



市内の湧き水の滞留時間について調べていきます

名古屋市内の湧き水

名古屋市が2004年度に行った調査では、市内東部の丘陵地を中心に、152か所の湧き水が確認されています。しかし、湧水量は「しみ出し」程度のものが多く以前よりも減っているとの声が多く聞かれます。これは、ここ数十年間に進んだ市街化、宅地化によって雨水が地面に浸透しにくくなり、湧き水のもととなる地下水の量が減った結果だと考えられます。

名古屋市が2007年に策定した「なごや水の環復活プラン」、及びこれを継承して2009年に策定した「水の環復活2050なごや戦略」では、損なわれた水循環★¹を復活させることを目指しています。その施策のひとつとして、湿地・湧き水の涵養域★²を保全することが挙げられており、そのために湧き水の調査が実施されています。

現状では、市民のみなさまの協力を得て2007年より、「湧き水モニタリング」として市内10か所で、湧き水の水量・水質について簡易な調査をしています。しかし、湧き水の涵養域を保全するための施策を立案するには、湧き水についてより詳しく知る必要があります。

湧き水を復活させるための施策と必要な情報

湧き水の涵養域を保全するには、涵養域と推定される地域で、雨水をできるだけ地面に浸透させる必要があります。

具体的には、今ある緑地を保全したり、すでに舗装されている部分を雨水が浸透できる状態(透水性舗装など)にしたりすることです。

これらの施策を行ったとして、その効果を検証するには、滞留時間(雨水が土壌にしみこんでから、湧き出るまでの時間)が経過するまで待たなくてはなりません。

例えば、上記のような施策を始めて10年たっても一向に水量が変化しない(あるいは減少し続ける)湧き水があったとします。その湧き水の滞留時間を調べたら10年よりも短かったとなれば、これまでの施策では不十分だということになり、別の方法を考えなくてはなりません。もし、滞留時間が20年程度だと判明した場合には、「あと10年程度は様子を見ましょう」と判断することができます。つまり、施策の効果を評価するには、湧き水の滞留時間を知る必要があります。

湧き水の滞留時間を調べる方法

湧き水の滞留時間を調べる方法のひとつとして、トレーサーを用いる方法があります。

例えば今日降った雨水に、大量の赤い絵の具を溶かして地面にしみ込ませたとします。その後、湧き水の観察を続け、赤い水が何年後に湧き出してくるのかを知ることができれば、それがその湧き水の滞留時間ということになります(図1)。

この例で、「目印」として溶かした赤い絵の具に相当するものを、「トレーサー」といいます。

しかし、環境への影響が大きすぎて、実際に雨水に大量の絵の具を溶かすことはできません。また、仮に環境に無害で

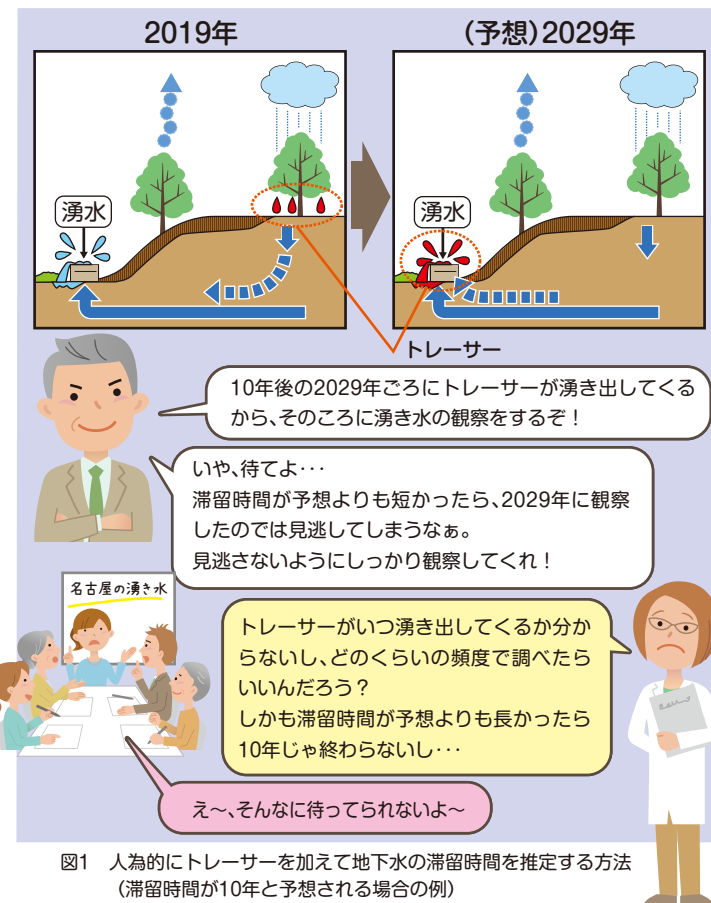


図1 人為的にトレーサーを加えて地下水の滞留時間を推定する方法 (滞留時間が10年と予想される場合の例)

目印にできる物質があったとしても、その物質を今日の雨水に溶かしてから目印が湧き出すまで、何年、あるいは何十年という長期にわたり観測を続けなければならない、途方もない時間と労力がかかります。

そこで近年、この分野の調査で使われるようになってきたトレーサーのひとつに、六フッ化硫黄★³ (SF₆)という気体があります。SF₆は大気中にわずかに含まれていて、水と接すると一定の比率で水に溶け込みます。したがって、雨水が地下水となる時には、大気中の濃度に比例した濃度のSF₆を溶かし込んでいます。地中を流れている間は大気とは接しないので、「地下水となった時」のSF₆濃度が保たれます。やがて地表に湧き出したとき、その湧き水に含まれるSF₆の濃度を測定すれば、源となる雨水が降ったときの大気中のSF₆の濃度を知ることができます。

近年、大気中のSF₆の濃度は増加しています(図2)。過去には、現在とは違う濃度で大気中に存在していたので、その濃度差を、天然のトレーサーとして利用することができます。つまり、人為的にトレーサーを加えなくても、湧き水を分析して「地下水となった時」の大気中のSF₆濃度を求めれば、公開されている過去の観測結果と照らし合わせることで、いつ降った雨が湧き出しているのかが分かります(図3)。

環境科学調査センターでは、この手法を用いて、市内の湧き水の滞留時間を推定することを目指しています。大気中のSF₆の濃度は、近年増加しているとは言っても10ppt★⁴程度(1滴の液体を50mプールに薄めたくらい)しかなく、湧き水に含まれる量もごくわずかです。そのため、一般的な分析機器(ガスクロマトグラフ)で測定するには、水試料から抽出し、十分に濃縮してから分析機器に導入するしくみが必要です。現在、他の研究事例を参考にしながら、今ある機器で測定できる濃度にまで抽出・濃縮するしくみを探っているところです。

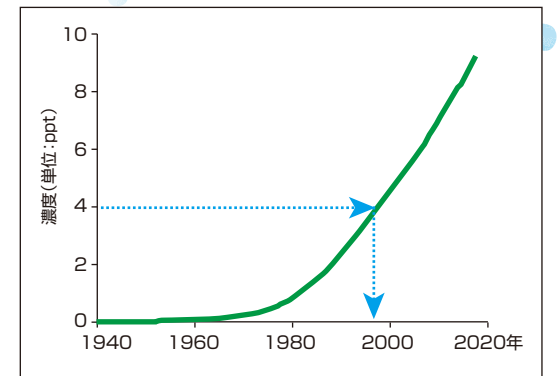


図2 大気中のSF₆の濃度の変化
USGS (United States Geological Survey)が公開するデータに基づき作成

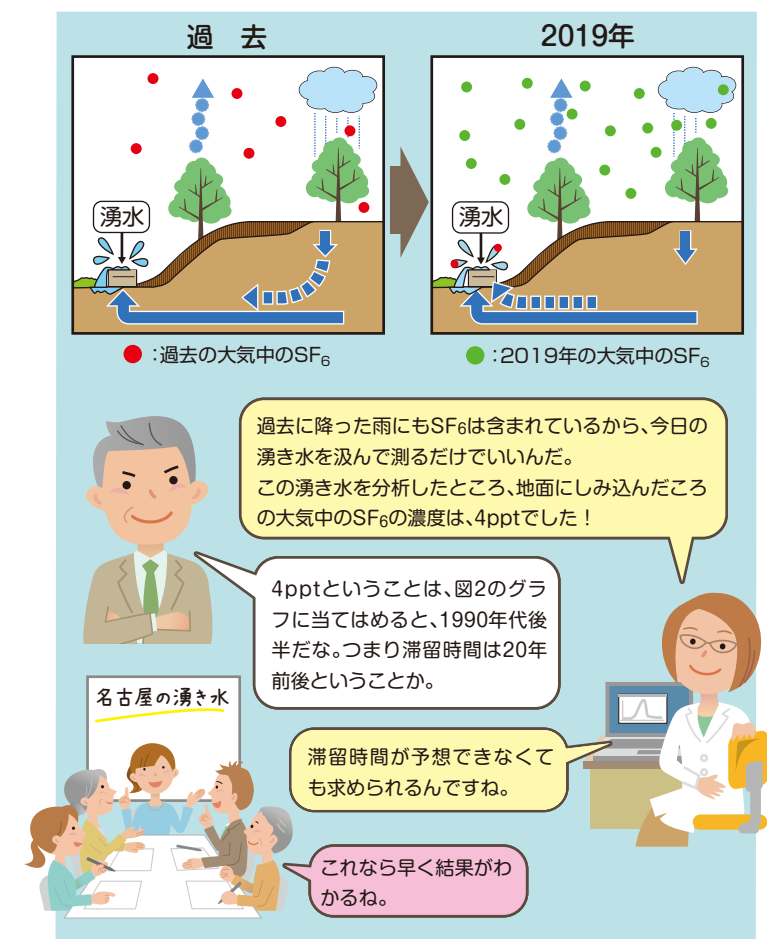


図3 SF₆をトレーサーとして地下水の滞留時間を推定する方法

★1 水循環

(「水の環復活2050なごや戦略」における定義)

地上に降り注いだ雨や雪は、一部は蒸発し、また一部は地中に浸透します。浸透しきれない分は、地表から河川に流れ、海に注ぎます。

地中に浸透した水は、一部は地表面や植物の葉からの蒸発散により再び大気に還り、また一部は地下水の流れとなり、ゆっくりと河川や海へと至り、やがて再び湧き出します。このように、水が気体・液体・固体と姿を変えながら地球をぐるぐるめぐることが「水循環」といいます。

★2 涵養域

湧き水やそのもとになる地下水の流れがあるとき、その源となる雨が地面にしみこむ区域のこと。

★3 六フッ化硫黄

分子式SF₆で表される無色・無臭の気体で、天然にもわずかながら存在しますが、主な起源は人為的な合成によるものです。絶縁性がよいので、遮断器や開閉器(スイッチの大きなもの)などに封入されています。大気中の濃度は、1960年ごろまではほぼゼロでしたが、環境中ではほとんど分解されないため、生産量が伸びた1970年代以降、増加し続けています。人体には無害ですが温室効果ガスの一種であり、近年は機器の廃棄時に回収することが奨励されています。

★4 ppt

parts per trillionの略で、「一兆分の一」の割合を表す単位。 1 ppt = 0.000001 ppm = 0.0000000001 %