

おうちリトリート研究所の水物語



Vol.01 : 知らないとヤバい日本人弱体化計画

Vol.02 : 水道水へのフッ素添加

Vol.03 : 最愛の人を失う恐怖

Vol.04 : 水の成分の詳細

知らないとヤバい日本人弱体化計画

水は私たちの生命の維持に必要不可欠ですが、実はその水のクオリティが知らないうちにどんどん下がってきています。蛇口から出る水もお風呂で使う水も、売っているペットボトルの水も、すべてが危険な水になってきています。私たちの生命に欠かせない水、毎日当たり前のように飲んだり使ったり、大量の水に接しているにもかかわらず、水の中の成分についてはほとんど気にしていません。そんな中で、**私たちが生きるために必要な水をどうやって選べば良いのか？**

お風呂で使っている水やシャワーの水がどれだけ私たちのからだに影響しているのか？

本当のところ私たちのからだには1日にどれぐらいの水が必要なのか？

逆に飲みすぎるとどうなるのか？

について調べたり学んだりしたことをシェアします。

キレイな水

石油などのいろいろな資源がどんどんなくなっている中で、特に日本は資源がない国なのでさまざまな資源を輸入に頼っているところが多く、不安に感じている人が大勢います。キレイな水は私たちが飲むため、シャワーを浴びるため、お風呂でリラックスするため、トイレを流すため、植物の成長のため、生命が生きるために必要不可欠なとても大切なものですが、この私たちの生命に欠かせないキレイな水が、実はどんな資源よりもいち早くなくなるであろうといわれていて、世界中で大きな不安を集めています。

私たちは子どもの頃、近所の川でしょっちゅう水遊びをしていました。あの頃とてもキレイで魚もたくさん泳いでいたような川は、今も若い子どもたちを遊ばせられるぐらいキレイなまま残っているのでしょうか？

水はすべての生命の源

多くの方は、水がどれぐらい私たちのからだにとって大切なものなのか？生命をつないでくれていた存在なのか、本当のところを理解していません。

干ばつや日照りなど水の問題がないにもかかわらず、飲もうと思えば飲めるのに多くの人が本当に必要な量のお水を飲んでいません。水を重要視しないまま気づかないうちに水不足になっている人が大勢います。

1日に必要な水の量

多くの人は1日に必要な水の量を、お茶やジュース、コーヒー、お酒などの水分で満たすことができていると勘違いしています。8割の人が、それらの水分が新鮮でキレイな水の代わりになっていると誤って思ったり、色や味がついていない水にお金を払うのはもったいないと考えています。

水は私たちのからだの働きにとっても大切なものです。私たちのからだは、水によってからだの機能を調整しています。からだの中に存在する固形物を溶かして移動させて排泄させたり、必要なところに運んでくれています。私たちのからだは60%以上が水分で満たされていますが、頭の中では何となく理解しているようでも、肉や骨の方を重要視していて実感できていません。

特に、私たちの脳は70%が水です。血液は83%が水です。肺は79%が水です。

人間のからだの各器官・臓器の水分率	
器官・臓器	水分率
脳	74.8%
心臓	79.2%
肺	79.0%
筋肉	75.6%
血液	83.0%
肝臓	68.3%
腎臓	82.7%
腸管	74.5%
皮膚	72.0%
骨格	22.0%
脂肪	10.0%

肺に水が溜まるのは病気だという認識が広まっている中でとても驚きですよね。お水は飲んだら食道から胃を通過して尿として排泄されているだけだと思っている人が大勢いますが、私たちのからだは本当に水分だらけで、水分が流れることで私たちのからだは調整されたり、さまざまな働きが促進されたりしています。

具体的には、

1. 血液を動かしている

2. 栄養分を細胞に運んでいる
3. リンパを動かしてくれる
4. 神経の伝達を助けている
5. ホルモンを動かしてくれる
6. 脳の機能をスムーズにしている

これらはからだの中の水分の働きのほんの一部ですが、もしも水分不足で脱水症状になったら、これらのすべての機能がダメージを受けてうまく機能しなくなってしまう。水分不足が慢性化していると、喉が渴いたと感じる機能自体が衰えてだんだん水分不足すら感じられなくなり、知らないうちにそれらの機能が少しずつ損なわれてしまいます。こわいですよね。

そもそも喉が渴くと感じるメカニズムがきちんと機能していたとしても、それ自体は実は私たちの優れた機能ではありません。喉が渴いたと感じること自体が最終シグナルなのです。喉の渴きを感じるまで水を飲まない日々を繰り返している場合は、からだの中でさまざまな異常が起きている可能性があります。たとえば、車は一定量のガソリンがなくなってしまうと止まってしまいますが、私たちのからだは1日2リットル飲まなくても、機能が止まることなくからだは働き続けます。そのため、私たちは水分不足に気づきにくく、中にはそんなに多くの水を飲まなくても生きていけるし、そんなに飲む必要はないと勘違いしてしまいます。

確かに私たちのからだは水分が不足していても働き続けていますが、ただ生きていくだけなのと、パフォーマンス高く過ごせるのとでは大きく違います。

私たちのからだは、排尿や排便だけでなく皮膚や呼気からもとても多くの水分を排泄しています。これを不感蒸泄（ふかんじょうせつ）といいます。それらを合計すると1日あたり2.5リットル以上の水がからだから排出されています。一部の人は、水を飲みすぎると体液や血液が薄まって体力がなくなるから飲まない方が良いとかいいますが、毎日排出する以上の水を摂取しなければ少しずつ水分不足に陥ってしまうのです。

水のクオリティ

水をどれだけ2リットル、3リットル飲んだとしても、水のクオリティが低ければ逆効果になります。では、どんなクオリティの水を飲んだら良いのでしょうか？そもそも今出回っている水に何が起きているのでしょうか？

政府や国が水をキレイにすることによって、先進国では伝染病が減ってきています。同時に水の消毒によるいろいろな問題が発生していることも確かです。蛇口から出てくる水にはだいたいどれぐらいの化学毒素が含まれていると思いますか？同じ先進国のアメリカのデータによると実に2,100種類の化学毒素が含まれています。これらの化学毒素はガンや細胞の突然変異、神経障害などの原因となっています。

殺虫剤、排気ガス、防腐剤など私たちの身の回りを見渡すと、あらゆる洗剤や飲み物、食べものなどには、実はとても数多くの化学物質が含まれています。何種類ぐらいあると思いますか？

約10万種類の化学物質が世の中に出回り、日々1000種類の化学物質が生まれているといわれています。驚きですね。

たとえばお風呂掃除が終わって洗い流した洗剤、皮脂汚れや整髪料と混ざりあったシャンプーや石けんを日々シャワーで洗い流していますよね。よくよく考えてみると、水で流して目に見えなくなったからといってそれらがきれいサッパリ消えてなくなっているわけではありません。化学反応によって日々生まれているさまざまな化学成分がありますが、それらすべてを自動でフィルタリングするほどのシステムは存在しないため、よほど気をつけない限り、知らず識らずのうちにさまざまな成分が混ざりあったものが私たちの口に入っていることになります。

クリプトスポリジウムという寄生虫がいます。衛生設備や下水設備が整っていない地域で流行する感染症ですが、先進国であるアメリカ国内では、40.3万人(25.1%)が発症し、そのうち4,400人が入院し、数百名が死亡しました。

日本でも、1994年に神奈川県平塚市で、1996年には埼玉県入間郡越生町で、2002年には北海道での感染が報告されています。

[NIID国立感染症研究所 | クリプトスポリジウム症とは](#)

[厚生労働省 | クリプトスポリジウム症](#)

汚染された水

私たちの日常的な水は塩素によって消毒されています。不特定多数の人が使用するプールは、さらに濃度の濃い塩素によって消毒されているため、ツーンと鼻をつくにおいがします。

塩素は私たちのからだにいろいろな悪影響を及ぼすものですが、チフスやコレラなどの病気や菌などの感染症を防いでいるのは塩素のおかげであり、塩素を入れなければそれはそれで別の問題が出てきます。

塩素というのはとても強い毒素だからこそ、雑菌を殺すようなパワフルな力があります。地震や水害で水道が使えなくなると、水道水で手を洗えなくなるため感染症にかかる人が多くなります。感染症予防という意味では水道水によって安全な生活を確保できますが、プールに入ると肌がカサカサになったり、髪がダメージを受けてゴワゴワになったりしますよね。『経皮毒』という言葉がありますが、実は、私たちは皮膚から毎日あらゆるものを吸収しています。特に市販のシャンプーやハンドソープ、入浴剤が入った湯船に浸かったあと、からだについた残り香を感じたことがあると思いますが、この『経皮吸収』という働きによって腸内細菌が全滅してしまったりします。

また、塩素消毒によってトリハロメタンという有害な化学物質が発生します。これらは発ガン性の恐れがあるだけでなく、中枢神経、肝臓、腎臓などの臓器に多大な悪影響を与え、アトピー性皮膚炎やイライラなどの精神疾患の原因になる可能性も指摘されています。

ちなみにトリハロメタンの一種であるクロロホルムは麻酔薬として使われている物質です。

塩素が入っている水を飲むだけで、ガンにかかる確率が93%上がります。塩素がからだに入ってしまうと、食道ガン、直腸ガン、乳ガン、咽頭ガン、ホジキン病（リンパに沿って発生する腫瘍）の原因となります。膀胱ガンになるリスクは、飲むだけで35%、シャワーやプールによって55%上がるといわれています。

あらゆる体調不良にいえることですが、それが100%の原因ではありません。その他食事や睡眠時間、服薬など日常生活習慣などの要因が重なった結果、微妙なところで発病するため気づきにくく、誰も水道水やプールの塩素が原因の一つになっているとは思いません。さらに目に見えない力が働いてもっと別の原因に注目するように操作されているため、分かりにくくなっています。

狭心症や脳卒中の原因になるといわれる、アテロスクレローシス。これは、動脈の壁がコレステロールの沈着によって肥厚した状態ですが、これが塩素の入った水が原因の一つだとは普通は気づきません。

塩素を飲んだり、皮膚から吸収されることによって、私たちの体内で働いている善玉菌が全滅し、悪玉菌が大発生します。さらに、血管が狭まります。脳の血管も収縮するため認知症の原因にもなります。これにもわかには信じがたいですね。

だからといって塩素消毒をやめろということではできませんね。もっと別の感染症が発生してしまいますし、水道水に塩素を入れることは法律で定められています。いくらおいしい水でも、日本では水道水の消毒は水道法第22条に基づく水道法施行規則（厚生労働省令）第17条3号により

「給水栓（俗に言う蛇口）における水が、遊離残留塩素を0.1mg/L（結合残留塩素の場合は0.4mg/L）以上保持するように塩素消毒をすること。

ただし、供給する水が病原生物に著しく汚染される恐れがある場合、

または病原生物に汚染されたことを疑わせるような生物もしくは物質を多量に含む恐れのある場合の給水栓における水の遊離残留塩素は0.2mg/L（結合残留塩素の場合は1.5mg/L）以上とする」

と規定されています。

つまり水道水には必ず塩素をいれなければならない、塩素が入っていなければその水道水は法律違反となります。

私たちにできることは、私たちそれぞれが接触する水の塩素を減らすことだけです。

[家を丸ごと浄水する浄水器。](#)

最近では水を買うのも当たり前になり、スーパーやコンビニではさまざまな水が売られています。思い切って自宅にウォーターサーバーを設置している人も増えています。それらのミネラルウォーターも実は安心とはいえなくなってきています。

問題は水の採水地です。水の採水地の近くにゴルフ場がないかどうか確認してみてください。

ゴルフ場では立派なグリーン（芝生）を育てるために、大量の化学肥料や除草剤が撒かれていて、それが地下に浸透します。

これは実際に聞いた話ですが、

あるゴルフ倶楽部でコスト削減のためにコース内の池の水を汲んでグリーンに散水したところ、グリーンが枯れてプレーができなくなり、閉鎖を余儀なくされたそうです。

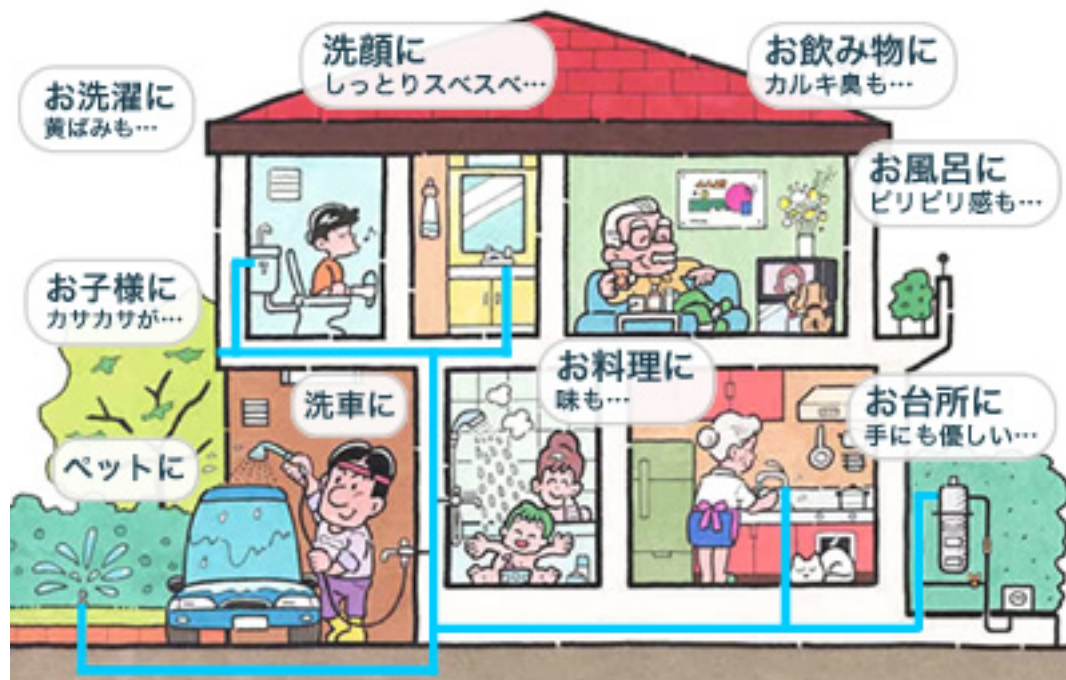
日本のメーカーは品質管理がしっかりしているので心配ないとは思いますが、中には採取地を公表していないメーカーもあるので、ミネラルウォーターを買う時は念のため採取地を確認してみてください。

ペットボトルの水も同様で、入れる段階でも問題が発生するし、水そのものの実際のクオリティも分かりにくく、その成分によっては容器のプラスチックが微妙に溶け込んでいる可能性があります。

特にやわらかい、ふにゃふにゃのペットボトルは薄っぺらいので一番成分が溶けやすく、危ないといわれています。

採取地や品質管理はできれば確認することをおすすめします。

残留塩素やトリハロメタンだけではなく、鉛、鉄さび、農薬などの重金属まで



赤ちゃんのミルクや大切なペットの飲み水、料理、お風呂、洗濯、トイレ、植物、ペット・・・私たちにとってキレイな水は、何ものにも代えがたい生命の源です。

水の消毒に使われるものの一種で、塩素による発ガン性物質の発生を減らすためにモノクロラミンという化学物質が使われはじめました。モノクロラミンは塩素ほど

パワフルではありませんが、トリハロメタンの発生は抑えられます。塩素のように一気に消毒するのではなく、徐々に消毒していくものですが、水道管内に鉛があった場合、鉛を溶かし出してしまいます。現在はよほど古い家ではない限り鉛は使われていませんが、アメリカでは2015年～2016年にかけて、このモノクロアミンにまつわる史上最悪の水汚染公害が起きています。

[米国ミシガン州で起きたアメリカ史上最悪の水汚染公害](#)

本当に『行政だから』というだけで正しいことをしていると断言できるわけではないことが良く分かります。

水さえも利権に・・・

その他、水道水にはフッ素の問題もあります。自然の世界でも土壌や湖、植物の中にもナチュラルなフッ素が存在していますが、そのようなナチュラルなものではない化学合成されたフッ素が問題です。

化学合成されたフッ素は、ゴキブリ、アリ、ネズミなどの殺虫剤成分ともなっており、私たちのからだにも吸収されて蓄積することでさまざまな病気の原因になっています。歯磨き粉や歯科治療、果物に吹きかけられていたり、ジュース、経口避妊薬のピルなどにも使われています。口の中や膈などの粘膜はもっとも成分を強力に吸収します。

フッ素が、直腸ガンや大腸ガンの原因になっているといわれています。特に直腸ガンについては80%アップさせるといわれています。その他、免疫システムをダウンさせます。血液中の酵素を減少させたり、活動を阻害させます。精子の遺伝子レベルを変化させてさまざまな障害の原因となります。心臓病の確率が上がります。フッ素加工＝カルシウム＝骨が太くなるというイメージがあるかと思います。確かに骨は太くなりますが、もろくなり、折れやすく欠けやすくなります。慢性的な疲労や消化器官の働きの低下、流産の確率が上がり、皮膚異常、頭痛、失明などの目の異常、歯が弱くもろくなる、脳の中にアルミニウムが蓄積されてアルツハイマーの原因になるという危険性があります。また、体内のフッ素が高濃度になることによって逆に虫歯が増えています。

水道水フッ素化などという言葉によって、私たちに水道水へのフッ素混入の正当化を刷り込もうとしています。フッ素については長年研究されているにも関わらず、私たちに良い影響があると証明されたものはただの一つもありません。

フッ素はすべての元素の中で化学的にもっとも化学的に反応性の高い元素です。フッ化水素酸その高い腐食性でガラスを溶解しますが、そのフッ化物イオンはカルシウムとの親和性が高く、皮膚から吸収されるとからだの血中カルシウム代謝を妨げることで死に至る可能性があります。

フッ素を水道水に混入した場合、水と激しく反応して危険な酸と非常に腐食性の高いフッ化水素酸を生成します。いくつかの実験では、数人の科学者が負傷、盲目、または死亡しています。

フッ素を混入した水道水が気化した場合、ガス状のフッ素が発生しますが、フッ素ガスは少量でも目や鼻の炎症を引き起こす可能性があります、大量のフッ素ガスは致命的となる可能性があります。

[引用元：フッ素についての事実](#)

日本人の虫歯調査でも、1984年の調査開始から現在にいたるまで虫歯数は減少しています。たとえば12歳の虫歯数は1984年の1/5まで減少しています。これはフッ素ではなく、治療環境の改善や予防の啓蒙によるものだとされています。このような現状で、様々な危険性が疑われるフッ素を公共水に混入させたり、校医が全校児童および生徒にフッ素洗口を奨励することには大きな疑問を感じます。

[引用元：フッ素の効果と危険性](#)

身の回りのあらゆるものにフッ素が含まれており、微量のフッ素は必要としていますが、水、空気、植物性と動物性の両食品に少量含まれています。お茶や甲殻類などのいくつかには、より多くのフッ素が含まれています。日常生活の中で十分な必要量を摂取できており、それ以上の摂取は非常に有毒で危険です。多すぎると逆に骨粗鬆症や虫歯を引き起こす逆効果があり、腎臓、神経、筋肉に害を及ぼす可能性があります。

[引用元：フッ素の健康と環境への影響](#)

私たちに何にどれだけの何から作られたフッ素が含まれているのかを調べる術がありません。どうしようもないことですが、化学合成されたフッ素混入物は私たちの健康を阻害しています。

年さまざまなデータによる賛否両論がありますが、最終的な議論として良いものと証明できるものは何にもありません。私たちにできることは身近な歯磨き粉など、入っているとわかっているものを避けるしかありません。スウェーデン、ドイツ、オランダなどではフッ素はダメだと結論づけて一切の使用を禁止しています。フッ

素予防の発祥地であるアメリカでも1990年代半ばからフッ素の人体に対する毒性だけでなく、環境に及ぼす影響も含めて議論が起こり、大きく方向転換しはじめているようです。

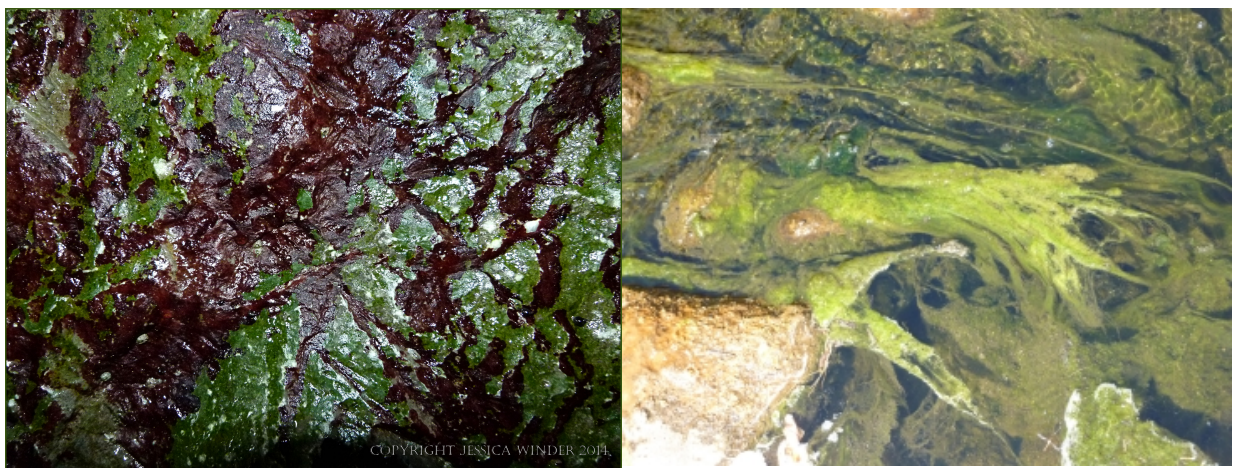
薬品

ここまでの話で分かるように、たくさんの薬品が私たちの利用する水の中に含まれています。

たとえば、心臓病に使う薬だったり、ステロイドだったり、化学的なホルモンだったり、私たちが水に流しているものすごい種類でものすごい量の薬品がさらに化学反応して、合成化合物となって私たちの蛇口に戻ってきています。

一度つかった薬品や化学物質は、もはや消滅はしません。そういうものがまた、蛇口やシャワーを通して私たちの生活に戻ってきているわけです。

薬品などが流れ込んでいる川に住む生き物で、両性具有という雄か雌かわからない生物が発生しているそうです。そういう事態からもわかるように、私たち人間にも今後何らかの影響が出てくると思います。



これはバイオフィーム（菌膜）です。緑っぽいぬるぬるした膜状のもので、水があるところを好む菌やバクテリアの集合体です。掃除しても簡単に取り除けるものではなく、近所の川や側溝を見ると分かるようにどんどん増え続けています。

短期的にみて「いきなり死にます」というレベルの汚染ではないとしても、長期的にみて私たちの孫や子孫には影響が出るかもしれません。絶対にありえないとは言いませんよね？

水に流すものについて意識したり注意をはらい、蛇口から出た水を直接飲まないこと。

これはなんとしても徹底していかなければなりません。

飲み水だけじゃない。それ以上に危険！

飲み水は意識して、「ちゃんとキレイな水を飲もう」と思っている人は多いですが、実はお風呂のお水の方が重要なのです。

それも「気をつけておいたほうがいいよ」というレベルではなく、飲む水以上に気をつけてほしいんです。

私たちの肌というのは、ただからだの表面にくっついているというような単純なものではありません。体内にいろんなものを運び込んでくれる、重要な組織です。

肌は、汗や二酸化炭素などをからだから押し出して、栄養素や酸素や水分などをからだの中に取り込んでいます。

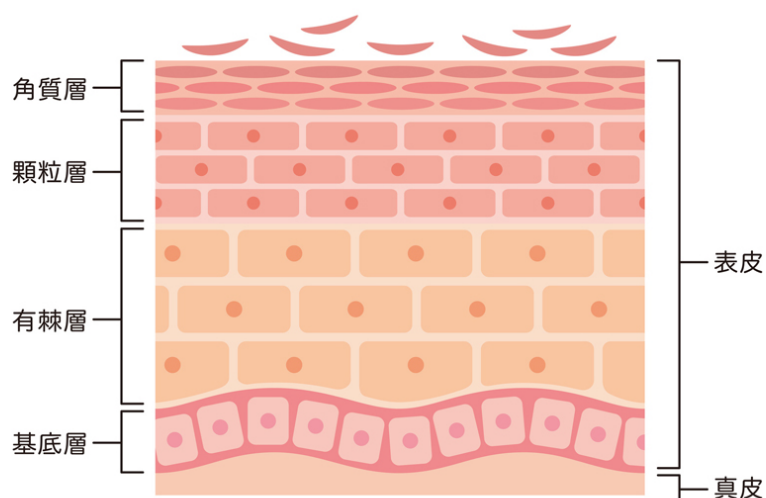
そのような能力があるので、殺虫剤とかホルモンとか、化学物質であったり、そういうあらゆるものを吸収してしまう性質も持っています。

また、肌というのは、私たちの体内で問題が起こっている時に、一番先にその症状が出てきます。

肌が汚い＝肝臓だったり腎臓だったり、心臓だったり、いろいろな器官がダメージを受けているということ。まず、肌に信号が出るんですね。

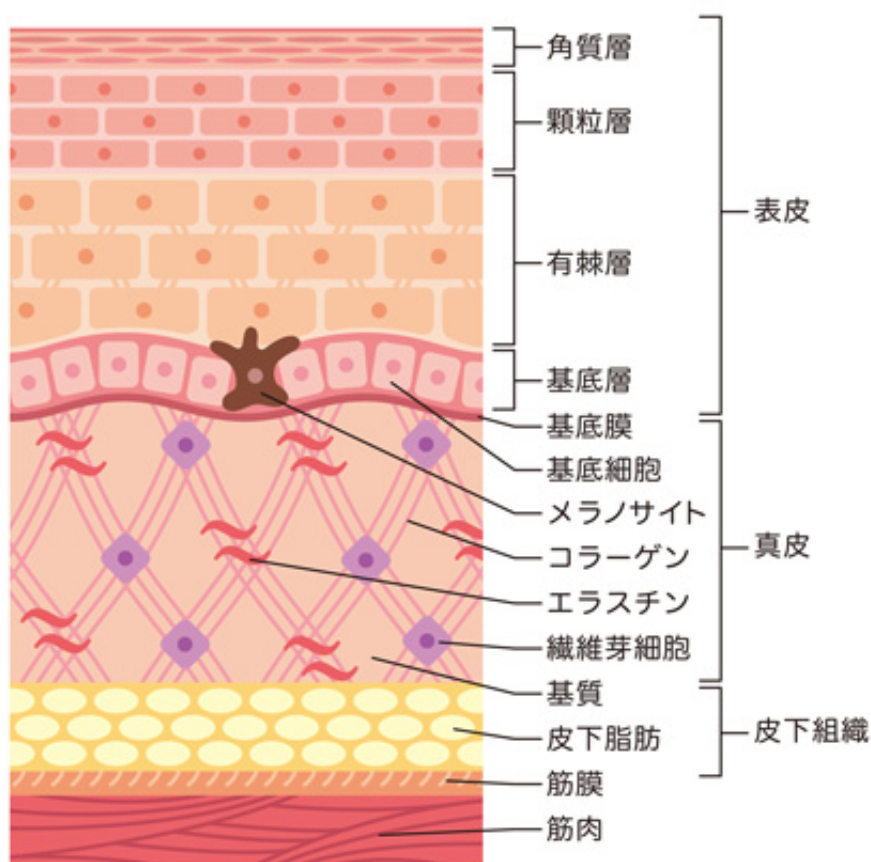
なので「肌が汚い」というときは、からだの中で何かが起こっているということなんです。

肌は表面の「表皮」とその下の「真皮」という2つの層からできています。表皮は異



常のない普通のところではティッシュペーパーぐらいの厚さがあり、足のかかとや掌の下の方にはもう少し厚みがあります。

肌を通して何かからだに入り込む時には、まずこの表皮を通ります。表皮はバリアのような役割を担っており、その表面には死滅した細胞などが角質層として存在し、変なものが入り込むのを防いでくれています。



真皮は1.5～2ミリぐらいの厚みがあり、血液やリンパなどが存在していて、毒素が入ってくるとすぐにそれを吸収して体内に入れてしまいます。

これまでは、「人間には表皮があるので、変なものは簡単には吸収しない」と思われていましたが、実はこれは大間違いで、肌というのはいろんなものをすぐに吸収してしまう性質を持っています。

塩素でいえば、コップ8杯の塩素入りの水をゴクゴク飲むより、たった15分間、塩素入りのお湯が出るシャワーを浴びたほうが、私たちのからだはより多くの塩素を体内に吸収してしまいます。どのように吸収しているかというと、肌からだけではなく、熱いシャワーの湯気にも大量の塩素が含まれていて、息を吸うことでそれが肺に入り、そこからも吸収されていくのです。

香料入りのハンドソープを使って手を洗い、水で洗い流してもしばらく香りが残っているのも肌の性質のためです。

肌が本当にそんなに吸収しているのか？それを計る簡単なテストがあります。
(プールなどの塩素レベルが高いところの方が分かりやすいと思います。)

1. まずpHバランスを計るものでプールの水（または蛇口の水）を容器に入れて水素レベルをチェックします。
2. 次にその塩素入りの水の中に手を入れて1分間放置してください。
3. 1分経ったら手を出して、容器の水の水素レベルを計ってみてください。

たった1分間手を入れるだけで、塩素レベルが下がっているはずです。つまり、手の肌から塩素が吸収されているんですね。

肌の吸収能力は強力です。若ければ若いほど吸収力が高いので、子どもは特に塩素を吸収します。

さらに女性のおっぱいの組織は、肌の中でも吸収力が最大です。ちょっと間抜けな感じになりますが、先ほどのテストでおっぱいを入れてみると、塩素レベルが著しく下がることが分かります。

飲む水に気を使っているけど、そのままのシャワーを浴びていることで、化学物質や塩素や薬品や、いろんなものが肺や肌から吸収されてしまっているわけです。

私たちにできることは、家に入ってくる水をどうにかするという発想です。私たちに、蛇口から出る水やシャワーの水、家の中のすべての水を塩素、化学物質、バクテリア、寄生虫などの汚染から守ることができます。

これまでの話で、健康を願うならまず第一に『水の選択』から始めるべきであることが理解できたと思いますが、国にどうのこうの言ってすべての水をなんとかすることできないことも分かりました。

まだ幼い子どもたちやペットのために、[家を丸ごと浄水する浄水器](#)で自分たちの家に入ってくる水をキレイにするという発想を持ってください。

家を丸ごと浄水できるため一番高価なアプローチですが、自分や自分の大切な人にとって必要不可欠でもっとも大切な『水』への投資は、実は今後のパフォーマンスや収入アップにつながるとも価値のある投資だと思います。

検索&比較マニアの私がいろいろと比較検討した結果、マンション・戸建て、どちらにも手軽に使えてメンテナンスも丁寧なこちらの商品はとてもおすすめできるのですが、他のものも見てみたい方は、『セントラル浄水器』と検索してみてください。

どうしてもセントラル浄水器の導入が難しい場合でも、多くの人は飲み水用の浄水器は利用されていると思います。こちらの[シャワー用の浄水器](#)は月々1,700円でレンタルできます。

こちらは1日あたり400リットルも使える大容量ですので、シャワーのみ、シャワー+湯船にも浸かりたいファミリーにかなり真剣におすすめします。

biken レンタル **すべて新品!**
安心・簡単・手間いらず♪
biken クリンスイ TORAY
脱塩素 **敏感肌の方には!**
レンタルシャワー
水道水の残留塩素をシャットアウト!
日本アトピー協会推薦
素肌!
髪に!
〜大切な赤ちゃん、家族への思いやりに〜
デリケートな肌、赤ちゃんにも安心
カートリッジ交換や送料、メンテ費込み! → 詳しくはこちら

[こちら](#)は3種類のシャワー用浄水器からお好きなものをチョイスできます。容量が少ないのであまりおすすめはできませんが、初回のみ登録料1,100円（税込）と
単身コース（1～2人）月額950円（税込1,045円）
家族コース（3～5人）月額1,200円（税込1,320円）
で、本体代金、カートリッジ交換費用、本体故障時の修理・交換とその送料も無料です。

このように手軽に始められるシャワー用の浄水器もありますので、いろいろ調べてみて、大事なご家族のために前向きに検討してみてください。

水道水へのフッ素添加

SSLによって保護されたページではなかったため、コピペさせていただきました。

原文はこちら

[水道水へのフッ素添加](#) 01.16.2011

年賀状、および、1月9日にお知らせしましたように、Facebookに「環境学ガイド」というグループを作りました。意見を述べた人が特定できるクローズドなグループで、色々と議論をしてみたい。これが目的です。

今回の記事は、このグループに提出された疑問が発端となり、その後、グループ内での議論が進行しました。なかなか面白い話題だと思って、さらに調査を行って、記事にしたものです。

このグループの中での議論に興味がお有りでしたら、本HPのTopPageにあります「ご案内」から”2) 参加募集 意見交換グループ”を選択し、インストラクションに従って操作をして下さい。お申し込みには、なるべく、速やかに対応したいと思います。

一応、100名程度を目安として居りますして、現在、約50名のメンバーが登録されております。

C先生：Facebookの成果第一弾、ということかもしれない。今回のテーマは、水道水にフッ素を添加するということをどう見るかということ。

A君：水道へのフッ素添加の目的は、虫歯予防。かなり長い歴史があり、虫歯予防にもある程度有効だということが知られているのですが、最近、取り止める国が増えている状況です。

B君：フッ素添加の国による状況を知るには、英語版のWikiが良いようだ。

http://en.wikipedia.org/wiki/Fluoridation_by_country

Wikiによると、香港、シンガポールは、水道水の100%がフッ素添加。オーストラリア、ニュージーランドもほぼフッ素添加。ヨーロッパでは、アイルランドは71%がフッ素添加。英国は10%を程度とのこと。米国は67%。

A君：香港などフッ素添加をした国では、虫歯の発生はかなり減ったという評価になっている。しかし、スウェーデンでは、一時期フッ素添加が行われていたが、その後、議会がそれを禁止した。1981年に最終報告書が出されて、その結論は、「水道水にフッ素を添加するよりも、食べ物を改善したり、口腔内の衛生状態を改善したりする良い方法がある。水道に添加することは、個人の選択の自由を損なうし、子供への影響にも一部不明なところがある」、ということだった。

B君：最近ではミネラルウォーターを飲むという人も多いが、まあ500mlぐらいまでとすれば、1日の水の摂取量の1/4ぐらい。3/4の水は、料理などから摂取される訳で、選択の自由がある程度は損なわれている。

A君：それにしても、スウェーデンがフッ素添加に対する考え方を何回も変えて来たことが面白いですね。

C先生：スウェーデンやフィンランドなどでの口腔内衛生の意識は大変高い。また、砂糖のかわりにキシリトールを使ったりして、健康な歯への意識が高い。

個人的なことだが、最近、通う歯医者を変えた。それは、これまでの歯医者がインプラントを露骨に奨めるようになったから。実は、インプラインの工事の歯が1本あるのだが、それ以上やる気は無いので、行くのを止めた。

知人からの紹介によって、元某国立大学歯学部の教授で、厚労省の委員会などのメンバーという歯科医に面倒を見てもらっている。この歯科医によれば、インプラントは、衛生上の管理がさらに難しいとのことだ。

この先生の言葉だが、「日本人の口腔内衛生に対する感度は低すぎる。口が臭い人、特に中年以上の男性が問題だが、先進国としては非常に多い。これは恥ずかしい状況だと言える」。

「最近スウェーデンなどの北欧諸国では、最近、虫歯が減って、歯医者がバタバタと廃業している」。

このような話を色々と聴いてみて、これまで正しいと考えていた歯の磨き方が、実は、根本的に間違っていることを知った。これまでも歯ブラシの角度だとか、動かし方だとかを習ってきたが、この先生によれば、若い間はそれでもある程度キレイになるが、年をとると歯ブラシだけではキレイにならない。フロスを併用すべきだ。

そして、推薦されたフロスが、ライオンDent.EXのウルトラフロスというもの。これを使うと、歯が確かにキレイになったと感じて、大変気持ちが良い。

このウルトラフロスは、高密度ポリエチレンの繊維を使いやすい形のY字型ホルダーにつけた物。

まとめ買いをすれば、10本で450円程度で買えると思うが、普通の店にあるかどうかやや疑問。通販なら確実。

A君：さて、これも重要な情報ですが、元に戻って、どうしてフッ素を水道水に添加するといった発想が出てきたのか、ということから始めますか。

B君：いや、スペースが無駄なので、Wikiで「水道水フッ化物添加」を検索して読んで貰いたい。

A君：同意。一言で言えば、フッ素は過剰に摂取すると、歯にフッ素斑というものが出る。しかし、虫歯に対する抵抗力が増大する。

B君：そもそも歯というものは、ヒドロキシアパタイト【 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ 】というものが主成分。これは、リン酸塩化合物の一つ。この物質は、陰イオン交換物質で、OHがF（フッ素）に変わったり、Cl（塩素）に変わったりする。外部からフッ素イオンとして口の中に入ると、表面のOHがFに変わる。これによって、虫歯菌が作る酸への化学的な抵抗力が上がる。

C先生：もともとはセラミックス屋だったもので、なんとなく懐かしい。かつて、人工骨用として相当注目を集めた物質だ。現在は、インプラント用の材料として使われているようだ。歯や骨の主成分なので当然なのだが。

A君：次に添加に使われるフッ素というものについても説明しないと。

フッ素Fは、もっとも陰性が強い元素。陰性が強いとは、陰イオンになる性質が強いことを意味する。水に溶けると、必ず陰イオンとして存在している、という意味だと思えば良い。

フッ素そのものは、F₂という形で気体としても存在する。HFという化合物も気体。これらの気体の毒性は非常に高いと考えるべきなので、フッ素というと有害性物質と決め付ける人がいるけれど、水中に存在しているフッ素イオンの毒性は低いとは言にくいけど、猛毒という程のものではない。

塩素も同じハロゲン元素なので、同様のことが言える。Cl₂という気体は、毒ガスの起源みたいな物質だし、HClという気体も、吸うと大変なことになる。しかし、イオンとしての塩素イオンCl⁻は、NaClは食塩で、ヒトの生存にとって必須の成分である。もちろん、食塩も過剰に摂取すると、胃ガンや高血圧などの原因になることもある。

水道にフッ素を添加するときに、大体フッ素イオンの濃度として、1 mg/L以下というところですよ。そのために主として使われるNaFは、食塩の親戚みたいな化合物ではありますが、当たり前ながら毒性は食塩の比ではなく高いようです。

HSDBという毒性データベースによれば、

<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/r?dbs+hsdb:@term+@rn+7681-49-4>

NaFを250 mg摂取すると、吐き気と腹部の痛み、下痢などの症状を示す。

さらに大量（5～10 g）のNaFを摂取すると、呼吸器系の麻痺によって死に至ることもある。子供の致死量は低く、500 mgということも。27ヶ月の小児の場合、わずか体重1 kgあたり8 mgで死亡した例が報告されている。

しかし、発ガン性は無いし、事後に障害がでることも無い。ただ、試験管レベルの実験では、フッ素の存在によって、DNAの修復酵素の作用が弱くなるということはあるようです。

B君：フッ素の摂取に対して特にリスクの高い群がある。それは糖尿病尿崩症、腎機能障害の患者。割合としては少数であるが、ハイリスク群が存在していることは事実である。血中濃度は、摂取後1時間程度で最大になって、その後の半減期は4～5時間。

A君：フッ素は、カルシウムと結合すると、フッ化カルシウムになって、この化合物は溶けにくい。ということは、フッ素を大量に摂取すると、カルシウム不足になりかねない。

B君：それは、ある種の医薬品を毎日服用している人にとっては、フッ素はまずいということもあるのかもしれない。

A君：このHSDBのデータは実に膨大なので、全部の項目を掲載することは不可能です。NaFに関する全記述は25万字を超えます。ということで、かなりいい加減ですが、こんなところでやめますか。

B君：ヒトへの影響のデータが多いということは、地域によっては、使っている水中のフッ素濃度が高い場所があるということなのだろう。それに、フッ素は、必須元素かどうかについてはどうも議論があるようで、通常、必須元素ではないとされているようだが、一部には、フッ素も必須元素だという考え方もあるようだ。

A君：フッ素は元素ですから、微量であれば、それこそ何にでも含まれている訳です。

B君：フッ素イオンはHSDBには出ていない。これは物質が対象であって、フッ素イオンという分類は無いからかもしれない。

A君：それには、この文書が良いかもしれないですね。

<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc36.htm>

B君：これも長い。28万字もある。

A君：この文書はやや古くて1984年にできたものなのですが、フッ素の情報は、それほど新しいものでなくても十分なのは、ということでご紹介します。

UNEP、WHO、ILOという国連の3機関による共同作成の文書です。

B君：フッ素イオンを大量に含む食品として、お茶、魚があげられている。葉っぱとしてのお茶には、100mg/kg以上のフッ素が、そして、飲み物になったお茶には、1.6~1.8mg/kgものフッ素が含まれている。

A君：水道水に添加する場合よりも倍ぐらい濃度が高いですね。お茶を大量に飲んでいる人は、フッ素の摂取量が多いということになりますね。

B君：魚にはやはり多いものがある。5mg/kg程度というものがあるようだ。

A君：ということは、日本人は平均的にフッ素を大量に摂取している人種だということになるのではないだろうか。

B君：子供への暴露だと、まずは、調理に使う水からが多いと書かれている。子供はまあお茶は飲まない。その次が、牛乳のようだ。牛乳を飲めば、歯の原料になるカルシウム、それにフッ素と両方摂取できるということになるのか。

A君：この文書は、WHOがからんでいますから、ベネフィットとして、虫歯予防効果があると書かれています。

C先生：そろそろ最終的な議論をする材料が揃ったのではないか。少なくとも健康な大人にとっては、適切な量のフッ素が添加された水道水を使っていたとしても、問題は起きない。ただし、子供はフッ素に敏感なようだし、ある種の病気をもっている人には、ハイリスク群が存在する。

A君：WHOがフッ素の添加による虫歯予防効果があると述べている背景には、WHOの視点というものは、地球全体であって、むしろ先進国ではない、という要素があるように思いますね。

B君：国連機関というものは、ほぼそのすべてが、途上国のことを主に考えていると思った方が良いでしょう。

A君：国連の会議というものも、そんなものだと思います。気候変動枠組条約にしても、生物多様性条約にしても。

C先生：こんな絵をかなり前に書いたことがある。これは、地域における環境リスク＝ローカルリスク低減の理解を示す概念図だ。

「ローカルリスク低減」の理解

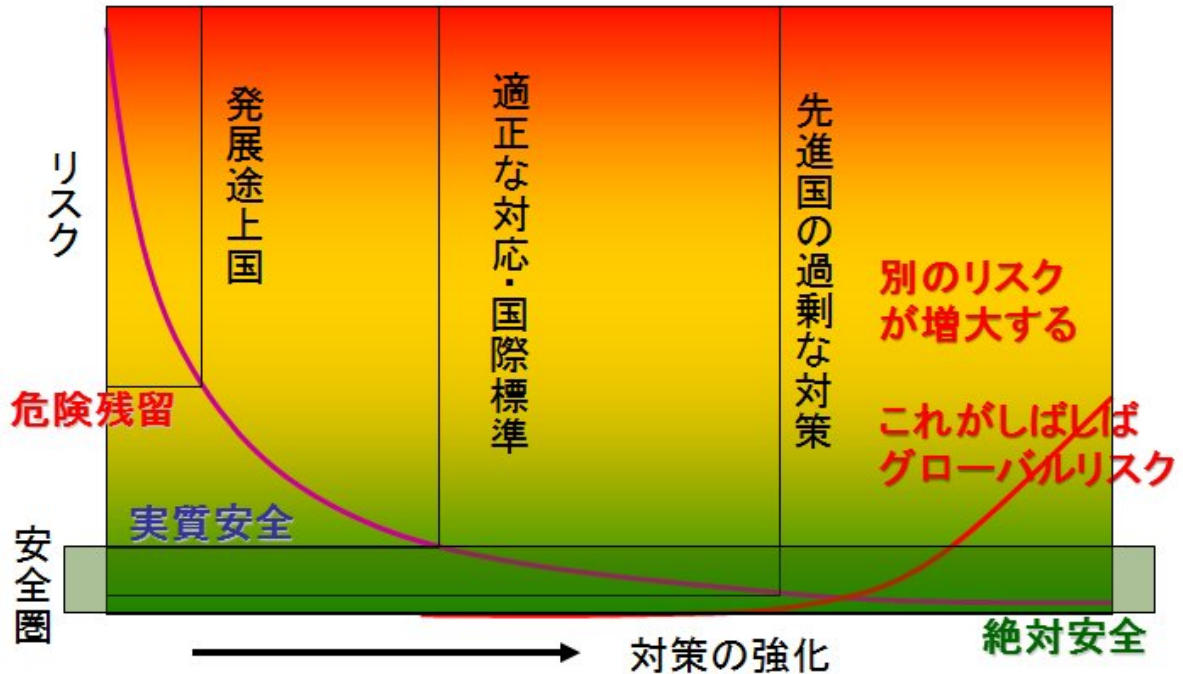


図 ローカルリスク低減がどのように行われるかの模式図。先進国の住民は、「実質安全」では満足しないで、過剰な対策を要求するのが一般的である。

C先生：途上国では、その地域の環境リスクは受容できるレベルを遥かに超えていることが多い。しかし、徐々に発展をすることによって、そのリスクは徐々に低下してくる。そして、WHOの推奨値＝国際的な標準が満足される状態になると、リスクはまあまあ適正に対応されていると言えて、ほぼグリーンゾーンに入る。

しかし、当然のことながら、そのような国での平均余命は、日本のような長寿国とはかなり違う。その大きな要因は、小児の死亡率が高いからだ。

乳児死亡率は、0歳児の死亡割合を意味する数値であるが、1000の出生数に対して、日本では、2009年データだと、今や2.4なのだ。

もっとも乳児死亡率が高い国は、今は、アフガニスタンになった。2000年のデータでは、アフリカのシエラレオネが150という数値だった。2009年のアフガニスタンは、133.7だ。100の出産があつて、赤ちゃんが生まれても、1年以内に13名が死亡するというすごい数値ではあるが、実は、日本でも、1899年のデータは、東京だと200程度なのだ。この100年間での日本の進化というものはすごいものがある。

その割には、アフガニスタンの乳児死亡率は下がらない。やはり戦乱の影響が出ていると考えるべきで、例えば、リベリアもかつて2000年には、133.5と

ひどい状況だったが、内戦が終わった2009年には79.9まで、かなり改善されている。

A君：地域の環境リスクが国際的な標準値であるWHOの規制値が守られるという状態になると、乳児死亡率は、どのぐらいになると考えたら良いのでしょうか。

C先生：いきなり難しい質問だ。工業が発展すれば、SO_xなどの大気中濃度などが基準になりそうなのだが、最貧国では、工業が発達していない。どうもそんな便利な指標は無いような気がする。むしろ、先の図の横軸は、一人当たりのGDPのようなものだと考えて欲しい。

B君：となると、大体、\$10000だろうか。

C先生：大体良い線ではないか、と思うが、一人当たりGDPにも色々あって、constant2000US\$というデータ（WorldBankのWDI）の場合の話だとして、丁度\$10000ぐらいの国に行ったことが無いのでよく分からない。例えばポルトガルだが。韓国の歴史を見れば、大体、そんな感じかと思う。\$10000を超すと、WHOの推奨の基準値が守られるようになるような気がする。

さらに経済発展をして、\$30000といったレベルになると、その国の人々は、WHOの基準値では満足できなくなる。個人というものがさらに重視されるようになるとも言える。

個人の特性によって、リスクが集中しないか。例えば、持病などによって、さらには、常用している薬などへの影響などによって悪影響はないか。あるいは、個人の自由を損なうことはないかという観点もより重要になる。

例えば、お茶にはフッ素が大量に入っているのも、もしも水道水にフッ素が入っているとすると、お茶中のフッ素の濃度は3倍になることもある。大量のお茶を日常的に飲むと、まずいということにもなりかねない。

A君：個人の特性の尊重と言えはその通りなのですが、あるところから先は我侬とも言えそうですね。

B君：現代社会は、功利主義的が主な枠組みになっているので、そもそも我侬なのだ。マイケル・サンデルが注目されている理由は、功利主義あるいは自由主義から、共同体という概念を重視しようという彼の考え方への共感があるからかもしれない。

A君：水道にフッ素を添加すれば、ほとんどすべての人にベネフィットがあることはほぼ確実。途上国であれば、この状況が許容される。

しかし、先進国になると、所得もあるわけで、フッ素がどうしても使いたければ、フッ素入り歯磨きを使えば良い。フッ素を使わなくても、フロスを使って歯磨きをやり、虫歯を防止すれば良い。少数だとは言っても、自らのリスクが高くなるという主張があれば、それは尊重すべきだということになる。

B君：水道にフッ素を添加すれば、その費用は、100円／年・人程度だと言われる。フロスを1本50円として、1ヶ月に2本使えば、1200円／年・人だ。フッ素入り歯磨きなら、そんなにも高くはないだろうけど。

C先生：それ以外にも、別の要素もある。過去、アラスカ州で事故が起きて、かなり高濃度のフッ素が供給されてしまって、一人死亡という事態になった。途上国ならば、乳児の死亡率が高いこともあって、このようなことは滅多に起きないことだし、起きてしまえば仕方ないという判断になるが、先進国では、それは許しがたいという判断になる。となると、先進国の自治体あるいは水道業としては、こんなリスクがあることをやりたくない。したがって、虫歯の予防ぐらい自分でやれ、ということになる。

A君：社会の意識によって、フッ素の添加に対する判断が変わる。途上国ではベネフィットがあると判断されるが、先進国だとそう断言することができない。

B君：WHOの判断は、常に、途上国が対象。だから、先進国は、それに従う必要はない。

もちろん、「住民が合意すれば」、が条件だ。といっても全員が合意するということは無いので、最大限、リスクファクターが多い人が存在していないかどうかを注意深く点検して、それを元に、冷静に判断を下す必要がある。

A君：米国はフッ素添加をしている地域が多いのですが、Facebookの「環境学ガイド」グループの米国在住のメンバーからの情報では、最近、添加量を削減しようという検討が始まったとのこと。EPAが報告書を出したということも、同じグループでは共有された。

B君：これが、リスク評価をしている文書だ。2010年12月発表の最新のものです、今年の1月7日にリリースされたばかり。

http://water.epa.gov/action/advisories/drinking/upload/Fluoride_dose_response.pdf

歯にフッ素斑点ができるかどうかだけのリスク評価で、他の視点はなさそう。

A君：EPAはこれまで1.87mg-F/Lという濃度を無害の上限としていた。そのため、0.7~1.2mg/Lという濃度を、水道水に添加する場合の基準値にしてきた。

B君：それが、次の文書によれば、

<http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/3881d73f4d4aaa0b85257359003f5348/86964af577c37ab285257811005a8417!OpenDocument>

8才以下の子供に限っての話だが、過剰摂取による歯にフッ素斑点ができる可能性がでてきた。それは、歯磨き中のフッ素、口腔衛生のためのフッ素処理などの普及のためである。

これに対処するために、これまでの推奨値を変えて、0.7mg/Lとする。

A君：中国や香港などでは、もっと低い添加量だったようですから、それでも効果があるのなら、低くするのも妥当な決定でしょう。

C先生：そろそろまとめるか。こんな状況なので、日本の自治体で、水道水へのフッ素添加を新たにやろうという人が出るとは思えない。こんな簡単な結論になってしまうが、それはそれで良いのではないだろうか。

今回、このHPでは指摘しないが、フッ素添加に反対している人のHPもいくつかあって、その内容をチェックしてみると、ひどいものがある。科学リテラシー、化学リテラシーの不足が明らかな主張だ。

例えば、気体としてのフッ素、あるいは、フッ素化合物と水溶液中のフッ素イオンとの区別が付かない人。いやいや、わざと区別していないという感触もあるので、読む人が知らなければグマされることを狙っているという記述なのかもしれない。

水道へのフッ素添加は、ナチスが始めたのはどうやら事実らしいけど、最近でも同じ狙いなのだという笑えるような議論をしている人もいる。

このあたりのHPは検索をすればいくらでも見つかるので、読んで楽しんでみてください。

最愛の人を失う恐怖

諸悪の根源

私たちは水によって生かされています。が、同時に水によって生命を奪われていることを知っていますか？

エリン・ブロボッチという実話を元にした映画では、大企業が住民を騙して有毒な工業排水を垂れ流していたために、そこに住む多くの人々がガンを発症し苦しみました。まだ幼い子どもたちまでもが、病魔に侵されてパジャマを脱ぐことも外を出歩くことさえも許されず、ベッドの上だけでその短い人生を終えていました。

有り難いことに、知りたいと思う人は誰でも簡単に情報にアクセスすることができるようになった現代では、地域の水源の汚染情報を簡単に知ることができますので、興味のある人は自分の住んでいる地域の水の状況を調べてみてください。

ただし、その映画の中でも描かれていたように、データや情報は必ずしも正しいとは限りません。悲しいことですが、これまで話してきたように、多額のお金によってデータの改ざんや情報操作がさまざまな場面で行われています。

さらに困ったことに、私たちは権力や権威のあるものの意見を正しいと感じるように教育されてきました。そして、大多数の人々が同じ教育を受ける仕組みと、その中で埋め込まれた多数決原理によって、強大なものが決めたことや、そこで発せられる情報に間違いがあるとはほとんどの人が微塵も疑おうとはしません。

映画の中でも大勢の住民が巨大企業の流した嘘の情報を鵜呑みにして、いざ病気を発症したら誰もその工場の排水に原因があるなんて考えもせずに、自分のこれまでの行いを嘆いたり、悪習慣を悔やんだり、最愛の人を失う恐怖から誰彼構わず恨み言を吐き出しては辛く落ち込むことを繰り返したりします。

そうこうしているうちに、病気は悪化し、発病者が増えてきます。ある日突然鼻血が出て止まらなくなったり、原因不明の頭痛やうつ症状が頻繁に起こるようになります。

工場の垂れ流す排水の成分がデータと異なること、そしてその強力な有害性に気づいた一人の女性がそのことを伝えようとしても、誰も聞く耳を持ちません。証拠も筋も通っているのにもかかわらず、です。私たちは、一度自分がこうと信じたものをひっくり返すのにとっても摩擦を感じてしまいます。自分や大切な家族の生命が脅かされている時でさえも、自分が一度信じたことと巨大企業という権威には抗えないのです。

この映画は実話に基づいた物語ですが、人間のサガと長年の刷り込み教育による心理変化への抵抗がとてもよく描写されていますし、現実社会においても驚くほど同じような物事が溢れかえっています。



真実の見分け方

インターネットの普及によって、良くも悪くも世界中のあらゆる情報にアクセスできるようになった現代では、知りたいと思えば簡単に情報を深掘りさせることができます。が、規制が確立していないために、その情報やデータ自体の信憑性が定かではありませんし、巨大な力が働いていてアクセスできない情報や改ざんされた情報が流されていることも多々あります。

では、どうやって本当の本物の真実にたどり着けば良いのでしょうか？答えはいくつかありますが、まずは、

一つの情報だけを信じないこと

です。

どんなに影響力や権威があるものの発信した情報であっても、鵜呑みにせずに調べてみることです。いろいろな角度から関連用語を追加しては情報を洗います。まだまだ無法地帯のネット上の情報だけでなく、多くの目で検閲された信頼性のある書籍に目を通すこともおすすめです。逆に、スポンサーの出資によって成り立っているテレビやラジオなどのメディア情報は、真実を織り交ぜながら巨大な利権絡みの洗脳の力が加えられていることも少なくありません。

次の方法は、

自分で実際に試してみる

です。

世の中に出回っている情報のあらゆるすべてのことを実証することは難しいですが、私たちにも簡単にできることがいくつかあります。

たとえば、このような水質検査キットを使えば1回当たり200円弱で簡単に水道水の安全確認を行うことができます。

子どもの夏休みの自由研究にももってこいですが、この検査キットで分かることは残留塩素濃度と水の総硬度のみです。



私たちは、長年の教育によって欲しいものや良いものは苦勞して、コツコツ努力しなければ手に入らないと教えられてきました。人間のからだは60～70%が水だということも、私たちが生きる上で何よりも必要な大切なものが水だということも知っているにもかかわらず、水があまりにも身近なものであるために、時間をかけて学ぼうとも、何らかの労力や働きかけをしてその安全性を自分の目で確かめようともしません。

そして、私たちに必要不可欠な水の安全性をどうにかしようなんて考えもせずに、何か別の、もう少し程良くお金のかかるよく分からないものに何となく価値を感じてしまいます。実はそんな遠回りや無駄遣いをせずに目の前の水をどうにかするだけで、からだの不調が改善したり心身のバランスが調ったり、頭の回転が良くなったり、集中力が高まったり、からだ全体が若返ったり、肌や髪の状態が驚くほど良くなったり、適切な食事量で十分満足感が得られるようになったりするのであります。

水の種類

地下水、井戸水、ペットボトルの水、水道水、海水、川や湖の水、湧水、雨水・・・私たちの周りにはあらゆる水がありますが、それぞれどのような特徴やつながり、そして水の中にはどのような成分があるのでしょうか。

水質項目

水質汚濁に係る環境基準のうち、生活環境の保全に関する環境基準の定められている項目で、最も基本的な水質項目は9つです。

水質項目	解説
1. pH： 水素イオン濃度指数	水溶液の酸性、アルカリ性の度合いを表す指標。pHは0から14までであり、pHが7のときに中性、7を超えるとアルカリ性、7未満では酸性を示す。また、水質汚濁防止法(昭和45年)に基づく排水基準(一律排水基準)で、海域以外の公共用水域に排出されるものについて「5.8～8.6」、海域に排出されるものについて「5.0～9.0」と規定されている。

<p>2. BOD : 生物化学的酸素要求量</p>	<p>水中の有機物が微生物の働きによって分解されるときに消費される酸素の量。BODが高いと溶存酸素量が欠乏しやすくなり、汚濁しているために悪臭が発生しやすくなる。河川で類型別に定められており、「1mg/L以下」から「10mg/L以下」を利用目的の適応性によりあてはめる。また、水質汚濁防止法(昭和45年)に基づく排水基準(一律排水基準)で、海域及び湖沼以外の公共用水域に排出されるものについて「160mg/L以下(日間平均120mg/L以下)」と規定されている。</p>
<p>3. COD : 化学的酸素要求量</p>	<p>水中の有機物を酸化剤で分解する際に消費される酸化剤の量を酸素量に換算したもので、CODが高いと汚濁していることを示す。湖沼や海域の水質汚濁の一般指標として用いられる。水質汚濁にかかる環境基準で、CODの環境基準は、湖沼及び海域で類型別に定められており、湖沼では「1mg/L以下」から8mg/L以下」が、海域では「2mg/L以下」から「8mg/L以下」が利用目的の適応性によりあてはめられる。また、水質汚濁防止法(昭和45年)に基づく排水基準(一律排水基準)で、海域及び湖沼に排出されるものについて「160mg/L以下(日間平均120mg/L以下)」と規定されている。</p>
<p>4. SS : 浮遊物質</p>	<p>水中に浮遊または懸濁している直径2mm以下の粒子状物質の量のこと。SSが高いと濁りの程度が高いことを示す。水質汚濁に係る環境基準で、SSは河川及び湖沼で類型別に定められており、河川では「25mg/L以下」から「ごみ等の浮遊が認められないこと」、湖沼では「1mg/L以下」から「ごみ等の浮遊が認められないこと」を利用目的の適応性によりあてはめる。また、水質汚濁防止法(昭和45年)に基づく排水基準(一律排水基準)で、公共用水域に排出されるものについて「200mg/L以下(日間平均150mg/L以下)」と規定されている。</p>
<p>5. DO : 溶存酸素量</p>	<p>水中に溶け込んでいる酸素の量を指す。DOは水の自浄作用、水生生物の生存に不可欠なもの。</p>
<p>6. 大腸菌群数</p>	<p>大腸菌及び大腸菌と性質が似ている細菌の数のことをいい、水中の大腸菌群数は、し尿汚染の指標として用いられる。水質汚濁に係る環境基準で、大腸菌群数は類型別に定められており、河川、湖沼では「50MPM/100mL以下」～「規定なし」が、海域では「1,000MPM/100mL以下」～「規定なし」が、利用目的の適応性によりあてはめられる。また、水質汚濁防止法(昭和45年)に基づく排水基準(一律排水基準)では、公共用水域に排出されるものについて「日間平均3,000個/cm³以下」と規定されている。</p>
<p>7. T-N : 窒素含有量</p>	<p>溶存窒素ガス(N₂)を除く窒素化合物全体の含有量のこと。無機態窒素と有機態窒素に分けられる。富栄養化によるプランクトンの異常増殖の要因となりアオコや赤潮等の発生原因となる。水質汚濁に係る環境基準で、T-Nは湖沼及び海域で類型別に定められており、湖沼では「0.1mg/L以下」から「1mg/L以下」が、海域では「0.2mg/L以下」から「1mg/L以下」が利用目的の適応性によりあてはめられる。また、水質汚濁防止法(昭和45年)に基づく排水基準(一律排水基準)では、公共用水域に排出されるものの一部について「120mg/L以下(日間平均60mg/L以下)」と規定されている。</p>

**8. T-P :
リン含有量**

総リンはリン化合物全体の含有量のこと、無機態リンと有機態リンに分けられる。リン化合物も富栄養化によるプランクトンの異常増殖の要因となり、アオコや赤潮等の発生原因となる。水質汚濁に係る環境基準で、T-Pは湖沼及び海域で類型別に定められており、湖沼では「0.005mg/L以下」から「0.1mg/L以下」が、海域では「0.02mg/L以下」から「0.09mg/L以下」が利用目的の適応性によりあてはめられる。また、水質汚濁防止法（昭和45年）に基づく排水基準（一律排水基準）では、公共用水域に排出されるものの一部について「16mg/L以下（日間平均8mg/L以下）」と規定されている。

**9. n-Hex :
ノルマルヘキサン抽出物質含有量**

n-Hexとは、動植物油脂、脂肪酸、脂肪酸エステル、リン脂質などの脂肪酸誘導体、ワックスグリース、石油系炭化水素等の総称で、溶媒であるn-Hexにより抽出される不揮発性物質の含有量を指す。水中の「油分等」を表す指標として用いられる。水質汚濁に係る環境基準で、n-Hexは海域で類型別に定められており、利用目的の適応性により「検出されないこと」～「規定なし」があてはめられる。また、水質汚濁防止法(昭和45年)に基づく排水基準(一律排水基準)では、公共用水域に排出されるものについて「5mg/L以下（鉱油類含有量）、30mg/L以下（動植物油脂類含有量）」と規定されている。

水の成分の詳細

よろしければ、こちらの[図解レポート](#)もご覧ください。

有機物が多い汚れた川 → **COD値が増加** → **水が汚れ 生物が住みにくなる**

主な食品の汚れの程度

食品の種類	ジュース	ラーメンの汁	お茶	ビール	牛乳	しょう油	日本酒
CODの値	67,000mg/l	8,300mg/l	1,700mg/l	29,000mg/l	45,000mg/l	80,000mg/l	86,000mg/l
CODが5mg/lになるまで薄めるのに必要な水の量（浴槽で約何杯分）	コップ1杯(180ml)を捨てたとしたら浴槽8.0杯分必要	おわん1杯(200ml)を捨てたとしたら浴槽1.1杯分必要	コップ1杯(180ml)を捨てたとしたら浴槽0.2杯分必要	コップ1杯(180ml)を捨てたとしたら浴槽3.5杯分必要	コップ1杯(180ml)を捨てたとしたら浴槽5.4杯分必要	おさじ1杯(15ml)を捨てたとしたら浴槽0.8杯分必要	おちょうし1杯(180ml)を捨てたとしたら浴槽10杯分必要

注) 浴槽1杯を300lとして計算しました

1. pH（ピーエイチまたはペーハー：水素イオン濃度指数）

水の酸性とアルカリ性の度合を示す指標で、単位はありません。

中性の水はpH 7で、7より小さいものは酸性、7より大きいものはアルカリ性です。

ただし、厳密には水温によって変化するので、pHの測定値には測定時の水温も付記すべきです。

通常の淡水のpHは7前後ですが、表流水はどちらかというとアルカリ側が多く、地下水は土壌中の生物作用によって生じた二酸化炭素のために酸性側のものが多いとみられます。また湖沼水は、夏季の成層期には、表層は植物プランクトンの光合成によって二酸化炭素が消費されるためにアルカリ側に傾き、底層はプランクトンの遺骸の分解に伴って二酸化炭素や有機酸が生成するため酸性側に傾きます。

pHは、水中の化学的作用や生物作用に大きな影響を与えます。

強い酸性やアルカリ性の水の中では普通の微生物は活動できません。

アルカリ側では金属の水酸化物が生成して透明度が下がったり底泥の堆積量が増えたりしやすく、酸性側では底質中の重金属類が溶出しやすくなります。

水道用水としては、pH 8.5以上では塩素による殺菌力が低下し、6.5以下では浄水処理過程の凝集効果が低下するといわれています。

反対にpH 6.5～8.5は、水道管や給水装置などの腐食防止の点からも望ましい範囲といえます。

農業用水としては、水稻の生育に適したpHは6.0から7.5の範囲とされています。

pHが低すぎると根の発育障害や塩基の流亡による土壌の老朽化を招き、高すぎると鉄欠乏による葉の黄化現象などを引き起こします。

水産用水としては、河川ではpH 6.7～7.5、海域ではpH 7.8～8.4の範囲が生物の生育に適しているとされています。

pH 5以下を示す水は異常と考えるべきですが、湿原地帯の水や、温泉地帯または硫化物を鉱石とする鉱山地帯の水にはそのような酸性水がみられます。

前者は植物の遺骸の不完全な分解によって生ずる有機腐植酸によるものでpH 3.5程度までですが、後者は硫酸や塩酸などの無機強酸によるものでpH 3以下になることもあります。

普通の陸水でpH8を超えるものは少なく、特にR pH※が8を超す水は特殊な条件—

たとえば、海水の混入（海水のpHは8前後）、塩基性温泉水（pH10近いものもある）の混入、流域の地質（石灰岩地帯など）、コンクリートの溶出など人為的原因—があると考えられます。

なお、富栄養湖の表層水は夏季にpH8を超えることが珍しくありませんが、R pHはもっと低くなります。

※R pH (reserved pH)

きれいな空気で十分通気した後のpH値をいいます。

表流水では普通のpHとあまり変わりませんが、

地下水や夏季の湖沼水ではpHとR pHの差が大きいことがあります。

これは主に二酸化炭素が通気によって出入りするためです。

2. BOD (biochemical oxygen demand : 生物化学的酸素要求量)

水中の比較的分解されやすい有機物が、溶存酸素の存在のもとに好気性微生物によって酸化分解される時に消費される酸素の量で、通常20°Cで5日間、暗所で培養したときの消費量（BOD₅）を指します。

もともと、排水を河川に放流したときに河川中でどのぐらいの酸素が消費されるかを知るためにイギリスで考案された指標で、5日間はイギリスの河川の最大流達時間（水源から海に達するまでの時間）に相当します。

水中で酸素を消費する物質は主に有機物ですから、有機汚濁の指標として古くから用いられていますが、微生物によって分解されにくい有機物や、毒物による汚染を伴う場合は測定できません。逆にアンモニアや亜硝酸などは、無機物ですが微生物によって酸化されるので、測定値に含まれてくる場合があります。

特に下水の二次処理水などでは、易分解性の有機物はほとんど分解されつくしており、アンモニアや亜硝酸を硝酸に酸化する細菌（硝化菌）が繁殖していることが多いので、必ずしも有機物の指標とは言えなくなります。

(硝化作用を抑制した状態でBODを測定するためには、試料にN-アリルチオ尿素 (N-allylthiourea : ATU) を添加します。この場合のBODをATU-BODとといいます。)

BODが高いということは溶存酸素が欠乏しやすいことを意味し、BOD10mg/l以上では悪臭の発生など嫌気性分解に伴う障害が現れ始めます。

上水用水源としては、BOD 3 mg/lを超えると一般の浄水処理方法では処理が困難になるとされています。

水産用水としては、ヤマメ、イワナなどの清水性魚類に対してはBOD 2 mg/l以下、サケ、マス、アユなどは3 mg/l以下、比較的汚濁に強いコイ、フナ類でも5 mg/l以下が適当とされています。

人為的汚染のない河川のBODはおおむね1 mg/l以下です。

* IOD (immediate oxygen demand 瞬時の酸素要求量)

始めの15分間の酸素消費量。

微生物反応によらずに直接酸素を消費する不安定な還元性物質 (硫化物、亜硫酸塩など) を含む水ではBODと区別します。

* CBOD

炭素系有機物 (分解されやすい) の分解によるBOD。

* NBOD

窒素系有機物 (分解されにくい) の分解および硝化によるBOD。

* UOD (ultimate oxygen demand 究極酸素要求量)

微生物による酸素消費の最終量。

この段階まで酸化が完了するためには約100日を要します。

* T O D (total oxygen demand 全酸素要求量)

水中のすべての物質を完全に酸化分解した場合の酸素消費量。
生物化学的には酸化されない物質の分も含みます。

3. C O D (chemical oxygen demand : 化学的酸素要求量)

水中の被酸化性物質(主として有機物)を、過マンガン酸カリウム(KMnO_4)または重クロム酸カリウム($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)などの酸化剤で酸化する際に消費される酸化剤の量を酸素量に換算したもので、B O Dとともに有機汚濁の指標としてよく用いられます。

単にC O Dという場合は、わが国では通常、硫酸酸性で過マンガン酸カリウムによって沸騰水浴中(100°C)で30分間反応させた場合の消費量(C O D_{Mn})を指します。

また、酸素量に換算する前の過マンガン酸カリウム消費量をそのまま指標とする場合もあり、特に上水関係では直火・5分間煮沸による過マンガン酸カリウム消費量がよく使われます。反応条件が同じであれば、両者の関係は次式のようになります。

$$\text{C O D}_{\text{Mn}} (\text{mg/l}) \cong \text{K M n O}_4 \text{消費量} (\text{mg/l}) \times 0.25$$

重クロム酸カリウムは酸化力が強く、有機物の大部分は80~100%酸化されるため、酸化剤として重クロム酸カリウムを用いた場合(C O D_{Cr})の測定値はC O D_{Mn}に比べて大きく、T O Dの意味あいに近いものとなります。諸外国では、C O D_{Cr}の方が主流です。

環境基準は河川についてはB O Dで、湖沼および海域についてはC O Dで設定されています。これは、河川は流下時間が短くその間に川の水の中の酸素を消費するような生物によって酸化され易い有機物を問題にすればよいのに対し、湖沼は滞留時間が長く有機物が溶存酸素を消費する時間は5日間以上になるので、有機物の全量を問題にしなければならないという立場にたっているのと、湖沼には光合成によって有機物を生成し、溶存酸素の生成と消費の両方を行う藻類が大量に繁殖しているためB O Dの測定値の意味が不明確になりがちなためです。

海域の環境基準（B類型）のうち、工業用水およびノリ養殖場として利用されている水域のCODは、アルカリ性での過マンガン酸カリウムによる方法（COD_{OH}）が採用されています。

人為的汚濁のない水域のCODはおおむね1 mg/l以下です。

利水目的によるCODは、水道用水源としては3 mg/l以下、水産用水としてはサケ、マスなどには3 mg/l以下、コイ、フナなどには5 mg/l以下、農業用水としては溶存酸素の不足による根ぐされ病の防止の点から6 mg/l以下が望ましいとされています。

CODは有機汚濁の指標としてBODと同じような取り扱われ方をしますが、微生物によっては分解されないが酸化剤によっては分解される物質もあれば、逆に酸化剤では分解されにくい微生物には分解される物質もあるため、CODとBODの間に決まった関係はありません。（COD_{Cr}の場合はほぼ常にBODより大きいといえます）

2つの輪の大きさや重なった部分の大きさは対象とする水によってまちまちです。ただ、同じ排水や同じ水域の水であれば、ある程度の相関関係はあるので、CODからBOD（またはその逆）をBODとCODの関係定することも可能です。

たとえば都市下水の場合、生下水ではBODの方が高く、その二次処理水ではCODの方が高い傾向があります。

4. SS（suspended solid：浮遊物質または懸濁物質）

粒状物質（particulate matter：PM）、セストン（seston）などともいう。

水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンおよびその死骸、下水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈澱などが含まれます。

一般に、清澄な河川では粘土分が主体ですが、汚濁が進んだ河川では有機物の比率が高く、湖沼や海域ではプランクトンとその遺骸が多くなります。

SSが多いと水の濁りや透明度などの外観が悪くなるほか、

- ・魚類のえらを塞いで死亡させる
- ・光の透過を妨げて水中の植物の光合成を阻害する
- ・沈澱堆積して底生生物を埋没して死亡または枯死させる
- ・農業用水の場合は土壌の透水性を低下させて作物の生育を阻害する
- ・有機性粒子は沈澱後腐敗分解して悪臭を発生したり作物の根を損傷する

などの影響があります。

通常の河川のSSは25～100mg/l以下ですが、降雨後の濁水の流出時には数百mg/l以上になることもあります。たとえば、造成工事に伴って流出する濁水のSSは500～5000mg/l程度といわれています。

湖沼は、流れが緩やかで沈澱しやすいため、河川に比べてSSは少なく、一般に15mg/l以下程度、貧栄養湖では1mg/l以下です。

農業用水としては、土壌の透水性の保持の点からSS100mg/l以下、水産用水としては、河川については25mg/l以下、湖沼については、サケ、マス、アユなどには1.4mg/l以下、コイ、フナなどには3mg/l以下が適当とされています。

◎溶解性と粒子性

溶解性と粒子性の区別はそれほど厳密なものではなく、一般に孔径0.45～1μmのフィルターを通過する成分を溶解性（または溶存態）、通過しない成分を粒子性（または懸濁態）とします。また、2mm目のふるいを通過しないものは、粗大物として水質分析の対象からは除外するのが普通です。

BOD、CODをはじめとする他のほとんどの水質成分も、溶解性と粒子性に分けることができます。この場合、項目名の前に、溶解性のものには頭文字D（dissolved）あるいはS（soluble）、粒子性のものにはP（particulate）をつけて区別します。

例 D・BOD：溶解性BOD

D・COD：溶解性COD

POC：粒子性有機態炭素 (particulate organic carbon)

5. DO (dissolved oxygen：溶存酸素)

水中に溶解している酸素ガス (O₂) のことで、河川や海域での自浄作用や、魚類をはじめとする水生生物の生活には不可欠なものです。

酸素の溶解度は水温、気圧、塩分などに影響されますが、DOは、水が清澄なほどその条件における飽和量に近い量が含まれます。

単位は通常mg/lを使いますが、同じ濃度であっても条件（特に水温）によって意味が異なるので、飽和溶存酸素量に対する百分率(%)で表すこともよく行われます。

(20℃の純水の飽和溶存酸素量は8.84mg/l)

海水は塩分濃度が高いために、河川や湖沼に比べてDOはいくぶん低くなります。

一般に、魚介類が生存するためにはDO 3 mg/l以上が必要であり、良好な状態を保つためには5 mg/l以上であることが望ましいとされています。

また、好気性微生物が活発に活動するためにはDO 2 mg/l以上が必要であり、それ以下になると嫌気性分解が起こって、硫化水素やメルカプタンなどの悪臭物質が発生したりします。

農業用水としては、DO 5 mg/l以下では根ぐされなどの障害が生じます。

6. 大腸菌群数 (coliform group bacteria)

水中に存在する多種多様な細菌をすべて分別して検出することはきわめて困難なので、通常の水質試験では、大腸菌群と一般細菌に分けて分析します。

大腸菌群とは、大腸菌 (Escherichia coli) および大腸菌ときわめてよく似た性質を持つ細菌の総称です。

大腸菌群は一般に人畜の腸管内に常時生息し、健康な人間の糞便1g中に10億～100億存在するといわれています。

そのため、微量のし尿によって水が汚染されてもきわめて鋭敏に検出され、また、その数に変動をきたします。

大腸菌群の検出は容易かつ確実なので、し尿汚染の指標として広く用いられていま

す。

大腸菌群自身は普通、病原性はなく、大腸菌群が検出されたからといって直ちにその水が危険であるとはいえません。しかし、大腸菌群が検出されることは、その水はし尿による汚染を受けた可能性が高く、したがって赤痢菌やサルモネラ菌などの病原性細菌によって汚染されている危険があるということを示すものです。

大腸菌群数は、検水 1 ml 中の個数（正確には培養後の集落数）または、検水 100 ml 中の最確数（most probable number : MPN）で表します。

環境水などの比較的低濃度の試料では MPN 法がよく用いられます。

ただし、現行の大腸菌群測定法ではし尿由来の大腸菌群以外に種々の土壌細菌も測定されてしまうため、人為汚染の考えられないような水域でもしばしば多量の大腸菌群が測定されるなどの問題点があります。

そこで、これに変わる指標として糞便性大腸菌群（通常の大腸菌群数試験が約 36°C で培養するのに対し約 44.5°C で培養するなど、試験方法が若干異なる）なども用いられるようになってきました。

水中に許容される大腸菌群数は、利水目的によって異なりますが、

- ・ 水道水質基準（水道法）：検出されないこと

- ・ 水産用水基準（日本水産資源保護協会）：1000個/100ml 以下

（生食用カキの養殖場については 70個/100ml 以下）

- ・ 水浴場の判定基準（環境庁）：糞便性大腸菌群として、

100個/100ml 以下：快適

100～1000個/100ml：適

1000個/100ml 以上：不適

などとされています。

7. 総窒素 (total nitrogen : T-N) 富栄養化関連項目

富栄養化現象の原因物質である窒素・リンや、藻類の発生量の指標としての有機物量や葉緑素量などの項目が含まれます。

1) 窒素 (nitrogen : N)

水中に含まれるすべての窒素化合物 (総窒素 : T-N) は無機態窒素 (I-N) と有機態窒素 (O-N) に大別され、さらに無機態窒素はアンモニウム態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) に、有機態窒素はタンパク質に起因するもの (アルブミノイド窒素など) と非タンパク性のものに分けられます。

また、有機態窒素では、藻類などの体内に取り込まれたものとそれ以外のものという意味で、粒子性有機態窒素 (P-O-N) と溶解性有機態窒素 (D-O-N) に区別する場合があります。

無機態窒素にも粒子性のものが無いわけではありません

(懸濁粒子に吸着されているものなど) が、ほとんどは溶解性です。

これらの量はいずれも、化合物としての量ではなくその中に含まれる窒素原子の量で表します。

たとえば、アンモニウム態窒素濃度とアンモニウムイオン濃度の関係は次式のようになります。

$$\text{NH}_4\text{-N}(\text{mg/l}) = [\text{NH}_4^+] (\text{mg/l}) \times 14/18 \quad (\text{原子量 : N}=14 \text{ H}=1)$$

有機態窒素は、微生物の働きによってアンモニウム態窒素に分解されます。

好気的環境では、アンモニウム態窒素はさらに、硝化菌の働きによって亜硝酸態窒素から硝酸態窒素へと変化します。

(この変化を硝化といいます)

嫌気的環境では、逆に硝酸態→亜硝酸態→アンモニウム態という変化が起こり、また、硝酸態窒素や亜硝酸態窒素の一部は、脱窒菌の働きで窒素ガスとして大気中に揮散します。

無機態窒素は、いずれの形でも植物の栄養素として直接的に利用されます。

また、ある種の藻類や、マメ化の植物の根に共生している根粒細菌は、空気中の窒素を無機態窒素として固定して利用します。

◎有機態と無機態

窒素化合物に限らず、多くの水質成分は

しばしば有機化合物と無機化合物にわけて取り扱われます。

その場合、有機態は Org- または頭文字 O (organic) を、

無機態は Inorg- または頭文字 I (inorganic) をつけて区別します。

[1]アンモニウム態窒素 (ammonium nitrogen : $\text{NH}_4 - \text{N}$ または $\text{NH}_3 - \text{N}$)

アンモニア性窒素ともいう

水中にアンモニウム塩として含まれている窒素のことで、大部分はアンモニウムイオン (NH_4^+) のかたちで存在しています。

アンモニウム態窒素は、主としてし尿や家庭下水中の有機物の分解や工場排水に起因するもので、それらによる水質汚染の有力な指標となります。

アンモニウム態窒素は、自然水中ではしだいに亜硝酸態窒素や硝酸態窒素に変化して行くので、アンモニウム態窒素が検出されるということは、汚染されてから間もないか、有機汚濁の程度が大きいため溶存酸素が欠乏していることを示します。

ただし、深い井戸水などでは、硝酸態窒素の還元によってアンモニウム態窒素が生じることがあるので、このような場合には、アンモニウム態窒素を直接水質汚染と結び付けることはできません。

アンモニウム態窒素は、富栄養化の原因となるだけでなく、浄水処理における塩素の消費量を増大させるなどの問題点も持っています。(塩素処理にはアンモニウム態窒素のおよそ10倍の塩素が必要で、通常の浄水処理の水源としては 0.1mg/l 以下、高度な処理を行う場合でも 0.5mg/l 以下が望ましいとされています。)

[2]亜硝酸態窒素 (nitrite nitrogen : $\text{NO}_2 - \text{N}$)

亜硝酸性窒素ともいう

亜硝酸塩に含まれている窒素のことで、水中では亜硝酸イオン (NO_2^-) として存在しています。

亜硝酸態窒素は、主にアンモニウム態窒素の酸化によって生じますが、きわめて不安定な物質で、好気的環境では硝酸態窒素に、嫌気的環境ではアンモニウム態窒素に、速やかに変化してしまいます。

したがって、亜硝酸態窒素を検出することは、やはりし尿や下水による汚染を受けてから間もないことを示すものです。

ただし、井戸水などではアンモニウム態窒素と同様、総合的な判断が必要になります。

亜硝酸態窒素は、富栄養化の原因物質であるほか、血色素と反応して血液の酸素運搬能力を低下させる（メトヘモグロビン血症、特に乳幼児がかかりやすい）ので、人体にも有害です。

また、条件によってはニトロソアミンという強い発ガン物質を生成することも知られています。工業用水としても、特に染色工業や醸造工業では、亜硝酸態窒素を含む水は利用価値がきわめて乏しくなります。

[3]硝酸態窒素 (nitrate nitrogen : NO_3^- -N)

硝酸性窒素ともいう

硝酸塩に含まれている窒素のことで、水中では硝酸イオン (NO_3^-) として存在しています。

種々の窒素化合物が酸化されて生じた最終生成物で、自然の浄化機能の範囲ではもっとも浄化が進んで安定した状態といえますが、他の無機態窒素と同様に富栄養化の直接原因となります。

硝酸態窒素自身はそれほど有害なものではありませんが、水中に硝酸態窒素が多量に存在することは、その水が過去において窒素系物質による汚染を受けたことを示すもので、水の履歴を示す指標として重要です。

また、人体に摂取された場合、体内で亜硝酸態窒素に還元されてメトヘモグロビン血症などの障害を起こすことも知られており、衛生上も注意が必要です。

水道水質基準では亜硝酸態窒素と硝酸態窒素をあわせて10mg/l以下と定められており、要監視項目としての指標値もこの値が採用されています。

ほとんどの水質汚染物質は、土壌を通過すると土壌微生物に分解されたり土壌に吸着されたりして除去されますが、硝酸態窒素は土壌に吸着されにくいので、農業（特に野菜畑）地帯では、地下水の硝酸態窒素による汚染が問題になっている所があります。

[4]有機態窒素（organic nitrogen：O r g－NまたはON）

有機物の中に含まれている窒素で、人間や動植物の生活に起因するタンパク質、アミノ酸、尿素、核酸などのほかにも、製薬、染料、繊維、食品、石油、化学、肥料工業などの工場排水に含まれる無数の含窒素有機化合物があります。

[5]総窒素（total nitrogen：T－N）

全窒素ともいう

上記の各形態の窒素を合わせたものを、総窒素といいます。

水中の窒素の総量という意味ですが、窒素ガス（N₂）として溶存している窒素は含まれません。

富栄養化の指標としては、T－Nがもっともよく使われます。

富栄養と貧栄養の限界値はT－Nで0.15～0.2mg/l程度とされています。

[6]アルブミノイド窒素（albuminoid nitrogen：A l b－N）

有機態窒素のうち、タンパク質が分解してアンモニアや炭酸ガスになる中間段階のもので、具体的には、アルカリ性で過マンガン酸カリウムによって容易に分解されてアンモニウム態窒素を生成するものを指します。

し尿や下水による汚染度を表す指標の一つとして用いられます。

[7]ケルダール窒素（K-NまたはKj-N）

ケルダール法(Kjeldahl method) によって定量される窒素のことで、有機態窒素とアンモニウム態窒素の和に相当します。

昔の文献では、ケルダール窒素を総窒素として取り扱っている場合があります。

2) リン（phosphorus：P）

水中のリン化合物もまた無機態と有機態、溶解性と粒子性に区別され、無機態リンはさらにオルトリン酸塩（orthophosphate）と重合リン酸塩（polyphosphate）に分けられます。

全リン(T-P)	有機態リン(OP)	粒子性有機態リン(POP)	
		溶解性有機態リン(DOP)	
	無機態リン(IP)	オルトリン酸態リン(PO ₄ -P)	粒子性
		重合リン酸態リン	溶解性

<水中におけるリンの形態>

[1]オルトリン酸態リン（PO₄-P） 正リン酸あるいは単にリン酸ともいう

（オルト）リン酸イオン（orthophosphoric ion：PO₄³⁻）として存在するリンで、pHによって、HPO₄²⁻、H₂PO₄⁻、H₃PO₄などの形にもなります。

水中の無機態リンの大部分はこの形で存在しており、また重合リン酸や有機態リンも、生物学的あるいは化学的にしだいに分解されて、最終的にはPO₄-Pになります。

溶解性のものは、栄養塩として藻類に吸収利用されるため富栄養化現象の直接的な原因物質となります。

粒子性のものは、カルシウム、鉄、アルミニウムなどの金属とリン酸イオンが結合した不溶性の塩で、藻類に利用されることなく沈澱してゆきますが、ある程度富栄養化が進んで底層水が嫌気化すると、溶出してきて富栄養化を促進します。

広い意味では、重合リン酸や有機態リンもリン酸のうちですが、単にリン酸という場合はオルトリン酸を指すのが普通です。

一般にリン酸態リンとしてリンの量で表しますが、リン酸イオンの量で表す場合もあります。

その場合、両者の関係は次式のようになります。

$$\text{PO}_4\text{-P}(\text{mg/l}) = [\text{PO}_4^{3-}] (\text{mg/l}) \times 0.326 \quad (\text{原子量 : P}=31 \quad \text{O}=16)$$

水中のリン酸の起源は、自然的には岩石や土壌からの溶出や動植物の死骸または排泄物中の有機態リンの分解がありますが、通常の水域ではそれらの寄与はごくわずかなものです。

人為的負荷源としては、乱開発によって流出した土壌、森林や農地に過剰散布された肥料や農薬、家庭排水やし尿、工場排水、畜産排水などがあります。

また、通常の排水処理（いわゆる二次処理まで）ではリンはほとんど除去されないため、し尿処理場や下水処理場からの放流水も大きな負荷源となります。

最近では、凝集沈澱などの三次処理や特殊な生物処理を導入してリンも高率に除去している処理場が増えていますが、100%除去することは不可能ですし、リンはもとも自然水中にはごくわずか（1～100ppbのオーダー）しか含まれておらず、わずかな濃度の変動が藻類の消長を左右するため、そのような高度処理をしてもなお大きな負荷源となります。

家庭排水については、合成洗剤中にビルダー（水の硬度を下げて泡立ちを良くするための助剤）として含まれているリン（主にトリポリリン酸塩）が一定の負荷を占めていることから、滋賀県の琵琶湖富栄養化防止条例にみられるように、石鹼への転換や合成洗剤の無リン化によって負荷量を減らそうという動きがあります。

[2]重合リン酸（酸加水分解性リン）

薄い酸を加えて煮沸することによってオルトリン酸に分解されるもので、メタリン酸 $[(\text{PO}_3^-)_n]$ 、ピロリン酸 $[\text{P}_2\text{O}_7^{4-}]$ 、トリポリリン酸 $[\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}]$ などがあります。

これらは、自然水中には存在しませんが、合成洗剤や水処理剤、工場排水などに由来して含まれることがあります。

重合リン酸は、特に汚濁した水域以外では少ないので、オルトリン酸態リンだけを測定して無機態リンとみなす場合があります。

[3]有機態リン（organic phosphorus：O r g - P または O P）

有機態リンは、総リンと無機態リンの差として定量されます。

溶解性のものには、有機リン系農薬類の他に、工場排水および動植物の死骸や排泄

物などに起因するさまざまな含リン有機化合物（エステル類、リン脂質など）があります。

粒子性有機態リン（POP）は、藻類をはじめとする水中の微生物体またはその死骸の成分として存在するものが主体なので、藻類の発生状況の指標として用いられることがあります。

[4]総リン（total phosphorus：T-P）

全リンともいう

水中のすべてのリン化合物を、強酸あるいは酸化剤によってオルトリン酸態リンに分解して定量したものです。

各種のリン化合物をすべて分別して測定することはほとんど不可能なので、通常の水質分析では主に、無機態リンとしてオルトリン酸態リンが、有機態リンも含めたリンの総量として総リンが測定されます。

富栄養化の目安としては、T-Pで0.02mg/l程度とされています。

3) TOC（total organic carbon：全有機炭素）

水中に含まれる有機物を炭素量で表したもので、TOC計を用いて測定します。

水中の炭素は、有機物の他に溶存二酸化炭素や炭酸塩などの無機態炭素（IC）としても存在しています。

TOC計の原理は、試料水を高温（約950℃）で燃焼して、水中のすべての炭素系物質（TC）を二酸化炭素として定量し、別に低温（約150℃）で分解して無機態炭素から発生する二酸化炭素を定量して、両者の差をとるもの（高温燃焼法）が一般的です。

ろ液について測定すれば溶解性有機態炭素（DOC）が求められ、TOC-DOCは粒子性有機態炭素（POC）となります。

POCは富栄養化に関しては藻類の存在量の指標となります。

有機物の指標として従来よく使われてきたBODやCODは、水中の有機物の一部分しか表れない、有機物以外の還元性物質による酸素消費量と区別できないなどの欠点があり、また最近では、有機汚濁でも酸素消費による障害だけでなく有機物そのものが問題になるケースが多いため、かわってTOCがよく使われるようになってきました。

4) IC (inorganic carbon : 無機態炭素) 炭酸物質ともいう

水中に溶存炭酸ガス (CO_2)、炭酸 (H_2CO_3)、炭酸水素イオン (重炭酸イオン : HCO_3^-)、炭酸イオン (CO_3^{2-}) として存在している炭素をいいます。

これらは空気中の二酸化炭素や地質、水生生物の呼吸などに由来して自然水中に必ずといってよいほど含まれており、pHやアルカリ度、水の味などを支配する因子となります。

富栄養化に関連しては、無機態炭素は光合成の材料として、藻類の消長と密接な関係があります。

5) TOD (total oxygen demand : 全酸素要求量)

水中に含まれるすべての物質を完全に酸化分解するのに必要な酸素量という意味で、TOC計と同様の自動測定器によって、試料を高温燃焼させた際の酸素濃度の減少を測定することによって求められます。

BODやCODとして求められる酸素要求量の究極的なもので、やはり有機物の指標として用いられますが、アンモニア態窒素などの被酸化性無機物や、溶存酸素および炭酸塩など分解時に酸素を放出する無機物の量が測定値に影響するので、それらの取扱い方によってTODの意味は違ってきます。

富栄養化に関しては、藻類量や底層水の無酸素化との関連で測定されます。

6) シリカ (silica : ケイ酸)

ケイ素 (silicon : Si) は地殻中で酸素に次いで存在量の多い元素で、酸化物、ケイ酸塩として岩石、土壌、粘土を構成しています。

シリカは、狭い意味では二酸化ケイ素 SiO_2 のことですが、水質調査では各種のケイ酸 (H_4SiO_4 など) およびケイ酸塩も含めてシリカとよび、 SiO_2 に換算して表します。

水中のシリカは溶存態（イオン状、分子状、コロイド状）または懸濁態（鉱物粒子や生物体内に含まれた状態）で存在し、一般に地下水に多く表流水として流下するにしたがって減少する傾向があります。

通常の水中の濃度は 1~30mg/l程度ですが、流域の地質によって左右され、火山地帯の河川や地下水では高くなります。

イネは植物体内、特に籾殻にケイ酸を集積する性質があり、水田では稲の倒伏防止などの目的でケイ酸肥料が使用されるため、水田地帯の河川で高い値を示す場合があります。

また、土木工事で地盤改良剤としてよく用いられる水ガラスの成分はケイ酸ナトリウムなので、地下水中のシリカ濃度が異常値を示した場合は近くで何か工事が行われていないか確認すべきです。

水中のシリカは除去しにくく、ボイラーなどのスケールの原因になるので、工業用水にとっては厄介なものです。

富栄養化に関しては、シリカは代表的な藻類であるケイ藻類の主成分なので、その濃度は藻類の消長を知る一つの手がかりになります。

7) 強熱減量 (ignition loss : I L)

試料水を105~110°Cで蒸発乾固したときに残る物質を蒸発残留物 (total residue : T R) といいます。

蒸発残留物は水中の不溶解性物質 (2 mmふるいを通過した水であれば S S) と溶解性物質 (dissolved matter : DM または dissolved solid : D S 溶存ガスや低沸点物質は除く) の総和に相当します。

強熱減量とは、蒸発残留物をさらに約 600°Cで灰化したときに揮散する物質のことをいい、残った物質を強熱残留物 (ignition residue : I R) といいます。

強熱減量の大部分は有機物であり、強熱残留物の大部分は不揮発性の無機物です。

浮遊物 (S S) の強熱減量を V S S (volatile suspended solid) といい、水中の微生物 (=有機性浮遊物) 量の目安となります。

富栄養化関連では、I LやV S Sは藻類の発生量や底質中の有機物量（藻類の死骸に起因する）を推定する指標として用いられます。

8) クロロフィル a (chlorophyll a)

クロロフィル（葉緑素）は、クロロフィル a, b, c およびバクテリオクロロフィルに分類されますが、このうちクロロフィル a は光合成細菌を除くすべての緑色植物に含まれるもので、藻類の存在量の指標となります。

*フェオフィチン (pheophytin)

クロロフィルの分解産物で、クロロフィル中のマグネシウムが2個の水素で置換されたものです。

藻類が死ぬとクロロフィルはフェオフィチンに変化するため、藻類の死細胞量の指標となります。

通常の吸光光度法による測定ではクロロフィル a とフェオフィチン a を区別できないため、いわば生体と死体を一括して測定していることとなります。

クロロフィルとフェオフィチンを分別測定する方法には、Lorenzenの方法などがあります。

9) A G P (algal growth potential : 藻類生産潜在力)

試水に特定の藻類を接種して、一定の条件下で藻類の増殖が定常期に達するまで培養し、その最大増殖量を乾燥重量 (mg/l) で表したもので、富栄養化の程度を示す直接的な指標となります。

供試藻類としては、

Selenastrum capricornatum(セレナスツルム カプリコルナツム) : ムレミカヅキモ : 緑藻類の一種。貧栄養～富栄養の広い範囲の水に生息し、凝集しにくく培養が容易などの特性を持つため、世界各国で標準的に使用される。

Microcystis aeruginosa (ミクロキスティス エルギノーサ) : 窒素固定をしない藍藻

Anabena flos-aquae (アナベナ フロスアクアエ) : 窒素固定をする藍藻

Chlorella (クロレラ) : 緑藻。

下水や下水処理水のような汚濁度の高い水に対しても安定した結果を示す。

その他、対象水域の優占種、カビ臭産生種、ろ過閉塞性珪藻などが使用されます。

一般に、貧栄養湖のAGPは1 mg/l以下、富栄養湖では10～数十mg/lに達します。

***MBOD (Modified BOD)**

BODの測定方法を応用して、AGPを藻類の増殖量でなく水中の好気性細菌による酸素消費量として間接的に求めようとする方法。

独立栄養生物（植物、ここでは特に藻類プランクトン）は、光のエネルギーにより炭酸ガス(CO₂)と水(H₂O)から炭水化物(CH₂O)を作り、酸素(O₂)を放出します。

従属栄養生物（ここでは特に水中の好気性細菌）は、炭水化物などの有機物と酸素からエネルギーを得て炭酸ガスと水を放出します。

どちらの生物も、これらのエネルギーや炭水化物を使って他の有機物（生体構成物質）を合成し、その際に窒素、リンなどの微量元素を必要とします。

そして、それぞれに必要な光や有機物などのうちのどれか一つが不足しても生育できません。

通常のAGP試験は、光や炭酸などを十分与えた条件で藻類を培養し、栄養塩類に制限されるまでの増殖量を測定して、栄養塩類の濃度を間接的に求めるものともいえます。また通常のBOD試験は、酸素や栄養塩類は十分与えた条件で好気性細菌による酸素消費を測定して、有機物の濃度を間接的に求めるものです。

これらに対して、MBODは栄養塩類は与えないで、かわりに有機物を十分添加してBODと同様に酸素消費を測定することによって、栄養塩類濃度の間接的な指標とするものです。

あまり一般的な試験法ではなく測定例も少ないですが、通常のAGP試験に比べて簡易に測定でき、供試藻類の選択や保存の問題がない、特定の栄養塩の寄与を検討しやすいなどの特長があるとされています。

「平成8年2月 水質調査の基礎知識 ([近畿地方整備局近畿技術事務所](#)) より抜粋」

8. 総リン (total phosphorus : T-P) 富栄養化関連項目

総リンはリン化合物全体の含有量のこと、無機態リンと有機態リンに分けられます。リン化合物も富栄養化によるプランクトンの異常増殖の要因となり、アオコや赤潮等の発生原因となります。

水質汚濁に係る環境基準で、T-Pは湖沼及び海域で類型別に定められており、湖沼では「0.005mg/L以下」から「0.1mg/L以下」が、海域では「0.02mg/L以下」から「0.09mg/L以下」が利用目的の適応性によりあてはめられます。また、水質汚濁防止法（昭和45年）に基づく排水基準（一律排水基準）では、公共用水域に排出されるものの一部について「16mg/L以下（日間平均8mg/L以下）」と規定されています。

9. n-ヘキサン抽出物質 (normalhexane extracts) 排水基準項目

ノルマルヘキサン抽出物質というのは、特定の物質名称ではありません。ではいったい何を分析しているのでしょうか？

ノルマルヘキサン抽出物質は、一般的に水中の油分等を表わす指標として用いられています。

この分析では、pH4以下の条件において、

1. 試料にヘキサンを加え、混和させた後、試料中からヘキサンによって抽出される
2. 80℃付近でヘキサンを揮発させた時に揮発しない

上記1、2の条件に当てはまるものを定量しています。

具体的には、鉱油類、動植物油脂類などの油分の他にも、界面活性剤や石鹼、アルコール、アミン類、農薬や染料、フェノール類などが上記に当てはまります。この

ようにヘキサンに抽出される不揮発性物質の総量をノルマルヘキサン抽出物質として分析しています。

ノルマルヘキサン抽出物質

動植物油脂類、界面活性剤、アミン類、染料、フェノール類、鉱油類、アルコール、石鹼、農薬 etc...

規制の経緯と背景

なぜノルマルヘキサン抽出物質の分析が行われるようになったのでしょうか？
ノルマルヘキサン抽出物質は、1965年に「油脂類（n-ヘキサン可溶性物質）」として分析方法ができ、魚介類の死滅や油膜・油臭などの原因となる、油汚染の指標となりました。

日本における公共用水域の水質保全に関する法律は、漁業資源保護の観点から始まりました。

高度経済成長期に入ると、急激な経済発展とともに拡大した公害問題、さらには「黒い水事件※」が直接的な契機となり、水質保全法・工場排水規制法（水質汚濁防止法の前身）が制定され、その後、水質汚濁防止法や大気汚染防止法などの「生活環境の保全」に関する法律が制定されていき、ノルマルヘキサン抽出物質は生活環境項目の一つとして規制されるようになりました。

※別名浦安事件ともいい、昭和33年に本州製紙江戸川工場が、紙の材料となる木からヤニを除去する為の機械を導入し、この機械から出る悪水により江戸川の水が黒く濁り、海水も変色して魚介類が死滅しました。その後、悪水放流をやめない企業に対し、漁民が工場に乱入し、警官隊と衝突、けが人が出た事件になります。

基準値の種類と設定について

油汚染は魚介類の死滅や油膜・油臭の原因であり、環境負荷が極めて高い為、この汚染防止を目的として水質汚濁防止法や下水道法でノルマルヘキサン抽出物質として規制されています。

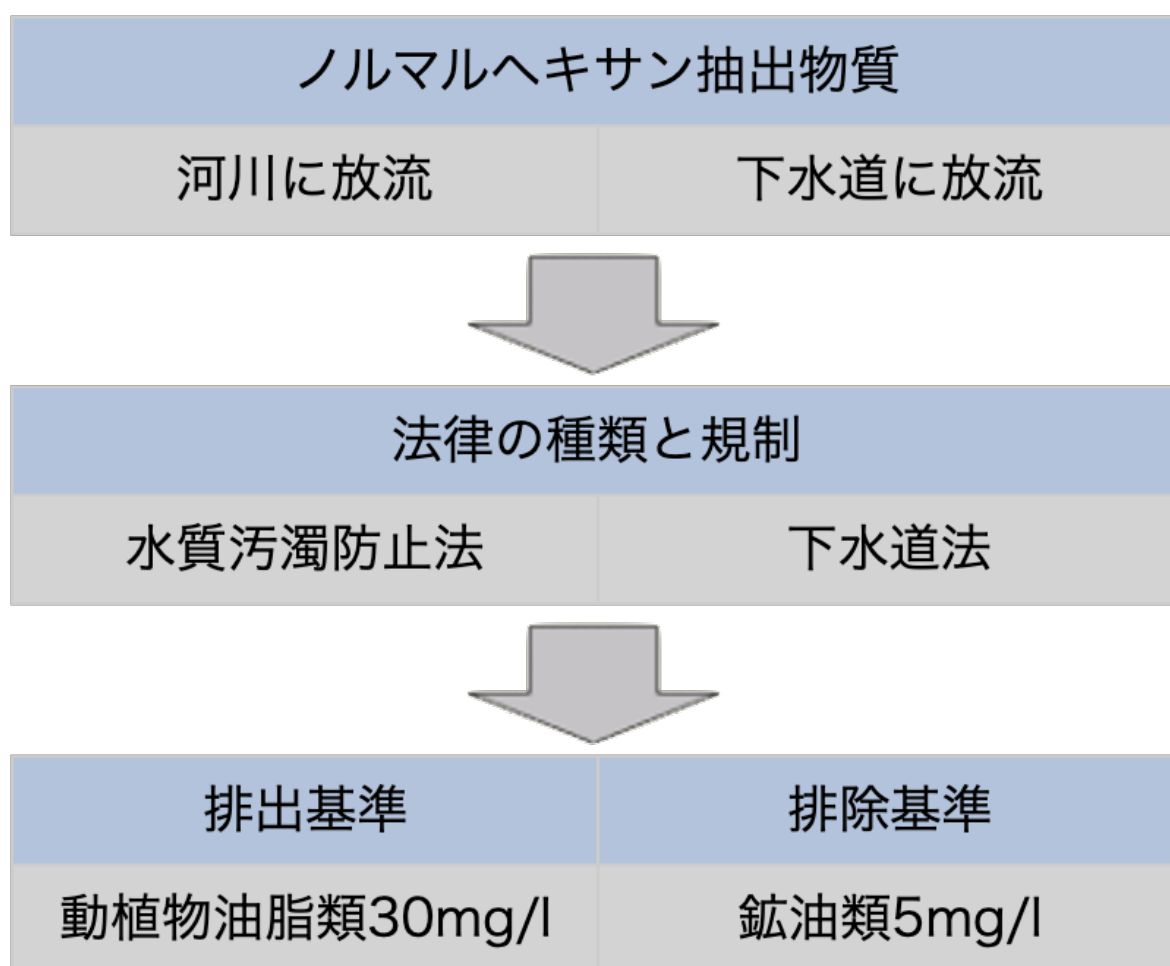
動植物油脂類と鉱油類の基準について

ノルマルヘキサン抽出物質については、放流先が河川の場合は水質汚濁防止法、下水道の場合は、下水道法で規制されています。

水質汚濁防止法・下水道法共に動植物油脂類の基準は30mg/l、鉱油類の基準は5mg/lとなっています。

基準値が2つ設けられている理由は、油の種類によって自然界での『分解され易さ』が変わる為です。

鉱油類は動植物油脂類と比べて分解されにくいので、環境により長く悪影響を及ぼす為、基準値が厳しく設定されています。



適用される基準の目安

動植物油脂類または鉱油類のどちらの基準が適用されるのかについては、事業場の種類や、取り扱っている油の種類によって異なります。

例えば、ガソリンスタンドや、機械油、合成油等の鉱油類に該当するような油を使用している事業場等の場合、鉱油類の基準（5mg/l）が適用されると考えられま

す。一方、食品製造業や飲食店等では、サラダ油等の動植物油脂類の使用が多いことから、動植物油脂類の基準（30mg/l）が適用されると考えられます。詳細については、各自治体への確認が必要になります。

環境水における基準について

海域においてのみ、ノルマルヘキサン抽出物質は規制されています

環境水（海域）の基準

検出されないこと（0.5mg/l未満であること）

海域においては、オイルタンカーの事故などで石油系油分における異臭魚の発生や、油膜による海水浴場の環境保全上の支障、さらには水産生物に対する被害を生じる恐れがあったためにノルマルヘキサン抽出物質が規制されました。

ノルマルヘキサン抽出物質が、海域のみの規制で河川や湖沼においては特に規制されていないのは、河川や湖沼だと、石油系油分以外の有機物質も測定の対象となる可能性があるため、それらはBODやCODで代用できるため、河川や湖沼では規制されていません。