

令和3年度

滋賀県立大学大学院環境科学研究科

環境動態学専攻入学試験

専門科目(専攻共通)問題

注意事項

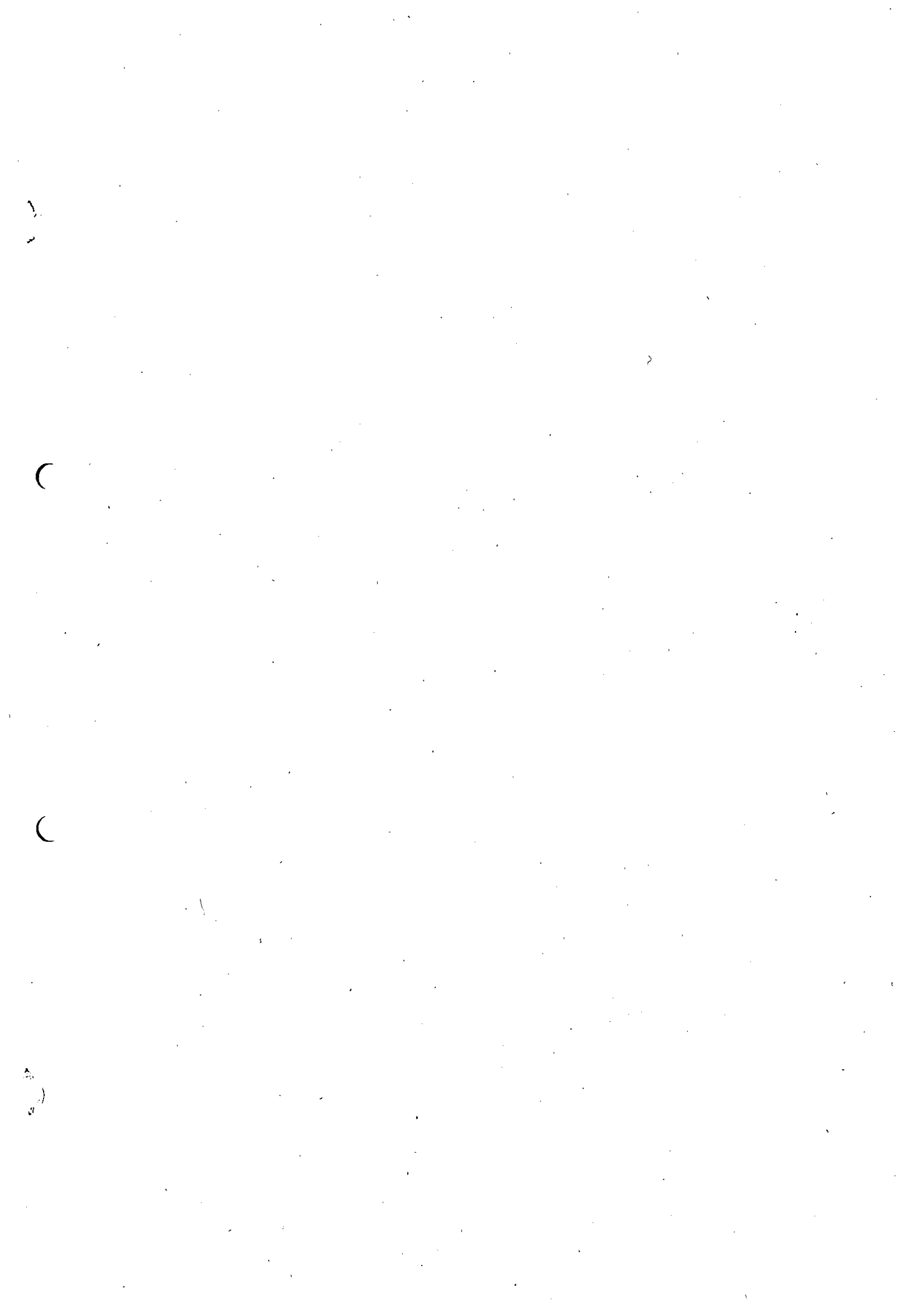
1. 問題は3題あるので、すべての問題を解答すること。
2. 問題ごとに指定された解答欄に記入すること。必要なら解答用紙の裏面を下書きに使っても良い。

10

O

O

11



問題1 以下の文章を読み、問1から問5に答えよ。

新型コロナウイルス感染者数の動向が連日報道されているが、病原体の増え方は一般的な生物の増え方と同じであり、従って感染症の動態は生態学の一分野として扱われている。

ある1人の感染者が一定時間ごとに平均 a 人に感染させ、自分は治癒または死亡するものとする。この場合、時点 t における感染者数を N_t とすると、時点 $t+1$ における感染者数は、

$$N_{t+1} = aN_t \quad \dots\dots ①$$

と表される。すなわち、 $t=0$ の時点における感染者数を N_0 と表すと

$$N_t = \boxed{} \quad \dots\dots ②$$

という式で表される。

これをより一般的に連続関数として表すと、

$$\frac{dN_t}{dt} = rN_t \quad \dots\dots ③$$

という微分方程式で表される (r は定数)。③式の両辺を積分し、積分定数を C で表すと、

$$N_t = \boxed{\phantom{e^{rt} N_0}} \quad \dots\dots ④$$

という式で表される。

問1. ②、④の空欄に適切な式を書け。

問2.

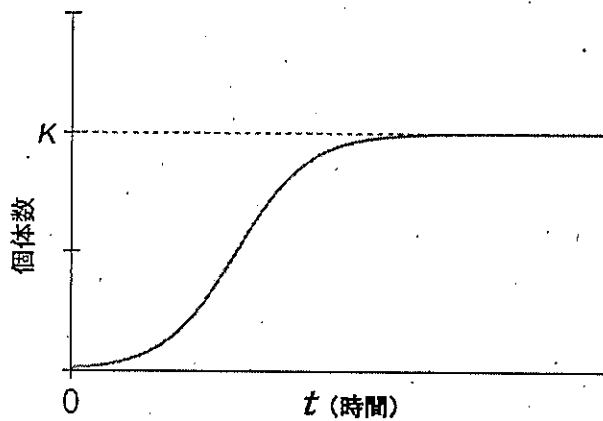
(1) $N_0 = 1$, $a = 2$ として、②式をグラフに表せ。なお、グラフの目盛りは各自で設定し、解答用紙の例を参考にして描くこと。

(2) $N_0 = 100$, $a = 0.8$ として、②式をグラフに表せ。

(3) ④式において、 $t = 0$ の時点における感染者数を N_0 とする。 $N_0 = 1$, $r = 1$ として、④式をグラフに表せ。

問 3. 問 2 の (1) および (3) の結果より予測される新型コロナウイルス症の感染者の増え方について、文章で記述せよ。

問 4. 一般的に、生物の増加は問 2 で示したようにはならず、下記のような S 字状曲線（ロジスティック曲線）を描くことが多い。S 字状曲線の最大値を環境収容力 (K) と呼ぶ。環境収容力とは具体的にはどのようなものであるか、簡単に説明せよ。



問 5. 現在のところ、新型コロナウイルス (SARS-COV-2) は、例外はあるがおおむねヒト細胞のみで増殖すると考えられている。つまり、新型コロナウイルスにとっての資源はヒトのみとみなせる。そのことを踏まえ、新型コロナウイルス症の広がりを抑制するにはどのような基本方策を取ったらよいか、200 字以内で論ぜよ。

問題2 以下の文章を読み、問1から問6に答えよ。

出芽酵母の一種 *Saccharomyces cerevisiae* (以下、酵母) は、パン生地の発酵や酒類の醸造などに広く利用される有用微生物である。酵母はイーストとも呼ばれる (a) 子のう菌 の1種である。一般的に、パンの原料となるのは (b) コムギ、ビールの原料となるのはオオムギで、いずれも 科の作物である。

パン製造に用いられる小麦粉の主成分はデンプンであるが、これは光エネルギーを利用した によって、水と二酸化炭素から作られたブドウ糖 (グルコース) が重合した高分子化合物である。(c) ビールを醸造 する場合には、原料のオオムギを発芽させてから用いる。これは、発芽したオオムギ種子 (麦芽) に含まれる酵素によって、重合体であるデンプンを分解して酵母が利用できる糖に変換するためである。(d) 同様の働きをする酵素 を、植物だけでなくヒトなどの動物も持っていることが知られているが、酵母はこの酵素を有しないため、ビール醸造時には麦芽中の酵素を利用するのである。

酵母のアルコール発酵によって生産されるエタノールは、きわめて広い用途をもつ。酒類としてはもちろん、精製過程を経て溶剤・有機合成材料・消毒薬などとして用いられるほか、(e) 再生可能な燃料 としても用いられる。

問1. と に入る適切な語句を答えよ。

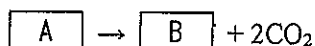
問2. 下線部 (a) に関して、酵母と同じく子のう菌門に属する生物を次から一つ選び記号で答えよ。

- a. ネンジュモ、b. アオカビ、c. インフルエンザウイルス、d. 大腸菌

問3. 下線部 (b) のコムギは世界三大穀物のうち一つに数えられる。残り二つを答えよ。

問4. 下線部 (c) は、酵母は嫌気的条件下においてアルコール発酵による呼吸を行い、ブドウ糖が最終的にエタノールと二酸化炭素に分解される代謝過程で ATP を生成することを利用したものである。これに関して次の問に答えよ。

1) この代謝過程を示す次の化学式の と を答えよ。



2) 100 g のブドウ糖のうち 90% がアルコール発酵によって代謝された場合、生成されるエ

タノールは何 g か。ブドウ糖とエタノールのモル質量をそれぞれ 180 g/mol と 46 g/mol として答えよ。

問 5. 下線部 (d) の酵素群について、ヒトにおける分泌器官を二つ挙げて答えよ。

問 6. 下線部 (e) の再生可能な燃料に関して、次の問に答えよ。計算する場合は、有効数字を 3 桁とすること。

- 1) アルコール発酵で産生されるバイオマスエタノール燃料は、日本を含む世界各国で既に実用化されている。その一方で、バイオマスエタノール燃料の利用に対しては、飢餓や貧困の問題を拡大するとの批判もある。なぜ飢餓や貧困の問題が拡大すると考えられるのか、その理由を簡潔に説明せよ。
- 2) 日本で実用化されている再生可能な燃料として、バイオマスエタノール燃料のほかにバイオディーゼル燃料 (BDF) がある。BDF は、菜種油など植物性油脂を原料として生産される。平均的な畑地における菜種油の生産量を年 1100 L/ha、菜種油から BDF への転換効率 (BDF 容積 / 原料油容積) を 88% とする場合、1 年間に畑地 1 m² あたり何 mL の BDF を生産できるか答えよ。さらに、その BDF を燃焼させて放出されるエネルギーは、何 J になるか答えよ。それぞれ、計算過程も書け。なお、BDF の燃焼で放出されるエネルギーを 35×10^6 J/L とする。
- 3) 畑地の地表面に照射される太陽光のエネルギーはどれだけか、単位を J/m² 時として答えよ。計算過程も書け。なお、関東地方北部 (北緯 37 度) における冬至の日の正午について答えよ。また、太陽定数 (地球の大気の上端で、太陽からの放射線に対して垂直な面における単位面積・単位時間あたりに受けるエネルギー) を 1.37×10^3 J/m² 秒、太陽光のエネルギーが地表面まで到達するまでの減衰率を 80%、地軸の傾きを 23 度とする。
- 4) ある畑地で 1 年間に生産された BDF を燃焼させて放出されるエネルギーは、その畑地に照射される太陽光 (冬至、正午) のエネルギーの何時間分に相当するか。2) および 3) で計算した値を用いて答えよ。

問題3 以下の文章を読み、問1から問6に答えよ。

滋賀県立大学の実験水田の一つで、イネの栽培期間（5～10月）の水収支と窒素収支を明らかにする実験を行った。結果を示した下の表のうち、表面排水は水田から排水路へ流出する水を示す。また、地下浸透は土壌を浸透して地下水に到達する水で、排水路へは流出しない。

表 実験水田における水収支と窒素収支

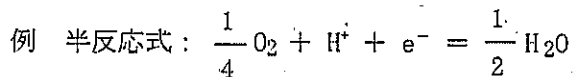
		水収支	窒素収支
		mm	kg/ha
収入	用水	1500	6.0
	降水	700	7.0
	施肥	—	75.0
支出	表面排水	150	8.0
	地下浸透	1400	12.0
	a	650	—
	玄米	—	50.0

—：収支では考慮しない

問1. 水田面積が1.2haのとき、実験水田に流入した用水量をm³の単位で示せ。

問2. a に当てはまる最も適切な語句を記せ。

問3. 窒素収支で流入と流出の合計が異なるのは、微生物による窒素固定と脱窒作用が考慮されていないためである。微生物による窒素固定、脱窒作用それぞれの半反応式、および半反応式の中で酸化または還元される元素とその酸化数を例にならって示せ。



酸化された元素：酸素、酸化数の変化：0 → -2

問4. この実験では肥料および玄米中の窒素の質量含有率をCNコーダーで測定した。CNコーダーは、試料中を高温で燃焼して生じた窒素酸化物をすべて窒素ガスに還元し、窒素ガスの量をピーク面積で表示する装置で、ピーク面積は試料中に含まれる窒素の量と正比例の関係になる。玄米1.000gを分析したピーク面積は3700であったとき、玄米中の窒素の質量含有率を%の単位で求めよ。計算過程も示せ。ただしアセトアニリド（窒素の質量含有率10.4%）100mgを分析したピーク面積は3220、0mg（ブランク）のピーク面積は100とする。

問5. 用水による流入量と表面流出による流出量を比較し、流出量が多い水田は水質汚濁型水田と呼ばれることがある。水質汚濁型水田からの排水路が流入する河川において、河川に流入する窒素量を削減するための対策を2つ述べよ。

問6. 水田の用水供給源のひとつであるダムは、環境にさまざまな影響を与える。ダムの建設によって生じると考えられる環境問題を3つ述べよ。

