

関係人口
と協働する
【産業振興】

2024 地域産業資源 発掘プロジェクト 南房総市に 咲くカレン デュラの奇跡 を探る研究 総集編

Calendulaプロジェクト

2019－2024



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 磨優覧
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 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 南澤研究室 2 年 赤城 紫音, 井澤 浩大, 1 年 数藤 俊輔
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 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. 背景と目的

本PJにおける千葉工大南澤研究室の目的は、南房総市で栽培されるCalendula（カレンデュラ）の持つ機能を科学的に分析して、南房総市をかつてのように花畑でいっぱいにする貢献をすることです。なぜなら、南房総市は、海からの恩恵をたくさん受けて、本当に奇跡のような宝物であふれている場所だということが2019年から2024年度の研究で明らかになってきたからです。

2. 方法

これまでの研究で比較したお花の栽培方法を表1 (Table 1) に、分析方法を図1に示します。

3. 結果の紹介

(1) カレンデュラの大きさを見てください。

2019年に台風が直撃した翌年に咲いたカレンデュラは、直径が12 cmもある大きな花をつけ、塩辛い大きな肉厚の葉っぱを光らせていました。この年南房総市は、台風が直撃したことで多くの耕作放棄地を生み出したそうですが、カレンデュラは、元気いっぱいに咲いていました。それから2024年までのカレンデュラのお花を観察しました

が、直径は半分の6 cm、葉っぱは塩辛くなっていませんでした。それでも市販されているカレンデュラよりもずっと大きい美しい花ですが、台風直後の花の美しさが目に焼き付いています。

(2) カレンデュラの成分を探る。

研究の結果、カレンデュラには270種類以上の二次代謝物という成分が入っていることがわかりました。

中性成分を抽出するのはエタノールです。抗酸化、抗炎症、降圧作用など、さまざまな生理作用が報告されているケルセチンやカレンデュラフラボノイドなどのポリフェノール類が溶出します。脂溶性のn-ヘキサンで抽出されるのは、主に黄色または赤色の色素であるカロテン類やキサントフィル類が抽出されます。

これらの成分は、強い抗酸化作用を示し、活性酸素の発生を抑えて取り除く作用を示すといわれています。一方、水での抽出物には、水溶性の有機酸や糖、ポリアミンが含まれていました。

これらの物質は、植物自身や種子を様々な外的から守るための、植物が自己防衛機能で作り出している物質です。野菜や果物などの色素や苦み成分にも見られますので、私たちは食事から自然とこれらの成分を取り入れていることになります。

研究の目的 金盞花が著しく成長した要因とは

Table 1 金盞花の栽培条件					
栽培方法		露地栽培		ハウス栽培	
	農業の有無	有	無	有	無
年度	2020	×	×	×	○
	2021	×	○	×	○
	2022	○	○	×	○
	2023	○	○	×	○
	2024	○	○	○	×

機能性評価から検討

【研究の流れ】

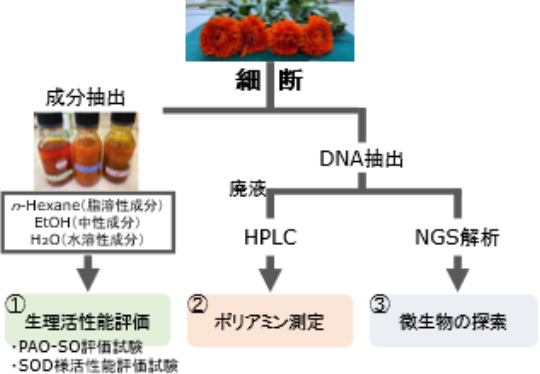


図1 2024年度産のCalendula分析方法



図2 2020年度産から2024年度産のカレンデュラの花の直径比較



図4 抗酸化作用の仕組み

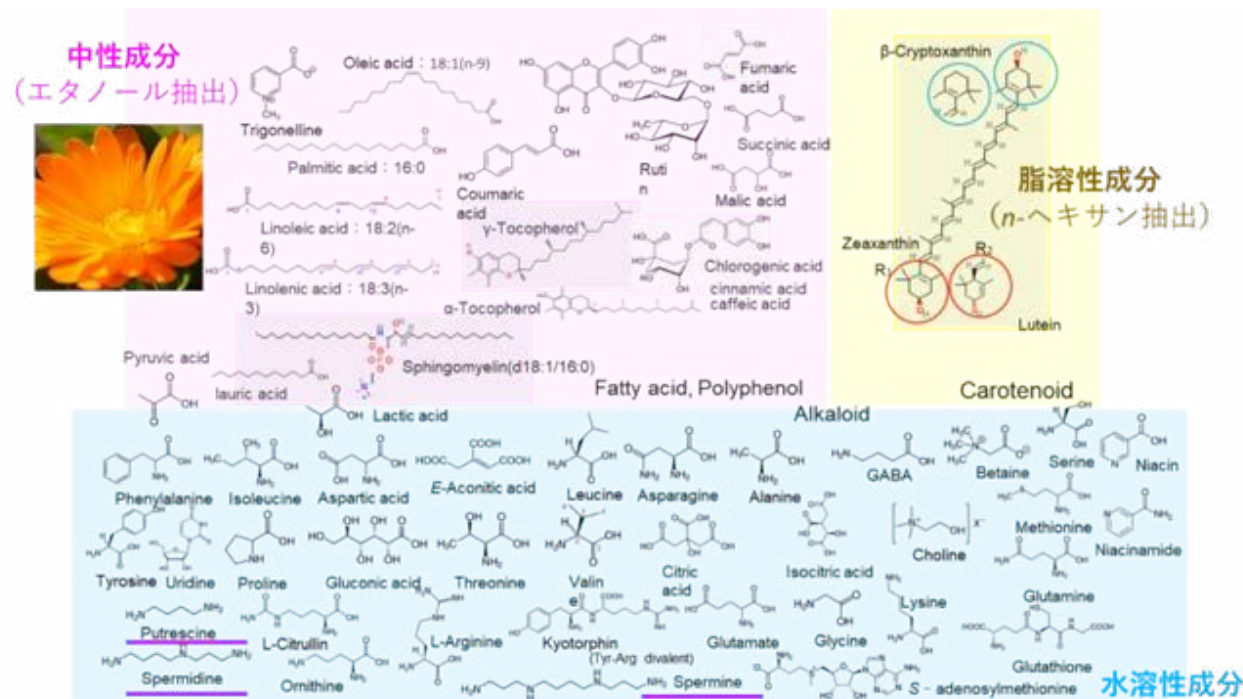


図3 カレンデュラの花の二次代謝物成分一例

(3) カレンデュラの抗酸化能は、どのくらいあるの？

これまで私たちは、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。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が、紫外線、生活因子、ストレスな

どで活性酸素が多く産生されすぎると、病気の発症や老化が促進されます(図4)。

①カレンデュラの抗酸化能評価試験

カレンデュラにSODの働きをカバーする力がどのくらいあるのかを、測定してきました。測定の方法は、水溶性成分と中性成分のSOD様抗酸化能と脂溶性成分だけを評価するPAO-SO試験という2種類

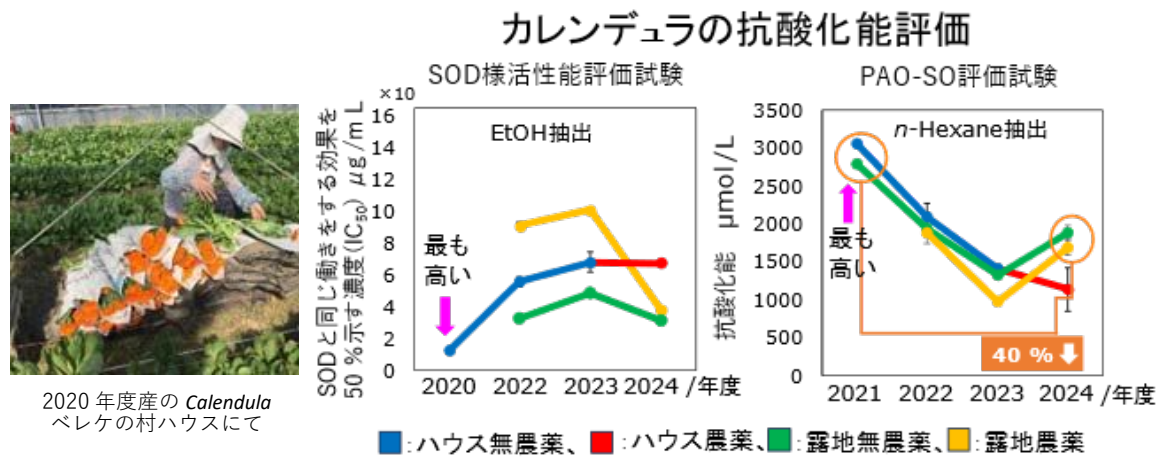
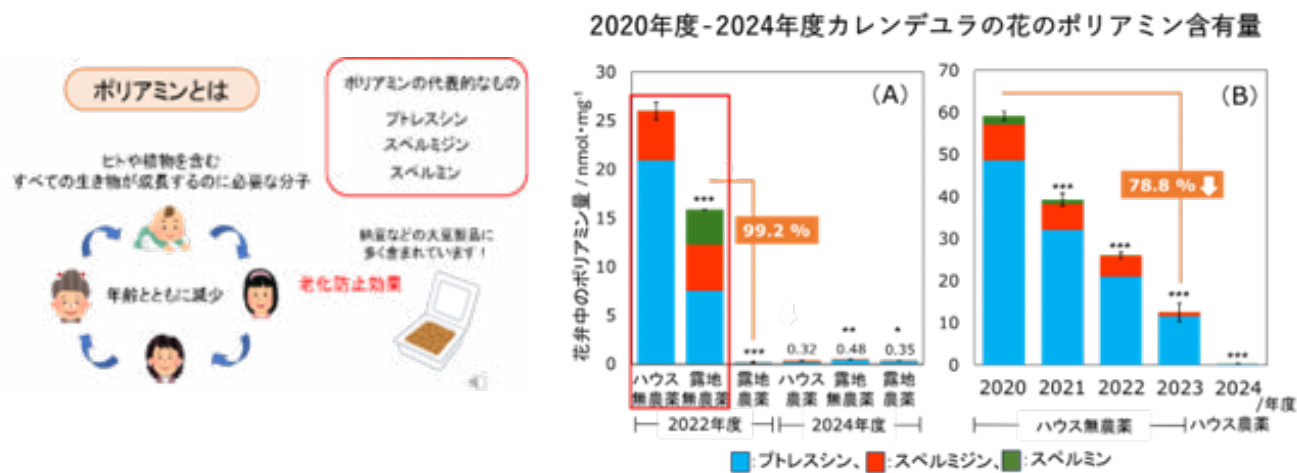
図5 栽培条件別の *SOD* 様活性能評価試験と *PAO-SO* 評価試験の経年変化

図6 命の源 ポリアミンの産生

図7 (A) 栽培条件別のポリアミン含有量、(B) ハウス栽培のポリアミン産生量経時変化

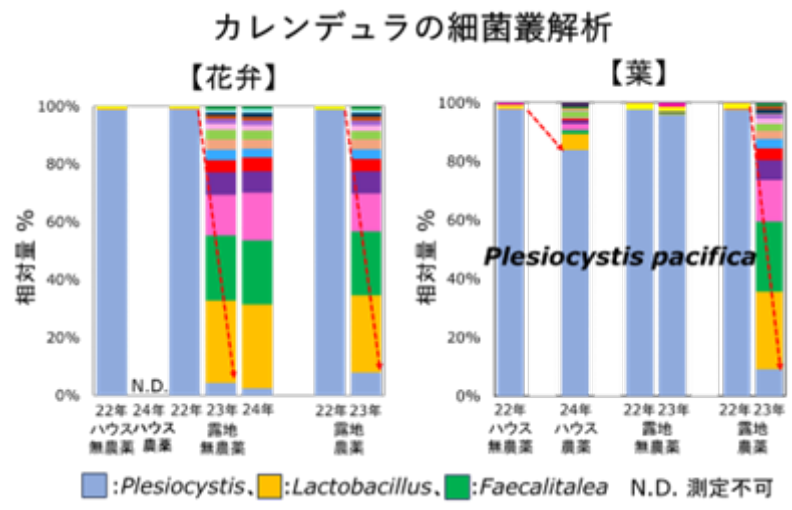


図8 カレンデュラの内生菌の存在相対量

写真4 *Calendula* の PR 活動

の抗酸化能試験を行ってきました。

私たちの研究室で 2020 ～ 2024 年度までの 4 年間にわたり測定してきたカレンデュラの花の抗酸化能力を図5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、*SOD* が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、数値が小さいほど少ない成分の投与量で効果があることになります。*PAO-SO* では、抗酸化能が高いほど数値が高くなります。二つの抗酸化能の測定結果では、2024 年までに 40% 以下に低下していました。また、抗酸化能は、ハウス栽培、露地栽培共に無農業栽培でのみ高くなることがわかりました。

②ポリアミンの産生量の低下

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し生物の成長に欠かせない分子です。ブトレスシン、スペルミジン、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6)。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のポリアミンが含まれています。カレンデュラも同じです。ポリアミンの量が少なくなると、生命力に勢いが出てなくなります。

図7に示すように、カレンデュラの花弁に含まれるポリアミン量は、(A) ハウス栽培・露地栽培とも無農業と農業アリでは 99% も減少して

しまうことがわかりました。また、(B) では、2020 年から 2023 年までハウス栽培のカレンデュラの花のポリアミン量が減少しており、2024 年に殺菌剤を活用するとポリアミン量はほぼなくなってしまうことがわかりました。切り花にした場合花の鮮度の維持が大きく違ってくるのが予想されます。

③カレンデュラに棲む海洋性細菌

カレンデュラの抗酸化力やポリアミンなど、すべての活性成分が 2020 年度で著しく高いことがわかりました。これまで、大型台風＝塩害と考えていることが多い自然災害ですが、2020 年度産のカレンデュラの咲き方に奇跡的な何かを感じていた我々は、カレンデュラに棲んでいる素晴らしい細菌を見つけ出しました。海洋性粘液細菌、プレシオシステリス・パンフィカです。この海洋粘液細菌は、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、**海洋薬物の未開発の貯蔵庫**ともいえる抗生物質のような二次代謝物を産生する細菌であると予想できます。

プレシオシステリス・パンフィカは、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、2024 年 3 月に調査した大房自然公園には、プレシオシステリス・パンフィカが棲んでいました。

プレシオシステリス・パンフィカは、海水に近い塩分の強い環境を好みます。特にポリアミンを産生する性質があり、殺菌剤などの農業

散布でたやすく死滅してしまうようです。図8にカレンデュラの花と葉に棲んでいるプレシオシステリス・パンフィカの経年変化を示します。

2022 年のカレンデュラの花、葉には未だたくさんのプレシオシステリス・パンフィカが住んでいることがわかります。2023 年ごろから急激にパンフィカが激減し、花弁では、最もパンフィカの存在比率が高かったハウス栽培でも、殺菌剤の使用で細菌叢の同定がむづかしくなっていました。

今後詳細に調べる必要がありますが、抗酸化能を示す二次代謝物やパンフィカが合成する抗生物質のような成分は、多くがポリアミンを骨格にしたり、ポリアミンの細胞内での寄与で産生したりします。ポリアミンは、ヒトも植物も細菌でも、必ず必要な物質です。

パンフィカの存在は、おそらく植物に病気をもたらすウイルスや、病原菌などを殺菌してくれる働きを持っていると考えられます。

パンフィカは、まだ研究が進んでいない海洋性粘液菌です。南房総市の独特な細菌になる可能性があります。

今、世界は環境の急激な変化で大きく生物多様性の維持に舵を切っています。これまでの世界観ではむづかしいことがたくさんあります。農林水産省では、2010 年と比較し、2050 年には 1.7 倍の食料需要量が予測され、将来的な食糧難が懸念されていると発表し、生物の本来の循環システムを取り戻さなければ、人の世が衰退していくことになりかねません。特に、抗生物質の使い過ぎで家畜の病気が増え、乱獲や環境の激変で魚類品種が絶滅の危機に瀕しています。それを

食べている人は、もっと深刻な事態になるかもしれません。南房総で見つけた、たった一つの細菌でも、私たちにこれだけ影響を及ぼせることがわかったのです。

生物多様性の回復を目指した農業や漁業が必要となっています。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。

4. 2024 年度の活動

① SDGs とその理念

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℃ 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。2024 年度の成果は、南房総市に咲くカレンデュラ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。

②国内・国際学会とエコ Messe 2024 in ちばでカレンデュラの PR 活動

2024 年度は、順天堂大学医学部での生化学学会、神戸でのポリアミン国際会議、幕張メッセ国際会議場でのエコ Messe 2024 in ちばで南房総市のカレンデュラに関する学術的、観光、移住、PR 等を南房総市の魅力を丸ごと国内外に向けて発信してきました。