



国立大学法人福井大学
福井県農業試験場

炊飯時の匂い成分のリアルタイム分析を実現

～品種だけでなく水量により匂い成分の発生挙動が異なることを確認～

本研究成果のポイント

- ◆炊飯時に発生する匂い成分のリアルタイム分析を実現しました。
- ◆米の品種（もち米かうるち米か）や炊飯時の加水量によって、匂い成分が気体として検出され始める温度に違いが見られることを確認しました。
- ◆炊飯では調理過程で水が豊富に存在するため、品種だけでなく加水量が匂い成分の発生挙動に大きく影響していることがわかりました。

概要

ご飯の匂い成分が炊飯中のどの時点でどの程度発生しているかをリアルタイム分析できれば、米の品種や保管期間に合った炊飯条件をご飯の匂いの観点から検証することができます。福井大学の内村智博教授の研究グループおよび福井県農業試験場の小林麻子主任研究員は、レーザーイオン化質量分析法（注1）を用いて、炊飯時に発生する匂い成分のリアルタイム分析に成功しました。

実験では、もち米である「タンチョウモチ」およびうるち米である「いちはまれ」を用いました。「タンチョウモチ」は、一般的なご飯（おこわ）として炊くために炊飯時の加水量を少なくしました。結果として、2種類の匂い成分（インドールと4-ビニルフェノール）のリアルタイム計測に初めて成功しました。この内、インドールについては、品種や水加減によって気体として検出され始める温度が異なることが確認されました。これに対し、4-ビニルフェノールの検出開始温度はどちらの米でも100°C弱で同じでした。

本研究により、匂い成分の発生挙動が品種だけでなく水加減によっても変わる可能性があることが分かりました。今後、匂い成分の発生挙動を詳細に検証することで、各ブランド米に合った炊飯条件の提案や消費者の好みに合うご飯を炊くことができる炊飯器の開発などへの貢献が期待されます。

〈研究の背景と経緯〉

炊飯米の匂いは、味や食感とともに、おいしさに欠かせない重要な要素の1つですが、その定量的な評価は実現していません。福井大学の内村智博教授および福井県農業試験場の小林麻子主任研究員らは2018年より、炊飯米の匂いの客観的評価および匂いによる品種の特徴づけに関する共同研究を実施しています。これまでに、日本のうるち米6品種について新米の炊飯直後の揮発成分を測定し、2種の匂い成分（インドール、4-ビニルフェノール）の濃度に特徴があることを報告しています。

ご飯の匂いは品種による差異に加え、炊飯条件によっても変わってきます。これまでの測定の多くは、炊飯中あるいは炊飯後の匂い成分を一度捕集してから実施されてきました。これに対し、刻々と変化する匂い成分をリアルタイム分析できれば、炊飯中の匂いを定量的に評価することが可能となります。炊飯時の匂い成分の発生挙動が明らかになれば、消費者の匂いの嗜好に合わせた炊飯条件を提案できます。

本研究グループでは、レーザーイオン化質量分析法を用いて、炊飯時に発生する匂い成分のリアルタイム分析を試みました。

〈研究の内容〉

米試料として、もち米である「タンチョウモチ」およびうるち米である「いちはまれ」を用いました。「タンチョウモチ」は「いちはまれ」よりも吸水率が高いため、一般的なご飯（おこわ）として炊くために炊飯時の加水量を少なくしました。洗米後にご飯釜で炊飯し、蒸気口から出てくる気体をリアルタイム分析しました（図1）。

波長266 nmの紫外レーザー光を用いて分析した結果、インドールと4-ビニルフェノールの放出挙動を明らかにすことができました（図2）。このうち、インドールについては、「タンチョウモチ」の方が「いちはまれ」よりも低温で検出され始めました。これは、「タンチョウモチ」の方が低温でデンプンが膨潤・糊化する、すなわち低温で柔らかくなり始めるため、米内部のインドール（もしくはその前駆体）が外部の水に移動しやすい状況であること、および炊飯当初の加水量が少ないため、低温での気化が進行したことが原因であると推定されました。これに対し、4-ビニルフェノールの検出開始温度はどちらの米でも100°C弱で同じでした。これは、この成分の前駆体が主に白米の外側に多く存在するため、米の内部から移動する分ではなく外側に存在する前駆体が熱分解し気化するためであると考察されました。

また、リアルタイム分析の結果として、匂い成分の周期的な信号の増減が確認されました（図2e）。これは、炊飯釜の内部の圧力が高まった時点で蒸気が噴出することに起因するものだと考えられます。同法ではこれまでに、コーヒー豆の焙煎過程で発生する成分のリアルタイム測定が実施された例がありますが、この例では今回の研究結果のような周期的な信号は確認されていません。このことから、今回得られた結果は、水が豊富に存在する炊飯という調理過程に特有に見られる結果であると言えます。

〈今後の展開〉

今回、炊飯時に発生する匂い成分のリアルタイム分析に初めて成功しました。得られた結果より、調理過程において豊富に存在する水が匂い成分の発生挙動に大きく影響していることがわかりました。また前述の通り、検出された2成分は日本のうるち米を特徴づける成分であることが報告されており、これらの成分のリアルタイム分析を実現できたことは、日本のうるち米を炊飯する過程で発生する匂い成分を評価する上で、非常に重要な成果であると言えます。今後、匂い成分の発生挙動を詳細に検証することで、各ブランド米や米の保管期間に適した炊飯条件を提案できるようになり、消費者の好みに合うご飯を炊くことができる炊飯器の開発などに貢献できると期待されます。

〈参考図〉(以下の図は論文に記載の図を日本語にしたものため転載等使用不可。)

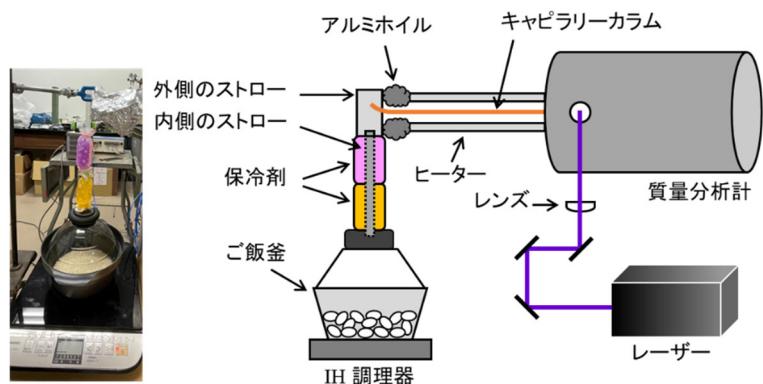


図 1：実験装置図

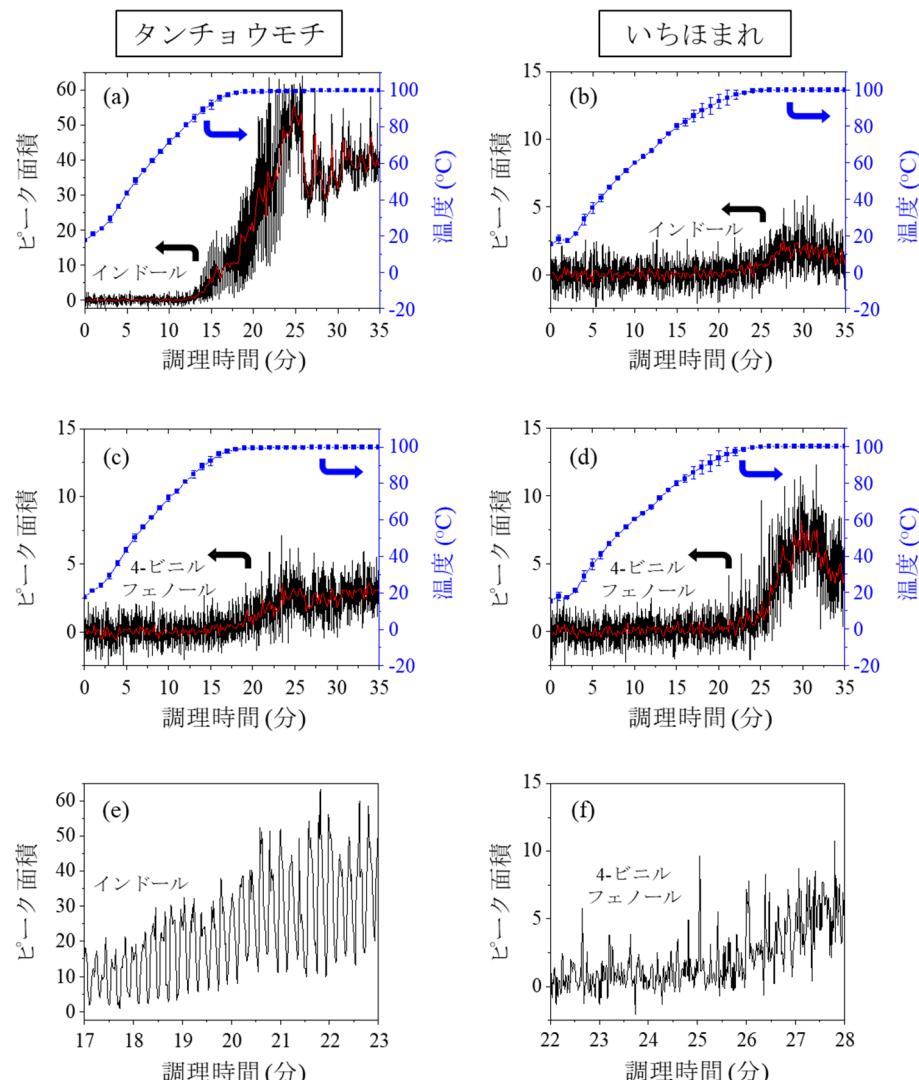


図 2：(a, b) インドールと (c, d) 4-ビニルフェノールのピーカ面積の時間変化(黒線)。赤線は 10 秒ごとに平均した結果。青線は炊飯中の温度変化。(e) は (a) の拡大図、(f) は (d) の拡大図。米試料：左はタンチョウモチ、右はいちほまれ。

〈用語解説〉

(注 1)

レーザーイオン化質量分析法

(論文内の名称：共鳴増強多光子イオン化飛行時間型質量分析法)

レーザーイオン化法とは、質量分析法の中のイオン化法の一つ。気化成分にレーザーパルスを照射することでイオン化する方法。レーザー波長を試料成分の吸収波長に合わせることで、イオン化効率（検出効率）を飛躍的に増加させることができる。

質量分析法の一種である飛行時間型質量分析法とは、イオン化した試料成分を質量電荷比に応じて分離分析する手法である。イオン化した成分を加速させた際、イオンの質量差により速度差が生じ、一定の区間飛行させた後、検出器に到達する時間差によって成分の質量を分析する。

上記 2 手法を組み合わせた手法がレーザーイオン化質量分析法であり、測定対象成分を高感度・高選択的に検出することができる。

〈論文タイトル〉

「タンチョウモチ」及び「いちはまれ」炊飯時に発生する匂い成分のリアルタイム分析

〈著者〉

英語表記

Shohei Hashimoto, Masaaki Ukita, Hirotake Yamaguchi, Asako Kobayashi, Tomohiro Uchimura

日本語表記

橋本 将平（福井大学大学院 工学研究科 産業創成工学専攻 修了）
浮田 匡章（福井大学大学院 工学研究科 産業創成工学専攻 修士 2 年）
山口 陽丈（福井大学工学部 物質・生命化学科 学部 4 年）
小林 麻子（福井県農業試験場 品種開発研究部 水稲育種研究グループ 主任研究員）
内村 智博（福井大学学術研究院 工学系部門 材料開発工学講座 教授）

〈発表雑誌〉

雑誌名「分析化学」誌 72 卷 10・11 合併号に掲載予定
(発行: 2023 年 10 月 5 日)

〈お問い合わせ先〉

(研究に関すること)

内村 智博（うちむら ともひろ）

国立大学法人 福井大学 学術研究院 工学系部門 材料開発工学講座

小林 麻子（こばやし あさこ）

福井県農業試験場 品種開発研究部 水稲育種研究グループ

(報道担当)

国立大学法人 福井大学 広報センター

〒910-8507 福井市文京 3 丁目 9 番 1 号 TEL: 0776-27-9733

高田 和典（たかだ かずのり）

福井県農業試験場 企画指導部

〒918-8215 福井市寮町辺操 52-21 TEL: 0776-54-9312