

問1 原腸胚期における外胚葉の形態変化について、遺伝子Aの機能が失われた場合に観察される事象として最も適切なものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 外胚葉の表面積が過剰に拡大し、D層が多層化する。
2. S層の細胞が収縮し、D層がS層から遠ざかるように移動する。
3. 外胚葉の表面積の拡大が抑制され、D層の単層化が起こらない。
4. S層の細胞が肥大化し、D層の細胞移動が加速する。

問2 ヌマムラサキツユクサのつぼみの葉から取り出した細胞を酢酸オルセイン溶液で染色し、顕微鏡で観察した際に確認できる減数分裂の第一分裂前期の特徴として最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 相同染色体が対合し、二価染色体が形成されている
2. 凝縮した染色体が細胞の中央に一列に並んでいる
3. 核膜と核小体が再形成され、花粉管核が観察される
4. 雄原細胞が分裂して2個の精細胞が形成されている

問3 ウニの発生において、筋肉や骨片を作る中胚葉の形成に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 中割球と大割球のみで発生させた場合、正常な中胚葉が形成される。
2. 小割球は、中割球や大割球に対して誘導的に働きかけ、中胚葉の形成を促す。
3. 中胚葉を形成する細胞は、すべて中割球に由来することが実験的に示されている。
4. 小割球は、外胚葉や内胚葉の形成には一切関与せず、中胚葉のみを形成する。

問4 ウニの受精プロセスに関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 精子の侵入後、受精膜が形成されることで多精拒否が起こる。
2. 受精膜の形成は、第一卵割が完了した後に初めて観察される。
3. 多精拒否は、精子の核が卵の核と融合した後に開始される。
4. 受精膜は、卵細胞膜が溶解することで形成される構造である。

問5 ウニの受精において、精子の侵入に伴う卵内カルシウム濃度の上昇と受精膜の形成に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 卵内カルシウム濃度の上昇が引き金となって受精膜が形成される。
2. 受精膜の形成が先行し、その後に卵内カルシウム濃度が上昇する。
3. 卵内カルシウム濃度が一定に維持されることで受精膜が形成される。
4. 卵内カルシウム濃度が低下することで受精膜の形成が促進される。

問6 脊椎動物の発生における形成体の移植実験に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 移植された組織は、周囲の細胞に対して分化を促すシグナルを送ることで器官形成を誘導する。
2. 移植された組織は、周囲の細胞からシグナルを受け取るだけで、自らは分化の方向性を決定しない。
3. この現象は、細胞の分化運命が受精時に完全に固定されていることを証明するものである。
4. 移植された組織は、周囲の細胞の遺伝子発現を抑制することで、器官の形成を阻止する役割を持つ。

問7 テッポウユリのつぼみの成長に伴う減数分裂の進行について、葯と胚珠の比較として最も適切なものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 葯と胚珠は、つぼみの成長に関わらず常に同じタイミングで減数分裂を開始し、完了する。
2. 葯では比較的短い期間で減数分裂が完了するのに対し、胚珠ではより長い期間をかけて減数分裂が進行する。
3. 胚珠では短期間で減数分裂が完了するのに対し、葯ではつぼみの成長の全期間を通じて減数分裂が進行する。
4. 葯と胚珠のいずれにおいても、つぼみの長さが10mmから170mmに達するまで減数分裂が進行し続ける。

問8 植物の組織と分裂組織の関連について、根の表皮組織の形成過程として正しい説明はどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 根の表皮組織は、茎頂分裂組織から直接分化して形成される。
2. 根の表皮組織は、根端分裂組織において体細胞分裂を経て生じた細胞から分化する。
3. 根の表皮組織は、形成層の分裂によって供給される細胞から分化する。
4. 根の表皮組織は、基本組織系の一部として分裂組織とは独立して形成される。

問9 胚の発生過程において、タンパク質Xが果たす役割として最も適切なものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. タンパク質Yの合成を促進し、腹部形成を制御する
2. タンパク質Yと直接結合して、腹部形成を阻害する
3. タンパク質Yの合成を抑制することで、頭部形成を促進する
4. タンパク質Yを分解し、腹部形成に必要な濃度を低下させる

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 3 外胚葉の表面積の拡大が抑制され、D層の単層化が起こらない。	遺伝子Aは外胚葉のS層で特異的に発現し、発生過程における形態形成を制御する。実験的に遺伝子Aを欠損させると、野生型で見られるS層の引き伸ばしやD層の単層化が進行しなくなる。その結果、外胚葉領域全体の表面積拡大が抑制され、D層の細胞移動も正常に行われなくなることが確認されている。これは遺伝子Aが形態形成の基盤となる細胞動態に必須であることを示している。
問2	答え 1 相同染色体が対合し、二価染色体が形成されている	減数分裂の第一分裂前期では、相同染色体が互いに接近して対合し、二価染色体を形成する。この時期の細胞を酢酸オルセインなどの染色液で処理すると、光学顕微鏡下で二価染色体を明瞭に観察できる。他の選択肢のうち、染色体が中央に並ぶのは中期、核膜の再形成は終期、精細胞の形成は花粉の成熟過程における体細胞分裂の事象であり、減数分裂第一分裂前期の定義とは異なる。
問3	答え 2 小割球は、中割球や大割球に対して誘導的に働きかけ、中胚葉の形成を促す。	ウニの発生実験において、小割球を中割球や大割球と組み合わせると、骨片を作る中胚葉が形成される。小割球を欠いた状態ではこれらが形成されないことから、小割球が他の割球に対して誘導的に作用し、中胚葉の分化を決定づけていることがわかる。この現象は、発生過程における細胞間の相互作用を示す重要な例である。
問4	答え 1 精子の侵入後、受精膜が形成されることで多精拒否が起こる。	ウニの受精において、受精膜の形成は精子の侵入直後に起こる極めて速い反応です。この反応は、複数の精子が卵に侵入する「多精」を防ぐための重要な防御機構であり、発生の初期段階で正常な倍数性を維持するために不可欠です。他の選択肢にあるような卵細胞膜の溶解や、卵割後の形成といった説明は誤りです。
問5	答え 1 卵内カルシウム濃度の上昇が引き金となって受精膜が形成される。	ウニの受精では、精子が卵に侵入すると、卵細胞内のカルシウムイオン濃度が急激に上昇する。この濃度上昇がシグナルとなり、卵表層の表層粒が放出されることで受精膜が形成される。実験的にカルシウム濃度の上昇を阻害すると受精膜の形成が起こらないことから、この濃度上昇は受精膜形成に必須のプロセスである。
問6	答え 1 移植された組織は、周囲の細胞に対して分化を促すシグナルを送ることで器官形成を誘導する。	形成体による誘導は、移植された組織が周囲の未分化な細胞に対して特定の分化を促すシグナルを放出することで成立する。このプロセスは細胞間の相互作用によるものであり、分化運命が固定されているわけではなく、周囲の環境からのシグナルによって柔軟に決定される。この実験は、発生における細胞間のシグナル伝達の重要性を明らかにした重要な知見である。
問7	答え 2 薬では比較的短い期間で減数分裂が完了するのに対し、胚珠ではより長い期間をかけて減数分裂が進行する。	テッポウユリの減数分裂の観察において、薬ではつぼみの長さが10mmから30mmという比較的短い成長過程で分裂が完了する。一方、胚珠では10mmから170mmという長い成長過程にわたって各段階の分裂が観察される。このことから、薬と胚珠では減数分裂の進行速度や期間に明確な差があることがわかる。生物の発生過程において、器官ごとに分裂のタイミングや速度が異なることは、個体形成の調節において重要な意味を持つ。
問8	答え 2 根の表皮組織は、根端分裂組織において体細胞分裂を経て生じた細胞から分化する。	植物体の各組織は、それぞれの部位に存在する分裂組織での体細胞分裂によって供給された細胞が分化することで形成される。根の表皮組織は根端分裂組織に由来し、茎の表皮組織は茎頂分裂組織に由来する。形成層は維管束の二次成長に関与する分裂組織であり、表皮の形成とは直接関係しない。
問9	答え 1 タンパク質Yの合成を促進し、腹部形成を制御する	タンパク質Xは、胚の腹部形成においてタンパク質Yの合成を促進する重要な役割を担っています。実験的にタンパク質Xを欠損させると腹部が形成されないことから、その機能は腹部形成の必須条件であることがわかります。また、タンパク質Yを強制発現させても腹部が形成されない場合があることから、単なる合成促進だけでなく、適切な空間的配置や発生段階に応じた制御が腹部形成には不可欠であると考えられます。