

学力考查問題 [生物] (その1)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

1 次の文を読み、下の問いに答えよ。

真核生物では、DNAから転写されたmRNAの前駆体が、①スプライシングという過程によりmRNAとなる。核で転写されたmRNAは、(ア)を通過して細胞質へ出て、タンパク質を合成する場である(イ)に結合する。mRNAの塩基配列がアミノ酸配列に読みかえられる過程を遺伝情報の翻訳という。翻訳は以下のように行われる。対応するアミノ酸と結合した(ウ)が(エ)の部分でmRNAのコドンと結合する。(ウ)によって運ばれたアミノ酸と、合成されつつあるペプチド鎖の末尾のアミノ酸が(オ)結合でつながれる。(イ)がmRNA上を移動しながら、この過程が繰り返されて、タンパク質が合成される。

タンパク質のなかには、翻訳された後に、細胞外に分泌されるものがある。小胞体には(イ)が多数付着している(カ)と付着していない(キ)がある。細胞外に分泌されるタンパク質は(カ)上の(イ)で合成されて小胞体に取り込まれ、その後(ク)へ移動し、小胞に包まれる。この小胞が細胞膜まで移動して細胞膜と融合すると、小胞内のタンパク質は細胞外に分泌される。

(1) (ア)から(ク)に適切な語を入れよ。

(2) 下線部①はどのような過程か説明せよ。

(3) 原核生物である大腸菌の、ラクトース(乳糖)の分解に関わる3種類の酵素を指定する遺伝子の転写は、ラクトースがあるときとないときで、どのように調節されているか。次の用語をすべて用いて説明せよ。

オペレーター リプレッサー RNAポリメラーゼ

学力考查問題 [生物] (その2)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

2 次の文を読み、下の問いに答えよ。

生殖とは生物が次世代の個体をつくり出すことであり、①無性生殖と有性生殖に大別される。無性生殖では、分裂や出芽などにより新しい個体をつくる。有性生殖では、(ア)とよばれる生殖細胞がつくられ、2つの生殖細胞が合体することで新しい個体が生じる。この時、生殖細胞の合体により生じた受精卵などの細胞は(イ)とよばれる。

種子植物の多くは有性生殖を行うが、その中で被子植物は特有の受精様式をもつ。被子植物の生殖細胞は、おしべの先端のやくとめしべの子房内にある胚珠で、それぞれ花粉母細胞と胚のう母細胞が②減数分裂することにより形成される。やくの中では、1個の花粉母細胞から(ウ)個の未熟な花粉が生じた後、それぞれの花粉は核分裂を経て、最終的に花粉管核と(エ)細胞を内包した成熟した花粉となる。多くの場合、花粉内の(エ)細胞は花粉管伸長中に細胞分裂し、2つの精細胞が形成される。一方、胚珠では、胚のう母細胞が減数分裂することによって(ウ)個の細胞が形成されるが、そのうち1個が胚のう細胞となり、残りの細胞は退化消失する。胚のう細胞は3回の核分裂を経て8個の核が生じた後、6個の核のまわりは仕切られて細胞化し、1個の(オ)細胞、2個の(カ)細胞、3個の(キ)細胞をもつ胚のうとなる。中央に位置する2つの核は(ク)とよばれ、中央細胞の核となる。花粉はおしべの柱頭に付くと花粉管を胚珠に伸ばし、胚のう内に侵入する。花粉管から放出された2つの精細胞は、(オ)細胞および中央細胞とほぼ同時に合体し、それぞれ受精卵と(ケ)を形成する。これを(コ)受精という。

(1) (ア)から(コ)に適切な語または数を入れよ。

(2) 下線部①について、それぞれの特徴を「遺伝情報」という用語を使い、30字程度で違いが分かるように説明せよ。

(3) 下線部②について、次の問 I から III に答えよ。

I. ある生物の減数分裂における細胞当たりのDNA量の変化を、解答用紙の図に示したG₁期に続けて図示せよ。ただし、G₁期のDNA量は2とする。

II. ある生物において、別々の形質に対応する2組の対立遺伝子Hとh、Rとrが存在し、HとR、hとrは連鎖している。2組の対立遺伝子が完全に連鎖していると仮定した場合、遺伝子型HhRrの個体に遺伝子型hhrrの個体を交配した時に得られる個体の遺伝子型をすべて答えよ。

III. 対合した相同染色体間では、しばしば染色体の一部が交換される乗換えが起こり、遺伝子の組換えが起こる。設問 II の 2 組の対立遺伝子について、遺伝子型 HhRr の個体に遺伝子型 hhrr の個体を検定交雑し、得られた個体の遺伝子型を実際に調べたところ、以下のような結果が得られた。この場合の組換え価 (%) を四捨五入により小数第 1 位まで求めよ。なお、計算式とともに答えよ。

表 検定交雑の結果

遺伝子型	HhRr	Hhrr	hhRr	hhrr
個体数	532	61	58	528

学力考查問題 [生物] (その3)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

3 生物の進化に関する次の文を読み、下の問いに答えよ。

生物が世代を経るにしたがって、DNAやRNAの塩基配列や(ア)のアミノ酸配列に生じる変化を(イ)という。多くの場合、(イ)は(ウ)に対して中立である。2つの種間における同一の遺伝子の塩基配列を比較すると、(エ)の数は種が共通の祖先から分かれてからの現在までの年数にほぼ比例する。この事実から、2つの種の同一遺伝子の(エ)の数を調べることにより、2つの種が分かれた時期を推測することができる。

下図の分子系統樹に示したように、共通の祖先から0.9億年前に分かれた種Aと0.3億年前に分かれた種Bの重要な遺伝子Xについて、特定の領域R1の配列を比較したところ10塩基あたり6個の塩基が異なっていた。また、0.6億年前に分かれた種Cと0.3億年前に分かれた種Bについて同様の比較をしたところ10塩基あたり(オ)個の塩基が異なっていた。

さらに、種A、種B、種Cの遺伝子Xについて、領域R1とは別の特定の領域R2およびR3の配列を比較した。領域R2では0.1億年あたり10塩基につき0.1個の塩基が異なっていた。領域R3では0.3億年あたり10塩基につき2個の塩基が異なっていた。

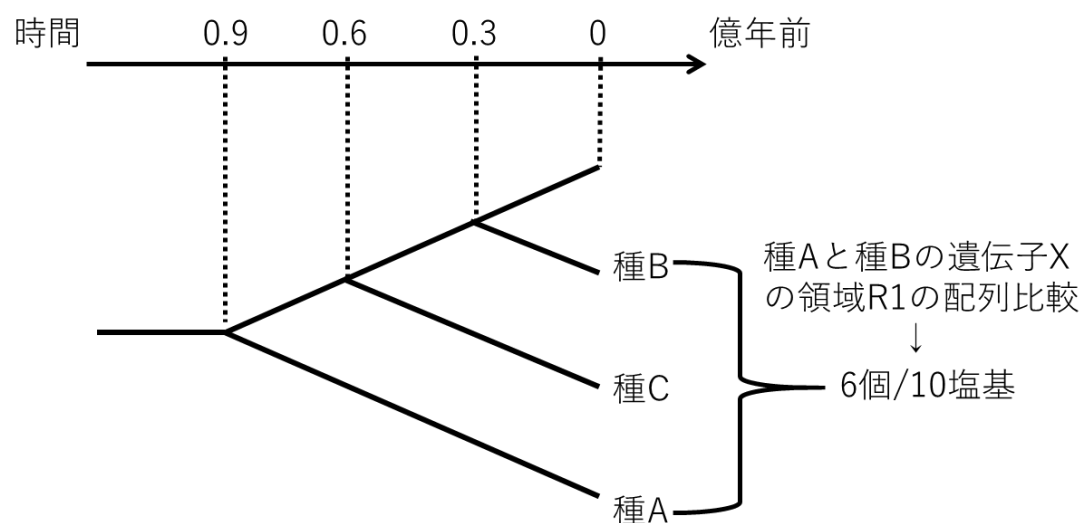


図 分子系統樹

(1) (ア)から(オ)に適切な語または数を次の語群の中から選べ。

性選択 塩基置換 分子進化 自然選択 リン脂質 共進化 タンパク質 小進化 ヌクレオチド
3 1 4 7 5

(2) 種Dと種Aの遺伝子Xの領域R1を比較したところ、10塩基あたり7個の塩基が異なっていた。種Dは何億年前に共通の祖先から分かれたと考えられるか。

(3) 領域R1、領域R2、領域R3はそれぞれ遺伝子Xのどの部分に対応するか次の選択肢から選べ。

① タンパク質のアミノ酸情報をもつ領域でコドンの1番目と2番目の塩基に対応する部分

② イントロンに対応する領域、または、タンパク質のアミノ酸情報をもつ領域でコドンの3番目の塩基に対応する部分

(4) 種Aの遺伝子Xの領域R1は0.9億年間で10塩基あたり約何個の塩基が変化したと考えられるか。

(5) 遺伝的浮動について100字程度で説明せよ。

解答用紙 [生物]

2022
般 II

受験 番号	
----------	--

1	(1)	ア	核膜孔 [核膜]	イ	リボソーム	ウ	転移[t]RNA
		エ	アンチコドン	オ	ペプチド	カ	粗面小胞体
		キ	滑面小胞体	ク	ゴルジ体		

(2) 転写によってできた RNA からイントロンが取り除かれてエキソンの領域が繋がれる過程のこと。

(3) ラクトースがないとき、オペレーターにリプレッサーが結合して、RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できず、転写が抑制される。ラクトースがあるとき、ラクトースの代謝産物がリプレッサーに結合して、オペレーターにリプレッサーが結合できず、RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合して、転写が始まる。

2	(1)	ア	配偶子	イ	接合子	ウ	4
		エ	雄原	オ	卵	カ	助
		キ	反足	ク	極核	ケ	胚乳細胞 (胚乳)
		コ	重複				

(2) 無性生殖 親と遺伝情報がまったく同じ個体がつくられる。
有性生殖 2 個の配偶子が合体し、親とは異なる遺伝情報をもつ個体がつくられる。

(3)	I		II	HhRr, hhrr
			III	$\frac{(61+58)}{(532+61+58+528)} \times 100 = 10.09$ <p style="text-align: center;">10.1%</p>

3	(1)	ア	タンパク質	イ	分子進化	ウ	自然選択
		エ	塩基置換	オ	4		

(2) 1.05 億年前

(3)	R1	②	R2	①	R3	②
-----	----	---	----	---	----	---

(4) $6/2 = 3$ 個

(5) 中立な対立遺伝子のように自然選択が働かない場合でも、偶然に集団の遺伝子プールの構成が世代を経て変化することがある。遺伝的浮動とは、このような遺伝子頻度の確率的变化のことである。