

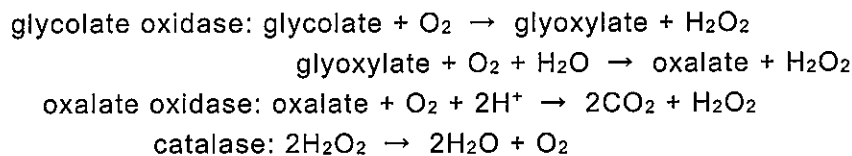
2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	植物生理学	この科目について (5)枚のうち(1)枚目
--------------	-------	------------------------------

以下の【問題1】【問題2】【問題3】のすべてに答えなさい。
ただし、解答は【問題】ごとに別々の解答用紙に記入すること。

【問題1】

高等植物は光呼吸経路をもつ。本来の光呼吸経路に加えてバイパス経路を付与した形質転換植物を作製したところ、光合成特性やバイオマスが向上したとする報告が最近幾つか見られている。そのうちのひとつでは、イネ由来のグリコール酸酸化酵素 (glycolate oxidase)、シュウ酸酸化酵素 (oxalate oxidase)、カタラーゼ (catalase) が葉緑体で過剰発現するイネ形質転換体を作られており、その導入遺伝子の頭文字を取って GOC バイパス、GOC 植物とよばれる。これら3つの酵素の反応式を以下に示す。



なお、導入したグリコール酸酸化酵素 (OsGLO3) は、グリコール酸とともにグリオキシル酸 (glyoxylate) も効率的に酸化触媒することができる。

光呼吸およびこの GOC 植物に関する以下の問に答えなさい。

問1. 光呼吸は Rubisco (ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase) のオキシゲナーゼ反応に起因する。オキシゲナーゼ反応の反応式を記しなさい (各物質の分子式や構造式の記載は必要としない)。

問2. 以下は、通常の光呼吸経路を説明した文章である。空欄ア～サに当てはまる語句を答えなさい。

Rubisco のオキシゲナーゼ反応生成物の片方は脱リン酸化され、葉緑体から [ア] へと移動する。次いで、アミノ酸の一種である [イ] に変換されて [ウ] に移動する。[ウ] では2分子の [イ] から1分子のセリンが生じる。また、[エ] と [オ] が発生し、[エ] の一部は葉緑体の Rubisco で再固定される。その後セリンは [ア] に移動して [カ] に変換され、さらに葉緑体へ移動してカルビン回路で代謝される。多くの [オ] は葉緑体に移動し、酵素 [キ] により [ク] のアミノ基として固定される。さらにこのアミノ基は酵素 [ケ] により [コ] に渡されて2分子の [サ] が生じる。

問3. この GOC 植物の葉は野生株と比べて、最大 CO₂ 吸収速度が高まる一方、CO₂ 補償点が低くなった。これらの値を決める実験では、葉に照射する光強度や葉外の CO₂ 濃度を变化させて調べた。両実験の結果をグラフを用いて示しなさい。また、なぜこのような結果が得られたと思うか考察しなさい。

次ページに続く

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	植物生理学	この科目について (5)枚のうち(2)枚目
--------------	-------	------------------------------

【問題1のつづき】

問4. GOC植物と野生株の光呼吸活性を比較するために、葉がさらされる O_2 濃度を通常の大気酸素濃度 (21%) または低酸素濃度 (2%) に調整して、明所下での葉の CO_2 吸収速度を測定した (図1)。2% O_2 濃度下では両植物の CO_2 吸収速度に有意な差は見られなかったが、21% O_2 濃度下では GOC植物の CO_2 吸収速度が野生株よりも有意に高かった。このような結果になった理由を考察しなさい。

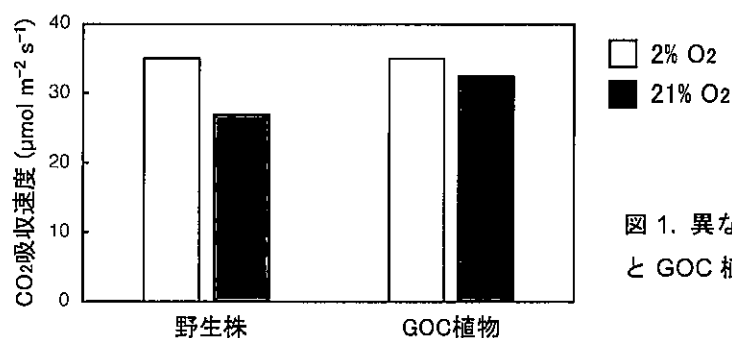


図1. 異なる酸素濃度下での野生株とGOC植物の CO_2 吸収速度の比較

問5. GOC植物は野生株に比べて成長量が増大した。GOCバイパスをもつGOC植物は、通常の光呼吸経路をもつ野生株に比べてなぜ成長が促進されたのか CO_2 および NH_4^+ の観点から考察しなさい。

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	植物生理学	この科目について (5)枚のうち(3)枚目
--------------	-------	------------------------------

【問題2】植物の生殖に関する以下の問に答えなさい。

問1. 受精と胚発生に関する以下の設問に答えなさい。

- (1) シロイヌナズナの雄性配偶体と雌性配偶体の構造を図示しなさい。それぞれの配偶体を構成する細胞名も示すこと。
- (2) トレニアの雌性配偶体のある細胞を顕微鏡下でレーザーにより破壊すると、胚珠への花粉管誘引が停止した。この細胞の名称を答え、この細胞がどのように花粉管誘引に関与するのかを説明しなさい。
- (3) シロイヌナズナの受精卵は受精後の最初の細胞分裂で頂端側の細胞と基部側の細胞を生み出す。頂端側の細胞と基部側の細胞はこの時点ですでに運命決定されており、頂端側は胚に、基部側は胚柄（母体組織との接続部で胚に栄養供給する）の一部に分化する。受精卵が一回細胞分裂し、頂端側と基部側の細胞が生じた直後に、頂端側の細胞を顕微鏡下でレーザー照射により破壊すると、基部側の細胞がもう一度分裂した後、頂端細胞へと運命転換した。基部細胞への運命を維持する仕組みについて考察し、この実験結果を説明しなさい。

問2. 花成に関する以下の設問に答えなさい。

花成ホルモンのフロリゲンは、花成誘導日長を認識した葉で合成され、茎頂部へと長距離移動して花芽形成を誘導する。暗期の中央に光照射を行うことを光中断と呼び、短日植物では2時間程度の光中断によって花成が顕著に抑制される。短日植物の葉における光中断の効果を検討するために、短日植物のキクを用いて以下の実験を実施した（①-④については図を参照）。

【実験】13枚の葉をつけたキクを材料として準備した。

- ① すべての葉に短日処理すると花成が誘導された。
- ② すべての葉に光中断すると花成が抑制された。
- ③ 基部側10枚の葉には短日処理し、頂端側3枚の葉には光中断したところ、花成が抑制された。基部側10枚の葉ではフロリゲンが合成されていた。
- ④ 基部側10枚の葉には短日処理した。頂端側3枚の葉は除去し、残った茎の部位に光中断と同じ時間の光照射を実施した。このとき花成は誘導された。
- ⑤ 茎頂を含む植物体全体でフロリゲンを過剰に合成する形質転換キクでは光中断しても花成が誘導された。しかしそのタイミングは野生型が短日で花成誘導するタイミングより遅れた。

次ページに続く

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	植物生理学	この科目について (5)枚のうち(4)枚目
--------------	-------	------------------------------

【問題2のつづき】

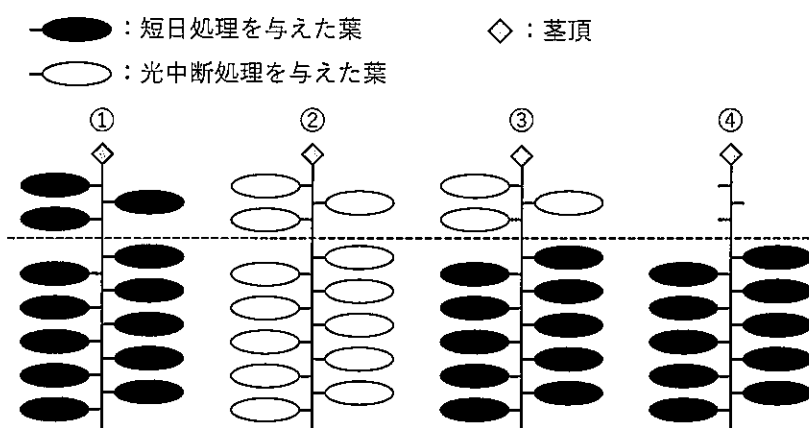


図. 実験①から④に関する模式図

- (1) ①と②の結果から、葉におけるフロリゲンの合成が光中断でどのように変化するか答えなさい。
- (2) キクにおいて光中断した葉はフロリゲンの合成以外にどのステップに影響を与えていると考えられるか、①から⑤の実験結果から理由とともに説明しなさい。
- (3) 作物の花成を促進もしくは抑制することが、生産性向上にどのように寄与するのかを、以下の3つの観点それぞれについて具体的に説明しなさい。
 1. 作物の栽培可能地域の拡大
 2. 育種における交配可能な組み合わせの拡大
 3. 収穫部位の品質の向上

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	植物生理学	この科目について (5)枚のうち(5)枚目
--------------	-------	------------------------------

【問題3】

アグロバクテリウム (*Agrobacterium tumefaciens* 現 *Rhizobium radiobacter*) は植物に感染する病原菌で、クラウンゴールと呼ばれる腫瘍を作らせることが知られている。以下の間に答えなさい。

- 問1. クラウンゴールの形成は、アグロバクテリウムが保持する巨大プラスミドの一部が植物染色体に組み込まれることで生じる。このプラスミドの名称と植物染色体に組み込まれる DNA 領域の名称を答えなさい。
- 問2. 植物染色体に組み込まれた DNA 領域には腫瘍化に必要な二種類の化合物の合成に関わる遺伝子が存在している。この二種類の化合物名（一般名）を答えなさい。
- 問3. 問2で答えた遺伝子の一部に機能欠損変異が入ると、クラウンゴールから不定根が発生する異常な腫瘍が生じることがある。どのような機能を持った遺伝子に変異が入ったのか、またなぜ不定根が生じるのかについて述べなさい。
- 問4. 問1で答えたアグロバクテリウム由来のプラスミドをどのように改変すれば、クラウンゴールを生じることなく植物に任意の遺伝子を導入することができるか詳しく述べなさい。
- 問5. 問2で答えた化合物の一つは光屈性に深く関わる。その化合物名を明記した上で、光屈性のメカニズムについて詳しく述べなさい。

【出題意図：植物生理学】

光合成、物質同化・輸送、成長・分化、環境応答・適応、生殖に関する問題により、植物の生理機能およびそのメカニズムに関する基礎知識を問う。