

Ⅲ 岩石学・鉱物学

次の3問(Ⅲ-1, Ⅲ-2, Ⅲ-3)のうち2問を選択して解答せよ。

Ⅲ-1(選択) 次の問題1と問題2の両方に解答せよ。

問題1 次の文章を読み、下線部に関連した以下の問に答えなさい。

鉱物を肉眼で同定するには鉱物の形や(1)劈開, 色, (2)硬度などの情報が手がかかりになるが, 正確に同定するには化学組成の情報が必要である。(3)化学組成を分析することにより元素鉱物であるとか, (4)硫化鉱物であるかということが明らかとなる。しかし(5)化学組成が同じでも結晶構造の異なる鉱物も存在するので鉱物内部で原子がどのように配列しているかということも鉱物種の同定のために必要である。

問1 次の各鉱物はどのような劈開を示すか述べ, その様な劈開を示す理由を結晶構造との関係で簡単に説明せよ。

- (a)黒雲母
- (b)石英

問2 次の鉱物を硬度の小さい順に(A < B < C の様に)並べよ。
石英, 滑石(タルク), 方解石, ダイヤモンド

問3 鉱物の化学組成を分析する方法の例を一つあげ, 説明せよ。

問4 硫化鉱物に属する鉱物名をひとつあげ, その化学式を記せ。

問5 低温型石英や高温型石英と化学組成は同じでありながら結晶構造の異なるシリカ鉱物の例を2つ示せ。

問題2 以下の問に答えよ。

問1 カンラン石は上部マントルを構成する鉱物として重要である。以下はカンラン石の結晶構造についての説明である。ア～カの()の中に入る正しい言葉を下の語群から選び, 文章を完成させよ。ただし, 同じ記号の()には同じ言葉が入る。

『カンラン石は斜方晶系に属し, その結晶構造は, 酸素の(ア)を基礎として考えることができる。Si イオンは酸素の最密充填の(イ)に, Mg イオンは(ウ)に位置している。カンラン石は, (エ)に分類され, SiO₄四面体は(オ)を媒介として他のSiO₄四面体と結びついている。また, (オ)の占める位置は, 結晶学的には同価でないM1 およびM2の2種類がある。』

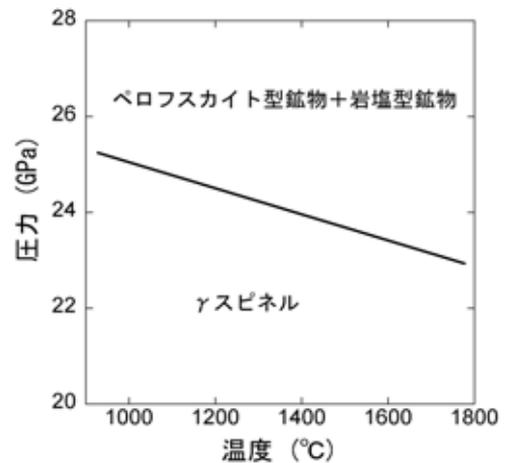
語群: 六方最密充填, 立方最密充填, 四面体空隙, 六面体空隙, 八面体空隙
イノケイ酸塩鉱物, ネソケイ酸塩鉱物, Si イオン, Mg イオン

問2 以下は、マントル内の地震波不連続面の存在を鉱物学的な立場から説明した文章である。ア～コの（ ）の中に入る正しい言葉を下の語群から選び、文章を完成せよ。ただし、同じ記号の（ ）には同じ言葉が入る。また、（オ）、（カ）には化学式が入る。

『地震波解析によりマントルには 410km と 660km にはっきりとした地震波の不連続面が存在することがわかっている。これらの深さでの地震波速度の急激な（ア）は、マントル構成鉱物の（イ）によって引き起こされると考えられている。マントルの化学組成を第一次近似として Mg_2SiO_4 だと考える。 Mg_2SiO_4 は、圧力の上昇に伴ってカンラン石から（ウ）、そして、（エ）、さらには、ペロフスカイト型鉱物（オ）と岩塩型鉱物（カ）に分解することが実験的に確かめられている。これら一連の（イ）の起こる温度、圧力条件から、410km と 660km それぞれの不連続面は、（キ）⇒（ウ）、（エ）⇒（コ）の（イ）に対応すると考えられる。』

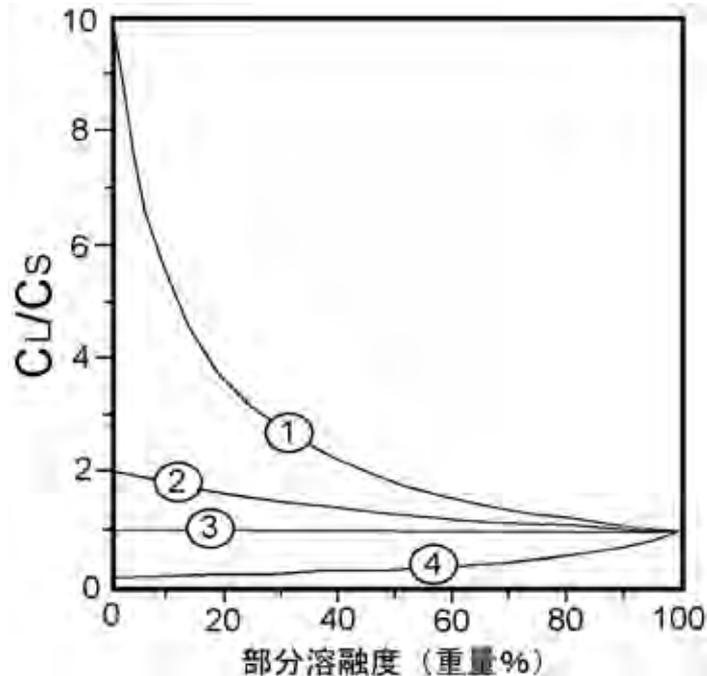
語群：増加，減少， γ スピネル， β スピネル，カンラン石， Mg_2SiO_4 ， $MgSiO_3$ ， SiO_2 ， MgO ， $NaCl$ ，ペロフスカイト型鉱物と岩塩型鉱物，イルメナイト型鉱物，輝石型鉱物とカンラン石，進化，相変態

問3 右図は Mg_2SiO_4 組成の γ スピネルがペロフスカイト型+岩塩型の鉱物へ分解する反応の相平衡図である。この分解反応の相境界線は、温度-圧力勾配 (dP/dT) が負であることが特徴である。周りのマントルに比べて冷たいスラブの沈み込みのダイナミクスに、この負の勾配が与える影響について考えられることを簡単に述べよ。(ヒント：冷たいスラブ内での相境界線が、周りのマントル内での相境界線の深さより、浅くなるか、深くなるかを考えてみよ。)



III-2 (選択) 次の問題1と問題2の両方に解答せよ。

問題1 下の図は、ある固相の平衡部分溶融で生じるマグマの元素濃度と部分溶融度の関係を示したものである。ただし、 C_L ：メルト中の元素濃度、 C_s ：溶融前の固相の元素濃度、である。以下の問いに答えよ。



問1* 図中の①～④の曲線は分配係数 D がいずれの元素のものか、 $D=0.1$, 0.5 , 1 および 5 から選べ。ただし、 $D = (\text{メルト中の濃度}) / (\text{固相中の濃度})$ とする。

問2 上部マントルの溶融において、 $D=0.1$ のように分配係数が小さい元素の総称と、具体的な元素名 ($D=0.1$ である必要はない) を2つ述べよ。

問3 上部マントルの溶融において、 $D=5$ のように分配係数が大きい元素の総称と、具体的な元素名 ($D=5$ である必要はない) を2つ述べよ。

問4 花崗岩質な地殻物質の溶融を考えた場合、上部マントルの溶融の場合と比べて問2で示した2つの元素の分配係数はどのように変化するか、それぞれ述べよ。

* この問題は不適切であったので、採点から除外し、問2、3、4の解答に対して問題1の全配点をあてはめた。

問題2 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

X 火山の東方 10 km の露頭で地層を観察したところ、下位から A (厚さ 1 m), B (3 m), C (2 m), D (5 cm) の 4 層の火山噴出物を認識できた。B 層と C 層の間には薄く、C 層と D 層の間には厚く土壌があり、D 層の上にはごく薄く表土が覆う。構成物について見てみると、A, B, C の 3 層は軽石および同質の火山灰からなり、D 層は火山灰層であり、実体顕微鏡で観察したところ鉱物片、粘土鉱物および変質した岩片からなることがわかった。軽石を調べたところ、いずれも X 火山の噴出物であることがわかった。なお、X 火山は孤立した火山で、周辺 100 km 以内に他の火山は存在しない。以下の問いに答えよ。

問1 A 層, B 層および C 層について構成物の粒度分布を調べ、累積粒度分布図を作成したところ、下図のような結果を得た。それぞれの粒度分布の特徴と、それから想定される堆積物の定置様式 (mode of emplacement) について、50 字程度で述べよ。

問2 起伏のある場所に A 層と B 層が分布する場合について、それぞれの堆積の状態を描け。下記のような地形断面を解答用紙に描き、それに解答を描け。なお、紙面に垂直な方向に X 火山があるものとする。



問3 A 層と B 層の観察から、その時の X 火山での噴火様式とその推移について 50 字程度で述べよ。

問4 この露頭から読み取れる X 火山の噴火史について 100 字程度で記せ。

III-3 (選択) 次の問題1と問題2の両方に解答せよ。

問題1 島弧や大陸縁辺部の環境では、しばしば活発なマグマ活動に伴い有用金属元素の濃集する鉱脈型鉱床が形成されている。この事実に関連して、以下の問題1～4に答えよ。

問1 鉱脈型鉱床に産する代表的な鉱石鉱物名を3種類挙げ、その英名、和名、化学式を示せ。

問2 鉱脈型鉱床においては、一般に有用金属がどのような形態（化学種）で輸送され、またどのようなメカニズムで固定される（沈殿）と考えられているか。輸送形態と固定メカニズムについて、それぞれ50字以内程度で簡単に述べよ。

問3 重金属元素の輸送に重要な働きをした熱水（高温の水）の物理化学的性質を知るためには、鉱床母岩の熱水変質作用や鉱石・脈石鉱物中に含まれる流体包有物の研究が有効であるとされている。熱水変質作用や流体包有物の研究により、それぞれ何が明らかになるか。熱水変質作用と流体包有物の両方について、それぞれ50字以内程度で簡単に述べよ。

問4 島弧や大陸縁辺部では鉱脈型の鉱床ができやすいと考えられている。その主な理由を3つ挙げよ。

問題2 以下の項目から2つ選び、それぞれ100字程度で簡単に解説せよ。

- 1) ペグマタイト鉱床
- 2) マンガン団塊
- 3) ゼオライト
- 4) 黒鉱