

地下水とはどのようなもの ですか？



Question 1

Answer 山中 勝

1

地下水・湧水のきほん

地下水とはどんな水？

皆さんは「地下水ってどんな水？」と尋ねられたとき、どのように答えるでしょうか。「そんなの簡単！ 地下にある水が地下水」と答えるかもしれません。確かに地下水は地下にある水なのですが、もう少し細かく区分した方が便利です。以下では地下にある様々な水について説明します。

地下水とはどのようなものか

地下にある水には、大きく地下水と土壤水があります。両者の違いを知るためには、水が地下でどのような状態にあるのかを理解する必要がありますので、**図 1-1** で見てください。

地下にある水には、砂・礫^{れき}などの粒子の間を完全に満たしている状態のものと、粒子間に水と空気が含まれている状態のものがあります。前者のような状態の水を地下水、後者の水を土壤水と呼びます。また、この二つの境界面、すなわち地下水の上端面を地下水面といいます。この地下水面は崖などで地表に現れる（地表面と交差する）ことがあります。このような場所では地下水が地表に湧き出す形となり、これを湧水と呼びます（**Q5 参照**）。富士山麓にある有名な白糸の滝（**口絵 1**）はこの一例です。なお、地下水面よりも下の領域は地下水で満たされていますので、飽和帯と呼ばれます。これに対して地下水面より上は不飽和帯や通気帯と呼ばれます。

地下水の“入れ物”としての“地層”

では、地下水面より下にある地下水はすべて汲み上げて利用

井戸にはどのようなものがありますか？



Question 12

Answer 長谷川 智史

2

井戸による地下水の利用

いろいろな用途の井戸

井戸は地下水など地下にある流体を採取するために地面を掘削して作られる構造物であり、その用途によって様々なものがあります¹⁾。

最も一般的なものは水井戸です。この井戸は飲用、工業用、農業用、水産用、消雪用、防火用などの地下水を採取するためのものです。水井戸のほかには、石油や可燃性天然ガスの採取を目的とした油井やガス井があります。これ以外にも地熱発電に使用する地下の高温の蒸気を取り出すための蒸気井や、身近なところでは温泉井も挙げられます。最近ではヒートポンプを用いて地中熱を冷暖房に利用する井戸も注目を集めています（**Q22 参照**）。

特殊な用途のものとしては、地盤沈下防止や地下水保全を目的とした地下水の人工涵養かんようを行うための井戸（注入井または涵養井）も挙げられます。注入井では水を汲み上げるのではなく地下の帯水層へ注水するので、通常の井戸とは逆の使い方となります。

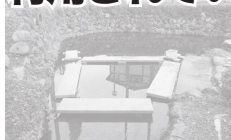
水やガスや熱などの「採取」を目的とした井戸のほかに、「観測」を目的とした観測井かんそくせいも存在します。地盤沈下観測井は、昭和40年代に都市圏を抱える平野部で顕著に進行した地盤沈下への対応として各地に設置されました。多くの場合、地盤沈下を計測する施設で地下水位を併せて観測しています。その井戸の深度としては数十～1000m以上と様々です。地下水位観測井は地下水位とその変動を把握するためのもので、地域の地下水の量（**Q9 参照**）や工事の影響を把握する目的で設置・観

地下水や湧水はどのようなことに 利用されているのですか？

Question 18



利部 慎



地下水利用の現状

日本において地下水は、生活用水（飲料用・調理用・浴用等）、工業用水（飲食品製造業・原料用・洗浄用・冷却用等）、農業用水（農作物栽培用・温調用等）、養魚用水、さらには都市蓄熱（ヒートポンプ・ヒートパイプ等）や、湧水公園等の環境用水といった多様な用途に利用されています。このうち、生活用水・工業用水・農業用水の三つの用途で全体の約85%を占めています。しかし、量的な点から見ると、日本では河川水をはじめとする地表水の利用量が多いため、すべての水使用量に占める地下水の使用量の割合（地下水依存率）は、生活用水で約21%、工業用水で約27%、農業用水では約5%と、地下水よりも地表水の使用量が多いのが実態です¹⁾。また普段、地下水はなかなか目にする事ができない水資源ですので、地下水がどのように利用されているのかをイメージしにくいかもしれません。

ここでは、普段の生活であまり馴染みのない地下水について、その特徴や具体的な利用事例について紹介します。

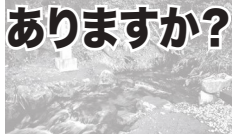
地下水の特徴

地下の地層中をゆっくりと移動してきた地下水は、自然のろ過や浄化作用を受けているため、一般的に河川水や湖沼水に比べてその質は非常に良好です。また、量については、近年の温暖化に伴う異常気象とも言える降水量の大きな変化があると、河川水などの地表水は著しく水量が増加し氾濫が発生したりします。それに対し地下水は、帯水層（地下水で飽和した透水性

3

地下水・湧水の利用と保全

湧水や井戸水が観光名所になっているところはありますか？



Question 28

Answer

島野 安雄

昔の名水・名所

きれいな水のある風景の場所は、我々人間の心身をリラックスさせる効果をもたらすとともに、観光資源としての対象にもなっていて、多くの人々が訪れています。

昔から“名水”に関する記述は多く存在していて、有名なものとしては平安時代中期に清少納言が書いた「枕草子」があり、九つの井泉が紹介されています。その後、江戸時代に入ると、京都の地誌・名所案内書については数多くが刊行されています。その中には「洛陽名所集（1658年）」・「京羽二重（1685年）」・「名所都鳥（1690年）」・「山城名勝志（1711年）」や「都名所図絵（1780年）」などのように、京都市内やその周辺の名水が多く掲載されているものもあります¹⁾。特に“京都の名水”については、「御所三名水」・「西陣五水」・「都七名水」・「伏見七名水」・「北の京九つ井」などのように「三、五、七、九」の数字で括った名水が知られています。

名水百選

環境庁（現・環境省）によって1985年（昭和60年）に「名水百選」が選定され、場所によっては多くの人々が訪れて賑わいを見せています。その後、これに倣い「水の郷百選」や「日本の滝百選」などを始めとして「〇〇百選」がいくつも生まれ、人々を呼び寄せる契機となっています。そして、2008年（平成20年）には新たに「平成の名水百選」として100地点が追加され、合計で200地点になりました（**Q29参照**）。

環境省は名水百選の30周年を記念して選抜総選挙を行って

4

地下水・湧水に関わる観光・信仰・文化

地下水汚染を起こす物質には どのようなものがありますか？



Question 33



中島 誠

地下水汚染を引き起こす可能性のある主な物質

地下水汚染を引き起こす物質には、表 33-1 に示すように、様々なものがあります。

我が国では、地下水汚染に対する対策が必要な項目として、

表 33-1 地下水汚染物質を引き起こす主な物質

区分	主な物質
重金属類	カドミウム, シアン, 鉛, 六価クロム, 砒素, 水銀, アルキル水銀, セレン, ふっ素, ほう素, 銅, マンガン, 亜鉛など
揮発性有機化合物	テトラクロロエチレン, トリクロロエチレン, 1,1-ジクロロエチレン, 1,2-ジクロロエチレン, クロロエチレン, 1,1,1-トリクロロエタン, 1,1,2-トリクロロエタン, 1,2-ジクロロエタン, 四塩化炭素, クロロホルム, ジクロロメタン, 1,3-ジクロロプロペン, ベンゼン, トルエン, エチルベンゼン, キシレン, 1,4-ジオキサンなど
鉱油類	ガソリン, 灯油, 軽油, 重油, 潤滑油など
農薬類	PCB, クロロフェノール類, DDT, HCH (BHC), チウラム, シマジン, チオベンカルブなど
肥料類	無機態窒素 (硝酸性窒素, 亜硝酸性窒素など), 無機態リン, 塩化物, 硫化物, リン酸など
病原性微生物類	チフス菌, パラチフス菌, コレラ菌, 赤痢菌, 大腸菌, ボツリヌス菌, 肝炎ウイルス, ポリオウイルス, 赤痢アメーバ, クリプトストロジウムなど
放射性物質	トリチウム (^3H), 放射性ストロンチウム (^{90}Sr), 放射性ヨウ素 (^{129}I), 放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs), プルトニウム (^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu など), ラドン (^{222}Rn) など

※ 下線は「地下水の水質汚濁に係る環境基準」の基準項目であることを示す(クロムは六価クロムとして、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素は硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素として基準項目となっている)。

地球温暖化が進むと地下水や湧水に影響はあるのですか？

Question 38



宮越 昭暢・谷口 真人

地球温暖化の進行

20世紀半ば以降、地球規模で気温や海水温が大きく上昇しており、地球温暖化が進んでいます。この主な要因は、人間活動による温室効果ガスの増加である可能性が極めて高く、今後も増加が続くと、地球の平均気温はさらに上昇すると予想されています。「国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」の第5次評価報告書では、21世紀末の平均気温は、温室効果ガスの排出量が最も少なく抑えられたシナリオ（仮定）でも0.3～1.7℃、最も多いシナリオでは最大4.8℃上昇すると予測されており、地球温暖化が進むと気候変動や海面上昇などが自然環境や私たちの生活により大きな影響を及ぼす可能性が指摘されています¹⁾。

地下水・湧水への影響

地球温暖化の影響は、水温の上昇などとして湧水を含む地下水に確認されることが国内外の研究で報告されていますが^{2・3)}、環境問題として十分に認識されているとは言えません。これは、河川や湖沼などの地表水と異なり、地下水の変化は直接見えないことや、地下水は地表水よりも格段に滞留時間が長いという特徴により、温暖化の影響が顕在化するまでに長い時間が必要なので、現時点での変化は相対的に小さく目立ちにくいことなどが理由として考えられます。

ただし、今後、さらに地球温暖化が進むと、地下水はこれまで以上に影響を受けるでしょう。量の減少や、水質・水温の変化など、地域によっては水資源として利用することが難しくな

地下水に関する法律には どのようなものがありますか？



Question 45

Answer

千葉 知世

地下水利用の規制

戦後に深刻化した地盤沈下への対策として、工業用の地下水採取を規制する「工業用水法」（1956年）と、建築物用の採取を規制する「建築物用地下水の採取の規制に関する法律」（「ビル用水法」，1962年）が制定されました。

二つを合わせて「用水二法」と呼びます（**Q46参照**）。この呼称に表れているように、いずれも主目的は用水の供給確保であり、規制対象は地盤沈下被害が特に深刻な地域に限定されています。

地下水質の保護に関する法律

地下水の質を保護するための法律としては、水質汚濁防止法（「水濁法」，1970年）があります。水濁法が制定される前は「旧水質二法」（1958年）がありましたが、水域や業種を個別指定して規制する方式であり、公害の未然防止には不十分でした。そのため1970年の「公害国会」で廃止され、代わりにあらゆる「公水」の汚染防止を目的とする水濁法が制定されたのです。水濁法では、1989年の改正において、地下水汚染の監視と結果の公表、有害物質を含む特定地下浸透水の浸透規制、都道府県知事による地下水質の常時監視等が定められました。その後も改正により規制が強化されています。

また、2003年には、工場跡地等の再開発に伴い重金属類や揮発性有機化合物による土壌汚染が顕在化したことを背景に、「土壌汚染対策法」（「土対法」）が制定されました。これらに加え、環境法の最上位に位置する環境基本法（第16条）におい