

2020 年度入学試験問題（後期日程）

生 物

出題意図及び正答

問題 1

出題意図

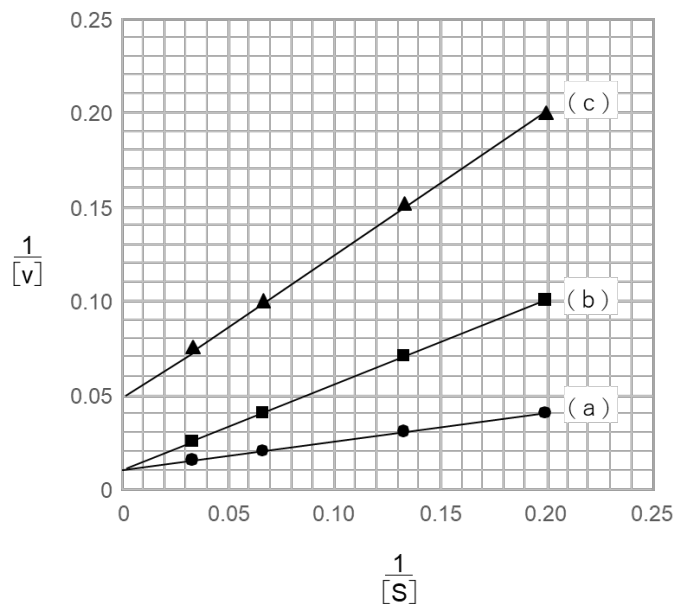
酵素反応とその阻害剤に関する基礎的知識と考察力を問う。

正答

問 1

- (ア) 活性化エネルギー (イ) タンパク質 (ウ) 基質特異性
(エ) 活性部位（基質結合部位，触媒部位）

問 2



問 3

(a) 1 0 0 (b) 1 0 0 (c) 2 0

問 4

阻害物質 1

問 5

阻害物質 1 : 競争的阻害 阻害物質 2 : 非競争的阻害

問 6

※記述問題の正答例は開示していません

問題 2

出題意図

生態系の物質生産に関する基礎的知識と理解力, 考察力を問う。

正答

問 1

(ア) 光合成 (イ) 異化 (ウ) 総生産量
(エ) 現存量(バイオマス) (オ) 低い

問 2

アデニン 糖 (リボース) リン酸

問 3

解糖系 → クエン酸回路 → 電子伝達系
ATP の数 : 3 4

問 4

熱帯林 : 71.3×10^{12} (kg) 温帯林 : 26.3×10^{12} (kg) 北方林 : 8.48×10^{12} (kg)

問 5

※記述問題の正答例は開示していません

問題3

出題意図

消化器系のはたらき（三大栄養素の分解・吸収）と細胞接着に関する基礎知識を問う。

正答

問 1

- (ア) タンパク質 (イ) 脂質 (ウ) 糖質 (炭水化物)
(エ) セクレチン (オ) G タンパク 共役型 受容体 (受容体)
(カ) アデニル酸シクラーゼ (キ) cAMP (サイクリック AMP)
(ク) リン酸化 (活性化) (ケ) アミノ酸
(コ) グリセリン (モノグリセリド) (脂肪酸)
(サ) 脂肪酸 (グリセリン) (モノグリセリド)
(シ) 単糖 (ス) 密着結合 (セ) インテグリン

問 2

だ液：(ウ) アミラーゼ

胃液：(ア) ペプシン

すい液：(ア) トリプシン (キモトリプシン, ペプチダーゼ)

すい液：(イ) リパーゼ

すい液：(ウ) アミラーゼ

問 3

※記述問題の正答例は開示していません

問題4

出題意図

刺激に対する反応としての動物個体の行動について、学習を例に、基本的な知識を問う。

正答

問 1

- (ア) 慣れ (イ) 脱慣れ (ウ) 鋭敏化 (エ) 古典的条件付け
(オ) 条件 (カ) 無条件 (キ) 神経伝達物質
(ク) EPSP (興奮性シナプス後電位) (ケ) 試行錯誤

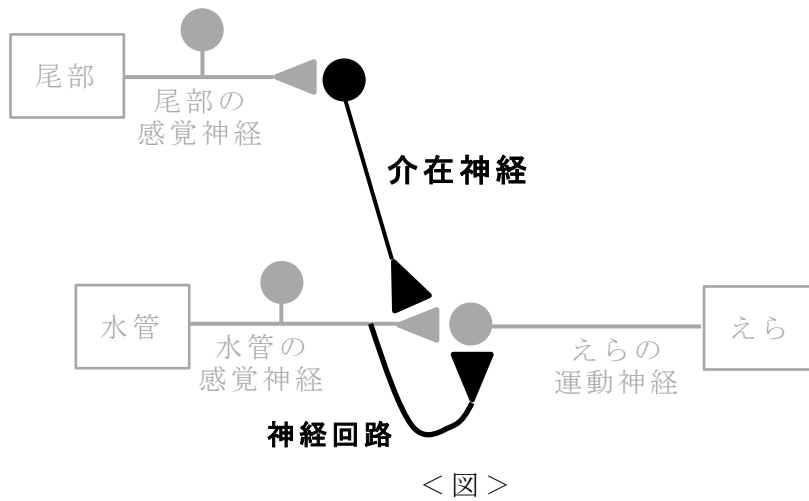
問 2

※記述問題の正答例は開示していません

問 3

可塑性

問 4



問 5

※記述問題の正答例は開示していません

2020年度入学試験問題

生 物

注 意 事 項

1. この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっています。解答はすべての解答用紙の指定されたところに記入下さい。それ以外の場所に記入された解答は、採点の対象となりません。解答用紙は4枚あります。
3. 本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入下さい。氏名を書いてはいけません。
4. この問題冊子は、表紙を含めて12ページあります。問題は4ページから11ページにあります。ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、監督者に申し出下さい。
5. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
6. この問題冊子は持ち帰り下さい。

1 次の文章を読み、問に答えなさい。

酵素は(ア)を小さくすることにより、反応速度を増加させる働きを持つ。生体内でつくられることから生体触媒と呼ばれ、その本体は有機物質の1つである(イ)であり、無機触媒とは異なる性質を有している。酵素に特徴的な性質として、(ウ)、最適pH、最適温度の3つを有することが挙げられる。その中の(ウ)とは、特定の酵素は特定の物質(基質)にのみ反応性を持つことであり、これは酵素の立体構造で決まる。酵素にはそれぞれ特有の立体構造をした(エ)があり、その(エ)に適合する物質だけが結合して酵素-基質複合体をつくり、酵素の作用を受けて生成物が生じる。この時に、酵素に結合するが基質とは異なる物質が存在すると、酵素の反応速度が低下する場合がある。このような酵素反応を阻害する物質を阻害物質と呼ぶ。阻害物質が酵素のどの場所に結合するか、例えば(エ)に結合するかあるいはそれ以外の場所に結合するか、によって阻害の作用機序すなわち阻害様式が異なる。阻害様式は基質濃度と反応速度の関係を調べることで知ることができる。

ある酵素の活性と、それに対する阻害物質1と阻害物質2の効果を調べるための実験を行った。表1は、酵素量一定の条件下で基質濃度[S]を変化させたときの生成物の生成速度(酵素と基質が混ぜられた直後の反応速度[v])を測定したものであり、それをグラフにしたものが図1である。その際に、(a)酵素のみを加えたもの、(b)酵素と一緒に一定濃度の阻害物質1を加えたもの、(c)酵素と一緒に一定濃度の阻害物質2を加えたものの3つの条件で測定を行った。

表1 各基質濃度での酵素反応生成物の生成速度

基質濃度[S]	反応速度[v]		
	(a) 阻害物質なし	(b) 阻害物質1	(c) 阻害物質2
0	0.0	0.0	0.0
5.0	25.0	10.0	5.0
7.5	33.3	14.2	6.6
15.0	50.0	25.0	10.0
30.0	66.6	40.0	13.3

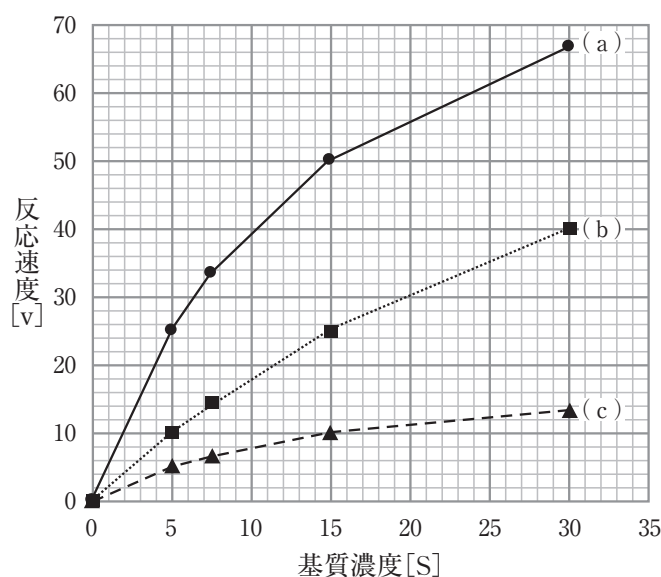


図1 各基質濃度での酵素反応生成物の生成速度

問1 (ア)～(エ)に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 図2は、 $[S]$ と $[v]$ のそれぞれの逆数、すなわち $\frac{1}{[S]}$ と $\frac{1}{[v]}$ との関係を示すグラフである。このようなグラフを二重逆数プロットという。図2に既に記入されている阻害物質なしの場合(図2の(a))を参考にして、表1から阻害物質1と阻害物質2を加えた際の $[S]$ と $[v]$ のそれぞれの逆数を求め、解答欄のグラフを完成させなさい(ただし基質濃度 $[S]$ が0の場合は除く)。その際に、どちらが阻害物質1でどちらが阻害物質2のプロットであるのかを(b), (c)を記入して区別できるようにすること。

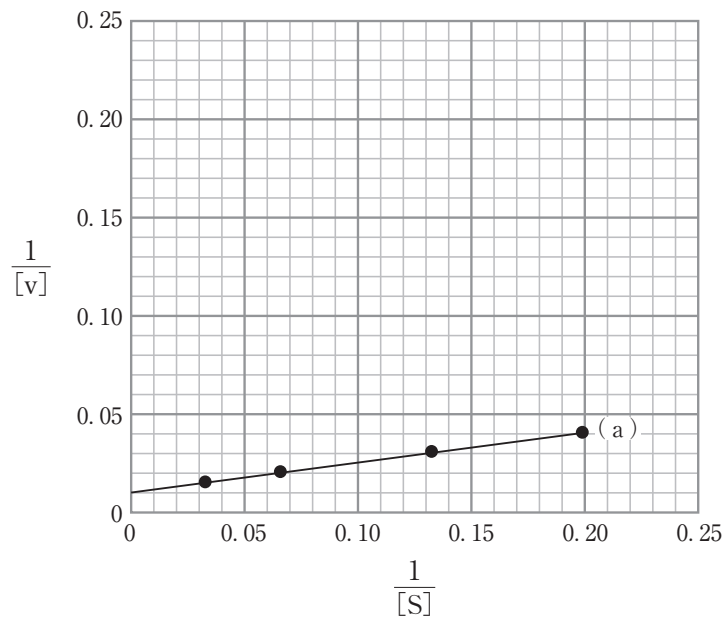


図2 基質濃度と反応速度の二重逆数プロット

問3 この実験では基質濃度が比較的低い場合での反応速度しか測定していないが、基質濃度 $[S]$ を最大限に高くして(a), (b), (c)の各条件で反応させた時に、反応速度 $[v]$ はいくつになると予想されるか。問2で求めた各プロットが直線になると仮定して、それぞれの値を求めなさい。

問4 問3の答えをもとにして、基質と構造が類似しているため、(エ)に結合して酵素反応を阻害すると考えられるのは、「阻害物質1」と「阻害物質2」のどちらであるか答えなさい。

問5 問3, 問4の答えをもとにして、阻害物質1, および阻害物質2の阻害様式の名称を答えなさい。

問6 二重逆数プロットは図1のグラフと比べて優れた点がある。問2～問5をふまえ、酵素反応と阻害物質の関係を調べるうえで、二重逆数プロットはどのような点が優れていると考えられるか、100字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読み、問に答えなさい。

植物は、外界から取り入れた物質をもとにして、単純な物質から生命活動に必要な複雑な物質を合成する。この過程を同化という。二酸化炭素と水および光エネルギーを用いて有機物を合成する(ア)は同化の代表例であり、陸上植物はこの過程で大気中の二酸化炭素を吸収する。一方で、植物は合成された物質を分解し、その際に放出されるエネルギーを利用してATPを合成し、生命活動を行っている。この過程を(イ)という。呼吸は、(イ)の代表例であり、植物は吸収した二酸化炭素の一部を呼吸により再び大気へ戻す。植物が一定期間内に(ア)によって二酸化炭素を吸収して生産する有機物総量を(ウ)といい、そこから植物の呼吸による有機物消費を差し引いたものを純生産量という。また、ある時点で一定の面積内に存在する生物体の量を(エ)という。

表1は、世界全体の3種類の森林の総面積と測定された生産者の(エ)および純生産量をまとめたものである。生産者の(エ)および純生産量は、生態系によって大きく異なり、気温や降水量の影響を受けるため、高地や乾燥地を除き、緯度が(オ)ほど大きい。

表1 森林タイプごとの(エ)と純生産量

森林タイプ	世界全体の総面積 × 10 ¹² m ²	(エ) g/m ²	純生産量 g/(m ² ・年)
熱帯林	17.5	38,800	2,500
温帯林	10.4	26,700	1,550
北方林	13.7	8,300	380

問1 (ア)～(オ)に入る適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①のATPを構成する3種類の構成単位は、それぞれ何と呼ばれるか。

問3 下線部②の呼吸の3つの過程の名称を起る順に答えなさい。また、呼吸における3つの過程のうち、最も多くのATPが合成される反応過程でのATPの生成数は、グルコース1分子当たり最大で何分子になるか。

問4 森林が生産する有機物がすべてC₆H₁₀O₅の組成式の炭水化物であるとする、世界全体の熱帯林、温帯林、北方林の森林によって毎年蓄積される二酸化炭素はそれぞれ何kgか。原子量はH = 1, C = 12, O = 16として計算し、有効数字3桁で答えなさい。

問5 単位面積当たりの(エ)を純生産量で割った値は、その生態系における生産者のおよその平均寿命をあらわすといわれている。熱帯林、温帯林、北方林における生産者の平均寿命を算出して比較し、森林の入れかわり速度(回転速度)に関する特徴を110字以内で説明しなさい。

3 次の文章を読み、問に答えなさい。

ヒトでは、三大栄養素の(ア)、(イ)、(ウ)は、1本の消化管を移動していく過程で分解・吸収される。栄養素によって消化管の中で分解される場所は異なり、(ア)は主として胃と十二指腸などの小腸で分解されるが、(イ)は十二指腸で、(ウ)は口腔と十二指腸などの小腸でそれぞれ分解される。胃の内容物が十二指腸へ入ったときの酸性刺激によって(エ)というホルモンが分泌され、すい液の分泌が促進されるようになる。このホルモンは細胞膜上の(オ)との結合を通して(カ)に働きかけ、ATPから(キ)を作り出す。(キ)はセカンドメッセンジャーとして細胞質内にある酵素を(ク)し、細胞応答を引き出す。そして最終分解産物として(ア)からは(ケ)、(イ)からは(コ)と(サ)、(ウ)からは(シ)が生じ、いずれの最終分解産物も小腸壁の上皮細胞から吸収される。腸の内容物が腹腔内に漏れ出したりしないよう、隣接する小腸上皮細胞のあいだには(ス)と呼ばれる強固な結合様式がある。上皮細胞と基底層(細胞外基質)をつなぐ結合は(セ)と呼ばれる膜タンパク質を介して行われる。

問1 (ア)～(セ)に入る適切な語句を答えなさい。

問2 だ液、胃液、すい液のそれぞれに含まれる消化酵素の名前を、栄養素(ア)、(イ)、(ウ)に対応させて答えなさい。

問3 下線部の「隣接する小腸上皮細胞のあいだ」には、(ス)以外にも固定結合(接着結合、デスモソーム)やギャップ結合といった結合様式が存在する。固定結合とギャップ結合の特徴(構造・機能)を、それぞれ100字以内で答えなさい。

4 次の文章を読み、問に答えなさい。

動物の行動には、遺伝的にプログラム化された生得的行動と、経験を積んで初めてできる学習行動がある。海産の軟体動物であるアメフラシ(図1)は、以下のような様々な学習行動を示す。

アメフラシは水管からえらへ海水を通して呼吸する。この水管を触って刺激すると、えらが引っ込む。しかし、接触刺激を繰り返すと、やがてえらは引っ込まなくなる。この現象は(ア)とよばれる。この(ア)が生じた後、尾部を触り、それから水管を触ると、えらの引っ込みが回復する。この現象は(イ)とよばれる。また、(ア)が生じた後、電気刺激のような強い刺激を尾部へ与えると、通常ではえらの引っ込みをほとんど起こさない弱い接触刺激を水管へ与えても、えらは大きく引っ込む。この現象は(ウ)と呼ばれる。

ロシアのパブロフによるイヌを使った実験で有名な(エ)は、アメフラシを使った実験でも観察される。アメフラシの水管や外とう膜へ弱い接触刺激を与えても、えらはほとんど引っ込まない。一方、尾部へ電気刺激を与えると、えらは大きく引っ込む。実験では、最初に弱い接触刺激を水管へ与え、続いて電気刺激を尾部へ与える。また、しばらく後、弱い接触刺激を外とう膜へ与える。この過程を繰り返すと、水管への弱い接触刺激に対し、えらは大きく引っ込むようになる。また、外とう膜への弱い接触刺激に対し、えらは、A。このアメフラシの(エ)では、水管への接触刺激は(オ)刺激、尾部への電気刺激は(カ)刺激と呼ばれる。

アメフラシのえら引っ込みで見られる学習には神経系が関与する。(ア)では、水管の感覚神経と、えらの運動神経が関与する(図2)。水管に接触刺激が繰り返し与えられると、水管の感覚神経の終末からシナプス間隙へ放出される(キ)の量が次第に減少する。そのため、えらの運動神経に発生する(ク)が次第に小さくなり、えらの引っ込みが起こりにくくなる。このように、学習とは、シナプスの伝達効率が変化することによって、行動が変化する過程とも言える。

学習には、上記の他にも様々な種類のものがある。例えば、ネズミを迷路の入り口に置き、えさをゴールに置くと、ネズミは行き止まりに何度もぶつかり、長時間かけてえさに到達する。この実験を繰り返すと、行き止まりにぶつかる回数は次第に減り、ネズミはえさに早く到達できるようになる。このように、失敗を繰り返しながら誤りが減っていく学習は、(ケ)学習と呼ばれる。

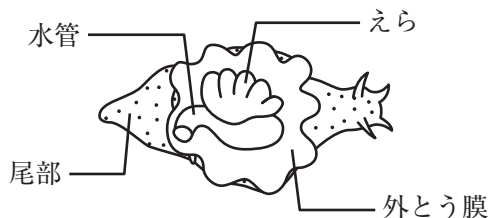


図1 アメフラシ

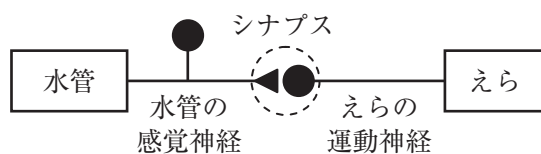


図2 (ア)に関わる主な神経系

黒丸は細胞体、黒三角は神経終末、黒線は軸索を、それぞれ表す。

問1 (ア)～(ケ)に入る適切な語句を答えなさい。

問2 文中の A に入る、えらの反応の様子を答えなさい。

問3 下線部のようなシナプスの性質を何と呼ぶか、答えなさい。

問4 (ウ)に関わる主な神経系を、解答用紙中の<図>に「介在神経」をひとつ書き加えて完成しなさい。ただし、加えた神経の横に「介在神経」と明記しなさい。シナプスを書く場合、その場所がよくわかるように、明示しなさい。

また、(ウ)では、尾部への刺激を長期間くり返すと、えらの引っ込みがより生じやすくなる。その理由のひとつは、神経の形態が変化し、新しいシナプスが形成され、シナプスの伝達効率が増すことである。この新しいシナプスをひとつ含む神経回路を、解答用紙中の<図>に書き加えなさい。なお、シナプスは、その場所がよくわかるように、明示しなさい。

軸索を表す線は、曲線や折れ線になっても構いません。

問5 (ウ)が生じるしくみを、「セロトニン」の語句を必ず用いて、120字以内で説明しなさい。