

インドネシアで始まった 種いもづくり

元インドネシア種子馬鈴薯増殖・研修計画リーダー

堀尾 英弘

エルニーニョ現象による異常気象が一因と言われるインドネシアの大規模な山火事と、それによる煙害のニュースが続いていた昨年の9月末に、JICAのプロジェクト「インドネシア種子馬鈴薯増殖・研修計画」が5年間の活動を終えて6人の専門家全員が帰国した。その中の一人である筆者は、後半部分に当たる1995年からの2年間、プロジェクトに参加して種いも増殖システムづくりに携わるという得難い経験をさせていただいた。プロジェクトが無事終了したこの機会に、インドネシアで始まった種いもづくりとその課題などを中心にご紹介したいと思う。

1 馬鈴しょ生産と種いも

インドネシアでは、馬鈴しょは野菜に分類される。北緯6度から南緯11度に分布する国土の大半は熱帯性気候のために温帯野菜のほとんどは標高1,000m以上の、この国としては比較的冷涼な高地で栽培されている。1994年の野菜収穫面積から番付けをみると、第1

位はインドネシア料理に欠かせないトゥガラシで約161千ha、以下ササゲ、インゲンマメ、アカワケギ、キャベツと続き、馬鈴しょはその次の第6位に位置している。国民所得の向上に伴って野菜栽培は年々増加しており、特に馬鈴しょの増加は著しい。1995年の馬鈴しょは、収穫面積62,000ha、生産量1,025,259 t、ha当収量16.4 tであり、その5年前の1990年に比べて生産量は1.63倍に増加している。しかし、これは主として収穫面積の増加（1.58倍）によるもので、ha当収量は1.17倍でしかない。収量が増加しないのは良質の種いもが全国に普及していないためであり、面積増加は、いつまでもは期待できない。

この国では、オランダ等からグラノーラという品種の種いもを輸入しているが、キロ当たり4,000ルピア（当時）以上もする高価な輸入種子を購入できるのは、ごく一部の富農に限られ、多くの農家はその後代いもを幾代にもわたって栽培している。当然のことながら代を重ねるにつれてウイルス病の汚染が進



▲段々畑の馬鈴しょ栽培



▲見事な収穫

み、低収量を余儀なくされていたのである。これまで農家には「種いも栽培」の概念はなく、また、腐敗防止のため塊茎を切断して植えることはしないので、小粒いものみが種いもとして使われ、それ以外は食用となる。ただし、農家も種いものよし悪しは経験的に知っていて、輸入後の世代が若いほど種子価格は高く取り引きされる。農家が良質の種いもを安価に求められるようになれば、収量も改善され、馬鈴しょの増産に結びつくことであろう。

馬鈴しょの栽培は、乾季には少ないので市場価格も需給関係で上下するが、他の野菜に比べて高く、キロ当たり価格は米とほぼ同じである。もともと農家にとって有利な換金作物であり、収量が向上すれば農家の所得改善も期待できる。

2 西ジャワ州の種いもづくり

(1) プロジェクト開始までの経緯

JICAの技術協力による「種子馬鈴薯増殖・研修計画」（以下、本プロジェクトと記す）は、種子馬鈴しょの増殖のために必要な技術及び管理方法の改善を図り、もってインドネシア国の馬鈴しょ振興に寄与することを目的に1992年10月1日に開始されたが、ここに至る背景と経緯は概略次のとおりである。

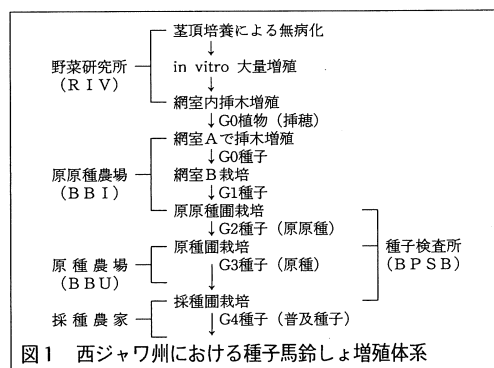
1984年に米の自給を達成したインドネシア政府は、第4次5ヶ年計画（1984～1989）において、米以外の主要食用作物の生産振興を決定し、そのための協力を日本政府に要請した。これを受けて1987年にマスタープランが作成され、インドネシア政府はこの中から「優良種子馬鈴薯の増殖配布計画」を最優先に取り上げて、その実施に必要な協力を求め

てきた。1990年9月から1992年3月にかけて無償資金協力による施設・機材等の供与が行われ、西ジャワ州で原原種農場、原種農場、レンバン園芸研究所及び種子検査所が整備された。一方、1985年から1992年にかけて延べ4名の個別専門家がレンバン園芸研究所に派遣されており、その後の本プロジェクトの円滑なスタートに貢献した。なお、インドネシア政府は第5次5ヶ年計画（1989～1994年）において、経済的離陸を可能にするための力強い農業の実現を目指して総合的栄養源の自給、食用作物の輸入減、農家所得の増大と新規就業機会の創設等を目標として掲げているが、これは本プロジェクトの上位目標ともよく整合していた。

(2) 増殖計画と実施機関

西ジャワ州で構築しようとする種いも増殖システムは図1に示すような流れになっており、この国では増殖世代を上から順にG1、G2…と呼んでいる（Gはgeneration）。実施機関の概要と役割分担は次のようである。

① 野菜研究所（RIV）：1994年までの旧名はレンバン園芸研究所。農業省の研究機関で、バンドンの北約20kmのレンバンに所在し標高は約1,250m。組織培養に始まる増殖システムの最上流を担当し、G0スティック



(挿穂)を原原種農場に供給する。C/P(カウンターパート)は3人。

② 原原種農場：バンドンの南約50kmのパンガレンガンに所在し標高は約1,300m。州立のBBI(中央種子農場)の一つであるが、馬鈴しょ原原種生産の専門機関として整備された。網室と3haの圃場を保有する。職員は31人で、うちC/Pは4人。

③ 原種農場：原原種農場から数キロ離れた所にあり、標高もほぼ同じ。BBU(主要種子農場)の一つであるが、馬鈴しょ原種生産の専門機関として整備され、州政府全額出資の公社(PD Mamin)が経営している。原種は面積は6ha。職員は17人、C/Pは公社社長を含めて3人。

④ 第一種子検査所(BPSB-1)：農業省に所属し所管する州内の種子検査を行う機関で、業務の一つとして種子馬鈴しょの検査を行っている。バンドンの南約11kmの郊外に所在する。C/Pは4人。

なお、本プロジェクトの地方レベルでの調整をバンドンにある西ジャワ州農業部が、中央レベルでの調整をジャカルタの農業省食用作物園芸総局種苗局が担当している。日本側専門家は西ジャワ州農業部内に事務所を置いて、リーダーと業務調整員が常駐した。

(3) 病害虫の発生状況

種いもづくりの障害となる、この国の病害虫発生状況を簡単に紹介しておきたい。

① ウイルス病：本プロジェクトで増殖した普及種子(G4)や輸入種子を用いた栽培では、ウイルス病の発生はごく少ないが、それ以外の種いもを用いた栽培では葉巻ウイルス(PLRV)やYウイルス(PVY)の発生が多く、減収要因となっている。PVYは普

通系統のほか、日本のえそ系統に相当する系統も分離される。他にXウイルスとSウイルスも存在する。

② 細菌病：馬鈴しょ栽培地の土壌はほとんどが青枯病菌に汚染されていて、青枯病の発生が普通に見られ、特に雨季の栽培で被害が大きい。輪作はしているが、土壌消毒は農薬が入手できないので行われない。他に軟腐病、そうか病の発生もあるが比較的少ない。

③ 菌類病：雨季の栽培で疫病が発生しやすく、農家は頻繁な薬剤散布で何とか抑制しているが、これを少しでも怠ればたちまち蔓延してしまう。夏疫病も見られるが少ない。塊茎の病気では乾腐病の発生が多く、貯蔵中に少しずつ発病してくるので、再選別が必要になる。黒あざ病、粉状そうか病もあるが発生は少ない。

④ 線虫：ネコブセンチュウの被害が広がっている。種類はサツマイモノコブとジャワネコブが多いと言われており、キタネコブは少ない。

⑤ 害虫：常春で一年中どこかで馬鈴しょが栽培されているため、害虫の発生も途切れる時がない。ウイルス病を媒介するアブラムシはモモアカのほかワタアブラムシ類似種が多く、他にチューリップヒゲナガ及びジャガイモヒゲナガが見られる。なお、日本のような発生のピークはない。ジャガイモガは、葉や塊茎に侵入するが、防除を怠ると大きな被害を受ける。また、スリップス、ハモグリバエの発生も多く、適期防除が抑制のポイントとなる。他にヨトウムシ類、ケラの被害がときに見られる。

(4) 各段階の増殖・検定技術

① 野菜研究所：茎頂培養で得た幼植物を

網室内のベッドに移植して育て、エライザを主体にした検定でウイルスフリーを確認後、挿穂を採取している。国の研究機関であるためC/Pの資質も高く、また、本プロジェクト開始以前から個別専門家による指導が行われたこともあって、挿穂生産は問題なく実施され、当初の2年間で技術移転を終了した。後半の3年間はウイルス抗血清（PVX、PVY、PLRV）の作製・利用技術が指導された。

② 原原種農場：野菜研究所から配布された挿穂を網室Aのベッドに挿木して小塊茎を生産する技術は、C/Pの習熟度が高まるにつれて挿穂の活着率も向上した。なお、ある時C/Pが金曜日に挿木したものだから、休み明けの月曜日に萎れた挿穂を見て大あわてした、という裏話もある。小塊茎は休眠覚醒を待って網室B（500m²×3棟）で栽培される。蒸気消毒した土を使うこと以外は日本の網室栽培と同じであり、水管理やエライザ検定は問題なくできるようになっている。その次の段階は1haの原原種圃栽培で、植付、管理作業、抜取り、薬剤散布、茎葉処理（乾季と雨季で若干異なるが、植付後約80日）、収穫、選別等一連の作業はC/Pにしっかりと伝授され、安定した生産を続けている。

③ 原種農場：ここでは毎回（年2回）6haの原種圃栽培が行われている。人材や施設・機材面で原原種農場に比べるとかなり劣り、栽培が本格化したプロジェクト後半になって各専門家が最も苦労したサイトである。公社が独立採算で運営しているので、原種販売代金が回収されるまでは資金繰りに困り、肥料代の工面が遅れて植付時期を延ばしたこともあった。それでも毎回、原種は生産され、採種農家に配布されたので一応の面目は保た

れたが、問題は供給量が不安定なことである。その大きな原因は、栽培経験が浅く、技術が定着しないうちに次々と遭遇した各種病害虫の発生であった。原種栽培の第2回目では貯蔵中の原種がジャガイモガの侵入を受けて大きな被害を受けた。この時の貯蔵庫は木造の老朽化した建物で各所に隙間があり、目張りも完全にはできないことから、再発を防ぐために応急対策として貯蔵庫を整備し、管理もこれまで以上に厳重にしたことにより、この問題は解決した。3回目の栽培では、雨季の栽培中に青枯病が多発したために減収した。青枯病の防除対策が急務とされ、植物病理専門家の指導で乾季の裸地休耕が行われた。これは、馬鈴しょ植付予定圃場を乾季に2～3ヶ月間裸地にしてハロー掛けを繰り返して土壌を乾燥させ、菌密度を下げようというものである。この処理はよく効いて、次作が雨季であったにもかかわらず発生は少なかった。以後、この処理は継続され、青枯病は少発生にとどまっている。4回目の栽培ではネコブセンチュウの被害が目立ち、線虫防除対策が求められた。早速に日本から線虫対抗作物（クロタラリア、ギニアグラス等）を導入して防除試験を始めるとともに、宿主となる雑草駆除に力を入れた。防除試験は効果を確認する前にプロジェクトの終了時期を迎え、除草や



▲市場に並ぶ馬鈴しょ（左下は品種グラノーラ）

ハロー掛け等の方法と併せて総合的・継続的に実施するよう助言して帰国することとなった。

④ 採種農家：本プロジェクトの活動範囲は原種生産までで、採種農家に対しては研修の実施と、種子検査をととしての啓蒙を行うこととされている。元々農家は馬鈴しょの栽培技術は持っているので、種いも栽培の認識と採取、防除等の技術を習得すれば良質の種いもを生産できる訳であるが、農家の状況が多様で個人差も大きいから片手間でできるような簡単な話ではない。種子検査に合格した普及種子が販売されるようにはなったが、採種農家の生産技術はまだ低い。増殖システムの末端に位置する採種農家段階の技術向上は今後に残された課題と言えよう。

(5) 種子検査

1993年に暫定種子馬鈴しょ検査基準と検査マニュアルを作成し、これに基づいて種子検査所の検査官が検査・証明業務を行っている。1997年からは、検査回数や合格基準等の見直しを行い、これをより実態に即したものに改訂した新基準が試行されている。検査は原原種、原種及び採種を対象として、申請に基づく栽培予定圃場の検査、栽培中2回の圃場検査及び収穫後の生産物検査が行われ、合格すると包装単位（20kg）ごとにラベルが発行

される。また、検査官は合格品からサンプリングして隔離圃場に植え、次代検定によって品質の把握を行うと同時に採種農家にも見せて、啓蒙に努めている。このように検査方法等には日本の技術が導入されており、検査前に一般栽培圃場などで罹病株を観察して目ならしを行う技術は、“Menarashi”という用語で定着している。ウイルス病などに対する検査官の識別能力も向上しており、厳正に検査・証明業務が遂行されているので技術レベルは一応合格点に達しているが、満点にはほど遠く、例えば生産物検査で、抽出塊茎を1個ずつ時間をかけて観察するなど、検査の迅速性に欠ける面もある。なお、検査基準や検査マニュアルは全国に適用できる内容のものになっているが、検査技術を身につけているのは西ジャワ州にある第一種子検査所の検査官のみであり、他州の種子検査所では技術が低い。また、実際に受検できるのは、通達によってプロジェクトの増殖体系で作られた種子に限定されているため、全国的に見れば流通している種子の大部分が検査されていない。他州や正規の増殖体系以外の種いも検査をどうするのか、今後の課題と言えよう。

(6) 種いもの流通

この国の農家は、一部の大農家を除いて自己資金力に乏しく、種子や肥料・農業代金を収穫後に決済するヤーネン（Yarnen）方式と呼ばれる決済方法があって、生産費に占める種苗費の比率が高い馬鈴しょ栽培では慣習となっている。本プロジェクトで生産される種いもの配布でもその慣習から脱することはできなかった。

原種農場で生産された原種（G3）は採種農家に配布されるが、その取り扱いには種子協



▲原原種の選別作業

会が一手に行うこととなっている。種子協会は、本プロジェクト開始後に州知事の肝入りで作られた、採種農家を会員とする団体で、原種の代金は協会がヤーネン方式で採種農家から徴収する。また、採種農家が生産した普及種子（G4）は、PUSKUD（中央共同組合）の馬鈴薯部が仲介して州内の一般栽培農家に輸入種子の約半値で販売されるが、ここでも現金販売は少ない。この仕組みの中で、種子協会とPUSKUD馬鈴薯部（責任者は同一人物）の運営にも適切さが欠けたために、資金の還流が悪化し、採種農家への代金支払いが滞って、種子流通団体が円滑に機能しなくなった。専門家側はこの事態を重視し、農業省と西ジャワ州政府に問題解決を幾度となく助言した結果、本プロジェクト終了の半年前になって州知事令が発出され、種子流通に新規流通業者等の参入が認められた。種子協会は自然消滅し、PT.Pertaniという資金力を持った公社の参入準備が始まっている。

3 他州馬鈴しょ産地の状況

農業省等から入手する馬鈴しょ生産統計資料には、以前にもらったものと数字が異なっていたり、合計が合わなかったりすることは珍しくなく、几帳面な日本人専門家を悩ませますが、大雑把にとらえれば間違っていない。生産第1位の西ジャワ州ではバンドン県とガルット県が大産地を形成しているが、他の州でも産地の集中化が見られる。これは、標高の高い適地が限定されるためであろう（表1、図2）。

(1) 北スマトラ州

有名な観光地トバ湖の北側にあるカロ県とシマルンガン県が産地で、両県の収穫面積は

州全体の90%を占め、生産量の約40%はシンガポール、マレーシアに輸出されている。種いもの多くは、輸入種子を7世代以上も自家採種して用い、高価な輸入種子は需要量の約0.1%でしかない。農家は安価な無病種子の入手を強く望み、州政府も優良種子自給の必要性を自覚して、プラスタギにあるBBIでは馬鈴しょの組織培養を行っているが、網室がないので増殖は培養ビンの段階で止まっている。また、外国人技術者を招いて組織培養から圃場での増殖まで行い、種いも販売を目指すバイテク会社も現われている。官・民のこうした試みに共通して見られるのは組織培養信仰ともいうべき認識であり、圃場増殖段階での技術の重要性があまり理解されていないようである。

(2) 中部ジャワ州

中部高地のパンジャルネガラ県とウォノソボ県に産地があり、栽培は両県で州全体の80%以上に達する。生産物は州内市場に向けられるほか、西ジャワ州、東ジャワ州、カリマントンにも移出されている。種いものは西ジャワ州、特にパンガレンガンから業者を介して購入するが、それは一部で、多くは購入後幾世代目か分からないくらいまで自家採種を繰り返している。良質の種いも確保を目指して採種を始めた農家グループもあるが、彼らが使っている元だねは、業者から購入した来歴不明のものである。

(3) 東ジャワ州

馬鈴しょ栽培はマラン周辺とプロモ山麓の高原地帯に集中しており、州全体の約80%を占めている。収穫面積はやや減少傾向にあるが、その原因は果樹への転換にある。種いもは大半が自家採種のものであるが、一部に中

部ジャワ州から移入されるものがある。

(4) 南スラウェン州

産地は、半島南部に位置するゴア県・シンジャイ県の高地を中心にした地域と、北にあるエンレカン県の高地に大別される。生産物は州内で消費されるほか、一部は東カリマタン、マルク、イリアンジャヤにも移出されている。種いもは自家採種するか一般栽培農家から購入しており、輸入種子を使う農家はほとんどない。

(5) ジャンビ州・西スマトラ州

西スマトラ州の州都パダンの北東部から東部にかけての高地が栽培の中心で、2州にまたがっている。収穫面積は西スマトラが多かったが、1995年に順位が逆転した。市場は両州内のほか、南スマトラ州等へも移出されている。種いもは自家採種品がほとんどであるが、他に、北スマトラ州、西ジャワ州からの移入種子、オランダ等からの輸入種子も少しある。西スマトラ州には、組織培養や挿木による急速増殖を行っているBBIもあるが、試験段階で、ウイルス病の検定などは行われていない。

4 今後の種いも生産と課題

本プロジェクトは昨年7月に、日米コモン・アジェンダ（地球的規模に立った協力のための共通課題）に係る国際セミナーをバンドンで開催した。「インドネシアにおける種子馬鈴しょの増殖」と題するこのセミナーには117人（うち米国側7人）の参加があり、熱心な討論が行われたが、中でも他州からの参加者が、西ジャワ州での本プロジェクトの成果を高く評価するとともに、自分の州でも無病種子供給の必要性を強く感じ、そのための増殖システムづくりに支援して欲しいと訴えていたのが印象的であった。

もちろん、このセミナーが開かれるずっと以前から、インドネシア農業省は、日本の技

表1 馬鈴しょ主産地の生産状況（1995年）

州 名	収 穫 面 積	生 産 量	ha当収量
西 ジャワ 州	16,259 ha	334,222 t	20.6 t
中 部 ジャワ 州	14,508	249,384	17.2
北 スマトラ 州	14,097	228,927	16.2
東 ジャワ 州	6,064	67,149	11.1
南スラウェン州	2,970	23,593	7.9
ジャンビ州	2,894	64,164	22.2
西スマトラ州	1,703	25,247	14.8
そ の 他	3,925	32,573	8.3
全 国	62,420	1,025,259	16.4

資料：農業省食用作物園芸総局

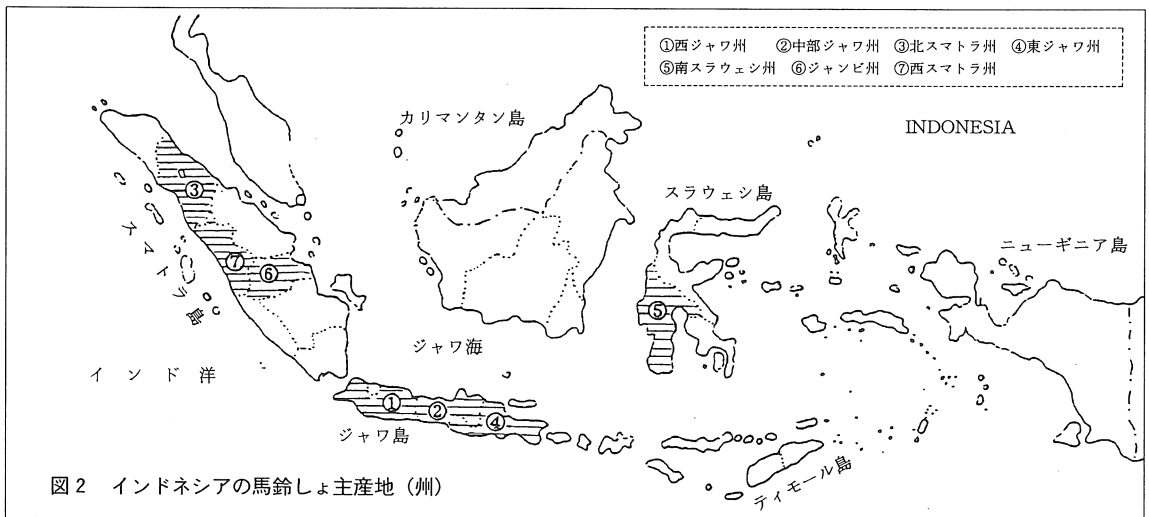


図2 インドネシアの馬鈴しょ主産地（州）

術協力で西ジャワ州にできた優良種子馬鈴しょの増殖システムを、主産地を抱える他の州にも広げて、全国的な馬鈴しょ増産体制を確立したいと考えていて、専門家側も農林水産省とJICA本部、現地の大使館、JICA事務所、アンブレラ協力等の日本人専門家と連絡を取りながら、農業省に対して必要な助言を行っていた。西ジャワ州で始まったばかりの種いもづくりの現状、熱意はあっても技術や設備がない他州の現状から、農業省の全国展開構想を実現するためには克服すべき課題も多く、次にそれらの課題を整理してみたい。

(1) 西ジャワ州における増殖システムの強化
今後におけるこの国の種いもづくりで中核的役割を果たすことが期待されている西ジャワ州の増殖システムを、より強固なものにしていく必要がある。具体的な課題としては、

① 病虫害防除技術の高度化（採種環境の改善、ネコブセンチュウ防除技術等）

② 採種農家の技術改善

③ 増殖システム管理機能の強化（増殖・配布の企画調整、流通団体への指導強化）などがある。

(2) 他州の技術者養成

原原種・原種の増殖や種子検査ができる技術者を他州でも養成しなければならない。この場合、西ジャワ州の原原種農場が持つ研修機能が発揮されるとしても、研修のみでは技術修得が難しいと思われるので、工夫が求められよう。企画調整や流通団体を指導する行政担当者の養成も併せて必要である。

(3) 他州における施設・機材の整備

全国的な増殖システムの中で、必要な圃場や施設・機材の整備が求められる。



以上のような課題を抱える状況のなかで、自力解決が難しいインドネシア政府は、日本の技術協力と円借款による施設等整備を要請しており、技術協力案件については昨年8月に事前調査、12月に長期調査が実施されている。これらの協力案件が実現し、インドネシア側の自助努力を加味したプロジェクトが効果的に実施されるならば、西ジャワ州で始まった種いも作りがやがて全国に広がり、この国の農家と農業の発展に大きく貢献するであろう。

アロールート

アロールートは、数種類の熱帯性草本で根茎・地下茎から可食でん粉が生産されるものの総称であって、代表的なものとしては「バーミユダアロールート」とよばれる *Marantaceae* 属の *Maranta arundinacea* がある。この種は西インド諸島で栽培され、黄白色で長さ25～50cm、径2～3cmの地下茎を生ずる。でん粉をとるにはこの地下茎を生育末期に収穫し、樹脂を多く含んでいて不快な味のする表皮を取り除きやすくするために水に浸し、のち叩いてでん粉を繊維質から離れやすくし、数回洗浄を繰り返してでん粉粒を洗い出す。水に含まれているでん粉を静置させるか、遠心分離機にかけてとり出し天日乾燥させたのち粉砕されるが、精製されたでん粉は85%の炭水化物と15%の水分を含み、他の成分の含量は少ない。

このでん粉はふっとうしている湯に混ぜるとゼリー状の塊にふくれ上る。たいへんに消化しやすく、プディングあるいはクッキーとして病人食あるいは幼児食として用いられる。しかし多くの場合は馬鈴しょ、サゴ、キャッサバなどのでん粉に混ぜて用いられる。