

エチオピア南部デラシェ地域における貯蔵穴ポロタの構造と機能について

誌名	熱帯農業研究
ISSN	18828434
著者名	砂野,唯
発行元	日本熱帯農業学会
巻/号	8巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 1-6
発行年月	2015年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



エチオピア南部デラシェ地域における貯蔵穴ポロタの構造と機能について

砂野 唯*

大学共同利用機関法人人間文化研究機構総合地球環境学研究所
〒603-8047 京都府京都市北区上賀茂本山457番地4

要約 紀元前数世紀前まで、世界各地では「貯蔵穴」とよばれるフラスコ状や袋状の地下貯蔵庫が、風雨やスズメ、ネズミ、水、火による劣化や泥棒による盗難を防ぐために穀物や堅果類の貯蔵用として、使われていた。しかし、貯蔵穴内は多湿になり易い。そのため、多湿な環境下での貯蔵に不向きなコメやコムギ、オオムギの栽培が広まるにつれて、姿を消し地上貯蔵庫へと置き換わっていった。

一方、調査地であるエチオピア南部デラシェ地域で暮らすデラシャは、今でもポロタ (*polota*) と呼ばれる深さ約2m、最大直径約1.5mのフラスコ型の貯蔵穴でモロコシを貯蔵している。先行研究の多くは、貯蔵穴の貯蔵効率を低いとしているが、ポロタでは最大20年間もモロコシを貯蔵することができる。本稿では、貯蔵穴ポロタの構造と機能について明らかにするとともに、他の貯蔵穴が姿を消すなかでもポロタが地域特異的に使われ続けている要因について考察する。

モロコシの入ったポロタ内の酸素濃度と二酸化炭素濃度を分析したところ、低酸素かつ高二酸化炭素な空間が維持されていた。この原因を解明するために、ポロタの造られている層を採取して蛍光X線解析したところ、この層は玄武岩が化学風化して生成された気密性の高い層であり、この高い気密性がポロタ内の低酸素かつ高二酸化炭素状態を形成していることが明らかになった。この低酸素濃度が害虫の食害を防ぎ、高二酸化炭素濃度がポロタでのモロコシの長期貯蔵を誘導していた。

飢饉が起こり易い半乾燥地帯に暮らすデラシャは、ポロタでモロコシを長期貯蔵することで凶作に備えている。ポロタは高い貯蔵効率故に、各地で貯蔵穴が姿を消し、防虫剤や地上貯蔵庫が広まるなかでも利用され続けてきた。

キーワード 炭酸ガス冬眠貯蔵法、地下貯蔵、虫害、長期貯蔵、モロコシ

Structure and Function of Storage Pits *Polota* Used in Dirashe Area, Southern Ethiopia Yui SUNANO* *Inter-University Research Institute Corporation National Institutes for the Humanities, Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto-shi, Kyoto-fu, 603-8047 Japan*

Abstract Storage pits had been used worldwide to store grains and nuts during many centuries BC. Such storage pits prevented losses due to wind and rain, sparrows, mice, water, fire, and thieves. However, the level of humidity is very high inside the storage pits. Therefore, storage pits were substituted with aboveground storehouses for rice, wheat, and barley, which cannot be maintained in humid storage pits. The Dirasha who live in the Dirashe area in Southern Ethiopia use storage pits about 1.5 m in width and 2 m in depth that are called *polota* to store sorghum. Previous studies have shown that many types of storage pits display a low storage efficiency. However, *polota* can store sorghum for a maximum of 20 years. In the present report, I analyzed the structure and functions of *polota* and considered the reasons for its continual use in Dirashe area. *Polota* is dug in dense layer. It is produced by the action of chemical weathering of basalt layer. Therefore, air circulation is low inside the *polota*. In addition, low levels of oxygen and elevated levels of carbon dioxide were found inside the *polota*. This was caused by some seeds that used oxygen and exhausted carbon dioxide to germinate. Damage by pests to sorghum stored in *polota* is prevented by the low levels of oxygen. Long-term storage of sorghum in *polota* is possible because of the high levels of carbon dioxide. The Dirasha live in a semi-arid zone with recurrent low harvests; they prepare for a low harvest by storing sorghum in *polota* over a long period of time. *Polota* is preferred over other storage pits, insect repellents, and aboveground storehouses because the storage efficiency of *polota* is higher than that of other storage pits.

Key words: CO₂ hibernation storage method, Long-term storage, Pest damage, Sorghum, Storage pit

諸言

紀元前まで、世界各地では「貯蔵穴」とよばれるフラスコ状や袋状の地下貯蔵庫が、アワ (*Setaria italica*) やヒエ (*Echinochloa esculenta*) などの穀物やコナラ (*Quercus serrata*) やシイ属 (*Castanopsis* spp.)、トチノキ (*Aesculus turbinata*) などの堅果類の貯蔵庫と

して一般的に使われていた (坂口, 2003; ブレイ, 2007)。

中国の古文書である「農書」や「農政全書」, 「雞肋編」によると、貯蔵穴の利用は新石器時代早期から始まり、隋・唐時代における農業の発展と政府の推奨によって急速に中国全土へと広まった (ブレイ, 2007)。また、ヨーロッパ各地に残る鉄器時代までの遺跡からも、貯蔵穴の痕跡が出土している。貯蔵穴を利用すると、風や雨による劣化、スズメやネズミによる食害、火災による消失、盗難に遭うことがほとんどない (ブレイ, 2007)。

しかし、貯蔵穴内は多湿になり易く、多湿な環境

責任編集者 及川洋征
2014年9月25日受付
2015年3月9日受理
* Corresponding author
yui.sunano@gmail.com

での貯蔵に不向きなイネ (*Oryza sativa*) やコムギ (*Triticum aestivum*), オオムギ (*Hordeum vulgare*) の栽培とともに, 地上での貯蔵技術が広まるにつれて, 地上貯蔵庫へと置き換わっていった (ブレイ, 2007). コムギやオオムギ栽培が開始され始めた鉄器時代のヨーロッパの遺跡からは, 防湿処理を施した痕跡がみついている. イギリスの遺跡からはバスケットで貯蔵穴の壁を裏打ちした痕跡が (Reynolds, 1974), キプロスやハンガリーの遺跡では貯蔵穴の壁を材木で焼いて薫蒸した痕跡が出土している (Bersu, 1940). しかし, このような防湿処理を施された貯蔵穴は, 鉄器時代の遺跡以外では見つかっておらず, 姿を消していったと考えられる.

一方, 調査地であるエチオピア南部デラシェ地域で暮らすデラシャは, 各地で防虫剤や地上貯蔵庫が使われるなか, 今でもポロタ (*polota*) と呼ばれる深さ約 2m, 最大直径約 1.5m のフラスコ型の貯蔵穴を利用している. ポロタは, モロコシ (*Sorghum bicolor*) を数年~最大 20 年間も貯蔵することが可能である. ポロタに数年単位でモロコシを貯蔵することで, 厳しい気候や不安定な社会情勢のもとでも安定して食糧を確保している. 先行研究で紹介されている貯蔵穴の多くは貯蔵物質の劣化が激しく (坂口, 2003; ブレイ, 2007), ポロタのように穀物をほとんど劣化させずに長期貯蔵できるという記録はほとんどない.

本稿では, 貯蔵穴ポロタの構造と機能について明らかにするとともに, デラシェ地域においてのみポロタが特異的に使われ続けている要因について考察する.

調査地概要と調査方法

調査地概要

調査地域は, 首都アジスアベバから南西に約 550km に位置するエチオピア南部諸民族州デラシェ特別自治区の A 村と At 村, O 村, W 村である (図 1). デラ

シェ特別自治区の保健省の調べによると, 2008 年の時点では面積約 1,500 km², 人口約 130,000 人であり, その大半はデラシャの民族が占めていた. デラシャはオロモを祖とする農耕民で, 16 世紀頃にこの地域へ移住してきたと古老たちの間で言い伝えられている. 地域は, 標高 2,561m の山頂を有するガルドウラ山塊の急峻な斜面とその麓に広がる標高約 1,100m のセゲン渓谷平野からなる. 大半の土地は山塊斜面や渓谷平野で構成された半乾燥地に位置しており, 調査村である標高約 1,200m に造られた A 村と標高約 1,300m に造られた At 村, 標高約 1,800m に造られた O 村と隣接する W 村も全て半乾燥地帯に造られている. これらの村々では年 2 回の雨期が存在するが, 2~7 月には平均 500mm の降雨があるのに対して, 8~11 月には平均 280mm の降雨しかない. 人びとは斜面と渓谷平野一帯には石や作物残渣でテラスや畦を作り, モロコシを二期作あるいは, 2~7 月にモロコシを 8~11 月にトウモロコシを栽培している. 人びとは, 収穫したモロコシやトウモロコシ (*Zea mays*) をポロタで貯蔵している.

調査方法

2008 年 8 月と 2009 年の 1~3 月と 6~8 月, 2011 年 1~2 月, 2011 年 12~2012 年 2 月, 2013 年 2~3 月の計 13 ヶ月間にわたって, ポロタの分布や構造, 機能, 利用方法に関する参与観察と聞き取り調査を実施した. また, これらの調査の他にポロタの構造や機能を把握するために, 以下の分析を実施した. A 村で 4 つ, W 村で 6 つ, O 村で 8 つのポロタをランダムに選んで入り, 各部位を測定した. さらに, A 村においてポロタが造られている難透水層とその上に堆積した透水層, その周囲に転がっていた玄武岩を, O 村と At 村においてもポロタが造られている難透水層を採取して日本へ持ち帰り, 蛍光 X 線回折にかけて元

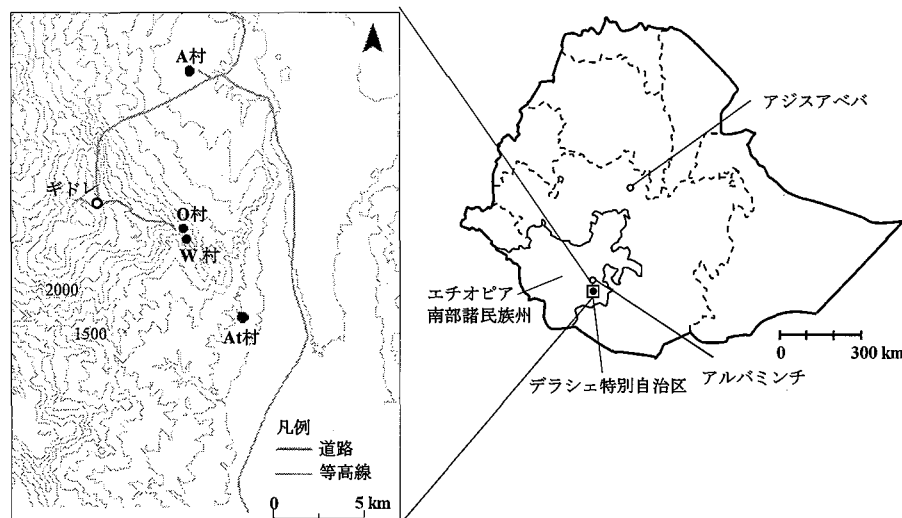


図 1. 調査地の位置.

素含量 (g) を定量した。また、ポロタの貯蔵機能を調べるために、2006 年 6 月 20～21 日に、A 村において 3 分の 2 までモロコシの入ったポロタの蓋をわずかに開いて温湿度計を設置してから再び密封し、2 日間にわたってポロタのなかの温湿度を測定した。2006 年 6 月 29～30 日に、比較対象として茅葺の屋根と土の壁をもつ伝統的な家屋の中に温湿度計を設置し、同様に 2 日間にわたって室内の温湿度を測定した。さらに、A 村において 3 分の 2 までモロコシの入ったポロタと空のポロタの蓋を僅かに開けてシリコンチューブを差し込み、ガスバリア製の真空パックに庫内の雰囲気ガスを採取した。そして、帰国後、日本食品分析センターにこれらの酸素濃度 (%) と二酸化炭素濃度 (ppm) の定量を依頼した。

結 果

構造

アシスタントの男性に、A 村で 4 つ、O 村で 6 つ、W 村で 8 つのポロタのなかに入ってもらい、各部位を測定してもらった (表 1)。ポロタは、透水層の部分を表層から直径 70～120cm (図 2 の A)、深さ 40～90cm の円筒形に掘り下げ (図 2 の B)；その下に形成された難透水層を直径 40～60cm (図 2 の C)、深さ 30～60cm (図 2 の D) の円筒形に彫り進め、そこからゆるやかなアーチ状に最大直径 140～220cm (図 2 の F) になるように、深さ 190～260cm までフラスコ状に掘削して造られる (表 1)。ポロタは、上からかかる負荷を分散して崩落を防ぎつつ、内部の容積を最大化するのに適したフラスコ型をしている (図 2 の G)。

穀物が貯蔵されるのは、図 2 の G に当たるフラスコ基底部分であり、図 2 の C に当たる入口から穀物を注ぎ入れる。ポロタの中には平均 2 トンのモロコシを貯蔵することが可能である。穀物を全て入れ終わると、入口を円盤状の石で蓋をして隙間を粘土で塞いで

から土を被せて密閉する。穀物を取り出す時には、ポロタの中に入って取り出す。

材質と分布

デラシャは、一定の厚さの透水層の下に難透水層が存在する場所に、ポロタを造る。この難透水層は、見た目や手触り、硬さが村によって異なるが、全てオンガ (onga) と呼ばれている。A 村のオンガは赤褐色をしており、手触りは滑らかで、石を叩きつけて砕こうとしてもなかなか砕けない。O 村のオンガは白色で手触りはツルツルとしており、表面を爪でひかくと粉かい砂状に削り取ることができる。At 村のオンガは大理石のような見た目で、断面はゴツゴツとした手触りである。

これら 3 種類のオンガと、比較対象として A 村で採取した玄武岩の小石と透水層を蛍光 X 線回折にかけて元素含量 (g) を定量し、その値から母材と風化度合いを導き出した。そして、母材を調べるために、鉄 (g)/アルミニウム (g) ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$) とアルミニウム (g)/チタン (g) ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$) の値を算出したところ、鉄/アルミニウム値が 10g% 未満、アルミニウム/チタン値が 0.6g% 以上であり、これらの母材は全て玄武岩に分類された (図 3)。また、風化度合いを調べるために、ケイ素の質量をモル質量 (mol) に換算し、ケイ素 (mol)/アルミニウム (g) ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) を算出したところ、ケイ素/アルミニウム値は、A 村のオンガが平均 2.1mol%，O 村のオンガが平均 4.0mol%，透水層が 2.1mol% となった (図 4)。いずれも玄武岩の小石の 5.8mol% よりも値が低い (図 4)。全てのオンガは玄武岩が風化したものであり、その風化度合いはそれぞれ異なっていた (図 4)。オンガとは、玄武岩もしくは玄武岩と化学組成が似た母材が風化を受けたものであり、風化の過程や程度のちがいが見た目や手触り、硬さの違いとなってあらわれていると考

表 1. A 村と O 村, W 村で造られているポロタの各部位の最小値 (cm), 平均値 (cm), 最大値 (cm)。

各部位	最小値 (cm)	平均 (cm)	最大値 (cm)
A	70	95	115
B	40	60	90
C	40	45	55
D	30	45	60
E	160	190	230
F	140	170	220
G	190	210	260

2011 年 1 月, 12 月, 2013 年 2 月に A 村で 4 個, O 村で 6 個, W 村で 8 個のポロタの各部位を筆者あるいはアシスタントが計測した。

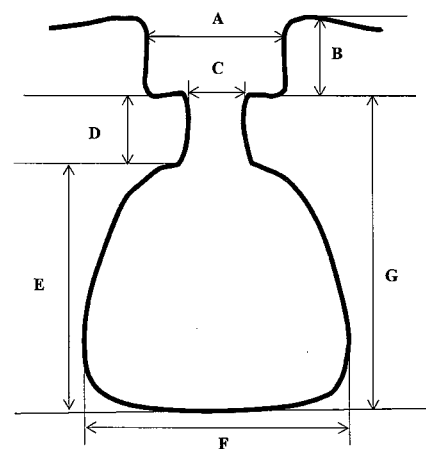


図 2. A 村のある世帯で使われているポロタの外観
2011 年 1 月の計測結果を元に筆者が作成した。

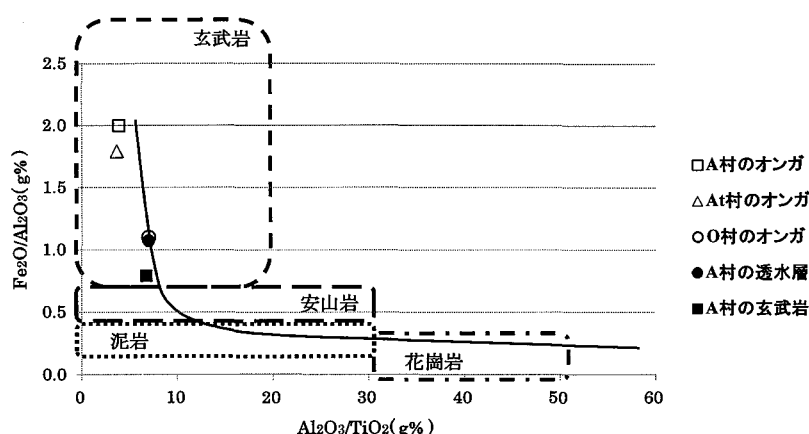


図3. 鉄 (g)/アルミニウム (g) とアルミニウム (g)/チタン (g) の値.

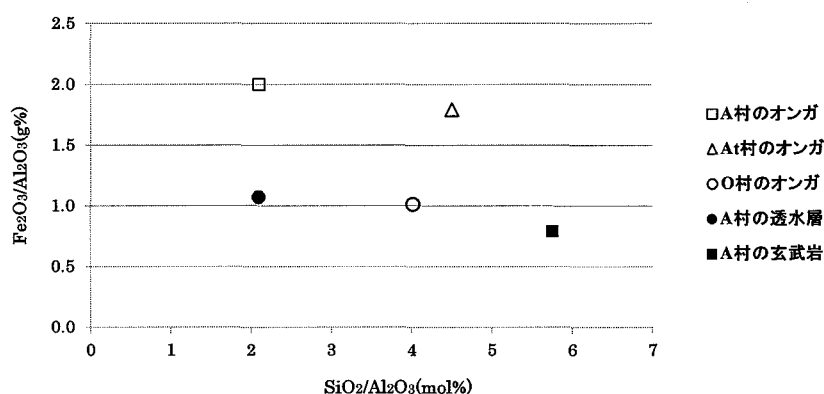


図4. 鉄 (g)/アルミニウム (g) とケイ素 (mol)/アルミニウム (g) の値.

えられる。

また、オンガの特徴として水をほとんど通さないことが挙げられる。風化は、大きく物理風化と化学風化に分類される。物理風化が風化対象を細粒化して物理性を変化させるのに対して、化学風化は溶脱や風化還元などの岩石の化学組成を変化させる風化のことを指し、風化対象の元素構成が変わり性質は変化するが、体積は変わらない。オンガは岩のように水を通さないことから化学風化を受けているが、物理風化は受けていないと考えられる。そのため、オンガは構造が緻密でありながら、先端が尖った堀棒で加工することができる。一方、オンガの上に堆積している透水層は、玄武岩が物理風化を受けた層であるため、透水性をもつ。ポロタは、非常に頑丈であり、一度造ると何世代にもわたって使うことができる。

温湿度

ポロタの機能を調べるために、A村においてポロタ内部と屋内の温湿度を2日間にわたって測定し、比較した。3分の2までモロコシが入ったポロタの中は、温度31℃、湿度92%のまま一定であった(図5, 6)。しかし、同じように茅葺の屋根と土の壁をもつ伝統的な家屋のなかの温湿度は、温度が20～30℃、湿度が

45～85%の間で変化しており、家屋内の温湿度は日中と夜間で大きく異なっていた(図5, 6)。

酸素濃度

A村において、3分の2までモロコシの入ったポロタと空のポロタの酸素濃度(%)を定量したところ、3分の2までモロコシの入ったポロタのなかは2.7%、空のポロタのなかは17%であった(表2)。日本の通常空間の酸素濃度は21%であるのと比べて、とくに3分の2までモロコシの入ったポロタの酸素濃度は低い値を示した(表2)。

二酸化炭素濃度

A村において、3分の2までモロコシの入ったポロタと空のポロタの二酸化炭素濃度(ppm)を定量した。日本の通常空間の二酸化炭素濃度は396ppmであるが(WMO, 2014)、3分の2までモロコシの入ったポロタの中は160000ppm、空のポロタの中は40020ppmと極めて高い値を示した(表2)。

考 察

アフリカではコクゾウムシ(*Sitophilus spp.*)やバクガ(*Sitotroga cerealella*)、コクヌストモドキ(*Tribolium*

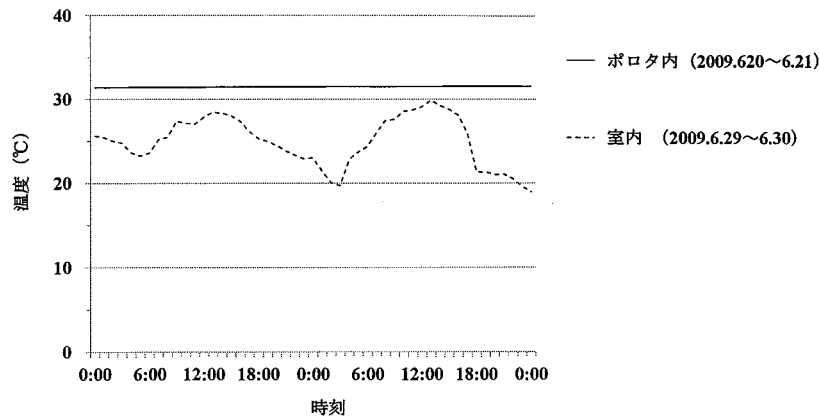


図 5. ポロタ内と室内の温度変化.

2009 年 6 月 20 ～ 21 日に A 村のポロタと同年 6 月 29 ～ 30 日に室内において温度計をそれぞれ 2 日間設置して計測した結果を元に筆者が作成した。

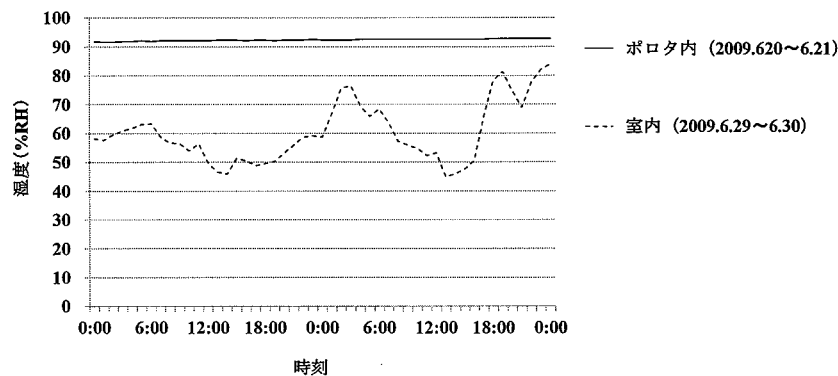


図 6. ポロタ内と室内の湿度変化.

2009 年 6 月 20 ～ 21 日に A 村のポロタと同年 6 月 29 ～ 30 日に室内において湿度計をそれぞれ 2 日間設置して計測した結果を元に筆者が作成した。

表 2. 2/3 まで穀物の入ったポロタ内、空のポロタ内の二酸化炭素濃度 (ppm) と酸素濃度 (%).

採取場所	酸素濃度 (%)	二酸化炭素濃度 (ppm)
空のポロタ	17.0	40020.0
2/3 までモロコシが入ったポロタ	2.7	160000.0

2009 年 6 月に採取した雰囲気ガスの分析値を元に筆者が作成した。

castaneum) による食害が深刻であり、貯蔵ロスのうち少なくとも 5% は虫害が原因だと指摘されている (Abate *et al.*, 2000). なかでも、モロコシは害虫の食害に遭いやすい (Blum and Bekele, 2002). ケニアにおいて密閉型の在来貯蔵庫でモロコシを貯蔵したところ、4 ヶ月間で種子重量の 6.1 ～ 14.3% が減少したという (Nyambo, 1993). また、エチオピアの事例では、密閉型の在来貯蔵庫で貯蔵したモロコシのうち、次の収穫期までの数ヶ月間に平均 15% の種子が食べることができないほど劣化し、平均 38% の種子が発芽不能になったと報告されている (Mendesil *et al.*, 2007).

一方、ポロタではモロコシを最大 20 年間も貯蔵できる。害虫が繁殖し易い温度は 28 ～ 33°C、相対湿度は 60 ～ 80% で、細菌類やカビは相対湿度が 65 ～ 70% で繁殖を開始する (Gwinner *et al.*, 1996). ポロタの中は温度 31°C、湿度 92% であり、害虫や細菌類、カビが繁殖しやすい温湿度だといえるが、庫内は低酸素濃度かつ高二酸化炭素濃度なため、これらの食害には遭わない。

ポロタの気密性は高く、庫内に入れられた一部のモロコシが庫内の酸素を消費し二酸化炭素を放出し、ポロタの中は酸素濃度 2.7% の低酸素かつ二酸化炭素濃度 40020ppm の高二酸化炭素な空間が形成されている。厚生労働省は、酸素濃度が 18% を下回ると酸欠状態に陥り、8% では意識を失ってから 7 ～ 8 分で、6% 以下では瞬時に死亡するとしている (厚生労働省, 2008). デラシャは、ポロタから穀物を取り出す 2 時間～2 日前にポロタの入口を開けて、庫内の空気を入れ替える。エチオピアではコクゾウムシの食害が甚大であるが (Mendesil *et al.*, 2007), ポロタに入れたモロコシは一切食害を受けず、ほとんど外的劣化しない。ポロタの中は害虫が繁殖し易い高温多湿条件になって

いるが、酸素濃度が2.7%しかないため害虫は繁殖できず、モロコシが食害を受けることはない。また、ポロタの低酸素濃度は好気性細菌の繁殖も防いでいる。

さらに、ポロタの高二酸化炭素濃度な空間は、「炭酸ガス冬眠貯蔵法」による貯蔵空間と類似している。「炭酸ガス冬眠貯蔵法」とは、貯蔵空間を真空状態にしたあとで、大量の二酸化炭素を注入して食料を貯蔵する方法を指す。穀物やマメ類を二酸化炭素濃度が高いこの空間に置くと、種子中のタンパク質と二酸化炭素が物理的に結合して内的劣化が抑制され、長期貯蔵が可能となる(満田ら, 1971; 1972)。内的劣化の抑制とは具体的に、種子呼吸の減少や種子中のビタミンB1含量の変化の防止、パーオキシダーゼ活性の保持、脂質成分の酸化にともなった遊離脂肪酸¹⁾生成の抑制、カルボニル化合物²⁾生成の抑制である(満田ら, 1971; 1972)。日本では、「炭酸ガス冬眠貯蔵法」によって貯蔵された米が「冬眠米」という名で商品化されている。ポロタに入れられたモロコシも炭酸ガス冬眠貯蔵された穀物やマメ類と同様に、種子に含まれるタンパク質と空気中の二酸化炭素が物理的に結合して種子の内的劣化が抑えられ、最大20年にも及ぶ長期貯蔵が可能になったと考えられる。A村では、ポロタを20個以上もつK氏が、20~22年ほど存在を忘れていたポロタを開けてみたところ、中のモロコシは劣化していなかったという話が広く知れ渡って渡っており、村人の間で情報として共有されている。

ポロタは玄武岩が化学風化して形成された難透水層であるオンガに造られることで、高い気密性をもっている。そのため、庫内で低酸素かつ高二酸化炭素な状態が形成され、他の貯蔵穴にはない長期貯蔵という特性を帯びている。

発展途上国の農村では、多くの場合、農業以外の現金稼得手段が限られている(Blum and Bekele, 2002)。農民が資金的な余裕をもたないため、凶作のときに食糧を購入することが困難で、飢饉に至りやすい(Blum and Bekele, 2002)。半乾燥地帯に位置するデラシェ地域で暮らすデラシャは、虫害に遭わないポロタでモロコシを長期貯蔵することで凶作に備えている。ポロタは他の貯蔵穴よりも穀物を劣化させることなく長期間貯蔵出来る故に、他の貯蔵穴が姿を消すなか、そして、防虫剤や地上貯蔵庫が広まるなかでも利用され続けている。

謝 辞

はじめに、私を村人の一員として受け入れ、調査に協力してくださった村の皆様に深く感謝いたします。京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科の伊谷樹一先生、山越言先生、荒木茂先生、重田眞義先

生、近藤史先生、伊藤義将先生、日本大学の八塚春名先生には、多くのご助言とご指導をいただきました。また査読者の方々には、改稿のためにご指摘やご助言を頂きました。以上の方々をはじめとして、お世話になった方々に厚く御礼を申し上げます。本研究は、財団法人日本科学協会笹川科学研究助成(2009年度)およびグローバルCOEプログラム「生存基盤持続型の発展を目指す地域研究拠点(フィールドステーション等派遣支援プログラム)」(2010年度, 2011年度)、ASAFAS フィールドワーク・インターンシップ・プログラム(2011年度)の助成によって実施されました。

脚 注

- 1) 遊離脂肪酸は食味を低下させたり、不快な匂いを作り出す(満田, 1971)。
- 2) カルボニル化合物は、不快な臭いを生成する(満田, 1971)。

引用文献

- Abate, T., A. Van Huis and J. K. O. Ampofo. 2000. Pest Management Strategies in Traditional Agriculture: An African Perspective. *Annual Review of Entomology* 45: 631-659.
- Blum, A. and A. Bekele 2002. Storing Grains as a Survival Strategy of Small Farmers in Ethiopia. *Journal of International Agricultural and Extension Education*. 9(1): 77-83.
- Bersu, G. 1940. Excavations at Little Woodbury, Wiltshire. *Proceedings of the Prehistoric Society*. 6: 30-111.
- ブレイ フランチェスカ 2007. 『中国農業史』古川久雄訳. 京都大学学術出版会(京都) p.850.
- Gwinner, J., R. Harnisch and O. Mück 1996. Manual of the Prevention of Post Harvest Grain Losses. GTZ-Postharvest Project. p.167. [Online] <http://www.gate-international.org/documents/publications/webdocs/pdfs/x0065e.pdf> (browsed on Apr 3, 2014)
- 厚生労働省 2008. 酸素欠乏症等の労働災害発生状況の分析について. 『基安労発第0701001』[Online] <http://www.mhlw.go.jp/topics/2008/07/tp0715-1.html#honbun> (2010年11月17日確認)
- Mendesil, E., C. Abdeta, A. Tesfaye, Z. Shumeta and H. Jifar 2007. Farmers' Perception and Management Practices of Insect Pest on Stored Sorghum in Southwestern Ethiopia. *Crop Protection*. 26: 17-25.
- 満田久輝・河合文雄・山本愛二郎・木村芳子 1971. 貯蔵中の米の品質変化: 穀類を水中貯蔵する研究(第4報). 栄養と食糧 24(4): 216-226.
- 満田久輝・河合文雄・久我睦男・山本愛二郎 1972. 穀類による炭酸ガス吸着現象とその包装への利用(第1報). 栄養と食糧 25(8): 627-631.
- Nyambo, B. T. 1993. Post Harvest Maize and Sorghum Grain Losses in Traditional and Improved Stores in South Nyanza district, Kenya. *Int J Pest Manag.* 39(2): 181-187.
- Reynolds, P. J. 1974. Experimental Iron Age Storage Pits: An Interim Report. *Proceedings of the Prehistoric Society*. 40: 118-131.
- 坂口 隆 2003. 『未完成考古学行書⑤: 縄文時代貯蔵穴の研究』株式会社アム・プロモーション(東京) p.214.
- WMO. 2014. WMO Greenhouse Gas Bulletin. No. 10. [Online] https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_1002_en.html (2014年12月28日確認)