

平成 14 年度（2002 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

A 群（地圏進化学・環境動態論分野）

平成 13 年 9 月 6 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、希望分野から少なくとも 3 問を選択し、残り 2 問は希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。
解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名・希望分野および設問番号を明記します。
また問題によって解答用紙を別にします。
6. 試験終了後、地圏進化学・環境地理学・環境動態論分野を希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。地球物質科学・比較固体惑星学分野を希望する受験生は志望研究室の調査があります。

問題 A1 次の文章を読み、問い(1)～(5)に答えよ。

海洋底に残された地磁気異常の縞模様は、プレートの相対運動の方向や速度を復元する上で、極めて重要な資料となる。しかし、この縞模様を用いる手法は白亜紀以降に関しては有効であるが、ジュラ紀についてはあまり有効ではなく、それ以前の復元には適用できない。(a)

白亜紀以前の海洋プレートの発達史を考える上では付加体の研究が不可欠である。付加体は海洋物質と陸源物質からなっており、その岩相組合せは海洋プレートの誕生から消滅にいたる歴史を反映している。ただし、これら付加体構成岩類は数多くのスラストで剪断され、繰り返してあらわれたり、剪断された泥質基質中に様々なサイズの礫や岩塊として混じりあったりしている(b)ので、元の層序は通常保存されていない。しかし、断片的に残された原層序をつなぎあわせたり、化石年代や放射年代を調べることによって、われわれは付加体構成岩類の本来の層序(c)を復元し、それを基に過去の海洋プレートの発達史に言及することができる。

- (1) 海洋底地磁気異常の縞模様の特徴は何か。また、縞模様はどのようにして形成されるか。
- (2) 下線部(a)について、なぜこのようになるのか、その理由を簡単に説明せよ。
- (3) 下線部(b)のような地質体はなんと呼ばれているか。
- (4) 下線部(c)の理想化されたものはなんと呼ばれているか。
- (5) 上記(4)の理想化された層序およびその各構成要素の形成場を示し、復元された付加体構成岩類の層序からわれわれはなにを知ることができるかについてややくわしく説明せよ。

問題 A2 以下の用語の中から 10 個を選択し, それぞれについて 50 字以内で簡単に説明しなさい。

1. プレート運動のオイラーポール
2. ホットスポットトラック
3. スラブの負の浮力
4. 火山フロント
5. 海洋性プレートに関するルート t 則
6. 最大剪断応力
7. 有限均一歪
8. モールの破壊基準
9. 破壊強度のサイズ効果
10. スティックスリップ (固着すべり)
11. シュードタキライト
12. マイロナイト
13. サブグレイン (subgrain)
14. マックスウェル物体
15. レイノルズ数
16. 原子空孔
17. 圧力溶解クリープ
18. べき乗流体の構成則
19. 座屈褶曲
20. デタッチメント

問題 A3 現在の堆積環境は過去の堆積岩類が集積した場を復元する場合の根拠となり，単一の堆積岩が古環境の全容を特定することもある．一般には，産出する堆積物（岩）の堆積相の組み合わせにより，堆積環境を復元する．これらの所見を考慮し，以下の問い(1)～(3)に，各々100字以内で答えよ．

- (1) 砂漠環境を反映する非海成堆積物について説明せよ．
- (2) 寒冷環境を示唆する非海成堆積物について説明せよ．
- (3) 礫質の堆積物が主に集積する非海成環境について説明せよ．

問題 A4 下記の3つの設問に答え、生物事変に関する研究成果をまとめよう。解答用紙は指定のものがある。

(1) 作表：

表の下の語句から、表の各空欄に最も適したものをひとつずつ選び、空欄に記入せよ。全ての語句を使用すること。また、論文形式で表に題をつけよ。

(2) 分類：

生物事変・環境変動・有力な原因をそれぞれ類似性に基づき分類し、各枠の右の内枠に適切な記号を記入することにより分類結果を示せ。また、記号の意味を表の下の記号：の箇所に語または句で示せ。

(3) 作文：

完成した表の要約を、全体の内容が伝わるように200字程度の文章にまとめよ（箇条書にしないこと）。

-X- 作表やT=の A4に関しては 解答用紙も付く

表1.

時代	年代 (百万年前)	生物事変	環境変動	有力な原因
現在	0	人類・家畜の増加と陸上生物の多様性の減少 大型海洋哺乳類の出現 (史上最大の動物)	海洋循環の活発化 寒冷化・水床発達	人類文明の発展 高緯度高生物生産帯の形成 寒冷深層水の発達 小天体衝突と寒冷化
第四紀	1	浮遊性生物と陸上動物の絶滅事変 底生生物の絶滅事変	太陽光遮断・寒冷化・酸性雨 温暖化・海洋貧酸素化	大型爬虫類の絶滅 温暖化による海洋貧酸素化 温暖化による海洋貧酸素化
中新世中期	17-13	哺乳類の多様化	不明	不明
始新世後期-漸新世初期	37-34	大量絶滅 (恐竜の絶滅)	不明	小天体衝突・火山活動
漸新世末期	55	大量絶滅 (恐竜の絶滅)	不明	不明
漸新世-始新世初期	65-45	中層水生物の絶滅事変	不明	小天体衝突
白亜紀末期	65	大量絶滅 (恐竜の絶滅)	不明	不明
白亜紀中期	93	大量絶滅 (恐竜の絶滅)	不明	不明
白亜紀初期	120	大量絶滅 (恐竜の絶滅)	不明	不明
ジュラ紀	200-150	大量絶滅 (コノドントの絶滅)	不明	不明
三疊紀末期	206	大量絶滅 (コノドントの絶滅)	不明	不明
ヘルム紀末期	251	大量絶滅 (浅海海洋動物の絶滅)	不明	不明
ヘルム紀後期	258	巨大量絶滅 (古脊椎動物の絶滅)	不明	不明
石炭後期-ヘルム紀	320-260	大量絶滅 (古脊椎動物の絶滅)	不明	不明
デボン紀後期	367	大量絶滅 (古脊椎動物の絶滅)	不明	不明
オルドビス紀末期-デボン紀	440-370	大量絶滅 (浅海海洋動物の絶滅)	地球温暖化による水床発達・海水準低下	小天体衝突 大気酸素分圧の増加とオゾン層の発達
オルドビス紀末期	440	大量絶滅 (浅海海洋動物の絶滅)	不明	不明
オルドビス紀初期	500	海洋生物の多様化事変 (科のレベル)	不明	不明
カンブリア紀初期	540-535	エディアカラ動物群の絶滅	海洋溶解酸素量の増加	エディアカラ動物群絶滅・海洋溶解酸素量増加
原生代末期	540	エディアカラ動物群の出現	不明	不明
原生代後期	580	エディアカラ動物群の出現	大規模水期の後	不明
原生代初期	2100	真核生物の出現	不明	不明
太古代後期	2700	ストロマトライトの出現(確実な化石)	大陸面積の増大・地球磁場の形成	不明
太古代初期	4000-3800	地球生命の誕生	不明	不明

記号:

- 底生生物群集の入れ替え (以後大変化なし)
- 大量絶滅 (三葉虫・フズリナの絶滅)
- 海洋生物の多様化事変 (綱・目のレベル)
- 中・深層水生物の絶滅事変
- 植物、昆虫、両生類の上陸
- プレートテクトニクスの開始
- 寒冷化
- 大気酸素分圧の増大
- 環境汚染、温暖化、森林減少
- 海洋溶解酸素量の増加
- 温暖化・海洋低酸素化
- 小天体衝突
- 大気酸素分圧の増大
- 海洋溶解酸素量の増加
- 温暖化による深層水循環の変化
- 地球磁場の形成

(3)の解答欄

採点欄

氏名

〒 〇〇〇〇 〇〇 〇〇

希望分野

問題番号

A4

各問題の解答欄に記入してください。解答欄の大きさは、縦横それぞれ20cm×25cmです。解答欄の大きさは、縦横それぞれ20cm×25cmです。解答欄の大きさは、縦横それぞれ20cm×25cmです。

問題 A5 次の問い(1)~(4)に答えよ.

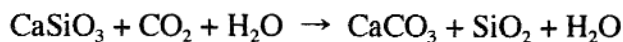
(1) 呼吸・光合成や硬組織の形成などの生物の活動は、炭素やケイ素などの物質循環を通して現在の地球環境に大きな影響を与えている。次に挙げた海棲生物の活動の中で、大気二酸化炭素濃度を上昇させるものはどれか？次の語句の中から適当なものを選べ。

1. 光合成
2. 呼吸
3. 石灰化
4. 二酸化ケイ素(SiO_2)殻の形成

(2) 顕生代における地球表層環境は、様々な要因によって変動してきた。その中でも火成活動は最も重要であり、白亜紀のように活動が活発な時期には気温が高かったことが知られている。白亜紀の地球規模の火成活動の例を挙げ、それらと長期的な気候変動との関係について説明せよ。

(3) 活発な火成活動は、気温を上昇させるだけではなく、海面の高さにも大きな影響をおよぼしている。火成活動が活発な白亜紀後期には海面の高度は現在と比較して約 250m 高かったとされている。このような火成活動と海面高の関係について説明せよ。

(4) 長期的な気候変動は、地殻を構成する岩石への風化の影響も受けている。下のケイ酸塩鉱物の化学風化を現わす反応式を参考にして、化学風化を簡単に説明せよ。また、このような風化速度は、一般に気温が上昇すると速くなると考えられている。化学風化の速さは火成活動の後にどのように変化すると予想されるか？簡単に述べよ。



ただし、 CaSiO_3 は地殻を構成する岩石中の主な元素の平均的な組成である。

問題A 6 下記の問い(1)～(4)に答えよ.

(1) 次の用語について簡潔に説明せよ. (字数の制限はないが, 2～3行程度が望ましい)

(配点: 50点・各10点)

(イ) 二命名法

(ロ) 相対成長と絶対成長

(ハ) 生物学的種と形態種

(ニ) 生層序区分単位 (biostratigraphic units)

(ホ) 進化の断続平衡モデル

(2) 対立遺伝子 A と a がある集団で, ハーディー・ワインベルク平衡下にある場合に, 次世代の遺伝子型頻度はどのように予想できるか? 対立遺伝子 A の遺伝子頻度を p , 対立遺伝子 a の遺伝子頻度を q とする.

(途中の式も明示的に示して答えること)

(配点: 12点)

(3) 対立遺伝子 A と a がある集団で, 下表に示すようなヘテロ接合優勢の選択モデルに従うとすると, 平衡状態での対立遺伝子 A, a の遺伝子頻度はどのように予想することができるか? ただし, 最初の対立遺伝子 A の遺伝子頻度を p , 最初の対立遺伝子 a の遺伝子頻度を q として, 下記の(イ)～(リ)に p, q, s_1, s_2, W' などを用いた式を入れて答えよ. (このモデルでは集団の平均適応度 (W') は $W' = 1 - s_1 p^2 - s_2 q^2$ となることに注意せよ)

(配点: 18点)

	遺伝子型		
	AA	Aa	aa
最初の遺伝子型頻度	(イ)	(ロ)	(ハ)
適応度 (W)	$1 - s_1$	1	$1 - s_2$
選択後の割合	$(イ) \cdot (1 - s_1)$	(ロ)	$(ハ) \cdot (1 - s_2)$
選択後の遺伝子型頻度	$(イ) \cdot (1 - s_1) / W'$	(ロ) / W'	$(ハ) \cdot (1 - s_2) / W'$

s_1, s_2 はそれぞれ選択係数を表す ($0 < s_1, s_2 < 1$)

(次ページにつづく)

n + 1 世代目と n 世代での対立遺伝子 a の遺伝子頻度の差 (Δq) は次のように表すことができる。

$$\Delta q = q_{n+1} - q_n = \boxed{\hspace{10em} \text{(ニ)} \hspace{10em}}$$

平衡状態では (ニ) 式がゼロとなるので ($\Delta q = \text{(ニ)} = 0$)

$$\boxed{\text{(ホ)}} , \boxed{\text{(ヘ)}} , \text{または} \boxed{\text{(ト)}}$$

(ト) の場合には対立遺伝子 A および a の遺伝子頻度はそれぞれ $\boxed{\text{(チ)}}$ と

$$\boxed{\text{(リ)}} \text{ となる.}$$

(4) 遺伝的多型の存在はダーウィニズム的な自然選択が積極的な役割を果たすとする立場と、自然選択は重要な役割を果たさないとする 2 つの異なる立場があり、上記 (3) はダーウィニズム的な立場から多型を説明する例である。では、自然選択は重要な役割を果たさないとする立場から、多型を説明するとどのように述べられるか簡潔に論ぜよ。(両者の立場の違いが明確になるような記述を心がけよ。字数については特に制限はないが、100～200 字程度が望ましい。) (配点: 20 点)