

第4問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

A 産業革命以降、^(a)大気中の二酸化炭素濃度は増え続けている。大気中に放出された二酸化炭素の30～40%は海が吸収するため、大気中の二酸化炭素濃度上昇は海の酸性度(水素イオン濃度)を高め、海水のpHを下げている。実際に海水の表層水のpHは1800年代末と比べて約0.1低下して8.1程度になっており、現在の炭素排出傾向が続いた場合、2050年、2100年にはそれぞれpHが8.0程度、7.7～7.8程度に低下すると考えられている。

酸性化する海水が生物に与える影響を調べるため、次の**実験1・実験2**を行った。

実験1 魚類の一種であるカクレクマノミの、孵化してまもない稚魚300匹を実験室の現在の海水を満たした水槽に入れ、その行動を観察した。同じpHのただの海水や、仲間の魚の匂い物質を含む海水を水槽に注入した場合にはとくに行動の変化が見られなかったが、カサゴなど捕食者の匂い物質を含む海水を注入すると、注入した部分から逃避した。

実験2 **実験1**と同じ親たちが産んだ卵から孵化した300匹の稚魚を用いて、水槽内の海水のpHを7.8程度に下げたその行動を観察した。すると稚魚は見かけは正常に発達したものの、捕食者の匂い物質を含む海水を注入すると、注入した部分に向かって泳いだ。なお、同じpHのただの海水や、仲間の魚の匂い物質を含む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。

問1 下線部(a)に関する記述として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ・

- ① 化学合成細菌は、化学合成に二酸化炭素を必要とする。
- ② 原始大気に含まれていた大気中の二酸化炭素は、海水中に溶け込んだり、シアノバクテリアなどの光合成生物に用いられたため徐々に減少したが、近年二酸化炭素排出量が増加したため、現在の二酸化炭素濃度は原始大気(45億年前)のものとはほぼ等しい。
- ③ カンブリア紀には、大気中の二酸化炭素などの温室効果ガスが減少して寒冷化し、地球全体が氷河で覆われる全球凍結が起こったために多くの生物が絶滅した。
- ④ 広葉型の草本では、幅の広い葉が上層に偏って地面と垂直方向に広がるので、上層と比較すると、中・下層には光が届きにくく、二酸化炭素の固定量も少なくなる。
- ⑤ 森林が破壊されると、樹木などに蓄えられていた有機物の分解が促進され、二酸化炭素が森林の生態系内外に大量に放出される。
- ⑥ 大気中の水蒸気や二酸化炭素は、地表から放射される紫外線の一部を吸収し、その一部を地表に再放射することで大気の上昇させる温室効果をもたらす。

問2 **実験1・実験2**の結果から導かれる考察として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 海水の酸性度が上昇すると、カクレクマノミは捕食者の匂いも仲間の匂いも感知できなくなる。
- ② 海水の酸性度が上昇しても、カクレクマノミは捕食者の匂いを捕食者の存在を示すものとして認識する。
- ③ 海水の酸性度が上昇しても、カクレクマノミは捕食者の匂いを周囲の海水や仲間の匂いとは異なるものであると認識する。
- ④ 海水の酸性度が上昇すると、カクレクマノミはどのような水が注入されたかに関係なく、注入された水によって生じた水流に近づくようになる。

B コシダカとシラヒゲは、二酸化炭素上昇に伴う海水の酸性化がカクレクマノミの稚魚の行動に影響を与えるという記事を読み、次のように考えた。

コシダカ：空気中の二酸化炭素がどうして海水に影響するのだろうか。

シラヒゲ：呼吸で生じた二酸化炭素が血液に溶けるときの同じように、一部の二酸化炭素が海水に溶けたあと、**ア**と**イ**になるのかな。

コシダカ：海水の酸性化には、場所によっては生物の活動が影響しそうだね。そう考えると、**ウ**はpHが低そうだな。

シラヒゲ：そうだね。あと、この記事だと酸性化が進んだときに魚の行動に影響が出るということだけど、他の生物ではどうなんだろう。

コシダカ：今スマホで検索してみたら、ウニを使った**実験**が3つヒットしたよ。

実験 3 バフンウニの受精卵を pH 8.1, pH 7.7 のそれぞれの海水でプルテウス幼生まで発生させたところ、pH 7.7 で発生させた個体には pH 8.1 で発生させた個体に比べ、炭酸カルシウムを主成分とする骨片の大きさや形態に異常のある個体が多かった。

実験 4 バフンウニの受精卵を pH 8.1, pH 7.7 のそれぞれの海水でプルテウス幼生まで発生させ、骨片の成長に関わるタンパク質 X の mRNA の転写量を測定したところ、図 1 の結果が得られた。

実験 5 骨片の形成は、初期プルテウス幼生期に開始され、プルテウス幼生期に盛んになることがわかっている。バフンウニの受精卵を pH 8.1, pH 7.7 のそれぞれの海水でプルテウス幼生まで発生させ、原腸胚期、初期プルテウス幼生期、プルテウス幼生期の各期の終わりでのカルシウムイオンの輸送に関わるタンパク質 Y の mRNA の転写量を測定したところ、図 2 の結果が得られた。

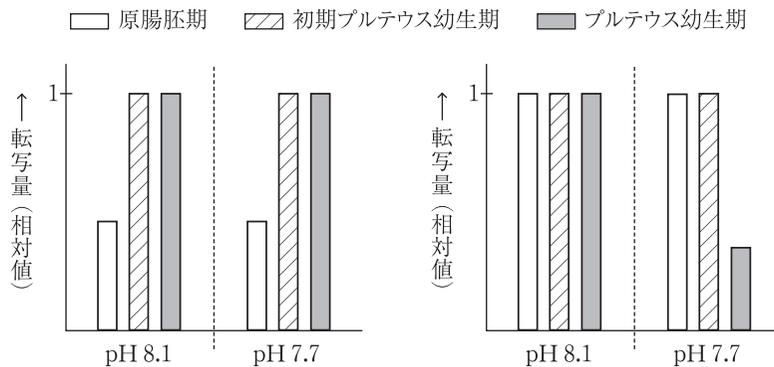


図 1

図 2

問 3 次のイオン(a~e)のうち、上の文章中の**ア**・**イ**に入るイオンの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **4**

- | | | |
|-------------|-------------|------------|
| (a) 水素イオン | (b) 炭酸イオン | (c) 酸化物イオン |
| (d) 水酸化物イオン | (e) 炭酸水素イオン | |
| ① (a), (b) | ② (a), (c) | ③ (a), (d) |
| ④ (a), (e) | ⑤ (b), (c) | ⑥ (b), (d) |
| ⑦ (c), (d) | ⑧ (c), (e) | |

問4 上の文章中の「ウ」に入る語句として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① 光の届かない海底付近
- ② 冷たい海の大陸沿岸
- ③ 暖かくて浅い海
- ④ 大陸や島から離れた海域の海面付近

問5 図1・図2より考えられる、pH 7.7の海水でプルテウス幼生まで発生させたバフンウニに骨片の大きさや形態に異常のある個体が多い理由として否定されるものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

- ① タンパク質 X の mRNA が十分に転写されないため。
- ② タンパク質 Y の mRNA が十分に転写されないため。
- ③ タンパク質 X の mRNA が正しく翻訳されないため。
- ④ タンパク質 Y の mRNA が正しく翻訳されないため。
- ⑤ 翻訳されたタンパク質 X が正しく機能しないため。
- ⑥ 翻訳されたタンパク質 Y が正しく機能しないため。