

66. 植物の組織培養

クローンは、個体レベル、細胞レベル、DNA レベルの 3 つに分類できる。

67. パフ

酢酸カーミンなど塩基性色素正の電荷をもつので、負電荷をもつ DNA と結合する。
したがって、横じまは DNA が凝集している部分であり、遺伝子 DNA もそこに存在する。

↓

遺伝子 DNA が転写されるには、DNA が解きほぐされ、二重らせん構造がほどけた状態にならなければならない。

↓

横じまが膨らみ、その模様がみだれた部分（パフ）では転写が活発に行われている。
実際、³H で放射性標識したウリジンを加え X 線フィルムに感光すると、³H で放射性標識したウリジンが黒い点としてパフの部分に多く確認される。
これは、パフで転写が活発に行われていることを示す。

68. 発生にともなう核酸の消長

問 5

胞胚中期に受精卵の DNA の転写が開始する。
受精卵の DNA には父親からの遺伝情報と母親からの遺伝情報が含まれているので、父親の遺伝情報の発現が開始するのは胞胚中期からということになる。
また、胞胚中期までの発生に必要なタンパク質は、卵が成熟する過程で卵黄に蓄えられた RNA を使って行われる。
つまり、母親の遺伝情報を使って行われる。
したがって、母親の遺伝情報は、発生の全過程を通して発現している。
よって、正しいのは (イ) と (ウ) である。

補足 DNA の合成活性が高い時期は、卵割が活発に行われていることを示す。

69. 分化における細胞質の役割

モザイク卵

受精卵の段階でいくつかの組織や器官への発生運命を決定する因子が出来上がっており、それが不均等に分布している。卵割が進むと、それが特定の割球に含まれることになり、各割球（細胞）の発生運命が確定する。
透明細胞質：表皮への分化決定因子、黄色細胞質：筋肉への分化決定因子、
灰色不透明細胞質：消化管への分化決定因子、灰色細胞質：脊索への分化決定因子
神経への分化決定因子は 8 細胞期までの胚での代謝と 8 細胞期での割球 A の灰色細胞質と割球 a の灰色細胞質の接触により生成するものと考えられる。

70. 分化・誘導作用をもつ物質

問 1

(1)

実験 1 について

植物極側には中胚葉誘導能をもつ可能性があることが示された。

実験 2 について

植物極に中胚葉誘導能をもたせしめる物質であると予想されるタンパク質 X が予定外胚葉である動物極をどのような中胚葉組織に分化させるのかを、タンパク質 X の濃度を変えて調べている。

よって、

「予定外胚葉である動物極細胞がどの中胚葉組織に分化するかについては、タンパク質 X の濃度が関与し、原基分布図において、高濃度では背側の脊索に、低濃度では腹側の血球・間充織に、中濃度では背腹間の筋に分化する。」(101 字)

(2)

背側の植物極側に高濃度に存在し、そこを起点に背側から腹側および動物極側へかけて濃度勾配を形成している。(51 字)

用語

間充織：間充組織ともいう。中胚葉から生じてくる組織。

結合組織・軟骨・硬骨・腱・血管・リンパ管・リンパ腺・骨髄などが含まれる。

問 2

実験 3 について

動物極片を 100ng/mL のタンパク質 X で処理したから、動物極片は脊索への分化能をもったことになる。また、その動物極片は神経管を含む二次胚誘導能ももつ。

したがって、タンパク質 X が脊索を誘導し、脊索は神経管を含む二次胚を誘導する。

よって、教科書知識をまとめればよい。

「胞胚期に植物極背側に高濃度で存在するタンパク質 X により背側に脊索が誘導され、原腸胚期から神経胚期にかけては脊索の誘導により神経管が分化し、尾芽胚期になると神経管の前部が膨らみ頭部、後部は伸びて尾部となる。」(102 字)

72. 発生にかかわる遺伝子

問1

(1)

$bcd^+ / bcd^+ : bcd^+ / bcd^- : bcd^- / bcd^- = 1 : 2 : 1$ より、
 bcd^+ / bcd^+ 25%, bcd^+ / bcd^- 50%, bcd^- / bcd^- 25%

(2)

生じた雌の25%といえば、 bcd^+ / bcd^+ と bcd^- / bcd^- である。
このうち、頭部と胸部を欠き発生途中で死ぬ個体は、
正常な bcd をもたない bcd^- / bcd^- の雌と野生型雄との交雑により生じる個体である。
よって、その個体の100%が bcd^+ / bcd^-

(3)

母親の遺伝子型が bcd^- / bcd^- の場合に限り頭部と胸部を欠き発生途中で死ぬ個体が生じる。
よって、(ア) と (イ) について検討すればよい。

(ア)

bcd^+ / bcd^+ の雌：卵に bcd mRNA を供給できる。
交雑(b)において、生じる個体は正常である。

bcd^+ / bcd^- の雌：卵に bcd mRNA を供給できる。
交雑(b)において、生じる個体は正常である。

bcd^- / bcd^- の雌：卵に bcd mRNA を供給できない。
交雑(b)において、生じる個体は頭部と胸部を欠き発生途中で死ぬ。
よって、この仮説は、交雑実験(a)(b)の結果と矛盾しない。

(イ)

bcd^+ / bcd^+ の雌：すべての卵は bcd 遺伝子を発現する。
交雑(b)において、生じる個体は正常である。

bcd^+ / bcd^- の雌：50%の卵は bcd 遺伝子を発現しない。
交雑(b)において、生じる個体は正常である。
ところが、この仮説に従えば、50%は頭部と胸部を欠き発生途中で死ぬ。

bcd^- / bcd^- の雌： bcd 遺伝子を発現しない。
交雑(b)において、生じる個体は頭部と胸部を欠き発生途中で死ぬ。

よって、(ア)

ショウジョウバエの形態形成

卵成熟期

哺育細胞でビコイド遺伝子やナノス遺伝子など 4 種類の卵極性遺伝子が転写され、その mRNA が卵母細胞に送り込まれる。

ビコイド mRNA とナノス mRNA は卵母細胞の長軸方向の両端に局在する。

受精直後

ビコイド mRNA が翻訳され、ビコイドタンパク質の濃度勾配が長軸方向に形成される。尚、ビコイドタンパク質は転写調節因子として働く。

体軸の決定

ビコイドタンパク質濃度が高い方から低い方に向かって、将来の頭部、胸部、尾部になる。

体節の形成

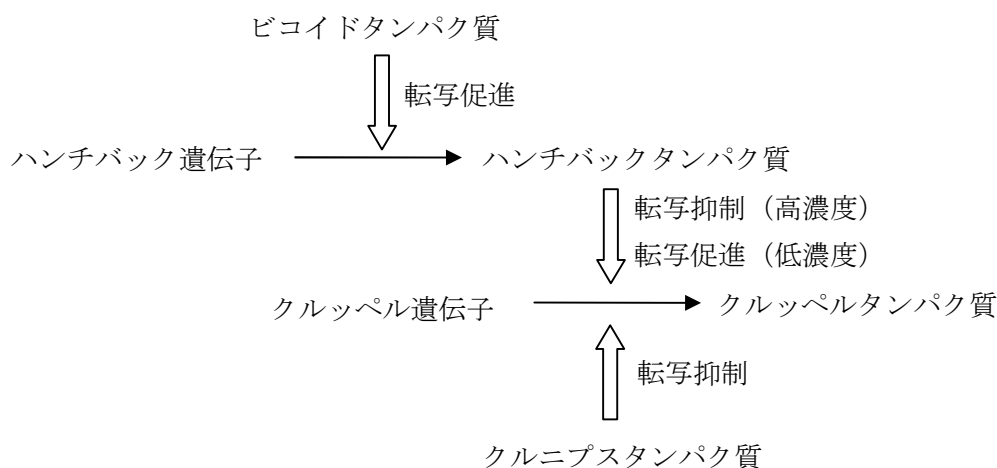
体節の位置を決める遺伝子を分節遺伝子という。

分節遺伝子に変異があると、体節のいくつかが欠損するなどする。

分節遺伝子には、6 種類のギャップ遺伝子、8 種類のペア・ルール遺伝子、10 種類のセグメント・ポラリティー遺伝子があり、卵極性タンパク質はそれらの転写調節因子として働く。たとえば、ギャップ遺伝子に属するクルップル、ハンチバック、クニルプスなどの遺伝子の発現は、ビコイドタンパク質の調節を受ける。

こうして、卵極性タンパク質の濃度勾配にしたがって、分節遺伝子が連鎖的に発現し、体節の位置情報が形成される。

なお、分節遺伝子からのタンパク質もまた転写調節因子である。



体節の分化

体節には、触覚を形成する体節、脚を形成する体節、翅を形成する体節などがあり、このような体節の性質を決定する遺伝子をホメオティック遺伝子という。

ホメオティック遺伝子に変異があると、触覚の位置に脚が形成したりする。

ホメオティック遺伝子は 8 種類あり、それらの発現は、各分節遺伝子の産物である転写調節因子の濃度分布に依存する。

ホメオティック遺伝子は酵母からヒトまで広く存在し、その塩基配列が類似している。

とくに、塩基配列が共通な部分はホメオボックスと呼ばれる。

まとめ

卵極性遺伝子



- ・ 体軸の決定
- ・ 分節遺伝子の発現調節

分節遺伝子



- ・ 体節の位置決定
- ・ ホメオティック遺伝子の発現調節

ホメオティック遺伝子



- ・ 体節の性質決定に関与する遺伝子の発現調節

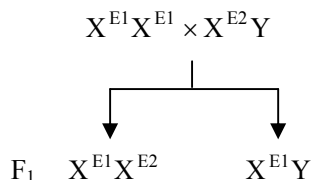
73. X染色体の不活性化

問1

卵形成時には生殖細胞のX染色体はすべて活性化する。

XXのうち、雄からのXは不活性化する。

より、



| | | |
|----------|----------------|--------------------------------|
| | X^{E1} | X^{E2} |
| X^{E1} | $X^{E1}X^{E1}$ | $X^{E1}X^{E1}$ (X^{E1} は不活) |
| Y | $X^{E1}Y$ | $X^{E2}Y$ |

よって、

E1をつくる個体 : E2をつくる個体は雌雄とも 1 : 1

問2

(1)

雌マウスの場合、不活性化されるX染色体が両親の性とは関係なく細胞によって任意に選ばれる。(44字)

(2)

クローン培養で増殖した細胞にはE1, E2の一方しか検出されないことから、不活性化されたX染色体は活性化されない。(53字)

問3

不活性化されたX染色体が活性化されることがないことから、がん組織の細胞で検出される酵素がE1, E2の一方のみであれば、そのがんは単一細胞起源の可能性が高く、両方共検出されれば複数細胞起源であるといえる。(99字)

74. がん遺伝子

問2

変異がん原遺伝子はがん原遺伝子に対し優性だから、

がん原遺伝子を a とすると、変異がん原遺伝子は A である。

がん抑制遺伝子は変異がん抑制遺伝子に対し優性だから、

がん抑制遺伝子を B とすると、変異がん抑制遺伝子は b である。

細胞ががん化するのは、がん原遺伝子とがん抑制遺伝子の両方に変異が生じたときだから、

がん細胞の遺伝子型は、 $AAbb$ または $Aabb$ である。

a が a のままの確率は $\frac{99}{100}$ 、 A となる確率は $\frac{1}{100}$

B が B のままの確率は $\frac{99}{100}$ 、 b となる確率は $\frac{1}{100}$

より、

1回の分裂で

$$aa \text{ が } AA \text{ となる確率} = {}_2C_2 \left(\frac{1}{100} \right)^2 \left(\frac{99}{100} \right)^0 = \frac{1}{10^4}$$

$$aa \text{ の一方が } Aa \text{ または } aA \text{ となる確率} = {}_2C_1 \left(\frac{1}{100} \right)^1 \left(\frac{99}{100} \right)^1 = \frac{198}{10^4}$$

$$BB \text{ が } bb \text{ となる確率} = {}_2C_2 \left(\frac{1}{100} \right)^2 \left(\frac{99}{100} \right)^0 = \frac{1}{10^4}$$

よって、

1回の分裂で、

$$AAbb \text{ となる確率} = \frac{1}{10^4} \times \frac{1}{10^4} = \frac{1}{10^8}$$

$$Aabb \text{ となる確率} = \frac{198}{10^4} \times \frac{1}{10^4} = \frac{198}{10^8}$$

ゆえに、

$$AAbb \text{ または } Aabb \text{ となる確率} = \frac{1}{10^8} + \frac{198}{10^8} = \frac{199}{10^8}$$

1回の細胞分裂で細胞数は 2×10^8 になるから、

がん化した細胞数は、

$$2 \times 10^8 \times \frac{199}{10^8} = 398$$

または,

$$\left(\frac{1}{100}A + \frac{99}{100}a\right)^2 \left(\frac{99}{100}B + \frac{1}{100}b\right)^2 = \frac{1}{10^8} (199[A] + 99^2[a]) \{(99^2 + 199)[B] + [b]\}$$

より,

表現型が $[Ab]$ となる確率は,

$$\frac{1}{10^8} (199[A] \times [b]) = \frac{199}{10^8} [Ab]$$

これと 1 回の細胞分裂で細胞数は 2×10^8 になることから,

がん化した細胞数は,

$$2 \times 10^8 \times \frac{199}{10^8} = 398$$