



『サボテンは世界をつくり出す』 ~「緑の哲学者」の知られざる生態

堀部 貴紀 著

朝日新聞出版（朝日新書）

2025/10 248p 1,045 円（税込）

- 第1章 「センス・オブ・ワンダー」を探して
 - 第2章 サボテンの聖地、メキシコへ
 - 第3章 サボテンの驚異の生態
 - 第4章 サボテンは救世主——食料可能性、地球温暖化防止
 - 第5章 サボテンをどう学ぶ?——大学研究室から
 - 第6章 人はなぜサボテンに惹かれるのか?
- おわりに そして、サボテン人生は続く

【イントロダクション】

日本で「サボテン」と言えば、トゲを持った珍奇な外見の「観葉植物」というイメージが強い。しかし、世界ではサボテンを食用とする地域も多く、乾燥や高温といった過酷な環境下でも育つことから「世界の食料危機を救う」作物として注目されている。さらに、CO₂の固定や汚染土壌の浄化に役立つ可能性もあるようだ。本書は、日本で唯一のサボテン学者である著者が、フィールドワークや研究室でのエピソードを交えつつ、サボテンの特殊な生態や能力について詳述している。サボテンは水を大量に含むことから、家畜の飼料として与えると家畜の飲水量が減り、節水効果があるという。また、サボテンはCO₂をシュウ酸カルシウムとして体内に蓄積する能力を持っており、枯死後も100年から100万年という長いスパンでCO₂を土壌に固定できる。さらに、重金属による土壌汚染を植物によって浄化する「ファイトレメディエーション」への応用も期待されている。著者は、中部大学応用生物学部准教授。専門は園芸学、植物生理学。自治体や民間企業とサボテンの活用を推進する取り組みを多数行っている。

●日本では誰も研究していない植物の研究室を立ち上げる

「これからどんな研究をしようか?」。2014年の春、悩んでいた時、たまたま行ったお祭りで、僕の新たな研究テーマが決まった。僕が勤務していた地域は、全国的に有名なサボテン産地で、毎年春にはサボテンをテーマにしたお祭りが開催されていた。そのお祭りでは、食用サボテンを使った料理を提供する屋台がいくつも並んでいた。

サボテンを口にした瞬間、これまでに味わったことのない新しい風味が広がった。この瞬間、サボテンの持つ未知の可能性に魅了され、これが僕の新しい研究テーマへとつながる予感がしたのだ。

2015年4月、僕は中部大学で教員として採用され、サボテン研究を中心とした研究室を立ち上げた。研究を始めてしばらくは非常に苦労した。なぜなら、日本では誰も研究していない植物であり、サボテンについて十分に学べる資料がほとんど存在しなかったからだ。

●家畜の飼料として利用することで「節水効果」を発揮

2017年、国連食糧農業機関（FAO）は「サボテンは世界の食料危機を救う作物にな

りうる」との見解を示した。現在、世界の陸地のおよそ40%が乾燥地帯とされ、そこには20億人以上が暮らしている。国連の予測では、2050年までに世界人口は約100億人に達するとされており、それに伴って全人口を養うためには、食料生産を現在の1.6倍以上に増やす必要があると見込まれている。こうした状況の中、「サボテン」が、にわかに関心を集めるようになってきている。

日本ではあまり知られていないが、実はサボテンは世界各地で広く栽培されており、食品や加工品の原料としてはもちろん、家畜の飼料としても利用されている作物である。

サボテンは、乾燥や高温といった過酷な環境下でも安定して成長する能力を持っている。背景には、サボテン特有の生理的・構造的な特徴がある。たとえば、体内に発達した貯水組織を備え、表面は厚いクチクラ層で覆われている。また、「CAM型光合成」と呼ばれる特殊な光合成機構を用いることで、夜間に気孔を開いて二酸化炭素を取り込み、水分の蒸散を最小限に抑える仕組みも備えている。

たとえば、ウチワサボテンの栽培に必要な水の量はコムギやイネなどの主要作物に比べて4分の1以下で済む。また、ウチワサボテンは適切な気温条件下では、1日に約1センチメートル成長することもあり、そのスピードは他の作物と比べても遜色ない。

サボテンを家畜の飼料として利用することには、さまざまな利点があるが、その中でも特筆すべきは「水の節約効果」である。2020年に発表された研究では、ヤギの飼料の42%をサボテンのサイレージ（発酵飼料）に置き換えることで、サボテンを与えていないヤギに比べて60%以上の飲水量の削減が見られた。これは、サボテンが水分を豊富に含み、消化過程で体内の水分要求を満たしているためと推察される。

また、サボテンには栽培面での多くのメリットがある。特に乾燥・半乾燥地域では、農機や資材などの初期投資が少なく、他の作物と比較して高い収益を得ることができる。加えて、サボテンは多年生植物であり、温暖な地域では年間を通じて成長を続けるため、継続的に飼料を供給できる。この特性により、サイレージの調製や保存にかかるコストも削減できる。

●二酸化炭素を「鉱物」に変換して体内に固定

サボテンには空気中の二酸化炭素を「鉱物」へと変換する性質があり、それは乾燥地における炭素循環でも重要な役割を果たしていることが分かっている。ここでは、サワロサボテンに含まれるシュウ酸カルシウム結晶に注目して行われた研究を紹介する。

たとえば、高さ6メートル、枝を含めた全長が9メートルほどの平均的な個体には、3キログラム以上の結晶が含まれていることが調査で明らかになっている。サボテンが豊富に生えている地域では、1平方メートルあたりに、およそ40グラムの炭素原子が、サワロサボテン体内のシュウ酸カルシウム結晶の中に固定されていることが推定された。

では、こうして体内に蓄積された結晶は、その後どうなるのだろうか。サワロサボテンはやがて寿命を迎えて枯死する。すると、茎に含まれていたシュウ酸カルシウムは土壌へと移行し、微生物の働きによって10年から20年ほどかけて、より安定な鉱物である炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）に変化する。この炭酸カルシウムは極めて安定した物質で、いったん土壌に沈着すれば、100年から100万年という長いスパンでその場にとどまり続ける。

興味深いのは、この性質がサワロサボテンに限られたものではないという点である。実際、ほとんどのサボテン種が、体内に大量のシュウ酸カルシウムを蓄積する能力を持っている。

樹木は光合成を通じて CO_2 を取り込み、自らの体を形作るための材料として使う。セルロースなどの有機物として固定された CO_2 は、木が成長するにつれて蓄積されて

いく。しかし、倒木は微生物の働きによって分解され、体内に固定されていた CO₂ は再び大気中へと放出される。いわば、「プラスマイナスゼロ」なのである。

サボテンに固定された CO₂ の多くは、サボテンが枯死すると再び大気中に放出される。しかし、シュウ酸カルシウムや炭酸カルシウムの形で取り込まれた CO₂ は、植物が枯死しても安定した状態で土壌に残り続ける。このため、サボテンのライフサイクル全体を通じて、「CO₂ 収支がマイナス」となるのである。

僕の研究室では新たな試みに取り組んでいる。それは、サボテンの体内で形成されるシュウ酸カルシウム結晶の量を意図的に増やす技術の開発である。栽培環境を制御することで、サボテン内部の結晶量を約 2.5 倍に増加させることに成功した。このような成果がさらに進展すれば、サボテンを利用した革新的な CO₂ 固定技術が現実のものとなることが期待される。

●カドミウムやヒ素などによる汚染土壌を浄化

近年、重金属や残留農薬などの有害物質による汚染土壌の浄化手法として、植物を利用した環境修復技術、いわゆるファイトレメディエーションに注目が集まっている。僕は、サボテンをファイトレメディエーションに応用する可能性に目を向けた。注目したのが、乾燥や高温に強く、5メートル以上にまで成長するウチワサボテンだった。

自前の水耕栽培装置にサボテンをセットした。今回は、特に注目している有害重金属、カドミウムを使用することに決めた。カドミウムは、日本をはじめとする世界各地で土壌汚染の原因となり、その毒性が広く問題視されている金属だ。培養液のカドミウム濃度は、日本の土壌環境基準値に基づき、通常の土壌で観察される数値の 100 倍から 1 万倍に設定した。非常に高い濃度だったので、「おそらくどれも生き残らないだろう」と思っていた。しかし、なんと3か月たっても、サボテンは枯死せず、すべての処理濃度で成長を続けていた。

サボテンの茎には、乾燥重1グラムあたり 500 マイクログラム以上という、超高濃度のカドミウムが蓄積されていた。重金属を大量に蓄積することのできる植物は「超集積植物」と呼ばれ、カドミウムの場合、その基準は「乾燥重1グラムあたり 100 マイクログラム以上」とされている。驚くべきことに、サボテンはこの基準を大きく上回り、5 倍以上ものカドミウムを蓄積していた。

その後、さらに鉛、ヒ素、水銀など、さまざまな重金属について同様の試験を行ったが、サボテンはそのほとんどで耐性を示し、生き残ることができた。生物にとって有害な重金属にもこれほど強い耐性を持っていることは、これまで世界的にも知られていなかった事実だ。実験を進めるたびに、サボテンの驚異的な能力とその可能性に改めて驚かされている。

コメント：著者は、日本では研究が進んでいないサボテンについて調査するために、原産地であるメキシコや、食用として定着しているイタリアなどさまざまな地域を訪れ、フィールドワークを重ねている。砂漠にそびえるサワロサボテン、色鮮やかな果実をつけるサボテン畑、また実験室で汚染培養液に耐える姿などは、観賞用の鉢植えサボテンのイメージとはまったく異なるものだ。サボテンの存在は、生物の多様性や環境への適応戦略だけでなく、人間と植物のかかわり、現地の人たちの歴史や宗教、暮らしの知恵といった文化をも教えてくれる。「緑の哲学者」という呼称には、その多面的な魅力が詰まっている。