

理 科 (前期日程・100点)

2月25日(木) 13:30~15:00 (90分)

注 意 事 項

- 1 監督者の指示があるまで、この問題冊子と別の答案冊子を開いてはいけません。
- 2 出題科目、ページ、および選択方法は下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
化 学	1～8	左の科目のうちから1科目を選択し、解答してください。解答は別の答案用紙に記入してください。
生 物	9～16	

- 3 別に答案冊子(答案用紙は化学3枚、生物3枚)があります。
- 4 試験中に問題冊子および答案冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れ等に気付いた場合は、静かに手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 監督者の指示に従って、選択する科目の答案用紙のそれぞれの所定の欄に氏名(1箇所)と受験番号(2箇所)を記入してください。
- 6 試験開始の合図の後に、答案冊子の折り目を丁寧に切り離してください。切り離し損なった人は、静かに手を挙げて監督者に知らせてください。
- 7 解答は選択する科目の答案用紙(化学3枚または生物3枚)の所定の欄に記入してください。所定の欄以外に書いた解答は無効です。
- 8 答案用紙の横線より上の部分には、氏名と受験番号のほかは記入してはいけません。右寄りに引かれた縦線より右の部分には、なにも書いてはいけません。
- 9 問題冊子の余白は下書き用として使ってもかまいません。ただし、どのページも切り離してはいけません。
- 10 試験終了時刻まで退室してはいけません。
- 11 試験終了後は、選択した1つの科目の答案用紙だけ(化学3枚または生物3枚)を監督者の指示に従って提出してください。
- 12 問題冊子、答案冊子の表紙および選択しなかった科目の答案用紙は持ち帰ってください。

生 物

(第1問～第3問)

第1問 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。(配点 35点)

生物のからだは、細胞からできている。細胞を構成している物質は、多くの生物で共通しているが、その中で最も多く含まれているのは水である。水以外では、タンパク質、核酸、^①脂質、炭水化物などの有機物が、^②主要な構成物質として多く含まれている。

タンパク質は、多数のアミノ酸どうしが 結合でつながったポリペプチドからなる。このポリペプチドのアミノ酸の並び方をタンパク質の 次構造という。性質や構造の異なる をもつ 種類のアミノ酸の並び方が、タンパク質分子の立体構造に大きな影響を与える。

免疫グロブリンは、 本のポリペプチドからなるタンパク質であり、各 ポリペプチドはシステインどうしの 結合によりつながっている。免疫グロブリンの先端の部分は と特異的に結合する部位であり、この部分を含むアミノ酸配列が大きく異なる領域を可変部という。可変部の立体構造の違いにより、多様な免疫グロブリンがつくられ、病原体に限らず、さまざまな非自己の異物に対して特異的に結合することができる。

問1 文章中の空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句あるいは数字を答えよ。

問2 下線部①について、生物の生命活動において、水にはどのような役割があるか。それぞれ20字程度で、2つ答えよ。

問 3 下線部②について、次の設問 a, b に答えよ。

- a タンパク質および核酸を構成するおもな元素を、それぞれ5つずつ答えよ。
- b 多くの動物細胞では、水に次いで多い構成物質はタンパク質であるが、陸上の植物細胞において、水に次いで多い構成物質は何か。その理由とともに50字程度で答えよ。

問 4 下線部③について、設問 a ~ c に答えよ。

- a 免疫グロブリンを利用する医療技術には、血清療法および予防接種がある。血清療法と予防接種について、違いが分かるように、次の語句をすべて用いて100字程度で説明せよ。ただし、同じ語句を繰り返し用いてもよい。

抗体, ワクチン, 免疫記憶, 予防, 治療

- b 血清療法は、現在では毒ヘビにかまれた場合以外にはほとんど行われていない。その理由を40字程度で説明せよ。
- c 血清療法に用いる血清を高温(80℃, 30分)で処理したところ、その活性が失われた。その理由を40字程度で説明せよ。

第2問 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。(配点 30点)

パンコムギはイネ科に属する世界で最も広く栽培される作物の1つである。国際的な取り決めにもとづくパンコムギの種名は *Triticum aestivum* である。パンコムギの起原に関する研究は、20世紀に大きく進展した。坂村徹は、パンコムギの染色体数 $2n$ が42であることを世界に先駆けて明らかにし、画期的な業績をあげた。また、坂村の研究を引き継いだ木原均は、パンコムギが、二粒系コムギ ($2n = 28$) とタルホコムギ ($2n = 14$) を祖先とする倍数体の種であることを明らかにした。二粒系コムギのゲノム構成を AABB、タルホコムギのゲノム構成を DD とすると、パンコムギのゲノム構成は AABBDD とあらわされる。また、Aゲノム、Bゲノム、Dゲノムのそれぞれには7個の染色体が含まれるが、異なるゲノムの染色体同士は、減数分裂で対合しない。坂村と木原の発見は、今日、パンコムギの品種改良に関する研究の基礎となっている。

問1 下線部について、以下の設問 a～c に答えよ。

- a この命名法を何というか、答えよ。
- b この命名法を確立したのは誰か、人物の名前を答えよ。
- c 種名を構成する2つの単語について、前の単語と後の単語をそれぞれ何と呼ぶか答えよ。

問2 イネ科に属する植物を、次の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|------------|---------|----------|
| (ア) トウモロコシ | (イ) ユリ | (ウ) ヒマワリ |
| (エ) ダイズ | (オ) レンゲ | (カ) ダイコン |

問 3 パンコムギは、夏至に向かって夜が短くなっていく季節に花芽を形成する。

花芽形成を調節する日長条件に関して、パンコムギと同様の性質をもつ植物を、次の(ア)~(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (ア) イネ | (イ) アサガオ | (ウ) トマト |
| (エ) アブラナ | (オ) キク | (カ) オナモミ |

問 4 タルホコムギの減数分裂では、二価染色体は何個観察されるか、答えよ。

問 5 パンコムギとタルホコムギを人為的に交配して F_1 (雑種第一代)が得られたとする。このとき、次の設問 a ~ c に答えよ。

a F_1 のゲノム構成を答えよ。

b F_1 の減数分裂では、対合しない染色体が何個観察されるか、答えよ。

c F_1 の成長点を、細胞分裂時の紡錘糸形成を阻害するコルヒチンで処理して得た植物体のゲノム構成を答えよ。

問 6 ゲノム構成が異なる生物種が交雑して生じた雑種は、正常に成長したとしても、不稔の雑種(繁殖能力をもたない雑種)になることが多い。なぜ不稔になるのか、その仕組みを簡潔に説明せよ。

第3問 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。(配点 35点)

生物群集は、それを取り巻いている大気・水・土壌・光などの非生物学的環境と密接な関係をもちながら1つのまとまりである生態系を形成している。生物群集は、生産者・消費者・に分けられる。生産者である独立栄養生物は、光合成などの代謝機能により有機物を合成している。これを物質生産といい、生態系の物質の循環やエネルギーの流れの基盤となる。生産者により作られた有機物はを通して生態系の高次の栄養段階の消費者に受け渡される。また、が網目状に絡み合う複雑な関係になったものをという。一方、生産された有機物の一部は、呼吸によって二酸化炭素と水に分解される。呼吸によって分解される物質をといい、放出された二酸化炭素と吸収された酸素の体積比をという。

問1 文章中の空欄～に当てはまる最も適切な語句を答えよ。ただし、同じ記号の空欄には同じ語句が入る。

問 2 樹木の陽葉と陰葉をそれぞれ 10 cm^2 ずつ用いて、光の強さを変えた時の二酸化炭素の吸収速度を推定する実験を、温度が一定、二酸化炭素濃度が十分な条件下で行った。図 1 に記した実験結果に関して、次の設問 a ~ c に答えよ。ただし、図中の実線(A)と破線(B)は、陽葉と陰陽のどちらかの実験結果である。

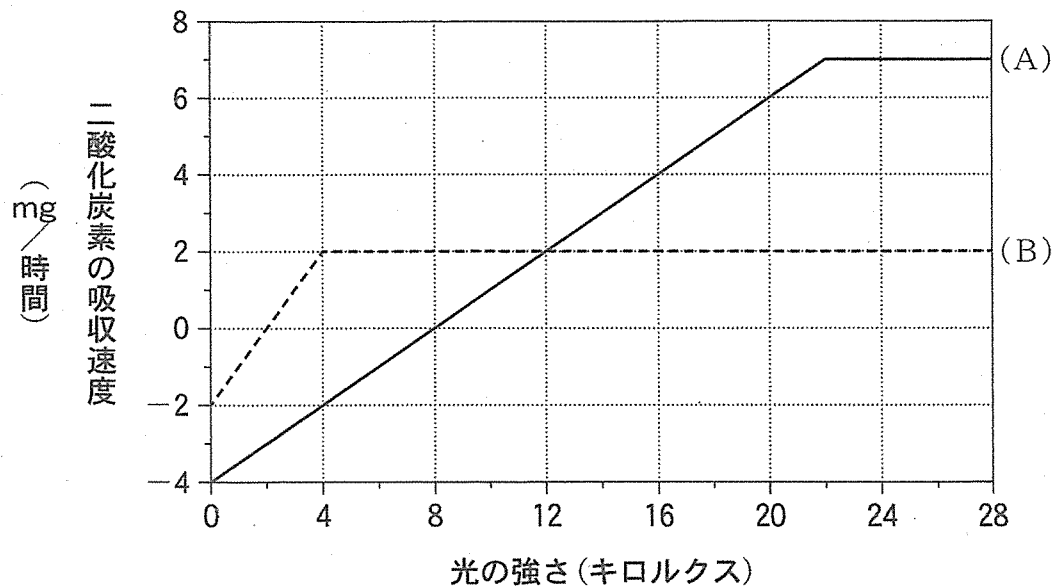


図 1

- 図中の実線(A)と破線(B)のどちらが陽葉の実験結果か答えよ。
- 陽葉の光補償点と光飽和点の光の強さを答えよ。
- 光の強さが 20 キロルクスの時、陽葉の光合成速度は陰葉の光合成速度の何倍か答えよ。

問 3 図 2 は、ある生態系におけるエネルギーの流れを模式的に示したものである。次の設問 a ~ c に答えよ。

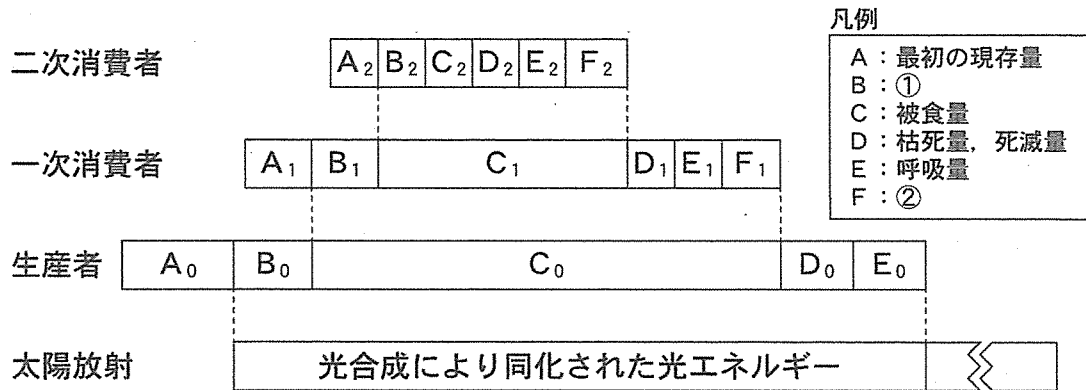


図 2

- a 図中の凡例に記す①, ②に当てはまる最も適切な語句を答えよ。
- b この生態系における純生産量および一次消費者の同化量の計算式を, 図中の記号を用いて答えよ。
- c ある生態系において, 1年間で $120,000 \text{ J/m}^2$ の光エネルギーが同化されたとする。生産者, 一次消費者, 二次消費者のエネルギー効率が, それぞれ 1%, 8%, 15% であったとき, 二次消費者に同化されたエネルギー量を, 四捨五入して整数値で答えよ。解答欄には答えだけでなく, 計算の過程も示すこと。

問 4 陸上生態系と海洋生態系における生産者の現存量と純生産量を表に記した。

次の設問 a, b に答えよ。

生態系	現存量		純生産量	
	平均値 (kg/m ²)	世界全体 (10 ¹² kg)	平均値 (kg/(m ² ・年))	世界全体 (10 ¹² kg/年)
A	0.01	3.9	0.15	55
B	12.3	1837	0.77	115

a 海洋生態系は表中の A, B のどちらか, 答えよ。

b 設問 a のように考えた理由を, 陸上生態系と海洋生態系の主要な生産者の違いに着目して, 100 字以内で説明せよ。