

# 穀物手作業のブレイクスルーの可能性

瀬口 正晴 (SEGUCHI Masaharu)<sup>1,2</sup>, 楠瀬 千春 (KUSUNOSE Chiharu)<sup>3</sup>

Key Words: モロコシと女性, 穀物の流出, 乾燥, 殺虫, ミネラルダスト

本論文「穀物手作業のブレイクスルーの可能性」は“Lost Crop of Africa”volume I Grains NATIONAL ACADEMY PRESS 1996 の Appendix B Potential Breakthroughs in Grain Handling を翻訳紹介するものである。

前号 (New Food Industry 2023 Vol.65 No.10) では、アフリカ独自の穀物生産を促進するための可能性ある技術的進歩を明らかにした。本稿では、これらの穀物の製粉や貯蔵の方法にも同様に影響を与える可能性あるその他の進歩をあげる。これらもまた、原理的にはアフリカ大陸全体に多大な利益をもたらす可能性のある技術革新である。しかし、繰り返しになるが、これらは本書の整理中に目に留まったほん

の一例にすぎない。他の最先端技術も同等かそれ以上かもしれない。

## もうハラハラしない

1年中毎日、おそらく5,000万人のアフリカ人（ほとんどが女性と子供）が、その日に家族が食べる穀物の準備に何時間も費やしている。彼らは通常、穀物を水に浸し、重い木の棒の先（杵）で叩いて外側の種皮を落とし、糠を分離するために叩いた混合物を箕で挽き、穀物をもう一度湿らせ、最後にもう一度叩いて粉にする。

これは常に暑くて嫌な作業である。雑穀の用途と人生そのものを制限する。家族の食事に十分な量（約2.5kg）のトゥジンヒエを挽くのに女性2人で約1時間半、白と杵で粉にするのにさらに2時間、場合によってはそれ以上かかる。粉はすぐに腐敗し、後で使うために取っておくことができないため、毎日、天候の良い日も悪い日も、病気や体調悪くてもそれに関係なく行わなければならない。

この終わりのない重労働からの解放ほどアフリカの農民を救う新開発はないだろう。それは毎年何百万時間もの「失われた」時間を取り返し、健康と家族の福祉を向上させるだろう、そして大陸全体の生産性を高めることになるだろう。長い目で見れば、おそらく最も重要なのは、地元の穀物の未来を確保することだろう。現在、ひどい労苦の重荷が、モロ



図1 エチオピア ダナキル窪地にて小屋の入り口で、ヤギの皮の上で、2つの石の間でモロコシを挽くアディマラ・ダナキルの女性。

<sup>1</sup> 神戸女子大学, <sup>2</sup> 日本穀物科学研究会前会長, <sup>3</sup> 九州栄養福祉大学

### モロコシと女性

モロコシはアフリカでは女性の作物である。何世紀にもわたって蓄積された知恵によって、女性たちはモロコシの作物とその取り扱いに関する情報を蓄積してきた。その多くは、近縁の品種を見分ける専門家である。しかし、今になってようやく、研究者たちがこの知識に注目し始めている。

Joyce Manyangwa もその一人である。テキサス工科大学の支援のもと、彼女はレソトの3つのモロコシ栽培地域を訪れ、モロコシ使用に対する考え方を知るために選ばれた家庭を訪問した。「私は、モロコシの食生活への利用を拡大し、女性たちに労働の対価としてより多くの収入を得させるとともに、食卓により安価な主食を提供するためにはどうしたらよいかを知りたかったのです」と彼女は説明する。

彼女の研究によれば、モロコシの利用を改善することは、アフリカの女性を大いに助けることができる。「モロコシは女性の作物ですが、その市場は主に男性用のビール醸造に限られています」と彼女は指摘する。

より良い加工方法が特に必要である。モロコシやヒエの加工や調理には、米よりも時間がかかる。女性は畑やコミュニティで働くため、加工や調理に使える時間はどんどん減っていく。モロコシやヒエの小規模な田舎加工工場があれば、インドにすでにある精米工場のようにモロコシやヒエの消費を促進するのに役立つだろう。

「モロコシが特別な機械で加工されるのを、人々は好むのです」と Manyangwa は言う。「モロコシは、女性が世帯主となって家族を養い、女性がより多くの収入を得るのに役立つ可能性を秘めていると、私は楽観的に考えています」。

適切な脱皮機と製粉機が導入されれば、次のことが可能になる：

- ・モロコシ食用地域における女性の重労働を軽減化できる。
- ・モロコシがより便利な穀物に変わる。
- ・モロコシ製品の品質向上。
- ・モロコシから他の穀物へのシフトをチェックする。
- ・合成粉の開発とモロコシ製品の商品化に貢献する。

コシやヒエなどの在来穀物に対して静かな反乱を引き起こしている。

今、ひとつの選択肢が生まれつつある。小型の動力粉碎機なら、現在多くの人間のエネルギーと時間を費やしている作業を、ほんの数分でこなすことができる。最も成功しているものは、道具を研ぐのに使われるような8個か12個の砥石を並べたものである。必要不可欠な部品である脱皮機は、もともとカナダのサスカトゥーンにあるプレーリー地域研究所で設計された。ボツワナのカニエにある農村産業革新センターでは、アフリカの農村地域向けに特別に小型化されたバージョンが製造され、実地試験と改良が行われた。小型ディーゼルエンジンを動力源としている。

報告によれば、この機械は手で搗くよりも穀物を無駄にしない。(回収率は85%で、この村の通常のやり方よりも10%高い)。また、機械で脱皮した穀物は、地元の食品に全く変化を与えないらしい。乾燥した穀物を使うので、脱皮機は従来の方法よりも柔軟性があり、できた粉は保存がきく。

脱皮機で行うのは、アフリカの女性が行うことのわずか半分にすぎない。種子の外皮を外し、白色の米の粒のようになる。粉やグリッツを作るには、さらに挽く必要がある。これを機械的に行うのがハンマーミルである。脱皮機とハンマーミルが一体化したものもある。

これらの機械システムは、主にモロコシやトウジンビエ (pearl millet) を処理するために設計されたが、フォニオや、ササゲやハトマメのような食用豆類にも満足のいくものであることが証明されている。シコクビエ (finger millet) は難しかったが、インドではこれに適したものが出来た。主な魅力の1つは調整せずとも広く異なったサイズ粒を操作出来ることである。

カナダが支援するプログラムのもと、現在、セネガル、ガンビア、ジンバブエで使用するためのさまざまなモデルが開発・配布されている。ボツワナに続き、マリとニジェールでも、現地の工具メーカーが製造できるような設計が進められている。

機械化された加工は、おそらく都市や町で最も即効性がある。農村部では、人々は穀物を製粉所まで運び、粉とふすまを家に持ち帰らなければならない。彼らにとって、数キログラムの穀物を数キロメートルも運ぶのは、家にいて竿で穀物を搗くのと同じくらい負担が大きいかもかもしれない。しかし、これを回避する方法もある。たとえばボツワナでは、穀物や粉を運ぶためのロバの荷車を無料で貸し出している。(また、製粉ユニットを荷車に搭載することも考えられる。) 移動式製粉工場は、週に一度、さまざまな村に立ち寄り、消費者の家の玄関先で穀物を加工する。このようなシステムではハンマー・ミルは使えないかもしれないが、脱穀機だけでも、重労働

働の大部分と最も不快な部分を軽減できるだろう。

これらのことは、現在何百万人もの人々に重くのしかかっている負担を大幅に軽減する可能性を開く。農作物の種類も増えるだろう。毎日朝夕に穀物を搗くという雑用から女性を解放することで、ライフスタイルの選択肢や雇用の機会が増えるかもしれない。女性や子どもたちの健康増進に大きく貢献し、より生産的な仕事に時間を割けるようになり、農家にとってより良い市場が生まれ、多くの国にとってより安定した食糧事情につながるかもしれない。

穀物を機械的に製粉するためにはお金を払わなければならないという事実にもかかわらず、このミニ製粉産業はすでにアフリカの一部で定着し始めている。カナダ型製粉機を導入した国がいくつかあり、そのメンテナンス支援は、遠隔地にも急速に広がっている。さらに、アフリカ全土の商人や消費者は、未加工の穀物の代わりに粉を購入し、使用することにますます関心を示している。穀物革命は、農民と消費者に新たな選択肢をもたらし、農村でのより良い生活への新たな可能性をもたらしているようだ。

### 穀物の流出

重要なのは、人々の体内に入る食物の量と質である。残念なことに、今日、アフリカの穀物の多くは、収穫後に腐敗したり、失われたりしている。計測すると、多分各年の食品生産の25%は失われるか不適格になるその理由は明らかである。正確な数字は定かではないが、アフリカでは収穫後の穀物ロスが40%を超えることもあり、その主な原因は加工や貯蔵の不備によるものだと主張する人もいる。また、10%以下であるという人もいる。ある種の伝統的な貯蔵庫は非常に効果的だが、政府の貯蔵庫では25%のロスが一般的だ（農民が最も粗悪な資材しか提供しないことが多いためでもある）。また、新しい品種の穀物が生産されると、農場でのロスが劇的に増えることもある。

取り扱いや貯蔵中に、熱と湿度がカビや腐敗を促進し、多くの穀物をダメにする。昆虫、ネズミ、鳥類は莫大な量を盗んでいく。ほとんどの自給自足農家は、収穫した穀物を小さな穀物庫（容量1.5トンほど）に貯蔵している。そしてかなりの量は食べるまえに駄目にするか、消えてしまう。（結局、腐らせるか食べられてしまう）。

明らかな答えは、より良い貯蔵方法であり、最近では、いくつかの材料で作られた害虫防止サイロが有望視されている。以下に例を挙げる。

### レンガ

ジンバブエのエンジニア、Campbell D. Kagoro は、長年にわたって地元のレンガを使った穀物倉を開発してきた。アフリカの他の地域と同様、ジンバブエの人々は焼き粘土レンガの製造方法を知っている。サイロを建設するために、彼らは砂利に覆われた土や岩の上に直接レンガを積む。（最終的な構造物は防水葺き屋根で覆われる。サイロの容量は約2.5トンで、さまざまな製品を貯蔵するために最大5つの区画がある。サイロには通気孔があり、湿気、昆虫、ネズミからの保護に優れていると言われている。

### フェロセメント

（金属メッシュ、織物、エキスパンドメタル、または金属繊維の「アーマチュア」、および鉄筋などの狭い間隔で配置された細い鋼棒の上に適用される強化モルタルまたは石膏を使用する建設システム）

鉄筋コンクリートの一種であるフェロセメントは、金網、砂、水、セメントという通常容易に入手できる材料を利用する。腐食しにくく、耐用年数も長い。

タイとエチオピアでの経験から、フェロセメント製サイロは、未熟練労働者と監督者1人だけで比較的安価に現場で建設できることが実証されている。このようなサイロでは、食物損失は年間1%未満である。ネズミ、鳥、昆虫と湿気は中に入り込まない。世界の水路に浮かぶ何百隻ものフェロセメント製ボートは、この素材が防水性を持つことを示しているが、フェロセメントの厚さは通常1センチほどしかないため、構造は最高級でなければならない。その容器の構造がよく、蓋がしっかりと密閉されていれば（自転車のタイヤのチューブが便利なガスケットになる）、空気さえも入ってこない。気密性の高いサイロ内では、呼吸する穀物がすぐに酸素を使い果たしてしまう。昆虫（卵、幼虫、蛹、成虫）はもちろん、穀物とともに持ち込まれた空気を呼吸する他の生物も破壊される。

すべての農場にフェロセメント製サイロを設置できる可能性は、タイでの驚くべきプログラムによっ

て実証されている。穀物よりも純粋な水を貯蔵することが重要視されているタイでは、政府が農村部の6人家族1世帯につき3つのフェロセメント製サイロ（各2立方メートル）を提供している。このプロジェクトには300万世帯が参加し、900万個の甕が使われた。1つあたり20ドルかかるが、1,300万ドルの回転資金が回収可能なため、一人あたりのコストは42セントと低い。

熱は、フェロセメント製（および他のほとんどのもの）のサイロの基本的な問題である。灼熱の太陽に照らされたサイロは、水分が穀物から蒸発しその上部に集まり、カビが上部に集まり、カビの生長、発芽を助長する。このため、サイロは常に木陰や家屋の陰に置くか、地中に埋めるか、日除け用の粗末なもの（茅や発泡プラスチックの切れ端が思い浮かぶ）で囲む必要がある。

フェロセメントは、家庭用の小さなゴミ箱に使われることが多いが、町や地域で使用する大型の貯蔵施設にも利用できる。最も興味をそそられるもののひとつが、アルゼンチンで開拓された横型の「スリーピング・サイロ」である（アルゼンチンでは主にジャガイモの貯蔵に使われている）。この大型構造物は、地面に半分埋まった逆さまの船の船体のような形をしている。隔壁は強度を高めるとともに、異なる製品や異なる所有者の製品を貯蔵するための独立した区画を作る。現在、世界の多くの地域で使用されているそびえ立つ穀物エレベーターに比べ、横型のもは地面に横たわっており、土木工事やフーチング（足場作り）、構造補強はほとんど必要ない。

## 泥

最近、粘土とわらで作られた気密性の高い穀物貯蔵庫がシエラレオネに導入された。このサイロは、国連食糧農業機関（FAO）が連れてきた中国人インストラクターが実演したもので、構造が簡単でコストが低く、収穫後の穀物ロスを大幅に減らす可能性がある。

この場合の原材料は泥と藁で、完成したサイロの屋根は板、藁、葦などの防水材で覆われる。このサイロの発明者は中国東北部の農民であり、彼らは昔から、家庭で備蓄する食料を保管するために小さな泥の樽を築いてきた。近年、穀物貯蔵を分散化させるといふ国家的なキャンペーンによって、この非常

にシンプルで経済的な技術が中国の田舎で使われるようになった。実際、現在では200トンを収納できる高さや直径が8メートルもある大型の泥サイロが建設されている。

ガーナでも改良型泥サイロの試験が行われている。ただし、円形の壁には普通の泥の代わりに、現地で作られた型を使って天日乾燥させた泥レンガが使われている。上部は別に成形した泥のスラブ（平板）である。全体は泥と粘土の混合物で密閉され、壁は涼しさを保つために白く塗られる。

この2つのサイロは、どちらも建設にも使用にも大した専門知識は必要ない。

## プラスチック製

近年、オーストラリアとフィリピンの研究者が共同で、穀物を倉庫に貯蔵するための密閉プラスチック製囲いを開発した。湿度の高い熱帯地方の倉庫に穀物貯蔵用に設置されている。1992年、協同組合や小規模な製粉業者、商人の小規模かつ屋外でのニーズに適した同様のものを設計する新しいプロジェクトが開始された。科学者たちは、ネズミや虫を寄せ付けず、熱帯の極端な環境から穀物を守るプラスチック容器を開発した。燻蒸にも簡単で、乾燥前の湿った穀物を保管するのに適している。このプラスチック製サイロは、オーストラリアでばら積みの穀物の貯蔵にすでに採用されている一般的な原理を応用して設計された。フィリピンで実施されたものではあるが、この研究は湿度の高い熱帯地域全体に適用できそうである。

## ゴム

ボルカニ研究所（Volcani Institute）として知られるイスラエルの農業研究機関は、最大1,000トンの容量を持つ、シンプルで安価、かつ移動が容易な穀物貯蔵庫を開発したパイオニアである。この折りたたみ可能なテント状の構造物は、撤去して新しい場所にトラックで運び、すぐに組み立てることができる。この斬新な特徴は、緊急食料品の取り扱いや、予期せぬ豊作で余った穀物の貯蔵に特に役立つ。壁はロール状の丈夫な金網（実際は溶接金網フェンス材）で作られているが、穀物は紫外線耐性のプラスチック製ライナーの中に保管されている。このサイロは気密性が高く、殺虫剤を使用しなくても虫の侵

入を防ぐことができる。主に乾燥した地域で使用される。

### 穀物の乾燥

穀物を荒らすのは昆虫やネズミだけではない。乾燥不足も甚大な被害をもたらす。湿気はカビ、発芽、腐敗を促進し、穀物を食べられなくする。そのため、穀物を保管する前に乾燥させることが重要である。第三世界（発展途上国）の条件下でこれを行う技術は、世界各地で考案されている。

### シエラレオネ

シエラレオネの6つの地区の農家は、収穫したての米を乾燥させるために使用していた従来の泥の床を、改良された乾燥ヤードに置き換えている。この安価で簡単な変更により、穀物を清潔に保ち、乾燥時間を短縮し、収穫後のロスを半分に減らすことができる。この研究は、オーストラリア国際農業研究センター（ACIAR）（オーストラリア、A.C.T. 2601, キャンベラ, G.P.O. Box 1571）の助成によるものである。

### 米国

カンザス州立大学の食品・飼料穀物研究所は、発展途上国向けに新しいタイプの乾燥機を設計した。この乾燥機にはファンなどの可動部分がなく、雑草や籾殻、農業副産物、その他の廃棄物を燃やすことで発生する熱を利用する。

この自然対流式熱風乾燥は、現在、雨がやんだ後に成熟する穀物（この穀物を天日で乾燥させることができる）しか栽培できないアフリカの多くの地

域で、新たな選択肢を開く可能性がある。1990年、カンザス州立大学は、ペルーとベリーズで降雨量が非常に多い条件下で乾燥機をテストした。天日乾燥は現実的でなく、不可能でさえあったが、この新しい乾燥機は非常に効果的であることが証明された。ほぼ、ほんの約1時間で20%レベルの水分含量が14%にまで低下した。これは米の日常的な使用には速すぎるが、熱帯の雨季の湿った環境では、この乾燥機がうまく機能することが明らかになった。

### タイ

バンコク近郊のアジア工科大学（AIT）は、竹の支柱と透明なプラスチックシートでできたシンプルな太陽熱乾燥機を開発した。一時に1トンのコメを湿気の季節に22%の水分含量を14%にまで2時間で低下させた。建設費はわずか150米ドル程度だという。

この装置では、太陽光が透明なプラスチック・シートを通過し、黒い灰（もみ殻を焼いたもの）または黒いプラスチック・シートの層に当たる。これが太陽エネルギーを吸収し、暖かい空気に変える。加熱された空気は、自然対流によって米びつのすのこ状の床を上昇し、穀物（細かい金網で覆われている）の間を通り、背の高い煙突（これも竹とプラスチックシートで作られる）から排出される。

### 韓国

1980年代初頭、韓国の稲作農家は収穫後のロスに約10%直面していた。このシステムは成功し、プロジェクト開始からわずか8年後には7万台の乾燥機が購入された。1995年までに50万台が建設さ



図2 穀物乾燥風景

れる予定である。ドライヤーはドイツのホーエンハイム大学と韓国科学技術院 (KAIST) が共同で開発した。本プログラムの資金はドイツ技術協力協会 (GTZ) GmbH から提供された。

この方法では、主に周囲の空気の乾燥能力を利用した低温プロセスで穀物を乾燥させる。基本的には、ファンがサイロ内の穀物に風を送る。このプロセスは安価で、設備投資もほとんど必要なく、サイロはその後貯蔵目的に使用できる。湿度の高い天候や夜間でも乾燥できるように、小型の電気ヒーターを使って周囲の空気を数度温める。

実際には、乾燥機は部屋の大きさのレンガ造りの構造で、土の水分がしみ出すのを防ぐために偽の床 (仮床) がある。空気は、この仮床に敷設された木製または板金製の空気ダクトを使って均一に分配される。空気は、400 ワットの小型扇風機によって、積み上げられた穀物の間を通り抜ける。

### 貯蔵昆虫の殺虫

アフリカの貯蔵食品を昆虫から守る必要性は、最近特に重要である。タンザニアや西アフリカに誤って持ち込まれた中米の甲虫、大型のコナナガシクイムシが、トウモロコシ栽培地域に容赦なく広がっている。この貪欲な害虫は、トウモロコシ、キャサバ、小麦、ソルガム、サツマイモ、ピーナッツなどの貯蔵食品を食害する。この害虫が引き起こす破壊は壊滅的なもので、タンザニアでのテストでは、たった3ヵ月で穂軸トウモロコシの最大34%が、たった4ヵ月で乾燥キャサバの最大70%が破壊された。

昆虫は、穀物を入れるとどんなに良いサイロにも入り込む。以前は、自給自足農家が使用できる安価で効果的な取締方法 (コントロール) はなかった。しかし、この問題を克服するのに役立つような技術革新が続いている。

### 太陽光線

インドの研究者たちは、虫を太陽の下で「焼く」ことによって農産物を消毒できることを発見した。研究者たちはまず、黒いポリエチレンの四角いシートを2枚の木の板に巻きつけ、両端に「口」を残す。出来上がった袋を3、4センチの深さまで農産物で満たし、両端をすのこや土の袋で重しをして密閉する。最後に透明なポリエチレンをかぶせる。これに

より、太陽光が黒い内袋に透過し、熱が内袋に閉じ込められる。

発明者の T.S. Krishnamurthy とその同僚は、昆虫はライフサイクルのどの段階でも、60°C、10分で死ぬと報告している。小麦、米、豆類、セモリナなど数種類の農産物を入れたさまざまな大きさのパウチをテストした。例えば、40kgのピーナッツが入ったパウチは、わずか4時間で内部温度が67°Cに達した。小麦は61°Cに達するのに6時間かかった。虫は一匹も生き残らなかった

### ニーム製品

ニームはインドの木で、アフリカに広く導入され、現在ではモーリタニアからモーリシャスまで見られる。ニームの故郷の人々は、その葉や種に含まれる成分が貯蔵昆虫の生活を乱すことを古くから知っていた。例えば、インド人は何千年もの間、厄介な虫を遠ざけるためにニームの葉を穀物入れに入れてきた。現在、科学者たちは、この方法には技術的に正当な理由があることを発見しつつあり、アメリカではすでに商業的なニームベースの殺虫剤が使用されている。

アフリカにはニームがたくさんあるため (この木に対する国際的な熱狂が高まっているため、新たなニームが植えられていることは言うまでもない)、ニームを使った穀物貯蔵庫の害虫防除法は、まもなく広く利用できるようになるだろう。

ニームの種子から抽出したオイルを使用するアプローチについては、ドイツがスポンサーとなった研究がすでに先鞭をつけている。このプロジェクトでは、ニームオイルがアフリカの貯蔵産物の主要害虫であるブルキド・ビートルに効果的であることが証明された。貯蔵食品1kgあたり2~3mLとい



図3 ニームの木

う少量で、穀物やマメ科植物の種子を最長6ヵ月間保護することができ、ブルキド・ビートルやその他の貯蔵害虫が活動する重要な時期を克服するのに十分である。



図4 ブルキド・ビートル  
Bruchid beetle

トーゴでは、ニームで種子を保護する方法を農民に教えるプログラムが15年前から実施されている。ニームオイルは食品に苦味を与えない。試験では、ニームオイルで保護された種子を見分けることはできなかった。

しかし長期的には、ニームの葉が最も多く使われるようになるだろう。これはインドで古くから使われているシンプルな手法である。葉をビンの中の様々な高さの穀物に加えるだけである。葉はやがて乾燥し、粉末になり、(どこからどう見ても)消えてしまう。重要なのは、ブルキド、ゾウムシ、小麦粉カイガラムシも消えるということだ。

### ミネラルダスト

ある種の粉末状の鉱物が昆虫を殺すことがあることは、以前から研究者によって知られていた。鋭いエッジの塵の粒子が、外骨格の角質板の間の細かい関節を「槍」状に貫通している。

これが最初に認識されたのは珪藻土で、これは広く入手可能な完全に安全な粉末で、ほとんど接触す



図5 トロナ; 鉱物(炭酸塩鉱物)の一種  
 $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , または  $\text{Na}_3(\text{CO}_3)(\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , または  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

るとゴキブリを殺す。ナイジェリアの科学者たちは、地元でよく見られる「トロナ」という鉱物も、少なくとも特定の保管害虫には同じように作用することを発見した。

実験では、粉末のトロナはトウモロコシゾウムシ(*Sitophilus zeamais*)に致死性を示し、15日間の暴露でほぼ100%の死亡率を引き起こした。また、粉塵で処理した穀物のトウモロコシゾウムシの繁殖力も低下した。

トロナ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (天然炭酸ソーダ)は、アフリカのいくつかの地域に自然に存在する結晶性の炭酸塩/重炭酸塩である。ヒトや家畜には毒性がないようである。実際、ほとんどのアフリカ諸国では、農村部の人々が食品添加物として使用している。例えば、粘液質を高めるためにオクラのスープに落としたり、調理時間を短縮するために沸騰したササゲに落としたりするのが一般的である。ナイジェリア北部では、農家が牛の飲料水にトロナを加える。

トロナの粉塵をトウモロコシの粒(重量で1.5%以上)に混ぜると、貯蔵されたトウモロコシの最も普遍的な害虫であるトウモロコシゾウムシの生物活性が死滅または阻害される;

しかし、もう1つの有害害虫であるコクヌストモドキ(*Tribolium castaneum*)は影響を受けなかった。

ミネラルダストは、穀物倉庫での昆虫駆除では決して完全に信頼できるものではないかもしれないが、その永続性、毒性の低さ、容易に入手できることから、大量かつ広範囲に及ぶ貯蔵損失の少なくとも一部に対する、シンプルで安価でどこにでもある答えとして魅力的な可能性を秘めている。現地ではカウニン・ナイジェリア、ガーナではカンウェとして知られている。



図6 コクヌストモドキ  
(*Tribolium castaneum*)

### References

Shankara, R., N.G. Malleshi, H. Krishnamurthy, M.N. Narayana, and H.S.R. Desikachar. 1985. Development of mini grain mill for dehusking and grinding of cereals. *Journal of Food Science Technology* 22: 91..