

生 物

1 細胞に関する次の文章を読み、下の問(1)～問(5)に答えよ。

細胞は1665年に によって発見された。その後、核や細胞質の発見がなされるなど細胞の研究が進み、「細胞が独立した生命体であり、全ての生物の構造と機能の基本単位である」という細胞説が、植物については1838年に により、また動物については1839年に によって提唱されるにいたった。これらの研究の進展の背景には顕微鏡の著しい発達があった。細胞の大きさはまちまちで、ニワトリの卵や魚の卵のように肉眼で見えるようなものもあるが、ほとんどの細胞は顕微鏡を使わなければ見ることはできない。顕微鏡^(a)を使って細胞の大きさを測定するにはマイクロメーターが使われる。

地球上には多くの種類の生物が生きている。これらの多様な生物は、35億年^(b)以上も前に地球上で発生したと推定される単細胞の物から、長い年月をかけて進化してきたものと考えられている。多様な生物には共通の性質があるが、その一つは全ての生物が細胞でできていることであろう。ある生物は単細胞のまま進化し、別のものは多細胞生物となったが、その構造と機能の基本単位は細胞である。細胞の進化の過程では、より単純な形態の原核細胞がしだいに複雑な形態をもつ真核細胞へと変化してきた。^(c)真核細胞の特徴は核膜に包まれた核があることと、さまざまな細胞小器官を持っていることである。

問(1) 文中の ～ にあてはまる人名をかけ。

問(2) 下線部(a)のように、ある細胞の大きさを測定するために顕微鏡と対物マイクロメーターおよび接眼マイクロメーターを準備した。ある倍率で見たとき、対物マイクロメーターの5目盛りが接眼マイクロメーターの20目盛りと一致した。この条件で細胞の大きさ(長さ)を測定したところ接眼マイクロメーターの8目盛りであった。この細胞の大きさを求めよ(単位も書け)。なお、対物マイクロメーターには1mmを100等分した刻み目が入っている。

問(3) 下線部(b)のような過程では、下の1～3に述べる生物が地球上に出現した。それを出現した順序に並べるとa)～f)のどれが正しいと考えられるか記号で答えよ。

1. 外界から取り込んだ有機物を無酸素下で分解してエネルギーを得る原核生物。
 2. 酸素を呼吸に利用する原核生物。
 3. 太陽エネルギーを利用して光合成する原核生物。
- a) 1→2→3 b) 1→3→2 c) 2→1→3
d) 2→3→1 e) 3→1→2 f) 3→2→1

問(4) 下線部(c)のような過程を経て現在の様々な生物の様々な細胞があると考えられる。次の表の①～⑤は細胞小器官の有無などから見た特徴により細胞を分類したものである。①～⑤にあてはまる細胞を、下記の細胞群からすべて選び記号で答えよ。(+, -はそれぞれの構造体の有無を示す)

	核	ミトコンドリア	葉緑体	細胞壁	その他の特徴
①	+	+	+	+	
②	+	+	-	-	
③	+	+	-	+	
④	-	-	-	+	光合成を行うことができる
⑤	-	-	-	+	光合成を行わず無機物質の酸化で生じるエネルギーを利用している

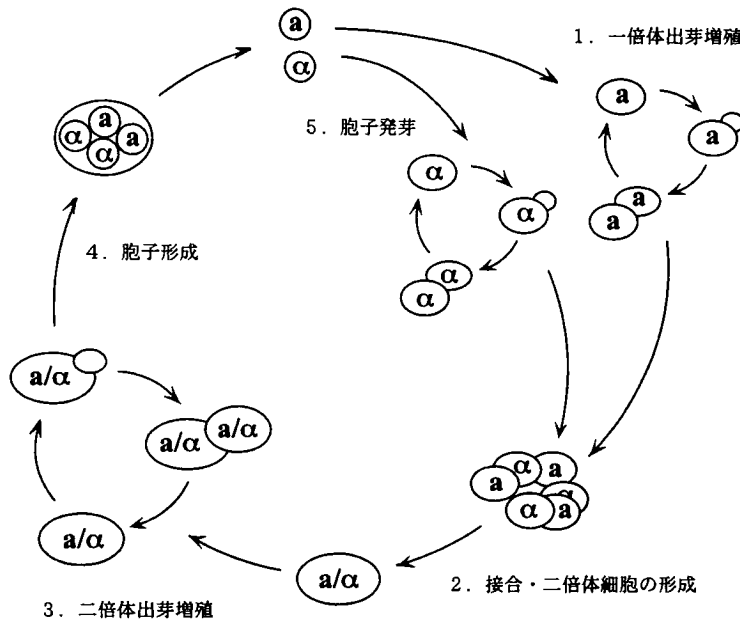
- (細胞群) a) アメーバ細胞 b) ミドリムシ細胞 c) 紅色硫黄細菌
d) ネンジュモ細胞 e) 亜硝酸菌
f) ユキノシタの葉のさく状組織細胞
g) アカパンカビ h) すい臓のランゲルハンス島のβ細胞
i) アフリカツメガエルの卵 j) 酵母菌

- 問(5) ①真核細胞の起源については、細胞の共生による進化説が有力である。細胞小器官のミトコンドリアと葉緑体の存在はそれを支持する例としてあげられる。原始的細胞が動物細胞、植物細胞へと進化したとき、共生関係がどんな順序で起こったと考えられるかを、下のキーワードを用いて述べよ。
- ②そのような他の細胞との共生による真核細胞の進化を支持する根拠はなにか、簡潔に述べよ。

キーワード：原始的ラン藻，原始的好気性細菌，動物植物共通の祖先となる細胞，ミトコンドリア，葉緑体

2

出芽酵母(酵母菌の一種)は、酒やパン作りにも利用され、人類の生活になじみ深い単細胞性の微生物である。図に示すように、出芽酵母では、高等生物の雌雄の性に相当する a または α の接合型を持つ一倍体細胞(染色体数 n) がそれぞれ自身で独立に増殖できる(図中 1) が、両者を混合すると接合過程に入り、 a/α 二倍体細胞(染色体数 $2n$) が形成される(図中 2)。この二倍体細胞も増殖できる(図中 3) が、窒素飢餓などの条件下におかれると減数分裂し、1つの細胞あたり、 a 型 2 個と α 型 2 個の計 4 個の胞子を形成する(図中 4)。この a および α 型の胞子は栄養培地中で発芽して(図中 5) 再び一倍体の増殖過程に入る。



今、5種類の一倍体の出芽酵母の株(Y1, Y2, Y3, Y4, Y5)を用意した。このうち、Y4は a 型の野生株、Y5は α 型の野生株である。Y1, Y2, Y3の3株については、以下のA, B, Cの特徴を持ついずれかの株である。ただし、*leu 1* とはロイシンというアミノ酸の合成に必要な複数の遺伝子のうちの1つに劣性変異を持つことを表現している。すなわち、この特徴を持つ株はロイシン要求性となり、最少培地で増殖できない。同様に、*arg 6* とはアルギニンというアミノ酸の合成に必要な複数の遺伝子のうちの1つに劣性変異を持つことを表現しており、この特徴を持つ株は最少培地で増殖できない。なお、野生株はアミノ酸合成

能があるのでアミノ酸を含まない最少培地でも増殖可能である。

A : α 型, *leu 1* (ロイシン要求性)

B : a 型, *leu 1* (ロイシン要求性)

C : α 型, *arg 6* (アルギニン要求性)

Y1, Y2, Y3 がいずれの特徴を持つ株であるかを調べるために次の実験を行った。

(実験) まず, Y1, Y2, Y3 をそれぞれ培養した液を Y1—Y2, Y2—Y3, Y3—Y1 の組み合わせで等量ずつ混合したところ, Y1—Y2, Y3—Y1 では接合過程の特徴である細胞同士の凝集が観察されたが, Y2—Y3 では変化が見られなかった。次に, この3種類の混合液を最少培地に塗布したところ, Y3—Y1 の組み合わせでのみ酵母細胞の増殖が見られた。

問(1) 下線部は, 出芽酵母のどのような性質を利用したものか, 簡潔に述べよ。

問(2) 出芽酵母が研究材料としても適している理由の1つにメンデル型の遺伝を示す最も単純な生物であることがあげられる。メンデルの3つの法則のうち, 「分離の法則」と「独立の法則」以外のものは一般に何と呼ばれるか。また, それはどのような法則か。次の3つの単語を使って簡潔に説明せよ。

「親」 「雑種第一代(F_1)」 「対立形質」

問(3) 実験の結果から, Y1, Y2, Y3 株は, 上記 A, B, C いずれの特徴を持つ株と考えられるか。記号で答えよ。

問(4) Y3—Y1 の組み合わせで最少培地に生育した酵母細胞を窒素飢餓条件下におき, 胞子形成させたのちに, 1つの酵母細胞中に形成された4個の胞子を1つずつ分離した。この4個の胞子のうち, 理論的にロイシン要求性となるのは何個か。

問(5) a型の一倍体の Y4 株から、ロイシン要求性の突然変異株 Yx を新たに分離した。この Yx 株の変異が野生株に対して劣性の変異であることを確認するには、Y1 から Y5 のうちいずれかの株を使ってどのような実験をし、何を確かめればよいか、簡潔に述べよ。

問(6) Yx 株の変異が劣性変異であったとして、これが既知の *leu 1* 変異と同一の遺伝子に起きた変異か否かを調べるには、Y1 から Y5 のうちいずれかの株を使ってどのような実験をし、何を調べればよいか、簡潔に述べよ。

3 次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。

脳はさまざまな機能を営むことが知られており、個々の領域がそれぞれ役割を
 (a) 分担している。ヒトの脳にはおよそ [ア] 個のニューロンが存在し、その約
 10 倍の数のグリア細胞がニューロンの働きを助けている。多数のニューロンは
 [イ] を介して結合し、精緻な神経回路網を形成している。あるニューロン
 が刺激を受け興奮すると細胞膜の電位に変化が生じ、次のニューロンへの興奮の
 伝達は [イ] における物質の受け渡しによって伝わる。ニューロンの形態は
 非常に特殊化しており、長い1本の [ウ] と、短くて多数の枝分かれのある
 [エ] を有する。 [ウ] と [エ] 以外の部分は細胞体と呼ばれる。
 切断面を見ると、脳は 灰白質と白質 から成り立っていることが分かる。
 (b)

問(1) 下線(a)に関して、脳の各領域の主な機能にあたるものを、下記A～Eより
 選べ。

脳の領域	機能
大 脳	①
間 脳	②
中 脳	③
小 脳	④
延 髄	⑤

- A：生命の維持に欠かせない呼吸や心臓の拍動を調節する。
- B：眼球運動や瞳孔の大きさどうこうを調節する。
- C：判断、記憶、創造などの高等な精神活動を営む。
- D：運動の調節を行い、体の平衡を保つ。
- E：多くの感覚系の中継として働き、体温、血圧などを調節する。

問(2) にあてはまる数字として、最も近いものを選び、その記号を記せ。

A : 100 万

B : 1 億

C : 100 億

問(3) ~ に当てはまる言葉を記せ。

問(4) を介した刺激の伝達の際に使われる物質として、誤っているものを次のうちから 1 つ選び、その記号を記せ。

A : アセチルコリン

B : ロドプシン

C : ノルアドレナリン

D : ドーパミン

E : セロトニン

問(5) 下線(b)に示される灰白質と白質の構造上の違いについて記せ。

4 次の文章を読み、問(1)～(6)に答えよ。

生物が、その生活のために利用する物質や要因のうち、植物にとっての無機栄養のように、生物が利用することによって消費され減少するものを「資源(または生活資源)」^(a)という。活動時間帯のように、ある生物種が利用することによって他の生物種による利用が制限されるような要因も資源のひとつである。これに対して、温度、湿度、酸性度、海水の塩分などは生物の生活に影響を与える要因であるが、生物が利用することによって、それらが消費されたり減少したりすることはない。そのような要因を「環境条件(または条件)」という。資源に対するそれぞれの生物種の要求や利用の仕方、生活することのできる環境条件の範囲、さらに他の生物種との相互作用などによって、その生物種が生物群集の中で占める位置^(b)が決まる。

ゾウリムシとヒメゾウリムシを一つの容器で一緒に飼育する場合のように、資源に対する要求がよく似ている2種の生物を一定の環境のもとにおくと、それら^(c)の生物種にとって共通の資源の奪い合いが起き、最終的に一方の種が排除される。しかし、自然の中では、資源に対する要求や利用の仕方を少しずつ^(d)違えることによって共存している場合がある。

また、自然の中では資源に対する要求のよく似ている多くの生物種が、下線部(d)のような関係によることなしに、同じ場所で共存していることも多い。この理由としては、食物連鎖における上位の生物種による下位の生物種に対する作用や^(e)環境の周期的な変動あるいは不規則な変動によって、資源を奪い合う関係が緩和^(f)される場合があるためと考えられている。

問(1) 下線部(a)のような、生物にとって資源となる物質や要因を5つあげよ。

問(2) 下線部(b)を何というか。

問(3) 下線部(c)の関係を何というか。

問(4) 下線部(d)のように、資源に対する要求や利用の仕方を少しずつ違って共存する現象にはどのようなものがあるか、3つあげよ。解答は、現象を表す用語、または短い文で記せ。

問(5) 下線部(e)の作用を何というか。

問(6) 下線部(f)について、食物連鎖における上位の生物種による下位の生物種に対する作用や環境の変動によって資源を奪い合う関係が緩和される場合としては、下線部(d)のような現象以外に、どのようなものが考えられるか。2つあげて、簡潔に述べよ。