

JGCA

日本ってどんな国 地下水は大地からの恵み

—ジオドクターからの便り—

柿田川の湧水

(社)全国地質調査業協会連合会

まえがき

どんな生物でも、水がなければ生きていけません。

人体の約60%は水分ですし、植物は約90%が水で占められています。このように命を支えるために重要な水と、私たちは、どう向き合ってゆけばよいのでしょうか？

水は雨として降りそそぎ、地下水や川となつて海に帰ります。

人間は、昔から地下水を利用して生活してきました。水と共にあらしの中で、地下水との付き合い方を考えてゆきましょう。

「日本の地下水は大丈夫かな？ 安全かな？」など、不安がたくさんあると 思います。

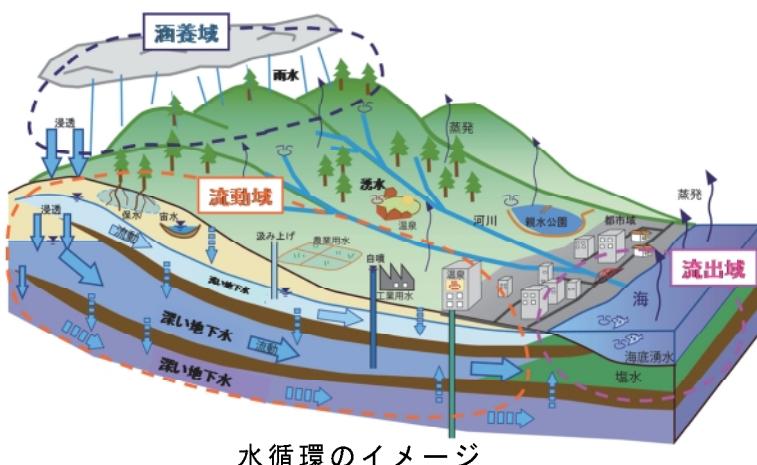
私たち地盤や地下水を調査する仲間は、地下水の性質や量を調べ、皆さん が安心・安全に暮らせるためにがんばっています。そんな私たちの活動を知つて もらうために、この冊子を作成しました。



1. 地下水つて何処から来るの？【巡る地下水】

私たちが何気なく使っている井戸水やわき水などの地下水はいったい何処からやって来て、何処に行くのでしょうか。

水は、その状態を変化させながら、地球上を絶えず循環しています。下の図はそれら水の循環を表したもので、海には周辺の河川などから水が流出して集まります【流出】。海や陸地では、太陽エネルギーなどを受けながら徐々に水分が蒸発し、上空で雲となります。上空で温度が下がると雨水となつて大地に降り注ぎます【涵養】。降った雨水は、川に流れ下つたり、地面から浸み込んで地中を通りながら、そのほとんどが海に向かつて流れていきます【流動】。この地面に浸み込んで地中を流れる水のことを【地下水】と呼んでいます。



2. 地下水の量つてどれくらいあるの？

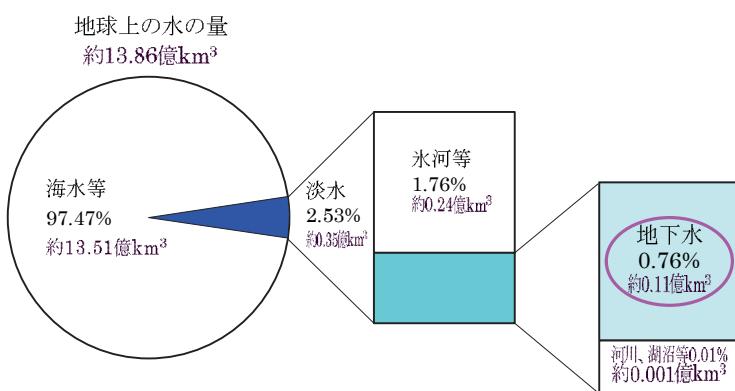
【大切な地下水】

私たちが暮らしている地球上に存在する水の量は、およそ 14 億 km^3 と言われています。

下の図はその水の量を分けて表したものです。そのうち海水はおよそ 97 % を占め、淡水は残りのわずか 3 % 弱にすぎません。淡水の中には氷河などのように凍つて固定されている水も含まれますので、液体としての淡水はその約 30 % しかありません。したがって、河川や湖などを除くと地中に存在する地下水は、全水量のうち、約 1 % しか存在しないとても大切な水です。

次のページに示した上の図は、世界各国の地下水の使用量を表したものです。日本は世界でも地下水の使用量が多いことがわかります。

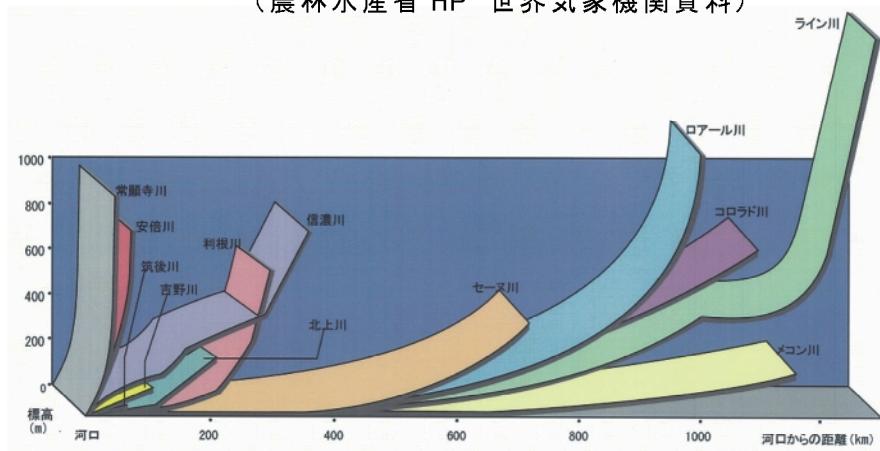
左下の図は、外国と日本の河川の勾配を比較した図です。日本の地形は山が多いので、河川勾配も外国



地球上に存在する水の量の割合
(国土交通省編 平成 20 年版日本の水資源について)

に比べると、とても急です。そのため、山に降った雨水は地形に沿って急速に流れてしまい、地中に浸み込みにくいので、地下水を地中に多く貯めておくことができにくいのです。

このように、地下水は、とても【大切な水】であることがわかると思います。



各国と日本の河川勾配の比較
(国土交通省河川局 HP)

3. 地下水の利用

地下水は昔から、崖や窪地に「きれいなわき水」として流れ出していました。

人類は生活水として、このわき水を利用していました。

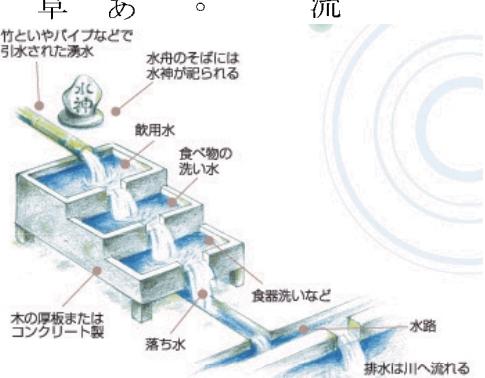
長野県富士見町の井戸尻遺跡周辺では多くのわき水があり、古代人が利用していたと思われます。また、今でも岐阜県郡上市では「水舟」^{みずふね}と呼ばれる方法でわき水を上手に利用しています。

次に利用されたのが「深い地下水」です。東京都多摩地域には、平安時代に作られたと考えられる「まいまいす井戸」が残っています。らせん状に地面を掘り下げ一番下に井戸が掘られています。

次に登場したのが、時代劇でしばしば見かける「つるべ



東京都羽村市のまいまいす井戸
(全地連)



岐阜県郡上市の水舟
(岐阜県 HP)

「井戸」です。つるべ井戸は綱につけた桶を井戸に下ろし引き上げます。このため地下水を汲み上げるのは大変な仕事だったと思われます。

続いて登場したのが手押しポンプです。手押しポンプはわずかな力で連續して地下水を汲み上げることができます。

浅い地下水の次に利用されたのが「深い地下水」です。深い地下水は近代産業の発展とともに利用が始まり、明治後期に機械を使つた深い井戸が掘られました。深い井戸では電動ポンプを運転することにより、大量の地下水を汲み上げができるようになりました。地下水を多量に汲み過ぎたため、一部の地域では地盤が沈下しました。



手押しポンプ井戸
(レインワールド HP)



つるべ井戸
(群馬県みどり市 HP)

●新しい地下水の利用

近年、空気中の二酸化炭素が増えて、地球が温暖化してきています。これは石炭や石油などの化石燃料を燃やして電気を作っていることが原因の一つです。そこで地球温暖化対策の一つとして、地下水を利用して冷房や暖房が行なわれています。

地下水の温度は、一年を通じてあまり変わりません。皆さんも夏に井戸から汲み上げた地下水にさわると冷たく感じ、冬には暖かく感じたことはありませんか。これは、地下水の温度が変化しているのではなく、私たちの周りの気温が変化しているために、このように感じるのです。

この地下水の温度を利用した冷暖房には、井戸ヒートポンプと呼ばれる装置を使います。夏には地中の地下水で冷房をし、冬には地下水で暖房をします。

注【ヒートポンプ】

熱を汲み上げるポンプのこと。自然の熱を集めて、熱エネルギーに転換する仕組みのことです。
てんかん



地下水の温度の感じ方
(地中熱利用促進協会 HP)



地下水の温度を用いた冷暖房
(新エネルギー・産業技術総合開発機構)

●防災時の地下水の利用

1995年に発生した兵庫県南部地震や、2004年に発生した中越地震などでは、多くの水道が被害に合い、飲み水や生活用水に困りました。このような地震の時に水で困らないよう、それぞれの地域では「防災井戸」や「非常用井戸」と言った呼び名で、井戸が整備されています。

防災井戸はいくつかのタイプがあります。一つは、人の力でくみ上げることのできる井戸、もう一つは発電機でポンプを動かすタイプです。人の力でくみ上げる井戸は、一般的な民家などにある井戸が指定されていることがあります。

普通はあまり目立たない存在なので、市役所などのホームページ等で確認しておくことが、いざというときの備えになります。



民家の防災井戸の例
(神奈川県二宮町 HP)

4. 地下水問題を考える

●わき水の枯渇

こかつ

地下水は地面に降った雨や雪が地下にしみ込んで、長い年月をかけて地中を流れています。このために地下水に生じた問題は、使う場所だけで解決できません。地下水の流れてくる地域全体で問題を解決する取り組みが必要になります。

静岡県三島市にある樂寿園らくじゅえんでは、富士山から流れてきた地下水がわき出し「美しい池」がありました。しかし、まわりの工場などでたくさんの地下水を汲み上げたため、わき水が枯れて池は無くなりました。

このように、地下水についての問題を解決するためには、地域の人たちがお互いに協力し、考えてゆく必要があります。

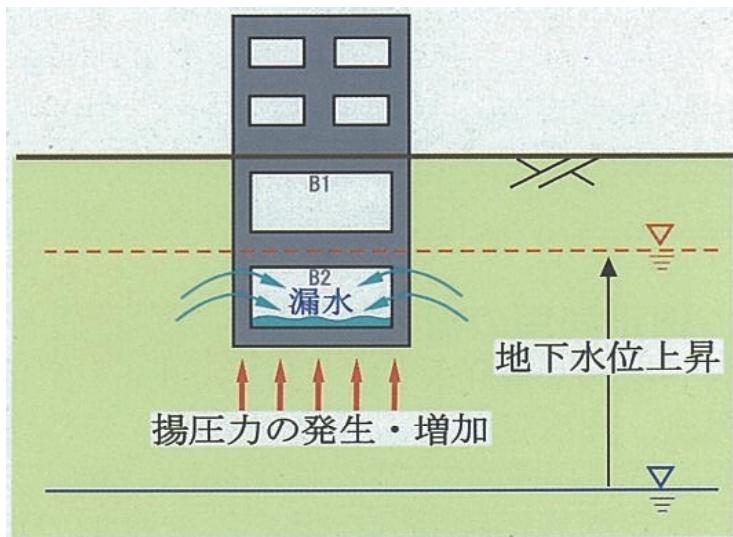


樂寿園のわき水（左：わき水があったとき、右：わき水がなくなったとき）
(静岡県三島市 HP)

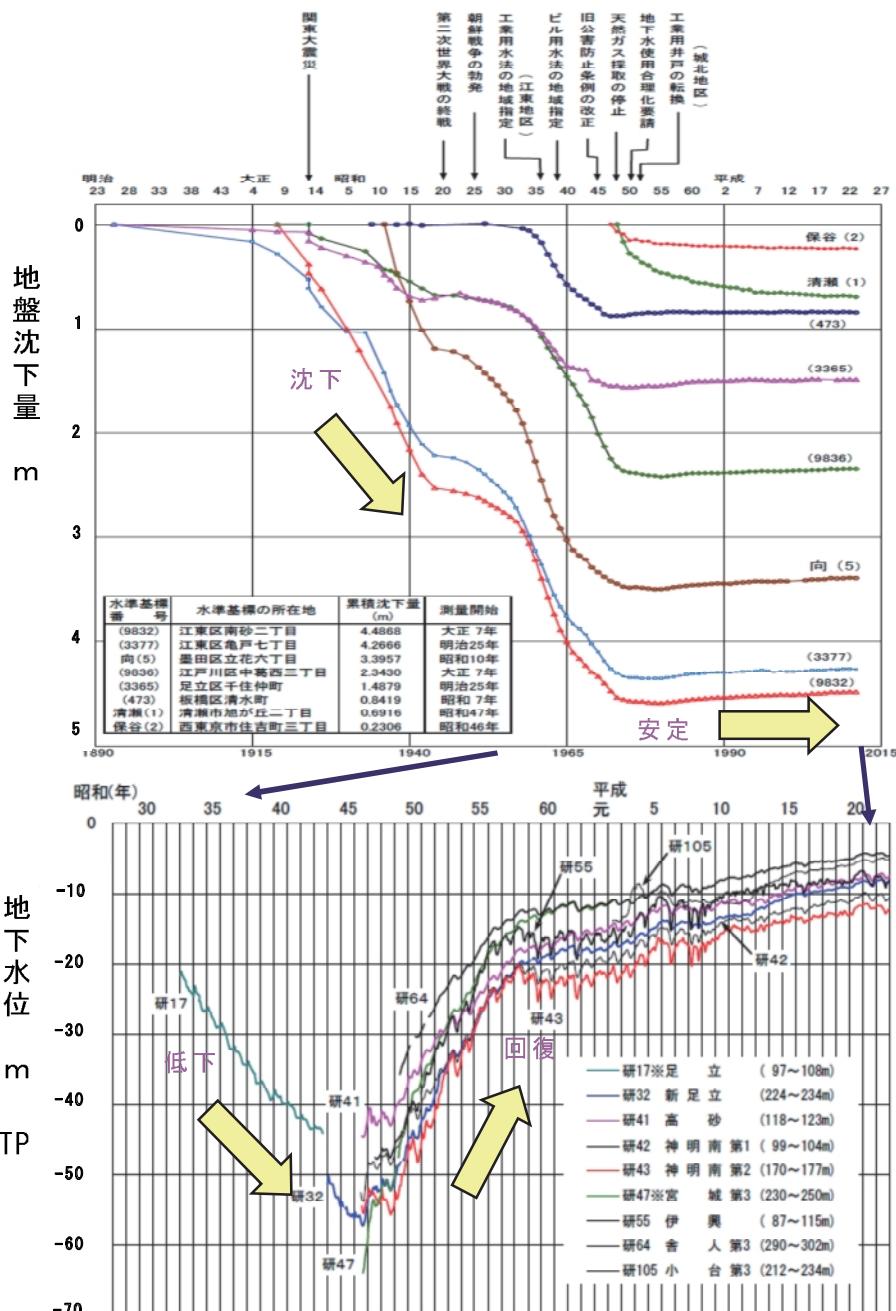
●変化する地下水 【沈む地面・浮き上がる地下構造物】

地下水の水面（地下水位と呼びます）は、雨水などのしみ込みによって、いつも変化しています。次の頁に示した下の図は、地下水水面の変化を示したグラフです。昭和30年代から45年頃までは地下水を大量に汲み上げたので、地下水位が大きく低下し、上の図に示すように地盤が沈下しました。海岸近くでは地盤が海面より低くなり、地下水のくみ上げが規制されました。

その結果、地下水位は回復してきましたが、地下水位の上昇に伴い、地下水位を深い位置で考えて作った地下の駅などでは、下の図に示すように漏水や建物の浮き上がり等の障害が発生し、対策を行っています。



地下水位の回復に伴う障害の例
(共生型地下水技術活用研究会編)



地下水位の経年変化と地盤沈下(東京下町)
(東京都土木技術・人材育成センターHP)

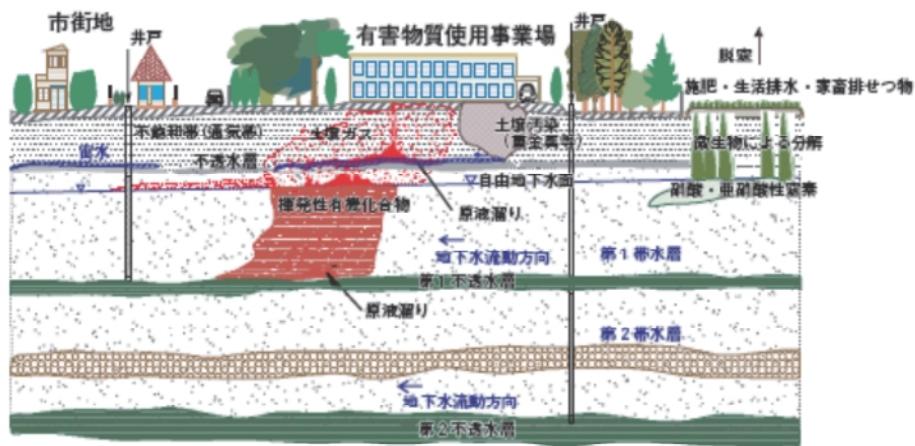
●汚染された地下水

おせん

最近、電気機器工場やクリーニング工場などが原因で、地下水が汚されることがあります。これを地下水汚染と呼びます。汚染された地下水は、流れの下流側に広がります。このために下流で地下水を利用していると健康に被害が出ることがあります。

2003年には、茨城県神栖町（現神栖市）でヒ素による地下水汚染が発生しました。

地下水汚染は、私たちが知らない間に発生していることが多いようです。いつたん地下水を汚染すると、地下水をきれいにするためには多くの時間と費用がかかります。このために、地下水を汚さないようにみんなで注意しましょう。



地下水汚染のがいよう図

柳井1989を基に作成

5. 地下水はどうやって調べるの？

地下水の調査といつてもいろいろな方法があります。

ここでは、どのような問題があるのか？そのためには何を調べたらよいのかをまとめてみます。

(1) ミネラルウォーターを開発してみますか！

調査は、次の方法で進めます。

① 井戸を掘って地下水を汲んでも問題がないか、地下水の水質は安全か、水の量はたくさんあるなど、資料を調べて候補地を探します。

② 候補地が決まつたら、試験的に掘つて、井戸を作つたときの水量と水質を確かめます。

③ 水量・水質ともに合格であれば、ミネラルウォーターとして販売できるかもしれません。



井戸掘り

(2) 井戸水を飲んでいるが、安全だろうか

地下水の汚染が心配されたら、保健所などに相談して、水質分析（水道法 51 項目）を頼んでみましょう。基準値に合格していれば問題ありませんが、基準値をオーバーするような項目が見つかれば次のような対策が必要です。

① 井戸水の飲用をやめ、水道水に切り替えます。

② 井戸水を浄化して、飲用に適する水質に改善します。

③ 水質を悪化させているもと（汚染源）を探して、汚染が地下水に及ばないように対策工事を行います。



水質分析

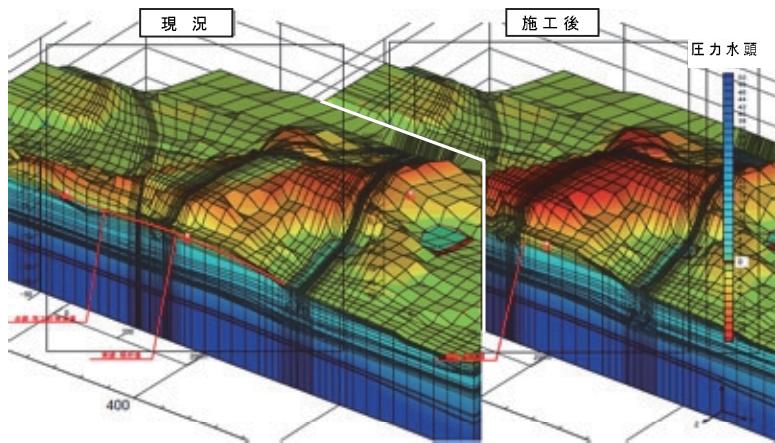
(3) 工事の影響でわき水や井戸に影響が生じないか
トンネルなどの掘削工事によって、わき水、井戸、川
などの水が無くなることがあります。工事の影響を調べ
るために、次のような調査をします。

① 地形や地層の状況（厚さ・傾き・連続性など）と、
水の利用状況（農業用水、工業用水、飲料水）か
ら、おおよその影響を予想します。

② 問題となる地域で、地質調査（ボーリング・透水試
験など）、地下水位調査、表流水流量調査、水質
調査、動植物調査などを行い、地下水の現状を調
べます。

③ その結果をもとに、地下水シミュレーションを行い、
工事による地下水への影響を調べます。

調査結果をもとに対策を行い、工事中も調査や観測を続けて実際の影響を調べます。



地下水調査の方法

調査の対象	調査項目	調査内容
地下水の入れ物	現地調査	地表の地形・地質を調べる
	機械ボーリング	地表から穴を掘り地下の状況を調べる 粘土・砂・砂利・岩盤?
	物理探査	地層の分布状態を調べる
	透水試験	水の流れやすさを調べる
地下水の量	揚水試験	地下水をくみ上げて出る水量を調べる
	地表水流量観測	沢水や河川水の水量を調べる
	地下水位観測	地下水位の高さを調べる
	気象調査	雨の量や気温を調べる
地下水の質	水質分析	飲める水か調べる 温泉として利用できるか調べる 地下水の起源を調べる
地下水利用	水利用実態調査	飲料水、農業用水、工業用水、観光資源などに利用されているかを調べる
影響予測	地下水シミュレーション	地下水の量・質の変化を調べる

このような地盤や地下水の調査を行っている全国の仲間は、様々な調査技術を使って、安心して暮らせる日本を作るために頑張っています。



写真上右：井戸調査

写真上左：河川調査

写真下：揚水試験

付・地下水の流れをみてみよう

地下水は、流域をゆづくりと循環しているみんなの「共有財産」です。地下水のことをよく知つて、適切に管理し、涵養しながら利用できるようになることが「育水」です。このように地下水と共に共生しながら、環境にやさしい持続可能な地下水の保全と利用を心がけましょう。



地下水模型（ジオラマ）の作り方

■材料

アクリル箱、水性粘土（写真の灰色の層）、色砂（写真の青色と黄色の層）、砂利、パイプ（太3本、細1本）、ほか。

■作り方

- ① 地層断面図を描く。断面図に従ってアクリル箱をのこぎりなどでカットする。
- ② 底に砂利を敷き、粘土と砂を交互に、しっかり押さえながら敷き詰める。
- ③ この際、粘土はカッターなどで適度な厚さと大きさにカットしながら敷き詰める。粘土層と砂層・砂利層との間はサランラップなどで仕切ると作業しやすい。2つ砂層と砂利層へ水を注入するためのパイプ（太）を山側奥に対象の砂層や砂利層まで届くように埋め込む。
- ④ 井戸用のパイプ（細）を先端が砂層に届くよう埋め込む。
- ⑤ 地表面に池や小川を作る。
- ⑥ 地表は水性絵具などで着色する。
- ⑦ 山に埋めたパイプに水を流して、「わき水や井戸」を観察して下さい。

（制作：共生型地下水技術活用研究会）