

# 커피의 原豆와 焙煎豆의 脂肪酸組成에 관한 比較研究

Comparative studies on the fatty acids in the green  
and roasted coffee beans

漢陽大學校 家政大學 食品營養學科

教授 高 英 秀  
鄭 貞 淑

Dept. of Food and Nutrition, College of Home Economics, Hanyang University

Prof. Young Su Ko

Jung Sook Chung

## <目 次>

I. 緒 論

II. 實驗材料 및 方法

III. 結果 및 考察

IV. 結 論

## <Abstract>

To investigate differences in fatty acid composition in green coffee beans and roasted coffee beans, the extracts of two beans were subjected to analysis of fatty acid composition by GC and HPLC.

The results showed that palmitic and linoleic acid were the main fatty acids of coffee oil and their contents were about 40%. Minor components, such as capric acid, lauric acid and myristic acid were detected in both samples by GC, but not by HPLC.

## I. 緒 論

커피(珈琲, Coffee, C fe, Kaffee)의 原料는 꼭두서니科(Rubiaceae)의 常綠藻木의 果實의 種子로서 그의 品種은 아라비카種(Coffea, arabica L.), 로부스타種(C. robusta Hort) 및 리베리카種(C. Liberica Hiern) 등의 3原種과 그의 交配種이 南北 25度內의 熱帶 및 亞熱帶에서 栽培되고 있다<sup>1~4)</sup> 커피는 原產地가 에디오피아 및 중부 아프리카이고<sup>5~6)</sup> 그의 독특한 맛<sup>7~9)</sup>과 향기<sup>10~13)</sup>와 색상<sup>14~16)</sup> 등으로 인해서 全世界的으로 널리 애용하고 있는

嗜好飲料<sup>17~21)</sup>이다. 完熟된 果實의 果肉을 除去시킨後, 건조시켜 이들中 精選된 종자를 커피豆 즉, 原豆, green coffee 라고 부르고, 이것을 高溫에서 焙煎(roast)하면 焙煎豆(roast coffee)가 생긴다. 따라서 焙煎한 커피의 색상이나 향기는 焙煎할 때의 열반응에 따라서 커피의 原豆에서 인위적으로 새로히 만들어진다. 卽 커피의 原豆성분이 焙煎豆의 풍미를 일으키게 하는 前驅物質이라는 것을 알 수 있으며 原豆의 성분中에서 焙煎으로 그의 함량의 감소가 현저한 성분이 前驅物質이라고豫想되어진다. 따라서 커피의 성분은 原豆인 경우와 焙煎豆인 경우 各各 차이가 생긴다<sup>22~24)</sup>. 특히

커피는 엽차나 홍차 등과 같이 그의 풍미가 중요하다. 커피속에 함유되어 있는 脂質成分은 커피를 焙煎하는 동안에 향기성분의 前驅物質로서 풍미에 중요한 역할을 하므로 본실험에서는 커피의 原豆와 焙煎豆의 기름을 시료로 하여서 이를 鹼化시키고 에스테르화시킨다음에 精製하여서 생긴 脂肪酸을 GC와 HPLC에 의해서 脂肪酸組成을 分析하였다. GC에 의한 커피中 脂肪酸의 分析은 中林<sup>26)</sup>가 발표한 바 있으나 최근에는 HPLC에 의한 脂肪酸分析이 보다 효과적인 方法임이 폭넓게 인식되어 있는데<sup>26,27)</sup> 아직까지 커피의 脂肪酸分析을 HPLC에 의해서 分析한 논문이 국내에 보고가 되어 있지 않아서 GC에 의한 分析의 결과와 비교검토를 하는 것도 의의가 있다고 사료된다. 최근 中林<sup>28)</sup>이 발표한 脂質의 성분으로서의 커피油를 구성하는 중요한 脂肪酸은 palmitic acid(C<sub>16:0</sub>, 32%), stearic acid(C<sub>18:0</sub>, 7%), Oleic acid(C<sub>18:1</sub>, 10%), linoleic acid(C<sub>18:2</sub>, 40%), linolenic acid(C<sub>18:3</sub>, 7%) 및 arachidonic acid(C<sub>18:4</sub>, 3%)으로서 半乾性油의 면실유와 유사하다고 하였다. 그의 보고서에서 原豆의 焙煎時 기름의 산패는 거의 진행되지 않지만 原豆의 냄새는 이 기름에 의한 산패취에 의한 것이 아닌가 추정된다고 하였다. 또한 기름은 커피의 향기를 유지하는데 중요한 역할을 한다고 생각되며 기름의 거의 전부가 焙煎抽出粕에 잔류되고 있어서 그의 유효이용이 바람직하다고 덧붙였다.

## II. 實驗材料 및 方法

### 1. 試料

커피의 原豆(green coffee bean)와 焙煎豆(roasted coffee bean) 등의 시료는 현, 우리 나라의 커피 생산회사들이 가장 많이 수입해서 보편적으로 커피를 제조하는데 주로 사용하는 아라비카種(coffee arabica L.)의 커피原豆와 또한 같은 커피原豆를 일반적인 焙煎조건으로 焙煎한 焙煎豆를 사용하였다.

### 2. 方法

#### 1) 一般成分

커피의 原豆와 焙煎豆를 粉末상태로 粉碎 즉

grinding을 한다. 커피原豆는 매우 強靱하고 무거우나 焙煎豆는 焙煎하는 동안에 가벼워지고 매우 유연해지는 특징이 있다. 커피豆의 粉碎는 커피의 품질이나 焙煎과 抽出 등의 중간의 과정으로서 중요한 역할을 한다. 우선은 커피豆의 선별을 행하고 澁皮를 제거시킨 다음에 粉碎를 해야 하기 때문에 본 실험에서도 이렇게 原豆에서 양질의 부분만 골라냈다. 原豆의 粉碎는 먼저 手動式의 커피밀(mill)로 소량씩 粉碎를 하기도 하고 또한 분말이 10정도의 mesh로 거칠어졌을 경우에는 電動커피自動 mill로 粉碎를 하기도 하였다. 그리고 焙煎豆의 경우에는 Mixer로 粉碎가 가능하였으며 또한 간단히 유발과 유봉을 사용해도 粉碎가 容易하였다. 이러한 방법에 의해서 粉碎한 커피의 粉碎狀態는 평균 20~24 mesh이었다. 粉碎한 커피분말을 水分(moisture), 粗蛋白質(crude protein), 카페인(caffeine), 에테르抽出物(ether extracts), 糖質(sugars), 粗脂肪(crude fat), 粗纖維(crude fibre) 및 粗灰分(crude ash) 등을 AO-AC法을 중심으로 한<sup>29~30)</sup> 기타의 문헌<sup>31~33)</sup>을 참고로 하여 定量분석 하였다.

#### 2) GC法에 의한 脂肪酸의 組成

##### ① 粗脂肪의 抽出 및 精製

시료를 각각 이상에 언급한 바와 같이 粉碎한 다음에 soxhlet 추출 장치를 사용하여 ethyl ether로 6시간동안 常法<sup>34)</sup>에 의해서 추출하여 얻은 粗脂肪質을 Folch 등의 방법<sup>35)</sup>에 따라서 정제를 하였다. 즉 1g의 시료를 각각 채취하여서 chloroform과 methanol의 2:1, V/V의 solvent 10ml를 가한 다음에 Aqua dest.를 2ml씩 넣어서 흔들고 지방층을 농축하여서 natrim sulfate(sicc.)로 탈수시킨 후에 정제하였다.

##### ② 脂肪의 ester化

정제된 지방은 Deman法<sup>36)</sup>에 의해서 methyl ester化하였다. 시료지방 각각 200mg씩을 20ml의 경질시험관에 담고 여기에 0.05N sodium methyloxide를 3ml씩 가한 다음에 밀폐시키고 70°C의 water bath 위에서 30분간 가열하여서 methyl ester化 시킨 후에 냉수로 냉각시켰다.

##### ③ GC法에 의한 脂肪酸의 分析

Methyl ester化시킨 脂肪酸의 methyl-ester을

chloroform에 용해시켜서 2 $\mu$ l를 GC(Hitach Model 163)로 분석하였다. Column은 glass column (2m $\times$ 3mm id)으로 10%의 DEGS, 60~80mesh, shimalite WAW로 充填시킨 것이었으며 column의 초기온도는 100 $^{\circ}$ C에서 최종온도를 165 $^{\circ}$ C까지 1分當 5 $^{\circ}$ C씩 상승시켰다. 注入온도(injection port temperature)는 220 $^{\circ}$ C, 질소의 流量은 35ml/min., 수소의 流量은 29ml/min., 그리고 공기의 流量은 580ml/min.이었다. 그리고 chromatogram 상에 분리된 각 脂肪酸의 同定(identification)은 표준 지방산의 保持時間(retention time)과 비교를 하여서 행하였으며, 실제로 표준지방산과 시료를 혼합하여서 분석을하였을 때의 표준지방산의 peak가 서로 일치하는지의 여부를 재확인하였다.

④ 脂肪酸의 定量

GC에 의해서 분리된 각 peak의 면과 총면적에 대한 각 peak의 면적의 비율(%)은 TR-2220 A, Digital integrator(Takeda Riken Industry Co., Ltd.)로 계산하였다. 이때 integrator의 조건은 slope sensitivity 30, peak width 6, Vall의 time 8, height factor 3, minimum area 600, delay time 30, parameter change time 0, 그리고 stopt ime은 28 min.이었다.

3) HPLC에 의한 脂肪酸의 定量

① 混合脂肪酸의 調製

混合脂肪酸을 조제하기 위하여서 우선 常法에 의해서 不鹼化物(unsaponifiable matter)을 제거시키고<sup>37)</sup> 진한 염산으로 산성으로 하여서 脂肪酸을 분해시킨<sup>38)</sup> 다음에 sodium sulfate, (sicc.)으로 건조 탈수시켰다. 여기서 얻어진 脂肪酸을 N<sub>2</sub> gas를 통과시킨다음에 보관하였다.

② Methyl esterification

脂肪酸의 methyl ester는 Metcalte의 방법<sup>39,40)</sup>과 그것을 보충한 방법 등<sup>41)</sup>을 참고로 하여서 BF<sub>3</sub>시약을 사용하여 methanol로 희석시켜서 농도를 12.5%로 한 것을 사용하였다. 즉 脂肪酸 약 600mg을 150ml의 volumetric flask에 넣고 12.5ml의 BF<sub>3</sub>-methanol 15ml을 가하여 약 15분간 가열하였다. 여기서 생성된 methyl ester을 separatory funnel에 옮긴 후에 비등점이 낮은 petroleum ether(35~45 $^{\circ}$ C)을 가해서 3회 추출한 다음

에 중성이 될때까지 증류수로 세척하였다. petroleum ether층을 evaporater로 evaporating시켜서 filtration시킨 후에 ether solvent를 완전히 제거시켜서 HPLC用的 分析用試料로 사용하였다.

③ HPLC에 의한 脂肪酸分析

장치는 Waters associates제품인 liquid chromatograph, model ALC/GPC 244 type을 사용하였다. column은 micro Bondapak FFAA column<sup>42)</sup>을 사용하여서 분리를 하였다. 移動相(mobile phase)으로서는 acetonitril : aqua dest : tetrahydrofuran(45 : 35 : 25, V/V/V)를 사용하였다. Column은 micro Bondapak FFAA C<sub>18</sub>(4mm $\times$ 30cm)을 이용하고 流量(flow rate)은 1.0 ml/min.로 하고 檢出器는 RI 16X, UV는 254, 0.5로 하였다. chart speed는 0.5cm/min. 2 $\mu$ l로 하고 注入量은 2 $\mu$ l를 hamilton micro syringe를 사용하였다.

Ⅲ. 實驗結果 및 考察

1) 一般成分 分析

커피의 原豆와 焙煎豆의 일반성분의 분석결과는 다음 Table 1과 같다.

Table 1의 결과를 보면 커피의 原豆와 焙煎豆의 일반성분은 수분, 단백질, caffeine, ether extracts, 당질, 조지방, 조섬유, 그리고 조회분 및 기타의 성분 등이 모두 공통적으로 함유되어 있었다.

Table 1. Chemical composition of green and roast coffee bean(%)

Item	Sample	Content	
		Green coffee bean	Roast coffee bean
Moisture		11.87	3.45
Crude protein (N $\times$ 6.25)		13.17	15.98
Caffeine		1.78	1.69
Ether extracts		18.01	29.66
Total sugar		7.99	2.18
Crude fat (aceton soluble part)		11.46	14.86
Crude fibre		26.75	19.67
Total ash		4.04	5.93
Others		5.92	6.58

그중에서 수분의 함량과 ether 추출물, 당질, 그리고 조섬유 등의 함량은 비교적 차이가 났으며, 커피의 原豆와 焙煎豆 속에는 또한 상당량의 지방분이 함유되어 있었다. 특히 焙煎豆中の 含油量이 原豆의 경우 보다 더 많았다. 따라서 커피보존시에

는 이를 참고하여 주의를 요한다고 사료된다. 결과적으로 커피의 原豆와 焙煎豆의 일반성분은 含油量에만 차이가 있다. 이것은 焙煎하는 과정이나 방법 등에 따라서 차이가 생기는 것으로 사료되는바이다. 또한 Kung<sup>43)</sup>이나 中林<sup>44)</sup>의 결과에도 커피

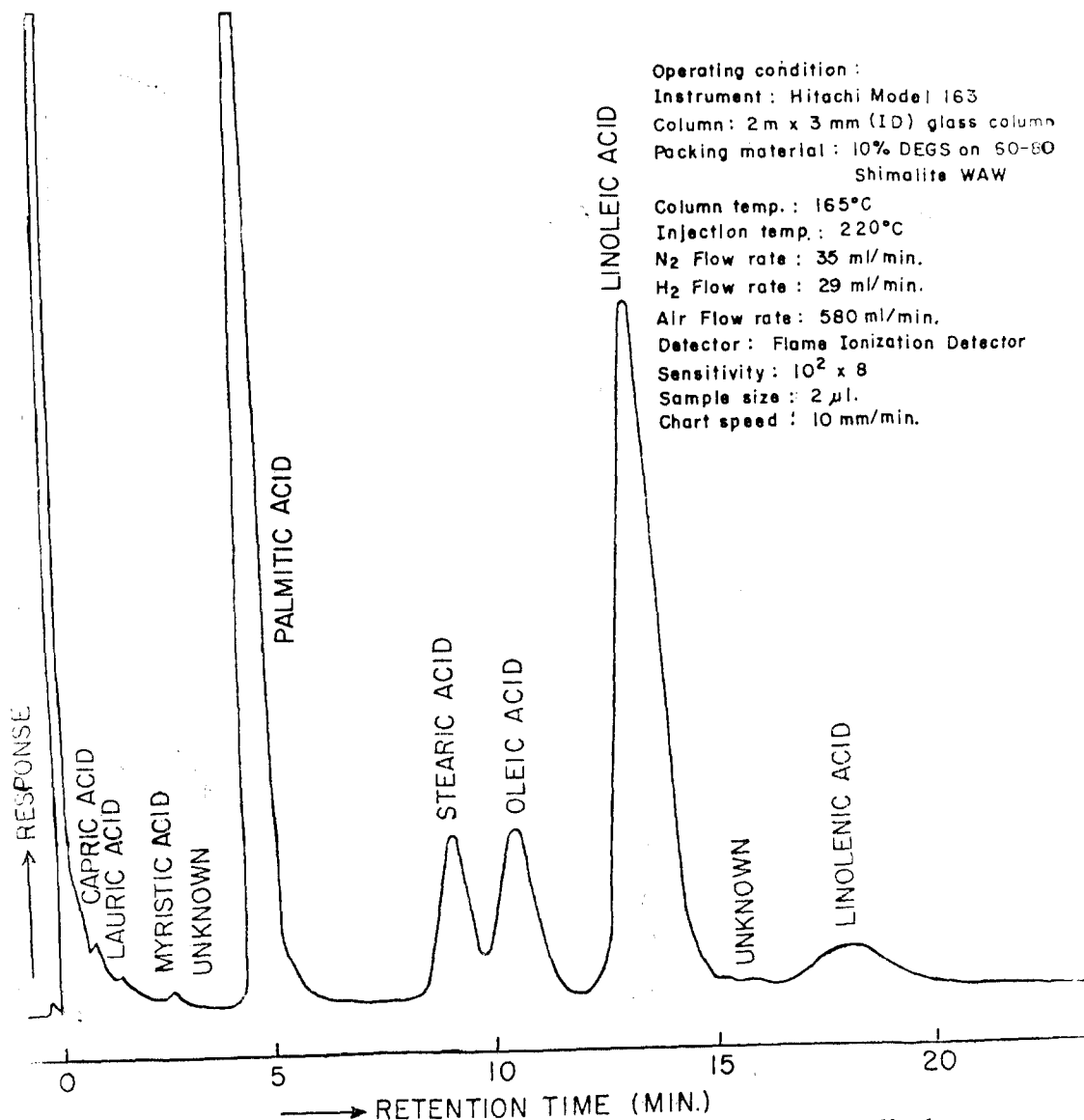


Fig. 1. Gas chromatogram of methyl esters of fatty acids in green coffee bean.

의 原豆와 焙煎豆의 一般성분의 차이가 낮음으로 이 결과와도 일치되는 현상이다.

2) 脂肪酸 組成

① GC에 의한 分析

커피의 原豆와 焙煎豆의 지방산 조성을 규명하

기 위하여 표준지방산의 methyl ester로서 capric acid, lauric acid, myristic acid, palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid 를 사용하여서 비교물질로 하고 커피原豆의 지방산 methyl ester 을 분리한 chromatogram

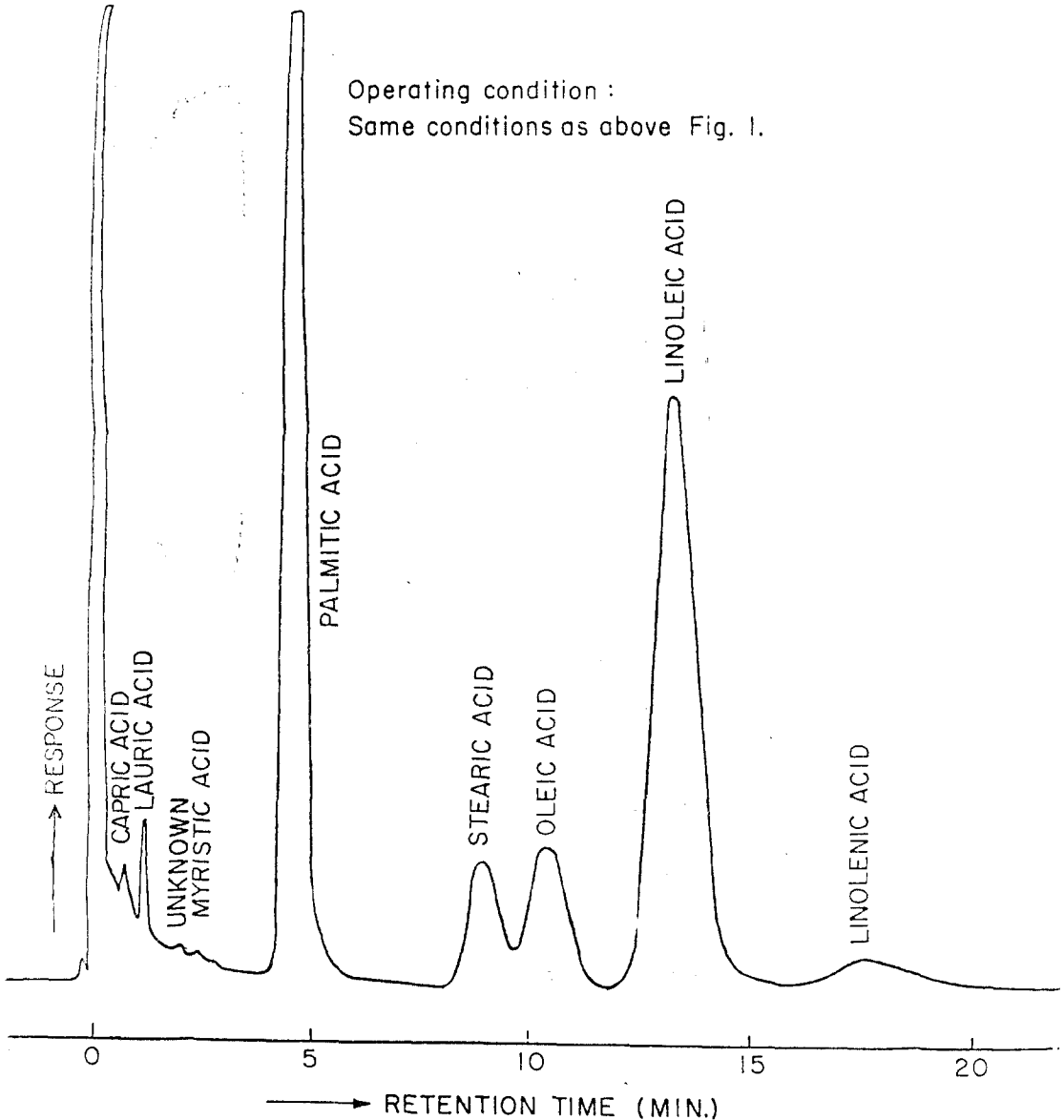


Fig. 2. Gas chromatogram of methyl esters of fatty acids in roast coffee bean.

Table 2. Fatty acid compositions of lipids in green and roast coffee beans determined by GC(%)

Fatty acid	Sample	Content	
		Green coffee bean	Roast coffee bean
Capric acid		0.11	0.32
Lauric acid		0.14	1.11
Unknown		—	0.52
Myristic acid		0.12	0.65
Unknown		0.13	—
Palmitic acid		40.41	40.89
Stearic acid		7.11	6.04
Oleic acid		8.33	8.12
Linoleic acid		40.21	39.82
Unknown		0.23	—
Linolenic acid		3.21	2.53

은 Fig. 1과 같고 같은 조건으로焙煎豆의 지방산의 methyl ester를 분석한 chromatogram은 다음 Fig. 2와 같으며 이를 integrator에 의해서 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다.

이상의 Table 2의 결과에 의하면 커피의 原豆지방에는 capric acid와 lauric acid, myristic acid, 그리고 미지의 지방산이 미량씩 함유되어 있었고 총지방산 함량에 대하여 stearic acid는 7.11%, oleic acid는 8.33%이며 linolenic acid는 3.21%로서 양이 모두 10% 미만이었다. 반면에 palmitic acid와 linoleic acid는 40.41%와 40.21%로서 함량이 높으며 주성분을 이루고 있었다. 커피의焙煎豆에는 capric acid, lauric acid, myristic acid, 그리고 미지의 지방산이 미량 함유하고 있었다. stearic acid가 6.04%, oleic acid가 8.12%이었으며 palmitic acid는 40.8%이고 linoleic acid는 39.82%로서 역시 함량이 높았다. GC에 의한 지방산의 조성은 原豆와焙煎豆의 경우에 함유하고 있는 지방산의 종류는 같으며 함량에도 큰 차이가 없었다. 다만 공통적으로 나타난 현상으로서 palmitic acid의 함량이 높고 또한 필수지방산인 linoleic acid의 함량이 높았다.

#### ② HPLC에 의한 분석

커피의 原豆와焙煎豆의 지방산의 조성을 GC법의 분석결과와 비교하는 목적으로서 HPLC법에

의해서 규명한 原豆의 chromatogram은 Fig. 3과 같고 같은 조건으로焙煎豆를 분리한 chromatogram은 Fig. 4와 같았다. 그리고 각 지방산의 함량을 정량한 결과는 다음 Table 3과 같았다.

Table 3의 결과에 따르면 GC나 HPLC의 경우에 palmitic acid와 linoleic acid의 함량이 높은 것은 공통적으로 나타났으며 이는 저자등의 보고<sup>22)</sup>나 中林의 보고<sup>25)</sup>와도 일치되는 현상이다. 그러나 본실험의 결과에서 GC의 경우에는 비록 미량이긴 하지만 capric, lauric, 그리고 myristic acid 등이 나타났으나 HPLC의 경우에는 전혀 나타나지

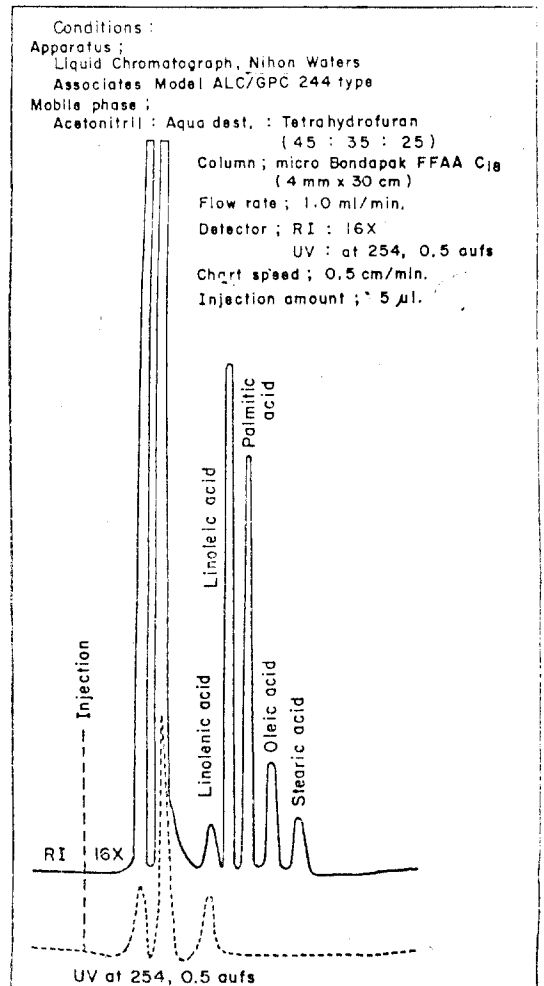


Fig. 3. HPLC of green coffee bean oil fatty acids.

Conditions :  
Same conditions as above Fig. 3.

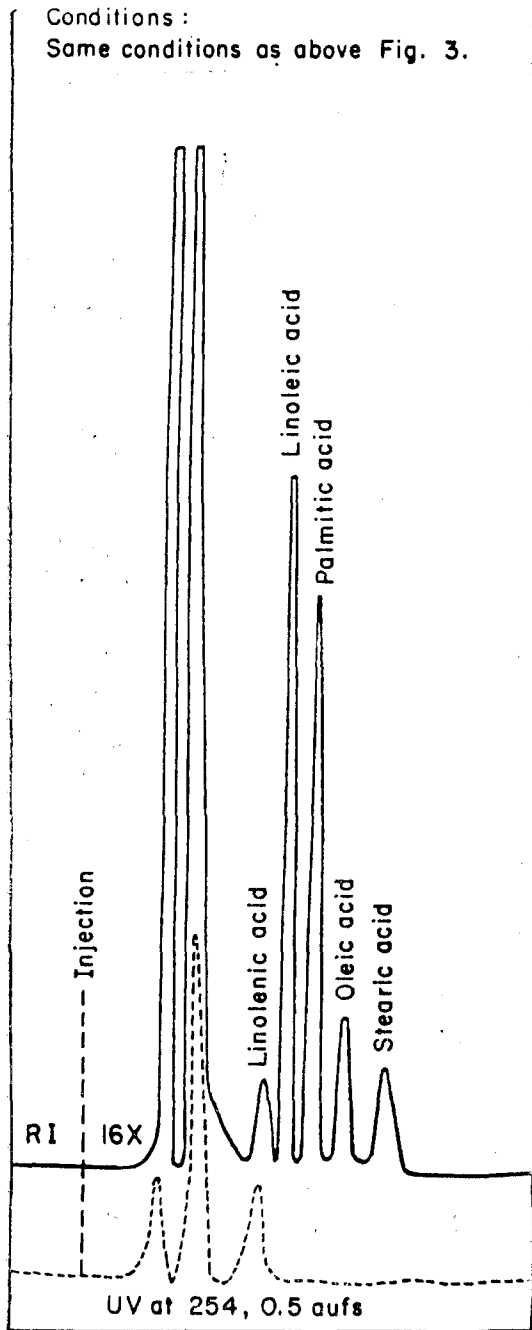


Fig. 4. HPLC of roast coffee bean oil fatty acids.

Table 3. Fatty acid composition of green and roast coffee beans determined by HPLC(%)

Fatty acid	Sample	Content	
		Green coffee bean	Roast coffee bean
Palmitic acid		38.19	37.68
Stearic acid		5.44	7.36
Oleic acid		9.27	9.01
Linoleic acid		42.34	40.33
Linolenic acid		4.76	5.62

않았다. 이는 일반적으로 GC의 지방산분석이 HPLC에 비하면 sensitivity가 좋아서  $10^{-8}g$ 의 FID에 의한 detection limit가 가능하나, HPLC는 Refractive Index Detector를 사용하였기 때문에 sensitivity가 실제적으로는  $10^{-2}g$  정도밖에 가능하지 않아서 시료중에 극미량의 숨량이 함유되어 있는 지방산의 경우는 분리가 되지 않기 때문이라고 생각된다. 그밖에도 HPLC는 GC에 비하자면 Column의 조건이나 온도의 안정도, 그리고 methyl ester화 과정이나 기타의 sample 처리 등에 나타나는 결과 sensitivity가 GC에 비해서 저자 등의 실험결과에 의하면 저하되었다. 결론적으로 저자 등의 본실험의 조건하에서는 GC의 분석결과가 HPLC의 분석결과에 비하면 분리가 더 효과적으로 되어 있었다. 그러나 이상에 언급한 것이 저자들의 실험결과에 한하는 것이기 때문에 분명하게 단정짓기는 어려운 실정이다.

#### IV. 結 論

커피의 原豆와 焙煎豆의 成分을 比較하여 究明하기 위해서 일반성분과 지방산 조성을 GC와 HPLC에 의해서 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

① 일반성분 중에서는 커피의 原豆와 焙煎豆의 경우에 조단백질, 조지방, Caffeine, 및 기타의 성분들보다는 수분의 함량과 ether 추출물, 당질, 그리고 조섬유의 함량에는 차이가 많았다.

② 지방산의 조성을 GC와 HPLC에 의해서 분석한 결과 GC와 HPLC에서 모두 palmitic acid와

linoleic acid의 함량이 40% 정도로 함유되어 있음이 공통적으로 나타났다. 그러나 HPLC에서는 GC에서 미량이나마 나타난 capric, lauric 및 myristic acid 등은 검출되지 않았으므로 본실험의 조건하에서는 GC와 HPLC의 분석결과는 GC쪽이 보다 효과적이었다고 사료되는 바이다. 아울러 HPLC의 분석조건이나 sample의 처리과정, 그리고 methyl ester화 등의 계속적인 연구를 해야 바람직하다고 생각되는 바이다.

이상의 결론의에 추가할 필요가 있다고 생각되는 사항으로는 다음과 같은 것을 들 수가 있다. 즉 일반적으로 原豆의 品種別 또 焙煎豆의 경우 焙煎方法이나 조건을 달리 했을 경우의 차이도 검토해 볼 필요가 있음은 매우 중요하기 때문에 저자 등은 앞으로 본 실험에서 보충하지 못한 이등에 관한 실험의 중요성을 인식하고 계속적으로 규명할 예정이다.

#### 參 考 文 獻

- Bernhard Rothfos: Coffee Production, Gordian-Max-Rieck GmbH, Hamburg, p.13, 1980.
- Ukers' International: Tea and Coffee Buyers' guide, thirteenth edition, The Tea & Coffee Trade Journal Co., Inc. p.43, 1982.
- Michael Sivetz, Ch. E. & Norman W. Desrosier: Coffee Technology, Avi publishing company, Inc., p.55, 1979.
- 韓國生藥學會 편찬 : 生藥要覽, 綠地社, p.58, 1980.
- George Charalambous: Analysis of Foods and Beverages, Headspace Techniques, p.115, Academic Press, 1978.
- Carlos Rolz, Juan F. Menchú, Francisco Calzada, Roberto de Leon et Richardo Garcia: Biotechnology in Washed Coffee Processing, March/April pp.8~10, 1982.
- Tassan, C.G. and Russell, G.F.: Sensory and gas chromatographic profiles of coffee beverage headspace volatiles entrained on porous polymers, J. Food Sci. **39**, 64~68, 1974.
- Richard G. Clark and Denis A. Cronin: A New Technique for Trapping and Sensory Evaluation of Flavour Volatiles, J. Sci. Fd Agric **26**, 1009~1019, 1975.
- Monica Alton Spiller: The Chemical Components of Coffee, The Methylxanthine Beverages and Foods: Chemistry, Consumption, and Health Effects, p.p.91~147, Alan R. Liss, Inc., 1984.
- Nursten, H.E.: Chemistry of flavours past, present and future, The 1974 Bill Littlejohn Memorial Medallion Lecture Delivered to the BSF, on November, 12th, 1974, Flavours March/April, p.p.75~82, 1975.
- Feldman, J.R., Ryder, W.S. and Kung, J.T.: Importance of Nonvolatile Compounds to the Flavor of Coffee, J. Agr. Food Chem. **17**(4), pp.733~739, 1969.
- Shimoda, M., Sakane, Y., Wata, K., Atsuta, S. and Osajima, Y.: Objective Evaluation of Aroma of Coffee Brew (Studies on Aroma of Coffee Part V), Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi **31**, (9), pp.549~557, 1984.
- 箴島豊, コーヒーの香り-官能的評價と分析的アプローチ, 化學と生物, **23**, (7), pp.455~461, 1984.
- Nakabayashi, T.: Chemical Studies on the Quality of Coffee Part I. Production and change of brown pigments by roast-, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi **22**, (10), pp.507~512, 1975.
- Clifford, Michael N.: The Composition of Green and Roasted Coffee Beans, Process Biochemistry, May, pp.13~19, 1975.
- Nakabayashi, T. and Watanabe, C.: Chemical Studies on the Quality of Coffee-Part IV. Formation of brown pigments from chlorogenic acid by roast-, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkais **24**(3), pp.124~



- 129, 1975.
17. 藤卷正生, 三浦洋, 大塚謙一, 河端俊治, 木村進 編集, 食料工業, コーヒー, ココア, pp.251~262, 恒星社厚生閣, 1985.
  18. 韓國食品文獻總覽편찬위원회: 韓國食品文獻總覽(3), (1977~1981) pp.308~309, 韓國食品科學會, 1984.
  19. 河端俊治編, 新訂加工食品と食品衛生 p.445, 新思潮社 1984.
  20. Tressel, R. and Silwar, R.: Investigation of Sulfur-Containing Components in Roasted Coffee, *J. Agric. Food Chem.* **29**, pp.1079~1082, 1981.
  21. Kaufmann, H.P.: Analyse der Fette und Fettprodukte-einschliesslich der Wachse, Harze und verwandter Stoffe-I. Allgemeiner Teil, p.254, Springer-Verlag, 1958.
  22. 崔敏江, 李容億, 高英秀: 커피生豆(Green Coffee)와 볶은 커피豆(Roast Coffee)의 成分에 關한 研究, 韓國營養學會誌 **11**(1), pp.9~16, 1978.
  23. 高英秀, 鄭貞淑: Thinchrograph 法에 의한 커피의 生豆와 焙煎豆의 油脂成分에 關한 研究, 漢陽大學校師範大學論文集, 第3輯, pp.67~79, 1983.
  24. 崔敏江: 明知大學校 大學院, 碩士學位論文, 1977.
  25. 中林敏郎: 焙煎によるコーヒー成分の變化と品質, コーヒー焙煎の科學と品質管理, 第842回工技連講座, 日本工業技術連盟主催, 1976年9月17~18日, 於東京, お茶の水日佛會館.
  26. Waters HPLC 論文集 Ginsco, 1984.
  27. 南原利夫, 池川信夫編著: 最新高速液體クロマトグラフィー (應用編I), 廣川書店 p.67, 1983.
  28. 創立5週年記念, 世界のコーヒー生産國コーヒー焙煎の化學 社團法人, 全日本コーヒー協會 編集刊行, pp.216~217, 1985.
  29. AOAC: Official and Tentative Methode, Chicago, 1980.
  30. Horwitz, W., Chichilo, P. and Reynolds, H.: Official Methods of the AOAC, Published by Benjamin Franklin, Washington D.C., 1970.
  31. 日本油化學會編, 基準油脂分析試驗法, 朝倉書林發行, 1966.
  32. 佐佐木林治郎: 牛乳, 乳製品 hand book., 朝倉書林 發行, 1977.
  33. 小原哲二郎, 食品分析ハンドブック, 建帛社, p.379, 1977.
  34. 日本藥學會編: 衛生試驗法註解, 金原出版株式會社, p.177, 1980.
  35. 植日寬: 臨床檢査, **19**(6), p.65, 1975.
  36. Deman, J.M.I.: *Dairy* **47**, p.546, 1964.
  37. 永澤信, 食品と營養の實驗, 光生館, p.96, 1971.
  38. Meloan, Pomeranz: *Food Analysis: Theory & Practice*, Reserved Edition p.646, AVI, 1978.
  39. Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. & Pelka, J.R.: *Anal. Chem.* **38**(3), p.514, 1966.
  40. Metcalfe, L.D., and Schmitz, A.A.: *Anal. Chem.* **33**(3), p.363, 1961.
  41. Isobe, T., Seino, H. & Watanabe, S.: *Yukagaku* **26**(4), p.236, 1977.
  42. Takahashi, Y., Nakayama, C. & Satoh, M.: *Fragrance Journal* No. 23, p.73, 1977.
  43. Kung, J.T.: *J. Agric. Food Chem.* **22**(3), p.494, 1974.
  44. 中林敏太郎: 日本食品工業學會誌 **22**, p.507, 545 1975.