

VI 岩石学・鉱物学

次の3問 (VI-1, VI-2, VI-3) のうち2問を選択して解答せよ。

VI-1 (選択)

問題1 X線回折法で回折の起きる条件は隣り合った原子面で散乱されたX線の [①] が一致することである。このためには隣り合った原子面で散乱されたX線の行路差が [②] でなければならない。この条件が満たされる時ブラッグの式 ($n\lambda = 2d \sin \theta$) が成立する。X線の入射角は θ なので回折X線は試料を透過したX線に対し [③] の角度で回折することになる。以下の問に答えよ。

問1 [①] ~ [③] に適当な言葉を入れよ。

問2 波長 λ のX線をもちいて回折実験を行うとき観測可能な原子面のうち最も小さな原子面間隔の値 d_{\min} を λ を用いて表せ。

問3 ブラッグの式で n は回折の次数を示す。なるべく高次 (n が大きい) の回折線まで観測するにはどのようなX線を用いればよいか。

問4 粉末試料の小さな塊に波長 2 \AA (10^{-8} cm) の細く絞ったX線を照射し、試料から 10 cm 離れたところに入射X線に垂直にフィルムを置くと、原子面間隔 2 \AA の原子面から回折されたX線はフィルム上に円を描く。この円の半径は何センチになるか計算せよ。三角関数は下記の表の値を用い、計算経過がわかるように記せ。

| X | $\sin X$ | $\cos X$ | $\tan X$ |
|------------|----------|----------|----------|
| 30° | 0.500 | 0.866 | 0.577 |
| 45° | 0.707 | 0.707 | 1.000 |
| 60° | 0.866 | 0.500 | 1.732 |

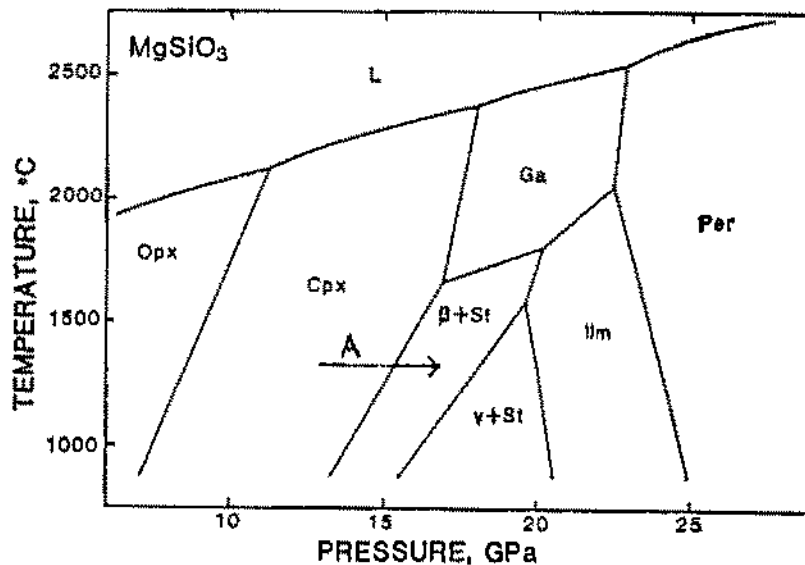
問題2 下の図は $MgSiO_3$ の温度、圧力に関する相平衡図である。図で、それぞれの記号は、以下の相を表している。Opx=斜方輝石, Cpx=単斜輝石, β =変形スピネル相, γ =スピネル相, St=スティショバイト, Ga=ガーネット相, Ilm=イルメナイト相, Per=ペロブスカイト相, L=液相。このとき、以下の問に答えよ。

問1 図のAの矢印で表した相変態を、化学反応式で表せ。

問2 ガーネットの構造は、一般に $X_3Y_2Si_3O_{12}$ で表され、X, Y はそれぞれ8配位および6配位の陽イオンを表す。Yにはどの陽イオンが入るか。

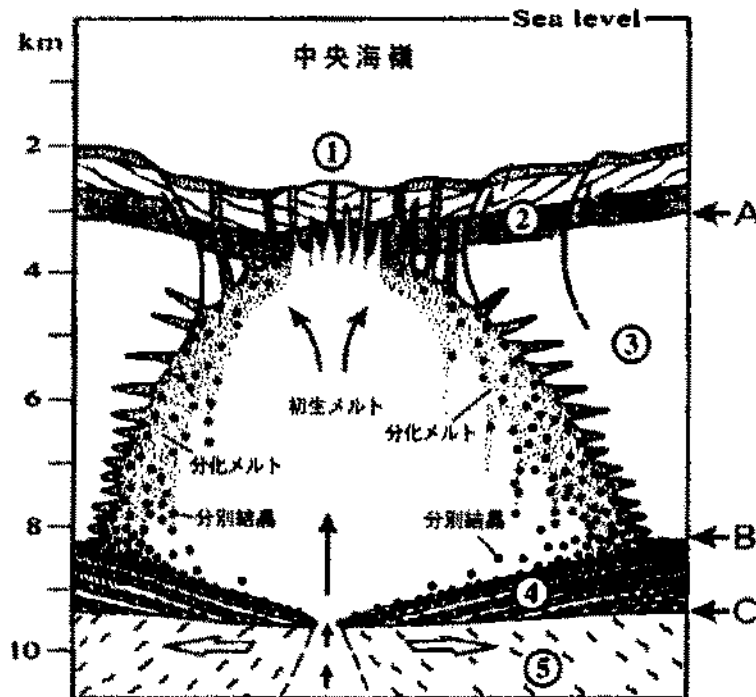
問3 図に示される一連の $MgSiO_3$ の多形で、陽イオンの配位数（まわりの酸素の数）は圧力の上昇とともに増大している。なぜそうなるか、陽イオンの配位数の大小は、陽イオンの半径 R_c と陰イオンの半径 R_a の比 R_c/R_a の大小に支配されることに着目して説明せよ。

問4 図で多くの相境界線は正の勾配を持つのに対し、イルメナイト相とペロブスカイト相の相境界線は負の勾配を持っている。沈み込むプレート中でイルメナイト→ペロブスカイトの相変態が起きるとして、この図に基づいてその深さを考える。図の負の勾配に着目すると、同じ深さのまわりのマントルより低温のプレート中でのイルメナイト相とペロブスカイト相の相境界の深さは、まわりのマントル中のそれに比べて浅くなるか、深くなるか、それとも変わらないか。その理由とともに述べよ。ただし、相変態は図に従って平衡論的に起きているとする。



VI-2 (選択)

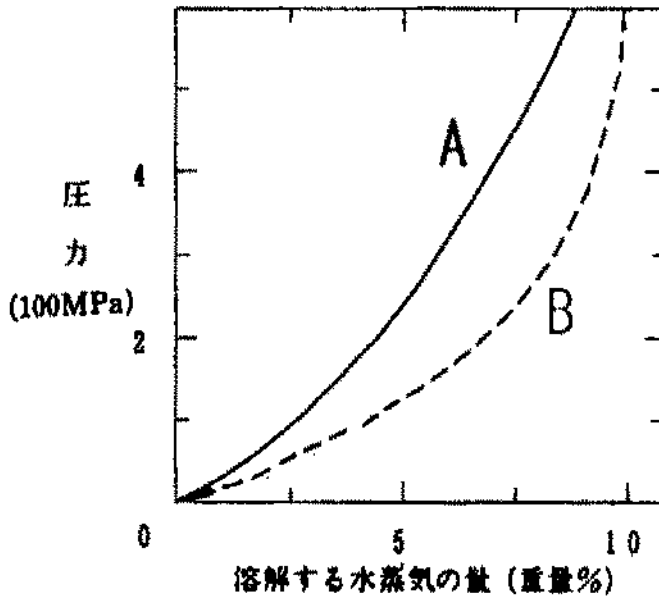
問題 1 下の図は、中央海嶺のマグマ溜まりモデルの1つである。海洋リソスフェアの生産工場モデルになっている。以下の問1～6に答えよ。



- 問 1 中央海嶺の海嶺軸（図の ①）にそって活発な海底噴火が知られている。この海底噴火を起こしているマグマと火山活動の特徴について、50 字程度で簡単に説明せよ。
- 問 2 図の灰色に塗色されている部分（②）は、マグマ溜まりの直上（天井部分）でつくられる。②の火成岩体は、何と呼ばれているか。
- 問 3 図の③の部分は、中央海嶺のマグマ溜まりで分化メルトの結晶作用によってつくられる。③の岩石名と主要な鉱物の組み合わせを記せ。
- 問 4 図の④の部分の岩石は、マグマ溜まりの底部でつくられる。問 3 の③の岩石とは同じ深成岩でありながらいろいろな違いがある。主な相異点を 50 字程度で説明せよ。
- 問 5 図の⑤の岩石はマグマ溜まりの基盤になっている。どのような岩石からできているか。50 字以内で簡単に説明せよ。
- 問 6 モホ面（モホロビッチ不連続面）は、上の図の何処に位置するか。図の右側にある矢印（A, B, C）の中から、正しい位置を示すものを選べ。

問題2 火山噴火様式の多様性にはマグマ中の揮発性成分が重要な役割を果たしていると考えられている。以下の問に答えよ。

問1 下の図は玄武岩質マグマ中への水の融解度曲線である。図には 1100℃と 900℃の 2 つの曲線を示している。溶解度曲線 A, B はそれぞれ何℃の場合か記せ。



問2 マントルから浮力により上昇したマグマは、地殻浅部の低い密度のために浮力を失い地殻浅部に停滞し、浅部マグマ溜まりを形成すると考えられている。この停滞したマグマが再び上昇し、噴火にいたるには複数のプロセスが考えられる。それらについて簡潔に箇条書きで記せ。

問3 浅部マグマ溜まりからマグマが再び上昇し噴火する場合に、(a) 爆発的噴火をする場合と (b) 非爆発的噴火をする場合がある。

- (1) (a) および (b) の代表的な噴火様式と、その堆積物の名称を1つずつ記せ。
- (2) 上記の2つの噴火様式の差を生じさせるプロセスについて、マグマ中の揮発性成分の挙動に注目して述べよ (100字以内)。

問4 流紋岩質マグマの噴火では、爆発的噴火をする事例の方が、非爆発的噴火の事例よりも多い。その原因について説明せよ (100字以内)。

VI-3 (選択)

問題1 これまで地球上で大規模に開発され、人類の近代文明を支える重要な地下鉱物資源を供給し続けてきた鉱床タイプの一つとして、塊状硫化物鉱床 (Massive Sulfide Deposits) が知られている。わが国にもこの鉱床タイプに属する世界的に著名な「黒鉱型」鉱床が存在し、その鉱床の成因に関して活発な議論が展開されてきた。以下の問に答えよ。

問1 塊状硫化物鉱床に分類される鉱床型として、黒鉱型鉱床のほかにキプロス型、別子型鉱床などが知られている。この三者はそれぞれどのような(形成時代、生成の場、主な金属種)特徴を有するか。

問2 わが国における黒鉱型鉱床の分布域は極めて特徴的であるが、それは何と呼ばれる地質区か、また、それは主にどのような地質(岩相)から構成され、どのような環境場で形成されたものか。

問3 この鉱床から産出する代表的な鉱石の名称を3種類挙げ、それぞれの主な構成鉱物名を2種類ずつ挙げよ。

問4 黒鉱型鉱床の形成に関与した火成岩活動の特徴として、バイモーダル火山活動が指摘されている。これらは具体的にどのような現象を表し、またそれぞれどのようなプレート・テクトニクス場で生じたことを示しているか。

問5 地球上には、現在形成されつつある黒鉱型鉱床と類似の鉱床が存在する場所がいくつかある。その事例を一つだけ挙げ、その概要を50字程度で簡単に述べよ。

問題2 次の語句の中からいずれか二つを選び、それぞれ100字程度で解説せよ。

- a) 溶脱型珪化作用と付加型珪化作用
- b) スカルン
- c) 磁鉄鉱型花崗岩と鉱床
- d) 漂砂鉱床