

## 「リスペクト(敬意)」という新しい製パンの概念 (2)

～ リスペクト製パン法が提唱する「健康に寄与できるパン」 ～ <工程編>

2回目はリスペクト製パン法の作り方と、その作り方に起因する生地中の変化と、健康的なパンとして期待される変化について、科学的な視点で解説していきます。

### 低速ミキシング主体による生地膜形成

ミキシングの目的は、

- 1) 原材料の均一化、
- 2) 可溶性成分の溶解、
- 3) 小麦粉粒子の水和崩壊、
- 4) グルテン膜形成

であり、通常は目的とする製品に応じて、全ての用件を1回で、中種法であれば2回で達成させます。



これに対して、ミキシングを控え、低速ミキシングだけの「混ぜる」という行為でグルテン膜を形成させるには、小麦粉粒子の水和崩壊と、静的なグルテン形成にウェイトを置き、動的なグルテン形成による生地膜形成を僅かな混捏で抑えてミキシングを終えなければならないことを意味します。

このうち、前者はオートリーズ前ミキシングとオートリーズ工程による静置時間中に起こり、後者はリミックスによって達成されます。

ミキシング中にビタミンCは酸化型になります。それ以外に、特に強いミキシングで生地の酸化(oxidation)※ が起こっているのかは疑問の域を出ません。しかし、高速ミキシングでは生地膜の薄膜化とともに膜の間に空気を取り込まれて白く見えるようになってきます。

ミキシング中にグルテン分子の塊は結合、圧縮、展延によって常に形状が変化していきます。この間、グルテン分子はSS結合の組み替えが起こり次第に凝集していきます。この状態からさらに強い力で捏ね続けると、グルテン分子同士の凝集力以上の力が加わることで、グルテン凝集物は力を失い、薄い膜となり、容易に伸びるようになってきます。

※ 「酸化反応」とは化合物に酸素分子が結合したり、水素分子が奪われる反応を指します。

### パン酵母を大幅に減らした長時間発酵

パン生地の発酵は、製パンに必要な発酵の量（発酵代謝物や生地膨張の程度）に一定の範囲（最大と最小の幅）があると仮定するならば、発酵時間の長さに対してパン酵母の添加量は反比例する形で減ります。逆に、パン酵母の添加量を減らすことで、自ずと発酵時間は長くなるという訳です。

リスペクト製パン法では、小麦粉に対するパン酵母の添加量を著しく減らすことで、冷蔵しなくても発酵がオーバーにならないように工夫されています。これは市販のパン酵母よりも菌数が少ないサワー種も同様に少ない添加量となっています。

これにより、比較的常温に近い温度帯で、およそ一晩の発酵を可能としています。

### 常温に近い温度帯による長時間発酵

リーンな生地の製パン（砂糖や油脂が極めて少ない）において、pHは小麦粉と水を混ぜただけのpHになるため、およそ6.5～6.8の状態に捏ね上がります。この生地を比較的常温に近い温度帯に置くため、まず発酵前半は至適pHが弱酸性から中性域で作用する酵素が作用します。酵素作用には最も適した至適温度と至適pHがあり冷蔵すると酵素活性は低下します。

小麦中の酵素は灰分が高いほど多くて強く働き、酵素の種類は小麦種子を構成する様々な細胞由来の酵素が働きます。非常に多様ですが、主として澱粉分解、蛋白分解、繊維分解の3つが挙げられ、中性～弱酸性域では損傷澱粉分解による麦芽糖の産生、食物繊維分解（ヘミセルロースの低分子化）が起こります。

麦芽糖の産生量は酵素の基質となる損傷澱粉含量に依存するため、硬質小麦ほど麦芽糖の産生量は多くなります。また、損傷澱粉はグルテンの粘弾性を阻害するため、損傷澱粉の分解は生地物性の改善にも有効です。

そして、食物繊維は低分子化する事によって、これら食物繊維が腸内細菌叢の改善や血中の悪玉コレステロールの排除などの機能が高まります。

一方、中性～弱酸性域で比較的常温に置く事によるデメリットもあります。灰分が高い小麦粉は一般生菌数が多く、製パンに有効な酵母や乳酸菌以外にも、大腸菌などのバクテリア、枯草菌の耐熱性芽胞、カビ、放線菌なども多くなり、中性域のpHではこれらも繁殖してしまうため、衛生的な取り扱いに心がける必要があります。

また、耐熱性芽胞は生地を焼成することで発芽するため、日持ち向上のための静菌の目的でサワー種などの併用も検討する必要があるかと思えます。



### サワー種利用による生地酸性化によるメリット

サワー種を利用すると生地のpHが時間の経過とともに低下してきます。サワー種の添加量にもよりますがpH4～5くらいまで低下すると、酸性で作用する酵素も働き始めます。注目すべき酵素は小麦粉中に存在する酸性プロテアーゼと、酸性フィターゼです。

酸性プロテアーゼはグルテンをペプチド単位まで分解します。作用が強いと生地が脆弱化します。ペプチド単位に分解された後は乳酸菌に取り込まれて、アミノ酸単位まで分解され、乳酸菌の生命活動に使われます。

なお、アミノ酸は灰分が高いほど小麦粉中の含有量も増えてきます。ただ、酵母や乳酸菌自身も生命活動に必要なので、発酵や増殖活動とともに一部は消費されます。なお、小麦粉中のアミノ酸は人が感じられる濃度の域値以下です。

酸性フィターゼは繊維質に結合しているフィチン酸を分解します。フィチン酸は、イノシトール-6-リン酸とも言われ、この構造に金属イオンが結合すると金属イオンは不溶化します。不溶化すると人の体内で吸収できなくなってしまうため、全粒粉食の常食化はミネラル摂取不足の原因になると昔から言われています。

特に全粒粉に多く含まれているマグネシウムはフィチン酸分解によって吸収率の大幅な向上が期待されます。

### サワー種中の微生物の発酵代謝によるメリット

過敏性腸症候群の人にとって、お腹の痛みや膨満感、下痢、調子がわるいというような症状を発生させる原因となるFODMAPの低減化にも寄与できることが示唆されます。FODMAPとは、発酵性(F)のオリゴ糖(O)や、二糖類(D)、単糖類(M)、糖アルコール類(P)の頭の文字をとって名付けられた略称で、小腸では吸収されにくい短鎖炭水化物のことを指します。

これらは小麦やライ麦に僅かに含まれています。そのうち主要なオリゴ糖はショ糖とラフィノース、フルクタンです。サワー種中の乳酸菌や酵母を利用して長時間発酵させることで、パン中のこれらの糖類を事前に生地中で分解することで過敏性腸症候群の人にもパン製品が提供できるという可能性が現在、研究で解明されつつあります。

### サワー種中の乳酸菌によるメリット

乳酸菌が菌対外に産生する多糖（エキソポリサッカライド）についても、製パン性や健康に寄与できることがわかってきていますが、今回の製法で乳酸菌によって産生されるかどうかは未だ不確定な要因が多く、一概にメリットを謳えません。

それは全ての乳酸菌が菌体外にエキソポリサッカライドを発酵代謝する訳ではなく、限られた能力を持った乳酸菌のみが発酵代謝できるものだからです。

さらにエキソポリサッカライドを産生するには産生能力を持った乳酸菌が産生するための生育条件が最適である必要があるためです。

もしも、産生できる乳酸菌が含まれるサワー種を使用した場合、ひょっとしたら、エキソポリサッカライドの効果も期待できるかもしれませんが、この効果を言うには、本当にパンの品質を改善しうだけ産生されているかどうか、分析で明らかにする必要があります。





他方、こちらも研究データによる証明が必要になることなのですが、乳酸菌の細胞壁中の多糖類の機能性についても今後の研究結果を期待したいところです。

乳酸菌やビフィズス菌などは、細胞膜の外側に一層の細胞壁を持っており、細胞壁の内側にはペプチドグリカン(PG)と呼ばれる構造があり、この層から細胞の外側に伸び出た糖鎖（多糖）を持っています。糖鎖とは、グルコース、ガラクトース、マンノース、あるいはラムノースなどの単糖、およびこれらの単糖が修飾された鎖状に構造を持っています。

この糖鎖が人の腸内の微生物叢に影響を与えることから、健康と関係があると考えられています。そして、これら糖鎖の機能は焼成によって死滅した乳酸菌の細胞片でも効果が期待されますが、サワー種を使ったパン生地中の乳酸菌細胞数程度で機能性が謳えるか否かは、今後の研究成果を待ちたいところです。

他方、乳酸菌のうち、特にヘテロ型発酵を行う乳酸菌と酵母の共存するサワー種を使用した場合、生地中にエタノールと酢酸が蓄積されます。これらは単独でもパンの雑菌に対する静菌作用がありますが、共存すると相乗的に強い静菌作用を発揮します。このためパンの微生物汚染に対する保存性を高めます。

## 終わりに

今回、ヨハン氏による講習を作業面からサポートし、講演も聞きましたが、実際のところ、健康に期待される機能に関しては学術的な論文や、臨床検査を伴う試験研究が進むことが必要かと思えます。

パンという日常の食品が、ベーカリーの創意工夫によって「リスペクトという新しい製パンの概念」をもとに、お客様の健康にも寄与できるかもしれないという可能性は非常に素晴らしいことと思えます。

そうなるよう、科学による客観的な視点で研究が進むことを願いたいと思います。

## 協会および出版物のご紹介

「レスペクチュス・パニス製パンの新発見」レ・アンバサドゥール・デュ・パン刊行（日本語翻訳版）

URL) <https://www.ambassadeursdupain.com/en/les-ambassadeurs-du-pain/>

※ 「レスペクチュス」はラテン語で敬意、「パニス」はパンを意味することのこと。