

## 第4問

## 解説

A 問1 1・2 ①・⑤(順不同)

- ①(正しい) 化学合成細菌は、化学合成に光エネルギーを必要とせず、無機物の酸化による化学エネルギーを用いてATPを合成する。その後カルビン・ベンソン回路において合成したATPを用いて二酸化炭素を固定し、有機物を合成する。
- ②(誤り) シアノバクテリアは、光合成の材料として豊富に存在する水を用いることで生息域を拡大し、二酸化炭素を吸収して酸素を放出した。このようにシアノバクテリアなどの光合成生物は、大気中の二酸化炭素や酸素濃度に変化をもたらし、生物の生活に重要な影響を与えた。また、文Aにもあるように、二酸化炭素の一部は海水中に溶け込み、サンゴや藻類などに取り込まれた。これらの過程で二酸化炭素濃度は徐々に減少した。近年人類の活動により、二酸化炭素濃度は徐々に上昇しているものの、現在の二酸化炭素濃度は原始大気(45億年前)の1000分の1以下だと推測されている。
- ③(誤り) 最後の全球凍結が起こったのは、約7億年前の先カンブリア時代のことである。
- ④(誤り) 広葉型の植物では、幅の広い葉が上層に偏って水平方向に広がるため、光合成を行う層が上層に集中する。なお、細長い葉が斜めに立っていて光が植物群集の内部まで届く植物をイネ科型という。
- ⑤(正しい) 樹木は二酸化炭素を有機物の形で固定している。そのため森林を破壊し、樹木を燃料として利用すると、固定していた有機物が分解されて二酸化炭素が大量に放出される。
- ⑥(誤り) 大気中の水蒸気や二酸化炭素などは、地表から放射される赤外線を吸収し、その一部を地表に再放射して地表や大気の上昇させる温室効果をもたらす。近年、地球の年平均気温が上昇しており、大気中の二酸化炭素などの増加に伴う温室効果の増大が原因と考えられている。なお、遺伝子の突然変異を誘発する紫外線はオゾン層によりさえぎられるが、近年オゾン層の破壊により地表に届く紫外線量が増加し、環境問題となっている。

問2 3 ③

- ①(誤り) 実験2において、カクレクマノミの稚魚は捕食者の匂いに向かって泳いだ。このことから、カクレクマノミの稚魚は匂いを感知できていることがわかる。
- ②(誤り)・③(正しい) 捕食者の匂いを正しく認識できているのであれば、実験2において、カクレクマノミは捕食者の匂いから逃げるように泳ぐはずである。また、捕食者の匂いを仲間の匂いであると認識しているのであれば、実験2において、カクレクマノミの行動に変化は起こらないはずである。よって、海水の酸性度

が上昇すると、カクレマノミは捕食者の匂いを正常に理解することができず、捕食者や仲間以外の匂いであると認識することが推測できる。

- ④(誤り) 実験2において、「ただの海水を注入した場合にはとくに行動の変化が見られなかった」とあることから、注入された水によって生じた水流に近づくようになることはないとわかる。

### B 問3 4 ④

個々の細胞の呼吸で生じた二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )は、血のように溶けると赤血球の中の酵素のはたらきで水( $\text{H}_2\text{O}$ )と反応し、水素イオン( $\text{H}^+$ )と炭酸水素イオン( $\text{HCO}_3^-$ )になる。肺では逆の反応が起き、二酸化炭素となって排出される。

また海水中では、水素イオン( $\text{H}^+$ )がさらに炭酸イオン( $\text{CO}_3^{2-}$ )と反応して炭酸水素イオン( $\text{HCO}_3^-$ )となる。

なお、酸化イオンは $\text{O}^{2-}$ 、水酸化イオンは $\text{OH}^-$ である。

### 問4 5 ①

生物の活動を通して、二酸化炭素は光合成によって吸収され、呼吸によって発生する。したがって呼吸のみが行われるところでは生命活動によって酸性度が高まり、pHが下がると考えられる。選択肢では、②～④は光が届く範囲であり、光合成も行われるため、光合成の行われない①が該当する。

実際、北西太平洋の亜熱帯域での観測結果では、表層の8.1程度から水深1,000 m付近で7.4程度になるまで、pHが水深に応じて低下する。

なお、光補償点になる深さ(補償深度)はその海域の透明度によって変化するが、透明度の高い海域でも光は水中で散乱していくため、概ね水深200 mを超えると光合成はほとんど行われないと考えられている。

### 問5 6 ①

図1より、骨片の成長に必要なタンパク質XのmRNAの転写量は、pH7.7で飼育した個体でも、pH8.1で飼育した個体と同等である。したがってタンパク質Xが原因で骨片形成が正常に進まないのであれば、転写以降、例えば翻訳や、翻訳後の折りたたみなどに異常があると考えられる(①は誤り、②・③は正しい)。

また図2より、骨片の成分である炭酸カルシウムをつくるためにカルシウムイオンを輸送するタンパク質Yは、pH7.7で飼育した場合、骨片形成が盛んなはずのプルテウス幼生期に、mRNAの転写量が落ち込んでいる。したがって、タンパク質Yが原因で骨片形成が正常に進まないのであれば、タンパク質YのmRNAが十分に転写されていない可能性はもとより、翻訳、翻訳後の折りたたみなどでも異常がある可能性がある(②・④・⑥は正しい)

なお、ウニがpHの低い海水で正常な骨片をつくりにくい原因としては、問3でみたような理由で材料となる炭酸イオンが少なくなっていることもあると考えられている。

◀ 炭酸イオンは、文Bでみるようにウニや、貝や造礁サンゴ、一部の藻類が殻などを形成する際に利用するイオンである。