

岩石学・鉱物学

以下の3問（ - 1 , - 2 , - 3 ）のうち2問を選択して解答せよ．

- 1 (選択) 次の問題1と問題2の両方に解答せよ．

問題1 鉱物Aの外形は図1のような正六面体(立方体)である．結晶の中心を通り互いに直交するa軸，b軸，c軸をとると結晶面a，b，cは各軸に垂直であった．各結晶面には図に示されるような条線が観察され，その方向は六面体の平行する面では同じである．組成を分析したところ，この鉱物は鉄とイオウだけから成り，その原子比は1：2であった．Cu - K α 線($\lambda = 1.54 \text{ \AA}$)を用いて行った粉末X線回折実験では多数の回折線が観測されたが，回折角から得られた220面の原子面間隔は $1.92 \text{ \AA}$ であった．以下の問いに答えよ．

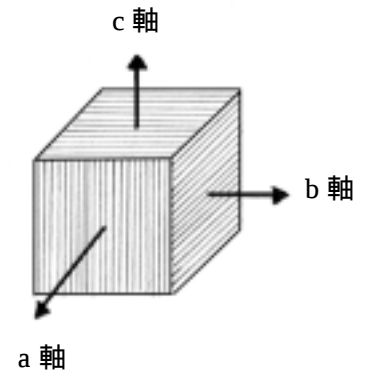


図1

問1 鉱物Aの組成式を書き，鉱物名を示せ．

問2 図2の例にならって鉱物Aの対称性をステレオ投影せよ．解答用紙に手書きで記すこと．

問3 鉱物Aの結晶系は何か．またその様に判断した理由を記せ．

問4 鉱物Aの格子定数を計算せよ．

問5 粉末X線回折実験により得られた回折角から原子面間隔を求める方法について簡単に述べよ．



図2

問題 2 以下の問 1 ~ 3 に解答せよ。

問 1 ひとつの相 α が、高温、あるいは、高圧下で同一組成ではあるが結晶構造の異なる相 β に相転移する場合を考える。

(a) 相 α と相 β のように同一組成であるが結晶構造が異なる鉱物の関係を何と
いうか。

(b) 相 α と相 β のギブス自由エネルギー G_α, G_β が等圧状態で温度とともに変化
する様子を図に模式的に示せ。相 α は、相転移温度 T_0 で相 β に相転移すると
せよ。

(c) 相 α と相 β のギブス自由エネルギー G_α, G_β が等温状態で圧力とともに変化
する様子を図に模式的に示せ。相 α は、相転移圧力 P_0 で相 β に相転移すると
せよ。

問 2 閉じた系において固体鉱物だけが反応して、他の鉱物だけを生ずるような
鉱物の化学反応を考える。このような反応の例として、かんらん石と石英
が反応して輝石を生ずる反応がある。かんらん石をマグネシウム側の端成
分（フォルステライト）として、化学反応式を書け。

問 3 問 2 の反応が起こるときの自由エネルギーの変化は温度と圧力の関数とし
て、

$$\Delta G = -2300 + 0.35T - 970P$$

と求められる。 ΔG の単位は cal, T は絶対温度, 圧力 P の単位は GPa であ
る。地殻から上部マントルの温度範囲を 300 ~ 1500K, 圧力範囲を 1 ~ 14GPa
としたとき, 問 2 の反応に関してどのようなことがいえるか, 100 字程度
で記せ。

VI - 2 (選択) 次の問題 1 と問題 2 の両方に解答せよ。

問題 1 ある火山の一連の噴火を観察したところ、噴火の推移は 3 つの Phase に分けられた。また噴火終了後に野外および大学の研究室で検討した結果、次のことがわかった。以下の問いに答えよ。

(噴火推移)

Phase 1: 火口より噴煙柱が高く上昇して高度約 30km に達し、その後、空から軽石が降下して厚く堆積した。

Phase 2: 噴煙柱が一部崩壊して、灰かぐらが斜面を駆け下った。

Phase 3: 噴煙柱が収まった後、火口から溶岩が流下した。

(野外および研究室での検討)

- 1) Phase 1 の堆積物の特徴を観察したところ、本質物質は全て軽石であった。採取した軽石は斜長石、石英、普通角閃石と磁鉄鉱を斑晶鉱物として持ち、その全岩化学分析の結果、 $\text{SiO}_2 = 66\text{wt}\%$ であった。
- 2) Phase 2 の灰かぐらが流下したところを調査し、厚さ数mの堆積物を確認した。そこから本質物質として軽石の他に少量のスコリアと、両者が混じりあった縞状軽石を見出した。軽石は Phase 1 と同じであったが、スコリアは斜長石とカンラン石を斑晶として持ち、その全岩化学分析の結果、 $\text{SiO}_2 = 51\text{wt}\%$ であった。
- 3) 溶岩流の表面はコークス状のレキで覆われており、溶岩流特有の表面微地形が明瞭であった。溶岩は全岩化学分析の結果、 $\text{SiO}_2 = 56\text{wt}\%$ であった。

問 1 Phase 1 の噴火様式の名称を答えよ。

問 2 Phase 2 では何が発生したと考えられるか述べよ。

問 3 この溶岩流のタイプを述べよ。また溶岩流の表面微地形として代表的なものを 2 つ記せ。

問 4 Phase 1 と Phase 2 の堆積物の露頭での違いと、その分布を地形図上に示したときの違いについて述べよ。

問 5 今回の噴火推移と噴出物の時間変化を考慮した場合、溶岩にはどのような岩石学的特徴が認められるか述べよ。

問 6 今回の噴火プロセスについて考えられることを 200 字程度で論ぜよ。
但し以下のすべての語句を 1 回は用いること。
(マグマ, マグマ溜り, 揮発性成分, 脱ガス, 発泡, 火道)

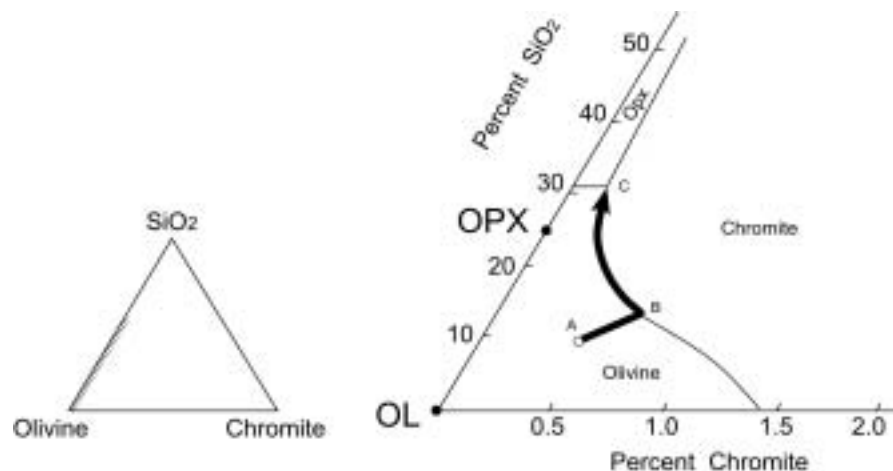
問題 2 以下の語句から二つを選び, それぞれ 100 字程度で説明せよ。

- ・ インコンパティブル元素 (incompatible element)
- ・ 分別溶融 (fractional melting)
- ・ 火山フロント (volcanic front)
- ・ バイアス型カルデラ (Valles type caldera)
- ・ 初生安山岩 (primary andesite)
- ・ メルト包有物 (melt inclusion)

VI - 3 (選択) 以下の問題 1 と問題 2 の両方に解答せよ。

問題 1 大陸地域に発達する先カンブリア時代の大規模貫入岩体において、しばしばマグマの結晶分化作用に伴い資源的に重要な金属鉱床が形成されている。このことに関して次の問いに答えよ。

- 問 1 このような金属鉱床タイプは何という名称で呼ばれているか。
- 問 2 鉱床母岩となる代表的火成岩の名称を述べよ。
- 問 3 このタイプの鉱床に産する鉱石中には、酸化鉱物であるクロム鉄鉱(chromite)のほかに、自然金属鉱物や硫化鉱物が産出する。両者について、それぞれ代表的な有用金属元素種(元素記号)とそれを含む鉱石鉱物名(英名又は和名)を 1 種類ずつ挙げよ。
- 問 4 一般に、このタイプの鉱床はどのような産状を示すか。また、その代表的鉱床名を一つだけ挙げよ。
- 問 5 このタイプの鉱床のうち、特にクロム鉄鉱鉱床の成因については、マグマの結晶分化作用と関連して、主に二種類の説が提唱されている。下図のマグマ分化過程の相図を参考に、どちらか一方の説について図(略図で可)に示しながら簡単に説明せよ。



カンラン石 - クロム鉄鉱 - シリカ系の模式的相図におけるマグマの結晶分化過程。矢印(A→C)はマグマの結晶分化に伴うメルト組成の変化を示している。

問題 2 以下の項目から二つ選び、それぞれ 100 字程度で解説せよ。

- 1) スカルン
- 2) マンガン団塊
- 3) 高硫化型金鉱床
- 4) 樹枝状結晶