

平成 16 年度 (2004 年度)

東北大学大学院理学研究科 地学専攻

博士課程前期 2 年の課程 入試問題

専門科目

C 群 (地球惑星物質科学・比較固体惑星学分野)

平成 15 年 9 月 4 日 13 : 00 ~ 16 : 00 実施

注意事項 (共通)

1. 机の上には受験票、筆記用具、時計以外は置いてはいけません。
2. 合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。
3. 試験時間は 13:00 から 16:00 までです。
4. 問題は A 群 6 問 (問題 A1 ~ A6: 地圏進化学・環境動態論分野)、B 群 8 問 (問題 B1 ~ B8 : 環境地理学・環境動態論分野)、C 群 10 問 (問題 C1 ~ C10: 地球惑星物質科学・比較固体惑星学分野) の計 24 問が出題されています。
受験生はこのうちから 5 問を選択して解答します。選択にあたっては、志望分野から少なくとも 3 問を選択し、残り 2 問は志望分野を含むいずれの分野から選択しても構いません。
5. 解答はすべて解答用紙に記入します。解答は大問 1 題毎に解答用紙を別にします。
解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名・志望分野および問題番号を明記します。
6. 試験終了後、地圏進化学・環境動態論分野および環境地理学・環境動態論分野を志望する受験生は入学後の抱負などについて 20 分程度で作文してもらいます。なお、これらの作文の際には、参照物などの持ち込みは不可です。地球惑星物質科学・比較固体惑星学分野を志望する受験生は志望研究室の調査があります。

問題 C 1

問1 次の空間群の点群(因子群)を記せ。

$P2_1$, $P2_1/c$, $Cmm2$, $P4_2/mnm$

問2 もし、ある鉱物の結晶構造を調べた結果、ポーリングの電気的中性則が満たされていないことがわかったとする。この場合、どのような可能性が考えられるか。

問題 C 2

鉱物の相転移について，実際の鉱物を例に挙げながら述べよ。尚，下記の全ての語句を必ず1度は用いること。

- (1) 同質多形 (ポリモルフ)
- (2) 再構成型転移
- (3) 変移型転移
- (4) 一次の相転移
- (5) 二次の相転移
- (6) 秩序- 無秩序転移
- (7) ポリタイプ
- (8) 転移双晶

問題 C 3

問 1

深成岩と火山岩を比較し、肉眼的な違いと顕微鏡的な違いについて述べよ。

問 2

野外で典型的な降下軽石堆積物と軽石流堆積物を観察したとき、どのような違いが見られるか述べよ。

問 3

結晶分化作用について、具体的にどのようなことがおきるのか説明せよ。

但し以下の用語を、少なくとも一回は用いること。

デイサイト、マグマ溜まり、沈積、かんらん石、石英、連続反応系列 斜長石

問 4

火山岩の岩石系列の分類については様々な方法が提案されている。そのうちの1つの例をあげ、詳しく説明せよ。

問 5

コンドライト (chondrite) とエイコンドライト (achondrite) について、それぞれどのような歴史をもっていると考えられているか述べ、肉眼的違いと顕微鏡的な違いについて説明せよ。

過去 20 年間に発生した日本国内における火山活動を振り返ってみると、1983 年の三宅島、1986 年の伊豆大島や 1990～1995 年の普賢岳の活動の際における溶岩流、普賢岳活動における火砕流、普賢岳や 2000 年の有珠、三宅島活動における火砕サージ、そしてラハール（火山泥流）などの火山性流れ現象が数多く発生し、周辺地域に深刻な被害をもたらすことがあった。

これらの火山性流れ現象に関連して、以下の問いに答えよ。

問 1 溶岩流、火砕流、火砕サージ、ラハールの違いを、次の観点にもとづき、要約して説明しなさい。解答は 1.～3. までの内容を、「溶岩流」、「火砕流」、「火砕サージ」、「ラハール」の 4 つの現象毎にまとめて述べること。

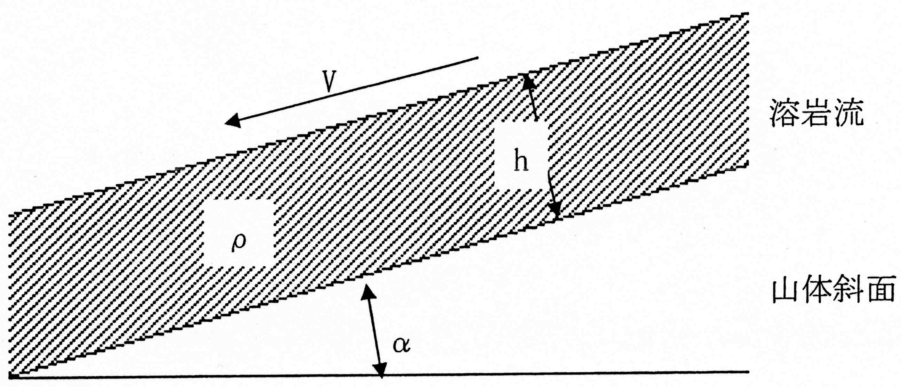
1. フィールドにおいて各々の堆積物は、どのようにして識別されるか？

2. 各々の現象の発生のメカニズムは？

3. 各々の現象によってもたらされる火山災害の特徴は？

問 2 次の頁の図のように、山体斜面を流下する溶岩流の粘性率 η は、Jeffreys の式を用いて代表的な観測値より推定されることが多い。ここで h は溶岩流の厚さ、 ρ は溶岩流の密度、 g は重力加速度、 α は傾斜角度、 V は流下速度である。この式において、溶岩流は一様な厚さを有する均質な平板であり、ニュートン流体として、層流状態で流動することを前提としている。

いま、この溶岩を採集し、室内において大気圧下で完全に溶かし、観測された溶岩流の温度において粘性率を測定したとする。その測定値は、Jeffreys の式を用いた計算値と一般に一致しない。何故一致しないのか、実際の溶岩流の状況（溶岩流の組織、物質の状態の違い、組成の違いなど）を思い浮かべながら、持てる知識を全て用いて具体的に説明しなさい。



Jeffreysの式 $\eta = h^2 \rho g \sin \alpha / 3V$

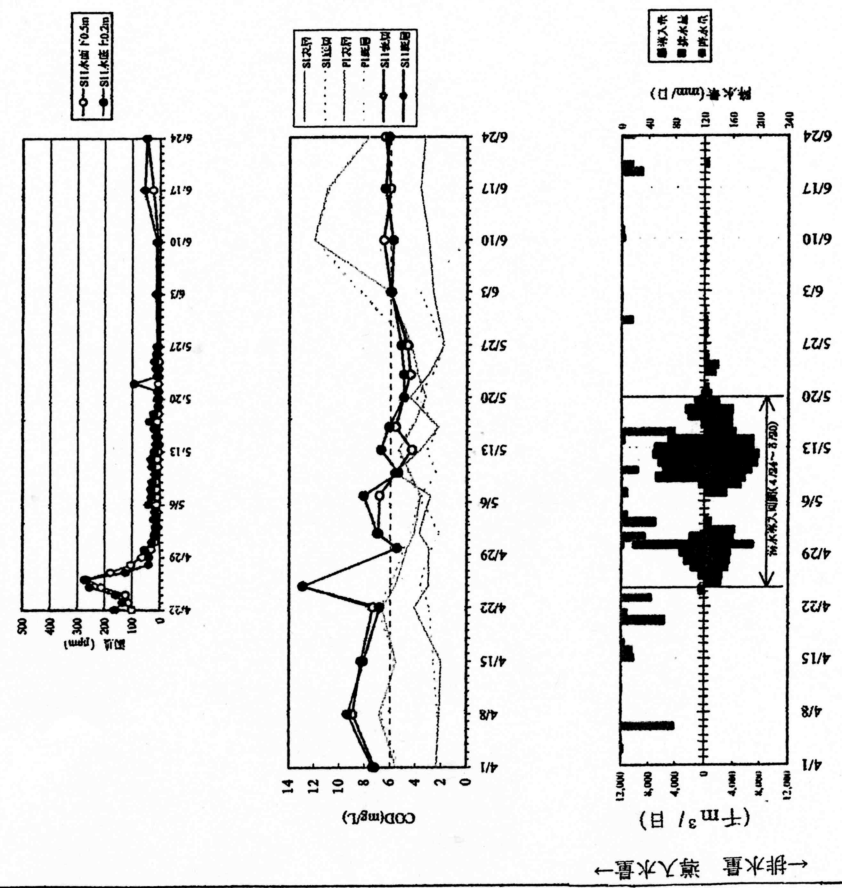
問題 C 5

諫早湾は潮受け堤防によって平成9年4月に海流を遮断されましたが、平成14年4月24日から5月20日まで、堤防の一部を開けて海水が導入され、その影響が調べられました。添付資料は調整池内の水質変化を調べた結果です。調整池とは、潮受け堤防の内側、汽水側を意味します。文字が小さいので、一部を拡大した図も添付しました。海水の導入総量は約7千万 m^3 、「調整池容量の2倍強に相当」と記述されています。

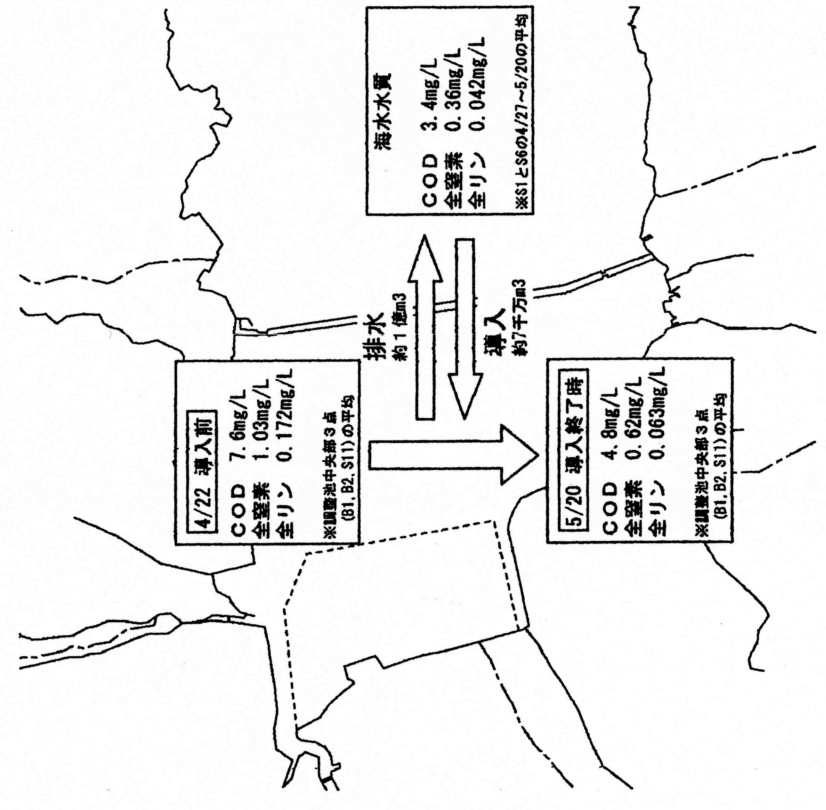
- 問1、濁度のグラフ(上段)によると、海水導入後、濁っていた水が急激に澄んだことがわかります。導入直後のピークは、底の泥が乱流で巻き上げられたことによります。きれいな海水を入れたのだから、澄んだのは「希釈効果」だろうと考え易いのですが、本当でしょうか。「希釈効果」では説明できない事実を、本出題で与えられた文や図の中から指摘しなさい。
- 問2、水の濁度を本資料では、浮遊物質の含有量(ppm)で示していますが、1 ℓ の純水にカオリナイト1mgが分散した状態の濁度(光の散乱)を1度とする基準もあります。この基準が示すように、粘土粒子は純水中でコロイド状態となって安定に分散します。コロイド状態とはどんな状態で、どうして濁ったまま安定でいられると思いますか。微粒子の「表面電荷」および水分子の「極性」を思い出して説明しなさい。
- 問3、一般に、コロイド状態となる粒子の径はおよそどのくらいだと思いますか? 日常経験を根拠に推定しなさい。解答に厳密な数値は期待していませんが、論拠と単位と桁数を評価対象とします。
- 問4、コロイド状態の粘土粒子で濁った汽水に、海水が混入されると、粘土粒子はどうなるでしょうか。海水は塩分を3.5%含む電解質であることを思い出して説明しなさい。それが、調整池の水が急激に澄んだ主たる理由でしょう。
- 問5、粘土コロイドが消失すると一緒に、全窒素、全リンおよび有機物も減少しました(資料、右側の図)。それらはどんなメカニズムで何処に行ったと考えますか。類似の現象は原始地球上でもあり得ますので、生命発生前の有機分子が濃集するメカニズムを考える上で示唆に富んだ現象です。

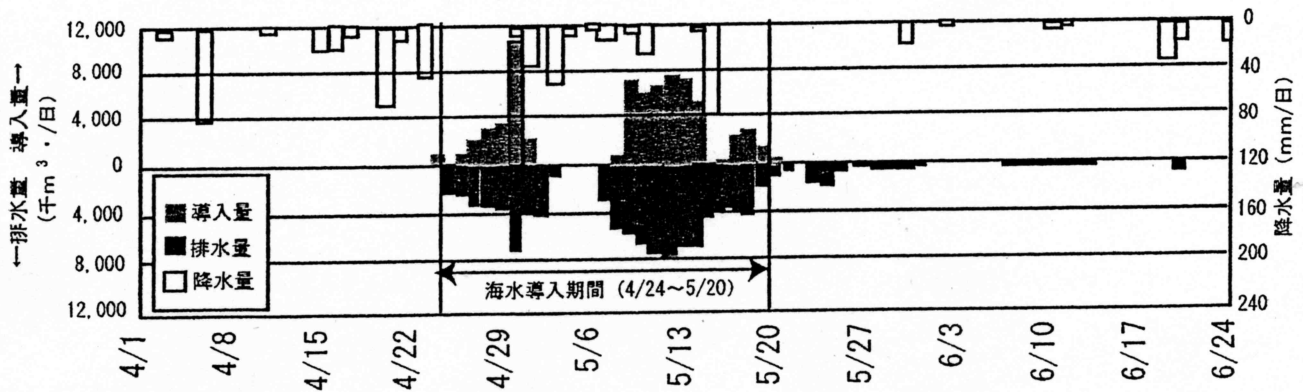
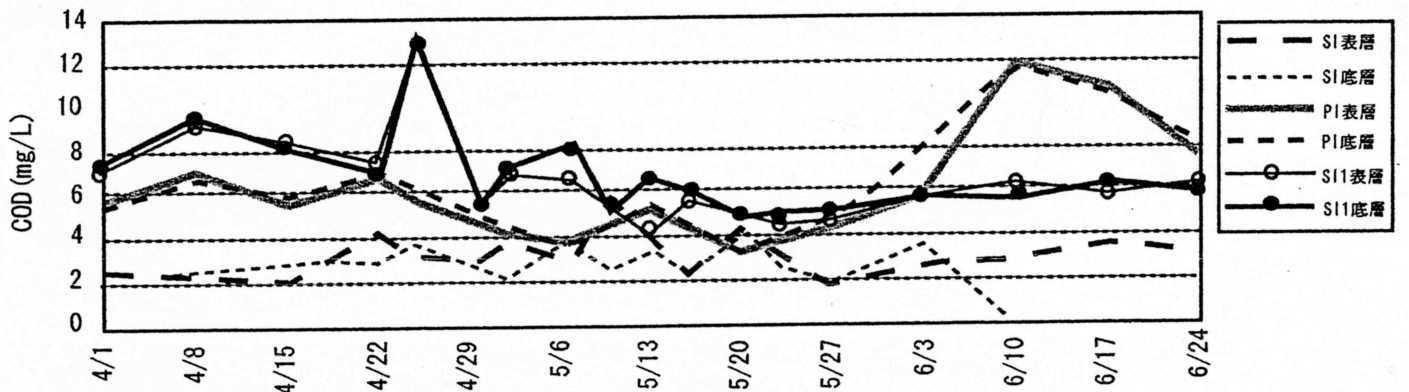
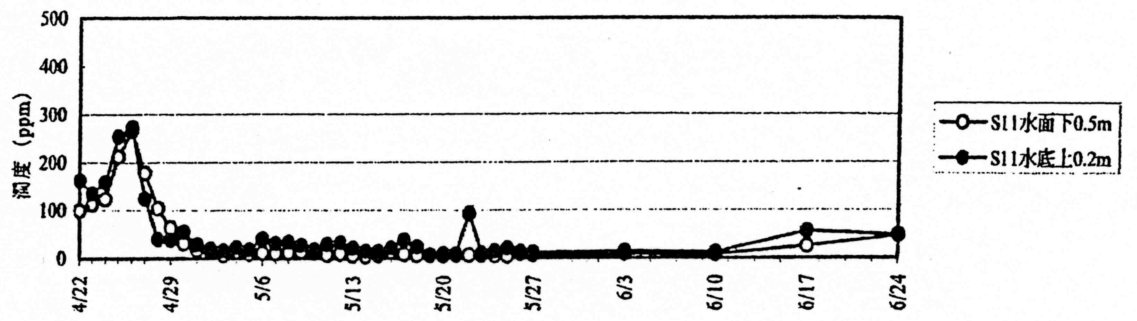
○ 濁度、化学的酸素要求量 (COD) 等の水質は、海水導入期間中は、導入した海水による希釈効果などにより、概して導入前より低くなる傾向がみられた。

○ 調整池中央部 S11 地点での濁度、化学的酸素要求量 (COD) の経時変化



○ 希釈効果などによる調整池水質の変化





問題 C 6

次の1対の語句の違いを、結晶の成因との関連で簡単に説明せよ。必要なら図示してもよい。

1. 均質核形成と不均質核形成
2. らせん転位と刃状転位
3. 結晶とアモルファス
4. 2次元核形成と3次元核形成
5. らせん成長と2次元核成長
6. 樹枝状結晶と多面体結晶
7. 安定相と準安定相
8. 熱伝導と熱対流
9. 表面張力と界面張力
10. 原子間力顕微鏡(AFM)と光学顕微鏡

問題 C7

問1 以下は地球科学で使われるいくつかの重要な関係式を表している。各式の名称と式中の変数の意味を記せ。また各式の表す意味を50字程度で説明せよ。

(1) $f = C - P + 2$

(2) $dT / dZ = \alpha gT / C_p$

(3) $V_p = a + b\rho$

(4) $\dot{\epsilon} = \sigma^n / \eta$ ただし $n \neq 1$

問2 次頁の図は地球内部の地震波構造モデルに対するパラメーター η_B の分布を表している。この図に関して、以下の設問に答えよ。

(1) 地球内部においては、 $\Phi(r) = K / \rho$ とすると、密度 ρ 、地震パラメーター $\Phi(r)$ 、重力加速度 $g(r)$ の間には、近似的に以下の(ア)式のような関係がなりたつ。

$$d\rho(r)/dr = -\rho(r)g(r) / \Phi(r) \text{ ----- (ア)}$$

この(ア)式の関係をなんと言うか。また、この(ア)式の関係が厳密に成り立つのは、どのような場合か。その条件を記せ。

(2) 実際の地球は、厳密には(ア)の条件が成り立たない。(ア)の関係からのずれを以下の(イ)式で表すことがある。

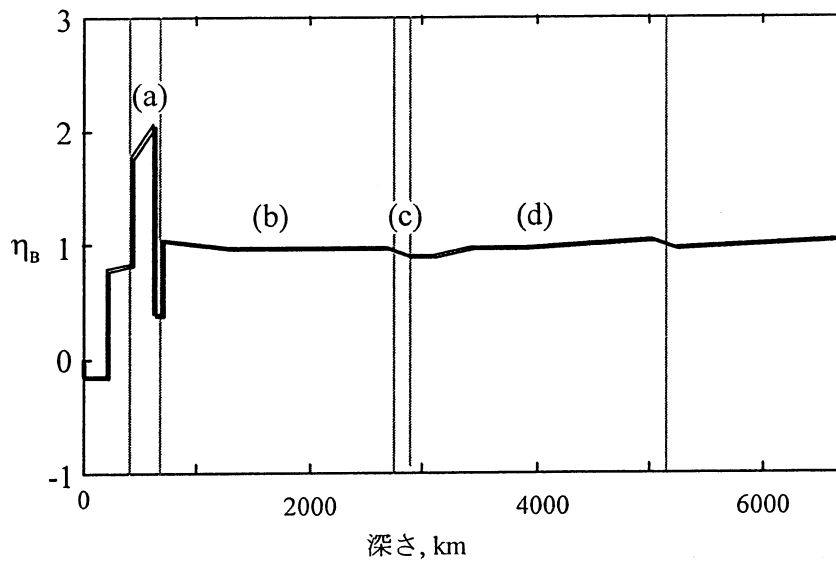
$$\eta_B = -(d\rho(r)/dr) \Phi(r) / \rho(r)g(r) \text{ ----- (イ)}$$

このパラメーター η_B をなんと呼ぶか記せ。

(3) このパラメーターの深さ変化を図に示す。図中に示した小さな領域がみとめられる。図中の(a), (b), (c), (d)の領域は地球内部にでなんと呼ばれているのか記せ。

(4) $\eta_B > 1$ はどのような場合か。地球内部のどの領域で $\eta_B > 1$ となるのか。また、そこでは、どのようなことが生じているのか記せ。

(5) $\eta_B < 1$ となるのはどのような場合か。地球内部のどの領域で $\eta_B < 1$ となるのか。そこでは、どのようなことが生じているのか記せ。



問題 C8

地球は「水の惑星」と呼ばれているが、近年の探査からは、地球や氷天体以外にも月や火星などの身近な天体で H_2O が存在している可能性が示唆されている。水は生命活動に必須だけでなく、地球や惑星の様々な現象において重要な役割を果たしていると考えられる。それでは、以下の項目に対して水が存在する事がどのように影響するであろうか。括弧内のキーワードを参考に具体的な例や理由、また考察を交えて説明せよ。

問1 鉱物の相転移 (相関係・反応速度)

問2 マントル対流 (粘性・対流の様式)

問3 初期地球の進化 (マグマオーシャン・結晶分化)

問4 氷天体の内部構造 (高圧氷・液体層)

問題 C 9

火山岩の岩石系列に関する次の問い（1～3）に答えよ。

- (1) ソレイト (TH) 系列とカルクアルカリ (CA) 系列の相違を A-F-M 図または都城図 (SiO_2 vs $\text{FeO}^{\text{I}}/\text{MgO}$ 図) を用いて 100～200 字程度で説明せよ。図の目盛は半定量的でよい。
- (2) ソレイト系列が分化の比較的初期に問(1)のような特徴を示す理由を、苦鉄質固溶体鉱物の相図を用いて 100 字程度で説明せよ。
- (3) カルクアルカリ系列の主要な成因論を二つ上げ、それぞれ 100 字程度で説明せよ。

問題 C10

岩石に含まれる元素に関する以下の問いに答えよ。

(1) 元素の配位数について、簡明に説明し、4配位、6配位、8配位をとる元素を、それぞれ一つ挙げよ。

(2) L I L元素とH F S元素について、イオン半径と電荷の関係に基づいて簡明に説明し、それぞれのグループに属する元素を2例ずつ挙げよ。

(3) コンパティブル元素とインコンパティブル元素について、それぞれの元素の分配係数に基づいて、これらを簡明に説明し、それぞれの例を一つ挙げよ。