

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

A 群（地圏進化学・環境動態論分野）

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 A1 以下の問 1～問 5 に答えよ。

問 1. 横ずれ断層では、それを横切る地形や河川のずれは断層運動のずれと同じ向きになる。これに対して、海嶺付近に分布するトランスフォーム断層では断層運動によるずれが、海嶺のずれとは逆向きになるのはなぜか。その理由を述べよ。

問 2. 日本列島周辺の重力異常の分布を調べると、日本海溝付近で負のフリーエア異常を示し、日本列島外弧の北上山地で正のフリーエア異常を示している。この事実をどのように説明したらよいか。

問 3. 現在中緯度にある中生界からなる褶曲山脈から遠洋性堆積物を採集し、堆積残留磁気を測定した。その岩石の磁化方向は遠洋性堆積物の層理面と平行になり、遠洋性堆積物の堆積当時の伏角はゼロであった。地磁気の極は当時も現在とほぼ同じであったとみなしたとき、この測定結果をどのように説明したらよいか。

問 4. 東京で震度 3 の地震が起きた。震源は日本海の北西部、深さ 567km、マグニチュードは 7.8 で、津波は起こらなかった。このとき、日本海側の都市では震度が 0 であったにもかかわらず、震央からより遠く離れた東京では震度が大きかった。この事実をどのように説明したらよいか。

問 5. 地震に伴う液状化現象は、どのようなところで発生しやすいか。地質学・地形学的観点から説明せよ。

問題 A2 以下のキーワードを参考にし、問 1 および問 2 に答えよ。

キーワード: 地震波トモグラフィー, 受動的に開いた窓, 核/マントル境界,
プレートの生産速度, ホットスポットトラック, $300\text{km}^3/\text{年}$,
放射性元素の崩壊熱, 能動的プレートマントル対流論,
絶対運動の座標系, 熱機関

問1. プレートテクトニクスにおけるスラブの沈み込みの原動力として, どのようなものが考えられるか. 3行程度で述べよ.

問 2. 中央海嶺とホットスポットとの相違点は何か. 特に, 両者の固体地球外への熱放出に果たす役割についても触れ, 10行程度で述べよ.

問題 A3 水中における堆積物の侵食・運搬・集積の諸作用は、堆積粒子の粒子径と流れの速さあるいは粒子の沈降速度により、図1のように表現される。この図の中で、曲線 (a) は、堆積面上の堆積物粒子が流れにより動き始めるときの流速と堆積物粒子の大きさとの関係を示している。一方、曲線 (b) は、堆積物粒子の大きさと沈降速度の関係を表している。図1を参考にして、問1および問2に答えよ。

問 1. 流れが緩やかになると、堆積物の運搬力は急速に低下し、流路にそって堆積作用が進む。この事実に注目し、図1を参考にして、蛇行する河川の内側（いわゆるポイントバー）でレキの集積が進む理由を解答用紙に6行程度で説明せよ。

問 2. 白砂青松（はくさしょうまつ）は日本の海岸風景を象徴して表す言葉であり、海岸の砂に対して古来より日本人は安らぎの感触を覚えてきた。これは、風景の色彩的な理由と共に、海浜砂が肌に纏（まと）わりつかない程度の大きさの均質な鉱物質粒子で構成されることが主な要因となっている。白の発色は主に珪長質の鉱物に由来する事実に注目し、海岸の堆積物が均質な砂の粒子で構成される理由を、図1を参考に解答用紙に6行程度で説明せよ。

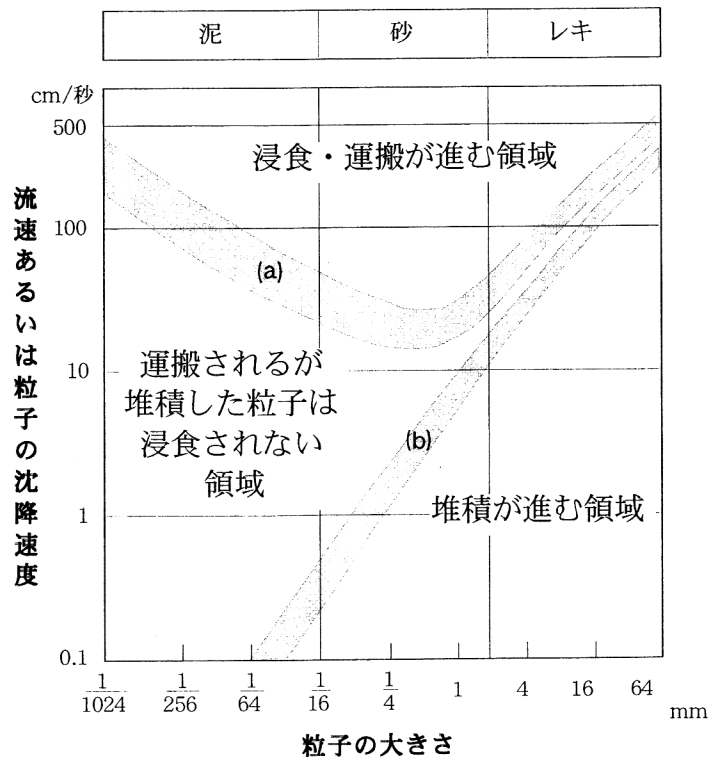


図 1

問題 A4 次の文章を読み、問 1～問 3 に答えよ。

A 地域には、有孔虫などの海棲生物の化石を多く含む炭酸塩岩が広く分布している。この炭酸塩岩の組成を調べたところ、下半部は CaCO_3 であるのに対し、上半部には Mg と Ca がほぼ等量含まれていた。下半部および上半部の炭酸塩岩とも、Mg と Ca 以外の金属元素濃度は 1,000ppm 以下であった。次いで、酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) を測定したところ、下半部は約 -0.2 ‰ (VPDB 基準)、上半部は約 2.8 ‰ (VPDB 基準) であった。なお、酸素同位体比の分析は、炭酸塩岩を 25°C の無水リン酸で分解したときに生じる二酸化炭素について行った。このとき、炭酸塩岩と二酸化炭素の間の酸素同位体比に関する分別計数 ($\alpha_{\text{CO}_2-\text{CaCO}_3}$) としては、方解石に対する値 1.01025 を用いた。

ある研究者は、この結果に基づいて、上半部の堆積時には、下半部の堆積時に比べ海水温が 10 数度低かったと推定した。

問 1. 粉末 X 線回折分析の結果、下半部および上半部の炭酸塩岩とも単一の鉱物よりなり、下半部の炭酸塩鉱物は $29.4^\circ 2\theta$ 付近、上半部の炭酸塩鉱物は $31.0^\circ 2\theta$ 付近で最大強度をもつことが明らかとなった。両鉱物名を答えよ。なお、この分析では、Cu 管球を使用した。

問 2. 従来の研究において、上半部を構成する鉱物の成因がいくつか示されている。そのうち、海水を母液とする成因および海水と陸水の混合水を母液とする成因について、そのメカニズムを説明せよ。必要ならば、図を示して説明してよい。

問 3. 「上半部の堆積時には、下半部の堆積時に比べ海水温が 10 数度低かった」という推定に対して、炭酸塩岩の産状に基づく反論を述べよ。また、この研究者の酸素同位体比の解釈に関する誤解を指摘せよ。

問題 A5 以下の文章を読み，問 1～問 3 に答えよ。

地球は [ア] 億年に及ぶ地質時代の後半を通してしばしば寒冷な気候に支配され，最寒冷期には陸域に氷床が発達した事実が知られている。最も古い氷床の発達が 23 億年ほど前の地層中に痕跡として残されており， [イ] 終わりの 7～8 億年前には最大規模の氷床が地表面を被覆したと推定されている。 [ウ] が始まる 5 億 4000 万年前から現在までの間に，数度の氷期が発生している。 [ウ] 後半の [エ] 紀から [オ] 紀にかけて地球を支配した寒冷な気候は，大規模な氷床を発達させ，当時の生物の絶滅や進化に大きく影響したと考えられている。時代を経た約 165 万年前に始まる第四紀の後半には，氷期と間氷期がほぼ [カ] 万年周期で繰り返す。氷期には海面が大きく降下し，間氷期には氷床が融けて海面が上昇した。約 [キ] 万年前の最終氷期最盛期には，北半球の中緯度地域にまで氷床が拡大し，海水面が現在に比較して [ク] m 程度低下した。気候変動をもたらす主要な原因として，大気中の二酸化炭素の濃度変化による [ケ] 効果の増減があげられる。地表植生の後退や海洋循環の変化あるいは火山噴火に伴う [コ] 量の減少なども，大きな気候変動をもたらすと考えられている。氷期と間氷期が周期的に繰り返す第四紀後半の気候変動に関しては，ミランコビッチを始めとして多くの研究者により，地球軌道の変動との関連で説明がなされている。

問 1. 文章中の [ア] から [コ] に当てはまる適当な言葉を答えよ。解答用紙に文章中の空欄記号をあげて当てはまる適当な言葉を記せ。ただし，同じ空欄記号には，同じ言葉が入る。

問 2. 地球軌道の変動（文章中の下線部）には，(a) 地球自転軸の傾斜角の変化，(b) 地球公転軌道の離心率の変化，(c) 軌道楕円の主軸の移動などが関わっている。これらのうち，第四紀後半の氷期の出現と周期的に関わりがあるとされるのはどれか。(a) から (c) の記号で答えよ。

問 3. 氷期・間氷期変動は生物の生息や分布にどのような影響を与えたか，具体例を挙げて解答用紙に 6 行程度で説明せよ。

問題 A6 次の文章中の空欄 1~26 に最も適する語句を下の語句欄から選び、空欄番号と選ばれた語句のアルファベット記号を解答用紙に記入せよ（解答例：1-A）。同じ語句を複数回選ぶことができる。

海洋無脊椎動物の化石記録からみると、過去 6 億年間に科レベルで約 20%，属のレベルで約 50%以上が同時に絶滅したことが 6 回ある。それらは、オルドビス紀／シルル紀境界、デボン紀後期のフラスニアン／ファミニアン期境界、ペルム紀後期、1、三畳紀／ジュラ紀境界、2 で起こった。これらの大規模の絶滅事変は、3 と呼ばれている。これらに次ぐ規模の絶滅事変は、カンブリア紀後期、白亜紀中期のセノマニアン／チューロニアン期境界、暁新世/始新世境界、始新世後期、中期中新世などに記録されている。また、顕生累代の直前である、5 億 4 千万年前の原生代末にも大量絶滅が起きた可能性がある。

多くの分類群が爆発的に誕生する 4 が、地球史において、何度か起きてきた。太古代の 38 億年前の 5、太古代の 27 億年前の 6 の繁栄、原生代の 21 億年前の 7 の出現、先カンブリア時代末の 8 に見られる多様化、9 と言われるカンブリア紀の多細胞動物の門レベルの多様化、10 の科レベルの多様化、シルル紀－石炭紀の 11、ジュラ紀の 12、第三紀の 13 の多様化などである。

これらの多様化事変は、その原因から 2 大別できる。一つは 14 の増加によって起きた多様化事変、もう一つは 15 によって起きた多様化事変である。16 の出現、17 の多様化、18、19 の科レベルの多様化、シルル紀－石炭紀の 20 は、21 の増加により、新しい 22 を利用していった歴史であると考えられる。他方、第三紀の 23 の多様化は、それぞれ、恐竜、翼竜と白亜紀型浮遊性有孔虫が絶滅し、24 が生じたことにより起きた多様化事変である。前者の多様化事変は、25 の増加によって新しい生物が進化発展できる地球環境が作られていったために起きた生物の爆発である。後者の多様化事変は、すでに環境はできていたのだが、大部分のニッチェが空になって、生き残った生物をもとにして 26 をやり直した結果起きた事変である。

〔語句欄〕

- | | |
|------------------|-----------------|
| A エディアカラ化石群 | J 生態的空間の空洞化 |
| B オルドビス紀 | K 絶滅事変 |
| C カンブリア紀の大爆発 | L 大量絶滅 |
| D 恐竜と鳥類の多様化 | M 多様化事変 |
| E 原核生物（ストロマトライト） | N 地球生命の誕生 |
| F 酸素 | O 白亜紀／第三紀境界 |
| G 進化 | P 哺乳類、鳥類と浮遊性有孔虫 |
| H 真核生物 | Q ペルム紀／三畳紀境界 |
| I 生態的空間（ニッチェ） | R 陸上生物の多様化 |