

緑茶の成分の新二次乾燥法による影響

(マイクロ波, セラミックボール混合, 遠赤外線—加熱法の利用)

大槻 耕三・遠藤 寿恵・故倉 宏至*
真島 秀満**・佐藤 健司・河端 信

Effect of Microwave, Ceramic Ball and Far I. R. Heating on Chemical Composition of Green Tea

KOZO OHTSUKI, HISAE ENDO, HIROSHI KOKURA*,
HIDEMITSU MAJIMA**, KENJI SATO and MAKOTO KAWABATA

A new secondary-heating of green-tea manufacture was carried out by using a microwave, ceramic ball and far I. R.-heating apparatus, instead of a conventional hot-air device.

The processed green teas lost moisture effectively, while the marked losses of total catechin and amino acids in the green tea extracts were not observed.

The head space vapor of the processed green tea was analyzed with gas chromatographic apparatus to detect the optimum condition for the heating process.

(Received August 13, 1992)

I 緒 言

緑茶には、ウーロン茶や紅茶には含まれないビタミンCを多量に含有し、その他にもカフェインやカテキンなどを、また緑茶葉にはビタミンEも含まれ、昔から緑茶は薬理作用が期待されてきた飲料である。現在においても、これら薬理作用が解明されつつあり、緑茶は他のどの飲料よりもすぐれたものであって、健康飲料として日常もっと多用すべきものである²⁾。また、緑茶は乾燥状態で約1年間、低温乾燥状で約2年間品質を失うことなく保存できるので大変便利である。この緑茶の乾燥工程は、昔は手もみで約5時間かけて行なわれていたが、その後ほとんどの工程は機械化されている。現在、緑茶の製造工程は摘葉後、蒸し、粗揉、揉捻、中揉、精揉の乾燥工程(荒茶製造工程)と、これら荒茶を集荷後、さらに乾燥を進め保存性を高めた

り、味、香をととのえるために行なわれる二次乾燥精製⁵⁾工程(再製)とがある。最近になってマイクロ波加熱³⁾法や遠赤外線加熱法が各方面で使用されてきたが、本研究においては、緑茶の二次乾燥¹⁾に、マイクロ波法、セラミックボール混合法、遠赤外線法を使用し検討した。これら新二次乾燥法で加工された各種緑茶製品の湯浸出液の渋みに関与する総カテキン量、うま味に関与する各種アミノ酸量や、緑茶製品の香気に関与するヘッドスペースペーパーをガスクロマトグラフィーで分析したので報告する。

II 実験方法

(1) 試料

京都府下茶園にて、1990年5~6月に一次乾燥工程を経た荒茶五種を使用した。Aは並級煎茶、Bは中級煎茶、Cは上級煎茶、Dは並級玉露、Eは中級玉露であ

京都府立大学生活科学部食物学科食品学講座

Laboratory of Food Chemistry, Department of Food Science and Nutrition, Kyoto, Prefectural University

*京都府立茶業研究所, Kyoto Prefectural Tea Research Institute

**京都府茶協同組合, Kyoto Prefectural Tea Cooperative Society

る。

(2) 二次乾燥操作

試料 A~E について、各種温度で、マイクロ波乾燥、セラミックボール混合乾燥法、遠赤外線乾燥法の単独または組み合わせで加熱した。各条件については表 1 に掲載されている。A~E-1 は二次乾燥を行っていない緑茶を表わしている。A~B-2 は 40°C において、D~E-2 は 50°C においてマイクロ波乾燥のみを行なったもの、A~C-3 は 55~60°C でマイクロ波のみの乾燥を行なったものである。D~E-3, -4 は 80°C および 90°C でセラミック混合乾燥を行なったもの。A~C-4, D~E-5 と -6 はマイクロ波と 80~90°C においてセラミック混合乾燥を行なったもの（二種の組み合わせ乾燥法）、B~C-5 と A~C-6, -7, D~E-7 と -8 は三種の乾燥法を組み合わせたものである。A~B-8 は 120°C で遠赤外加熱法のみによる製品である。D~E-9 と -10 はセラミック混合法と遠赤外線法の組み合わせで加熱乾燥した製品である。

(3) 各種緑茶製品中の水分測定

前報と同じ常圧恒温乾燥法による。

(4) 浸出方法と各種分析の前処理

緑茶の品評会における官能試験の浸出方法（緑茶 4 g に 100°C の熱湯 180 ml を加える。）に準じて行なった。

茶葉 2.0 g に 100°C の熱湯 90 ml を加え 3 分間放置、その後ナイロンネットの茶こして濾過し、その濾液をさらにメンブランフィルター（0.45 μm の孔径、アドバンテック社製）で微粒子を除いて分析用試料とした。

(5) 総カテキン量の分析

上記(4)で前処理した各種試料を茶のタンニン分析公

定法⁴⁾により比色定量した。

(6) 遊離アミノ酸の分析

前処理した各種試料（100~500 μl）をニンヒドリン発色によるポストラベル検出式に改良した島津 HPLC (LC-6A)⁵⁾ 装置に注入し分析した。シアニン⁶⁾ など緑茶特有のアミノ酸を分析するために、リチウム系バッファーを用いた。多数の試料を分析するため SCL-6A オートサンプラーを使用した。計算はクロマトパック C-R6A を用いた。

(7) キャピラリーガスクロマトグラフィーによる緑茶製品のヘッドスペースパー分析

各種緑茶試料 3.0 g を 25 ml 容ガラス容器に入れ、テフロンシールとアルミキャップで密封し、100°C 20 分間加熱する。この容器中のヘッドスペースパー 0.5 ml を島津キャピラリーカラム HiCap-CBP-20M25（内径 0.2 mm、長さ 25 m、ポリエチレングリコール、PEG20M に相当）の分離カラム、水素炎イオン化検出器付島津ガスクロマトグラフ GC-12A で分析した。

III 結果および考察

各種加熱緑茶製品の水分含量を表 2 に示す。マイクロ波加熱は茶葉の内部から全体を加熱させる方法であり、セラミック混合加熱は伝導により加熱され、遠赤外線加熱法は、茶葉の表面のみを加熱するなど、それぞれの方法には特徴がある。A~E-1 をそれぞれの製品のものとの水分含量と考えると、B-2, D-2, E-2 はいずれも乾燥が進んでいない。すなわちマイクロ波のみの乾燥は不充分であることがわかる。A~C-4 と D~E-5 と -6 はマイクロ波加熱とセラミック混合加熱の組み合わせであって乾燥が進んでいることがわか

Table 1. Secondary-heating methods and temperature (°C) for processing of green tea.

Sample ¹⁾	Grade ²⁾	Heating-methods	1 ³⁾	Sample Number									
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Sen-cha													
(A)	Ordinary	Microwave Ceramic ball I.R.	N.T.	40	55-60	50 90	50 90	50 90	50 90	110 120	120		
(B)	Middle	Microwave Ceramic ball I.R.	N.T.	40	55-60	50 90	50 90	50 90	50 90	110 120	120		
(C)	High	Microwave Ceramic ball I.R.	N.T.		60	60 90	60 90	60 90	60 90	110 115			
Gyokuro													
(D)	Ordinary	Microwave Ceramic ball I.R.	N.T.	50		80 90	50 80	50 90	50 90	50 90	50 100	90 100	
(E)	Middle	Microwave Ceramic ball I.R.	N.T.	50		80 90	50 80	50 90	50 90	50 90	50 100	90 100	

¹⁾ Sencya: 煎茶, Gyokuro: 玉露.

²⁾ Ordinary: 並, Midle: 中, High: 上.

³⁾ N.T. non-treatment.

Table 2. Water contents of green tea products after secondary-heating

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	3.60	2.62	2.66	3.33		2.63	1.75	1.73		
B	4.15	4.06	3.97	2.50	1.53	1.34	1.14	1.18		
C	2.98		2.87	2.10	1.67	1.62	1.46			
D	3.66	3.70	3.21	3.31	3.21	3.11	2.96	2.90	3.05	1.59
E	4.43	4.28	3.26	3.37	3.30	3.11	3.23	2.97	2.98	1.69

See Table 1 for sample numbers and abbreviations.

る。なお、D~E-3と4はセラミックボール混合乾燥のみであるが乾燥にかなり効果があることが解った。三種の加熱法を組み合わせたA~C-5, -6, -7は乾燥が最もよく進む。ところがD~E-7と-8では遠赤外線

温度を10°C下げ90°CとしたためD~E-3~6と水分含量が同程度であった。

次にこれら加熱法の種類によって、緑茶浸出液中の味に関係するカテキン（主に渋み）やアミノ酸がどの

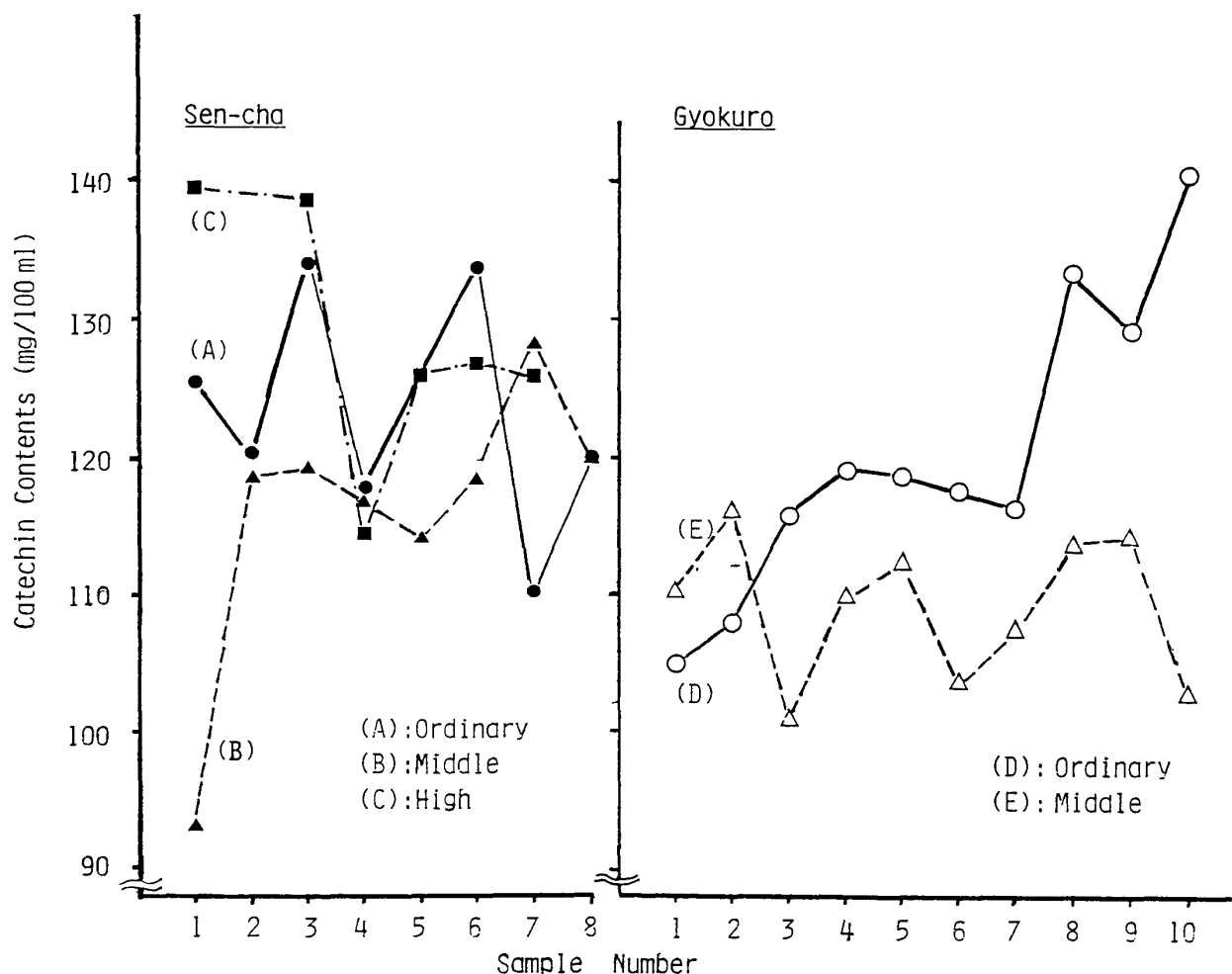


Fig. 1. Total content of catechin in green tea extracts.

Table 3. Amino acid composition of tea products and Sen-cha tea

(1) Sen-cha A, B, C and Gyokuro D, and E (mg %)

	A	B	C	D	E
Asp	160.3	256.4	253.4	353.8	441.1
Thr	17.0	28.8	26.1	34.8	37.1
Ser	59.9	106.7	99.8	104.9	98.7
Asn					54.8
Glu	177.0	373.6	297.2	319.6	314.1
Gln	126.8	259.0	266.1	213.4	157.1
Theanine	1121.3	1758.0	3223.2	2186.1	2583.3
Pro	-	11.7	15.6	2.9	3.0
Gly	-	-	-	-	-
Ala	28.0	37.6	36.4	44.2	51.3
Val	13.0	43.7	36.1	22.5	26.0
Cys	7.1	10.7	14.0	10.7	11.8
Met	-	-	-	-	-
Ile	7.3	9.9	11.2	23.5	27.7
Leu	5.5	8.9	13.2	22.5	25.9
Tyr	10.9	12.7	19.7	30.8	32.6
Phe	10.7	14.2	11.9	22.9	24.4
His	26.1	38.7	36.6	50.5	32.7
Lys	26.1	83.7	40.0	50.4	58.1
Arg	89.2	125.6	258.3	200.1	223.6

-; trace

(2) Sen-cha A (2 g/90 ml at 100°C for 3 min) (mg/100 ml)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Asp	4.1	5.6	4.6	5.0		4.2	5.6	4.0		
Thr	0.3	0.6	0.5	0.6		0.4	0.6	0.3		
Ser	1.3	2.2	1.7	2.1		1.5	2.1	1.4		
Asn	-	-	-	-		-	-	-		
Glu	5.2	6.8	5.6	7.1		5.6	7.6	5.2		
Gln	3.0	7.8	5.7	5.7		3.9	7.5	5.2		
Theanine	30.2	60.8	44.9	33.3		26.9	35.4	25.7		
Pro	-	-	-	-		-	-	-		
Gly	.02	.03	.03	.05		.05	.05	.02		
Ala	0.5	0.7	0.4	0.5		0.3	0.5	0.3		
Val	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.3	0.2		
Cys	0.2	0.6	0.4	0.2		0.2	1.2	0.2		
Met	0.2	-	-	-		-	-	-		
Ile	0.3	0.3	0.1	0.2		0.1	0.2	0.1		
Leu	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.1	0.1		
Tyr	0.3	-	0.3	-		-	-	-		
Phe	0.2	-	-	-		-	-	-		
His	0.9	0.9	0.7	0.5		0.4	0.7	0.4		
Lys	-	0.6	0.4	-		-	-	-		
Arg	5.5	4.9	4.6	1.7		1.8	1.4	1.4		

-; trace

See Table 1 for sample numbers and abbreviations

Table 4. Amino acid composition of Sen-cha tea (mg/100 ml)

(3) Sen-cha B (2 g/90 ml at 100°C for 3 min)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Asp	3.5	4.4	3.8	4.4	3.3	4.0	6.7	4.5		
Thr	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.6	0.4		
Ser	1.2	1.5	1.3	1.5	1.1	1.3	2.0	1.5		
Asn	-	-	-	-	-	-	-	-		
Glu	4.8	5.8	5.1	6.4	4.3	5.0	7.7	5.5		
Gln	3.5	4.4	3.8	4.3	3.1	2.9	4.8	3.6		
Theanine	20.7	25.3	23.6	26.6	20.0	22.1	34.3	25.5		
Pro	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2		
Gly	-	-	.08	-	-	-	-	-		
Ala	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1		
Val	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1		
Cys	.08	0.1	0.1	0.1	.08	.08	0.1	-		
Met	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ile	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
Leu	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1		
Tyr	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3		
Phe	0.2	0.2	0.2	-	0.1	0.2	0.3	0.2		
His	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	1.0	1.3	0.9		
Lys	0.4	0.5	0.6	-	0.4	0.4	0.7	0.3		
Arg	1.2	1.8	1.6	1.4	2.1	2.2	2.5	1.9		

-; trace

(4) Sen-cha C (2 g/90 ml at 100°C for 3 min)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Asp	5.9		7.0	4.9	5.3	4.5	5.0			
Thr	0.7		0.8	0.7	0.7	0.6	0.6			
Ser	2.1		2.2	2.2	1.9	1.6	1.7			
Asn	-		-	-	-	1.0	0.8			
Glu	6.2		7.2	6.0	6.0	5.3	5.6			
Gln	6.9		7.8	6.9	6.2	5.4	6.8			
Theanine	71.3		75.6	63.0	62.8	59.2	64.0			
Pro	0.5		-	-	0.3	0.6	0.6			
Gly	.08		.05	.04	.04	.05	.05			
Ala	0.7		0.6	0.6	0.5	0.6	0.6			
Val	0.2		0.3	0.2	0.2	0.2	0.2			
Cys	0.3		0.4	0.2	0.2	0.2	0.3			
Met	.06		.06	0.2	0.2	0.2	0.2			
Ile	0.4		0.4	0.2	0.2	0.2	0.3			
Leu	0.3		0.3	0.2	0.3	0.3	0.3			
Tyr	0.3		0.4	0.3	0.3	0.3	0.3			
Phe	0.3		0.1	0.3	0.3	0.2	0.3			
His	0.6		0.5	0.5	0.5	0.6	0.5			
Lys	0.5		0.6	0.5	0.5	0.5	0.6			
Arg	6.3		5.3	4.5	5.5	4.9	4.6			

-; trace

See Table 1 for sample numbers.

Table 5. Amino acid composition of Gyokuro tea (mg/100 ml)

(5) Gyokuro D (2 g/90 ml at 100°C for 3 min)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Asp	4.8	5.4	4.8	4.6	4.6	4.8	4.8	5.0	5.5	5.7
Thr	0.4	0.5	0.8	0.5	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5
Ser	1.5	1.7	1.4	1.3	1.6	1.4	1.5	1.6	1.7	1.6
Asn	0.9	0.8	-	0.7	0.6	-	-	-	0.8	0.9
Glu	4.6	5.0	5.0	4.2	4.4	4.8	5.0	4.9	5.2	5.3
Gln	3.2	3.8	2.6	2.8	3.4	3.2	3.5	3.9	4.0	3.6
Theanine	28.9	32.3	29.0	29.2	29.0	29.1	31.3	31.5	34.1	34.8
Pro	-	0.3	0.6	0.4	1.0	0.6	0.4	0.2	0.9	1.2
Gly	0.2	.07	-	0.1	-	-	.02	-	.06	.07
Ala	0.5	0.5	0.2	0.3	0.5	0.3	0.2	0.5	0.4	0.5
Val	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
Cys	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Met	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ile	0.4	0.5	0.2	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6
Leu	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3
Tyr	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.6	0.3	0.5	0.2
Phe	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.6	0.1	0.5	0.5
His	0.5	0.5	0.6	0.6	0.9	1.0	0.6	0.7	0.8	0.6
Lys	0.9	0.9	0.8	0.6	0.8	0.6	0.8	0.8	0.7	0.9
Arg	3.0	2.7	2.9	2.6	3.0	3.1	2.6	3.0	2.7	2.7

-; trace

(6) Gyokuro E (2 g/90 ml at 100°C for 3 min)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Asp	8.0	8.4	7.5	4.7	5.9	7.9	7.4	8.2	8.1	7.5
Thr	0.8	0.7	0.5	0.4	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
Ser	2.0	1.7	1.5	1.1	1.6	1.5	1.9	1.7	1.8	1.7
Asn	0.9	1.1	0.9	0.7	0.6	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
Glu	6.3	6.2	5.4	3.6	4.4	5.4	5.6	5.9	5.8	5.6
Gln	3.5	3.2	2.9	1.9	2.1	3.0	3.1	3.2	3.1	2.9
Theanine	45.7	51.3	42.4	28.2	34.5	43.9	45.8	47.1	48.5	45.0
Pro	0.7	0.6	0.4	-	0.5	0.4	0.6	0.8	0.3	0.4
Gly	-	.05	.08	.04	0.1	.05	.02	-	-	-
Ala	0.3	0.5	0.6	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4
Val	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4
Cys	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
Met	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ile	0.4	1.0	0.5	0.3	0.3	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5
Leu	0.5	0.5	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
Tyr	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	1.2	1.2	0.8	0.9	0.6
Phe	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.3	0.4	0.6	0.7	0.6
His	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Lys	1.1	1.2	0.8	1.1	1.0	1.0	1.1	1.2	0.8	0.7
Arg	3.9	4.0	3.1	2.6	3.3	3.1	3.6	4.0	2.9	2.5

-; trace

See Table 1 for sample numbers.

ように変化するかを検討した。図1は各種緑茶製品浸出液中のカテキン量を示すが、A, B, C, EについてはB-1以外は大体同程度の含量を示している。

玉露Dは、右上りでカテキンが浸出されやすくなっていることを示している。

これらの緑茶の荒茶A~Eに含まれる総遊離アミノ酸量については、表3の(1)に示す。A, B, Cの順にアミノ酸特にテアニンが多く含まれうま味が強くなっていることを示している。玉露DとEについても同傾向である。いずれの試料もテアニンが最も多く、次にグルタミン酸、グルタミン、アスパラギン酸、アルギニン等の順である。

表3(2)と表4(3), (4)にせん茶の第一煎目に浸出される遊離アミノ酸分析値を示す。玉露の第一煎目に浸出される遊離アミノ酸については表5の(5)と(6)に分析値を示す。

緑茶のうま味に関与する主なアミノ酸のテアニン含量⁷⁾について、示したのが図2である。煎茶A~Cについては、A-2のみが高い値を示したが、これ以外は大体同じ位の抽出量であって、二次加熱加工によって大きな影響が見られない。玉露DとEについてもE-4とE-5以外は、ほぼ同程度抽出され、二次加熱による明らかな影響は認められない。アミノ酸含量については、煎茶Cにおいては、玉露DとEよりも多く含まれており、煎茶Cはかなり上質のものであることが分析値からもわかる。

緑茶の香りについては、香り濃縮物をGC-MSで分

析する方法⁸⁾も報告されているが、本実験では各緑茶試料のヘッドスペースパーをガスクロマトグラフィーに直接かけ、それらのクロマトグラムパターンを比較した。図3において、Stdはアルコール類の溶出位置であり、Mはメタノール、Eはエタノール、Pはプロパノール、Bu-OHはブタノールである。緑茶にだけ含まれ、青のり臭を与えるジメチルサルファイド⁹⁾はEと同じ位置である。A-1はもとの荒茶であるから低沸点の有機物がかなり多く含まれることを示しているが、A-2はマイクロ波加熱のみの工程であるのにもかかわらず全体にピークが小さくなっており、内部から加熱されるために起こる香気の損失がわかる。A-8は赤外線加熱のみであるが、外面のみの加熱であるので内部の香気がよく保存されているようである。A-7は三種組み合わせで加熱した最もはげしいものであって、官能検査的には弱くこげ臭が認められたが、焙じ茶(Roasted)のピークのパターンとは異っている。官能検査からはA-6の条件で緑茶を加熱乾燥するのが最適であると認められた。

IV 要 約

緑茶の二次乾燥を、従来の透気式乾燥法ではなく、短時間で茶葉の内部まで加熱できるマイクロ波法と、加熱セラミックボールを混合してまろやかな火入れを行なう加熱法と、遠赤外線照射により火入香を高める方法を試みた。それらによる緑茶製品の第一煎目の抽出液に含まれる渋みに関与する総カテキン量、うま味

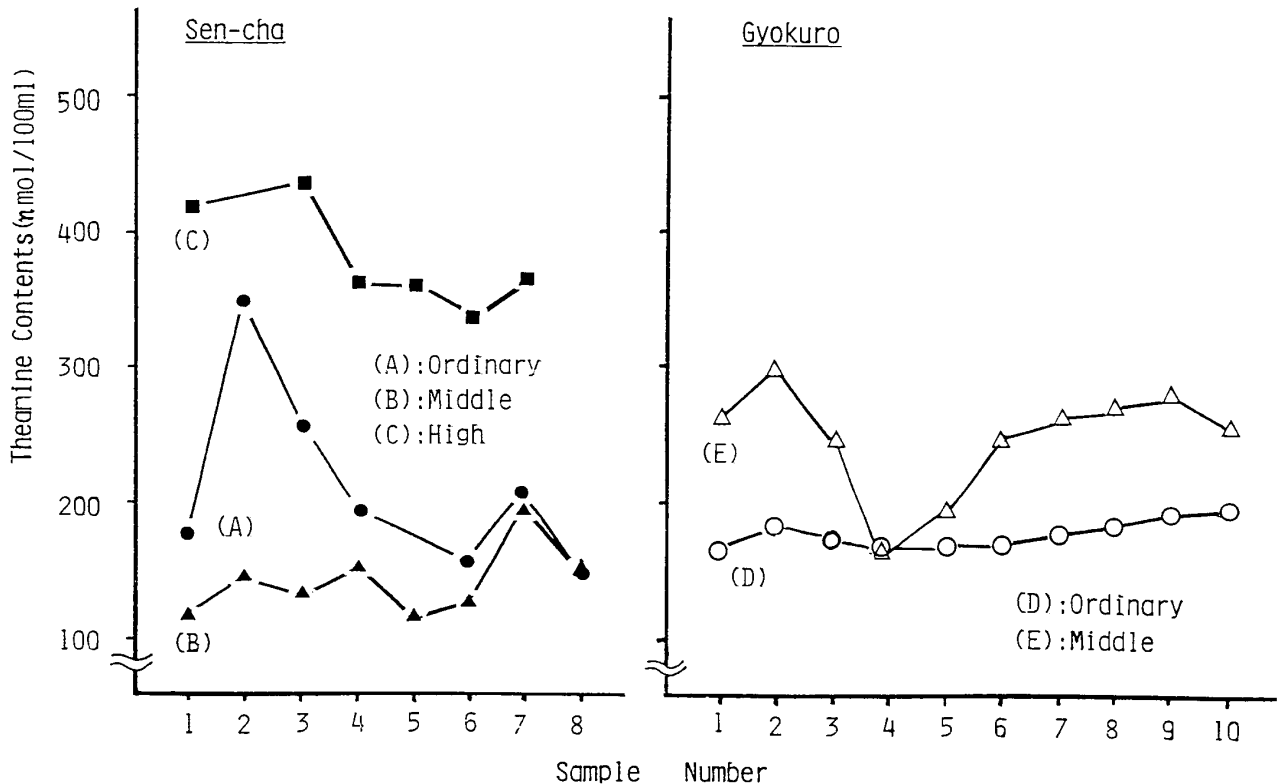


Fig. 2. Content of theanine in green tea extracts.

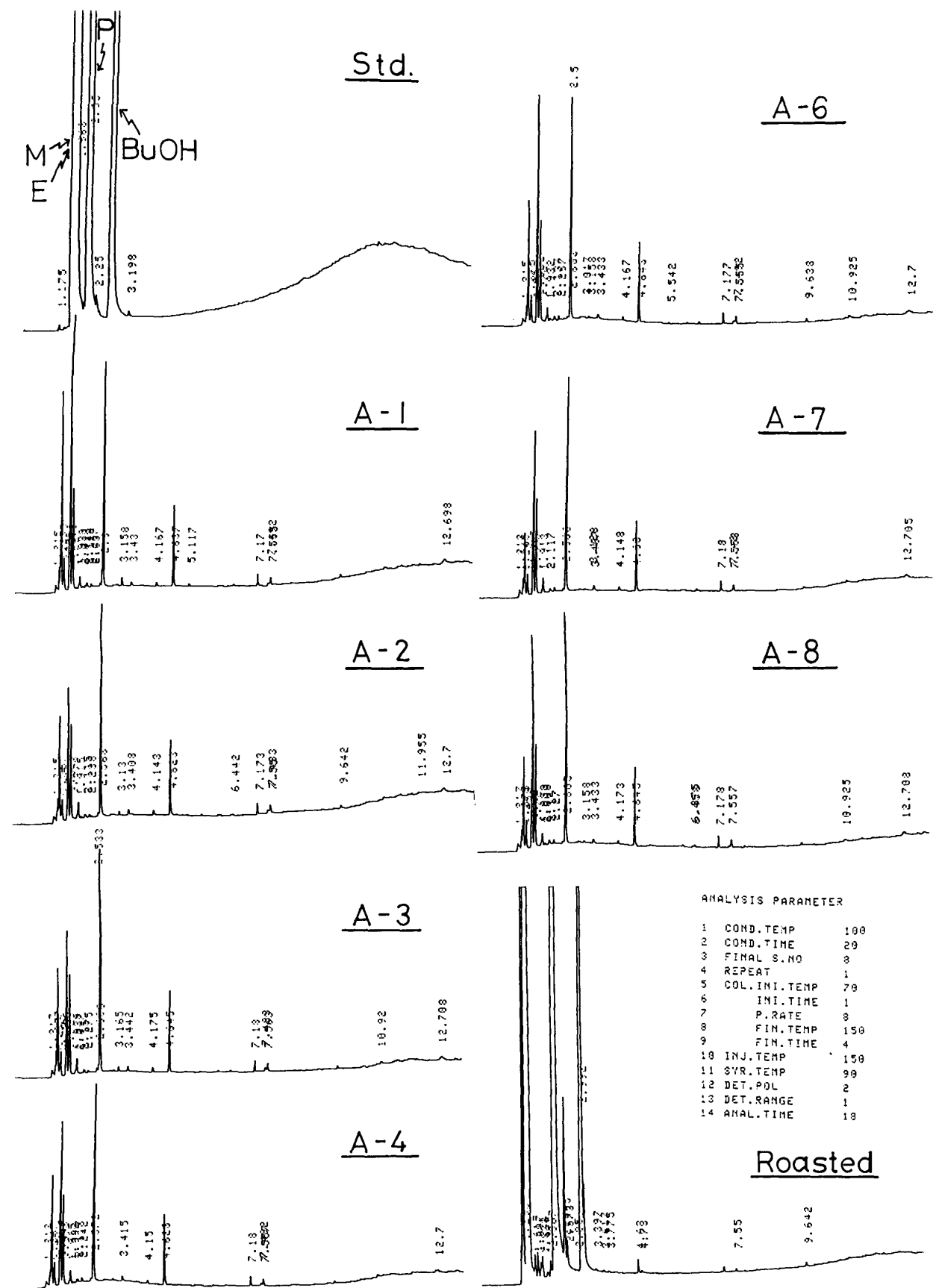


Fig. 3. Gas chromatograms of head-space vapor from green tea products prepared by different heating methods. See Table 1 for sample numbers and abbreviations.

に關与する各種アミノ酸量を定量し比較検討した。その結果、この新二次乾燥法は、迅速に加熱加工が可能であつて、緑茶製品の浸出液の成分を分析したところ原茶の成分と比べ特に損失などの悪影響は認められなかつた。製品の香気については、それらのヘッドスペースペーパーをガスクロマトグラフィーにより分析し最適の加熱条件を検討した。

(1992年8月13日受理)

引用文献

- 1) 大槻耕三, 遠藤寿恵, 故倉宏至, 真島秀満, 佐藤健司, 河端 信, 京府大学術報告(理, 生)第42号 p. 27 (1991)
- 2) 村松敬一郎編, 「茶の科学」, 朝倉書店, (1991)
- 3) 袴田勝弘, 中田典男, 向井俊博, 山口 良, 橋山達二, 伊東正晃, 茶業研究報告 第72号 p. 19 (1990)
- 4) 日本食品工業学会編, 食品分析法, 光琳 (1982)
- 5) 阿南豊正, 天野いね, 中川致之, 日食工誌, **28**(2) 74 (1981)
- 6) K. Ohtsuki, M. Kawabata, H. Kokura & K. Taguchi, *Agric. Biol. Chem.*, **51**(9) 2479 (1987)
- 7) Y. Sakato, *J. Agric. Chem. Soc. Jpn.*, **23**, 262 (1949)
- 8) W. Guo, K. Sakata, A. Yagi, K. Ina, S. Luo, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **56**(6) 992 (1992)
- 9) K. Ohtsuki, M. Kawabata, K. Taguchi, H. Kokura, S. Kawamura, *Agric. Biol. Chem.*, **48**(10) 2471 (1984)