

生 物 I

(全 問 必 答)

第 1 問 細胞性粘菌であるキイロタマホコリカビの生育と分化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 1 ～ 6 〕(配点 20)

キイロタマホコリカビは、図 1 に示すように、ア アメーバ状の単細胞の状態のときは森林内の日陰の湿った土壤に生息し、分裂して増殖する。栄養が少なくなると増殖を止め、細胞が集まり始め、盛り上がってマウンドとよばれる細胞の集合体を形成する。そしてマウンドの頂上から突起を出す。イ その突起の細胞群からは、ある信号物質が放出される。突起を上方に伸ばして縦長になり、その後横倒しになって、ウ 突起部分を前部とする前部・後部の区別のある移動体となる。移動体は落ち葉表面などに移動し、前部が上方を向き、伸びて柄となり、後部はその柄の先端で胞子に分化して子実体を形成する。

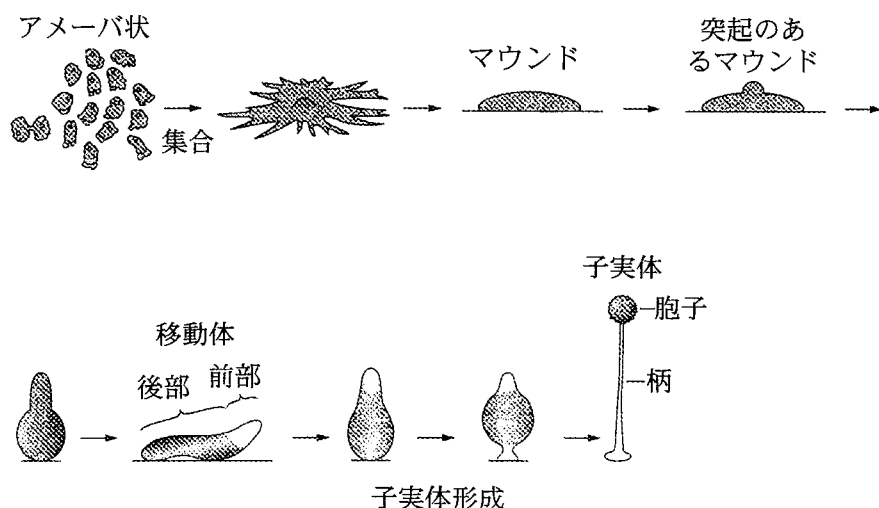


図 1 キイロタマホコリカビの生育と分化(前部や柄の細胞群を白抜きで示す)

問 1 細胞内の構造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

- ① キイロタマホコリカビもミドリムシもミトコンドリアをもつ。
- ② キイロタマホコリカビもゾウリムシもゴルジ体をもつ。
- ③ 核小体は、キイロタマホコリカビにはあるが、大腸菌にはない。
- ④ 核膜孔(核孔)は、キイロタマホコリカビにはあるが、酵母菌にはない。

問 2 下線部アに関連して、アメーバ状の細胞が移動する際に用いる構造体として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

- ① 繊 毛
- ② べん毛
- ③ 仮 足
- ④ 収縮胞
- ⑤ 液 胞
- ⑥ 食 胞

問 3 アメーバ状の細胞は、細胞内の水分の流出入を調節する仕組みをもっている。植物で、水分の流出入を利用して積極的に変形する組織または細胞として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

- ① 頂端分裂組織
- ② 海綿状組織
- ③ 道 管
- ④ 師 管
- ⑤ 形成層
- ⑥ 孔辺細胞

問 4 下線部イの信号物質を放出する細胞群は、移動体の前後の細胞群、ひいては柄細胞や孢子細胞への分化を誘導する役割をしていると考えられている。イモリなどの発生において同等な役割を果たしているもの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 受精卵
- ② ^{はい}胚
- ③ 原 腸
- ④ 形成体
- ⑤ 原 基

生物 I

問 5 下線部ウの移動体の前部や後部には突起形成能力と突起形成抑制能力(突起をつくらせない能力)があり、その相対的な強さに違いがある。その相対的な強さを調べるため、色素で標識した移動体から前部細胞群と後部細胞群を切り取り、他の移動体の前部や後部へ移植する実験 1 ～ 4 を行い結果を得た(例：図 2)。前部と後部について推定される突起形成能力と突起形成抑制能力の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを選んでもよい。前部

5

 後部

6

実験 1 前部細胞群を別の移動体の後部に移植すると、その移植片が新たな突起をつくり、その後分かれて独立の移動体となった(図 2)。

実験 2 前部細胞群を別の移動体の前部に移植しても、その移植片は新たな突起をつくらなかった。

実験 3 後部細胞群を別の移動体の後部に移植しても、その移植片は新たな突起をつくらなかった。

実験 4 後部細胞群を別の移動体の前部に移植しても、その移植片は新たな突起をつくらなかった。

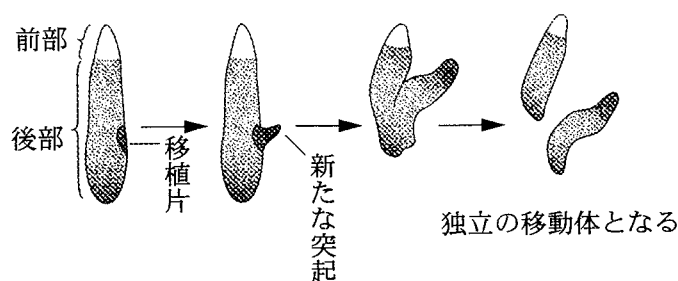


図 2 移植実験の例(他の移動体の前部細胞群を後部に移植した実験 1 に相当する)

	突起形成能力	突起形成抑制能力
①	強 い	強 い
②	強 い	弱 い
③	弱 い	強 い
④	弱 い	弱 い

生物 I

第 2 問 動物の生殖と発生に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

A 卵や精子をつくるもとになる細胞は、始原生殖細胞とよばれる。始原生殖細胞は、体細胞分裂を行い、雌では卵原細胞に、雄では精原細胞になる。精原細胞は体細胞分裂を経て、一次精母細胞になる。一次精母細胞は減数分裂を行い精細胞になるが、やがて形が変化して精子になる。卵原細胞は体細胞分裂の後、栄養分を蓄えて大形の一次卵母細胞になる。一次卵母細胞は 2 回の分裂後、一つの大きな卵と小さな極体になる。

問 1 ヒトの精子の構造に関する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。

- ① 頭部には先体がある。
- ② 頭部はほとんど核で占められている。
- ③ 中片部にはミトコンドリアがある。
- ④ 尾部には中心体がある。
- ⑤ 尾部は中片部より長い。

問 2 分裂中期の始原生殖細胞がもつ DNA 量と同量の DNA をもつ細胞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 一次精母細胞 | ② 二次精母細胞 | ③ 二次卵母細胞 |
| ④ 第一極体 | ⑤ 第二極体 | ⑥ 精 子 |

問 3 ヒトの精子は分裂中期の二次卵母細胞に侵入するが、精子の核は二次卵母細胞が第二分裂を終了した後に卵の核と合体する。このことを説明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。 3

- ① 二次卵母細胞の染色体の複製が完了するまで待つ必要がある。
- ② 卵の染色体数が精子の染色体数と同じになる必要がある。
- ③ 卵の核の DNA が崩壊するまで待つ必要がある。
- ④ 二次卵母細胞の減数分裂の速度を遅くする必要がある。
- ⑤ 精子の核の DNA が崩壊するまで待つ必要がある。

生物 I

B ウニの受精卵は、ア 3 回の卵割までは等分裂するが、4 回目の卵割は不等分裂をして動物極側から順に、中、大、小の 3 種類の割球ができる。胞胚後期になると、植物極側の細胞群が胞胚腔^{ほうはいこう}に落ち込みはじめる。原腸胚期になると、この細胞が骨片を形成する。原腸胚中期になると、原腸の先端付近から細胞が遊離して別の細胞群ができる。この細胞群は になる。原腸は陥入を続け、動物極側の側面に到達するとその場所に穴があき、 ができる。原腸胚は、プリズム幼生、プルテウス幼生を経て成体になる。

実験 1 下線部アの部分について実験を行い、次の結果を得た。

- (1) 2 および 4 細胞期胚の割球をばらばらに分けて培養すると、割球は小さいが完全なプルテウス幼生になった。
- (2) 8 細胞期胚の動物極側の 4 細胞と植物極側の 4 細胞を別々に培養すると、動物極側の細胞は胞胚で発生を停止した。しかし、植物極側の細胞は小さくて不完全なプルテウス幼生になった。
- (3) 16 細胞期胚の小割球を培養すると、骨片が形成された。

問 4 上の文章中の ・ に入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。

イ	ウ	イ	ウ
① 外胚葉	□	② 外胚葉	肛 門 ^{こうもん}
③ 中胚葉	□	④ 中胚葉	肛 門
⑤ 内胚葉	□	⑥ 内胚葉	肛 門

問 5 以下のような実験を行った場合、推察される結果はどれか。実験 1 の結果を参考にして、最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5

- ① 2細胞期胚の割球のうち、一つの割球の核を取り除くと、もう一つの割球は発生を停止する。
- ② 4細胞期胚の割球をばらばらにして培養すると、割球の次の分裂は不等分裂である。
- ③ 8細胞期胚の割球をばらばらにして培養すると、一部の割球は骨片をつくる細胞になる。
- ④ 8細胞期胚の割球をばらばらにして培養すると、それぞれが正常に発生して小さいが完全なプルテウス幼生になる。
- ⑤ 16細胞期胚の動物極と植物極を結ぶ面で二つに分離して培養すると、どちらも骨片を形成しない。

第 3 問 遺伝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 ～] (配点 20)

遺伝子は、個体の遺伝形質を支配する。ただし、遺伝子と形質との関係は単純なものばかりではない。一つの遺伝子が複数の形質に関与していたり、逆に一つの形質が複数の遺伝子に支配されていたりすることがある。このような場合でも、その遺伝様式は、基本的にはメンデルの遺伝の法則で説明することができる。

問 1 メンデルの遺伝の法則の一つに、優性の法則がある。この法則で使われる「優性」の意味を適用して「対立遺伝子 A は対立遺伝子 a に対して優性である」と記述すると、それはどのような状態を指すか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 遺伝子型 Aa の表現型は、遺伝子型 AA の表現型と同じである。
- ② 遺伝子型 Aa の表現型は、遺伝子型 aa の表現型と同じである。
- ③ 遺伝子型 AA の個体は、遺伝子型 aa の個体より生存に有利である。
- ④ 遺伝子型 Aa の個体は、遺伝子型 aa の個体より生存に有利である。

問 2 魚類のある種で知られている 2 組の対立遺伝子がある。この 2 組は異なる常染色体上にあり、色素の形成に関与している。これらの遺伝子に関与する色素がない個体は、体色は白色となる。

2 組の対立遺伝子の方の組を D と d 、他方の組を E と e で表すことにする。 D は d に対して、また E は e に対して優性である。4 種類の純系の体色は、 $DDEE$ が黒色、 $DDee$ が ^{だいだいいろ} 橙色、 $ddEE$ と $ddee$ が白色である。

遺伝子 D と遺伝子 E はどのような関係にあると推測されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① D は、 E が存在するときのみ形質を発現する。
- ② E は、 D が存在するときのみ形質を発現する。
- ③ D は、 E の形質の発現を抑制する。
- ④ E は、 D の形質の発現を抑制する。

問 3 上記の魚類の、遺伝子型 $DDEE$ の個体と遺伝子型 $ddee$ の個体を交配し、さらにその子どうしを交配すると、次の世代では表現型の分離比はどのようになると予想されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

3

黒色：橙色：白色

- ① 1 : 2 : 1
- ② 2 : 1 : 1
- ③ 9 : 3 : 4
- ④ 12 : 3 : 1

生物 I

問 4 多数の遺伝子について連鎖関係を調べると、その生物がもつ連鎖群の数が分かる。昆虫のある種で連鎖群の数を調べたところ、6 であることが分かった。この昆虫の受精卵がもつ染色体の数として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① 3

② 6

③ 12

④ 24

問 5 ヒトの性染色体には、X 染色体と Y 染色体がある。このうちの Y 染色体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。

- ① 母親から娘に伝えられる。
- ② 母親から息子に伝えられる。
- ③ 父親から娘に伝えられる。
- ④ 父親から息子に伝えられる。

第 4 問 神経細胞と動物の行動に関する次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

A 神経細胞の電気的な性質を調べるため, 細胞内に細い電極を入れ, 細胞の外側に対する電位(神経細胞内の電位)を測定した。図 1 は, この神経細胞の興奮とその前後の電位を表したものである。アは静止電位の大きさ, イは活動電位, ウは活動電位の大きさを表している。

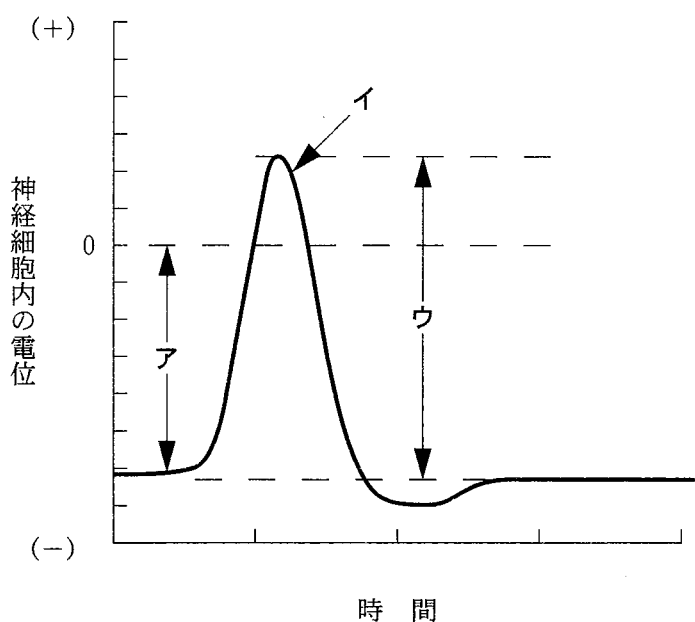


図 1

問 1 図 1 において, 縦軸と横軸の 1 目盛りの値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。

	縦 軸	横 軸		縦 軸	横 軸
①	1 mV	1 ミリ秒	②	1 mV	10 ミリ秒
③	10 mV	1 ミリ秒	④	10 mV	10 ミリ秒

問 2 図 1 の神経細胞は、ある感覚器の複数の感覚細胞からの情報を集めて中枢に伝えている。その感覚器に、より強い刺激が与えられたとき、この神経細胞で観察される電位変化の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。 2

- ① イの発生頻度が高くなる。
- ② ウが小さくなる。
- ③ ウが大きくなる。
- ④ ウの大きさもイの発生頻度も変化しない。

生物 I

B 成熟した雌雄のチャバネゴキブリが出会うと、互いに触角を激しく触れ合う（以下、この行動を「フェンシング」という）。フェンシングをすると、雄は翅^{はね}を立てながら回転し（翅上げ・回転行動）、尾部を雌に向ける。すると、雌は後ろから雄に乗りかかりながら、雄の腹部背面をなめる。その部分をなめられると、雄は腹部を伸展させながら後ずさりし（腹部伸展・後ずさり行動）、自分の交尾器を雌の交尾器と結合させる。しかしながら、雌雄が近づいてもフェンシングが行われなければ、それに引き続く配偶行動は起こらないし、一連の配偶行動が途中から始まることもない。また、ふ化後単独で飼育された個体どうしてもこのような配偶行動が観察されることから、これは **エ** 行動であることが分かる。この配偶行動のメカニズムを明らかにするため、以下の実験 1～4 を行った。

実験 1 雌の触角を切り取り、その触角でフェンシングのように雄の触角を刺激すると、雄は翅上げをしながら回転し、尾部を雌の触角の方に向けた。

実験 2 雌の触角を切り取り、化学物質を溶かすことができるヘキサン（有機溶媒の一種）で洗ってから、その触角で雄の触角をフェンシングのように刺激したが、雄は反応しなかった。

実験 3 雄の触角を切り取り、その触角でフェンシングのように他の雄の触角を刺激したが、雄は反応しなかった。

実験 4 実験 1 に引き続き、翅上げをしている雄の腹部背面を小さな筆で刺激すると、雄は腹部を伸ばしながら後ずさりした。

問 3 上の文章中の **エ** に入る語句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**

- | | |
|----------|----------|
| ① 試行錯誤的な | ② 刷込みによる |
| ③ 生得的な | ④ 学習による |

問 4 雄の翅上げ・回転行動を引き起こす直接の原因を明らかにするための追加実験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

- ① 正常な雄と片側の触角を切除した雌を会わせる。
- ② 多数の雌の触角を洗ったヘキサン抽出液を濃縮し、それを塗り付けた雄の触角で他の雄の触角を刺激する。
- ③ 空気の流れがない暗黒中で雌雄を会わせる。
- ④ 雄の風上あるいは風下に直接接触できないように雌をおき、それぞれの場合で翅上げ・回転行動の発現率を調査する。

問 5 雄の腹部伸展・後ずさり行動に関してどのようなことが考えられるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 翅上げをしている雄は、腹部背面にある感覚器で雌の口器の表面にある化学成分を感知して、この行動を起こす。
- ② 翅上げをしている雄にこの行動を起こさせるには、腹部背面への接触刺激のみでよい。
- ③ 雄が雌の体表から揮発しているフェロモンを感じ取り、雌の存在を確認することが、この行動の発現に必要である。
- ④ 翅上げをしていない雄でも、腹部背面を小さな筆で刺激されると、この行動を起こす。

問 6 チャバネゴキブリの配偶行動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。 6

- ① 雄が配偶行動を開始するためには、必ず雌個体そのものの存在が必要である。
- ② 雌の触角には雄の配偶行動を引き起こすことのできる化学物質があり、大気中に拡散して作用する。
- ③ 配偶行動の開始には視覚情報も必要である。
- ④ 配偶行動は、いくつかの反射の連続により構成されている。

生物 I

第 5 問 環境条件の変化に対する植物の反応に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

A ア 植物は様々な反応に太陽光を利用している。気孔の開閉運動もその反応の一つである。気孔は光合成による二酸化炭素の吸収を行うと同時に、水蒸気を放出する蒸散を行っている。気孔は環境条件の変化に応じた開閉運動を行っているため、光合成速度、蒸散速度とも気孔の開閉を支配する環境条件や植物ホルモンなどの要因に支配される。気孔を開かせるホルモンとしては 、気孔を閉じさせるホルモンとしては が知られている。

問 1 下線部ア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。

- ① 植物はヒトの眼にはほとんど見えない遠赤色光も利用することができる。
- ② 種子の発芽には光が必須で、温度は重要でない。
- ③ 花芽形成を決定する日長条件としては、1日の明期の合計が重要である。
- ④ 光屈性(屈光性)により、茎や根は光源の方に曲がる。

問 2 上の文章中の イ ・ ウ に入る語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。 2

- | イ | ウ |
|-----------|---------|
| ① アブシシン酸 | サイトカイニン |
| ② サイトカイニン | アブシシン酸 |
| ③ オーキシシン | ジベレリン |
| ④ ジベレリン | オーキシシン |
| ⑤ アブシシン酸 | ジベレリン |
| ⑥ ジベレリン | アブシシン酸 |
| ⑦ サイトカイニン | オーキシシン |
| ⑧ オーキシシン | サイトカイニン |

生物 I

B 光合成速度と蒸散速度はともに気孔の大きさに支配されるが、気孔を通した気体の移動は物理的拡散によって生じるため、二酸化炭素と水蒸気の、大気と植物葉内のあいだの濃度差にも支配される。大気中と葉内における二酸化炭素と水蒸気の濃度はそれぞれ異なる条件の影響を受けるため、見かけの光合成速度(P)と蒸散速度(T)の比(P/T)は一定ではない。

陽生植物の野外における見かけの光合成速度と蒸散速度の変化を調べ、その比を算出した。朝から夕方にかけての蒸散速度および見かけの光合成速度と蒸散速度の比の変化を示したのが図1である。

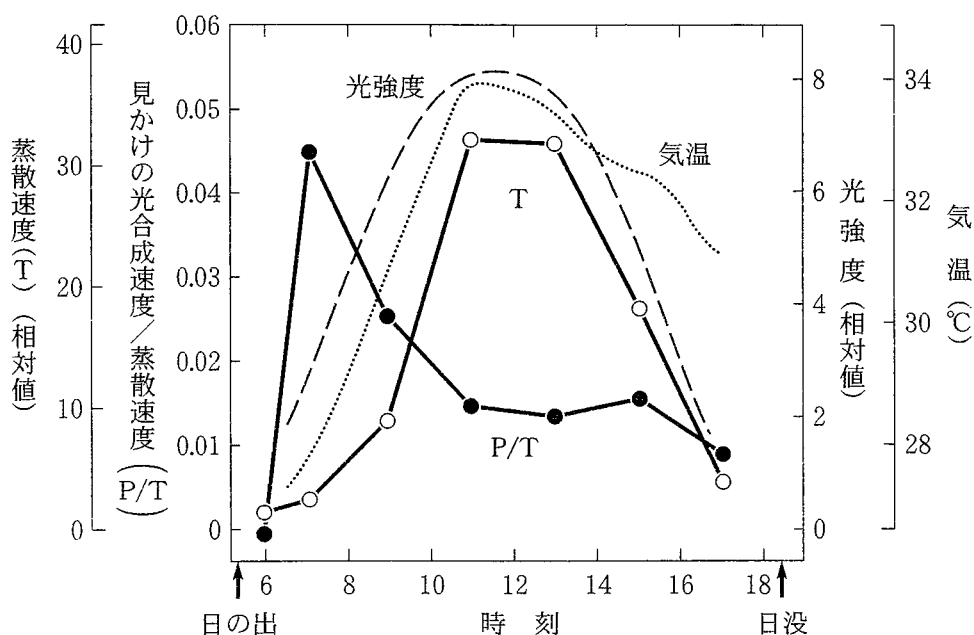


図1 蒸散速度および見かけの光合成速度と蒸散速度の比の変化

問 3 図 1 において、13 時における見かけの光合成速度は 9 時の見かけの光合成速度と比べて何倍になるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。約 倍

- ① 0.5 ② 1 ③ 2 ④ 4 ⑤ 10

問 4 図 1 の結果を説明する文として適当でないものを、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。なお、呼吸速度は図 1 の条件の範囲では温度が高いほど高く、朝から夕方までの大気中の二酸化炭素濃度は一定であるとする。

- ① 日の出のあとに植物の光合成が始まり、太陽光の強度の増加にしたがい光合成速度は急激に増加する。
- ② 9 時から 11 時にかけて、見かけの光合成速度の上昇よりも蒸散速度の上昇の方が大きいため P/T が低下する。
- ③ 11 時から 15 時までは、見かけの光合成の変化と蒸散速度の変化がほぼ同じ傾向であるため P/T の変化が小さい。
- ④ 11 時から 13 時には見かけの光合成速度が高いが、それはこの時間に呼吸速度が上昇して葉内の二酸化炭素濃度が上昇するためである。
- ⑤ 15 時における P/T が 9 時における P/T よりも小さいのは、主に蒸散速度の違いによる。
- ⑥ 15 時から 17 時にかけて、気温の低下の速度が遅いので見かけの光合成速度の低下も遅い。