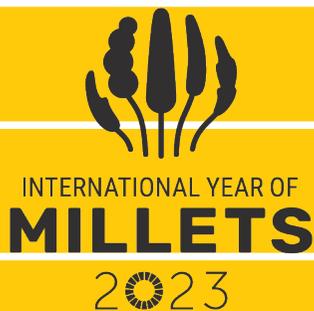


国際農林業協力



JAICAF

Japan Association for
International Collaboration of
Agriculture and Forestry

特集：国際雑穀年 2023

奇跡の作物—トウジンビエ—

キヌアが秘める可能性

アマランサス—スーパーフードの現在、過去そして未来—

アジアの雑穀文化

Vol. 46 (2023)

No. 1

公益社団法人
国際農林業協働協会

巻頭言

生きている文化財—雑穀と家族農業に誇りある未来を—

木俣美樹男 …………… 1

特集：国際雑穀年 2023

奇跡の作物—トウジンビエ—

倉内 伸幸 …………… 2

キヌアが秘める可能性

藤田泰成・永利友佳理・桂圭佑・藤倉雄司・安井康夫 …………… 9

アマランサス—スーパーフードの現在、過去そして未来—

根本 和洋 ……………20

アジアの雑穀文化

竹井恵美子 ……………28

南風東風

ギニアのフォニアは今

小林 裕三 ……………36



生きている文化財 —雑穀と家族農業に誇りある未来を—

東京学芸大学名誉教授
木保 美樹男

数多くの多様な雑穀が何千年間も家族の暮らしを支え、人々の命をつないできた。現代ではたった3種、パンコムギ、イネおよびトウモロコシの主要穀物に食糧は収斂し、多数の雑穀は忘れられ、マナグラスやマンゴ¹のようにほとんど失われた栽培種もある。雑穀は、毎年、農夫婦が種子を播き、栽培、加工、調理し、カミガミに供え祈り、家族とともに美味しく食べることにより継承されてきた。この生き物の共生進化の歴史過程は人々にとって伝統的知識体系の基層にある農耕文化基本複合であり、この芯にある作物は生きている文化財である。

インドでは現在でも多くの種類の雑穀が栽培され、本年に世界一となった人口を支えてきた。このために、インド政府提案で、2023年は国際雑穀年となり、雑穀は全国各地で祝祭されている。私は全インド雑穀改良計画と共同研究を長年にわたって続けていたので、コーディネーターであったA.シタラム博士とは1997年に国際雑穀フォーラムを創ろう

と世界の雑穀研究者に共同提案した。2010年には日本の名古屋で開催された生物多様性条約締約国会議CBD / COP10において、日本のCBD市民ネットワーク・たねと人々の未来作業部会として作物在来品種の保全の提案をした。インドと日本の国際協力の成果が役に立ったのだと思う。

雑穀は一般に、その種子粒は小さいが、穂がとても大きく多様な形態や生態を示し、多くが自殖性一年生草本で種子生産量も多く、また、環境耐性のあるC₄植物²でもある。雑穀は見捨てられた作物 orphan crops ともいわれているが、人口が80億人を超え、厳しい気候変動や社会の流動の中で、金儲けのための穀物ではなくとも、その重要性を再認識したい。人々が自律的に生きるための穀物として、食料主権の回復力 resilience を高める作物として、丘陵や半乾燥の条件不利地での家族農業に位置づけする必要がある。雑穀について学び、これらに対する差別や偏見を正して、公正な生物文化多様性保全の見地から有意な栄養特性やおいしい調理法を継承し、大切に発展させたい。

KIMATA Mikio : For the Proud Future of Millets as a Living Cultural Property in Family Farming.

¹ マナグラスは北西部インドから南東ヨーロッパで栽培されていた。マンゴは南アメリカのパタゴニア周辺で栽培されていた。

² C₄植物は2つの光合成経路をもち、炭素数が4つの初期産物をつくる。



奇跡の作物 —トウジンビエ—

倉内 伸幸

はじめに一憧れの地へ—

1999年10月、パリからサハラ砂漠を越えニジェールの首都ニアメ空港へ向かって機体が徐々に高度を下げてゆく。古びた窓からみえる景色は一面黄土色の乾いた世界だった。何も無い。わずかに点々と畑らしきものと小さな茅葺き小屋がみえるだけであった。しかし、私の心は躍っていた。遂に来た。憧れのサヘル (Sahel) へ。興奮を抑えながらタラップを降り生暑い風を感じていた。サヘルとは、アラビア語で岸辺を意味し、西アフリカのセネガルからスーダンにかけて帯状に広がるサハラ砂漠南縁部の半乾燥地域を指す。この地域は、降水量が年に500mm前後と少なく、さらに降水量の年次変動が激しいためしばしば飢餓を引き起こすことがある。遡ること10年前の1989年、大学院を終えた私は開発途上国の技術協力を志して青年海外協力隊を受験した。第一希望国は最貧国といわれるニジェールであった。しかし、派遣国はサハラ砂漠の北側に面するチュニジアに決まった。北アフリカ諸国は地中海に面しており、東地中海地域で起源したコムギ、オオムギが主たる栽培作物で主食はパンであった。これも運命と受け入れ、3年間コムギ、オオムギの研究協力を励んだが、時折ナツメヤシの生い茂

るサハラ砂漠のオアシスから夕日に向かって、「いつかこの砂漠を越えて西アフリカに行くんだ」と誓った。帰国後、幸運にも大学で職を得てオオムギの基礎研究に没頭する日々が続き、ようやく研究が一段落ついた頃西アフリカで栽培作物調査の機会を得た。サヘルのだ真ん中、ニジェールで1ヵ月間主食作物のトウジンビエ在来品種の収集と栽培技術の調査であった。この調査をきっかけに今日までほぼ毎年西アフリカのニジェール、ブルキナファソ、コートジボワール、セネガルおよび東アフリカのウガンダ、タンザニア、ザンビアで在来作物を調査した。本稿では、日本ではほとんど知られていないアフリカの雑穀、トウジンビエについて紹介する。

1. トウジンビエとは？

トウジンビエ (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) はイネ科、キビ亜科、キビ属、チカラシバ属 (*Pennisetum*) の1年生作物で、雑穀の1つである。成熟すると光沢のある穀粒が裸出して、真珠のような輝きを呈することから英語では pearl millet と名が付いている。FAOの農業統計 (FAOSTAT 2019) の穀物欄には、イネ、コムギ、トウモロコシ、オオムギ、モロコシ、ミレット、ライムギ、エンバクの記載がある。このうちミレットとは、英語で millet と名が付くヒエ (Japanese millet)、キビ (proso millet)、アワ (foxtail

millet)、シコクビエ (finger millet)、トウジンビエ (pearl millet) などのイネ科穀物を含んでいる。このようにミレット (英語: millet) は様々な穀物を含んでいるにもかかわらず、誤って訳される場合が多い。アフリカではキビやヒエはほとんど栽培されていない。西アフリカでミレットはトウジンビエを指す。実際、西アフリカにはトウジンビエを常食としている地域が相当面積ある。マイナークロップではなく基幹作物なのである。フランスが旧宗主国だった西アフリカ諸国は共通通貨 (CFA) があり、250CFA 硬貨のデザインに採用されていたことから、この地域におけるトウジンビエの地位が現れている (三浦 2001)。

2. 来歴と分布

トウジンビエの起源地は西アフリカのサハラ砂漠中央部と推定されている。考古学的証拠は、北部ガーナのビリニ遺跡で大量のトウジンビエ種子が見つかったことである。種子の放射線同位炭素年代測定の結果から、この地域で今から約 2500 ~ 3500 年前に栽培されていたと推定されている (D'Andra and Casey 2001)。また、品種の形態的分化の多様性、アイソザイム分析、rDNA レベルの検証からも約 4000 年前に西アフリカに起源したと考えて間違いなさであろう。西アフリカで栽培化されたトウジンビエは急速に伝播した。インドへは 3000 年前に伝播し多様な品種が分化したことからインドが多様性の第二次中心地となっている。食糧作物としてのトウジンビエはアフリカ、インドがほとんどで、飼料作物としてはアメリカ大陸で栽培が多い。アフリカ大陸においては、特にサハラ砂漠の南縁のセネガルからソマリアにかけて広く分布している。

3. 栽培面積と生産量

トウジンビエは雑穀の 1 つでもあるにもかかわらず、イネ、コムギ、トウモロコシ、オムギ、モロコシに次いで世界で 6 番目に重要な穀物として位置づけられている。しかし、トウジンビエのみの統計値は FAO で把握しておらず、前述のようにキビ、ヒエなどとともにミレットとして複数の雑穀の合計値しかない (表 1)。推定値では、アジア、アフリカともに 1000 万 ha 以上で栽培され、年間生産量は合わせて 1000 万 t 以上で、少なくとも 5 億人がトウジンビエを主食としている (National Research Council 1996)。アフリカで栽培されているミレットはトウジンビエ、シコクビエ、フォニオ、テフである。このうち、トウジンビエはサハラ砂漠以南のほぼアフリカ全土、シコクビエはケニア、タンザニアを含む東アフリカ、フォニオはセネガルからチャドにかけてのサヘル南縁、テフはエチオピアで栽培されている。アフリカでは、55 カ国のうち 37 カ国がミレットを栽培している。このうち収穫面積が大きく、生産量が多い国は、西アフリカに位置するニジェールである (表 2)。ただし単位面積あたり収量は低い。その理由は、ニジェールがサヘル気候帯からスーダン気候帯であり、降水量が少なく降水期間が短いためと考えられる。FAO の気候区分法によると、ニジェールの作物生育期間 (LGP: length of growing period) は乾燥 ($74 \geq \text{LGP} \geq 1$) から半乾燥 ($119 \geq \text{LGP} \geq 75$) であり、ニジェールの栽培環境の厳しさがよく表れている。ニジェールで栽培されている穀物の 99% がトウジンビエ、モロコシ (ソルガム) の雑穀である (表 2)。トウモロコシやイネはニジェール川流域のほんの一部でしか栽培できない。

表1 雑穀 (millet)¹⁾ の生産状況

地域・国	収穫面積 (万 ha)	生産量 (万 t)	収量 (t/ha)
世界合計	3,165	2,837	0.90
アジア小計	1,055	1,362	1.29
アフリカ小計	2,042	1,370	0.67
その他	68	105	1.54

出所：FAOSTAT 2019 より筆者作成

注1) ミレットは英語で millet と名が付く複数作物の合計

表2 ニジェールの穀物収穫面積と生産量割合

穀物名	収穫面積 (万 ha)	割合 (%)	生産量 (万 t)	割合 (%)	収量 (t/ha)
トウジンビエ	674.0	64.3	350.0	60.0	0.52
モロコシ	367.0	35.0	213.0	37.0	0.58
イネ	3.7	0.4	11.9	2.0	3.22
トウモロコシ	2.6	0.3	4.6	1.0	1.77

出所：FAOSTAT 2019 より筆者作成

雑穀が栽培できなければ食べる穀物がほとんどない。劣悪な気象条件下で唯一栽培できる奇跡の作物なのである。

4. トウジンビエのタイプ

(1) 野生型

トウジンビエの野生祖先種は、*Pennisetum subsp. violaceum (monodii)* と推定されている。これは、花序は小さく、^{えい}穎果も小さく、成熟すると小穂は脱落し、栽培型とたいへん異なっている。西アフリカのサハラ砂漠南縁のセネガルからスーダン中部に至るサヘル地方およびサハラ砂漠の真っ只中にある高地にも分布するといわれている。栽培型と容易に交雑でき、正常な稔性のある雑種を生じる（阪本1988）。

(2) 雑草型

トウジンビエの畑にはしばしば野生型と栽培型の中間的な形態をもつ雑草型が見られる。

これは、*Pennisetum glaucum subsp. stenotachyum* で、穂がでるまでは栽培型と酷似して区別が難しいが、成熟すると容易に脱粒するので、サヘルではシブラ (shibras) と呼ばれている。ただし、部族によって呼称は違う場合がある。

(3) 栽培型

栽培型のトウジンビエは、^{えい}穎果の形態の差異により、4つの主要な型が知られている。そのうち最も分布が広いのが、穎果が倒卵型のタイフォイデス (*typhoides*) でセネガルからエチオピア、さらに南アフリカまで分布している。穎果の大きさは、長さ2.5～5.5mm、幅1.5～3mm、厚さ1.2～2.4mmで4つのタイプのうち最も変異が大きい。ニグリタルム (*nigritarum*) は穎果が倒卵型で角張っており、スーダン西部からナイジェリア北部に分布している。穎果の大きさは、長さ3～5mm、幅1.7～2.5mm、厚さ1.5～2.2mmである。グロボーサム (*globosum*) は、穎果が球型で直径2.4mm程度である。ブルキナファソ中部からスーダン西部に分布し、特に、ナイジェリア中部、ニジェール、ガーナ、トーゴ、ベナンに多い。レオニス (*leonis*) は穎果が倒被針型でセネガル北部からモーリタニア南部に分布しているが、もともとはシエラレオネ由来であったとされている。これはシエラレオネの多量の降水環境にも適応するため、穎果が伸びたと考えられている。

5. 作物学的特徴

トウジンビエの生育環境は、サヘル気候帯からスーダン気候帯のような降水量が不安定で少なく、気温が高く、土壤肥沃度が低い場所が多い。これらの要因と品種改良が進んで

いないことが収量の低さ（0.5～0.6t/ha）を導いている。このような環境下では、イネはもちろん、トウモロコシなどの穀物は、経済的な収量を上げることができず生育すら困難である。このような気候帯でトウジンビエは、唯一の栽培可能な穀物であり、貧しい農村において主要なエネルギー資源になっている。トウジンビエは1年生のC₄植物である。一般にC₄植物はイネやコムギなどのC₃植物に比べて耐乾性が高く、要水量が小さい。トウジンビエはC₄植物の中でも最も耐乾性が高いため、年間降水量が250mm程度のサヘル気候帯でも栽培を可能としている。

根は深根性で、180cmに達する。草丈は1～3mで葉は長さ20cm～1mで草姿はトウモロコシやモロコシに似ている（写真1）。穂はガマの穂に似た円筒状の総状花序で、長さ20cmから長いものでは150cmに達する（写真2）。直径は2～4cmである。穂軸に多数の短い枝梗しこうがつき、それに各1対の小穂がつくが、品種によっては5つもの小穂が付く場合もある（Appa and de Wet 1999）。小穂の数は穂あたり800～3000である。小穂の基部に濃褐色の長い硬毛が密生するのが特徴であり、属名の*penni*（羽毛）、*setum*（硬毛）の名はこれに由来する（重田 2003）。各小穂は2小花よりなり、下位の第1小花は雄蕊しか持っておらず不稔で、上位の第2小花は両性の完全花で可稔性である。雄蕊は3本で、鱗被りんびはなく、花柱は長く抽出する。トウジンビエは、雌性先熟性の作物である。花柱は出穂の2、3日後に突出し始める。花柱は初めに穂の上中部の花序から突出し、後に上方、下方の両方向に進行してゆく。両性花の柱頭は葯よりも早く出現し、そのために柱頭は他の植物体からの花粉によって受粉する。完全に柱頭が



写真1 トウジンビエの草姿（手前：矮性品種、奥：在来品種）

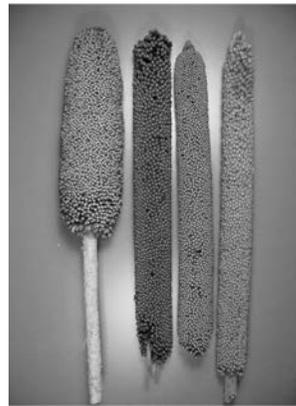


写真2 トウジンビエの穂

出現するには2、3日程度かかる。花柱が完全に突出した直後に柱頭は2つに分かれる。柱頭は突出後、2、3日間は受粉能力がある。このため他家受精となるが、花序によっては自家受精が起こることもあり、品種によって自家受精率には差がある。開花期の温度も受精に影響があると考えられ、25℃以下になると種子稔性に影響がでてくる（森・倉内 2003）。子実は受粉後30～40日で登熟し、主稈かんの穂から順次、穂刈りして収穫される。

6. 栽培方法

トウジンビエは、灌水、施肥を十分に行えば、5t/haの収量を得ることができる。し

かし、トウジンビエを主食としているニジェールでは0.52t/haしか収量がない。トウジンビエ栽培は、西アフリカのサヘル気候帯やスーダン気候帯においては、完全に降水つまり天水のみに依存して行われる。半乾燥地帯であるにもかかわらず、天水でしかもごく少ない天水のみに依存して行われる農業を天水農法（ドライファーマーミング）とよぶ（応地1997）。トウジンビエの天水農法では、作期は、降水の季節的分布によって規定される。したがって、6月から9月の雨季に降水が集中する西アフリカのトウジンビエ栽培は、夏を作期とする夏雨型の天水農法ということになる。雨季が始まる6月頃、ダバと呼ばれる手鋤で播種穴をあけ、手で10～20粒程度播種し、足で覆土する。十分な雨量がなく立ち枯れたら再度播種する。播種のタイミングが難しい。また、トウジンビエを単作する場合とササゲと混作する場合がある。混作には、同じ播種穴に播く場合と異なった穴に播く場合がある。施肥はしない場合が多い。ただし人家に近い畑はロバなどの家畜糞を散布する場合がある。また、穂を収穫した後の茎葉の残さは畑に放置され、家畜が食べるので、家畜の糞尿が施されることになる。中耕・除草は、手鋤かイレル（hilaire）と呼ばれる長柄鋤で行う。収穫は播種後、早生品種で90日、晩生品種で150日頃から始まる（倉内ら2004）。穂刈りがほとんどで、ナイフあるいは手で穂を摘んでいく。長程の場合は、足で茎を倒してから穂刈りする。収穫した穂はそのままあるいは1週間程度乾燥させた後、穀倉庫へ貯蔵する。必要に応じて、穀倉庫から取り出し、木棒やたて杵で脱穀する（写真3）。地ごしらえから脱穀までの一連の作業は、部族あるいは貧富によっても方法が違う場合が



写真3 トウジンビエの脱穀風景

あり、畜力や機械を用いる場合がある。

7. 利用

杵あるいは製粉機で製粉されたトウジンビエは、主食、副食として食べられる。主食としては、トー（to）、パット（pat）あるいはクルパクルパ（kurpakurpa）と呼ばれるお練りの一種で、東アフリカでトウモロコシからつくるウガリと同様のものである（写真4）。トーは少量の粉を水にといて火にかけて沸騰させて、そこへさらに粉を入れて木の杓子で練り上げる。これを洗面器状の容器に入れて、冷まして固まればできあがりである。これを一口大にちぎって汁につけて食べる。汁は、オクラ、バオバブの葉、スンバラ（*Parkia biglobosa* の発酵調味料）、野生のモロヘイヤの葉など粘りの出る植物からつくられる。副食としては、牛乳かヨーグルトにトウジンビエの湯がいたダンゴを溶かした飲み物のドーナ（donu、写真5）や重湯のようなうす粥のコーコー（koko）がある。食物以外にもトウジンビエは有用な植物資源である。茎葉は屋根葺き材料や垣根、燃料、家畜の飼料として重要である。

西アフリカの限界地帯に居住する人々の生命を支えているトウジンビエは、高い栄養価



写真4 トウジンビエのトー



写真5 トウジンビエのドーヌ

表3 トウジンビエの栄養価と精白米との比較 (100g あたり)

主成分	トウジンビエ	精白米	相対値 (倍)
熱量 (kcal)	353	358	1.0
タンパク質 (g)	11.8	6.1	1.9
炭水化物 (g)	70	77.6	0.9
脂質 (g)	1.9	0.9	2.1
食物繊維 (g)	1.9	0.5	3.8
灰分 (g)	2.3	0.4	5.8
ビタミン A (RE)	22	0	22.0
ビタミン B1 (mg)	0.31	0.08	3.9
ビタミン B2 (mg)	0.19	0.02	9.5
カルシウム (mg)	37	5	7.4
銅 (mg)	0.5	0.22	2.3
鉄分 (mg)	9.8	0.8	12.3
マグネシウム (mg)	114	23	5.0
マンガン (mg)	0.8	0.81	1.0
モリブデン (μg)	190	69	2.8
リン (mg)	339	94	3.6
カリウム (mg)	418	89	4.7
ナトリウム (mg)	15	1	15.0
亜鉛 (mg)	2	1.4	1.4

出所：Lost Crops of Africa (1996)、七訂食品成分表 (2018)

を有する (表3)。精白米と比較して、ビタミン、ミネラルとも豊富で野菜や動物性食物の摂取が少なくても健康を維持できる理由がうかがえる。人々の生活を支えているトウジンビエは、家畜の飼料としても重要な作物であり、穀粒の栄養価だけでなく茎葉の栄養価も軽視できない。サヘルに生きる生物すべてがトウジンビエに依存して生きているのである。

おわりに

トウジンビエは、他の穀類の生育が困難な年間降水量 200 ~ 800mm 程度の乾燥および半乾燥地域でも栽培可能であり劣悪環境下での食糧資源として重要である。様々な環境隔離、あるいは異なった作付体系によって、トウジンビエは多くの生態型に分化した (倉内ら 2000)。一方、高収量栽培品種の普及、収益

性の高い代替作物、近年の干ばつ、都市化によって徐々に在来種は減少している。多様な遺伝的変異をもつ在来種の収集および保全是、現在だけでなく将来の品種改良のために不可欠である。トウジンビエの遺伝資源保存と品種育成は、主にインドにある ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) で進められている。現在までに 49 ヶ国から 2 万 1191 点の遺伝資源が保存されている。ニジェールではそれらの遺伝資源を利用して品種改良が進められ、僅かずつではあるが生産量は伸びている。しかし、その伸びを上回る勢いで人口が増加している。今後ともさらなる品種改良試験や栽培技術改良試験が期待される。

日本をはじめとする先進諸国では存在すら知られていないトウジンビエだが、トウジンビエを唯一の主食としている人々がいることを忘れてはならない。地球温暖化が進み、乾燥地が広がっている現在、トウジンビエの重要性はますます高まるであろう。

本稿は、アフリカの基幹食料作物 – その 2 トウジンビエ – (倉内 2003) に加筆修正を加えたものである。

引用文献

Appa Rao S. and J.M.J. de Wet (1999) : Taxonomy and Evolution, In "Pearl Millet Breeding". (ed. Khairwal I.S., Rai K.N., Andrews D.J. and Harinarayana G.) Science Publishers, Inc. U.S.A.
D'Andrea, A.C., M. Klee and J. Casey (2001) : Archaeobotanical evidence for pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) in sub-Saharan West Africa.

Antiquity, 75 : 341-348.

FAOSTAT (2019) : <https://fao.org/faostat/en#data>. (2021 年 8 月 1 日アクセス)

倉内伸幸 (2003) : アフリカの基幹食料作物 – その 2 トウジンビエ –. 国際農林業協力, 26 (5-7) : 14-20.

倉内伸幸・高垣美智子・中島阜介 (2004) : ニジェールにおけるトウジンビエ栽培の現状. 雑穀研究 No.20 : 1-6.

倉内伸幸・倉岡哲・S.ISSA (2000) : ニジェールにおけるトウジンビエの品種分布. 熱帯農業 Vol.44 (別 1) 127-128.

三浦励一 (2001) : 西アフリカのトウジンビエ栽培と脱粒型トウジンビエ. 雑穀研究 No.15 : 10-13.

森正延・倉内伸幸 (2003) : 高温処理がトウジンビエの種子稔性に与える影響. 熱帯農業 Vol.47 (別 1) 3-4.

National Research Council (1996) : Lost Crops of Africa, Vol. 1. Grains. 383pp. National Academy Press. Washington, D. C.

応地利明 (1997) : 「マリ国におけるミレット農耕形態の諸類型と分布」, 川田順彦編『ニジェール川大湾曲部の自然と文化』, 東京大学出版会, pp.147-191.

阪本寧男 (1988) : 雑穀の来た道 : ユーラシア民族植物誌から. pp.155-157. 日本放送出版協会.

重田眞義 (2003) : 雑穀のエスノボタニー : アフリカ起源の雑穀と多様性を創り出す農耕文化. 山口裕文・河瀬眞琴編『雑穀の自然史』, pp.206-224.

(一般社団法人日本雑穀協会 会長
日本大学生物資源科学部 教授)



キヌアが秘める可能性

藤田泰成*・永利友佳理*・桂圭佑**・
藤倉雄司***・安井康夫****

はじめに

雑穀 (Millet) の知られざる重要性を世界に広めるために、国連は 2023 年を「国際雑穀年 (International Year of Millets: IYM2023)」と定めた。英語の「Millet」は、日本語で「雑穀 (ミレット)」と訳されているが、アワやキビ、ヒエなどのイネ科の雑穀を指し、日本語の「雑穀」は、イネ、コムギなどを除く穀類および擬似穀類を指すとされる。イネ科ではなくヒユ科の擬似穀類のキヌアは、この広義の日本語の「雑穀」に分類されている。また、キヌアは「ミレット」と同様に、栄養価が高く、過酷な環境下でも栽培でき、国連が掲げる「ミレット」の 12 の特徴もすべて併せ持っている (FAO 2023)。本稿では、広義の「雑穀」として分類されているキヌアが、なぜ世界の食料・栄養問題解決の切り札になり得る作物として注目されているのか、その歴史的経緯や現状、課題などを踏まえて概説する。加えて、私たちの SATREPS プロジェクトの取り組みを通して、キヌアを含む雑穀の将来を展望する。

FUJITA Yasunari, NAGATOSHI Yukari,
KATSURA Keisuke, TOKURA Yuji, YASUI
Yasuo: The Potential of Quinoa.

¹ 観賞用品種は、コキアとして、食用品種の実は、とんぶりとして知られている。

1. 穀類としてのキヌア、穀類の特殊性

キヌア (*Chenopodium quinoa*) は、ペルーとボリビア両国にまたがるティティカカ湖周辺地域に起源をもつ南米アンデス地方原産の作物で、ハウレンソウやテンサイ、ホウキグサ¹なども属するヒユ科の一年生植物である (藤倉ら 2007、桂ら 2018、安井ら 2018、藤田・永利 2022) (写真 1)。葉や幼苗も食用として利用されているが、広く知られているのは、穀類としての子実の利用である (写真 1-3)。農林水産省の作物分類によれば、穀類には、イネ、ムギ類、トウモロコシ、ソバに加えて、アワ、キビ、ヒエやソルガムなどのイネ科雑穀とアマランサスやキヌアなどのヒユ科雑穀が含まれる。すなわち、穀類には、ムギやトウモロコシを含む「イネ科」、ソバを含む「タデ科」、キヌアを含む「ヒユ科」に属する 3 つの科の植物しか含まれていない。さらに、その 1 つ上の目レベルでみると、穀類は、イネ科を含む「イネ目」とタデ科とヒユ科を含む「ナデシコ目」のわずかに 2 つの目に統合されてしまう。陸上植物の 9 割程度を占め、約 35 万種あるとされている被子植物 (国立科学博物館) が、60 以上の目、400 以上の科に分類 (APG 分類体系) されていることを考えると、そもそも穀類が 2 つの目、3 つの科の植物にしかないこと自体、大変興味深い。



写真1 キヌアの生育と種子

- 1-1 ボリビアとペルーにまたがるティティカカ湖周辺地域がキヌアの起源地であると考えられている。著者らは、ボリビア南部の高原地帯（アルティプラノ；標高 3800m 前後）を主な研究地域としている。
- 1-2 収穫期を迎えたキヌアの生育の様子（南部アルティプラノのウユニ塩湖地域）。キヌアはヒユ科の一年生植物である。
- 1-3 ウユニ地域のキヌアの種子。この地域のキヌアは大粒のレアル品種である。種子の色も、白だけでなく、黒や赤など多様性がみられる。
- 1-4 収穫したキヌアの穂。わずか半年余りで、過酷な土地に、大人の顔よりも大きい穂をつけるまでに成長する。

2. 作物の多様性拡大の旗手としてのキヌア

穀類は、コムギ、イネなどの主要穀類と、そのほかの雑穀類に分けられる。主要穀類に比べて、雑穀類は、栄養価が高く、より乾燥した土地で育てることができ、気候の変化にも強い、という特徴がある（FAO 2023）。一方で、単位面積当たりの収量は低めで、その栽培や利用が特定の地域に限定されている低利用作物（孤児作物）であることが多い（Massawe *et al.* 2016）。国際雑穀（ミレット）年では、「雑穀（ミレット）」の栄養面や健康面での利点に加え、気候変動により劣化する環境下でも栽培できる特性についての知見を

広め、「雑穀（ミレット）」の持続可能な生産や利用、市場創出の促進を目標としている（FAO 2023）。これまでに栽培化された植物は約 2500 種あるが、そのうち、現在も利用されているのは 300 種以下であり、世界の人々が消費する全カロリーの約 9 割は、わずか 20 種たらずの作物により賄われている（Meyer and Puruggana 2013；Massawe *et al.* 2016）。この 100 年間で作物の多様性は 75 % も失われており（Massawe *et al.* 2016）、世界の主要作物の構成もここ数十年でほとんど変わっていない（藤田・永利 2022）。今後も現状の地球環境を維持できるのであれば、主要作物の構成を変えなくても持ちこたえられるかもしれない。しかし、実際には、脱炭素社会シナリオ（RCP2.6）² を実現できたとしても、近い将来に世界中の多くの地域で、未曾有の大干ばつが常態化する可能性が示唆

²気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第 5 次評価報告書で用いられた予測シナリオの 1 つ。RCP2.6 は、世界平均気温 2℃ 上昇シナリオのことで、パリ協定の 2℃ 目標が達成された世界であり得る気候の状態に相当する（気象庁 2020）。

されている (Sato *et al.* 2022)。このような気候変動に伴う大規模な環境劣化が予測されている状況下では、恵まれた環境でしか栽培できない一部の主要穀類に極度に依存すること自体、リスクヘッジの上で大きな問題がある。これからは、栄養価が高く、過酷な環境でも栽培できる「雑穀」や孤児作物の活用に広く目を向けていく必要があるだろう。穀類の中でも変わり種であるナデシコ目ヒユ科のキヌアは、その高栄養性や環境適応性などの多方面にわたる潜在性の高さからとくに注目されており、「国際キヌア年」で宣言されたように、作物の多様性拡大の旗手としての役割が期待されている (FAO 2013)。

3. キヌアとよく似ているシロザやアカザ

キヌアの栄養生長期の草姿は、日本の田畑やその周辺などに自生しているシロザやアカザ (ともに *Chenopodium album*) ととてもよく似ている (藤田・永利 2022)。とくに、葉が赤みがかって見えるアカザ (藜) は、夏の季語として多くの歌に詠まれ、親しまれてきた。たとえば、加藤楸邨は、「一椀の藜 (あかざ) の粥にかへりきぬ」という句の中で食物としてのアカザを題材に取り上げている。日本のみならず世界中に幅広く分布しているシロザやアカザは、キヌアに比べると圧倒的に収穫指数³が低い (可食部の割合が少ない) にもかかわらず、日本や中国でも食用あるいは救荒植物⁴として利用されてきた (山田 1995、山口ら 2019)。また、「宿りせむ藜 (あ

かざ) の杖になる日まで」という松尾芭蕉の句にもあるように、アカザは、水戸黄門で知られる徳川光圀公や七福神の寿老人の杖の材料としても知られている。アカザのような一年生草本の茎が多年生の木本のように使われている珍しいケースである。このようにキヌア自体は、日本にないものではあったが、キヌアによく似ているシロザやアカザは、古くから日本でも身近にあり、親しまれてきた。

4. 優れた栄養特性をもつスーパーフードキヌア

キヌアの子実は、タンパク質、脂質、炭水化物、ビタミンおよびミネラルの五大栄養素をバランスよく含み、優れた栄養特性をもっている (桂ら 2018、小西 2020、藤田・永利 2022)。他の穀類に比べて糖質は低めで、脂質の大部分は、コレステロール値の改善効果があるリノレン酸などの不飽和脂肪酸で構成されている。また、ヒトが体内で合成できないリジンなどの9種類の必須アミノ酸を含む良質のタンパク質を豊富にバランスよく含むだけでなく、カルシウム、鉄、カリウム、マグネシウム、リン、亜鉛などのミネラルを豊富に含んでいる。さらに、アレルギー源になることがあるグルテンを含まない一方で、葉酸や植物繊維などを多く含有する。また、興味深いことに、キヌア茎葉部も、ビタミンやミネラルを豊富に含み、同じヒユ科のハウレンソウより栄養価が高いことが知られている。

これらの優れた栄養特性により、キヌアは、まず、欧米の健康志向の強い人々の間でスーパーフードとして話題になり、その後、世界的に知られるようになっていった。キヌアには、生理活性ペプチド、多糖類、サポニン、ポリフェノール、フラボノイド、フェトエス

³ 収量 (経済的収量) の生物学的収量に対する割合 (日本作物学会 2010)。

⁴ 災害や異常気象、戦争などでイネなどの主要作物が不作の時に、食料不足をしのぐために使われた植物のこと (溝田 2015)。

トロゲンなどのさまざまな機能性成分が含まれており、抗酸化作用や抗炎症作用だけでなく、高血圧や糖尿病にも効果があるのではないかと期待されている (Ren *et al.* 2023)。今後さらに機能性食品や医薬品、化粧品などの分野で応用範囲が広がっていくと考えられている (Ren *et al.* 2023)。

5. 高い環境適応能力をもつキヌア

キヌアは優れた栄養特性をもつだけでなく、並はずれて高い環境適応能力をもつことでも知られている。氷点下から 40℃ 近くの高温、赤道直下の低緯度から高緯度、海岸沿い低地から 4000m 以上の高地でも栽培できる (藤田・永利 2022)。年間降水量が 200mm 以下で、塩性アルカリ土壌が広がるボリビアのウユニ塩湖の周辺 (標高 3800m) は、荒地での栽培にも比較的強いジャガイモなどですら育てることができない過酷な地域であり、作物としては唯一、キヌアのみが栽培可能である (藤倉ら 2007、桂ら 2018、安井ら 2018) (写真 2)。一方で、過酷な環境にあるやせた土地だけでなく、ペルーの海岸沿いやボリビアの低地などの比較的肥沃な地域でも栽培されている。現在、キヌアの二大生産国はボリビアとペルーであるが、キヌアはさまざまな環境への高い適応能力をもっており、世界の 95 を越える国々で栽培が試みられている (Bazile *et al.* 2016)。

6. キヌアの歴史と歴史的空白

キヌアは、約 7500 年以上前から南米で栽培されており (Dillehay *et al.* 2007)、アンデス文明の発展においても重要な役割を果たしてきた (Miller *et al.* 2021)。インカ帝国の主要作物であったキヌアは「穀物の母」と呼ば



写真 2 ウユニ塩湖周辺の過酷な環境に広がるキヌア圃場

写真中央左奥の山 (トゥヌーパ火山; 標高 5432 m) の麓から圃場の際まで、ウユニ塩湖が広がっている。この地域で唯一栽培できる作物がキヌアである。現地の共同研究者と共に、この圃場の農家の方 (左から 4 番目の前後のお二人) へキヌア栽培についての聞き取り調査を行った。塩湖周辺で、キヌアのみが作物として栽培できる秘密を探る。

れ、「太陽神から贈られた聖なる作物」として崇められていた。しかし、16 世紀にスペイン人により征服されると、キリスト教布教のため、その栽培や利用は禁止された (González *et al.* 2015)。一方、キヌアと同じくアンデス地方原産の作物であるトマトやジャガイモは、キヌアとは対照的にこの頃、南米から持ち出され、世界中に広まっていった (藤田・永利 2022)。その後、辺境の地で 500 年余り細々と栽培されていたキヌアは、20 世紀になって再び表舞台に再び咲くことになる。1975 年に、将来有望な孤児作物 36 種のうちの 1 種として米国科学アカデミーに紹介され (NAS 1975)、1993 年には、アメリカ航空宇宙局 (NASA) が、その優れた栄養特性だけでなく、調理法の潜在的多様性や制御環境下での優れた栽培特性に基づき、宇宙ステーションでの利用に好適な作物として注目している (Schlick and Bubenheim 1993)。

その後、国連は2013年を「国際キヌア年」と定め、世界の貧困の削減や食料と栄養の安全保障だけでなく、持続可能な農業体系の構築においても、キヌアが重要な役割を果たす可能性を秘めた、将来有望な作物であるというメッセージを世界に発信した(FAO 2013)。

7. 世界をリードする日本のキヌア遺伝子研究とゲノム育種へ向けた取り組み

ジャガイモやトマトから遅れること500年余り、「国際キヌア年」で弾みがついた国際世論の盛り上がりとともに、キヌアもその名を知られることとなった。しかし、ジャガイモやトマトのように世界的に栽培される作物として定着していくためには、各地の気候や環境に適応した系統の育成が必要である(藤田・永利 2022)。キヌアは、ゲノム構造が複雑(異質四倍体)だけでなく、1つの植物体に雌花と両性花を併せ持っているために、雑種になりやすく、新品種開発の高い障壁となっていた(Yasui *et al.* 2016)。そこで、私たちの研究チームはまず、キヌアの代表的な標準自殖系統としてKd系統を作出し、2種類の異なった性質をもつ次世代シークエンサーを組み合わせることで、そのゲノム概要配列を世界で初めて解読した(Yasui *et al.* 2016)。また、キヌアのゲノム配列データベース Quinoa Genome DataBase (QGDB) を構築し、2016年から一般に公開している(<https://quinoa.kazusa.or.jp>)。次に、南米に広がるキヌアの栽培地域をほぼ網羅する136の自殖系統を作出してゲノム解析と表現型解析を行い、遺伝子型—表現型の関連性を俯瞰できるヒートマップを作成した。また、これらのキヌア系統は、北部高地型、南部高地型

および低地型の3種類の遺伝的な背景をもつグループに分類できることを示した(Mizuno *et al.* 2020)。さらに、ウイルスベクターを用いて内在性遺伝子の発現を調節することにより、世界で初めてキヌアの遺伝子の機能を解析できる実験系を確立した(Ogata *et al.* 2021)。このような、日本における国際農研や京都大学、(株)アクトリーなどの産官学連携を核とした共同研究により、世界に先駆けてキヌアの分子研究基盤を構築し、キヌアのゲノム育種へ向けた道筋をつけることに成功した(藤田・永利 2022)。

8. ボリビアにおける伝統的なキヌアの調理法

この10年ほどの間に、スーパーフードとして一気に世界に広がりを見せたキヌアは、いろいろな国でさまざまな形で利用されている(桂ら 2018)。実際に、ボリビアへの出張で利用している国際線の機内食でも、キヌアサラダやキヌア入りスープにしばしば遭遇する。日本でも、コンビニのサラダやパンに入ったキヌアを食べたことがある方もおられるであろう。茨城県つくば市の小学校では、2016年から、キヌアの入った「野菜のしそひじき和え」が給食のレギュラーメニューとして取り入れられており、身近な食材となつつある。さまざまなキヌアレシピも公開されており、オシャレでスタイリッシュな印象を持つキヌアであるが、ここでは、原産国であるボリビアやペルーにおける伝統的なキヌアの調理法について紹介する。

飲み物としては、「フゴ・デ・キヌア (Jugo de Quinua)」(キヌア入りのジュース)が、広く知られている。茹でたキヌアとお湯、好みの果物と砂糖を入れて、ミキサーで攪拌したジュースである(写真3-1)。栄養価が

高く、腹持ちが良いため、朝食に利用されることが多く、屋台でも販売されている。また、キヌアと一緒に煮込んだスープである「ソパ・デ・キヌア (Sopa de Quinoa)」も定番のキヌア料理であり、お腹に優しく食べやすい。さらに、コメのご飯のようにキヌアを炊いて食べる「ピサラ・デ・キヌア (Pisara de Quinoa)」(写真3-2) や、柔らかくなるまで炊いたキヌアに牛乳とチーズを加えて混ぜてつくる「ベスケ・デ・キヌア (Pesque de Quinoa)」などもよく見かける(写真3-3)。一方で、キヌアは粉にして、パンやお菓子にも利用されている。伝統的なおやつとしては、キヌアの粉に少量の水を加え、時間をかけて練り団子状にして蒸した「クスピーニョ (Quispiño)」がある(写真3-4)。パサパサしているが、コーヒーやミルクと合わせると美味しく、キヌアの味をしっかりと感じるができる。さらに、キヌアの野生種を粉にしたものにお湯や牛乳とともに砂糖を加えて攪拌してつくる「ピト・デ・キヌア (Pito de Quinoa)」と呼ばれるキヌア栄養ドリンクも人気である。興味深いことに、キヌアは、その栽培品種だけが利用されているわけではなく、キヌア畑やその周りに自生するキヌアの野生種も、発熱や腹痛、疲労回復に効くとされ利用されている。

筆者らがボリビアを初めて訪問した2017年から、本稿執筆時の2023年に至るまでの間に、ボリビア市内のスーパーマーケットにおけるキヌアの種類、加工食品の数が飛躍的に増えたことを実感している。従来の伝統的な利用にとどまらず、食文化の多様化に合わせて、さまざまなキヌア製品が次々に開発されており、関心の高まりとともに、キヌアの利用が今後も広がっていくことが期待される。



写真3 ボリビアにおける伝統的なキヌアの調理法

- 3-1 キヌアジュース(フゴ・デ・キヌア、リンゴ味)と、キヌア粉入りケーキ。キヌアジュースは、粒々が残るキヌアを、モグモグ噛みながら飲む。
- 3-2 コメのご飯のように食べるピサラ・デ・キヌア。油と塩で少し味付けされていることが多い。
- 3-3 ベスケ・デ・キヌア。チーズとキヌアの相性が抜群で美味しいが、高地のため、胃腸への負担に注意したい。
- 3-4 クスピーニョと呼ばれる練りキヌア。

9. ボリビアにおけるキヌア栽培

キヌアの主要生産国であるボリビアでは、同国の西部に位置するアルティプラノと呼ばれる4000m前後の高原地帯を中心にキヌアの栽培が行われている(藤倉ら2007、桂ら2018、安井ら2018)。起源地とされるティティカカ湖周辺(北部高地)と、ボリビア南部に位置するウユニ塩湖周辺(南部高地)では、栽培環境も状況も大きく異なっている。北部高地でのキヌア栽培は、ジャガイモを基幹作物とする輪作体系の一環として行われている。この輪作は1年目にジャガイモ、2年目にキヌア、3年目にムギ類やソラマメ、その後5年程度の休閑期間を設けるとするのが一般的で、ペルー南部のティティカカ湖周辺でも同様の栽培体系となっている(藤倉ら2007)。また、この地域では、家畜としてウ

シヤヤギ、ヒツジなどが飼育されている。一方で、ウユニ塩湖周辺の南部高地は、北部と比較して降水量が少なく（年間 200 mm 程度）、アルティプラノの中でも極めて過酷な環境である。この地域で栽培できる作物はキヌアだけであり、キヌアの栽培と休閒を繰り返す作付が行われている。飼育できる家畜も過酷な環境にも強いリヤマが中心である。南部高地は極めて過酷な環境であるため、雑草害や病虫害の発生も少なく、有機栽培が励行されている。また、この地域で栽培されている大粒種のキヌアは、ほかの地域ではうまく栽培できないため、商品価値が高く、先進国での需要も多い。

現地でのキヌア栽培では播種後、収穫までは時折病害虫対策をすることはあるものの、栽培管理には余り手間はかからない。そのため、いかに安定した苗立ちを確保するのか、ということがキヌアの安定多収生産において重要である。その点において現地で大きな問題となるのは播種期の干ばつである。播種時期（9、10月頃）に適度な降水がないと、適期に播種ができない。加えて、とくに南部高地では風食が深刻である。風で運ばれた砂によって、溝の底に播種（深さ 10～15cm 程度の溝底播種）されたキヌアの幼苗が埋没してしまい、枯死してしまうことも多い。播種に失敗すると、農家は播種をやり直す必要があるが、現地で栽培されているキヌアの生育期間は 130 日から 150 日程度のもが多く、播種時期が 11 月中旬以降になると、収穫時期が冬季にずれ込んでしまうため、収量が極端に低くなる。播種適期を広げるためにも、

現地では早生品種の開発が強く求められている。干ばつ以外にも、凍霜害、べと病、雹害も問題になっており、これらに耐性をもつキヌア系統の育成も重要な課題である。

近年、世界各地で極端気象が頻発しており、作物生産の限界領域で栽培されているキヌアにとっては、わずかな環境の変化でも致命的な被害につながりやすい。実際に、ボリビアでは 2020 年から 3 年連続で深刻な干ばつに見舞われている。とくに 2022 年度は播種期に深刻な干ばつがあり、北部の多くの地域では、作物栽培が行えず、壊滅的な被害を受けた。このような過酷環境地におけるキヌア栽培においては、気候変動への対策が喫緊の課題となっている。

10. SATREPS ボリビア～日本とボリビアの国際共同研究における取り組み～

私たちは、JICA と JST による地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) の枠組みで国際共同研究「高栄養価作物キヌアのレジリエンス強化生産技術の開発と普及」⁵に取り組んできた（永利ら 2022）。世界の気候変動の最前線に位置するボリビアのアルティプラノにおいて、唯一栽培可能な作物であるキヌアは、頻発する極端気象や農地拡大による土壌侵食などにより危機に瀕している。この問題の解決に向けて、これまでに培ってきたキヌアのゲノム・遺伝子などの先端科学研究の実績を有する日本の研究チームと、現地でキヌア研究や技術普及に携わっているボリビアの研究チームからなる分野横断的な国際共同研究を実施してきた（写真 4）。

このプロジェクトは、①キヌア遺伝資源の整備、②レジリエンス強化キヌア育種素材の開

⁵ 詳細およびこれまでの成果は、https://www.jst.go.jp/global/kadai/r0107_bolivia.html で閲覧可能。

発、③在来遺伝資源を活用した持続可能な農業生態系の保全・管理技術の開発、④技術情報普及ネットワークの構築、の4つの課題からなっている。①では、キヌアおよびキヌア近縁野生種の貴重な遺伝資源を整備し、保管システムの構築に取り組んでいる。②では、とくに近年多発する栽培初期の干ばつに対応するために、再播種が可能な早生系統の開発を最優先に、さまざまな育種素材の開発に向けた基盤研究を進めている。③では、現地の遺伝資源を用いた休閑地の被覆や土壌劣化の防止、生理活性物質の単離、リヤマとキヌアの耕畜連携、画像解析などを駆使した栽培技術の開発などへ向けた研究を実施している。④では、現地で普及率の高いスマートフォンを用いた双方向の技術情報普及ネットワークの構築に向けた調査・研究を行っている。これらの活動を通して、本プロジェクトでは、キヌアの幅広い適応能力や現地の遺伝資源を活用して、持続可能な農業生態系の保全・管理技術をベースにしたキヌアのレジリエンス強化生産技術を開発し、普及することを目標としている。作物生産を行う上で究極の不良環境地域と考えられているボリビア南部のアルティプラノにおいて、栄養特性に優れたキヌアの持続可能な生産技術を確立することができれば、より環境条件のよい地域でのキヌア栽培技術の改良も促進され、乾燥地以外の多様な地域も含めた地球規模の食料・栄養安全保障の強化に貢献することが期待できる。

おわりに

著者の一人が、大学の研究室でキヌアに出会ったのは、もう30年も前のことである。



写真4 ボリビアにおける活動の様子

- 4-1 ボリビアのキヌア農家における聞き取り調査。農家の女性（写真右）から、キヌアの栽培や野生種の利用について説明を受けている。
- 4-2 ボリビアの試験圃場。現地研究員と共に有用なキヌアの形質について議論しながら研究を進めている。
- 4-3 キヌア圃場の土壌調査。ボリビアの共同研究者と共に、ウユニ塩湖の塩が析出するすぐそばの圃場で生育しているキヌアの謎に迫る。
- 4-4 ドローンを用いたキヌア圃場の調査。最新の画像解析技術を駆使して、キヌア栽培の最適化に挑む。
- 4-5 乾季のエサ不足の際に灌木を採食するリヤマの様子。高地の厳しい環境においても、飼育が可能なボリビア高地の貴重な家畜である。
- 4-6 リヤマ糞の投入により、大きく育ったキヌア。

キヌアを用いたウイルス関係の研究を細々と行っていたものの、キヌアが、優れた栄養特性や高い環境適応能力をもち、世界の食料や人類の健康に貢献する可能性を秘めた作物であることを初めて知ったのは、本誌2013年の特集号「途上国の栄養改善と雑穀—国際キヌア年2013—」⁶であった。単に実験材料としてしか見ていなかったキヌアにそんなに秘められた力や可能性があるとは、それまでの

⁶『国際農林業協力』Vol.36 No.2（通巻171号）

20年間、思いも寄らなかった。おやつをかじりながら、研究室の書架にあった最新号の雑誌に目を通している時に読んだものであったが、その出会いがなければ、「国際キヌア年」からちょうど10年の節目にあたる「国際雑穀年」の本誌特集号の執筆に携わることもなかったであろう。その頃に比べて、気候変動も進展しており、ますます待たなしの状況に追い込まれつつある。単収では負けても、単位面積当たりの栄養価では負けない雑穀や孤児作物の研究が進み、主要作物のラインナップが多彩になり、世界の作物生産体系のレジリエンスが強化されることを夢見ている。この稿に目を通された方々と手を携え、さらなる将来へ向けて力強く歩んでいきたい。

謝辞

本稿で紹介した研究は、株式会社アクトリーからの資金提供による産官学共同研究、内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業（生研支援センター：JPJ009237）および地球規模課題対応国際科学協力プログラム（SATREPS；科学技術振興機構（JST）、国際協力機構（JICA）：JPMJSA1907）などの支援により実施された。なお、写真はすべてSATREPSメンバーの提供による。

引用・参考文献

Bazile, D., Pulvento, C., Verniau, A., Al-Nusairi, M.S., Ba, D., Breidy, J., Hassan, L., Mohammed, M.I., Mambetov, O., Otambekova, M., Sepahvand, N.A., Shams, A., Souici, D., Miri, K., and Padulosi, S. (2016) : World-wide evaluations of quinoa : Preliminary results from post International Year of Quinoa FAO projects in nine countries.

- Front Plant Sci, 7 : 850.
- Dillehay, T.D., Rossen, J., Andres, T.C., and Williams, D.E. (2007) : Pre-ceramic adoption of peanut, squash, and cotton in northern Peru. *Science*, 316 : 1890-1893.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations HP : <https://www.fao.org/millet-2023/en> (2023年5月8日閲覧)
- 藤倉雄司・本江昭夫・山本紀夫 (2007) : 知られざるアンデス高地の雑穀. (山本紀夫編. アンデス高地. 京都大学出版会) pp. 155-181.
- 藤田泰成・永利友佳理 (2022) : キヌアのゲノム育種へ向けた新展開. *アグリバイオ*, 6 (5) : 396-400.
- González, J.A., Eisa, S.S.S., Hussin, S.A.E.S., and Prado, F.E. (2015) : Quinoa : an incan crop to face global changes in agriculture. in K. Murphy and J. Matanguihan, *Quinoa : Improvement and Sustainable Production*. Wiley Blackwell, New Jersey, pp. 1-18.
- 桂圭佑・Bonifacio, A.・藤倉雄司・安井康夫・藤田泰成 (2018) : ポリビア・アルティブラノにおけるキヌア (*Chenopodium quinoa* Willd.) 栽培の現状と課題. *農業および園芸*, 93 (11) : 951-958.
- 気象庁 (2020) : 日本の気候変動2020. <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html> (2023年5月10日確認)
- 小西洋太郎 (2020) : キヌアの栄養学的特性と健康機能 : 世界の食料安全保障への貢献が期待される作物. *畿央大学紀要*, 17 (1) : 1-16.
- Massawe, F., Mayes, S. and Cheng, A. (2016) : Crop diversity : An unexploit-

- ed treasure trove for food security. Trends Plant Sci., 21 (5) : 365-368.
- Meyer, R.S. and Purugganan, M.D. (2013) : Evolution of crop species : genetics of domestication and diversification. Nat. Rev. Genet., 14 (12) : 840-52.
- Miller, M.J., Kendall, L., Capriles, J.M., Bruno, M.C., Evershed, R.P. and Hastorf, C.A. (2021) : Quinoa, potatoes, and llamas fueled emergent social complexity in the Lake Titicaca Basin of the Andes. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 118 (49) : e2113395118.
- 溝田浩二(2015):救荒植物を利用した食教育・環境教育・防災教育の可能性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17 : 5-11.
- Mizuno, N., Toyoshima, M., Fujita, M., Fukuda, S., Kobayashi, Y., Ueno, M., Tanaka, K., Tanaka, T., Nishihara, E., Mizukoshi, H., Yasui, Y., and Fujita, Y. (2020) : The genotype-dependent phenotypic landscape of quinoa in salt tolerance and key growth traits. DNA Res., 27 (4) : dsaa022.
- National Academy of Sciences (1975) : Underexploited Tropical Plants with Promising Economic Value. National Academy of Sciences. Washington, DC.
- 永利友佳理・桂圭佑・藤倉雄司・安井康夫・藤田泰成 (2021) : 過酷環境に耐える高栄養価作物キヌアで世界の食料問題に立ち向かう. 雑穀研究, 36 : 15-17.
- 日本作物学会 (2010) : 作物学用語事典. 農山漁村文化協会.
- Ogata, T., Toyoshima, M., Yamamizo-Oda, C., Kobayashi, Y., Fujii, K., Tanaka, K., Tanaka, T., Mizukoshi, H., Yasui, Y., Nagatoshi, Y., Yoshikawa, N., and Fujita, Y. (2021) : Virus-mediated transient expression techniques enable functional genomics studies and modulations of betalain biosynthesis and plant height in quinoa. Front. Plant Sci., 12 : 643499.
- Ren, G., Teng, C., Fan, X., Guo, A., Zhao, L., Zhang, L., Liang, Z. and Qin, P. (2023) : Nutrient composition, functional activity and industrial applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) . Food Chemistry, 410 : 135290.
- Satoh, Y., Yoshimura, K., Pokhrel, Y., Kim, H., Shiogama, H., Yokohata, T., Hanasaki, N., Wada, Y., Burek, P., Byers, E., Schmied, H.M., Gerten, D., Ostberg, S., Gosling, S.N., Boulange, J.E.S. and Oki, T. (2022) : The timing of unprecedented hydrological drought under climate change. Nat. Commun., 13 (1) : 3287.
- Schlick, G., and Bubenheim, D.L. (1993) : Quinoa : an emerging “new” crop with potential for CELLS. NASA Tech. Pap., 3422 : 1-9.
- 山田昌久 (1995) : 日本における 13～19 世紀の気候変化と野生植物利用の関係. 植生史研究, 3 (1) : 3-14.
- 山口裕文・久保輝幸・池内早紀子・魯元学 (2019) : 漢名にみる雑草“あかざ”の生物文化史. 雑草研究, 64 (4) : 127-139.
- Yasui, Y., Hirakawa, H., Oikawa, T., Toyoshima, M., Matsuzaki, C., Ueno, M., Mizuno, N., Nagatoshi, Y., Imamura, T., Miyago, M., Tanaka, K., Mise, K., Tanaka, T., Mizukoshi, H., Mori, M. and Fujita, Y. (2016) : Draft genome sequence of an inbred line of *Chenopodium quinoa*.

nopodium quinoa, an allotetraploid crop with great environmental adaptability and outstanding nutritional properties. DNA Res., 23 : 535-546.

安井康夫・藤倉雄司・藤田泰成 (2018) : ボリビアのウユニ塩湖畔における劣悪環境下

でのキヌア栽培 . 作物研究 , 63 : 25-29.

(* 国際農林水産業研究センター、

** 東京農工大学、*** 帯広畜産大学、

**** 京都大学)



アマランサス —スーパーフードの現在、過去そして未来—

根本 和洋

はじめに

いささか旧聞に属するが、日本スーパーフード協会は2016年に流行るスーパーフードの第1位にアマランサスを挙げた。この協会は、「スーパーフードを消費拡大させ、健康と美しさを増進する社会を目指すという理念」の下に運営されているといい、毎年、その年に流行りそうなスーパーフード予測を発表している。いわばトレンドの仕掛け人だ。インターネットで検索してみると、「次に来るスーパーフード『アマランサス』の魅力とは」などと、このトレンド予測を受けてさっそく特集されていた。そこには「ハリウッドセレブ御用達!」、「マドンナやNASAが注目している」といった言葉が踊る。唐突にも思えるが、アマランサスが第1位になった理由が無いわけではない。あるホームページでは、栄養価の高さと、摂取の代表的なメリットとして「食物繊維+必須アミノ酸が含まれているため、美肌効果が高い」、「豊富なビタミンと抗酸化物質により、アンチエイジング効果も」、「グルテンフリーでシェイプアップに期待できる」ことが謳われている。残念ながら、大きなブームとはならなかったが、一般的な認知度アップにつながったのは確かだ

ろう。ちなみにその前の年の第1位はキヌアだった。

現代において、スーパーフードとして位置づけられているアマランサスではあるが、世界的に知られるようになったのは1970年代に入ってからのもので、さほど古い話ではない。一方で栽培の歴史は古く、起源地の1つであるメキシコのテワカン渓谷では、紀元前6000年から8000年前には栽培化されていたとされる(Sauer 1967)。その後、アマランサスは中南米発祥の古代文明、とりわけアステカ文明の食と文化を支える作物として重要な役割を果たしていた。しかしながら、同じく中米で起源したトウモロコシ、インゲンマメ、トウガラシ等が、その後世界的に広まって主要な作物へと発展したにもかかわらず、アマランサスはとり残され、忘れ去られてしまった。ではなぜ、アマランサスが歴史の表舞台から姿を消し、近年になって再び注目されるようになったのか。本稿では、アマランサスがどのような経緯によって登場し、今に至るのか(現在)、古代アステカ文明でアマランサスはどのように扱われ、なぜアステカ文明の崩壊とともに姿を消したのか(過去)、そして、これからアマランサスが担う役割とは(未来)、これら現在、過去、未来について述べていきたい。

NEMOTO Kazuhiro: Grain Amaranths-Past, Present and Future as Superfoods-

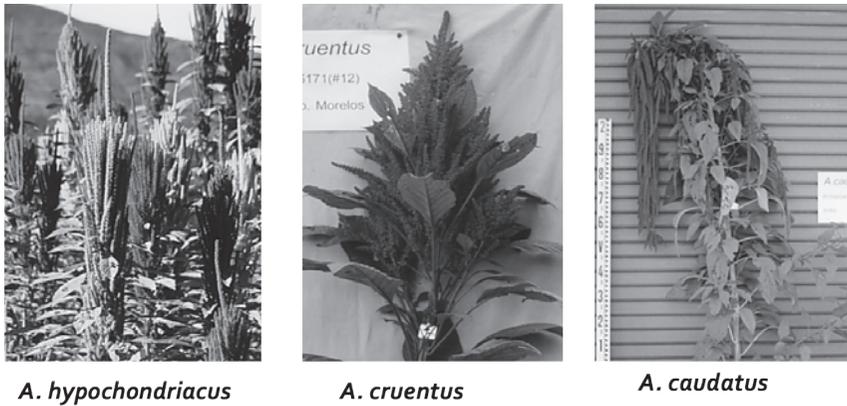


写真1 アマランサス子実用栽培種3種の花序形態

1. 作物としてのアマランサスと栄養

まず、アマランサスの基本的なことについて。アマランサスはヒユ科ヒユ属の一年生草本の作物で、イネ科穀類と同様に種子中に含まれる貯蔵澱粉を利用することから擬穀類や雑穀の仲間として分類されている。アマランサスという呼称は属名である *Amaranthus* に由来する。子実を利用する栽培種には *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* および *A. caudatus* の3種が知られており、アマランサスはその総称として用いられている（写真1）。それぞれセンニンコク、スギモリゲイトウおよびヒモゲイトウの和名がつけられているが、一般的には使用されていない。これらは中南米で栽培化され、*A. hypochondriacus* はアステカ文明、*A. cruentus* はマヤ文明、そして *A. caudatus* はインカ文明を支える主要な食料となっていた。

アマランサスは C_4 作物であることから光合成能力が高く、乾燥や高温条件下でも生育が旺盛である。環境適応性に優れ、アフリカの熱帯地域からヒマラヤの3000mを超える標高の高い地域に至るまで、幅広い農業環境で栽培されている。植物体は雌雄異花同株で、

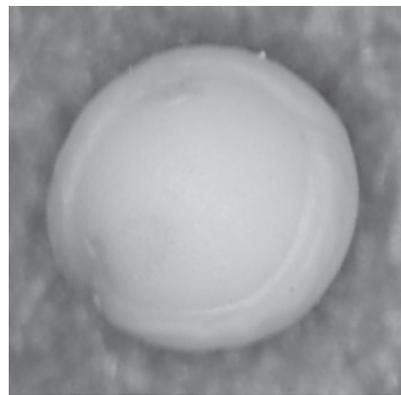


写真2 アマランサスの子実（直径約1.5mm）

花序は二出集散花序の構造を持つ。基本的には花房の中央に1つの雄花が、その周辺に多くの雌花が着く。草丈は地力や品種によって異なるが、おおむね2m前後に達する。収量は1～3t/haになる。アマランサスの種子は直径約1.5mmのレンズ状をしており、中央部に種子貯蔵澱粉を蓄える外胚乳があり、胚がその周りを取り囲む構造になっている（写真2）。

イネ科の穀類は、植物学的に非常に近い関係にあるので、子実中に含まれる栄養成分も比較的似ているが、アマランサスはイネ科穀

類にはない栄養特性を持つ。もう1つの特徴は、コメやコムギ、アワやキビなどの雑穀のように精白せずに全粒を食べるので、子実中に含まれる栄養価を体内に取り込むことができることである。アマランサスは良質なタンパク質を持つことが知られており、アミノ酸スコア（食品に含まれる9種類の必須アミノ酸の含有比率を評価するための数値で、最高が100となる）は、精白米と小麦粉のアミノ酸スコアがそれぞれ61、42なのに対して、アマランサスはなんと満点の100である。これは、卵や牛乳と同じ数値に匹敵する。また、もう1つの特徴として、アマランサスはイネ、コムギを含めたイネ科穀類の第1制限アミノ酸¹となっているリジンを豊富に持っていることが挙げられる。良質なタンパク質のほか、食物繊維や不飽和脂肪酸を豊富に含む脂質の供給源でもある。種子にはフィトステロール、スクワレン、ファゴピリトール、サポニン、ポリフェノールなどの生理活性成分に加え、人間の食生活に望ましいレベルのミネラル、ビタミンが豊富に含まれている。アマランサスは現在、アスリート、栄養失調の子供、糖尿病やセリアック病に苦しむ人々など、特定の消費者ニッチからも需要がある。

2. 世界的に知られるようになったきっかけ

アマランサスが広く世に知られるようになったのは、1975年にアメリカ合衆国の国立科学アカデミー（National Academy of Science）が出版した本「Underexploited tropical plants with promising economic value（経済的価値が期待される未開発の熱帯植物）」のなかでアマランサスが熱帯の食料危機を救



写真3 メキシコで売られているアマランサス製品

う将来有望な作物の1つとして取り上げられたのがきっかけだった。当時、アマランサスは世界でもほとんど知られていない「忘れ去られた作物」だった。注目された当時、イネやトウモロコシなどの主要作物に不足している必須アミノ酸リジンを高めるための品種改良が盛んに行われていて、食生活に必要なリジンをどう摂取するかが課題となっていた。そんなおり、*A. edulis* (*A. caudatus* の異名)が、これらの作物よりもリジンを多く含むことが報告された (Downton 1973)。そのほかにも子実中に優れた栄養成分があること、熱帯や乾燥地など幅広い地域で栽培できることなどが分かって注目を集めることになり、国際連合食糧農業機関 (FAO) も着目し、世界中に普及する動きが生まれた。この動きを後押ししたのが、アメリカ合衆国の有機農業に関する出版を行っていたロデール社 (Rodale Inc.) だった。同社のロデール研究所は、アマランサスの研究と普及を熱心に行い、1970年代後半から1990年代にかけて、アマランサスの国際シンポジウムを幾度となく開催し、研究成果を発表するとともに、この研究所で選抜された有望系統を各国に配布した。

¹最も不足している必須アミノ酸のこと

3. 日本への導入

アマランサスが日本へ最初に伝来したのは、江戸時代の後半とされている。伝わったのはヒモゲイトウ (*A. caudatus*) の花序が下垂するタイプで、主に観賞用として利用されていた。同じ時代、ヨーロッパでもこのタイプが観賞用として広く知られていたことから、日本へはこの系統が当時交易を許されていたオランダ人の手によって持ち込まれたと考えるのが妥当であろう。その種子は薄い赤色をしていたので、江戸時代末期の岩手県で「赤粟 (あかあわ)」と呼ばれて食べられていたという記録が見つまっている (星川 1992)。しかし、その後、日本に定着することはなかった。

子実用アマランサスが日本に本格的に導入されたのは、1980年代後半になってからである。1986年に(一財)農産業振興奨励会が、農林水産省の指導・援助の下に水田転作に導入可能な有望新作物として取り上げ、1987年以降、東京農業大学において系統選抜、栽培特性、そして食品加工特性等が調査されてきた。先述した1975年に出版されたアメリカ国立科学アカデミーの本が「21世紀の熱帯植物資源」(ナショナル・アカデミー・サイエンス編、吉田ら訳 1983)として翻訳されたのも大きな後押しとなったであろう。当時、日本では「実も葉も食べられる栄養満点のスーパーグレイン」などと呼ばれて紹介されていた。

4. アステカ文明の食と文化を支えたアマランサス

コロンブスがアメリカ大陸に「到達」したのは1492年のことであるが、別のいい方をすれば、この年はヨーロッパ人によるアメリカ大陸侵略の歴史の始まりでもあった。当時のアメリカ大陸にはアステカ、マヤ、インカの3つの文明が栄えていた。ヨーロッパ人たちは、キリスト教の布教を名目にこの地へ侵攻し、これらの文明を徹底的に破壊していった。当時の様子を知る歴史的資料の多くは失われてしまったが、アステカ文明については、従軍したスペイン人宣教師による記録文書などによって先住民の暮らしを知ることができる。アステカ文明について記載されたフィレンツェ文書などの中には、アマランサスに関する情報がいくつも出てくる。アマランサスは同じくアメリカ大陸で誕生したトウモロコシやインゲンマメなどとともに、アステカ帝国の皇帝へ年貢として納められており、アステカの土着の宗教とも密接な関わりを持っていた。

アステカ文明は、13世紀以降に現在のメキシコの首都メキシコシティ周辺を中心に栄えた。アマランサスはナワトル語²でウアウトリと呼ばれていて、その呼び方は、種子の色や用途、生育ステージを意味する様々な接頭語をつけて細かく分類されていた。たとえばテスカウアウトリは「鏡のアマランサス」という意味になるが、種子が透き通るような半透明をしていたことからつけられた名前だと想像される。また、「魚のアマランサス」という意味のミチウアウトリは、魚の卵に似ていたことから名付けられたのかもしれない。いずれにしても、アマランサスがアステカの人たちに親しまれていたことがこのこと

² アステカ語族最大の言語。メキシコなどでは現在も話者がいる。

からも分かる。

アステカの人たちは、アマランサスの種子を挽いた粉を水でこねて蒸した‘ツォアリ’にして食べたり、‘アートル’と呼ばれる炒った種子を細かく挽いて作った飲料にして飲んだりしていた。現在主流となっている種子をポップさせる食べ方は、意外なことにアステカ時代にはそれほど利用されていなかったようで、スペイン人の侵攻後に宣教師によって伝えられたとされている。

アマランサスは、トウモロコシ、インゲンマメ、チア³などとともにアステカ帝国の皇帝モンテスマに年貢として支配下にあった17州から献上されていた。諸説あるようだが、当時使われていた単位を今のものに換算すると約4000～1万tのアマランサスが納められていた。これを仮に単収100kg穫れたとすると、およそ4000～1万haの面積で栽培されていたことになる。当然、自家消費用に利用していた分もあるはずなので、実際には、それよりもはるかに多くのアマランサスが栽培されていたことが想像される。このようにアマランサスはアステカの人たちの食を支える主要な作物の1つであった。

古代の人たちの食事や栄養状態を、どのように想像されるだろうか。飽食の時代といわれる現在からすると、栄養的には十分ではなかったような気がしてしまうが、実際はどうだったのか。アマランサスは穀類に含まれるアミノ酸で不足しがちなリジンに富み、バラ

ンスのよい良質なタンパク質を提供してくれる。牛や豚などの大型家畜を持たなかったアステカ族の人たちにとって、アマランサスは栄養面でも重要な役割を果たしていたと考えられる。Ortiz de Montellano (1978) は食物摂取の試算から、当時の栄養状態を次のように推察している。それは、アステカの皇帝に捧げられた4つの作物（アマランサス、トウモロコシ、インゲンマメ、チア）を基本的食料として、1日にトウモロコシ400g、インゲンマメ、チア、アマランサスをそれぞれ100g食べたときの栄養状態をみている。それによると、これらの食料で2291kcalを摂取でき、その栄養成分はタンパク質78.1g、脂肪42.9gで、その他カルシウム、リン、ビタミンA合わせて3.36mg、チアミン2.86mg、リボフラビン0.96mg、ナイアシン15.0mg、アスコルビン酸76mgとなった。なんとこの数字は、国連のFAO-WHOが標準とする数字の2200kcalを超え、栄養成分でもほとんどが国連の水準を凌駕していた。もちろん、この4つの作物以外にもこの地域で誕生したカボチャやトウガラシ、その他様々な動植物を食べていたであろうから、栄養学的には十分な食事をしていたと考えられる。アステカ帝国の王都テノチトランの住民が1日に上記の食事をしたとすると、貢ぎ物だけで、アマランサスはなんと10万人から20万人の1年分の食料を賄えた計算になる。この数字からもアマランサスがアステカの人たちの食を支えていたことの一部を知ることができる。

アマランサスは食料としてのみならず、生活文化においても深くアステカ文明と結びついてきた。アステカ文明は、独自の宇宙観と宗教観によって造られたテオティワカン⁴の

³ シソ科アキギリ属の一年草。種子（チアシード）は現在でもスーパーフードと称されて販売されている。

⁴ メキシコシティ郊外に位置する。古代都市テオティワカンとして、1987年に世界遺産（文化遺産）に登録されている。

太陽のピラミッドと月のピラミッドに代表されるように、高度で複雑な社会構造を有していたことで知られる。生け贄の儀式が日常的に行われていたことも有名であるが、これは太陽が消滅するという終末信仰によるもので、神様に人間の新鮮な心臓が捧げられることによって太陽の消滅を遅らせることができると信じられていた。また、人々は雨乞いや豊穡を祈願する際にも神々に生け贄を捧げていた。アステカ文明では、1年を18の月に分けた正確な暦を使っており、各月ごとに様々な神様に対して神事および祭事が行われ、アマランサスは様々な場面で利用されていた。アマランサスの子実を挽いた粉を水で捏ねて蒸したツォアリは、様々な神様を成形して供えられた。たとえば、このツォアリにインゲンマメで目をつけ、カボチャの種子の歯をつけるとアステカの雨や雷の神、トラロックになった。他にもタマーレスと呼ばれる‘チマキ’のような食べ物もアマランサスの粉で作られ、生け贄となる人たちに振る舞われたり、死者の墓に供えられたりした。以下、いくつか例を挙げると、第4の月には、あらゆる種類の作物とともに、アマランサスで作られた女神チコメコアトル神（食物をもたらす神）が神殿に供えられ、第5の月には、木切れにアマランサスの練り粉をかぶせた人間の腰くらいの高さのウィツィロポチトリ神（太陽の神）の像が作られた。第10の月には、シウテクトリ神（火の神）が、近くの森で切られた大きな木に括りつけられ、神殿の庭に立てられた。第16の月には、トラロック神など、水・雨・豊穡・雷を司る神々が崇められた。このことから分かるように、アマラ

ンサスはアステカの宗教儀礼はもちろん、生活文化に欠かせない存在だった。

5. そして歴史の表舞台から消えた

しかしながら、アマランサスにとってはこれが悲劇の始まりだった。キリスト教を布教したかったヨーロッパ人にとってアマランサスは異教の象徴であり、邪魔者以外の何者でもなかった。皮肉にも宗教と密接な関係にあったが故に、後に侵攻してきたスペイン人に栽培利用を徹底的に禁じられてしまった。栽培しているところが見つかる先住民は手首を切られ、畑を焼かれるなどの厳罰が処せられたという。1656年にはアマランサスを含めた先住民の偶像崇拜を根絶するための司祭向けマニュアルが発行されており、その中には「奴らの偶像崇拜には種子も使われる。その1つがウアトリで、1年で最も早期に奴らが手にする種だ。トウモロコシよりも早く植え付け、発芽が始まると種子を用いて粥の類の飲み物やツォアリと呼ばれるトルティージャを作る。この穀実こそが悪魔が初穂の捧げ物として望む物なのだ。（中略）我が主キリストは愛を持ってパンとワインを聖体化する秘蹟を我々にお授けになった。だが、悪魔は憎しみからそれを行おうとする」⁵とある。このことからスペイン人のアマランサス撲滅のその本気度が分かる。

スペイン人の侵攻後、その栽培が徹底的に禁止されたアマランサスだが、完全に根絶されたわけではなかった。アステカの地がスペイン人に征服されてもなお、アマランサスはアステカ先住民たちによってひっそりと現代まで栽培が続けられてきていた。ちなみにアステカ帝国の帝都であるテノチチトランがあった現在のメキシコシティ近郊のテウトリと

⁵ 当地で活動するNGOの資料を参照した。

呼ばれる丘の洞窟では、代々アマランサスの種子を絶やさないように隠れて栽培し続けていたという伝説が残されている。

アマランサスはこのようにして歴史の表舞台から消え、「忘れ去られた作物」となっていった。世界中の数ある作物の中で、ヒトの手によって葬られた作物はアマランサス以外にはないだろう。そして、それは同時にアマランサスの作物としての進化を止めてしまうことになったのだった。

一方で、アマランサスはスペイン人によってヨーロッパへ持ち帰られ、作物としてではなく、観賞用の花として栽培されるようになった。とくに穂の垂れるヒモゲイトウは多くの人に好まれていた。その後、インド亜大陸へ伝わると、ネパールやインド北部を中心としたヒマラヤ周辺諸国および南部のデカン高原あたりにおいて *A. hypochondriacus* を中心に再び作物として栽培・利用されはじめるようになった。栽培植物の起源について膨大な調査研究を行ったスイスの植物学者ド・カンドルは、19世紀の初めにヒマラヤでの調査を行った際、そこで栽培されるアマランサスを見て、ここがアマランサスの起源地だと勘違いするほどだった。

アステカ文明において重要な作物であったアマランサスは、侵攻してきたスペイン人によって栽培が禁じられ、「忘れ去られた作物」となった。しかしながら、近年になって、先述のとおりその栄養価が評価され、再び注目を浴びるようになったのだった。スペイン人によって一度は抹殺されたアマランサスは、再び歴史の表舞台に帰ってきた。

6. アマランサスの未来—これからの利用と役割

アマランサスの栽培・利用は、これからどのように変わっていくのだろうか。繰り返しになるが、アマランサスは1975年にアメリカ国立科学アカデミーにおいて、リジン豊富に含む作物として注目されたほか、熱帯地域において食料難を解消する可能性を持つ将来有望な作物として紹介されている。それから50年近くが経ったが、世界的に見ると依然としてマイナー作物の域を出ていない。栄養的には優れているものの、イネ、コムギ、トウモロコシといった主要穀類と比べて種子サイズが圧倒的に小さいことや収量性の低さなどから、将来、これらに肩を並べるような作物になるとは思えない。アステカ時代のトウモロコシは、現在の品種と比べてどのくらいの差異があったのだろうか。アマランサスは、アステカ文明崩壊後、空白の時間が400年以上にわたって続いた。その間、作物としての進化はほとんどなかったと考えられ、近代育種による品種改良もほとんど行われていない。そう考えると、アステカの地において栽培が禁止されていなかったら、現在、作物としてどのような変化を遂げていたのか。先進国では、健康食品としてニッチな市場を獲得しているが、このような状況は、おそらく大きくは変わらないであろう。

世界的な食料需要の増加が予測される中、世界の食料安全保障を向上させ、気候変動による悪影響を緩和する可能性を秘めた未利用作物への注目が高まっている。より栄養バランスの取れた有機栽培の作物が好まれるという消費者の要求の変化も、アマランサスのような作物への関心を高める一因となっている。アマランサスは独自の栄養組成を持ち、

干ばつやその他のストレス要因に強いという特質があるため、その消費と栽培を促進することは価値があると考えられる。現在および今後予測されている気候変動の影響により、こうした特性の重要性はますます高まるだろう。とりわけ、こうした特性はアフリカなどの熱帯地域への適応や栽培の拡大におけるメリットがある。このことは、これからの気候変動下においては、有利に働くであろう。他の作物が栽培しにくい環境下での栽培が期待でき、その意味で、温暖化の影響を受けやすい作物の代替として栽培域を増やしていく可能性があり、食料安全保障の観点からも重要になってくる。

また、アマランサスの場合、子実用の利用にとどまらず、野菜としての重要性が今後、一段と増してくると考えられる。アマランサスは他の野菜類が栽培しにくい高温期に栽培することができ、「熱帯のハウレンソウ」とも呼ばれている。現在、とくにアフリカの多くの国で葉物野菜として多く消費されているアマランサスはタンパク質やビタミンを手頃な価格で摂取できる葉物野菜の1つであり、栄養失調との戦いや回避に役立っている。今後、その需要はますます拡大していくだろう。

おわりに

2023年、国際雑穀年である今年、主要穀類にはない雑穀の持つ優れた栽培特性や栄養価が各地で再評価されることであろう。アマランサスに関する情報も限られる中、本稿がこの作物を知る一助となることを願っている。

引用文献

- Downton, W. (1973) *Amaranthus edulis*: A high lysine grain amaranth. *World Crops* 25: 20.
- 星川清親 (1992) 栽培植物の起原と伝播. 二宮書店 312p.
- ナショナル・アカデミー・サイエンス編 (1983) : 21世紀の熱帯植物資源. 吉田よし子・吉田昌一訳. 楽遊書房 158p.
- National Research Council (1975) : Underexploited tropical plants with promising economic value. NAS, Washington, DC.
- Ortiz de Montellano B.R. (1978) : Aztec cannibalism : An ecological necessity? *Science*. 200 : 611-617.
- Sauer, J. (1967) : The Grain Amaranths and Their Relatives : A Revised Taxonomic and Geographic Survey. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 54 (2) : 103-137.

(信州大学農学部 助教)



アジアの雑穀文化

竹井 恵美子

はじめに

雑穀、英語でミレットとは、「夏雨型の半乾燥気候、熱帯または亜熱帯のサバンナ的な生態条件や温帯モンスーン気候の地域において栽培化され、夏作物として栽培されるイネ科穀類」（阪本 1988）とされ、世界に 20 種あまりが知られている。その多くの起源地となったのがアジアとアフリカである。

東アジアの日本においては、アワ、キビ、ヒエ、モロコシ、シコクビエ、ハトムギが栽培され、食用、醸造用、飼料用、工芸用、薬用と多彩な用途に利用されてきた。南アジアのインド亜大陸では多くの固有の雑穀が生み出され、その一部は東南アジアにも伝えられた。中央アジアはコムギ地帯であるが、アワやキビも古くから栽培され、牧畜文化の中で独自の位置を占めてきた。

本稿では、東アジアの日本と台湾、東南アジアのミャンマー、そして中央アジアのカザフスタンを取り上げ、各国の栽培雑穀とそれをめぐる文化、近年の動向などを紹介することにした。

現状をおおまかに把握するため、取り上げる各国の 2021 年（ミャンマーは 2020 年）のミレットとモロコシ (sorghum) の作付面積と収穫量を見てみたい（表 1）。日本語の雑

穀の概念にはモロコシを含むが、FAO の統計では両者が分けられているため、それに準じた。

ミレットの項に示される穀類の内訳は、日本についてはアワ・キビ・ヒエの合計（日本特産農作物種苗協会 2023）、台湾についてはアワ・キビの合計（行政院農事委員会 2023）である。

日本と台湾はミレットの栽培面積、収穫量においてほぼ似通った水準にあることがわかる。どちらも、かつてはもっと多くの雑穀が栽培されていた。台湾ではモロコシの生産量が特に多いが、これは金門島で酒造用に生産されているためである。

FAO の統計からはミレットの内訳はわからないが、現地の状況から考えてミャンマーではトウジンビエが、カザフスタンではキビがその中心をなすと考えられる。ミャンマーの中央平原部では飼料用のトウジンビエやモロコシが栽培され、カザフスタンではキビが人間の食料および家畜の飼料として栽培されてきた歴史がある。

1. 日本の焼畑と雑穀

1) 九州山地

筆者が初めて雑穀に出会ったのは、1977 年に宮崎県椎葉村と熊本県五木村の焼畑を訪れたときだった。当時、椎葉村ではアワとヒエ、五木村ではそれに加えてキビも焼畑で栽

表1 ミレットとモロコシの作付面積と収穫量

国名	年度	ミレット*		モロコシ		出所
		作付面積 (ha)	収穫量 (t)	作付面積 (ha)	収穫量 (t)	
日本	2021	159	141	15	15	特産種苗 36 (2023)
台湾	2021	123	165	1,911	2,146	行政院農事委員会
ミャンマー	2020	160,466	145,938	205,899	202,628	FAOSTAT
カザフスタン	2021	38,158	35,825	9,058	4,523	FAOSTAT

*ミレットの内訳は、日本（アワ・キビ・ヒエの合計）、台湾（アワ・キビの合計）、ミャンマー（トウジンビエなど）、カザフスタン（キビなど）である。

培されていた。

椎葉村では火入れ直後の初年度にソバ、2年目にはアワ、ヒエといった穀類が栽培され、次第に土壌の肥沃度が低下した3年目以降に肥料効果を持つアズキ、ダイズといったマメ類を育てる輪作が行われており、5年目以降は耕作を停止して休閑期間に入る。椎葉村では3年目の焼畑に広葉樹のクヌギの苗木を植え、シイタケの原木としていた。現在も続く焼畑では、クリやサクラなどの広葉樹を植えているという（大谷 2016）。こういった焼畑のシステムは、休閑地の植生の遷移により再生した二次林が再び利用されるため、持続的な農法として再評価されている。

2) 紀伊山地

1980年頃、紀伊山地の山村には小規模な雑穀栽培が見られた。アワ、モロコシ、キビ、ヒエ、シコクビエの5種類の雑穀が栽培されていた奈良県大塔村（現五條市大塔町）篠原で雑穀の栽培と利用についての聞き取り調査を行った（竹井、小林、阪本 1981）。

ここでもかつては「キリハタ（切り畑）」と呼ぶ焼畑があり、焼畑の農繁期には本村を離れてハタゴヤ（畑小屋）で暮らす出耕作が行われていた。焼畑では1年目にヒエ、2年目にアワ、3年目はアズキまたはソバを播く輪作が行われ、ヒエは主食としてもっとも重

要な作物であった。ヒエは粳摺り（^{だっぷ}脱稈）がしにくく、手間のかかる穀類でもある。篠原では「ハタキビエ」と「ニベ」の2種類の加工方法があった。焼畑での収穫直後には、ヒエの穂をケヤキの樹皮製の乾燥具「アブリ」に入れ、囲炉裏の上で加熱乾燥したのち、カラスで脱穀、脱稈、精白し、これを「ハタキビエ」という。村に持ち帰ったヒエは、春先に天日乾燥し、カラサオで打って脱穀後、^{むしろ}籾の上で乾燥し、臼で脱稈と精白をおこなう。これを「ニベ」といった。

岩手県ではヒエを吸水させて蒸した後、脱稈する「黒蒸し」という方法が知られていた（大野・畠山 1996）。軽米地方では蒸した後さらにムロと呼ばれる専用の小屋で加熱乾燥した（大谷 2020）。ニベや黒蒸しといった方法は西アフリカや南アジアで行われているコメのパーボイル法と共通する。

モチ性のアワ、キビ、モロコシは、正月のモチや節句のダンゴ、亥の子の日のボタモチといった行事食に用いられ、ウルチ性のシコクビエのダンゴは日常食の粥や汁に入れた。

コメの購入が拡大するにつれてウルチ性雑穀であるヒエやシコクビエの栽培が減り、モチ性雑穀だけが残った。篠原では雑穀以外にもマメ類、野菜、イモ類、チャなどが栽培さ

れていた。春先にはイタンポ（イタドリ）を大量に採集して塩蔵し、夏に塩抜きして利用する。夏には茶粥用の番茶、暮れには豆腐やコンニャクを作り、白餅と雑穀餅を搗いて正月を迎えた。こういった自給的な生活のなかで在来作物が保存され、その加工の技術も継承されてきた。

2. 沖縄の雑穀

1) 独特の栽培暦とアワ品種

琉球列島は亜熱帯に位置する地理的、気候的な条件に加え、独自の文化伝統が息づく地域である。かつては薩南諸島から与那国島に至る南西諸島のほぼ全域でアワ、キビ、モロコシの3種の雑穀が栽培されてきた。また、この地域ではヒエとシコクビエは過去にも栽培がなかった。栽培される雑穀のうち、最も重要だったのはアワである。

沖縄の雑穀栽培の特徴の1つは、本来夏作物である雑穀が冬作されてきたことである。アワの播種の時期は10月から3月頃、収穫期は5、6月である。夏作物のアワは短日植物であり、冬作には向かない。九州以北の在来アワを短日条件下で栽培すると植物体が十分に育つ前に出穂してしまう。しかし、沖縄の在来品種は、短日への反応が弱い上、基本栄養生長期間がきわめて長いという他の地域のアワには見られない特性を持つことから、短日条件でも栄養生長を続け、冬作に好都合な性質を持っていた（竹井 2003）。アワの冬作は台湾、フィリピン、インドネシアにも見られ、その出穂特性にも共通性が見られる。

もう1つの特徴は、とくに先島諸島に顕著な農耕儀礼との結びつきである。宮古諸島では初穂儀礼における神酒の材料としてウルチ性のアワが、竹富島では播種儀礼に供える食

品イーヤチ¹の材料としてモチアワが使われてきた。八重山各地の豊年祭で各種の穀類の穂を供える習慣もあり、こういった儀礼における必要性が雑穀栽培を続ける理由となってきた。

2) 近年のキビの商業栽培

こういった行事のための栽培は地域内での消費に限られてきたが、近年は積極的に商業栽培に取り組む事例も出てきた。その一例が波照間島のモチキビの栽培である。

賀納（2007）によると、波照間島では1987年に渡名喜島から導入したキビ種子が広まり、農家自身が創意工夫を重ねて機械化を進めた結果、1997年には栽培農家数は90戸に達するまでになったという（写真1）。



写真1 栽培者自作のキビ播種機

¹ モチゴメ、モチアワ、アズキを大鍋で炊いて蒸らし、木べらで練り上げて成形した餅状の食品。

筆者が2019年2月に現地を訪れた際も、少なくとも20戸以上の農家がキビ栽培に従事しているとのことであった。同年の沖縄県のキビの作付面積52haのうち、波照間島は37haを占めている。機械による加工施設を備え、大規模栽培に取り組む農事組合法人も生まれていた。各生産者は県内商店や通販を通じ、「波照間産モチキビ」として一定の販路を確立していた。

しかし、翌2020年には状況が急変した。収穫前の長雨で収穫量が激減した上、コロナの影響もあって県内商店での売れ行きも低迷し、作付けを減らした農家も多く、2021年の作付面積は7haまで落ち込んでいる。観光客も戻り始めている現在、地域の特産品として維持するための積極的な対策が望まれるところである。

3. 台湾の雑穀文化

台湾でも古くから多種類の雑穀が栽培されてきた。その栽培の主たる担い手は、台湾に古くから住む台湾原住民族である。とりわけ、山地部で焼畑をおこなってきた人々にとってアワは最も重要な穀類であった。台湾におけるアワの収穫は7月頃であり、7月から8月にかけて、アワの収穫を祝う豊年祭が各地で行われる。豊年祭は原住民族の正月に当たる最大の祭で、モチアワのチマキや、豚肉入りのアワ餅のスープ、アワ酒などを作って共食する。かつての日常食にはウルチアワも使われていたが、チマキやアワ酒にはモチアワを使うため、現在栽培されるアワはほとんどがモチアワである。南部山地ではモチアワの粉を練って葉に包み、チマキとすることが多いのに対し、北部山地では、臼と杵を使ってモチアワ100%の黄金色の餅を搗き、イノシシ

肉をアワとともに漬け込んだナレズシも作られている(写真2、3)。

中部の南投県ではシコクビエ粉をコメに加えた粥が作られている(竹井2011)。

台湾固有の栽培植物に台湾アブラスキがある。これは、近縁野生種のアブラスキから台湾で栽培化されたものと考えられる。原住民族はそれぞれの言語で固有名を持っていたが、日本統治時代にはヒエヤキビと誤認され、台湾独自の雑穀であることが知られていなかった。現在は南部のパイワン、ルカイ、ブヌンの人々の間で栽培が続けられており、粥として利用されている(竹井2013)。



写真2 豊年祭に奉納されるアワの束

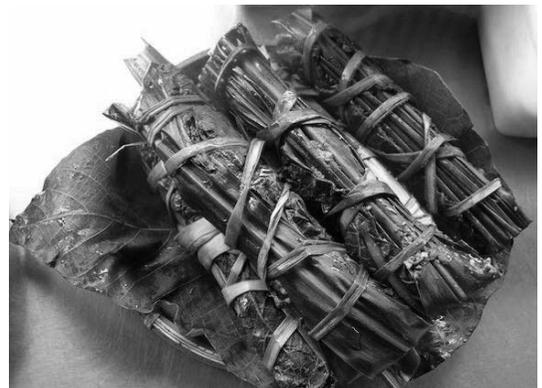


写真3 モチアワのチマキ

原住民族による伝統的な栽培とは別に大規模な栽培が行われているのがモロコシとハトムギである。モロコシは前述のように金門島で酒造用に栽培されている。中国東北部出身者が大陸産のモロコシを導入して作り始めた酒で、金門名物となっている。ハトムギは、薬膳料理やデザート材料、および化粧品や薬用として、モロコシ以上に大量に栽培されている。

もう1つ、台湾原住民族の栽培植物として、興味深いものにヒユ科のタカサゴムラサキアカザがある。赤、黄色、橙色の鮮やかな花序をつけ、種子も食用となる。原住民族が伝統的に食用や装飾用に栽培してきた植物であるが、キヌアと同じアカザ属であることから、国際キヌア年（2013年）をきっかけに、台湾のキヌアとして注目されて栽培が拡大した。食用だけでなく、薬用、化粧品など、数々の商品が生み出されているという（林2023）。大学や農事試験場では、アワやタカサゴムラサキアカザについて、生産者や消費者のニーズに合った品種育成が進められているとのことである。

4. ミャンマーの雑穀

ミャンマー中部のサバンナ的な平原では牧畜が盛んで、ウシの飼料としてトウジンビエやモロコシが大量に栽培されている。マンダレー管区の農家でモロコシの用途を聞くと、食用ではなく自宅で飼う牛の飼料用とのことであった。アワやキビも少量ながら栽培され、脱穀した種子が市場で飼料用に売られていた。マグウェ管区ではインド原産のリトルミレット（サマイ）も栽培されている。江柄ら（2004）によると、リトルミレットは人間の食用に利用されており、ご飯に5%程度混ぜて食べるという。また、市場では糖尿病によ

いとして販売されており、役牛の飼料としても重視されているという。

国境近くの山岳地帯や丘陵地では、陸稲を主作物とする焼畑が行われており、その畑の中には雑穀やマメ類、イモ類が混作されていることが多い。陸稲畑の中に背の高いモロコシやハトムギ、栽培型アカザが混じっているのをよく見かけた（写真4、5）。サガイン管区のナガ山地では、日常の主食となるのは陸稲であり、モロコシはコメと混ぜて酒造りに



写真4 焼畑に栽培されるハトムギ



写真5 焼畑に栽培されるモロコシとアカザ

用いられることが多かった（小林・竹井 2020）。また、炒ったアワをハチミツで固めた菓子も作られていた。キビの藁を麴作りの保温に使うという用法もあった。また、ハトムギの祖先野生種であるジュズダマは、首飾りや衣装の装飾に用いられていた。同じく山間部にあるチン州ではシコクビエで酒を作っていることが知られている（大久保ら 2015）。山岳地帯には多くの異なる民族が暮らしており、雑穀の利用法も多様である。山岳地帯には軍事クーデターにより多大な被害を受けている地域があり、住民の安否が気遣われる。

5. カザフスタンのキビ

カザフスタンにおけるキビの栽培の歴史は古く、紀元前 3000 年紀前半の遺跡からキビの炭化種子が出土している（庄田 2023）。乾燥に強く、生育期間の短いキビは、家畜とともに移動する遊牧の暮らしにあっても育てやすい作物であったと考えられている。1881 年のロシアの農業統計によると、キビはロシア南西部の草原地帯とカザフスタンにおいて栽培され、その地域の全作付面積の 10% を占めていた。20 世紀のソ連時代には作付面積は最大 170 万 ha に達したこともあった（Gavrylenko 2021）。FAO の統計によると、独立直後の 1992 年には 85 万 5000ha の栽培があったが、2021 年は 3 万 8000ha と激減している。とはいえ、今もキビは身近な食材としての地位を保っている。

かつての主食としてのキビの食べ方は粥、それもミルクを加えたミルク粥が普通である。また、ミルクティーに炒りキビを加え、茶と共に柔らかくなったキビを食べる（写真 6）。ほか、炒りキビの粉をバターや砂糖、ハチミツなどと混ぜて固めたジェントという

菓子も人気がある。春分はナウルズと呼ばれる新年にあたり、行事食のナウルズ・クジェ（粥）が作られる。ナウルズ・クジェには 7 種類の素材を入れることになっており、キビは必ず加えられる（Kenzheakhmetuly 2010、写真 7、8）。



写真 6 ミルクティーと炒りキビ



写真 7 炒りキビやキビ菓子の並ぶ新年の食卓



写真 8 新年の行事食ナウルズ・クジェ

キビからは飲み物も作られる。アシュガン・クジェ、あるいは単にクジェと呼ばれる白濁した酸味のある発酵飲料である。現在はキビ以外にもオオムギ、コムギ、トウモロコシなどを原料としたペットボトル入りのクジェが売られている。同様の飲み物は、隣国のキルギスにもあり、ボゾと呼ばれている（先崎2019）。こういったキビ（穀類）を原料とした乳酸発酵飲料はボザ、ブラガなどの名でトルコ、バルカン半島、東欧でも知られており、キビの伝播との関係を考えてみる価値がありそうである。

カザフスタンでよく利用される炒りキビは、初つきのまま大鍋で煮たて、乾燥後に再び大鍋で炒り、その後、木製の^{たてうす}豎臼と^{たてきね}豎杵によって脱稈が行われており、これもパーボイル法といえる方法である。東アジアではキビをパーボイルすることはないが、インド東部ではパーボイルする事例が報告されている（木俣1991、長田1995）。雑穀の調理や加工方法の変遷や伝播を考える上で中央アジアは興味深い地域である。

おわりに

雑穀とよばれる作物の種類は多く、地域により栽培される種も、利用法も異なっている。大面積で栽培されるモロコシやトウジンビエのような種もあるが、栽培地の限られたローカルな雑穀も多い。現在、世界的な傾向として多様性に富むローカルな作物から、主要作物の単一栽培への置き換えが進んでいる。加えて、気候変動や地震などの天災、戦争や内戦による農業生産と流通の困難が続き、主要作物の需給もきわめて不安定になっている。多様な種を含み、栽培や利用の知恵が蓄積されてきた雑穀は、この困難な時期を乗り越え

る上で欠くことのできない作物である。日本国内でも農家向けの新たな栽培技術や消費者の嗜好に合った新品種が生み出されており（星野・武田2013）、決して伝統にすがっているだけの存在でないことはもっと知られてもよい。国際雑穀年が雑穀栽培と維持への大きな転換点となることを深く願うものである。

引用文献・資料

江柄勝雄・John Ba Maw・Khin Aye・Khin Myint Kyi (2004)：ミャンマーにおける雑穀の栽培と利用—とくにサマイについて—。雑穀研究19：10-14。

FAO. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/>

Gavrylenko, I. (2021)：Millet: an ideal crop for dry steppe. Agrobusiness. 2021/6/8. <https://agbz.kz/proso-idealnaya-kultura-dlya-suhoy-stepi/> (2023.5.10 閲覧)

行政院農業委員会. 農業統計資料查詢. <https://www.coa.gov.tw/>

星野次汪・武田純一 (2013)：進化する雑穀ヒエ、アワ、キビ 新品種・機械化による多収栽培と加工の新技術. 農文協. 181p.

賀納章雄 (2007)：南島の畑作文化—畑作穀類栽培の伝統と現在. 海風社. 281p.

Kenzheakhmetuly, S. (2010)：The Kazakh National Cuisine. Almatykitap Bacpasy. Almaty. (in Russian and Kazakh)

木俣美樹男 (1991)：インドにおける雑穀の食文化 (阪本寧男編 インド亜大陸の雑穀農牧文化) 学会出版センター. pp.173-222.

小林美月・竹井恵美子 (2020)：ミャンマー西北部ナガ丘陵の焼畑. 雑穀研究35：40-47.

日本特産農作物種苗協会 (2023)：雑穀の生産状況 (平成29年度～令和3年度産) 特

- 産種苗 36.
- 大久保智史・石内勘一郎・鈴木三男・田代武男・能代修一・橋本光政・馬場由美子・藤川和美・Tin Tin Mu・New New Win (2015): ミャンマーにおける民族植物学的調査. 日本植物園協会誌 50: 62-65.
- 大野康雄・畠山貞男 (1996): 岩手県北地方のヒエの精白方法. 雑穀研究 8: 1-7.
- 大谷洋樹 (2016): 山よ よみがえれ 焼畑が教える自然と共に生きる道—宮崎県椎葉村の民宿から—. 著者発行. 104p.
- 大谷洋樹 (2020): 稗を食べるのは貧しさの象徴か—岩手に伝統の営みを見る. 雑穀研究 35: 48-54.
- 長田俊樹 (1995): ムンダ人の農耕文化と食事文化 民族言語学的考察—インド文化・稲作文化・照葉樹林文化—. 日文研叢書 8. 国際日本文化研究センター. 186p.
- 林資哲 (2023): 台湾における雑糧、および雑穀の発展状況. 雑穀研究 38: 5-9.
- 阪本寧男 (1988): 雑穀のきた道 ユーラシア民族植物誌から. 日本放送出版協会. 214p.
- 先崎将弘 (2019): 食の宝庫キルギス. ユーラシア文庫 10. 群像社. 109p.
- 庄田慎矢 (2023): カザフスタンにおける雑穀考古学の新展開. 雑穀研究 38: 25-30.
- 竹井恵美子・小林央往・阪本寧男 (1981): 紀伊山地の雑穀の栽培と利用ならびにアワの特性. 季刊人類学 12 (4): 156-197.
- 竹井恵美子 (2003): 南西諸島のアワの栽培慣行と在来品種. (山口裕文・河瀬眞琴: 雑穀の自然史 その起源と文化を求めて) 北海道大学図書刊行会. 114-127.
- 竹井恵美子 (2011): 台湾原住民のシコクビエ: その歴史と現在のブシンの栽培事例. 台湾原住民研究 15: 112-125.
- 竹井恵美子 (2013): タイワンアブラススキの民族植物学. (山口裕文: 栽培植物の自然史 II) 北海道大学出版会. 253-273.

(大阪学院大学国際学部 教授)

ギニアのフォニオは今

小林 裕三

はじめに

多くの日本人に主食は？と問えば「コメ」と答えることだろう。近年は食の多様化が顕著に進み、従来からのうどん・そば・ラーメンに加え、パンやパスタといったコムギの使用も増えており、健康志向を受けてシリアルを朝食に摂る方も少なくないという。筆者の食卓はご飯に味噌汁と純和風だが、1987年から2年半、JOCV（青年海外協力隊、現JICA 海外協力隊）の野菜隊員としてセネガル¹に派遣された際に農家の食事に呼ばれて出会った Millet ベースのチェレ²を食した時の衝撃は、30年以上経った今でも覚えている。エ！砂？鳥の餌？グレーな色といい、ざらつく食感といい、これは偽らざる本心であったが、味付けも副菜の盛りつけも場所によって異なることから食べるほどに印象は変わり、セネガル国内であっても地域によってはチェレの材料もソルガム（Sorghum、和名モロコシ）であることもあった。この時以来、

KOBAYASHI Yuzo: Current Status of Fonio in Republic of Guinea.

¹ 以下、国名は外務省の正式名称ではなく、このように通称で表記する。

² Millet（パールミレット、和名トウジンビエ）を挽いて蒸して北アフリカのクスクスに模した主食。

³ 『雑穀研究』No.26:1-6（2011）雑穀研究会 <http://milletociety.blogspot.com/2011/03/news26.html>

⁴ Fonio (*Digitaria exilis*)、別名 hungry rice。

⁵ JICA が実施・運営する民間企業提案型スキーム。

訪問する国々で食される雑穀類に注目するようになり、2011年に発表した「エチオピアの食と農—テフとエンセーテを中心に—」³が縁で雑穀研究会に入会した。

本稿では、近年世界中からスーパーフードの1つとして注目されているフォニオ⁴について、2003年に初めて出張で訪れ、2019年から現在に至るまでJICA 中小企業・SDGs ビジネス支援事業⁵に共同提案した兼松（株）と（株）立花商店が実施する「森林保全に配慮した高品質カカオの普及・実証・ビジネス化事業」（以下、ギニア・カカオとする）に外部人材として派遣されたギニアで知り得た情報を共有する。

1. フォニオとは？

日本人にはあまり馴染みの無い穀物だが、フォニオはイネ科メヒシバ属の1年生作物であり、その起源地はニジェール河上流の源流域からマリの中央三角州周辺の地域と考えられている（井上 2009）。アフリカで最も古い穀物と考えられており、かつて西アフリカが現在よりも湿潤だった頃は域内全域で広く栽培されていたと考えられるが、現在FAOの統計に登場するのはベナン、ブルキナファソ、コートジボワール、ギニア、ギニアビサウ、マリ、ニジェール、ナイジェリア、セネガルの9カ国で、単収（kg/ha）はコートジボワール、セネガルの後塵を拝するものの（図1）、収穫面積・

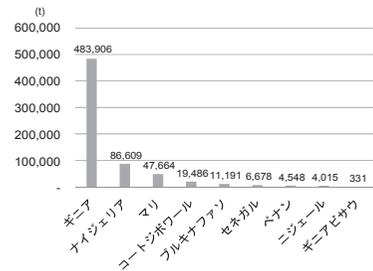
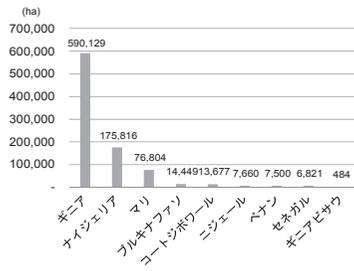
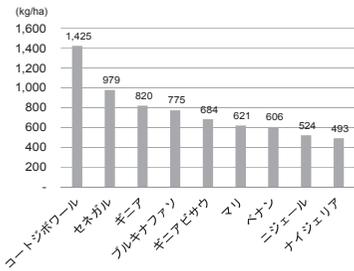


図1 フォニオの単収(2021) 図2 フォニオの収穫面積(2021) 図3 フォニオの収量(2021)
出典：FAOSTAT

収量はギニアがダントツで多い(図2、3)。

かつてニジェールで筆者とともに調査した井上(2009)によると、栽培方法は耕起した畑に10aあたり1~2kgの種子を散播し、播種後3、4日で出芽するという。除草を播種後2週間と1ヵ月に最低2回は行わないと十分な生育が期待できないといい、草丈は35~75cm程度で、穂は2~4本の約15cmの枝梗に分かれる。穀粒は長さ1mmで熟すと黄色になり、容易に脱粒する。収穫は播種後2、3ヵ月で可能となり、手鎌で地際から刈り取り、その後脱穀する(写真1、2)。



写真1 フォニオの穂
出典：JAICAF 2009

2. 生産・流通

前述した図2のとおり、ギニア国内の約59万haでフォニオは収穫されているが、同国内のあらゆる場所で栽培・収穫されているわけではない。ギニアは農業環境を踏まえて沿岸ギニア地域、中部ギニア地域、高地ギニア地域、森林ギニア地域に大別されるが、フォニオは主に沿岸ギニア地域の内陸で比較的標高の高いテリメレ山岳地帯(海拔400~1000m)から中部ギニア地域の乾燥サバンナにかけてのFouta Djallon(フータ・ジャロン)と呼ばれるフラニ系遊牧民が占有している地域の特産となっており(AICAF 2003)、一部カンカンを中心とする高地ギニア地域でも



写真2 フォニオの収穫
出典：同上

生産・流通されている(図4)。

なお、図4のとおり、Fouta Djallonで生産されたフォニオは国内消費に回されるだけでなく、セネガル、ギニアビサウといった近隣国、さらには首都コナクリ港から海外輸出もされ、高地ギニア(カンカン)のフォニオ

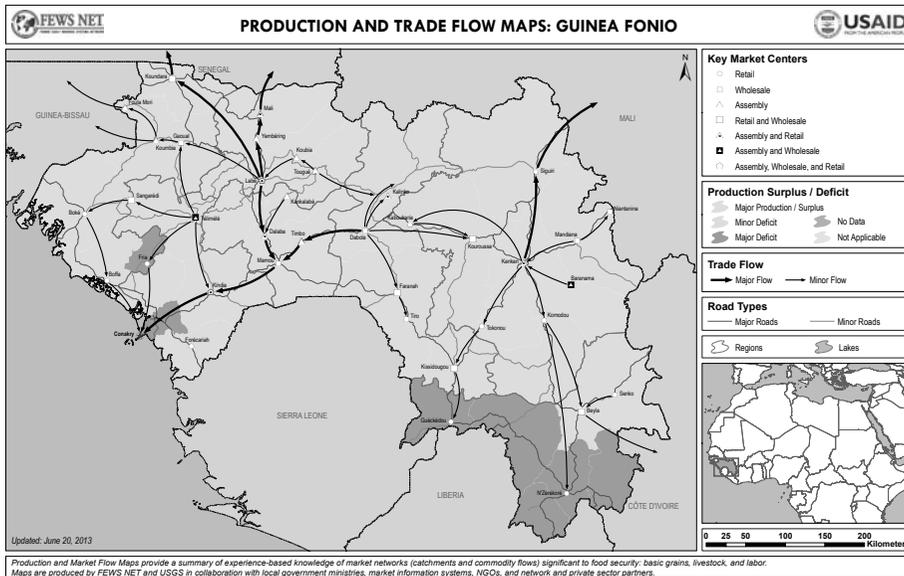


図4 フォニオの生産・流通経路

出典：FEWS-NET

も国内消費にとどまらず、マリ、コートジボワール、リベリアといった近隣国にわたっている。参考としてギニアにおけるフォニオの輸出額・量を図5に示す。FAOの統計では2014年（2015年の情報は欠如）からの情報しかないが、2017～2019年の顕著な減少から、2020年以降はCOVID-19禍にもかかわらず回復傾向にある。また、主なフォニオ輸入国（輸入量・額の上位5傑）を図6、7に示す。2016年以降の取引額は減少傾向にあるが（図6）、取引量は増加傾向にあり、とくにフランスとアメリカの輸入量は、2014～2015年と飛び抜けて多かったベルギーを追い抜いて増加している（図7）。

3. フォニオの消費動向

フォニオはギニア国内でいまだ好まれる主食であり、ギニア・カカオのプロジェクトサイトであるFaranah州Kissidougou県では

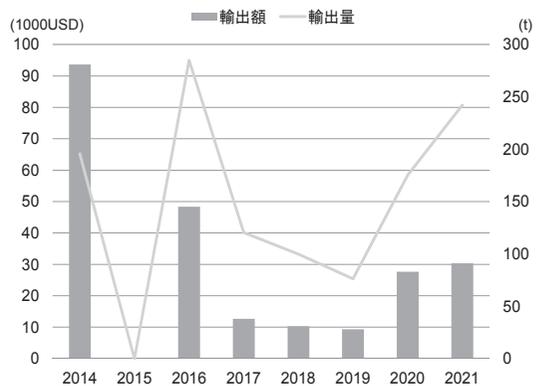


図5 フォニオの輸出実績(2015はデータ無し)
出典：FAOSTAT

写真3、4のようにピーナッツソースなどを掛けて、日本でいうカレーライスのようにして食されていたが、現地の人が普段使いする一般的な食堂やレストランで常に見かけるものではなく、前述したFouta Djallon地域出身の料理人（多くは女性）がいる食堂などで出される料理となっている。

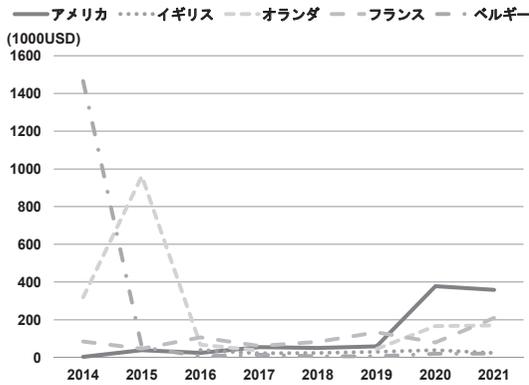


図6 フォニオ輸入国上位5傑の取引額
出典：FAOSTAT

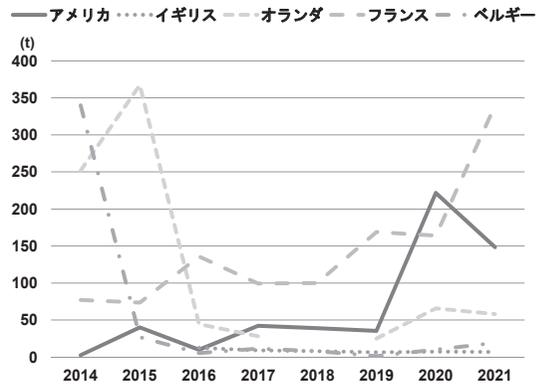


図7 フォニオ輸入国上位5傑の取引量
出典：同左



写真3 ピーナッツソースを掛けたフォニオ料理で一食 2500GNF [ギニアフラン] (約 50 円)

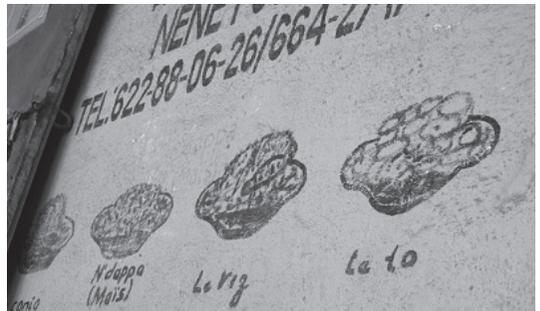


写真4 食堂の壁に書かれたメニュー
左から、フォニオ、ンダバ(トウモロコシをそばがき状に練った料理)、コメ、トー(トウモロコシのプディング)



写真5 土産用フォニオ500g入り

しかし、ギニア・カカオの現地調査協力者によると、近年のスーパーフードブームの煽りを受けて、現地の人が入手しにくくなって

いるという。

おわりに

2022年10月に筆者が最後にギニアを訪れ、11月に帰国する際にコナクリ国際空港の免税品売店で美しく包装されたフォニオを見つけたが(写真5)、このように土産物としても販売されていることからフォニオを買い求める旅行者が少なくないことが推察される。西アフリカの伝統穀物が見直され、スーパーフードとして世界的に認知されるようになったことは嬉しいことと思えるが、ギニア国

内の居住者（とくにギニア国民）の手の届かない食品になりつつある現状に不安は隠しきれない。

参考文献等

伊藤治ほか（2009）：ニジェールの雑穀類—パールミレット・ソルガムを中心に。国際農林業協働協会。

国際農林業協力協会（2003）：外務省委託「西

アフリカ地域の農業・農村開発協力（NERICAの普及を中心とした）のための調査」報告書。

FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>（2023/04/15 付けアクセス）

FEWS-NET. <https://fews.net/west-africa/guinea>（2023/04/20 付けアクセス）

（JAICAF 技術参与）

JAICAF 会員制度のご案内

当協会は、開発途上国などに対する農林業協力の効果的な推進に役立てるため、海外農林業協力に関する資料・情報収集、調査・研究および関係機関への協力・支援等を行う機関です。本協会の趣旨にご賛同いただける個人、法人の入会をお待ちしております。

1. 会員へは、当協会刊行の資料を区分に応じてお送り致します。
また、本協会所蔵資料の利用等ができます。
2. 会員区分と会費の額は以下の通りです。

賛助会員の区分	会費の額・1口
正会員	50,000 円／年
法人賛助会員	10,000 円／年
個人賛助会員	7,000 円／年

※ 刊行物の海外発送をご希望の場合は一律 3,000 円増し（年間）となります。

3. サービス内容
会員向け配布刊行物（予定）
『国際農林業協力』（年 4 回）
『JAICAF Newsletter』（年 4 回）
その他刊行物（報告書等）（不定期）

ほか、
JAICAF および FAO 寄託図書館での各種サービス
シンポジウム・セミナーや会員優先の勉強会開催などのご案内

※ 一部刊行物は当協会ウェブサイトにて全文または概要を掲載します。
なお、これらの条件は予告なしに変更になることがあります。

- ◎ 個人で入会を希望される方は、裏面「入会申込書」をご利用下さい。
送付先住所：〒107-0052 東京都港区赤坂 8-10-39 赤坂KSAビル 3F
Eメールでも受け付けています。
E-mail : member@jaicaf.or.jp
- ◎ 法人でのご入会の際は上記E-mailアドレスへご連絡下さい。
折り返し手続をご連絡させていただきます。不明な点も遠慮なくおたずね下さい。

年 月 日

個人賛助会員入会申込書

公益社団法人 国際農林業協働協会

会長 松原英治 殿

住 所 〒

T E L

ふり がな
氏 名

印

公益社団法人 国際農林業協働協会の個人賛助会員として令和 年度より入会
したいので申し込みます。

個人賛助会員 (7,000 円/年)

- (注) 1. 海外発送をご希望の場合は、一律 3,000 円増しとなります。
2. 銀行振込は次の「公益社団法人 国際農林業協働協会」普通預金口座に
お願いいたします。
3. ご入会される時は、必ず本申込書をご提出願います。

みずほ銀行東京営業部	No. 1803822
三井住友銀行東京公務部	No. 5969
郵便振替	00130 - 3 - 740735

「国際農林業協力」誌編集委員（五十音順）

池上彰英	（明治大学農学部 教授）
板垣啓四郎	（東京農業大学 名誉教授）
大平正三	（一般社団法人海外農業開発コンサルタント協会 技術参与）
勝俣誠	（明治学院大学 名誉教授）
北中真人	（一般財団法人ササカワ・アフリカ財団 理事長）
高原繁	（公益財団法人国際緑化推進センター 専務理事）
西牧隆壯	（公益社団法人国際農林業協働協会 顧問）
藤家梓	（元千葉県農業総合研究センター センター長）

国際農林業協力 Vol.46 No.1 通巻第206号

発行月日 令和5年7月31日

発行所 公益社団法人 国際農林業協働協会

発行責任者 専務理事 藤岡典夫

編集責任者 技術参与 小林裕三

〒107-0052 東京都港区赤坂8丁目10番39号 赤坂KSAビル3F

TEL (03)5772-7880 FAX (03)5772-7680

ウェブサイト www.jaicaf.or.jp

印刷所 NPC 日本印刷株式会社

International Cooperation of Agriculture and Forestry

Vol. 46, No.1

Contents

For the Proud Future of Millets as a Living Cultural Property in Family Farming.

KIMATA Mikio

International Year of Millets, IYM2023

Miracle Crop, Pearl Millet.

KURAUCHI Nobuyuki

The Potential of Quinoa.

FUJITA Yasunari, NAGATOSHI Yukari, KATSURA Keisuke,
TOKURA Yuji, YASUI Yasuo

Grain Amaranths –Past, Present and Future as Superfoods–.

NEMOTO Kazuhiro

Millet Culture in Asia.

TAKEI Emiko

Current Status of Fonio in Republic of Guinea.

KOBAYASHI Yuzo