

異なる製造工程で製造されたミルクコーヒーの官能 評価と味覚センサ分析

池田, 三知男

九州大学大学院システム情報科学府電気電子工学専攻 : 大学院生

平野, 雄太

森永乳業株式会社研究本部

秋山, 正行

森永乳業株式会社研究本部

宮地, 一裕

森永乳業株式会社研究本部

他

<https://doi.org/10.15017/2329113>

出版情報 : 九州大学大学院システム情報科学紀要. 24 (2), pp.23-28, 2019-07-25. Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :



異なる製造工程で製造されたミルクコーヒーの官能評価と味覚センサ分析

池田三知男^{**}・平野雄太^{***}・秋山正行^{***}・宮地一裕^{***}・高橋加奈^{***}・小泉玲子^{***}・
小野寺武[†]・都甲潔^{††}

Sensory Evaluation and Taste Sensor Analysis of Milk Coffee Drinks Manufactured under Different Processing Conditions

Michio IKEDA, Yuta HIRANO, Masayuki AKIYAMA, Kazuhiro MIYAJI,
Kana TAKAHASHI, Reiko KOIZUMI, Takeshi ONODERA and Kiyoshi TOKO

(Received June 3, 2019)

Abstract: To develop a ready-to-drink (RTD) milk coffee which retains the original coffee flavor, the effects of manufacturing processing conditions on flavor characteristics of the milk coffee were investigated by sensory evaluation and by taste sensing analysis. Principal component analysis (PCA) of the sensory scores evaluated by quantitative descriptive analysis (QDA[®]) showed a milk coffee prepared using a new blending-after-sterilization (BAS) process without pH adjustment of coffee extract and a milk coffee prepared using a homemade (HMD) process that retained original coffee flavor were significantly stronger in coffee flavor than a milk coffee prepared using a conventional blending-before-sterilization (BBS) process with pH adjustment of coffee extract. In addition, PCA of the data analyzed by a taste sensing system showed that a BBS sample was clearly different in the flavor characteristics from BAS samples and HMD samples, as well as the sensory evaluation results.

In conclusion, a new BAS process was superior to a conventional BBS process, as the manufacturing process of an RTD milk coffee that retained flavor characteristics similar to an HMD milk coffee which we targeted.

Keywords: Ready-to-drink (RTD), Milk coffee, Sensory evaluation, Taste sensing system, Quantitative descriptive analysis (QDA[®]), Ultra-high temperature (UHT)

1. はじめに

Ready-to-drink (RTD) ミルクコーヒーは、その簡便性も含めて多くの消費者に飲用されている。その製造工程や製品の保存における安定性を高めるために、加熱殺菌の前にコーヒー抽出液の pH 調整を行うことが一般的であるが、その工程によって香気成分が変化することが知られている^{1),2)}。そのため、コーヒー本来の香味をできるだけ維持するためには、pH 調整や過度の熱殺菌を不要とする製造工程が求められる。ところで、ヒトが知覚する食品の「味」は、舌(味蕾)で知覚すると捉えがちであるが、食品から揮発した成分を鼻腔で知覚する香気成分の影響も大きい³⁾。このため、本論文では、舌で感じるものを「味」、鼻腔で感じ

るものを「香り」、両者を総合したものを「香味」と表現することとする。

香味の良い RTD ミルクコーヒーの殺菌法としては、レトルト殺菌法より UHT (Ultra-high temperature) 殺菌法が有効である⁴⁾。UHT 殺菌法には、インフュージョン式 (INF) 殺菌機に代表される直接加熱殺菌法と、プレート式 (PLT) 殺菌機に代表される間接加熱殺菌法がある。両者の殺菌法について、殺菌効果を同等にするように各々の加熱条件(温度、時間)を設定した場合、加熱から冷却までの熱履歴は、直接加熱殺菌法の方が間接加熱殺菌法よりも小さい。また、直接加熱法の殺菌により、製品の品質に対する影響を低減できることが牛乳で報告されている⁵⁾。

このような従来の知見を参考にしながら、従来製法 (Blending-before-sterilization, BBS) とは異なる製法 (Blending-after-sterilization, BAS) を考案し、従来の製法を含めた幾つかの製造工程によって作製した RTD ミルクコーヒー (Fig. 1) について、Retronasal-Aroma Simulator (RAS) を用いて香気成分を捕集した。RAS とは、口腔内咀嚼模擬装置の一つであり、飲食物を咀嚼した

令和元年6月3日受付

* 電気電子工学専攻博士後期課程

** 森永乳業(株)・営業本部

*** 森永乳業(株)・研究本部

† 情報エレクトロニクス部門

†† 高等研究院

時の口腔内から鼻腔に達する成分の流れを模擬化した装置である。本装置を使用することにより、RTD ミルクコーヒーを飲用した際に、口腔内で放散され、鼻腔で知覚される香りであるレトロナイザルアロマに相当する成分を再現することができる⁶⁾。捕集した成分について、Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) 分析により、その香り成分 (RAS 香り成分) を同定した。また、同じ捕集成分を Gas Chromatography-Olfactometry (GC-O) 分析によって同定した。この GC-O 分析によって同定されたヒトが匂いとして知覚できる成分は、RAS 香り成分と一致しないため、匂い成分 (RAS 匂い成分) と定義して区別することとする。それらのデータより、RTD ミルクコーヒーの製造工程の違いが RAS 香り成分、および RAS 匂い成分に及ぼす影響について調べ、それらの結果から、pH 調整を行わない新たな製法 (BAS 製法) が従来の一般的な製法 (BBS 製法) に対して優れていることを報告してきた^{7),8)}。

今回の研究では、①Quantitative Descriptive Analysis (QDA[®]: 定量的記述分析) 法⁹⁾による分析型官能評価、②味認識装置 TS-5000Z (株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー, 神奈川県) を用いた味覚センサ分析¹⁰⁾、の方法によって、RTD ミルクコーヒーの製造工程の違いが香味に及ぼす影響を調査した。

本研究の目的は、RTD ミルクコーヒー飲用時に発生する香り成分、匂い成分の分析に加えて、飲用者が感じる香味という視点に立ち、官能評価という主観評価、および味覚センサという味に関する客観評価によって、新たな製法 (BAS 製法) が、従来の製法 (BBS 製法) よりも、自宅などで作製する手作りのミルクコーヒーに近い香味特性を有する優れた製法であることを評価することにある。

2. 実験方法

2.1 コーヒー抽出液の作製

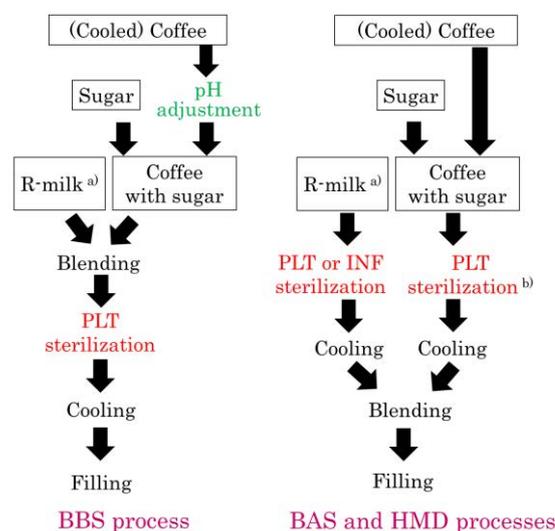
コーヒー生豆 (*Coffea Arabica*) は、グアテマラ産 SHB グレードを使用し、Probatone 5 (プロバット社, エメリッヒ, ドイツ) で L 値=18 に焙煎した。L 値は、焙煎粉砕豆 (粒子径<500 μm) を用いて、色差計 ZE-2000 (日本電色工業 (株), 東京) で測定した。抽出のために、焙煎コーヒー豆は粉砕機 GRN-1041 (日本グラニューレーター (株), 静岡) によって粒径 1000 - 2000 μm に粉砕した。このように焙煎、粉砕されたコーヒー豆は、東京アライドコーヒーロースターズ (株) (東京) によって提供され、サンプル調製に用いられた。10.5 L 容量のカラム式コーヒー抽出機 ((株) トーワテクノ, 東京) を用いて、粉砕したコーヒー豆 2,100 g から、100°C の逆浸透膜処理水 (RO 水) を使用して、コーヒー抽出液 11,000 g (Brix 約 4.2°) を得た。得られたコーヒー抽出液は直ちに 10°C 以下に冷却した。

2.2 ミルクコーヒーサンプルの調製

pH 未調整コーヒーは、コーヒー抽出液に砂糖 (北海道糖業 (株), 東京) を溶解して調製した。pH 調整コーヒーは、コーヒー抽出液を炭酸ナトリウム (高杉製薬 (株), 福岡) で pH 6.8 に調整したのち、砂糖を溶解して調製した。

ミルク分 (殺菌前のミルク) は、脱脂濃縮乳 (森永乳業 (株), 東京), クリーム (森永乳業 (株), 東京) を混合し、調製した。

従来製法である BBS 製法によるミルクコーヒーは、脱脂濃縮乳, クリーム, 砂糖, 水, pH 調整コーヒーを混合し、その調合液 (pH 6.8) を PLT 殺菌機 (200 L/H, 森永エンジニアリング (株), 東京) により、殺菌を行った (Fig. 1)。殺菌したミルクコーヒー (pH 6.8) は直ちに 10°C 以下に冷却して調製サンプルとした。



a) R-milk : Reconstituted milk

b) HMD process : without PLT-sterilization of coffee with sugar

Fig.1 Various manufacturing processes of an RTD milk coffee drink: BBS, BAS and HMD sterilized by PLT or INF.

一方、BAS 製法によるミルクコーヒー (pH 6.4) は、PLT 殺菌機または INF 殺菌機 (200 L/H, 森永エンジニアリング (株), 東京) で殺菌したミルクと、PLT 殺菌機で殺菌した pH 未調整コーヒー (pH 5.1) を 10°C 以下で混合して調製サンプルとした (Fig. 1)。

BAS 製法同様にコーヒーの pH 調整を行わないホームメイド (HMD) 製法によるミルクコーヒーは、PLT 殺菌または INF 殺菌したミルクと、pH 未調整かつ未殺菌のコーヒー抽出液を 10°C 以下で混合して調製サンプルとした (Fig. 1)。これら 5 種類のサンプルの処方詳細を Table 1 に示した。

Table 1 Preparation of milk coffee drink sample.

Material	Coffee (Ground roasted coffee)	R-Milk (MSNF ^{a)} 10.0%, MF ^{b)} 4.2%)	Milk coffee (MSNF ^{a)} 5.0%, MF ^{b)} 4.2%)
Coffee extract	40.3	0	20.2
Sugar	7.6	0	3.8
Sodium carbonate	*	0	*
Concentrated skim milk ^{c)}	0	27.5	13.8
Cream ^{d)}	0	9.1	4.5
Water	52.1	63.4	57.7
Total	100.0	100.0	100.0

(unit: g)

a)MSNF: Milk solids-non-fat b) MF: Milk fat
c)MSNF: 34.6%, MF: 0.4% d) MSNF: 5.2%, MF: 45.0%
* Trace levels

2.3 殺菌と均質化

2.3.1 PLT 殺菌

PLT 殺菌機を用いた乳成分を含む調製サンプルは、殺菌時の乳たんぱく質変性による凝集を防止するために、87°C・5分間加温保持を行ったのち、140°C・2秒間で殺菌を行った。殺菌後、均質機（三九機械工業（株）、静岡）によって85°C、トータル圧力22 MPa、2段目圧力5 MPaで均質処理を行い、直ちに10°C以下に冷却した。一方、乳成分を含んでいないコーヒーは、87°C・1分間で加温保持後、PLT 殺菌機を用いて140°C・2秒間で殺菌を行い、その後の均質処理は行わず、直ちに10°C以下に冷却した。

2.3.2 INF 殺菌

INF 殺菌機を用いたミルクは、141°C・5.5秒間で殺菌を行った。殺菌後に均質機によって、85°C、トータル圧力22 MPa、2段目圧力5 MPaで均質処理を行った。均質処理後、直ちに10°C以下に冷却した。

2.3.3 殺菌条件の設定

PLT 殺菌機と INF 殺菌機の殺菌条件は、殺菌工程全体（加温、殺菌、冷却）の F 値合計が等しくなるように設定した。F 値とは、加熱殺菌効果、すなわち、ある温度において加熱殺菌の対象とする菌を 1/10 に死滅させる加熱時間を、基準とする温度に換算した時の加熱時間（分）で表すものであり、この効果は菌の種類によって異なる。また、Z 値とは菌の熱死滅時間を 1/10 に短縮させるのに要する温度変化量（°C）であるが、商業的な加熱殺菌の基準として F 値を用いる場合、便宜的に食中毒細菌であるボツリヌス菌の Z 値（Z=10）と、基準温度 121°C を用いて計算するのが一般的である¹¹⁾。本研究における殺菌条件であるが、PLT 殺菌は実製造における殺菌条件（140°C・2秒間）を用いた。この殺菌条件から殺菌工程全体の F 値合計を求める

と 8.7（Z=10）であったので、この F 値と等しくなるように INF 殺菌の殺菌条件（141°C・5.5秒間）を設定し、官能評価および味覚センサ分析用サンプルを調製した。

2.4 官能評価

官能評価は、QDA[®]法⁹⁾に従って実施した。QDA[®]法とは、選抜、訓練されたパネルを用いてサンプルの香味特徴評価を定量化することにより、できるだけ客観的に評価しようとする分析型官能評価の一手法である。具体的には、30~50代女性 97 名を対象に、市販の砂糖入りミルクコーヒー飲料について 3 点識別法による 5 問の官能評価によりパネル選抜テストを実施した。それら被験者の中から、「全問正解」であり、「その違いについて適切な表現で説明できる」かつ「コーヒー乳飲料が好き」という条件を満たして、市販のミルクコーヒーの識別能力があると判断された 20 名を QDA[®] パネルとして選定し、評価実施に必要な訓練を実施した。

用語出しは、次のような手順で実施した。まず、市販の砂糖入りミルクコーヒー飲料 8 品を供試し、「香り」、「味」、「食感」、「後味」の特徴を表す用語をリストアップした。その結果、125 語が抽出された。それらについて、パネル同士による議論により、「全員が共通認識を持つことができること」、「サンプルから認識可能な用語であること」、「サンプル間の違いを表すために必要であると思われること」という条件で絞り込みを行い、最終的に **Table 2** に示す 22 用語を評価用語として選定した。

Table 2 Final 22 sensory attributes.

Sensory attribute	Sensory attribute
Aroma	Texture
Sweet aroma	Creamy taste
Coffee aroma	Rich mouthfeel
Bitter aroma	Fresh mouthfeel
Caramel-like aroma	
Milk aroma	
Taste	Aftertaste
Sweet taste	Aftertaste of refreshness
Milk taste	Aftertaste of milk flavor
Caramel-like taste	Aftertaste of sweetness
Richness of coffee taste	Aftertaste of coffee flavor
Bitter taste	Aftertaste of bitterness
Acidic taste	Aftertaste of astringency
Mild taste	
Rich taste	

その後、選定された 22 用語について、市販の砂糖入りミルクコーヒー飲料サンプルを用いて、評価練習、評価結果のフィードバック、ディスカッション、パネル間での尺度合わせ等のトレーニングを行った。パネルへのトレーニングは、全部で 20 品のサンプルを供試して、1 セッション

(約 2 時間), 週 2 回の頻度で 6 回行った。本評価前には, 調査品と同様のサンプルを供試した上での評価練習, 調査品間の香味特徴の違いを話し合うトレーニングを 1 セッションずつ行った。このトレーニング, および実際の QDA[®] 評価は, パネルに各サンプル 100 ml を提供し, ストローで飲用してもらうことにより実施した。また, QDA[®] 評価は, 森永乳業 (株) 研究・情報センター 官能検査室において室温 24℃, 湿度 39% の条件下で実施した。

なお, 本研究における官能評価は, 森永乳業 (株) 研究本部が承認したものであり, パネル参加者には試験実施前に内容の説明会を行い, 本試験への参加は自発的・自由意思によることを認めた上で, 参加者からはインフォームド・コンセントを書面によって取得した。

2.5 味覚センサ分析

5 種類の脂質膜電極 (旨味センサ AAE, 塩味センサ CT0, 酸味センサ CA0, 苦味センサ C00, 渋みセンサ AE1) 搭載の味認識装置 TS-5000Z を用いてセンサ分析を行い, 「相対値 (先味) = 被検液の応答電位 - 基準液の応答電位」, および 「CPA 値 (後味) = センサ簡易洗浄後の応答電位 - 基準液の応答電位」の式で, 相対値, CPA 値を算出した (Fig. 2)¹⁰⁾。各サンプルについて, 3 回の繰り返し測定を行った。

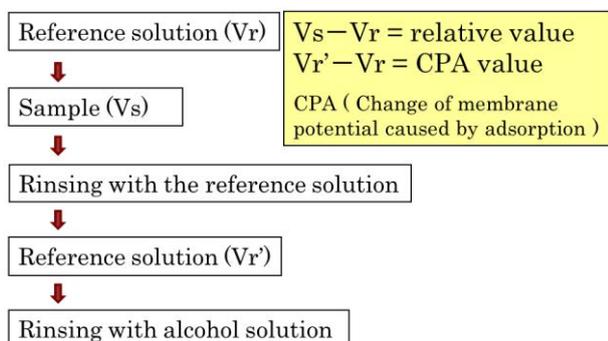


Fig.2 Measurement using of the taste sensing system TS-5000Z.

2.6 統計解析

QDA[®] 調査は, Compusense five ver. 4.25 (㈱化学・感覚計量学研究所, 東京) で実施した。また, 得られた官能評価スコアの t 検定, Tukey-Kramer HSD test は, SPSS ver. 23.0 (エス・アンド・アイ㈱, 東京) で実施した。得られた官能評価スコアの主成分分析 (PCA) は, XLSTAT version 2017.4 (マインドウェア総研㈱, 岡山) を用いて一般化プロクラステス分析 (GPS) を行うことで評価者間の尺度のずれを補正したのちに実施した。味覚センサデータの PCA についても, 官能評価スコアと同様に XLSTAT version 2017.4 を用いて実施した。

3. 結果と考察

3.1 製造工程の違いがミルクコーヒーの官能特性に及ぼす影響

RTD ミルクコーヒーの製造工程の違いによる官能特性への影響を確認するため, 同じ PLT 殺菌による PLT-BBS 製法品, PLT-BAS 製法品, PLT-HMD 製法品の官能評価スコアについて多重比較検定を行った。三者の比較では, 「ピターな香り」, 「苦味」, 「酸味」, 「後味のコーヒー感」, 「後味の苦味」, 「後味の渋み」の 6 項目については, PLT-BBS 製法品に比べて PLT-BAS 製法品と PLT-HMD 製法品は両者とも有意 ($p < 0.05$) に強く, 一方, 「まろやかな味」については弱いと評価された (Table 3)。この結果より, PLT-BAS 製法品と PLT-HMD 製法品は, PLT-BBS 製法品に比べて, コーヒー感が強い傾向にあるものと考えられた。一方, PLT-BAS 製法品と PLT-HMD 製法品の間には, 全ての属性項目において有意差は認められなかった。

これまで, BAS 製法におけるミルク分の殺菌について, PLT 殺菌法と INF 殺菌法とで比較した場合, それらの RTD ミルクコーヒーの香气成分, 匂い成分が異なる香味特性を示すことを報告してきた^{7,8)}。これらの報告では, PLT-BAS 製法品と INF-BAS 製法品間の香气成分や匂い成分の特性については, ミルク分の殺菌方法 (INF 殺菌, PLT 殺菌) の違いによる差異は, 製造工程 (BBS 製法と BAS 製法) の違いによる差異に比べて小さいことを示していた。このことから, 殺菌方法が異なる 2 品の QDA[®] 評価における官能属性の差異は, 製法間の差異に比べて小さいことが推察された。

Table 3 QDA[®] sensory scores of RTD milk coffee drinks produced using BBS, BAS and HMD processes with PLT^{*} sterilized reconstituted milk.

Sensory attribute	N=18			Tukey-Kramer HSD test
	PLT -BBS	PLT -BAS	PLT -HMD	
Bitter aroma	7.10	8.60	8.33	* (BBS < BAS, HMD)
Bitter taste	5.93	7.45	7.11	* (BBS < BAS, HMD)
Acidic taste	4.59	5.82	5.03	* (BBS < BAS, HMD)
Mild taste	8.78	7.74	7.88	* (BBS > BAS)
Aftertaste of coffee flavor	7.73	9.11	8.92	* (BBS < BAS, HMD)
Aftertaste of bitterness	5.97	8.01	7.60	* (BBS < BAS, HMD)
Aftertaste of astringency	5.03	6.48	6.30	* (BBS < BAS, HMD)

* $p < 0.05$

そこで, BAS 製法におけるミルク分の殺菌方法の違いが RTD ミルクコーヒーの官能特性に及ぼす影響を評価した。INF 殺菌したミルクを用いた INF-BAS 製法品と PLT 殺菌したミルクを用いた PLT-BAS 製法品の比較では, INF-BAS 製法品の方が「苦味」が有意に強いという結果となっ

た (Table 4). ただし, 各属性の強度を比較すると, INF-BAS 製法の方が「後味のコーヒー感」, 「後味の苦味」, 「後味の渋み」が強い傾向が確認された. 一方, PLT-BAS 製法は「後味のミルク感」や「後味の甘味」が強い傾向が認められた. すなわち, INF-BAS 製法は, PLT-BAS 製法に比べて, コーヒー感が強まり, 後味のミルク感や甘味が弱い傾向にあることが示された.

続いて, PLT-BBS 製法 (従来製法) と INF-BAS 製法 (新規製法) を比較評価した. その結果, INF-BAS 製法は「ビターな香り」, 「苦味」, 「酸味」, 「後味のコーヒー感」, 「後味の苦味」が有意に強い結果となった (Table 4).

「後味の渋み」, 「まろやかな味」については有意な差は認められなかったものの, 前述の PLT-BBS 製法, PLT-BAS 製法, PLT-HMD 製法の比較結果と同様に, 両者の香味特性の差異の大きさは, 前述の推察の通り, 殺菌方法の違いよりも, 製法の違いによる影響を強く受けることが示唆された.

Table 4 QDA[®] sensory scores of RTD milk coffee drinks produced using BBS and BAS processes with PLT- and INF-sterilized reconstituted milk.

Sensory attribute	N=13		T-test	N=14		T-test
	PLT-BAS	INF-BAS		PLT-BBS	INF-BAS	
Bitter aroma	7.41	8.10		6.90	8.27	*
Bitter taste	6.19	7.45	*	5.07	6.54	*
Acidic taste	4.80	4.98		4.19	5.35	*
Mild taste		8.04		8.97	8.48	
Aftertaste of coffee flavor	7.64	8.61		7.34	8.46	*
Aftertaste of bitterness	6.73	7.92		5.07	6.49	*
Aftertaste of astringency	5.88	6.69		4.80	5.65	

* $p < 0.05$

これまでの研究から, 製造工程 (BBS 製法, BAS 製法, HMD 製法) の違いによる香气成分や匂い成分の特性の差異に比べて, ミルク分の殺菌方法 (INF 殺菌, PLT 殺菌) の違いによる差異は小さいことが示されてきた^{7), 8)}. これらの研究結果と同様に, 今回の QDA[®]法による分析型官能評価による RTD ミルクコーヒーの香味特性についても, 殺菌方法による差異は製造工程による差異に比べて小さいという結果となった.

3.2 製造工程の異なるミルクコーヒーの官能特性データの主成分分析による香味特性解析

PLT-BBS 製法, PLT-BAS 製法, PLT-HMD 製法について, それぞれの香味特性の把握を目的として PCA を実施した. その結果, 第 1 主成分 (PC1, 固有値 9.84, 寄与率 68.74%), および第 2 主成分 (PC2, 固有値 4.47, 寄与率 31.26%) が得られた (Fig. 3).

Fig. 3 では, 評価サンプルの PC1 と PC2 の主成分スコアと, 官能属性項目の主成分負荷量をバイプロットしている. PC1 において, 正 (右) の主成分負荷量大きい属性には「苦味」, 「コーヒー味の濃さ」, 「後味の渋み」, 「後味のコーヒー感」, 「コーヒーの香り」, 「ビターな香り」, 「後味の苦味」が多く, 負 (左) の負荷量大きい属性には「ミルク感」を表す用語である「ミルク味」, 「甘味」, 「濃厚な味」, 「濃厚な口当たり」, 「後味の甘味」, 「クリーミーな口当たり」, 「甘い香り」, 「ミルクの香り」, 「後味のすっきり感」, 「まろやかな味」が多かった. PC2 の正 (上) 方向には, 「キャラメルのような香り」の負荷量が大きく, 負 (下) 方向には, 「さっぱりした口当たり」の負荷量が大きかった. これらのことから, 製法の異なる RTD ミルクコーヒーの香味特性の概要としては, PLT-BAS 製法と PLT-HMD 製法は「苦味」が強く, PLT-BBS 製法は「ミルク感」が強いと考えられ, コーヒー感については, PLT-BAS 製法と PLT-HMD 製法は似かよった特徴であると考えられた. 一方で, PLT-BBS 製法や PLT-BAS 製法は, PLT-HMD 製法に比べるとさっぱり感が弱く, キャラメル感が強いと評価された.

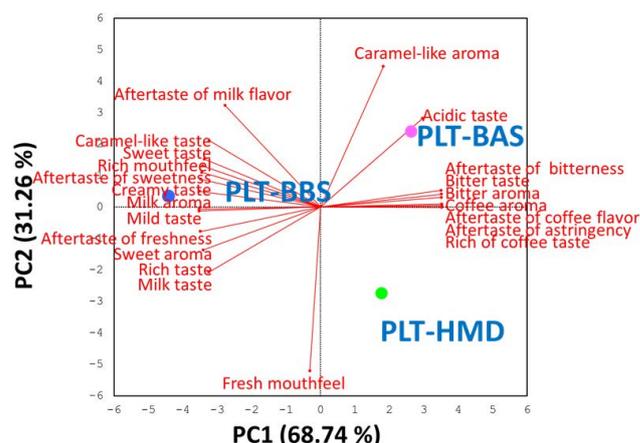


Fig. 3 Biplot of PC scores and PC loadings of each sensory description by PCA using sensory data from PLT-BBS, PLT-BAS and PLT-HMD processed milk coffee.

3.3 製造工程の違いがミルクコーヒーの味覚センサ分析に及ぼす影響

PLT-BBS, PLT-BAS, INF-BAS, PLT-HMD, INF-HMD の各製法の違いが味覚センサ分析に及ぼす影響を把握するため, 味認識装置 TS-5000Z を用いて, これら 5 品のサンプルを測定し, 得られた 5 種類の脂質膜電極 (旨味センサ AAE, 塩味センサ CT0, 酸味センサ CA0, 苦味センサ C00, 渋みセンサ AE1) の応答値 (相対値, CPA 値) を用いて PCA を実施した. その結果, PC1 (固有値 8.40, 寄与率

84.04%), および PC2 (固有値 0.97, 寄与率 9.72%) が得られた (Fig. 4).

Fig. 4 に, 評価サンプルの PC1 と PC2 の主成分スコアと, 各センサの応答値の主成分負荷量をバイプロットして示した. その結果, PLT-BBS 製法のみが, それ以外の PLT-BAS, PLT-INF, PLT-HMD, PLT-INF の 4 種の製法品とは明らかに判別された位置にプロットされた. また, 後者 4 品の差異については明確ではなかった. このことは, BAS 製法品と HMD 製法品は, 類似した香味特性であり, 従来の BBS 製法品とは大きく異なることが示唆された. このことは, QDA®法による分析型官能評価の解析結果と一致した.

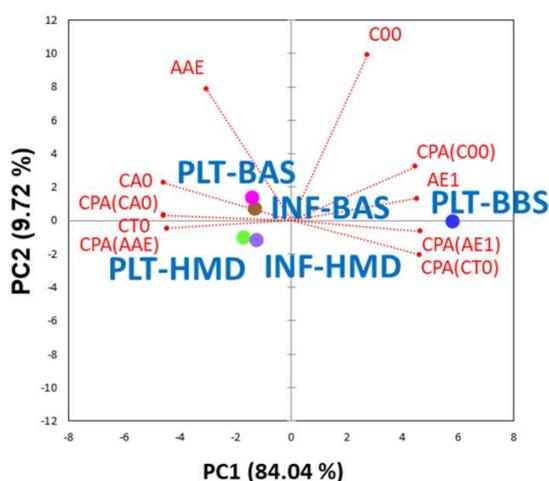


Fig.4 Biplot of PC scores and PC loadings of each taste sensors by PCA using data measured by a taste sensing system from various treated milk coffee.

4. まとめ

これまでに著者らは, RTD ミルクコーヒーの製造工程の違いが, 飲用時に口腔内で放散し, 後鼻孔から鼻腔に入り知覚される香り成分であるレトロネイザルアロマに及ぼす影響について, RAS を用いて捕集した成分の GC-MS 分析, および GC-O 分析により調べてきた. その結果, コーヒー抽出液の pH 調整が RTD ミルクコーヒーの RAS 香り成分に及ぼす影響は, 製造工程中の他の要因に比べて大きいこと, また, そのことに関連して, 製造工程中で pH 調整を必要とする BBS 製法に対して, pH 調整を必要としない BAS 製法の方が目標とする HMD 製法に近い優れた製法であることを明らかにしてきた^{7,8)}.

今回の研究では, RTD ミルクコーヒーの製造工程の違いが香味に及ぼす影響について, 官能評価と味覚センサ分析により評価した. その結果, 殺菌方法による差異は製造工程による差異に比べて小さいこと, また, BBS 製法品より

も BAS 製法品の方がコーヒー本来の香気を有する HMD 製法品に近いことが示され, これまでの香り成分分析の研究結果と一致した. 今回の研究結果においても BAS 製法が優れた製法と評価された理由は, これまでの研究と同様の理由により, RTD ミルクコーヒー製造工程中のコーヒー抽出液の pH 調整有無にあり, これが RTD ミルクコーヒーの香味特性に及ぼす影響が大きいと推測される.

これらのことから, 従来の製造方法である BBS 製法に比べて, 今回考案した新たな BAS 製法は, 自宅などで作製するミルクコーヒー (HMD 製法) に類似した香味特性を有するミルクコーヒーの製法であることを, 主観, 客観両面からの評価によって明らかにすることができた.

参考文献

- 1) Kumazawa, K. and Masuda, H., *J. Agric. Food Chem.*, **51**, pp.2674-2678 (2003).
- 2) Kumazawa, K. and Masuda, H., *J. Agric. Food Chem.*, **51**, pp.8032-8035 (2003).
- 3) 當瀬規嗣, いちばんやさしい生理学の本: 秀和システム, pp. 135-138 (2010).
- 4) Murakami, K., Akiyama, M., Sumi, M., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Nishimura, O., and Kumazawa, K., *Food Science and Technology Research*, **16**, pp.99-110 (2010).
- 5) 岩附慧二, 今野隆道, 溝田泰達, 外山一吉, 住正宏, 富田守, *日本食品科学工学会誌*, **47**, pp.844-850 (2000).
- 6) Acree, T. E., Barnard, J., and Cunningham, D. G., *Food Chemistry*, **14**, pp.273-286 (1984).
- 7) Ikeda, M., Akiyama M., Hirano, Y, Miyazi K., Kono, M., Imayoshi, Y., Iwabuchi, H., Onodera, T. and Toko, K., *J. Food Sci.*, **83**, pp.605-616 (2018).
- 8) Ikeda, M., Akiyama, M., Hirano, Y., Miyaji, K., Sugawara, Y., Imayoshi, Y., Iwabuchi, H., Onodera, T., and Toko, K., *J. Food Sci.*, **83**, pp.2733-2744 (2018).
- 9) Stone, H., Sidal, J., Oliver, S., Woolsey, A. and Singleton, R.C., *Food Technol.*, **28**, pp.24-34 (1974).
- 10) Kobayashi, Y., Habara, M., Ikezaki, H., Chen, R., Naito, Y., and Toko, K., *Sensors*, **10**, pp.3411-3443 (2010).
- 11) 藤川浩, *日本食品工学会誌*, **3**, pp.65-78 (2002).