

表-1 各種水質基準(濃度等表示は水道水の水質基準の表示と同じ)

項目	水道水の改正前水質基準	水質汚濁に係る環境基準				地下水の水質汚濁に係る環境基準	土壌汚染に係る環境基準	遊泳プール水質基準(100㎡以上)	学校水泳プール水質判定基準(2002.8)	公衆浴場(2002.12)		水浴場水質判定基準(1987.12)	雑用水の維持管理の水質基準(2002.12)	24時間風呂浴槽水の水質基準(家庭用)(2002.1)
		河川	湖沼	海域	区域					原水・原湯上がり湯および上がり用水	浴槽水			
有機物(過マンガン酸カリウム消費量)	10 mg/l 以下							12	12	10	25			
pH値	5.8以上8.6以下	AA-C6.5-8.5 D-E6.0-8.5	AA-B6.5-8.5 C6.0-8.5	A-B7.8-8.3 C7.0-8.3				5.8-8.6	5.8-8.6	5.8-8.6	5.8-8.6	5.8-8.6		
基礎的性状														
味	異常でないこと													
臭	異常でないこと													
色度	5度以下													
濁度	2度以下							2	2	2	透明度全透	2		
一般細菌	100個/ml								200 CFU/ml					
病原生物														
ふん便性大腸菌群数	100個/ml以下													
大腸菌群	検出されないこと	AA.50, A1.000 B5.000	AA.50 A1.000	A1.000				不検出	不検出	50 ml中に検出し1 ml中に1個以下はならない		検出されないこと	10 ⁶ CFU/100 ml	
レジオネラ属菌														
カドミウム	0.1 mg/l 以下	0.01				0.01								
水銀	0.0005 mg/l 以下	総水銀として0.0005				総水銀として0.0005								
セレン	0.01 mg/l 以下	0.01				0.01								
鉛	0.01 mg/l 以下	0.01				0.01								
ヒ素	0.01 mg/l 以下	0.01				0.01								
六価クロム	0.05 mg/l 以下	0.05				0.05								
シアン	0.01 mg/l 以下	全シアンとして検出されないこと				全シアンとして検出されないこと								
硝酸性窒素および亜硝酸性窒素	10 mg/l 以下	10				10								
フッ素	0.8 mg/l 以下	0.8				0.8								
四塩化炭素	0.02 mg/l 以下	0.002				0.002								
1,2ジクロロエタン	0.004 mg/l 以下	0.004				0.004								
1,1ジクロロエチレン	0.02 mg/l 以下	0.02				0.02								
ジクロロメタン	0.02 mg/l 以下	0.02				0.02								
シス1,2ジクロロエチレン	0.04 mg/l 以下	0.04				0.04								
トランス1,2ジクロロエチレン	0.01 mg/l 以下	0.01				0.01								
トリクロロエチレン	0.006 mg/l 以下	0.006				0.006								
トリクロロエチレン	0.03 mg/l 以下	0.03				0.03								
ベンゼン	0.01 mg/l 以下	0.01				0.01								
クロロホルム	0.06 mg/l 以下													
ジブロモクロロメタン	0.1 mg/l 以下													
プロモジクロロメタン	0.03 mg/l 以下													

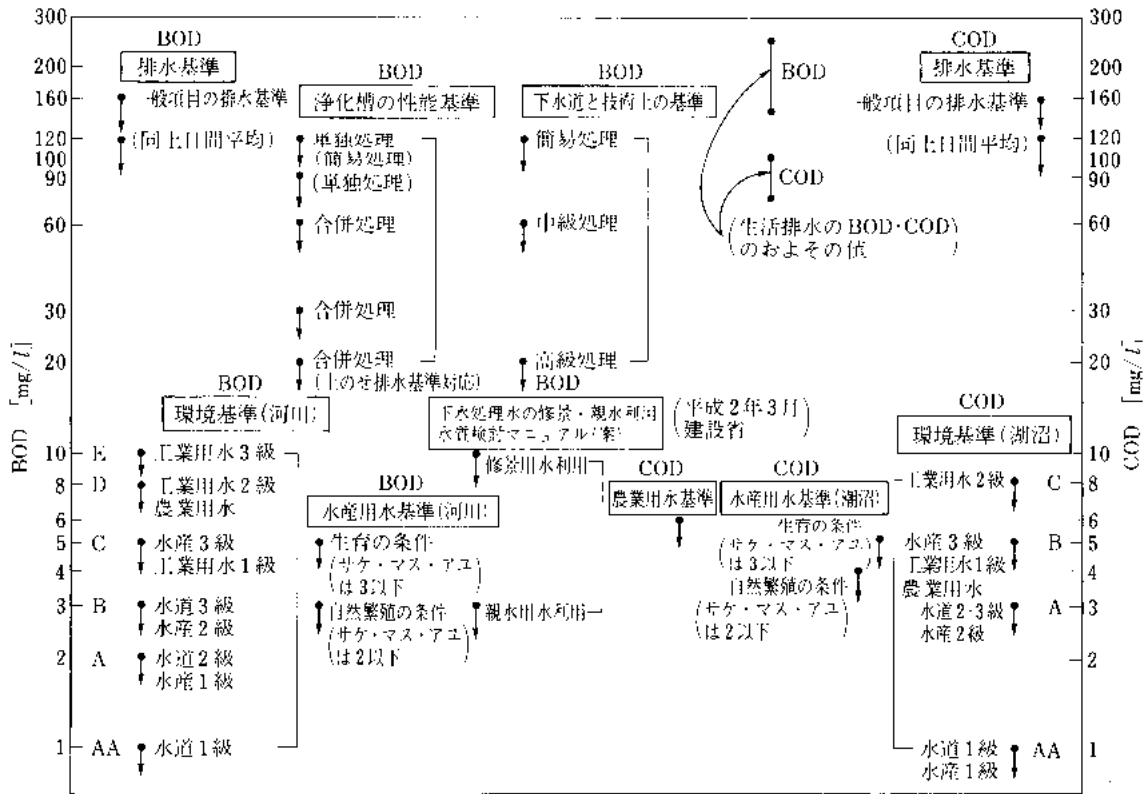


図-2 BOD・CODの各基準とそのグレード³⁾

害なもの、色・味覚・においてマイナス因子のあるもの、発泡、基礎的性状が挙げられている。飲料水の水質基準にあり、河川・湖沼・海域の環境基準にない項目は、一般細菌、消毒することで生成するもの、味覚、pHを除いた基礎的性状であり、これに有機物質(BOD, CODなど)のほかに、有害物質のダイオキシン類が加わっている。地下水の環境基準は、河川・湖沼・海域の環境基準に比べて、大腸菌群数、pH、有機物質、有機リン、クロム、ダイオキシン類が含まれていない。排水基準は河川・湖沼・海域の環境基準に比べて、色、フェノール類が加わり、溶存酸素(DO)が含まれていない。地下水の水質の環境基準と土壤汚染にかかわる環境基準は、飲用になる可能性が大きいことから、飲用水の水質基準と同じ濃度レベルとしている。

また、時代の流れの中で環境評価項目が出現している。明治の後半では、水系伝染病と濁度成分が主なものであり、昭和40年前後で、重金属関連が出現して、その後消毒によって生成する発ガン性の物質、合成有機化合物、カビ臭、さらに5年前からクリプトスポリジウム、レジオネラ属菌などが生じてきている。

1.1 各基準の関連

水質で飲料水と環境基準との関連をみると、例えば、六価クロムは飲料水の水質基準では0.05 mg/l、環境基準では0.05 mg/l、排水基準では0.5 mg/lであることは、排水された六価クロムは、放流先の水によって濃度が減少し

ないので、放流先の水で希釈されることのみを期待しており、一般的には10倍希釈されることで排水基準の1/10が環境基準となっている。飲料水の水質基準と環境基準は同じ値であるが、この関連は河川などから取水された後、浄水施設で処理が困難であるので、人体に対して許容できる濃度を環境基準としている。

1.2 生物化学的酸素要求量(BOD)・化学的酸素要求量(COD)濃度の比較

BOD濃度とCOD濃度の項目の用途による濃度の評価は、図-2に示すとおりである。BOD濃度について、排水基準と環境基準Eの工業用水3級の濃度比較をしてみると1/16である。浄化槽の放流水は、BOD濃度120 mg/lからBOD濃度10 mg/lまで放流先と浄化槽の構造によって1/12の差があるが、これらが河川に放流されると1/10から1/10の濃度まで河川水によって希釈されることになる。COD濃度もBOD濃度と同様なことが存在する。

1.3 ダイオキシン類

表-1の最後欄に示したダイオキシン類は、廃PCBなどまたはPCB処理物の分解施設、一般廃棄物焼却施設の廃ガス洗浄施設、湿式集じん施設、汚水などを排出する污水ピット、これらを受けて処理する下水道終末処理施設およびPCB処理施設や一般廃棄物処理施設の水処理施設については排水基準があり、ほかに環境基準が定められている。ダイオキシン類は、人体に対する健康影響が基本にな

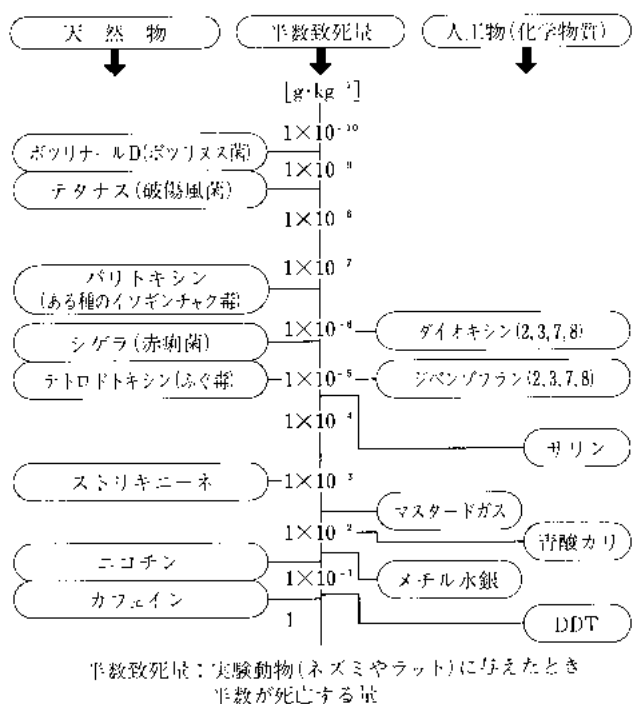


図-3 いろいろな毒物の毒性比較⁴⁾

り、水を飲用するなかで生涯摂取したとして許容できる量を1日あたり体重1kgあたりで4pg・TEQ/(kg・日)(TEQ:毒性等量)として、この数値を守るために環境基準1.0pg・TEQ/lの10倍の排水基準が定められている。このダイオキシン類は、ネズミやラットを用いた動物実験に半数が死亡する量で表示する半数致死量で、図-3に示すとおり、天然物と人工物の毒性の高いものの比較を行った。ダイオキシン(2,3,7,8)正式には2,3,7,8-四塩化ジベンゾパラジオキシン、または2,3,7,8-TeCDD)は人工的につくられた化学物質のなかで最も毒性が高く、多くのダイオキシン類のなかで毒性を1としている物質である。

2. 水質の評価濃度の考え方

2.1 有用性に関する項目

自然水として対象となる水質項目は、植物、生物、魚類への影響を考慮して指標が定められている。

(1) pH

自然水のpHは通常、陸水でpH7前後、海水で8.2~8.3である。陸水の場合は、地質的な原因によって強酸性あるいは強アルカリ性というケースもあるが、大体pH5~9に入っている。特に影響を与える要因についてみる。

- 1) 水道水の消毒に塩素を使用するとき、pHによって殺菌力が影響し、pH8.5を超えると殺菌力が減少する。

- 2) 浄水場で凝集処理を行う場合、一般的にpH6.5以下となると凝集効果が悪くなる。

- 3) 水道管の腐食防止からみると、pH6.5~8.5が望ましい。

- 4) 稲はpH5.0~6.5の弱酸性を好むが、水を満たした水田土壌は緩衝能が大きく、pH6.5程度を保つ恒常性を持っている⁵⁾。生育に適したpHは6.0~7.5といわれている。

(2) BOD

河川水の有機汚濁指標としては、河川の浄化などに生物が関与するため、CODよりBODのほうが適するとしている。汚濁の程度から、BOD濃度を以下のとおり評価することができる。

- 1) 人為的な汚濁のない河川は、BOD1mg/l以下である。

- 2) 水道水源の現状の水質を勘案して、BOD1.2~3mg/lに区分している。

- 3) 水産に関して、ヤマメ、イワナなどについてはBOD2mg/l、アユ、サケなどはBOD3mg/l、コイ、フナなどは5mg/l以下であることが必要とされる。

- 4) 河川で悪臭が発生しない限界は、BOD10mg/l以下とされる。

(3) SS

河川水においては、水産と農業に関連がある。SS25mg/l以下であれば、水産生物は正常な活動が維持でき、SS50mg/l以下であれば魚類の斃死は防止できる。農業用水は、無機質の微粒子が土壌に浸透すると透水性を悪化し、生育障害が生じるので、SS100mg/l以下とされている。湖沼水においては、透明度が3m以上のときSS1mg/l以下といわれ、景観からみるとSS1mg/lが適当であるとしている。

(4) COD

湖沼は有機物汚濁指標として、プランクトン増殖の有機汚濁源化への影響を考慮して、BODに比べてCODが指標として適当である。COD濃度1mg/l以下は、人為的な汚染がない場合であり、上水場の処理能力からみてCOD3mg/l以下が水道用水として適用される限界とされている。また、水道の水質基準のなかで、過マンガン酸カリウム消費量が10mg/lであるが、これをCODに換算すると2.5mg/lとなることもCOD3mg/lの目安となっている。

海域では、赤潮の防止を念頭において、基準を定めている。赤潮となる珪藻では、1ml中で数千の細胞になれば赤潮となるので、一応は1000細胞/ml以下にすれば赤潮の防止ができるとしている。それに相当する炭素量から計算すると、COD濃度は約1mg/lであり、また、有機物

の酸化分解の後、魚類の生息できる程度に溶存酸素を残存させるためにはCOD 3 mg/l でなければならない。基準では、これらの数値の平均をとってCOD 2 mg/l としている。のり漁場では現状を勘案して3 mg/l とし、工業用水は冷却水として利用可能であること、景観では悪臭の発生限界として8 mg/l 以下としている。

(5) DO

河川の比較的良好な水域では、DO 7.5 mg/l、サケ、マスなどのふ化の環境条件では7.0 mg/l が適当であるといわれている。水産用水では、一般的に5 mg/l 以上に設定している。農業用水利水点では、5 mg/l 以下であると根腐れなどの障害が生じる。環境保全上の基準としては、悪臭が生じない限界として2 mg/l としている。

湖沼については、水産は河川と同様であるが、プランクトンの存在によっては、DO が低下することがあるので、DO 5 mg/l が限界であるとしている。

(6) 大腸菌群数

河川水について、水道の水質基準は大腸菌群数は、検出されてはならないとなっており、処理装置を通さなくて塩素滅菌によって死滅させる大腸菌の安全限界値は50 MPN*/100 ml、沈殿ろ過処理では処理されて大腸菌群数が減少し、さらに滅菌するので、水道原水としては1000 MPN/100 ml、高度な浄水処理を行った場合は、5000 MPN/100 ml が水道原水としての河川水の安全限界と考えられる。湖沼、海域は河川水と同様な考えである。ただし、海域の生食用のカキ養殖場の利水点については、食品衛生法による厚生労働省告示により水質規制があり、70 MPN/100 ml 以下となっている。

2.2 健康阻害の指標⁶⁾

水道法に基づく水質基準は1992年までは、発ガン性のない物質については1日許容摂取量の概念が使われてきた。シアン、水銀、有機リン、フェノール類、鉛、六価クロムなどの物質は、摂取または暴露で、悪影響を及ぼさない閾値があるとしている。最も感受性の高い動物を用いた実験成績や、人の疫学調査で毒性データなどから無作用量あるいは最小作用量を求め、これに安全係数(多くは種差1/10と固体差1/10として1/100)を乗じている。また、発ガン性のある物質、また発ガン性の疑いのある物質は閾値がないと考えられていた。どのように微量であっても摂取または暴露であっても、いったん正常な細胞がガン化してしまえば、その影響は不可逆的である。したがって、使用禁止の措置がとられてきた。

現在は、発ガン性物質をゼロにすることは、容易でない

* MPN(最確数)とは、大腸菌群数の測定で、直接その数を数えることなく、統計的確率から割り出した“大腸菌群数最確数表”を使って読みとった大腸菌群の数のことをいう。

という認識にいたっている。そこでリスクという概念を導入して、リスクという定量化された尺度のある一定の用量までは、実質的に安全とみなしえるという概念で安全性を評価することとしている。欧米では、発ガンリスクが $10^{-7} \sim 10^{-5}$ の場合には、そのときの用量を実質的には安全とみなしていることが多い。例えば、生涯危険率が 10^{-6} と表現したら、ある化学物質を一生摂取したときガンになる確率が 10^{-6} という意味になるので、日本人で平均年齢75歳とすると、1年間に1.6人がガン患者となる計算となる。

3. 測定方法(測定の考え方)

測定の基本原則は、測定現場の状態を正確に数値に表すことが必要であり、その場で数値が求まればよいが、複雑な測定・分析を経ないと濃度が出てこない物質は、数日後に濃度がわかることになる。この測定方法については、試料の対象によって、異なりがあり、飲料水では上水試験方法、下水では下水試験方法、環境基準に関する項目であればJIS K 0102⁷⁾工場排水試験方法⁷⁾に従って、測定を進めなければならない。ここでは、飲料水を対象として記述するが、他の測定方法はほとんど同じである。対象とする試料の測定方法に基づいて測定しなければならない。

3.1 試料の採取と保存および測定

その現場の物質の正確な濃度を得るためには、容器、洗浄方法、前処理、保存期間、検水量について厳密な約束事に従ってサンプリングが行われる。

(1) 理化学試験

a 容器

試料容器は密栓できるものを使い、栓はゴム栓やコルク製のものは使用しない。共栓ポリエチレン瓶と無色共栓ガラス瓶の2種類がある。

共栓ポリエチレン栓については、下記の項目に留意しなければならない。

- 1) 使用前に水道水などで洗浄し、さらに蒸留水またはイオン交換水で洗浄する。微量の金属類を試験する場合は、共栓ポリエチレン瓶を温硝酸(1+10)または温塩酸(1+5)で洗い、さらに水道水などで洗った後、蒸留水またはイオン交換水で洗浄する。ただし、飲料水の水質については、精製水を使わなければならない。
- 2) 製品によっては、製造時に使用するモリブデンやクロム、チタンなどの重金属の溶出がある。
- 3) 通気性があるので、藻類などが繁殖しやすい。
- 4) リン化合物や有機物質、重金属類が吸着する傾向がある。保存処理を行えば防止できる。無色共栓ガラス瓶については、下記の項目に留意しなければならない。ただし、飲料水の水質については精製水を使わな

ければならない。

a) 共栓ガラス瓶は、使用前に温硝酸(1+10)または温塩酸(1+5)で洗い、さらに水道水などで洗った後、蒸留水またはイオン交換水で洗浄する。

b) ナトリウム、カリウム、ほう素、シリカ、アルミニウムがわずかに溶出する。ガラスによっては、ヒ素や亜鉛がわずかに溶出することがある。

b 添加薬品

試験は、試料採取後直ちに行うことを原則にしているが、やむをえない場合は保存することになる。その場合は、試料採取直後の試料中成分の性質を保つ必要がある。試料を直ちに分析する項目は残留塩素、アンモニア性窒素、トリハロメタン生成能などであり、これらは保存すると変質する項目である。これには試薬を添加しない。重金属の試料の保存期間は、金属により2週間または1箇月以内で、保存中に容器内に金属元素の付着・吸着を防止するため、硝酸を加えてpHを約1にする。1箇月以内の保存の項目は、硬度、塩素イオン、硫酸イオン、マグネシウム、カルシウム、総クロム、総マンガン、総鉄、ニッケル、銅、亜鉛、セレン、カドミウム、スズ、バリウム、鉛、アルミニウム、ヒ素、総ケイ酸、ナトリウム、カリウムがある。さらに多くの項目にも上記のような制約条件がある。

c 測定

理化学試験においては、手分析の滴定法、重量法、機器分析の原子吸光光度法、イオンクロマトグラフ法、吸光光度法、GC/MS法(ガスクロマトグラフ質量分析)、GC法(ガスクロマトグラフ法)、高速液体クロマトグラフ法、ICP法(誘導結合プラズマ発光分光分析法)がある。測定項目によって、最適な機器分析器が用いられる。今日の超低濃度が検出可能となったことの要因の一つに、機器分析器の精度感度の出現がある。

一方、低濃度の分析を分析機器に頼るのではなく、試料においても試料中の濃度を高めるため、濃縮という操作を行っている。

しかし、機器分析で直接測定をすることはほとんどなく、例えば、重金属のように試料中の沈殿物の溶解、有機物の分析処理、処理後の残留酸濃度の調整が必要になってくる。

(2) 微生物試験

a 容器

ガラス製およびプラスチック製で、120 ml以上の容器を用いて、その栓と首部をアルミ箔または適当な紙で覆って乾熱滅菌または高压蒸気滅菌した容器を使う。

b 薬品添加

試料中に残留塩素が存在しない水は、薬品を添加せず、

残留塩素が存在する場合は、チオ硫酸ナトリウムを添加し、直ちに測定するが、できない場合はアイスボックスに収容して速やかに測定する。

(3) 生物試験(微小動植物・プランクトン)

a 容器

ガラス瓶またはポリエチレン瓶を精製水で洗ったものを使う。

b 薬品添加

試料を直ちに測定する場合は薬品を無添加とし、速やかに測定する場合はホルマリン、エチルアルコールまたはルゴール液を添加する。

3.2 水質簡易測定

環境基準や排水基準が定まった昭和40年代に測定法の難しさから現場で早急な評価を行いたいという場合の迅速な測定方法が求められるようになった。その後、技術改革が進められ、実用化が図られた。簡易測定の利点は、次のとおりである。

- 1) 操作が簡単で熟練していなくても使用できる測定法である。
- 2) 短時間に操作ができ、測定結果も直ぐに得られる。
- 3) 測定対象の濃度を得る目的に適した感度と精度および再現性がよく、妨害物質の影響が少ない。
- 4) 持ち運びが容易で、安価である。
- 5) 使用後、器具などの廃棄に対して安全性の高いものでなければならない。

上記の内容を網羅した幾つかの測定法を記述する。

(1) 発色反応を利用した測定

a 比色試験紙法

古くからpH試験紙が利用されてきたが、重金属試験紙、硝酸・亜鉛酸試験紙などがあり、低濃度測定は難しい。

b パックテスト法

ポリエチレンチューブの中に反応薬品が密封されており、使用時にピンで穴をあけたり、はさみで切り口をつくり、ポリエチレンチューブの容積を少なくするため、チューブ内の空気を抜き、試料水の中に切り口を入れて、スポイド方式でチューブ内に水を入れて、指定時間後に比色する。操作が簡単で広く使用されている。

c 検知管法

水中から揮発する有機塩素系物質のほかシアン、水銀、ヒ素、アンモニアなども対象となっている。水中を空気ではっ気し、揮散したガスを検知管に通して検知管内の比色の度合いを測定する。検知管内には、対象物質と反応して発色する薬剤を細かい粒子に付着させたものを封入し、この中に対象ガスを通して発色の度合いを測定する。

d 比色試験管法

表-2 水道水の新生水質基準(は新規項目)

項 目	基準値 mg/l]	項 目	基準値 mg/l]
一般細菌	100 個/ml	総トリハロメタン	0.1
大腸菌	不検出	クロロ酢酸	0.02
カドミウム	0.01	ジクロロ酢酸	0.04
クロム(六価)	0.05	トリクロロ酢酸	0.2
水 銀	0.0005	ホルムアルデヒド	0.08
セ レ ン	0.01	亜 鉛	1
鉛	0.01	アルミニウム	0.2
ひ 素	0.01	塩化物イオン	200
シ ア ン	0.01	硬度(Ca, Mg など)	300
硝酸性窒素および亜硝酸性窒素	10	鉄	0.3
ふ っ 素	0.8	銅	1
ほ う 素	1	ナトリウム	200
四塩化炭素	0.002	マンガン	0.05
1,4 ジオキサン	0.05	陰イオン界面活性剤	0.2
1,1-ジクロロエチレン	0.02	ジェオスミン	0.00001
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04	非イオン界面活性剤	0.02
ジクロロメタン	0.02	フェノール類	0.005
テトラクロロエチレン	0.01	2-メチルイソボルネオール	0.00001
トリクロロエチレン	0.03	有機物質(TOC)	5
ベンゼン	0.01	味	異常でない
臭 素 酸	0.01	色 度	5度
クロロホルム	0.06	臭 気	異常でない
ジブromクロロメタン	0.1	蒸発残留物	500
ブromジクロロメタン	0.03	濁 度	2度
ブromホルム	0.09	pH	5.8~8.6

試験管に試料水を入れ、それに試薬を加えて発色させる方法である。色度、溶存酸素、残留塩素などが利用されている。

e 光電比色法

試験管に試料水を入れ、試薬を加えて、発色させた後、目視に頼らず光電比色法で測定するため、精度が高くなるが、測定器が高価である。

(2) その他

薬品を一滴ずつ添加することで、終点までの添加数で濃度を測定する滴ピン方法、錠剤の使った粒の数で濃度を測定する錠剤滴定法、その他大腸菌や一般細菌が検出できる試験紙を利用する方法もある。

4. 関連する法規と基準

4.1 分析に関する法規

環境のなかで対象とする水によって、その水を測定する方法はまちまちである。対象とした水の性質上、すべての分析を同一にできないので、各々の測定方法が存在する。

飲料水：上水試験方法

工場排水：JIS K 0102 工場排水試験方法

工業用水：JIS K 0101 工業用水試験方法

下 水：下水試験方法

4.2 試料採取

上記の対象試料水によって、各試験法のなかで採取方法が定められている。

飲 料 水：上水試験方法

下 水：下水試験方法

上記以外：JIS K 0094 工業用水・工場排水の試料採取方法

4.3 水質基準

水環境に関連する対象水の水質基準を挙げると以下のとおりであり、それぞれの基準値を表-1にまとめて示した。

- 1) 飲用水の水質基準
- 2) 工場等の排水基準(下水、し尿処理施設、浄化槽は別にあるが割愛している)
- 3) 水質汚濁に係わる環境基準
- 4) 地下水の水質汚濁に係わる環境基準
- 5) 土壌汚染に係わる環境基準
- 6) 遊泳プール水質基準(厚生労働省)
- 7) 学校水泳プール水質判定基準(文部科学省)
- 8) 公衆浴場の水質基準(厚生労働省)

9) 水浴場水質判定基準(環境省)

10) 雑用水の維持管理の水質基準(ビル管理法・厚生労働省)

11) 24時間風呂浴場水の水質基準(24時間風呂協議会)

上記で示した基準のなかで、水道の水質基準の改正は、平成15年5月30日に公布され、平成16年4月1日から施行されることとなっている。そこで、表-1に示した水道水の水質基準は改正前の基準となったが、水道水の水質基準に追従してすべての基準が改正されてないので、表の混乱を避けるため旧態の表示とした。改正された基準は、表-2に示すとおり50項目である。旧基準で必要でないとした項目は、①大腸菌群、②1,2ジクロロエタン、③1,3ジクロロプロペン、④シマジン、⑤チウラム、⑥チオベンカルブ、⑦1,1,2トリクロロエタン、⑧1,1,1トリクロロエタン、⑨過マンガン酸カリウム消費量であり、新たに加えた項目は、①大腸菌、②ほう素、③1,4シオキサソール、④臭素酸、⑤クロロ酢酸、⑥ジクロロ酢酸、⑦トリクロロ酢酸、⑧ホルムアルデヒド、⑨アルミニウム、⑩ジェオスミン、⑪非イオン界面活性剤、⑫2メチルイソボルネオール、⑬総有機炭素である。改正の大きな内容は、糞便汚染の指標として大腸菌群を大腸菌としたこと、有機物の指標としての過マンガン酸カリウム消費量を総有機炭素(TOC)としたこと、消毒時に生成される恐れのある物質を5項目追加していることである。なお、ここ1,2年のうちに、各種の基準の変更が予想されるので、関係行政庁の発表に注視していただきたい。

おわりに

水質の関連する事象については、誌面の関係があり、基準の考え方、評価、濃度の持つ意味、測定方法の留意事項などについて、項目だし程度の内容になっているが、概略は理解していただくと考えている。さらに、いろいろの要因から興味を示された読者は本文中に示した公定法を参照していただければ幸いである。

引用・参考文献

- 1) 国土庁長官官房水資源部編：日本の水資源(平成10年版)
- 2) 日本経済新聞2002/11/06,11/12,11/14の水の時代が来た。
- 3) 空気調和・衛生工学会編：空気調和・衛生工学便覧第13版, I基礎篇(2001), p.647, 空気調和・衛生工学会
- 4) 菅原 淳・森田昌敏：生物モニタリング, 読売科学選書29(1990), 読売新聞社
- 5) 水処理管理便覧編集委員会編：水処理管理便覧(2000), 丸善
- 6) 山内巖雄：環境化学物質のリスクアセスメントの現状と課題, 水環境学会誌, 117-4(1994)

(2003/5/20 原稿受理)



岡田誠之 おかだせいし

生年月日 昭和22年1月26日/出身地 岡山県/最終学歴 関東学院大学大学院博士後期課程修了/学位・資格 工学博士, 技術士

空気調和衛生工学 SIの手引き

体 裁 A5判 113頁
定 価 1,365円
会 員 価 格 1,230円 送料310円
(上記価格には消費税5%が含まれています)

主要目次

- 1 単位と単位系—単位, 単位系
- 2 SIの基本—SI(国際単位系), SIの単位と接頭語, SIと併用および暫定時に維持される単位, 単位の換算表, 数値の丸め方, 無次元数
- 3 SIの使い方—熱, 流れ, 材料・強度, 空気調和, 給排水衛生, 冷凍, 例題 付録

社団法人 空気調和・衛生工学会 FAX(03)3363-8266 あてお申し込みください。

配送先	会社名	所属	担当者名	注文部数	冊
	〒	TEL	FAX		