

[地球科学基礎]

以下の問 (1) ~ (4) に答えよ。

- (1) 放射性炭素 (^{14}C) の半減期は 5.73×10^3 年である。 ^{14}C の放射能が当初の $1/1000$ まで減衰するのに必要な年数を求めよ ($\log 2 = 0.301$ とする)。 答えに至る過程も示すこと。
- (2) 地球の北緯 60 度線上で、経度が 3 度だけ異なる 2 点間の距離 (直線ではなく北緯 60 度線上の距離) を求めよ。 答えに至る過程も示すこと。 なお、地球は完全な球とみなし、その半径は 6.37×10^3 km とする。
- (3) 月による起潮力は、太陽による起潮力の約 2 倍であることを、計算によって示せ。 ただし、地球の質量を 1 としたとき、太陽の質量は 3.3×10^5 、月の質量は 1.2×10^{-2} である。 また、地球と太陽との距離は 1.5×10^8 km、地球と月との距離は 3.8×10^5 km である。

- (4) 以下の文章を読み、問 (a) ~ (d) に答えよ。

今から約 38 億年前の始生代早期、太陽はまだ若く、その明るさ (放射エネルギー) は現在の 75% 程度であった。 もし当時の地球大気中の [①] が、現在と同じくらいしかなかったとすると、そのレベルの [②] 効果では地表の温度は氷点以下となり、海は凍りついてしまっただろう。 しかし実際には、当時の地球大気には数気圧~十気圧オーダーの [①] が含まれていた。 その強い [②] 効果が地表を暖めたおかげで、液体の海が維持できたと推定される。 大気中の [①] は次第に海へ溶け込み、海水中のカルシウムやマグネシウムと反応して海底へ除かれていく。 海洋に生命が誕生し、やがて [③] のように光合成を行う微生物が登場すると、海水中の [①] を消費して有機物を合成するシステムが動き始めた。 こうして地球の歴史とともに、大気や海洋中の [①] 濃度は減少し続けた。 その一方で、光合成反応の副産物として [④] が放出され、25 億年前頃から大気や海洋内の [④] 濃度は上昇していく。 大気中の [①] 濃度の減少によって弱まった [②] 効果は、太陽が時間とともに放射エネルギーを増していったことによって補われ、両者がほぼバランスして現在に至っている。

- (a) ①, ②, ③, ④に入る適切な言葉 (または化学式) を示せ。
- (b) 約 38 億年前に液体の海が存在していたことを示す地質学的な証拠は何か。 50~100 字程度で説明せよ。
- (c) 光合成の活発化と時期を同じくして、海水中の炭素同位体比 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) が増加したことが明らかにされている。 この増加の理由を 50~100 字程度で説明せよ。
- (d) 独立栄養方式による生合成としては、光合成のほかに化学合成がある。 海洋環境における両者の相違点について 100~200 字程度で説明せよ。