



2024年度 昭和大学 I期

【 講 評 】

昭和大学特有の図示問題は、今年は出題されなかった。例年と比べ文字数指定のない記述問題が多かった。医系色の強い問題はやや書きにくかっただろうが、基礎的な内容を問うような記述問題では確実に点数を取りたい。

【 解 答 】

大問1

問1 ア：窒素同化 イ：窒素固定 ウ：硝化 エ：還元 オ：葉緑体

問2 カ：グルタミン キ： α -ケトグルタル酸 ク：アミノ基転移

問3 ①②③④

問4 (b)

問5 20 g

問6 動物は、植物のように無機窒素化合物から有機窒素化合物を合成することができないため、植物が作ったタンパク質などの有機窒素化合物を食物として体内に取り入れることで窒素化合物を得ている。

大問2

問1 免疫寛容〔免疫トレランス〕

問2 a

問3 a, c, e

問4 通常であればキラーT細胞が移植片を非自己として認識し攻撃することで、拒絶反応が起きる。しかし、ヌードマウスにはT細胞が分化成熟する胸腺がなく、移植片はT細胞に攻撃されないから。

問5 ヌードマウスには胸腺がないため、抗原を受容した樹状細胞が抗原提示する先のヘルパーT細胞が存在せず、ヘルパーT細胞からの活性化を受けたB細胞が抗体産生細胞に分化することもないから。

問6 マウスF1の骨髄を移植したマウスAはAとBのMHCをもつため、マウスBの皮膚を自己と認識し、キラーT細胞による細胞性免疫での攻撃を受けないため、生着する。

大問3

問1 ア：肝小葉 イ：肝門脈 ウ：肝動脈 エ：肝静脈 オ：グリコーゲン カ：十二指腸
キ：尿

問2 ③

問3 エ

問4 アドレナリンが心臓の拍動を促進させることで熱産生する。(27字)

骨格筋の不随意に収縮弛緩するふるえによって熱産生する。(27字) などから1つ

問5 肝臓にはタンパク質の分解産物として生じた有害なアンモニアを、毒性の少ない尿素に変える機能がある。肝硬変ではその機能が低下し、血液中のアンモニアの量が多くなり脳にまで影響を与えるから。

問6 解毒作用

問7 (1)オルニチン回路 [尿素回路]

(2)アンモニアと二酸化炭素がオルニチンと反応することで、シトルリンが産生する。これに続く反応によりアルギニンが産生し、脱水反応により尿素とオルニチンとなる。尿素は尿中に排出され、オルニチンは次のサイクルに再生される。

大問4

問1 ア：塩基 イ：アミノ酸 ウ：分子時計 エ：自然 オ：中立 カ：遺伝的浮動

問2 分子進化

問3 ダーウィン

問4 イントロンに生じる変異。

非コード領域に生じる変異。 などから1つ

問5 置換ではアミノ酸配列が変化するとしても、アミノ酸が1つ置換されるだけであり、フレームシフトを起こす遺伝子の挿入や欠失に比べれば、突然変異が蓄積されやすいから。

問6 適応放散：共通の祖先から異なる環境へ適応して多様な生物が進化すること

収束進化：異なるグループの生物が同一の環境に適応し、似た特徴をもつ生物に進化すること。

問7 a)(1)-D (2)-A (3)-C (4)-B

b) E と F

c) 2000 万年前

d) 6

e) 一度置換したアミノ酸が、再度1塩基置換したことで塩基配列が戻る、または元の塩基配列ではないが、コードしているアミノ酸配列が戻る場合。

【 解 説 】

大問1

問1 基本的な空所補充問題である。

問2 NH_4^+ はグルタミン酸と結合してグルタミンとなる。その後、グルタミンと α -ケトグルタル酸から2分子のグルタミン酸が合成される。グルタミン酸から、アミノ基転移酵素のはたらきにより、アミノ基をさまざまな有機酸に移して20種類のアミノ酸を生じる。

問3 窒素固定細菌の代表例は、根粒菌、クロストリジウム、アゾトバクターなどの細菌や、ネンジュモなどのシアノバクテリアである。乳酸菌は 乳酸発酵を行う細菌類の総称である。

問4 (a)窒素固定では、空気中の安定した N_2 から NH_4^+ という無機窒素化合物に変換する為、大きなエネルギーが必要である。

(b) NH_4^+ から NO_3^- に至る酸化の過程でエネルギーを放出している。

(c) 根から吸収された NO_3^- は、 NADH などによって、 NO_2^- そして NH_4^+ へ還元される。この過程ではエネルギーを利用している。

問 5 生成されたタンパク質 20g のうち、窒素含量は $20 \times 0.16 = 3.2\text{g}$ である。これは根から吸収された窒素の 70% であるから、根から吸収された窒素は $3.2 \div 0.7 = 32/7\text{g}$ である。よって、吸収された硝酸イオンの質量を $x\text{g}$ とすると、 $x \times 14/62 = 32/7$ $x = 20.2\dots$ となり、小数点以下を四捨五入して、20g と求まる。

大問 2

問 1 自分の細胞や組織に対して免疫がはたらかない状態のことを免疫寛容という。免疫寛容が起こらないと自分の組織を攻撃してしまい、自己免疫疾患を引き起こす。

問 2 マウス B は、一度マウス A の皮膚移植を受けたことで、7 日で拒絶反応が起こり、移植片は脱落した。これが一次応答で活性化して増殖した T 細胞や B 細胞では、記憶細胞が一部残るため、二度目の皮膚移植のときには、一次応答よりも強い免疫応答（二次応答）が起こり、移植片の脱落までにかかる日数が減る。

問 3 F1 は A と B との雑種であるため、F1 は A と B の MHC を持つ。ドナーが A で、レシピエントが F1 の場合、F1 は A を攻撃せず、生着する。

大問 3

問 1 基本的な知識問題である。

問 2 肝臓には、血漿中に含まれるアルブミンや血液凝固に関わるフィブリノーゲンなどのタンパク質を合成したり、老化して機能しなくなった赤血球のヘモグロビンを分解したり、脂肪を乳化して消化を助ける胆汁を合成したりするはたらきがある。赤血球は成人では主に骨髄で生成され、胎児では肝臓や脾臓で生成される。よって、ヒト成人の肝臓の機能として赤血球の産生は誤り。

問 3 尿素は肝臓でつくられるため、食後の安静時に、血中尿素濃度が最も高くなるのは、肝臓からの血液を送り出す肝静脈である。食後にグルコース濃度が最も高い血液が流れているのは肝門脈であることも合わせておさえておきたい。

大問 4

問 2 進化における DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化を分子進化という。

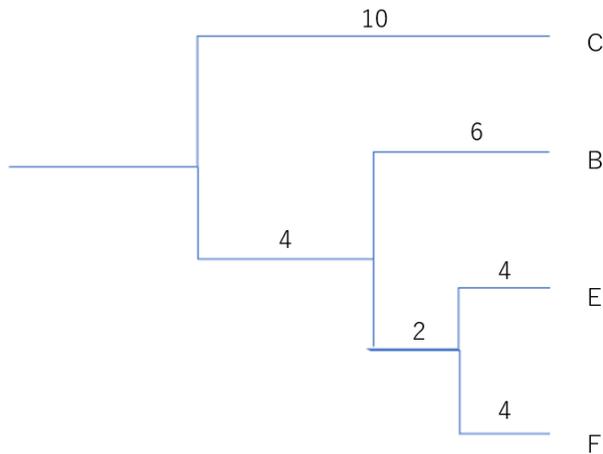
問 3 ダーウィンは著書「種の起源」で、進化における自然選択説を提唱した。

問 6 適応放散の例として、オーストラリアの有袋類が有名である。この地の有袋類は他の地域と異なり絶滅をまぬがれ、多くの種に進化した。収束進化の例としては、オーストラリアに生息する袋アライクイが挙げられる。フクロアライクイ（有袋類）は、他の大陸に生息するアライクイのなかま（真獣類）に似た形態や習性をもっている。

問 7 a) 生物種 E と生物種 F から最も近縁な(4)は生物種 B（アミノ酸の相違数 12）である。同様に、生物種 E と生物種 F とのアミノ酸の相違数が小さいものから順に(3)(2)(1)となるため、(3)は生物種 C（アミノ酸の相違数 20）、(2)は生物種 A（アミノ酸の相違数 25）、(1)は生物種 D（アミノ酸の相違数 32）である。

b) 塩基の相違数が小さいほど近縁であるため、塩基の相違数が 4 ずつの生物種 E と生物種 F が最も分岐してからの期間が短いと推定される。

- c)生物種 G と生物種 A とのアミノ酸相違数が 16 で、分岐点(i)は 1600 万年前である。このことから、1600 万年前に分岐してからそれぞれ 8 つ置換したと考えられる。1 つのアミノ酸が置換するのにかかる時間は、 $1600 \text{ 万} \div 8 = 200 \text{ 万年}$ である。生物種 C と生物種 B, E, F 間でのアミノ酸の相違数は平均して $(18+20+22) \div 3 = 20$ である。よって、分岐してからは $20 \div 2 = 10$ ずつ置換したと考えられる。つまり、分岐点(ii)は $200 \text{ 万} \times 10 = 2000 \text{ 万年前}$ と推定される。
- d)表 1 から置換しているアミノ酸の数を求める。系統樹の一部を以下に示す。



お問い合わせは ☎ 0120-302-872

<https://keishu-kai.com/>