

1 次の文章を読み、下の問1～3に答え、解答欄に記入せよ。
 (配点比率 医：27%，農：18%)

中枢神経系のニューロンは、多くのシナプス入力を統合してインパルスを発生する。図1のようにニューロンAの細胞体に記録電極を挿入して、膜電位を記録した。ニューロンAとニューロンB、C、D、Eはシナプスを形成している。また、ニューロンEの終末上にFがシナプスを形成している(FはAとは直接的にはシナプスを形成していない)。B、C、Dを単独刺激、またBとCを同時刺激した時のAの膜電位の変化を図2に示す。また、E、Fを単独刺激、およびFを刺激後にEを刺激した時のAの膜電位の変化を図3に示す。

注：図1のニューロンB～Fはシナプス部分のみを示し、細胞体は省略してある。

注：図2、3の縦軸は電位をミリボルトで、横軸は時間をミリ秒で表している。

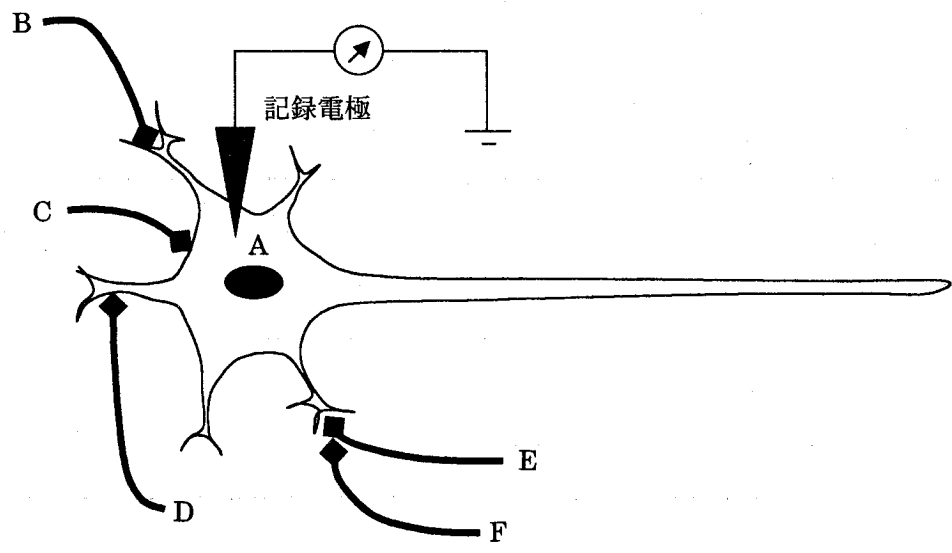


図1：ニューロンA、B、C、D、E、Fの関係および記録電極の位置

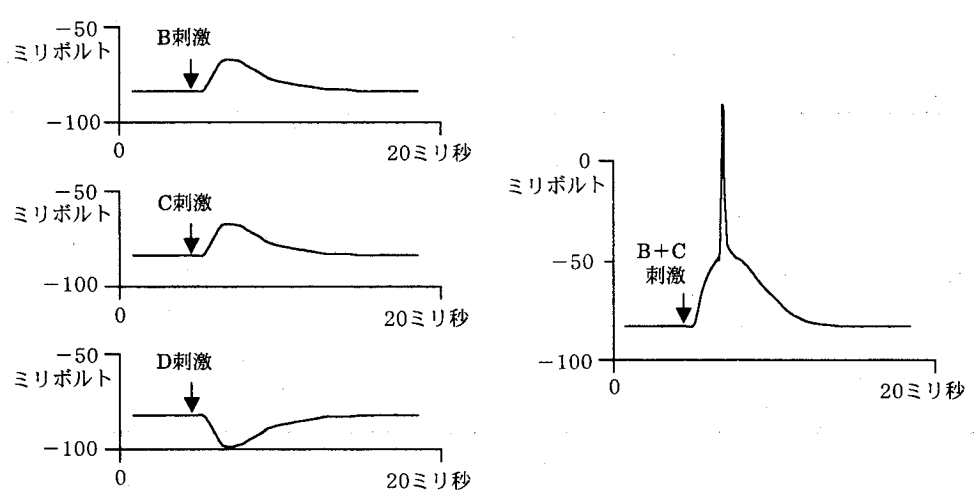


図2：ニューロンB、C、Dをそれぞれ単独刺激、およびニューロンBとCを同時刺激した時のニューロンAの膜電位変化

2

次の文章を読み、下の問1～5に答え、解答欄に記入せよ。(配点比率 医：20%，農：14%)

遺伝性代謝病の1つであるファブリー病は、加水分解酵素 α -ガラクトシダーゼ遺伝子の異常症である。 α -ガラクトシダーゼ活性が低下することにより、図1に示す糖脂質代謝経路の中で(ア)の分解が阻害され、体内に蓄積する。図2に示す家系Aは、 α -ガラクトシダーゼ遺伝子の変異を継承している。AII-3はファブリー病を発病している。AI-2とAII-6は遺伝子診断の結果、変異遺伝子を1つ持つことが明らかとなった。AI-1、AII-4とAII-5は正常の遺伝子のみを持つ。

一方家系Bは、ファブリー病とは別の病気を引き起こすB遺伝子変異(B遺伝子病とする)が確認されている。BI-2、BII-3、BII-4は発病しており、BI-1、BII-5、BII-6は変異遺伝子を持っていない。

両家系のAII-6とBII-3が結婚することになり、今後の家族計画を考えるために遺伝相談を受けた。2つの病気の遺伝形式は、ファブリー病は(イ)染色体(ウ)遺伝であり、B遺伝子病は(エ)染色体(オ)遺伝であることが判った。ファブリー病については、治療として酵素補充療法が開発されているとの情報も得られた。また家系AにはB遺伝子病および家系Bにはファブリー病はそれぞれ発症していない。さらに両家系ともに突然変異による発病は無いことも明らかになった。

問 1. (ア)に入る適切な語を下記より1つ選び、解答欄に数字で記入せよ。

- | | |
|-------------|-----------------|
| 1：グロボシド | 2：グロボトリアオシルセラミド |
| 3：ラクトシルセラミド | 4：グルコシルセラミド |

問 2. (イ)～(オ)に適切な語を入れよ。

問 3. AII-6とBII-3の子供がファブリー病になる確率は、男女それぞれ何%と考えるか。
ただし男女合計の出生数を100%とする。

問 4. AII-6とBII-3の子供がB遺伝子病になる確率は、男女それぞれ何%と考えるか。
ただし男女合計の出生数を100%とする。

問 5. AII-6とBII-3の子供がファブリー病とB遺伝子病の2つの病気を併せて持つ確率は、男女それぞれ何%と考えるか。ただし男女合計の出生数を100%とする。

グロボシド (GalNac β -Gal α -Gal β -Glc β -Cer)

↓ β -ヘキソサミニダーゼ

グロボトリアオシルセラミド (Gal α -Gal β -Glc β -Cer)

↓ α -ガラクトシダーゼ

ラクトシルセラミド (Gal β -Glc β -Cer)

↓ β -ガラクトシダーゼ

グルコシルセラミド (Glc β -Cer)

↓

図1 糖脂質分解の代謝マップ

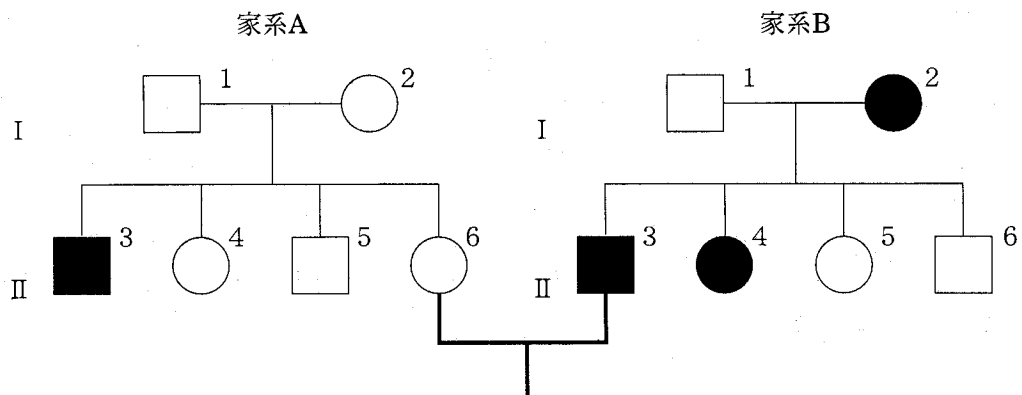


図2 AおよびB家系の家系図(□は男性, ○は女性, 黒塗りは患者を表す)

3

次の文章を読み、下の問1～6に答え、解答欄に記入せよ。(配点比率 医：25%，農：17%)

植物は、外界から得たエネルギーを利用して同化を行い、無機物から有機物を生成する。この同化作用には炭酸同化と窒素同化がある。

光合成は炭酸同化であり、緑色植物においては(ア)で行われる。(ア)を電子顕微鏡で観察すると(a)と呼ばれる平たい袋状構造と、その間を埋めている(b)の部分に分けられる。(a)では(c)が行われ、光エネルギーにより(d)などの光合成色素が活性化される。このようにして(d)に吸収された光エネルギーは(e)の分解に利用され、それにより生じた(ウ)は外界に放出されるが、水素は水素伝達系に渡され、その過程で遊離するエネルギーを利用して(f)を生成する。(ア)の(b)では、葉の(エ)から取り込んだ(オ)の固定が行われ、(f)と呼ばれる一連の回路反応によりデンプンなどの有機物が生成され、①師管等を通じて葉から植物体の各部位へ移動する。光合成は種々の環境要因に影響され、最も重要な環境要因の一つである光強度についてみると、②補償点以下において植物は生長できない。③

窒素同化は生物体内で重要な働きをしているタンパク質や核酸などの有機窒素化合物を合成する作用であり、その過程で植物の根から吸収された(g)は還元酵素により(h)に還元される。(h)は数種の(i)と結合して(カ)となる。合成された数種類の(カ)は、さらに核酸などを生成する材料として利用される。また、多くの植物は大気中の分子状態の窒素を窒素同化に利用できないが、④マメ科植物は空気中の窒素を固定することができる根粒菌と共生関係を成立させている。

問1. (ア)～(カ)に適切な語を入れよ。

問2. (a)～(i)にもっとも適切な語を以下の語群から選び、解答欄に番号で記入せよ。

- | | | | |
|---------------------|-----------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. H ₂ S | 2. ADP | 3. クロロフィル | 4. NH ₄ ⁺ |
| 5. 脂質 | 6. クエン酸回路 | 7. 光化学反応 | 8. アントシアニン |
| 9. 乳酸 | 10. 有機酸 | 11. チラコイド | |
| 12. カルビン・ベンソン回路 | 13. ATP | 14. NO ₃ ⁻ | |
| 15. ストロマ | | | |

問3. 下線部①について、光合成によって生成されたデンプンは他の化合物に変化して師管等を通じて他の組織へ運ばれる。その主な化合物名を記せ。

4 次の文章を読み、下の問1～6に答え、解答欄に記入せよ。

(配点比率 医：28%，農：19%)

火山から溶岩が流れ出して形成された裸地では、基盤が(ア)に乏しいために乾燥しており、(イ)もほとんど含まれていない。そのような場所では、まず(ウ)や(エ)が定着することで、風化が促進され土壌が形成される。次の段階として草本や(オ)が侵入し、個体数が多く、^①植物群落の上層を占める(カ)になる。さらに、(オ)の林では葉が繁茂して重なり合うために、林の中の地表面に到達する(キ)が減少する。(キ)が不足するために、^②(オ)の幼木は生き残ることができないが、かわりに(ク)の幼木が芽生えて成長するようになる。最終的には、(オ)と(ク)の混交林をへて、^③(ク)を(カ)とする安定した状態の極相林になる。このような植物群落の変化を一次遷移というが、特に湖や沼から始まる一次遷移を(ケ)というのに対して、火山の溶岩上での一次遷移を(コ)という場合がある。また、(サ)や(シ)で始まる植物群落の変化は二次遷移と呼ばれる。

問 1. 文章中の(ア)～(シ)に適切な語を入れよ。

問 2. 下線①、下線②のように植物が非生物的環境を変化させることを何というか記せ。

問 3. 下線③に述べられているような極相林では、植物の現存量がほとんど変化しなくなる。その理由を60字以内で記せ。

下書き用(60字)

問 4. 一次遷移や二次遷移の比較的初期の段階で草本や(オ)のような先駆種が優占するのはなぜか、理由を2つ記せ。

問 5. 極相群落の成立にかかわる重要な環境因子を2つ記せ。

問 6. 次の a)～c)の文は、日本で成立する極相群落に関する記述であり、1～7は樹種の組み合わせである。それぞれの記述内容に該当する群落名を記せ。また、それぞれの群落に出現する樹種の組み合わせとして適切なものを1～7から選び、その番号を記せ。

- a) 本州中部以北の高山や、北海道の山地など、年平均気温が6℃以下の寒冷な気候下で成立する。森林の下層にはツツジ科の低木やコケ類が多く見られる。
- b) 南は九州から、北は海岸沿いで東北地方南部、内陸では関東地方の海拔700 m付近まで、年平均気温13～21℃の範囲に分布する。光沢のあるクチクラが発達した葉を持つ樹種が多い。現在では鎮守の森としてしか見ることができない地方も多くなっている。
- c) 九州から北海道まで分布するが、東京以西では海拔700～1600 mに、東北地方北部から北海道では低地に成立する。夏は葉を広げて繁茂するが、冬には葉を落として休眠する樹木が多く、森林の下層にはササが繁茂する。

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1. ブナ、ハウチワカエデ、オオバクロモジ | 2. スダジイ、タムシバ、オオカメノキ |
| 3. タブノキ、ヤブツバキ、ヒサカキ | 4. ミズナラ、ヤブニッケイ、オガラバナ |
| 5. トウヒ、モチノキ、ミネカエデ | 6. アラカシ、シラビソ、エゾユズリハ |
| 7. トドマツ、ナナカマド、ウスノキ | |

5

次の文章を読み、遺伝暗号表を参考にして下の問1～6に答え、解答欄に記入せよ。

(配点比率 農：17%)

多くの生物において遺伝子の本体はDNAである。DNAは基本的に塩基配列を変えることなく複製され、生物の形質は遺伝子によって親から子へと受け継がれていく。DNAの複製様式は、その特徴から(ア)と呼ばれる。複製前のDNAは二本のヌクレオチド鎖からなる二重(イ)構造をしているが、複製中にはこれがほどけて一本鎖になり、これを(ウ)として(エ)という酵素が新しいヌクレオチド鎖を合成する。遺伝情報は一般にDNAの塩基配列として存在し、転写、翻訳という過程を経てタンパク質が作られる。真核生物において転写は(オ)内で行われ、合成された転写産物は(カ)に移動後リボソームと結合する。次に、連続する3塩基からなる配列に対応した一つのアミノ酸が(キ)によって運ばれ、タンパク質が合成される。このため、DNAの部分的な傷害や複製時の誤りによって塩基配列に変化が生じると、^①転写、翻訳の過程を経てアミノ酸配列が変化し、これまで見られなかった形質が子孫に発現する場合がある。しかし、DNAの塩基配列の変化が転写、翻訳されてもタンパク質を構成するアミノ酸の配列に影響を及ぼさない場合もある。^②

問 3. DNA の塩基配列をもとに、最終的にはタンパク質が合成されるが、このとき連続する 3 塩基からなる配列に一つのアミノ酸が対応している。3 塩基ではなく、1 塩基あるいは連続する 2 塩基の配列に一つのアミノ酸が対応した場合に考えられる不都合は何か。80 字以内で記せ。

下 書 き 用 (80 字)

問 4. 下線①の現象をなんと呼ぶか、解答欄に記せ。

問 5. 下線②について、DNA の塩基配列の変化がアミノ酸配列に影響を及ぼさない場合とはどのような場合か、40 字以内で説明せよ。

下 書 き 用 (40 字)

問 6. ここにアミノ酸配列がすべて明らかにされたタンパク質がある。アミノ酸配列からこのタンパク質の遺伝子の塩基配列を知りたいのだが、アミノ酸配列から塩基配列を推測することは、一般に塩基配列からアミノ酸配列を推測するよりも困難である。理由を 80 字以内で説明せよ。

下 書 き 用 (80 字)

