



愛研技術通信

あけましておめでとうございます。

旧年中は格別のご厚情を賜り、誠にありがとうございました。



昨年も、一企業の努力だけではカバーしきれない経済不況の流れに、多くの業種の企業にとって、極めて厳しい状況に立たされました。こんどこそは昇龍の年となるのか、あるいは臥龍で終わるのか、まさに剣が峰に立つ年と言われていましたが、結局のところ負の連鎖を断ち切ることができず、その願いは叶えられませんでした。

翻って世界を眺めれば、ロシア、フランス、アメリカ、中国、韓国と、世界の主だった国々のリーダーが一斉に交代した年でありました。日本も、リーダーシップに失望し続けて3年余、昨年末に総選挙が行われ、民主政権から自公政権へと新しいリーダーに交代しました。

一昨年に起きた東日本大震災・津波という大災害は、未だ「過去」の出来事ではなく、現在そして未来にわたって、日本人の負うべき課題となっています。まさしく日本という国のこれまでの価値観や体制が崩れて、否応なしに新しい価値観へと移り変わっていく大きな流れの一年であったことが実感されました。新政権には、勝利におごることなく、人に優しく、地に足のついた政権運営に努め、まずは真っ先に効果的な経済再生プログラムを打ち出して欲しいものです。

今年の干支は「巳」、動物に例えれば「蛇」、蛇には脱皮することから「復活と再生」を連想させます。それにあやかって、私たち社員一同は、このような局面だからこそ、「お客様に喜んで頂く」という基本に立ちかえり、地道に、ひとつずつ、目の前のできることから取り組んで参りたいと存じます。

本年も変わらぬお引き立ての程よろしくお願い申し上げます。
皆様のご健勝とご発展をお祈り申し上げます。

株式会社 愛 研
代表取締役 鎌田 務
社員一同

「ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法施行令の一部改正」について
(環境省、2012.12.14)

愛研技術通信第72号&77号でご案内のとおり、PCB特措法では、PCB廃棄物の処理期間を公布の日から15年以内(2016年7月15日)と定めていたが、現状の処理状況からみてこの期間内にすべてを処分することは難しく、また微量PCB汚染廃電気機器などが大量に発生することも明らかになったことから、処理期間を2027年3月31日まで延長することとなった。

公布・施行日：2012年12月12日

平成23年度地下水質測定結果について

(環境省、2012.12.14)

水質汚濁防止法第15条及び第16条に基づき、環境省は、平成23年度における地下水の測定結果及び全国の地下水汚染事例における汚染原因・対策等の状況について、取りまとめ発表した。

それによると、全国的な地下水質の状況についてみると、揮発性有機化合物(VOC)が過去5年間に環境基準を超過した井戸がある市区町村は368で、全市区町村の21%(前年度調査では22%。以下同じ)を占めた。過去5年間に環境基準を超過した井戸がある市区町村の割合は、重金属では24%(23%)、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素では30%(31%)であった。また、地域の全体的な地下水質の状況を把握するための調査である「概況調査」の結果をみると、全体の環境基準超過率(何らかの項目で環境基準を超過した井戸数/全調査井戸数)は5.9%(6.9%)であった。

対談 海の水質は、何故改善されないのか
BOD対策とCOD対策の乖離

三河湾沿岸部(渥美湾)では、1990年を境にCODが徐々に増加する傾向があるのに対して、流入河川のBODは、年々減少傾向にある。ここで素朴な疑問として、CODとBODは有機物量を示す同じ指標であるのに、河川からのBOD物質が減少しても、海域のCODの水質改善が進まないのはいったい何故だろうか？

同様の現象は、霞ヶ浦、琵琶湖、十和田湖などの湖沼で、また海域では富山湾や松島湾で起きている。

本対談では、様々な環境行政対策にもかかわらず、このようなCODとBODの乖離がどういう理由で生じているのか、また海域の水質改善がなかなか進まない問題について、流域管理の視点から、社長との対談形式でまとめてみた(文責：田中庸央)。

1. CODとBODの乖離現象とは！

社長 - 都道府県知事には、水質汚濁防止法第17条に基づき、公共用水域水質調査結果を公表することが義務づけられています。その関係で愛知県も、例年6月頃に公表していますね。

平成23年度の結果によると、38河川49水域で実施したBODの環境基準達成率は96%で、長期的な推移をみると、改善傾向にあります。一方、伊勢湾・三河湾における有機物の環境基準であるCODは、流域の負荷削減対策によりその負荷量は着実に減少しているにもかかわらず(図1)、達成率は河川と比べて55%と低く、長期的な推移でみると、横ばい傾向が続いています。ここで素朴な疑問としてわいてくるのが、BODもCODも、同じ有機物量を示す指標なのに、河川からのBOD物質が減少し環境基準を満足しても、海域のCODの水質改善が進まないのは、一体何故かなと、いつも思います。

田中 - 本当にそうですね。ここでは、環境基準達成率の推移ではなく、40年間にわたって測定された、渥美湾沿岸部におけるCODの実測値で、経年変化図を見てみましょう(図2)。1970年から1980年までは増加をし続け、その後、ほぼ横ばい、または漸増傾向で推移した後、一旦低下しました。しかし、90年

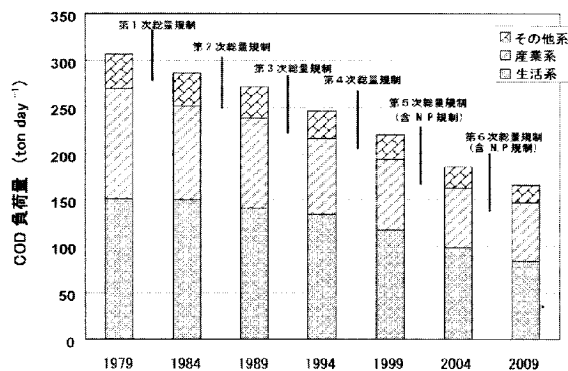


図1 東海3県から伊勢湾・三河湾へ流入するCOD汚濁負荷量の推移

代からは再び増加に転じ、3~4mg/Lを示し現在も減少傾向は見られていません。

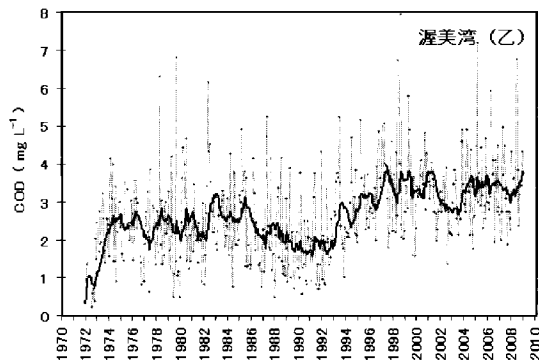


図2 三河湾沿岸部における化学的酸素要求量(COD)の経年変化(田中・吉田, 2011)
(愛知県公共用水域水質調査結果より作図、渥美湾(乙)はA-7, A-8, A-9の平均値で表示、太線は12区間(月)移動平均を示す。

社長 - BODの推移はどうなっています？

田中 - 海では、BODを測定していません。それは、湖や海にはプランクトンが生息しており、その呼吸による酸素消費がBOD値に影響するという考えに基づいています。しかし河川は、BODもCODも測定しています。図3は、渥美湾沿岸部と衣浦湾に注ぐ河川水のBOD値とCOD値の推移を示したものです(服部ら、2012)。BODはこの30年間で約4分の1に減少したのに対し、CODは約2分の1しか減少していません。BODの方が、CODよりも早く減少していることがわかります。

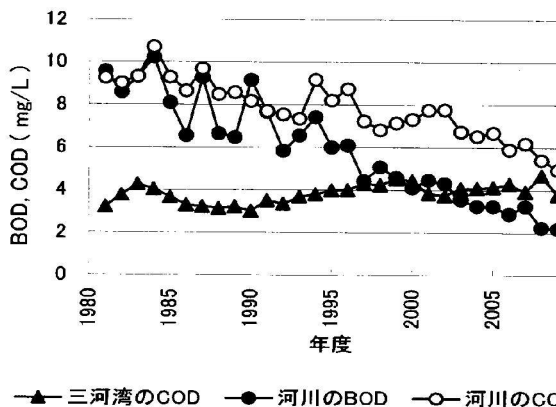


図3 三河湾沿岸部に流入する河川14地点における生物学的酸素要求量(BOD)の経年変化(服部ら、2011)

社長 - 最近耳にした、日本の財政に関わる歳入歳出の形を示す「ワニの口」に、ちょっと似ているね。ということは、COD/BOD比も大きく様変わりしている？

田中 - そうです。1981年度のCOD/BOD比は0.98、その後数年間は1前後を示していたのが、1990年頃から徐々に増加し、30年後の2009年で2.3を示しています。実は、COD/BOD比が上昇に転じた1990年と、渥美湾沿岸部のCOD値が上昇しはじめた年度と

概ね一致しています。

社長 - ということは、生物学的に分解し易いBOD物質よりも、分解しにくいCOD物質が相対的に多くなっているということですね。

田中 - このことについては最近、BODとCOD間の乖離現象として注目されています(今井、2004)。おっしゃるとおり、CODは有機物の全量を表す指標です。一方、BODは易分解性有機物を表す指標です。これらのことから、河川水中の有機物は、以前に比べて難分解性有機物で占められているのではないかと推測されているのです。

鎌田 - 難分解性有機物というと、BODやCODと比べて聞き慣れない言葉です、どのようなものですか。

田中 - 定義はなかなか難しいのですが、例えば、代表的な難分解性有機物というと、腐植物質とかフミン物質を思い浮かべることが多いですね。これらの有機物は、微生物にとって分解されにくく、構造的に非常に安定なため、極めて長い間、水中に存在し続けていると言われてしています。

30数年前になりますか、愛知県日光川の河川水による生分解性試験の結果、100日間でも減少しない有機物が存在することを確認しています。これも難分解性有機物の範疇と考えられます。もう一つ、源流部から下流部に至る河川水中の主要な化学成分として、代謝産物である炭水化物、蛋白質、脂質、メチレンブルー活性物質、尿素等を分析した結果、(1)検出同定された既知部分の全溶存有有機物に対する割合は、下流へ流下するにつれて高くなり60~80%に達すること、それに対して、(2)源流・上流部の溶存有有機物の多くは、土壌山野から流出する腐植物質と考えられる結果が得られたことです。前者は、人間活動由来や河床付着微生物群の代謝産物で供給された有機物で微生物的に分解されやすく、一方、源流・上流部のそれは、分解しにくい土壌由来の腐植物質が多く占めていたと考えられます(田中・田中、1977)。

2. 最近の見解

鎌田 - 最近の研究で、この難分解性有機物に関する研究で進展がありましたか。

田中 - はい、国環研の今井さんらのグループによって、興味深い成果が得られています。ただその前に、一つ断っておくことがあります。それはここで問題になっているCOD増加の原因について、CODベースで議論しているのではなく、有機物の全量を表す有機炭素量ベースで議論しています(このことについては、BOX15を参照して下さい)。今井さんらは、霞ヶ浦湖水中のフミン物質を易分解性・難分解性、疎水性・親水性、酸性・塩基性の違いによって分画したところ、主要な難分解性有機物はフミン物質と親水性酸であることを明らかにされました。その上で、秋から冬に増加する難分解性有機物のほとんどは低分子の親水性酸であり、フミン物質でない結論づけています。冬季における親水性酸の主要な発生源

は湖内で生産された有機物であり、底泥由来と考えられること、また下水処理水からの親水性酸の寄与も重要であると述べています。一方、湖水中のフミン物質の大部分は河川由来であり、そのうち田んぼからの流出水の寄与が最も大きいことを示唆されています。また琵琶湖での事例研究でも、は、岡本さんらの研究グループにより、同じ手法で精力的な取り組みが行われています(岡本ら、2011)。

鎌田 - ということは、難分解性有機物由来と推測される最近のCOD増加対策として、一つは湖内の底質対策であり、ふたつ目は下水処理対策であり、三つ目は田面排水対策ということですか。これら3つの対策は、渥美湾沿岸部のCOD増加にも応用できるということですか？

田中 - 湖で得られた成果をそのまま海のCOD増加対策に応用できるかという、まだまだ実証的なデータが少ないのが現状です。しかし、現象的に良く一致するところが多いなあと感じています。COD増加に関する具体的な対策については、もう少し後で述べることにして、ここではもう少し渥美湾沿岸部で何故COD増加の現象が生じているのか、その背景について考えてみようと思います。

3. 渥美湾沿岸部のCOD改善を阻んでいる理由

鎌田 - 以前、田中さんは流域管理において、面源対策が重要だとおっしゃっていた。県内の土地利用は、昔と今とは大きく様変わりしている、私の手元にある平成18年時点の資料によると、森林が42.6%、農耕地(このうち水田が9.2%、畑が7.0%)、水面・河川・水路が4.7%、道路が8.9%、宅地が17.6%(このうち住宅地が10.4%、工業用地が2.4%、その他の宅地が4.8%)となっています。これを過去と比較すると、森林面積の著しい減少は、尾張地域においてみられ、農耕地のうち水田面積は、都市化の進展や農業の担い手不足などにより、1965年代と比べ約4割も減少しています(愛知県、2006)。森林も水田も、もともと浄化機能をもっていて、管理さえきちんとすれば、余計な汚濁負荷量を発生させない抑制力があります。しかし、森林荒廃が進み、管理されない休耕田が増加すれば、当然面源負荷も増えることが予想されます。

田中 - ご指摘のとおり、CODに改善がみられない原因の一つに、面源負荷説を疑っていました。特に問題なのは、都市域の拡大により、宅地や道路の雨水不浸透面積が増加して、合流式下水道の越流問題に代表されるように、降雨時に道路、住宅地の屋根、下水管渠や河川の河床などに付着・堆積した汚濁物質が一気に下水道や河川を経て海に流出してしまうことも、難分解性COD増加に関係していることが考えられます。降雨時に集中的に負荷されている実態は、流量が安定し晴天が続いた平水時に行うとされている県による公共用水質調査から捉えることができません。一方、河川では、水質と流量は絶えず変化しており、それらを連続的に測定することはそ

れほど易しくありません。これまでの降雨時の汚濁負荷量の多くは、降雨強度に応じて3~4日程度の連続測定で算出することが多く、年間を通した降雨時の流出負荷量として正しく評価しているのか疑問がありました。そこで私たちは、愛知県が主要河川に設置した水質自動観測所で得られたCODの連続データに着目しました。ここでは、全く正反対の未曾有の異常気象により社会問題化した1993年(冷夏、多雨)及び1994年(猛暑、小雨)の水質・流量連続データを用いて、降雨時の汚濁負荷量を推定した結果を紹介したいと思います。

鎌田 - 1993年といえば、平成の大凶作と呼ばれたほど、真夏になっても梅雨のような天候が続く、冷夏の上に日射不足で不作の年でした。そして翌年はうってかわって猛暑になり、連日最高気温が35を超える暑さと、最低気温も25を下回らない熱帯夜が続く、水不足で大きな社会問題になった年でした。良く憶えています。

田中 - どのようにして総流出負荷量を算出したかというと、一つは、流量(時間値)と2時間ピッチのCOD濃度の連続データから日平均値を算出し、これをもとに日負荷量を算出し1年間分(365データ)を積算したものです。もう一つは、毎月一回平水時のデータと採取した時刻の流量から日負荷量を算出し、これを単純に月負荷量に算出した後、月別の負荷量を積算して年負荷量を求める。そうして算出した結果を比較すると、総流出負荷量のうち、多雨の年であった1993年でわずかに30%、小雨の年であった1994年でも50%しか捕捉していない結果が得られ、降雨時の負荷量は明らかに無視できないことがわかりました(山野内・田中、2000)。

鎌田 - なるほど、降雨時の汚濁負荷量が非常に大きいことが良くわかりました。いま紹介のあった事例は、木曾川中流域からの流出負荷ですから、その大部分は森林域から流出したと考えていいですね。

田中 - そうです。都市域である市街地では、車から排出されるダストや、道路・屋根に堆積した土砂等に由来する有機物が降雨時に一気に排出され、それらを含む排水には、難分解性有機物が多く含まれている可能性があります。同じように、水田・畑・果樹園などの農耕地から流出する汚濁物質にも、難分解性有機物が多く含まれていると思われます。しかしこうした降雨時の汚濁負荷量調査は、どうしてもマンパワーが必要なため、土地利用別の調査事例は極めて限られています。

鎌田 - 伊勢湾・三河湾というと、赤潮や苦潮が発生して、漁業に被害を及ぼしていると、例年報道されています。こうした赤潮生物の異常増殖はCOD増加に何らかの影響を与えているのですか。

田中 - 地元のご年配の方に聞くと、1960年頃の三河湾は、海水は良く澄んでいて、海底までよく見えたということです。しかし、高度成長期の最中にあった1970年頃から、河川流域から海に流れ込む汚濁物

質量が急激に増加したため富栄養化が進み、1980年以降は赤潮の発生日数が年々次第に増えて、ほとんど毎日、赤潮がみられるようになりました。したがって、海がまだ澄んでいた1960年頃と、河川から流入する窒素やリンを栄養源として赤潮生物が著しく増殖して内部生産CODと言われる有機物が少しずつ増加していったそれ以降と、COD物質の中身そのものが大きく変わったことは否定できません。

社長 - 伊勢湾・三河湾という、さらに夏になると決まって貧酸素化が問題になります。多量に発生した赤潮生物は、活性が弱まると次第に深く沈んでいく過程で、バクテリアなどの生分解のため、海底付近は貧酸素ひどいときは無酸素になることが指摘されています。このような貧(無)酸素化は、COD増加にどんな影響を及ぼすと考えますか。

田中 - 海底近くの水中の酸素がなくなると、富栄養化にとって重大なもう一つの問題が生じます。それは、底泥から窒素・リンが溶出・供給され、表層近くに運ばれて再び植物プランクトンの増殖に使われ、富栄養化が一層促進されるのです。底泥からの溶出は窒素やリンに限りません。COD物質も溶出してきます。無酸素になって増える底泥からの溶出量は、酸素が十分にあるときと比べて、窒素で2倍程度、リンで7~8倍、CODで4倍程度高くなるのが、愛知県の調査(1991)で明らかになっています(図2)。このような底泥由来のCOD物質は、おそらく、沈降していく間に微生物学的に分解された後の難分解性有機物であると考えられます。

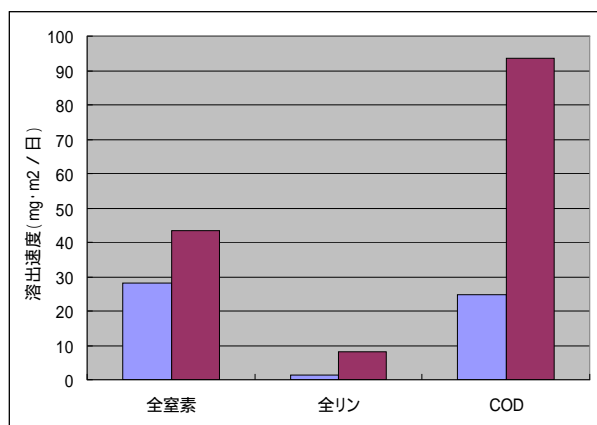


図2 渥美湾沿岸部の底泥からの全窒素・全リン・CODの溶出速度(愛知県環境部、1991より作成)

鎌田 - 海におけるCOD増加も、国環研の今井さんが指摘した湖での増加現象と、現象的に似かよっていることが理解できました。

田中 - そのほかの要因として考えられることは、霞ヶ浦でみられたマイクロシステスに代わってオシロトリア等の糸状性ラン藻類が優占するというラン藻類の種組成に変化が起きたように、湾内の有機物のソースである植物プランクトンの主組成の変化などによって、海水中の有機物が質的に変化している可能性があ

ります(山本、2005)。また外因的な要因としては、水資源開発による水利用度の向上によって、海に注ぐ河川水量の減少が湾内の水交換を妨げ、その結果、難分解性有機物の蓄積が生じているという指摘もなされています(市野、2005)。いずれにせよ、様々な要因が複合的に作用してCOD増加をもたらしていると推察されます。

4. 流域管理対策と2,3の提言

(1) 法制度上の問題

鎌田 - ではここからは、渥美湾沿岸部のCOD増加に歯止めをかける具体的な対策や提言について、議論してみませんか。これまでの議論を通じて、問題の根源は、ほとんど流域圏で発生している問題と密接に関係していることがわかります。少し大げさな言い方をすると、森は森、川は川、海は海と、個別に都合のよいように利用し続けられれば、システムとしての機能は低下してしまう、つまり、システムにはシステムとしての利用・管理があるのだと考えさせられました。

田中 - 海域の水質改善が進まない問題を流域の視点から整理すると、次のような要因が複雑に関与しているのではないかと考えています。

一つは、法制度上の問題があります。つまり、川と海とで、水質規制項目が違うということですね。湖や海に直接排水を流す場合、工場・事業所には、COD排水基準が適用されています。しかし県内の工場排水や下水は処理された後、圧倒的にまず河川に流され、そのあと海に辿り着くのがふつうです。河川に流すときの排水基準はBOD値を適用し、その排水基準値を遵守するため、BOD値中心の排水処理が行われています。このため、河川を通じて排出されるCOD汚濁負荷量の削減は、BOD削減に付随するCOD削減という間接的な対策に限られてしまう面があるのでないでしょうか。

(2) COD除去技術の開発と流域下水道のあり方

鎌田 - ということは、河川の環境基準に、生活環境項目にCODを追加する必要がある、そうすると排水基準もかわる、事業者にとって排水処理費用がかさむという切実な問題がでてきますね。

田中 - 自社で処理して直接河川等に放流しているところは、基準によってはそのような切実な問題はあるでしょうね。でも、よく調べてみないとわかりませんが、下水へ放流している事業者も結構多いのではないのでしょうか。現在までに衣浦湾と渥美湾沿岸部には、流域下水処理場が計5ヶ所整備されています(表1)。一番早く供用開始したのは、豊川流域下水道の1980年のことでした。それ以来1989~1996年までにほかの下水道も供用を開始し、下水道処理人口整備率は平成23年現在で60%以上と、下水道を通過し標準処理がなされています。しかしそれにもかかわらず、これまで述べてきたように海域の水質改善が遅れています。実際に、その処理能力を見てもみすと、易分解性有機物であるBOD物質は、流入

水のBOD値がCOD値よりも高いのに処理後の放流水はほぼ同じ値か、下水道によってはBOD物質のほとんどが除去されています。このようにどの下水道も、BOD物質の除去は、それなりにがんばっています(表1)。しかしそれでも、海域の底層部の溶存酸素濃度が大幅に低下する状況をもたらしていることを考えると、BOD除去を中心とした現在の微生物利用の活性汚泥法では、環境に放流するCOD負荷

の低減対策としては、それなりに限界があると言えます。つまり今後は、COD物質の除去を想定した浄化プロセスだけではなく、いずれは難分解性の親水性有機物にも着目した除去・処理技術の導入を急ぐべき時期にきているのかも知れません。例えば、光分解や膜処理、あるいは新しい吸着剤の開発を進め、水質改善に活用することが望めます。

表1 三河湾沿岸部に整備されている流域下水道の概要(「平成23年度あいちの下水道」資料より作成)

処理区名	放流先	流入水量 (m ³ /日)	流入水質及び放流水質				流出負荷量	
			BOD(mg/L)		COD(mg/L)		BOD (トン/日)	COD (トン/日)
			流入水	放流水	流入水	放流水		
矢作川流域下水道	矢作川	195,313	190	ND	96	6.6	0.10	1.29
境川流域下水道	衣浦湾	137,875	270	4.7	130	8.5	0.65	1.17
衣浦西部流域下水道	衣浦湾	47,310	270	2.5	120	7.8	0.12	0.37
衣浦東部流域下水道	衣浦湾	16,844	270	2.8	140	9.5	0.13	0.45
豊川流域下水道	渥美湾	64,467	230	ND	110	7.9	0.03	0.51

(3)内部生産由来を考慮した栄養塩削減対策

社長 - 渥美湾沿岸部における難分解性有機物は、植物プランクトン生産を出発点とした内部生産由来の比率が高いと言うことですから、栄養塩削減対策の面からの検討も必要ですね。さらに、このような検討にあたっては、新たな除去技術の導入も欠かせませんね。

田中 - 内部生産由来の有機物寄与が大きいと考えられる実証的なデータとして、渥美湾沿岸部で観測した溶存有機炭素濃度の季節変化は、図4のとおりです(田中ら、1982、田中ら、1984)。植物プランクトン量の指標であるクロロフィルa量の季節変化と良く一致しています。特に、最大値は渦鞭毛藻赤潮の消滅期にある6月末に観察されています。また、クロロフィルa量が少ないときの溶存有機物量は、ほぼ1mg/L前後を示しています。以上の事実から、溶存有機物の主要な供給経路として植物プランクトン由来のものと推測されます。一方、クロロフィルa量が少ないときの溶存有機物量は、外洋表面水や沖合部の深層部で測定された値と類似しています。

鎌田 - 溶存有機物にも易分解性と難分解性有機物があるとすると、植物プランクトン量と良く一致する溶存有機物の多くは、分解されやすい有機物が占め、一方植物プランクトン量が少ないときの有機物は、難分解性有機物であると考えて良いですか。

田中 - 概ねそのように理解して差し支えないと思います。ですから、海域の貧酸素対策並びにCOD削減対策として、植物プランクトン生産を抑える栄養塩削減対策も同時に進めることは必須と言えます。例えば、現在ではほとんどの流域下水道では、三次処理による窒素、リンの除去が行われていますが、リンの除去率はまあまあとしても、窒素の除去率は、7~8割にとどまっております、2~3割が未処理のまま環境水へ流出しています。

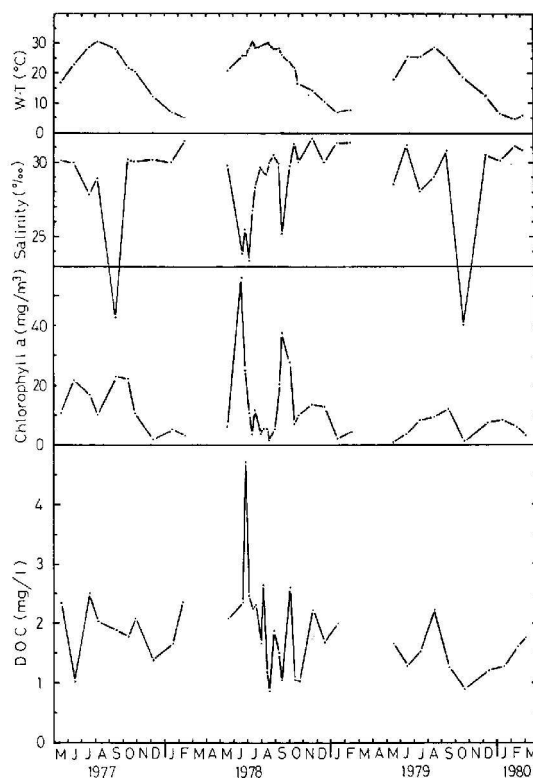


図4 渥美湾沿岸部における溶存有機炭素量(DOC)の季節変化(田中ら、1982)

(4)新たな有機物指標の設定

社長 - 有機物指標としてこれまでずっと過マンガン酸カリウム COD を採用してきましたが、環境基準が設定された1971年以前から、外国で採用されている重クロム酸カリウム COD と比べて、酸化率が弱く、測定条件の不安定さもあって加算性がないことが指摘されていました。

田中 - もともと過マンガン酸カリウム COD は、1886年に日本薬局方における上水の有機物指標として

用いられ、その後 1906 年に日本薬学会飲料水検査法に、さらには 1957 年に水道法の水質基準省令に採用されたように、本来は飲用水の有機汚濁指標として用いられてきた経緯がありました。その過マンガン酸カリウム COD を公共用水域での有機物指標に適用し、環境基準に設定した理由として、当時の公共用水域に対して信頼できる水質データが、水道水源の湖沼に限られていたことに大きな要因と考えられます。なお、改正水道法により、2005 年 4 月から従来の COD に代わり、水道水質基準の有機物指標として全有機炭素量(TOC)の測定が義務づけられた。今後は、難分解性有機物の水環境に与える影響について、新たな知見を得る上で、従来の COD に代わる全有機炭素量の測定を導入することが自然の流れと思われます。但し、新たな水質管理目標や指針が示されるまでは、これまでの水質汚濁対策を継続する上でも、有機物の変動を TOC で測定する場合でも、過去に立ちかえて評価できるように環境水(海水、湖沼水、河川水)・工場排水・上水など媒体ごとに TOC と COD の相関式を求めておく必要があります。少し話がそれますが、当社としても、将来に備

え、お客様から強い要望があるなしにかかわらず、COD 測定と並行して TOC 測定に便宜を図っていく必要があるのではないかと思います。

鎌田 - なるほど、時代が COD 測定から TOC 測定に代わる流れなら、お客様の期待に即座に応えられるように、事業種別に相関式を検討する必要がありますそうですね。技術部に検討させましょうか。

田中 - あと残った対策としては、田面水対策があります。代かき時は、水田の土壌を微細にするため、代かき後の排水に微細土壌粒子が混入し、特に内水面を抱えている地域では代かき時の濁水流出防止が重要となっています。さらに、水田で肥料成分の流出が問題になるのは、主として元肥を施用して代かきをした直後です。田面水の窒素濃度は施肥後 5 日間くらいまでは高く、その後は急速に低下するため、浅水状態での代かきや代かき後の自然落水により田面水を水田系外へ排出しなければ、水田からの環境負荷はほとんど防止することが可能といわれています。要は管理次第と言うことです。

表2 森林から海洋への物質循環カスケードと環境修復技術の関係

自然度: 高い		→	低い	→	高い
原生・二次的自然ゾーン		人為的自然ゾーン		川から海への遷移ゾーン	
森林 奥山・里山	農地:水田・ 畑地・牧草 地・ため池	都市空間:下水道(合流 式、分流式)・ノンポ イントソース		潮間帯:干潟・藻場 砂浜・岩礁	
源流・上流域		→	中流域	→	下流域
				→	河口部
				→ 沖合域	
<p>水田、水辺林、干潟・藻場、ため池といった流域生態系の場が数量的に減少している。その結果、水源涵養、水質浄化、大気浄化、土壌浸食防止、気候緩和等に代表される公益的機能の役割が、完全に消失したり質的低下も同時に起きている。</p> <p>しかし、こうした流域生態系の場の多くは、人間が生産活動を行う都市や農耕地と接する移行域であることが多く、都市の側からみればアーバンフリンジとして捉えられる。</p> <p>したがって、こうした場を活用した応用価値の高い環境修復技術の開発や、場の多様性を高める環境整備が必要である。</p>					

5. おわりに(結びに変えて)

田中:この対談は、「河川からの有機物や栄養塩負荷が減少しても、海域の水質改善が進まないのはいったい何故だろうか」という素朴な疑問から始まりました。しかし、既に述べてきたように、この問題の根源は、ほとんど流域圏で発生している問題であり、「流域管理」と深くかかわってくる問題です。

言い換えると、「流域管理」には、水循環を森林、農地、都市、沿岸域といった流域スケールでとらえ、持続可能で良好な水環境を管理しようとする意味が込められています。流域環境が永続的であるためには、我々はもう一度、生活様式や社会構造のあり方、そして科学技術の利用の仕方などを再吟味し、物質循環が完結する形態へ改めることが必要と思われる。

そのうえで表2に示されているように、流域生態系

を構成している水田、水辺林、干潟・藻場、ため池といった様々な「場」が年々減少し、その結果として、水源涵養、水質・大気浄化、土壌浸食防止、気候緩和などに代表される公益的機能の役割が完全に消失し、質的低下をもたらしていることに注目しなければなりません。しかもそのような「場」の多くは、都市域の側からみるとアーバンフリンジ(都市縁辺地域)として捉えられるところに集中しています。したがって、こうした「場」の再生には、生物多様性の保全・回復にも深く関わっていることでもあり、こうした場を活用した応用価値の高い環境修復技術の開発や「場」の多様性を高める環境整備が重要です。

その上で、我々のような分析会社の第一の役割は、労働衛生や作業環境の改善に資するデータ提供のほか、水質、大気、土壌など様々な分野におけるモニタリング業務を着実に実行していくことには変

わりありません。しかし今後は、それらに加えて人工
 改変された自然環境をいかに修復・再生していくか
 がもう一方の役割として課せられてくるのではないで
 しょうか、否、むしろ我々はこの分野に業務を拡大し
 ていく必要性があります。その際大事なことは、これ
 から求められる技術とは、一部分での解決のみなら
 ず、一部分を変えることにより全体のシステムがどの
 ように変化するかを予測する技術である。一つのバ

ツを変えることにより、新たな別の問題が発生する
 のが常であることを肝に銘じて本対談を終えることに
 します。

(なお、本対談をまとめるにあたって、国立環境研
 究所特別研究報告(SR-36-2001 & SR-62-2004)、滋
 賀県琵琶湖環境科学研究報告書第7号のほかに、
 筆者ら並びに愛知県環境部が公表したデータや
 報告書などを参考にしました。)

BOX15

有機物指標・全炭素の存在形態・有機物質の分類

水中に含まれる有機物を全炭素量で表わしたもので、全有機炭素(TOC)という。このうち溶存
 態のものを溶存有機炭素(DOC)という(図)。BODとCODが酸素消費量を表わすのに対し、TOCは有機
 物そのものの量を示す。水道水については2003年の水道法改正により、有機物の指標として、従来
 の過マンガン酸カリウム消費量に代えてTOCが採用された。

過マンガン酸カリウムCODは、従来から(1)酸性力が弱く、物質によっては酸化率が異なる、(2)
 酸化の程度が温度、反応時間に影響を受けやすい、などの理由のため加算性がないことから、有機
 物の総量を表す指標としては不適切であると言われている。

対談の中の COD 増加の原因解明に当たっては、難分解性の溶存有機物(Dissolved Organic
 Matter: : DOM)が水中に増えていると仮定しているため、過マンガン酸カリウム COD にかかる測定
 上の問題点を避けるため、内容の意味するところの明確さ、操作性、管理の応用という面ですぐれ
 ている溶存有機炭素を測定することにより、COD 増加の考察が展開されている。

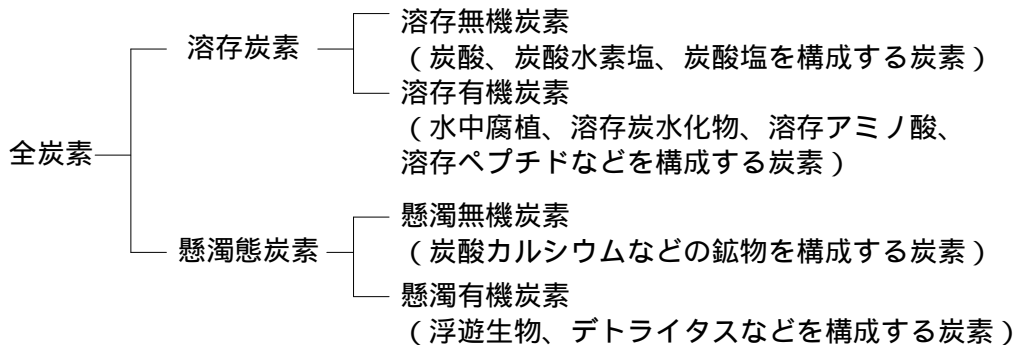


図 全炭素の存在形態

本号の対談記事の中で引用した今井ら(2001)によって開発された溶存有機物の分画手法によっ
 て分離された各画分成分は、下表に示す有機化合物が該当すると考えられる。

表 DOM 分画手法による有機物質の分類

分画名	対応すると考えられる有機化合物
フミン物質	フミン酸 + フルボ酸
疎水性中性物質	炭化水素、農薬、オキシ化合物、鎖状アルキルスルホン酸エステル
親水性酸	糖酸、肪酸、ヒドロキシ酸、オキシ酸、アミノ酸
塩基物質	芳香族アミン、タンパク質、アミノ酸、アミノ糖
親水性中性物質	オリゴ糖類、多糖類



株式会社 愛 研

(<http://www.ai-ken.co.jp>)

本 社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710

電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641

半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65

電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749