

2017年度 センター試験 本試験 生物基礎

第1問 細胞の分類・進化・分裂・分化

出題範囲	生体物質，細胞，細胞小器官，細胞周期，組織
難易度	★★★★☆☆
所要時間	7分
傾向と対策	例年どおり，細胞や生体物質に関する分野からの出題である。6問中5問が知識問題であり，難易度は標準程度である。残りの1問は計算問題であるが，典型的なものであり，同じような問題を1度は解いたことがあるだろう。計算問題で少し差がつくと思われるが，差が開くような深い知識を要求する問題は少ない。ほかの受験者に後れを取らないようにするためにも手堅く高得点を取りたい問題構成であった。

A

問1 正解は③

難易度 ★★★★★☆☆

解説

すべての細胞に共通して含まれる生体物質の組み合わせを選ぶ問題。各物質についてそれぞれ確認していこう。

- ① 正 アデノシン三リン酸（ATP）のリン酸どうしの結合は高エネルギーリン酸結合^{こうエネルギーリンさんけつごう}といわれ，リン酸が離れたり結合したりする際に多量のエネルギーを放出，貯蔵する。これにより，アデノシン三リン酸は生体内のエネルギーのやり取りの仲介をしている。そのため，ATPは「生体のエネルギー通貨」とよばれ，すべての生体の細胞に存在している。
- ② 誤 クロロフィルは光合成にかかわる色素であり，光合成を行う生物の細胞にのみ存在する。
- ③ 誤 セルロースは植物の細胞壁や植物繊維に含まれる炭水化物で，植物体の支持にかかわる。
- ④ 誤 ヘモグロビンは脊椎動物を中心とする動物の赤血球に含まれるタンパク質で，酸素の運搬にかかわる。
- ⑤ 正 水は生体における化学反応の場となる物質で，すべての生体の細胞に含まれる。

以上より，正解は①と⑤を選んで③である。

問2 正解は④

難易度 ★★★★★☆☆

解説

原核生物に含まれるのは細菌（バクテリア）と古細菌（アーキア）である。ただし，古細菌は生物基礎では出てこない内容なので，原核生物といえば細菌と覚えておけばよい。ちなみに，〇〇菌などと呼ばれている生物は，

ほぼすべて細菌か古細菌である。ただし例外もあり、酵母菌は真核生物である。選択肢の中では、大腸菌、乳酸菌、光合成を行う細菌であるシアノバクテリアのネンジュモが原核生物である。オオカナダモ、ミドリムシ、ゾウリムシはいずれも真核生物である。

したがって、正解は④である。

問 3 3 正解は④

難易度 ★★☆☆☆

解説

共生説に関する問題である。共生説については次の Check!! を参照してほしい。

細胞内共生によって生じた細胞小器官はミトコンドリアと葉緑体である。酸素を使って有機物の分解を行う原核生物が細胞に取り込まれて生じたのはミトコンドリアで、光合成を行う原核生物が細胞に取り込まれて生じたのは葉緑体である。

したがって、正解は④である。

◆ Check!!

共生説と細胞の進化

共生説（きょうせいせつ）とは、呼吸を行う原核生物や光合成を行う原核生物（シアノバクテリア）が、別の生物の細胞内で共生（さいぼうないきょうせい）することにより、ミトコンドリアや葉緑体が生じたとする説である。これはマーグリスらによって提唱された。

これを支持する根拠としては2つ覚えておきたい。1つ目は「ミトコンドリアと葉緑体が内膜と外膜をもち、それらが質的に異なっている」こと、すなわち「ミトコンドリアと葉緑体は異質二重膜によって囲まれている」ことである。2つ目は「ミトコンドリアと葉緑体は独自のDNAをもち、半自律的に増殖する」ことである。

一方、ミトコンドリアや葉緑体と同様に、核も二重膜によって囲まれている。しかし、核の二重膜は同質二重膜である。

これらのことから、次の図のように原核生物から真核生物が進化したと考えられる。

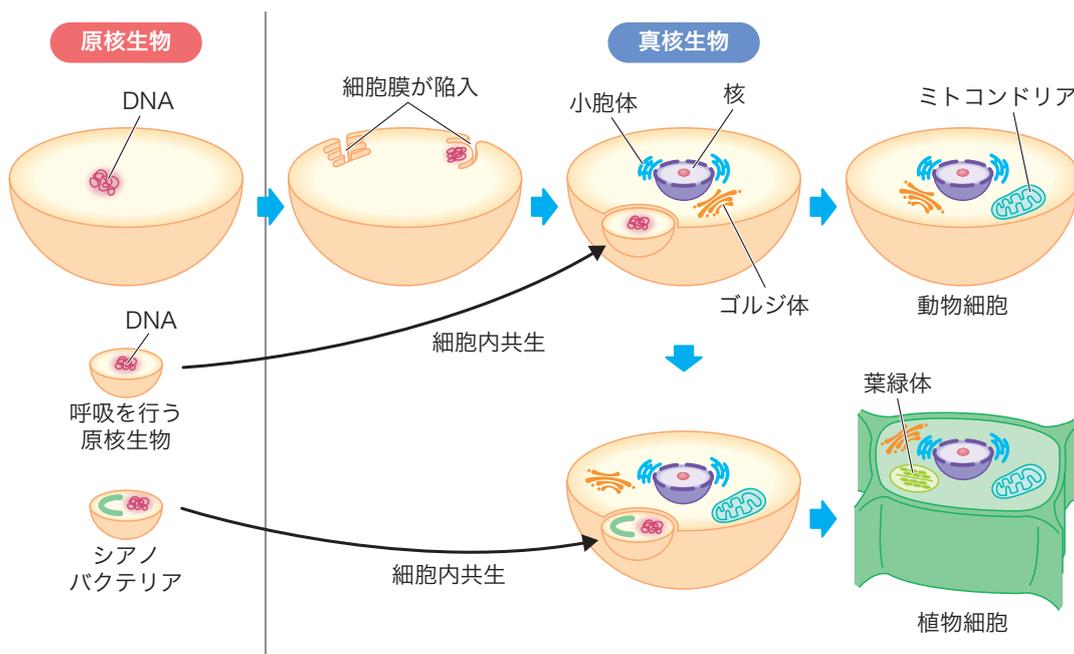


図 細胞の進化

B

問 4 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

解説

細胞周期は間期と分裂期（M期）に分けられる。間期はさらに、DNA 合成準備期（G₁期）、DNA 合成期（S期）、分裂準備期（G₂期）に分けられる。

したがって、には G₁、には S、には G₂が入る。よって、正解は②である。

◆ Check!!

細胞周期と DNA 量

細胞分裂を繰り返す細胞で、核分裂が終了してから次の核分裂が終了するまでを細胞周期という。この細胞周期は間期と分裂期（M期）に分けられる。間期はさらに、DNA 合成準備期（G₁期）、DNA 合成期（S期）、分裂準備期（G₂期）に分けられる。この間の核あたりの DNA 量のグラフは次の図のようになる。

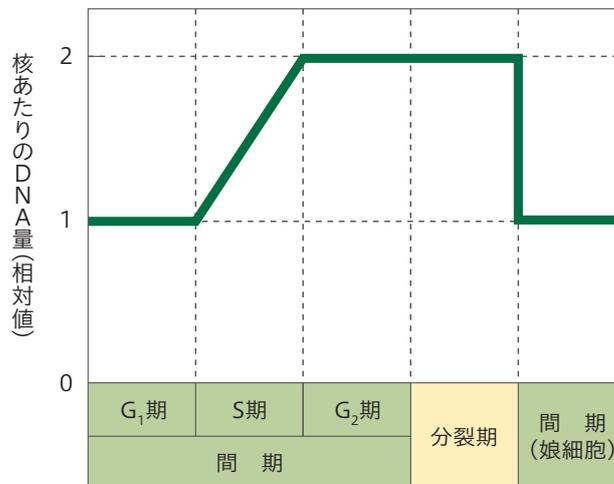


図 細胞周期と DNA 量

S 期には細胞分裂に備えて DNA の複製が行われるため、DNA 量は倍増する。また、分裂期には体細胞分裂が起こる。体細胞分裂では 1 つの細胞から 2 つの娘細胞が生じるため、これが完了するときに DNA 量は半分になり、母細胞のももとの DNA 量と等しくなる。

問 5 正解は②

難易度 ★★★★★☆

解説

それぞれの細胞が細胞周期のどの時期にあるかはランダムであると仮定してよい。そのため、ある時間における細胞周期の各時期の細胞の数の比と各時期の長さの比が等しくなると考えられる。よって、分裂期の長さを x 時間とすると以下の式になる。

$$168 \text{ 個} : 42 \text{ 個} = 20 \text{ 時間} : x \text{ 時間}$$

$$42 \times 20 = 168 \times x$$

$$x = 5$$

よって分裂期の長さは 5 時間。間期の長さが 20 時間であるから、細胞周期全体の長さは 5 時間 + 20 時間 = 25 時間である。

したがって、正解は②である。

問 6 正解は③ 正解は⑦

難易度 ★★★★★☆☆

解説

遺伝子のもつ情報からタンパク質が合成されることを遺伝子の^{はつげん}発現とよぶ。また、ヒトのだ腺で合成されデンプンを分解するタンパク質は、**アミラーゼ**とよばれる酵素である。インスリンは血糖値を下げるはたらきのあるホルモン、ヘモグロビンは赤血球に含まれ、酸素の運搬にかかわるタンパク質、フィブリンは血液凝固にかかわるタンパク質である。

したがって、には③、には⑦が入る。

(西川尚吾, 後藤暁彦)

2017年度 センター試験 本試験 生物基礎

第2問 血液と循環系, 免疫のしくみとはたらき

出題範囲	血液, 循環系, 内分泌系, 免疫
難易度	★★☆☆☆
所要時間	8分
傾向と対策	Aは体内環境やホルモン, Bは免疫の分野からの出題であり, 例年どおり同じ分野からの出題であった。全体の難易度は, やや易しい。これはセンターの生物基礎全般にいえることだが, 知識問題がかなり多い。この大問でも, 問5では知識を応用しなくてはならなかったが, ほかの問題はすべて知識問題である。教科書レベルの知識がしっかりと身に付いてさえいれば, 必ず高得点が取れるはずである。

A

問1 正解は⑥

難易度 ★★★☆☆

解説

それぞれの選択肢をみていこう。

- ① 誤 酸素は大部分が赤血球のヘモグロビンに結合して運搬される。血しょうに溶解するのはごくわずかである。
- ② 誤 血しょうにはグルコースや無機塩類だけでなく, アルブミンやフィブリノーゲンなどのタンパク質も含まれる。血しょう成分の約7%がタンパク質である。
- ③ 誤 血液中で水に溶けにくい繊維状のフィブリンがつくられ, フィブリンが血球と絡まりあうことで血ぺいができる。
- ④ 誤 血小板は血液凝固反応にかかわる血球であり, 血液凝固因子を放出する。また, 二酸化炭素は血しょう中に溶解して運ばれる。
- ⑤ 誤 ヘモグロビンを多量に含むのは赤血球である。白血球は免疫にかかわる血球である。
- ⑥ 正 ヘモグロビンは酸素濃度が高いときは酸素と結合しやすいが, 酸素濃度が低いときは酸素と結合しにくい。この性質により, ヘモグロビンは酸素濃度が高い肺で酸素と結合し, 酸素濃度の低い組織で酸素を放出する。

したがって, 正解は⑥である。

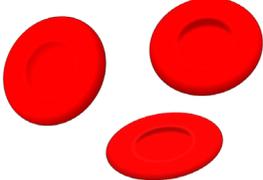
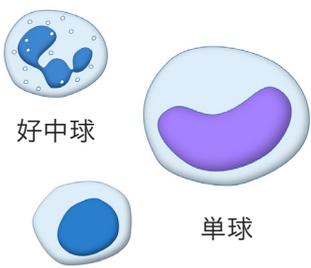
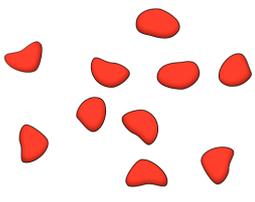
◆ Check!!

血液の成分

血液の成分は、有形成分である^{けつきゅう}血球と液体成分の^{けっ}血しょうに分けられる。

血球は血液の質量の約 45 % を占めていて、^{せっけつきゅう}赤血球、^{はっけつきゅう}白血球、^{けっしょうばん}血小板に大別することができる。これらのうち、白血球には好中球、マクロファージ、樹状細胞、リンパ球など多様な種類がある。下図の単球とは、マクロファージや樹状細胞のもととなる白血球である。

表 血球の種類

	赤血球	白血球	血小板
形態	 中央がくぼんだ円盤型	 好中球 リンパ球 単球	 小型で不定形
核	無	有	無
大きさ	直径 7 ~ 8 μm	直径 6 ~ 20 μm	直径 2 ~ 3 μm
数	1 mm ³ 中に 450 ~ 500 万個	1 mm ³ 中に 4000 ~ 9000 個	1 mm ³ 中に 10 ~ 40 万個
機能	酸素運搬	免疫	血液凝固

また、血しょうは血液の質量の約 55 % を占めている。そのうちの約 90 % は水、約 7 ~ 8 % はタンパク質である。そのほかにも無機塩類が約 0.9 %、グルコースが約 0.1 % 含まれている。血しょう中のタンパク質のうち、最も多く含まれているのは^{アルブミン}で、血しょうと組織液間の水分のバランスの維持に重要な役割を担っている。血しょうの機能としては、栄養分の運搬、二酸化炭素や老廃物の運搬などが挙げられる。

問 2 9 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

それぞれの選択肢をみていこう。

- ① 誤 運動をすると筋肉でエネルギー生産をするために呼吸が多く行われる。そのため、呼吸に必要な酸素を運ぶ血液の流入量が増加する。

- ② 誤 交感神経がはたらくと心拍数は増加する。心拍数を減少させるのは副交感神経のはたらきである。
- ③ 誤 肺動脈には酸素の少ない静脈血が流れており、肺静脈には酸素の多い動脈血が流れている。これは、全身から戻ってきた静脈血が心臓から肺動脈を通過して肺に送られ、肺で酸素を取り込んで酸素が豊富な動脈血となった後、肺静脈を通過して心臓に戻り、全身へと送られるためである。
- ④ 正 毛細血管からは血液の血しょうが染み出て組織液となり、組織液を通して細胞に酸素や栄養分が渡される。
- ⑤ 誤 肝門脈は小腸などから肝臓に血液を送る血管である。小腸で吸収されたグルコースなどの糖やアミノ酸を多く含む血液が肝臓に入ると、一部からグリコーゲンやタンパク質に合成されて貯蔵される。
- ⑥ 誤 リンパ管には組織液が流入する。リンパ管内のリンパ液は鎖骨下静脈から静脈へと流入する。
- したがって、正解は④である。

問 3 10 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

解説

バソプレシンは脳下垂体後葉から分泌されるホルモンで、腎臓における水の再吸収を促進する。これにより尿として排出される水分量が減少するため、体内の水分量が維持される。バソプレシンはこのようにして体液の水分量を調節している。チロキシンは甲状腺から分泌されるホルモンで、代謝を高めるはたらきをもつ。鉱質コルチコイドは副腎皮質から分泌されるホルモンで、細尿管におけるナトリウムイオンの再吸収を促進する。

内分泌腺とホルモンの組み合わせとしては②と③が正しいが、問題文にあるように体液の水分量の調節にかかわるのはバソプレシンであるから、正解は②である。

B

問 4 11 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

解説

食作用をもつ細胞は好中球^{こうちゆうきゅう}、マクロファージ^{まくろふあーじ}、樹状細胞^{じゆじょうさいぼう}などである。また、樹状細胞やマクロファージが細胞性免疫や体液性免疫の起点となる抗原提示^{こうげんていじ}を行うので、アには樹状細胞、イには抗原が入る。抗原の情報を受け取ったヘルパー T 細胞^{さいぼう}と同じ抗原を認識して活性化、増殖し、抗体産生を行うのは B 細胞^{さいぼう}である。したがって、ウには B 細胞が入る。

以上より、正解は②である。

問 5 12 正解は③

難易度 ★★★☆☆

解説

ヒトが同一の病原体に繰り返し感染した場合に産生する抗体の量の変化を表すグラフを選ぶ問題である。それぞれのグラフの差異を確認するのが重要である。ポイントは「1 回目の感染から抗体産生までの期間」, 「2 回目の感染から抗体産生までの期間」, 「1 回目の感染時の抗体産生量」, 「2 回目の感染時の抗体産生量」の 4 つである。

一度感染した病原体の情報を記憶するしくみにより, 2 回目の感染では抗体産生が多量かつ迅速に行われる(二次応答)。そのため, 一次応答における感染から抗体産生の期間よりも, 二次応答におけるその期間の方が短く, 一次応答における抗体産生量よりも, 二次応答における抗体産生量の方が多くなる。したがって, 「1 回目の感染から抗体産生までの期間」よりも「2 回目の感染から抗体産生までの期間」のほうが短く, 「1 回目の感染時の抗体産生量」よりも「2 回目の感染時の抗体産生量」のほうが多いグラフを選べばよい。

以上より, 正解は③である。

◆ Check!!

免疫のしくみ

免疫とは, 病原体などの異物の侵入を防いだり, 侵入してきた異物を非自己と認識して排除したりする機構のことである。免疫は自然免疫と獲得免疫の 2 つに大きく分類される。

【自然免疫】

自然免疫は, 生まれながらにして備わっている, 病原体などの異物に対する抵抗性のことである。

異物が体内に侵入してくるのを防ぐ機構も自然免疫に含まれる。表皮の一番外側にある角質層や, 粘膜から分泌される粘液, 咳などは, 病原体などの異物が体内に侵入するのを防いでいる。これらは物理的防御とよばれる。汗や粘液, 尿などは弱酸性に, 胃液は強酸性に保たれていて, 外界に接する表皮表面を酸性に維持することにより, 多くの病原体の増殖を抑制している。また, 汗や涙, 鼻汁, だ液などには, 細菌の細胞壁を分解するリゾチームや細菌の細胞膜を破壊するディフェンシンなどが含まれている。これらは化学的防御とよばれる。物理的・化学的防御は, 病原体が体内に侵入するのを防ぐという最初にはたらく生体防御である。

また自然免疫には, 物理的・化学的防御などをすり抜けて体内に侵入してきた病原体を好中球・マクロファージ・樹状細胞の食作用によって排除する機構も含まれる。この食作用は, すべての非自己と認識された異物に対して非特異的にはたらく。

自然免疫はすみやかににはたらくため, 獲得免疫がはたらき始めるまでの生体防御として, とても重要である。

【獲得免疫】

獲得免疫は、適応免疫ともよばれ、生後に体内に病原体などの異物が侵入することによって誘導される抵抗性のことである。具体的には、**体液性免疫**と**細胞性免疫**に分けられる。どちらも、食作用によって異物を取り込んだ樹状細胞やマクロファージがその異物の一部を細胞表面に出し（**抗原提示**）、リンパ球の一種である**ヘルパー T 細胞**に**抗原**を認識させることにより開始される。抗原として認識されるとは、排除すべき非自己成分として認識されるということである。

体液性免疫では、抗原を認識したヘルパー T 細胞によって、リンパ球の一種である**B 細胞**が活性化され、増殖、分化し抗体産生細胞となる。この抗体産生細胞は、抗原と特異的に結合する**抗体**を分泌する。この抗体が抗原と強く結合（**抗原抗体反応**）することにより、異物が排除される。

細胞性免疫では、抗原を認識したヘルパー T 細胞によって、リンパ球の一種である**キラー T 細胞**が活性化され、増殖する。このキラー T 細胞は、病原体に感染した細胞やがん細胞などを直接攻撃して排除する。

これらの獲得免疫の過程で増殖した T 細胞や B 細胞の一部は記憶細胞として残る。そのため、2 度目以降の感染に対して獲得免疫は強力にはたらく。

このようにして、自然免疫でも排除しきれなかった異物に対して獲得免疫ははたらく。この獲得免疫は、高い特異性と免疫記憶が形成されるという特徴をもっているため、自然免疫よりも強力である。したがって、体内環境を守るうえでとても重要な機構である。

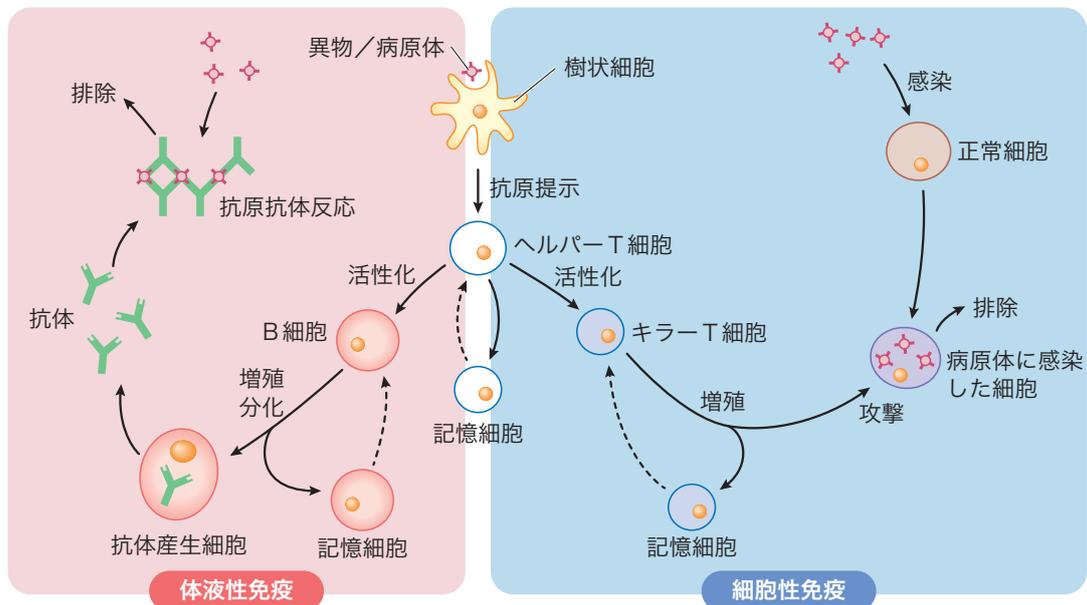


図 獲得免疫

(西川尚吾, 後藤暁彦)

2017年度 センター試験 本試験 生物基礎

第3問 バイオーム、生産者と消費者

出題範囲	バイオーム、物質循環、生態系
難易度	★★☆☆☆
所要時間	6分
傾向と対策	問題数は2016年度より1問減り4問。Aはバイオームに関する問題で、教科書にも記載されているバイオームと気候の関係図の、どこにどのバイオームが対応しているか覚えていればわかるものであった。Bは生態系に関する問題で、ある程度の知識があれば解けたらう。全体の難易度としてはやや易しく、解ききりたい問題であった。間違えてしまった場合、原因は知識不足であろうから、教科書の確認などをしっかりとしよう。

A

問1 13 14 正解は②・⑦（順不同）

難易度 ★★★★★

解説

問題文の図1を見てわかるとおり、異なるバイオーム間で年平均気温が同じ場合、年降水量が少ないほど有機物生産量は小さくなる。また、図1のそれぞれのバイオームの名称は下の図のとおりである。以上のことを踏まえて、選択肢をみていこう。

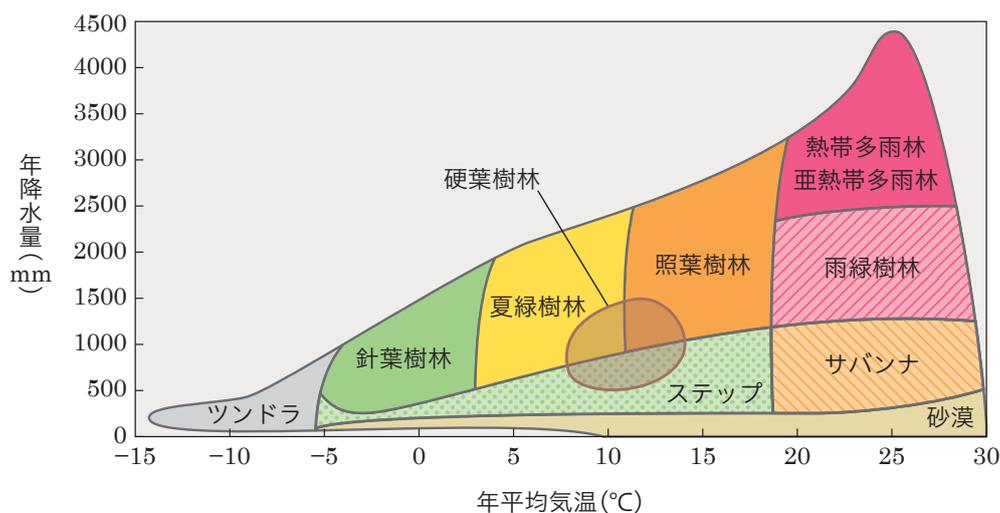


図 バイオームと気候の関係

- ① 誤 前述のとおり，年平均気温がほぼ同じ場合，年降水量が少ないほど有機物生産量は小さくなる。
- ② 正 前述のとおり，年平均気温がほぼ同じ場合，年降水量が少ないほど有機物生産量は小さくなる。
- ③ 誤 前述のとおり，年平均気温がほぼ同じ場合，年降水量が少ないほど有機物生産量は小さくなる。
- ④ 誤 サバンナとツンドラでは，ツンドラの方が有機物生産量が小さい。
- ⑤ 誤 砂漠と針葉樹林では，針葉樹林のほうが有機物生産量が大きい。
- ⑥ 誤 照葉樹林と硬葉樹林では，硬葉樹林のほうが有機物生産量が小さい。
- ⑦ 正 雨緑樹林と硬葉樹林では，雨緑樹林のほうが有機物生産量が大きい。

以上より，正解は②と⑦。

問 2 15 正解は⑥

難易度 ★★☆☆☆

解説

Xで示されたバイオームは夏緑樹林である。夏緑樹林は，ブナやミズナラなど冬に落葉することによって寒さに耐える樹木によって構成されるバイオームで，おおむね年平均気温が10℃以下で年降水量1000mm以上の環境に分布する。東北地方から北海道では低地でみられるが，それ以南の地域では山地において分布が確認されている。亜熱帯気候で年中暖かい沖縄ではみられない。

以上より，正解は⑥。

◆ Check!!

日本のバイオーム

緯度の変化に応じてみられるバイオームの変化を^{すいへいぶんぶ}水平分布、標高の変化に応じてみられるバイオームの変化を^{すいちよくぶんぶ}垂直分布という。日本の水平分布と垂直分布についてみてみよう。

【水平分布】

日本のかなりおおまかなバイオームの水平分布は下図のようになっている。おもに道東では^{しんようじゅりん}針葉樹林、北海道の他の地方や東北では^{かりよくじゅりん}夏緑樹林、関東から九州にかけての地域では^{しょうようじゅりん}照葉樹林、沖縄を含む南西諸島や小笠原諸島では^{あねったいたうりん}亜熱帯多雨林がみられる。ただし、このとおりのバイオームがみられるのは低地のみである。

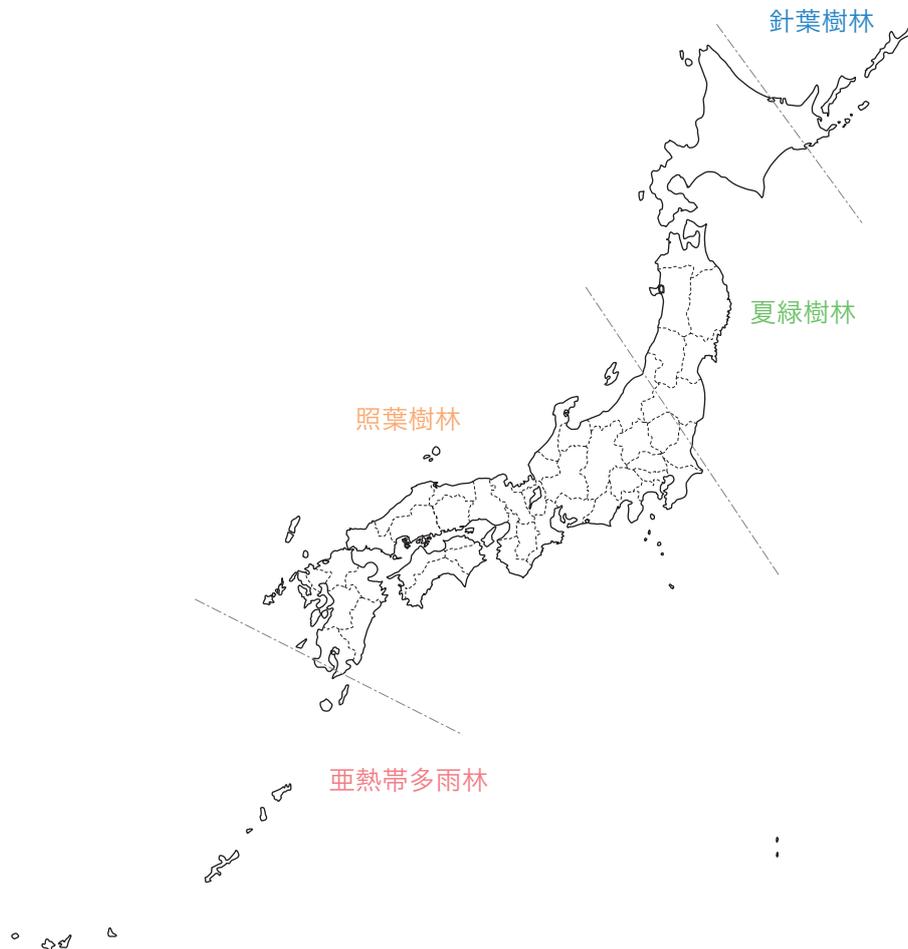


図 日本の水平分布

【垂直分布】

本州中部の高山を例にとると、標高 700 m 付近までの^{きゅうりょうたい}丘陵帯、標高 1700 m 付近までの^{さんちたい}山地帯、標高 2500 m 付近までの^{あこうざんたい}亜高山帯、それ以上の^{こうざんたい}高山帯におおまかに区別できる。丘陵帯では照葉樹林、山地帯では夏緑樹林、亜高山帯では針葉樹林がみられる。亜高山帯の上限である標高 2500 m 付近では、

低温と強風により高木の生育が困難になり、高木が点在する^{しんりんげんかい}森林限界となる。さらに高い標高 2600 m 付近では樹高が低くなる^{こうぼくげんかい}高木限界となる。森林限界よりも高い高山帯では、^{はなばたけ}お花畑とよばれる^{こうざんそうげん}高山草原や^{がんしつこうげん}岩質高原がみられる。日本全体の垂直分布は下図のようになっている。

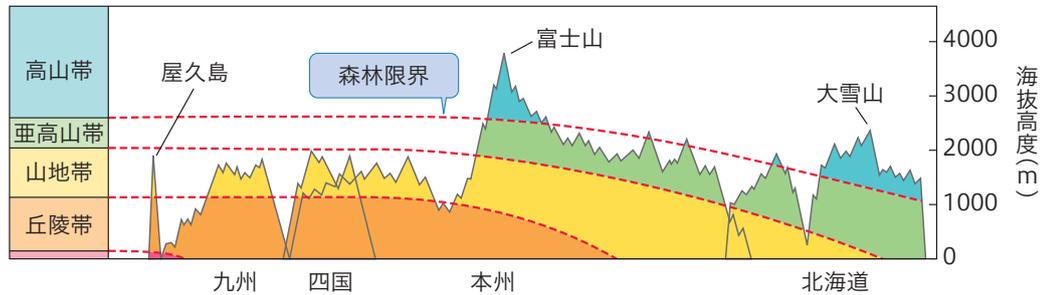


図 日本の垂直分布

B

問3 16 正解は③

難易度 ★★☆☆☆

解説

それぞれの選択肢をみていこう。

- ① 正 生産者は硝酸イオンやアンモニウムイオンなどの無機窒素化合物を取り込んでアミノ酸を合成する。このアミノ酸からタンパク質や核酸などが合成される。
- ② 正 生産者は光合成によって水と二酸化炭素という無機物から有機物の糖を合成する。
- ③ 誤 生産者である植物は呼吸も光合成も行う。
- ④ 正 消費者は、呼吸によって有機物を分解し、ATP としてエネルギーを得る。
- ⑤ 正 消費者は、生産者や低次の消費者を摂食することで有機物を取り込む。低次の消費者を摂食する場合も、低次の消費者はさらに低次の消費者や生産者を摂食し、有機物を取り込んでいる。そのため、もとをたどれば消費者が取り込む有機物はすべて生産者由来であるといえる。

以上より、正解は③。

◆ Check!!

物質循環

地球全体で見れば、あらゆる原子の量はほぼ一定である。一方で、生物は原子からできている物質を外部から取り込んで利用しなくては生存できない。そのため、原子はさまざまな物質に形を変えながら、生態系内を循環している。ここでは、炭素と窒素について考えてみよう。

【炭素循環】

炭素は有機物に必ず含まれ、生物体の乾燥重量の 40 ～ 50 % を占める。生産者は大気中の二酸化炭素を有機物に変えている。消費者は大気中の二酸化炭素を直接利用できないので、生産者がつくった有機物を直接または間接的に摂食することで、炭素を取り込む。詳しい炭素循環は下図のとおりである。

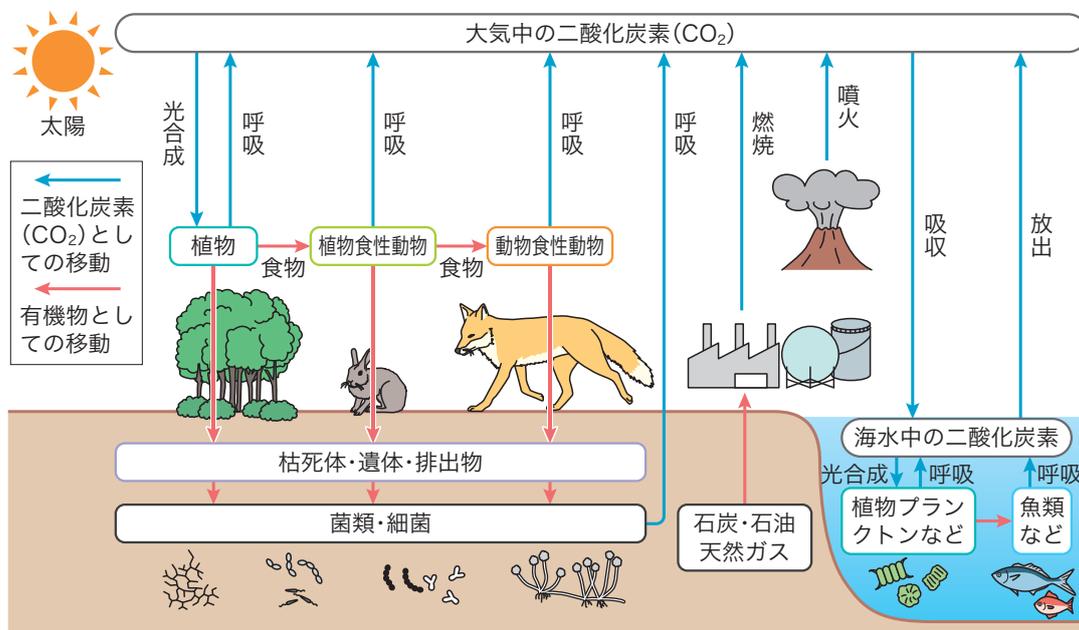


図 炭素循環

【窒素循環】

生産者である植物は、土壌中から硝酸イオン^{しょうさん}やアンモニウムイオン^{あもにうみん}という無機窒素化合物を吸収し、タンパク質や核酸などの有機窒素化合物を合成している。このはたらきを窒素同化^{ちっそどうか}という。消費者は植物が合成した有機窒素化合物を直接あるいは間接的に取り込み、利用している。これらの遺体や排出物中の有機窒素化合物は土壌中の菌類や細菌類に分解され、無機窒素化合物となる。

また、土壌中でアンモニウムイオンを硝酸イオンに変える硝化菌^{しょうかきん}（硝酸菌^{しょうさんきん}と亜硝酸菌^{あしょうさんきん}）、大気中の窒素を取り込んで利用する（窒素同化^{ちっそどうか}）ことができる根粒菌^{こんりゅうきん}やネンジュモなどの窒素固定細菌^{ちっそこていさいきん}、土壌中の硝酸イオンを窒素に変えるはたらき（脱窒^{だつちつ}）をもつ脱窒素細菌^{だつちつそさいきん}などがあることも覚えておこう。

詳しい窒素循環は次の図を参照してほしい。

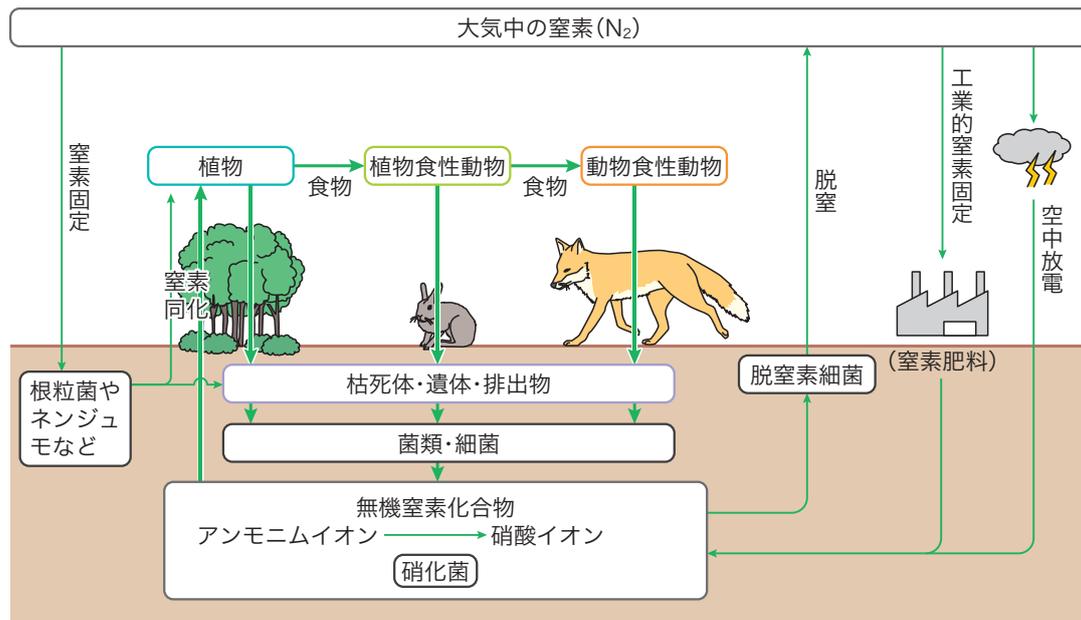


図 窒素循環

問 4 17 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

分解者は落葉や落枝，生物の死骸などの有機物を分解してエネルギーを得ている。熱帯多雨林では樹木の生長が速いため，針葉樹林より落葉・落枝の供給量は多い。しかし，気温が高いため分解者の活動が活発であり，有機物分解速度は速いので，単位面積あたりの土壤に含まれる有機物量は少なくなる。したがって，アには「落葉・落枝」，イには「速い」が入る。

以上より，正解は①。

(西川尚吾，後藤暁彦)