ゲブルトッパ紙容器種によるチルドグレープ紅茶飲料の 香気透過性の相違

秋山正行^{1*}, 片倉友義¹, 渡邊武俊², 今吉有理子², 池田三知男¹,
市橋信夫¹, 大西正展², 岩渕久克²

¹ 森永乳業(株) 食品総合研究所

² 三栄源エフ・エフ・アイ(株)

Permeability of Volatile Compounds from Chilled Grape-flavored Black Tea Beverage through Packaging Materials of Gable-top Cartons

Masayuki Akiyama^{1*}, Tomoyoshi Katakura¹, Taketoshi Watanabe², Yuriko Imayoshi²,
Michio Ikeda¹, Nobuo Ichihashi¹, Masanobu Onishi² and Hisakatsu Iwabuchi²

¹ Food Research & Development Institute, Morinaga Milk Industry Co., Ltd., 5-1-83, Higashihara, Zama, Kanagawa 252-8583

² San-Ei Gen F.F.I., Inc., 1-1-11, Sanwa-cho, Toyonaka, Osaka 561-8588

Volatile compounds from a chilled grape-flavored black tea beverage (grape tea) permeating through gable-top non-barrier and barrier cartons were analyzed by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) and GC/olfactometry (GC/O). We first developed a new glass apparatus to capture volatile compounds permeating through packaging materials of gable-top cartons. Using this apparatus, the sampling conditions for volatile compounds from grape tea permeating through the non-barrier and barrier materials were determined as follows: SPME fiber, PDMS/DVB; sampling temperature, 10°C; duration of SPME exposure, 30 min; sampling timing for SPME exposure, after 24-hr incubation at 10°C. Under the conditions, volatile compounds from grape tea permeating through the non-barrier and barrier materials were captured by the SPME fibers, and analyzed by GC/MS. The GC/MS results showed remarkable differences in the peak areas of ester compounds depending on the packaging materials. In addition, GC/O analyses revealed that odor intensities (charm values) of the following six odorants: ethyl 2-methylpropanoate, ethyl butanoate, ethyl 2-methylbutanoate, ethyl 3-methylbutanoate, ethyl 2-methylpentanoate, and methyl anthranilate, were significantly higher when packed in the non-barrier material than when packed in the barrier material. These results will provide useful information for development of formulas and selection of packaging materials suitable for gable-top carton beverages.

(Received Sep. 1, 2011; Accepted Oct. 25, 2011)

Keywords : gable-top carton, grape, black tea, chilled beverage, volatile compound

キーワード : ゲブルトッパ紙容器, グレープ, 紅茶, チルド飲料, 香気成分

チルド紅茶飲料は、10℃以下の冷蔵温度帯で製造、流通、販売される商品である。チルド紅茶飲料の種類には、ストレートティーやミルクティーの他に、レモンやピーチ、グレープ等の果汁や香料を配合した様々なフルーツフレーバード紅茶飲料がある。

チルド紅茶飲料の容器としては、牛乳容器として馴染みのあるゲブルトッパ型のポリエチレン加工紙容器（ゲブルトッパ紙容器）が多く用いられている。紅茶飲料用には、包材層構成の異なるノンバリア（NB）容器とガスバリア（B）容器がある。通常は、容器コストを考慮しNB容器

が使用されることが多いが、フルーツフレーバード紅茶飲料のようなフルーツや香料由来の香気強度が強い場合、あるいはその特性によってガスバリア性のあるB容器が使用される。B容器の使用により、香気散逸による保存中の品質低下や、容器外部からの酸素や異臭侵入等を防止することができるため、商品品質の保持向上が期待できる。仮に、NB容器の内容物香気の多くが容器外部へ透過した場合、店舗に陳列されている間等に他商品へ香気成分が移行し（この現象を、以後「移り香」と記す）、消費者クレームに繋がることもある。

現状、製品開発上における容器種の選定は、簡易的な香気移行テストの官能評価結果を踏まえ、開発者が製品の香調や香気強度を経験に基づいて総合的に判断し、使用する

¹ 〒252-8583 神奈川県座間市東原 5-1-83

² 〒561-8588 大阪府豊中市三和町 1-1-11

* 連絡先 (Corresponding author), m_akiyam@morinagamilk.co.jp

包材の種類を選定する場合が多く、客観性のある選定指標の設定が難しい。それ故、製品の開発設計時に、香気成分の容器透過性を定量的に計測し、容器種（材質）を合理的に選定できる手法の開発が望まれている。

本研究では、チルドフレーバード紅茶飲料を代表するグレープティーについて、紙容器を透過する香気を捕集する実験系（装置、条件）を確立し、移り香の主原因となる透過香気成分を明らかにした。これによりグレープティーの容器種の合理的な選定手法の確立が期待される。さらに、他種のゲーブルトップ紙容器飲料への同分析手法の適用も可能と考えられる。

実験方法

1. グレープティーと容器包材

移り香の懸念から、バリアタイプの容器を用いているグレープティーを実験対象とした。グレープティーの原材料には、砂糖混合果糖ぶどう糖液糖、(赤)ぶどう果汁（アメリカ産）、紅茶（スリランカ産）、香料、酸味料、甘味料を用いた。その調製は、紅茶葉から60℃の温湯にて浸漬抽出した紅茶抽出液（Brix 約1.5°、約58℃）を、チルド飲料の流通温度である10℃以下に冷却し、各種原料を混合・溶解した後、90℃・10分間でバッチ殺菌し、10℃以下に冷却した。グレープティーの特性値は、果汁5%、Brix 7.6°、pH 3.3であった。実験試料は、各種実験の都度、同ロット原料・同処方により、研究室にて調製した。

ゲーブルトップ紙容器は、日本紙パック株式会社（東京）製のポリエチレン加工紙ノンバリヤ（NB）タイプのラミネート原紙と、バリヤ（B）タイプのラミネート原紙の2種類を用いた。それぞれの原紙の層構成は、以下の通りであった。

NB：(内) 無添加 LDPE 40.5 μm / 原紙 325.5 g/m^2 /

無添加 LDPE 17.3 μm (外)

B：(内) 無添加 LDPE / 接着強化 PE / EVOH /

原紙 320.0 g/m^2 / 無添加 LDPE 23.8 μm (外)

ここで、LDPE は低密度ポリエチレン、EVOH はエチレンビニルアルコール共重合樹脂である。また、下線層の厚さは59.4 μm である。

2. SPME ファイバー種を選択

グレープティーの香気成分捕集に適した SPME ファイバー種を選定するために、以下の4種類のファイバー、Polydimethylsiloxane/Divinylbenzene (PDMS/DVB), Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS), Carboxen/Polydimethylsiloxane (CAR/PDMS), Polydimethylsiloxane (PDMS) (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, Mo., U.S.A.) を用いて、次の手順にて選定した。

まず、グレープティー 10 g を 40 mL 容のガラス製バイアルに充填後、密封し、10℃で30分間静置平衡化した後、極性の異なる上記4種類の SPME ファイバーを露出する

ことにより、10℃で30分間香気成分を捕集し、GC/MS 分析を行った。

同時に、グレープティー中の香気成分（量）について確認し、ファイバー種選択および透過香気モデル作成の参考とするために、以下の溶媒抽出法による GC/MS 分析を行った。すなわち、試料溶液 200 g に内部標準物質として 3-heptanol を 50 μg 添加後、ジクロロメタン 200 mL を用いて抽出し、有機層を 0.5 mL まで濃縮後、GC/MS 分析を行った。

3. 透過香気成分の捕集装置

図1に示すガラス製の香気捕集容器は、既報文献^{1)~3)}を参考に作製した。実際に使用する際には、ガラス容器の間に容器包材を挟んでクランプで固定し、片側にグレープティーを満量（約236 cm^3 ）注入して、10℃で一定時間静置した後、中央に挟んだ包材を経由して対合部に透過した香気を SPME ファイバーにより捕集した。内部の試料溶液が容器包材に接触する面積は、約79 cm^2 であった。

4. SPME ファイバーによる香気成分の捕集時間

透過香気捕集装置における SPME ファイバーによる香気捕集時間を設定するために、グレープティーを捕集装置に封入して10℃で24時間静置した後、10~50分間、SPME ファイバーを露出することにより、2種の容器包材（NB または B）の透過香気成分を捕集し、GC/MS 分析を行った。

5. 香気捕集までの静置時間

透過香気捕集容器にグレープティーを封入してから1~8日間静置した後の透過香気成分について、30分間、SPME ファイバーを露出することにより、2種の容器包材（NB または B）の透過香気成分を捕集し、GC/MS 分析を行った。

6. GC/MS 分析

GC/MS 分析は、質量検出器 5975B とガスクロマトグラフ 6890N (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, U.S.A.) を結合させた装置を使用して3回行った。分離カラムは、DB-WAX (60 m $\times$ 0.25 mm, 膜厚 0.25 μm , Agilent Technologies) を用いた。キャリアガスにはヘリウムガスを用い、最適な線速度が得られるようにするために、カラム流量を1.6 mL/min に設定した。カラム温度のプログラムは、50℃で2分間保持した後、220℃まで3℃/min にて上昇させ、220℃にて保持した。SPME により捕集した香気の注入は、注入口（内径 0.75 mm インサート管）(Sigma-Aldrich Co.) を 250℃に維持し、スプリットレスモードにて行った。溶媒抽出物の注入は、注入口（内径 4.0 mm 不活性化処理済インサート, Agilent Technologies) を 250℃に維持し、5 μL をスプリット比 10:1 にて行った。GC/MS 分析は、データの定量比較が必要な場合には、同じ測定条件の下で行った。

7. GC/O 分析

GC/O (CharmAnalysisTM) は、DATU, Inc. (Geneva, NY,

図1 容器包材の透過香気成分のガラス製捕集装置

U.S.A.) により改良されたガスクロマトグラフ 6890 (Agilent Technologies) の装置⁴⁾ を使用して3回行った。分離カラムには、DB-WAX (15m×0.32mm, 膜厚 0.25 μm, Agilent Technologies) を用いた。キャリアガスにはヘリウムガスを用い、最適な線速度が得られるようにするために、カラム流量を 3.2 mL/min に設定した。カラム温度のプログラムは、初期温度 40℃、以降 230℃ まで 6℃/min にて上昇させ、230℃ にて保持した。注入口および検出器の温度は、225℃ と 230℃ とした。また GC インジェクションパージは、開始 1 分間はオフとした。なお、GC に注入する香気成分量は、GC インジェクターによるスプリット比を変化させることで順次 3 倍ずつ希釈し、9 倍希釈時まで分析した⁵⁾⁶⁾。

データの取込み、および解析は、CharmAnalysis™装置に付属のコンピューターに内蔵されている Charmware ver. 1.12 (DATU, Inc.)⁷⁾ を用いて行った。すなわち、CharmAnalysis™中、スニッファーは、オルファクトメーターから出てくるエアの匂いを嗅ぎ、何かの匂いを感知している間、マウスボタンを押し続け、その後感知した香調を、予め設定した香調（匂い特性）集の中から選択することにより、コンピューターに、その匂い特性、保持時間、感知している時間の長さを記録した。GC 注入サンプルの順次希釈により得られた、チャームクロマトグラムの各匂い成分の面積値を次式により求め、チャームバリュー（匂い強度）として記録した。

$$\text{Charm value} = \int_{\text{peak}} F^{-n} di \quad (\text{式}^4)$$

F, dilution factor (希釈倍率);

n, number of dilution (希釈回数);

di, Ri end - Ri begin (保持時間)。

各々の匂い成分の保持時間は、C₆-C₂₈ *n*-alkanes (東京化成工業(株), 東京) を用いて保持指標 (Kovats indices) に変換した。

8. 香気成分の同定

香気成分の同定のために使用した市販の標準物質は、東京化成工業(株) および Sigma-Aldrich Co. から購入した。検出された香気成分と、標準物質が同一であることの確認は、香気成分のマススペクトルと保持指標が、それぞれ標準物質のマススペクトルおよび保持指標と同一であることをもってした。

実験結果および考察

1. ゲーブルトップ紙容器包材の透過香気成分の捕集条件

(1) SPME ファイバー種

グレープティーの香気成分捕集に適した SPME ファイバー種を選定するために、4 種類の SPME ファイバー (PDMS/DVB, DVB/CAR/PDMS, CAR/PDMS, PDMS) を使用して、バイアル中に密閉したグレープティーのヘッドスペースから香気成分を捕集し、GC/MS 分析を行った。そのトータルイオンクロマトグラムを図2に示した。

図 2 各種 SPME ファイバー捕集によるグレープティー香気成分のトータルイオンクロマトグラム比較

(A), PDMS/DVB ; (B), DVB/CAR/PDMS ; (C), CAR/PDMS ; (D), PDMS.

図中の数字は、表 1・2 の化合物 No. に対応する。

PDMS (図 2-D) は他種のファイバーと比較して全体的に捕集香気量が少なく、CAR/PDMS (図 2-C) では後半の比較的揮発性の低い成分はほとんど検出されなかった。PDMS/DVB (図 2-A) と DVB/CAR/PDMS (図 2-B) のファイバーはどちらも全体的にバランスよく香気成分を捕集していたが、後半部分に検出される styrallyl acetate (図 2-16) や一般的にグレープの特徴香とされている methyl anthranilate (図 2-19)⁷⁾ 等の成分は、PDMS/DVB の方に多く捕集される傾向が観られた。一方で、溶媒抽出による香気成分として、後半部分にも多くの成分が検出されることを確認した (データ不掲載)。

以上より、本研究では、PDMS/DVB をグレープティーの香気捕集用ファイバーとして選定した。

(2) SPME ファイバーによる香気捕集時間

グレープティーを捕集装置内にて 24 時間静置した後、NB または B の容器包材を透過した香気成分を、SPME ファイバーの露出時間を変えて捕集した。透過・捕集した主要 19 成分のトータルピーク面積の結果を、表 1 に示した。

B の容器包材を透過した香気成分は、NB 包材のものと比較して香気量が明らかに少なく、30 分以降にしか検出されない成分も観られたが、10~50 分の間ほぼ線形的に増加した。一方、NB 包材を透過した香気量の捕集量は全ての成分で B 包材使用時よりも多く、ethyl 2-methylpropanoate (表 1-No.3) のように 40 分以降では増加しない成分も観られた。

以上より、捕集量の線形性が比較的保たれており、2 種類の容器包材でより多くの香気成分を捕集できる 30 分間を本実験系での香気捕集時間として設定した。

(3) 香気捕集までの静置時間

前項まで、グレープティーを透過香気捕集装置に封入し、

24 時間静置後に容器包材の透過香気成分の捕集を開始していたが、改めて装置へ試料を封入してから香気捕集するまでの静置時間について検討した。

グレープティーの商品が、実際に、店頭で販売されている日数は、流通事情から製造後 1 週間程度までと考えられる。そこで、グレープティーを封入してから 1~8 日後の透過香気について、GC/MS で分析した。

図 3 の横軸は 10℃ で静置した日数、縦軸は主要な 19 成分 (ethyl acetate, ethyl propanoate, ethyl 2-methylpropanoate, ethyl butanoate, ethyl 2-methylbutanoate, ethyl 3-methylbutanoate, 3-methylbutanyl acetate, ethyl 2-methylpentanoate, ethyl heptanoate, ethyl octanoate, ethyl decanoate, citronellyl acetate, styrallyl acetate, methyl cinnamate, methyl anthranilate, limonene, linalool, acetophenone, phenethyl alcohol) の GC/MS 分析によるトータルピーク面積値を示す。静置後 1 日で NB 包材は B 包材の 10 倍以上の透過香気成分量が検出され、その後、徐々に増加し、5~6 日後に総香気量が平衡に達した。

このことから、紙容器の香気透過性の違いについては、1 日静置後の透過香気と比較することで十分に考察できると考えられた。また、商品が店頭で陳列される頃には NB 包材からの透過香気量はかなり多いことが推察された。

これまでの検討から透過香気成分の捕集条件として、SPME ファイバー種を PDMS/DVB、捕集時間を 30 分間、捕集タイミングを包材設置・グレープティー封入後、24 時間静置後とした。

2. 容器包材種による透過香気成分

(1) GC/MS 分析による香気成分の比較

容器包材種 (NB, B) による透過香気成分を比較するために、前節 1 (ゲブルトップ紙容器包材の透過香気成分

表 1 SPME ファイバーの捕集時間による

No.	化合物名	ピーク面積値									
		バリア									
		10 分		20 分		30 分		40 分		50 分	
		mean	RSD (%) ^b	mean	RSD (%)	mean	RSD (%)	mean	RSD (%)	mean	RSD (%)
1	ethyl acetate	33	5.8	31	5.8	33	5.8	35	5.8	28	5.8
2	ethyl propanoate	113	7.1	153	7.1	168	7.1	189	7.1	190	7.1
3	ethyl 2-methylpropanoate	358	12.5	508	12.5	607	12.5	709	12.5	789	12.5
4	ethyl butanoate	142	9.9	221	9.9	280	9.9	333	9.9	396	9.9
5	ethyl 2-methylbutanoate	44	9.6	71	9.6	95	9.6	106	9.6	125	9.6
6	ethyl 3-methylbutanoate	31	9.6	52	9.6	67	9.6	81	9.6	94	9.6
7	3-methylbutan-1-yl acetate	12	5.8	20	5.8	27	5.8	30	5.8	36	5.8
8	ethyl 2-methylpentanoate	33	9.2	56	9.2	78	9.2	98	9.2	117	9.2
9	limonene	60	6.1	107	6.1	159	6.1	195	6.1	261	6.1
10	ethyl heptanoate	6	9.8	13	9.8	21	9.8	27	9.8	35	9.8
11	ethyl octanoate	ND ^c		ND		10	9.8	17	5.8	25	5.8
12	linalool	ND		ND		ND		ND		ND	
13	ethyl decanoate	ND		ND		ND		ND		ND	
14	acetophenone	ND		ND		ND		4	5.8	5	5.8
15	citronellyl acetate	ND		ND		ND		ND		ND	
16	styralyl acetate	ND		ND		5	9.8	6	5.8	9	5.8
17	phenethyl alcohol	ND		ND		ND		ND		ND	
18	methyl cinnamate	ND		ND		ND		ND		ND	
19	methyl anthranilate	ND		ND		ND		ND		ND	

^a ピーク面積値, 3 回試行による測定平均値; ^b RSD, relative standard deviation; ^c ND, not detected; ^d trace, S/N<5.

図 3 グレープティー包材透過香気の主要 19 成分^aのトータルピーク面積値の経時変化

^a ethyl acetate, ethyl propanoate, ethyl 2-methylpropanoate, ethyl butanoate, ethyl 2-methylbutanoate, ethyl 3-methylbutanoate, 3-methylbutan-1-yl acetate, ethyl 2-methylpentanoate, ethyl heptanoate, ethyl octanoate, ethyl decanoate, citronellyl acetate, styralyl acetate, methyl cinnamate, methyl anthranilate, limonene, linalool, acetophenone, phenethyl alcohol

の捕集条件)にて設定した捕集条件下において, SPME ファイバーを用いて各包材の透過香気成分を捕集し, GC/MS 分析を行った。

表 2 は, 主要香気成分のピーク面積値を示している。表中に示した透過成分比は, NB に対する B 包材の透過香気成分のピーク面積割合 (%) を示す。主要な透過香気成分は, ethyl 2-methylpropanoate (表 2-No. 3) や ethyl butanoate (表 2-No. 4) などの揮発性の高いエステル類であった。B

包材における, これらのエステル類の透過香気量は, NB 包材に対していずれも約 3~9% と少なく, B 包材はこれらの成分に対して高いバリア性を示した。

一方, EVOH フィルムの limonene 透過速度は, LDPE フィルムに比べて非常に小さく, バリア性に優れていることが報告されている⁸⁾。しかし, 今回のグレープティーの透過香気分析において, limonene の透過成分比は, NB 包材比で約 50% であり, B 包材においてエステル類よりも高い

グレープティーの容器包材透過香気成分量

(×10⁴)^a

ノンバリア									
10 分		20 分		30 分		40 分		50 分	
mean	RSD (%)	mean	RSD (%)	mean	RSD (%)	mean	RSD (%)	mean	RSD (%)
746	5.7	580	5.8	551	3.2	572	4.8	504	4.6
4659	1.9	4717	0.9	4541	3.1	4422	2.4	3906	3.7
12396	3.6	13876	0.3	14102	3.4	14110	2.4	13047	3.1
7582	6.4	9475	1.7	10945	6.6	11489	4.5	10946	4.9
2323	9.9	3153	3.5	4004	9.1	4459	7.8	4390	7.6
1917	7.6	2697	3.8	3477	9.4	3895	8.2	3883	7.1
635	8.9	945	4.5	1281	10.0	1515	8.8	1589	7.9
1798	9.9	2773	3.8	3878	10.0	4804	8.3	5163	8.3
113	9.9	180	10.0	267	9.3	385	7.9	394	10.0
480	9.8	850	3.5	1284	8.0	1688	8.6	1956	3.2
157	10.0	304	3.6	465	5.2	674	8.7	781	4.2
ND		8	4.1	13	5.5	19	6.5	23	5.1
ND		6	9.1	10	6.9	17	9.6	23	9.7
6	9.5	11	2.9	16	7.4	21	4.3	27	3.4
11	9.7	29	6.2	49	4.6	75	9.5	94	9.9
148	9.2	281	4.2	427	8.8	573	8.7	673	4.4
ND		ND		ND		ND		trace ^d	
35	9.9	70	0.7	107	3.3	158	8.7	196	3.7
35	8.0	71	3.4	107	5.4	153	7.8	191	2.7

比率で透過することが示された。この結果は、EVOH 層を含む HDPE (高密度ポリエチレン) 多層フィルムにおいて、limonene の透過係数が ethyl butanoate よりも大きいこと⁹⁾ から示唆された。

このように、グレープティーの香気においては、揮発性の高いエステル類の香気成分が NB 包材において多く透過するが、それらは B 包材において 10% 未満にまで透過が抑えられていることが明らかとなった。

(2) GC/O 分析による匂い成分の比較

前項 (2-1)) において、各容器包材を透過する香気成分量を比較した。しかし、香気成分量が必ずしも匂いの強さと相関しないため、実際に匂いとして感知され、移り香の原因となりうる成分を見出すために、GC/O 分析を行った。表 3 は、SPME ファイバーで捕集した透過香気成分の GC/O 分析結果である。

B 包材では 12 の匂い成分を感知した。一方、NB 包材では 15 成分が感知されており、B では感知されなかった green 香 ((Z)-3-hexenol) や sweet 香 ((E)-beta-damascenone) が確認された。9 倍希釈時には、B 包材では感知できる匂い成分がなかったのに対し、NB 包材では 6 成分 (ethyl 2-methylpropanoate, ethyl butanoate, ethyl 2-methylbutanoate, ethyl 3-methylbutanoate, ethyl 2-methylpentanoate, methyl anthranilate) が感知された。

これらの包材種間で匂い強度に顕著な差が認められた 6

成分のうち、methyl anthranilate は紫のブドウ感に、ethyl 2-methylpropanoate, ethyl butanoate 等の他 5 成分はグレープのフルーティーな匂いとして寄与していた。これらは、グレープやワインに特徴的な香気成分として報告されているものであった⁷⁾¹⁰⁾¹¹⁾。

また、グレープティーの溶媒抽出による GC/MS 分析から得られた、これら 6 成分の含量を基に調製したモデル溶液 (香料) の香りを官能にて確認したところ、NB 包材から漏れてくるグレープ様の香りと同様な香調であった。

要 約

(1) ゲーブルトップ紙容器の透過香気成分を捕集するガラス製装置を作製した。

(2) グレープティーの透過香気成分の捕集条件を検討した結果、SPME ファイバー種：PDMS/DVB、捕集温度：10℃、捕集時間：30 分間、捕集タイミング：24 時間静置後、に設定した。

(3) ノンバリアとバリア容器種間で、香気成分量に差が認められるグレープティーの透過香気成分を明らかにした。特にエステル類において差が顕著であった。

(4) 容器種間で透過香気成分の匂い強度が顕著に異なる、6 種の匂い成分 (ethyl 2-methylpentanoate, ethyl butanoate, ethyl 2-methylbutanoate, ethyl 3-methylbutanoate, ethyl 2-methylpentanoate, methyl anthranilate) を明らかにした。

表 2 容器包材種によるグレープティーの透過香気成分量比較

No.	化合物名	ピーク面積値 ($\times 10^4$) ^a				
		バリア (B)		ノンバリア (NB)		透過成分比
		mean	RSD (%) ^b	mean	RSD (%)	
1	ethyl acetate	69	4.2	813	3.7	9
2	ethyl propanoate	378	3.3	6465	1.5	6
3	ethyl 2-methylpropanoate	1276	3.9	19852	1.4	6
4	ethyl butanoate	581	3.0	14967	1.4	4
5	ethyl 2-methylbutanoate	182	3.8	5405	2.9	3
6	ethyl 3-methylbutanoate	143	3.1	4886	3.1	3
7	3-methylbutanyl acetate	50	1.0	1783	4.7	3
8	ethyl 2-methylpentanoate	158	5.6	5428	8.5	3
9	limonene	250	8.3	474	10.9	53
10	ethyl heptanoate	56	7.4	1714	9.7	3
11	ethyl octanoate	19	5.8	674	14.9	3
12	linalool	ND ^c		22	7.1	
13	ethyl decanoate	ND		21	10.0	
14	acetophenone	trace ^d		26	8.8	
15	citronellyl acetate	ND		78	11.9	
16	styrallyl acetate	20	9.4	512	12.4	4
17	phenethyl alcohol	ND		5	7.5	
18	methyl cinnamate	ND		132	9.2	
19	methyl anthranilate	ND		177	16.5	
Total		2821	3.0	57349	2.8	5

^a ピーク面積値：3回試行による測定平均値。^b RSD: relative standard deviation.^c ND: not detected.^d trace: S/N<5.

表 3 容器包材種によるグレープティーの透過香気 GC/O 分析

保持指標	化合物名	匂い特性	charm value ^a	
			バリア	ノンバリア
979	ethyl 2-methylpropanoate	fruity	36 $\pm$ 4.4	160 $\pm$ 25
1030	ethyl butanoate	fruity	11 $\pm$ 6.4	88 $\pm$ 20
1046	ethyl 2-methylbutanoate	fruity	21 $\pm$ 8.1	180 $\pm$ 23
1063	ethyl 3-methylbutanoate	fruity	6.0 $\pm$ 6.7	110 $\pm$ 12
1118	3-methylbutanyl acetate	fruity	ND ^b	4.0 $\pm$ 6.9
1128	ethyl 2-methylpentanoate	fruity	2.3 $\pm$ 4.0	74 $\pm$ 13
1275	octanal	sweet-green	11 $\pm$ 2.6	11 $\pm$ 2.6
1288	1-octen-3-one	metallic	7.0 $\pm$ 2.6	5.0 $\pm$ 2.0
1375	(Z)-3-hexenol	green	ND	6.0 $\pm$ 5.2
1420	ethyl octanoate	fruity	4.7 $\pm$ 2.3	16 $\pm$ 1.5
1511	(E)-2-nonenal	sweet-green	11 $\pm$ 2.3	13 $\pm$ 2.5
1540	linalool	floral	4.0 $\pm$ 1.0	8.3 $\pm$ 0.6
1609	acetophenone	floral	17 $\pm$ 2.6	12 $\pm$ 5.0
1785	(E)-beta-damascenone	sweet	ND	6.7 $\pm$ 6.1
2198	methyl anthranilate	grape	5.0 $\pm$ 2.9	110 $\pm$ 21

^acharm value: 有効数字を2桁とした3回試行による測定平均値 $\pm$ 標準偏差。^bND: not detected.

文 献

- 1) Theodorou, E. and Paik, J. S., Effect of organic vapour interaction on permeation rate through polymer films. *Packag. Technol. Sci.* **5**, 21-25 (1992).
- 2) Franz, R., Permeation of volatile organic compounds across polymer films-part I: development of a sensitive test method suitable for high-barrier packaging films at very low permeant vapour pressures. *Packag. Technol. Sci.* **6**, 91-102 (1993).
- 3) 松井利郎, 包装学基礎講座〈10〉, 「包装材料の吸脱着の科学」, 第1版 (日本包装学会, 東京), p. 49 (2004).
- 4) Acree, T.E., Barnard, J. and Cunningham, D.G., A procedure for the sensory analysis of gas chromatographic effluents. *Food Chem.*, **14**, 273-286 (1984).
- 5) Deibler, K.D., Llesca, F.M., Lavin, E.H. and Acree, T.E., Calibration of gas chromatography inlet splitting for gas chromatography olfactometry dilution analysis. *Flavour Fragr. J.*, **19**, 518-521 (2004).
- 6) Akiyama, M., Murakami, K., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Wada, A., Tokuno, K., Onishi, M., Iwabuchi, H. and Sagara, Y., Analysis of freshly brewed espresso using a retronasal aroma simulator and influence of milk addition. *Food Sci. Technol. Res.*, **15** (3), 233-244 (2009).
- 7) Liu, J.R. and Gallander, J.F., Methyl anthranilate content of Ohio Concord grapes. *J. Food Sci.*, **50**, 280-282 (1985).
- 8) 本石靖夫, 内層用エバール®フィルム, ジャパンフードサイエンス, **29** (9), 65-72 (1990).
- 9) Zhou, Q., Guthrie, B. and Cadwallader, K.R., Development of a system for measurement of permeability of aroma compounds through multilayer polymer films by coupling dynamic vapour sorption with purge-and-trap/fast gas chromatography. *Packag. Technol. Sci.*, **17**, 175-185 (2004).
- 10) Campo, E., Ferreira, V., Escudero, A., Marques, J.C. and Cacho, J., Quantitative gas chromatography-olfactometry and chemical quantitative study of the aroma of four Madeira wines. *Analytica Chimica Acta*, **563**, 180-187 (2006).
- 11) Liu, G. and Cadwallader, K.R., Aroma-impact components of "Carlos" muscadine grape juice. In "Flavor and health benefits of small fruits," eds. Qian, M.C. and Rimando, A.M., ACS symposium series 1035, (American Chemical Society (ACS), Washington, DC), pp. 63-77 (2010).

引用 URL

- i) <http://www.datuinc.com/charmware.html> (2011. 10. 24)
(平成 23 年 9 月 1 日受付, 平成 23 年 10 月 25 日受理)