

# ユリノキ葉色素の季節変動と染色メカニズムの解明

時習館高校 SSH生物部

**動機** ユリノキ：本校のシンボルツリー  
ユリノキ葉を有効活用したい  
ユリノキ染めで  
より鮮やかな発色をさせたい



## 令和3年度までの成果

### 1.葉の収穫時期によって染まり方が異なる

秋： **ピンク色**

夏： **黄色** が強く発色



### 2.金属媒染で色が様々に変わる

媒染液	なし	ミョウバン	錫	ミョウバン + 錫	鉄	銅
溶質	-	硫酸アルミニウムカリウム	塩化第一錫	左の二つ	塩化第二鉄	硫酸銅
金属イオン	-	Al <sup>3+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup> Sn <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
発色	ピンク	橙っぽいベージュ	淡黄	黄	グレー	緑っぽいベージュ

特にミョウバン + 錫媒染では黄色が顕著に濃くなる



### 3.蒸留水で抽出するよりも水道水で抽出すると濃く染まる

#### 目的

・収穫時期によって発色が異なる

#### I 葉の色素量の季節変動と発色への影響を調べる

・水道水と蒸留水で染まり方が異なる

#### II 抽出溶媒の条件による発色への影響を調べる

・原液で **ピンク色**, ミョウバン + 錫媒染で **黄色**

#### III 最も濃く染まる媒染の割合 ピンク色・黄色に染まる最適条件を調べる

#### IV 落葉 (廃棄物) でも染色したい

## 方法

### 1.布の前処理

#### 植物の葉に含まれる色素

- ・木綿の主成分セルロース
- ・絹 (カイコガの繭)
- ・タンパク質

-に帯電 } 反発  
-に帯電 }  
+に帯電 } 結合

豆乳に浸け、タンパク質を付着させることで布に色素が吸着しやすくなる。



▲未処理 ▲豆乳処理

### 2.ユリノキ葉の採取

夏の葉・・・ 2021年 8月23日  
2022年 9月10日  
秋の葉・・・ 2021年11月20日  
冬の葉・・・ 2021年12月23日  
晩夏の葉・・・ 2022年 9月30日  
落葉・・・ 2022年10月1日

### 3.熱水・メタノールで抽出

熱水抽出・・・刻んだ葉を沸騰した水で20分間抽出  
メタノール抽出・・・刻んだ葉をメタノールに浸して1時間

### 4.媒染液の添加・染色

### 5.高速液体クロマトグラフィー e-HPLCことりで吸光度を測定

- ・そのままの抽出液
- ・標準試薬(ルチン、ケルセチン)を添加
- ・染色後の抽出液
- ・各種媒染液を添加

## 結果

### I 色素の季節変動と発色への影響

仮説：夏に **黄色の色素**が増えている  
ルチンまたはケルセチン？

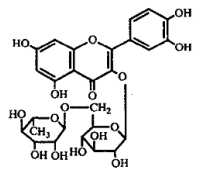
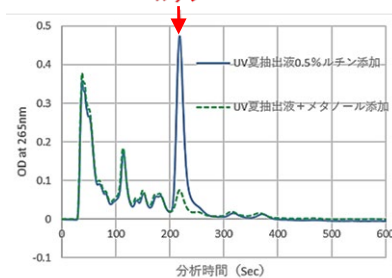


図2 ルチンの構造式  
ルチン  
含まれている  
※ケルセチンは極微量

図1 標準ルチン溶液と夏熱水抽出液の比較

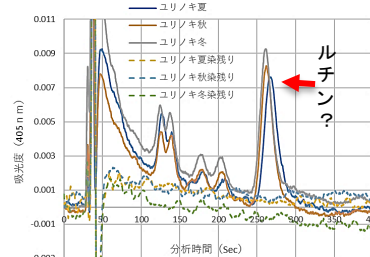


図3 ユリノキ葉熱水抽出液の染色前後のクロマトグラムの比較

・夏, 秋, 冬で同様の成分  
・わずかな季節変動がみられる

考察：ルチンが夏に増えている  
とは言えない

染色後に複数の物質のピークが減少  
→布に吸着したか、沈殿した  
考察：ルチンより低分子?の  
複数の物質が布に吸着し  
発色している

表1 季節及び抽出液の違いによるルチン濃度

条件	夏	秋	冬
メタノール抽出 250~300秒 最大高さ (OD)	0.0822	0.0911	0.0898
ルチン濃度 (mg/L)	304.3	338.2	333.3
水抽出 分析時間250~300秒 最大高さ (OD)	0.0236	0.0276	0.0249
ルチン濃度 (mg/L)	123.0	145.5	130.2

クロマトグラムと検量線からルチン濃度を推定

ルチン濃度は秋>冬>夏季節変動するが秋に大きい

季節変動する物質はいずれも秋に増える

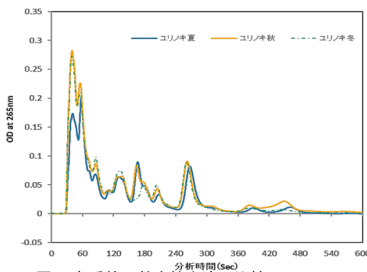


図4 各季節の熱水抽出液の比較

考察：ピンクに染める色素が秋に増える

## II 溶媒の条件

仮説：水道水のpHまたは含有物質が濃さの原因

酢酸(酸性)で熱水抽出

黄色が濃く発色



図5 酢酸抽出と水抽出の比較

考察：黄色の色素は酸性条件下で抽出されやすい

## III 媒染条件

仮説・黄色が濃く染まるミョウバン錫媒染割合・ピンクが濃くなる媒染もある

ミョウバン+錫の添加割合を変える →  $\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2$   $4.22 \times 10^{-1}$  mol/L,  $\text{SnCl}_2$   $8.85 \times 10^{-2}$  mol/L

玉ねぎ染めを参考にアルカリ添加濃度を変える →  $\text{NaHCO}_3$   $1.19 \times 10^{-2}$  (mol/L),  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  1.35(mol/L)

ミョウバン添加 → 黄色変

錫添加 → 沈殿物の発生

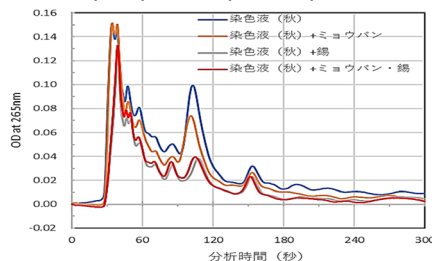


図7 媒染前後の秋熱水抽出液の比較

カラムとの相互作用が小さい複数の物質が減少

考察 減少した物質は錯体を形成し布に吸着した



媒染によってはっきりとした色の違いを出すことに成功

## IV 落葉染め

- ・落葉でも染色可能
- ・濃く染まる
- ・媒染で発色も変えられる



▲繭玉での染色

課題 浮遊物が多く、木綿では染めムラがしやすい

## まとめ・考察

- ・抽出液の成分に季節変動はある。
- ・葉中のルチン濃度は夏より秋に大きい。
- ・ピンク色に染める色素が秋に増えるのではないか。
- ・黄色の色素は酸性条件下で抽出されやすい。
- ・黄色にする媒染の最適条件は  $\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2$   $4.22 \times 10^{-1} + \text{SnCl}_2$   $8.85 \times 10^{-2}$  (mol/L) 焼きミョウバン 塩化錫(II)
- ・ピンク色にする媒染の最適条件は  $\text{NaHCO}_3$   $1.19 \times 10^{-2}$  (mol/L) または  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  1.35(mol/L)
- ・落ち葉でも緑の葉と同様に抽出・媒染・染色が可能だが、染めムラがしやすい。
- ・抽出液が酸化すると赤みが濃くなることからカテキン類が酸化されてポリフェノール重合体が生成し染色に寄与しているのではないか。

## 今後の展望

- ・秋に増える物質の同定
- ・水道水で濃く染まる原因物質の同定
- ・落葉染めでの染めムラの原因を特定
- ・染めムラの少ない方法を模索
- ・葉中のカテキン類(EGCG)の有無と季節変動を調べる

## 参考文献

- 1) 「ユリノキという木魅せられた木の博物誌」毛藤勤治 (アポック社)
- 2) 「時習館のユリノキ染め」時習館高校SSH生物部 (第20回AITサイエンス大賞研究発表論文集 第20号 令和3年度)
- 3) Jurgita Mikašauskaitė, Ona Ragažinskienė, Audrius Maruška, "Variation of total amount of phenolic compounds, radical scavenging activity and volatile compounds of Liriodendron tulipifera L. and Ginkgo biloba L. leaves extracts during different vegetation periods" *BIOLOGIJA*. Vol. 59, No. 2, (2013), P175-186
- 4) 清水正夫, 太田元吉: フラボノイドの可溶性に関する研究 (第4報) 漢葉槐花よりルチンの抽出, 薬学雑誌, 1951, 71巻, 9号, P885-888
- 5) 清枝希帆, 前川昌子: タマネギ外皮中のケルセチンによる羊毛の染色 日本家政学会誌 Vol.61 No.1 31-35 (2010)
- 6) 美甘江利子, 岡田安代, 扇間昌規, 伊藤誉志男: 食品中ルチン関連物質のECD及びUV-HPLCによる定量法 日本食品学会誌 Vol.6 (1) 38-42 (1999)
- 7) 勢田二郎, 松丸理恵: タマネギ外皮とそのモデル化合物による染色 平成23年(2011年)度 山梨大学教育人間科学部紀要 第13巻, P39-44
- 8) 「ユリノキ葉色素の季節変動と染色メカニズムの解明」時習館高校SSH生物部 JSEC2022 (第20回高校生・高専生科学技術チャレンジ) 入選論文