

## 生物 問題 I

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球の地質年代は、それぞれの時代を生きた生物の痕跡である化石を手がかりとして区切ることができる。年代を同定する手がかりとなる化石を [ 1 ] という。たとえば [ 2 ] 動物門に属する三葉虫の化石は古生代の [ 1 ] であり、三葉虫が見つければその地層は古生代に形成されたものであると推定できる。同様に、[ 3 ] 動物門に属するアンモナイトは [ 4 ] の [ 1 ] であり、さらにナウマンゾウの歯が見つければそれは [ 5 ] の地層であると推定することができる。

従来、進化は「少数の動物から多様な動物群が派生する過程」であると考えられてきた。初めは単純であり、年代が下がるに従って多様性が高まったというのである。しかし近年の化石研究の結果から、この考えに反する事実が明らかになってきた。古生代カンブリア紀に「バージェス頁岩動物群」と呼ばれる動物群がある。ここには、脊椎動物の祖先にあたるピカイアや、節足動物門甲殻類の特徴を備えたカナダスピス<sup>(1)</sup>が見出される。他方、アノマロカリスやハルクゲニアなど、現生のどの分類項目にも当てはまらない動物も発見されている。カンブリア紀は多様な動物門が一度に出現した年代であって高い生物多様性を誇っていたこと、その後の大絶滅によって現生の動物群に絞り込まれたことが示唆される。このような化石に基づく研究のほか、現生動物の類縁関係を検討することによっても、進化の大きな流れを再現することが可能である。

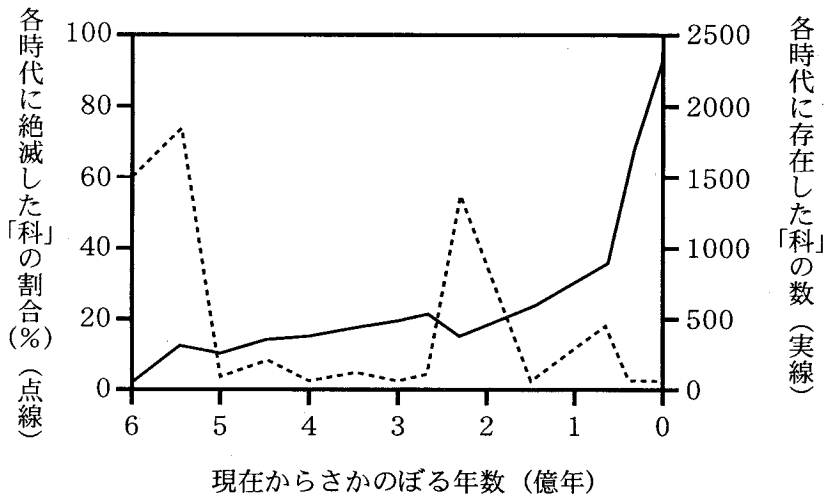
問 1 空欄 [ 1 ] ~ [ 5 ] に適切な用語を記入せよ。

問 2 下線部(1)(2)(3)に関して、次の各問に答えよ。

- (1) 脊椎動物と節足動物の個体発生は、いずれも 3つの胚葉をそなえ真の体腔を持つ点で共通だが、成体で原口が何になるかは異なっている。
  - (ア) それぞれ原口は何になるか、答えよ。
  - (イ) 無脊椎動物のなかで原口が脊椎動物門と同様の発生をとげる動物門をひとつあげ、その動物門に属する代表的な動物名をひとつ記せ。

(2) 次のグラフは各時代に生存した動物の多様性の変化を、「科」の数をもとに示したものである。このグラフに関連して、下記の文章の中から正しいと思われる記述をひとつ選んでその記号を記せ。

- (a) 恐竜は、カンブリア紀より後の年代に限れば、最大の絶滅期に姿を消した。
- (b) 三葉虫は、他のほとんどの動物が生き延びた中で絶滅した、例外的な「科」に属する。
- (c) 進化の過程では、「門」の数は「科」の数と並行して変化するものではない。
- (d) 地質の形成と同様、動物の進化は常に一定の速さで進んできた。



(3) 有袋類はオーストラリア大陸で独自の進化をとげ、他の大陸のほ乳類(有胎盤類、真獣類とも言う)に対応する多様な種をうみ出した。肉食性のフクロネコ、草食性のカンガルー、食虫性のフクロモグラなどである。これらの多様な種は、どのような過程で進化したのだろうか。50字以内で説明せよ。

## 生物 問題Ⅱ

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

下の表は、健康な人の血しょう、原尿、尿の成分の測定の結果と各成分の濃縮率（尿中濃度／血しょう中濃度）を計算したものである。

測定物質として使用したイヌリン（多糖類・分子量 5,000 ダルトン）はヒトの体内では利用されないため、イヌリンを注射するとボーマン嚢へほぼ完全にろ過され、しかも再吸収されずに直ちに尿中へ排出される。この測定の結果につき以下の問に答えよ。なお尿は測定した 60 分間で 60 ml 生成されたものとする。

ヒトの血しょう成分と尿成分の濃度

成分	血しょう(%)	原尿(%)	尿(%)	濃縮率
水	90～93	99	95	1
タンパク質	7.5	0	0	0
グルコース	0.09	0.09	0	0
Na <sup>+</sup>	0.3	0.3	0.35	1
K <sup>+</sup>	0.02	0.02	0.15	7
Ca <sup>++</sup>	0.008	0.008	0.016	2
尿素	0.03	0.03	2	70
尿酸	0.004	0.004	0.05	12
イヌリン	0.1	0.1	12	120

問 1 ボーマン嚢へろ過されなかった成分を答えよ。

問 2 ボーマン嚢へろ過された後に吸収された比率が最も大きい成分を 3 つ答えよ。

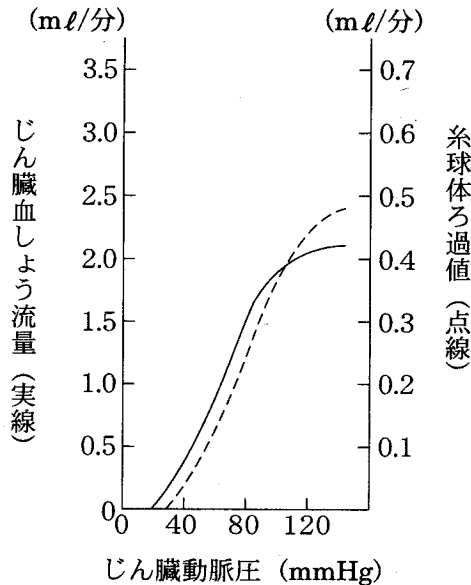
問 3 原尿が尿になるまで水の吸収（体内への再吸収）に関与する主たるホルモンは 2 種類ある。①二つのホルモン名、②各ホルモンの分泌器官、③その器官における分泌部位を、それぞれ答えよ。

問 4 じん臓におけるろ過および再吸収のしくみを、60 字以内で解説せよ。

問 5 ある時間内に生成された尿量にイヌリンの濃縮率を掛け合わせると、その時間内に生成された原尿の量（糸球体ろ過値）を求めることができる。この測定の 60 分間に生成された原尿の量（ $l$ ）を小数点第一位（小数点第二位を四捨五入）まで求めよ。

問 6 下の図は、じん臓への血しょう流量と糸球体ろ過値との相対関係を示したものである。じん臓血しょう流量と糸球体ろ過値との関係をグラフからみると、糸球体ろ過値は血しょう流量の約①50、②30、③20 %である。以下の設問に答えよ。なお、この健康な人の血液中の血球成分の容積の割合は 45%である。

じん臓への血しょう流量と糸球体ろ過値の相対関係



設問(1) 該当する答えを下線部の①～③の内から選び解答欄に記号で答えよ。

設問(2) この測定中（60 分間）にじん臓へ流入した血液量（ $l$ ）を小数点第一位（小数点第二位を四捨五入）まで求めよ。

## 生物 問題Ⅲ

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

植物が乾燥した土地で生き抜くには、水を確保することが最も重要である。そのため蒸散により水を失わないように、植物の葉の [ 1 ] を閉じる。この機構に関与する植物ホルモンは [ 2 ] である。現在、この植物ホルモンは葉で合成されるとする説と根で合成されるという説、さらに両方で合成されるという説があるが、まだはっきり分かっていない。重要な点は、植物が水不足を感知した時、この植物ホルモンは合成され、作用点にまで運ばれる必要があるということである。葉で合成されれば、作用点である [ 1 ] に近いため有利と考えられる。根で合成された場合の利点としては、根は植物が [ 3 ] を最初に感知する組織であるため、早い対応がとれるということであろう。

さて水不足により [ 1 ] を閉じた場合の光合成について考えてみたい。[ 1 ] を閉じると、[ 4 ] が細胞に入って来なくなる。つまり [ 5 ] は停止する。一方明反応は進行し、還元物質である [ 6 ] と化学エネルギーである [ 7 ] を合成する。この時 [ 5 ] が停止することは、深刻な影響を植物にもたらすことになる。第一の問題は [ 8 ] が合成されなくなることである。第二の問題は還元物質が [ 5 ] に使われなくなり、代わりに大量に存在する酸素を還元し、有毒な酸素ラジカルを発生し植物はやがて枯死する。

植物はひどい水不足にさらされた場合には、葉を落とす。あるいは条件が悪いと判断して、はやめに栄養成長から生殖成長期に入り、種子になって [ 9 ] する。これらの機構に関与するホルモンも [ 2 ] である。雨が降って条件が整えば、植物ホルモン [ 10 ] やサイトカイニンが働き発芽する。このように植物ホルモンは植物の環境への応答にも深く関与している。

地球規模での乾燥地の広がりや、砂漠化と呼ばれている。地球温暖化は、この現象を促進している。地球の温暖化を引き起こす物質を温暖化ガスと呼ぶ。

問 1 空欄 1～10 に適切な用語を入れよ。

問 2 下線部の典型的な温暖化ガスの例を 2 つあげよ。

問 3 温暖化ガスが地球温暖化を引き起こす機構について、40 字以内で述べよ。

問 4 温暖化防止のためにユーカリなどの植物を用いて緑化がなされている。その理由を 20 字以内で答えよ。