

その他のアフリカ栽培穀物

瀬口 正晴 (SEGUCHI Masaharu)^{1,2}, 楠瀬 千春 (KUSUNOSE Chiharu)³

Key Words: ギニアヒエ, エマー, アインコーン, スペルト, 大麦, エチオピアオート, コド・ヒエ

本論文「その他のアフリカ栽培穀物」は“Lost Crop of Africa”volume I Grains NATIONAL ACADEMY PRESS 1996 の第 13 章 Other Cultivated Grains を翻訳紹介するものである。

その他のアフリカ栽培穀物

先に紹介したモロコシ, シコクビエ (finger millet), トウジンビエ (pearl millet) など, 無視された穀物の中には, 厳密には“失われた”とは言えないものがある。しかし, アフリカの食用穀物の中には, 現代科学が本当に見落としているものが数多くある。そのほとんどは野生の草に由来するものだが, 中には少なくとも小規模な農家によって栽培された植物に由来するものもある。ここでは, アフリカで最も知られていない穀物作物であるこれらの作物について説明する。

ギニアヒエ

ギニアヒエ (*Brachiaria deflexa*) は, おそらく世界で最も無名の穀物である。ギニア北西部の人里離れたフータジャロン高原で, 農民によってのみ栽培されている。この作物の改良はほとんど行われていないが, 人々はこの作物を非常に高く評価している。柔らかい種子を挽いて粉にし, ケーキやフリッター (揚げ物) に使う。

この家畜化された植物はギニア高地の一角でしか栽培されていないが, 野生種はセネガルからアフリカの角までのサヘル地域, コートジボワールからカメルーンまでの海岸サバンナに分布している。この野生種も食用として収穫される。また, ガンビアからスーダンにかけて分布する野生の近縁種

(*Brachiaria stigmatifera*) は, 穀物としても広く採取されている。両者の主な違いは, 栽培種は粒が大きく, 飛散しない (種子を保持する) ことである。

この植物は約 1m の高さに育ち, フォニオに似ていて数十年間あたかも特別のフォニオ品種として分類されていた。以前はフォニオ (*Digitaria exilis*)



図 1 ギニアの Fouta Djallon 地方に生育する *Brachiaria* 種, ギニアヒエと思われる。

¹ 神戸女子大学, ² 日本穀物科学研究会前会長, ³ 九州栄養福祉大学

の栽培品種とされていたものである。現地では、"fonio with thick seeds" と呼ばれることが多い。しかし、植物学的な違いがあり、粒が大きい。

植物学者の不勉強のためではあるが、ギニアヒエは有用な特徴を持っているようだ。例えばある品種は成熟が早く植え付けから収穫まで、わずか70～75日（一般的には90～130日）である。一般には、モロコシやトウモロコシなどの穀物を栽培している畑の穴埋めに、この早生ギニアヒエを使用することが多い。しかし、本当に早く育つためには、水はけのよい豊かな土壌が必要である。

ギニアヒエは、西アフリカの食糧生産と農業の支援に関心を持つ科学者やその他の人々から評価され、注目されるに値する。ギニアヒエは、西アフリカの食糧生産と農業に関心を持つ科学者やその他の人々から認識され、注目されるべきものである。

エマー

エマー (*Triticum dicoccum*) は厳密にはアフリカ産ではなく、近東を起源とする小麦である。エマーは、家畜化された最初の穀物のひとつであり、二条大麦、アインコーン (*Triticum mono coccum*) と共に、エマーは同じく現代小麦の前身である。これは肥沃三日月地帯の初期の農業の一部であった。おそらく1万年前から農民の畑に植えられていたのであろう。数千年の間、中東と北アフリカの主要な穀物であり続けた。その後、スパゲティやマカロニなどのパスタに使われるデュラム小麦に切り替わった。実は、デュラム小麦 (*Triticum turgidum* var. *durum*) は、突然変異でエマーから生まれたと考えられている。デュラム小麦は脱穀が容易なため農民に好まれ、2000年ほどの間に古いタイプのエマーは廃れた。

エマーは中東に起源を持つが、アフリカに古くから伝わるものである。エマーは、おそらく5,000年前、あるいはそれ以上にエチオピアに伝わり、今日に至っている。また、ユーゴスラビア、インド、トルコ、ドイツ (バイエルン)、フランスなどで作物として細々と存続している。他の地域ではほとんど姿を消したが、エチオピアの小麦生産量の7パーセント近くを占めている。近代的な小麦の主要生産地であるエチオピアでも、エマーは重要な位置を占めているのである。実際、エチオピアの高地の農家は、エマーを捨てるどころか、この40年間でエマー



図2 エマー

このサンプルは、別個の種頭 (ティラー) の数が著しく多く、シリアの研究者が、生態学的に異なる2つの場所にエマーの種子の小さなコレクションを植えたときに発見した。20個以上の種頭を持つことに加え、この植物は乾燥に強く、穀物のタンパク質含有量は18～21%である。

の栽培比率を高めている。

エマーは、現地ではアジャと呼ばれ、さまざまな方法で利用されている。現地でアジャと呼ばれるエマーは、さまざまな方法で利用されている。あるものは粉に挽いて、特別なパン (キタ) に焼き上げる。あるものは粉にして、牛乳や水と一緒に炊いてお粥 (ゲンフォ) にする。また、熱湯やバターと混ぜてお粥にするものもある。エマーはタンパク質が豊富で、デンプンの消化がよく、病人や授乳婦に好まれる。

この「死ぬことを拒否した穀物」は、科学と商業からもっと良い扱いを受ける価値がある。エチオピアにおけるその経済的重要性だけでも、研究上の注目に値する。しかし、世界的な関心もあるはずだ。すでにアメリカやフランスでは、この植物を現代に広く普及させるための小さなプロジェクトが進行中である (囲み記事参照)。幅広い環境で生育する植物であり、世界各地で生産することができる。聖書やコーランの時代に食べられていた小麦とほとんど変わらない、小麦の仲間の「生きた化石」であることは、消費者に特別な魅力を与えるかもしれない。

復活するビブリカル(聖書に書かれている)小麦

エマー(前ページ参照)は、現代社会に貢献できるいくつかの古代小麦のひとつに過ぎない。ヨーロッパでは、他の2つの品種が救済されている。以下に紹介する取り組みは、エマーを主要作物として復活させるための同様の取り組みに拍車をかけるかもしれない。

アインコーン

つい最近まで、栽培された小麦の中で最も古い歴史を持つアインコーンは、基本的に絶滅したと誰もが思っていた。しかし1989年、植物学者のジャック・パロウは南フランスで次のような体験をしたことを報告した。

「1971年、私は父の実家があるヴォークリューズの山中にあるすべての食用植物を観察することにした。子供の頃の記憶では、冬になると粥のようなものが農民の料理として親しまれていることは知っていた。そのために使われる穀物を探し始めたら、なんと新石器時代のアインコーン(*Triticum monococcum*)であることがわかった。南アルプスのいくつかの地方では、この穀物は今でも自給自足で栽培されており、挽かれていない粒がこの特別な粥を作るために使われていたのである。このことは、フランスの農業研究をしている私の学識ある友人にも知られていなかった。

今日、この先史時代の遺物である小麦は、「自然健康食品」として市場に出回り始めている。そしてそれは、この粥への永遠の味覚を満たすために、何世代にもわたって栽培を続けてきた頑固な伝統生産者にとっても満足できる値段で売られているのだ。

スペルト

現在の南ドイツに住む石器時代の住民にとって、スペルト(*Triticum spelta*)は主要な食糧だった。しかしその後、この原始的な冬の穀物は、劣等感からではなく、農民が他の小麦の方が栽培しやすいと判断したため、見捨てられた。というのも、スペルトの穀物は殻が密着しているため脱穀が難しく、また藁が非常に長いので、夏の風にあおられて枯れてしまうからだ。

今、スペルト(ドイツではディンケルと呼ばれる)は、再び作物として復活しつつある。その原動力は、栄養価の高さや環境への配慮など、現代の消費者の嗜好にある。スペルト小麦は、栄養学的にも非常に優れている。北欧の製パン用小麦は、一般的に約11パーセントのタンパク質を含んでいる。スペルトは平均14~15%で、17%を超える種類もある。また、ミネラルやビタミンをより多く含んでいる。収量は少なくとも、1ヘクタール当たりのタンパク質生産量は、現代のパン小麦よりも多い。さらに、スペルト小麦粉で焼いた製品の「ナッツのような味わい」を評価する消費者も増えている。

スペルト小麦の環境面での利点は、さらに重要性を増している。シュトゥットガルトのホーエンハイム大学で小麦の育種を担当するクリストフ・クリングは、「穀粒は、殻がぴったりと密着しているため、菌や虫から守られている」と説明する「このため、環境に配慮した地域や、農薬の使用を控えたい、あるいは全く使用したくないという農家にとって、この作物は非常に適している」。

昔、穀物を手で脱穀しなければならなかった時代には、害虫や病気から穀物を守るのに役立つ、ぴったりとした籾殻という特性は、圧倒的に不利なものであった。しかし、機械化された現代では、それは重要ではない。

スペルトは、アインコーンやエマーと同様、完全に消滅することはなかったが、最近までドイツ、ベルギー、スイス、オーストリアのごく限られた地域でしか栽培されてない。しかし、その状況は一変した。1990年代初頭には、ドイツだけでも6,000ヘクタール以上で栽培されるようになったのである。この放蕩息子の石器時代からの復活を支援するために、特別な組織(ディンケラッカー財団)が設立されたのである。

エマー

最近、シリアの研究者たちがエマーをめぐって盛り上がっている。国内のさまざまな場所から集めたサンプルを、生態系の異なる2つの場所(テルハディヤとブレダ)に植えたところ、驚くほどよく育った。その結果、さまざまな性質が明らかになった。研究者たちは、このサンプルをこう結論づけた:「早生、茎が短い、稔実の数が多い(写真上)、穂が長い、穂が密集している、穂あたりの種子の数が多い、穂あたりの穀粒の重さ、タンパク質の含有量などの有用な特性に関する重要な遺伝的多様性の貯蔵庫」。

また、ほとんどのエマーが乾燥地帯での栽培に適した形質を示していることも指摘されている。「乾燥に対する耐性もまた、乾燥地域向けの小麦の育種に利用できる形質のひとつである」と、彼らは述べている。

しかし、食用としても十分な価値がある。長老プリニウス(AD23-79)は、エマー小麦は「最も甘いパン」を作ると書いている。こんにちですらその美德は同様の賞賛を持って歓迎される。

また、エマーは世界の小麦の品種改良にも貢献する可能性がある。すでに、エマー小麦の遺伝子は、

初期には国家的食品供給に定期的に損傷を与えていたアメリカの小麦のさび病に対する抵抗性を付与している。例えば、1904年、1918年、1935年、1953年には、深刻なさび病が小麦を全滅させ、そのたびに恐怖と価格の高騰を招いた。1918年には、あまりの不作にアメリカ政府は「小麦のない日」を宣言

し、その日は小麦製品を販売することができなくなった。他の好ましい特徴としては、成熟の早期、干ばつへの抵抗性、高タンパク質含量がある。

大麦 (BARLEY)

大麦 (*Hordeum vulgare*) もアフリカ原産ではないだろうが、エチオピアでは少なくとも 5,000 年以上前から利用されてきたという。実際、エチオピアの大麦は長い間隔離されていたため、一時期は不規則大麦と欠乏大麦という 2 つの大麦が別種とみなされていた。

この 2 つの遺伝子型と、それ以外の多様な大麦の形の中には、世界の大麦作りに使われる遺伝子だけでなく、有望な型も豊富に見つけることができる。実は、エチオピアの大麦は、エチオピアの重要な文化遺産と言われている。通常、エチオピアでは、各家族が自分たちの種を粘り強く守り続けている。そのため、何千年もの間、それぞれの家系が別々の系統で進化を遂げ、多様な品種が生み出されてきた。今日、畑には驚くほどたくさんの種類がある。実際、各農家は複雑な混合作物や、まったく異なる大麦を別々の区画で栽培しているのが普通である。大麦は、エチオピアではテフ、モロコシに次いで第 3 位の栽培面積を誇っている。しかし、その価値は経済性や栄養面だけではない。実は、文化的な生活に深く根ざしているのである。例えば、オロモ族はこの作物を最も神聖な作物と考えている。

彼らの歌やこの "穀物の王様" を題材にしたことわざがよく見られる。高地では誰もが、子供たちに大麦をたくさん食べるように勧める。大麦をたくさん食べると、勇敢になれると言われている。古代人にも同様の伝統があった。例えばギリシャでは、



図 3 ニューメキシコ州のエチオピア産大麦

剣闘士に多くの大麦を食べさせたと言われている。ローマの剣闘士は、大麦が力の源であるという信念のもと、「ホーデアリイ」と呼ばれていた。

エチオピアの人々は、大麦をパンやお粥、スープ、ビールなどさまざまな食べ物に加工する。焙煎して粉砕した大麦を水で割った飲料は珍重される。トレイルフード (袋飯) の定番といえば、炒った大麦を挽いたもの。旅人はどんな小川でも立ち寄り、コップやひょうたんの水に粉を混ぜて、"即席麦湯" を飲むことができる。また、大麦の穀物から自家醸造される酪酏酒 (areuie) もある。

エチオピアの人々は、穀物の種類とその用途に明確な関連性を持たせている。白い大粒のものはポリッジ (お粥) に好まれる。白、黒、紫の大粒のものは、パンやその他の焼き菓子にされる。部分的に裸の穀物は、通常、ローストまたはフライにされる。小粒のタイプ (主に黒と紫) は飲料に使われる。

また、大麦は国の家畜にも重要な役割を担っている。穀物そのものを餌にすることもある。(例えば、裕福な農家では、長旅の前後に馬やラバを太らせた後、耕作期や市場へ行く前に牛を丈夫にするために

ニューメキシコ州のエチオピア産大麦

エチオピアの大麦は他ではほとんど知られていないが、少なくとも海外のある団体が栽培に挑戦し、大きな成功を収めている。米国南西部の乾燥地帯にある長老教会主催の施設「ゴースト・ランチ」では、1983 年から主要穀物作物の一つとして栽培している。以下は、同牧場の責任者のコメントである。写真 (図 3) は 1991 年の収穫後に撮影したものである。

私たちは、ニューメキシコ州の北部山岳地帯にある実験農場でエチオピア産の大麦を栽培している。成熟が早い (約 110 日)、殻がない、今までで一番干ばつに強い穀物である、という 3 つの理由から栽培している。加えて、ほとんどトラブルがないことである。宿根の問題は一度も経験したことがない。耕起もよく、ほとんどの年で良好な収量が得られる。私たちの農場は孤立していて、一番近い大麦栽培農家が 50km ほど離れているからかもしれませんが、病害の問題もない。

乾燥した穀物は、自家製の小型脱穀機か、定置式脱穀機として使われている古いコンバインで脱穀する。簡単に脱穀できる。その後、種子洗浄機で種子を洗浄する。(脱穀機も種子洗浄機も、私たちのソーラー発電システムで稼働している)。きれいに製粉された粉は、焼いたり食べたりするのに適した品質である。

使用する)。しかし、一般的には動物が藁を食べることになる。細かく砕いた大麦の藁は、土壁の建設にも利用される。

しかし、エチオピアの大麦生産は、その重要性ゆえに強化することができる。エチオピアの大麦生産はもっと強化できるはずだ。なぜなら、エチオピア固有の胚芽の膨大な蓄積は、まだ利用されていない。実際、その一部は失われつつある。(エチオピアで

は、パンコムギやテフ、最近ではオート麦といった作物への転換が進んでおり、遺伝的な侵食が進んでいる。)

エチオピアの大麦の中には、世界のどこかで開発された大麦の遺伝子を導入することで、より有用なものになるものもある。しかし、エチオピアの大麦には数多くの種類があり、それ自体が大きな可能性を秘めている。その多くはユニークなものである。

徹底的なモダンヒエ

現在、未知の穀物を開発するための最も確実な方法は、従来の植物育種だが、バイオテクノロジーによって、従来、新品種を作るのに費やされていた面倒で時間のかかる作業の多くを、大幅に軽減することができるかもしれない。ここでは、その可能性をいくつか挙げてみたい。

小麦、米、トウモロコシ、そしてモロコシは、科学先進国でよく知られているため、ハイテク研究の恩恵を受けてきた。しかし、ヒエ (Millets) は、ほとんど、あるいは全く基礎研究能力のない国の資源としてしか残っていない。そのため、ヒエは最新の研究機器や技術の恩恵はほとんど受けていない。しかし、バイオテクノロジーを活用すれば、21世紀へ飛躍できる可能性がある。

特にアフリカでは、ニーズが膨大かつ多様で、資源が少なく、時間がなく、条件が変わりやすく、優先順位が不確かなため、新品種を完成させるのに10～12年かかるような従来の植物育種では対応しきれないかもしれない。確かに、干ばつ耐性など遺伝的に複雑な特性を持つ品種を育成する能力は限られている。さらに、サヘルのように気候の変動が遺伝的な変動よりもはるかに大きい環境では、植物育種を通常のフィールド試験で行うことはほとんど不可能である。

アフリカに関しては、バイオテクノロジーが大きな影響を与える可能性がある。例えば、品種改良をより迅速に行うことができ、室内で制御された環境で行うことができ、より精密に行うことができるようになる。バイオテクノロジーでは、遺伝的に複雑な形質を扱うことができるようになってきている。つまり、組織培養、薬の培養、胚の救出、プロトプラスト融合、遺伝子マーカーなどの技術は、アフリカ原産の穀物を一変させる、夢にも思わなかったブレイクスルーをもたらす可能性がある。

この遺伝子革命の鍵は、アフリカの穀物それぞれに対応した組織培養技術を開発することである。アワ、シコクビエ、フォニオ、不規則大麦、テフなどの組織から、成熟した繁殖力のある植物を育てることができれば、これらの穀物をより早く発展させる道が開かれる。しかし、イネ、トウモロコシ、モロコシ、ベチバーは、すでに組織培養で日常的に栽培できるようになった。現在では、他の植物についても適切な条件が発見される可能性があるようだ。

組織培養が確立されたら、遺伝子「マーカー」を使って染色体を「マッピング」することが大きな課題となる。特定の遺伝子の物理的な位置を知ることで、改良型株への多くの近道が生まれる。特に、成熟した植物で遺伝子が発現するのを待つのではなく、何千本もの幼苗で特定の遺伝子があるかどうかを調べることができるからである。また、望ましい遺伝子をより簡単に移植し、望ましくない遺伝子を排除することができるようになる。このマーカーは、制限断片長多型 (RFLP) 技術 (本シリーズ「米アフリカ」のボックスを参照) によって提供され、トウモロコシ、大麦、イネにすでに適用されているプロセスである。

以下は、達成される利益の例である：

干ばつ抵抗性。干ばつに強い品種の育成は常に困難であった。なぜなら、研究者は干ばつ障害と耐性の基本的なメカニズムに関する遺伝的影響を決定する方法がなかったからである。基礎研究において、バイオテクノロジーは現在、水ストレスが植物のさまざまなライフステージにおける生理的、生化学的、分子組織にどのような影響を与えるかを示すのに役立っている。

将来的には、新しい技術によって、根の深さ、水の抽出、圧縮された土壌層への根の侵入を支配する遺伝子をターゲットにすることができる。一旦同定され、マッピングされれば、育種プログラムにおいて、これらの特性 (現場で評価するのは非常に難しい) の遺伝子を容易に追跡することができるようになる。そうすれば、より高い干ばつ耐性を持つ作物を生み出すことができるだろう。

ストライガ。寄生虫であるストライガを誘引または忌避する遺伝子を操作することができれば、大陸全域で穀物の収量を向上させることができる。

ハイブリッド。バイオテクノロジーによって、種内および種間の雑種を作ることがはるかに容易になる。これは、化学的な交配剤、不稔種子のクローン繁殖、あるいは胚の救出によってもたらされるかもしれない。

世界の最先端研究所で主要作物の研究が進む中、雑穀も見逃さずにはいかない。小麦、トウモロコシ、イネなど、遺伝子操作の最先端に行くパイオニアが、ヒエを置き去りにして、否応無しに見捨ててしまうようなことがあってはならない。実際、ハイテク機器と強力な遺伝子ツールは、おそらくヒエを大きく進歩させ、それによって他のすべての作業よりも多くの人道的利益をもたらすことができるだろう。

種頭（スパイク）上の粒の列の数さえもユニークである。世界のどこの国でも、大麦はきっちり2列か6列である。しかし、エチオピアの不揃いな大麦は、2列が完全であり、他の列の一部もある。また、エチオピアの欠点大麦は、2列の完全な列を持つが、側部の穂状花は大きく減少するか、完全に欠落している。エチオピアの不定形大麦、アビシニアンインターミディエイトバーレイとも呼ばれイエメン、アラビア、エジプトでも産出されるが、非常にマイナーな作物だが、他国ではほとんど知られていない。生産量、作付面積ともにエチオピアの作物の中で4位である。2,500m以上の高度で一般にうまく育っている唯一の穀物である。例えば、上高地の大部分では、住民の植物性食料の約60%を占めるほどの重要性である。この地域の農家は、食料不足の時に家族が飢えるのを防ぐために、早生品種に頼っている。

このように、エチオピアの大麦には遺伝的な豊かさのある一例である。その他にも、以下のような特徴がある：

- ・収量が多い。エチオピアの大麦には、粒が大きく重いもの、藁（ひこばえ）（複数の根茎と穂の生成）がよく出るもの、成熟が早いものがある。
- ・栄養価が高い。高タンパク、高リジンの大麦もあり、栄養価が高い。高品質なタンパク質を持つ大麦の唯一の供給源として知られている。リジンなど、人間の栄養に不可欠でありながら、穀物に不足しがちなアミノ酸を豊富に含んでいるのが、高タンパク質大麦である。この穀物を最も研究してきたデンマークの食品科学者たちは、この穀物を「ハイプロリー」と呼んでいる。
- ・病害に強い。うどんこ病、葉さび病、ネットブロッチ病、セプトリア病、ほふく病、スポットブロッチ病、ルーススマット病、大麦黄化えそウイルス、大麦ストライプモザイクウイルスなどの病気に対する抵抗性を持つものがある。
- ・乾燥に強い。多くの品種が乾燥条件下で生育する能力を持っているが、これは根が深く、効率的であることと関係があるようである。
- ・限界土壌への耐性がある。
- ・オオムギシュートフライやアブラムシに対する抵抗性
- ・苗の生育が旺盛である。一方、エチオピアの大麦は、藁が弱く、背が高く、軟弱のため、簡単に吹き飛

ばされる傾向がある。また、「fragile rachis」と呼ばれる、種子のトゲがバラバラになって地面に種子がこぼれる状態の標本もある。

外の世界の大麦の育種家たちは、エチオピアの材料を軽視しているわけではない。例えば、Jet（漆黒の種子）と呼ばれるアクセッションを採用し、深刻な菌類病であるルーススマット（裸黒穂病）に対する抵抗性を獲得している。また、アメリカや他の国々では、非常に有害な大麦黄化えそウイルスに対する抵抗性遺伝子を採用し、穀物収量の大幅な節約につながっている。しかし、国内外にはまだまだ多くの有用な品種が残されている。

エチオピア産オート麦エチオピアには、エンバク（*Avena abyssinica*）というオート麦が自生している。遠い昔に一部家畜化されたこの種は、ほとんど砕けない、つまり粒が残るので、農家は便利に収穫することができる。

エチオピアでは古くから使われており、標高が高いなどの条件に適している。しかし、他の地域では知られていない。

国際的にオート麦への関心が高まる中、このあまり知られていない種は研究対象として注目されるべきものである。

エチオピアオーツは、6倍体のコモンオーツ（*Avena sativa*）とは異なり、4倍体である。単独で栽培されることはほとんどなく、ほとんどが大麦との混播である。農業関係者はこの麦を茎の弱い「雑草」に分類するかもしれないが、農民は違う。この2つの穀物を一緒に収穫し、主に混合して使用するのが。その結果、インジェラ（平たい国産パン）や地ビール（ターラ）などの製品になる。焙煎してスナックとして食べるものもある。

しかし、エチオピア産のオート麦は完全には家畜化されておらず、多少砕けやすいため、敬遠されることもある。

また、雑草の *Avena vaviloviana* と完全な稔性（結実性を持つ）を持つため、雑草の雑種が大量に発生し、砕けやすくなっている。この2種の標本は、両種間の雑種も含めて *Avena barbara* Pott. という種と呼ばれており、エチオピア種はこの種から派生したと考えられる。

しかし、エチオピア原産のオート麦は、研究対象となり、自らを証明する機会を得るに値する。

KODOMILLET (コド・ヒエ) アフリカでは野生種のコド・ヒエ (*Paspalum scrobiculatum*) が生息しているが、作物として栽培されることはない。しかし、南インドでは家畜化されたものが開発され、かなり広く植えられている。このように、まさに家畜化の途上にある植物であり、栽培されたものは、アフリカでも重要な意味を持つ可能性がある。

コド・ヒエは、熱帯アフリカ (インドネシアから日本までの熱帯アジアの湿潤地域も含む) に広く分布している。小道や溝、低い場所など、特に地面が攪乱された場所に多く見られる (このため、ドッチヒエと呼ばれることもある)。

西アフリカの米の田んぼによくはびこるが、そこでも耐えられる。多くの農家は、自分の田んぼにコド・ヒエが生えていることを楽しみにしているのである。万が一、稲作がうまくいかなかったとしても、すべてを失ったわけではない 畑にはコド・ヒエで息が詰まるほどに繁茂し、それを収穫して食べることができる。つまり、雑草は自給自足の農家にとって救世主なのである。

つまり、この雑草もまた、現代的な研究と認識を深めるべき無名の穀物なのである。技術的な課題としては、エルゴット様真菌症と抗栄養化合物の存在が考えられる。

General

References

OTHER CULTIVATED GRAINS

Harlan, J.R. 1986. *African Millets*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome

Harlan, J.R. 1989. Wild grass seed harvesting in the Sahara and Sub-Sahara of Africa. In *Foraging and Farming: the Evolution of Plant Exploitation*, D.R. Harris and G.C. Hillman, eds. Unwin-Hyman, London.

Emmer

Gasratalliev, G.S. 1982. Forms of *T. dicoccum* promising for southern Dagestan. *Bulletin of the N.I. Vavilov Institute of Plant Industry* **118**:5-6.

Hakim, S., A.B. Damania, and M.Y. Moualla. 1992. Genetic variability in *Triticum dicoccum* Schubl. for use in breeding wheat for the dry areas. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter* **88/89**:11-15.

Mariam, G.H. and H. Mekbib. 1988. Agromorphological evaluation of *T. dicoccum*. *PGRC/E ILCA Germplasm Newsletter* 6-11.

Robinson, J. and B. Skovmand. 1992. Evaluation of emmer wheat and other Triticeae for resistance to Russian wheat aphid. *Genetic Resources and Crop Evolution* **39**(3):159-163.

Barley

Endashaw Bekele. 1984. Relationships between morphological variance, gene diversity and flavonoid patterns in the land race populations of Ethiopian barley. *Hereditas* **100**:271-294.

Engels, J.M.M., J.G. Hawkes, and M. Worede, eds. 1991. *Plant Genetic Resources of Ethiopia*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 383 pp.

Huffragel, H.P. 1961. *Agriculture in Ethiopia* FAO. Rome. 484 pp.

Munck, L. 1988. The importance of botanical research in breeding for nutritional quality characteristics in cereals. *Symbolae Botanicae Upsalienses* **28**(3):69-78.

Nulugeta Negassa. 1985. Patterns of phenotypic diversity in an Ethiopian barley collection, and the Arsi-Bale Highland as a centre of Origin of barley. *Hereditas* **102**:139-150.

Qualset, C.O. 1975. Sampling germplasm in a centre of diversity: an example of disease resistance in Ethiopian barley. Pages 81-96 in O.H. Frankel and J.G. Hawkes, eds., *Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow*. Cambridge University Press, Cambridge.

Westphal, E. and J.M.C. Westphal-Stevens. 1975. *Agricultural Systems in Ethiopia*. Agricultural Research Reports 82b. Puduc, Wageningen. 278 pp.

Ethiopian oats

Baum, B.R. 1971. Taxonomic studies in *Avena abyssinica* and *Avenavaviloviana*, and some related species. *Canadian Journal of Botany* **49**(12): 2227-2232

Engels, J.M.M., J.G. Hawkes, and M. Worede, eds. 1991. *Plant Genetic Resources of Ethiopia*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 383 pp.

Ladizinsky, G. 1975. Oats in Ethiopia (*Avena barbata*, *Avena abyssinica*, cereal weeds). *Economic Botany* **29**(3): 238-241.

Guinea Millet

Kodo millet

Harlan, J.R. 1986. *African Millets*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome

De Wet, J.M.J., K.E. Prasada Rao, M.H. Mengesha, and D.E. Brink. 1983. Diversity in kodo millet, *Paspalum scrobiculatum*. *Economic Botany* **37**(2): 159-163.

Geervani, P. and B.O. Eggum. 1989. Effect of heating and fortification with lysine on protein quality of minor millets. *Plant Foods for Human Nutrition* **39**(4): 349-357.

Kapoor, P.N., S.P. Netke, and L.D. Bajpai. 1987. Kodo (*Paspalum scrobiculatum*) as a substitute for maize in chick diets. *Indian Journal of Animal Nutrition* **4**(2): 83-88.

Kaushik, S.K. and R.C. Gautam. 1985. Comparative performance of different millets at varying levels of nitrogen under dryland conditions. *Indian Journal of Agronomy* **30**(4): 509-511.

Ketema, S. 1988. Status of small millets in Ethiopia and Africa. Pp. 6-15 in *Small Millets: Recommendations for a Network*. Proceedings of the Small Millets Steering Committee Meeting. Addis Ababa, Ethiopia, 7-9 October 1987. International Development Research Centre, Ottawa.

Nayak, P. and S.K. Sen. 1991. Plant regeneration through somatic embryogenesis from suspension culture-derived protoplasts of *Paspalum scrobiculatum* L. *Plant Cell Reports* **10**(6/7): 362-365.

Sridhar, R. and G. Lakshminarayana. 1992. Lipid class contents and fatty acid composition of small millets: little (*Panicum sumatrense*), kodo (*Paspalum scrobiculatum*), and barnyard (*Echinochloa colona*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **40**(11): 2131-2134.

Sudharshana, L., P.V. Monteiro, and G. Ramachandra. 1988. Studies on the proteins of kodo millet (*Paspalum scrobiculatum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* **42**(4): 315-323.