

◇ 生 物

生 7-1～生 7-17 まで 17 ページあります。

第1問 代謝と酵素に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

生物は、代謝によって必要な物質をつくったり、生命活動に必要なエネルギーを取り出したりしている。ア生体内で起こる様々な化学反応は、酵素が触媒することによって進められている。

酵素の実験として、常温で試験管にブタの肝臓片1gを入れた後、3%過酸化水素水を2mL加えたところ、イ気泡が発生したが、しばらくすると、ウ気泡の発生が停止した。

問1 酵素の主な成分として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 脂肪 ② DNA ③ 炭水化物 ④ タンパク質 ⑤ リン酸

問2 下線部アに関連して、酵素がはたらく場所に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 酵素は細胞内でのみはたらき、細胞外ではたらく酵素は存在しない。
② ミトコンドリア内には、呼吸に関係する酵素が含まれる。
③ 葉緑体内には、光合成に関係する酵素が含まれる。
④ 核内には、DNAの合成に関係する酵素が含まれる。

問3 下線部イの気泡が発生したのは、過酸化水素が分解されてある気体が生じたためである。ブタの肝臓片に含まれる過酸化水素を分解する酵素の名称と過酸化水素の分解によって生じる気体の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | 酵素 | 気体 |
|---------|-------|
| ① アミラーゼ | 酸素 |
| ② アミラーゼ | 二酸化炭素 |
| ③ カタラーゼ | 酸素 |
| ④ カタラーゼ | 二酸化炭素 |

問4 上記の実験では、ブタの肝臓片に含まれる酵素が過酸化水素の分解反応の触媒としてはたらいている。次のa～cのうち、過酸化水素の分解反応を促進するものとして最も適当な組合せを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

4

a 酸化マンガン (IV) b 石英砂 c ダイコンの根の断片

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc
⑦ aとbとc

問5 下線部ウの気泡の発生が停止した試験管に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① ブタの肝臓片を加えると再び気泡が発生し、過酸化水素水を加えても再び気泡が発生する。
② ブタの肝臓片を加えると再び気泡が発生するが、過酸化水素水を加えても気泡は発生しない。
③ ブタの肝臓片を加えても気泡は発生しないが、過酸化水素水を加えると再び気泡が発生する。
④ ブタの肝臓片を加えても気泡は発生せず、過酸化水素水を加えても気泡は発生しない。

第2問 染色体と体細胞の分裂に関する次の文章（A・B）を読み，下の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A ヒトのからだは約 60 兆個の細胞からできている。体細胞はもともと 1 つの受精卵が体細胞分裂を繰り返して増えたもので，分裂するたびに同じ遺伝情報を受け継いでいる。真核生物の DNA は， というタンパク質の一種に巻き付いて密に折りたたまって 1 本の染色体を形成し，1 本の染色体は 組の 2 本鎖 DNA で構成されている。また，1 個の体細胞には大きさと形が同じ染色体が 本ずつあり，このような染色体のことを 染色体という。

ヒトの体細胞 1 個に含まれる染色体は合計 本で，そこに含まれる DNA は 60 億対のヌクレオチドからなり，その全長はおよそ 2 メートルである。このことから，染色体 1 本に含まれる 2 本鎖 DNA の平均の長さは メートルと推定できる。

問1 空欄 ～ に当てはまる語や数字の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ
①	クロマチン	2	4	相同
②	クロマチン	1	2	相同
③	クロマチン	2	4	常
④	クロマチン	1	2	常
⑤	ヒストン	2	4	相同
⑥	ヒストン	1	2	相同
⑦	ヒストン	2	4	常
⑧	ヒストン	1	2	常

問 2 空欄 ・ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、
次の①～⑩のうちから一つ選べ。

	才	力		才	力
①	22	0.045	②	22	0.091
③	23	0.043	④	23	0.087
⑤	36	0.056	⑥	36	0.111
⑦	44	0.045	⑧	44	0.091
⑨	46	0.043	⑩	46	0.086

問 3 染色体 1 本の長さは約 5 マイクロメートルである。問 2 で求められた染色体 1 本に含まれる 2 本鎖 DNA の平均の長さから、DNA は何分の 1 の長さに折りたたまれていると推定できるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 1/22200
- ② 1/18200
- ③ 1/17400
- ④ 1/17200
- ⑤ 1/9000
- ⑥ 1/8600

B 体細胞の分裂は図 1 に示すような細胞周期の繰り返しにより行われている。

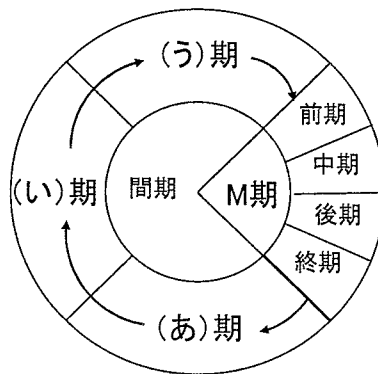
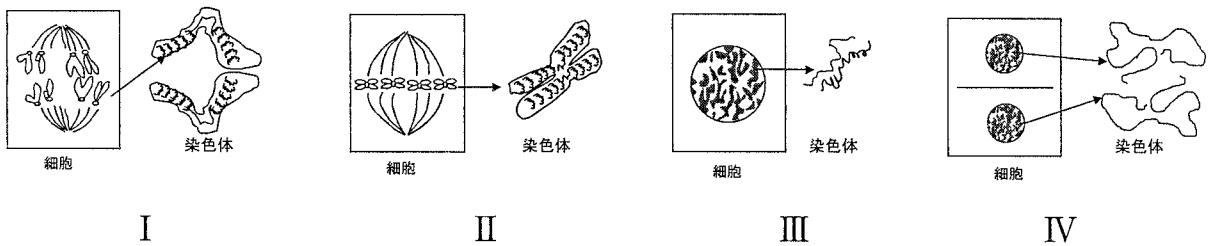


図 1 体細胞分裂における細胞周期 (模式図)

問 4 次に示す染色体の状態 (I ~ IV) は, M 期の前期 ~ 終期のいずれの状態を表しているか。最も適当な組合せを, 下の① ~ ⑧のうちから一つ選べ。

9



	前期	中期	後期	終期
①	I	II	III	IV
②	I	II	IV	III
③	II	I	III	IV
④	II	I	IV	III
⑤	III	I	II	IV
⑥	III	II	I	IV
⑦	IV	I	II	III
⑧	IV	II	I	III

問 5 細胞周期に関する記述について最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

10

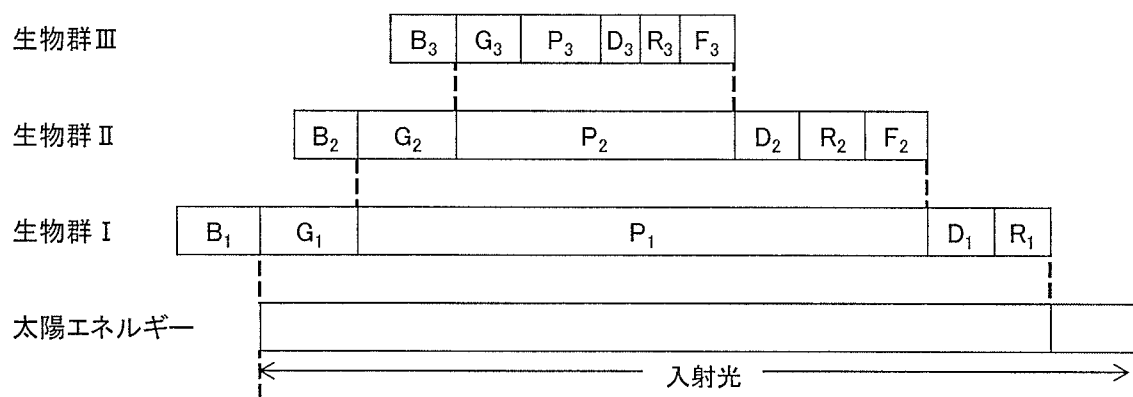
- ① (あ) 期の核 1 個当たりの DNA 量は (う) 期の 2 倍になる。
- ② M 期にはアクチンフィラメントが紡錘体を形成する。
- ③ DNA の複製が最も活発になるのは (い) 期である。
- ④ (う) 期には太いひも状の染色体が明確に観察できる。
- ⑤ ユスリカの幼虫のだ腺の細胞で観察されるパフは (い) 期の細胞の塊である。

第3問 生態系における物質の流れに関する次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。〔解答番号 11 ～ 16〕

生産者である植物は、光合成を行うことによって、炭水化物などの有機物を合成し、生活に利用している。生産者によって作られた有機物は、動物などの消費者に流れ、その生活にも利用される。

ある生態系における各栄養段階の有機物の収支は、図1のようになる。また、表1は、ある生態系に存在する生物の成長量、被食量、枯死・死亡量、呼吸量を、熱量に換算して単位面積当たりの平均値（エネルギーの収支）として示したものである。

生産者が一定期間内に光合成によって同化する有機物の総量を総生産量、総生産量から呼吸量をひいたものを純生産量という。また、消費者が捕食によって体内に取り込んだ有機物のうち、消化されずに排出される量（不消化排出量）をひいたものが同化量となる。



B：現存量 G：成長量 P：被食量 D：枯死・死亡量
R：呼吸量 F：不消化排出量
(ただし、各量の大きさの比率は実際と異なる。)

図1 ある生態系における各栄養段階の有機物の収支

表1 各栄養段階におけるエネルギーの収支

栄養段階	成長量	被食量	枯死・死亡量	呼吸量
生物群Ⅰ	70.0	15.2	2.7	23.1
生物群Ⅱ	6.1	3.5	0.5	4.7
生物群Ⅲ	1.5	0	0.1	1.6

単位：J/(cm²・年)

問 1 図 1 の生物群 II はどのような生物にあたるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 緑色植物 ② 大形動物食性動物 ③ 小形動物食性動物
④ 植物食性動物 ⑤ 細菌類・菌類

問 2 表 1 の数値を用いて求めた、生物群 I の純生産量と生物群 III の同化量の値として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つずつ選べ。

生物群 I の純生産量 $\text{J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年})$

生物群 III の同化量 $\text{J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年})$

- ① 111.0 ② 87.9 ③ 85.2 ④ 64.8
⑤ 14.8 ⑥ 10.1 ⑦ 3.2 ⑧ 1.6

問 3 図 1 及び表 1 をもとに考えると、最高次の消費者まで含む全ての栄養段階の G, D, R, F のエネルギー総和は何と等しくなるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 生態系に降り注いだ太陽の光エネルギーの総量
② 生産者の総生産量
③ 生産者の純生産量
④ 生産者の呼吸量
⑤ 消費者の摂食量

問 4 B, G, P, D, R, F のうち、分解者によって利用されるものとして適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

,

- ① B ② G ③ P ④ D ⑤ R ⑥ F

第4問 遺伝子組換え実験に関する次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

ヒトのインスリン遺伝子をクローニングする目的で、大腸菌に組換えプラスミドを導入する実験を以下の手順で行った。クローニングに用いたプラスミドAは、抗生物質のアンプシリンを分解する酵素の遺伝子(amp^r)とラクトース(乳糖)を分解する β -ガラクトシダーゼの遺伝子($lacZ$)を持つ(図1)。外来遺伝子を組み込む領域は $lacZ$ の中にあり、遺伝子が組み込まれると $lacZ$ が分断されることとなり、その機能を失う。なお、組換えに用いた大腸菌のゲノム内には amp^r 、 $lacZ$ といった遺伝子は存在せず、プラスミドA内のそれらの遺伝子には適当なプロモーターが隣接しており、大腸菌内に取り込まれた場合には必ず転写・翻訳が行われる。また、 amp^r が発現しない大腸菌はアンプシリン存在下ではコロニーを形成できない。

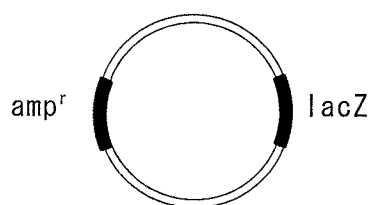


図1 プラスミドAの構造
(模式図)

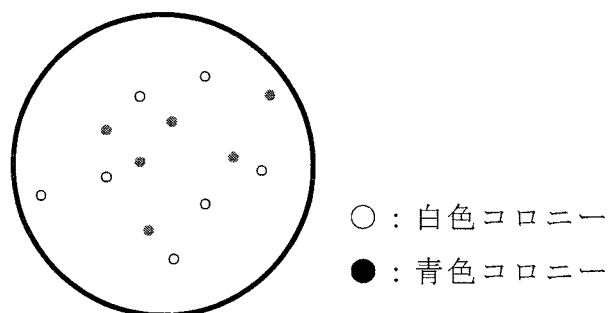


図2 寒天培地Aの培養結果

手順I ヒトのDNAに を作用させて、インスリン遺伝子を含むDNA断片を切り出す。また、プラスミドAにも同じ を作用させて $lacZ$ の途中で切断する。この両者を混合して、 をはたらかせて組換えプラスミドAを含んだ混合液Bを調製した。

手順II 混合液Bと大腸菌を含んだ培養液を混ぜ、表1で示した組成の寒天培地に植菌して 37°C で16時間培養した。表1のLBは大腸菌を増殖させるための栄養素を含んだ溶液、X-galは β -ガラクトシダーゼが作用すると青くなる物質である。寒天培地Aで培養した結果を図2に示した。

表 1 寒天培地の組成

寒天培地	LB	アンピシリン	X-gal
寒天培地 A	+	+	+
寒天培地 B	+	+	-
寒天培地 C	+	-	+
寒天培地 D	+	-	-

+: 適量含む - : 含まない

問 1 下線部アの様に目的の遺伝子を大腸菌などに運び込むものを何と呼ぶか。
最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

- ① ファージ ② ベクター ③ tRNA(運搬 RNA)
④ トランスポゾン ⑤ トランスポーター

問 2 手順 I の空欄 イ, ウ に当てはまるものとして最も適当なものを、
次の①～⑧のうちから一つずつ選べ。イ - 18, ウ - 19

- ① DNA ポリメラーゼ ② DNA リガーゼ
③ DNA リアーゼ ④ デオキシリボヌクレアーゼ
⑤ 制限酵素 ⑥ 転移酵素
⑦ 異性化酵素 ⑧ 修飾酵素

問3 図2の青色のコロニーは、どのような大腸菌が増殖したと考えられるか。
最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 20

- ① インスリン遺伝子が lacZ の中に組み込まれたプラスミドを取り込んだ大腸菌
- ② インスリン遺伝子が amp^r の中に組み込まれたプラスミドを取り込んだ大腸菌
- ③ インスリン遺伝子が lacZ および amp^r 以外の領域中に組み込まれたプラスミドを取り込んだ大腸菌
- ④ インスリン遺伝子が組み込まれなかったプラスミドを取り込んだ大腸菌
- ⑤ プラスミドは取り込まなかったが、インスリン遺伝子を含む DNA 断片を取り込んだ大腸菌
- ⑥ プラスミドもインスリン遺伝子を含む DNA 断片も取り込まなかった大腸菌

問4 寒天培地 B～D の結果の記述として最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つずつ選べ。

寒天培地 B— 21 , 寒天培地 C— 22 , 寒天培地 D— 23

- ① コロニーがなかった。
- ② 図2と同じ結果となった。
- ③ コロニーの総数は図2と同じであるが、すべて白色のコロニーであった。
- ④ コロニーの総数は図2より増加し、すべて白色のコロニーであった。
- ⑤ コロニーの総数は図2と同じであるが、すべて青色のコロニーであった。
- ⑥ コロニーの総数は図2より増加し、すべて青色のコロニーであった。
- ⑦ 図2にくらべて青色と白色のコロニー数がともに増加した。
- ⑧ 図2にくらべて青色のコロニー数は増加したが、白色のコロニー数は変化しなかった。
- ⑨ 図2にくらべて白色のコロニー数は増加したが、青色のコロニー数は変化しなかった。

第5問 生殖と発生に関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A 植物や動物では、多くの場合、卵が受精することにより発生が始まる。受精卵が分裂して胚を形成していく過程で、いろいろな組織や器官が作られていく。

問1 被子植物の受精と発生に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 受精卵は、胚のう内の卵細胞と花粉内の雄原細胞の受精によってつくられる。
- ② 受精卵は、胚のう内の助細胞と花粉管の受精によってつくられる。
- ③ 受精卵は、胚珠の中で発生して胚になる。
- ④ 受精卵は、重複受精の後、胚珠の中で発生して胚乳になる。
- ⑤ 無胚乳種子は、重複受精をしないので、胚乳がない。
- ⑥ 有胚乳種子は、胚乳に栄養分を蓄えているために、子葉がない。

問2 動物の精子に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 細胞分裂を行わない。
- ② 減数分裂の途中で停止している。
- ③ 核を失っている。
- ④ ミトコンドリアを失っている。
- ⑤ 細胞膜を失っている。

問 3 両生類の発生に関する一般的な記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 26

- ① 灰色三日月環は，未受精卵で形成され，受精により消失する。
- ② 2細胞期の胚の割球を分離して発生させると，それぞれの割球からは体の半分しかない不完全な個体が生じる。
- ③ 中胚葉の形成には，予定外胚葉域からの誘導がかかわる。
- ④ 原腸胚期の原腸を囲む細胞には，内胚葉細胞だけでなく中胚葉細胞も含まれている。
- ⑤ 網膜は水晶体が表皮細胞にはたらきかけることによって形成される。

B 動物の配偶子は、精巣と卵巣で、体細胞分裂および減数分裂の過程を経て、形成される。

図1は、ある昆虫（雌）の始原生殖細胞に存在する染色体の模式図である。この昆虫（雌）には第1から第4染色体があり、第1染色体はX染色体である。なお、この昆虫の性決定様式はXY型であることがわかっている。

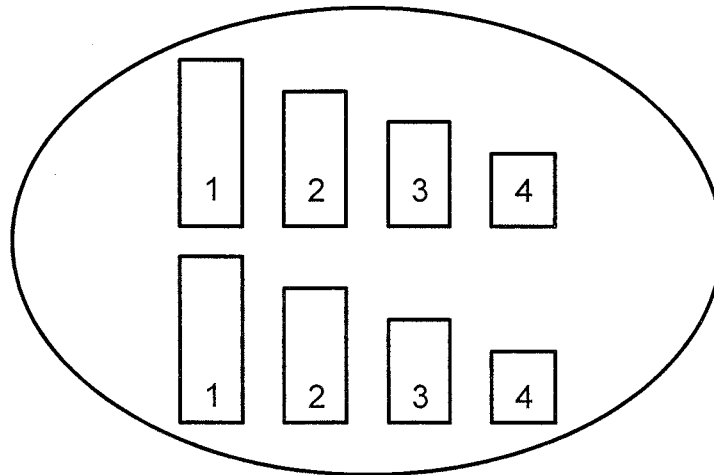


図1 ある昆虫（雌）の始原生殖細胞に存在する染色体（模式図）

問4 次の文章は、この昆虫の精子または卵における染色体の組合せについて述べたものである。文章中の ～ に当てはまる最も適当な数値を、下の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

乗換え（交叉）が全く生じない場合、染色体の組合せとして、卵は 通り、精子は 通り考えられる。

一方、各相同染色体間でそれぞれ特定の位置で1回だけ乗換えが生じた場合、染色体の組合せとして、卵は 通り、精子は 通り考えられる。ただし、X染色体とY染色体間では乗換えが生じないものとする。

- ① 2^1 ② 2^2 ③ 2^3 ④ 2^4 ⑤ 2^5
 ⑥ 2^6 ⑦ 2^7 ⑧ 2^8 ⑨ 2^9 ⑩ 2^{10}

第6問 花芽形成に関する次の文章（A・B）を読み，下の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A 植物の花芽形成と日長の関係は植物の種によって異なり，3タイプに分けることができる。連続する暗期が一定の長さ以下になると花芽形成する植物を ，連続する暗期が一定の長さ以上になると花芽形成する植物を という。両者とも花芽形成の境目となる連続する暗期の長さを限界暗期といい，その長さは種によって異なる。一方，暗期の長さに関係なく花芽形成する植物を という。

問1 空欄 ～ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	短日植物	長日植物	中性植物
②	短日植物	中性植物	長日植物
③	長日植物	短日植物	中性植物
④	長日植物	中性植物	短日植物
⑤	中性植物	長日植物	短日植物
⑥	中性植物	短日植物	長日植物

問2 の植物の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① アブラナ，コスモス，コムギ
- ② トウモロコシ，トマト，キク
- ③ アブラナ，ホウレンソウ，コムギ
- ④ ホウレンソウ，エンドウ，トマト
- ⑤ キク，コスモス，オナモミ
- ⑥ キク，コスモス，ホウレンソウ

問3 花芽形成と日長に関する記述として誤っているものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 33

- ① 1日のうち9時間を明期，15時間を暗期とした栽培条件下で花芽形成せず，暗期の中ほどで一時的な光照射を行った場合に花芽形成した植物は，長日植物と考えられる。
- ② 1日のうち9時間を明期，15時間を暗期とした栽培条件下で花芽形成し，暗期に入って2時間後に一時的な光照射を行った場合も花芽形成した植物は，短日植物か長日植物か判断できない。
- ③ 1日のうち9時間を明期，15時間を暗期とした栽培条件下で花芽形成し，暗期の中ほどで一時的な光照射を行った場合に花芽形成しなかった植物は，短日植物と考えられる。
- ④ 1日のうち15時間を明期，9時間を暗期とした栽培条件下で花芽形成し，暗期の中ほどで一時的な光照射を行った場合も花芽形成した植物は，中性植物と考えられる。

問4 花芽形成以外の植物と光に関する記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 34

- ① タンポポの花弁が光に反応して開閉するのは光屈折による。
- ② イネ科植物の幼葉鞘が光に反応して曲がるのは光傾性による。
- ③ レタスなどの光発芽種子は，赤色光を照射すると発芽が進行する。
- ④ 光合成速度を決める限定要因は，光の強さと二酸化炭素濃度のみである。

B 花芽形成は、葉でつくられるフロリゲン（花成ホルモン）とよばれるホルモンのはたらきによって引き起こされると考えられている。ある植物 X は、通常、15.5 時間以上の連続暗期を与える明暗周期の下で栽培すると花芽形成する。植物 X の花芽形成の仕組みについて調べるため、次の実験を行った。

実験 先端部に葉 1 枚、基部に側芽を残して、他の葉や芽をすべて切り取った植物 X を多数用意し、15.5 時間の連続暗期を与える明暗周期の下で栽培した。暗期終了後のさまざまな時間に、葉の付け根から 0 cm、25 cm または 40 cm の位置で茎を切断した後、12 時間の連続暗期しか与えない明暗周期の下で 3 週間栽培した。その後、側芽が成長して形成された花芽の数を数え、暗期終了後に茎を切断した時間との関係を図 1 に示した。

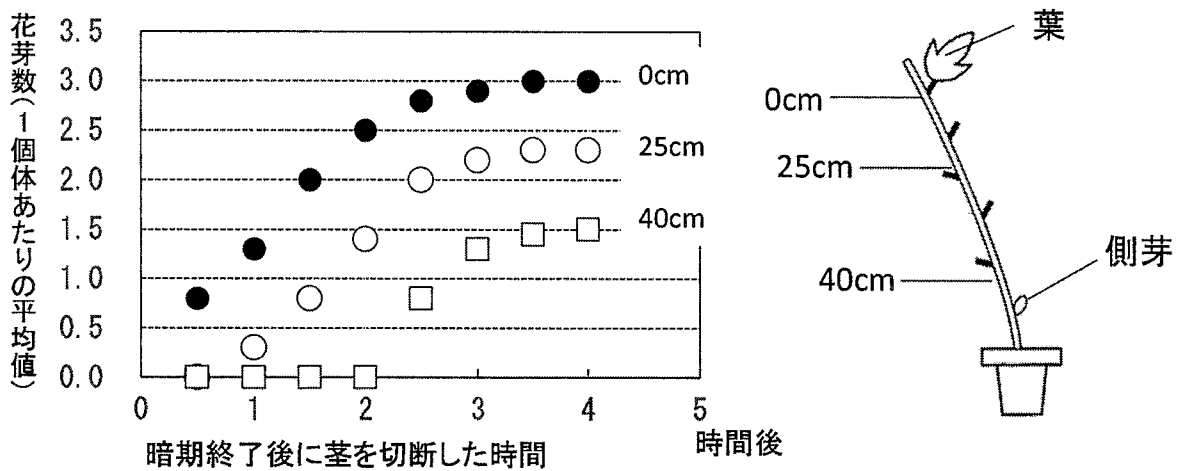


図 1 暗期終了後に茎を切断した時間と花芽の数

問 5 実験の結果に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 35

- ① 切断箇所が葉から遠くなるにつれて、形成される花芽の数は減少する傾向にある。
- ② 切断箇所にかかわらず、暗期終了後に茎を切断するまでの時間の長さで形成される花芽の数はつねに比例関係にある。
- ③ 暗期終了後に茎を切断するまでの時間が長いほど、形成される花芽の数は減少する。
- ④ 切断時間にかかわらず、茎を切断する位置が側芽に近いほど、形成される花芽の数は増加する。