

## 「水 この不思議なもの」

～生活を潤す水、自然と生命を支える水～

国際基督教大学(ICU)元教授 吉野輝雄

e-mail: yoshino@icu.ac.jp

### 【要 旨】

私たちの生活が水なしに存続できないことは誰もが体験的に知っている。今回は、日常生活における水の働きと生命と自然の仕組みを支えている水に自然科学の光を当てて考えてみたい。

例えば、なぜ洗濯に石けんが使うのか、なぜ洗浄力の強い合成洗剤が健康、自然環境を損ねるのか。理解を助けるためにいくつか簡単な実験を行う。

地球を循環する水によって動植物の生命活動と自然の営みが維持されている。その事実を知るためにマクロな視点から人間の営みに目を向ける。そこで新たな気づきが得られれば、自然にやさしい生き方を続けようという意思をもった人たちが増え、地球市民として共に持続可能な社会を築く営みに参加したくなるだろう（希望、目標）。さあ、水の不思議、水の魅力を知り、「水とのつき合い方」を学ぼう。

- 学習内容
1. 私たちの生活を潤す水
  2. 洗浄・洗濯の科学
  3. おいしい水、安全な水
  4. 生命を支える水
  5. 地球環境を支える水
  6. 水（自然環境）とのつきあい方

### 1. 私たちの生活を潤す水

今朝起きてからどこで、どの位水を使ったか思い返してみしてほしい。水がどれだけ私たちの生活と密着しているかすぐに分かるはずだ。水のない所に置かれたら人はどうなるか？その時人は何をし始めるか？本能的に水を求めるのが生物なので必死に考え、智恵を凝らし生き延びる策を見つける。水とのつき合いの原点がそこにある。

そこで、身近な生活の中の水から考え始め、水を利用せざるを得ない人間が、水と賢明なつき合い方をしているか一緒に考えてみませんか？近代科学や高度な技術が発達する前から人は、どこに住んでいても水の重要性を知っており、水確保と水の利用法の開発に奮闘して来た。そのような例をできるだけ挙げてみませんか。今の生活を豊かにしている智恵が多くあることに気づくはずだ。

【実験】サイホン、寒剤、乾燥保存（スルメ）

### 2. 洗浄・洗濯の科学

汚れたものを水洗いする、という日常の行為の意味を考えてみたことがありますか？水にはなぜ洗浄効果（力）があるのか？汚れ落としになぜ水を使うのか？

水だけでは落ちない油汚れをきれいにする時に洗剤を使うが、なぜ洗剤を使うと効果が現れるのか？石けんと合成洗剤の共通点と違いは何か？それぞれの強みと弱点は何か（そもそも強み／弱点とは）？

洗剤の洗濯効果（洗浄作用）を実験とデータを使い、自然科学の目で少しばかり考えてみたい。実は、水には「大きな表面張力をもつ」というユニークな性質がある。表面張力とは、簡単に言えば水ができるだけ強く相手を結び付こうとする力（凝集力）のこと。水は似た性質をもつものと結びついてぬらすが、水になじまない油やビニールには撥水し分離する。この性質を理解する

ために身近な材料を使った実験と自然の中に見られるなじみの現象に注目してみよう。

【実験】水と石けん水の違い、油汚れを落とす実験、  
水の表面張力を実感する遊び実験（ぬらす、撥水する）  
水鳥が沈まない理由、etc. etc.

「人間は考える葦である」（パスカル）  
なぜ？ どうして？ ほんとうか？

Q「水は無味、無臭、無色透明で、物理・化学的に特に注目すべき特徴もない。  
しかも、この地球上のどこにでもある最もありふれた物質だ。」  
この認識は正しいか？

Q: 氷が水の中に沈んだとしたら???

Q: 「氷山の一角とは？」

Q: コップの中に静かに入った水が動いている。本当か？

### 3. おいしい水、安全な水

どんな水がおいしいのか？おいしい水の条件とは何か？  
水道水はおいしいか？安全な水道水はどのように作られるのか？  
ミネラルウォーターの味と値段は？  
硬水、軟水とは？  
おいしく安全な水を得るには？  
浄水器の効果と値段

【実験】硬水と軟水の区別、利き水

### 4. 生命を支える水

水の性質は、自然科学の目で見ても他の物質（分子）と際だって異なる。ユニークという言葉にふさわしく、自然界にありふれていながら驚くべき役割を担っている。とりわけ生物が命の営みをマクロは生態レベルでも、個体としての生存レベルにおいても、体内の生命活動レベルにおいても必要不可欠な役割を担っている。

その実態を水のユニークさと関連づけて説明する。

- a. 水はどのように生命を支えているのか植物、動物（ヒト）について考える。  
植物ではミネラル、酸素、栄養分を溶かした水が植物体内を循環し命を支えている。  
葉(気孔)から水が空気中に蒸散→蒸発する時に熱を奪い植物の灼熱化を防いでいる。  
導管（セルロース）でできた毛細管＝毛細管現象＝水を水が上昇する。  
動物（ヒト）体内では、水は毛細血管を通じ、体内の隅々にまで酸素と栄養物を運ぶ。  
帰路では、老廃物を腎臓に運び、ろ過された血液は心臓(ポンプ)に戻り 再び体内を循環する。
- b. 人は一日約2.5Lの水を摂取、同量の水を排泄するが、体内ではその100倍量の水がリサイクルされている（生命活動を維持するため）→ 腎臓は水の再生/廃棄物の除去装置
- c. 緑色植物が行っている光合成は、太陽光（エネルギー）により、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と水(H<sub>2</sub>O)からブドウ糖（栄養源）と酸素(O<sub>2</sub>)を合成する過程。ブドウ糖は、植物体内で栄養源（貯蔵庫）であるデンプンと組織材料であるセルロースに変換され、動物は植物を食べることでデンプ

ン（エネルギー源、生命物質を造るための原料）を取り入れる。光合成は、地球上の植物と動物の生命を支えるための物質を生産する“生命維持工場”なのだ。

- d. 生体内の生命活動（メタボリズム）にはすべて水が関与している。細胞内は一定濃度の水環境に保たれることで生命活動が維持されている。
- e. 食物（タンパク質、炭水化物、油脂）は、酵素と水の作用によって栄養素（アミノ酸、糖質、脂肪酸）に変換（消化）される。
- f. 水が細胞膜表面や組織を取り囲み、酵素などのタンパク質に付着してその柔軟な構造に支え、生体機能の発揮を可能にしている。
- g. 生体内の水が急激な温度変化を防ぎ、熱をすばやく周囲に伝える。（比熱、熱伝導率）  
発汗により体温上昇を防いでいる（蒸発熱）。
- h. 原始生命は海の中で発生し、今も生物は体内に海を抱えている（ヒト体の 2/3 は水、体内の元素成分は海の成分と似ている。進化を経たすべての生物は水を含んでいる。水が無味、無臭、無毒なワケ。）

## 5. 地球環境を支える水

### A. 水と生命の惑星 = わたしたちのすむ地球はどのようにしてできたのか？

この問いは

- a. 水  $H_2O$  は宇宙創成の歴史のいつ、どのようにできたのか？
- b. 太陽系惑星はいつ、どのようにできたのか？
- c. 地球は 8 つの惑星の中でなぜ地球だけが大量の水（海）をたたえているのか？
- d. 地球には他の惑星と違いなぜ大気中の  $O_2$  の存在率が大きく  $CO_2$  の量が極少なのか？
- e. 生命はどのように発生したのか？ 水の存在とどう関係するのか？
- f. ヒトはいつ、どのように地球に出現したのか？  
に向かい合うこと。興味がありますか？

### B. 地球上の水の大循環

- a. 地球表面の 71% は水で覆われている。海水と陸地の水は太陽熱により絶えず蒸発し、雲となり、雨や雪として再び地上に戻ってくる。蒸発した海水の 9 割は海の上に落ちるが、蒸発した水の 1 割 40 億トン（兆トン）は風によって陸上空に運ばれ、雨雪として降る。陸地に降る雨雪の量は 1 年間で 115 兆トン（兆トン =  $10^3$  km<sup>3</sup>）。この中 40 億トンは一時的に湖沼に溜まり、大部分は川として陸地を流れ、一部は地中水となり、地上の動植物の生命活動を支え、また海へと戻る。これを「水の大循環」と言う。

数十億年前に今の水量となって以来、水の総量 ( $1,400 \times 10^6$  km<sup>3</sup>) は太古から変わらず地球上を循環している。人間の存在とは無関係な（ヒトが現れる前からの）自然のしくみだ。

なお、この水の循環は、熱エネルギーの循環でもある。それが気候変化、気象（例えば、台風 = 熱帯低気圧）として現れる。

- b. 水の大循環の意味を考えて頂きたい。いくつかあげてみると、

- ・ 海水（塩水）の淡水化システム（年間 40 兆トン）（熱源：太陽 費用：無料）
- ・ エネルギー供給源（水力発電）
- ・ 「水資源」 = 陸地から海へ戻る水（40 兆トン）（河川水、地下水）
  - ・ 水資源：人間が利用する農業用水、工業用水、生活用水。
  - ・ 陸地のすべての動植物の生命を育む（地球生命体の維持装置）。
  - ・ 緑の植物は酸素、ブドウ糖（栄養物）をつくる。植物は水を蓄える。
  - ・ 人の心に安らぎを与え、豊かな水環境を提供している。

- ・ 地球を温和化：海・陸地から蒸発する水は熱エネルギーをうばうので、太陽熱による灼熱化を防ぎ、大気温を和らげる。
  - ・ 二酸化炭素を溶解／吸収（地球の平均気温、+15℃）
  - ・ 気象をコントロール（大気を動かしているのは水蒸気）
- [結論(私見)]：水の大循環は地球環境と生命の維持システム

### c. 日本の水資源

- ・ 日本の水資源の総量と内訳（用途）は？
- ・ 日本人は水不足感が薄いと言われる。なぜか？
- ・ 21世紀の水不足時代を生きる知恵と生き方を見つけよう

## 6. 「水（自然環境）とのつき合い方」

水(自然)と親しむ

自然はそのまま美しく、

時に厳しく、人の力をはるかに超えた力をみせるが  
人の命を支え、  
安らぎを与えてくれる。

- 自然界にはたくさんの植物、動物が生きている。
- 人も自然の一部だ。
- 身近な自然に親しみ、大切にしよう（自然をからだで知ろう）。  
その事を身をもって学習できる場所が、あなたの近くに流れる川だ。  
私の川体験「さいたま／浦和の見沼代用水」  
[subsite.icu.ac.jp/people/yoshino/RiverTheMinuma.pdf](http://subsite.icu.ac.jp/people/yoshino/RiverTheMinuma.pdf)

### 【参考資料】

1. 吉野輝雄のICU一般教育クラス ウェブサイト  
<http://subsite.icu.ac.jp/people/yoshino/waterstage.html>
2. 「水の自然科学・利用技術・人間との関わり」（科学と技術の智プロジェクト）(2010) 分筆  
<http://subsite.icu.ac.jp/people/yoshino/ScienceLiteracyWater2010.pdf>
3. 吉野輝雄 「自然に触れ、自然を感じ、自然から学び、自然と人間との関係を築く教育」（2010）  
<http://subsite.icu.ac.jp/people/yoshino/NSEducSeminar2010.pdf>
4. 水を知る旅へ Science Window (2010) 監修／分筆  
<http://sciencewindow.jst.go.jp/backnumbers/detail/50>
5. 吉野輝雄 「水資源問題の状況」 日本表面科学会誌(2014)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsssj/35/8/35\\_457/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsssj/35/8/35_457/_article/-char/ja/)