

あなたの知らない「地下水」の世界

普段から何気なく使っている水も少し見方を変えるだけで、身近な存在を離れ、悠久の歴史や、看過できない現象を映し出す。日本の地下水研究をライフワークにしている島野幸雄さんに、知られざる日本の地下水の世界について聞いた。

名水には定義がない

日本には全国各地に「名水」と呼ばれる水がたくさんあります。その数は、一般に名前がよく知られているもので約三千か所。全国には知られていないけれども、ある地域では知られているというものを含まれると、四万カ所以上には達するといわれています。

代表的な名水としては、一九八五年（昭和六十）年に当時の環境庁によって選定された「名水百選」と二〇〇八年（平成二十）年に環境省によって新たに選定された「平成の名水百選」の合計三百の名水があります。

ちなみに昭和の「百選」では、約八割が湧水・井戸水・自噴水（泉）とされた湧水が軸となり、井戸を通じて地表に湧き出た水とされた地下水で、残りの約二割が渓流水や河川水でした。平成の方は湧水が約七割、湧水が約三割。いずれにしても、名水というのは、地下水が流動の過程で地表面に湧き出してきた湧水や井戸水、自噴水などが主体なんです。(図1)

名水という多くの人が「安全でおいしい水」のことを指すと思うかもしれませんが、「名水百選」の水は、必ずしも飲んでおいしい水というわけではありません。選定の基準は「水質水量・親水性の観点からみて良好であること」と「地域住民による保全活動があること」の二つが必須条件で、「飲んでおいしいこと」は含まれていません。ですから、実際「名水百選」に選ばれた水の中には、飲んでおいしい水や、飲用に適さない水もあるんです。

では「名水」とは、どのような水のことをいうのか。じつは「名水」には、きちんとした定義は存在していません。一般的に「名水」といえる「ある地域、もしくは全国的に名前の知られた良質な水」や「飲んでおいしいと感ぜられる水」だということができます。しかし、水はその土地の地形や地質・土壌などの条件によって水質が異なりますし、何よりも

飲んでおいしいかどうかは、飲むときの状況（特に温度）や人の感覚で違ってくるため、「おいしい」と一概に決めることはできません。

ただし、水質を科学的に調べることによって、名水と呼ばれている水にはどのような成分が含まれているのか、どのような水質タイプの水なのか、あるいは水の硬度はどうかといったことは明らかにできます。

そこで日本地下水学会では、「名水を訪ねて」という企画で、全国各地の名水を訪ね歩いて水質調査を行い、名水を「タ」という観点から研究してみることにしたのです。

名水を科学してみると……

地表や地下にあまぐての水の元は雨水です。雨は、地表から浸み込んで地中の帯水層と呼ばれる含水性の高い砂や礫などの地層に達して地下水となります。専門的には、地下水は「涵養（えんよう）→流動→流出」という水循環の経路をたどって、最終的に湧水となったり、河川に流れ出して、再び地表に現れます。(図2)

地下水は、降水の生じた場所の特性や、流動してきた地層条件（岩石・礫物・地層など）により、化学成分の組成や濃度が決定づけられます。水に含まれている化学成分の種類や濃度は、その水が降水として地表に落ちてきたからの履歴を反映しているわけです。

地球の水の分布

地球の水の存在状態は氷期・間氷期などが繰り返す気候変動によって異なる。現在とはほぼ同じ環境になった更新世（ここ1万年間）にはほぼ同じ分布と考えられる。総量や分布の図。水循環の図などは推定値で、研究された時代や研究者によって異なる。以下の数値はおよその値である。

地球の水の分布	
水の種類	総量 (10 ²¹ km ³)
天海水	1,348,850
氷雪水	35,987
地下水	27,500
その他	287
陸水の総量	37,287
海水	1,384,850
地上水	1,384,850
地下水	27,500
その他	287

2. 名水百選

「名水百選」は最初1985年（昭和60）に当時の環境庁により選定された(図11-1)。それから23年後の2008年（平成20）に新たな「平成の名水百選」が環境省から発表された(図11-2)。名水百選は「平成の名水百選」が発表された後、昭和60年に選定された湧水を「昭和の名水百選」と呼び、後者の平成20年に選ばれた方を「平成の名水百選」と呼ぶことになった。

名水百選の選定基準は、「昭和の名水百選」と「平成の名水百選」とも、ほぼ同じであり、次のような項目が挙げられている。

- (1) 水質・水量
 - (2) 周辺環境の状況（周囲の生態系や保全のための配慮など）
 - (3) 親水性・近づくやすさ（水への近づくやすさや安全性を重視）
 - (4) 水利用の状況（水利用の広範囲を含む）
 - (5) 保全活動（保全活動の内容、効果や意識）
 - (6) その他の特徴・PRポイント（観光資源や希少性など）
- 昭和の名水百選では、全国各地の市町村から推薦された784カ所の中から選定され、各都道府県については少なくとも1カ所は選ばれていた。次の平成の名水百選では、富山・熊本の2県ではそれぞれ4カ所が選ばれていた。推薦された42都道府県は、162地点の中から100カ所が選定された。つまり、平成の名水百選では、各都道府県で少なくとも1カ所が選定されていた。昭和の名水百選とは異なり、宮城・栃木・大阪・空襲・空襲の1府4県では選定が行われていないのが特徴である。逆に、4カ所選定されたのが埼玉・新潟・富山・石川・山梨・長野・岐阜・静岡・滋賀・熊本・鹿児島島の計11県に及び、県の数が行われていないのが特徴である。そして、選定された地点をみると、昭和の名水百選では湧水が全体の約34%を占め、井戸水や自噴井などを合わせた地下水が約8割を占めていて、残りの約2割が渓流水や河川水や湧き水であった。これに対して、平成の名水百選では、湧水や井戸水などの地下水は少し減って約7割、河川や湧き水が3割強と増えているのが特徴である。

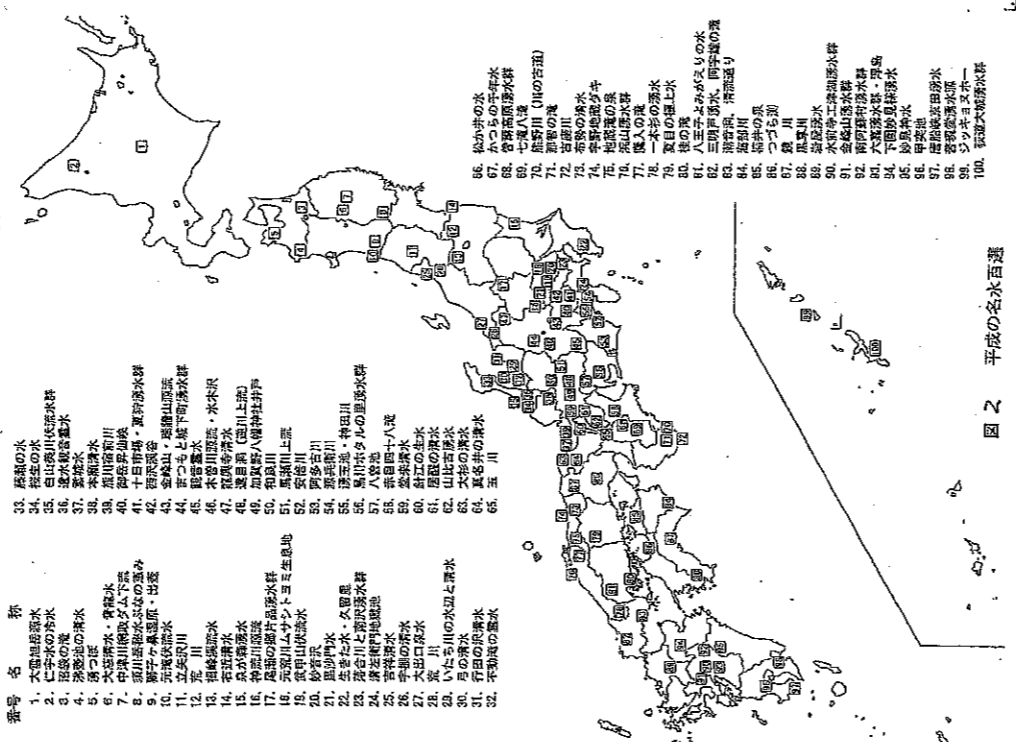
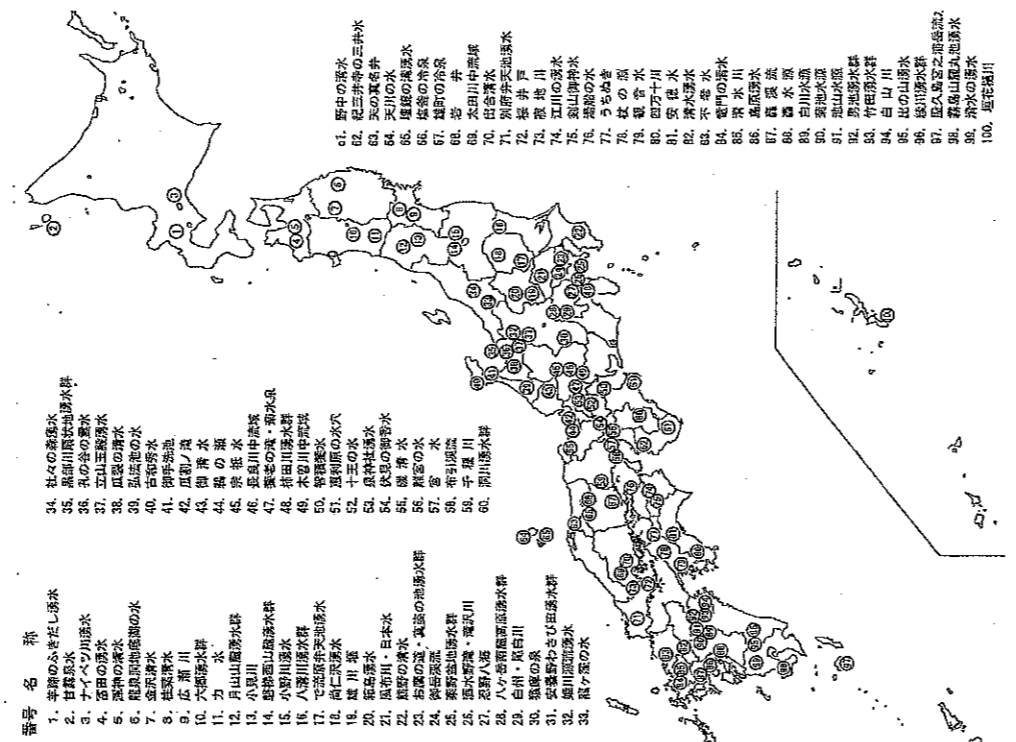


図1 昭和の名水百選

図2 平成の名水百選

一般に水の組成に関しては、水に含まれている主要な成分のイオン（炭酸水素・塩化物・硫酸・ナトリウム・カルシウム・マグネシウム）の存在成分とそれらの割合を調べています。日本の名水はだいたい次のようなパターンに分類され、このときにAとBのパターンが国内で多くを占めていることがわかっていきます。(図4)

- A: 全般的に含有成分が少ない「カルシウム・炭酸水素型」
- B: 石灰質の特性を受けたカルシウムと炭酸水素成分の多い「カルシウム・炭酸水素型」
- C: 世界の火山の影響を受けて硫酸成分の割合が高い「カルシウム・硫酸型」
- D: 地下水が濃化した「ナトリウム・炭酸水素型」
- E: 海水の影響を受けた「ナトリウム・塩化物型」
- F: 全般的に含有成分の多い「混合型」

水に含まれる化学成分が少なすぎると、湧水に近い無味乾燥水になり、逆に成分が多すぎると硬度の高い飲みにくい水になるので、適度な成分を含んだ硬度のあまり高くない水がよいということになります。そういう意味でAパターンが多い日本の水は、概して「おいしい水」といってよいかもしれません。

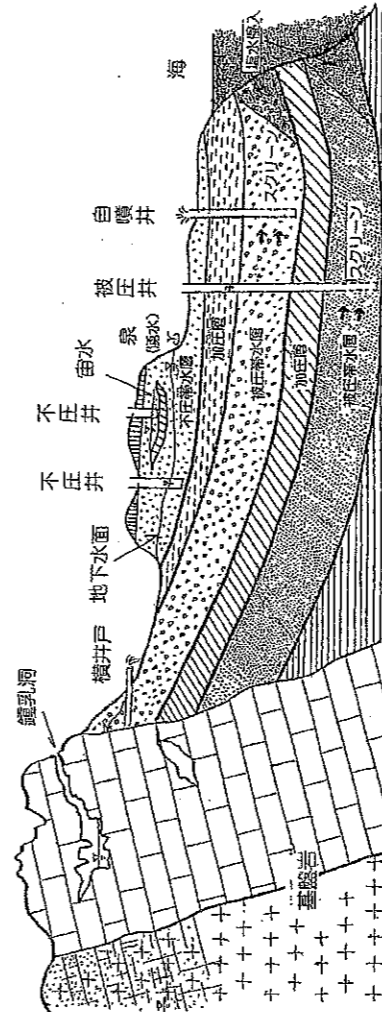


図3 地下水のあり方の模式図

ちなみに、Bパターンは、飲んでもあまりおいしくないですね。調子ナシとして取水したことの「調子ナシ」として知られている。調子の悪い水ですが、この水は飲用というよりも調理用に適した水でした。

日本の水は若い!

地下の帯水層を流れる地下水は、さまざまな砂礫の間を通っているため、河川などに比べると、非常にゆっくりとしたスピードで流れています。河川は一日で八十から百キロメートルほど流れますが、それに対して地下水は一日に平均一メートル程度であり、遅くても百メートルしかかかっています。降水が地表に浸透して帯水層を通じて湧水になるか、または井戸水として汲み上げられるまでの時間を「地下水の年齢」とすると、全世界の地下水の平均年齢は六百年くらいになるのですが、エジプトの地下水は約四万五千年、中央ヨーロッパで約一万年、最も長いオーストラリア

の大礫層帯水層の場合は約百万年に達します。こうした土地は平たるところが多いので、地下水の流が非常に遅くなり、「地下水の年齢」も高くなるのです。一方、日本では、関東平野や信濃の真鍮層の地下水のように、年齢が千年・三千年と高いところもあり、圧力的に多いのは、数年から三十年程度です。日本列島は地形が険しく急なところもあって、降水が湧水になるまでのスピードが比較的速く、それゆえ日本では年齢の若い水が多いです。(表2)

湧水に溶け出す化学成分は、地下に滞っている時間が長いほど多くなるのですが、ヨーロッパのように古い大陸は、石灰岩が多い地層であるため、地下に滞っている時間が長いと、カルシウムやマグネシウムなどのミネラル成分の濃い水つまり硬水となります。一方、日本の水が軟水なのは、地下に滞っている時間が短く、ミネラル成分が溶け出す時間が短いからなのです。

地域	帯水層	年齢(年)
オーストラリア	大礫層帯水層	1,100,000(最大)
エジプト	ナイル川流域	45,000(最大)
チリ半島	アンデス山脈	約30,000
中央ヨーロッパ	カルシウム・硫酸型	10,000~10,500
南アフリカ	カラハリ砂漠	4,000~85,000
ペルシア	アラビア半島	100
ハワイ州	火山帯水層	25
インドネシア	火山帯水層	2~9
韓国	山岳帯水層	0~20
旧チリ	アンデス山脈	25以上
ニュージーランド	火山帯水層	13~25
黒部川流域	山岳帯水層	7~13
黒部川	山岳帯水層	0~7
黒部川	山岳帯水層	0.14
黒部川	山岳帯水層	2~3以上
黒部川	山岳帯水層	5
黒部川	山岳帯水層	13
黒部川	山岳帯水層	21
黒部川	山岳帯水層	0~30
黒部川	山岳帯水層	0~30
黒部川	山岳帯水層	17~38
黒部川	山岳帯水層	1~100
黒部川	山岳帯水層	2,840~38,750

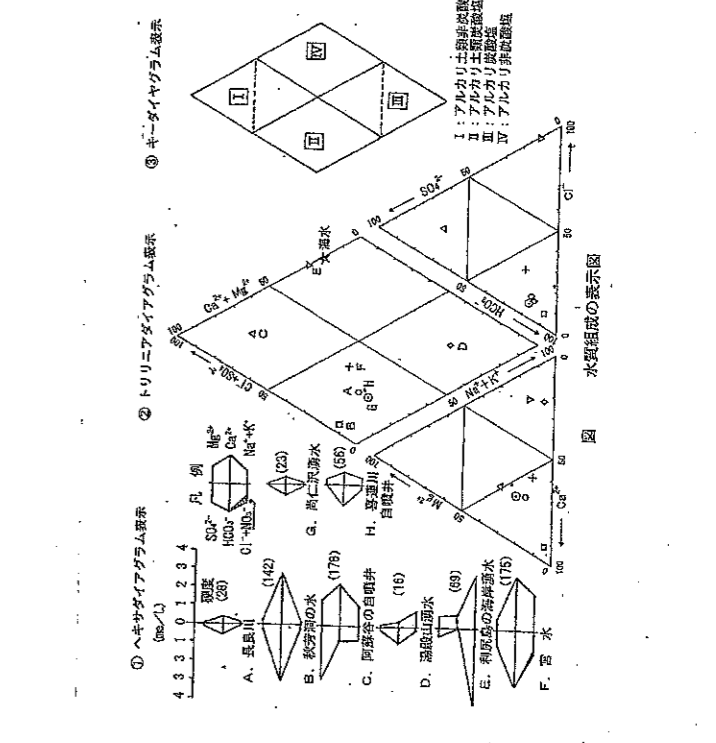


図4 水の組成の模式図