

6章 生殖・発生①

問題

■ 演習

【1】

解答

問1 ①-胞子 ②-配偶子 ③-分裂
 ④-出芽 ⑤-栄養 ⑥-対合
 ⑦-二価染色体 ⑧-紡錘糸

問2 (1)-× (2)-○ (3)-○ (4)-× (5)-×
 (6)-○ (7)-× (8)-× (9)-× (10)-○

問3 $2^6 \times 2^6 = 2^{12} = 4096$ 4096 通り

問4 染色体の乗換えにより遺伝子の組換えが起こるので、いろいろな遺伝子の組み合わせをもつ配偶子ができる。そのため、子の遺伝的多様性が大きくなり、環境変化に適応した子が生まれる可能性がでてくる。

解説

問1 生殖法には、無性生殖と有性生殖がある。

・無性生殖…親となる個体の一部から子となる個体が生じる生殖方法。

分裂	親個体がほぼ同大の個体に分かれ新個体になる。 例：単細胞生物…アメーバ、ゾウリムシ 多細胞生物…イソギンチャク
出芽	芽のような膨らみが独立し新個体になる。 例：単細胞生物…酵母菌 多細胞生物…ヒドラ、サンゴ
栄養生殖 (栄養繁殖)	植物の栄養器官(葉・茎・根など)の一部から新個体が生じる。 例：オニユリ(むかご)、ユキノシタ(走出枝)、 ジャガイモ(塊茎)、サツマイモ(塊根)

・有性生殖…親がつくる生殖細胞が合体することで子となる個体が生じる生殖方法。

同形配偶子 接合	同形配偶子が接合する。 例：クラミドモナス、アオミドロ
異形配偶子 接合	異形配偶子が接合する。 例：アオサ、ミル
受精	異形配偶子接合のうち、とくに卵(卵細胞)と精子(精細胞)の接合。 例：多くの動物、植物

胞子には減数分裂によってつくられる真正胞子と、体細胞分裂によってつくられる栄養胞子がある。アカパンカビなど子嚢菌類は、子嚢胞子という真正胞子と、分生子という栄養胞子の両方をつくる。

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。

【2】

解答

問1 ①, ⑤

問2 パターンB: ① パターンD: ④ パターンE: ⑦

問3 あ-7 い-G₁ う-S え-G₁ お-2
 か-S き-G₂

問4 ③

解説

問1 紡錘体は紡錘糸からなる構造である。紡錘糸はチューブリンというタンパク質が重合した繊維状の構造をしており、コルヒチンはチューブリンの重合を阻害する作用をもつ。コルヒチンはイヌサフランの鱗茎に含まれる物質である。コルセミドはコルヒチンの類似物質で、コルヒチンよりも毒性が弱い。染色体が分離するのを阻害する、つまりM期が進まなくなるので多数の細胞をM期にとどめて同調させるために用いられる。

問2 放射性標識されているものは、S期に³H-チミジンを取り込んだ細胞である。G₁/G₂融合では、S期を経たG₂期の細胞が標識されており、G₁期の細胞は非標識である。よって、パターンBはG₁期、パターンDはG₁/G₁期融合細胞、パターンEはG₁/G₂期融合細胞である。

問3 コルセミドが加えられているので、細胞周期が進行してもM期で止まる。また、非標識細胞由来であった核がS期に入ると³H-チミジンを取り込むので、



となる。

グラフIでは、パターンBがG₁期細胞、パターンDがG₁/G₁期融合細胞、パターンEがG₁/S期融合細胞である。パターンBとパターンDはいずれも核がG₁期であるので、細胞融合してから7時間はG₁期で、それ以降細胞の割合が減少しているのは、S期に移行したからである。パターンEでは細胞融合後にすぐ割合が減少しているのは、G₁期細胞由来の核がS期へと移行したからである。

グラフIIでは、パターンBがG₂期細胞、パターンDがG₂/G₂期融合細胞、パターンEがS/G₂期融合細胞である。パターンB、パターンDの割合が減少しなかったことから、G₂期細胞由来の核はS期に入らなかった(M期で止まる)とわかる。パターンEの割合も減少していないので、S期の核と一緒に存在するG₂期の核もDNA複製をしていないことがわかる。

問4 グラフIIIでは、パターンBがG₁期細胞、パターンDがG₁/G₁期融合細胞、パターンEがG₁/G₂期融合細胞である。パターンBとパターンDの割合が減少するスピードはほぼ同じである。それに対し、パターンEは減少するスピードが遅い。これは、G₁期の細胞がS期に移行するのが遅い、ということである。よって、G₂期の細胞にはG₁期の核がS期に入るのを遅らせる作用があると考えられる。

グラフIのパターンEがもっとも細胞の割合が減少するスピードが速い。これは、G₁期細胞由来の核がS期に移行するのが速い、ということである。ここから、S期の細胞はG₁

期の核にはたらきかけて DNA 複製を促す物質を生産していると考えられる。実際、G₁ 期から S 期へと移行するには、サイクリン依存性キナーゼ(Cdk)という酵素が関与することがわかっている。Cdk は単独では活性がなく、サイクリンという別のタンパク質と結合することで活性化する。

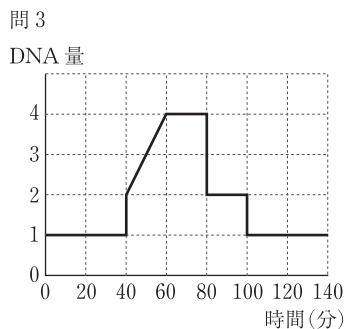
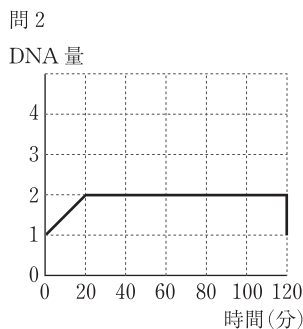
【3】

解答

問1 ア-無性 イ-核分裂 ウ-有性 エ-接合
 オ-減数分裂第一分裂 カ-減数分裂第二分裂

問2 (下図左)

問3 (下図右)

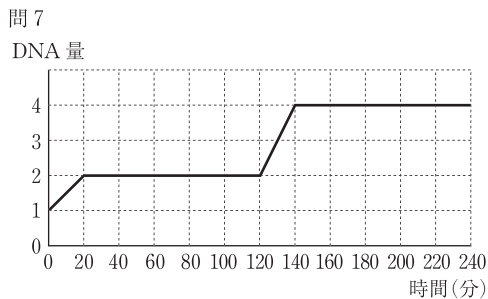
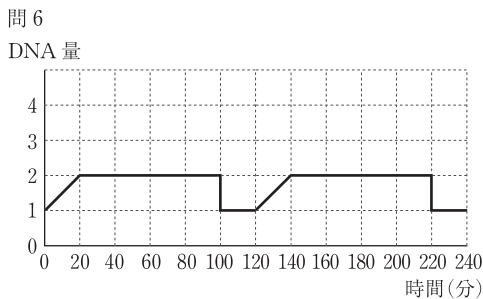


問4 変異体A-② 変異体B-③ 変異体C-①

問5 ②, ④

問6 (下図左)

問7 (下図右)



解説

問1 細胞分裂は、まず核分裂が終えてから細胞質分裂を行う。酵母は体細胞分裂によって増殖する(出芽)だけでなく、接合して減数分裂を行うことで胞子をつくっての増殖も行う(図2)。

問2 図1のe→fで核分裂しているのので、核1個あたりでは図3のように100分のところでDNA量が1になる。細胞質分裂はf→aで起こるので、120分でDNA量が1になる。

問3 図2をみて順にグラフにしていく。iで核融合が起きているのので、ここでDNA量が1→2となる。続いてi→jでDNA合成が起きているのので、ここでDNA量が4となる。80分後に減数分裂第一分裂が終わり、100分後に減数分裂第二分裂が終わるので、これらのタイミングでDNA量が半減していく。

問4 野生型では核1個で細胞1個あたりのDNA量が1となっている。これをベースに考える。

変異体A：DNA量は2となっているのでDNA合成は行えている。しかし、核が1つなので、核分裂に異常があると考えられる。

変異体B：核が4個でDNA量が4なので、DNA合成と核分裂は正常と考えられる。よって、細胞質分裂に異常がある。

変異体C：細胞質は野生型より大きいですが、DNA量は1のままで細胞数に変化はない。これより、そもそもDNA合成が行われないためにそれ以降の過程も進んでいないとわかる。

問5 ②：変異体CにおいてDNA合成が行われていないとき、細胞質が成長していても細胞質分裂が起こっていないことより誤り。

④：変異体Bにおいて核分裂が起こっていても、細胞質分裂が起こっていないことより誤り。

問6 変異体Bは細胞質分裂に異常があるが、核分裂は正常である。

問7 細胞質分裂が行われないので、細胞1個あたりのDNA量は倍々で増えていく。

添削課題

解答

問1 1-核膜 2-紡錘体 3-動原体

問2 動物細胞では細胞質がくびれることで細胞質分裂が行われる。一方、植物細胞では細胞板ができ、内側から外側へと大きくなることで細胞質分裂が行われる。

問3 細胞壁：主成分がセルロースからなり、細胞の保護や形態の維持に働く。

液胞：一重の膜に包まれており、内部に細胞液を含む。有機酸などの貯蔵と浸透圧調節に働く。

問4 酢酸オルセイン(または酢酸カーミン)

問5 G₂期：4時間 M期：2時間

問6 3時間

解説

問1 細胞分裂の分裂期には、以下のようなことが起こる。

前期：染色質が染色系になり染色体になる。この時に核膜や核小体は消失する。動物細胞では、中心体が両極に移動して星状体を形成する。

中期：染色体の動原体部分が赤道面に並ぶ。この時期に紡錘体の形成が完了する。染色体上にある動原体に紡錘糸が結合し両極と結ばれると、その結果として染色体が赤道面に並ぶ。

後期：染色分体が離れ、これが両極に移動する。この時に染色体が2つに分かれるので、ここまです核分裂とすることが多い。

終期：染色体が染色質に戻り、核膜、核小体も形成されていく。動物細胞では収縮環が形成され、細胞がくびれて細胞質分裂が起こり、母細胞は2つの娘細胞に分かれる。植物細胞では細胞板が形成され、細胞質分裂が起こる。

問2 動物細胞では、アクチンやミオシンからなる収縮環という構造が細胞膜の内側に形成される。この収縮環が縮小することで、細胞質がくびれる。一方、植物細胞では細胞板とよばれる構造が細胞内に形成される。細胞板はゴルジ体から生じる小胞から形成され、内側から外側へと大きくなっていく。

問3 細胞壁はセルロースが主成分である。細胞板も後から周囲にセルロースが形成され、細胞壁となる。

問4 染色体を染色するには、高校生物では酢酸オルセインや酢酸カーミンを用いる。他にも、酢酸ダーリアを用いることができる。いずれも、酢酸によって細胞の固定を行え、それぞれの色素によって染色体を染める。

問5 4時間後に見られた標識されたM期の細胞とは、S期の終わりにあった細胞がG₂期を経てM期に入ったばかりのものと考えられる(次ページ図①)。よって、G₂期は4時間である。また、5時間後にはM期にある細胞の50%が標識されたので、①の細胞がM期の真ん中に来たということである。5-4=1時間がM期の1/2の時間である。

問6 10時間後にM期の真ん中にある細胞は、標識したときにS期の初めにあったものである(下図②)。S期+G₂期+M期の1/2=10時間より、S期は5時間となる。一度、M期に標識された細胞が見られなくなったのは、³Hチミジンで標識した時期にS期にあった細胞が、M期を終えたからである。18時間後に再び見られたのは、①の細胞が分裂を終えてから再びM期に入ったからである(下図③)。G₂期+M期+G₁期+S期+G₂期=18時間なので、 $4+2+G_1+5+4=18 \quad \therefore G_1=3$

