

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～11)において最も適当なものを、それぞれの解答群①～⑤のうちから一つ選べ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 真核細胞にはさまざまな細胞小器官が見られる。この中には核のように多量のDNAを含むものもあるが、次の細胞小器官の中で少量のDNAを含むものはどれか。

- ① ゴルジ体 ② ミトコンドリア ③ リボソーム
④ 小胞体 ⑤ リソソーム

問2 10%グルコース溶液に酵母を入れ、35℃に保ったところ気体が発生した。酵母によって作られたこの気体は何か。

- ① 水素 ② 酸素 ③ 窒素
④ メタン ⑤ 二酸化炭素

問3 ポリペプチドを構成するアミノ酸は、隣り合うアミノ酸どうしが結合している。この結合の名称は何か。

- ① ペプチド結合 ② 水素結合 ③ 密着結合
④ 高エネルギーリン酸結合 ⑤ ギャップ結合

問4 ウニの発生過程で見られる現象として誤っているものはどれか。 4

- ① 8細胞期までは割球の大きさは等しい。
- ② 胞胚期に受精膜からふ化する。
- ③ 原腸胚期にできた原口はプルテウス幼生の肛門になる。
- ④ 神経胚になると神経板から神経がつくられる。
- ⑤ プリズム幼生に見られる骨片は中胚葉細胞からできる。

問5 ヒトの受容器と適刺激の組合せとして誤っているものはどれか。 5

受容器	適刺激
① コルチ器	音
② 網膜	光
③ 痛 点	強い圧力, 熱, 化学物質
④ 前 庭	体の回転
⑤ <small>みかくが</small> 味覚芽	液体中の化学物質

問6 神経系を構成する基本単位はニューロンである。このニューロンの機能についての記述として誤っているものはどれか。 6

- ① ニューロンの軸索が太いほど、軸索を伝わる興奮の速度は大きい。
- ② ニューロンが閾値以上の刺激を与えられたとき、刺激の強さが強くなっても興奮の大きさは変化しない。
- ③ 興奮が伝わる速度は無髄神経繊維よりも、有髄神経繊維の方が速い。
- ④ 刺激を受けていないニューロンの静止部では、細胞膜の外側が正(+), 内側が負(-)に帯電している。
- ⑤ ニューロンが刺激を受けるとカリウムチャンネルが開き、膜内外の電位が逆転する。

生物基礎・生物

問7 植物の反応と調節についての記述として最も適当なものはどれか。 7

- ① マカラスムギの幼葉鞘に光が当たると、ジベレリンによって光の当たらない側の成長が促進されて、光屈性が見られる。
- ② 限界暗期が9時間であるオナモミでは、1日の明期が15時間よりも長くなると花芽を形成する。
- ③ 植物は水が不足すると、葉のアブシシン酸濃度が増し、気孔が閉じる。
- ④ オオムギの種子では、胚のエチレン濃度が高くなると発芽する。
- ⑤ 葉がオーキシンを合成し、サイトカイニン濃度が低下すると、葉柄に離層が形成され落葉する。

問8 ヒトの体内で副交感神経のはたらきが強まることで起こる現象として最も適当なものはどれか。 8

- ① ひとみの拡大
- ② 心臓拍動の促進
- ③ 気管支の拡張
- ④ 立毛筋の収縮
- ⑤ 胃のぜん動運動の促進

問9 ホルモンとホルモンを分泌する内分泌腺との組合せとして最も適当なものはどれか。 9

- | 内分泌腺 | ホルモン |
|----------|----------|
| ① 脳下垂体後葉 | 成長ホルモン |
| ② 副腎皮質 | アドレナリン |
| ③ 甲状腺 | チロキシン |
| ④ 脳下垂体前葉 | バソプレシン |
| ⑤ 副腎髄質 | 糖質コルチコイド |

問10 地球が誕生してから現在までさまざまな生物が出現し、絶滅してきた。このような生物の出現や絶滅をもとに、5.4億年以降の地質時代は古生代、中生代、新生代に分けられる。この中で中生代の示準化石はどれか。 10

- ① サンゴ ② アンモナイト ③ 三葉虫
 ④ オウムガイ ⑤ アノマロカリス

問11 外胚葉、内胚葉に加えて中胚葉をもつ三胚葉性の動物は、発生過程で原口がそのまま成体の口になる旧口動物と、原口またはその付近に肛門が形成され、その反対側に口が形成される新口動物に分けられる。次の動物の中で新口動物はどれか。 11

- ① プラナリア ② カエル ③ ミミズ
 ④ カイメン ⑤ カニ

第2問 遺伝子導入に関する次の文章を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

原核生物である細菌の細胞には、真核生物の細胞と異なり、核を始めとするア膜で囲まれた細胞小器官が存在しない。この他にも、イ細菌は真核細胞と異なるいくつかの特徴をもっているが、遺伝子の本体であるDNA(以下、染色体DNAと呼ぶ)をもち、細胞膜によって外界と隔てられている点では、真核細胞と共通している。

細菌の細胞の中には染色体DNAの他に、プラスミドと呼ばれる小さな環状の2本鎖DNAがあり、このプラスミドには抗生物質抵抗性の遺伝子が含まれる場合がある。抗生物質は細菌やカビなどの微生物によって作られ、他の微生物の発育または機能を阻止するはたらきをもつ。しかし、ウ抗生物質を含む培地では死滅してしまう細菌に、抗生物質抵抗性の遺伝子を含むプラスミドを導入すると、細菌は抗生物質によって死滅することなく増殖できる性質(耐性)を示すようになる。

一方、このプラスミドは遺伝子導入においては遺伝子の運び屋として用いられることが多い。例えば、プラスミドにヒト遺伝子を組み込み、そのプラスミドを大腸菌に取り込ませることで、ヒトタンパク質を大腸菌で合成させることができる。このような大腸菌を得るために次の手順で**実験1～5**を行った。

実験1 図1に示したアンピシリン抵抗性遺伝子(*Amp^r* 遺伝子)と*lacZ* 遺伝子をもち、大腸菌内で複製できるプラスミドを用意した。

Amp^r 遺伝子 … 抗生物質のアンピシリンを分解するタンパク質の遺伝子

lacZ 遺伝子 … 培地に含まれる X-gal を分解し、青色の色素を合成する酵素の遺伝子。

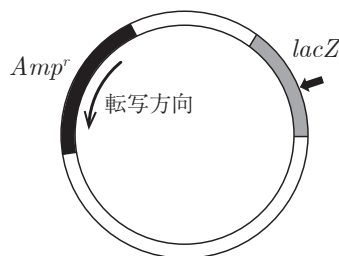


図 1

実験2 用意したプラスミドを *lacZ* 遺伝子の途中にある矢印の位置(図1)で、**エ** によって切断し、ヒト遺伝子も同じ **エ** によって切り出した。このプラスミドとヒト遺伝子を混合して **オ** で結合させた。この結果、カヒト遺伝子を組み込んだプラスミドと、キ組み込まずに再び元通りにつながったプラスミドの2種類が生じた。

実験3 **実験2** の2種類のプラスミドが混合したものを、*lacZ* 遺伝子や *Amp^r* 遺伝子をもたない大腸菌に導入した。この時、2種類のプラスミドが同時に導入された大腸菌は得られなかった。

実験4 細菌の増殖に必要な栄養を含む寒天培地に、**実験3** で得られた大腸菌を加えて培地全体に広げると、大腸菌が1個体ずつばらばらに培地上に広がった。さらに37℃で24時間培養すると、1個体の大腸菌は分裂を繰り返し、コロニーと呼ばれるク細菌の集まりを作り、図2のような白色のコロニーが多数得られた。

実験5 さらに、アンピシリンと X-gal を加えた寒天培地を別に用意し、この培地に図2と同じ配置で大腸菌を移植して培養したところ、図3のような白色のコロニーと青色のコロニーができた。

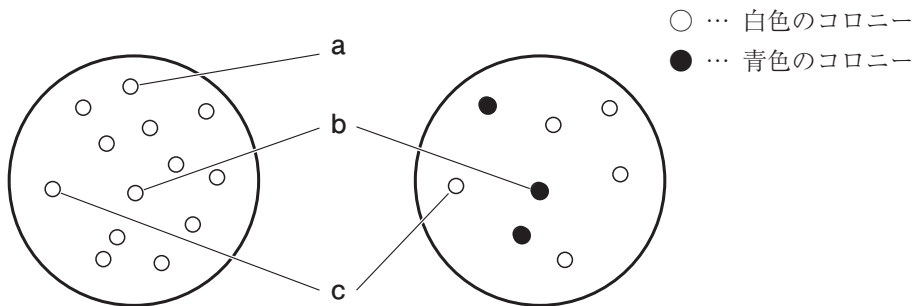


図 2

図 3

問1 下線部**ア**の細胞小器官は原核細胞には存在しない。しかし、原核細胞に存在する細胞小器官もある。次の中から原核細胞がもつ細胞小器官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**

- ① ミトコンドリア ② ゴルジ体 ③ リボソーム
④ 葉緑体 ⑤ 小胞体

生物基礎・生物

問2 下線部イの細菌と比べると、ウイルスは生物としての性質の一部しかもっていない。ウイルスがもつ性質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 ウイルスの体は細胞膜で囲まれた細胞でできている。
- ② ウイルスは体内で有機物を分解し、エネルギーを取り出す。
- ③ ウイルスは体外の濃度に応じて体内の水分量を調節できる。
- ④ ウイルスは核酸としてDNAまたはRNAをもっている。
- ⑤ ウイルスは無性生殖の分裂によって増殖することができる。

問3 下線部ウの現象を表す語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 突然変異
- ② クローニング
- ③ 選択的遺伝子発現
- ④ 形質転換
- ⑤ フレームシフト

問4 前ページ文章中の ・ に入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。 工 オ

- ① 制限酵素
- ② DNAポリメラーゼ
- ③ 逆転写酵素
- ④ ヘリカーゼ
- ⑤ 転移酵素
- ⑥ DNAリガーゼ

問5 下線部カまたは下線部キのプラスミドが導入された大腸菌(大腸菌1)と、プラスミドが導入される前の大腸菌(大腸菌2)を次の3種類の培地1～3で培養した。このとき、それぞれの大腸菌はコロニーを形成できるか。コロニーを形成する場合は+、コロニーを形成しない場合は-とし、その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

大腸菌1 大腸菌2

培地1 … X-galもアンピシリンも含まない培地

培地2 … X-galを含み、アンピシリンを含まない培地

培地3 … アンピシリンを含み、X-galを含まない培地

	培地1	培地2	培地3		培地1	培地2	培地3
①	+	+	+	②	-	+	+
③	+	-	+	④	+	+	-
⑤	-	-	+	⑥	-	+	-
⑦	+	-	-	⑧	-	-	-

問6 実験1～3によって下線部カのプラスミドが導入された大腸菌(大腸菌3)、下線部キのプラスミドが導入された大腸菌(大腸菌4)、プラスミドが導入されていない大腸菌(大腸菌5)が生じたと考えられる。実験4、5によって得られた図2、図3のコロニーa、b、cは大腸菌3、大腸菌4、大腸菌5のいずれかをもとにしてできたと考えられる。コロニーb、コロニーcを構成する大腸菌として最も適当なものを、次の①～③のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

コロニーb コロニーc

① 大腸菌3 ② 大腸菌4 ③ 大腸菌5

問7 下線部クの生物集団を何と呼ぶか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

① 生態的同位種 ② クローン ③ ワーカー
④ キーストーン種 ⑤ 固有種

第3問 インスリンの分泌やはたらきに関する次の文章を読み、各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 27)

A インスリンは、アミノ酸が21個つながったA鎖と、アミノ酸が30個つながったB鎖が2ヶ所で結合した構造の分子量5,800のポリペプチドである。ヒトインスリンが合成できなかった時代には、イウシなどの から採取したインスリンをヒトに利用していた。ウシのインスリンはヒトの体内でヒトインスリンと同様にはたらくが、タンパク質のアミノ酸がA鎖で1ヶ所、B鎖で2ヶ所置換しているため、ウ長い期間使用するとはたらきが低下してしまう難点があった。

インスリンは の内分泌細胞で、第11染色体上にある1,430塩基対の遺伝子から合成されるが、この遺伝子のおよそ 程度しかインスリンのアミノ酸に翻訳されていない。翻訳されない塩基(ヌクレオチド)の残りは、転写や翻訳に必要な塩基配列の他、インスリンのアミノ酸配列に翻訳されない と呼ばれる塩基配列であると考えられる。

問1 上の文章中の に入る器官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 肝 臓 ② 腎 臓 ③ 心 臓
④ すい 膵 臓 ⑤ ひ 脾 臓

問2 下線部イのインスリンの利用方法として経口投与(口から投与)と、点滴や注射などによる投与が考えられる。インスリンの投与方法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 インスリンは血管に入ると有害なので、皮下注射ではなく経口投与する。
② インスリンは血液中に入ると肝臓の解毒作用で分解されてしまうので、皮下注射ではなく経口投与する。
③ インスリンは腸管から吸収されにくいので、経口投与ではなく皮下注射する。
④ インスリンは消化管内で分解されるので、経口投与ではなく皮下に注射する。
⑤ インスリンは経口投与でも皮下注射でもどちらでもよい。

問3 下線部ウのウシインスリンのはたらきが低下する理由として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 体がウシインスリンに慣れてしまうから。
- ② インスリンのアミノ酸配列の違いによって、受容体と結合できなくなるから。
- ③ インスリンのアミノ酸配列の違いによって、免疫反応によって排除されてしまうから。
- ④ ウシインスリンはヒトインスリンに比べ、消化されやすいから。

問4 前ページ文章中の エ に入る割合として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 1割 ② 2割 ③ 3割 ④ 4割 ⑤ 5割

問5 前ページ文章中の オ に入る語として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① エキソン ② スプライシング ③ コドン
④ アンチコドン ⑤ イントロン

生物基礎・生物

B インスリンは血糖濃度が上昇すると内分泌細胞からの分泌が促進され、血糖濃度を低下させるはたらきをもつ。これはインスリンが分泌されるとインスリンの受容体をもつ **カ** 細胞で、キ グルコースの吸収が促進されるからである。インスリンの内分泌細胞の細胞膜にはグルコース輸送体であるタンパク質G2が存在し、インスリンを受容する細胞(インスリン受容細胞)にはグルコース輸送体であるタンパク質G4が存在する。血糖濃度低下の仕組みを調べるためにインスリンを分泌する内分泌細胞とインスリン受容細胞を用いて次の**実験1**～**3**を行った。

実験1 正常なタンパク質G2をもつ内分泌細胞(正常細胞)とタンパク質G2の遺伝子を変異させてタンパク質G2の機能を失わせた内分泌細胞(変異細胞)を用意し、各細胞を培養した。そして、培養液中のグルコース濃度を変化させ、単位時間あたりの内分泌細胞へのグルコース取り込み量(図1)と、インスリン合成量を調べた(図2)。ただし、グラフ中の実線は正常細胞、破線は変異細胞の変化である。

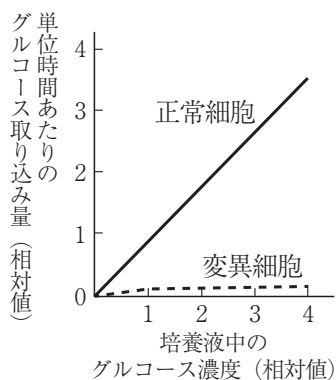


図 1

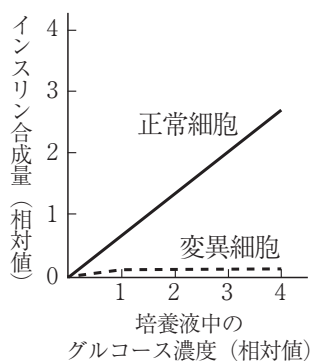
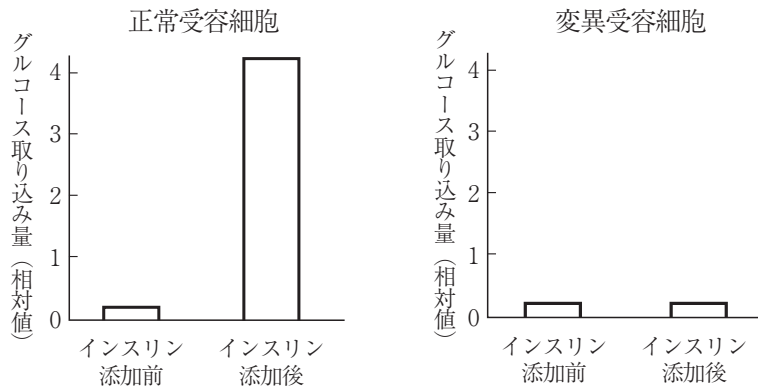
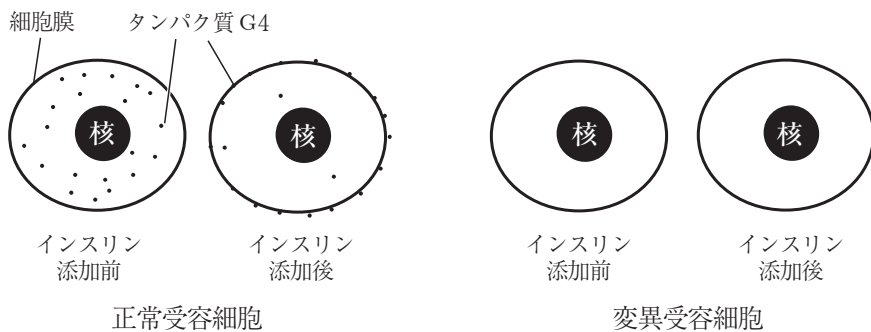


図 2

実験2 正常なタンパク質G4をもつインスリン受容細胞(正常受容細胞)とタンパク質G4の遺伝子を変異させてタンパク質G4を合成できないインスリン受容細胞(変異受容細胞)を用意し、各細胞にインスリンを与える前後で、グルコースの取り込み量を調べた。(下図)



実験3 正常受容細胞と変異受容細胞でタンパク質G4の細胞内分布を調べた結果を下図に示した。正常受容細胞ではインスリン添加前はタンパク質G4は細胞質に存在したが、添加後は細胞膜に分布していた。一方、変異受容細胞では、インスリン添加の有無にかかわらず、細胞内にタンパク質G4は見られなかった。



問6 前ページ文章中の **カ** 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。 **6**

- ① 塩類
- ② 錐体
- ③ 標的
- ④ 形質
- ⑤ 孔辺
- ⑥ 助

生物基礎・生物

問7 下線部キのグルコースの取り込み以外に、インスリンによる血糖濃度を下げるとはたらきとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 腎臓でのグルコースの再吸収量を低下させ、尿中に排出する。
- ② 小腸でのグルコースの吸収を抑える
- ③ 肝臓でのグリコーゲンの分解を促進する。
- ④ 心臓でのグルコースの消費を促進する。
- ⑤ 骨格筋でのグリコーゲンの合成を促進する。

問8 実験1からインスリンの合成についてわかることとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 培養液のグルコース濃度が増加するのにもなって、内分泌細胞のグルコース濃度が増加し、この結果インスリンの合成量が増加する。
- ② 培養液のグルコース濃度が増加するのにもなって、内分泌細胞のグルコース濃度が増加し、この結果インスリンの合成量が減少する。
- ③ 培養液のグルコース濃度が増加するのにもなって、内分泌細胞のグルコース濃度が減少し、この結果インスリンの合成量が増加する。
- ④ 培養液のグルコース濃度が増加するのにもなって、内分泌細胞のグルコース濃度が減少し、この結果インスリンの合成量が減少する。

問9 実験2と実験3からわかることとして適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 9 10

- ① インスリンを受容した受容細胞は、タンパク質G4の数を増やす。
- ② インスリンを受容した受容細胞は、タンパク質G4を細胞膜に移動させる。
- ③ インスリンを受容した受容細胞は、グルコースの合成を増やす。
- ④ インスリンを受容した受容細胞は、タンパク質G4を分解する。
- ⑤ タンパク質G4は細胞内でグルコースの取り込みを促進する。
- ⑥ タンパク質G4は細胞膜上でグルコースの取り込みを促進する。
- ⑦ タンパク質G4は細胞内でグルコースの取り込みを抑制する。
- ⑧ タンパク質G4は細胞膜上でグルコースの取り込みを抑制する。

第4問 生態系の物質生産に関する次の文章を読み、各問い(問1～問7)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 生態系を構成するア 緑色植物は、太陽の光エネルギーを用いて大気中の二酸化炭素から有機物を合成している。植物によって合成された有機物を総生産量といい、ある森林生態系10,000㎡あたりの総生産量は1年間でx kgであった。この総生産量の70%は呼吸量と呼ばれる植物の生命活動を支えるエネルギー源として消費され、残りの有機物量のうち3,540kgが成長量として新しく葉、枝などの伸長に用いられ、10,800kgが 量として葉や枝などが植物体から脱落する。さらに、60kgが 量として植物食性動物に食べられる。

イ 生態系内では緑色植物を植物食性動物が食べ、植物食性動物を動物食性動物が食べている。このとき、緑色植物が合成したオ 有機物は食物連鎖を通じて高次の栄養段階に移動していく。この食物連鎖は特に生食連鎖と呼ばれ、生食連鎖を構成する生物は、生態系を構成する生産者、消費者、分解者のうち であり、 は含まれていない。しかし、前述の森林生態系では に 量として移動する有機物量は、植物から植物食性動物に移動した有機物量の 倍で、 は生態系の物質循環で大きな役割を担っている。

問1 下線部アの光合成量を調べるために、この森林生態系の植物 a と植物 b について葉100cm²における光の強さと1時間ごとの二酸化炭素の吸収速度を測定し、図1の結果を得た。次の各問い(1)・(2)に答えよ。

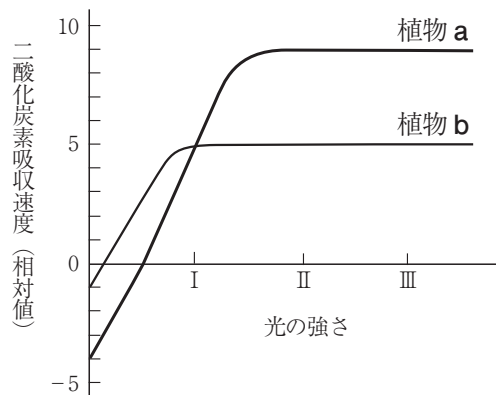


図 1

- (1) 光の強さと二酸化炭素の吸収速度との関係が、植物 a, b のようになる樹木を何というか。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

	植物 a	植物 b		植物 a	植物 b
①	広葉樹	針葉樹	②	針葉樹	広葉樹
③	陰 樹	陽 樹	④	陽 樹	陰 樹
⑤	落葉樹	常緑樹	⑥	常緑樹	落葉樹

- (2) 植物 a および植物 b に光の強さ I を12時間、暗期12時間を与える。このとき、同じ大きさの両植物の葉に蓄積する有機物量についてどのような結果が得られるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、葉の有機物は他所へ移動しないものとする。

2

- ① 植物 a の有機物量は植物 b のおよそ $\frac{1}{4}$ 倍である。
 ② 植物 a の有機物量は植物 b のおよそ $\frac{1}{3}$ 倍である。
 ③ 植物 a と b の有機物量はほぼ等しい。
 ④ 植物 a の有機物量は植物 b のおよそ 3 倍である。
 ⑤ 植物 a の有機物量は植物 b のおよそ 4 倍である。

- 問2 前ページ文章中の **イ**・**ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

	イ	ウ		イ	ウ
①	枯 死	摂 食	②	枯 死	被 食
③	脱 落	摂 食	④	脱 落	被 食
⑤	不消化排出	摂 食	⑥	不消化排出	被 食

生物基礎・生物

問3 この森林生態系で10,000m²あたりに1年間で合成された総生産量 x kgは、
・ $\times 10^4$ kgであると計算できる。このとに入る数値
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。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

問4 下線部エの緑色植物，植物食性動物，動物食性動物の組合せとして最も適当な
ものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

	緑色植物	植物食性動物	動物食性動物
①	エノコログサ	バッタ	ミミズ
②	ケヤキ	モグラ	ワシ
③	キャベツ	モンシロチョウの幼虫	カマキリ
④	イネ	ウンカ	バッタ
⑤	ウキクサ	カエル	ヘビ

問5 下線部オの食物連鎖を通じて，有機物の移動とともに有機物に含まれるエネルギーも移動する。また，各栄養段階で呼吸によってエネルギーの一部が生態系外に放出されるため，次の栄養段階に移動するエネルギーは小さくなっていく。この有機物に含まれるエネルギーと，生態系外に放出されるエネルギーは何エネルギーか。最も適当なものを，下の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

有機物に含まれるエネルギー エネルギー

生態系外に放出されるエネルギー エネルギー

- ① 光 ② 運動 ③ 化学 ④ 熱 ⑤ 電気

問6 46ページ文章中の **カ** ・ **キ** に入る語の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **9**

- | カ | キ |
|------------|----------|
| ① 生産者, 消費者 | 分解者 |
| ② 消費者, 分解者 | 生産者 |
| ③ 分解者, 生産者 | 消費者 |
| ④ 生産者 | 消費者, 分解者 |
| ⑤ 消費者 | 分解者, 生産者 |
| ⑥ 分解者 | 生産者, 消費者 |

問7 46ページ文章中の **ク** に入る数値 **10** . **11** $\times 10^2$ として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

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