

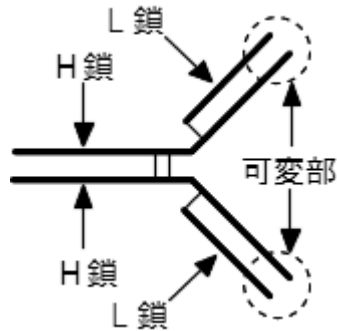
強者の戦略

【生物：第8章：

「おなじみの素材も東大の手にかかれば,,」

2010年東京大学前期試験より】

今回も免疫の問題でしたが、教科書では抗体は右図のように、H鎖とL鎖が2本組み合わせられたもので、可変部は抗原と結合し、定常部はマクロファージと結



合すると書かれています。本問題ではさらに詳しい抗体の形状が図 1-1 でとりあげられています。

では、まず問題本文の確認をしましょう。IgG 抗体は、適切なタンパク質分解酵素を用いると Fab と Fc の 2 つのパーツに分断できるとされ、図 1-1 から Fab に可変部が含まれることが読み取れますね。さらに可変部の構造と作成方法も詳しく書かれており、複数箇所ランダムに遺伝子断片が選ばれて連結される「DNA 再編成」によって、個々の B 細胞が異なる抗原特異性を持つ抗体が生産できるようになると説明されています。このしくみは利根川進博士が解明し、その成果が讃えられ 1987 年にノーベル生理学・医学賞を受賞しました。

図 1-2 は、実線がタンパク質 Y を注射したことによる「一次応答」と「二次応答」のグラフで、教科書でもおなじみのグラフですね。ところが、もう一つ点線のグラフが描かれていることに気付いていますか？ 別のタンパク質 Z を注射した場合のグラフですが、ずっと抗体力価が低いままです。これはタンパク質 Z に対しては抗体が全く作られない、すなわちタンパク質 Z に対しては免疫がかからないことを示しています。そこで両タンパク質の性質について問題文を注視してみると、タンパク質 Z は正常マウスの白血球の表面タンパク質であり、タンパク質

Y はヒト白血球由来のがん細胞の表面タンパク質と書かれています。この実験にはマウスが用いられているので、タンパク質 Y は非自己 (異物)、タンパク質 Z は自己ですね。これで解決しました。

さて、これで [文 1] の確認が終わりました。何か東京大学らしからぬ素直な文章で、内容や難易度も教科書+@程度でした。しかし、東京大学も京都大学も、そんなに甘い入試問題ではありません。実は、小問の一間一間にしっかりと仕掛けがあります。あくまでも問題本文は小問への導入に過ぎないですから、ここで気を抜かないようにして下さいね。

I-(B)に関して、問題文の読み間違いに気をつけましょう。「非感染の日本人の中に抗体生産ができる日本人がごく僅かに存在する」のではなく、「非感染の日本人の B 細胞の中に抗体生産ができる B 細胞がごく僅かに存在する」と書いてあります。先ほど確認したように、B 細胞が生産する抗体の種類は「DNA 再編成」によってランダムに創出されているので、偶然、マラリア抗原に対する抗体を作る B 細胞が出現することがあると言えるでしょう。

I-(D)に関して、これも問題文の読み間違いに気をつけましょう。「異なる抗原 O および P のいずれとも結合」ではなく、「異なる病原体 O および P のいずれとも結合」と書いてあります。抗体は抗原全体を認識しているわけではありません。抗原に存在する抗原決定部位を認識しています。病原体には複数の抗原決定部位が存在しているので、もしも病原体 O と P に同じ抗原決定部位があれば、同じ抗体が結合することになります。

通常、東京大学や京都大学の入試問題は、問題本文や小問が長く記述字数が極めて多いので、かなりのスピードが要求されます。しかし、あまりに急ぎすぎて問題文を正確に読めなければ、今回紹介したような問題で不正解となり足を引っ張りかねません。スピードと正確性を両立させる練習をしましょう。

強者の戦略

問題の解答例

I-(A) :

(1) ; 体液 (2) ; 免疫グロブリン (3) ; T細胞

I-(B) :

B細胞が分化する過程で DNA 再編成が行われるため、作られるB細胞の種類数は膨大な種類数となる。その中には、マラリア原虫のタンパク質に結合する抗体を生産できるB細胞が含まれていると考えられるから。

I-(C) :

(3), (4), (5)

I-(D) :

異なる病原体OとPに共通の抗原決定部位が存在していて、そこに同じ IgG 抗体の抗原結合部位が結合したから。

I-(E) :

Y+/+マウスではY遺伝子が発現してタンパク質Yが生産されている。そしてこのタンパク質Yを自己と認識してYに対する抗体が作られないので抗体力価が上昇しなかった。Z-/+マウスではZ遺伝子が発現せずタンパク質Zも生産されていない。そのためこのタンパク質Zを非自己と認識してZに対する抗体が作られるので抗体力価が上昇した。

I-(F) :

(3)