

## 微波爐用塑膠容器之衛生安全探討

白美娟 朱 華 鄭秋真 周薰修

行政院衛生署藥物食品檢驗局

### 摘 要

本研究主要探討近年來廣為國人使用的微波爐用塑膠容器之衛生安全情形。於台北市各大百貨公司超級市場採購有明顯標示微波爐用之塑膠容器,其材質包括聚丙烯、結晶性對苯二甲酸乙二酯、聚烯烴化合物及耐熱複合材質等。為了探討微波加熱時的安全性,並與傳統加熱方式進行比較。本研究特依行政院衛生署所訂相同材質之食品器具、容器、包裝衛生標準及檢驗方法,並參考日本食品包裝法規研究會所編日本食品用塑膠容器包裝等規格案中容器類橄欖油溶出試驗法,檢測模擬油脂食品於該類容器內受微波快速加熱至100℃以上高溫時之移行物質溶出情形。另利用光纖測溫儀測量溫度於微波加熱條件之各項溶出試驗中之變化情形。分析結果發現僅一件耐熱複合材質製之容器其4%醋酸溶出試驗蒸發殘渣量,不論以恆溫或微波加熱條件浸泡,皆超過衛生標準,其餘均合於衛生標準。另橄欖油溶出試驗依其材質標示之耐熱溫度,經微波不同加熱處理,結果發現除一件聚烯烴材質容器在橄欖油加熱至中心溫度120℃時移行物質溶出量為135 ppm,而120℃持續五分鐘時之溶出量高達850ppm外,其餘檢體溶出量均在未檢出至67 ppm,且結晶性對苯二甲酸乙二酯材質之溶出量亦較其他材質者為低。

### 前 言

近年來,由於社會形態的轉變,婦女就業率提高,家庭成員一起進食機會減少,使得具有省時、方便、乾淨等優點的微波爐日漸普及,而成為現代人生活的新寵。由於微波加熱方式迥異於傳統加熱方法,因此利用微波爐在食品烹調、加熱或解凍時所使用的容器或包裝之衛生安全問題確實值得我們關切。故本研究乃針對較有衛生安全顧慮之塑膠類各種材質之容器包裝進行探討,以評估其安全性。

微波是頻率介於可見光與無線電間的一種電磁波,通常是指300 MHz以上之超高頻率(UHF),一般家庭用微波爐是採用2450MHz的為主。微波加熱原理是由磁控管(magnetron)放射出微波,當微波穿透食品時,可使介電質的兩端帶有極性之分子如水分子及帶電的正、負離子如食鹽的鈉、氯離子,隨著微波極板的極性變化而轉動或振動,在頻率2450MHz的微波下,

每秒鐘24億5千萬次的振動,而使分子在瞬間內產生摩擦熱而快速地提高了食品的溫度<sup>(1,2)</sup>。

微波產生之熱能量與介電損失係數成正比,故當食品的介電損失係數愈大,微波不易穿透,加熱效果愈好;但在選擇包裝容器時,則應採用介電損失係數小、易穿透的材質,以減少微波之損耗<sup>(1,2)</sup>。因此,容器在微波下本身幾乎不產生熱,而是由不同介電損失係數之食品在吸收微波升溫後,再傳導至容器所致,故對容器耐熱度的需求就全視食品會昇高之溫度而定。更由文獻<sup>(2-4)</sup>得知包裝容器會因其大小、形狀、放置之位置、盛裝食品之成分種類而有加熱不均之現象。

可使用於微波爐的包裝容器有陶瓷器、玻璃器皿、紙、塑膠容器、包裝袋、保鮮膜、加熱片(heat susceptor)等;其中唯有塑膠材質之包裝容器的溫度使用範圍涵蓋零下20℃以下之低溫至200℃以上之高溫<sup>(1,2)</sup>,又以家庭用塑膠器具多樣化、多功能及方便性等優點而普為人們所愛用。超級市場琳琅滿目,各式各樣的微波用塑

膠製容器多由國外進口,且主要來自微波食品開發較早及微波爐使用普及率較高之美國與日本。其材質種類有聚丙烯系(Polypropylene, PP)、Polymethylpentene(PMP, TPX)、結晶性對苯二甲酸乙二酯(Crystallized-polyethylene terephthalate, C-PET)、不飽和聚酯樹脂系(Unsaturated polyester, UP)、聚醚醯亞胺(Polyetherimide, PEI)、聚酯系液晶及聚砜(Poly-sulfone, PSO)<sup>(1)</sup>。

日本厚生省最早對此類容器以衛生安全之觀點進行調查研究,並已有多篇報告發表<sup>(5,8)</sup>,美國則以 Code of Federal Regulation Part 21 CH.1, § 176.170 為其檢驗依據<sup>(2)</sup>,國內則以新竹食品工業發展研究所率先對此方面進行研究與探討<sup>(3,4)</sup>。我國現行食品器具、容器、包裝衛生標準係針對傳統加熱方式之食品加工包裝而訂,尚未慮及微波用容器、包裝之安全性。本研究就採得的檢體除依據現行食品器具、容器、包裝衛生標準及檢驗方法<sup>(9)</sup>中塑膠類一般規定與塑膠類分類規定中聚丙烯系材質(PP)及對苯二甲酸乙二酯材質(PET)兩類材質之衛生標準逐項檢驗外,並以微波加熱後再就相同的檢驗項目予以檢驗,以進行比較,探討其安全性。另參考日本食品包裝法規研究會所編日本食品用塑膠容器包裝等規格案中容器類橄欖油溶出試驗法<sup>(5)</sup>,檢測模擬油脂食品於該類容器內受微波快速加熱至 100℃ 以上高溫時之移行物質溶出情形,以探討容器於高溫下之安全性。

材料與方法

一. 檢體來源:

| 檢體編號 | 商品名             | 製造國          | 材質                     | 大小<br>(cm)               | 標示耐溫範圍<br>(℃) |
|------|-----------------|--------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| 1    | 食物盒             | 日本           | PP                     | 20×12.5×4.5              | -20~140       |
| 2    | 食物盒             | 日本           | PP                     | 15×11×7                  | -30~135       |
| 3    | 微波爐用品           | 日本           | PP                     | 20×12×3.5                | -30~140       |
| 4    | 妙烹微波爐餐具<br>烘焙系列 | 美國           | C-PET                  | 20×13.5×3.5              | ~200          |
| 5    | 海拉普耐熱盒          | 日本           | C-PET                  | 16×12×4.5                | -40~220       |
| 6    | MICROWAVE WARE  | 日本           | C-PET                  | 10.7×10.7×4              | -30~230       |
| 7    | HOT COOKERE     | 日本           | 聚烯烴化合物<br>(Polyolefin) | π(5.5) <sup>2</sup> ×4.5 | -20~150       |
| 8    | 萊古克             | 美國原料<br>(臺製) | 耐熱複合材質                 | 21×15×3.5                | -40~204       |

檢體係於台北市各大百貨公司超級市場採購有明顯標示微波爐用之塑膠容器共計 8 件,其材質、規格與耐溫範圍如下表:

二. 儀器與裝置:

- (一)微波爐:National Model No.NE-758TW 微波爐, Japan。
- (二)光纖測溫儀:Luxtron Model 755 4-Channels Fluoroptic thermometer, 配備 MIC-X Chemical/Oil Resistant Probe (適用範圍:-30~200℃), Luxtron Corporation, USA。
- (三)恆溫恆濕機:Taichy Model HRM-80B, 恆溫恆濕試驗機(溫度範圍:0~85℃, 相對濕度範圍:30%~95%)泰琪精密工業公司, 臺中, 臺灣。
- (四)分光光度計:Spectronic Array, Model 3000, Milton Roy Co., NY, USA 。
- (五)氣相層析儀:
  - 1.層析儀:Varian 3700 Gas Chromatograph (Varian Associates, Walnut Creek, CA, USA)。
  - 2.檢出器:氫焰離子化檢出器(FID)。
  - 3.層析管:3m×2.5mm id 之玻璃管。
  - 4.層析管填充劑:Chromosorb W (80/100 mesh) 上覆被有 10% DEGS (Varian Associates, Walnut Creek, CA, USA)。
  - 5.積分儀:Vista 401 Computer(Varian Associates, Walnut Creek, CA, USA)。

三. 試藥:

(一)冰醋酸、硝酸鉛及銻採試藥特級;硝酸、硫酸、

硫化鈉、甘油、氨水、苯肼(Phenyl hydrazine)、過氧化氫、鹽酸、酚基茱酮(Phenyl fluoron)、氫氧化鉀及橄欖油採試藥級,均購自和光純藥工業株式會社(大阪,日本)。

(二)正庚烷、二氧化鎢與硝酸銀採試藥特級;L-抗壞血酸為試藥級,均購自Fluka Chemie AG (Buchs, Switzerland)。

(三)碘化鉀與四氯化碳採試藥級,購自Cica,關東化學株式會社(東京,日本)。

(四)乙醇、高錳酸鉀(Titrisol Art.9935)與草酸鈉(Art.6557)採試藥特級,亞硝基亞鐵氰化鈉(Sodium nitroprusside)及無水碳酸鈉採試藥級,甲醇採液相層析級,三氟化硼/甲醇混合液(Boron trifluoride/methanol complex, Merck-Schuchardt Art.801663)均購自E. Merck, Darmstadt, (F.R.Germany)。

(五)硫酸鈉採試藥級,購自J.T.Baker Chemical Co., (NSW, Australia)。

(六)Magrate 之甲基酯化標準品(Heptadecanoic acid methyl ester)購自Sigma Chemical CO. (MO, USA)。

#### 四. 試液:

(一)0.5N 氫氧化鉀/甲醇溶液之調製:  
取氫氧化鉀 35g,加水 20ml 溶解後,再加甲醇使成 1000ml。

(二)0.1% Methyl magrate/正庚烷溶液之調製:  
取 Heptadecanoic acid methyl ester 0.1g,溶於正庚烷使成 100 ml,為內部標準(internal standard)溶液。

(三)橄欖油標準液之調製:  
精確稱取橄欖油 30、60 及 90 mg,置於 50ml 反應試管中,加入 0.5N 氫氧化鉀/甲醇溶液 4 ml,加熱迴流十分鐘,冷後加三氟化硼/甲醇混合液 5 ml,加熱迴流二分鐘,冷卻後,正確添加 0.1% methyl magrate/正庚烷溶液 10 ml,加熱迴流一分鐘,放冷後加飽和硫酸鈉溶液 30 ml,振盪混合二分鐘,靜置分層,取上澄液(正庚烷層)作為標準液(其含量分別為 3、6 及 9 mg/ml)。

#### 五. 試驗方法:

(一)水、4%醋酸、正庚烷及 20% 酒精溶出試驗  
以恆溫加熱及微波加熱兩種方式進行檢液之調製,並依照食品器具、容器、包裝衛生標準(見表一)就不同材質進行高錳酸鉀消耗量、蒸發殘渣、重金屬、甲醇、銻及鎢等項目之檢驗,檢驗方法依據行政院衛生署公告方法<sup>(5)</sup>。

1. 恆溫溶出試驗:

依照行政院衛生署公告食品器具、容器、包裝衛生標準(見表一)及檢驗方法進行檢液之調製。4%醋酸浸出條件修改為置恆溫恆濕機中設定溫度 66°C 相對濕度 95%,以保持恆溫 60°C。

2. 微波加熱溶出試驗:

檢體用水洗淨晾乾,分別加入約八分滿容器容積量之水,4%醋酸溶液及 20% 酒精溶液作為浸出液,置於微波爐轉盤中心位置,水與 4%醋酸浸出液在強微波(700W)下加熱,以光纖測溫儀測量中心溫度,使浸出液由室溫昇溫至  $90 \pm 3^\circ\text{C}$ ; 20% 酒精浸出液同法使之昇溫至  $63 \pm 2^\circ\text{C}$ ,記錄每一檢體升溫所需之時間與確實溫度,此為浸出條件 A(見表二)。將微波加熱浸出條件 A 之時間延長一倍,各浸出液亦於強微波(700W)下加熱,並記錄各檢體之溫度,此為微波加熱浸出條件 B(見表三),取出浸出液冷卻後供作檢液。

(二)橄欖油溶出試驗:

檢體經水洗晾乾後,置恆溫恆濕機中在 20°C 及相對濕度 50% 條件下保存至恆重( $W_1$ ),以橄欖油為浸出液倒入容器約七分滿,置於微波爐轉盤中心位置,經表列微波浸出條件加熱後,用光纖測溫儀測量溫度並記錄之,除去浸出液,以 5B 濾紙(日本東洋濾紙)拭淨檢體表面殘留油液,再置恆溫恆濕機中(20°C, 相對濕度 50%)保存至恆重( $W_2$ ),取浸漬接觸面積約 200  $\text{cm}^2$  之檢體稱重( $W_3$ )後剪成碎片,置於 Soxhlet 裝置中以 200ml 正庚烷迴流萃取五小時後,倒入濃縮瓶,於 50°C 減壓濃縮至乾,再於 105°C 乾燥一小時,殘渣加入 0.5N 氫氧化鉀/甲醇溶液 4ml,加熱迴流十分鐘,冷後加三氟化硼/甲醇混合液 5 ml,加熱迴流二分鐘,冷後,正確添加 0.1% methyl magrate/正庚烷溶液 10 ml,加熱迴流一分鐘,放冷後加飽和硫酸鈉溶液 30ml,振盪混合二分鐘,靜置分層,取上澄液(正庚烷層)進行氣相層析,檢出之 stearic acid 或 oleic acid 與標準品比對,求得檢體殘留橄欖油之濃度 C(mg/ml),由校正公式<sup>(5)</sup>求出橄欖油溶出量。

$$\text{橄欖油溶出量(mg/ml)} = \frac{W_3(W_1 - W_2) + 10W_2C}{2W_2S}$$

$W_1$ : 未浸漬橄欖油之檢體全重

$W_2$ : 浸漬橄欖油後之檢體全重

$W_3$ : 浸漬橄欖油接觸面積約 200  $\text{cm}^2$  之檢體重量

C: 檢體殘留橄欖油之濃度

S: 橄欖油接觸檢體之面積

氣相層析條件:

層析管溫度: 185°C

檢出器溫度: 250°C

注入器溫度: 240°C

載流氣體及流速：N<sub>2</sub>, 30ml/min  
橄欖油之微波浸出條件如下表：

結果與討論

本研究之檢體係於台北市各大百貨公司超級市場採購有明顯標示微波爐用之塑膠容器共計 8 件，其材質包括聚丙烯材質 3 件、結晶性對苯二甲酸乙二酯材質 3 件、聚烯烴化合物 1 件及耐熱複合材質 1 件等。依現行『食品器具、容器、包裝衛生標準』之規定，塑膠類器具、容器、包裝除應符合一般規定外，尚應符合該塑膠類之分類規定，目前尚無聚烯烴化合物及耐熱複合材質之衛生標準與檢驗方法，故依聚丙烯與對苯二甲酸乙二酯材質之分類規定予以檢驗(見表一)。

採得之 8 件檢體依表一所列各項試驗項目分別進行水溶出試驗、4%醋酸溶出試驗、正庚烷溶出試驗及 20%酒精溶出試驗。但水及 4%醋酸浸出液採用較嚴苛之 95℃, 30 分鐘(假定試驗容器之使用溫度為 100℃以上)浸出條件。所得浸出液再依公告之檢驗方法分別進行高錳酸鉀消耗量、蒸發殘渣、重金屬、甲醇、銻、鍺等項目之檢驗。

又為進一步了解此等容器於微波加熱下之衛生安全情形，故仍參照表一進行同樣項目之檢驗，唯正庚烷溶出試驗不適於微波下操作，故改依日本食品包裝法規研究會所編日本食品用塑膠容器包裝等規格案中容器類橄欖油溶出試驗。容器之內容物經微波加熱後，再將溫度傳導至容器，故各個大小不同容器置入浸出液(約容器 80%容積量)，於同一微波強度與時間下加熱後，各浸出液所測得的溫度常有不同，且有昇溫不均之現象。微波烹調習慣，是將溫度在室溫或低於室溫的容器連同內容物直接置於微波下加熱。故三種溶出試驗之微波加熱浸出條件參照公告標準條件與上述之微波特性作一設計，水溶出試驗與 4%醋酸溶出試驗為在微波強

度 700W 下加熱，以光纖測溫儀測量中心溫度，檢測浸出液由室溫昇溫至 90±3℃之溶出情形，並記錄所需之時間。水溶出試驗之溫度、時間分別為 87~92℃、2.5~7 分鐘；而 4%醋酸溶出試驗之溫度、時間則分別為 87~93℃、2.5~6 分鐘。同樣的，20%酒精溶出試驗之溫度與時間為 61~65℃(63±2℃) 1~4 分鐘，將此定義為微波加熱浸出條件 A(見表二)。為了解其在較長時間之安全性，故將時間延長一倍以比較其溶出情形，並記錄溫度別為 95~100℃、100~103℃、83~87℃，此定義為微波加熱浸出條件 B(見表三)。微波加熱浸出條件 A 之溫度均未超過衛生標準中浸出條件之溫度 95℃或 65℃，而經條件 B 加熱者，其浸出液均已達沸騰不再昇溫，且其溫度皆較公告標準浸出條件之溫度為高；而微波加熱時間最長者亦只達 14 分鐘，仍較公告標準條件之持續浸泡 30 分鐘為短。於此三種不同浸出條件分別比較分析三種溶出試驗中各個檢驗項目之結果，詳見表四、五、六。

水溶出試驗結果見表四，高錳酸鉀消耗量於水浴(95℃, 30 分鐘)與微波(700W)加熱條件 A、B 下分別為 0.16~1.42、0.00~0.63 及 0.00~1.42ppm；其平均值分別為 0.55、0.31 及 0.51ppm，均遠在衛生標準(10ppm)以下，其量微波加熱浸出條件 B 高於條件 A，後者與水浴下相近，但較之略低。蒸發殘渣於水浴與微波加熱條件 A、B 下則分別為 0.5~4.5、0.5~4.0 及 0.5~4.0ppm；其平均值分別為 2.4、2.2 及 2.2ppm，亦遠在衛生標準(30ppm)以下，微波加熱兩種浸出條件 A、B 值相近，而以水浴下略高。各檢體材質不同，有不同之耐熱溫度，聚丙烯材質為 135~140℃、結晶性對苯二甲酸乙二酯材質 200~230℃、聚烯烴化合物 150℃及耐熱複合材質 204℃，而高錳酸鉀消耗量與蒸發殘渣在三種浸出條件下，並不因材質不同、耐熱溫度不同而有明顯之差異。

| 浸 出 設 計          | 微 波 條 件                                                                                             |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.檢體加熱至高溫        | 以強微波(700W)加熱，使中心溫度由室溫昇至 120℃。                                                                       |
| 2.依檢體材質之標示耐熱溫度加熱 | 以強微波(700W)加熱，使中心溫度由室溫昇至低於標示溫度 20℃之溫度。                                                               |
| 3.檢體持續於高溫下加熱     | 以強微波(700W)加熱，使中心溫度由室溫昇至 120℃，續以微波強度 80W 持續 2 分鐘，210W 持續 1 分 30 秒，80W 持續 1 分 30 秒，以維持油溫在 120±3℃5 分鐘。 |

表一 聚丙烯與聚對苯二甲酸乙二酯之食品器具、容器、包裝溶出試驗衛生標準

Table 1. Hygiene standards of food utensils, containers and packages for polypropylene and polyethylene terephthalate's leaching test.

| 原材料<br>Material                                  | 浸出液<br>Leaching solution | 浸出條件<br>Leaching condition                                                                                 | 項目及合格標準<br>Item and Hygiene standards                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 聚丙烯<br>Polypropylene(PP)                         | 水<br>Water               | 60℃, 30 分鐘(使用溫度為 100℃以上者:95℃, 30 分鐘)<br>60℃, 30mins(if using temperature is more than 100℃: 95℃, 30mins).  | 高錳酸鉀消耗量:10 ppm 以下。<br>Consumption of Potassium permanganate:below 10ppm.<br>蒸發殘渣(pH5 以上之食品用容器、包裝):30 ppm 以下。<br>Residue on evaporation (containers and packages are used for food more than pH5):below 30 ppm.                                                                                                                                         |
|                                                  | 4%醋酸<br>4% Acetic acid   |                                                                                                            | 重金屬:1 ppm 以下。(以 Pb 計)<br>Heavy Metals:below 1 ppm.(as Pb)<br>蒸發殘渣(一般器具, pH5 以下之食品用容器、包裝):30 ppm 以下。<br>Residue on evaporation(containers and packages are used for food which is common and less than pH5):below 30 ppm.<br>甲醇:不得檢出。<br>Methanol:not detected.                                                                                         |
|                                                  | 正庚烷<br>n-Heptane         | 25℃, 1 小時<br>25℃, 1hr                                                                                      | 蒸發殘渣(油脂及脂肪性食品用容器、包裝):30 ppm 以下, 但使用溫度為 100℃以下者:150 ppm 以下。<br>Residue on evaporation(containers and packages are used for oily and fatty food ): below 30 ppm, if using temperature is less than 100℃:below 150 ppm.                                                                                                                                   |
|                                                  | 20%酒精<br>20% Ethanol     | 60℃, 30 分鐘<br>60℃, 30mins                                                                                  | 蒸發殘渣(酒類用容器、包裝):30 ppm 以下。<br>Residue on evaporation(containers and packages are used for wine):below 30 ppm                                                                                                                                                                                                                                            |
| 聚對苯二甲酸乙二酯<br>Poly (ethylene terephthalate) (PET) | 水<br>Water               | 60℃, 30 分鐘(使用溫度為 100℃以上者:95℃, 30 分鐘)。<br>60℃, 30mins(if using temperature is more than 100℃: 95℃, 30mins). | 高錳酸鉀消耗量:10 ppm 以下。<br>Consumption of Potassium permanganate:below 10ppm.<br>蒸發殘渣(pH5 以上之食品用容器、包裝):30 ppm 以下。<br>Residue on evaporation (containers and packages are used for food more than pH5):below 30 ppm.                                                                                                                                         |
|                                                  | 4%醋酸<br>4% Acetic acid   |                                                                                                            | 重金屬:1 ppm 以下。(以 Pb 計)<br>Heavy Metals:below 1 ppm.(as Pb)<br>銻:0.05 ppm 以下。<br>Antimony:below 0.05ppm.<br>鍺:0.1 ppm 以下。<br>Germanium:below 0.1ppm.<br>蒸發殘渣(一般器具, pH5 以下之食品用容器、包裝):30ppm 以下。<br>Residue on evaporation(containers and packages are used for food which is common and less than pH5):below 30 ppm.<br>甲醇:不得檢出。<br>Methanol:not detected. |
|                                                  | 正庚烷<br>n-Heptane         | 25℃, 1 小時<br>25℃, 1hr                                                                                      | 蒸發殘渣(油脂及脂肪性食品用容器、包裝):30 ppm 以下。<br>Residue on evaporation(containers and packages are used for oily and fatty food): below 30 ppm.                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                  | 20%酒精<br>20% Ethanol     | 60℃, 30 鐘<br>60℃, 30mins                                                                                   | 蒸發殘渣(酒類用容器、包裝):30ppm 以下。<br>Residue on evaporation(containers and packages are used for wine):below 30 ppm.                                                                                                                                                                                                                                            |

註:依照行政院衛生署 1987.6.9 衛署食字第 664889 號公告之食品器具容器包裝衛生標準。

This is according to the "Hygiene Standards of Food Utensils, Containers and Packages"issued by the Department of Health, Executive Yuan in 6, 9, 1987.

表二 三種浸出液於微波加熱之浸出條件 A

Table 2. The leaching condition A of three solution during microwave oven heating.

| 檢體<br>編號<br>Sample No. | 檢體<br>材質<br>Sample material  | 水溶出試驗<br>Water leaching test |                    | 4%醋酸溶出試驗<br>4%Acetic acid leaching test |                    | 20%酒精溶出試驗<br>20%Ethanol leaching test |                    |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
|                        |                              | 時間*                          | 溫度**               | 時間*                                     | 溫度**               | 時間*                                   | 溫度**               |
|                        |                              | Time<br>(min)                | Temperature<br>(℃) | Time<br>(min)                           | Temperature<br>(℃) | Time<br>(min)                         | Temperature<br>(℃) |
| 1                      | 聚丙烯 PP                       | 7                            | 89                 | 4                                       | 87                 | 4                                     | 65                 |
| 2                      | 聚丙烯 PP                       | 7                            | 90                 | 6                                       | 91                 | 4                                     | 64                 |
| 3                      | 聚丙烯 PP                       | 5                            | 87                 | 5                                       | 91                 | 1                                     | 63                 |
| 4                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 5                            | 90                 | 4.5                                     | 93                 | 1.5                                   | 62                 |
| 5                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 5                            | 92                 | 4                                       | 90                 | 2                                     | 65                 |
| 6                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 3                            | 91                 | 3                                       | 92                 | 1.5                                   | 62                 |
| 7                      | 聚烯烴化合物<br>Poly olefin        | 2.5                          | 89                 | 2.5                                     | 91                 | 1                                     | 61                 |
| 8                      | 耐熱複合材質<br>Composite material | 2.5                          | 87                 | 2.5                                     | 91                 | 1.5                                   | 65                 |
| 範圍<br>Range            |                              | 2.5~7                        | 87~92              | 2.5~6                                   | 87~93              | 1~4                                   | 61~65              |

註：\*：表以微波(700W)加熱由室溫昇至 90±3℃ 或 63±2℃ 所須之時間。

The time is needed from room temperature to 90±3℃ or 63±2℃ during microwave oven heating(700W).

\*\*：表於該時間經光纖測溫儀測得之溫度。

The actual temperature is detected by Fluoroptic Thermometer in the end of the time.

表三 三種浸出液於微波加熱之浸出條件 B

Table 3. The leaching condition B of three solution during microwave oven heating.

| 檢體<br>編號<br>Sample No. | 檢體<br>材質<br>Sample material  | 水溶出試驗<br>Water leaching test |                    | 4%醋酸溶出試驗<br>4%Acetic acid leaching test |                    | 20%酒精溶出試驗<br>20%Ethanol leaching test |                    |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
|                        |                              | 時間*                          | 溫度**               | 時間*                                     | 溫度**               | 時間*                                   | 溫度**               |
|                        |                              | Time<br>(min)                | Temperature<br>(℃) | Time<br>(min)                           | Temperature<br>(℃) | Time<br>(min)                         | Temperature<br>(℃) |
| 1                      | 聚丙烯 PP                       | 14                           | 95                 | 8                                       | 100                | 8                                     | 85                 |
| 2                      | 聚丙烯 PP                       | 14                           | 96                 | 12                                      | 102                | 8                                     | 88                 |
| 3                      | 聚丙烯 PP                       | 10                           | 98                 | 10                                      | 103                | 2                                     | 87                 |
| 4                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 10                           | 97                 | 9                                       | 102                | 3                                     | 83                 |
| 5                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 10                           | 96                 | 8                                       | 102                | 4                                     | 87                 |
| 6                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 6                            | 97                 | 6                                       | 103                | 3                                     | 86                 |
| 7                      | 聚烯烴化合物<br>Polyolefin         | 5                            | 97                 | 5                                       | 103                | 2                                     | 86                 |
| 8                      | 耐熱複合材質<br>Composite material | 5                            | 100                | 5                                       | 103                | 3                                     | 85                 |
| 範圍<br>Range            |                              | 5~14                         | 95~100             | 5~12                                    | 100~103            | 2~8                                   | 83~87              |

註：\*：表微波加熱之浸出條件 A(見表二)之兩倍時間。

The double time of leaching condition A during microwave oven heating(see table2.).

\*\*：表於該時間經光纖測溫儀測得之溫度。

The actual temperature is detected by Fluoroptic Thermometer at the end of the time.

4%醋酸溶出試驗結果見表五,重金屬均合於衛生標準(1 ppm 以下)。蒸發殘渣除一件耐熱複合材質容器於水浴(95℃, 30 分鐘)與微波(700W)加熱條件 A、B 下分別高達 7244.0、1093.0 及 2307.0 ppm 外,其餘分別為 0.0、0.0 及 0.0~8.0 ppm,均在衛生標準(30 ppm)以下。甲醇均未檢出。銻、鎘乃僅就聚對苯二甲酸乙二酯材質(檢體編號 4,5,6)進行檢驗,其結果亦合於衛生標準(銻:0.05 ppm 以下,鎘:0.1ppm 以下)。耐熱複合材質容器之材質及由多層材質層積而成,不易鑑別,其標示耐熱溫度雖高達 204℃,但蒸發殘渣於水浴(95℃持續 30 分鐘)、微波加熱浸出條件 A(由室溫昇至 91℃歷經 2.5 分鐘)、微波加熱浸出條件 B(由室溫昇至 103℃歷經 5 分鐘)下皆有高量之溶出,且表面有明顯侵蝕剝落之痕跡,故耐熱溫度較高之容器,並不見得適合盛裝酸性食品。消費者切勿以為高耐溫之容器即高安全度,而隨意盛裝含有特殊成分如酸、鹼、高油脂及高酒精含量之食品。另由實驗結果發現微波加熱浸出條件 B 溶出量較 A 為高,水浴下又為其兩者數倍之高,故持續長時間與高溫是導致高溶出量之主要原因。其餘 7 件檢體各項檢驗均合於衛生標準,故於傳統加熱或微波加熱方式下均適合使用為一般器具或盛裝 pH5 以下之食品。又材質間各項檢

驗無明顯之差異。

20%酒精溶出試驗結果見表六,蒸發殘渣於恆溫恆濕機(60℃, 30 分鐘)與微波(700W)加熱條件 A、B 下分別為 2.5~5.0、0.0~2.5 及 0.0~5.0 ppm;其平均值分別為 3.9、0.8 及 3.2 ppm,均遠在衛生標準(30 ppm)以下,足見於傳統加熱或微波加熱方式下均適合使用於酒類食品。其中蒸發殘渣又以水浴下最高,微波加熱浸出條件 B 次之,其平均值為微波條件 A 之四倍,由此一結果得知條件 B 之時間雖僅為其兩倍,但溫度卻高出 20℃之多,故持續長時間與高溫是導致高溶出量之主要原因又得一證實。

正庚烷溶出試驗,在恆溫條件(25℃, 1 小時)下之蒸發殘渣均未檢出,其衛生標準為 30 ppm 以下。

參考國內外文獻,並未發現與本研究相同材質之相關檢驗結果可資比較,僅日本於 1986 年曾發表 Polymethylpentene(TPX)材質之衛生安全試驗結果<sup>(2)</sup>,其中正己烷溶出試驗蒸發殘渣為 20~40 ppm,合於日本厚生省公告之 20 號規定(120 ppm 以下),與本研究各材質之正庚烷溶出試驗結果均未檢出有所差異。至於其餘各項,包括重金屬、高錳酸鉀消耗量與水、4%醋酸及 20%酒精之蒸發殘渣,不僅合於日本厚生省公告之 20 號規定,亦合於我

表四 水溶出試驗結果  
Table 4. Results of water leaching test

| 檢體<br>編號<br>Sample No | 檢體<br>材質<br>Sample material  | 檢驗<br>項目<br>Item | 高錳酸鉀消耗量<br>Consumption of potassium permanganate<br>(ppm) |                          |                    | 蒸發殘渣<br>Residue on evaporation<br>(ppm) |                          |                    |
|-----------------------|------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------|
|                       |                              |                  | 水 浴<br>Water bath<br>(95℃, 30min)                         | 微波 加 熱<br>Microwave oven |                    | 水 浴<br>Water bath<br>(95℃, 30min)       | 微波 加 熱<br>Microwave oven |                    |
|                       |                              |                  |                                                           | 條件 A<br>conditionA       | 條件 B<br>conditionB |                                         | 條件 A<br>conditionA       | 條件 B<br>conditionB |
| 1                     | 聚丙烯 PP                       |                  | 0.32                                                      | 0.00                     | 0.00               | 3.5                                     | 3.0                      | 2.0                |
| 2                     | 聚丙烯 PP                       |                  | 1.42                                                      | 0.47                     | 0.47               | 1.0                                     | 0.5                      | 0.5                |
| 3                     | 聚丙烯 PP                       |                  | 0.16                                                      | 0.16                     | 0.16               | 3.0                                     | 2.5                      | 2.5                |
| 4                     | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 0.32                                                      | 0.32                     | 0.47               | 2.5                                     | 1.5                      | 1.0                |
| 5                     | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 0.16                                                      | 0.00                     | 0.00               | 3.0                                     | 4.0                      | 4.0                |
| 6                     | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 0.32                                                      | 0.47                     | 0.32               | 0.5                                     | 1.0                      | 1.0                |
| 7                     | 聚烯烴化合物<br>Polyolefin         |                  | 0.79                                                      | 0.47                     | 1.26               | 1.0                                     | 2.0                      | 2.5                |
| 8                     | 耐熱複合材質<br>Composite material |                  | 0.95                                                      | 0.63                     | 1.42               | 4.5                                     | 3.0                      | 4.0                |
| 平均值<br>mean           |                              |                  | 0.55                                                      | 0.31                     | 0.51               | 2.4                                     | 2.2                      | 2.2                |

註:微波加熱條件 A:見表二。  
Condition A of microwave oven:see table 2.  
微波加熱條件 B:見表三。  
Condition B of microwave ven:see table 3.

表五 4 %醋酸溶出試驗結果

Table5. Results of 4 % acetic acid leaching test

| 檢體<br>編號<br>Sample<br>No. |                              | 檢驗<br>項目<br>Item | 重金屬<br>(ppm)<br>Heavy Metals         |                                                | 蒸發殘渣<br>(ppm)<br>Residue on evaporation |                                                | 甲醇<br>Methanol                         |                                                |
|---------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
|                           |                              |                  | 水 浴<br>(95℃,<br>30min)<br>Water bath | 微波 加熱<br>Microwave oven<br>條件 A<br>Condition A | 水 浴<br>(95℃,<br>30, min)<br>Water bath  | 微波 加熱<br>Microwave oven<br>條件 A<br>Condition A | 水 浴<br>(95℃,<br>30, min)<br>Water bath | 微波 加熱<br>Microwave oven<br>條件 B<br>Condition B |
|                           |                              |                  |                                      |                                                |                                         |                                                |                                        |                                                |
| 1                         | 聚丙烯<br>PP                    |                  | 適<br>passed                          | 適<br>passed                                    | 0.0                                     | 0.0                                            | 未檢出<br>not                             | 未檢出<br>not                                     |
| 2                         | 聚丙烯<br>PP                    |                  | 適<br>passed                          | 適<br>passed                                    | 0.0                                     | 0.0                                            | detectable<br>未檢出                      | detectable<br>未檢出                              |
| 3                         | 聚丙烯<br>PP                    |                  | 適<br>passed                          | 適<br>passed                                    | 0.0                                     | 0.0                                            | not<br>detectable                      | not<br>detectable                              |
| 4                         | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 適<br>passed                          | 適<br>passed                                    | 0.0                                     | 0.0                                            | not<br>detectable                      | not<br>detectable                              |
| 5                         | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 適<br>passed                          | 適<br>passed                                    | 0.0                                     | 0.0                                            | not<br>detectable                      | not<br>detectable                              |
| 6                         | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 適<br>passed                          | 適<br>passed                                    | 0.0                                     | 0.0                                            | not<br>detectable                      | not<br>detectable                              |
| 7                         | 聚烯烴化合物<br>polyolefin         |                  | 適<br>passed                          | 適<br>passed                                    | 0.0                                     | 0.0                                            | not<br>detectable                      | not<br>detectable                              |
| 8                         | 耐熱複合材質<br>Composite material |                  | 適<br>passed                          | 適<br>passed                                    | 7244.0                                  | 1093.0                                         | not<br>detectable                      | not<br>detectable                              |
|                           |                              |                  |                                      |                                                |                                         | 2307.0                                         |                                        |                                                |

註：微波加熱條件 A：見表二。Condition A of microwave oven：see table 2.

微波加熱條件 B：見表三。Condition B of microwave oven：see table 3.

表六 20%酒精溶出試驗結果  
Table 6. Results of 20% ethanol leaching test

| 檢體<br>編號<br>Sample No. | 檢體<br>材質<br>Sample material  | 檢驗<br>項目<br>Item | 蒸 發 殘 渣<br>Residue on evaporation<br>(ppm)        |                           |                    |
|------------------------|------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|
|                        |                              |                  | 恆溫恆濕機<br>Isothermal isohumid oven<br>(60℃, 30min) | 微 波 加 熱<br>Microwave oven |                    |
|                        |                              |                  |                                                   | 條件 A<br>ConditionA        | 條件 B<br>ConditionB |
| 1                      | 聚丙烯 PP                       |                  | 3.0                                               | 0.0                       | 3.5                |
| 2                      | 聚丙烯 PP                       |                  | 5.0                                               | 2.0                       | 5.0                |
| 3                      | 聚丙烯 PP                       |                  | 4.0                                               | 1.0                       | 2.0                |
| 4                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 4.0                                               | 0.0                       | 4.5                |
| 5                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 5.0                                               | 2.5                       | 5.0                |
| 6                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           |                  | 3.0                                               | 0.0                       | 2.5                |
| 7                      | 聚烯烴化合物<br>Polyolefin         |                  | 2.5                                               | 1.0                       | 0.0                |
| 8                      | 耐熱複合材質<br>Composote material |                  | 5.0                                               | 0.0                       | 3.5                |
| 平均值<br>mean            |                              |                  | 3.9                                               | 0.8                       | 3.2                |

註：微波加熱條件 A：見表二。  
Condition A of microwave oven: see table 2.  
微波加熱條件 B：見表三。  
Condition B of microwave oven: see table 3.

國現行『食品器具、容器、包裝衛生標準』之規定。TPX 材質於微波下兩種浸出條件與本計劃微波加熱條件 A、B 時間溫度相仿，亦皆合於我國現行之衛生標準，除 4% 醋酸溶出試驗蒸發殘渣外，其餘較本研究檢測之材質為低。

以上溶出試驗依食品器具、容器、包裝衛生標準檢驗方法，取約容器容積量 80% 之浸出液置容器中，進行溶出試驗。但在 65℃ 或 95℃ 下浸泡 30 分鐘，浸出液因容器開口大小不同而有不同程度之蒸發；故事實上檢液的體積並非定容，而失去定量檢驗的意義。本研究使用之恆溫恆濕機之使用溫度範圍為 0~85℃，相對濕度範圍為 30~95%，因此遂將 20% 酒精溶出試驗改於恆溫恆濕機中設定溫度為 66℃，相對濕度為 95%，保持浸出液為 60℃ 以防止蒸散。另外，由於我國公告之浸出液取量方法可採用容器容積 80%，或採用表面積每 cm<sup>2</sup> 加入浸出液 2 ml，二種浸出液取量方法略有差異，可能造成檢驗結果及判定上的爭議。1990 年出版的日本衛生試驗法註解於浸出液取量已有修正，以表面積每 cm<sup>2</sup> 為單位，加入浸出液 2ml 為浸出液使用量，並且於容器口覆蓋表玻璃，浸出液調製僅採用一種方法，以避免同一檢體而有不同檢驗結果之困擾。

由我們搜集的資料顯示，除了本研究所採用的

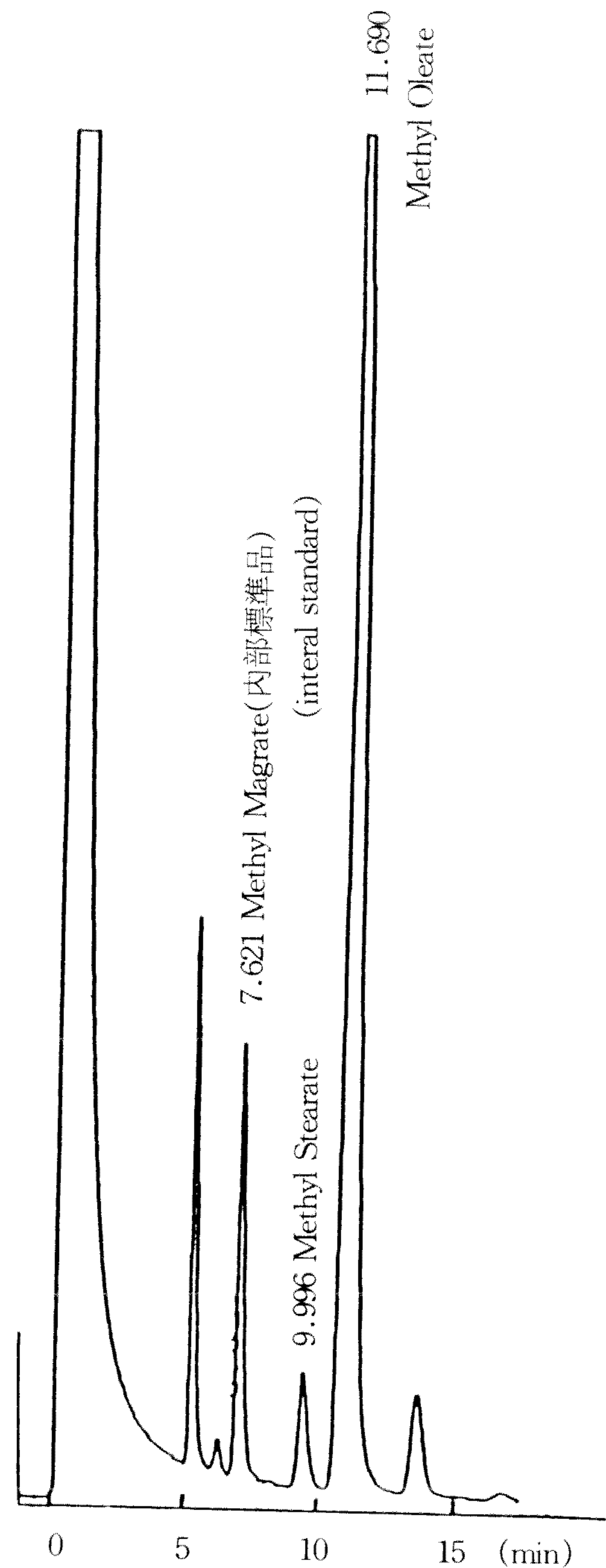
方法外，其他文獻也有採用正辛烷在 50~60℃ 浸泡一小時，測定蒸發殘渣來模擬油脂食品在熱食時之溶出情形，作為容器衛生之指標<sup>(8)</sup>。另外在其他的國外報告有採用橄欖油為溶出液，分析自 PET 塑膠容器移行出來之短聚合物，將萃取液經甲基化反應後，短聚合物總量以穩定同位素稀釋法及 GC/MS 定量<sup>(10)</sup>。亦有利用玉米油為溶出液，檢測自 PET 容器移行至玉米油中短聚合物總量<sup>(11)</sup>。這些報告都指出，塑膠容器在微波處理的高溫條件下，確實有遷移物質的存在。這就是我們進行本調查研究的主要原因。

橄欖油溶出試驗的目的為模擬塑膠容器裝盛油脂食物，在微波爐中急速加熱至 100℃ 以上高溫時，檢測容器中移行物質之溶出量。其實驗設計的原理是當塑膠容器在高溫使用時，會有某些物質釋放出來，而移行到橄欖油中（食物中），同時有等量的橄欖油滲入容器中，並且造成使用前後容器重量的改變<sup>(5)</sup>。所以，定量滲入容器中的橄欖油量，便可估計自容器中移行出來的物質質量，以做為容器衛生安全的指標。

由於微波爐內各點位置的受熱不平均，而塑膠容器的形狀、容量大小及材質都會影響微波加熱的時間，故每次實驗時容器均置於爐內中心位置，加

熱時間則視容器內橄欖油受熱之中心溫度而定。所以每一件樣品的加熱時間都不同,以便控制溫度及進行溶出量的比較。根據光纖測溫儀測溫的結果,要達到預期的溫度時,容積相同的容器,以較深的容器需較長的加熱時間,面積較大、較淺的容器所需微波加熱時間較短,升溫也快。參考日本之橄欖油溶出試驗方法,溶出量係以 methyl stearate 波峰面積作計算的標準。但由本研究 PP 材質容器的橄欖油溶出試驗所得到的層析圖譜,發現 methyl stearate(C 18:0)與 methyl oleate(C 18:1)百分比組成與橄欖油的不同(圖一、二)。檢視每一件樣品的空白實驗,發現除了 C-PET 材質製的容器不含 stearic acid 外(圖二~五),其他的材質製品都添加了 stearic acid 作為加工製造上的潤滑液<sup>(12)</sup>,同時在試驗中亦發現 PP 材質容器經橄欖油溶出試驗後的 stearic acid 量反而比容器本身空白試驗所萃取出之 stearic acid 量少,推測其原因,可能由於橄欖油中脂肪酸組成百分比為 oleic acid 約 60%,stearic acid 約 2%,如果容器製造時添加多量的 stearic acid,則在微波加熱至 100℃以上的過程中,為達到平衡,容器本身的 stearic acid 逐漸移行出來。基於上述情況,因此無法以 methyl stearate 計算橄欖油溶出量。但由層析圖譜發現橄欖油中的 oleic acid 並不存在於塑膠製品中,故本研究另以 methyl oleate 面積做為橄欖油溶出量之指標,但僅能當做各樣品溶出狀況之參考值。因為 oleic acid (C 18:1)為一種不飽和脂肪酸,是否適用於作為定量之依據,尚待進一步的探討。

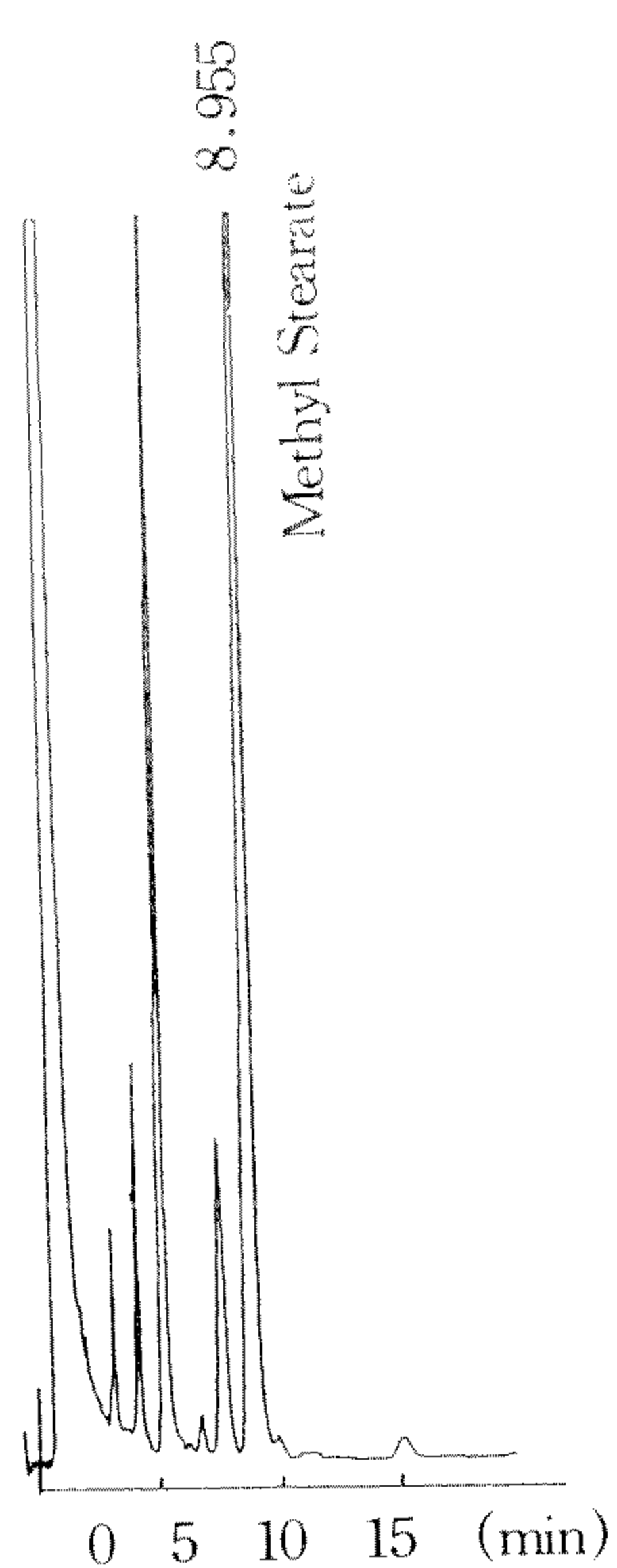
本研究中之橄欖油溶出試驗主要分為兩個部份,一為依據各個檢體耐熱溫度之不同,設定不同之微波加熱時間與溫度,作橄欖油溶出試驗。另一為將檢體經微波長時間加熱(即強微波加熱至 120 ± 3℃後,維持五分鐘),觀察溶出量是否會改變,其結果見表七、八。C-PET 材質製的容器之耐熱溫度至少可達 200℃,由於本研究使用光纖測溫儀之探針測溫範圍為-30~200℃,故實驗溫度分別設計在 120、155 及 197℃,而未做 200℃以上之溶出試驗。PP 材質的塑膠容器,其耐熱溫度在 135~140℃之間,故實驗溫度設計在 120℃以下,如果實驗溫度高於 125℃時,則樣品四周液面附近會有溶融的現象。而聚烯烴的容器雖標示耐熱溫度在 150℃,但微波加熱至容器中心橄欖油溫度達 135℃時即軟塌,橄欖油全部溢出,所以實驗溫度也設定在 120℃。另一件耐熱複合材質之容器,可耐熱至 204℃,故實驗溫度設定在 120 及 180℃,以觀察溫度對溶出量的影響。



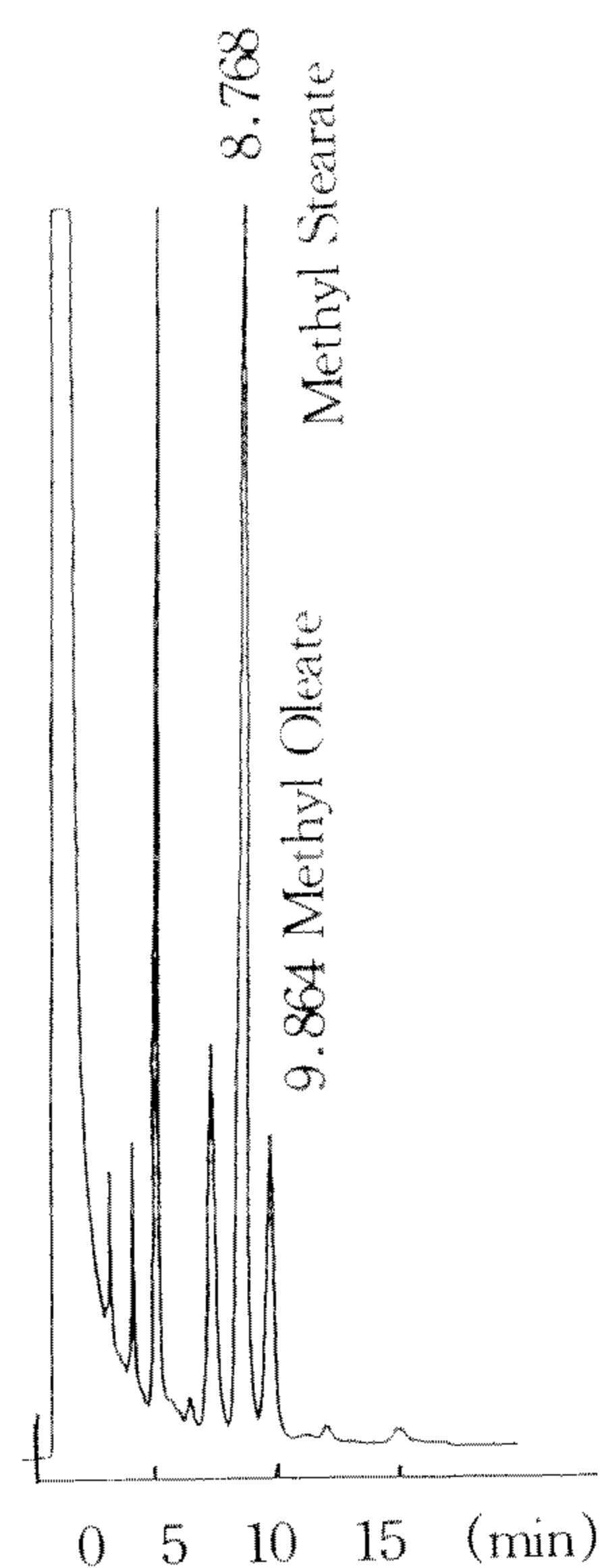
圖一. 橄欖油標準品氣相層析圖譜

Figure 1. Gas chromatogram of olive oil standard.

由表七結果得知 C-PET 材質之橄欖油溶出量均低於儀器最低檢測量 3 ppm; PP 與耐熱複合兩種材質之溶出量以 oleic acid 計算結果在 16~43 ppm 之間,不同材質與溫度並未造成差異。而聚烯烴的容器橄欖油溶出量偏高,在 114~135 ppm 之間,與國內新竹食品工業研究所曾經分析的結果(99.3~



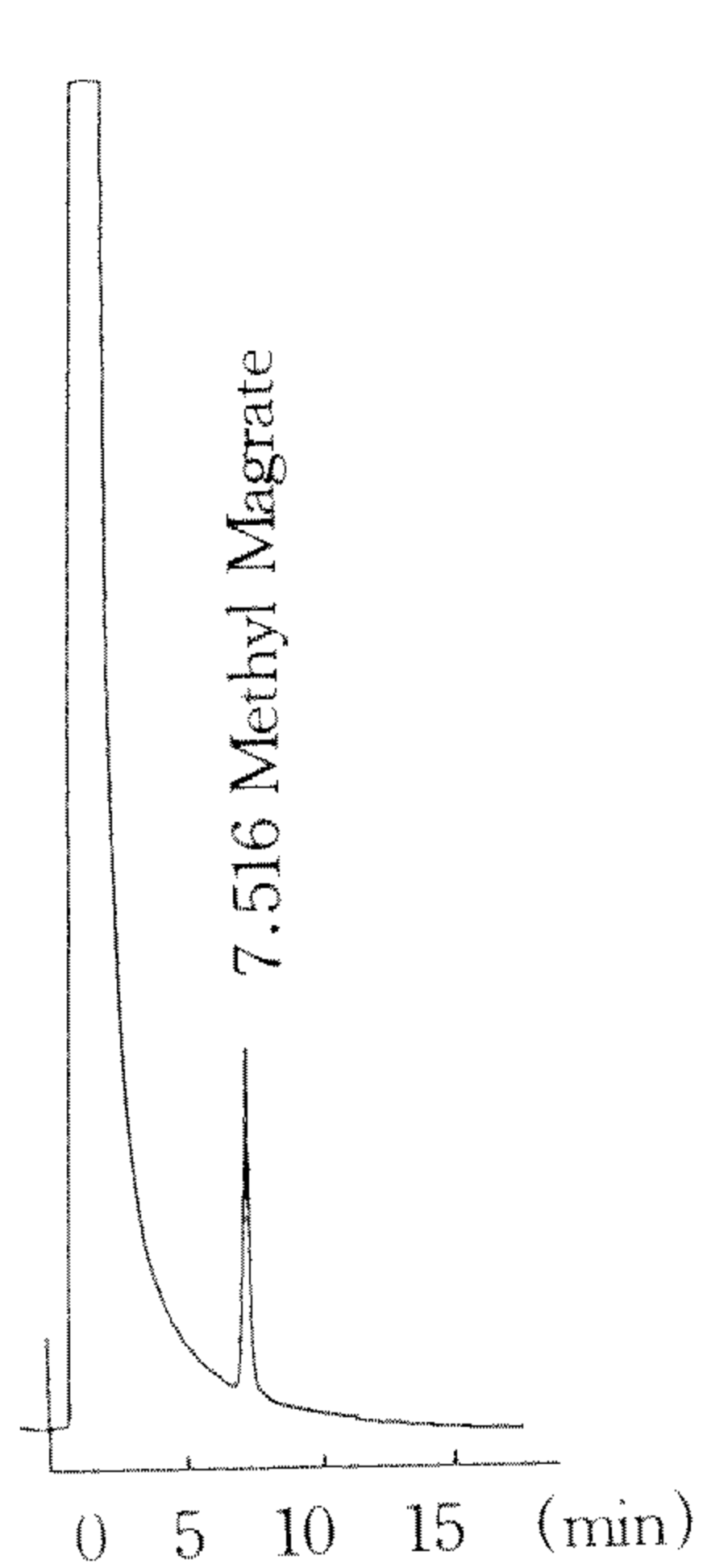
a: 空白試驗圖譜  
a: Gas chromatogram of blank test.



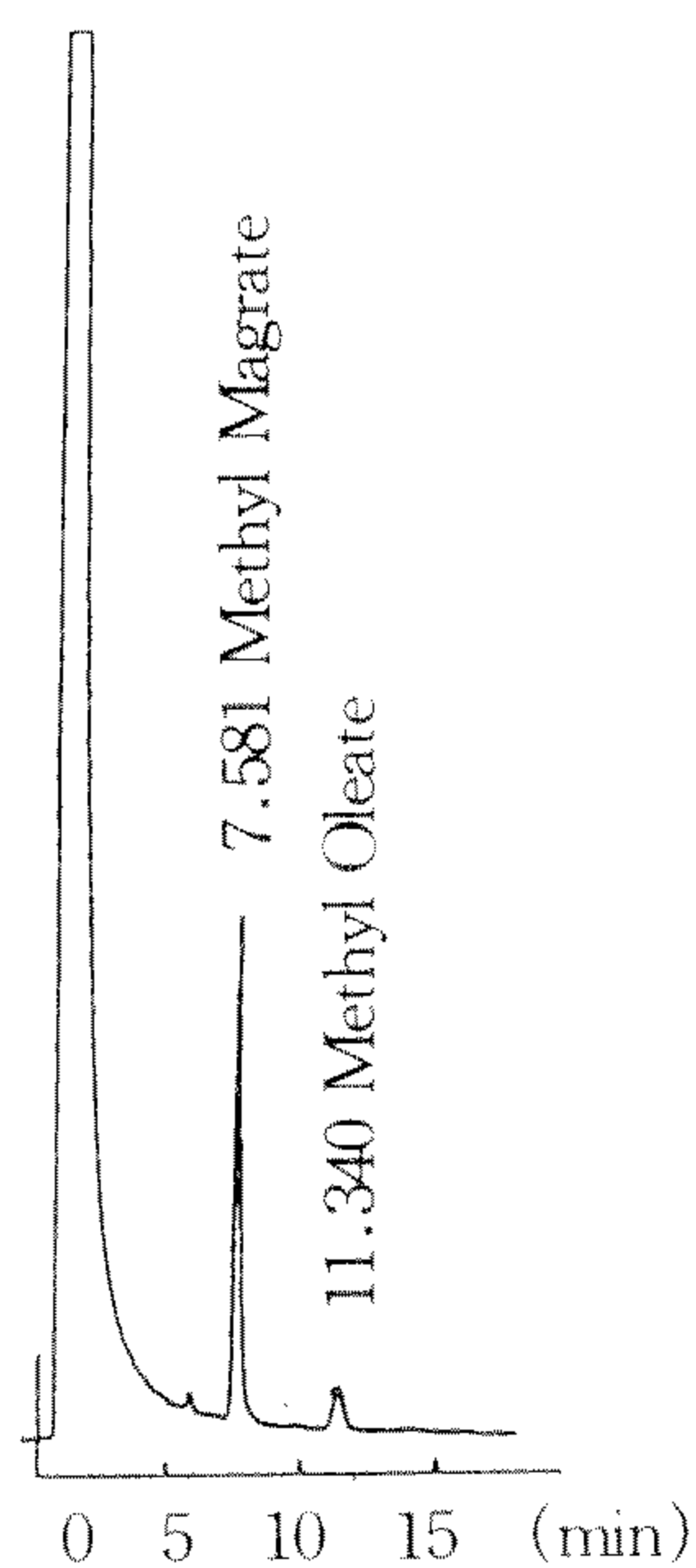
b: 經微波加熱之橄欖油溶出圖譜  
b: Gas chromatogram of olive leaching test during microwave oven heating.

圖二 PP 材質塑膠容器溶出物之氣相層析圖譜

Figure 2. Gas chromatograms of leaching test for polypropylene plastic containers.



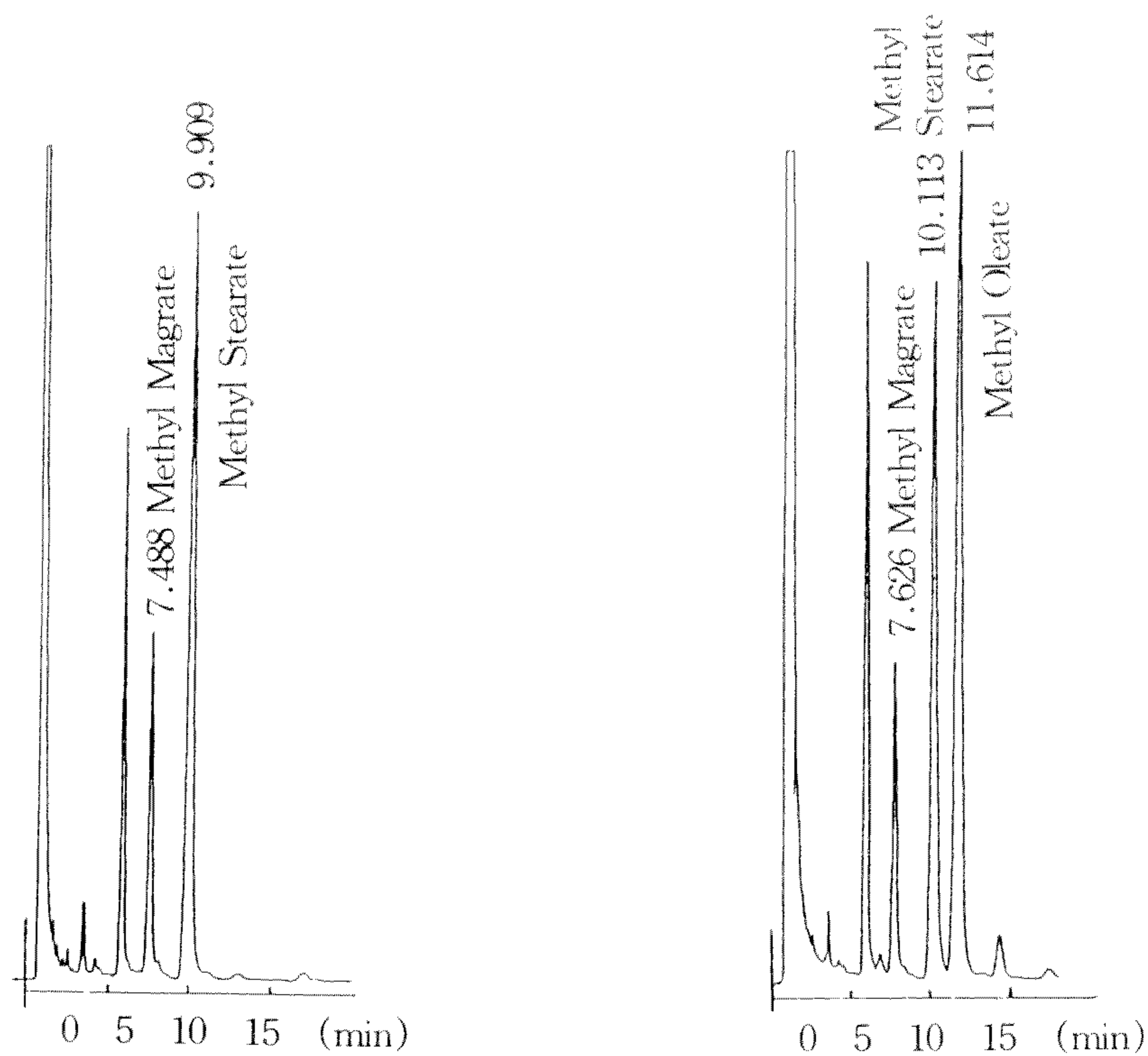
a: 空白試驗圖譜  
a: Gas chromatogram of blank test.



b: 經微波加熱之橄欖油溶出圖譜  
b: Gas chromatogram of olive leaching test during microwave oven heating.

圖三 C-PET 材質塑膠容器溶出物之氣相層析圖譜

Figure 3. Gas chromatograms of leaching test for crystallized-polyethylene terephthalate plastic containers.



a: 空白試驗圖譜

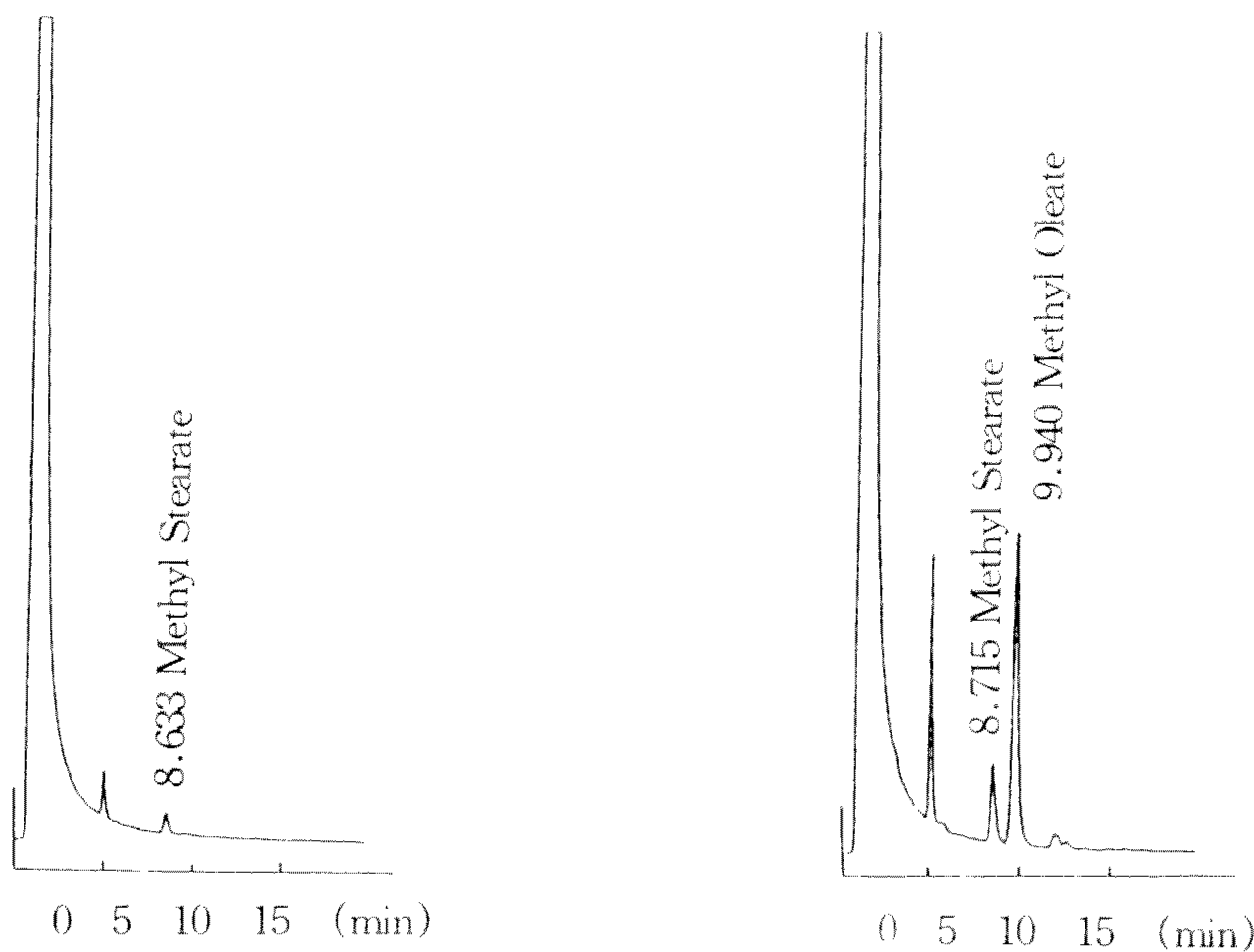
a: Gas chromatogram of blank test.

b: 經微波加熱之橄欖油溶出圖譜

b: Gas chromatogram of olive leaching test during microwave oven heating.

圖四 聚烯烴材質塑膠容器溶出物之氣相層析圖譜

Figure 4. Gas chromatograms of leaching test for polyolefin plastic containers.



a: 空白試驗圖譜

a: Gas chromatogram of blank test.

b: 經微波加熱之橄欖油溶出圖譜

b: Gas chromatogram of olive leaching test during microwave oven heating.

圖五 耐熱聚合材質塑膠容器溶出物之氣相層析圖譜

Figure 5. Gas chromatograms of leaching test for composite material plastic containers.

表七 微波用塑膠容器經微波加熱之橄欖油溶出試驗結果  
Table 7. Results of olive oil leaching test during microwave oven heating

| 檢體<br>編號<br>sample No. | 檢體<br>材 質<br>Sample material | 標示耐熱溫度<br>Labeled maxium<br>temperatuer<br>(℃) | 實驗溫度<br>Test temperature *<br>(±3℃) | 溶 出 量(ppm)<br>Leaching amount       |    |    |                                 |     |
|------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----|----|---------------------------------|-----|
|                        |                              |                                                |                                     | 以 Stearic acid 計<br>as Stearic acid |    |    | 以 Oleic acid 計<br>as Oleic acid |     |
| 1                      | 聚丙烯 pp                       | 140                                            | 120                                 | -                                   | -  |    | 21                              | 24  |
| 2                      | 聚丙烯 pp                       | 135                                            | 115                                 | -                                   | -  |    | 17                              | 18  |
| 3                      | 聚丙烯 pp                       | 140                                            | 120                                 | -                                   | -  |    | 32                              | 43  |
| 4                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 200                                            | 120                                 | <3                                  | <3 | <3 | <3                              | <3  |
|                        |                              |                                                | 155                                 | <3                                  | <3 | <3 | <3                              | <3  |
| 5                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 220                                            | 197                                 | <3                                  | <3 |    | <3                              | <3  |
| 6                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 230                                            | 120                                 | <3                                  | <3 | <3 | <3                              | <3  |
|                        |                              |                                                | 180                                 | <3                                  | <3 |    | <3                              | <3  |
| 7                      | 聚烯烴化合物<br>Polyolefin         | 150                                            | 120                                 | -                                   | -  |    | 114                             | 135 |
| 8                      | 耐熱複合材質<br>Composite material | 204                                            | 120                                 | -                                   | -  |    | 17                              | 21  |
|                        |                              |                                                | 180                                 | -                                   | -  |    | 16                              | 20  |

註：\*：表依照樣品標示之耐熱溫度設計不同的實驗溫度。  
The differant test temperature is designed according to the labeled maxium temperature of sampe.  
"—":表因樣品本身(空白試驗)含有 Stearic acid(製造時之潤滑劑),故無法據以計算。  
It can't be calculated, because sample(blank test)is detected of stearic acid(as lubricant of manufacturing).  
"<3":表本橄欖油溶出試驗最低檢出量為 3ppm。  
The detection limit of olive oil leaching test is 3 ppm.

表八 微波爐用塑膠容器經微波 120±3℃ 加熱 5 分鐘之橄欖油溶出試驗結果  
Table 8. Results of olive oil leaching test during microwave oven heating 5 minutes in 120±3℃.

| 檢體<br>編號<br>Sample No. | 檢體<br>材質<br>Sample material  | 溶出量(ppm)<br>Leaching amount         |                                    |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
|                        |                              | 以 Stearic acid 計<br>as Stearic acid | 以 as Oleic acid 計<br>as Oleic acid |
| 1                      | 聚丙烯 pp                       | - *                                 | 34                                 |
| 2                      | 聚丙烯 pp                       | - *                                 | 57                                 |
| 3                      | 聚丙烯 pp                       | - *                                 | 67                                 |
| 4                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 9                                   | 17                                 |
| 5                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 22                                  | 15                                 |
| 6                      | 聚對苯二甲酸乙二酯<br>C-PET           | 22                                  | 17                                 |
| 7                      | 聚烯烴化合物<br>Polyolefin         | - *                                 | 850                                |
| 8                      | 耐熱複合材質<br>Composite material | - *                                 | 12                                 |

註：\*：表因樣品本身(空白試驗)含有 Stearic acid,故無法據以計算。  
It can't be calculated, because sample (blank test)is detected of stearic acid(as lubricant of manufacturing).

131.7 ppm)<sup>(4)</sup>相類似。表八是樣品內裝橄欖油，經高溫較長時間浸出所得的結果。聚烯烴材質容器溶出量以 oleic acid 計算高達 850 ppm。在溶出實驗的過程中並發現，在倒去橄欖油後，容器底部存在許多膠狀物，可能為自容器中所移行出來的。因此種材質容器在微波使用之安全性較值得注意。其他材質容器之橄欖油溶出量大部份也較表七的提高。其中

C-PET 製的容器橄欖油溶出量在 9~22 ppm 之間，PP 製的容器橄欖油溶出量以 oleic acid 計，在 34~67 ppm 之間。日本山田(1990)<sup>(8)</sup>曾就 C-PET 與 PP 兩種材質進行橄欖油溶出試驗，於微烤兩用之微波爐內，C-PET 製材質以微波加熱至 160、180 及 200℃，PP 製材質加熱至 120、130 及 140℃ 之高溫後，俟餘熱下降，再以烘烤保持溫度 15 分鐘，續放

置於爐內至全程溶出時間達 60 分鐘, C-PET 材質所測得之溶出量為 $<3\sim 14.0$  ppm, 而 PP 製材質則為 $<3\sim 26.0$  ppm。本研究之試驗溫度雖較山田的為低, 時間亦較短, 但 C-PET 與 PP 兩種材質所測得之溶出量皆較高。由此可見在塑膠容器裝盛油脂食品在微波高溫條件下長時間使用較不合適, 所以消費者在使用塑膠容器時一定要看清楚標示及說明, 而製造商也務必在銷售時正確清楚的標明材質耐熱溫度、使用說明等。由橄欖油溶出試驗結果顯示, 塑膠容器於微波加熱下的確會造成某些物質之移行, 本研究中僅就移行物質進行定量, 至於移行物質的種類尚待將來進一步的探討。

### 參考文獻

1. 陳靜江, 林文喜. 1990. 微波爐用食品容器之特性. 食品資訊. 50:20-32.
  2. 林永泰. 1989. 微波食品之包裝技術. 食品工業. 21(2):13-26.
  3. 劉佳玲, 林永泰. 1989. 微波爐加熱用塑膠容器之探討(一). 研究報告第 564 號. 食品工業發展研究所.
  4. 劉佳玲, 林永泰. 1990. 微波爐加熱用塑膠容器之探討(二). 研究報告第 626 號. 食品工業發展研究所.
  5. 食品包裝法規研究會編. 1983. 日本食品用プラスチック容器包裝等規格(案)—オリブ油溶出試驗法. p.49-52.
  6. 山田博史. 1989. 電子レンジ/オーブンに用いられる食品用耐熱性プラスチックの衛生的研究. 食品衛生研究. 39(2):25-34.
  7. 佐藤幹, 溪口裕信, 藏田和正. 1989. プラスチック容器入り弁当の電子レンジ加熱について食品衛生研究. 39(9):99-104.
  8. 山田博史. 1990. 電子レンジ等の新たな使用方法よる食品用プラスチックの安全性に関する調査研究. 日本食品衛生. 398(2):66-78.
  9. 行政院衛生署. 1987. 食品器具容器包裝衛生標準. 衛署食字第 664889 號公告.
  10. Castle, L., Mayo, A., Crews, C. and Gilbert, J. 1989. Migration of poly (ethylene terephthalate) (PET) oligomers from PET plastic into foods during microwave and conventional cooking and into bottled beverages. J. Food Protection. 52(5):337-342.
  11. Dixie, F. 1990. Keeping up with the microwave revolution. FDA Consumer. 24(2):17-21.
  12. 梁定澎. 1981. 塑膠添加劑. p.53-60. 復漢出版社. 台南.
- (Accepted for Publication: Sep. 30. 1992)

# Investigation on the Safety of Plastic Food Containers for Use in Microwave Ovens

MEEI-JUAN BAI, CHU HWA, CHIEU-CHEN CHENG AND SHIN-SHOU CHOU

*National Laboratories of Foods and Drugs, Department of Health, Executive Yuan*

## ABSTRACT

The safety quality of plastic food containers for use in microwave ovens has been investigated. Samples made of polypropylene (PP), crystallized-polyethylene terephthalate(C-PET), polyolefin and composite material were collected from various supermarkets in Taipei. The samples were tested according to the "Hygiene Standards of Food Utensils, Containers and Pack-

ages" with the official methods issued by the Department of Health, except the olive oil leaching test method which was adapted from Japanese food regulations. Only one sample made of composite materials was found to violate the Standard because its residue on evaporation of 4% acetic acid leaching test exceeded the level of tolerance.

*key words*: microwave oven, plastic food container, leaching test, polypropylene(PP).

