

関係人口
と協働する
【産業振興】

南房総市
に咲く花
Calendula
(金盞花)の
奇跡の物語



写真1 エコメッセ会場にて



写真2 Calendulaの成分分析を実施する学生たち

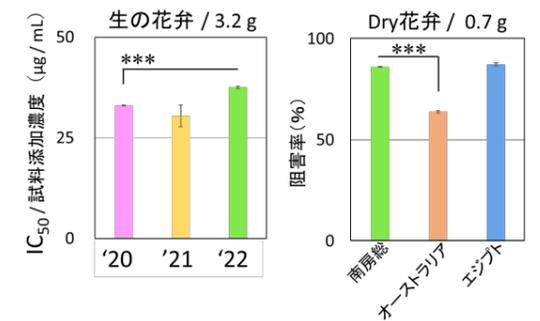


図1 Calendulaの抗酸化能有意差は、***; p < 0.001

- 域学協働の工夫！**
- ★研究現場と市役所、南房総PJ担当の皆様および生産者間へのインタビューを繰り返し、その都度検討や推敲を繰り返して実施しました。
 - ★PJに関連するすべての皆さんに、国内外での発表や調査等に連携や協働作業をいただきながら、南房総市と*Calendula*のご紹介を広い世界に向けて出来たことは大変有意義でした。
 - ★27回エコメッセ2022 in ちばで、南房総市)企画財政課地域振興係 様より 南房総市の魅力が詰まった移住・定住ガイドブック、移住者紹介ポスターの提供、ベレケ様からは、カレンデュラや関連商品等のご提供をいただき、南澤研究室からは研究成果と南房総市のカレンデュラの魅力を発表展示しました。

Calendula に関する二つの抗酸化能の測定結果から、*Calendula* の生育と塩の関係が示されました。*Calendula* は、中央アジアの岩塩地帯で自生する花です。2019～2020年、南房総市は台風による壊滅的な被害を受けましたが、*Calendula* にとっては最適な生育環境であったかもしれません。原産国の違いから見ても、オーストラリアの海から遠い内陸部産の花弁と沿岸部の南房総市やエジプト産では、抗酸化能に大きい差が示されました。エジプトと南房総半島は、北緯約30～35度に存在し、温暖な海洋性の気候に恵まれているのです。

2. 南房総市若き職員と市民団体のエネルギーとキルギスを経て移住したご夫婦との出会い
南房総市地域創生活動の連携推進プロジェクトに参加して、最も感じ入っていることの一つは、南房総市の職員の皆様と市民団体の方々の南房総市への愛情の深さを感じられたことでした。特に、*Calendula* などの南房総のシンボルとなる風景を再構築したいという熱意は、*Calendula* の原産国の一つキルギス共和国での活動を経て南房総市に移住された五十嵐夫妻の就農活動に対する、地域を挙げた応援の様子からも伝わってきました。

実施者

＜教員＞ 千葉工業大学 大学院 先進工学研究科 生命科学専攻, 先進工学部 教育センター 南澤 磨優寛
 ＜メンバー＞ 千葉工業大学 大学院 先進工学研究科 生命科学専攻 2年 関 峻大, 笠原 希, 生命科学科 遺伝子制御学研究室 (教員 黒崎 直子・橋本 香保子), 4年 大里 茉友子, 後藤 清夏, 栗原 優花, 3年 伊藤聖菜
 RNA 工学研究室 (教員 坂本 泰一), 4年 赤城 紫音, 井澤 浩大, 3年 数藤 俊輔
 ＜協働パートナー＞ 【行政】 南房総市 市民生活部 市民課 市民協働グループ 【企業等】 農園「ベレケの村」

1. 背景と目的

千葉県南房総半島は、地球のエコシステムを循環させるために必要な生物多様性ホットスポットの一つです。地球上のホットスポットに残された原生の自然は、全陸地面積のわずか2.4%ですが、多くの生き物の命をつなぐ植物の50%がここでしか生息していません。中でも花を咲かせ、実を結び、種子によって繁殖する顕花(けんか)植物は、植物界で最も高度な進化を遂げた植物と呼ばれます。

Calendula は、かつて中央アジア地域で発生し、室町時代には渡来していたことが文献に示されています。その後今日まで、淡路島や渥美半島、南房総半島で命をつないできたのです。

2019年春、私たちの研究室に当時南房総市地域包括支援をご担当の千葉工大 鎌田元弘教授から一本の電話をいただきました。*Calendula* の分析が出来る先生はいませんか。我々の*Calendula* との出会いでした。*Calendula* は、主に仏花として活用されていますが、南房総で*Calendula* が栽培される本当の価値を我々も含め、まだだれもわかっていませんでした。その後、3つの奇跡が我々にもたらされました。出会いがすべてつながったとき、*Calendula* が千葉県南房総市で残存する貴重な種であるとわかったのです。

千葉工大南澤研究室の目的は、南房総市で栽培される*Calendula* の持つ真の能力を科学的に分析して、南房総市ひいては千葉県、日本での生物多様性の維持につなげる貢献をすることです。なぜなら、生物多様性ホットスポットの保全はその地域に生活する我々生き物を守ることであるからです。

2. 3つの奇跡の出会い

1. 台風

私たちが*Calendula* のご紹介をいただいた直後の2019年9月9日、台風が千葉県を直撃しました。県内各地で倒木や建物損壊などの被害がみられ、大規模な停電や断水も発生し、特に南房総地域の被害は甚大で、作付けをやめた方も多かったと聞いております。

そんな中で初めて南房総産の*Calendula* と出会ったのは、2020年の2月でした。私たちは、まず初めに*Calendula* の花がヨーロッパでは皮膚の炎症を抑える民間薬として効果があるとされている文献を頼りに、花の抗酸化活性能をはかるSOD様阻害活性能試験を実施しました(写真2)。図1に2020～2022年までの3年間の測定結果を示します。これは、*Calendula* の花びらをアルコールで抽出した成分の抗酸化能をはかった実験結果です。グラフの縦軸は、生の*Calendula* 3.2gから抽出した成分が、抗酸化能として50%の効果を示す濃度や投与量を示すIC₅₀ (half maximal Inhibitory Concentration) で表しています。棒グラフの高さが低いほうが、より少ない投与量で効果があることになります。グラフから2020、2021年度の抗酸化能が2022年度よりも高いことがわかります。

原産国の違う*Calendula* の花びらを使ったSOD様阻害活性能試験の比較も行いました。この比較では、乾燥の花びら0.7gから抽出した成分を約2.7mg/mLの濃度で測定した場合の酸化反応の阻害率(抗酸化能)を%で示しています。

このグラフから南房総とエジプト産の*Calendula* は、オーストラリア産に比べ有意に高い阻害率を示すことがわかりました。



図2 持続可能な開発目標 SDGs (エス・ディー・ジーズ) の理念

私たちの研究室では、図2に示す持続可能な開発目標 SDGs (エス・ディー・ジーズ) の理念に賛同して、目標 17 の「パートナーシップで目標を達成しよう」を中心に、赤丸項目の達成を目的に研究活動を行っています。南房総市の皆さんとのパートナーシップは、まさに SDGs の理念そのものでした。

2-1 千葉県最大の環境活動見本市「第 27 回エコメッセ 2022 in ちば」で PR 活動

全人類が 2019 年を最後にすべての行動が制限される 3 年間を体験しました。2022 年 10 月 23 日に、千葉県最大の環境活動見本市である「第 27 回エコメッセ 2022 in ちば」が 3 年ぶりに対面開催され、「Calendula との奇跡の出会い」をテーマに千葉工大×南房総市の取り組みを学生たちと盛大に発表してきました。南房総市の Calendula に関する商品や活動に関わる市民団体の皆さんや移住された方々の活動など、元気いっぱいの学生が南房総市をアピールする研究内容をエプロンに印刷して一生懸命にご紹介しました! (写真 1)。

2-2 2022 年度の研究報告概要

2022 年度は、Calendula の栽培方法の違いについて研究してみました。図 3 に示すように、露地栽培で通常の農薬を散布した場合と散布しなかった場合、さらに無農薬のハウス栽培の 3 種類の Calendula を様々な角度から分析しました。分析を行うと、赤丸で囲んだ、微生物 (Calendula に住んでいる菌) とポリアミンの産生に大きな違いが出るようになりました。

① ポリアミンの産生

ポリアミンは、ヒトや植物を含むすべての生き物の細胞が正常に働けるようにサポートする生物の成長に欠かせない分子です。プトレスシン、スベルミジン、スベルミンと呼ばれる 3 種類の分子が良く知られています。図 4 を見てください。Calendula の花卉では、無農薬のハウス栽培では、農薬有の露地栽培と比べ約 83 倍のポリアミンが産生しました。一方、葉では農薬の散布があるほうがポリアミン

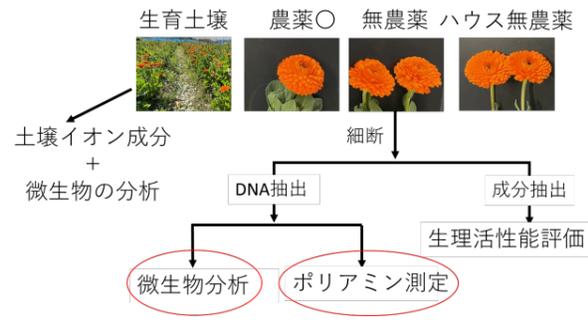


図3 2022 年度産の Calendula 分析方法

の産生量が高いことがわかりました。この結果は、Calendula の用途によって栽培方法を選択することで産生する成分を広く活用できることを示しています。

② Calendula の花卉に棲む微生物

無農薬で栽培された花卉には、塩を好むレンチバチルス属や乳酸菌が多く存在していました。農薬を使用した花卉には、植物の病害や霜害を誘導する可能性のあるシュードモナス属という菌が多く確認されました。おそらく、薬剤耐性があるために確認されたのだと思われます。

③ 栽培する土に住む微生物

今年度は、無農薬の露地栽培とハウス栽培の土壌に棲む微生物の特定も行いました。露地の土中では常温性のアンモニア酸化古細菌の Nitrososphaera と硝化、脱窒、窒素固定などの窒素循環プロセスに関与している Acidobacteria に属する Gp6 が多く確認されました。一方、ハウス栽培土では Acidobacteria 類の Gp4 に次いで、Bacillus の存在が多く確認されました。これらの違いは、施肥された肥料由来に起因すると思われる。①と②で示された微生物の種類も Calendula の用途で設計することが大事であろうと思います。

3. 2022 年 8 月 NZ Auckland Botanic Gardens との学術交流

植物は、大気から炭素を吸収して貯蔵する能力を維持し、気候の危機を解決する方法や淡水をろ過し、呼吸可能な空気や葉食同源を無料で提供してくれる可能性があります。健康な土 - 健康な植物 - 健康な人、私たちが願う生物多様性の維持に大事な基盤の理念です。

今年度 8 月末に、我々がかねてから注目していたニュージーランド (NZ) 北東の都市オークランド市にあるオークランド植物園 (Auckland Botanic Gardens) との学術交流が実現しました。10 ヘクタールの原生林を含む 64 ヘクタールを有し、1982 年に一般公開されてから今日まで、一度も殺菌剤や殺虫剤を使うことなく植物

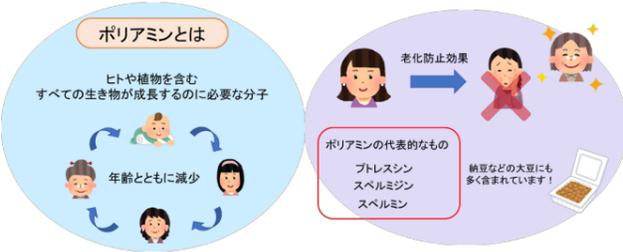
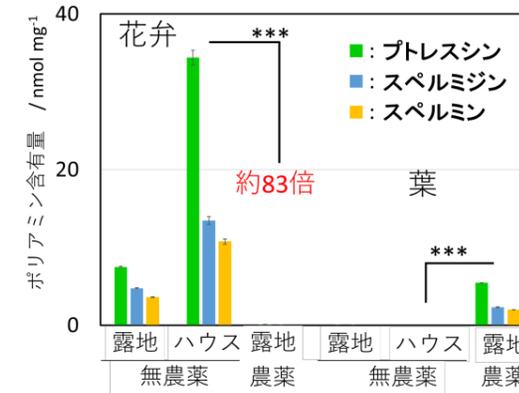


図4 Calendula のポリアミン産生量

の健康を最適化し、自己持続性があり、最小限の介入しか必要としない理念を達成維持している世界有数の植物園です。植物園に一歩足を踏み入れた途端に、甘くかぐわしいなんとも幸福な気持ちになる香りが大地から湧き上がってきます。花や種子を探し回る忙しい鳥やミツバチに遭遇し、天上の楽園のような錯覚にとらわれます。世界中の大学や植物園から研究者や学生、学芸員が修行に集い、非常に活気あふれる様子です (写真 3)。この植物園では、NZ の気候にマッチする植物の生育実験も盛んに実施されています。ガーデンプランツとして開花時期の長い Calendula の生育トライアルも行われましたが、思うような成果が得られなかったようでした。オークランド植物園は、海岸から遠く離れています。これほどまでに優れた土壌を有する植物園でも、Calendula の生育に最適ではなかったのです。植物園で南房総の特性を紹介して、Calendula にとって多様性を維持できる場所は、非常に限られていることがわかりました。南房総市で Calendula 自身が望むような生育条件を聞き入れて栽培することができれば、世界でも代表的な植生地として注目されるようになると感じました。

*表彰・マスコミ掲載など
・本文中にて紹介



写真3 NZ Auckland Botanic Gardens

3. 成果と課題

今年度の成果は、2022 年 8 月 NZ Auckland Botanic Gardens への南房総市 Calendula に関する学術報告、10 月の「第 27 回エコメッセ 2022 in ちば」、11 月に幕張メッセで開催された日本分子生物学会、CIT ニュースでの紹介記事 (12 月 15 日号)、2023 年 2 月千葉工業大学 FD フォーラム、ちいき新聞 (4 月 21 日掲載予定) 等の発表および掲載を実施または予定しています。

4. 今後の展開

国内の学会発表および国際学術誌に研究論文を発表する予定です。