

ノート

ココア粉及びココアエキスの組成

山 崎 光 廣, 猪 間 進*

Composition of Cocoa Powder and Cocoa Extract

YAMAZAKI Mitsuhiro and INOMA Susumu

*Central Customs Laboratory, Ministry of Finance
531, Iwase, Matsudo-shi, Chiba-ken, 271 Japan

The contents of theobromine and caffeine in cocoa powders were determined in order to estimate fat-free dry cocoa content in food preparations. 9 kinds of cocoa powders were used in this experiment. The conversion factor from the total amounts of theobromine and caffeine to fat-free dry cocoa content obtained by this experiment was 32.8. Fat-free dry cocoa content could be estimated by multiplying the total amounts of theobromine and caffeine by conversion factor.

The contents of theobromine and caffeine in cocoa extracts were determined. The contents of theobromine and caffeine in cocoa extracts showed a variation depending on ethanol concentration of solvent used for extraction. Therefore, the conversion factor from total amounts of theobromine and caffeine to fat-free dry cocoa content was unable to apply to cocoa extracts.

The contents of crude protein, crude fat, sucrose, ash, theobromine and caffeine in cocoa powders and coffee beans were determined in order to distinguish cocoa powder from coffee beans. 9 kinds of cocoa powders and 2 kinds of coffee beans were used in this experiment. The contents of crude protein and ash of cocoa powder were more than in coffee bean. The contents of theobromine in cocoa powder was much more than in coffee beans. The ratio of theobromine and caffeine in cocoa powder was different from that of coffee beans.

1. 緒 言

食品用香料として我が国に輸入されているチョコレートフレーバーには、用途に応じてさまざまな組成及び性状のものがある。これらは、ココアを含有するものは、ココアの調製品として税番第 18.06 項に、ココアを含有せず香気性物質の含有量が 2% 以上のものは、香気性物質をもとする調製品として税番第 33.02 項に分類される。したがって、税関分析においては、チョコレートフレーバー中にココアが含まれているか否かを判別することは、非常に重要な問題である。

チョコレートフレーバーに使用されているココア成分は、一般に、ココア粉、カカオマス等から含水エタノール等の極性溶媒を用いて抽出されたココアエキスが使用されている。チョコ

レートフレーバーは、ココアエキスをベースに、バニリン、芳香族アルコール、芳香族エステル等の香気性物質が添加されているため、原料となるココア、抽出溶媒の種類、溶媒組成、抽出方法、添加された香気性物質の種類及び添加量などによって、さまざまな組成及び性状のものがある。チョコレートフレーバーのベースとなるココアエキスの組成は、製造方法によって多種多様であるが、これまでココアエキスの組成に関する報告はあまりない。

ここでは、ココア粉及びコーヒー豆について、糖質、たんぱく質、脂質、灰分、テオブロミン、カフェイン等の各種成分に関して分析を行い、両者の組成について検討を行った。また、ココア粉から水-エタノール混合溶媒を用いてココアエキスを抽出した際に、抽出溶媒の組成によってココアエキスの組成が

*大蔵省関税中央分析所 〒271 千葉県松戸市岩瀬531

どのように変化するかについても検討を行ったので報告する。

2. 実験

2.1 試料

実験には、以下のココア粉（低脂肪ココア粉及び高脂肪ココア粉）9種類及びコーヒー豆2種類を用いた。

(1) 低脂肪ココア粉

- ① 輸入品 A（原産国：オランダ）
- ② 輸入品 B（原産国：オランダ）
- ③ 輸入品 C（原産国：オランダ）
- ④ 輸入品 D（原産国：オランダ）
- ⑤ 輸入品 E（原産国：オランダ）

(2) 高脂肪ココア粉

- ⑥ 輸入品 F（原産国：オランダ）
- ⑦ 輸入品 G（原産国：オランダ）
- ⑧ 輸入品 H（原産国：オランダ）
- ⑨ VAN HOUTEN COCOA（市販品，原産国：オランダ）

(3) コーヒー豆

- ⑪ TOP AROMA（市販品，味の素ゼネラルフーズ製）
- ⑫ MOCHA（市販品，キー・コーヒー製）

2.2 ココアエキスの抽出

7 個の三角フラスコにそれぞれ 10g のココア粉（① 輸入品 A（原産国：オランダ））を採取し、それぞれに100ml の水、水-エタノール混合溶媒（20, 40, 50, 60, 80v/v%）及びエタノールを加え、30分間超音波照射した後、室温で4時間振とう抽出した。得られた抽出液は、5,000rpm で10分間遠心分離した後、上澄み液を NO.2 のろ紙でろ過した。ろ液は、105℃の乾燥器中（常圧）で大部分の水を除去した後、恒量になるまで 80℃で減圧乾燥し、抽出物を得た。

2.3 定性分析

ココア粉及びコーヒー豆について、以下の方法により定性分析を行った。

(1) 糖質

薄層クロマトグラフィー

薄層板：Kieselgel 60 F₂₅₄（メルク社 art.No.5729）

移動相：クロロホルム：メタノール：水＝30：20：4

発色剤：ジフェニルアミン：アニリン：アセトン：80%
りん酸＝2g：2ml：100ml：15ml

(2) 脂質

ガスクロマトグラフィー

装置：島津製作所 GC-12A

カラム：Dexsil 300 GC, Chromosorb WHP, 3mmφ×
20cm

カラム温度：200～340℃，6℃/min 昇温

注入口温度：370℃

(3) 灰分

① 赤外吸収スペクトル

装置：日本分光 FT/IR-300

② 蛍光 X 線分析

装置：理学電機 3270 E

管球：ロジウム

印加電圧：50kV，印加電流：50mA

測定モード：オーダー分析（標準試料を用いない半定量分析）

2.4 定量分析

ココア粉，コーヒー豆及びココアエキス中の各種成分について、以下の方法により定量分析を行った。

(1) 水分：80℃減圧乾燥

(2) 糖質：ハーネス法（インペルターゼによる酵素分解）

(3) でん粉：ハーネス法（グルコアミラーゼ・α-アミラーゼによる酵素分解）

(4) たんぱく質：ケルダール法

(5) 脂質：レーゼゴットリーブ法

(6) 灰分：550℃灰化

2.5 テオブロミン及びカフェインの定量

2.5.1 測定試料の調製

(1) 標準溶液の調製

三角フラスコにテオブロミン及びカフェインの適当量を正確に量り取り、90ml の蒸留水を加えた後、熱水中で加熱して溶解し、100ml に定容した。これを 0.45μm のフィルターでろ過し、標準溶液とした。

(2) 試料溶液の調製

ココア粉，コーヒー豆及びココアエキスをそれぞれ約 0.5g ずつ正確に量り取り、90ml の蒸留水を加えた後、熱水中で 30 分間加熱してテオブロミン及びカフェインを抽出し、100ml に定容した。得られた抽出液は、5,000rpm で 10 分間遠心分離した後、上澄み液を No.2 のろ紙でろ過し、さらにろ液を 0.45μm のフィルターでろ過し、試料溶液とした。

2.5.2 高速液体クロマトグラフィーによる定量

標準溶液及び試料溶液の一定量を高速液体クロマトグラフに注入し、テオブロミン及びカフェインのピーク面積と濃度との関係から、試料中のそれぞれの含有量を算出した。

高速液体クロマトグラフィーによる分析条件は、以下のとおりである。

装置：島津製作所 LC-6A

カラム：ZORBAX ODS, 4.6mm×25cm

カラム温度：40℃

溶離液：水：アセトニトリル＝85：15

流速：0.8ml/min

検出：UV273nm

3. 結 果

3.1 糖質の薄層クロマトグラフィー

ココア粉及びコーヒー豆中の糖質の薄層クロマトグラムをFig. 1に示す。ココア粉の薄層クロマトグラムは、しょ糖、オリゴ糖類等のスポットが認められた。一方、コーヒー豆の薄層クロマトグラムは、しょ糖、オリゴ糖類、糖質の分解物と考えられる数個のスポット等が認められた。

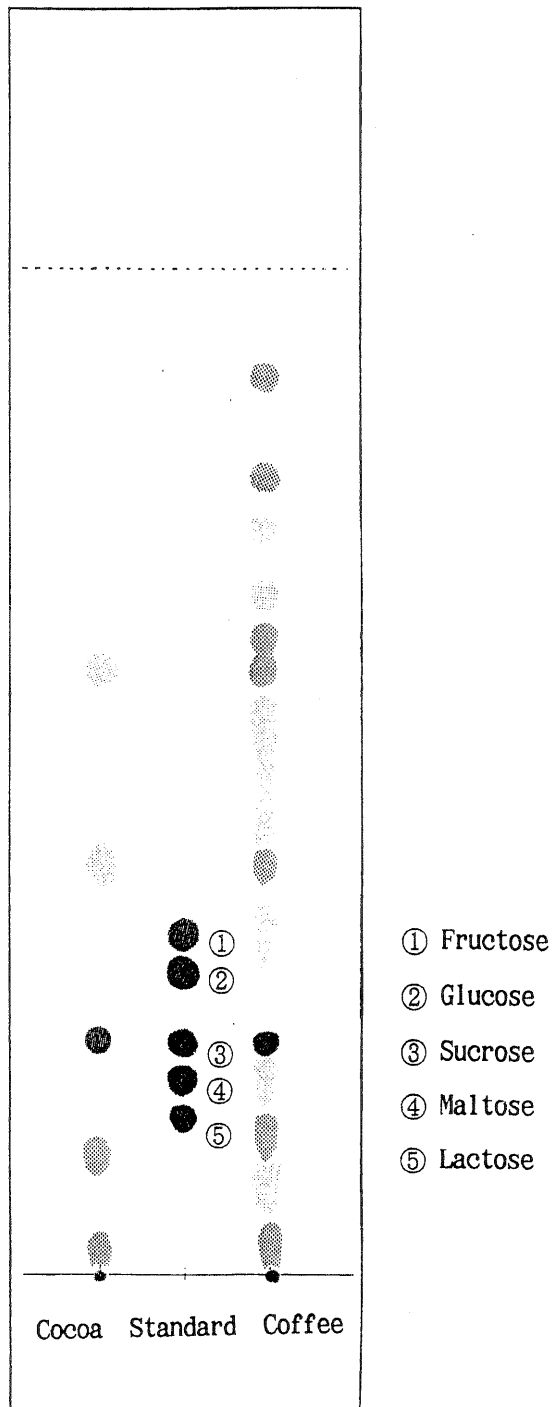


Fig.1 Typical Thin-layer Chromatograms of Sugars in Cocoa Powder and Coffee Beans

3.2 脂肪分ガスクロマトグラフィー

ココア粉及びコーヒー豆中の脂肪分をレーゼゴットリブ法により抽出し、ガスクロマトグラフィーで分離すると、Fig. 2のようになる。ココア粉及びコーヒー粉の脂肪分は、いずれもアシル基炭素数50、52及び54のピークを主体とするクロマトグラムを示す。しかし、アシル基炭素数50と54のピークの相対面積強度をココア粉とコーヒー豆と比較すると、ココア粉では、54のピークの相対面積強度（平均値：31.2%）は50のピークの相対面積強度（平均値：20.2%）よりも大きいのにに対して、コーヒー豆では、54のピークの相対面積強度（平均値：19.7%）は50のピークの相対面積強度（平均値：29.3%）よりも小さく、両者のガスクロマトグラムにおいて、アシル基炭素数50及び54のピークの相対面積強度は逆転している（Table 1）。このことから、脂肪分ガスクロマトグラフにおけるアシル基炭素数50と54のピークの相対面積強度を比較することにより、ココアとコーヒーが識別できるものと考えられる。

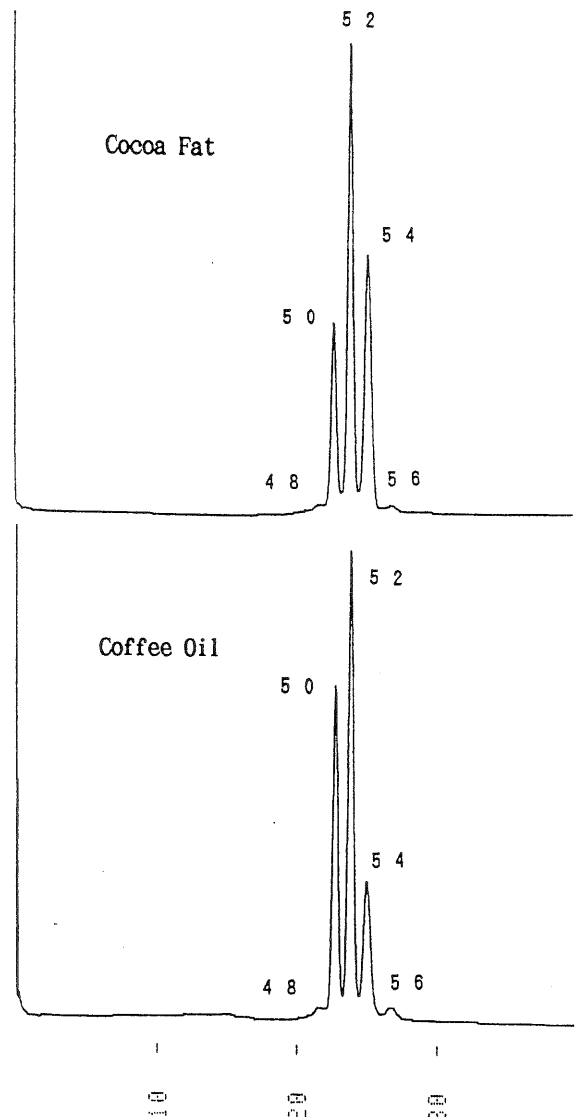


Fig.2 Typical Gas Chromatograms of Cocoa Fat and Coffee Oil

Table 1 Peak areas of each peaks in gas chromatogram of triglyceride

Sample		Carbon Number				
		48	50	52	54	56
Low Fat Cocoa Powder	① Sample A	3.3	19.5	43.8	31.0	2.4
	② Sample B	1.0	22.8	43.4	30.5	2.4
	③ Sample C	1.0	23.1	43.2	30.2	2.5
	④ Sample D	3.3	19.3	43.7	31.5	2.2
	⑤ Sample E	3.3	19.7	44.9	32.2	2.1
	Average	2.4	20.9	43.8	31.1	2.3
High Fat Cocoa Powder	⑥ Sample F	2.3	19.2	44.8	32.0	1.7
	⑦ Sample G	3.1	19.4	44.3	31.2	2.0
	⑧ Sample H	3.4	19.5	43.9	31.1	2.3
	⑨ Van Houten	3.4	19.3	44.0	31.4	2.0
	Average	3.1	19.4	44.3	31.4	2.0
Coffee beans	⑪ Top Aroma	3.5	27.4	44.5	21.1	3.5
	⑫ Mocha	3.5	31.2	43.9	18.2	3.5
	Average	3.5	29.3	44.2	19.7	3.5

3.3 蛍光X線による灰分中の各元素の組成分析

素のオーダー分析（半定量分析）の結果 Table 2に示す。

蛍光 X 線装置によるココア粉及びコーヒー豆の灰分中の各元

Table 2 Composition of elements in ash (Semi-quantitative analysis by fluorescent X-ray spectrometer)

Sample		K ₂ O	Rb ₂ O	MgO	CaO	SrO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	Br
Low Fat Cocoa Powder	① Sample A	33	11		6.7	3.2	28		5.1	7.8	2.5			3.3
	② Sample B	41			6.2	4.1	24		6.4	9.5	2.6			5.6
	③ Sample C	29	16		6.9	4.1	23	2.7	4.9	7.9	3.6			2.6
	④ Sample D	43			6.7		20		6.0	11	3.8			8.7
	⑤ Sample E	41			8.4	4.3	21		6.3	9.9	3.3			6.0
High Fat Cocoa Powder	⑥ Sample F	32			5.1	4.1	34		7.2	9.6				8.2
	⑦ Sample G	37	11		6.7	3.2	25		4.3	9.1	3.2			
	⑧ Sample H	74		3.1	4.6	0.06	0.85		0.13	0.28	14	2.3	0.15	0.05
	⑨ Van Houten	75		2.6	4.3	0.06	0.90	0.07	0.17	0.20	13	2.3	0.14	0.05
Coffee beans	⑪ Top Aroma	80	0.2	1.5	7.2	0.04	0.33		0.11	0.06	7.5	1.7	0.70	
	⑫ Mocha	82	0.2	1.4	6.6		0.29		0.09		7.9	1.2	0.27	

ココア粉中には、カリウム、カルシウム、鉄、銅、亜鉛等の多数の金属元素が含まれている。コーヒー豆中にも、カリウム、カルシウム、マグネシウム、鉄等の多数の金属元素が含まれているが、大部分の元素はカリウムである。

ココア粉とコーヒー豆を比較すると、カルシウム及びりんの含有量は、両者の間にあまり違いがみられない。カリウムはコーヒー豆の方が多く、鉄、銅、亜鉛及びストロンチウムはココア粉の方が多い傾向にあるが、コーヒー豆と比較して各元素の含有量にあまり違いが見られないココア粉もあり、一概には言えない。

ココア粉及びコーヒー豆の灰分中の各元素の含有割合は、原産地、品種、収穫時期、製造工程等によって異なると思われるが、分析した試料数が少ないため、さらに検討を要するものと考えられる。

3.4 灰分の赤外吸収スペクトル

ココア粉及びコーヒー豆の灰分の赤外吸収スペクトルを Fig.3 に示す。

ココア粉の灰分の赤外吸収スペクトルは、いずれも 1640cm⁻¹、1400cm⁻¹ 及び 1010cm⁻¹ 付近に炭酸塩、りん酸塩等と考えられ

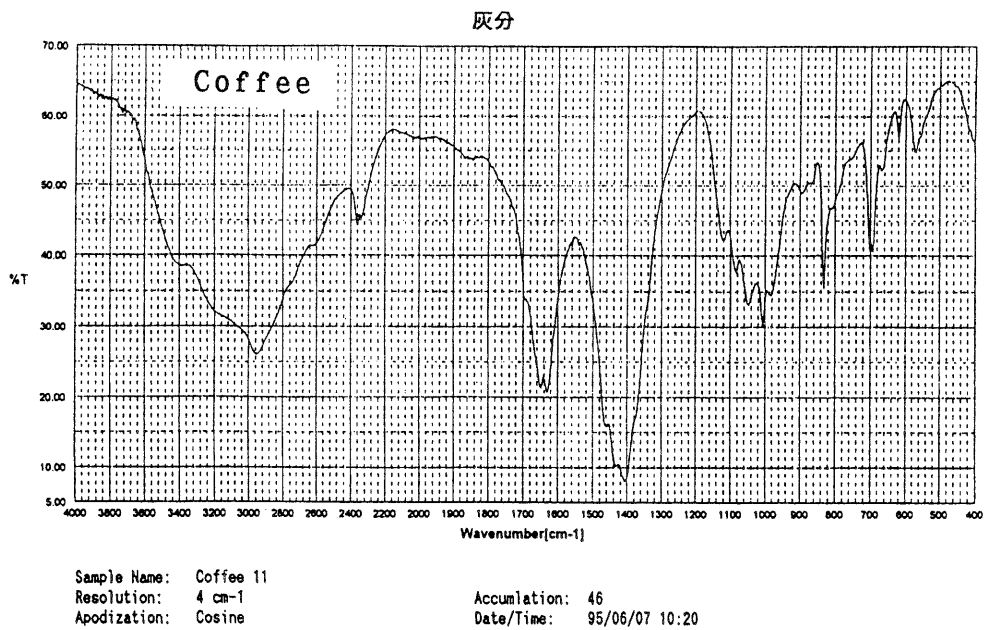
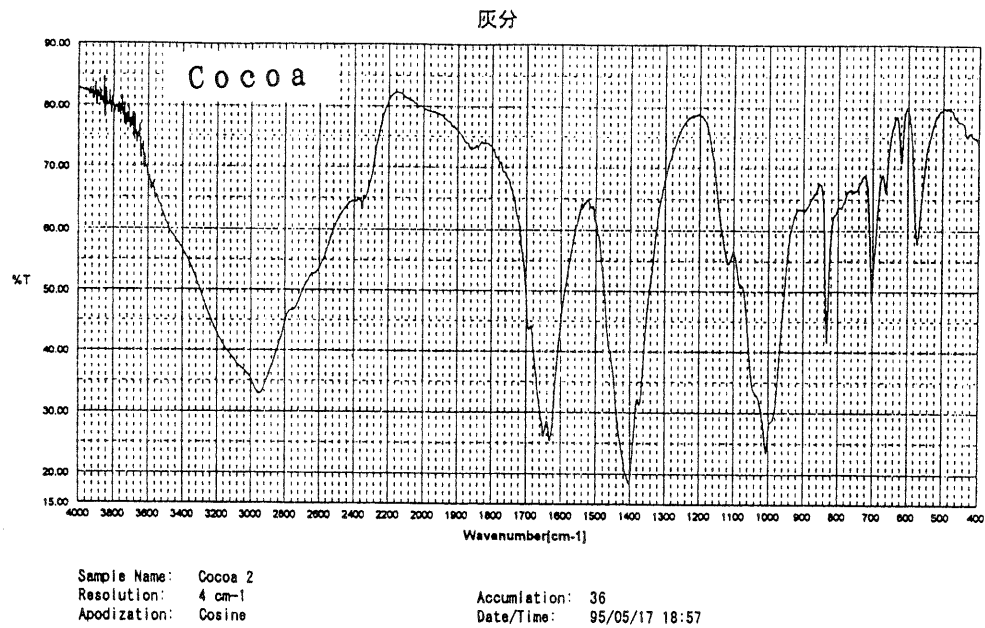


Fig.3 Typical Infrared spectra of Cocoa Ash and Coffee Ash

る強い吸収、 830cm^{-1} 、 700cm^{-1} 及び 570cm^{-1} 付近にシャープな吸収が認められる。

一方、コーヒー豆の灰分の赤外吸収スペクトルは、いずれも 1640cm^{-1} 及び 1420cm^{-1} 付近に炭酸塩等と考えられる強い吸収、 1010cm^{-1} 付近に数本の吸収、 830cm^{-1} 及び 700cm^{-1} 付近にシャープな吸収が認められる。

ココア粉及びコーヒー豆の灰分は、それぞれ特徴的な赤外吸

収スペクトルを示し、灰分の赤外吸収スペクトルから、ココアとコーヒーの識別ができるものと考えられる。

3.5 ココア粉及びコーヒー豆中の各種成分

ココア粉及びコーヒー豆中の水分、糖質、でん粉、たんぱく質、脂質及び灰分の各種成分について定量を行った結果を Table 3 に示す。

Table 3 Composition of Low Fat Cocoa Powders, High Fat Cocoa Powders and Coffee Beans

Samples		Moisture	Protein	Fat	Sucrose	Starch	Ash
Low Fat Cocoa Powder	① Sample A	4.2	25.2	10.9	4.2	14.6	9.3
	② Sample B	5.2	25.4	9.9	3.4	12.4	10.7
	③ Sample C	2.7	27.5	10.5	2.3	14.9	8.7
	④ Sample D	4.0	25.2	10.6	3.8	13.7	10.6
	⑤ Sample E	7.4	25.4	9.6	2.5	14.3	10.2
	Average	4.7	25.8	9.6	3.2	14.0	9.9
High Fat Cocoa Powder	⑥ Sample F	5.5	22.1	21.2	4.4	11.8	8.1
	⑦ Sample G	4.5	22.1	22.3	3.2	10.7	9.6
	⑧ Sample H	6.0	23.3	21.0	1.3	12.3	7.4
	⑨ Van Houten	2.4	23.3	21.6	2.3	12.1	7.9
	Average	4.6	22.7	21.5	2.8	11.7	8.2
Coffee beans	① Top Aroma	2.3	14.6	7.7	0.7		3.7
	② Mocha	0.7	15.1	7.2	1.2		3.1
	Average	1.5	14.9	7.5	1.0		3.4

ココア粉とコーヒー豆とを比較すると、粗たんぱく（低脂肪ココア粉：25.8%，高脂肪ココア粉：22.7%，コーヒー豆：14.9%（いずれも平均値））及び灰分（低脂肪ココア粉：9.9%，高脂肪ココア粉：8.2%，コーヒー豆：3.4%（いずれも平均値））は、いずれもココア粉の方が多い傾向にある。また、粗脂肪分も、ココア粉の方が多い傾向にある（低脂肪ココア粉：10.3%，高脂肪ココア粉：21.5%，コーヒー豆：7.5%（いずれも平均値））が、ココア粉の粗脂肪分は、製造工程におけるカカオ脂の脱脂の程度によって異なり、低脂肪ココア粉と高脂肪ココア粉では含有量が異なっている。

3.6 ココア粉及びコーヒー豆中のテオブロミン及びカフェインの定量

Table 4 にココア粉中のテオブロミン、カフェインの含有量及び無脂肪無水ココア分を算出する換算係数を示す。

ココア粉中のテオブロミンの含有量は、試料によるばらつきが比較的少なく、低脂肪ココア粉では、2.44～2.59%，高脂肪ココア粉では、1.93～2.26%であった。一方、カフェインの含有量は、試料によるばらつきが多く、低脂肪ココア粉では、0.09～0.18%，高脂肪ココア粉では、0.07～0.18%であった。

無脂肪無水ココア分を算出する換算係数は、テオブロミン及びカフェインの含有量の合計から算出する場合には、31.1～34.7（平均値：32.8），テオブロミンのみの含有量から算出する場合には、32.9～37.9（平均値：34.6）で、古川らの結果とはほぼ一致する。無脂肪無水ココア分は、換算係数を用いてテオブロミン及びカフェインの含有量の合計から算出した方が比較的ばらつきが少ないが、ココアは天然物であり、原産地、品種、収穫時期、製造工程等によってココア中のテオブロミン及びカフェインの含有量にばらつきがあることから、テオブロミン及びカフェインの含有量から無脂肪無水ココア分を正確に算出することは難しいものと考えられる。

Table 5 にココア粉及びコーヒー豆中のテオブロミン、カフェインの含有量及びテオブロミンとカフェインの含有比を示す。

ココア粉は、コーヒー豆と比較してカフェインの含有量が少ない。また、コーヒー豆中のテオブロミンの含有量は、ココア粉と比較してごく少量ではあるが、テオブロミンはココア中のみに存在するわけではなく、コーヒー中にも存在することがわかった。したがって、ココアを含有しない試料であってもテオブロミンが検出されることもあり得ることから、試料中にココアを含有するか否かを判別する場合には、テオブロミンの存在

Table 4 Conversion Factors from Total amounts of Theobromine and Caffeine Contents/Theobromine Contents

Sample		Moisture (M)	Fat (F)	Defatted Dry Cocoa 100-M-F	Theobromine (T)	Caffeine (C)	Conversion Factor f_1 (100-M-F)/(T+C)	Conversion Factor f_2 (100-M-F)/T
Low Fat Cocoa Powder	① Sample A	4.2	10.9	85.1	2.44	0.10	33.5	34.9
	② Sample B	5.2	9.9	84.9	2.49	0.11	32.7	34.1
	③ Sample C	2.7	10.5	86.9	2.55	0.18	31.8	34.1
	④ Sample D	4.0	10.6	85.3	2.59	0.15	31.1	32.9
	⑤ Sample E	7.4	9.6	83.0	2.45	0.09	32.7	33.9
High Fat Cocoa Powder	⑥ Sample F	5.5	21.2	78.8	2.26	0.07	33.8	34.8
	⑦ Sample G	4.5	22.3	73.2	1.93	0.18	34.7	37.9
	⑧ Sample H	6.0	21.0	73.0	2.19	0.11	31.7	33.3
	⑨ Van Houten	2.4	21.6	76.0	2.16	0.11	33.5	35.2
Average							32.8	34.6

Table 5 Theobromine and Caffeine Contents of Cocoa Powders and Coffee Beans

Sample		Theobromine (T)	Caffeine (C)	Ratio of Theobromine and Caffeine T / C
Low Fat Cocoa Powder	① Sample A	2.44	0.103	23.7
	② Sample B	2.49	0.105	23.7
	③ Sample C	2.55	0.177	14.4
	④ Sample D	2.59	0.153	16.9
	⑤ Sample E	2.45	0.092	26.6
High Fat Cocoa Powder	⑥ Sample F	2.26	0.074	30.5
	⑦ Sample G	1.93	0.182	10.6
	⑧ Sample H	2.19	0.114	19.2
	⑨ Van Houten	2.16	0.106	20.4
Cocoa Powder	Average			20.7
Coffee beans	① Top Aroma	0.48	1.41	0.34
	② Mocha	0.55	1.44	0.38
	Average			0.36

の有無を確認するだけでは不十分で、さらに他の方法による確認が必要である。

ココア粉のテオブロミンとカフェインの含有比は、10.6~30.5（平均値：20.7）で、テオブロミンの含有量は、平均するとカフェインの約20倍である。一方、コーヒー豆のテオブロミンとカフェインの含有比は、0.34~0.38（平均値：0.36）で、テオブロミンの含有量は、カフェインの約3分の1である。したがって、ココア粉とコーヒー豆ではテオブロミンとカフェインの含有比が著しく異なり、テオブロミン及びカフェインの含有量を定量し、それらの値の比をとることにより、ココアとコーヒーの識別ができるものと考えられる。

3.7 ココアエキス中の各種成分

チョコレートフレーバーに含まれているココア成分は、一般に、ココア粉、カカオマス等から含水エタノール等の極性溶媒

を用いて抽出されたココアエキスが使用されている。ここでは、ココア粉から水-エタノール混合溶媒を用いてココアエキスを抽出した際に、溶媒組成の違いによってココアエキスの組成がどのように変化するかを検討した。

3.7.1 水-エタノール混合溶媒によるココアエキスの抽出量

水-エタノール混合溶媒を用いて抽出した際のエタノール濃度と抽出されたココアエキスの量との関係を、Fig.4に示す。水で抽出したときの抽出量は、35.3%で最も多く、エタノールの濃度が高くなるにしたがって抽出される量がしだいに減少し、エタノールで抽出したときの抽出量は、12.8%になる。

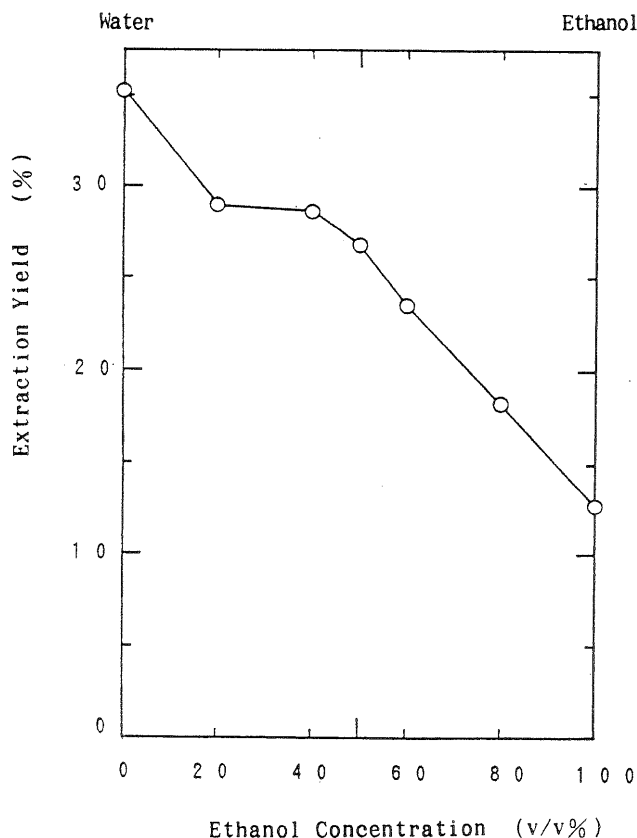


Fig.4 Effects of Ethanol Concentration on Extraction Yield from Cocoa Powder

3.7.2 ココアエキス中の各種成分の含有量

水-エタノール混合溶媒を用いて抽出した際の乾燥状態における糖質、たんぱく質、脂質及び灰分の組成を Table 6 に、それぞれの含有量とエタノール濃度との関係を Fig. 5~Fig. 8に示す。

しょ糖の含有量は、エタノール濃度が0~80%の範囲では5~9%であるが、エタノール 100%の場合にはほぼ 0 になる。直接還元糖の含有量は、エタノール濃度が50~60%付近にピー

クがあり、エタノール濃度がそれより低い範囲では濃度が低くなるにしたがってしだいに減少し、エタノール濃度がそれより高い範囲では濃度が高くなるにしたがってしだいに減少している。

粗たんぱくの値は、水で抽出した場合には約 30%であるが、エタノール濃度が 20~50%の範囲では約 4%でほぼ一定になり、エタノール濃度が 60~80%付近にピークがあって、エタノール 100%で再び減少する複雑な曲線を示す。これは、抽出溶媒によってたんぱく質が抽出されているのではなく、抽出溶媒が水の場合には、遊離アミノ酸が抽出され、エタノール濃度が 60~80%付近の水-エタノール混合溶媒では、ココアに含

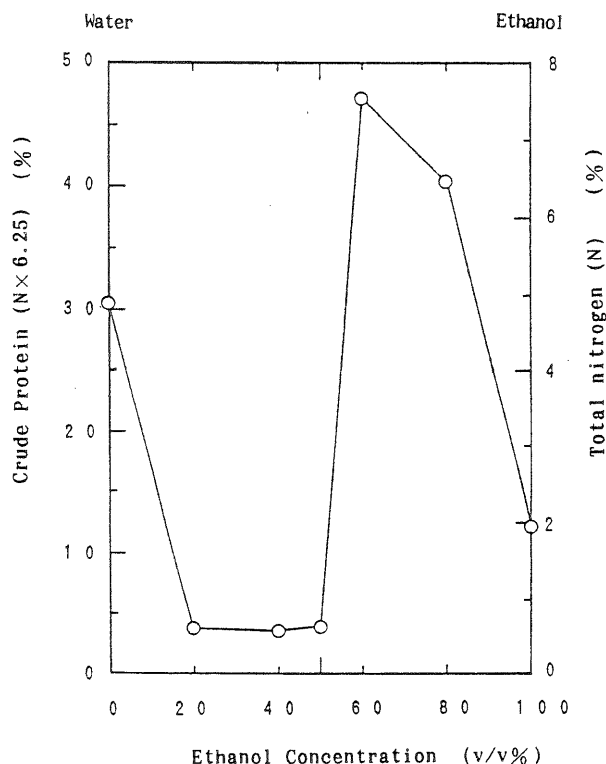


Fig.5 Effects of Ethanol Concentration on Crude Protein Content in Cocoa Extract

Table 6 Composition of Cocoa Extracts and Low Fat Cocoa Powder in the dry state

Solvent	Protein	Fat	Sucrose	Ash
Water	30.6	9.6	5.5	20.7
Ethanol/Water (20:80)	3.8	7.9	7.9	20.0
" (40:60)	3.6	1.4	8.7	19.8
" (50:50)	4.0	2.3	5.8	19.4
" (60:40)	47.1	3.4	6.8	18.1
" (80:20)	40.4	2.1	6.9	14.0
Ethanol	12.2	36.0	0.5	1.2
(Low Fat Cocoa Powder)	26.3	11.3	4.4	9.7

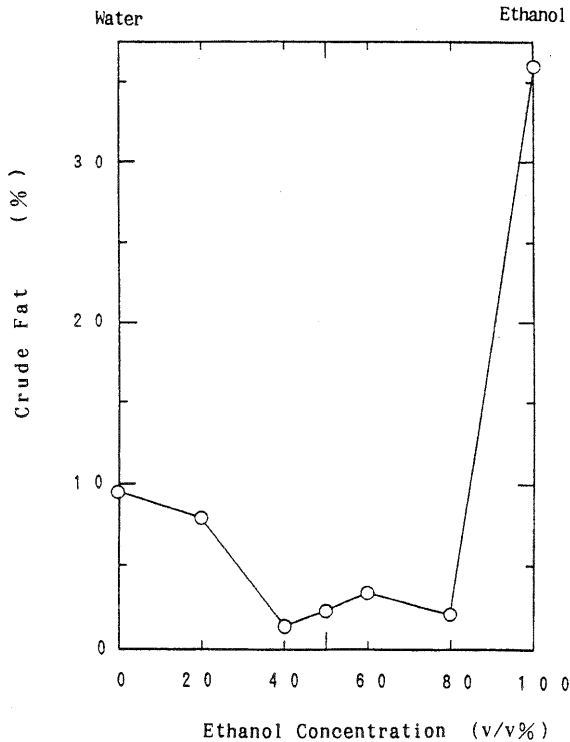


Fig.6 Effects of Ethanol Concentration on Crude Fat Content in Cocoa Extract

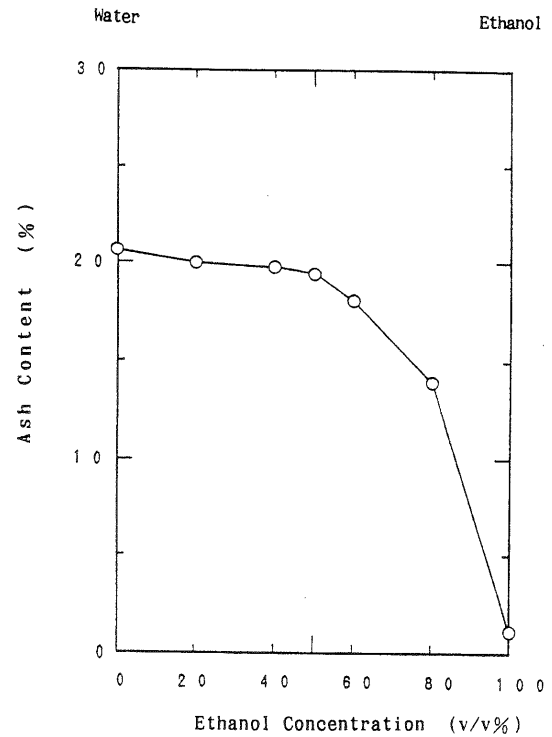


Fig.8 Effects of Ethanol Concentration on Ash content in Cocoa Extract

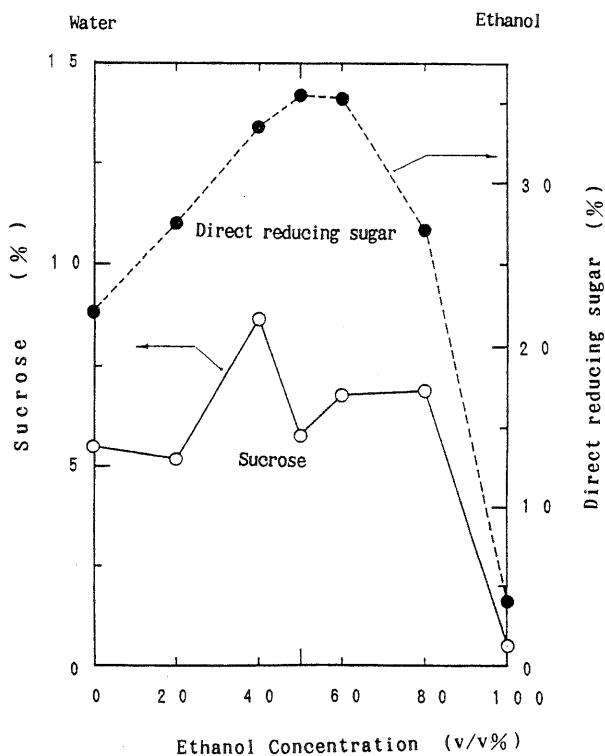


Fig.7 Effects of Ethanol Concentration on Sucrose and Direct Reducing Sugar Content in Cocoa Extract

まれるテオブロミン²⁾, ピラジン系化合物³⁾等の含窒素化合物が抽出されているものと推定される。

粗脂肪分の値は、エタノール濃度が40～80%付近では2～3%であるが、エタノール濃度がそれより低い範囲では濃度が低くなるにしたがってしだいに増加し、エタノール100%では著しく増加し粗脂肪分は約36%になる。エタノールで抽出されるのは大部分が油脂であるが、エタノール濃度が20%の水-エタノール混合溶媒及び水では、油脂以外の物質が抽出されているものと推定される。

灰分の値は、エタノール濃度が0～50%の範囲では約20%でほぼ一定であるが、エタノール濃度がそれより高い範囲では濃度が高くなるにしたがってしだいに減少し、エタノール100%の場合にはほぼ0になる。

このように、ココアエキス中の糖質、たんぱく質、脂質及び灰分の組成は、抽出に用いた水-エタノール混合溶媒のエタノール濃度によって著しく異なり、原料となるココア粉の組成とは異なっていることがわかった。

3.7.3 ココアエキス中のテオブロミン及びカフェインの含有量

ココアエキス中のテオブロミン及びカフェインの含有量をTable 7及びFig. 9に示す。

テオブロミンの含有量は、エタノール濃度が60%付近にピークがあって、その含有量は10.8%である。エタノール濃度がそれより低い範囲では濃度が低くなるにしたがってしだいに減少し、エタノール濃度がそれより高い範囲では濃度が高くなる

Table 7 Theobromine and Caffeine Contents of Cocoa Extracts and Low Fat Cocoa Powder

Solvent	Theobromine	Caffeine
Water	4.99	0.31
Ethanol/Water (20:80)	6.64	0.33
" (40:60)	7.97	0.52
" (50:50)	9.71	0.49
" (60:40)	10.81	0.56
" (80:20)	9.09	1.45
Ethanol	0.43	1.63
(Low Fat Cocoa Powder)	2.55	0.11

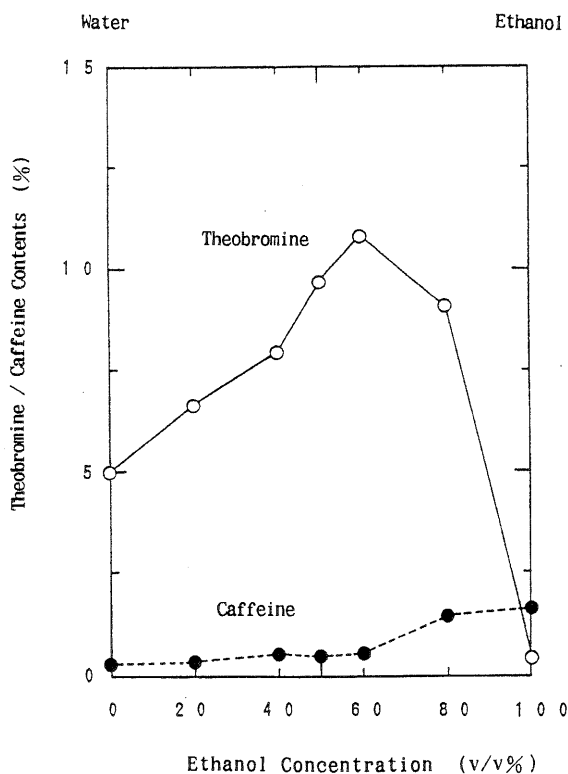


Fig.9 Effects of Ethanol Concentration on Theobromine and Caffeine Contents

にしたがってしだいに減少し、エタノール100%の場合には0.43%になる。乾燥状態におけるココア粉中のテオブロミンの含有量は2.55%であることから、ココアエキス中のテオブロミンの含有量は、エタノール濃度が60%の場合にはココア粉の約4倍、エタノール100%の場合には約6分の1になり、水-エタノール混合溶媒の組成によって、ココアエキス中のテオブロミンの含有量が著しく異なっていることがわかる。

一方、カフェインの含有量は、エタノール濃度が0～60%の範囲では0.3～0.6%ではほとんど変化が見られないが、エタノール濃度がそれより高い範囲では濃度が高くなるにしたがってしだいに増加し、エタノール100%の場合には1.6%になる。

乾燥状態におけるココア粉中のカフェインの含有量は0.11%であることから、ココアエキス中のカフェインの含有量は、水で抽出した場合にはココア粉の約3倍、エタノール100%の場合には約15倍にもなる。

一般に、チョコレートフレーバーのベースとして使用されているココアエキスは、エタノール濃度が50%程度の水-エタノール混合溶媒で抽出されることが多いが、このときのエタノール濃度では、ココアエキス中のテオブロミンの含有量はココア粉の約4倍、カフェインの含有量は約4.5倍にもなり、ココアエキス中のテオブロミン及びカフェインの含有量は、原料となるココア粉中のそれぞれの含有量とは著しく異なっている。したがって、チョコレートフレーバー中のココアエキスの含有量を、テオブロミン及びカフェインの含有量から無脂肪無水ココア分を算出する換算係数を使って求めることはできない。

4. 要 約

- (1) ココア粉及びコーヒー豆について、水分、糖質、でん粉、たんぱく質、脂質及び灰分の組成に関して検討を行った。粗たんぱく及び灰分の含有量は、いずれもココア粉の方が多い傾向にある。また、粗脂肪分は、ココア粉の方が多い傾向にあるが、ココア粉の粗脂肪分は、製造工程におけるカカオ脂の脱脂の程度によって異なる。
- (2) ココア粉及びコーヒー豆中の油脂をガスクロマトグラフで分析した結果、ピークの相対面積強度に違いが見られた。
- (3) ココア粉及びコーヒー豆中の灰分を赤外吸収スペクトルで分析した結果、ココア粉及びコーヒー豆の灰分は、それぞれ特徴的な赤外吸収スペクトルを示した。
- (4) ココア粉及びコーヒー豆中の灰分を蛍光 X 線で分析した結果、カリウム、鉄、銅、亜鉛、ストロンチウム等の金属元素の含有量に違いが見られたが、両者の含有量にあまり違いが見られない試料もあった。
- (5) テオブロミンは、ココアに特徴的な成分であると言われているが、ココア粉とコーヒー豆はいずれもテオブロミンを含有している。しかし、ココア粉中のテオブロミンの含有量は、

コーヒー豆中よりも著しく多く、カフェインに対するテオブロミンの含有比も、著しく大きい。

- (6) テオブロミン及びカフェインの含有量の合計から無脂肪無水ココア分を算出する換算係数は、32.8（平均値）であった。ココア粉を含有する試料については、換算係数を用いて試料中の無脂肪無水ココア分を算出することができる。しかし、ココアは天然物で、テオブロミン及びカフェインの含有量にばらつきがあることから、ココア分を正確に算出することは

難しい。

- (7) ココアエキス中のテオブロミン、カフェイン等の含有量は、抽出溶媒の組成によって著しく異なり、原料となるココア粉とはまったく組成が異なっている。したがって、チョコレートフレーバー中のココアエキスの含有量を、テオブロミン及びカフェインの含有量から、換算係数を用いて算出することはできない。

文 献

- 1) 古川 広, 鈴木 稔, 早野弘道: 本紙, 31, 157 (1992)
- 2) 岩田久敬: 食品化学各論, 養賢堂 (1972)
- 3) 渡辺 進: 香料, 92, 53 (1969)