

# 生 物

- 1 培養条件下と自然条件下における植物プランクトンの個体群変動に関する文 I および II を読んで、問 1～9 に答えよ。

〔文 I〕 フラスコ内にいくつかの栄養塩を添加した一定量の培養溶液を入れ、植物プランクトンを植え付ける。光と温度条件を増殖に適した状態に保ち、常に通気しながら、外から細菌などの他の微生物が混入しないように培養すると、植物プランクトン細胞密度(細胞数/ml)の経時変化は通常、図 1 のようになる。なおこの図では、縦軸を対数目盛りで表してある。また、図 1 の A および B で示した点線部分は培養中のある期間を表す。

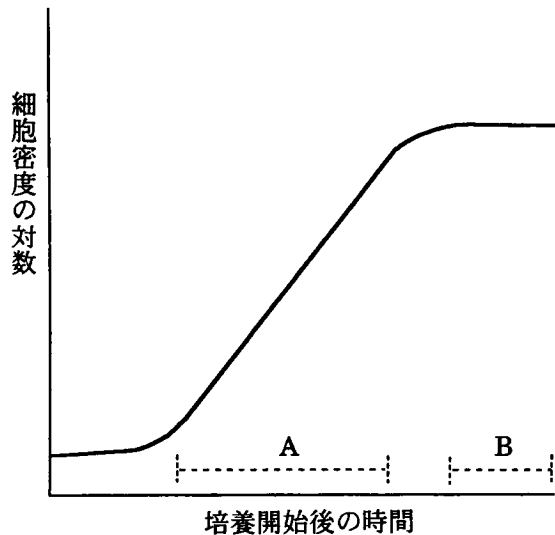


図 1

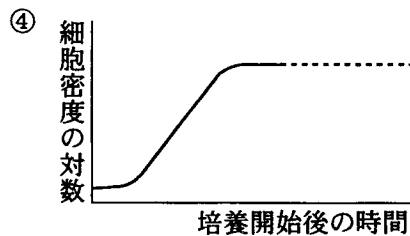
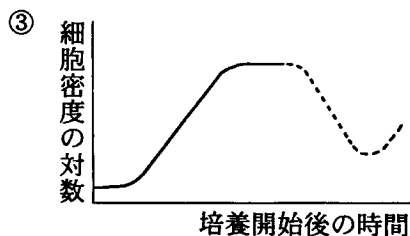
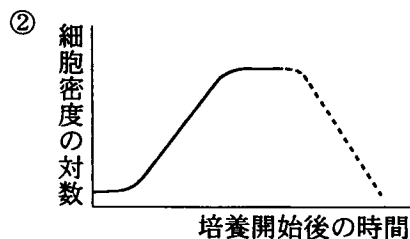
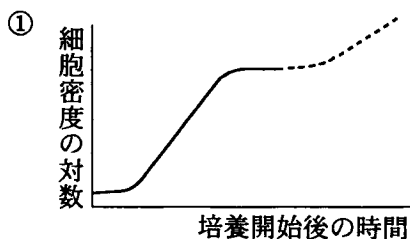
- 問 1 図 1 に示したような曲線を何と呼ぶか。

問 2 図 1 の A の期間、植物プランクトンは急激に増殖している。この増殖の仕方の説明として次の中から正しいものを 1 つ選び番号で答えよ。

- ① 単位時間あたりの細胞の増加数は一定であるが、細胞の増加率は時間とともに高くなる。
- ② 単位時間あたりの細胞の増加数は一定であり、また細胞の増加率も一定である。
- ③ 単位時間あたりの細胞の増加数は時間とともに多くなるが、細胞の増加率は一定である。
- ④ 単位時間あたりの細胞の増加数は時間とともに多くなり、また細胞の増加率も時間とともに高くなる。

問 3 図 1 の A の期間後、細胞密度の増加に伴う培養溶液中の環境変化により、細胞の活発な増殖がしだいに抑えられ、やがて B の期間に見られるように細胞密度は一定となる。この環境の変化として考えられることを 10 字以内で 1 つ挙げよ。ただし、増殖のための空間とフラスコ内の光条件の影響は考えないものとする。

問 4 図 1 の B の期間を過ぎて培養を継続した場合、細胞密度はどのように描かれるか。下図の点線の中から最も適切なものを 1 つ選び番号で答えよ。



〔文Ⅱ〕 自然条件下では、水温や光量、栄養塩類の量などが季節的に変化するので、それに応じて植物プランクトンの量や種類も変化する。

図2は、北半球温帯域に位置するある湖沼の表層における水温、光量、栄養塩類の量および植物プランクトンの量の季節変化を模式的に示したものである。なお、縦軸は各項目の相対値を、横軸のア、イ、ウ、エは各季節を表す。

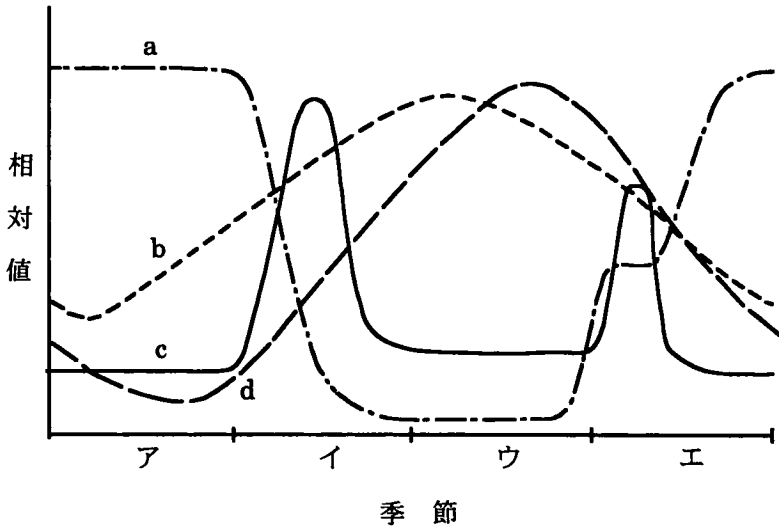


図 2

問 5 図2の曲線 a, b, c はそれぞれ何を示すか。

問 6 図2の横軸のア、イ、ウ、エは順にどの季節を示すか。次の中から正しい順序のものを選び番号で答えよ。

- ① 春, 夏, 秋, 冬
- ② 夏, 秋, 冬, 春
- ③ 秋, 冬, 春, 夏
- ④ 冬, 春, 夏, 秋

問 7 図 2 のイの季節になると、曲線 a が下降する。この理由を 20 字以内で答えよ。

問 8 図 2 のイの季節に曲線 c は一旦上昇した後、下降する。下降する理由を、図 2 に示した項目以外で、10 字以内で答えよ。

問 9 湖水面や海水面で富栄養化が進行すると植物プランクトンが大増殖し、水の華(あおこ)や赤潮とよばれる状態になることがある。富栄養化をもたらす代表的な栄養塩を 2 つ元素名で記せ。

2

緑色植物の光合成に関する以下の文章を読んで、問1～5に答えよ。

植物の光合成は、おもに葉の葉肉部分の  組織で行われるが、  
 にある  では光エネルギーと  から  と  
 が作られる。さらに、 では、 の化学エネルギー  
と  の  によって  が合成される。この合成過程は  
 回路と呼ばれる。一般に、植物の光合成速度は光量の増加に伴って高  
まるが、ある条件のもとでは、ある強さ以上の光を受けても平衡状態となる  
 に至る。

問1  ～  に適当な語句を記入して文章を完成させよ。

問2 植物の光合成に有効な光を2つ答えよ。

問3 真の光合成量がブドウ糖換算で90gである時、下線Aの合成過程で生成される水の量を求めよ。なお、単位はgとし、原子量は、C=12、H=1、O=16とする。

問4 下線Bの状態をもたらす主要な条件を2つ答えよ。

問5 図1は緑色植物の光合成速度を示している。この植物において、100 cm<sup>2</sup>の葉に8,000ルクスと16,000ルクスの光をそれぞれ10時間照射したときの光合成量の違いをブドウ糖量で求めよ。単位はmgとし、少数点以下一桁で示すこと。

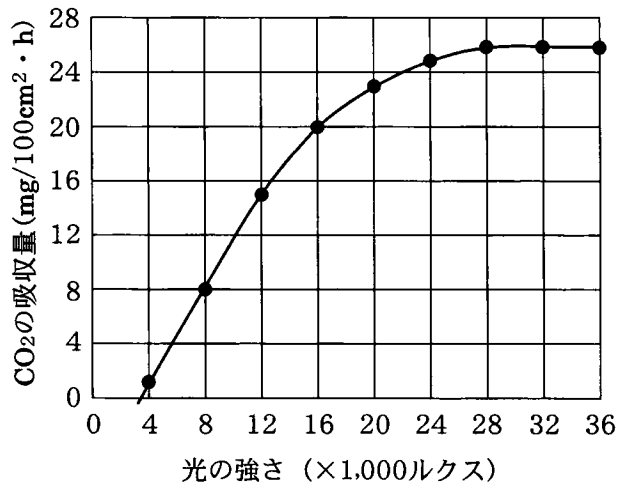


図1 緑色植物の光合成

3 次の文章を読み、問1～4に答えよ。

動物は、外界から様々な刺激を受け取ってそれに応じた反応(行動)を示す。光はその刺激の一つである。ヒトの眼は光を刺激として受け取る光受容器で、直径が約2.4 cmの球状の構造をしている。ひとみから入った光は、水晶体を通り網膜上に像を結ぶ。網膜には、 と  と呼ばれる2種類の光を受容する視細胞が存在する。 は  に多く分布しており、明るいところで働いて色の感覚を担当し、 は薄暗いところで働いて、明暗を見きわめる感覚を担当している。視細胞は眼に入る光の強さに応じて感度を調節している。眼の調節作用には、遠くや近くの物体の像が網膜の上にはっきりと結ばれるように、水晶体の厚みを変えて焦点の位置を移動させる遠近調節のしくみもある。

動物のように自由に行動することはできないが、植物でも光を認識することができ、それに応じた反応をする。例えば、マカラスムギなどの植物の芽ばえに一方から光を当てると、芽ばえは光の方へ曲<sup>A</sup>がって伸びていく。このように、植物には光の刺激に反応して体の一部を屈曲させる性質がある。これを  という。また、植物の花芽形成や開花にも光が影響を与えており、日長に対する反応の違いにより短日植物と長日植物がある。日長に関係なく花芽分化をする植物もあり、これを  とよんでいる。

問1 文中の  ～  に適当な語句を記せ。

問2 夜盲症の原因となる栄養素と、この栄養素から合成され  に存在する光を受容する感光性の物質を何というか。

問3 下線Aの芽ばえが光の方に曲がって伸びていく反応に関与している植物ホルモンの名前と主な生成部位を記せ。また、芽ばえの側方から光を当てたときのこの植物ホルモンの動き(移動)を15字以内で述べよ。

問 4 「限界暗期」という用語を使って短日植物を簡単に説明せよ。また、下記の植物の中から短日植物と長日植物に該当するものをそれぞれ3つ選び、番号で答えよ。

- |        |        |          |
|--------|--------|----------|
| ① トマト  | ② キク   | ③ ホウレンソウ |
| ④ コスモス | ⑤ アサガオ | ⑥ ヒヨス    |
| ⑦ タンポポ | ⑧ キュウリ | ⑨ オオムギ   |

4 動物の有性生殖と発生に関する次の文章を読み、問1～5に答えよ。

動物の配偶子のもとになる細胞は [ 1 ] と呼ばれる。雄の精巣では、[ 1 ] から生じた精原細胞が体細胞分裂を繰り返し、成長して一次精母細胞となったのち、[ 2 ] 分裂を行い4個の精細胞になる。精細胞は著しく変形し精子になる。雌の卵巣では、[ 1 ] から生じた卵原細胞が体細胞分裂を繰り返し、成長して一次卵母細胞となり、その後 [ 2 ] 分裂を行い、1個の卵になる。卵は受精後すぐに卵割を開始し発生が始まる。卵割は核分裂とそれに<sup>A</sup>つづく細胞質分裂によって起こる非常に速い一連の有糸分裂であり、この時期、胚の体積は増加せず<sup>B</sup>にしたいに小さな細胞(割球)へと分割されていく。卵割の様式は、動物の種類によって異なり、[ 3 ] の量や分布に大きく依存する(表1)。カエルでは、[ 3 ] が植物極側に偏っているため不等割で卵割腔が動物極側に生じる。カエルの発生過程において、卵割腔が大きく発達し割球がきめ細くなり球体を形成した胚を [ 4 ] と呼ぶ。さらに発生が進むと、有糸分裂の速度が遅くなるにつれて割球は大きく移動し互いに位置を変える。この時期の胚を [ 5 ] といひ、胚は<sup>B</sup>3つの胚葉からなり、細胞は互いの配列を変え器官を形成していく。

表1 卵割の様式

動物	卵の種類	卵割の形式	卵割腔の位置と大きさ
ウニ	等黄卵	等割	(ア)
カエル	[ 6 ]	不等割	動物極側・大
ニワトリ	[ 6 ]	[ 7 ]	(イ)
ショウジョウバエ	心黄卵	[ 8 ]	(ウ)

問1 [ 1 ] ～ [ 8 ] に最も適当な語句を入れよ。

問2 表1で [ 4 ] の時期の(ア)～(ウ)に当てはまる語句を次の選択肢から選び番号で答えよ。

- ① 動物極側・大            ② 動物極側・小            ③ 中央・大
- ④ 中央・小                ⑤ 植物極側・大            ⑥ 植物極側・小
- ⑦ なし

問 3 下線部Aの核分裂では中心体が重要な役割を果たす。中心体が卵及び精子のどちらに由来するかを確かめるには、どのような実験を行えばよいか 50 字以内で説明せよ。

問 4 カエルにおいて、下線部Bの3つの胚葉から分化する組織を、外胚葉については2つ、中胚葉と内胚葉は4つ、下記から選び番号で答えよ。

- ① 表皮            ② 筋肉            ③ 骨            ④ 甲状腺
- ⑤ 肺              ⑥ 肝臓            ⑦ 腎臓            ⑧ 膵臓
- ⑨ 血管            ⑩ 水晶体

問 5 Markert と Petters (1978) の実験から次の結果が得られた。

「黒マウス、白マウス、茶マウスの同色マウスのかけ合わせから得られた3個の4細胞期の胚を混ぜ合わせ、発生を継続させると頭が3つある怪物にはならず、1匹で3色全ての毛色を持つ正常のマウスが誕生した。さらに、この3色全ての毛色を持つ正常マウスを劣性の白マウスと交配させると黒、白、茶のそれぞれ単色の毛色を持つマウスが誕生した。」

この実験から考えられることを下記の中から3つ選び番号で答えよ。

- ① マウスの卵はモザイク様発生を行う。
- ② マウスの卵は調節的発生を行う。
- ③ 4細胞期の各割球は、親の生殖細胞から受け取ったデテルミナントによって、それぞれ運命が決まっていく。
- ④ 3個の4細胞期胚が凝集して1つの胚ができた。
- ⑤ 3個の胚それぞれから生殖系の細胞ができた。

5 次の文を読み、問1～4に答えよ。

ヒトがアルコール飲料を摂取すると、その成分であるエチルアルコールは消化管から吸収され、体内でALDH(アルデヒド脱水素酵素)によりアセトアルデヒドへと代謝される。ALDHは約500個のアミノ酸で構成され、アミノ酸の配列を調べると、487番目のアミノ酸がグルタミン酸とリジンの場合の二型がある。前者は後者にくらべ、酵素活性が高いことが知られている。

アルコールを飲むとアセトアルデヒドの作用で顔が赤くなる(紅潮)が、その程度には個人差がある。この個人差の原因を調べるため以下の実験を行った。数人から血液を採取し、そこからDNAを抽出し、ALDHの遺伝子の塩基配列を調べるとともに、一定量のエチルアルコールを摂取してもらい、その後の血中アセトアルデヒドの濃度を経時的に測定した。このうち二人の測定結果を下表に示す。

血中のアセトアルデヒド濃度(単位  $\mu\text{g/l}$ )

	飲酒前	1時間後	2時間後	3時間後
被験者A	0	2,112	1,606	1,055
被験者B	0	64	41	32

問1 血液には複数の細胞成分が存在する。どの成分からDNAを抽出するのか。

問2 表でALDHの酵素活性が低いのはどちらの被験者か。

問3 ALDHの487番目のアミノ酸の違いは、遺伝子の何の違いに起因するのか5字以内で答えよ。

問4 顔面紅潮の程度は、①全くみられない、②軽度、③高度、と三段階に分けられた。遺伝子の違いからこの事象を20字以内で説明せよ。ただし、アルコールの代謝は、ALDHにのみ個人差があり、他の条件はみな等しいとする。