

東南アジアにおけるキャッサバ栽培

～現状分析と国際共同研究の展望～

国際農林水産業研究センター 熱帯・島嶼研究拠点
研究員とくなが ひろき
徳永 浩樹

はじめに

キャッサバはトウダイグサ科イモノキ属の低木で主に塊根（イモ）が収穫対象となる。日本ではあまり一般的ではないが、世界的にはジャガイモやサツマイモと並んで重要な芋作物である。熱帯・亜熱帯地域ではおよそ8億人の食料となっており、近年ではキャッサバのイモから作られる澱粉は食品・工業用にも利用されている。キャッサバ由来のタピオカ粉は無味無臭、透明、独特な粘り気のもちもちとした食感を持ち、実は日本でも様々な料理や食品に使用されている。一時ブームとなったタピオカをはじめ、冷凍うどん等の麺類のコシや粘り、ポンデケージョやそれに類するもちもちパンの独特な食感はキャッサバ澱粉の特性が生み出している。さらに製紙や接着剤、バイオエタノール等の原料としても重宝される工業用澱粉でもある。そのキャッサバであるが、日本国内でほとんど栽培されておらず、主に東南アジアからの輸入に頼っている。本稿ではキャッサバの世界的及び東南アジアの位置付けや、病虫害対策の問題点、そして著者のこれまでの、そして今後の東南アジア諸国との共同研究とその展望について紹介する。

世界及び東南アジアにおけるキャッサバの生産状況

2022年のFAOによる世界におけるイモ類の生産の統計を表1に取りまとめた^{1) 2)}。キャッサバは熱帯・亜熱帯で広く栽培されており、栽培面積3200万ヘクタールに達し、世界主要食用作物で7番目になる（表1）。総生産量は3億3000万トンであり、乾物重に換算すると1億3300万トンとなり、これはジャガイモの生産量を上回る。地域別の生産量をみると、アフリカが2億900万トン（63%）で最も多く、アジアが9600万トン（29%）、南米が2600万トン（7.8%）と続く（図1）。国別ではナイジェリア、コンゴ共和国、タイ、ガーナの順で多く生産されている（表2）。

1961年から2022年までの60年間における生産量の推移を見ると、アフリカでは6.6倍、アジアでは5.3倍にも増加している（図2 A）。一方で、南米では1.2倍にとどまっており、大きな増加は見られない。アフリカでは現在も生産量が増加傾向にあり、栽培面積が4.6倍、収量は1.4倍で、生産量増加は栽培面積の拡大が主要因であると言える（図2 B）。アジアでは栽培面積が1.9倍程度の増加であったのに対して収量は2.7倍にも増加しており、特に1990年代から2000年代にかけて収量が急激に増大したのが特徴で

表1 世界におけるイモ類の生産状況（資料：FAO 2022年統計）

	栽培面積 (x10 ⁶ ha)	生産量 (x10 ⁶ t)	収量 (t/ha)	水分率* ¹ (%)	乾物生産量 (x10 ⁶ t)
キャッサバ	32	330	10.3	59.7	133
バレイショ	17.8	375	21.1	80* ²	75
サツマイモ	7.25	86.4	11.9	77.3	19.6
ヤムイモ	10.4	88.3	8.49	69.6	26.8
タロイモ	2.48	17.7	7.15	70.6	5.2

*1 水分率はVersus (<https://versus.com/en>) を参照。

*2 種類を分類せずに簡便的に80%として計算した。各水分率: Red potato 81.0%、Russet potato 78.6%、White potato 80.4%。

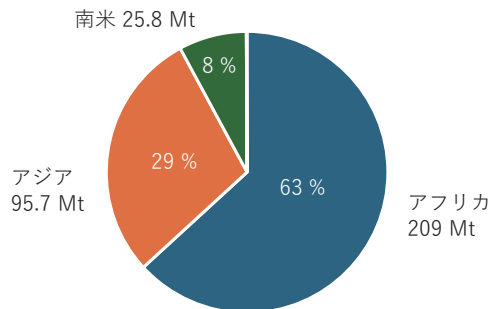


図1 世界の各地域におけるキャッサバの年間生産量（x 10⁶ ton）

円グラフ内の数字は世界全体に対する割合（%）。
資料：FAO 2022年統計

ある（図2C）。これは東南アジアの経済発展や農業インフラ整備に加えて、国際熱帯農業センター（CIAT）が1980年代に開始した育種プロジェクトの成果や栽培技術の普及が影響している。現在、アジアの平均収量は21t/haであり、世界平均の10.3t/haと比較して高い。一方、最大生産地域であるアフリカでは収量が8.1t/haと低く、キャッサバのポテンシャルをまだ十分に活かしていないのが現状である。

東南アジアにおけるキャッサバの病害虫

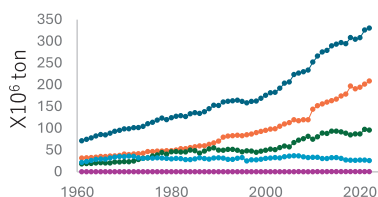
東南アジアではキャッサバは、かつて重

表2 キャッサバの主要生産国

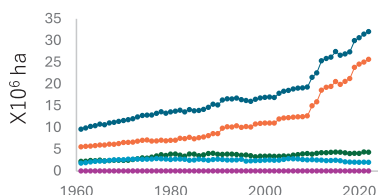
順位		年間生産量 (x10 ⁶ t)
1	ナイジェリア	60.8
2	コンゴ	48.8
3	タイ	34.1
4	ガーナ	25.6
5	カンボジア	17.7
6	ブラジル	17.7
7	インドネシア	13.6
8	ベトナム	10.6
9	アンゴラ	10.6
10	モザンビーク	6.47

資料：FAO 2022年統計

(A) 生産量



(B) 栽培面積



(C) 収量

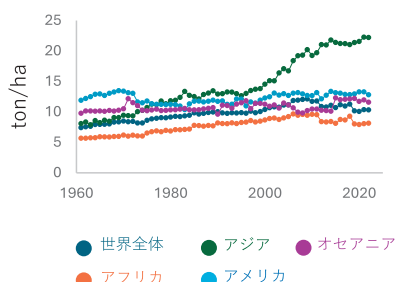


図2 キャッサバの生産量及び栽培面積、収量の推移
資料：FAO 1961-2022年統計データ

大な病害虫の発生は少なく栽培管理にコストや手間のかからない作物であるとされていた。しかし、これはキャッサバが植物として特別に耐性が優れているというわけではなく、東南アジアにおいて導入や栽培の規模拡大時期という点で「新しい作物」であった為とも言える。キャッサバは南米のブラジル中央部が起源であり、16世紀に現在の世界の主要生産地域であるアフリカに、その後18-19世紀にアジアへと伝搬した³⁾。アジアへの導入後は、比較的近年まで小規模に栽培され、食料や家畜の餌として利用されてきた。しかし、近年タイやベトナム等ではキャッサバは換金作物となり、澱粉工場やバイオエタノール工場等へ

販売されるようになった。このように東南アジアでキャッサバの経済作物化と栽培面積の拡大、大規模栽培化がセットに進むにつれて、それに伴うように新規の病害虫が侵入し、近年ではキャッサバ栽培においても病害虫との戦いが避けられなくなっている。

アフリカでは病害虫被害は以前から大きな問題となっており、主なものにウイルス病のキャッサバモザイク病 (Cassava Mosaic Disease, CMD) やキャッサバ褐色条斑病、細菌病のキャッサバ白葉枯病、等がある。また、南米原産のキャッサバコナカイガラムシやハダニ類等による虫害も深刻である⁴⁾。

東南アジアでは2008年にキャッサバコナカイガラムシがタイに侵入し、近隣諸国にも分布が拡大して大きな被害をもたらした⁵⁾。最大80%程度減収した地域もあり、発生当初はタイ国内の総生産が30%減収するほどの甚大な被害が発生した。現在では、キャッサバコナカイガラムシの天敵である南米の寄生蜂 *Anagyrus lopezi* を利用した生物的防除技術が導入され、被害は激減している。また、ファイトプラズマによるてんぐ巣病の発生もベトナムを中心に度々報告されている⁴⁾。東南アジアでは新規の病害虫が一度侵入してしまうと、健全種苗生産管理システムや病害虫に対しての耐性品種の利用などの対策が不十分なこともあり、発生地域の拡大や隣国への伝搬が続いてしまうのが現状である。

東南アジアにおけるキャッサバモザイク病の感染拡大

東南アジアでは近年キャッサバモザイク



写真1. 植え付け10ヶ月後、収穫直前の様子（ベトナム、徳永撮影）



植え付け約6ヶ月後



写真2. 成育の様子
植え付け約3ヶ月後



収穫前の様子

病（Cassava Mosaic Disease, CMD）が深刻な病害となっている。CMDはモザイク状の濃淡や斑点を伴った葉の萎縮を引き起こし、光合成能力の低下や生育不全、塊根収量の低下をもたらす。アフリカではこの病害により最大80%の収量減少が報告されている。東南アジアでは初めて2015年にカンボジアの北東部ラタナキリ州で発生が認

められて以降、ベトナム、ラオス、タイ、中国といった隣接する国での報告が相次ぎ、感染が急拡大している^{6) 7)}。東南アジアではキャッサバの種苗の販売管理の仕組みが未整備であり、農家個人間または仲介人を介して種茎が売買されている。場合によっては、カンボジアータイ間やカンボジアーベトナム間等、トラックで長距離にわたって運搬されていることもある⁸⁾。コナジラミによる媒介と感染種茎の人為的移動が重なり、感染地の急速な拡大が起きている。CMDはジェミニウイルス科のキャッサバベゴモウイルスによって引き起こされ、アフリカとインド等で10種がこれまで



写真3 収穫の様子（カンボジア、徳永撮影）

に同定されているが、東南アジアで発生しているウイルスはスリランカで発生しているキャッサバモザイクウイルス（SLCMV）であることがDNAの相同性から判明している⁶⁾。

アフリカのナイジェリアではCMD抵抗性品種が開発されており、それらにはCMD病徴が発生しないか、あるいは感染初期に病徴を示しても成長と共に消失する性質がある。しかし、東南アジアの優良普及品種にはCMDに抵抗性をもつ品種がなく、一度SLCMVに感染すると除去する手段がない。我々の試験栽培によるとSLCMVに感染した苗を栽植する、又は定植初期に感染がおきた場合、品種によってはイモの新鮮重が16-33%、澱粉量が22-38%減少することが分かっている⁷⁾。感染が栽培後期に起こった場合は収量への影響は比較的低いが、翌年その感染した茎を挿木に利用できない。

東南アジアにおけるキャッサバモザイク病に対する対応と展望

東南アジアのキャッサバ栽培体系は、新

規病害虫の侵入に対して脆弱である。この問題に対処する為、九州大学、東京農業大学、理化学研究所、名古屋大学等の日本の研究チームは、JICA/JSTによるSATREPSプロジェクト「ベトナム、カンボジア、タイにおけるキャッサバの侵入病害虫対策に基づく持続的生産システムの開発と普及（研究代表者：高須 啓志（九州大学大学院）、2016-2021年度）」を通じて、キャッサバの病害虫管理技術と健全種苗生産システムの開発と普及に取り組んだ^{4) 7)}。著者も当時理化学研究所の研究員として参画して、組織培養によるキャッサバ遺伝資源の保存、エアロポニックス栽培によるキャッサバの効率的苗生産システムの開発、PCR法による病害検査を含めた健全種苗の生産システムの開発を進めて、ベトナムとカンボジアにおけるモデルファームでの実証に携わった^{7) 9)}。また、CIATからアフリカ由来のCMD抵抗性系統を導入した。これらはアフリカで発生しているアフリカキャッサバモザイクウイルス（ACMV）等に抵抗性を持つことが知られていたが、東南アジアで発生している

SLCMVに対しても抵抗性を示すことが確認された。キャッサバ開花誘導条件の基礎調査を実施してベトナムにおいて交配育種圃場を設置して、東南アジアの優良普及品種とCMD抵抗性育種系統との交配に着手した。現在ベトナムでは収量性の優れたCMD抵抗性品種の開発を目指している。

また、ベトナムでは国際熱帯農業研究所 (IITA) からCMD抵抗性をもつアフリカの普及品種を導入した。そのうち2品種を早急に品種登録して現在普及を進めているが、それら抵抗性品種は塊根重やデンプン収量が東南アジア品種と比較して低いことが分かっている。CMD抵抗性の無い東南アジアの優良品種を植えた方が例え感染しても収量が高くなる場合もあり、アフリカの2品種は農家に完全に受け入れられているわけではない。収量性の高い抵抗性品種が望まれるが、キャッサバの品種改良には少なくとも10年程の長期間必要であるため、CIATでは新品種が開発されるまでの対策として、既存の抵抗性・耐性品種や健全種苗の利用を状況に応じて選択することを推奨している¹⁰⁾。

現在、著者はCMD抵抗性系統を選抜するDNAマーカーの開発を行っており、今後タイやベトナムの研究機関への技術移転を計画している。キャッサバの品種改良の過程で抵抗性を評価する場合、CMD感染圃場で抵抗性試験を実施する必要があるが、圃場・時期によりCMD感染圧が異なり、抵抗性を正確に評価する為には複数圃場や複数年の調査を要する。DNAマーカーを用いることで抵抗性の評価が生育初期に選抜可能となり、労力や時間、コストの削減が期待される。さらにゲノム編集技

術を用いて、CMD抵抗性を付与する技術の開発も進行中である。キャッサバはゲノム構成がヘテロであり、種子作物のように連続戻し交配によって特定の形質のみ移行させることが難しいが、ゲノム編集により東南アジアの優良品種に抵抗性のみを付与することが可能となる。DNAマーカーやゲノム編集技術の開発を東南アジアの研究機関と共同研究することで、キャッサバの病害虫管理や品種改良において重要な貢献ができるはずである。

引用文献:

- 1) FAO (2022). FAOSTAT Statistical Databases.
- 2) 坂上 潤一、北原 兼文、田丸 翔太郎. 国内外におけるキャッサバ生産とその諸問題 (2020) 砂糖類・でん粉情報 99: 51-57.
- 3) Malik AI, et al. (2020) Cassava breeding and agronomy in Asia: 50 years of history and future directions. *Breed Sci.*70 (2):145-166. doi:10.1270/jsbbs.18180
- 4) Tokunaga, H., et al. (2018). Sustainable Management of Invasive Cassava Pests in Vietnam, Cambodia, and Thailand. . In: Kokubun, M., Asanuma, S. (eds) *Crop Production under Stressful Conditions*. Springer, Singapore, 131-157. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7308-3_12
- 5) Takasu, K., et al. (2021) . 東南アジアに侵入したキャッサバコナカイガラムシの生物的防除. *昆虫と自然*, 56 (5), 39-42.

-
- 6) Wang, H. , et al. (2016). First report of Sri Lankan cassava mosaic virus infecting cassava in Cambodia. *Plant Disease*, 100 (5), 1029-1029.
- 7) Uke, A., et al. (2022). Cassava mosaic disease and its management in Southeast Asia. *Plant Molecular Biology*, 1-11.
- 8) Delaquis, E., et al. (2018). Raising the stakes: cassava seed networks at multiple scales in Cambodia and Vietnam. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 73.
- 9) Tokunaga, H., et al. (2020). An efficient method of propagating cassava plants using aeroponic culture. *Journal of Crop Improvement*, 34 (1), 64-83.
- 10) Asian Scientist Newsroom. "Getting To The Root Of Southeast Asia's Cassava Concerns". <https://www.asianscientist.com/2023/10/sponsored-feature/getting-to-the-root-of-southeast-asias-cassava-concerns/>, (参 照 2024-5-15)