



食用サボテンの腸内環境改善と免疫機能向上を確認

— サボテンの健康食品への需要拡大に期待 —

研究成果のポイント

- ・南米で野菜として食べられている平たい形のウチワサボテンの摂取により、糞便量が増加し、整腸作用をもつことを明らかにした。
- ・ウチワサボテンの摂取により腸内環境が改善され、糞便中の高分子糖タンパク質であるムチン^(注1)の量が増加することを明らかにした。
- ・ウチワサボテンの摂取により血清中の免疫グロブリン^(注2) (IgG および IgA) が有意に増加し、全身の免疫応答が強化されることを明らかにした。

発表概要

サボテンは驚異的な生命力、環境耐性、栽培特性から様々な条件でも栽培できる有用な植物で、栄養価も高く、特にミネラルや食物繊維を豊富に含んでいる。抗酸化作用や血糖値、中性脂肪、LDL-コレステロールを下げる作用が報告され、動脈硬化や糖尿病などの生活習慣病の予防あるいは改善効果が期待されている。腸内環境や免疫機能の調節が健康維持に重要な役割を果たすことも明らかになってきており、腸内フローラ^(注3)や免疫機能に与える影響についても注目されている。しかし、免疫機能や腸内環境への影響に関する研究はほとんど行われていなかった。

中部大学大学院応用生物学研究科の横山さや香大学院生と食品栄養科学科管理栄養科学専攻及びサボテン・多肉植物研究センターの田中守准教授は、このたび食用サボテンであるウチワサボテンの摂取が免疫機能や腸内環境に及ぼす影響を動物実験で詳しく調べた。

具体的にはウチワサボテンの小型種であるノパレア・コケニリフェラをマウスに継続的に摂取させ、腸内環境を改善し、腸管バリア機能を高めることを初めて明らかにした。特に、糞便中のムチン含有量が増加し、盲腸内容物の水素イオン濃度指数 (pH) が低下するなど、整腸作用が認められた。また血清中免疫グロブリン (IgG と IgA) の有意な増加が確認され、全身免疫応答の強化作用をもつことも明らかとなった。本研究成果は、愛知県春日井市の地域資源である「食べるサボテン」の新たな健康効果を科学的に証明した。今後の食品開発や健康促進の分野での活用、地域ブランド強化に向けた重要な一歩になることが期待される。

研究内容

これまでに研究チームは、ウチワサボテンの摂取がマウスの腸内フローラを介して自然免疫^(注4)機能や獲得免疫^(注5)機能を制御することを明らかにしてきた。今回の研究では、アレルギー反応などに関わる免疫系（Th2型免疫応答）が活性化しやすい実験動物のBALB/cマウス^(注6)にウチワサボテン添加食を与え、腸内環境および免疫機能に及ぼす経時的変化を明らかにすることを目的とした。

マウスにウチワサボテンであるノパレア・コケニリフェラのパウダー（略称NCP）を5%または10%添加した飼料を28日間与え、その影響を調べた。サボテンを摂取させていない対照群の8匹（Control）と比較して、サボテンを摂取させた群の16匹（5%NCP 8匹、10%NCP 8匹）では、腸内から分泌され糞便中に排泄されたムチンが増加した。ムチンは腸の表面を覆い、外からのウイルスや細菌の侵入を防ぐ“バリア”のような役割を担っている。特に10%のNCPを与えた群では、7日後から明確な増加がみられた（図1）。

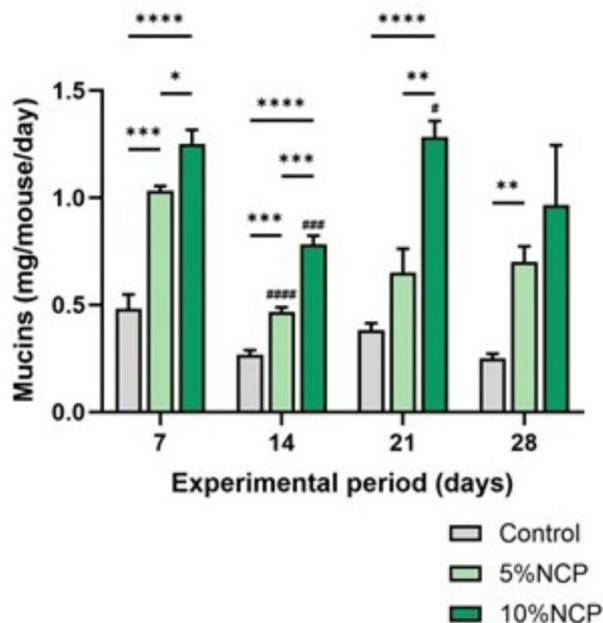


図1. 7日毎の糞便中ムチン含有量

■はコントロール食、■5%のウチワサボテンパウダーを与えた群、■10%のウチワサボテンパウダーを与えた群

一方、糞便中に含まれるIgAは一時的に減少したものの、血清中の免疫グロブリン（IgAおよびIgG）は経時的に増加し、全身性の免疫機能が活性化された可能性が示された。

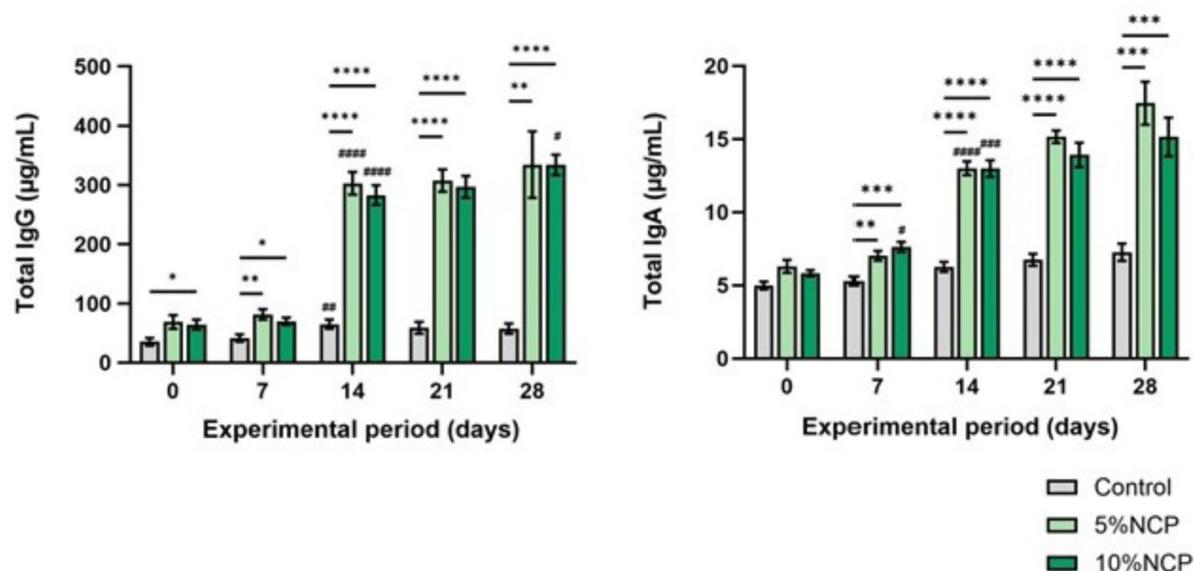


図2. 7日毎の血清中 IgG および IgA 濃度

■はコントロール食、■5%のウチワサボテンパウダーを与えた群、■10%のウチワサボテンパウダーを与えた群

さらに糞便重量が増加し、盲腸内容物の pH が低下したことから、腸内環境の変化と整腸作用が確認された。これまで、サボテンの抗酸化作用や血糖値の調節作用などは知られていたが、本研究では、“腸のバリア機能や免疫系への影響”を時間軸で詳細に検討した初めての報告である。今回の研究成果は国際的な医療学術誌『Drug Discoveries & Therapeutics』の最新号に掲載された。

論文情報

雑誌名 : Drug Discoveries & Therapeutics

題名 : Dietary supplementation with *Nopalea cochenillifera* enhances fecal mucin production and modulates serum immunoglobulin levels in a dose- and time-dependent manner in BALB/c mice

著者名 : Sayaka Yokoyama, Hana Kozai, Amane Kikuchi, Suzuno Ota, Takanori Horibe, Mamoru Tanaka

DOI: 10.5582/ddt.2025.01013

URL: <https://doi.org/10.5582/ddt.2025.01013>

研究助成

本研究は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター（生研支援センター）が実施する「オープンイノベーション研究・実用化推進事業」（JPJ011937）の支援を受けて行った。

(用語解説)

(注1) ムチン

腸の表面を覆う粘膜層を構成する主成分であり、ウイルスや細菌などの侵入を防ぐ“バリア”の役割を果たす糖タンパク質。

(注2) 免疫グロブリン

ウイルスや細菌などの異物を認識し、排除するために働く抗体の総称で、血液や粘膜に存在する。主な種類には、粘膜表面で感染防御に関与する IgA、血液中で長期的な免疫を担う IgG、感染初期に素早く反応する IgM があり、それぞれ異なる役割を果たす。

(注3) 腸内フローラ

腸内に生息する多種多様な微生物群の総称で、主に細菌で構成される。腸内フローラは食物繊維などを代謝して短鎖脂肪酸を産生し、腸内環境の維持や免疫機能の調節に重要な役割を果たす。

(注4) 自然免疫

自然免疫は、ヒトが生まれながらに備えている免疫機能で、細菌やウイルスのような病原体が体内に侵入した際、速やかに反応して感染を抑える役割を果たす。

(注5) 獲得免疫

獲得免疫は、自然免疫とは異なり、生まれた後に病原菌や毒素といった異物に触れることで、獲得する抗原特異的な免疫機構。この仕組みは一度記憶した病原菌の情報を活用し、再び同じ異物が侵入して際に、より素早く効率的に対処できるようになる。

(注6) BALB/c マウス

メラニン色素が生成されにくい遺伝性疾患である眼皮膚白皮症（アルビノ）のマウスの近親交配を繰り返した系統（近交系）。毛色が白色で視覚的に識別しやすい。近交系であることから遺伝的背景が均一で実験結果の再現性が高く、免疫応答、がん感受性、アレルギー傾向などの特徴を活かして、さまざまな研究目的や実験条件で用いられている。

◆田中守准教授のコメント

サボテンの食品としての機能性には大きな可能性があるかと確信しています。これまで、サボテンには抗酸化能や糖質・脂質代謝の改善効果が報告されてきましたが、腸内環境や免疫機能への影響については十分に明らかになっていませんでした。今回の研究では、ウチワサボテン摂取が腸のバリア機能や全身性免疫応答に経時的な影響を及ぼす可能性を明らかにすることができました。この成果により、サボテンの新たな魅力が科学的に裏付けられ、“サボテンを日本の食卓に”という私たちの目標に向けて大きな一歩を踏み出すことができたと考えています。

◆サボテン・多肉植物研究センター 堀部貴紀センター長のコメント

中部大学ではこれまでサボテンの基礎・応用研究を実施し、2021年に自治体（愛知県春日井市）や複数の民間企業と共同でサボテンの利活用推進を目的としたプラットフォーム「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^{※1}」を設立、2024年には「中部大学 サボテン・多肉植物研究センター^{※3}」を設立するなど、サボテンの活用推進に向けた基盤を構築してきました。

気候変動や人口増加への対応が喫緊の課題である現在において、驚異的な生命力をもつサボテンは新しい作物として世界で注目を集めており、食品・家畜飼料・加工品原料として30カ国以上で栽培されています。また2017年には、国連食糧農業機関が「サボテンは食料安全保障問題の解決に貢献しうる」との見解を表明しています。サボテンには用途の広さ、環境ストレス耐性、栽培の容易さ、健康機能性などたくさんの強みがありますが、まだまだ未知の可能性を秘めています。本センターでは、サボテンの潜在能力を科学的に解明し、研究成果を発信し、企業等と共に開発した製品を社会に実装していくことで、日本の農業・食品産業の活性化や環境問題の解決に貢献して参ります。



※1 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：中部大学が中心となり、サボテンや多肉植物の基礎・応用研究と活用推進に向けて、様々な分野間での情報交換を進め、産学共同研究を促進する基盤を構築するために、NPO 法人東海地域生物系先端技術研究会の協力を得て2021年に設立した組織。14の企業や団体などで構成する。

<https://sites.google.com/view/j-cactus-succulent-research>

下図：プラットフォームの取組を紹介するポスター（農林水産省作成：無断転載・加工禁止）

食用サボテン、
はじめました

地球の未来を救う食用サボテン
サボテンが地球の未来を救う可能性を秘めていることをご存じでしょうか？
気候変動や人口増加への対応が喫緊の課題である現在において、驚異的な生命力をもつサボテンは新しい作物として世界で注目を集めており、食品・家畜飼料・加工品原料として30カ国以上で栽培されています。また2017年には、国連食糧農業機関が「食用サボテンは世界の食料危機の大部分を救う答えになり得る」との見解を表明しています。
サボテンには用途の広さ、栽培の容易さ、豊富な栄養等たくさんの強みがありますが、まだまだ未知の可能性を秘めています。本プラットフォームは、サボテンの潜在能力を科学的に解明し、研究成果と開発した製品を社会に実装していくことで、日本の農業・食品産業の活性化や環境問題の解決に貢献することを目指しています。

※Inglese, P et al., (2017), Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO.

研究する最先端
産学官連携の新しいカタチ
知の集積と活用の場
産学官連携協議会

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

農林水産省

※2 オープンイノベーション研究・実用化推進事業：国の重要政策の推進や現場課題の解決に資するイノベーションを創出し、社会実装を加速するための、提案公募型の研究開発事業。

※3 中部大学 サボテン・多肉植物研究センター：(1)サボテン・多肉植物を活用した脱炭素技術や持続可能な食料・飼料生産システムの開発研究、(2)国内外の研究機関、民間企業等との共同研究、(3)研究成果の発信等の事業を行い、サボテンや多肉植物の潜在能力を最大限に活用することで「持続可能な社会」の実現を目指した取組を実施。



【お問い合わせ先】

(研究内容に関すること)

田中 守 中部大学応用生物学部 食品栄養科学科 准教授(サボテン・多肉植物研究センター所属)

TEL : 0568-51-9225

E-mail : m-tanaka@fsc.chubu.ac.jp

(サボテン・多肉植物研究センターの取組について)

堀部 貴紀 中部大学応用生物学部 環境生物科学科 准教授(サボテン・多肉植物研究センター センター長)

TEL : 0568-51-9123

E-mail : t-horibe@fsc.chubu.ac.jp

(報道について)

中部大学 入試・広報センター

TEL : 0568-51-5541

E-mail : chubu-info@fsc.chubu.ac.jp

~~~~~

## 参考. サボテンの利活用を推進する意義 (国内外における課題とサボテンの貢献)

サボテンの活用は気候変動、農業従事者の減少と高齢化、農作放棄地の拡大等、農林水産業・食品産業における課題の解決に貢献する。以下に具体的事例を列記する。

(1) 地球温暖化・世界人口の増加 : 世界の気温が 21 世紀末には最大 2.6~4.8℃上昇し、作物の結実阻害と品質低下、病虫害の大量発生を招く (政府間パネル IPCC 予測)。2050 年には世界人口は約 100 億人に達し、食料増産 (現在の 1.6 倍) の必要性が生じる。

→サボテンは 40℃を越える高温下・乾燥~多雨環境で生育可能であり、地球温暖化に対応できる。また砂漠のような乾燥地帯だけでなく、雨量の多い東南アジアなどでも旺盛に成長できる種類があり、産業利用が進められている。世界 30 カ国で食材として利用されており、2017 年には国連食糧農業機関 (FAO) が「サボテンが世界の食料危機を救う作物になりうる」との見解を表明 (食料として国際的な位置づけ)。

(2) 我が国における農地面積の減少、農業者の高齢化 : 農地面積は最大であった 1961 年に比べて約 172 万 ha 減少し、一方で耕作放棄地面積は増加している。

→サボテンは種子ではなく成熟茎節から栄養繁殖するため、毎年播種する必要がない (生産管理の軽減)。また農機が不要で初期投資が少なく、かつ省力的な栽培が可能であり、高齢化が進む地域での栽培も可能である (荒廃農地・耕作放棄地の再活用)。

(3) 我が国の食料自給率の長期的低下傾向：農林水産省統計 2021 年度ではカロリーベースで 38%、生産額ベースで 69%、飼料自給率 25%。

→サボテンは過酷な条件で栽培できる有用な野菜・飼料の候補となる（農産物自給率向上）。

(4) 化学農薬および化学肥料の使用量低減。

→作物栽培には病虫害防除のための農薬が不可欠だが、我が国では病虫害によるサボテンの被害はほとんど報告されておらず、化学農薬の散布をあまり必要としない。また低栄養土や岩場でも栽培が可能であり、化学肥料を施す必要がない（化学農薬と化学肥料の使用量削減）。

(5) 農林水産業の CO<sub>2</sub> ゼロエミッション化の実現

→荒廃農地・耕作放棄地の再活用による CO<sub>2</sub> 吸収の増加が可能。ウチワサボテンは 5m 以上に生育しバイオマスが大きい。また CO<sub>2</sub> 吸収量はスギやヒノキと比較しても高く、森林火災のリスクが非常に低い。さらに乾燥地だけでなくカンボジア等の多雨地域でも旺盛に生育できる。

### 【サボテンの食料としての位置づけと SDGs 目標達成への貢献（14 の課題に寄与）】

