

第2章 活動する地球

第1節 地球の姿

1 地球の形と大きさの測定 p. 46

地球の形や大きさやどのようにわかったのか

①球形の地球

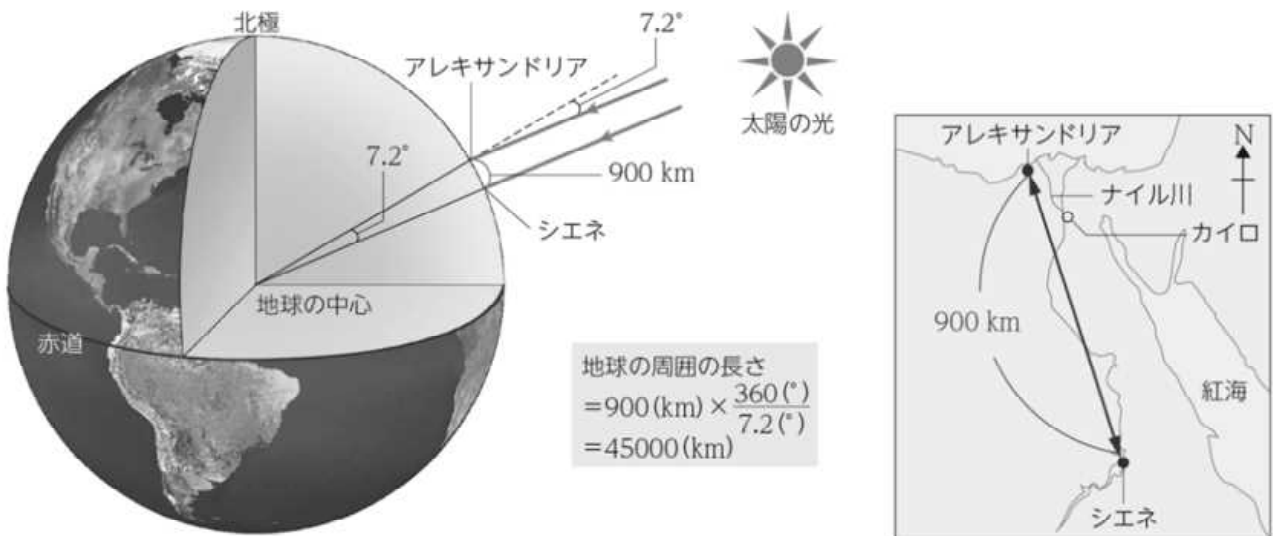
(¹) (紀元前4世紀)

- ・地球が球形である証拠をあげた。……月食のときに月に映る地球の影が丸い。
……南へ行くと見える星が異なる。

②エラステネスの測定

(²) (紀元前3世紀)

- ・エジプトのシエネとアレキサンドリアにおける太陽の高度差と両地点の距離から、地球の周囲の大きさを求めた。
- ・夏至の日の正午、シエネでは、太陽が頭の真上に現れる。
- ・このとき、シエネから約900 km北に離れたアレキサンドリアでは、垂直に立てた棒に影ができ、太陽は真上から(³)°だけ南にあった。
- ・この2地点が同じ子午線上にあると考え、
2地点を結ぶ弧の長さ：約900 km
その中心角：7.2° とすると……
地球の周囲の長さ：およそ(⁴) km



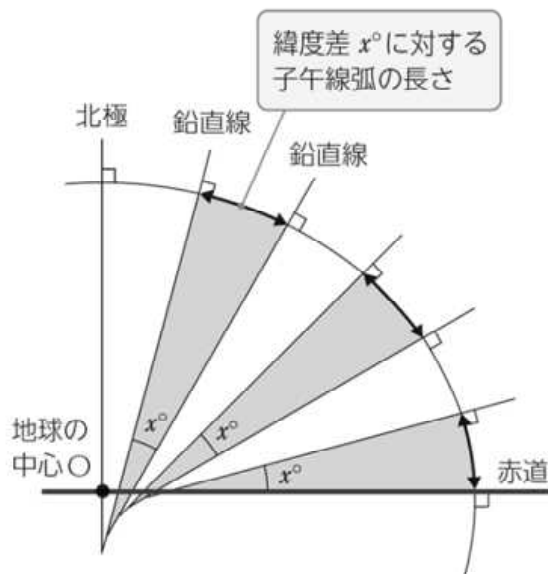
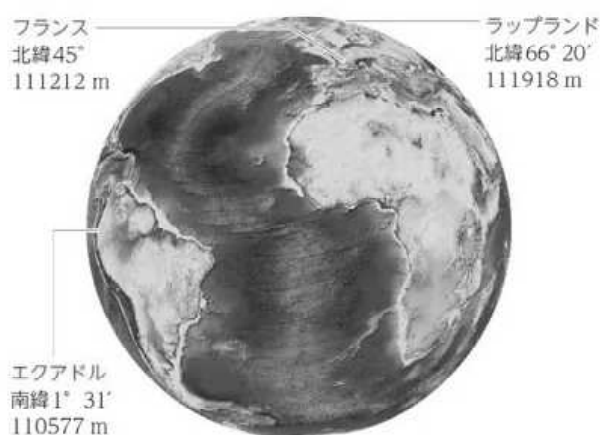
③フランス学士院の測定

(⁵) (17世紀の後半)

- ・万有引力の法則にもとづき、地球の形は球形が自然であると考えた。
- ・地球は自転しているため、赤道方向に膨らんだ(⁶) になっていると予想した。

(⁷) (1735～1743年)

- ・地球の形を正確に求めるため、エクアドル(赤道付近)とラップランド(北極付近)に測量隊を派遣し、緯度1°あたりの子午線弧の長さを測量した。
- ・測定の結果 ⇒ 緯度1°あたりの子午線弧の長さは、(⁸) 緯度よりも(⁹) 緯度の方が長い。
⇒ 地球は、(¹⁰) 方向に膨らんだ楕円体であることが明らかになった。



<練習問題>

※ 硫黄島(北緯25°)と札幌(北緯43°)は、ほぼ同一経線上にあり、その距離は2000kmである。このことから、地球の周囲の長さを計算せよ。ただし、地球は完全な球であるとする。

2 地球の形と大きさ p. 48

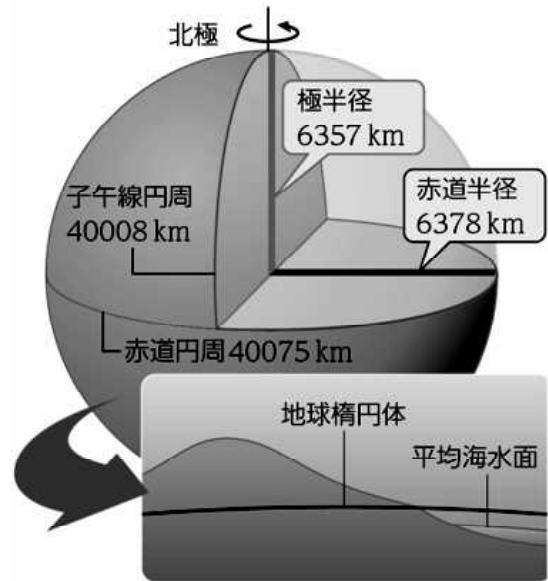
地球の大きさはどれくらいになるか

①地球楕円体

- 地球の赤道半径は、極半径よりも20 km長い。
 - 赤道方向に少し膨らんだ楕円体。
 - 楕円の膨らみぐあい…… (11)
- 地球の偏平率はおよそ

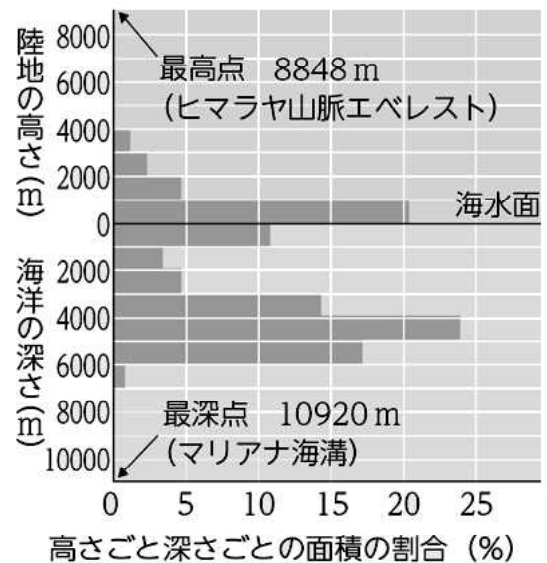
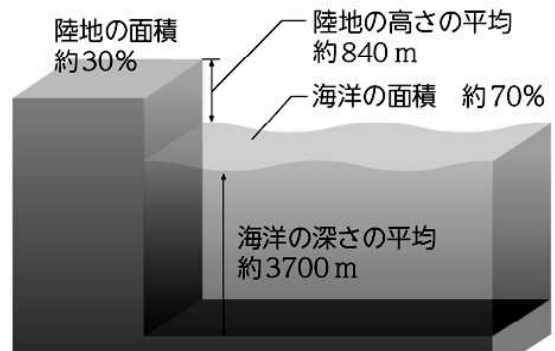
$$\text{偏平率} = \frac{(\text{赤道半径} - \text{極半径})}{\text{赤道半径}} \div \frac{1}{300}$$

- 地球の赤道半径と極半径をもつ楕円を、両極を結ぶ地軸のまわりに回転させてできる回転楕円体…… (12)



②地表の姿

- 地球の表面
陸地：(13) % 海洋：(14) %
……陸地：高さ8 kmを超える大山脈がある。
……海洋：海底には水深10 km以上の
(15) がある。
- 海水面は、長期間の平均をとると、滑らかな一定の面となる。
- この面は、高さの基準となっている。
…… (16)
- 平均海水面は、(16) と完全には一致しない。

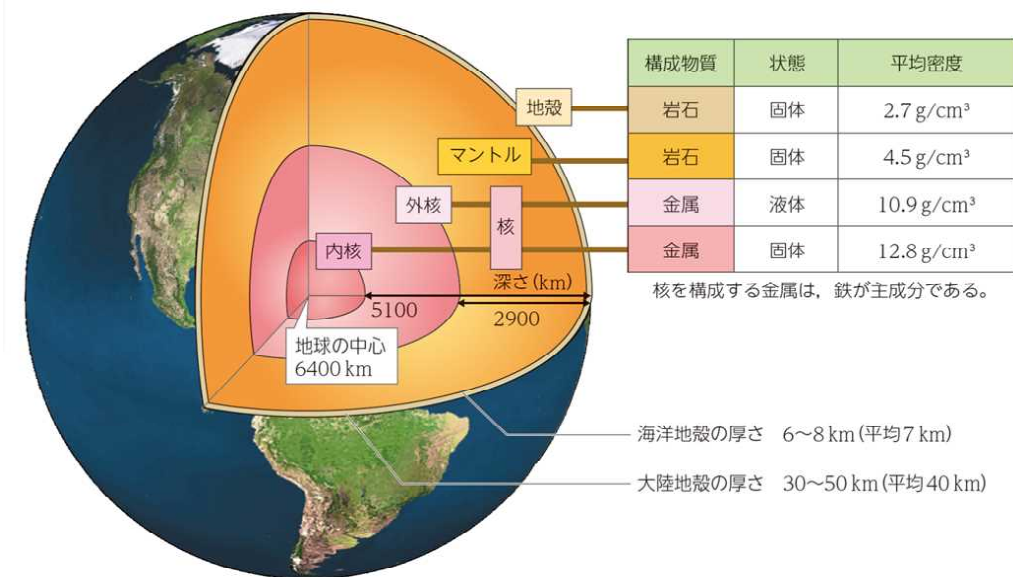


3 地球の内部構造 p. 50

地球の内部はどうなっていると考えられるか

①地球の表面と内部の性質

- ・ (1) ……地球の表層をつくる岩石層。(2) と (3) に分けられる。
- ・ (4) ……地殻をつくっているものよりも密度の大きい岩石からなる。深さ2900 kmまで続いている。地球の体積の約83 %を占める。
- ・ マントルは、長い時間でみると、表層部で水平方向に移動し、上下方向にもゆっくりと対流している。
大規模な柱状の対流…… (5)



- ・ (6) ……深さ2900 kmから地球の中心までの部分。主に金属からなる層。
- ・ (7) ……深さ約5100 kmまでの部分。(8)。
- ・ (9) …… (7) よりも内側の部分。(10)。

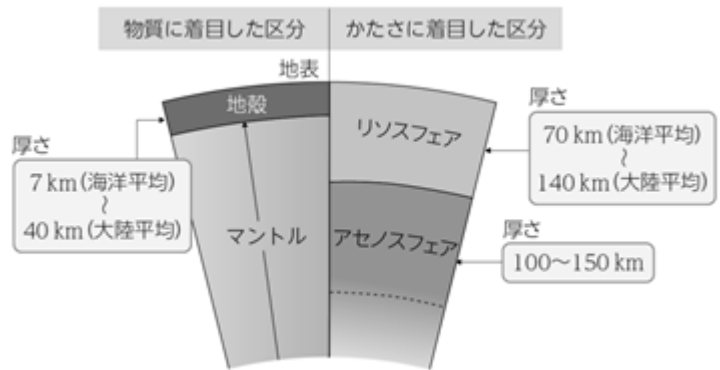
<技能課題>

※ "花こう岩", "玄武岩", "かんらん岩"を画像検索して、それぞれの特徴(色や模様など)をまとめる。
スケッチしてもよい。

花こう岩	玄武岩	かんらん岩

②リソスフェアとアセノスフェア

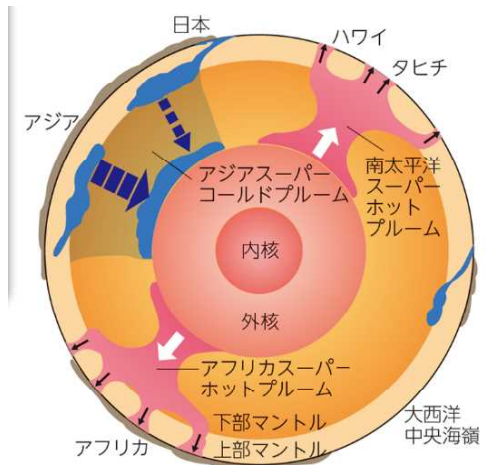
- ・ (11))
 ……地表付近を構成するかたい岩石層で、温度が低く、割れやすい。
 - ・ 大陸部……大陸地殻+マントル最上部。
 平均約140 km。
 - ・ 海洋部……海洋地殻+マントル最上部。
 平均約70 km。
 - ・ リソスフェアは、いくつかの地域に分かれており、その1枚1枚を (12)) とよぶ。



- ・ (13))
 ……部分的にはとけており、リソスフェアに比べてやわらかく、長い時間には流動する。

Plus プルームテクトニクス

- ・ マントルは、深さ660 kmを境にして、 (14)) と (15)) に分けられる。
- ・ (16))
 ……高温。上部マントルと下部マントルの境を突き抜けるように上昇する。南太平洋とアフリカの下には、高さがマントルの厚さに匹敵する巨大な上昇流 (17)) が存在すると考えられている。
- ・ (18))
 ……低温。マントルの最深部に向かって下降する。アジア大陸の下には、巨大な下降流 (19)) が存在すると推測されている。
- ・ コールドプルームとホットプルームによる対流がマントルの動きを支配するという考え ⇒ (20))



4 地球の構成物質 p. 52

地球はどのようなものでできているか

①地殻を構成する物質

- ・地殻は (¹) で構成されている。
- ・岩石の大部分は、さまざまな (²) が集まってできている。
(²) ……ほぼ均質の化学組成。原子が一定の規則に従って配列した結晶。
- ・地殻を構成する岩石 …… (³), (⁴), (⁵)。
(³) ……マグマが冷えて固まった岩石。
(⁴) ……砂や泥が堆積・固結してできた岩石。
(⁵) ……火成岩・堆積岩に温度や圧力が作用してできた岩石。
- ・地殻は、大陸と海洋とで厚さが異なり、それぞれを構成する岩石の種類も異なる。

大陸地殻

- ……厚さ：(⁶) km。
岩石の種類：さまざまな岩石でできているが、
(⁷) の岩石が多い。
密度：海洋地殻の岩石に比べて
(⁸) 。



海洋地殻

- ……厚さ：(⁹) km。
岩石の種類：ほとんどが
(¹⁰) の岩石。
密度：大陸地殻の岩石に比べて
(¹¹) 。

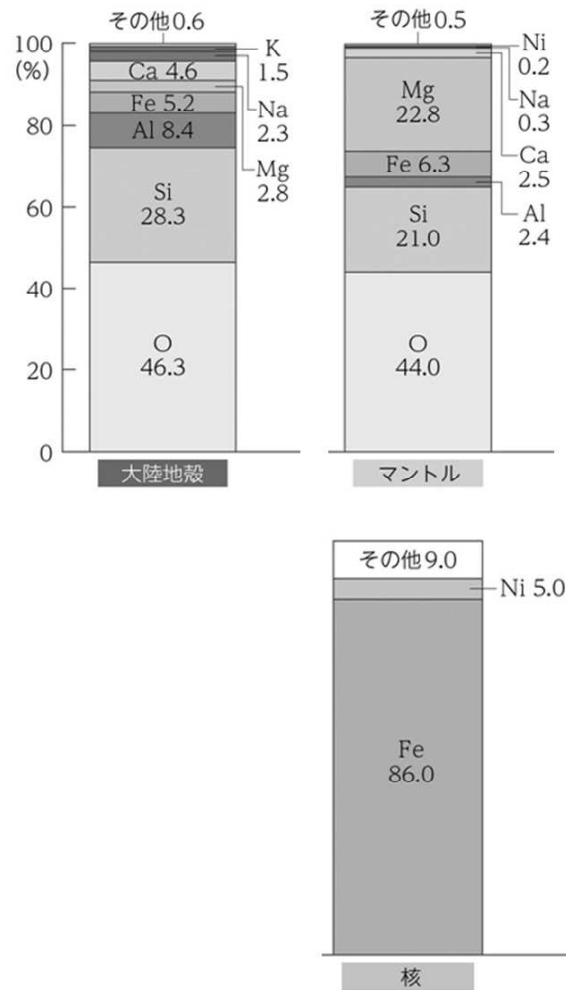


■地殻の主な構成元素

- ・ (^{12}C) ,
- ・ (^{13}C) ,
- ・ (^{14}C)

②マントルや核を構成する物質

- ・ マントルを構成する岩石
……地殻を構成する岩石よりも密度が (^{15}Si) 。
上部は (^{16}O) 。
- ・ 核を構成する物質
……金属：主に (^{17}Fe) 。
外核： (^{18}Fe) 。
内核： (^{19}Fe) 。



<思考力課題>

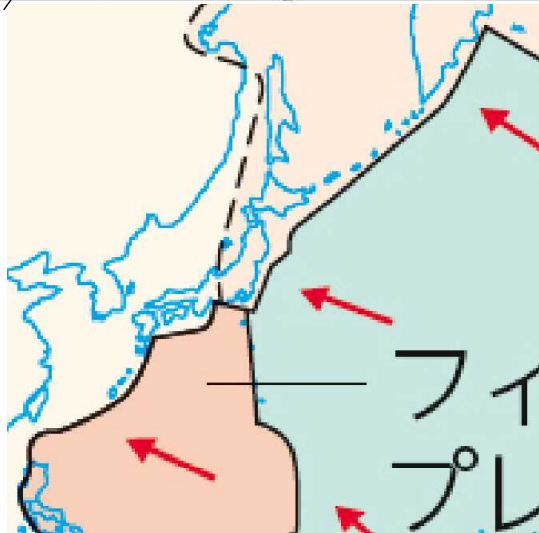
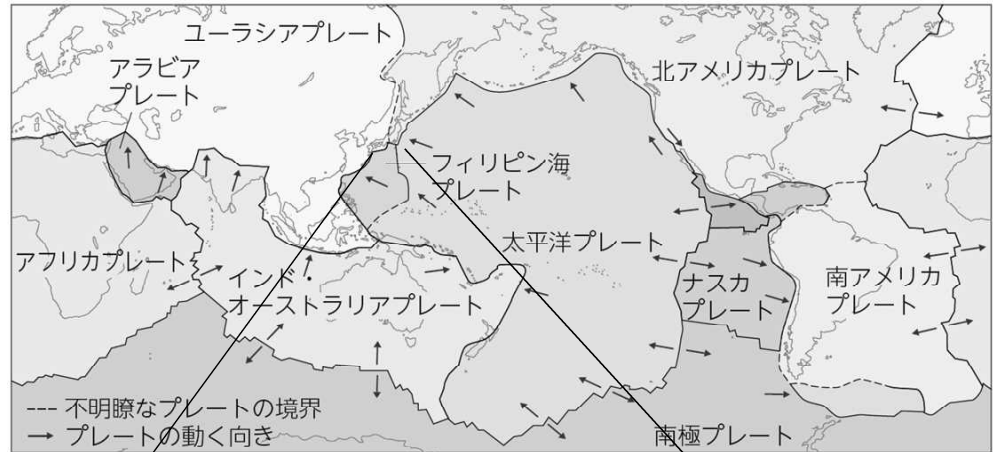
※ 地殻とマントル、リソスフェアとアセノスフェアはそれぞれ何をもとに分けられたものなのかをまとめよ。

5 プレートの運動 p. 56

プレートの運動にはどのような特徴があるか

①プレート

- ・プレートには、それぞれ名前がつけられている。
- ・プレートは (¹) によって、それぞれ別の向きへ1年間に (²) の速さで動いている。

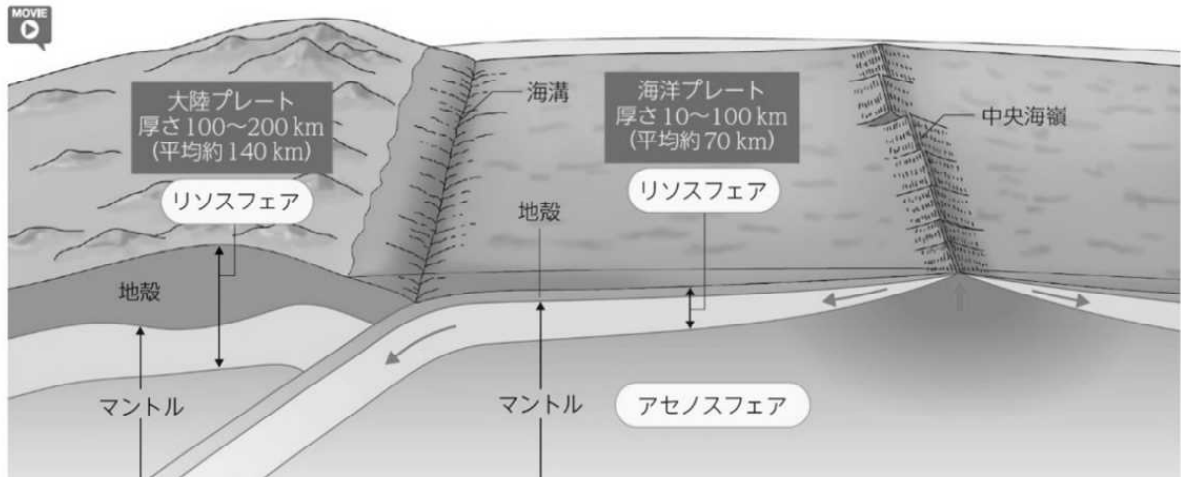


- ・プレートには、 (³) と (⁴) がある。
- ・海洋プレート……海洋地域を含むプレート。
厚さ：10～100 km。密度： (⁵) 。
- ・大陸プレート……大陸地域を含むプレート。
厚さ：100～200 km (平均140km)。密度： (⁶) 。

②プレートの境界

■発散境界

- ・中央海嶺では、アセノスフェアから湧き上がってきたマグマが固まることによって、海洋プレートが生成される。
- ・生成された海洋プレートは、毎年（⁷）ずつ両側に移動していく。
⇒ プレートの（⁸）
- ・中央海嶺から遠ざかるにつれて温度が下がり、アセノスフェアの最上部が付け加わって、厚さが増す。中央海嶺で最も（⁹）く、10 km程度。



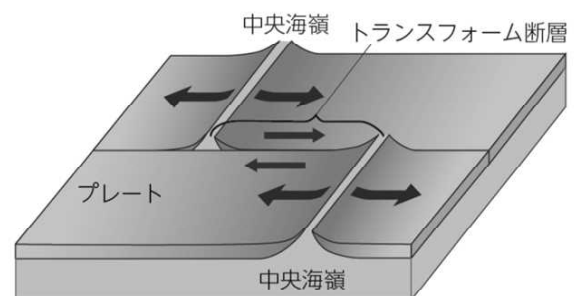
■収束境界

- ・海洋プレートは厚みを増しながら、大陸プレートに接近し、やがて自らの重みで（¹⁰）から地球内部に沈み込む。
海溝 = （¹¹）
- ・大陸プレートは、水平方向に移動し、別の大陸プレートと衝突して重なり合う……（¹²）

- ・プレートが沈み込む場所
 - ・大陸プレート同士が衝突する場所
- } プレートの（¹³）

■すれ違い境界

- ・2つのプレートが横にずれる境界
= （¹⁴）
- ・プレートどうしが互いにすれ違うように移動し、発散も収束もしないものが多い。
⇒ プレートの（¹⁵）



③プレートテクトニクス

- ・プレートの運動、特にプレート境界における相互作用によって、造山運動、火山活動、地震などを統一的に説明する考え方……（¹⁶）

6 プレートの収束と造山運動 p. 58

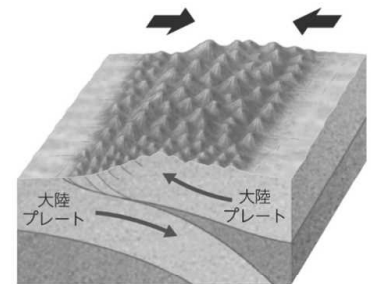
プレートの収束帯では何が起こっているか

①造山帯

- ・ 造山帯……アルプス～ヒマラヤ地域や環太平洋地域で見られる。
複雑な地質構造を示す大山脈が発達している。
プレートの (¹) にだけ形成される。
- ・ (²) ……造山帯をつくる地殻変動。
- ・ 造山帯は、プレートの運動によって2つのタイプに区分される。
大陸プレートどうしの (³) によって形成されるタイプ。
海洋プレートの (⁴) によって形成されるタイプ。

②大陸プレートどうしの衝突

- ・ 大陸プレートどうしが衝突してできた大山脈の代表例
(⁵) 山脈
(⁶) 山脈
- ・ 大陸プレートどうしの衝突によって形成される造山帯の特徴
……褶曲や断層などの複雑な地質構造。
……山頂付近では、海に生息していた生物の化石が発見されることもある。

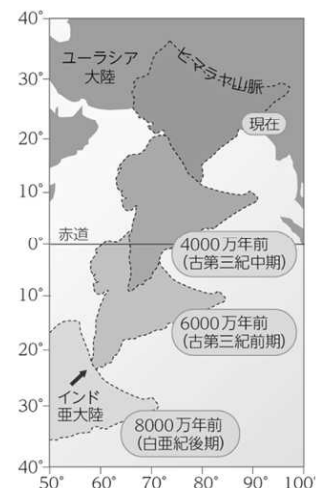


■ヒマラヤ山脈の形成

- ・ 約4000万年前に、インド亜大陸をのせたプレートと
(⁷) をのせたプレートの衝突
が始まり、ユーラシア大陸が上昇して形成された。

■大陸プレートどうしの衝突により形成した造山帯の形成プロセス

1. 一方の大陸プレートが他方の大陸プレートに入り込む。
2. 海洋でつくられた地層や岩石の一部とともに大陸プレートが重なり合って隆起。
⇒ 大山脈の形成。

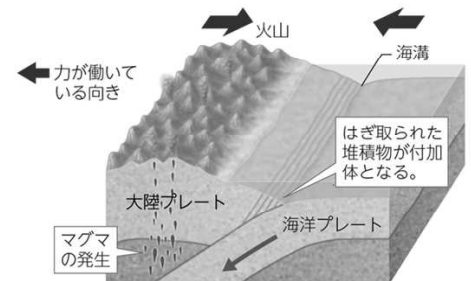


③海洋プレートの沈み込み

■海洋プレートの沈み込みにより形成した造山帯の形成プロセス

1. 海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込む。
2. 大陸プレートの海溝に沿う部分の周辺に
(⁸) が形成。
3. (⁸) が成長しながら隆起。
⇒ 大山脈の形成。

- ・ 付加体……海洋プレート上部の堆積物や岩石の一部がはぎ取られ、大陸起源の堆積物とともに、大陸プレートの縁に付け加わったもの。



- ・ 大陸の縁に形成された山脈は (⁹) とよばれる。
- ・ 日本列島の形成
ユーラシア大陸の陸弧 ⇒ 日本海の形成
⇒ 島が弧状に連なる (¹⁰) (弧状列島)
- ・ 陸弧や島弧…… (¹¹) や (¹²) の活動が活発。

<思考力課題>

※ アルプス山脈(ヨーロッパ)とアンデス山脈(南アメリカ)は、前ページの②、③どちらで形成されたものか。それぞれそう考える理由も含めて答えよ。(スタサプの動画にヒントがあります。また、教科書 p. 56の図13をよー——く見て考えてください。

Plus 超大陸の変遷と大陸移動

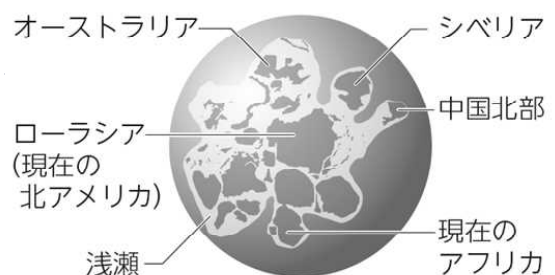
- ・プレートの運動による大陸の移動は、約 (¹³) 年前からおきていることが知られている。

■超大陸の変遷

- ・約19億年前……陸地が集まって (¹⁴) とよばれる最初の超大陸が形成された。
- ・約10億～7億年前……超大陸 (¹⁵) が存在した。
- ・約6億年前……超大陸ロディニアは、分裂した。
- ・約2億5500万年前……再び一つに集まり、巨大な超大陸 () を形成した。

■大陸移動説

- ・1915 年、(¹⁷) は、超大陸パンゲアが分裂して、現在の6 大陸が形成されたとする (¹⁸) を提唱した。
1. アフリカ大陸と南アメリカ大陸の海岸線の形が似ている。
 2. 海洋を隔てたアフリカ大陸と南アメリカ大陸で同じ地層が存在する。
 3. 同じハ虫類や植物の化石が、海洋を隔てた大陸に分布する。
 4. 古生代後期の同じ時代の氷河の痕跡が、海洋を隔てた大陸に分布する。



超大陸ロディニア

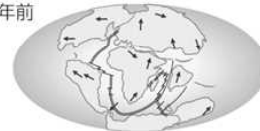
(a) 2億5500万年前



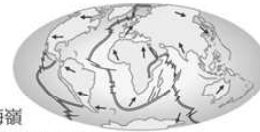
(b) 1億8000万年前



(c) 6600万年前



(d) 現在



— 海溝
 中央海嶺
 大陸の移動の向き

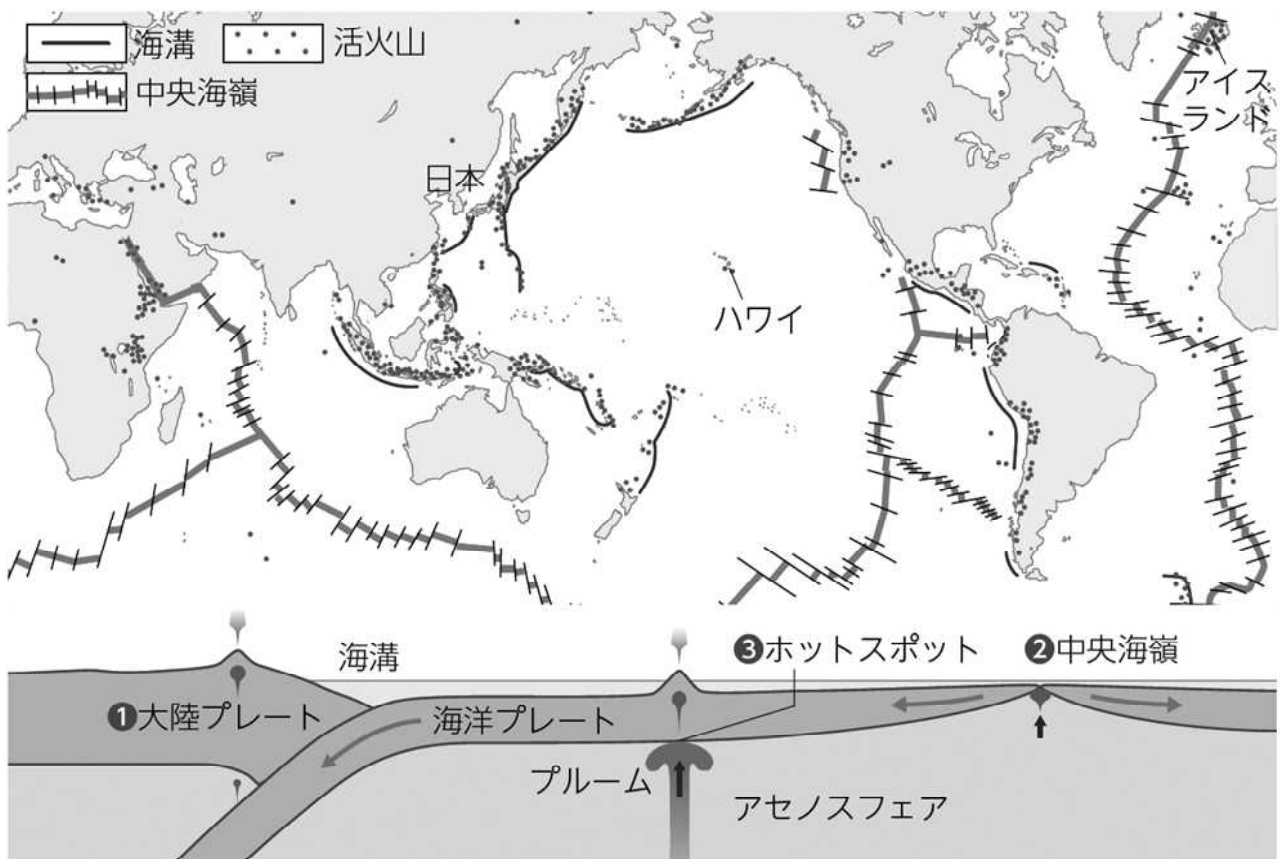
第2節 火山活動と地震

1 火山の分布 p. 62

火山はどこにあるか

①世界の火山分布

1. (¹) に沿った大陸プレートに分布する火山
 2. (²) の中軸部に分布する火山
 3. (³) に存在する火山
1. 海溝に沿った大陸プレートに分布する火山
 - ・日本や、南アメリカの西海岸を含む環太平洋地域など、沈み込みを伴うプレートの (⁴) の大陸側に分布する。多様な性質の火山が存在する。
 2. 中央海嶺の中軸部に分布する火山
 - ・中央海嶺はプレートの (⁵) であり、その中軸には、多くの火山が連続して分布する。
 - 例) (⁶) : 中央海嶺が海面上に出た火山島
 - 東アフリカの (⁷) : 中央海嶺の延長部
 3. ホットスポットに存在する火山
 - ・マントル深部からブルームが上昇してくるところ…… (⁸)
 - ・ブルームの上昇で発生したマグマが、プレートを貫いて噴出すると、火山が形成される。
 - 例) (⁹)



②日本の火山の分布

(¹⁰)

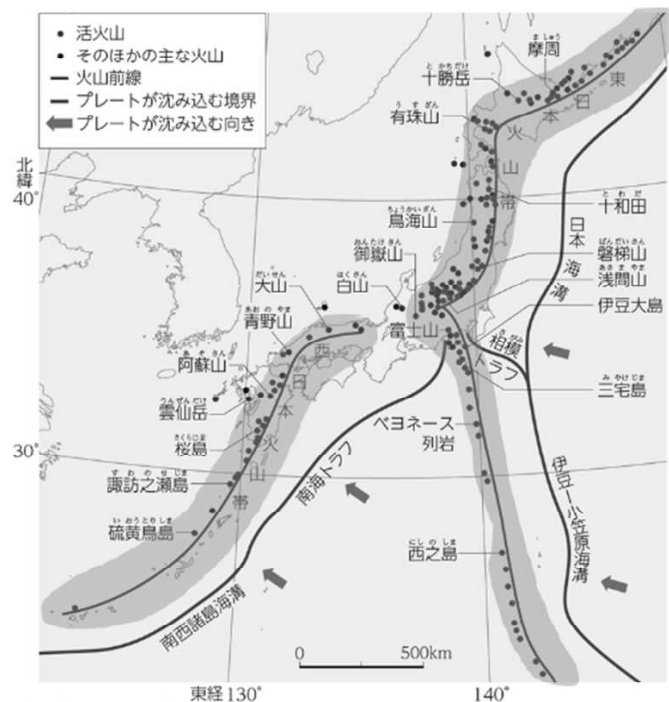
…… 過去およそ1万年以内に噴火した火山，および現在活発な噴気活動のある火山。日本では，111認められている。

(¹¹)

……火山が帯状に分布している地域。
・ 東日本火山帯
・ 西日本火山帯

(¹²) (火山フロント)

……マグマの発生しやすい地域と，発生しにくい地域との境界線。海溝やトラフから200～300 km離れ，これらとほぼ平行に延びている。



③火山帯でのマグマの発生

・ 火山帯の下では，沈み込んだ海洋プレートから (¹³) を供給された (¹⁴) が部分的にとけ， (¹⁵) を生じている。

・ マグマは，周囲の岩石よりも密度が (¹⁶) く，浮力を受けて上昇する。

・ 上昇するマグマは，周囲の岩石をとかしながら，マントルと地殻の境界まで達する。

・ マグマは高温のため，下部地殻の岩石をとかして混ざり合い，成分を変化させていく。

・ マグマが上昇を続け，周囲と密度が等しくなる深さ数kmのところで停止し， (¹⁷) を形成する。

マグマだまり……マグマが，地下の1か所に多くたくわえられている部分。

・ マグマだまりの (¹⁸) が高くなると，噴火がおり，マグマなどが地表に噴出する。

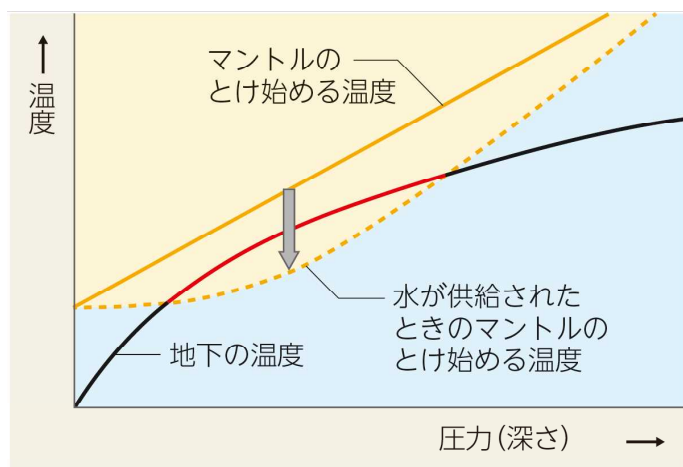
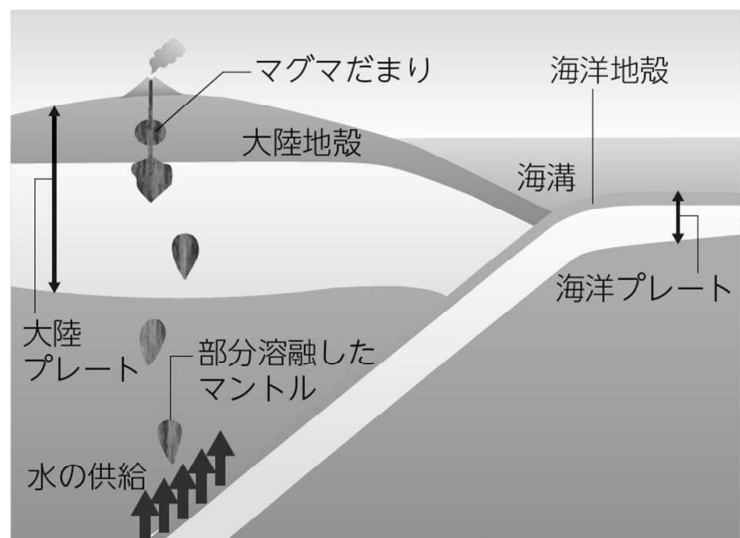


図 a マントルに水が加わった場合

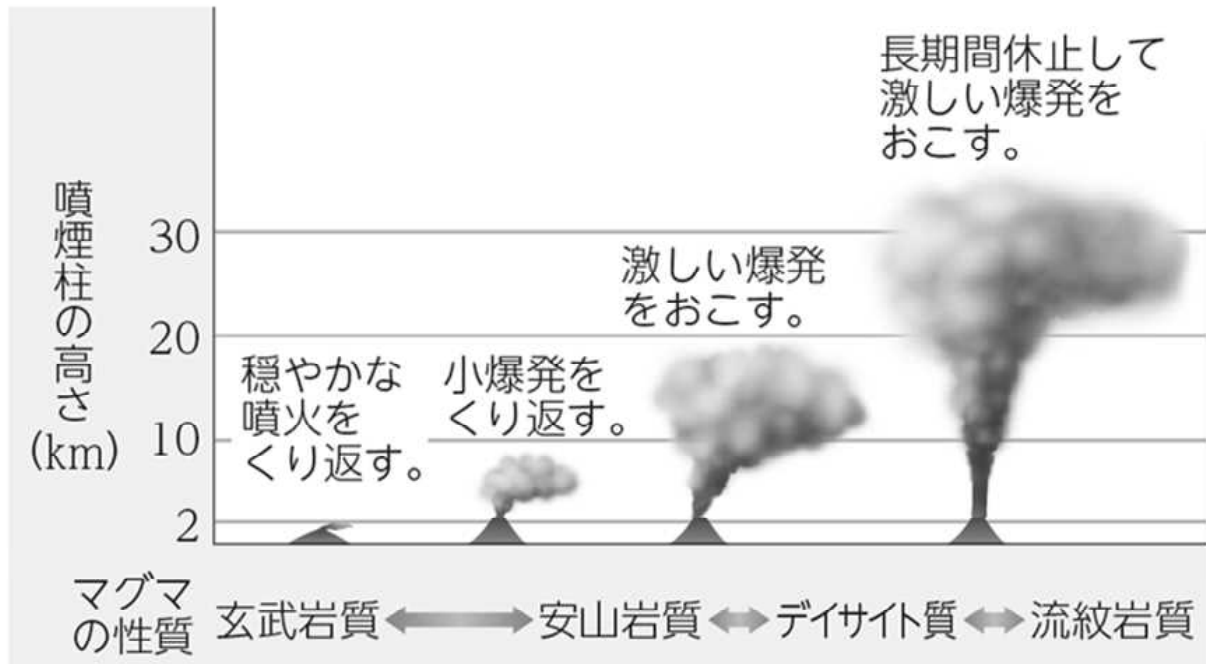
2 火山の地形 p. 68

粘性により火山はどんな形になるか

①火山の形と噴火の様式

マグマの性質

粘性低 (¹) (²) (³) (⁴) 粘性高
温度 () 温度 ()
噴火 () 噴火 ()



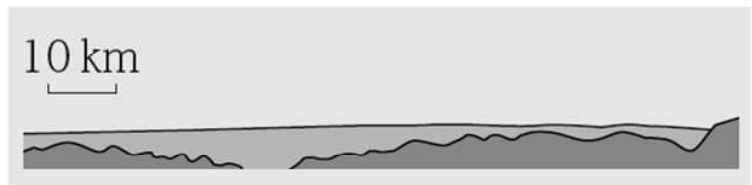
玄武岩質マグマ……粘性：(⁵)。

噴火：割れ目からおこることが多い、穏やか。

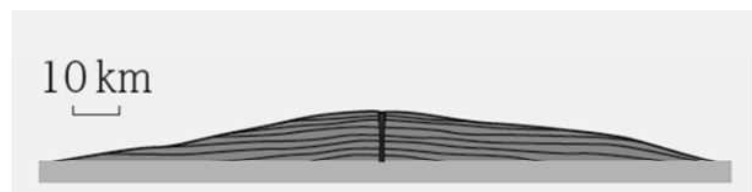
噴煙柱の高さ：(⁶)。

火山のタイプ：(⁷), (⁸)

- ・膨大な量の粘性の低い溶岩が、いくども噴出すると、山谷を埋め、広大で平坦な (⁷) となる。

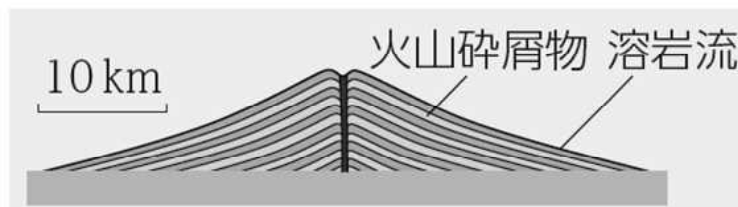


- ・大量の溶岩が緩やかに広く流れ出し、噴火が長期間くり返すと (⁸) がつくられる。



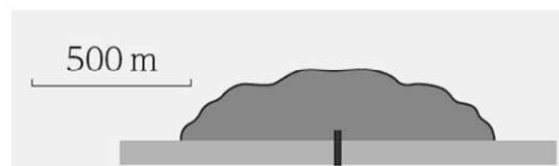
安山岩質マグマ……粘性：(⁹)。
 噴火：激しい爆発を伴う。
 噴煙柱の高さ：高い。
 火山のタイプ：(¹⁰)

- ・このような噴火が長期間にわたってくり返され、(¹¹) と (¹²) が交互に積み重なると、大きな円錐形の (¹⁰) になる。

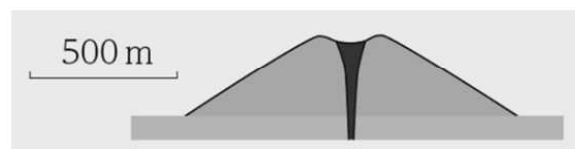


デイサイト質～流紋岩質マグマ……粘性：(¹³)。
 噴火：激しい。
 噴煙柱の高さ：(¹⁴)。
 火山のタイプ：(¹⁵) , (¹⁶)

- ・粘性が高いデイサイト質～流紋岩質マグマが少量噴出すると、溶岩が盛り上がり、(¹⁶) が形成される。



- ・短期間の噴火によって、粒径の大きい火山碎屑物が、火口のまわりに円錐状に積み重なると (¹⁷) となる。



②カルデラ

- ・地下からマグマが大量に噴出すると、マグマだまりに空隙ができ、その上が陥没して凹地ができることがある。このような凹地を (¹⁸) という。

- (¹⁹) ……主に火山の下部斜面が環形の尾根として残されたもの。
- (²⁰) ……カルデラの中心付近で、噴火が再開して形成された新たな火山。
- (²¹) ……噴火によって発生した大規模な火砕流によって、カルデラの外に形成された広大な平坦面。

■単成火山と複成火山

- (²²) ……休止期をはさんで長期間噴火をくり返してできた大規模な火山
 例：溶岩台地、盾状火山、成層火山、カルデラ
- (²³) ……一連の噴火活動でできた規模の小さな火山。
 例：溶岩ドーム、火砕丘

3 火山の噴火と火成岩 p. 70

火山の噴火では何が放出するか

①火山噴出物

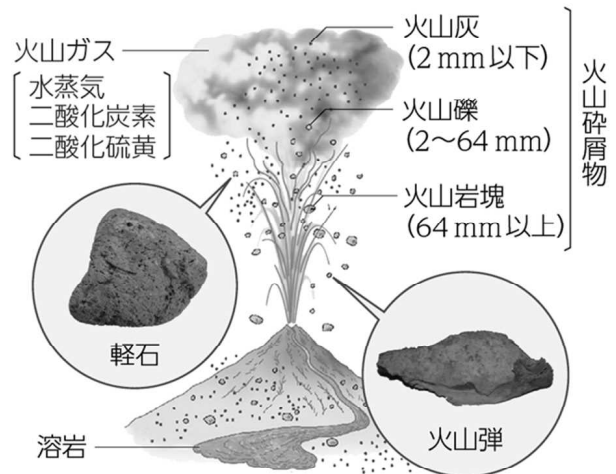
- 火山噴出物……火山が噴火して、地表や大気中に放出された大量の物質。

(¹),
(²),
(³)

(²) ……

- マグマにとけていた揮発性成分が気体となったもの。
水蒸気、二酸化炭素、二酸化硫黄など
- 火山ガスが火口近くで一気に発泡すると、噴火がおこる。

(³) ……溶岩や火口付近の岩石が、噴火によって砕かれ、吹き飛ばされたもの。大きさと形によって、次のように分けられる。
(⁴) (2 mm以下), (⁵) (2～64 mm),
(⁶) (64 mm以上)



②火砕流

- (⁷) ……高温の火山ガスと火山碎屑物が混ざり、地表を流動するもの。地表からの厚さが数百m、温度が数百℃、約(⁸) km/hで流れ下るものもある。火砕流の流れが止まると、(⁹) の厚い層ができる。

■火砕流の発生様式

- 大規模な噴火によって上昇した(¹⁰)の一部が、浮力を失って崩れ落ち生じる。
- (¹¹) が爆発したり、崩壊したりして発生する。

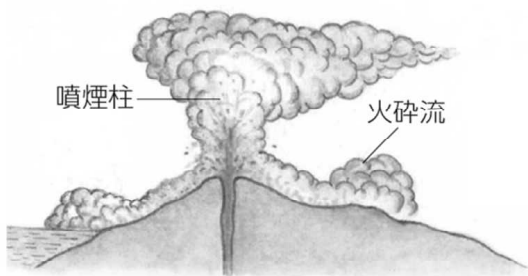


図29 ピナツボ火山 参照

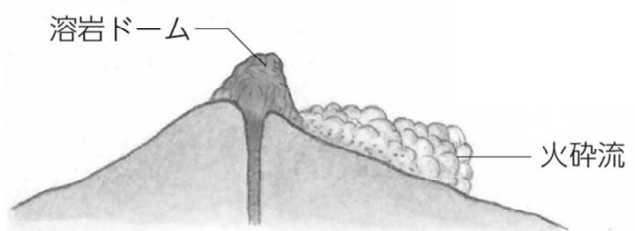


図30 雲仙普賢岳 参照

③マグマに由来する岩石

- ・ (16) ……マグマが固まってできた岩石。 (17) と (18) に分けられる。
- ・ (17) ……地表や地表近くで、マグマが (19) 冷えて固まった岩石。
- ・ (18) ……地下数kmくらいのところで、マグマが (20) 冷えて固まった岩石。

- ・ 地表に噴出したマグマは (21) となる。
- ・ 溶岩や火山碎屑物は積み重なって火山体をつくる。

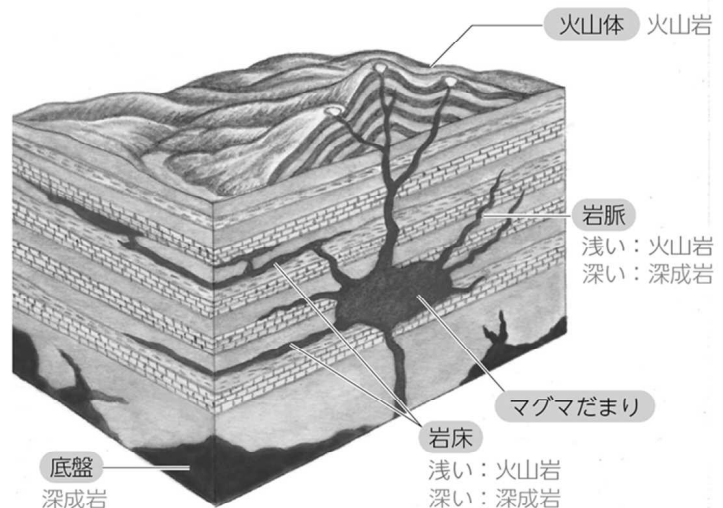
- ・ (22) ……マグマが、地層に対して平行に貫入し、板状に広がったもの。

- ・ (23) ……マグマが、地層を切って脈状に貫入したもの。

- ・ (24) (バソリス) ……地下深くにできた大規模な貫入岩体。

- ・ 噴出した溶岩
- ・ 地表近くで急速に冷えてできた岩床、岩脈
⇒ (25) となる。

- ・ 底盤のマグマ
- ・ 地下深いところでゆっくりと冷えて固まった岩床、岩脈
⇒ (26) となる。

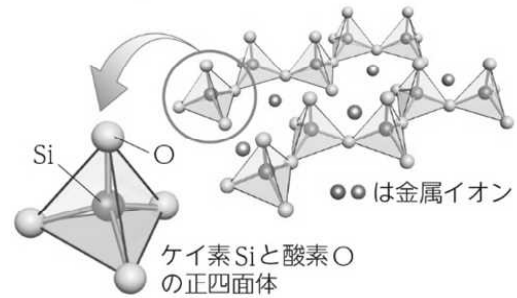


4 火成岩の種類 p. 72

火成岩にはどんな種類があるか

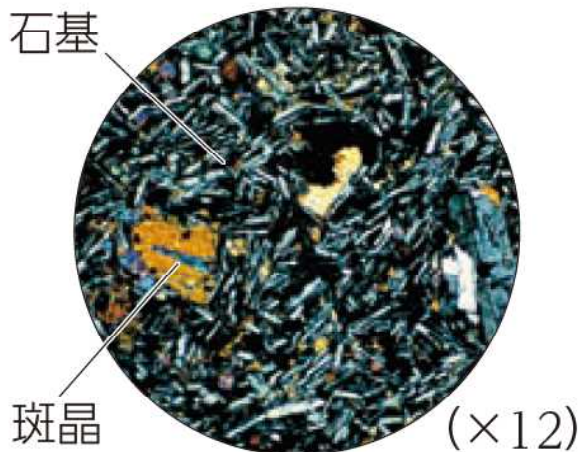
①火成岩の主な造岩鉱物

- ・ (1) ……岩石をつくる鉱物。
火成岩を構成するものは主に (2) 種類。
マグマが冷えていく過程でできた (3) 。
- ・ 火成岩の造岩鉱物には…… (4) , (5) がある。
- ・ 火成岩の造岩鉱物は、いずれも (6) である。ケイ素と酸素 からなる (7) の骨格を基本としている。
- ・ 鉱物によって正四面体の配列が異なる。それぞれの造岩鉱物が含む (8) の種類は決まっているが、同じ鉱物でも、その金属イオンの割合は変化する。

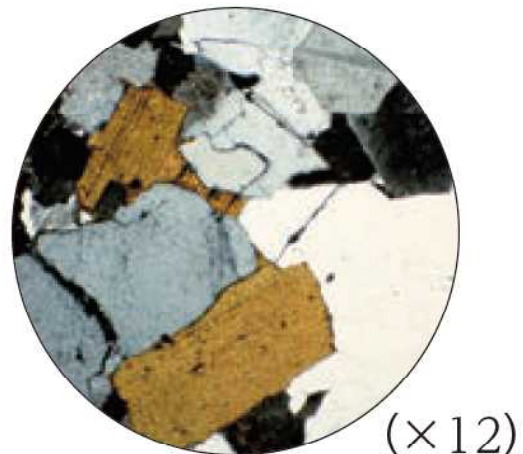


②火成岩の組織

- ・ 岩石を構成する鉱物の大きさ、形、集まり方などを (9) という。
- ・ 火成岩の組織は、マグマの冷え方によって変化する。
- ・ (10) …… (11) と (12) からなる組織。
マグマが地表付近で急速に冷えるときにできる。 (13) の特徴。
- ・ (11) ……細かい鉱物やガラスの集まり。
- ・ (12) ……大きな鉱物。
- ・ (14) ……大きさのほぼそろった数種類の鉱物の集まり。
マグマが地下深くでゆっくりと冷えるときでできる。 (15) の特徴。



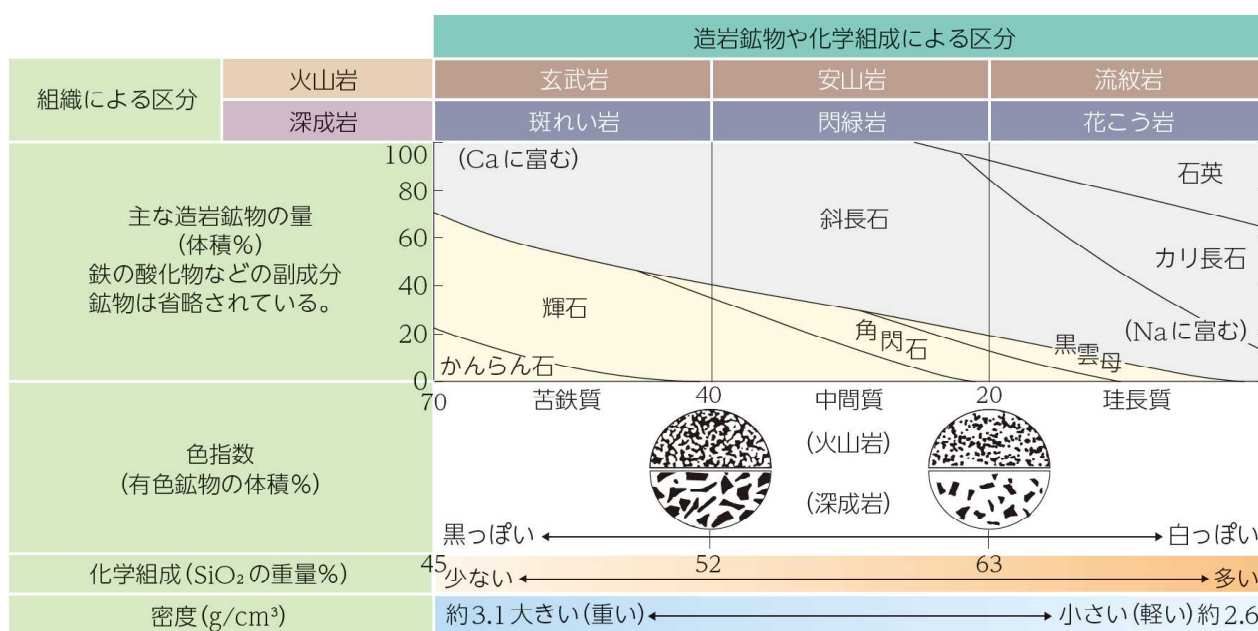
斑状組織(火山岩)



等粒状組織(深成岩)

③火成岩の分類

- ・火成岩は、組織の違いによって火山岩と深成岩などに分けられる。
- ・火成岩は、有色鉱物の割合（¹⁶）の高いものから順に、（¹⁷），（¹⁸），（¹⁹）に分けられる。
- ・火山岩は、色指数の高いものから順に（²⁰），（²¹），（²²）に分類される。
- ・深成岩は、色指数の高いものから順に（²³），（²⁴），（²⁵）に分類される。
- ・色指数による区分は、造岩鉱物の種類と量，および火成岩全体の化学組成（特にSiO₂の量）にもとづく区分と対応することが多い。
- ・マグマの中にできる鉱物は、結晶になる温度の高いものから順に結晶となる。



Plus 自形と他形

- はじめに結晶となった鉱物
ほかの鉱物にじゃまされず，十分に成長できる。
⇒ その鉱物本来の平面（結晶面）で囲まれた形（²⁶）となる。
- あとから結晶となった鉱物
先に結晶となった鉱物のすき間を埋めるように成長する。
⇒ 本来の結晶面をもたない形（²⁷）となる。

