

# 野菜類の脂質成分に関する研究 (第26報)

— サヤインゲンの脂質について —

北村光雄

## I はじめに

インゲンマメは原産地が中南米といわれ、アメリカおよびヨーロッパで、古くから食糧として栽培されていた。わが国には僧隠元が承応3年(1654年)に中国から持ち帰ったというので、この名称がある。

インゲンマメにはつる性種と矮性種と、その中間種があり、多くの品種がある。種子は球形、長円形、腎臓形で、種皮の色には白色、褐色、紫赤色、青黒色などがあり、斑紋のあるウズラ豆やトラ豆などがある。

乾燥豆の成分<sup>1)</sup>は水分16.5%、たんぱく質19.9%、脂質2.2%、糖質54.1%、繊維3.7%、灰分3.6%である。またサヤインゲンの成分<sup>1)</sup>は水分93.1%、たんぱく質2.4%、脂質0.1%、糖質2.8%、繊維0.9%、灰分0.7%である。

油料種子である大豆の脂質成分については多くの研究報告があるが、脂質含量の低いデンプン性の豆類については少ないようである。エンドウ種子のリン脂質<sup>2)</sup>、アズキ種子のステロール脂質<sup>3)</sup>、アズキ種子のグリセロ糖脂質<sup>4)</sup>、グリセロ脂質群の構造<sup>5)</sup>がある。

今回、著者はサヤインゲンから脂質を抽出し、その脂質成分について検索したので報告する。

## II 実験方法

### 1. 試料

実験に用いたサヤインゲンは神奈川県茅ヶ

崎市小出の八百屋から買い求めたもので、鹿児島県産の品種すじなしと長崎県産の品種サ一ベルである。

### 2. 脂質の抽出

調理用ミキサーのコップ(1.2ℓ容)に粗切りしたサヤインゲンを300gずつ入れ、900mlのクロロホルム・メタノール混液(2:1 v/v)を加え、さらに抗酸化剤(BHT)2mgを加えて2分間ミキシングする。乳濁液をブフネルロートを用いて吸引濾過した。残渣はさらにクロロホルム・メタノール混液600mlと抗酸化剤2mgを加えてミキシングし、脂質を抽出すること4回繰り返した。

脂質を抽出した溶液はクロロホルム層とメタノール層に分離したので、それぞれ別々にロータリーエバポレーターを用い、60℃以下の減圧下で濃縮し、クロロホルム、メタノールを除去した。濃縮物にヘキサンを加えて脂質を転溶し、水洗、脱水する。ヘキサン溶液は溶媒を留去して総脂質(TL)を得た。

### 3. 脂質の脂肪酸組成

脂肪酸組成の測定はガスクロマトグラフィー(GLC)によっておこなった。GLC分析の前処理として脂質を三フッ化ホウ素メタノール法<sup>6)</sup>により脂肪酸のメチルエステルを調製し、さらに薄層クロマトグラフィー(TLC)により精製した。GLCの分析条件および定量は既報<sup>7)</sup>と同様におこなった。

#### 4. 総脂質の分画

既報<sup>7)</sup>と同様、ケイ酸のカラムクロマトグラフィー (CC) をおこない、中性脂質 (NL) 区分、糖脂質 (GL) 区分およびリン脂質 (PL) 区分に分画した。

#### 5. 各脂質区分の同定と定量

各脂質の同定と定量は既報<sup>7)</sup>と同様、TL Cとデンストメーターによっておこなった。炭化水素、ステロールなど同族体の詳細な同定は脂質を加水分解または誘導体として分析をおこなった。

### III 実験結果と考察

#### 1. 脂質の含量

サヤインゲンからクロロホルム・メタノール混液 (2:1v/v) で脂質を抽出し、表1に示す収量で総脂質を得た。サヤインゲンの

表1 サヤインゲンの脂質含量

|          | 鹿児島産 | 長崎産  |
|----------|------|------|
| 供試重量 (g) | 1800 | 1900 |
| 脂質重量 (g) | 5.33 | 7.73 |
| 脂質含量 (%) | 0.3  | 0.4  |

脂質含量は、日本食品標準成分表<sup>1)</sup>では新鮮物中0.1%である。脂質含量の多いことは、既報のとおり抽出方法の相違によるものと考えられる。

#### 2. 総脂質の脂肪酸組成

TLの脂肪酸組成は表2に示すとおりである。おもな脂肪酸はリノール酸、リノレン酸およびパルミチン酸であって、産地、品種間の相違は認められなかった。成熟中のためカリノレン酸の含量の多いのが特徴である。

表2 TLの脂肪酸組成 (%)

| 炭素数  | 鹿児島産 | 長崎産  |
|------|------|------|
| 14:0 | 0.2  | 0.1  |
| 16:0 | 24.8 | 25.7 |
| 16:1 | 0.1  | 0.7  |
| 18:0 | 4.8  | 4.3  |
| 18:1 | 5.0  | 2.7  |
| 18:2 | 31.7 | 31.7 |
| 18:3 | 31.2 | 31.7 |
| その他  | 2.2  | 3.1  |

#### 3. 中性脂質および極性脂質の分画

TLのケイ酸のCCにより分画した結果は表3のとおりである。中性脂質、糖脂質および

表3 TL中のNL, GL, PLの含量 (%)

| 区分 | 鹿児島産 | 長崎産  |
|----|------|------|
| NL | 39.2 | 34.1 |
| GL | 19.8 | 22.1 |
| PL | 41.0 | 43.8 |

リン脂質の含量は産地、品種間には著しい差は認められなかったが、リン脂質の含量は一般の脂質より多かった。

#### 4. NL, GL, PLの脂肪酸組成

各脂質の脂肪酸組成は表4に示すとおりで

表4 各脂質の脂肪酸組成 (%)

| 炭素数  | 鹿児島産 |      |      | 長崎産  |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
|      | NL   | GL   | PL   | NL   | GL   | PL   |
| 14:0 | 0.1  | —    | 0.2  | 0.1  | —    | 0.2  |
| 16:0 | 24.7 | 8.9  | 29.6 | 23.7 | 18.0 | 32.9 |
| 16:1 | —    | 0.2  | 0.2  | 5.8  | 1.3  | 1.2  |
| 18:0 | 6.2  | 2.4  | 4.6  | 3.3  | 6.4  | 4.6  |
| 18:1 | 6.0  | 2.5  | 4.7  | 2.0  | 2.6  | 1.9  |
| 18:2 | 31.9 | 9.9  | 32.7 | 26.1 | 7.4  | 31.2 |
| 18:3 | 29.7 | 72.3 | 27.3 | 38.5 | 63.6 | 26.9 |
| その他  | 1.4  | 3.9  | —    | —    | 0.7  | 1.1  |

ある。産地、品種間のNL, GL, PLにおける脂肪酸の含量は同一傾向を示すが、NLとPLではリノール酸、リノレン酸、パルミチン酸が主成分であり、GLではリノレン酸の含量が著しく多いのが特徴である。

### 5. NL区分の脂質組成

NL区分の脂質組成は表5のとおりである。

表5 NL区分の脂質組成 (%)

| 区 分           | 鹿児島産 | 長崎産  |
|---------------|------|------|
| 炭 化 水 素       | 14.7 | 25.5 |
| トリアシルグリセリド    | 11.0 | 13.3 |
| 遊 離 脂 肪 酸     | 9.2  | 3.1  |
| ジアシルグリセリド     | 7.3  | 2.0  |
| 高 級 ア ル コ ー ル | 6.4  | 7.1  |
| 遊 離 ス テ ロ ー ル | 12.8 | 14.3 |
| モノアシルグリセリド    | 11.1 | 13.3 |
| そ の 他         | 27.5 | 21.4 |

炭化水素、アシルグリセリドおよびステロールが主成分で、未同定のその他脂質も相当量含まれる。

### 6. 炭化水素

NL区分から製造的TLCにより炭化水素を分離した。GLCの分析により表6の結果

表6 炭化水素のGLC\* (%)

| R <sub>t</sub> | 鹿児島産 | 長崎産  |
|----------------|------|------|
| 2.1            | 1.2  | —    |
| 2.9            | 94.8 | 94.0 |
| 5.4            | 0.6  | 1.9  |
| 5.7            | 1.0  | 0.1  |
| 14.5           | 1.9  | 0.1  |
| 15.7           | 0.2  | 1.1  |

※カラム：DEGS 15%, 3×3000mm

温 度：180℃

R<sub>t</sub> : retention time

を得た。R<sub>t</sub> 2.9は未同定であるが、大量処理

した不ケン化物区分から、飽和の炭化水素であるC<sub>23</sub>~C<sub>32</sub>をGLC分析により確認した。

### 7. トリアシルグリセリド

NL区分から製造的TLCにより、トリアシルグリセリドを分離した。この区分の脂肪酸組成は表7に示すとおりである。脂肪酸組

表7 TGの脂肪酸組成 (%)

| 炭素数  | 鹿児島産 | 長崎産  |
|------|------|------|
| 16:0 | 11.3 | 11.6 |
| 18:0 | 2.0  | 1.3  |
| 18:1 | 3.4  | 2.1  |
| 18:2 | 29.0 | 26.3 |
| 18:3 | 53.9 | 58.0 |
| その他  | 0.4  | 0.7  |

成は、産地、品種間には差がみられなかった。

### 8. 遊離脂肪酸

NL区分から製造的TLCにより、遊離脂肪酸(FFA)を分離した。GLC分析により表8の結果を得た。この脂肪酸組成はTG

表8 FFAの脂肪酸組成 (%)

| 炭素数  | 鹿児島産 | 長崎産  |
|------|------|------|
| 16:0 | 38.0 | 39.3 |
| 18:0 | 13.8 | 15.8 |
| 18:1 | 4.7  | 6.1  |
| 18:2 | 23.4 | 17.7 |
| 18:3 | 10.6 | 13.5 |
| その他  | 9.5  | 7.6  |

の場合と同様、産地、品種間の差はみられないが、パルミチン酸の含量がともに多く、リノール酸、リノレン酸が少なかった。

### 9. 高級アルコール

NL区分をケン化し、その不ケン化物をア

ルミナによるCCにより分画して高級アルコールを分離した。これを常法によりアセチル化し、GLC分析した結果は表9のとおりで

表9 高級アルコールの組成(%)

| 炭素数  | 鹿児島産 | 長崎産  |
|------|------|------|
| 26:0 | 3.4  | 5.1  |
| 28:0 | 16.8 | 24.6 |
| 30:0 | 61.8 | 40.0 |
| 32:0 | 17.4 | 21.6 |
| その他  | 0.6  | 8.7  |

ある。高級アルコールの組成は産地、品種間に多少の差がみられるが、飽和のC<sub>28</sub>、C<sub>30</sub>、C<sub>32</sub>が中心であった。

## 10. ステロール

上記高級アルコール分離の際に得られたステロール区分から、mp135~138℃の白色柱状結晶を得た。この結晶はリーベルマン反応陽性、赤外線吸収スペクトルによりステロールであることを確認した。常法によりこの結晶をアセチル化し、GLC分析の結果は表10に示すとおりである。サヤインゲンのステロール

表10 ステロールの組成(%)

| ステロール            | 鹿児島産 | 長崎産  |
|------------------|------|------|
| ア    ン    ノ    ン | 18.3 | 17.0 |
| ブラシカステロール        | 10.9 | 8.7  |
| カンベステロール         | 8.5  | 6.3  |
| スチグマステロール        | 14.3 | 32.7 |
| β-シトステロール        | 48.0 | 35.3 |

ルについては、既に岡ら<sup>8)</sup>が野菜類のステロール組成と題して報告しているが、それと同様の結果であった。

## 11. 糖脂質区分の脂質組成

GL区分の脂質組成は表11のとおりである。

表11 GL区分の脂質組成(%)

| 区 分 | 鹿児島産 | 長崎産  |
|-----|------|------|
| MGD | 27.6 | 22.4 |
| DGD | 11.5 | 20.4 |
| その他 | 60.9 | 57.2 |

この区分の糖脂質はモノガラクトシルジグリセリド(MGD)、ジガラクトシルジグリセリド(DGD)で、 $\alpha$ -ナフトール試薬に陽性の物質は以上のほかに4種類検出したが、未同定である。

## 12. 糖脂質の脂肪酸組成

GLの脂肪酸組成は表12に示すとおりであ

表12 GLの脂肪酸組成(%)

| 炭素数  | 鹿児島産 |      | 長崎産  |      |
|------|------|------|------|------|
|      | MGD  | DGD  | MGD  | DGD  |
| 16:0 | 9.6  | 9.6  | 6.5  | 9.5  |
| 18:0 | 1.9  | —    | 1.4  | 6.9  |
| 18:1 | 2.0  | —    | 0.8  | —    |
| 18:2 | 8.6  | 4.6  | 5.7  | 2.4  |
| 18:3 | 77.7 | 85.7 | 85.4 | 81.1 |
| その他  | 0.2  | 0.1  | 0.2  | 0.1  |

る。GLの脂肪酸組成は産地、品種間ならびにMGD、DGD間には明瞭な相違はみられないが、何れもリノレン酸の含量が非常に多いのが特徴である。

## 13. リン脂質区分の脂質組成

PL区分の脂質組成は表13のとおりである。

表13 PL区分の脂質組成(%)

| 区 分 | 鹿児島産 | 長崎産  |
|-----|------|------|
| PE  | 18.9 | 20.4 |
| PC  | 29.4 | 26.3 |
| その他 | 51.7 | 53.3 |

この区分の脂質はホスファチジルエタノールアミン (PE), ホスファチジルコリン (PC) および未同定の4種類のリン脂質からなる。

#### 14. リン脂質の脂肪酸組成

PE, PCの脂肪酸組成は表14に示すとおり

表14 PE, PCの脂肪酸組成 (%)

| 炭素数  | 鹿児島産 |      | 長崎産  |      |
|------|------|------|------|------|
|      | PE   | PC   | PE   | PC   |
| 16:0 | 36.1 | 22.1 | 35.7 | 24.3 |
| 18:0 | —    | 5.3  | —    | 5.8  |
| 18:1 | —    | 6.7  | —    | 2.7  |
| 18:2 | 38.8 | 37.5 | 39.4 | 37.0 |
| 18:3 | 25.0 | 28.3 | 24.8 | 30.2 |
| その他  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | —    |

りである。脂肪酸組成は産地、品種間には差がみられなかった。

#### IV. 要 約

1. サヤインゲンにクロロホルム・メタノール混液 (2:1 v/v) を加えてミキシングし、脂質を抽出した。その収量は0.3~0.4%である。
2. 総脂質の脂肪酸組成はリノール酸, リノレン酸ともに31%で, パルミチン酸は25%である。

3. 総脂質中の中性脂質は34~39%, 糖脂質は20~22%, リン脂質は41~44%である。
4. 中性脂質には炭化水素が15~25%, トリアシルグリセリド11~13%が含まれ, ほかに遊離脂肪酸, 高級アルコール, ステロールなどが含まれている。
5. 糖脂質区分はモノガラクトシルグリセリド, ジガラクトシルグリセリドが含まれ, ほかに未同定の4種の糖脂質を検出した。
6. リン脂質区分はホスファチジルエタノールアミン, ホスファチジルコリンを同定し, ほかに未同定の4種のリン脂質を検出した。

#### <引用文献>

- 1) 科学技術庁資源調査会編: 四訂日本食品標準成分表 (1981)
- 2) 宮沢陽夫ら: 農化, **50**, 169 (1976)
- 3) 伊藤精亮ら: 農化, **59**, 895 (1985)
- 4) 関 一知ら: 脂質生化学研究, **27**, 49 (1985)
- 5) 大西正男ら: 油化学, **38**, 619 (1989)
- 6) 日本油化学会編: 基準油脂分析試験法, 2・4・20・2・77 (1971)
- 7) 北村光雄: 本誌, 30集, 57 (1986)
- 8) 岡 芳子ら: 栄養と食糧, **26**, 121 (1973)