

## 樹木がつくる油脂資源

河内 進策

宮崎大学農学部生物環境科学科森林科学講座

(2007年1月26日 受理)

### Fatty resources formed in tree.

Shinsaku KAWACHI

Department of Forest Science

**Summary :** In the present review, the outline of our fundamental researches on some fatty resources obtained from tree was described.

#### 1. Oil yield

The yields of haze wax are ranging from 23 to 41 % for different cultivars and habitats. A yield of seed oil of stillingia was about 40 %. Kernel oil contents of camellia trees differed in ranges 12-57 %, but those of the species used for oil production were 50 % or more.

#### 2. Major fatty acid (MFA) components

All of the three oils, haze and stillingia waxes, and camellia oil, are composed of five MFAs, namely palmitic acid (C<sub>16:0</sub>), stearic acid (C<sub>18:0</sub>), oleic acid (C<sub>18:1</sub>), linoleic acid (C<sub>18:2</sub>) and linolenic acid (C<sub>18:3</sub>). But the proportion of fatty acid considerably differs each for species.

Palmitic acid comprises 60-70 % of all fatty acids of haze wax, whereas oleic acid occupies 80 % or more of camellia oil fatty acids. These variations could be clearly expressed in the ratios of saturated fatty acids to unsaturated fatty acid (SFA/USFA). SFA/USFAs of haze wax, stillingia wax and camellia oil were 3-5, 0.5 and 0.1, respectively.

#### 3. Growth of fruits or seeds and changes of fatty acid compositions

Haze and stillingia seeds rapidly grows in July to September. In this period, palmitic acid was accumulated in haze wax. On the other hand, camellia fruit grows in September to October to increase oleic acid.

**Key words :** Camellia, Fat, Fatty acid, Hazenoki, Stillingia

#### 1. はじめに

##### 1. 油脂の生産と利用

油脂は炭水化物やタンパク質とともに、生物体の主要構成成分であり、すべての生物に広く分布している。しかし、油脂の含有量は生物の種類と部位によって大きく変化する。動物では皮下脂肪、

内臓、乳液などに、植物では果肉や種子に多く含まれている(麦島他 1960)。したがって、油脂の生産基盤はほとんど天然の動植物に依存しているが、世界の油脂生産量のうち、植物性油が70 %以上を占め、その大部分は食用に利用され、非食用の工業原料としての使用は20 %程度である

(宮川 1989). 現在, 世界の5大食用油は, ダイズ油, パーム油, ヒマワリ油, ナタネ油, ピーナツ油である。

わが国に生育する樹木のうち, 有用な油脂を含む果実や種子をつけるものは, 表1に示したように20数樹種に及ぶ(諸戸 1903). 中でも, ツバキ, アブラギリ, ハゼノキ, ナンキンハゼは広い地域に植栽され, 油やロウとして, 食用油, 照明用油, 潤滑油, 化粧品, 医薬用などに古くから人々の生活の中で広く利用され, 日常生活を支えてきた(表2)(片山 1952). 20世紀に入ってから, 採油技術と油脂化学の進歩により, さらに工業用原料として大量使用されるようになり, 石鹼, 塗料, 印刷インク, 硬化油, 潤滑油, 化粧品, 医薬品, ろうそく等が工業的に製造されてきた。

しかし, 第2次大戦後は, 1960年代に始まった燃料革命によって, 主なエネルギー源が薪や木炭から石炭や石油に代わるとともに, 上記の工業用製品の多くの原材料が石油・石炭にとって代われ, 樹木の油脂生産は急激に衰退してしまった。例えば, ツバキ油の生産量は, 戦前には350~430 ton/年, 1950年でも160 ton/年であったものが,

現在では40~50 ton/年となっている。また, ハゼ木ロウの生産量は, 戦前には4000~5000 ton/年, 1950年には1600 ton/年であったが, 今では100 ton/年未満でしかない(林野庁)。現在, ツバキ油は伊豆大島と長崎五島列島で, また, ハゼ木ロウは福岡八女地方などで生産されている。

近年, 石油・石炭・天然ガスなどのいわゆる化石資源の枯渇が心配され, また, これらの化石資源の燃焼や廃棄によって地球的規模の環境破壊が進むなど, 世界的に資源・エネルギー問題と環境問題の両者の早急な解決が迫られている。その一環として, 再生可能なバイオマスの利用の見直しが行われている。すでに, 中国では, 東北のダイズ油, 華北のナタネ油とともに, ツバキ油は華南の主要な食用油として年間約40万 tonが生産されており, ツバキが大量に植栽されている。また, 近年は世界的な油脂資源としてアブラヤシ, ココヤシ, ナンヨウアブラギリ, ヒマなどが注目されている(佐々木 1984)。

わが国でも, 近い将来において樹木を中心とした植物性の油脂資源の生産と利用が期待されると思われる。そこで, 古くからわが国の油脂資源として利用されてきた, ツバキ, ハゼノキ, ナンキンハゼの油脂について, 基礎的な知見を得る目的で検討した結果について振りかえることにする。

## 2. 油脂とロウ

「脂質 (lipid) とは脂肪酸に直接あるいは間接に関係のある一群の物質の総称である。」と定義されている。一般に脂質は水に難溶, 非極性溶媒に可溶である。リン脂質や糖脂質などの複合脂質とともに脂肪 (fat), 油脂 (oil), ロウ (wax) な

表1 油脂を採る国産樹種 (諸戸 1903)

製油用	ツバキ, サザンカ, アブラギリ, アララギ, ビャクシン, カヤノキ, クロモジ, シロダモ, エゴノキ, プナノキ, イヌブナ, タブノキ, ハクウンボク, ニオイコブシ, アカメガシワ等
製ロウ用	ハゼノキ, ウルシ, ナンキンハゼ, ヤブニッケイ, クスノキ, シロダモ, ヌルデ等

表2 代表的な樹木の油脂と利用法

(片山 1952 より抜粋)

樹種	油脂の名称	油脂の性質	油脂の利用法
ツバキ	ツバキ油	淡黄色、無臭の不乾性油、比重 0.92、サザンカ油にはサポニンを含む	化粧品、機械油、食用油、医薬、時計油、朱肉、灯明用、刀剣用など
サザンカ	サザンカ油		
アブラギリ	キリ油	淡黄色、乾性油、比重 0.94、毒性あり食用には不適	塗料、機械油、印刷インク、ワニス、防水紙用
ハゼノキ	木ロウ	晒ロウは白色固体、比重 0.88、融点 53	ろうそく、化粧品、文房具、塗料、軟膏、防錆用、鋳型
ナンキンハゼ	皮油、芯油	種子の外皮からの皮油(木ロウ、比重 0.91 融点 37 )と核からの芯油(半乾性油、比重 0.94)に分けられる	皮油はろうそく、石鹼、軟膏、芯油は塗料、灯火用

どの単純脂質がある。化学的には単純脂質は脂肪酸とアルコールのエステルであるが、脂肪は脂肪酸とグリセロールのエステル（グリセリド）であり、ロウは脂肪酸と高級アルコールのエステルであると区別されている。また、液状の脂肪を油脂 (oil) と呼び、ロウも固体ロウと液体ロウとに分けられる。

しかし、一般にはその化学構造とはかかわりなく、液状のものを油脂（油）、固状のものをロウと呼んでいる。ここでとり上げる樹木から得られるものは、すべて、グリセロールと脂肪酸のエステルであるから、化学的には油脂に属するが、ツバキ、サザンカ、アブラギリからのものは、常温で液体であるので油とよび、ハゼノキとナンキンハゼの皮油は固体で木ロウと呼んでいる。

3. 油脂の脂肪酸組成と物性

油脂の性質は、それを構成する脂肪酸の種類や組成によって左右される。例えば、飽和脂肪酸の割合が多ければ、融点が高くなり、常温では固形

である。ハゼロウ、ヤシ油、パーム油などがこれである。逆に、不飽和脂肪酸が多ければ液状油となる。食用植物油であるダイズ油、ナタネ油、ゴマ油、コーン油などは液状油である。

高度不飽和脂肪酸を多く含む油脂は、酸化しやすく、熱によって重合するので食用油には適さず、乾性油とよばれ、塗料に使用されるアマニ油、キリ油などがこれにあたる。脂肪酸の飽和度が高いものは、酸化しにくく熱に対しても安定な不乾性油とよばれ、ツバキ油、オリーブ油、ピーナツ油などがこれに含まれる。

II. ハゼノキの木ロウについて

ハゼノキ (*Rhus succedanea* L.) はアジアの温暖な地域に分布し、わが国にも野生しているが、木ロウの採取を目的に、わが国ではおそらく約600~700年前から各地に植栽されてきた (片山1952)。そして、現在でも、いくつかの栽培品種が存在している。

表3 ハゼノキ果実の木ロウ含量

(Xu et al. 1988)

品種または樹種 (試料数)	含油量 (%)			産地
	最小	平均	最大	
ブドウ (葡萄) (4)	28.18	31.25	32.26	宮崎 (2)、福岡、佐賀
イキチ (伊吉) (5)	25.49	28.70	30.89	福岡 (3)、佐賀、長崎
ヌメラ (1)		23.27		福岡
ショウワフク (昭和福) (8)	34.68	37.50	41.61	福岡 (2)、長崎 (3)、熊本、佐賀 (2)
ウエ (上) (1)		32.04		福岡
ヒラザコ (平迫) (1)		34.75		福岡
[ウルシ]		23.28		岩手

表4 栽培品種別の木ロウの主な構成脂肪酸の割合

(Xu et al. 1988)

品種または樹種	主な構成脂肪酸の割合 (%)										SFA/USFA
	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>22:0</sub>	C <sub>d20:0</sub>	C <sub>d22:0</sub>	
ブドウ	0.39	70.67	4.86	15.14	4.39	0.09	1.98	0.25	0.36	0.80	4.04
イキチ	0.19	71.93	4.41	13.22	4.05	0.11	2.89	0.62	0.22	1.32	4.69
ヌメラ	0.44	76.95	4.15	10.78	3.87	0.05	1.35	0.13	0.10	1.26	5.74
ショウワフク	0.78	64.31	4.79	20.56	3.52	0.07	2.11	0.31	0.10	1.07	3.04
ウエ	0.42	63.24	3.62	16.21	6.43	0.09	2.77	0.59	0.06	1.18	3.16
ヒラザコ	0.78	48.50	3.64	22.97	10.45	0.11	3.40	0.41	Tr	1.41	1.73
[ウルシ]	Tr	40.74	4.76	16.24	33.31	0.54	0.90	0.21	0.14	0.75	0.95

註) 飽和脂肪酸: C<sub>14:0</sub>; myristic, C<sub>16:0</sub>; palmitic, C<sub>18:0</sub>; stearic, C<sub>20:0</sub>; arachidic, C<sub>22:0</sub>; behenic acid.

不飽和脂肪酸: C<sub>18:1</sub>; oleic, C<sub>18:2</sub>; linoleic, C<sub>18:3</sub>; linolenic acid.

二価飽和脂肪酸: C<sub>d20:0</sub>; eicosanedioic, C<sub>d22:0</sub>; docosanedioic acid.

ヒラザコには4.92%、ウエには2.01%のC<sub>8:0</sub>; caprylic acidの存在が認められた。

SFA/USFA: 不飽和脂肪酸量に対する飽和脂肪酸量の比, Tr: 微量

### 1. 木ロウの含油量と構成脂肪酸

現存する栽培品種を産地別に、熟した核果を収集し、木ロウの含油量と脂肪酸組成を調べた。結果をそれぞれ表3および表4に示した (Xu et al. 1988)。

ハゼノキの核果中の木ロウ含量 (表3) は、品種のヌメラを除いて、他の5品種では平均30%前後であるが、同じ品種であっても産地や立地によって差は見られる。中でも群をぬいて含油量の多いのはショウワフクであって、今日でも各地で最も多く植栽されている主な理由であろう。対照とした同属のウルシ (*Rhus verniciflua* Stokes) の含油量は、ハゼノキに比べて明らかに小さかった。

表4には品種別の木ロウの脂肪酸組成を示している。木ロウは約20種類の脂肪酸から構成されているが、飽和脂肪酸のパルミチン酸 ( $C_{16:0}$ )、ス

テアリン酸 ( $C_{18:0}$ )、アラキジン酸 ( $C_{20:0}$ ) を主体とし、不飽和脂肪酸のオレイン酸 ( $C_{18:1}$ ) とリノール酸 ( $C_{18:2}$ ) を加えた5つの脂肪酸で木ロウ全体の約95%を占めた。

また、ハゼノキの樹形や核果の形態による伝統的な品種の分類と、その核果の脂肪酸組成の間には直接的な関係が見出された。つまり、最大の構成脂肪酸であるパルミチン酸 ( $C_{16:0}$ ) の占める割合によって、70%以上のAグループ (ブドウ、イキチ、ヌメラ)、60~69%のBグループ (ショウワフク、ウエ)、60%未満のCグループ (ヒラサコ) の3グループに分別できる。対照としたウルシはハゼノキと比較して、パルミチン酸の占める割合がかなり低く、その分、不飽和脂肪酸であるリノール酸とオレイン酸の割合が高かった。

### 2. ハゼの実の成長と脂肪酸組成の変化

ハゼの実の最適な収穫時期を知るために、果実中の含油量とその脂肪酸組成を成長期から完熟期まで追跡した。図1に示したように、含油量は6月から7月の一月に急激に上昇し、10月以降はほぼ一定になった (Xu et al. 1989a)。一方、成長期間中の主要な脂肪酸量の変化を表5に示した。いずれの脂肪酸も、含油量の増加とともに蓄積される傾向があるが、特にパルミチン酸 ( $C_{16:0}$ ) は6月中旬以降の増加が最も著しかった。また、不飽和脂肪酸量に対する飽和脂肪酸量の比 (SFA/USFA) が、6月の約0.4から7月の2.2と上昇し始め、12月の完熟期には5.5に達した (Xu et al. 1990)。

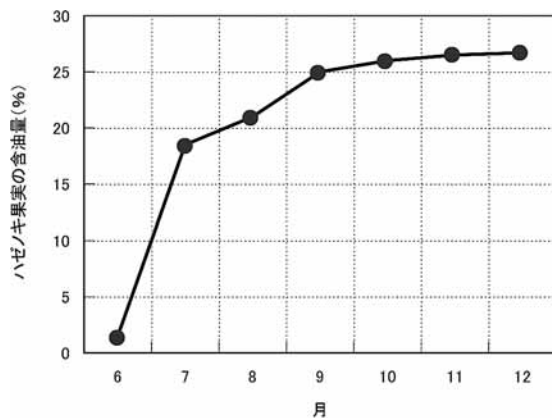


図1 ハゼノキ果実の成長に伴う含油量の変化

表5 ハゼノキ果実の木ロウ中の主な構成脂肪酸の季節変化 ( $\text{mg/g}$  果実<sup>1990</sup>)

月日	$C_{16:0}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{18:3}$	$C_{20:0}$	SFA / USFA
5.26	2.30	0.28	0.52	1.80	1.23	0.22	0.78
5.29	1.71	0.20	0.65	2.40	1.37	0.37	0.52
6. 2	1.62	0.12	0.65	2.83	1.60	0.17	0.38
6. 6	1.98	0.16	0.68	3.96	1.58	0.19	0.32
6.12	1.94	0.03	0.82	2.86	1.41	0.09	0.40
6.30	20.80	2.03	5.52	26.24	14.04	0.47	0.51
7.20	117.43	7.41	25.63	24.95	8.47	4.47	2.19
8. 4	146.67	7.54	27.77	7.61	4.24	19.58	4.39
9.10	171.70	11.06	31.59	24.00	4.81	4.81	3.12
10.18	169.25	13.38	38.83	26.79	0.64	4.05	2.82
11.17	162.59	14.04	28.41	15.69	Tr	4.52	4.79
12.17	193.38	15.79	28.84	9.90	Tr	4.64	5.52

註) 飽和脂肪酸 (SFA) :  $C_{16:0}$ ; palmitic,  $C_{18:0}$ ; stearic,  $C_{20:0}$ ; arachidic acid.  
 不飽和脂肪酸 (USFA) :  $C_{18:1}$ ; oleic,  $C_{18:2}$ ; linoleic,  $C_{18:3}$ ; linolenic acid.  
 SFA/USFA: 不飽和脂肪酸量に対する飽和脂肪酸量の比, Tr: 微量

表6 ナンキンハゼの油脂の主な構成脂肪酸の割合

(Xu et al. 1991)

油の種類	主な構成脂肪酸の割合 (%)										SFA/USFA
	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>22:0</sub>	C <sub>420:0</sub>	C <sub>422:0</sub>	計	
皮油	34.08	6.82	31.00	21.47	3.94	1.02	Tr	Tr	Tr	98.33	0.743
芯油	24.21	3.49	21.15	28.82	15.37	0.55	1.36	0.68	1.33	96.96	0.453
種子油	26.78	3.87	31.61	22.25	9.98	0.23	0.81	0.60	0.50	96.63	0.496

註) 飽和脂肪酸: C<sub>16:0</sub>; palmitic, C<sub>18:0</sub>; stearic, C<sub>20:0</sub>; arachidic, C<sub>22:0</sub>; behenic acid.  
 不飽和脂肪酸: C<sub>18:1</sub>; oleic, C<sub>18:2</sub>; linoleic, C<sub>18:3</sub>; linolenic acid.  
 二価飽和脂肪酸: C<sub>420:0</sub>; eicosanedioic, C<sub>422:0</sub>; docosanedioic acid.  
 SFA/USFA: 不飽和脂肪酸量に対する飽和脂肪酸量の比, Tr: 微量

### III. ナンキンハゼの木ロウ

現在、わが国で街路樹や公園に多く植栽されているナンキンハゼ (*Sapium sebiferum* Roxb.) も木ロウの資源樹種である。熱帯アジアの原産で、わが国には約300年前に中国から渡来したといわれている (片山 1952)。

#### 1. ナンキンハゼの含油量と構成脂肪酸

ナンキンハゼの種子は外種皮、種殻と仁に分けられ、その重量比は平均的には3:4:3であった。種子中の含油量は約40%とハゼノキより高く、油脂と脂肪の両方が同時に得られる。

皮油 (外種皮)、芯油 (核と仁) およびこれらの混合物である種子油の脂肪酸組成を表6に示した (Xu et al. 1991)。

皮油も芯油も、飽和脂肪酸のパルミチン酸 (C<sub>16:0</sub>) とステアリン酸 (C<sub>18:0</sub>) および不飽和脂肪酸のオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>)、リノール酸 (C<sub>18:2</sub>) およびリノレン酸 (C<sub>18:3</sub>) が主要な脂肪酸である。しかし、皮油は芯油よりC<sub>16:0</sub>、C<sub>18:0</sub>、C<sub>20:0</sub>の飽和脂肪酸が多く、したがって、不飽和脂肪酸量に対する飽和脂肪酸の割合が高いので、皮油はロウ状となり芯油は油状であり、その区別は可能である。また、ナンキンハゼの木ロウは、ハゼノキの木ロウよりかなり不飽和度が高く、軟らかである。

#### 2. ナンキンハゼの種子の成長

図2に示したように (Xu et al. 1991)、ナンキンハゼの種子は成長に伴い、その含油りつは量を8月下旬から9月にかけて急激に増加させたが、10月には安定した。

### IV. ツバキ油

ツバキ、サザンカはともに温帯南部に分布し、日本、中国、インドに多いとされ、わが国では観賞用としての両者の変種が多数存在する (片山

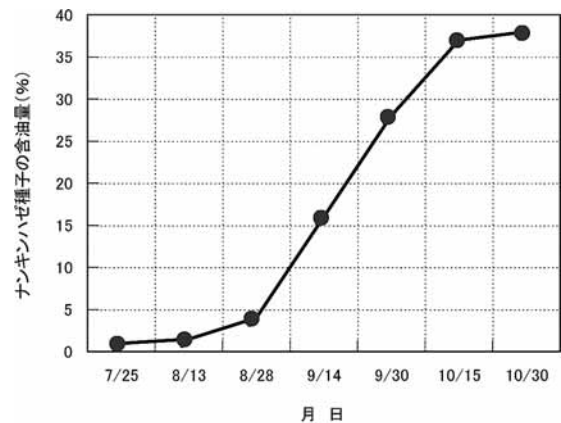


図2 ナンキンハゼ種子の成長に伴う含油量の変化

1952)。しかし、採油用としてはもっぱらヤブツバキ (*Camellia japonica* L.) が植栽されてきた。中国でも、ツバキ属の樹種は、お茶の葉の採取用とともに観賞用として各地で植栽され、中でも *C. oleifera* Abel. は食用油の生産用として広く南部の各地で大量に植栽されている (表7参照)。

#### 1. ツバキ種子の大きさと含油量

ツバキ油の採取に適した樹種、品種の選別に資するため、日本 (ヤブツバキ、サザンカ、チャの3種) と中国のツバキ属12種の果実の生重量とその中の種子の割合および種子の含油量を調べた (表7) (Xu et al. 1995a)。

果実の生重量は、種によってかなりのバラツキがあることが分かる。10g以下の小さなもの、わが国でよく見られる20~40gの中庸のもの、さらに中国には、100g以上の種も少なくない。中には400~600gの巨大なものもある。

果実中の種子の割合は、生重量が小さいものから中庸のものでは30%前後のものが多いが、400gを越える大きな果実では、種子は15%程度である。

また、採油用として重要な、種子中の含油量は

表7 日本産および中国産のツバキ果実の大きさおよび含油量

(Xu et al. 1995a)

樹種 (試料数)	果実の 生重量 (g)	種子の 割合 (%)	含油量 (%)	産地
<i>Camellia oleifera</i> Abel. (12)	29	27.6	51.0	福建(2)・広西(3)・江西・安徽・浙江・湖南・湖北・広東・貴州
<i>C. yukusienensis</i> Hu. (2)	8	34.2	47.3	湖南・福建
<i>C. meiocarpa</i> Hu (2)	7	34.2	50.7	福建(2)
<i>C. gigantocarpa</i> Hu et Huang (1)	450	13.7	43.0	広西
<i>C. furfuracea</i> (Merr.) Cohen (1)	20	24.4	32.6	広西
<i>C. octopetala</i> Hu (1)	590	15.0	38.8	福建
<i>C. semiserrata</i> Hu (1)	450	14.4	57.0	広東
<i>C. polyodonta</i> How. et Hu (1)	120	16.5	52.7	広西
<i>C. chekiangoleasa</i> Hu (1)	40	30.1	53.9	浙江
<i>C. cuspidate</i> Wright et Gard. (1)	20	32.5	38.5	福建
<i>C. vietnamensis</i> Huanag et Hu (1)	120	28.4	40.5	広西
<i>C. reticulate</i> Lindl. (1)	100	26.0	55.2	雲南
<i>C. japonica</i> Linn ヤブツバキ (13)	34	26.4	52.6	宮崎・鹿児島・大分・長崎(3)・高知(3)・伊豆大島(4)
<i>C. sasanqua</i> Thunb. サザンカ (1)	25	17.7	51.4	宮崎
<i>C. sinensis</i> Kuntze チャ (3)	4	22.1	11.6	宮崎(3)・福建

表8 日本産および中国産のツバキ油の主な構成脂肪酸の割合

(Xu et al. 1995a)

樹種 (試料数)	主な構成脂肪酸の割合 (%)							SFA/USFA
	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20:0</sub>	
<i>Camellia oleifera</i> Abel. (12)	0.53	6.69	1.16	83.85	5.94	0.88	0.46	0.0975
<i>C. yukusienensis</i> Hu. (2)	1.10	6.60	Tr	81.87	7.45	2.10	0.57	0.0904
<i>C. meiocarpa</i> Hu (2)	0.44	5.36	1.23	81.86	7.60	1.84	0.47	0.0821
<i>C. gigantocarpa</i> Hu et Huang (1)	1.20	7.55	0.78	80.41	6.38	2.33	0.76	0.1155
<i>C. furfuracea</i> (Merr.) Cohen (1)	2.19	6.80	1.52	81.06	6.90	0.27	1.06	0.1373
<i>C. octopetala</i> Hu (1)	0.37	4.23	2.09	82.31	8.55	2.32	Tr	0.0718
<i>C. semiserrata</i> Hu (1)	1.05	6.36	1.38	81.25	7.45	1.76	0.63	0.1041
<i>C. polyodonta</i> How. et Hu (1)	1.32	7.09	1.21	80.17	7.25	1.76	0.90	0.1180
<i>C. chekiangoleasa</i> Hu (1)	0.93	7.37	1.55	81.43	5.43	1.51	1.00	0.1228
<i>C. cuspidate</i> Wright et Gard. (1)	1.15	9.08	0.35	80.05	6.61	1.49	Tr	0.1200
<i>C. vietnamensis</i> Huanag et Hu (1)	0.92	8.16	0.59	82.39	6.15	0.98	Tr	0.1080
<i>C. reticulate</i> Lindl. (1)	1.88	7.23	Tr	83.23	6.22	1.48	Tr	0.1007
<i>C. japonica</i> Linn ヤブツバキ (13)	Nd	8.66	0.57	84.88	5.34	0.20	0.32	0.1056
<i>C. sasanqua</i> Thunb. サザンカ (1)	Nd	9.72	Tr	79.75	9.76	0.31	0.46	0.1133
<i>C. sinensis</i> Kuntze チャ (3)	Nd	15.71	1.69	56.91	24.73	0.25	0.69	0.2209

註) 飽和脂肪酸: C<sub>14:0</sub>; myristic, C<sub>16:0</sub>; palmitic, C<sub>18:0</sub>; stearic, C<sub>20:0</sub>; arachidic acid.

不飽和脂肪酸: C<sub>18:1</sub>; oleic, C<sub>18:2</sub>; linoleic, C<sub>18:3</sub>; linolenic acid.

SFA/USFA: 不飽和脂肪酸量に対する飽和脂肪酸量の比, Tr: 微量, Nd: 検出されず

30%以上で、多くの種で50%を越える。しかし、チャ (*C. sinensis*) の含油量は10%程度で極端に少なく、採油用には不適なことが分かる。

わが国で採油用とされるヤブツバキや中国の *C. oleifera* Abel. では、果実の生重量は比較的小

型 (30g程度) であるが、取り扱いも容易で、種子の割合も高く、含油量が50%を越えるので、もっぱら採油用として植栽されるものと思われる。

## 2. ツバキ油の脂肪酸組成

ツバキ油の構成脂肪酸を表8に示した (Xu et

表9 主な食用油とツバキ油の主な構成脂肪酸の割合 (並木他 1989)

油の種類	主な構成脂肪酸の割合 (%)							小計
	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>22:1</sub>	
ダイズ油	12.0	3.6	23.7	51.4	8.8			99.5
コーン油	12.6	1.8	30.0	54.3	0.5			99.2
ゴマ油	9.1	5.0	38.7	45.9	0.6	0.6		99.9
ナタネ油	2.2		12.0	15.9	12.3	9.1	46.4	97.9
ツバキ油	8.7	0.6	84.9	5.3	0.2	0.3		100.0

註) 飽和脂肪酸: C<sub>16:0</sub>; palmitic, C<sub>18:0</sub>; stearic, C<sub>20:0</sub>; arachidic acid.  
 不飽和脂肪酸: C<sub>18:1</sub>; oleic, C<sub>18:2</sub>; linoleic, C<sub>18:3</sub>; linolenic, C<sub>22:1</sub>; erucic acid.

al. 1995a). 中国産の12種のツバキ属および日本のヤブツバキでは、不飽和脂肪酸のオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) が全体の80%以上を占め、リノール酸 (C<sub>18:2</sub>) が5-7%程度、リノレイン酸 (C<sub>18:3</sub>) が1%前後含まれている。飽和脂肪酸ではパルミチン酸 (C<sub>16:0</sub>) を6-7%、ステアリン酸 (C<sub>18:0</sub>) 1%程度を含んでいるが、前述のハゼノキやナンキンハゼの木ロウよりも飽和脂肪酸の割合が低く、液状を呈する。飽和脂肪酸の不飽和脂肪酸に対する比 (SFA/USFA) は0.09~0.11であり、いずれの種でも大差は見られない。

わが国のサザンカも上記の種と脂肪酸組成において大きな違いはないが、リノール酸 (C<sub>18:2</sub>) がやや多く、オレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) がやや低目である。チャは中国産でも日本産でも、他の種と異なり、脂肪酸組成においても特異である。すなわち、オレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) がかなり低く、リノール酸 (C<sub>18:2</sub>) がかなり高い。さらに、SFA/USFAが他の種の2倍程度になり、飽和度が増加している。

世界で食用として用いられる植物油の脂肪酸組成とツバキ油 (ヤブツバキ) とを比較したのが表9である (並木他 1989)。ツバキ油は、他の食用油に比べオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) の割合が突出しているのが特徴である。リノール酸 (C<sub>18:2</sub>) およびリノレイン酸 (C<sub>18:3</sub>) は、ヒトや動物細胞では生合成できないことから、必須脂肪酸と呼ばれており (島崎 1992)、これらのある程度含むことが食用油として要求されるが、表9に示したように、他の食用油に比べて両者の比率はかなり低く、殊にリノール酸 (C<sub>18:2</sub>) の比率の低さが問題となるであろう。

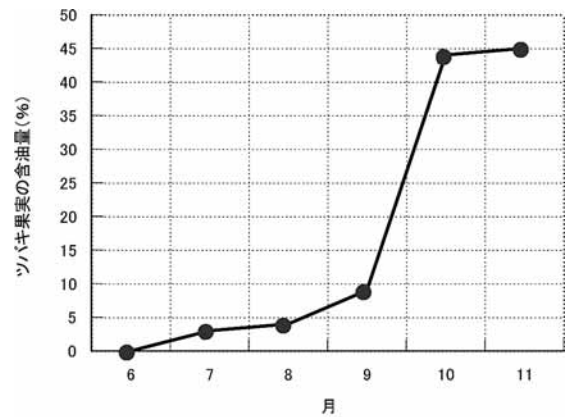


図3 ツバキ果実の成長に伴う含油量の変化

### 3. ツバキ果実の成長と脂肪酸組成の変化

中国で採油用として、最も広く植栽されているツバキ属の *C. oleifera* および *C. meiocarupa* の2種を用いて、果実の成長を含油量の変化で示したのが、図3である (Xu et al. 1995b)。この図から、ツバキ属の種子中の含油量は6~9月では、ゆっくりと増加するが、9~10月に急増し、11月には完熟することが分かる。

成長期間における、構成脂肪酸の割合の変化を表10に示した (Xu et al. 1995b)。この表からは、成長の初期 (6-8月) においては、油脂中の脂肪酸は完熟したものと異なり、飽和脂肪酸が主体をなしていることが分かる。その中でも、ラウリン酸 (C<sub>12:0</sub>) が30数%を占め、パルミチン酸 (C<sub>16:0</sub>) が20数%を占めている。しかし、成長後期に入ると急速に不飽和脂肪酸のオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>)、およびリノール酸 (C<sub>18:2</sub>) の蓄積が始まり、これに反して、飽和脂肪酸は急減する。したがって、SFA/USFAは6月には4.4であったものが完熟期の11月には0.1に落ち着いた。

表 10 ツバキ (*Camelia oleifera*) 果実の成長に伴う油脂の主な構成脂肪酸の変化<sup>a)</sup> (1995b)

月	主な構成脂肪酸の割合 (%)								SFA/USFA
	C <sub>12:0</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20:0</sub>	
6	36.71	11.58	29.39	3.76	18.43	Tr	Tr	Tr	4.419
7	35.60	9.97	28.50	3.01	22.70	Tr	Tr	Tr	3.400
8	32.00	10.76	23.33	1.87	29.35	1.69	Tr	Tr	2.187
9	13.32	7.90	25.41	0.68	47.66	3.33	0.23	1.33	0.949
10	6.31	1.02	12.10	0.60	74.88	3.67	0.34	1.02	0.264
11	0.44	0.28	7.31	0.39	84.60	5.32	0.68	0.98	0.103

註) 飽和脂肪酸: C<sub>12:0</sub>; lauric, C<sub>14:0</sub>; myristic, C<sub>16:0</sub>; palmitic, C<sub>18:0</sub>; stearic, C<sub>20:0</sub>; arachidic acid.

不飽和脂肪酸: C<sub>18:1</sub>; oleic, C<sub>18:2</sub>; linoleic, C<sub>18:3</sub>; linolenic acid.

SFA/USFA: 不飽和脂肪酸量に対する飽和脂肪酸量の比, Tr: 微量

## V. 要 約

樹木がつくる油脂のうち、ハゼノキの木ロウ、ナンキンハゼの木ロウ、およびツバキ属からとれるツバキ油についての基礎的な知見を得る目的で行われた研究成果の一部を概説した。

### 1. 果実または種子から得られる油脂量 (含油量)

ハゼノキでは栽培品種によりバラツキがあるが、30~40%程度であった。ナンキンハゼの種子油は40%前後であった。また、ツバキ属の樹木の果実から得られる油脂は樹種によるバラツキが大きい。採油用として利用されるものでは50%前後の含油量を示した。

### 2. 油脂の脂肪酸組成

ハゼノキの木ロウ、ナンキンハゼの木ロウ、およびツバキ油などはすべてが脂肪酸とグリセロールのエステル (グリセライド) である脂肪である。構成する脂肪酸は、いずれも飽和脂肪酸であるパルミチン酸 (C<sub>16:0</sub>)、ステアリン酸 (C<sub>18:0</sub>)、不飽和脂肪酸のオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>)、リノール酸 (C<sub>18:2</sub>)、リノレン酸 (C<sub>18:3</sub>) の5つの脂肪酸が主要なものであり、その和は90%を越える。このように、定性的には似通っているが構成脂肪酸の量的な違いによって、油脂の性質に特徴が現れる。

ハゼノキの木ロウでは、パルミチン酸 (C<sub>16:0</sub>) が全脂肪酸の60~70%を占めるのに対し、ツバキ油ではオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) が80%以上を占める。また、ナンキンハゼの種子油では、オレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) が約30%、リノール酸 (C<sub>18:2</sub>) が約20%、パルミチン酸 (C<sub>16:0</sub>) が約25%と分散している。

これらの傾向は、飽和脂肪酸 (SFA) と不飽和脂肪酸 (USFA) の比に明確に表れ、SFA/USFAは、ハゼノキ木ロウでは3~5と最も飽和

度が高く、常温で固形であるのに対し、ナンキンハゼは0.5前後で飽和度が低下し、固形でもかなり軟質となる。また、ツバキ油のSFA/USFAは0.1となり、完全に液状である。

### 3. 果実または種子の成長と脂肪酸組成

ハゼノキとナンキンハゼの実は7月から9月にかけて急速に含油量が上昇する。ハゼの木ロウでは、これに平行して、主要脂肪酸のパルミチン酸の蓄積量が増加する。

ツバキ属の樹種の実は9月から10月にかけて含油量が急増し、11月には完熟する。ツバキの実の成長初期においては、油中に飽和脂肪酸のラウリン酸 (C<sub>12:0</sub>)、およびパルミチン酸 (C<sub>16:0</sub>) の比率が高いが、9月以降にオレイン酸 (C<sub>18:1</sub>) が急増し、飽和脂肪酸は急減する。

キーワード: 構成脂肪酸, ツバキ, ナンキンハゼ, ハゼノキ, 油脂

## 謝 辞

本論文は、1985年に徐金森氏が中国政府派遣留学生として本学農学部森林化学研究室に入室して以来、日中共同研究として開始された研究の一部をとりまとめたものである。徐金森氏は本学大学院農学研究科修士課程をへて、鹿児島大学大学院連合農学研究科より農学博士を授与された。現在、中国福建省アモイ大学生物学系の助教授として教鞭をとる一方、本学の目黒教授および著者ととともに、共同研究、相互交流を継続してきた。徐金森博士および目黒教授に対し、これまでの協力に厚く感謝すると共に、今後も日中の共同研究が一層発展することを祈っている。



## 引用文献

- 片山佐又 (1952) 特殊林産. 朝倉書店. 東京. pp. 200-288.
- 宮川高明 (1984) 世界の油脂事情. 総合脂質科学. 恒星社. 東京. p. 890.
- 諸戸北郎 (1903) 大日本有用樹木効用編 (復刻版). 林業科学技術振興所. 東京. p. 330.
- 麦島 与・草野 邁 (1960) 油脂・蠟. 日刊工業新聞社. 東京. p. 1.
- 並木満夫・小林貞作 (1989). ゴマの科学 (シリーズ食品の科学). 朝倉書店. 東京. p. 115.
- 佐々木恵彦 (1984) 新しい資源の開発. 森林資源の新しい利用 (上編資源編). 林業科学技術振興所. 東京. pp. 72-75.
- 島崎弘幸 (1992) 脂質の栄養と代謝. (季刊化学総説. No. 16) 脂質の化学と生化学. 日本化学会. 東京. pp. 121-129.
- Xu, J., Kawachi, S. (1988) Characteristics of major fatty acid components of Haze wax from different cultivars and habitats. *Mokuzai Gakkaishi*. **34**, pp. 436-442.
- Xu, J., Kawachi, S. (1989a) Seasonal variations of some biochemical constituents in Hazenoki, *Rhus succedanea*. *Mokuzai Gakkaishi*. **35**, pp. 30-35.
- Xu, J., Meguro, S., Kawachi, S. (1990) Major fatty acid contents of Haze wax. Changes during the growth and storage periods of haze seeds. *Mokuzai Gakkaishi*. **36**, pp.133-138.
- Xu, J., Chikashige, T., Meguro, S., Kawachi, S. (1991) Effective utilization of stillingia or Chinese tallow-tree (*Sapium sebiferum*) Fruits. *Mokuzai Gakkaishi*. **37**, pp. 494-498.
- Xu, J., Meguro, S., Kawachi, S. (1995a) Oil comparison of camellia species of Japan and China. *Mokuzai Gakkaishi*. **41**, pp. 92-97.
- Xu, J., Meguro, S., Kawachi, S. (1995b) Variations of fatty acid compositions in growing and stored camellia seeds. *Mokuzai Gakkaishi*. **41**, pp. 98-102.
- 林野庁特用林産対策室. 特用林産関係資料.