

大問 2 【模範解答】

問題 1-1.

細胞 A の平均輝度 : 5149

細胞 B の平均輝度 : 2581

問題 1-2.

120 nmol/L

問題 2-1.

細胞群 C : 9656, 9614, 8707, 8133 (左から順に 80、120、210、240 分後)

細胞群 D : 10690, 7299, 4509, 4838 (左から順に 80、120、210、240 分後)

細胞群 E : 7341, 5781, 457, 405 (左から順に 80、120、210、240 分後)

問題 2-2.

(1) 9.6 min^{-1}

(2) 35.7 min^{-1}

(3) 47.3 min^{-1}

問題 2-3.

330 nmol/L

問題 3-1.

③

問題 3-2.

②

問題 3-3.

植物の細胞質分裂において微小管はゴルジ体に由来する小胞を輸送することで細胞板の形成と拡大を担う。細胞質分裂の初期には細胞板の全域にわたって小胞が輸送され、後期には細胞板の辺縁部のみに小胞が輸送されていると予想される。

問題 3-4.

MG-132 を処理した細胞は細胞質分裂が完了したにもかかわらず、細胞板を形成するための微小管が残存している。そのため、細胞板を形成するための微小管は細胞質分裂が終わるとユビキチン-プロテアソーム系により迅速に分解されると予想される。

大問 2 【解説】

問題 1-1.

予備実験で扱った ROI 内の平均輝度の計測法を習得できたか確認する問題である。画像と ROI の組合せを確認する際に、画像の拡大・縮小やコントラスト調節の技術も必要となる。

問題 1-2.

問題 1-1 で計測した平均輝度の値から計算できる。

問題 2-1.

予備実験で扱った複数の ROI 内の平均輝度の計測方法を習得できたか確認する問題である。問題 1-1 と同様、画像と ROI の組合せを確認する際に画像の拡大縮小やコントラスト調節の技術も必要となる。

問題 2-2.

予備実験で扱った数値データの分析法を用いて、問題 2-1 で計測した平均輝度の値から MG-132 の処理時間と平均輝度の近似直線の等式を求める問題である。近似直線の傾きが分解速度に対応するが、問題文にあるように正の値として回答することに注意。

問題 2-3.

問題 2-2 で求めた MG-132 濃度と Ub-GFP 分解速度の関係をあらわす近似直線を求めればよい。この近似直線において、MG-132 無処理の場合の Ub-GFP 分解速度（すなわち、近似直線の切片）の半分の値をとる MG-132 濃度は 330 nmol/L となる。なお、問題 2-2 で求めた小数点第一位までの数値ではなく、四捨五入しない計測値を用いると 329 nmol/L になる場合もあるのでこれも正答とした。また、問題 2-2 が部分的に間違えていた場合でも解法が正しいと判断される回答については評価した。

参考文献：Chou and Deshaies (2010) J Biol Chem 286:16546-16554.

問題 3-1.

予備実験で扱った直線の長さの計測法を活用し、細胞板の直径の増加量は時間が経過するにつれて徐々に減少することに気付けば、選択肢の中から無理関数を選択できる。

問題 3-2.

直径ではなく面積の増加速度を問われていることに注意。細胞板は円板と仮定するため、面積は $\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$ とあらわせる。問題 3-1 の解答より、面積増加速度は時間に依らず一定となる。

参考文献：Higaki et al. (2008) BMC Plant Biol 8:80

問題 3-3.

細胞分裂ではなく、細胞質分裂についての問いである。染色体の配列や分離など、細胞質分裂以外における微小管の役割については不正解とした。細胞質分裂とは細胞を物理的に二分する過程である。これは一般的に、染色体を二分する核分裂の後に起こる。動物細胞の場合、細胞質分裂は細胞膜が外から内に求心的にくびれこみ細胞が二分される。これに対して、植物細胞の場合は細胞板と呼ばれる構造が細胞内部に形成され、これが内から外に遠心的に拡大して最終的に親細胞壁と癒合することで細胞が二分される。このとき、微小管はゴルジ体に由来する小胞を輸送することで細胞板の形成と拡大を担う。なお、細胞板の形成と拡大を担う微小管はフラグモプラスト微小管と呼ばれている。

動画像の観察から、細胞質分裂の初期には細胞板の全域にわたってフラグモプラスト微小管が配置しているが、後期には細胞板の辺縁部のみに配置が限定されることに気付く。すなわち、前述したフラグモプラスト微小管の役割から、初期には細胞板の全域で、後期には細胞板の辺縁部で小胞の輸送が起きていることが考察できる。その他、フラグモプラスト微小管の長さの変化など、動画像から読み取れる妥当な記載については評価した。

参考文献：笹部美知子、町田泰則 (2016) 生化学 88:465-475

問題 3-4.

フラグモプラスト微小管は細胞質分裂時に細胞板の形成と拡大を担う構造体である。細胞質分裂が終わると、この構造体は直ちに分解されなければならない。仮に、細胞質分裂が完了してもフラグモプラスト微小管が残っていれば、分裂後の娘細胞の中に不要な細胞板を形成してしまうかもしれない。加えて、問題 3-3 で観察したフラグモプラスト微小管の画像から、細胞 H で観察される相対的に強いシグナルがフラグモプラスト微小管であることに気付ければ、フラグモプラスト微小管は細胞質分裂完了後すみやかにユビキチン-プロテアソーム系によって分解されるという考察に辿り着ける。なお、実際に植物培養細胞に MG-132 を処理すると、フラグモプラスト微小管が細胞質分裂完了後も残存し、娘細胞に不要な細胞板を形成することが報告されている。

参考文献：Oka et al. (2004) Plant Cell Physiol 45:1623-1632