

— 東京工科大学 —

1月27日 一般選抜奨学生 入試グループA 生物

解答・解説

解答

大問1 ア3、イ5、ウ6、エb、オ9、カ5、キ6、ク1、ケa

大問2 ア4、イ2、ウ6、エ3、オ9、カ7、キa、ク2ケ7、コ1、サ4、シ5、ス1、セ8、ソ6

大問3 ア2、イ4、ウ8、エ1、オ3、カ2、キ1、ク1、ケ4、コ6、サ2
シ4、ス3

解説

大問1

問1 クロマチン繊維が緩むことで、初めて RNA ポリメラーゼが結合できるようになる。RNA 干渉とは、完成した mRNA を制限することによって翻訳させるのを防ぐ翻訳調節である。

問2 インスリンはペプチド系ホルモンなので受容体は細胞膜上に存在する。エクジステロイドは選択肢にあるように、脱皮やさなぎ化に関するホルモンである。

問3 表1より、ホルモンの添加によって数値の変動がみられるのは肝臓、腎臓、筋肉の3か所である。しかしながら、筋肉においてはホルモンが転写抑制に働いている。しかし、のちの問題で明らかになるようにプラスミド①の転写調節においてはホルモンは転写促進に働くのが明らかであるので、筋肉での転写量減少はホルモン X 以外の要因によってもたらされたと考えられる。よって、正常に転写促進として働いている肝臓と腎臓が標的器官と考えるのが妥当である。

問4 表1より、全ての細胞で転写量の変化がみられるわけではない。一方、ホルモン X が存在しないエタノールのみ添加の場合でも細胞ごとに転写量の違いが表れている。このことから、ホルモン X 以外の何らかの転写量の調節メカニズムが存在していると考えられるのが妥当である。

問5 ここでの器官は筋肉のことである表1より、ホルモン添加時に 10 に対してエタノール添加時は 100 なので、倍率は 0.1 となる。

問6 表2より、①と②を比較すると相対転写量は減少している。また同様に減少している結果を調べると、④と③の結果がそれに該当する。

問7 まず、表2から④、⑤、⑥の結果を見るとホルモン添加時とエタノールのみの場合とで転写量に違いは見られない。よって D,E 領域にはホルモンに反応する領域は存在しないと考えられる。しかし、一方で④と⑤の変化分を見るとホルモンの影響が無いにも関わらず転写量が減少している。このことから

D 領域にホルモン以外の転写調節タンパクが関与していると考えるのが妥当である。また、⑤、⑥での変化が見られないことから、領域 E は遺伝子発現に関与しない領域だと考えられる。

一方、①、②、③領域を見ると、ホルモン添加時とエタノールのみの場合とで大きな転写量の違いがみられることから、これらの領域にホルモンが関与していると考えるのが妥当である。また、②、③において領域 B を切除しても転写量に変化が見られないことから領域 B は発現に関与しない領域だと考えられるが、A、C 領域の切除に伴う結果①から②、③から④の変化を見ると、この二つの領域にホルモンが関与していると考えるのが妥当である。

以上より各領域の役割を考えると、以下のようになる。

領域

A	B	C	D	E
X に関連	関与なし	X に関連	X 以外が関与	関与なし

大問 2

文 1 における各試験官の状況を整理すると以下の通りとなる。

試験管	基質	触媒	気体発生
A	H ₂ O ₂	石英 (触媒作用なし)	×触媒が存在しない
B	H ₂ O ₂	酸化マンガン (無機触媒)	○
C	H ₂ O ₂	肝臓片 (酵素含む)	○
D	H ₂ O ₂	×	×触媒が存在しない
E	H ₂ O ₂	肝臓片 (酵素含む)	○
F	食塩	肝臓片 (酵素含む)	×適切な基質が存在しない
G	砂糖水	肝臓片 (酵素含む)	×適切な基質が存在しない
H	グルコース水	肝臓片 (酵素含む)	×適切な基質が存在しない
I	デンプン	肝臓片 (酵素含む)	×適切な基質が存在しない
J 25℃	H ₂ O ₂	酸化マンガン (無機触媒)	○
K 25℃	H ₂ O ₂	肝臓片 (酵素含む)	○
L 25℃	H ₂ O ₂	酸化マンガン+煮沸	○無機触媒は煮沸で失活しない
M 25℃	H ₂ O ₂	肝臓片+煮沸	×酵素が煮沸で失活している
N 80℃	H ₂ O ₂	酸化マンガン (無機触媒)	○無機触媒は熱で失活しない
O 80℃	H ₂ O ₂	肝臓片 (酵素含む)	×酵素が熱で失活している
P 80℃	H ₂ O ₂	×	×触媒が存在しない

問 1 発生する気体は燃焼を促進する気体なので酸素であり、過酸化水素を分解する酵素カタラーゼは肝臓に含まれている。またカタラーゼは酵素なので最適温度を持ち、それに該当するグラフは⑥となる。

実験 2 において F~I の試験管は酵素は存在しているが、それに対する基質がないので気体発生が見られていない。これは酵素の持つ基質特異性が関係している。また試験管 M と O では酵素、基質ともに存在しているが煮沸、または高温状態のため酵素が働けなくなったのが反応が起きなかった原因であり、

これを酵素の失活という。

文 2 においては、本来酵素本体と補酵素の両方が入っていた溶液 A を透析にかけた結果、小さい分子である補酵素はセロハン外 (溶液 C) に、セロハンを通過できない酵素本体は内部に残る (溶液 B)。また、溶液 A を煮沸すると、熱に弱い酵素本体のみが失活する。

溶液 A : 酵素本体 + 補酵素 溶液 B : 酵素本体のみ

溶液 C : 補酵素のみ 溶液 D : 失活した酵素 + 補酵素

問 2 補酵素は酵素本体の活性部位に結合する。また、金属イオンが活性部位に存在し、触媒活性を促進している。また、失活していない酵素本体と補酵素が両方とも存在できる組み合わせは B と C、または B と D の組み合わせ。

文 2 後半の状況を整理すると、

試験管 E : 酵素本体 + 酵素 X + X 阻害剤

試験管 F : 酵素本体 + 失活した酵素 X + X 阻害剤

試験管 G : 酵素本体 + X 阻害剤

試験管 H : 補酵素 + 酵素 X + X 阻害剤

試験管 I : 補酵素 + 失活した酵素 X + X 阻害剤

試験管 J : 補酵素 + X 阻害剤

気体発生は G, H, J

のちに補酵素 (溶液 C) + グルコース

のちに酵素本体 (溶液 B) + グルコース

問 3 すい臓から分泌される酵素の中には、糖類を分解するアミラーゼ、タンパク質を分解するトリプシン、脂質を分解するリパーゼが存在する。また実験結果を考えると、G, J の二つは妥当な結論が出ているが、H で反応が起きたのに E では反応していないところが問題となる。ただし X 阻害剤が加えられたのは酵素 X が働いた後と考えられるので、E が反応しなかったのは酵素 X のはたらきによって何かしらの阻害効果が働いたからと考えられる。また、補酵素のみが存在する H では X による反応阻害が働いていないところを加味すると、酵素 X のはたらきによって酵素本体の主成分であるタンパク質が破壊されたと考えるのが妥当である。

また、失活した酵素 X では当然酵素本体を分解することは不可能なので、F、I ともに正常に反応が進行する。

問 4

アルコール発酵 : $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

呼吸 : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

これより、

エタノールの物質量を求めることでアルコール発酵で使われたグルコースの量を求める

$$\frac{276}{46} = 6 \text{ mmol}$$

$$6 \times \frac{1}{2} \times 180 = 540 \text{ mg}$$

全体のグルコース消費量 810 mg からアルコール発酵で用いられた 540 mg を引くと、これが呼吸に使われたグルコース量となる。これをもとに CO_2 量を計算する。

$$\frac{810 - 540}{180} \times 6 \times 44 = 396$$

大問 3

問 1 飼育期間 2 週間の時点で比較すると、1 つの水槽当たり 5 匹の場合は平均体重約 8g、40 匹の場合は約 4g、60 匹の場合は約 2g、160 匹の場合は約 1g となっている。したがって、水槽内のオタマジャクシの個体数が少ないと成長がはやく、水槽内のオタマジャクシの個体数が少ないと同じ飼育期間のオタマジャクシの平均体重が大きくなると言える。

問 2 個体群密度によって増殖率や死亡率、個体の体重、形態などが変化することを密度効果という。

問 3 問題文にカエルもオタマジャクシも十分なエサがあると記載されているため、種内競争は起こらない。

問 4,5 孤独相の個体は生育に適する環境に住んでいるため、遠くに移動する必要がなく前翅が短い。その代わり跳躍に使われる後ろ足が長い。群生相の個体は生育に適するエサや生活空間を求めて遠くに移動するため前翅が長い。

問 6 孤独相から群生相への変化は、幼生体が一定レベルの群生環境にて成長することによって引き起こされる。よってふ化時点では孤独相となる。

問 7 0~1 歳の間で個体数が 1 番減っており(505)、その後の減り幅は徐々に小さくなっている。したがって、生存曲線は 1 のようになる。また、どの年齢でも年齢が 1 つ上がるごとに生存個体数が約 1/2 になっていることから、生存個体数の対数値を縦軸にとって作成した生存曲線は 4 のようになる。

問 8 問 7 より、発育途中の死亡率がほぼ一定であることがわかる。

問 9 標識再捕法は以下の式が成り立つ。

全体の個体数 = 最初の標識個体数 \times 2 度目に捕獲した個体数 / 再捕獲された標識個体数
したがって、全個体数 = $48 \times 32 / 24 = 64$

問 10 第 1 世代のネズミ 100 匹のうちメス 50 匹がそれぞれ 8 匹の子を産むと仮定すると、第二世代は $8 \times 50 = 400$ 匹となる。問題文よりオスとメスが同数生まれるため、オス 200 匹、メス 200 匹となる。同様に考えると第 3 世代は $8 \times 200 = 1600$ 匹となる。このように 1 世代進むごとに個体数が 4 倍になっているため、第 5 世代では $100 \times 4^4 = 25600$ 匹となる。

総評

知識面において難しいところは特になかったと思われる。ただし、問題設定における情報量が多く、制限時間内に処理しきるのはかなり難しかっただろう。ここも、近年の傾向である考察力、情報整理能力を鍛えるという生物の問題の特徴が出ていると思われる。

大問1 真核生物の転写調節がテーマ。クロマチン繊維の構造が転写調節に使われているということはもしかしたら知らない受験生もいたかもしれない。ユークロマチンとヘテロクロマチンという言葉とともに確認しておいてほしい。

大問2 酵素反応についての問題で、内容的には易しいが状況整理に時間がかかる。ただ文章を読むだけでなく、自分なりに図を描くなりして整理しておく必要があっただろう。ここにどれだけ時間がかかったかによって制限時間が厳しいか否かが分かれたと思う。

大問3 知識的に厳しい部分も問われているが、全体的には解きやすかったと思われる。とは言え、相変異に関わる知識はそれほど気にしなくてもいいだろう。