

地球科学

I 以下の問いに答えよ。

(1) 野外地質調査に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

あるトンネル工事に伴って、ちょうど東西走向で鉛直の露頭面が現れた。西端の地点 A から東に 250 m の地点 B の方向に調査していくと、砂岩泥岩互層が観察され、地層の走向は露頭面に垂直で、傾斜は 30°E であった。地点 A の足元に層厚（地層の厚さ）が 10 cm の火山灰層 a が、地点 B の同じ標高の位置に層厚 30 cm の火山灰層 b が観察された。火山灰層 a の直下の泥岩層からは前期白亜紀の放散虫の化石が、火山灰層 b の直上の砂岩層からは後期白亜紀のアンモナイトの化石が多産した。なお、この地域内の地層は同じ走向傾斜で断層などはないものとする。また、計算には以下の近似値を用いてもよい。

$$\sqrt{2} \doteq 1.4, \sqrt{3} \doteq 1.7, \log_{10}2 \doteq 0.30, \log_{10}3 \doteq 0.48$$

(1-1) 火山灰層 a と火山灰層 b の間の地層の厚さ（層理面に垂直な方向の距離）の合計を有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示すこと。

(1-2) 火山灰層 a 中に年代測定が可能な鉍物 Z が観察された。鉍物 Z に含まれる半減期 7.0×10^8 年の放射性同位体を用いて放射年代を測定したところ、 3.5×10^8 年であった。このとき、測定の結果得られた試料中の放射性同位体の量は、初期の量の何%だったか、有効数字 1 桁で答えよ。計算過程も示すこと。

(1-3) アンモナイトや放散虫の化石は堆積年代の制約に用いられることがある。これらの化石が堆積年代の制約に用いられる理由を 50 字程度で説明せよ。

(1-4) 火山灰層 a について、(1-2)で得られた鉍物 Z の年代値と、直下の泥岩から産出した化石の年代が大きく異なる理由を、50 字程度で説明せよ。なお、鉍物 Z の放射年代測定の誤差は無視できるものとする。

(2) 地球環境変動に関する以下の問いに答えよ。

地球が緑豊かな惑星となった理由として、大きな海の存在が気候を安定化させたことが挙げられる。(A) 海は陸に比べて熱容量が大きいため、日射変化に伴う大気循環を引き起こす。また、(B) 海洋は大気と共に南北方向に熱を輸送して、緯度方向の温度差を緩和している。

地球の気候は、温室効果ガスである大気中の二酸化炭素濃度の変化をさまざまなプロセスで抑えることにより、安定化している。海洋は二酸化炭素を溶かし込み、また藻類などが有機物を生産することで炭素を貯えている。一方、大陸では岩石の風化などによって、大気-海洋系から長期的に二酸化炭素が取り除かれている。これらの過程は、(C) 炭素が大気や海洋にとどまる平均時間（平均滞留時間）よりも長い時間スケールで気候に影響する。

近年では、これらの安定化プロセス以上の速度で人為的に二酸化炭素が放出されているため、大気中の二酸化炭素濃度は増加し続けている。二酸化炭素による温暖化をきっかけとした変化の中には、(D) さらに温暖化を加速させるプロセスもあるため、地球環境変動が元に戻れない転換点を超えてしまうと危惧されている。

(2-1) 下線 (A) について、陸と海の熱容量の違いによって引き起こされる 1 日や 1 年のスケールの大気循環について、合わせて 50 字程度で説明せよ。

(2-2) 下線 (B) の熱輸送が変化することで、1000 年スケールの激しい気温変化が起きたことがグリーンランドの氷床コアなどから知られている。この温度変化は、どのような循環による熱輸送の変化に起因するか。50 字程度で説明せよ。

(2-3) 下線 (C) について、大気中、および地球表層（大気と海洋と土壌をあわせた系）における炭素の平均滞留時間を、図 1 を用いてそれぞれ有効数字 1 桁で答えよ。計算過程も示すこと。

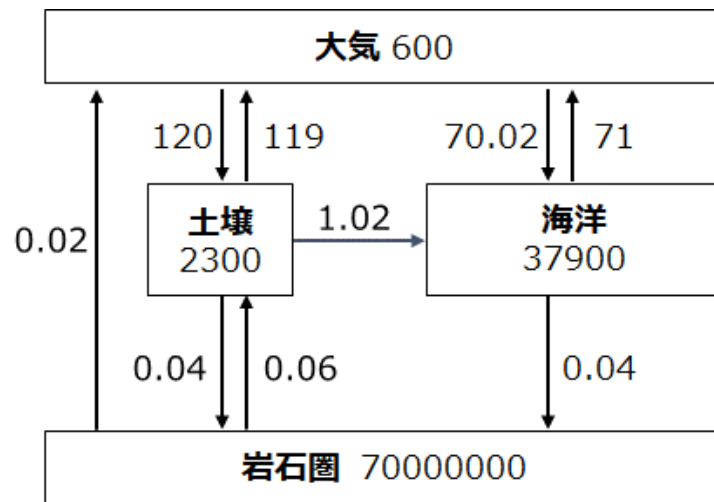


図1. 炭素循環の模式図. 貯蔵量 (四角) の単位は 10^{12} kgC, 移動量 (矢印) の単位は 10^{12} kgC/年.

(2-4) 下線 (D) について, 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第6次評価報告書で挙げられている, 温暖化を加速するフィードバックプロセスの例を1つあげ, 50字程度で説明せよ.

(3) 地球の内部構造に関する以下の問いに答えよ。

(3-1) 地球内部の低温部と高温部の位置を推定する方法を 1 つ挙げ、その原理を 50 字程度で説明せよ。

(3-2) 地球内部の鉛直方向に移動するプルームで地殻変動を説明する考えがある。この考えでは、どのような地形的特徴や地質学的現象がホットプルームで説明されるか。以下の (ア) から (エ) から適切なものを全て選択せよ。

(ア) ホットスポット (イ) 海溝 (ウ) 大地溝帯 (エ) 大陸衝突

(3-3) ホットプルームとコールドプルームは、それぞれ地球内部のどのような物質移動として説明されるか、あわせて 100 字程度で説明せよ。ただし、回答には以下の () 内の語句を全て 1 回以上用いること (順番は問わない)。

(相転移 海洋リソスフェア 上部マントル 下部マントル 核)

(3-4) プルーム活動が大量絶滅を引き起こしたという説がある。どのようにプルーム活動が大量絶滅と関連づけられるか、考えられる可能性を 150 字程度で説明せよ。

II 以下の問いに答えよ。

(1) 海洋プレートに関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

中央海嶺では、マントルを構成する 岩の部分熔融により海洋地殻が形成される。典型的な海洋地殻は、下位から順に 岩、 岩の岩脈および 岩の枕状溶岩からなると考えられている。^(ア) 海洋底の水深は中央海嶺から離れるにつれて深くなり、水深と^(イ) 海洋底の形成年代の平方根との間には比例関係があることが知られている。^(ウ) 海嶺近傍の海洋プレート上には石灰質軟泥が堆積するが、海嶺から離れるにつれて石灰質軟泥の代わりに珪質軟泥が堆積することが多い。^(エ) 海洋プレートはその生成から消滅までのさまざまな過程で海水と反応し、内部に含水鉱物を生じる。 このことは地球内部と表層との水の循環に大きな影響を与える。

(1-1) 文中の について、適切な岩石名を答えよ。

(1-2) 海洋地殻を構成する岩石中に普遍的に含まれる斜長石は、灰長石 (Anorthite, An) と曹長石 (Albite, Ab) の固溶体である。An₂₀Ab₈₀ の斜長石の組成式を答えよ。

(1-3) 下線部 (ア) に関して、海洋底の水深が中央海嶺から離れるにつれて深くなる理由を 100 字程度で述べよ。ただし、回答には以下の () 内の語句を全て 1 回以上用いること (順番は問わない)。
(冷却 アイソスタシー リソスフェア アセノスフェア)

(1-4) 下線部 (イ) に関して、地磁気観測から海洋底の形成年代をおおまかに推定することができる。その手法について 100 字程度で述べよ。ただし、回答には以下の () 内の語句を全て 1 回以上用いること (順番は問わない)。
(磁性鉱物 縞模様 古地磁気 逆転)

(1-5) 下線部 (ウ) に関して、海嶺から離れると石灰質軟泥の代わりに珪質

軟泥が堆積するようになる理由を 100 字程度で述べよ。

(1-6) 下線部 (エ) に関して、海洋プレートの含水化はどのような場で生じるか。含水化が生じる場（一般的な地形名称やテクトニクス場）を 2 つ答え、そこで形成される含水鉱物の名称をそれぞれ 1 つ以上答えよ。

(2) 沈み込み帯に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

沈み込み帯では、地球上の地震モーメントの大部分が解消される。沈み込み帯の地震は、沈み込む海洋プレートと上盤プレートの境界で生じるプレート境界型地震、沈み込む海洋プレート内で生じる **A**、上盤プレート内で生じる **B** に分けられ、近年では、測地学的・地震学的観測の進歩により、通常の地震よりも継続時間が長い **C** が発見されている。陸上に露出する付加体や ^(ア) 変成帯の中には、断層や ^(イ) 褶曲などの変形構造が発達し、過去の沈み込み帯における ^(ウ) 震源域付近の高速すべりによる摩擦発熱で形成され、地震の痕跡だと考えられる断層岩も見つかっている。

(2-1) 文中の **A** **B** **C** について、適切な語を以下の中から選んで答えよ。

巨大地震　スロー地震　内陸地震　津波地震　スラブ内地震

(2-2) 下線部 (ア) に関して、沈み込み帯における低温高压型・高温低压型の変成帯の形成場、および具体的な変成帯の名称をそれぞれ挙げよ。

(2-3) 下線部 (イ) に関して、褶曲している地層において、層理面の走向・傾斜が以下の 5 点得られた。

N20E60SE　　N70E45NW　　N45W30NE

N5E45E　　N50E70NW

このとき、褶曲軸のおおよそのトレンド（方位）・プランジ（傾斜角）を以下から選んで答えよ。

N50W∠0　　S50E∠0　　N40E∠0　　S40W∠30

S70W∠60　　N40E∠30　　S60E∠20　　N60W∠20

(2-4) 下線部 (ウ) に関して、震源域付近の高速滑りによる摩擦発熱で形成されるのはどのような断層岩か。断層岩の名称とその特徴について答えよ。

(2-5) 下線部 (ウ) に関して、地球上の地震の大部分は沈み込み帯で発生するにもかかわらず、震源域付近の高速滑りによる摩擦発熱で形成される断層岩の付加体における発見例は、大陸や島弧での発見例よりも少ない。その理由として考えられる可能性を1つ挙げ、100字程度で述べよ。ただし、回答には以下の()内の語句のいずれかを用いること。

(間隙水圧 厚さ 色)