

7章 生殖・発生②

問題

■ 演習

【1】

解答

- 問1 ① - 葯 ② - 胚珠 ③ - 花粉四分子
 ④ - 雄原細胞 ⑤ - 胚囊細胞 ⑥ - 反足細胞
 ⑦ - 中央細胞 ⑧ - 受精卵 ⑨ - 重複受精
 ⑩ - 有胚乳種子 ⑪ - 子葉 ⑫ - 無胚乳種子

問2 時期：第一分裂前期

核相： $2n$

問3 (1) 助細胞

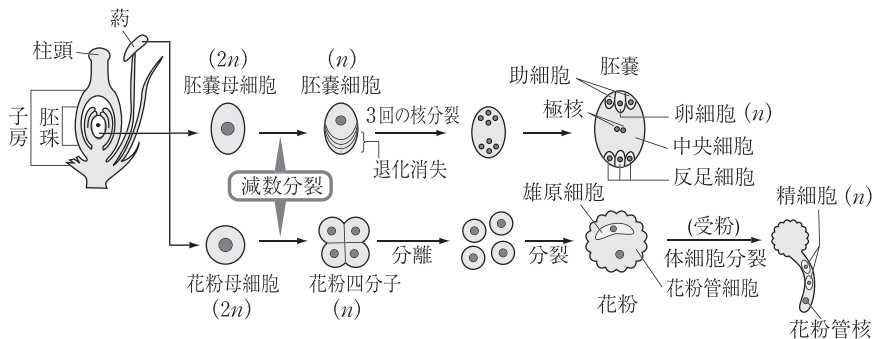
(2) 培地に通常の胚嚢と各細胞を除いた胚嚢を用意する。用意した胚嚢の中で、助細胞を除いた胚嚢の場合にのみ、花粉管が適切に誘引されないことを確かめればよい。

(74字)

問4 被子植物は、卵細胞と精細胞から胚をつくり、2個の極核と精細胞から胚乳をつくる重複受精を行う。しかし裸子植物は、精細胞と卵細胞の受精は行いが、胚乳は受精前に分裂でつくられるため、重複受精は行わない。(98字)

解説

問1 胞子嚢に相当するのが胚珠と葯，胞子に相当するのが胚嚢細胞と花粉四分子，配偶体に相当するのが胚嚢と花粉(管)である。なお、「嚢」という漢字は「ふくろ」という意味がある。生物の組織や器官の名称として膜に包まれた袋状の構造に「嚢」を用いることが多い(卵黄嚢，胆嚢など)。



また、無胚乳種子には、マメ・クリ・ナズナなどがある。

問2 遺伝子座が同一である染色体を相同染色体という。相同染色体どうしは同形同大で減数分裂第一分裂前期には対合して二価染色体を形成する。

問3 助細胞から放出される物質が花粉管の誘引を行うので、花粉管には正の化学屈性がある。被子植物のトレンニアは胚嚢の一部が外に出ているために、助細胞のみをレーザーなどを使用して壊すことができる。2つの助細胞を壊した胚嚢では、花粉管の誘引は見られない。

なお、反足細胞は種によって違いがあり、シロイヌナズナでは胚嚢が成熟するにつれて退化するが、トウモロコシでは分裂して数を増やすことが知られている。

問4 裸子植物では重複受精が起こらず、胚乳は受精前に作られるので n である。卵細胞や精細胞の形成は、被子植物と同様に起こる。

【2】

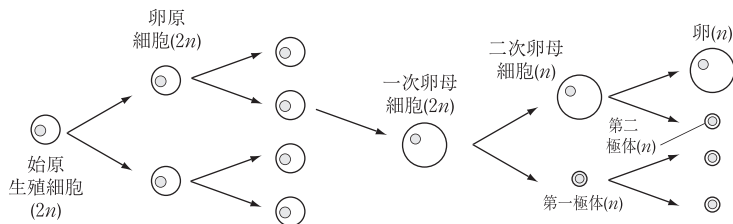
解答

- A 問1 第一分裂中期 - ② 第一分裂後期 - ② 第一分裂終期 - ⑦
 問2 第二分裂中期
 問3 ④
 B 問4 ③, ④, ⑤, ⑧, ⑨
 問5 (c), (f)
 問6 (a), (d)

解説

A

問1 減数分裂において、核相が $2n \rightarrow n$ となるのは第一分裂が終わるときである。よって第一分裂中期、第一分裂後期はまだ $2n$ 、第一分裂終期には n となる。なお、第一分裂終期は細胞質分裂が終わりきっていない状態を選ぶと②となるが、ここでは分裂後を選び⑦とした。



問2 ヒトの場合には出生の時点で、一次卵母細胞は減数分裂第一分裂の前期の段階で止まっている。その後、思春期になるとそのうちの一部が減数分裂を再開し、減数分裂第二分裂中期で止まる。この状態で排卵される。なお、卵母細胞は胎児期に700万個ほどできるが、出生時には200万個ほどに減少する。さらに、生まれてからも減少し思春期のころには40万個まで減少する。

問3 卵の細胞膜の外側にはタンパク質からなる透明帯があり保護されている。精子が透明帯を通過することが受精の第一歩であり、それには精子の先体から酵素が放出されることが必要である。

受精膜はウニなど水中で受精する動物において形成されるもので、哺乳類にはないので①は誤り。精子の受容体としてはたらくのはZPという糖タンパク質で、これは透明帯に存在するので②は誤り。透明帯と卵細胞膜は別なので③は誤り。

B

問4 減数分裂第一分裂が終わるまでは、核相は $2n$ である。一次卵母細胞は減数分裂第一分裂を行っている時期なのでこまでは $2n$ で、一次卵母細胞の分裂によってできた二次卵母細胞と第一極体は n である。

問5, 6 (a)体細胞分裂, (b)減数分裂第一分裂, (c)減数分裂第二分裂, (d)体細胞分裂, (e)減数分裂第一分裂, (f)減数分裂第二分裂

【3】

解答

問1 イ

問2 a-ロ b-ロ c-ロ d-イ e-ロ f-ロ

問3 最初の精子が卵膜に到達すると、ごく短い時間で膜電位が -30mV から $+15\text{mV}$ へと変化する。この膜電位の変化で、2番目以降の精子が卵内へ進入するのを防いでいるため。

解説

実験1～3では、以下のようなことがわかる。

<実験1>

未受精卵の膜電位は -30mV である。図1の↑アののところ、最初の精子が卵膜に到着するとすぐに膜電位が $+15\text{mV}$ へ上昇した。その後、5秒間隔で次々に精子が到着しているが、膜電位の変化は見られず、 $+15\text{mV}$ で一定であった。

なお、グラフの横軸は6目盛りで1分なので、1目盛りは10秒である。↑イのところまでには40秒あるので、1個目到着後、8個の精子が卵膜に到着していたこともわかる。

<実験2>

膜電位が -10mV までは精子の進入が起こるが、 -7mV よりも高くなると精子の進入は起こらない。

<実験3>

最初の精子が卵膜に到着するとすぐ、膜電位の上昇が起こった。その後、電極によって -20mV まで強制的に膜電位を下げても、 $+15\text{mV}$ にすると40秒後には受精膜が形成され始めた。この場合には複数の精子が進入したことから、ウまでの間に精子の進入が起こったと考えられる。

問1 イ：実験2より、膜電位が -10mV までは精子の進入が起こることがわかるので、ウで電流を切るまでの間に精子の進入があったと考えられる。よって、電極を刺したという物理的な刺激によるものとは考えにくい。

ロ：受精膜が形成され始めたのは、図1と同じ40秒後である。よって、受精膜の形成は最初の精子の進入によると考えられる。

ハ：ウは最初の精子が到着してから20秒後である。25秒後には $+15\text{mV}$ になっているので、2個目の精子は進入できない。

ニ：実験2で -7mV では精子の進入は起こらないことがわかっている。

ホ：ただちに電流をきれば膜電位は $+15\text{mV}$ になるので、2個目の精子は進入できないと考えられる。

問2 2番目の精子が到達する5秒後までに、膜電位が -7mV より高くなっていれば単精となる。グラフの1目盛りは10秒なので、1/2目盛りまでに膜電位が -7mV より高くなっているのはdのみである。よって、それ以外はすべて多精となる。

問3 多精拒否の機構としては、この実験のように1個目の受精後すぐに起こる膜電位の変化と、その後形成される受精膜がある。

添削課題

解答

問1 (ア) ①, ②, ③

(イ) ④, ⑤

問2 停止した理由…成熟卵の細胞質中には卵割を停止させる何らかの因子が存在しており、その因子を注入されたことによって卵割が停止した。

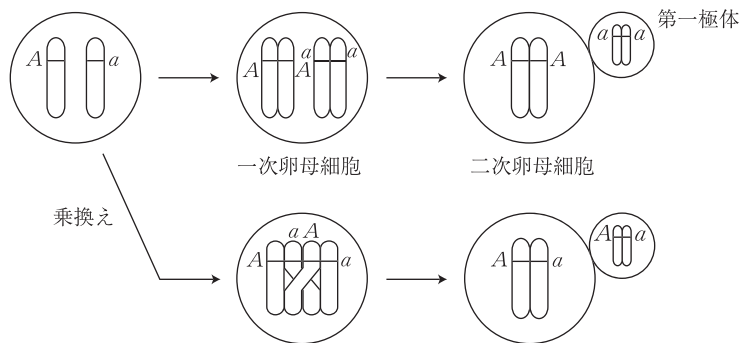
停止が起らなかった理由…卵割を停止させる因子は成分にタンパク質を含み、熱処理で活性を失ったから。

問3 精子核が進入して卵割を引き起こすためには、卵の核の遺伝子に基づく何らかの物質を細胞質中に含む必要がある。

問4 生存に必要な遺伝子がヘテロの個体の場合、1倍体の精子と卵の受精では25%が致死となる。しかし、2倍体の精子と無核の卵では、ヘテロ個体でもすべて生存できる。

解説

問1 遺伝子型を聞いているのではなく、遺伝子のもちかたを聞いている点に注意したい。第一極体は相同染色体は1本だが、これは2本の染色分体からなるので、遺伝子の数としては2つもっている。また、染色体の乗換えが起こったことも考慮したい。



問2 卵は一次卵母細胞の状態(減数分裂第一分裂)でいったん進行を停止する。カエルでは、この状態で冬眠して春になると生殖腺刺激ホルモンが分泌され、その刺激で分裂が再開する。こうした細胞分裂の停止や再開は、いくつかの物質によって制御されている。重要な物質として、卵成熟促進因子(maturation promoting factor : MPF)、細胞分裂抑制因子(CSF)がある。MPFは1971年に増井禎夫によってカエル卵での実験によって発見された。MPFはM期を促進させることから、M期促進因子(M phase promoting factor : MPF)と呼び方が変わった。

停止が起らなかった理由では、熱処理とあるので因子にはタンパク質が含まれることは予測できる。しかしタンパク質のみとは言い切れないので、上記のような答えとした。

問3 核という構造体そのものが必要というより、核のDNAに存在する遺伝子が発現することが必要と考えられる。この実験からでは、mRNAなのかタンパク質なのかは判断できないので、「何らかの物質」とした。

問4 無性生殖か有性生殖かという問いであれば、無性生殖の方が生殖相手を探す必要がないといった答えでもよい。しかし、ここでは雌雄同体であるのでそもそも生殖相手を探す必要がない。それ以外の理由を考えると、生存に重要な遺伝子のようなものを想定すればよいだろう。

B3/B3J

東大・難関大・医学部生物

東大生物



Z-KAI

会員番号	
------	--

氏名	
----	--

不許複製