

麺製品の高付加価値化に向けた味・香り向上技術の開発（第2報）

仲島日出男*¹ 成澤朋之*¹ 常見崇史*² 富永達矢*³

Development of Flavor-Enriching Technology for the Production of High-Value-Added Noodle Products (Part 2)

NAKAJIMA Hideo*¹, NARISAWA Tomoyuki*¹, TSUNEMI Takashi*², TOMINAGA Tatsuya*³

抄録

埼玉県産小麦を使用した麺製品の高付加価値化のため、埼玉県産さとのそら、農林61号及びハナマンテンの単品粉およびブレンド粉を使用した麺について、pH調整生地の熟成による味・香り成分の変化を確認するとともに、その風味増強効果を官能評価により確認した。農林61号の5割以上のブレンドにより、農林61号の持つ地粉風味を強めた麺が得られることが確認された。また、これまで風味が弱いとされていたさとのそらにおいても、pH調整生地の熟成により、従来製法の農林61号と同程度の地粉風味を持った麺の製造が可能であることが確認された。

キーワード：埼玉県産小麦，麺製品，高付加価値，香り成分，味成分

1 はじめに

味や香りは食品の重要な要素であり、これらの向上は製品の高付加価値化につながるものである。埼玉県産小麦などの国内産小麦粉を使用した麺製品は、オーストラリア産小麦「ASW」と比較して独特な甘みや香りを有する¹⁾³⁾ことから、麺用小麦粉としての一定の需要がある。当所では、これまで埼玉県産小麦について、ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）を用いた揮発性化合物の評価を行ってきた^{4) 5)}。その結果、地粉の風味が強いとされる小麦品種の農林61号のゆで麺において、不飽和アルデヒドなどの特異的な揮発性化合物が存在するとともに、小麦粒の外皮に近い部分を含んだ2等粉においてその量が多くなること、また、この香り成分の生成には、脂質酸化酵素の一つで

あるリポキシゲナーゼ（LOX）の関与が示唆されることを報告した⁴⁾。

本研究では、いわゆる地粉風味を高めた高付加価値麺の開発を目標とした。麺製品の製造工程では、生地のみキシング後に熟成工程をとることが多い。麺生地の熟成中に、小麦粉内在酵素の作用によりタンパク、でんぷん、脂質などが分解し、遊離のアミノ酸や糖類などの酵素分解物の量が増加すると考えられる。また、LOXが引き起こす脂質の酸化分解により、アルデヒドなどの香り成分が生地中で生成していると考えられる⁴⁾。このように、生地熟成中の酵素反応により、味・香り成分が新たに生成すると考えられる。これまでの研究⁶⁾において、これらの酵素の作用を促進させる生地の熟成条件の検討を行った。その結果、農林61号において生地pHが5.0以下、18℃8時間または28℃4時間以上の熟成により糖やアミノ酸などの

*¹ 食品プロジェクト担当

*² 化学技術担当

*³ 食品・バイオ技術担当

味成分が増加するとともに、農林61号の風味に大きな寄与を持つ不飽和アルデヒドが増加することを見出した。また、pH5.0以下の生地熟成では熟成中の生菌数の増加を抑制することができることも確認した。本研究では、埼玉県産のさとのそら、農林61号、ハナマンテンの3品種について、これらの単品粉に加えて、製麺現場での小麦粉のブレンドを想定したブレンド粉試料について、pH調整生地の熟成による味・香り成分の変化を確認するとともに、熟成による風味増強効果を官能評価により確認した。

2 実験方法

2.1 小麦粉試料

小麦粉試料は前田食品（株）から市販されている埼玉県産小麦品種「さとのそら」、「農林 61 号」および「ハナマンテン」の 2 等粉を使用した。これらの単品粉及び表 1 に示すブレンド粉について、評価を実施した。

表1 測定ブレンド粉の配合割合

	さとのそら	農林61号	ハナマンテン
SNH370	3	7	0
SNH352	3	5	2
SNH550	5	5	0
SNH532	5	3	2
SNH703	7	0	3

2.2 麺生地のpH調整

麺生地のpHの調整には、小麦粉への加水時に目的pHに調整した0.1Mクエン酸バッファーを使用したほか、目標とする生地pHとなるように濃度を調整したクエン酸またはグルコノラクトン溶液を用いた。生地pHの確認はビーカースケールで調整した麺生地により行った。50mLビーカー中で、試料小麦粉20g、塩化ナトリウム0.4g、クエン酸溶液またはグルコノラクトン溶液10mLを加えて麺生地を調製した。この麺生地に超純水10mLを加えて溶解した生地溶液のpHを測定した。

2.3 麺生地中の揮発性成分分析

前報⁹⁾と同様にガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC/MS)を用いて、試料小麦粉の単品粉およびブレンド粉から調整した麺生地の揮発性成分分析を実施した。ビーカー中で試料小麦粉10gに対して、pH 4.6に調整した0.1Mクエン酸バッファー5.0 mL および塩化ナトリウム0.2gを混合し、測定用生地を調製した。この生地試料5.0gを20ml測定バイアルにとり、28℃インキュベーター中で4時間熟成後、揮発性成分の分析を実施した。単品粉については、生地調整直後の試料についても合わせて測定を行った。

2.4 遊離糖分析

生麺及びゆで麺中の遊離糖を液体クロマトグラフ質量分析装置(LC/MS)により分析した。小麦粉試料200gに対して塩化ナトリウム4g、0.3%クエン酸溶液73mLを加え、縦型ミキサー（カントー製）を用いて中速及び高速で3分30秒間混捏した。この麺生地を大竹製麺機によりロール間隔4mmでの粗延べ後、18℃インキュベーター中で8時間熟成した。その後、3mm、2.5mm間隔でのロール圧延後、10番の角切刃を使用して幅3mmの生麺を切り出した。この生麺40gについて、超純水400mL中で水分が65%程度になるまでゆで、ゆで麺試料を得た。これらの生麺試料およびゆで麺試料を凍結乾燥し、カッターミルで粉碎処理したものを、遊離糖分析の試料とした。遊離糖の分析は前報⁹⁾と同様の条件により行った。

2.5 ゆで麺の官能評価

さとのそらおよび農林 61 号を使用したゆで麺について、当センター職員を含むパネラー9 名により官能評価を実施した。小麦粉試料 600g に対して、塩化ナトリウム 12g を溶解した超純水または 0.5%グルコノラクトン溶液を使用して、生地熟成時間以外は 2.4 節と同様の条件で製麺を行った。生地の pH 調整を行わない従来製法のものについては、18℃の室温下で 2 時間、pH 調整生地については、18℃インキュベーター中で 12 時間生地熟

成を行った。得られた生麺を水分が 64~65%になるようにゆで、官能評価を行った。従来製法に相当する pH 無調整の農林 61 号のゆで麺を基準として、味、香りの強さを-3~+3 の 7 段階で評価した。

3 結果及び考察

3.1 麺生地の pH 調整

図 1 にクエン酸およびグルコノラクトンを添加した麺生地の pH を示した。図 1(a)のクエン酸では、小麦粉に対して 0.3%の添加により目標の pH 5.0 以下となった。一方、グルコノラクトン(図 1(b))については、対粉 0.5%の添加で生地 pH を 5.0 以下に調整できることが確認された。

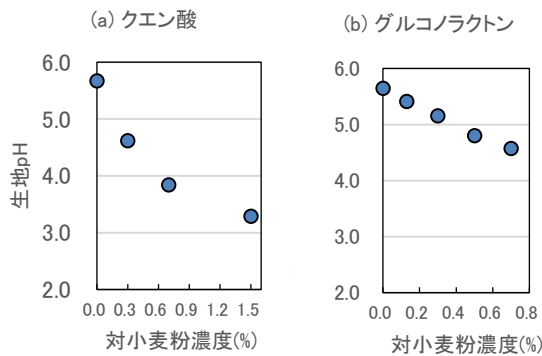


図1 麺生地のpH

3.2 揮発性成分の比較

GC/MS による揮発性成分分析により得られた各成分の面積値について、主成分分析の結果を図 2 に示す。また、ライブラリ検索により推定された化合物を表 2 に示す。図 2(a)のスコアプロットでは、4 時間の生地熟成にともないプロットが右下方向に移動していることが示されている。また、4 時間熟成後の試料については、農林 61 号およびハナマンテンのブレンド割合が高いほどプロットが右下側にシフトしていた。

図 2(b)のローディングプロットでは、ほとんどの化合物がプロット右側に位置していた。リノール酸などの不飽和脂肪酸の酸化分解により生成し、農林 61 号の生地で特徴的に観測される不飽和アルデヒドがプロット右側で多く見られており、スコアプロットの右側のサンプルほど、農林

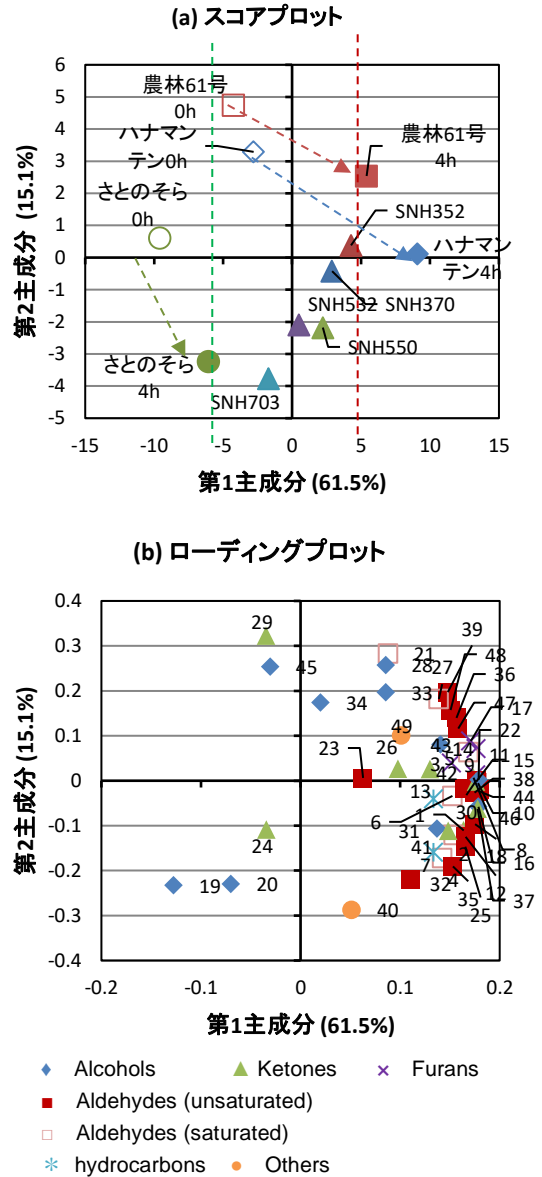


図2 揮発性成分測定結果の主成分分析結果
(b)の番号は表2の化合物に対応する。()内はそれぞれの主成分の寄与率を示す。

61 号で感じられた地粉の香りが強くなっていると考えられた。

スコアプロットでの第 1 主成分の値を比較すると農林 61 号を 5 割添加した SNH352 ブレンド粉で農林 61 号と同程度の値となっていた。生地の長時間熟成により生地だれなどによる作業性の低下が考えられるが、グルテンの強いハナマンテンのブレンドにより製麺性が向上すると考えられ、実際の製麺現場への風味強化麺の展開に、このブレンド粉は有効であると考えられた。

一方、さとのそら単品粉についても、pH 調整生

地の 28°C4 時間熟成後には熟成前の農林 61 号と同程度の第 1 主成分の値となっていた。このように、従来風味が弱いとされていたさとのそらを用いた場合でも、本研究で見いだした生地熟成条件により、農林 61 号と同程度まで地粉の風味を

高めることが可能であると考えられた。

3.3 生麺およびゆで麺の遊離糖含量

表 3 に生麺およびゆで麺の遊離糖含量の比較を示す。生地熟成を行わない生麺の遊離糖含量は 100g 乾物重あたり 900~1000mg であったが、pH 調整・18°C8 時間の熟成により、その値は 1200-1400mg まで増加していた。特に農林 61 号を含む生麺で遊離糖含量は多かった。その内訳としては、でんぷんの分解により生成するマルトースやグルコースなどの単糖の増加が大きかった。

ゆで麺中の遊離糖含量についても 8 時間熟成を行ったものが多く、生麺で見られた糖含量の違いがゆで麺においても維持されていることが確認された。ゆで時の遊離糖残存率を比較すると、pH 調整を行った試料で値が大きかった。これは、生地の pH 調整に使用したクエン酸がゆで水に溶出した結果、ゆで水の pH を低下させ、その影響ででんぷんのゆで溶けが抑制されたためであると考えられた。このように、生地の pH 調整のために使用した有機酸により、麺に含まれる遊離糖が保持されることが確認され、その他の味成分の保持にも寄与することが予想された。

3.4 ゆで麺の官能評価

さとのそらおよび農林 61 号の熟成麺について、センター職員 3 名および大学生 6 名の合計 9 名のパネルにより官能評価を実施した。農林 61 号の pH 無調整・2 時間熟成のゆで麺を基準として、さ

表2 推定された生地中の揮発性化合物

No.	アルコール	No.	ケトン
16	1-Penten-3-ol	1	Acetone
19	2-Methyl-1-butanol	3	2-Butanone
20	3-Methyl-1-butanol	8	1-Penten-3-one
22	1-Pentanol	15	2-Heptanone
28	1-Hexanol	24	2,3-Octanedione
31	1-Octen-3-ol	26	6-Methyl-5-hepten-2-ol
33	1-Heptanol	29	3-Octen-2-one
34	2-Ethyl-1-hexanol	37	(E,Z)-3,5-Octadien-2-one
39	1-Octanol	41	(E,E)-3,5-Octadien-2-one

No.	飽和アルデヒド	No.	不飽和アルデヒド
2	Butanal	12	(E)-2-pentenal
4	3-Methylbutanal	18	(E)-2-hexenal
6	Pentanal	23	(Z)-2-Heptenal
10	Hexanal	25	(E)-2-Heptenal
14	Heptanal	30	(E)-2-Octenal
21	Octanal	32	(E,Z)-2,4-Heptadienal
27	Nonanal	35	(E,E)-2,4-Heptadienal
38	Benzaldehyde	36	(E)-2-Nonenal
		42	(E,E)-2,4-Octadienal
		44	(E,Z)-2,4-Nonadienal
		46	(E,E)-2,4-Nonadienal
		47	(E,Z)-2,4-Decadienal
		48	(E,E)-2,4-Decadienal

No.	フラン	No.	その他
5	2-Ethylfuran	7	Decane
9	2-Propylfuran	13	Dodecane
11	2-Butylfuran	40	Acetic acid
17	2-Pentylfuran		

番号は図2(b)のスコアプロット中の化合物番号に対応する。

表3 生麺及びゆで麺の遊離糖含量

		遊離糖含量		遊離糖 残存率	ゆで麺 水分(%)	ゆで水 pH
		生麺	ゆで麺			
pH調整・8時間熟成	さとのそら	1246	675	0.54	65.9	4.7
	農林61号	1324	750	0.57	65.2	4.8
	SNH352	1337	748	0.56	65.1	
	SNH550	1345	780	0.58	64.6	
	SNH532	1462	716	0.49	65.3	
pH無調整・無熟成	さとのそら	977	414	0.42	65.3	5.9
	農林61号	921	477	0.52	64.0	5.7

遊離糖含量はmg/100g乾物重

とのその生地 pH 無調整麺、さとのそらおよび農林 61 号の pH 調整・18℃12 時間熟成麺の味・香りの強さを評価した。その結果を図 3 に示す。

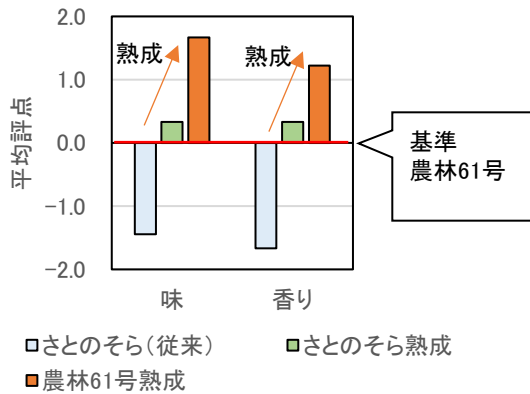


図3 ゆで麺の官能評価結果

本研究で見いだした pH 調整生地の長時間熟成により、農林 61 号において味・香りの評点が大幅に高くなり、風味が強く感じられるようになったことが確認された。一方、さとのそらにおいては、従来までの生地 pH 無調整では、味、香りの評点とも農林 61 号を大きく下回っていたが、生地の長時間熟成により、これらの評点が基準とした従来製法の農林 61 号よりも大きくなった。これらの結果は、GC/MS で観測された地粉風味の強さを裏付けるものであった。このように、生地の pH 調整及び熟成により、農林 61 号の持つ地粉風味をさらに強めるだけでなく、これまでは風味が弱いとされていたさとのそらにおいても、その地粉風味を強める効果があることが確認された。

4 まとめ

埼玉県産小麦を使用した麺製品の高付加価値化のため、小麦粉内在酵素を利用した味・香り成分の向上を検討するとともに、埼玉県産さとのそら、農林61号およびハナマンテンの単品粉及びブレンド粉を使用した麺でその効果を確認した。

GC/MS による揮発性成分分析、LC/MS を用いた味成分分析、およびゆで麺の官能評価結果から、生地 pH を 5.0 以下に調整した麺生地の熟成により、農林 61 号で特徴的に見られたアルデヒド類の麺生地の風味への寄与が高まるとともに、ゆで

麺中の糖含量が増加することが確認された。また、農林 61 号の 5 割以上のブレンドにより、農林 61 号の持つ地粉の風味を増強した麺が得られることが確認された。さらに、これまでは風味が弱いとされていたさとのそらを用いても、従来の農林 61 号と同程度の風味の強さとなることが確認された。本研究で見いだした麺生地の熟成条件は、埼玉県産小麦を使用した風味の強い高付加価値麺の製造に有効である。

謝辞

本研究を進めるに当たり、客員研究員として御指導いただきました帝京平成大学健康メディカル学部の前田竜郎教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 奥村彪生：増補版 日本麺食文化の 1300 年、(一社) 農山漁村文化協会、(2014) 308
- 2) 木下敬三：さぬきうどんの小麦粉の話、旭屋出版、(2005) 142
- 3) 成澤朋之、仲島日出男、小島登貴子：埼玉県産小麦利用技術の開発動向とその課題について、FFI ジャーナル **205**, (2016) 221
- 4) Narisawa, T., Nakajima, H., Umino, M., Kojima, T., Asakura T. and Yamada, M.: Volatile Compounds from Japanese Noodles, "Udon," and their Formation During Noodle-Making, J. Food Process. Technol., **8**, (2017) 11
- 5) Narisawa T., Nakajima H., Umino M., Kojima T., Yamashita H., Kiribuchi-Otobe C., Yamada M. and Asakura T: Cultivar differences in lipoxygenase activity affect volatile compound formation in dough from wheat mill stream flour, J. Cereal Sci. **87**, (2019) 231
- 6) 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