

土壌から流出するイオン成分

慶應義塾高等学校 2 年

選択 SS (地質) 履修 R.A J.S

概要

横浜市港北区日吉周辺の地層を採取して水を流し、土壌からイオンが流れ出す様子を実験で確かめたところ、関東ローム層からは他層の 10 倍もの量のイオンが流出し、 Ca^{2+} と Mg^{2+} が特徴的だった。また、表層の腐植土からは硫酸イオンが非常に多く流れ出した。実験の結果と実際の湧水の成分には似ている点も多いが完全に一致したわけではなく、さらなる検証が必要である。雨水中にもいくらかイオンが溶け込んでいるが、湧水は雨水に対して Mg^{2+} や Ca^{2+} が特に多く、関東ロームからイオンが豊富に溶け出していることが確かめられた。

はじめに

水が土壌中を通過すると、イオンが土壌中から流出したり逆にろ過されたりして、さまざまな成分を含む地下水（ミネラルウォーター）となる。ここでは、土壌中を通過する水に溶け出すイオンの種類と割合を実験で調べる。

方法

1. 試料となる土を採取し、十分に砕いて、約 500cc の量をペットボトルに詰める。
2. これに純水約 200cc を透過させ、回収した水をイオンクロマトグラフィーで分析する。

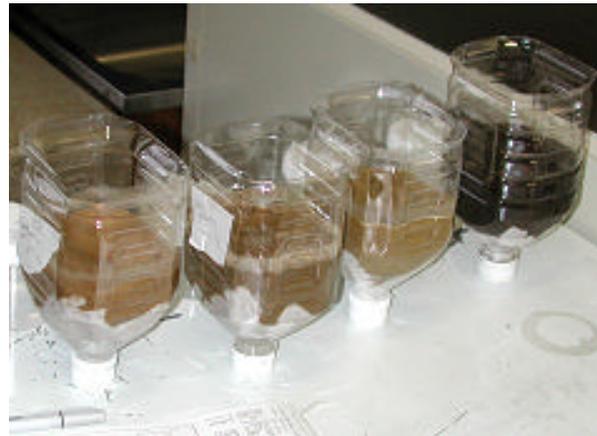


図 1 イオンクロマトグラフィー (IA-200) 図 2 土を切断したペットボトルに詰めたところ

場所

次ページに、土を採取した地層の場所を示す。地層は上から順に

1. 表層（竹林の腐植土） 2. 関東ローム層 3. 砂泥層 4. 固結粘土層と配列している。同一場所から4つの土を採取することはできなかった。



図3 地層と湧水の採取地

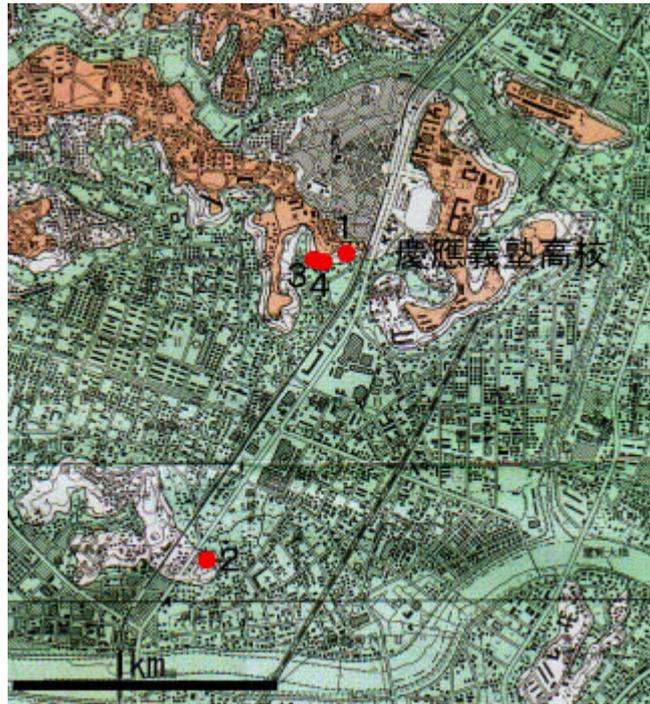


図4 国土地理院

「都市圏活断層図 1:25000 東京西南部」に加筆
 橙色：上位段丘面、無色：斜面、緑色：沖積低地

結果

陽イオン

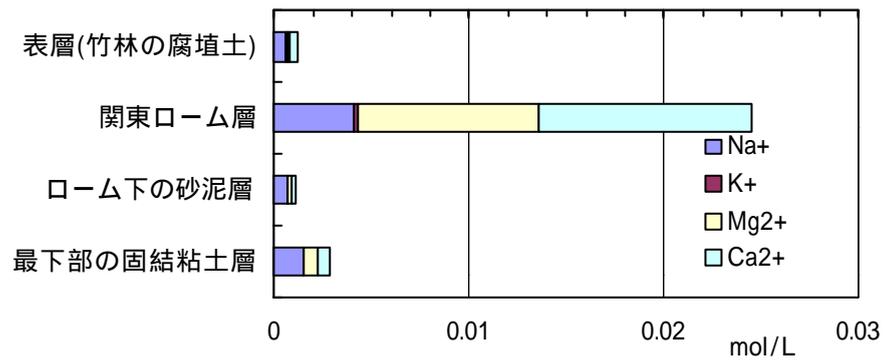


図5

陰イオン

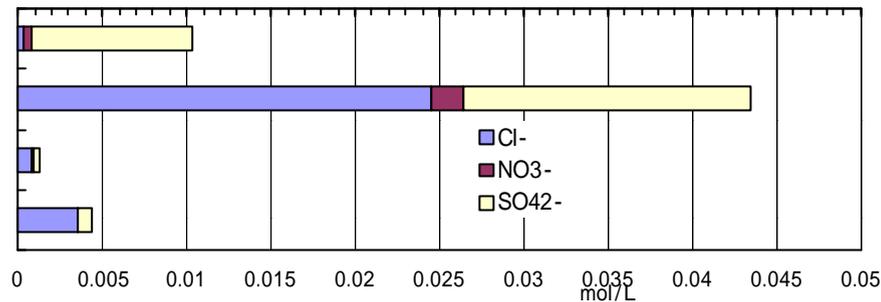


図 6

考察

1. 表層の土壌から SO_4^{2-} がなぜ顕著に出るか？

表層の腐植土には生物に由来する有機物質（生物遺骸、糞尿など）が大量に含まれるため、土を砕くことによって水の中に流出し易くなったことが考えられる。ただし SO_4^{2-} だけが顕著に多いのは、この説明では不十分である。あるいは大気汚染物質（硫黄化合物）を含んだ酸性雨が降り、それが土壌へ浸透し今回の実験で検出されたのではないだろうか。

2. 関東ロームからはなぜ他の 10 倍ものイオンが流出するか？

ロームとは火山灰層が風化して粘土化したものである。このとき、イオンが地下水に流出しやすくなるのではないだろうか。特に今回は固まっていたロームを砕いて実験したため、イオンが出やすくなったのではないだろうか。

ロームから流出するイオンを見ると、 Mg^{2+} と Ca^{2+} が多いのが特徴的である。関東ロームにはこれらのイオンを流出しやすい鉱物が含まれていると考えられる。関東ロームに含まれる鉱物のうち、普通輝石は Mg^{2+} と Ca^{2+} を、紫蘇輝石は Mg^{2+} を含み、斜長石は Ca^{2+} を含む。これらが陽イオンを供給していると考えられる。

3. 雨水や湧水との比較

地下水は雨水が地下を浸透する間に、地盤を形成する土壌や岩石からさまざまなイオン成分を溶かし出したり、逆にろ過されたりしたものである。今回、雨水と 2ヶ所の湧水を比較すると、湧水はもとの雨水に比べてはるかに多くの成分を溶かし込んでいることがわかる。すなわち、雨水が土壌に染み込むと、ろ過されるよりも水に溶け出るイオンの方がはるかに多いことがわかる。

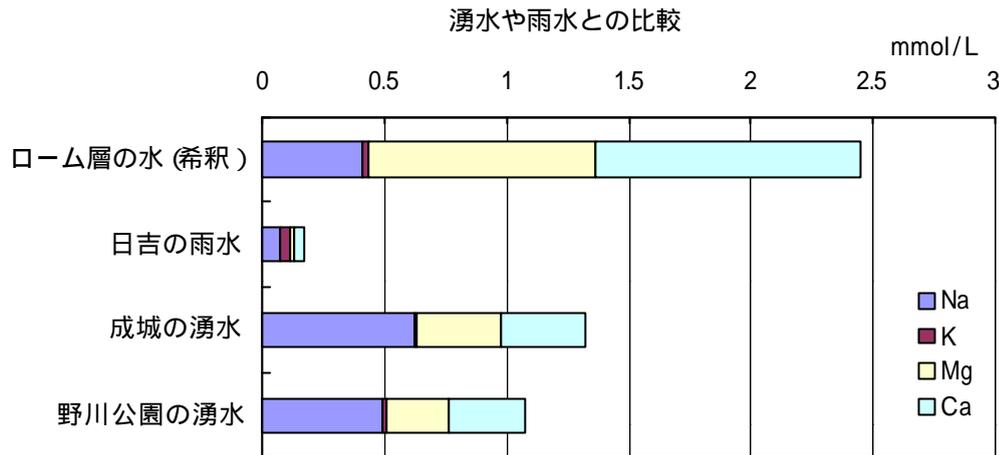


図 7

今回実験的手法で測定した「ローム層の土から染み出した水」には、 Mg^{2+} と Ca^{2+} が特徴的に多く含まれている。武蔵野台地の崖から染み出す 2 ヶ所の湧水の水も、武蔵野台地上に厚く積もっているローム層の影響を受け、 Mg^{2+} と Ca^{2+} の割合が多くなっている。つまりローム層は、地下水に Mg^{2+} と Ca^{2+} を供給する層ということができる。

関東ローム層はほぼ箱根火山の火山灰層が風化したもので、輝石という鉱物を含む。輝石は理想的な化学式が $(Mg \cdot Fe \cdot Ca)SiO_3$ であり、以下のように風化して Mg^{2+} (Fe^{2+} や Ca^{2+}) を放出する。



今回比較に用いた 2 ヶ所の湧水は、どちらも日吉のある下末吉台地ではなく、多摩川の北側にある武蔵野台地の地下を通過している（地図参照）。ローム層が厚く覆うという点では共通するが、今回の実験では、ロームから出るイオンの割合と湧水のイオンの割合には少し違いが見られた。場所の違いが影響したのかもしれない。あるいは、野外で地層からイオンが溶け出す過程は実験とは異なるのかもしれない。

まとめ

横浜市港北区日吉周辺の地層を採取して水を流し、土壌からイオンが流れ出す様子を実験で確かめたところ、関東ローム層からは他層の 10 倍もの量のイオンが流出し、 Ca^{2+} と Mg^{2+} が特徴的だった。また、表層の腐植土からは硫酸イオンが非常に多く流れ出した。実験の結果と実際の湧水の成分には似ている点も多いが完全に一致したわけではなく、さらなる検証が必要である。雨水中にもいくらかイオンが溶け込んでいるが、湧水は雨水に対して Mg^{2+} や Ca^{2+} が特に多く、関東ロームからイオンが豊富に溶け出していることが確かめられた。