

通巻 **85** 号
VOL.25 NO.2
2022.11

Technical News

沖縄県工業技術センター 技術情報誌

Contents

研究紹介

沖縄島嶼における地中熱冷房システムに関する研究開発
生産性向上に向けた織機の改良
シマグワ果実の有効利用に関する研究

機器紹介

搾汁機

トピック

ヘリウムリサイクルの取り組み

お知らせ

令和4年度九州・沖縄産業技術オープンイノベーションデー
令和4年度12月溶接技能者評価試験（受験者の皆様へ）

沖縄島嶼における地中熱冷房システムに関する研究開発

機械・金属班 泉川 達哉

はじめに

地表面から10mより深い部分の温度は、年間を通じてほぼ一定で、その地域の年間平均温度と同じ程度だといわれています。地中熱冷房システムは、室外機の代わりに地中に設けた熱交換器を活用する省エネ技術です。今回は、地中熱交換器を設計する際に必要となる熱応答試験について、ご紹介します。

熱応答試験 (TRT:Thermal Response Test)

熱応答試験の概要を図1に示します。地中熱交換器内部に設置した熱交換チューブへ水を循環させ、その時の流量と熱交換チューブの出入り口温度を測定します。循環水は電気ヒーターで加熱されているため、熱交換チューブ出入り口温度の平均値は徐々に上昇します。その温度上昇の様子をもとに、熱交換器から地盤へ伝わる熱量を推定し、地盤の見かけ熱伝導率を求めることができます。地盤の見かけ熱伝導率は、地中熱交換器の本数や長さを決定するためのデータとして活用します。

熱応答試験の結果

NPO 法人地中熱利用促進協会の「一定加熱・温水循環方式熱応答試験技術書」に基づき試験装置を製作し、図2に示すようにタイガークローバル(株)の敷地内に設けた熱交換器(水充填タイプ)について熱応答試験を行いました。

熱応答試験での温度と流量の変化は図3のようになり、これらの結果から地盤の見かけ熱伝導率は、 1.75W/m/K と算出されました。

まとめ

本研究開発では、将来的に県内企業が熱応答試験を担うことを目指し、試験装置の設計・製作から試験の実施までを行いました。

今後は、温度センサーの精度向上や断熱処理の徹底などを行いつつ、今回とは異なる珪砂が充填されたタイプの熱交換器についても試験を行うなど、更なるノウハウの習得に努めたいと考えています。

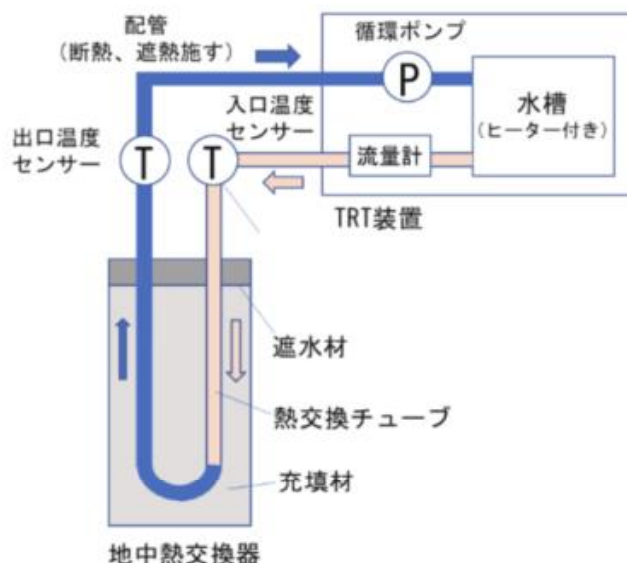


図1. 熱応答試験の概要



図2. 熱応答試験の状況

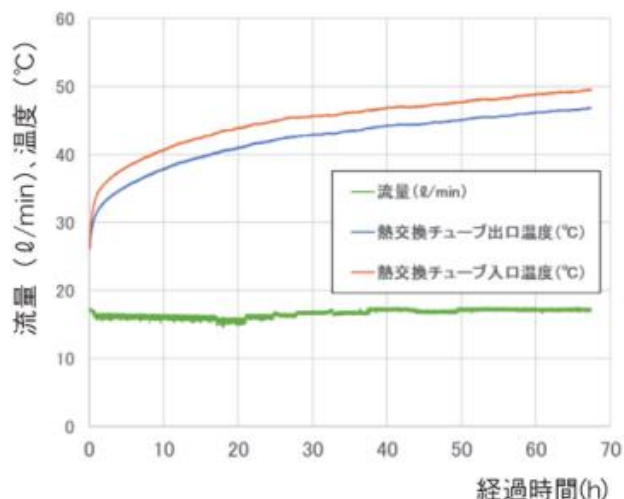


図3. 熱応答試験時の温度と流量の変化

生産性向上に向けた織機の改良

機械・金属班 宜保 秀一

はじめに

沖縄県内各地で織られる伝統的織物の全てが手織により製造されています。使用されている織機は旧来然としたもので、その構造的な課題を起因とした様々な不具合による手直し作業の発生や、織物検査時の評価付けなどに影響を及ぼしています(図1)。このような中、県内織物産業最大手の(株)あざみ屋を中核とした当センターとの共同研究により、①織物の品質向上、②作業性の向上、③製織従事者の身体的負担の軽減、といった3つのサブテーマを基とする織機の改良を行うことで、製織時間の短縮と不良品の低減及び生産性の向上を目指しました。

実施内容

当センターでは、作業時の臀部の体圧分布を測定することによる身体的負担の評価(図2)と、作業性や品質に最も影響する経糸や織布の流れをスムーズにするため、既存の織機に後付け可能な巻き取り装置を設計・製作しました(図3、4)。

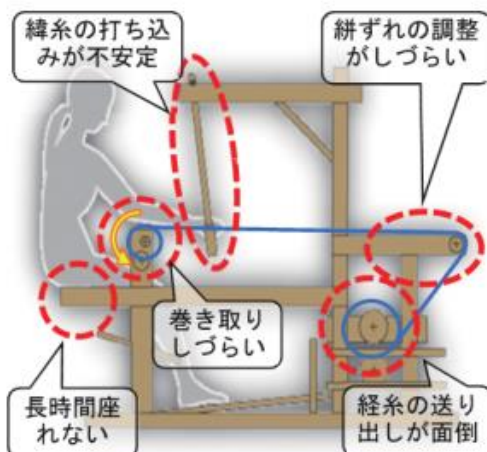
【装置仕様の検討項目】

- 巻き取る回転方向を逆転させることで、足下のスペースを確保しながら操作性を損なわず製織できるように、ラチェットと歯車を組み合わせた機構によるユニット。
- 市販の部品(約25点)で構成するようにしながら、材料費は2万円程度に抑える。
- 既存の織機を加工せず、ボルトオンで取り付け・設置が可能なように配慮。
- 歯車のギア比は、布を巻き取る軸側は歯数50に固定し、ラチェットで操作する側は歯数33(約2/3)と25(1/2)の2種類を製作。

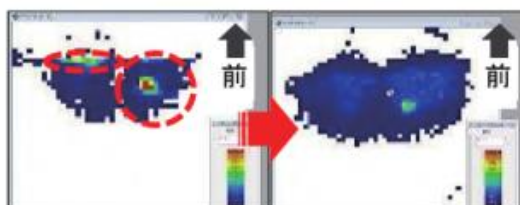
結果

試作機に取り付けて検証した結果、経糸のテンションを一定に保ちつつ、作業を中断せず楽に操作することが可能となり、拵ずれ(発生率30%→20%)や織段解消などの不良率の低減と、製織作業時間の縮減(約6%)の成果が得られました。

現在、織機および巻き取り装置の実用化・製品化に向けて、地元石垣島の製作所との調整を進めているところです。



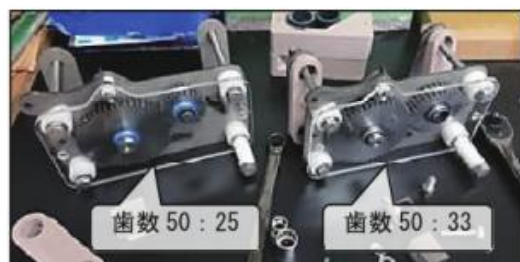
■図1 織機の抱える構造的課題



■図2 体圧分布測定による座面評価



■図3 3Dプリンタによる試作・動作検証



■図4 実機の製作(ギア比の違う2種)



■図5 作業性および製織性の実証試験



【研究の背景】

沖縄県内で栽培されている桑の一種であるシマグワ (*Morus australis*) は、国内では主に琉球諸島周辺に分布し、お茶などで利用される葉の収穫期が長いのが特徴の一つです。

これまで当センターでは、浦添市や公益社団法人浦添市シルバー人材センターに技術協力し、加工場建設時のライン設計や加工室レイアウト等のアドバイスをを行い、「浦添ていだ桑茶(焙煎タイプ)」と「浦添ていだ桑茶(パウダータイプ)」、パウダータイプを顆粒化した「GREEN SKY」の3製品が商品化されています。平成24年からは果実栽培も始まり、生産量を増やす中、付加価値となる保健機能の情報等がほとんどない状況でした。

そこで本研究では、シマグワ中のアントシアニンの量とそれを構成する成分、および機能性について調べ、アントシアニンが含まれていることで有名なブルーベリーと比較しました。

【研究内容】

系統別中の総アントシアニン量と成分含量

実験材料を図1に、系統別中の総アントシアニン量およびシアニジン(以下Cy)-3-グルコシドとCy-3-ルチノシド含量を表1に示しました。

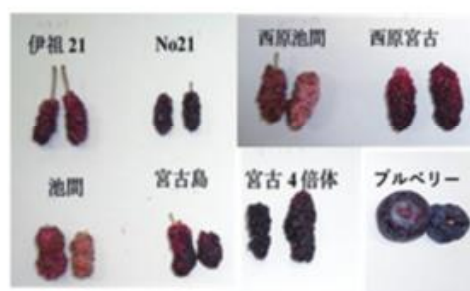


図1 凍結乾燥物の写真

表1 系統別の総アントシアニン量、Cy-3-グルコシドおよびCy-3-ルチノシド含量(乾燥重量あたり)

	Cy-3-グルコシド 含有量 (mg/g)	Cy-3-ルチノシド 含有量 (mg/g)	Cy類合計量 (mg/g)	総アントシアニ ン量 (mg/g)
西原池間	N.D.	N.D.	N.D.	0.23
西原宮古	13.40	13.30	26.70	28.89
伊祖21	N.D.	N.D.	N.D.	2.29
宮古島	7.35	8.05	15.40	15.35
No21	N.D.	0.95	0.95	4.59
宮古島4倍体	9.35	7.95	17.30	19.23
池間	N.D.	N.D.	N.D.	0.18
ブルーベリー	N.D.	N.D.	N.D.	12.58

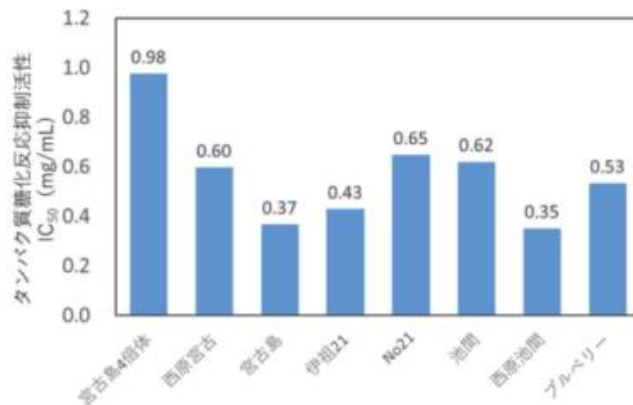
N.D.とは検出限界以下を意味する

その結果、ブルーベリーより総アントシアニン量が多い系統があることが分かりました。またシマグワ中のアントシアニン成分はブルーベリーとは異なり、Cy-3-グルコシドとCy-3-ルチノシドが主成分であることが分かりました。

果実中のタンパク質糖化反応抑制活性

老化危険因子の一つである糖化ストレスが糖尿病や合併症、皮膚老化に関与している¹⁾との報告があり、健康食品や化粧品分野ではアンチエイジング機能の一つとして「抗糖化」をキーワードとした製品が注目されています。また、ブルーベリーには抗糖化活性を有する²⁾との報告もあります。

そこで、シマグワ果実の抗糖化活性(タンパク質糖化反応抑制活性)を調べてみました。その結果、シマグワも本活性を有し、ブルーベリーより活性が高い系統があることが分かりました(図2)。

図2 タンパク質糖化反応抑制活性 (IC₅₀*)

*: 50%阻害するのに必要な濃度(値が小さいほど活性が強い)

詳細は、当センター研究報告書に掲載予定です。

【参考文献】

- 1) オレオサイエンス 18(2), 67, P.P.17-23, (2018)
- 2) 法政大学大学院紀要 理工学・工学研究科編 Vol.61, 1-3 (2020)

搾汁機

食品・醸造班

当センターに設置されている食品関連の加工機器の中から使用頻度の高い機器のひとつの搾汁機をご紹介します。

搾汁機

スクリー方式による高効率の小型搾汁機です(図1)。主に果物や野菜などから果汁などを搾るときに使用します。機器の上面のホッパーに食材を投入し、スクリー部分からメッシュ(網)を通して果汁を搾り取ります(図2、3)。搾汁残渣はテーパの付いたスクリー先端の排出口から押し出されるので、効率良く連続搾汁が行えます(図4)。また、食材に合わせてスクリーの回転数やメッシュ(網)の目の粗さを変えることができます。

最近の使用例として、イチゴ、グァバ、ニンジン、パイナップル、マンゴーなどから果汁を搾汁しています。実際の搾汁例として、パイナップルとマンゴーの搾汁前の果実と、搾汁後の果汁の重量及び搾汁率を表1に示しました。



図1 搾汁機

【仕様】

メーカー	株式会社大道産業
型式	OMST-90B
能力	約25L~30L/h(食材による)
重量	170kg
サイズ	W1175×D500×H1025mm
電力	3P200W-0.4kW
材質	SUS304、樹脂
回転数	1速: 18rpm、2速: 36rpm 3速: 54rpm、4速: 72rpm

装置の運転、部品の分解洗浄など、手軽に使用できる仕様になっていますので、使用を希望される方はお気軽にご相談ください。

搾汁の様子



図2 ホッパーにマンゴーを投入



図3 果汁を搾り取る



図4 押し出された搾汁残渣

表1 パイナップル、マンゴーの搾汁例

パイナップル	
果実(皮なし)	34.5kg
搾汁液(果汁)	25.5kg
搾汁率	73.9%
マンゴー	
果実(皮なし)	9.6kg
搾汁液(果汁)	7.5kg
搾汁残渣	1.5kg
搾汁率	78.1%

ヘリウムリサイクルの取り組み

環境・資源班 荻 貴之

ヘリウムは空気よりも軽く、沸点が最も低い不活性な物質です。身の回りでは空中に浮く風船や声が変わるパーティーグッズとして重宝されています。一方で、ヘリウムガスは光ファイバーや半導体の製造工程、極低温の液体ヘリウムはMRIやNMRに使われている超伝導電磁石の冷却などに欠かせず、貴重な地下資源のため需給の逼迫が繰り返されています。これらの用途においてはヘリウムの代替物質を見出すことが困難です。本稿では当センターが琉球大学研究基盤統括センター極低温施設の支援を受けて実施しているヘリウムリサイクルの取り組みを紹介します。

ヘリウムタイト

ヘリウムは液化天然ガス生産時の副産物として得られますが、産出国は米国やカタール、ロシアなどに限られています。日本は消費するヘリウムの100%を輸入に依存しており、世界的な需要急増と物流混乱、産出国の情勢不安などによる供給不足で価格高騰が続いています(図1)。この状況はヘリウムタイトと呼ばれ、近年急速に進行しています。そのため液体ヘリウムを利用した研究において、ヘリウム液化機を運用している大学では、蒸発したヘリウムを回収・液化して再利用する取り組みが進められています。

当センターにおける液体ヘリウムの利用

当センターが保有する超伝導電磁石のNMRは、医療用のMRIと同じ原理で、物質の分子構造を原子レベルで解析することができる研究用の分析機器です(図2)。超伝導電磁石から強磁場を発生させるために液体ヘリウムで冷却する必要があります。液体ヘリウムは、 -269°C と非常に冷たく、僅かに伝わる熱で蒸発して減少するため、これまでは年間200L(ガス換算140Nm³)が大気放散されていました。

沖縄県内におけるヘリウムリサイクル

県内では民間を含めて唯一琉球大学が液化機を運用しており、施設内の実験装置から蒸発したヘリウムを回収して再液化するリサイクル体制を構

築しています。しかしながら、液体ヘリウムは蒸発すると700倍以上に膨張するため、施設外では回収が困難になります。ヘリウムガスを圧縮すれば体積が減って効率的に輸送ができますが、液体ヘリウムの消費量が少ない事業者は費用も手間もかかる圧縮設備の導入が困難です。消費量に見合った回収・輸送方法が確立されていないことが、リサイクルの進まない要因になっています。これは全国的に共通する課題であり、ヘリウム液化機を運用する他大学においても同様の取り組みは進展していません。そこで我々は、可搬式ガスバッグを用いてヘリウムガスの回収に取り組みました。当センターで試行中のヘリウムのリサイクルのスキームは図3のとおりで、平常時と液体充填中に排出されるヘリウムガスを可搬式ガスバッグに回収して琉球大学に輸送し、液化して再利用しています。



図1 ヘリウム価格の推移



図2 NMR(核磁気共鳴装置)

液体ヘリウムで超伝導電磁石を冷却すると電気抵抗が消失し、強磁場を発生させることができる。強磁場においた試料にラジオ波を照射して発生する信号を検出することで、試料中の水素核、炭素核などの電子環境がわかる。当センターでは、亜熱帯・島嶼生物資源を利用する機能性化粧品や創薬シーズ開発などの研究で有機化合物の構造解析に活用している。

平常時のヘリウムガス回収

当センターでは、2022年1月からNMRとガスバッグをホースで接続してヘリウムガスの回収を開始しました(図4a-c)。1日あたり0.2 m³のヘリウムガスがたまり、2週間でガスバッグ3基(約3 m³)が満杯になります。ヘリウムガスは圧縮せずガスバッグのまま、2週間に1度トラックで琉球大学の極低温施設に運ばれ、ポンプで移し替えて圧縮貯蔵されます(図4d-g)。

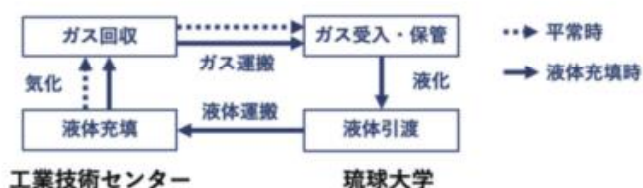


図3 リサイクルのスキーム



図4 平常時のヘリウムガス回収

ヘリウムガス回収用の可搬式ガスバッグ3基(1 m³、ダイソー製)はNMRのヘリウムガス排出ポートにホースで接続されている(a)。ガスバッグのガス出入口はワンタッチで着脱でき栓もされるCPCカップリングを採用している(b)。CPCカップリングの裏側はガス出入口の閉塞を防ぐ金具が設置されている(c)。回収したガスは軽トラック(赤帽沖縄県軽自動車運送協同組合)で琉球大学に輸送され(d-e)、琉球大学で移し替えて貯蔵される(f-g)。

液体ヘリウム充填中のガス回収

貯蔵したヘリウムは液化されて半年分をまとめてNMRへ戻します(図5a-b)。このとき液と入れ替わりに大量のガス(約10 m³)が勢いよく排出されるため、ホースを太いものに交換し、ガスバッグも多数接続して回収を行います(図5c-f)。

本取組の結果、年間140 Nm³のヘリウム放散量が6 Nm³以下に抑えられ、貴重な資源の節約とNMRの運用コスト削減が可能になりました。ヘリウムの損失をゼロに近づけるために今後も改善が必要です。

本取組にあたり、ヘリウム回収設備設置と運用方法など技術支援をいただいた琉球大学研究基盤統括センター 宗本久弥様に感謝申し上げます。また、ご協力くださいました沖縄科学技術大学院大学高田一馬様、一般社団法人トロピカルテクノプラス知念綾子様に感謝申し上げます。



図5 液化ヘリウム充填時のガス回収

極低温施設のヘリウム液化機(a)で液化したヘリウムは琉球大学の液体容器に詰めて4トントラック(ウイングゲート車、株式会社村山運送)で工業技術センターに運ばれる(b)。NMRのヘリウム排出口は、空気が流入して液体ヘリウム槽内で凍るのを防ぐために逆止弁が設けられている(c)。液体ヘリウム充填中は背圧を抑えるために逆止弁を取り外し、内径25 mmのホースに付け替えておく(d)。充填作業はNMRメーカーのブルカー・ジャパン株式会社が行っている(e)。ヘリウムガスで膨らんだガスバッグ(当センターの可搬式ガスバッグと琉球大学の可搬式筒型ガスバッグを使用)と使用後の液体容器は、4トントラックで琉球大学に戻る(f)。

令和4年度九州・沖縄産業技術オープンイノベーションデー

九州・沖縄産業技術オープンイノベーションデーは、産業技術総合研究所九州センターと九州経済産業局とが、九州・沖縄各県公設試等の各機関と一体となって、九州・沖縄地域の企業経営者、技術者・研究者及び中小企業支援機関のコーディネーター等との情報交換を密に行い、相互の連携を活性化させ、オープンイノベーションを促進する場として、平成23年度より実施されており、本年度も以下の日程で開催されます。

日時：令和4年11月22日（火）9:55～17:10

開催方法：オンライン開催（Cisco Webex 活用予定）《参加費無料》

開催内容：産総研九州センター講演会／特別講演／九州・沖縄 地域企業 & 公設試・産総研 合同成果発表会／公設試・産総研の技術シーズ紹介／支援機関等の活動紹介

参加申込：参加申込フォーム URL(<https://forms.office.com/r/jidTu6iyAs>) または産総研九州センターホームページ (<http://www.aist.go.jp/kyushu/>) 「令和4年度九州・沖縄産業技術オープンイノベーションデー」サイト

事前申込制：申込締切 令和4年11月10日（木）

合同成果発表会で、当センターと県内企業が取り組んだ研究について共同発表するほか、技術シーズ紹介では3件のポスター紹介がありますので、ぜひご参加ください。

令和4年度12月溶接技能者評価試験（受験者の皆様へ）

試験日：12月10日（土）、11日（日）

試験会場：沖縄県工業技術センター

試験種目：JIS 規格 アーク溶接、半自動溶接、ステンレス溶接 他
JPI 規格（石油工業溶接士）、WES 規格（基礎杭溶接）

※新型コロナウイルス感染防止対策に関するご協力とお願い

- ①風邪、発熱、倦怠感等の症状がある方は受験をお控えください。
- ②時差集合・点呼を行いますので受験票に記載された指定時間に集合し、試験終了後は速やかにお帰りください。
- ③試験会場ではマスクを着用し、入口で手・指の消毒を行ってから入室してください。
- ④待機中においては、受験者同士の会話は控え、2m程度の距離をとってください。
- ⑤空き缶やペットボトル等ゴミは必ずお持ち帰りください。

問い合わせ先：一般社団法人 沖縄県溶接協会（沖縄県工業技術センター内）
TEL：098-934-9565 FAX：098-934-9545

お問い合わせ

沖縄県工業技術センター 企画管理班

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

TEL (098)929-0111 FAX (098)-929-0115

URL <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/index.html>