

地 学

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

プレートテクトニクスとは、地震・火山活動の発生や地表の特徴的な地形を、地球表面を覆う複数のプレートの運動や相互作用で説明する考え方である。実際に世界で発生する地震の多くはプレート境界とその周辺で発生しており、特にマグニチュード8以上の巨大地震の多くはプレート収束境界で発生している。ただしプレート内部で地震が発生することもあり、その場合はマグニチュードが小さくとも大きな震度が観測されることがある。プレート境界では火山活動も起こるが、マグマの発生プロセスはプレートの拡大境界と収束境界では異なる。一方、ハワイのようなプレート境界から離れた火山は 火山とよばれ、そこへマントル深部から熱が供給され、その供給源の位置はほとんど動かない。日本列島周辺は 枚のプレート境界に位置していて、太平洋側に張り出した日本列島のような大規模な地形は とよばれる。また東太平洋海嶺で作られたプレートが隣接するプレートの下に沈み込んで、深い谷状の ^eを形成している。日本周辺は - 系というプレート沈み込み境界の代表例である。

問 1 文章中の空欄 ~ にあてはまる適切な語句や数値を答えよ。

問 2 下線部 a のマグニチュードとは地震の規模を表す数値である。マグニチュード8の地震で解放されるエネルギーは、マグニチュード5の地震の約何倍に相当するか、計算過程とともに有効数字2桁で答えよ。

問 3 下線部 b のようにマグニチュードの小さいプレート内地震で大きな震度が観測される要因を「震源」の語を用いて15字以内で答えよ。

問 4 下線部 c の違いが生じる理由の一つは、マントル物質を構成するかんらん岩の融解曲線(図 1)が、水がない場合と水で飽和している場合とで異なるためである。地下の温度分布は図 1 の赤線のものであるとして、以下の設問に答えよ。

- (1) 拡大境界にあるかんらん岩の融解曲線は、図 1 の水がない場合に対応する。このとき、図 1 の点 P にあるかんらん岩の融解は図中の①と②のどちらの変化によって生ずるか答えよ。
- (2) 収束境界にあたる沈み込み帯のかんらん岩では、図 1 の点線のようにマントルが水を含むことによって融解開始温度が下がりマグマが発生しやすくなるが、発生した直後のマグマは玄武岩質である。玄武岩とかんらん岩の化学組成の違いを「Si」および「Mg や Fe」の語を用いて 40 字以内で答えよ。

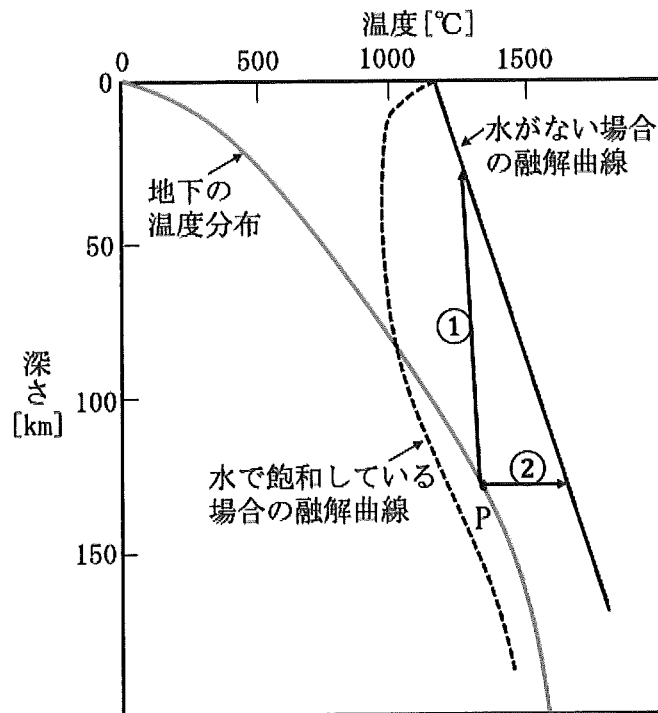


図 1 : かんらん岩の融解曲線と地下の温度分布

- (3) 火山の噴火でマグマが地表に噴出する場合，問(2)の玄武岩質マグマ以外のマグマが噴出することもある。玄武岩質とデイサイト質では，どちらのマグマの粘性が高いか答えよ。また，その要因となる化学組成の特徴を15字以内で答えよ。

問 5 下線部 d のマントル深部の観測について，以下の設問に答えよ。

- (1) 地震波トモグラフィーという手法において，熱の供給源は地震波のどのような特徴として検出されているか 10 字以内で答えよ。
- (2) 問(1)の特徴について，具体的に地球のおよそどの深さで観測されているか，以下の(あ)～(え)から一つ選んで記号で答えよ。
- (あ) 400 km, (い) 1400 km, (う) 2000 km, (え) 2800 km

問 6 下線部 e の日本周辺のプレートの名称をすべて答えよ。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地層や化石、地質岩体が今から何年前に形成されたかを年代値(年数)で表したものを絶対年代という。表1に示した放射性同位体を用いる放射性年代は、絶対年代の1つである。一方、地層などの新旧関係に基づいて区分した年代を(ア)という。(ア)は地層中に含まれる化石に基づいて決められることが多いが、そのような化石を(イ)という。また、(ア)を決めるために過去の地球物理学的な記録である(A)も用いられる。(ウ)は、古生物の系統や(エ)などに基づいて地質時代の区分として定められる。例えば、古い順に、先カンブリア時代、古生代、中生代、(オ)と定められている。さらに古生代は、(カ)つの紀に細かく区分されている。

表1：年代測定に用いられる放射性同位体

測定方法	放射性同位体	放射壊変によって生じる安定同位体	半減期(年)
U-Pb 法	^{238}U	^{206}Pb , ^4He	4.47×10^9
Rb-Sr 法	^{87}Rb	^{87}Sr	4.92×10^{10}
K-Ar 法	^{40}K	^{40}Ar , ^{40}Ca	1.25×10^9
^{14}C 法	^{14}C	^{14}N	5.70×10^3

問1 文章中の空欄(ア)～(カ)にあてはまる適切な語句や数値を答えよ。

問2 文章中の空欄(A)にあてはまるものを次のa～dの中から1つ選び記号で答えよ。

- a 大陸氷床の体積, b 古地磁気, c アイソスタシー, d 古気候

問 3 次の①と②それぞれの年代を推定するために、表 1 のどの測定方法を応用するのが最もよいか答えよ。また、その理由をそれぞれ 40 字以内で答えよ。

- ① 中生代の変成岩から取り出された雲母，角閃石鉱物の年代
- ② 貝塚の遺跡から出土した貝殻の年代

問 4 放射性年代を用いずに絶対年代を推定できるものを次の a ~ e の中から 1 つ選び記号で答えよ。また、その具体的な方法を 40 字以内で答えよ。

- a アンモナイトの産出個数
- b 火山灰層などの鍵層
- c 現生の木の年輪
- d 連続した砂泥互層における砂岩層の数
- e 動物の歯化石中のリン灰石濃度

問 5 ある化石中の ^{14}C (放射性炭素)の原子数がはじめに存在した数の 16 分の 1 に減少したことがわかった。その化石の年代値(何年前)を計算過程とともに有効数字 3 桁で求めよ。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

大気と海洋の運動は、地球の気候を形成する上で大きな役割を果たしている。低緯度地域では地球が受け取る (ア) 放射は、地球が放出する (イ) 放射に比べて大きく、逆に高緯度地域では地球が受け取る (ア) 放射が、地球が放出する (イ) 放射に比べて小さい。それにもかかわらず低緯度地域でも高緯度地域でも、気温が時間的に一方向に変化し続けられないのは低緯度から高緯度へ熱が輸送されているためである。この熱輸送のうち、低緯度地域における大気の熱輸送に重要な役割を果たす大気循環が、(ウ) 循環である。この循環の構造は季節によって変化するが、年平均では赤道付近で上昇気流が生じ、^a両半球の緯度 10°～30° 付近で下降気流が生じている。これらの特徴は降水とも関係し、さらに陸上の植生にも影響して、下降気流域には (A) ^bが多く、上昇気流域には (B) が多い。

またこの両半球の下降気流域から赤道までの対流圏下層では、東風である貿易風が吹いている。^c貿易風が吹き海面水温が高い海域で、しばしば熱帯低気圧が^d発生する。

問 1 文章中の空欄 (ア) ～ (ウ) にあてはまる適切な語句を答えよ。

問 2 文章中の空欄 (A) ， (B) にあてはまる適切な語句を、以下からそれぞれ一つ選び番号で答えよ。

- (1) 熱帯雨林, (2) 温帯針葉樹林, (3) 温帯広葉樹林, (4) 亜寒帯林,
(5) タイガ, (6) 砂漠, (7) ツンドラ

問 3 下線部 a について、図 1 において 12, 1, 2 月に対応するのは実線あるいは破線のどちらであるかを答えよ。さらにその期間に、地表面気温および降水量それぞれについて、熱帯域の北半球と南半球のどちらで大きいかを 30 字以内で答えよ。

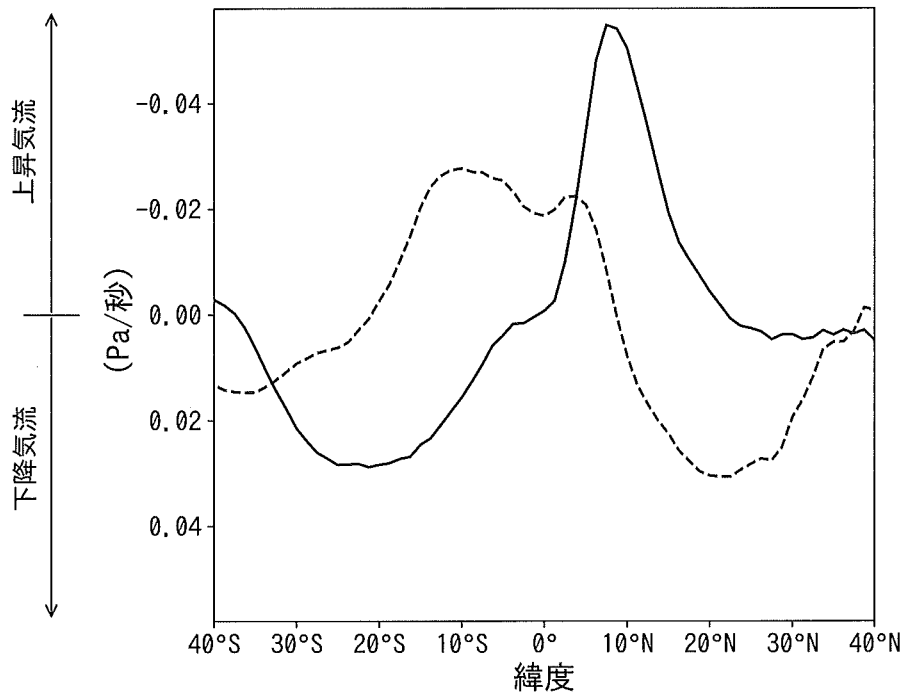


図1：6，7，8月と12，1，2月における500 hPaでの鉛直風速(上下方向の風速)の平年値の緯度ごとの東西平均値(気象庁55年長期再解析データに基づいて作図)。

問4 下線部bについて、赤道付近で発生する降水に対応する凝結熱は、赤道付近で地球が受け取る放射熱の何割に相当するか、有効数字1桁で答えよ。計算の途中経過も示すこと。ただし、赤道付近における降水量は200 cm/年、赤道付近で地球が受け取る放射熱は 300 W/m^2 、水の凝結熱は $2.5 \times 10^6 \text{ J/kg}$ 、水の密度は $1,000 \text{ kg/m}^3$ 、1年間の秒数を 3.2×10^7 秒とする。

問5 下線部cについて、緯度 $30^\circ\text{S} \sim 30^\circ\text{N}$ の範囲で貿易風が吹いているとして、東西および年平均した海面気圧は緯度方向にどのように分布するかを30字以内で答えよ。

問6 下線部dについて、北太平洋西部または南シナ海に存在する熱帯低気圧のうち、ある基準を満たすものを、日本では台風と呼んでいる。その基準を40字以内で答えよ。

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

太陽の光球には、粒状斑や黒点が見られる。同じ黒点を地球から毎日観測すると、その位置が太陽面の東から西へ移動していくことが分かる。これは太陽が (ア) しているためであり、その (ア) 周期は高緯度の方が低緯度より (イ) 。皆既日食で光球が隠されると、光球の外側にピンク色の (ウ) が見える。さらにその外側には、真珠色の (エ) が広く広がっており、そこで大気は原子が電離した (オ) の状態となっている。

問 1 文章中の空欄 (ア) ~ (オ) にあてはまる適切な語句を答えよ。

問 2 下線部 a と b の模様が見られる理由について、以下の空欄 (あ) ~ (う) にあてはまる適切な語句を答えよ。

下線部 a : (あ) によって太陽内部から熱が運ばれるため。

下線部 b : 強い (い) の影響により、太陽内部からの熱の放出が遮られるため、周囲より温度が (う) ため。

問 3 図 1 は、ある期間における黒点相対数の推移を表したものである。以下の設問に答えよ。

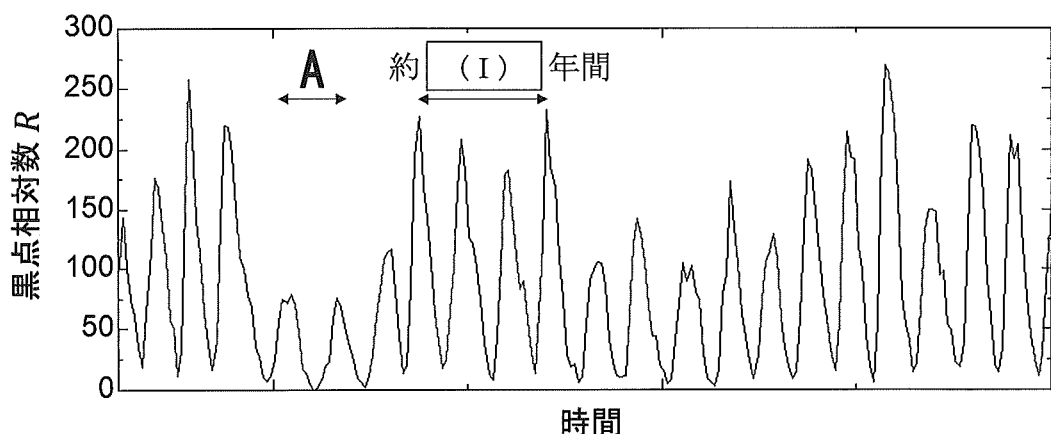


図 1 黒点相対数の推移(ベルギー王立天文台太陽影響分析センターが提供するデータに基づいて作成)。黒点相対数は $R = x(10y + z)$ であり、ここで x は観測者や望遠鏡ごとに異なる値、 y は (II) , z は (III) である。

(1) 図 1 とその説明文中の空欄 (I) ~ (III) にあてはまる適切な数値や語句を以下の①~⑫からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- ① 5.5, ② 11, ③ 16.5, ④ 22, ⑤ 27.5, ⑥ 33,
- ⑦ 黒点の総数, ⑧ 白斑の総数, ⑨ 黒点群の数, ⑩ 白斑群の数,
- ⑪ 黒点の総数と白斑の総数の比, ⑫ 黒点群の数と白斑群の数の比

(2) 時期 A のとき、地球ではどのような現象が起きる可能性が高いか、以下の①~④から1つ選び、記号で答えよ。

- ① 気温が上昇する
- ② 地磁気が逆転する
- ③ オーロラの出現が減少する
- ④ 大気が膨張する

問 4 正しい記述を以下の①~④からすべて選び、記号で答えよ。

- ① 黒点は半暗部とそのまわりの暗部に分かれていることが多い。
- ② 太陽を構成する元素で最も多いのは、核融合反応で4個の水素原子核から生成されるヘリウムである。
- ③ 太陽風とは、光球から宇宙空間に放出される荷電粒子の流れである。
- ④ 宇宙からの荷電粒子が地球電離圏の窒素分子を発光させることにより、ピンク色のオーロラが発生する。

問 5 秒速 300 km の太陽風が太陽から地球に到達するのは何日後か、計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。