

水についての 10のQ & A

- 1: どうして生き物には水が必要なの？
- 2: なぜ氷は水に浮かぶの？
- 3: 北極の海に浮かぶ氷山のかけらはしょっぱいの？
- 4: 水はどうして無色透明なの？
- 5: 水が、凍ったり蒸発したりするのはどうして？
- 6: 水で火を消せるのはどうして？
- 7: 水の中でしか生きられない生き物がいるのはどうして？
- 8: 水を汚してはいけないのはなぜ？
- 9: なぜ水は大切ななの？
- 10: 水は海に一杯あるのに、なぜ水不足のところがあるの？

● 質問 1: どうして生き物には水が必要なの？

生命は今から 34 億年前に海の中から生まれ、どの生物も体の中に海をかかえているから、と答えることができます。もっと科学的に正確に説明しましょう。

あらゆる微生物、植物、動物が多くの組織から成り、それぞれの組織は細胞から出来ていることは知っていますね。どの組織、細胞も水を含んでいます。そして、細胞の中ではタンパク質や核酸、糖分や無機塩などが共同して働き、動き知覚し、生命に必要な物質をつくり分解するといった生命活動を営んでいます。生命活動は水がないと起こりません。例えば、酵素タンパク質は、水にとり囲まれた柔軟で特定の構造をとることではじめて機能を発揮することができます。細胞が分裂・分化し、組織を造り上げていく過程にも水の存在が必要です。

緑の植物は水と二酸化炭素から太陽エネルギーの力を使って、糖分と酵素をつくっています（これが「光合成」です）。動物は植物を食べて栄養分とエネルギー源を得ています。すなわち、植物がつくるデンプンを酵素タンパク質と水によってブドウ糖に分解し、生命活動に必要なエネルギーに変換しているのです。

動物は他の動物の肉も食料としますが、食物であるタンパク質や油脂分を、酵素タンパク質と水によって生命活動に必要なアミノ酸や脂肪酸に分解し、別の酵素を使って自分の身体に必要な物質を再合成します。

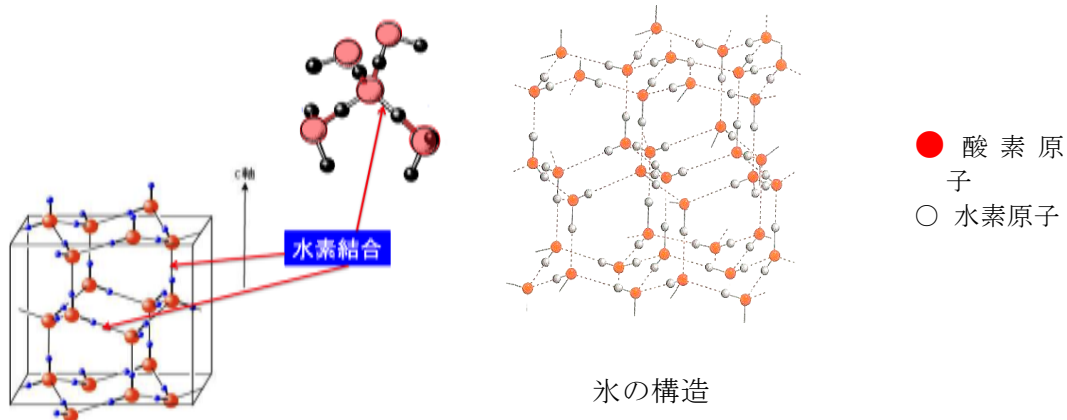
人間の場合には、これらの栄養源や酸素を血液によって体の隅々まで運び届け、帰路は老廃物を運んで来て排出しています。ここでも水は重要な働きをしていることがわかります。喉が渇くと水がほしくなるのは、口が求めているのではなく水が欠乏して生命活動が危険になっていることを脳が警告しているのです。身体の 5%水を失うとめまいが起り、20%失うと死ぬと言われていています。水補給がなぜ大事なのかがこれでわかりますね。

● 質問 2：なぜ氷は水に浮かぶの？

いつも見なれているので「なぜ」と考えたことがない人が多いのではないのでしょうか？
実はこれは自然科学の目で見るととても不思議なことなのです。つまり、液体から固体に（状態）変化すると体積（単位体積：1 cm³当たりの質量）が大きくなるという物質は、自然界には水以外には（アンチモン位なもので）ほとんどありません(99.99%以下)。そう言われると、なぜなのか知りたいと思いませんか。

氷は水分子が規則正しく配列（並んで）した構造をしているのですが、液体の水分子が互いに接触しながら動いている状態よりも、1/11 だけすき間が大きいのです。氷の密度は水の密度よりも 1/11 だけ小さいとも言えます。だから氷山は 1/11 だけ水面に出して浮いています(氷山の一角とは、1/11 つまり全体の約 9%ということです)
コップの水に氷を入れて確かめてみて下さい。

でも良く考えている人は、この説明だけでは、氷の密度がなぜ液体の水よりも小さくなるのか納得できないのでは？その説明は少し難しくなりますが、要点を説明するとこうなります。
(答え)：どんな物質も固化するとき分子間引力が最大になるように配列します。大部分の物質は、分子間の距離が最小になるように配列しますので、固体になると密度が大きくなるのですが、折れ線形構造をもつ水分子の場合には、氷になると分子間力（水素結合）が最大になる配列をとります。水素結合では、酸素-水素-酸素が直線上に並びます（下図）。その結果、分子間のすき間は液体の水分子よりも大きくなるのです。



● 質問 3：北極の海に浮かぶ氷山のかげらはしょっぱいの？

これは自分で実験して確かめてほしいですね。次のようにします。

【実験】食塩水 3.5%（おおよその海水の塩分濃度）をつくって冷凍室に数時間置きます。
ここで大事なのは、

1)全体が氷結する前に取り出すこと。

取り出すのを忘れて全体が氷結すると、ガラスコップの場合は割れてしまいますので（なぜか考えてみよう）ペットボトルを半分に切り、下半分を使うと良いでしょう。

2)冷凍室にじかにおかず、発砲スチロール板の上に置くと、水面の上の方から凍ってくる。

3)氷をとり出し（透明な固い氷であることを確かめて）少量の（とけない程度の）水道水で洗ってからなめてみる。

4)別に 3.5%の食塩水を用意し、できれば 0℃に冷やして塩辛さを比較する。

5) ついでに砂糖水 (適当な濃度のものをつくり、凍らせるものと凍らせないものに2分する)。さらに、色のついたシロップ水についても実験するのも面白いですよ。

【結果について】

氷は塩辛くなく、砂糖の甘さがなく、シロップの色がつかないはずですが。ただし透明な氷の状態では凍結を中止する必要があります。全体が氷結するとシャーベット状になります。これでは、この実験の目的は果たせません。

- ・実験ではなく、北極海に浮かぶ氷山の一角を砕いてなめてみたいものですね。
- ・色付きの透明な氷 (色付きゼリーが凍ったような状態) が出来たらミリオネアになれる、と私は学生たちに言っています。挑戦してみませんか？

● 質問 4: 水はどうして無色透明なの？

透明ということは、光が吸収されずに透過するという事です。

無色透明とは、可視光線が全く吸収されない場合です。

透明で色があるとは、可視光線の一部が吸収され、その補色に当たる光が目に入る場合です。

では水は何色でしょうか？

コップの水は無色透明ですが、深い湖の水が水色 (青色) に見えたり、緑色に見えることがあります。氷河の氷は美しい淡い青色に見えます。

少量の水が無色透明であるのは、太陽光がほとんど吸収されないということです。深い湖水が青色に見えるのは、青色の補色である黄色 (に近い橙色) の光が吸収されているということです。しかし、水が吸収する光の量がわずかであっても、大量の透明な水を通すと青色に見えます。

透明度の高い摩周湖や深い珊瑚礁の水中から水面方向を見ると青く見えるのは、わずかな水による光吸収が、重なり合った結果なのです。氷河の中に入って氷を見ると青く見えるのも同じことです。

青緑色に見える湖水がありますが、これは湖の中に棲むプランクトンや溶けている金属イオンなどによって吸収光が変化したためと説明できます。

ところで、ロシアの宇宙飛行士ガガーリンが「地球は青かった」と言ったのはなぜか分かりますか？

● 質問 5: 水が、凍ったり蒸発したりするのはどうして？

「どうして水は氷になったり、蒸発したりするの？」あるいは、「どうして水は冷やすと氷になり、温めると蒸発するの？」と問いを言い変えても良いでしょうか？

暖めていない水 (例えば 20°C の水道水) を室温の水と言います。室温の水は 20°C に温められていると考えることができます。この時、水分子は (静置してあっても) 20°C の熱エネルギーを受けて絶えず動いています。しかし同時に、水分子間には引力が働いているので、室温では空中に飛び散ってゆくことはありません。この運動する力と分子間引力が大体釣り合っているのが液体状態です。大体と言ったのは、温度が高くなれば運動する力が大きくなって蒸発が速くなり、釣り合いがくずれるからです。

さて、室温の水を冷やして行って 0°C に近づくと、水分子の運動する力が弱まり、0°C で運動

する力が最小となります。この時、分子間引力は変わらず働いていますから、水の一部は氷という固体に変化し、表面から氷結し始めます。しばらく 0°Cの水と 0°Cの氷の共存状態が続き、やがて全部が氷結します。これが液体から固体（氷）への状態変化です。さらに 0°C以下に冷却してゆくと、どこまでも（最後は絶対零度-273°Cまで）氷の温度は下がって行きます。例えば、冷蔵庫の冷凍室の氷の温度は-20°Cです（確かめてみて下さい）。

逆に、室温の水を 100°Cまで加熱して行くと、水分子は運動する力を増して行き、ついに分子間引力と大気圧をふり切り、水蒸気として大気中に飛び出します。これが沸とうです。液体から気体への状態変化で、大気圧下で運動する力が分子間引力を超える過程です。

室温の水も放置しておくとうっくりと蒸発し、ついに乾いてしまいますね。室温でも水分子は運動していて、表面から少しずつ逃げているのです。野外に干した洗濯物が乾くという経験がこれです。

● 質問 6： 水で火を消せるのはどうして？

「消火の条件」というものがあります。

- 1.燃えるものを除く
- 2.燃えている物の温度を下げる
- 3.酸素を断つ

水で消火ができるのは、第 2 の条件をつくるからです。

ところが、驚くなかれ、大火事の現場に少量の水をかけたただけでは、火は消えないどころか、かけた水のために火が広がってしまうことがあります。大火事のまっただ中に少量の水をかけると、水は火力によりたちまち気化し、燃え盛っている温度（400-500°C）にまで水蒸気が加熱されます。火の勢いが強ければ 500°C以上になっているでしょうから、加熱された水蒸気は散って行き、未だ燃えていない物を燃やし、火を拡げてしまうのです。つまり、消火には大量の水を放水する必要があるのです。

（ネイティブアメリカンの民話で、ハチドリが山火事を消そうとして谷川から水を汲んで来ては炎にかけた、という物語がありますが、健気な気持ちは分かりますが残念ながら火は消せなかったと思います。）

ところで科学（理科）で「燃えるとは？」について学びましたか？

そう、燃焼とは、燃えるもの（紙や木や石油）が酸素と化合することです。その結果、水 H_2O と二酸化炭素 CO_2 と熱と光（炎）を発生します。つまり、水も二酸化炭素も「燃えかす」なのです。燃えかすはその名の通り、もはやそれ以上酸素と化合することがなく、熱を取り出すことができません。

水は「燃えかす」ですから燃えませんが、気化する時に大きな熱を奪う（蒸発熱が大きい）という性質があるので、消火の第 2 条件にふさわしい（身近にある）液体なので、消火に使われるのです。

● 質問 7: 水の中でしか生きられない生き物がいるのはどうして？

この質問は、地球上の生物の進化の歴史の観点からすると、海や川に生物がいるのが当たり前
の姿と言えるので、逆に、陸の上に生物がいるのはどうして、と質問すべきなのです。そ
の訳を説明しましょう。

現在地球上には水中に住む魚や貝、藻やプランクトンなどと、陸上に住む動植物が存在しま
す。しかし、生物の発生・進化の過程を見ると、生物は今から 34 億年前に海の中で発生し、
海水の中で多細胞生物から多様な水中動植物へと進化していったことがたどれます。そして
今から約 20 億年前、光合成する微生物が現れ大気中に酸素を発生し始めたのです。やがて、
大気中の酸素濃度が高くなると、上空に昇った酸素はオゾンに変化し、太陽光からの生物に
とって有害な強い紫外線を減らしました。その結果、陸上でも生きていける植物が現れ、や
がてカエルなどの両生類からへび・トカゲなどの爬虫類などの陸上動物が現れていったと考
えられています。

つまり、水中生物は原始地球から続く海水に溶けている O_2 を使い、呼吸して生きるように身
体がつくられている生物です。それに対して陸上の動植物は、大気中の O_2 を吸収する機能（高
等動物では肺）を持った生物とすることができます。

それぞれの環境に適応した生物が生息し、多様な生物に満ちているのがこの地球なのです。

例えば、水中動物の代表である魚は、エラから溶存酸素をとり入れています。海に溶けてい
る酸素の量は約 8ppm(1L 中に 8mg)とわずかですが、海水中には様々な無機塩類や栄養源が
溶けており、「食物連鎖」の中で多様な動植物が食物を獲て生きているのです。

陸の森から川の流れにのって運ばれた無機塩や栄養源によって、河口付近のホタテ貝が育っ
ている事が Science Window に書かれていますが、陸と海とが深く関係していることがわか
りますね。

● 質問 8: 水を汚してはいけないのはなぜ？

川の水や海の水は、少しの汚れであれば自然浄化する力があります。しかし、汚れの度合い
が増すと浄化の役割を担っていた微生物や葦などの植物が減びて、他の微生物に替わり、悪
臭を放つドブ川や汚れた海になってしまいます。そこには、清水にすむ魚や藻が死に絶え、
悪臭を放つ微生物以外の生き物のいない死んだ川、海に変わってしまうのです。これを生態
系が変わると言いますが、実は、環境破壊です。

汚れた川や海のそばに人間も近づこうとしません。しかし、汚染源を断たないでいると、増々
汚染が進みます。でも、ここで考えなければならぬのは、ほとんどの場合、汚染を拡げて
いるのは人間だということです。人間の生活排水、工場からの廃水をたれ流しすれば、自然
はどんどん醜くなり、住み難くなります。自然環境は人間に仕えるために存在するのではあ
りません。人間も自然の一部です。そのことを自覚し、自然に生かされていることを感謝し、
自然と快い関係をもちながら生活してゆくことが「エコライフ」の基本ではないでしょうか？
汚染は人間のエゴの結果と考えると、放置した場合には人間社会にも自然にも取り返しがつ
かない結果を招くことを忘れないようにしたいものです。

ところで、生活の中から出た汚水はどこへ行くのか考えたことがありますか？

下水道を流れて下水処理場に行き、沈殿、ろか処理をして、微生物の力を借りてある程度き
れいにして川へと流しています。でも汚れがひどく多量であると、処理能力を超えてしまう
ので、家庭や工場から出る排水をできる限り汚さないことが肝心です。

水道水は、川の水を浄水場で取り入れ、浄水処理され安全な飲み水が作られています。私たちの生命に関わる飲み水が汚れた川の水からつくられている事を想像すれば、なぜ水を汚してはいけないのかは明らかですね。

● 質問 9： なぜ水は大切なのか？

地球環境、生命にとって水がなぜ大切なのかを説明しましたことがありましたので、ここでは、人間生活にとって水はなぜ大切なのかを答えることにします。

一言で言うと、水は人間にとって「資源」だからです。飲み水、料理、洗濯、お風呂、トイレなどの生活用水、食料生産のための農業用水、食品産業だけでなく機械・電気産業に水が必要です。IT 産業には超純水が使われています。病院、水運、レクリエーションにも水が利用されています。水力発電にも水が役立っています。このように水と関わりのない人間生活は一日もないことを考えると、水の大切さが分かりますね。

問題は、世界人口が 70 億人になろうとしている今、世界中の人の水需要を支えるだけの水が不足する時代になっているという事実です。どうしたら生きるために必要不可欠な「水資源」を確保し、分配するのが人類の大きな課題です。賢い解決策を見つけ出さないと、水紛争（戦争）が起こる可能性をはらんでいることを考えると、水は平和な世界をつくる上でも大切であることが分かります。

● 質問 10： 水は海に一杯あるのに、なぜ水不足のところがあるのか？

確かに海には世界中の人間が今必要としている水（約 20 兆トン）の 1000 倍以上の水がありますが、知っている通り海水は塩水です。人間が利用できるのは淡水だけです。淡水はどこから得られるか？そう、雨雪です。年間陸地に 115 兆も降りますが、ここで問題があります。1 つは降った雨の 7~8 割は蒸発で失われてしまいますので、利用できる量が今や世界人口を考えると限界に近づいているのです。

第 2 は、雨が降る地域は地球上で平均しておらず、ある地域は砂漠地帯で、ある地域は多雨に悩まされています。また季節による雨量の変化があるため、効率よく利用することが難しいことです。日本でも豪雨や台風の時に降る雨は、利用するどころか洪水や崖崩れを引き起こす原因となります。

都市化が進み、産業が発展すればするほど水需要が多くなりますので、人工増加もあいまって、今後、世界中で水不足が深刻化すると予想されています。

水不足と関連した問題点を 2 つあげてみます。

1 つは、水環境汚染が放置されると（進むと）、水の利用率が低下して水不足が加速化するという問題。

2 つ目は、水は人間の生命と国の食糧生産、産業にとって必要不可欠な資源（基本物質）であるので、水不足問題は国際紛争につながる危険性をはらんでいるという問題です。今、水を商品とみなす水ビジネスが急速に発展しつつありますが、何らかの国際協定を定めなければ地球規模のリスクが高まると考えられます。

水不足の解決法として、海水の淡水化技術が考えられます。確かに必要な技術であり発展させなければならないと思いますが、そのエネルギーコストを考えると、世界的な水不足問題の抜本的解決にはなりえないことを考慮する必要があります。