

# 生 物

教育学部・医学部・応用生物科学部

## 問 題 冊 子

### 注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 問題冊子は17ページで、医学部は解答用紙3枚、教育学部、応用生物科学部は解答用紙5枚である。乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 受験番号は、解答用紙のそれぞれ指定の欄すべてに必ず記入すること。
4. 解答は、解答用紙の指定箇所に記入すること。指定箇所以外に記入された解答は採点の対象としない。
5. 問題は、大問で5題ある。教育学部・応用生物科学部の受験生は、5題すべてに解答すること。医学部の受験生は、問題 



 , 



 , 



 に解答すること。

---

6. 解答用紙は持ち帰らないこと。
7. 問題冊子は持ち帰ること。
8. 大問ごとに、満点に対する配点の比率を表示してある。
9. 指定の字数以内で解答用紙のマス目に解答を記述する場合、数字、アルファベット、および句読点は、すべて1マスに1文字とする。





1

次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 教育・応生： $\frac{1}{5}$ ，医： $\frac{1}{3}$ )

生体には、病原体などの異物の侵入を防いだり、侵入した異物を除去する生体防御のしくみがある。生体防御のうち、免疫は異物を非自己として認識し排除するしくみであり、免疫と免疫とに分けられ、免疫は好中球やマクロファージが、作用により異物を取り込み、除去するしくみである。免疫は、さらに細胞性免疫と免疫に分けられる。

細胞性免疫は、ウイルスや細菌などに感染した細胞を直接攻撃し、除去するしくみであり、<sup>①</sup>

免疫は、が抗体を産生し、異物の機能を抑制し、除去するしくみである。

抗体は、免疫グロブリンというタンパク質であり、H鎖とL鎖とよばれるポリペプチド鎖から<sup>②</sup>

できている。H鎖とL鎖には、立体構造の違いを生み出すアミノ酸配列の異なる部分があり、

とよばれる。1つのがつくる免疫グロブリンは、同じ構造のを

もっている。以外の部分は定常部とよばれている。

抗体は感染症の予防に重要な役割を果たすが、一方でアレルギーといわれる生体に不都合な免<sup>③</sup>

疫反応も引き起こす。通常、免疫反応は自分の体の成分に対しては起こらないが、なんらかの原<sup>④</sup>

因で自分の成分を抗原と認識して免疫反応を引き起こすことがある。

問 1. ～に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して、この免疫に関わる、主要組織適合性複合体抗原(MHC)を認識する細胞を何とよぶか記せ。

問 3. 下線部②に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 2本のH鎖と2本のL鎖の合計4本のポリペプチドからなる免疫グロブリン分子を模式図で描け。また、模式図中でH鎖とL鎖がどれにあたるのか記せ。ただし、S-S結合は省略しなさい。

- (2) 特定の感染症を予防するために、ワクチンを接種し、抗体を産生させることを予防接種という。同じワクチンを2回接種することによって、より効果を高めることができるのはなぜか、80字以内で記せ。

下書き用 (80字)


問 4. 下線部③に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) アレルギーを引き起こす抗原を何とよぶか記せ。
- (2) 特に症状が全身的にあらわれて急激な血圧低下や意識低下を起こす現象を何とよぶか記せ。

問 5. 下線部④に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) これにより引き起こされる病気を総称して何とよぶか記せ。
- (2) 具体的な病名を1つ記せ。

2

次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 教育・応生： $\frac{1}{5}$ ，医： $\frac{1}{3}$ )

動物は、光や音などのさまざまな刺激を耳や目などによって受け取っている。このような刺激を感知するために、外界へ向けられた器官を **ア** という。**ア** にはそれぞれ受け取ることのできる刺激の種類が決まっており、そのような刺激を **イ** という。

**ア** がこれらの刺激を受け取ると、その情報は、**ウ** 神経によって電気信号として脳などに伝えられ、脳で刺激に応じた **ウ** が生じる。**ウ** 神経には多数のニューロンが含まれるが、これらのニューロンは、加えられた刺激の強さがある一定以上でないと興奮しない。興奮が起こる最小限の刺激の強さを **エ** といい、それ以上刺激を強くしても興奮の大きさは変わらない。すなわち、個々のニューロンは、刺激を受けると興奮するかしないかのいずれかを示す。<sup>①</sup> 1本のニューロンに **エ** 以上の刺激が加わると、その強さに応じて活動電位の発生する **オ** が増加する。また、ニューロンごとに **エ** は異なり、刺激が強くなると興奮するニューロンの **カ** が多くなる。したがって、刺激の強さは、興奮の **オ** や興奮するニューロンの **カ** に置き換えられて脳へと伝わる。さらに脳から **キ** 神経や **ク** 神経を介し、筋肉や分泌腺などの **ケ** へと情報が伝えられ、刺激に対する反応が生じる。

聴覚器官である耳は、外耳と中耳および内耳から構成される。外耳から入ってきた音波は **コ** を振動させ、その振動は中耳の **サ** によって増幅され、内耳のうずまき管内のリンパ液へ効率よく伝えられる。リンパ液に伝わった振動により、うずまき管内にある基底膜が<sup>②</sup> 振動する。基底膜の上にある **シ** には、感覚細胞の一種であり、おおい膜に接触した感覚毛を有する **ス** があり、基底膜の振動によって感覚毛が曲がると、**ス** が興奮する。この興奮が聴神経によって大脳に伝わることで聴覚が生じる。

内耳への振動の伝わり方は2つある。1つは空気の振動が **コ** と **サ** を経由して内耳に伝わるもので、この伝わり方を気導という。もう1つは、内耳が埋まり込んでいる頭蓋骨(側頭骨)の振動が内耳に伝わるもので、この伝わり方を骨導という。骨導では、外耳と中耳を介さずに、じかに頭蓋骨(側頭骨)の振動が、内耳のうずまき管内のリンパ液に伝わる。日常生活では気導が聴力の主体となり、骨導はあまり重要でない。しかし、気導と骨導を区別して聴力を調べると、聴力の低下の原因が聴覚器官のどこにあるのかを知ることができる。<sup>③</sup>

問1. **ア** ～ **ス** に適切な語を入れよ。

問2. 下線部①に関して、この性質を何とよぶか記せ。



問 4. 下線部③に関して、図 2 および図 3 は、それぞれ異なる原因による聴力低下例 A と B を調べたグラフ(聴力図)で、一方の耳の聴力を示したものである。縦軸は聴力レベルを示す。聴力レベルは一定の音量から徐々に音量を小さくしていき、聞こえなくなったときの音量の値を示している。20 デシベル以内(灰色の範囲)であれば聴力は正常とされる。横軸に聴力レベルを調べるときの音の振動数を示している。実線(——)は気導による聴力、破線(---)は骨導による聴力である。デシベルは音圧の単位で、数値が高いほど大きい音として認識される。

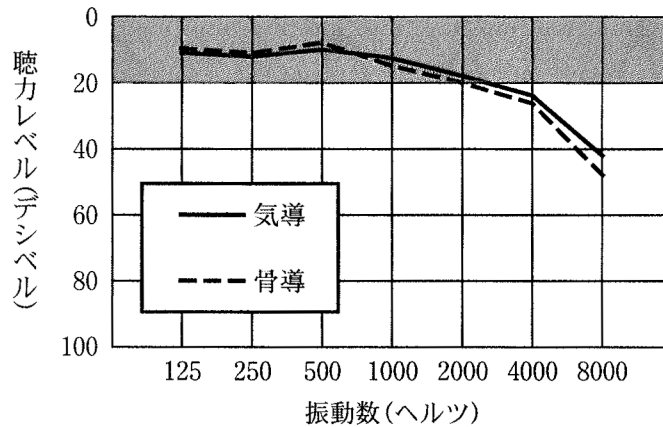


図 2 A の聴力図

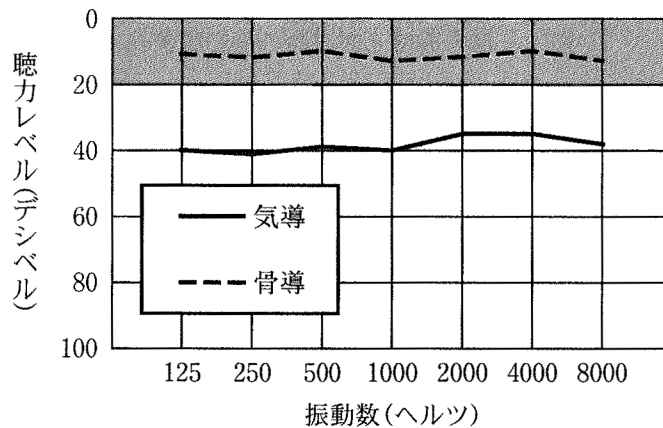


図 3 B の聴力図

図 2 および図 3 から、聴力低下 A あるいは B の聴力の異常とその原因に関する記述として、適切なものを次の(a)~(g)の中から 1 つずつ選び、記号を記せ。

- (a) 外耳から中耳と、内耳の両方に異常があり、高音に対する聴力が低下している。
- (b) 外耳から中耳と、内耳の両方に異常があり、低音に対する聴力が低下している。
- (c) 外耳から中耳は正常で、内耳に異常があり、高音に対する聴力が低下している。
- (d) 外耳から中耳は正常で、内耳に異常があり、低音から高音にかけて全体的に聴力が低下している。
- (e) 内耳は正常で、外耳から中耳に異常があり、低音から高音にかけて全体的に聴力が低下している。
- (f) 内耳は正常で、外耳から中耳に異常があり、高音のみに対する聴力が低下している。
- (g) 内耳は正常で、外耳から中耳に異常があり、低音のみに対する聴力が低下している。





3 次の文章を読み、問1～3に答えよ。(配点比率 教育・応生： $\frac{1}{5}$ ，医： $\frac{1}{3}$ )

マウスなどの哺乳類は、雄と雌の性をもつ。性決定の過程は、3つの段階からなると考えられている(図1)。はじめに、精子と卵が受精する際に、Y染色体の有無により性が決定される遺伝的性決定が起こる。次いで、<sup>①</sup>胎児期に生殖腺の分化が第2段階として生じる。

生殖腺原基は遺伝的性とは無関係に精巣へも卵巣へも分化できる潜在的な能力を有しており、<sup>②</sup>雄化のシグナルが活性化されると精巣に分化し、活性化されない場合には卵巣に分化する。生殖腺は雌雄に分化した後に性ステロイドであるアンドロジェンやエストロジェンなどの各種ホルモンを産生する。これらのホルモンは血流を通じてさまざまな組織に運ばれる。細胞にはこれらのホルモンに対する受容体が存在し、<sup>③</sup>ホルモン依存的に標的遺伝子の転写を活性化することでその作用が発揮される。この内分泌調節系による性分化が最終の第3段階となる。

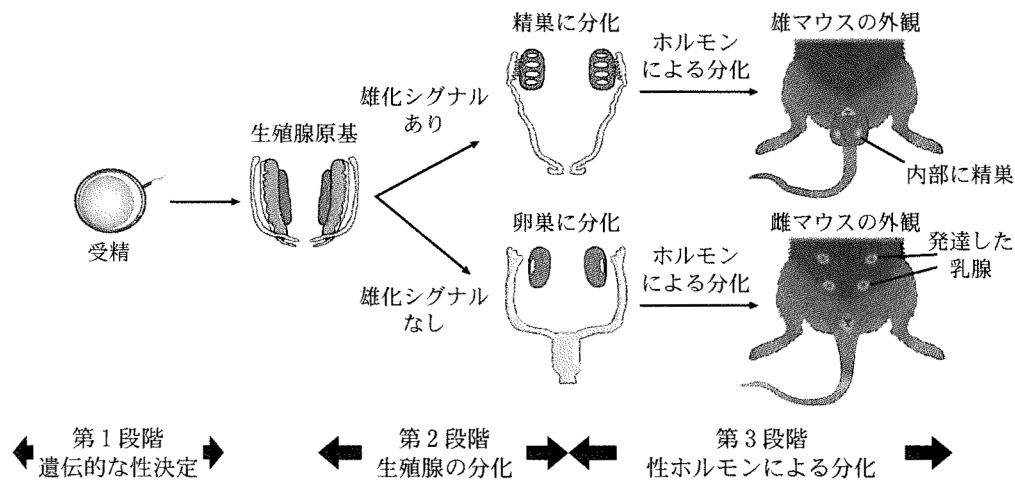


図1 マウスの性決定の模式図

問1. 下線部①に関して、以下の文中の  ～  に適切な語を入れよ。

ある生物の染色体にある全遺伝情報をゲノムという。マウスなどの有性生殖を営む一般的な哺乳類の場合、体細胞では同じ大きさや形の染色体が対で存在する。この対になった染色体を  という。染色体は、雌雄で共通する常染色体と、雌雄で組み合わせが異なる  がある。生殖細胞のうち、精子や卵などのように合体して新個体をつくる細胞を配偶子という。配偶子では減数分裂という過程を経るため、染色体数は半減している。Y染色体をもつ精子とX染色体をもつ卵が受精した場合、遺伝的性が雄の個体となる。遺伝情報を担う遺伝子の染色体上の位置は決まっており、この位置を  という。同じ  に存在する異なる遺伝子を対立遺伝子という。  にある遺伝子の組み合わせが同じ状態を  接合という。異なる対立遺伝子をもつ状態を  接合と

いう。哺乳類のY染色体には性を雄に決定する遺伝子 カ があるため、Y染色体をもつXY型個体は雄へと分化する。

問 2. 下線部②に関して、生殖細胞の性に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

成体の生殖腺には、生殖細胞と生殖腺体細胞が存在する。発生初期には、生殖細胞は始原生殖細胞として生殖腺体細胞とは別の運命をたどる。始原生殖細胞は、性が決定した生殖腺原基に移動すると精子や卵へ分化する。

- (1) 胚のある細胞が隣接する他の細胞に作用してその分化の方向を決定する現象を何とよぶか記せ。
- (2) 次の2つの実験結果からY染色体に存在する遺伝子の機能に関して仮説を立てた。この仮説を検証するための実験として最も適切なものを以下の(a)~(d)の中から選び、記号を記せ。

[実験結果]

- ・ Y染色体が欠失したXO型マウスでは、生殖腺が卵巣に分化し、始原生殖細胞は卵へ分化した。
- ・ 雄化シグナルを人為的に活性化したXX型マウスの生殖腺は精巣に分化するが、始原生殖細胞は正常な精子に分化できなかった。

[仮説]

Y染色体には性を決定する遺伝子に加えて精子形成に関与する遺伝子が存在する。

[検証実験(選択肢)]

- (a) 雄化シグナルを人為的に活性化したXX型マウスの生殖腺に、野生型のXY型マウスの始原生殖細胞を移植すると精子が確認できるかを検証する。
- (b) 雄化シグナルを人為的に活性化したXX型マウスの生殖腺に、野生型のXX型マウスの始原生殖細胞を移植すると精子が確認できるかを検証する。
- (c) 雄化シグナルを人為的に不活性化したXY型マウスの生殖腺に、野生型のXY型マウスの始原生殖細胞を移植すると卵が確認できるかを検証する。
- (d) 雄化シグナルを人為的に不活性化したXY型マウスの生殖腺に、野生型のXX型マウスの始原生殖細胞を移植すると卵が確認できるかを検証する。

問 3. 下線部③に関して、次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

アンドロジェン受容体の作用を調べるために、アンドロジェン受容体をコードする遺伝子（遺伝子名 *Androgen receptor* : *Ar*）を破壊したノックアウトマウスを作製した。実験は、CRISPR/Cas 9 タンパク質を利用して、ゲノムの特定の場所に遺伝子改変を加えるゲノム編集技術を使い、受精直後のマウスの受精卵のゲノムを編集した。この方法を使った場合、標的とした *Ar* をコードする DNA にさまざまな欠失変異や挿入変異が生じる。

この実験で産まれてきたマウスの外見を確認したところ、すべてのマウスの外見は野生型の雌と区別できなかった。PCR 法で遺伝的な性を確認したところ、④ 個体 A と個体 B は X X 型の雌であった。⑤ 個体 A の *Ar* の遺伝子配列を調べたところ、1 塩基の挿入変異と 2 塩基の欠失変異が認められた。個体 B の *Ar* の遺伝子配列では、3 塩基の挿入変異と 2 塩基の欠失変異が認められた。この 2 個体の骨格筋を調べると、野生型に比べて個体 A のみで骨格筋量の減少が認められた。

次に、個体 A と野生型の雄とを交配したところ、産まれてきたすべてのマウスの外見は野生型の雌と区別できなかった。その交配で産まれた X Y 型マウスの骨格筋を調べると、すべての個体で野生型の X Y 型マウスと比較して骨格筋量の減少が認められた。さらに、*Ar* をノックアウトした X Y 型マウスでは、野生型の X Y 型マウスと比較して精巣が小さく、精子形成に異常があり、正常な精子が認められなかった。

- (1) 下線部④に関して、PCR 法で遺伝的な性を区別できる実験を次の(a)~(e)の中からすべて選び、記号を記せ。なお、コントロールとは、あらかじめ遺伝的な性が判明している個体を使用した、PCR 法の実験結果を解釈するための比較対照である。
- (a) X 染色体にのみ存在する領域を増幅するプライマーを用いて、コントロールとして X X 型マウスのゲノムを用いる。
  - (b) Y 染色体にのみ存在する領域を増幅するプライマーを用いて、コントロールとして X Y 型マウスのゲノムを用いる。
  - (c) 雌にのみ発現することが知られている遺伝子を認識するプライマーを用いて、コントロールとして X X 型マウスのゲノムを用いる。
  - (d) 雄にのみ発現することが知られている遺伝子を認識するプライマーを用いて、コントロールとして X Y 型マウスのゲノムを用いる。
  - (e) X 染色体と Y 染色体で増幅する DNA の長さが違う領域を対象として、X 染色体と Y 染色体に共通する配列を認識するプライマーを用いる。コントロールとして X Y 型マウスのゲノムを用いる。

(2) 下線部⑤に関して、個体 A において、*Ar* の機能が異常になった理由を以下のように考察した。以下の文中の  キ  ～  ケ  に適切な語を入れよ。

遺伝子は DNA を鋳型として  キ  により mRNA に転写される。mRNA はタンパク質合成酵素である  ク  と結合して、連続した 3 つの塩基を一組としてアミノ酸に翻訳される。ゲノム編集は、ゲノムの特定の部位を認識して切断する酵素を用いて、標的の DNA を切断する技術である。切断された DNA が修復される際に、その場所に欠失や挿入が起こる。*Ar* の遺伝子配列に認められた 1 塩基の挿入変異と 2 塩基の欠失変異により、読み枠がずれる  ケ  が生じ、本来のタンパク質とは異なるタンパク質が合成された結果として機能が異常になった。

(3) *Ar* はどの染色体に存在すると考えられるか。適切なものを次の(a)～(c)の中から 1 つ選び、記号を記せ。

- (a) 常染色体
- (b) X染色体
- (c) Y染色体

(4) (3)で選んだ染色体に *Ar* が存在すると考えた理由を 60 字以内で記せ。

下書き用 (60 字)

				5						10						15						20	

(5) 個体 A と野生型の雄を交配することで得られたマウスに対し、野生型の雄を交配した結果、雄と雌のマウスをそれぞれ 1 匹得ることができた。さらに、これらの雄と雌のマウスを交配した結果、産まれてきた XY 型マウスの中に、骨格筋量の減少を示す個体が確認された。この時、産まれてきた XY 型マウスのうち、骨格筋量の減少を示す個体は理論上で何パーセント存在すると考えられるか記せ。

4

次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 教育・応生： $\frac{1}{5}$ )

草原とは、樹木がない、またはわずかで、草本植物によって優占される植生で地表面が覆われた土地である。日本のように比較的降水量が多い地域では、植生は草原から森林へと遷移することが多い。<sup>①</sup>このため、草原を維持するには、人為的な草の刈り取りや放牧、火入れ(野焼き)のような攪乱かくらんが必要である。

草原が利用されなくなり放置され、風や鳥などによって種子が運ばれると、ヤシャブシやヌルデ、アカメガシワのような樹木が生育し、低木林を形成する。このような遷移の初期にあらわれる樹木を先駆樹種とよぶ。このときに生育する樹木は、強い光のもとで生育が速い **ア** である。その後、アカマツやクロマツ、コナラなどの高木林が形成されると、林内に光が届かなくなる。光の強さが光補償点以下になると、すなわち **イ** が **ウ** を下回ると、**ア** の幼木は生育できなくなる。これに代わり、弱い光のもとでも幼木が生育できるスタジイやタブノキのような **エ** が出現する。やがて **ア** と **エ** が混ざった **オ** を経て、種構成が大きく変化しないようにみえる **カ** に達する。

草原では、主に光環境や栄養環境をめぐる植物の種間競争が起きているが、刈り取りや放牧が頻繁に繰り返されるような強い攪乱では、成長点が地表面近くにあるイネ科植物のような植物が残り、反対に刈り取りや放牧の頻度が減り攪乱が弱くなると、背丈の高くなる植物が光競争において優位になり残る。このため、生物群集中の種数あるいは種の多様性がもっとも大きくなるのは、攪乱の程度が中規模の場合であるといわれており、このような考え方を **キ** とよんでいる。

多様な生物種を保全することは、それ自体にも十分な価値があるが、草原において多様な植物種を維持することは、植物群集全体の物質生産や安定性にも影響する<sup>③</sup>ことが知られている。

問 1. **ア** ～ **キ** に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して、草原の火入れなどによって植生が攪乱された場合に起こる二次遷移は、一次遷移に比べて、比較的速く遷移が進む。その主な理由2つを、50字以内で記せ。

下書き用 (50字)

5					10					15					20				

問 3. 下線部②に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 図1は、植物の同化器官(葉)と非同化器官(葉以外の茎、花、種子など)の単位面積当たりの重量を空間的な分布で表した図である。このような図を何とよぶか記せ。ただし、植生内の光の強さ(相対照度)を表す曲線は除いてある。

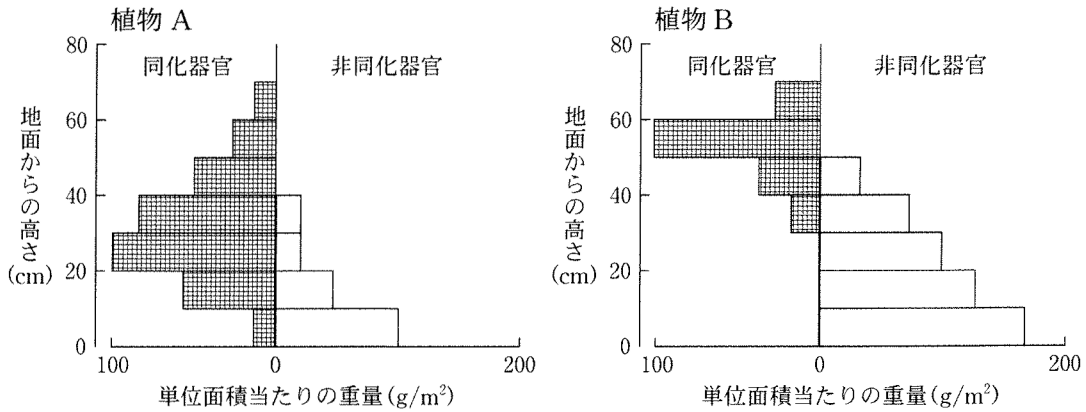
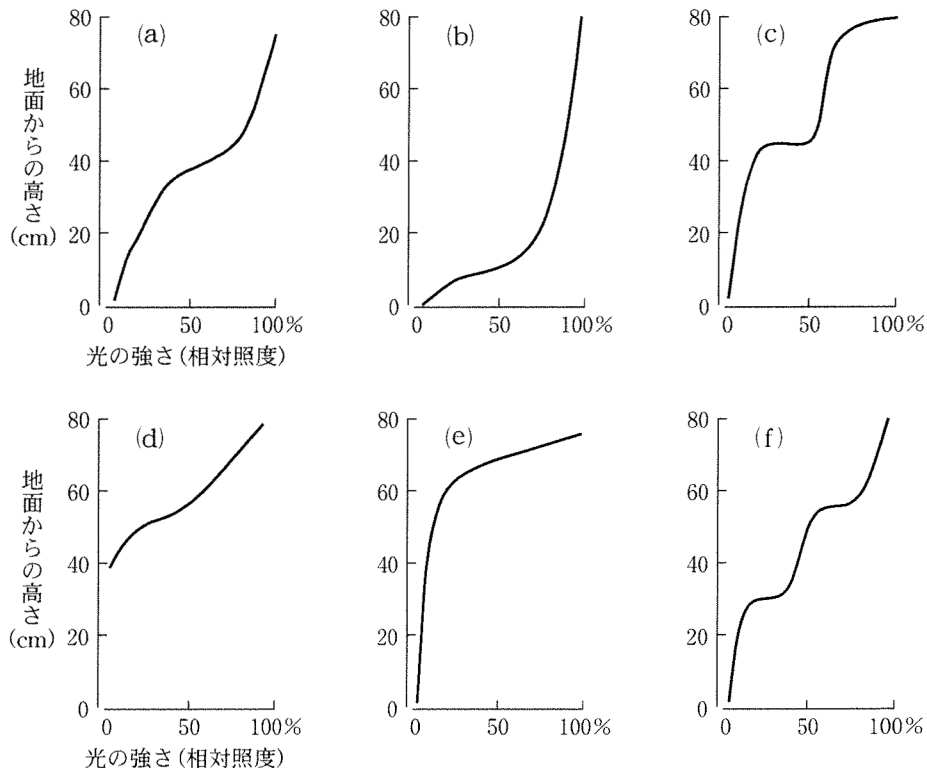


図1 植物Aおよび植物Bの同化器官と非同化器官の単位面積当たりの重量

- (2) 以下に示す(a)~(f)は、植生内の上層から下層までの光の強さ(相対照度)を示している。このうち、図1の植物Aおよび植物Bの植生における光の強さを表すものとして適切なものを次の(a)~(f)からそれぞれ選び、記号を記せ。



(3) 草原における種間競争と栄養環境の関係を実験的に調べるために、実験用の畑にイネ科植物の牧草の種子とマメ科植物の牧草の種子を一緒にまき、さらに窒素施肥量を  $0 \text{ g/m}^2$  (施肥なし)、 $7.5 \text{ g/m}^2$  および  $22.5 \text{ g/m}^2$  に変えて栽培した。種子をまいてから 140 日後までのイネ科牧草とマメ科牧草の生産量、イネ科牧草の葉面積指数\* およびマメ科牧草の葉表面の光の強さ(相対照度)を測定したところ図 2 のような結果を得た。

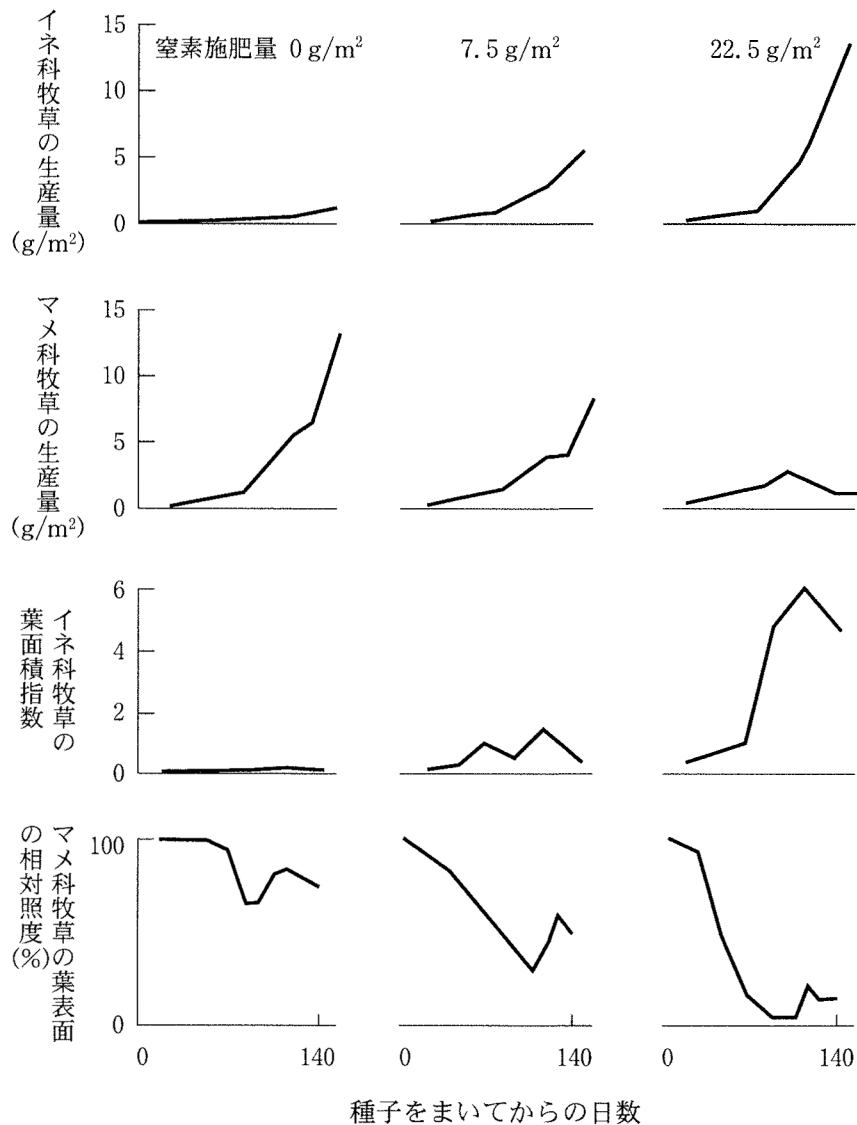


図 2 窒素施肥量の違いがイネ科-マメ科牧草混合草地におけるイネ科牧草とマメ科牧草の生産量、イネ科牧草の葉面積指数とマメ科牧草の葉表面の光の強さ(相対照度)に及ぼす影響

(Stern & Donald, *Australian Journal of Agricultural Research* 13, 599-614, 1962 を一部改変)

\*葉面積指数：ある植物個体群に存在する葉の総面積を、その個体群が占める土地の面積で割った値



この実験の結果から導かれる考察として適切なものを、次の(a)~(f)の中から2つ選び、記号を記せ。

- (a) 窒素施肥量が増えると、イネ科牧草だけでなく、マメ科牧草の生産量が増加する。
- (b) 窒素施肥量が少ないほど、マメ科牧草がイネ科牧草より多くの葉を広げる。
- (c) イネ科牧草の葉が増えても、マメ科牧草の葉は成長に十分な光を受け取る。
- (d) マメ科植物の葉表面で光をたくさん受けると、下層に光が行き渡らず、結果的にマメ科植物の生産量も低下させる。
- (e) イネ科牧草の葉が上層を覆うと、マメ科牧草の生産を阻害する。
- (f) イネ科牧草とマメ科牧草の種間競争は土壌中の栄養環境には影響されない。

問 4. 下線部③に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 多数の種で構成される生物群集において、ある生物が食物や生活空間などの資源利用について占める位置を何とよぶか記せ。
- (2) 草原における植物種の多様性と植物群集全体の物質生産との関係を実験的に調べるために、1, 2, 4, 6, 8, 12 および 24 種の植物の種子を、それぞれ 3 m × 3 m の区画にまいた。各区画にまく植物の種子は、草原に生育している 24 種の植物から無作為に選んだ。種子の総重量はすべての区画で 1 m<sup>2</sup> 当たり 10 g とした。種子をまいてから 2 年後に植物群集の生産量の指標となる植被率(植物が地表面を被う割合)および植物の主要な栄養素である土壌中の硝酸塩含量を調べたところ、図 3 のような結果を得た。なお、実験前に生育していた植物は実験開始時にはすべて除去し、土壌中の硝酸塩含量は、実験開始時にすべての区画で同様になるように処置してある。

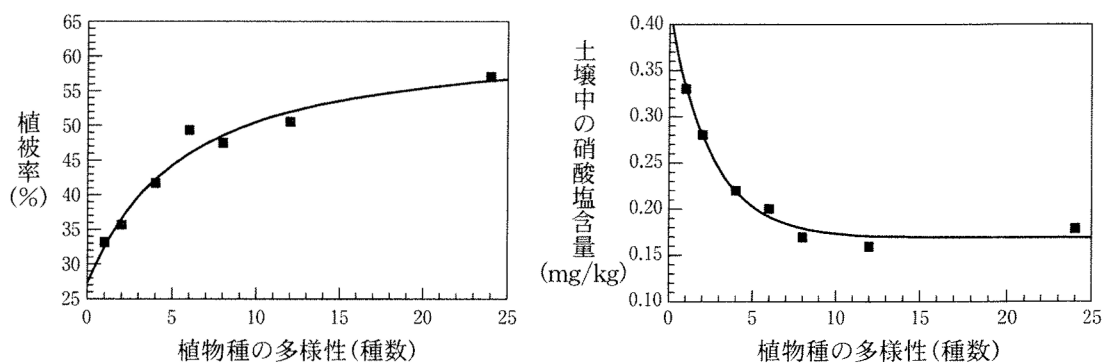


図 3 草原における植物種の多様性と植物群集全体の植被率および土壌中の硝酸塩含量の関係

(Tilman ら, *Nature* 379, 718–720, 1996 を一部改変)

この結果から、植物種の多様性の増加は、土壌中の栄養素の利用と、それに伴う植物群集全体の生産性にどのような影響を及ぼしていると考えられるか、80字以内で記せ。

下書き用 (80字)

	5	10	15	20



5

次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 教育・応生： $\frac{1}{5}$ )

地球上の最初の生命はおよそ40億年前に化学進化を経て出現したと考えられているが、最初の生物がどのような生活をしていたのかについては不明な点が多い。その後、およそ27～25億年前には、地球上の広い地域の浅海でシアノバクテリアが繁栄していたと考えられている。世界各地のこの時代の地層からは  とよばれる岩石が発見されているが、この岩石はマット状に繁茂したシアノバクテリアによってつくられたものである。シアノバクテリアの光合成によって海中に放出された酸素はすぐには水中や大気中には蓄積されなかったが、時間を経て水中<sup>①</sup>や大気中にも蓄積されるようになった。また  など一部の生物は酸素を利用してエネルギーを得る能力を獲得した。

真核生物が出現するのはおよそ19億年前だったと考えられている。真核生物は原核生物と比較して大きく、また膜でつまれた細胞小器官などを含む複雑な構造をしている。真核生物の細胞小器官のうち、葉緑体とミトコンドリアはそれぞれシアノバクテリアおよび  が別の宿主細胞にとりこまれて共生するうちに細胞小器官になったと考えられており、これを細胞内共生説<sup>②</sup>という。その後およそ10億年前には多細胞生物が出現したと考えられているが、この時点ではまだ生物は海の中にとどまっていた。陸上への進出を果たした植物の化石のうち最古のものはおよそ4億年前、古生代の  に出現した  である。またデボン紀にはアグラオフィトンやリニアなどの植物が出現した。これらの植物には、葉や根の分化はみられないが、陸上への進出に際して乾燥を防ぐための  や、体内外のガス交換を行うための  がみられる。

現存する植物の生活環にも、進化の歴史が刻み込まれている。現在の陸上植物の祖先種に最も近い藻類であるシャジクモ藻類の生活環をみてみよう。私たちがシャジクモ藻類としてみている藻体は単相世代の配偶体(染色体数  $n$ )であり、造精器および生卵器\*でそれぞれ精子( $n$ )および卵( $n$ )がつくられる。精子は成熟後水中に泳ぎ出て卵と受精し、複相世代である接合子( $2n$ )を形成する。接合子は減数分裂してから発芽し、そのまま配偶体( $n$ )となる。一方、水中から陸上へ上がったコケ植物以降では、より明瞭な核相交代(または世代交代)がみられるようになる。核相が  $2n$  の複相世代は孢子体、核相が  $n$  の単相世代は配偶体とよばれる。ただし、植物の生活環においてどちらの核相が中心となるかは植物によって異なる。たとえば、シャジクモ藻類では生活環のほとんどが単相世代である。一方で、種子植物では単相世代は生活環において中心ではなく、また単相世代の最後に起こる受精は複相世代である孢子体の内部で完結する。このような生活環の変化は、植物が水中から陸上へと進出する過程において獲得された、陸上環境への適応の結果であるとも考えられている。<sup>④</sup>

\*生卵器：シャジクモ藻類における雌性生殖器官

問 1. ア ~ カ に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して、シアノバクテリアの生成した酸素がすぐには水中や大気中に蓄積されなかった理由を 30 字以内で記せ。また、その根拠と考えられている地質学的な構造の名称を記せ。

下書き用 (30 字)

5	10	15	20

問 3. 下線部②に関して、細胞内共生説の根拠とされている葉緑体およびミトコンドリアの特徴が複数知られている。この特徴を 2 つ、それぞれ 15 字以内で記せ。

下書き用 (15 字)

	5	10	15
特徴 1			
特徴 2			

問 4. 下線部③に関して、スギゴケ(コケ植物)とイヌワラビ(シダ植物)の生活環の記述として適切なものを次の(a)~(f)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) スギゴケもイヌワラビも配偶子として精子と卵をもつ。
- (b) スギゴケもイヌワラビも受精のために水が必要である。
- (c) スギゴケの孢子体には雌株と雄株があるのに対し、イヌワラビの孢子体は株で雌雄が分かれず、同一個体上に造卵器と造精器が形成される。
- (d) スギゴケもイヌワラビも孢子は孢子体と同じ複相世代 (2n) である。
- (e) スギゴケの配偶体は独立して生活をするが、イヌワラビの配偶体は独立して生活することができない。
- (f) スギゴケの生活環においてふつう私たちが目にする植物体は配偶体であるが、イヌワラビの生活環においてふつう私たちが目にする植物体は孢子体である。















