

▶ 出題のねらい

- A 細胞の構造に関する問題である。細胞小器官の構造と働き，原核細胞と真核細胞，植物細胞と動物細胞の共通点と相違点を整理し，理解しておこう。
- B 酵素に関する実験考察問題である。実験考察問題では，問題文から実験の目的と期待される結果をしっかりと読み取った上で，設問に取り組もう。また，目的を導くためにどの実験を比較すればよいか考えながら取り組もう。

▶ 解説

A 細胞の構造

問1 ①原核生物は核膜で包まれた核をもたず，DNAが細胞質基質中に存在する。よって，正しい。②下の表に示されているように，原核細胞には細胞膜と細胞壁が共に存在する。よって，誤りである。③下の表に示されているように，原核細胞には葉緑体やミトコンドリアといった細胞小器官は存在しない。よって，正しい。④原核細胞の大きさは数 μm 程度であり，肉眼で観察することができる限度の $100\mu\text{m}$ よりも小さいため，肉眼で観察することはできない。よって，誤りである。以上より，①と③が正しいため，②が正解となる。

(答) 1…②

問2 表1より，構造Aは核，構造Bはミトコンドリア，構造Cは葉緑体，構造Dは液胞，構造Eは細胞壁であることがわかる。このうち，植物細胞には存在するが動物細胞には存在しないのは，葉緑体と細胞壁の2つである。液胞は植物細胞で特に発達しているが，動物細胞にも存在する。核・ミトコンドリアも動物細胞・植物細胞ともに存在する。よって，②が正しい。

整理 細胞構造の比較

構造体	原核細胞	真核細胞	
		植物細胞	動物細胞
DNA	+	+	+
核(核膜)	—	+	+
細胞膜	+	+	+
細胞壁	+	+	—
葉緑体	—	+	—
ミトコンドリア	—	+	+
液胞	—	+	+

(答) 2…②

問3 核・液胞・葉緑体・細胞壁・ミトコンドリアのなかで、構造内にDNAをもつのは核(構造A)・ミトコンドリア(構造B)・葉緑体(構造C)の3つである。葉緑体とミトコンドリアにDNAが存在することは、細胞内共生説が支持される一つの根拠となっている。よって、構造A・構造B・構造Cを過不足なく含む⑦が正しい。

(答) 3…⑦

B 酵素

問4 ①酵素は、生体内の化学反応を促進する触媒作用をもつタンパク質である。よって、正しい。②酵素は、化学反応を促進する物質であり、反応の前後において自身は変化しない。よって、正しい。③酵素には、細胞質基質、ミトコンドリア、葉緑体などの細胞内に存在するものや、消化酵素のように細胞外に分泌されて、細胞外での反応を促進するものがある。よって、誤りである。④酵素はタンパク質であり、DNAの情報をもとに細胞内で合成される。よって、正しい。

(答) 4…③

問5 カタラーゼは肝臓などに多く含まれる酵素であり、過酸化水素に作用して、酸素と水に分解する反応を促進する。このことから、下線部(c)の気体は酸素であることがわかる。①酸素は、物質が燃えるのを助ける働き(助燃性)がある。よって、正しい。②呼吸では、有機物を酸素を用いて分解し、有機物から取り出されたエネルギーによってATPが合成される。よって、正しい。③光合成では、光エネルギーによって二酸化炭素と水から、有機物と酸素を生成する。よって、正しい。④静脈血は、全身に酸素を供給した後の二酸化炭素を多く含んだ血液であり、動脈血と比較すると酸素の量は少ない。よって、誤りである。

(答) 5…④

問6 実験1では、温度の変化による酵素の働きの変化を明らかにすることを目的としているため、高温で処理していないカタラーゼと高温で処理したカタラーゼのそれぞれの働きを調べればよい。このとき、カタラーゼを高温で処理したかどうか以外は、全て同じ条件で行う必要がある。そこで、酵素液と3%過酸化水素水を反応させる試験管アと、煮沸した酵素液と3%過酸化水素水を反応させる試験管イを比較すればよい。よって、①が正しい。

(答) 6…①

問7 実験2では、pHの変化による酵素の働きの変化を明らかにすることを目的としているため、様々なpHの反応液中でカタラーゼの働きを調べればよい。このとき、反応液のpH以外は全て同じ条件で行う必要がある。そこで、pHを変化させない蒸留水を加えた酵素液と3%過酸化水素水を反応させる試験管力、10%塩酸を加えて酸性にした酵素液と3%過酸化水素水を反応させる試験管サ、10%水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした酵素液と3%過酸化水素水を反応させる試験管シを比較すればよい。よって、⑥が正しい。

(答) 7…⑥

第2問 生物の体内環境の維持

▶ 出題のねらい

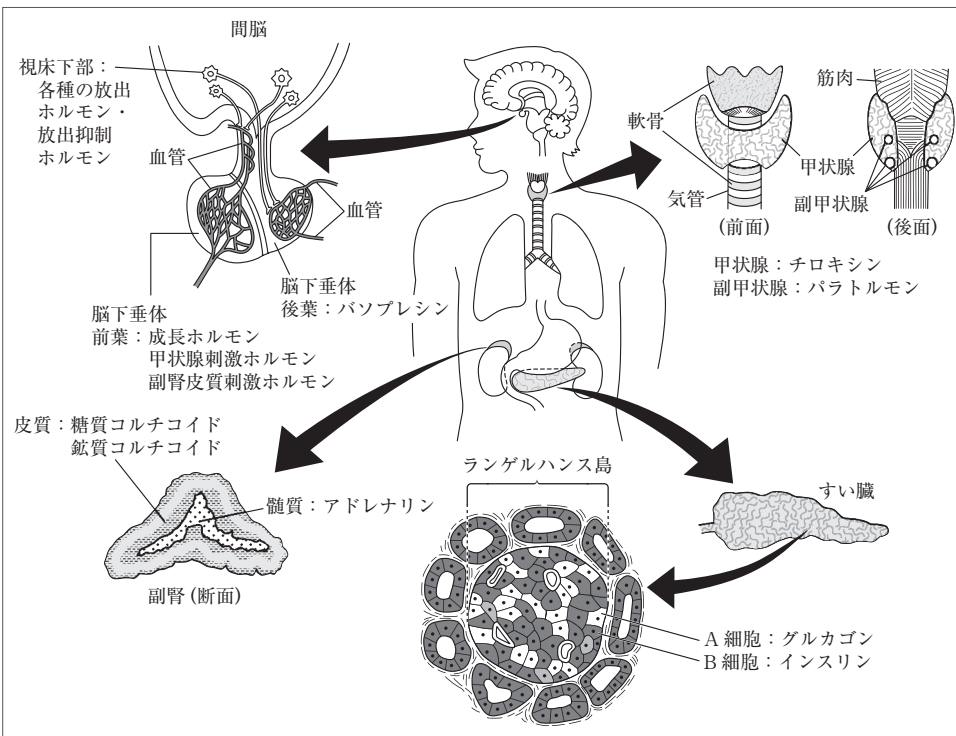
- A 血糖濃度調節に関する問題である。血糖濃度調節に関わる内分泌腺とホルモンの働き方、自律神経系の関わり方、糖尿病について理解を深めておこう。
- B 細胞性免疫に関する問題である。細胞性免疫は、細胞内に入り込んだウイルスや細菌などを細胞ごと攻撃する。一方、体液性免疫では、抗体が細胞外に存在するウイルスや細菌を攻撃する。この2つの違いを理解するとともに、それぞれに関わるリンパ球や免疫記憶について理解しておこう。

▶ 解説

A 血糖濃度調節

- 問1 ①内分泌腺の細胞から血液中に分泌され、微量で特定の器官や細胞に作用する物質をホルモンと呼ぶ。ホルモンを受容して応答する細胞を標的細胞といい、標的細胞にはそれぞれのホルモンを受容する受容体が存在する。よって、正しい。②血糖濃度調節に関わるインスリンは副交感神経によって、グルカゴンは交感神経によって分泌が調節されている。よって、正しい。③内分泌腺から放出されたホルモンは血液の循環とともに全身に行き渡り、低濃度でも作用する。よって、正しい。④下図に示すように、脳下垂体前葉や副腎皮質からは複数のホルモンが分泌される。よって、誤りである。

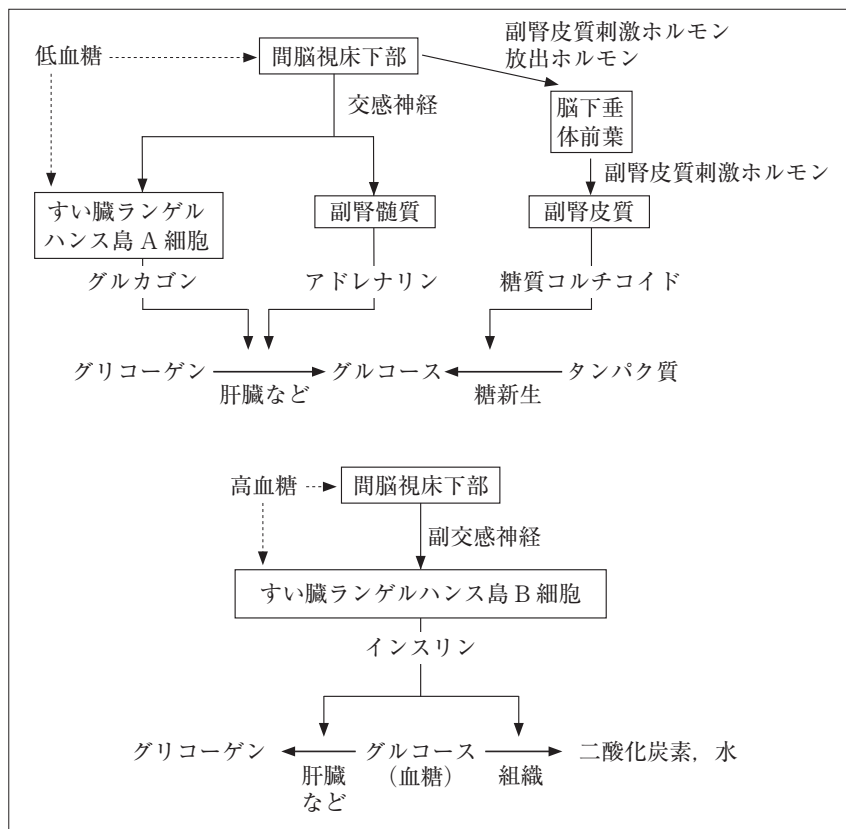
整理 内分泌腺とホルモン



(答) 8...④

問2 問題文より、ホルモンXとホルモンYはともにすい臓から分泌され、ホルモンXは血糖濃度を下げる働きがあり、ホルモンYは血糖濃度を上げる働きがあることから、ホルモンXはインスリン、ホルモンYはグルカゴンであることがわかる。インスリンは、すい臓のランゲルハンス島B細胞から分泌され、組織でのグルコースの取り込みを促進したり、肝臓でグルコースからグリコーゲンの合成を促進したりすることで血糖濃度を下げる。よって、②が正しい。

整理 血糖濃度調節の仕組み



(答) 9…②

問3 ホルモンXはインスリン、ホルモンYはグルカゴンである。図1は健康な人・糖尿病患者A・糖尿病患者Bのいずれも食後に濃度が減少していることから、血糖濃度を上げるホルモンの濃度変化であることがわかる。よって、図1はグルカゴン(ホルモンY)の濃度変化を示していると推測できる。図2は、健康な人では食後に濃度が増加し、時間とともにもどに戻っている。一方、糖尿病患者A・糖尿病患者Bのいずれも食後に増加した後、食前の状態まで減少していない。よって、図2は血糖濃度の変化を示していると推測できる。よって、図3はインスリン(ホルモンX)の濃度変化を示していることがわかり、⑤が正しい。

(答) 10…⑤

問4 図3より、糖尿病患者Aは食後インスリン(ホルモンX)の濃度に

変化がない。このため、ホルモンXが分泌されないことが原因となる糖尿病であることがわかる。一方、糖尿病患者Bは食後インスリン(ホルモンX)の濃度が増加しているにもかかわらず、血糖濃度(図2)が正常値まで下がっていないことから、インスリンが十分に作用しないことが原因となる糖尿病であることがわかる。糖尿病患者A・糖尿病患者Bそれぞれにインスリンを注射すると、糖尿病患者Aでは血糖濃度が下がると考えられるが、糖尿病患者Bではインスリンが十分に作用しないため血糖濃度は十分に下らない。よって、糖尿病患者Aが図4のウ、糖尿病患者Bが図4のイのグラフとなることが予想される。

(答) 11…⑥

B 細胞性免疫

問5 細胞性免疫は、細胞内に入りこんだウイルスや細菌などの異物を細胞ごと攻撃する仕組みである。抗原を取り込んだ樹状細胞は、リンパ節に移動しヘルパーT細胞を活性化する。活性化されたヘルパーT細胞は増殖し、同じく抗原提示を受けたキラーT細胞の増殖を促す。増殖したキラーT細胞は全身をめぐる細胞内に入りこんだウイルスや細菌などの異物を細胞ごと攻撃する。増殖したヘルパーT細胞とキラーT細胞の一部は、記憶細胞として残り、同じ抗原を見つけるとすばやく応答する。ツベルクリン反応は、結核菌のタンパク質の一部を注射後、接種した部分の反応を調べるものである。ツベルクリン反応で赤く腫れるのは細胞性免疫によるアレルギー反応である。よって、①が正しい。

(答) 12…①

問6 問題文より、マウスAとマウスBのMHCは同一であることから、皮膚片をマウスAからマウスBに移植しても拒絶反応が起きず定着したと考えられる。一方で、マウスAとマウスCはMHCが異なるため、マウスCの免疫細胞がマウスAの皮膚片を非自己として認識し、拒絶反応が生じたと考えられる。このとき、マウスCにはマウスAの皮膚片により活性化されたT細胞が記憶ヘルパーT細胞や記憶キラーT細胞として残っている。そのため、再びマウスAの皮膚片を移植すると、1回目よりも短時間で移植片が脱落すると考えられる。よって、②が正しい。

(答) 13…②

問7 移植片が脱落したマウスCから採取したリンパ球には、マウスAに対して免疫反応を起こす記憶細胞が含まれていると考えられる。このリンパ球を注射したマウスDにマウスAの皮膚を移植した場合、リンパ球に含まれる記憶細胞が働いて問6と同様の時間で皮膚が脱落すると考えられる。よって、②が正しい。

(答) 14…②

第3問 生物の多様性と生態系

▶ 出題のねらい

A 日本のバイオームに関する問題である。バイオームの水平分布と垂直分布について、連続的な変化を構造的に理解しておこう。日本で見

られるバイオームの種類は必ず知っておきたい。

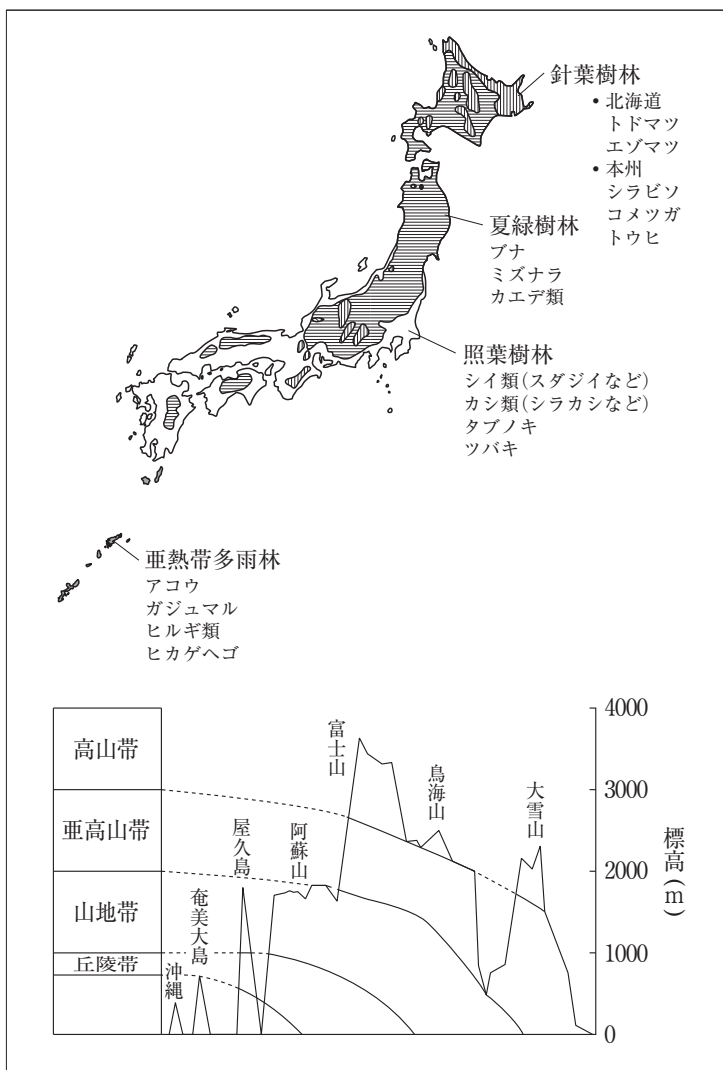
B 生態系に関する問題である。生態系の構造と、生物・非生物的環境の基本的な相互関係を、基礎的な語句とあわせて理解しておこう。

▶ 解説

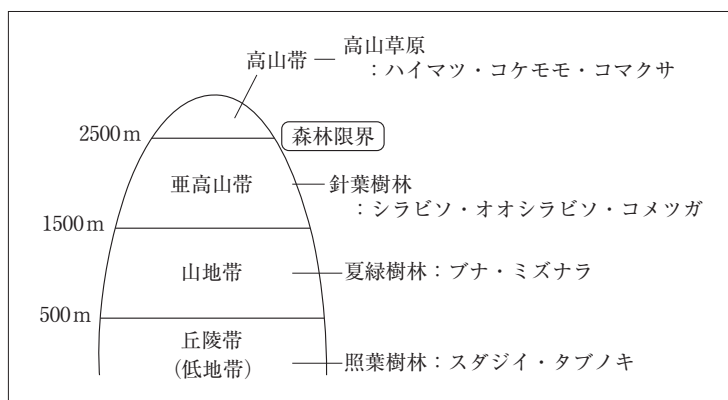
A 日本のバイオーム

問1 日本のバイオームの垂直分布に関する問題である。気温は、一般に高度が100m高くなると約 0.5°C 低下するため、標高差2000mの場合、 $0.5 \times 20 = 10$ より、気温差は約 10°C となる。図1は日本のバイオームの垂直分布を示している。富士山の位置を見ると、標高0mから2000mまで、照葉樹林、夏緑樹林、針葉樹林の順でバイオームが成立している。標高1500m～2500m付近までの亜高山帯の上限は森林限界と呼ばれ、これより標高が高い場所(高山帯)では低温や強風の影響で森林ができない。よって、⑤が正しい。

整理 水平分布と垂直分布



整理 本州中部の垂直分布



(答) 15…⑤

問2 表1に関して、地点Aは新宿(東京)、Bは盛岡(岩手)、Cは那覇(沖縄)、Dは根室(北海道)のデータである。①図1から、中国、四国、九州地域と、本州では標高の同じ場所があるが、バイオームは異なっている。これは緯度によって気温が異なるためである。よって、誤りである。②低緯度からC→A→B→Dの順になり、低緯度から高緯度に向かうほど年平均気温が低くなっていることがわかる。よって、正しい。③表1および図1からは標高と年降水量の関係はわからない。よって、誤りである。④日本では、各地で降水量が十分にあるため、高山や海岸、湿地、砂浜など一部の場所をのぞいて、森林のバイオームが成立する。したがって、日本のバイオーム分布を決める主な要因は気温となるため誤りである。よって、②が正しい。

(答) 16…②

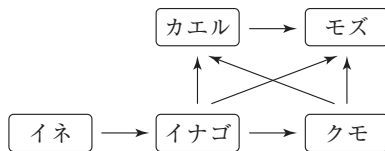
問3 上述の通り、日本では各地で降水量が十分にあるため、一部の場所をのぞいて、森林のバイオームが成立する。つまり、日本で見られる森林のバイオームは、気温の低い方から順に針葉樹林、夏緑樹林、照葉樹林、亜熱帯多雨林となる。表1の各地点について、気温を基にバイオームを分類すると、A→照葉樹林、B→夏緑樹林、C→亜熱帯多雨林、D→針葉樹林となる。図1の垂直分布にあてはめると、夏緑樹林(B)は境界イとウの間、針葉樹林(D)は境界アとイの間の領域となる。よって③が正しい。

(答) 17…③

B 生態系

問4 基本的な生態系の構造に関する問題である。ここでは水田の生態系が示されており、今回の生物の場合、食物連鎖の関係は次図のようになる。①無機物から有機物を合成できる生物はイネのみだが、イネは独立栄養生物で、イネ以外の生物が従属栄養生物である。よって、誤りである。②この生態系からカエルとクモが絶滅した場合、捕食対象であるイナゴの個体数が増加する。その結果、イネはイナゴによる被食量が増加してしまうため、生物量は減少する。よって、誤りである。③イナゴは生産者であるイネを摂食する植物食性動物なので、一次消費者である。よって、誤りである。④生態系を構成する生物群の

生物量は、生産者、一次消費者、二次消費者の順に少なくなる。よって、正しい。⑤この生態系ではイネが生産者、イナゴやクモ、カエル、モズは消費者として存在する。水田にも分解者は存在するが、今回の生物例には出てきていないため、誤りである。



(答) 18…④

問5 作用と環境形成作用に関する記述である。アは、高木(生物)が林床に届く光(非生物的環境)に影響を与えているため環境形成作用である。イは、光が野菜という植物(生物)に影響を与えているため作用である。ウは、温度(非生物的環境)がホッキョクグマ(生物)に影響を与えているため作用である。エは、つる性の植物が窓から差し込む光に影響を与えているため環境形成作用である。オは、汚染水(非生物的環境)が水生生物に影響を与えているため作用である。よって、アとエの2つが環境形成作用であるため、③が正しい。

(答) 19…③

問6 ①生産者、消費者、分解者の全てが呼吸や光合成など、様々な代謝の過程で大気との相互関係をもちながら生きている。②生態系内の「食べる-食べられる」の関係が一連の鎖のように繋がっていることを食物連鎖という。さらに、この捕食・被食の関係が複雑に絡み合っていることを食物網という。③生態系は台風や大雨などによるかく乱で、常に変動している。しかし、変動の幅が一定の範囲内であれば、元の生態系に戻る復元力をもつため、規模によっては生態系は元に戻る。④鳥類と魚類、クマと魚類など、陸上生態系と水界生態系の生物であっても捕食・被食関係をもつ。そのため、陸上生態系と水界生態系を完全に切り離して考えることはできない。よって、②が正しい。

(答) 20…②