

2023年10月・2024年4月入学
岡山大学大学院環境生命自然科学研究科
博士前期課程
一般入試・社会人入試 入学試験問題

専門科目

地球環境生命科学学位プログラム
地域環境学コース

注 意

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- 2 問題冊子は1冊、解答用紙は6枚、下書き用紙は2枚です。
- 3 すべての解答用紙の所定欄に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は、各問それぞれ解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 5 共通科目（第1問）は全員が解答しなさい。
- 6 選択科目（第2問～第4問）は志望する教育研究分野の1問を選択して解答しなさい。
- 7 選択しなかった科目の解答用紙には大きく×印を記入しなさい。
- 8 試験終了後、全ての解答用紙を監督の指示に従って提出しなさい。
- 9 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰りなさい。

問題は次のページから始まります。

第1問 (共通科目)

写真1, 2は, 平成30年7月西日本豪雨で決壊した河川堤防を示している。写真1の赤丸で囲まれた部分では, 堤防は完全に決壊している。写真2はその決壊箇所を示している。写真1の手前側の堤防は決壊を免れているが, 天端に越流痕があり, 大きく損傷している。また, 写真3, 4は, 同じく西日本豪雨で損傷を受けたため池の堤体を示している。堤体は決壊していないが, 下流側のり面(貯水池の反対側)が崩落している。これらの事象について, 以下の問1~問5に答えなさい。



写真1 豪雨で決壊した堤防



写真2 決壊箇所

(写真1, 2は出題者が2018年7月19日に撮影)



写真3 損傷を受けたため池堤体



写真4 損傷箇所

(写真3, 4は出題者が2018年7月10日に撮影)

問1 これら2つの損傷事例においては, 損傷の様子が異なるが, それぞれ, どのような過程で損傷したのか説明しなさい。図を用いても良い。

問2 写真1~4に示した2つの事例について, このような決壊や損傷を防止するための対策を説明しなさい。

問3 自然災害は地震に起因する事例も多い。表1は、我が国における自然災害の発生件数割合(%)および被害額割合(%)を表している。この表を見て、地震による災害と、その他の災害との相違を、理由とともに述べなさい。

中小企業庁(2019)『中小企業白書』より引用・一部改変
(https://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/2019/2019/html/b3_2_1_2.html)

問4 老朽化した河川堤防やため池について、台風、洪水を含む豪雨と地震の災害対策の違いを挙げなさい。

問5 今後予想される地震および豪雨災害に対して、老朽化した社会基盤を整備していく必要がある。一方で、河川堤防は路線長が長く、ため池は数が多いため、すべてを早急に対策することは現実的ではない。限られた財源の中で、どのような解決策が考えられるか記述しなさい。

第2問 (選択科目:①【応用生態学・土壌圏管理学・生産基盤管理学・
地形情報管理学・農村計画学】)

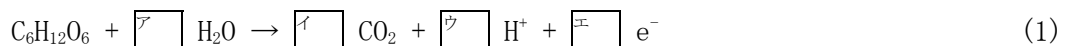
図1は、酸素濃度の異なる条件下での土壌微生物の呼吸様式を模式化したものである。土壌中の酸素濃度が高い場合は、好氣的呼吸が優先され、酸素を電子受容体として土壌有機物を二酸化炭素(CO₂)に変換し、代謝に必要なエネルギーを得る。ここで得られたエネルギーはアデノシン三リン酸として体内に蓄えられる。また、分解有機物の一部は菌体生成に使われる。一方、土壌中の酸素濃度が低下すると、酸素以外の化合物を電子受容体として用いる嫌氣的呼吸が主体となる。以下の問1～問4に答えなさい。

(犬伏和之・白鳥豊編(2020)『改訂土壌学概論』朝倉書店より引用・改変)

問1 図1(a)の好氣的条件における有機物分解と酸素消費について化学量論的な関係を導いてみよう。以下の式(1)～式(3)中の□～□に適切な数字を書きなさい。なお、簡略化のため有機物の化学式をC₆H₁₂O₆とする。

はじめに、有機物分解(酸化)、酸素消費(還元)それぞれについて、電子や水素の授受がわかる半反応式を考える。

好氣条件では、有機物は二酸化炭素(CO₂)まで分解される。



一方、酸素分子は水素イオンと電子を受け取って、水が生成される。

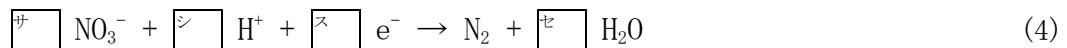


次に、式(1)と式(2)から電子 (e^-) を消去すれば、好氣的呼吸における有機物分解の化学反応式が得られる (式(3))。



問2 図1 (b)の嫌氣的呼吸のうち、硝酸イオン (NO_3^-) を電子受容体として用いる反応は脱窒作用として知られる。

(1) NO_3^- が窒素ガス (N_2) に還元される半反応式は式(4)となる。式(4)中の $\boxed{\text{サ}} \sim \boxed{\text{セ}}$ に適切な数字を書きなさい。



(2) 有機物分解に関する半反応式 (式(1)) と式(4)から、脱窒に関する全反応式を導きなさい。

(3) 脱窒作用により、水質汚濁物質のひとつである NO_3^- を水から除去することができる。50 mg/L の硝酸態窒素 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) を含む廃水 1 m^3 を除去するために必要な最低限の有機物量を計算しなさい。計算過程も詳しく記しなさい。

問3 図1 (b)の嫌氣的呼吸のうち、メタン (CH_4) 生成は地球温暖化と深く関係している。水田からのメタン排出量を削減する方法として、中干し期間の延長や間断灌漑が推奨されている。メタン生成の酸化還元電位を踏まえ、その理由を説明しなさい。

問4 呼吸過程で新たに生成された菌体のその後の消長について触れ、土壤に堆肥などの有機物を補填しなければ作物栽培が難しくなる理由を説明しなさい。

第3問 (選択科目：③【環境施設設計学・環境施設管理学】)

図2は、河川改修のために矢板が施工されている状況を表している。この地盤に対して、ボーリングに対する安定性を検討する。矢板の根入れを D とし、矢板から $D/2$ の範囲において単位奥行きでの安定性を検討する。AA'断面において間隙水圧が計測されており、地表面とAA'断面の水頭差 h_a が分かっている。図中、 W は地盤に働く浮力を考慮した重力、 U は浸透力を示している。これについて、以下の問1～問5に答えなさい。

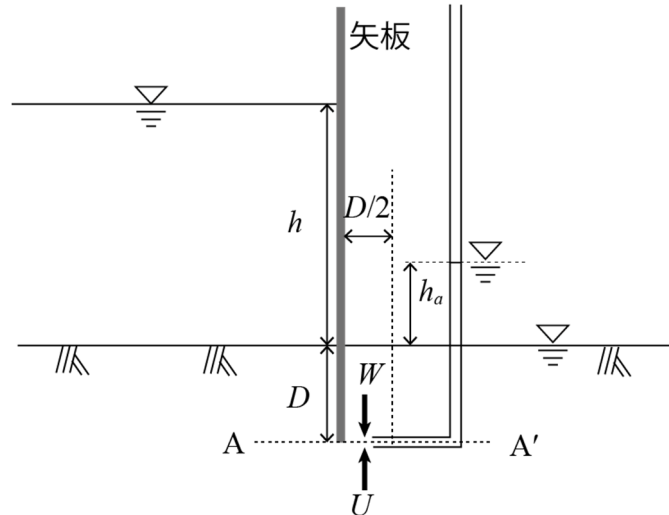


図2 矢板が施工された掘削地盤

- 問1 ボーリングに対する安全率 F_s を W と U を用いて表しなさい。
- 問2 図2について、土の飽和単位体積重量 $\gamma_{sat} = 17.6 \text{ kN/m}^3$ 、 $D = 2.0 \text{ m}$ 、 $h_a = 2.0 \text{ m}$ のとき、 W と U および F_s を求めなさい。ただし、導出の過程も示すこと。
- 問3 図2について、AA'と地表面の間で、 h_a による動水勾配 i を求めなさい。ただし、 $D = 2.0 \text{ m}$ 、 $h_a = 2.0 \text{ m}$ とする。
- 問4 ボーリングに対する安全率は、動水勾配を用いて、 $F_s = i_c / i$ とも表記できる。 i_c は、限界動水勾配と呼ばれるが、地盤の間隙比を e 、土粒子密度を ρ_s 、水の密度を ρ_w としたとき、次式となることを証明しなさい。

$$i_c = \frac{\rho_s / \rho_w - 1}{1 + e}$$

- 問5 この地盤でボーリングが生じないための根入れ深さ D を求めなさい。ただし、 $\gamma_{sat} = 17.6 \text{ kN/m}^3$ 、 $h_a = 2.0 \text{ m}$ とする。ただし、導出の過程も示すこと。

第4問 (選択科目：④【廃棄物資源循環学・持続可能社会システム学】)

次の問1～問3に答えなさい。

問1 一般廃棄物に関する次の2つの項目から1つを選んで説明しなさい。

- (1) ごみの3成分の割合を求める実験と計算式
- (2) ごみ焼却施設における排ガス処理

問2 循環型社会とその取組指標について説明しなさい。

問3 廃棄物最終処分場の3つの種類とその特徴について説明しなさい。