

国際農林業協力



JAICAF

**Japan Association for
International Collaboration of
Agriculture and Forestry**

特集：食料としてのイモの重要性 国際イモ年 2008

食用としてのイモの重要性：キャッサバ

食用としてのイモの重要性：タロイモ

ヤムイモにおける生産とポストハーベストの新展開

21 世紀産業資源としてのジャガイモの展望

サツマイモの資源作物としての可能性

Vol. 31 (2008)

No. 3

社団法人

国際農林業協力・交流協会

巻頭言

深刻化する世界の食料不安

横山 光弘…………… 1

特 集：食料としてのイモの重要性 国際イモ年 2008

食用としてのイモの重要性：キャッサバ

稲泉 博己…………… 2

食用としてのイモの重要性：タロイモ

小西 達夫…………… 12

ヤムイモにおける生産とポストハーベストの新展開

志和地 弘信…………… 21

21 世紀産業資源としてのジャガイモの展望

渡邊 和男…………… 30

サツマイモの資源作物としての可能性

菅沼 俊彦…………… 38

資 料

国際イモ年 2008 イベントカレンダー

…………… 57

図書紹介

「The State of Food Insecurity in the World 2008」

ー世界の食料不安の現状 2008 年報告ー

国安 法夫…………… 63

JAICAF ニュース

「世界食料デーイベント／国際イモ年シンポジウム

～イモを通じて食料問題を考える～」

鈴木 陸保…………… 64



深刻化する世界の食料不安

FAO日本事務所長

横 山 光 弘

昨年は、世界の食料・農業問題が大きく取り上げられた。食料価格の高騰により、ますます多くの人々が飢餓に苦しむようになり、多くの国で暴徒が街頭に繰り出した。12月にFAOが公表した「2008年世界の食料不安の現状」によれば、これまで10数年にわたりほとんど改善がみられないまま8億人台で推移してきた世界の飢餓人口は、2007年には食料価格の高騰等により7500万人増加し、更に、2008年には4000万人増え、9億6300万人に達したと推定されている。世界の食料安全保障問題は、これまでの乏しい進捗から急激な悪化へと急展開しているのが、現状である。

昨年秋以降の穀物価格の下落による小康は、世界の食料安全保障の危機を解決するものではない。2008年の世界の穀物生産は豊作であったが、増えたのは先進国（11%増）で、開発途上国は1%増に過ぎない。更に、開発途上国のうちでも、経済発展の著しい中国、インド、ブラジルを除けば、マイナスである。つまり、飢餓に苦しむ貧困国の食料生産の拡大は、肥料価格等資材価格の高騰もあり、十分な進展をみていない。また、多くの貧困国で今でも高い食料価格が続いている中で、今年の世界の穀物生産は、作付面積の減少や天

候不順から減産となる兆候がみられる。昨年横行した輸出規制の国際ルールもなきに等しいままである。更に、中長期的にみても、増大する需要と制約が強まる供給という構造はなんら変わらない。

金融危機を契機とする世界経済の失速は、人々の関心を「食料危機」から「金融・経済危機」に移すことという効果はあったが、食料危機自体は、それによって増幅するであろう。世界不況は、開発途上国の経済に打撃を与え、貧困層は所得が減り、ますます食料を買えなくなる。海外からの送金や先進国からの投資も減少する。先進国政府の財政は悪化し、ODAへの影響が心配される。信用収縮の影響は、農業分野にも及ぶであろう。要するに、金融・経済危機は、マクロレベルで開発途上国の農業と食料安全保障に悪影響を与える。

昨年11月、ローマでFAOの総会が開かれ、6月の食料サミットのフォローアップが行われた。そこでは、食料サミットでドナー国が表明した貧困国の農業開発等のための総額220億ドルの支援のうち、実施されたのはわずか10%に過ぎないことに懸念が表明され、ドナー国に対し早急に支援を増やすことが要請された。深刻化する世界の食料不安という状況の下で、片時の小康に安閑としてはならない。

YOKOYAMA Mitsuhiko: Worsening World Food Insecurity



食料としてのイモの重要性

キャッサバ

稲 泉 博 己

はじめに

国際イモ年の 2008 年、日本ではジャガイモのみならずその他のイモ類もキャンペーン対象とした。そこで本稿では世界の熱帯圏で圧倒的な生産量を誇るキャッサバを取り上げることにする。

キャッサバは周知のように中南米を原産とするイモ類だが、アフリカには既に 16 世紀に、またアジアでも 19～20 世紀に栽培地が拡大した。ここでアフリカへの伝播の状況を以前筆者が本協会の別の原稿で整理したもの¹⁾から抜粋してみる。

アフリカにおけるキャッサバ栽培の第一の契機となったのが、コンゴ王とポルトガル人との緊密な関係と考えられている。第二の契機は、後の植民者による救荒対策としての栽培奨励であり、またより重要なのはキャッサバが現地の農法に適合していたことであるとされている。

コンゴの場合と異なり、ナイジェリアにおけるキャッサバの普及は、ブラジルからの帰還（解放）奴隷が触媒役となって進んだとみられる。

ナイジェリアにおいてキャッサバは、その他の根菜類（ヤムイモ）に比べて、比較的新しくファーマーリング・システムに取り入れられたとみてよい。従って植民政府の奨励の影響が無視できないと言えるだろう。

当初キャッサバの普及は比較的緩やかに進んだと見られるが、今や世界の主要生産地となった現代ナイジェリアのキャッサバ拡大について、国際熱帯農業研究所（IITA）の研究によれば、a) その栽培から利益が上がることを認識していること、b) 様々に加工が出来る、都会のエリート達に売ることができること、c) 主たる加工品である *gari*（ガリ）は調理が簡単であること、d) ヤムイモやコメに比べ安価であること、e) キャッサバ以外の作物が育ちにくい土壌や気候条件下でも良く育ち、また繁殖も容易であること、などをあげている。

上記のように同じアフリカ域内でもキャッサバ導入の契機やその後の拡大推進力に関して、様々であり一様でないことは明らかである。しかし、その一方でアフリカのみならず、世界の熱帯地域に広まったキャッサバには奇妙な共通点もある。例えば原産地ブラジルでは“*cultura de pobres*”²⁾、またナイジェリアや他のアフリカ地域でも“*poor man's food*”³⁾、“*neglected food*”⁴⁾あるいは“*women's*

INAZUMI Hiroki : A Special Importance on the “Imo” for the Food, Cassava

crop”⁵⁾ などと呼ばれ、さらに比較的遅く伝わったとみられる東南アジア、インドネシアでは“makanan orane miskin”⁽¹⁾とみなされるなど、日本の「イモ野郎」同様いずれの地域でも「貧者の食べ物」あるいは「無視された食べ物」として蔑称を与えられているのである。

このことはもちろん上述の導入・普及の歴史、すなわち救荒作物として為政者が栽培を奨励したことや栽培が容易であることなどが影響しているとみられるが、「それ」は逆に昨今の食料情勢の中で重要性が再認識されていることと表裏一体の関係にあるといえるだろう。

以下本稿では、「無視された食べ物」キャッサバの世界における生産・消費の動向を概観するとともに、最大の消費地域であるアフリカにおけるキャッサバの重要性、将来展望などを考察していきたい。

世界のキャッサバ生産動向

1. イモ類の地位と地域性

まず図1によれば、1961年には世界の三大穀物（トウモロコシ、コムギ、コメ）といえどもそれぞれ2億t程度の生産量だったのに対して、イモ類の合計は4億5000万tを上回っており、世界の食料として非常に大きな地位を占めていたことがわかる。

しかし、その後穀物には『緑の革命』が起こり、それぞれ順調に生産量を伸ばしたのに対し、イモ類は緩やかな上昇に留まっていた。中でも今回取り上げたキャッサバの伸びは、90年代に入ってようやく1961年の2倍の水準に達したのに対して、穀類はそれぞれ70

年代には1.5倍、70年代後半から80年代にかけて2倍、90年代末には3倍に達し、トウモロコシで見ると40年後の今世紀には4倍の8億t水準にまで届こうかという勢いである。

次に2007年の世界各地別にイモ類の生産内訳（キャッサバ、ジャガイモ、サツマイモ、タロイモ、ヤムイモ、その他）を見たのが図2である。これを見ると明らかに地域的特徴が分かる。すなわち①キャッサバの生産は3大熱帯圏に集中していること、②ジャガイモは比較的広く分布しているが、温帯圏のヨーロッパ、アジアが卓越していること、③サツマイモは圧倒的にアジアで作られていること、一方④ヤムイモはほぼアフリカに集中していることなど地域的偏りが強く、イモ類にはこうした地域性を踏まえた上で品種改良等の増産対策が不可欠である。

これらの事実はいくつかの側面でイモ類が『無視されてきた食べ物』であったことと無縁ではない。多くの穀類が熱帯のみならず技術的に進展著しい温帯圏でも生産されてきたので、その革新技術の応用が熱帯圏でも『緑の革命』を引き起こしたこと。同時に温帯圏で盛んに増産されたこれらの穀物は長距離輸送に向くため、20世紀中に国際的な貿易体制に組み込まれ、さらなる技術革新が積み重ねられたこと。その一方で地域性の強いイモ類は、特に温帯圏での技術革新が進まなかったか、あるいは適用範囲が限られたこと。そして世界中で身近な食物として、さらに欧米的生活の象徴として、パン、パスタ等に用いられる穀類の地位が上昇した、すなわちイモ類の地位が相対的に低下したことなどである。

⁽¹⁾ Siregar, Syahmir R.氏へのインタビューによる（2008年11月）。

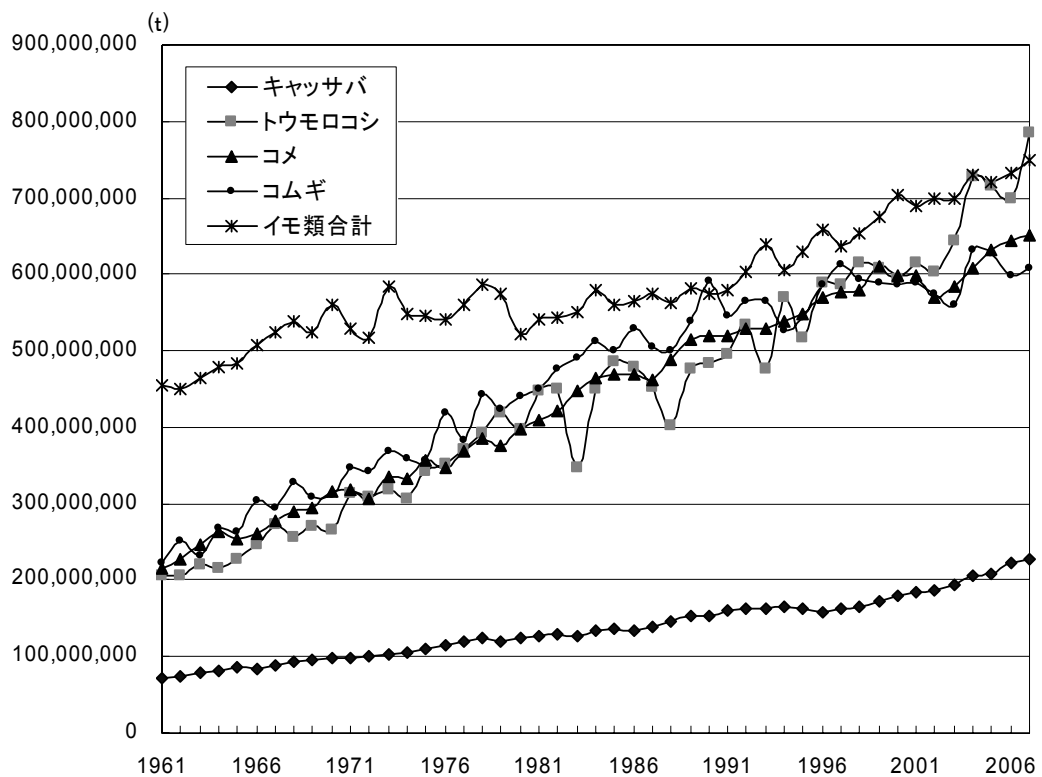


図 1 世界の食料生産状況

出典：FAOSTAT

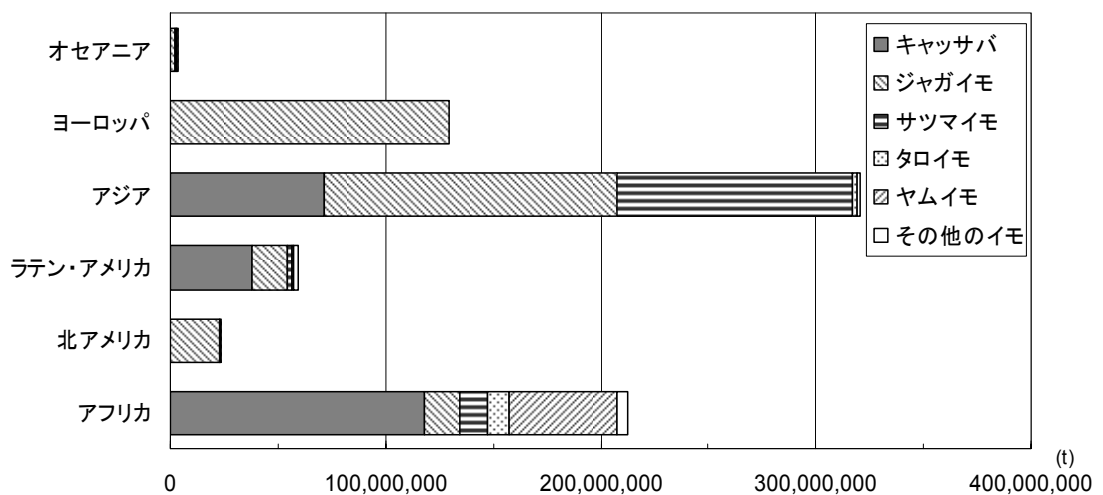


図 2 世界の主要イモ類生産(2007年)

出典：FAOSTAT

2. キャッサバ生産の動向

地域性のあるイモ類の生産動向と収穫面積の関係を上げたものが図3である。まず生産量（各地域棒グラフ）で見ればキャッサバ原産地域である中南米では40年余りの間、上下動はあるものの2000万tから4000万tの範囲内で留まっている。これに対してアフリカでは過去40年間一貫して上昇し、ほぼ4倍増になった。アジアでも多少の停滞がみられたがやはり3倍以上の伸びを示している。

一方収穫面積の推移（折れ線）を見るとアフリカは当初から最大であり、今やそれが2倍の1200万haに達している。アジアでは70年代初頭に中南米を上回り、その後多少の増減はあるものの400万ha、また中南米は2～300万haで停滞している。

さらに近年の上位5カ国の生産動向を取り上げたものが図4である。この上位5カ国の地域別内訳は、アフリカ（ナイジェリア、コンゴ民主共和国）、アジア（タイ、インドネシア）そして南米（ブラジル）である。これらの中でもナイジェリアの伸びが際立っており、一方60～80年代に首位を占めていたブラジルは停滞している。また、その他ではかつて

アフリカ最大の生産国であったコンゴ民主共和国（旧ザイール）は、90年代半ばの内戦以降下降・停滞を続けており、1990年頃にナイジェリアに抜かれて以来その差は広がる一方である。他方、80年代末まで急速に拡大していたタイも、最大市場EUからのキャッサバ飼料締め出しや、東南アジア金融危機の影響もあって生産の停滞を招いた。後述するように、特にタイはこれら5カ国の中でもキャッサバの国内食料用消費が少ないため、国際情勢の影響は大きかったものと考えられる。インドネシアでは先述の通り『貧民の食』として国内需要があり、大きな変動を見ることなく推移したようだ。

以上のことから、特にアフリカにおけるキャッサバの40数年間の飛躍的な生産増は、外延的拡大が寄与しているものと考えられる。換言すれば穀物で見られたような改良品種と生産技術がセットになった『緑の革命』とは全く異なる増産傾向を示しているといえるだろう。これらは個別の国を取り上げてみても同様であり、キャッサバはその生産量の割に技術革新などとはあまり縁のない『無視されてきた食べ物』であったことがわかる。

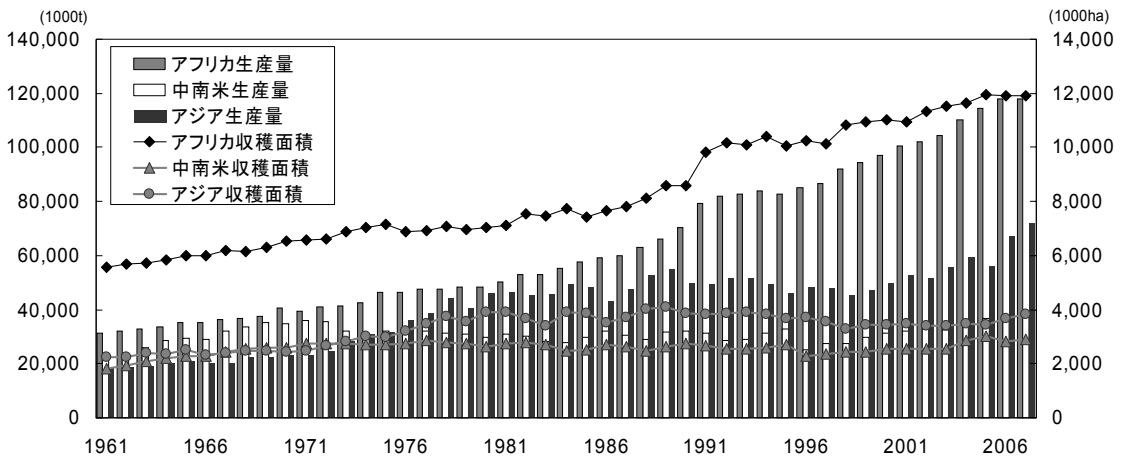


図3 キャッサバ生産量と収穫面積

出典：FAOSTAT

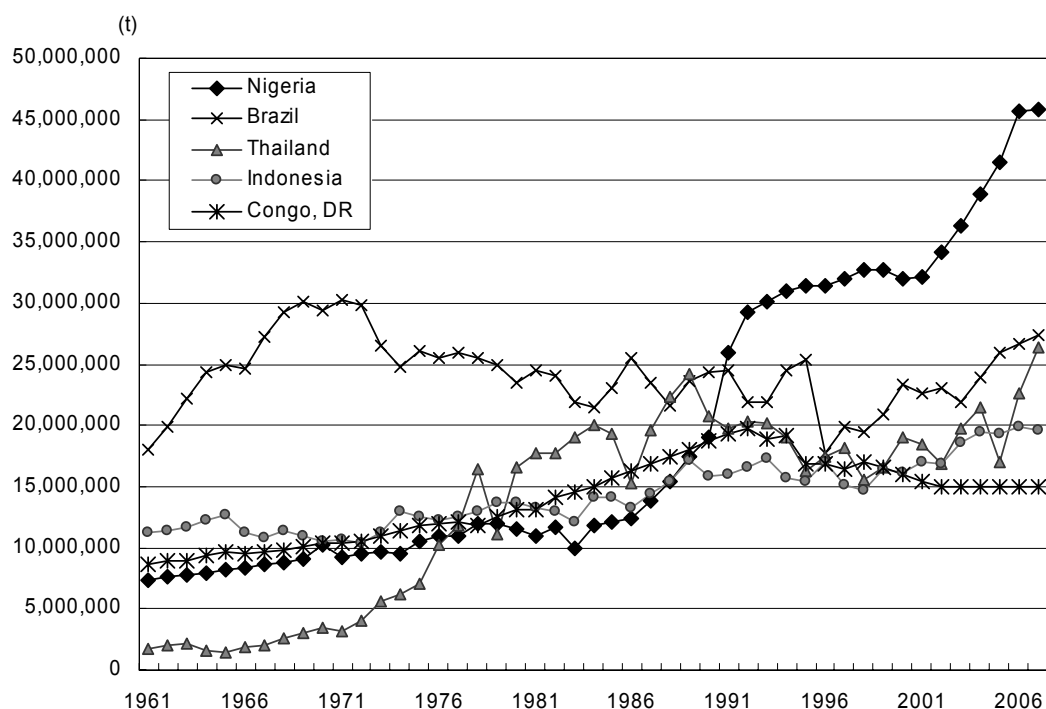


図4 世界の主要キャッサバ生産国動向(2007年度5位まで)

出典：FAOSTAT

アフリカにおけるキャッサバの地位

1. 食料としてのイモ類の重要性

図5はFAOSTATにあるFood Balance Sheetの2003年分から、先の図4で取り上げたキャッサバ5大生産国を抽出し、それぞれの国の栄養摂取状況を比較したものである。棒グラフは、それぞれの国名の下にカッコで示した一人一日当りの平均総カロリー摂取量に占める穀類とイモ類の割合である。すなわち、ナイジェリアにおいては栄養摂取の6割近くが穀類とイモ類で占められるのに対し、ブラジルではそれが3割程度に留まっており、肉類、乳製品等の摂取が多いことが示唆される。

X軸の左から生産量の多い国を並べたが、今回注目すべきは上述のように総カロリーに

占める穀類とイモ類の割合(棒グラフの高さ)、並びにその内訳である。X軸の左端のナイジェリアと右端のコンゴ民主共和国がアフリカ地域であるが、まず両国とも棒グラフが高いことが分かる。すなわち穀類とイモ類が栄養摂取の重要な柱であることが分かる。さらに内訳については、X軸真ん中のタイやインドネシアというアジア地域においては穀類、中でもコメからの栄養摂取が際立っているのに対して、特にコンゴでは6割近くがイモ類からであり、ナイジェリアにおいてもイモ類からの栄養摂取量が全体の17%を超えていることが注目される。つまり、これらの国の中でもアフリカ地域では食料としてイモ類が非常に重要なのである。

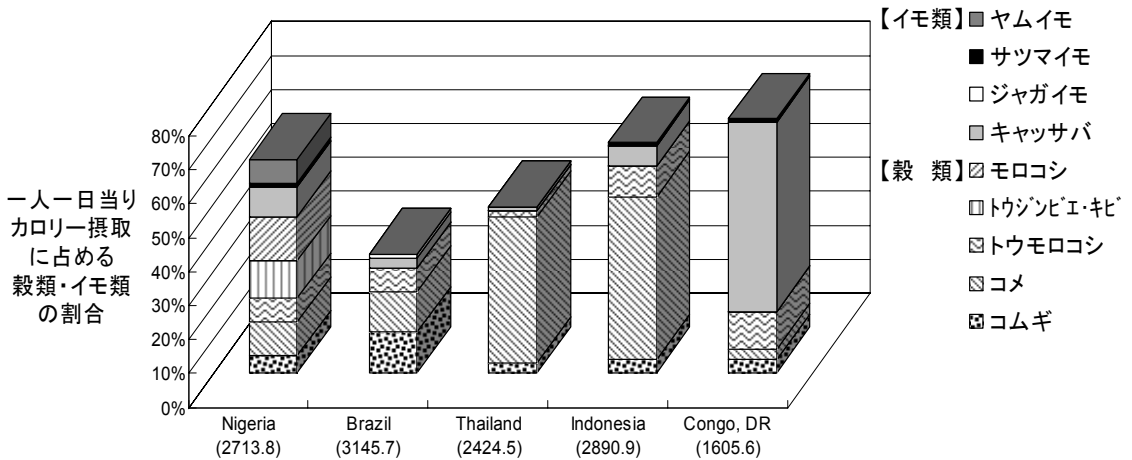


図5 世界5大キャッサバ生産国の栄養摂取状況(2003年)

出典：FAOSTAT/Food Balance Sheet

2. 食料としてのキャッサバの占める位置と その課題

図5で見たように、アフリカ地域ではイモ類からの栄養摂取量が高いが、ナイジェリアでもほぼ1割、コンゴにいたっては50%以上がキャッサバ由来である。これに対して先述のタイでは、世界3番目のキャッサバ生産量を誇りながら国民の栄養摂取量に占める割合はわずか1%に過ぎない。こうした地域による摂取量の差は、もちろん導入年代の差や導入目的（飼料用その他非食用）の違い、あるいは在来農法との整合性などが影響していると見られるが、その他嗜好の面も大きいと考えられる。

他方、良く知られているようにキャッサバには有毒な青酸生成物質（シアン化グルコシド等のシアン化合物）が含まれ、一般にその多寡によって生食可能な甘味種と解毒のための加工を必要とする苦味種に分けられている。サンパウロ州にあるブラジル有数の歴史と伝統を誇るカンピーナス農業研究所（IAC）のヴァレ博士によれば、シアン化合物の多寡と

形態的な差異との関連はなく、分類学的にいえばどちらも同じ *Manihot esculenta* であり、形態差はたまたま品種の違いに過ぎないという⁽²⁾。また、キャッサバは短い保存期間＝生キャッサバ収穫後72時間で傷むという性質があり、輸送網が整備されていなければ生食利用の範囲は生産地周辺に限定される。

このように、食料として考えた場合、キャッサバは幾つかの制限要因を持つ。例えば形態からそのシアン化合物の多寡を判別するのが難しいということは、誤用による死亡事故も起こり得ないとはいいい切れない。さらに生での保存期間が短いということは、熱帯アフリカにとっては、加工を経なければ食料として利用できないということに等しい。現在アフリカのキャッサバ生産国の多くで高い廃棄率に悩んでいるが、その大きな要因がこの保存性の悪さと適時に適切な加工法が欠けているためであろうことは、容易に想像できる。

上記の特徴もあり、キャッサバは世界各地で

⁽²⁾ T.L.Valle 博士へのインタビューによる（2004年3月9日、ブラジル IAC にて）。

様々な加工法が見られる。特に食料品には、各地で様々な工夫され、独自の文化と相まって発達したものが多く、貴重な食文化を表したものといえる。またキャッサバは通常利用する地下部（塊根）だけではなく、植物全体が利用されている。アフリカ地域の一部でも、葉が重要なタンパク源として利用されている。さらに茎は植え付け資材として取引されている。

1) 粉 (flour, gari など)

シアン化合物を多量に含有する苦味種キャッサバの基本的な加工法としては、①すりおろし、②脱水、③天日または加熱乾燥、そして④発酵などがある。それぞれの環境、例えば燃料になる森林資源が豊富であるか否か、浸水発酵のための水資源が豊富であるか否か、あるいは家庭用の加工か、商品としての加工かなど、各地の諸条件に合わせて発達してきた。それらがキャッサバの「伝統的」加工法といわれるものであろう。このようにキャッサバ粉はアフリカにおいて重要な食料であり、さらに伝統的な家庭内加工から食品工業へ供給の担い手が移行しつつある。

2) ペースト

アフリカに一般的なキャッサバ食材として出回っているものにペーストがある。例えばナイジェリアの fufu (フーフー) は、解毒のためにキャッサバの根を茹でてから打ち砕いたもので、デンプン質のねばねばしたものである。

加工法として単純であり、労力もあまり必要としない。さらに、そのままアフリカ地域の食文化の特徴としての「粉粥餅」の形状となるので、家庭内の加工法として一般化してきた。だが、逆にそのまま食べられる（水分を多く含むため）、品質が不安定になりやすく、また変質しやすいなど、大量生産・流通には不向きとされてきた。

3) デンプン

ブラジルにおける伝統的な polvilho (ポルヴィーリョ＝キャッサバ・デンプン) 製法は、デンプンを含むキャッサバの絞り汁を 60～90 日かけて発酵させ、さらに天日乾燥させて作る。人手は余りかからないが、非常に長い精製過程を要すること、そして天日乾燥に気候条件および一定面積の施設（乾燥場）が必要であることなど特殊な環境が要求され、それに見合う条件を持つブラジル中央部のミナス・ジェライス州で発達したものとされている。またこの製法は、従来基本的に家族経営の小規模加工場がその供給を担ってきたが、どうしても品質、生産量にばらつきが出てしまい、そのことがこの製品を地域限定的加工品に留める原因ともなっていた。なお、長い発酵過程を経ることで当然強い酸味を持つ独特なデンプンが出来上がり、これがブラジル特産の Pao de queijo (ポン・デ・ケージョ＝チーズ・パン) の風味を形成している。

キャッサバ加工食品の近年の状況

1. ナイジェリアとブラジルの取り組み

ナイジェリアとブラジルのキャッサバ加工食品の発展過程は、製品もその技術革新の程度も異なるが、どちらも共通する社会経済の変化と、それに伴う新たな需要という点で検討すべきものと見られる。

先に取り上げたナイジェリアの fufu であるが、そのセールスポイントは調理済半生加工品であり、そのまま食べることができることと、煮沸処理（または発酵）を経ているので約 1 週間保存ができること等である。近年、特に都市部で忙しい勤労世帯の夕食材料（中食）として広がりを見せている⁶⁾。

この fufu の短い保存期間という欠点を克服するため、都市部加工場では職場単位に注文を受けてから加工・販売する「オンデマンド」方式を採用している。fufu 加工が比較的簡便であることも重要だが、流通形態を改良して販売を安定させていることも見逃せない。

一方ブラジルの polvilho にも近年大きな変化が見られる。polvilho は上述のように長い発酵期間と気象条件に左右され、質量ともに不安定だった。ところがそれを使った製品 pao de queijo の国内における急速な普及と、世界的展開という劇的な需要増を受け、大きく様変わりしているのである。

まず、1990 年代前半のブラジル大統領、ミナス・ジェライス州出身のイタマル・フランコが、公式行事や記者会見の席には必ず pao de queijo を目につく場所に置くことによって、全国的な認知度をアップさせたこと。同じ頃、食品加工技術の進歩に伴い冷凍の pao de queijo が開発され、スーパーマーケットで販売され中食としての地位を得ると同時に、この商品を中心に据えた外食チェーンが

急成長したのである。また、日本でも 90 年代後半に紹介され現在では市民権を得ているように、多くの国々へ急速に広がっている。

現在の polvilho は不安定かつ長期間を要する発酵過程を省略したもの、すなわち酸味の無いものが主流を占めている。これにより大規模工場による加工が可能となり、大きな需要に応えている。同時に一般的には敬遠されていた強い酸味が、それを付与する発酵過程を省略したことにより無味化されたことで、受け入れられたものと考えられる。

このように技術革新とマーケティング等の戦略によって爆発的ヒットとなった pao de queijo は、キャッサバ加工食品の新たな旗手として注目を集めた^{7), 8)}。

以上の二つの事例は、何れも①社会変化によって「中食」需要が増大したこと、②「オンデマンド」流通や冷凍技術などの改良が加えられたこと、③国際研究機関や現職大統領の後押しなどを受けて、イメージの一新（マーケティング展開）が図られたこと、など共通の背景があることは見逃せない（図 6 参照）。

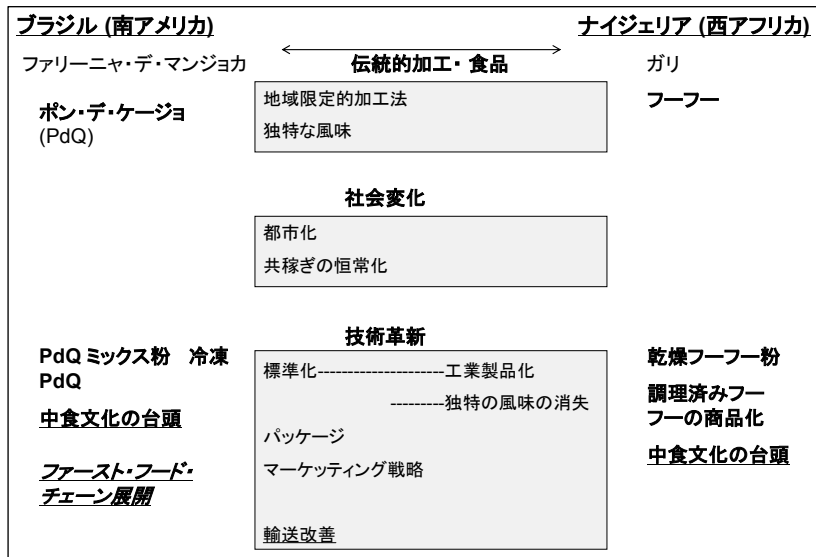


図 6 ブラジルとナイジェリアにおけるキャッサバ加工食品の展開

さらにブラジルの事例に見られるように、アフリカにおいてもより広範な消費者の嗜好に合わせた風味の開発も考えられよう。すなわち「発酵過程を経た（無毒の証）信仰」⁹⁾である酸味の取り扱いである。伝統的といわれる gari/fufu の酸味も、独特であるが故に近年では西アフリカの人々にさえ敬遠されることも多い。もしその酸味が「無毒の証の信仰」としてのみ機能しているならば、他の方法、つまり酸味が付与されなくても無毒化される方法があることが認知されることで、ブラジルで一般化している、より工業化に向けた方法が導入される可能性もある。そして現代においては過去の「信仰」を覆すことのできるマーケティング戦略が存在し得ることも、上記の例から学べるのではないだろうか¹⁰⁾。

2. 国際的潮流と更なる進展

昨年来の国際的な食料の逼迫傾向、あるいは各国農産物、食料品に対する信頼の低下など農業と食料を取り巻く国際環境は急展開を見せている。これはとりもなおさずグローバル化が要因の一つであり、日本やアジアのみならずアフリカ諸国にとっても無視できない状況にあることは間違いない。そうした中で2002年、ナイジェリアのオバサンジョ前大統領が始めた大統領イニシアティヴ（PI: Presidential Initiative）は、キャッサバ生産増大とともに加工業の効率化を推進し、輸出拡大を目指すための国家的プロジェクトであった。このプロジェクトはキャッサバをナイジェリアの国内食料需要を満たしつつ、同時に外貨獲得源に育てることにあり、重点項目として加工全過程を含めた製品の「標準化・規格化」の推進、また数値目標として2007年同大統領任期終了までにキャッサバ関連の輸出額

5000万ドルを掲げた。

このPIの結果、キャッサバ粉完成品の含水率11%以下、篩の目は200 μ メッシュ採用等、全て国立食料・医薬品調査監視機関（NAFDAC; National Agency for Food and Drugs Administration and Control）およびナイジェリア工業規格（NIS; Nigerian Industrial Standards）をクリアした工場も現われた。しかし、一方でPIは国家プロジェクトとはいえ、参加州には相応の負担を求めるため36州全てが参加したわけではなかった。2006～2007年にかけての筆者の現地調査から見ても、PIの目標がナイジェリア全体に波及したとはいえない難かった。さらにプロジェクト対象内外の地域間格差はもとより、それぞれ同一地域内でも情報浸透、認識に温度差が見られた¹¹⁾。

ところがオバサンジョ前政権のPIが終わり、現在のヤアラドゥア大統領の新たな政策を待っていた2008年8月の状況は、それまでとはやや変わってきていた。NAFDAC「標準・規格」をクリアした加工会社がその製品を国内大都市のスーパーへ出荷するとともに、積極的に海外へ輸出しはじめたのである。スーパーの店頭にパック詰めキャッサバ加工食品が、数種類並んでいる状況はこれまでになかった。一時的なブームではなく、持続的な発展の兆しも見え始めているといっても良いかもしれない。ただし、ローカル市場での従来の販売方法に翳りが見えるとも思われず、現在のところキャッサバ加工食品に関して二極化が進行しているものと考えられる。

今後この体制がどのように進展していくのか、生産と流通に新たな方向が見えてくるのか、いずれにしてもナイジェリアのみならず、広くアフリカにとってキャッサバが重要な食料であることに変わりはないだろう。

おわりに

アフリカにおけるキャッサバを取り巻く状況は、近年益々変動している。過去 40 年の間に、比較的容易かつ安定した栽培上の特性ゆえに順調に生産を伸ばし、世界最大の生産地域となった。中でも食料としては、アフリカの「伝統的」食材として定着し、さらにその加工の多様性から新たな商品やマーケティングなど、先進国からは「無視され」つつもアフリカの独自性を発揮できる豊かな果実も生まれてきている。つまり、キャッサバはアフリカの人々の主体的な食料増産・多様化のシンボルともいえるのではないだろうか。

しかしながら、アフリカのキャッサバの前途がバラ色であるとはいえない。さらなる発展を考えた場合、食料と工業原料との両輪が発展していく必要がある。具体的な課題は、①生産の安定化、②連鎖の確立によるロスの軽減、さらに③生産増と効率化、を前提として④食料・工業原料供給のバランスをどのようにとっていくのかということにあるだろう。すなわち今後のアフリカのキャッサバの発展のためには、やはり生産と加工利用のトータルなデザイン構築が求められているといえる。

参考文献

- 1) 稲泉博己 2006、キャッサバ「1. 起源と伝播」、『アフリカのイモ類』、(社)国際農林業協力・交流協会、13-15
- 2) Homma, Alfred 2004、*PROGRAMA DE DINAMIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA CULTURA DA MANDIOCA NO ESTADO DO PARÁ*. p.6
- 3) Emenike, Greg 2008、*GREGMORGAN Investment Company Limited—Company Profile*. p.3
- 4) Cock, James H. 1985、*Cassava: New potential for a neglected crop*. Boulder, Colo., and London.
- 5) Nweke, Felix I., et al. 2002、*The Cassava Transformation*. Michigan State University Press, p.23
- 6) 稲泉博己 2005、「海を渡ったキャッサバー大西洋をつなぐイモの話」、『vesta』57号、(財)味の素食の文化センター、66-71
- 7) Carvalho, Helton Pinheiro de 2001、*Desenvolvimento de Novos Produtos: O Caso do Pão de Queijo Forno de Minas*. MS dissertation, Federal Univ. of Agric. Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais.
- 8) Vilpoux, Olivier and Marco Tulio Ospina 2004、PART1: DOMESTIC MARKET OPPORTUNITIES, 1. CASSAVA FOODS, Global Perspectives, Cassava as a human food in Brazil, Future directions. *Proceedings of the Validation Forum on the Global Cassava Development Strategy Volume 6: Global cassava market study—Business opportunities for the use of cassava*. IFAD FAO, Rome
<http://www.fao.org/docrep/007/y5287e/y5287e00.htm> (2008年12月10日)
- 9) Normanha, E.S. 1982、*Derivados da mandioca: Terminologia e conceitos*. Fundacao Cargill, Campinas, SP.
- 10) 稲泉博己 2006、同上書、112-148
- 11) 稲泉博己 2007、「ナイジェリアにおけるキャッサバ加工業の現状と課題」、『国際農林業協力』、特集：途上国における食料の生産とポストハーベスト、(社)国際農林業協働協会、2-10

(東京農業大学)



食用としてのイモの重要性

タロイモ

小 西 達 夫

は じ め に

「国際イモ年」にちなみ、世界的に食用としてのイモに関心が高まってきている。イモの中でも伝統的な根栽農耕の重要な基盤を支えているタロイモの役割を再評価し、イモの重要性を再確認するいい機会である。

今日の農業は、イネ、ムギに代表される種子繁殖性栽培作物が中心であるが、人類が最初に関わったのは種子繁殖性の栽培作物ではなくて、栄養繁殖性のイモ類を主力とした農耕ではなかったかという説がカール・サウアー (Sauer 1952) により提唱されている。このようなことからタロイモは、自給自足の根栽農耕を営む民族の食生活を支える重要な地位を占め、さらに主食の基盤作物として欠かせないばかりか、伝統的な儀礼など伝統文化や薬用などに利用する重要な栽培植物である。熱帯圏を中心に広く亜熱帯から温帯にかけた地域で栽培され重要なイモ型栽培植物であるタロイモの品種特性価値を明らかにし、必要性を再認識することが重要と考える。

食用としてのイモとは

地球上には約 25 万種の維管植物があるといわれる。このうち、食用として利用された記録のある植物は約 1 万種が知られている。しかし、食用作物となると世界で僅か 169 種、日本では 16 種にすぎない(星川)。ところで、イモなどの栄養器官を採集や栽培して利用してきた植物種は約 1,000 種もの記録がある(堀田 2003)。しかしながら、実際に栽培作物として栽培しているイモはこのうちの割にも満たない状態である。ところで、「イモ」という言葉は日本語の概念で、植物学的な茎とか、根とかという分類認識を離れ、地下にデンプンを貯蔵して木質化しておらず、比較的簡単に食用になるものが「イモ」と考えられている。植物学的には例外もあるが、茎やそれが変形した貯蔵器官を幹 (stem)、根茎 (rhizome)、球茎 (tuber)、塊茎 (tuber)、葉が変形した貯蔵器官を球根＝鱗茎 (tuber, bulb)、根が変形した貯蔵器官を肥大した根 (thickened root)、塊根 (tuber)、球状根 (tuber)、芽が変形したムカゴ (aerial tuber) などである。タロイモやジャガイモはデンプンを蓄えた塊茎を利用し、サツマイモなどは根が肥大した塊根を利用している食用植物ということである(堀田 2003)。

世界で最も広く栽培されている イモ型作物

世界で最も広く栽培されているイモ型作物は、タロイモ（サトイモやアメリカサトイモなど）やヤマイモ（ダイジョなどのヤマノイモ類）、サツマイモ、ジャガイモ、キャッサバの6種である。これらのイモ型栽培作物はカロリーが高く、栽培面積当たりの生産カロリーが穀類やマメ類より高いなどの利点があり、主食として価値の高い栽培作物である。栄養繁殖様式による栽培は人類が種子による繁殖を認識し得なかった段階で、すでに栽培化が始まっていたといわれる。中でも、タロイモは、約一万年前に始まったとされる農耕の起源に深く関わったと考えられている。その栽培の歴史は、イネより古く、狩猟採集時代からヒトにとって、重要な食用資源として知られ、東南アジア大陸の熱帯雨林地域で栽培化され、熱帯圏を中心に根栽農耕文化を発達させたと考えられている。

現在、日本、中国、東南アジア、オセアニア、環太平洋諸国、インド、スリランカ、地中海地域、アフリカ、アメリカ大陸、西インド諸島などの熱帯や温帯地域などで広く栽培され、一部の地域では、伝統的な根栽農耕の主要食用植物として重要な位置を占めている。

日本のサトイモは、タロイモ

タロイモのタロ（Taro）は、ポリネシア系のイモを意味する言葉に由来した英語名である。日本のサトイモは、山に生えるヤマノイモに対する名前で、里に生えているイモという意味から、サトイモ＝里芋と名付けられている。また、イエツキイモ（家芋）、ハタイモ、タイモともいい、古くはウモで、万葉集では「宇毛」の漢

字があてられている。一方、タロイモという言葉は、イモを食用に利用している多数のサトイモ科植物の形態がよく似ていることからその総称として広い意味に使われている。当然、サトイモもその中に含まれている。

したがって、食用として利用されるタロイモと呼ばれるものには、植物分類学上サトイモ科（*Araceae*）に分類される *Colocasia*（サトイモ属）を主に、*Xanthosoma*（ヤバネサトイモ属）、*Alocasia*（クワズイモ属）、*Cyrtosperma*（キルトスペルマ属）などの属にまたがる数種と多様性に富んだ品種が含まれている。いずれも形態が酷似しているので混乱を招いているが、整理すると、サトイモ属のタロイモとサトイモは同じ学名 *Colocasia esculenta* が用いられ、少々ややこしいが、和名のサトイモ、英名の taro（主に種イモが生長した親イモを食用にするサトイモの品種）、あるいは Dasheen（種イモが生長した親イモに形成される子イモを食用にする品種）が含まれている。他に、英名 taro の名前をもつ植物に次のようなものがある。葉柄のみを食用に利用するハスイモ *Colocasia gigantea*（giant taro）、さらに、塊茎を食用とするアメリカサトイモ *Xanthosoma sagittifolium*（taro kong kong）、ムラサキヤバネイモ *X. violaceum*（blue taro）、インドクワズイモ *Alocasia macrorrhiza*（gigant taro）、ミズズイモ *Cyrtosperma merkusii*（swamp taro）などである。この他にも、栽培されることは少ないが救荒植物として毒抜きなどをして食用に利用するサトイモ科植物が多数ある。また、熱帯圏や温帯圏にはその地方では重要であっても、世界的に栽培が広がらなかったイモ型栽培植物が多数知られている。例えば、サトイモ科植物だけでもミズイモ、シマクワズイモ、クワズイモ、リュウキュウハンゲ、ニシキイモ、ヒメカユ、セキショウ、テンナン

ショウ、アメリカミズバショウなどがある。

タロイモの原産地からの伝播

人類がタロイモを野生から食用として選び、栽培化が進んだ時期は根栽農耕の起源と同じ時期と推定されている。原産地についてド・カンドル（1883）はインド、スリランカ、スマトラおよびマレー半島をあげ、バビロフ（1935）は、インドとそれに隣接する中国が中心としている。タロイモやヤムイモは古い時代にインド東部から東南アジア大陸部にかけての熱帯モンスーン地帯が起源地と推定され、根栽農耕の基盤となっている。インド東部から東南アジア大陸部の熱帯森林地域から民族の移動と共にイネ（種子栽培農耕）に先行して中国南部や太平洋地域、オセアニア地域、熱帯アフリカ、地中海地域さらに、大陸発見後にアメリカ大陸へと伝播していったと推定されている。一方、他のイモ類については、メキシコではサツマイモ、メキシコから中南米ではやアメリカサトイモ（ヤウテア）、さらに、南アメリカの熱帯低地ではイモノキ（キャッサバ、マニオック）、高地ではジャガイモが栽培化され新大陸農耕文化が生まれている。

今日、熱帯圏地域を中心に自給自足の持続的な根栽農耕を営むヒトたちにとってサツマイモ、イモノキ、アメリカサトイモは、タロイモやヤムイモと並んで主要な基盤食用植物であることはいうまでもない。特に伝統的な根栽農耕文化が残る地域では、食用ばかりか、様々な儀礼と深い関わりのあることが知られている。日本の芋名月、お正月やお祝いの料理、神事や農耕儀礼などに欠かすことのできない存在である。台湾の蘭嶼やパプアニューギニア、バヌアツなどの多くの地域でも、タ

ロイモやヤムイモを主役とした伝統文化が根強く残っている。また、ジャガイモは熱帯圏の高地から温帯までの広い地域で栽培され、中世ヨーロッパの食料危機を救ったことで知られ、重要な食用植物である。一方、サツマイモは熱帯圏のみならず、中国やアメリカでも主要な食用植物としての位置を占めている。

タロイモの多様な品種の存在

現在、日本、東南アジア、オセアニア、太平洋諸島、アメリカ大陸、西インド諸島、インド、スリランカ、アフリカなどの熱帯や温帯地域で広く栽培されている品種は、古い時代に原産地やその周辺で自然交雑や突然変異などによってできたもので、多種多様な品種が生まれ、食用に適したものが選抜され栽培利用してきたものが今日に至ったと考えられる。品種に関する記録は古く、中国では『史記』(B.C.100～200)、および『齊民要術』(A.D.560 年頃)には 15 品種が記載されており、そこには唐芋や八つ頭など、現在、日本で栽培されている品種名が散見される。したがって、すでにこの時代にこれらの品種が存在し、確立していたことを示している(熊沢ら 1954、飛高 1976、星川 1980)。

品種に関する研究は少ない。熊沢ら(1954)は日本各地ならびに中国、台湾などより収集した 238 品種について地上部、地下部の形質、花器の形質、芽状変異、染色体などから同名異種、異名同種を整理し、15 品種群、36 代表品種に分類している。一方、ハワイの栽培品種については、Leo D. Whitney (1939) らの地上部、地下部および花器などの形質の特徴から 84 品種に整理し、解説した報告がある。また、小西らによる 35 カ国の調査から 1201 系統を収集し、優良品種の選定するとともに短期大量増殖法の

システム化とその実用化に向けた研究報告、タロイモの開発研究(1979)及びタロイモの食糧化研究(1980)がある。さらに、パプアニューギニアのタロイモの品種については、久木村ら(1984)、佐藤ら(1988a、1988b)の他に、小西(1994、2003)らによる多種多様な品種に関する詳細な報告がある。また、藤本(2003)は、エチオピアの品種を地下部の根茎と地上部の葉身や葉柄などの形態的特長から3タイプ36品種に分類している報告なども多数あり、タロイモには多様な品種が古い時代から存在し、多様性に富む品種が分化していることが明らかである。

日本のタロイモ品種の特徴

日本でよく知られているイモ型作物といえば、タロイモやダイジョ(大薯)の他に中国南部のナガイモやコンニャク、クワイ、ハス、チョロギなど多数あり、これらはかなり古い時代に日本に渡来して日本の食文化に影響を与えている。さらに、新大陸発見以降になると、ジャガイモ、サツマイモ、アメリカサトイモ、キクイモ、イモノキなどが加わり、数を増やしている。

現在、北海道を除くほとんどの地方で栽培されている主な品種は「土垂」、「石川早生」、「蓮葉芋」、「蕨芋(えぐいも)」、「黒軸」、「赤芽」など(子イモ用や親子兼用)の3倍体の品種群と、「唐芋」、「八つ頭」、「檳榔苳(びんろうしん)」、「筍芋」など(親イモ用)の2倍体の品種群である。地方により栽培品種は異なるが、全国的に最も広く栽培されている品種は「土垂」次いで「石川早生」、「八つ頭」、「唐芋」など、関東や東北地方では「蕨芋」、西南地域では「檳榔苳」や「筍芋」が、南西諸島から沖縄列島では「ターム」や「黒茎赤芽」などとなっ

ている。また、葉柄を食べるハスイモは山陰、四国、九州などで栽培が多い。日本のタロイモには、耐寒性のある3倍体品種群ばかりではなく、2倍体の品種なども多数あり、豊かな多様性が認められる。なお、栽培様式としては、戦前までは焼き畑耕作による移動耕作が広く行われていたが、戦後は常畑耕作に変わっている。しかし、沖縄や南西諸島などのターム(田芋)は、サトイモの1品種であるが、畑作ではなく水田栽培を行っている。日本のタロイモの水田耕作は琉球列島、南西諸島のほかに九州の一部、伊豆の八丈島等で行われている。九州の一部では、ハスイモの水田栽培が行われている。日本でのタロイモの水田栽培は、伝統的な根栽農耕文化を営むオーストロネシア語族⁽¹⁾の住む台湾の蘭嶼(Orchid Island)や台湾本島、東南アジア、ミクロネシア、メラネシア、ポリネシアなど広範囲な太平洋孤島地域で行われている栽培農法で、栽培法と同時に栽培品種の関連性に深い関係があると推定され、その伝播の経路とともに興味をもたれる。



写真1 沖縄県宜野湾市大山の海岸線に広がるターム水田、豊富な湧水が全ての水田に行きわたるように用水路がある(1977年撮影)

(1) 北は台湾から南はニュージーランド、東はハワイ、イースター島から西はマダガスカル島におよぶ広大な地域で話されて諸語を含む語族

台湾のタロイモ品種の特徴

タロイモの主な栽培品種は主に檳榔苳だが、日本のターム、赤芽、土垂系統などに類似する多様な品種が栽培されている。特に高砂族の住む山地は、戦前行われた調査により日本と酷似した品種の蕨芋、土垂、赤芽、黒軸などの他に、熱帯アジア、太平洋諸島の品種群が栽培されている。一方、新大陸発見以降に渡来したと考えられるアメリカサトイモの栽培は希であった。

特に台湾本島の南東からの、バタン諸島に至る東シナ海に位置する蘭嶼には、最も北限に住むオーストロネシア語族として知られるヤミ族（近年、タオ族とも呼ぶ）が住み、タロイモを主要食用作物の基盤とした伝統的な根栽農耕を営んでいる。タロイモは、食用ばかりでなく、現地の生活において重要な、住居の新築祝いや船の進水式などといった伝統儀式や祝い事にも欠かす事のできない重要な作物である。品種は多様性に富み、ソーリという水田用とキータンという畑地用の2群が栽培され、沖縄の宜野湾市大山の海岸地域で見られる様な水田栽培が行われ、20数種類の品種がある。

これらの品種の特性は、フィリピン、インドネシア、オセアニア、太平洋諸島などで栽培されている品種群と同じ2倍体系がほとんどで、僅かに中国や台湾などで盛んに栽培されている檳榔心（台湾より持ち込まれたと考えられている）やアチ（日本の晩生土垂タイプに酷似する品種）がある。水田用の品種には、アラルン（最も美味しいの意味）、ミニシブル、オバン（匂いがあることに由来）、カラロ、カナト（増える）、パットン、ミナカスリ（餅味、畑作兼用品種）、ムウリウリ、マスブ、

ウランルウルウ（台湾から導入したことに由来）などがある。これに対して畑地用の品種群には、アチ、ミニイラウ、マスブウ（水田用のミニシブルと同一品種）、マバンガクイタンなどがある。これらの主要な品種は、フィリピンからインドネシア、オセアニア、メラネシア、ミクロネシアなどの地域で栽培されているライゾーム（根茎）を伸ばし、親イモを収穫の対象とする2倍体系品種と酷似している。一方、アメリカサトイモの他に、極々希にムラサキヤバネイモが栽培されている。



写真2 台湾蘭嶼イラライ村のタロイモ水田。扇状地上部より海岸まで集落を中心に用水路をめぐらせ、タロイモの水田栽培（1978年撮影）

パプアニューギニアの タロイモ品種の特徴

パプアニューギニアで最も多く栽培されているのはタロイモ、次にアメリカサトイモで、僅かにムラサキヤバネサトイモやインドクワズイモが栽培されている。タロイモの品種の特性は、地上部の葉柄の色、葉柄中間部の縞の有無や葉鞘部の襟掛けの有無、葉柄基部の色、塊茎の芽や根の色、塊茎の肉質の色などに独特の形態特性を持つ品種がある。特に、日本の品種には存在しない葉柄に縦縞が入るタイプや葉鞘の縁に多彩な襟掛けが入るタイプなどがほとんどである。また、ライゾーム

の長いものから短いものまで様々あり、変異に富んでいて日本の品種にはない特徴ある形態を有する品種が多数存在している。品種名は、その意味や由来から、気候や立地条件、導入状況、生育特性、形態的特徴、食味や食感などを含めた様々な背景を反映して命付けられている。すなわち、現地住民の多様性に富むタロイモに対する価値観の高さや、品種識別からは、日常生活状況、品種の導入経路、農耕に関わる事項などが加わり①形態や生理的な特徴、②生育特性、③採集や導入者、導入方法などの特徴、④動物の名前、⑤植物の名前、⑥料理に関連した特徴、⑦その他の特徴に整理され、いずれの品種をも重要視し、保有し、伝承していることがうかがえる。例えば、サトイモを栽培する地域の気候や生育特性を重要視して湿った畑地用と乾いた畑地用品種の2群に、あるいは生育特性を重要視して早生、中生、晩生品種群の3群に、あるいは、塊茎の形態的特徴を重要視して親イモ品種と子イモ品種群の2群に大別するなどである。また、ヤムイモ、バナナ、サツマイモ、サゴヤシなども同様にして品種名がつけられていると考えられる。

現在、パプアニューギニアで栽培されているタロイモの品種数は300あるいは500を超える。焼畑移動耕作によって、各家族単位で多数の品種を保有し、栽培している。このように多数の品種が保存され、多様な変異がみられることは、他の地域で失われてしまった品種や半野生種が残存している可能性を示し、また、独自に品種分化が起こった2次的中心地である可能性もあると考えている。



写真3 葉身や葉鞘の色などの形質、ライゾームの発達の有無、塊茎の形など特性調査を行っている筑波実験植物園圃場(2001年撮影)

その他のタロイモ品種の特徴

パプアニューギニアからメラネシア、ポリネシア、ミクロネシアの島々にも蘭嶼に住むヤミ族と同じオーストロネシア語族系の人々が住み、タロイモやヤムイモなどの主要食用植物を基盤とした伝統的な根栽農耕文化が継承されている。気候や立地条件などにより栽培されるイモ類は異なるが、特にタロイモを第一の主要食用作物として栽培している地域は広くバヌアツ、ニューカレドニア、フィジー、ハワイ、イースター島などでは、多様性に富む品種を持続的に栽培している。

イネやコムギなどの種子農耕が盛んなブータン、中国、マレーシア、インド、パキスタンなどタロイモの原産地に隣接する地域においては、環太平洋諸国で栽培されているタロイモ品種とそれに類似する品種が栽培される他、半野生の状態に放棄され食用に栽培利用されていない多様な野生のタロイモが自生している。さらに、香港や中国で栽培される檳榔苡やインドネシアのボゴールの名産タラスボゴル、日本のセレベスに酷似する品種、太

平洋諸国で栽培されている品種も盛んに利用されている。インドやパキスタンなどには、日本の大型の土垂に似た形態をした品種があり、親イモと子イモが利用されている。また、ギリシャのキプロス島でもタロイモは食用として栽培されている。その他、地域は限定されるがヤップ島などではミズズイキが栽培されている。ロシアではタロイモの栽培は皆無といえるが、モスクワの国際空港近くの湿地に長く伸びたライゾームに蓄えたデンプンを食用とする北半球の寒冷地域に分布するヒメカユ（*Water Arum*, *Calla patustris*）が野生状態で自生している。また、日本でも千葉県などに救荒植物として野生状態で残存しているものがあり、これらのことから食用としての利用が考えられる。



写真4 アメリカサトイモの収穫された親イモ
マレーシアコタキナバル近郊の山間部
(1978 年撮影)

一方、タロイモの細胞遺伝学研究によると基本染色体数は 14 で、栽培品種には、染色体数 28 の 2 倍体と 42 の 3 倍体とがある。日本

の品種には蕨芋、土垂、石川早生、赤芽などの 3 倍体 ($2n=42$) と八つ頭、唐芋、筍芋、ミガシキ、溝芋などの 2 倍体 ($2n=28$) の品種のものがある。一方、パプアニューギニアやバヌアツ、ニューカレドニア、フィジーなどからタヒチ、ハワイなど、オセアニアからメラネシアの多くの品種はほとんどが 2 倍体品種であることから、これら地域では日本と異なる 2 倍体レベルの品種の分化が進んでいることを示唆している。

タロイモの多様な食法

タロイモの食感は多くのイモ食の中で最も好まれる。ただ、サトイモ科の植物の大部分は蕨味（えぐみ）が強くそのままでは食べられたものではない。それでも時間をかけて煮たり焼いたり、叩きつぶすなど、調理・工夫をして食べてきた。現在のタロイモ品種にはこの蕨味はほとんどないが、生や野生のものはとうてい食べられない。利用部分は、デンプンを貯めているイモの部分（親イモ、子イモ）、ランナー、葉柄、花序であり、独特な食感を生むぬめりとあの味が特徴である。日本人の食生活にはなじみ深い食用作物の 1 つで、塩茹でした衣被（きぬかつぎ）や煮物、イモ汁など、あるいは副食的に汁の具や田楽にし、お正月の煮しめにも欠かせない食材である。中国や台湾を始め、タイなどの少数民族の間では塩茹でが主流だが、煮物、焼き物、唐揚げなどにもされ、利用は多彩である。他にも、アイスクリーム、ケーキ類、プリン、羊羹、ポテトチップなどもある。ブータンではお酒に、ハワイでは発酵させた「ポイ」を作る。一方、パプアニューギニアやバヌアツ、ニューカレドニア、フィジーなどからタヒチ、ハ

ワイなど、オセアニアからメラネシアにかけての多くの地域で土器による料理用器具の伝承を欠くところでは、土器を使わない蒸し焼き料理方が発達している。

デンプンを蓄えているイモ部ばかりではなく、ヤツガシラや唐芋、赤芽などや南太平洋諸国の多くの2倍体品種では葉柄が食べられている。葉柄のみを食べるのはハスイモである。ハスイモも自然の中から蕨味のないものを選抜し利用している。同様に、主としてオセアニアなどで食べられているインドクワズイモも自然のものから蕨味のないものを選抜し、栽培している。この他、中国雲南南部では3倍体の花序が売られ、一般的な野菜としてスープや煮物、揚げ物として食されている。他にも水田栽培を行っている2倍体のライゾームの皮をむいて酢付けにし、醗酵させた漬け物などもある。

一方、イモのぬめりは糖タンパクのムチンや食物繊維のガラクタンなどから構成されている。胃の粘膜や腸の働き、血糖値や血中コレステロール値の上昇を抑える働きがあるとの報告もあり、健康食品としても一部で注目されている。

おわりに

世界におけるイモ型作物の生産量を FAO Production Yearbook 2007 で比較してみると、ジャガイモの全世界生産量 3 億 2500 万 t に対し、サツマイモは 1 億 2600 万 t、ヤムイモは 5100 万 t、タロイモは 1500 万 t となっている。また、我が国における平成 18 年度のサトイモ生産量は約 17 万 t で千葉県が最も多く、次いで埼玉県、鹿児島県とこれに続いている。

この数字が示すようにタロイモは生産量では、サトイモに遙かに及ばないが、タロイモは

最も重要な食用植物として、圧倒的に広範な地域で栽培され、多様性に富む品種が存在している。熱帯圏を中心に自給自足の伝統的な生活を営む地域における生産量の把握は困難で、統計データとして記録されていないものが多数あると考えられる。また、日本を含め自家菜園あるいは自給自足のために栽培される地域が多数認められていることも事実である。

21 世紀に入り、世界の人口増加に伴う食料不足や価格の高騰、国際的な環境劣化による集中豪雨の脅威や温暖化による海面の上昇、食料資源の枯渇など、地球的規模の問題が山積しており、持続可能な食料作物の確保が叫ばれている現在、この対策は急務である。このような中、タロイモを主食（基盤）とする地域の栽培形式は畑作、水田作だか、乾燥にも強い品種としてヤバナサトイモがあり、また、傾斜地から海岸線に沿う水田あるいは湿原といった多様な環境で栽培可能な種類や品種が多数存在している。特に、①環太平洋諸国では、海岸線に沿う水田での栽培が主流の地域があり、塩害を受けやすい種子農耕作物よりも栽培に優位な点がある。さらに②局地的な豪雨による冠水にも耐え得る能力を持つ品種も存在する。開発途上国の食料不足を一時的にではなく、③持続的に食料不足を補う方法として自給自足が可能なイモ型作物の 1 つで、短期間での食料生産の効果が期待される。さらに、④耐寒性、耐暑性、耐塩性、耐水性、耐乾性などに優れた品種も多数あり、イモ型作物の栽培は堀棒 1 本で可能であり、しかも特別な栽培技術や多肥、機械化などへの投資も最少ですむ可能性を持っている。

タロイモを含む伝統的な作物は人類が育て上げ、蓄積した財産と考える。古い時代から、長い間ヒトの食生活や文化を支え継承してき

た重要な栽培植物である。タロイモは未知なる可能性を秘めている。他のイモ類と併せその価値を改めて再認識したいと考えている。

参考文献

- 1) 岩佐俊吉, 1980. 熱帯の野菜. 養賢堂、東京、185-190.
 - 2) De Candolle, A. (加茂儀一訳)、1953. 栽培植物の起源. 岩波文庫、東京.
 - 3) 熊沢三郎・二井内清之・本田藤雄, 1954. 本邦におけるサトイモ品種分類. 園学雑 25 (1), 1-10
 - 4) 星川清親 1980. 新編 食用作物、養賢堂、東京、616-626.
 - 5) 飛高義広 1976. 新野菜全書 マメ類・イモ類・レンコン・他、農村漁村協会. 東京、309-331.
 - 6) 藤田安二 1973. タロイモとヤマイモ その民族植物学的一考察、生物化学 25 (3) . 159-162.
 - 7) 久木村村久・高柳謙治、1984. パプアニューギニア、ソロモン、フィジーにおける農業事情と地下植物. 農林水産省熱帯農業センター、熱研資料 64, 1-72.
 - 8) Kokubugata, G. and Konishi, T. 1998. Implication of a Basic Chromosome Number of $X=14$ in Seven Cultivars of Two Varieties *Colocasia esculenta* by Fluorescent in situ Hybridization Using rDNA Probe. Cytologia 64:77-83.
 - 9) 小西達夫・豊原秀和・横山弘明, 1994. パプアニューギニアのタロイモ. 秘境パプアニューギニアの農耕の起源を探る—熱帯雨林地域における農耕の起源植物調査—、東京農業大学創立 100 周年記念事業実行委員会、40-63.
 - 10) May, J. 1984. Kaikai Aniani. Robert Brown & Associates, Australia chromosome numbers. Ethonolog 7, 259-267.
 - 11) 中尾佐助, 1966. 栽培植物の起源. 岩波書店、東京
 - 12) 中尾左助、堀田満、西山喜一、小西達夫、吉田彰, 1978. タロイモは将来の重要な作物となるか. 採集と飼育, 第 40 号 3 号, 134-138.
 - 13) 中尾左助, 1979. タロイモの開発研究、昭和 51-53 年度生物委託研究報告書, (財)日本科学協会、東京.
 - 14) 西山喜一, 1980. タロイモの食糧化研究. 昭和 54 年度生物委託研究報告書, (財)日本科学協会、東京.
 - 15) 一, 1981. タロイモの食糧化研究. 昭和 54-56 年度生物委託研究報告書、(財)日本科学協会.
 - 16) PURSEGLOVE, J.W. 1972. Tropical crops Monocotyledons. A Halested Press Book, New York 58-74.
 - 17) 佐藤隆徳・高柳謙治・平井正志, 1988. 熱帯のいも類. 熱帯農業シリーズ 熱帯作物要 No.12, 52-102.
 - 18) WHITNEY, LEOD. and BOWERS, F.A.I., TAKAHASHI, M., 1939. Taro Varieties In Hawaii. Hawaii. Agri.Exper.Sta.of the Bull, No.84.
 - 19) VAVILOV, N.I., 1935. The scientific bases of plant breeding (K.S. Chester 訳) . Chronica Botanica 13, 12-54.
 - 20) YEN, E.R. and WHEALER, J.M. 1963. Introduction of taro into the Pacific: the indication of chromosome numbers. Ethonolog 7, 259-267.
 - 21) 吉田集而、堀田満、印東道子編, 2003. イモとヒト 人類の生存を支えた根栽農耕、平凡社.
- (東京農業大学 教職・学術情報課程
嘱託教授)



ヤムイモにおける生産とポストハーベストの新展開

志 和 地 弘 信

1. 世界のイモ類とヤムイモ

イモ類とは根や茎に炭水化物などの養分を蓄えた植物もしくはその器官である。根や茎に養分を蓄える植物は野生も含め世界に1000種類以上あるといわれている（吉田2003）。しかし、世界のイモ類の生産量はジャガイモ（*Solanum tuberosum*）、キャッサバ（*Manihot esculenta*）、サツマイモ（*Ipomoea batatas*）、ヤムイモ（*Dioscorea spp.*）、タロイモ（*Xanthosoma sagittifolium* と *Colocasia esculenta*）の4種で99%を占める（表1）。ヤムイモの生産量はイモ類の中で4番目に多く2007年では5100万tである。

表1 根茎類の生産量の比較(2007年)

作 目	生産量(100万t)
ジャガイモ	321
キャッサバ	228
サツマイモ	126
ヤムイモ	51
タロイモ*	15
その他の根茎類	7

* アメリカサトイモ(ヤウティア)を含む。

出典：FAOSTAT より 著者作成

ヤムイモはヤマノイモ科の植物の中で食用にされるものの総称であり、日本ではナガイモやジネンジョなどがそれにあたる。ヤムイモには起源が異なる様々な種が熱帯・亜熱帯から温帯の広い地域に見られ、多くの品種が栽培されている。主食として用いられるようなデンプン作物として有用な種は、ダイジョ（*D. alata* L.）、ジネンジョ（*D. japonica* Thunb.）、ナガイモ（*D. opposita*）、ホワイトギニアヤム（*D. rotundata* Poir.）（以下ホワイトヤム）、イエローギニアヤム（*D. cayenensis* Lam.）（以下イエローヤム）、トゲイモ（*D. esculenta* (Lour.) Burk.）、bitter yam（*D. dumetorum* (Kunth)）やゴヨウドコロ（*D. pentaphylla*）、カシュウイモ（*D. bulbifera* L.）、cush-cush yam（*D. trifida* L.）などである（志和地ら 2006）。これらのうち西アフリカ原産のホワイトヤム、イエローヤム、Bitter yam およびカシュウイモならびに東南アジア原産のダイジョとトゲイモの生産が多く、熱帯で生産されるヤムイモのうち90%以上がこれらの種で占められる（Hahnら1987）。野生種でも食用となるイモやムカゴが十分に大きくなるヤムイモは、早くから利用されてきたと考えられている。世界をみると、現在でもヤムイモをはじめとするイモ類を毎日の食事の中心にしている地域がアフリカとオセアニアにあり、これらの地域は根菜農耕文化圏やイ

モ食文化圏と呼ばれている。

ヤムイモの生産量を地域別にみると 98% がアフリカで生産されている (表 2)。アフリカの中では西アフリカでの生産量が圧倒的に多く、それに従って一人当たり消費量もベナン、コートジボワール、ガーナ、トーゴ、ナイジェリアの順に多い (表 3)。ヤムイモはこの地域の重要な作物であることが分かる。アフリカ以外ではソロモン諸島、ジャマイカ、ドミニカで一人当たりの消費量が多い。ソロモン諸島はオセアニアの根菜農耕文化圏にあり、ヤムイモは重要な作物である。ジャマイカやドミニカで消費が多いのは奴隷貿易によって移送されたアフリカ人の食料として移入されたためといわれている。なお、西アフリカで生産されるヤムイモはそのほとんどがホワイトヤムである。

表 2 ヤムイモの地域別の生産量(2007年)

地 域	生産量(万 t)
西アフリカ	4,862
中央アフリカ	112
東アフリカ	25
オセアニア	34
アジア	23
南アメリカ	69
中央アメリカ	4

出典：FAOSTAT より著者作成

表 3 ヤムイモの一人当たり消費量(2003年)

国 名	消費量(kg)
ベナン	144
コートジボワール	120
ガーナ	114
トーゴ	88
ナイジェリア	74
中央アフリカ	72
ソロモン諸島	62
ガボン	60
ジャマイカ	49
ドミニカ	38

出典：FAOSTAT より著者作成

2. ヤムイモの栄養素

ヤムイモの一般成分の含有量は種や品種によって若干異なっているが、ジャガイモ、サツマイモ、サトイモと大差はない (表 4)。ヤムイモの含水率は 66~82% であり、炭水化物は 12~31% で、タンパク質は 0.9~1.8% 含まれている。しかし、ホワイトヤムのタンパク質含有量は 3~4% との報告もあり、栄養価はキャッサバなどより優れている (Otegbayo 2003)。一般に、イモ類は食物繊維の供給源であり、カリウムの多い栄養価に優れたアルカリ性食品である。ヤムイモは他のイモ類より多くの食物繊維を含む (表 4)。その他に、ヤムイモにはムチンなどの糖タンパク質類や多糖類をはじめ、アントシアニンなどのポリフェノール類が含まれている。肉質が赤いダイジョには、赤ワインと同じくらい抗酸化作用があるポリフェノールが含まれている。

ヤムイモは主食作物として重要である一方、他のイモ類には無いもう一つの利用方法がある。ジネンジョが日本では「山のうなぎ」と称されるように、ヤムイモは伝承的に滋養強壮の効果があるとアフリカやアジアの多くの国でいわれている。中国では昔から山薬と称され、強壮、健胃などの薬効があるとし、台湾では薬用植物に分類されている。これまでの研究では、ヤマノイモ属の植物はステロイド系サポニン、ディオスゲニン (diosgenine)、ディオスコリン (dioscorin)、ムチン (mucin)、アラントイン (allantoin)、コリン (choline)、ドーパミン (dopamine)、アデノシン (adenosine) などの成分を持つことが判っている。これらはそのまま多量に摂取すれば有毒であるものが多いが、適正な利用によって薬や化粧品の原料となり、一部の種はこれらの成分を多く含むといわれる。抗炎症作用が

表4 主なイモ類の一般成分および食物繊維(g/100g)とポリフェノール(mg/100g)(生鮮)

作物名	水分	炭水化物	タンパク質	灰分	総食物繊維	ポリフェノール
ナガイモ	82.5	19.5	1.2	0.7	9.3	98.5
ダイジョ(赤肉色)	69.6	33.1	1.7	0.9	10.1	293.6
ダイジョ(白肉色)	86.2	15.4	0.9	0.5	8.0	84.8
cush-cush yam(紫肉色)	66.0	30.9	1.6	1.3	7.8	380.1
cush-cush yam(白肉色)	68.8	28.9	1.2	0.8	8.6	448.1
bitter yam	74.4	31.5	1.8	0.7	5.0	452.7
サツマイモ	66.1	31.5	1.2	1.0	2.3	—
サトイモ	84.1	13.1	1.5	0.9	2.3	—
ジャガイモ	79.8	17.6	1.6	2.0	1.3	—

—：なし、ただし、紫色の品種などではポリフェノールを含むものがある。

出典：著者データ

あり、化粧品的美白作用成分に使われるアラントインはツクネイモ (*D. opposita*) や *D. batatas* の塊茎に含まれている (Ninomiya et al. 2004, Yi-Chung et al. 2006)。多様な薬効を持つといわれるサボゲニンはヤムの野生種に多く含まれ、中米原産の *D. composita*, *D. floribunda* および *D. speculiflora* やインド原産の *D. deltoidea* に確認されている (Martin 1969)。実際にある化粧品には素肌保護成分の原料として *D. composita* の抽出成分が用いられている。ディオスゲニンはヤムイモ類に含まれるサポニンの一部であり、その摂取によって両性ホルモンの代謝に変化が生じて、強壮作用を示すものと考えられている。野生種の *D. floribunda* はディオスゲニンを多く含み、これを原料に経口避妊薬が作られていた。また、*D. deltoidea* もディオスゲニンを含み、この種の栽培化や組織培養によるディオスゲニンの生産が試みられている (Bindroo 1988, Ravishankar and Grewal 1991)。ディオスコリンはカシュウイモや *D. hispida* に多く含まれており、カシュウイモから抽出された dihydrosdioscorin にカビなどの増殖を抑える作用がある (Adeleye and Ikotun 1989)。さらに、

D. doryphora は dioscin、ディオスゲニン、ドーパミン、アラントイン、アデノシン、phytic acid などを含むことが明らかにされている。

しかし、ヤムイモの生産量のほとんどを占めるホワイトヤムやダイジョについての研究例は少なく、特にアフリカ原産のヤムイモについてはほとんど研究が行われていないのが現状である。

3. ヤムイモの生産性

熱帯・亜熱帯地域の重要な主食作物であるキャッサバやヤムイモは、これらの地域の食料の需要を支えるように、高収量品種の作出の努力が続けられており、特にキャッサバでは1960年代に5~10t/haであった収量が、現在では国によってばらつきがあるものの15~20t/haまで増加している。一方、ヤムイモの生産は1960年から2000年において作付面積と生産量がそれぞれ約4~5倍になったものの、収量の改善は進んでいない。育種技術の開発がなかなか進まず、高収量品種の開発と普及が遅れているためである。地域別のヤムイモの収量は約6~15t/haまでかなり差がある(表5)。アジアやオセアニアにおける収

量が約 15t/ha であるのに対して中央アメリカ、中央アフリカ、東アフリカでは約6~7t/haと低い。最大の生産地である西アフリカは11.6t/haである。西アフリカのヤムイモの生産性がアジアやオセアニア並に改善できれば、この地域の生産量は現在の作付面積で約1700万t増える計算になる。ちなみに日本のナガイモ類の収量は21.5t/haであることから、熱帯・亜熱帯地域におけるヤムイモ栽培技術の改善の余地は大きい。

表5 ヤムイモの収量(2007年)

地 域	収量(t/ha)
西アフリカ	11.6
中央アフリカ	6.8
東アフリカ	7.0
オセアニア	15.4
アジア	15.0
南アメリカ	10.1
中央アメリカ	5.9
日本	21.5

出典：FAOSTAT より著者作成

ヤムイモは種によってはほとんど花をつけないことから、育種が困難であるといわれてきた。熱帯原産ヤムイモの育種を本格的に行っているのは国際熱帯農業研究所（International Institute of Tropical Agriculture：IITA）と台湾の行政院農業試験場だけである。IITAでは、ヤムイモの生産量のほとんどを占めるホワイトヤム、イエローヤム、ダイジョを対象に、開花が稀少、開花系統が少ない、雄花と雌花の開花時期が一致しない、受粉が上手くいかないなどといった交配育種における制限要因について研究を行い、交配育種を行ってきた（Asiedu et al. 2003）。その結果、西アフリカで最も生産量が多いホワイトヤムでは、無施

肥の焼畑において13 t/ha程度の収量が見込める高収量品種が、2001年に3品種（TDr 89/02677，TDr 89/02565 および TDr 89/02461）、続いて収量および品質に優れる4品種（TDr 95/19158，TDr 95/18544 など）が2004年に配布されており、これからの生産性の改善が期待されている（志和地 2005）。一方、ヤムイモに被害を及ぼすモザイク病（Yam mosaic disease, YMD）、炭疽病（Yam anthracnose）、線虫抵抗性品種の開発はようやく緒についた段階である。YMD抵抗性品種の育種は、幾つかのウイルス抵抗性系統を見出したところであり、炭疽病や線虫抵抗性品種の育種は進んでいない（IITA 2001）。

栽培技術の改善に加えて、高収量・耐病性品種の開発と普及はヤムイモにおける生産性を向上させて、熱帯・亜熱帯地域の食料安全保障に寄与すると考えられる。

4. ヤムイモの栽培と利用・加工

1) 栽培

アフリカやパプアニューギニアにおけるヤムイモの栽培はほとんどの地域で焼畑式農法（bush-fallow）によって行われている。この農法では、林野の伐採と火入れを雨季の終わり頃から始め、続いて種イモの植え付けが行われる。西アフリカでは、畑の表層の肥沃な土をかき集めてマウンド（Mounding：小山）を作り、その上に種イモを植え付けることが多い。大きくて形のよいイモをとるためには大きいマウンドが良いが、単位面積当たりの株数が少なくなる。このマウンドを作るのは重労働で、ヤムイモの生産の盛んな地域では屈強な若者を雇って作業にあたらせており、生産コストを引き上げる要因となっている。種イモは収穫した大きなイモを200~500gの

大きさに切って使用する。大きいほど初期生育が早く生育も良いが、生産のコストが高くなる。一般に生産コストに占める種イモのコストは30%以上と高く、栽培面積の拡大を妨げる一因になっている（Okoli and Akoroda 1995）。そこで筆者らは IITA において、簡便な種イモ生産技術の開発を目指して、挿し木を利用したミニ塊茎の生産の確立に取り組んできた。挿し木に用いる蔓は1株から40~50本採取が可能である（Shiwachi et al. 2005）。この方法による種苗増殖技術は2005年から笹川アフリカ協会の支援を得てナイジェリアの農民に普及を開始している。さらに現在では組織培養由来の母株から採取した挿し穂を用いて、ミニ塊茎を周年で生産するシステムを確立した。2007年からは日本 ODA の小規模無償協力の支援を受けてナイジェリアにおいて種苗生産施設（挿し木増殖施設および馴化網室）を建設し、大量増殖への実証試験および普及を開始している。

パプアニューギニアでの栽培は、種および品種によって方法が異なるが、基本的には穴掘り法とマウンド法を組み合わせで行っている（豊原 1998）。それは突き棒（掘り棒）で穴を掘り、その上に盛り土を行い、その頂上に種イモを植え付けるものである。パプアニューギニアで年2回開催されるヤムシンシンの祭りに供されるヤムイモの栽培方法には特異な習慣がある。この栽培には成人女性が関与することは禁忌であり、さらに近代的なナイフやスコップの使用が禁止されている。男達は森林を切り開き、突き棒によって直径50cm、深さ80cm程度の穴を掘ったあと、掘り出した土を丁寧に砕きながら埋め戻して、その上に50cm程度のマウンドを作り、頂上に萌芽させた種イモを植え付ける。これらの

地域のヤムイモ栽培では施肥はほとんど行われていない。長い休閑期間を経て再び耕作されることが多かったヤムイモであるが、人口の増加とともに短期休閑での栽培を余儀なくされている。ヤムイモを短期休閑で栽培する場合には施肥が不可欠であるがヤムイモの栽培における施肥技術に関する知見は少ない。

アジアにおけるヤムイモ生産は、台湾において増加している。栽培はダイジョが最も多く、台北県から南の屏東県にかけて約1200haに栽培されている。特に栽培が多い中部の南投県や嘉義県の山間地では特産のビンロウ椰子とヤムイモ栽培を上手に組み合わせている。それはビンロウ椰子を蔓性のヤムイモの支柱として用いてヤムイモを間作するものである。栽培方法は雨樋（エンビ管を半分にしたもの）栽培といわれるもので、平畦を作り、雨樋を15~20°くらいに傾斜させて埋め込み、その頂上に種イモを植える。台湾におけるヤムイモは機能性食品あるいは健康食品という位置づけがなされており、生産は有機栽培で行われている。



写真1 ビンロウ椰子とダイジョの間作



写真2 ヤムイモの有機栽培(雨樋栽培)

培用土はおがくず、籾殻、ヤギの糞でつくる。

日本のヤムイモである「やまのいも」(ナガイモ、ツクネイモ、イチョウイモなど)の作付面積は 8540ha で、その内の約 60%がナガイモで占められている。ナガイモは北海道と青森で生産が多く、イチョウイモが関東で、ツクネイモが主に関西で生産されている。熱帯原産のダイジョは沖縄県や鹿児島県で生産が見られるが作付面積は小さい。日本のヤムイモ生産は集約的に行われており、大規模に栽培する北海道などでは植え付けと収穫を機械化して作業効率を上げている。

アフリカでは、栽培面積の拡大に伴う休閑期間の短縮や換金作物としてヤムイモ栽培が集約的に行われるようになって、十分な量を施用しているとはいえないものの、施肥が行われるようになってきた。ヤムイモの主産地であるアフリカにおいて施肥や栽培技術の改善がなされれば生産量は飛躍的に増大するだろう。

2) 加工と利用

ヤムイモの利用は主食や加工食品として伝統的な調理技術を用いたものがほとんどで、いまのところ工業原料にされていない。ここ

では加工と利用の現状を記述し、今後の利用の可能性を述べたい。

西アフリカにおけるもっとも代表的な調理法は、茹でたイモを熱いうちに茹で汁を少しずつ加えながら杵と臼で餅状に搗きあげるヤムイモ fufu (もしくは pounded yam や iyan) である。ヤムイモの加工は簡単な技術を用いたもののみであり、食用や工業用のデンプン生産などは行われていない。ナイジェリアの湿潤サバンナ地域では伝統的に amala というヤムイモ粉が作られている。これはイモを 1cm 位の薄切りにし、煮てから天日で十分に乾燥させ粉に挽いたものである。乾燥させたイモや粉は保存性が非常に高く、高値で売買されている。amala の生産は主に農家の主婦が行っているので、年間の生産量を正確に概算することは難しい。ナイジェリアの食習慣から推定すると、加工に用いられるイモは総生産量の 2~3%程度とみられる (JETRO 2003)。最近では、amala に替わって高品質のヤムイモ fufu 粉の製造が食品メーカーによって開始されている。また、ヤムイモ fufu 粉はヤムフラワーとしてヨーロッパなどに輸出も試みられている。フライドヤムは伝統的な加工食品であり、露店で販売される人気のスナックであるが、高価なフライドポテトの代替品としてファストフード店へのフライドヤムの導入が試みられている。

アジアにおいては、フィリピン、台湾、沖縄などで ube や ubi アイスクリュームとして利用されているほか、日本のヤムイモであるジネンジョ、ナガイモなどが古くから「かるかん」、「じょうよまんじゅう」などの和菓子や「蕎麦」、「はんぺん」などの食品原料に用いられている。ヤムイモでは、粘性の強い特徴は冷凍とろろや菓子の日持ちに関係するとい

われており、日本では粘度の強いジネンジョが重宝されている。このヤムイモの粘りは Yam Viscous Polysaccharide (YVP) と呼ばれる粘質多糖類（リンを含む蛋白-多糖類）であり、粘質多糖類の含有量と粘性には相関関係がある（田之上ら 1988）。ダイジョ、ジネンジョおよびナガイモの粘性を比較した場合、ダイジョの粘度はジネンジョに及ばないもののナガイモよりも優れており、ダイジョの高い加工適性が示唆されている（志和地ら 1995）。

ヤムイモのデンプンの粒径は種によって異なり 2~27 μm まで幅がある。最も生産量が多いホワイトヤム、イエローヤムはデンプン粒が最も大きい。ダイジョやホワイトヤム、イエローヤムではアミロースの成分比が高いため粘性が大きく品質の劣化が遅い。さらに、糊化温度はキャッサバより高く 70℃以上であり、また、溶け始める温度も高い（Amani et al. 2003）。これらのことから、ヤムイモデ

ンプンは加工食品原料として主に流通しているキャッサバデンプンよりも加工食品としての適性が高いといえる。ガーナの Kpuna 種は粘性が非常に高く、特に加工に優れた品種であり、加工原料の品種として有望であろう（Otegbayo et al. 2003）。

ナガイモなどのイモの皮を剥いた時に手にかゆみを感じたりするのはイモの皮に多く含まれるシュウ酸カルシウムによる。これはイモのアクの素にもなっている。イモの品質を考慮した時アクおよびのシュウ酸カルシウムの含有が少ないものが望ましいが、著者らが調査したホワイトヤム、ダイジョ、カシュウイモ、ナガイモおよび Bitter yam はいずれもシュウ酸カルシウムを含んでおり、その結晶の大きさは 75~121 μm であった。最近、日本において業務用として生産量が増えている冷凍とろろの原料としてヤムイモを利用するには、シュウ酸カルシウムの少ない品種の開発も課題であろう。

表6 主な熱帯原産ヤムイモのデンプン特性

種 名	大きさ (μm)	アミロース (%)	糊化温度 ($^{\circ}\text{C}$)	Enthalpy change ($\text{J} \cdot \text{g}^{-1}$)	粘度 ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)
ダイジョ	21.5	26.8	75.4	16.3	185.8
ホワイトヤム	26.4	26.4	73.3	14.9	193.2
Bitter yam	2.2	16.6	81.7	16.7	128.0
トゲイモ	6.0	15.4	72.8	19.4	121.8

出典：Amani et al. 2003

表7 主な熱帯原産ヤムイモのデンプン加工特性

種 名	透明度 (%)	ピーク温度 ($^{\circ}\text{C}$)	V_{90} RVA 粘度 12 分 (RVU)	スラリー粘度 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$)
ダイジョ	37.4	82.9	23.7	292.8
ホワイトヤム	40.7	82.6	24.9	191.2
Bitter yam	8.9	87.5	2.5	61.2
トゲイモ	24.7	78.7	9.1	133.5

出典：同上

今後のヤマイモの生産は前述のような機能性や滋養強壯を期待した利用方法が増加を後押しする可能性がある。例えば、最近、ヤマイモが健康食品材料としてブームとなっている台湾では、ヤマイモの利用は多様化している。台湾では日本のように生食・煮食するほか、飲料としてヤマイモと牛乳や果物をミックスしたジュースなどが好まれている。デザートとしては、アイスクリーム（山薬氷）や饅頭などにされている。その他に加工食品の原料として用いられて、山薬ラーメン、山薬茶、山薬醤油、山薬酒などが製造されている。いずれも健康食材としての期待によって消費が盛んになったものである。日本では、鹿児島県で栽培されている食味の良いトゲドコロがナガイモなどに比べて200倍（27.9mg/100g）ものディオスゲニンを含むことが明らかになって（飛田ら 2006）、機能性を併せ持つ食品としてサプリメントが開発されている。このトゲドコロを摂取させたマウスは水泳運動モデルによる試験によって、脂肪の代謝が活性化され、運動機能の向上につながったことが報告されている（廣田ら 2008）。ヤマイモの機能性成分については、分析化学の進歩によってその一部が明らかになってきたものの、有効性や利用方法に関しては模索の段階であり、研究の余地が大きい。今後さらに研究が進めば他のイモ類とは異なった利用が展開する可能性がある。

筆者らはダイジョを原料に4年前から焼酎の生産を試みてきた。貿易自由協定（FTA）により生産が縮小すると考えられる沖縄県のサトウキビの代替作物として、沖縄の伝統作物であるダイジョの利用を模索するためであった。まず、いも焼酎ブームによって原料が不足しているサツマイモの現状を考慮して、

焼酎原料としての利用を試みた。その結果、ダイジョは米焼酎や麦焼酎と比べてイソブチルアルコール、イソアミルアルコール、 β -フェネチルアルコールが多く、風味豊かな焼酎になることがわかり、商品化に移した。焼酎の製造は過程で発生する外皮や残渣の処理の問題も包括的に考慮する必要がある。これは乳酸発酵による飼料化を検討中であり、沖縄の養豚産業に貢献できると考えられる。こういったヤマイモのポストハーベスの展開は熱帯・亜熱帯の開発途上国において新しい研究課題になるだろう。

今後の世界的なデンプン需要は堅調と見られ、特に中国を含むアジア諸国やインドの伸びが大きいと考えられている。デンプンの大消費地である北米に関しては、トウモロコシのコーン・スターチが優位であったが、トウモロコシがバイオエタノールの原料に使用されはじめた現在では他のデンプン作物への転換も考えられ、ヤマイモなどのイモ類の需要の高まりが予想される。

参考文献

- 1) Adeleye, A. and T. Ikotun. 1989. Antifungal activity of dihydrodioscorin extracted from a wild variety of *Dioscorea bulbifera* L. Journal of Basic Microbiology 29:265-267.
- 2) Ninomiya, A., Y. Murata, M. Tada and Y. Shimoishi. 2004. Change in allantoin and arginine contents in *Dioscorea oppositifolia* 'Tsukuneimo' during the growth. Journal of Japan Society of Horticulture Science 73: 546-551.
- 3) Amani, N.G., D. Dufour, C. Mestres, A. Buleon and A. Kamenan. 2003. Variability in starch physicochemical and functional properties of yam (*Dioscorea* sp.) cultivated in Côte d'Ivoire, Proceedings of 8th

- Symposium of the International Society of Tropical Root Crops-Africa Branch, Ibadan, Nigeria. 2001. No. 3: 122-130.
- 4) Asiedu R., H. Mignouna, B. Odu, and J.d'A Hughes. 2003. Yam breeding, In: Plant Virology in Sub-Sahara Africa, Proceedings of a conference organized by IITA, J.d'A. Hughes and B.O. Odu (Eds.), IITA, IITA, Ibadan, Nigeria. p.466-475.
- 5) Bindroo, B. B. 1988. Association of tuber flesh colour with diosgenin content and other tuber characteristics in *Dioscorea deltoidea* Wall. Research and Development Reporter 5:39-43.
- 6) Hahn, S. K., D. S. O. Osiru, M. O. Akoroda and J. A. Otoo. 1987. Yam production and its future prospects. Outlook on Agriculture 16: 105-110.
- 7) 廣田有花、速水祥子、工藤庸子、出口寿々、大野木宏、水谷滋利、酒井武、加藤郁之進 2008. トゲドコロ (*Dioscorea esculenta*) 摂取と水泳運動による体内脂肪減少効果. 第55回日本食品化学工業学会講演要旨集
- 8) IITA 2001, IITA Annual report 2001, IITA, Ibadan, Nigeria.
- 9) JETRO 2003, アフリカ主要国の農水産業・食品加工分野における対外ビジネス有望(アフリカ食品ガイドブック) ナイジェリアの農水産業・食品産業, pp 204-236.
- 10) Martin F. W. 1969. The species of *Dioscorea* containing sapogenin. Economic Botany 23:373-379.
- 11) Okoli, O. O. and M. O. Akoroda. 1995. Providing seed tubers for the production of food yams. African Journal of Root and Tuber Crops 1:1-6.
- 12) Otegbayo, B. O., A. U. Achidhi, R. Asiedu and M. Bokanga 2003, Food quality attributes of Pouna yam. Proceedings of 8th Symposium of the International Society of Tropical Root Crops-Africa Branch, Ibadan, Nigeria, 2001, No.3:119-122.
- 13) Ravishankar, G. A. and S. Grewal. 1991. A simple and rapid method for selection of high diosgenin yielding clones of *Dioscorea deltoidea* callus. Biotechnology Techniques 5:281-282.
- 14) 志和地 弘信・張光鎮・林満 1995, ヤムイモ (*Dioscorea alata* L.) における導入系統の生態および形態的特徴と評価. 鹿大農学術報告.45:1-17.
- 15) Shiwachi H., H. Kikuno and R. Asiedu. 2005. Mini tuber production using yam (*Dioscorea rotundata*) vines. Tropical Science 45:175-181.
- 16) 志和地弘信 2005, IITA におけるヤムイモ (*Dioscorea* spp.) 研究(アフリカの農業, その課題と可能性 -アフリカ農業懇話会要旨集-) アフリカ農業懇話会. p29-38.
- 17) 志和地弘信、足達太郎、稲泉博己、菊野日出彦、豊原秀和、中曽根勝重. 2006. アフリカのイモ類ーキャッサバ・ヤムイモー 社団法人 国際農林業協力・交流協会. p270.
- 18) 田之上隼雄, 穂原関夫, 石畑清武 1988, ゲルロ過法によるヤマノイモ粘質多糖の定量およびその測定値と「トロロ」物性との相関. 日本食品工業会誌 35: 595-603.
- 19) 飛田志保、酒井武、岩元宏毅、浜岡陽、遠城道雄、加藤郁之進. 2006. ジオスゲニン含有率の高いヤムイモ、トゲドコロ (*Dioscorea esculenta*). 第60回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集 p384.
- 20) 豊原秀和. 1998. パプアニューギニアのヤムイモ生産の現状と課題. 国際農林業協力. 20:70-80. 社団法人国際農林業協力協会
- 21) Yi-Chung Fu, Lin-Huei A. Ferng and Pau-Yau Huang. 2006. Quantitative analysis of allantoin and allantoic acid in yam tuber, mucilage, skin and bulbil of *Dioscorea* species. Food chemistry 94. 541-459.
- 22) 吉田集而、堀田満、印東道子 2003 イモとヒト(編) 平凡社 p356
- (東京農業大学
国際食料情報学部 国際農業開発学科 教授)



21世紀産業資源としてのジャガイモの展望

渡 邊 和 男

は じ め に

ジャガイモの原産地域に関わるペルー政府は、国連へジャガイモの農業食料としての貢献と将来へ向かっての重要性についての提言を行なった。2008年は国際ポテト年(International Year of the Potato)であることが国連で決議された。日本では、ジャガイモのみならずイモ類を一般的に振興する形で、イモ類のこれまでの貢献と今後の期待について2008年を通してキャンペーンされた。

イモ類は、塊茎、塊根あるいは球茎等を可食部とする作物の総称である。デンプンを集積する部分を食用として用いるが、一方、それぞれの作物種の形態、栽培、種苗、保存、加工や利用は非常に多様であるといえる。熱帯では、タロ、キャッサバ、ヤムなどが世界各地で食文化を歴史的に形成しており、古くから Vavilov、Harlan や中尾らによって民族植物学的な研究の蓄積がある。サツマイモに関しては世界生産の80%は中国だが、熱帯から温帯にかけて栽培され、ウガンダ等の東アフリカ山岳地帯でも主食となっている。現代日本人の食生活においては、イモ類は野菜やスナックフードとしての位置づけになっていて、

主食ではないが、日常の食材として不可欠なものである。

ジャガイモが利用・栽培化されて8000年以上たつといわれているが、全世界で栽培されたのはコロンブスによる新大陸発見以後であり、400年程度の歴史しかない。一方、ジャガイモを多用している国は南米原産地だけではなく、欧州、北米、中央アジアなど多くある。

ジャガイモは、イモ類の中でも主食としての位置づけが世界的に認知されている。原産地域であるアンデス山岳地帯や欧州等では、食文化的にも重要な主食となっている。また、カロリー源としてのデンプンだけではなく、ビタミンC、カリウム等ミネラルや食物繊維も十分に含んでいるため、栄養的に調和のとれた食材といえる。タンパク質もイモ類の中ではイモ新鮮重に対し2%程度と一番多く含有し、そのアミノ酸比率は栄養上バランスがとれている。

栽培期間も穀類に比べれば相対的に早く収穫でき、土の中で可食部が成長するため低温、雹等の被害を受けにくく環境変動や飢饉に対応しやすい作物である。穀物のとれない地域でもジャガイモをはじめとするイモ類は栽培でき、救荒作物としての食料補償への貢献は歴史的にも示されている。単位面積あたりのデンプン収量は穀物より多く、バイオマスに

WATANABE Kazuo: Perspectives on Potatoes as the Industrial Resources for the 21st Century

おける可食部の比率は最高 85% となり、穀類の 50% より食料生産の効率は高い。ルワンダ、中央アジアやネパール等気候が過酷な地域でもジャガイモは生産され、多くの人口を支援し、健康の確保に貢献してきている。よってジャガイモは、貧困層の食料難解決のための材料として高く認知されるべきであり、また、単位時間や単位面積あたりの収量を考慮するとバイオマス生産効率の高さは、21 世紀に産業資源としての可能性も期待できる。

ジャガイモの生産の現状と課題点

1. ジャガイモ生産の世界的概況

日本でジャガイモは、2007 年度において約 8 万 3000ha 栽培され、収穫量は約 265 万 t である。収量は約 35t/ha であり、日本は欧米やニュージーランドと並び世界トップレベルである。粗生産額は約 1500 億円、輸入量は各年平均 65 万 t 程度であり、自給率は約 80% と他の作物に比べると非常に高い。しかしながら、1960 年代に約 400 万 t を年間生産していたことを鑑みると、廉価で市場の要求に対応できる品質の輸入品に押されている傾向がある。

生産の内訳は青果用が 5%、加工食品用が 36%、澱粉原料用が 29%、種子用が 5%、その他が 5% である。生産技術はコスト面を考慮すると頭打ちの状態であり、育種による飛躍的な向上を目指さなければ、持続的かつ経済的な生産者・消費者の要求に合うものは生産できないと考えられる。

2007 年における世界の総生産量は、3 億 2500 万 t で、第 1 位は中国の 7200 万 t で、ロシア、米国、ウクライナ等が続く (<http://www.potato2008.org/en/world/index.html>、<http://faostat.fao.org/>)。栽培面積は、中国が 873 万 ha、米国では 45 万 ha となっている。先進国での生産量は減少気味であるが、開発途上国では、ここ 16 年で総生産量は倍増している (表 1)。中国等の収量は、16t/ha 程度と先進国の半分くらいしかないが、生産技術や資材の投入があれば生産量はさらに向上できる可能性は高い。国民一人当たりの消費量は、東欧やキルギスタンのような中央アジア諸国で高く、ベラルーシでは 185kg/人 と世界最高の消費量となっている。また、アフリカのルワンダでは 125kg/人 と相当高い消費量となっている。

表 1 世界のジャガイモ生産の推移

(単位:100万t)

区分	年	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
先進国		183.13	199.31	177.47	174.63	165.93	166.93	160.97	159.97	159.89
開発途上国		84.86	101.95	108.50	128.72	135.15	145.92	152.11	160.01	165.41
世界総計		267.99	301.26	285.97	303.35	301.08	312.85	313.08	319.98	325.30

出典：<http://www.potato2008.org/en/world/index.html>, <http://faostat.fao.org/>

2. グローバリゼーション

ジャガイモは各国の内需だけではなく、貿易産品としても年々国際化されてきている。特に、冷凍フレンチフライ、チップやデンプン等の加工産品の取引は拡大している。世界貿易機関（WTO）での国際的な関税の優遇措置や軽減等の交渉や経済圏の確立により地域での関税撤廃等で、貿易障壁が低くなっていることが一因としてある。一方、検疫や品種の保護等についての取り決めの強化も進んでいる。

1) 品種の保護

ジャガイモは通常、種いもで生産を行なうため、農家で増殖が容易である。このため、品種が品種育成者・権利者を尊重されずに不適正に使われないように、先進国における品種登録や品種権は、各国品種保護法や国際法 UPOV (http://www.upov.int/index_en.html) において厳しく管理されている。一方、FAO 食料農業遺伝資源条約 (<http://www.fao.org/Ag/cgrfa/itpgr.htm>) においては、開発途上国の零細農家や品種改良への自由度を高めるために、遺伝資源・品種利用の融通を図る国際的な取り決めもあり、育成者と使用者それぞれの権利の整合性に懸案があるが、人類共存のための重要な課題である。

2) 種苗の生産

一部の開発途上国で、市場要求度に関わる品質をあまり考慮しなくても良い場合は、実生によるジャガイモの生産も行なわれている（渡邊・渡邊 1997）。一方、世界のジャガイモ生産の主体は種いもによるものであり、種いも増殖の体系と特に病害虫に関する検疫が重要な課題となっている。種いもの増殖効率や輸送の軽減などが課題の一つである。また、いもの休眠性の斉一性、萌芽性やウイルス病

等の除去等品質に関わる課題もある。先進国においては、組織培養由来のマイクロチューバーあるいはミニチューバーを温室等で大量増殖して、健全かつ均一な種いもを供給する体系ができています。これらには、病原検定を含め資本投資と経験が必須であり、開発途上国での種いも生産はこのような基盤技術やインフラの向上を期待する必要があります。また、種いも品質の向上により、多くの開発途上国でもジャガイモ生産量が増大する可能性はまだまだあると考えられる。

3) 研究と国際競争

ジャガイモの産業基盤となる研究開発は、北米および欧州で多岐にわたる分野で進んでいる。生産技術や加工等ではジャガイモ関連専門学会（PAA, Potato Association of America; EAPR, European Association for Potato Research）やスナックフード等の産業界がこれらを支援している。

加工特性等の品質、栄養評価やアルカロイド等の毒性検査のための機器分析は充実しているが、単価等の省力化が必要である。品種改良の基盤となるゲノム情報やこれを利用した形質の選抜のための DNA マーカーの作成と試用は、多量の研究資源の投資も含め欧米で進んでいる（渡邊・中谷 2005）。日本国内でも、個別の育種系およびバイオ系基礎研究はあるが、資本投資や協力関係は整理されておらず、国際競争の観点からは遅れている感は否定できない。

遺伝子組換え操作によって、既存の遺伝資源に存在しない高い耐性等の導入や評価も、欧米では試験研究として圃場評価まで多数行なっている。これらが、必ずしも商業化されるとはいえないが、基礎研究は十分に進んで

いるといえる。日本では、温室までの試験例はあるが、これらが圃場試験されない限りは、基礎研究の有効性は確認する事ができず、飛躍的な品種向上の可能性が十分に証明されないままに止められているのが現状である。

3. 地球温暖化と多様な懸案課題

1) 病虫害

ジャガイモは栄養体繁殖を行なうために、多様な病虫害の影響を受けやすい。ジャガイモ疫病は栽培化されて以来、ジャガイモとともに進化してきた病原で、ジャガイモ栽培の歴史の中でいくとも大きな問題をもたらしてきた。150 年前のアイランドにおけるジャガイモ飢饉がその典型で、これを契機にヨーロッパから新大陸への移民が多数起こった事は、人類の歴史の中でも重要な近代史の出来事といえる。また、地球温暖化に伴いジャガイモ病虫害がさらに蔓延する傾向になり、農薬の使用が避けられない局面が多々ある。

ジャガイモ疫病は、栽培期間中ほぼ毎週殺菌剤を散布しないと病害の被害が甚大で、品質および収量ともに期待できない結果になる。特に、ここ 20 年は疫病病原の進化が早く起こり、これに十分対応できる栽培管理や品種が追いついていない問題点がある。減農薬に貢献できる品種も花標津（はなしべつ）の様に鋭意育成されているが、根本的な解決にはなっていない。

地球温暖化に関わり暖地で問題となっていた病虫害が北上してきており、バクテリア病である青枯病やネコブセンチュウなどの問題も徐々にではあるが世界的に広がってきている。北米や欧州のコロラドハムシの様に、生息域の拡大も検疫の問題だけではなく、環境変動とも関わっていると見られる。

2) 環境ストレス

ジャガイモは水分ストレスに過敏で、水が多くても少なくとも生産性に大きく影響する。特に、塊茎形成時の乾燥は収量性に大きく影響する。地球温暖化に伴い、乾燥や高温はジャガイモ生産において課題となるが、これに対応するような抜本的な技術は現在ない。

一方、遺伝子組換え操作による環境ストレス耐性系統の利用は、乾燥や塩害に対して可能性がある。著者等の研究室では、アラビドプシス由来の転写因子を導入した遺伝子組換えジャガイモ系統を育成し、これらに塩、乾燥および凍結のストレスを与える試験を行っている (Celebi-Toprak et al. 2006, Behnam et al. 2007, 2008)。海水 1/3 程度の濃度でも塊茎を形成する系統、灌水を通常のジャガイモの 1/3 程度に減らせるもの、 -20°C に露出しても生存できる系統などができているが、これらの本質的な利用の可能性は、今後圃場評価ができなければ先への道が開かれない。

ジャガイモ遺伝資源と生物学 ：品種改良はなぜ難しい？⁽¹⁾

ジャガイモの遺伝資源は多様である。近縁種の地理的分布は北米の中西部から南米のチリまで幅広く存在する。気候的にも南米の海岸砂漠、アリゾナやメキシコの乾燥地帯からアンデスの熱帯高地、アマゾン上流の亜熱帯地域と多様な生息域があり、2 倍性から 6 倍性まで約 200 種存在する。これらの野生種では、病虫害抵抗性、耐冷性や耐霜性等の過酷環境への耐性の面で、既存の 4 倍性栽培品種のものよりもはるかに優れている系統が沢山

⁽¹⁾ 渡邊 1999, 2003, 2004, Watanabe 2004 の加筆・補正

ある。また、近縁の栽培種には赤、オレンジや紫の色素を塊茎に持ち、これらが機能食品として用いられる可能性もでてきており、欧米や日本で特定品種が利用されだしている。近縁野生種には、例えば疫病、青枯病、シストセンチュウ、ネコブセンチュウ、ウイルス病 (PLRV、PVY、PVX 等)、ジャガイモガやウイルスの媒体であるアブラムシ等病虫害への高いレベルの抵抗性が挙げられる。また、腺状毛 (*glandular trichomes*) のように、幅広く害虫に対して防御能力を持つ形質を備えている近縁種もある。多数点の野生種系統が、国際イモ類研究センター (CIP)、米国およびドイツの遺伝資源銀行に保存されており、育種材料として貴重な遺伝資源である。そしてこれら系統は、体系的に多様な育種形質について評価されており、抵抗性や収量形質について、既存の栽培品種遺伝資源にない独特の特性を持っていることがデータベースによって整理されている。このような育種に適用できる近縁野生種遺伝資源を用いて、中間母本の育種や品種育成が行われている。

ジャガイモの主要品種は同質 4 倍性で他殖性である。これらは倍数体であっても、主に自殖性である穀類とは異なった遺伝および育種上の特徴がある。特に、ジャガイモの育種目標となる多くの育種形質は、量的遺伝を行うため、その遺伝様式や関わる育種での選抜は複雑である。また、ジャガイモは双子葉植物であり、単子葉植物と比べて特に減数分裂における細胞遺伝学上の特徴がある。

ジャガイモとサツマイモに特定すると、これらは栄養体繁殖を行うのが一般的である一方、生殖交雑も可能である。しかし、これらは他殖性で遺伝的に雑種度が高い。よって、遺伝解析の上で多数の後代個体数を必要とす

るだけでなく、純系の遺伝系統を作成することが困難であることになる。一方、栄養体繁殖や組織培養により特定の系統を保存することは容易であり、これら 2 種の生殖生理は、遺伝育種の研究利用の上では利点とも問題点ともいえる。また、形質転換を行う系はジャガイモでは特に容易であり、サツマイモでの品種非特性の遺伝子導入法ができつつある。両種とも、形質転換当代を品種候補として評価できる利点がある。

同質倍数性の遺伝学には、配偶体・接合体における遺伝的変異、複対立遺伝子、対立遺伝子間の相互作用や減数分裂の多面性など、遺伝子座でも多様性を持つことができる大きな遺伝的可能性と、一方これらのために QTL 解析の困難さがあるなど多くの遺伝的性質がある。2 倍体ヘテロ Aa だと配偶体の遺伝型は 2 種類 (A, a) で、それぞれ 1:1 で現れるが、4 倍体、6 倍体となると配偶体の遺伝型およびそれらの分離比は 3 種類で 1:4:1、4 種類で 1:9:9:1 となり、遺伝解析が非常に複雑であることは容易に想像が付く。優性、劣性の比率で後代の分離比を見ると 2 倍体では 3:1、4 倍体では 35:1、6 倍体では 399:1 となる。これらは簡単なモデルであり、育種の実体としては、異なる形質の組み合わせ選抜や QTL の関与により多様なケースが起こる。ジャガイモ、サツマイモではかなり緻密に材料を作り、統計分析を行う必要があり、容易な手法での遺伝資源評価や育種技法が望まれている。

ジャガイモの育種目標は、疫病やそう茹病等の抵抗性やデンプン含量等のように、一般的に量的形質である (Watanabe and Watanabe 2000)。同質 4 倍性と環境要因との関係 (genotype $\times$ environment interaction) がからんで、遺伝形質の発現が複雑であり、それゆえ

量的形質の選抜は難しく、育種家の経験と地道な後代検定や反復試験などに頼るしかない。

雑種強勢や超優性がジャガイモ育種上重要であり、対立遺伝子間の相互作用 (Intra-locus interaction) や遺伝子座間の上位あるいは下位性 (Inter-locus interaction) が大きく関係してくる。一方では、相加的効果による種々の量的形質が存在するため、上記 4 倍性遺伝を含めて特定形質を固定するのは非常に困難である (Ortiz and Watanabe 2004)。

コムギのように、個々の染色体を識別し、異なる起源の染色体間の組み換えを行うことはジャガイモにおいては容易ではない。よって、染色体添加系統や異数体のような特殊な遺伝系統を作出することは難しい。また、個別の染色体の判別が難しいため、種間交雑や系統間交雑において遺伝子 (生殖質) 浸透を的確に追尾できない。

以上の様な要素のため、従来のジャガイモ育種は品種育成までに 2 万から 10 万の実生集団を毎年展開することを必要とし、数と確率の勝負のために、多大な努力と資材が費やされてきた。また、野生種の利用においては、栽培品種群へのその体系的な導入法が十分に理解されていなかった。そのため野生種利用に著しい時間が要求されたり、敬遠されたりしてきたが、次に述べるような多くの育種への実用的知見が近年得られており、これらを生かした育種への利用を以下に解説する。

2 倍体レベルでの交雑および選抜は、4 倍体レベルに比べて遥かに関与する遺伝様式が単純である。それゆえ、2 倍体で抵抗性を備えた有用な野生種系統と栽培系統との種間雑種を育成し、幾つかの異なる抵抗性や他の農形質を兼ね備えた系統を選抜することや、量的形質の選抜は、4 倍体レベルよりも非常に

有効である。また、アルカロイド等の毒性物質も、2 倍体レベルで早期にかつ比較的容易にその含量を指定安全値域に落とすことができるので、これも利点である。

2 倍体野生種を利用する作業は、あくまでもすべての作業が効率よく進んだ場合であるが、多くのケースでは、抵抗性の選抜等により時間が割かれ、これが全体のプロセスを遅らせる主な原因になる。野生種由来の高い抵抗性を持つ中間母本を育成するのは野生種の評価から始めても 3~5 年で十分であるが、従来の育種法による主品種育成にはより長い年月と努力が費やされることをここに銘記しておきたい。

これらの多様な形質を選抜するため、分子マーカーがジャガイモでも開発されてきており、一部の育種プログラムでは抵抗性などについて現場での試行がはじまっているが、先にあげたように日本での研究開発への投資は非常に弱い。一方、野生種の利用は過去にかなり敬遠されていたが、このような簡易マーカーの利用により、生殖質浸透の追尾や特定形質の選抜が精度高く促進されるため、野生種の利用促進と育種家による受容も世界的に期待できるようになってきている。

産業資源としてのジャガイモの展望

1. バイオマス供給源

表 2 にあがるように、ジャガイモやサツマイモ等のイモ類の単位面積あたりの収量は非常に大きい。水分含量を差し引いても、デンプン生産量はトウモロコシ穀粒よりも多く、イモ自体に繊維やその他乾物が含まれており、大量のバイオマスを生産することができる。また、イモ類の収穫までの期間は、ジャガイモの場合 90~120 日で早稲一中手のイネに相

表2 主要作物の日本での生産性

(単位:t/ha/年)

	デンプン	油脂	その他乾物・繊維	水分	総収量
ジャガイモ	6	N/A	9	20	35
トウモロコシ	4.5	0.7	少	1.8	7
サツマイモ	7	N/A	8	15	25
イネ	4.5	N/A	少	1.5	6
コムギ	3	N/A	少	1.5	4.5
ナタネ	N/A	1.5	0.5	1.5	3.5
ダイズ	N/A	1	0.5	1.5	3

出典: El Bassam 1998 より抽出

当し、また、トウモロコシよりかなり早く収穫ができる。さらには、イネやトウモロコシが栽培できない低温でもジャガイモは適正に栽培できる。コムギやライムギが不作でもジャガイモは安定して生産できる。

原産地である南米の熱帯高地のように、栽培時期においても温度変動等天候変化の激しい地帯でも一定した収穫が期待でき、ここにネパール等ヒマラヤ山岳地帯やアフリカ東部山岳地帯でジャガイモが普及した理由がある。このような環境に対応できる高い可塑性は、生産の安定からも穀類より優れている。

日本のような四季に富み、また、沖縄から北海道に至る多様な気候帯があるところでは、季節を考慮したジャガイモ栽培が周年可能である。実際このような気候的特質を持って、本州で冬場は沖縄や奄美大島でジャガイモが栽培され、春は桜前線ならぬジャガイモ前線が北上し、市場に出回っている。このような天恵を考慮すると、バイオマス原料としてのジャガイモは、日本では有望な作物の一つと考えられる。

2. 代替エネルギー供給源

デンプン含量が高いため、ガソリン等の化石燃料価格が高い場合、あるいは将来的に枯渇してゆく可能性を考えると、植物由来のエ

ネルギー生産は将来的に否定できない。ジャガイモは、単位面積あたりトウモロコシよりデンプン生産量が多いため、アルコール生産量も多くなる。表2からの換算によると、トウモロコシの 29000ℓ/ha に対してジャガイモは 37000ℓ/ha のアルコール収量となる。もちろん、原料生産体系、アルコール加工へのインフラやこれらに関わるコスト等の違いがあり、値段ベースではトウモロコシが勝る部分がまだある。

3. 工業原料

デンプンは工業原料として多様な加工用途がある。ディスポーザブルの容器としてポテトトレイ等がデンプンベースのプラスチック用品として使われているのは新しくはない。一方、国際石油供給や価格と平行し、これらが生分解性で使用後の処分やリサイクルが容易かつ安価になれば、デンプンの工業利用の方向性は変わるかもしれない。植物由来の生分解性プラスチックについては、1990年代後半に、トヨタをはじめとする自動車メーカー等がかなりの研究開発投資を行なっている。一方、原料価格の高騰やインフラ整備の不在、ひいては対応する石油価格の急変動等で、なかなか実用に向けた体系化やコスト削減がままならず、地団駄を踏んだ状況になっている。

おわりに

ジャガイモは、従来の食料や加工原料としての利用だけではなく、効率的なバイオマス生産性を利用した工業原料やエネルギーとしての転換も可能であり、日本においては自立した農村振興を考慮した地域での取り組みが期待できる。また、地球環境変動に対しての食料生産安定のため、これまで救荒作物として認められてきた潜在力は、今後も引き出す事ができる。このような可能性を考慮すると、政策面から実施面にかけてのジャガイモガバナンスは国内外にて必要であり、2008年のInternational Year of the Potatoを契機に、ジャガイモ新世紀として国内外での多様な取り組みを期待したい。

謝 辞

本原稿は、渡邊（1999, 2003, 2004）、渡邊・渡邊（1997）、渡邊と中谷（2005）の記載を引用しかつ新しい情報を加えたものを主体としている。

参考文献

- 1) Behnam B, A. Kikuchi, F. Celebi-Toprak, M. Kasuga, K. Yamaguchi-Shinozaki and K. N. Watanabe 2007. *Arabidopsis rd29A::DREB1A* Enhances Freezing Tolerance in Transgenic Potato Plant Cell Reports. 26 (8) : 1275-1282
- 2) Behnam, B., A. Kikuchi, F. Celebi-Toprak, S. Yamanak, M. Kasuga, K. Yamaguchi-Shinozaki, and K. N. Watanabe 2006. The *Arabidopsis DREB1A* gene driven by the stress-inducible *rd 29A* promoter increases salt stress tolerance in proportion to its copy number in tetrasomic tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) Plant Biotech. 23 (2) : 169-177.
- 3) Celebi-Toprak, F. B. Behnam, H. Naka, M. Kasuga, K. Yamaguchi-Shinozaki, J. A. Watanabe, S. Yamanaka and K. N. Watanabe 2005. Single copy *DREB1A* gene and *rd29A* promotor of *Arabidopsis thaliana* induces high level of tolerance to salt stress in the transgenic tetrasomic tetraploid potato, *Solanum tuberosum* cv. Desiree. Breed Sci.. 55 (3) : 311-320
- 4) El Bassam, N. 1998. Energy Plant Species. James and James Ltd., London.
- 5) Ortiz, R. and K. N. Watanabe 2004. Genetic contributions to breeding polyploid crops. Recent Res. Devel. Genet. Breed. 1 : 269-286
- 6) 渡辺和男・渡辺純子 1997、開発途上国におけるじゃがいも生産：真性種子の利用と作物健康を中心として。国際農林業協力 21 (7) : 64-69。
- 7) 渡邊和男 1999、パレイショ遺伝育種学と遺伝資源についての一連の研究 I 育種学研究 1 : 223-231。
- 8) 渡邊和男 2003、VI ジャガイモ総論、日向康吉・西尾剛（編）植物育種学各論。文永堂出版株式会社。145-157p。
- 9) 渡邊和男 2004、パレイショの遺伝資源研究と利用 遺伝（特集 植物遺伝資源）9月号 : 40-44。
- 10) Watanabe, K. N. 2004. Potato breeding with the use of wild genetic resources. Proceedings of the 41st Gamma Field Symposium, NIAS and Gamma Field Symposium Committee, Ibaraki, Japan, p65-72.
- 11) Watanabe, J. A and K. N. Watanabe 2000. Pest Resistance Traits Controlled by Quantitative Loci and Molecular Breeding Strategies in Tuber-bearing *Solanum*. Plant Biotechnology 17 (1) : 1-16.
- 12) 渡邊和男・中谷誠 2005、ジャガイモとサツマイモゲノム研究について。Techno Innovation (STAFF) 57 : 95-102。

（筑波大学 大学院生命環境科学研究科
遺伝子実験センター 教授）



サツマイモの資源作物としての可能性

菅 沼 俊 彦

1. サツマイモのわが国への伝来

2008 年は FAO（国連食糧農業機関）が定めた“International Year of the Potato”¹⁾であり、食糧危機が高まる現代社会においてジャガイモ（*Solanum tuberosum*）を中心にサツマイモ（*Ipomoea batatas*）やキャッサバ（*Manihot esculenta*）など世界的に広く栽培されているイモ類の重要性を再認識し、それを広く知らせようというわが国は国際イモ年として推進した。これに先立って 2005 年には、鹿児島ではサツマイモ伝来 300 年を祝う行事が大々的に県内各地で催された。鹿児島ではサツマイモはカライモ（唐イモ）またはリュウキュウイモ（琉球イモ）と呼ばれている。その名が示すように鹿児島へは中国から琉球国を経て伝わった。1605 年に野口総管が中国福建省辺りから 3 品種のサツマイモを琉球国に持ち込んだ（表 1）。それからちょうど 100 年後の 1705 年に漁師利右衛門（後に前田姓を名乗る）が琉球国から山川町に持ち込み栽培を始め、近隣の農民に分け与えると、薩摩一帯にサツマイモが一気に広まった。記録上は、それより以前の 1609 年に薩摩の兵士により持ち込まれたり、1698 年に種子島久基が最初に栽培したとされているが、救荒作物としてのサツマイモを鹿児島に広く普及させた功績は、やはり上述の前田利右衛門にあると思われる。彼は、

「甘藷翁」として南薩摩山川町の徳光神社に祀られている。サツマイモ伝来 300 年も利右衛門が薩摩半島に持ち込んでからの年になる。

表 1 サツマイモの伝来年表

年代	史 実
	原産 中南米地方 ジャガイモ・キャッサバと似る。
B.C.3000	中南米で栽培されていた形跡
1492 年	コロンブス新大陸発見。ジャガイモと共にヨーロッパに伝わる。
1593 年	陳振竜 ルソンから中国南部ビン州に伝え広める。
1605 年	野口総管 福建省から琉球へ伝える。
1705 年	漁師利右衛門 南薩地域に持ち込み栽培。
1735 年	青木昆陽 江戸に普及 (8代将軍吉宗、享保の飢饉) 全国に薩摩のいも(さつまいも)として広がる。

出典：さつまいも小事典（さつまいも伝来 300 年記念イベント鹿児島県実行委員会）を元に著者作成

サツマイモが全国的に普及するきっかけは、暴れん坊将軍の異名を持つ八代将軍徳川吉宗の時代に起きた享保の飢饉にある。1734 年に青木昆陽が薩摩の国から種イモを取り寄せ、小石川養成所（現在の東京大学小石川植物園）で苗を育て「番薯考」を著し、江戸中にサツマイモ栽培を普及させ、多くの民の命を救った。それ以後「薩摩の国よりもたらされたイモ」として「サツマイモ」の呼び名で親しまれ、各地に広まった。

SUGANUMA Toshihiko: Sweetpotato - A Crop of Great Possibility -

2. サツマイモの起源

植物としてのサツマイモの原産は、メキシコ南部からペルーにかけて中南米地方といわれている。これらの地域にはサツマイモの祖先種といわれるトリフィーダ (*Ipomea trifida*) が自生している。他の世界の主要イモ類であるジャガイモやキャッサバも、中南米が原産である。ジャガイモはアンデス山脈高地の寒冷地、キャッサバは低地の熱帯・亜熱帯、サツマイモは亜熱帯から暖地が原産地と推定されている。そしてBC3000年頃には既に、これら地域にサツマイモが栽培されていたといわれている。

その後、世界へのサツマイモ伝播ルートが3つあるといわれ²⁾、まず1番よく知られているのが1492年のコロンブスの新大陸発見で、タバコ、トウモロコシ、ジャガイモなどと一緒に、サツマイモをアメリカ大陸からヨーロッパ（スペイン）に持ち込んだルートであり、サツマイモはバタタスと呼ばれている。2つ目は、16世紀以降にスペイン人の定期航路に沿ってメキシコからハワイ諸島を経てフィリピンに持ち込まれたといわれ、サツマイモをカモテと呼ぶルート。そして、それらのはるか以前、紀元前に南米から南太平洋ポリネシアやニュージーランドの島々に伝わったとされるサツマイモをクマラと呼ぶ第3のルートが推定されている。ジャガイモはヨーロッパに持ち込まれた後、当初は花の鑑賞用程度にしか普及しなかったが、やがて寒冷地の北欧において主食として栽培されるようになった。一方、サツマイモは大航海時代に船に食用として積み込まれ、それに含まれるビタミンCが壊血病予防につながり、長期航海が可能になったと推測され、その結果、現在のサツマイモ主要産地であるアジアへの伝来が可能となったと想像される。中国へはフィリピンを経て16世紀末に上述の中国南部福建地方に伝

わった（表1）。

3. 作物としての特徴

1) サツマイモの長所^{3, 4)}

主要穀類のコムギ、イネ、オオムギ、トウモロコシなどは地上に実る種子として収穫されるので、干ばつや低温など天候の変化の影響を受けやすい傾向にある。一方、サツマイモは根菜類であり、次世代への栄養物を塊根（イモ）として地下に貯えることから、地上の天候の変化を総じて受けにくいといわれている。生育温度は20～30℃が適温で、15℃が生育の限界といわれている。年間降水量については750～1000mmが適切で、生育期に最低500mmは必要とされている。イネなどが干ばつや台風などで大きな被害を受けても、地下のイモは豊凶差が比較的少ないので、農家はいざという時の備えに家の周囲にキャッサバやサツマイモなどのイモ類を植えておく習慣が沖縄の離島などで見られる。飢饉の時に命を救ってくれるありがたい救荒作物として知られている一方で、主食をイモに頼ることは貧しさの象徴でもあることから、他人には話したくない傾向があり、調査時には注意を要する。

表2 作物としての長所

-
- | | |
|-----------------------|-------------|
| 1. イモは地下にできる。 | |
| — 干魃・風害に強い | → 救荒作物。 |
| 2. 手間が掛からない。 | |
| — 素人でも栽培容易。 | |
| — 雑草抵抗性。 | |
| 3. 環境に優しい作物。 | |
| — 養分吸収力が強い | → 痩せ地で育つ。 |
| — 窒素施肥量少 | ← 窒素同化菌と共生。 |
| — 土壌侵蝕・流出を防ぐ。 | |
| 4. 光合成(炭酸固定)能は穀類より高い。 | |
| — 単位面積当たり支えられる人口が多い。 | |
-

（著者作成）

栽培に比較的手間や熟練を要しないという栽培上の特長を持つ(表2)。サツマイモは蔓性植物なので、ある程度葉数が増えると地上を覆い周囲の雑草に打ち勝って成長し、土壌侵食を防ぐ性質がある。また、養分の吸収力が強く、痩せ地でもそれなりに収穫が可能である。第二次世界大戦後の食料難の時代に焼け野原にイモを植えて飢えをしのいだ話が残っており、素人により粗放に栽培されてもそれなりの収穫があったことを意味する。酸性土壌にも強い作物で、pH 4.2~7.0 の範囲では生育に大差はないといわれているが、熱帯乾燥地帯のアルカリ土壌では生育が悪いとされる。窒素、リン、カリというのが植物の主要栄養素だが、サツマイモ栽培時の特徴として、肥料として与える時は窒素よりもカリが重要といわれている。窒素に関して驚くべき事に、サツマイモは土壌からの吸収量よりも多い量を蓄積しているようで、(独)九州沖縄農業研究センターの安達克樹生産管理研究室長らのグループが詳細に調べ、サツマイモの茎の中に *Klebsiella* 属などの内生窒素固定菌が生息

していることを発見している⁵⁾。こういった意味でサツマイモは環境に優しい作物であるといえそうである。

また、サツマイモは光合成(炭酸固定)能力が高いことでも知られている。表3は作物の単位面積当たりの世界の平均収量にデンプン価を掛けて計算した、単位面積当たりの供給熱量(作物としての熱量の生産効率)を表している⁶⁾。コメ、コムギ、オオムギ、トウモロコシなどの世界の主要穀類に比べ、約1.4~2 倍高い。ジャガイモやキャッサバなどの単位収量はサツマイモより多いが、デンプン含量が低いことから、単位面積当たりの供給熱量は小さくなる。ただし、サトウキビはサツマイモよりもさらに約1.3 倍高くなるようである。いずれにしろ、収穫までの植え付け期間を考慮すれば、熱量の生産効率がきわめて高い作物であることに間違いはない。こういった意味から NASA が注目し、長期滞在用に宇宙ステーションに運び入れる作物の候補となり、NASA の委託を受けてアメリカの大学で水耕栽培システムが研究されている⁷⁾。

表3 作物の単位面積当たりの供給熱量

作物	世界平均収量 (ton/ha)	含有熱量 (kcal/kg)	生産熱量 (kcal/ha)	生産効率 (%)
サツマイモ	14.33	972	13,900,000	100
キャッサバ*	9.33	1,220	11,300,000	81
ジャガイモ	14.5	566	5,900,000	43
トウモロコシ	3.33	3,000	10,000,000	72
稲	3.1	3,060	9,500,000	68
大麦	2.12	3,310	7,000,000	50
小麦*	2.12	2,880	6,100,000	44
サトウキビ	58.6	318	18,600,000	134

出典：坂本敏 (6)より引用。

*：FAO 統計 1982-1984 を用いて筆者計算

2) サツマイモの短所

短所について指摘するとすれば、穀類に比べて貯蔵性に乏しいというのが最大の欠点となる(表4)。サツマイモは水分が60~70%あり、皮が薄く、傷つきやすいので非常に腐りやすい。穀類は、種子なので水分が20~30%と少なく長期貯蔵が可能である。貯蔵が可能な作物が主要農産物である社会は貧富の差が生まれやすいといわれている。権力者が弱者から富として略奪可能ということである。キャッサバもサツマイモ以上に収穫後すぐに腐敗してしまう。したがって、イモ類を主食とする地域は階層未分化の貧しい社会が多い傾向にある。

表4 サツマイモの短所

1. 貯蔵性に乏しい。
 - ー水分が多く腐敗しやすい。
 - ー低温障害を起こす。
2. アリモドキゾウムシ・黒斑病など各種の傷害ストレスに弱い。
 - ーフラノテルペン類(苦味物質)を生成。
3. 主食としては甘すぎ、蛋白含量が少ない。

(著者作成)

サツマイモは中南米の熱帯・亜熱帯原産なので約10℃以下で放置すると、バナナと同じように表皮が黒ずみ、組織が軟化して低温障害を起こす。主食とするには甘過ぎ、またタンパク含量については、コメは勿論のことジャガイモに比べても少なく栄養的に不足しがちになる。

サツマイモの障害でもっともやっかいなのは、栽培中のアリモドキゾウムシによる虫害(図1)と、貯蔵後の黒斑病菌による被害である。これらの被害を受けたサツマイモは独特の臭気と強烈な苦み物質を生成する。した

がって、家畜の餌にもならない深刻なダメージを受ける。この苦み物質の正体はイポメアマロンといわれていたが、筆者の研究室でこのイポメアマロンを分離精製し、直接に味と臭いを調べたところほとんど無味無臭の物質であることが分かった。傷害サツマイモはイポメアマロンに加えて種々のフラノテルペン物質をファイトアレキシンとして生成するので、イポメアマロン自体は無味無臭であっても恐らくその中に臭気物質や苦味物質が混じっているのであろう(図1)。また、サツマイモは打撲傷や擦り傷のような物理的ストレスによっても、乾燥条件で放置するとイポメアマロンを生成することを我々は確かめている⁸⁾。したがって、イポメアマロンを傷害マーカーとしてサツマイモの健全性を推定することができる。高系14号に比べてコガネセンガンは物理的ストレスに弱いことも分かった。こういったことから、焼酎製造時に傷害サツマイモが原料に紛れ込むと焼酎の品質に悪影響をもたらすので、焼酎工場ではサツマイモを仕込む前に傷み部分を丁寧に切り取る選別工程を設けている。

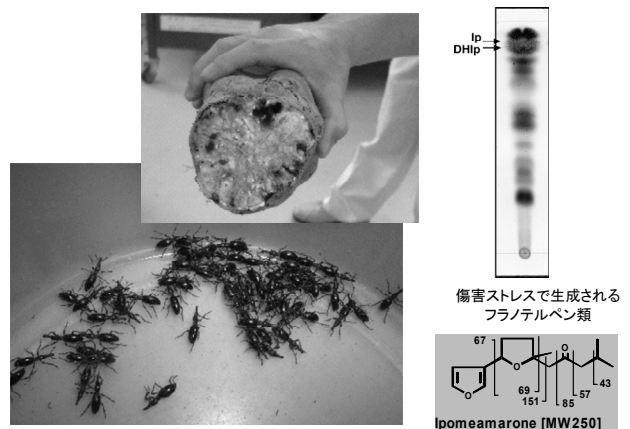


図1 アリモドキゾウムシ被害サツマイモ

わが国では、奄美群島以南で特殊病害虫アリモドキゾウムシやイモゾウムシが根絶できずに常在していることから、本土への移出が禁止されている。鹿児島県では、「不妊虫放飼法」でウリミバエを根絶した実績を踏まえ、1994 年から喜界島をモデル地域としてアリモドキゾウムシの雄をガンマ線照射で不妊化後、年に数十回大量に放つことで根絶しようとする事業を行っている。沖縄県久米島でも1999 年度から同様の事業が行われ⁹⁾、94 年の調査で 50 万匹いると推定されたイモゾウムシが、2002 年のフェロモントラップを用いる調査では絶滅（ゼロ匹）が確認された。

4. サツマイモの栄養価

サツマイモの栄養主成分は炭水化物であるデンプンで、重量の 25～30%が含まれている。日本食品標準成分表（五訂）に基づいてサツマイモの栄養価をコメの栄養価と比較するとき、コメを蒸してご飯にして比較すると、焼きイモと水分含量が丁度約 60%と揃う（表 5）。100g 当たりの炭水化物含量も、ご飯が 37g、焼きイモが 39g であり、ほぼ同カロリーとなる。ただし、サツマイモのタンパク質はご飯 2.5g の約半分の 1.4g しか含まれていない。したがって、サツマイモを主食としているとタンパク質が不足しがちになる。一方、微量栄養成分については、ご飯と比べて遜色なく、カリウム、カルシウムのようなミネラル類、ビタミン E、ナイアシンなどのビタミン類については焼きイモの方が圧倒的に多い。特に上述の壊血病を防ぐビタミン C については、含量がリンゴの 10 倍以上と緑色野菜並みで、しかもサツマイモのビタミン C は茹でたり炒めたりした時にも壊れにくいといわれている。また、β-カロチンは、体内でビタミン A に変わり、ビタミン E のように体内で

脂質の抗酸化物質として機能するといわれている。また、腸内細菌叢を整える食物繊維も多く含まれ、ヤラピンとともに便通を良くする作用が期待され、女性に好まれる傾向がある。また、肉色が紫のサツマイモに含まれるアントシアニン色素は、血圧上昇抑制効果が動物実験とヒトで確認されている¹⁰⁾。以上のことからわが国では、もはやサツマイモは貧しい時代のコメの代用物ではなく、健康増進のためのヘルシー食品というイメージが定着しつつある。

我々は鹿児島県農産物加工研究指導センターとの共同研究で、サツマイモ食物繊維をジャガイモとキャッサバの食物繊維と比較した。これら 3 種のイモ類からは工業的にデンプンが抽出されている。これらデンプン粕の利用法を探るためにまず糖分析を行った。それぞれの植物を実験室で磨砕しデンプン粕を調製したのち、耐熱性アミラーゼで処理し各植物の細胞壁物質（CWM）を調製した。その後、常法に従ってペクチン画分、ヘミセルロース画分、セルロース画分に分画し、それぞれの分量と糖組成を明らかにした¹¹⁾。サツマイモの特徴としては、3 種のイモ類の中では、相対的にペクチン含量が高く（32.9%）、ヘミセルロース含量が低い（9.7%）ことが特徴であった（表 6）。次に我々はサツマイモ・デンプン粕を可溶化する酵素（プロトペクチナーゼ）を分泌する微生物を土壌中より検索し、*Bacillus* sp. M4 株を見つけた。また、サツマイモの CWM を 42%可溶化し¹²⁾、この可溶化画分の食物繊維としての評価を行った。静岡大学の杉山公男教授にラットを用いた動物試験を依頼し、実施した結果、コレステロール上昇抑制作用は、CWM の方が統計的に有意な効果が認められた。一方、可溶性画分の方は中性脂肪上昇に対し抑制効果が認められた（未発表データ）。

表5 サツマイモとご飯の栄養価

成分	サツマイモ (生イモ)	サツマイモ (焼きイモ)	ジャガイモ (生イモ)	コメ (精白米)	めし (精白米)
エネルギー (kcal)	132	163	76	356	168
水分 (g)	66.1	58.1	79.8	15.5	60
たんぱく質 (g)	1.2	1.4	1.6	6.1	2.5
脂質 (g)	0.2	0.2	0.1	0.9	0.3
炭水化物 (g)	31.5	39	17.6	77.1	37.1
食物繊維 (g)	2.3	3.5	1.3	0.5	0.3
ビタミンC (mg)	29	23	35	0	0
カロテン (μg)	23	6	0	0	0
ビタミンE (mg)	1.6	1.3	0	0.2	0
ビタミンB1 (mg)	0.11	0.12	0.09	0.08	0.02
ビタミンB2 (mg)	0.03	0.06	0.03	0.02	0.01
ビタミンB6 (mg)	0.28	0.33	0.18	0.12	0.02
葉酸 (μg)	49	47	0	12	3
ナイアシン (mg)	0.8	1	1.3	1.2	0.2
パントテン酸 (mg)	0.96	1.3	0.47	0.66	0.25
ナトリウム (mg)	4	13	1	1	1
カリウム (mg)	470	540	410	88	29
カルシウム (mg)	40	34	3	5	3
マグネシウム (mg)	25	23	20	23	7
リン (mg)	46	55	40	94	34
鉄 (mg)	0.7	0.7	0.4	0.8	0.1
亜鉛 (mg)	0.2	0.2	0.2	1.4	0.6

出典：五訂日本食品標準成分表

注：イモは廃棄量10%とする。

表6 イモ類の細胞壁多糖類含量

成分	多糖類含量(%／乾物)		
	ペクチン	ヘミセルロース	セルロース
サツマイモ	32.9	9.7	40.1
キャッサバ	17.8	22.2	48.2
ジャガイモ	29.3	22.1	32.5

出典：L. D. Salvador et.al. ¹¹⁾

5. サツマイモの世界の生産状況

FAO 統計 2007 年度の世界のサツマイモ生産量は約 1 億余万 t (1 億 2600 万 t) で、ジャガイモ (3 億 2200 万 t) やキャッサバ (2 億 2800 万 t) よりは少ないが、トウモロコシ (7 億 8500 万 t)、コメ (6 億 5200 万 t)、コムギ (6 億 700 万 t)、ダイズ (2 億 1600 万 t)、オオムギ (1 億 3600 万 t) と並ぶ第 8 番目の主要作物である。産地はブラジルなどのラテンアメリカ、ポルトガルなどのヨーロッパ、ナイジェリア・ウガンダなどのサハラ以南のアフリカ、それに毎年世界の 80%以上、約 1 億 t が生産されている中国を含むアジア地域など、熱帯地域から温帯地域に渡る世界 90 カ国以上の国で広く生産されている。アジアで世界のサツマイモ生産量の 90% 近くを占める (表 7)。

また、世界の平均収量は 13.9t/ha で、ここ 25 年間はほぼ横ばいである。イスラエル (36t/ha)、

エジプト (29.5t/ha)、クック諸島 (28t/ha) では生産量こそ少ないが、単位面積当たりの収量が日本 (24.4t/ha) や中国 (21.5t/ha) より高い。一方、一人当たりの年間消費量 (FAO 統計 2003 年) が最も多いのは、南太平洋にあるソロモン諸島の 176kg であり、他にもサハラ以南アフリカのルワンダ・ブルンジ・ウガンダで 80kg を超えている。ちなみに日本は 6kg、中国は 36kg である (表 8)。

サツマイモの輸出国は、米国が 2005 年の FAO 統計で 3.3 万 t となっており、年間 1 億 t を生産する中国の 2.7 万 t よりも多く、インドネシアとイスラエルがそれぞれ 1.1 万 t と続く。イスラエルは生産量 2.4 万 t のうちの約半量を輸出していることになる。一方輸入国は、英国 (2.5 万 t)、カナダ (2.5 万 t)、シンガポール (1.7 万 t)、それに日本 (1.4 万 t) となっている。

表 7 主要国別生産量 1987 年と 2007 年

国名	1987年 生産量 (千t)	比率 (%)	2007年 生産量 (千t)	比率 (%)	1987年 単位収量 (t/ha)	2007年 単位収量 (t/ha)	生産者 価格*	輸出量*
[世 界]	133,653	100.00	126,300	100.00	14.6	13.9		131.9
(アジア小計)	124,258	92.97	109,339	86.57	16.8	19.8		
中国	114,785	85.88	102,240	80.95	18.2	21.5	57	22.0
インドネシア	2,013	1.51	1,829	0.00	8.8	10.6	133	11.2
ベトナム	2,202	1.65	1,450	1.15	6.6	8.1	—	—
日本	1,423	1.06	1,000	0.79	22.2	24.4	1299	0.2
インド	1,491	1.12	980	0.78	8.4	9.0	88	0.5
フィリピン	717	0.54	591	0.47	4.8	4.8	155	0.0
韓国	543	0.41	260	0.21	21.2	15.8	529	0.0
(アメリカ小計)	2,628	1.97	2,754	2.18	8.2	10.1	—	—
米国	527	0.39	837	0.66	14.6	21.2	397	38.9
ブラジル	757	0.57	519	0.41	10.0	11.0	127	2.0
アルゼンチン	354	0.26	340	0.27	13.8	14.2	282	0.2
キューバ	188	0.14	310	0.25	4.0	6.5	—	0.0
(オセアニア小計)	558	0.42	649	0.51	5.3	5.7	—	—
パプアニューギニア	471	0.35	520	0.41	4.8	5.0	—	—
(アフリカ小計)	6,111	4.57	13,478	10.67	4.7	4.2	—	—
ナイジェリア	93	0.07	3,490	2.76	6.2	3.4	397	0.2
ウガンダ	1,674	1.25	2,602	2.06	4.2	4.5	—	0.0
タンザニア	352	0.26	960	0.76	1.3	1.9	—	0.0
ルワンダ	895	0.67	940	0.74	7.1	5.9	34	—
マダガスカル	467	0.35	870	0.69	5.1	7.0	252	0.0
ブルンジ	626	0.47	835	0.66	6.4	6.7	186	0.0
ケニア	523	0.39	800	0.63	9.9	11.4	180	0.0
アンゴラ	170	0.13	700	0.55	8.9	4.8	—	—

出典：FAO 統計

*：FAO 統計 2006 年

表8 主要国別消費量の経年変化

国名	1963 年	1983 年	2003 年
ソロモン諸島	316	200	176
ブルンジ	116	104	116
ルワンダ	96	155	97
ウガンダ	68	114	84
中国	83	71	36
キューバ	25	16	32
チモール	25	16	30
アンゴラ	22	19	28
タンザニア	18	9	24
(以下参考)			
韓 国	42	12	12
米 国	2	2	2
日 本	37	7	6

出典：FAO 統計

注：数値は (kg/年/人)

サツマイモは蒸したり焼いたりした後、食用として供せられる他に、牛豚の飼料や、イモ粉やデンプンに加工され、非常に多目的に利用されている作物である。穀類に比べてイモ類は水分が多くて腐りやすく、病虫害の被害を受けやすいので貯蔵性に乏しいという欠点があるが、一方で、痩せた土壌や乾燥地帯での栽培に適しているので、干ばつなどの天候にあまり左右されずに貧しい人々の貴重な栄養源となってきた。

一般的に、アフリカなど熱帯におけるサツマイモ栽培は小作農による自給自足的色彩が濃く、小規模な畑で栽培される。そして、生イモやイモ粉の形で現在も主要な食料となっている。生イモは比較的狭い範囲で生産と消費が行われていて、生産量に比べて輸出に廻される量が非常に少ない作物である。一方、近年、経済が安定してきたアジアの国では、人々の生活水準が高くなるにつれてイモを主食としてきた地域でもコメやコムギなどに置き換わり、イモの食用需要が減少する代わり

に飼料用やデンプンなど加工用需要が増加している。その典型的な例が中国である。そして、米国や日本などの先進国では健康野菜としての用途開発がなされている傾向が見られる。

1) アジア

FAO 統計 2007 年度によるとアジアは中国(1 億 200 万 t) の他に年間 100 万 t レベル生産する国がインドネシア (180 万 t)、ベトナム (145 万 t)、日本 (100 万 t) が生産している。干ばつなどで主食のコメなどが不足する時期には、日本だけでなくアジアの多くの国でサツマイモが主食の代用食として重宝がられてきた。しかし、ここ 40～50 年は、生活水準の向上に伴い栽培面積が徐々に減少し、直接食べるいわゆる青果用(食卓用)が減少してきている。そして、デンプンや発酵原料など加工用原料にする割合が高くなってきたことが特徴である。デンプンは日本、中国、韓国、台湾、フィリピン、タイなどで製造されている。ただし、熱帯作物起源のデンプン源としては、サツマイモよりも虫害に強く栽培しやすいキャッサバの方が安価であり、それからデンプン(タピオカ)を製造するのが一般的である。キャッサバには通常青酸配糖体が多少含まれており、食用にする場合には前処理として、磨りつぶしてから水に晒したり発酵させたりする必要のある品種がある。熱帯諸国ではサツマイモを飼料として使用する場合は、養豚に用いられる場合が多く、食用に適さない傷みイモなどに加えて、つるや葉などをも用いる場合がある。

(1) 中 国

1593 年に陳振竜親子により中国南部のビン州にサツマイモが持ち込まれた後 150 年間に、中国の人口が一気に約 10 倍に増加し、中国の歴史上初めて 1 億人を軽く突破した。この清朝初期の急激な人口増加を支えたのはサ

ツマイモの普及も一つの要因ではないかと推測されている。近年も世界の年間生産量の80%～85%、毎年1億t以上が中国で生産されている。サツマイモは商品作物の中でも貧しい地域において小規模で作られる場合が多く、腐敗しやすいので自家消費またはローカルマーケットへの流通が主体となり、正確な統計値が出にくいといわれている。特に、中国の農業統計は公式発表がないので推定値のようだが、近年栽培面積が1960年代の約半分となる一方で、単位面積当たり収量が9t/haから21t/haへと倍以上に増えて、総生産量約1億t台を毎年維持しているようである。

一方、用途については、50～60年代は50%以上が主食で、30%が飼料用、10%が加工用であったが、食生活の向上により急激に直接食用の割合が減少し、2000年代に入ると12%になり、逆に飼料用は途中40%に増加したのが再び20%となり、5%のサツマイモが輸出されている。また、デンプンや麺類などの食品加工用が45%と大幅に増えている¹³⁾。主要産地は、四川省や山東省などで、生産者価格は1tあたり53ドル（FAO統計2005年）と日本の約1/20である。

中国南部や台湾では、ホウレンソウ並の栄養価があるサツマイモのつる先も野菜として食べる習慣がある。かつてはサツマイモの収穫後、家畜飼料やアルコール発酵の原料用に干しイモを作るため各地の畑でイモを乾燥する風景が見られたが、近年はほとんど見られなくなったようである。近年マルチ栽培やウイルスフリー苗も普及しつつある。海南島ではイモ焼酎も造られているが、恐らく腐れイモも混じっていてその酒質はとても日本人には飲めない強烈なものようである。

育種機関としては、北京の中国農業科学院

の他、各省の農業科学院および農科大学などで行われている。その中でも江蘇省徐州市甘薯研究センターが中心的役割を果たしており、その主要な育苗目標は、加工用サツマイモの多収、高デンプン、病害虫抵抗性である。その他、食卓用には良い食味と適度な形状とに加えて、高カロチンや高含量可溶性糖分なども目標となっている。飼料用としてはイモに加えて地上部の蔓や葉の収量、蔓部分のタンパク含量などの改良も育種目標になっている。育種手法としての組織培養なども行われ、形質転換体が育成されているようである。

先日、鹿児島大学は、サツマイモ・デンプンやイモ粉を原料としたインスタントカップ麺を中国四川省で大規模に製造している食品企業の社長の訪問を受けた。15年ほど前に起業し、現在日本円にして年間20億円ぐらいの売り上げがあるようである。サツマイモ・デンプンから作った麺（春雨）を、主にトウガラシと酸で味付けをした粉（スープの素）にお湯を加えて食すものであった（図2）。日本のサツマイモに関する加工利用の状況について情報を集めているとのことである。リマのCIP本部なども訪れて、サツマイモに関する世界会議を開催したいとの夢を語ってくれた。



図2 カップ春雨と四川省の食品企業社長の鹿児島大学訪問

(2) 韓 国

韓国では全羅南道や慶尚南道などの南部で栽培されており、近年、毎年約 30 万 t のサツマイモが生産されている。2007 年度の単位面積当たりの収量も 11t/ha で日本 (24t/ha) の半分以上である。しかし、1 人当たりの消費量は年間 12kg と、アジアでは中国の 32kg に次いで 2 番目に多い。サツマイモは韓国の飢饉の年 (1763 年) に日本の対馬からもたらされた。日本と同じく飢饉の時に、主食の代用として重要な役割を果たした。しかし、1965 年の 300 万 t をピークとして徐々に生産量が減少している。その理由としては、コメの収穫量が増大してきたこと、日本と同じく食生活の欧米化が進んでいること、安価な輸入デンプン源の増加に伴う国産デンプンの重要性の低下などがあげられる。用途の約 40% が食用で、主食というよりも蒸しイモなど「おやつ」として食べられてきたようである。サツマイモは直接蒸したり、焼いたり、揚げたりして食べる以外にパンや麺にして、様々な形で利用されている。また、デンプンを抽出したり (25%)、エタノールや乳酸など発酵原料にしたりして (20%) 利用されている。さらに、サツマイモ・デンプンからは韓国麺が作られている。近年、韓国でも肉食中心の食生活で生活習慣病が増加し、健康食品としてのサツマイモが再び見直されつつあるようである。

木浦にある韓国生命工学研究所では国立作物科学研究所 (National Institute of Crop Science) と共同でストレス遺伝子を導入して、低温障害や乾燥ストレスに抵抗性のあるサツマイモの形質転換体を創出している¹⁴⁾。この研究プロジェクトを中心的に推進している郭尚朱博士の訪問を 2005 年頃に受けたが、彼の話によると、中国東北部に広がる砂漠化地帯

にこのサツマイモを持ち込み、砂漠化を阻止するプロジェクトを提案したいとのことであった。韓国は中国に隣接し、歴史的に常に影響を受けてきた国なので、新しい技術力でもって中国に協力することが韓国の安全保障に繋がるとの考えのようであった。

(3) インドネシア

アジアでは中国について 2 番目に生産量が多く、2007 年度の年間生産量は 183 万 t であり、単位面積当たりの収量は 10.6t/ha である。栽培面積自体は 1960 年代の約半分に減少している。

インドネシアのジャワ島でのサツマイモ栽培は水稻の後作として行われ、水の制約がないので 1 年中いつでも植え付けが可能であり、アリモドキゾウムシの被害も畑地栽培ほど問題にならないようである⁶⁾。しかし、他の地域ではアリモドキゾウムシは乾期栽培の時期に深刻な被害をもたらす。ほとんど肥料を加えずに栽培され、収穫後は、穴を掘り周囲を稲藁で囲った場所にイモを入れ、土をかぶせることにより、数ヵ月間貯蔵しているようである。主な用途は、蒸したり焼いたりして食卓用 (副食) として消費されているほか、加工用原料としては、イモ粉にした後に、コムギの代用としてケーキ、クッキー、パン、パスタなどに添加される。90 年代の調査によれば、食用が 82% で、飼料用は 2% である。しかし、これはあくまでも市場調査であり、実際には葉や蔓などと腐りイモなどは豚の餌に使用されている¹⁵⁾。

ボゴールにある CRIFC (中央食用作物研究所) の育種部でアリモドキゾウムシ抵抗性や栽培期間の短縮などを主要目標とした品種改良が行われている。

某自動車メーカーのバイオ関連事業部がインドネシアでサツマイモプロジェクトを立ち

上げ、飼料用サツマイモ乾燥チップの試験生産を始めているが、3 年目ぐらいからコガネムシ類の虫害を受けるようになり、筆者の研究室で被害サツマイモのイポメアマロンの含有量を分析したことがある。将来は乳酸発酵を行いポリ乳酸によるバイオプラスチックを生産する計画もあるようである。

(4) フィリピン

フィリピンでは、サツマイモのことをカモテと呼んでいる。このことによりスペイン人の定期航路によって、メキシコからハワイ諸島を経て 16 世紀以降直接フィリピンに持ち込まれたといわれている。フィリピンでもコメなどが不足した時には主食の代用として貴重な作物であった。2007 年度のサツマイモの生産量はアジア 4 位の日本 (100 万 t)、5 位のインド (98 万 t) についで 6 位に位置し、年間 59 万 t だが、肥料を与えないので単位面積当たりの収量はわずか 4.8t/ha と日本の約 1/5 しかない。高収量やデンプン高含量の新しい品種を後述の育種機関が普及しようとしても、小作農家は味の良い在来種を栽培したが、収量がなかなか高まらないようである。ルソン島南部などが主産地となっている。植え付け後 4 ヶ月以上経過した塊根はアリモドキゾウムシなどの被害を受けやすく、蒸しサツマイモの味の官能試験に苦味を問う評価項目があるほどである。一人当たりの消費量は年間 6kg で、日本やベトナムと同じである。おやつなどの食卓用やデンプン用も含め 95% が食用で、残り 5% が飼料用である¹⁶⁾。デンプンは近年韓国系企業による工場が作られ、韓国に輸出されて韓国麺の原料になっているようである。

育種機関としては、レイテ島のヴィサヤス州立農科大学内にある PRCRTC (Phillipine

Root Crops Research Training Center) と、マニラ近郊のフィリピン大学農学部植物育種研究所がある。PRCRTC では遺伝資源の保存と交雑育種も精力的に行っており、沖縄 100 号などの日本品種もいくつか保存していた。筆者も 2008 年 8 月に訪問し、招待講演を行った。講演後にサツマイモのフライドポテトとサンドイッチでもてなしを受けたが、驚いたことにそのフライドポテトはジャガイモのようにソフトな食感であった。サツマイモを素揚げにしたものはコチコチに固くなってしまうのが普通であるため、以前、鹿児島県の農産物加工センターにおいてこれを柔らかくするための凍結処理など、前処理の試験研究を行ったがなかなか良い食感のものはできなかったという経緯がある。これは、PRCRTC で育種選抜した PSB SP17 という品種で作ったフライドポテトであった (図 3)。

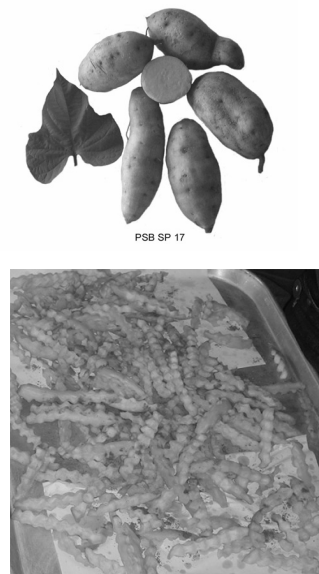


図3 フライドポテト用のサツマイモ新品种

2) ラテンアメリカとカリブ諸国

既に述べたようにサツマイモの原産はメキシコ南部からペルーにかけて中南米地方といわれている。しかし、Austin によればサツマイモの起源はメキシコのユカタン半島からヴェネズエラのオリノコ川河口に絞られるという。というのは、ペルーやエクアドルではサツマイモ原産地として期待されるほど多くの品種が認められないからである。

カリブ諸国でサツマイモが主要作物として栽培されているのは、キューバ、ハイチ、パラグアイといった国民所得が低く、かつ国土も広くはない国である。これらの国では、一人当たりの年間消費量がキューバ、ハイチで16kg、パラグアイで15kgである。キューバでは近年生産量が上昇し、2003年に50万tを越えたが、2007年には31万tに再び減少している。これらの地域では Boniato という甘くない、クリーム色の品種が出まわっている。ほくほくとした食感と香りが好まれているということである⁴⁾。

ラテンアメリカの中ではブラジルが生産量としては最も多く、2003～2007年は年間約50万tが生産されている。一方、単位面積当たりの収量が良いのはペルーで、17.7t/haである。上記ハイチなどは僅か2.9t/haにすぎない。

(1) ペルー

ペルーには1971年設立の国際イモ類研究センター(CIP: International Potato Center)があり、当センターは国際農業研究協議グループ(CGIAR: Consultative Group of International Agricultural Research)に支援されている世界16ヵ所にある研究訓練センターの1つである。1986年からはサツマイモも研究対象に加え、育種目標として多収、病虫害抵抗性などを掲げ、現在4000種のサツマイモ遺伝子源(germ plasm)

をリマの本部に保存しているようである。

(2) 米 国

米国における2007年のサツマイモ年間生産量は84万tで、南部のノースカロライナ州、ルイジアナ州、ミシシッピー州と、それに西部のカリフォルニア州で主に生産されている。近年の年間1人当たりの消費量はわずか1.5～2.0kgだが、1920年代は13kgもが食べられていたという。青果用にはカロチンを含む橙色系統サツマイモが好まれ、スーパーマーケットではヤムという名で売られている。*Dioscorea* spp.のヤムと同じ名称なので、我々日本人は戸惑う。ミシシッピー州など多くの州で移民時代の苦労を偲ぶために、サツマイモで作ったスイートパイなどを食べる特別な日があるようである。品質が青果用より劣るものはほとんどが缶詰用に加工され、離乳食などになっている。ほとんどが直接食用で、でんぷん用や飼料などには用いられない。農家は140～230haの規模で栽培し、機械化がなされている¹⁷⁾。2005年の生産者価格は、1t当たり約400ドルで、日本の1100ドルよりも遙かに安価である。ただし、ジャガイモの152ドルやトウモロコシの約80ドルに比べるとかなり高価なのでサツマイモ農家は有利になっている。アリモドキゾウムシ・軟腐病など病害虫対策やウィルスフリー苗の普及が進み、単位面積当たりの収量は1998年の16.6t/haから2007年の21.2t/haへと着実に増加している。

米国におけるサツマイモのトピックスといえば、既に紹介したが、宇宙ステーションに長期滞在するのに必要な水と食料、酸素のすべてを地球からロケットを使って運び込むのは大変不経済であるため、将来は宇宙ステーションの閉鎖環境下で人が排出する有機物と炭酸ガスを利用して農作物を栽培し、酸素を発生す

る生命維持システムを構築したいということで、NASA により宇宙作物の一つとして光合成効率の良いサツマイモが選ばれた。宇宙ステーションに重たい土を持ち込むのは同じく不経済なので水耕栽培が適切である。そこで米国タスキギー大学ではサツマイモの水耕栽培用の装置（NFT Nutrient Film Technique）を開発している⁷⁾。1992年に鹿児島でサツマイモの宇宙作物シンポジウムが開催された（図4）が、タスキギー大学のその部門のスタッフも参加している。通常の品種では水耕栽培ではなかなかイモが肥大しないようで、水耕栽培用の品種の開発も同時に進めているようであった。



図4 宇宙作物シンポジウムポスター
(1993年、鹿児島市)

3) アフリカ

サハラ以南のアフリカは1人当たりの消費量が多い国が多く、主食または副食としてサツマイモに依存する割合が高い傾向が認められる。その中でも東アフリカのブルンジ (116kg)、ルワンダ (97kg)、ウガンダ (84kg) の消費量は

飛び抜けて多い。ウガンダの東北地方では、Amukeke という切り干しイモや Inginyo というイモ粉が主食である。また、1年のある期間はサツマイモ以外の作物が全く取れずに、サツマイモが主食となっている地域がいくつかある。近年アジアでは栽培面積が減少しているが、アフリカではサツマイモの栽培面積が徐々に増加し、1994年から2003年の10年間にほぼ2倍に増えている。しかし、通常は無肥料で栽培されることもあり、単位面積当たりの収量は、アジアの平均収量の約20t/haに比べて2007年でも4.2t/haと非常に低く、20年前に比べむしろ悪くなっている（表7）。

サハラ以南アフリカでは毎年64万人もの子供達がビタミンA不足で死亡している。サツマイモを普及させてビタミンA不足で死亡する子供達を救おうという全アフリカ運動VITAA (Vitamin A for Africa) が行われている¹⁸⁾。貧しくて栄養状態の悪い地域とサツマイモを良く食べる地域が重なるため、肉色が橙色の高カロチン系統のサツマイモを普及し、子供達に食べ物として与え、死亡や失明を防ごうというものである。2003年にタンザニアのアリニューシャで開催された国際熱帯いも類学会 (ISTRIC) に参加した時に見かけたポスターと乾燥イモチップを図5に示す。



図5 VITAAポスターとカロチンイモの乾燥チップ

(1) ナイジェリア

1998年から2007年の10年間にサツマイモの年間生産量が156万tから349万tへと2倍以上に急激に増えている。2007年のキャッサバ生産量が4600万t、ヤム(*Dioscorea* spp.)が約3700万tであることから、他のイモ類と比較すると、まだまだ10分の1以下であり、市場での存在感はさほどないようである¹⁹⁾。主としてナイジェリア北部のニジェール川流域を中心に栽培され、穀類が出まわらない時期に消費されているようである。90年代の調査によれば、80%は食用として使われ、煮たり焼いたりして直接食べられる他に、搗いたイモやイモ粉にした後にfufuとして食べられることもある。甘みが強くない方が主食としてはむしろ好まれ、日本の“サツマヒカリ”のようなβアミラーゼが欠損したサツマイモ品種も何種類か開発されている²⁰⁾。

育種機関としては、1967年にナイジェリアにIITA(国際熱帯農業研究所 International Institute for Tropical Agriculture)が設置され、サツマイモも研究対象の1つになっている。多収、アリモドキゾウムシやウィルス抵抗性品種が選抜された。それら品種はCIPに移管され、アフリカ諸国に配布された後に適応性が検討されている。



図6 ナイジェリア市場風景 (IITA 菊野氏提供)

6. わが国と南九州のサツマイモの現況

1) サツマイモの生産と用途

サツマイモが琉球王国を経てわが国に伝来して300年。その間、飢饉の時には多くの民の命を救い、また焼酎となつて民を癒してきた。わが国のサツマイモの生産量は、全国的に見るとここ10年はほぼ100万tで推移しており、そのうちの38~46%が青果用として焼きイモなど直接食用にされ、8.5~10.2%が干しイモやかりんとうなどの加工食品用として、18~25%がデンプン用として消費されている³⁾(図7)。その他、アルコール用に5.6~21.1%消費されているが、これは近年の本格焼酎ブームのために南九州で急激に伸びているからである。表皮が赤いベニアズマや高系14号などの青果用サツマイモは首都近郊の千葉県・茨城県・埼玉県などが主産地で、表皮が白い加工原料用サツマイモは鹿児島県、宮崎県が主産地である。国産のサツマイモ・デンプンの製造は1963年に74.2万tを生産したのをピークに、以後安価な輸入トウモロコシからのデンプン製造の増加に伴い減少し、近年は鹿児島でのみ毎年20万t程度の原料イモから約6万tのサツマイモ・デンプンが生産されている。10a当たりの収量は全国平均が約2.5t、鹿児島ではここ10年ほぼ3t程度と横ばいとなっている。

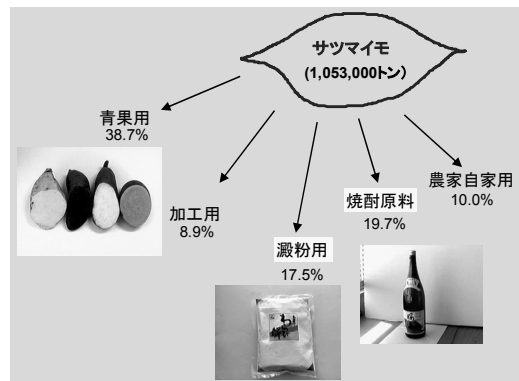


図7 サツマイモの用途(全国)

台風の常襲地帯である南九州では、サツマイモは畑作の基幹作物として大変重要であり、他の作物に置き換えることはできない²¹⁾。鹿児島では全国の生産量の約 40%、約 40 万 t が毎年生産されている。鹿児島県の用途としての特徴は、青果市場に出まわる分（2006 年度 5.6%）が少なく、上記のデンプン用（同

ついに清酒を逆転：本格焼酎

鹿兒島県本格焼酎生産量

年度	でんぶん用 (千t)	焼酎用 (千t)	加工用 (千t)	その他 (千t)	合計 (千t)	本格焼酎生産量 (千KL)
H10	230	60	0	110	400	100
H13	200	60	0	110	370	150
H14	200	60	100	0	360	170
H15	170	90	0	90	350	200
H16	160	160	0	60	380	250
H17	140	180	0	70	390	250

–52–

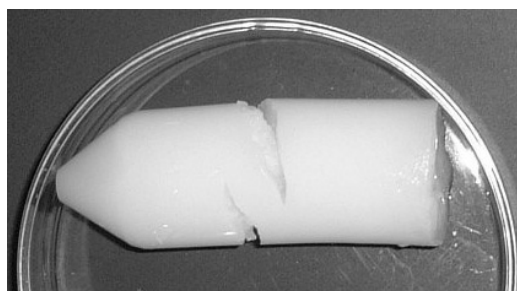
一方、数年前からのイモ焼酎ブームで焼酎用が急激に増大し、2005年度は遂にデンプン用の需要を追い越すまでに至った。しかし、2008年9月の汚染輸入米の風評被害で急速にイモ焼酎ブームに陰りが出てきた。デンプン用として当初開発されたコガネセンガンだが、焼酎原料に用いた場合、イモ焼酎らしい甘い香りの焼酎ができるといわれ重宝がられている。紫イモ系のイモやカロチン系のイモで作るとまた、別の酒質の焼酎ができることがガスマス香気分析で明らかになり²²⁾、ジョイホワイトやムラサキマサリなどの焼酎原料用の新品種も、旧（独）九州沖縄農業センターで育成されるようになってきた。従来の原料用サツマイモ品種の育種目標は、高収量、高デンプン、耐病性と決まりきったものであったが、このように近年は焼酎原料として興味深い特性を発揮する育種選抜も行われるようになってきている。

2) サツマイモ・デンプンの現況

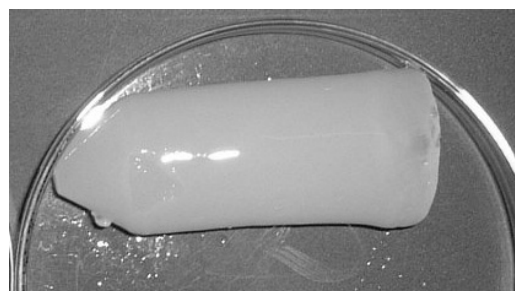
鹿児島県内で製造されたサツマイモ・デンプンは、その85～90%が異性化糖を作るための糖化用原料として消費されている。異性化糖というのは、清涼飲料水に甘味料として使用されている果糖とブドウ糖からなる液糖シロップのことである。そして、残りのわずか10～15%が、春雨やわらび餅・くず餅など菓子用として消費されているのみである。サツマイモ・デンプンの性質はジャガイモや穀類のデンプンに比べて、糊化特性などに余り特徴がなく極めて平均的である²³⁾。しかも残念なことに価格が高い上に品質も余り良くない。以前は水産練り製品や、段ボール合板用の接着剤としての需要もあった²⁴⁾が、近年では価格的に有利なトウモロコシ・デンプンやタピオカ・デンプンなどの輸入デンプンに完全に

取って代わられた。上記の異性化糖の製造に関しても、主原料はトウモロコシ・デンプンであるが、約1/10の割合で国産サツマイモ・デンプンを使用すれば輸入トウモロコシの関税が有利になるという“抱き合わせ政策”によって、糖化メーカーは国産デンプンを糖化原料の一部として使ってきた。しかし、その制度も2007年度から品目別経営安定対策という新制度に移行し、国産デンプンの保護政策が見直され、上記のイモ焼酎ブームの陰りと相まって鹿児島のサツマイモ生産農家は大きな転換期に立たされている。

このようにわが国のサツマイモ・デンプンを取り巻く情勢は決して芳しくはないが、近年、つくばの作物研究所で低温糊化特性を持つ青果用系統クイックスイートが開発された²⁵⁾。この新しいサツマイモのデンプンはジャガイモ・デンプンより低い温度、すなわち省エネルギーで糊化できる。筆者の研究室では（独）農研機構九州沖縄農業研究センター・サツマイモ育種研究室と共同で、このクイックスイートからデンプンを抽出してその性質を詳細に分析した。その際、糊化した後のデンプンゲルを低温で放置した時、とても老化し難いことを見出した²⁶⁾。通常のサツマイモ・デンプンでは、低温放置すると速やかに白濁し、固くて脆く壊れやすくなるのに対し、クイックスイートのデンプンゲルは、透明感を長く保ち、みずみずしさを失わないことが観察された（図9）。デンプンゲルの老化が遅いという性質は、くずまんじゅうなどの水菓子や、ゴマ豆腐などに利用した場合に新しいデンプンの特長として期待される性質である²⁷⁾。クイックスイートは表皮の色が赤い青果用系統なので、現在は表皮の白い原料用系統で低温糊化デンプンを持つ品種の選抜が行われている²⁸⁾。

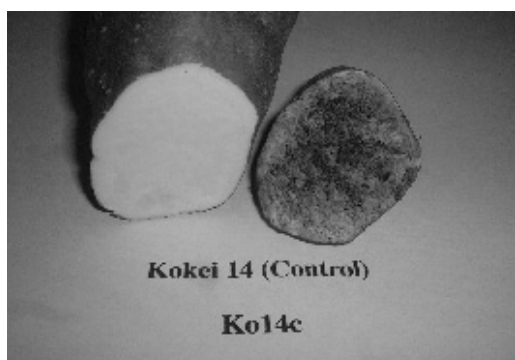


コガネセンガン

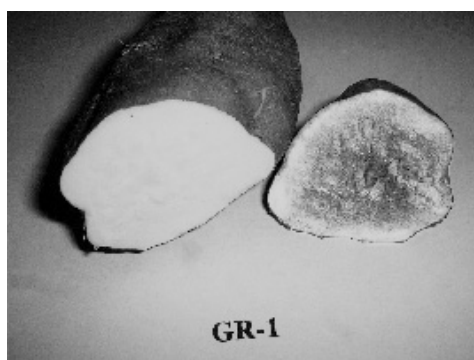


クイックスイート

図9 低温糊化性デンプンの耐老化性。1週間低温放置後のゲル写真（10%ゲル）。左の一般デンプンは白濁するが、右は透明感が残る。



未処理



遺伝子組換えモチ種

図10 組換えイモ写真。モチ種の遺伝子組換えサツマイモ（ヨウ素染色により、アミロースを含む一般デンプンは青く染まるが、アミロースを含まないモチ種デンプンは茶色にしか染まらない。）

サツマイモの遺伝子組み換えは、イネやジャガイモに比べて遅れている。石川県立大学の島田・大谷の研究グループはデンプン合成に関わる酵素の内、粒結合型デンプン合成酵素と枝作り酵素の2種の遺伝子発現をRNA干渉法でコントロールし、みかけのアミロース含量が0～30%のサツマイモ形質変換体を得ることに成功した^{29,30)} (図10)。筆者の研究室では、これら形質変換体のデンプンはアミロース含量に加えアミロペクチンの構造も変化し、通常のサツマイモ・デンプンと異なる粘度特性を示すことを共同研究で明らかにしている³¹⁾。

7. サツマイモの将来に向けて

2008年は農産物市場にとっても歴史的な年となった。米国の金融危機とバイオエタノール政策に派生する農産物価格の急騰は世界中をパニックに落とし入れた。特にアフリカ諸国などの人口増加の激しい開発途上国は、自国農業生産の増加が人口増加に追いつかず、多くが輸入食料に依存しており、今回の食料価格高騰の影響はさぞ大きかったと推測される。近年、中国、インドなど経済成長の著しい大国も、食生活の欧米化が急速に進み、農産物輸出国から輸入国に転じている。また、食料輸出国オーストラリアでは干ばつによる

被害が近年しばしば起こるようになってきている。このように食料資源を取り巻く世界の情勢が急激に厳しくなり、各国が農産物の輸出規制をする動きが出てきている。したがって、従来のように工業製品で外貨を稼ぎ、その対価で農産物を輸入する方が経済効率上好ましいという考えが通用しなくなってきた。すなわち、食料自給率の向上や食料備蓄はエネルギー資源確保と同等に国の施策として最優先事項となり、国の将来を考えた時に、国民の命を直接支える食料資源の確保は国家安全保障の一環として捉えるべき時代となった。

多くの作物の中で、サツマイモ、キャッサバといった熱帯のイモ類はトウモロコシ、コムギ、コメなどの穀類に比べて光合成効率が良く、カロリー源としてのデンプンを多く蓄積することができる。いい換えれば単位面積当たりの供給熱量の生産能力が高いので、イモ類は穀類よりも多くの人口を支えることができる作物なのである。また、痩せ地で手間をかけずに粗放に栽培してもある程度の収穫が期待できる。近年、多くの作物が化学肥料などの使用を通して、その収穫が石油エネルギーに大きく依存しているが、その点、サツマイモは窒素同化能を持ち、省エネルギー作物の優等生の位置にある。したがって、主要作物の中で環境に最も優しい作物といっても過言ではない。一方で、水分が多く、低温障害や病害虫などの各種ストレスに弱く、貯蔵性に乏しいという弱点がある。この弱点を克服する手段として我々の先達は知恵を絞って、大量に収穫された際にデンプンを抽出したり、乾燥してイモ粉にしたりして貯蔵性を高める工夫をしてきた。わが国ではデンプンを直接利用する以外にも、春雨などの麺、水飴や液糖、機能性オリゴ糖、食物繊維など様々な加

工食品に転換することが行われ、その技術は世界の最先端を行くものである。

また、同時に我々の先達は病害虫に強いサツマイモ品種を根気強く育種選抜してきた。近年、植物遺伝子の形質転換技術が大きく進歩してきている。既に紹介した韓国のグループによるベクターを用いたストレス耐性遺伝子の導入や、石川県立大学のグループによるRNA干渉法による高アミロースデンプンの創出などは注目される技術である。特に後者の方法は外来遺伝子を導入するのではなく、本来備えている遺伝子の発現を抑制することで、新しい形質を持った植物体が創製できる。サツマイモは通常は栄養繁殖で増やすので、イネの組替え体の場合のように花粉の飛散を閉じこめる必要がない。したがって、これら形質転換体の開発と普及が許可されれば比較的容易に推進できると考えられる。これらの新しい育種技術を駆使し、地球温暖化で砂漠化が進む地域にも適応できるサツマイモや、南方地域に常在するアリモドキゾウムシなどの虫害を受けてもファイトアレキシン（苦み物質）を出さないサツマイモなどの創製が今後期待される。

従来、サツマイモやキャッサバは干ばつなどで主食の穀類が欠乏した時に、世界の多くの国で人々の命を救ってきた。世界人口の増加や地球温暖化で、世界的な食料危機がいつ起きてもおかしくない状況にある。また、熱帯、亜熱帯地域には開発途上国が多く存在する。これら地域に適した作物であるサツマイモについて、わが国が持つ最新技術の援助を行うことは、各国の食料増産に繋がり、ついでに食料安全保障を通して世界の平和維持に貢献できると考えられる。

参考文献

- 1) http://www.jaicaf.or.jp/fao/YTP/YTP_1.htm
- 2) D. E. Yen, The sweet potato and oceania. Bishop Museum Bull, 236,1-389 (1974)
- 3) 日本いも類研究会、さつまいも Mini 白書, p1-90, (2008)
- 4) Wikipedia, the free encyclopedia (English Version), http://en.wikipedia.org/wiki/Sweet_potato
- 5) 安達克樹ら、日本土壤肥料学会 2000 年度大会講演要旨集(46)、p64 (2000 年)
- 6) 坂本敏、熱帯のいも類 —サツマイモ・ジャガイモ— 国際農林業協力協会、p1-53 (1987)
- 7) C.K.Bondi, *et al.*, “Sweetpotato technology for the 21st century”, Taskegee University, p110-119 (1992)
- 8) 島佳久ら、熱帯農業, 40, 204-212 (1996)
- 9) <http://www.rada.or.jp/database/home4/normal/ht-docs/member/synopsis/020227.html>
- 10) 吉元誠ら 食品と開発, 33, 15-17 (1998)
- 11) L.D.Salvador *et al.* Journal of Agricultural Food Chemistry, 48, 3448-3454 (2000)
- 12) 菅沼俊彦ら、Foods & Food Ingredients Journal of Japan, 213, 699-707 (2008)
- 13) M. Daifu *et al.* Proceedings of international workshop on the sweetpotato production system toward the 21st century (Miyakonojo), KNAES, p129-135 (1997)
- 14) S.Lim *et al.*, Abstract book of 2nd Japan-China-Korea Workshop on Sweetpotato (Miyakonojo), KONARC, p14-15 (2006)
- 15) M.Jusuf *et al.* Proceedings of international workshop on the sweetpotato production system toward the 21st century (Miyakonojo), KNAES, p87-101 (1997)
- 16) A.M.Mariscal *et al.* Proceedings of international workshop on the sweetpotato production system toward the 21st century (Miyakonojo), KNAES, p73-85 (1997)
- 17) D.R.L.Bonte *et al.*, Proceedings of international workshop on the sweetpotato production system toward the 21st century (Miyakonojo), KNAES, p29-32 (1997)
- 18) http://www.cipotato.org/vitaa/about_vitaa.htm
- 19) 稲泉博巳 アフリカのイモ類 —キャッサバ・ヤムイモ— (社)国際農林業協力・交流協会 p1-11 (2006)
- 20) O.O.Tewe *et al.*, Seetpotato production, Utilization, and Marketing in Nigeria, CIP and University of Ibadan, p1-44(2003)
- 21) 鹿児島県農政部農産園芸課、でん粉情報 2008 年度 1 号, 11-14
- 22) 神渡巧ら、日本醸造協会誌 101, 437-445 (2006)
- 23) 菅沼俊彦ら、応用糖質科学, 43, 525-533 (1996)
- 24) 永浜伴紀、「地域資源活用食品加工総覧」第4巻. 農文協(東京)、P.523-532,(1999)
- 25) K. Katayama *et al.*, Starch, 54, 51-57 (2002)
- 26) K. Kitahara *et al.*, Starch, 57, 473-479 (2005)
- 27) 片野豊彦、でん粉情報 2008 年度7号, 1-7
- 28) 片山健二、でん粉情報 2008 年度3号, 1-4
- 29) S. Shimada *et al.*, Plant Biotechnology, 23, 85-90 (2006)
- 30) M. Otani *et al.*, Plant Cell Rep., 26, 1801-1807 (2007)
- 31) K. Kitahara *et al.*, Carbohydrate Polymers, 69, 233-240 (2007)

(鹿児島大学農学部 教授)

資料

国際イモ年 2008 イベントカレンダー

開催月日	イベント名	開催地(主催者)
January 2008		
9-11	India International Potato Expo	 Kolkata, インド (Indian Chamber of Commerce)
15-18	Latin American Innovation Network for Potato Improvement and Dissemination	 Lima, ペルー (CIP)
February 2008		
1-22	Odyssey of the potato	 Zurich, スイス (CIP/ETH/SDC)
7-8	New Brunswick Potato Conference and Trade Show	 Grand Falls, カナダ (Potatoes NB)
12-14	International exhibition of modern technologies for potato, fruit and vegetable growing	 Moscow, ロシア (Ministry of Agriculture)
15-16	International Potato Technology Expo	 Charlottetown, カナダ (Master Promotions)
20-22	Potato technology course	 Bogota, コロンビア (CEVIPAPA)
21	IYP celebration, culinary event	 Ottawa, カナダ (Le Cordon Bleu, UNA/Unesco)
March 2008		
1	Gnocchi lesson night	 Seattle, アメリカ (Uni. of Washington)
1-5	IYP event, 29th FAO Regional Conference for the Near East	 Cairo, エジプト (FAO)
1-9	IYP celebration exhibition	 Pordenone, イタリア (ERSA)
6-29	Papa, madre – photographic exhibition	 Cusco, ペルー (CPA, CIP, Peru, Switzerland)
8	Conference: Potato – Perspectives of a hidden treasure	 Pordenone, イタリア (ERSA/FAO)
10-15	International potato course	 Balcarce, アルゼンチン (INTA)
12-14	United States Potato Board annual meeting	 Denver, アメリカ (USPB)
24	IYP celebration	 Hartford, アメリカ (CTShowcase)
25-28	Conference: Potato science for the poor – Challenges for the new millennium	 Cuzco, ペルー (CIP/FAO)
26	Official launch of IYP in Ecuador	 Quito, エクアドル (Ministry of Agriculture/National IYP Committee)

開催月日	イベント名	開催地(主催者)
April 2008		
3-4	Potato symposium: Opportunities and challenges in the new millennium	 Sita Eliya, スリランカ (Dept. of Agriculture)
3-6	3rd International Late Blight Conference	 Beijing, 中国 (GILB)
11	International conference: Reconsidering intellectual property policies in public research	 Wageningen, オランダ (Wageningen UR)
11-12	Pinnaroo Spudfest 2008	 Pinnaroo (SA), オーストラリア (Spudfest Inc.)
12	Opening, "Potato histories" exhibition	 Domaine de Trévarez, フランス (EPCC/CPF)
14-18	IYP event, 30th FAO Regional Conference for Latin America and the Caribbean	 Brasilia, ブラジル (FAO)
May 2008		
4	Humble spud! – art exhibition	 Petersham (NSW), オーストラリア (ATVP)
6-9	Festival "7th art and sciences"	 Île de Noirmoutier, フランス (Association Cap aux Sciences)
7	Potato monuments of the world	 Heichelheim, ドイツ (Kloßmuseum)
7-20	Exhibition: Potato Odyssey	 Bruges, ベルギー (Belgapom, CIP)
8	Dinner conference on the potato	 Saint-Ambroise, カナダ (Saint-Ambroise Municipality)
15	Opening of the Prince Edward Island Potato Museum	 O'Leary (PEI), C カナダ (O'Leary Museum and Library Association)
18	Opening of exhibition "Patate show"	 Neuchâtel, スイス (Jardin botanique)
20-23	National Potato Congress	 Huancayo, ペルー (INIA, DGPA, MINAG)
24	Workshop: Cordon Vert, Potatoes	 Paris, フランス (Le Cordon Bleu)
25	Unveiling of potato monument	 Šencur, スロバキア (DZPK)
29-31	Europatat congress: the potato in the future	 Bern, スイス (Europatat)
30	Peru's National Potato Day	 ペルー
31	Second Potato Festival	 Pembroke, イギリス
June 2008		
2-20	Course: Seed potato technology, certification and supply systems	 Wageningen, オランダ (Wageningen International)
4	Conference: "Belarusian potato, food security of the nation"	 Minsk, ベラルーシ (National Scientific and Technical Library)

開催月日	イベント名	開催地(主催者)
10	Rediscover the Potato – cooking demonstration	 London, イギリス (Cordon Bleu London)
13-15	Month of potato festival	 Goesan county, 韓国 (Bio)
13-14	Potato Blossom Festival	 Carman (Manitoba) カナダ
14	International Potato Fair	 Toronto, カナダ (Peruvian Community Resource Centre in Canada)
16	Unveiling of potato sculptures	 Trafalgar (Vic.), オーストラリア (Spud Shed)
16-18	Lincolnshire Agricultural Show	 Lincoln, イギリス (Lincolnshire Agricultural Society)
16-20	IYP event, 25th FAO Regional Conference for Africa	 Nairobi, ケニア (FAO)
23-27	IYP event, 26th FAO Regional Conference for Europe	 Innsbruck, オーストリア(FAO)
24	Opening of exhibition: "Potato: Bread of the Andes"	 Lima, ペルー (Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia)
24-26	International potato processing and storage convention	 Warsaw, ポーランド (PPI/PSI)
25	Potato biodiversity awards, National Farmer's Day	 Lima, ペルー (FAO/IYP)
26	Film: "La procession de la pomme de terre"	 Paris, フランス (Association Capuli)
26/6-6/7	Photographic exhibition	 Quito, エクアドル (Casa de la Cultura)
30	Official launch of IYP, Prince Edward Island	 Charlottetown (PEI), カナダ (PEIB)
July 2008		
1	Creation of National Register of Peruvian Native Potato	 Lima, ペルー (Government of Peru)
2	Potato workshop	 Edinburgh, イギリス (BSPP)
6-10	17th Triennial Conference of the European Association for Potato Research	 Brasov, ルーマニア (EAPR)
11-13	National Potato Meeting	 Budrio, イタリア (CEPA)
12-20	Potato blossom festival	 Fort Fairfield (ME), アメリカ
21-22	Seed Potato Conference	 Marysville, オーストラリア (Seed Potatoes Victoria)
25-27	Potato festival	 Roccastrada, イタリア

開催月日	イベント名	開催地(主催者)
27	Potato festival	■■ Geccano, イタリア
27	Potato gastronomy festival	■ Tegucigalpa, ホンジュラス (FAO)
31	Seminar on potato production, utilization and marketing in Honduras	■ La Esperanza/Intibucá, ホンジュラス (FAO)
August 2008		
2	Clark Potato Days	■ Clark (SD), アメリカ
7	Potatoes in Practice field event	■ Dundee, イギリス (BPC)
8	Improving International Potato Production Conference	■ Dundee, イギリス (SCRI)
8-10	Potato Festival 2008	■ Manhattan (MT), アメリカ (Chamber of Commerce)
10-14	Potato Association of America – Annual meeting and conference	■ Buffalo (NY), アメリカ (PAA)
13-24	Exhibition: La pomme de terre, un trésor enfoui	■ ExpoCité, Quebec, カナダ (Ministry of Agriculture)
16	35th Alliston Potato Festival	■ Alliston, Ontario, カナダ
17	Potato festival	■ Warendorf, ドイツ (Fartmanns Farm)
20-23	National Potato Week	■ Lembang, インドネシア (IVEGRI, CIP, ACIAR)
21-22	Potato conference and exhibition	■ モーリシャス (Ministry of Agriculture, MSIRI)
22-23	Potato stand at Cornfest 2008	■ Taber, カナダ (PGA)
22-23	Potato Days Festival	■ Barnesville (MN), アメリカ
23-29	Potato exhibition, 46th International Fair of Agriculture and Food	■ Gornja Radgona, スロベニア (Agricultural Institute of Slovenia)
24	Potato field day	■ Victoria Settlement (Ontario), カナダ
29/08-1/09	Potato festival	■■ Montecrestese, イタリア
31	Potato festival	■■ Trefontane, イタリア
September 2008		
-	Xiji County Potato Festival	■ Ningxia Hui Autonomous Region, 中国
2	Potato Day for schools	■ Nykarleby, フィンランド
5-21	“Art-bulba” exhibition	■ Minsk, ベラルーシ (University of Culture)
6	8th World Festival of Sauteéd Potatoes	■ Šencur, スロベニア (DZPK)

開催月日	イベント名	開催地(主催者)
7	Potato festival	■■ Cailloux-sur- Fontaines, スランス (FCFL)
8-9	International conference on potato issues and prospects	■■ Paris, フランス (ARVALIS-CNIPT-GIPT)
10-11	PotatoEurope 2008 - 5th International Potato Exhibition	■■ Villers-Saint- Christophe, フランス (ARVALIS)
13-14	<i>Fous de pommes de terre</i> days	■■ Paris, フランス (CNIPT)
11-21	23rd Potato festival	■■ Oreno, イタリア (Oreno cultural society)
12-14	6th Potato festival	■■ Gottolengo, イタリア (Comune di Gottolengo)
12-14	Potato festival	■ Cella, スペイン (CEPA)
13	Heichelheim Potato Festival	■ Heichelheim, ドイツ (Kloßmuseum)
18-28	Potato exhibition, Royal Melbourne Show	■ Melbourne, オーストラリア (RASV)
19-21	Potato festival	■■ Rovetta, イタリア
19-21	Potato events, Valleyfest 2008	■ Spokane Valley (WA), アメリカ
20	Richford Potato Festival	■ Richford, NY, アメリカ (Richford Historical Society)
20-21	Potato Festival	■ Berlin, ドイツ (Open Air Museum)
21	Potato festival	■■ Pontirolo, イタリア (Pro Loco Pontirolo)
28	Opening, Potato art exhibition	■ Musquodoboit Harbour, カナダ (Petpeswick gallery)
October 2008		
2	Exhibition and lecture: "Potatoes today and in the future"	■ Helsinki, フィンランド (Embassy of Peru, Ministry of Agriculture, FAO)
2-7	Commemoration of Irish potato famine	■ Galong, オーストラリア (Shamrock in the Bush)
4-10	Potato week 2008	■ Vitoria-Gasteiz, スペイン (Institute for Agrarian Research and Development)
7	International Symposium on Living with Potatoes	■ Fresno (CA), アメリカ (California State University)
7-9	European Phytosanitary Conference on Potato Crops	■ Chernovtsy, ウクライナ (EPPO)
7-9	Potato celebration	■ Naxos, キリシャ (Drymalia Municipality)

開催月日	イベント名	開催地(主催者)
12	Ode to the potato	■■ Leonesa, イタリア (UNAPA, COMIECO, Proloco Leonesa)
16	World Food Day	■■ Rome, イタリア (FAO)
18	Vurnary Potato Festival	■ Chuvashia, ロシア (Sanary/August)
19	Potato festival	■ Kowalewo-Opactwo, ポーランド (Klub Turystyczny PTTK w Koninie)
25	Lincolnshire sausage and potato festival	■ Lincoln, イギリス (Lincolnshire County Council)
25-26	Potato varieties exhibition	■■ Torriglia, イタリア (Consorzio della Quarantina)
31	Workshop, "Potato: food for all people"	■■ Pisa, イタリア (Faculty of Agriculture, Univ. of Pisa)
November 2008		
5	Waterloo Summer on the Green	■ Waterloo (NSW), オーストラリア (Factory Community Centre)
9	国際イモ年シンポジウム 「イモを通じて食料問題を考える」	● Yokohama, 日本 (JAICAF/MAFF/FAO/Peru)
10-11	Workshop: Strengthening the potato value chain in developing countries	■■ FAO, ローマ (FAO,CFC)
18-20	The potato: from the Renaissance to the 21st century	■■ Tours, フランス (CeHVi, IEHCA, CNIPT)
21-23	Conference: Universo Patata, un bene da tutelare	■■ Turin/Frossasco, イタリア (Museo del Gusto/Consulate of Peru)
30/11-2/12	International potato trade fair	■■ Kortrijk, ベルギー (Belgapom)
30/11-5/12	23rd Congress of the Latin American Potato Association	■ Mar de Plata, アルゼンチン (ALAP)
December 2008		
6/12-9/01	Potato exhibition	■■ FAO, ローマ (FAO,CIP,ERSA)
9-12	Global potato conference	■ New Delhi, インド (IPA,CPRI,ICAR)
10-11	Potato festival	■ Kemerovo, ロシア (Kemerovskii State University)
March 2009		
22-25	7th World Potato Congress	■ Christchurch, ニュージーランド (NZPPG)

各イベントの詳細へは、<http://www.potato2008.org/en/events/calendar.html> からアクセス可能です。

出典：IYP web サイト (<http://www.potato2008.org/>) より作成

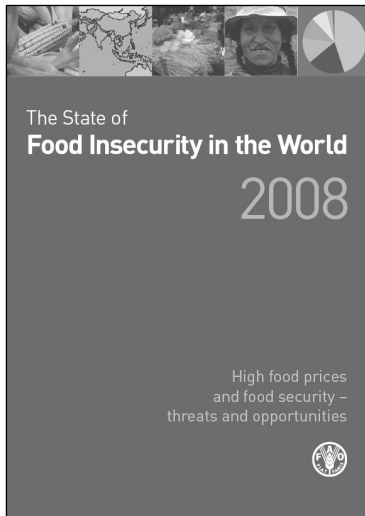


「The State of Food Insecurity in the World 2008」

－世界の食料不安の現状 2008 年報告－

国際連合食糧農業機関(FAO) 発行

2008 年 56 頁



「世界の食料不安の現状」は、世界における食料不安状況の実態と原因、対応策に関する議論を提起し、飢餓問題に対する関心・認識を高めるために発行されており、1996 年開催の世界食料サミットで定められた目標及びミレニアム開発目標の達成状況をモニターするものである。

2006 年以降の世界的な食料価格高騰の影響により、2003-05 年から 2007 年の間に新たに 7,500 万人の栄養不足人口が生じ、世界合計では 9 億 2,300 万人に達した。本書ではその状況を分析し、以下のようなメッセージを通じて、現状、原因、対応策を示している。

- － 食料価格高騰により、最貧困層、土地なし農民、母子世帯がもっとも深刻な被害を被っている
- － 高騰対策としての価格管理、輸出制限等の初動的な対策は、効果が限定的であり、持続的ではない
- － 食料価格高騰は農業に新たなチャンスを与える側面を持つが、大半の開発途上国ではその機会を生かせていない
- － 食料価格高騰の短期的・長期的影響に対処するため、1) 食料脆弱者を対象としたセーフティネットと社会的保護計画、2) 農業セクターがチャンスを生かせるようにするための潜在能力強化、を含むツイン・トラック・アプローチが求められる

2009 年の金融危機等により食料価格は低下してきているが、国際的な食料需給に十分な余裕があるとは言えず、食料危機が去ったわけではない。

本書は、政府機関、国際機関、学校などの関係者ばかりでなく、食料・飢餓問題に関心を持つ一般の方など幅広い読者層を対象としており、食料安全保障、人間開発、経済開発などの相互関係を含め総合的な関心を引くものとなっている。ミレニアム開発目標達成のため、世界の現状に関する基礎的な情報を得る手段としても広く読まれることを期待する。

(FAO 日本事務所 国安 法夫)

* FAO ウェブサイト(<http://www.fao.org/documents/>)より全文ダウンロードが可能

「世界食料デーイベント／国際イモ年シンポジウム ～イモを通じて食料問題を考える～」



近年、食料価格の乱高下が世界的に大きな影響を与えており、食料安全保障に対する関心が高まっています。一方、世界第4位の食用作物であるじゃがいもは、他の作物と比較して容易に栽培でき、また異常気象にも強いことから、近年高い比率で生産量が増加しており、世界の食料安全保障を改善する有効な作物として、世界的に注目を集めてきています。

このような中、2008年を「国際イモ年」とすることが、第60回国連総会において決議されました。国際連合食料農業機関（FAO）とじゃがいもの原産国であるペルー政府はキャンペーンを立ち上げ、イモが人類にとっていかに重要であることを示し、その生産と消費を後押しするとともに、イモに関する認識を深めるための様々な活動を世界中で行っております。

当協会は、農林水産省の補助を受け、我が国においても「国際イモ年」を推進するため、FAO 日本事務所及び在日ペルー大使

館との共催のもとにさる11月9日にパシフィコ横浜において「国際イモ年シンポジウム」を開催しました。また、シンポジウムは、後援団体として農林水産省、横浜市、全国農業協同組合中央会（JA 全中）、全国農業協同組合連合会（JA 全農）、ホクレン、日本スナック・シリアルフーズ協会、（独）種苗管理センター、（独）農業・食品産業技術総合研究機構、および（財）いも類振興会のご後援を頂き、また協力団体として国立民族学博物館からのご協力を頂いて実施しました。

シンポジウム当日は、朝からの降ったり止んだりの秋雨と日曜日とあって出足が心配されましたが、在日大使館、各研究機関、後援団体、大学関係者、一般市民からの230名を超える参加者がありました。シンポジウムでは冒頭、当協会の東会長、ペルー共和国駐日大使、ウゴ・パルマ氏からそれぞれ開会挨拶があり、その後FAO シニアエコノミストのデービッド・ダーウ氏から「食

料価格、経済危機および食料安全保障」と題した基調講演があり、食料価格高騰がもたらす農村部や都市部の貧困層、土地なし農民、女性世帯への深刻な影響や9億人超の栄養不足人口の存在、また世界が様々な分野で投資を必要とし、農業の生産性向上を必要とし、小麦、米、とうもろこしに次ぐ世界で4番目に重要な食用作物であるイモが食料安全保障に果たす期待される役割について講演がありました。続いてペルー国立ラ・モリナ農業大学学長、ルイス・マエゾノ氏から「ペルーにおけるじゃがいもの位置付け」と題した基調講演があり、ペルーにおけるじゃがいも栽培の現状、じゃがいもの原産地かつ栽培起源地であるペルーは、最も豊富な多様性と品種を有していること、2,500 を超える在来品種のじゃがいもが、標高 3,000 メートル超の場所で生育していること、じゃがいもとペルー文化およびじゃがいもの食料危機に際しての重要性につき講演がありました。

続いてパネリストからそれぞれの専門の立場から短いプレゼンテーションがありました。先ず、コーディネーターの国立民族学博物館名誉教授 山本 紀夫氏から「じゃがいもが果たしてきた歴史的役割」と題して、じゃがいもがアンデスから世界へ偏見を打ち砕いて特にヨーロッパにおいてどのようにして重要な位置を占めるようになったか、じゃがいもと大飢饉、日本人とじゃがいもおよび食料自給率について講演がありました。続いて農林水産先端技術産業振興センター理事・研究第3部長 山川 理氏から「さつまいもが果たす役割」と題して講演があり、さつまいもが南米のアンデス山麓（ペルー）を起源とし、南の島々あるいは中国を経由して、沖縄に約 400 年前、鹿児島に約 300 年前に伝来したこと、また、さつまいもとその加工品、日本がさつまいもの収量トップであることや更に現在では、バイオマス植物としても新しい役割を期待

されていることなどについて講演がありました。また、次に東京農業大学准教授 稲泉 博己氏から「アフリカのイモ類；食べ方と作り方」と題して、じゃがいもやさつまいも以外のイモ、中でもキャッサバの話。また、総カロリーの摂取量に関する穀物とイモ類の割合、アフリカの農業と加工について、アフリカのイモ類とイモ料理のあれこれ、ガリのできるまでなどにつき講演がありました。さらに女子栄養大学助教 千葉 宏子氏から「イモ類が持つ能力～その栄養学的観点から～」と題して、イモ類が炭水化物、ビタミン、ミネラルを含む優れた食品であること、イモ類のビタミンC が過熱に強いこと、イモ類の栄養素とその働きについて講演があり、イモ類を使った料理のレシピが紹介されました。

その後2名の基調講演者を加えて出席者6名によるパネルディスカッションが、山本 紀夫氏をコーディネーターとして行われました。ヨーロッパでのじゃがいもの消費の現状、ペルーのインカ時代からの鋤であるチャキタリアの話、水不足、温暖化に強いじゃがいも、さつまいもの更なる品種改良の必要性などが提起されました。山本コーディネーターから、「シンポジウム、パネルディスカッションを通じていろいろな話が出たが、イモ類を通じて食料問題を考えるきっかけになればと期待している」との言葉で締めくくられました。今回は、シンポジウム終了後に別会場（パシフィコ横浜 3F ラウンジ）において、パネル展示・試食会が行われ、ペルーのじゃがいも料理やその他のイモ料理がそれぞれのイモ類の特徴を生かした調理法にて供され、また、様々なものの現物も各後援団体から展示されました。この展示・試食会にも多数の出席があり、大いに賑わった催しとなりました。

以上

(JAICAF 鈴木 陸保)

農 林 業 技 術 相 談 室

－海外で技術協力に携わっている方のため－

ODA や NGO の業務で、熱帯などの発展途上国において、技術協力や指導に従事している時、現地でいろいろな技術問題に遭遇し、どうしたらよいか困ることがあります。JAICAF では現地で活躍しておられる皆さんのそうした質問に答えるため、農業技術相談室を設けて対応しております。

相談は無料です。ご質問に対しては、海外技術協力に経験のある技術参与が中心になって、分かりやすくお答え致します。内容によっては他の機関に回答をお願いするなどして、できるだけ皆様のご要望にお答えしたいと考えております。どうぞお気軽にご相談下さい。

相談分野

作物：一般普通作物に関する問題、例えば品種、栽培管理など
(果樹、蔬菜、飼料作物を含む)

土壌肥料など：土壌肥料に関する問題、例えば施肥管理、土壌保全、有機物など
病虫害：病虫害に関する問題、例えば病虫害の診断、防除（制御）など

質問宛先

国際農林業協働協会技術相談室 通常の相談は手紙または FAX をお願いします。

〒107-0052 東京都港区赤坂 8 丁目 10 番 39 号 赤坂 KSA ビル 3F

T E L : 03-5772-7880 (代), F A X : 03-5772-7680

E-mail : info@jaicaf.or.jp

JAICAF 賛助会員への入会案内

当協会は、開発途上国などに対する農林業協力の効果的な推進に役立てるため、海外農林業協力に関する資料・情報収集、調査・研究および関係機関への協力・支援等を行う機関です。本協会の趣旨にご賛同いただける個人、法人の賛助会員としての入会をお待ちしております。

※団体統合により、2007 年 4 月から賛助会員区分とサービス内容が変更となりました。

1. 賛助会員には、当協会刊行の資料を区分に応じてお送り致します。
また、本協会所蔵資料の利用等ができます。

2. 賛助会員の区分と会費は以下の通りです。

賛助会員の区分	賛助会費・1 口
正会員（旧正会員）	50,000 円／年
法人賛助会員（旧法人賛助会員）	50,000 円／年
個人賛助会員 A（A 会員：旧 JAICAF 個人会員）	5,000 円／年
個人賛助会員 B（B 会員：旧 FAO 協会資料会員）	6,000 円／年
個人賛助会員 C（C 会員：新設）	10,000 円／年

※ 刊行物の海外発送をご希望の場合は一律 3,000 円増し（年間）となります。

3. サービス内容

平成 20 年度 会員向け配付刊行物等(予定)

主なサービス内容	正会員・ 法人賛助会員	個人 賛助会員 A (A 会員)	個人 賛助会員 B (B 会員)	個人 賛助会 C (C 会員)
国際農林業協力（年 4 回）	○	○	—	○
NGO と農林業協力（年 2 回）	○	○	—	○
世界の農林水産（年 4 回）	○	—	○	○
FAO Newsletter（年 12 回）	○	—	○	○
その他刊行物** （カントリーレポート、 世界食料農業白書*、 世界の食料不安の現状*）	○	—	—	—
JAICAF および FAO 寄託図書館 の利用サービス	○	○	○	○

* インターネット web サイトに全文を掲載。

** 内容は変更されることがあります。

なお、これらの条件は変更になることがあります。

- ◎ 入会を希望される方は、裏面「入会申込書」を御利用下さい。

Eメールでも受け付けています。

e-mail : member@jaicaf.or.jp

平成 年 月 日

〔法人〕 〔個人〕 賛助会員入会申込書

社団法人 国際農林業協働協会

会長 東 久 雄 殿

〒

住 所

T E L

法 人

ふり がな
氏 名

印

社団法人国際農林業協働協会の〔法人〕
〔個人〕 賛助会員として平成 年度より入会
いたしたいので申し込みます。

なお、賛助会費の額及び払い込みは、下記のとおり希望します。

記

1. ア. 法人 イ. A 会員 ウ. B 会員 エ. C 会員
2. 賛助会費 円
3. 払い込み方法 ア. 現金 イ. 銀行振込

- (注) 1. 法人賛助会費は年間 50,000 円以上、個人賛助会費は A 会員 5,000 円、
B 会員 6,000 円、C 会員 10,000 円（海外発送分は 3,000 円増）以上です。
2. 銀行振込は次の「社団法人 国際農林業協働協会」普通預金口座をお願い
いたします。
3. ご入会される時は、必ず本申込書をご提出願います。

み ず ほ 銀 行 本 店	No. 1803822
三井住友銀行東京公務部	No. 5969
郵便振替	00130-3-740735

「国際農林業協力」誌編集委員（五十音順）

池 上 彰 英	（明治大学農学部助教授）
板 垣 啓四郎	（東京農業大学国際食料情報学部教授）
勝 俣 誠	（明治学院大学国際学部教授）
紙 谷 貢	（前財団法人食料・農業政策研究センター理事長）
二 澤 安 彦	（社団法人海外林業コンサルタント協会専務理事）
西 牧 隆 壯	（独立行政法人国際協力機構農村開発部課題アドバイザー）
原 田 幸 治	（社団法人海外農業開発コンサルタント協会企画部長）

国際農林業協力 Vol. 31 No. 3 通巻第 151 号

発行月日 平成 21 年 1 月 31 日

発行所 社団法人 国際農林業協働協会

編集・発行責任者 専務理事 佐川俊男

〒107-0052 東京都港区赤坂 8 丁目10番39号 赤坂KSAビル 3 F

TEL(03)5772-7880 FAX(03)5772-7680

ホームページアドレス <http://www.jaicaf.or.jp/>

印刷所 株式会社 創造社

International Cooperation of Agriculture and Forestry

Vol. 31, No.3

Contents

Worsening World Food Insecurity

YOKOYAMA Mitsuhiro

Special Topics : International Year of the Potato 2008

A Special Importance on the “Imo” for the Food, Cassava

INAIZUMI Hiroki

A Special Importance on the “Imo” for the Food, Taro

KONISHI Tatsuo

Yam Production and Post- Harvest in Future

SHIWACHI Hironobu

Perspectives on Potatoes as the Industrial Resources for the 21st Century

WATANABE Kazuo

Sweetpotato – A Crop of Great Possibility –

SUGANUMA Toshihiko