

水質あれこれ

硬水と軟水

水質はさまざまなものに影響を与えます。その中で水の硬度は飲み水として身近な性質です。水には主にカルシウムイオンとマグネシウムイオンが含まれていて、水 1000ml 中に溶けているカルシウムとマグネシウムの量を表わした数値を「硬度」といいます。カルシウムとマグネシウムが比較的多く含まれる水が硬水です。WHO の基準では、硬度が 120mg/l 以上を硬水といいます。

水の硬度はその土地の食文化と密接に関連しています。ヨーロッパなどを旅行された方は、売られている飲み水の多くは炭酸入り、または硬水であることに気づかれるでしょう。地下水に含まれるカルシウムやマグネシウムは地下の岩石から溶け出したものです。ヨーロッパはとくに石灰質の岩石の分布が広く、地形も緩やかなところが多く、河川もゆっくりと流れています。地中海地方の写真をみると真っ白な岩石と青い海がモチーフになっていることが多いと思います。この白い岩が石灰岩や石膏（硫酸カルシウム）などです。これらの岩石の多くは、中生代から新生代までヨーロッパを覆っていた海に堆積したものです。ヨーロッパの水道水源の多くは河川水ですが、飲料用の水は、たとえばフランスでは約 60%が地下水を利用しているそうです。したがって大地をつくる岩石の影響を大きく受けています。海のない内陸の国や都市では下水を河川に流していますし、かつて大流行した、ペストやコレラなどの伝染病の感染源が河川水の可能性があることなどが関係しているようです。

日本では山地が急峻で雨水の多くは河川を通り、短時間で海に流れ込みます。地層中のカルシウムなどを吸収する時間が短く、もともとそれらが少ない地質が多いため、地中の鉱物成分があまり溶け込みません。そのため、日本の水は 80%が軟水です。この水質の違いはワインや日本酒の味や、日本料理、西欧料理などその土地の水の硬度にあった料理の誕生に大きな影響を与えています。愛知県の水道の硬度は、名古屋で 22（鍋屋上野浄水場 2013, 日本水道協会）、豊橋で 60（小鷹野浄水場 2013, 日本水道協会）で、名古屋（木曾川の水）はとくに軟水が目立つ地域です。日本でも石灰岩（鍾乳洞など）が近くにあるところの水は硬度が高く、沖縄は硬水が多いようです。

水の硬度と食文化

軟水はその食材の成分が現れやすく、硬水はその逆だそうです。水の硬度と食文化の関係について少し紹介します。

1) 酒

日本の酒は、「銘醸地に名水あり」といわれ、灘（宮水）や伏見が有名です。灘の酒（西宮市）は硬水で辛口です。六甲山の花崗岩を通り抜けて鉄分などが除去された水に、海水がまじりあって湧いた水と考えられています。地層中の貝殻層からの Ca などの溶出もあると考えられています。酵母の栄養源となるミネラル分が多いので発酵期間が短かく、やや酸の多い辛口の酒になりやすいようです。一方、伏見の酒の水は中硬水です。地質は扇状地状堆積物で、西にある桃山丘陵からの地下水のようです。伏見の地層は花崗岩と書かれたものもあります（地表には花崗岩は見られません）。比較的長い期間をかけて発酵させているため酸が少なく、なめらかで、淡麗な風味とされ、「京料理に合う酒」といわれました。

一般に、花崗岩中を通った水は濾過されて不純物が少なく酒造りにはよいとされ、日本ではウィスキーも花崗岩地帯の水で多く造られています。京都府山崎、山梨県白州などが有名です。アメリカのバーボンウィスキーなどは石灰岩層でろ過された湧き水が利用されています。

2) ビールとワイン

軟水で造るビールは、基本的に甘くなり、硬水で作ると、きりっとした輪郭のハッキリした味になるそうです。ギネスビールは、アイルランドの黒ビールですが、花崗岩や変成岩地域の水を使っています。ビールの辛口とは、「甘くない」という意味で、糖分を極力少なくし、ホップの苦味やその他の原材料の味わいが感じられ、キレがあるのが特徴です。

3) ワイン

ヨーロッパブドウは一般に乾燥を好み、水はけがよく日当たりが良い土地を好みます。ブドウはヨーロッパなど石灰岩地帯に適した作物です。ワイン醸造は収穫したブドウを発酵させますが、水は使いません。そのため地質に大きく影響されます。かつてフランスの地質を調べる機会があり、その時、見つけた資料はブドウの育ちやすい環境（テロノワール）に関する本でした。

4) 紅茶

硬水では渋みの成分であるタンニン*の抽出が抑えられ、味と香りが弱まり、逆にコクが出て水色が濃くなります（図1）。軟水で入れた方は、鮮やかな紅色になり紅茶の良い香りがします。渋みの成分のタンニンもよく出てきます。ミルクを入れないと濃い色になるため、ストレートティーとは言わずブラックティーといいます。イングランドなど硬水の地域ではミルクティーによくします。コクがあり、渋みの少ないまろやかな紅茶になるからです。



図1 左が硬水で入れた紅茶
(協力：村垣善子さん)

※タンニン：植物に由来し、タンパク質、アルカロイド、金属イオンと反応し

強く結合して難溶性の塩を形成する水溶性化合物の総称。タンニンは口に入れると強い渋味を感じさせます。これはタンニンが、舌や口腔粘膜のタンパク質と結合して変性させることによるといわれています。

5) コーヒー

硬水でコーヒーを抽出した場合、カフェインや良質のタンニンの抽出がさまたげられ、苦味をより感じやすい、香ばしい香りが強いなどの特徴が出ます。一方、軟水でコーヒーを抽出した場合は酸味をより感じやすく、マイルドな味わいになります。

6) 緑茶

軟水で入れたものは、色は濃く、緑茶の良い香りがします。味も適度に甘味や渋味が感じられます。硬水で入れると色は薄く、味もお茶の芳香が全然感じられず渋味も全くありません。

7) 炊飯

軟水で米を研ぎ、軟水で炊き上げると、お米の細胞がきれいな網目構造になり、ふっくら粘り気のあるご飯になり、硬水で炊くと、硬水に含まれるCaが食物繊維を硬化しますので、炒飯やパエリア、ピラフなど、パラパラに仕上げたご飯料理に、中硬水が適しています。

8) 和食や肉料理

かつお節や昆布でとる「だし」は軟水が適しています。硬水には旨味成分であるグルタミン酸やイノシン酸*が溶け出しにくい上に、CaやMgがアミノ酸と結合し、あく*になってしまうといわれているためです。煮物やスープは、軟水を使うと野菜への水分の浸透がよく、柔らかく仕上がります。硬水を使うと、Caが食物繊維を硬くして、あくが出やすくなります。逆に、あくを除きたい場合や煮

くずれさせたくないときには硬水を使うとよいそうです。また、肉を煮込む料理には硬水が向いています。Caが肉を硬くする成分と結びついてあくとして出るので、硬めの肉を煮込んだり、牛肉でだしをとる場合は硬水が適しています。中国料理やフランス料理では、牛や豚の骨を構成する不溶性の高たん白質であるコラーゲンを長時間お湯で煮て可溶性のたん白質であるゼラチンに変え、次に、このゼラチンを硬水に含まれるCaやMgと反応させ「灰汁」として除去する調理法を考えました。また、硬度の高い水で豆や芋を茹でると硬くなることを、経験上、知っていた中国人は、蒸し煮にする調理方法（蒸気で蒸せば石灰やCaなどの硬度成分は豆や芋に接しないので硬くならない）を考えました。野菜についても、中国料理ではまず油で炒め、次にとろ火で加熱する煮込み方法を取り、野菜に含まれている水を利用して材料を柔らかくしています。

硬水で魚を洗うと質が落ちてしまうので、軟水の国にしか生魚を食べる習慣がないという話もあります。

※イノシン酸：主に肉類の中に存在する天然化合物で、カツオ節のうま味物質として発見されました。

※あく：食材の渋みやえぐみ、臭みの原因となる成分が染み出したもの

9) 硬水と生活

ヨーロッパで生活し始めた日本人は、硬水によっておこる現象に驚かされるそうです。水道管も、湯沸し器も、コーヒーマーカーも、すぐに真っ白になってしまうし、お風呂のシャワーもカルキで詰まってしまうそうです。洗濯も水が石鹸を溶かさないので、お湯でするそうです。飲み水以外ではミネラルウォーターの使用は無理なので、浄水器を使っている人もいます。ホテルの部屋に置かれたケトルkettle（電源を入れると中の金属部分が熱せられて、水が沸騰し自動的にスイッチが切れる湯沸かしポット）のふたを開けると、金属部分に石灰が付着していたり沈殿物がくっついているのを見られたことがあるかもしれません。中の湯に白いものが浮かんでいることもあります（飲めるのかなと不安に感じた覚えがあります。図2はきれいな状態の時に撮ったものです）。図2 ケトル内部



そのためか部屋にケトルが置かれていないホテルもあります。また、長く使ったやかんなどは析出したカルシウムが分厚く付くため、レモンの絞り汁をかけて取る（石灰を酸がとく）そうです。ギリシャ人の多くは毎朝、オレンジをしぼって飲み、料理にもレモンを多く使うそうですが、これは食生活を通して同じ原理を体内で行うという話もあります。

硬水（水がまずい？）ところでは、水分を植物を通して得るということで、トマト料理や葡萄（ワイン）が発達したという説があります。

硬水と地質

ヨーロッパには硬水の地域（主に石灰岩分布地域）が多くあります。それはこの地域がかつて長い期間、暖水の海に覆われていたからです。その海の名前をテチス海（Tethys Ocean, Tethys Sea）といいます（図3）。この海洋は、パンゲア大陸の分裂が始まった2億～1.8億年前から新生代までヨーロッパを覆っていました。ローラシア大陸と Gondwana 大陸に挟まれた海域で、現在の地中海周辺から中央アジア・ヒマラヤ・東南アジアにまで、西側はカリブ海まで達していた東西に長い海洋です。その名

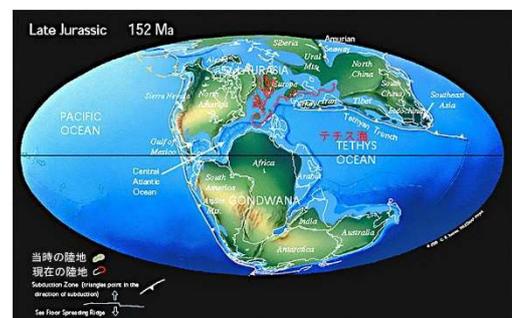


図3 ジュラ紀後期の陸地の様子
赤い線が現在のヨーロッパ付近
scotese.com

残が地中海や黒海だと考えられています。中生代後期からはじまったアルプス造山運動によってかなりの部分が陸化して、ヒマラヤ山脈やコーカサス山脈となりました。エベレストもこのテチス海に堆積した地層です。また、始祖鳥で有名な後期ジュラ系のゾルンホーフェン石灰岩層ももともとはテチス海のラグーン（砂州やサンゴ礁により外海から隔てられた水深の浅い水域）に堆積したものです。石灰岩類（チョーク・マールも）のほかに、陸地に閉じ込められた海水が干上がって石膏（硫酸カルシウム）も沈殿しました。石灰岩が熱変成を受けた大理石も広く分布します。イタリアのカッラーラ産大理石が有名です。チョーク (chalk) は白っぽい軟質の石灰質の岩石で白亜紀の名のもとになっています*。チョーク層は 純粋な炭酸カルシウムで、そのほとんどが石灰質ナンノプランクトン（コッコリトフォア coccolithophore）の殻が堆積したことによって形成された石灰岩類です。ドーバー海峡（英仏海峡：図 6）の両岸にはチョークの真っ白な崖が続いています（図 4・5）。近づくると第二次大戦時にチョーク層を削ってつくられた要塞があちこちに残っていたのも印象的でした。また、チョーク層中には、フリント (flint) と呼ばれる塊状で暗色の石英質のノジュール（玉髄）が挟まれています（図 7・8）。海岸の礫の多くはフリントです。フリントは、火打石として使われた時代もありましたが、現在は家の外壁に塗り込められ美しい壁面をつくっています（図 9）。

※白亜紀 Cretaceous はチョークの地層という意味です。チョークはラテン語で creta といいます



図 4 ドーバーのチョーク層

ドーバーはイングランドの南東端の港町。「ドーバーの白い崖」で有名です。近くを英仏海峡トンネル（ユーロトンネル）が通ります。



図 6 英仏海峡付近の地図

図 5 フランス エトルタのチョーク層。白亜の断崖のアーチで有名で、モネ、クールベなど多くの画家が描いています。崖の上の人々がわかりますか？ 私も先端まで行ってきました。



図7 チョーク中のフリント（黒い部分）
チョークは不規則な層になっていたり、
礫のように入っています

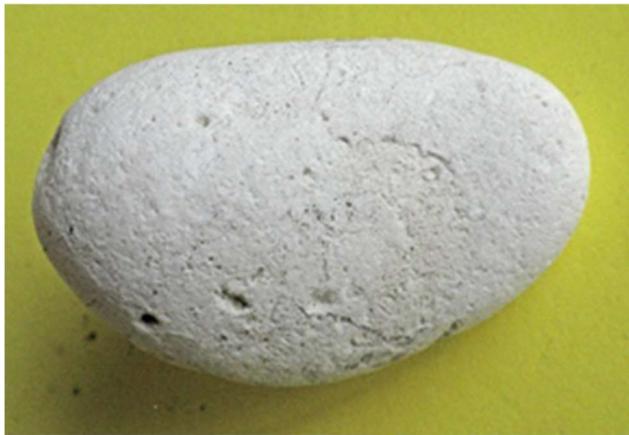


図8 チョーク（左）とフリント（右） チョークは白く柔らかく、フリントは黒く硬いです。



図9 建物に使われているフリント（左はエトルタ，右はカンタベリー大聖堂で撮影）