

生 物

1 I～IIIに答えよ。

I 光合成の研究に関する次の文章を読み、問1～4に答えよ。

ブラックマンは、光合成の反応速度が「光の強さ」・「温度」・「二酸化炭素濃度」の影響を受け、反応速度は、このうち最も不足している要因によって決まることを示した。また、光合成は光が直接関係する反応^aと光が直接関係しない反応^bの2つの過程からなると考えた。

ヒルは、ハコベの葉をすりつぶし、葉緑体を含む抽出液を調製し、これに光を照射する実験を行った(図1)。このとき、抽出液にシュウ酸鉄(III)のように還元されやすい物質を加えておくと酸素が発生した。

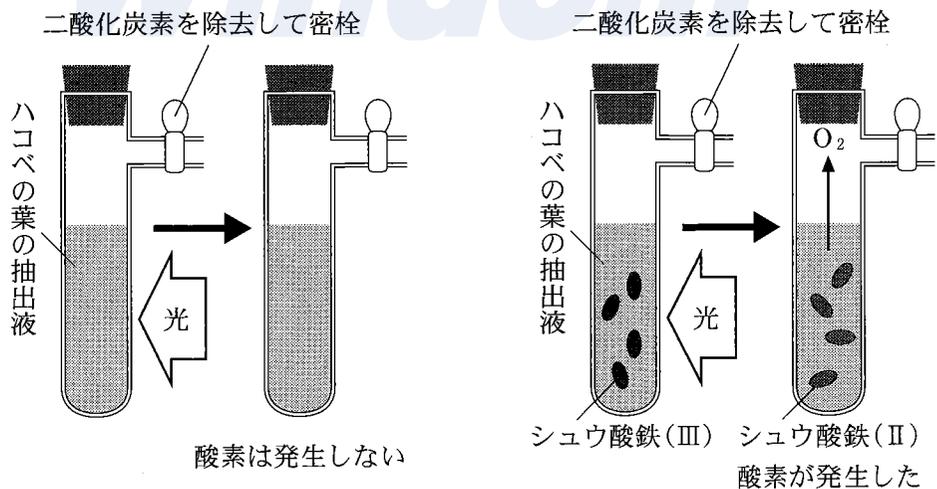


図1

ルーベンは、光合成の反応で発生する酸素が何に由来するかを調べるため、ふつうの酸素 ^{16}O の代わりに、同位体の酸素 ^{18}O を含む水 H_2^{18}O と二酸化炭素 C^{18}O_2 を別々に与える実験を行った(図2)。その結果、 H_2^{18}O を与えたクロレラから、 $^{18}\text{O}_2$ が発生した。

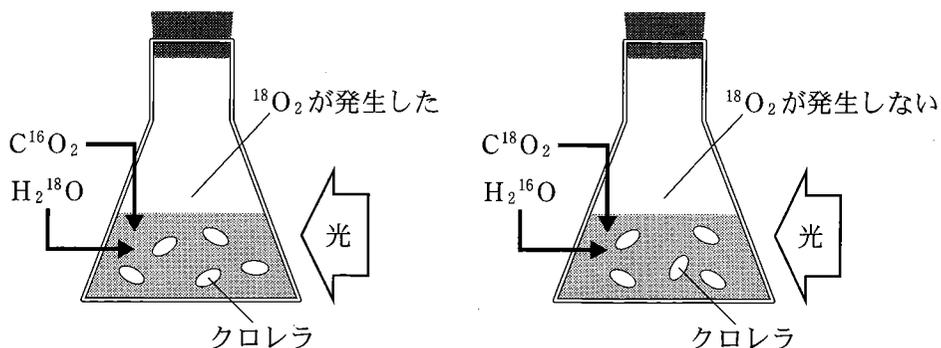


図2

ベンソンは、光が必要な反応と光が不要な反応の順序を明らかにするため、図3に示す実験を行った。植物を長時間暗室に置いた後、図3の①~④の順で条件を変え、二酸化炭素の吸収速度の変化を調べた。その結果、③と④の条件下で二酸化炭素吸収速度の上昇が見られた。

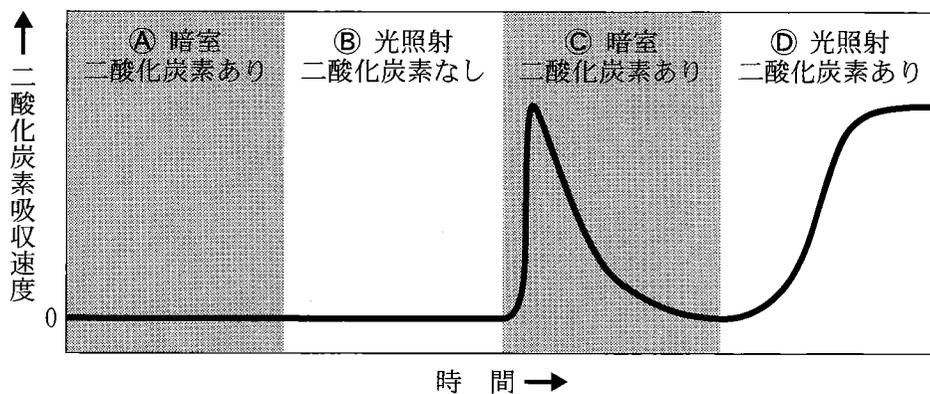


図3

問 1 下線 a, b の反応は, それぞれどこで行われるか。最も適当な組み合わせを一つ選べ。 **ア**

- | | a | b | | a | b |
|---|--------|--------|---|--------|--------|
| ① | 細胞質基質 | クリステ | ② | 細胞質基質 | ストロマ |
| ③ | クリステ | マトリックス | ④ | クリステ | チラコイド |
| ⑤ | マトリックス | クリステ | ⑥ | マトリックス | 細胞質基質 |
| ⑦ | ストロマ | チラコイド | ⑧ | ストロマ | クリステ |
| ⑨ | チラコイド | ストロマ | ⑩ | チラコイド | マトリックス |

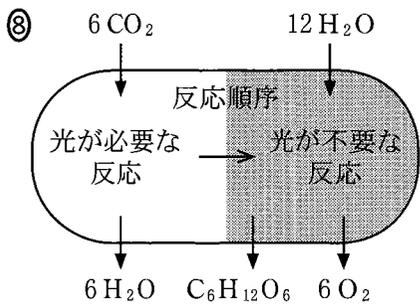
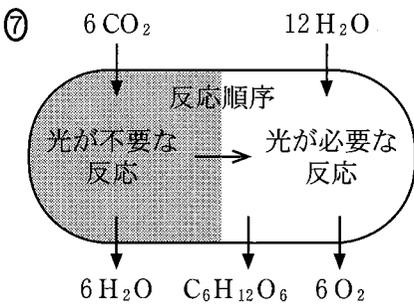
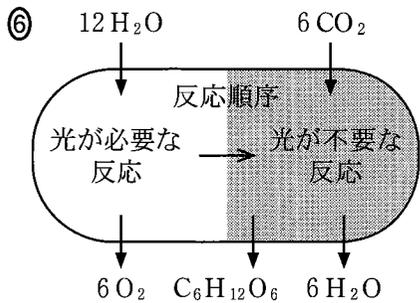
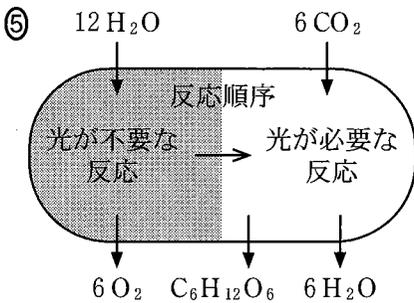
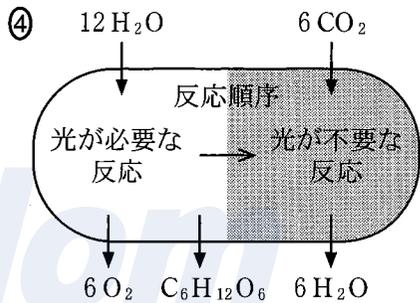
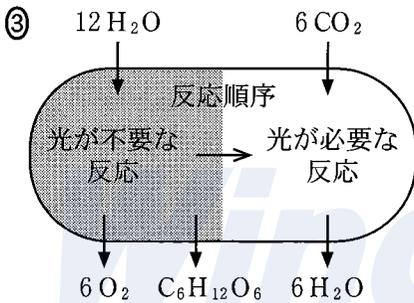
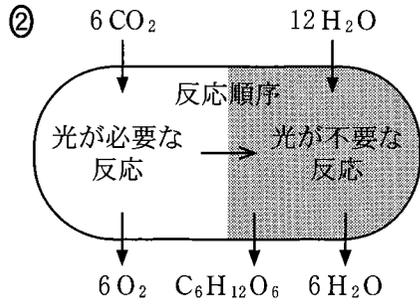
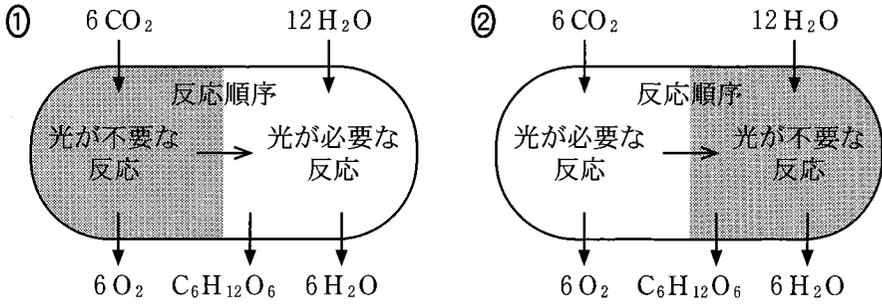
問 2 図 1, 2 のヒルおよびルーベンの実験から, 光合成で発生する酸素は何に由来すると考えられるか。最も適当なものを一つ選べ。 **イ**

- | | | | |
|---|------------------|---|--------------|
| ① | 二酸化炭素 | ② | 水 |
| ③ | シュウ酸鉄(III) | ④ | 二酸化炭素と水 |
| ⑤ | 二酸化炭素とシュウ酸鉄(III) | ⑥ | 水とシュウ酸鉄(III) |

問 3 図 3 の C では, B で生じた反応産物を用いて反応が起こる。B で生じた反応産物はどれか。最も適当な組み合わせを一つ選べ。 **ウ**

- | a | ATP | b | ADP | c | NADP ⁺ | d | NADPH |
|---|------|---|------|---|-------------------|---|-------|
| ① | a, c | ② | a, d | ③ | b, c | ④ | b, d |

問 4 以上の結果をふまえ、光合成の反応を模式的に正しく表しているのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **工**

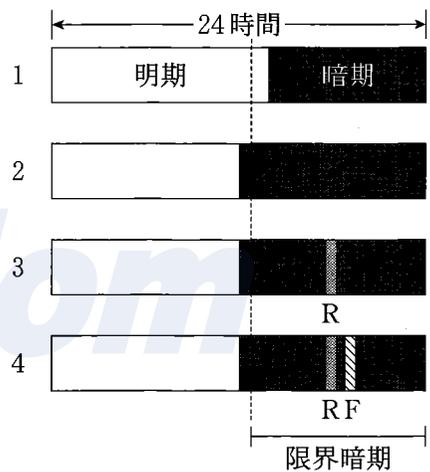


II 花芽形成に関する次の文章を読み、問1に答えよ。

ある植物で赤色光の照射が花芽形成に及ぼす効果を調べるために、図1に示す条件1～4のもとで実験を行った。条件1では花芽がついたが、条件2では花芽がつかなかった。また、赤色光の短時間の光照射には光中断の効果があるが、赤色光の照射後に遠赤色光を短時間照射すると、赤色光の効果が打ち消されることがわかった。

問1 実験結果に関するa～fの記述のうち、正しいのはどれか。最も適切な組み合わせを一つ選べ。 **オ**

- a この植物は短日植物である。
- b この植物は長日植物である。
- c 条件3では、花芽がつかなかった。
- d 条件3では、花芽がついた。
- e 条件4では、花芽がつかなかった。
- f 条件4では、花芽がついた。



R：赤色光の照射
F：遠赤色光の照射

図1

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a, c, e | ② a, c, f | ③ a, d, e |
| ④ a, d, f | ⑤ b, c, e | ⑥ b, c, f |
| ⑦ b, d, e | ⑧ b, d, f | |

Ⅲ 落葉に含まれる有機物の分解を調べるために、2つの実験を行った。問1～4に答えよ。

実験1：ある里山で、落葉と生の葉、および土を採取した。落葉と生の葉それぞれ10gに100mLの滅菌水を加え、ミキサーで破碎し破碎液をつくった。また、土10gに100mLの滅菌水を加え、土壤懸濁液をつくった。それぞれの10万倍希釈液をつくり、各液の0.1mLを、肉汁にくじゅうを含んだ寒天培地に塗り広げた。35℃で2日間培養し、形成された細菌のコロニーを観察した。

結果1：落葉破碎液の培地では、小粒で半透明のコロニーと表面にシワのある白色の大きなコロニーの2種類が形成された。生の葉破碎液の培地では、表面にシワのある白色の大きなコロニーのみが形成された。土壤懸濁液の培地では、小粒で半透明のコロニーのみが形成された。

実験2：滅菌したろ紙を穴あけ器で切り抜いて、小さな円形のろ紙(パンチろ紙)をつくった。実験1でつくった3種類の液(落葉破碎液・生の葉破碎液・土壤懸濁液)をそれぞれ別々のパンチろ紙に等量しみ込ませ、脱脂粉乳とデンプンを混合してつくった寒天培地上に置いて、35℃で1日培養した。培養を開始したときの培地は、脱脂粉乳の成分によって白濁していた。

結果2：3種類のパンチろ紙を置いたすべての培地で、ろ紙の周囲の培地が円形に透明になった。その透明領域の直径を計測し、円の面積を求めた。次に、培地にヨウ素溶液を流すと、ろ紙の周囲にヨウ素デンプン反応が起こらない円形の領域が現れたので、その領域の面積を求めた。それぞれの面積を、培地に含まれている成分が細菌によって分解された領域としてグラフに表した(図1)。

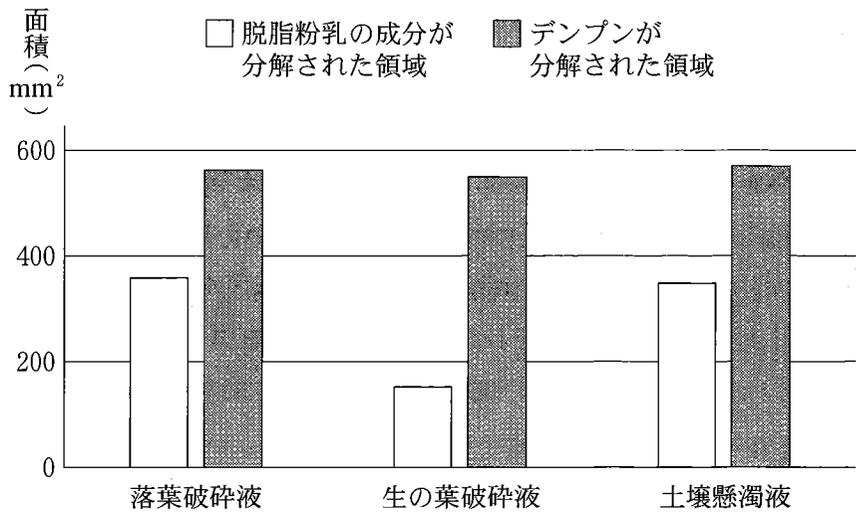


図1

問1 実験1の考察として正しいのはどれか。最も適当な組み合わせを一つ選べ。 **カ**

- a 落葉, 生の葉, 土のいずれにも細菌が付着している。
- b 落葉と生の葉に付着している細菌の種類数が異なる。
- c 生の葉と土に付着している細菌は種類が異なる。
- d 小粒で半透明のコロニーを形成する細菌は, 葉が落ちた後に土から付着する。

- | | | |
|-----------|--------------|-----------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d |
| ④ b, c | ⑤ b, d | ⑥ c, d |
| ⑦ a, b, c | ⑧ a, b, d | ⑨ a, c, d |
| ⑩ b, c, d | ⊕ a, b, c, d | |

問 2 実験 2 の考察として正しいのはどれか。最も適当な組み合わせを一つ選べ。 **キ**

- a 小粒で半透明のコロニーを形成する細菌は、脱脂粉乳の成分を分解できるが、表面にシワのある白色の大きなコロニーを形成する細菌は、脱脂粉乳の成分を分解できない。
- b 表面にシワのある白色の大きなコロニーを形成する細菌は、脱脂粉乳の成分を分解できるが、小粒で半透明のコロニーを形成する細菌は、脱脂粉乳の成分を分解できない。
- c 小粒で半透明のコロニーを形成する細菌と、表面にシワのある白色の大きなコロニーを形成する細菌は、ともに脱脂粉乳の成分を分解できる。
- d 小粒で半透明のコロニーを形成する細菌は、デンプンを分解できるが、表面にシワのある白色の大きなコロニーを形成する細菌は、デンプンを分解できない。
- e 表面にシワのある白色の大きなコロニーを形成する細菌は、デンプンを分解できるが、小粒で半透明のコロニーを形成する細菌は、デンプンを分解できない。
- f 小粒で半透明のコロニーを形成する細菌と、表面にシワのある白色の大きなコロニーを形成する細菌は、ともにデンプンを分解できる。

① a, d

② a, e

③ a, f

④ b, d

⑤ b, e

⑥ b, f

⑦ c, d

⑧ c, e

⑨ c, f

問 3 ろ紙の周囲にヨウ素デンプン反応が起こらない領域が現れたのは、デンプンが細菌から分泌された酵素により分解されたためと考えられる。その酵素は何か。最も適当なものを一つ選べ。 **ク**

- ① アミラーゼ ② カタラーゼ ③ トリプシン
④ ペプシン ⑤ リパーゼ

問 4 腐食連鎖の記述として、誤っているのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **ケ**

- ① 被食者の個体数の増減に影響を与える。
② 生態系の物質循環に重要なはたらきをしている。
③ 生物の遺骸が微生物に分解されることから始まる。
④ 落葉を食べるトビムシやササラダニが関係している。

Windom

2 I ~ II に答えよ。

I 核酸と遺伝について、問1 ~ 5 に答えよ。

ウイルスには、遺伝物質として2本鎖のDNAをもつもの、1本鎖のDNAをもつもの、2本鎖のRNAをもつもの、および1本鎖のRNAをもつものがある。さまざまなウイルスから核酸を抽出し、塩基組成の割合を調べた結果を表1に示す。

表1

ウイルス	塩基組成の割合(%)				
	アデニン	ウラシル	グアニン	シトシン	チミン
a	31.1	24.1	29.2	15.6	0.0
b	30.3	0.0	19.5	19.5	30.7
c	28.0	27.9	22.1	22.0	0.0
d	26.0	0.0	24.0	24.0	26.0
e	24.6	0.0	24.1	18.5	32.8

問1 表1のウイルスa ~ eのうちで、遺伝物質として1本鎖のDNAをもっていると考えられるものはどれか。また、2本鎖のRNAをもっていると考えられるものはどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

1本鎖のDNAをもつもの： 2本鎖のRNAをもつもの：

- ① a
- ② b
- ③ c
- ④ d
- ⑤ e
- ⑥ a, c
- ⑦ b, d
- ⑧ b, e
- ⑨ d, e
- ⑩ b, d, e

問 4 次の文章の(a)~(d)に当てはまる数値はどれか。最も適当な組み合わせを一つ選べ。 **オ**

ある生物は、体細胞の染色体数が $2n = 4$ で、3組の対立遺伝子 P, p と Q, q および R, r をもつ。 P と Q, p と q は連鎖しており、 R, r は、 P, p と Q, q とは別の染色体にある。

2組の対立遺伝子 P, p と R, r に着目すると、この生物が減数分裂によって配偶子を形成する場合、生じる配偶子の遺伝子の組み合わせは(a)種類となる。両親のそれぞれが、この(a)種類の配偶子をもつとすると、受精によって生じる子の遺伝子型は(b)種類になると考えられる。

3組の対立遺伝子 P, p と Q, q および R, r に着目すると、減数分裂の過程で遺伝子 $P-Q, p-q$ 間で組換えが起こらない場合に生じる配偶子は(c)種類となる。また、遺伝子 $P-Q, p-q$ 間で組換えが起こると、3組の対立遺伝子の新たな組み合わせをもつ配偶子は(d)種類生じると考えられる。

	a	b	c	d
①	2	4	2	2
②	2	9	2	4
③	2	9	4	4
④	2	16	4	8
⑤	4	4	2	2
⑥	4	9	2	4
⑦	4	9	4	4
⑧	4	16	4	8

問 5 ある植物において、遺伝子 A, B, C は同じ染色体上にあり、それぞれの対立遺伝子 a, b, c に対して優性である。この植物において交配実験を行い、結果 1 ~ 3 を得た。(1), (2) に答えよ。

結果 1 : $AaBb$ と $aabb$ を交配したところ、次の世代の表現型とその割合が、 $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 49 : 1 : 1 : 49$ であった。

結果 2 : $BbCc$ と $BbCc$ を交配したところ、次の世代の表現型とその割合が、 $[BC] : [Bc] : [bC] : [bc] = 71 : 4 : 4 : 21$ であった。

結果 3 : A と C の遺伝子間の組換え価は 10 % であった。

(1) A と B の遺伝子間の組換え価は何%か。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10

(2) 結果 1 ~ 3 から、遺伝子 A, B, C の染色体上の位置関係はどのようになるか。最も適当なものを一つ選べ。

- ①  ② 
 ③  ④ 
 ⑤  ⑥ 

II 動物の発生と器官形成について、問1～4に答えよ。

問1 受精卵の卵割様式が、ニワトリと同じ動物はどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ク

- ① ウニ ② カエル ③ ショウジョウバエ
 ④ ヒト ⑤ メダカ

問2 動物の組織や器官は、原腸形成期に生じる外胚葉、内胚葉、中胚葉が相互に関係して形成される。図1のA～Cは成体の器官を示す。 ケ～タは、それぞれどの胚葉に由来するか。外胚葉には①を、内胚葉には②を、中胚葉には③をマークせよ。

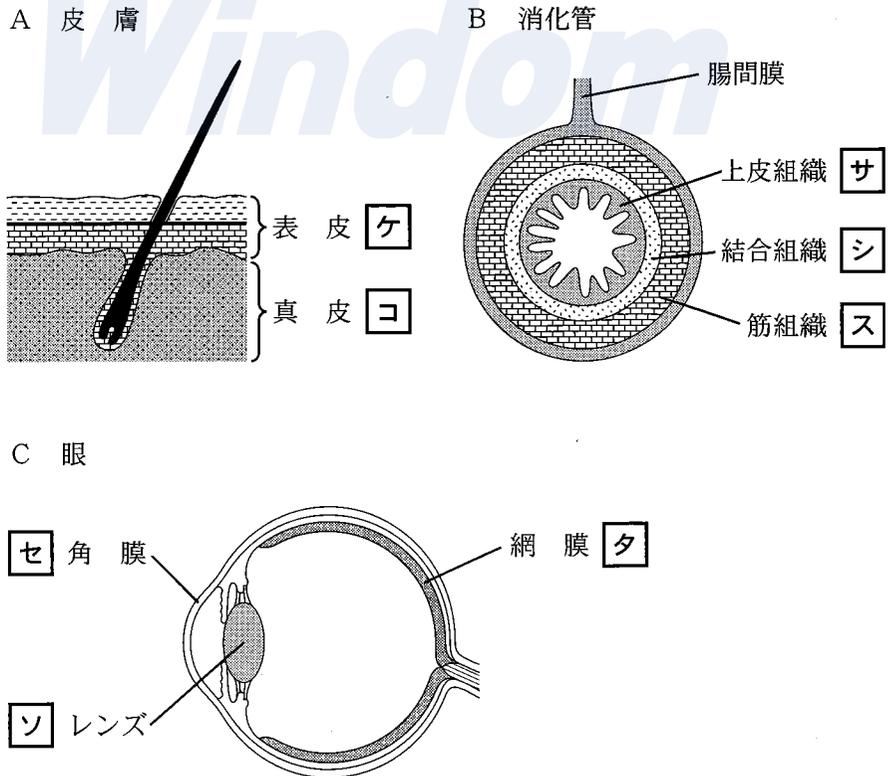


図1

問 3 ニワトリの胃は、消化酵素を分泌する腺細胞が発達した前胃と、入ってきた食物を細かく砕く筋肉が発達した砂囊からできている(図 2 A)。受精卵をあたため始めて 6 日目の胚では、前胃と砂囊が未分化な状態で上皮と間充織が接触している。11 日目の胚では、それぞれの領域に特徴的な上皮が分化する(図 2 B)。ニワトリの前胃と砂囊がどのように形成されるかを調べるために、ニワトリ胚の未分化な消化管から、将来前胃または砂囊となる領域(予定前胃領域、予定砂囊領域)を切り出した後、上皮と間充織に分けて実験を行った。

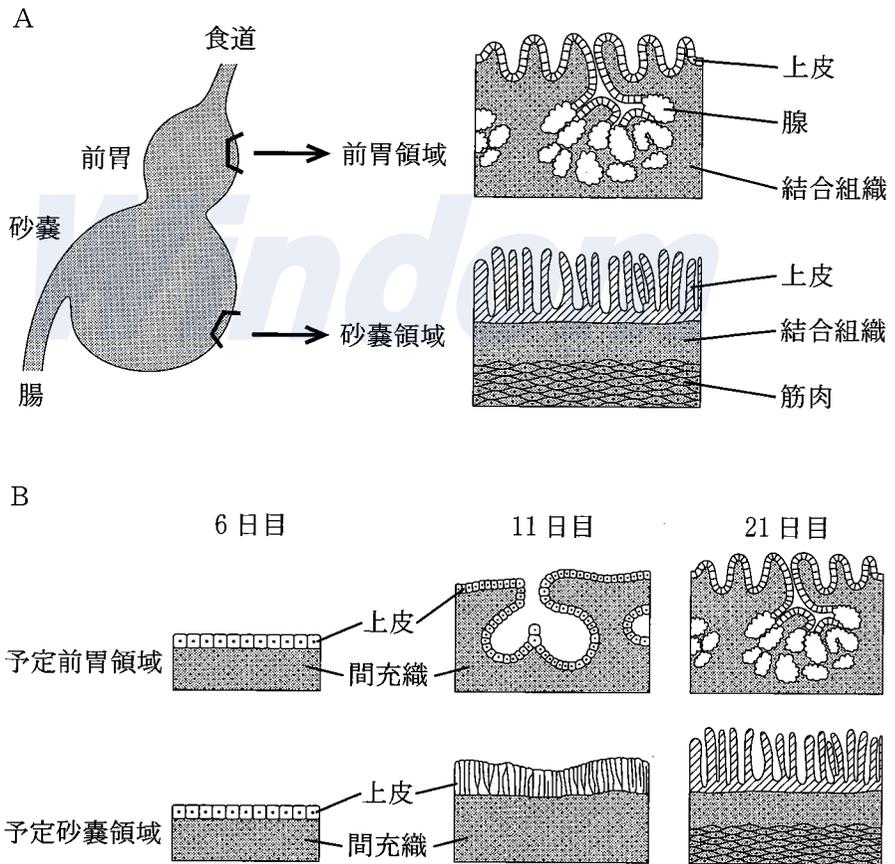


図 2

実験1：6日目のニワトリ胚から、予定前胃領域と予定砂囊領域を切り出して上皮と間充織に分けた後、それらを交換して組み合わせて5日間培養したところ、以下の結果となった。

上皮の由来	間充織の由来	結果
前胃	前胃	前胃ができた
前胃	砂囊	砂囊ができた
砂囊	前胃	前胃ができた
砂囊	砂囊	砂囊ができた

実験2：4日目～9日目のニワトリ胚から切り出した予定砂囊領域の上皮と、6日目の胚から切り出した予定前胃領域の間充織を組み合わせて5日間培養したところ、以下の結果となった。

上皮の由来	間充織の由来	結果
4日目胚	6日目胚	前胃ができた
6日目胚	6日目胚	前胃ができた
9日目胚	6日目胚	砂囊ができた

実験3：6日目のニワトリ胚から切り出した予定砂囊領域の上皮と、4日目～9日目の胚から切り出した予定前胃領域の間充織を組み合わせて5日間培養したところ、以下の結果となった。

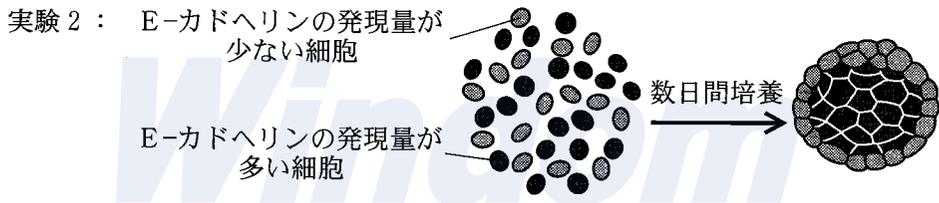
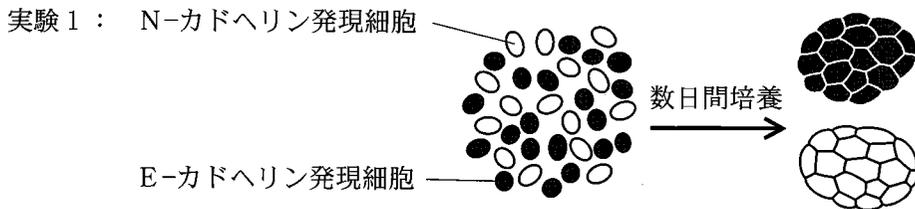
上皮の由来	間充織の由来	結果
6日目胚	4日目胚	前胃ができた
6日目胚	6日目胚	前胃ができた
6日目胚	9日目胚	前胃ができた

実験 1 ~ 3 の考察として正しいのはどれか。最も適当な組み合わせを一つ選べ。 丁

- a 上皮が前胃に分化するか砂嚢に分化するかは，上皮のみによって決定される。
- b 上皮が前胃に分化するか砂嚢に分化するかは，間充織のみによって決定される。
- c 6日目までの上皮は，前胃に分化するか砂嚢に分化するか決定されておらず，間充織による誘導作用に応答して分化の方向が決定される。
- d 9日目胚の上皮の分化の方向は，すでに決定されているが，間充織の誘導作用に応答して分化の方向を変更することができる。
- e 間充織の誘導作用は，6日目から9日目の間に低下する。
- f 間充織の誘導作用に対する上皮の反応能は，6日目に比べて9日目の方が低い。

- ① a, e ② a, f ③ b, e ④ b, f
⑤ c, e ⑥ c, f ⑦ d, e ⑧ d, f

問 4 カドヘリンは、細胞の接着に関わるタンパク質である。カドヘリンには、いくつかのタイプがあり、そのうちの E-カドヘリンと N-カドヘリンを培養細胞に発現させて実験を行った。実験 1 は、E-カドヘリンまたは N-カドヘリンを発現させた細胞を混合し、数日間培養した結果である。実験 2 は、E-カドヘリンの発現量が異なる細胞を混合し、振とうしながら数日間培養した結果である。



実験 1, 2 の考察として正しいのはどれか。最も適当な組み合わせを一つ選べ。 ツ

- a 同じカドヘリンを発現する細胞が接着する。
- b 異なるカドヘリンを発現する細胞が接着する。
- c カドヘリンの種類は関係なく、ランダムに細胞が接着する。
- d カドヘリンの発現量が多いほど、細胞間の接着力は弱くなる。
- e カドヘリンの発現量が少ないほど、細胞間の接着力は弱くなる。
- f カドヘリンの発現量と接着力に相関はない。

① a, d

② a, e

③ a, f

④ b, d

⑤ b, e

⑥ b, f

⑦ c, d

⑧ c, e

⑨ c, f

3 I ~ IIIに答えよ。

I 動物界の系統を図1に示す。問1 ~ 3に答えよ。

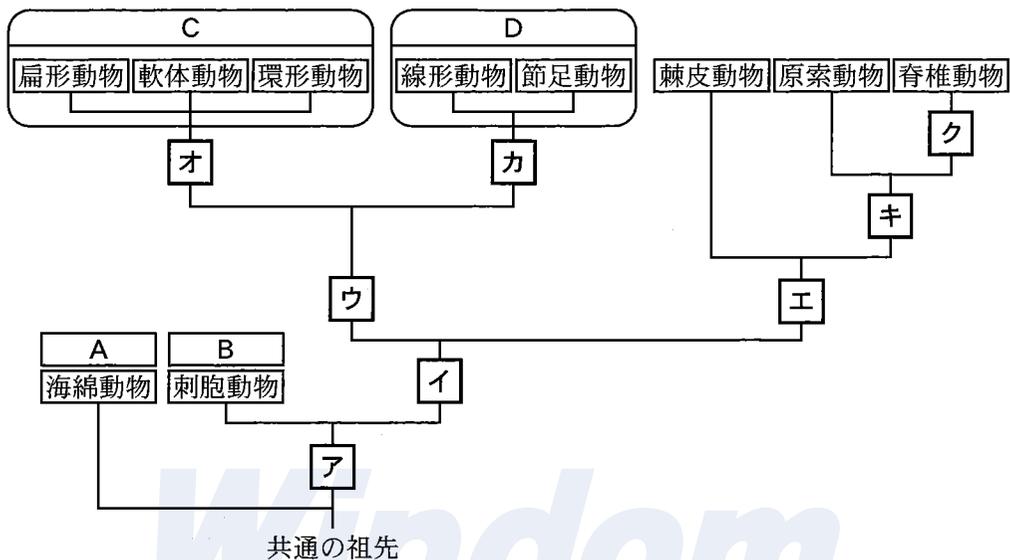


図1

問1 [ア] ~ [ク]には動物のグループを分類する場合の手がかりとなる特徴が入る。最も適当なものを一つずつ選べ。

- ① 原口が口になる。
- ② 脊索を形成する。
- ③ 脊椎を形成する。
- ④ 脱皮して成長する。
- ⑤ 脱皮しないで成長する。
- ⑥ 内胚葉と外胚葉を形成する。
- ⑦ 3つの胚葉と体腔を形成する。
- ⑧ 原口とは別の部分が口になる。

問 2 図 1 の A ~ D に当てはまるのはどれか。最も適当な組み合わせを一つ選べ。 ケ

	A	B	C	D
①	二胚葉動物	側生動物	脱皮動物	冠輪動物
②	二胚葉動物	側生動物	冠輪動物	脱皮動物
③	側生動物	二胚葉動物	脱皮動物	冠輪動物
④	側生動物	二胚葉動物	冠輪動物	脱皮動物
⑤	冠輪動物	側生動物	二胚葉動物	脱皮動物
⑥	冠輪動物	側生動物	脱皮動物	二胚葉動物
⑦	脱皮動物	二胚葉動物	冠輪動物	側生動物
⑧	脱皮動物	二胚葉動物	側生動物	冠輪動物

問 3 トロコフォア幼生の時期を経て成体になるのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 コ

- ① 海綿動物 ② 環形動物 ③ 節足動物 ④ 原索動物

II 生物の分類と進化について、問1～3に答えよ。

問1 ある特徴に基づいた生物の分類を表1に示す。□サ～□ソに当てはまる生物はどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

表1

	原核生物	真核生物	
	単細胞生物	単細胞生物	多細胞生物
独立栄養生物	シアノバクテリア □サ	クロレラ □シ	ゼニゴケ サクラ
従属栄養生物	乳酸菌 □ス	ゾウリムシ □セ	ヒト □ソ

- ① アブラムシ ② 硫黄細菌 ③ 酵母菌
④ 大腸菌 ⑤ ミドリムシ ⑥ メタセコイア

問2 シアノバクテリアの構造とよく似ている真核生物の細胞小器官はどれか。最も適当なものを一つ選べ。□タ

- ① 核 ② 小胞体 ③ ゴルジ体
④ リソソーム ⑤ ペルオキシソーム ⑥ ミトコンドリア
⑦ 葉緑体 ⑧ 中心体

問3 シアノバクテリアの死骸などによって作られる層状の岩石はどれか。最も適当なものを一つ選べ。□チ

- ① アンモナイト ② 花こう岩 ③ 珪藻土^{けい}
④ ストロマトライト ⑤ 石灰岩 ⑥ 石炭
⑦ チャート ⑧ パージェス頁岩^{せつ}

Ⅲ 生態系におけるエネルギーの移動について、問1～3に答えよ。

ある淡水湖における栄養段階ごとのエネルギー量を表1に示す。この湖面 1 cm^2 当たりに年間 499262.4 J の太陽エネルギーが入射し、生産者はこれを利用して同化を行った。

表1 (単位 $\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{年}$)

栄養段階	総生産量 (同化量)	呼吸量	被食量	枯死・ 死亡量	成長量
(太陽エネルギー)	(499262.4)	—	—	—	—
生産者	467.5	98.3	62.2	11.8	295.2
一次消費者	<input type="text" value="ツ"/>	18.5	<input type="text" value="テ"/>	1.3	<input type="text" value="ト"/>
二次消費者	13.0	7.6	0.0	0.0	5.4

問1 ~ に当てはまる数値はどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

- ① 98.3 ② 62.2 ③ 50.4 ④ 36.1 ⑤ 29.4
 ⑥ 17.2 ⑦ 13.0 ⑧ 11.8 ⑨ 7.6 ⑩ 5.5

問2 生産者のエネルギー効率は何%か。最も適当なものを一つ選べ。

- ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5

問3 生産者が固定したエネルギーのうち、二次消費者に移行して同化されたエネルギーは何%か。最も適当なものを一つ選べ。

- ① 44.2 ② 41.5 ③ 41.1 ④ 36.0 ⑤ 25.8
 ⑥ 20.9 ⑦ 18.8 ⑧ 13.3 ⑨ 7.7 ⑩ 2.8

2. 解答上の注意(つづき)

- (2) それぞれの解答用紙の選択科目欄に、選んだ科目を1つマークしてください。
 解答用紙に、正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 特に、解答用紙の選択科目欄に何もマークされていない場合、または複数の科目
 にマークされている場合は、科目不明として0点となります。

〔例〕 物理を選ぶとき

選 択 科 目	物	化	生
	理	学	物
	●	○	○

- (3) 各問題文中の **ア**, **イ**, **ウ**, … などの には選択肢の番号あるいは
 符号(+, -)が入ります。選択肢の番号あるいは符号を解答用紙の
, , , … で示された解答欄の①, ②, …, ⑩, ⊕, ⊖にマークし
 てください。

(4) 数値の入れ方

- (i) 問題文中の **ア**, **イ**, **ウ**, … に数字または符号を入れる場合、それ
 ぞれの には1, 2, …, 9, 0の数字または符号(+, -)のひとつが入り
 ます。それらの数字または符号を解答用紙の **ア**, **イ**, **ウ**, … で示さ
 れた解答欄にマークしてください。

- (ii) 解答枠の桁数より少ない桁数を解答するときは、数字を右詰めで、その前
 を⑩でうめるような形で答えてください。

〔例〕 **ア** **イ** **ウ** **エ** に1.8あるいは1.80と答えたいとき

ア	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖
イ	●	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⊕	⊖
ウ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⊕	⊖
エ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖

ア, **エ** の⑩をマークしないままにしておくと間違いになります。