



### 水道水の水質

学生 (以下「S」): 暑くなるにつれて水をがぶがぶと飲むようになってきましたが, 最近, 何気なく水道の水を使っていることに気がつきました.

先生 (以下「T」): そうだね. 日本ではありがたいことに, 水道から水が出てこないことは今ではほとんどないし, 安心して飲むことができるね.

S: 水道水は川の水から作られているのですよね. では, 水道水の安全性は, どのようにして決められているのですか?

T: 水道水の水質は, 厚生労働省が水道法の規定に基づいて管理しているそうだ. 時代とともに点検項目が少しずつ見直されているよ.

S: どんな項目を点検しているのですか?

T: 大腸菌などの菌類や, カドミウムなどの化合物, 塩化物イオンや界面活性剤などのほか, pH値, 味, 臭気, 色度, 濁度など, 51項目にわたる点検項目があるんだ.

S: そんなにたくさんの点検項目があるのですね. そのおかげで私たちは安全な水が飲めるのですね. 川の水質もそんなに多くの項目を点検しているのですか?

### 川の水質 (BOD)

T: 川の水質は, 水質汚濁に関する環境基準に基づいて点検されていて, 「人の健康の保護に関する環境基準」と「生活環境の保全に関する環境基準」の観点から点検されているよ. 「人の健康の保護に関する環境基準」としては, カドミウム, 鉛, 砒素など26の物質がある値以下, あるいは, 検出されないこととなっている.

「生活環境の保全に関する環境基準」では, 利用目的に応じて, 水素イオン濃度 (pH 値), 生物化学的酸素要求量 (BOD), 浮遊物質 (SS),

溶存酸素量 (DO), 大腸菌数が定められている. また, 水生生物の生息状況の適応性の指標として全亜鉛濃度も調査されているのだ.

S: BOD って聞いたことがあります. BOD という数値で水の汚れを表すのですよね.

T: そうだね. 川には木の葉や生き物の死骸など, いろいろな汚れが含まれている. 生活排水中にも食べ物の残り汁や残飯をはじめ, いろいろな汚れが含まれている. 微生物がこれらの有機物を分解してくれているわけだ. 微生物の活動で水はきれいになっていくのだが, 有機物が多くて微生物の活動が活発になりすぎると, 微生物が多く酸素を使うことになって今度は溶存酸素が少なくなって生き物が生きていけなくなる. だから, この微生物が酸素を消費する量を測って水の汚れを表すのだ. 日本で最も汚い川としてよく大和川の名前が挙がるが, BOD は, 1970年の年間平均値は21.4mg/l だったのが, 2008年には3.7mg/l まで改善されている. 水質がずいぶん改善されていることはわかるな. ちなみに日本で最もきれいな川と呼ばれているのは北海道の札内川でそのBODは0.5mg/l 程度だそうだ.

S: 微生物の働きによる酸素消費量で水の汚れを表すのがBODということですね. じゃ, どのような微生物がいるのか, 微生物がどれほど元気かによって値が変わることもあるということになりませんか?

T: そういうことになるな. しかし, それは必ずしもおかしいことではあるまい. 対象となる川の環境は, その川独自の生態系によって作られていると考えれば, その水の中にある微生物の働きによって水質を表すことは, 妥当ではないかな.

S: でも, あらゆる有機物が微生物によって分解されるのですか?

T: 有機物の中には, 生物によって分解されやすいものと分解されにくいものがある. BOD で表されるのは生物が分解しやすい有機物 (易分解性物質) を分解するのに要する酸素量を表していると考えてもよいかもしれんな. 一般的には, 川では易分解性物質が分解され, その結果, 海には難分解性物質が流れ出ていくと考えられているよ.

### 海の水質 (COD)

S: では, 海の水質を表すのにBODは使えない

のですか？

T：先ほど、水質汚濁に関する環境基準というものがあって「生活環境の保全に関する環境基準」があると言ったが、これは河川と海域とにわかれているのだよ。海の水質の基準は、この海域の部分で示されている。利用目的の適用性（水浴や自然環境保全など）についてはpH値、化学的酸素要求量（COD）、DO、大腸菌群数、n-ヘキサン抽出物（油分等）が、利用目的の適応性（自然環境保全や水産1種・2種・3種など）については全窒素・全リンが、また、水生生物の生息状況の適応性からは全亜鉛濃度について基準値が示されているのだ。

S：CODというのは何ですか？BODと関係があるのですか？

T：BODが生物によって有機物が分解されるときに消費される酸素量を表し、生物に分解されにくいものがあるという話もしたね。このような難分解性物質を分解するときに消費される酸素消費量をも含めて有機物量を評価するために、化学物質によって有機物を分解（酸化）するときに消費される酸素量を求めているのがCOD（化学的酸素要求量）とよばれるものなのだよ。日本では、BODの代替となる指標として生物による分解力とほぼ同等の酸化力を有する（比較的酸化力の弱い）過マンガン酸カリウムが使われることが多いが、最近では、全有機物量を推定することを目的として、酸化力の強い二クロム酸カリウムが用いられることもあるよ。

S：BODは微生物による、CODは化学物質による酸素消費量を計ることによって、水中の有機物量を求めているということですね。でも、微生物も有機物ですよ。

## TOC

T：そのとおりだ。有機物には必ず炭素が含まれるので、有機物を分解して炭素量を計り、これを有機物量として表すTOC（全有機炭素）という指標もある。これだと微生物も含めた有機物量を求めていることになるし、分解・酸化のしやすさの影響を受けることなく、川でも海でも共通の指標として用いることができるよ。

S：なるほど。そうすると、BODやCODとTOCとの間に何らかの相関があるように思いま

すが？

T：BODやCODは有機物の分解に必要な酸素量を求めているのに対して、TOCは有機物量そのものを求めようとしているので、計っているものは異なることは理解してくれているよね。有機物は、炭素以外にも水素や窒素・リン・硫黄などの物質によって構成されているので、有機物の酸化にはこれらの物質が酸化される量も含まれている。有機物中のこれらの物質の構成比が必ずしも同じとは言えないので、実は、単純にTOCをBODやCODに換算することはできないのだ。

## 透明度

S：有機物や微生物が水中に多く存在することは、必ずしも悪いとは思えないのですが？

T：それはそのとおりだ。微生物が生存できるためには、それなりの量の有機物が必要だ。また、微生物がいないとそれを餌とする、より大型の生物が生きていくことができないことは周知だね。逆に捉えれば、多くの魚介類が生息するためには、それなりの有機物量がないとだめだということだね。瀬戸内海や大阪湾をはじめとする内湾は、豊富な有機物が陸から川を通じて流れ出てくるので、昔から魚介類がたくさん獲れたのだな。

しかし、水の中に有機物がたくさん存在すれば、水の透明度は高くないことも想像できるね。ちなみに、透明度は直径0.3mの白い円盤（セッキ円盤）を水中に沈めながら、水面から視認できる限界の深さをm単位で表す指標だ。透明度の求め方からわかるとおり、肉眼で計測するので個人によって多少値が変わる可能性があること、また、これまで話をしてきた有機物量との関係だけで決まる値ではなく、川から流れ出てきた土砂粒子の存在も関係してくることに注意が必要だね。

S：なるほど。では、大阪湾をきれいにしてハワイや沖縄のような海にしたいと思っても無理があるということですね。

T：そのとおりだ。陸域から流れ出てくる有機物や土砂粒子をすべてなくしてしまえば、そのような大阪湾になるかもしれないが、仮に大阪湾がそうなったら、それはそれで本来の大阪湾の姿ではなかろう。地球の表面積の70%を占める海と陸あるいは川との関係から考えると、様々な種類の生き物が数多く存在することができる可能性を持っ

表 海域の栄養階級区分とその特徴

	腐水域	過栄養域		富栄養域	貧栄養域
		数m以深域	数m以浅域		
透明度 (m)	1.5以下	3以下		3~10	10以上
COD (ppm)	10以上	3~10		1~3	1以下
無機態窒素化合物 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	100以上	10~100		2~10	2以下
DO	0~30% 表層近くまで 低・無酸素状態	0~30% 表層は過飽和、 底層は低・無酸素状態	100~200% 表層は過飽和 状態	30~80% 表層、中層は飽和 状態、数m以深の 底層は不飽和状態	80~100% 表・中・底層とも 飽和状態

(参考文献より抜粋して作成)

ている沿岸域，特に，内湾は貴重な空間だということが推し量ることができるのではないかね。

### 栄養塩

**S**：なるほど。生き物がたくさん生きていくためには、生態系が成り立っていないと駄目ですよ。ということは植物プランクトンがたくさんいるような海にする必要があると思うのですが。

**T**：もちろん，そのとおりだ。植物プランクトンは、光合成をして増殖するとともに，酸素を提供してくれるので，とても重要な存在だ。光合成とは，光エネルギーを使って水中の炭素，硝酸塩，リン酸塩，珪酸などを結合させた有機化合物を作る生化学反応だと言える。したがって，沿岸域・海洋調査などでは，水中に存在する窒素，リン，などが計測されている。これらの物質の他に，鉄などのミネラルも光合成に関与しているので，一概に，これらの物質の量だけで光合成量を見積もることはできないがね。

### 富栄養化

**S**：そうすると，窒素やリンなどが水中にたくさん存在すれば，植物プランクトンが多くなって，その結果，生き物がたくさん生息できる豊かな海になりますね。

**T**：そう簡単ではない。確かに窒素やリンなどが水中に存在しないと海域（水域）で光合成が行われず，その結果，その水域の生態系が豊にならないので，これらの物質を栄養塩，あるいは，富栄養化物質と呼ぶことがある。しかし，何事にも適度というのがあって，この窒素やリンがたくさん在りすぎると，植物プランクトンが繁殖しすぎるのだ。植物プランクトンを餌にする生き物が必要

とする以上の植物プランクトンが繁殖すると，生態系のバランスが崩れる。人間も過度に栄養をとりすぎると，健康上のさまざまな不具合が発症するのと同じだ。このように，栄養塩が多すぎる海域のことを過栄養海域と呼ぶことがある。もともと，栄養塩が適度に存在するような海域のことを富栄養海域と呼ぶのだが，栄養塩が過度にあるような状態を富栄養化した海域などと表現することがしばしばあるので，混乱しそうだね。

**S**：難しいですね。おおよその目安になるような値はないのですか？

**T**：過栄養海域よりもさらに栄養塩が多い腐水域，富栄養海域よりも栄養塩の少ない貧栄養海域を併せて整理されたものを，表に示しておくよ。

**S**：ありがとうございます。いろいろな指標で海の状態が表されることは理解できました。これらの値を見ながら，いろいろな海づくりの取り組みが行われているのでしょうか。

**T**：このほかにも，ダイオキシンや重金属など，美しい海辺づくりをするためには，いろいろな点検項目があるのだが，今回は主に有機物汚染指標について説明をした。次回は，これらの有機物指標を参考にしながら，実際の海ではどのような問題が起こっているのか，また，それに対してどのような対策がとられているのかについてお話ししよう。

### 参考文献

- ・吉田陽一：水産学シリーズ1，水圏の富栄養化と水産増殖，恒星社厚生閣，1973。

重松孝昌（大阪市立大学大学院）