

2026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	植物生産科学	この科目について ( 4 )枚のうち( 1 )枚目
--------------	--------	------------------------------

次の【問題1】から【問題4】の中から2問を選択して答えよ。  
 さらに【問題5】に必ず解答し計3問に答えよ。  
 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】作物個体の生産性に関して、以下の問にすべて答えよ。

問1. 個体当たり水利用効率が  $3 \text{ g L}^{-1}$  であったとき、この個体が吸収した水の何%が光合成基質として取り込まれたかを計算の根拠とともに答えよ。なお、植物個体の重量増加はすべて光合成産物のグルコース ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) によるものとし、光合成産物の30%は呼吸で消費されたものと仮定する。原子量は  $\text{H}=1$ 、 $\text{C}=12$ 、 $\text{O}=16$  とする。

問2. これまでの農業現場においては、個体の水利用効率の向上を介して乾燥耐性を付与する試みは必ずしも成功していない。それはなぜかを解説せよ。

問3. 問2を踏まえて、水利用効率の向上を介して乾燥耐性を付与するにはどうすれば良いか、アイデアを述べよ。必要ならば図示して良い。

2026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	植物生産科学	この科目について ( 4 )枚のうち( 2 )枚目
--------------	--------	------------------------------

【問題2】イネ3品種（A、B、C）を対照区および塩化ナトリウムを含む水を灌漑した塩処理区において栽培したところ、収量と収量構成要素などについて以下の表のような結果を得た。

処理区	品種	全乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	一穂粒数 (粒/穂)	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)	玄米収量 (g/m <sup>2</sup> )	収穫指数 (%)
対照区 (C区)	A	1800	430	100	20	93	800	44
	B	2032	468	102	21	92	922	45
	C	1960	375	142	21	86	962	49
塩処理区 (S区)	A	1560	360	88	19	40	241	15
	B	1640	470	88	20	72	596	36
	C	1216	258	70	20	66	238	20
相対値 (S区 /C区)	A	0.87	0.84	0.88	0.95	0.43	0.30	0.34
	B	0.81	1.00	0.86	0.95	0.78	0.65	0.80
	C	0.62	0.69	0.49	0.95	0.77	0.25	0.40

問1. 登熟歩合の定義および測定方法を説明せよ。

問2. 3つのイネ品種を比べた場合、塩処理区では品種BがA、Cと比べて最も高い玄米収量を示した。その理由のひとつとして品種Bは塩処理区でも収穫指数を比較的高く維持したことが挙げられた。

問2-1. 収穫指数の定義を説明せよ。一般に主食用イネの収穫指数は非ストレス存在下では30~50%であり、収穫指数が50~80%のイモ類より低い。この理由を説明せよ。

問2-2. 塩処理区において品種Bが収穫指数を比較的高く維持した要因について、表に示された各形質をもとに推察し、論述せよ。

問3. 品種AとCはいずれも塩処理区での玄米収量が低かったが、AとCの全乾物重や各収量構成要素の塩応答には違いが見られた。品種AとCの塩応答の違いについて、各形質の決定時期に着目して論述せよ。

問4. 植物は一般的に、塩ストレスによって植物がどのように障害を受けるか、またそれに対する耐性メカニズムについて説明せよ。

2026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	植物生産科学	この科目について ( 4 )枚のうち( 3 )枚目
-------------	--------	------------------------------

【問題3】園芸作物の繁殖に関する以下の問に答えよ。

問1. リンゴ‘ふじ’の繁殖は、ほとんどの場合は接ぎ木で行う。種子繁殖や挿し木繁殖ではなく、接ぎ木で繁殖する目的と理由を詳しく説明せよ。

問2. 数年間、圃場で栽培と繁殖を繰り返したイチゴ‘あまおう’の株を用いて、農家が安心して栽培できる優良な苗を増殖して供給したい。一般的なイチゴ苗の農家への供給手順を踏まえて、どのような手順を踏んで苗を増殖するとよいかを説明せよ。

問3. トマトの生産において、接ぎ木苗が頻繁に用いられる。台木品種Xを台木として接ぎ木したトマトを栽培すると、接ぎ木しないトマト(自根)や、一般的な台木品種を台木として接ぎ木したトマトに比べて、果実の糖度が2倍に上昇した(全て地上部は同じ品種)。この現象のメカニズムを明らかにするために、どのような仮説を立てて、どのような研究を行うとよいか?あなたの考えを書け。

【問題4】地球温暖化が農林水産業に大きな影響を与えており、果樹生産も例外ではない。果樹生産における地球温暖化の影響に関する以下の問に答えよ。

問1. 温帯性落葉果樹の栽培において、地球温暖化が「休眠」に影響を与え、問題となっている。その問題ならびに発生機作について、「強制休眠(他発休眠)」および「自発休眠」の説明を交えながら説明せよ。

問2. 「休眠」以外に、地球温暖化が果樹生産にどのような影響を与えているか。できるだけ多くの事例を挙げて説明せよ。

問3. カキには甘柿品種と渋柿品種があるが、東北地方など夏期が冷涼な地域で甘柿品種を栽培すると渋が抜けないことがある。このため、そのような地域ではこれまで甘柿品種は栽培されてこなかったが、地球温暖化により渋が抜けるようになり、甘柿を収穫できるようになると予想される。甘柿品種と渋柿品種はさらに、完全甘柿品種、不完全甘柿品種、不完全渋柿品種、完全渋柿品種に分類される。これら4種の渋の蓄積の違いについて、カキの脱渋機構について触れながら説明せよ。

2026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	植物生産科学	この科目について ( 4 )枚のうち( 4 )枚目
--------------	--------	------------------------------

【問題5】以下の(1)～(8)の中から4つを選択し、それらの事項について知るところを述べよ。

- (1) 光-光合成曲線
- (2) 可変施肥技術
- (3) 構成呼吸 (成長呼吸)
- (4) リビングマルチ
- (5) ジューンドロップ
- (6) 二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 施肥
- (7) クライマクテリック型果実と非クライマクテリック型果実
- (8) キュアリング処理

2026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  
解答例及び出題意図

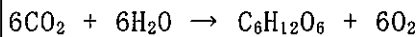
専門科目名	植物生産科学
-------	--------

【問題1】

[出題意図] 作物個体の生産性における光合成・呼吸・水消費の役割に関する基礎知識とその応用力を問う。

[解答例]

問1. 水利用効率が  $3 \text{ g L}^{-1}$  ということは  $3 \text{ g}$  の乾物を作るために水  $1 \text{ L} = 1 \text{ kg}$  を消費したことを意味する。このとき、呼吸でグルコースの30%が消費されたとすると、実際のグルコース合成量は  $3/0.7 \approx 4.3 \text{ g}$  となる。 $4.3 \text{ g}$  のグルコースは  $4.3/180$ モルなので、以下の式からその6倍のモル数の水を消費したことになる。1モルの水は  $18 \text{ g}$  なので、消費した水は  $18 \times 6 \times 4.3/180 \text{ g}$  となり、水  $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$  に占めるパーセンテージは  $18 \times 6 \times 4.3/180/1000 \times 100 \approx 0.26 \%$  である。



問2. 水利用効率の向上は気孔の部分閉鎖によって達成される場合が多い。気孔の部分閉鎖は  $\text{CO}_2$  取り込み量よりも蒸散量を強く抑制するためである。しかし、 $\text{CO}_2$  取り込み量も減少するため成長速度の低下を免れず、個体水利用効率の向上はバイオマス生産能や収量を低下させやすいためである。

問3.  $\text{CO}_2$  と  $\text{H}_2\text{O}$  のガス交換が同時に生じるために、 $\text{H}_2\text{O}$  消費（蒸散）を抑制すると同時に  $\text{CO}_2$  取り込みも低下してしまうことが課題である。したがって、 $\text{CO}_2$  取り込み能を維持しつつ  $\text{H}_2\text{O}$  消費量を抑制するような方策（夜間の蒸散量や気孔以外からの水消費量の抑制など）が考えられる。

## 【問題 2】

〔出題意図〕 塩ストレス下におけるイネの収量および収量構成要素などに関するデータをもとに、各収量構成要素や形質決定時期、収穫指数および耐塩性の生理メカニズムについての基礎知識と、論理的な考察力と記述力を問う。

### 〔解答例〕

問 1. 登熟歩合とは、穎花（粳）の中で、商品として価値のある大きさの玄米が、どれだけとれたかを示す数値である。現在、基本的には玄米の粒厚で調査する。粳殻をはずし、幅 1.80mm の縦長の目の篩にかける。篩に残った玄米数を穎花数で割って登熟歩合を求める。粳のまま、塩水選をして登熟歩合を推定する方法もある。比重 1.06（糯品種は比重 1.02）で塩水選をし、沈んだ粳を登熟した粳として、その数を全粳数で割る。

問 2-1. 生産された総乾物重に対して、収穫される部分（経済的器官）の占める重量の比として定義される。主食用イネとイモ類の収穫指数を比べた場合、イネは栄養成長と生殖成長が分離しているため収穫対象器官の生育期間が短く、収穫指数が低い。一方イモ類は収穫対象器官の成長が生育のかなり初期からはじまり、シンク器官の生育期間が長くなることと、シンク器官の肥大成長が可能である点により収穫指数が高い。

問 2-2. 品種 B では塩処理区において全乾物重が塩処理区でも高く維持されており乾物生産が維持されたことと、また他の品種に比べて一穂粳数や登熟歩合などの収量構成要素がいずれも塩処理区で比較的高く維持されていたことから、生殖器官（粳）の成長も塩処理区で比較的高く維持されたことがわかる。これらの結果により、他の品種に比べて塩処理区において栄養成長と生殖成長の両方が比較的維持された結果、炭水化物の粳への転流が維持され、高収量になった結果収穫指数が維持されたと推察される。

問 3. 収量構成要素の A と C の塩応答には異なる特徴がみられる。A では登熟歩合が著しく低下しているのに対し、C では穂数と一穂粳数の大幅な減少が認められる。登熟歩合は主に生殖成長期に決定され、花粉の発達不良や受粉・受精の障害、あるいは穂への炭水化物転流量の不足により低下する。一方、穂数は分けつ期、とくに分けつ最盛期に影響を受けやすい。また、一穂粳数は栄養成長後期から減数分裂期前後にかけて決定され、穎果の分化数および退化数に影響される。これらのことから、品種 A と C では塩ストレスに対する感受性の高い生育時期が異なる可能性があり、それぞれ異なる生理的過程が塩ストレスの影響を強く受けていると考えられる。

また全乾物重の減少程度にも差が見られ、Cの方がAよりも全乾物重が著しく減少している。これは、Cの方が栄養成長期における耐塩性が劣っていることを示唆する。

問 4. イネを含む植物の乾物生産が塩害によって減少する主な要因には、塩害により引き起こされる①水分欠乏、②イオン毒性、③活性酸素種（ROS）による酸化ストレスがある。土壌中の塩分が高まると土壌の水ポテンシャルが低下し、根の水ポテンシャルとの差が小さくなるため、土壌からの吸水が減少する。また、 $\text{Na}^+$ や $\text{Cl}^-$ などの過剰吸収は酵素活性を阻害し、光合成などの代謝機能を低下させる。さらに、気孔閉鎖に伴う光合成の低下により、光化学系により生じる還元力が過剰になって ROS が蓄積し、細胞に障害を与える。

植物の耐塩性機構としては、糖類やアミノ酸などの浸透圧調節物質やプロリンなど適合溶質の合成による植物体内の水ポテンシャルの調節、ナトリウムや塩化物イオンなどの輸送体タンパク質による $\text{Na}^+$ や $\text{Cl}^-$ の排出や隔離、根におけるアポプラストバリア形成による塩分流入の抑制、またアスコルビン酸など抗酸化物質やカタラーゼやアスコルビン酸ペルオキシダーゼなど抗酸化酵素による ROS の除去などが挙げられる。

### 【問題3】

[出題意図] 園芸作物の繁殖に関する基礎知識および研究立案能力を問う。

#### [解答例]

問1. リンゴ‘ふじ’をはじめとするほとんどの果樹は、純系ではなく雑種であり、遺伝的にヘテロである。また、リンゴは自家不和合性であるため自殖もできない。このため‘ふじ’の自殖種子を得ることができず、仮に自家不和合性を打破して自殖種子を得たとしても、後代の形質は分離し、‘ふじ’とは異なる形質となる。このため、雑種（ヘテロ）である果樹の繁殖は、種子繁殖ではなく、クローン繁殖で行う。クローン繁殖として、挿し木も選択枝のひとつであるが、挿し木における発根不良が問題となることや、発根性、耐病性、耐湿性、耐乾性、根の張り、水や養分の吸収性などに優れた根を台木として接ぎ木することで、これらの根の優良品性を付与できるため、接ぎ木が多用される。近年のリンゴ栽培では、わい化栽培が主流となっているため、わい性台木を用いることで、樹をわい化できるため、わい性台木を用いた接ぎ木繁殖が頻用される。

問2. 数年間、圃場で栽培と繁殖を繰り返したイチゴには、害虫、病原菌、ウイルス等が感染している可能性が高いため、害虫や病原菌を防除した上で、繁殖とウイルスフリー化の目的で茎頂培養を行う。ウイルスは維管束を通過して植物体内を移動するため、維管束が未分化でウイルスが到達していない、茎頂のできるだけ先端部分を摘出して、茎頂培養を行う。培養植物にウイルスがないこと（ウイルスフリーであること）をPCR等により確認する。その後、茎頂培養で多芽体を増殖し、それを発根・馴化させ、ポット栽培を行う。ポット栽培は、害虫、病原菌、ウイルス等の感染を妨げるために、隔離された温室や網室で行う。ポット栽培の株に低温遭遇させ、その後、長日・高温条件に置くことにより、ランナーが発生し、多数の子株を得ることができるため、ランナーによる繁殖で苗を得る。

問3. 台木Xを用いた時だけ果実の糖度が2倍に上昇するということは、台木Xの根の特性（根の大きさや張り具合、水や養分の吸収能力、共生微生物の種類など）が原因である可能性、台木と穂木の接ぎ木親和性（台木と穂木の接着や維管束の接続）が原因である可能性、台木と穂木の相互作用（水や養分以外に台木から穂木に果実を高糖度化する因子が流れている可能性）などが考えられる。根の大きさや張り具合と台木と穂木の接着や維管束の接続は形態学的な解析が、水や養分の吸収能力は熱電対などを用いた導管液の流れの測定や導管液中の無機イオン分析（イオノーム解析）が、共生微生物の違いは根圏微生物のマイクロバイーム解析などが有効である。台木から穂木に果実を高糖度化する因子が流れている可能性を明らかにする研究として、導管液中の核酸の分析や植物ホルモンを含む代謝物の分析（メタボローム解析）が考えられる。また、果実が高糖度化した原因として、台木が果実に直接影響を与えた可能性に加え、台木が穂木の成長や光合成に影響を与えた可能性が考えられるため、穂木の成長や光合成能力の分析、葉のトランスクリプトーム解析を実施することも有効だと考えられる。

#### 【問題4】

〔出題意図〕 地球温暖化が園芸作物の栽培に与える影響と関連知識を問う。

#### 〔解答例〕

問1. 植物の休眠には「強制休眠（他発休眠）」と「自発休眠」がある。「強制休眠（他発休眠）」は、環境条件が成長に適さないため一時的に成長できない状態であり、環境が成長に適した状態になれば、速やかに成長を開始する。一方、「自発休眠」は日長や気温から季節を感じ取り、予め生体内の状態を休眠のために整えた上で休眠に入り、休眠が打破される条件に到達しないと、環境が成長に適した状態になっても、一定期間成長を開始しない。温帯性落葉果樹は、秋に自発休眠に入る準備を整えて休眠に入り、一定の温度（一般的に7.2℃）以下に樹がさらされた時間の積算（低温積算時間）を超え、且つ環境が成長に適した状態になって萌芽する。地球温暖化により、冬期の気温が高くなることで、低温積算時間が足りず、春になっても萌芽しないことが問題となっている。

問2. 地球温暖化により、萌芽時期や開花時期の早期化による凍害や霜害のリスクの上昇、稔性の低下による着果不良、果実の成長不良や収量の低下、着色不良・食味の変化・果実硬度の低下・貯蔵性の低下・バラ科果樹におけるみつ症の発生・ミカンにおける浮き皮の発生などの果実品質の低下などが問題となっている。また、地球温暖化により、雑草の増加や、病害虫の発生時期や発生量の変化、これまで発生していなかった病害虫の発生（南からの病害虫の北上）なども問題となっている。地球温暖化により、果樹の栽培適地が変化しているが、果樹は永年作物であり、また産地形成がなされているため、すぐに栽培地域を変えることが容易ではなく、大きな問題となっている。

問3. 完全甘柿品種は、種子の有無に関わらず樹上で脱渋し、果実にわずかな褐斑（ゴマ）ができる品種。不完全甘柿品種は、種子が多いと樹上で脱渋するが、種子がないと全く脱渋せず、種子が少ないと種子の周辺だけが部分的に脱渋する品種。脱渋した部分には褐斑ができる。不完全渋柿品種は、種子ができると種子の周辺だけがわずかに脱渋し、脱渋した部分には褐斑ができる品種。完全渋柿品種は、種子の有無に関わらず脱渋せず、過熟した果実（熟柿）以外は渋い品種。褐斑はほとんどできない。カキの渋み成分は可溶性タンニンであり、甘柿品種はタンニンの合成量が少なく、渋柿品種はタンニンの合成量が多い。完全甘柿品種では、主に果実の肥大成長による可溶性タンニンの希釈により、渋みがなくなる。一方、不完全甘柿品種は種子が生成するアセトアルデヒドやエタノールにより、可溶性タンニンが重合して不溶化することで、ヒトが渋みを感じなくなる。重合して不溶化したタンニンが褐斑（ゴマ）である。不完全渋柿品種でも、種子が生成するアセトアルデヒドやエタノールにより可溶性タンニンの重合が起きるが、可溶性タンニンの量が多いため、脱渋が起きるのは種子の周辺だけである。完全渋柿品種は、可溶性タンニンの量が多いことに加え、アセトアルデヒドやエタノールの生成量が少ないことが原因で、脱渋が起きない。渋柿にエタノールや二酸化炭素を処理することで、可溶性タンニンを重合させて不溶化させ、人為的に脱渋を行うことができる。

## 【問題 5】

[出題意図] 植物生産科学の基本的な用語に関する知識を問う。

[解答例]

(1) 葉の光合成速度が、光の強さ（光強度）の変化に対してどのように応答するかを示す曲線。この曲線は、呼吸速度、呼吸速度と光合成速度が等しくなる光補償点、弱光下での曲線の初期勾配（光利用効率）、光飽和時の最大光合成速度などのパラメーターで特徴づけられる。植物の光順化の程度や、光合成キャパシティを知ることができるため、成長速度の高い作物品種選抜における評価指標としても用いられている。

(2) 精密農業を構成する技術の一つ。GNSS（全地球航法衛星システム）やGIS（地理情報システム）を活用し、圃場内の場所ごとの土壌肥沃度や作物の生育状況のばらつきに応じて、肥料の散布量を最適化する技術。ドローンや衛星画像から得られる植生指数（NDVIなど）や、センサーを搭載したトラクターによって取得された土壌情報に基づき、ドローンやトラクターによって施肥・追肥を行う。これにより、肥料の過剰施用による環境負荷やコストを削減し、収量と品質の均一化・向上を図ることが可能となる。

(3) 植物の成長過程において、器官や組織の構成に用いられるエネルギー生成のための呼吸。温度には依存しないが、基質の供給量に依存するため、光合成速度や成長速度と構成呼吸は正の相関を示す。植物体構成成分の生成に必要な呼吸量（すなわち呼吸で消費されるグルコース量）は、合成される化合物の種類によって異なる。1 gの葉、茎、根を作るのに必要なグルコース量は、1.3~1.6 gの範囲におさまることも知られている。

(4) 作物を栽培する畝間に、主作物の生育を阻害しない特定の植物（麦やマメ科植物など）を生育させる栽培技術。リビングマルチには、地表面を被覆することによる雑草の抑制、土壌の乾燥防止、降雨による土壌侵食の軽減、生物多様性の向上などの効果がある。マメ科植物を用いれば、根粒菌による窒素固定で土壌肥沃度を高めることも可能である。化学肥料や除草剤の使用量を削減できるため、環境保全型農業や有機農業において重要な技術と位置づけられている。

(5) 果樹において、環境や栄養状態を要因とする樹体の生理的変動が原因で起こる落果を生理落果といい、開花直後から幼果期にかけてみられる早期落果と収穫直前にみられる後期落果（収穫前落果）に分けられる。早期落果のうちリンゴ、モモ、カキなどでみられる6月頃に起きる落果はジューン・ドロップとよばれる。ジューン・ドロップの原因として、果実間および果実と樹体の栄養の競合や植物ホルモンのバランス、梅雨による日照不足や過湿が考えられている。

(6) 施設栽培や植物工場では、施設内の環境を人為的に制御可能である。栽培環境の二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）濃度を高めることにより、特に $\text{C}_3$ 作物の光合成速度の増加を通じて、生育や収量を増加させるための栽培技術を、二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）施肥という。これは光合成の基質である二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）の供給が増えることと、光呼吸の原因となるルビスコの酸素との反応が相対的に抑制されることによる。二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）施肥には、液化炭酸ガスボンベから二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）を供給するシステムと、灯油や液化石油ガス等を燃焼させた排ガスを浄化して施用するシステムがある。

(7) クライマクテリック型果実では、果実の成熟時にエチレンの生成と呼吸量の大幅な増加（クライマクテリック・ライズ）が起こる。リンゴ、バナナ、メロン、トマトなどが該当する。外生的なエチレン処理により、果実成熟が促進される。非クライマクテリック型果実は、果実の成熟時にエチレンの生成と呼吸量の増加が起こらないまたはごくわずかなレベルでしか起こらない。ミカン、ブドウ、イチゴなどが該当する。外生的なエチレン処理によって、果実成熟は促進されない。

(8) 収穫した作物を一定の温度と湿度に置くことで、収穫時の傷を乾燥させコルク化させること

で、病原菌の侵入とそれによる腐敗、作物からの水分損失を防止する措置。貯蔵期間の延長と品質低下の防止が図れる。サツマイモは 30～35℃、湿度 90%以上の環境下で 1 週間程度、カボチャは風通しの良い日陰に 1 週間程度に置くことで、キュアリングを行う。