

# 植物によるトゥシューズの消臭

## ～ローズマリー，オリーブを用いて～

高松第一高等学校 森 咲歌 高橋 虹花 東山 奈櫻

### 1. 動機

私たちはクラシックバレエを習っており、クラシックバレエで使用するトゥシューズは、湿気を吸うとつま先部分が柔らかくなってしまうため、洗うことが出来ず、不快な臭いがするようになる。一般的にトゥシューズは、2週間から1か月程度で買い替えるが、交換までの間不快な臭いが続いて非常に困る。そこで私たちは、洗う以外の方法でトゥシューズの消臭をしようと考えた。トゥシューズから不快な臭いがするようになるのは、インソールが足裏から発生した汗を吸収するからである。トゥシューズのインソールには主に麻布が使用されているため(参考文献1より)、本研究では麻布を用いて実験を行った。



図1. トゥシューズ

汗の臭いの主な原因はイソ吉草酸である。足の皮膚から分泌される汗や皮脂、古い角質、垢を足の皮膚にいる常在菌が分解することで発生する。分子式は  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COOH}$ 、分子量は 102.13 である。液性は酸性で、揮発性があり、非水溶性であるため希釈時にはエタノールを使用した(参考文献2より)。

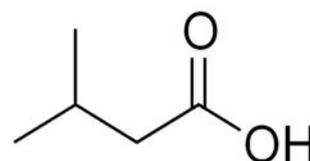


図2. イソ吉草酸の構造

### 2. 先行研究

#### 【先人の知恵】

トゥシューズのように洗うことが困難であるものがあるのではないかと考え、調べたところ着物があげられた。着物は主に正絹やウール、麻などの天然素材で作られており、水に弱い特性があるため、直接洗うだけでなく、水がベースとなっている市販の消臭スプレーを使用することも困難である。そのため、備長炭や竹炭、乾燥させた使用済みの茶葉を小袋に入れて着物と一緒に保管し、消臭している(参考文献3より)。そこで、植物を用いた消臭に着目して先行研究を調べてみることにした。

#### 【植物が及ぼす消臭効果の科学的証明】

2015年近畿大学工学部研究報告「臭気成分に対するマンゴー種子由来の脂肪酸類の消臭効果」は、ガス検知管とガスクロマトグラフィーを用いてマンゴー種子に含まれる様々な脂肪酸のイソ吉草酸に対する消臭効果を調べた。【オレイン酸を0.70g、パルミチン酸、リノール酸、リノレン酸を各0.10g】を混合したものと【ステアリン酸を0.35g、オレイン酸を0.45g、パルミチン酸を0.05g、リノール酸を0.10g、リノレン酸を0.05g】を混合したものにイソ吉草酸に対する著しい消臭効果が確認されている(参考文献4より)。これにより、植物由来の成分に消臭効果があることが分かったため、本研究ではマンゴーより身近な植物を使用して消臭しようと考えた。

#### 【消臭方法について】

市販の消臭剤で使われている消臭方法は、化学的消臭・物理的消臭・感覚的消臭・生物的消臭・レセプターブロック消臭の5種類である(参考文献5より)。

表1. 消臭方法について

方法	説明	例
化学的消臭	悪臭成分を化学反応によってニオイのない成分に変えてしまう方法	重曹
物理的消臭	悪臭成分を取り込んで取り去ってしまう方法	炭
感覚的消臭	いい香りを使ってイヤなニオイを感じないようにする方法	香水
生物的消臭	悪臭を作り出す雑菌が繁殖しないようにして、悪臭の発生を抑える方法	除菌剤
レセプターブロック消臭	イヤなニオイを感じる前にブロックし、いい香りだけを感じる消臭技術	トイレの消臭剤

調べている中で、トイレの消臭剤には中和反応を用いて消臭しているものがあることが分かった（参考文献6より）。

イソ吉草酸は、酸性であるため、植物由来でアルカリ性のものを吹きかけることで、悪臭成分を化学反応（中和反応）により、ニオイのない成分に変えてしまえないかと考えた。

### 3. 目的

本研究では、私たちにとってより身近な植物を用いて中和反応でトウシューズの消臭を行うことを目的とした。

### 4. 予備実験 I

#### 【目的】

中和反応を用いて酸性のイソ吉草酸を消臭するため、身近な植物から抽出した水溶液が何性なのかを調べる。

#### 【方法】

1. 学校に植えられていたローズマリー、オリーブの実、オリーブの葉、家庭で廃棄されたニンジンの皮、消臭に有効であることで有名な紅茶、コーヒーの出がらし、以前の実験で試料として用いていたコニシキソウを乾燥させた。
2. 乾燥させたものを1.0gずつ量り、すりつぶした。
3. すりつぶしたものをそれぞれ水で抽出し、万能試験紙でpHを測った。



図3. 用いた植物

#### 【結果】

紅茶、コニシキソウ、オリーブの実、コーヒーの出がらしは酸性、オリーブの葉、ニンジンの皮、ローズマリーは中性を示した。今回用いたもの自体の性質としてアルカリ性を示すものはなかった。そこで、草木灰がアルカリ性の土壌改良剤となる（参考文献7より）ことに着目した（参考文献8より）。草木灰は、灰に含まれるカリウムやカルシウムなどのアルカリ金属の酸化物が、水と反応して水酸化物になるためアルカリ性を示す（参考文献9より）。本研究では、学校に植えられており、採集が容易であるローズマリーやオリーブを灰にして実験を行うことにした。

表 2. 植物から抽出した水溶液の性

酸性	中性	アルカリ性
オリーブの実	ローズマリー	なし
紅茶	オリーブの葉	
コーヒーの出がらし	ニンジンの皮	
コニシキソウ		



図4. ローズマリーのpH



図5. オリーブのpH



図6. ニンジンのpH

## 5. 灰から抽出した水溶液（灰水）の作製方法

1. 植物を乾熱滅菌機で乾燥させた。
2. 乾燥させた植物をろつぼに入れ、ガスバーナーで全体が白くなるまで強熱した。
3. 蒸留水 10 mL にオリーブの灰、ローズマリーの灰をそれぞれ既定の量を入れた後に混ぜてろ過し、「灰水」を作製した。



図7. 灰を作っている様子

## 6. 予備実験Ⅱ

### 【目的】

濃度不明の灰水を 1 価の酸で中和させることで消臭に必要な灰水の量（スプレーする量）を推定する。

### 【方法】

1. 灰水 10 mL（灰 0.10, 0.50, 0.55, 0.60 g）に BTB 溶液を 2 滴入れた。
2. 中和が完了するまで灰水に  $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  塩酸を滴下し、塩酸の滴下量から灰水の濃度を求め、消臭に必要な灰水の量を推定した。



図8. 中和滴定の様子

### 【結果】

表3. ローズマリーの中和滴定の結果

ローズマリー	灰の量(g)	塩酸の滴下量 (mL)	推定される灰水の モル濃度 (mol/L)
1回目	0.10	2.9	$1.7 \times 10^{-2}$
2回目	0.50	11.6	$1.4 \times 10^{-1}$
3回目	0.55	6.2	$3.7 \times 10^{-2}$
4回目	0.60	2.8	$3.3 \times 10^{-2}$

表4. オリーブの中和滴定の結果

オリーブ	灰の量(g)	塩酸の滴下量 (mL)	推定される灰水の モル濃度 (mol/L)
1回目	0.10	2.1	$1.3 \times 10^{-2}$
2回目	0.50	8.8	$1.1 \times 10^{-1}$
3回目	0.55	6.0	$3.6 \times 10^{-2}$
4回目	0.60	2.2	$2.6 \times 10^{-2}$

灰の量を 0.50 g と 0.60 g のときで実験を行ったが、灰の量が増加しているにもかかわらず塩酸の滴下量が増えていなかった。このことから、0.60 g のときに灰が水に溶け切っていないと考えたため 0.55 g で実験を行った。しかし、0.60 g のときと同様な結果になったため、0.50 g を使用して、本実験を行った。

また、 $9.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  水酸化ナトリウム水溶液と 3.0% イソ吉草酸との中和滴定によりイソ吉草酸は  $0.30 \text{ mol/L}$  であることがわかったので、イソ吉草酸 1 プッシュに対して灰水 3 プッシュで中和が可能であると推定した。

## 7. 本実験

### 【目的】

どの植物の灰水がイソ吉草酸の消臭に最も効果的かを調べる。

### 【方法】

- 5.0 cm 角の麻布を 6 枚用意し、エタノールを溶媒として 1~3 回目は質量パーセント濃度 3.0%, 4~8 回目は質量パーセント濃度 5.0%のイソ吉草酸を 1 枚の麻布に 1 プッシュずつふきかけ、3 分間放置した。
- チャック付収納パックにイソ吉草酸をふきかけた麻布を 2 枚ずつ入れ、空気入れでチャック付き収納袋が十分に膨れるまで空気を入れた（気体検知管で吸う 100 mL を確保するため）。これを 22 °C の恒温器内で 30 分放置し、灰水を吹きかける前のイソ吉草酸の値を測定範囲 50 ppm の気体検知管を使用して測定した〔消臭前の数値の測定〕。



図 9. 麻布を 6 枚用意した様子



図 10. 麻布を 2 枚ずつ入れた様子

- 灰水（水 10 mL, 灰 0.50 g）、重曹水（水 100 mL, 重曹 5.0 g）を各 6 プッシュずつ、2 のチャック付き収納袋に入れ、空気入れでチャック付き収納パックが十分に膨れるまで空気を入れたものを 22 °C の恒温器内で 1 日放置した。その後、実験後のイソ吉草酸の値を測定範囲 10 ppm の気体検知管を使用して測定した。ローズマリーの灰水は pH 11.2、オリーブの灰水は pH 11.0、重曹水は pH 8.6 を示した〔消臭後の数値の測定〕



図 11.1 日放置している様子

### 気体検知管について（参考文献 10 より）

イソ吉草酸の濃度の測定には、酢酸用の気体検知管を使用した。測定範囲が 50 ppm までのものは補正係数 1.0 を、測定範囲が 10 ppm までのものは補正係数 1.5 を読み取った値にかけ補正を行った。

気体検知管の単位として使用されている ppm は  $1\text{ ppm} = 1.0 \times 10^{-4}\%$  と表される。

### 【結果と考察】

気体検知管は消臭前は測定範囲 0~50 ppm、消臭後は 0~15 ppm のものを用いた。

イソ吉草酸 3.0%（消臭前の値:1 回目 20 ppm, 2,3 回目 Over 50 ppm）

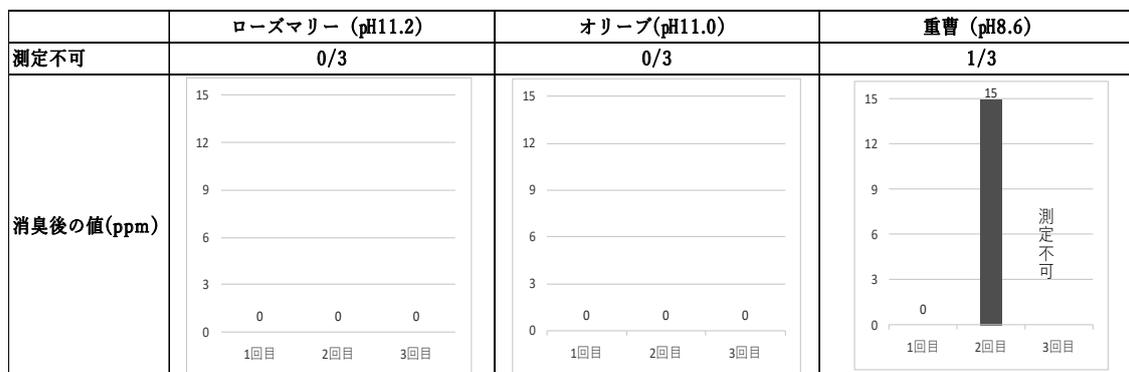


図 12. 消臭後のイソ吉草酸の値と測定不能回数（イソ吉草酸 3.0%）

図 12 のグラフ縦軸はイソ吉草酸が空気中に含まれている割合（単位：ppm），横軸は実験回数を示している。3 回目の重曹は、チャック付き収納パックが破れて正確な値が測定できなかったため、測定不可とした。

ローズマリー，オリーブの灰水では 3 回とも消臭後の数値が 0 ppm になった。重曹水では 1 回目の数値が 0 ppm になったが，2 回目の数値は 15 ppm になった。ローズマリー，オリーブの灰水は重曹水をふきかけたときと同等またはそれ以上の消臭効果が見られた。よって植物の灰による消臭効果があるといえる。図 13 より，イソ吉草酸が灰水と反応して，カリウム塩になり，揮発しにくくなったことで臭いがなくなったのではないかと考えられる。

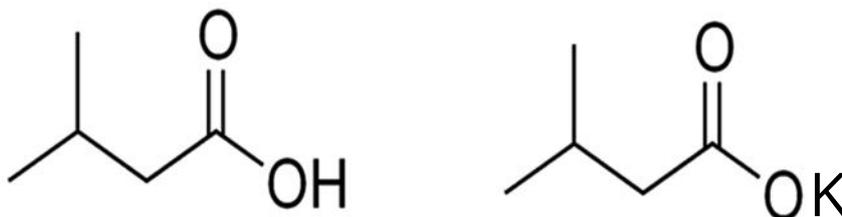


図 13. カリウム塩に変化した構造式

一方で，オリーブとローズマリーの灰水での違いは確認できなかった。そのため，イソ吉草酸の濃度を 5.0% に変更して実験を行った。

質量パーセント濃度 3.0% のイソ吉草酸は毎回同じものを使用したため，エタノールが揮発したことによってイソ吉草酸の濃度が高くなり，消臭前の数値が高くなった。そのため，質量パーセント濃度 5.0% のイソ吉草酸は毎実験ごとに作り直した。

イソ吉草酸 5.0%（消臭前の値: Over 50 ppm）

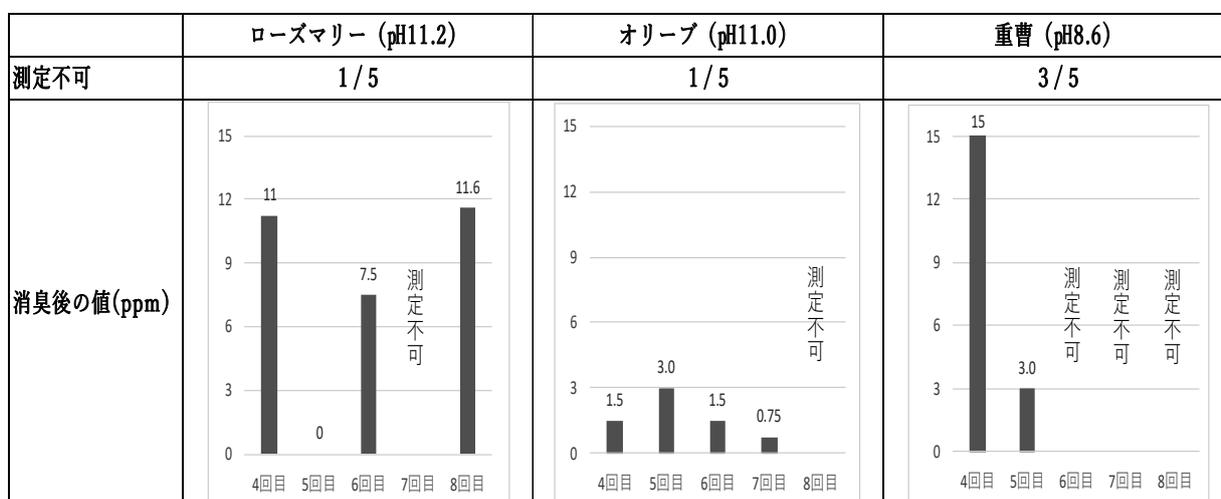


図 14. 消臭後のイソ吉草酸の値と測定不能回数（イソ吉草酸 5.0%）

8 回目の灰水（オリーブ），7 回目の灰水（ローズマリー），6~8 回目の重曹水では，気体検知管の測定範囲を超えたため，測定不可とした。消臭後の数値を測定したときに布ではなく，チャック付き収納パックの内側に多く灰水が残っていたため，イソ吉草酸 5.0% のときローズマリーやオリーブが測定範囲を超えているのは布に灰水がかかっていなかったからだと考えられる。

図 13 より，ローズマリー灰水よりもオリーブ灰水のほうが消臭後の数値が減少していたため，ローズマリーよりオリーブのほうが消臭効果が高いといえる。これは，オリーブの灰に中和反応以外で消臭できるような特性があるのではないかと考えられる。

## 8. まとめ

本研究では植物の灰を使用して、麻布にしみこませたイソ吉草酸の消臭を試みた。実験によって、ローズマリーやオリーブの灰水が重曹と同等またはそれ以上の消臭効果がみられることが分かった。イソ吉草酸に対して灰水が中和反応を行うことで、イソ吉草酸が揮発性の低いカリウム塩になったことが考えられる。また、ローズマリー灰水よりオリーブ灰水のほうが数値の減少を確認できたためオリーブは中和反応以外にも消臭できる特性があることが示唆された。

江戸時代の人々は農作物を育てるための肥料、山菜をはじめとする食材のあく抜き、日本酒づくり、藍染め、といった身の回りの多様な用途に灰を利用していた。本研究で作製した灰水を利用した消臭剤も、身近なものを使って身の回りの問題を解決するものになったと言える。四国で行われている四国八十八か所めぐりをするお遍路さんは長距離を毎日歩くため足の臭いが気になる時がある。靴を脱いで座敷にあがる際にはほかの人にも影響が及んでしまう。お遍路さんのおもてなしであるお接待で本研究で作製したオリーブ灰水の消臭剤を渡すことができれば足の臭いの問題の解決とともに、香川の名産品であるオリーブの新たな使い道につなげることができる。

## 9. 今後の計画

結果の違いをより正確に分析するために実験回数を増やす。灰にする前の植物でも実験を行い、中和反応以外で植物に含まれている成分による消臭が行われているか確かめる。灰の成分について分析し、イソ吉草酸とどのように反応しているか調べる。また、発生した塩が人間やトウシューズ、環境にどのような影響をもたらすのか確認する。実際のトウシューズを使用して実験を行い消臭前と消臭後で履き心地や踊りやすさなど変化がもたらされるか調べる。トウシューズ以外の洗うことが困難な靴にも応用したい。香川県の名産品であるオリーブの新たな使い道につなげていきたい。

## 10. 参考文献

- [1] “トウシューズとは？バレエシューズとの違いや履くための条件もご紹介” .岡畑興産業株式会社, <https://monojson.com/s/Bt8mT>, (参照 2025-7-23) .
- [2] “イソ吉草酸 Isovaleric Acid” .富士フィルム和光純薬株式会社, <https://x.gd/pcxlC>, (参照 2024-12-14) .
- [3] “着物にファブリーズはダメ？NG な理由とおすすめ消臭対策方法を紹介” , <https://x.gd/vhMGS>, (参照 2025-7-31) .
- [4] 吳 妹嫻 邊見 篤史, 立花 伸哉, 野村 正人.“臭気成分に対するマンゴー種子由来の脂肪酸類の消臭効果”.近畿大学工学部研究報告, <https://x.gd/Findo>, (参照 2025-3-28) .
- [5] “悪臭や気になるニオイを消臭する方法について教えてください。” .エステー株式会社, <https://x.gd/NSPrk>, (参照 2024-12-14) .
- [6] “中和反応の身近な例を3つご紹介します” .<https://x.gd/maQXi>, (参照 2025-7-31) .
- [7] “草木灰の成分と使い方 | 適正使用量と使用上の注意点・メリット&デメリットを解説おしえて！田舎センセイ” .<https://x.gd/LCoeR>, (参照 2025-7-7) .
- [8] 東 荘一.“pHと酸性・アルカリ性・中性の関係～pHの意味と水溶液の液性とは？” .中学受験ナビ, <https://x.gd/9ayaE>, (参照 2024-12-14) .
- [9] “灰なぜアルカリ性？” .<https://x.gd/Op3Nb>, (参照 2025-7-31) .
- [10] “気体採取器の使い方” .株式会社ガステック, <https://x.gd/INnih>, (参照 2025-2-10) .