

平成 17 年度（2005 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 16 年 9 月 1 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 1~3 に答えよ。

問 1 地球を球体とみなして、直径 2メートルの地球儀を作成するものとする。この場合、地球儀の表面は、地球の表面の起伏を、海底の起伏を含めてそのまま縮めてあらわすものとする。このとき、陸地の最高所を海面からどれだけ高く、海洋の最深所を海面からどれだけ低く作ればよいか。有効数字 2 桁^{けた}まで計算しなさい。

問 2 厚さ 60km の均質な地殻がマントルの上に平衡を保ち、浮かんでいる。この地殻が 1.1km だけ削り取られると、地殻の底は何 km 上昇するか。有効数字 2 桁まで計算しなさい。ただし、地殻の密度を 2.7 g/cm^3 、マントルの密度を 3.3 g/cm^3 とする。

問 3 高さ 1km ごとの地表面積の百分率を調べると、固体地球表面の高度分布は二つのグループに分かれる。一つは高さ 0 ~ 1km の間にピークをもつグループで、もう一つは高さ - 4 ~ - 5km の間にピークをもつグループである。このことから地殻の構造を考える場合にどのようなことがいえるか述べよ。

問題 A2

以下の文章を読み、問1～3に答えよ。

下の図1は GPS による東日本の水平歪速度の分布図である。青色が濃いほど短縮歪速度が大きいことを表している。下の図2は東日本の地震波トモグラフィーによる解析結果であり、深さ 40 km 付近での V_p/V_s 比 (P波速度とS波速度との比)の分布を表している。同深度の平均値より大きい(小さい)ほど濃い赤色(青色)で表現してある。これら2つの図にある赤い三角形は活火山の位置を表している。

問1 歪が微小とみなせる2次元微小領域の歪成分 ϵ_{xx} (x方向の伸び歪)、 ϵ_{yy} (y方向の伸び歪) および ϵ_{xy} (せん断歪) は、その微小領域内にある2点間の相対的な変位ベクトル成分 (u_x, u_y) が与えられれば、以下のように表すことができる。

$$\epsilon_{xx} = \frac{\textcircled{1}}{\partial x}, \quad \epsilon_{yy} = \frac{\textcircled{3}}{\textcircled{2}}, \quad \epsilon_{xy} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\textcircled{5}}{\textcircled{4}} + \frac{\textcircled{6}}{\partial y} \right\}$$

(1)～(6)に適当な数式を入れよ。

問2 体積弾性率を K 、剛性率を μ 、密度を ρ とすれば、

$$V_p = \sqrt{\frac{\textcircled{1} + (4/3)\mu}{\textcircled{2}}}, \quad V_s = \sqrt{\frac{\textcircled{3}}{\rho}}$$

であり、一般に地殻やマンツルの V_p/V_s 比は 1.7 程度である。岩石が流体の性質を帯びると、 μ は小さくなるので、 V_p/V_s 比は $\textcircled{4}$ くなる。

①～③には適当な記号を、④には適当な字句を入れよ。

問3 下の図1と図2を比較検討し、東日本の地殻とその直下のマンツルの物性や地学現象について、6行から10行程度で述べよ。

カラーの図を別に配布します。

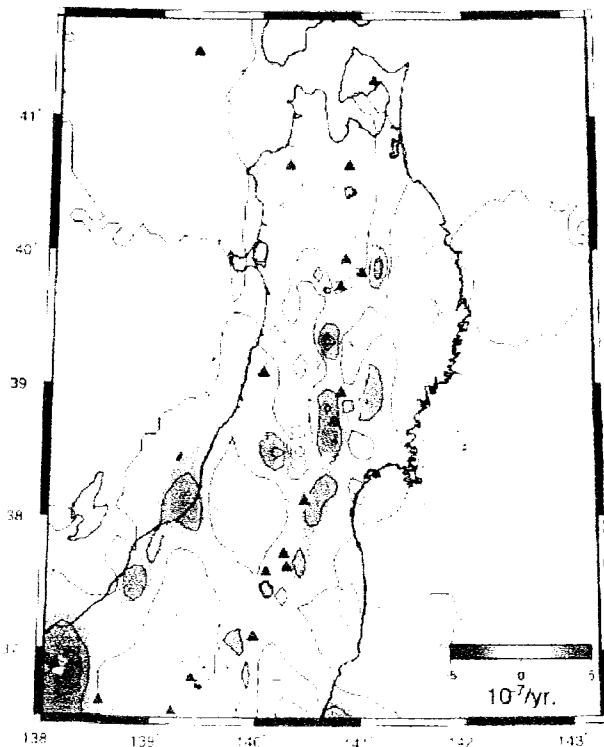


図1

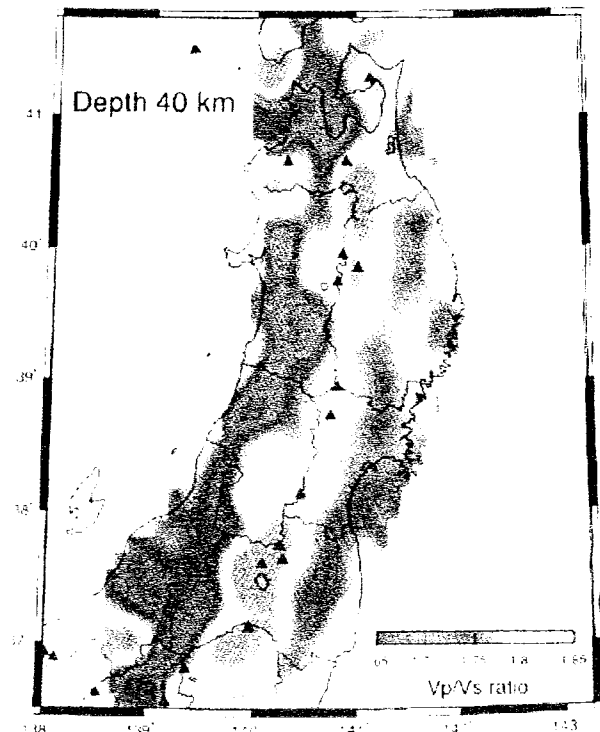


図2

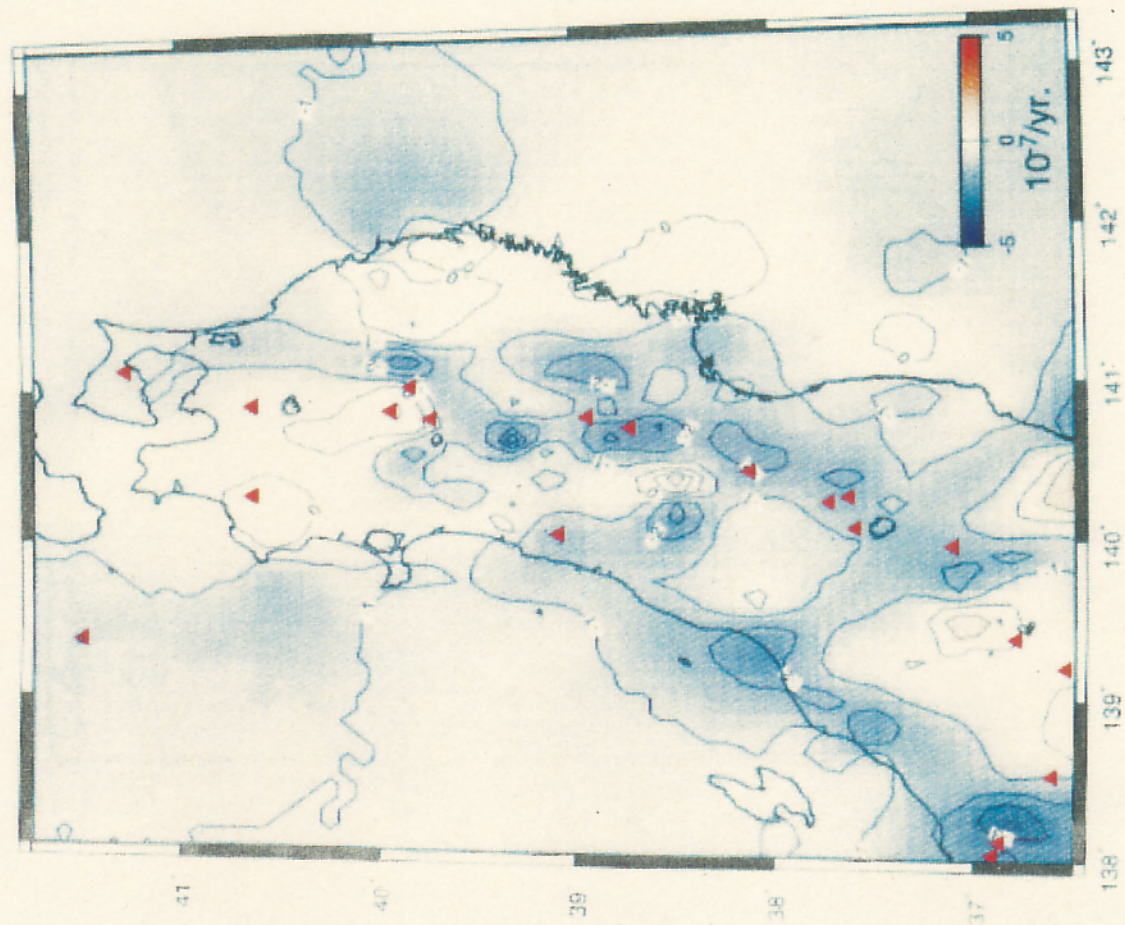


图 1

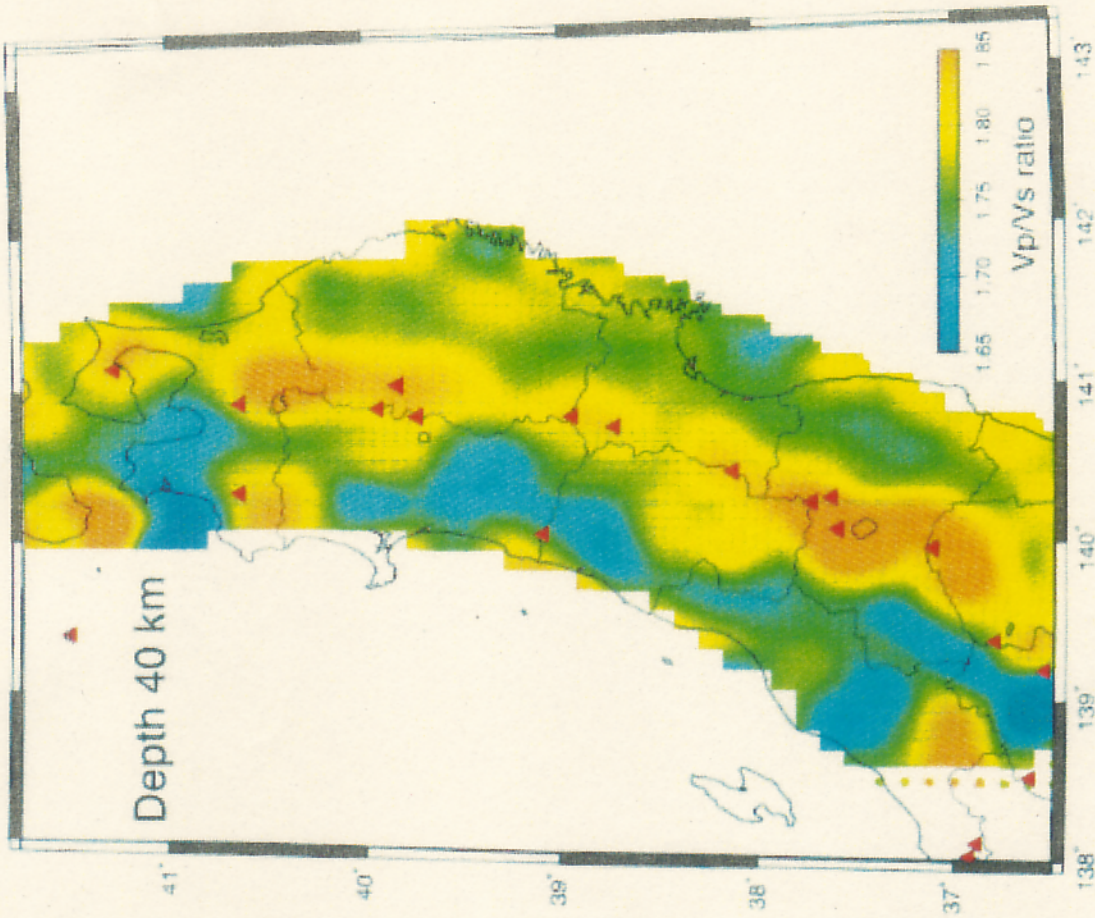


图 2

問題 A3

図1は、先カンブリア時代から現在までの脊椎動物と大型無脊椎動物の主な綱または亜綱に含まれる科の数の変化をグラフに表わしたものである。グラフをみて、問1～3に答えよ。

問1 図1の空欄ア、イ、ウに入る分類群（綱）は何か。

問2 さまざまな化石の中で、アンモナイトや筆石類の多くが年代決定に利用される。その主な理由を三つ書け。

問3 図1に示されている古生物には炭酸カルシウムの硬組織（骨格）をもつものが多いが、その他の鉱物からなるものもある。二酸化ケイ素の硬組織をもつ分類群（門）はどれか。また、主にリン酸カルシウムの硬組織をもつ分類群（門）はどれか。それぞれに該当するものをすべて記せ。

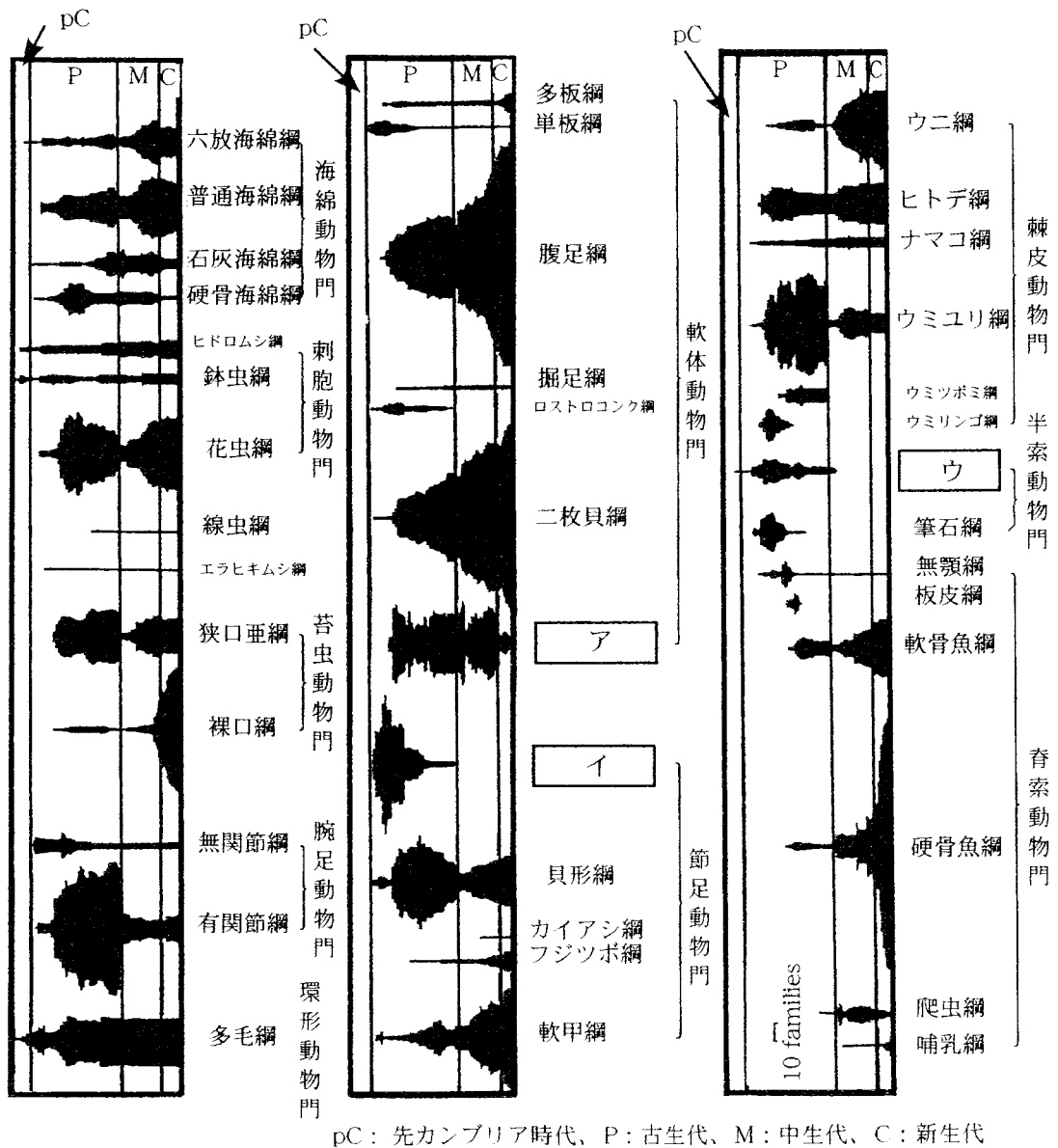


図1 先カンブリア時代から現在までの主な綱または亜綱に含まれる科の数 (Sepkoski, 1981と鎮西, 2004の図を一部改訂して使用)

問題 A4

下記の1～3の研究をするために最も適した堆積物試料を、ア～エから選び、適している理由を述べよ。他を選ばなかった理由がわかるように書け。また、4に関する研究が絶対に不可能な堆積物試料を、ア～エから選び、その理由を記せ。

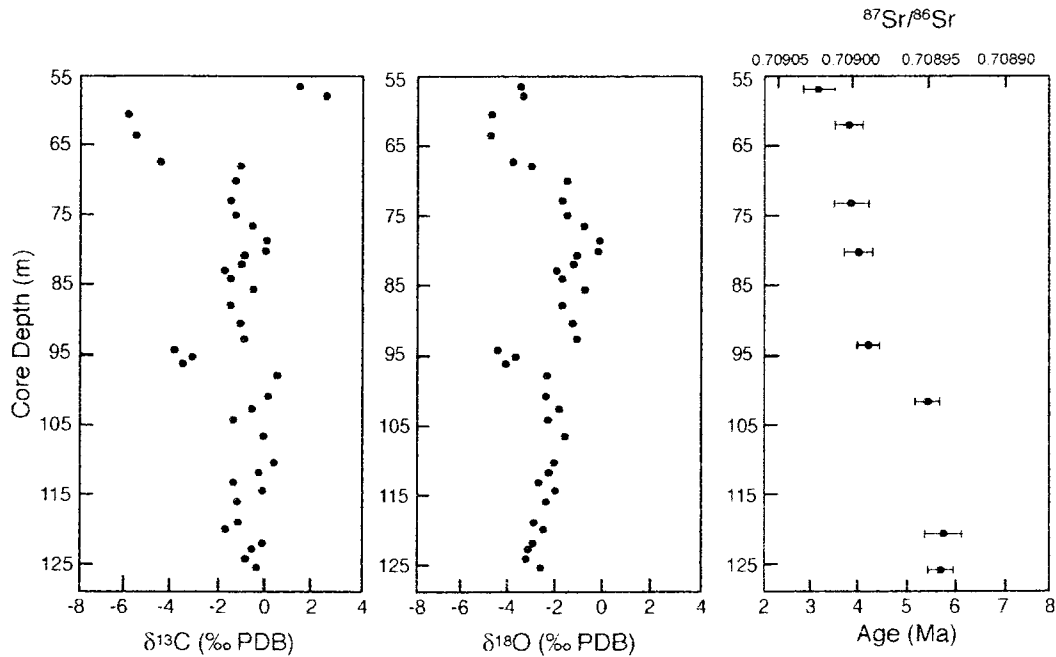
1. 有孔虫殻の酸素同位体比による白亜紀の海水温変動の研究
2. 三畳紀の放射虫化石層序の研究
3. ペルム紀末における海洋無脊椎動物群の絶滅パターンの研究
4. 有機分子化石による始生代の生物進化の研究

- ア. 海洋底に分布する CCD 以浅の深海堆積物から採取した掘削コア試料
- イ. 水深 100m 以浅に分布する浅海堆積物から採取した掘削コア試料
- ウ. 陸上の付加帯に分布する深海堆積物から採取した試料
- エ. 陸上に分布する浅海堆積物から採取した試料

問題 A5

次の問題文を読み、問1～3に答えよ。

ある海洋島で掘削調査を行ったところ、採取された試料は、すべてサンゴ礁で形成された石灰岩からなっていることが判明した。そこで、それらの石灰岩の炭素・酸素同位体比およびストロンチウム同位体比を測定した。下に、コア深度 55～126m の石灰岩の同位体プロファイルを示す。なお、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。



問1 炭酸塩岩のストロンチウム同位体比を測定することによって、同岩が堆積した年代を推定することができる。その理由を述べよ。

問2 コア深度が約 60～68m と 94～97m には、炭素・酸素同位体比の負のスパイクが認められる。コア試料の観察では、スパイクの認められる部分一帯は赤色化しており、コア深度約 60m および 94m には、岩相の不連続面が認められた。炭素同位体比と酸素同位体比のスパイクの成因を記せ。解答用紙には、「炭素同位体比のスパイクの成因」と「酸素同位体比のスパイクの成因」という見出しをつけて、記述すること。

問3 3～6Ma の期間における、この海洋島でのサンゴ礁の形成史を推定せよ。ただし、「海洋島の沈降」、「堆積空間 (accommodation space)」、「干出」という用語を用いること。

問題 A6

以下の文章を読み、問1～問3に答えなさい。

能登半島沖の日本海の海底（水深約 500 m）より柱状堆積物を採取した。図1Aの層序記載に示すように、この柱状堆積物は、生物擾乱を受けた塊状シルト層と、これに整合的に累重する有機物に富む葉理状シルト層に区分される。堆積物に含まれる浮遊性有孔虫殻の炭素年代値より、塊状シルト層は最終間氷期に、また葉理状シルト層は最終氷期に、それぞれ堆積した事実が明らかとなった。5 cm 間隔で採取した堆積物試料より有機物を抽出し、それらの安定炭素同位体比を測定したところ、塊状シルト層で $\delta^{13}\text{C} = -25.5 \sim -24.5 \text{ ‰}$ 、また葉理状シルト層で $\delta^{13}\text{C} = -23.0 \sim -21.5 \text{ ‰}$ の範囲の値を取る結果が得られた。図1Bには測定結果を示してある。この図の縦軸は炭素同位体比で、横軸は海成有機物量に対する陸成有機物量の比（有機物組成比）である。図1Bでは、炭素同位体比と有機物組成比が、日本海表層の藻類と陸上C3植物の値を端成分とする1つの直線上に回帰される。

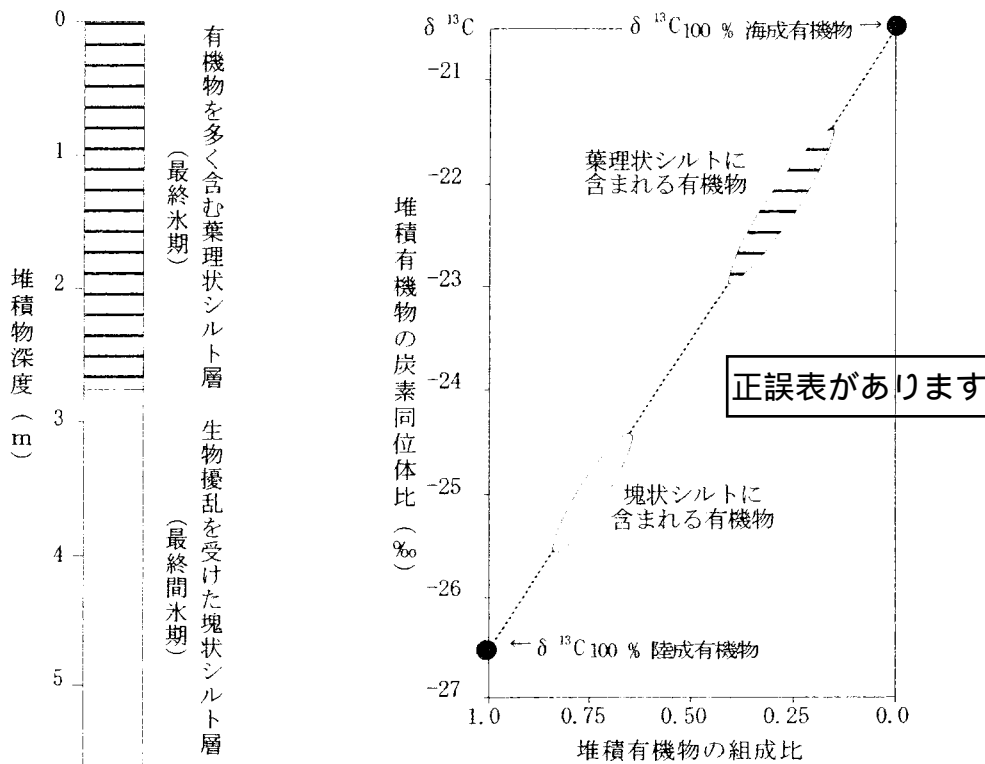


図 1 A

図 1 B

問1 埋積の過程で有機物の炭素同位体分別が生じていないので、堆積物の有機物組成比は、同位体比を用いて次の式により求められる。この式で、分母の同位体比変数に付した空欄アおよび空欄イに入る有機物組成名を記述しなさい。

$$\text{堆積物試料の有機物組成比} = \frac{\delta^{13}\text{C}_{\text{海成有機物}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{試料有機物}}}{\delta^{13}\text{C}_{\text{ア}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{イ}}}$$

問2 図1Bから、塊状シルト層に含まれる海成有機物のおおよその組成比を求めなさい。

問3 炭素同位体比と有機物組成比に基づいて最終氷期における日本海の海洋古環境を考察し、その結果を7行程度にまとめて記述しなさい。

正誤表

誤

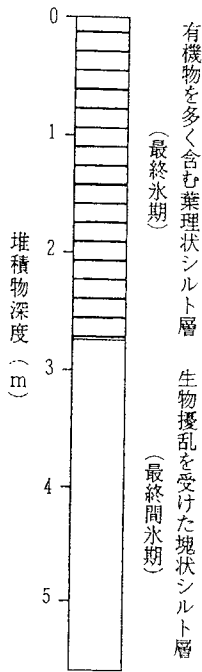


図 1 A

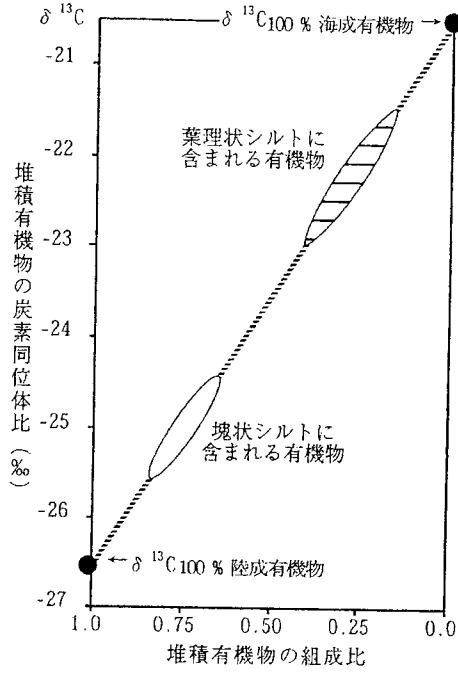


図 1 B



正

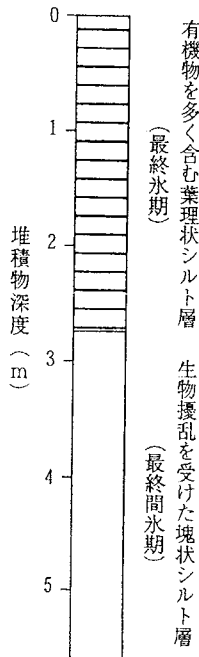


図 1 A

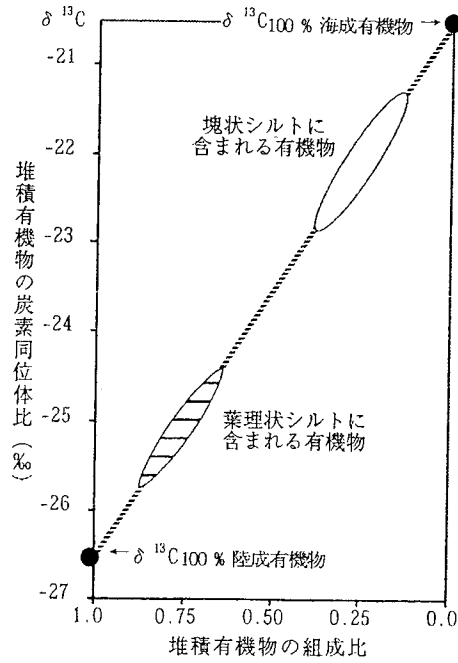


図 1 B