

生命が誕生する前の地球の大気には、（ア）が多量に含まれていたが、酸素はほとんど含まれていなかったと考えられている。<sup>(i)</sup>光合成細菌の誕生から、シアノバクテリア、藻類、陸上植物へと至る光合成生物の進化と繁栄は、地球の大気組成に大きな影響を与えてきた。

原始的な光合成生物は他の原始的な生物と同様に海中で誕生したと考えられている。最初に（ア）と硫化水素などを光合成に利用する光合成細菌が出現し、次に（ア）と<sup>(ii)</sup>水を光合成に利用するシアノバクテリアが出現した。シアノバクテリアは分布範囲を拡大し、その繁栄の痕跡は（イ）とよばれる層状構造をもった岩石として残っている。一部の光合成細菌は光合成色素として（ウ）をもち光合成の過程で酸素を発生しないが、<sup>(iii)</sup>シアノバクテリアは陸上植物と同じ光合成色素である（エ）をもち光合成の過程で酸素を発生する。シアノバクテリアによって放出された酸素は、はじめのうち、（オ）イオンと結合して酸化（オ）になり海底に沈殿したが、しだいに水中や大気中に蓄積し始めた。一方、大気中の（ア）は光合成による有機物への固定などによって減少した。（ア）の減少の影響で、地表の温度は徐々に（カ）した。シアノバクテリアに続いて、藻類が出現し、大気中の酸素濃度はさらに増加した。<sup>(iv)</sup>この酸素濃度の増加は、生物の生活可能な環境を陸上に形成するのに役だったと考えられている。

問1 空欄（ア）～（カ）に入る最も適切な語句を記せ。

問2 下線部(i)の光合成細菌、シアノバクテリア、藻類のそれぞれが共通してもつ特徴を以下の(a)～(g)からすべて選び、記号で記せ。

- (a) 核膜をもつ                      (b) 細胞膜をもつ                      (c) ミトコンドリアをもつ
- (d) 葉緑体をもつ                      (e) リボソームをもつ                      (f) 光化学系Iをもつ
- (g) カルビン回路(カルビン・ベンソン回路)をもつ

問3 下線部(i)のシアノバクテリアが出現した地質時代を、以下の(a)～(f)から1つ選び、記号で記せ。

- (a) 新生代                      (b) 古生代                      (c) 中生代
- (d) 先カンブリア時代                      (e) カンブリア紀                      (f) 石炭紀

問4 下線部(ii)の、水を利用する光合成を行う能力をシアノバクテリアが獲得したことが、その分布範囲の拡大につながったと考えられている。なぜそのように考えられるか、簡潔に述べよ。

問5 下線部(iii)に関連する記述として正しいものを、以下の(a)～(f)からすべて選び、記号で記せ。

- (a) 光合成では、酸素はおもに光化学系の反応過程で発生する。
- (b) 光合成の酸素発生反応を担う酵素はリブロース-1,5-二リン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ(ルビスコ)である。
- (c) 光合成の酸素発生反応は $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ と表すことができる。
- (d) 光合成の酸素発生反応の結果、チラコイド膜の外側は内側に比べ酸性になる。
- (e) 赤色光、緑色光、青色光のうち、光合成の酸素発生反応を駆動するために最も有効な光は緑色光である。
- (f) シアノバクテリアは陸上植物とほぼ同じ光合成電子伝達系をもつ。

問6 下線部(iv)について、どのような過程を経て生物の生活が可能な環境が陸上に形成されたか。「紫外線」という語を用いて、簡潔に述べよ。

問7 光合成生物が水中から陸上に進出するときに、「クチクラ層」と「維管束」はそれぞれどのような役割を果たしたか。「クチクラ層」と「維管束」についてそれぞれ簡潔に述べよ。