



2020 年度 杏林大学 医学部 一般入学試験

【 講 評 】

大問Ⅰの選択肢問題では失点を最低限におさえたい。問5は迷った受験生も多いと思われる。大問Ⅱの問3の遺伝の問題は難しい。大問Ⅲのパラアミノ馬尿酸の問題は問題文から性質を把握するまでに戸惑る。逆にそれ以外の問題は得点しておくことが望ましい。

【 解 答 】

I

問1 ⑤

[選択肢]

- ① アゾトバクターは好気性の窒素固定細菌の一種。他には嫌気性のクロストリジウムが挙げられる。
- ② 化学合成細菌は無機物の酸化によって生じる化学エネルギーを用いて炭酸同化を行う生物の総称である。具体的には亜硝酸菌、硝酸菌、水素細菌、鉄細菌、硫黄細菌などが挙げられる。
- ③ 嫌気性細菌とは異化の際に発酵を行う生物の総称である。
- ④ 好気性細菌とは異化の際に呼吸を行う生物の総称である。
- ⑤ シアノバクテリアは光エネルギーを用いて炭酸同化を行い、反応後に酸素を放出する。

問2 ③

分類は大きく分けて五界説と三ドメイン説が存在する。本問では三ドメイン説の分類を問われている。ヒトの分類を例にとると、真核生物ドメイン→動物界→脊椎動物門→哺乳綱→霊長目→ヒト科→ホモ・サピエンスとなる。

問3 ⑤

前期：核膜・核小体が消失し、染色体が太く短く棒状に凝縮する。

中期：染色体が紡錘体の赤道面に並ぶ。

後期：染色体が縦列面で分離し、両極へ移動する。

終期：核膜・核小体が出現し、染色体が細く長くひも状に脱凝縮する。

問4 ⑤

[選択肢]

- ① ギャップ結合はコネキシンの働きで管腔構造をとっているため、低分子の物質が通過することが可能である。心筋細胞に多く、細胞が同期的に動くことに役立っている。
- ② 固定結合とはデスモソーム、ヘミデスモソーム、接着結合、接着斑の総称である。細胞がずれたりするのを防いでおり、皮膚の上皮細胞に多く存在している。

- ③ 接着結合とは固定結合の一種で、アクチンフィラメントとデスモソームの働きで細胞同士を結び付けている。
- ④ デスモソームとは固定結合の一種で、中間径フィラメントとデスモソームの働きで細胞同士を結び付けている。
- ⑤ 密着結合とはクローデインの働きで細胞同士を密に結合し、細胞間に物質が入り込まないようにしている。小腸の上皮細胞に多く存在している。

問5 ⑤

[選択肢]

- ① アウストラロピテクス・アファレンシスは猿人とも呼ばれ、出現したのは約 400 万年前である。
- ② ホモ・エレクトスは原人とも呼ばれ、出現したのは約 180 万年前である。
- ③ ホモ・サピエンスは新人とも呼ばれ、出現したのは約 20 万年前である。
- ④ ホモ・ネアンデルタレンシスは旧人とも呼ばれ、出現したのは約 40 万年前である。
- ⑤ ホモ・ハイデルベルゲンシスは原人の仲間で、ホモ・サピエンスとホモ・ネアンデルタレンシスの共通祖先である。出現したのは約 60 万年前である。
- したがって出現した順では①→②→⑤→④→③となる。

問6 ①

被子植物の珠皮(2n)は受精後に種皮(2n)と呼ばれるようになり、母個体の体細胞(2n)で形成されている。また胚のう母細胞(2n)は減数分裂を行い、胚のうが形成されるがこの中には卵細胞(n)と 2 つの助細胞(n)、3 つの反足細胞(n)、1 つの中央細胞(n + n)に分かれる。

[選択肢]

- ① 胚のう母細胞は減数分裂前であるため、母個体の体細胞と同じ遺伝情報を持つ。
- ② 助細胞は減数分裂後であるため、遺伝情報は異なる。
- ③ 中央細胞は減数分裂後であるため、遺伝情報は異なる。
- ④ 胚乳細胞(3n)は中央細胞(n + n)と精細胞(n)が受精して形成されるため、遺伝情報は異なる。
- ⑤ 反足細胞(n)は減数分裂後であるため、遺伝情報は異なる。

問7 ①

この法則は、

- i) 集団の個体数が十分に多いこと
- ii) 集団からの個体の移出や集団への移入がないこと
- iii) 突然変異が起こらないこと
- iv) 自然選択が働かないこと
- v) 任意交配・自由交配であること

以上の 5 条件を満たす集団では世代を越えても遺伝子頻度が一定であるとする法則である。

問8 ⑤

感覚神経のように末梢から中枢に興奮を伝える神経を求心性神経と呼び、背根を通る。一方腹根を通る中枢から末梢に興奮を伝える神経は遠心性神経と呼ばれ、運動神経や自律神経が含まれる。

イシャ ニナロウ

お問い合わせは ☎0120-148-276

問9 ③

生態系とはバイオーム(群系)と無機的環境とが合わさって形成される。

[選択肢]

- ① キーストーン種とは個体数が少ないにも関わらず、生態系に与える影響の大きな種のことを指す。必ずしも食物連鎖の頂点に立つとは限らない。
- ② 多量のリンや窒素などの無機塩類を含む生活排水が海や湖沼に流入したことで、富栄養化してプランクトンが増殖した状態を赤潮やアオコと呼び、こうした水域では酸素が不足したり、有害物質が発生したりと水質の汚染につながる。
- ④ 補償深度とは植物プランクトンの光合成速度と呼吸速度が等しくなる水深のことである。

問10 ②

[選択肢]

- ① ウニでも胞胚期になると植物極側の細胞から、一次間充織が形成されやがて骨片になる。また原腸胚期でも二次間充織が形成され色素細胞や筋細胞などに分化する。こうした細胞は中胚葉由来である。
- ③ 脊椎骨は中胚葉の体節由来であり、脊索由来ではない。無顎綱を除いて脊椎動物門に属する生物の脊索は、神経管を誘導する形成体として働いた後は退化・消失する。
- ④ 哺乳綱の分化した細胞は赤血球やリンパ球のような一部の例外を除き、ゲノムはすべて受精卵と同じものが残っている。しかし発現している遺伝子は細胞の種類によって異なる。
- ⑤ 原口背唇部は形成体としての働きを有する組織であるため、二次胚の組織とは異なる。

問11 ④

C₄植物は通常のカルビン・ベンソン回路(C₃回路)の他に、C₄回路と呼ばれる反応系を有している。C₄回路ではC₃回路で二酸化炭素を固定する酵素であるルビスコと比べて非常に強力な二酸化炭素固定能を有するPEPカルボキシラーゼという酵素が働いている。この酵素の働きで二酸化炭素とPEPからオキサロ酢酸を合成し、そこからリンゴ酸に変換した後、二酸化炭素をC₃回路に供給しつつ、ピルビン酸を合成する。このピルビン酸がPEPに変換されて再び二酸化炭素を固定するように働く。C₄植物のC₃回路は維管束鞘細胞に存在し、C₄回路は葉肉細胞に存在する。

※C₃植物のC₃回路やCAM植物のC₃回路とC₄回路は葉肉細胞に存在していることに注意する。

Ⅱ

問1

$$(1) [^{14}\text{N} \text{のみ}] : [^{14}\text{N} \text{と } ^{15}\text{N}] : [^{15}\text{N} \text{のみ}] = 0 : 1 : 7$$

[計算]

培地 B(¹⁵Nのみ)で n 回培養を行った場合

$$[^{14}\text{N} \text{のみ}] : [^{14}\text{N} \text{と } ^{15}\text{N}] : [^{15}\text{N} \text{のみ}] = 0 : 1 : 2^{n-1} - 1 \dots (*) \text{と表せるので,}$$

n = 4 を代入する。

$$(2) [^{14}\text{N} \text{のみ}] : [^{14}\text{N} \text{と } ^{15}\text{N}] : [^{15}\text{N} \text{のみ}] = 5 : 3 : 0$$

[計算]

培地 B(¹⁵Nのみ)で 2 回培養を行い、(*)に n = 2 を代入すると、

[¹⁴Nのみ] : [¹⁴Nと¹⁵N] : [¹⁵Nのみ] = 0 : 1 : 1 となり、さらにここから培地 A(¹⁴Nのみ)に移して1回培養すると、

[¹⁴Nのみ] : [¹⁴Nと¹⁵N] : [¹⁵Nのみ] = 1 : 3 : 0 となる。さらにもう一度培養すると

[¹⁴Nのみ] : [¹⁴Nと¹⁵N] : [¹⁵Nのみ] = 5 : 3 : 0 となる。

問2 (1) ①, ② (2) 245.5mg (3) 013.6mg

(1) 植物の呼吸速度は温度にのみ依存して変化するため、温度一定(20℃)のとき光の強さとは無関係に植物 X では 10(mg/100cm²・時間)、植物 Y では 5(mg/100cm²・時間)となる。

光の強さ	0	10	20	30	40	50
X	0	7.5	15	22.5	30	30
Y	0	7.5	15	15	15	15

(光の強さ別の真の光合成速度)

(2) 植物 X の葉が 200cm²であることに注意して、50 キロルクスの光を 6 時間照射した際の二酸化炭素の吸収量は $30 \times 6 = 360\text{mg}$ となる。よって同化されるグルコースの量は

$$360 \div 44 \times 180 \div 6 = 245.4545\dots$$

$$\approx 245.5 \text{ となる。}$$

(3) 植物 Y が 20 キロルクスの光を照射した 4 時間の光合成では $15 \times 4 = 60\text{mg}$ の二酸化炭素が吸収される。一方 8 時間の呼吸によって放出される二酸化炭素量は $5 \times 8 = 40\text{mg}$ となるため、差し引き本問の条件全体では 20mg の二酸化炭素が吸収されたことになる。したがってここから同化されるグルコース量は

$$20 \div 44 \times 180 \div 6 = 13.63\dots\text{mg} \approx 13.6\text{mg} \text{ となる。}$$

問3 (1) 300 個体 (2) 100 個体

遺伝子 s⁺を s とし遺伝子 t⁺を t と、遺伝子 N が挿入されていない場合を n で表記する。

上述の表記で遺伝の条件を整理すると、

(a) SS の個体は幼虫期初期に死に至る(幼虫期中期に移行しない)。

(b) 薬剤 V の存在下では、nn の個体は幼虫期中期で死に至る(成虫に移行しない)。

(c) (a), (b)以外の個体は成虫に移行する。

(d) Ss の個体は成虫の翅の一部が形成されない。

(e) Tt の個体は成虫の胸部背面の毛が太く短くなる。

[交配]

雌[S, n, t/s, N, t] × 雄[S, n, t/s, n, T] より、

雌の作る配偶子は組換え価 5%を考慮して

$$\begin{aligned} S, N, t &: S, n, t : s, N, t : s, n, t \\ &= 5 : 95 : 95 : 5 \end{aligned} \text{ となる。}$$

また雄の作る配偶子は組換えが起こらないので

$$\begin{aligned} S, n, t &: s, n, T \\ &= 1 : 1 \end{aligned} \text{ となる。}$$

イシャ ニナロウ

お問い合わせは☎0120-148-276

よって交配の結果は下表のとおり

遺伝子型	個体数	生育条件
[S, N, t/S, n, t]	5	幼虫期初期で死に至る
[S, N, t/s, n, T]	5	成虫に至り翅の一部欠損
[S, n, t/S, n, t]	95	幼虫期初期に死に至る
[S, n, t/s, n, T]	95	幼虫期中期に死に至る
[s, N, t/S, n, t]	95	成虫に至り翅の一部欠損
[s, N, t/s, n, T]	95	成虫に至り毛が太い
[s, n, t/S, n, t]	5	幼虫期中期に死に至る
[s, n, t/s, n, T]	5	幼虫期中期に死に至る

(1) 遺伝子 S と遺伝子 N が連鎖している染色体をもつ成虫を 5 個体得るためには、上表の[S, N, t/s, n, T] の個体を 5 個体得るので、幼虫期中期の個体は

$$5 + 95 + 95 + 95 + 5 + 5 = 300 \text{ 個体} \text{ となる。}$$

(2) 300 個体のうち、翅の一部が形成されない成虫は、上表の

$$[S, N, t/s, n, T] \text{ と } [s, N, t/S, n, t] \text{ の個体となるので、 } 5 + 95 = 100 \text{ 個体} \text{ となる。}$$

Ⅲ

問 1 (1) 1255mL (2) ③

通常ヒトでは心拍出量(約 5000mL/分)の約 25%(1250mL/分)が腎臓に流入し、その腎血しょう流量の約 20% (250mL/分)が糸球体でろ過され原尿となる。PAH はその性質からクリアランスを求めると、腎血しょう流量の推定に役立つ物質として知られている。

cf) 糸球体ろ過量の推定にはイヌリンが使われることが知られている。

(1) 本問では PAH の血しょう中濃度が 0.02mg/mL であり、0.1mg/mL 以下となるため PAH の 90%が尿中に排出される。

よって 1 分当たりの尿中の PAH 量は、 $0.9 \times 13.8 = 12.42\text{mg}$ となり、これが腎血しょう中の PAH の 90%に相当するので、腎血しょう中の PAH は $12.42 \div 0.9 = 13.8\text{mg}$ と分かる。

したがって腎血しょう流量は $13.8 \div 0.02 = 690\text{mL}$ であり、これが腎血液量の 55%に相当するため、求める腎血液量は $690 \div 0.55 = 1254.54\cdots\text{mL} \approx 1255\text{mL}$ となる。

(2) PAH の尿中への移行は 2 つの経路が存在し、1 つ目は糸球体でのろ過であり 2 つ目は尿細管への分泌である。このうち分泌量は血しょう中濃度が 0.10mg/mL までは比例するが、その後最大分泌量に至ると血しょう中濃度とは無関係となる。一方でろ過量は血しょう中濃度が 0.10mg/mL を越えても比例して大きくなるためグラフは③となる。

問 2 (1) 0.33g (2) ④ (3) ③

(1) 1 分子の Na^+ は 1 分子の NaCl から得られるため、求める NaCl の質量を $x \text{ g}$ とおくと、

$$x = 58.5 / 180 = 0.325 \text{ g} \approx 0.33 \text{ g} \text{ となる。}$$

(2) 酵素量が半分になった条件であるため、全てのグルコース濃度(基質濃度)でグルコース取り込み初速度(反応初速度)が半分となる。

(3) 薬物 X の存在下では最大反応速度(V_{max})が変わらないので、薬物 X は競争的阻害剤であることが分かる。これを投与するとグルコース輸送体 Y の働きが阻害されるため、グルコースの血液中への再吸収が阻害(血糖値低下)され、尿中に排出するグルコースが上昇する。

最終合格へのラストスパート!!!!!!

医学部後期入試対策講座

埼玉医科大・金沢医科大・藤田医科大・

大阪医科大・関西医科大・近畿大・久留米大 申し込み受付中

イシャ ニナロウ

お問い合わせは ☎0120-148-276