

未利用小麦ストリーム粉の活用による国産小麦パンの風味向上 (第2報)

原田雅典* 成澤朋之* 海野まりえ* 仲島日出男*

Flavor Improvement Technology for Domestic Wheat Bread by High-ash Stream Flours (Part 2)

HARADA Masanori*, NARISAWA Tomoyuki*, UMINO Marie*, NAKAJIMA Hideo*

抄録

小麦の製粉工程で生成する高灰分ストリーム粉（高灰分粉）を活用した国産小麦パンの風味向上技術について検討した。高灰分粉で乳酸発酵種（ルヴァン種）を作製したところ、国産小麦パン用粉（強力粉）で作製した発酵種と比べて乳酸菌数が多かった。高灰分粉発酵種の配合により、焼成パン中の遊離アミノ酸及び有機酸含有量が増加した。また焼成パンの揮発性成分分析から、風味強化に繋がる香气成分の増加を確認することができた。

キーワード：国内産小麦，ストリーム粉，高灰分粉，発酵種，呈味成分，香气成分

1 はじめに

近年、製パン業界においては風味や食感などを向上させた、付加価値の高い製品開発が課題となっている。現在、国内で流通しているパンの多くが輸入小麦を使用して製造されている一方で、国内産小麦を使用したパンは、外国産小麦にはない風味や食感などが好まれており、こだわりのパンとして消費者に根強い人気がある。

小麦の製粉工場において、その製粉工程の各段階で数多くのストリーム粉が生成し、そのストリーム粉の配合により各種の小麦粉が製造されている。小麦粒の皮部に近い部位を多く含む高灰分ストリーム粉（高灰分粉）は、風味の向上につながる不飽和脂肪酸やアミノ酸などを豊富に含む反面、その生菌数や色調などから、食品への利用は限定的である。一方、パンの風味の強化や栄養価の向上などを目的として、原料小麦粉に全粒粉や微粉砕した小麦種皮が添加されることがあるが、これらの使用は原料のコストアップにつながる。製粉

工場で日常的に得られる高灰分粉を活用することで、低コストでの風味強化を図ることが可能になると考えられる。

前報¹⁾で、製パンに使用する小麦粉の一部を高灰分粉に置換したパンの呈味・香り成分の変化を検討した。高灰分粉の置換割合とともに、遊離アミノ酸と有機酸の含有量が増加した。また、外皮（クラスト）の揮発性成分分析から、焼成時のメイラード反応により生成するピラジン類やフラン化合物のピークが大きくなり、風味を向上させることができると考えられた。

本研究では、乳酸発酵種（ルヴァン種）への高灰分粉の活用を検討した。乳酸発酵種とは、乳酸菌と酵母を生育させて得られるパン種で、製パン時に添加することで独特の酸味やもちもちとした食感のパンを作製できる²⁾。そこで、高灰分粉で発酵種を作製し、これを配合したパンの呈味・香气成分の変化を確認するとともに、風味向上技術について検討した。

* 食品プロジェクト担当

2 実験方法

2.1 試料

使用した国産小麦パン用粉（強力粉）および高灰分粉は、星野物産（株）より入手した。

2.2 発酵種の作製

発酵種の作製は、図1のとおり行った。材料は、小麦粉、温水、モルト、(株)愛工舎製作所より提供いただいた元種で、これらを混ぜ合わせた後、インキュベーター内で、27℃・8時間、10℃・8時間培養し、種継一回目の発酵種が得られた。さらに、小麦粉と温水を継ぎ足し、同様の培養条件下、週二回のペースで種継を繰り返した。

作製した発酵種について、pH測定と微生物試験（一般生菌数、乳酸菌数、酵母数）を実施した。微生物試験は、試料を無菌的に10g採取後、滅菌りん酸緩衝生理食塩水を加えて段階的に希釈した。一般生菌数は、培地（日水製薬(株)製コンパクトドライ TC）に直接滴下して、35℃で48時間培養後、赤色の集落を計測した。乳酸菌数は、培地（スリーエムジャパン(株)製ペトリフィルム）に直接滴下して、30℃で48時間培養後、赤色の集落を計測した。酵母数は、培地（日水製薬(株)製コンパクトドライ YM）に直接滴下して、25℃で7日間培養後、緑～青色の集落を計測した。

2.3 試験パンの作製

表1に示した配合・工程により、高灰分粉発酵種を0～20%配合した試験パンを焼成した。なお、発酵種の配合割合によって、製パン時の加水量を調整した。

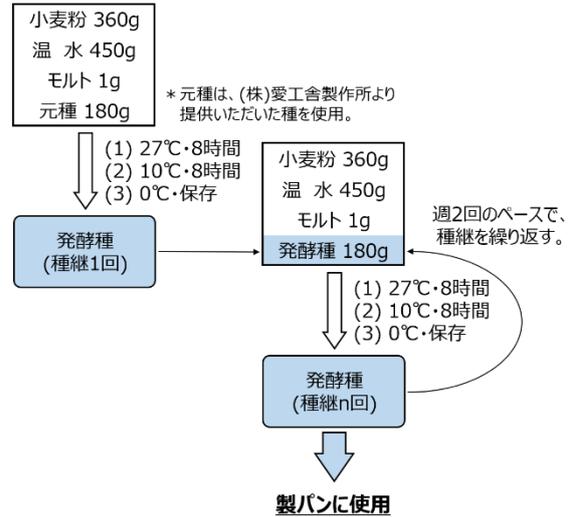


図1 発酵種の作製手順

2.4 呈味成分分析

アジレント・テクノロジー(株)製 1260 Infinity II HPLC および 6120 シングル四重極質量分析装置を使用した。焼成した丸パン型のフランスパンの内相(クラム)について、既報^{1),3)}と同様の試料調製及び分析条件で、遊離アミノ酸・有機酸を分析した。遊離糖については、表2の分析条件で実施した。

2.5 揮発性成分分析

ゲステル社製のMPS robotic pro オートサンプラー、加熱脱着装置(TDU)及びクールドインジェクションシステム(CIS)を装備したアジレント・テクノロジー(株)製 8890 ガスクロマトグラフをホスト側のGCとして使用した、5977B シングル四重極質量分析装置を使用した。焼成した丸パン型のフランスパンのクラストについて、揮発性成

表1 製パン条件

配合		工程	
強力粉	100%	ミキシング	L3M3
ドライイースト	0.7%	捏ね上げ温度	24℃
塩	2%	一次発酵	120分 パンチ 60分
モルトエキス	0.4%	ベンチタイム	25分
発酵種	0～20%	二次発酵	32℃ 80% 60分
加水	64～70%	焼成	230℃ 23分

表 2 遊離糖の分析条件

カラム	Shodex HILICpak VG-50 4E 4.6×250 mm, 5 μm		
移動相	A:超純水 B:アセトニトリル		
グラジエント条件	(min)	A (%)	B (%)
	0	10	90
	10	19	81
	16	75	25
	24	75	25
	24.01	10	90
	32	10	90
注入量	5 μL		
流速	0.5 mL/min		
カラム温度	60°C		
ポストカラム添加	1% (v/v) クロロアセトニトリルを含む アセトニトリル		
ポストカラム添加速度	0.1 mL/min		
イオン化法	エレクトロスプレーイオン化法 ネガティブモード		
乾燥ガス	N ₂ 350°C, 12 L/min		
ネブライザーガス	N ₂ 55 psi		
キャピラリー電圧	3,000 V		

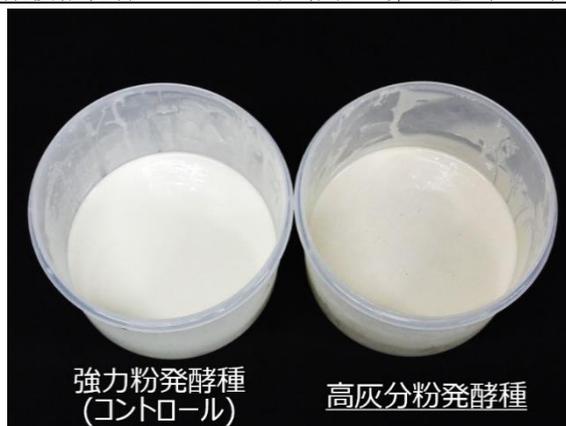
分の分析を行った。試料調製及び分析手順は、既報^{1),4)}に準じ、GCのスプリット比を1:10、カラム流量を1.2 mL/minとした。

3 結果及び考察

3.1 高灰分粉発酵種の特性

作製した高灰分粉発酵種と、比較のため同時に作製した強力粉を用いた発酵種の外観を図2に示した。高灰分粉発酵種は、やや赤みがかかった色調で、酸臭を伴う風味を有していた。

次に、作製した発酵種のpHと微生物試験の結果を表3に示した。種継回数が10回以降でpHや微生物の変動が小さくなり、安定した発酵種を得ることができた。強力粉発酵種と比べ、高灰分粉発酵種は乳酸菌数が約10倍多かった。高灰分粉の使用により遊離アミノ酸が増加したため、乳酸菌が生育しやすい発酵種であると考察した。


図 2 作製した発酵種の外観
表 3 発酵種の特性 (平均)

	強力粉発酵種 (コントロール)	高灰分粉 発酵種
pH	3.8	3.9
一般生菌数 [CFU/g]	< 3×10 ²	< 3×10 ²
乳酸菌数 [CFU/g]	5.3×10 ⁸	5.5×10 ⁹
酵母数 [CFU/g]	3.1×10 ⁷	1.8×10 ⁷

3.2 高灰分粉発酵種配合パンの呈味成分

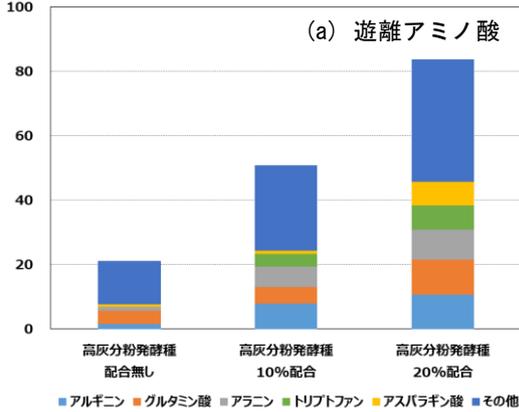
高灰分粉発酵種配合無し、高灰分粉発酵種10%配合、20%配合の三種類の試験パンについて、遊離アミノ酸、有機酸、遊離糖の分析結果を図3に示した。

高灰分粉発酵種を配合することで、遊離アミノ酸含有量が総量で2.4倍～4.0倍に向上、有機酸含有量が総量で3.1倍～4.3倍に向上することが明らかになった。一方、遊離糖含有量は総量で半分程度に低下することが分かった。これは、主にマルトース、イソマルトースの減少によるものである。これらの減少は、でんぷんを分解するアミラーゼの作用が酸により阻害されたためであると考えられた。本研究で用いたハード系のパンでは問題ないが、食パンや菓子パンに使用する際には糖や発酵種の配合量の調整が必要であると考えられた。

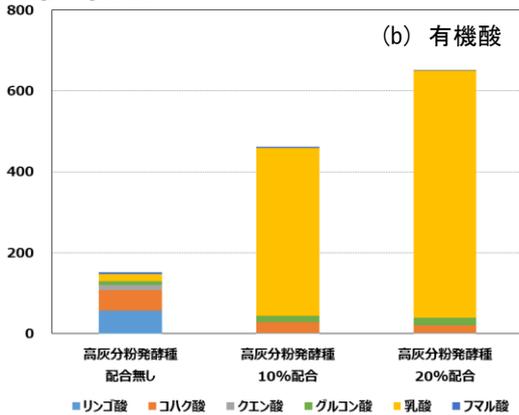
3.3 高灰分粉発酵種配合パンの揮発性成分

高灰分粉発酵種配合無しと、高灰分粉発酵種20%配合パンのGC/MSによる全イオン電流(TIC)クロマトグラムを図4に示した。

含有量
単位:mg/100g乾燥重



含有量
単位:mg/100g乾燥重



含有量
単位:mg/100g乾燥重

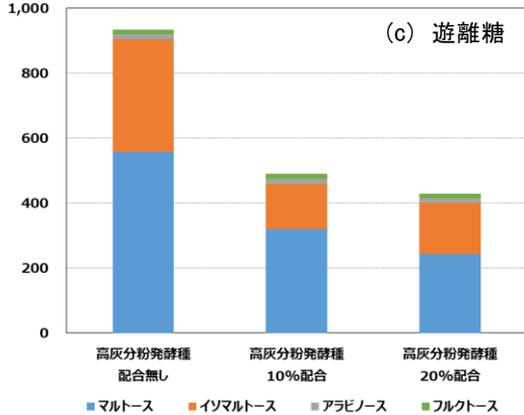


図3 発酵種配合パンの呈味成分分析結果

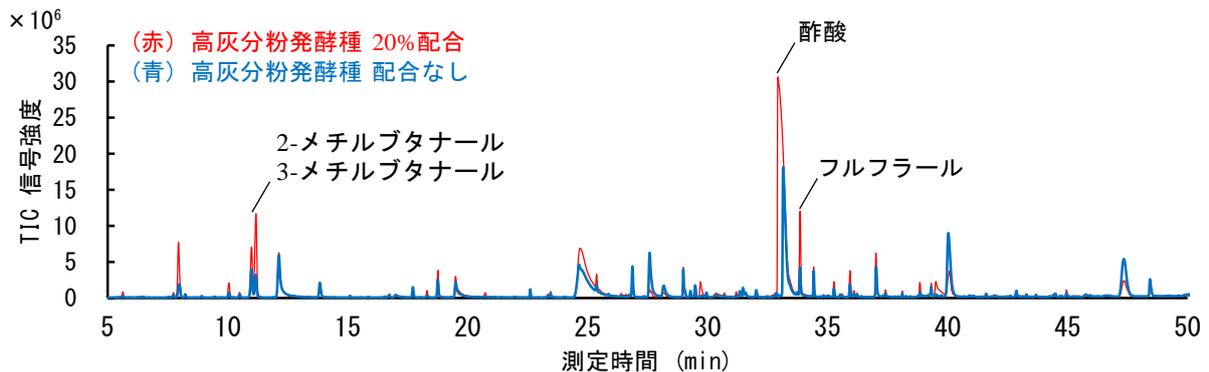


図4 高灰分粉発酵種配合パンのGC/MS TIC クロマトグラム

高灰分粉発酵種の配合に伴い、発酵種由来の酢酸や、焼成時の加熱により生じたアーモンド香のフルフラール、麦芽香の2-メチルブタナールや3-メチルブタナールなどのピークが大きくなった。発酵種の配合によってパン生地中の遊離アミノ酸や有機酸などの成分が多くなり、焼成時の加熱で生じる揮発性成分が増加し、その結果としてパンの風味が向上していると考えられた。

4 まとめ

国内産小麦を使用したパン製品の風味向上を目的とした高灰分粉の利用技術を確認するため、高灰分粉で発酵種を作製し、これを配合した焼成パンの呈味成分を確認するとともに、揮発性成分分析を実施した。

高灰分粉発酵種を配合することで、焼成パン中の遊離アミノ酸や有機酸の含有量が向上することが分かった。また、揮発性成分分析より、風味強化に繋がる香気成分の増加を確認することができ、高灰分粉発酵種配合パンで風味を向上させることができると考えられた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、原料の国産小麦パン用粉及び高灰分粉をご提供並びに製パン試験にご協力いただいた星野物産株式会社に感謝いたします。また発酵種の元種をご提供いただいた株式会社愛工舎製作所に感謝いたします。

客員研究員として御指導いただきました、帝京平成大学の前田竜郎教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 仲島日出男, 原田雅典, 海野まりえ, 成澤朋之, 常見崇史: 未利用小麦ストリーム粉の活用による国産小麦パンの風味向上, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **19**, (2021) 15
- 2) 藤本章人, 井藤隆之, 井村聡明: 伝統的パン種のおいしさと微生物の関わりについて, 生物工学, **90**, (2012) 329
- 3) 仲島日出男, 成澤朋之: 食品中の多成分同時検出技術の確立, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **16**, (2018) 304
- 4) 仲島日出男, 成澤朋之, 常見崇史, 富永達矢: 麺製品の高付加価値化に向けた味・香り向上技術の開発, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **17**, (2019) 22