

グルテンを含まない古代穀物（1）

（穀物、疑似穀物、豆類；21世紀のための持続可能な、
栄養価の高い、健康を促進する食品）

目 次

グルテンを含まない古代穀物（1）

（穀物、疑似穀物、豆類；21世紀のための持続可能な、栄養価の高い、健康を促進する食品）

第1章

古代穀物への環境、栄養要求、社会的要求

1. はじめに	P1
2. 古代穀物とは何か。	P1
2.1 定義	P1
2.2 この中で扱う穀物の品種	P4
3. 古代穀物に興味と活性を引き起こすものは何か？	P5
3.1 古代穀物生産に影響を与えるもの。	P5
3.2 古代穀物への消費に影響を与えるもの	P8
4. 書籍概略と内容	P11
4.1 第2章；21世紀における古代穀物の地球的供給	P11
4.2 第3章 - 第10章：古代穀物品種の特異的章	P11
4.3 第11章：古代穀物に対する将来研究の必要性	P12

第2章

21世紀の古代穀物の世界供給；可能性解明のための鍵

1. はじめに	P14
2. 古代穀物の供給と需要	P14
2.1 モロコシ (Sorghum)	P15
2.2 ヒエ (Millet)	P17
2.3 キノア (Quinoa)	P18
2.4 ソバ (Buckwheat)	P19
2.5 フォニオ (Fonio)	P20
3. 結論	P20

グルテンを含まない古代穀物

本論文は“Gluten-Free Ancient Grains” (Edited by Jhon R.N. Taylor and Joseph M. Awika) 2018 by ELSEVIER を翻訳紹介する物である。

翻訳者

瀬口正晴 (SEGUCHI Masaharu)^{1,2} 竹内美貴 (TAKEUCHI Miki)³

中村智英子 (NAKAMURA Chieko)³

神戸女子大学¹、日本穀物科学研究会前会長²、神戸女子短期大学³

第1章 古代穀物への環境、栄養要求、社会的要求

Chapter 1 Environmental, Nutritional, and Social Imperatives for Ancient Grains

John R.N. Taylor

University of Pretoria, South Africa

1. はじめに

ここでは、食料に関係する全てのヒトがなぜ古代穀物に関心をもたねばならないのかその理由に的を絞る：食料とは世界の食料供給、我々の栄養、および我々の長期の健康と生活上の食料の役割のことである。ここでは3つのセクションに分かれている。初めのセクションでは、どんな古代穀物があり、その特別の穀物がどのように取り扱われているかを説明する。中心のセクションでは社会的と穀物固有の傾向を説明し、古代穀物への興味と活動を促進する。結論のセクションではこの本の全体像の眺望と意義を述べる。

2. 古代穀物とは何か。

2.1 定義

現在、古代穀物とは何かという一般的に受け入れられている定義はない。Whole

Grain Council (全穀物協議会)、消費者健康改良のための全穀物消費増加に対する重要支援団体によると、「大きくは遺伝的にこの 200-300 年間変化してないもの」(Oldways Whole Grains Council、日付なし)と古代穀物を簡単に定義している。もっと細かく定義すると、Food Navigator.com (2015) によると「古代穀物とは穀類(穀物)、疑似一穀類(より適せば疑似穀物か)、それと種子で、それらは大きくは 100 年間以上、あるいは数千年以上変化しないで残っているという意味で“古代”であり、現在の小麦品種とは異なるものである。古代穀物は別の言葉では：特別穀物 (Abdel-Aal and wood, 2005)、多少異穀物 (Belton and Taylor 2002)、天然穀物 (National Research Council, 1996)、伝統的穀物 (Taylor and Stading, 2014)、無視された未使用穀物 (Padulosi *et al.*, 2013) がある。

他の表現で古代穀物の定義を助けるものには“Lost Crops、失われた作物”がある。これは米国科学アカデミーの National Research Council によって作られたものである。「失われた作物」の考えは、これらが植物食品であり、国際間の科学主流から忘れられ、世界の開発の遅れた農村から外の人々にとっては忘れられたものであるが、開発の遅れた農村では未だ第 1 に栽培されているものである。科学コミュニティと、より広い世界がこれらの失われた作物を見出せるようにするため、1980 年代後半から委員会は、Dr.Noel Vietmeyer のリーダーシップの下、シリーズ継続本、*Lost Crops of the Incas* (1989)、*Lost Crops of Africa; Vol. I Grains* (1996)、*Vol. II Vegetables* (2006) (National Research Council, 1989, 1992, 2006) の出版を開始した。書籍「失われた作物」は、古代穀物や他の古代植物食品の魅力的な情報の宝庫であり、一般読者にとっても関心の引かれる大きな紹介本である。

消費者の古代穀物に関する受け止め方は、明らかに高度で前向きである。Canadean Consumer (2015) によると、80%以上の世界中の消費者は食品成分として古代穀物と親しい関係にある。さらに 50%以上の消費者は、古代穀物の消費は健康に良い影響があり、ウエイト意識の強い女性は特別の観点から古代穀物にポジティブである。アメリカ、ヨーロッパ、アジアの Health Focus International Survey of Consumer (消費者の健康フォーカス国際調査) からの保守で多分リアルな数値は、回答の 35%が古代穀物に関心ありであった (Webb, 2016)。著者は又、450 名の栄養士による調査を Today's Dieticians in the USA で報告したが、その中で 50%の回答者が 2016 年には古代穀物は消費者間で“すばらしい食品”と評価するだろうと述べている。特別の穀物種あるいはバラエティが古代穀物として考えられている事に関し、Whole Grains Councils (全穀物評議会) は、穀物と

疑似穀物にカテゴリーを制限し、そこでは西洋から大きく無視されている穀物、モロコシ、テフ、ヒエ、疑似穀物キノア、アマランサス、さらにより少ない消費穀物、ワイルドライス、ソバ(疑似穀物の1つ)もある。さらにヒトツブコムギ、エマーファロ (エンマー小麦)、コーラサン小麦 (フタツブコムギ)、スペルト小麦の様な原始的な小麦、さらに多分他の穀物の先祖伝来の品種、例えば黒大麦、赤と黒米、ブルーコーン (トウモロコシ) のようなものがある (Oldways Whole Grains Council, Undated、オールドウェイズ全粒評議会)。

科学的コミュニティと一般公衆の両方が古代穀物に対して大きな関心のあることから、明らかに古代穀物とは何かという明確な定義が必要である。著者はまず古代穀物をそれらのもつ性質から定義すべきであるという意見である。

いろいろな性質が古代穀物と結びつく：

- ・多くの巨大、微少栄養素のよい供給源である。
- ・一般にそれらは高レベルの植物化学物質を含み、それは健康増進作用を有する。
- ・それらは丈夫な作物で、貧弱な土壌、高温、低雨量の環境下で育つ。
- ・それらは世界でも技術的に進歩の低い地域のコミュニティの伝統的主食である。
- ・それらには典型的穀物収穫のための本質的、かつ意図的な遺伝子変化はされていない。

これらと一緒に、つぎには古代穀物の作業の定義である；古代穀物は、穀物、疑似穀物、技術的発展の主流の外におかれたコミュニケートで、伝統的食として数百年間育てられ消費されて来た脈動の特別あるいは特異的品種であり、そして相対的に制限された遺伝子の改良が行われて来た。それらは強い作物植物であり、挑戦的農学生態学で栽培され、および環境的に維持可能な方法で栽培されている。本質的に全粒食品として消費する時、古代穀物は健康促進活性をもつ証拠ある植物化学物質の顕著レベルを与えてくれる。

いくつかの豆類 (豆粒) は遺伝的改良が制限された唯一のものであるという基本に基づくと、豆は伝統的主食穀物であり、多くの巨大、微少栄養素の良い供給源であり、植物生理活性物質の顕著な量を含むものである。著者の強い意見として、前述の穀物や疑似穀物に加えてこの豆類も又古代穀物である。ここではある種の豆のタイプが本の主題テーマである。

2.2 この中で扱う穀物の品種

ここでは制限された古代穀物種に焦点を合わせる：

- ・ 真の穀物：モロコシ (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)；商業的にはつきり栽培されている 11 種のヒエ (millet) 品種：バーンヤードミレット (ヒエ)、(又、インデアンバーンヤードミレット) (*Echinochloa frumentacea* Link)、フィンガーミレット (シコクビエ) (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.)、フォックステールミレット (アワ) (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.)、ジャパニーズバーンヤードミレット (キビ) [*Echinochloa esculenta* Braun] H. Scholz]、コードミレット (スズメノコビエ) (*Paspalum scrobiculatum* L.)、リットルミレット (小さなキビ) (*Panicum sumatrense* Roth)、パールミレット (トウジンビエ) (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)、プロソミレット (キビ) (*Panicum miliaceum* L.)、フォニオ (*Digitaria exilis* (Kippist) Stapf and D. iburua (Stapf)、テフ [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]、ワイルドライス (*Zizania* spp.).
- ・ 疑似穀物 (*starch seeds of cotyledonous plants*)：アマランサス (*Amaranthus* spp.); ソバ [*Fagopyrum esculentum* (Moench) and *F. tataricum* (L.) Gaertn.]; 及びキノア [*Chenopodium quinoa* (Willd)].
- ・ 豆：アフリカヤマビーン [*Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. A. Rich.) Harms]; バンバラマメ (*Vigna subterranea* (L.) Verdc; ササゲ (*Vigna unguiculata* (L.) Walp); モラマ豆 [*Tylosema esculentum* (Burch.) A. Schreib.]; ウエストアフリカローカストビーン [*Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don]; and ハウチワマメ (*Lupinus* spp.).

これらの穀物は何れも主栄養成分としてデンプンあるいはタンパク質を含み、普通、高レベルのビタミンB、ミネラルを含み、重要なことはそれら全て植物生理活性物質であることである。これら特別の穀物の入る主な基準は、それらがずっと長く世界の発展から遅れたローカル農村社会の主食であることと、大事な点はそれらがより広い世界の栄養と健康促進植物生理活性物質の顕著な供給源になる可能性のあることである。2番目に重要な基準は、栄養成分に関し全てこれらはグルテンフリーであり、セリアック病患者にとって消費できることである。ここでは原始的な小麦と小麦に関係ある植物 (イチゴツナギ亜科サブファミリーメンバー)、例えば大麦、オート麦、ライ麦は除去される。又、除外されるものとして、例えば伝統的な主食のような古代穀物の定義に準拠することや、本著の焦点を維持することから、扱いやすい比率を保つために油分の多い種子、例えばチア、亜麻、およびホホバがある。

3. 古代穀物に興味と活性を引き起こすものは何か？

今日、食品として古代穀物に興味ある多くの要因がある。いろいろな要因の相対的重要性と如何にそれらが互いに影響するかは殆ど定量化は不可能である。しかしながら簡易化するため、生産に影響するものと消費に影響するものに分けられる。片方は直接に他方に影響するが。

3.1 古代穀物生産に影響を与えるもの。

表 1.1 に古代穀物生産のポジティブ、ネガティブの影響するものを要約した。最も重要なことは世界の食料不安である。CGIAR institution Biodiversity Internationalによると、2050年の予測の90億人の世界人口に食料を与えるため、同時に環境を守り、健全な栄養ある食料を供給するため、我々は今以上多用な農業と食料システムを必要とする (Padulosi *et al.*, 2013)。今日では正に103種の作物により世界のカロリーの90%をデンプンから与えている。さらに、小麦、トウモロコシ、米、ポテトがデンプンカロリー摂取量の60%と考えられる。

大陸で食料不安に影響を与えているのはアフリカである。過去50年間、人口は400%以上増加しているが、一方穀物生産は僅か300%増加のみである (FAO, 2014)。この影響は低栄養の非常に高い発生によるものと見られる。2011-13年のデータはアフリカの人々の25%は全体的の数値と比べて低栄養であり、発展途上国と比べても14%である (FAO2014)。この悲惨な状況は恐らくもっと悪くなる。FAOの予測では世界人口は2010年から2050年までの40年間で20億まで増加(14%増)する。サハラ以南のアフリカの人口は2倍になり、そこだけで10億人まで増える (FAO, 2009)。さらにFAOが予測するのには、世界の要求に対し、世界の穀物生産は40年間21-30億トン増加生産せねばならない。

包括的関心事は天候の変化の農学への影響である。FAO (2014) の年鑑、*Food and Agriculture Statistical Yearbook*によると、「最も貧困で最も食料不足の地域は、天候変化の最も激しいところ」と述べている。「貧弱な土地、水資源は多分ますます貧弱なものになり、不十分な技術と資本は新しい気候への適応を非常に困難にする」。古代穀物は厳しい環境条件下 (高温度、低、断続的雨量、貧弱な土壌) に適合し、そして適度に一貫した作物収量を低農業投入で得てきたという証拠がある (National Research Council, 1989, 1996, 2006)。それらへの例えば農薬等の投入の低要求性理由の1つは、植物生理活性物質の多く、特にポリフェノール類が植物や種子のカビ、昆虫、鳥の様な生物的ストレスに対する天然防御と述べられる点である (Lattanzio *et al.*, 2006; Waniska, 2000)。水利用の効率に関して

トウモロコシとモロコシ間の収量の比較は、熱帯と乾燥タイプの環境下での比較（北-東スペイン）では、作物に十分に灌漑された時トウモロコシはモロコシより多収穫だが、しかし中程度、及びひどい水欠乏の条件下ではモロコシはトウモロコシより多収穫になる（Farre and Faci, 2006）。古代穀物は又特別に持続可能、低エネルギー栽培実施に適している。例えば；サハラ（サハラ砂漠境界地域）において8年間の栽培のトライアルでは、ササゲ（豆）を伴ったモロコシとパールミレット（穀物）の収穫のローテーションは、ローム質砂とローム土壌でそれぞれモロコシとパールミレット収量が18%と23%まで増加した（Kouyate *et al.*, 2000）。さらに緑の成熟地ではササゲの収量は各々37%と27%まで増加した。

古代穀物にとっての現代植物育種学と栽培技術の実施に関しては、表1.1が示すように多少利益相反である。それらが地球全体の食料システムの中で重要食料収穫になるならば、かなり古代穀物の農業生産増加にはっきりしたニーズとなる。しかしながら、新技術、例えば新品種、遺伝子修飾を高収穫、大スケール機械化農業と結びつけるといったものは、古代穀物で持続可能なものであるという全体の考えとは大きく対立するものである。

表 1.1 古代穀物生産に関する論点

食料供給問題	古代穀物の特徴
<p>FAOやCGIARの機関などの国際的な政府機関や公的機関による古代穀物の生産と消費の促進は、世界的な食料安全保障への懸念から推進されている。</p>	<p>古代の穀物は十分に活用されていない食物資源である。</p>
<p>開発途上国の迅速な人口増加-食料安全保障への脅威</p>	<p>古代穀物の収量可能性は現在主要な穀物より遅れる</p>
<p>天候変化-熱帯、亜熱帯地域の作物生産に悪影響</p>	<p>過酷な条件下でも収穫できることで知られる古代穀物</p>
<p>遺伝子工学的育種技術-作物収量と穀物品質の向上への近道</p>	<p>遺伝子組み換え古代穀物は現在商業生産されていない。遺伝子組み換え (GM) トウモロコシを栽培している国での栽培に対する緩和策</p>
<p>ハイブリッド栽培技術-自家受粉品種よりも高収量の可能性があります、一般により高い投入量が必要 改良された多様性-従来のランドレースよりも高い収量</p>	<p>古代穀物のハイブリッド栽培品種はますます発展している 改良された古代穀物品種は、小規模農家でも急速にそして広く実施されている</p>
<p>高レベルの重要な微量栄養素を含む作物品種の生物強化育種 持続可能な農業保全による環境への悪影響 大規模な機械化農業による生産コストの削減</p>	<p>モロコシとパールミレットのミネラルバイオフィオーティフィケーションにより、すでにかんがりの成功を収めている 古代穀物は、最小限の投入で作物を生産する能力で知られている</p>
<p>社会的懸念</p>	<p>適用できない</p>
<p>古代穀物の遺伝子組み換えへの大きな抵抗-環境への影響と遺伝的多様性の喪失についての懸念-情報が与えられていないことと情報に基づく懸念の両方</p>	<p>古代穀物は、その遺伝的多様性が高く、自然であると認識されているため、その性質から評価される</p>
<p>古代穀物ハイブリッド栽培品種の実施への抵抗-発展途上国におけるハイブリッド種子システムの生存可能性と道徳性への懸念-情報提供と非情報の両方の懸念</p>	<p>これまで述べた</p>

3.2 古代穀物の消費に影響を与えるもの

表 1.2 は古代穀物消費の論点を纏めたものである。ポジティブ、ネガティブの両方。ここに見られるように、古代穀物消費の増加のポジティブの論点の多くは、栄養と健康に関係する。

表 1.2 古代穀物消費に関する論点

栄養と健康の問題	古代穀物の特徴
グルテンフリー 十分な知識と無知識の懸念	ここで扱われているすべてのものを含む特定の古代の穀物は、グルテンフリーである。ただし、古代および先祖伝来の小麦と関連する穀物はない
特別に処理された食品 一般に情報のない懸念	伝統的な食料を生産するために高度に精製されていない古代の穀物製品だが、現代の食品を製造するために使用される場合もある
全粒穀物 十分な情報を得て統一された懸念	前述
2型糖尿病および心血管疾患の情報に基づく懸念につながる肥満の広がり	血糖応答の低下、胃内容排出の遅延、タンパク質の糖化の低下、高血圧など、植物化学物質の特定の肯定的な生理学的効果のいくつかの証拠
高齢化人口の一般的な懸念による癌の増加した癌のリスク	特定の植物化学的影響の良い証拠
先進国と発展途上国の両方で、古代の穀物は小麦やトウモロコシなどの一般的な穀物よりも栄養価が高く健康的であるという一般消費者の認識	前述
GM 一般に知らされていない	現在、遺伝子組み換えされた古代穀物はない
社会的観念	古代穀物は一般に、小麦やトウモロコシよりも色、風味、食感が際立っている 古代穀物は、発展途上国における伝統的な食品だった
先進国における食品（珍しい、エキゾチックな食品）の新規性に対する食品のトレンド需要 エスニックフードは上記に関連しますが、開発途上国から先進国への人々の大量移動によって推進される 公正な貿易道徳問題は「発展途上国の貧しい人々を助ける」という良い要素を感じる 発展途上国における都市化とそれに伴う変化するライフスタイル - 便利ですぐに食べられるタイプの食品の需要 発展途上国での収入の増加 - 意欲的な食品の需要（つまり、先進国の人々が食べるメディア宣伝食品） 発展途上国では、自分たちの古代穀物は前述の「貧しい人の食糧」に関連していると広く認識されている。	古代穀物はトウモロコシほど便利な食品にするのは難しいことではない 本質的な利点や欠点はない - 大きなビールなどの魅力的な製品は、古代穀物から生産することができる

食品の栄養品質の研究は、いま素早く発展している科学である。食品の基本的栄養成分データベースの準備から始まり、所謂食品成分表のデータベースで、例えば USDA's National Nutrient Database for Standard Reference (USDA NDL, 2016) がある。栄養素の生化学的利用研究へと進んでいる。他の言葉で言えば、いつ食品が消化され、栄養素が吸収され、メタボライズされ、生理的効果を示すのか？多分最も良く知られる栄養素の生化学的利用性の測定はグリセミックインデックス (GI) であり、それは α -グルカンタイプの食品中炭水化物の生化学的利用性の測定である (Glycemic Index Foundation, Undated)。

次の最前線は栄養を超えるもので、食品-植物食品の認識で、特に全粒で健康-増進の化学成分に富み (Lin, 2007)、植物化学物質、植物栄養物質、あるいは単なる生化学活性物質のようなものである。その定説は、特別の植物生理活性物質に富む食品の一定の消費が特別の生理的効果をもち、それは非感染性疾患を抑えるあるいはやわらげるというもので、たとえばタイプ 2 型糖尿病、循環器疾患、及びある種のガンの様な病気である (Belobrajdic and Bird, 2013; Taylor and Duadu, 2015)。これは機能性食品、栄養補助食品の概念に結びついてゆく。そこでは前者は真の食品製品と定義され、生理的価値があり、あるいは基本的栄養機能をこえてクローン病の危険を減らすことのできるようなものであり、後者は食品からは分離されたものでよく薬タイプの形で売られこのような生理的効果を示すものである (Health Canada, 1998)。もう 1 つの健康関与に関する物で関心深いものは、高所得国の消費者による古代穀物の消費があり、ここでは小麦消費結果の悪い効果 (Brouns *et al.*, 2013) を支持し誇大宣伝とともにすすみ、多くの古代穀物のもつグルテンフリーへの関心である。驚くことではないが、政府機関の間に、古代穀物の健康面への関心があり、栄養不足との戦い、肥満パンデミック (世界的大流行) の予防と逆転、さらにそれに関連する病気、例えばタイプ 2 型糖尿病、心血管疾患、ある種のガン等に非常に重要な役割をしていることにより関心を持つようになってきている。例えば、最近の the Bulletin of World Health Organization (WHO) の論文で、Jones and Ejeta (2016) は古代穀物、豆、果物、野菜が小規模農家の市場の可能性を説明するためではなく、それらが栄養失調、低栄養、および肥満と食事関連の病気予防に不可欠なものであることを述べている。Gebisa Ejeta 教授のこの本の序文を又見よ。彼は the World Food Prize in 2009 を授与されている。

World Health Organization data は、体重超過、肥満は地球上の問題であり、世界中の人々の健康を危険に陥れるものである事を示した。世界に広がる肥満は 1980 年以來 2 倍となり、2014 年までには 19 億人以上の成人 (全成人の 39%) は

体重超過で6億人(13%)は肥満になる(WHO, 2016)。アジア、アフリカ以外、所謂栄養超過は今や栄養不足よりも死亡と関係が深い。しかしながら、低あるいは中間的収入の国々での肥満が迅速に増加している(Haggblade *et al.*, 2016)。最も怖いことは、発展途上国、都市部における過重体重と肥満の小さい子供の成長数であり、アジアでは全世界のほぼ半数と説明される。傾向が逆転しない場合、結果は悲惨になる。南アフリカ(迅速に肥満の発展途上国)では、成人約230万人(成人は人口の7%)は糖尿病となり各人毎年の健康管理コストUS \$900かかり、ほぼ6万人は毎年この病気で死ぬ(International Diabetes Federation, 2015)。食習慣に関して、発展途上国での迅速に成長する都市ではドラマチックな栄養転換がありそれが若いヒト(所謂新世紀世代)の食事に行きついている。例えばサハラ以南のアフリカ全域では、伝統的な優勢な植物ベースの栄養と植物生理活性物質ーリッチな食事は、精製された炭水化物と脂質リッチな便利な食事へ変わった(Haggblade *et al.*, 2016)。この変換の理由はハンバーガー、フレンチフライ、炭水化物、糖甘味ソフトソーダ飲料等の西欧タイプ製品が若い消費者に彼らのライフスタイルと合い、願望を満たすものとして受け入れられたからである。この食習慣の変化の健康への意味合いの中、これらの製品は超加工食品として多少誤誘導ラベルを添付している(Monteiro *et al.*, 2013)。

古代穀物の消費に関し、影響が相対的にネガティブを示す論点は、発展途上国の多くの若い人々が彼らの伝統的食品作物は経済的には「貧困の人々の食べる食品」あり、劣った食品と考えていることである(Padulosi *et al.*, 2013)。しかしながら、これらの自己同一食品としての態度には両義性があり、「おばあさんがいつも作るのに用いていた」という食品は又若い都会の消費者にとっては特別な栄養と健康的な価値のあるものと考えられる。これは古代穀物に対する新しいニーズであり、最近多国籍食品会社が西アフリカにパールミレットをベースとしたグローバルインスタント離乳食の製造ラインを導入したことで例示された(Nestle, 2013)。

同じように中および高所得国では、全粒およびエスニックフード(民族的な料理)傾向、および製造職人と加工品の食品運動ののろしがポジティブに拡大進歩し、伝統的な“より自然”の健康食品と飲料製品を要求している。Oldways Whole Grains Council (2016)によると、全粒スタンプは今や全世界11,000食品製品に広がった。特に古代穀物に関しUSAからのデータは、これらの穀物をふくむレストラン製品にドラマチックな増大があり、モロコシ(64%増)、ヒエ(11 millets)(46%)、キノア(33%)、アマランサス(29%)ほどである。

4. 書籍概略と内容

この本は3パートに分かれる—初めての第2章（第1章と第2章）はバックグラウンド;次の大部分（第3章-第10章）は各古代穀物対応を述べ;最後（第11章）は古代穀物と価値連鎖のための研究の必要性について述べる。

4.1 第2章; 21世紀における古代穀物の地球的供給

ここで紹介の章に続き、ここでは栄養、健康面での古代穀物の重要性と、より広い食料安全保証の状況を述べたが、第2章では古代穀物の現在、未来の要望に会うような重要な問題に対処する。

農業エコノミストである著者 Dr. Timothy Dalton は、カンサス州立大学をベースにする USAID Sorghum and Millet Innovation Lab (SMIL) Feed the Future project のデレクターである。

鍵となる結論は、あるいくつかの除外を除き、いろいろな古代穀物の地球レベルの供給は、作物改良不足により限定されるということである。ポジティブな発見は、高所得国によって作られたこれらの穀物の健康食品イメージという持続的な消費者の要求が、古代穀物の供給を改良するというものである。しかし彼が注意しているのは、古代穀物は低所得国で主に栽培され、指摘されるように経済的には劣った食品と考えられるので、収入の増加に伴い要望は落ち込むであろう。包括的重要性最後の観察は、古代穀物の生産と消費を追求するより良くより簡単な近づきやすい統計を必要とする。これらのデータは、古代穀物利用パターンを決めるのに必要であり、さらに農業生産とその供給に影響する要因を決めるのに必要である。

4.2 第3章-第10章: 古代穀物品種の特異的章

穀粒品種—特異的章、ここではモロコシ、ヒエ、アマランサス、キノア、ソバ、ハウチワマメ、アフリカの豆、ワイルドライスを扱い、続いて必要な類似の形式を扱う。各章は特異の穀粒に関する重要な専門家によって書かれた。

各章をカバーするトピックスは:

- 穀物品種の記述、
- 生産データと栽培、
- 粒の巨大、微細栄養分含量、
- 植物生理活性物質の特別成分に関する詳細情報、

- ・栄養、植物化学成分含量の主食用穀物、例えば小麦との比較、
- ・ある特別の抗栄養素と存在する毒素の情報、
- ・食品加工技術、
- ・伝統的、エスニック（民族）タイプの食事、
- ・グルテンフリーマーケット上で強調された現代食料製品、
- ・栄養と植物生理活性物質への食品加工の影響、とそれらの生化学的利用性、
- ・それらの健康-強化（機能的食品）性質、特に病気との戦い、例えば肥満、タイプ2型糖尿病、循環器疾患、ガン、
- ・特別穀物に対し今後の展望に関する結論点、

4.3 第11章：古代穀物に対する将来研究の必要性

最後の章は編者によって書かれたもので、科学と技術を批判的に評価し、研究と開発は古代穀物を地球的な主流食品にする価値連鎖に沿った必要性を示す。一貫して2つの重要な横断的テーマがある：国際的協力研究と支持プログラムの役割はこのゴールに達することを演じること、および過去の成功と失敗から第2学習することである。その章では古代穀物の研究優先性に関し簡単な提案をもって結論とする。

REFERENCES

- Abdel-Aal, E., Wood, P., 2005. Specialty Grains for Food and Feed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 413 pp.
- Belobrajdic, D. P., Bird, A. R., 2013. Nutr. J. 12, 62.
- Belton, P. S., Taylor, J. R. N., 2002. Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential. Springer, Berlin, 269 pp.
- Brouns, F. J. P. H., van Buul, V. J., Shewry, P. R., 2013. J. Cereal Sci. 58, 209–215.
- Canadean Consumer, 2015. Available from: www.canadean-consumer.com
- FAO, 2009. Available from: www.fao.org
- FAO, 2014. Available from: www.fao.org
- Farre, I., Faci, J. M., 2006. Agric. Water Man. 83, 135–143.
- Glycemic Index Foundation, undated. Available from : www.gifoundation.com/

Haggblade, S. , Duodu, K. G. , Kabasa, J. D. , Minnaar, A. , Ojijo, N. K. , Taylor, J. R. N. , 2016. Food Nutr. Bull. 37(2), 219-241.

Health Canada, 1998. Available from: www.hc-sc.gc.ca/

International Diabetes Federation, 2015. Available from: www.idf.org

Jomes, A. D. , Ejeta, G. , 2016. Bull. World Health Org. 94, 228-229.

Koutate, Z. , Franzluebbbers, K. , Jou, A. S. R. , Hossner, L. R. , 2000. Plant Soil 225, 141-151.

Lattanzio, V. , Lattanzio, V. M. T. , Cardinali, A. , 2006. Phytochem. Adv. Res. 661, 23-67.

Liu, R. H. , 2007. J. CerealSci. 46, 207-219.

Monteiro, C. A. , Moubarac, J. C. , Cannon, Ng, S. W. , Popkin, B. M. , 2013. Obes. Rev. 14, 21-28.

National Research Council, 1989. Lost Crops of the Incas: Little-known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press, Washington, DC, 409 pp.

National Research Council, 1996. Lost Crops of Africa, Vol. I, Grains. National Academy Press, Washington, DC, P. 3.

National Research Council, 2006. Lost Crops of Africa. Vol. II: Vegetables. National Academy Press, Washington, DC, 451 pp.

Nestle, 2013. Available from: www.nestle-cwa.com/

Oldways Whole Grains Council, 2016. Available from: Wholegrainscouncil.org

Oldways Whole Grains Council, Undated. Available from: Wholegrainscouncil.org

Padulosi, S. , Thompson, J. , Rudebjer, P. , 2013. Available from: <http://www.bioversityinternational.org>

Taylor, J. R. N. , Duodu, K. G. , 2015. J. Sci. Food Agric. 95, 225-237.

Taylor, J. , Available from: <http://www.sp.se/>

USDA NDL, 2016. Available from: <http://ndb.na.usda.gov/>

Waniska, R. D. , 2000. Patancheru, India, pp. 72-106.

Webb, D. , 2016. Available from: www.todaysdietitian.com

MHO, 2016. Available from: www.who.org

第2章 21世紀の古代穀物の世界供給；可能性解明のための鍵

Chapter 2 Global Supply of Ancient Grains in the 21st Century: Keys to Unlocking Their Full Potentia

Timothy J. Dalton

Kansas State University, Manhattan, KS, United States

1. はじめに

古代穀物は、よく個別的特徴、例えば収量、保存抵抗性、病気への抵抗性、あるいは新たな生化学的環境への適応といったものを改良する関連育種に欠けるものと特徴づけられている。これは古代穀物の選択スピードは遅く、天然界の選択スピードより早く取り込まれないことを意味し、さらに殆どの古代穀物が広域では栽培されることなく、それらの遺伝的原点の位置と地理的結びつきが強いものであると述べているようなものである。これらの穀物は元々生えていた地域から外では育たないとは言わないが、その地域には遺伝的オリジンの位置に結びつく多くの鍵となる農業生態学要因がある。このガイドラインには、モロコシやヒエのあるもの、さらにその他のものについて例外もあるが、それらのマーケットアピールが一連の広い消費者に広がっているからである。

古代穀物に対する初期の需要は高度の地域性であり、いくつかについては穀物が儀式式典に用いられ、あるいは何か崇拜される対象物であった。しかしながら時間が経ち、需要はこれらの地域から外へで、貿易を通し全粒を地球的な商品、あるいは加工商品に入れられた。古代穀物への現代の需要は作物によって変わり、また時代によって変わる。

この章ではその古代穀物に関係ある供給と需要の力学のいくつかを検討する。この目的は、グローバル食品の可能性あるこの“天候と親密”な、しかし十分に活用されていない穀物を解き放つ鍵は一体何なのかを決めることである。穀粒の多くに限界域、生産、消費者情報があるため、これは挑戦的なトピックスである。多くの古代穀物に利用できる統計情報量不足のため、この章ではデータはUnited Nations Food and Agriculture Organization (FAO) (FAOSTAT, 2016) からのものに制限された。

2. 古代穀物の供給と需要

古代穀物に対する供給と需要はいろいろあり、さらに広く貿易されるものとして知られているものは、例えばキノア (quinoa) (*Chenopodium quinoa* Willd)、モロコシ (sorghum) (*Sorghum bicolor* (L) Moench)、some ヒエ (millets)、ソバ

(buckwheat) (*Fagopyrum* species)、それよりは国際的貿易のレベルは低いが例えばフォニオ (fonio) (*Digitaria* species)、テフ (teff) (*Eragrostis tef* (Zuccagni) Trotter)、及びアマランサス (amaranth) (*Amaranthus* species) がある。広く交換されるものは国際的貿易の対照になる。しかし公式貿易のカテゴリーの中に入っているものですら、在来種中何%が貿易されているのかははっきりしないのであるが、例えばモロコシは一般に最近のハイブリッド品種で栽培されるものに対し、低所得の半乾燥熱帯諸国において栽培されるものである。モロコシが温帯農業生態学に適応する場合には古代穀物の定義にはあっておらず、それは一般により高所得の国々で成長し国際的貿易に入る。

2.1 モロコシ

モロコシに関する国際的な統計は、殆ど完全に古代穀物のものである。Sorghum は世界のほぼ 1/3 の国々で育ち、その全ての地域は 19 カ国に集中する (図 2.1)。生産は、しかしながら 15 カ国に集中し、ヘクタール当たりの高いばらつきを示し収量は 5.5 メトリックトン (MT) (5500kg)/ha 以上から 0.20MT (200kg)/ha 以下の範囲である (図 2.2)。

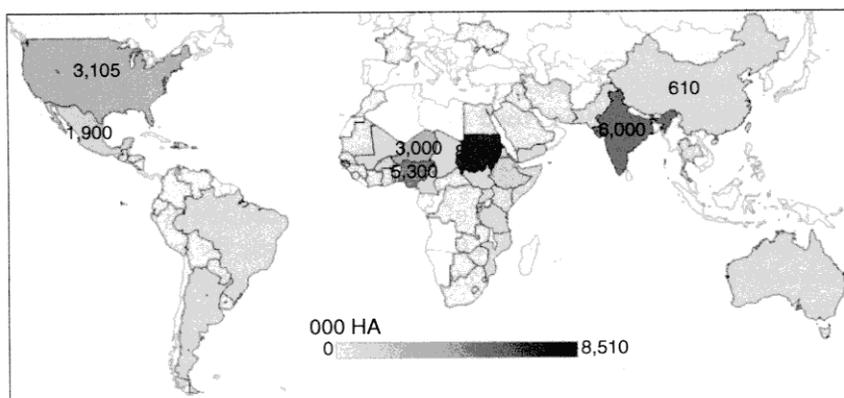


図 2.1 2015 年の各国収穫のモロコシの推定面積 ('000 ha)。
(FAOSTAT, 2016. *Production: Crops*. <http://faostat3.org/beta/en/#data/QC>. より計算)

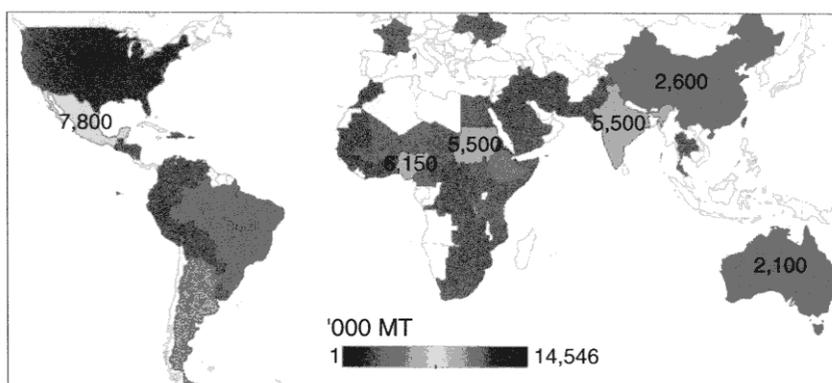


図 2.2 2015 年の国別のモロコシの推定総生産量 ('000 MT)。
(FAOSTAT, 2016. *Production: Crops*. <http://faostat3.org/beta/en/#data/QC>. より計算)

国際的モロコシ経済の第2番目のはっきりした特徴はその利用に関する。モロコシのはっきりした消費パターンに、2つの主な用途がある；ヒト食事用の消費と動物飼料用消費である（図2.3）。分布は2帯あり、ほぼ中程度、高所得国では主モロコシ消費は動物飼料用で、一方低所得国はモロコシ穀物を主食あるいは加工食品製品として消費する。中国では全地球生産量の20%を消費し、それは最も近い競争国メキシコの2倍である。エタノール生産への利用は近年重要となる、しかしエタノール生産に用いる油や代替物質の世界供給により大きく動く（図2.4）。モロコシの動物飼料としての要求は貿易面で大きなモデルになり、余剰生産国から要求国（飼料、食品の両方）間への運送されるが、このモロコシの輸送は国際貿易のほぼ86%は2015年中国の輸入である（図2.5）。

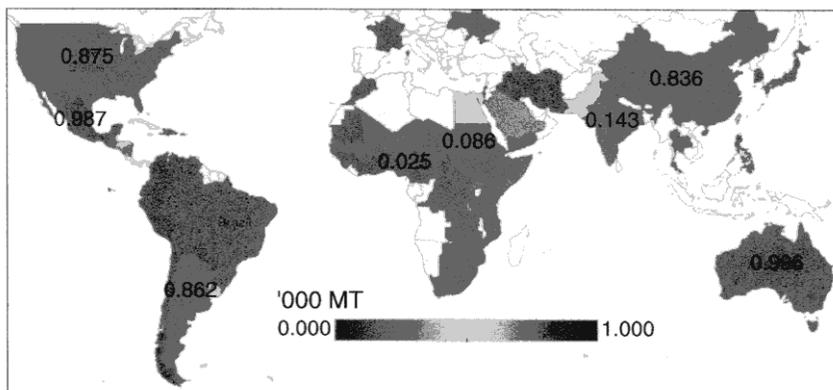


図2.3 2015年各国が動物飼料として使用したモロコシの総消費量のシェア（%）。

(FAOSTAT, 2016. Production: Crops. <http://faostat3.org/beta/en/#data/QC>. より計算)

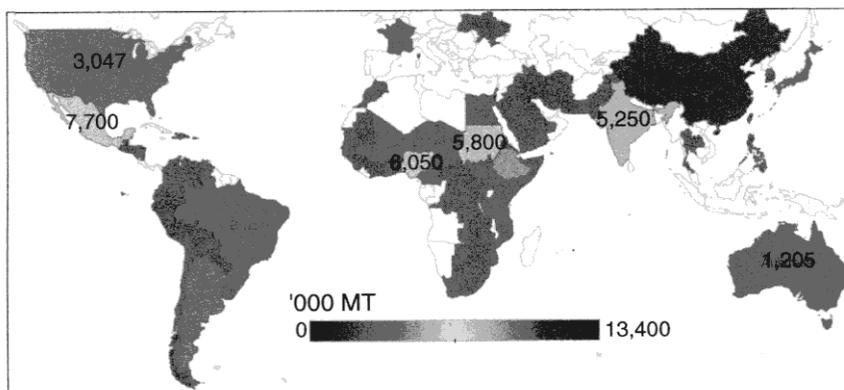


図2.4 2015年の国別のモロコシの推定総消費量（'000 MT）。

(FAOSTAT, 2016. Production: Crops. <http://faostat3.org/beta/en/#data/QC>. より計算)

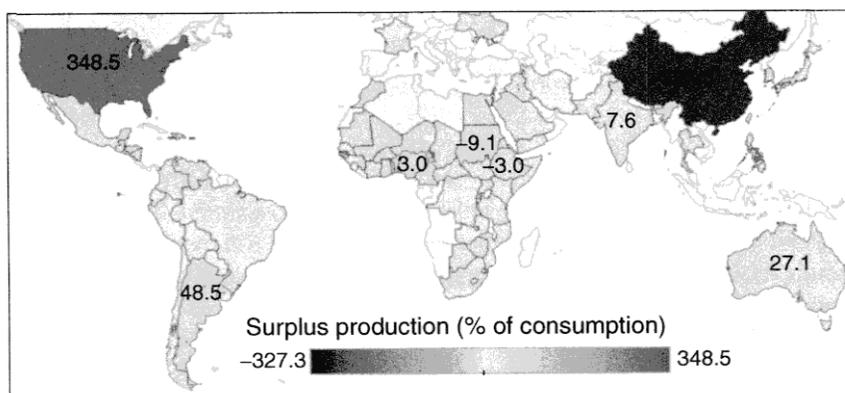


図 2.5 2015 年の消費のパーセンテージとしての余剰モロコシ生産量 (%)。
 (FAOSTAT, 2016. Production: Crops. <http://faostat3.org/beta/en/#data/QC> より計算)

2.2 ヒエ

ヒエの種類には幾つかの品種があり、pearl、finger、proso、foxtail、little、kodo、barnyard (Indian baryard)、Japanese baryard、他の millets である。International Crops Research International for Semi-Arid Tropics (ICRISAT)、CGIAR (Consultative Group for International Agricultural Research) millets の関係研究機関は、ヒエ生産の 50% は pearl millet であり、90million (9000 万人) の人々がこの種の食品と収入に関わっていると述べている (ICRISAT, 2016)。

各品種の生産と消費の統計を得ることは困難だが、図 2.6A に示すように全ヒエを集めた地域はほぼアフリカ、アジア間で等量に割れるが、比例して生産はアジアが高い (図 2.6B)。ヒエは 84 カ国で生産されるが、全生産量の 90% は 13 カ国でできる。インドはヒエ生産を支配し、主には pearl millet、finger millet であるが、その量は全世界生産の 41% である。その生産量は丁度 25% 面積比の広いニジェールの約 3.5 倍の大きさである。これは大きくはインドにおいて、改良とハイブリッド品種による pearl millet 成長の成功によるためである。とともに African Sahelian (サハラ砂漠の周縁国) は世界のヒエの 38% を生産し、この地域がその収穫物の遺伝的元祖の中心であるためこれらの国々はまず第一に pearl millet を生産する。Pearl millet の国際貿易は非常に制限されている。

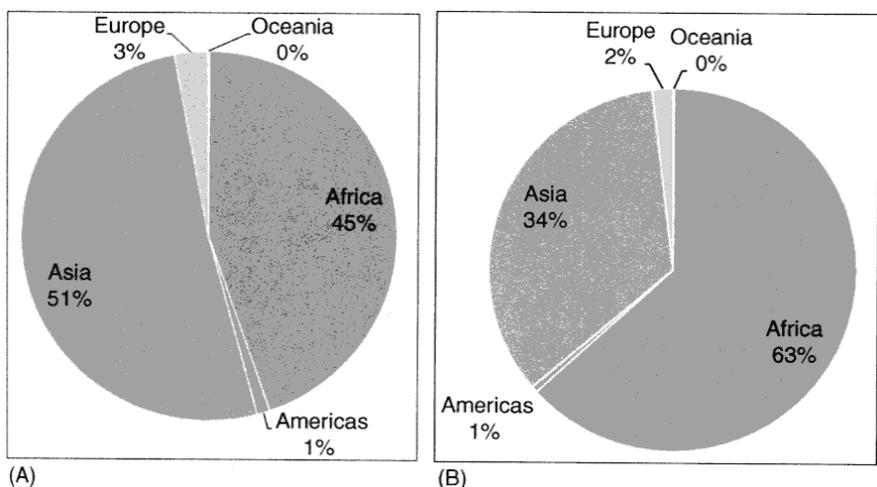


図 2.6 (A) 地域別ヒエ生産（総生産量に占める割合）
 (B) 地域別ヒエ面積（総収穫面積に占める割合）。

2.3 キノア

キノアの世界的供給と需要は過去 10 年間ドラマチックに増加し、過去 5 年間、栽培地域のほぼ 150%が対数的に増加（図 2.7）、そして生産も比例的に増加した（図 2.8）。3 アンデス諸国、ボリビア、エクアドル、ペルーは殆ど世界中のキノア栽培と生産をしたが、しかし最近の需要のうねりにより米国の太平洋北西、アイダホ、カリフォルニアでも新しい栽培が始まった。キノアへの世界的需要は消費者の価格上昇にも関わらず、収入の増加と収入のばらつきの減少を通してペルーのキノア農民への福祉増加に寄与した（Bellemare *et al.*, 2016）。

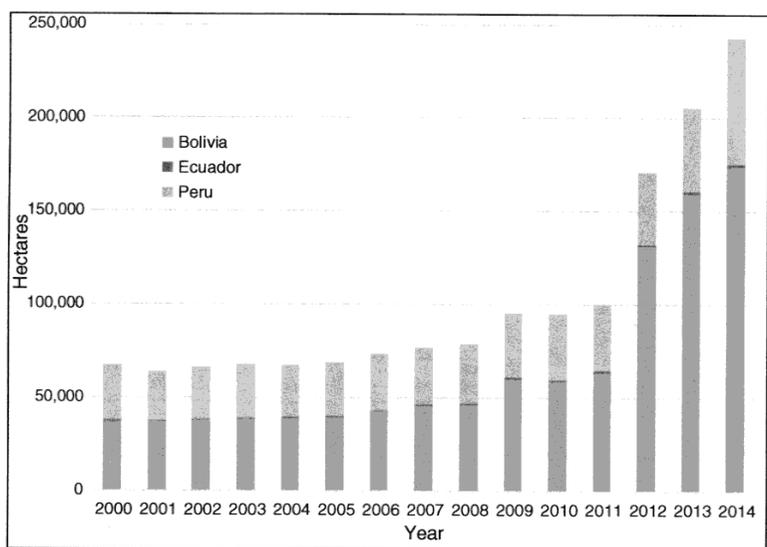


図 2.7 年と国ごとにキノアの収穫面積。
 (FAOSTAT, 2016. Production: Crops. <http://faostat3.org/beta/en/#data/QC> より計算)

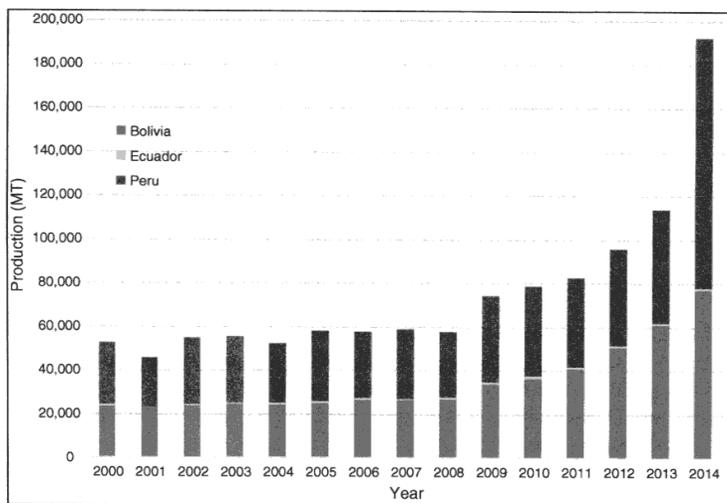


図 2.8 国と年 (MIT) によるキノアの総生産。
(FAOSTAT, 2016. Production: Crops. <http://faostat3.ord/beta/en/#data/QC>. より計算)

2.4 ソバ

ソバ生産は非常に少数のある温度帯の国に集中しており、世界供給量の 2/3 以上が 2014 年には中国とロシア連邦で生産された。ウクライナ、フランス、ポーランド、米国は全世界供給量の各 4%–8% で、これら 6 カ国全体でほぼ全供給量の 90% (図 2.9) になる。1961 年以降、ソバ栽培と生産にあたる地域の平均収量は約 1MT (1000kg) /ha と表示されたが、この 20 年間で生産量は倍を示すまで進化した。しかしながらソバ生産の長期傾向は平均化して毎年低下傾向で、ほぼ 50,000MT/年の供給である。しかし過去 15 年間の生産傾向は、ほぼフラットでそれは毎年の変化がなくなったためである。

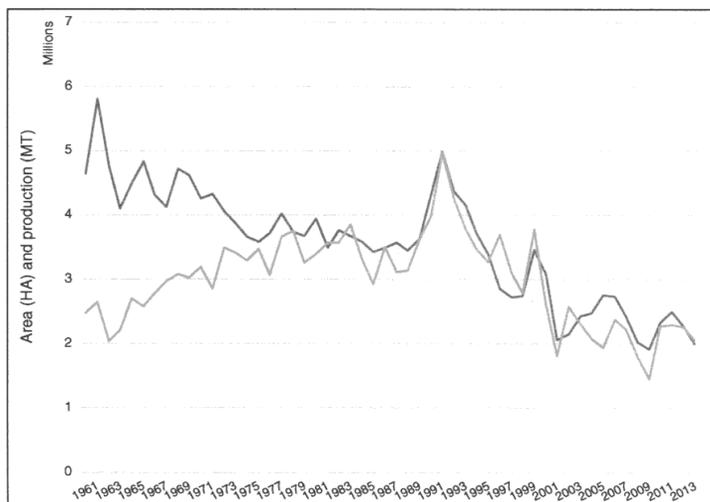


図 2.9 世界のソバ面積 (青) と生産 (茶) 1961–2014
(FAOSTAT, 2016. Production: Crops. <http://faostat3.ord/beta/en/#data/QC>. より計算)

2.5 フォニオ

フォニオ生産は地理的特殊性から西アフリカに特異的である。全世界供給は、ギニアの76%に続いてナイジェリア、マリ、コートジブール、セネガルの順となる。

小サイズフォニオ粒は粉砕の容易さと組み合わせ、製品収量は1MT/haを減多に超えない収穫量である（図2.10）。これは作物生産の改善に関する研究が限られるために、新たな大きな消費のための供給拡大を生む機会を妨げる一例である。

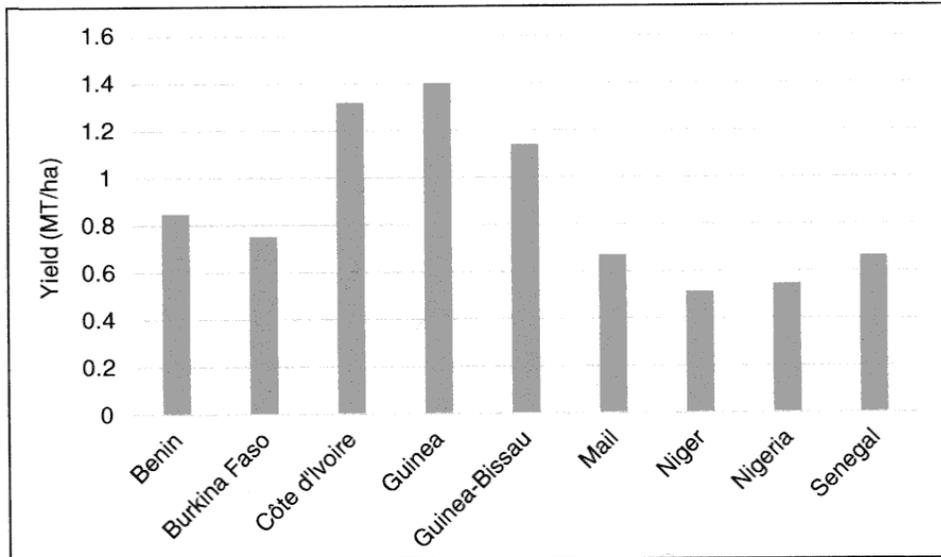


図 2.10 2014 年のフォニオの収穫の比較 (MT/ha)。
(FAOSTAT, 2016. Production: Crops. <http://faostat3.ord/beta/en/#data/QC> より計算)

3. 結論

- ・ 古代穀物の世界供給は、植物の成長を通し作物の改良でヘクタール当たり収量を増加する特別のケース以外のものに制限する。これはソバ、モロコシ、pearl milletの場合で、程度は低いがfinger milletも同様である。
- ・ 供給は又栽培地域の拡張を通して増加する、例えばアンデスにおけるキノアの場合とか、さらに最近では同じ栽培条件の他地域に作物を作ろうとする。第三の傾向として、例えばソバであり、消費者の好みが他の製品にシフトするため、全製品の長期的な衰退がある。

- ・キノアの場合と同様に、消費者の需要が持続すると古代の穀物や疑似穀物の供給は国際的に対応するようになる。もし例えばトウモロコシのようなより生産性の高い異なった作物がこれら穀物に置き換わらない限り局所的需要は安定性を保つ。
- ・“特別食品”あるいは古代穀物に対する高所得国の最近の需要の傾向は、健康価値あるいはマーケットクレームを繁栄するものであり、それは殆どの需要増加がこれらの国々で起こるためである。低所得国でこれらの穀物の多くは作られるのだが、それらは経済的に“劣等”食品と考えられ、収入が増えるほどその需要は低下する。
これらのラベルが、キノアの場合に続いて、高所得の消費者による二次的な需要の増加を維持するのに十分強力であるかどうかは、まだ不明である。
- ・3番目の古代穀物粒と疑似穀物のはっきりした特徴は、その生産と消費を追跡する公的なそして簡単に受け入れられる統計に制限があるということである。幾つかの成功例がモロコシ、ヒエと2-3の地域特異性穀物でより頻繁に見られたが、詳細な統計は国立公文書館に行かねば見られない。さらにこの領域の研究では、生産と供給に影響する慣用パターンとファクターを明らかにする情報を掘り起こすことが必要である。

REFERENCES

- Bellemare, M. F., Fajardo-Gonzalez, J., Gitter, S.R., 2016. Food and Fads: The Welfare Impacts of Rising Quinoa Prices in Peru. Towson University, Department of Economics, Working Paper 2016-06. Available from: <https://pop.umn.edu>
- FAOSTAT, 2016. Production; Crops. Available from: <http://faostat3.fao.org/beta/en/#data/QC>
- ICRISAT 2016. Pearl Millet. Available from: http://exploreit.icrisat.org/page/pearl_millet/680

非 売 品

製パン技術資料 No.872

2020年10月発行

発行編集人 井 上 好 文

発 行 所 一般社団法人 **日本パン技術研究所**

〒134-0088 東京都江戸川区西葛西6-19-6
電 話 03(3689)7571
F A X 03(3689)7574
<http://www.jibt.com>

印 刷 所 有限会社 東 邦 印 刷
〒104-0043 東京都中央区湊3-5-1
エス・ユービル
電 話 03(3551)8346(代)
F A X 03(3551)8356

※許可なく転載・複写ならびにweb上での使用を禁じます。