

# オレンジ果皮由来の シロアリに対する忌避剤の生成


“Assessing the efficacy of orange peel-extracted limonene in repelling termites.”

A close-up photograph showing significant damage to a wooden structure. The wood is heavily eroded and crumbling, with a rough, porous texture. A white string is tied around the damaged area. A small insect, likely a termite, is visible on the wood surface.

蟻害の発生

A person wearing a full-body white protective suit, yellow gloves, and blue shoe covers is using a spray nozzle to apply a pest control agent. The person is standing on a wooden floor, and the spray is directed towards a wall or door frame.

防虫剤の使用

A young woman with short dark hair is wearing a white face mask. She has her hands clasped in front of her chest and appears to be looking down or resting her head. The background is a soft, out-of-focus indoor setting.

シックハウス  
症候群



図1 オレンジの廃棄の様子

不可食部  
廃棄率 **40%**

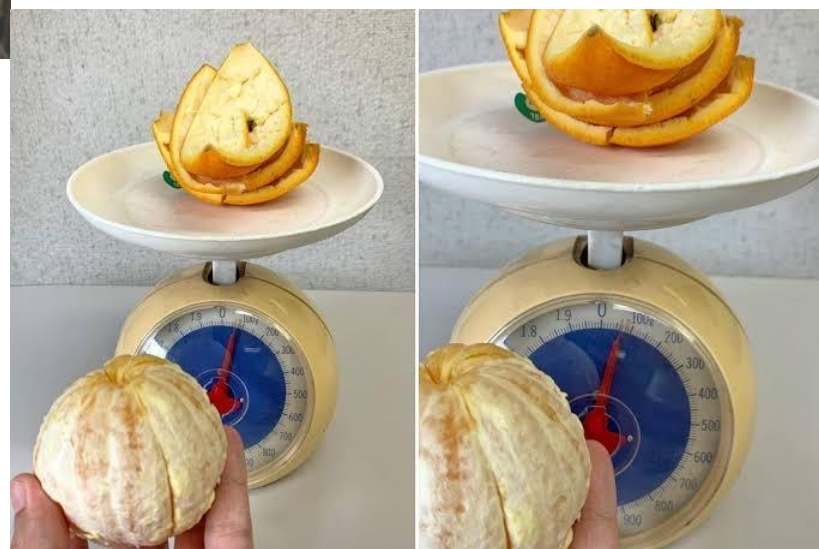


図2 オレンジの皮と実

## 従来

- ・クロルピリホス
  - ・フェノブカルブ
  - ・ダイアジノン
- ▷ 有機化合物の防虫剤

## シックハウス症候群

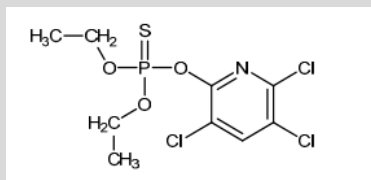
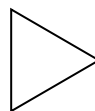


図3 クロルピリホス



## 今回

オレンジの果皮から  
人体に優しい  
防虫剤の生成



図4 SDGsの11

## 🔍 容易に抽出する方法

ソックスレーを使い,リモネンの抽出が可能

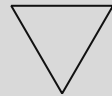
## 🔍 高い濃度で抽出する方法

ジエチルエーテルを用いた溶剤抽出法でリモネンの抽出が可能



図5 ソックスレーを使用した  
リモネン抽出の様子

リモネン抽出残渣は  
ヒメマルカツオブシムシに対し、  
摂食阻害性を示した (※1)



柑橘類に含まれるリモネンには  
防虫効果がある



図6 ヒメマルカツオブシムシ

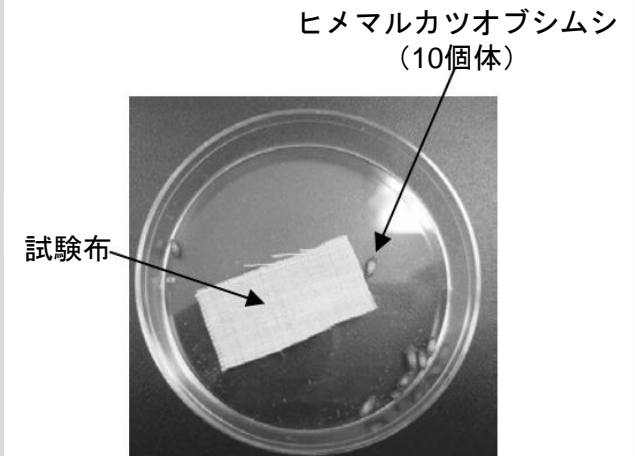


図7 実験の様子

## 1 リモネンの抽出



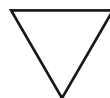
## 2 忌避効果の検証





T検定で

「純水を浸した濾紙と抽出液を浸した濾紙で差は見られない」  
という帰無仮説が棄却される



オレンジ果皮由来リモネン含有物には  
シロアリに対する忌避効果がある



STEP1

リモネンの抽出

圧搾法

溶剤抽出法

STEP2

忌避効果の検証

1

不織布の中にオレンジの果皮を入れる

2

シボラス(圧搾抽出機)で圧搾する

3

出てきた液体を不織布で濾す



図8 中の様子



図9 圧搾している様子



図10 抽出した液体を濾した後の様子

STEP1

リモネンの抽出

圧搾法

溶剤抽出法

STEP2

忌避効果の検証

1

オレンジの果皮をつつきリモネンを抽出  
(溶媒:エタノール)



図11 ガラス棒でつつく様子

2

ろ紙で濾してナスフラスコに入れる

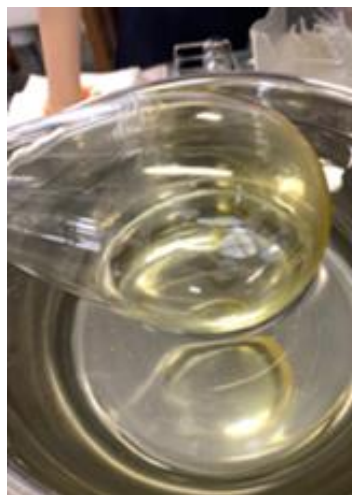


図12 ナスフラスコに②を入れた様子

3

エバポレーターを使い150hPa,60°Cで蒸留



図13 蒸留している様子

STEP1

リモネンの抽出

STEP2

忌避効果の検証

## 材料

シャーレ(Φ10cm)

ろ紙(Φ10cm)

ヤマトシロアリ6匹(天神山児童遊園;厚木市)

## 各方法で抽出したリモネン抽出液

リモネン(富士フィルム和光純薬(株))



0.01%リモネン溶液を精製

# 実験方法 | 2 手順

14/28

1

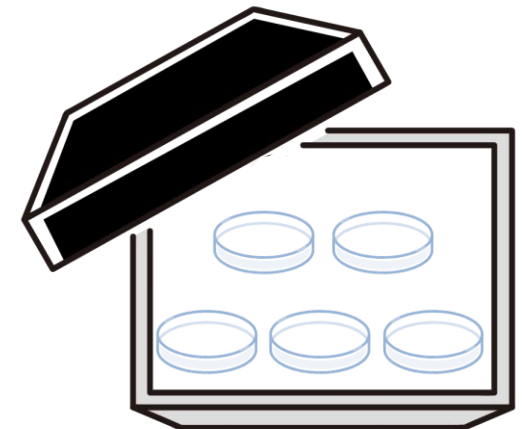
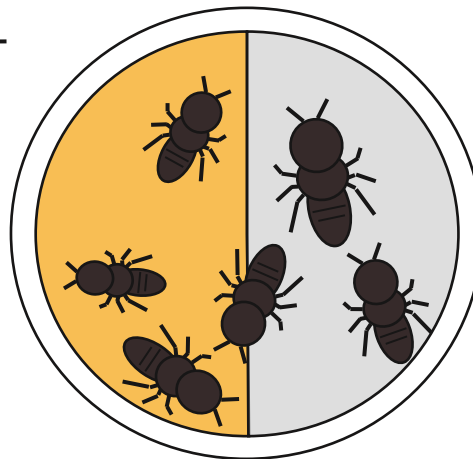
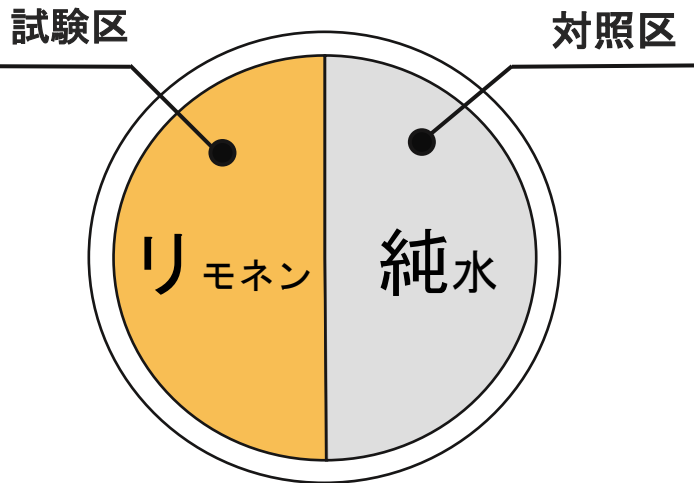
ろ紙を半分に切り、一方にリモネンを、もう一方に純水を染み込ませ、シャーレにセットする

2

試験区側と対照区側で大きな偏りがないように、シロアリを配置する。

3

周りを黒いビニール袋で覆った箱を、シャーレの上に被せる







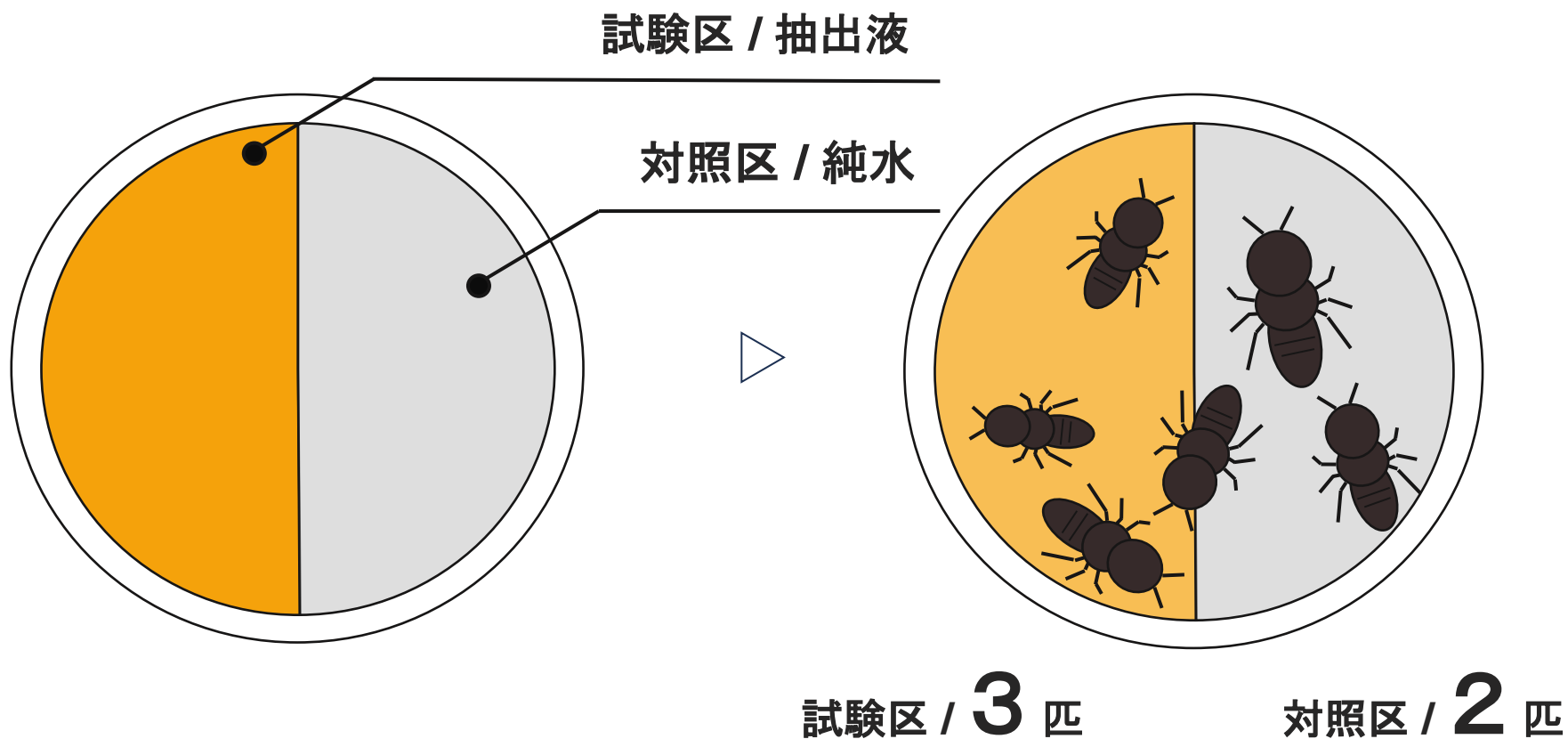


図15 忌避実験の概要

# 結果 | 表 (圧搾法シャーレ①)

17/28

時間(分)	試験区	対照区
5	2.0	4.0
10	1.0	5.0
15	2.0	4.0
20	1.0	5.0
25	1.0	5.0
30	2.0	4.0
35	1.0	5.0
40	0.0	6.0
45	0.0	5.0
50	0.0	6.0
55	1.0	5.0
60	0.0	6.0
平均	1.0	5.0

■ 試験区 □ 対照区

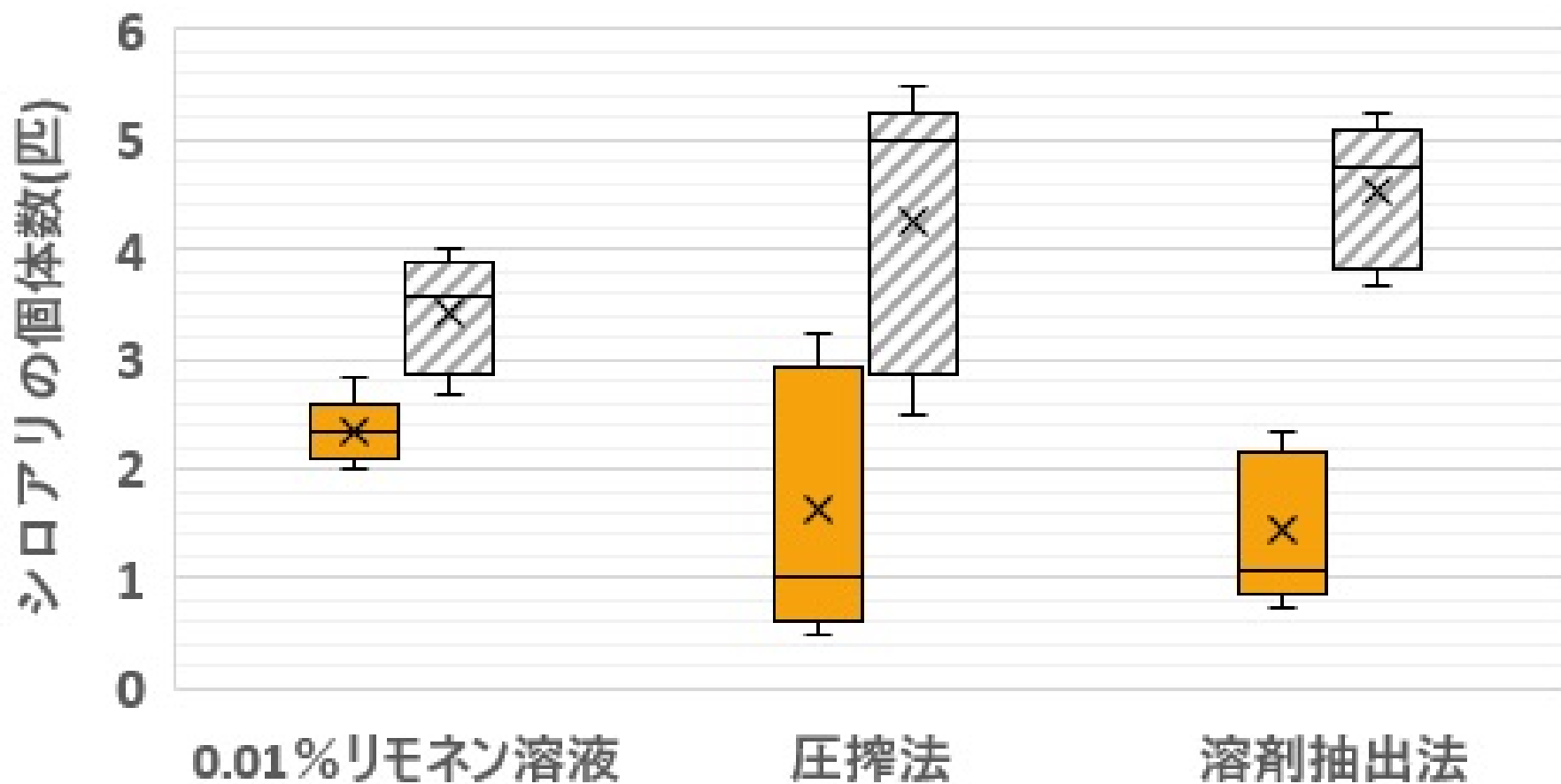


図15 忌避効果の実験の結果の箱ひげ図

## 実験方法 | 1-1 圧搾法

9/25

1

不織布の中にオレンジの果皮を入れる



図7 中の様子

2

シボラス(圧搾抽出機)で圧搾する



図8 圧搾している様子

3

出てきた液体を不織布で濾す



図9 抽出した液体を濾した後の様子



抽出液にゼリー状の物質が混入



ペクチンによって凝固し、沈殿したものの



ペクチンを取り除く  
▶ ▶ **凝固**を抑制する



リモネン以外の物質を取り除く  
▶ ▶ **濃度**を高くする

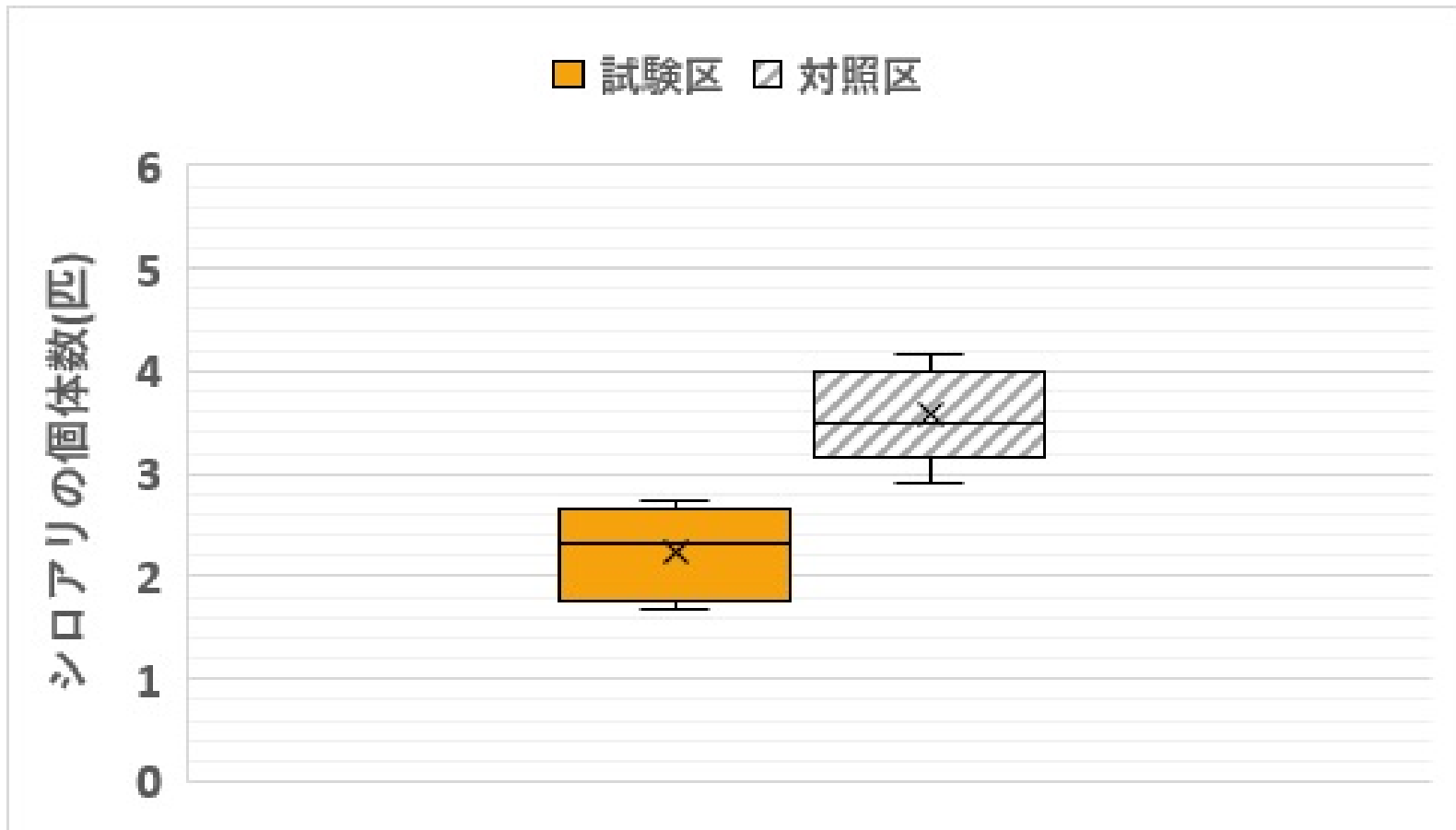
## そこで考えたのが... **活性炭**

### 先行研究

活性炭は物質を吸着するが、  
芳香を放つ物質は吸着しにくい







## リモネン（活性炭）

図16 忌避効果の追実験の結果の箱ひげ図

活性炭を用いてこしたことで、



## 凝固

→ なくなった

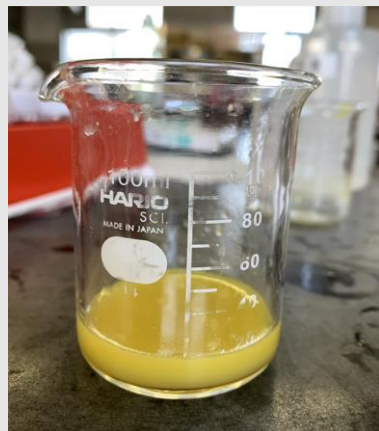


図17 圧搾法抽出液

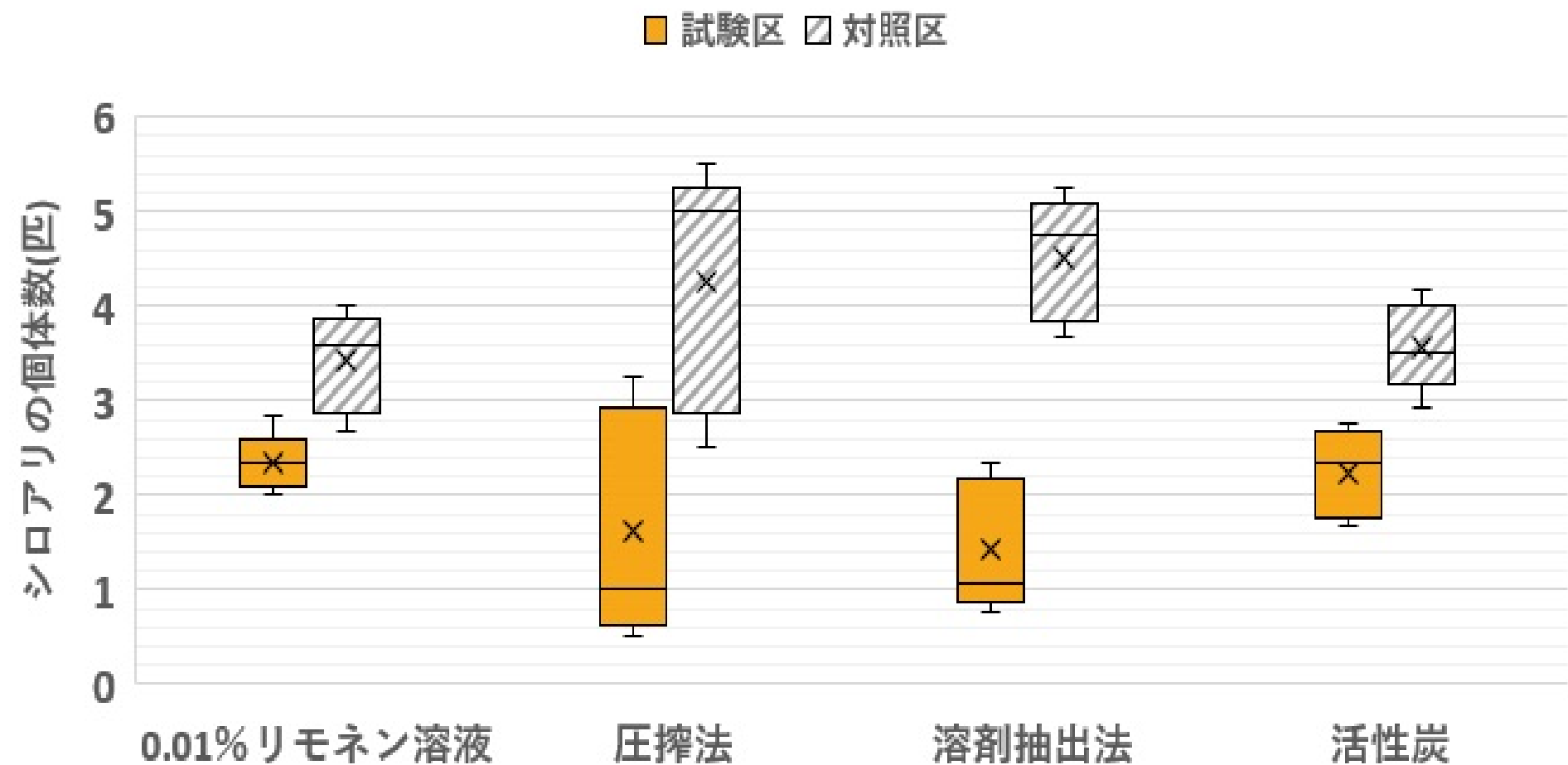


## 色

→ オレンジから  
無色透明に



図18 活性炭を用いて濾している様子



## T検定

有意水準  $\alpha = 0.05$

▶ ▶ ▶  $p < 0.05$  となり

**有意差があることが分かった。**

圧搾法と溶剤抽出法には0.01%リモネン溶液と同様に忌避効果が見られた



**オレンジ果皮の資源化の可能性**  
が示唆された。



## 改善

## 分析

### 抽出法

- ・ より濃度の高い抽出法
- ・ 効率の良い抽出法
- ・ 抽出した液体の凝固の防止

### 持続性

- ・ 忌避効果の実験を観察する時間を延長して実施
- ・ 揮発するまでの時間の調査

### 機器分析

- ・ 抽出した液体の定量分析



- ・第24回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会 配布資料 Microsoft PowerPoint - 110【資料1-1】\_これまでの経緯と今後の進め方\_230822 (mhlw.go.jp)
- ・リモネンの化学と有効活用-技術資料集
- ・高橋 秀依 東京理科大学薬学部教授 高橋 秀依、新潟薬科大学客員教授/東京大学薬学部研究員 夏苺 英昭らの「鏡の国の分子：不齊ってなに？」ja (jst.go.jp)
- ・※1 西田典由、高橋雅樹らの「柑橘抽出物を利用した衣料用防虫シートの開発」Microsoft Word - 3 H18.....i....k....o...j.doc (pref.ehime.jp)
- ・横田知美、歌川晶子らの「オレンジの皮からリモネンを取り出す」ja (jst.go.jp)
- ・東洋ビューティー株式会社Health & Beauty Care部、大阪府立大学大学院農学生命科学学科らの「混合植物抽出液「バグフリー」の室内試験における昆虫忌避および殺虫効果」ja (jst.go.jp)
- ・「シロアリ駆除剤クロルピルホス及びS-421による空気汚染」.https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhs1956/42/4/42\_4\_354/\_pdf.(2023,11,3).

図1 出典 廃棄されるオレンジhttps://karapaia.com/archives/52245209.html

図5 出典 オレンジhttps://food.foto.ne.jp/free/product\_info.php/products\_id/401253オレンジ

図3 出典 クロルピリホスの構造式chlorpyrifos.pdf (env.go.jp)

図4 出典 SDGsとは.https://sdgs.edutown.jp/info/

図5 出典 すまいの虫図鑑・ヒメマルカツオブシムシ.すまいの虫図鑑・ヒメマルカツオブシムシ | 板橋区公式ホームページ (city.itabashi.tokyo.jp)

図6 出典 みかんの皮からリモネン抽出.https://wakasa.life/limonene/

図18 出典 フェノルカルブの構造式.https://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun/rv/h61\_fenobcarb.pdf

図19 出典 ダイアジノンの構造式.t20\_diazinon.pdf (env.go.jp)

図20 出典 リモネン構造式https://www.genome.jp/dbget-bin/www\_bget?dr\_ja:D00194

図21 出典 ペクチン構造式https://www.researchgate.net/figure/Simplified-scheme-of-a-pectin-molecule-with-possible-attached-methyl-and-acetyl-groups\_fig1\_270818200

図22 出典 ヘスペリジンの構造式.https://www.bing.com/images/search?q=%e3%83%98%e3%82%b9%e3%83%9a%e3%83%aa%e3%82%b8%e3%83%b3+%e6%a7%8b%e9%80%a0%e5%bc%8f&form=REESTAB&first=1

図23 出典 2021年度 共通テスト 化学

消臭剤はどうして悪臭を消すの? https://www.u-

tokyo.ac.jp/focus/ja/features/z1304\_00201.html#:~:text=%E3%83%9E%E3%82%B9%E3%82%AD%E3%83%B3%E3%82%B0%E3%81%A8%E5%8C%96%E5%AD%A6%E5%8F%8D%E5%BF%9C%E3%81%A8%E5%90%B8%E7%9D%80%E3%81%A7%E6%82%AA%E8%87%AD%E3%82%92%E6%8E%92%E9%99%A4&text=%E3%81%AB%E3%81%8A%E3%81%84%E3%82%92%E6%94%BE%E3%81%A4%E5%88%86%E5%AD%90%E3%81%8C,%E5%85%A5%E3%82%8A%E6%B6%88%E8%87%AD%E5%89%A4%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82





# 備考 | 構造式

クロルピリホス

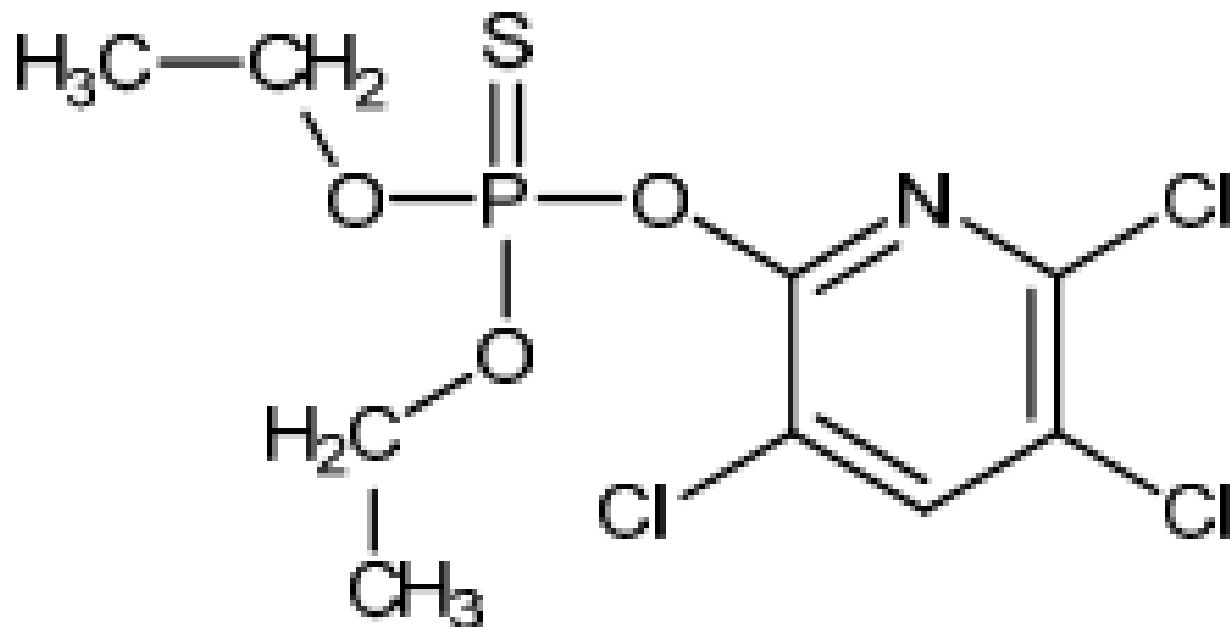
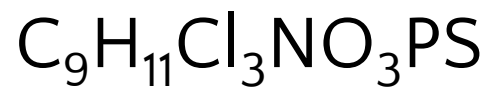


図17 クロルピリホスの構造式

# 備考 | 構造式

フェノブカルブ  $C_{12}H_{17}NO_2$

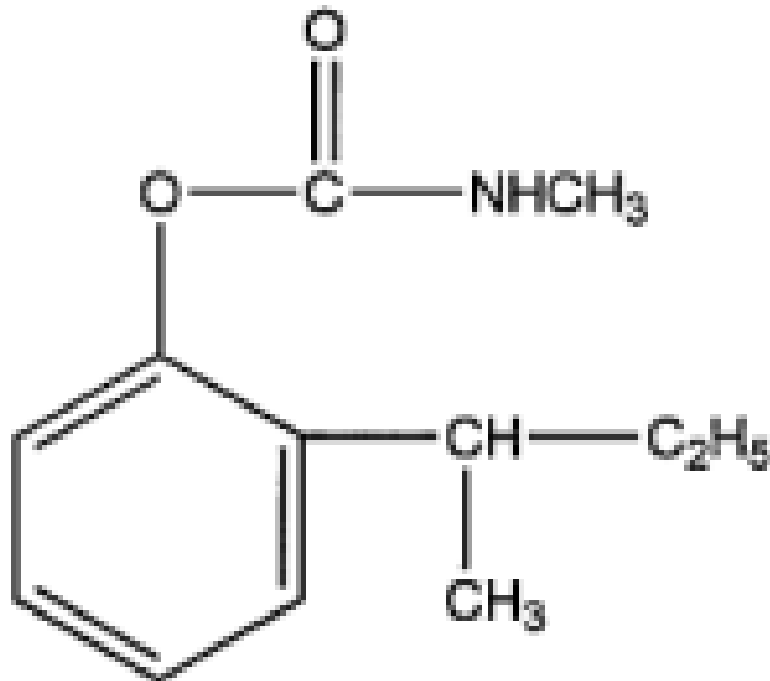


図18 フェノルカルブの構造式

# 備考 | 構造式

ダイアジノン  $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$

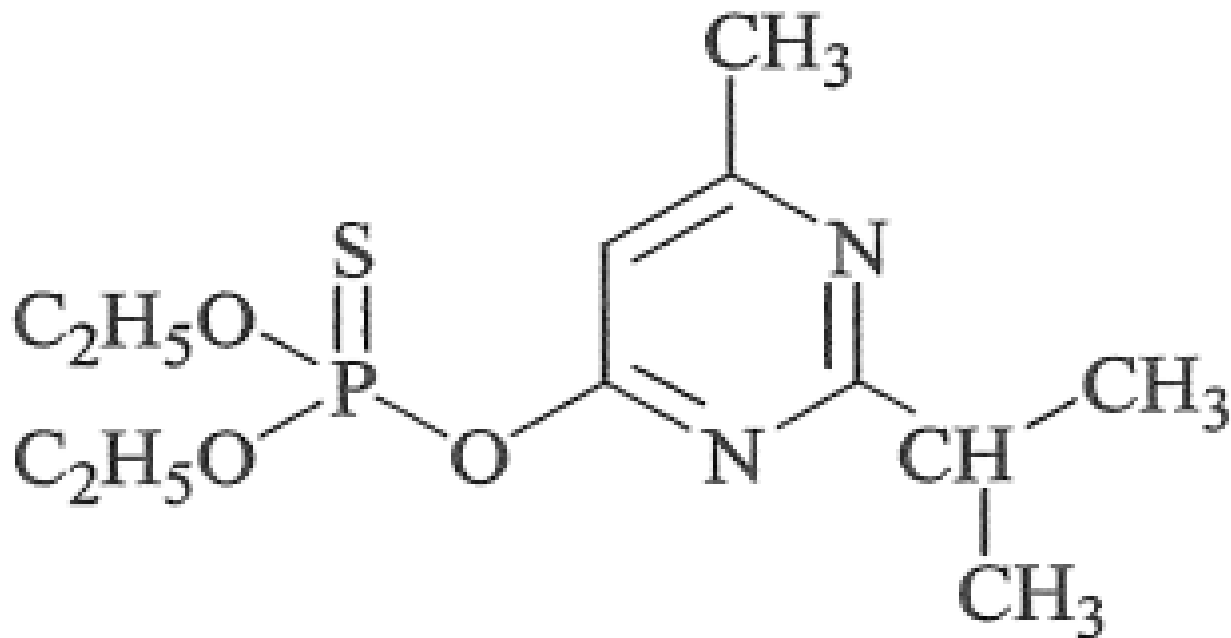
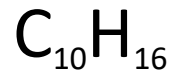


図19 ダイアジノンの構造式

# 備考 | リモネンについて

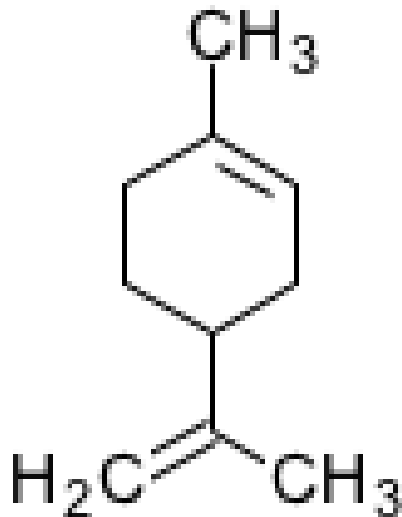
分子式



特徴

- ・ 単環式モノテルペノイドの一種
- ・ d-リモネンとl-リモネンの2種類の鏡像異性体<sup>(注1)</sup>が存在
- ・ d-リモネンは柑橘類の果皮に多く含まれ、その香りを構成する要素の一つ
- ・ 密度 841 kg / m<sup>3</sup>

構造式



D00194

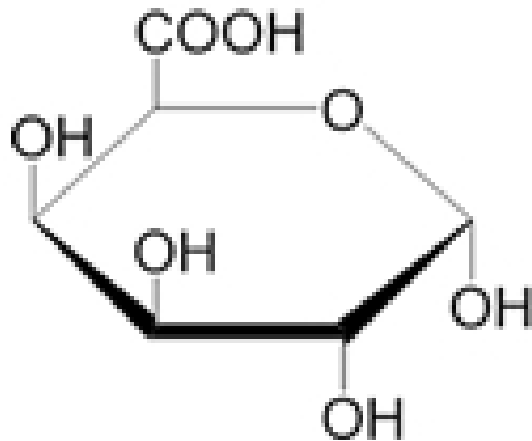
注1) 物理的性質(融点や沸点,密度など)や化学的性質(反応性など)に差はなく,旋光性などの光学的性質,匂いや味などの生理活性(生体に対する反応性)が異なる。

図20 リモネンの構造式

# 備考 | 構造式

ペクチン  $(C_{26}H_{36}O_{24})_n$

D-ガラクチュロン酸



D-ガラクチュロン酸エステル

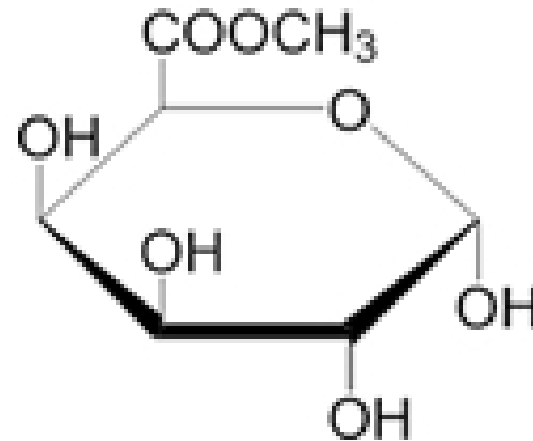


図21 ペクチン構造式

# 備考 | 構造式

ヘスペリジン

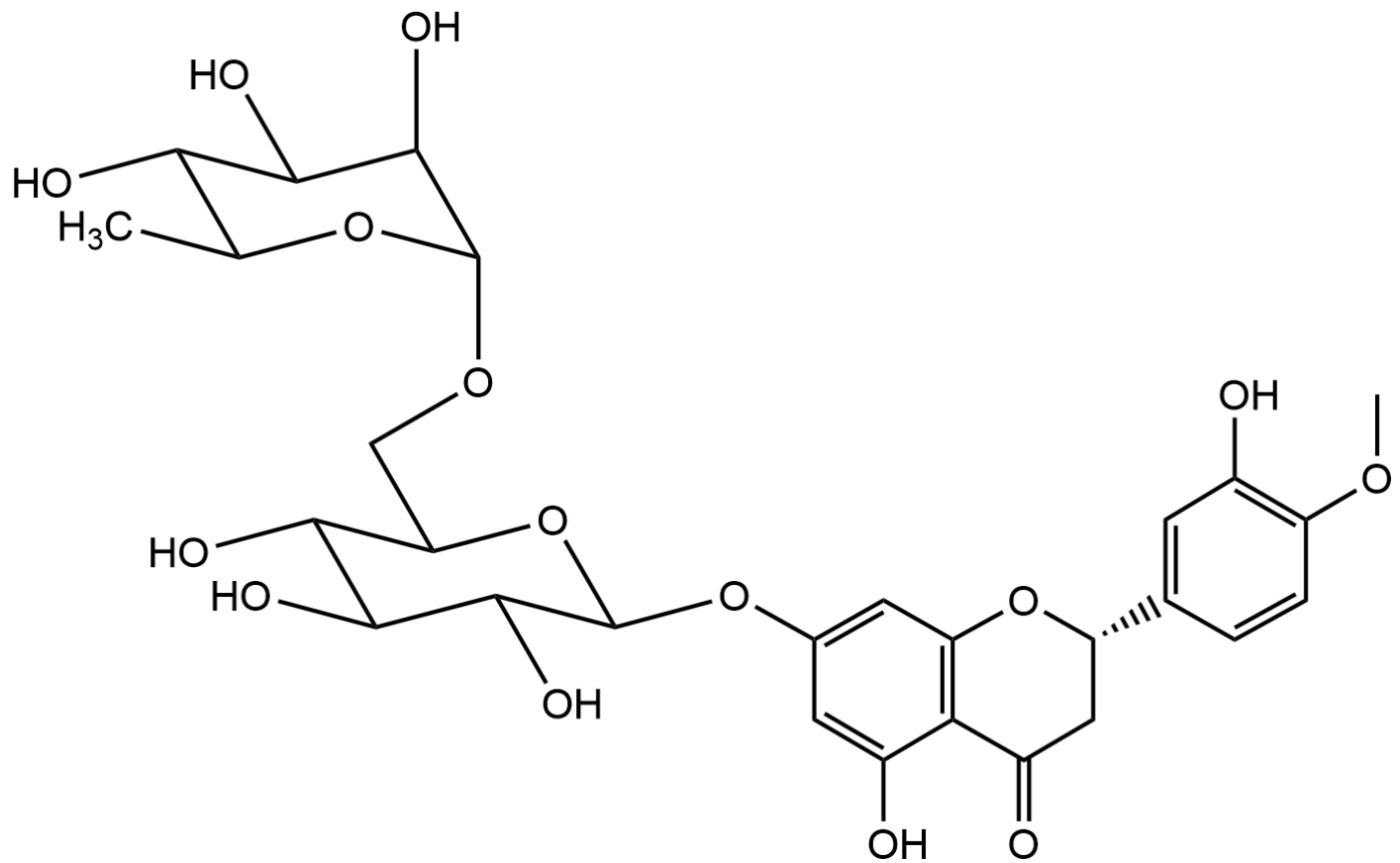
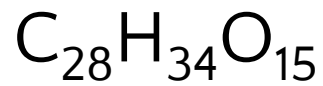
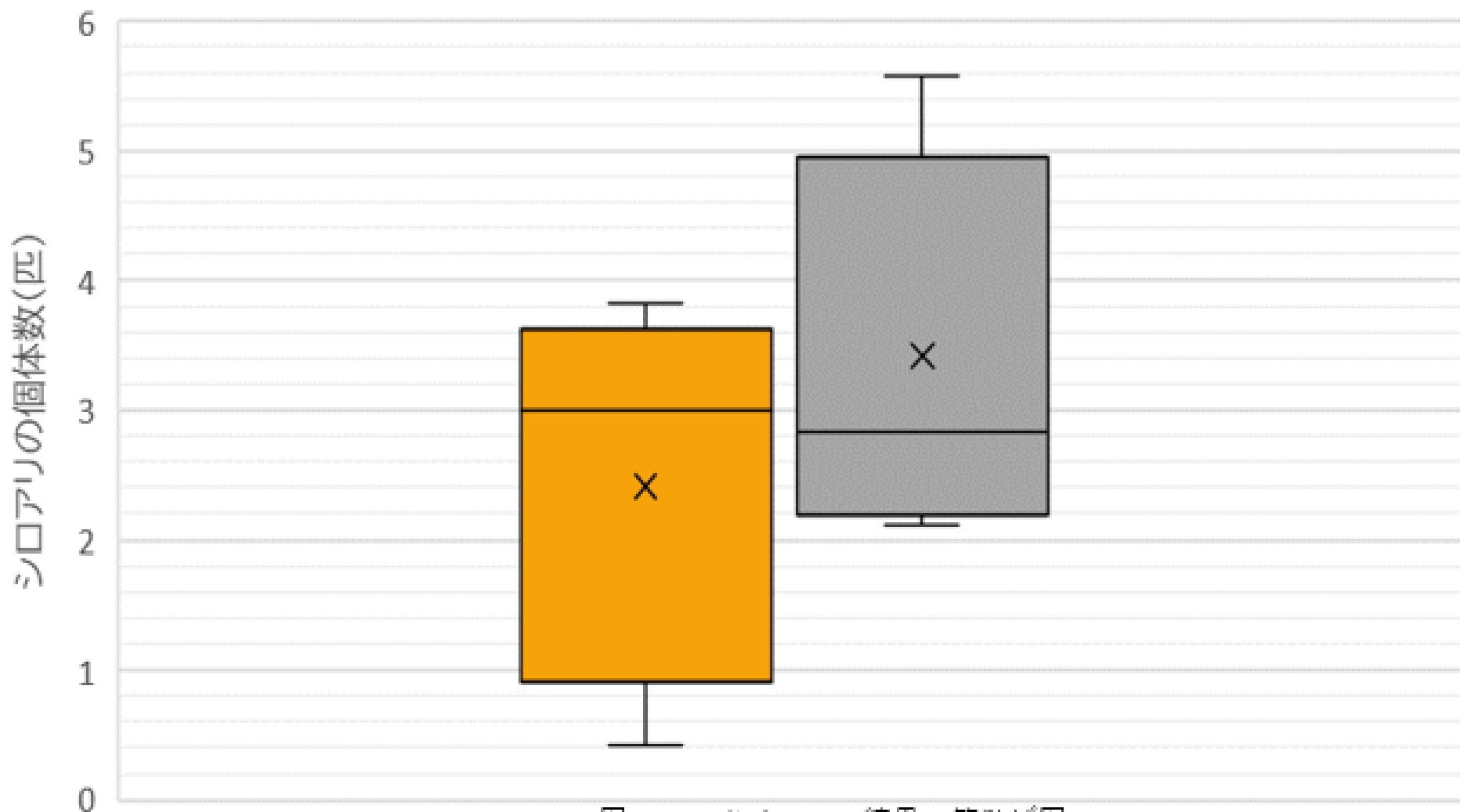


図22 ヘスペリジンの構造式



# 備考 | 忌避効果の有無（エタノール）

■ 試験区 ■ 対照区



# 備考 | 溶剤抽出法

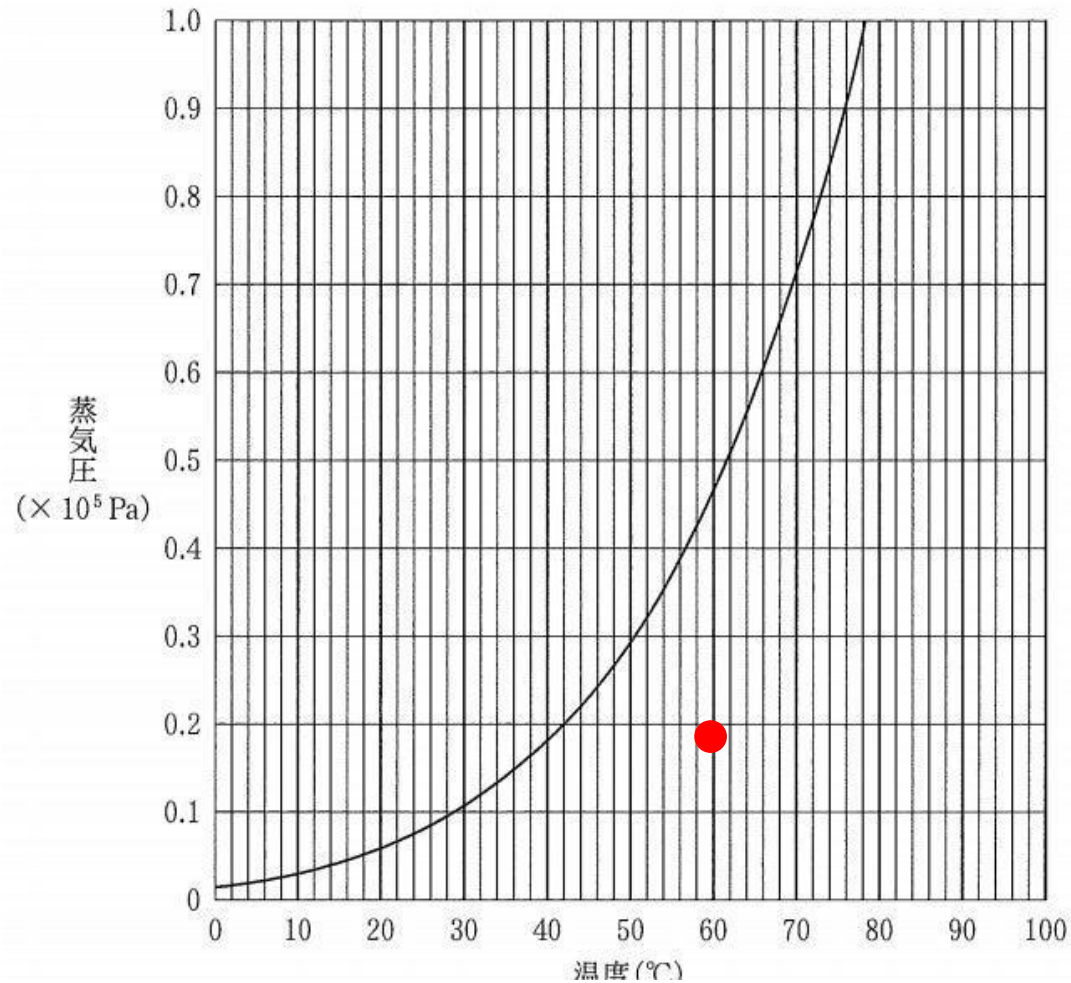


図23 エタノールの蒸気圧曲線

# 備考 | 問題点

そのまま圧搾したら

**問題点**

果肉が出てきた



不織布を利用

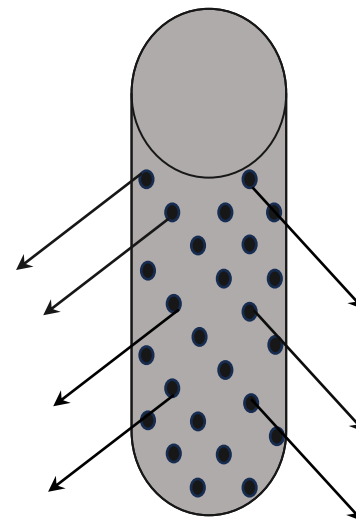
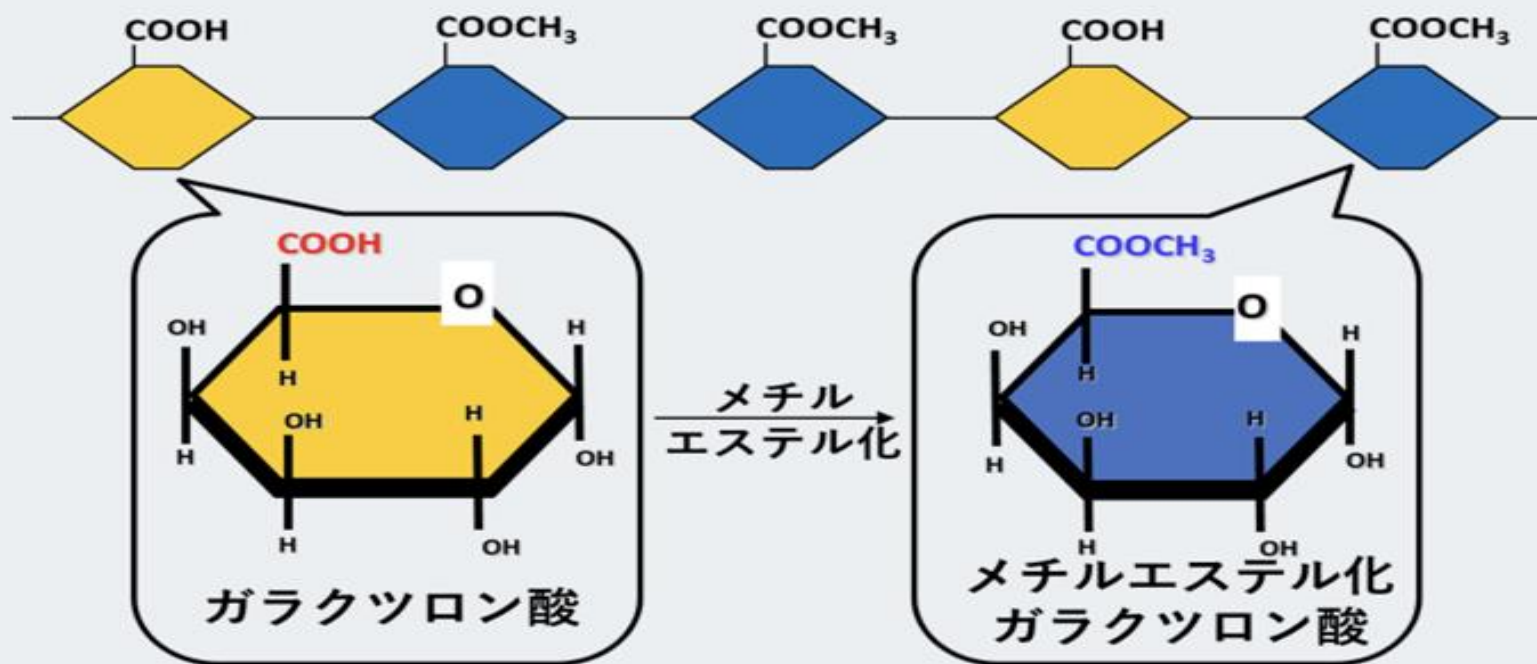


図24 シボラスの様子

# 備考 | ペクチンの分子構造

## ペクチンの分子構造



# 備考 | 風船実験



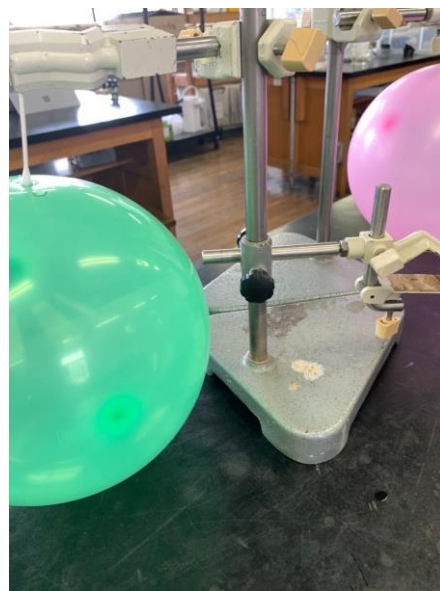
抽出液を染み込ませた綿棒を  
風船に軽く触れるように固定



0.01%リモネン溶液  
圧搾法  
溶剤抽出法  
活性炭

▷ 全て風船が割れた

# 備考 | 風船実験





# 備考 | 平均値データ

エタノール					
平均	試験区側	対照区側		F検定	T検定
シャーレ①	1.416666667	4.333333333		0.960637687	0.3041186028
シャーレ②	3.416666667	2.25			
シャーレ③	3	2.833333333			
シャーレ④	3.833333333	2.166666667			
シャーレ⑤	0.416666667	5.583333333			

圧搾法					
平均	試験区側	対照区側		F検定	T検定
シャーレ①	1	5		0.9151802817	0.01502388472
シャーレ②	0.75	5			
シャーレ③	3.25	2.5			
シャーレ④	0.5	5.5			
シャーレ⑤	2.583	3.25			

# 備考 | 平均値データ

溶剤抽出法					
平均	試験区側	対照区側		F 検定	T検定
シャーレ①	0.75	5.25		0.960637687	0.3041186028
シャーレ②	1.083333333	4.75			
シャーレ③	1	4.916666667			
シャーレ④	2	4			
シャーレ⑤	2.333333333	3.666666667			



# 備考 | リモネン0.01%にした理由

リモネン1%					
平均	試験区側	対照区側		F 検定	T検定
シャーレ①	3.833333333	2		0.9949446507	0.364238604
シャーレ②	2.166666667	3.833333333			
シャーレ③	1.583333333	4.166666667			
シャーレ④	2.833333333	2.916666667			
シャーレ⑤	2.916666667	3			

リモネン0.1%					
平均	試験区側	対照区側		F 検定	T検定
シャーレ①	0.08333333333	5.833333333		0.9704495607	0.04029903794
シャーレ②	3.833333333	2			
シャーレ③	1.5	4.416666667			
シャーレ④	1.083333333	4.916666667			
シャーレ⑤	2.666666667	3.333333333			