

テフ, TEF

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

Key Words: テフ, TEF, 穀物

本論文「テフ, TEF」は“Lost Crop of Africa”volume I Grains NATIONAL ACADEMY PRESS 1996 の第 12 章 TEF を翻訳紹介するものである。

テフ (*Eragrostis tef*) は、世界で唯一、エチオピアという国で重要な作物である。その生産量は、他の穀物の生産量を上回っている。エチオピアの農家は毎年、約 140 万ヘクタールのテフを栽培する。一般名は、英語で「teff」または「t'ef」と表記されることが多い。テフは、シンプルでわかりやすく、将来的にこの作物が世界的に拡大し、受け入れられるようにするためのマーケティングに適した名前であると思われる。穀物生産量全体の約 4 分の 1 に当たる 0.9 百万トンを生産している。1980 年代半ばの統計によると、テフはエチオピアの穀物の 23 パーセントを生産していた。その他はモロコシ (26%), トウモロコシ (21.7%), 大麦 (17%), 小麦 (12.4%) である。

この穀物は特に西部の州で人気があり、人々は他の穀物よりもテフを好み、毎日 1, 2 回 (時には 3 回) 食べている。この地域では、テフは一般的な食事のタンパク質の約 3 分の 2 を占めている。

テフのほとんどは、インジェラという、平らでスポンジのような、少し酸味のあるパンに加工される。人々はその一部をちぎって、主食となるスパイシーなシチューをすくうために使う。中流階級や上流階級の人々にとっては好ましい主食であり、貧しい人々にとっては一般的に買えない贅沢品である。

本書で紹介する多くの植物とは異なり、テフは決して衰退しているわけではない。実際、農家はここ

数年、着実に栽培面積を増やしている。1960 年にはエチオピアの穀物栽培面積の 40% 未満だったものが、1980 年には 50% 以上にまで増加している。

エチオピアではテフが圧倒的に重要であるため、他の地域でテフが栽培されていないのは不思議なことである。確かにテフは多くの国で栽培が可能である。例えば、イエメン、ケニア (マルサビット近郊)、マラウイ、インドなどでは、古くから食用として生産されているものがある。また、南アフリカやオーストラリアでは、放牧動物の飼料として広く栽培されている。しかし今、テフの穀物としての利用は、



図 1

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



図2 エチオピア高地でのテフ生産。テフは、不安定な気候の中で信頼できる穀物である。藁（左）は、穀物（右の山）と同様に農家にとって重要である。（アフリカ国際家畜センター）

エチオピアの枠を超えつつある。アメリカでも南アフリカでも商業生産が始まり、国際的なマーケットが開かれつつある。というのも、最近、エチオピアのレストランが、欧米で人気を博している。テルアビブはもちろん、ワシントン、ニューヨーク、シカゴ、サンフランシスコ、ロンドン、ローマ、フランクフルトなど多くの都市で、インジェラや、インジェラが育む和やかな共同食を利用したレストランが登場している。そして、本物のインジェラを作ることができるのは、テフだけなのである。

インジェラは他の穀物でも作れるが、テフで作ると3日間スポンジのような柔らかい食感を保つが、小麦、モロコシ、大麦で作ると1日で固まってしまう。ソバが最も近い代替品と言えるだろう。

テフに対する新しい評価は、研究分野にも及んでいる。最近、エチオピアや他のいくつかの国の科学者が、テフという植物とその製品について真剣に研究し始めている。これは良いことである。テフには、これまで考えられてきた以上に大きな可能性がある。質の高い食品を提供する。他の穀物には不向きな条件下でも、テフはよく育つ。現状でも、エチオピアの伝統的な農法で作られた小麦とほぼ同じ収量が得られる。貧しい農家にとっては貴重な存在であり、条件の変化に悩まされる土地では特に有益である。しかし、テフには、種子が小さいこと、労働力が必要なこと、開発が進んでいないこと、文化的慣習が難しいことなどの欠点もある。つまり、現段階では、育てやすくも、扱いやすくもないのである。

今後の展望

テフの将来、つまり世界の穀物の中でのテフの進路と最終的な行き先は、今はまだ確信を持って描くことができない。しかし、テフの技術的な限界を克服し、世界の穀物の中でテフがどのような道を歩むのか、そして最終的にどのような道を歩むのかについて、今はまだ確信が持てない。しかし、テフの技術的な限界を克服し、多くの国で特産作物になる可能性がある」と楽観視する理由は十分にある。それはすぐにでも実現する可能性がある。インジェラは、パンケーキとパスタの中間的な食べ物であり、世界的に有名になる可能性があるのだ。メキシコや中米の丸い平たいパン「トルティーヤ」が、全米のスーパーマーケットで売られるようになり、世界の他の地域でも頻繁に見かけるようになったのだ。エチオピアの市場でも、その穀物は他の穀物よりかなり高い値段で取引されている。



インジェラ

図3 世界の主食の中で最も興味をそそられるパン、インジェラは、他のパンとは一線を画している。しっとり、モチモチ、弾力があり、見た目も食感もユニークである。1800年代半ばにエチオピアを訪れたイギリスの紳士は、インジェラを食べる経験を説明しようとした。「酸っぱいスポンジを噛んでいると思えば、アビシニア（エチオピアの旧称）」で一番おいしいとされるパンがどういうものか、よくわかるだろう」と。しかし、最近の人々はそれほど心を閉ざしてはいない。新しい味、新しい食の感動を求めることが、豊かな国の食を切り開く力になっているのである。インジェラは今、世界中で支持されている。ヨーロッパ、北米、イスラエルの高級レストランで提供され、熱狂的な歓迎を受けている。

アフリカ

エチオピアでは、様々な条件下で安定した収量を確保できることに加え、保存性が高く、食べやすいこと、そしてプレミアムな価格であることから、テフの魅力はますます高まっていくと思われる。エチオピアの公開市場では、その穀物は常に他の穀物よりかなり高い価格で取引されている。しかし、その生産量を大幅に増やすには、労働力を削減する必要がある。

テフは、現在、食糧生産に問題を抱えているアフリカ諸国をはじめ、他の国々にも貢献できるかもしれない。病気や害虫に強く、過激な土壌にも耐えるテフは、特に魅力的な植物である。テフの近縁種のいくつかは、世界の乾燥地帯で貴重な飼料として利用されており、愛の神エロス (Eros) と草 (Grostis) に由来する植物名にもあるように、通常「ラブ・グラス」と呼ばれている。例えば、アフリカ南部原産のウィーピング・ラブグラス (*Eragrostis curvula*) は、アメリカ南西部で広く植栽されている。

テフ自体も飼料として利用される可能性がある。実際、アフリカ南部ではすでに広く利用されており、約 100 年前のボア戦争では馬や牛の飼料として使われていた。テフ牧草の品質は高く、南アフリカの農家は乳牛、羊、馬の飼料として他の牧草よりもテフ牧草を好んで使用している。さらに、この草は、より持続的な地被類が定着するまでの間、むき出しの土壌を保持し、侵食を阻止する「即効性」があると、南アフリカの人々を興奮させている。

湿度の高い地域

将来性はおそらく低い。アフリカの湿潤地域では、試験が行われていない (少なくとも報告されていない) ため、テフの見通しは不明である。しかし、この作物は比較的乾燥した環境のものであり、高温で蒸し暑い環境ではほとんど可能性がないと思われる。確かに降雨量の多いエチオピアのイルバゴール州でも栽培されているが、そのほとんどは急斜面で、すぐに流出水で流されてしまう。

乾燥地帯

良い見込みがある。テフは、不安定な気候、特に乾季の発生や長さが予測できないような気候に適した信頼性の高い穀物である。

アップランド地域

見通しが良い。エチオピアのテフのほとんどは中程度の標高で生産されているが、高台でも古くから一般的であり、徐々に高い場所に導入されつつある。エチオピアや他のアフリカの高地の農村経済への貢献度は、将来的にかなり高くなると思われる。

その他の地域

テフは、アフリカだけでなく、多くの国々で期待されている。メキシコ、ボリビア、ペルー、エクアドル、インド、パキスタン、ネパール、オーストラリアなどがテフを導入する可能性がある。さらに、この植物は成熟が早く、耐寒性があるため、生育期間の短い高緯度地域で穀物栽培の新しい分野を切り開くことができるかもしれない。例えばカナダ、アラスカ、ロシアや中国北部など、世界各地に広がっている。また、エチオピア人の人口が増加しているイスラエルにとっても、テフは重要な存在になるかもしれない。近年イスラエルは、アメリカ、南アフリカ、エチオピアからテフを輸入している。

テフを米国でも有望な新穀と見る向きもある。彼らはそれが栄養的に十分健康的な食品であり、質の高い食品である事を指摘している。「例えば、ワッフルやパンケーキがとてもおいしくできる」と、ワシントン D.C. の植物学者フレッド・マイヤー氏は指摘する。アイダホ州の企業がすでに商業規模で生産し、全米の市場に供給している。テフはオクラホマ州の農場でも生産されており、機械で収穫され、購入に熱心な食品会社との契約に基づいて販売されている。こうした経験は、限定的ではあるが、おそらくアメリカの食品システムの一部として残る大量生産の特殊穀物の基礎を築いているのだろう。

用途

テフの色は乳白色から黒に近い色までであるが、最もポピュラーな色は白、赤、茶色である。一般に、色が濃いほど風味が豊かである。味は淡白であるが、白い種が最も高値で取引される。しかし、赤や茶色の種子は、より丈夫で、より早く成熟し、より育てやすい植物から採れる。また、テフの愛好家にとっては、よりしっかりとした味わいが好まれる。

テフには、小麦に含まれるグルテンが含まれていない。そのため、小麦のグルテンに重度のアレルギーを持つアメリカ人がテフを購入することもあるそうである。しかし、インジェラは、このグルテンを含まないにもかかわらず、平らなパンと盛り上がったパンの中間のようなふくらみをもっている。

エチオピアでは、テフの粉はインジェラだけではない。お粥（ムク）にしたり、ケーキや甘い乾パン（キタ）にしたり、自家製飲料の材料にしたりする。米国では、スープ、シチュー、グレービー（肉汁）の増粘剤として推奨されており、少なくともある宣伝用パンフレットによれば、「テフのマイルドでやや糖蜜のような甘さは、おかゆ、パンケーキ、マフィンやビスケット、クッキー、ケーキ、炒め物、

キャセロール、スープ、シチュー、プリンに入れやすい」という。最近の本、R. Wood 著「Whole Grain Gourmet」(William Morrow, 1991)には、多くのアップスケールなテフ・レシピが掲載されている。

飼料として、テフ植物は飼育コストが安く、生産が早い。藁は柔らかく、乾燥が早い。栄養価が高く、家畜の嗜好性が非常に高い。葉と茎の比率（平均 73:27）が高く、その消化率（65%）は比較的高く、タンパク質含有率（1.95-2%）は低い、貴重なものである。エチオピアの農家では、冬の終わり、新鮮な草が手に入らないが耕作シーズンがやってくる時期に、牛を強化するためにこの藁を利用している。テフの飼料は、エチオピアの農業システム全体にとって重要な要素であり、穀物だけを考える人は

栄養価 (100g 中)

Main Components		Essential Amino Acids	
Moisture (g)	11	Cystine	1.9
Food energy (Kc)	336	Isoleucine	3.2
Protein (g)	9.6	Leucine	6.0
Carbohydrates (g)	73	Lysine	2.3
Fat (g)	2.0	Methionine	2.1
Fiber (g)	3.0	Phenylalanine	4.0
Ash (g)	2.9	Threonine	2.8
Vitamin A (RE)	8	Tryptophan	1.2
Thiamin (mg)	0.30	Tyrosine	1.7
Riboflavin (mg)	0.18	Valine	4.1
Niacin (mg)	2.5		
Vitamin C (mg)	88		
Calcium (mg)	159		
Chloride (mg)	13		
Chromium(μg)	250		
Copper (mg)	0.7		
Iron (mg)	5.8		
Magnesium (mg)	170		
Manganese(mg)	6.4		
Phosphorus (mg)	378		
Potassium (mg)	401		
Sodium (mg)	47		
Zinc(mg)	2		

図4 テフの穀物には9~11%のタンパク質が含まれており、これは通常のコロシ、トウモロコシ、オート麦よりもわずかに高い量であると報告されている。しかし、米国で検査されたサンプルは、常に14~15パーセントと、さらに高いタンパク質レベルを示している。消化率が高いのは、アルブミン、グルテリン、グロブリンという主要なタンパク質画分が最も消化しやすいタイプであるためと考えられる。特にアルブミン画分にはリジンが多く含まれている。小麦アレルギーのアメリカ人の反応からすると、テフにはパンを膨らませるためのタンパク質であるグルテンは基本的に含まれていない。しかし、インジェラに使用されるテフは、“膨化”する。

COMPARATIVE QUALITY (品質比較)

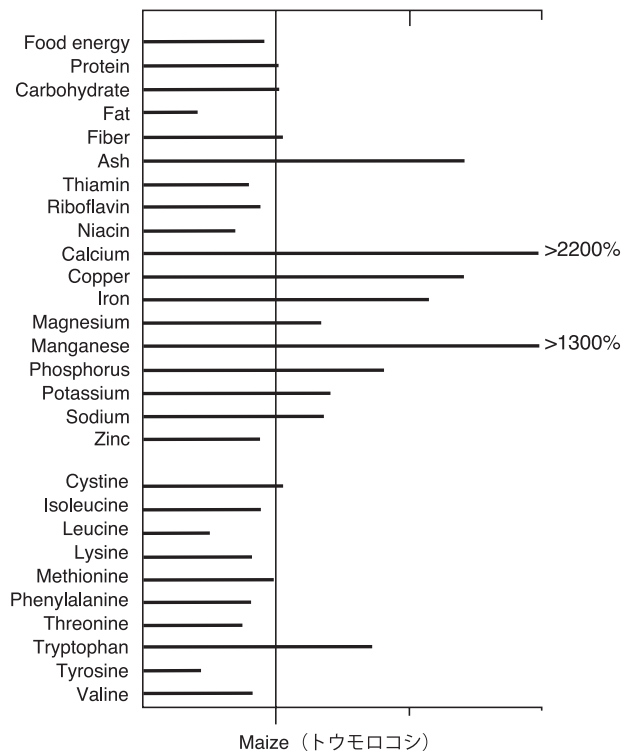


図5 ミネラルのレベルも良好である。平均的な灰分含有量は3%である。テフは、鉄、カルシウム、カリウム、リンが豊富であると報告されている。鉄とカルシウムの含有量（それぞれ11-33mgと100-150mg）は、小麦、大麦、トウモロコシよりも高い。エチオピアでは、貧血がないことがテフの消費量と相関しているようで、鉄分が多く含まれているためと推測される。しかし、テフの中には、鉄分の含有量が異常なほど少ないサンプルもある。鉄分の一部は、この小さな粒に付着している塵や埃に由来しているのかもしれない。洗浄した種子の鉄分は約6mgで、報告されている数値よりはるかに少ないが、それでも驚くべき量である。

見落としがちな点である。テフは、小麦、大麦、トウモロコシなどの主要な穀物と同等か、それ以上の食品価値がある。しかしこれは、胚芽やふすまを含む全粒粉の状態を食べるためと思われる。

エチオピアでは、テフワラは壁やレンガ、粘土でできた家庭用容器の結合材として好まれている。

栄養

テフの種子は、一見小麦と同じような食品価値であるが、実はより栄養価が高い。その理由は、(1) 種子が非常に小さいため、ふすまや胚芽(栄養が集中する外側の部分)の割合が多いこと、(2) 種子が非常に小さいため、テフはほとんどの場合、全粒粉として生産されていること、の2つである。しかし、精製された粉を作ることは可能である。適切な選別により、ふすまや胚芽を取り除くことができる。

穀物としては、テフはエネルギーが豊富である(100gあたり353~367kcal)。脂肪分は平均で約2.6%である。ほとんどのサンプルで、タンパク質含有量は他の穀物と同等かそれ以上である。タンパク質含有量は8~15%で、平均11%である。タンパク質は、ほとんどのシリアルと同様に、リジンレベルによって制限される。エチオピアでは、1日1枚のインジェラパンケーキで、他のタンパク源がなくても生命を維持できる量のアミノ酸を摂取できると言われており、健康維持のためには2枚で十分だと言われている。実際、エチオピアの一般的な食品を調査した2人の栄養士は、次のようにコメントしている。「テフに含まれるメチオニンとシスチンの値の高さに注



図6 エチオピア料理で最も重要なパンであるインジェラは、通常テフで作られている。厚いスポンジ状のパンケーキで、他の食べ物を挟んだり巻いたりすることができる。厚さは数ミリだが、大きさは1.5メートルにもなる。(パノスの写真)

目したい。テフとパルス(豆)を混ぜたタンパク質は、リジンと含硫アミノ酸の両方に関して、ほぼ最適なアミノ酸混合物を与えるだろう」。エチオピアでは、インジェラの生地にはフェヌグリーク(アビッシュ)、レンズ豆、エンドウ豆(アター)、そら豆(バケラ)を混ぜるのが一般的だが、これはこの栄養基準を満たす行為といえる。

ビタミンの含有量は穀物としては平均的であるが、インジェラの製造には短い発酵工程があり、酵母がさらにビタミンを生成するのである。そのため、穀物の価値が高まる。ミネラルの含有量も良好である(平均灰分3%)。特に鉄とカルシウムの含有量(0.011~0.033%, 0.1~0.15%)は注目に値する。エチオピアでは、貧血がないこととテフを食べることが相関しているようだが、これはテフの鉄分が良いからだと思われる。

農学

エチオピアの農家では、テフを主食用と待機用に分けて栽培している。主食用としては、他の穀物と同じように植えるが、通常、播種は遅く、収穫は乾季に入ってからになる。待機用としては、メインの作物であるトウモロコシやモロコシ、あるいは小麦がダメになるのを待つ。そして、災害時のバックアップとして、成熟の早いテフを蒔くのである。他の穀物が信頼性が高く、収穫量も多いにもかかわらず、エチオピアの農家はテフを畑に1, 2枚植えている。高値で取引されるだけでなく、播種時期が遅いため、両方の作物を栽培して収穫することができるのだ。

イエメンでは、テフは怠け者の作物として知られている。農民は鉄砲水で湿った土に種をまき、約45日後に戻って穀物を集めるだけである。どのように育てても、テフは一度植えればほとんど手入れを必要としない。生育が早いので雑草がほとんど生えず、病気や害虫の被害も少なく、栄養を加えなくてもよく育つと言われている。しかし、ほとんどの場所で、テフは肥料に反応する。南アフリカでは、1ヘクタールあたり最大80kgの窒素を添加すると、飼料(もちろん種子)の収量が劇的に向上することが分かっている。しかし、現在の品種は種子よりも葉を多く生育するため、農家は必ずしもこの特徴を嫌ってはいない。

収穫と取り扱い

テフの脱穀は、標準的な方法と設備で十分可能である。超早生種は45-60日、早生種は60-120日、晩生種は120-160日で収穫可能である。収量は1ヘクタールあたり300~3000kg、あるいはそれ以上である。エチオピアの全国平均は1ヘクタールあたり910kgだが、優れた農法に注意深く従えば、1ヘクタールあたり2000~2200kgの収量は日常的に達成可能であると考えられている。南アフリカの農場でも1ヘクタールあたり2,000kgの収量が達成されているが、暴風雨で畑が平らになってしまい、大きな損失が出ることもある。

この穀物は貯蔵が容易で、伝統的な倉庫で虫の害を受けずに何年も生き延びることができる。飢饉に対する貴重な防御策となる。

制限事項

種が小さいので、これだけでも大変な作物である。畑の準備も面倒で、整備するのが難しい。また、風や雨で小さな苗が定着する前に埋もれてしまうこともある。そんな小さな種を手で脱穀し、風を通し、粉碎するのはとても手間がかかる。また、隙間から落ちてしまうこともあり、取り扱いや運搬も大変である。

次のステップへ

テフは、日常食、グルテンフリーの特産品、飼料、砂防などの資源になりそうな勢いである。エチオピアの農家は、世界の国々に教えることがたくさんある。問題は、今のところテフの良さに気づいている人が少ないことだ。テフの現状、可能性、問題点、必要性などについて、関心を引き起こし、全体的な

認識を高めるための活動が必要である。例えば、会議、単行本、ニュースレター、広報誌などである。

テフの故郷の人々はテフについて誰よりも知っているが、少なくとも現時点では、エチオピアがこのような活動の先頭に立つことを期待するのは非現実的である。国際的なグローバルな取り組みが必要である。幸いにもテフは雑草ではないので、世界のさまざまな場所で、ほとんど危険を伴わずに試験を行うことができる。多くの国が参加できるが、特にアメリカ、南アフリカ、オーストラリアは、試験用の品種を選定し、最終的に世界中で使用するための先駆的な役割を果たすことができる。

テフは、世界の穀物学者、農学者、食品化学者にとっての挑戦でもある。テフは興味深い新種の穀物であるが、現在ではほとんど知られていない。テフには多くの利点があると思われるが、実際にどのような限界と可能性があるのかは、まだ非常に不確かである。

胚芽の収集と評価

エチオピアの生殖質は、世界的に重要である可能性がある。エチオピアはこの作物の原産地であり、多様性の中心であるため、その多様性を維持することは、すべてのテフ改良の前提条件である。実際、すでに数千のサンプルが収集されている。まだまだ残っているはずだが、最も緊急な課題は、すでにあるテフ系統の特徴を明らかにすることだろう。

植物の育種

つい最近まで、テフを掛け合わせるの面倒な作業だった。夜明け前の数分間という限られた時間で、しかも熟練した技術者が必要だった。しかし、現在

テフ開拓団

これまでエチオピアは、小麦、トウモロコシ、モロコシへの投資に比べ、テフ研究への公式な取り組みが少なかった。しかし、いくつかの組織は、この作物の普及に独自の努力を払っている。

アレマヤ農業大学のデブレツァイト農業研究センターとアディスアベバ近郊のホレタ農業研究所は、いずれも高収量株を生産している。これらの幾つかは、茎崩壊する程の重い粒である。現在、藁が短く硬い品種を開発し、肥料や灌漑を多用しても倒れない高収量のテフを作るための研究が進められている。メキシコで茎の短い品種が育成されるまで、初期の高収量小麦にはこの問題があった。この組み合わせが緑の革命の品種につながり、20年間、アジアで飢餓に苦しんでいた数百万人を養ってきた。

Debre Zeitの農業研究所はまたテフの研究をし、有望な成果を上げている。DZ 01-946という品種を開発し、1ヘクタールあたり1.78トンの収量をあげている。

また、国際的な関心も高まっている。イギリスでは、ロンドン大学のワイ・カレッジが系統育種を行っている。イスラエルでは、ボルカニセンターがテフの研究試験を行っている。アメリカでは、アイダホ州コールドウェルのウェイン&エリザベス・カールソンが、国内外の農家向けに品種や加工技術の開発を進めている。

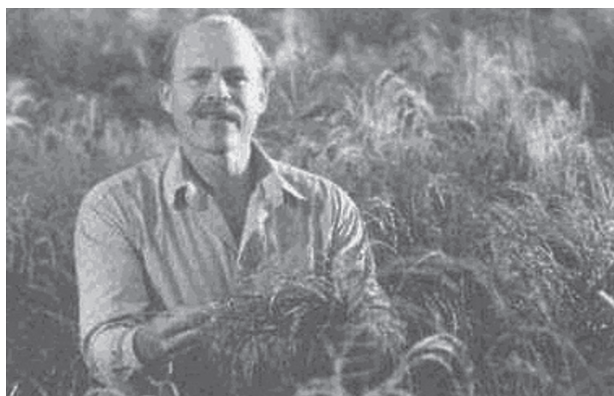


図7 ウェインとエリザベス・カールソンは、食用としてテフを栽培し始めた数少ない非エチオピア人の一人である。アイダホ州コールドウェル近郊の彼らの農場では、この作物が盛んに栽培されている。アイダホ州とオレゴン州の州境にある過酷で乾燥した谷間で、彼らの畑はエチオピアの好物である穀物を生産している。ウェインがテフを知ったのは、エチオピアで生物学者として働いていたときだった。帰国後、テフを植えてみた。5年後には、裏庭で数種類を育てていたのが、200 エーカーの土地で4つの系統を収穫し、毎年数千キロのテフの種子を脱穀、製粉、包装するまでに成長した。カールソン夫妻のテフ粉は現在、全国の自然食品市場に出回っているほか、大都市にはエチオピア料理店が数多く誕生し、アメリカ人や5万人といわれるエチオピア人移民・留学生に愛されている。彼らの長期的な目標は、テフをアメリカの穀物栽培の新たな選択肢にすることである。テフの故郷も見過ごせない。カールソン夫妻は毎年、育成した穀物の一部をエチオピアに戻し、試験や農民のために使っている。昨年は、エチオピアで植えるために16,000kgの種子を支援団体に寄贈したそうである。ウェイン・カールソンは、欧米諸国はテフにもっと目を向けるべきだと言う。何世紀にもわたって、この植物の適応性と栄養価は、エチオピアの高地住民たちが厳しい環境の中で自立を維持するのに役立ってきた、と彼は指摘する。

では、このプロセスを非常に簡単で日常的なものにする技術が開発されている。

植物育種によるテフ改良プログラムは、複数の親の望ましい性質を計画的に組み合わせることで、大きな進歩をもたらす可能性がある。特に「ムニテ」と呼ばれる品種は、40cmと非常に短く、早熟で、収穫指数も高いので、この点で価値があると思われる。エチオピアで作られたある品種は、1ヘクタールあたり3,560kgの収穫量を記録している。

その他、特に大規模な商業生産に向けた作物の改良目標として、粒の大きさ、種子の飛散の少なさ、種子の速やかな乾燥が挙げられる。現在よりも乾燥した種子を収穫できるようになれば、収穫ロスが減

り、世界中の農家にテフが受け入れられる可能性が高くなる。

農学

エチオピアでは、すでに知られている技術、すなわち入念な土地の準備と、厳選した種子の使用、施肥、最適な時期の播種と除草、病気や害虫の防除など応用することによって、大幅な収量の向上を実現することができる。ある。また、機械化によって収量を増やすことも可能である。播種方法には特に注意が必要である。

観賞用植物

今、ヨーロッパ、アメリカ、そして日本で、観賞用草花への関心が爆発的に高まっている。テフは、直立したコンパクトな樹形、鮮やかな色の葉（多くの色の組み合わせが可能）、羽毛のような花柄が特徴的な植物で魅力的である。選抜された系統を開発することで、観賞用として小規模ながら収益性の高い市場ニッチを創出することができるかもしれない。この可能性は、すでに米国で検討されている。

飼料

南アフリカでは、乾草生産用に様々な生産性の高い品種が選抜されている。これらは他の地域でも活用されるに値する。また、多くの品種に適応した新しいタイプが豊富に存在する可能性があり、エチオピアの広範な胚芽から、さまざまな条件下での栽培を可能にする。

侵食防止

一時的なグランドカバーとして、雑草のない一年草の需要が世界的に高まりそうである。南アフリカでは、テフを「ナースクロップ（保護作物）」として利用し、地面を素早く覆い、一緒に播いた多年草の定着を促している。これは他の地域でも試してみるべきであろう。南アフリカでは、道路の切り通し、露天掘りの鉱山跡地、川岸など、浸食されやすい場所を保護するために、すでに混合して使用されている。近縁種の *Eragrostis curvula* と一緒に播種されることが多い。この多年草は、南アフリカでは、土地の保護や埋め立ての目的で、信じられないほど多くの種類が開発されている。有毒で乾燥し、劣化し、肥沃でないスラグヒープ

テフ・イン・トランスヴァール

1886年、イギリスのキュー王立植物園はアビシニアからテフの種子を入手し、インドや植民地のさまざまな植物園やその他の施設に配布した。1887年に発行された『Bulletin of Miscellaneous Information』では、「インドのある丘陵地、植民地帝国の高地、そしてトウモロコシや小麦がうまく栽培できないすべての場所に、この作物を導入する」ことを提唱している。

これをきっかけに、アフリカ、アジア、オーストラリアの各地でテフが試験栽培されるようになった。その結果、この植物の性能に関する多くの報告が寄せられた。

最も効果的だったのは、当時まだイギリスの直轄地ではなかったトランスバールへの導入だろう。播種から7、8週間で成熟し、種子が成長する前に刈り取れば、同じ株から干し草に最適な作物で、灌漑していない土地では、夏の間2回連続して刈り取ることができる。2回目の収穫が同一の株から可能である。干し草に最適な作物で、灌漑していない土地では、夏の間2回連続して刈り取ることができる。播種量は多く、小さな畑から1エーカーあたり4分の3トン(1.875トン/ヘクタール)の種子を得ることができた。苗は夏の猛暑でも焼けにくい。藁は柔らかくて薄いので、乾燥と硬化が非常に早い。

しかし、良い結果とは裏腹に、テフの普及は偶然の産物でしかなかった。新しい農作物にありがちなことだが、売り出した当初はあまり売れなかった。ある農家が、必要以上にテフを栽培していたため、ヨハネスブルグの市場に余ったテフを送ったところ、売れ行きが悪く、買い手がつかなかったという話がある。しかし、買い手の誰もがテフを知らなかったため、売れ行きは芳しくなく、最終的には家畜の寝床に使われることになった。一般的な敷料(スゲや *Arundinella eckloni* を刈り取ったもの)よりも柔らかいので、買い手は厩舎のために1区画を選んだ。噂によると、その厩舎のオーナーは、動物たちが飼料よりも寝具用を優先しているのを発見した。その結果、オーナー達はコンディションを整え始めた。オーナーは市場に出ているテフをすべて買い占め、さらに追加を要求した。そして、テフを買い占め、さらに呼びかけた。テフは受け入れられ、20世紀初頭のトランスバールにとって重要な寝床用飼料となった。(例えば、ボーア戦争では、おそらく両陣営の馬の寝具用飼料になった)。

1913年のKew BulletinにJoseph Burt Davyが「テフはトランスバールの多くの小規模農家を貧困から救い、ウィットウォーターランドの酪農業を立ち直らせるのに大きく貢献した」と書いている。農務省の植物学部門が他に何もしなければ、テフを農作物として導入・定着させることで、部門が存在した10年間の全費用を南アフリカに支払う以上の効果があっただろう」という意見が農民から出されているのである。

トランスバール地方や南アフリカの他の地域では、テフはその親戚であるウィーピング・ラブグラス (*Eragrostis curvula*) と一緒に播かれることが多い。この多年草は、南アフリカでは、土地の保護や埋め立ての目的で、信じられないほど多くの種類が開発されている。有毒で乾燥し、劣化し、肥沃でないスラグヒープなど、これまで何も育たなかった場所で、優れた侵食防止効果を発揮している。砂防植物としては、多年草であり、季節が変わっても地表を覆う力があることから、テフよりもウィーピングラブグラスの方が優れている。しかし、テフは長時間は苦手でも、短時間は得意なのである。そのため、テフを使うことで、足の遅いところが足元を固めている間に、素早く敷地を覆うことができるのである。

死者を蘇らせる 水を加えるだけで

多くの草花の種子は完全な脱水状態でも生き延びることができるが、その他の植物の部分はすべて乾燥すると死んでしまう。しかし、ある種の植物は、乾燥から回復する奇跡的な能力をもっている。水を与えると、数時間後には葉や莖、時には花までもがよみがえる。茶色く変色し、修復不可能と思われた組織が健康的な緑色を取り戻し、再び活発に成長する。

このように干ばつに強い植物が何種類あるかは不明だが、その数は少なく、少なくとも4種類はテフに似たアフリカの草である。このことから、テフと交配させれば、穀物としての資質と究極の干ばつに耐える能力を併せ持つ雑種が生まれるかもしれない。

オーストラリアの植物生理学者ドン・ガフ(*)は、完全な乾燥状態から復活できる安全な作物という興味深い可能性を研究している。今のところ、彼の最大の問題は(このような遠大な研究のための資金を得ること以外に)、テフを「復活の親類」と交配させることである。種間の繁殖力の壁は高く、自然な受粉ができないため、ガフ氏は「体細胞交配」と呼ばれる方法を採用した。電気パルスを使って、葉の細胞をあたかも通常の花粉と卵細胞のように融合させるのだ。そのためには、まず細胞からセルロースの壁を剥がす必要がある。その結果、融合した細胞は、組織培養の技術によって、植物全体に再生することができる。

この難題はまだ始まったばかりだが、ガフはすでに4個のテフのパートナーを見つけている。それは以下の通りである。

Eragrostis paradoxus。ジンバブエで採取された希少種で、非常に細かい葉を持つこの比較的成長の遅い草は、驚くべき回復力を持ち、わずか1cmの深さの土壌でも生育してきた。

Eragrostis hispidula。この種もジンバブエ産で、背が高く、毛に覆われた広い葉を持つ。

Eragrostis nindensis。ナミビアなどアフリカ南部の乾燥地帯に広く分布し、生育が旺盛で、地元では羊の飼料として重宝されている野生テフ。

Eragrostis invalida。シエラレオネのニジェール川源流に近いティンギ山脈で採取された多年草で、ガフのサンプル。4種の中で最も背が高いが、それでも高さは60cmほど。短い根茎で塊が広がっていく。

* Don F. Gaff, Department of Ecology and Environmental Biology, Monash University, Wellington Road, Clayton, Victoria 3168, Australia.

など、以前は何も育たなかった場所に、優れた侵食防止効果を発揮している。

ブラック Cotton の土壌

テフは、エチオピア高地のバーティゾル（黒綿）土壌で発展してきたもので、そこは頻繁に水浸しになる。他の穀類はほとんど栽培できない。実際、テフは米以外のどの穀物よりも湿潤な条件に耐えることができる。テフは、部分的に湛水した区画や酸性土壌でも生育することができる。

バーティゾルは、熱帯地方の多くの地域で問題になっている。そこでは粘度はわれ、常に持ち上げられ、たわみ、落ち込む。このような土壌は、生育期の初期に湛水して嫌気状態になり、その後、ひび割れや乾燥によって、せっかく生き残った植物の根が切れてしまう。また、雨が降るとベトベトになり、機械や人が移動することができなくなる。このような「不可能」な土壌が広大な面積で存在する。このような土壌の酷使に耐えられる作物植物はほとんどない。テフは、このような土地にとって救世主となるかもしれない。特にインドには、このような不可能な土壌が広大にある。

種情報

植物名

Eragrostis tef (Zucc.) Trotter

同義語

Poa abyssinica Jacq.; *Eragrostis abyssinica* (Jacq.) Link

一般的な名称

アフリカーンス語：テフ、ゲウォネ・ブルイン・テフ（オウ・ブルイン）

アラビア語：tahf

英語：テフ、テフ、ウィリアムズ・ラブグラス

エチオピア語：タフィ（オロモ/アファール/ソド）、タフェ・エ（ハド）；タフ、テフ、タフ（アマリニア語、ティグリニヤ語）。

フランス語：milé thiopien

マラウイ語：チマンガ、ンドズングラ（Ch）、チドザンジャラ（Lo）

説明

テフは高さ 30～120cm の房状の一年草で、稈は細く、葉は細長く滑らかである。根は浅い。花序は、

緩いまたはコンパクトな羽状花序である。粒径は 1～1.5mm と極めて小さく、1g 中に 2,500～3,000 個の種子がある。

C4 光合成経路を採用し、光を効率的に利用する一方、水分の要求量は少ない。染色体数は $2n=40$ で、4 倍体である。

分布

テフは有史以前からエチオピアで栽培されており、その家畜化や初期の利用は古代に失われている。テフの祖先は *Eragrostis pilosa* という野生種に非常によく似ており、染色体数も同じである。エジプトのファラオの墓からは、テフとされるサンプルが発見されている。野生のテフは今でも収穫され、他の野生の穀物と混ぜて、かなりの規模で食べられている。

栽培されている品種

テフにはさまざまな種類がある。例えば、細いパニック状の「ムリ」（ネズミの尻尾）タイプや、矮性で半立体、短命の「ダビ」タイプなどである。いずれも、一般的に栽培されている背の高い緩いパニックの品種とは印象が異なる。

前述のように、エチオピアでは主に 3 つのカラータイプが認められている。

- ・ホワイトテフ (*Thaf hagaiz*)。冷涼な季節に栽培され、成熟が遅い。穀物として優れている。しかし、土壌への要求が高く、標高 2,500m 以下でしか栽培できない。南アフリカでは輸出用穀物として開発されている。

- ・レッドテフ、ブラウンテフ。早熟で、飼料用として優れている。エチオピアでは通常、標高 2,500m 以上で栽培されている。南アフリカではこの品種が飼料作物として利用されているので、標高は関係ないようである。

環境条件

デイレングス（日長）

正確な要件は不明である。南アフリカでは、南緯 22 度から 35 度（平均日長、12 時間）の間で自由に種を蒔くことができる。エチオピアでは、北緯 5 度から北緯 10 度（日長、11～13 時間）の間にある。

雨量

テフ栽培地の平均年間降水量は 1,000mm だが、その範囲は 300mm から 2,500mm である。テフは中程度の乾燥に耐えるが、ほとんどの品種は生育初期に少なくとも 3 回の良好な雨を必要とし、合計 200 ~ 300mm の水を必要とする。生育の早い品種では、通常の生育期が終わった時点で、土壌に残っている水から 150mm を得ることができるともある。南アフリカのテフのほとんどは、夏の降雨量が 500 ~ 800mm の地帯に植えられている。

標高

テフは海面近くから標高 3,000m 以上まで栽培可能で、モロコシやトウモロコシには寒すぎる地域で特に重宝されている。例えばレソトでは、標高 2,000m、気温が -15°C まで下がる場所で発生する。エチオピアの他のどの穀物よりも標高範囲が広いのが特徴である。エチオピアでは他の穀物よりも標高の幅が広い。

低温

テフにはある程度の耐霜性があるが、長期の凍結には耐えられない。

高温

テフは、(低地では) 35°C をはるかに超える気温に耐える。例えば、オガデンのワディ・シェベレ川沿いのゴデでは、気温が 50°C にもなるため、灌漑で栽培されている。

土壌の種類

テフの土質に対する耐性は非常に広いようだ。前述のように、作物や農家にとって敵対的であることで有名な黒綿の土壌でも良好な結果を示している。実際、南アフリカでは、このような土壌でテフがすでに非常に人気がある。しかし、農家は通常の 2 倍の播種量を使用する。酸性土壌 pH5 以下でもテフには問題ない。

References

- Ashenafi, M. 1994. Microbial flora and some chemical properties of ersho, a starter for teff (*Eragrostis tef*) fermentation. [World] *Journal of Microbial Biotechnology* **10**(1): 69-73.
- Berhe, T., L.A. Nelson, M.R. Morris, and J.W. Schmidt. 1989. Inheritance of phenotypic traits in tef: I - lemma color, II - seed color, III - panicle form. *Journal of Heredity* **80**: 62-70.
- Besrat, A., A. Admasu, and M. Ogbai. 1980. Critical study of the iron content of tef (*Eragrostis tef*). *Ethiopian Medical Journal* **18**: 45-52.
- Cheverton, M.R. and N.W. Galwey. 1989. Ethiopian t'ef: a cereal confined to its centre of variability. Pages 235-238 in G.E. Wickens, N. Haq, and P. Day, eds., *New Crops for Food and Industry*. Chapman and Hall, London and New York.
- FAO. 1988. *Traditional Food Plants*. Food and Nutrition Paper 42. FAO, Rome.
- Huffragel, H.P. 1961. *Agriculture in Ethiopia* FAO. Rome. 484 pp.
- Jones, G. 1988. Endemic crops plants of Ethiopia I: t'ef (*Eragrostis tef*). *Walia* **11**: 37-43.
- Ketema, S. 1988. Status of small millets in Ethiopia and Africa. Pp. 6-15 in *Small Millet: Recommendations for a Network*. Proceedings of the Small Millets Steering Committee Meeting, Addis Ababa, Ethiopia, 7-9 October 1987. International Development Research Centre, Ottawa.
- Ketema, S. 1991. Germplasm evaluation and breeding work on teff (*Eragrostis tef*) in Ethiopia. Pp. 323-328 in Engels, J.M.M., J.G. Hawkes, and M. Worede, eds. 1991, *Plant Genetic Resources of Ethiopia*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 383 pp.
- Lester, R.N. and E. Bekele. 1981. Amino acid composition of the cereal tef and related species of *Eragrostis* (Gramineae). *Cereal Chemistry* **58**: 113-115.
- Mamo, T. and K.S. Killham. 1987. Effect of soil liming and vesicular-arbuscular-mycorrhizal inoculation on the growth and micronutrient content of the teff plant. *Plant and Soil* **102**: 257-259.
- Mamo, T. and J.W. Parsons. 1987. Phosphorus-micronutrient interactions in teff (*Eragrostis tef*). *Tropical Agriculture* **64**: 309-312.
- Mamo, T. and J.W. Parsons. 1987. Iron nutrition of *Eragrostis tef* (teff). *Tropical Agriculture* **64**: 313-317.
- Marathee, J.P. Structure & characteristics of world millet economy. 1993. Pp. 159-178 in K.W. Riley, S.C. Gupta, A. Seetharam, and J.N. Mushonga, eds., *Advances in Small Millets*. Proceedings of an IDRC/ICRISAT conference. Oxford International Book House, New Delhi.
- Osuji, P.O. and B. Capper. 1992. Effect of age on fattening and body condition of draught oxen fed teff straw (*Eragrostis tef*) based diets. *Tropical Animal Health and Production* **24**(2): 103-108.
- Parker, M.L., M. Umata, and R.M. Faulks. 1989. The contribution of flour components to the structure of injera, an Ethiopian fermented bread made from tef (*Eragrostis tef*). *Journal of Cereal Science* **10**(2): 93-104.
- Riley, K.W., S.C. Gupta, A. Seetharam, J.N. Mushonga, eds. 1993. *Advances in Small Millets*. Proceedings of an IDRC/ICRISAT conference.

Oxford International Book House, New Delhi.

Seetharam, A., K.W. Riley, and G. Harinarayana. 1989. *Small Millets in Global Agriculture*. IDRC, Ottawa, Canada. 392 pp.

Tadesse, E. 1969. Tef (*Eragrostis tef*): cultivation, usage, and some of the known disease and insect pests, Part I. Experiment Station Bulletin No. 60. College of Agriculture, Haile Sellasie I University, Dire Dawa, Ethiopia. 56 pp.

Tadesse, E. 1975. Tef (*Eragrostis tef*) cultivars: morphology and classification Part II. Experiment Station Bulletin No. 66. College of Agriculture, Addis Ababa University, Dire Dawa, Ethiopia. 73 pp.

Tadesse, D. 1993. Study of genetic variation of landraces of teff (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) in Ethiopia. *Genetic Resources and Crop Evolution* **40**(2):101-104.

Tefera, H., S. Ketema, and T. Tesemma. 1990. Variability, heritability and genetic advance in tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) cultivars. *Tropical Agriculture* **67**(4): 317-320.

Twidwell, E.K., A. Boe, and D.P. Casper. 1991. Teff: a new annual forage grass for South Dakota. Extension Extra 8071. South Dakota Cooperative Extension Service, Brookings, South Dakota.

Umata. M. and R.M. Faulks. 1988. The effect of fermentation on the carbohydrates in tef (*Eragrostis tef*). *Food Chemistry* **27**:181-189.

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

Wolde-Gebriel, Z. 1988. Nutrition. In Zein Ahmed Zein and Helmut Kloos, eds., *The Ecology of Health and Disease in Ethiopia*. Ministry of Health, Addis Ababa.