

6章 生殖・発生①

問題

■ 演習

【1】

解答

問1 G_2 期→M期→ G_1 期

問2 イ

問3 a-エ b-ア

問4 (1) d

(2) c

問5 分化した状態

問6 2本

問7 イ：転写が起こるにはDNAとヒストンの結合がゆるむ必要がある。カは染色体が凝縮しているためにゆるまないが、イはゆるむことができる。

問8 b, c, e

問9 b

問10 イ, オ

解説

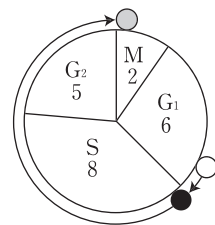
問1 細胞周期は、S期(DNA合成期)とM期(分裂期)の間に、 G_1 期(DNA合成準備期)と G_2 期(分裂準備期)がある。

問2, 3 G_2 期は間期なので、核の構造は顕微鏡で確認できる。よって、イかオとなるが、オはM期を終えたばかりで細胞質が成長していないので G_1 期と考えられる。よって、イが正しい。

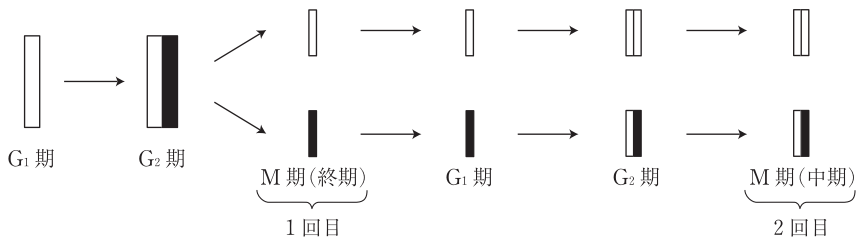
なお、それ以外はすべて分裂期である。アは細胞板があることから終期、ウは染色体が両極に分かれているので後期、エは染色体の凝縮が見られるが核膜はまだ見えるので前期の前半、カは動原体が赤道面で一列に並んでいるので中期である。

問4 (1) ^3H -チミジンを取り込むのはS期にある細胞である。 G_1 期の終わりの方にあった細胞が、 ^3H -チミジンを与えられている30分の間にS期に移行して、M期に入るまでの時間を考えればよい。「チミジンを与えて30分経った直後」を0分とすれば、 S 期+ G_2 期=13時間となる。

なお「チミジンを与え始めたとき」を0分とすれば G_1 期(30分)+S期+ G_2 期=13.5時間であるが、この問いでは前者の考え方でよいだろう。



(2) (1)の細胞を例にとると、次のように考えられる(■が標識されている)。

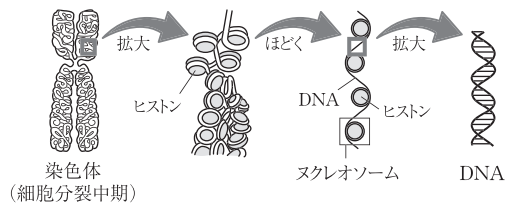


^3H -チミジンを取り込むのは1回目のS期だけである。よって標識は1回目に新しく合成された1本のみである。

問5 分裂を終えた細胞は、 G_1 期に入って成長し、次のS期に入るか、細胞周期から外れて分化する(G_0 期)かいずれかに進む。造血幹細胞などの組織幹細胞では、2つの娘細胞の一方は再び細胞周期をくり返す幹細胞で残り、もう一方は分化して細胞周期から離れる。

問6 ゲノムとは遺伝情報全体で、配偶子には1セット入っている。体細胞には2セット分の遺伝情報が含まれている。図の場合、染色体が4本あるがこれは複相の細胞なので相同染色体2組($2n=4$)であり、単相では $n=2$ である。

問7 遺伝子の発現とは、転写・翻訳の過程により遺伝情報に基づいたタンパク質が合成されることである。転写が起こるためには、真核生物の場合、ヒストンに巻き付いたDNAがゆるむ必要がある。分裂期にある染色体は、間期の染色体よりもさらに凝縮している。



問8 体細胞のDNA量(G_1 期)を2とすると、クのDNA量も2である。aの第一分裂中期は4、dの花粉管細胞は1、fの胚乳細胞は3である。

問9 染色分体1本につき、DNAのヌクレオチド鎖は2本、DNA分子は1本含まれている。

問10 イ：酵母菌は真核生物であるので、核膜がある。

オ：原核生物のDNAはヒストンと結合していないが、真核生物のDNAはヒストンと結合している。

問2 (1) 娘細胞は4個できる。

(4) 陸上植物における配偶体の核相は n で、体細胞分裂によって配偶子をつくる。

(5) 一般に、カビは子囊菌類、キノコは担子菌類と別のグループなので間違っている。どちらも五界説では菌界に分類される。担子菌類は菌糸(n)が接合して接合子($2n$)をつくる。なお、有性生殖の定義として、「配偶子をつくる」とする場合と、「細胞の接合により親と遺伝子の組み合わせが異なる子ができる」とする場合がある。後者の考え方でいくと、担子菌類の接合も有性生殖である。

(7) 受精卵は $2n$ 、胚乳核をもつ細胞が $3n$ である。

(8) アオミドロは同形配偶子をつくる。

(9) 有性生殖では2個体の遺伝情報をあわせもつ個体ができるので、親子の遺伝子はまったく同じではない。

問3 相同染色体が n 組あるとき、減数分裂によってできる配偶子をもつ染色体の組み合わせは 2^n 通りある。

問4 進化によって新しい種ができるためには、遺伝子の組み合わせに変化が起こる必要がある。

添削課題

解答

- A 問1 C
問2 E
問3 タマネギ：8 ヒト：23
問4 エ- 2^{23} オ- 2^{46}
- B 問5 (1) 相同染色体を1本もち娘細胞の遺伝子構成は異なる。(24字)
(2) 両親からそれぞれ遺伝子を受け継ぐことで、さまざまな遺伝子構成をもつ個体
ができ多様な子孫を残せる。(48字)
- 問6 複製した染色体は動原体部分で紡錘糸によって両極に引かれ、染色分体がそれぞ
れの娘細胞に分配される。(48字)
- 問7 (1) D
(2) 細胞周期において、DNA複製前の時期にある細胞が多く、DNA複製後の G_2
期やM期にある細胞は少ない。(49字)

解説

- A
- 問1 アメーバは分裂によって増える。分裂と出芽は体細胞分裂によって増えるということは
同じであるが、新しくできた細胞が親とほぼ同じ大きさか、あるいは小さいかで区別する。
- 問2 A：減数分裂では第一分裂と第二分裂の間にDNAの複製はない。
B：相同染色体が対合するのは、第一分裂前期である。
C：核膜が再び形成される時期を終期という。
D：有糸分裂を行う真核生物の細胞では、紡錘糸ができることで染色体が分離して両極
へと移動する。
- 問3 相同染色体が対合するため、二価染色体の数は相同染色体の組数と同じである。
- 問4 相同染色体が2つに分かれるので、1組の相同染色体であれば2通りの染色体の受け継
ぎ方となる。ヒトは $2n=46$ なので相同染色体は23組ある。よって、配偶子は 2^{23} 通りとなる。
子どもへはこれの組み合わせなので、 $2^{23} \times 2^{23} = 2^{46}$ 通り(およそ70兆)となる。
- B
- 問5 減数分裂によって、親と子では染色体の持ち方に違いが生じる。体細胞分裂によって子
世代がつくられる無性生殖とは異なり、有性生殖では2個体の親をもつため子世代の遺伝子
はより多様性が大きい。
- 問6 染色体が分かれるときには、紡錘糸がはたらく。紡錘糸は染色体の動原体部分に接着し、
紡錘糸が少しずつ短くなることで染色体を両極へと移動させる。
- 問7 一般的には、 G_1 期の時間が長い。この間に、細胞は遺伝子が転写・翻訳されて、細胞
質も成長していく。図のBが G_1 期の細胞で、CがS期、Dが G_2 期とM期である。

7章 生殖・発生②

問題

■ 演習

【1】

解答

- 問1 (1)-始原生殖 (2)-体細胞 (3)-精原 (4)-卵原
 (5)-一次精母 (6)-二次精母 (7)-精 (8)-4
 (9)-一次卵母 (10)-二次卵母 (11)-1

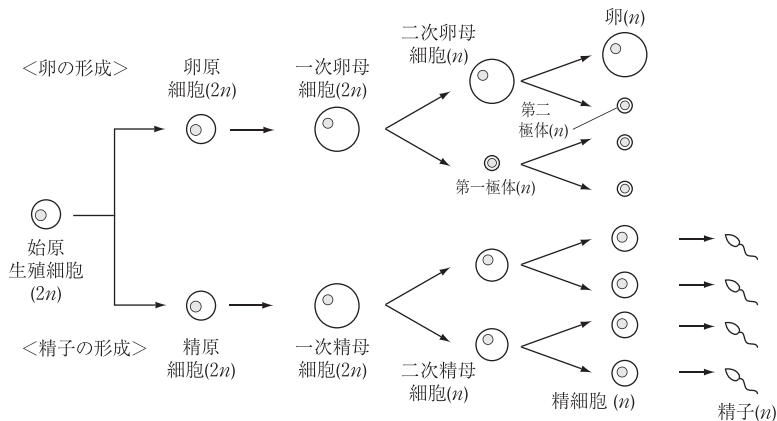
問2 ミトコンドリアは中片部に集まっており，べん毛の運動に必要な ATP を生成している。
 (40 字)

- 問3 (i) 精子の先体からゼリー層を溶かす物質が放出される。(24 字)
 (ii) 多精拒否
 (iii) 受精すると卵膜から受精膜が形成される。(19 字)
 受精すると卵の膜電位が変化する。(16 字)

解説

問1 動物の配偶子形成では，雌雄において違いが見られる。雄では1つの一次精母細胞から4つの精子ができるが，雌では1つの一次卵母細胞から1つの卵ができる。これは，精子はより多くつくって卵と受精する確率を上げるためで，卵の細胞質には多くの栄養分などを溜めておくためである。

核相の変化は，減数分裂第一分裂後に起こる。精子形成，卵形成ともに一次精母細胞と一次卵母細胞までは $2n$ で，二次精母細胞と二次卵母細胞以降は n である。



問2 精子は頭部・中片部・尾部の3つの領域からなる。頭部の多くは核が占めている。中片部にはミトコンドリアが並んでおり，精子が卵まで泳いでいくためにべん毛が消費する ATP を生成している。

- 問3 (i) 先体反応とは、精子の先端部にある小胞から酵素が分泌される反応で、これによって卵を取り囲んでいるゼリー層などを溶かして、精子が卵表面に到達できるようにしている。「先体の中身が放出された後、先体突起が形成される。(24字)」と答えてもよい。
- (ii), (iii) 多精の防止には、受精膜の形成によるものと、卵の膜電位の変化によるものがある。この問いにおいては、いずれを答えてもよい。

【2】

解答

- 問1 ①-葯 ②-胚珠 ③-花粉四分子
 ④-雄原細胞 ⑤-胚嚢細胞 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： $2n$

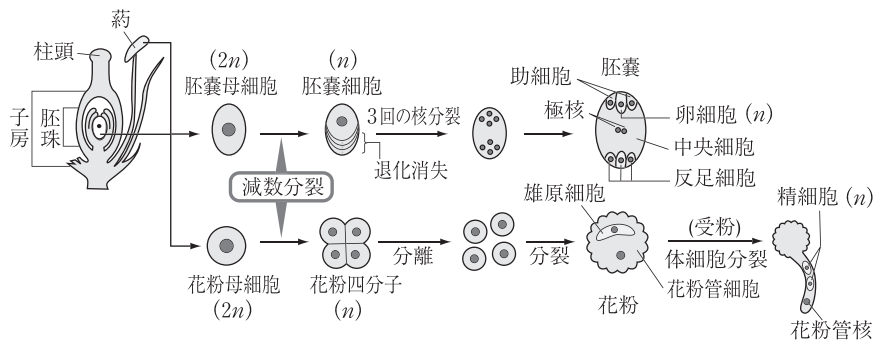
問3 (1) 助細胞

(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うが、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。

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。

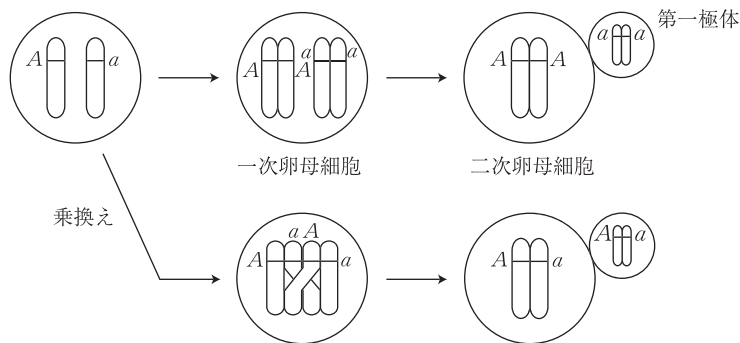
停止が起らなかった理由…卵割を停止させる因子は成分にタンパク質を含み、熱処理で活性を失ったから。

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。



会員番号	
------	--

氏名	
----	--