

生 物 I

(全 問 必 答)

第1問 ショウジョウバエの遺伝に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A ショウジョウバエは酵母菌を餌として管びんやガラスびんなどで、容易に飼うことができる。卵は2週間程度で幼虫や蛹さなぎの時期を経て成虫となるが、幼虫の中には飼育している容器の内側で蛹になる個体(以下、「内側個体」とする)と、容器の外側で蛹になる個体(以下、「外側個体」とする)があった。このような幼虫の行動は遺伝子によって決められており、 と考えられる。

このショウジョウバエでは、内側個体どうしを交配すると内側個体のみが、また、外側個体どうしを交配すると外側個体のみが生まれることを確かめた。この内側個体と外側個体を用いて次の交配を行った。

交配1 内側個体の雄と外側個体の雌を親として交配し、 F_1 を得たところ、雌雄の個体数は表1の結果となった。この交配に用いた雌雄では、この形質に関する遺伝子型が異なっており、両遺伝子型に同じ遺伝子は存在しない。また、雌雄の表現型を入れ換えて交配したところ、結果は同じであった。

表 1

	容器の内側で 蛹になった個体		容器の外側で 蛹になった個体	
	雄	雌	雄	雌
交配1	0	0	449	450

問1 前ページ文章中の **ア** に入る語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**

- ① 習得的行動 ② 就眠運動 ③ 学習行動
 ④ 生殖行動 ⑤ 生得的行動 ⑥ 脊髄反射

問2 下線部イ・ウを行った目的として最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。イ **2** ウ **3**

- ① ショウジョウバエが正常に有性生殖することを確認するため。
 ② 1対のショウジョウバエから生まれる子の数を確認するため。
 ③ 外側個体の形質が内側個体の形質に対して優性であることを確認するため。
 ④ 外側個体の形質が内側個体の形質に対して劣性であることを確認するため。
 ⑤ **交配1** に用いる個体がホモ接合体であることを確認するため。
 ⑥ **交配1** に用いる個体がヘテロ接合体であることを確認するため。
 ⑦ この幼虫の行動に関する遺伝子が性染色体上にあることを確認するため。
 ⑧ この幼虫の行動に関する遺伝子が常染色体上にあることを確認するため。

問3 **交配1** で得られた F_1 の雌雄を交配したとき、幼虫の行動を1組の対立遺伝子が決めているならば、 F_2 では「内側個体」：「外側個体」が **エ** で得られると考えられる。一方、2組の独立した対立遺伝子が関与しており、優性遺伝子がそろったときだけ優性形質が発現するならば、 F_2 では「内側個体」：「外側個体」が **エ** ではなく、**オ** で得られると考えられる。

上の文章中の **エ**・**オ** に当てはまる比として最も適当なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。エ **4** オ **5**

- ① 1 : 0 ② 0 : 1 ③ 1 : 1
 ④ 1 : 3 ⑤ 3 : 1 ⑥ 9 : 7
 ⑦ 7 : 9 ⑧ 15 : 1 ⑨ 1 : 15

生物 I

交配 2 **交配 1** で得られた F_1 の雌雄を交配した。その結果、得られた F_2 では表 2 にまとめた形質を示す個体を得られた。

表 2

	容器の内側で 蛹になった個体		容器の外側で 蛹になった個体	
	雄	雌	雄	雌
交配 2	150	151	450	450

問 4 **交配 2** の結果をもとに、**交配 1** で得られた F_1 の雌を、**交配 1** で親として用いた内側個体の雄と交配した結果の「内側個体」：「外側個体」の比として最も適当なものを、**問 3** の①～⑨のうちから一つ選べ。

「内側個体」：「外側個体」 =

B キイロショウジョウバエにはさまざまな形質があり，成虫の翅の先端が欠けた『先切ればね』と呼ばれる形質をもつ個体がある。この形質は1対の対立遺伝子によって支配されている。この先切ればねをもつ個体と，正常なはねをもつ野生型の個体を交配する次のような**実験(交配1・2)**を行った。

交配1 先切ればねの個体と野生型の個体を交配したところ，生まれた卵から先切ればね個体と野生型の成虫がおよそ1：1の割合で得られた。

交配2 **交配1**で得られた先切ればねの個体どうしを交配させると，生まれた卵から野生型と先切ればねの成虫がおよそ1：2の割合で得られた。これは卵の一部が卵から幼虫にふ化する前に発生を停止したためである。

問5 交配に用いたショウジョウバエのはねの形質に関する記述として最も適切なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。 7

- ① 先切ればねは野生型に対して優性である
- ② 先切ればねは野生型に対して劣性である。
- ③ 先切ればねと野生型は不完全優性の関係にある。

問6 問5の優劣関係を導き出す根拠となった交配結果として最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① **交配1**の結果，先切ればねの個体が生まれたから。
- ② **交配1**の結果，野生型の個体が生まれたから。
- ③ **交配2**の結果，先切ればねの個体が生まれたから。
- ④ **交配2**の結果，野生型の個体が生まれたから。

生物 I

問7 交配2で野生型と先切ればねの成虫がおよそ1：2の割合で得られたのは、はねの形質を決める遺伝子が致死遺伝子としてのはたらきをもっているからである。これに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

9

- ① 野生型の遺伝子は優性の致死遺伝子で、生まれた卵の $\frac{1}{3}$ が発生を停止した。
- ② 野生型の遺伝子は優性の致死遺伝子で、生まれた卵の $\frac{1}{4}$ が発生を停止した。
- ③ 野生型の遺伝子は劣性の致死遺伝子で、生まれた卵の $\frac{1}{3}$ が発生を停止した。
- ④ 野生型の遺伝子は劣性の致死遺伝子で、生まれた卵の $\frac{1}{4}$ が発生を停止した。
- ⑤ 先切ればねの遺伝子は優性の致死遺伝子で、生まれた卵の $\frac{1}{3}$ が発生を停止した。
- ⑥ 先切ればねの遺伝子は優性の致死遺伝子で、生まれた卵の $\frac{1}{4}$ が発生を停止した。
- ⑦ 先切ればねの遺伝子は劣性の致死遺伝子で、生まれた卵の $\frac{1}{3}$ が発生を停止した。
- ⑧ 先切ればねの遺伝子は劣性の致死遺伝子で、生まれた卵の $\frac{1}{4}$ が発生を停止した。

第2問 単細胞生物と生殖に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A ゾウリムシは一つの細胞で体が構成されている単細胞生物である。そのため個体を維持するための摂食や消化、運動などの 栄養活動と、種を維持するための生殖活動を一つの細胞で行っており、細胞内にはこれらの活動を行うのに必要なさまざまな構造が発達している。

ある種のゾウリムシは細胞内に二つの小核と一つの大核をもっている。図1はこの大核と小核について模式的に示したもので、他の構造は省略してある。この小核に含まれる遺伝子は生殖活動に用いられ、栄養活動には大核の遺伝子が用いられている。このゾウリムシは普段、無性生殖である によって増殖する。やがてこの増殖能力が失われてくると、有性生殖である を行い次世代をつくる。この結果、次世代のゾウリムシは増殖能力を回復する。

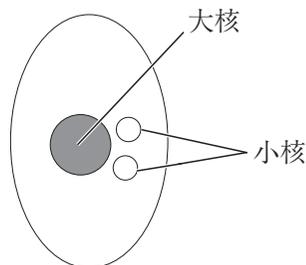


図 1

問1 下線部アのゾウリムシよりも大きいと考えられる生物や構造物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 乳酸菌 | ② ヒキガエルの卵 | ③ 酵母菌 |
| ④ 葉緑体 | ⑤ ネンジュモの細胞 | ⑥ ヒトの赤血球 |

問2 下線部イのゾウリムシの栄養活動にはさまざまな細胞小器官が関与している。
次の(1)～(3)の栄養活動を行う細胞小器官は何か。最も適当なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- (1) 食物を消化する。
- (2) 細胞内の水分を調節する。
- (3) 細胞の移動に用いられる。

- ① 仮足 ② べん毛 ③ 色素胞 ④ 葉緑体
⑤ 食胞 ⑥ 毛様体 ⑦ 収縮胞 ⑧ 繊毛

問3 下線部ウの無性生殖に関する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。

- ① プラナリアなどの多細胞生物にも分裂によって個体数を増加させるものがある。
② ジャガイモは根の一部から新しい個体をつくることができる。
③ サンゴは栄養器官の一部から新しい個体をつくり、増殖する。
④ 挿し木は出芽とよばれる生殖方法の一種である。
⑤ 自然界では単細胞生物も多細胞植物も栄養生殖を行うことができる。

問4 前ページ文章中の ・ に当てはまる生殖法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。

- | | 工 | 才 | | 工 | 才 |
|---|------|----|---|------|----|
| ① | 栄養生殖 | 受精 | ② | 栄養生殖 | 接合 |
| ③ | 出芽 | 受精 | ④ | 出芽 | 接合 |
| ⑤ | 分裂 | 受精 | ⑥ | 分裂 | 接合 |

生物 I

B 図2はゾウリムシの有性生殖の過程を模式的に示したものであり、以下はその説明である。

- 過程1 ゾウリムシに含まれる複相($2n$)の小核二つがそれぞれ カ 減数分裂する。
 過程2 過程1の結果生じた キ 8個の核のうち1個だけが残し、他の7個は消失する。
 過程3 残った1個の核が核分裂して ク 2個の核となる。
 過程4 過程1～3を行った個体間で一つの核を交換し、交換した核と個体内に残った核とが融合して一つの核になる。
 過程5 核が核分裂によって ケ 4個の生殖核となる。
 過程6 四つの生殖核のうち、二つが小核、残りの二つは大核に分化する。
 過程7 細胞が2個になるとき、小核は分裂して二つの細胞に分配されるが、大核は分裂せずに分配される。旧大核はやがて消失する。

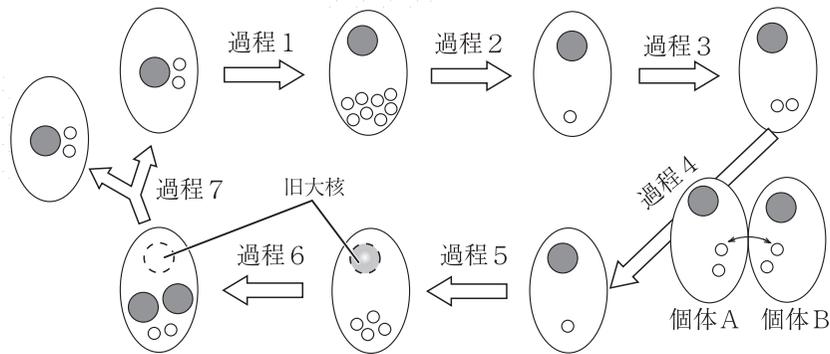


図 2

問5 下線部カの減数分裂の過程を観察するには、ムラサキツユクサのどの部分を用いればよいか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- | | | |
|--------|-----------------------|---------|
| ① 茎の先端 | ② 葯 <small>やく</small> | ③ 胚のう細胞 |
| ④ 根端細胞 | ⑤ 花卉の細胞 | |

問6 $2n = 6$ の染色体構成をもつ生物において、細胞が減数分裂する過程を次に説明した。この記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

8

- ① 第一分裂中期には、二価染色体が3本観察できる。
- ② 第一分裂中期に観察できる二価染色体は、4本の染色体で構成されている。
- ③ 第二分裂中期には、縦裂した(2本の染色体からなる)染色体が3本赤道面に並んでいる。
- ④ 第二分裂終期には、染色体が縦裂面で分離し、両極に移動していく。
- ⑤ 第二分裂を終えた細胞の核には、3本の染色体が含まれる。

問7 ゾウリムシが過程1～7および図2に示した生殖法で増殖するとき、二重下線部キ～ケの核に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

9

- ① キの8個の核は単相(n)で、全て同じ遺伝子型をもつ。
- ② キの8個の核は複相($2n$)で、全て異なる遺伝子型をもつ。
- ③ クの2個の核は単相で、全て同じ遺伝子型をもつ。
- ④ クの2個の核は複相で、全て異なる遺伝子型をもつ。
- ⑤ ケの4個の核は単相で、全て同じ遺伝子型をもつ。
- ⑥ ケの4個の核は複相で、全て異なる遺伝子型をもつ。

問8 ゾウリムシは主に無性生殖で増殖するが、この増殖能力が失われたり環境が変化すると有性生殖を行うことがある。有性生殖の利点として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

10

- ① これまでのゾウリムシにはなかった形質を獲得できる。
- ② 無性生殖に比べると、1回の生殖で得られる次世代の数が多い。
- ③ 親と全く同じ遺伝子をもった次世代ができる。
- ④ 無性生殖に比べると、1回当たりの生殖にかかる時間が短い。
- ⑤ 生殖で生じる次世代の遺伝的な組合せが多様になる。

第3問 ほ乳類の内部環境を一定に保つ仕組みに関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 多細胞動物を構成する細胞はその多くが^ア体液と呼ばれる内部環境に取り囲まれている。そのため、多細胞動物では細胞が外部環境の変動を直接受けることは少ない。これはさまざまな^イ体内環境をほぼ一定に保つ仕組みが存在するからである。

ヒトの体では^ウ腎臓が体液の浸透圧調節に重要な役割を果たす。1個の腎臓の内部にはネフロンと呼ばれる構造が個ほどある。腎臓に流れ込んだ血液はネフロンを構成するからを通り、腎静脈に流れ出てくる。この間に血液中の尿素などの老廃物が取り除かれる。しかし、^キ有用成分は失われない。

問1 下線部アの体液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。

- | | | | | | |
|------|-----|------|------|-----|------|
| ① 血液 | 細胞液 | リンパ液 | ② 原尿 | 細胞液 | リンパ液 |
| ③ 血液 | 組織液 | リンパ液 | ④ 原尿 | 組織液 | リンパ液 |
| ⑤ 血液 | 細胞液 | 等張液 | ⑥ 原尿 | 細胞液 | 等張液 |
| ⑦ 血液 | 組織液 | 等張液 | ⑧ 原尿 | 組織液 | 等張液 |

問2 下線部イの体内環境を一定に保つ仕組みとして誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 筋肉は体温が低下すると、筋肉でのエネルギー生産量を増加させる。
- ② 血液中のグルコース量が低下すると、肝臓でのグリコーゲン分解を促進する。
- ③ 食事を取ると、すい臓のランゲルハンス島 B 細胞からのホルモン分泌が増加する。
- ④ 腎臓は有害なアンモニアを尿素に変えて排出している。
- ⑤ 血液中のカルシウム量が低下すると、副甲状腺からのホルモン分泌量が増加する。

問3 下線部ウの腎臓は，図1に模式的に示した器官のいずれに相当するか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

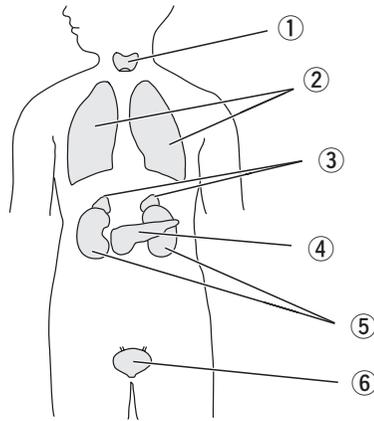


図 1

問4 前ページ文章中の 工 に当てはまる数値として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 100 ② 1,000 ③ 1万 ④ 10万 ⑤ 100万

問5 前ページ文章中の オ・カ 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。 5

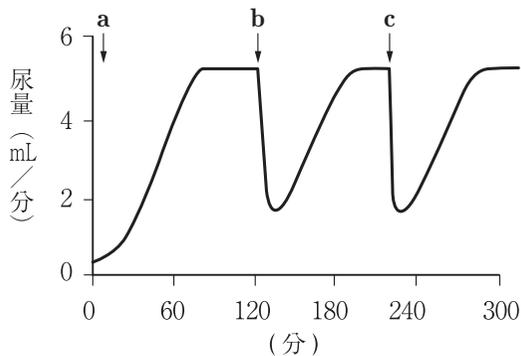
- | | オ | カ | | オ | カ |
|---|-----|------|---|------|------|
| ① | 細尿管 | 毛細血管 | ② | 毛細血管 | 腎動脈 |
| ③ | 腎動脈 | 糸球体 | ④ | 糸球体 | 毛細血管 |
| ⑤ | 糸球体 | 細尿管 | ⑥ | 細尿管 | 腎動脈 |

問6 下線部キに示した，腎臓の尿生成において有用成分を失わない仕組みとして最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 解毒作用 ② 能動輸送 ③ ろ過 ④ 代謝 ⑤ 極性移動

生物 I

B イヌの体液はヒトと同じ浸透圧をもつ。このイヌの浸透圧調節を見てみると、大量の水を飲ませた(操作 a)ときには、イヌの体液の浸透圧が **ク** するので、尿の浸透圧が **ケ** し、その量も多くなる。一方、**ク** 体液と等張の食塩水 10mL をけい動脈内に注射しても、尿の浸透圧や尿量は変化しないが、体液より高張な食塩水 10mL をけい動脈内に注射する(操作 b)と、尿量が一時的に減少する。同様の現象は **+** 脳下垂体後葉から抽出した物質 を静脈内に注射して(操作 c)も観察できる。このような操作 a～c を行ったときの尿量の変化を図 2 に示した。



操作 a … 大量の水を飲ませる。

操作 b … 高張食塩水をけい動脈内に注射する。

操作 c … 脳下垂体後葉抽出物を静脈内に注射する。

図 2

問 7 上の文章中の **ク**・**ケ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **7**

- | | | | | | |
|---|----|----|---|----|----|
| | ク | ケ | | ク | ケ |
| ① | 上昇 | 上昇 | ② | 上昇 | 低下 |
| ③ | 低下 | 上昇 | ④ | 低下 | 低下 |

問8 下線部コの濃度(%)として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

8 %

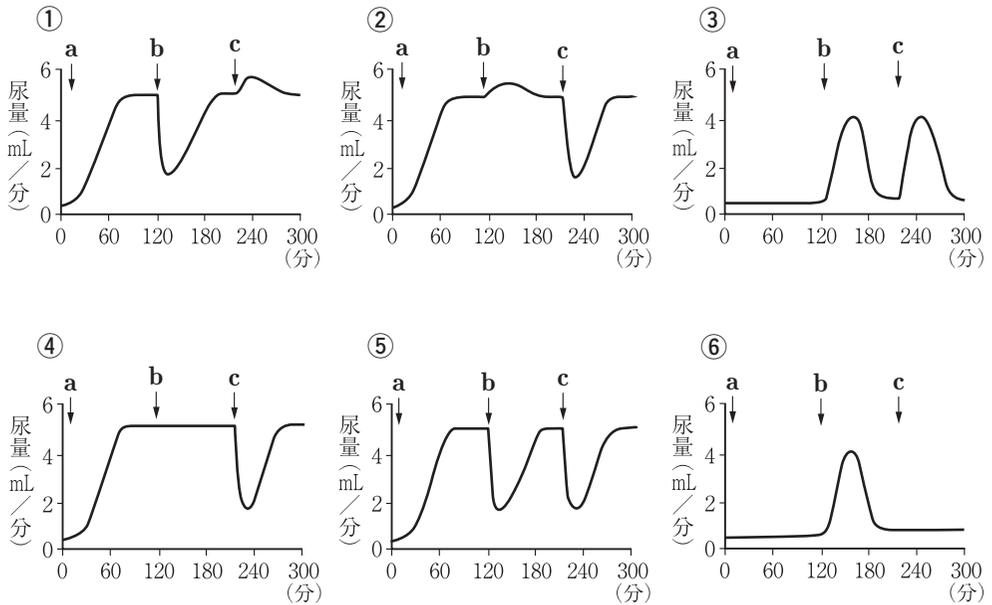
- ① 0.1 ② 0.65 ③ 0.9 ④ 1.5 ⑤ 2.5

問9 下線部サと関係の深いホルモン名として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **9**

- ① 鉱質コルチコイド ② バソプレシン ③ インスリン
④ パラトルモン ⑤ アドレナリン ⑥ チロキシン

問10 あらかじめ脳下垂体後葉を除去したイヌで、図2に示した操作a～cを行った。このときの結果として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

10



第4問 植物ホルモンに関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 植物は種子から発芽し、花を咲かせて再び種子をつくるまでには、さまざまな環境の刺激に対して反応し、調節を行っている。これは植物が環境の変化によって、植物体内で植物ホルモンの生産や分解を行うだけでなく、組織間を移動させて細胞どうしの情報伝達も行っているためである。

たとえば、オナモミの が 花芽形成に有効な光周期を受容すると、植物ホルモンのフロリゲンを合成し、茎の先端に運んで花芽の形成を促進する。このように、季節が花芽形成に適したことを伝えるのである。また、多くの種子では発芽に適した時期が来るまでは種子内で が高い濃度を維持し、発芽を阻害している。一方、ムギの種子では発芽に必要な条件がそろくと、種子内で が増加して発芽が促進される。さらに、発芽して地上に出た幼葉鞘は、光源方向に向かって曲がる。この結果、植物は光合成に必要な光をより受容しやすくなり、成長に必要な有機物をより多く合成できるようになる。

問1 上の文章中の に当てはまる植物の器官は何か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 根 ② 茎 ③ 葉 ④ 花 ⑤ 果実

問2 下線部イは植物によって異なる。限界暗期が9時間のオナモミが花芽を形成する光周期として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 10時間の明期と10時間の暗期を繰り返す、20時間の光周期
 ② 13時間の明期と11時間の暗期を繰り返す、明期の方が長い24時間の光周期
 ③ 10時間の明期と14時間の暗期を繰り返す、暗期の方が長い24時間の光周期
 ④ 12時間の明期と、暗期の真ん中で短時間の光中断を1回行い、合計12時間の暗期を繰り返す、24時間の光周期
 ⑤ 12時間の明期と、暗期開始後2時間で短時間の光中断を1回行い、合計12時間の暗期を繰り返す、24時間の光周期

問3 前ページ文章中の **ウ**・**エ** に当てはまる植物ホルモン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。 **3**

ウ

- ① アブシシン酸
- ② オーキシシン
- ③ アブシシン酸
- ④ オーキシシン

エ

- サイトカイニン
- サイトカイニン
- ジベレリン
- ジベレリン

生物 I

B トマトの苗は図1の(1)に示したように成長するが、根が水につき、土壤に十分な酸素が供給されなくなると、図1の(2)に示したように葉柄が巻いたように成長する(矢印)ことがある。このような葉柄の湾曲は、植物の水分不足ではなく、葉のエチレン濃度が変化することによって起こることがわかっている。

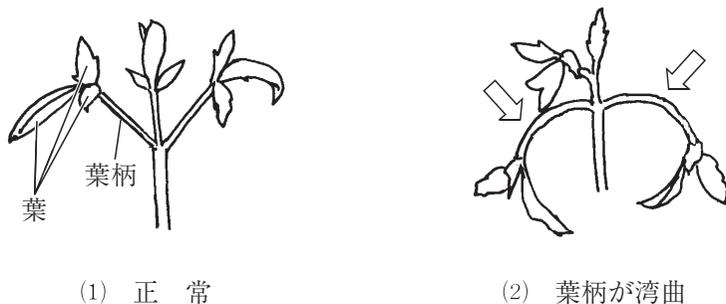


図 1

この現象の仕組みを調べるために、トマトの根を培養液に浸し、培養液に十分な酸素を送り込む高酸素条件と、培養液に酸素が不足する低酸素条件で苗を成長させた。その結果、前者は図1の(1)のように成長し、後者は図1の(2)のように湾曲した。各条件においてから、時間ごとに根および葉の生重量(1mg)当たりのエチレン量を測定し、図2に示した。

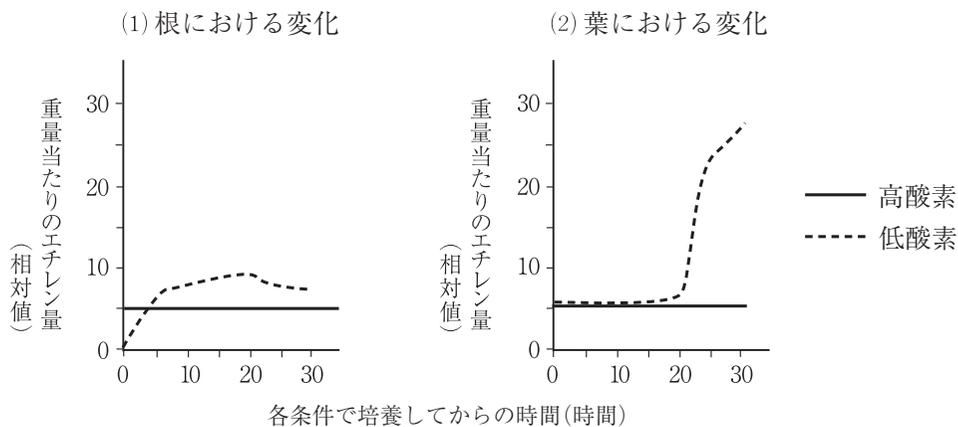


図 2

図 2 のエチレン濃度の変化から，根に供給される酸素濃度が低くなると，葉でのエチレン濃度が **オ** くなるため，トマトの葉柄の上側表面にある細胞の成長が **カ** されることで，葉が下に湾曲することがわかった。

問 4 上の文章中の **オ**・**カ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

- | オ | カ | オ | カ |
|-----|----|-----|----|
| ① 高 | 促進 | ② 高 | 抑制 |
| ③ 低 | 促進 | ④ 低 | 抑制 |

問 5 エチレンのはたらきとして**適当でないもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5

- | | |
|-------------------|--------------|
| ① 果実を成熟させる。 | ② 落葉や落果の促進。 |
| ③ 茎の伸長成長の抑制。 | ④ 花の老化を促進する。 |
| ⑤ 種子のないブドウを形成させる。 | |

生物 I

問 6 エチレンは、高等植物の生体内で、ほとんどすべての組織に大量に存在する物質 **S** から合成される。図 3 に物質 **S** からエチレンが合成される過程を示した。植物体内で酵素 **a** が合成されるようになると、物質 **S** は物質 **A** に変化する。さらに、この物質 **A** が植物体内にある酵素 **b** によって酸素を消費してエチレンに変化する。

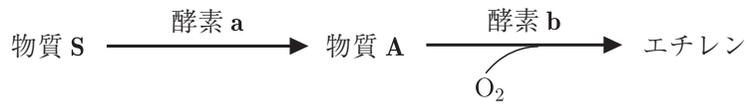


図 3

トマトの根を高酸素条件の培養液と低酸素条件の培養液に浸し、時間ごとに根および葉の生重量(1mg)当たりの酵素 a 量と物質 A 量を測定し、図 4 に示した。この結果から、根で酸素が不足してから 20 時間以内にかかることとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 6 7

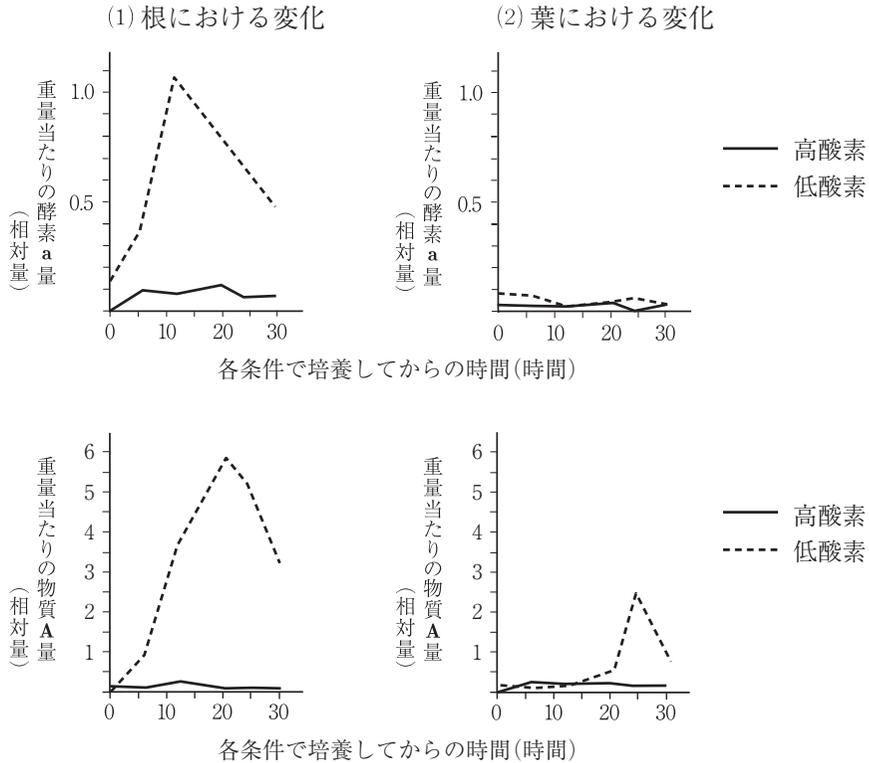


図 4

- ① 根で酵素 a が増え、物質 A も増える。
- ② 根で酵素 a は増えるが、物質 A は増えない。
- ③ 根で酵素 a は増えないが、物質 A は増える。
- ④ 根では酵素 a も物質 A も増えない。
- ⑤ 葉で酵素 a が増え、物質 A も増える。
- ⑥ 葉で酵素 a は増えるが、物質 A は増えない。
- ⑦ 葉で酵素 a は増えないが、物質 A は増える。
- ⑧ 葉では酵素 a も物質 A も増えない。

生物 I

問7 トマトの根が水に浸かると葉が湾曲する仕組みは次のように考えることができる。まず、根が水に浸かることによって根に供給される **キ** が不足すると、**ク** の生成量が上昇する。しかし、**ク** は **キ** が不足しているのでエチレンには変化できない。それゆえ、過剰の **ク** は、根で吸収された水や無機塩類とともに **ケ** によって地上部に送られる。地上部では **キ** が十分あるので、根から送られた **ク** がエチレンに変えられたと考えられる。

上の文章中の **キ** ~ **ケ** に当てはまる語として最も適当なものを、次の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。キ **8** ク **9** ケ **10**

① 物質 A

③ 物質 S

④ 酸素

⑤ 道管

⑥ 師管