

農業生産生態学研究分野 専門科目問題

問1から問4のうち、いずれか一問を選択し、解答用紙の〔 〕内に選択した問題の番号を記入して解答しなさい。

- 問1. TILLING (Targeting Induced Local Lesions IN Genomes) 法は逆遺伝学的な変異体スクリーニング法の一つであるが、この方法について説明しなさい。また、この方法によって得られる変異体にはどのような利点があるか説明しなさい。
- 問2. 植物にとって根は養分吸収を行う重要な器官であるが、一般的な被子植物の根の構造について、以下の語句をすべて用いて説明しなさい。(木部、内鞘、表皮、中心柱、皮層、篩部、内皮、カスパリー線)
- 問3. 青果の貯蔵技術とその具体的な利用例について述べなさい。
- 問4. 栽培植物の農業形質は主に質的形質と量的形質に分けられるが、それぞれの特徴について説明するとともに、DNA マーカーを利用した植物育種 (DNA マーカー育種) について説明しなさい。

農業生産生態学研究分野 専門科目解答例

問 1.

TILLING 法では、はじめに、EMS 等の化学突然変異原を用いて突然変異誘発を行なった処理当代 (M1 個体) から得られた M2 種子を播種し、得られた M2 個体から個体別に DNA と M3 種子を得る。次に、得られた M2 個体の DNA を数個体分プールして、M2 DNA プールを作成し、これを鋳型として標的とする遺伝子に特異的なプライマーを用いた PCR を行い、増幅産物を熱変性と再会合させることでヘテロ二本鎖 DNA を形成させる。その後、ミスマッチ特異的なヌクレアーゼ (CEL1 や END01) 処置によりヘテロ二本鎖 DNA を切断し、電気泳動等により、突然変異個体を検出する。

TILLING 法によって得られた突然変異体は、塩基置換によって得られる多様な変異が含まれており、程度の異なる変異形質をしめす変異体得られる可能性が高い。また、変異部位の塩基配列が明らかであるため、すぐに DNA マーカー化が可能であり、遺伝子組換え体ではないため、容易に品種開発に利用できる。

問 2.

根の横断面の外周は表皮で覆われており、表皮には根毛細胞が存在する。その内側には柔組織の皮層細胞があり、その配列は不規則である。皮層の最内層には、細胞が規則正しく 1 層に並んだ内皮がある。内皮はリグニンやスベリンが沈着したカスパリー線の構造を持ち、水や水に溶けた物質の中心柱への流入を制限している。中心柱の最外層には内鞘という細胞層が存在する。内鞘、内皮、そしてその周辺の柔細胞から側根原基が形成され、側根が発達する。中心柱には木部や篩部の通導組織があり、交互に並んでいる。

問 3.

青果は、収穫後も呼吸により蓄積された同化産物を消費し続けている。呼吸量は低温で抑制されるので、貯蔵期間の延長には冷蔵が適しており、多くの青果の貯蔵に冷蔵庫が利用されている。しかし、冷蔵のみで呼吸量を抑制し続けることは困難であり、冷蔵中の青果品質は徐々に低下する。たとえばリンゴでは、貯蔵性の良い晩生品種でも、冷蔵だけで高品質を維持できるのはせいぜい 3 か月程度である。そこで、果実の呼吸量をさらに抑制するため、低温に加えて貯蔵庫内

のガス環境を制御する CA 貯蔵が考案され、長期貯蔵が可能になった。

CA 貯蔵は、低温、高湿度、高二酸化炭素 (CO₂) 分圧、低酸素 (O₂) 分圧の環境で貯蔵する方法である。リンゴでは 0~1°C、相対湿度 95%以上、CO₂ 分圧 3~5%、O₂ 分圧 2~3%で保存する例がある。CA 貯蔵は、セイヨウナシやバナナなどでも実用化され、野菜などにも利用が広がりつつあるが、環境設定は種類や品種で異なる。(プラスチックフィルム包装等について述べても可)

〔「園芸学の基礎(農学基礎シリーズ)」(鈴木正彦編著、農山漁村文化協会、2012)、p. 84-87 より一部抜粋・改変〕

問 4.

質的形質は少数の主働遺伝子に支配される形質であり、花の色や種子の形など、数値で評価できない形質をさす。質的形質は遺伝子型と表現型の対応が可能であり、表現型から遺伝子型を推定できるのが特徴である。量的形質は多数の微動遺伝子に支配された形質をさし、草丈や収量のように、表現型値が連続分布する測定値で示される。量的形質は表現型が環境効果の影響を受けること、個体の表現型から遺伝子型を判断できないこと、作用力や作用方向が異なる複数の遺伝子が表現型値に関与することが特徴となる。

DNA の塩基配列には個体や品種による違いがみられる。このような違いを DNA の多型といい、遺伝子配列の目印(マーカー)を利用した育種法を DNA マーカー育種という。従来、植物育種は交配試験により目的形質をもった個体の選抜と形質の固定化のために広い栽培面積や長い時間・労力をかけて行う必要があったが、DNA マーカーを利用することにより、DNA マーカーと表現型とを対応させ、遺伝子型を推定することができ、形質の固定化(遺伝分離)の確認や目的形質をもつ個体の早期選抜に利用することが可能となるなど、育種年限の短縮に繋がることが期待される。また、DNA マーカーに対応した 2 つの遺伝子間の連鎖関係の有無を調べることにより、遺伝子の相対的な位置関係を調べることができ、連鎖地図を構築することも可能となった。これにより、量的形質においても関連する遺伝子座の解析(QTL 解析)から、遺伝子座の連鎖地図上の位置推定と諸形質への寄与度を推定することが可能となり、有用形質情報の把握に利用されている。その他にも、DNA マーカーは遺伝資源の評価や品種の識別と同定などにも幅広く利用されている。

農業生産生態学研究分野 専門科目出題意図

- 問 1. 逆遺伝学的な変異体探索法の原理と育種的な応用に必要となる専門的知識を問うため
- 問 2. 作物の根の研究を進めるにあたり、器官、組織の基礎的な構造についての理解を問うため
- 問 3. 果実の貯蔵技術についての知識および文章力を問うため
- 問 4. 農業形質と遺伝子との関連性ならびに DNA マーカー利用育種についての理解力を問うため