

## 生物

## 第1問 問4

## 教科書の知識と複数の実験結果を関連づけて考察する問題

牛乳をはじめ、多くの哺乳類の乳にはラクトース(乳糖)が含まれている。乳糖は消化酵素の一つであるラクターゼによって消化されるが、ラクターゼの働きは個体の成長とともに弱まるので、成長した個体が大量に乳を飲むと、(a)乳糖を消化しきれずに下痢をする。ヒトでもこの性質は一般的だが、成長後もラクターゼの働きが持続し、乳糖を消化できる形質(以下、L有)をもつ者もいる。(b)L有は、常染色体上のラクターゼ遺伝子で決まる形質で、ラクターゼの働きが持続しない形質(以下、L無)に対して優性である。L有およびL無の遺伝子は、ラクターゼの(c)遺伝子発現を制御している転写調節領域の塩基配列に違いがある対立遺伝子である。この二つの形質の頻度は世界の各地域によって差があり、(d)この地域差の出現には自然選択が関与したと考えられている。

問4 下線部(d)に関連して、ヒトでのL有とL無の進化を知るため、実験1～3を行った。実験1～3の結果から導かれる考察として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

実験1 世界の6つの地域について、そこで生活する多人数のヒトを対象にラクターゼ遺伝子の転写調節領域の塩基配列を調査すると、塩基がCまたはTである一塩基多型(SNP)が見つかった。このSNPの塩基に基づいたラクターゼ遺伝子の対立遺伝子の頻度を、これらの地域で比較したところ、表1の結果が得られた。

表 1

SNPの塩基	対立遺伝子の頻度					
	アジア(中国)	アジア(日本)	ヨーロッパ(スウェーデン)	ヨーロッパ(イタリア)	アフリカ(コンゴ)	アフリカ(ナイジェリア)
C	1.00	1.00	0.32	0.95	1.00	1.00
T	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00

実験2 実験1のSNPを含むDNA断片について、ラクターゼ遺伝子の転写を促進する調節タンパク質Yが結合できるかどうかを、培養細胞を用いて確かめたところ、調節タンパク質YはTを含む配列と強く結合したが、Cを含む配列とは強く結合しなかった。この実験から、Tをもつラクターゼ遺伝子のほうが、転写活性が高いことが分かった。

実験3 実験1のSNPの塩基について、チンパンジー、ゴリラ、およびオランウータンのそれぞれ複数の個体のゲノムを調べたところ、全ての個体がCのホモ接合であり、ヒトの祖先型はCであることが分かった。

- ① L無はアジアで生存上有利だったが、アフリカでは不利だった。
- ② L無対立遺伝子は、ヨーロッパで最初に出現し、その後のヒトの移動に伴ってアフリカにも伝わった。
- ③ ヨーロッパではL有が生存上有利だったので、ほぼ全てのヒトがL有対立遺伝子をもっている。
- ④ ヒトでは、L無対立遺伝子に突然変異が起きて、L有対立遺伝子が生じた。
- ⑤ どの地域でも、L無のほうがL有よりも頻度が高い。

2021年度大学入学共通テスト「生物」

受験者数: 57,856人  
平均点: 72.65点  
標準偏差: 18.56

## 生物

## 第1問 問4

## 教科書の知識と複数の実験結果を関連づけて考察する問題

## 出題の特徴

第1問は、ラクターゼ遺伝子を題材に、糖の吸収、遺伝子発現、遺伝子頻度、分子進化などを扱った融合問題でした。問4は、ヒトにおけるラクターゼ遺伝子の分子進化を、実験1～3の結果と遺伝子発現に関する知識を統合させて考察する問題でした。

この問題では、一塩基多型 (SNP) や調節タンパク質、分子進化に関する知識や理解をもとに、実験1で示された世界の6つの地域における遺伝子頻度のデータ、実験2で示された対立遺伝子TとCの形質の違い、さらには実験3で示されたヒトの先祖型がCであることなど、**複数の情報を統合して考察する力**が求められました。

## 指導のご提案

このような問題を解くためには、ベースとなる知識・理解が不可欠です。しかし「生物」の教科書に記載されている知識量は非常に多いのも事実です。「生物」を学習し始める高2のこの時期だからこそ、授業の進度とともに、教科書レベルの知識を定着させていくことが最も重要と考えます。また、習得した知識や理解の使い方を身につけることも大切です。そのためには、実践的な問題演習が欠かせませんが、今回取り上げた問題は、比較的平易なレベルです。高2の段階では、このようなレベルの問題（問題の一部分でも可能）を共通テスト（センター試験）や模試の過去問などからピックアップし、授業や課題などで生徒に取り組ませることが考えられます。その際、**知識・理解をもとに考察していく視点**を持たせて問題に取り組ませることも重要であると考えます。

## 教材のご紹介…「2022共通テスト対策【実力完成】直前演習 生物」

## 教科書の知識と複数の実験結果を関連づけて考察する問題

B 発達した眼をもつ動物は、無脊椎動物にも存在する。たとえば (f) 昆虫類などの節足動物には、発達した眼をもつものが多い。脊椎動物と昆虫類は、系統的にはかけ離れた関係にあり、眼や神経系の発生過程や構造には大きな違いがある。しかし両者における眼の発生には、類似した遺伝子をはたしていることが実験により示されている。

問6 下線部 (f) に関連して、次の記述①～⑧のうち、昆虫の神経系の特徴として適当なものを過不足なく含むものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

7

- ㉔ はしご形神経系をもつ。
- ㉕ 複数の神経節をもつ。
- ㉖ 神経繊維には髓鞘が発達している。

- ① ㉔                      ② ㉕                      ③ ㉖                      ④ ㉔, ㉕
- ⑤ ㉔, ㉖                      ⑥ ㉕, ㉖                      ⑦ ㉔, ㉕, ㉖

～中略～

## 第6回 第5問 B 問8

問8 遺伝子の突然変異によって眼がつけられなくなる事例はショウジョウバエでも知られており、胚の限られた領域だけで発現する、ある調節遺伝子(Hとする)がはたらない個体(hh)では、眼のない成虫となる。この遺伝子H・hと、マウスの遺伝子G・gについて、次のような実験1・2を行い、結果を得た。

実験1 遺伝子型がhhのショウジョウバエの受精卵にマウスの遺伝子Gを導入すると、眼をもった成虫が生じた。

実験2 野生型のショウジョウバエの胚の、本来は眼以外の器官となる領域の細胞で、遺伝子Hを発現するようにすると、その領域からできる器官上に眼ができた。

実験1・2の結果から導かれた、遺伝子G・gと遺伝子H・hに関する次の記述㉗～㉙のうち、正しいものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

9

- ㉗ 遺伝子Gと遺伝子Hは、収れん(収束進化)によって生じた。
- ㉘ 遺伝子Gと遺伝子Hからつくられるタンパク質は、類似したアミノ酸配列をもっている。
- ㉙ 遺伝子Gも遺伝子Hも、胚の原口の周辺のみで発現する特性をもつ。
- ㉚ 魚類や両生類も、遺伝子Gや遺伝子Hと同様のはたらきをはたす遺伝子をもつ。

- ① ㉗, ㉘                      ② ㉗, ㉙                      ③ ㉗, ㉚                      ④ ㉘, ㉙
- ⑤ ㉘, ㉚                      ⑥ ㉘, ㉙                      ⑦ ㉗, ㉘, ㉙                      ⑧ ㉘, ㉙, ㉚

## 解答解説

この問題で求められる力を明示

問8 相同遺伝子 ㉑ ㉓

科学的考察

系統的には遠く隔たった種に移植しても、同じはたらきをすることができることから、遺伝子Gと遺伝子Hは類似した塩基配列をもち、その遺伝子からつくられるタンパク質も類似したアミノ酸配列および立体構造をもつと考えられる。このような遺伝子は、ショウジョウバエとマウスの共通祖先にすでに存在していたと考えられ、マウスにとってはショウジョウバエより系統的に近い魚類や両生類も、遺伝子Gや遺伝子Hと同様のはたらきをはたす遺伝子をもっていると考えられる。したがって、①と③は適当といえる。

㉒ 誤り。遺伝子Gと遺伝子Hは共通祖先の遺伝子に由来すると考えられる。収れん(収束進化)とは系統の離れた生物が、類似した環境や生態的地位に適応することで、同じような形質をもつように進化する現象である。

㉔ 誤り。遺伝子Gも遺伝子Hもともに頭部で発現しなければならない。旧口動物であるショウジョウバエと新口動物であるマウスでは、原口と頭・尾の方向が逆になる。

解答に必要な知識や考え方を分かりやすく解説



定価880円(税込み)

2022版は6月発刊予定で、4月から見本請求の受け付けを開始します。

紙面は2021版のものです。