

JIBはみだし授業

日本パン技術研究所教育コースの興味深いテーマを解説します。

「黒い小麦粉って、 美味しいの？」【その4】

～高灰分粉の深くて未だに不明瞭な部分の本質を探ります～

(一社)日本パン技術研究所 研究調査部 原田昌博

今まで3回にわたって色々な視点から黒い粉に含まれる外皮や「ふすま」について調査し、その内容をまとめて紹介しましたが、その内容はいかがでしたでしょうか。今回は、黒い粉を語るにあたって、どうしても触れておかなければならない古代(的)小麦について述べたいと思います。

昨今、欧米ではBio(あるいは「有機」、「オーガニック」)の考え方に古代(的)小麦が合致しているということで、随分と古代(的)小麦が拡大してきています。そして、中には誤った考え方をしている人もいて、その思考は科学的根拠が薄いにも関わらず、古代(的)小麦の拡大とともに拡散してきています。そこで、今回は古代(的)小麦を正しく理解するために必要な情報について書き記したいと思います。

10. 裸性の普通小麦と皮性の古代(的)小麦

昨今、海外のシェフが講習会で意外とよく使用する原料の一つとして「古代(的)小麦」が挙げられます。日本ではほとんど普及していないので入手が困難で、シェフがどうしても使用したい場合はシェフ自身が特参し、講習会に持ち込んで使うこともあります。そして、講習会の中で「古代(的)小麦」を使う理由として、「食物繊維やミネラルなどの栄養価が高い」「アレルギーの人にとって発症のリスクが低い」「現代の普通小麦(パン小麦)と比べて品種交配がなされていないので体に優しい」と説明されます。しかしこの情報は全て正しいのでしょうか。その真偽について考えてみたいと思います。

シェフが使う古代(的)小麦を染色体数毎に分類すると表6記載

表6. 古代的な加工特性を持つ小麦の分類と形質

分類	ゲノム式	分類名	外皮剥離性	稈長	呼称
一粒系	AA	ヒトツブ小麦(栽培種)	皮性	長稈	アインコロン、プティエポートル
二粒系	AABB	デュラム小麦(栽培種)	裸性	長稈	デュラム小麦、カムット小麦、エンマー小麦
普通系	AABBDD	パン小麦(交配種・半矮性)	裸性	短稈	(一般的な普通小麦)
		スペルト小麦(栽培種)	皮性	長稈	スペルト小麦、ディンケル小麦
		スペルト小麦(交配種・半矮性)	皮性	短稈	グランエポートル

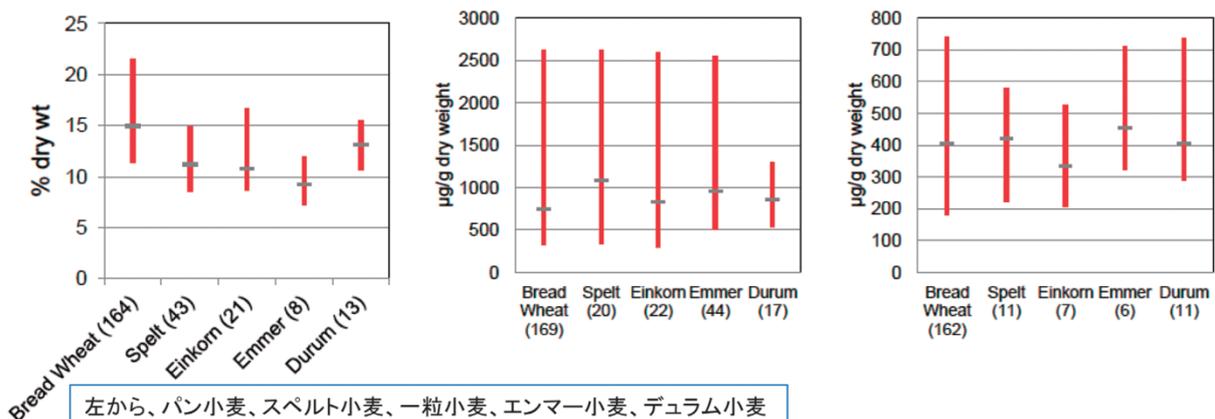


図7. 古代的な加工特性を持つ小麦と現代の普通小麦の栄養的な差異

(左図:総食物繊維、中央:フェノール化合物、右図:フルラ酸)

西日本農研 池田達哉氏の講演資料を一部編集、Shewry and Hey, Journal of Cereal Science 65:236-243 (2015)

の通りで、1粒系ではアインコルン、プティエポートル(フランス) (国によっては、1粒系も「スペルト」と呼ぶところもある) など、2粒系ではカムットコムギ、エンマーコムギなど、普通系ではスペルトコムギ、ディンケルコムギ(ドイツ)、グランエポートル(フランス)などが挙げられます。

まず、これら古代(的)小麦の栄養価について、本当に高いのでしょうか? 図7は論文の抜粋です。総食物繊維含、フェノール化合物含量、フェルラ酸含量などを比べると大きな違いは見られません。小麦の粒(種子)自体の栄養価の比較なので栽培土壌や収穫年次で幾らかのばらつきが出ることは十分に考慮したとしても、声を大にして誇張するほどではありませんでした。それならばシェフは何を根拠にそう述べているのだろうか? という疑問が湧きます。

欧州では製粉歩留まりの低い白い小麦粉を「精製度の高い小麦粉」といいます。おそらく、精製度の高い普通小麦(パン小麦)の小麦粉と比較しているのではないかと推測されます。様々な栄養素毎に普通小麦の全粒粉と比較すると表7のように有意差がほとんど無くなってしまいます。そう考えると何故、古代(的)小麦を製粉するときに精製度を上げる(製粉歩留まり下げる)製粉をしないのか? という疑問が湧いてきます。しかし、植物の性質上、製粉工程で種皮(糊)を効率よく分離して白い小麦粉を得ることが困難なのではないかと推測されます。普通小麦の場合、収穫直前の枯れ上がった麦の穂を手で揉んだ時、籾殻から小麦粒が剥がれます。これを裸性といいます。これに対して、古代(的)小麦は大麦や米のように籾殻が胚乳の粒に強く引っ付いています。つまり皮性であるため白い粉を高収率で得ることが難しいという訳です。さらに、国内

で流通されている小麦には「容積重」という規格が設定されています。この規格を満たさない小麦は瘦せた形状をし、同時に製粉歩留りを低下させることが判っています。つまり、胚乳部分が少なく種皮やアリューロン層が多く含まれ(食物繊維やミネラル、遊離アミノ酸が増える)、製粉性も低いので、これらの要因も加わって、結果として灰分が高めの小麦粉で流通されているのではないかと思います。まして古代(的)小麦の場合、栽培性も悪いことが想定されます。そうすると「フォーリングナンバー」(アミロ値・穂発芽の指標)という規格も満たせない可能性もあります。アミロ値が低下すると、アミラーゼ過剰による生地中の麦芽糖の蓄積量も増えて甘みが増すことにつながります。もし、この条件を私が普通小麦で満たそうとするならば、全粒粉に4等粉や微粉砕フスマを混ぜ、そこに粉末麦芽を添加するでしょう。

なお本執筆の中で、古代小麦の文字の間に「的」を敢えて入れている事に違和感を持った方もいらっしゃると思います。その理由は、真なる古代小麦ではないからです。真の古代小麦は遺跡や極地の永久凍土の中から見つかった生命体である必要があります。これに対して現代まで引き続き栽培され種子更新(栽培によって種子を得て、翌年の種子として播種する)によって継続栽培されている古代(的)小麦は、環境からの刺激(紫外線など)によって遺伝子に何かしらの突然変異を引き起こしているはずで、これが細胞の自己修復力で運良く修復される場合もありますが、運が悪いと変異は後世代に引き継がれます。遺伝子変異が生命維持に関わる部分で起こってしまうと、その生命は絶滅したり、逆に栽培環境下で現状の品種を排除するほど優勢になったりもします。その時、その植物を栽培して

表7. 古代的な加工特性を持つ小麦と現代の普通小麦の栄養的な差異

Shewry and Hey, Journal of Cereal Science 65:236-243 (2015)

(カッコ内はばらつき幅)	普通小麦	スペルト小麦	エンマー小麦	ヒトツブ小麦	デュラム小麦
総食物繊維(%・乾物重)	14.96 (11.3-21.5)	11.18 (8.8-14.9)	9.2 (7.2-12.0)	10.8 (8.7-16.7)	13.1 (10.7-15.5)
不溶性食物繊維(%・乾物重)	11.3 (9.8-13.2)	9.6 (7.8-12.9)	—	6.9	10.6 (9.6-11.7)
可溶性食物繊維(%・乾物重)	1.7 (1.4-2.2)	1.6 (0.8-2.5)	—	1.7	1.6 (1.6)
アラビノキシラン(%・乾物重)	6.9 (6.11-7.89)	5.74 (4.68-6.82)	—	—	—
β-グルカン(%・乾物重)	0.72 (0.37-0.95)	0.64 (0.23-0.90)	0.36 (0.3-0.4)	0.39 (0.25-0.48)	0.37 (0.25-0.53)
総トコール(μg/g・乾物重)	46.57 (23.3-79.7)	37.10 (28.9-69.18)	69.09 (10.6-109.89)	46.37 (19.7-69.85)	48.52 (32.6-74.27)
α-トコフェノール(μg/g・乾物重)	13.48 (8.69)	15.16 (6.26-39.56)	11.03 (4.89-17.35)	10.56 (6.4-14.5)	9.39 (8.19-12.55)
総ステロール(μg/g・乾物重)	826.4 (225-959)	604.4 (214-963)	897.4 (554-1187)	734.7 (501-927)	888.5 (625-929)
総フェノール酸(μg/g・乾物重)	750.8 (326-2620)	1081.1 (331-2620.1)	836.3 (301.1-2590.5)	961.1 (508-2555.3)	857.1 (536-1301)
総フェルラ酸(μg/g・乾物重)	405.7 (181-742)	420.4 (223-579.7)	335 (207-527)	455.9 (323-711)	405.2 (290-737)
総カロチノイド(μg/g・乾物重)	2.36 (1.40-4.90)	2.16 (1.62-2.98)	2.26 (1.63-4.90)	8.23 (4.73-13.64)	3.58 (2.69-8.38)
α-カロテン+β-カロテン(μg/g・乾物重)	0.101 (0.00-0.54)	0.18 (0.03-0.51)	0.178 (0.05-0.129)	0.603 (0.00-2.39)	0.107 (0.00-0.21)
ルテイン(μg/g・乾物重)	1.550 (0.22-2.88)	1.682 (1.03-2.71)	2.722 (0.451-5.21)	7.276 (0.673-12.64)	2.815 (0.567-6.22)
ゼアキサンチン(μg/g・乾物重)	0.1282 (0.038-0.144)	0.12 (0.09-0.15)	0.190 (0.103-0.272)	0.197 (0.078-0.369)	0.209 (0.061-0.30)

いる人の都合によっては現状の品種よりもより良い品種を後世に残すような行為が意図的か、場合によっては無意識に働いて優良品種が選抜されていくことになります。つまり、収量が多かったり、栽培しやすかったり、加工しやすいなどの理由で選抜するのが優良品種育成の時の選抜基準になることは過去も同様であったろうと考えられます。このような事情によって現代まで植え継がれている品種群を「真の古代種」と見なして良いものだろうか？ それを証明するためには真の古代種と遺伝的に同一である必要があります。しかし、自然界で栽培され続けて今に残っている以上、変異を起こして今に残っていると考えた方が妥当です。その根拠として、ドイツにおいてスペルト種に分類される品種群が、近年でも登録されているという実態があります（Beschreibende Sortenliste 2018／西日本農研 池田氏講演資料より）。品種登録されるためには、植物的な形質上、変異などによって登録済み品種と何らかの違いがあるから登録されるのです。

それならばシェフが河故、古代種と呼ぶのか、この点についても気になるところです。おそらく現代の古代(的)品種が真の古代種と「加工適性が近似」だからではないかと考えられます。その一つが「皮性」という性質です（図8および図8付則）。他方、インターネットを調べていると、中には「古代種は痩せた土地でも育つ」と書いている人もいます。しかし、そもそも緑の革命（昔、日本で半矮性変異が見つかり、この変異で草丈が短くなることが解明されました。品種名は農林10号。この品種がメキシコやインドに渡

って、現地の品種開発に役立てられ、倒れにくく穂数が増えるため、収量の向上に貢献したという歴史があります。）以前の品種は基本的に草丈が高くて収量性が低いという特徴があります。この品種を痩せた土地から肥えた土地に植えたらどうなるでしょうか。草丈が高いにも関わらず穂が重たくなって倒れてしまい、倒伏によって病気にかかりやすくなり、時には穂発芽という加工する上で不都合な品質になり、結果として収穫量が激減するという事につながります。このため、土地が痩せてないと栽培が困難という結論に至るのですが、モノはいいようで、現実を表しているとはいい難い点多々見つかります。

話を図8に戻します。およそ1万年前の1粒系品種から普通粒系スペルト小麦にいたる歴史をひもとくと、そこに必ず自然突然変異（倍加、分化を含む）や人による影響（より都合の良い品種を次世代に継ぐための栽培と選抜）を受けています。その中で古代(的)小麦と呼ばれているスペルト小麦に2タイプあることが示されています。ひとつは長稈（草丈が比較的高い）の「栽培スペルト小麦」で、広く栽培されている普通小麦に、製粉性の悪い皮性の栽培フタツブ小麦がかけ合わさって突然変異（倍加）して生き残った品種ということです。もう一つが20世紀に発見された半矮性の変異を栽培スペルト小麦に交配によって導入した「交配スペルト小麦」です。交配スペルト小麦は草丈が低く収量性も改善されているため、比較的商业ベースで求められる生産性も高いのではないかと考えられます。従って、これらスペルト小麦も含めて本当に「古代小麦」

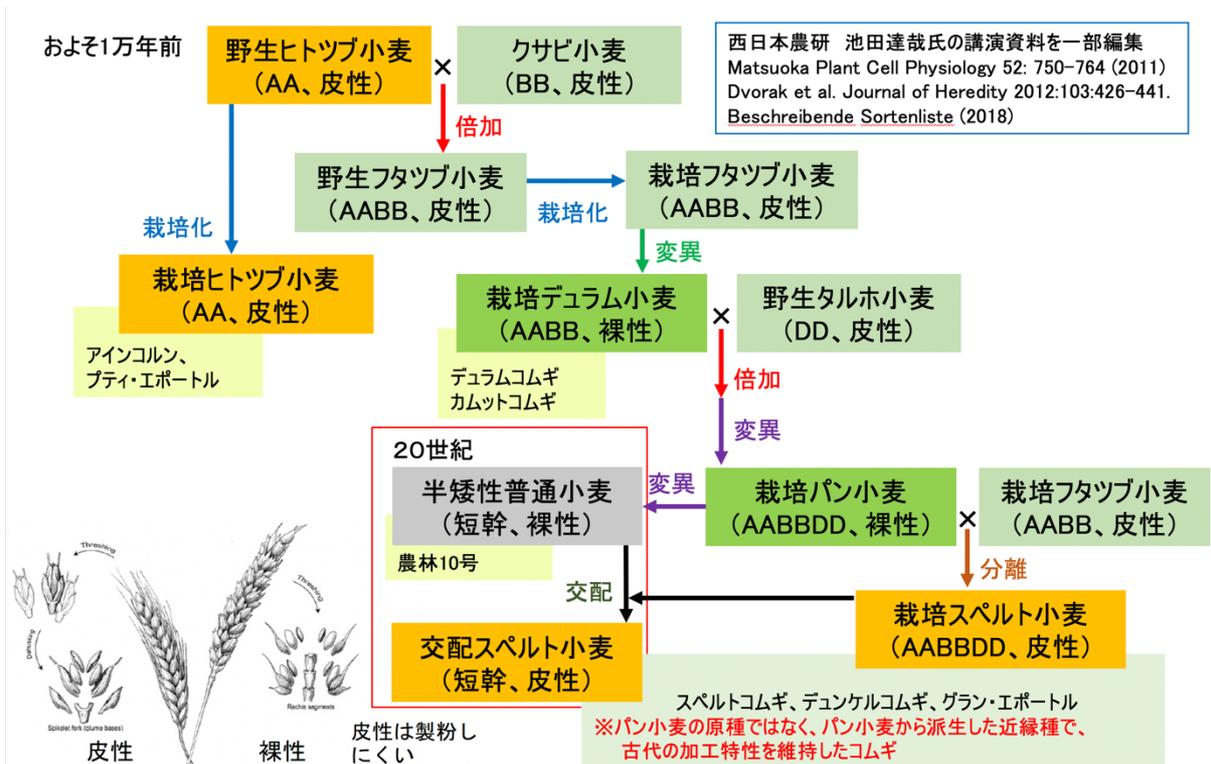


図8. 小麦の進化と現代のスペルト小麦の位置付け



粗摺り後のスペルトコムギ(粒)の外観 スペルトコムギ、普通小麦、ライ麦の外観

図8付則. 普通小麦、スペルト小麦、ライ麦の種子の外観

という呼称で市場に広めて良いのだろうか。そういう意味も込めて「古代(的)小麦」と記述しました。

そうはいつでも、市場ではアレルギーの人にとっては発症のリスクが低いと理解している人が多いのも事実です。しかし、それは大きな間違いです。表8右列記載のIgE抗体反応があるものに関しては主な原因物質が半明かして、これらの成分は普通小麦だけが持っている訳ではなく、図8記載の小麦属全てが持っています。そして、アメリカ・ノースダコタ州立大学のManeka Malalgoda氏の研究(Foods 2019 Dec 12;8(12)「Celiac Antigenicity of Ancient Wheat Species.」)によると「現代の小麦栽培品種は、歴史的な古代(的)小麦栽培品種と比較して、セリアック病(グルテンを摂取することによる異常な免疫反応)の抗原性が高くない」また、「グリアジン分子中の抗体が認識する抗原の一部分の解析で、古代(的)穀物がセリアック病に関連する免疫応答を誘発する可能性がある」ということを示唆する結果を得ています。このようなデータが世界

で研究されて明らかになってきているにも関わらず、「一般的な小麦パンから古代(的)小麦パンに変えたら痒みが消えた」とか、中には「外国産小麦パンで痒みが出ていたのが、国内産小麦パンに変えたら治った」といいつつ、「有名シェフの外国産小麦・国内産小麦ブレンドのパンを食べても発症しなかった」などの話を聞くと、表8の「非自己免疫非アレルギー」のなかの「その他、思い込み」に該当し、もし、その当事者が誤った情報の拡散源となった場合、真実を語る者にとって一番厄介な弊害になるのかもしれない。他方、小麦だけが小麦アレルギーの原因であると決めつけないで下さい。日本の食品衛生法の規定に基づくアレルギー表示では、表示の義務があるものとして特定原材料7品目。表示が推奨されるもの、特定原材料に準ずるものとして21品目が示されています。そのうち、「小麦」は特定原材料7品目の中に記載があり、「数ppm以上の小麦総蛋白量を含むのであれば、小麦のアレルギー表示をしなければならない」とされています。これがアメリカ食品医薬局FDA

表8. 小麦連疾患の分類と原因物質量

(Sapone et al. BMC Medicine 2012, 10:13を引用した池田達也氏/西日本農研の講演資料を編集)

疾患		主な原因物質	IgE抗体反応
アレルギー (乳幼児に多い)	小麦喘息	α -、 ω -グリアジン、アミラーゼ阻害蛋白、蛋白質、人のHLA-DQ2/8が関与	あり
	食品アレルギー (アトピー性皮膚炎など)	グルテニン、グリアジン、セカリン、アミラーゼ阻害蛋白、脂質転移蛋白質	あり
	運動誘発性アナフラキシー	ω 5-グリアジン、グルテニン	あり
	じんましん	ω 5-グリアジン	あり
自己免疫疾患 (国内の症例がほとんどない)	セリアック病		なし
	グルテン失調		—
	ヘルペス状皮膚炎		—
非自己免疫非アレルギー (診断が困難)	小麦過敏症		—
	(過敏性腸症候群の一部)	アミラーゼ阻害蛋白、難消化性・発酵性短鎖炭水化物	なし
	その他、思い込み		—

ではグルテンの定義が違います。「グルテン含有穀物とは以下の穀物のいずれかまたはその交配種とする」とし、次の3つと交配種を指定しています。1) 小麦属に属するいかなる種をも含む小麦、2) ライ麦属に属するいかなる種をも含むライ麦、3) 大麦属に属するいかなる種をも含む大麦、「交配種」の一例としては小麦とライ麦の交配種であるライ小麦が挙げられています。そして「グルテンフリー」を表示する際は、グルテン濃度が20ppm以下と定めています。要するに、小麦アレルギーを発症する人は個人差によって発症リスクの程度は違うと思いますが、小麦と遺伝的に近縁にあたるライ麦(属)、大麦(属)も発症する可能性があるという訳です。そして、アレルギーに関しては、粉が黒くても白くても(製粉歩留まり)、普及している普通小麦品種であっても「古代」を名乗っている品種でも、ヒトの個人差による発症の程度に違いはあっても、発症リスクに対する原因物質の有無には差がないことを付け加えておきます。

他方、日本の一部の消費者が望む「(完全) 無農薬」や「古き伝統(無添加) は安心」という考えは、欧州のBioを大事にしている人たちの価値観とは少し違います。例えば、ドイツではもともとBioの考え方を宗教的に大事にする文化が根付いています。その中で確かに「スペルト小麦」がBioの思想に合致しているという見方はあると思いますが、ドイツは宗教+合理主義ですから、単に「(完全) 無農薬」や「古き伝統(無添加) は安心」と思い込んでいる日本とは似て非なるところです。そもそも、「小麦消費の一定以上を自国で賄うことができ、その地域で栽培された小麦をその地域で製粉して消費し、畑には農薬や化学肥料などの負荷をなるべくかけずに、物流に必要な化石燃料も最少に抑えて、その地域の今を壊さずに維持させ、将来の子供達に引き継ぐ」という考え方に対して、日本では小麦消費の9割を輸入に頼っています。その9割で得た差益で農家が守られています。そして欧米の小麦産地と比べると日本は小麦栽培に不向きな土地です。その中で日本の小麦関連食品産

業は戦後から大きく伸びてきました。それが近年、市場の伸びが止まり、飽和した市場の中でより差別化した食品が求められる今、欧州から聞きかじった情報で「(完全) 無農薬」や「古き伝統(無添加) は安心」を追求しようとしても無理があることはいうまでもありません。そういった意味でも我が国独自の消費者意識の進化が必要かもしれません。さらに、欧州と共通する点では、シェフが発している情報の全てが正しい訳ではないということです。話していることの真偽を確認するために実際に文献調査を行い、時には成分分析を行うと、情報とのミスマッチ(齟齬)があることが半明します。事実誤認を含む情報の発信源は、恐らく、彼らや古き亡き先輩方が長くの間、経験則として確立したノウハウだったり、シェフ同士や外部からの話を聞きかじってそれを信じているという類の情報ではないかと思われます。

それでも市場を見渡せば、白さでは世界一のパン用小麦粉を製粉し市場に供給している日本でも、国民の健康と栄養改善などを目的とした黒い粉による「パン創り」は、いずれ広まってくると予測されます。実際に一部のリテイルでは国内産小麦を原料とした黒い粉を使う動きは始まっています。この動向が日本のパン業界にとってどのように影響を与えるのか、現時点では解りませんが、十数年後には結論が出てくるでしょう。

ちなみに、日本で普及している「黒米」は交配種であって、古代米ではありません(日本の育種研究機関で育種開発された品種です)。東南アジアの紫黒米と日本の品種を交配した品種群であり、古代的な加工特性を持った(色が黒い/アントシアニン系色素を持った)古代的米という訳です。そして、色素は米ヌカ層に多く含まれるため、精白米のように精米すると色素含量が減ります。ある意味、黒米も古代(的)小麦で拡散されている認識と似ています。

(つづく)