

関係人口
と協働する
【産業振興】

2023 地域産業資源発掘プロジェクト

南房総市に咲く
Calendula
の4つ目の奇跡を探る研究



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
千葉工業大学 先進工学部 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
千葉工業大学 先進工学部 生命科学科 RNA 工学研究室 教員 坂本 泰一

＜メンバー＞ 千葉工業大学 先進工学部 生命科学科 遺伝子制御学研究室 学部4年 伊藤 聖菜, 風間 啓吾,
3年 倉持 華, 米田 歩夢, 新庄 皇輝
千葉工業大学 大学院 先進工学研究科 生命科学専攻 RNA 工学研究室 1年 赤城 紫音, 井澤 浩大
千葉工業大学 先進工学部 生命科学科 RNA 工学研究室 学部4年 数藤 俊輔,
3年 羽根 礼人, カルレッティ・ソフィア智美

＜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

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ました。

千葉県が未曾有の台風被害を経た 2020 年新春、私たちの研究室と南房総で栽培される Calendula が出会いました。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。2023 年、新たに私たちに 4つ目の奇跡が訪れました。私たちは現在、南房総の地が教えてくれた幸運の種を見出しつつあります。

2. 目的

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もあるからです。

2023 年度は、Calendula の栽培方法の違いと 2020 年度からのデータの変化について研究しました。図1に示すように、露地栽培で殺菌剤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。

3. 結果の紹介

(1) Calendula の抗酸化能力を探る。

これまで私たちは、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てきました。

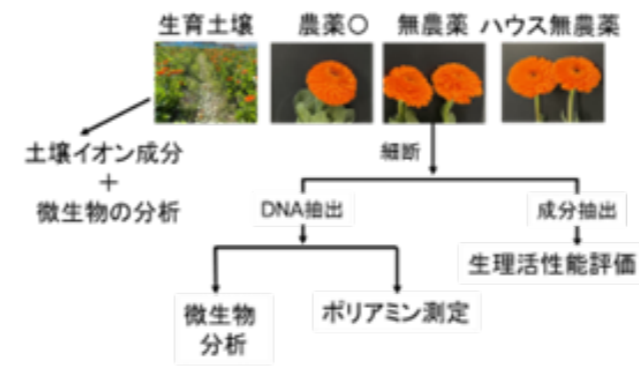


図1 2023 年度産の Calendula 分析方法



図2 抗酸化作用の仕組み

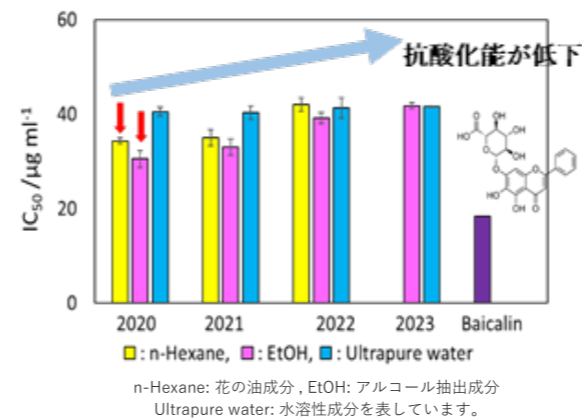


図3 2020～2023 年度の Calendula の花弁の抗酸化能

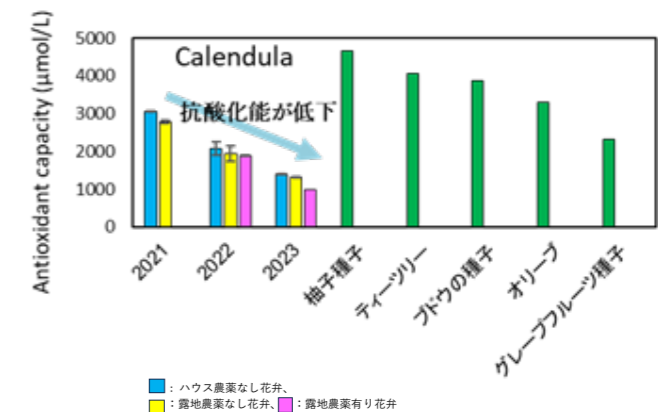


図4 Calendula と各種植物の精油における抗酸化能比較

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。
- ★エコメッセ2023 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。

私たちは体内にスーパーオキシドディスムターゼ (SOD) という抗酸化酵素を持ち、活性酸素を分解して生体のバランスを保っています。活性酸素は、体内の免疫機能や感染防御にとっても重要な役割を担っています。私たちが健康な状態では、体内では活性酸素の産生と分解ができる抗酸化能のバランスが取れていますが、紫外線、生活因子、ストレスなどで過剰に活性酸素が産生されると、病気の発症や老化が促進されます(図2)。そのため、日ごろからバランスの取れた食事、適度な運動、十分な睡眠などにより体の抗酸化能を良好に保つことで、生体機能へのリスクを低下させることができます。しかし、加齢と共に活性酸素を分解する抗酸化酵素 SOD 量が減少するため、体調によって食事の内容やサプリメントで補うことも重要です。

Calendula に SOD の働きをカバーする力があると考え、どのくらい摂取すればよいのか、どのような栽培方法が最も効果的なのかを調べています。測定の方法は、SOD 様抗酸化能試験と脂溶性成分だけを評価する PAO-SO 試験という2種類の試験を活用します。

① SOD 様活性能評価試験

私たちの研究室で 2020～2023 年度までの4年間にわたり測定

してきた Calendula の花の抗酸化能力を図3に示します。これは、Calendula の花びらを脂溶性のヘキサン、エチルアルコール、超純水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、花から取り出した成分が50%程度の抗酸化能を示す濃度や投与量を示す IC₅₀ (half maximal Inhibitory Concentration) という値で表しています。棒グラフの高さが低いほうが、より少ない成分の投与量で効果があることになります。バイカリン (Baicalin) を標準品として比較しています。バイカリンは、漢方薬の小柴胡湯(しょうさいこう)や竜胆瀉肝湯(りゅうたんしゃかんとう)に有効成分として含まれている抗酸化能が高い物質です。図3のグラフから、Calendula の花弁中の成分は 2020 > 2021 > 2022 > 2023 年度の順に抗酸化能が低くなる(抗酸化を得るためにたくさんの成分が必要になる)ことがわかりました。抗酸化能が高いのは、n-Hexane やアルコールで抽出できる成分であることもわかりました。

② PAO-SO (油脂用抗酸化測定)

Calendula の花びらから抽出した精油の抗酸化能 (PAO-SO 試験) を測定しました。図4には、2021年から2023年度産の Calendula と



図5 命の源 ポリアミンの産生

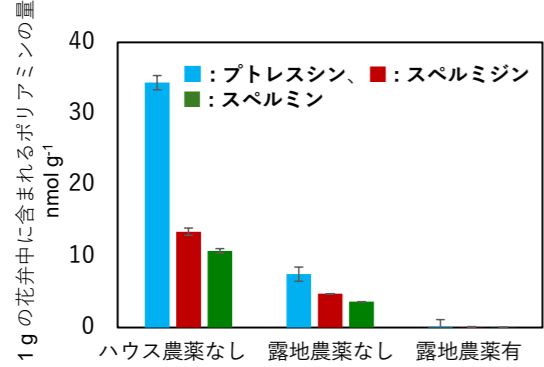


図7 栽培方法の違いによる Calendula 花弁中のポリアミン産生量比較



1gの花弁中に含まれるポリアミンの量

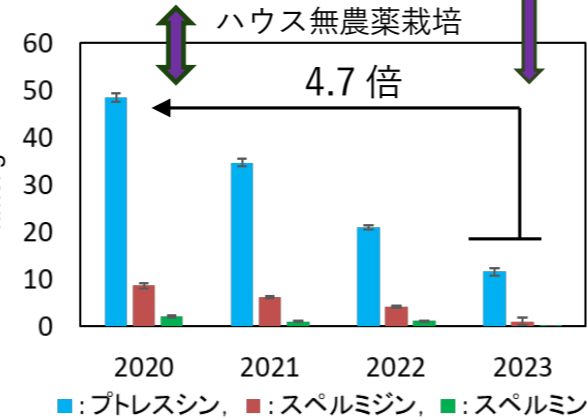


図6 Calendula 花弁中のポリアミン含有量

柚子種子、ティーツリー、ブドウ種子、オリーブ、グレープフルーツ種子から抽出した精油の抗酸化能を示しています。活性酸素によって惹き起こされる酸化ストレスは糖尿病、がん、アルツハイマーといった老化関連疾患や老化現象に深く関わっており、抗酸化物質は活性酸素からの生体防御に重要な役割を果たすと考えられています。オリーブオイルや柚子種子油といった植物油には脂溶性抗酸化物質が豊富に含まれており、活性酸素の除去に役立つと期待されています。

Calendula の精油は、2021年ではグレープフルーツの種子精油と同程度の抗酸化能がありましたが、2023年までに約半以下に低下していました。また、花弁の活性はハウス栽培、露地栽培共に無農薬栽培で高いこともわかりました。

(2) *Calendula* の抗酸化能力がなぜ 2020 年から 2023 年にかけて低下しているのかを探る。

Calendula に関する二つの抗酸化能の測定結果から、私たちはこれまで、*Calendula* と海塩の関係に注目していました。*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ないと考えたからです。昨年に発表した2020年産南房総市 *Calendula* の抗酸化能は、世界中で最も有名な産地であるエジプト産と大きな差がありませんでしたが、2021年、2022年2023年度の花では次第に活性が下がっていることがわかりました(図3, 4)。

①ポリアミンの産生量の低下

更に分析を行うと、ポリアミンの産生に大きな違いが出ていることがわかりました。

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。ポリトレスシン、ポリスペルミジン、ポリスペルミンと呼ばれる3種類の分子が良く知られています(図5)。ポリアミンは、年齢と共に体の中で産生が低下するので、食事などによって補うことが大事です。味噌や納豆などにたくさんポリアミンが含まれています。*Calendula* のような植物も同じです。ポリアミンの量が少なくなると、生命力に勢いが出てこなくなります。2019年、関東を直撃した台風19号は未曾有の被害をもたらした。塩害により、耕作放棄地も急増しました。しかし2020年に開花した *Calendula* は、12cmもある大輪の花をつけ、塩辛い葉っぱを茂らせていました。2023年度の花は6cm程度の直径で葉は塩辛くありませんでした。

図6に示すように、*Calendula* の花弁に含まれるポリアミン量は、2020→2023年度と減少し、総ポリアミン量は、2020/2023年度比で4.7倍以上高いことがわかりました。また、ポリアミンの産生量は、抗酸化能で得られた結果と同じように、ハウス農業なし栽培 > 露地農業なし栽培 > 露地農業有栽培の順に減少していました(図7)。

② *Calendula* に棲む海洋性細菌

Calendula の脂溶性、水溶性、中性(アルコール抽出成分)の成分や、ポリアミンなど、すべての活性成分が2020年度にさいた *Calendula* で著しく高いことがわかりました。これまで、大型台風=塩



図8 南房総市 *Calendula* の共生細菌

国連広報センター (UNIC: United Nations Information Centre)

1.5°Cの約束

南房総市 *Calendula* PJ Minamibosho City

SDGsに賛同・活動しています。 Building our dreams!

南房総市に咲く花 *Calendula* (金盞花) の奇跡の物語

図9 SDGs と SDG の理念



図10 *Calendula* の PR 活動

害と考えていることが多い自然災害ですが、2020年度産の *Calendula* の咲き方に奇跡的な何かを感じていた我々は、今年になって思いがけずに素晴らしい細菌の存在を見つけました。海洋性粘液細菌、プレシオシスティス・パシフィカが、2020年、2021年度の *Calendula* に非常に多く存在していました。

海洋粘液細菌は、陸生粘液細菌と同様に独特の構造を特徴とする生理活性天然産物を生産する可能性を秘めた、海洋薬物のほとんど未開発の貯蔵庫であると考えられます。

プレシオシスティス・パシフィカは、2003年に八丈島、西表島の太平洋沿岸で見出されました。この細菌が存在するのが、台風による偶然か、または、南房総市の自然に海からのギフトで定着したかは、さらに調査が必要ですが、いずれにせよ、この細菌がいてくれたことには間違いありません。本当に奇跡です。

このような資源を維持するような生活様式や農業技術は、今後の南房総市の発展と財産の一つになると確信しています。是非とも引き続き、十分な調査と分析を重ねたいと思います。

(3) 2023年度の活動

① SDGs と SDG の理念

私たちの研究室では、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 の理念そのものです。

気温上昇を止める 1.5°C の約束。国連と各国のメディアが共同で展

開する世界で初めてのキャンペーンに是非我々も参加したいと考えています。2023年度の成果は、南房総市に咲く *Calendula* の奇跡の物語として、メディアに取り上げていただき始めています。

③国内・国際学会とエコメッセ 2023 in ちばで *Calendula* の PR 活動
 2023年度は、千葉工大 HP、エコメッセ 2023 in ちば、ドイツ・ドレスデンでの国際学会、東京慈恵会医科大学での学会発表など多くの南房総×千葉工大南澤研究室の共同研究結果を発表してきました。そして、海洋性粘液細菌の発見まで、これまでに4つの奇跡を見つけました!

2024年度は、更に多くの国や人に、南房総市の魅力を発信していきたいと思ひます。

2023年度 表彰・マスコミ掲載など

- ・ ちいき新聞掲載 <https://www2.chicomicom.com/press/2017820/>
- ・ 日本生化学会関東支部例会 優秀発表賞 赤城紫音、(2023年6月10日、於 山梨大学医学部) 優秀発表賞 井澤浩大 (共同研究者 数藤俊輔)
- ・ 日本ポリアミン学会 優秀発表賞 赤城紫音、2023年12月22日-23日、於 明治薬科大学)



図11 表彰とマスコミ掲載