

# 食用油の加熱劣化の評価

## － PV/CV/AV 値と極性化合物量の相関 －

### Evaluation of Heat-deteriorated Edible Oils

### -Relationship between PV/CV/AV Values and Polar Compounds Content-

市川 和昭

Kazuaki ICHIKAWA

油脂は酸化的劣化や加熱劣化などにより風味および栄養価の低下を引き起こしやすく、さらには食中毒を引き起こすことがある。従ってフライ油などは劣化の程度を適切に判断して新油に交換することが必要である。油脂の加熱劣化の反応は複雑であり一つの分析手段のみでは評価することができないので、過酸化価(PV)＋カルボニル価(CV)＋酸価(AV)指標によって加熱油を評価することを試みた。ヨーロッパ等で用いられている極性化合物量(PC%)と比較しながら評価した。PV+CV+AV 指標と PC% は非常によく相関した。決定係数  $R^2$  はエゴマ油 0.99、大豆油 0.95 であった。廃棄基準とされる PC25% に相当する PV+CV+AV 指標は約 60 meq/kg であった。CV 及び AV もそれぞれ PC% と比較的によく相関した。エゴマ油は自動酸化が速く進行したが、今回の加熱劣化試験では各分析値、PV+CV+AV 指標及び着色が大豆油やジアシルグリセロール油(DG 油)に比較して劣ることはなく、またエゴマ油中のトコフェロール量は大豆油やジアシルグリセロール油(DG 油)に比較してゆっくり減少した。実際の厨房の処理油はモデル実験の加熱油に比較して AV が著しく高いものがあったが、これは揚げ種からの水分による加水分解の影響と思われる。この現場の油のプロットはモデル実験の加熱油の PV+CV+AV 指標と PC% のプロットの直線から外れた。

Edible oils and fats are liable to changes such as oxidative deterioration, thermal rancidity and so on, with off-flavor and the loss of nutritional value. In addition, accumulation of oxidative products may cause the food poisoning. It is requisite to evaluate the degree of the deterioration of frying oils for maintaining our health. Because the complexity of oxidative reaction mechanisms and entangled reactions are implicated, the author previously proposed the PV+CV+AV index, a combination of a series of analytical methods, for a means to assess the thermal stability of frying oils. In this paper, a relationship between the PV+CV+AV index and polar compounds content(PC%) was investigated in the prolonged heat treatment of edible oils such as soybean oil, perilla oil and diacyl glycerol oil. Correlation between the PV+CV+AV index and PC% showed excellent linearity with correlation coefficient( $R^2$ ) of 0.99 and 0.95 in heat-deteriorated perilla oil and soybean oil, respectively. Roughly 60 meq/kg of PV+CV+AV index may corresponds to 25% PC as a discard point for frying oils. Perilla oil was relatively stable to prolonged heating with slow decrease in the amount of tocopherol and less color

development in the test. The frying oil used in the kitchen of cafe showed markedly high AV, which may be due to the free fatty acids derived from the hydrolysis of oil by moisture of foods. The plot of the oil in the kitchen deviated from the straight line that a plot of the PV+CV+AV index vs. PC% gives in the test.

キーワード：食用油，加熱劣化，分析法，PV+CV+AV 指標，極性化合物量  
edible oils, heat-deterioration, analytical method, PV+CV+AV index, polar compounds  
content

## 1. 緒言

食用油は天ぷらやフライなど加熱調理に利用されるが、処理油の替え時を知るために又油の耐熱性を評価するために簡単に適切な分析法が望まれる。油脂の酸化劣化分析法は種々あり、それぞれ目的に応じて用いられている<sup>1)</sup>。加熱劣化は複雑で劣化の全体像を把握できる簡便な分析法が必要である。過酸化値 PV は油脂の自動酸化などの初期酸化を評価し、我が国の衛生規範では新しい油は PV10 以下のものを用いることが示されている<sup>1)</sup>。カルボニル値 (CV) は、過酸化物の分解生成物であるアルデヒドやケトンなどを評価し、衛生規範では処理中の油は CV (ベンゼン法) が 50 を超えてはならない<sup>2)</sup>。酸価 (AV) は酸化で生じるカルボン酸や加水分解で生じる遊離脂肪酸などの酸の量を評価し、衛生規範では新しい油は 1 以下であること、処理油は 2.5 を超えてはならないと規定されている<sup>2)</sup>。また加熱分解による揮発成分の生成もあり、衛生規範には発煙点が 170℃ 未満となるものは交換するとの基準がある<sup>2)</sup>。一方、ヨーロッパ各国での揚げ油の廃棄基準は極性化合物 (PC%) で 25% が目安とされている<sup>3)</sup>。ドイツの基準では揚げ油の廃棄は PC27% と規定されている<sup>4)</sup>。極性化合物とは油脂 (トリアシルグリセロール) 以外のすべての極性化合物で過酸化物、その分解物、重合物、遊離脂肪酸などの劣化生成物をさす<sup>5)</sup>。

これまでに複数の分析を組み合わせた油脂の酸化的劣化の分析法としては、油脂の酸化安定性を予測する千葉の方法<sup>6)</sup>、原料油や精製油の品質判定に用いられる TOTOX 値<sup>7)</sup>などが提案されている。また加熱処理油の交換判定法として揚げ油の着色評価、風味評価などがあり家庭でできる実用的な方法が提案されている<sup>8)9)10)11)</sup>。

今回、油脂の加熱劣化の全体像を把握できる評価法の確立を目的として、PV/CV/AV 値と極性化合物との量的関係および着色の関係について検討した。油脂の酸化劣化を酸化による過酸化脂質 (LOOH) の生成、そ

の分解によるカルボニル化合物 (L-CHO) の生成、分解物の酸化 (L-COOH) の一連の変化ととらえ、PV, CV, AV の各分析値とそれらの和 (= PV+CV+AV) を単位 (meq/kg) をそろえて評価した。これは揚げ油の劣化の全体像を把握するために加熱劣化油に存在するペルオキシ基、アルデヒド基やケトン基、カルボキシ基の官能基数の割合およびその和によって評価しようとするものである。PC% は劣化の全体量は把握できるが、劣化の中身については分からない。それに対して、PV+CV+AV 指標は劣化生成物の内容も把握できる。

今回は試験管中で油を加熱するだけのモデル実験であり、実際の厨房では揚げ種から水分や他成分の油への移行が起こり、加水分解による遊離脂肪酸の生成や成分間の反応等が進行するが、これらについては無視することとした。

## 2. 実験

### 2・1. 加熱処理油の調製

大豆油、エゴマ油、ジアシルグリセロール油 (DG 油) の各々を内径 1 cm, 長さ 13 cm の試験管に各 10 mL づつ入れ、未加熱油 (新鮮油) 及びアルミバス 180℃ で一定時間 (24, 48, 72, 120, 168 hr) 加熱した加熱処理油を、冷凍庫 (-30℃) に保存して着色度、PV/CV/AV 値、トコフェロール量 ( $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ )、極性化合物量 (PC%) を分析評価した。

### 2・2. 分析方法

過酸化値 (PV) は、先に報告した鉄チオシアネート新法 (PV\*法)<sup>12)</sup> によって測定した。試料溶液の吸光度は日立製 U-2800 型分光光度計で測定した。酸価 (AV) は基準油脂分析試験法<sup>13)</sup> に準拠したが、中和滴定は電位差滴定により行い終点は滴定曲線の変曲点とした。試料油 10 g を 200 mL ビーカーに採取し精秤して、ジエチルエーテル / エタノール (1:1 vol 比) 混合溶

媒90mLを加えて均一に溶解した。電位差滴定装置(京都電子製電位差滴定装置(APB-410-20B, APB-410, AT-400))を用いて0.1N 水酸化カリウム-エタノール標準液で滴定して酸価を求めた。カルボニル価(CV)は1-ブタノール法<sup>14)</sup> (CV(Bu)と略記)を用いた。加熱処理油の着色は写真で判定した。トコフェロール量は順相 HPLC により測定した。島津製 LC10Avp を用いカラム NUCLEOSIL-5NH2 (Φ4.6mm×15cm), 移動相 n ヘキサン・イソプロピルアルコール(95 : 5, vol/vol), 流速1mL/min で測定し, 島津製 UV-VIS 検出器 SPD-10Avp を用いて波長297nm で定量した。島津クロマトパック C-R8A データ処理機でピーク面積を求めた。検量線作成用の各トコフェロール標準物質は, エーザイ株式会社製ビタミン E 同族体セットを用いた。

油脂の脂肪酸組成は硫酸-メタノール法<sup>15)</sup> でメチルエステル化した後キャピラリー GC 分析により求

めた。FID 検出器を有する島津製ガスクロマトグラフ GC-14B を用いた。カラムはキャピラリーカラム DB-23 (内径0.25mm ×30m, 膜厚0.25 μm, J & W 社製)を使用した。島津クロマトパック C-R8A データ処理機でピーク面積を求めた。カラム温度80℃ 1 分間保持した後, 10℃/min で200℃まで昇温した。200℃で40 分間保持した。キャリアーガス He 2mL/min, Make up N<sub>2</sub> 30mL/min の流量, スプリット比10:1, DET 温度 240℃, INJ 温度240℃で分析した。

### 2・3. 試料油の性状

大豆油および DG 油は市販品を用いた。エゴマ油は太田油脂, 又パーム調合油(学食フライ油)は本学学生食堂より提供して戴いた。開封後は窒素置換して冷凍庫に保管した。

表 1 試料油の性状

| 試料油         |         | 大豆油        | エゴマ油           | DG 油 a)   | 学食<br>フライ油 b)    |
|-------------|---------|------------|----------------|-----------|------------------|
| メーカー<br>製品名 |         | 味の素<br>サララ | 太田油脂<br>精製エゴマ油 | 花王<br>エコナ | 不二製油<br>クックパル c) |
| PV*         | meq/kg  | 2.2        | 1.8            | 1.3       | 0.8              |
| CV (ブタノール法) | μmol/g  | 11.9       | 6.6            | 9.8       | 5.4              |
| AV          | KOHmg/g | 0.12       | 0.14           | 0.44      | 0.1              |
| PC%         |         | 4.2        | 0.8            | -         | -                |
| α-Toc       | mg/100g | 22.5       | 2.6            | 18.5      | 5.5              |
| γ-Toc       | mg/100g | 113.3      | 52.2           | 107.8     | 21.5             |
| δ-Toc       | mg/100g | 22.7       | 19.6           | 22.4      | 4.9              |
| Toc 計       | mg/100g | 158.4      | 74.4           | 148.7     | 31.9             |
| 脂肪酸組成       | %       |            |                |           |                  |
| ラウリン酸       | 12:0    | -          | -              | -         | 0.3              |
| ミリスチン酸      | 14:0    | -          | -              | -         | 0.7              |
| パルミチン酸      | 16:0    | 13.1       | 10.2           | 3.4       | 23.2             |
| ステアリン酸      | 18:0    | 4.1        | 2.8            | 1.7       | 4.0              |
| オレイン酸       | 18:1n-9 | 18.5       | 19.4           | 41.8      | 35.0             |
| リノール酸       | 18:2n-6 | 55.0       | 17.9           | 47.0      | 34.2             |
| α-リノレン酸     | 18:3n-3 | 9.4        | 49.7           | 6.1       | 2.7              |

a) ジアシルグリセロール油

b) 学生食堂フライ油

c) パーム調合油

### 3. 結果と考察

#### 3・1. 加熱による着色度の時間変化

試料油は加熱前はいずれも無色透明液体であったが、加熱時間が24h程度でやや黄色、72h程度で橙色を帯び、120h後には淡褐色に着色した。着色はDG油がやや速く、大豆油とエゴマ油は同程度であった(図1)。揚げ油の高温加熱による着色において、その原因物質や着色の機構等について定説がないようであるが、加熱により生じる共役ジエン量やカルボニル、ヒドロキシ、エポキシ基などが共働的に着色に関与すると推定されている<sup>16)</sup>。学生食堂で使用中の処理油は淡褐色、外食店から入手した廃棄時点の処理油は黒褐色に着色していた(図2)。現場の処理油は揚げ種からの成分とのアミノカルボニル反応等も加わり油加熱のみの場合より一層着色したと思われる<sup>16)</sup>。外食店の処理油は極度に着色していたが、いやな油臭は感じなかった。

#### 3・2. 加熱によるカルボニル価(ブタノール法)(CV(Bu))の時間変化

加熱処理油の分析値をまとめて表2に示した。CV(Bu)、AV、和( $=PV^*+CV+AV$ )およびPC%の変化を図3に示した。CV(Bu)の単位 $\mu\text{mol/g}$ は本報では $\text{meq/kg}$ で示し、AVの単位 $\text{KOHmg/g}$ を $\text{meq/kg}$ に換算して表し、分析値の単位を $\text{meq/kg}$ にそろえて和

( $=PV^*+CV(\text{Bu})+AV$ )の値を表した。

CV(Bu)はDG油>大豆油>エゴマ油の順に速く増加し、管理基準CV50(CV(Bu)74.6( $\mu\text{mol/g}$ )に相当)に達する時間はDG油37h,大豆油51h,エゴマ油64hであった(図3のCV(Bu))。

#### 3・3. 加熱による酸価(AV)の時間変化

AVが1( $=17.8\text{meq/kg}$ )に達する時間はDG油135h,大豆油146hで、エゴマ油は168h以上であった。食品衛生法の衛生規範では処理油はAVが2.5を超えてはならないと規定されているが、この値までは相当の余裕がある(図4)。これは今回の加熱条件では水分の混入が無く加水分解による遊離脂肪酸の生成が無いために、油脂の酸化劣化によるカルボン酸の生成のみにAVが依存する為と思われる。

#### 3・4. 加熱による過酸化物価(PV\* 新法)の時間変化

いずれの油もPV\*は増加したが大きく増えることはなかった。過酸化物が熱に弱く加熱により分解するためと考えられる。大豆油で8, DG油で6まで増えその後減少した。エゴマ油は11まで増えた(表2のPV\*)。

#### 3・5. 極性化合物量(PC%)の変化(図3のPC%)

PC%25に達する時間は、大豆油25h, エゴマ油58h

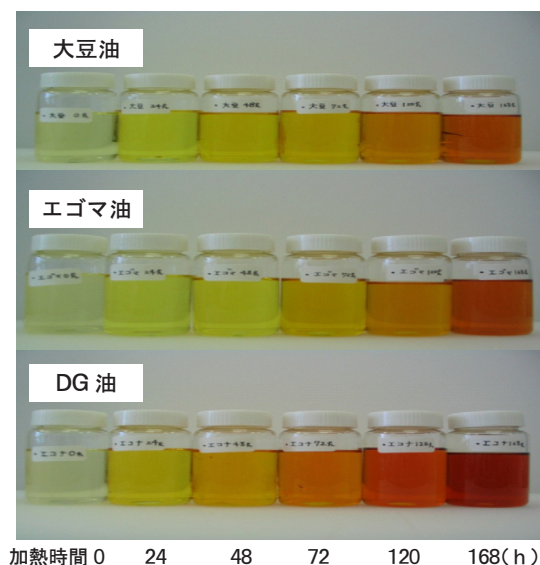


図1 加熱による試験油の着色変化

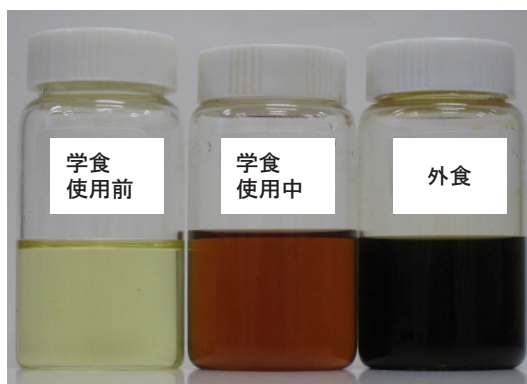


図2 厨房処理油の着色

左から学生食堂フライ油 使用前(新鮮油), 学生食堂フライ油 使用中, 外食店170℃フライ油(冷凍コロッケ, フライドポテト, 唐揚げなどに連続使用後の廃棄時点)

であった。DG 油は未酸化の DG 自体にエステル化していない OH 基があるため、これに起因する極性によって PC 留分に分画され酸化劣化の程度を PC% として評価することができなかった。PC25% に達した時、大豆油 CV(Bu) 51, AV0.23(4.1 meq/kg), エゴマ油 CV(Bu) 58, AV(KOHmg/g)0.31(5.5 meq/kg) であった。

### 3・6. PV+CV+AV 指標(=和)の時間変化(図3の和)

大豆油やエゴマ油に比して DG 油は加熱劣化がやや速い傾向が伺える。DG 油の劣化は PC% では評価できなかったが、PV+CV(Bu)+AV の和で評価できた。PC%25は和の60付近(平均値62.5)に相当したので、和60が廃棄の目安になるかもしれない。

### 3・7. トコフェロール(Toc)量の時間変化(図5)

エゴマ油の Toc は大豆油や DG 油の場合に比較して消失速度が遅く長い間残存した。PC%25の時点で Toc の残存 % は大豆油30%(25h), エゴマ油48%(58h) であった。DG 油は24h 後 7 % しか残存していなかった。

エゴマ油は Toc の残存率が高かった。その理由は不明であるが、エゴマには特有のポリフェノールが数多く存在することが知られているが、これらが油中に微量溶けていて相乗効果を発揮していることも考えられる。

### 3・8. 各分析値と PC% の相関

分析値の単位を meq/kg にそろえて CV(Bu), AV, 和(=PV\*+CV(Bu)+AV) および PC% の時間変化を図3に示した。大豆油とエゴマ油ではややエゴマ油の方

表2 加熱処理油の分析値

|        | 加熱 h  | PV*<br>meq/kg | CV(Bu)<br>meq/kg | AV a)<br>meq/kg | AV<br>KOHmg/g | PV*+CV+AV<br>meq/kg | PC% b) |
|--------|-------|---------------|------------------|-----------------|---------------|---------------------|--------|
| 大豆油    | 0     | 2.2           | 11.9             | 2.2             | 0.12          | 16.3                | 4.2    |
| 大豆油    | 24    | 3.5           | 50.8             | 4.0             | 0.23          | 58.3                | 24.3   |
| 大豆油    | 48    | 3.7           | 72.7             | 6.8             | 0.38          | 83.2                | 35.2   |
| 大豆油    | 72    | 5.1           | 90.2             | 8.9             | 0.50          | 104.2               | 42.5   |
| 大豆油    | 120   | 7.4           | 122.3            | 15.7            | 0.88          | 145.4               | 62.8   |
| 大豆油    | 168   | 6.2           | 122.9            | 19.3            | 1.08          | 148.4               | 67.8   |
| エゴマ油   | 0     | 1.8           | 6.6              | 2.5             | 0.14          | 10.9                | 0.8    |
| エゴマ油   | 24    | 3.4           | 34.5             | 3.4             | 0.19          | 41.3                | 7.1    |
| エゴマ油   | 48    | 3.3           | 40.5             | 4.1             | 0.23          | 47.9                | 15.8   |
| エゴマ油   | 72    | 5.9           | 78.5             | 6.9             | 0.39          | 91.3                | 35.1   |
| エゴマ油   | 120   | 7.3           | 109.7            | 9.4             | 0.53          | 126.4               | 41.9   |
| エゴマ油   | 168   | 10.9          | 107.3            | 14.1            | 0.79          | 132.3               | 58.9   |
| DG 油   | 0     | 1.3           | 9.8              | 7.8             | 0.44          | 18.9                | 70.8   |
| DG 油   | 24    | 4.3           | 61.3             | 8.1             | 0.45          | 73.7                | 74.5   |
| DG 油   | 48    | 5.6           | 82.4             | 13.5            | 0.76          | 101.5               | 86.1   |
| DG 油   | 72    | 6.0           | 105.6            | 15.1            | 0.85          | 126.7               | 86.8   |
| DG 油   | 120   | 4.7           | 127.3            | 16.6            | 0.93          | 148.6               | 87.9   |
| DG 油   | 168   | 4.5           | 144.1            | 21.4            | 1.2           | 170.0               | 91.0   |
| 学食 未使用 | 0     | 0.8           | 5.4              | 1.8             | 0.10          | 8.0                 | -      |
| 学食 使用中 | -     | 2.9           | 14.2             | 12.8            | 0.72          | 29.9                | -      |
| 外食店    | 168以上 | 2.4           | 41.8             | 169.3           | 9.50          | 213.5               | 41.6   |

a)AV(meq/kg)=AV(KOH mg/g)×1000/56.11

b)PC% =(試料 g -非極性成分 g) ×100 / 試料 g

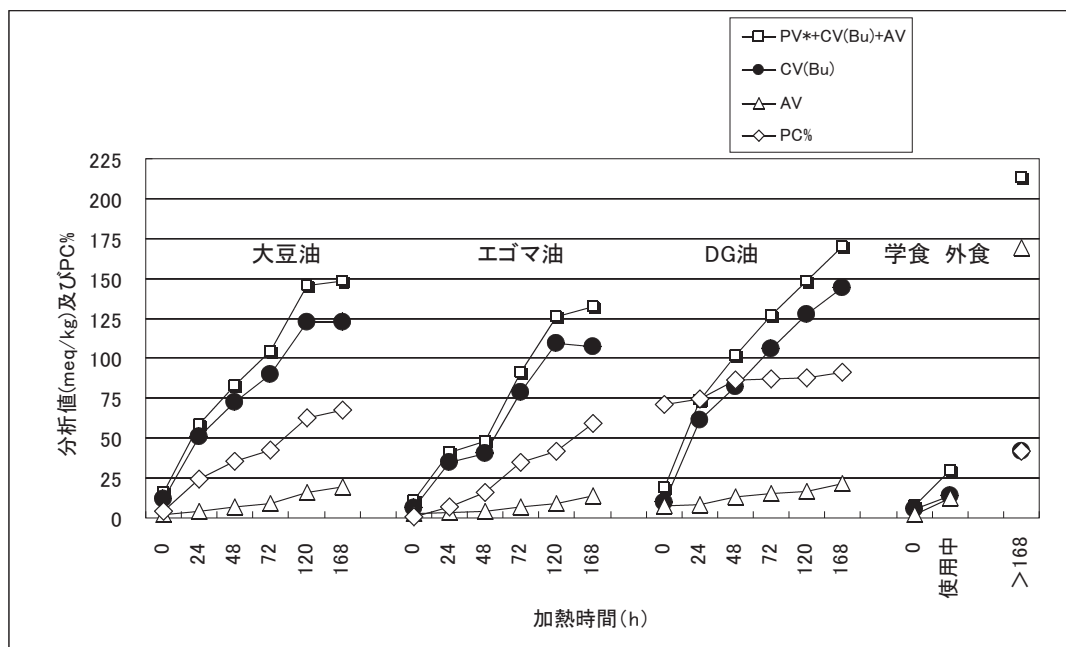


図3 CV(Bu), AV, PC% および和(PV\*+CV(Bu)+AV)の時間変化

試験油及び厨房処理油 \*PC%は油中の極性化合物重量%. 他の分析値はいずれも単位は meq/kg. CV(Bu)の単位は  $\mu$  mol/g であるが meq/kg で表示した. 廃棄基準 PC%25への到達時間 大豆油 25h; エゴマ油 58h; DG油 測定不可.

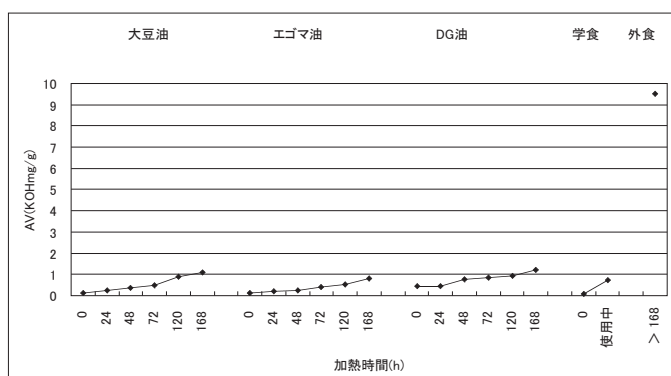


図4 AV(KOH mg/g)の時間変化

が分析値の増加が遅いが両者はよく似た変化の傾向を示した. 特に和および CV の変化と PC% の変化はよく一致していることがわかる. PC% に対して CV(Bu), AV, 和(=PV\*+CV+AV)をプロットしそれらの相関性を図6, 図7, 図8に示した.

本実験では和と PC% は最も高い相関が認められた. その相関の決定係数  $R^2$  は大豆油0.95とエゴマ油0.99であった. PC25% に達したとき, 和は大豆油59, エゴマ油66であった. また PV/CV/AV 値の加熱による時間変化で, いずれの油でも特に大きな変化を示した分析値は CV であった (図9).

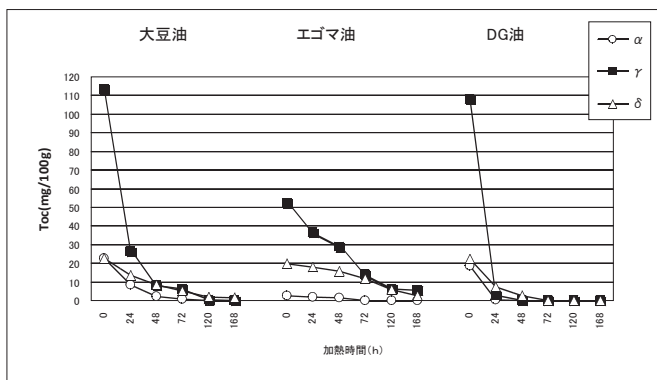


図5 トコフェロール(Toc)量の時間変化

\*PC%25到達時間及び Toc 残存量 % : 大豆油 25h, 30%; エゴマ油58h, 48%; DG油 PC% 不明のため24h 後で 7%

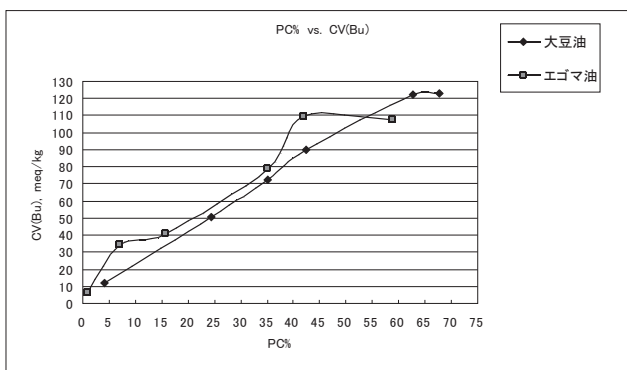


図6 PC%とCV(Bu)の相関性

エゴマ油  $R^2=0.92$ ; 大豆油  $R^2=0.99$  \*PC%25のときエゴマ油 CV(Bu)55, 大豆油 CV(Bu)52

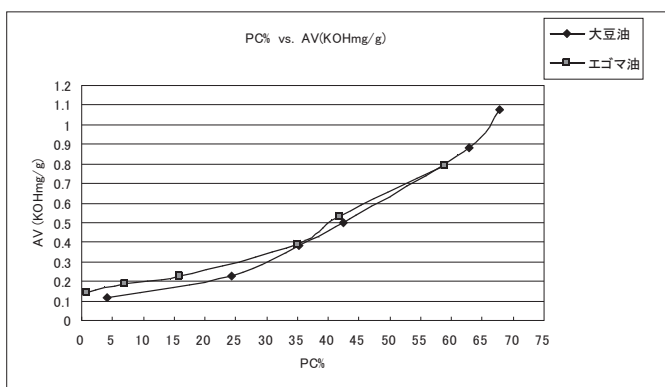


図7 PC%とAVの相関性

エゴマ油  $R^2=0.93$ ; 大豆油  $R^2=0.96$  \*PC% 25のとき エゴマ油 AV0.30, 大豆油 AV0.23

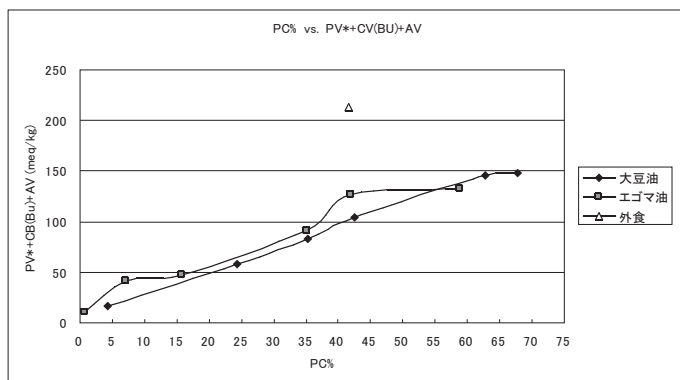
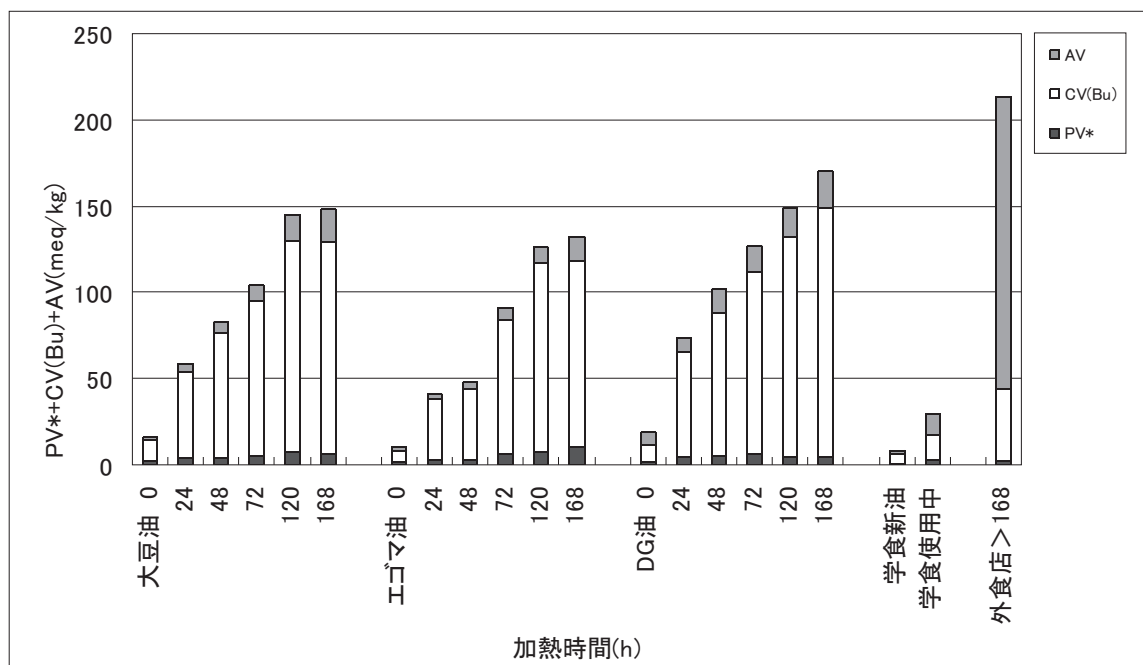


図8 PC% と和(=PV\*+CV(Bu)+AV)の相関性  
 エゴマ油  $R^2=0.99$ ；大豆油  $R^2=0.95$  \*PC%25のときの和の  
 値 エゴマ油 和66, 大豆油 和59



CV(Bu) と PC% は比較的高い相関が認められた。今回の条件においては、CV の比較のみでも食用油間の加熱劣化の程度の比較が可能と思われる。PC25% に達したとき、CV(Bu) は大豆油52, エゴマ油55であった。日本の管理基準のベンゼン法 CV50 (CV(Bu) 75に相当する) までには未だ余裕がある。AV と PC% 間でも比較的高い相関が認められた。決定係数  $R^2$  は大豆

油0.96とエゴマ油0.93であった。PC25% に達した時、AV は大豆油0.23, エゴマ油0.30であった。日本の管理基準 AV2.5 よりもかなり低い値であった。

### 3・9. 試験油と厨房処理油の PV\*/CV (Bu)/AV の差異

外食店での揚げ処理油は、極度に着色し、AV が異常に高いものがあり、本実験の結果とかけ離れていた

(図8, 図9). これは今回の実験では水分の混入がなく加水分解による酸価の上昇がないためと考えられる. 現場の処理油は揚げ種から水分が混入して加水分解による遊離脂肪酸の生成が酸価を大きく上昇させ, 生成した遊離脂肪酸は揚げ物の風味や物性に影響する. 現場の揚げ処理過程は水分の混入以外に, 揚げ種成分の油への移行, フライ容器の材質や形状の相違, 加熱の間欠など非常に複雑であり, その再現は難しい. 基準油脂分析試験法に霧状の水分を吹き付けながらのフライ油安定性試験法<sup>17)</sup>があるが, 装置や操作等の困難さがある. 今回の食用油の加熱劣化試験は試験管中で加熱するのみで単純化された条件での評価であり, 高温で長時間の加熱によってある程度の食用油の加熱劣化が評価されると考える. この条件に水分や揚げ種を添加を追加することによって厨房での加熱処理油の劣化に近い評価が可能となる. 酸価については, 加水分解による遊離脂肪酸と酸化劣化による生成カルボン酸の区別が必要で分析法を検討することが今後の課題である.

### 3・10. 加熱劣化と自動酸化のPV\*/CV(Bu)/AV指標による比較

大豆油, エゴマ油および DG 油の50g を100mL ビーカーに入れ室温で28日間放置した. この自動酸化についてPV\*/CV(Bu)/AVで分析した結果を図10に示した.

大豆油や DG 油は PV\* がやや上昇したが, CV(Bu)

や AV に大きな変化はなかった. 不飽和度が高いエゴマ油は PV\* の著しい増加が認められ自動酸化しやすいことが確認された. 同時に CV(Bu)や AV の増加も認められたが主たる変化は過酸化物の生成であることがわかる. エゴマ油は自動酸化しやすいが, 今回のような空気と油との接触面積が少なく油層が深い加熱劣化試験ではエゴマ油の各分析値, PV+CV+AV 指標及び着色が大豆油やジアシルグリセロール油 (DG 油) に比較して劣ることはなかった(図9). 加熱条件によっては加熱劣化のしやすさが自動酸化のしやすさと必ずしも一致しないことが示された.

### 要約

モデル加熱試験では, CV(Bu), AV, 和(=PV\*+CV(Bu)+AV)は PC% とよく相関する. 中でも和は PC% と相関が高い. DG 油は PC% では評価できないが, 和で評価できる.

「着色度が大きい⇔和が大きい⇔Toc 残存 % が少ない⇔ PC% が大きい」の関係が認められる. 衛生規範で処理中の油について CV と AV が基準項目であるが, 両者とも加熱油劣化と強く相関していることは確認できた. 加水分解を無視した今回の油加熱条件では日本の管理基準はヨーロッパの廃棄基準 PC25% よりややゆる目と思われた.

現場の揚げ処理油は加水分解による遊離脂肪酸の生成がともなう. 現場の処理油の評価には酸化劣化による

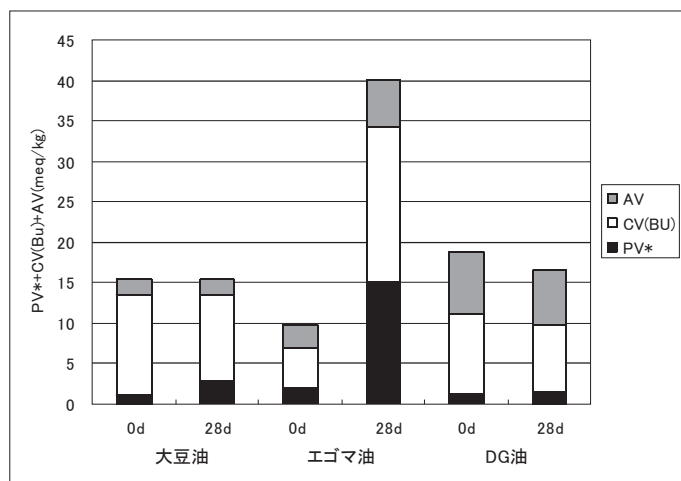


図10 自動酸化(室温28日間)における PV+CV(Bu)+AV 変化  
 エゴマ油  $R^2=0.99$ ; 大豆油  $R^2=0.95$  \*PC%25のときの和の値 エゴマ油 和66, 大豆油 和59

酸価と加水分解による遊離脂肪酸からの酸価を区別して評価することが必要と思われる今後の検討課題である。

本研究にて実験の一部に協力された食品学ゼミの皆様には感謝いたします。本研究の一部は日本食品科学工学会第57回大会(2010, 東京)にて発表した。

## 文献

- 1) 市川和昭, 総説 油脂劣化とその分析評価, 名古屋文理大学紀要, **9**,101-108(2009).
- 2) 和田俊, 後藤直宏, 食品機能学－脂質－, 丸善, p.198(2004).
- 3) 日本油化学会, 第四版油化学便覧－脂質・界面活性剤－, p.334, 丸善(2001).
- 4) Tarmizi, A.H.A., Lin, S.W., Quality Assessment of Palm Products upon Prolonged Heat Treatment, *J.Oleo Science*, **57**(12),639-648(2008).
- 5) 日本油化学会, 基準油脂分析試験法, 2.5.5-2003
- 6) 千葉俊之, 精製植物油が示す化学性状値を用いた酸化安定性の予測, 日本油化学会誌, **48**,781-786(1999).
- 7) Wanasundara, U.N., Shahidi, F., Canola Extract as an Alternative Natural Antioxidant for Canola Oil, *J.Amer. Oil Chem.Soc.*, **71**,817-822(1994).
- 8) 原知子, 安藤真美, 伊藤知子, 井上吉世, 大塚憲一, 大野佳美, 岡村由美, 白砂尋士, 高村仁知, 武智多与理, 露口小百合, 中原満子, 中平真由巳, 西池珠子, 林淑美, 深見良子, 藤村浩嗣, 松井正枝, 的場輝佳, 水野千恵, 村上恵, 山下貴稔, 湯川夏子, 渡辺健市, 揚げ物および揚げ油の風味と極性化合物量の関係, 日本食品科学工学会誌, **51**(1), 23-27(2004).
- 9) 伊藤知子, 安藤真美, 大塚憲一, 久保加織, 小林敦子, 露口小百合, 中平真由巳, 原知子, 水野千恵, 明神千恵, 村上恵, 和田珠子, 日本食品科学工学会誌, 国産菜種油の調理特性の比較, **58**(7), 309-317(2011).
- 10) 加藤保子, 着色度からみた揚げ油の劣化度－短大生世帯で使用中の揚げ油について－日本食品工業学会誌, **40**(6),433-436(1993).
- 11) 堀口美和, 大野佳美, 宮川久邇子, 一般家庭における揚げ油の着色および理化学的性状, 日本調理科学会誌, **30**(3),267-271(1997).
- 12) 市川和昭, 石井貴子, 小山吉人, 食用油脂の過酸化物価の簡易測定法, 油化学, **45**(4), 355-359(1996).
- 13) 日本油化学会, 基準油脂分析試験法2.3.1-1996.
- 14) 日本油化学会, 基準油脂分析試験法 暫13-2003.
- 15) 日本油化学会, 基準油脂分析試験法2.4.1.1-1996.
- 16) 太田静行, 油脂食品の劣化とその防止, 初版, 幸書房, p.252(1985).
- 17) 日本油化学会, 基準油脂分析試験法参2.12-1996.