

270-75-9

農(発)49—23

澱粉作物キヤツサバについて  
—東南アジアの畑作を考える—

インドネシア・ランポン農業開発プロジェクト

野 島 数 馬

広 瀬 昌 平

昭和50年3月

国 際 協 力 事 業 団  
農 業 開 発 協 力 部

JICA LIBRARY



105628511

國際協力事業団

受入 月日	'84. 3. 19	108
		84.2
登録No.	00884	AD

## は　じ　め　に

最近の世界の食糧事情の悪化から将来の食糧事情についてかなり悲観的な見方をする空気も生まれてきており、それが食糧輸入を大きく海外に依存している日本の食糧問題にはね返ってきて、識者の間で色々と議論がたたかわされています。

インドネシアには1973年から農業開発援助チームが国際協力事業団から派遣されておりますが、インドネシアも世界的食糧事情の荒波の中にまきこまれて大層苦勞致しました。

わが国は、そのインドネシア・ランボン州からはとうもろこしをはじめ2-3の農産物を輸入し、将来より一層それが増大する方向で努力がつづけられています。

今回、同州のもう一つの大作物キャツサバについて、派遣チームによって小冊子がまとめられました。キャツサバの有用性にかんがみ、ここに小冊子を刊行しました。日本の食糧特に飼料関係者に利用していただければ幸いです。

又、今後多くなるであろう被援助国において差当っての食糧緩和対策の一つとしてキャツサバが果たす役割が決して低くない場合もありましょう。

そうした国に派遣される方々のためにもいささか役立つところがあるかと考えます。

1975年3月1日

国際協力事業団

農業協力部長

渡　辺　滋　勝

## 本書刊行について

最近幾つかの大変重要な国際会議が開かれました。世界人口会議、食糧会議、海洋会議などで、特に後の二つはわが国にとって、大変重大な意義をもつものと考えられます。すなわち、輸入食糧、漁業の自由が大巾に制限をうける可能性を含んでいるからです。アメリカの国際長官も石油のみならず食糧は外交上戦略・戦術の道具となりうるといっております。わが国の食糧エネルギーの輸入量は50%以上にも達しているといわれ、識者はつとにこのことのあるを予想して食糧や飼料の輸入国の分散化を図るべきことを主張して参りました。恐らく、食糧、飼料の種類が多様化をこの中に含めて考えるべきでしょう。実際には食糧飼料の輸出余力のあるのは主として先進国でその数も限られております。

一方途上国では種々の理由から食糧の生産が急速に増加することができず、増える人口と激しい競争をしている国が少なくありません。

このような背景のもとに、わが国としては途上国に技術資金援助を行いその生産物を輸入するという、いわゆる開発輸入が進められてきましたが開発輸入が被援助国の食糧事情と競合する場合もありうるわけでとかくの批判もあり、現在では援助の結果充分余剰が生じればその中の一部を日本へ売って貰うというように考えが変わって参ったようです。だが果して余剰・余裕が生まれてくるでしょうか。国によってはその間の事情はちがいますが、これはその国の人口問題と深い係わりあいを持っています。主要な食糧輸出国が先進又は中進農業国に備よっているのはこうした理由によるものと考えられます。

ひるがえって東南アジアを眺めてみると食糧の潤沢な国は殆んどありません。唯一つの例外とも伝えるのは現在タイ位なものです。タイは主食の米を自給してなお余りあり、従って主食ではない畑作物—とうもろこし、キャッサバなどを輸出しており、わが国もとうもろこしを輸入しております。しかし、キャッサバは何故かわが国は輸入しませんので日タイ片貿易是正の点からも強く望まれたにもかかわらず一向に進展しないように見受けられます。それには色々複雑な事情があるのでしようがEC (EEC) 諸国わけでも西ドイツ、オランダなどは沢山のキャッサバを輸入していることを考えれば、わが国としても、もう少し考えてみる余地はないものでしょうか。

わが国の畜産、あるいは国民の食卓が世界の食糧・飼料事情によっておびやかされるときが近づいた—といえは大げさにすぎると批判をうけましようが何やら樂觀ばかりもしておれないような気が致します。たとえ開発輸入はいけな、と今云われても、では明日の日本の畜産をどうすると問われれば、本当に返答に窮してしまいます。ですから、しばしの時間をかして貰い、その間には、わが国としても国内の畜産—いや農業全体の立てなおしが必要や行われるでしょうから、それまではともかく必要量を輸入させて貰うことにし、それでは何をと問われれば、ここに紹介しようとするキャツサバなら如何でしょうか。勿論国によって色々事情のちがいがありますが私たちは今インドネシアのランボン州というところに来て州の農業開発のお手伝いをしておりますが、私たちのみるところ、この州としては畑作物の中で最も作り易い、生産をあげ易い、その他有利な点が沢山ある作物です。ですから、一方では主食である稲(水・陸)の増産を図り、他方においてとうもろこしキャツサバの増産を図るのがよいのではないかと思いますが、とうもろこしに最近ベト病という相当厄介な病気が蔓延し一つの大きな障害になってきました。勿論この病気の対策を考えていかなければなりません。キャツサバの重要性が一層高まってきたとも云えましよう。キャツサバを作るとすれば開発する土地は沢山あります。国民の食糧としての需要と競合しないかと云えば、勿論競合しないとは云えません。しかし、食用キャツサバと飼料(工業)用のそれとは全くといって良いほど区別されていますから競合の度合は極めて低いと云ってさしつかえないと思われまます。そこで問題は作ったキャツサバが売れるだろうかという心配です。西欧はまだ買取りように見えます。日本は如何でしょうか。できることなら、日本も買っていたらと私たち日本人もランボン農家も大変ありがたいのですが。

聞くところによりますと、最近学者、技術者・関係業者の中にもキャツサバの研究を始める人があるそうです。ですが多分日本の多くの方がキャツサバを見たこともない方が多いのではないのでしょうか。私たち二人はこのようにことを想像して、この際そのような方たちのために手引書を作って、同時に大方の方たちにもキャツサバに対する関心を大いにもっていただくとういう大それた考えを抱くに至りました。

そうゆう私たち自身が何も知っていないのですが勉強しようにも何せインドネシアもランボン州という片田舎では思うにまかせず、しかし農家の技術指導の任務に当たらざるを得ないという窮地からここに間にあわせの小冊子を作ってみたものです。そうした事情から内容は精粗まちまち、記述も系統だっではありません。或いは間違いや感違ひもあるかも知れません。それにもかかわらず、この書を利用した私たちのささやかな意図はこの背景の説明や本文の中から察して頂けるものとひそかに希望している次第です。

執筆に当っては野島が企画し広瀬が主として執筆したものを再三検討し、最後の部分を野島が分担したものです。

尚、本書を草するに当り、日イ合弁会社の下記の方々に色々有益な情報を頂きました。

ここに厚く御礼申し上げます。

ミツゴロ：大田・木村・落合・山口

ダイヤトウ：桂井・伊吹

バゴ：笹間・瀬井

又、最後になりましたが本書の刊行に格段のお骨折を頂きました国際協力事業団に対して深く感謝の意を表します。

1975年 3月

国際協力事業団派遣

インドネシア

ランボン農業開発

野島 教馬

広瀬 昌平

## 目 次

はじめに	
本書刊行について	
1. 生産量と来歴	1 頁
2. 一般的特性	4
3. 植物学的特性	8
4. 品種と青酸含量およびその他の品種特性	10
5. 収 量 性	18
6. 栽 培 法	23
7. 病 虫 害	31
8. 収 穫	32
9. 収穫後の乾燥調整	33
10. キヤツサバペレットの製造	35
11. キヤツサバ製品（澱粉、フラワー、タピオカ）	37
12. 貯 蔵	39
13. 用 途	44
14. ランボン州における流通マーケティング	48
A. 販売価格	48
B. 流通経路	50
15. 輸 出	50
A. 一般概況	50
B. 日本との関係	52
参 考 文 献	61



1. 生産量と来歴

キャッサバ (Cassava 或は Maniocとも云う) は我々日本にとって余り馴染みのない作物の1つであるが、世界で生産されている食糧作物中、その生産量において6位に位置している (第1表)。

第1表 世界主要食糧作物の生産量、面積および収量 (1971)

	作物	生産面積 (100万Ha)	収量 (100Kg/Ha)	生産量 (100万tons)
穀類	小麦	217.2	15.8	343.1
	米	134.9	22.8	307.4
	とうもろこし	112.9	27.3	307.8
	ミレット・ソルガム	113.4	8.9	101.1
	大麦	82.2	18.5	152.7
	燕麦	31.2	18.5	57.7
	ライ麦	19.7	15.7	30.9
しゆく根類	馬鈴薯	22.5	136.0	306.4
	甘藷・やむいも	17.0	87.0	147.7
	キャッサバ*	9.8	94.0	92.2
	ビート	7.6	29.9	228.2

出所: FAO Production Yearbook 1971

\*: 1970年データ

その生産量はFAOの1970年統計によると生塊根として9,200万トンであるが、熱帯地方の住民が住居の周辺に栽培し、副食物或は野菜(葉)として栽培している場合の塊根生産量が統計的に漏れている場合が多く、この生産量を加えると更に相当量にのぼるものと予想される。世界のキャッサバ生産量のうち第1位はブラジルで、全世界の約33%を占めておりインドネシアは第2位である。更にザール(Zair)、ナイゼリア(Nigeria)、インド (India) と続き、上位5カ国で、全生産量の67.9%を占めている (第2表)

第2表 キヤツサバの世界における生産量(1970)

	生産量 (100万 tons)	全生産量に対する %
Brazil	29.5	32.6
Indonesia	10.5	11.4
Zaire	10.0	10.9
Nigeria	7.3	7.9
India	5.2	5.6
Mozambique	2.1	2.4
Uganda	2.0	2.2
Thailand	2.0	2.2
Paraguay	1.8	2.0
Burundi	1.6	1.7
Ghana	1.6	1.7
Angola	1.6	1.7
Tanzania	1.5	1.6
Madagascar	1.2	1.3
Togo	1.2	1.3
Colombia	1.2	1.3
Central Africa R.	1.0	1.1
他69カ国	10.9	12.1
合計	92.2	100.0

出所：FAO Production Yearbook 1971

インドネシアの生産量は減少傾向にあるが、ランボン州では政府の強力な増産政策によって増加している(第3表)。

東南アジアの生産国中タイはFAO統計によると200万トンの生産量とされているが(1970年)、最近の報告によると次の如くであり、その生産量に開きがある。即ち、主生産地帯はCholburi、64,000ヘクタール、Rayong、48,000ヘクタール、Nakorn Ratchasimaの32,000ヘクタール

であり、1970年には600万トンの生産が32万ヘクタールの収穫面積から生産された(Harper、R. S. 1973)<sup>60)</sup> マレーシア(西マレーシア)では若干統計値が古い、1968年に42,000ヘクタールのキャツサバ栽培面積がありその半分以上をPerak州が占めている(24,000ヘクタール)(Chan Seak Khen 1969)<sup>34)</sup>。

キャツサバの原産地はウエネゼエラ(Venezuela)のサバンナの地帯ではないかと云われている(中尾1966)<sup>84)</sup> 少なくとも4000年以前に南メキ

第3表 インドネシアおよびランボン州のキャツサバ  
収穫面積および生産量(×1000Ha、×1000ton)

	収穫面積 生産量	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
インドネシア	Ha	1524	1503	1467	1398	1382		
	Ton	10746	11356	11034	10478	10042	10384	9399
ランボン州 (インドネシア)	Ha	27	26	34	34	36	43	65
	Ton	191	223	295	311	388	465	734

出所：インドネシア中央統計局およびランボン州農業普及局

シコ(Southern Mexico)、グアテマラ(Guatemala)、ホンジュラス(Honduras)の低地で馴化されたとされており、スペイン人或はポルトガル人によって他の大陸に広められ、現在では北緯30°～南緯30°の地帯に広く栽培されるに至った。その東南アジアへの渡来についてははっきりした記録はないが、例えばインドネシアでは、Sosrosoedirdjo R. E(1970)<sup>106)</sup>によると1852年にボゴール(Bogor)の植物園がSurinameから数種のキャツサバ品種を得て増殖し、1854年にジャワ全島に送ったが、最初はJepara Semarangなどの地方にその栽培は限られていた。しかしその後西部ジャワのPeriyanganに最初のタピオカ工場が作られ(年代不明)、或は第一次世界大戦による米の輸入ストップの影響もあり、食糧飢饉の懸念からキャツサバ栽培が広く普及されるに至った。

2. 一般的特性

キャッサバの特性としては他の主食糧作物に比べて比較的単位面積当りのカロリー生産が高い点にあるとされている。例えば Coursey と Haynes (1970)<sup>41)</sup>によれば次の如くである。

キャッサバ	250,000	カロリー/ヘクタール/日
米	176,000	" " "
小麦	110,000	" " "
とうもろこし	200,000	" " "

作物のカロリー生産高を比較するのは、実際むずかしい、例えば、現在の生産条件のもとでの比較をするのか、理想的条件のもとで生物学的な能力を比較するのによっても違って来るであろう。しかし一般的にキャッサバのカロリー生産高は高いと云われているので、以下に極く大まかな計算を試みよう。

先ず第4表に主要作物の100グラム当りのカロリー価をFAOのFood Composition Tables、第5表にインドネシア保健省が発表している作物別栄養分析表、第6表にHollemanら(1956)<sup>62)</sup>から引用したキャッサバの成分表を併記しておく。これらによるとキャッサバの100グラム当りのカロリー価は109(第4表)、157(第5表)、127(Hollemanら1956)<sup>62)</sup>

第4表 熱帯主要食糧作物のカロリー価

作物	100グラム当りの カロリー価
Millet & Sorghum (ミレット ソルガム)	345
Maize(とうもろこし)	360
Rice(精米)	359
Cassava(キャッサバ)	109
Sweet potatoes(甘藷)	97
Taro(cocoyam)タロイモ	86
Yams ヤムイモ	90

および148(Montaldo 1973)<sup>81)</sup>など種々異なっている。平均して凡そ130位と考えられる。これから穀類とキャッサバのカロリー比は3対1とみなすことにしよう。

厳密な比較はむずかしいので、一例としてイン

出所：FAO、Food Composition Tables Minerals and Vitamins  
Nutr. Stud.No.11(Rome.1954)

ドネシア・ランボン州の生産統計を用いて比較するならば、次の通りである。  
 まずランボン州の3作物のヘクタール当りの収量と生育日数は大凡下記の通りである。

作物	平均収量	生育日数
米(精米)	1.35トン	140日
とうもろこし (乾燥子実)	1.23#	120#
キャッサバ (生塊根)	11.20#	300#

カロリー価については、米・とうもろこしが360カロリー、キャッサバが130カロリーを用いて、1ヘクタール当り、1日当りのカロリー生産量を計算すれば、

米	34,714	カロリー
とうもろこし	36,387	#
キャッサバ	48,533	#

の如くになり、ランボン州の現状ではキャッサバのカロリー生産高が高いことになる。

そこで上記の生育日数、カロリー価を用いてキャッサバと米のカロリー価が等価(ヘクタール当り、1日当り)になる収量を計算する式は次のようになる。

キャッサバ収量をY、米(精米)の収量をXとすれば、

$$Y = 5.93 X \dots\dots\dots (A)$$

更にもみ収量に換算する式はもみ米収量から精米が得られる歩止を70%とすれば、

$$Y = 4.15 X \dots\dots\dots (B)$$

次にキャッサバととうもろこしのカロリー価が等価(ヘクタール当り、1日当り)になる収量は、Yをキャッサバ収量とし、Xをとうもろこし収量として、

$$Y = 6.92 X \dots\dots\dots (C)$$

そこで上式(A)、(B)、(C)を用いて、キャッサバ25トンに相当す

第6表 キヤツサバおよびその他農産物成分表

種 類	カロリー 価	蛋白質	脂 肪	炭水化物	灰 分
生キヤツサバ塊根	127	0.8-1.0	0.2-0.5	32	0.3-0.5
剥皮生キヤツサバ塊	—	—	—	—	—
キヤツサバチップ	355	1.5	1.0	85	0.8
キヤツサバ澱粉	307	0.5-0.7	0.2	85	0.3
馬鈴薯	89	2.1	0.1	20	1.0
馬鈴薯澱粉	331	—	0.3	82	0.3
玄 米	347	8.0	2.5	73	1.5

出所：Holleman, L.W.J. & A. Aten (1956) Processing of  
in rural industries. FAO, Rome

るもみ米収量および精米収量を求めると

(B) 式より  $Y = 25$  とし

$$X = \frac{25}{4.15} \doteq 6.02 \text{ トン (もみ)}$$

(A) 式より

$$X = \frac{25}{5.93} \doteq 4.22 \text{ トン (精米)}$$

即ちキヤツサバ25トンと等価になるヘクタール当り1日当りのもみ米および精米収量はそれぞれ6.02トンおよび4.22トンとなる。

又キヤツサバ25トンと等価になるとうもろこし収量は (C) 式より

$$X = \frac{25}{6.92} \doteq 3.61 \text{ トン (とうもろこし)}$$

もみ米6.02トンは必ずしも高い収量ではなく、又とうもろこし3.61トンも現在普通に得られる収量である。現実の問題として、世界的レベルに作物の

水分	繊維	ビタミンA I. U. 100 g	ビタミンB I. U. 100 g	ビタミンC mg/ 100 g
65	0.8	—	—	—
—	—	—	10	20
15	—	—	10	—
15	0.5	—	—	—
77	0.7	40	30—80	13—15
15	0.4	—	—	—
15	0.7—1.0	—	100—150	—

cassava and cassava products

収量を広げて考えるならば、日本での米作日本一の収量レベルは玄米10トンであり、米国におけるとうもろこしの平均収量は約6トンであり、キャッサバの平均収量が25トンであると仮定すれば、他作物に比して必ずしも高いカロリー生産量とは云えないが、もしキャッサバ収量が、その栽培技術に手が加えられ、50トン(さほど困難ではない)のレベルを想定するならば、キャッサバが米およびとうもろこしのカロリー生産量に比較できるポテンシャルをもつ作物といえよう。

次にキャッサバの特性の1つとしては不良条件に対する耐性、それにとともなう生産の安定性が高いことである。即ち雨量の少ない乾燥地でも栽培できることである。雨量が年間500ミリから5000ミリの巾広い条件下でも生育しうる。しかし特に旱魃に対して強く、一度活着すれば、その生育途中で他作物が耐え得ないような旱魃にもよく耐え、雨量が回復すれば、直ちに生育を開始し得る。熱帯では年中いつでも栽培可能であり、もし収穫期が遅延しても、余りその成分には変化がなく、地中で貯蔵可能であり、他作物の不作による食糧危機にそなえ、熱帯農民が住居の周辺或は他作物畑の周囲にわずかつ栽培している場合も多い(救荒作物)。

1943年のインドの旱魃による飢饉にあたり、キャッサバを栽培していな

いベンガル州(Bengal)では100万人以上の人々が餓死したが、一方広くキヤツサバを栽培しているケララ州(Kerala)では全く餓死者をださなかったと云う記録もある。又ほとんど大きな病虫害の被害を受けることなく、しかも低地力地帯でも安定して栽培出来る。地力および施肥などについては別項で述べるが、以上の如く最も作りやすい作物とされている。

1973年にランボン州農業普及局の職員が行なったキヤツサバ栽培に対する調査<sup>95)</sup>に際し、何故キヤツサバを栽培するかと云う質問に対して得られた農民の回答は次の5つの点であった。

- (1) キヤツサバは米に次ぐ主食である。
- (2) 栽培が容易であり、比較的生産が多い。
- (3) 病虫害の被害が、他作物、例えば陸稲、大豆およびとうもろこしに比して少ない。
- (4) キヤツサバは長期の早魃によく耐える。
- (5) 収穫後の調整が非常に簡単である。

以上のことはよくキヤツサバの特性を表わしている。

なおキヤツサバは澱粉作物で、栄養のバランスがよくないと云われているので、参考のため、他の栄養成分を第5.6表に附記しておく、特に蛋白含量が少ないので、単独の食糧としては良い食糧とはいえない。又飼料とする場合には蛋白その他の栄養を添加する必要がある。

### 3. 植物学的特性

キヤツサバはタカトウダイ科(Euphorbiaceae)に属する多年生の灌木であり、これに属する植物としてパラゴム(Para rubber)、ヒマ(Castor bean)がある。植物分類学的にはManihot utilissima Pohlと記載されているが、一説にはManihot esculenta Crantzともされている。

英語ではCassava 或はCassave 又はManioc、南米ではMandioca 或はYucaとも呼ばれている。日本では一般に“キヤツサバ”と云われているが、語のCassavaに由来するとすれば、その発音はむしろ“カサーバ”に近くなる。

インドネシアでは色々の名がある。

インドネシア語 : Ketela Pohn, Ubi Kayu

(全国共通語) Ubi Jenderal,



- ジャワ語 : Telo Puhung, Kasper,  
Bodin, Telo Jenderal,  
スンダ語 : Sampeu, Singkon  
Huwi dangdeur,  
Huwi Jenderal,  
アンボン語(地方語) : Kasbek  
バダン語(地方語) : Ubi Perancis

注)——は最も普通に用いている。

キャツサバの植物学的特性に関しては一般的な解説<sup>80,95)</sup> もあろうが、ここでは2・3の点について述べる。キャツサバの多くの品種は開花することがまれであり、余り見られないのが普通である。インドネシアの品種も同様である。キャツサバは雌雄同株異花であり(Unisexual)、雌花は雄花より7~8日早く開花する。そのため一般に他花授粉を行う。雌花2に対し雄花は8~10花つく。キャツサバ品種中には挿苗後3~7カ月で着花するものもあるが、生育条件がよければ開花はおくれるようである。

種実 は木質の蒴果で未熟のときは緑色(写真1)、熟すると暗褐色となる。種子はヒマ(Castor bean)のそれによく似ているが小さく、しかも軽い。種実は成熟し、充分乾燥するとはじけて種子が飛散する。

西マレーシアのSerdang農試では1946年以後集取したキャツサバ品種について開花習性の有無を調べたが、それによると次のようであった(Chan Seak Khen 1969)<sup>34)</sup>。

(1) しばしば開花結果する

Medan, Jurai, Berat, Batang Putih, Lemak, Ubi Melaka,  
Sakai

(2) 稀に開花結果する

Black Twig, Green Twig, Ubi Putih,

(3) 全く開花結果しない

Un-named 32 (1946から1969年迄開花なし)

キャツサバの繁殖は苗(Stem Cutting)で行うが、育種を目的として交配

交配する時は高地で栽培することにより、開花が早まり、しかも花の位置が低く、交配が容易となる。又着花が多く、落花が少ないなどの利点がある。一般には交配による成功率は低く0.5～26%<sup>106)</sup>とされている。

次に塊根であるが、成熟した塊根は皮部と肉質部から成り、皮部(Outer Periderm)は外上皮と外下皮の2つの部分に分かれている。各部分の色は品種によって異なっている。例えば、外上皮は淡褐色、灰黄色および褐色等であり外下皮は白色、帯赤色、灰白色或はこれに褐色のすじを有するもの等がある。

塊根の大部分を占める中央髓部(Pith)は多量の澱粉を貯蔵しており、これは柔組織細胞(Parenchyma cell)からなり、それに多数の維管束組織(Vascular elements)と乳管(Latiferous tubes)を含んでいる。その色は白色、クリーム色或は乳白色(写真2)を呈する。澱粉粒は径2～25ミクロンであり、その型は星状核(Stellate hilum)を有し独特の型をしている。塊根の太さ、長さは品種、栽培条件によって異なるが、太さは径5～15センチ、長さは50～100センチに達するものがある。なおランボン州で見ると、形態的には種々雑多で、莖長の高いもの(3メートル以上)のもの低いもの、分枝数の多いもの少ないもの等あり、苗(Stem Cutting)から普通2～3本の分枝を出し、その後頂部で分枝するもの或は分枝しないもの等がある(写真3)。葉型は品種によっても異なるが、欠刻の深淺、色、葉柄の色(写真4)等も色々である。10カ月の生育期間中に大凡120～200枚ぐらいの葉をつけるが古い葉は落葉し、生育が進むにしたがって、葉が上部にのみ見られるようになる(写真5)。

#### 4. 品種と青酸含量およびその他の品種特性

今日、世界的には1000以上のキャツサバ品種が栽培されていると云われる。しかしこの作物が苗(Stem Cutting)によって増殖されるため或る地方から他地方に導入された時異なる名で呼ばれ、その後異なる品種として扱われる場合が多く、品種の特性を明確にすることは極めて困難である。

ところでキャツサバ品種はCyanogenic glucosides含量について広い変異を有している。キャツサバはこの物質を分解して青酸(Prussic acid 或はHydrocyanic acid)を遊離する酵素(Linamarase)を有し、この存在によ

って上記物質は加水分解し青酸を遊離する。

青酸含量の多少によりキャツサバの品種は2つのタイプに分けられる。

- (1) 甘味種 (Sweet type)
- (2) 苦味種 (Bitter type)

甘味種は塊根の外皮に青酸が多く、塊根の中心部に少なく、一方苦味種は塊根中心部にも一杯に青酸が分布している。しかし青酸含量は栽培条件、例えば旱魃或は施肥によっても変化するため、これによる分類は絶対的なものではない。熱帯農民は食用とするために現実には種々の方法で調理している。即ち塊根を加熱、浸水、細切 (Slicing)、すりつぶし (Grating) 後煮蒸 (Boiling) 或は油揚げ (Frying) か更に日光に晒して後上記と同様に調理するが、この過程で無害となる。

甘味種は直接食用に供され、苦味種はキャツサバ澱粉、チップ (Chips) に供される。

日本では前述の如く、甘味種、苦味種と呼ぶが、甘味種は食味が甘いと云うよりは、むしろ馬鈴薯に近く、無味であり、蒸すと粉をふくが、馬鈴薯よりも身がしまっており、くせがなく、多量に食べても余りあきがこない。また一方苦味種であるが、青酸が高いため直接食用とはしないが、農民に聞くところによると (ランボン州農民)、この種の塊根を生でかじると、口はもちろん身体にしびれをもようすると云われており、必ずしも食味が苦いと云う意味ではない (Bitter である)。

一般には青酸含量によって下記の4種の分類がある。

- (1) 細切した塊根1キログラム中50ミリグラム以下の青酸含量を有するもの。
  - (2) 同上50~80ミリグラムの青酸含量を有するもの
  - (3) 同上80~100ミリグラムの青酸含量を有するもの
  - (4) 同上100ミリグラム以上の青酸含量を有するもの
- (1)、(2)は甘味種に属し、(3)、(4)は苦味種に属する。

青酸含量は一般には塊根内部よりも皮部に多く、後者は前者の2~9倍にも達する。その含量の分布をマレーシア Serdang 農試の成績 (Chan Seak Khen 1969)<sup>34)</sup> から引用する (第7表)。例えば、Native - 4 では青酸含量

第7表 西マレーシア Serdang 農試で栽培されたキャツサバ  
品種の外皮および肉質部青酸含量

品 種 名	外皮の 青酸含量 (A) %	肉質部内の 青酸含量 (B) %	(B)に対する (A)の比
Constantin	0.028	0.010	2.8
Negrta 17	0.058	0.009	6.4
Cabesadura	0.040	0.006	6.7
Native 4	0.063	0.007	9.0
Native 13	0.045	0.014	3.2
Native 8	0.035	0.005	7.0
Native 3	0.021	0.011	1.9
Manioc de table	0.038	0.007	5.4
Native 5	0.036	0.017	2.1
Bereum	0.037	0.010	3.7
Native 1	0.018	0.003	6.0
Mauritius 29	0.032	0.005	6.4
Butter Sticks	0.022	0.004	5.5
Native 6	0.039	0.016	2.4
Icery			

出所：Chan Seak Khen (1969) : Tapioca investigations  
at the Federal Experiment Station Serdang の  
第6表より Group A のみを引用

注) 0.028% は 1Kg 中 2.80 mg の青酸含量を示す。

が塊根の1キログラム中70ミリグラム含まれている(0.007%)のに対し  
皮部では630ミリグラム(0.063%)も含まれている。そのため剥皮  
(Peeling)によって青酸含量は減少する。

キャツサバの葉は熱帯住民の副食物として重要であるが、この葉は特に蛋白  
含量が高く、乾物ベースにして20.6～36.4%の蛋白質を含んでおり、この

葉に含まれる蛋白質はトリプトファンとメチオニンのみ欠けているが、リジンの含量は高い。しかしこの葉にも青酸は含まれており、若令葉は老令葉より高く、約0.1%の含有量1キログラム中1グラムに達するものもあると云われているが、日光に晒すことにより或は煮ることにより、その大部分は消失する。インドネシアでもかなり広く野菜として食用にされ、市場でも売っている。やや苦味があるが、ホーレン草に似た味がする。

次に青酸含量に関するデータ（主として Sosrosoedirdjo R.S. (1970): Ketela Pohon から引用）を順次示す。

第8表 キヤツサバ葉中の青酸含量

サンプルNo	品 種	新鮮葉の青酸含量 mg/Kg		
		若令葉	中令葉	老令葉
1	Mangi	168	119	—
2	—	156	88	6.5
3	—	427	343	34.0
4	—	542	379	—
5	Valenca	477	350	—
6	Betawi	206	74	—

出所：Sosrosoedirdjo R.S. (1970): Ketela Pohon

第8表はキヤツサバ葉中（若、中、老令葉について）の青酸含量が種々の処理によって如何に減少するかを示している。キヤツサバ葉の青酸含量は塊根のそれより高く、当然ながら葉と塊根の青酸含量間には密接な相関がある。第11表はその関係を示している。

次に塊根中の青酸についても煮蒸することによってその含量は明らかに消失する。第12表はその関係を示したものであるが、熱湯につける或は水から煮て30分沸とうさせることによってかなり青酸含量は消失することを示している。

更に面白いデータは挿苗の際、逆に挿した場合、その青酸含量が増加する品種が見られるが（第13表）、しかしこのデータの信頼性については多分

第9表 煮蒸後のキャッサバ葉の青酸含量

サンプルNo	品 種	青酸含量 (葉中) mg / Kg		
		新鮮葉	15分(蒸す)	25分(煮る)
1	SPP	838	692	161
2	"	1,074	479	284
3	Mangi	427	188	60
4	"	343	247	54
5	"	379	294	30
6	Valenca	477	242	53
7	"	350	278	12

出所：第8表に同じ

第10表 保存および水漬後のキャッサバ葉の青酸含量

サンプルNo	品 種	青酸含量 (葉中) mg / Kg		
		新鮮葉	20時間保存	20時間水漬
1	SPP	315	272	66
2	"	457	415	24

出所：第8表に同じ

に疑問があり尙検討の要があろう。

一般に食用に供される品種は青酸が少ないことはもちろんであり、例えばインドネシア品種Mangi種ではその含量が大凡40ミリグラム/キログラム、であり、食用に好適である。

ランボン州で栽培されている食用種はMentegaであり、この品種は塊根の肉質が黄色で農民はインドネシア語でKuning (Yellow)と呼んでいる。これに対して青酸含量の高いS.P.P.は澱粉製造用に主に栽培されているが、チップ用にもなる。この品種は肉質が白く、前者とは明らかに区別がつく(写真2)。

S.P.P.はSAO PEDRO PRETOの略でブラジルの品種である。

第11表 品種と青酸含量との関係

サンプルNo	品 種	味	青酸含量 mg/Kg	
			塊 根	葉
1	Mangi 1)	良	32	136
2	Betawi	"	33	246
3	Valenca	"	39	158
4	Singapura	"	60	201
5	Basiorao	苦味(わずかに)	82	230
6	Bogor	"	90	324
7	Tapieuru	苦味	130	230
8	S P P	苦味(極度)	206	468
9	Mangi 2)	"	289	542

出所：第8表に同じ、 注1) 肥沃土壌での栽培  
2) 低肥沃土壌での栽培

第12表 煮蒸によるキャッサバ塊根の青酸の消失 (Nyholt 1942)

品種Noおよび 処理法	煮蒸前の青酸含量 mg/Kg	煮蒸によって失なわ れた青酸含量 mg/Kg	%
12 1)	175	92	52.6
20 2)	264	116	43.9
101 1)	185	97	52.4
250 2)	212	159	75.0

出所：第8表に同じ  
1) 熱湯に浸漬する  
2) 熱湯中で煮蒸する

次にインドネシア農業者から出されているリーフレットから奨励品種の実用  
形質を第14表に示した。

第13表 搜苗の方法による青酸含量の変化  
( Bolhulis 1939 )

品 種	搜 苗 法	乾 物 率	塊根中の青酸 mg / Kg
Mangi	正常 搜	39.3	53
	逆 "	38.6	32 ( - )
Valenca	正常 "	37.6	81
	逆 "	38.5	59 ( - )
Bogor	正常 "	34.4	89
	逆 "	33.8	110 ( + )
S P P	正常 "	29.3	236
	逆 "	27.7	310 ( + )

出所：第8表に同じ

第14表 インドネシア・キヤツサバ品種特性表

品 種	特 性 用 途	生 育 期 間 (月)	生 産 量 ton
Valenca	美味食用	10 - 12	15 - 20
Gading	" "	7 - 10	20 - 30
Amobon	" 黄色種、食用	8 - 10	20 - 25
W-78	" " "	7 - 10	20 - 30
S P P	苦味、澱粉チップ	10 - 12	20 - 30
Bogor	" " "	8 - 11	SPP以上
Muara	" " "	7 - 10	"
W-236	" " "	8 - 12	"

出所：インドネシア農業省リーフレット。



第15表 西マレーシア、キヤツサバ品種特性表

品 種	葉 の 色		葉 柄 の 色	若 令 葉 の 色	開 花 前 頂 部 分 枝 の 有 無	塊 根 の 色		甘、苦 味 様 の 別
	若 令	老 令				皮 部	肉 質 部	
Un-named	Pale green	Pinkish	Pale green with slight tinge of pink on upper surface of petiole	Brownish	Seldom	Brown	White	S (甘)
Lemak	Green	Grey	Dark purple at the base, reddish patches at middle and tip with green coloration between them.	Brownish green	Frequent	Light brown	White	S
Ubi	Dark green	Grey	Dark purple at base, slightly reddish along upper surface	Brownish green	Frequent	Brown	Pinkish white	S
Black Twig	Dark green	Dark brown	Green with reddish stains at both ends	Purple	Seldom	Brown	White	B (苦)
Green Twig	Green	Grey	Green	Brownish green	Seldom	Light brown	White	B
Jurai	Dark green	Brown	Green with reddish stains at both ends	Green	Frequent	Dark brown	Pinkish	S
Medan	Dark green	Grey	Dark red	Green	Frequent	Brown	Pink	S
Berat (Betami)	Pale	White	Red with narrow band of green at base of petiole	Brownish	Frequent	Light brown	White	S
Ubi patch (Tiga Bulan)	Pale green	Pinkish	Pale green	Green	Seldom	Brown	Pinkish	S
Patch	Pale green	White	Pale green with red stain at the base	Brownish	Frequent	White	White	S
Pulut	Green	Grey	Red	Brownish	Seldom	Light brown	White	S
Sakai	Dark green	Pinkish	Dark red	Brownish green	Frequent	Light brown	White	S

出所: Tapioca Investigations at the Federal Experimental Station Serdang (1969)

第15表より

マレーシアでも在米種のうち一般には甘味或は苦味種の別があるが、1969年、これらの在米種の青酸含量を分析した結果 (Chan Seak Khen 1969)<sup>34)</sup> 一般に苦味種として分類されている Black Twig 種の青酸含量が意外に少なく (1 キログラム当り 5.1 ミリグラム)、一方甘味種としての Kekabu Medan, Sakai 等 11 品種を分析した結果は Black Twig より若干低かった (8.1 ~ 3.7 ミリグラム)。

これらマレーシア品種の特性 (甘味種、苦味種の別) は第 15 表に示した。更にタイでは最も代表的な在米種として次の 2 品種がある。

*Jatropha manihot* (苦味種)

*Jatropha culcis* (甘味種)

この兩種は非常によくタイの条件下に適應し、現在外国から導入試作されているいずれの品種よりも多収であるという<sup>60)</sup>。

キャッサバの植物学的分類については色々の方法があるが、例えば西マレーシアの Serdang 農試が示したような分類項目がある (第 15 表)。

#### 5. 収 量 性

キャッサバの収量はどのくらい迄増加しうるか、これについては一説によると晩生種 (14 ~ 18 カ月) で、しかも施肥によって 70 ~ 80 トン/ヘクタールの生塊根重が得られると云う。

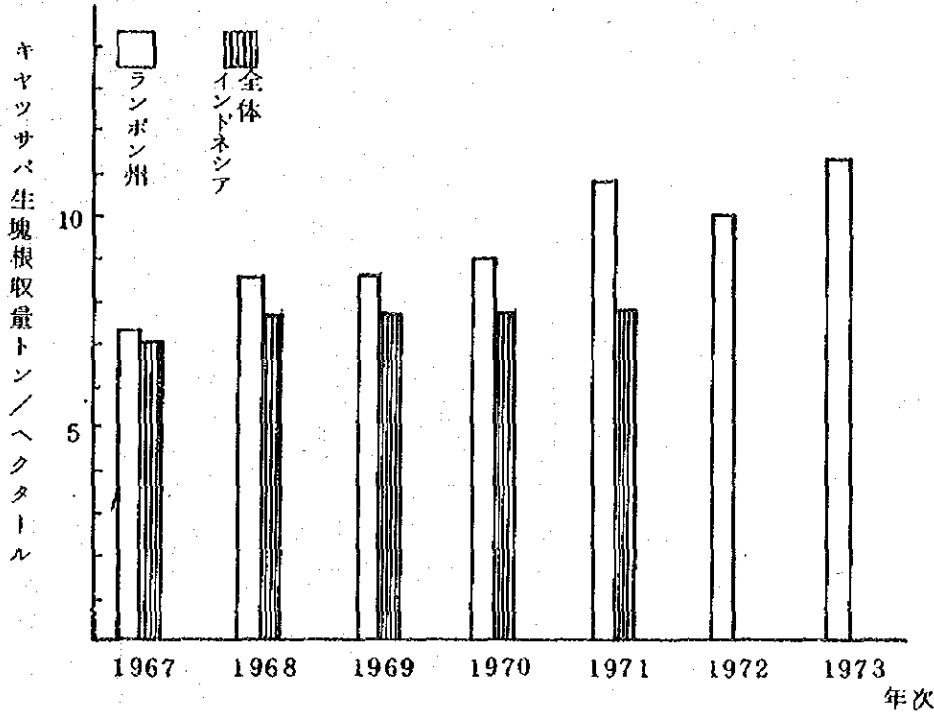
現にランボン州にある日イ合弁エステートである Daya-ito の農場の施肥試験データによると (小面積の試験区によるが、N : 150 キロ、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 100 キロ、K<sub>2</sub>O : 50 キロ区でヘクタール当り 73.3 トンの収量が得られた (Yield Test of Cassava : 1973) )。

しかし一般の統計値に見られるヘクタール当りの生塊根重は非常に低く、インドネシア全体で大凡 8 トン、ランボン州で大凡 11 トンである (第 1 図)。

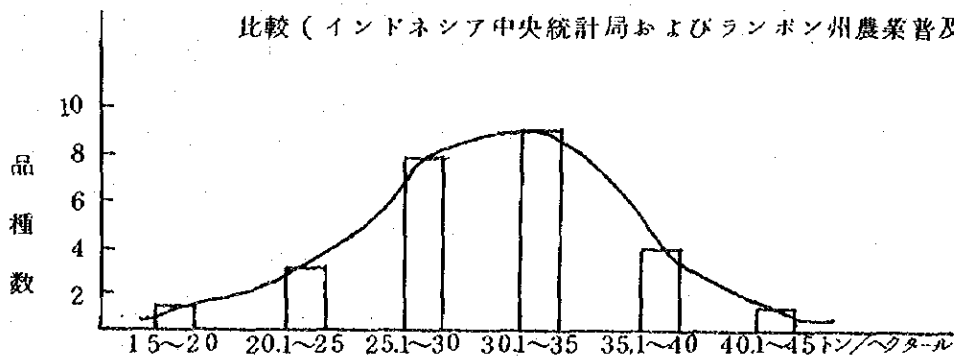
次に 1971 年のインドネシア中央農研 (ボゴール) の成績からランボン州の一分場である Tamabogo 分場が行なった 25 品種の品種比較試験データから、その収量分布図を作成したのが第 2 図である。この試験は N ; 45 キログラム、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; 18 キログラム、K<sub>2</sub>O ; 50 キログラム、施肥して得られた収量であるが、最高収量は 40.1 トンであり大部分が 25 ~ 35 トンの収量

を示した。

一方タイのデータによると10ヵ月品種で平均して18.1トン、12ヵ月品種で26.9トンであるとの報告がある(Harper, R. S. 1973)<sup>60)</sup>。



第1図 キヤツサバ生塊根収量のインドネシア全体とランボン州の比較 (インドネシア中央統計局およびランボン州農業普及局)



第2図 インドネシア中央農研タマンボゴ試験地におけるキヤツサバ収量試験における25品種の収量分布 (1971年インドネシア中央農研イモ類 Progress Report)

第16表 西マレーシア Serdang 農試におけるキヤツサバ品種試験成績

品 種	特 性	月令収量 tons/Ha		平 均 ton/Ha
		1 2 カ月	1 4 カ月	
Green Twig	B (苦味種)	35.8	42.5	39.1
Black Twig	"	33.6	38.9	36.3
Berat	S (甘味種)	35.3	35.4	35.4
Medan	"	34.6	31.3	32.9
Jurai	"	30.2	33.4	31.8
Un-named-32	"	30.0	24.0	27.0
Iemak	"	26.2	26.4	26.3
Pulut	"	22.5	24.1	23.3
Ubi Melaka	"	23.8	22.8	23.3
Puteh	"	22.4	22.3	22.4
Saka i	"	17.9	16.2	17.1

出所：第7表に同じ Tons/ACRE を TONS/HA に換算

第17表 月別による澱粉含量および1ヘクタール当り澱粉収量の推移

品 種	澱粉含量 および収 量	月 数			
		7	8.5	10	11.5
Valencia	澱粉含量%	32.7	33.2	34.0	33.0
	澱粉収量 Kg/HA	3165.36	6148.64	11842.20	12573.00
Muara	同 上	20.2	25.0	24.1	24.1
		3595.60	8375.00	10,502.78	10,003.91

出所：Wargioho J.Hadi (1974) Ubikayu Dan Cara Bercoek Tanamnya

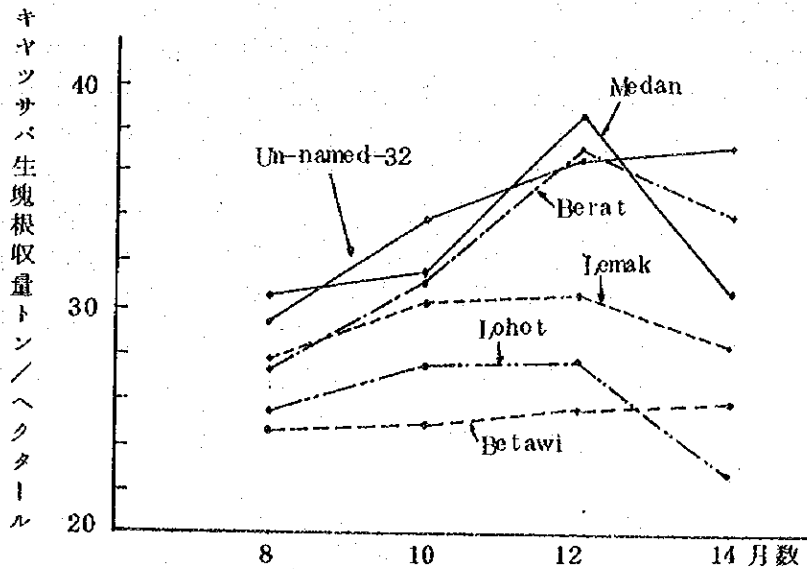
マレーシアについては Serdang 農試の結果から、施肥条件下で第16表の通りであり、30トン以上の品種が多く見られる。一般に苦味種が甘味種に比し

て多収であると云われており、この表の上位2品種は苦味種であり、インドネシア品種でもこの傾向は事実のようである。

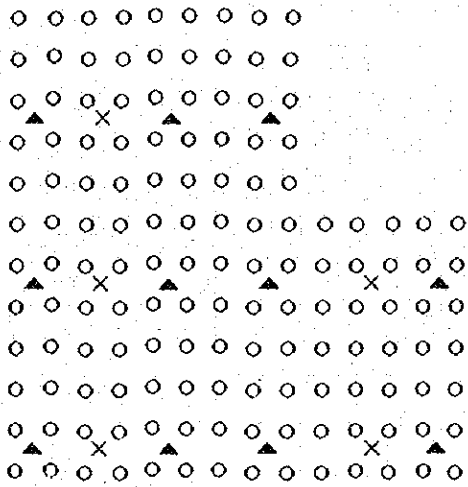
品種によって最高収量が得られる時期は異なるようである(第16表にも見られる)。塊根に蓄積される澱粉量に関して第17表のデータがあるが、しかしこれも7~11.5カ月のデータであり、これで品種間差異を云々出来ないが、澱粉収量増加の面から見た一般的傾向を知る一例として参考に供する。

又生塊根重の増加については Serdang 農試が1948年に調査した結果があり(第3図)、これからも8カ月以降余り収量増加の見られないもの、或は8~12カ月になお増加の見られるものなどあるが、一般的に見て10~12カ月でピークに達するものようである。

以上の結果から見て大凡20~30トンの生塊根収量は普通に得られるキヤツサバの収量性と考えられよう。

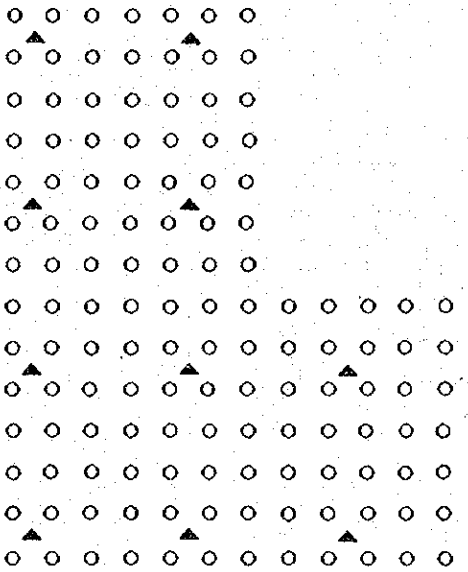


第3図 キヤツサバの生育日数と収量増加の関係 (Tapioca Investigations at the Federal Experimental Station Serdang 1969より作成)

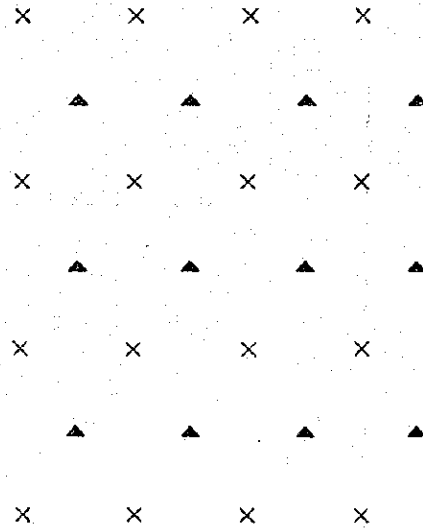


○ ; 陸稲、25×25センチ  
 40×15センチ  
 △ ; キヤツサバ 100×100センチ  
 × ; とうもろこし 200×100センチ  
 100×100センチ

(1) 陸稲、とうもろこし、キヤツサバの間混作



(2) 陸稲、キヤツサバの間混作



(3) とうもろこし、キヤツサバの間混作

第4図 インドネシア・ランボン州におけるキヤツサバと他作物との間混作 (Intercropping) の例

## 6. 栽培法

キャッサバの栽培は簡単であり、前述の通り、どんな条件下でも栽培しうる。特に早魃に強いことは乾期における唯一の安全作物として熱帯農民にとって重要な作物である。

その栽培には少なくとも8～10カ月生育した莖から採った苗 (Stem Cutting) を用いる。その苗の太さは直径2～3センチのものがよい。まず莖は地上10～15センチの部分および莖の上部も除き中央部150センチの部分を20～25センチに切し使用する。苗は挿苗する迄東にして、日蔭に逆立にして保存する。正常に立てて保存すると土に触れた部分から発根し、挿苗後の生育に悪影響を及ぼす。1本の莖から6～8本の苗が普通採取出来る (写真6)。

この苗を地下5～10センチの深さに挿すだけである。ランボン州農民 (インドネシア全体についても一般にそうであるが) は他畑作物との間混作 (Intercropping) でキャッサバを栽培している。例えば第4図の通りである (写真7)。

挿苗時期は、いつでもよいが一般には雨期に入ってからであり、間混作では陸稲、とうもろこしの播種後1～2カ月目が普通である。普通は平畦がよく、排水不良であれば高畦とする。挿苗の方法としては直立挿、斜め挿および水平

第18表 挿苗法と収量との関係

挿苗法	生塊根収量 ton/Ha	
	10カ月	13.5カ月
直立 挿	26.16	3398
斜め "	26.91	3245
水平 "	26.32	3330

出所：第17表に同じ

斜め挿は雨量が多い時期に用いられ、水平挿は乾期に土壌水分の少ないときに用いられる。60)

一方上下を間違えて、逆に挿した場合は、地下莖の先端に肥大の悪い塊根を

挿などの方法があるが、これら挿苗法と収量との関係はなさそうである (第18表)。日本でもサツマイモその他で挿苗に関する研究があるが、キャッサバについては次のような報告があるが、キャッサバについては次のような報告がある。即ちその方法は挿苗時期により使い分けられており、直立と

つけて収量は減少すると農民は述べており、観察結果（写真8）から推測してそのようなこともある。

栽植距離は早生、晩生或は土壌の肥沃度によって異なり、更に間混作は単作でも異なる。次の栽植距離はインドネシア農業省のリーフレットによるものである。

早生； 80 × 80 センチ  
100 × 40 "  
100 × 60 "  
150 × 40 "  
晩生； 100 × 100 "  
125 × 100 "  
150 × 100 "

低肥沃土壌地帯では本数を多くするのが普通である。ランボン州で広く栽培されているMontegaやSP Pは分枝型であるため、他の直立型の品種より栽植距離を広くする傾向がある。一般に農民はキャツサバ栽培にあたって無肥料である。ランボン州においては陸稲或はとうもろこしの間混作が多いことは前述した通りであるが、この陸稲収穫後の稲わらが土壌に還元されるのみである。ランボン州への入植者は最初にアランアラン草（Alang-Alang； *Imperata cylindrica*）或はこれに小灌木が混生した草原を開き、食糧としての陸稲、とうもろこしおよびキャツサバを栽培するが、年数の経過とともに陸稲、とうもろこしの収量が減少し或は皆無となり、キャツサバだけが残る。ランボン州スカダナ（Sukadana）地方には一面に広がるキャツサバ畑を見ることができ

る。キャツサバは有機物に富む、心土の深い、余り重粘でない土壌をむしろ好む、そして多量の土壌養分を吸収し、収穫された養分の供給がなければ土壌の肥沃度を急速に枯渇せしめる（Jacobら1958）<sup>66)</sup>

タイの例では、ヘクタール当り40トンの生塊根を収穫した場合の養分吸収量は下記の通りである（Harper R. S. 1973）<sup>60)</sup>

N = 85 キログラム / ヘクタール

P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> = 62 " "



$K_2O = 280$  キログラム/ヘクタール

$CaO = 75$  " / "

又もう一つの例はインドネシアの文献から引用される (Wargiono J. 1974)<sup>116)</sup> この例ではキャッサバ収量が明らかでないが、生育月別と養分吸収量との関係を示している (第19表)。

この2例からも明らかなく、キャッサバは多量の土壌養分を吸収し、施肥処理に対する反応が高いことを示している。キャッサバは他の澱粉或は糖生産物と同様に、Nおよび $P_2O_5$ の外に、多量の $K_2O$ を要求する。上記2例からも明らかであり、後者の例では $K_2O$ の吸収量は10~12カ月で400キログラム以上に達しており、Nの3~4倍、 $P_2O_5$ の5~6倍にも達している。 $K_2O$ の欠乏は収量のみでなく、澱粉含量の低下も招く、Nの吸収量も多いが、多量のNの施与は地上部の生育を旺盛にし、地下部(塊根)の肥大がその割におさえられる恐れがある。Nのみの施与は乾物重の減少と青酸含量が増加する傾向が見られる (第20表)。

第19表 キャッサバの生育と養分吸収との関係

生育 月数	土壌養分吸収量 Kg/HA				
	N	$P_2O_5$	$K_2O$	CaO	MgO
1	7.7	1.8	10.5	6.5	1.8
2	27.7	9.2	38.4	21.3	7.4
4	97.1	33.8	165.0	79.4	23.1
6	128.0	51.9	309.0	114.0	35.5
8	134.0	62.9	408.0	140.0	41.4
10	136.0	79.9	408.0	179.0	59.0
12	124.0	94.6	480.0	201.0	62.0

出所：第17表に同じ

キャッサバの施肥にあたってN； $P_2O_5$ ； $K_2O$ の比は重要である。De Geus (1967)<sup>47)</sup> は $P_2O_5$ および $K_2O$ の欠乏している土壌に対し、次の量による1；1；2の比をあげている。

N = 45 ~ 90 キログラム / ヘクタール  
( 40 ~ 80 ポンド / エーカー )

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 45 ~ 67 キログラム / ヘクタール  
( 40 ~ 60 ポンド / エーカー )

K<sub>2</sub>O = 90 ~ 165 キログラム / ヘクタール  
( 80 ~ 150 ポンド / エーカー )

第20表 施肥と青酸含量の関係

肥料	乾物重%	剥皮した塊根中 青酸含量 mg / Kg
無肥料	34.8	148
N	32.1	154
N-P	33.0	119
N-K	43.3	128
N-P-K	41.6	121

出所：第8表に同じ

注) 供試品種 Mangi  
施肥量は不明

タイではK<sub>2</sub>Oの欠乏が土壌的に見て、問題にならないことから、N ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; K<sub>2</sub>Oの比を2 ; 2 ; 1としている (Harper R.S.1973)<sup>60)</sup>

又インドでは Kerala 州のNPK施肥試験の結果 (Chadha T.R.1958)<sup>32)</sup>から最高収量を得るためのN ; K<sub>2</sub>Oの比を1 ; 1.75としている。即ちキャッサバに対する施肥設計は当然その土壌の条件によって異なるものであり、例えばランボン州の場合、平均10トンの収量を30トンに上げるための限定要素が何であるか、施肥料および成分比等については、今後の研究に待つところが多い。

インドネシアにおける施肥試験結果を中央農研(ボゴール)の1971年度イモ類に関するProgress Reportから引用する<sup>107)</sup>。この試験は施肥時期に関する試験の一部であり、これから施肥量に関する結果を抜き出して下記に示した(第21表)。これによると西部、東部ジャワの結果はNおよびK<sub>2</sub>Oの増加によって収量の増加が認められるが、ランボン州の結果では施肥の効果は認

められないようであり、これは土壌条件によるのか試験の誤差によるのか試験の誤差によるのか明らかにし得ない。

インドネシア農業省が奨励している肥料設計は下記の通りである。

N = 45~75 キログラム/ヘクタール

P<sub>2</sub> P<sub>5</sub> = 30 キログラム/ヘクタール

K<sub>2</sub> O = 50~100 キログラム/ヘクタール

次に施肥時期については、余り有効なデータが得られなかったが、同様にインドネシア中央農研の成績を第22表に示した。もちろん挿苗時が雨期の始めか中期か或は終期かによっても異なるものと予想されるが、挿苗時よりもむしろ挿苗後1~2カ月後の施肥が効果的であるように見えるが、正確には有意差は得られない。

前述したようにNの施与は地上部の増加の割に地下部の収量の増加をおさえる傾向があると云われているが、地上部の生育を示す形質、即ち、草丈、葉数、

第21表 施肥量と生塊根収量との関係

施肥量 Kg/HA				Muara (西部ジャワ) Tons/HA	Tamanbogo (ランボン州) Tons/HA	Genteng (東部ジャワ) Tons/HA
N	P <sub>2</sub>	O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
0	0	0		17.1	12.9	9.4
30	30	45		22.8	14.1	12.7
60	30	90		25.0	13.8	15.4
90	30	135		26.6	13.2	18.1

出所：Lemboga Pusat Penelitian Petanian (1971)

Progress Report Tanaman Ubi-Ubian(インドネシア)

莖の太さと地下部、即ち塊根収量との関係を知ることは収量推定の上からも重要であろう。これについては西マレーシア Serdang 農試の結果 (Chan Seak Khen 1969) <sup>34</sup> を示す。

品種 Black Tuig (苦味種) を 90×90 センチメートルの栽植路線で栽培した圃場より、1本の地上莖を有し、頂部分枝のない40個体を選び、次の4形質を測定した。

1. 塊根重 (Weight of roots ; W)

2. 草丈 (Height of plants ; H)
3. 葉数 (Number of leaves on plant ; L)
4. 莖の太さ (Diameter of stem at 1/2 above ground level ; T)

次に測定した値から各形質間の相関および塊根重と他地上部形質間の偏相関を計算し、塊根重と草丈および葉数間に有意な偏相関を有することから、草丈および葉数の2形質を用いて、塊根重を推定するための重回帰式を求めた結果は下記の通りである。

$$W = -3.95297 + 0.61677H + 0.18320L$$

又岡(1974)<sup>87)</sup>はインドネシアランボン州 Sidokarto と Rengas の2村でSPPを用いて収穫時の9月に個体別に次の6形質を調査し、形質相関を求めた。

- (1) 塊根収量(キログラム)
- (2) 収穫時葉数
- (3) 塊根数
- (4) 莖長(センチメートル)
- (5) 分枝数
- (6) 地上部生重(莖と葉のキログラム重)

その結果による塊根収量の高い個体は収穫時の葉数や莖長も大であり、地上部の生育量と密接な関係にあり、株当たり塊根数も多い傾向を認めている。

(第23表)。

なおこの調査結果は200×50センチの栽植で行った肥料試験区の個体を用いており、更に品種或は栽培環境の異なる条件下での検討が必要であることはもち論であり、また今後の問題として、施肥による地上部形質の生長量と塊根重の増加率との関係を含めて、収量を推測する研究も必要であろうが、以上の2つの結果から、地上部の生育量によってある程度塊根収量の予測がつくものと考えられる。

現在ランボン州の農民は同じ畑に連続してキャツサバを栽培している場合が多く、当然のことながら、これによる減収が予想される。これに関連したインドネシアでの試験結果はないが、マレーシアの例<sup>34)</sup>が引用出来る。

この試験は3年間連続して(1966—1969)栽培したものであり、各

第23表 キヤツサバの主要形質間相関係数

調査項目(株当り)	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	平均値	変異係数
塊根収量(kg)	1.000	0.385**	0.401**	0.235**	0.191**	0.540**	1.862	38.3%
収獲時葉数		1.000	0.396**	0.106	0.611**	0.661**	61.9	4.42
塊根数			1.000	0.154*	0.392**	0.431**	7.1	2.97
莖長				1.000	-0.115	0.365**	267.9	15.8
分枝数					1.000	0.488**	1.9	46.7
地上部生重(kg)						1.000	1.660	45.2
Y	1.000	0.296**	0.563**	0.399**	0.225**	0.795**	2.658	38.2
X <sub>1</sub>		1.000	0.489**	-0.010	0.259**	0.375**	62.1	5.89
X <sub>2</sub>			1.000	0.226*	0.201**	0.534**	9.7	2.96
X <sub>3</sub>				1.000	0.013	0.436**	315.8	11.3
X <sub>4</sub>					1.000	0.354**	2.0	32.1
X <sub>5</sub>						1.000	2.706	35.7

注) 塊根収量は表皮のついた生重を示す。栽種条件 2 m × 0.5 m

出所: 岡整(1974)、南スマトラ・ランポン州の畑作農産とキヤツサバ、農業技術

作期ともN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびK<sub>2</sub>Oを施与しているにもかかわらず、第1作に比して第2作、第3作と塊根収量が減少する傾向が見られる(第24表)。

第24表 連続栽培と収量との関係

作 期	施肥量 Kg/HA			収量 tons/HA
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
第1期作	44.7	33.5	78.2	37.9
	89.4	67.0	156.4	38.1
第2期作	44.7	33.5	78.2	34.9
	54.9	33.5	78.2	25.3
第3期作	109.8	67.0	156.4	29.1

出所：第7表に同じ

特に3作目の収量減が顕著に見られる事から類推してキャッサバが土壤養分吸収のはげしい作物であることが推測されるが、N、P、K以外の微量要素も含めた土壌分析結果が更に連続した作付結果から得られるならば、東南アジア各地に見られるキャッサバ連続栽培における現実と今後における対策を知る上で重要であろう。一般に殆んど全ての農民(東南アジア)は無肥料連作を強いられており、施肥によって必ず増収すると云っても誤りないと考えられる。ランボン州における日本企業二社とも施肥によって40~50トン/ヘクタールの収量をあげており、特にその中の一社はいわゆる地力は必ずしも高いとは云えないのである。ただ施肥といっても、ここで紹介したように、Kの施肥に注意すべきであるが、ランボン州は幸いにも、土壌中のKは豊富とは云えないまでも比較的多いので、欠乏の心配は少ないが、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が極度に欠乏しているため、そうした観点からN、P、Kの量と比率の関係を調べる必要があるだろう。適当な施肥が行われれば、ランボンで平均30トン/ヘクタールはそうむずかしい目標ではなさそうに思われる。これは前述した如く、米で凡そ5トン/ヘクタール位に相当する。畑作物でこれだけの高収をあげるのは他作物をもつてしては容易でない。

なおランボン州スカダナ(Sukadana)のように、開墾後無肥料で栽培する

場合、数年間の収量減は非常に急速であるが、ほぼ10年も連続して栽培すると、10トン前後の収量で平衡に達し、その後の収量減は余り見られなくなると農民は述べている。

キャツサバ畑における栽培期間中の管理として除草を行っている。

第1回 挿苗後1カ月目(畦立或は培土する場合もある)。

第2回 挿苗後3~4カ月目

第3回 " 5~6カ月目(省略する場合が多い)。

生育初期の雑草防除が行われると生育後期にはキャツサバの生育により下草の繁茂が抑制され、キャツサバは熱帯畑作における清耕作物(Cleaning Crop)としての役割を有するものと考えられる。

## 7. 病 虫 害

他の畑作物に比較して、キャツサバ程病虫害の被害の少ないものはない。タイの2・3の地方ではダニ(Red spider mite ; Tetranychus spp)の被害が重要であり、15%程度の収量減となると農民は述べている(Herper, R. S S) 60)

インドネシアでも同様ダニの被害が見られる(写真9)がその被害の程度は明らかでない。又 Xylothropus spp の幼虫が塊根や他上部に被害を及ぼすが大きな被害とはならない。更にかたかいガラムシの一種(Saissetia nigra)の害も見られるが(写真10)、これも被害として問題にならない。

マレーシアでの記録によると下記のもがキャツサバの害虫として上げられているが、いずれも大きな被害を示すものでないとされている(Chan Seak Khen 1969) 34)

Cricket ( Brachytrypes achatinus Stoll )

Tiracola plagiata の幼虫

Tachinid fly parasite ( Blepharipoda ophirica Walk ,

Sturmia inconspicua Mg )

Grass Hopper ( Valanga nigricornis Burn )

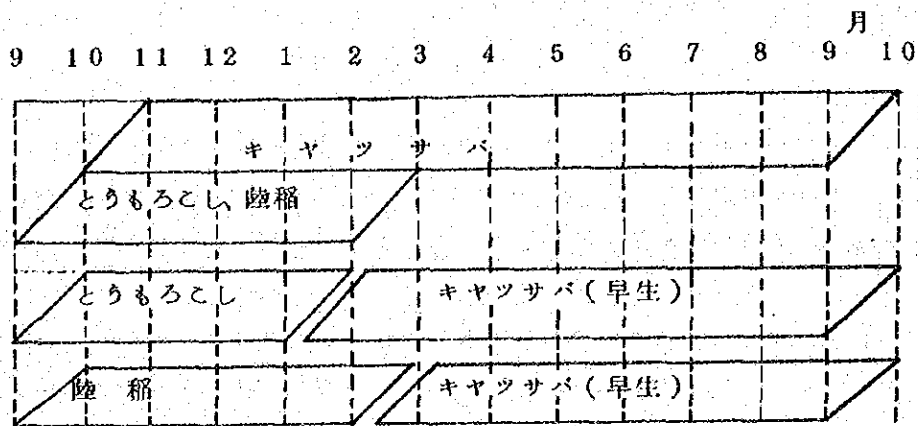
Scale insect ( Saissetia nigra )

Bugs ( Megymenum brevicorne F. )

Red spider mite ( *Tetranychus telarius* F. )

次に病害であるが、タイでは *Cercospora cassavae* による leaf spot が成熟前の落葉をもたらし収量に影響することを上げているが、減収のデータはない。インドネシアでも同様に、これによる被害が見られる(写真11)。この外に *Xanthomonas manihotis* による leaf blight および *Fomes lignosus* による white disease、1名こりやく病とも云う(写真12)が若干見られるが、その被害の有無は明らかでない。

マレーシアでも *Cercospora cassavae* による leaf spot と *Fomes lignosus* による White disease が見られるが、この被害も僅少であろう。



第5図 インドネシア・ランボン州における作期と作物の組合せ例

8. 収 穫

キヤツサバの収穫時期は種々の条件によって異なる。前述したように、インドネシアでは陸稲或はとうもろこしの間混作で栽培する。その挿苗期は第5図の通り10~12月であり、収穫は8~11月の乾期である。早生種(6~7カ月に収穫可能)は陸稲或はとうもろこしの後作として2~3月に挿苗し、収穫期は次期の雨期作前となる。

しかし収穫適期としては澱粉含量が最高になった時期であろうが、その時期は第17表にも示した如く、必ずしも品種間差異が明確ではなく、一般に塊根



収量および澱粉含量が10～12カ月の期間にピークに達する品種が多いようであり、これ以上の期間がたつと、「す」が入る品種が見られると農民は述べている。一方前述のように品種中には6～7カ月で収穫可能な早生種（ランボン州では一般にこの品種をGenjah putihと云っており、この意味は早生で白いと云うことであり、在来種のためそのような名で呼ばれている）も認められる。しかしこの品種とても例えば第3図に見られるように8カ月以降の収量増加が緩慢となる品種をさすもののようにあり厳密な意味での早生種と云えるかどうか疑問であるが、早生種は6～7カ月で収穫可能であるとされている。

収穫法は手で引き抜き（写真13）、次に莖は地上30～40センチのところで切り取られる。そして抜き取り後1カ所に集められ、土中に残った塊根はくわ等で掘り取り、集められる。土壌が硬く、又品種によって塊根の分布が土中に深く入る品種、例えばランボン州農民の一部が作っている在来種Putih Ketanは収穫に手間がかかり、余り好まれていない。この場合、ロープを莖の下部に結びつけ、これを竹或は木の棒にかけて引き上げる。抜き取られた塊根は莖から切りとられ、その後は目的によって色々と処理される。キャツサバ収穫の機械化については、収穫機、草型および栽培法をも含めた研究が必要であり、乾燥、調整など多量処理方法の開発をも含めて、今後の大面積栽培上の一つの問題点となっている。

#### 9. 収穫後の乾燥調整

栽培地帯の近くにキャツサバ澱粉（Cassava starch）の工場がある場合は農民は収穫した塊根の皮をむき、直ちに工場に運ぶ。インドネシア農村では牛車に積んで工場に搬入する光景はよく見られる（写真14）。

工場では澱粉の品質に影響するとして、収穫後48時間以上経過したものを受入れていない。

収穫した生キャツサバの外皮を剥いた塊根をインドネシアではSingkon Basaと呼んでいる（写真15）、次に澱粉工場が近くになく、キャツサバを主として自家用食糧として保存する場合は、外皮をきれいにむき、縦に2等分或は4等分し、畑或は家の前庭に直接並べたり垣根をかけて天日乾燥する（写真16）これをGeplek Mekan 或はGeplek glondongと呼んでいる。（写真7）。又上

記のように2等分或は4等分したものを更に小さく切りきざんで天日乾燥したものをGaplek cacahと呼んでいるが、主としてこれは輸出用のCassava chipsであり、更にPelletsに加工して輸出に向けられている。

インドネシア(主としてランボン州)で、Peretと称する特製の皮むき器(自転車の車輪で作った)で皮をむいている例がよく見られる(写真18)。

キャツサバの生塊根は収穫後直ぐに変質する(写真2)ため生で貯蔵することは困難である。そのため農民は従来の伝統的な方法として、利用或は食用にする迄、又次期作の播種の直前迄収穫せず土中に残しておく、収穫後は直ちに前述した方法で乾燥することで、収穫後の問題を克服している。しかし余り長く土中におくと塊根は繊維化し、又澱粉含量が減少する(Greens treet V.R. & Lambourne J. 1933, Holleman, I.W.J. & Aten, A. 1956, Jones, W.O. 1959) 56, 62, 68)。

熱帯では収穫期を乾期(Dry season)にもつて行く作付パターンがキャツサバ栽培に時期がないと云え、収穫期を考慮した作期があり、これによって収穫後におきる調製上の問題を回避する努力がはらわれている。

収穫後の乾燥歩止或は切干歩止は品種により差がある。まず剥皮による歩止は80~85%である。次に剥皮生キャツサバからキャツサバチップ(chips)が得られる歩止は品種によって異なるが、インドネシア品種では、例えば次の通りである。

S P P種(澱粉或はchips用) 30~35%

Mentega(食用種) 40~45%

著者らの調査では、S P Pは34.1%、Mentegaは44.1%であった。

乾燥に要する日数は細切チップ(前述のGaplek Cacah)の場合、1日5~6時間の天日乾燥で3~4日、大きく切った場合(Gaplek Glondong)で約6~7日を要し、水分12~14%にする。

収穫のための費用について、インドネシアの場合、自家労力による場合と労賃を支払って収穫する場合がある。その場合の労賃は地域によって異なることは当然であるが一例を示すと(1974年10月現在)、次の通りであり非常に安い。

Natar (ナタール) 村 100ルピア/トン

Muarajaya (ムアラジャヤ) 村 150ルピア/トン

註) \* 現在 1ドル = 415ルピア

剥皮の労賃はランボン州 Gunung Sugih 村でトン当り300ルピア、Bandarjaya 村500ルピアである。一般に剥皮は女、子供によって行われ(写真15)、出来高払いであるが、普通1日500キログラムの皮をむく。前出の Muarajaya 村では、村の有力者が Pellet 工場からキャツサバ塊根を細切する Slicer (写真19)を貸与してもらい、キャツサバチップを生産している。この機械は1日6時間可動で、約12~15トンの塊根を細切する能力があり、これに乾燥場(Drying floor)が付設していれば、収穫後の乾燥が容易であり、しかも品質のよいチップが出来る。現在ランボン州では4~5台の Slicer が農家段階で利用されているのみである。なお最近では塊根をサイの目に切断する機械が開発されており Cubing machine) これによって細切し、(ペレット化の工程を省略できる)人工的に乾燥する方法が考えられている。

#### 10. キャツサバペレットの製造

家畜飼料用としてのペレット(pellet)は前述した乾燥キャツサバチップから作られる。その方法は、まず工場に搬入したキャツサバチップを品質によって分類し、その分類に従って1 Grade と 2 Grade のペレットを作るが、まずそのチップを粉砕し混合する。それに蒸気を吹き込み、軟化し、その後一定の大きさの形に作られたシリンダーを通して圧縮成型し、冷却するとキャツサバペレットとなる(写真20)。

このペレットの原料となるキャツサバチップの色、水分含量、外皮の剥皮混入率(砂および土壌の混入に関係)などによって製品の質は影響されるが(ランボン州にある工場生産ペレットの色は一般に黒くきたない)、一般にはキャツサバ品種、例えば甘味種成は苦味種の別、肉質の色は関係なく、青酸はチップにする過程で、工場搬入後の粉砕および蒸気の注入する過程で解毒するためキャツサバの青酸は飼料として問題にはならないとされている。

キャツサバチップをペレットにすることによる利点は次の点である。

- (1) チップに比して25%、その容量を圧縮減少しうる。これによって輸出のための輸送が容易となり、しかも貯蔵がチップより長くなる利点がある。
- (2) 港湾における荷上げ、荷下し業務が機械化出来る。
- (3) 品質、水分含量、形が一定となり、配合飼料製造にとって有利である。
- 現在ランボン州では操業中の4つのペレット工場 ( Pelletizing Factory ) の外に、工場建設、機械設備中のもの、更に工場申請中のものが6工場ある。その工場名および能力を第25表に示した。

第25表 インドネシア・ランボン州におけるペレット工場一覧表

工場	所在地	能力t/年	
P.T.Lampung Pelletizing Factory	Panjang	42,000	操業中 1972年より
P.T.Dalsia	Telukebtung	"	" 1974 "
P.T.Jndopell	Panjang	29,000	建設中
P.T.Peltoryn Abadi	"	"	"
Factory Lampung Yute Mill	"	?	申請中
P.T.Nasional Sumatra Trading Coy	Telukebtung	42,000	建設中
C.V.Progressive	Panjang	36,000	"
P.T.Sinar Labuhan Joya	"	72,000	"
P.T.Telukebtung Pelletizing Co.	"	45,000	操業中 1973年より
C.V.Tatimas	Telukebtung	29,500	"

注) P.T.或はC.V.は株式会社

出所: インドネシア・ランボン農業普及局

これらの工場は大抵西ドイツ製の機械を設置しており、中にはタイ製の機械を設置操業している工場もあるが、タイ製機械を使用して製造された製品は軟く、しかももろいため屑が多く製品としてはよくないようである。ランボン州にあるペレット工場の一部を写真21で示した。

ペレット工場におけるキャツサバチップの買入れ価格は工場或は時期によって変動するが、1974年10月におけるランボン州3工場の価格は次の通り

である（最近これらの価格が上昇傾向にある）。

Teluke tung Pelletizing Co. では品質によって価格を決めており、2段階に分けている。その区分はチップの色（変質の程度、土砂の混合率）と水分含量で分けており、水分含量の基準は14%である。14%より水分の高いもの低いものについては14%水分に換算して買上げ価格を決めている。その価格は次の通りである。

No 1 Grade 18.50ルピア/キログラム

No 2 " 18.00ルピア/キログラム

次にLampung pelletizing Factoryでは18.00ルピア/キログラムを基準にして受入れ時の品質検査によって随時価格を変えている。

もう一つの工場（C. V. Pabrik Jatimas）では16.00～17.00ルピア/キログラムであり、他2社より若干低い。一般には小さな水分検定器を工場にそなえており、常時検査しているもようであるが、厳密にこの方法で価格が決定されているかどうかは疑問であった。

上記工場では1日3交替で、1日当りペレットにして150～180トンを生産しており、これに働く労働者は1日（8時間労働）、300ルピアの賃金である。操業期間を長くするために、原料貯蔵用の大きな倉庫をもっているが、更にその中の一社は製品ペレットの貯蔵用サイロの建設をもくろんでいる。

#### 1.1. キャッサバ製品（澱粉、フラワー、タピオカ）

澱粉製造のためにインドネシア或はタイなどでは依然としてTraditionalな方法で製造している場合が多い。その方法は、まず生キャッサバの外皮を剥皮し、流水につけて水洗し、その後Shredderにかけて搾り潰し、これを振動する篩別器（写真22）にかけて篩別する。この時用いる水質は特に重要であり、澄浄な着色していない水を必要とし、更に鉄分（ $\text{Fe CHCO}_3$ ）<sub>2</sub>）を含む水はよくない。篩別された澱粉乳は1日或は1昼夜沈澱するのを待って（写真23）上澄液を排除し、更に良質の澱粉を得るためには再度、この操作をくり返す。その後天日乾燥するが（写真24）それに要する日数は2日である。曇天等により日数を多く要する場合は着色（黄色化）したり、澱粉に臭がつき品質が低下する。

澱粉原料用キャッサバは粉に色がつかないよう、肉質が白色の品種を用いる。例えばインドネシアではSP P種がこれに適しており、ランボン州ではこの品種以外の原料を工場では受け入れていない。澱粉の得られる歩止は品種、収穫日数、気象条件および機械性能などによっても異なるが、Traditionalな方法では、100キログラムの剥皮生塊根から平均17~20キログラムの澱粉が得られる。約5~10%の澱粉が回収されずに澱粉率として未利用のまま廃棄される場合が多く（インドネシアでは豚を一般には飼育しないため利用出来ない）、効率が悪い。

ランボン州における澱粉工場数と現在操業中の数は次の通りである（第26表）

第26表 インドネシア・ランボン州澱粉工場

県 別	工 場 数	操業工場数	馬 力 数
南 ランボン県	7	1	30
中部ランボン県	42	30	1,800
北 ランボン県	1	1	28
合 計	50	32	858

出所、ランボン農業普及局

しかし第26表に見る如く、多くの休業工場があり、このことはキャッサバ澱粉の需要の減少によるものであり、特に織物工場で糊としての需要が従来多かったが、化学繊維によるパーマメントプレスの普及からこの需要の減少が目立っていることによるものようである。

西マレーシアではPerak州のキャッサバ栽培面積が他州に比して断然多いがこの事は同州内に多くのキャッサバ澱粉工場およびチップ製粉工場を多く有しているためである（Chen Seak Khen 1969）<sup>34</sup>

キャッサバ粉（Cassava flour 或は meal）はチップを種々の製粉機（hammer mill, cylindrical mill, stone grinding mill）或はうすで粉にしたものである。

又食料品としてのタピオカ（Grocery tapioca）とは一般にはキャッサバ澱粉製造の過程で完全に乾燥される前の生澱粉に熱を加え澱粉ケーキにし、こ

れをあらいかたまりに砕いたものであり、直接料理に用いるフレークと、更に小粒化したパール或はシードタピオカ ( pearl tapioca , Seed tapioca ) がある。

## 12. 貯蔵

キャッサバの生塊根は収穫後直ぐに変質する ( 写真2 )。普通は腐敗するため数日間しか貯蔵できない。

長期に貯蔵できないことは、小農民にとっても、加工業者にとっても大きな問題である。このため乾燥してチップにする方法或は収穫期をおくらせて地中に保存する方法が取られていることは前項で述べたところであるが、この問題の解決のため色々の方法が研究されている。

この問題に関する研究の要約は Ingran と Humphries ( 1972 )<sup>64</sup> によって行われているが、ここではその要約にそって概要を紹介する。

まず問題になるのはキャッサバ生塊根の貯蔵である。前述した如く、生塊根は収穫後数日すると肉質部が変色 ( まず暗青色 ) 或は腐敗 ( 軟化 ) による品質の劣化がおこる。これは主として次のような原因による。第一は収穫後に微生物が侵入する。Majumder ( 1955 )<sup>73</sup> はこの場合2種の腐敗のタイプがあると述べている。一つは好気性状態下での Phizopus sp. による乾腐であり、もう一つは嫌気性状態下での Bacillus spp. による軟腐である。

この菌類による腐敗が進むと酸度 ( acidity ) が急に高くなり、その結果として生塊根の味が極度に悪くなる。もう一つの原因は酵素の活性によるものであり、これは普通維管束にそって青色のすじ ( Vascular streaking ) が発生する。しかしこれも菌類の侵入と密接な関係があり、この2つの原因が組合わさって品質の劣化がおこる。

この腐敗変色に関係する菌については Burton ( 1970 )<sup>27</sup> がプエルトリコ ( Puerto Rico ) からアメリカに輸送したキャッサバの品質の研究から Diplodia manihoti Sacc がもっとも重要であり、このほかに多くの菌が関係すると述べている。( 第27表 )

キャッサバ生塊根の腐敗は一種の菌ではなく多くの種類が関与している。

このように収穫後直ちに腐敗変色を起すため、この生塊根を自然条件で貯蔵

するため種々の方法が試みられている。例えばガーナでは収穫した生塊根を堆積し、撒水したり、又どろをぬったりする方法で4～6日新鮮に保存している (Hiranandaniら1955、 Rao, 1951) <sup>61, 98</sup>。又 Mauritius (Madagascar 島の東方インド洋にある島) ではヨーロッパの馬鈴薯貯蔵によく似たトレンチ方式でキャッサバ生塊根を貯蔵した例があり (Anon 1944) <sup>8</sup>。これで12カ月貯蔵した記録がある。

更に室内でもよく密閉した室内で、土とワラで上をおおった場合1カ月は完全な状態で貯蔵出来たと云う報告もある (Anon 1944) <sup>8</sup>。又 Baybay (1922) <sup>25</sup> はフィリピンで色々の建物の中で生塊根を貯蔵し、6日おきに腐敗した塊根を取りのぞき25日貯蔵したが、その間の重量の減少は非常に大きく (第28表)、このような条件では貯蔵出来ないことを示した。

ベネゼラでも Czyhrinciw ら (1951) <sup>43</sup> は25℃で2週間貯蔵した後約75%の重量の減少を報告しており、Averre (1967) <sup>22</sup> は湿ったオガクズでおおっても効果はなく同様に腐敗したと報告している。

Tracy (1903) <sup>110</sup> は温暖で乾燥した状態に貯蔵するならば室内で1～2カ月貯蔵出来ると述べ、彼は温暖な室内で、しかも堆積せずにおくこと、その際ワラで薄くおおうことが重要であり、低温と過湿は腐敗を急速に喚起する、更に彼は収穫を乾期に行ない、塊根にきづがつくのを極力さけるように収穫すべきであると述べている。この際収穫適期のものを収穫し、早くてもおそくてもいけない、この時は水洗してはいけない事を示している。

以上の通り普通の状態に貯蔵することは非常にむずかしく、色々の工夫が地方的にほどこされている。一方化学的な処理を施す方法も考えられ試験されている。

Majumderら (1956) <sup>74</sup> はエチレンジブロマイド (ethylene dibromide)、エチレンジブロマイドとエチルブロマイド (ethyl bromide) の混合液でくん蒸する方法とフォルムアルデヒド (formaldehyde) 溶液処理の効果を比較した結果、エチレンジブロマイドとエチルブロマイド混合液のくん蒸が最も効果的であり、くん蒸によるブロマイドの残留は少なく、塊根は食用に出来ると考えられること、フォルムアルデヒド処理は澱粉製造にだけ用いる事を示した。



次に殺菌剤を含んだワックス (Fungicidal wax) でキャツサバ生塊をコーテ

第27表 生キャツサバ塊根の輸送後、分離された菌類

アメリカ (プエルトリコから輸入)	イギリス (西アフリカから輸入)
Fusarium "Iiseola" (? = F. moniliforme Sheldon)	Aspergillus fumigatus
F. solani (Mart.) Appel et Wr.	A. flovus Link
Fusarium sp.	A. niger Van Tieghem
Geotrichum canadum Link ex pers	Penicillium spp.
Penicillium gladioli Machacek	Circinella sp.
Mucor sp.	Syncephalastrum sp.
Phomopsis sp.	
Phizopus sp.	
Trichoderma sp.	

出所, Burton (1970) および Ingram & Humphries (1972)

第28表 25日間貯蔵した後の生キャツサバ塊根の重量の減少

貯蔵した建物成は施設	腐敗或は変質による重量の減少 %
Permanent building	9 8.7 %
Dark room in Wooden building	8 6.8
Local building	9 2.2
Cellar	9 1.1
Trench	6 4.0

出所, Baybag (1922) . および Ingram & Humphries (1972)

インクする方法、又コロンビア (Columbia) では90℃-95℃のパラフィンワックス (Paraffin wax) に45秒間浸す方法によって1から2カ月貯蔵出来たと云う例がある (Youngら1971)<sup>122)</sup>。このほか生塊根をアメリカ

に輸入するところみに関連して行われた例もあるが、いずれにしても価値の低いキヤツサバにとっては実用性からはほど遠い。

次の問題として低温下で貯蔵する方法がある。その研究例としてOzyhrickwら(1951)<sup>43)</sup>とSingら(1953)<sup>105)</sup>の例があり、ここでは後者の結果を第29表に示した。これらの低温貯蔵の研究結果から得られた結論は最適の低温貯蔵温度は0~2℃であり、その時の関係湿度は80~90%である。一方前述したTracy<sup>110)</sup>の観察によると変温下での低温過湿は敗腐を早めると云う観察結果もあるのでなお検討の要があろう。

第29表 種々の気温で貯蔵した生キヤツサバの塊根の重量の減少

貯蔵温度 ( F )	関係湿度	重量の減少%							
		1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週
32-35	80-90	5.6	11.0	15.0	19.2	21.7	34.1	37.5	38.1
35-58	80-90	5.1	11.0	15.0	18.0	21.7	34.1	40.3	41.1
39-42	85-91	3.7	8.3	—	—	—	—	—	—
42-45	85-92	3.4	6.6	—	—	—	—	—	—
47-50	82-90	5.0	9.2	—	—	—	—	—	—
52-55	82-90	6.7	13.3	—	—	—	—	—	—
67-70	67-72	12.1	25.0	—	—	—	—	—	—
72-85	75-80	11.7	22.5	—	—	—	—	—	—

出所. Singh & Mathum (1953)

Averre (1967)<sup>22)</sup>は多くの試験から食用として利用する場合は収穫後早く畑から移して、湿った条件におき、そして品温を下げ、パックしてすぐに冷蔵条件にたもつべきであると述べている。しかしこれはあくまでも野菜として市場で販売する場合を対象としたものであり、熱帯の発展途上国における実用性は全くない。

次に乾燥したチップも貯蔵中に多くの被害をうける、しかしこれに関するデータは比較的少ない。適度に乾燥したチップは品質もよく、被害も少ないが余り長くなると主として害虫と菌類の害をうける。

第30表 キヤツサバ生産物の貯蔵害虫一覧表

学 名	一 般 名	キヤツサバ チ ャ ッ プ	キヤツサバ 粉	産 粉 (タビオカ)
<i>Ahasverus advena</i> (Wall)	Foreign grain beetle	++	+	+
<i>Alphitobius</i> spp.	Lesser meal worm beetles, Black fungus beetles			+
<i>Araecerus fasciculatus</i> (Deg.)	Coffee bean weevil, Cacao weevil	++		+
<i>Bostrychoplites cornutus</i> (Oliv.)	-	+		
<i>Carpophilus</i> spp.	Dried fruit beetles			+
<i>Cathartus quadricollis</i> (Guer.)	Squarenecked grain beetle	+		+
<i>Coninomus constrictus</i> (Gyll.)	-			
<i>Cryptolestes</i> spp.	Rust red grain beetles, Flat grain beetles	+	+	
<i>Dermeestes</i> spp.	Hide beetles			+
<i>Dinoderus</i> spp.	Powder post beetles	+	+	
<i>Ephestia cautella</i> (Wlk.)	Tropical warehouse moth	+	+	+
<i>Gnathocerus cornutus</i> (F.)	Broadhorned flour beetle	+	+	
<i>Heterobostrychus brunneus</i> (Murr.)	-	+		
<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Cigarette beetle	+	+	+
<i>Lepidoptera</i> spp.	Moths			+
<i>Necrobia rufipes</i> (Deg.)	Red-legged ham beetle, Copra beetle		+	+
<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauv.)	Merchant grain beetle		+	+
<i>O. surinamensis</i> (L.)	Saw-toothed grain beetle			+
<i>Palorus ratzeburgi</i> (Wissm.)	Small-eyed flour beetle		+	+
<i>Plodia interpunctella</i> (Hubn.)	Indian meal moth		+	
<i>Pyralis manihotalis</i> (Guen.)	-		+	
<i>Rhizopertha dominica</i> (F.)	Lesser grain borer	++	+	+
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Lesser rice weevil	++	+	+
<i>Stegobium paniceum</i> (L.)	Biscuit beetle, Drug store beetle	++		+
<i>Tenebroides mauritanicus</i> (L.)	Cadelle	+	+	+
<i>Thaneroclerus buqueti</i> (Lef.)	-		+	
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Rust red flour beetle	++	++	++

出所: Ingram & Humphries (1972)

その害虫の種類を Ingran と Humphries ( 1972 )<sup>64)</sup> から引用して第30表に示した。又菌としては Aspergillus , Mucor , penicillium と Rhizopus S P P . の被害が見られる ( Clerk ら 1968 , Rawnsley 1969 ) 35. 100) Aspergillus は貯蔵後3カ月目に天日乾燥したチップに発生する ( Doku 1969 )<sup>49)</sup>。

一般には苦味種から作られたチップは貯蔵が長くきくと云うデータがある ( Kuppuswamy 1961 )<sup>71)</sup>。

チップを貯蔵するために使用する容器は国によって或は地方によって色々であり、例えば、ザール ( Zaire ) では、農民は普通バスケットに入れて、カマドの上につるして貯蔵し、食用にするつど取り出している。カマドの上であるため害虫の被害も少なく、安全に長期に貯蔵出来る ( Buyckx ら 1957 , Jones 1959 ) 30. 68)。

チップ貯蔵害虫の防除法としては種々の殺虫剤処理が試みられているが、メチルブロマイド ( methyle bromide )、エチレンダイブロマイド ( ethylene dibromide ) 或はエチレンジクロライド ( ethylene dichloride ) とカーボントテトラクロライド ( Carbon tetrachloride ) の混合液によるくん蒸がききめも早く、効果的であり、しかも残留が少なかった ( Anon 1962 , Pingale 1956 ) 12. 93)

キヤツサバチップは湿った空気中から水分を吸収して直ちに平衡水分含量に達する。

30℃の気温の時、70%の相対湿度で水分、15.1%で平衡状態に達する。この水分含量が安全に貯蔵出来る上限の水分含量である ( Anon 1965 )<sup>13)</sup>

チップの品質は水分含量が12%の時に安定している。そのため国際的なキツサバチップの輸出入に関して水分含量の上限は13%であり ( Anon 1968 )<sup>15)</sup> タイでも特級品 ( Special Grade chip ) は13%を水分含量の上限としており、14%が一級品 ( 1st grade ) とされている。

### 1.3. 用 途

キヤツサバは次の3つの異なる方法で世界の食糧供給に貢献している。

(i) 塊根が直接食糧として利用される。

(2) 家畜の飼料として間接に利用される。

(3) 澱粉の製造を通して食品に加工し利用される。

このほか色々の加工原料としても利用される。即ち澱粉製造後食糧としてではなく、糊料として製紙、製箱、繊維工業に利用されるほか、発酵化学工業例えばアルコール、グルコース製造、更には蛋白合成の発酵原料としての利用なども考えられよう。

しかし全世界のキャッサバ生産物の約95%は直接主食として或は副食物として利用されている (David J.R. 1971) 46)

第31表にインドネシアおよびアジア諸国の栄養摂取量とその摂取源を示したが、同表に見られるように特にインドネシアで根菜類 (Root Crops) の消費が大きい。この大部分はキャッサバで、そのほか少しばかりの甘薯とその他のイモ類 (タロイモ、ヤマイモ等) が含まれている。こうした観点から特にインドネシアでは現在キャッサバの占める重要性は東南アジアの他の国に比して大きい。

どうしてインドネシアだけがキャッサバの摂取が多くなったか、色々原因はあろうが、これが1億2,000万という人口をささえている米に次ぐ作物であって見れば、是非はともあれ、インドネシアでの重要性は他国の比ではないといわねばならない。

キャッサバの主食としての利用法には塊根を煮たり焼いたりして直接食べる場合、或は塊根を乾燥してキャッサバチップ (Gaplek) として貯蔵し、食用の都度調理して食べる等色々ある。

次にインドネシアにおける2・3の料理法を紹介する。

(1) Getuk (ゲツウク) : キャッサバの塊根を蒸して、その後 きながら砂糖ヤシから取った黒砂糖を混ぜ、ヌードル様の形にし、少量の塩を加えたすりおろしたココナツを添えたもの。

(2) Lemet (レメット) 或は Timus (ティムス) : Lemet はキャッサバの塊根を生のまま摺り潰し、これに黒砂糖、ココナツ、少量の塩を加えて一諸にまぜ合せ、バナナの葉で包んで蒸したものである。Timus は上記の混合物を油で揚げたもの

(3) Krupuk (クロボツク) : これは塊根を摺り潰し、少量の塩および同様

第31表 アジア諸国における1日当りの食物栄養摂取量とその摂取源

国名	穀類	根菜類	豆類	野菜類	果実類	肉類	卵	魚類	乳	脂肪および油	カロリー価	植物蛋白	動物蛋白
	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム	グラム
スリランカ	363	84	75	103	26	5	5	20	47	10	2,180	45	10
台湾	445	80	36	185	144	74	10	41	17	18	2,400	62	19
インド	370	44	44	-	-	-	-	3	-	9	1,810	45	5
インドネシア	306	407	20	74	38	11	1	23	2	10	1,870	41	8
日本	370	181	46	370	141	37	36	89	123	24	2,350	78	25
韓国	532	117	18	151	30	15	8	34	2	1	2,390	71	12
マレーシア	360	29	19	96	111	34	8	33	97	27	2,190	48	15
パキスタン	435	41	19	59	87	11	1	5	208	16	2,230	52	11
フィリピン	345	92	22	75	125	43	7	54	48	8	2,070	49	18
タイ	396	81	53	108	131	26	10	23	13	5	-	-	-

出所：FAO. (1966-1968) データ。

にすりおろしたココナツを混ぜて、薄くのばし天日で乾燥し、その後油で揚げたもの。

(4) Kripik (クリピック) : これは塊根を薄く輪切りにし、これをカリカリになるまで油で揚げたもの。

(5) Tape (タペ) : 塊根の皮をむき適当な大きさに切り、蒸した後、麴を混ぜて冷却し、バナナの葉を広げた容器の中に入れ、しっかり密封し、キツサバが醗酵し、甘さを増すまで2~3日放置する。直接食べるか或はこれを用いて色々料理して食べる。例えば Rond royal (ロンドロイアル) はTape に小麦粉と卵で作ったコロモをつけて油で揚げたもの、Kolak (コラック) はTape を小さな角に切り、同じ大きさに切ったバナナ、ジャクフルーツ、ドリアンの実を加え、更にココナツミルク、黒砂糖をまぜて蒸したもの。

以上述べた料理法は生キツサバ塊根を加工したものであるが、乾燥したチップ、即ち Gapek はインドネシア(東南アジアの国々を含め)の畑作農民の重要な保存食糧である。その主食としての調理法は、まず Gapek を3昼夜水に浸し、随時水を取り換える、その後水を切って天日で乾燥する、その後白で搗いて米粒大にし、更に水を加えて粗いごみなどを取りのぞき、手でもみ洗いし、もう一度乾燥して保存する。必要に応じて米と同じくたいたり蒸したりして食べる(写真25)

ランボン畑作農民によると味は悪く、これ以外に主食のない場合は止むを得ず食べるが、とうもろこしがあれば、このひき割の方が数段美味であると云っている。

一方西アフリカの Gari とブラジルの farinha da mandioca はほぼ同じものであり、作り方はキツサバの皮をむいて、すりつぶし、自然に発酵させ、圧搾して水を抜き、一部分ゲラチン化したものを乾燥後、粉にひいたもので、地方的にいくらか品質等に差がある。

これらは上記の国々では重要な食糧であり、常食しているところもある。

前述した如くキツサバは蛋白質に乏しく、更に脂肪、その他無機物にも乏しい(第5表)。これに対応して種々の調理法も工夫されている。例えば醗酵による方法であり、最近の報告<sup>46)</sup>でも、これによって蛋白含量を6~8倍に

増加しうることを示しているが、何と云ってもキャツサバそのものの蛋白質含量を増加させることも重要である。既に高蛋白の品種も育成されているとのことで、コロンビア品種 ( Colombia cultivar ) で6.0%、更にパナマ品種 ( Panamanian Cultivar ) で6.5%の高蛋白種も報告されているが、どうした訳か余り普及していない。

このようにキャツサバを主食とする場合はこの蛋白質の不足をおぎなう意味で、例えば大豆、落花生等の摂取を併せて考える必要がある。

次に家畜の飼料としての利用については別の項で述べるが、特にヨーロッパ諸国での需要が多く、日本でも飼料原料の多様化の点からも研究調査の必要があろう。

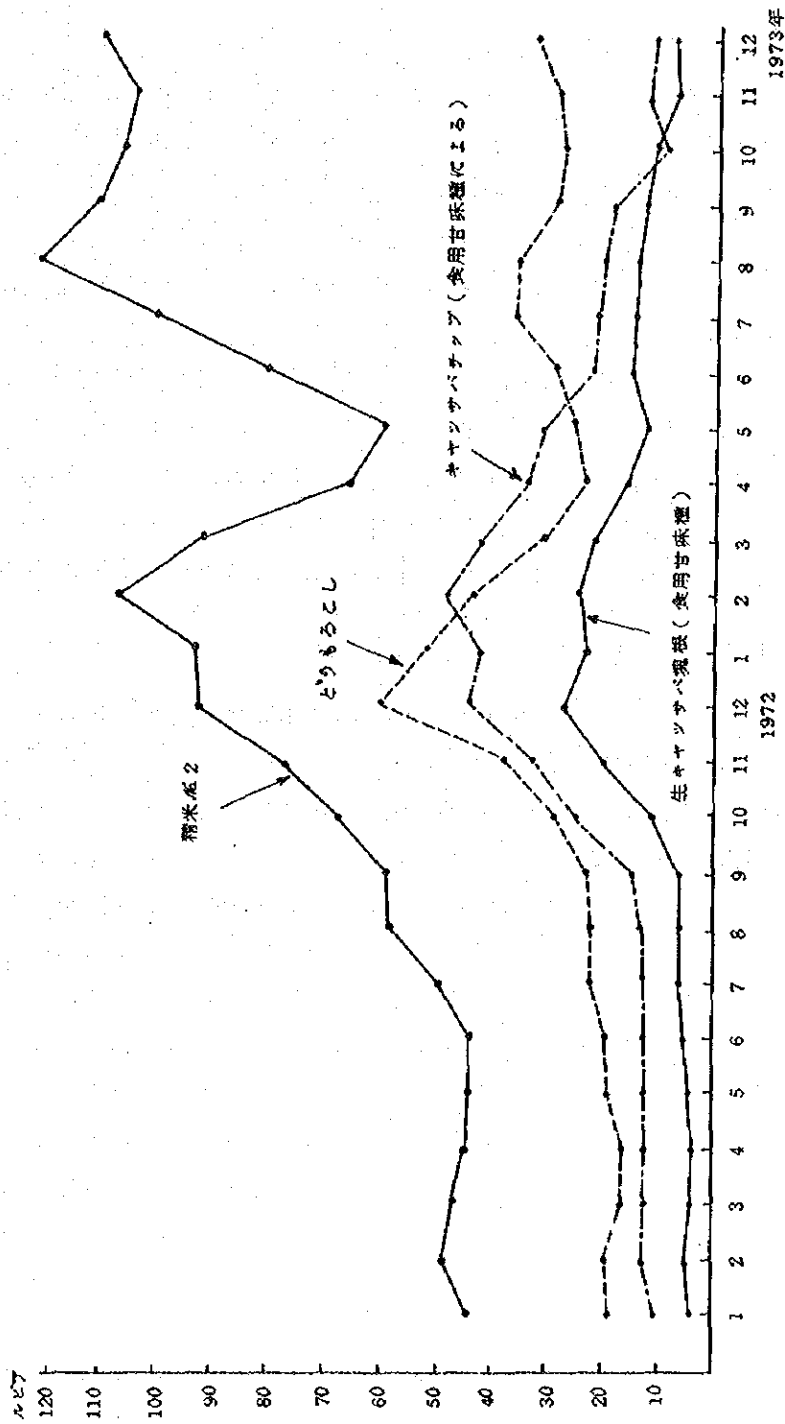
キャツサバ澱粉は、これに関連する生産物を含めて単にタピオカ ( Tapioca ) とも云われ、菓子 ( Confectionery )、ソース ( Sauces )、肉汁 ( Gravy ) 或はスープ ( Soups )、ベビーフード ( Baby foods )、デザート ( Desserts )、ビスケット ( Biscuits )、パイ ( Pies )、Cake fillings、サラダドレッシング ( Salad dressings )、Mustard powders等を製造する食品工業で主として利用されている。

#### 14. ランボン州における流通マーケティング

##### A. 販売価格

第6図はランボン州における食用としての甘味種キャツサバ塊根、チップ ( 輸出原料でない ) および米、とうもろこしの市価の変動を示した。1972年および1973年の4.5月迄の主要食糧産物の価格の変動は、ほぼ同様の傾向を示し、米の価格に影響されたものと推測される。1972年はインドネシアに於ても異常旱魃の影響を受けて、世界の米生産国から約150万トンの輸入により、1973年の収穫期迄その急場をしのごことを余儀なくされた時期である。そのためキャツサバ生塊根およびチップも異常な高値を示し、ランボン州ではキャツサバがとうもろこしと共に主要食糧として重要な役割を果たしていることが、これからも明らかである。ランボン州の住民一人年当の米生産量 ( 可消費量 ) は91キログラムであり、インドネシア政府が目標としている120キログラムにはなお約30キログラムの差異があり、この不足分をとう





第6図 インドネシア・ランボン州における主要食糧産物の平均市場価格の月別変動  
 (1972~1973)(インドネシア・ランボン州農業普及局)

もろこし、キャツサバで捕っている。

1973年5月以降はキャツサバ価格が米の価格上昇に従っておらず、1972年前期の価格近くまで下落している。1973年後半の米の上昇はインフレ傾向によるものであり、この間インドネシア政府はとうもろこしおよびキャツサバチップ或はベレットの輸出を禁止する措置を取ったためであろうと考えられ、キャツサバが主食としての役割と輸出産品としての両方の面を有していることがうかがわれる。

ここに示した市場価格は都市周辺における価格であり、現実に農民が村落でキャツサバ澱粉工場に売る場合、チップとして村落に駐在する仲買人 (Tangkulak) に売る場合、更に低価となり、1972-1973年におけるキャツサバ澱粉工場への販売価格は1.50-2.50ルピアであり、チップのそれは5.50-8.00ルピアであった。しかし最近この価格は上昇傾向にある。

## B. 流通経路

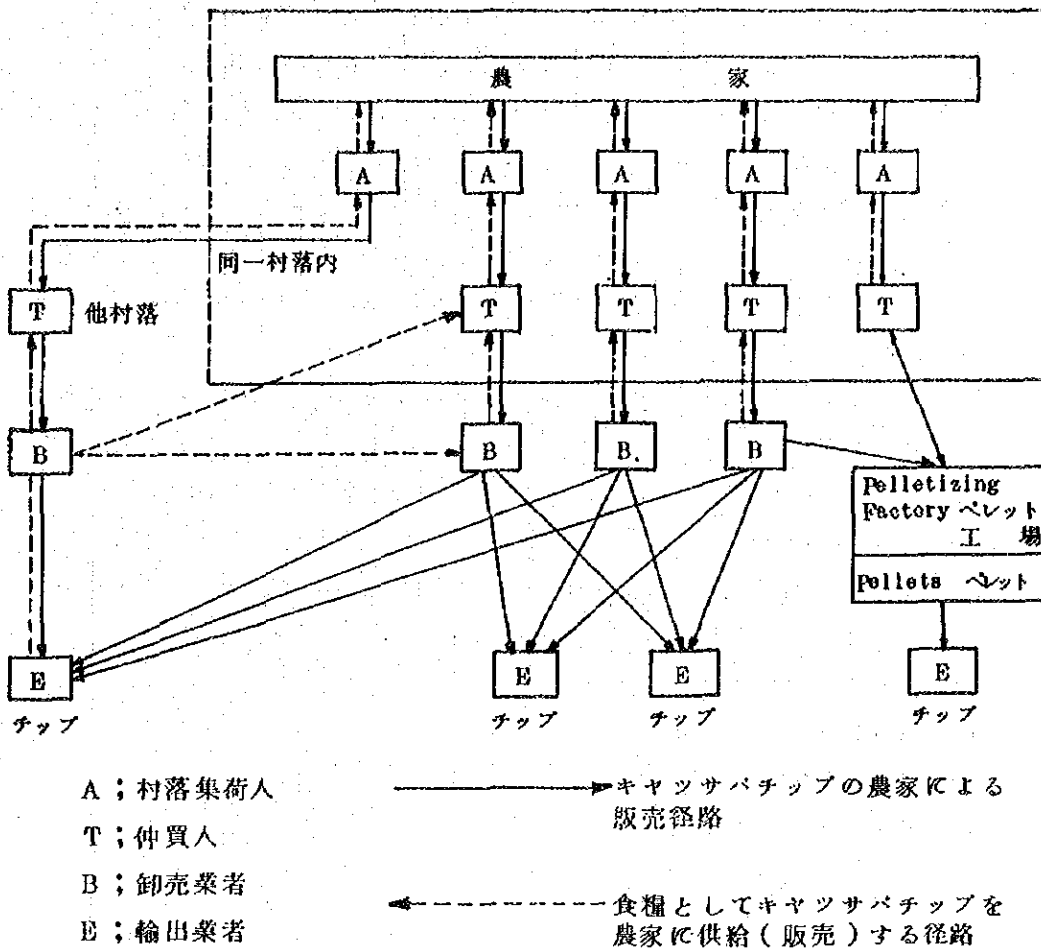
インドネシアにおけるキャツサバチップの流通経路は第7図の通りである (ランボン州農業普及局報告)<sup>95</sup>。

村落には多数の集荷人 (Agen) がいる。これは村の有力者、例えば村長とか富農がその役割を果たしており、秤と収納する小さな小屋を有している (写真26)、更にこれに直結する仲買人 (Tengkulak) が村落の市街地におり、数量の取りまとめ、輸送の手配、更に都市、例えばランボン州の場合 Telukebung 或は Panjang にいる卸売人への受け渡し等の経路を経て、ベレット工場或は輸出業者の倉庫に入り輸出されるが、この間農民からベレット工場或は輸出業者にとどく迄に少なくとも3種の業者の手を経ることになる。この間農民の手取価格6.50~10.00ルピアがベレット工場或は輸出業者に渡る時に16.00~18.50ルピアとなる (1974年10~11月現在)。

## 15. 輸出

### A. 一般概況

キャツサバの用途は色々あるが、主として輸出の目的は飼料原料である。輸入国は東南アジアではシンガポール、ホンコン、台湾などがあり、ヨーロッパ



第7図 インドネシアにおけるキヤツサバチップの流通経路

では西ドイツ、オランダ、ベルギーなどの諸国がある。又、主な輸出国はタイ、インドネシア、ブラジル、ナイゼリアなどである。

ヨーロッパ諸国の輸入量は1962年40万トンから1973年に190万トンに増加したが、その理由はECが域内の穀類飼料価格を相当アップしたこと、旧宗主国が新独立国からの一次産品に対して輸入特惠（輸入税の減免など）を与えたのをきっかけとして東南アジア諸国にもこれに準ずる待遇が与えられ

たこと、などが契機となった。

東南アジアの中ではタイの輸出がずばぬけておりヨーロッパ総輸入量の3分の2近くを占めている。(Harper) <sup>60)</sup>これに対して、インドネシアは約300万トンの生産高に対して約30万トン、約10%の輸出に止まっている。その理由は食糧としての国内消費が多いからである。しかも近年の傾向をみると、国全体の生産高は減少気味であるが、それはジャワ島を反映したもので(32表参照)ランボン州では増加の傾向にある。おそらくジャワ島のキャツサバは甘味種であろう。ランボン州の輸出は苦味種である。尚、ランボン州のキャツサバ生産物の種類別輸出量を第33表に示しておく。(データは州農業局及び税関支所の報告による)

近年インドネシアもキャツサバの輸出に意欲をもち始めタイとの協同歩調をとるために両国間に次の協議会を設けている。

Thailand - Indonesia Joint Coordinating Board of Maize and Tapioca Products Marketing

(とうもろこし及びタピオカ(キャツサバ)生産物の販売(輸出)に関するタイ-インドネシア両国による協同調整協議会)

1974年の協議事項:

- (1) 品質の規準化
- (2) 取引契約の改善
- (3) 船輸送に関する問題

B. 日本との関係

キャツサバの利用法には色々あることは既に述べた通りであるが、私たちの目下の焦点-飼料としてのキャツサバを考えてみると又色々な問題が横たわっていることがわかる。その主なる点をあげてみれば、

- (1) 日本における澱粉産業(農家-企業)-例えば、サツマイモ、ジャガイモなどの生産農家や輸入澱粉による製造業者との脱合や調整の問題等。
- (2) 輸入の過程  
船積、輸送、荷おろし、大量貯蔵など
- (3) 防疫の問題

第32表 インドネシア州別キヤツサバ生産物輸出実績(トン)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
ジャカルタ	(1) 16115	13148	2542	109	8273	3717	3783	100		
特別区	(2) 1407	4365	710	121	—	—	—	—		
西部ジャワ	(1) 14541	28944	22317	13389	62508	18729	53224	30265		
	(2) 4154	1288	2838	204	487	—	—	—		
中部ジャワ	(1) 9584	50578	43018	33500	47906	50629	89452	45050		
	(2) 19315	12891	15773	599	1268	302	25	—		
東部ジャワ	(1) 38480	48022	38473	90966	131538	167766	219277	158018		
	(2) 48420	15710	7859	3947	2019	4524	146	—		
ランボン	(1) 5281	3755	3057	14102	46765	62145	87024	96752	35765	86355*
	(2) 1114	3068	3292	2924	2364	163	700	—	55	355*
南スマタエン	(1) 109	285	1033	414	102	2703	5694	1978		
	(2) —	—	—	—	249	360	—	—		
その他の州	(1) —	162	157	102	46	—	509	—		
	(2) 294	50	291	1	—	221	—	—		
チップ(ベレット 会社)	84210	144894	110597	152582	297138	305689	458963	332163	35765	
澱粉	74704	37372	30312	7796	6387	5570	871		55	
合計	158914	182266	140909	160378	303525	311259	459834	382163		

出所：インドネシア農産省農産総局生産局およびランボン州農産普及局

(注) (1)キヤツサバチップ (2)澱粉

\*；1974年7月迄の実績

1973、1974年のランボン州以外の統計は未発表で不明

- (4) 飼料の形態
- (5) 品質、栄養価、配合方式、青酸含量など
- (6) 供給量と安定性
- (7) その他未経験から発生する問題への危険問題

問題(1)については私たちは全く不案内であるから、ここでは立入らないことにする。

問題(2)については、現地における港の施設、積荷の能力、キヤツサバの形態、袋詰めかサイロ貯蔵など、いずれも価格に反映する。

問題(3)では、チップの形であれば病虫害が日本へ侵入する危険が多い。欧米諸国でも輸入キヤツサバの中に害虫を発見した例がある。

第33表 インドネシア・ランボン州におけるキヤツサバ生産物輸出実績 (トン)

種 類	1969	1970	1971	1972	1973
キヤツサバチップ	45,300	73,541	86,287	99,558	35,765
チップ粉 (1)	1,450	100	—	—	—
タビオカ澱粉	2,892	328	2,857	2,700	55
澱粉滓	25	322	304	872	12
合 計	49,667	74,291	89,448	103,130	35,832

出所、ランボン州農業普及局

注) (1)キヤツサバ flour

ただし、それが定着蔓延する種類のものであるかどうか研究の必要がある。現地一船上一日本で簡単な消毒法があるかどうか問題であろう。これに対し、ペレットであれば、製造の途中で熱処理が加わるから消毒の効果があると思われるが、それだけで充分かどうか、今までチップの形で輸入していた西欧、特にドイツはペレットの輸入に変わりつつあるといわれているが、消毒という点も考慮されているのかも知れない。勿論ペレット化により船腹が大きく節約できるというメリットがある。

船積みは現在袋詰めで行われているが現地にサイロができ、袋詰めが省略できれば経費はかなり軽減される。しかし、現在の製品をみると粒は相当もろく

て、こわれ易く、かなり粉化するから、船からサイロへ荷おろしするとき粉がもれて空気中に舞上がれば港湾労働者の保健上問題になるおそれがある、といわれている。

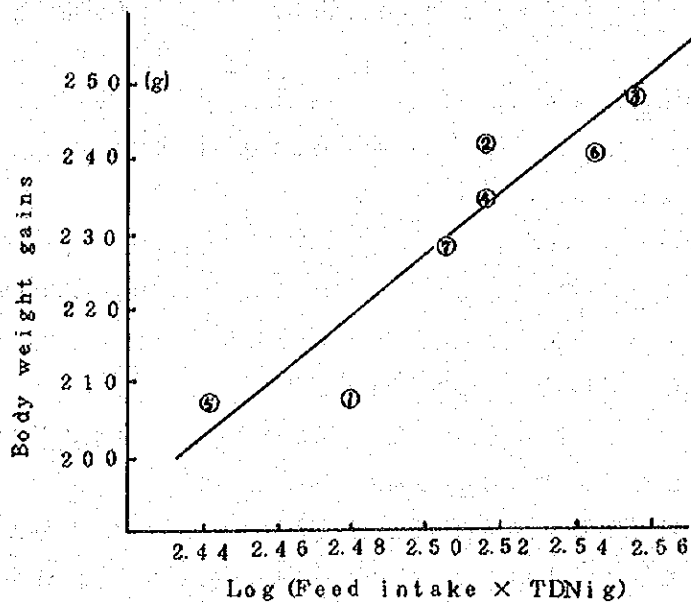
一方、日本では穀類の荷おろしは、船—サイロの機械化体系ができ上っており、ここに新たなチップやペレットが加わった場合問題がないかどうか、特にチップの場合に検討を要するであろう。

問題(3)の防疫の問題はキャツサバがいわば新顔の輸入品であるから万全の対策をたてる必要があることはいうまでもないことで、侵入のおそれのある病虫害の調査が先ず必要である。又消毒を必要とするならば、キャツサバの形態、消毒の方法、薬剤の種類などの研究を必要としよう。

問題(4)はただ単に取扱い上の問題に限らず、(配合)飼料商、農家などからみた希望もあるだろう。

問題(5)の品質の改良は進める必要がある。又品質ができるだけ均一で輸入時期などによって変わらないことが望ましいにちがいない。栄養という点からみればキャツサバは必しも良い飼料とは云えない。大部分が澱粉であって飼料として重要な蛋白質などが少ない、将来改良の余地がないわけではないが、差し当っては蛋白飼料との配合を必要とする。それは家畜の種類によっても異なるだろうが、西ドイツでは主として豚の飼料として使っているようである。キャツサバといえば青酸といわれるほどその有毒性が心配されており、特に日本では食品公害にむすびつけて神経質になっていると聞いている。青酸は勿論ないに越したことはないが一体どの位有害なのか、極く素朴な疑問は、西欧の豚には心配なく、食用に供用されているのであれば、何故日本の場合に心配しなければならないのだろうか。もっと検討してみてもどうだろうか。私たちらはただ一つのデータを入手できたので、それに基づいて検討してみよう。資料によると鶏にキャツサバを与えた場合、青酸含量7.2mg/Kgの場合には有害で鶏の成長量が少なくなるといっている。しかし、原著のまとめ方は私たちには理解しにくい点があるので、私たち流に解析すると次のようになる。

鶏(他の動物も同じ)の成長量は成長日数が同じならば供給したTDNの総量の対数に比例する(未発表—野鳥)。そこで、その量をデータから計算し、3週間後の成長量との相関をとって示すと第8図に示す如くなる。



第8図 鶏における給与養分と体重成長との関係

試験区の概略

1	SO-0	: soybean oil=0%	基準炭水化
2	SO-5	: =5	標準物はYellow
3	SO-10	: =10	corn
4	C-10 (青酸3.6 P P m)	: cassavameal=10	%はYellow
5	C-20 (青酸7.2 P P m)	: =20	cornと代替
6	C-32 (Water soaked)	: =32	試料した割合を示
7	C-32 (Autoclaved)	: =32	す

出所: Yoshida, M (1970) 121。

観測値は多少乱れているが、仮定によって直線となるはずである。そうしてみると、C-20区(青酸7.2 mg/kg)はなるほど成長量は少ないが、その理由は何らかの理由によって(1)飼料の摂取量は少し少なく、(2)平均的TDNが特に他の区より低かったために、(3)摂取量×TDNが小さくなったものである。



このことだけからは、C-20区が青酸の害をうけたとは云えないと判断される。問題にするならば、むしろS0-0区であって、これは標準飼料の一つであり、摂取量×TDNがC-20区よりも多いにもかかわらず、成長量はC-20区と差がないという結果の方が問題だろう。私たちは、これは実験誤差によって低くあらわれたのであって実際は、上の直線上にのるべきものと推察している。

以上の実験はただ一つの例にすぎない。まだ他にもあるかも知れない。要はキャツサバが青酸を含んでいるからといって徒らに神経質になる前に、青酸の有毒の程度、その限界、無毒化などについてもう少し確かなデータを集積していく必要があるように感じられる。

問題(6)すなわち日本の飼料の問題は各種の飼料の中で総合的に判断すべきであって、単にキャツサバだけを取上げて論ずるのは当を得ていないし、それはこの小冊子の取扱う範囲外の大問題である。だが、今キャツサバを日本に輸入するとすれば、その供給の時期、量が安定しているかどうかの問題となるであろう。

供給量は世界市場の中で動くので簡単には予測・推定しにくいものであるが東南アジアに限って、かつ、キャツサバだけをみるならば、目下のところタイとインドネシアだけである。タイは食糧(米)が自給以上であるからキャツサバの生産量の大部分を輸出することができる、インドネシアは生産量が多いが輸出量は余り多くはない。それは、同国ではキャツサバは第2の主食で米とともに栄養カロリーのかなりの部分を占めていることによる。従って、インドネシアからキャツサバを輸出するとすれば、同国人の食糧と競合することになるが、しかし、この国では食料用(甘味種)と輸出用(苦味種)とははっきりと別かれており、全く競合がないとは云い切れないが余程の非常の場合でない限り問題にならないと判断される(1972の早魃年には輸出禁止になったが消費されず後になって農家売値は暴落した)。

一方インドネシアではキャツサバ栽培に適する土地は極めて広く広がっており生産のポテンシャルは極めて高い。輸出ということを考えるならば、栽培地は近くに輸出港をひかえていることが重要な点であるが、そうした地域に限っても相当なポテンシャルがあると推定される。ランボン州もその一つであって

現在放置されている荒地40万haの4分の1が輸出用キャッサバ用に再開発されたとすればそれだけでも約80万トン(チップ)の輸出量が期待できる。尙近くに1万トン級の外航船が出入できる港があるのも一つの強味である。

では安定供給の点はどうであろうか。

ランボン州でみる限りキャッサバは畑作物の中では最も早魃に強く作柄が安定している。次に、決定的なダメージを与える病虫害がないことで、これも安定作の一つの重要因子である。収穫期は現在のパターンでは9月から12月頃までの約4カ月間位であるが、他方タイでは11月頃から乾期に入るので、両者をつなげばかなり連続して日本へ輸出することが可能と思われる。発展のしようによっては両国で数百万トンの対日輸出も不可能ではないかも知れない(注:現在日本の飼料穀類の輸入量はおよそ900万トン、将来は1,900万トンが予想されている)

次に、キャッサバを日本が購入すれば、いわゆる片貿易の是正にも或程度役立つであろう。更に重要なことは農民に一層の仕事の機会を増すという効果が大きい。

一般に途上国は一次産品を先進国へ輸出しているわけであるが、現地に付加価値を与えるために少くとも半加工品にしてから輸出するようすべきである、という主張があるが現実には仲々農村工業が発達しない現状において、或はキャッサバ・チップとしてキャッサバの輸出は、現地農家のニーズも或程度満たす役割を果たすことができる。その理由として、

- (1) 現在のところキャッサバはエステート向きではなく、労働集約的な小農に適している。
- (2) 乾期作物としてすぐれており、これを収穫、切断(スライシング)、乾燥など仕事量が増加し労働収入の増加となる。
- (3) 多数の小農が作るチップ—これからペレットを作る—は品質がまちまちであるおそれがあるが、品質向上のための簡単な方法については一応目度立っているので将来品質の改良については期待できる。

尙、多量に生産・輸出ということになれば収穫・輸送・マーケティングなど改良しなければならぬ問題も少なくない。

〔参 考〕

日本でキャツサバの栽培は可能か、

この主題はこの小冊子の範囲外の問題であるが、聞くところによれば、九州の或地方で成作してみているということであるので参考までに述べておこう。

私の経験では、終戦の年に南方からの帰還兵が持ち帰り新潟県の豪雪地帯に試作したのを見たことがある。木の高さ2.5メートル位大根の大きさ位のイモが3～4ヶで現在のランボン州の平均的な収穫と似たようなものであったと記憶する。成長期間を5月～10月までの6ヶ月と仮定すれば余り悪いではなかったと見るべきであろう。

そうゆう寒いところを別にして、やはり栽培可能地は日本でも暖地に限られるであろう。九州とか沖縄とかその他の島々がある。しかし、そこでは台風が多いので、その影響がどのようなことになるか今のところ予想がむづかしいが、仮りに葉が吹き飛んでしまえば害はあるにしても新生してくる葉によってかなり成長は回復するだろう。ランボン州でも種々の理由から多数の下葉がない木が多いがそれでも見掛け以上に収穫があるようである。木の部分はかなり柔軟性にとんでおり容易には折損しないが台風には耐えられるかどうか。何と云ってもキャツサバ地帯は台風の経験のない地帯であるから皆目見当がつかない。

更に上記の地方にはサツマイモという立派な作物があるのであるからキャツサバが導入できるか否かこの小冊子を参照してよく比較検討されることを希望する。

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN LIBRARY

UNIVERSITY MICROFILMS INTERNATIONAL  
SERIALS ACQUISITION  
300 NORTH ZEEB ROAD  
ANN ARBOR MI 48106  
U.S.A.  
TEL: (313) 763-0900  
FAX: (313) 763-0600  
E-MAIL: SERIALS@UMI.COM

文 献 集

本冊に引用したものの他知り得た限りの多数の文献の所在を示して参考に供する。

1. Affran, D. K. (1968) Cassava and its economic importance, Ghana Fmr 12 (4), 172 - 178.
2. Akinrele, I. A. (1965) The water-relations of some processed Nigerian foods. Fedl Inst. ind. Res. Nigeria, Res. Rep No. 33.
3. Akinrele, I. A., Cool, A. S. and Holgate, R. A. (1962) The manufacture of gari from cassava in Nigeria. Proc. 1st Int. Congress Fd Sci. Technol. 4, 633 - 644.
4. Alberto, J. (1957) A mandioca. Part II. Doencas, pragas e animais selvagens. Gazeta agric., Angola 2 (1), 504 -506.
5. Alberto, J. (1958) A mandioca, Part III. Seus derivados, preparos e usos, Gazeta agric. Angola 3 (3), 128 - 131.
6. Amaro, J. P. and Soares de Gouveia, J. (1957) Aspectos da defesa fitossanitaria dos productos armazenados em Angola. Lisbon; Minist. Ultramar, Junta de Investigacbes do Ultramar. 169 pp + 92 fig.
7. Anon (1943) The preservation of manioc. Dep. Agric, Ceylon Leaflet No. 202, Pd Prod. Leaflet No. 22.
8. Anon (1944) La conservation du manioc par le procede de Reine. Revue agric. Ile Maurice 23 (3), 105 - 160.
9. Anon (1950); "Le Manioc, sa culture, son Utilisation". Bull. des Engrais, 473.
10. Anon (1952) Tapioca Enquiry Committee. Govt. Travancore - Cochin India, Final Rep. Trivandrum, 23 pp.
11. Anon (1952) Record of investigations, No. 3, 1st April 1950 - 31st March 1952. Dep. Agric. Uganda, 92 - 93.
12. Anon (1962) Wealth of India. Raw Materials 6, L-M, 293 - 297. Coun. Sci. ind. Res., New Delhi.
13. Anon (1965) Report on an investigation into the relationship between atmospheric humidity, temperature and the equilibrium moisture content of cassava chips. Internal report, Trop. Prod. Inst., 4 pp.
14. Anon (1966) Standards for tapioca chips. Standards for cassava meal. 1966 Buyers Guide, Thailand; Board of Export Promotion.

15. Anon (1968) The markets for manioc as a raw material for compound animal feeding stuffs. The Federal Republic of Germany. The Netherlands and Belgium. Int. Trade Centre. UNCTAD-GATT, Geneva. viii + 94 pp.
16. Anon (1968) Ghana Academy of Sciences. Crops Research Institute, Annual Report, 1963-64, p. 20.
17. Anon (1969) Ghana Academy of Sciences. Crops Research Institute, Annual Report 1965, p. 109.
18. Anon (1970) Analysis of ship inspections, 1969. Min. Agric. Fish. Fd Pest Infest. Control Lab., Entom. Dep. Circular No. 1970/25.
19. Anon (1970): 'Agricultural Statistics of Thailand for 1967', Ministry of Agriculture, Bangkok.
20. Anon (1971): 'Annual Report of Agricultural Experiments for 1970', Department of Agriculture, Bangkok.
21. Anon (1971): 'The precious Root: Thailand's Tapioca Industry', Investor, 3, 12.
22. Averre, C. W. (1967) vascular streaking of stored cassava roots. Proc. 1st int. Symp, trop. root crops, Trinidad 2 (4), 31 - 55.
23. Averre, C. W. (1971) Effect of packaging on vascular streaking of fresh cassava roots. Noticiero Tuberosas, Bogota, (1), 14.
24. Bains, G. S., Bhatia, D. S., Subba Rao, G. N. and Subrahmanyam, V. (1954) Investigations on grain substitutes. II. Storage quality of grains from blends of tapioca and groundnuts. Bull. cent. Fd technol. Res. Inst. Mysore 3 (7), 183 - 186.
25. Baybay, D. S. (1922) Storage of some root crops and other perishable farm products. Philipp. Agric. 10 (9), 423 - 440.
26. Bolhuis, G. G. (1954); The toxicity of cassava Roots. Netherl. J. Agric. Sci. 2, No. (3), 176.
27. Broadbent, J. A. (1967) Unpublished report, duplic., 78 pp.
28. Broadbent, J. A. (1971) Microbiological deterioration of foodstuffs during storage in Nigeria. Paper, Seminar on Grain storage in the humid tropics, held by Ford Foundation, IRAT and IITA, Ibadan, Nigeria, July 1971.
29. Burton, C. L. (1970) Diseases of tropical vegetables on Chicago market. Trop. Agri., Trin. 47 (4), 303 - 313.

30. Buyckx, E. J. and Decelle, J. (1957) Resultats d'une enquete sur la conservation des denrees au Congo Belge. Pap., Meeting of specialists in stored food products, Salisbury, 1957, pp. 165 - 172. Sci. Coun. Africa S. of Sahara.
31. Cedillo, V. G. (1952) Cassava rice or landang. Philipp. Agric. 35 (8), 434 - 440.
32. Chandha, T. R. (1958) Fertilizer experiments on Tapioca in the Kerala state. J. Indian Soc. Soil Sci., 6, 55 - 63.
33. Chadhana, Y. R. (1961) Sources of starch in Commonwealth territories. III. Cassava Trop. Sci. 3(3), 101 - 113.
34. Chan Seak Khen (1969), Tapioca (*Manihot Utilissima*) investigations at the Federal Experiment Station Serdan. West Malaysia Oct. 1969.
35. Clerk, C. C. and Caurie, M. (1968) Biochemical changes caused by some *Aspergillus* species in root tuber of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Trop. Sci. 10 (3) 149 - 154.
36. Cornes, M. A. (1965) A revised listing of the insects associated with stored products in Nigeria. Ann. Rep. Fedl Min. Tr. Niger. Stored Prod. Res. Inst. 1964, 1965, pp. 96 - 119. Tech. Rep. No. 19.
37. Cotterel, G. S. (1952) The insects associated with export produce in Southern Nigeria. Bull, ent. Res. 43 (1), 145 - 152.
38. Council of Scientific and Industrial Research, India (1967) Wealth of India; raw materials. New Delhi: CSIR, 6, 293 - 297.
39. Cours, G. (1952, 1953); Cassava (o) Fertilizing. Rech. Agron. Madagascar 1, 52 and 2, 78 - 88.
40. Cours, G. and Fritz, J. (1961): Le Manioc, Bull Madagascar, 11, 178.
41. Coursey, D. G. and Haynes, P. H. (1970) Root crops and their potential in the tropics. Wild Crops 22 (4), 261 - 265.
42. Coursey, D. G. (1971) Biodeteriorative losses in tropical horticultural produce. Biodeterioration of Materials, 2, part II, pp, 464 - 471. Eds: Walters, A. H. and Rueck-Vanderplas, E. H/London: Appl. Sci. Publ. Ltd.
43. Czyhrinoiw, N. and Jaffe, W. (1951) Modificaciones quimicas durante la conservacion de raices y tubercules. Archos, venez. Nutr. 2 (1), 49 - 67.

44. Czyhrinciw, N. W. (1969) Consideratioes sobre industrializacion de raices y tuberculos tropicales. Rev. Fac. Agron. (Maracay), 5 (2), 108 - 117.
45. Davies, J. C. (1962) Storage of agricultural produce. Dep. Agric., Uganda, 31 pp.
46. David J. Rogers & S. G. Appan (1971) What's so great about Cassava? World Farming 13, 7, P 14, 16, 22.
47. De Gens, J. G. (1967) Fertilizer Guide for Tropical and Subtropical Farming, Centre d'Etude de l'A Qote, Zurich.
48. Dent, F. J. (1969): General Land Suitability for Crop Diversification in Peninsula Thailand, Soil Survey Report of the Land Development Department. Ministry of National Development. Bangkok. Report No. SSR-76-1969.
49. Doku, E. V. (1969) Cassava in Ghana. Ghana University Press, 44 pp.
50. Doop, den J. E. A. (1937); Green manuring, artificial manure and other factors in Sisal and Cassava production. De Bergcultures, 11 (9), 264 - 278.
51. Ekandem, M. J. (1965) Cassava in Nigeria. Part 2: Northern Nigeria. Memo No. 87, Fedl Dep. agric. Res., Ibadan, Nigeria.
52. Etorma, S. B. (1936) Chemical studies on cassava products, 1. The critical moisture-moulding content of cassava starch, Philipp. J. Agric. 7 (4), 409 - 412.
53. FAO, Food composition Tables for International use, Nutr. Stud. No. 11, Rome 1954.
54. Forsyth, J. (1966) Agricultural insects of Ghana. Ghana University Press, 163 pp.
55. Grace, M. (1971): Cassava Processing, Agricultural Services Bulletin No. 8 (Ref Ags/ASB/71/2), FAO Rome.
56. Greenstreet, V. R. and Lambourne, J. (1933) Tapioca in Malaya. Dep. Agric. Str. Settle. Fed. Malay States. Gen. Ser., No. 13, pp. 76.
57. Hechero, L. (1957) A cottage cassava slicer, Philipp. J. Agric. 22 (1 - 4), 81 - 88.
58. Hall, D. W. (1955) Report on food storage in East Africa. Colon. Off. Rep., ii + 47 pp.



59. Halliday, D., Quershi, A. H. and Broadbent, J. A. (1967) Investigations on the storage of agri. Ann. Rep. Nigerian Stored Prod. Res. Inst. 1967, pp. 131 - 141. Tech. Rep. No. 16.
60. Harper R. S. (1973) Cassava growing in Thailand, World crop, 25, 94 - 97.
61. Hiranandani, G. J. and Advani, K. H. (1955) Report on the marketing of Tapioca in India. Directorate of Marketing and Inspection, Min. Fd Agric., India Mktg. Series No. 88, 72 pp.
62. Holleman, L. W. J. and Aten, A. (1956) Processing of cassava and cassava products in rural industries. Agric. Dev. Pap. No. 54, FAO, p. 115.
63. Ingram, J. S. (1970) Selected bibliography on cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) Trop. Prod. Inst. Rep. G. 51, 35 pp.
64. Ingram, J. S. and J. R. O. Humphries, (1972) Cassava storage - A Review. Trop. Sci. 14, 2, 131 - 148.
65. Irvine, F. R. (1969) Cassava (*Manihot utilissima*). West African Agriculture, 3rd Ed. 2, West African Crops pp. 153 - 159, London, Oxford Uni. Press.
66. Jacob, A. and H. von Uexkull (1958) Nutrition and Manuring of Tropical Crop "Fertilizer Use" Verlags-gesellschaft fur Ackerbau mbH. Hannover.
67. Johnston, B. F. (1958) The staple food economies of western tropical Africa, pp. 25, 251. California, Stanford Uni. Press.
68. Jones, W. O. (1959) Manioc in Africa, pp. 106, 108, 113. California, Stanford Uni. Press.
69. 川上幸次郎, 小野由紀 (1971) 熱帯根菜の生産改良. 熱帯農業 13(3) : 163~168.
70. Kerr, A. J. (1941) The storage of native food crops in Uganda. Cassava. E. Afr. Agric. J. 7 (2), 75 - 76.
71. Kuppuswary, S. (1961) Studies on the dehydration of tapioca. Technical seminars, Fd Sci. 11 (4), 99 - 100.
72. Leslie S. Cobley (1956) An Introduction to the Botany of Tropical Crops, The English Language Book Society and Longman Group Limited.
73. Majumder, S. K. (1955) Some studies on the microbial rot of tapioca Bull. cent. Fd technol. Res. Inst. Mysore 4 (6), 164.

74. Majumder, S. K. Pingale, S. Y. Swaminathan, M. and Subrahmanyam, V. (1956) Control of spoilage in fresh tapioca tubers. Bull. cent. Fd technol. Res. Inst. Mysore 5 (5), 108 - 109.
75. Malavolta, E. Graner, E. A. Coury, T., et al (1955) Studies on the mineral nutrition of Cassava (*Manihot Utilissima* Pl). Plant physiol. 30, 81 - 82.
76. Manderstam, L. H. and Partners (1970): The Development of Export Industries in Thailand, Report submitted to the Royal Government of Thailand. Vol. I-IV.
77. Mayne, W. W. (1943) Food production on estate lands in S. India. Plrs' Chron. 38 (13), 350 - 355.
78. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (1970) In Chem. Cpds used in Agric. Fd Stor. in Gt. Britain. Published London: Minist. Agric. Fish. Fd. Reims/780, issued 1st December 1970.
79. Mitchell, D. L. (1964) Cassava preservation with sulphurous acid solutions. Unpublished report, Makers Univ. Coll., Uganda, 36 pp.
80. 三浦雄次 (1968) 改訂熱帯作物, アヅミ書房
81. Montaldo, A. (1973) Vascular streaking of cassava root tubers, Trop. Sci 15 (1) 39 - 46.
82. Normanha, E. S. and Pereira, A. S. (1963) Cultura da mandioca. O Agronomico, Sao Paulo Brazil 15 (9), 9 - 35.
83. 長戸公 (1970) 熱帯および亜熱帯の農産物の利用開発に関する調査研究, キヤツツバ, 熱帯農業 14 (4): 27 - 40
84. 中尾佐助 (1966) 栽培植物と農耕の起源, 岩波新書
85. 日本熱帯農業学会 (1958) 熱帯農業, 東京
86. Normanha, E. S. and Pereira, A. S. (1964) Cultura da mandioca. Boletim Instituto Agronomica, Campinas, No. 124, p. 29.
87. 岡啓 (1974) 南スマトラ・ランボン州の畑作農業とキヤツツバ, 農業技術第29巻12号, 18 - 21.
88. Osuntokun, B. O. Monekosso, G. L. and Wilson, J. (1969) Relationship of a degenerative tropical neuropathy to diet: Report of a field survey. Er. med. J., 1, 1st March, pp 547 - 550.
89. Pacheco, J. A. de C. (1952) Alteracoes de qualidade da fecula o armazenamentos das raizes de mandioca. Bragantia, 12 (7/8), 297.

90. Pacheco, J. A. de C. (1954) Alteracoes do teor de amido durante armazenamento das raizes de mandisca, *Bragantia*, 13 (6), 15 - 16.
91. Pattinson, I. (1968) Crop storage problems. Report to the Government of Tanzania. UN Dev. Prog. Rep., F. A. O. No. T. A. 2454, 74 pp.
92. Pierrard, G. (1962) Les insectes associes aux denrees entrepotes au Burundi et au Rwanda. *Bull., Inf, Inst. natn. Etude agron. Congo, Brussels* 11 (4-6), 389 - 393.
93. Pingale, S. V. Muthu, M. and Sharangapani, M. V. (1956) Insect pests of stored tapioca chips and their control. *Bull. cent. Fd technol. Res. Inst., Mysore* 5 (6), 134 - 136.
94. Pramnik, A. (1971): Prospects for Tapioca Cultivation and Pelletisation in Malaysia, *The Planter*, 47, 543.
95. Production Development Bureau, Agricultural Extension Service, Lampung, Indonesia (1973), The report of Cassava survey in Kabupaten Centr Lampung.
96. Rachmat Warganda (1972) Standardization and Grading of rice, maize and Tapioca The program of Palawija Workshop, Bromijaya University - Agro Economic Survey Report.
97. Rajasekharan, N., Rao, N. G. Kapar, N. S. Bhatia, D. S. and Subrahmanyan, V. (1960) Keeping quality of tapioca and nutromacaroni. *Fd Sci.* 9 (7), 240 - 43.
98. Rao, H. A. G. (1951) Cultivation of cassava and preparation of tis products. *Maysore agric. J.* 27 (3), 57 - 69.
99. Rao N. G. (1963) Studies on the shelf life on enriched tapioca macaroni products. *Fd Sci.* 12 (1), 40 - 42.
100. Rawnsley, J. (1969) Crop storage. *Tech. Rep., FAO, Fd Res. Dev. Unit, Acara, Ghana No. 1*, 89 pp.
101. 佐々木喬, 高見之元, 板井次雄 (1959) キャッサバの地下部に関する観察 *熱帯農業* 2 (3): 124~126.
102. 佐々木喬 (1970) キャッサバのもつ二面相, タイの栽培で出現する第二面相 *熱帯農業* 13 (3): 143~145.
103. Schery, R. W. (1947) Manioc - a tropical staff of life. *Econ. Bot.* 1 (1), 20 - 25.
104. Shenker, A. M. (1970) Problems of insect infestationoon tapioca exported from Malaysia *Circ. Minist. of Agric. Fish. Fd, Pest Infest. Control Lab., ent. Dep., No. 15, 1970, i + 26. pp.*

105. Singh, K. K. and Mathur, P. B. (1953) Cold storage of tapioca roots. Bull. cent. Fd technol. Res. Inst., Mysore 2 (7), 181 - 182.
106. Sosrosoedirdjo R. S. (1970), Ketela Pohon, C. V. Yasaguna, Jakarta.
107. Staf Pemuliaan Pempukan Ubizan (1971) Progress Report Tanaman Ubi - Ubian, Lembaga Pusat Penelitian Pertanian, Bagian Agronomi, Bogor.
108. Subrahmanyam, Y., Rao, G. R. Murthy, H. B. N. and Swaminathan, M. (1955) Effect of storage on the chemical composition and nutritional value of groundnut flour, tapioca flour and their blends, Bull. cent. Fd technol. Res. Inst. Mysore 4 (1), 31 - 33.
109. Subramanyam, H. and Mathur, P. B. (1956) Effect of a fungicidal wax coating on the storage behaviour of tapioca roots. Bull. cent. Fd technol. Res. Inst. Mysore 5 (5) 110 - 111.
110. Tracy, S. M. (1903) Cassava. Fmrs' Bull., No. 167. US Dep. Agric.
111. Vitti, P. (1968) Industrializacao da mandioca, producao de amido, raspa e farinha de raspa. Bolm. Cent. trop. Resq. technol., Aliment., (6), 26 - 33.
112. Vogt, H. and Penner, W. (1963). Der Einsatz von Tapioka and Maniokamehi im Geflugelmast futter, Arch. f. Geflugelkunde, 27, 431 - 460.
113. Vogt, H. and Stute, K. (1963). Prufung von Tapiokamehl im Geflugelmast-Alleinfutter bei Beginn der Verabreichung in verschiedenen Attersstufen, Ibid., 27, 473 - 482.
114. Vogt, H. and Stute, K. (1964) Prufugg von Tapiokapellets in Geflugelmast-Alleinfutter, Ibid 28, 342 - 358.
115. 輪田潔 (1967) 東南アジア諸国における澱粉作物の改良と技術交流の可能性に関する研究, 1. キャッサバ, 熱帯農薬 10 (3): 171~186.
116. Wargion Hadi, J. (1974) Ubikayu dan Cara Bercocok Tanamnya, Lembaga Pusat Penelitian Pertanian, Bogor.
117. Wills., J. B. (1962) Root crops: cassava. Agriculture and land use in Ghana, pp. 374, 397. Oxford Uni. Press.
118. Wong, P. W. (1969): A Selective Pre-Emergent Herbicide for Cash Crops, Paper Presented to the Malaysian Crop Diversification Conference. Kuala Lumpur.

119. 山口尚夫(1964)タイ国におけるキヤッサバ栽培について, 熱帯農業7(3): 126~131.
120. 山口誠(1965)タイ国におけるキヤッサバ栽培事情, 熱帯農業8(2): 81~87.
121. Yoshida, M. (1970), Bioassay procedure of energy sources for Poultry feed and estimation of available energy of Cassava meal, JARQ, vol 5, No. 4, 44 - 47.
122. Young, N., de Buckle, T. S., Castel Blanco, H., Rocha, D. and Velez, G. (1971) conservacion de yuca fresca, Report of the Inst. Invest. technol. Bogota.
123. Zwankhuizen, M. T. (1962) Report to the Government of Nigeria (Eastern Region) on the improvement in processing and utilization of copra, cassava (gari), rice and cashew nuts suitable for adoption in rural industries. UN: FAC Expanded Techn. Assist. Programme, NIG/TE/LA. Rep., No. 1529, pp. 13 - 33.

