コーヒー香気の客観的評価法の設定に関する研究

下田 満哉*・坂根 康伸*・和田 浩二*

熱田 純生**・箴 島 豊*

Objective Evaluation of Aroma of Coffee Brew

(Studies on Aroma of Coffee Part V)

Mitsuya SHIMODA*, Yasunobu SAKANE*, Kouji WADA*,
Sumio ATSUTA** and Yutaka OSAJIMA** Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, 6-10-1, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka, 812

** KEY COFFEE CO., Ltd., 2-34-4, Nishishimbashi, Minato-ku, Tokyo 105

The quantitative headspace gas chromatographic (GC) analysis on a coffee brew was developed as follows. Ten grams of coffee grounds were put into a 300 ml headspace vessel, on to which 100 ml of boiling water was poured. Five μ l of *p*-anisaldehyde was added as an internal standard. Both the extraction of coffee grounds and the trapping of headspace gas were carried out water bath maintained at 75°C. The headspace volatiles of coffee brew were trapped into Tenax-GC column (ϕ 3.5×90 mm) during the passage (50 ml/min) of 400 ml of nitrogen. (1) The aromagram was composed of 43 peaks regardless of the kinds of coffee beans. The reproducibilities of main components ranged from 3.6 to 9.6%. (2) The aroma potencies of coffee volatiles were evaluated by dividing peak areas on a standard aromagram by the threshold peak areas estimated by "sniff-GLC", as well as the sensory characterizations of the volatiles were performed by "sniff-GLC" of coffee cup tester. (3) The GLC data could make clear the differences between Arabica and Robusta species but could not among Arabica species. The aroma potencies and characteristics of the volatiles were more important to evaluate the aroma of coffee brew.

(Received Jan. 23, 1984)

コーヒーの香りに関する研究は、その魅力的な香りに対する探究心さらには市場の大きさのために、古くから活発に行われてきた。従来の研究はその主たる目的により、香気成分の分離同定に関する研究^{1)~5)}、アラビカ種とロブスタ種の香気成分の違いを追求した研究⁶⁾、特殊成分に関する研究⁷⁾⁸⁾に分類される。分析法に関しては、コーヒー豆粉末を直接対象とした研究^{9)10)~13)}とコーヒー抽出液を対象とした研究²⁾⁵⁾⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾¹⁴⁾に大別され、これらは更にヘッドスペースガス分析法を適用したもの^{2)9)~14)}と溶媒抽出法によるもの¹⁾⁵⁾⁷⁾⁸⁾に細分される。しかしながらコーヒーの品質評価を目的として香気成分を定

量的に取り扱い、その結果を官能的評価と関係づけた報告は殆んど見あたらない。著者らは、コーヒーの香りに関する一連の研究において工場レベルでの品質管理分析法として、コーヒー豆粉末を試料としたヘッドスペースガスクロマトグラフ法の設定およびその応用について報告^{11)~13)}するとともに、コーヒー抽出液の香りについても簡易分析法を設定¹⁴⁾し、その応用について報告した¹⁵⁾。

本報では、種類(産地)の異なるコーヒー豆の香気特性の違いを明らかにすることを目的として、カップテスト(コーヒー抽出液の官能検査法)に最も近い条件を用いるヘッドスペースガス分析法を新たに設定するととも

† コーヒーの香りに関する研究(第5報)

* 九州大学農学部食糧化学工学科(〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1)

** (株)木村コーヒー店(〒105 東京都港区西新橋 2-34-4)

に、ガスクロマトグラフィー (GLC) のデータに官能的特徴づけを行うことによりコーヒーの香りの具体的な評価を試みた。

実験方法

1. 実験材料

コーヒー豆はアラビカ種として Brazil Mogyana (BR), Colombia Excelso (CL), Ethiopian Mocha (ET), Mandheling (MA), Guatemala SHB Antigua (GU), Tannzaia AA (TA), Peru Chanchamayo (PE), New Guinea A (NG), Costa Rica SHB (CR), Jamaica P. W. (JA), Jamaica High-Mt. (HM), Mexico Altura (ME), Mocha Mattari (MO) の13種、ロブスタ種として Indonesia Robusta AP-1 (IR), Africa Robusta Ivory Grade (AR) の2種を用いた。なお、各オリジナルサンプルには無作為に抽出した同一ロットのものを供した。専門家による焙煎後、試料を2分し、一方をカップテストに、他方を GLC 分析に供した。特記しない限り焙煎は普通焙りとし、粉碎は電動ミルにより細挽きとし、カップテストと GLC 分析は同時刻に行った。

2. ガスクロマトグラフィー (GLC)

島津 GC-6 APTF 型 (FID, TCD 付) を用い、アロマトグラムの作成には水素炎イオン化検出器を、Sniff GLC (分離カラム出口で流出してくる成分の匂いを嗅ぐ方法) では熱伝導度検出器を使用した。キャリアガスはヘリウム (30 ml/min) とした。カラム管にガラス製 $\phi 3$ mm $\times 2.5$ m, 充填剤に PEG 20 M, 10% Chromosorb W (AW-DMCS), 80~100 mesh) を用い、カラム温度は 60°C から 190°C まで 5°C/min の割合で昇温した。なお、ピーク面積は島津クロマトパック E-1 CB 型積分計により求めた。

3. 香気成分の捕集

本研究では、カップテストに最も近い条件で分析することを主眼として、Fig. 1 の装置を組み立てた。すなわち、スリ合せ口をもつ 300 ml 容三角フラスコにコーヒー豆粉末 10 g を秤取し、100°C の熱湯 100 ml を注加した後、直ちに内部標準物質を添加した。75°C の湯浴中で攪拌しながら液面上 2 cm の位置に窒素ガスを 110 ml/min の流量で2分間通気することによってヘッドスペースガスを置換した後、プレカラムを装着し、窒素ガス流量を 50 ml/min に調整して 400 ml を通気した。内部標準物質は GLC においてコーヒー香気成分の流出終了直後に検出され、適度の極性をもつ *p*-アニスアルデヒドを最適としたが、その添加法は本物質の水に対する溶解度が

Fig. 1 Apparatus for trapping headspace gas
The precolumn ($\phi 3.5 \times 90$ mm) was packed with Tenax-GC (130 mg).

小さいことから、特別の考慮を必要とした。すなわち、直ちに液中に沈むように重りを付した濾紙片 (1 $\times$ 2 cm) に、*p*-アニスアルデヒド 5 μ l をスポットし添加する方法を用いた。プレカラム管は島津 GC-6 A 型のガラスインサート管 ($\phi 3.5 \times 90$ mm) を用い、充填剤としては Tenax-GC を使用した。捕集成分のガスクロマトグラフ (GC) への導入は、このプレカラムを直接試料気化室に入れ、気化室温度 170°C で加熱脱着することによって行った。本法においてピーク 7 以降の成分は 99% 以上の効率でプレカラムに捕集された。

4. Sniff GLC

Sniff GLC は、GLC により分離された成分について“匂い嗅ぎ”を行い、かつ試料の導入を繰り返す必要があることから、次のような香気濃縮物を用いた。すなわち、コーヒー粉末 100 g を熱湯 600 ml で抽出し、減圧蒸留法¹⁶⁾により得られた留出液 300 ml を塩化ナトリウムで飽和後、精製エーテルで抽出を行い、常法により香気濃縮物を得た。各ピーク成分の匂いの判定は専門のカップテスターによって行われた。Sniff GLC による閾値の決定は、試料注入量の逐次半減を繰り返し、カラムから流出する成分の匂いが認められる限界の量をガスクロマトグラム上のピーク面積として求めることにより行った。なお、GLC の検出限界より低い閾値をもつ成分については、内部標準とのピーク面積比に基づいて定量を行った。各ピーク成分の匂い強度 (aroma potency) は、次式により算出した。

$$\text{匂い強度} = \frac{\text{アロマトグラム上のピーク面積}}{\text{閾値ピーク面積}} \quad (1)$$

5. カップテスト

カップテストは常法に従って行った。すなわち、Fig. 2 に示したとおりコーヒー豆粉末 10 g をカップに入れ沸

Procedure 1. One hundred ml of boiling water (100°C) was poured onto coffee grounds (10 g) in a cup. The coffee aroma was tested at about 80°C sinking the coffee grounds with a spoon.

Procedure 2. The coffee flavor (aroma and taste) was tested at 60~65°C.

Procedure 3. The coffee flavor was tested at 53~58°C.

Fig. 2 Scheme of cup test of coffee brew

騰水 100 ml を注ぎ、熱いうち (80°C 以上) に香りを調べ、次いで 65~60°C および 58~53°C で風味 (味と香り) を調べた。酸臭, 甘い香り, グラス (高品質コーヒーに不可欠なコーヒーのメリ, ハリをなす香り, 著者私見) を好ましい香りとし, 総合評価と併せて優れている, +2。やや優れている, +1。普通, 0。やや劣っている, -1。劣っている, -2 の 5 段階評価とした。一方, 発酵臭, カビ臭, 土臭, その他異臭を便宜上好ましくない香りとし, 認められない, 0。やや認められる, -1。認められる, -2 の 3 段階評価とした。なお, 各コーヒー豆の評価は専門のカップテスターによる絶対評価法で行った。

結果および考察

1. カップテスト

本実験で用いたコーヒー豆の官能的な香気特性を明らかにするためにカップテストを行い, Fig. 3 に結果を示した。Fig. 3 より明らかなように, アラビカ種の中でも, CL, NG, ME, BR, PE, GU はともに酸臭, 甘い香り, グラスに優れるとして高い評価が与えられた。これら 5 種の中では, さらに ME は酸味と甘い香りの両方, CL と NG は甘い香りの強さを特徴とし, 一方, BR, PE, GU はこれら 3 つの好ましい香りが程よくバランスのとれた豆と評価された。TA と JH はグラスにおいては普通であるが, 酸臭と甘い香りに優れるとして高く評価され, この両者は甘い香りの強さで区別された。CR, MO, MA, ET の四者は, 酸臭とグラスは普通であるが, 甘い香りに優れる。また, JA は酸臭, 甘い香り, グラスとも普通の極く平凡な豆と判定された。しかしこれら五者の中では, MA, ET, JA の三者は未洗浄豆の特徴である土臭をわずかながら示し, さらに ET は特有の醗酵臭を示した。以上のアラビカ種に対して, ロブスタ種の AR, IR は酸臭, 甘い香り, グラスともに著しく劣り, 加えて強い土臭およびその他異臭を呈し,

Fig. 3 Aroma profile of various coffee brews by sensory evaluation

a: acidic aroma; b: sweetish aroma; c: grassy aroma; d: fermentative aroma; e: musty aroma; f: earthy aroma; g: other off-flavor; h: total evaluation

The acidic, sweetish and grassy aroma are desirable aromas and the fermentative, musty, earthy and other off-flavor are undesirable ones. The symbol +2, 0 and -2 represent superior, average and inferior respectively with the desirable aromas and total evaluation. The other hand, with undesirable aromas when the aromas was noticed, the symbol was assigned -2 and not noticed, assigned 0.

総合評価においても劣ると判定された。両ロブスタ種は, 土臭とその他異臭の強・弱により区別された。

2. プレカラム法によるコーヒー香気分析

コーヒー抽出液のヘッドスペースガスを Fig. 1 の装置により採取し, GLC 分析を行うとコーヒー豆の種類に関係なく 43 個のピークが得られた。Fig. 4 に標準的なガスクロマトグラムを示す。本法の再現精度を検討するために, 10 回の繰り返し実験を行い, 主要ピークの面積比

Fig. 4 Gas chromatogram of the volatile compounds of the coffee brew

Column, 2% PEG 20M on Chromosorb W (AW) (ϕ 3 mm $\times$ 2.5 m);

Temp., 60°C $\xrightarrow{5^\circ\text{C/min}}$ 190°C; internal standard (i. s.), *p*-anisaldehyde.

Table 1 Coefficients of variation of peak area ratio (internal standard=1.0) of main peaks for headspace analysis of coffee brew by internal standard method

Peak	Coefficient of variation	Peak	Coefficient of variation
6	7.5	22	5.0
7	9.6	24	5.6
8	7.2	25	5.9
10	6.4	28	6.1
12	6.9	30	5.8
16	8.8	31	6.4
18	5.8	33	3.6

Coefficient of variation of internal standard peak: 2.9%.

から変動係数を算出しその結果を Table 1 に示した。内部標準自体の変動係数は 2.9% と十分小さく、主要ピークについても 3.6~9.6% の値が得られ、本分析法が簡易・迅速性はもとより精度においても優れていることが証明された。

3. 産地の異なるコーヒー豆の香気成分の比較

産地の異なる 15 種のコーヒー豆の抽出液についての分析結果を Table 2 に示した。表より明らかなように、量的に最も多いのはピーク 8 の成分であり総量の 40~50% を占めた。次いでピーク 6, 7, 12 の成分でありこれら四者で総量の 70% にも達した。43 個の香気成分の全

体的パターンは類似しているが、個々のピークについてみるとそれぞれのコーヒー豆に特徴的なピークが多数抽出された。すなわち、ピーク 9, 11, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34 の成分は各コーヒー豆間でその変動が 30% 以上と大きく、特にロブスタ種とアラビカ種の間で明らかな違いが認められた。とりわけ両品種の最も明瞭な相違点はピーク 30 対 31 の比にあった。アラビカ種ではこの比の値が 1 より小であるのに対し、ロブスタ種では 1 より大となることから、両品種の簡単な識別法として利用できる。しかしながら、アラビカ種間の各種コーヒー豆については、カップテストにおいて示された各豆の香りの特徴を Table 2 のデータと直接関係づけることは困難であった。なお、香気成分の総量は、CL>IR>GU>BR>ME>MO>HM>MA, ET>JA>PE, TA>CR>NG>AR の順となった。

4. 匂いの特性と匂い強度法に基づくコーヒー香気の評価

GLC データを官能的评价に関係づけるためには、各ピークの官能的特性を明らかにする必要がある。標準化合物を合成することなく、この目的を達成するために、Sniff GLC により各ピークの示す匂いの性質を判定するとともに、各成分の閾値をガスクロマトグラム上のピーク面積として求めた。Table 3 にカップテスターによって判定された各成分の官能的特性ならびに Table 2 のデータを式 (1) で変換した値、すなわち各成分についてその閾値を基準尺度とする匂い強度を示した。Table 3 にお

Table 2 Quantitative values of aroma components of various coffee brews

Peak No.	CL	NG	ME	BR	PE	TA	GU	HM	CR	MO	MA	ET	JA	AR	IR
1	0.09	0.07	0.06	0.07	0.07	0.09	0.06	0.09	0.08	0.10	0.07	0.05	0.09	0.16	0.33
2	0.46	0.43	0.30	0.48	0.36	0.41	0.34	0.39	0.36	0.35	0.39	0.31	0.41	0.11	0.14
3	0.95	0.69	0.73	0.81	0.94	0.71	0.79	0.64	0.67	0.68	0.65	0.49	0.59	0.46	0.94
4	1.06	0.40	0.66	0.47	0.52	0.69	0.44	0.34	0.34	0.27	0.63	0.41	0.35	0.30	0.99
5	2.12	1.36	1.29	1.60	1.62	1.44	1.57	1.43	1.36	0.88	1.63	1.20	1.39	1.00	2.23
6	18.1	12.6	12.0	16.0	13.2	12.4	15.3	12.8	13.1	11.9	14.2	13.8	11.9	10.9	20.7
7	16.2	10.3	12.9	13.8	12.0	13.1	11.9	12.2	11.4	9.46	13.2	11.1	13.9	8.39	16.2
8	58.6	36.5	54.3	49.9	38.2	40.2	58.7	48.5	41.2	50.0	42.2	50.1	42.0	31.0	55.9
9	1.15	0.74	0.27	1.30	0.91	0.72	1.29	1.14	0.96	0.28	1.37	1.10	1.13	0.78	1.39
10	6.17	4.19	4.77	5.97	4.98	3.88	5.97	5.06	4.49	6.29	4.90	4.44	4.21	2.71	4.97
11	0.53	0.35	0.47	0.64	0.41	0.40	0.52	0.56	0.29	0.40	0.44	0.47	0.52	0.51	0.91
12	11.1	9.27	13.9	13.1	10.3	9.90	12.5	11.9	9.81	14.3	8.60	9.69	9.54	4.74	7.29
13	0.86	0.58	0.09	0.42	0.47	0.64	u. s.	0.22	0.62	0.19	0.46	u. s.	0.28	0.93	0.46
14	0.35	0.16	0.22	0.34	0.19	0.16	0.36	0.13	0.21	0.23	0.41	0.27	0.20	0.21	0.35
15	0.66	u. s.	0.22	0.56	u. s.	u. s.	0.38	0.34	u. s.	0.27	0.42	0.40	u. s.	u. s.	0.38
16	4.08	2.86	4.62	4.30	3.53	3.56	3.58	4.36	3.11	4.37	3.70	3.09	4.40	2.98	4.72
17	0.39	0.13	0.14	0.34	0.18	0.16	0.19	0.19	0.18	0.30	0.18	0.28	0.20	0.48	u. s.
18	3.31	1.66	2.05	2.78	2.28	2.13	3.32	4.04	1.67	3.80	4.03	2.55	4.85	2.81	6.18
19	0.35	0.23	0.07	0.32	0.22	0.20	0.19	0.15	0.15	0.09	0.13	0.11	0.21	0.28	0.37
20	0.11	0.18	0.19	0.16	0.14	0.19	0.12	0.04	0.13	0.13	0.12	0.16	0.18	0.05	0.08
21	0.20	0.28	0.20	0.26	0.21	0.20	0.26	0.09	0.26	0.20	0.34	0.21	0.20	0.22	0.10
22	2.56	2.08	2.49	2.51	2.14	1.92	2.82	1.49	1.74	2.83	2.58	2.03	2.37	1.61	2.85
23	0.10	0.09	0.05	0.12	0.06	0.07	0.06	0.03	0.05	0.15	0.09	0.10	0.06	1.26	0.29
24	1.43	1.06	1.20	1.24	1.21	1.09	1.70	1.05	0.95	1.06	1.51	1.38	1.20	1.21	1.61
25	0.40	0.36	0.31	0.34	0.34	0.32	0.62	0.45	0.26	0.35	0.56	0.38	0.30	0.41	0.48
26	0.20	0.19	0.08	0.16	0.19	0.23	0.14	0.09	0.15	0.10	0.13	0.12	0.16	0.22	0.20
27	0.31	0.18	0.15	0.15	0.26	0.29	0.07	0.07	0.18	0.11	0.03	0.03	0.21	0.30	0.46
28	3.98	3.65	5.19	3.95	3.72	3.35	4.13	3.75	3.51	6.60	3.76	3.60	2.41	1.60	2.69
29	0.48	0.34	0.23	0.31	0.34	0.35	0.32	0.16	0.35	0.14	0.21	0.03	0.51	0.16	0.34
30	1.37	0.84	0.69	1.28	1.00	0.91	1.30	0.35	0.88	0.79	1.31	1.01	1.18	1.32	2.34
31	2.04	1.40	1.91	1.58	1.62	1.75	1.90	1.67	1.60	1.77	2.04	1.27	2.12	0.87	1.52
32	1.51	1.37	1.63	1.38	1.21	1.31	1.62	1.16	1.33	1.76	1.45	1.25	1.33	0.77	1.23
33	0.22	0.13	0.13	0.17	0.19	0.17	0.15	0.09	0.19	0.05	0.21	0.13	0.23	0.10	0.18
34	0.20	0.10	0.08	0.19	0.11	0.13	0.17	0.08	0.11	0.08	0.23	0.15	0.16	0.15	0.18
35	0.49	0.43	0.37	0.49	0.49	0.45	0.54	0.39	0.38	0.49	0.51	0.51	0.46	0.43	0.46
36	0.03	0.03	u. s.	0.03	0.07	0.03	0.03	u. s.	0.03	u. s.	0.02	0.04	0.04	0.05	0.06
37	0.19	0.13	0.06	0.18	0.15	0.13	0.15	0.03	0.13	0.07	0.13	0.10	0.15	0.12	0.17
38	0.04	0.03	0.03	0.07	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.08	0.04	0.06
39	0.23	0.15	0.23	0.18	0.23	0.16	0.20	0.17	0.15	0.16	0.20	0.17	0.17	0.20	0.29
40	0.10	0.03	0.05	0.06	0.06	0.06	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.09	0.04	0.06	0.09
41	0.10	0.06	0.29	0.07	0.07	0.07	0.07	0.17	0.04	0.19	0.05	0.11	0.04	0.05	0.13
42	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
43	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Total	143	96	125	129	104	104	134	116	103	121	113	113	110	80	140

(peak area ratio; internal standard=1.0)

CL: colombia Ex.; NG: New Guinea A; ME: Mexico Mogyana; PE: Peru Chanchamayo; TA: Tanzania AA; GU: Guatemala SHP Antigua; HM: Jamaica High Mt.; CR: Costa Rica SHB; MO: Mocha Mattari; MA: Mandheling; ET: Ethiopian Mocha; JA: Jamaica PW; AR: African Robusta Ivory; IR: Indonesia Robusta AP-1.

u. s.: unseparated

Table 3 Aroma potencies of

Peak No.	Aroma characteristic	CL	NG	ME	BR	PE	TA
1							
2							
3							
4							
5	aldehydic	3.0E3	1.9E3	1.8E3	2.3E3	2.3E3	2.1E3
6							
7							
8	aldehydic, rancid	3.1E4	1.9E4	2.9E4	1.9E4	2.0E4	2.1E4
9	caramel like	4.6E3	3.0E3	1.1E3	5.2E3	3.6E3	2.9E3
10	caramel like	5.6E3	3.8E3	4.3E3	5.4E3	4.5E3	3.5E3
11	burnt	2.8E4	1.8E4	2.5E4	3.3E4	2.2E4	2.1E4
12	baked cookie	1.2E4	1.0E4	1.5E4	1.5E4	1.1E4	1.1E4
13							
14							
15							
16	earthy	5.8E3	4.1E3	6.6E3	6.1E3	5.0E3	5.1E3
17							
18	fish meal like	7.2E4	3.4E4	4.5E4	6.0E4	5.0E4	4.6E4
19	earthy	6.7E3	4.4E3	1.3E3	6.2E3	4.2E3	3.8E3
20	grassy	2.4E3	4.0E3	4.2E3	3.6E3	3.1E3	4.2E3
21	musty, earthy	8.3E3	1.2E4	8.3E3	1.0E4	8.8E3	8.3E3
22	earthy	8.3E2	6.7E2	8.0E2	8.1E2	6.9E2	6.2E2
23	burnt	1.4E4	1.3E4	7.1E3	1.7E4	8.6E3	1.0E4
24	sweet, fragrant solv.	1.7E4	1.3E4	1.4E4	1.5E4	1.5E4	1.3E4
25	musty, flower like	4.0E4	3.5E4	3.1E4	3.4E4	3.5E4	3.3E4
26	earthy	1.4E3	1.4E3	5.7E2	1.1E3	1.4E3	1.6E3
27	butter like	5.0E4	3.8E4	2.4E4	2.4E4	4.2E4	4.7E4
28	soy sauce like	4.1E4	3.8E4	5.4E4	4.1E4	4.1E4	3.4E4
29	acidic	2.3E3	1.6E3	1.1E3	1.5E3	1.6E3	1.7E3
30	musty	6.6E4	4.2E4	3.4E4	6.3E4	4.8E4	4.5E4
31	musty	3.0E5	2.1E5	2.8E5	2.3E5	2.4E5	2.6E5
32	sweet solv.	1.4E3	1.3E3	1.5E3	1.3E3	1.1E3	1.2E3
33	sweet like	2.7E3	1.6E3	1.6E3	2.1E3	2.4E3	2.1E3
34	burnt	4.4E3	2.2E3	1.7E3	4.1E3	2.4E3	2.8E3
35	earthy	8.8E1	7.7E1	6.6E1	8.8E1	8.8E1	8.0E1
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
Total		7.2E5	5.1E5	5.9E5	6.0E5	5.7E5	5.8E5

E: exponential

volatile components of coffee brew

GU	HM	CR	MO	MA	ET	JA	AR	IR
2.2E3	2.0E3	1.9E3	1.3E3	2.3E3	1.7E3	2.0E3	1.4E3	3.2E3
3.1E4	2.6E4	2.2E4	2.6E4	2.2E4	2.6E4	2.2E4	1.6E4	2.9E4
5.2E3	4.6E3	3.8E3	1.1E3	5.5E3	4.4E3	4.5E3	3.1E3	5.6E3
5.4E3	4.6E3	4.1E3	5.7E3	4.5E3	4.0E3	3.8E3	2.5E3	4.5E3
2.7E4	2.9E4	1.5E4	2.1E4	2.3E4	2.5E4	2.7E4	2.7E4	4.8E4
1.4E4	1.3E4	1.1E4	1.6E4	9.6E3	1.1E4	1.1E4	5.2E3	8.2E3
5.1E3	6.2E3	4.4E3	6.2E3	5.3E3	4.4E3	6.3E3	4.3E3	6.7E3
7.4E4	8.8E4	3.4E4	8.3E4	8.8E4	5.5E4	1.1E5	6.1E4	1.3E5
3.7E3	2.9E3	2.9E3	1.7E3	2.5E3	2.1E3	4.0E3	5.4E3	7.1E3
2.7E3	8.9E2	2.9E3	2.9E3	2.7E3	3.6E3	4.0E3	1.1E3	1.8E3
1.1E4	3.8E3	1.1E4	8.3E3	1.4E4	8.8E3	8.3E3	9.2E3	4.1E3
7.4E2	4.8E2	5.6E2	9.1E2	8.3E2	6.5E2	7.6E2	5.2E2	9.2E2
8.6E3	4.3E3	7.1E3	2.1E4	1.3E4	1.4E4	8.6E3	1.8E5	4.1E4
2.0E4	1.3E4	1.1E4	1.3E4	1.8E4	1.7E4	1.4E4	1.4E4	1.9E4
6.3E4	4.5E4	2.5E4	3.5E4	5.5E4	3.8E4	3.0E4	4.0E4	4.8E4
1.0E3	6.4E2	1.1E3	7.1E2	9.3E2	8.6E2	1.1E3	1.6E3	1.4E3
1.1E4	1.1E4	2.9E4	1.8E4	4.8E3	4.3E3	3.4E4	4.8E4	7.4E4
4.4E4	3.9E4	3.8E4	6.9E4	4.1E4	3.8E4	2.6E4	1.7E4	2.8E4
1.5E3	7.6E2	1.7E3	6.7E2	1.0E3	1.4E2	2.3E3	7.6E2	1.6E3
6.3E4	1.7E4	4.2E4	3.9E4	6.3E4	5.1E4	5.7E4	6.6E4	1.1E5
2.9E5	2.4E5	2.5E5	2.6E5	3.0E5	1.9E5	3.2E5	1.5E5	2.3E5
1.5E3	1.1E3	1.2E3	1.7E3	1.3E3	1.1E3	1.2E3	7.0E2	1.1E3
1.9E3	1.1E3	2.4E3	6.2E2	2.6E3	1.6E3	2.9E3	1.3E3	2.3E3
3.7E3	1.7E3	2.4E3	1.7E3	5.0E3	3.3E3	3.5E3	3.3E3	2.9E3
9.6E1	7.0E1	6.8E1	8.8E1	9.1E1	9.1E1	8.2E1	7.7E1	8.2E1
6.9E5	5.6E5	5.2E5	6.4E5	6.9E5	5.1E5	7.0E5	6.6E5	8.1E5

いて空白のピークは、Sniff GLC 用気濃縮物からは検出されなかった成分(1~4, 6, 7, 13~15)および香りへの寄与率が小さいため省略した成分(17, 36~43)である。Table 2 と 3 を比較すると明かなように、ピーク 11, 18, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 31 は Table 2 の GLC 定量値では、主成分ではないが、匂い強度表示法による主成分(官能的主要成分)となっており、含有率とコーヒーの香りへの寄与率が一致しないことを明示している。ピーク 30 対 31 の比はアラビカ種とロブスタ種の最大の相違点であるが、この2つのピークは含有率は高くなくにもかかわらず、官能的には主要成分であり、両品種の香りの違いに大きく寄与しているものと判断される。さらにピーク 23 の焦臭はアラビカ種に比べロブスタ種において著しく強烈である一方、ピーク 20 のグラスおよびピーク 28 のしょう油様の匂いではまったく逆の傾向であった。各成分の匂い強度の総和は IR が最も大きい、これはピーク 18 のフィッシュミール様の臭いとピーク 30 のカビ臭が異常に強いためであり、低品質ロブスタ種特有の不愉快臭(土臭、ムレ臭)の原因と考えられる。アラビカ種では匂い強度の総和は $CL > JA > GU$, $MA > MO > BR > ME > TA > PE > HM > CR > ET$, NG の順となった。

本法によると各コーヒー豆の匂いの特性をある程度まで具体的に表現することが可能であるが、カップテスターにより評価された各豆の香りの特徴を少数のピークから直接解析するには至らなかった。そこで各成分の濃度および匂い強度を用いて主成分分析を行い、カップテストの結果との比較を試みた。なお、本データ解析は別報¹⁷⁾と同様に行い、匂い強度が大きな14個のピーク(8, 11, 12, 18, 20, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 34)を用いて主成分値を算出した。各成分の濃度(Table 2)に基づいて抽出された第1(Z_1)、第2(Z_2)主成分を Fig. 5 に、匂い強度(Table 3)に基づいて抽出された主成分(Z_1)、(Z_2)を Fig. 6 に示した。Fig. 5 および Fig. 6 共に、第1主成分には未洗浄豆に特有な土臭が、第2主成分には香りの強さ(香氣総量)が要約されているとみなされる。Fig. 5 はロブスタ種とアラビカ種の差および両ロブスタ種の違いは比較的良く表現されているが、カップテストで比較的近いと判定された GU と CL に大差を与えており、さらに土臭による差異も充分に示し得ていない。一方、Fig. 6 では匂い強度の総和の差、アラビカ種とロブスタ種の香りの性質の大きな違い、両ロブスタ種の相違はもとより、カップテストで土臭が認められた両ロブスタ種(IR, AR)および MA, JA, ET

Fig. 5 Distribution of first PC* (Z_1) and second PC (Z_2) on the basis of GC data

* Principal component

Fig. 6 Distribution of first PC* (Z_1) and second PC (Z_2) on the basis of aroma potencies

* Principal component

の各アラビカ種(黒印)と認められなかった豆とが明瞭に識別された。しかしながら、カップテストで特徴づけられた甘い香り、酸臭、グラスに基づく差異については、なお十分に判別するに至らなかった。これはカップテストが絶対評価法で行われたこと、および本実験に用いた充填式カラムの分解能の不足に起因するものと思われる。現在、キャピラリーカラムの使用により分解能を高めるとともに、供試コーヒー豆の数を増し、さらにはカップテストに相対評価法を導入することにより、官能的評価と客観的評価との相関を一層向上させつつある。結果については別稿を準備中である。

要 約

15種類のコーヒー豆の抽出液について、各香氣成分を

定量的に比較するとともに、各成分量をその閾値濃度に基づいて変換した匂い強度を求め、各成分の匂い特性との関連のもとに比較検討した。

(1) 内部標準物質として *p*-アニスアルデヒドを用い、75°C 定温下でヘッドスペースガスを Tenax-GC カラムに捕集しガスクロマトグラフィーに供する方法を設定した。

(2) 本分析法によるとコーヒー豆の種類に関係なく全試料から 43 個のピークが得られ、主要成分の再現精度は変動係数として 3.6~9.6% であった。

(3) GLC データの比較により、ロブスタ種とアラビカ種の違いを示すことができたが、アラビカ種間の豆についてはその違いを論ずることは困難であった。

(4) 各成分の匂いの特性および匂い強度によりカップテストとの関連づけを行ったところ、ロブスタ種は焦臭、グラス、しょう油様の匂いによってアラビカ種と明瞭に識別された。

(5) 各成分の濃度および匂い強度を用いて主成分分析を行った結果、いずれの方法によってもロブスタ種とアラビカ種を識別し得たが、アラビカ種間の豆については、匂い強度による方法がカップテストとより高い相関を示した。

文 献

- 1) VITZTHUM, O. G. and WERKHOFF, P.: *J. Agric. Food Chem.*, **23**, 510 (1975).
- 2) VITZTHUM, O. G. and WERKHOFF, P.: *Z.*

Lebensm. Unters. Forsch., **156**, 300 (1974).

- 3) GIANTURCO, M. A., GIAMMARINO, A. S. and PITCHER, R. G.: *Tetrahedron*, **20**, 2951 (1964).
- 4) GIANTURCO, M. A., GIAMMARINO, A. S. and FRIEDEL, P.: *Nature*, **210**, 1358 (1966).
- 5) VITZTHUM, O. G. and WERKHOFF, P.: *J. Food Sci.*, **39**, 1210 (1964).
- 6) BIGGERS, P. E., HILTON, J. J. and GIANTURCO, M. A.: *J. Chromatogr. Sci.*, **2**, 453 (1969).
- 7) TRESSL, R., BAHRI, D., KOPPLER, H. and JENSEN, A.: *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, **167**, 111 (1978).
- 8) KOEHLER, P. E., MASON, M. E. and RUSSELL, G. F.: *J. Food Sci.*, **36**, 816 (1971).
- 9) TASSAN, C. G. and RUSSELL, G. F.: *J. Food Sci.*, **39**, 64 (1974).
- 10) RHOADES, J. W.: *Agric. Food Sci.*, **8**, 136 (1960).
- 11) 箴島 豊・下田満哉・入来栄美子・伊東裕子・坂根康伸: 日食工誌, **26**, 105 (1979).
- 12) 伊東裕子・下田満哉・箴島 豊: 日食工誌, **30**, 133 (1983).
- 13) 伊東裕子・下田満哉・熱田純生・箴島 豊: 日食工誌, **30**, 435 (1983).
- 14) 坂根康伸・二反田貴浩・下田満哉・箴島 豊: 日食工誌, **30**, 108 (1983).
- 15) 坂根康伸・二反田貴浩・下田満哉・箴島 豊: 日食工誌, **31**, 66 (1984).
- 16) 下田満哉・古川 太・三宅正起・箴島 豊: 農化, **55**, 23 (1981).
- 17) SHIMODA, M., WADA, K., SHIBATA, K. and OSAJIMA, Y.: *J. Food Sci.*, in press.

(昭和 59 年 1 月 23 日受理)

新 刊 紹 介

Thermal Processing and Quality of Foods

P. ZEUTHEN, *et al.* 編

本書は 1983 年 11 月アテネで開催された COST (European Corporation in Scientific and Technical Research) 後援の、食品の熱処理と品質に関するセミナーのブローシングである。内容は、Extrusion cooking, Industrial cooking, Freezing and thawing, Nutrition の 4 つのサブグループごとにまとめられている。Extrusion cooking は一軸、二軸エクストルーダーに関する報

告、エクストルーダーを用いた加工法など 41 題, Industrial cooking は熱交換, クッキング, ボイリング, 베이킹などに関する報告 32 題, Freezing and thawing は肉, 魚, 野菜, パンなどの冷凍に関する報告 46 題, Nutrition は栄養の評価法, 加工処理による栄養成分の変化など 17 題である。

本書は食品の加熱処理, 凍結, 解凍処理に関心のある方々にとって最新し情報を知る上で好適である。

15・22 cm, 933 頁, 48 ポンド

Elsevier Applied Science Publishers Ltd.,

22 Rippleside Commercial Estate

Barking, Essex IG 11 OSA, ENGLAND