

## 麺の加工工程における風味形成メカニズムの解明

<日本学術振興会 科学研究費助成事業>

成澤朋之\*

### Research on the Mechanism of Flavor Formation During the Noodle Making Process

NARISAWA Tomoyuki\*

抄録

麺の加工工程における揮発性成分の変化は、加水時に大きく、それがLOXによる不飽和脂肪酸の酸化によることを見出した。農林61号はLOX活性が顕著に高く、その生地とゆで麺の揮発性成分にアルデヒド類やケトン類が多かった。そのため、農林61号にみられた地粉としての独特な風味の形成は、LOXに起因するアルデヒド類やケトン類に由来するものと考えられた。

キーワード：揮発性成分分析，製麺工程，国産小麦，GC/MS，リポキシゲナーゼ

#### 1 はじめに

主に麺用として使用される国内産小麦は、現在麺用として最も使用量が多いオーストラリア産小麦「ASW」と比較して、その麺に独特な甘みや香りを有することから、製麺業者などから根強い需要がある。日本国内では、ASWにはない地粉としての風味が好まれている「農林61号」が麺用の小麦品種として長年栽培されてきた。しかし、近年、その収量や品質が低下してきたことに加えて、難防除病害の一つであるコムギ縞萎縮病に罹病性であることから、群馬県、埼玉県、栃木県の北関東三県では、その後継品種である「さとのそら」への作付の全面転換が行われた。さとのそらについては、多収で製粉歩留も高く、うどんの色調も良好であることなど高評価である一方、製粉業者や製麺業者などの実需者から、農林61号にあったような地粉の風味が感じられないとの意見が出ており、麺の風味がよい小麦粉および小麦品種の開発

が望まれている。

うどんの原材料は、主として小麦粉と食塩水という単純な組成であるために、麺の風味は原材料である小麦粉の影響を強く受けると考えられる。この麺の風味の要因としては、小麦粉自体に含まれる成分だけでなく、加水、混捏、熟成などの製麺工程において、新たに生成する成分も含まれる。しかしながら、うどんの風味形成に関する研究はこれまでになかった。また、農林61号をはじめとする国内産小麦のもつ独特な風味を形成する要因となる成分やその前駆体に関しては未解明な点が多かった。

これらの背景から本研究は、農林61号に代表されるような国内産小麦を使用した麺の風味の中でも、特に香りを形成する揮発性成分の生成メカニズムを解明することで、国内産小麦を使用した麺の風味を向上させる成分指標を明らかにすることを目指した。

\* 食品プロジェクト担当

#### 2 実験方法

## 2.1 揮発性成分分析

各種小麦粉、それらに加水した生地、成形して一定時間ゆでたゆで麺を調製し、ガスクロマトグラフ質量分析装置(GC/MS)による揮発性成分分析を既報<sup>1-2)</sup>のとおり行った。

## 2.2 リポキシゲナーゼの活性測定

リポキシゲナーゼ(LOX)の活性測定を既報<sup>1-2)</sup>のとおり行った。

## 2.3 カロテノイド含有量測定

各種小麦粉試料からカロテノイドを抽出し<sup>3)</sup>、高速液体クロマトグラフにより分析を行った<sup>4)</sup>。

## 2.4 統計解析

各種統計解析は JMP 13.1.0 (SAS Institute 製)および R ver. 3.1.3 (<http://www.R-project.org>)を用いて行った。

## 3 結果及び考察

### 3.1 麺加工工程中の揮発性成分の生成

GC/MS 測定により検出された揮発性成分のターゲットイオン(TI)面積値を主成分分析および階層型クラスター分析に供したところ、小麦粉、生地、ゆで麺が別々のクラスターを形成し、加工工程毎で揮発性成分プロファイルが異なることが示された(図1)。各加工工程に寄与している化合物は、小麦粉では炭化水素類やアルコール類であっ

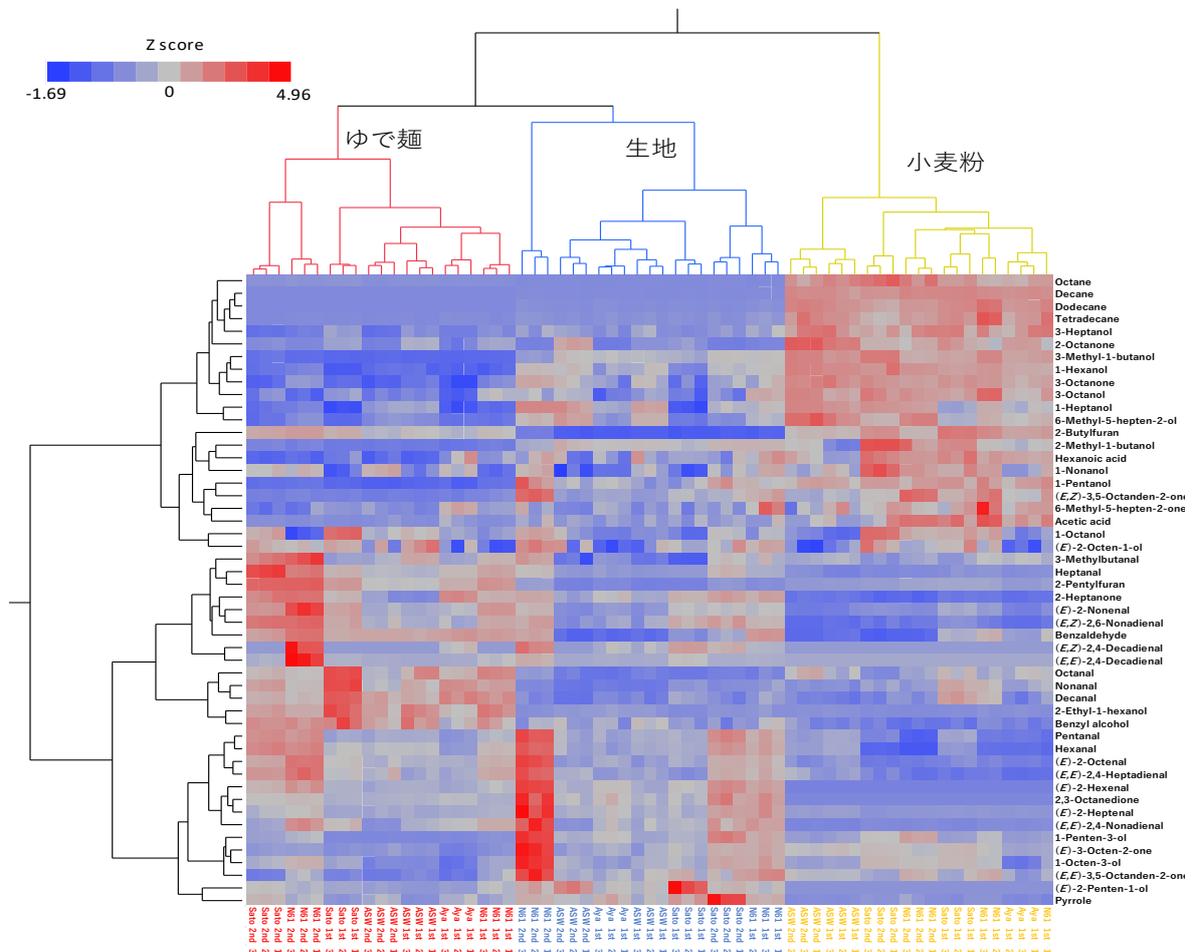


図1 各加工工程の揮発性成分プロファイルの違い

1<sup>st</sup>と2<sup>nd</sup>は小麦の等級を示す。ASW, Australian standard white; N61,農林61号; Sato, さとのそら; Aya, あやひかり。各揮発性成分のTI面積値をZ-scoreに換算し、ヒートマップにプロットした。

たのに対し、生地やゆで麺ではアルデヒド類やケトン類であった。アルデヒド類とケトン類は、小麦粉から生地になる際に増加し、ゆでることで減少するものと、ゆでることで増加しているものがあった。アルデヒド類とケトン類は、直鎖状のものが主であることから、不飽和脂肪酸の酸化分解生成物であると推定された。また、これらは小麦粉に比べて生地において増加していることから、加水後に生じた酵素反応により生成したことが示唆された。

### 3.2 LOX 活性の品種間差と揮発性成分生成への影響

リノール酸を基質として各種小麦粉のLOX活性を測定した結果、いずれも灰分値が高くなるにつれLOX活性が上昇し、特に農林61号は灰分当たりのLOX活性が他品種と比べて高かった(図2)。各種小麦粉から生地を調製し、GC/MSにて揮発性成分を分析したところ、農林61号では多くのアルデヒド類やケトン類のTI面積値が他の3品種よりも大きかった。したがって、生地およびゆで麺の揮発性成分の増加に関与する酵素はLOXであることが推察された。

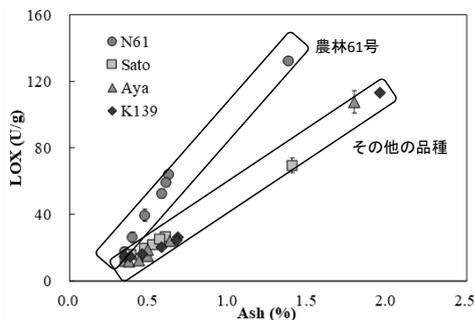


図2 各種小麦粉のLOX活性

### 3.3 カロテノイド含有量の品種間差の影響

各種小麦粉から検出されたカロテノイドはlutein, zeaxanthin,  $\beta$ -cryptoxanthin,  $\beta$ -caroteneの4種であった(図3)。Luteinは検出された4種のカロテノイドの中で最も含有量が多かった。品種間で比較すると、luteinの含有量はさとのそらで最も多く、農林61号で最も少なく、あやひかりと

関東139号は同程度であった。これらのカロテノイドは抗酸化物質として作用することが知られている。そのため、lutein含有量の低い農林61号は不飽和脂肪酸の酸化分解反応が阻害されにくいことが考えられた。

以上のことから、農林61号はLOX活性が高く、さらにlutein含有量が低いことから、不飽和脂肪酸の酸化分解に由来する揮発性成分の生成能力が高くなり、地粉独特の風味を形成したものと考えられた。

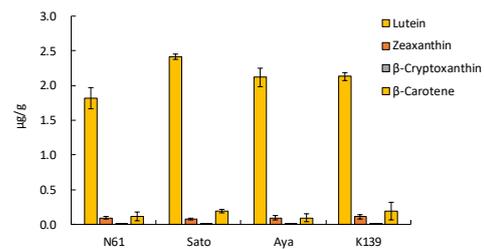


図3 各種小麦粉のカロテノイド含有量

## 4 まとめ

麺の加工工程における揮発性成分の変化が加水時に大きいことを見出し、それがLOXによる不飽和脂肪酸の酸化によることを見出した。農林61号はLOX活性が顕著に高い特徴を持ち、さらに抗酸化物質であるカロテノイド含有量が少ないことため揮発性成分の生成が阻害されにくいことが示唆された。以上のことから、農林61号にみられた地粉としての独特な風味の形成は、LOXが生成するアルデヒド類やケトン類に由来することものと推察された。本研究で対象とした食品はうどんであったが、小麦粉を使用した製品全般でも同様の飯盒が起きているものと考えられた。

## 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工学院大学の山田昌治教授および東京電機大学の椎葉究教授に感謝の意を表します。なお、本研究はJSPS 科研費 JP17K12893の助成を受けて実施したものです。

参考文献

- 1) Narisawa T., Nakajima H., Umino M., Kojima T., Asakura T., Yamada M.: Volatile Compounds from Japanese Noodles, “Udon,” and their Formation during Noodle-Making, *J Food Process. Technol.* **8**:11, 2017
- 2) Narisawa T., Nakajima H., Umino M., Kojima T., Yamashita H., Kiribuchi-Otobe C., Yamada M., Asakura T.: Cultivar differences in lipoxygenase activity affect volatile compound formation in dough from wheat mill stream flour, *J. Cereal Sci.*, **87**, 231-238, 2019
- 3) Hussain A., Larsson H., Kuktaite R., Olsson M.E., and Johansson E.: Carotenoid Content in Organically Produced Wheat: Relevance for Human Nutritional Health on Consumption. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **12**: 14068-14083, 2015
- 4) Hentschel V., Kranl K., Hollmann J., Lindhauer M. G., Böhm V., Bitsch R.: Spectrophotometric Determination of Yellow Pigment Content and Evaluation of Carotenoids by High-Performance Liquid Chromatography in Durum Wheat Grain, *J. Agric. Food Chem.* **50**, 6663-6668, 2002