

2023年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

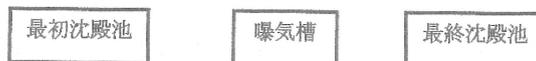
2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

次の大問Ⅰ～Ⅲの中から、3問を選択して解答しなさい。それぞれの大問は別々の解答用紙に解答し、各解答用紙には解答した大問番号を明記すること。

Ⅰ 下水中の溶解性浮遊物質の除去を行う方法として、生物学的水処理法が用いられている。“標準活性汚泥法”は、おもに2つの沈殿池と1つの曝気槽から構成される代表的な生物学的水処理法であり、わが国をはじめ世界各国の下水処理場等において広く用いられている。このことについて、以下の問い(問1～2)に答えなさい。

問1. 以下の図に水の流れ(→)と汚泥の流れ(--->)を矢印で書込み、“標準活性汚泥法”における下水の処理フローを完成させなさい。



問2. 問1の解答方法を参考に、下水中の窒素ならびにリンの除去を可能とする“嫌気無酸素好気法”における下水の処理フローを、以下に記しなさい。

Ⅱ 廃棄物の焼却炉には、①ストーカ式焼却炉、②流動床式焼却炉、③ロータリーキルン炉、などがある。それぞれがどのような焼却炉であるか100字程度で答えなさい。

- ① ストーカ式焼却炉
- ② 流動床式焼却炉
- ③ ロータリーキルン炉

Ⅲ プラグ流反応器(容積10L、断面積10cm²、長さ10m)を用いて汚染物質を8.0mmol/L含む排水を0.50L/minの流量で処理したい。反応器内での汚染物質の分解反応の反応速度が汚染物質の濃度に比例し、その反応速度定数 $k=0.050\text{ min}^{-1}$ であるとき、処理水中の汚染物質の濃度を求めなさい。

なお、ネイピア数 $e=2.7$ とする。導出過程も記載した上で有効桁数2桁で答えること。

得点

2023年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV 微生物の代謝と増殖に関する次の文章を読んで、以下の問い(問1~3)に答えなさい。

細胞内で行われる物質変換を代謝という。代謝には、①生命活動に必要なエネルギーを獲得する過程と、②獲得したエネルギーを使って細胞を合成する過程とがあり、これらの過程を経て微生物は増殖する。

問1. 下線部①「生命活動に…する過程」、および下線部②「獲得した…する過程」はそれぞれ何と呼ばれるか、最も適切な名称を書きなさい。

問2. 下線部②の「過程」で細胞合成に用いる炭素源の違いに着目して、

ア) 有機物を利用する微生物

イ) 無機炭素を利用する微生物

を総称する用語がある。それらの用語を、それぞれについて書きなさい。

問3. 微生物の増殖について、次の小問(1)~(2)問いに答えなさい。なお、微生物の増殖を阻害する要因は考えないものとする。

(1) 微生物の細胞濃度の増加速度 $\left(\frac{dx}{dt}\right)$ が、微生物の細胞濃度 (x) に比例しているとき、

微生物の細胞濃度 (x) を時間 (t) 、比例係数 μ 、および x_0 で表しなさい。なお、 $t=0$ のとき $x=x_0$ とし、導出の過程も書きなさい。

(2) 微生物の細胞濃度が2倍になるために要する時間を、平均倍加時間という。設問

1)の条件が成り立っているとき、平均倍加時間 (t_d) は $t_d = \frac{\ln 2}{\mu}$ (ただし $\ln 2$ は、2

の自然対数)で表される。 t_d を導出し、このように表せることを説明しなさい。

V 夏の琵琶湖湖畔の砂浜において、湖水が染みている砂地(A)とそのすぐ横の水分がほとんどない砂地(B)を考える。同じ量の太陽の光が降り注いでいるのにも関わらず、Bの砂地は歩けないほど熱くなるが砂地Aの温度上昇は僅かである場合がある。その理由として考えられる要因を可能性の高いものから複数、「熱量」「比熱」「潜熱」をすべて用いて250字程度で答えなさい。但し、染みている湖水の流動や移流はわずかであると仮定し、物性値は具体的な数値を示す必要はない。

得点

得点

2023年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅵ 大気安定度に関する以下の文章を読み、各問い(問1~2)に答えなさい。

風速と日射量などによって大気安定度をA, B, C, D, E, Fと分類する方法を(ア)の大気安定度分類と呼ぶ。この分類では、地上風速が2 m/s以下と風が弱いとき、大気は強不安定である(イ)を示す。

この原因について考える。風が強いときは、日中でも夜間でも大気安定度は(ウ)に近づく。つまり、風が強いと空気がよく(エ)されて強安定も強不安定も起こらない。逆に風が弱いとき、日中は地表付近の温度が(オ)なり対流が起こる一方で、夜間は地表付近の温度が(カ)なるため大気は安定になる。

問1. ア〜カに入る語句を答えよ。

問2. 上記で風が弱いとき夜間に生じる大気現象として何が考えられるか。高度方向の温度に着目して50字程度で記述せよ。

Ⅶ 次の選択肢(①~⑤)から2つを選び、それぞれ150字以上で解説しなさい。ただし、異分野の専門家に説明する要領で、具体例を紹介しながら丁寧かつ専門的に記述すること。

- ① 外来魚定着と環境変化の関係
- ② アルファ多様性とベータ多様性
- ③ 年に2回全層攪拌する湖における溶存酸素の分布と年変動
- ④ 同所的種分化の可能性と研究事例
- ⑤ 正の頻度依存選択とそれがもたらす結末

得点

2023年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2023年2月18日(土)

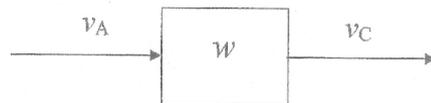
受験番号		氏名	
------	--	----	--

VIII 有機物やエネルギーを体内に取り込むことを同化、体外に排出することを異化と定義すれば、生物の成長速度を、同化速度と異化速度の差として表すことができる。生物の個体重を w 、同化速度を v_A 、異化速度を v_C とすると、これらの関係は下の図のように示される。同化速度が個体重に比例し、異化速度が個体重の2乗に比例すると仮定する。すなわち

$$v_A = a \cdot w, \quad v_C = c \cdot w^2$$

が成立すると仮定する。次の問い(問1~5)に答えなさい。

- 問1. 時間を t とし、 w の微分方程式を書きなさい。
- 問2. 個体重の成長速度 (dw/dt) と個体重 (w) の関係をグラフに描きなさい。横軸を w とし、 $w > 0$ の範囲で描きなさい。
- 問3. 個体重の相対成長速度 ($(1/w)dw/dt$) と個体重 (w) の関係をグラフに描きなさい。横軸を w とし、 $w > 0$ の範囲で描きなさい。
- 問4. 問1の微分方程式を解いて、 w を t の関数として表しなさい。ただし、 $t = 0$ のときの w を w_0 とすること。
- 問5. $t \rightarrow \infty$ のときの w の値を a と c を用いて表しなさい。



IX 植生について次の問い(問1~4)に答えなさい。

- 問1. 現存植生と潜在植生について、龍谷大学瀬田キャンパスのある瀬田丘陵周辺の植生を例にして、具体的に植物名を挙げて説明しなさい。
- 問2. 日本の植生帯を理解する時に、温かさの指数、寒さの指数、2つの指数を用いることがある。暖かさの指数、寒さの指数を説明しなさい。
- 問3. 問2の植生理解に、温かさの指数、寒さの指数をどのように用いるかを説明しなさい。
- 問4. 東アジアの植生帯を区分するのに温かさの指数や寒さの指数は比較的良く適合するとされているが、ヨーロッパの植生の記述に温かさの指数、寒さの指数を用いることは少ない。その理由を答えなさい。

得点

2023年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

X 日本の草地の生物多様性に関する以下の問い(問1~3)に答えなさい。

- 問1. 日本の草地の大部分は半自然草地である。半自然草地とはどのような草地を指すか説明しなさい。
- 問2. 20世紀以降、半自然草地の面積は急激に縮小した。縮小した理由を説明しなさい。
- 問3. 半自然草地の縮小は、そこに依存する多くの生物の個体数を減少させた。減少した生物種や種群を例に挙げ、それらの現状を説明しなさい。また、それらの個体数を回復させるための有効な手段を考察し、説明しなさい。

XI 2008年以降、水生の脊椎動物を対象とした環境DNA分析が急激に開発・発展してきた。スナップショットとしての種の分布をとらえるだけでなく、その移動や、場合によっては生物量を推定しようとする試みも進んでいる。流水環境において、ある魚類の季節的な河川内移動(回遊)を環境DNA分析によって明らかにしようとする場合、調査計画やデータの解析において注意すべきことは何か、250字程度で答えなさい。なお、より良い精度でその移動を明らかにするためにはどうすべきかという視点から解答すること。

XII Allee効果を考慮した、以下の個体群動態モデルを考える。 $N(t)$ は、時刻 t における個体群密度である。

$$\frac{dN(t)}{dt} = (-r_1 + a_1 N(t))(r_2 - a_2 N(t))N(t)$$

を考える。ただし、

$$r_1, r_2, a_1, a_2 > 0 \text{ かつ } \frac{r_1}{a_1} < \frac{r_2}{a_2} \text{ とする。}$$

以下の問い(問1~4)に答えなさい。

- 問1. 個体群密度 N と個体群成長速度の関係をグラフに描きなさい。
- 問2. 問1のグラフ上にすべての平衡点を描き込みなさい。
- 問3. グラフィカルな方法により、それぞれの平衡点について局所安定性を判別しなさい。
- 問4. 微分係数を用いた評価法により、それぞれの平衡点の局所安定性を判別しなさい。

得点