

《様式B》

研究テーマ 「 水耕栽培を利用した高機能性サボテン生産技術の確立 」

研究責任者 所属機関名 中部大学

官職又は役職 講師

氏 名 堀部貴紀 メールアドレス t-horibe@isc.chubu.ac.jp

共同研究者 所属機関名 ジェイ・エヌ・エヌ株式会社

官職又は役職 取締役

氏 名 出口 美紀

(令和元年度募集) 第32回 助成研究 完了報告書

上記様式記載後

1. 実施内容および成果ならびに今後予想される効果の概要 (1, 000字程度)

※産業技術として実用化の可能性や特許出願 (予定も含む) の有無についてもご記載ください。

【本研究の目的】

- (1) 亜鉛・鉄・カルシウム・マグネシウムなどの含量を高めた高機能性サボテンの生産技術を確立する。
- (2) 自治体と連携し食用サボテンを健康食材として国内外に発信することで、地域の産業振興および農業活性化の一助となる。

【実施内容および成果】

(1) 食用サボテンの葉状茎を亜鉛、キレート鉄、カルシウム、マグネシウムを含む培養液にて水耕栽培し、娘茎節の発生や収量、蓄積したミネラル含量を調査した。その結果、可食部での蓄積量に関しては、水耕液組成の変更によりコントロール区と比較して亜鉛は約 12 倍(約 12.5 mg/100 gFW)、鉄は約 15 倍(約 5.1 mg/100 gFW)、カルシウムは約 1.5 倍(約 280 mg/100 gFW)に増加させることに成功した。特に亜鉛の蓄積量は他の食品と比較しても非常に高く、最も亜鉛含量の多い植物性食品の1つであるソラマメ(約 1.9 mg/100gFW 食品成分表より)の約 6 倍の値であった。

(2) 水耕栽培の一種であるれき耕栽培 (小石等での栽培) や、土壌の種類 (水田土壌および砂質土壌) が食用サボテンの生育に与える影響を調査した。その結果、れき耕栽培では湛液型水耕に比べて収量が増加した。れき耕栽培は湛液型水耕に比べて省力的であるため、食用サボテンの新たな栽培技術として期待できる。次に土壌の種類が生育に与える影響を調査したところ、一般的にサボテン科の植物は排水性の高い土壌が栽培に適すると言われるが、本試験では予想とは砂質土壌よりも水田土壌で収量が増加した。現在、休耕田にて栽培試験を行っているが、問題なく生育している。

(3) サボテンを利用したレシピや加工品の開発を実施。

企業(株式会社ビーファースト)とサボテンを使用したレシピ開発を行い、自治体職員を招いた試食会を開催した。また本研究で開発した栽培技術を用い、亜鉛を多量に含むサボテンの粉末を試作した。機能性食品素材としての利用を検討している。

【今後期待される効果の概要】

本研究により高機能性サボテンの生産技術を確立し、さらに自治体と連携した食用サボテン普及活動を実施した。2021年には農林水産省研究開発プラットフォーム「サボテン等多肉植物の潜在能力発掘と活用推進プラットフォーム」を設立し、現在も企業と連携した食用サボテンを活用した事業化を進めている。国内の需要を創出することで、食用サボテンの国内流通量を年間 1,000 トン（販売額 10 億円）まで増加させることが当面の目標である。

2. 実施内容および成果の説明 (A 4 で、5 ページ以内)

1. 食用ウチワサボテンの栽培技術の確立

1-1 食用サボテンのミネラル高含有化技術の開発

【目的】:水耕液の組成を制御することで、亜鉛・鉄・カルシウム・マグネシウムなどの含量を高めた高機能サボテンの生産技術を確立する。

【方法】:食用サボテンの葉状茎を亜鉛(50、200 ppm)、キレート鉄(50、200 ppm)、カルシウム(500、2000 ppm)、マグネシウム(500、2000 ppm)を含む培養液にて約3カ月水耕栽培し(3回繰り返し)、娘茎節の発生や生育速度に与える影響を調べた。また収穫したウチワサボテンを乾燥させ湿式分解を行った後、原子吸光度計を用いて、植物体内に蓄積したミネラル含量を測定した。

【結果および成果】:植物体の各部位におけるミネラル含量を測定すると、いずれの処理区でも水耕液にミネラルを添加することで植物体の含量も増加する傾向が観察された。根における亜鉛と鉄の蓄積濃度はハイパーアキュムレーターの定義(亜鉛:3,000 mg/kgDW、鉄:10,000 mg/kgDW)を大きく上回っていた。この結果は食用サボテンが高いミネラル蓄積能力を有すること示している。可食部での蓄積量に関しては、水耕液組成の変更によりコントロール区と比較して**亜鉛は約12倍(約12.5 mg/100 gFW)、鉄は約15倍(約5.1 mg/100 gFW)、カルシウムは約1.5倍(約280 mg/100 gFW)に増加させることに成功した**。特に亜鉛の蓄積量は他の食品と比較しても非常に高く、**最も亜鉛含量の多い植物性食品の1つであるソラマメ(約1.9 mg/100gFW 食品成分表より)の約6倍**の値であった。研究成果の一部は学会でも発表され、**日本生物環境工学会オンライン合同支部大会にて発表賞(協和ハイポニカ賞)を受賞した**。

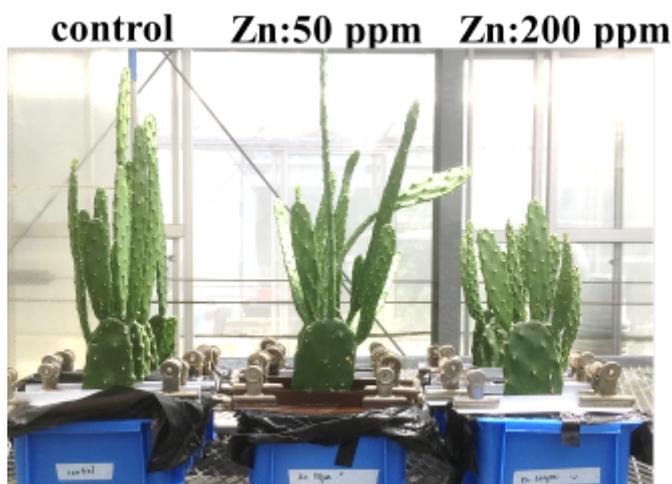


図1:栽培の様子(生育10週目)

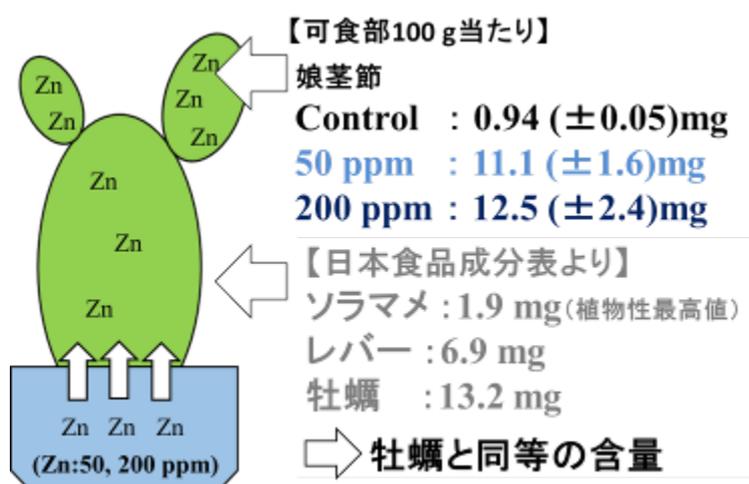


図2:水耕栽培による亜鉛含量の向上

1-2 れき耕栽培法の検討

【目的】: れき耕栽培がサボテンの生育や収量に与える影響を調査する。

【方法】: 市販の砂利を用いてサボテンのれき耕栽培を行い、灌水頻度が生育に与える影響を調査した。灌水頻度は月 1 回、月 2 回、月 4 回の 3 処理区である。なお培養液には市販の OAT ハウス A 処方 (推奨濃度) を用いた。

【結果および成果】: 全ての処理区においてサボテンは成長したが、灌水頻度が月 1 回、月 2 回の処理区で月 4 回の処理区よりも収量が高くなった。一般的に水耕栽培では藻の発生が大きな問題となっているが、月 1 回、月 2 回の処理区では一時的に水がなくなるために藻が枯死し、藻が繁茂することがなかった。また灌水頻度が月 1 回、月 2 回の処理区では、湛液型水耕時よりも収量が増加した。れき耕栽培では詳細な肥料濃度の調節 (機能性の向上) が可能であり、さらに湛液型水耕よりも省力的である。また従って、**れき耕栽培は食用サボテンの新たな栽培技術として期待できる。**



図 3 : 栽培の様子 (生育 8 週目)



図 4 : 発根の様子 (生育 10 週目)

1-3 土壌の種類が生育に与える影響の調査

【目的】: 水田土壌および砂質土壌が食用サボテンの生育に与える影響を調査。

【方法】: 水田土壌 (荒木田土) と砂質土壌 (桐生砂) を用いて栽培試験を行い、生育と収量を調査した。

【結果および成果】: 一般的にサボテン科の植物は排水性の高い土壌が栽培に適すると言われるが、本試験では予想とは砂質土壌よりも水田土壌で収量が増加した。国内における食用サボテン生産量の増加を目指す上では、休耕田での露地栽培も一つの選択肢である。本研究により、**食用サボテンの高い耐湿性と、休耕田での栽培可能性が示された。**現在、休耕田にて栽培試験を行っているが、問題なく生育している。

2. サボテンを使用したレシピ・加工品開発

【目的】:自治体と連携し食用サボテンを健康食材として国内外に発信することで、地域の産業振興および農業活性化の一助となる。

【結果および成果】:企業(株式会社ビーファースト)とサボテンを使用したレシピ開発を行い、自治体職員を招いた試食会を開催した。また本研究で開発した栽培技術を用い、亜鉛を多量に含むサボテンの粉末を試作した。試作した粉末は2021年10月に東京ビッグサイトで開催された「食品開発展 2021」にて展示している(綿半トレーディング株式会社と共同で実施)。2021年にはサボテンの研究および利活用の推進を目的とし、農林水産省研究開発プラットフォーム「サボテン等多肉植物の潜在能力発掘と活用推進プラットフォーム」を設立した(<https://sites.google.com/view/j-cactus-succulent-research>)。これまでに東海地域生物系先端技術研究会(NPO 東海生研)の援助により農林水産・食品産業技術振興協会(JATAFF)の予算を得て、自治体(春日井市)・複数の企業(観光業、食品加工業、化粧品製造業、輸入商社など)・生産者・メキシコ大使館等と、サボテンの食利用の普及や事業化に向けた会合も複数回実施している。2021年度「地域の観光資源の磨き上げを通じた域内連携促進に向けた実証事業(観光庁)」に採択された「ここからだキレイ de サボテン-City 事業(春日井市観光コンベンション協会)」では連携団体としてサボテンを活用した事業化にも取り組んでいる。



図5: 試作した粉末

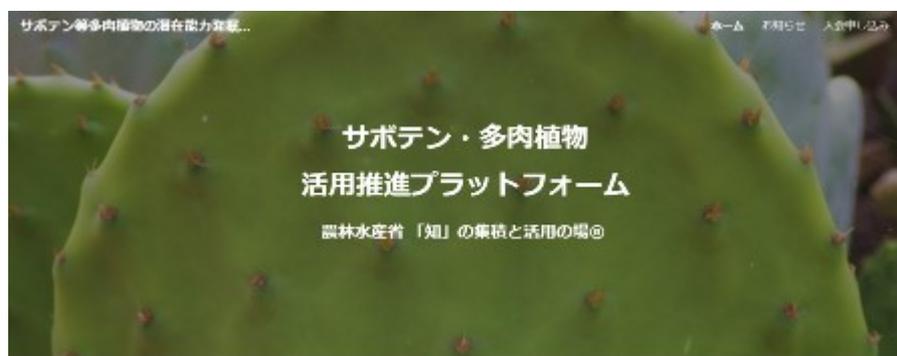


図6: 設立したプラットフォームのHP



図7: 食品開発展 2021 のブース



図8: 企業と試食会を開催

【著書】

・はるの まい, かすがいサボテンのおはなし (絵本), 一般社団法人春日井市観光コンベンション協会 発行, 2022年3月. (監修を担当)

【学術論文】

・堀部貴紀*. サボテンのトゲについての解説 (形態と機能), 中部大学生物機能開発研究所紀要, 第21号 pp 50-63, 2021

・Takanori Horibe*. Cactus as Crop Plant -Physiological Features, Uses and Cultivation-. Environmental Control in Biology, 59(1), pp1-12, 2021

【講演、シンポジウム、学会発表】

・堀部貴紀. サボテンのふしぎ, 令和3年度東部ゆうゆう学級 (小牧市), 愛知, 2022年1月26日

・堀部貴紀, 柘植尚志, 鈴木孝征, 香西はな, 田中守, 前島正義. サボテン・多肉植物活用推進プラットフォームの活動紹介, アグリビジネス創出フェア in 東海, オンライン, 2022年1月20日

・堀部貴紀, 柘植尚志, 鈴木孝征, 香西はな, 田中守, 前島正義. 中部大学サボテン科学研究会の研究シーズ, アグリビジネス創出フェア, 東京, 2021年11月23-26日

・堀部貴紀, 柘植尚志, 鈴木孝征, 香西はな, 田中守, 前島正義. 中部大学サボテン科学研究会の研究シーズおよび産学官連携活動, 「知」の集積と活用の中 産学官連携協議会 令和3年度ポスターセッション, オンライン, 2021年11月1-14日

・堀部貴紀, 柘植尚志, 鈴木孝征, 香西はな, 田中守, 前島正義. 中部大学サボテン科学研究会の研究シーズ, メッセナゴヤ2021, 愛知, 2021年11月10-13日

・堀部貴紀. サボテンを活用した事業化・社会貢献への道筋, SDGs AICHI EXPO 2021, 愛知, 2021年10月22-23日

・堀部貴紀. 驚異の生命力! 砂漠で生きる奇跡のスーパーフード・ウチワサボテン、その魅力について. 食品開発展2021, 東京, 2021年10月6日

・堀部貴紀, 服部紗奈, 浦航大, 澤野翔稀, 服部美雪, 古川諒, 松本拓己. ファイトレメディエーションへの利用を目指したウチワサボテンのカドミウム蓄積能力の評価. 園芸学会令和3年度秋季大会, オンライン, 2021年9月8-14日

・服部紗奈, 浦航大, 澤野翔稀, 服部美雪, 古川諒, 松本拓己, 堀部貴紀. 水耕栽培による食用サボテンの生産性および機能性の向上. 園芸学会令和3年度秋季大会, オンライン, 2021年9月8-14日

・香西はな, 田中守, 大井琴未, 柴田りさ子, 久田英里, 堀部貴紀. サボテンうどんの調製と官能評価. 日本調理科学会2021年度大会, オンライン, 2021年9月7-8日

・堀部貴紀, 大石美菜子, 加茂愛海, 高瀬幹太, 林亮佑, 山中 萌音. 水耕栽培による食用サボテンの生産性およびミネラル含量の向上. 園芸学会令和3年度春季大会, オンライン, 2021年3月21-30日

・佐藤良介, 佐藤心郎, 澤田有司, 平井優美, 榎元廣文, 朝比奈雅志, 堀部貴紀, 柘植尚志, 前島正義.

高い環境適応性をもつサボテンの代謝物の組成と組織内分布. 第 62 回 日本植物生理学会年会, オンライン, 2021 年 3 月 14-16 日

・堀部貴紀. サボテンの世界によろこそー研究及び地域との産学連携活動の紹介ー, アグリビジネス創出フェア in 東海・近畿, オンライン, 2021 年 1 月 21-27 日

・堀部 貴紀, 大石 美菜子, 加茂 愛海, 高瀬 幹太, 林 亮佑, 山中 萌音. ミネラルを高濃度に含有する食用サボテン生産の試み, 日本生物環境工学会オンライン合同支部大会, 2020 年 12 月 18 日

・堀部貴紀. サボテンと環境との関わり等について, 愛知県春日井市 地球温暖化防止月間啓発事業, 愛知, 2020 年 12 月 10~17 日

・Takanori Horibe. Edible cactus *Nopalea cochenillifera* is a hyperaccumulator of several heavy metals. Webinar on Plant science (EST), 2020 年 10 月 12 日.

<https://plantscience.endeavorresearchgroup.com/index.php>

【表彰】

・「協和ハイポニカ賞」. ○堀部貴紀, 大石美菜子, 加茂愛海, 高瀬幹太, 林亮佑, 山中 萌音. ミネラルを高濃度に含有する食用サボテン生産の試み, 日本生物環境工学会オンライン合同支部大会, 2020 年 12 月 18 日

【メディア出演・取材対応・番組制作協力】

・「インタビュー／サボテンがもたらす持続可能性ー地球温暖化防止や食糧危機に貢献」, 日刊工業新聞電子版〈地球環境・SDGs 特設サイト〉, 2022 年 2 月 14 日公開,

<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/e8e075a38d6668a344f6888f66a94f98>

・『ゴー！ゴー！キッチン戦隊クックルンーボくらまんぷく探偵団！“サボテン”ー』, NHK, 2021 年 10 月 22 日放送

・『まるっと！』, NHK, 2021 年 9 月 30 日放送

・「どうしてサボテンは枯れないの？ 夜の活動に秘密」, 日本経済新聞夕刊, 2021 年 7 月 10 日, <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC153C20V10C21A6000000/>

・「サボテンは世界を救う！」, EmbamexJPーMEXJAPON エピソード 49 ゲスト (メキシコ大使館 podcast) , <https://open.spotify.com/episode/4Gz5nV9gll2MdqU7ATlphS>, 2021 年 6 月 1 日

・「家でサボテン料理を作ろう」, 広報春日井 2021 年 3 月号 (インタビュー) , 2021 年 3 月 1 日

・「サボテン研究室 レシピ開発 地域で提供へ」, 読売新聞, 2020 年 11 月 19 日