせて各項目間の関係(相関)について検討した。

また平成 26 年度から現在にかけて実施している「沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究」では, 前課題に引き続き底層 DO や COD 関連項目の測定を行うと共に, 易分解性の有機物の簡易評価法として海域版 BOD の測定の試行を行っている。

また底層 DO を低下させる要因として, 1) 海水中の有機物の分解, 2) 底泥の酸素消費が挙げられるが, 公共用水域での常時監視等, 行政調査で測定されている訳ではなく, それぞれ具体的なデータが乏しいのが現状であり, 国立環境研究所では東京湾を対象にしてそれらのデータの蓄積を行ってきた。具体的には, 人間活動期限の有機物や海域で増殖した植物プランクトン由来の有機物の分解性の比較や, 東京湾内の水深や底質の性状の異なる幾つかの定点において, 底泥の酸素消費速度の季節変化について系統的に調査を行ってきた。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 底層 DO の測定と貧酸素水塊発生状況の把握

底層 DO の測定をこれまで, 日本海側では山形県, 新潟県, 富山県の沿岸と港内, 京都府の内湾, 博多湾(福岡市), 太平洋側では宮城県と茨城県沿岸海域と内湾, 東京湾(千葉県と東京都), 大阪湾(大阪府), 浦ノ内湾(高知県), 宮崎県沿岸部, 東シナ海側では大村湾(長崎県), 鹿児島湾(鹿児島県), 那覇港周辺(沖縄県)の 20 地点以上の箇所測定を行ったところ, 総量規制対象海域以外でも 11 カ所において底層 DO が 3 mg/L を下回る低・貧酸素水域が見付かった。

また, これらの中には閉鎖性海域ではない地点や, 冬季でも顕著な貧酸素水塊状が見られる地点が含まれていた。

#### 3.2 COD 関連項目の詳細分析

COD に関連する有機物の分析項目である DOC や POC, Chl a について, 19 都府県市の管轄する公共用水域(海域) 49 地点の 220 検体の分析を行った。その結果, 多くの地点で COD の大部分を占める溶存性 COD は DOC と比較的高い相関( $R=0.77$ )を示したが, 各水域ごとに個別に検討すると相関はまちまちで, 閉鎖性が強く内部生産も活発な水域では相関は高く, 回帰直線の傾きも 1.5 前後と似通っていたが, 逆に外洋に面した日本海側や四国沿岸では相関が低く, 回帰直線の傾きもまばらだった。以上のことから, 内部生産の高い海域では溶存性の COD の相当の部分は DOC で占められている(説明出来る)と考えられた。また POC は Chl a と非常に高い相関( $R=0.82$ )を示したのに対し, 懸濁性の COD と Chl a との相関は低かった( $R=0.49$ )。

以上のことから, 全国の沿岸海域における POC の中身の大部分は植物プランクトンで占められていることが示されたが, 懸濁性 COD は POC や植物プランクトン以外の要因により影響を受けていることが示唆された。一方, 上記のように COD の大半が溶存性 COD であることから, COD 全体を左右する要因の相当部分は DOC であると考えられた。

#### 3.3 海域版 BOD の測定試行

前課題に引き続き COD 関連項目を季節別に測定し, その内訳解明の検討を行うのと同時に, 海域版 BOD 測定の試行を全国の海域 20 地点を対象にして行った。

その結果, 1) 通常河川水等を対象にして行っている 5 日間放置ではなく 3 日間の放置で測定・評価が可能であること, 2) 内部生産が高い夏季は冬季よりも高くなる傾向を示すこと, 3) 沿岸近傍部の方が外洋域より高い傾向を示すこと, 4) 溶存性の BOD が全 BOD に対して占める割合は僅少であること, 5) 人為起源の有機汚濁負荷が無く内部生産が僅少である外洋域でも何らかの値を示す COD よりも, 適切な評価が下せる有機汚濁指標となりうることを示された。

#### 3.4 閉鎖性海域における貧酸素水塊形成因子の検討・解析

東京湾奥域で様々な地点での海水試料を用いて有機炭素の分解試験を行ったところ, 運河等の陸(人間生活)起源のものの影響が強い箇所より沖合の内部生産(植物

プランクトン) 由来の懸濁態有機炭素の方が易分解性であることが示された。また湾内の水深・底質の異なる地点で底質による海水中のDO消費速度を行ったところ、水深があり、粒度組成の細かい地点での酸素消費がより大きいことが分かった。以上の結果から水柱中のDO消費の各因子の寄与の見積りを行ったところ、DOCの分解が20%、POCの分解が30～50%、底質のDO消費が20～50%程度であると考えられた。

#### 4. まとめ

DO, 栄養塩, DOC・POC, COD, BOD, 底質等の水圏環境中での物質循環に関わる因子の測定は最近の技術革新で可能になったものではなく、数十年以前から手法は存在していたが、系統的に行われてこなかったものである。今後は海域毎に起こっている生態学的な現象と利用障害

を見極めつつ、必要な測定を含めた現場での調査研究が必要であると考えられる。

#### 謝辞

本研究遂行に当たり、共同研究課題に参加されてこられた地方環境研究機関の皆様全員に対しまして、厚く御礼申し上げます。

---

#### —参考文献—

国立環境研究所研究プロジェクト報告「貧酸素水塊の形成機構と生物への影響評価に関する研究（特別研究）」平成19～21年度 SR-93-2010  
<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/pdf/sr93.pdf>