

岩石の密度から，地球を構成する物質の理解を深めます

岩石の密度を調べよう(発展)

物質には密度や融点など固有の性質があり，これを調べることで物質を特定することができます。地球全体の密度は，いろいろな方法で求めることができ，結果は $5.5\text{g}/\text{cm}^3$ です。これは岩石と金属(鉄など)の中間の値です。地球型惑星の体積の約80%を占めるマントルは，上部がかんらん岩で構成されていると考えられており，このマントルの中で起こる大規模な運動が地震や火山活動，造山運動などを引き起こす原動力となっていると考えられています。ここでは，「第1分野(2)身の回りの物質 ア物質のすがた」に関連して，代表的な火成岩とかんらん岩の密度を求め，単位を含めた密度に対する理解とともに，火成岩及び地球の内部を構成する物質についての理解を深めます。さらに，「(6)地球と宇宙」の惑星の特徴(地球型惑星)へと発展させることが大切です。

1 準備

実験用岩石(花こう岩，はんれい岩，かんらん岩)，密度測定用金属(アルミニウム，銅，鉄)，ポリ容器，ばねはかり，電子天秤，たこ糸，スタンド



図1 マントルのかんらん岩

2 密度の測定

- (1) 岩石試料，金属試料にたこ糸をつけ，質量を測定する。
- (2) 体積の測定は，試料が押しつけた水の体積をメスシリンダー等で測定することが多いが，この方法は誤差が大きい。そこで，浮力を測定することで体積を求める。
A：スタンドに固定したばねはかりに岩石試料を取り付け，ポリ容器の中の水に沈めて重さの変化を測定する(図2，3)。
B：スタンドに岩石試料を取り付け，電子天秤の上に置いたポリ容器の中の水に沈めて重さの変化(浮力の大きさ)を測定する(図4)。
A，Bいずれの場合も，岩石の重さの減少量は浮力の大きさに等しく，浮力の大きさ(岩石が押しつけた水の重さ)から岩石の体積(岩石が押しつけた水の体積)が分かる。
- (3) 質量と体積から，岩石の密度を求める(表1)。



図2 体積の簡単測定

体積は重さの変化で測定できる。浮力の原理を用いると正確・簡単である。

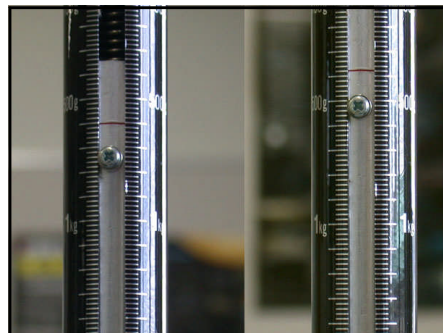


図3 浮力による重さの変化

600 g から380 g へ220 g 減少した。これから体積は 220cm^3 となる。

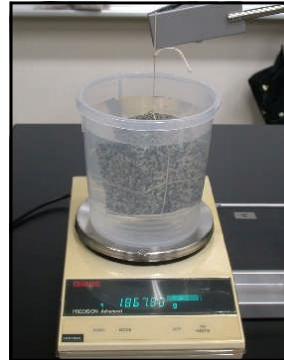


図4 体積の精密測定
電子天秤を用いると、岩石の体積を簡単かつ精密に測定できる。

【結果】

表1 電子天秤での測定結果

花こう岩	質量874 g	体積328cm ³	密度2.66g/cm ³
はんれい岩	質量813 g	体積270cm ³	密度3.01g/cm ³
かんらん岩	質量897 g	体積273cm ³	密度3.29g/cm ³
アルミニウム	質量72.9 g	体積27.0cm ³	密度2.70g/cm ³
鉄	質量31.7 g	体積4.07cm ³	密度7.79g/cm ³
銅	質量243 g	体積27.2cm ³	密度8.93g/cm ³

【考察】

地球の平均密度5.5 g/cm³と地殻をつくる岩石の密度を比較することで、どのようなことが分かるか。

物質の密度と地球の構成

花こう岩 2.6-2.7, はんれい岩 3.0, かんらん岩 3.3, アルミニウム 2.70, 鉄 7.87, 銅 8.96 (単位 g/cm³ 理科年表2008)

地球は軽いものが上に、重いものが下にある成層構造となっています。密度の小さい地殻が密度の大きいマントルに浮かんでいる状態をアイソスタシーといいます。

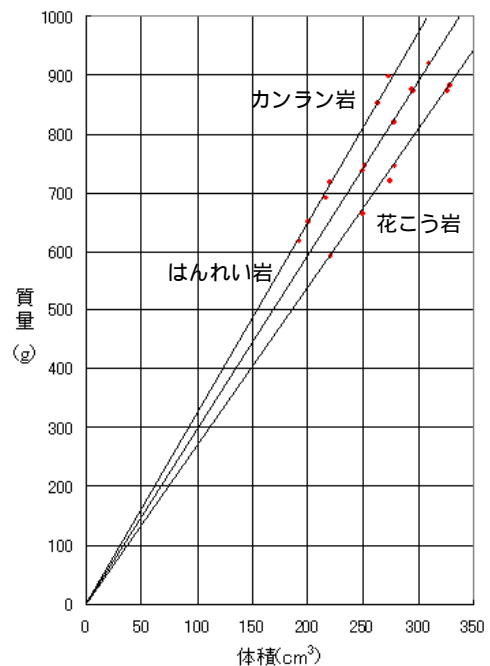


図5 岩石の体積と質量の関係
複数の試料を測定した結果をグラフに示したものである。グラフの傾きは密度を示す。



山はなぜ高い？

火山を除けば、山が高いのはその場所が隆起しているからです。大規模な隆起が起きている場所は、プレート境界のうち海溝のようなプレートどうしが衝突している境界です。ここでは、マントルからのマグマの供給やプレートの衝突によるしゅう曲などで、軽い大陸地殻が厚くなり、アイソスタシーによって浮き上がるためだと考えられます。

東北日本の地殻の厚さは典型的な大陸地殻の厚さと同じ35km, ヒマラヤ山脈ではこの2倍の70kmに達しています。これからアイソスタシーが成立しているとして海拔高度を計算すると、東北日本は2000m, ヒマラヤ山脈では7300mとなり、実際の山の高さとはほぼ一致するのです。