

ある植物は、赤色と黄色の色素によって、花びら(花弁)と花粉がオレンジ色になる。赤色の色素は、遺伝子 R がつくる酵素 R によって、黄色の色素は、遺伝子 Y がつくる酵素 Y によって、それぞれ合成される。この植物には、花弁と花粉の色に関して、3種類の変異体が存在する。変異体 A は、遺伝子 R の劣性突然変異体で、赤色の色素が合成されないため、花弁、花粉ともに黄色である。一方、変異体 B は、遺伝子 Y の劣性突然変異体で、黄色の色素が合成されないため、花弁、花粉ともに赤色である。①変異体 A, B は、いずれも遺伝子のエキソン領域における DNA の一つの塩基の置換による突然変異体である。また、変異体 C は、遺伝子 R と遺伝子 Y の両方の突然変異体で、花弁、花粉ともに白色である。

この植物の葉を細断したのち、細胞壁分解酵素溶液に浸すと、葉の細胞がプロトプラストになる。図1に示すように、変異体 A から得られたプロトプラストと変異体 B から得られたプロトプラストを一つずつ融合させたのち培養すると、DNA の複製および細胞の分裂が進行し、未分化な細胞塊になる。さらに、②その細胞塊から芽と根を再分化させて植物体(変異体 AB)を得ることができる。同様に、変異体 C のプロトプラスト同士を融合させると、変異体 CC が得られる。被子植物の孢子体の核相は、一般的に $2n$ であるが、体細胞由来のプロトプラストの融合によって得られた植物体の核相は $4n$ となる。

上記の変異体 A, B, C, AB, CC は、自家受粉により種子をつくることができ、それらの変異体間で交雑することも可能である。変異体 A と変異体 B の交雑により得られる F1 は、すべての個体の花弁はオレンジ色になり、花粉は赤色と黄色のものが 1:1 の比で生じる。また、この F1 と変異体 C の交雑により得られる植物体の花弁の色は、赤色と黄色の個体が 1:1 の比で生じる。③変異体 AB と変異体 CC の交雑により得られる F1 では、赤色、オレンジ色、黄色の花弁をもつ個体が観察され、その比は、赤色:オレンジ色:黄色=1:4:1 となる。この結果は、核相が $4n$ である変異体 AB および変異体 CC では、減数分裂第一分裂の際に、4本の相同染色体が対合した「四価染色体」が形成され、そのうち2本が任意の組み合わせで娘細胞に分配されることで説明される。

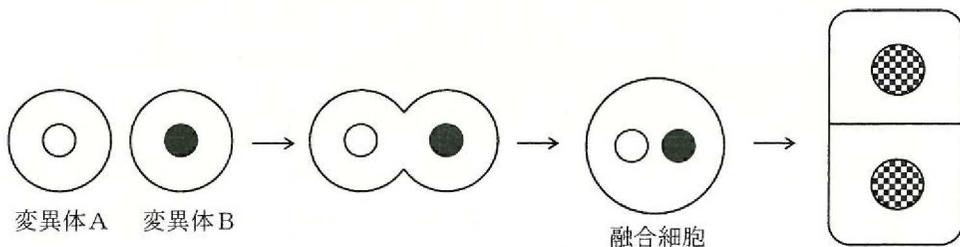


図1 変異体 A および変異体 B のプロトプラスト融合と融合細胞の分裂
細胞中の小丸は細胞核を示す。

問1 下線部①に関して、下の表1は、変異体 A および変異体 B が作る、酵素 R および酵素 Y を構成するアミノ酸数を示す。変異体 A では酵素 R の機能が、変異体 B では酵素 Y の機能がどのような原因で失われているか、それぞれについて、そのように考えた理由とともに答えなさい。

表1 変異体 A, B における酵素 R, Y のアミノ酸の数

	酵素 R のアミノ酸の数	酵素 Y のアミノ酸の数
変異体 A	620	700
変異体 B	620	340

問2 下線部②に関して未分化な細胞塊から芽や根が分化する時期の段階において形成される、最も重要な組織の名称を挙げ、その理由とともに答えなさい。

問3 変異体 AB では、どのような色の花粉がどのような比で生じるか答えなさい。また、変異体 AB を自家受精させると、どのような色の葉弁を持つ個体がどのような比で生じるか答えなさい。

問4 下線部③に関して、変異体 AB と変異体 CC の交雑により得られた F1 からオレンジ色の花弁を持つ個体を選び、その個体と変異体 CC を交雑すると、どのような色の花弁を持つ個体がどのような比で生じるか答えなさい。

- 問1
- 変異体 A の酵素 R のアミノ酸数は変異体 B の正常な酵素 R のアミノ酸数と変化がないため、塩基の置換によってコドンが指定するアミノ酸が変化してしまい、酵素の機能が失活したと考えられる。
 - 変異体 B の酵素 Y のアミノ酸数は変異体 A の正常な酵素 Y のアミノ酸数と比べて大きく少ないので、塩基の置換もしくは挿入、欠失によって、アミノ酸を指定していたコドンが終止コドンに変化して、後方のアミノ酸配列が欠損して、酵素の機能が失活したと考えられる。

問2 組織： 分裂組織

理由： 未分化な細胞が多量に増殖する必要があるから。

問3 変異体 A の遺伝子型…rrYY

変異体 B の遺伝子型…RRyy

変異体 C の遺伝子型…rryy

変異体 AB の遺伝子型…RRrrYYyy

変異体 CC の遺伝子型…rrrryyyy

【リード文の交配再現】

$rrYY \times RRyy \rightarrow RrYy$ (F1)

F1 から作られる配偶子の遺伝子型とその分離比は、

$Ry : rY = 1 : 1 \Rightarrow$ 赤色 : 黄色 = 1 : 1 (本文の内容に一致)

\therefore 連鎖の組み合わせは Ry/rY

$RrYy \times rryy \rightarrow [Ry] : [rY] = 1 : 1$

\therefore 完全連鎖 $\Leftrightarrow (Ry/rY) = 0\%$

ここで連鎖群を()で表すことにすると、下線部③の交配は、

$(Ry)(Ry)(rY)(rY) \times (ry)(ry)(ry)(ry)$ で表される。この交配を碁盤の目表で再現する。

下線部③以下に書かれていることを言い換えると、()のセットを各個体からランダムに2つ選べばよいということである。

	1(Ry)(Ry)	4(Ry)(rY)	1(rY)(rY)	…(★)
(ry)(ry)	1(Ry)(Ry)(ry)(ry)	4(Ry)(rY)(ry)(ry)	1(rY)(rY)(ry)(ry)	

これは下線部③の分離比と一致する。

このとこ(★)から、花粉の色を考えると、

赤色 : オレンジ色 : 黄色 = 1 : 4 : 1 …(答)

【問題文の交配再現】

	1(Ry)(Ry)	4(Ry)(rY)	1(rY)(rY)
1(Ry)(Ry)	1[Ry]	4[RY]	1[RY]
4(Ry)(rY)	4[RY]	16[RY]	4[RY]
1(rY)(rY)	1[RY]	4[RY]	1[rY]

赤色 : オレンジ色 : 黄色 = 1 : 34 : 1 …(答)

問4 【問題文の交配再現】

$(Ry)(rY)(ry)(ry) \times (ry)(ry)(ry)(ry)$

	$1(Ry)(rY)$	$2(Ry)(ry)$	$2(rY)(ry)$	$1(ry)(ry)$
$(ry)(ry)$	$1[Ry]$	$2[Ry]$	$2[rY]$	$1[ry]$

オレンジ色 : 赤色 : 黄色 : 白色 = 1 : 2 : 2 : 1 …(答)