

第一志望研究分野	受験番号	氏 名

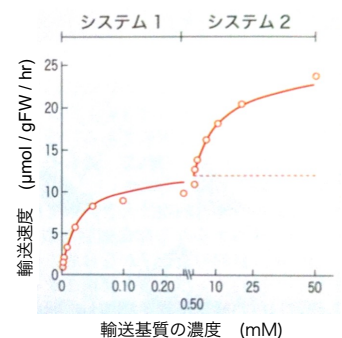
問題 1. 高等植物の栄養吸収と輸送に関する以下の問 1～6 に答えなさい。字数制限は設けない。

問 1. 植物の必須多量元素 6 種、必須微量元素 8 種を全て挙げ、元素名、元素記号、吸収形態のイオン式(イオンでないものは化学式)を答えなさい。ここでは必須元素をミネラル成分(灰分)に限定する。(14 点)

問 2. 植物が環境中からイオン性の物質を吸収する時、膜に存在する輸送体タンパク質が必要となる。この理由を生体膜の性質の面から述べなさい。(5 点)

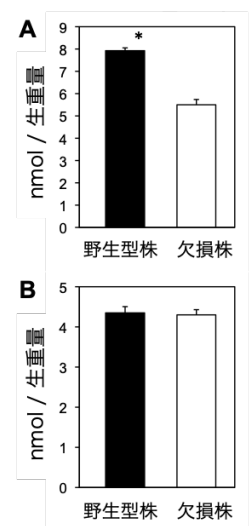
問 3. 輸送体タンパク質は、「チャネル」「トランスポーター」「ポンプ」に大別される。それぞれの違いを述べなさい。(7 点)

問 4. 右のグラフは、植物の根に栄養素(輸送基質)を与えた時の輸送基質濃度と輸送速度の関係を表している。システム 1 とシステム 2 の特徴を輸送速度と基質親和性の観点から述べるとともに、根がこのような栄養素を吸収することの優位性について述べなさい。(8 点)



グラフは植物栄養学第2版(文永堂出版)より引用

問 5. ある遺伝子を欠損した植物(欠損株)とその野生型株を育成し、ある陰イオンの濃度を測定したところ、右の棒グラフのような結果が得られた。A は地上部、B は地下部の結果を、グラフ内の*印は欠損株との間に統計的な有意差があることを示している。欠損株では植物体内の物質移動や代謝がどのように変化したのか、考えられる可能性のうち 2 つについて、以下に示す語句を使ってそれぞれ各 40 字以内で答えなさい。(8 点)



導管 篩管

問 6. 植物の根表面から吸収された栄養素が導管に到達するまでの経路を以下の語句を用いて述べなさい。(8 点)

内皮 シンプラスト カスパリ帯

解答は以下に記述(足りない場合は裏面を使用すること)

第一志望研究分野	受験番号	氏 名

問題2. 高等植物における代謝および環境応答に関する以下の問1～4に答えなさい。字数制限は設けない。

- 問1. 植物はタンパク質性のアミノ酸を全て無機物から生合成している。アンモニウムイオンからアミノ酸が生合成される過程、および生じたアミノ酸からアラニンやアスパラギン酸が生合成される過程を述べなさい。(13点)
- 問2. 植物が生合成する二次代謝物は含窒素化合物、フェノール性化合物、テルペノイドに大別される。それぞれに分類される二次代謝物の例を1つずつ挙げなさい。また、例として挙げた物の1つについて、その生合成過程と生理的役割について述べなさい。(13点)
- 問3. 生育場所を移動することができない植物は、様々な環境変化に応答し、適応する機構を備えている。環境刺激の感受から応答に至る分子機構について、例を挙げて述べなさい。この際、環境刺激、植物体内の分子機構を明記すること。(12点)
- 問4. 植物の環境応答は、ほとんどの場合、遺伝子発現の変化を伴う。ある遺伝子の発現調節に働く転写因子を見出す手法について、知るところを述べよ。(12点)

解答は以下に記述（足りない場合は裏面を使用すること）

第一志望研究分野	受験番号	氏 名

問題 1. 高等植物の栄養吸収と輸送に関する以下の問 1～6 に答えなさい。字数制限は設けない。

問 1. 植物の必須多量元素 6 種、必須微量元素 8 種を全て挙げ、元素名、元素記号、吸収形態のイオン式(イオンでないものは化学式)を答えなさい。ここでは必須元素をミネラル成分(灰分)に限定する。(14 点)

解答例	必須多量元素	窒素	N	NO_3^- , NH_4^+
		カリウム	K	K^+
		カルシウム	Ca	Ca^{2+}
		マグネシウム	Mg	Mg^{2+}
		リン	P	H_2PO_4^- (PO_4^{3-} でも可)
		硫黄	S	SO_4^{2-}
	必須微量元素	塩素	Cl	Cl^-
		ホウ素	B	$\text{B}(\text{OH})_3$
		鉄	Fe	Fe^{2+} , Fe^{3+} 錯体
		マンガン	Mn	Mn^{2+}
		亜鉛	Zn	Zn^{2+}
		銅	Cu	Cu^{2+}
		ニッケル	Ni	Ni^{2+}
		モリブデン	Mo	MoO_4^{2-}

問 2. 植物が環境中からイオン性の物質を吸収する時、膜に存在する輸送体タンパク質が必要となる。この理由を生体膜の性質の面から述べなさい。(5 点)

解答例 生体膜は脂質二重膜からなっており、疎水性のものや極性のない分子量の低いものは比較的通しやすいが、親水性の物質やイオン性の物質はほとんど通さない。このため、タンパク質からなる通り道が必要となる。

問 3. 輸送体タンパク質は、「チャネル」「トランスポーター」「ポンプ」に大別される。それぞれの違いを述べなさい。(7 点)

解答例 「チャネル」 エネルギーを必要としない濃度勾配による拡散(受動輸送)を担う。
「トランスポーター」 ポンプによって作り出された電氣的エネルギー勾配を利用して物質を輸送する二次能動輸送エネルギーを担う。
「ポンプ」 ATP のエネルギーを使って物質を輸送する。植物では H^+ -ATPase がこの役割を担う。
上記の他、ATP のエネルギーを使って物質を輸送する ABC 輸送体が知られている。植物では数が少ないが、「トランスポーター」と「ポンプ」、両方の性質を併せ持つ例外的なものである。

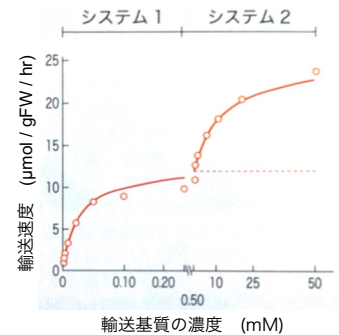
問 4. 右のグラフは、植物の根に栄養素(輸送基質)を与えた時の輸送基質濃度と輸送速度の関係を表している。システム 1 とシステム 2 の特徴を輸送速度と基質親和性の観点から述べるとともに、根がどのように栄養素を吸収

することの優位性について述べなさい。(8点)

解答例 システム1： 輸送基質に対する親和性が高く、最大輸送速度が低い。低濃度の輸送基質を輸送するのに適している。

システム2： 輸送基質に対する親和性が低く、最大輸送速度が高い。高濃度の輸送基質を大量に輸送するのに適している。

根がこのような二層性を持って影響を吸収することで、環境中の栄養素の濃度に応じて生育を最大化するように栄養を吸収できる。



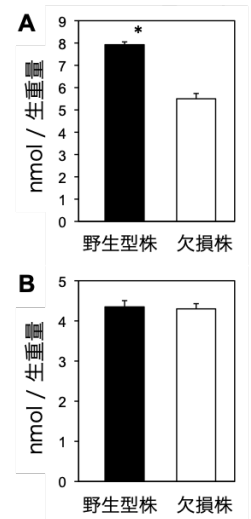
グラフは植物栄養学第2版(文永堂出版)より引用

- 問5. ある遺伝子を欠損した植物(欠損株)とその野生型株を育成し、ある陰イオンの濃度を測定したところ、右の棒グラフのような結果が得られた。Aは地上部、Bは地下部の結果を、グラフ内の*印は欠損株との間に統計的な有意差があることを示している。欠損株では植物体内の物質移動や代謝がどのように変化したのか、考えられる可能性のうち2つについて、以下に示す語句を使ってそれぞれ各40字以内で答えなさい。(8点)

導管 師管

解答例 導管： 導管へのローディングや導管から地上部の細胞へのアンローディングが滞っている。(38字)

師管： 地上部師管へのローディングや師管から根細胞へのアンローディングが促進されている。(40字)



- 問6. 植物の根表面から吸収された栄養素が導管に到達するまでの経路を以下の語句を用いて述べなさい。(8点)

内皮 シンプラスト カスパリ帯

解答例 環境中から根の内部に取り込まれた栄養素は、アポプラストまたはシンプラストを経由して内皮細胞に到達する。内皮細胞の細胞壁にはカスパリ帯と呼ばれる不透性の構造があるため、シンプラスト経由でしか維管束内の細胞層には到達できず、内皮細胞に至るまでには膜輸送体が必要となる。内皮細胞から維管束内の木部柔細胞に移動した栄養素が、細胞外空間である導管に到達するためには、細胞から排出される必要があるため、ここでも膜輸送体が必要となる。

第一志望研究分野	受験番号	氏 名

問題 2. 高等植物における代謝および環境応答に関する以下の問 1～4 に答えなさい。字数制限は設けない。

問 1. 植物はタンパク質性のアミノ酸を全て無機物から生合成している。アンモニウムイオンからアミノ酸が生合成される過程、および生じたアミノ酸からアラニンやアスパラギン酸が生合成される過程を述べなさい。(13 点)

解答例 アンモニウムイオンは、グルタミン合成酵素の働きにより、グルタミン酸と反応してグルタミンとなる。この時、ATP を 1 分子消費する。生じたグルタミンが、グルタミン酸合成酵素の働きにより、 α -ケトグルタル酸と反応すると、グルタミン酸が生じる。ここではフェレドキシンまたは NADH 由来の還元力が使われる。グルタミン酸は各種アミノ基転移酵素の働きにより有機酸と反応し、他のアミノ酸の生合成に使われる。有機酸がピルビン酸であればアラニンが、オキサロ酢酸であればアスパラギン酸が生じる。

問 2. 植物が生合成する二次代謝物は含窒素化合物、フェノール性化合物、テルペノイドに大別される。それぞれに分類される二次代謝物の例を 1 つずつ挙げなさい。また、例として挙げた物の 1 つについて、その生合成過程と生理的役割について述べなさい。(13 点)

解答例 含窒素化合物： ニコチン
 フェノール性化合物： アントシアニン
 テルペノイド： リコピン
 以下、ニコチンについて説明する。
 生理的役割： 病害虫の忌避。
 生合成： アスパラギン酸を出発物質とした数段階の反応によりニコチン酸を生じる。オルニチン由来のピロリジン環がニコチン酸に付加され、ニコチンが生合成される。

問 3. 生育場所を移動することができない植物は、様々な環境変化に応答し、適応する機構を備えている。環境刺激の感受から応答に至る分子機構について、例を挙げて述べなさい。この際、環境刺激、植物体内の分子機構を明記すること。(12 点)

解答例 コムギ種子が適温や光を感知すると、種皮で活性型ジベレリンの生合成が促進され、また種子内でアブシジン酸量が減る。ジベレリンが細胞伸長を促進すると同時にアブシジン酸の減少により休眠状態が保持されなくなり、発芽に至る。

問 4. 植物の環境応答は、ほとんどの場合、遺伝子発現の変化を伴う。ある遺伝子の発現調節に働く転写因子を見出す手法について、知るところを述べよ。(12 点)

解答例 ある遺伝子の発現調節領域をゲノム配列内に見出すため、レポーター遺伝子に遺伝子の上流域や下流域を繋げて植物で発現させ、レポーター活性を調べる。遺伝子発現調節領域が絞り込まれれば、アルファスクリーンや酵母ワンハイブリッドスクリーニングにより相互作用する転写因子を見つけることができる。既知の DAP-Seq などのデータを調べる、なども有効である。いずれにしても検証実験が必要であり、植物内での転写調節活性を調べるために一過的発現系などが用いられる。転写因子の欠損株や高発現株を作成し、植物体内の遺伝子発現を調べるという方法もある。

植物栄養生理学分野の修士研究を行うに必要な知識を問うため。