

## 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。

# 「フランスパンの品質について… 何故？に迫る」

### 甘く香る風香味追求のための小麦粉のブレンドと製法に迫ります

一般社団法人 日本パン技術研究所 原田昌博  
農林水産省委託研究プロジェクト「革新的低コストプロ」運営委員

昨今、毎月のように日本のどこかで講習会が開催され、その模様が業界誌に取り上げられています。最近ではフランスパンなどの直焼きの製品が作られるケースが増えてきました。製法も多様化し、ストレート法やディレクト法に留まらず、ポーリッシュ法、発酵種法、冷蔵法など、さらにオートリーズやバシナージュ（足し水）という言葉も随分と聞き慣れてきました。

そして最近の傾向としては、内相が非常に粗くなってきているように感じられます。この変化に沿うようにレシピも変化してきました。例えば3時間発酵ストレート法で示すと、20年程前ではインスタントドライイースト使用時の配合量は0.6%、加水量は66～68%、発酵室温度は27℃、分割前生地中心温度は27～28℃、成形では生地内部の気泡を可能な限り潰さずに表面を整え、張って、ホイロは30～33℃であったと記憶しています。それが最近では、インスタントドライイーストは0.3～0.4%、加水量は68%以上、発酵室温度は室温（およそ24～25℃）、分割時生地中心温度はそれ程高くなく、成形では火膨れの元になる気泡は潰し、ホイロも室温というように、パン生地の発酵・膨張は必要最低限度だけで工程を進め、焼成するようになってきました。このため内相の状態は、昔は技量がないとキメが詰まって食パン的になりがちだったのですが、最近では比較的容易に粗くて気泡膜の厚いパンが得られるようになってきました。そしてパンの風味についても、イースト量の減少や発酵温度の抑制に伴ってモルト

的な甘い香りも強くなってきました。このような変遷に伴って使用する小麦粉も多様化し、リテールベーカリーでもブレンドして使用する事が一般化してきました。こだわったベーカリーでは国内産原料やフランス産原料もブレンドして個性化を主張する時代です。

そのような中、当研究所が開催したリテールベーカリーアドバンスコースにて或る方と接し、議論したことから、フランスパンの品質について「何故？」を一層深く考えるようになり、それを思い通りに制御できないか、生地に私の伝えたい事を的確に伝えるための方程式ができないかと考えるようになりました。今回は風味に特化してお話しします。

事の発端は、何故日本ではフランスパン用小麦粉に国内産麵用小麦をブレンドすることが一般化してきたのかという疑問です。北米産パン用小麦の小麦粉と国内産麵用小麦の小麦粉をそ



フランスパン生地が捏ね上がり、生地膜が薄くなった状態



それぞれ個別で取り寄せて製パンしたことがある方には、非常に不思議に感じられると思います。国内産麺用小麦の製パン吸水率は少なく、麩質は脆弱で、焼き色は薄く、風味も淡白。食感ではモサモサというように製パンには不向きです。逆に北米産パン用小麦だけでは麩質が強過ぎ、喰いちぎりも強靱で、フランスパンらしい品質には程遠いです。この北米産パン用小麦の強靱さを軽減する目的で弱くて脆い麩質をもつ小麦をブレンドするのですが、何故風味の良くない内麦（中～薄力軟質小麦）のブレンドなのかという疑問が当時解消されませんでした。単に麩質を脆弱にするだけの機能であれば、安定性の高いWW（アメリカ産菓子用）でも良かった筈なのですが、製パンの経験のある方ならご承知の通り、薄力粉をブレンドすると淡白な風味のフランスパンになってしまいます。つまり、国内産麺用小麦をブレンドする目的は、麩質や食感改善の機能しかなく、風味については低下することが予測されるために、敢えて内麦にこだわって混ぜるという根拠が見当たらなかったのです。

しかし幸いな事に、20年以上も前のことですが、或る会社の年配の方から当時の事情を聞いていた記憶が蘇ってきて、一つの結論に至りました。甘く香るフランスパンを作るにあたって当時の国内産麺用小麦ブレンドが理にかなっていたのです。

当時の国内産小麦栽培の実情を考えると、都府県では栽培性の優れていない品種が主力で（今ではその品種は栽培数量が少なく、多くが後継品種に置き換わっています）、栽培技術も今程高くなく、規格外になるかならないかのような小麦が収穫されていたといわれています。一方、フランスパンは50年程前の当時の市場では全く普及していませんでしたが、その専用粉を作るにあたって幸運な偶然が起こったのです。フランスパンを作るために必要な適正な蛋白含量と麩質、高加水にするための損傷澱粉含量、風味を出すための損傷澱粉と酵素、これらがブレンドすることで揃うのです。北米産パン用小麦は硬質小麦であり製粉すると製パンに適度な損傷澱粉が発生します。国内産麺用小麦は単に北米

産パン用小麦の麩質の脆弱化に寄与し、食感の引きの強さを軽減するだけでなく、収穫された小麦は規格外ギリギリであったために酵素の活性も期待でき、この酵素が硬質小麦に由来する損傷澱粉を分解する事で、甘い風味の演出に寄与していたという、一連のシナリオができたのです（市販のフランスパン用粉で粉末麦芽がブレンドされていること、製パンにモルトシロップを添加する理由も同様に風味向上です）。加えて当時の国内産麺用小麦の製粉性は悪く、製粉歩留まりが悪いため小麦粉の色調も劣ります。これが同時に灰分上昇につながり小麦粉中のアミノ酸含量のアップに効いていたのではないかと推測されます。

さらに運が良いことに、北米産も国内産も共に通常アミロースの形質を持っているために、フランス産小麦と同様に適度な食感が得られた（低アミロース小麦ではないのでキタノカオリの様な突出したモチ感が無く、バリッと焼き上がる）のです。さらに或る有名店のオーナーに聞くと「フランスではモルトを使用しないベーカリーもあった」との事で、調べてみると澱粉の健全度の指標であるフォーリングナンバーが欧州では200以上とのことでした（現在の国内産小麦健全麦の数値は300以上）。このモルト不要の理由は「酵素力が高い、あるいは粉末麦芽で酵素力を補っているため、製パンにモルトが不要だったのではないかと推測されました。このことから尚更、「規格外ギリギリの酵素力の強い内麦が当時選択された理由」に確信を得たのです。従って結果論になりますが、「温暖湿潤気候がもたらす風土」で栽培されていた小麦が、「当時の北米硬質小麦ばかりのパン市場にフランスパン用粉のカテゴリーをうまく築き上げるきっかけを切り開いた」といっても過言ではないのです。

そこでフランスパンの風味について考えていきます。結論からいうと、甘く香る風香味を強くしたいのであれば遊離のアミノ酸を多く含有する小麦粉を使用し、ホイロ終了時の麦芽糖の残存量を増やすと風味は強くなります。（ただし、パンの美味しさは主観で判断され、食感の要素

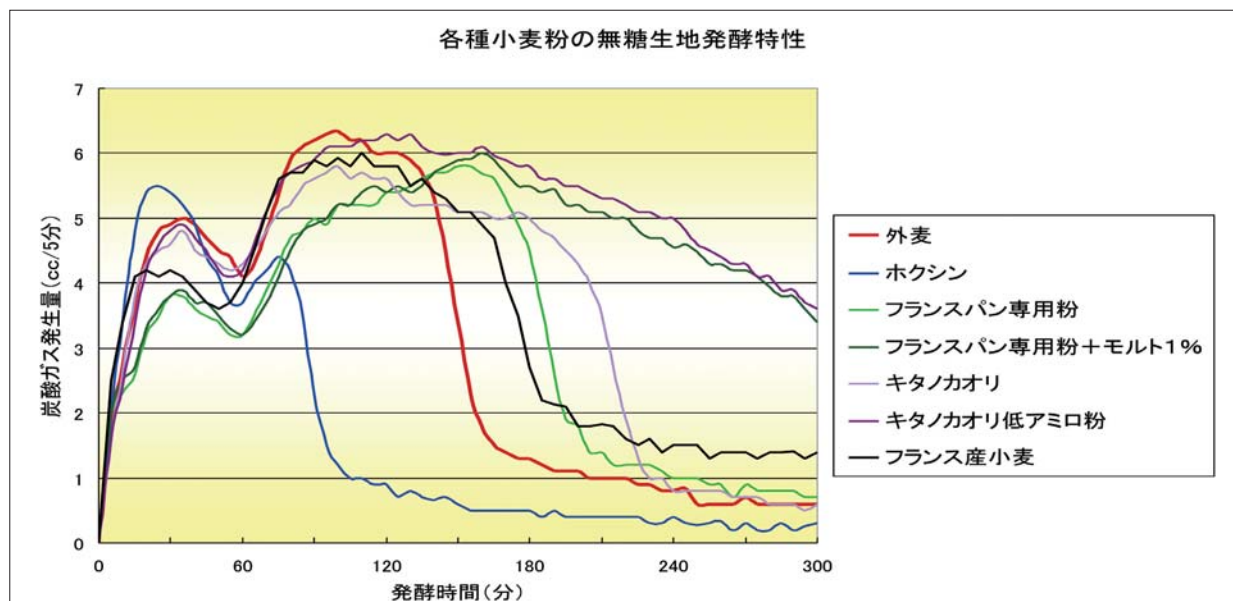
も大きいので、必ずしも甘い香りが強ければ良いパンという訳ではないので、誤解のないように捉らえて下さい。) ご承知の通りフランスでパン用小麦粉といえばタイプ55、ドイツではタイプ550と言われるように灰分が0.55%（無水物換算）です。もしも日本の強力一等粉のような白い小麦粉（例えば灰分0.42%以下）でフランスパンを作っても遊離のアミノ酸含量が少ないため、非常に淡白な風味のフランスパンに焼き上がります。それであればアミノ酸だけで事足りるのかという議論になりますが結果は違うのです。甘い風香味にはアミノ酸と還元糖(麦芽糖)が必要で、これらが焼成で結合し（メイラード反応）分解した（ストレッカー分解反応）成分（ストレッカーアルデヒド）がフランスパンのモルトのような香り形成に必要という事が判っています。従って、軟質小麦の高灰分の小麦粉でフランスパンを焼いても風味が物足りないという結果になり易いのです。

次に麦芽糖について、ホイロ終了時の麦芽糖の残存量を増やすには、手段が2つ考えられます。一つは麦芽糖が増える小麦粉を使用する、もう一つはイースト発酵による消費量を抑えることです。

硬質小麦を製粉した場合、ある程度の損傷澱粉が発生します。この小麦をもっと衝撃を与えて微粉碎するとさらに損傷澱粉が増えて、製パン加水量が増えます（ただし多過ぎる損傷澱粉

は製パン工程中に分解され、離水により生地は流動性が出てきて生地ダレするという感覚で捉らえます)。そして国産小麦では収穫時の降雨被害による低アミロ化や、製パン時のモルト過剰添加では損傷澱粉を分解する酵素である $\alpha$ アミラーゼが過剰となり、生地中の麦芽糖の蓄積量が増えます。イーストにとっては資化できる糖が増えるため、焼成で死滅しない限り麦芽糖が無くなるまで発酵を続けられます。つまり発酵持続性が高まるのです。 $\alpha$ アミラーゼ過剰は分解物であるデキストリンも過剰に増えるため、食感がクチャつきます。これを所定の条件で製パンすると生地中に残存する麦芽糖の量が増え、残存した麦芽糖により焼き色や風味が強くなるのですが、製品の腰は広がり、食感がクチャつくようになります。

生地の自己消化（アミラーゼによる損傷澱粉の分解）によって蓄積される麦芽糖の量と焼き色について図1に示します。これは無糖中種生地（小麦粉70%、イースト2%、水40%）のガス発生量をファームグラフで測定した結果です。イーストが発酵によって産生する炭酸ガス量に応じて、小麦粉の自己消化によって蓄積される麦芽糖の量を間接的に捉える事が出来ます。（正確には製粉方法や製粉機械によっても発酵の持続性は異なりますが、小麦の硬軟質性が大きく異なるサンプルでは、製粉よりも原料特性の方が大きく影響します。）



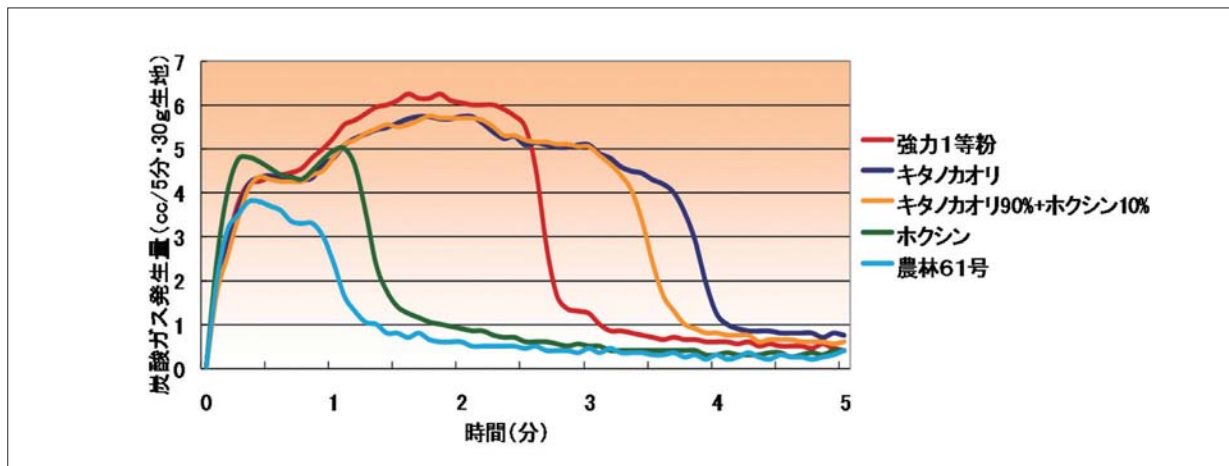
(図1)

強力一等粉（北米パン用硬質麦）に対してホクシンは軟質小麦であるために損傷澱粉が少なく、無糖生地発酵の持続性が欠如します。逆にフランスパン用粉（外麦ブレンド）は硬質小麦ブレンドです。フランス産麦小麦粉は硬質であるため発酵は国内産麵用小麦より持続します。また、酵素力が強いといわれている硬質小麦のキタノカオリは、損傷澱粉が多いことに加えて $\alpha$ アミラーゼ活性が若干強いために、無糖生地発酵が持続する傾向があります。そして $\alpha$ アミラーゼ過剰の低アミロ・キタノカオリとモルトシロップ過剰添加のフランスパン用粉については、無糖生地発酵が5時間では終息しないほど麦芽糖が多く蓄積されることが判ります。

さらに図2では改めて強力一等粉、キタノカ

オリ、ホクシン、農林61号で無糖中種生地の発酵特性を比較し、これらとフランスパン製パン時（3時間発酵ストレート法）の焼き色の変化を示します。結果は発酵特性比較結果と同様に、硬質で酵素力の強い小麦ほど麦芽糖の蓄積量が多く、軟質で蛋白含量が少ないほど少なく、この麦芽糖量が焼き色に関係している結果です（写真1、図3）。この焼き色の濃淡がフランスパンの香りの強度と関係します。（ただし、濃い焼き色ほど香りが強くなり、香りの質も甘く強く香るとは限りません。）

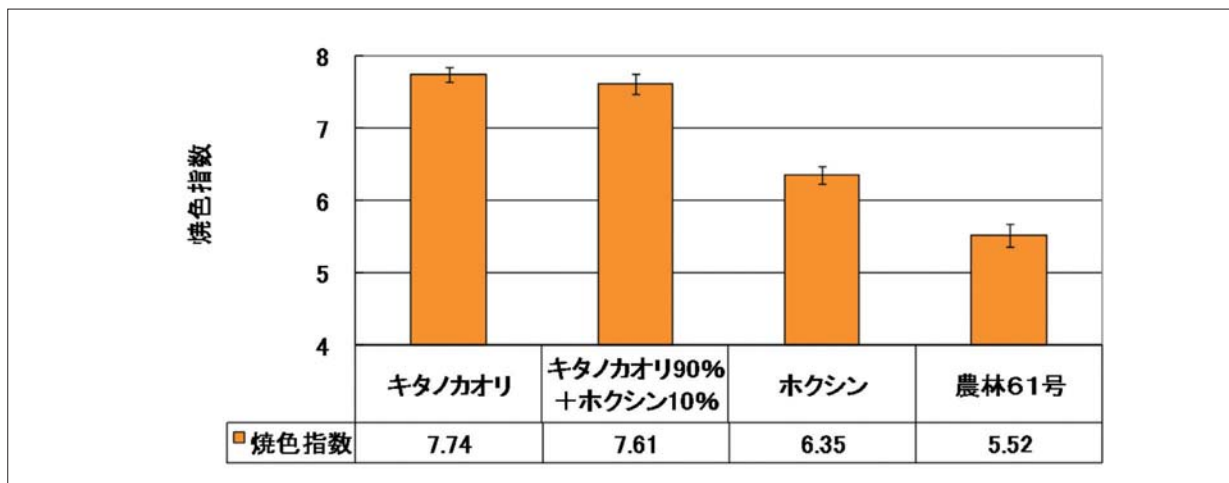
香りの質については、麦芽糖とアミノ酸のメイラード反応後のストレッカーアルデヒドの産生量に依存します。最近の或る論文によりフランスパンの甘い香りに関与する「キーフレー



(図2)



(写真1)

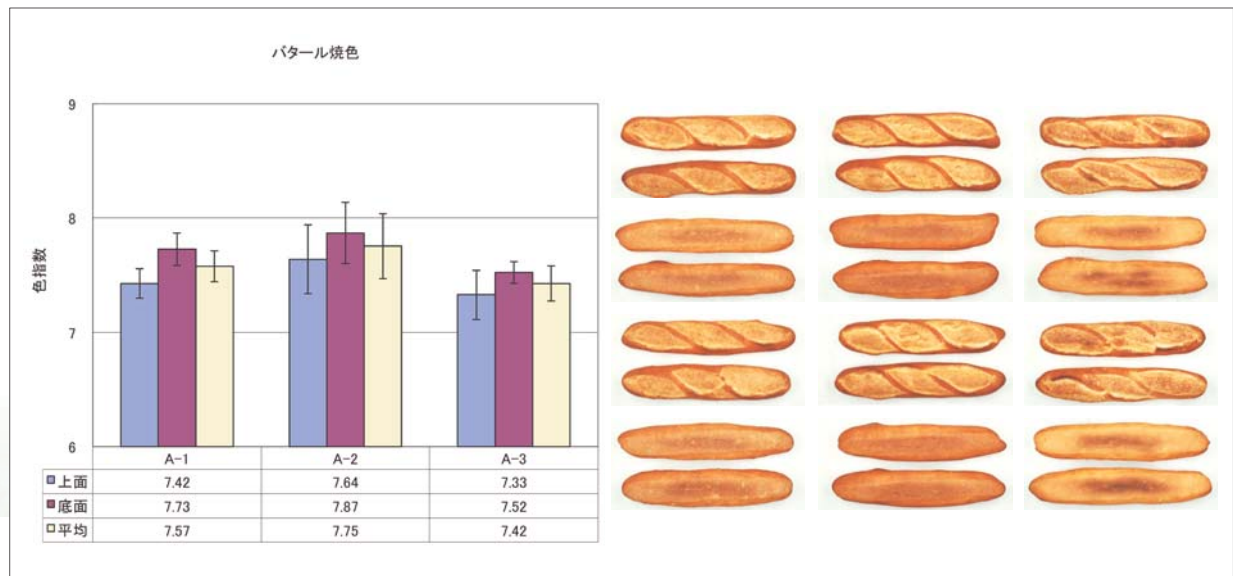


(図3)

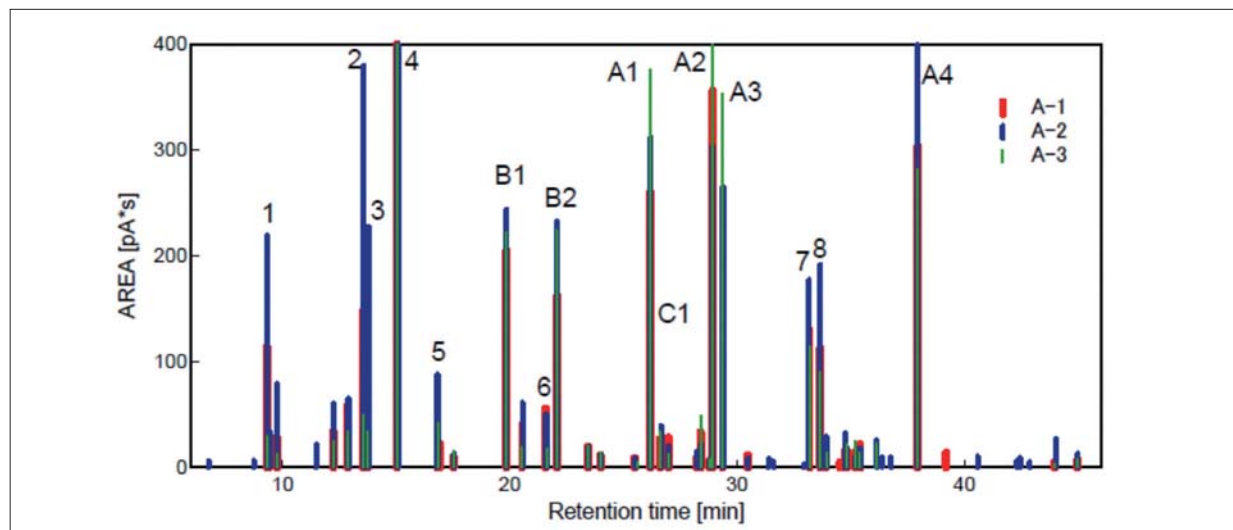
バー]が明らかになってきています。その物質は、2-メチルプロパナール、2-メチルブタナール、3-メチルブタナールで、これらは焼成反応中にクラストに蓄積されます。食パンやロールパンでは主としてイースト発酵によって産生される代謝物が主体になるのですが、フランスパンではイースト発酵による代謝物よりも、焼成によって生じたキーフレーバーの量が香りの強さと質に大きく関係してきます。ちなみにこれらのキーフレーバーは他の食品にも検出されます。「焼き芋」「焼きとうもろこし」など。これらも麦芽糖由来のストレッカーアルデヒドが関係しているのです。香料メーカー様の誤解があったら困るので念を押しておきますが、これらの成分を香料として製パン配合に添加してもフランスパン

の香りは良くなりませんでした。何度か試験したのですが、香り成分は単独で効果が十分に発揮されるのではなく、キーフレーバーの強さとその他の成分とのバランスで好ましい香りになるので、これらのキーフレーバーだけを添加しても風味は向上しませんでした。

次にこのキーフレーバーがフランスパンの風味向上に寄与していることを裏付ける検証試験を行ないました。試験方法は、各種原料小麦粉及び製法のフランスパン生地を、一定の焼成時間で焼成途中で焼成温度を適宜微調整しながら同じ焼色で焼上げ、一定の冷却時間後に香り成分分析装置（GC-MAS）で測定し、ストレッカーアルデヒドの量を比較しました。なお焼色を同一にする目的は、焼き具合からくる香りの強度



(図4) 香り分析用の製品の焼き色の確認 (A・左列: 市販フランスパン専用粉、B・中央: キタノカオリ、C・右列: ホクシン)



(図5)

を一定にするためです。

図4は小麦粉を変えています。A: 市販のフランスパン用粉、B: キタノカオリ単挽き粉、C: ホクシン単挽き粉です。各製品の焼き色の同一性は製品の写真や画像解析による色指数比較の通りほぼ同一です。この焼成にはパン職人的なオーブンの微調整テクニックをかなり駆使して焼成しました。香り分析結果は図5の通りでフランスパンから漂う香り（ヘッドスペースガス）を分析すると数多くの成分が検出されます。分析チャートに示すキーフレーバーは、Peak No.1、2、3（表1）です。官能比較結果の表2は私の目隠し評価の結果です。各種小麦粉の官能評価並びにキーフレーバーの検出量の比較結果から、キタノカオリ>フランスパン用粉>ホクシンの順

(表1) 各ピークに対応する同定された化合物

Peak	RT	Compound
1	9.31	2-Methylpropanal
2	13.56	2-Methylbutanal
3	13.78	3-Methylbutanal
4	15.04	Ethanol
5	16.82	Diacethyl
6	21.59	Hexanal
7	33.19	Acetic acid
8	33.66	Furfural

で、キタノカオリが最も「甘い香り」が強い事が検証されました。前述の通りパンの美味しさは主観的に判断されます。つまり、一概に香りが強いからといって全ての職人から「良い」と判断される訳ではないことを併せて付け加えておきます。

次に同一のフランスパン用粉を使って、3時間発酵ストレート法でイーストのタイプを変えたもの（ドライ/粒タイプ、インスタントドライ/顆粒タイプ）と、製法を変えたもの（3時間発酵ストレート法、当日調製の小麦粉液種法/ポーリッシュ法）、さらに所定の焼成時間中に高温設定に切り替えて焦がしたもので比較を行いました。その結果官能評価結果（表3）と同様に、3時間発酵ストレート（ドライイースト使用）>3時間発酵ストレート（インスタントドライイースト使用）>ポーリッシュ法>焦げ製品の順でした（表4）。そして興味深い事にポーリッシュ法は事前に一部（30%）の小麦粉でイースト発酵を行うという事もあって、エタノールの含有量が多い傾向で、焦げ製品では焦げの原因臭であるフルフラールの量が多く、その他の香り成分の含有量が低くなっている事が判りました。

このようにフランスパンは、食パンや菓子パンのようなイースト発酵によって蓄積された代謝物とは異なる成分が香りとして重要で、尚且

(表2)

試験区	A-1 (市販フランスパン専用粉)	A-2 キタノカオリ (無糖生地発酵持続性過多)	A-3 ホクシン (無糖生地発酵持続性欠如)
香ばしさ	3.0	2.8	3.8
甘い香り	3.0	4.0	1.8
その他		焼き芋、焼きとうもろこしに似た香り	せんべいに似た香り

(表3)

試験区	A-1-1 (3時間発酵ストレート法) 「インスタントドライイースト」 (A-1と同じ)	A-1-2 (3時間発酵ストレート法) 「ドライイースト」	A-1-3 (ポーリッシュ) 「インスタントドライイースト」
香ばしさ	3.0	3.3	2.5
甘い香り	3.0	3.5	2.5
その他			風味が淡白

つ麦芽糖の蓄積量がカギになっている事が捉えられたのです。このことにより小麦粉中の損傷澱粉含量と澱粉分解酵素活性がフランスパンの甘い風香味の強度に影響している事が間接的に判明したのです。(補足しますが、灰分により間接的に混入する遊離のアミノ酸含量も二次的に重要な成分です。)

冒頭に述べたように、フランスパンに使用する各種小麦粉のブレンドによって損傷澱粉や遊離のアミノ酸含量を増やし、生地中の麦芽糖の産生量を増やしつつ、この麦芽糖を少量のイーストで、比較的低い温度帯で管理する事でイーストが資化する麦芽糖の量を制限し、加工硬化(パンチや丸め、成形)で生地に弾性を与えるために十分な生地膨張だけに留めることで、ホイロ終了時に麦芽糖の残存量が増え、結果として甘い風香味が高まるのです。そして酵母菌の少ない自然発酵種(ルヴァン種など)を用いると、発酵種からの有機酸の持ち込みによって、本捏ね以降(食塩添加後)の生地の弾性が高まりエタノールや溶存炭酸ガスの持ち込みにより窯伸びの勢いが得られるので、酵母菌の配合量や発酵時間を短縮できます。これも結果として麦芽糖の残存量を増やすことに繋がります。加えて冷蔵発酵も同じく少量のイースト添加で低温長時間させる事で麦芽糖の消費量を減らし同時に僅かな発酵物(エタノールや炭酸ガス)の蓄積を促すとともに、生地温度が低いため生地中の溶存炭酸ガスの量が増え、これらの成分によって窯伸びしつつ甘い香りが強くなるということ

に繋がるのです。

ここまでフランスパンの甘く香る風香味について述べましたが、パンは主観的判断による個人的な「好みスポット」が風香味の質と強弱のグラフ上に位置します。そして、それが必ずしも「万人にとって良いスポット」とは限りません。加えてパンは風香味だけを楽しむものではなく、食感も大切です。このため風香味と食感、見た目など総合的な観点から商品进行判断し、自分の求める品質を追って頂ければと思っています。

今回はフランスパンの甘く香る風香味に特化してまとめましたが、次の機会には「気泡の不均一さ、気泡膜の厚さ、気泡の形状に与える工程要因」について触れたいと考えています。飽和した市場こそ、独自性を出して差別化を図り安定生産するには、品質制御に関する理解が必要不可欠かと思ひます。当然ハンドリングの技量も必要です。私は100日コース専門課程、リテールアドバンスコース、発酵種アドバンスコースで一部担当しています。実習や講義の中では、従来の作り方を真似るだけでなく、想像して作るためのヒントや考え方、ノウハウを折り込んでいます。聞き慣れない方には頭の痛い理屈的内容も多いかと思ひますが、生地を自分の思い通りに制御したい方は、将来のために是非一度、受講をご検討頂ければと思ひます。

(表 4)

	におい成分					
	ストレッカーアルデヒド (甘い香り)		エタノール (イースト発酵)	ジアセチル (バター様 フレーバー)	ヘキサナール (古米臭)	フルフラール (焦げ臭)
	2-メチルプロ パナール	3-メチルブタ ナール				
30%ポーリッシュ種 90分発酵法(当日調整) インスタントイースト 使用	109.8	114.7	10031	77.6	65.7	104
3時間発酵 ストレート法☆ インスタントイースト 使用	119.5	124.1	7382	86.5	46.1	143.7
3時間発酵ストレート法 ドライイースト使用	149.1	132.0	7559	87.8	43.4	127.3
☆印の焼きすぎ (焦げ)パン	78.4	75.6	5014	70	27.7	236.2