

# 紅花油の脂質構成

真石尚子・鈴木正成<sup>\*</sup>

山形県の特産である紅花は400年前頃から栽培され、古くから染料や口紅の原料として利用されている。その種子からとれる紅花油は不飽和脂肪酸を多く含み、必須脂肪酸であるリノール酸含量が他の動物油脂、植物油に比べてひじょうに高い。リノール酸は血中コレステロールの低下作用をもつので健康保持によいとして利用されている。

しかし紅花種子油（以下紅花油と略記）のトリグリセライドの、不飽和脂肪酸はじめ他の脂肪酸構成については、未だ十分に調べられてない。

そこで紅花の産地・品種・栽培条件等と紅花油のトリグリセライドの脂肪酸構成とがどのような関係を有するかを調べた。

## 材 料

1971年産種子は山形県立農業試験場（以下農試と略記）栽培紅花種子5検体（とげなし、最上紅花、アメリカ産UTE, RIO, 白花）、山形県各地の農家栽培紅花種子（山形一本沢、山形一椹沢、寒河江一西根、寒河江一醍醐、東根一関山、川西、西川、鶴岡産）の8検体、品種は最上紅花で総計13検体である。

1972年産種子は農試栽培の最上紅花、刺なし、白紅花の3品種で、その中の最上紅花は播種時期と畑の質の異なる3検体、他は1品種1検体、さらに県内各地の農家栽培の最上紅花9検体（高島、山形一岩波、山形一本沢、山形一高瀬、天童、大石田、尾花沢一小橋、西川、遊佐）、総計14検体である。（表1）

検体はすべて農試を経て入手した。

<sup>\*</sup> 現、筑波大学

## 方 法

紅花種子を乳鉢で細く潰し、クロロホルム、メタノール混液（2：1v/v）で抽出する。濾過、水洗後、ロータリーエバポレーターで50℃以下で濃縮し、これを粗脂質とする。次にシリカゲル-Gの薄層クロマトで展開するが、展開溶媒は石油エーテル、エチルエーテル、酢酸混液（82：18：1）を用いる。そのトリグリセライド画分を削り取り、溶媒で抽出しBF<sub>3</sub>、メタノール法で脂肪酸をメチルエステル化した上で、島津ガスクロGC-5A型FID検出器に流す。充填剤としてはDiethylenglycol Succinate（15%）を使用し、各脂肪酸のメチルエステルを分離検出した。その各脂肪酸メチルエステルをRetention time, Relative retention timeおよび水素添加（Hydrogenation）により同定した。

紅花栽培地区の平均気温、降水量、日照時間は日本気象協会山形支部発行の農業気象観測所気候表により調べた。（表3）

## 結 果

紅花種子は生重量で14～23%の粗脂質が含まれていることがわかった（表1）。粗脂質量は1972年度産種子についてのみ測定した。検体数が少なかったためか品種、栽培条件などとの間に有意の相関はみられなかった。

次に紅花油のトリグリセライドの構成脂肪酸では、ガスクロマトグラフィーで22～23ヶのピークがみとめられた。そのうちの16ヶ（C<sub>14</sub>, C<sub>15</sub>, C<sub>16</sub>, C<sub>16=1</sub>, C<sub>17</sub>, C<sub>17=1</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>18=1</sub>, C<sub>18=2</sub>, C<sub>18=3</sub>, C<sub>20</sub>, C<sub>20=1</sub>, C<sub>21</sub>, C<sub>21=1</sub>, C<sub>22</sub>, C<sub>22=1</sub>）が同定された。

しかし量的にはパルミチン酸(C<sub>16</sub>), ステアリン酸(C<sub>18</sub>), オレイン酸(C<sub>18=1</sub>), リノール酸(C<sub>18=2</sub>)の4種で総脂肪酸の99%以上を占めて

いたため、紅花油のトリグリセライドの脂肪酸組成としては上記の4種の総和を100とし各々の百分率で表わした。(表1)

表1 山形県産紅花油のトリグリセライドの脂肪酸組成 (%)

| 年度   | 産地     | 品 種   | 畑     | 脂 肪 酸                     |                           |                            |                            |   | 粗脂肪<br>含 量       |
|------|--------|-------|-------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---|------------------|
|      |        |       |       | パルミチン酸<br>C <sub>16</sub> | ステアリン酸<br>C <sub>18</sub> | オレイン酸<br>C <sub>18=1</sub> | リノール酸<br>C <sub>18=2</sub> | C <sub>18=1</sub><br>+C <sub>18=2</sub> |                  |
| 1971 | 山形(農試) | 刺なし   | 普通畑   | 7.9                       | 2.3                       | 15.3                       | 74.3                       | 89.6                                    | 測<br>定<br>せ<br>ず |
|      | 〃      | 最上紅花  | 〃     | 7.5                       | 2.0                       | 11.1                       | 79.4                       | 90.5                                    |                  |
|      | 〃      | U T E | 〃     | 9.2                       | 3.0                       | 16.7                       | 71.2                       | 87.9                                    |                  |
|      | 〃      | R I O | 〃     | 9.2                       | 3.2                       | 14.2                       | 73.4                       | 87.6                                    |                  |
|      | 〃      | 白紅花   | 〃     | 7.2                       | 2.0                       | 16.2                       | 74.6                       | 90.8                                    |                  |
|      | 山形一本   | 最上紅花  | 〃     | 7.8                       | 2.3                       | 16.9                       | 72.9                       | 89.8                                    |                  |
|      | 山形榎    | 〃     | 〃     | 6.3                       | 1.5                       | 14.2                       | 77.9                       | 92.1                                    |                  |
|      | 寒河江一西  | 根     | 〃     | 7.3                       | 2.6                       | 18.5                       | 71.6                       | 90.1                                    |                  |
|      | 寒河江一醍  | 醐     | 〃     | 7.2                       | 2.0                       | 13.7                       | 76.9                       | 90.6                                    |                  |
|      | 東根一関   | 山     | 〃     | 6.9                       | 2.5                       | 18.7                       | 71.9                       | 90.6                                    |                  |
| 川    | 西      | 〃     | 6.7   | 2.1                       | 15.2                      | 76.0                       | 91.2                       |   |                  |
| 西    | 川      | 〃     | 7.4   | 2.5                       | 17.5                      | 72.4                       | 89.9                       |   |                  |
| 鶴    | 岡      | 〃     | 6.1   | 1.9                       | 11.4                      | 80.6                       | 92.0                       |   |                  |
| 1972 | 山形(農試) | 最上紅花  | 普通畑   | 6.9                       | 3.1                       | 15.1                       | 74.9                       | 90.0                                    | 14%              |
|      | 〃      | 〃     | 〃(晩播) | 6.7                       | 2.3                       | 13.3                       | 76.5                       | 89.8                                    | 18               |
|      | 〃      | 〃     | 転換畑   | 5.8                       | 2.2                       | 15.8                       | 76.2                       | 92.0                                    | 16               |
|      | 〃      | 刺なし   | 普通畑   | 12.0                      | 3.2                       | 18.7                       | 66.4                       | 85.1                                    | 21               |
|      | 〃      | 白紅花   | 〃     | 7.2                       | 2.4                       | 15.3                       | 75.1                       | 90.4                                    | 19               |
|      | 山形一岩   | 最上紅花  | 〃     | 8.3                       | 2.5                       | 16.2                       | 73.0                       | 89.2                                    | 22               |
|      | 山形一本   | 〃     | 〃     | 8.1                       | 3.2                       | 17.5                       | 71.2                       | 88.7                                    | 23               |
|      | 山形一高   | 〃     | 〃     | 7.7                       | 2.4                       | 17.6                       | 72.3                       | 89.9                                    | 21               |
|      | 高      | 嶋     | 〃     | 7.0                       | 2.4                       | 16.8                       | 73.9                       | 90.7                                    | 15               |
|      | 天      | 童     | 〃     | 9.3                       | 3.9                       | 21.7                       | 65.1                       | 86.8                                    | 14               |
|      | 大      | 石     | 〃     | 6.8                       | 2.8                       | 17.2                       | 73.2                       | 90.4                                    | 16               |
|      | 尾花沢一   | 小橋    | 〃     | 7.8                       | 3.0                       | 20.0                       | 69.0                       | 89.0                                    | 21               |
|      | 西      | 川     | 〃     | 8.7                       | 3.3                       | 22.4                       | 65.7                       | 88.1                                    | 18               |
| 遊    | 佐      | 〃     | 8.6   | 2.9                       | 17.1                      | 71.5                       | 88.6                       | 17                                      |                  |

1971年産紅花油のリノール酸含量は13検体で平均74.9±3.6%, 1972年産の14検体では71.7±6.6%であった。不飽和脂肪酸総和としてのオレイン酸+リノール酸の含量は、1971年産は90.2±2.6%, 1972年産は89.2±4.1%となり、リノール酸単独より不飽和脂肪酸総和の方が年度間の平均値も個々の検体間の差も少なかった。

農試栽培紅花の紅花油の分析結果では紅花の品種により主要な脂肪酸組成に差がみられ、各地で収穫された最上紅花の種子油についても同じ程度のちがいがみられた。

紅花栽培技術上花の収量を多くするには、種をまく時期が早ければ早いほど良いとされてい

る。栽培条件と、脂肪酸構成の関連を検討するため、早まきとして4月上旬にまいたもの、晩まきとして5月上旬にまいたもの、畑は普通畑栽培、また転換畑で栽培されたものと分類してみた。その結果では、それほど大きな差はみられなかったが、晩播では粗脂肪量もリノール酸含有量も多い傾向がみられた。(表1)

次に各地の農家栽培の検体でみられた不飽和脂肪酸含量の差の原因をしらべるため、各地の気象条件(平均気温、降雨量、日照時間)の影響を検討した。

紅花の開花始めは7月上旬、開花終わりは7月下旬で種子の成熟期がその後1ヶ月位となる

表2 山形県産紅花油のトリグリセライドの不飽和脂肪酸量と気象条件との相関係数

|                            |                          |                            |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| リノール酸—平均気温<br>n=19         | リノール酸—雨量<br>n=19         | リノール酸—日照時間<br>n=19         |
| -0.047                     | 0.531<br>$\rho < 0.05$   | -0.521<br>$\rho < 0.05$    |
| オレイン酸 + リノール酸—平均気温<br>n=19 | オレイン酸 + リノール酸—雨量<br>n=19 | オレイン酸 + リノール酸—日照時間<br>n=19 |
| -0.278                     | 0.380                    | -0.540<br>$\rho < 0.05$    |

ので、8月、9月2ヶ月の平均気温、降水量、日照時間(表3)とリノール酸含量およびリノール酸+オレイン酸の含量の相関をみた。(表2)

リノール酸含量は5%以下の危険度で雨量とは有意の正の相関、日照時間とは有意の負の相関がみられた。リノール酸+オレイン酸の含量も5%以下の危険度で日照時間と有意の負の相関がみられたが、雨量とは有意の相関はなかった。

平均気温はリノール酸含量、リノール酸+オ

表3

| 年度   | 気象観測所 | 平均気温(°C) |      |        | 降水量(mm) |     |        | 日照時間(時間) |     |        |
|------|-------|----------|------|--------|---------|-----|--------|----------|-----|--------|
|      |       | 8月       | 9月   | 8.9月合計 | 8月      | 9月  | 8.9月合計 | 8月       | 9月  | 8.9月合計 |
| 1971 | 山形    | 25.1     | 18.7 | 43.8   | 209     | 190 | 399    | 240      | 142 | 382    |
|      | 寒河江   | 24.7     | 18.5 | 43.2   | 129     | 169 | 298    | 236      | 129 | 365    |
|      | 楯岡    | 25.1     | 18.8 | 43.9   | 92      | 167 | 259    | 228      | 147 | 375    |
|      | 川西    | 24.2     | 18.2 | 42.4   | 153     | 163 | 316    | 264      | 142 | 406    |
|      | 西川    | 24.0     | 17.8 | 41.8   | 124     | 199 | 323    | 224      | 127 | 353    |
|      | 鶴岡    | 25.0     | 20.0 | 45.0   | 185     | 210 | 395    | 213      | 145 | 358    |
| 1972 | 山形    | 24.9     | 20.2 | 45.1   | 172     | 102 | 274    | 220      | 185 | 405    |
|      | 高島    | 24.5     | 19.8 | 44.3   | 138     | 120 | 258    | 235      | 182 | 417    |
|      | 天童    | 24.9     | 20.3 | 45.2   | 119     | 85  | 204    | 252      | 216 | 468    |
|      | 尾花沢   | 24.0     | 19.5 | 43.5   | 164     | 92  | 256    | 234      | 189 | 423    |
|      | 西川    | 23.8     | 19.3 | 43.1   | 171     | 131 | 302    | 221      | 173 | 394    |
|      | 遊佐    | 24.6     | 20.8 | 45.4   | 203     | 246 | 449    | 197      | 181 | 378    |

レイン酸の含量のいずれとも有意の相関がみられなかった。

粗脂質重量と平均気温、雨量とは相関係数  $r = 0.1$  以下 ( $n = 10$ ) であった。また日照時間とでは  $r = -0.343$  の負の相関係数がえられたが有意ではなかった。

### 考察

植物中ではオレイン酸からリノール酸やリノレン酸を生じ、寒冷地の動物や植物では不飽和脂肪酸の含量が多くなるとも言われている。<sup>1) 2)</sup>

これらのことより、紅花油のリノール酸含量は気温の低い地域で栽培されたものほど多くなることが期待されたが今回の調査対象では種子の結実、成熟期の気温との間に有意の相関がみられなかった。これは今回調べた栽培地間では8、9月における平均気温の地域差が少ないことより、リノール酸含量と平均気温との相関が

みられなかったのかもしれない。

日照時間が紅花油のリノール酸含量およびリノール酸+オレイン酸の含量とも有意の負の相関 ( $\rho < 0.05$ ) があつた。

ところで植物の種子中に蓄積される脂肪は葉で生成され種子に送られ蓄積するのではなく、葉から糖類が種子に送られ、種子中で脂肪に合成される。<sup>4) 5)</sup> 一方、緑色組織の葉緑体での脂肪酸合成には光が必要であるが、非緑色組織の顆粒における脂肪酸合成には不必要とされている。<sup>6)</sup>

しかし日照時間が紅花種子中の不飽和脂肪酸含量と負の相関があることより、直接的であるか間接的であるかは、わからないが、オレイン酸の合成とオレイン酸の酸化的不飽和化により生成するリノール酸の合成の調節に日照時間ないし光量の影響を受けていることが推察される。<sup>6) 7)</sup>

雨量とリノール酸含量が有意の正の相関 ( $\rho < 0.05$ ) があつた。これは県内で日照時間の

短い所で雨量が多いというこれも有意の負の相関 ( $p < 0.05$ ) がみられたことによるのか、雨量の多少の直接の影響がどうかはわからない。

#### まとめ

1. 紅花油のトリグリセライドの構成脂肪酸のガスクロ分析で22~23ヶのピークがみとめられ、そのうち16種の脂肪酸が同定された。
2. 紅花油のトリグリセライドの脂肪酸は65.1~80.6%がリノール酸であり、リノール酸とオレイン酸の不飽和脂肪酸総量は85.1%~92.1%であった。
3. 紅花の品種によっても種子油のトリグリセライドの脂肪酸組成が多少異なる。
4. 紅花種子の脂肪酸合成能、脂肪酸の不飽和化に日照時間が負の相関をもつことが示唆された。

この調査に御協力いただきました山形県農業試験場並びに関係各位に深謝致します。

#### 引用文献

- (1) 今井 陽, 坂上利夫: 脂質の生化学, 朝倉書店
- (2) R.O. Simmons and F.N. Quackenbush, J. Am. Oil chemists' Soc, 31, 441 (1962),
- (3) 山形県農業気象観測所気候表, 日本気象協会山形支部, (1971), (1972)
- (4) ボナー, ゴールストン: 植物の生理, 岩波書店
- (5) 田口亮平: 植物生理学大要, 養賢堂
- (6) Amn. Rev, Plant Physiol, 1967, 18: 229-252
- (7) Amn. Rev, Plant Physiol, 1973, 24: 287-310
- (8) 生化学実験講座9, 脂質の代謝: 日本生化学編, 東京化学同人