

検査項目の解説（11～20）

（11）銅（copper : Cu）

銅は、地表水はもとより地下水や動植物の体内など自然界に広く分布しており、汚染のない河川水にも $1\mu\text{g/L}$ 程度は含まれています。生物にとって必須元素の一つですが、連続して大量に摂取すると慢性中毒を起こします。しかし、水中の銅が原因となって直接人体に被害を与えた例はまだありません。

日本で銅による水質汚染が問題になった例としては、足尾銅山の廃水によって渡良瀬川が汚染され、水稲の生育阻害などの著しい被害を生じたいわゆる足尾銅山鉱毒事件があげられます。

水質への人為的な供給源としては、鉱山排水の他に金属関係の工場排水や大気粉塵からの溶出などがあります。また、銅は下等生物に対しては毒性が強いので、富栄養化した貯水池などで殺藻剤として硫酸銅が使用されることがありますが、漁業に無関係のところに限られます。

（12）溶解性鉄（dissolved iron : D-F e）

鉄は、自然界において酸素、ケイ素、アルミニウムについて多く存在する物質で、流域の地質によっては自然水中に懸濁物としてかなり多量に含まれているので、水質調査では普通、溶解性のものだけを問題にします。

溶解性鉄は通常2価の鉄イオンですが、3価の鉄イオンや鉄錯イオンとして存在することもあります。溶存酸素の十分存在する水中では、2価の鉄イオンは速やかに酸化されて3価の鉄イオンとなり、3価の鉄イオンは酸性の強い水以外では不溶性の水酸化第二鉄となって沈殿します。したがって、通常の地表水では溶解性鉄はきわめて少なく、鉄分はほとんどが水酸化物および粘土粒子や生物体の成分として懸濁態で存在しています。しかし、地下水や有機汚濁の進んだ河川、富栄養湖の低層水など溶存酸素の欠乏しがちな水域や、工場排水や鉱山排水が流入する水域では、溶解性鉄を含むことが珍しくはありません。また、水道水では鉄管からの溶出によって鉄分が入ってくることもあります。

鉄は生物にとって重要な栄養素の一つで、自然水中にみられるような濃度ではその毒性が問題になることはありません。しかし、鉄分が多いと水に臭味（カナケ）や色（赤水）をつけたり、配管内に析出して（スケール：缶石）水の流れを妨げたりするので好ましくありません。排水基準（ 10mg/L ）や飲料水質基準（ 0.3mg/L ）は、健康上の理由からではなく、これらの利水上の問題を考慮して設定されたものです。工場用水としても、特に製紙業、染色業、電子工業などでは鉄分の多い水は嫌われます。また、ある種の形態の鉄は富栄養化現象の中で藻類の発生を促進する働きがあると言われてます。

（13）溶解性マンガン（dissolved manganese : D-Mn）

マンガンは自然界における挙動が鉄と似ており、鉄と一体にして議論される場合が多く、鉄と同様の理由で溶解性のものだけが規制されています。

マンガンは生体必須元素の一つですが、毒性の点では鉄よりも有害で、多量に摂取すると神経症状を中心とする慢性中毒を引き起こし、一時に大量を摂取した場合は危険であるとされています。ただし、毒性としてはそれほど強いものではなく、水中のマンガンが人の健康上問題になった例はありません。

マンガンによる障害は、鉄と同様、臭味や着色（black water trouble）、スケールなどによるもので、水質基準値もやはり健康被害の面よりも利水面から決められています。また工業用水としては、マンガンがさまざまな化学反応に触媒として作用して障害を与えることがあるので、業種によってはマンガン濃度 $0\sim 0.05\text{mg/L}$ 以下の水準が要求されることがあります。（特に写真現像、プラスチック工業、食品工業など）

一般に、自然水中の溶解性マンガンは 0.1mg/L 以下のオーダーで、 1mg/L になると異常値とみなすことができます。

（14）総クロム（total chromium : T-C r）及び六価クロム（C r (VI)）

天然のクロムは主としてクロム鉄鉱として産出します。

クロムは通常+2、+3、+6の酸化数をとりますが、2価のクロム（Cr(II)）は不安定で環境中で速やかに酸化されて3価のクロム（Cr(III)）になります。

また、6価のクロム（Cr(VI)）も酸性溶液中や有機物の存在下では容易にCr(III)に還元されます。

Cr(III)は消化管からの吸収率が低く（1%以下）毒性も低いものですが、Cr(VI)やCr(II)とあわせて総クロムとして規制されています。

水中のクロムは通常3価または6価の形で存在しますが、6価のもの（重クロム酸やクロム酸など）は毒性が強いため、有害物質として厳しく規制されています。

6価クロムの毒性は主にその強い酸化力によるもので、胃腸炎や腎炎、皮膚炎、潰瘍、肺がんなどを引き起こします。ただし、クロムという元素自身は生物にとって必要な物質で、不足しても健康障害が起こります。

クロムによる汚染源としては、鉱山廃水およびクロムメッキ、ステンレス鋼、皮なめし、顔料などの産業排水などがあげられますが、6価クロムの害は水質汚染だけでなく、大気中の粉塵としても大きな問題となります。

(15) よう素消費量

よう素消費量とは、主として硫化物、鉄(II)塩、不安定な有機物質、不飽和結合を有する有機物質等の還元性物質によって消費されるよう素量のことを言います。

よう素消費量は、それらの成分による総和を測るもので内容はあまり明確ではありませんが、測定が簡単なので、試料の還元性の強さを測る場合、又は硫化水素の量を推定する場合によく用いられます。

分析方法は、硫化物等の還元性物質がよう素を還元してよう化物イオンを生じる反応を利用したもので、一定量のよう素溶液を加え、還元されずに残留しているよう素を、でんぷん溶液を指示薬として、チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定し、よう素消費量を求める方法です。

(16) 電気伝導率 (Electric Conductivity)

電気伝導率とは、電気の通しやすさを示すものです。

溶液の電気伝導度は、その中のイオンの移動によるもので、水素イオンと水酸化物イオン以外は、同じ当量のイオンによる電気伝導率の値に大きな差がないので、電気伝導率は、水中のイオン全濃度の程度を表しています。

ただ、いちがいにこの値が小さければ水質が良く、大きければ悪いというわけではありません。電荷を持たない（イオン化しない）物質で水が汚れていても電気伝導率には影響しないので、電気伝導度が低いからといってきれいな水とは言えないのです。しかし、一般的に水質が悪ければ電気伝導度が高くなることは確かです。

(17) クロロフィル (葉緑素)

クロロフィルは、水中の植物プランクトンの現存量や、光合成による有機物生産力を推定するうえで、重要な指標の一つである。クロロフィルには、a、b、c、dが知られており、このうちクロロフィルaは、全ての高等植物及び藻類に含まれていて、光合成による有機物生産において最も重要な物質である。

富栄養化した湖沼・貯水池等では、植物プランクトンの増殖により、クロロフィルaが100 $\mu\text{g/L}$ 以上、一方、貧栄養の湖沼・貯水池等では、クロロフィルaが数 $\mu\text{g/L}$ 以下存在するといわれている。

(18) 植物プランクトン

湖沼・貯水池中に浮遊（河川においては下流）している生物のうち、クロロフィルを含有し、光合成により有機物と酸素を生成する一群を示す。ダム貯水池の富栄養化現象は、植物プランクトンの増殖を促進し、その中には異臭味物質や毒性物質を生成するプランクトンも存在するため、浄水場での水処理を困難にすることもある。このため植物プランクトンの種類、量の把握は水質管理上極めて重要である。以下に植物プランクトンの異常増殖によって発生する現象を示す。

(a) 水の華

淡水域における植物プランクトンの大増殖による水の着色現象は、一般に「水の華」と呼ばれている。水の華の原因生物は、多くの種にまたがっており、発現する色も緑、青緑、赤、桃、褐色等多様である。

水の華のうち、黄色鞭毛藻や褐色鞭毛藻、渦鞭藻類が大増殖した場合には、その色調が赤色、赤褐色を呈することから、「淡水赤潮」と呼ばれることもある。

また、藍藻類のAnabaena, Microcystis, Oscillatoria等が水の華を形成した場合、水面に青い粉をちりばめた状態になることから、この現象を「アオコ」と呼んでいる。

(b) かび臭

かび臭の原因生物としては、放線菌のStreptomyces が2-MIB、Streptomyces griseusがジオスミンを産出する。藍藻綱のPhormidium tenue が2-MIBを、Anabaena macrospora がジオスミンを産出する。また人が臭気を感じる閾値としては、2-MIBが5 ng/L、ジオスミンが10 ng/Lといわれているが、個人差は大きい。

これらかび臭物質の毒性については、水中濃度が低いことから急性毒性について問題がないと考えられており、変異原活性も認められていない。なお、環境基準については定められていない。

(19) カドミウム (cadmium : Cd)

カドミウムは、地殻中の存在量はごくわずかですが、亜鉛と共存する形で自然界に広く分布しており、特に汚染を受けていない地表水や地下水中にも、亜鉛の1/100~1/150程度の量(約0.1~0.5 μg/L)が含まれているといわれています。

人体に対する毒性は強く、一度に数グラムを摂取すると激しい胃腸炎を起こして短時間で死亡するといわれていますが、水質で問題になるのは主に慢性中毒です。体内に摂取されたカドミウムの大部分は排泄されますが、摂取量が多い場合には腎臓や肝臓に蓄積されて障害を引き起こします。公害病として有名なイタイイタイ病は、慢性カドミウム中毒による腎機能障害、カルシウム代謝異常に、妊娠、授乳、栄養素としてのカルシウム不足などの要因が重なって発症した重症の骨軟化症とされています。

カドミウムの人為的汚染源は、亜鉛、銅の発掘精錬に伴う鉱山排水や、電池製造、電気メッキ、金属加工などの工場排水が主なものです。

(20) シアン

シアンは通常、毒性の強いカチのシアンとしては自然界にはほとんど存在しませんが、メッキ工場や金属精錬所、金属熱処理、都市ガス製造工業等、シアン化合物を使用する事業所の排水などの混入によって水中に含まれることがあります。

中毒症状は、めまい、頭痛、意識喪失、けいれん等で、高濃度の場合は呼吸中枢麻痺による呼吸停止を起こす恐れがあります。

分析方法は4-ピリジンカルボン酸・ピラゾロン法で、環境基準値は「検出されないこと」です。