

九州大学大学院生物資源環境科学府
環境農学専攻修士課程
令和7（2025）年度
【一般入試】入学試験問題

専門科目

サステイナブル資源科学教育コース

森林化学

問題・解答用紙

注意事項）

1. 解答用紙は表紙（本紙）を含め11枚あります。全ての問題・解答用紙に受験番号を記入すること。
2. 本表紙（裏面も含む）には解答を記述しないこと。
3. 解答用紙が不足する場合は、解答用紙の裏面を用いても良い。

1. 樹木の若いシュートのリグニン定量を行いたい。クラークソン法は不向きであるため、別の方法が用いられる。これについて以下の間に答えなさい。(8点)

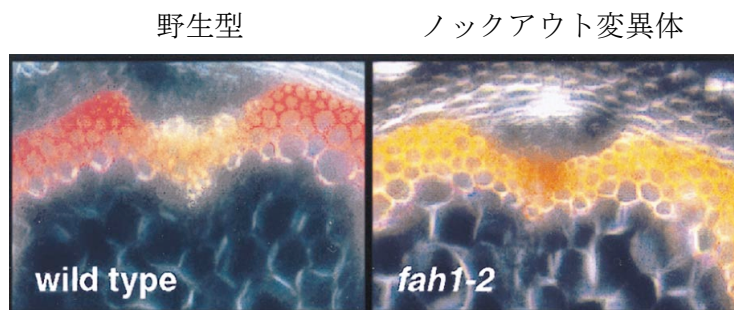
(1) 用いられる方法の名称を答えなさい。

(2) (1) で答えた測定方法が若いシュートのリグニン定量に適している理由を 150 字以内で説明しなさい。

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

2. シロイヌナズナのリグニン生合成に関与するチトクローム P450 遺伝子をノックアウトした変異体を作成し、その茎切片をモイレ反応で染色したものである。以下の間に答えなさい。(11点)



(1) 写真から推定できるリグニンの化学構造変化について予想しなさい。

(2) 両者のニトロベンゼン酸化分析を行った結果、ある生成物の収量が顕著に減少し、上記(1)の予想を裏付ける証拠が得られた。以下の間に答えなさい。

a) 減少した生成物の化合物名を書きなさい。

b) 減少した生成物の構造式を書きなさい。

(3) ノックアウトされた遺伝子の名称と機能を説明しなさい。

名称：

機能：

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

3. リグニンの結合様式について以下の問に答えなさい。(8点)

(1) リグニンに複数の結合様式が不規則に含まれる理由を、モノリグノールの共鳴構造を図で示し、重合反応機構の観点から説明しなさい。

(2) リグニン中に最も多く(約50%)存在する結合様式を、グアイアシル型の C6-C3-C6 形式の構造式で図示しなさい。

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

4. 下の図を用いて、以下の問に答えなさい。(8点)

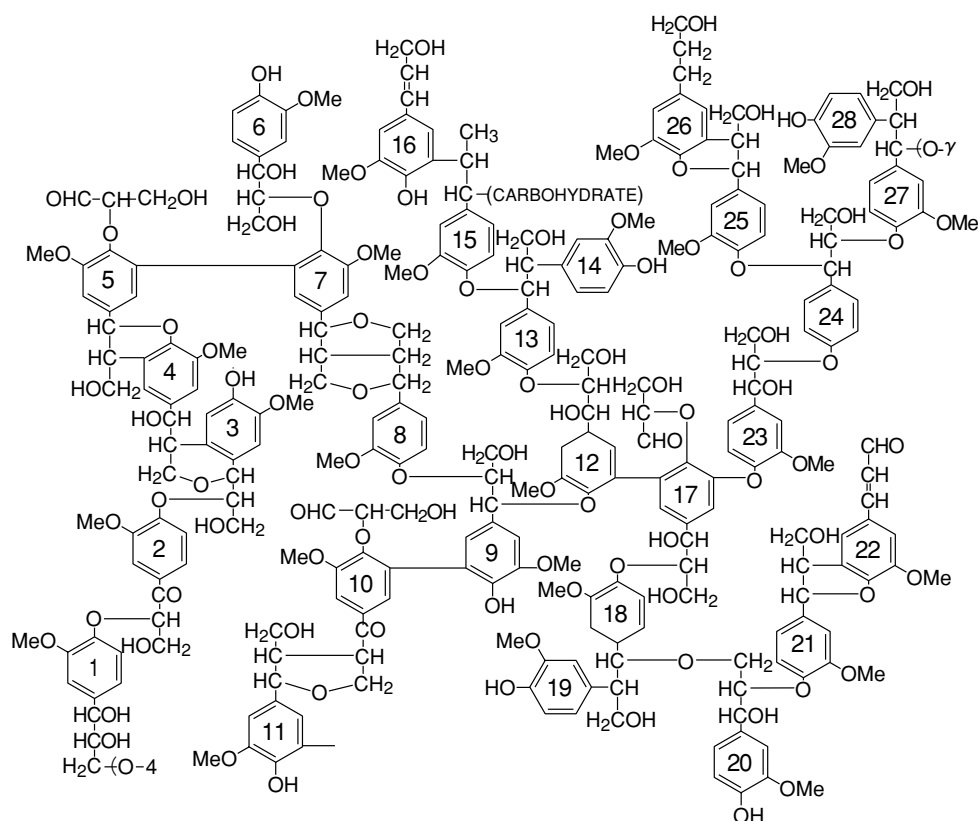


図 4-2-7 リグニン構造単位間結合とモデル構造 (Sakakibara 1980)

(1) 上記の構造を持つリグニンをニトロベンゼン酸化した結果、フェニルプロパン単位番号1～7から得られる2量体の化学構造、名称およびその芳香族番号を全て書きなさい。

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

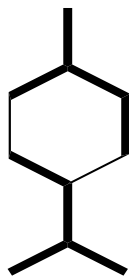
受験番号

(2) 上記の構造を持つリグニンをニトロベンゼン酸化した結果、フェニルプロパン単位番号 20～22 から得られる、バニリン以外の芳香族化合物の名称と構造式、またそれを与える芳香族番号を書きなさい。

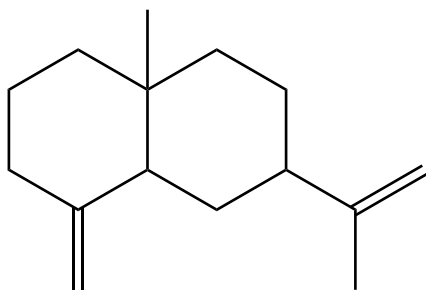
解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

5. 下記の構造の物質Aはセスキテルペンの一例である。どのように head to tail 則でイソプレヌユニットが組み合わされているか、図の上から各イソプレヌユニットを丸で囲むか、各ユニット内の炭素炭素結合を太い線で塗りつぶして示しなさい。(5 点)



回答記入例：



物質 A

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

6. テルペンの生合成についての以下の文章について、(1) ~
(11) にあてはまる適切な語句を答えなさい。(22 点)

細胞内小器官である(1)とサイトゾルでテルペンのイソプレン骨格である(2)とジメチルアリル二リン酸は生成される。この細胞内小器官の違いによってイソプレン骨格は別の合成経路で合成されており、(1)では(3)経路、サイトゾルではメバロン酸経路が使われる。(1)内では(2)とジメチルアリル二リン酸から生じる(4)およびゲラニルゲラニル二リン酸を中間代謝物として、酵素(5)により(6)およびジテルペンの基本骨格が生成する。サイトゾルでは(2)とジメチルアリル二リン酸から生じるファルネシル二リン酸を中間体として(5)により(7)の基本骨格を生成する。二リン酸は慣習的にピロリン酸とも表記される。酵素(5)による反応は、二リン酸基の脱離による(8)中間体の生成を初発とし、(6)生成の場合、一度酵素内中間体である(9)を生成し、再度二リン酸基の脱離による(8)中間体を生成する。この(8)が分子内の(10)を攻撃し、新たな炭素炭素結合を作るとともに新たな(8)が生成する。最終的に(11)の脱離か水酸化物イオンの付加によりカチオンが消滅し安定した(6)骨格を作る。

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

7. 以下の抽出成分のグループについて化学構造上の特徴を1行ずつで説明し、その代表的な構造式（現実には存在するか否かは問わない）を記しなさい。（8点）

スチルベン

ノルリグナン

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

8. トルエンと塩化アセチルを塩化アルミニウムの存在下で反応させた。

以下の問に答えなさい。(15点)

(1) 2つの反応生成物の構造式を書きなさい。また、どちらが主生成物で、どちらが副生成物かも示しなさい。

(2) (1) で2つの生成物に量的な違いが現れた理由を100字以内で説明しなさい。

(3) この反応において第2、第3のアシル化反応は起こりにくい。その理由を100字程度で説明しなさい。

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

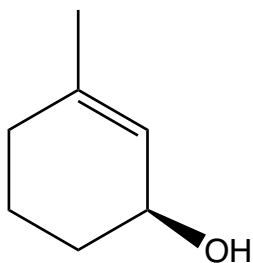
受験番号

9. 下記の①～③の化合物について、IUPAC 名は構造式に、構造式は IUPAC 名にして示しなさい。立体異性(*RS*表記)も考慮すること。(15点)

① (S)-4-bromo-1-isopropylcyclohex-1-ene

② (*R*)-5-isopropyl-2-methylcyclohex-2-en-1-one

③



解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

九州大学大学院生物資源環境科学府
環境農学専攻修士課程
令和7（2025）年度
【一般入試】入学試験問題

専門科目

サステイナブル資源科学教育コース

森林化学

問題・解答用紙

注意事項）

1. 解答用紙は表紙（本紙）を含め11枚あります。全ての問題・解答用紙に受験番号を記入すること。
2. 本表紙（裏面も含む）には解答を記述しないこと。
3. 解答用紙が不足する場合は、解答用紙の裏面を用いても良い。

1. 樹木の若いシュートのリグニン定量を行いたい。クラークソン法は不向きであるため、別の方法が用いられる。これについて以下の問に答えなさい。(8点)

(1) 用いられる方法の名称を答えよ。

アセチルブロマイド法

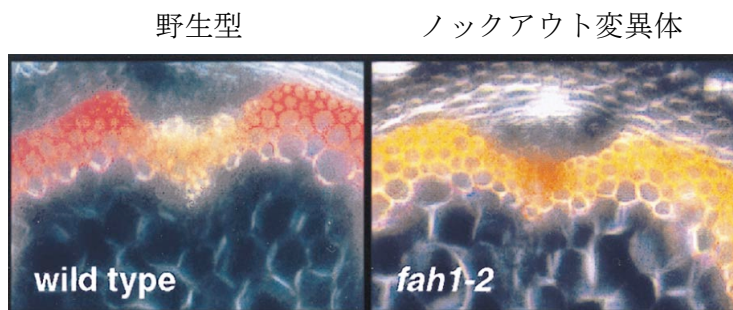
(2) (1) で答えた測定方法が若いシュートのリグニン定量に適している理由を 150 字以内で説明せよ。

若いシュートは細胞内に多量のタンパク質を含む。アセチルブロマイド法で用いるアセチルブロマイド酢酸溶液中で、タンパク質は凝集沈殿を起こすため、溶液の 260 nm における吸光度を測定し、リグニン量を算出する本方法では、タンパク質の影響を排除することができる

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

2. シロイヌナズナのリグニン生合成に関与するチトクローム P450 遺伝子をノックアウトした変異体を作成し、その茎切片をモイレ反応で染色したものである。以下の間に答えなさい。(11点)



(1) 写真から推定できるリグニンの化学構造変化について予想しなさい。

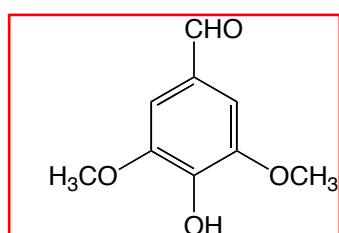
ノックアウト変異体ではシリングルリグニンが減少している

(2) 両者のニトロベンゼン酸化分析を行った結果、ある生成物の収量が顕著に減少し、上記(1)の予想を裏付ける証拠が得られた。以下の間に答えなさい

a) 減少した生成物の化合物名を書きなさい

シリングアルデヒド

b) 減少した生成物の構造式を書きなさい



(3) ノックアウトされた遺伝子の名称と機能を説明しなさい。

名称：フェルラ酸—5-ヒドロキシラーゼ

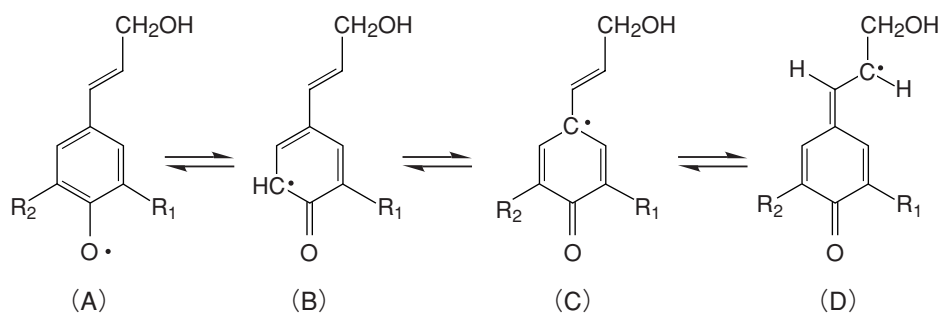
機能：リグニンモノマーの芳香核5位に水酸基を導入する

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

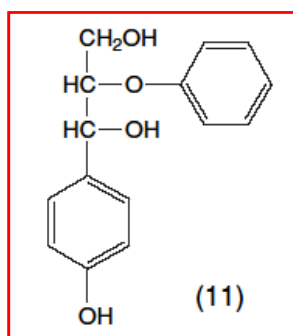
3. リグニンの結合様式について以下の問に答えなさい。(8点)

(1) リグニンに複数の結合様式が不規則に含まれる理由を、モノリグノールの共鳴構造を図で示し、重合反応機構の観点から説明しなさい。



図に示すように、モノリグノールのラジカルは分子内転位を起こし、4つの共鳴構造をとる。これらがランダムに結合することにより、複数種の結合が不規則に生成する。

(2) リグニン中に最も多く(約50%)存在する結合様式を、グアイアシル型のC6-C3-C6形式の構造式で図示しなさい。



解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

4. 下の図を用いて、以下の間に答えなさい。(8点)

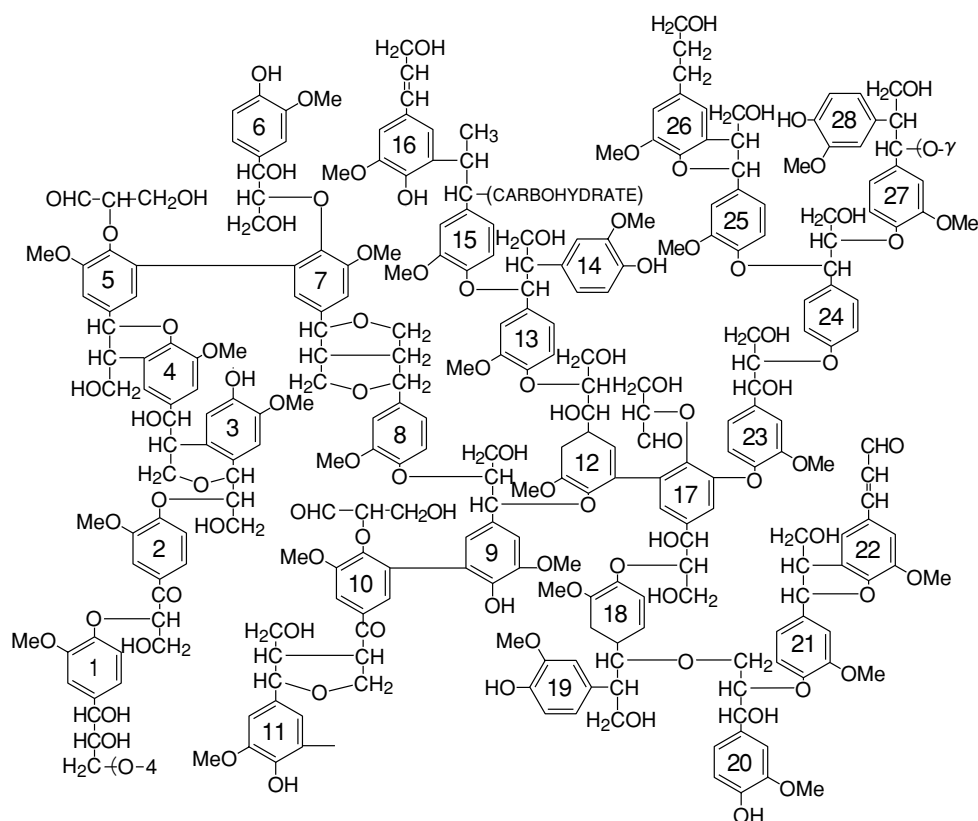
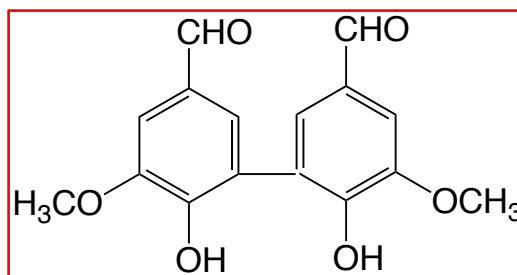


図 4-2-7 リグニン構造単位間結合とモデル構造 (Sakakibara 1980)

(3) 上記の構造を持つリグニンをニトロベンゼン酸化した結果、フェニルプロパン単位番号1～7から得られる 2量体 の化学構造、名称およびその芳香族番号を全て書きなさい

5番と7番

デヒドロジバニリン



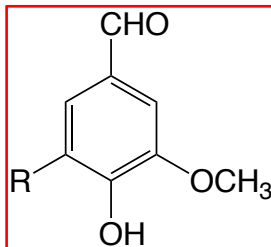
解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

(4) 上記の構造を持つリグニンをニトロベンゼン酸化した結果、フェニルプロパン単位番号 20～22 から得られる、バニリン以外の芳香族化合物の名称と構造式、またそれを与える芳香族番号を書きなさい。

2 2 番

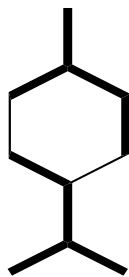
5-ホルミルバニリン



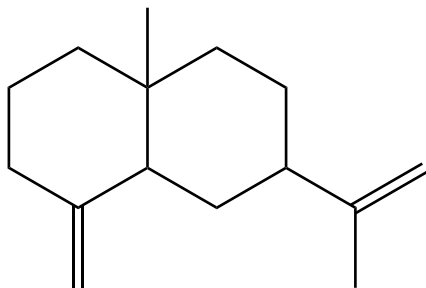
解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

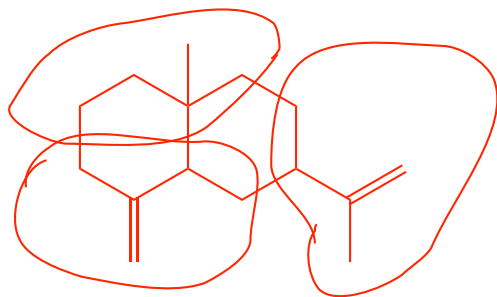
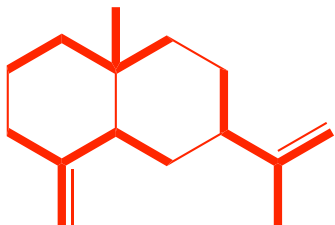
5. 下記の構造の物質Aはセスキテルペンの一例である。どのように head to tail 則でイソプレヌユニットが組み合わされているか、図の上から各イソプレヌユニットを丸で囲むか、各ユニット内の炭素炭素結合を太い線で塗りつぶして示せ。(5 点)



回答記入例：



物質 A



解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

6. テルペンの整合性について、下記の空欄を埋めよ。(22 点)

細胞内小器官である(1)とサイトゾルでテルペンのイソプレン骨格である(2)とジメチルアリル二リン酸は生成される。この細胞内小器官の違いによってイソプレン骨格は別の合成経路で合成されており、(1)では(3)経路、サイトゾルではメバロン酸経路が使われる。(1)内では(2)とジメチルアリル二リン酸から生じる(4)およびゲラニルゲラニル二リン酸を中間代謝物として、酵素(5)により(6)およびジテルペンの基本骨格が生成する。サイトゾルでは(2)とジメチルアリル二リン酸から生じるファルネシル二リン酸を中間体として(5)により(7)の基本骨格を生成する。二リン酸は慣習的にピロリン酸とも表記される。酵素(5)による反応は、二リン酸基の脱離による(8)中間体の生成を初発とし、(6)生成の場合、一度酵素内中間体である(9)を生成し、再度二リン酸基の脱離による(8)中間体を生成する。この(8)が分子内の(10)を攻撃し、新たな結合を作るとともに新たな(8)が生成する。最終的に(11)の脱離か水酸化物イオンの付加によりカチオンが消滅し安定した(6)骨格を作る。

1. プラスチド
2. イソペンテニル二リン酸
3. MEP (メチルエリスリトールフォフェイト)
4. ゲラニル二リン酸
5. テルペンシンターゼ
6. モノテルペン
7. セスキテルペン
8. カチオン
9. リナリル二リン酸
10. 二重結合
11. プロトン

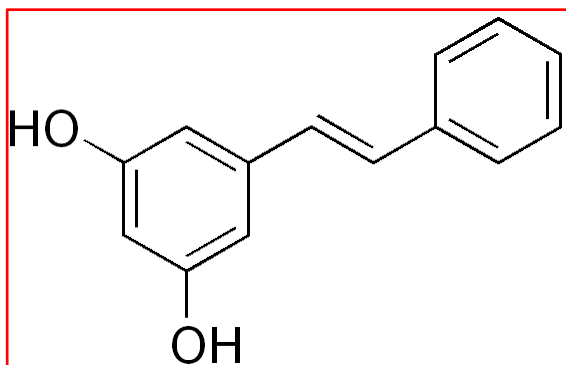
解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

7. 以下の抽出成分のグループについて化学構造上の特徴を1行ずつで説明し、その代表的な構造式（現実に存在するか否かは問わない）を記せ。（8点）

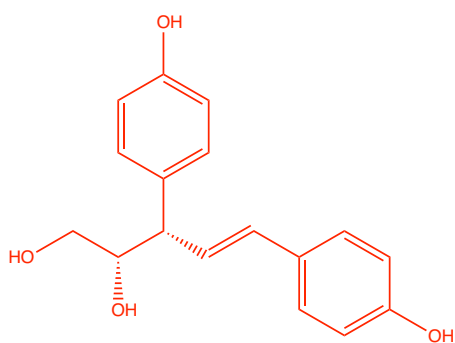
スチルベン

2つのフェニル基を炭素2個の側鎖が繋いだもの



ノルリグナン

2つのフェニル基を炭素5個の側鎖が繋いだもの



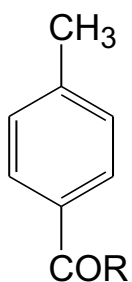
解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

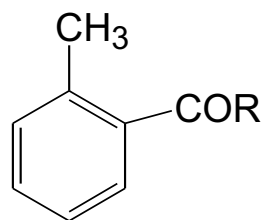
8. トルエンと塩化アセチルを塩化アルミニウムの存在下で反応させた。

以下の問に答えよ。(15点)

(1) 2つの反応生成物の構造式を書け。また、どちらが主生成物で、どちらが副生成物かも示せ。



主生成物



副生成物

(2) (1) で2つの生成物に量的な違いが現れた理由を100字以内で説明せよ。

トルエンはオルト、パラ配向性であるため、アシル化反応はオルト位とパラ位に起こるが、アセチル基は嵩高いため、立体障害がより少ないパラ位の反応が優先する。(75文字)

(3) この反応において第2、第3のアシル化反応は起こりにくい。その理由を100字程度で説明せよ。

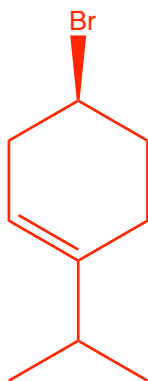
アシル基により芳香環の第1の置換反応が生じた後は、アシル基が強い電子吸引性を有するため、芳香環の電子密度が低下する。そのため、アシル基による第2、第3の求電子置換反応が起こりにくくなる。(93文字)

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

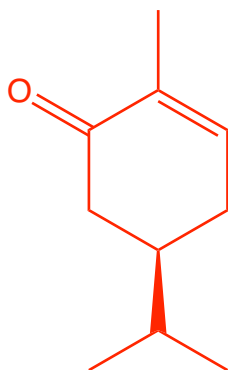
受験番号

9. 下記の①～③の化合物について、IUPAC 名は構造式に、構造式は IUPAC 名にして示してください。*RS*の立体異性表記も要する。(15点)

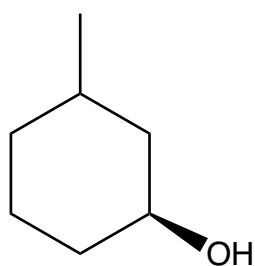
① (S)-4-bromo-1-isopropylcyclohex-1-ene



② (*R*)-5-isopropyl-2-methylcyclohex-2-en-1-one



③



(1*S*)-3-methylcyclohexan-1-ol

解答用紙が足りない場合は裏へ記述

受験番号

出題意図

1. 植物中のリグニン定量法で、特に木化していない特別な組織を定量する場合の方法とその方法が用いられる原理について理解しているかを確認する。
2. リグニン生合成経路と、特にグアイアシル型とシリングル型の生合成経路の分岐点に関わる重要酵素を理解しているか。また両リグニンの顕微的識別方法および化学構造の基本を理解しているかを確認する。
3. リグニンモノマーから不規則な三次元高分子であるリグニンが形成されるメカニズムを理解しているかを確認する。
4. リグニンが持つ多様な結合様式を化学的分解生成物から推定できるかを確認する。
5. 木材抽出成分の一種であるテルペノイドの基本的な骨格構造はイソプレヌユニットがつながった head to tail 則で説明できる。これは生合成経路上の理由を暗示するとともに古典的なテルペンの見分け方である。そこで、受験者が head to tail 則を実際に適合できるかを確認する出題である。
6. 5. に続いて、テルペンの生合成の理解を確認するため、テルペン生合成に関わる基本用語を十分に習得しているかを穴埋め問題で確認する。
7. 木材抽出成分はいくつかのグループに大別できるが、そのグループ分けに必要な化学構造的に関する基礎知識を持っているか確認する。
8. 基礎的な有機化学としての芳香族化合物の性質とアシル化反応を理解しているかを確認する。
9. 木材抽出成分の多くは立体異性を持つ。そこで、基礎化学の中でも化学構造を記述する基本的な方法である命名法の理解を立体異性に重点を置いた出題である。