

Lecture by award winners | 受賞講演・その他

 Wed. Aug 27, 2025 10:15 AM - 11:25 AM JST | Wed. Aug 27, 2025 1:15 AM - 2:25 AM UTC  Award Room(Building 2, Room 211)

[受賞講演] 受賞講演

座長:松井 利郎 (日本食品科学工学会会長, 九州大学大学院)、竹永 章生 (日本食品科学工学会副会長, 日本大学)、川崎 功博 (日本食品科学工学会副会長, イーエヌ大塚製薬 (株))

10:15 AM - 10:45 AM JST | 1:15 AM - 1:45 AM UTC

[学会賞]

Prevention of metabolic diseases by food-derived polyphenols and their applications

*Takanori Tsuda¹ (1. School of Bioscience and Biotechnology and Graduate School of Bioscience and Biotechnology, Chubu University)

10:45 AM - 11:05 AM JST | 1:45 AM - 2:05 AM UTC

[奨励賞]

Evaluation and control of biological and chemical risk factors in food safety

*Yuko Shimamura¹ (1. School of Food and Nutritional Sciences, University of Shizuoka)

11:05 AM - 11:25 AM JST | 2:05 AM - 2:25 AM UTC

[技術賞]

Development of a steam distillation process for coffee aroma extraction for practical use in RTD coffee beverage manufacturing

*Shinichiro Hatakeyama¹, Masayuki Akiyama¹, Toshiyoshi Kawaguchi¹, Atsushige Fujita¹, Takuya Yamaguchi¹, Daisho Yoshihara¹, Kana Takahashi², Yasuhiro Takeda³, Kazuhiro Miyaji³, Reiko Koizumi³, Miki Maruya⁴, Yutaka Kitamura⁵, Mito Kokawa⁵ (1. Food Research & Development Institute, Morinaga Milk Industry Co.,Ltd., 2. Food Solution Research Institute, Morinaga Milk Industry Co.,Ltd., 3. R&D division, Morinaga Milk Industry Co.,Ltd., 4. Quality Control Department, Morinaga Milk Industry Co.,Ltd., 5. Institute of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)

Lecture by award winners | 受賞講演・その他

📅 Wed. Aug 27, 2025 10:15 AM - 11:25 AM JST | Wed. Aug 27, 2025 1:15 AM - 2:25 AM UTC 🏠 Award Room (Building 2, Room 211)

[受賞講演] 受賞講演

座長: 松井 利郎 (日本食品科学工学会会長, 九州大学大学院)、竹永 章生 (日本食品科学工学会副会長, 日本大学)、川崎 功博 (日本食品科学工学会副会長, イーエヌ大塚製薬 (株))

10:15 AM - 10:45 AM JST | 1:15 AM - 1:45 AM UTC

[学会賞] Prevention of metabolic diseases by food-derived polyphenols and their applications

*Takanori Tsuda¹ (1. School of Bioscience and Biotechnology and Graduate School of Bioscience and Biotechnology, Chubu University)

Keywords : polyphenol, anthocyanin, curcumin, obesity, diabetes

【講演者の紹介】

津田 孝範 (つだ たかのり)

略歴: 1988年3月 名古屋大学大学院農学研究科博士前期課程修了、1999年2月 博士 (農学) (名古屋大学)

1999年9月: 日本食品科学工学会奨励賞、2003年5月: 日本栄養・食糧学会奨励賞

2014年4月より現在: 中部大学応用生物学部・大学院応用生物学研究科教授

2022年6月: 日本栄養・食糧学会賞

演者は食用植物色素成分等のポリフェノールや、植物タンパク質、アミノ酸、蜂産品、乳酸の新しい生理機能と機構を解明し、有効利用のための基盤的研究を展開してきた。特に植物色素成分の健康機能研究 (「紫」と「黄」のサイエンス: アントシアニンとクルクミン)、さらに植物色素以外のポリフェノール等の食品因子の健康機能を主に肥満・糖尿病の予防作用の視点から研究し、新たな分子機構を明らかにした。本受賞講演では、これまでにを行った主な研究の成果を紹介する。

1. 食用植物色素成分の研究

(アントシアニン) 不安定で健康機能など考えられなかったアントシアニンの代謝・体内動態¹⁾、生体内酸化ストレス抑制作用²⁾、脂肪細胞の機能制御³⁾、体脂肪蓄積抑制作用⁴⁾や耐糖能改善作用⁵⁾を世界に先駆けて報告した。特に体内動態については、アントシアニンの中で機能研究を進めていたシアニジン 3-グルコシド (C3G) の生体内吸収性を検討し、アントシアニンが配糖体のままで直接生体内へ吸収されること、しかしその生体内吸収性は非常に低いこと、C3Gの代謝物あるいは分解物としてC3GのB-環に由来するプロトカテキ酸が生体内で検出されることを初めて報告した¹⁾。生理機能発現機構に関してはAMPキナーゼ活性化⁵⁾やGLP-1分泌促進作用⁶⁾の関与を初めて解明した。さらにアントシアニンを含む素材の食品加工への応用研究等を実施した。以上の研究は、今日におけるアントシアニンの生理機能と代謝・体内動態の研究や有効利用の進展に先駆的な役割を果たした。これらの成果は世界中の多数の論文に引用されている。

(クルクミン) : 高生体内吸収性クルクミン製剤によるGタンパク質を介するGLP-1分泌促進と耐糖能改善作用⁷⁾、ベージュ脂肪細胞化の誘導作用とその機構を初めて報告した⁸⁾。なお、これらの効果は非製剤化クルクミンでは得られないことも併せて報告した。代謝・吸収

関連の研究では、クルクミン抱合体の投与が生体内で遊離体クルクミン濃度を増加させ生理機能を高めることを発見した⁹⁾。さらにクルクミンの健康機能に懐疑的な論文における問題点と課題を海外学術誌から依頼されて発信した¹⁰⁾。また、低用量のクルクミン製剤と運動を併用することで骨格筋由来のIL-6を介して相乗的にベージュ化が促進することを明らかにした¹¹⁾。直近では、低用量での新しいクルクミン製剤と運動の併用がBDNFシグナルを介して認知機能の向上作用を増幅させることをはじめて見出した¹²⁾。

2. 色素以外のポリフェノールの研究

未利用資源の熱帯産豆類タマリンド種皮抽出物の抗酸化性と成分同定¹³⁾、超臨界二酸化炭素抽出による抗酸化成分の効率的な抽出法を確立した¹⁴⁾。糖転移ヘスペリジンやフェルラ酸の研究では、これらの体脂肪蓄積抑制作用機構がベージュ化によることを白色脂肪組織での熱産生を測定する手法で解明した。直近では、フェルラ酸の利用障壁となる水難溶性・低生体内吸収性を改善するため、シクロデキストリン包接化による生体内吸収性の向上効果を発表し、有効利用の道筋を開いた¹⁵⁾。その他に大豆イソフラボンやショウガ成分のアディポネクチン発現低下抑制作用とその機構も報告した。

3. 植物タンパク質、ペプチド、アミノ酸の研究

特定保健用食品のアミノ酸混合物 (Ala, Arg, Phe) を含むスポーツ飲料摂取と運動の併用による体脂肪減少の機構はベージュ化によること¹⁶⁾、植物タンパク質活用とその付加価値向上に関する研究として、大豆タンパク質の摂取量を減じても運動と併用するとATF4-FGF21経路を介して相乗的にベージュ化することを発表した¹⁷⁾。その他、His-TyrのAMPキナーゼ活性化作用¹⁸⁾、小麦タンパク質由来ペプチドのGLP-1分泌促進作用機構を解明した¹⁹⁾。

4. 蜂産品の研究

蜂産品の活用を後押しする研究として、ロイヤルゼリー成分10-hydroxy-2-decenoic acidのAMPキナーゼ活性化作用とその機構を発表した²⁰⁾。ブラジル産プロポリス成分 (Artepillin C) の研究では、アディポネクチン発現低下抑制作用とドッキング・シミュレーション解析による機構解明²¹⁾、ベージュ化とその機構²²⁾ および新規経路での熱産生機構²³⁾、クルクミンとの併用による効果の増幅作用を明らかにした²⁴⁾。

5. 運動代替・補完食品因子研究への新たな展開

アミノ酸混合物の摂取と運動併用によるベージュ化の相乗的な増幅作用に乳酸の関与を見出し¹⁶⁾、さらに運動しなくても乳酸の経口摂取のみで活性酸素をセカンドメッセンジャーとしてベージュ化が誘導されることを初めて明らかにした²⁵⁾。この成果から新しい視点で乳酸を捉え、運動しなくても運動と同様の効果が得られる「運動代替食品因子」としての有効利用の方向性を提示した。なお、アミノ酸混合物やクルクミン、大豆タンパク質と運動の併用による効果の増幅作用からこれらの食品因子は「運動補完食品因子」として考えられる。これらの内容は依頼総説としてまとめ²⁶⁾、運動時に使用して運動効果の代替・補完が期待できるサプリメントの視点でさらに研究を進めている。

おわりに

未熟だった私に食品栄養学の楽しさも含めてご指導いただいた吉田昭先生（故人、名古屋大学）と青山頼孝先生（名古屋大学）、化学の視点を持つことの重要性からご指導いただき、本学会へと導いていただいた川岸舜朗先生（故人、名古屋大学）、その後を引き継いで食品機能研究へと導いていただいた大澤俊彦先生（名古屋大学）に心より深謝申し上げます。本研究の多くは、現所属の中部大学において行われたものです。これまでに大変多くの学生をはじめとした研究室ならびに学外共同研究者の皆様と一緒に歩み、支えてくださいました。この場をお借りしてご関係の皆様へ心より感謝申し上げます。

文 献

- 1) *FEBS Lett.* 449: 179 (1999).
- 2) *Arch. Biochem. Biophys.* 368: 361 (1999).
- 3) *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 316: 149 (2004).
- 4) *J. Nutr.* 133: 2125 (2003).
- 5) *J. Nutr.* 140: 527 (2010).
- 6) *PLoS One* 10: e0126157 (2015).
- 7) *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 435: 165 (2013).
- 8) *Mol. Nutr. Food Res.* 62: 1700731 (2018).
- 9) *Biol. Pharm. Bull.* 40: 1515 (2017).
- 10) *Food Funct.* 9: 705 (2018).
- 11) *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 69: 99 (2023).
- 12) *Food Sci. Nutr.* 13: e70219 (2025).
- 13) *J. Agric. Food Chem.* 42: 2671 (1994).
- 14) *J. Agric. Food Chem.* 43: 2803 (1995).
- 15) *Food Sci. Technol. Res.* 30: 509 (2024).
- 16) *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 67: 231 (2021).
- 17) *ACS Food Sci. Technol.* 3: 1376 (2023).
- 18) *FEBS Open Bio* 4: 898 (2014).
- 19) *Nutr. Res.* 37: 37 (2017).
- 20) *Mol. Nutr. Food. Res.* 57: 1794 (2013).
- 21) *Biochim. Biophys. Acta* 1810: 695 (2011).
- 22) *PLoS One* 11: e0162512 (2016).
- 23) *J. Agric. Food Chem.* 68: 1007 (2020).
- 24) *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 65: 329 (2019).
- 25) *Food Funct.* 14: 9725 (2023).
- 26) *Food Funct.* 16: 3243 (2025).

Lecture by award winners | 受賞講演・その他

🌿 Wed. Aug 27, 2025 10:15 AM - 11:25 AM JST | Wed. Aug 27, 2025 1:15 AM - 2:25 AM UTC 🏠 Award Room (Building 2, Room 211)

[受賞講演] 受賞講演

座長:松井 利郎 (日本食品科学工学会会長, 九州大学大学院)、竹永 章生 (日本食品科学工学会副会長, 日本大学)、川崎 功博 (日本食品科学工学会副会長, イーエヌ大塚製菓 (株))

10:45 AM - 11:05 AM JST | 1:45 AM - 2:05 AM UTC

[奨励賞] Evaluation and control of biological and chemical risk factors in food safety

*Yuko Shimamura¹ (1. School of Food and Nutritional Sciences, University of Shizuoka)

Keywords : Staphylococcus aureus、membrane vesicle、catechin、glycidol、acrylamide

【講演者の紹介】

島村 裕子 (しまむら ゆうこ) : 静岡県立大学 食品栄養科学部 食品衛生学研究室・助教

略歴: 2007年 お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科 博士後期課程 修了

同年 同大学 人間文化創成科学研究科 研究科 研究員

2008年 同大学 生活環境教育研究センター・研究機関研究員

2011年 より現職

近年、科学技術の発展や食品流通の広域化・国際化に伴い、食の安全性に関する多くの課題が生じている。したがって、食の安全を守り、リスクを最小限に抑えるためには、科学的根拠に基づく制御法の確立が必要である。そこで、本研究では、食の安全を脅かす食中毒菌などの「生物学的リスク因子」および化学物質などの「化学的リスク因子」が健康に及ぼす影響を評価し、それらの影響を低減させることを目的とした。本講演では、「生物学的リスク因子」として、ヒトの常在菌で、食中毒菌起因菌である黄色ブドウ球菌の菌体外代謝物の毒性発現およびその制御、また、ブドウ球菌毒素と「化学的リスク因子」として、変異・発がん物質であるアクリルアミドの複合暴露が宿主細胞に及ぼす影響について紹介する。

1. ブドウ球菌毒素の毒性発現に対する食品成分の影響

黄色ブドウ球菌が増殖する際に産生するタンパク質毒素であるエンテロトキシンA (staphylococcal enterotoxin A ; SEA) は、毒素型食中毒、アトピー性皮膚炎、副鼻腔炎などの発症または難治化にも関与することから、その毒性発現の制御法が求められている。生体内で様々な生理機能を示すことが知られるポリフェノールは、タンパク質と相互作用しやすいことから、SEAの毒素活性を抑制できる可能性があると考え、SEAと緑茶に含まれるポリフェノール (カテキン類) の相互作用および毒素活性抑制効果について検討した。カテキン類とSEAとの相互作用についてWestern blotで解析した結果、その強さは、エピガロカテキンガレート (EGCG) > エピカテキンガレート (ECG) >> エピガロカテキン > エピカテキンの順であり、EGCGおよびECGは4ヶ所すべての毒素活性発現部位と相互作用した。表面プラズモン共鳴法を用いた解析において、SEAとEGCGの分子間相互作用が認められたことから、等温滴定型カロリメトリーを用いて、その相互作用様式を検討したところ、EGCGは、SEAの複数の結合サイトと疎水的相互作用することが示唆された。さらに、ドッキングシミュレーション解析の結果、EGCGのガロイル基と毒素活性発現部位 (A-6領域) のY91と相互作用することが予測された¹⁾。また、マウス脾臓細胞にSEAとEGCGを暴露し、マイクロアレイで解析したところ、EGCGは、SEAによって誘導されたTh1細胞の応答および免疫バランスの変動に対して、

負のフィードバック調節作用を有することが示唆された^{2), 3)}。

2. 細菌由来膜小胞の毒性発現に対する食品成分および化学物質の影響

黄色ブドウ球菌を含む病原性細菌は、直径20～200 nmの球状の膜構造体である膜小胞に、毒素などの特定の病原因子を内包して放出する⁴⁾。しかしながら、どのような環境下で膜小胞の内包成分が変化するかは明らかになっていない。そこで、膜小胞をターゲットにした食中毒のリスク低減や制御策の確立を目的に、ポリフェノール (EGCGおよびノビレチン)⁵⁾、食環境中化学物質 (タバコの煙などに含まれるグリシドール)⁶⁾ の共存下で黄色ブドウ球菌 (SEA産生、ヒト手指分離株⁷⁾) を培養し、放出される膜小胞の性状について解析した。各膜小胞の粒子径を比較したところ、ポリフェノールは粒子径に影響を及ぼさなかったが、SEAの内包量および血液凝固作用を示すコアグラゼなどの黄色ブドウ球菌の病原因子を減少させた。一方、グリシドールでは膜小胞の粒子径が増大し、SEAの内包量および炎症反応を誘導するリポタンパク質などが増加した。ポリフェノール共存下で黄色ブドウ球菌を培養して調製した各膜小胞をヒト表皮角化細胞に添加したところ、炎症関連遺伝子の発現を有意に抑制した。グリシドール共存下で黄色ブドウ球菌を培養して調製した各膜小胞をマウス脾臓細胞に添加したところ、炎症関連遺伝子の発現を増加させた。これらの結果より、食品成分および化学物質は、細菌由来の膜小胞の性状に影響を及ぼし、宿主細胞の炎症誘導能を変動させることが示唆された。

3. ブドウ球菌毒素と化学物質の複合暴露による毒性発現の変動

食の安全を脅かすリスク因子は単独で存在していないことから、「生物学的リスク因子」および「化学的リスク因子」が共存することを想定した評価および制御法が求められている。そこで、ブドウ球菌毒素 (SEA) の存在下における、変異・発がん物質であるアクリルアミド (AA) の毒性の変動について検討した⁸⁾。マウス脾臓細胞にSEAとAAを複合暴露し、コメットアッセイを用いて遺伝毒性を評価したところ、AA単独と比較して、SEAとの複合暴露によりDNA損傷性が相乗的に増強した。また、AA存在下で黄色ブドウ球菌を培養したところ、黄色ブドウ球菌単独と比較して、病原因子であるバイオフィルム形成量およびSEA産生量が有意に増加した。これらの結果より、黄色ブドウ球菌およびその毒素存在下では、化学物質単独時とは異なる毒性発現機構が存在することが示唆された。

まとめと今後の展望

細菌由来の膜小胞は、食環境中における存在が確認されているが、それらの機能のほとんどが未解明である。今後、様々な食品成分および化学物質の存在下における膜小胞の性状を解析することで、膜小胞の機能を明らかにし、それら知見に基づいた応用に繋げていきたい。また、本研究では、ブドウ球菌毒素存在下で、毒性が変動する化学物質が存在することを初めて明らかにした。この結果は、生物学的リスク因子および化学的リスク因子の単独の毒性評価では、生体を反映した真の毒性評価には不十分であることを示唆しており、今後も両者が共存した際の影響について検討し、これまで見えていなかった複合暴露による生体影響を明らかにしていきたい。将来的には、本研究で得られた知見をもとに、細胞レベルだけでなく生体レベルでの臓器への影響も検討し、毒性制御への応用を目指したいと考えている。

謝辞

研究の道に進むきっかけと多大なるご支援をいただいた阿部誠先生 (学習院女子大学)、文系学部出身の私を快く研究室に受け入れてくださり、始終温かく熱心なご指導を賜り、研究者として育ててくださった村田容常先生 (お茶の水女子大学、現 東京農業大学) に心より感謝申し上げます。また、研究の遂行にあたり、多大なるご尽力およびご助言いただきました学内外の諸先生方に深く御礼申し上げます。本研究は、静岡県立大学食品衛生学研究室で行われたものです。いつも親身にご指導くださる増田修一先生 (静岡県立大学)、一緒に実験に取り組んでくださった学生の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Shimamura, Y. *et al.*, *Molecules*, 23(5), 1125 (2018).
- 2) Shimamura, Y. *et al.*, *Molecules*, 25(8), 1867 (2020).
- 3) Shimamura, Y. *et al.*, *Toxins*, 13(9), 609 (2021).
- 4) Yamanashi, Y., Shimamura, Y. *et al.*, *Microorganisms*, 10(3), 574 (2022).
- 5) Oura, Y., Shimamura, Y. *et al.*, *Cells*, 13(5), 387 (2024).
- 6) Shimamura, Y. *et al.*, *The Microbe*, 6, 100273 (2025).
- 7) Shimamura, Y. *et al.*, *Food Sci. Technol. Res.*, 14, 513–518 (2008).
- 8) Shimamura Y, *et al.*, *Toxicol. Rep.*, 9, 876–882 (2022).

Lecture by award winners | 受賞講演・その他

📅 Wed. Aug 27, 2025 10:15 AM - 11:25 AM JST | Wed. Aug 27, 2025 1:15 AM - 2:25 AM UTC 🏆 Award Room(Building 2, Room 211)

[受賞講演] 受賞講演

座長:松井 利郎（日本食品科学工学会会長、九州大学大学院）、竹永 章生（日本食品科学工学会副会長、日本大学）、川崎 功博（日本食品科学工学会副会長、イーエヌ大塚製薬（株））

11:05 AM - 11:25 AM JST | 2:05 AM - 2:25 AM UTC

[技術賞] Development of a steam distillation process for coffee aroma extraction for practical use in RTD coffee beverage manufacturing

*Shinichiro Hatakeyama¹, Masayuki Akiyama¹, Toshiyoshi Kawaguchi¹, Atsushige Fujita¹, Takuya Yamaguchi¹, Daisho Yoshihara¹, Kana Takahashi², Yasuhiro Takeda³, Kazuhiro Miyaji³, Reiko Koizumi³, Miki Maruya⁴, Yutaka Kitamura⁵, Mito Kokawa⁵ (1. Food Research & Development Institute, Morinaga Milk Industry Co.,Ltd., 2. Food Solution Research Institute, Morinaga Milk Industry Co.,Ltd., 3. R&D division, Morinaga Milk Industry Co.,Ltd., 4. Quality Control Department, Morinaga Milk Industry Co.,Ltd., 5. Institute of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)

Keywords : steam distillation、condensation temperature、milk coffee、gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)、check-all-that-apply (CATA)

【講演者の紹介】

畠山 慎一郎（はたけやま しんいちろう）森永乳業株式会社 食品開発研究所 主任研究員
略歴：2008年 千葉大学自然科学研究科修士課程修了／同年 森永乳業株式会社入社 神戸工場 製造部／2012年 森永乳業株式会社 食品開発研究所 飲料研究室、現在に至る。2024年 筑波大学 課程修了 博士（農学）。

受賞歴：2017年 日本食品科学工学会 第13回 若手の会 ポスター発表企業賞

1. はじめに

本研究はコーヒーの抽出方法に関わる技術検討であり、コーヒー本来の香りを活かした飲料製品に展開することを目指し、森永乳業株式会社と筑波大学で共同開発した。

コーヒーには800を超える揮発性成分が報告されている¹⁾。風味面で差別化されたコーヒー飲料製品の開発には、揮発性成分の抽出技術が重要であると考えられる。従来、広く実施されている温水によるコーヒーの抽出に加え、本技術検討では、コーヒーの粉末に対して水蒸気蒸留を行うことで得られる凝縮液（水蒸気アロマ）を、コーヒー飲料の工業的製造へ応用することを目指した。水蒸気蒸留は、他の抽出技術^{2), 3), 4)}と比較して工程、設備がシンプルであり、抽出に要する時間が短く³⁾、抽出に溶剤を使わず水（水蒸気）のみを用いるため環境負荷は小さく、食品工場へ導入する上では優位性があると考えられる。様々な条件項目がある中で、予備検討において風味の変化に及ぼす影響が比較的大きいと判断した凝縮（冷却）温度に着目し、水蒸気蒸留における異なる凝縮温度が、水蒸気アロマの揮発性成分に及ぼす影響を明らかにするために、gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) 分析に取り組んだ。さらに、異なる凝縮温度で得られた水蒸気アロマがミルクコーヒーの風味特性に及ぼす影響を明らかにするために、先行研究⁵⁾にて開発した消費者のためのミルクコーヒーの評価用語を用いた官能評価（check-all-that-apply (CATA) 法）に取り組んだ⁶⁾。

2. 水蒸気蒸留における異なる凝縮温度が水蒸気アロマの揮発性成分に及ぼす影響

焙煎度（L値）18.5のエチオピア産コーヒー豆をコーヒーミルで粉碎し、得られたコーヒー粉末を約10 L容量のカラム型コーヒー抽出機に充填した。続いて、コーヒー抽出機に水蒸気を注入し、水蒸気蒸留を実施した。その際、冷却器の冷媒温度を5、50、90℃に設定することで、3種類の水蒸気アロマを得た（A1、A2、A3）。得られた3種類の水蒸気アロマそれぞれについて、ヘッドスペースの揮発性成分をGC-MSで分析した結果、65の揮発性成分が同定された。各揮発性成分のピークエリア面積値には、1) 凝縮温度が低い程、成分量が減少する成分、2) 凝縮温度が低い程、成分量が増加する成分、3) 50℃で高い成分量を示す成分、4) 凝縮温度によって成分量に変化しない成分、の4パターンの温度依存が認められた。水蒸気アロマ間のピークエリア面積値に有意差が認められた46成分を対象とした主成分分析の結果、凝縮温度が異なる各水蒸気アロマの揮発性成分プロファイルの特徴が明らかとなった。

3. 凝縮温度が異なる水蒸気アロマが、ミルクコーヒーの風味特徴に及ぼす影響

3種類の水蒸気アロマ（A1、A2、A3）、成分無調整牛乳、砂糖、水蒸気蒸留前のコーヒー粉末から温水抽出によって得られたコーヒー抽出液（Ex1）、及び水蒸気蒸留後のコーヒー粉末から温水抽出によって得られたコーヒー抽出液（Ex2）を組み合わせ、水蒸気アロマを使用しないミルクコーヒー2品（成分無調整牛乳＋砂糖＋Ex1またはEx2）、水蒸気アロマを使用したミルクコーヒー3品（成分無調整牛乳＋砂糖＋Ex2＋A1、A2、またはA3）、計5品のミルクコーヒーサンプルを作製した。訓練されていない消費者パネル（男性35名；女性31名、24～47歳）で、ミルクコーヒーのための評価用語⁵⁾を選択肢に応用したCATA法により、各ミルクコーヒーサンプルの官能特性を評価した。

その結果、水蒸気アロマを用いたミルクコーヒーサンプル3品において、「たばこ」「土」「炭」「焦げ」などのコーヒーに特徴的な風味特性が強いと評価された。また、3品の中でも、凝縮温度が低い方が、コーヒーの風味特徴が強い可能性が示唆された。水蒸気アロマを用いないミルクコーヒーサンプル2品においては、コーヒーの風味特性が比較的弱く、「ミルク」や「まろやか」等の風味特性が強いと評価された。これらの結果より、水蒸気アロマを用いることでコーヒーの風味特性が強くなることが示され、さらに水蒸気蒸留時の凝縮温度が、ミルクコーヒーの風味特性に影響を与えることが示された。

4. まとめと今後の展望

本研究の結果より、水蒸気アロマ抽出技術と従来の温水抽出を組み合わせることで、同じ出発原料（コーヒー原料）から、コーヒー本来の風味をより強く引き出せることが示された。また、水蒸気蒸留時の凝縮温度を変えることで、揮発性成分プロファイルが異なる水蒸気アロマが得られることが示された。それらをミルクコーヒーの製品開発に応用することで、コーヒーの多様な風味特徴を引き出せることが、消費者の認識に基づいて示された。このことは、従来よりも製品設計の幅が広がることを意味すると共に、水蒸気アロマを使用することで、コーヒー原料そのものが持つ本来の香りを活かしたミルクコーヒー飲料を製造できることが示された。また、コーヒーの風味を従来よりも強く引き出すことで、ミルクコーヒー飲料の製造のために使用するコーヒー原料の量を低減し、原料コストの削減が見込まれる。同時に、コーヒー抽出残渣の発生量が低減することで、環境負荷低減への貢献も期待される。本技術を製品開発へ応用することで、消費者に対してより高付加価値な商品を提案することができると思う。

以上の研究成果に基づいて、森永乳業では、チルドカップミルクコーヒー飲料市場でシェアNo.1の「マウントレニア」製品の製造に応用するため、自社工場に水蒸気アロマ抽出の実製造設備を導入した。2022年秋より主要製品の一部で実用化を開始し、現在までに4品で実用化している（マウントレニアエスプレッソ、ノンシュガー、ノンスイート、及びディープエスプレッソ）。本技術は、今後もマウントレニア製品全体に幅広く活用していくことで、環境に配慮しながら嗜好性が高く差別化された製品を提案することを通じて、消費者の豊かな暮らしに貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) Flament, I., & Bessière-Thomas, Y. (2002). Coffee Flavor Chemistry, pp. 53–74.
- 2) Beverly *et al.*, *Energy Procedia*, 161, 157-164, 2019
- 3) Imura, N., & Matsuda, O. (1992). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39(6), 531-535.
- 4) Sarrazin *et al.*, *Food Chemistry*, 70(1), 99-106, 2000
- 5) Hatakeyama *et al.*, *Food Science and Technology Research*, 29(3), 197-209, 2023
- 6) Hatakeyama *et al.*, *Journal of Food Science*, 89, 3330-3346, 2024