

# 共同研究のはじまり

## （浦添市と沖縄高専の連携協定締結まで）

- 2006年11月 : 浦添市が養蚕事業を開始
- 2009年3月25日 : 伊東が浦添市商工観光課を訪問、協力関係構築を提案
- 2009年4月22日 : 浦添市長が沖縄高専を視察、協力関係構築が決定、その後、協定内容を調整
- 2009年10月1日 : 浦添市役所にて浦添市と沖縄高専との包括的な連携協定を締結、浦添市、浦添市シルバー人材センター、沖縄高専の三者での共同研究開始



浦添市と沖縄工業高等専門学校の連携協力

# 新たな養蚕業の創出を 目指した共同研究の紹介



**浦添市と沖縄工業高等専門学校は、  
平成21年10月1日、連携協定を締結しました。**

①

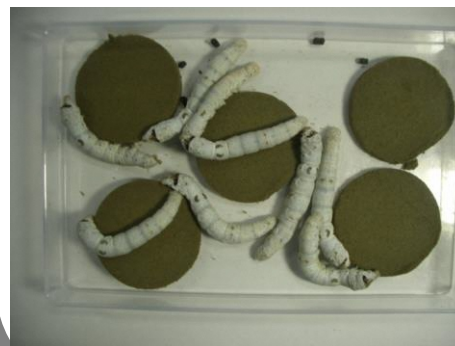
## 連携協定について

1. この協定は、両者が産業、学術等の分野における資源、研究成果等の交流その他の連携及び協力を図ることにより、地域の振興及び発展、教育研究の充実並びに人材の育成に寄与することを目的としています。
2. 次の事項について連携及び協力しています。
  - (1) 地域産業の振興に関すること。
  - (2) 初等・中等教育及び高等教育の推進に関すること。
  - (3) 地域の発展に係る共同研究の推進に関すること。
  - (4) 人材育成に関すること。
  - (5) その他両者が必要と認める事項。

②

## 共同研究の目的

カイコの新しい用途を開発し実用化することで、  
新たな養蚕業を創出することを目的としています。



# 共同研究の推進（１）

## （2010－13年）

研究題目（初年度2010年の研究内容）

シマグワ品種における血糖値上昇抑制成分に関する研究

研究の概要

1-DNJ含量および $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害率の測定による  
シマグワ品種の血糖値上昇抑制作用の検証。

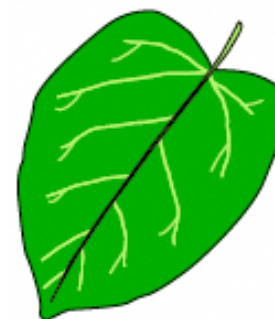
研究の特色・意義

浦添市内で栽培されるシマグワ品種を原材料とした  
機能性食品の開発に活用することができる。

# 2010年次における課題と展望

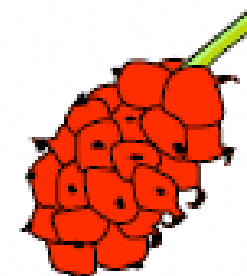
## 桑葉

- ・乾燥、抽出および粉末加工技術の確立
- ・青汁や錠剤などの健康食品への展開
- ・桑園の拡大



## 桑の実

- ・果実用品種の選定および造園
- ・加工方法の検証および商品企画



## 繭

- ・抽出・乾燥・粉末加工方法の検証および商品企画

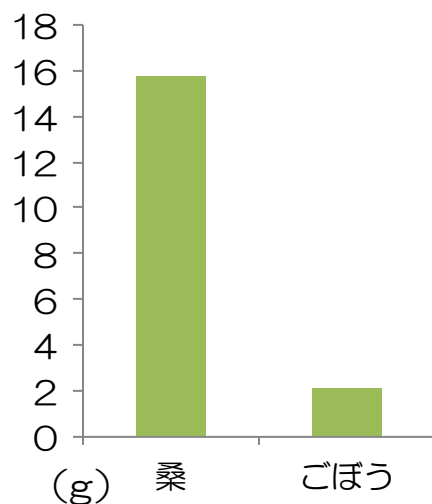


# 桑について

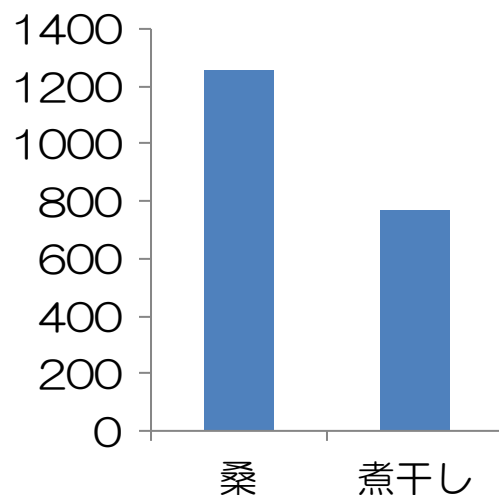
## 特徴 1. 栄養成分

栄養成分表示：乾燥桑葉100gあたり  
比較食品参考：五訂増補日本食品標準成分表

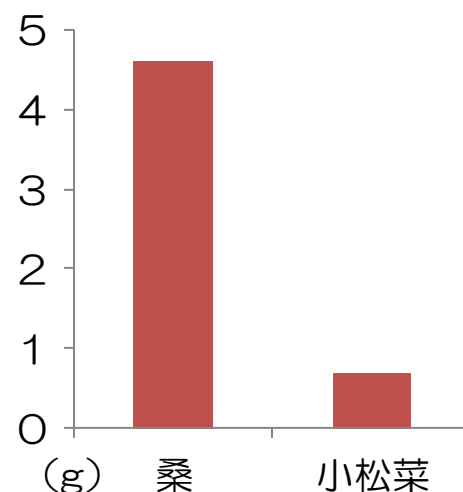
- 食物繊維は、ごぼうの約7.5倍。
- カルシウムは、煮干しの約1.6倍。
- 鉄分は、小松菜の約6.5倍。
- ビタミンB2は、納豆の約2.3倍。



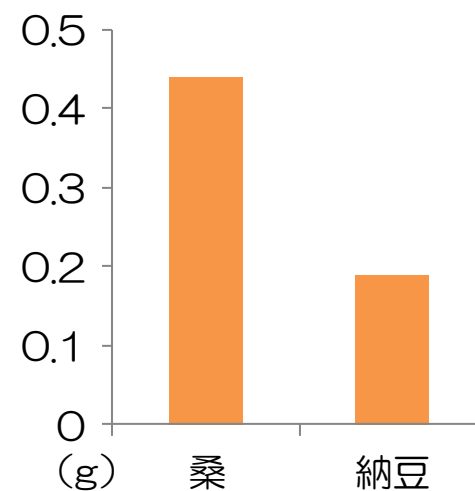
食物繊維



カルシウム



鉄分

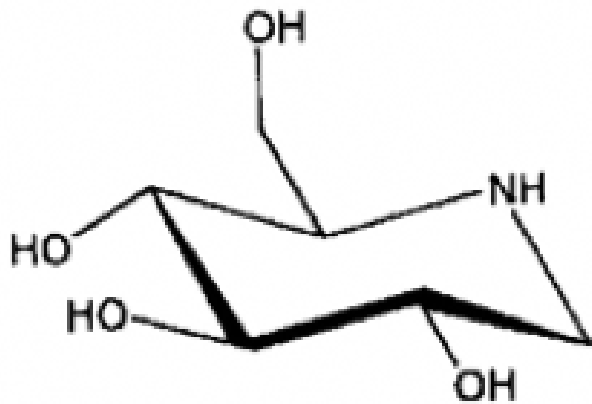


ビタミンB2

# 桑について

## 特徴2. 期待される機能性

- 血糖値上昇抑制作用



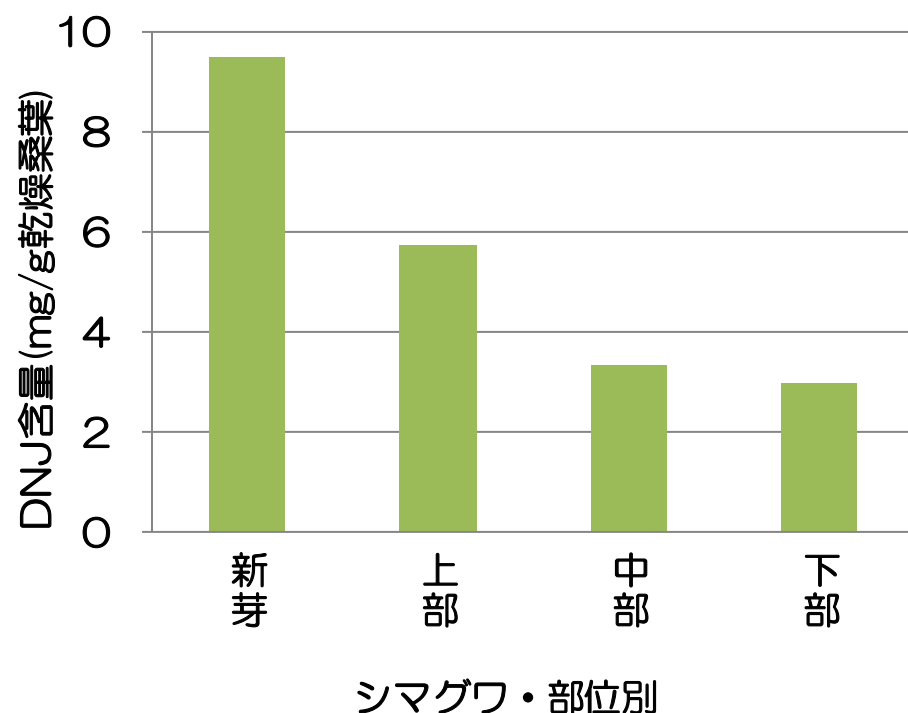
1-デオキシノジリマイシン  
(DNJ)

桑に特徴的に見られる糖様物質。  
炭水化物が分解される過程において、最終的に小腸でブドウ糖等に分解する酵素( $\alpha$ -グルコシダーゼ)を阻害する働きを持つ。

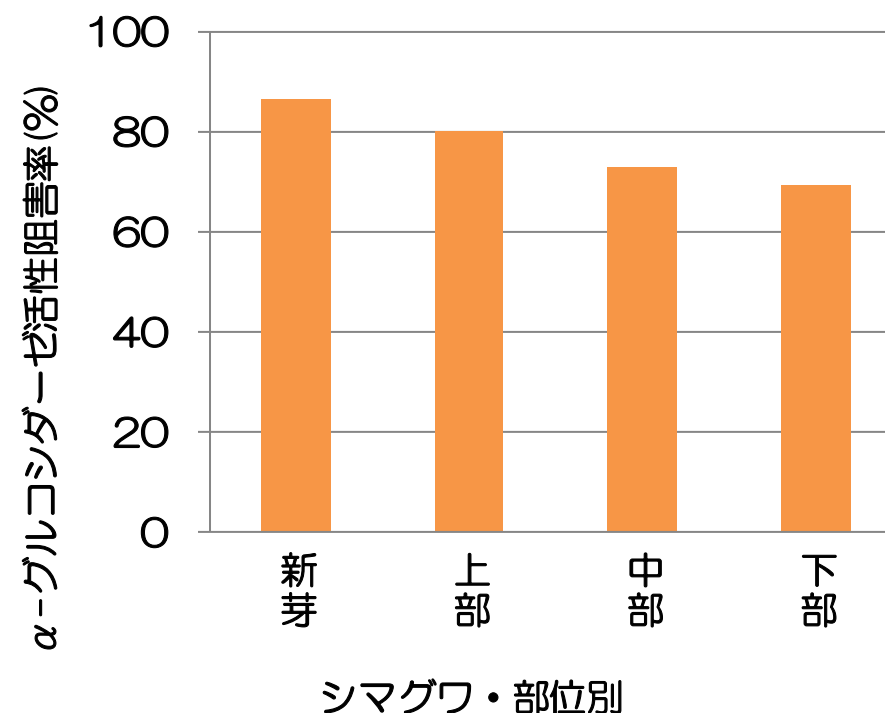
参考：木村ら(2007). 1-デオキシノジリマイシン高含有桑葉エキスの食後血糖値上昇抑制効果.  
東北農研センタースプレリリース. <[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/tarc/O12906.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/tarc/O12906.html)>

# 研究開発の成果

これらの測定結果から、シマグワ葉のDNJ含有量および $\alpha$ -グルコシダーゼ活性阻害率には、部位別における差異があることが分かり、特に新芽の部分においてどちらの数値も高い値を示す事が明らかとなった（下図）。



平均値±標準偏差 (n=3)



平均値±標準偏差 (n=3)

# 研究開発の概要

また、桑葉の風味を損なわず、かつ、DNJの損失を最小限にとどめた新しい桑茶の製造方法を考案した（特願2013-57529）。その製造方法を用いて、「浦添てだ桑茶」等のシマグワ葉機能性食品の開発・商品化を行った。



# 研究開発の概要

## 共同での特許出願

出願番号： 特願2013-57529

発明の名称： 桑茶の製造方法

出願人：

- 浦添市
- 公益社団法人浦添市シルバー人材センター
- 独立行政法人国立高等専門学校機構

発明者： 普天間樹、伊東昌章、藏屋英介

# 加工プロセス



①収穫



②洗浄



③切断



④蒸し



⑤乾燥

⑥異物検査



⑦焙煎



⑧粉碎

# 研究開発のプロセス・成果

この製造方法を用いて、桑葉の風味を活かした香り豊かな「浦添てだ桑茶（焙煎茶タイプ）」、鮮やかな緑色ですっきりとした味わいの「浦添てだ桑茶（パウダータイプ）」等のシマグワ葉機能性食品を開発・商品化した。



# 共同研究の推進（２） （２０１４－１６年）

## シマグワの詳細な機能性研究

シマグワと本土産桑の1-DNJ含有量および  
「浦添てだ桑茶」の1-DNJ含有量を調べることで  
シマグワ、浦添てだ桑茶の機能性、優位性を見出す

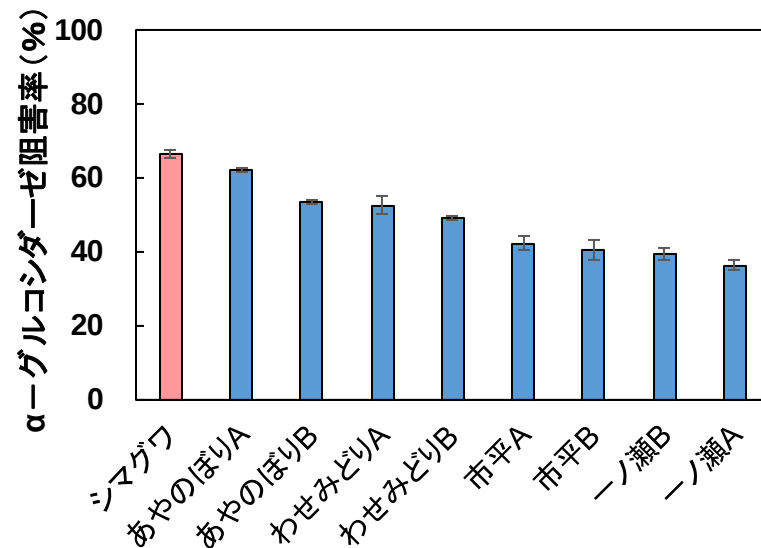
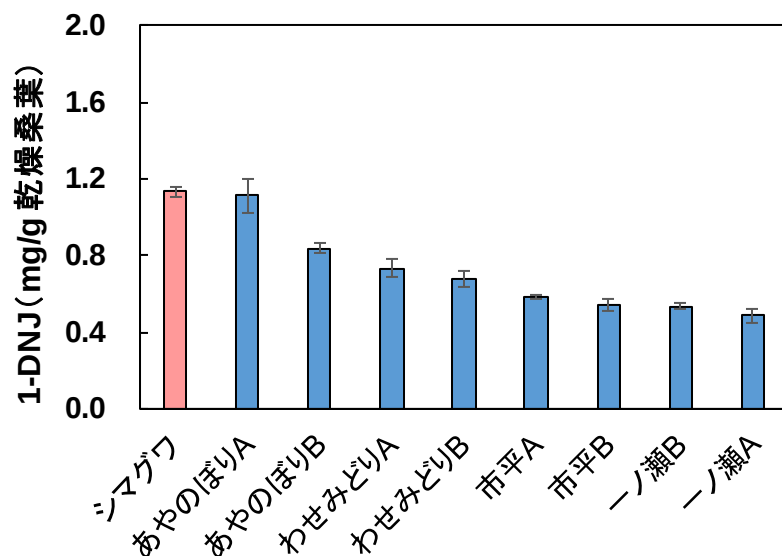


### 1-DNJ定量及び $\alpha$ -グルコシダーゼ活性阻害試験

1. シマグワと本土産桑の分析結果を比較
2. 浦添てだ桑茶 2種類を分析



## シマグワと本土産桑 分析結果



抽出条件: 80% エタノール、室温一晚

各桑葉は8月に採取したものを使用

シマグワは1-DNJ含有量 および  
 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害率が高いことがわかった。



## 浦添てだ桑茶 分析まとめ

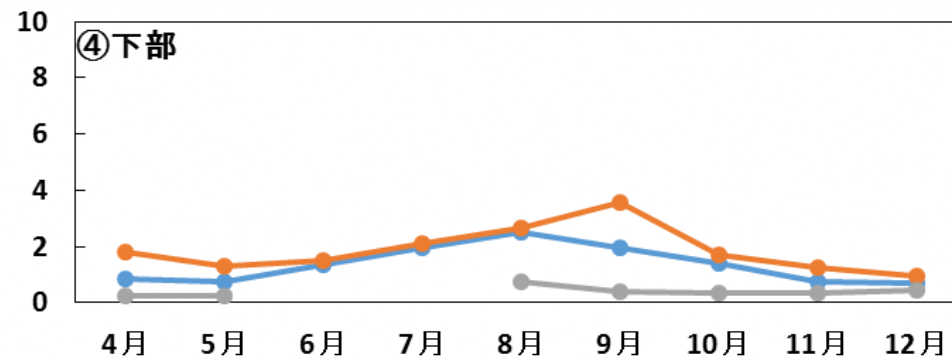
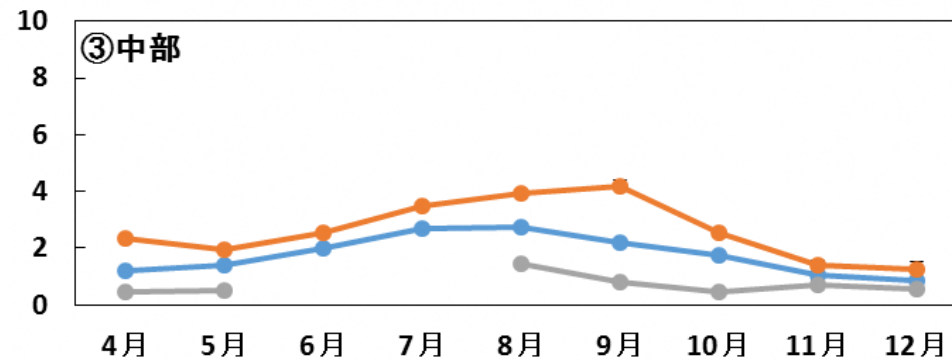
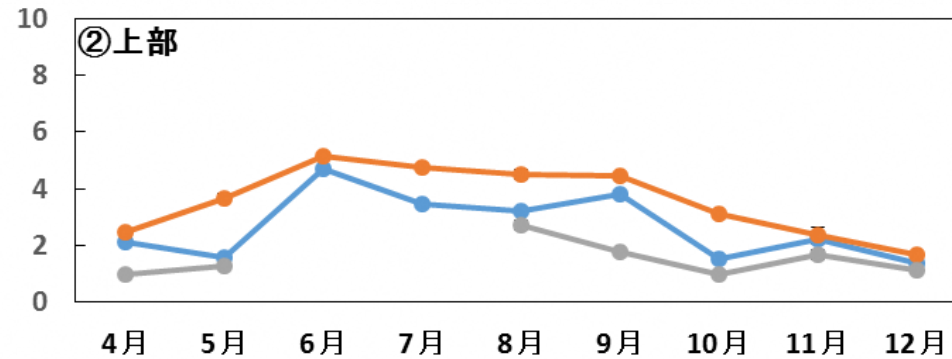
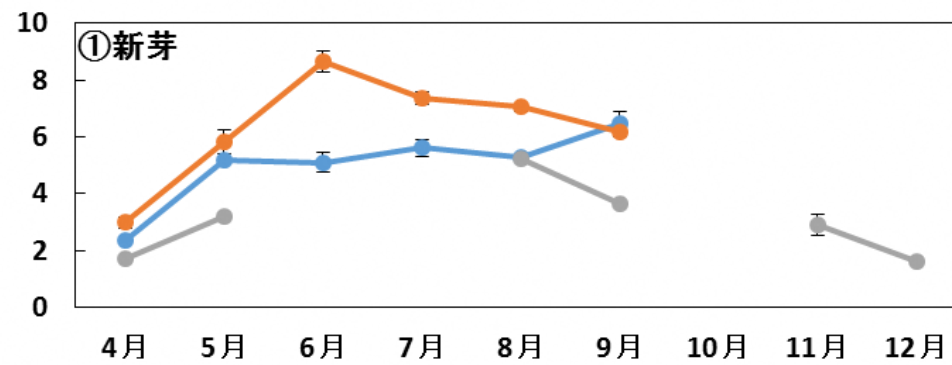
|                  | てだ桑茶<br>パウダータイプ° | てだ桑茶<br>焙煎茶タイプ° | 緑茶 | 紅茶 |
|------------------|------------------|-----------------|----|----|
| 1-DNJ含有量         | ◎                | ○               | —  | —  |
| α-グルコシダーゼ<br>阻害率 | ◎                | ○               | △  | △  |

「浦添てだ桑茶」は、1-DNJ含有量ならびに  
α-グルコシダーゼ阻害率が高く、特にパウダータイプで  
それぞれの値が高いことがわかった。



## 月別・部位別の1-DNJ含量

DNJ (mg/gDW)



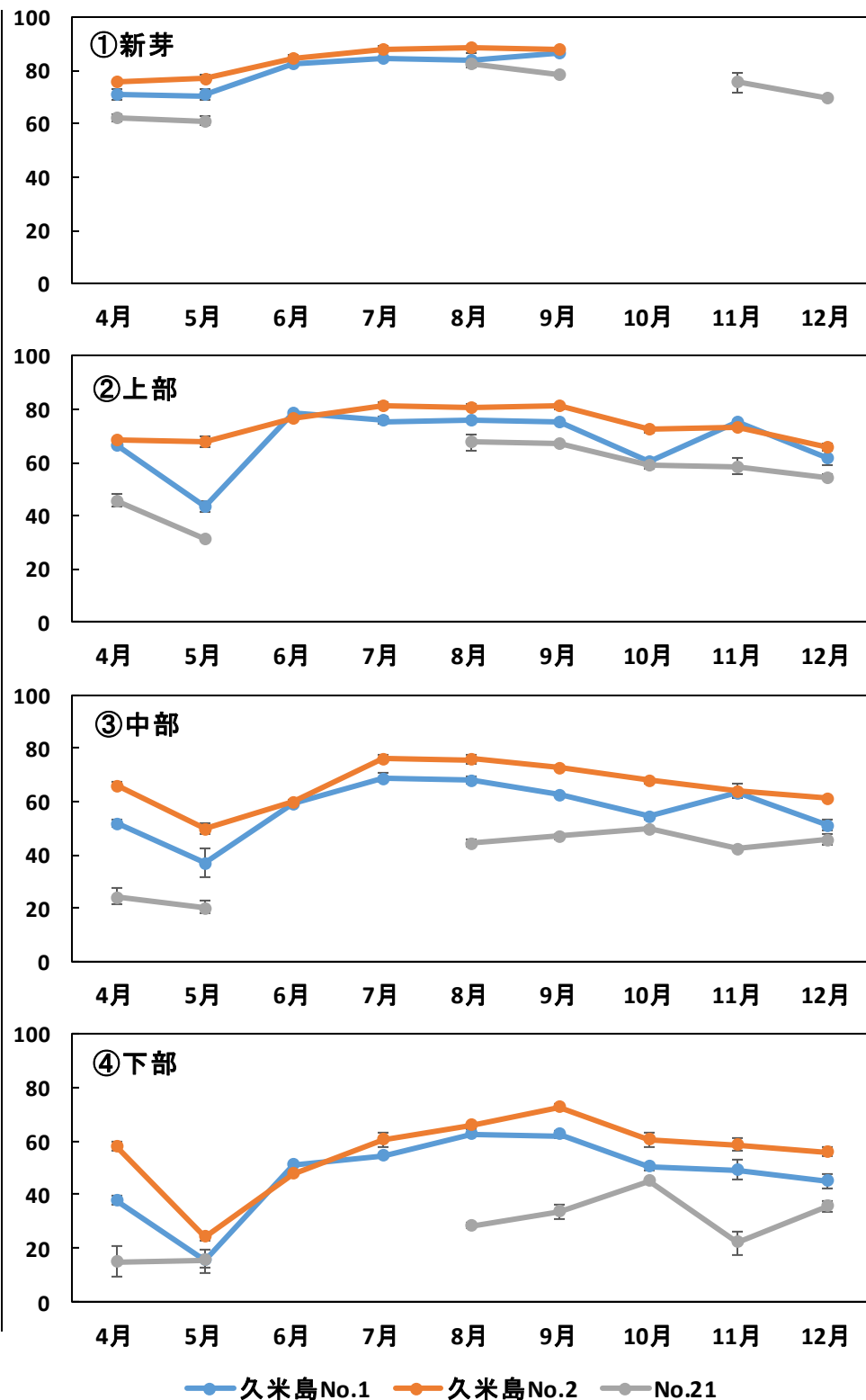
—●— 久米島No.1 —●— 久米島No.2 —●— No.21

●久米島No. 2 > 久米島No.1 > No.21  
の順に1-DNJ量が多い。

●1-DNJ含有量は  
新芽 > 上部 > 中部 > 下部  
の順に多い。

●中部・下部は7月から9月にかけて  
含有量が上昇傾向にある。

# α-グルコシダーゼ阻害率 (%)



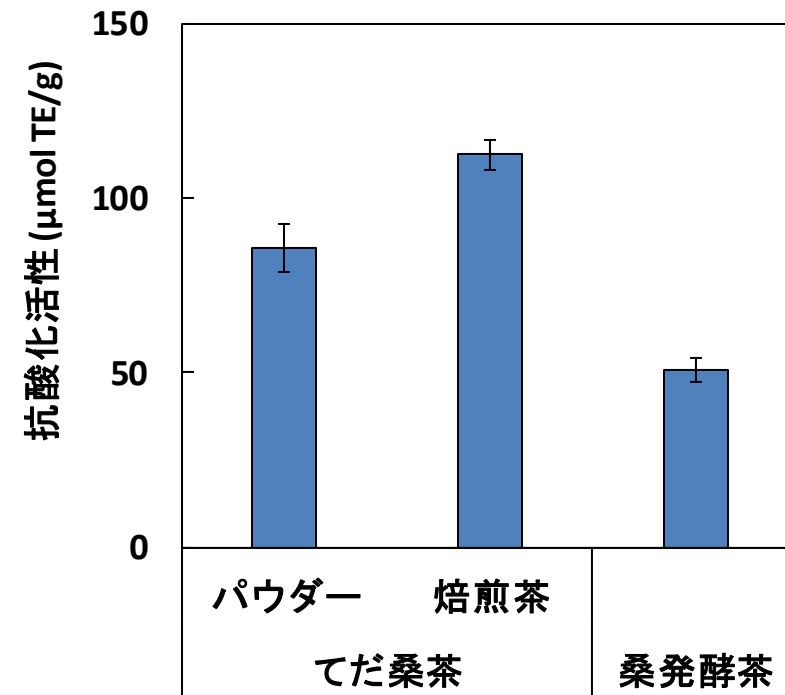
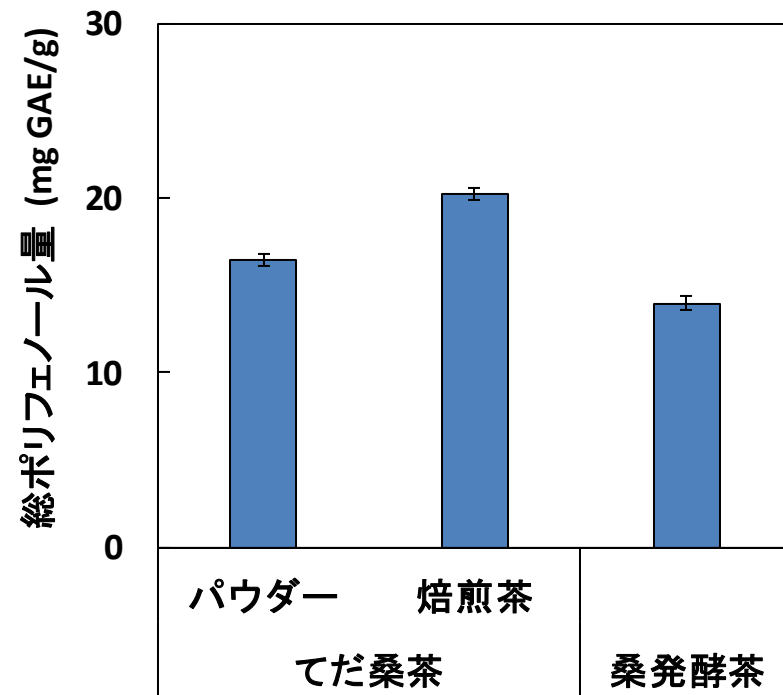
## 月別・部位別の α-グルコシダーゼ阻害率

●久米島No. 2 > 久米島No.1 > No.21  
の順にα-GI率が高い。

今回の調査では、試験株の  
生育不良によりサンプリングが  
行えない月・部位があったため、  
次年度ではサンプリング方法を  
変更して調査予定。



## 各桑茶の総ポリフェノール量ならびに抗酸化活性値



- 総ポリフェノール量、抗酸化活性値ともに焙煎茶の値が最も高い。  
しかし、緑茶や紅茶と比較すると少ない値である。

# 共同研究の推進（３）（2015－20年）

## ヒト試験の実施と機能性研究の拡充

研究者・研究協力者（敬称略）

久米 大祐、伊東 昌章、藏屋 英介、深水 愛理沙、伊東研卒研究生（沖縄高専）

大塚 京平（浦添市）

比嘉 秀三（浦添市シルバー人材センター）

鎌田 靖弘（沖縄県工業技術センター）

島尻 佳典、島尻 公彦（キンザー前クリニック）

横田 雄輔（沖縄製粉）、サン食品開発担当者

照屋 隆司（開発屋でいきたん）

岩波 俊介（苫小牧高専）2017年～

相沢 智康（北海道大学）2018年～

保川 清（京都大学）2018年～

# 共同研究の推進（４） （2016－22年）

## 桑発酵茶の開発

- ・ 目的

紅茶特有の赤茶色を呈しながらも、特有の味、及び香りを持つおいしい桑発酵茶の開発を目的とする

- ・ 先行研究

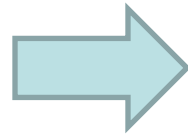
→ 桑葉を発酵工程の前に凍結・融解する**凍結融解法**が適していると判明

→ 商品化するには色や味、香りなどの点で改善が必要

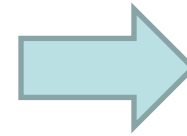
# 結果



先行研究  
再現



中間発表



最終実験

# 官能試験



**サンプルA**

発酵1回目 : 4時間

発酵2回目 : 5時間



**サンプルB**

発酵1回目 : 5時間

発酵2回目 : 4時間



**サンプルC**

てだ桑茶  
(焙煎タイプ)



## まとめ

- ・桑の実搾汁残渣を入れたことによる変化  
⇒ 葉だけを入れて発酵したもの比べて飲みやすくなった
- ・煎ったことによる変化  
⇒ 紅茶特有の赤茶色を呈する
- ・桑の実搾汁残渣を入れ桑葉と一緒に煎ったことによる変化  
⇒ 桑独特の風味が変化したことにより、Cの焙煎タイプより飲みやすくなった

上記の変化等により、現在販売されている製品とは異なる特有の味、色、及び香りを持つ  
⇒ 本研究の目的を達成した

早期の製品化が望まれる

# 共同研究の推進（５） （２０２０－２１年）

## シマグワを用いた機能性表示食品の開発

2021年５月に沖縄高専発ベンチャー、株式会社シルクルネッサンスにより、「食後に上がる血糖値や中性脂肪が気になる方」へ向けたシマグワを用いた初の機能性表示食品を開発・販売開始（現在も販売中）



# 共同研究の推進（6） （2022－23年）

## シルクタンパク質に関する研究

2010年次における課題と展望

繭

・抽出・乾燥・粉末加工方法の検証および商品企画



# 背景・目的

市販の国産繭層  
(高原社より入手)



以後“市販繭層”  
とする

沖縄県内産の繭層  
(沖縄美健販売より恵与)



以後“沖縄産繭層”  
とする

# 結果

## ～繭層のサイズ比較～

|         | 沖縄産繭層 | 市販繭層  |
|---------|-------|-------|
| 平均質量    | 435mg | 429mg |
| 質量のばらつき | 0.036 | 0.045 |

### 質量の平均

沖縄産繭層のほうが質量が大きい

### 質量のばらつき

沖縄産繭層のほうがばらつきが小さい

# 沖縄産家蚕由来繭層からのセリシン溶解方法の確立

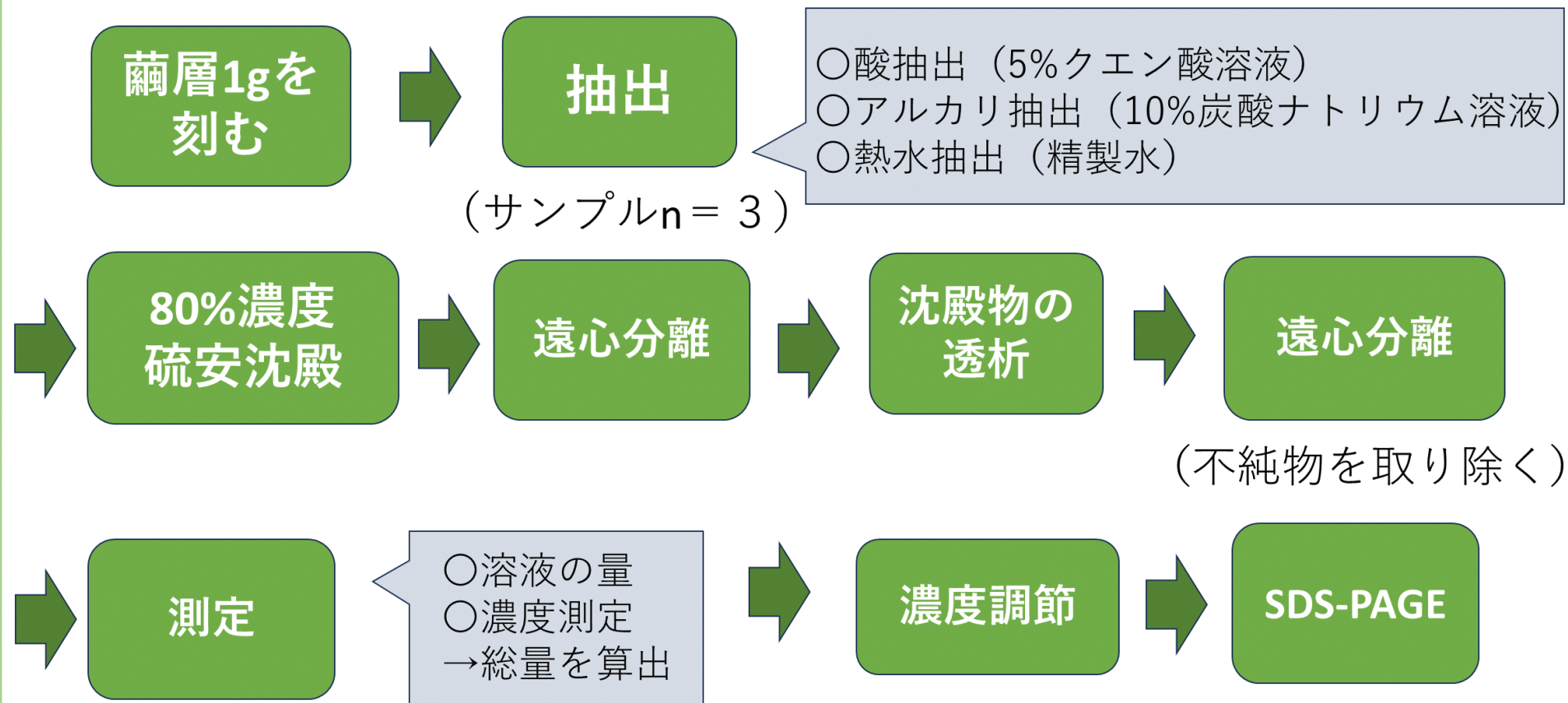
## 目的

沖縄産繭層を市販の繭層と比較し  
セリシンの効率の良い溶解方法を明らかにする



化粧品利用に向けた基礎的知見を得る

# 実験方法



# 結果

## ＜繭層1gから得られた平均収量＞

表 1 熱水抽出における繭層の平均総量(n=3)

|     | 溶液量<br>(ml) | 濃度<br>( $\mu\text{g/ml}$ ) | 総量(mg) |
|-----|-------------|----------------------------|--------|
| 沖縄産 | 7.90        | 659                        | 5.21   |
| 市販  | 5.63        | 280                        | 1.58   |

○熱水抽出  
→他の溶解方法と比べて  
タンパク質の溶解量が少ない

表 2 酸抽出における繭層の平均総量(n=3)

|      | 溶液量<br>(ml) | 濃度<br>( $\mu\text{g/ml}$ ) | 総量<br>(mg) |
|------|-------------|----------------------------|------------|
| 沖縄産1 | 8.86        | 1080                       |            |
| 沖縄産2 | 8.43        | 1090                       | 18.7       |
| 市販1  | 7.90        | 959                        |            |
| 市販2  | 7.63        | 907                        | 14.5       |

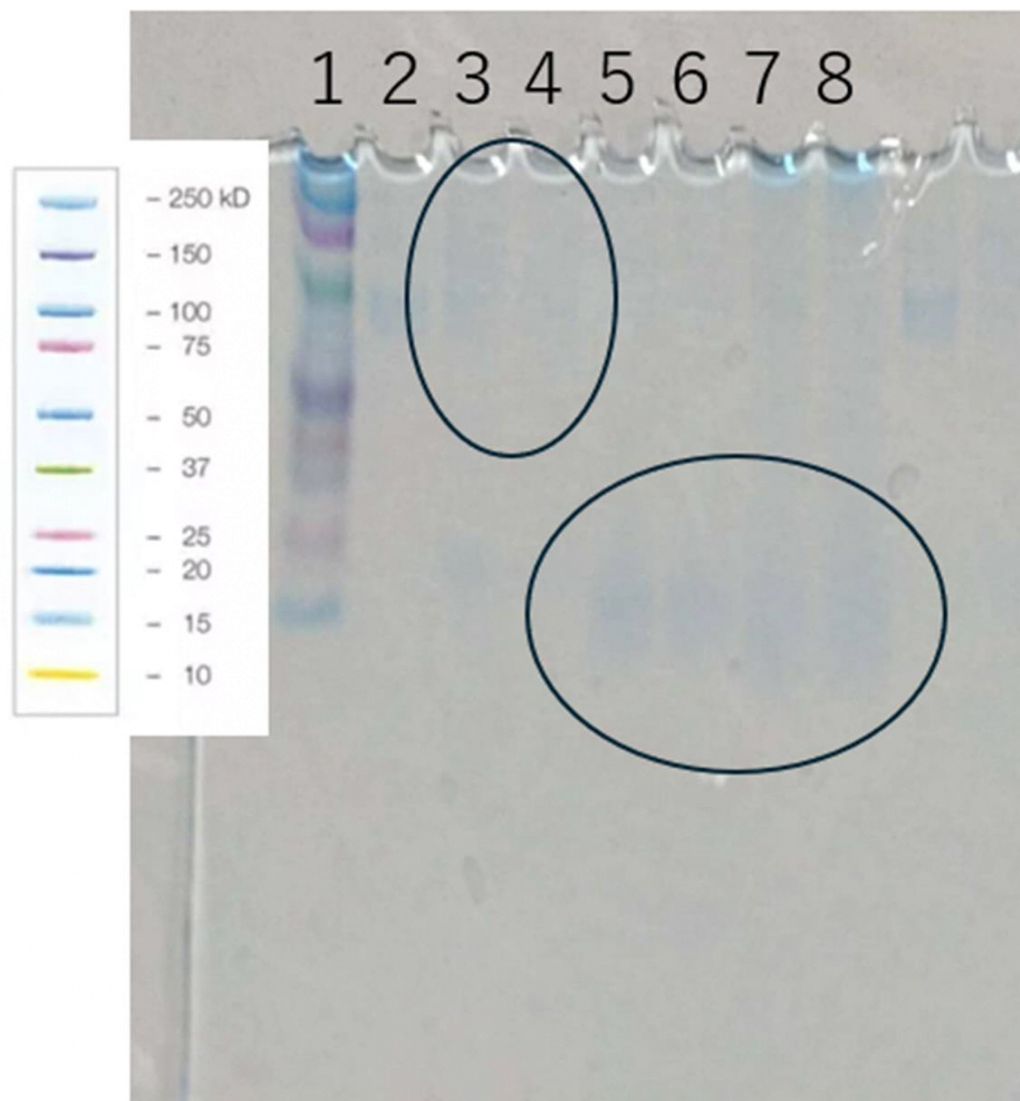
○酸抽出  
→溶解量が多く 2 本に分けて計算  
沖縄産繭層において最も多い

表 3 アルカリ水抽出における繭層の平均総量(n=3)

|     | 溶液量<br>(ml) | 濃度<br>( $\mu\text{g/ml}$ ) | 総量(mg) |
|-----|-------------|----------------------------|--------|
| 沖縄産 | 7.50        | 1620                       | 12.1   |
| 市販  | 8.50        | 1860                       | 15.8   |

○アルカリ抽出  
→市販繭層において最も多い

## <SDS-PAGE>



- 1 マーカ―
- 2 空き
- 3 熱水・沖縄
- 4 熱水・市販
- 5 酸・沖縄
- 6 酸・市販
- 7 アルカリ・沖縄
- 8 アルカリ・市販

- 熱水抽出  
→高分子のタンパク質を確認
- 酸・アルカリ抽出  
→低分子のタンパク質を確認

# 考察

- 抽出法によって、沖縄産繭層と市販繭層に大きな差はない
- 熱水抽出
  - 少量の高分子のセリシンを取得できた
  - 酸・アルカリ抽出
    - 低分子のセリシンを多く取得できた
- 用途により抽出法を分けることができる
- 透析後一部が不溶化し沈殿物となったことや初めの粉碎が足りなかったことから溶解量は全体のセリシンの量より少ないと考えられる

# 今後の展望

- 抽出したセリシンを凍結乾燥し、セリシン粉末を得る
- チロシナーゼ阻害活性、紫外線吸収、抗酸化作用などさらなる特徴解析を行う