

IV 地球史・テクトニクス

以下の4問 (IV-1, IV-2, IV-3, IV-4) のうち, 任意の3問を選んで解答せよ.

IV-1 (選択) 大陸と海洋の境界 (大陸縁辺) には, 大西洋型と太平洋型の2つがある. それぞれの地球科学的特徴と両者の違いの原因について, 250字程度で述べよ.

IV-2 (選択) 下の図は Al_2SiO_5 鉱物の多形関係 (実線) とアルバイトの分解反応 (実線) にもとづいて推定された3つのタイプの変成作用の温度・圧力曲線 (点線) を示す. 以下の問に答えよ.

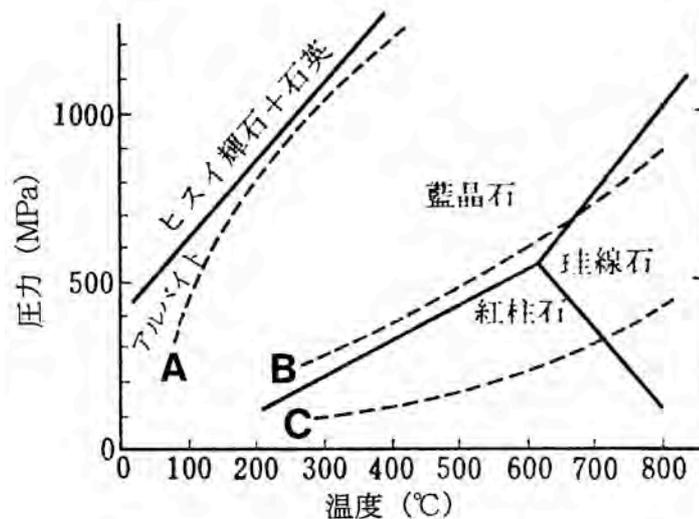
問1 3相の Al_2SiO_5 鉱物が不変点で共存する理由をギブスの相律 ($F = c+2-p$) から説明せよ.

問2 温度・圧力曲線Bはどのようなタイプの変成作用か.

問3 温度が同じ 300°C でも, AタイプとCタイプの変成作用では, 圧力がずいぶん異なる. このような違いが生ずる原因を述べよ. また, この2つのタイプの変成作用が起こるのは, 地球上のどのようなところか.

問4 図を使って, 温度 200°C においてアルバイトの分解反応が起こる深さを計算せよ. 岩石の平均密度は 2800kgm^{-3} , 重力加速度は 10ms^{-2} とする.

問5 この図に示すアルバイトの分解反応式を書け.



IV-3 (選択) 次の文章を読み、問 1 と問 2 に答えよ。

図 1 は始源マントルから地殻が形成されるプロセスを概念的に示したものである。T0 年前から T1 年前までの間、均質な始源マントル M が存在した。T1 年前にマントル M の上部が部分溶融し、そのマグマが上方に分離して地殻 C を作った。マントル M は、部分溶融によって溶け残ったマントル上部 MU と、部分溶融せずに始源マントルの性質を保ったままの下部 ML とに分かれた。現在を T2 で表すと、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ あるいは $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ について図 2 のような進化線が書ける。T0 および T1 でのマントル M の同位体比、つまり図 2 の R_0 および R_1 には以下のような関係がある。

Sr 同位体の場合： $R_1 = R_0 + (^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})_{T1} \{ \exp[\lambda_{87}(T0 - T1)] - 1 \}$ …… 式 1

Nd 同位体の場合： $R_1 = R_0 + (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{T1} \{ \exp[\lambda_{147}(T0 - T1)] - 1 \}$ …… 式 2

つまり、Sr 同位体の場合、 $R_1 = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{T1}$ 、 $R_0 = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{T0}$ 、Nd 同位体の場合、 $R_1 = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{T1}$ 、 $R_0 = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{T0}$ である。なお、 λ_{87} と λ_{147} はそれぞれ ^{87}Rb から ^{87}Sr 、 ^{147}Sm から ^{143}Nd への壊変定数であり、式の中の ^{86}Sr および ^{144}Nd は安定同位体である。T0 > T1 > T2、 $R_0 < R_1 < R_2 < R_3 < R_4$ である。

問 1 ML, MU, C の現在 (T2) の同位体比は、それぞれ図 2 の R_0, R_1, R_2, R_3, R_4 のうちのどれに相当するか。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ と $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ の両方の場合について記せ。

問 2 図 2 に示される進化線について 300 字程度以内で説明せよ。但し、Rb-Sr 系と Sm-Nd 系の差違についての記述を含めること。

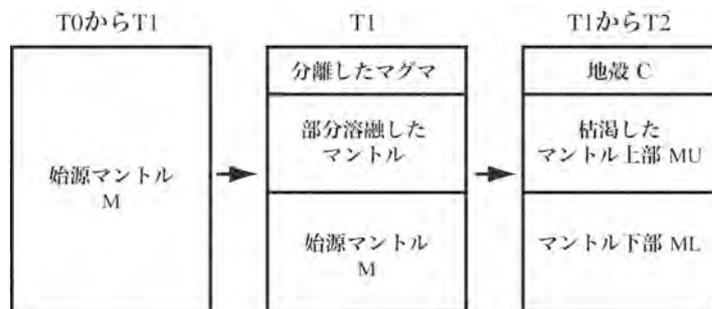


図 1

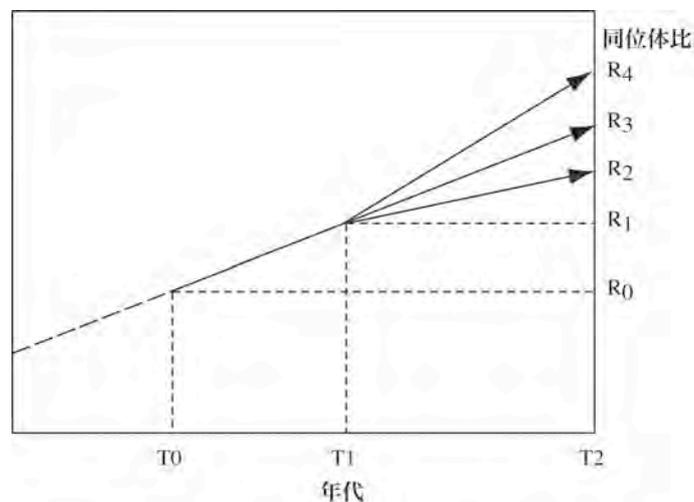


図 2

IV-4 (選択) 次の文章を読み、問1-問6に答えよ。

地球上に起こった地質現象を年代順に配列し、客観的に比較できるように(ア)がつくられて来た。歴史年表の年代が細かく区分されているように、(ア)の年代もいくつかの^(a)階層に区分されている。この区分は地層の積み重なりを基準とし、そこに含まれる化石群の変化の大小に対応している。

堆積岩が薄い板状に広がっていることは、野外調査に際してしばしば経験される場所である。地球表層の物質は地表や水底の風化・侵食で削られ、主として(イ)や氷・風の力により、(ウ)にしたがって低いところへと運ばれる。これらの物質は運搬力が急に低下したりなくなるところで沈殿し、ほぼ水平に広がって(エ)となる。このうち構成物質がほぼ均質なものや、粒度や厚さが変わっても同質のものを、(オ)という。

(オ)はつぎつぎに形成され、常に以前の(オ)の上に順次積み重なってゆく。それぞれの間には平行な境目すなわち(カ)ができる。この(カ)は各(オ)間に、地質時代の長さから見れば瞬間的な形成の中断があったことを示している。このようにつぎつぎと積み重なってゆく地層の重なり方を(キ)という。

地層の性質(岩相・岩質)・広がり方・重なり方(岩相層序)は、形成される場所や環境によって異なるのが一般的である。このような^(b)個々の地層の性質とその組み合わせを堆積相という。たとえば三角州には特有な地層や堆積構造をもった堆積相が発達する。

世界中に共通な岩相層序というものはありえず、岩相層序が示すのはある特定地域の特定の時間経過を示しているにすぎない。したがってある^(c)岩相層序を比較的近く^(c)の他地域のものと比べて同時性や新旧を確かめることは可能であるが、大陸間のように遠く離れた地域間の岩相層序の新旧を確かめ年代を確立するためには、別の手段が必要になる。同じ時代の地層には同じ種類群の化石が含まれているという経験則にもとづいて、^(d)遠く離れた地層の同時性や新旧の順序を認識してきた。すなわち世界中にわたって地層の形成年代を比較する場合、^(e)地理的な分布が広くかつ生存期間の短い化石が有効である。

問1 下線部(a)の地質年代区分の階層の例を3つあげよ。

問2 下線部(b)で例にあげた三角州以外の特徴的な堆積場の例を2つあげよ。またそこでの特徴的・代表的な岩相・堆積構造等をそれぞれ2つ例示せよ。

問3 下線部(c)のように近くの岩相層序どうしを比べることをなんと呼ぶか。

問4 下線部(d)のようにして、新旧の順序を決めた年代をなんと呼ぶか。また、もうひとつの年代の測定法について1つ例を挙げ、30字以内で原理を簡単に説明せよ。

問5 下線部(e)のような化石のことをなんと呼ぶか。また3種類を例示せよ

問6 (ア) - (キ)に適切な語句を入れよ。