

雑穀セミナー 質疑応答

(セミナー開催後に、講演者の方々に改めて質疑応答への回答をお願いしました。このため、セミナー時の回答と内容が異なる場合もあることにご留意いただければ幸いです。)

ソルガムにおいても(サトウキビ同様)株出し栽培を行うことが一般的なのでしょうか？
その場合の子実の収量は1作目と比較して何割程度に減少/増加しますか。
また、スウィートソルガムでも株出し栽培は一般的でしょうか。

(スバラオ博士)

1. スウィートソルガムに関しては、(サトウキビと同じように)茎の破碎のために登熟期の前に収穫されることから、少なくとも1度は株出しが可能かもしれませんが、(サトウキビとは異なり)収量はずっと下がります。ただし、水と窒素肥料の施肥が十分あれば何とか経済性は確保できるかもしれません。
2. ソルガムに関しては、インドやアフリカでは株出し栽培は経済的に見合わず、一般に行われていません。アメリカでも同様であると思います。

日本の雑穀の品種名(variety name)は？

(河瀬教授)

この質問に関しては“Variety name”(一般には品種名)の定義について明確にする必要があります。シンポジウムの際には、日本の雑穀に関する通名(common names)の質問かと思いましたが、次のように回答しました。

foxtail millet, *Setaria italica*: “awa” : 粟 (アワ)

Japanese barnyard millet, *Echinochloa esculenta*: “hie” or “nihon-bie” : 日本稗 (ニホンビエ) (稗ヒエ、ですが、インド稗: barnyard millet と区別するために日本稗、としています)

common millet, *Panicum miliaceum*: “kibi” or “ko-kibi” or “ina-kibi” : 黍 (キビ)・小黍 (子キビ)・稻黍 (イナキビ)

finger millet, *Eleusine coracana*: “shikoku-bie” or “kamoashi-bie or “chosen-bie” : シコクビエ・カモアシビエ・チョウセンビエ

Job’s tears, *Coix lacryma-jobi* var. *ma-yuen*: “hato-mugi” : ハトムギ

pearl millet, *Pennisetum glaucum*: “tôjin-bie” : トウジンビエ

sorghum, *Sorghum bicolor*: “morokoshi” or “taka-kibi” : タカキビ

もしご質問が登録された「品種」名に関するものであれば、それほど多くはない雑穀の育成品種について、農林水産省の次のデータベースを参照してはいかがでしょうか。

<https://www.hinshu2.maff.go.jp/vips/cmm/apCMM110.aspx?MOSS=1>

学術的な雑穀の定義について、「小さい穎果をつけるイネ科作物」とされているようです。日本雑穀協会によると、一般的に雑穀は「主食以外に日本人が利用している穀物の総称」を指すようです。

(河瀬教授)

おっしゃる通り、雑穀の学術的な定義は「小さい穎果をつけるイネ科作物」です。英語の millet(s)が日本で雑穀と訳されることが混乱を招くようです。日本語の「雑穀」は英語の ‘millet’ とはかなり意味合いが異なり、「主穀」を補完するものとしてイネ科作物以外の様々な作物を指します。

講演で説明した通り、日本では、栽培作物は概念的・文化的に次の4つに分類されてきました。

- ・主穀: コメ・小麦などを含む主要な主食作物
- ・雑穀: 様々な「millets: 小さい穎果をつけるイネ科作物」を含むマイナー作物
- ・菽穀: 大豆や小豆を含むマメ類
- ・擬穀: ソバ、アマランサス、アカザ科作物など

以上の4つの分類は必ずしも同等ではなく、「雑穀」は「主穀」を補完するものとして様々な作物を指すこともあり、菽穀や擬穀も含む場合もあります。メイズ(トウモロコシ)は世界では主要な作物ですが、日本ではときに雑穀と見なされます。

既に多くの品種・種類があるのに、なぜ品種改良が必要なのでしょう。ゲノム編集が有機栽培に使えないことを考えると、雑穀の優位性と矛盾するのように感じますが、どうお考えでしょうか。

(河瀬教授)

この質問は非常に興味深く、実際に何度も問われてきたところです。雑穀にとどまらず、全ての作物は改良を必要としています。環境条件は常に変化し、人間の需要も時と場所によって異なります。農家にとって、収量が高く、病気にかからず、害虫に耐性があり、質の良い作物を望むのは自然なことです。農家はまた、労力管理の節約を可能にする品種を好みます。このような事情で、ずっと品種改良は進められてきました。

有機農業は近代農業に対するアンチテーゼと言えます。大量の肥料・農薬・除草剤・灌漑などが近代的農業で用いられ、実際に環境や生物多様性を損ねています。我々の未来にとって大事なことは何か模索する必要があります。

雑穀は野生種ではありません。コメ・小麦・トウモロコシのように、何千年にもわたる栽培の歴史があります。こうした歴史の中で、人々はときに意図的に、あるいは無意識的に、有用な形質を持ち適用力ある雑穀を選抜してきました。雑穀の伝統的な品種は長年をかけて改良されてきたのであって、将来に向けても雑穀改良を止めるわけにはいきません。

遺伝子編集による作物を否定する方もおられると思いますし、新たなテクノロジーによって育種された作物については、意図しない現象が起こる可能性についても慎重になるべきだと思います。遺伝子組換え実験は規制・ガイドラインにそって厳密に隔離された環境で行われており、作物に関してはさらに様々な安全規制の対象となるべきです。

主要作物と違って経済的な重要性の低い雑穀は、これまで育種家にとって重要視されてきませんでした。この理由だけでも、多くの伝統品種を確保しておく必要があります。今日、我々は、除草、施肥、病虫害管理についての適切な知識を失いつつありますが、雑穀には大きな改善の余地があります。

今日有機栽培で使用されている雑穀も、我々の祖先が改良してきた品種です。突然変異株が選抜され、また栽培種と野生種の雑種形成が起こってきました。繰り返し栽培することで、自然に環境に適応した遺伝子が集積されます。このような遺伝子の変異が、遺伝子工学・バイオテクノロジーによって加速されることが期待されます。

遺伝子編集と有機農業は決して矛盾するものではありません。ゲノム編集が一つ或いはご

く限られた数の核様体を変化させ、異質な核様体の混入がなければ、人工的に引き起こされたものと自然に発生した突然変異の間に違いはありません。将来的には、ゲノム編集によって養分利用や光合成の効率の高い雑穀品種が有機栽培のもとで栽培され、社会的に受け入れられる日も来るのではないのでしょうか。

イントロダクションで紹介されたように雑穀はメリットが多いことが知られているにもかかわらず、未利用な主要因は何でしょうか？米・小麦・メイズに比べて何がデメリットでしょうか？

(Hughes 博士)

雑穀は、世界の最貧国で栽培されてきたこともあり、これまで十分知られてきませんでした。これまで多くの研究資金は豊かな国の利益にかなうような食料・飼料・産業利用の作物に集中してきました。雑穀研究には十分な投資がされてこらず、3大作物（コメ、小麦、トウモロコシ）のような生産性改善の恩恵を受けず、マーケットの「プル」となる消費者需要を促進するためのバリューチェーンも未発達なままでした。三大穀物と比べ、雑穀の立ち位置を不利にしてきた要因として、雑穀の穀物や粉の保存状態における品質の課題や、雑穀レシピの調理にかかる時間やスキル不足、公的な食料流通システムから外れてきたこと、が挙げられます。

インドにおいて雑穀収量が改善していると聞き、素晴らしいと思います。収量向上の主要因は何でしょうか。気候への強靭性、よりよい栽培種の開発、あるいは農家の嗜好性の変化でしょうか。あるいは栽培面積あたりの収量改善ではなく、栽培面積の拡大でしょうか。

(Satyavathi 博士)

雑穀はこれまでも栄養価の素晴らしさと気候への強靭性という点で評価されてきました。全ての雑穀の収量は過去数年間に改善してきており、とくにパールミレット（トウジンビエ）で顕著です。収量増加の背景として、ソルガムとパールミレットの場合はハイブリッドの開発と普及、フィンガーミレット（シコクビエ）や小さい粒の雑穀については改良された栽培品種の開発、があります。生産性の向上以外にも、栽培慣行の改善も生産増加に貢献しました。雑穀の栽培面積はほぼかわらず、雑穀の栄養価についての認識の高まりによる都市部での需要増加が、農家による雑穀生産への選好動機につながっています。最近開発されている品種は、様々な農業生態学的環境で育成されて試験を経てきたため、気候への適応力が高く、

気候変動への強靭性を有しています。

生物学的栄養強化の作物収量へのインパクトに関心があります。作物における亜鉛や鉄の含有量の向上を目的とした育種によって、収量は影響しますか？ 穀物の質と収量の間にはしばしトレードオフがあると承知しており、生物学的利用強化の影響についてご意見を伺いたいです。

(Satyavathi 博士)

穀物収量と栄養価の間には通常トレードオフがあるものの、品種改良の努力によって、望ましくない関係の打破に繋がっており、パールミレットの場合には高収量の生物学的利用強化品種が多く開発されています。

雑穀と他作物との組み合わせによる営農体系 (Farming System)の研究はどうなっていますか？雑穀は他作物 (米など) にとって、雑草になる可能性があり、農家も自分の営農体系に入れるのは、躊躇する場面もあるのではと思いますが。

(Hughes 博士)

伝統的あるいは工業的にかかわらず、全ての農業生産は「営農体系」のコンテキストで捉えるべきです。最適土壌管理や適正農業規範の視点から、雑穀はヒヨコマメやキマメといったマメ科作物 (したがって土壌窒素を改善) との輪作が可能です。一方、どんな作物でも適切でないところに植えられれば技術的には雑草と見なされますが、雑穀の場合は問題になりません。雑穀は一般に乾燥・水不足の地域で栽培され、コメ・小麦・トウモロコシといった通常灌漑条件のもとで栽培される作物と競合する雑草としては見なされていません。

(Subbarao 博士)

アジアやアフリカの多くの地域では、ソルガムやパールミレットは間作で栽培されることもあります。初期に成長の速いソルガムは、初期に成長の遅いキマメと相性がよく、キマメはソルガムの収量をあまり妨げることなく、ソルガムの収穫後にそこそこの収量を挙げることができます。ソルガムとキマメの組み合わせはインドで広く栽培される間作の一つで、東アフリカや南部アフリカでも見られます。

西アフリカでは、パールミレットとササゲの間作がよくみられるようです。フィンガーミレ

ットやその他の雑穀についての間作システムについてはあまり聞いたことがありません。

インド北部において、伝統的にソルガムと小麦の輪作が行われてきました。同様に、ソルガムと落花生の輪作も行われています。パールミレットは、インド中部・西部で作物システムの重要な構成要素となっています。西アフリカ諸国においても、パールミレットは営農体系の重要な要素です。

(吉橋博士)

日本では、ヒエの原種であるイヌビエが、除草しにくい最悪の水田雑草の一つと見なされています。イヌビエは栽培されるヒエとは異なるのですが、水田農家にとって、厄介なイヌビエを連想させる作物として雑穀に対するイメージが悪いことが、生産が低下した一つの要因かもしれません。

いくつかの農業スタートアップ企業は、フォニオを「スーパーフード」として販売促進しています。もしこうしたスタートアップ企業が農家から適正な価値で買い取り、農家がきちんと品質や生産量・期日をまもって雑穀を栽培すれば、両者にとってウインウインの関係が成立するかもしれません。こうした方法を通じて、生産が増え、消費者に受け入れられていくと思います。

(Hughes 博士)

そのようなケースは、消費者・生産者・そしてバリューチェーンの全ての関係者にとってウインウインな関係をもたらすはずで、全ての雑穀は栄養価に富み、グリセミック指数が低く、グルテンを含まない、したがって「スーパーフード」に該当します。ICRISA では「スマートフード」という言い方を好みますが、消費者からの受容とマーケットの需要が、雑穀生産を持続的で経済的な利益を保障する上での条件となります。

(Satyavathi 博士)

スタートアップ企業と農家の間の相互に有益な関係を構築することは、まさにウインウインの状況を生み出し、生産増加と消費者による受容に大きく貢献します。農家への十分なリターンを保障し、かつ質も担保することで、スタートアップ企業はローカルな農業を支援するのみならず、農家による価値の高い栽培活動への努力や資源の投資を促します。さらに、フォニオや雑穀を「スーパーフード」として促進することは、伝統的な農業慣行保全にとどまらず、栄養あり持続的な食料選択肢への需要を高めることにもつながります。スタートアップが農家と公平かつ裏表のないやり方でかかわることにより、信頼を醸成し、より多くの農家が栽培に参入することを促します。このことが雑穀生産者への支援環境の創出となり、

市場による需要増に見合う生産増に貢献します。さらに、雑穀の栄養的な価値およびローカル・コミュニティや環境への好ましい効果について消費者の知識を高めることで、受容度も広がっていきます。フェアトレード、品質標準化、相互に望ましい関係に基づくスタートアップ企業と農家間の協力関係は、農業生産を促し、雑穀生産の持続性を高め、健康的な食の選択肢を求める消費者ニーズの充足に大きく貢献するでしょう。

乾燥地帯において、雑穀は適した作物だと思いますが、日本において、どのようにしたら雑穀の生産量を増やすことができると思いますか？

雑穀栽培は、儲からず、手間がかかるため、新規で栽培する人は少ないと思います。

また、現在の雑穀生産者も高齢化などで離農が増えています。

国産雑穀の生産量としては右肩下がりですので、生産量を増やすことができた海外の事例などがありましたらご教示いただきたいです。

(Hughes 博士)

雑穀はニジェール、ナイジェリア、セネガル、ケニア、インドといった国々で主食作物の一つとして位置付けられています。ビール生産(ナイジェリア)や養鶏・畜産飼料との配合(インド・スペイン・アメリカ・ブラジル)など、雑穀が産業用の重要な作物である国々もあります。これらの国々では雑穀生産は増加傾向にあり、重要性も増えています。日本において雑穀への関心が高まるには、支援のための農業政策の整備、伝統的な役割についての関心、消費者による健康メリットへの認識、などを促進する必要があるでしょう。消費者利益の促進やコメ生産による温室効果ガス排出削減緩和への間接的な貢献に向において、政策と現場レベルでの対応がカギとなります。

(河瀬教授)

現状打破には、強い動機付けが必要です。

インドにおける最近の雑穀生産向上の成功は、パールミレット、ソルガム、フィンガーミレットの人气が下支えしており、もはや貧困層の食という発想を脱したのだと思います。デリーのスーパーマーケットにおいて、有機農業のラベル付きで雑穀や擬穀のスナック・ビスケット・クッキー商品が売られていました。有機農業・アレルギーフリー・グルテンフリー・高蛋白質・ビタミン豊富、といったキーワードがカギとなるようです。

欧州やアメリカでは、ヒトツブコムギ・スペルトコムギ・エンマーコムギ (einkorn, spelt

wheat, Georgian emmer, emmer wheat) といった「古代コムギ」がカムバックを果たしています。日本でも、「古代コメ」がお店で売られているのを見かけます。これらは栄養に富み、知的で健康問題に関心のある社会層に非常に受けています。30 年前と比べれば、雑穀からつくられた食品は人気になってきています。

雑穀の多くは半乾燥地域に適応して栽培されます。年間降雨量が平均で 1600-1800mm ほどある日本も雑穀栽培の長い歴史を持っています。日本の稗やシコクビエは水田でもよく育ちます。もし多くの消費者が雑穀を試してみたいとし、輸入雑穀よりも高い価格を受け入れるのであれば、日本国内での生産を増やすことも可能でしょう。

雑穀はこれまで日本で注目されてこなかったため、雑穀用に登録された殺虫剤は限られており、除草剤も殆どありません。鳥害を防止する術も殆どありません。雑穀の商業生産を拡大する農業インフラや資源が整っていないということになります。妙案は持ち合わせておりませんが、条件が満たされていけば、草の根活動も持続的に展開するものと思われます。

(Subbarao 博士)

日本の一部で、コメ収穫後の休閑農地などにおいて、ソルガム・シコクビエ・トウジンビエなどを栽培する余地はあると思います。現在は経済的な価値が低いものの、高ミネラル・繊維豊富といった特性が、健康意識が高く高価格を受け入れる人々に受け、機能性食品・スーパーフードとしての認知を獲得することで、状況は変わるかもしれません。そのようになれば、日本農家にとっても経済性が改善し、栽培拡大につながるかもしれません。

(Satyavathi 博士)

雑穀の多くは、コメ・小麦などの穀物の生産が経済的に見合わないような地域において低投入での生産が可能です。きちんと管理された条件のもとでは、雑穀の経済性も高くなります。雑穀は、その栄養価の高さと有機農業的な条件で育つということから、既存の作物に比べてプレミアムの高いニッチ市場にフィットするはずで、それ以外にも、雑穀農家を加工業者、究極的には消費者とつなぐバリューチェーンの開発が、雑穀生産における利益を高めるために重要です。インドにおいては、こうしたバリューチェーン開発をまずソルガムで成功させ、今、様々な雑穀の品種・加工・市場に展開しようとしているところです。