

★なごや環境大学共育講座 B38 として名古屋の大地（地質）を見に行くことになりました。9月12日現在で、定員を満す応募者がみえたため募集を停止しております。応募された方には、10月初めに事前のご案内を差し上げる予定です。

## 大地をつくるもの 6 土壌と粘土と吸着

水は重力に従って低い方へ（海に向かって）流れていきます。土壌は農業と密接な関係を持って研究されてきました。施肥（肥料をまく）しても、そのまま流れ去ってしまっては意味がありません。ところが土壌には植物の栄養分（陽イオンが多い）をとどめておく働きがあります。

土壌は、土壌粒子（砂や粘土）、水、空気からできています（図1）が、栄養分を土壌中に引き留めておく働きを主にするのは粘土と腐植です。とくに粘土はマイナスの電気を帯びていることが多く、その電荷と反対の符号を持つ  $\text{Ca}^{2+}$  や  $\text{K}^{+}$  などのイオン（栄養分）を引き付けてくれます。これらのイオンをくっつけた（吸着した）粘土鉱物が、他のイオンを含む地下水と接触すると、吸着していたイオンと地下水に含まれる別の種類のイオンとの間で交換が瞬時に起こります。この現象をイオン交換と呼んでいます。

なぜ、粘土は多くの場合、マイナスの電気を帯びているのでしょうか。粘土は「ケイ素の四面体シート」と「アルミニウムの八面体シート」が組み合わさってできています（図2）。通常（理論的に）は、+と-が組み合わさって電気的には中性になっていますが、ケイ素の四面体シートの一部の  $\text{Si}^{4+}$  が  $\text{Al}^{3+}$  などと置き換わっています。また、「アルミニウムの八面体シート」の  $\text{Al}^{3+}$  が  $\text{Mg}^{2+}$  などと置き換わることも起こっています。このような置き代わりによって、+の電荷が一つ減りますので、-の性質を帯びるのです。粘土分が多いことは栄養分の吸着が多いことになり、よい土だといわれる理由です。

腐植はアルミニウムや鉄と結合し、微生物による分解を受けにくいのですが、アルミニウムが分離すると、微生物によって分解が起こります。腐植の場合は粘土としくみは違いますが、 $\text{COO}^-$  を持つため、やはりマイナスの電気を帯びています。この-を帯びたイオンに栄養分である  $\text{Ca}^{2+}$  や  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^{+}$  などの陽イオンがくっついて土中に保持してくれるのです。くつき易さは養分の種類によって異なっており、1価の陽イオン  $\text{K}^{+}$  よりも2価の陽イオン  $\text{Ca}^{2+}$  や  $\text{Mg}^{2+}$  の方が強く保持されます。

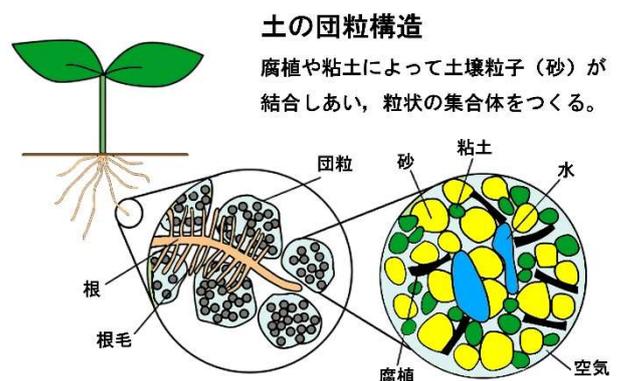


図1 土の団粒構造

(webの図を改変)

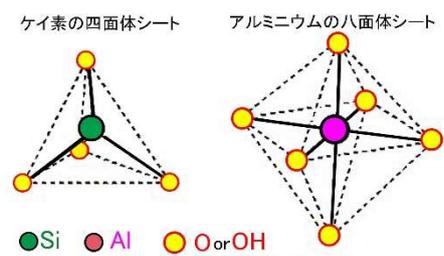


図2 粘土のSiシートとAlシート

(webの図を改変)

根は土壌から水分や養分を吸収する一方で、炭水化物、アミノ酸、有機酸（酸性の有機化合物で多くの種類があります）、酵素など植物体内に合成された様々な有機物質を土壌にも放出します。根から放出した有機酸類は根酸と呼ばれ、根の周囲を酸性化し、そのままでは取り込めない鉄分などを溶かして吸収しやすくしたり、また、野菜にとって有害なアルミニウムイオンの毒性を弱めるなどの働きがあるようです。このように植物に吸収できる状態に変えられることによって、陽イオン（栄養分）を根から吸収して植物は成長していきます。根が吸収できるのはイオンの形の養分ですが、土壌中の水分に含まれる養分元素のイオン濃度が、植物の根の細胞内の濃度より遥かに低いため、細胞膜（半透膜）を通過して根の中に移動できません。そのため、このイオン（養分）を選択的に取り込むためにイオンチャネル（ion channel）などの装置やイオン輸送タンパク質などが必要です。植物体内（根）に入った水分や養分の移動は葉からの蒸散が必要です。

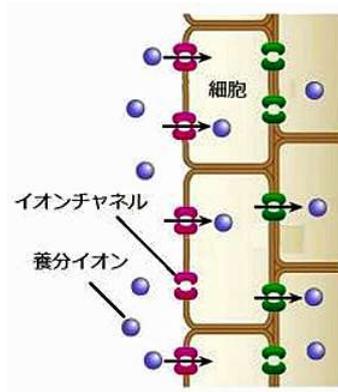


図3 根のイオンチャネル  
(webの図を改変)

日本のジオサイト3 静岡県焼津市浜当目 はまとうめ 枕状溶岩 まくらじょうようがん pillow lava



図4 静岡県焼津市浜当目の枕状溶岩

マグマと溶岩という似た言葉がありますが、その違いがおわかりになりますか？ マグマは地球内部にあるもので、溶岩は地表に出たものを言います。マグマは、地球内部の物質が融けたもので、冷却すると鉱物（岩石）になる成分や水分、ガス成分などが混ざった状態のものです。マグマが地表に出る（噴火する）と、水蒸気やガスの多くは空気中に散らばり（噴火の原動力です）、残りの溶けた物質が地表を流れていきます。この地表を流れるものを溶岩と言います。つまり、溶岩はマグマの一部といえます。ハワイ諸島では、現在はハワイ島の南東部で噴出しています。そこでは海に流れ込む溶岩を観光として見るすることができます。溶岩は空気に触れるとすぐ固化しますので、地表面ではすぐ固まって黒い岩石になることが多いです。しかし、内部は融けた状態で、化学成分にもよりますが、ハワイでは粘性が低く川のように流れます。ハワイ島では、噴火口から海岸までの溶岩流は表面がすぐに固化するため、日中は赤く流れる溶岩はほとんど見られませんが、海に流れ込むところでは、溶岩流の



図5 双眼鏡で見た溶岩が海に流れ込むところ  
 裂け目から出る真っ赤な溶岩がみられます（図5）。レンタカーで一人ドライブの旅行は、時間を気にしなくて済むというありがたみを感じました（左ハンドルは今も苦手ですが）。

海に流れ込んだ溶岩はどのように冷え固まるのでしょうか？ その様子がハワイ沖の海中で最初に観察されました。溶岩は太いパイプ状に海水中を流れ、その表面はすぐに固まります。ところ内部は柔らかいままなので、いったん固まったパイプ状の先端が、裂けた状態で中から溶岩が流れ出します。ところが表面はすぐ固まり、先端が丸くなったパイプ状になります。さらに溶岩が流れてくるところでは、再びパイプの先端が裂けて溶岩が流れ出ることが繰り返されます。そのパイプ状の先端方向から眺めると断面が枕を積み重ねたような不規則な形をしたものが見られ、これを枕状溶岩と言います。つまり、溶岩が水中（海）で固まったことを示すものです。日本各地で見られ、その一つが静岡県焼津市浜当日という海岸で見られます（図4）。大きな崖がすべて枕状溶岩からできており、写真（図4）の右側が海で、富士山がきれいにみられます。ご希望があればこの会で出かけてもいいですね。このすぐ北に<sup>おおくずれ</sup>大崩海岸という風化しやすい玄武岩類（アルカリ玄武岩など）からできたところがあります。北海道根室市にある花咲灯台の下の海岸に露出する「<sup>ねむろくろまいし</sup>根室車石」は有名で国の天然記念物になっています。ハワイ島にある火山博物館では、海中に枕状溶岩ができていく様子を映したCDを売っていたので購入してきました。

\*ピロー：pillow：枕

ローブ：lobe:溶岩が流れ出した先端部付近の袋状、舌状の構造

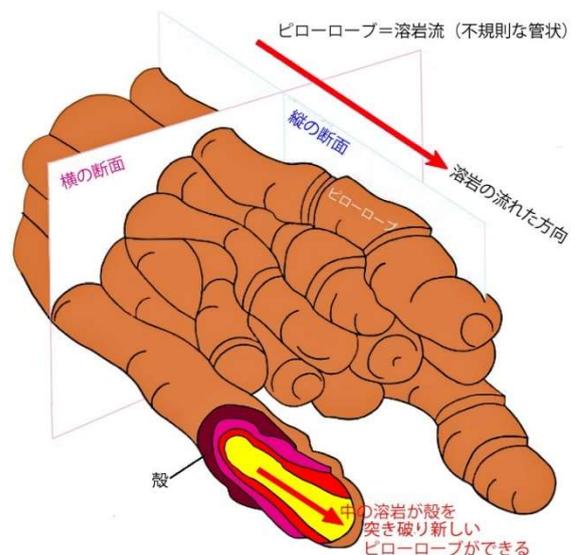


図6 枕状溶岩の流れた様子  
 (フォッサマグナパークのパンフを改変)