



愛研技術通信

掲示板：法令・告示・通知

金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令等の一部を改正する省令について

ロンドン条約96年議定書を締結するため、廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部を改正する政令（平成18年政令第329号）が10月12日に公布されました。この政令改正を踏まえ、2006年12月15日付けで「金属類を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令等の一部を改正する省令」が公布されました。

1 背景：

- (1) 廃棄物の投棄による海洋汚染の防止を定めたロンドン条約96年議定書を締結するため、廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施行令の一部を改正し、〔1〕「廃火薬類」及び「不燃性一般廃棄物」等について海洋投入処分を禁止することにより、一般廃棄物の海洋投入処分を全面的に禁止するとともに、〔2〕「公共下水道等から除去した汚泥」を海洋投入処分を行うことができる産業廃棄物から除外し、「動植物性残渣」及び「家畜ふん尿」についても、他の産業廃棄物と同様、油分及び有害物質についての基準に適合するものに限り、海洋投入処分を認めることとされました。
- (2) この改正を踏まえ、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令等の関係省令について所要の改正が行われました。

2 内容：

- (1) 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令（昭和48年総理府令第5号）の一部改正
「動植物性残渣」及び「家畜ふん尿」について、含有する有害物質に関する基準が設定されました。
- (2) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令第6条第1項第4号に規定する油分を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令（昭和51年総理府令第5号）の一部改正
「家畜ふん尿」について、含有する油に関する基準が設定されました。
- (3) 廃棄物海洋投入処分の許可等に関する省令（平成17年環境省令第28号）の一部改正
廃棄物の排出海域及び排出方法を定めている廃棄物海洋投入処分の許可等に関する省令別表の規定から、海洋投入処分が禁止される廃棄物についての規定が削除されました。

3 施行

平成19年4月1日

解説：流域生態系を考える！（第3回）

- 何故、海域のCODが改善されないのか？ -

前号では、河川の浄化が進んでいるのに、何故か海域の水質改善が進まないのは不思議である、と述べた。と同時に、その疑問を解く鍵として、河川に適用されている生物化学的酸素要求量（BOD）と海域に適用されている化学的酸素要求量（COD）とのチグハグさのほか、流域圏で新たに顕在化しつつある環境問題にある、ということも指摘しておいた。今回は、これらの疑問点に迫りたい。

BOD指標は、微生物分解しやすい有機物を対象に測定している。いっぽうCOD指標は、微生物の分解性には無関係で、有機物と一部の無機物が過マンガン酸カリウムにより酸化される程度を示している。だから、BOD値が低くても、COD値が高い例はい

くからでもある。しかし、この逆はほとんどない。

日本の水質モニタリングでは、河川にはBODが、海域や湖沼にはCODが環境基準の対象項目になっている。海域や湖沼に直接排水を流す工場・事業場に対しては、CODの排水基準が適用される。しかし、日本の工場排水や下水はまず川に流れ、そのあと海域や湖沼へ流出していく工場・事業場が圧倒的に多い。川に流すときの排水基準はCOD値でなくBOD値を適用し、その排水基準を遵守するために、工場・事業場側は活性汚泥法と呼ばれるBOD中心の排水処理技術を駆使して削減化を図っている。一般に、微生物を利用した工場排水や下水を処理すると、処理前はBOD値がCOD値と同じ程度かやや高い(下水ではBOD値がCOD値より高い場合がふつうである)のに、処理することによって有機物が分解されるため、BOD値は90%以上削減されるが、COD値の削減はそれよりも低く60~80%程度である。そのため、処理後は、一般にCOD値がBOD値より高くなる。このことから、海域や湖沼に河川を通じて排出されるCOD負荷の削減は、BOD削減に相当するCOD負荷の削減という間接的な対策しか打てないという環境行政の盲点を指摘することができる。

伊勢・三河湾の場合、COD達成率がなかなか向上しないこともあり、東京湾や瀬戸内海と同様に、閉鎖性水域の水質改善を図るため、1979年以来、COD総量規制が導入され、1日当たりの排水水量が平均50m³以上の事業場に対して排出規制が実施されている。それでも伊勢・三河湾は、依然としてCOD環境基準を達成できていない。この総量規制を有効なものにするには、河川に排出する工場排水・下水などの汚染源に直接COD基準を適用することが必要である。つまり、川は川、海は海という個別の対応ではおのずと限界があり、森までを含めた川・海をひとつの連続したシステムとしてとらえる流域管理が必要である。

海域のCOD値を上昇させる原因のもう一つに、植物プランクトンがある。植物プランクトンの細胞自身が、COD測定に反映されるし、枯死した後も細胞からは多くの有機物質や無機物質が放出されてCOD値を上昇させる。このことについては、以前からは、水域の“COD内部生産”としてその重要性が指摘されてきた。したがって、COD総量規制には、窒素やリンの総量規制も同時に実施されなければならない。これについては、2001年の第5次水質総量規制により、富栄養化の原因物質である窒素及びリンも規制対象として追加された。

窒素、リンは植物プランクトンの光合成に必要な栄養元素であり、しばしば制限因子として働き、その増加は富栄養化の要因の一つである。そこで、三河湾の全窒素、全リンの経年変化を概観すると、三河湾の全窒素濃度は1971年の約0.2mg/Lから1990年の約0.45mg/Lに増加し、その後は横ばいで推移している。全リンについても、全窒素と同様の傾向にあり、この30年間で約2.5倍増加している。

次に、COD内部生産として評価される植物プランクトン現存量から検討してみる。植物プランクトンが有する植物色素は、珪藻類、珪藻類、渦鞭毛藻類、藍藻類などの分類群によって異なるが、クロロフィルaだけはすべての分類群に共通の色素であり、全植物色素量に占める割合も大きい、という2つの理由から、植物プランクトンの現存量を表す指標として一般的に測定される。1970年代のデータを欠如しているが、クロロフィルa量の季節変化は概して夏季に高く、冬季に低い傾向が認められる。しかし時には、冬季でもしばしば高いクロロフィルが観察される。また、1990年代のCOD増加期には、明らかに赤潮状態と認識される最大クロロフィルa濃度が出現する頻度が高くなり、しかもその頻度は年を追って増大傾向にあることが特に目につく。これらの事実から、三河湾に発生する赤潮生物種は、いままではその多くを降雨後に赤潮を形成する珪藻類が優占種(降雨型珪藻赤潮)になる傾向にあったものから、最近ではむしろ鞭毛藻赤潮に変遷していることが示唆される。一般に、鞭毛藻類は、珪藻類の化学組成と比べて炭素源に富んでおり、またその多くが走光性の性質をもつ種類が多いため、日中、海表面に集積しやすい。このことが、ここ10年のCOD増加に結びついているものと推察される。

これらのほかにも、ここ10年のCOD増加の原因としていくつか考えられる。たとえば、陸側の問題としては、流入有機物の質的变化(COD/BOD比の乖離)、自然系(山林)農業系(水田、畑、山林、牛、豚、鶏)土地系(宅地、道路、ゴルフ場)からの面源汚染源(ノンポイントソース)と呼ばれる窒素負荷の増大、水資源開発による水利用度の向上に伴う河川水量の低下などがあり、海側の問題としては、干潟・藻場の減少による浄化能の低下、貧酸素水塊の拡大に伴う底質からのCOD溶出の増大などがある。これらの問題の根源は、ほとんどが流域圏で発生している問題である。これまでの環境保全対策の考え方はエンド・オブ・パイプと呼ばれるように、人間活動に伴う汚濁物質の制御を排出口や放流先で何とか削減を図る方向で進められてきたが、それだけでは結局、解決に到らなかったことを示している。そこで最近では、汚濁物質を排出する上流の方、つまり人間の負荷活動やそれを支配する社

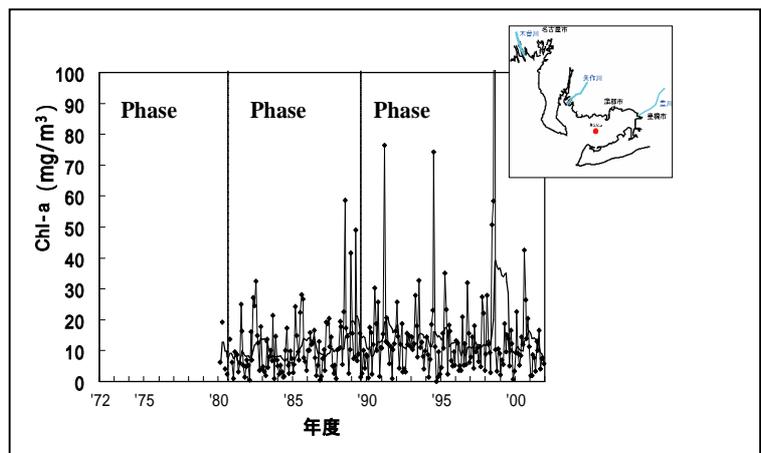


図1 三河湾々中央部におけるクロロフィルa量の経年変化

会システムや慣習や文化といったことまでを視野に入れて対応することが必要になってきていると思われる。

そこで次回からは、流域圏で顕在化しつつある新たな環境問題に迫りたい。

技術資料：溶存酸素(DO:dissolved oxygen)を測る

私たちが空気中の酸素を吸って生きているように、水界の魚やプランクトンも、水の中に溶け込んでいる酸素を呼吸しています。酸素なしでは生きていけないのです。では、水の中の酸素はどこから供給されるのでしょうか。酸素が供給される経路には、主にふたつあります。一つは大気からの供給と、もう一つは水の中の植物が酸素を供給するのです。植物は二酸化炭素と有機物をつくりだすと同時に、酸素を発生し水中に供給しています。この反応は光を必要とするので、「光合成」と呼んでいます。いっぽう、水中の酸素は、化学物質の酸化による消費もありますが、主として動植物やバクテリアなどの呼吸によって消費されます。ですから、川や湖や海の生態系では、物質循環の中心的過程は有機物の生産と分解にあり、水中における二酸化炭素の消費と酸素の放出、また酸素の消費と二酸化炭素の放出と見ることができます。これらを量的に理解するには、水中に溶けている酸素あるいは全炭酸濃度の変化を調べるのが最もふつうの方法です。しかし、水中の全炭酸濃度を正確に、しかも簡便に測定する方法がありません。これに対して、溶存酸素は1888年にウィンクラーが開発した方法により、容易に高い精度で測定することができます。このため、水界における溶存酸素の分布や変化についての知識は、すでに一世紀以上の蓄積があるわけです。

溶存酸素濃度は、体積($\text{ml O}_2 \text{ l}^{-1}$)、重量($\text{mg O}_2 \text{ l}^{-1}$)のほか、しばしば飽和度(%)で示されます。大気と水が十分に混合され、大気中の酸素濃度と水中の酸素濃度が平衡状態にあるときの水中の酸素濃度を100%とし、それを超えるときは過飽和、それより少ないときは不飽和といえます。水中に溶け込む酸素の量は、水温、塩分、気圧により異なります。湖沼や河川などの淡水で、たとえば25のときは、4のときの3分の2の酸素しか溶けていません。海水のように塩分濃度が高いと、溶けている酸素量はもっと減ります。高所にある湖も気圧が低いので飽和量は小さくなります。いっぽうで生物の呼吸量は、一般に温度の上昇に応じて増加するのがふつうですから、養魚池や川などで夏に水中の酸素が不足して、魚が死ぬのはこのためです。

表面に近い水中の溶存酸素は、植物プランクトンや水草の活発な光合成で過飽和になれば大気中に放出され、有機物の分解などで不飽和になれば大気から補給されるため、一般には飽和量に近い値を保っています。しかし、風がほとんどない晴天の日などは、表面付近で200%にも達する飽和度が観察される場合があります(図1)。

冬から春にかけて、湖や海は表層から底層まで一様に混合されます。この時期に水は大気と十分に接触し、大気との平衡濃度に相当する酸素を溶かし込みます。さらに夏の向かって次第に日射量が強くなると、水面近くで光合成によって多量の酸素が供給され、過飽和になった酸素は大気中に逃げていきます。

水温成層^{注1)}が形成される夏季には、水温躍層^{注2)}の上部において、日中、植物プランクトンの光合成が活発に行われます。しかし、水温躍層の中では深さによる水の密度の違いが大きくなり、溶存酸素が過飽和になっても上下層に拡散しにくいので、しばしば高い飽和度が観測されます。水温躍層より深い層では植物プランクトン自身により光が遮られることもあり、光の減少に伴い光合成量も減少します。これよりも深くなると、光合成はさらに小さくなり、動植物やバクテリアの呼吸、あるいは上層から沈んできた生物の遺骸や糞などの有機物による分解の方が大きくなり、溶存酸素量は、水温成層が形成されてからの時間とともに減少します。さらに著しいときにはほとんど消失し、ついに無酸素状態になることがあります。

注1) & 注2): 池や湖等の閉鎖性水域では夏季になると太陽熱により表層の水が温められ、底層の水との水温差が発生します(図2を参照)。

たとえば、30の水は20の水の比重よりも0.3%ほど軽くなります。その差はわずかのように思われますが、膨大な量の水を動かそうとすると大変なエネルギーを必要とするのです。その結果、温かくて軽い表層の水と冷たくて重い底層の水は混合しなくなった状態を水温成層といいます。その境になる急激に水温が変化する層を水温躍層といいます。

このように夏季に水温成層や無酸素層が形成される水界も、秋になり表層水が冷却され、重くなった水は対流により次第に深くまで混合されると、大気から供給される酸素が次第に深い層まで及びようになり、春にみられたと同じように、表面から底層まで全層にわたってたっぷり酸素を吸い込むことになります。

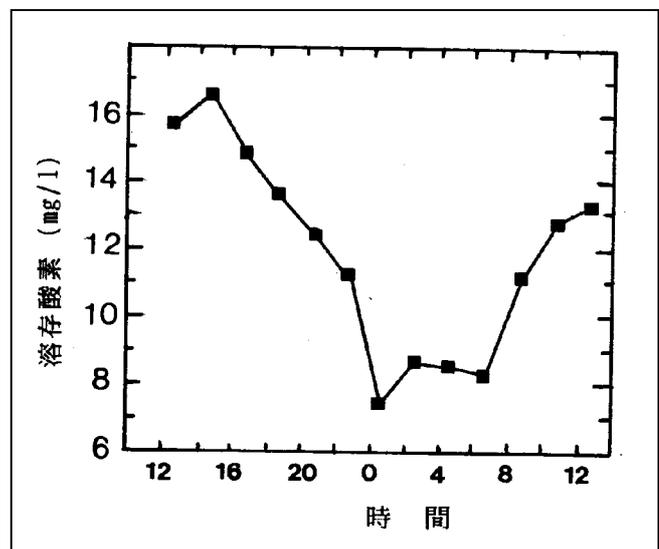


図1 愛知県にある天然湖沼における溶存酸素濃度の日変化

このように、溶存酸素の深さによる分布や、その季節変化から、水界における植物プランクトン（海藻や水草を含め）による有機物生産や、さまざまな生物の呼吸を含めての有機物分解の程度を知ることができます。

前号でpHについて詳しく述べたように、水中の溶存酸素と水素イオン濃度（pH）さらに全炭酸の間には、はっきりした相互関係があります。水中のpHは、ふつうの水界では中性付近のpH6から8ですが、太陽光が届く層（生産層とか有光層といいます）では、植物プランクトンの活発な光合成により二酸化炭素が消費され、その結果、 $[H^+]$ が減少してpHが上がります。いっぽう、光が届かない深い層（分解層または無光層といいます）では水中の光が少なくなり、光合成作用も低下して二酸化炭素の消費が減少します。そして沈降してくるプランクトンの遺骸やなどの有機物分解、動物やバクテリアの呼吸によって二酸化炭素が増加します。このため、深水層では、二酸化炭素の増加に伴って $[H^+]$ が増加してpHが低下します。

このように三者の間には、図2のように、ある程度の深さのある水界では、夏季の光合成が活発なときに、溶存酸素とpHとの間には正の相関が、全炭酸との間には負の相関にあるのはこのためなのです。

最後に、私たちが日常業務の中で測定される溶存酸素量の範囲（法的基準・自主基準）と溶存酸素計を使用するときの注意点を示しておきます。なお、環境基準等の範囲から大きく外れる場合、その原因を特定しておくことが大切です。

・生活環境の保全に関する環境基準：

- 河川 7.5mg/L以上（AA & A類型）
5mg/L以上（B & C類型）
2mg/L以上（D & E類型）
- 湖沼 7.5mg/L以上（AA & A類型）
5mg/L以上（B類型）
2mg/L以上（C類型）
- 海域 7.5mg/L以上（A類型）
5mg/L以上（B類型）
2mg/L以上（C類型）

・農業用水として供給される望ましい水質条件（農業用水基準）：

5mg/L以上

・水産の生産基盤として水域の望ましい水質条件（水産用水基準）

- 河川・湖沼 6mg/L以上
（サケ・マス・アユには7mg/L以上）
- 海域 6mg/L以上
（内湾漁場の夏季底層3mg/L以上）

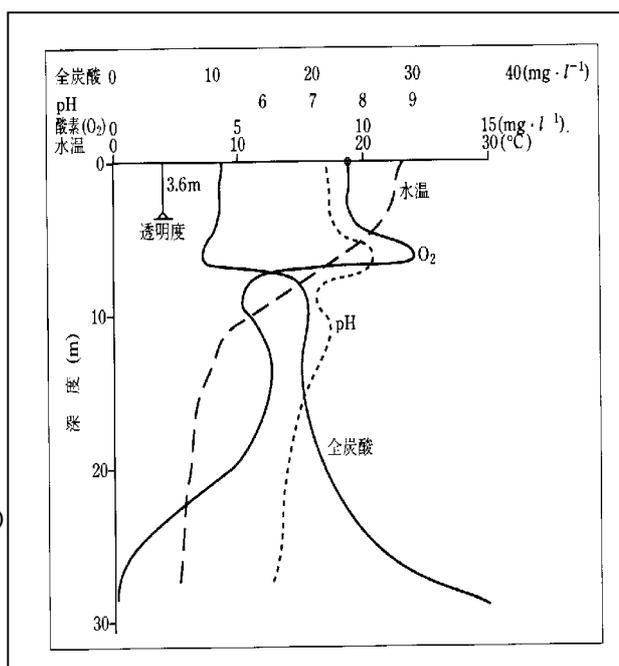


図2 木崎湖における夏季の水温、pH、溶存酸素及び全炭酸の鉛直分布の一例(林ら、1985を西條・三田村、1995から引用)

近年、電極を酸素透過性のテフロンなどの薄膜で被覆した薄膜被覆電極を用いる方法が著しく普及しました。薄膜を透過した溶存酸素と電極との間に電流が発生することを利用したものです。この方法は、共存物質による妨害が少ないので、汚濁水や着色水などに広範囲に利用されています。当社でもBODの測定には欠かせない計測機器になっています。溶存酸素の使用にあたっては次のような点に留意することが大切です。

較正は溶存酸素ゼロの水（約0.5%亜硫酸ナトリウム水溶液）と飽和酸素水（曝気により調整）を用いて行う。

薄膜を交換する際、気泡が入ると異常値を与えるので注意が必要である。

薄膜表面の酸素濃度試料水自体の酸素濃度をすみやかに等しくするためには、測定時にはかき混ぜが必要である。

硫化水素、二酸化炭素、ハロゲンガスなどは測定の妨害となる。

薄膜及び内部液は適宜とりかえる。

などである。溶存酸素計は、野外用としても市販され、利用・活用されているが、使用時には、機器の較正のほか、ウィンクラー法との相互点検が重要であることはいまでもありません。