

# 커피생豆(Green Coffee)와 볶은 커피豆(Roast Coffee)의 成分에 關한 研究

明知大學 營養食品學科

崔 敏 江 · 李 容 億

漢陽大學校 食品科學研究所

高 英 秀

= Abstract =

## Studies on the Composition of Green and Roast Coffee bean

Min Kang Choi and Yong Ock Lee

Department of Nutrition and Food,  
Myong Ji University, Seoul

Young Su Ko

Institute of Food Sciences, Hanyang University, Seoul

A Comparison of the analysis of the green and roast coffee of Arabica and Robusta compositions and regular instant coffee has been investigated by chromatography.

The coffee oil were obtained by extracting the green and roast coffee with ethyl ether by soxhlet method.

Instant coffee samples were accurately weighted into 100ml beaker (ca. 0.5g regular coffee and 1.5g decaffeinated coffee) and add ca. 50ml water, heat and boil, remove from heat, and mechanically tried ca. 15min. and filtered of one sample and another sample were without filtrated and proceed with liquid chromatographic separation.

The fatty acid compositions of green and roast coffee were compared by gas liquid chromatography and general chemical compositions of sample were analysed.

Some similarities between green and roast coffee fatty acids were found in the case of green and roast coffee of both kinds acid methyl esters.

They contained stearic, oleic, linoleic, and unknown fatty acid, and palmitic and linoleic acid were rich.

## I. 序 論

커피(Coffee, Cafe, Kaffee, 珈琲)는 그의 獨特한 맛, 香氣 그리고 색깔로 因해서 예로부터 널리 愛好되고 있는 世界的인 嗜好飲料이다.

커피나무는 꼭두서니科(Rubiaceae)에屬하는 熱帶性 植物로서 常錄의 灌木인 野生이며 原產地인 에치오피아와 콩고地方의 어느것이나 모두 아프리카에 남아 있을 뿐이고 現在 커피로 불리는 것은 모두 栽培植物이다.

커피豆(核果, 種子)는 外側이 얇은 銀皮(Silva skin)을 含有하고 있으며 生豆에는 이 銀皮가 남아 있지만 이것은 볶으면 없어지며 다시 果肉으로 쌓여져 있는데 이들 커피豆를 싸고 있는 여러가지의 것을 除去시키고 精選한 것이 우리가 飲料로 하고 있는 커피의 生豆이다.

이 커피나무는 現在 全世界的으로 專問家에 依해서 다음과 같이 3種으로 分類되고 있다.

카페아·아라비카種 (Coffeae Arabicae)

카페아·로부스타種 (Coffeae Robustae)

카페아·리베리카種 (Coffeae Libericae)

以上の 種類中에서도 커피生産地의 全域의 76퍼센트를 차지하고 있는 栽培種이 카페아 아라비카種이며 他的 品種에 比하여 그 香氣가 優秀하며 또 氣候風土에 對하여 順應性을 兼備하고 있는 優秀品種으로 別名을 아라비안(Arabian), 아비시니안(Abiciniian), 브라지리안(Brazilian) 그리고 코몬 커피(Courmon Coffee)라고도 불리우고 있다.

그리고 最初에 에치오피아인이나 아라비아인이 飲用한 것도 이 種類이며 19世紀末에 로부스타種이 發見되기까지는 世界的 모든 커피는 아라비카種에 依賴하였다<sup>1)</sup>.

로부스타種은 印度네시아와 자바섬 등에서 栽培되고 있으며 別名은 카네호라(Canehora)라고도 하며 주로 아프리카 熱帶地方에서 栽培되고 있다.

리베리카種은 1880년에 注目을 끌기 始作하였으며 이것은 아프리카의 西海岸地方이 原產地이며 現在는 리베리아 共和國이나 인도네시아 地方에서 若干 栽培하고 있는 程度에 不過하며 別名은 리베리안(Liberian)이다<sup>2)</sup>.

現在 우리나라에 輸入되고 있는 것은 거의다가 아라비아 種과 로부스타種이며 커피의 品質은 他的 食品과 같이 風味, 色相等에 依해서 決定되지만 嗜好飲料로서의 커피는 葉茶, 紅茶等과 같이 特히 그 風味가 重要하다.

그런데 커피를 볶는 동안에 生成하는 香氣成分의 前驅物質로서 커다란 役割을 함과 同時에 커피가 풍기는 風味에 있어서도 重要的 成分인 脂質을 위시한 一般成分 및 기타의 成分에 對하여 커피生豆 그리고 볶은 커피豆의 成分等を 究明하는 것은 意義가 있다.

커피의 生豆 및 볶은 커피豆의 成分에 關한 研究는 Elder 外<sup>3)</sup>에 많은 研究가 報告되어 있으나<sup>4-20)</sup> 커피豆 成分의 分析結果는 各各 學者에 따라서 다르며 또한 그것은 分析에 使用한 豆의 種類와 分析方法의 相違等에 의해 差異가 생기는 것은 不可避한 것이며 우리나라에 現在 輸入되고 있는 커피豆와 볶은커피豆의 一般成分 및 脂肪酸組成 그리고 기타의 成分에 對하여 報告된 것이 거의 없으므로 커피 生豆와 볶은 커피豆의 成分에 關하여 實驗한 것을 이에 報告하고자 한다.

## II. 實驗材料 및 方法

### 1. 實驗材料

#### 1) 커피生豆(green coffee)와

#### 볶은 커피(roast coffee)

우리나라의 맥스웰하우스(maxwellhouse)커피를 生産하는 仁川市 북구 효성동 316의 2에 자리 잡은 東西食品工業株式會社에서 提供한 아라비카種, 로부스타種, 그種의 生豆와 같은 生豆를 볶아서(roasting) 提供받은 볶은 커피 등을 使用하였다.

#### 2) 材料의 處理

위의 東西食品工業株式會社에서 提供받은 2種의 生豆와 같은 種類를 볶은 커피豆를 미서로 粉碎하여 一般成分의 分析은 그대로 使用하였으며 脂肪酸組成을 위하여서는 常法<sup>30)</sup>에 依해서 에칠에텔로 Soxhlet 抽出器로 各各 5時間式 抽出하였으며 이렇게 해서 얻은 粗脂肪(Crude fat)을 sample 로 使用하였다.

#### 3) Regular coffee 의 sample

市販의 Maxwellhous coffee(instant) sample 2種을 만들었으며 Saplme 1은 約 0.5g의 regular coffee와 1.5g의 decaffeiated coffee를 100ml의 beaker에 約 50ml의 물을 붓고 끓여서 約 15分間 攪拌하여, 여과한 것이고 sample 2는 같은 것을 濾過를 하지 않고 그대로 sample 을 高速液體 크로마토그래프 High pressure liquid chromatograph 以下 HPLC 으로略한 用으로 injection 하였다.

### 2. 實驗 方法

## 1) 커피생豆와 볶은커피의 一般成分의 分析

커피생豆 및 볶은커피의 一般成分은 水分(Moisture) 粗蛋白質(Crude protein), 카페인(Caffeine), 에틸抽出物(ether extracts), 總糖質(total sugars), 粗脂肪(Crude fats), 粗纖維(Crude fibre) 및 灰分(ash) 등의 AOCS의 Official and Tentative methode<sup>31-35)</sup>에 依하여서 各各 定量하였다.

## 2) 커피생豆 및 볶은커피의 脂肪酸分析

### ① 脂質成分의 抽出

各 試料 15g씩을 秤量하여 믹서로 ละเอียด하게 粉碎한 다음 圓筒濾紙에 넣고 Soxhlet extractor로 ethyl ether와 함께 粗脂質을 5時間 抽出한 다음 無水乾硝로 乾燥시키고 ether을 蒸發乾固시킨 후 窒素氣流下에서 保管하였다.

### ② 混合脂肪酸의 調製

混合脂肪酸을 다음과 같이 常法에 따라서<sup>36-37)</sup> 調製하였다.

즉 抽出한 粗脂質을 IN-alcohol 性 KOH 溶液으로 1時間式 sample 마다 沸騰鹼化시킨 後에 濃鹽酸으로 酸性化시킨 後 遊離된 脂肪酸을 抽出하고 ethyl ether 抽出液을 蒸溜水로 量回 洗滌하여 中性으로 만든 다음 그 抽出液에 無水芝硝를 加하여 脫水시킨 後 ether을 蒸發乾固하고 얻어진 脂肪酸을 亦是 N<sub>2</sub> gas를 通過시킨 後 保管한다.

### ③ 脂肪酸 Methyl ester의 調製

脂肪酸을 Gas liquid chromatography(以下 GLC로 略함)로 分離하기 위하여는 methyl ester化를 해야한다.

油脂의 methyl ester 化法에 關한 綜合的인 檢討가 Vorbeck<sup>38)</sup>에 依해서 報告된 것을 비롯하여 기타의 方法이 文獻에 나와 있으나<sup>39-41)</sup> 本實驗의 커피생豆 및 볶은커피豆 脂肪酸의 methyl ester의 調製를 de Mau<sup>42)</sup>의 方法에 따라 interesterification 하였다.

즉 上記에서 調製한 脂肪酸 10g에 150ml의 absoul methanol을 500ml의 flask에 溶解시킨 다음 2.5%의 Natrium methylate를 0.3g 加하여 refluxcondenser에서 沸騰시켜서 完全히 methyl ester가 된 다음에 ethyl ether 및 Petroleum ether의 混合溶液에 넣고 水洗한 다음 溶媒를 除去시키고 無水芝硝로 乾燥시켜서 ester 混合物를 그대로 GLC用 column에 注入시킨다.

### ④ GLC 分析

脂肪酸의 GLC 分析은 Shimazu model GC-4B(with hydrogen flame ionization detector)를 使用하여 다음과 같은 文獻<sup>43-48)</sup>을 參考하여 分析하였다.

Column은 glass製이고 長이는 2.5m이며 內徑(I. D.)은 3mm 이고 充塡劑液相은 methyl silicon SE-30이며 擔體로서는 chromosorb W 60-80mesh 이고 이를 1.5%의 充塡劑를 만들어서 使用하였다.

column 溫度는 25°C에서 225°C까지 1분에 對하여 8°C의 昇溫으로 하였다. 試料注入燥의 溫度는 242°C 이었으며 檢出器는 水素尖 ion型(HFID)를 設고 試料의 methyl ester 溶液을 micro syringe에 依해서 3.0 ml를 注入시켰으며 carrier gas는 窒素이고 flow rate는 90ml/min, atm, Inlet press는 0.9kg/cm<sup>2</sup>, H<sub>2</sub> flow rate는 60ml/min. Air flow rate는 0.8kg/cm<sup>2</sup>이며 range는 0.8V에 sensitivifying는 100이었다.

標準 脂肪酸의 含量 決定을 常法에 依해서<sup>49-52)</sup> 그의 面積比로서 重量比를 求하였다.

標準脂肪酸으로서 飽和脂肪酸으로서 Myristic acid, Palmitic acid, Stearic acid 및 Arachidic acid의 各 methyl ester을 使用하였으며 不飽和脂肪酸로서는 Oleic acid, linoleic acid 그리고 linolenic acid의 各 methyl ester을 使用하여 그들의 保持時間을 比較하여 各成分을 同定하였다.

標準脂肪酸 methyl ester의 log Rt와 standard fatty acid의 炭素數 또 log Rt와 同一 炭素數에 있어서의 二重結合의 數와의 關係가 直線을 나타낸 것은 文獻에 이미 報告<sup>53)</sup>되어 있으며 또 各 Peak의 retention time의 對數와 炭素數와는 直線關係가 있음으로 未知의 脂肪酸 methyl ester에 對하여도 GLC에 나타난 Rt만으로 推定할 수가 있다<sup>54-56)</sup>.

그리고 補正係數(Correction factor)<sup>57)</sup>를 sample의 成分과 같은 脂肪酸 一定量을 混合시킨 重量比와 이 混合된 標準脂肪酸의 Chromatogram의 Peak 面積比와의 比로서 決定하였다.

그리고 커피생豆 및 볶은커피油 脂肪酸의 Peaks 面積은 積分器를 利用하는 方法<sup>58)</sup>으로 測定하여 定量하였다.

## 3) HPLC에 依한 regular coffee 中の caffeine의 定性分析

HPLC는 예로부터 分離方法으로서 使用되어 온 液體 Chromatography (Liquid Chromatography, 以下 L. C.로 略함)가 機器分析法으로서 機能化되어 最近에는 廣範圍한 分野에서 急速도로 浸透되면서 展開되어 많은 分離에 關한 여러가지 問題가 解決되고 있다.

이렇게 HPLC가 廣範圍하게 應用되고 있는 理由는 sample이 適當한 溶媒에 溶解되면 簡單한 試料調整에 依해서 分離될 可能性이 있으며 또한 非破壞分析으로 因해서 成分의 分離後 分取가 簡單하며 또한 分子의

size 分配比, ion 反換速度 新和力을 利用하는 分離모-드가 確立되기 때문에 高分子物質로 부터 低分子物質까지를 카바할 수 있는 能力을 갖이고 있기 때문이다<sup>59)</sup>.

AOAC 法에서는 Caffeine 의 分析法을 確立시켰으며<sup>60-61)</sup> Smyly 等<sup>61, 62)</sup>은 HPLC 를 利用하여 soft drink 中の saccharine, sodium benzoate 및 Caffeine 等を 定量한 바 있다.

本實驗에서는 이 Smyly가 利用한 方法에 依해서<sup>63)</sup> regular coffee 의 sample 2種을 分析하여서 caffeine 의 定性分析을 하였으며 그 操作條件은 다음과 같다.

Operating conditions:

Apparatus: Liquid Chromatograph, Waters Associates Model ALC/GPC 200 type

Detector: Perkin-Elmer Model LC-55 continuously variable wavelength Ultraviolet-visible HPLC detector

Recorder: Varian Aerograph Model A-25 dual pen recorder

HPLC column: 30cm × 4mm id u-Bondapak/C18 (Waters Associates)

Mobile phase: Reagent grade glacial acetic acid, 5% in water

Flow rate: 1.5ml/min.

Wave length: 254nm

Temperature ambient: ca. 25°C

Attenuation: 0.05 AUFS (absorbance unit full scale)

Chart speed: 0.2 in/min.

Injection amount: 10 ul with Hamilton microsyringe

그리고 參考로 regular coffee 中の 成分의 分析은 最近 많이 愛用되고 있는 HPLC 를 利用하였으며 普通의 一般家庭에서 飲用하는 커피(즉 instant coffee 에 sugar 와 milk 를 넣은 것)을 取하였다.

### III. 結果 및 考察

以上の 方法에서와 같이 커피生豆 및 볶은커피의 一般成分을 AOAS 의 official and Tentative method 에 依해서 各各 定量한 結果는 다음 Table 1과 같으며 커피生豆 및 볶은커피의 脂肪酸의 GLC 分析 結果 그 의 面積比로서 重量比를 求한 結果는 다음 Table 2와 같다.

以上の Table 1 . 結果를 보면 커피의 種類인 Arabica 와 Robusta 의 一般成分의 差異는 別로 없다.

2種類가 다 水分, 蛋白質을 비롯하여 Caffeine 等 모든 成分을 다 含有하고 있는 것은 共通의이며 기타의 成分은 本實驗에서는 分析을 하지 않았으나 탄닌(Tannin) 成分 같은 것이 아닌가 싶다.

Caffeine 은 커피의 風味를 構成하는 重要한 要素로서 맛은 쓴맛을 갖이고 있으나 커피의 獨特한 苦味(bitter taste)는 이 Caffeine 에 依하는 일이 많다.

또 커피나 茶를 마실때 涩은 맛(澀味, Astringent taste)을 느끼는 것은 탄닌이 含有되어 있음을 알 수가 있고 茶 脂肪分이 커피에 含有되어 있음은 컵(cup)에 커피를 담고 仔細히 보면 脂肪分이 있음을 알 수가 있다.

Table 1에 나타나 있드시 커피속에는 相當量의 脂肪分이 含有되어 있으며 커피속에서 含有되어 있는 脂肪分은 1種類뿐만 아니라 몇個의 性質이 다른 脂肪이 있는데 그 中の 하나가 脂肪酸으로서 이것이 커피의 酸味

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

Item	Sample	Arabica (Brazil)		Robusta (Uganda)	
		green	roast	green	rosta
Moisture		11.37	2.83	11.35	2.72
Protein (Nx6.25)		13.46	14.31	13.37	14.71
Caffeine		1.76	1.61	1.82	1.60
Ether extracts		17.91	28.58	18.64	29.44
Total sugar		8.02	1.99	8.26	2.35
Crude fat (acetone soluble part)		11.25	10.21	11.02	12.93
Crude fibre		27.01	10.35	25.33	26.81
Total ash		3.02	4.56	4.82	5.14
Others		6.20	4.26	5.19	4.30

Remark: Oil is extracted with diethylether and extraction time is 5 hrs. by Soxhlet

**Table 2.** Composition of Fatty acids of coffee oils from Arabica and Robusta determined by GLC (%)

Item	Sample	Arabica (Brazil)		Robusta (Uganda)	
		green	roast	green	roast
Palmitic acid (C 16 : 0)		35.1	34.3	33.1	31.4
Stearic acid (C18 : 0)		8.4	8.6	9.0	8.8
Oleic acid (C18 : 1)		9.7	10.8	11.8	12.1
Linoleic acid (C18 : 2)		37.0	39.5	36.4	37.0
Linolenic acid (C18 : 3)		7.5	7.8	7.2	8.0
Unknown		2.3	3.0	2.5	2.7

(Sour taste, 신맛)에 影響을 주고 있다.

이 脂肪酸이 空氣에 接觸하면 化學變化를 일으켜서 커피의 맛에 變化를 줌으로 커피의 保存의 狀態에 注意를 要하여야 한다.

커피를 마시면 酸味나 苦味나 澁味를 느낀뒤에는 甘味(단맛, sweet taste)를 느끼게 되는데 이 맛이 커피속에 含有되고 있는 糖分의 맛이다.

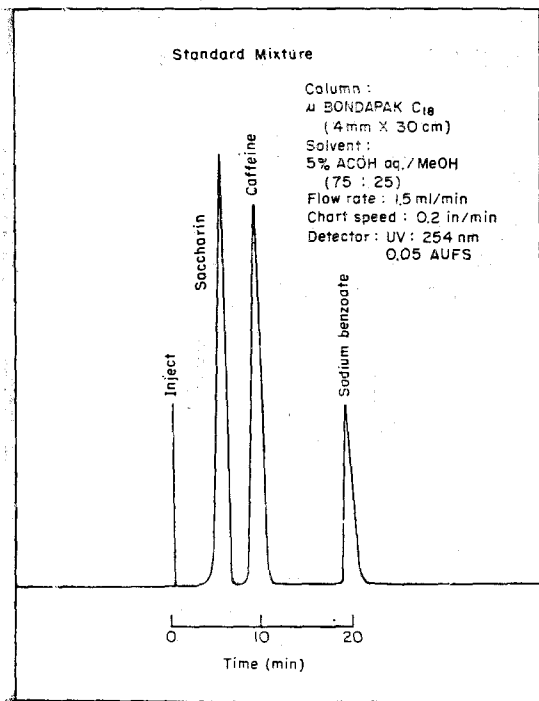
粗纖維는 커피液의 色粗에 關係를 주며 그다지 良質이라고는 볼 수 없어도 蛋白質을 含有하고 있고 에텔 抽出物은 芳香을 만들어내는 要素의 하나로서 커피의

成分은 그 하나하나가 모두 重要한 役割을 하고 있다.

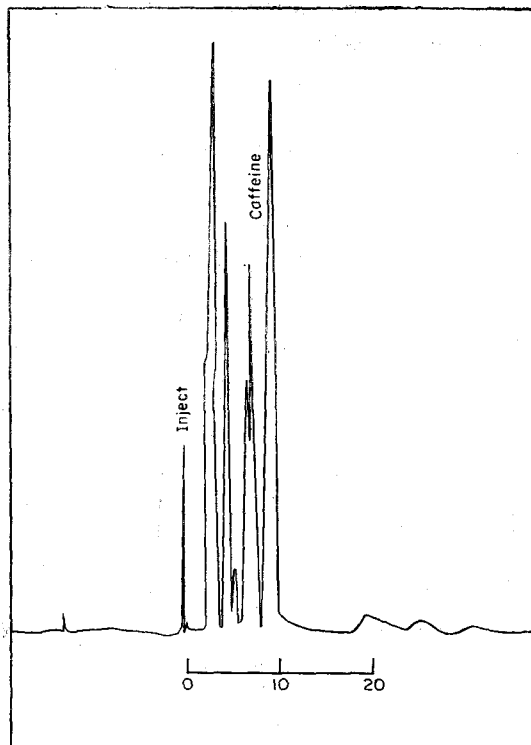
위에서도 言及한 바와 같이 커피의 成分의 含量에 그 種類에 따라서는 크게 差異가 나지 않았으나 Table 1의 結果를 보면 生豆와 볶은豆의 경우 水分과 總糖質, 粗纖維, Ether 抽出物 및 粗脂肪量 등은 많은 差異가 많다.

이것은 볶은 過程이나 方法 등에 따라서 다르기는 하겠으나 볶은後의 커피의 成分의 差異는 當然히 나타나는 現象이며 이는 生豆와의 比較檢討하는 좋은 參考資料가 될 수도 있다.

Table 2의 結果를 보면 커피의 種類인 Arabica 와



**Fig. 1.** Separation of a mixture of standard indicates the rapid determination of saccharin, sodium benzoate and caffeine by LC.



**Fig. 2.** Liquid chromatogram of regular coffee (sample 1)

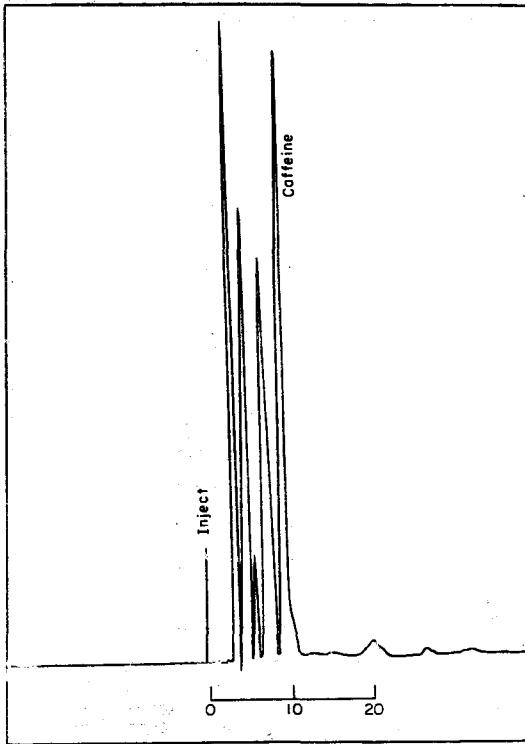


Fig. 3. Liquid chromatogram of regular coffee (Sample 2)

Robusta의 지방산의 함유나 종류에는 별로 차이 없으며 생豆와 볶은 커피豆亦是 큰 차이가 없다.

주로 함유하고 있는 飽和脂肪酸로서는 Palmitin酸이 그리고 不飽和脂肪酸로서는 Linol酸이 많이 함유되어 있으며 未知의 지방酸도 若干 있었다.

그밖에 飽和脂肪酸로서는 stearin酸이 그리고 不飽和脂肪酸로서는 Olein酸과 Linolein酸이 모두 함유되어 있었으며 Lino.酸이나 Linolein酸等の 必須脂肪酸(Essential fatty acid)의 含量이 相當量 있음은 營養面에서도 그 意義가 있다.

또 regular coffee 中の caffeine이 定性分析은 HPLC에 依해서 前記한 操作條件으로 標準混合物溶液을 比較物質로 하여 分析하였으며 그 結果는 다음 Fig 1 부터 Fig 3과 같다.

以上の 結果를 綜合하여 보면 아래와 같다.

1) 커피生豆와 볶은 커피의 一般成分으로서 水分, 粗蛋白質, 카페인, 에틸抽出物, 總糖質, 粗脂肪, 粗纖維 및 灰分等を AOCS法에 依해서 定量하였으며 그 結果 Arabica種과의 Robusta種 等の 커피의 種類의 成分의 差는 별로 나타나지 않았고 다만 생豆와 볶은 커피豆의 경우 水分, 總糖質粗纖維, Ether抽出物

및 粗脂肪等の 含量에는 많은 差異가 나타났는데 이것은 커피의 볶는 過程이나 方法等에서 생기는 差이다.

2) 커피豆 및 볶은 커피豆의 脂肪酸分析을 하여서 Arabica 및 Robusta 2種을 區別하여 보았으나 脂肪酸의 組成에서는 커피의 種類나 생豆 및 볶은 커피豆 如何에 關係없이 別다른 差異가 나타나지 않았으며 飽和脂肪酸中에서는 Palmitin酸이 그리고 不飽和脂肪酸中에서는 Linol酸의 含量이 많았고 그 밖의 脂肪酸으로서 Stearin酸 Linolein酸과 少量의 未知의 脂肪酸이 함유되어 있었다.

3) regular instant coffee 中の caffeine의 定性을 最近 모든 分野에 廣範圍하게 利用되고 있는 HPLC를 利用하여 定性分析의 可能함을 알 수가 있었으며 同定은 混合標準溶液의 retention time으로 比較하였다.

#### IV. 結 論

東西食品工業株式會社에서 提供받은 Arabica種과 Robusta種 種의 생豆와 같은 생豆를 볶은 것으로 一般成分 分析和 脂肪酸 分析을 한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 생豆와 볶은 커피豆의 成分의 含量에는 差異가 크다 (Table 1 參照).
2. Coffee oil에는 飽和脂肪酸인 Palmitin酸이 31.4—35.1를 차지하고 不飽和脂肪酸으로는 Linol酸의 含量이 35.5—37.0%로 가장 높은 함유량을 차지하였다 (Table 2 參照).
3. H. P. LC에 依해서 instant coffee soft drink 中の caffeine을 定性分析하였다.

本實驗의 本料를 提供하여 주신 東西食品工業株式會社의 社長님께 感謝를 드리는 바이다.

#### References

- 1) 大橋彌生: コーヒー入門, 株式會社 日本文藝社, P. 46 (1974)
- 2) 高鳥君子: コーヒー考至, 有紀書方刊
- 3) Elder, L. W. (1947), Coffee: *In Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol. IV. Edited by R. E. Kirk and D. F. Omer, 215—223, Interscience Division, John Wiley and Sons, New York.
- 4) 大川昭子: コーヒーと紅茶, 金園社 (1976)
- 5) Lockart (1957), Marbrout and Deatherage (1956) Merritt, C. et al. (1957) *Moore and*

- Heiniger(1951) Winton and Winton(1945) and others, in Michael Sivetz, M.S.: *Coffee Processing Technology*, The Avi Publishing Company, Inc. p. 165(1963)
- 6) 松尾登, 戸谷洋, 一郎: 日本工業技術連盟會第842回 工業連請座談 (1976)
  - 7) Kung, J. T.: *J. Agric. Food Chem.* 22, (3) 494-495 (1974)
  - 8) Vriff, P. H. and Yearansian, J. A.: *J. Assoc. Office. Anal. Chemists*, 56, (5) 1126-39 (1973)
  - 9) Viani, R., F. Mugger-Chavan, D. Reymond, P. H. Egli: *Helv. Chim. Acta* 48, 18 09-15 (1965)
  - 10) Schinoroku, Masuayama: *Yukagaku*, Vol. 19, No. 8, p. 675-68 (1970)
  - 11) R. G. Moores: *Anal. Chem.* 20, 620(1948)
  - 12) 荒井: 濃化 39, 66 (1965)
  - 13) Green and Roasted Coffee Test, with 86 Illustrations, 29 Maps, *Gordian-Publishing House, Hamburg* (1963)
  - 14) Chaudrasekharn, M. P. and B. T. Narayanan: *Aspects of Coffee Chemistry Sci. and Culture* 18, No. 3, 386-387, *Calcutta, India*, (1953)
  - 15) Anon. Revised every 5 years: *Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists (A. O. A. C.) Washington D. C.* (1960)
  - 16) Bredt, C.: *Roasted Coffee Gases, Food Inds.* 6, 344-349, 386 (1934)
  - 17) Cartwright, L. C. and C. T. Snell, Gases from roasted Coffee, *The Spice Mill*, 70, No. 2, Part I, 16, 26; No. 3, Part II, 16, 24 (1947)
  - 18) Casares, R. Yguanán, F. R. A.: *Analisis de Extratos de cafe. Anales, Bromatol* 6, 365-303, *Madrid* (1954)
  - 19) Clements, R. L. and F. E. Deatherage: *A chromatographic study of some of the compounds in roasted coffee. Food Research* 22, No. 2, 222-32 (1957)
  - 20) Elder, L. W.: *Staling of Rancidity in roasted coffee. Antioxygens produced by roasting. Ind. Eng. Chem.* 32, 798-801 (1940)
  - 21) Gialluly, M.: *Factors affecting the Inherent quality of green coffee. Coffee and Tea Inds* 81, No. 11, 127-132 (1958)
  - 22) Hughes, E. B.: *Chemistry of Coffee, J. Soc. Chem. Ind.* 29, 462 (1948)
  - 23) Jacobs, M. B.: *The Chemistry and Technology of Food and Food Products, Interscience Division, John Wiley and Sons, New York* (1953)
  - 24) Kogan, L., F. J., Dicarlo and W. E. Maynard: *Determination of Caffeine and Trigonelline in Coffee by paper chromatography. Anal. Chem.* 25, 1118 (1953)
  - 25) Hughes, E. B. and W. F. Wise: *Estimation of coffee to chicory ratio in Mixtures, J. Soc. Chem. Ind.* 74, 549 (1955)
  - 26) Karrer, P.: *Organic Chemistry, Elsevier Division, D. Van Nostrand Company, Princeton, N. J.* (1950)
  - 27) J. R. Feldman et al.: *J. Agric. Food Chem.* Vol. 17, 733 (1969)
  - 28) M. N. Clifford et al.: *J. Sci. Food Agric.* Vol. 27, 73 (1976)
  - 29) 中林: 日本食品工業學會法 1 Vol. 22, 507, 545, 549 (1975)
  - 30) 日本藥學會編: 衛生試驗法注鮮, 金原出版株式會社 (1973)
  - 31) A. O. C. S.: "Official and Tentative methods", 2nd Ed., *Chicago* (1958)
  - 32) W. Horwitz, P. Chichilo and Helen Reynolds: "Official Methods of the AOAC", *Published by Benjamin Franklin, Washington D. C.* (1970)
  - 33) 日本油化學協會編: 基準油脂分析試驗法, 朝倉書林發行 (1966)
  - 34) 佐佐木林治郎: 年乳・乳製品 *Hand book*, 朝倉書林發行 (1970)
  - 35) 食品分析: ハンバブツク張帛社 (1969)
  - 36) Paoeolletti, R. & D. Krichevsky: *Advances in Lipid Research*, 1, 3, *Acad. Press, New York* (1963)
  - 37) DGF-Einheitsmethoden, C-III (1956)
  - 38) Vorbeck, M. L. and Mattick, L. R.: *Anal. Chem.* 33, 1512 (1961)
  - 39) Schlenk, H. and J. L. Gellerman: *Anal. Chem.* 32, 1412 (1960)
  - 40) Stoffel, W., Chu, F. and Ahrens, E. H.:

- Anal.* 31, 307 (1959)
- 41) Metcalfe, L.D. and Schmitz, A.A.: *Anal. Chem.* 33, 363 (1961)
- 42) J.M. de Man: *J. Dairy Sci.* 47, 546 (1964)
- 43) James, A.T.: "Methods of Biochemical Analysis", Interscience, Vol. 8, p. 1 (1960)
- 44) Ackman, R.G.: "Progress in the Chemistry of Fats and other Lipids", Pergamon Press, Vol. 12, p. 165 (1972)
- 45) 日本生化学会編: 生化学 実験講座 3, 脂質化学 (東京化学同人) p. 62 (1974)
- 46) 今市邦太郎, „脂質 I”, 舟橋三郎, 原一郎, 山川良夫編, 共立出版 p. 553 (1970)
- 47) 須賀茶, 邊昭次, “有機工業化学工油化学”, 誤講社, 93 (1971)
- 48) 高木徹, 油脂, 脂質の機點分析, 辛書房, 180 (1976)
- 49) J.W. Robinson: "Undergraduate Instrumental Analysis" (1971)
- 50) R.G. Ackerman: "Methods in Enzymology", Academic Press, Vol. 14, p. 339-381 (1969)
- 51) K.K. Carroll: *Nature (London)* 191, 377 (1961)
- 52) E.C. Horning, E.H. Ahrens, S.R. Lipsky, F.H. Mattson, J.F. Mead, D.A. Turner, W.H. Goldwater: *J. Lipid Res.* 5, 20 (1964)
- 53) Ackerman, R.G.: *J. Gas Chromatog.* 1, No 6 (11) (1953)
- 54) Macwilliam, J.G.: *J. Appl. Chem.* 9, 379 (1959)
- 55) Ettre, L.S. et al.: *J. Chromatog.* 11, 114 (1963)
- 56) 岸本: 化学の領域増刊 44 247 (1961)
- 57) Jamieson, G., R.: *H. Chromatog.* 3, 464 (1960)
- 58) Sawyer, D.T. and Barr, J.K.: *Anal. Chem.* 34, 1213 (1962)
- 59) 中山力, 高橋孝行, 佐藤通昌: 有機合成化学 第34巻, 第10號. p.773 (1976)
- 60) Official Methods of Analysts (1975) 12th Ed., AOAC, Washington D.C. secs. 1504-15, 026
- 61) Official Methods of Analysis (1975) 12th Ed., AOAC, Washington, D.C. secs. 12, 032-12, 045
- 62) Dan, S. Smyly, Betsy, B. Woodward and Edward C. Conrad: *Journal of the AOAC* Vol. 59, No. 1, 14 (1976)
- 63) Waters Associates, Inc. (1974) "Application Highlight AH-346", Milford/MA