

I

- 問1 突然変異によって重金属類への耐性を獲得した個体は、空いたニッチの広がる蛇紋岩地帯に分布を拡大した。蛇紋岩地帯では重金属の存在が強い選択圧となり、重金属類への高い耐性を付与する対立遺伝子の頻度が世代を経るごとに集団内で増大し、蛇紋岩地帯に適応した集団が成立した。
- 問2 遺伝的浮動—ある遺伝子座の対立遺伝子の頻度が、自然選択ではなく、受精時の配偶子の選択といった偶然により世代を経るにしたがって変動すること。
中立進化—生存に有利でも不利でもない、中立的な突然変異が遺伝的浮動によって固定していくことで、遺伝子頻度の時間的変化が生じること。
- 問3 あ—液胞 い—選択的スプライシング う—逆転写
この機構が働く細胞内の場所—核内
- 問4 mRNA-TgX2 には (エ) が含まれず、(ウ) と (オ) が隣接している。よって、mRNA-TgX1 のプライマーは (エ) の内部、もしくは (エ) と (オ) の境界をまたぐ位置、mRNA-TgX2 のプライマーは (ウ) と (オ) の境界をまたぐ位置に結合するように設計する。
- 問5 分子 TgX1 と分子 TgX2 の発現は、酵母に重金属への耐性を付与し、増殖抑制度を低下させる効果がある。ただし、金属種によりその効果は異なり、分子 TgX1 では亜鉛、分子 TgX2 ではニッケルの輸送能力がそれぞれ高く、増殖抑制度をより低下させる。一方、カドミウムおよびコバルトの輸送能力の差はわずかである。
- 問6 Tg は At と異なり、高濃度ニッケルに対する耐性を付与する遺伝子 TgX の葉での発現量が常に多い。とりわけ、分子 TgX2 も高発現しており、葉に移行した高濃度ニッケルを液胞内に隔離する能力が高いと推察される。
- 問7 多くの生物にとって有害な重金属を細胞内に高濃度に蓄積することで、病原体や捕食者に対する化学的防御分子の合成に要するエネルギーを低減できる。

II

- 問1 1-二酸化炭素 (CO_2) 2-酸素 (O_2)
3-カルビン (カルビン・ベンソン) 4-炭酸同化
- 問2 (A) -独立栄養生物 (生産者) (B) -従属栄養生物 (消費者)
- 問3 アセチル CoA
- 問4 クエン酸回路 (TCA 回路)
- 問5 クエン酸回路で生じた還元型補酵素 (NADH や FADH_2) は電子伝達系に電子を供給し、酸化型補酵素 (NAD^+ や FAD) に変換され、クエン酸回路に再利用される。電子伝達系の最終電子受容体である O_2 を欠くと、電子伝達系が停止し、補酵素が酸化されなくなるので、クエン酸回路での脱水素反応が停止するから。
- 問6 呼吸は発酵に比べて ATP 合成効率が高く、基質の分解量を節約できる。およそ 20 億年前に大気中の O_2 分圧が急上昇したことで、還元型補酵素を酸化しやすくなり、呼吸によるエネルギー代謝の効率が増し、細菌を共生させるコストを上回った。また、環境中の酸素を還元して水を生成することで、酸化ストレスにも対処しやすくなった。
- 問7 (2)が妥当である。(1)の場合は下線 (C) の代謝経路と下線 (E) の経路が異なる酵素による反応として独立に進化したことになるが、(2)の場合は、共通祖先は可逆的な酵素を利用していたが、異なる環境の変化に応じて酵素遺伝子に変異が生じたり、新たな遺伝子が追加されたりして、それぞれ不可逆的な酵素を獲得し、下線 (C) と下線 (E) の経路にそれぞれ進化したと考えられる。
- 問8 原始地球では有機物が乏しかったので、有機物の分解経路が先行した場合、有機物はやがて枯渇する。そのため、生物が有機物を安定して利用し続けるには、下線 (E) の経路の獲得も同時に起こり、生態系内で炭素を循環させる必要がある。また、生命の誕生以前に下線 (C) の反応経路が始原的な化学反応として存在した可能性があり、生物がこれを利用していたと考えられる。

III

- 問1
- ・大腸菌が分裂で殖える
 - ・ジャガイモが栄養生殖で殖える
 - ・イチゴが走出枝（ランナー）で殖える
 - ・ベンケイソウが不定芽で殖える
 - ・ヤナギが折れた枝から発根し、挿し木で殖える
- など
- 問2 アー二名法 イー種小名 ウー刺胞動物
- 問3 口丘には新しい頭部の形成を誘導する能力があるが、触手には同様の能力がない。
- 問4 ヒドラは自分の細胞と他種の細胞を認識でき、侵入した他種の細胞を排除できる。
- 問5 移植された口丘の細胞は自身が分裂して新しい頭部を形成するのではなく、移植先である宿主の胴部の細胞が新しい頭部を形成するように誘導している。
 エーイモリ オー形成体（オーガナイザー）
- 問6 幹細胞から生じた細胞が体細胞ではなく生殖細胞に分化するように変化した。生殖細胞をつくるようになった個体はほとんど捕食しないようになり、有性生殖後、約半年の間で死亡した。
- 問7 温帯では季節により水温の変動が大きい。水温が高い季節は、摂食量が大きく、出芽による無性生殖で個体数を急激に増やす。しかし、秋から冬にかけて水温が低下すると、有性生殖への転換が生じ、受精によって次世代を残し、親世代は老化して死亡する。越冬した受精卵は発生して、再び水温が高くなると、無性的な増殖を始める。
- 問8 6
- 問9 出芽は体細胞分裂を基本とする無性生殖なので、突然変異が起きなければ親子はクローンである。これに対して有性生殖では、減数分裂による相同染色体のランダムな分配と組換え、および配偶子同士の受精によって、子集団の遺伝的多様性は非常に高くなる。