

キャッサバの基礎の基礎が分かる

キャッサバ ABC

第 1 版

目次

A. キャッサバってなに？

- (1) 残念ながら鱈(サバ)ではない！
- (2) 貧乏人の食べ物じゃない！
- (3) 日本人にはなくてはならない！

B. キャッサバの利用法

- (1) お蚕さまが食べるキャッサバ
- (2) 「万能細胞」と「箱入り娘」
- (3) 「味の素」から「エタノール」まで

C. キャッサバの需給動向

- (1) アジアが引っぱる国際取引
- (2) 需要サイドのポイントー「代替性」とどんでん返し
- (3) 供給サイドのポイントー「主な病害虫リスト」
- (4) 避けられぬ必然性(バイオエタノール)

2016 年(平成 28 年)8 月

井芹信之

はじめに

「キャッサバって、サバ(鯖)の一種?」などと勘違いしているあなたも、実は知らぬうちにその恩恵に与っていることをご存じだろうか? 「朝起きて歯を磨くときも、パリパリの Y シャツに腕を通すときも、自販機でジュースを買うときも、恋人のコーヒーに砂糖を入れるときも、揚げ物にソースをかけるときも、引っ越しのときも、メのラーメンでも、実はあなたはキャッサバとともにある」などと言ったら、ギョッとされるだろうか?

いや、更に言うなら、世界で最もキャッサバのことを知らない日本人こそが、誰よりもキャッサバを必要としており、それなしでは生きることさえままならない・・・と言ったらどうであろう? それって一体どういうことなの? そんな聞いたこともないシロモノが、一体全体どうやって、いつの間に、われわれの生活に入り込んでいるの? その辺のところをかいつまんで知ってしまおう! というのが本稿の趣旨である。とはいえ、何分、編さんしている本人が一から勉強している有様なので、内容についてのご批判、ご指摘を大歓迎する次第である。で、機に応じアップデートしていくつもりなので乞うご期待!

2016年(平成28年)8月1日

井芹信之

A. キャッサバってなに？

(1) 残念ながら鯖(サバ)ではない！

ズバリ言うと(魚類を期待された向きには恐縮だが)、キャッサバとは、だいたい下のような形をした多年生の植物(落葉低木)である。



見ての通り、葉っぱは「てんぐの団扇(うちわ)」、つまりヤツデみたいな形をしていて、茎はひよろ長く垂直に立ち上がり、高さは 1.5~4m になることもあるとか。茎の根元にゆるい同心円を描いたコブコブ状の根がつくが、これが太った朝鮮人参かサツマイモみたいな数本のイモである。3~7枚に見える葉は、実は一枚の葉が裂けたものらしく(これを小葉という)、葉や茎の色や形ときたら、いやはやホントに同じ仲間なのかと首を傾げたくなるほど多様である。

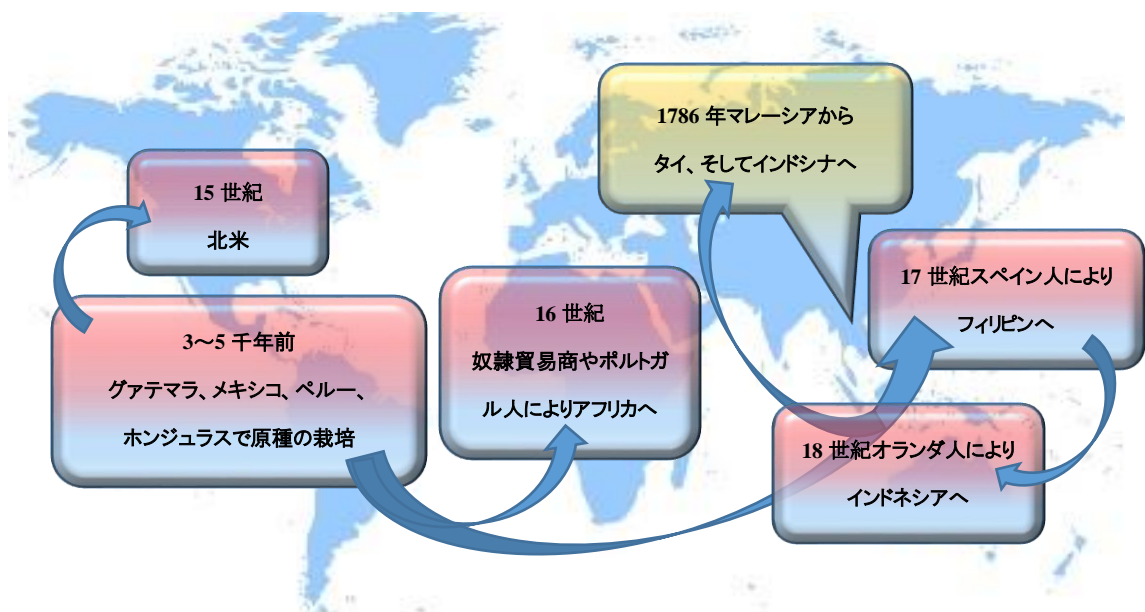


中南米⇒アフリカ⇒アジア この多様性は中南米で著しく、アフリカやアジアでは少ない。ということは、キャッサバの故郷が中南米であることを示唆しており、事実、「キャッサバ」という名称は、カリブ海はハイチ付近の現地名を語源としており、別名の「マニオク(Manioc)」もブラジルの現地名

が語源である。学名は**マニホット・エスクレンタ(Manihot esculenta)**で、植物分類上は「トウダイグサ科イモノキ(マニホット)属」。この属名はブラジル現地名マニオクから、*esculenta* は「食用になる」という意のラテン語である。因みに漢字で書くと「木薯」となる。このようにキャッサバにはいろんな呼び名があってややこしいが、一般的には、次のように整理できるようである：

	植物体	イモ	でんぷん	でんぷん製品
ブラジル南米	マディオカ(Madioka)	タピオカ芋 タピオカ	キャッサバ澱粉 タピオカ澱粉	タピオカ
スペイン語圏	ユカ(Yuca)			
英語圏	キャッサバ(Cassava)			
アジア	タピオカ(Tapioca)			

さて、このキャッサバ、歴史的には下のような経路で、中南米から東南アジアにやってきたようである；



三角貿易: キャッサバがアフリカへ渡った経緯は特異だ。17~18 世紀、欧州では喫茶の風習が広まり、砂糖の需要が急増。生産地の西インド諸島及びブラジル北東部での労働力需要を押し上げる。そこで、欧州を出た船は、西アフリカへ繊維・ラム酒・武器を運び、この武器で捕虜(奴隷)を確保し、この奴隷を西インド諸島やブラジルへ運び、奴隷が生産した砂糖を欧州本国へ運んだのである。キャッサバのアフリカへの導入は、この三角貿易の底辺を支えるアフリカ奴隷の船上の食用(イモ)確保のために他ならない。

(2) 貧乏人の食べ物じゃない！

キャッサバの基礎知識その 1 伝播した地域の共通点は、「熱帯と亜熱帯」である。これは、キャッサバの次のような農学的特性を反映している。即ち；

「日光を好み、乾燥に強い(≒低温と湿潤過多には弱い)⇒温暖化問題の切り札となる！」

この特性こそが、この作物の栽培地域を、ほぼ熱帯と亜熱帯に限定しているのであり、沖縄を除く日本で目にすることがない理由である。乾燥に対する強さはどの程度かと言うと、干ばつで地上部が死んでも地下茎は死なず、ほぼ「休眠状態」となり、次の雨を待ち蘇ることも。その代わりと言ってはなんだが、気温が 15 度を下回ると成長は止まる。とはいえ、キャッサバの生育に水はやはり必要で、乾燥や塩ストレスの耐性向上は重要な形質のひとつとして研究が進められている。

キャッサバの基礎知識その 2 で、更に言うなら、次のような環境負荷耐性もあるがゆえに、更に特殊な社会経済的役割をも担うことになった。即ち；

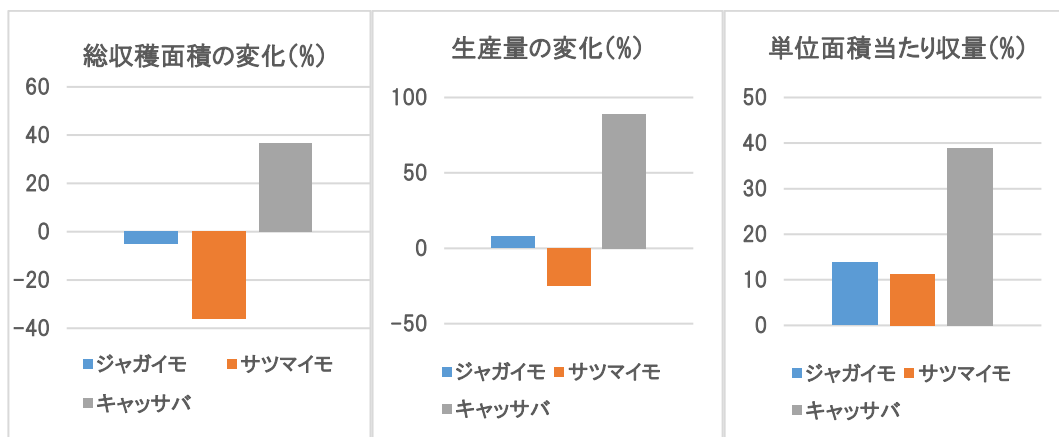
「酸性土壌、貧困栄養土壌と呼ばれる、いわゆる枯れ地や痩せ地で、灌漑もない貧困地域でも栽培 OK！(≒商品価値の高い作物が植えられる肥沃な土地ではない「農業不適切地」、あるいは、「農地以外の土地」でも OK)⇒土地利用効率化の切り札となる！」

そんなわけで、キャッサバは、辺境の地ばかりで栽培され、「知られざる存在」であり続けた。仮に知られても、奴隷の食糧だったことや、やせ地の貧農が主に育てたことから、「貧乏人の食べ物」などという不当に低いレッテルを貼られ、半世紀前まで世の注目を集めることがなかったのである。

ところが、キャッサバは、他の穀物なら育たない環境でも、5～10t/ha の収量が上がり、逆に言えば、肥沃な土壌や灌漑設備があったら、驚くべき収量を叩き出すのである(アジアの平均収量は苗を植えてから 11～12 カ月で 30t/ha だが、全ての条件が整い、ちゃんと育てれば 100t/ha との研究成果もある！)。そんなこともあって、「緑の革命」以降、キャッサバはそのネームバリューを徐々に上げ、FAO の統計によると、1978～2008 年までの 30 年間で総生産量を 1.23 億トンから 2.33 億トンに 90% 近く増やす。これは、大豆(206%)、サトウキビ(125%)、トウモロコシ(109%)に次ぐ堂々の第 4 位で、コメ(78%)や小麦(55%)を凌駕しているのである。

大豆	206%
サトウキビ	125%
トウモロコシ	109%
キャッサバ	90%
コメ	78%
小麦	55%

生産量などの比較を 3 大イモ類のジャガイモ、サツマイモ、キャッサバに限ると、更に驚くべき事実が浮き彫りになる。即ち、2008 年までの 30 年間、キャッサバは、世界の総収穫面積、生産量、単位当たり収量のいずれにおいても、他を圧して普及しているのである；



キャッサバの基礎知識その3 キャッサバの生産量が近年特に躍進した理由は、一つには、干ばつなどに強いゆえに、「肥沃な農地」を巡って他の作物と競合する必要がなかったというのがあるが、それと合わせて、もう一つの重要な特質による。即ち；

「キャッサバは、苗以外の初期コストがほとんどかからず、手軽に始められる上、栽培や手入れが驚くほど簡単である⇒格差是正や貧困問題解決の切り札になる！」

どういうことかと言うと、キャッサバは、茎(左下写真)を 25cm くらいの長さに切って、地中に挿すだけで(右下写真)根が出て、芽も出て、そのまま生育するのである。

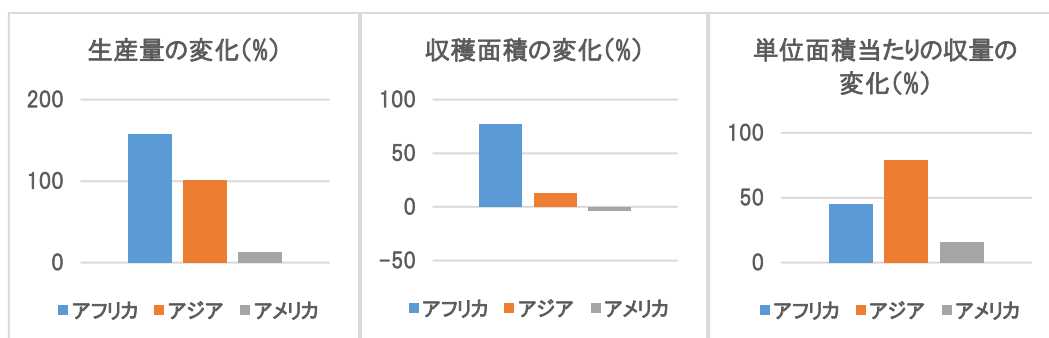


キャッサバの基礎知識その4 このような特性から生産量を飛躍的に急拡大させているキャッサバは、現在、全生産量の半分がアフリカで作られ、残りの 4 分の 1 ずつをアジアとアメリカで分け合っている。そのことをまとめると、次のようになろう；

「**キャッサバは、世界の主要食用作物＝(1)小麦、(2)トウモロコシ、(3)イネ、(4)サトウキビ、(5)大豆に次ぐ、世界第 6 位の総収穫面積(19.6 百万 ha)を誇り、世界の 8 億人以上の食を支える大作物である。特にアフリカでは、ほぼ全量が人間の食料であり、トウモロコシに次ぐ第 2 の主食として、増加する人口の 40%、2 億 5 千万人の胃袋を支えている⇒食糧問題解決の切り札!**」。

(3) 日本人にはなくてはならない!

ところで、1989～2009 年の 30 年間の、アフリカ、アジア、アメリカにおけるキャッサバの生産量、収穫面積、単位面積当たりの収量変化(%)を比較すると、次のグラフようになる;



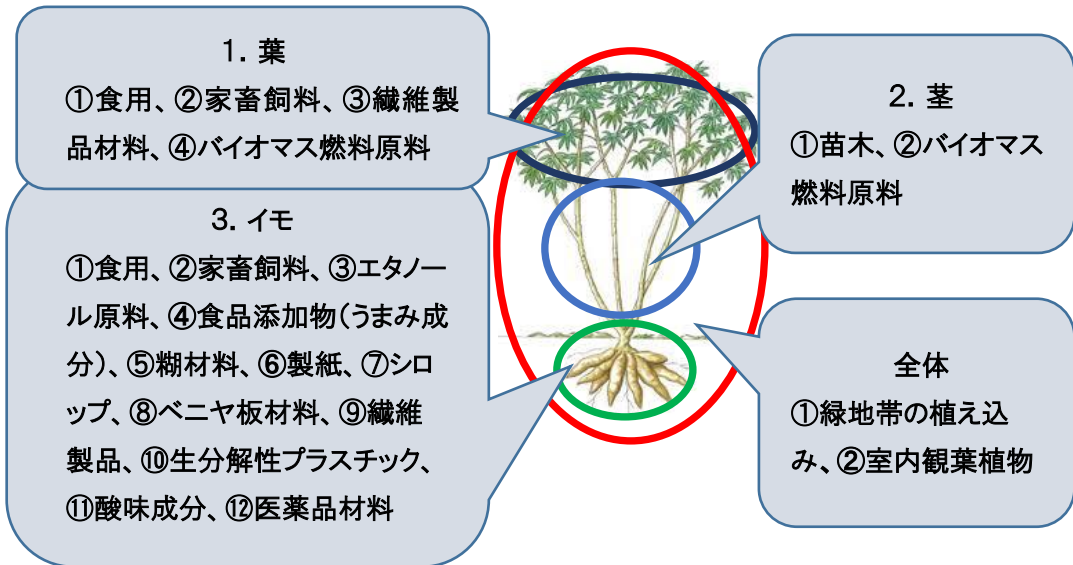
キャッサバの基礎知識その 5 ここで面白いのは、アフリカの収穫量増加が栽培面積の拡大と軌を一にしているのに対し、アジアにおけるキャッサバの躍進は 78.8%もの単収増によるものであり、その要因は新品種導入などの技術革新に帰せられることである。これが何を意味しているかという、アジアでも半世紀以上前までキャッサバは、サツマイモ同様、ヒトの主食・副食として小規模栽培・小規模消費のマイナーな作物であったのが、その後、タイ、インドネシア、ベトナム、中国へと、**家畜飼料および加工でんぷん原材料としての用途**が伝播・拡大し、栽培の主力である**小規模農家の貴重な現金収入源としての地位**が確立されていったということだ。そのことが、**新品種や新技術の開発**の原動力となったわけである。言い換えると、次のようになる;

「**キャッサバの加工商品としてのポテンシャルの広さと深さは最大級であり、未曾有の社会経済的インパクトを持ちうる。従い、「貧乏人の食べ物」などといって、この作物の真価を理解しないと、国家的損失を招くことになる**」。

と、キャッサバの基本的なスゴさがほぼガッテンできたところで、次に、「最大級のポテンシャル」と形容されるキャッサバの特性(それこそが、我々が知らぬうちにキャッサバの恩恵に与っており、しかも、「日本人にはなくてはならない」と言われる所以のものである)について、少し詳しく見ていきたい。

B. キャッサバの利用法

キャッサバは「捨てる場所がない」と言われ、そのほぼ全ての部位が利用可能な多目的・多機能作物である。どの部位がどのような用途に使われうるか概観すると、下の図のようになる：



(1) 葉の利用法 — お蚕さまが食べるキャッサバ

食用 キャッサバには毒(シアン化水素＝青酸:hydrogen cyanide)が含まれ(葉の部分の毒性は特に強い)、生食したら牛でも死ぬが、葉(左下写真)には、カルシウム、ビタミン、タンパク質が多く含まれることから、天日干しなどの方法で毒を抜き、広く食用に供される。日本でも沖縄で古くからほうれん草と同じ要領で調理され、消費されてきた(左から2枚目)。ベトナムでは発酵させることで毒を抜いて食べる。「タンザニアの空の下」によると、アフリカでは臼と杵で突いて柔らかくし(右から2枚目)、塩茹でにして灰汁を抜き、ココナツミルクを入れ煮て食べる。インドネシアでは地元で有名な「パダン料理」に不可欠の食材で、植えてから2ヵ月位の若々しい緑の葉が食べごろとか。料理方法は、至極簡単で熱湯で処理するだけで、甘味があるとの事(右端)。



家畜用飼料 キャッサバの葉には、20～25%と、一般の牧草の何倍ものタンパク質が含まれており(40%程度の大豆に次ぐ高い含有率)、豚などの家畜飼料として注目される。葉だけでなく、イモを砕いたペレットなどと混ぜたり、他の混合飼料とブレンドし、ブランド化するなどの可能性もあるようである。「大野修一・国際協力またのぞき」によると、ラオスのある村では、収入の最大部分(40%)が、キャッサバの葉を活用した養豚によるもので、キャッサバの葉を発酵させたものにイモのチップを混ぜ、更にコメや魚粉を混ぜた飼料で豚を育てているらしい(左下写真)。この方法だと、子豚から出荷出来る大きさになるまでの成育期間は、1年以上かかっていたものが(全く餌を与えず、豚が勝手に餌になるものを漁る、言わば「放牧」方式だと約3年)、3～4ヶ月に短縮できるという。豚が最も好むのは、発酵させたものだそうだ。発酵は、大規模にはサイロを使って行うが、ここでは、黒いビニール袋を使う簡便な方法を用いている。キャッサバで豚を育てることのメリットはまだあり、豚の糞を堆肥にして有機肥料として活用する。この村では、メタンガスを発生させるタンクを設置、そこからホースで台所などにガスを引き、調理用の燃料として使っている(右下写真)。



エリシルク アンコールワットで有名なカンボジアのシェムリアップ郊外に、京都出身の元友禅職人(森本喜久男さん)が開いた工房があり、カンボジアの伝統絹織物を再生していると聞き、「伝統の森」と呼ばれるこの工房を訪ねてみた。ふと、絹糸のものの繭(まゆ)を紡ぎ出す蚕(カイコ)は、キャッサバの葉っぱを食べるんじゃないかと思ったからである(下写真は IKTTJapan の HP より。詳しくは http://ikttjapan.blogspot.com/p/blog-page_20.html をご参照)。



森本さんによると、確かにキャッサバの葉を食べるカイコはいるが、それは彼が工房で飼っているカイコとは違い、日本の伝統的養蚕におけるカイコとも違うらしい。名古屋に本社を置く「株式会社ジンノ」は、その辺のことを次のように説明する；カイコは大きく「家蚕(かさん)」と「野蚕(やさん)」に分類され、「家蚕」が日本古来の桑の葉を食べるカイコで、一方の「野蚕」は雑食性でキャッサバの葉を主食とし、病気に強いため、特別な技術を必要とせず簡単に養蚕することができる。ジンノがふとん製品(下左写真)の材料として使っている生糸は、この野蚕に属する「エリ蚕」というカイコを使っている(下中央写真の左がエリシルク、右が家蚕繭)。エリ蚕は、40～50日で成虫の蛾になり、1匹の雌が500個位の卵を産むので、これを繰り返し、年間を通して5～6回の飼育で繭を生産できる。特殊な技術がいらず小規模養蚕でも生産できるので、原料が安定供給でき、様々な商品展開につなげることもできる。ジンノのエリシルク原料は、全てベトナム・ハノイ北部のフートー省、ホーチミン北部のドンナイ省の農家(下右写真)で養蚕された繭を輸入加工したもの。エリ蚕は、ベトナムにいる少数民族の食材として用いられており、貴重なタンパク源となっていた。当初、ジンノは、これら少数民族からフェア・トレードで繭を輸入し、産業を興し、女性の地位向上と、外資獲得による貧困救済を目指したのである。エリ蚕が紡ぐエリシルクは、かさ高性(ふとんの詰綿の反発力)が高く、詰綿の中で空気の層を作るので、保湿力も高い。つまり、エリシルクは、繊維、原綿原料として有効であり、今後の開発次第では、羊毛に変わる、他にない性質の新しい原料になる可能性を秘めている。



(2) 茎の利用法 — 「万能細胞」と「箱入り娘」

苗木(挿し木の苗) 先に、「キャッサバの基礎知識その3」として、キャッサバは、その茎を切って地面に挿すだけで根や芽が出て、そのまま成長する・・・とサラリと書いたが、これって考えてみたらスゴイことである。事故で手足を失ってもまた生えてくるようなものだし、逆に言うと、千切れた手足から、本体である体が再生されるようなものである。実際、動物の中ではヒドラとプラナリアがこうした再生能力に優れており、条件が整えば100～200分の1の断片からでも完全に再生できるという。脊椎動物では、イモリも切断された尾や足を完全に再生できるが、良く聞く「トカゲのしっぽ切り」のトカゲは、生えはするけど、脊椎骨までは再生されない・・・と、そんなトリビアはともかくとして、この「断片からの再生」は、植物が一般に持つ特質らしく、それは植物の細胞が、いわゆる「**万能細胞**」であることによる。この「再生」のことを、専門用語では「**栄養繁殖(vegetative propagation)**」あるいは「**栄養生殖(vegetative reproduction)**」と言い、生物学的な説明として

は、「種子からではなく、根・茎・葉などの栄養器官から植物を人為的に繁殖させる方法のことで、挿し木、接ぎ木、取り木、株分け、人工的な組織培養などもこれにあたる。生殖細胞の受精を経由しない無性生殖の一種で、クローン繁殖ともいい、親株と遺伝的に同じ個体を増やすことが出来るので、クローン技術の元祖とも言える」となる。

なぜ挿し木なのか？ しかし、よく考えたら、ちょっと変である。なんでタネから繁殖させないのだろう？ どうやら、その理由は、タネが出来にくく、その量も少ないかららしい。そもそもイモをもつ植物は、進化の過程で、タネによる子孫繁栄より地下茎による同一個体の複製を目指したらしく、地上部で光合成を行い、根にある地下茎の肥大部分に栄養を蓄え、葉や茎が枯れてしまう冬や乾季をイモのみの状態で過ごし、成育に適した季節が訪れると再び芽を出して育つらしい。また、多くのイモ類がそうであるように、タネから育てると一年以内にイモが大きくなること(農家としては 10 カ月経たないうちに収穫したいのに対し)、更には、タネから育てると、遺伝子が交換され、母親とは違う形質の個体が出来てしまうというのも、タネより挿し木が選ばれる理由らしい。



とはいえ、品種改良には有性生殖が必要なので、その分野の研究者は、花とタネを無視するわけにはいかない。しかし、キャッサバは、過酷な環境に置かれるほど、子孫を残そうと、花を咲かせやすいらしい(これには異説もある)ということ以外、花がどのような環境変化(日長や温度変化など)をきっかけに咲くのか、そのメカニズムはまだ十二分には解明されておらず、今後の研究に委ねられているようだ。

(バタンバン大学の点滴灌漑による苗栽培、その苗、試験管培養される幼苗、水耕栽培される苗)

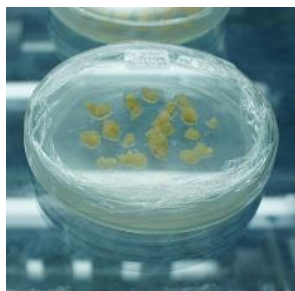


換金商品としての苗木 さて、キャッサバは、挿し木による繁殖率が穀類に比べて格段に悪い上、例えば熱帯雨林ではなくアフリカのサヴァンナ気候などでは地上部の成長が遅く小さいので、得られる茎も少なく、結果として、しばしば苗木不足に陥る。このことは、逆に茎が商品として売れることを意味する。そこで、限られた茎の中から少しでも多くの苗木(cutting とか stake と呼ばれる)を

取ろうと、涙ぐましい取り組みも行われる。「ミニ茎増殖法」というのがそれだ。キャッサバの株(苗木を取る株は、8~18 カ月物が主流)は、塊根に近い茎ほど木質化して硬く、反対に地上部の先端の茎は柔らかい。で、木質化した硬い茎は 4~5cm の長さでも容易に発根し増殖するのである。そこで、「ミニ茎増殖法」では、基部から中ほどまでの茎は 2 節(4~5cm)のミニ茎に切断し、中位部の茎は 3~4 節(10~15cm)に切り取る。で、通常は苗として使わない先端茎も、切り取ったあと切り花のように十分吸水させて発根を促し、苗に育てるのである(これで増殖率は 40~50 倍になるが、苗床の水管理や発根までに殺菌剤が必要など、農家レベルでの普及には難点があるらしい)。切り取った茎は、乾燥して数日で発根能力が落ちるので、木陰や屋根のある日陰に置いて、採取後は出来るだけ早く定植させるのが望ましいらしい。

ウイルスフリー苗の生産 ところで、「挿し木はクローン技術の元祖」という意味は、この手法によれば、まったく同じ遺伝型の作物を増殖できるということである。これは育種の分野において、ひとつの優れた形質を持つ株(変異体)が選抜できたら、それを簡単に増殖できることを意味する。組織培養などで完全に無菌の苗が得られれば、ウイルスフリーの健康な苗を増殖することもできる。だが、逆に言うと、一度ウイルスに感染すると、全株がそのウイルスを保持したまま増殖し、全量感染ということになる。そこで、通常は公的な機関が大元の種苗(原原種、原種)を生産し、それを増殖した後に一般に配布するというシステムが構築される。本事業の中課題 3 が担う持続的種苗システムの構築がまさにこれに当たる。

組織培養 ところで、確かに挿し木の方がタネより投資効率が良いのは分かったが、それにしても、例えばトウモロコシなら、一粒のタネを植えれば約 600 粒、イネ(コメ)なら約 1,500 粒とれる。つまり、600~1,500 倍の投資効率だ。なのに、キャッサバの挿し木の効率はあまりに低い。こんなんで採算合う商売になるのだろうか? いや、商売ばかりか、育種や研究にも支障を来すのでは? そういうこともあって、1 本の植物体からもっと効率よく増殖させるために行われるのが、「**組織培養 (Tissue Culture)**」という手らしい。「組織」とは、何種類かの決まった細胞が一定パターンで集ったもので、全体で一つのまとまった役割をもつ単位。で、多細胞生物を個体単位で育てるのを「飼育(breeding)」とか「栽培(cultivation)」と呼び、組織単位で育てるのを組織培養と呼ぶのだそう。要するに、挿し木をさらに細かくし「箱入り娘」にしたものだ。植物の断片(=組織)を土ではなく、ビタミンなど栄養素を供給する「培地(medium)」で育てるからである。因みに、微生物の発見の一つは、腐ったスープの中に発生されたもので、「培地」の始まりは「腐ったスープ」である。



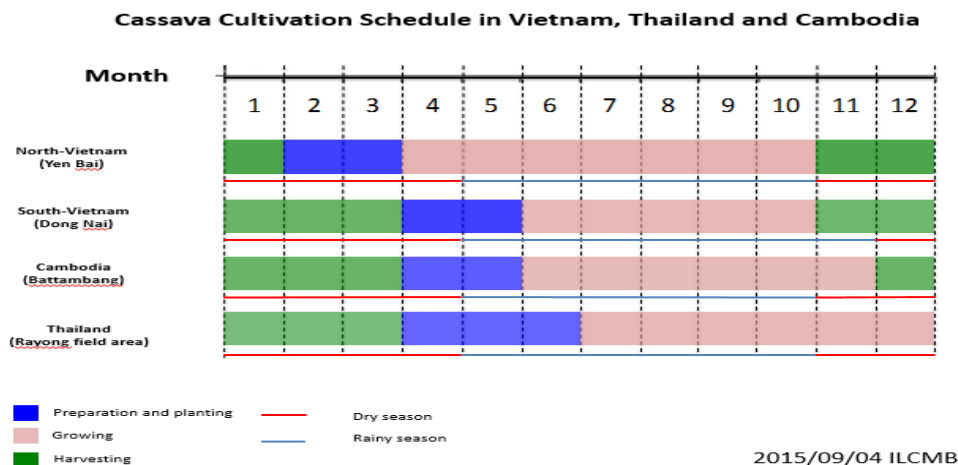
(3) イモの利用法 — 「味の素」から「エタノール」まで

次にいよいよ「イモ」を見てみよう。初めに申し上げておくが、ジャガイモと違い、キャッサバのイモはタネにはならない。だから、それ以外の用途で珍重されることになる。下写真は、土から掘り起こしたイモ、その皮をむいた状態、そして、更にそれを砕いた状態である：



キャッサバは銀行？ 京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究員の原将也によると、ザンビアのある農家は「キャッサバは銀行」というのが口癖だとか。それはアジアとはまたちよつと違う栽培法から来ている。即ち、彼らは 30cm に切り分けた茎を地面に斜めに挿して植えた後、2～3 年経つまでイモを収穫しない。で、イモを収穫する時も、株ごと引き抜いてしまわず、肥大したイモだけ収穫し、土をかぶせてまた元の状態に戻すのである。ここから、「貯めておけて、いつでも増やせ、必要な時に引き出せる」というキャッサバ観が育まれる。彼らにとってキャッサバは、トウモロコシなどより、よっぽど安定した作物という認識なのだ。そういう意味では、こちらの栽培法こそが、キャッサバの特性を活かした方法だと言える。他の収穫時期が決まっている作物と異なり、キャッサバの収穫は、植え付けから 6 か月～2 年目までいつでも必要な時にでき、現金化できるからである。因みに、植え付け後 4 年以上が経つと、イモは繊維質で固くなってしまふので、株ごと引き抜き、この引き抜いた茎をタネ茎とするらしい。

これに対し、アジア(ベトナム、カンボジア、タイ)の一般的な栽培カレンダーは下図の通りである；



食用 さて、キャッサバのイモは、大きく分けて次の2種類ある：

甘味種(<i>Manihot palmata</i>)	苦味種(<i>Manihot utilissima</i>)
青酸含有量少ない	内部に青酸が多い
主に食用	主に加工用
毒抜きプロセスが必要	チップ、ペレットに加工
調理	でんぷんやアルコールを製造

「**苦味種**」は食べられないわけではない。食用にするための加工法は、①すりおろし、②脱水、③天日または加熱乾燥、④発酵などがある。こうして毒抜きした粉を、ブラジルではファリーニャ（左下写真：farinha de mandioca、「製粉」という意味）と呼び（西アフリカではガリ(gari)）、香ばしい食材として用いたり、バターやきざんだベーコンで炒め、肉料理の付け合わせにしたりする。焼き鳥にふりかけみたいにかけて食べるとイケるとの説もある。



左：ブラジルの某レストランの「タピオカ尽くしコース」

「**甘味種**」は根菜として扱われる。調理法は、蒸す、茹でる、揚げるなど。薄くスライスしたキャッサバを揚げたキャッサバ・チップスも作られる。アフリカでは火を通したキャッサバをつぶしてウガリやフフが作られる。また、キャッサバの粉を用いたパンなどもある。キャッサバ塊根から製造したでんぷんは「タピオカ」と呼ばれ、半分糊化して乾燥させたツブツブのものが「タピオカパール」であり(下中央)、加工してデザート材料(右下写真)や飲み物のトッピングとして使われる。



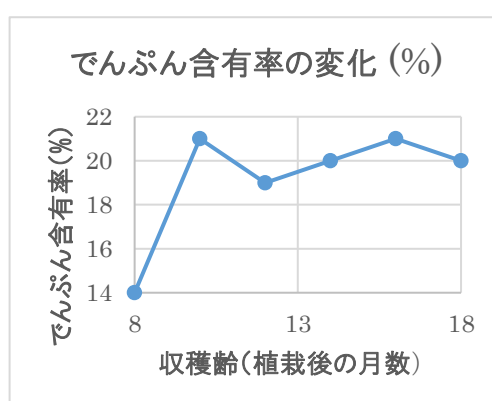
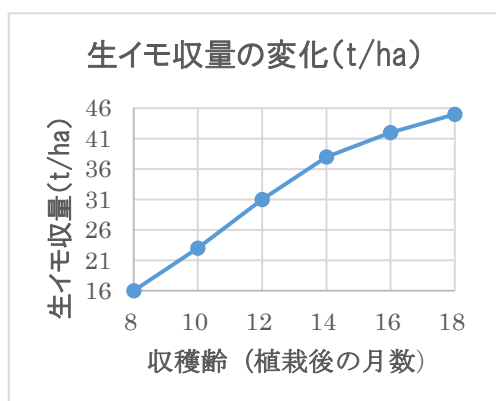
家畜飼料とエタノール原料(チップやペレットに加工して) キャンプ・ファイヤーなどで使う薪(まき)は、ストーブなどの燃焼装置に投げ込むには、ちょっと大き過ぎ、形も不揃いで、いろいろ自動化がしにくい、ということは、温度調節も難しい。そこで、こうした難点を解消しようと薪を細かく砕いたものを「**チップ**」と呼ぶ。これはこれで持ち運びには便利になるが、形が不揃いで含水率も

バラバラなので、例えば円筒形などの小さな揃った形状に圧縮加工し直す。これが「ペレット」と呼ばれるものだ。ここまで加工されると、ストーブなどへの自動投入や細かい温度調節も可能になるが、加工にはそれなりのお値段がかかるという難点がある。アフリカにおけるキャッサバ生産の増大は、チップ製造過程等の機械化が進んだことにもよる。タイのキャッサバ・ペレットは、チップの輸送中の大気汚染問題(?)を背景に開発されたものらしい。キャッサバ・チップの主要な使用目的は家畜飼料とエタノール原料である(バイオエタノールについては、別途、後述する)。(カンボジア・バタンバン州のチップ工場、手作業で夜通し作業を続ける、破碎され天日干されるチップ)



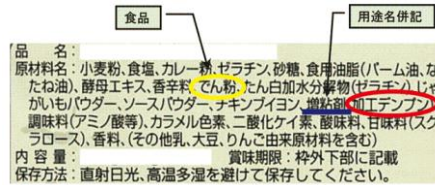
「味の素」のもと ベトナムで圧倒的人气(というか、あらゆる食べ物の味付けに使われている)味の素は、グルタミン酸生産菌を発酵させて製造するが、この際、キャッサバからでんぷんを搾り取った残滓をエネルギー源として与えて発酵させ、グルタミン酸を得る手法が現在主流らしい(ベトナム・ホーチミン市の味の素工場では、精製されたキャッサバでんぷんを原料にしているようである)。

「でんぷん」とは? キャッサバのイモは、作付面積当たりのカロリー生産量で、あらゆるイモ類、穀類より多く、でんぷん質の生産効率が高い。キャッサバは、収量は左下グラフのように植栽後8~18 か月をかけて3倍になるが、でんぷん含有率は、右下グラフのように8~10か月の間に急上昇して頭打ちとなる(でんぷん含有量は、雨季よりも乾季の方が上がると言われる)。

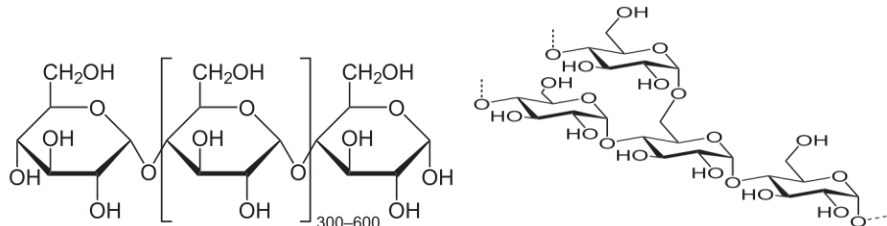


で、キャッサバの奥深さは、ズバリこの「でんぷん」にある。「日本人でキャッサバの恩恵に与らないものなどいない」というのも、「日本人にはなくてはならない」というのも、この「でんぷん」あつてのことである。例えば、市販のインスタント食品、医薬品、化粧品、ビール、パン、お菓子、麺類、

水産畜肉ねり製品、フライ、たれ、惣菜、ペットフード、製紙工業のコーティング用糊料、段ボールの接着剤、クリーニングの仕上げ糊、などなど、ありとあらゆるものに「でんぷん」は使われている。ために、コンビニに行って何でもいから手に取り、裏の原材料表示を見てみよう。すると、下図のような表示があるに違いない；



というわけで、「でんぷんとは何か？」を少し詳しく考察したい。ズバリ言うと、「**でんぷんとは、植物が、太陽エネルギー、水、二酸化炭素から創り出す炭水化物**」である。あるいは、でんぷん（澱粉、ラテン語: amyllum、英語: starch）とは、陸上植物がブドウ糖を貯蔵する一つの形であり、トウモロコシやイネや小麦などの「穀類」、ジャガイモ（馬鈴薯）、サツマイモ（甘藷）、キャッサバの「イモ類」、サゴ椰子、葛（くず）、わらびなどの「根・茎類」、緑豆などの「マメ類」などの種子や球根などから抽出される。でんぷんは、ブドウ糖がつながってできるアミロース（左下の分子構造）とアミロペクチン（右下の分子構造）という2種類の高分子からできている。



アミロースとアミロペクチンの割合は、粘り気に関係する。もち米はアミロペクチン 100%のコメのことで、日本で普通食べられるうるち米は、アミノペクチン 78~83%、アミロース 17~22%の割合だ。アミノペクチンは、熱水ででんぷん糊を生じるので、もち米はうるち米より粘りが強いのである。

でんぷんの特徴 植物から取り出して精製したでんぷんは、白い粉末の状態をしている。その粉末に水を加えて加熱すると、でんぷんは水を吸って大きく膨張し、糊のような状態になる。これを糊化(こか: gelatinization = α 化)という。で、でんぷん糊をそのまま放置して冷ますと、白く濁ったりゲル化が起こったりするが、これを「老化(retrogradation = β 化)」と呼ぶ。



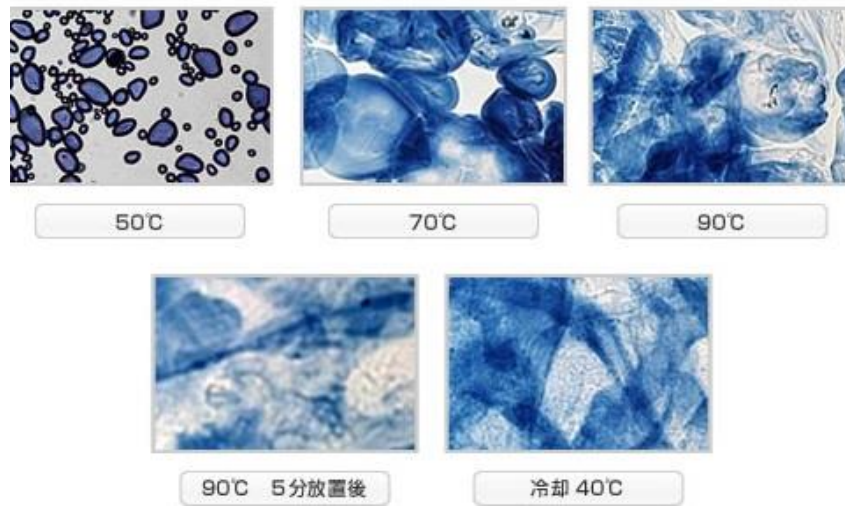
糊化直後の糊

α 化したでんぷん



冷却放置後の糊

β 化したでんぷん



(出所:日本食品化工株式会社)

でんぷんの用途 でんぷんは、常温でも高 pH の水酸化ナトリウム溶液で糊化する。それで工業用の糊として段ボールや紙管、壁紙の接着に用いられる。食品業界では、糊化は α 化(アルファ化)と呼ばれ、 α デンプンの状態から水分を急速に取り除くと、 α 化が保持される。長野県の郷土料理で保存食の「凍り蕎麦」や、十勝新津製麺のインスタント麺の製造工程がこの方法だ。また、炊いた米を凍結乾燥することでアルファ化米などの製品が考案、販売されている。

また、年々変化し多様化する食生活は、でんぷん本来の特性(=水に不溶である点や老化現象などの不可避な負の特性)の改変を促し、でんぷんを加工し、特性を変えたり、新たな機能を加えたり、強めたりした様々な「**加工でんぷん**(あるいは「**化工でんぷん**」とも=化学的・酵素的に処理されたでんぷん)」も各種開発・利用されている。

また、でんぷんはブドウ糖から出来ているわけだが、ブドウ糖をより甘味の強い果糖に異性化させることで甘味をより強めることができる。そのようにしてできたものを「**異性化糖**(いせいかとう、high-fructose corn syrup、HFCS)」と言い、砂糖より甘みが口の中に残りにくく、低温で甘味度を増すので、清涼飲料や冷菓などに多く使われている。異性化糖は価格も安い(果糖分 55% の果糖ブドウ糖液糖は砂糖の 7 割程度)ので、他に缶詰、パン、みりん風調味料などにも使われている(ただし、低温での利用に向いている半面、熱に弱く、加熱すると着色してしまう)。また、粘性が少ないため、取り扱いやすく、タンクローリー等により大量に運送したり、タンクに保存・貯蔵したりすることが容易である(ただし、液状で、固形化や粉末化するのが難しく、一般消費者向けにはほとんど販売されていない(果糖ブドウ糖液糖はガムシロップとして市販されている))。

とまあ、多種多様な用途があるでんぷん、あるいは加工でんぷんの主に日本での利用法をまとめると、次の表のようになる;

商品	用途
医薬品	錠剤の賦形剤、抗生物質の発酵培地原料など、薬物を溶けやすくして吸収効率アップ(可溶化)、各種色素やサプリメントの安定化(外部刺激からの保護)、口腔内崩壊錠などの異味の抑制(マスキング)
化粧品	保湿剤、艶出し、香料の持続時間の延長(少しずつ放出する徐放化)、有効成分の分散・難溶性物質の可溶化
食品一般	お茶や各種エキスの苦味の抑制(苦味物質のマスキング)、ミカンの缶詰め(水に溶けない物質を可溶化)、紅茶の白濁抑制(ミルクダウン抑制)
ビール	酵母発酵の副原料
パン、菓子、麺	<u>食感向上、ボリュームアップ</u> 例) ソフトなパン、口どけの良い洋菓子、モチモチ感のある菓子、洋菓子類のボリュームアップ、冷凍うどんのつるみやコシを維持、
水産畜肉ねり製品	<u>保水性、食感向上・維持</u> 例) カマボコのアシの補強、ソフトとハードの食感の調整、肉や唐揚げをジューシーに保つ、ソフトな食感を与える
フライ、たれ、惣菜	<u>フライの結着性、食感向上、たれの増粘・維持、各種耐性アップ</u> 例) トンカツの衣を接着させる、フライの衣のサクサク感アップ、保形性アップ、ツヤの良いタレ、レトルトソースの粘度維持、油脂の遊離抑制、ドレッシング類の乳化安定性アップ、乳化香料の基材、冷凍卵焼きの離水防止、各種冷凍食品の食感維持、冷凍耐性アップ、耐熱性アップ、冷水可溶性アップ、コーティング剤
食物繊維	食物繊維含量を強化した難消化性(レジスタントスターチ)のアップ、食感改善
ペットフード	エネルギー補給
うがい薬、歯磨き粉	品質保持、凍結防止、透明性向上などの目的で添加されているソルビトール
製紙	紙の強度を上げる、印刷面を滑らかにする、填料及び微細繊維の歩留まり向上、接着強度の向上、高い表面強度が得られ、塗布量の削減が可能、顔料やラテックスとの相容性に優れる高い接着力
段ボール	段ボールライナーと中芯の接着剤
各種工業用途	石膏ボード、鋳型用途、クリーニング用途など、糊、クリーニング糊、生分解性プラスチック(バイオプラスチック)、ソルビトールは硝酸カリウムと混合して模型ロケットの燃料に使われる、バイオエタノール原料

キャッサバでんぷんの特徴 植物細胞内から取り出したでんぷんの粒を顕微鏡で見ると、下図のように、植物の種類によってかなり形が異なることが分かる。で、でんぷんは植物ごとにその性質がずいぶん違って、われわれは、その性質の違いを精査して利用することになる。例えば、**キャッサバ由来のでんぷん(タピオカでんぷん)は、クズ、ジャガイモ由来のものに比べ、「老化が起りにくい」という特徴がある。**キャッサバでんぷんは、一般にはアミロース含量が 15%、粒径 2-40 μ m で粒径分布は広く、形状は多角形または半球形とされる。**加熱した時の糊化する温度が低く(59 $^{\circ}$ C)、加熱によって簡単に吸水膨張し、80 $^{\circ}$ C以下で完全に糊化する。また、糊液の透明度が高く、粘度も高く、ゲル化しにくいという特徴がある。**このため、食品の増粘剤として優れている。また、粘度が高いので、デンプンのりの原材料として使用されており、実はとても身近な存在なのである。；

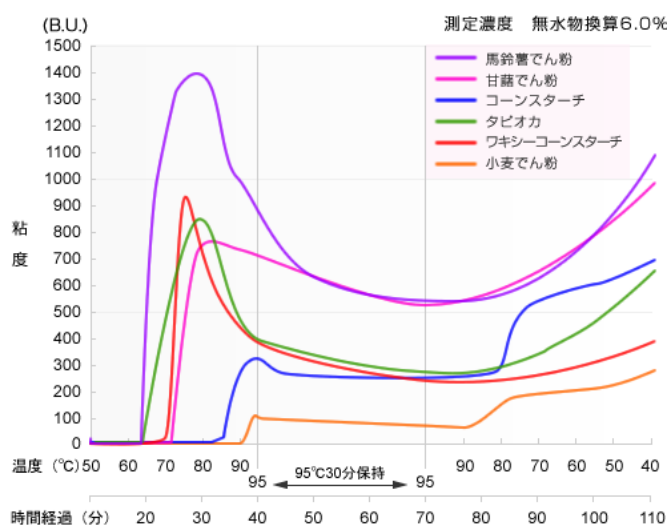
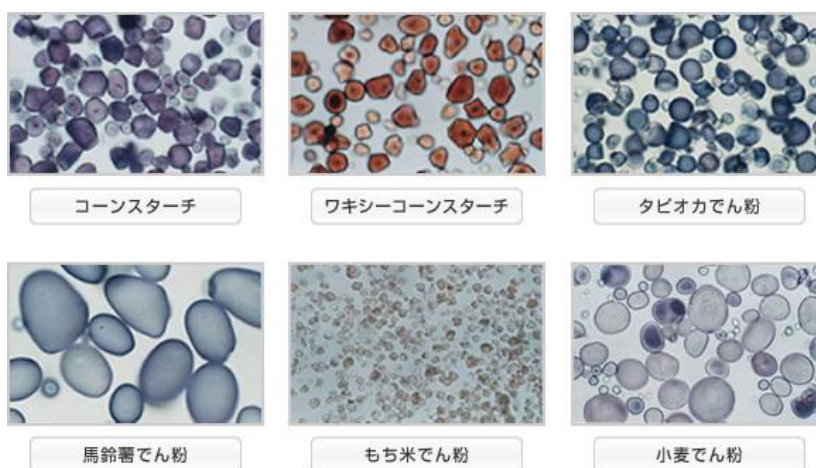


図:各種でんぷんの懸濁液を加熱した場合の粘度特性(アミログラフ)
(出所:日本食品化工株式会社)

主なでん粉の特性と用途

種類 (原料)	特性	主な用途
コーンスターチ (とうもろこし)	白色度が高く、吸湿性および灰分が少なく、糖化用に適している。また、糊化した際の粘度の安定性が良好で、接着力および糊液の浸透性が高い。	糖化用、製紙・段ボール、ビール、化工でん粉
ばれいしょでん粉 (ばれいしょ)	他のでん粉に比べ糊化温度が低く、最高粘度が高い。また、保水性が大きく、白度が高い。	糖化用、水産練製品 (ちくわ・かまぼこなど)、春雨、片栗粉、麺類
かんしょでん粉 (かんしょ)	糊液は、ばれいしょでん粉に似ていて透明。粘度が高く、長時間の加熱にも安定している。しかし、糊化温度、粘度、白度の点ではばれいしょでん粉には劣る。	糖化用、食品用
タビオカでん粉 (キャッサバ)	ばれいしょでん粉に比べてでん粉含有量が高く、タンパク含有量が少ないので、精製しやすく、粘着性、接着性に優れている。	化工でん粉 (デキストリンなど)、不燃建材、調味料用・糖化用
サゴでん粉 (サゴ椰子)	糊化温度、粘性はばれいしょでん粉に類似しているが、糊化した場合、老化が早い欠点がある。	化工でん粉 (可溶性でん粉、麺打ち粉)
小麦でん粉 (小麦)	糊化温度が低く、冷却時の粘度が高い。加熱温度、時間に対して比較的均一な粘度を保持する。	水産練製品、繊維用糊

キャッサバは、でんぶんの抽出が容易でコストが安いのも特徴だが、その他の一般的特徴をまとめると、次のようになる；

- ① 接着、保水、分散、乳化、フィルム形成性などに優れ、こうした機能を与えたり、安定させたり、増強させたりするのに使用される。
- ② 食感の改良という点で極めて重要な役割を果たしている。即ち、「モチモチ感、プヨプヨ感、サクサク感、ツルツル感など感応性味覚を向上させる」のである。このオトマトベこそが、「日本人が、でんぶん、特にキャッサバでんぶんなしでは生きられない」と言われる所以のものである。逆に言うと、こんな微妙な食感をいちいち気にするお国柄はそうザラにはないだろうから、日本人にこそ高いお金を払ってお買い上げいただくのが正道とも言える。
- ③ これまた日本人お得意の完成品の更なる「カイゼン」、即ち、「経時安定性、冷凍安定性、レトルト安定性を改良する素材」として使われる。
- ④ 製紙分野では、紙の基本性能として求められる破裂や引き裂き、剛さに対して強度を加える素材、また、紙として出来上がったあとの印刷の工程で、精密印刷や高速印刷でかかる負荷に対する強度を加える素材として使われる。具体的には、でんぶんを紙の中にのりとして抄き込んだり、紙の表面に薄く塗って紙力増強剤としたり、濾水・歩留まり向上剤、操業性安定剤としての副次効果も大きい。
- ⑤ 「グルテンフリー・ダイエット」 グルテン (gluten) とは、小麦、大麦、ライ麦などの穀物の胚乳から生成されるタンパク質の一種で、パン、ホットケーキ、パスタ、ピザ、シリアル、ケーキ、クッキーなど、アメリカの食卓に欠かせない食品に多く含まれる。で、グルテンの中に含まれる「グリアジン」という物質には食欲を促進させる働きがあり、パンやスイーツを食べだすと止まらないという現象を起こす(らしい)。また、グルテンに過剰に反応してしまうアレルギー体質の人がこれを摂取すると、小腸が過敏に反応して消化不良を起こし、吐き気や痛み、湿疹

などの症状が表れるという。日本では、まだそれほど浸透していないが、欧米では数年前から「グルテンフリー」と書かれた食品パッケージやレストランが多くなっている。また、ジェシカ・アルバ、ミランダ・カーなどのハリウッド女優や、有名セレブが生活に取り入れていることで、「グルテンフリー・ダイエット」が大流行している。そこで俄然注目を浴びるのが、もともとグルテンを含まないキャッサバでんぷんなのである。

C. キャッサバの需給動向

(1) アジアが引っぱる国際取引

次に、キャッサバが世界でどんなふう「取り引き」されているかみてみよう。キャッサバの生産量は、アフリカが半分、残りを4分の1ずつ中南米とアジアが分け合っているわけだが、アフリカと中南米の生産量はほとんど自国の食用であり、国際取引の表舞台には現れない。結果、国際取引の中心はアジアにあり、その主要プレーヤーは、年々突出した輸入量を記録する中国と、年ごとの変動はあるものの群を抜く輸出量を誇るタイということになる。

図4 キャッサバ輸入量（上位5カ国）

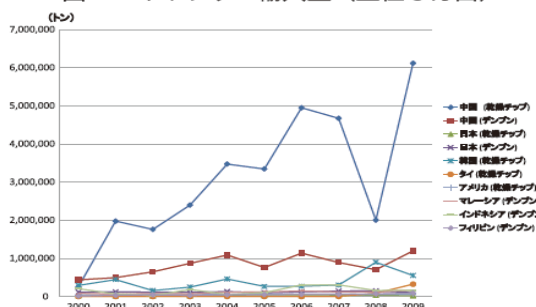
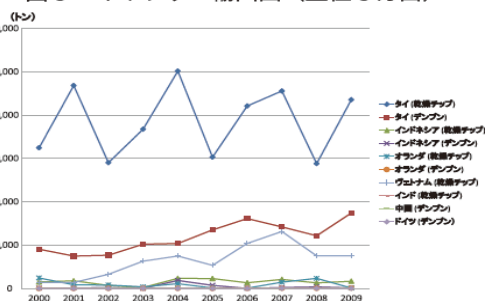


図5 キャッサバ輸出国（上位5カ国）



アジア諸国では目下消費者の収入が増え、中産層も増え、それに伴い食の嗜好も変化しているので、中国とベトナムの一人当たりの豚肉消費量の急増を見ても、今後引き続き、キャッサバの飼料向け需要の大幅な伸びが予想される。

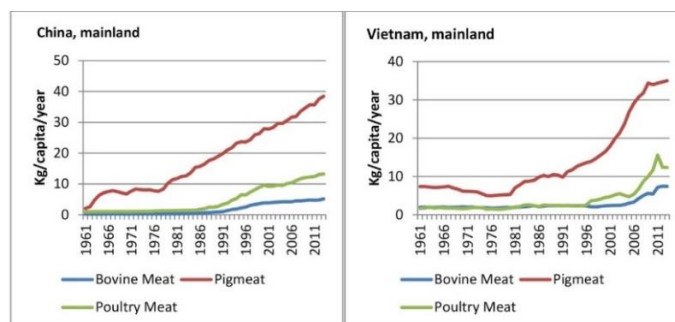


Fig 2. Increasing consumption of meat in China (mainland) and Vietnam (kg/capita/year). Source: FAOSTAT

この流れは当面続くと見られるから、キャッサバの長期的需要はある程度堅調と言えよう。が、2016年は大きな調整の年となる。一時のキャッサバ・ブームの火付け役となった中国の農業政策が大きな転換期を迎えたからである。このように、アジア市場のキャッサバ需給は、主要プレーヤーである中国やタイの農業政策やエネルギー政策に大きく左右される。この構造は、近い将来においても変わらないであろうから、その背景と構図をここにまとめる。

(2) 需要サイドのポイント — 「代替性」とどんでん返し

そもそもタイで、1970年代にキャッサバの商業生産が拡大したのは、EUが域内の穀物価格を下支えしたからであり、穀物価格が国際価格に比べ高止まりした結果、高価な飼料が嫌気され、代替品の利用が促され、白羽の矢が立ったのがタイのキャッサバだったというわけである。とはいえ、GATTとWTOによる貿易制度改革が行われると、欧州のキャッサバ需要はあつという間に消えてなくなり、代わりにけん引役に躍り出たのが、東アジア、なかんずく中国であった。

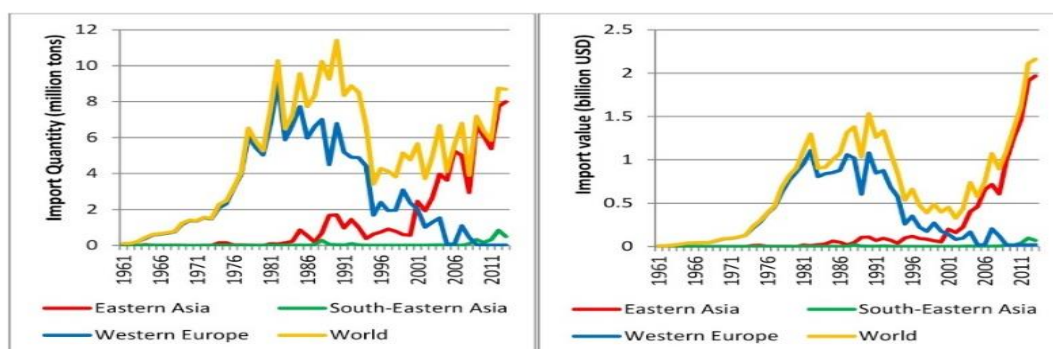


Fig 3 – Reorientation of cassava from Western Europe to East Asia as trade and price support policies changed.

中国のトウモロコシ政策 EU 農業政策が 1970 年代のタイのキャッサバ生産を左右したように、2000 年代に入ると、今度は中国が台風の目となる。そもそも中国は、3,700 万 ha という広大な作付面積を誇る、世界最大のトウモロコシ生産国で、国内のトウモロコシ農家は、この 8 年間、最低価格買い付け政策により、リーマンショック後の世界不況の中も守られてきた。が、そうこうするうち穀物価格は高騰し、食糧安全保障の観点から、中国は、食用または飼料用作物のバイオ燃料製造向け使用を禁じる(2010 年)。これが引き金となって起こったのが、バイオ燃料製造代替原料としてのキャッサバ・ブームである。更に中国政府は、国際トウモロコシ価格が下落の一途をたどる中でも、一貫して価格を支持したから、将来的にも価格差が続くと見た中国国内の飼料工場や産業用利用者は、輸入品や代替品への乗り換えを一気に加速。かくて第 2 次キャッサバ・ブームが空前の盛り上がりを見せることになる。



Fig 6. Weekly maize prices (FOB US Gulf, Nearby Futures Dalian (DCE), FOB US Gulf + freight + VAT)

しかし、2015 年半ばになると、中国政府が抱えるトウモロコシの在庫はもはや持ちこたえられない水準に達し、2016 年 3 月、トウモロコシ最低価格買い付け制度はあえなく終了。言うまでもなく、トウモロコシ価格は急落、代替品として脚光を浴びていたキャッサバの存在意義も雲散霧消する。わがキャッサバ SATREPS プロジェクトは、まさにこのとき、即ち、2008 年以降のキャッサバ・ブームが終焉し、大きな調整段階に入ったその瞬間に船出を迎えたのである。

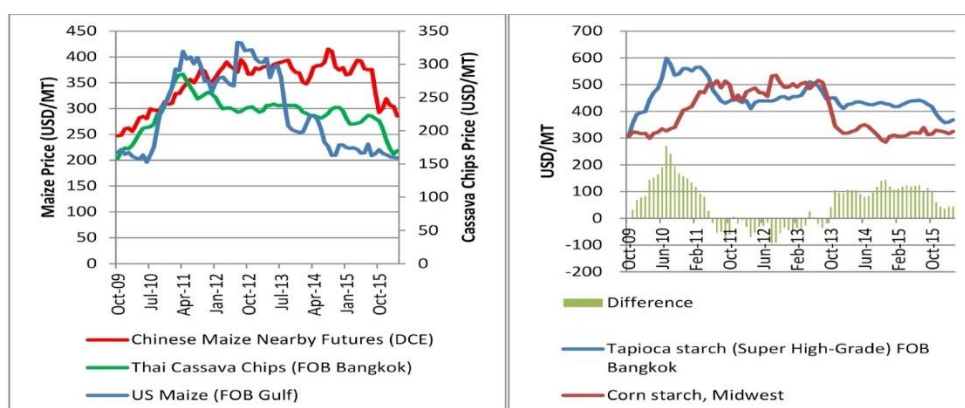


Fig. 7 – Price of Thai Cassava Chips (FOB Bangkok) relative to maize (US - FOB Gulf and Chinese Nearby Future Dalian); Thai Tapioca Starch (FOB Bangkok) relative to Maize Starch (US Midwest)


というわけで、2016 年のキャッサバ価格の低迷は避けられない。長期的な需要の下支え要因はいくつかあるが、5 年間というプロジェクト期間が、引き合いの過渡期に一致するのは間違いあるまい(少なくとも、過去 8 年間のように、定点観測地点の農家が常にキャッサバを作り続け、しかもその生産規模が年々大きくなるというような単純なお話にはなるまい)。むしろ、多くの農家は、様々な憶測や実需に突き動かされ、試行錯誤の海に乗り出し、われわれもまた、それにお付き合いすることになるのである。

需要(引き合い)サイドのポイントとしては、もう一つ、各国のエネルギー政策、なかんずくバイオ燃料(バイオエタノール)の生産動向もあるが、これは後ほど、別記する。

(3) 供給サイドのポイント – 「主な病害虫リスト」

さて次に、供給サイドを見てみよう。市場に供給面から大きなインパクトを与えるのは、天候不順や様々な要因による収量減であるが、中でも深刻なのが病害虫被害による収量減である。アジア、なかんずくインドシナ半島は、ASEAN 経済統合で域内の物流が自由化され、経済回廊の完成で物流がより加速化・複雑化・頻繁化したことで、病害虫被害は、今後、より深刻なファクターとなりえる。そこで、キャッサバの収量に大きな影響を与える主な病害虫について、次ページ以下の表にまとめる：

主な病気	写真	原因と症状	対策
<p>キャッサバ・モザイク病 (ICMD & SLCMD: Indian and Sri Lankan Cassava Mosaic Disease)</p>	 <p>©GCP21</p>	<p>感染株の使用ならびにコナジラミが媒介するウイルスによる病害。葉が黄色の斑点に覆われ奇形を起し枯死することもある。病徴は雨季に集中して発生し乾季中は発病を特定することが極めて難しい。アフリカには同種のウイルスが発生している。</p>	<p>①もし抵抗性品種が確立できれば抵抗性品種を植える、②罹病株は除去する、③少なくとも外観健全株から得た栄養繁殖体(カッティング)を使う、④コナジラミ数が少ないかほとんどいない標高の高い圃場を選ぶ</p>
<p>てんぐ巢病 (CWBD: Cassava Witche's Broom Disease)</p>	 <p>(左が感染株) ©Dr. Trinh Xuan Hoat, PPRI</p>	<p>ファイトプラズマが原因と考えられる病害(その場合、昆虫が媒介するとされるがその媒介昆虫は未確認)。その他の病原又は生理的原因で生じる可能性もあり要注意。短い葉柄の小葉が異常密生し、奇形を起し、高い木の上に巢が出来た様な病徴を示す。でんぷん含有量を大幅に減らす。「魔女の箒」に似ているので英語ではこの名で日本語ではてんぐの巢と呼ばれる。</p>	<p>①もし抵抗性品種が確立できれば、抵抗性品種を利用する、②非感染株を選ぶ、③感染株を発見したら直ちに除き焼却処分</p>
<p>Cassava Brown Streak Disease (CBSD) (和名なし)</p>	 <p>©CGIAR</p>	<p>アジアでの発生は確認されていないが、アフリカで CMD と同様大きく問題になっているウイルス病。CBSD は葉だけでなく塊茎に茶色い壊死症状を引き起こし、感受性品種の場合、70 %程度塊茎の重さが減る。ウイルスは、塊茎伝搬もしくは、中間宿主となる草本植物との接触によって伝搬される。</p>	<p>①抵抗性品種が確立できればこれを利用、②罹病株の除去、③ウイルスの中間宿主となる草本植物の除去、④感染が確認されている栄養繁殖体を使わない</p>
<p>キャッサバ白葉枯病 (CBB: Cassava Bacterial Blight)</p>	 <p>©A.A.Seif, icipe</p>	<p>細菌病。感染株から得た栄養繁殖体(カッティング)を栽培したり、汚染圃場で利用したりすることで発生する。雨の飛沫や人間や動物・機械の移動で周囲に感染する、雨季に被害が集中する</p>	<p>①抵抗性品種が確立できればそれを植える、②非感染株を選ぶ、③雨季の終わりに植える、④農機具などをよく消毒する、⑤カリウムの投与、⑥感染株は直ちに除き焼却処分、⑦飛沫感染を防ぐため他の作物を間作する、⑧連作を避ける</p>

主な病気	写真	原因と症状	対策
キャッサバ根腐れ (Cassava Root Rots)	 <small>© flickr</small>	<p>根が腐敗する病気。水はけのよい土地に被害が集中。病菌は糸状菌であるものが多いが、病徴だけからの判断は避けるのが望ましい。</p>	<p>①もし確実な抵抗性品種があればこれを利用する、②非感染株を選ぶ、③圃場の水はけをよくする、④粘土質の場合、畝の上部に植える、⑤感染株を発見したら直ちに除き焼却処分、⑥発生歴のある圃場での栽培を避ける</p>

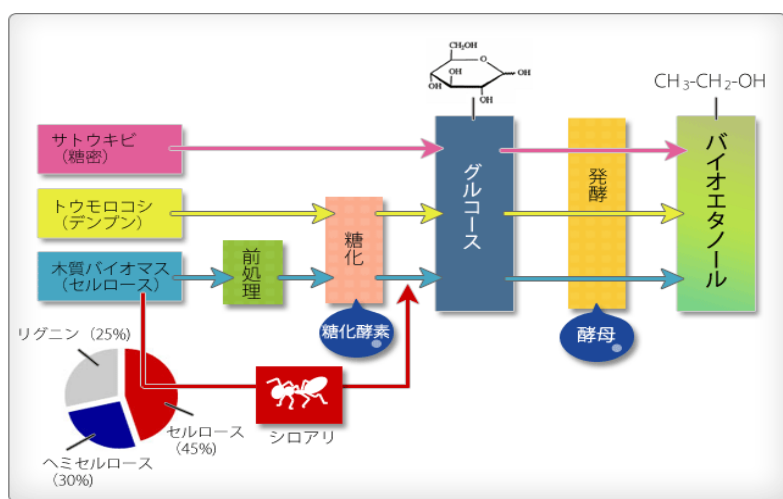
主な害虫	写真	特徴	対策
コナジラミ類 (Whiteflies) <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Aleurodicus dispersus</i>	 <small>©Ozone Biotech</small>	<p>①自らの吸汁で植物を弱体化、黄化、壊死させる、②分泌する糖分に富んだ排泄物が葉の表面にすすかび病を発生させ植物の光合成能力を低下させる、③キャッサバ・モザイク・ウイルス(キャッサバ・モザイク病の病原)などの植物病原を媒介し、キャッサバの場合、最大 82%の収量減を起こす</p>	<p>①抵抗性品種を栽培、②ササゲ(cowpea)との間作、③キャッサバ植物体が全く圃場に存在しない断絶期の設定、④ネオニコチノイド系殺虫剤(チアメトキサムなど)の施用、⑤天敵昆虫・天敵微生物の利用</p>
キャッサバ・コナカイガラムシ (Cassava Mealybugs) <i>Phenacoccus manihoti</i>	 <small>©TTDI</small>	<p>①直接吸汁で葉の黄化と奇形化、落葉、芽の枯死をもたらす、②糖分に富んだ排泄物がすすかび病を発生させ植物の光合成能力を低下させる。タイでは発生が確認された最初の年にキャッサバの生産性を最大 40%減少させたと報告されている</p>	<p>天敵である寄生蜂(下写真 <i>Anagyrus lopezi</i>)の放飼が最善の策と言われる</p>  <small>©TTDI</small>
ハダニ類 (Green Mite and Red Mite) <i>Mononychellus mcgregori</i> 及びその他複数種のハダニ科のハダニ <i>Tetranychidae spp.</i>	 <small>©fightinsect.ru</small>	<p>葉を黄化・枯死させる。インドネシアではハダニ類の加害により最大で 50%のキャッサバ収量減が報告されている。被害は乾季に集中し雨季には少ない</p>	<p>天敵となる別の捕食性ダニ類(カブリダニ類)の導入、土着天敵(クロヒメテントウ類・その他)の維持・活用</p>

(4) 避けられぬ必然性(バイオエタノール)

ところで、「ブーム」と言えば、近年大ブレイクした「バイオ燃料(バイオエタノール)」ブームも、2014 年来の原油価格の急落で火が消えた感がある。とはいえ、原油価格の動向次第では再び火がつくだろうし、また何より、短かったブームの中でも、もはや後戻りできない構造や流れが形作られたことから、同バイオ燃料を巡る動きは、今後、必ずやキャッサバ需給に影響を与える。そこで、この点について、特に以下に整理しておきたい。

バイオ燃料とは、生物体(バイオマス)の持つエネルギーを利用したアルコール燃料のことで、次のような利点があり、石油のような枯渇性資源に代わる非枯渇性資源として注目される：

- ① 大抵の穀物が原料になる、つまり、原料を特に選ばないという柔軟性がある。
- ② 安い穀物や穀物の搾りかす(産業廃棄物)を使うことでコストが抑えられる。
- ③ 植物由来の燃料だから新たな CO₂ を作り出さない(カーボンニュートラル)。



バイオ燃料の製造過程模式図

これだけ聞くと良いことづくめだが、最大の需要を見込む車や航空機の燃料となるには、原油を下回る製造コストを達成しなければならない。そんな脈絡から、バイオ燃料の歴史を 4 行にまとめると、次のようになる：

「原油価格は 1980～2000 年代 1 バレル 15 ドル前後だったが、中国・インドの自動車普及・経済発展で 2005～08 年一気に 150 ドルに暴騰。これに温暖化による CO₂ 削減要請が重なり、バイオ燃料への投資が拡大、研究開発・実用化も大きく進展するかに見えた。が、その後、原油価格は増産のため急落。するとたちまち、バイオ燃料生産は採算が取れなくなってしまった」。



要するに、誕生しかたと思ったら、あっという間に「墮胎の憂き目に遭」ったわけだ。が、しかし、次のような後戻りできない基本構造が生み出されたのは無視しえない。即ち：

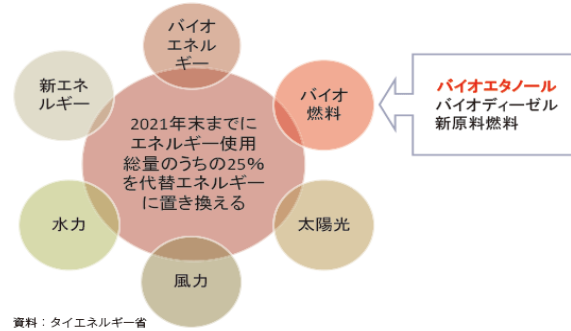
- 1) 石油資源のない国にとって、燃料を国内生産出来るという悲願が実現できるという期待が広まった＝原油価格と石油製品価格に一喜一憂する経済からの脱却
- 2) その燃料は、「農業の付加価値」として生産されるから、農業振興にも役立つ
- 3) その燃料は、石油開発の専門知識がなくとも生産でき、初期投資も石油開発より小さい(巨大資本でなく小規模ベンチャーでも参入可能)⇒海外直接投資の呼び込みに一役買う
- 4) その燃料は、「クリーンエネルギー」であるから、誰からも後ろ指さされない

特にアジアにおいては、バイオ燃料の開発は、貧困問題・農村開発など先進国とは異なる側面を持つことも押さえておくべきポイントである。商業ベースの開発と同時に、貧困地域で小作農がエネルギー作物を栽培し、それが燃料確保に資するという国内完結型のウィンウィン図式である。このことから、アジアでは、バイオ燃料政策は、単なるエネルギー政策を越えた内需拡大政策と解釈することも出来る。また、温室効果ガス削減目標の達成に取り組む先進国にとって、特に ASEAN は「緑の油田」と位置づけられる点も重要である。そして、ASEAN の中でも特にタイの取り組みは、今後のインドシナ半島のエネルギー政策に大きな影響を与えるものとみられる。そこで、次に、最も先進的と言えるタイのエネルギー政策について外観しよう：

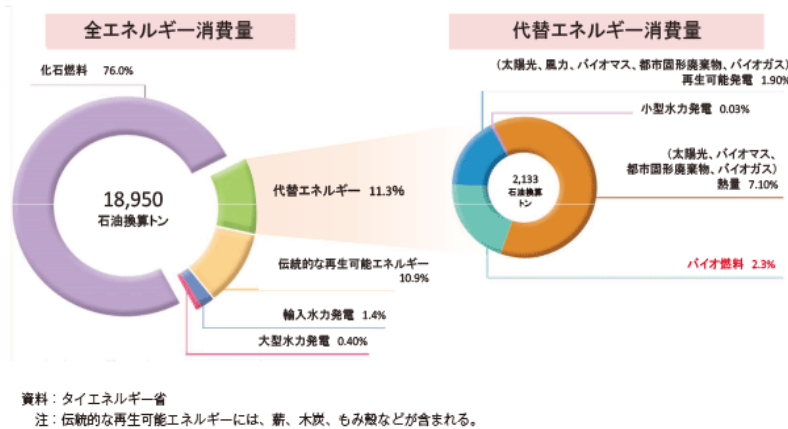
タイのエネルギー政策 タイでは 2014 年 5 月に軍事クーデターが起こり、タイ初の女性首相インラック政権が倒れ、陸軍総司令官プラユットを首相とする政権が誕生した。これに伴い、それまで政権が変わるたびに猫の目のように変わってきた農家への生産支援策も変更されたが、一方で、キャッサバを原料とするバイオエタノールの消費拡大政策は一貫して引き継がれている。それは 2012～2021 年の 10 か年計画で、「2021 年末までにエネルギー使用総量の 25%を代替エネルギーに置換する」というものである。

同計画においてバイオエタノールは、下図のようにバイオ燃料の一つとして位置づけられ、原料についてはキャッサバとサトウキビの製造過程でできる副産物「糖蜜」を使うよう定められ、また、一日当たり消費目標は 900 万リットルに定められている。

代替エネルギー開発計画 (2012~2021年)
Alternative Energy Development Plan (AEDP)

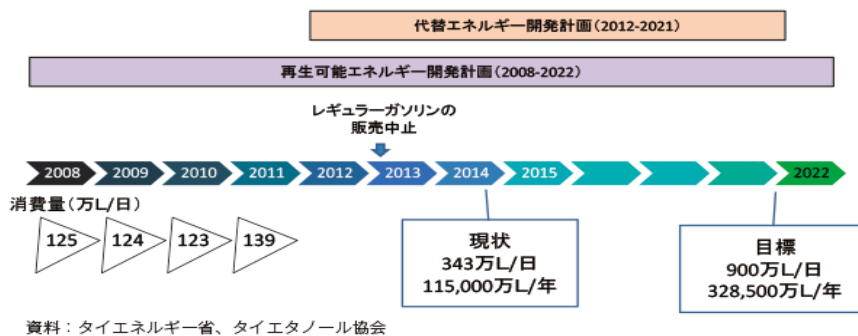


2021 年と言えば、本キャッサバ SATREPS プロジェクト終了の年であるが、それまでにこの目標を達成しようというわけである。現状はどうだろう？ 2014年3月末の状況は、下図のように、25%に対し 11.3%と半分以下に留まっているようだ(半分近くに迫っていると言うべきかもしれないが)。



とはいえ、タイ人が本気でこの政策を実現しようとしているのが分かるのが、2013年に打ち出された「レギュラー・ガソリンの販売中止」という、何とも思い切った施策である。結果、2014年、バイオエタノールの消費はそれまでの水準の3倍近い水準へとジャンプすることになる。

図13 バイオエタノール消費量の推移



その上で、目標の2021年に向け、タイでは以下のような施策を実施することとしている：

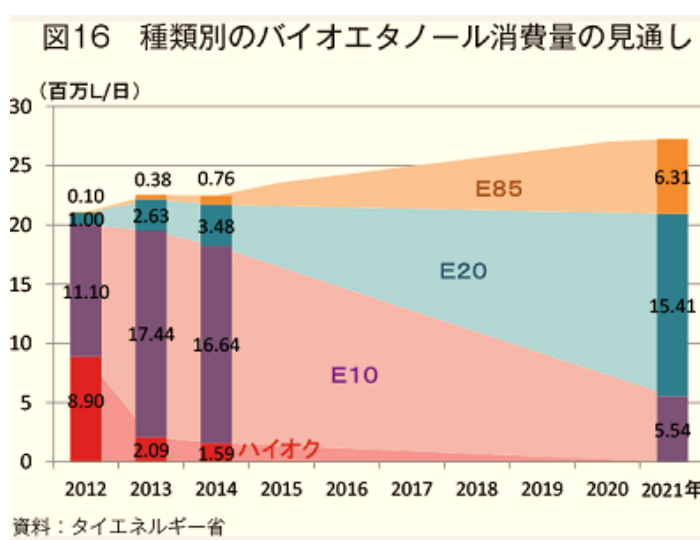
【供給サイド】

- 1) エタノール原料となるキャッサバとサトウキビの単収向上
- 2) ソルガムなど他の代替作物の生産振興

【需要サイド】

- 1) レギュラー・ガソリン販売停止(2013年に措置済み)
- 2) E20(エタノール20%混合ガソリン)に価格優位性を持たせ、E20供給可能なガソリンスタンドの増設
- 3) エタノール需要に資する研究や試験、インセンティブを高めるための予算措置
- 4) E10、E20、E85の理解を深めるためのキャンペーンの継続
- 5) E85対応車への物品税優遇
- 6) 公用車でのE85対応車の使用

タイ・エネルギー省によれば1995年以降に製造されたほぼ全ての車はE10に、2008年以降の製造車はE20に対応しており、E20対応車数は保有台数全体の約半数(200万台)にのぼる。E85対応車についても、6メーカーが対応モデルを発売し、2013年で20万台が確認されている。2016年にはE85対応車の物品税を全排気量車において5%優遇することが予定され、また、レギュラー・ガソリンの使用は中止されているから、国民の自動車保有台数に加え、エタノール混合率の高いガソリンに対応できる自動車の増加は、着々とバイオエタノールの需要を強める方向へと突き進んでいるのである(下図)。



そして、最後に、タイのこうした動きが、単なる一国のみの取り組みとして終わらないであろうことを指摘しておきたい。第一に ASEAN 諸国は 2015 年末に制度上の経済統合を果たし、一気にヒト・モノ・カネの動きが加速する体制が整えられたからであり、より直接的には、インドシナ半島のいわゆる「経済回廊(下図)」が全て完成したことにより、中国、ミャンマー、ラオス、カンボジア、そしてベトナムの車両がタイを経由して行き来するからである。タイ政府は、当然ながら、外国ナンバーの車両だけに特例を許すはずがなく、自国のガソリン政策(バイオ燃料の半強制的利用)をこれらの車両にも求めるだろうし(バイオ燃料非対応車両の乗り入れ禁止措置など)、仮にそうした強制措置が取られなくても、タイ国内ではもはやレギュラー・ガソリンは手に入らないのだから、周辺国の輸送業者などは、自発的に対応車を導入するしかない。このようにして、タイのエネルギー政策は、じわじわとインドシナ半島全土に浸透し、結果としてバイオエタノールの利用拡大をけん引することになるのである。



主な参考文献

(独)農畜産業振興機構

ハードデータが語る大作物キャッサバとその育種の道程(河野和男)

その他各種調査報告書

日本食品化工株式会社

でん粉とは??

ジー・エス・エル・ジャパン株式会社

タピオカについて

国際熱帯農業研究センター(CIAT)

Cassava farmers in Southeast Asia exposed to policy changes in global carbohydrate market
(J.C. Newby, CIAT Asia)

Sustainable Management of Cassava in Asia (Reinhardt Howeler and Tin Maung Aye)

財団法人 日本エネルギー経済研究所

アジアのバイオ燃料市場の現状と課題

熱帯農学研究

キャッサバとヤムイモにおける生産性向上の技術と利用の新展開(志和地弘信)

国際連合食糧農業機関(FAO)

Save and Grow Cassava