

平成15年度（2003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14年9月9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、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。解答は大問1題毎に解答用紙を別にします。なお地圏進化学・環境動態論分野出題の問題A3、問題A4には専用の解答用紙があります。
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 次の問 1～4 に答えよ.

問 1. プレート相対運動とプレート絶対運動について説明せよ.

問 2. プレートの運動は, 球面上の 1 点を中心とした回転運動になっている.
この回転中心をオイラー極と呼ぶ. トランスフォーム断層の走向から, オイラー極を求める方法を述べよ.

問 3. 収束および横ずれプレート境界でおこる地震のすべり方位から, オイラー極を求める方法を述べよ.

問 4. プレートの剛体運動を仮定した時, 海嶺の拡大速度 (海嶺と直角方向の片側拡大速度) から, プレートの回転角速度を求める方法を述べよ.

問題 A2 下の2つの図を見て、以下の問1~4に答えよ。

- 問1. 図2-1の曲線 a-b の領域で支配的な変形メカニズムは何か、図2-2との関連で150字程度で述べなさい。
- 問2. 図2-1の曲線 b-c の領域で支配的な変形メカニズムは何か、図2-2との関連で150字程度で述べなさい。
- 問3. 1995年兵庫県南部地震の本震の震源付近には高ポアソン比異常が認められる。その意味することを150字程度で述べなさい。
- 問4. 深度 0-2 kmの領域では余震が少ないが、その原因を100字程度で述べなさい。

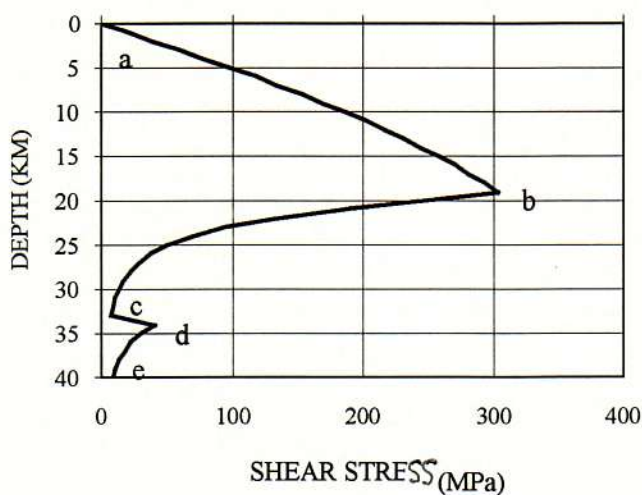


図2-1 ある島弧下の地殻と最上部マンタルの応力断面。剪断応力値はもっともらしい歪速度、地温勾配、構成岩石種を用い、断層摩擦強度と岩石の流動則から計算した。

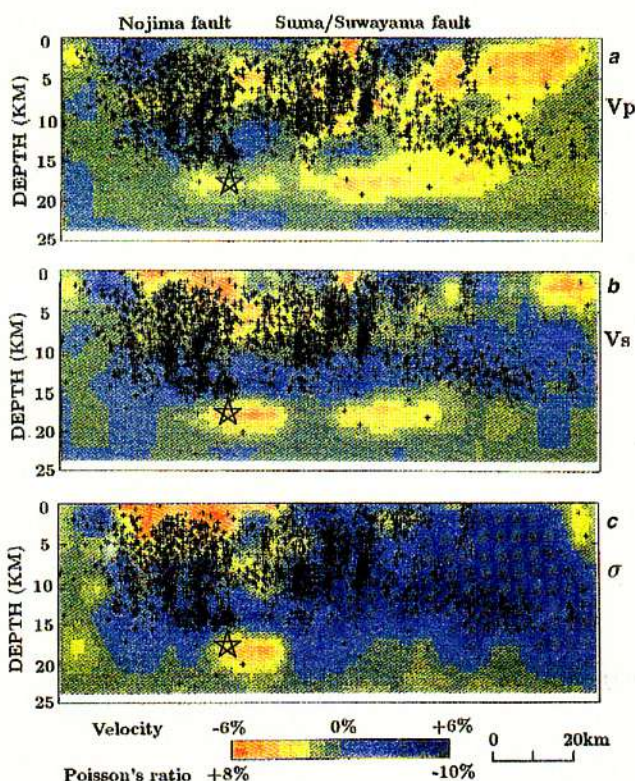


図2-2 野島断層から六甲断層系に沿う幅6kmの地域下のP波速度異常(a), S波速度異常(b), およびポアソン比異常(c)の分布図(深さ方向を2倍に誇張してある)。青色の領域は高速度または低ポアソン比異常を、赤色の領域は低速度または高ポアソン比を表す。星印は1995年兵庫県南部地震の震源を、小さな+印はその余震の震源を表す。

問題 A3 閉塞的な海では、溶存する酸素量に応じて、深度方向に動物の棲み分けが働いている。図 3-1 は、代表的な閉塞海域であるカリフォルニア湾の事例で、多細胞底生動物の生存種数とこれらが棲息する海底面での海水溶存酸素量の関係を表わしている。酸素量が減るにつれて種数が減少しており、無酸素環境では動物の生存は認められない。溶存酸素量 1.0 ml/l 以上の環境に生息する多細胞動物は、種数が多く個体は大型で、炭酸塩質の骨格を有しており、捕食—被食の生態的關係にある。これらの観測事例に基づき、以下の問いに指定の解答用紙（問題番号 A3）を用いて答えなさい。

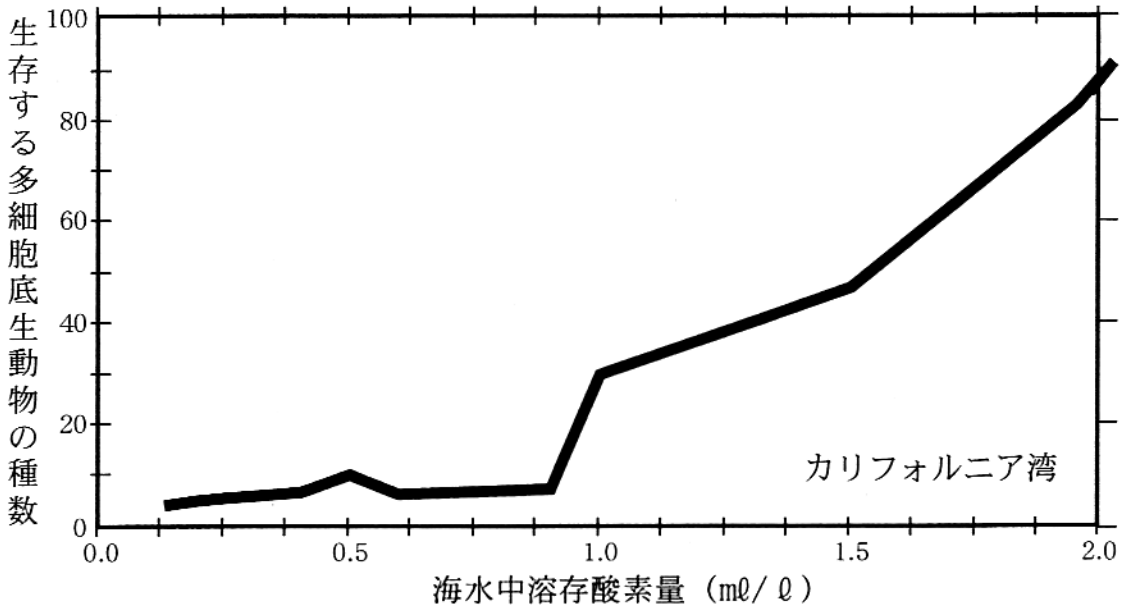


図 3-1

- 問 1. 動物の生存状況に基づいて海水環境を区分する場合、溶存酸素量を指標として、嫌気環境 (Anaerobic) と貧酸素環境 (Dysaerobic) 及び富酸素環境 (Aerobic) に大別することができる。カリフォルニア湾におけるこれらの環境区分を解答用紙の図中に記入しなさい。
- 問 2. 多細胞真核生物が出現した 21 億年前頃の海洋の溶存酸素量 (いわゆるパストツール点) を、カリフォルニア湾での事例に従って推定しなさい。
- 問 3. 石灰質の外骨格を有する多細胞動物は、ほぼ全てが富酸素環境に生息する。エラ呼吸を行うある種の石灰質殻軟体動物は、貧酸素条件のもとでは発酵代謝を行い、その際の乳酸による酸性症から生体を保護する目的で石灰殻を溶出し体液を中和する機能をもっている。こうした動物の代謝機能を考慮し、潮干帯に生息する軟体動物の石灰質殻断面に周期的な時間成長紋が現れる原因について、4 行程度で解釈しなさい。
- 問 4. 先カンブリア紀—カンブリア紀時代境界での化石の産出状況から、多細胞骨格動物の出現は、地質学的時間規模で突然であったと考えられる。急速な骨格の獲得と種多様性の創出をもたらした現象を、カリフォルニア湾における多細胞動物の種数—溶存酸素量の関係と食物網に基づき、4 行程度で解釈しなさい。

問題 A4 下記の“地球の時間”に関する3つの設問に、指定の解答用紙（問題番号 A4）を用いて答えよ。

問 1. 以下のア～スの地球に関する事項の時間を解答欄に太線または点で記せ。

（解答欄の語句は短縮されているものがあるので注意すること。）

- ア. 温室期—氷室期のサイクル（温室期から次の温室期まで）
- イ. 海洋循環に要する時間
- ウ. 恐竜の生存期間
- エ. 小天体衝突によるグローバル環境変化
- オ. 生物の種の平均寿命
- カ. 生物の5大大量絶滅の間隔
- キ. 生物の大量絶滅後の環境回復に要する時間
- ク. 生物の大量絶滅後の生物の多様性の回復に要する時間
- ケ. 地球の寿命
- コ. ミランコビッチサイクル
- サ. 地球上の生命の存在期間
- シ. 原核生物の出現から真核生物の出現までの時間
- ス. 海洋プレートの寿命

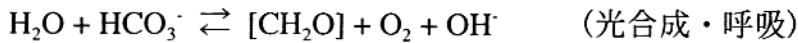
問 2. 問 1 に挙げた地球に関する事項に新たに2つ追加せよ。また、時間を問 1 と同様に示せ。

問 3. 問 1 のアと同じ時間を有する事項を新たに2つ挙げよ。

問題 A5 現在と第四紀のサンゴ礁環境に関する次の2つの文章を読み、それぞれの設問に答えよ。

問1. 琉球列島に分布する第四系更新統琉球層群と完新統隆起サンゴ礁には多数の造礁サンゴ化石が含まれている。これらのサンゴ化石の中には続成作用を受けていないものがあり、その年代を測定したところ数千年～数十万年前(yrs B.P.)という年代値が得られた。また、サンゴ骨格の酸素同位体比を測定したところ、同位体比の平均値は化石試料の年代ごとに異なっていた。このような同位体比変化はどのような気候に関連する過程によって引き起こされたと考えられるか。重要なものを3つ挙げ、それぞれが増減した時に酸素同位体比がどのように変わるかを8行以内で説明せよ。

問2. 現在のサンゴ礁には造礁サンゴや石灰藻などの炭酸カルシウム骨格を持つ海棲生物が多数生息している。この群集は光合成・呼吸や石灰化・溶解などの代謝反応を行なうことによって現在の炭素循環に深く関わっている。それらの反応を簡単な化学式で表わすと、



と書くことができる。ただし、『 $[\text{CH}_2\text{O}]$ 』は炭水化物を表わしている。これらの式を参考にして、サンゴ礁群集はどの反応によって大気中の二酸化炭素を吸収することができるかを4行以内で説明せよ。また、サンゴ礁群集の光合成と呼吸速度を測定すると、両者はおおよそ等しくなることが多い。その場合、サンゴ礁生態系は大気二酸化炭素を吸収するであろうか。サンゴ礁堆積物を例に挙げて、4行以内で説明せよ。

問題 A6 文章を読んで下線 1, 2 に関する問 1, 2, 3 に答えなさい。

生物種内の集団には塩基配列に多くの変異が認められる。この分子の変異は突然変異の発生と生じた突然変異の遺伝集団への固定という 2 つのプロセスによって生じる。この 1 突然変異の固定 について対立する 2 つの解釈を示す。ひとつは、この変異が自然淘汰によって生存に有利な変異が蓄積した結果とするものである。もうひとつは、ほとんどの突然変異は自然淘汰に対して集団内の既存の対立遺伝子と同等で中立であり、この変異は対立遺伝子のどちらかが 2 偶然の作用によって集団に固定、あるいは除去される遷移過程 として集団内に蓄積されているとするものである。図 6-1 は 1 塩基座当たりの平均置換数と化石記録から推定された分岐年代の関係を示している。塩基置換速度を一定と仮定すると、同義置換速度 (破線, A) と非同義置換速度 (実線, B) はそれぞれの直線の傾きによって表される。

問 1. 上の文章にある遺伝的変異の起源に関する 2 つの解釈のうち、いずれが正しいと考えられるか。同義置換速度と非同義置換速度が異なることに基づき考察しなさい (5 行程度にまとめなさい)。

問 2. 遺伝子が集団に固定、あるいは除去されることが偶然に決まる遺伝子頻度のゆらぎ現象を何というか答えなさい。

問 3. 分子時計について説明しなさい (5 行程度にまとめなさい)。

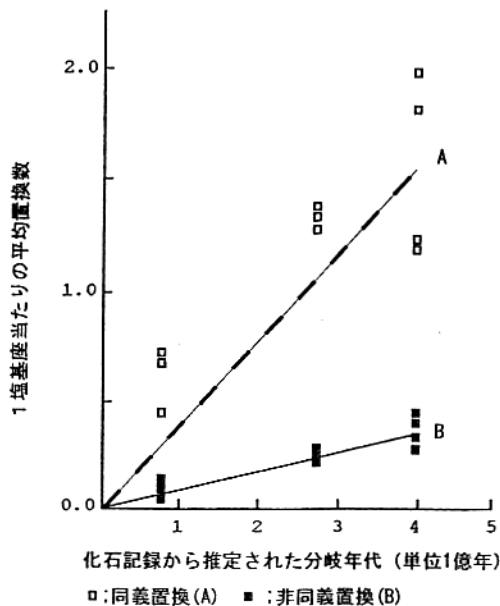


図6-1