

海外農業ニュース

No. 55

昭和49年6月20日発行

毎月 20 日発行

目 次

キャッサバの飼料としての利用について

..... 吉 田 実 1

わが国内外のキャッサバ流通の実状と

その将来性 大 高 俊 昭 39

タピオカ研究所設置についての提案

..... 工 藤 巖 57

財団法人 海外農業開発財団

キャッサバの飼料としての利用について

農林省畜産試験場 吉 田 実

1. はじめに

キャッサバの輸入、特に飼料としての輸入という事が問題になりまして、タイ国あたりから試験的にある程度の量を入れて頂いた事がありました。その頃、つまり、7・8年前にタイ国産のキャッサバ・ミールについて、私共の方で飼料価値に関する検討、このことに付いては、すでに文献によって大体見当が付いている訳ですが、日本では比較的新しい飼料原料であるという理由から、念のため、自分達の手で一応確かめておこうという立場から検討をしました。

私の現在の研究室は、ここに書いていますように、飼料資源開発研究室ですが、私共の畜産試験場には、飼料鑑定の研究室がありまして、そちらではキャッサバの成分である青酸の測定の方法をどうすればいいか、それから特に輸入する場合に、比較的簡単に青酸を測定し、それにもとづいてどういう使い方をすればいいかを見当を付けるための簡便な測定方法の検討をしていました。それで私もこの研究に協力したのです。それ以来、特にキャッサバの飼料化についての研究はございませんので、皆さん方の参考になるお話が出来るかどうか、甚だ心許無い面がありますけれど、その点をお含み頂いて、キャッサバの飼料としての価値についての御説明をさせて頂きたいと思えます。

昨日も講演がありましたそうで、すでにご承知かと思いますがキャッサバは東南アジアからアフリカ、南アメリカ、中央アメリカ、至る所で栽培されていて、飼料だけでなく、食用にも利用されていると聞いています。国によって、キャッサバ、マニオカ、マニホット、マニオッグ、中米あたりではユ

カというような呼び方をしております。このキャッサバから採りました澱粉をタピオカ澱粉と呼んでいます。

キャッサバの飼料化を考えます場合に、一番問題になりますのが、どういう組成を持っているかという点です。畜産の分野、特に、飼料の分野で使われている術語、テクニカル・タームについて、まず解説をさせていただきます。

2. キャッサバ・ミールの組成

2.1 一般成分

まず、飼料の成分の中で主要な成分が6つばかりあります。御承知かと思いますが、飼料の品質に関する法律にもとづいて現在、国や県の飼料検査所で測定しておりますその6つの主要な成分を、まず御説明したいと思います。

最初に水分があります。これは栄養価値のある成分ではありませんが、飼料の水分含量はいろんな意味で重要でして、例えば、水分の多いものと貯蔵しておくうちにカビが生えるとか、いろんな問題がおきやすいし、飼料として買う立場からも水を買うというような事では、飼料としての価値のないものを買う事になりますので、まず水分含量が一番問題です。これは今のやり方ですと、130度の温度で2時間乾かし、その減量を調べ、減った分が水分であるとして計算します。

次に粗たんばく質があります。これはたくばく質ですが、粗がついております。その理由は、実際の分析にあたっては、窒素含量を測定します。そして、たんばく質の平均の窒素含量に6.25という係数を掛けて、これを粗たんばく質の量としているのです。したがって、例えば、尿素のように、牛の飼料として有効に使われているものでたんばく質ではないものについても、その窒素はきちんと測定されますから、6.25倍されて、粗たんばく質何%という形で尿素も測定されます。粗が付いておりますのは、そういう意味です。ですから、尿素ですと288%もの粗たんばく質含量になるというような事になる訳です。

それから次に粗脂肪があります。これはエーテルで抽出して、溶けて出て来たものを粗脂肪として測ります。従いまして、これも純粋な脂肪だけではありません。例えば、色素のようなものは、エーテルに溶けますから、そういうものも全部入ってきます。したがって、粗の字が付いている訳です。

その次が可溶無窒素物ですが、これをちょっとおきまして、その下の粗繊維を説明します。この測定方法は、まず薄い酸で煮て、つぎに薄いアルカリで煮て、薄い酸と薄いアルカリに溶けるものを全部取り去ってしまい、残りのもの、つまり溶けないものを粗繊維と呼んでいます。これはセルローズだとか、或いは木材の主成分であるリグニンといった成分が粗繊維に含まれます。これは、我々人間の食糧を考える場合には、ある程度、繊維分のある野菜のようなものを食べないと、腸の働きが鈍くなって、通じが悪いとかいろいろな問題があるようですけれども、ニワトリの飼料を考えます場合には、特別に、人為的に作った特別の飼料でない限り、天然の飼料には多少にかかわらず粗繊維は入っているので、特に配慮しなくてもよいといえます。

それから粗繊維は、ニワトリには全く利用されませんので、ニワトリに対しては価値のないものだと考えて頂いてよいと思います。豚になりますと、かなり利用するようです。それから牛ですと、牛は草を食べますけれども、草には粗繊維が多くよく利用出来るという事が申し上げられる訳です。

そのつぎが粗灰分です。これは文字通り灰でして、焼いて残った灰の目方を量って測定します。これは全部無機物です。

以上の5項目、これは飼料検査の場合には、実際に測定します。そして100%からこの5項目を差し引いた残り、これを可溶無窒素物、Nitrogen Free extractsの訳ですけれども、N.F.E. と略称しております。ですからこれは、実際に測定するのではなく、引き算でもって求めるという事にな

る訳です。この N.F.E. は、実は、今日お話しするキャッサバの主成分です。表 1 にキャッサバ・ミールの成分がのせてあります。この表の中で日本としてありますのは、下に文献を付けておきましたが、7・8 年前に私共が、研究室で分析に使ったキャッサバのもので、これはタイ国産のもので、それから二番目のドイツというのは、その下にある文献から引用したもので、この 1963 年のドイツの文献によりますと、ドイツの飼料事情からすると、キャッサバ・ミールは非常に経済的に有利であるとの事です。その試験には 3 千羽近くのニワトリを使っております。その試験には、表に示した 1 種類のキャッサバだけではなく、タイ国産、インドネシア産或いはアフリカから取り寄せたと思われるキャッサバの試料をいろいろ使っております。この表ではその一つの例だけを示したのです。

キャッサバ・ミールの水分につきましては、大体 13% 程度です。表には参考としまして、サツマイモの粉と黄色トウモロコシの組成をあげておきましたが、大体似たようなものです。ですから、この種の粉状の飼料ですと、水分が 13% 程度は含んでいるというふうに考えて頂いてよいと思います。

それから粗たんぱく質、これは非常に少なく、2% 程度です。そのつぎの粗脂肪、これも非常に少なく、1% 以下です。それから可溶無窒素物、これは先程申し上げましたように主成分でして、70~80% を占めています。それから粗繊維が少ないことが指摘されます。また、粗灰分は他のものに比べますと、ちょっと多いようです。キャッサバ・ミールにはカルシウムが多いと言われていますが、この粗灰分の中には、カルシウムが含まれています。このように組成からみますと、キャッサバ・ミールは、サツマイモの粉の組成と似ているという事が申し上げます。穀類と比べますと、現在の飼料の主要成分になっています黄色トウモロコシと対比して、タンパク質が非常に少なく、1% 程度であるという、際立った特徴があります。それから脂肪が少ないという事から、主として可溶無窒素物の給源と考えていくべきであるといえます。また、粗灰分は多少多いようで、先程申し上げましたよ

うに、カルシウムその他でございます。この可溶無窒素物の中味ですけれども、可溶無窒素物として測定する計算の仕方は、先程御説明しましたように引き算で求めますから、5項目以外は何でも含まれます。しかし、天然のこうした芋類とか穀類ですと、この可溶無窒素物 N.F.E. は主として澱粉でございます。したがって、澱粉が非常に多いという事を意味している訳で、キャッサバ・ミールが澱粉の製造原料になっている、或いはその澱粉を採ってそれを食用にしているという事も当然の話になるかと思います。

2.2 キャッサバの澱粉

このキャッサバの澱粉につきましても、10年程前に栄養価の検討をしています。第二次世界大戦の頃は、日本では非常に食糧難でございまして、サツマイモを増産し、主食として食べていた訳ですが、戦後だんだん経済が安定してきまして、米の生産も増加するにつれ、次第に食べなくなり、したがって、サツマイモを飼料にまわそうじゃないかという話に自然になりました。丁度これからお話するキャッサバと同じような使い方をする訳ですけれども、そういたしますと、ヒヨコが育たないという問題が起りました。その問題の究明を、実は私が担当しておりまして、一生懸命やっていた訳でございます。その当時、サツマイモと比較対照するためにキャッサバを取り上げていた訳でございます。その結果サツマイモを与えると、何故ヒヨコが育たなかったかという理由は分っていますけれども、それは別といたしまして、その当時、各種の澱粉を比較した成績について説明します。

芋類の澱粉の中では、馬鈴薯澱粉が非常に特徴があります。その澱粉を顕微鏡で見ると、澱粉粒子の非常に大きいという特徴があり、生のままだと消化が非常に悪いという点もはっきりします。人間の場合ですと、穀類にしろいものにしろ、とにかく生で食べるという事は、特別な場合を除いてはありませんから、生食はあまり問題になりませんが、飼料にする場合は、全部、生であたえる訳です。ところが、そういう状態で与えます場合に、穀類の澱粉

は非常によく消化され、ほぼ100%消化されると考えて頂いて結構だと思います。ところが、ねずみなんかで実験いたしますと、馬鈴薯の澱粉を生そのまま与えますと、消化率は57%、つまり約半分しか消化しないで、残り半分がそのまま排泄されてしまいます。したがって、馬鈴薯澱粉にたんぱく質源とか油とか灰分とかを加えた飼料を作ってネズミに与えますと、糞がまっ白になります。サツマイモの澱粉も多少それと似たような点がありまして、生そのまま与えると消化が多少悪いといえます。馬鈴薯程際立って悪い訳ではありませんが、そうした点がはっきりしております。

そこで私共としまして、いろいろ澱粉を集めて、いろんな種類の澱粉について調べた訳です。その時にも、タピオカの澱粉をタイ国から入手して、テストに加えたのです。そのほかの豆類の澱粉、穀類、いも類いろいろ集めまして、消化の難易を調べまして、消化の良いものから悪いものと順番に並べてみますと、物理的に測定をしました澱粉の物理的な性質とよく似た関係のある事が確かめられた次第です。

馬鈴薯に限りませんが、澱粉の粒子の一部分は、結晶のような構造をしており、X線を当てるとX線を曲げるという特性があります。私もX線の方は実はあまり詳しくないので、澱粉に関係する本の受け売りになりますけれども、X線解析、すなわちX線を澱粉に投射してそれを写真に撮ってみますと、出てきた写真がいろいろ違うようです。澱粉の結晶の構造を写真に撮った時の図形で一番典型的なものとしてトウモロコシなどの穀類の澱粉を示すA図形型とそれからもう一つ、極端に対照的な馬鈴薯の澱粉のB図形型の2種類に分けてあります。A図形型の結晶の澱粉は、非常に消化がよくて、B図形型のものは悪いといえます。そして、多くの澱粉は一種類の結晶構造ではございませんで、一つの澱粉の中で両方が混在しているのが普通ですが、B図形型の割合が増えるにつれて消化が悪くなるという関係が分っています。ところが、タピオカの澱粉は、幸いにしてA図形型でして、穀類のトウモロコシとか小麦とか、そういった澱粉と同じような性質です。したがって、ここ

で説明しますが、動物に食べさせると、非常によく消化するという事が確認してあります。生でやっても非常によく消化されるという事が申し上げます。

余談ですけれども、付け加えさせていただきますと、澱粉を煮ますと、この結晶構造が全部こわれてしましまして、どの種類にかかわらず、一様なX線の図形が得られます。そうなりますと、非常によく消化されます。極く簡単でしたが、キャッサバの組成の説明とあわせて、ここで畜産或いは飼料の分野で使っている各種の用語の説明をさせて頂いた訳です。

2.3 可消化養分総量(TDN)

いま一つ付け加えさせて頂きたい用語があります。それは可消化養分総量という言葉です。各種の飼料について、その組成を測定する事は、しょっちゅういたしますが、しかし、例えば、たんぱく質でも粗たんぱく質であるなら何でもいいのかというと、そうではございません。例えば、我々の髪の毛などはケラチンで、殆ど純粋なたんぱく質ですけれども、全く消化しませんから、そのまま飼料にしましても何の役にも立たないわけです。つまり、消化される可消化な部分だけが問題になるわけです。

実際に上手に食べさせて、可消化分は何%であるかという測定をいたします。これを消化率と言います。各成分ごとに消化率を測定しますと、それを使って、たとえばキャッサバの場合可消化の粗たんぱく質は何%、可消化の粗脂肪が何%というふうにそれぞれ計算されます。そうした上で、可消化の粗たんぱく質については1、粗脂肪については2.25、N.F.B.については1、粗繊維については1という係数を掛けまして、その上で和をとります。それぞれを可消化養分と言っている訳で、この和が可消化養分総量であります。

これは英語ではTotal digestible Nutrientsで、その頭文字をとってT.D.N.と略称しています。農林省から出ている飼料に関する統計書などで

は T.D.N.が使われています。例えば、飼料の統計では、ある年度に一年間にどれだけの飼料が輸入され、どれだけの飼料が国内で生産されて、結局総計でどれだけ使われたかという統計を考えてみましょう。非常に示しにくいわけです。

例えば、重量そのもので示しますと、青草のような草類ですと、大体水分が 90%位ですから、そういうものも重量 1 キロを 1 キロとして扱い、それから輸入してきたトウモロコシなりキャッサバのようなものも 1 キロを 1 キロとして扱うと、水を含めての計算ですから、全々話になりません。統計としては困るといえます。

それでは、水分をゼロとした時の乾した状態の重量に換算して統計をとることも考えられます。しかし、この場合は可消化という考えが入らないことになります。先程の髪の毛の例のように、全く役に立たないものまで全部含めてしまう事になります。

そこで統計では、可消化の部分を取り上げて、T.D.N.で一年間に何万トン輸入したとか、何万トン生産されたというような表わし方をしております。これらは畜産の特殊用語でして、一々説明しないと話が通じない、非常に不便な面がございます。T.D.N.は実は、カロリーの単位の一つと考えて頂ければ結構です。

我々、食事の場合に日本人ですと成人で二千数百カロリーを一日に取りなさいという事が基準になっています。最近あまり見掛けませんが、4・5 年位前の、例えば、寿司屋に行きますと、しゃり一握り何カロリーというふうに表示されておりました。或いは太り過ぎの方で体重を減らす事に苦心していらっしゃる方々はカロリーが非常に気になさる訳です。この場合、我々人間の場合は、表示されているカロリーというのは、実は一々我々が食べて測定したカロリーではございませんで、たんぱく質をはかりまして、たんぱく質には 4 K.Cal，脂肪はカロリーが高いので 9 K.Cal，N.F.E. は、これは人間の食事ですと澱粉質に相当しますがこれは 4 K.Cal という係数を掛

けて計算して、そこで今日一日何カロリー食べたから少し食べ過ぎたという
ような計算をしている訳です。

この4 : 9 : 4の係数の比率が、1 : 2.25 : 1の割合ですので、この可
消化養分総量・TDNというのは、 θ 数で示したものを4倍して頂きますと、
大体 Cal に換算されます。ですから、畜産ではTDNを使ってますけれども、
これはカロリーであると考えて頂きたいと思います。

キャッサバの主成がNFEですから、主としてカロリー源としての価値を
もつというふうに判断して差し支えない訳です。粗たんぱく質は非常に少な
いし、脂肪ありませんので、勿論、無機物としての粗灰分の働きはありま
すけれども、主成分はなんといってもNFE、澱粉質でございます。

初めにこういった事を説明させて頂いた訳ですが、こういう表からみま
すと、家畜の飼料としては、主として澱粉源であると考えてよろしいと思
います。その澱粉は非常に消化のよいタイプのものでして、実際の実験の結果
からしましても、これを煮て与えたから生の場合に比べてぐっと消化がよくな
って飼料としての価値が高まるとか、そういった事はありませんし、期待も
されない訳です。

2.4 青 酸

次にキャッサバの特徴として、青酸を含んでいる点があげられます。青酸
と言いますと直ぐ青酸カリを思い浮かべられると思いますが、猛毒性がある
のです。そこで、キャッサバを飼料に使うことになると消費者の方々から、
キャッサバで飼って生産した畜産物を食べても大丈夫であろうかという心配
がよせられるかと思えます。しかし、実はキャッサバは食料に使っているぐ
らいですから、青酸を除く手段をとれば心配はいらないといえます。また、
お話があったと思えますけれども、キャッサバの品種によりまして或いは栽
培条件によって、青酸の含量が違ふという事もあります。収穫後の処理方法
によって青酸がとれるという事も申し上げますし、最後に青酸が多少残

っていたといえしまでも、青酸はある量以下の量でございますと、家畜の体の中で分解する作用を持っています。したがって、少量を少しずつ継続して食べるという分には、一向に心配はいらないはずで。

これが、例えばヒ素のような毒物ですと、毎日少しずつ与えますと、だんだん体の中に蓄積して、毒性を示すことになります。青酸の場合はそういう事はない訳です。したがって、ある限度以下の量を与えている限りは、実は心配はないと申し上げられる訳です。

それから逐次御説明申し上げますが、家畜の種類によって、例えば、豚などは青酸に対する抵抗性が非常に強いようですので、尚更、安心であると申し上げます。

キャッサバを食料ないし飼料に使う場合には当然のことですが、青酸がどれだけ入っているかという事を測らなければならない訳です。先程申しました、昭和40年頃に私共の飼料鑑定研究室で検討した方法を紹介します。フラスコの中にキャッサバミールを10グラム程度入れ、水を200cc入れます。これを、25°から30°、すなわち夏の頃の室温に2時間ばかり置いておきます。勿論、フラスコの口は密封しなければなりません。キャッサバの中の青酸は、遊離した形ではありませんで、配糖体として他の成分と結合した形となっています。ところが、キャッサバ自身がこの結合を切る酵素を持っていますので、水を入れて適当な30°位の温度においときますと、自分の酵素が働いて配糖体を切りまして青酸が出てまいります。この後で、フラスコへ水蒸気を吹き込みます。青酸は水蒸気と一緒に出てきますから、それを苛性ソーダの溶液を入れた容器で受けて、青酸を全部吸わせませう。青酸ソーダを硝酸銀で滴定をしまして、青酸の量を測ることができます。あるいは、ピクリン酸をこれに入れてやります。ピクリン酸は黄色ですけれども、これを入れてやりますと赤くなります。この赤い色の強さは青酸が多ければ多い程強くなりますので、この赤い色の強さを機械で測定しまして青酸の量を測ることができます。

この方法は化学の専門家にとっては比較的簡単な測定方法といえますが、実際の取引の場で、例えばキャッサバを運んできて港で引き取る時に、その青酸含量を測定するという場合には、間に合わないという問題があります。もう少し簡単な方法が必要となります。この目的のために検討した方法は、約20 ml容の広口のガラスびんを用意いたしまして、この口に、ピクリン酸を浸み込ませた濾紙をのせてふたをします。勿論この中にキャッサバ・ミールを1g入れて、先程のように水を入れ、そして自分で加水分解させます。濾紙は予めピクリン酸で黄色く染めて乾かしたものを作っておき、使う前に炭酸ソーダの液に浸し濡らしてからふたに用います。飛ばないようにとけい皿をのせておきますと、キャッサバからでてきた青酸がここで反応いたします。時間によってその色の変わり方が変わり、だんだんと濃くなってきますが、所定の時間後にはずしますと、丸い濾紙の真ん中の部分が青酸の濃度に応じて赤くなっています。外側の部分は青酸と接触しませんから黄色いままです。この赤くなり方を肉眼で見て、どの程度青酸が入っているか判定をする訳です。

この方法でもやはり2時間位は置かなければならないようですが、実際に先程申しましたような水蒸気蒸留の方法で測定をした青酸の含量と、それから今の方法で2時間置いた時の赤い色の程度の間接関係をみてみますと表のようになります。108 ppmの場合++++となっています。81 ppmの場合ですと+++、54 ppmでは+、あるいはちょっと誤差がありまして++となります。実際の色調はカラー・スライドでもお目に掛けられない限り、どうも説明のしようがありません。28とか14 ppmとかの場合2時間では色が変わったことが分かりません。この場合でも20時間おきますと、かなり赤くなってまいります。

私共の場合ですと、こういうようにキャッサバを輸入して来た時に、簡単に検査する方法の確立という立場から検討を進めた訳です。しかし我々だけではなく、実際にキャッサバを栽培してそれを食用にしている国の人々にと

っても、青酸含量の測定は非常に重要な課題である訳です。特に品種によって含量が違いますし、栽培条件によっても違う。それでいろいろな工夫がなされています。最近ブラジルの人が発表している方法を紹介します。御承知のようにブラジルでもかなり生産されていますから、畑で直接簡単に測定できる方法として検討された方法です。それは真四角な3 cm角の濾紙の真ん中に、酢酸銅と酢酸ベンチデンを、検査をする当日に等量ずつ混ぜて試薬を作り、それを一滴落としてやります。これをキャッサバのスライスの上に、ドーム状にのせますと、ドームの丁度真ん中に試薬があることになり、これが1 cm位はなれるように置くようにします。そして、これは生のイモで60%位の水分がありますから、当然ここで自己分解が起って青酸が出て来る訳です。こういうようにドームのように濾紙でカバーするというのは、出て来た青酸が逃げないようにキャッチする上から言っても非常に役に立つと書いてあります。出て来た青酸は試薬と反応します。このベンチデンという試薬は青酸と反応して青くなります。この青くなり方でどの程度、青酸が入っているか判断出来ることになります。彼等の報告によると、この方法でやりますと、生イモで377 ppmの場合、強い青色になります。200 ppmで、++で中程度の青さ、69 ppmで弱い青色、41 ppmぐらいで微かに青色になる。27 ppmだと反応なしだとして表にまとめています。また、生イモの場合、500 ppmで致死量で50 ppm以下だったらまず心配はいらないというような記載がされています。

ただし、これは生イモでして、キャッサバ・ミールのppmは乾燥したものですから、直接の比較にはなりません。イモを乾かす過程で自分の酵素で自分で切れた青酸が飛んでいくという事がありますから、大部分の青酸は減ることになります。ですから、生イモでこんなに377 ppmもあったとしても、これを乾かしますと、もっと減るという事は十分考えられる訳です。もし乾燥の過程で青酸が減らないとしまして、377 ppmがそのまま残っていたとしますと、仮に水分含量が80%だったとしますと、約 $\frac{1}{4}$ になる訳ですから、

5倍もの含量になります。そういう原料であれば、飼料にはなりませんけれども、幸いにして乾かす過程でどんどん飛んでいきますから、心配はいらないと申し上げられると思います。

お手元に差し上げましたコピーの表2としまして、私共がその当時測定したキャッサバ・ミールの青酸含量が示してあります。108 ppm というのは、実は一番高いものを使っている訳です。それから先程御紹介したドイツの文献に記載されております青酸の含量としては、キャッサバのミールの形のもの、ペレット状のキャッサバと、両方の測定値がありますが、ペレットの方は高くなっています。26 ppm とか15 ppm とかですから、ミールだとかなり青酸含量の低い良質と言えると思います。飼料の青酸含量はどの程度であれば差し支えないか、あるいはどの程度になるとどのような障害が出てくるかという事については、後に動物実験の成績の説明と兼ねて説明させて頂く事にしたいと思います。

3. 家畜に給与した実験データの紹介

3.1 ニワトリのヒナによる実験

私共のところで行ないましたブロイラーによる試験成績を第3表にまとめてあります。最初の欄にある数字は試験番号で、それと共に飼料の組成が記号で示してあります。例えば、S0-0, S0-5, S0-10は、標準飼料で、大豆油を、それぞれ、0, 5, および10%含んでいることを示します。

C-32という記号は、キャッサバ・ミールを32%含むことを示します。C-32(水浸)とあるのは、青酸を除去したキャッサバ・ミールの価値をはっきりさせるという意味から、キャッサバを水に浸して、さらしたものを32%含むという記号です。これはキャッサバを栽培して食用にしている地方では、大体、水にさらして澱粉をとって食用にしていますので、同じ事をやって、そしてあらためて乾かしたキャッサバ・ミールを32%混ぜてみたものです。C-32(加熱)とあるのは、これはキャッサバ・ミールをオー

ト・クレーブにかけ、熱処理を加えたものを32%混ぜたことを示します。
この場合に、比較対照して頂くのはS0-5の飼料です。その理由については下の図で説明します。

試験503の場合は、体重の増加量は242gです。0-20ですと207gですから、かなりおちているという事が言えますが、キャッサバ・ミールを10%含む0-10ですと234gですから、これは動物の個体差を考えますと、まずまず対照のS0-5区と同じように使われているものと判断される訳です。それから水でさらしたものに付きましては、32%も混ぜましたけれども、まずまずちゃんと利用されてると言う事が言える訳です。

3.2 生物の定量法によるキャッサバ・ミールのエネルギー価

ここでこのS0-0, S0-5, S0-10を使った理由とともに、試験番号505のデータの説明をさせていただきます。これは私共のところで開発したテスト方法なのです。

実はヒヨコでは勿論のこと、ねずみでも恐らく豚でもまた、子牛でも飼料中のカロリーの量に比例して体重の増加が認められます。カロリーが少なければ体重の増加も少ないし、カロリーを沢山与えればよく太って体重も増えるという関係があります。ところで、S0-0, S0-5, S0-10というのは、実は、大豆油の含量が0, 5, 10%という事を示しており、それに応じて飼料はカロリー・アップをしている訳です。しかし、カロリーの低い飼料であっても、沢山食べればそれに応じてカロリーも多く食べ、したがって、体重もふえることになります。したがって、実験にあたり毎日一定量だけ食べさせるようにする必要が出てきます。しかし、これは非常に厄介でございますし、省力化という点からも問題となります。

私共としてはそういう事はしないで、ヒヨコには好きなだけ食べさせるようにしています。自由に食べさせておきますと、ここに示したように、飼料の摂取量は飼料によって変わってきます。すなわち、カロリーの低い飼料は

沢山食べる、カロリーの高い飼料は少ししか食べないという傾向がはっきり認められる訳です。何故ヒヨコがカロリーの高い飼料と低い飼料を区別するか実はまださっぱり分らない訳ですけれども、現象としましては確かに認められます。しかし、体重の増加量を食べた餌の量で割ってみれば飼料の一定量当たりの体重増加量が出ます。けれどもしかし、このように換算してやりますと、飼料を余計に食べたか、僅かしか食べなかったかという事によって、体重が変化する影響を打ち消す事が出来るという事がはっきり分りました。つまり、特に飼料の一定量ずつ食べさせるという大変手間のかかる事をしなくても、自由に食べさせておいて、後で飼料の摂取量で割ってやればよろしいという事が分りました。それで私共はこの方法を採用しています。したがって、図にあるように、飼料1Kg当りの体重増加量を縦軸にとって表示してあります。

飼料の組成の表示を省略しましたが、S0-0, S0-5 およびS0-10のエネルギー含量をTDN単位で示すと、60.6%, 67.3%および74.0%となっています。60.6などと、コンマ以下の数字も示してありますが、本当は60, 68, 76というふうにすればいいんです。しかし、そこが研究者のへその曲ったところで、そのように実験した訳です。

この場合、大豆油でTDNを調節しました。その方法は、飼料のうちの90%分は同じ組成のもので、たんぱく質、ビタミンおよび無機物の給源とし、残りの10%分はS0-0の場合は、コーン・スターチを加え、S0-5では、大豆油5%とコーン・スターチ5%を加え、S0-10では大豆油を加えました。

このようにしますと、この飼料はいずれもカロリーだけが違っていて、その他のたんぱく質やビタミンなどは一定量入っていることになります。この飼料をヒナに与えますと、図中で白い丸で示しましたように、ほぼ直線関係となります。これに対し、試験505では、キャッサバを10%と15%を含む飼料を作った訳ですが、このキャッサバ10%と15%を配合する場合

は、S O - 5 飼料の組成のうち、コーン・スターチ、黄色トウモロコシ、および魚粉の含量を調節して、タンパク質含量が等しくなるようにいたしました。ビタミンや無機物の含量もほぼ一定のままです。飼料の T D N はキャッサバ・ミールの T D N を 68% とみなした場合に、S O - 5 飼料と同じになるようにしてあります。先程 S O - 5 飼料を基準にして比較して頂いた理由は、このように、S O - 5 飼料を基準にしてキャッサバ・ミールを配合したからです。

ところがキャッサバにつきましては、カロリーが分りませんので、仮にサツマイモのカロリーである T D N を 68% とみなして計算いたしました。ですから仮に採用した 68% という T D N が正しいキャッサバの T D N であるとすれば、C - 10 飼料でも、C - 15 飼料でもみんなこの 67.3% になっているので、S O - 5 給与区と同じ成績になるはずですが、勿論、動物の個体によって誤差がありますから、びたりと一致するわけではありませんが、大体同じになるはずですが。キャッサバ・ミールを与えた成績を黒い丸で示しましたが、C - 10 区の増体量は 540g ですから、丁度 540g のところに黒い線が示されてあります。この交点の x 座標を読み取って頂きますと、C - 10 飼料の T D N が求められます。矢印のようになります。

これを読み取りますと、68% になります。67.3% に比べて少し価値が高い訳です。これは、キャッサバの T D N がサツマイモの T D N から推定した 68% よりは少し高いことを意味します。キャッサバ・ミールは 10% しか入っていませんから、正確に計算しますと、テキストにありますように、C - 15 のキャッサバの T D N は、C - 10 飼料の成績から 75% と計算されます。このようにして計算しましたのが第 3 表の右から二つ目、キャッサバの T D N として出してある数字です。

この方法を生物定量法と呼んでおりまして、動物を使うことにより簡単にしかも正確にカロリーの測定が出来ます。この方法ですと化学分析は一切いりませんから、分析の設備のないところでも、動物が飼える設備と技術さえ

あれば、ちゃんと測定が出来るという特徴があります。

本日はキャッサバの話ですけれども、キャッサバ・ミール以外のもの、たとえば、工業製品のグリコール類のようなものでも、飼料に使うとすればそのカロリーはいくらであるか測定してあります。

C-15 飼料を与えたヒナの増体量は 512g ですから、C-10 飼料の場合より低い訳です。したがって、読み取りますと 63% にしかありません。これは、もしキャッサバの含量は 15% で、その TDN が 75% であったとしたら、当然それに応じたところであってしかるべきなんですけれども、ヒナの成長を抑制している訳です。これは、カロリー以外の何かが働いたことを示します。その何かというのは、ここで全部カロリーに換算されて出てまいります。

したがって、この成績を見ますと、C-15 飼料のようにキャッサバ・ミールの含量を多くしてやりますと、発育が阻害されるという事ははっきり分った訳です。これとは逆に、成長促進をするような効果があったといえます。つまり、自分が持っているカロリーよりも、更に体重を増やす働きが、もしあったとしますと、それは全部カロリーとしてプラスされて測定されます。したがって、生物定量法によれば、発育を阻害したり或いは発育を促進をしたりするような因子が入っているかどうかという事も、同時に検討出来るので、これが一つの特徴になっています。

生物定量法によって測定しますと、実験に誤差をとまなうので、当然測定の度毎に少しずつデータがふえてまいります。ここでこの表にあげてありますキャッサバ 10% 配合のときのデータについて、供試羽数を重みとして加重平均をとりますと、69% となります。これをカロリーに換算すると、1 Kg について 2,830 K.Cal となります。

3.3 青酸の成長阻害作用

飼料中のキャッサバの含量が 10% ならば、ヒナにより非常によく利用さ

れていて、そのTDNに応じてちゃんと発育しているという事が確認出来ました。少し余計にして15%の配合、或いは32%も配合するようにしますと、TDNで示すと42%あるいは28%というように、6割程度の値にしかならないような結果になっています。

この点から、キャッサバに何か成長を抑制するものが含まれているという事が推定される訳でして、私共もこれだけの実験で確かに成長阻害作用を引き起こすものが、キャッサバの青酸によるという確実な証明をするところまで十分に検討した訳ではありません。しかし、青酸以外には発育阻害物質がキャッサバの中にあるとは考えられませんし、キャッサバの澱粉は非常によく消化されるタイプの化学構造を持っているという事実などを考えあわせると、恐らく青酸が犯人であろうと申し上げられると思います。

そこで第3表の一番右の端の欄に、その時の飼料中の青酸の含量がいくらであったかというのが計算してあります。そしてこの計算値に基づきまして、青酸含量と発育阻害の程度をグラフにしてみたのが次のグラフになります。但し、第3表に示したように、試験時期により成績が変動しており、また、使用した70の週齢も異なるので、図にまとめるにあたり、つぎの2種類の処置をしました。

まず食べた飼料の量が違う事による影響を消す為に、体重の増加量を飼料の摂取量で割って、飼料1kgあたりの増体量に換算します。それから、飼料給与区の成績を100としまして、配給飼料給与区の成績を指数で示しました。

それが体重増加量指数というこのグラフのY座標です。横軸に配合飼料中の青酸の含量をとってあります。わずか5点の測定ですから、これから結論めいた事を引き出すことは難しい面がございますけれども、少なくともこのデータを見ますと、青酸含量が増えるにつれて発育抑制がだんだん強くなっているという事がわかります。図中の $y = 106 - 2.09x$ という式は、この関係方式で書いてみたものです。

こういう式ですけれども、この式の定数項 106 は、直線と Y 軸との交点の座標になります。x の係数 2.09 というのは、青酸が 1 ppm 増えるにつれて体重は、指数にして 2.09 ずつ減ってくる事を意味しています。y が 100 の時の x の値は、この式の Y に 100 を代入して計算すれば求められます。約 3 になります。つまり、飼料中の青酸の含量が 3 ppm 以下であれば大体発育阻害はないと考えてよからうという事を意味している訳です。

3.4 ドイツにおける実験の紹介

VOGT らは、キャッサバ・ミールを 30% 配合した飼料をブロイラーの初生ヒナに 8 週間連続して与える実験で、最初の一週間は普通の飼料を与え、それから 8 週齢までキャッサバ配合飼料を与える実験、あるいは、0 週齢から 8 週齢まで続けて給与するグループと、4 週齢から与え始めて 8 週齢まで続けるグループについて、それぞれキャッサバ・ミールを 0%, 10%, 25%, 40% 配合した飼料を与える実験などを行なっています。そのデータからキャッサバ・ミールの配合量が 10% までならば、最初から 8 週齢まで続けて与えても、まずまず差し支えがなく、発育阻害は殆ど認められないという結論を導いています。

偶然というか当然と言うべきでしょうか、私共の結論と彼等の結論とよく一致したのです。つまり、ブロイラーの飼料にキャッサバ・ミールを配合する場合 10% までとすべきであって、それ以上にすると青酸の害作用があらわれるといえます。

図 3 は、彼等の図をそのままコピーしたもので、この点線が青酸の摂取量を示しています。この実験は、0 週齢から 8 週齢までキャッサバが 30% の飼料を与えたものです。ヒナの体重と飼料摂取量を一週間毎に測定しています。図の横軸に週間をとり、その 1 週間に食べた青酸量をプロットしています。それに対してその 1 週間の間の体重増加量を、キャッサバを含まない飼料を与えたヒナの増体量を 100 とした指数に換算して図中に示してありま

す。

青酸の摂取量が多い時、特に2週間目では青酸の摂取量が多かった訳ですが、発育が顕著に、ぐっと抑えられまして、摂取量が少なくなるにつれて、発育の指数が大きくなっています。

質問 「青酸の摂取量の多少は、どうやって測定するんですか。」

答 キャッサバ・ミール30%の飼料を何g食べたかというのは、1週間毎に測定しています。その飼料の中の青酸の量が化学的に測定されていますので、掛け合わせますとその1週間に1羽当りに青酸をいくら食べたかというのが出る訳ですね。

さらに週齢が進むにつれて、体重が段々増えてきますから、体重の違いも考えなければならないので、実際に1週間に食べた量に対してその時の体重で割り、さらに7日で割って、体重1Kgにつき、1日あたりの摂取量を求めています。

Vogt.らもこの増体量と青酸の摂取量との間に、どうも関係がありそうだとされており、確かに青酸が原因で、それが体重を抑制しているんだという確証を得る為の実験をしたわけではありません。

比較のために、第3表に示した私共の試験番号505のヒナが6週齢から7週齢までの1週間に食べた量と、その中の青酸の含量と、ヒナの体重とから、体重1Kg当り1日の青酸摂取量を計算をいたしますと、ドイツのデータとよく合っていると言えました。

3.5 その他の国における研究成果

フィリピンにおける豚による実験によれば、一日一頭当り1.2gの青酸を与えて平気だったと報告されてます。実験にどのような豚を用い、どういう条件で青酸を与えたのか、生のキャッサバを与えたのか、乾燥したキャッサバのミールであったのか詳しい事はよく分かりません。仮に体重が100Kgの

豚だとしますと、体重1Kgにつき1日に12mgという事になります。ニワトリでは発育抑制があってもいい量です。それからキャッサバそれ自身ですと、豚の場合は40%まで飼料に配合して与えても体重には影響は殆んどないようです。したがって、豚の場合はニワトリに比べて、青酸に対し鈍感と言いますか、ニワトリの方が敏感と言いますか、つまり豚にはキャッサバを沢山与えても心配はいらないんだと言えるようです。

今後、開発輸入を含めて、キャッサバをどんどん輸入し、飼料として使う場合には、もう少し検討して、豚だったらこの程度まで大丈夫であり、ニワトリはこれまでというように、キチンとした数値を求め、安心して使えるようにすることが必要であろうと考えます。

キャッサバにつきましては、外国ではすでに飼料として使っており、飼料価値はこれこれという事がちゃんと成書に記載されているような次第でして、飼料価値についてあらためて実施した研究論文というのは非常に少ないのです。

アメリカでニワトリのヒナを使った研究があります。この場合、キャッサバを飼料として45%も入れて、ヒナを飼っています。当然予想されるように、発育は抑制されています。彼等は青酸の含量について全く記述しておりませんが、そのかわりキャッサバのたんぱく質のアミノ酸組成を調べております。それによれば、メチニンが少し足りないようです。

また、アメリカのナイジェリアで行なわれた豚を使った実験が発表されています。それによりますと、キャッサバ・ミールを飼料中に42%まで配合して与えても、豚はよく育っているという結論を出しています。この豚の実験では、キャッサバ・ミールを生そのまま与えた場合と、煮て与えた場合と、両方の試験をしていますが、煮たからといって、特によい結果にはなっていません。キャッサバのカルシウムについても、煮て与える場合に特によく利用されるということはないというデータです。

インドで人間の食料としての立場から行なわれた研究で、白ネズミを使っ

て米の栄養価と比較した研究があります。それによれば、米よりもキャッサバの方がよい成績となっています。この実験では、精白した米だけを与えていて、カルシウムが少し足りない飼料となっており、したがって、米にカルシウムを加えると、白ネズミの発育を促進する結果となっています。米とキャッサバをおきかえても、白ネズミの発育を促進しますが、これはキャッサバのカルシウムが、よく利用されることを示しています。

フィリッピンで行なわれた豚を使った実験でいろんな品種のキャッサバの消化、利用の程度を比較しています。それによれば、キャッサバの品種の間に大きな差はなく、いずれも同じようによく利用されているという結果を示しています。

キャッサバのマッシュの場合、つまりミールの場合と、ペレットにした場合とありますけれど、ドイツのデーターでは、マッシュとペレットでニワトリの発育には差がございませんでしたし、どちらも同じような消化率でした。可溶性無窒素物、先程の澱粉質の消化率ですが、平均して87%という数字になっています。それからたんばく質や粗脂肪は、キャッサバ中の含有量が非常に少いので、消化率の測定誤差も非常に大きくなっています。すなわち、それぞれ73%と55%になっています。これからTDNを計算しますと71%になっています。私共の数値、すなわち69%とかなりよく一致していると言えます。

ひとつ気になるデーターがデンマークのコペンハーゲン大学から発表されています。非常に湿度の高い条件で生のキャッサバを貯蔵する場合の問題です。生キャッサバは水分も高いし、澱粉質が非常に多く、しかもたんばく質含量が非常に少ないので、カビの一種であるアスペルギルス・フラブスからはえるには非常に具合のいい条件です。したがって、湿度が高いというような条件におくとカビがはえます。このアスペルギルス・フラブスというカビは、カビ毒の一種であるアフラトキシンを非常に多く産出します。実際にキャッサバにカビが生えて、アフラトキシン B_1 、 B_2 、 G_1 、 G_2 が出来たと

いう報告です。

この研究はキャッサバを生産して、食糧に使っている国々で、キャッサバの貯蔵条件が悪い場合にはアフラトキシンを警戒しなさいという主旨の論文ですが、この種のカビの生えたキャッサバを、乾して処理して、それをミールとして輸入するという場合も考えられますので、気をつける必要があろうと思います。現在わが国では飼料のアフラトキシン含量を測定して、アフラトキシンB₁を1 ppm 以上含むものは輸入しないように規制しています。もしカビの生えたキャッサバを輸入するチャンスが多いということだと、やはりアフラトキシンについても確かめておくことが必要になるでしょう。

4. わが国の飼料需給の実情とキャッサバへの期待

飼料問題は、食糧問題に比べますと、間接的であるところから、消費者をはじめ一般の人には、意外と知られていない面があります。現在の輸入量はどのような状態であって、日本の国民経済はどのような影響があるかというふうな観点から説明して、キャッサバに対する期待を述べて結びとしたいと思います。

特に、飼料問題に対する消費者の皆さん方の関心は薄いと感じた例として、1973年の夏に、アメリカで農産物の輸出規制をしたときの反響を紹介します。あの頃、トウフ1丁80円だといった記事写真入りで新聞にでかかると出まして、いかにも明日からトウフが食べられなくなるかのような騒ぎを書き立てていたのです。実は、あの規制で一番こたえるのは家畜飼料であって、トウフよりもてき面にこたえて、それが必ず国民の食生活にはね返りが来るはずですが、新聞には飼料のシの字も出ていなかったのが実情です。つまり、飼料のことを書いても記事にならないわけですね。ところが現実には、1年間で飼料の価格は2倍くらい上がっていますから、実際に家畜を飼っている人たちに全部それがしわよせされています。結果として、畜産物は異常な値上りをするようになります。

これに対して消費者の側から国内での飼料の生産を増やせないのかといった意見が出されています。そのように簡単に国内生産をふやすことができるでしょうか。まず、図 1.3 を見て頂きます。これは飼料区分別の T D N 消費量の経時変化を示しています。このグラフは私の研究室、飼料資源開発研究室が新設されたときに、一体何をすべきか、というふうな観点から、飼料需給の現状分析をやってみたものです。農林省の統計を整理したもので、その当時、未来予測がはやっていましたので、私共も未来予測をやってみまして、将来、飼料の需要がどうなるか、というふうなことも含めて検討してみたものです。この図は昭和 34 年から昭和 42 年までの 9 年間の数値について未来予測的なことをやった結果です。それが当たっていたかどうか、ということが昭和 43 年、44 年の数字でお目に掛けてありますが、黒い丸い実線で示しましたのが輸入依存量です。

たとえば、大豆のように、外国から買って来て、大豆油を国内の食用油のメーカーが絞ってその上で、大豆の油粕を飼料にする場合に、これを国産と見るかどうかは問題です。普通の統計ではこれを国産としていますが、農林省の流通飼料課で出している統計では、これは輸入依存量としています。私もこのような大豆の油粕等を国産と見るのはちょっとおかしいという意見を持っておりますので、輸入依存量という流通飼料課の統計をそのまま使っています。同じことは、小麦を買って来て、小麦粉を製粉し、その粕、つまりフスマを飼料にしていますが、これも輸入依存量に入れてあります。T D N で計算いたしますと、この 9 年間、飼料の輸入依存量は直線で真直ぐふえています。一年間に 73 万トンずつふえていることを示すのがこの直線です。

それから純国産量というのが点線と黒い丸で上の方に出ていますが、これもふえてはいますけれども、1 年間に 20 万トンという割合、つまり輸入依存量の 3 分の 1 以下の割合でふえています。2 本の直線の角度を御覧いただければすぐお気づきですけれども、約 3 分の 1 の角度でふえています。それから純国産量の中には草のたぐいが入っています。これは草地造成というこ

とで国としても大いに力を入れて進めていますので、これもふえていくわけです。草類、つまり粗飼料を別にしますと、このバツテンと破線のような関係となり、この点線と破線が並行しているということは、国内産の伸びが主として草類の伸びであって、ニワトリとか豚のような家畜では、これにあまり恩恵を受けていないことになる。いいかえれば、草を別にすれば国内産飼料はちっともふえていないと申し上げられるわけです。

この直線的な関係から未来予測をしては、これをこのまま伸ばすのが一番よい予測ということになります。この延長線上に昭和43年と44年の黒い点を乗せてみます。黒い点と白い点ですね。43年はちょうど白黒が一緒になっています。国内産と輸入依存量とが同じ生産額になっています。ということは、国産の飼料はこの点線の通りには伸びていない。ガクンと減っていると申し上げます。輸入依存量は43年は点線の上に乗っていましたが、44年になるとずっと上に昇っています。国内産が伸び悩んだ量だけ、私の予測よりは輸入が増えて、これでまかなったと言えます。

これが農産物の輸出規制だとか、そういった問題をからめて、今後はどうなっていくか、非常に楽しみに待っている次第です。こんな関係にございますので、今から急に国内産飼料をふやせと言われても、これを見ますと非常に大変なことで、なるべく国内産をふやさねばならぬわけですが、同時にこれは大変困難であろうということが言えます。

この直線がそのまま伸びると仮定して、昭和44年度は1千万トンとなっています。これはトウモロコシとかマイロとかの穀類、あるいは大豆粕のようにたんぱく質給源になるものなどをすべて含んでいますから、いちがいに言うのは無理ですけども、仮りに米と比較してみますと、米のTDNはだいたい80%ですから、この1千万トンを0.8で割れば米の重量になります。つまり、1千250万トンですが、この量は大体国内でとれる米の量に匹敵するだけのものを輸入に依存しているということです。

これは見方によっては、外国に、主としてアメリカに、日本農地と同じ面

積の土地を借りてまして、そこで作られる農産物を買っているというふうな実情と言えます。簡単にこれを国内で、これから増産をしてまかなえるといった性質のものではありません。

したがって、このタピオカなり、キャッサバなり、これは値段さえひきあえば、どんどん使って行くべき性質のものであると私は考えています。ついでに今日の主題とは大分はずれますけれども、図の下側にたんばく質で、可消化たんばく質(DCP)の消費量を同時に示してあります。この場合は、カロリー源、TDNでみた場合よりは、もっと現実には厳しくて、すでに昭和39年に輸入依存量が国産量を上回ってしまっていて、それから以後は差が開くばかりという経過をたどっています。この場合でも、42年以降国内産の伸びはほとんど止っていると申し上げてよろしいかと思います。国内産の停滞分だけ輸入が、私の予測した直線よりは上回っているわけです。

たとえば、いわゆる石油たんばくすなわち、炭化水素酵母の飼料化に反対意見の人もあります。その中に、日本は海にかこまれているんだから、魚をどんどん取って来てそれを飼料にすればいいじゃないか、酵母なんかを飼料にしなくてもいいという意見もあります。国産の魚粉量を黒い三角で示していますが、これは輸入量と国産量の合計量に比べますと、8%位にしかならない現状です。確かに少しずつふえていますけれど、そのふえ方の伸びというのは非常に少ない。

輸入依存量が1年間に11万トンずつふえているのに対して、私の計算ですと1万トン程度位しかふえていないわけです。とても魚類に頼るわけには行かないという状態です。かと言って、もちろん魚をとってどんどん飼料をふやすということは、結構なことで大いにやっていただきたいというべきですが、魚だけでまかなおうとしますと、今の魚粉の10倍量は取らなくてはいけない。それでは、たちまち自然破壊を起こし、魚という魚を根こそぎ取ってしまうことになりかねないわけです。この辺からも輸入というのは、今後十分考えなければならない問題をはらんでいます。こうした事実を指摘す

るとともに、私共はキャッサバに大いに期待をかけているということを強調して、私の話しを終わらせて頂きます。

問 最初に価格の問題がありましたが、その事情を私などはよくわからないものですから、教えて頂きたいんですが。

答 値段のことになりますと、私共は全くの素人として、私共の言うことを全く信頼して頂くわけにはいかないと思いますが、飼料の場合ですね、例えば、最初の表には示してありませんが、トウモロコシを考えてみますと、結構たんばく質を含んでおります。それから脂肪分もありますので、トウモロコシのカロリーはTDNで78%になります。キャッサバの71%程度に比べますと、約1割がた高い。ですから、カロリーとしても高いし、たんばく質としてもトウモロコシは価値がある。逆にいえば、キャッサバはトウモロコシと直接比べますと、たんばくも低いし、カロリーも低いという、デメリットがあるわけです。

ところが、キャッサバはカルシウムが先程から申しあげたように、ちょっと多いという面があります。けれども、ビタミンに関しては、トウモロコシの方が多いと申しあげられます。このように飼料の値段は、TDNだけで決められるものでもありませんし、あるいは重量だけで決められるものでもありません。結局、キャッサバならキャッサバが持っている栄養価を総合的に評価しなくてはならないわけです。カロリーがいくらで脂肪分があるかどうか、たんばく質もアミノ酸組成、消化されやすさということもありますし、これらを総合して判断することになります。

従来は、飼料会社の購入担当の人が、その辺を腕の見せ所に行っているわけです。手計算でやって、判断していたわけですが、合理的に判断することになりますと、とても手計算ではいけません。それで現在では電算機に入れて計算して、どういう原料をどういう割合で混ぜれば、現在の飼料価格の実情で一番安くて、しかもいい飼料ができるかを判断するようにしていま

す。安いからといって質が落ちたのではしょうがありません。品質を維持したままで、一番安い飼料が出来るような計算を電算機にさせることが一般に行なわれているわけです。

日本では飼料の配合にあたり、このような手法が導入されたのは、昭和30年の後半だったと思います。その当時、昭和37年度の価格で飼料を配合するように、実際に計算してみました。この場合に、いろんな原料があって、その栄養価と値段とを比べ合わせて、この原料は使いましょう、この原料は使わないというような選択をいたします。また、使わないことになった原料では、その値段がいくらいくらまで下ったら使えるか、ということも同時に計算に出てきます。これを、シャドウ・プライス、影の値段と言います。たとえば、当時小麦が割高だったわけですから、小麦は飼料には使わないと、電算機が示してくれる。じゃあ小麦の値段は、今の値段、たとえばキロ30円が何円まで下ったら使えることになるのか、という質問に対する答も同時に示してくれるわけです。その時にキャッサバもひとつ原料として電算機に入れました。その当時、トウモロコシの価格が23円の時に、キャッサバは20円以下ならば使えるという答が出ました。

現在のトウモロコシの価格では、別の答となるでしょう。

問 先程、ニワトリの場合は10%程度であるからという……西ドイツでそれをかなり使われているようですけども、他の業種で現状としてどれ位まで使われていますか。

答 西ドイツの実情ですか。私共はそういう実情調査というのは全然やっておりませんので、よく存じていません。

問 いままで日本で飼料として使わなかった理由はなんですか。もちろん行政的にサツマイモを保護するといったことが理由でしょうか。

答 その点はどうでしょうか。そういう理由ではないと思います。澱粉原料の場合については確かサツマイモの国内産保護ということで使わなかったと

いう面があるかもしれません。

問 澱粉原料の場合はサツマイモを保護するために入れなかったと言うのですか。

答 現在でもそうかどうかはわかりませんが、昭和40年頃に、農林省畜産局でかなり熱心に飼料としての輸入を検討していました。そのために、試験的にいくらか輸入しまして、それを使って私共の方では、先程御紹介した研究を行ったわけです。そのほか、飼料工業会を通じて実際の飼料のメーカー側の研究機関でも実用的な見地からかなりの規模の実験をおやりになっているはずです。これは畜産局からの委託研究という形で実施されたと記憶しています。その結論は大体私共の結論と同じようなことになったと聞いております。結局、それだけ検討した結果現実に入って来ないというのは、価格の折合いの点が理由となっていると考えています。

問 そうすると、おさえていたわけではないのですか。

答 私は行政的に抑制していたという印象は持っておりません。むしろ飼料需給の実情から、もっとどんどん入れてもいいのではないかと考えています。私共研究室の立場としては、おさえるとかおさえないとか、ということは全然離れていまして、キャッサバというものは飼料としてみるとこういう実情でございますということをみなさんに御報告するところまでが任務です。

問 キャッサバの飼料としての将来の見通しはどうなんでしょう。ドイツとかオランダはかなり入れておるようですか。

答 西ドイツで経済的にも非常に有利だと言われていますが、日本でどうして有利でないのか、その辺がよくわからないのです。私は、最近のように原料の値あがりがありますと、値段の面ではかなりキャッサバに有利になっているのではないかと思います。経済のからんだことですので、私には正確に御返事しようのない問題です。

問 あまり直接関係のない質問で恐縮なんですが、資料のところで直線で御説明いただきましたね。その直線は一次直線で示しており、その下に r という数が使っていますが、これはなんですか。

答 これは相関係数で、 X と Y とのかかわりあいの深さを示します。これが1ですと完全に直線になるということです。ごらんのように直線からちょっとずれていますので0.995 というような、1に非常に近い数字になっています。

問 ブロイラーの場合は、トータルの配合飼料における青酸の含量が、3 ppm までならば、影響はないということは、逆に言えば、配合技術としては、これを見ますと青酸の含量が50～60ありますから、そうしますと、配分率が5%くらいだと言えらると思いますか。

答 豚の場合ですと私はデーターを持っておりませんが、外国のデーターを見ますと、青酸には強いようですから、もっと多量に配合して与えてもよろしいと申しあげられると思います。しかし、現在の国民の世論を考えますと、輸入して大いに使おうという場合には、日本でのデーターをちゃんと出して、おいて、確かに40%まで配合しても大丈夫です、ということを示して、皆さんの納得を得ることが必要だと考えます。

問 それをオーガナイズするのはどこですか。

答 それは石油たんばく以来、宙に浮いていまして、どこでオーガナイズするかわけがわからなくなっているんです。本来、今の行政組織から言えば、畜産局の流通飼料課が担当部局なんです。この場合も今の制度ですと、飼料メーカーの方から、こういう割合の飼料を作って売りますということで登録をする時に畜産局の方でチェックをするというだけで、この登録は任意登録ですから、登録なしでフリーでお使いになる分にはいっこうにかまわないわけです。そういう意味では飼料の場合に全くフリーでお使いになってもいいわけです。これは現行の法律上の問題であって、行政の立場からはなるべく

登録して下さいと申し上げ、一応その登録飼料になるとある程度の権威みたいなのがありますので、大手のメーカーの場合は大体登録しているわけです。登録の際にチェックすることになっています。

問 そのチェックというのはかなりやかましいのですか。実験でもやって…。

答 これまでの例ですと、キャッサバについては、ここで説明したような実験データがありますので、そんなに問題にすることはないと思います。ただ、石油たんばく以来、新しい飼料については非常に注意して検討し、特に畜産物を介して人間の健康におよぼす影響まで含めて慎重に検討するようになっています。

問 青酸の残留効果についてですが、動物が青酸を体内に入れ、その動物の皮を人間が食べますと、その結果として、危険性はあるわけですか。

答 残留するかどうかテストはしておりませんが、ニワトリでもブタでも体の中で青酸をどんどん分解していく機能があります。その分解する能力以上に青酸が入ってくると、ダウンするわけです。発育を阻害するわけです。

問 発育の阻害されたものを人間が食べますと、なにか問題が起りますか。

答 発育阻害をした場合に、どの程度残っているかということによりますけれど、同じ青酸分解機能を人間も持っているわけです。ですから、少量であれば、別に青酸カリを飲んでも死ぬまでには行かないわけで、問題にすることはないはずです。青酸カリなんかの場合ですと、非常に大量が一時に入りますから致死量を越えるということになると思います。青酸による慢性中毒の症状なんていうのを書いたのがございましたが、私もそっちの方は専門じゃないものですから。どこがどうなるとあまりよく見ていませんけども…。

問 たんにそれだけのことでしたら経済的に考えて、どの位であれば動物に対して安全であるとか、人間の方に全然害がないとか、そういう風に、また物理的に考えて欲しいわけです。たとえばブロイラーの場合には何%で危

陰はないと言ったことを知りたいのです。

答 たとえば飼料中に35%とか45%を配合する場合ですが、それだけ大量に与えましても死んではいないんです。つまり、キャッサバの青酸によって家畜が死ぬという程のことにはならないわけです。ですから、動物の方から見ますと、まだそんなに大量の青酸がキャッサバを通じて入るというような実情ではないはずです。

問 では35%ありましても、別にどうと言うことはないわけですね。

答 私はそう思います。先程述べたように、生のキャッサバイモの場合致死量が500 ppm で、50 ppm 以下なら心配はないといたします。このキャッサバの場合の致死量を適用すれば、肉とか卵とか乳とかの畜産物に移る青酸の量が50 ppm 以下なら平気であって、500 ppm なら致死量ということがいえると思います。そうすると、肉の中に50 ppm あっても大丈夫だという議論になるかと思うのです。そうしますと、飼料の中にそもそも青酸は50 ppm は入っておりません。一方、畜産物の中に青酸が濃縮されるということは、生化学的にはとても考えられないことです。御心配のように、キャッサバを与えて生産した畜産物で中毒するといったことは事実上ないと思います。ただ、現在は、理論的な立場からのそういう議論だけでは通らない時勢だと私は思っています。ですから、御指摘のようなことは、実験によりチェックしてみて、キャッサバを食べさせて育てた肉なり、卵なりには青酸は入っておりません、ということを調べ、こういうデーターですから安心して下さいと言うことが必要だと思います。無駄なことだとの意見もあるでしょうが、慎重である必要があります。実はこのような立場からの検討は、ドイツでもどこでも行なわれていないのです。

問 僕は最近そうしたことを聞いていたものですから。学術的にはすな、大丈夫だという答をやっぱりやっているとすれば学問的に言えるものかどうかですね。

答 過去のデーターからみて、理論的には心配はないわけですが、それは石油酵母が同じような事情でして、理論的には心配はないというわけですが、それだけでは納得がえられないという実情です。ただ青酸の量につきましては、先程申しましたように、たとえば乾燥する時の条件で、日光に当てて乾かすと大部分減るとか、いろんなことがあるようですから、なるべく青酸の少ないものを入手するのが望ましいと言えます。この数字で見ますと、ドイツに入っているのは非常に少ないですね。

問 タイなんかと同じようなものを行っているわけですか。

答 そうです。タイとかインドネシアから入ってますからね。ですからこの数字、ちょっと私もイヤに少ないと思ったんですが、ひょっとしたらドイツ語で書いてあるから、私の読み違いかも知れないとは思いますが、とにかくこういう数字です。

問 ペレットなんかも、過熱すれば青酸がこわれるとか……。

答 ペレットの場合も、おっしゃるとおり熱はかかりますが、かかる時間が非常に短いでしょう。おそらく表面にだけしか熱は通らないと思います。それであまり減らないのではないかと思います。もちろん、多少とも熱がかかりますから減るだろうとは思いますが。

問 それでは ppm に配合率をかけた数値が飼料全体の ppm と、そういうふうに見えていいわけですね。

答 一応そういうことになります。ただ、飼料中 3 ppm までなら発育阻害はないという数字もですね。このデーター、実は同じ種類のキャッサバでやっているわけですから、つまりキャッサバのサンプルは一種類なんですよ。その配合割合をいろいろ変えてやった動物の成績と、その時の飼料中の青酸の含量の関係ですから、同じ青酸含量でも種類の違うキャッサバだったら、このとおりになるかどうかというチェックは全然やっていないわけです。実

はこの実験をやっている時、そんなことは全然考えていなかったものですか。あとから昔のデーターを使ってこういう計算をしたわけです。

問 青酸の含量が変わっても青酸そのものは変わらんですか。

答 理論的にはそのとおりなんです、実際はキャッサバの中では青酸としてあるのではなく、配糖体としてありますから、これから青酸が生きやすいかどうかといった問題がからむと思います。異なるキャッサバの場合に、必ずピッタリ同じことがいえるかどうか問題があると思います。ですから、3 ppm というのも、あくまでも参考としてお聞きながしを頂きたいのです。つまり、飼料中の青酸含量がある程度以下ならば、発育阻害はないから、キャッサバのミールもそういう使い方をすれば安心して使えます、ということです。もう少し検討を進めれば、3 ppm を一応のメドとしてよいかどうか、はつきりするでしょう。3 ppm なら絶対大丈夫だということではありませんので、そういう数字としてお含み頂きたいのです。

問 牛についてのデーターはありますか。

答 牛について私もさがしたのですが、ほとんど論文はありません。まあ古いのでしたらあるかも知れませんが。

問 配糖体に酵素が作用して、青酸が出来るというお話してましたが、これは保存中とか、その増加に、たとえば運搬中の増加とか、そういうふうな心配はありませんか。

答 それは植物学の専門家に聞かないとわからないと思います。ちょっと常識的には考えられないと思います。青酸ができたとしても、蒸発により貯蔵中にはどんどん減ることが常識であります。

問 一定条件の環境においてですね、青酸含量の経時的な変化などを調べてありますか

答 経時的というのは貯蔵期間中のことですか。

問 いえ。一応ナマをですね。どういう一定条件において、時間的な自然環境において、時間的に減少していくその割合なんか調べてありますか。

答 おそらくキャッサバを栽培している国々での研究機関ならば、そういうことをおやりになっていると思います。しかし、国内では見たことがありません。私もその方に特別な関心を持っておりませんので、植物学や栽培のほうの人達でしたらそういうことをおやりになっているかも知れません。また、そちらの関係の学術雑誌には発表があるのかも知れません。現実問題として、イモが生産されているところでないと、御指摘のような問題の研究はなかなか出来ません。私達の手に入るものは、キャッサバのチップの形のものかミールの形のものだけですので、これは貯蔵しておいてどう変わるのかということだと、もちろん検討する必要はありましようが、一応、時間とともに減るか、一定値を保つだけだろうといえるでしょう。

問 青酸定量のことですが、先程正確に計かる方法として、硝酸銀による滴定法とピクリン酸による比色法とがありましたが、これは実際に測定する場合にはどちらが正確ですか。

答 畜産試験場研究報告第19号、63頁の報告によりますと、比色法と滴定法とで測定値には差がなかったと書いてあります。

問 それともうひとつ、簡便法の正確さについてですが、これはかなり安心して使えますか。

答 いえ、やはり簡便法は簡便法と考えて頂いてですね。おおよそのメドを知るといふ使い方をして頂くべきです。

問 それで、14 ppm では発色しないってことですか。

答 いえ、14 ppm でも4時間おきますと±6時間で+になっています。さらに20時間で++になっていますから、全然発色しないわけではないのです。ただ、20時間になりますと、ほぼ1日おいておくわけですから、輸入

港や積出港などの現場でチェックするという観点からは、20時間もおくのでは、簡便法として役に立たないでしょう。20時間余裕があれば、分析室へ持って行って分析すればいいはずです。これにはその他、測定条件について水を加えて過水分解するということを申しあげましたが、水の代りクエン酸の緩衝液を使ったらどうかとか、いろいろ検討してありますから、参考にして下さい。

問 外国でも同じ測定法を使っているのでしょうか。

答 この方法はもともとアメリカのAOACの公定法のようなので、外国における測定法とそんなに変わっていないと思います。しかし、ドイツあたりかなり恒常的に輸入して使っている国あたりでは、どういうこともしているか、お調べになるといいと思いますね。

問 農林省の中で、外国でキャッサバがどういうふうに使われているかを調べる機関というか、セクションというか、そういう動きはあるのですか。

答 キャッサバ・ミールに関して、そういうことをしようという動き、特に最近急にそういうふうになろうという動きはないと思います。昭和40年頃に検討した時に調べていたとすれば、畜産局流通飼料課でやっているはずで

(終り)

(本稿は昨年12月19日のご講演要旨で、文責は編集部にあります。)

第1表 キャッサバ・ミール, サツマイモ粉, 黄色トウモ

ロコシの化学的組成

区 別	キャッサバ・ミール		サツマイ モ 粉	無色トウ モロコシ
	日 本 ¹⁾	ドイツ ²⁾		
水 分	13.5%	12.9%	12.5%	13.4%
粗たんばく質	2.0	1.8	3.4	9.4
粗 脂 肪	0.4	0.7	1.1	4.1
可溶無窒素物	76.9	79.4	78.9	70.2
粗 繊 維	2.9	1.4	2.0	1.6
粗 灰 分	4.3	3.8	2.1	1.3
青 酸	36 ppm			

1) 家禽会誌, 3-29 (1966)

2) Arch. für Geflügelkunde, 27-473 (1963)

第2表 キャッサバ・ミールの青酸含量¹⁾

区 別	形 状	入港年月日	青酸含量 ppm	備 考
A	ミール	43. 1. 23	65	ベレット・ grade A
B	"	43. —	54	
C	"	43. —	14	
D	"	40. —	36	
E	チップ	43. 4. 4	81	苦味種 タビオカデンブン粕
F	"	43. 4. 5	69	
G	"	43. —	108	
H	"	43. 3. 31	94	
I	製造残渣	42. 6. 25	14	
ドイツ ²⁾ W	ミール		7.3	
X	"		3.5	
Y	ベレット		26.3	
Z	"		15.0	

1) 畜試研報 21-63 (1969)

2) Arch. für Geflügelkunde, 28-342 (1964)

第3表 プロイラーによる試験成績¹⁾

試験番号と供試飼料 ²⁾	例数 ³⁾	増体量 ⁴⁾	飼料 ⁴⁾ 摂取量	キャッサバ の T D N	供試飼料 中の青酸
		g	g	%	ppm
411:SO-0	2	222	553		
SO-5	2	243	542		
SO-10	2	252	516		
C-32	2	204	523	42	11.6
503:SO-0	2	208	498		
SO-5	2	242	489		
SO-10	2	253	486		
C-20	2	207	468	28	7.2
C-10	2	234	487	67	3.6
C-32(水浸)	2	240	511	75	±
C-32(加熱)	1	228	491	64	?
505:SO-0	2	502	1,806		
SO-5	2	530	1,792		
SO-10	2	549	1,814		
C-15	2	512	1,829	42	5.4
C-10	2	540	1,763	75	3.6

1) 家禽会誌 3-29 (1966)

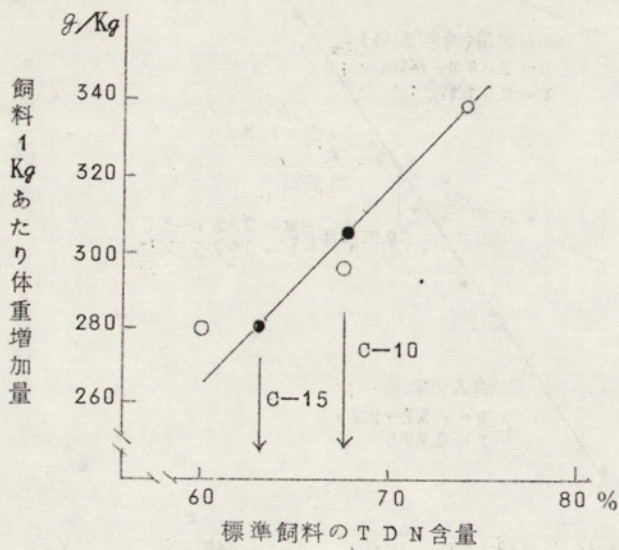
2) SO : 大豆油, C : キャッサバ, 記号と組合せた数字 : 飼料中の%

3) 試験411, 503では15羽の成績を1例と数え, 試験505では6羽の成績を1例と数える。

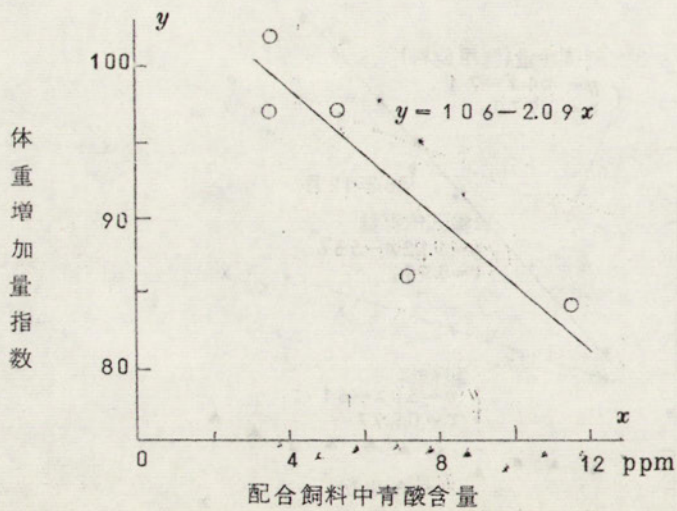
4) 総平均値のみを示す。

第4表 ピクリン酸試験紙による成績

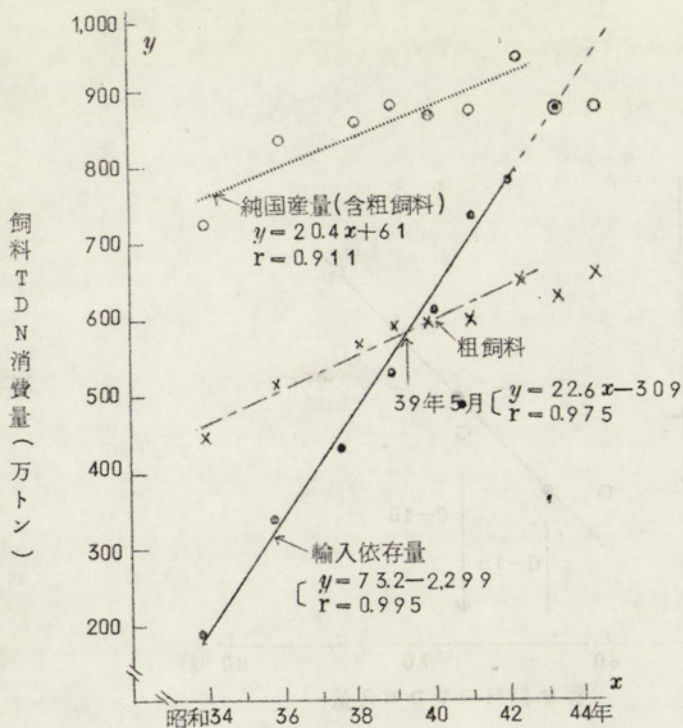
試料	時間	0.5 1 1.5 2 4 6 20							0.5 1 1.5 2 4 6 20						
	青酸量 μg														
		蒸 留 水							くえん酸緩衝液 (PH 5.9)						
C	14	-	-	-	-	-	+	++	-	-	-	-	±	+	++
C×2	28	-	-	-	-	-	+	+++	-	-	-	-	+	+	++
E×½	40	-	±	+	++	++	+++	+++	-	+	+	++	++	+++	+++
B	54	-	±	±	+	++	++	+++	-	-	±	+	+	++	+++
E	81	±	+	++	+++	+++	+++	+++	±	+	++	+++	+++	+++	+++
G	108	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+	++	+++	+++	+++	+++	+++



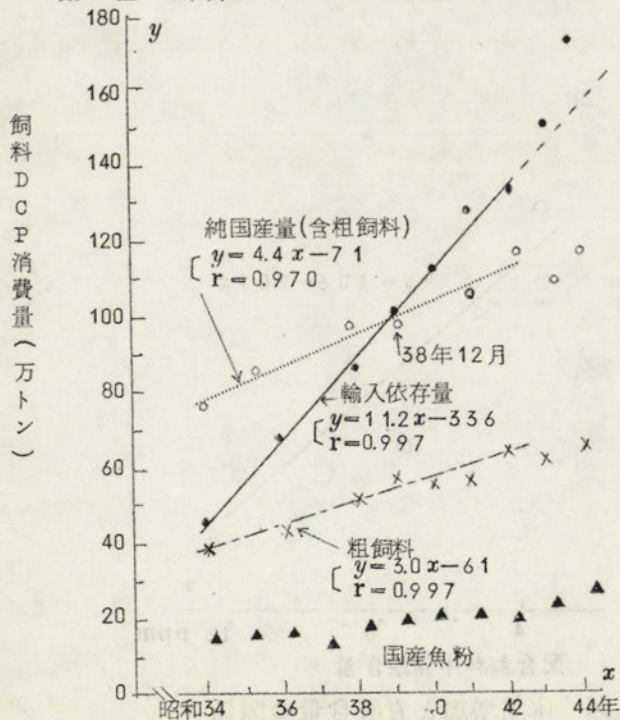
第 1 図 実験 505



第 2 図 体重増加と青酸含量の関係



第3図 飼料区分 T D N 消費量の経時変化



第4図 飼料区分別 D C P 消費量の経時変化

わが国内外のキャッサバ流通 の実状とその将来性

海外貨物検査係 大阪支店

支店長代理、技術士 大 高 俊 昭

1. ま え が き

澱粉不足で輸入資源の確保の問題が、大きくクローズアップされてきている。一方、飼料分野でも小麦、とうもろこし、マイロの不足と高水準の価格上昇で、安い澱粉資源としてのキャッサバの利用が真剣に考えられてきている。これらの点より見て、キャッサバ製品の生産、流通に関する最近の問題をとり上げて解説することにした。

ともかく、食糧・飼料資源は、通常、生産国では自給することが第1目的で、生産されるわけであって、そこにそれがあるから言って、ただちにその国から輸入出来るものではなく、売手の長い経験と努力と買手側の協力とにより、売手国と買手国との相互の信頼感がなければ、商品としての貿易関係は成立しないのである。この為にも売手生産国、買手輸入国と買手である第三国の諸事情について常々調査研究しておくことは、極めて重要なことであることを強調したい。

I 我国の澱粉の需給事情と輸入澱粉の問題

戦後の食糧不足時代がやっとおちつき出した昭和35年頃に、それまで極めて重要な食糧資源であったさつまいも、じゃがいもが過剰気味になり、澱粉の政府手持分を主として、20万トン近い滞貨澱粉時代がつづいたのである。人造米を澱粉で作るとか、砂糖不足を澱粉糖、ブドウ糖で賄うとか、積極的に澱粉利用の産業奨励を行い、その発展はめざましく、特に酵素法によるブドウ糖の製造技術の進歩により、糖化用澱粉の消費は昭和30年、30

万トン、35年、50万トン、40年には60万トンを超える状況となったが、この澱粉過剰時代は昭和40年を境にして、澱粉不足時代に入ったのである。これに対処さすべく、輸入とうもろこしを利用するコーンスターチの生産奨励、国内の後進性のじゃがいも、さつまいも澱粉を購入した糖化メーカーに、無税で輸入したとうもろこしのコーンスターチを安値で抱き合はせ割当することとし、再び澱粉の安定した需給状態に入ったのである。しかし、それにもかゝらず、国内のじゃがいも、さつまいも澱粉は減少の一步をたどり、一方、コーンスターチも外国とうもろこしの価格の上昇、買付のむづかしさ等によって、澱粉の供給は計画通りゆかず、一方、澱粉の需給は化工澱粉工業の旺盛な発展等にさへえられ、好調な伸びを示し、これを埋めるために、輸入澱粉の量は年々増加しているのである。石油問題等の影響もあり、国内の輸送の不円滑のため、価格も暴騰し、キロ当り140～150円の澱粉高値時代に入ってきており、輸入澱粉に依存する面が極めて大きくなっているのである。輸入澱粉の価格も上昇しており、安いサゴ澱粉にも需給が殺到し、サラワクのサゴのブーム時代（おそろしい乱採時代）を呈しているのである。

これらの参考として関係資料をまとめて掲げたので見て頂きたい。関係者にとっては貴重な資料かと思います。

● 第1表 澱粉総合需給表

(単位 千トン)

供 給	46 年						47 年					
	甘澱	馬澱	小澱	玉澱	輪澱	計	甘澱	馬澱	小澱	玉澱	輪澱	計
水飴・ブドー糖	165	95	—	314	14	588	140	115	—	325	10	590
水産ねり製品	2	65	25	6	—	98	10	160	65	280	50	565
繊維製紙	—	3	30	99	—	132						
化工	1	37	—	74	19	131						
ビール	1	—	—	38	—	39						
グル曹	—	—	—	—	17	17	10	160	65	280	50	565
食品その他	6	48	10	63	9	136						
計	175	248	65	594	59	1,141	150	275	65	605	60	1,155

出所・農林省統計

第2表 澱粉の種類別生産量

(単位 千トン)

年 次	甘 澱	馬 澱	コーンスターチ	小麦澱	計
昭 35	474	158	28	110	770
" 36	—	—	—	—	—
" 37	607	130	81	80	898
" 38	740	150	140	70	1,100
" 39	650	180	220	55	1,105
" 40	547	248	295	60	1,155
" 41	536	125	370	84	1,245
" 42	493	212	520	70	1,293
" 43	367	323	510	60	1,231
" 44	264	245	539	60	1,108
" 45	230	244	581	60	1,115
" 46	175	233	594	65	1,067
" 47	150	260	605	65	1,080

注：甘澱、馬澱の減少、コーンスターチの上昇が対称的であり、コーンスターチの原料が輸入とうもろこしであることを考えると、自給率は完全に50%以下となること必至である。

Imported Results of Tapioca & Sago Flour

Tapioca Flour			
	1971	1972	1973
	M/T	M/T	M/T
China	—	2,661.897	1,321.786
Thailand	4,695.1689	45,053.204	67,309.959
Malaysia	—	2,845.158	3,066.378
Sabah	—	—	101.348
Total:	4,695.1689	50,560.259	71,799.471
Sago Flour			
	1971	1972	1973
	M/T	M/T	M/T
Sarawak	15,605.355	12,177.223	14,457.109
Indonesia	1,847.292	338.420	114.257
Total:	17,452.647	12,515.643	14,571.366

第3表 澱粉の輸入割当実績

(単位 トン)				
計画割当	44	45	46	47
計	15,864	19,300	28,140	36,600
糖化	—	—	10,000	15,000
グル曹	15,864	19,300	18,140	11,600
化工	—	—	—	10,000
雑割当				
計	9,072	17,755	24,996	19,993
化工	5,000	8,900	15,782	9,906
建材	3,240	4,350	7,030	7,500
その他	852	4,505	2,183	2,667
加工貿易				
計	53,249	28,220	20,848	24,453
合計	78,185	65,275	77,984	81,046
(推定, タピオカ輸入量)	(44,054)	(45,575)	(57,379)	(52,293)

注：加工貿易はブドー糖，ビタミンC，グルタミンソーダ等が主である。

出所，農林省食品流通局調査

第4表 澱粉の輸入実績

(単位 トン)

1. タピオカ

国 別	1971	1972
中 国	—	2662
タ イ	46,952	45,053
マラ イ シ ア	—	2845
サ バ	—	—
計	46,952	50,560

2. サゴ

国 別	1971	1972
サ ラ ワ ク	15,605	12,177
イ ン ド ネ シ ア	1,847	338
計	17,452	12,515

第5表 コーンスターチの生産とブドー糖の生産

(単位 千トン)

年 度	コ ー ン ス タ ー チ		ブ ド ー 糖	ブ ト ー 糖
	工 場 数	生 産 量	工 場 数	
昭 34	2	16	10	9
" 35	3	28	14	60
" 36	5	36	16	111
" 37	6	85	21	98
" 38	7	140	23	112
" 39	9	220	21	128
" 40	9	305	22	95
" 41	9	400	20	104
" 42	26	520	18	129
" 43	26	510	18	111
" 44	26	539	15	108
" 45	27	581	14	108
" 46	27	594	15	96
" 47	22	605	14	—

注：会計年度による検査実績

第6表 水飴ブドー糖工場の実勢

区 別	会 社 数	工 場 数
全国澱粉糖協同組合	19	24
日本水飴工業協同組合	38	38
日本粉飴協会	8	10
日本葡萄糖工業会	15	16
北海道澱粉糖工業協	9	9
アウトサイダーブドー糖	1	1
水 飴	5	5
計	95	103

注：重複加入メンバーがあり，74社79工場で，現在稼働中の工場は55社60工場とみられている。

第7表 葡萄糖メーカー

(47. 11現在)

工 場 別	日 産 (トン)
仙 波 糖 化 水 戸	23
群 栄 化 学 高 崎	27
昭 和 産 業 上 尾	92
参 松 工 業 千 葉	50
日 本 食 品 富 士	75
東 海 糖 業 四 日 市	107
東 洋 化 学 三 重 川 越	11
三 重 化 糖 三 重 川 越	9
松 谷 化 学 伊 丹 丹	107
林 資 原 岡 山 山	135
日 本 資 糧 愛 知 名 南	50
参 松 工 業 福 岡	26
日 本 澱 粉 鹿 児 島	42
鹿 児 島 物 産 鹿 児 島	21
計	774

注：年間10～15万トンの製造能力

第8表 グル曹酸酵法工場能力

(月産 トン)

区 別	46. 3	47. 3	46. 12 (実績)
味の素 川崎	2,650	2,650	2,600
" 九州	2,500	2,500	2,200
旭化成 延岡	1,500	1,500	1,080
協和 醸酵 防府	1,500	1,500	950
武田薬品 高砂	1,500	1,500	950
三楽オーシャン 八代	(300)	(300)	半製品で味の素に売却
新進食料 前橋	220	220	210

注：合成法に一時変換されたが、公害問題等あり、精蜜、澱粉を利用した醸酵法は、今後とも主力の生産法となっている。

第9表 全国化工澱粉協同組合会員

後志 澱粉工業所	北海道
サ イ デ ン 化学工業	東京都
島田 化学工業	長岡市
竹村 糊料工業所	浜松市
東海 澱粉	静岡市
東海 デ ギ ス ト リ ン	名古屋市
朝倉 澱粉製造	名古屋市
関西 澱粉製造	京都府
土井 産 業	京都市
小坂 澱粉製 所	京都市
小荒川 澱粉工業 所	滋賀県
日 澱 粉 工業 所	大阪府
佐伯 澱粉工 店	大阪府
松岡 商 業	大阪府
松谷 化学工業 業	伊丹市
ニチリ ン 化学工業 業	伊丹市
朝日 化学工業 業	和歌山市

注：合計17社，年間10万トン伸びが著しい企業である。

Ⅱ タイの生産事情と最近の問題

世界に於けるキャッサバの生産は8千万トンであり、ブラジルとインドネシアが大生産国である。タイの生産は200万トン位から最近500万トン位迄に増大している。この増大は他の国々と異なり、輸出余力の増大である所に問題があるのである。国内の消費が殆んどないタイに於いて、ここ近年の異常な増産は、もっぱら世界に於けるキャッサバ製品に対する人気投票の結果のようなもので、如何にキャッサバがこれら関係者にとって関心を持たれているかの反映と見てよいであろう。

ヨーロッパにタピオカベレットとして、アメリカ、日本にタピオカ澱粉として、作れば売れる状況がつづいてきていたのである。田中首相の訪タイの時にも、日本は、タピオカ澱粉は10万トン台から14～15万トン台と増わくして買うであろうと発言しているのである。にもかかわらず、最近のタイでの動き、すなわち異状なブームは、むしろ反省すべきで、マイペースの縮小安定、均衡を計るべきだと関係官民がしんけんに考えているのである。これらの点は充分に我々として反省、検討する要のある所であろう。

その概要を述べることにしよう。

1. 生産

タイのキャッサバは、1967年代には南の3～4県（チョンブリ、ラヨン等）の特産とされていたが、今では中央部の40県にもまたがって生産され、それまで210万トン台の生産が1972年には490万トンにも増加している。

反収は他国に比べて低く、肥料は値段も高く効率的でないと言うことで利用されていない。農民は自己の土地を持たず、協同化されておらず、高利の資金を借りている。

これに対して対策として

- (1) 農民はマーケットの規模内容に即応した生産をすべきで、過剰な無計画な生産はさけねばならない。
- (2) 反収の増加のために品種改良を計り、肥料の安値購入を考え、地力の維持をはかるべきである。
- (3) 自分の土地を持たせることを計り、資金の低利融資を考えるべきである。

2. 流 通

タピオカペレットの輸出の見透しは130～150万トン台（原料換算400万トン程度）で明るいが、タピオカ澱粉の輸出は必ずしもよくない。

アメリカは、タピオカの利用をコーンスターチに代えつつあり、日本は自由化されていないので、安定した相手と考えられない。

生産者は出血生産することもある。

輸出製品の品質についてはとかく問題がある。

生産者の協調心がなく計画生産を困難としている。

すでに過剰生産の気配がでている。

国内の需要増は期待出来ない。

これらの諸問題に対して、次の如く対応策が計画されている。

- (1) これらに対応するために農林省は、キャッサバの正しい生産コストを地区別に調査すべきである。
- (2) すべての地区に検査員を派遣し、品質の改良、改善を計るべきである。
- (3) 投げ売りを支えるための協同プールを考えるべきである。
- (4) 長期見透しに立って輸出と生産のあるべき理想計画を商務省として考えるべきである。
- (5) 農林省は事に対処出来るよう、正しい生産量の統計をとるべく努力すべきである。
- (6) タピオカ製品の利用とマーケットの拡大を研究し、タピオカの品質改善を計り、過剰生産対策を考え、適正価格を維持するために官民を協力して、

生産者のためのタピオカ・マーケティング・ボードを作るべきであると考えている。

(7) 低価格の肥料の入手、低金利融資ローン土地の自作化を計るための助成措置を官庁ベースで考え、特殊な農業機構の設定を計るべきである。

(8) 反収の増加、生産質の調査、生産統計の集収、飼料化の奨励のために農林省は今一段と努力すべきである。

(9) 商務省は長期の生産、輸出計画を樹立するためにボードを設置する。

(10) 工業省はキャッサバの工業的利用増大を計るために、工場を検査し、指導する。

(11) 応用科学研究所はタピオカの利用を研究するために、研究企画センターを設置する。

以上の諸問題を推進するために閣議決定し、関係各官民に要請する。

“治に居て乱を忘れず”という言葉があるが、ブームにのっているタイのキャッサバ生産者、関係者が、しんけんに長期安定のための反省と検討をしている真面目さに、敬意を表する次第である。資源不足の日本が、安定輸入を計るためにどれだけの努力をしているだろうか。いさゝかはづかしい所である。特に日本が自由化していない点を取りあげ、これは安定した輸出相手と考えないとする所は重視する要があろう。

既に、タピオカの概論について、多数の専門家により説明されているので、別表の関係統計等にて理解願いたい。

タイのタピオカ澱粉と比較されるサラワクのサゴの輸出の状況も、参考として載せることとする。

ともかく、500万トン台のキャッサバ根より160万トン台のペレットと20万トン台のタピオカ澱粉が作れる計算になり、世界の需給事情よりみて、この附近が限界であろうかとも考えられる。

第10表 キャッサバの生産統計

(単位 千トン)

Main Country		1966	1967	1968
World Total	世界計	79,136	81,728	85,625
Lat.America Total	南米計	29,072	31,767	33,726
Asia Total	アジア計	19,949	19,394	20,911
Africa Total	アフリカ計	29,874	30,322	30,737
Brazil	ブラジル	24,710	27,268	29,203
Paraguay	パラグアイ	1,437	1,460	1,504
Ceylon	セイロン	289	383	425
Indonesia	インドネシア	12,100	11,291	11,800
N.Vietnam	北ベトナム	750	720	700
India	インド	3,467	3,817	4,520
Philippine	フィリッピン	529	482	496
Thailand	タイ	1,892	1,774	2,000
Taiwan	台湾	264	299	342
Angola	アングラ	1,500	1,525	1,545
Madagascar	マダカスタル	780	900	910
Congo	コンゴ	8,116	8,000	8,100
Dahomey	ダホメ	1,089	1,120	1,142
Ghana	ガーナ	1,111	1,577	1,446
Nigeria	ナイジェリア	6,500	6,500	6,700
Tanzania	タンザニア	1,100	1,120	1,125
Togo	トーゴ	1,017	1,118	1,120
Uganda	ウガンダ	2,000	1,800	2,000

第11表 タイタビオカ製品の生産と輸出

(単位 千トン)

(単位 千トン)

年次	生産	ベレット	フラワー	輸 出 その他	計
1963	2,111	190	122	116	428
1964	1,557	201	153	385	739
1965	1,475	79	142	498	719
1966	1,892	66	155	468	689
1967	2,062	175	199	408	782
1968	2,611	389	144	356	889
1969	3,079*	753	121	101	975
1970	3,431*	1,164	145	18	1,327
1971	4,000—5,000*	953	150	10	1,113
1972	"	1,144	130	5	1,279
1973	"	—	—	—	1,500—2,000*

注：*印は推定数量

第12表 タピオカ澱粉の相手国別輸出実績

1960—1972, Main, Export Country (単位 トン)

Destination	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Australia オーストラリア	266	175	260	238	196	153	96	185	702	81	638		
Canada カナダ	260	1	—	145	154	12	188	59	5534	2524	5566	14038	9647
Hongkong ホンコン	1597	3876	2681	1848	2974	1588	1675	3147	3152	3267	4347	3259	2974
Japan 日本	1278	2020	7445	5929	15616	16208	21852	70975	49555	45084	53137	53221	42717
Netherland オランダ	—	—	—	336	193	85	114	105	1557	2829	1579	1835	1902
Philippines フィリピン	—	—	—	100	—	—	130	3993	2284	600	—	—	6220
Singapore シンガポール	720	1,155	303	356	12	5	692	2276	1913	754	559	1212	3907
Taiwan 台湾	—	501	—	4316	14427	1999	—	—	100	—	700	400	11097
U. K. 英国	152	16325	—	1222	295	71	769	936	3972	411	2066	4755	3251
U.S.A. アメリカ	93271	117752	55978	86403	110280	113308	145997	124100	74037	66827	73598	63084	39994
W. Germany 西独	—	—	—	461	109	203	723	25	256	213	436	837	925
Total :	98675	142455	67359	102927	145180	134203	173671	208110	143568	124772	142914	146254	124454

出所: The Thai Tapioca Trade Association Bulletin.

注: 1973年, 日本は10万トン, 1974年には12~3万トンの輸入国となろうとみられている。

第13表 サラワク・サゴ澱粉輸出実績

(単位 トン)

国 別	1963	1964	1965	1966	1967
日 本	19,304	22,172	20,396	18,279	22,515
英 語	17,460	17,372	9,109	12,005	8,339
ホ ン コ ン	25	7,297	3,239	230	—
シンガポール	643	7,638	9,678	5,448	2,879
西ヨーロッパ	1,950	2,806	825	660	2,000
計	39,643	57,516	44,156	37,218	35,937

注：計画的に伐採しないと翌年より輸出が減少することになり乱獲は許せない。

Ⅲ キャッサバ製品の輸送上の問題

タイのタピオカ澱粉は紙袋で輸出されているが、貯積、本船積、斛どり、陸揚げと夫々の段階で破乱袋となり、粉がとび、汚染貨物として関係者にきらわれている。

紙袋の強度を増すために、3枚、7枚と使用枚数を増やし、一枚毎の強度を強くした。一方、内容量を25Kg、50Kg、100Kgと変えて扱いやすい、しかも丈夫なものを使用しているのである。またバンドをかけ扱いの便利を計っている。

粗材も紙袋から化粧袋、麻袋と変え、破乱袋の防止を計っているのであるが、仲々完全は期しがたい。麻袋を使用、内装にポリエチレンバックを入れたもので50～70Kgづめが、現状としてはもっともよいとされている（水分の多いサゴの輸送はタピオカよりも扱いやすいとされている）。

これらもコンテナで輸送することにより荷物の移動の機会を少なくし、省力と破乱袋の発生防止を計っている。まだ試験程度で、大量輸送はコンテナの余裕や運賃の面から実現はむづかしい。

またパレットに積み、25袋とか15袋とか一つに帆布でカバーし包装してしまう方法も考えられるが、本船に無駄なスペースが出て運賃が高くなり、これ又、一般化されがたい。フレコンを使用、500kg位にまとめることも検討されている。また、30、50袋を網袋で結び、本船からの荷揚げに破乱袋を出さないよう考慮された方法も考えられている。

どれをとっても一長一短あり、仲々完全を期しがたく、今後の研究課題である。

コンテナの輸送は、手近な近代化の方向であろう。

日本の荷揚港に於けるきらわれかたは容易ならざる状況で、能率の低下、荷役料金の上昇、しかも、荷役距否港まで出るしまつて、10~15万トンの輸入の荷さばき改善の問題は緊急の研究課題となっている。

一方、欧州向けのパレットについても、同様な問題がついて廻っている。そもそも、頭初、タイのタビオカは澱粉よりスタートしたのであるが、1961年頃からタビオカの切干を粉末にしたミールとして、飼料用に袋物として欧州に出初めたのであるが、土砂等の混ぜものをする、粉じんが多く、その欠減も多く、荷役も困難であり、チップの形で輸入するようになったのである。

1963~1965年頃はチップとミールが半々であったが、チップをバラ輸送することが考えられ、チップが増加したのである。これは土砂混入の防止にも益したことは当然である。しかし、チップは船のスペースを多くとるので、1967年頃になりパレットにすることにより相当スペースの縮少を計ることが出来たのである。しかし、パレットにすることにより再び、澱粉粕や土砂を混ぜるケースが多く出ており、指定メーカーよりの買付けが計画され実施されているのである。パレットのバラ輸送は可能になったが、水分の多いパレットは船内で醗酵腐敗して、揚荷が出来ないケースがおきており、積地に於ける厳格な検査の必要性を強調されているのである。

ともかく輸送の問題を抜きにしてタビオカ製品の貿易は考えられないのである。

タイからの飼料用タピオカは、それらの経過を辿り、今ではその殆んどがペレットの形で輸出されているのである。日本も飼料用として、当然、ペレットの輸入が大きくなりあげられること必至であるが、袋物からバラ輸送になる迄、うけ入れ態勢の面で可成りの時間がかかるであろう。インドネシアの開発輸入等もとりざたされているが、いかなる形でどのように運ばるべきか、輸送問題を考えねばならないこと当然である。

価格も上昇している時だけに、かんげいされるタピオカ製品として見直されるような輸送方式の改善が強くのぞまれているのである。

IV ヨーロッパのキャッサバ需要の問題点

飼料用として、キャッサバペレットが欧州各国に輸出されている。タイはインドネシアと共に大手の輸出国である。食糧不足のインドネシアからの輸出は、年により不安定であるが、タイのものより品質が良いのでかんげいされている。ベルギーは砂分3%以下でなければ買わないと決定し、インドネシア、中国からの買いつけに切り換え、タイからの輸入はストップした。フランスも陸揚地品質検査決裁方式でなければ、タイのものは買わないと宣言してきている。オランダと西独がタイの大手輸出国として残ったが、品質問題でタイはこれまで以上に悩んでいる。仲々、完全に良いもののみを出せないタイの弱点があるからである。商業道德をまもらない商人が多い。又水洗しようにも水のない所が多い点も考慮されねばなるまい。加えて土砂や澱粉粕を故意にまぜる悪徳中小メーカーが多く、仲々完全は期しがたい。西ドイツ、オランダ、ベルギー、フランス等で200万トン位のタピオカペレットが輸入されようが、米の豊富なタイの強味は、他国の食糧不足時代に大いに発揮出来ようが、食糧の安定時代に入った場合どうであろうか。

1970年 106万トン、1971年 97万トン、1972年 110万トンのタピオカペレットがタイから出ているが、これが完全に安定するためには、今一

段の品質改善が要請される所である。

このために、タイ政府の検査所もそれなりの努力は払っているが、仲々に完全は期せられてはいないようである。

民間指定検査機関に協力も要請されているが、仲々に、実効は上がらない。競合各国の輸出努力に対抗して、タイが今迄以上にヨーロッパ各国に売りこんでゆくことは、決して容易なことではなからうとみられている。日本がこの中にどう入りこんでゆくか一つの課題である。

第14表 タイ・タピオカペレットとの競合商品

- Thai Tapioca pellets, Bulk
- Java chips, Bulk
- Brazil chips, Bulk
- Brazil chips, Bags
- Malawi Roots, Bags
- Tanzania Roots, Bulk
- China Slices, Bulk
- China Slices, Bags

V あとがき

タピオカ澱粉、タピオカペレットに関する最近の課題をタイを中心として拾ってみた。

好むと好まざるとにかかわらず、日本は不足のタピオカ澱粉を輸入してゆかねばならないであろう。タイが多量に輸出余力を持っていることは、日本にとっては誠に幸いである。この国の安定生産と輸出がなされるよう、日本も側面より片棒を荷なうべきである。日本の澱粉需給が改善されたからと言って、あっさり買い付けをやめるようなことは避けるべきであろう。日本の

の買付けを見こして努力している農民、メーカー、輸出業者のあることも考慮してやるべきだろう。

常々、タイの大手シッパー、タイワーマネジア・シスター・ホーが洩していたが、『日本の買付けは来年のことがわからない。そんなわからないお客さんのために施設の拡張や改善のための投資は出来ますか。今日のお客さんも大事だが、先々考えてくれるお客さんはもっと大事です』と。アメリカや西欧のタピオカ関係者と、情報の交換や売込みの交渉に努力していたことは今でも筆者の印象深い思い出として残っているのである。

作るものの努力を考えずに、金さえ出せばなんとかなるさと言う時代は過ぎたような気がする。安定した必要資源を確保するために、我々はもっともっと相手国の立場に立ってよいお客さんになってやる努力の必要があるのではなかろうか。量が少くても、毎年、買ってくれるお客さんが大事ですと言う言葉には、真実味があるような気がします。開発輸入、経済協力等むづかしいことを言う必要はないでしょう。必要なものを大事にコンスタントに買ってやることこそ資源確保の近道ではないでしょうか。(1974. 4. 1)。

(筆者は本誌№50で紹介したように、昭和30年から48年にわたり、海外各国で、駐在員として貨物検査に従事されたベテランである。去る1月10日の当財団のキャッサバ研究会で講演を願ったが、本稿では講演の内容を骨子に改めて執筆して頂いたものです。)

タピオカ研究所設置についての提案

— 懸賞論文アイデアの部より引用 —

工 藤 蔵 (在ランボン)

(前文割愛) ……例えば、熱帯農民は一樣に短期作物のイネ、トウモロコシ、タピオカを混作し、それぞれの特性を十分に生かして、生活の安定を計っている。

下記の簡単な比較表は、インドネシアのランボン地域を対象にしたものである。

作物 比較項目	陸 稻	トウモロコシ	タピオカ
天候支配率	雨に強い、かんばつに弱い 70%	雨、かんばつ、風に弱い 80%	雨、かんばつ共に強い 30%
病虫、獣害の危険率 全滅するまでの間	100% 7日間	100% 20日間	1% 300日間
盗難危険率	100%	米の25%	米の0.5%
生育期間	70日以内	60日以内	100日以内
無肥料栽培 収量 (ha当り)	0.5トン	1.0トン	10トン (生)
家族5人として消費日数	70~200日	200~250日	350~400日
1日消費量	約2.5Kg	約4Kg	約25Kg
価格(1Kg) 415RP ÷ 1ドル	小売価格 100RP	政府指定倉庫渡し 31RP	農家庭先渡し(生) 2RP 加工工場着値(生) 5RP

熱帯の自然条件下で、天候に支配されず、病虫獣の被害率の少ない、食糧として常に安定供給される一番得な作物はタピオカである。澱粉含有量 20 ～ 35 % の、熱帯のどこでもあるタピオカは、人類にとっては非常に大切な主食である。品質改良、機械化栽培の開発、生産物の工業化による用途研究などのタピオカ総合研究所を、作付面積 1.500 万 ha もつインドネシアに資本技術協力することを提案するものである。この研究所で開発された優良品種を世界の研究普及センターに配付し得る段階に達するならば、協力各国の意図は十分にむくわれるであろう。

タピオカ総合研究所設置案

設置場所：インドネシア・ランボン州

実施主体：インドネシア政府

協力機構：F A O，日本，ドイツなどの諸国から出資し，研究者を派遣する。

研究目標：

研究項目	研究・開発内容
品種改良	<p>増産目標，ha 当り 200 トン</p> <p>澱粉価増量目標 50 %</p> <p>地上茎をセンイ，パルプ原料としての付加価値をたかめる。</p> <p>機械化栽培に適応する品種改良。</p> <p>(1) さし木繁殖を種子繁殖にする。</p> <p>(2) 収穫期に地上茎を枯死するようにし，機械収穫も容易にする。</p>
工業製品化	<p>人造米などの食品化の研究</p> <p>アルコール，メタンガスなどの燃料化の研究。</p> <p>飼料製品化の研究。</p> <p>肥料，農薬などの研究。</p> <p>センイ，パルプ，プラスチックなどの研究。</p>

機械開発	植付け・収穫機などの開発。 生産物の工業製品化などの機械開発。
------	------------------------------------

研究期間：10カ年（5年間は可能性の発見，以後は可能目標達成に的をしぼる。）

予算：約1,000万ドル。

未開発分野のタビオカは，石油に変わる植物性工業原料として無限の可能性を秘めた最大の魔物である。この研究目標を達成することが出来れば，だれもが想像することも出来なかった全く新しい画期的な時代に突入するものと確信し，提案するものである。

以上

この原稿は，昨年末，当財団で募集した海外農林業開発協力懸賞論文のアイディアの部に応募された1篇である。直接キャッサバに関係した提案であり，参考となると思ったので，特に引用させて頂いた。

編集部

海外農業に対する協力事業ならびに開発事業に従事したい方

海外農業に対する協力事業ならびに開発事業に必要な人材を求めている方

は本財団へご連絡ください。

海外農業開発財団は左の事業を行なっています。

- 海外農業技術者となることを希望する方の登録とプール
- 新人の海外技術者への養成
- 待機中の技術のブラッシュアップに必要な研修費の貸付
- 海外農業の協力および開発事業をしている団体、企業への優秀な農業技術者のあっせん
- 海外農業調査団の編成・選出
- 海外農業情報のしゅう集、紹介

海外農業ニュース

昭和49年6月20日

通巻 第55号

編集発行人

石 黒 光 三

発 行 所

財団法人 海外農業開発財団

〒107

東京都港区赤坂 8-10-32

アジア会館内

電話 (代) 478-3508

402-6111

印刷所 泰 西 舎

