総　説

フライ油の劣化防止剤

太田静行
北里大学水産学部
(〒022-01 岩手県気仙郡三陸町)

Deterioration Inhibitors for Frying Oils

Shizuyuki OHTA
School of Fisheries Science, Kitasato University
(Sanriku-cho, Kesen-gun, Iwate-ken)

1 序　言

フライは一般に200℃前後の高温で，また，空気の存在下で行われるので，フライ油は酸化重合を主体とする種々の変化をする[1),2)]。この結果，持続性の泡立ち，着色，発煙などの諸現象が見られ，酸化重合が進むと，毒性も発現する。これらの諸現象は実用上はすべて好ましくないものであるので，フライ油の劣化と呼ばれ，この劣化を防止するために種々の対策が考えられている。フライ油に劣化防止剤を添加するのもその一つである[3),4)]。現在，実用されているフライ油の劣化防止剤はジメチルポリシロキサン系のシリコーン油のみであるが，その効果のあるものはいくつか既に報告されている[5)~7)]。

フライによって得られたフライ食品は種類が多く，てんぷらなどのようにフライ後直ちに食べてしまうのが望ましいもの，油揚げやさつま揚げのようにフライ後短期間のうちに消費されるものも少なくないが，一方，即席ラーメン，ポテトチップ，揚げせんべいなど，フライ後消費されるまでにかなりの月日を経るものも多い。この種の食品中の油脂はフライ工程で高温にさらされ，その後，室温において，広い表面積で空気と長時間接触することになる。したがって，過酸化物の蓄積やその分解による変敗臭の発現など種々の問題を内臓している。これらの問題の解決のためには多くの対策が考えられ，また，実行されている。自動酸化の連鎖切断剤としての，いわゆる「酸化防止剤」の利用もその一つである。この場合の「酸化防止剤」は室温で有効であるべきことはいうまでもないが，フライなべ中でもフライ時の高温に耐え，フライ油中に残存し，またフライ食品に移行して，そこで酸化防止剤としての役割を果たさなければならない。すなわち，耐熱性と移行性と酸化防止性を兼備しなければならない。

ここでは，フライ油の劣化防止と，フライ食品の保存性を含めて，今まで報告されたフライ油の劣化防止剤について紹介する。

2 油脂関連の諸物質

2・1 セッケン類及び金属セッケン類

種々の金属の脂肪酸塩がフライ油の泡立ちの発現を抑

表－1 ステアリン酸カルシウムなどのフライ油の劣化に及ぼす影響

		泡立ちの発現するまでの時間 (h)	遊離脂肪酸 (オレイン酸として) (%)	ロビボンド色度 Y	ロビボンド色度 R	粘度 (s) (50℃)	AOM (h)
水添綿実油（未加熱）		－	0.04	13	1.0	26.1	150
55 h 加熱油	無添加	26	0.83	100	15.4	52.9	5
	ステアリン酸 Ca 0.1%	44	1.51	75	8.4	40.9	7
	〃 Mg 0.1%	55	0.52	100	16.3	32.4	3
44 h 加熱油	無添加	26	0.73	50	3.9	49.0	5
	ステアリン酸 Ca 0.05%	40	0.48	40	3.3	38.8	5
	MP 89 0.1 %	50	0.33	60	5.8	33.0	7

表－2 各種金属セッケンを添加して加熱した油脂の泡立ち性

金属セッケン		加熱時間(h)							
種類	(%)	2	6	20	26	30	44	50	55
ステアリン酸カルシウム	0.01	OK	OK	SF	F	F	BF	BF	VBF
	0.05	F	OK	OK	OK	VSF	F		
	0.1	BF	SF	OK	OK	OK	SF	F	F
ステアリン酸ストロンチウム	0.05	OK	OK	OK	VSF	F	F		
	0.1	OK	OK	OK	OK	VSF	SF		
ステアリン酸バリウム	0.01	OK	OK	SF	F	F	BF	BF	
	0.05	OK	OK	OK	SF	F	BF		
	0.1	OK	OK	OK	OK	OK	F		
ステアリン酸マグネシウム	0.01	OK	OK	SF	F	F	BF	BF	
	0.1	BF	SF	OK	OK	OK	OK	SF	F
対照		OK	OK	F	F	BF	VBF	VBF	VBF

＊ F : Foam
BF : Strong foam
VBF : Very strong foam
SF : Slight foam
VSF : Very slight foam

制することについてはいくつかの報告がある。

Robinson ら[6]は水添ショートニングに種々の割合でアルカリ土類金属のステアリン酸塩を加え，191 ℃(375°F) に加熱して，その加熱油の泡立ち性を調べて表－1 のように報告している。同じく，水添綿実油にこれらの金属セッケンを添加して加熱後の油脂の遊離脂肪酸量，色度，粘度，AOM 安定性などを測定して表－2 のように報告している。

この場合，0.01 %から 0.1 %の間で種々の量添加しても，酢酸ナトリウム，硫酸ナトリウム，ステアリン酸鉄（Ⅱ価，Ⅲ価とも），ステアリン酸アルミニウム，ホウ酸は効果がなかったと記されている[6]。

吉富[7]は大豆白絞油 100 g を 200 mL 容ビーカーで 230 ℃に加熱し，8 h 加熱後の酸価，泡立ち性，屈折率，色度を測定して，アルカリ金属化合物添加の影響をみている。この結果は表－3 に示されている。

Sims ら[13]はサフラワー油に対し，表－4 に記載した量のセッケン類を添加し，180 ℃で 46 h 加熱した時の，各セッケン類の劣化防止指数（後出 3・2）は表－4 のようであったと報告している。

以上のように，ナトリウム，カリウムなどのアルカリ金属の水酸化物，炭酸水素塩，脂肪酸塩などは，添加量の差はあれ，後述のメチルシリコーンと同様に 230 ℃付近の高温における大豆油の熱酸化重合防止に有効である。これらの物質の油脂に対する熱酸化重合防止の作用機構については明らかにされてい

表－4 セッケンなど種々の界面活性剤のサフラワー油における劣化防止指数

界面活性剤	添加量 (%)	劣化防止指数*
Sodium stearate	0.1～0.2	3.1～3.7
Sodium oleate	0.2	3.1
Sodium lauryl sulfate	0.1～0.2	1.8～2.0
NaH_2PO_4	0.2	0.9
Potassium sorbate	0.2	1.3
Phosphatidylethanolamine	0.1～0.2	3.3～4.7
Tween 60	0.2	0.9

＊ 180℃で 46 h 加熱

表－3 大豆白絞油の 230 ℃，8 h 加熱におけるアルカリ金属化合物添加の影響

	添加量 (ppm)	n_D^{20}	AV	色(ロビボンド 50 mm セル) (20 Y/R)	泡高 (mm)
対照	0	1.4765	0.28	1.7	72
大豆脂肪酸ナトリウム	100	1.4759	0.31	17	15
〃	50	1.4764	0.33	22	58
$NaHCO_3$	50	1.4755	0.50	16	6
〃	30	1.4758	0.32	11	12
〃	10	1.4764	0.27	10	58
NaOH	50	1.4754	0.68	11	6
〃	30	1.4758	0.46	11	12
〃	10	1.4763	0.35	11	48
KOH	50	1.4758	0.56	30<	12
〃	30	1.4758	0.32	17	10
〃	10	1.4762	0.32	12	36
酒石酸カリウムナトリウム	1000	1.4756	0.66	18	10
〃	100	1.4761	0.42	30<	25
〃	10	1.4763	0.35	24	61
メチルシリコーン	1	1.4754	－	－	8

ないが，吉富[7]は，アルカリ金属化合物は高温において油脂と反応してセッケンとなり，加熱油の表面に単分子膜またはそれに近い分子膜を形成し，空気中の酸素の油相への拡散を防止するという見方もあり，シリコーンについても同じ考え方ができるが確証はないと，述べている。重合の前駆物質と考えられるラジカルの absorber として働いているとの見方もあるが，上記の見方の方が妥当のように考えられる。

2・2 脂肪酸エステル

前述の Robinson ら[6]は**表－1** と同様の実験を行った結果，0.01 %から 0.1 %の間で種々の添加量で試験して，ラノリン，オパールワックスは一般の油及び水添油脂の泡立ち防止に効果のなかったものを列挙しているが，その中にラノリンやオパールワックスが記載されている。ラノリンは羊毛脂を精製したもので，ヒドロキシ酸を含む脂肪酸と高級アルコールのエステルで，すなわちロウが主成分である。オパールワックスは名はワックスであるが，実質は硬化ひまし油である。ひまし油を極度に水添して融点 86 ℃の硬くてもろいものとなっている。

2・3 リン脂質など

リン脂質が種々の油脂の酸化防止に役立つことについては多くの報告がある。この場合，種々の酸化防止剤のシナージストとして役立つとしている報告が多い。

一方，リン脂質はフライ油の泡立ちに関与し[8),9)]，また，フライ油加熱中に，リン脂質添加油は著しく着色することが経験され，そのメカニズムも報告されている[10)]。それで，リン脂質はいため油の油ハネ防止の目的でいため油に添加されることはあるが，フライ油にはリン脂質は好ましからぬものとされている。

表－6 にホスファチジルエタノールアミンのサフラワー油に対する劣化防止指数が記されており，この数字をみると，熱劣化防止に有効のように見えるが，この報告の中にもリン脂質を添加した油は加熱により著しく着色したと記されている[13)]。

2・4 ステロール

Robinson ら[6]は種々の食用油の泡立ち傾向を研究し，前項で述べたように，いくつかの金属セッケンが加熱油の劣化を抑制することを報告した中で，0.01～0.1 %の範囲で添加したコレステロールは有効でなかったと述べている。

Sims ら[11]は種々の植物油の不けん化物をサフラワー油に添加し，これらの不けん化物がフライ油のフライ温度での酸化重合を抑制することを報告した。オリブ油，とうもろこし油，小麦はい芽油，ソムラ *Vernonia anthelmintica* の油から分離した不けん化物は有効であった。この効果のある画分はステロールであって，通常の植物ステロールは無効であるが，4－α－メチルステロールが有効であった。

White ら[12]は加熱大豆油の劣化に及ぼす選別オートムギステロールの添加効果について報告している。Δ^5－アベナステロールとβ－シトステロールの両方を含む，純度の異なる2つのステロール画分をオートムギ油から分離し，それらの劣化防止剤としての効果を 180 ℃での大豆油について検討した。また，併せて，純粋なβ－シトステロールを添加した場合と，ステロールを添加しない場合についても検討した。すべての試料において，脂肪酸の変性，共役ジエンの生成，ならびに重合のおこることが認められた。しかし，Δ^5－アベナステロールを含むオートムギステロール画分を添加した油は，すべて，無添加試料よりも，加熱による劣化は遅いことがわかった。純粋なβ－シトステロールを添加した油の劣化速度は，無添加のものと変わらなかった。

3 界面活性剤

界面活性剤の種類は多いが，そのいくつかは不飽和油脂の熱劣化防止の面で検討されている[13)]。

3・1 モノグリセリド

Bennion ら[14]はラードを用い，フレンチフライポテト及びフリッタータイプの練り粉を揚げた時，モノグリセリドはラードの発煙点を**表－5** のように変化させると報告した。

Robinson ら[6]は**表－1, 2** に示したのと同様の実験を行い，泡立ち防止に効果のなかったものを列挙している中に，モノラウリン，モノステアリンをあげげている。

3・2 アニオン界面活性剤

Sims ら[13]はいくつかのアニオン界面活性剤を試験して，これらはサフラワー油に対して重合防止的に働くことを報告した。

サフラワー油に対し，**表－4** に記載したような量を添加し，180 ℃で 46 h 加熱した場合の，アニオン界面活性剤の劣化防止指数 protective index は**表－6** のようであったと報告されている[13)]。ここで劣化防止指数は次式

$$劣化防止指数=\frac{対照油のヨウ素価の変化}{試料油のヨウ素価の変化}$$

表－5 ラードでフライを行ったときの発煙点に及ぼすモノグリセリドの影響

モノグリセリド添加量（%）	フライしたポテト重量(kg)		新鮮油添加後	パッターフライ（バッチ数）	
	0	6.5		10	20
0	214	211	213	182	170
2	165	181			
4	145	171			
6	140	159	155	162	158

＊ フライ前の各バッチの重量 410 g

表－6 種々の界面活性剤のサフラワー油における劣化防止指数

界面活性剤	添加量（%）	劣化防止指数
Phosphated MGS	0.02～0.2	2.1～4.3
Sodium DTAE of MG	0.2	2.2～4.4
Stearoyl-2-lactylic acid	0.2	1.3
Sodium stearoyl-2-lactylate	0.1～0.2	1.7～5.3
Calcium stearoyl-2-lactylate	0.2	0.9
Sodium stearyl fumarate	0.2	3.3
SMG	0.2	1.1
Sodium SMG	0.2	1.6
Dioctyl sodiums sulfosuccinate	0.2	3.0
Sodium sulfoacetate ester of MG	0.2	3.4
Methyl silicone	5 ppm	2.3～4.9

＊ 180℃で46 h加熱
Phosphated MGS : Sodium salt of phosphated mono- and diglycerides
DTAE of MG : diacetyl tartaric acid esters of mono- and diglycerides
SMG : Succinoylated monoglycerides

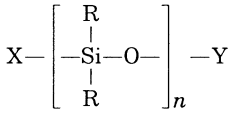
で示され，この値が1.0以上であれば，有効ということになる。

表－6 において，リン酸化モノグリセリドなどは効果があり，0.2 %の添加量ではメチルシリコーン5 ppmと同等に有効である。1 %に添加量をふやしても効果はふえない。0.1 %でも有効であるが，これよりも添加量を減らすと効果は減少し，0.002 %では効果は極めてわずかになる[13]。

4 シリコーン油

シリコーン油は元来は泡消し剤として知られており，油脂製造用添加剤としても泡消し剤の部に入れられている[15]。しかし，これを揚げ油に微量添加すると，**表－7** などに示される[21]ように加熱劣化を著しく抑制する効果がある。

シリコーン油は無色の粘ちょうな液体またはペースト状の物質で，種類が多く，重合度その他によって，樹脂状，ゴム状，ペースト状，油状，液状など広い範囲のものであるが，食品添加物として用いられているものはペースト状のものである。シリコーンオイルは



で表され，R－もメチル，フェニルなど種々のものがあるが，食品添加物として許可されているものはジメチルポリシロキサン系のものである。揚げ油にメチルシリコーンを添加する効果についてはProcter & Gamble社のアメリカ特許(1953)があり[16]，日本の製油各社も

表－7 豆腐生揚げの時のフライ油の劣化に対するシリコーン油の効果(240℃)

加熱時間(h)	シリコーン油添加量（ppm）		
	0	0.5	2
1	a 1.18 b 0.25 c —— d ——	a 1.06 b 0.36 c —— d ——	a 1.01 b 0.28 c —— d ——
2	a 1.40 b 0.28 c 2～3 d 5.6	a 1.16 b 0.41 c —— d ——	a 1.11 b 0.42 c —— d ——
3	a 1.69 b 0.37 c 4～5 d 25	a 1.32 b 0.45 c —— d ——	a 1.21 b 0.49 c —— d ——
4	a 2.07 b 0.49 c —— d 25	a 1.52 b 0.49 c 2～3 d 13	a 1.33 b 0.58 c —— d ——
5	a 2.44 b 0.51 c —— d 30	a 1.91 b 0.52 c 4～5 d 23	a 1.50 b 0.69 c 1～2 d 20

斜線の部は持続性泡立ち
a：粘度比（未加熱油の粘度を100とする）
b：酸価
c：フライパンの辺から泡の部の距離（cm）
d：生揚げを取り出してから泡が消えるまでの時間（s）

この前後からてんぷら油にこのメチルシリコーンを添加するようになって，現在ではこれが一般的なものとなっている。メチルシリコーンは食用油の発煙点を高める効

果もあり，メチルシリコーン1〜25 ppm とエチルシリコーン5〜45 ppm を用いることにより，揚げ油の発煙点を8〜19 ℃も上昇させることができる[17]。メチルシリコーンは加熱油のにおいの低下にも有効であると報告され[18]，その他，シリコーン油は揚げ油の着色抑制効果をもつことを薄木ら[19]が報告している。

4・1　シリコーン油の有効添加量

日本の食品衛生法ではシリコーン油は泡消し剤として食品1 kg あたり0.05 g 以下の使用が認められている。これは ppm でいえば50 ppm まで泡消し剤としての使用が許可されていることになる。米国では10 ppm を越えてはならないとされている[20]。

揚げ油に対して，実際には許可された量までシリコーン油を添加することはなく，これよりはるかに少ない量で充分に有効である。実際の有効添加量については，報告者によって，多少の相違がある，たとえば前述の Martin の特許では，油脂に対し0.03 ppm で極めて有効であるとされている。Deck の1964年の講演[30]では，1.0 ppm を用いて，その有効性を述べている。吉富[22]は大豆油100 g を200 mL ビーカー中で230 ℃で加熱した場合，メチルシリコーンは0.1 ppm 以上で有効で，0.2 ppm 以上に添加量をふやしてもその効果は変わらないが，実際の揚げ試験では1 ppm 以下では効果が少なく，長時間の揚げ物により疲れ現象に差を生じるという。

Freeman ら[33]は2 ppm のシリコーン油を含む油を用いてポテトチップを揚げたところ，揚げ油中のシリコーン量は1 ppm 以下に減少し，残りはポテトチップに移行したと報告し，後述のようなシリコーン油の機能に関する推定に基づくと，シリコーン油の最小有効表面濃度は0.05〜0.06 $\mu g/cm^2$ であると述べている。この量は250 mL ビーカー（直径6.5 cm,面積33.2 cm^2)に30 g の油を入れた場合には0.1 ppm〜0.06 ppm の間，50 mL ビーカー（直径3.6 cm, 面積10.2 cm^2)に30 g の油を入れた場合には0.01〜0.02 ppm の間ということになる[33]。

4・2　揚げ油におけるシリコーンオイルの機能

シリコーン油の添加が高温における揚げ油の劣化を防止することは明らかな事実であるが，なぜ有効であるのか，すなわち，揚げ油中におけるシリコーン油の機能については諸説があって統一されていない。現在までに提案されている諸説は次のようにまとめられる。

i）単分子膜形成

ii）油の対流を抑制

iii）シリコーン油のはっ水性

iv）容器活性面のシリコーン油による被覆

これらの諸説については，それぞれに関連する根拠があって，それらの事実から推定されるものであるが，我田引水的なものもあり，賛成しかねる点がなくもない。

4・2・1　シリコーン油の単分子膜形成について

シリコーン油が油の表面に単分子膜を形成して，空気と油の接触を遮断するというものである。この考えは，シリコーン油のフライ油への利用に関する特許[16]の公告前後から多くの研究者によって提唱されているもので，この単分子膜説に従うと説明しやすいいくつかの知見がある。一方，この単分子膜説では説明のつかない知見もいくつかある。

1）単分子膜説に従うと説明しやすい知見

Freeman ら[33]はシリコーン油がフライ油表面に単分子膜を形成するには油の表面積1 cm^2 あたりシリコーン油が0.05〜0.06 μg 必要で，これだけの量あるいはそれ以上の量があればフライ油の熱劣化が著しく防止されるが，これよりシリコーン油の量が少ないと，シリコーン油の効果は著しく少なくなると報告している。

これと同様な結果は他にも種々報告されている。

このシリコーン油が油界面で単分子膜をつくるとすると，ジメチルシロキサンモノマーの横断面は20〜25 $Å^2$ であると算出され，この値は Ellison と Zisman (1956) が物理化学的に測定して得た20 $Å^2$ という値とよく一致する。

このほかにも，シリコーン油が揚げ油の表面に単分子膜をつくるのに必要な添加量と加熱による揚げ油の劣化防止効果との関係をしらべた研究も少なくない[7),21]。

1 ppm 以下というように，微量の物質が油面上に単分子膜をつくるには，そのものが油に溶けるものではぐあいがわるく，やはり，油に溶けにくいものでなければならない。同じシリコーンでも，ポリジエチルシロキサンやポリフェニルシロキサンは親油性で，劣化防止効果が少なく[23]，油にほとんど不溶のポリジメチルシロキサンのみが有効という事実[23]はこれを裏付けるものである。

また，シリコーン油を添加すると，その油は異常と思われる程高い発煙点を示すことを経験しているし[19]，これに関する特許もある[17]。これもフライ油表面に単分子膜が存在して脂肪酸など，発煙の原因になる物質の蒸発を抑制していると考えると，発煙点が高いことを説明できる。

シリコーン油添加油について，その界面の状況を赤外部全反射吸収スペクトル法と光音響分光計により調べたところでは，シリコーン油はかなりの量が界面部に集まるものと推定された[28]。シリコーン油がフライ油の表面に集まることと，フライ油の熱劣化防止に関するシリコーン油の効果との関係については，「シリコーン油が表面に単分子膜をつくって空気中の酸素が油中に溶解，拡散することを抑える」という説に対して，この知見は少なくともその前半部の裏付けになると考えられる。

表－8 窒素気流下で280℃加熱した大豆油の諸性質

シリコーン油添加量 (ppm)	粘度 (cP)	ヨウ素価	カルボニル価	酸価
0	76	116	14	3.6
0.1	63	120	10	2.7
1.0	61	121	11	2.7
10	61	121	11	3.1

＊ 大豆油を8h，280℃で加熱後

2) 単分子膜説では説明がつきにくい現象

シリコーン油で添加した油を高温に加熱する時，表面を激しくかきまぜても，また，油の内部から空気を吹き込んでも，シリコーン油で添加した油は無添加の油に比べて一般の種々の加熱方法の場合と同じように劣化の程度が著しく少ない[21]。シリコーン油が油の表面にあって油の酸化を防いでいるとすると，上記のような加熱の場合には油脂の劣化はシリコーン油の有無にかかわらず同様に進行するはずと考えられるが，事実はシリコーン油の効果が判然としている。この場合，シリコーン油が新しくできる油の界面に素早く移動すると考えれば，このシリコーン油の効果も期待できるが，この点は確証がない。

シリコーン油を1 ppm程度添加した油を極めて薄い層で加熱するとき，1 ppmの添加では単分子膜としても油の表面をおおうに足りないが，それでもシリコーン油の効果は顕著に認められる[29]。

窒素気流中で大豆油を280℃で加熱した場合，冠ら[36]は表－8のように，シリコーン油添加区は明白に重合が抑制されているという結果を報告している。

ただし，シリコーン油は窒素気流下の加熱では大豆油の重合を抑制もしないし，促進もしないという結果も得られている[23]。

3) シリコーン油が油表面に単分子膜をつくったとして，シリコーン油の膜が酸素を遮断するか否かについて

油と空気の界面にシリコーン油が膜をつくると仮定しても，この膜が空気と油を遮断し，特に酸素の通過を妨害するかどうかについては疑問がある。シリコーン油そのものではないが，同系統のシリコーンゴムなどは気体透過性が非常に高いとされており，天然ゴムと比較すると，約30～40倍の値を示す[37]。また，シリコーン油と一般油脂の酸素透過性を包装材料試験用のガス透過試験器を用いて比較した結果でも，シリコーン油の方が，油脂よりも2倍の透過性を示した[21]。

以上のことから，シリコーン油が油－空気界面に単分子膜をつくったとしても，これが酸素を遮断するということはいまだ証明されているわけではない。しかし，表面にシリコーン油が単分子膜をつくったとすれば，それが透過性のよいものであるにしても，その膜が全くないよりは酸素の透過はさまたげられると考えられる。

また，油脂の酸化は油脂の表面付近で起こるが，その表面付近にシリコーン油がかなりの量存在するとすれば，酸化されるべき油脂の不飽和の部の濃度がそれだけ下がることになり，それだけ酸化の速さが遅れるとも考えられる。

表－9 着色油滴の寿命(s)

加熱温度	上部			下部		
	0	DMPS 1 ppm	Phenyl-s 1 ppm	0	DMPS 1 ppm	Phenyl-s 1 ppm
180℃	48.7	52.5	49.5	39.1	41.2	39.4
210℃	33.9	37.6	37.6	27.9	32.5	30.7

4・2・2 シリコーン油の揚げ油の対流抑制効果

Freemanら[33]やRockら[34]はシリコーン油は揚げ油の対流を抑止して，揚げ油の酸化を抑えていると述べている。我々もこれを裏付けるような実験結果を得ている[25]。この場合，Freemanら[33]はシリコーン油は揚げ油の対流を劇的に抑制したと報告しているが，我々の見た限りでは劇的といえるほどの抑制ではなかった。表－9は対流の程度を見るためにビーカー中で油を加熱し，これに着色した油滴を加えて，これが消えるまでの時間をみたものである[25]。

表－9によると，熱劣化防止効果の大きいジメチルポリシロキサン(DMPS)添加油の方が無添加油よりも色が消えるまでの時間が長い。すなわち対流の程度が少ないと考えることができる。一方，熱劣化防止効果のないシリコーン油(phenyl-S)添加油は無添加油とほとんど同様である。

油脂の表面をシリコーン油が被覆していると仮定すると，シリコーン油の揚げ油の対流抑制効果が説明しやすいような結果も得られている[25]。Rockら[34]によれば，シリコーン油添加油は同じ温度に加熱した時，表面の温度が100°F程度高いという。

一方，フライなどの場合には，加熱による対流だけでなく，水蒸気の発生などに基づく油脂の激しい移動があり，この場合の移動の程度は対流をはるかに上回る激しさである。この場合も，シリコーン油は明確な熱劣化防止効果を示している。シリコーン油の油脂対流抑制効果だけでシリコーン油の油脂熱劣化防止効果のすべてを説明できるものではないが，対流抑制効果は油脂熱劣化防止効果の一翼をになうものであり，換言すれば，対流抑制効果は油脂の熱劣化防止に対するシリコーン油の機能の一つといえる。

4・2・3　シリコーン油のはっ水性

シリコーン油のはっ水性については多くの文献や特許がある。このはっ水性については，現象的には，シリコーン油を添加した油で揚げものをすると，種物を引き上げ，油だけとなった後も油の中から細かい気泡が出るが，無添加の揚げ油ではそのような現象がみられない。油が冷えたときシリコーン油添加油の方はしばしば白く濁ることがあるが，これは油の抱水能力がシリコーン油のはっ水性によって阻害された結果とみることができる[35]。

油脂中に溶存する水分が油脂の酸化劣化に密接に関与することについては多くの報告がある[38]。特に油脂中の含水量が微量であればあるほど，油脂の酸化劣化に対する安定性が急増すると報告されている[39]。それで，シリコーン油の機能の一つとしてはっ水性に関する検討を行ったが，シリコーン油添加油脂及び無添加油脂の加熱による水分の減少の程度をみたところ，後者の方が水分の減少が速いことが明確に認められた[26]。この事実からみると，シリコーン油が存在すると油脂中の水分が減少するということはなく，むしろ，シリコーン油は油中の水分の発散を妨げるような結果が得られた。すなわち，はっ水性から，上記のような効果を考えたのであるが，これは論理に飛躍があったことになり，シリコーン油の油脂熱劣化防止機能の中にはっ水性は含まれないことになる。いくつかの総説[3]で，シリコーン油のはっ水性を熱劣化防止機能の一つとして論じたが，これは誤りであった。

4・2・4　容器活性面のシリコーン油による被覆

シリコーン油そのものを入れた容器はいうまでもないが，シリコーン油添加の油脂を取り扱った容器も，セッケンや洗剤で簡単にきれいに洗うことができにくい。水をはじかないようなきれいな状態にするには種々の苦心が必要である。結局，シリコーン油は容器の表面にしつように付着して，簡単には洗いとれないことを示しているわけで，揚げ物のときに，なべなど油に接する面はシリコーン油皮膜ができると考えられる[35]。鉄なべなどで加熱した油脂が著しく劣化することについては多くの報告があり，また鉄が露出しないようにするとその劣化が抑制されることもよく経験されている。耐熱油の強いシリコーン油が金属の活性面を被覆するとすれば，金属による油脂の劣化促進効果は著しく抑えられるはずである。

それで，油脂を鉄板と接触させた状態で，油脂を加熱した後に，油脂中の鉄含量を測定して，油脂への鉄の溶出に対するシリコーン油の効果を調べてみた結果の一例は**表－10**のようであった[27]。**表－10**はシリコーン油を種々の量で添加した大豆油を鉄板上で180℃で10，20 min加熱した後の鉄含量を測定した結果である。

表－10にみられるように，鉄板と油脂を接触させて油脂を加熱すると，油脂中の鉄含量が増加するが，その油脂への鉄の移行量は加熱時間の増加とともに，また，油脂と鉄板との接触面積が広い程，増加する。油脂の酸価が高いと油脂への鉄の移行量が著しく増加する。**表－10**にみられるように，シリコーン油添加油は無添加油に比べて，同じ加熱条件では，鉄含量が少ない。

鉄含量とシリコーン油添加量との関係については**表－10**に示したように，シリコーン油添加量が少ないと，加熱後の油脂中の鉄含量が多くなるが，シリコーン油の添加量が1 ppm以上では加熱油中の鉄含量に大きな相違がみられない[27]。

ただし，ガラスのビーカーを用いてシリコーン油添加油と無添加油を加熱した場合でも，シリコーン油の効果は明白にあらわれるので，この容器活性面のシリコーン油による被覆説だけで，シリコーン油の機能を説明するわけにはいかない[27]。

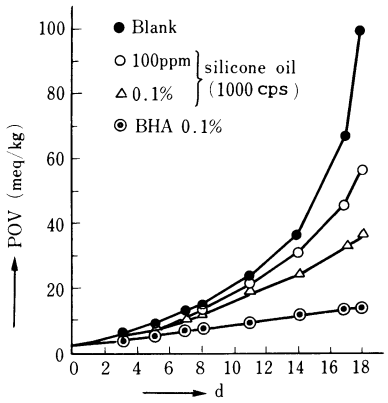
4・2・5　シリコーン油の機能に関する諸説の総括

以上のように，揚げ油中のシリコーン油の機能については諸説があって，各説ともおのおのの実験や経験的事実によってそれぞれ根拠をもっている。しかし，これらと相反する事実もあり，結局，シリコーン油がなぜ揚げ油の劣化を防止するかについては明確に説明できない。

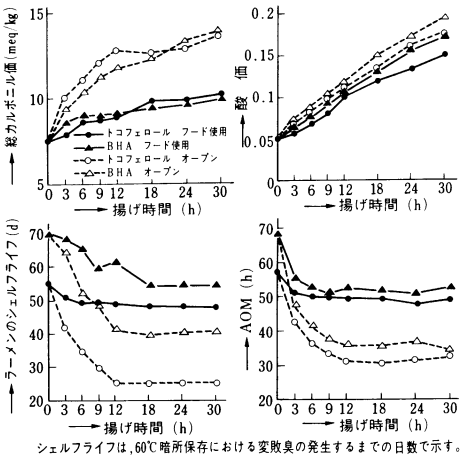
表－10　鉄板上で加熱した大豆油の鉄含量(ppm)

SO(ppm) ＼ 加熱時間	10	20
0	0.37	1.11
0.1	0.25	0.88
0.5	0.13	0.56
1	0.10	0.47
10	0.10	0.49
100	0.09	0.46

＊　鉄板上180℃で加熱，SO：シリコーン油



図－1　大豆油の自動酸化に対するシリコーン油とBHAの効果比較（室温に保存）



揚げ条件：温度 132～142℃，空気接触面積 0.0032 m²/kg フード使用)；0.0060 m²/kg(オーブン)，水分蒸発量 0.2 kg/kg 油/h，新油添加率 11.6～11.9%/h

図－2 即席ラーメン用試験装置においてフライを行った時の BHA とトコフェロールのフライ油劣化防止効果の比較

シリコーン油を添加した油脂では，そのシリコーン油は界面付近に集まることはたしかで，油脂の酸化は油脂の表面付近で起こるが，その表面付近にシリコーン油がかなりの量存在するとすれば，酸化されるべき油脂の不飽和の部の濃度がその分だけ下がることになり，それだけ酸化の速さが遅れるように思われ，それがシリコーン油の主要な機能ではないかと考えられる。しかし，これ以外の機能も考えられ，現在では，薄木ら[5]が述べているように，シリコーン油の作用は一つの説明では包括できない多様性をもっており，種々の加熱条件の中でさまざまに働き，全体として熱酸化を抑えていると考えるほかはなさそうである。

4・3 油脂の自動酸化とシリコーン油

シリコーン油は上述のように高温における油脂の劣化には著しい効果があるが，常温付近の自動酸化にはあまり有効ではない。油脂の劣化を過酸化物価などで調べてみると，図－1 に示したようにシリコーン油は弱い酸化防止剤として作用するようでもある[22]が，時々逆転することもあって，少なくとも BHA のような明白な効果ではない。DPPH の退色試験ではシリコーン油のみの場合及びシリコーン油添加油 (1, 10, 100 ppm) においても紫色の著しい退色はみられなかった[22]。

5 酸化防止剤

酸化防止剤はラジカルに対して電子あるいは水素原子を供与して，ラジカル連鎖反応を停止させることによって，油脂の自動酸化を抑制する。一方，揚げなべ中でフライ油は高温に加熱されるため，フライ油中の酸化防止剤は熱酸化，蒸発，揚げ種への吸着などによって減少し，これらの原因によってフライ油の安定性が低下する。

揚げなべ中でのフライ油の酸化防止剤の損失を防止するためには，揚げ油の熱酸化を防ぐとともに揮発性の小さい酸化防止剤を使用することが大切である。

5・1 BHA, BHT など

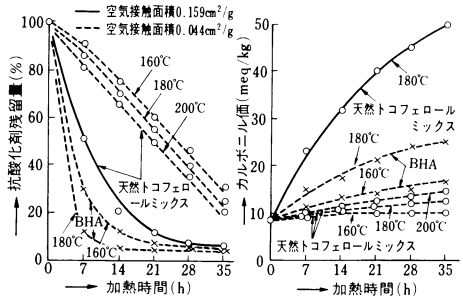
BHA, BHT は揮発性の比較的に大きい酸化防止剤である。ラードに BHA を添加して，160℃あるいは 180℃に加熱した場合，BHA は図－3 に示されるようにかなり速やかに減少する[40]。

即席ラーメンなどのように，揚げ温度が 130～140 ℃程度で比較的低く，種物から蒸発する水分も比較的少ない場合には，BHA も相当量残存し，有効に働いている。図－2 の場合のように，132～142 ℃の加熱の場合には，フライ油のラードの総カルボニル価の上昇の抑制に対して，BHA はトコフェロールに劣らず有効である。

5・2 トコフェロール

揚げなべ中で油の中のトコフェロールは BHA に比べるとその蒸発による損失は図－3 に示したように少ない[41),42]。しかし，フライ油の空気接触面積が大きく，熱酸化が激しい場合には，トコフェロールも急激に減少する。フライ油の熱劣化の程度は，カルボニル価で見るとトコフェロールの残存量の多いものの方が，熱劣化が少ないといえるようである。なお，トコフェロールの残存率は表－11 にみられるように，大豆油，サフラワー油などヨウ素価の高い液状油の場合よりも，パーム油，やし油などヨウ素価の低い固形脂の場合の方が小さい。

青山ら[43]はポテトチップの酸化安定性に及ぼすトコフェロールの効果について検討し，パーム油でポテトチップをつくった場合，トコフェロールの添加は酸化防止効果に寄与しないが，フライ後のパーム油について AOM 法で酸化安定性を試験したところ，γ－及びδ－トコフェロール添加油は無添加油よりも安定性に優れていることを報告している。



図－3 ラードに BHA 及び天然トコフェロールミックスを添加したときの酸化防止剤の耐熱性及びカルボニル価の変化[41]

表－11　各種揚げ油のトコフェロール含量及び安定度と水噴霧加熱後の変化

		大豆油	なたね油	米油	とうもろこし油	綿実油	サフラワー油	オレイック* サフラワー油	パーム油	やし油
加熱前	ヨウ素価	133.2	107.8	109.3	108.4	110.0	150.2	85.2	52.1	9.2
	酸価	0.06	0.07	0.09	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.03
	トコフェロール含量(mg/100g)**	49.2	44.1	83.0	93.8	68.2	35.1	37.3	29.1	5.4
	AOM(h)	11.5	19.0	17.0	19.0	15.0	8.0	27.0	45.0	220.0
10h加熱後	ヨウ素価	127.6	104.0	107.1	104.9	107.2	142.7	82.5	49.5	8.3
	酸価	0.31	0.55	1.02	0.29	0.16	0.27	0.28	0.39	0.73
	トコフェロール含量(mg/100g)**	36.2	26.5	61.1	52.5	48.7	27.1	16.0	7.5	0
	(残存率)	(73.5)	(60.0)	(73.3)	(55.9)	(71.4)	(77.5)	(43.2)	(24.0)	(0)
	AOM (h)	6	8	11	8	9	4	7	4	8

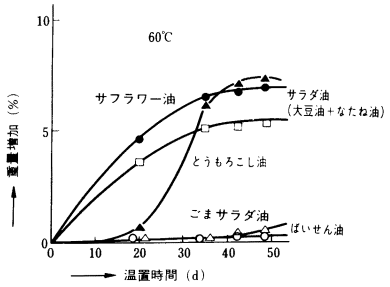
水噴霧加熱の条件：温度 180 ±2℃，水噴霧量 25 g/100 g 油・h，空気接触面積 0.159 cm^2/g.
＊　品種改良によりオレイン酸を主成分にしたサフラワー油，　＊＊ Emmerie-Engel 法.

また，青山ら[44]はα－，γ－及びδ－トコフェロールの植物油に対する酸化防止力について，それらを新鮮な状態及び継続的にフライ油として使用中に添加したパーム油を用いて調製したポテトチップの保存試験により検討し，継続的に使用中の油に各トコフェロールを添加した場合，γ－及びδ－トコフェロールは酸化防止効果を示し，その効果はγ－よりもδ－トコフェロールの方が，また，添加量が多いほど，さらにフライ回数が少ないほど大きかったと報告している。

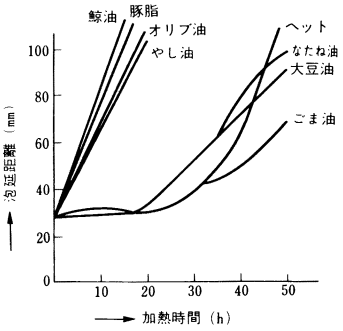
5・3　ごま油中の酸化防止性物質

ごま油にはゴマをいってから搾油するばいせん(焙煎)ごま油と，脱酸，脱色，脱臭の一般的な精製工程を経て製造されるごまサラダ油とがある。ばいせんごま油，ごまサラダ油とも最高の天ぷら油として，料亭等で好んで使われているが，ゴマのばいせん香気だけでなく，油が疲れにくい点が，重宝がられる要因のようである。

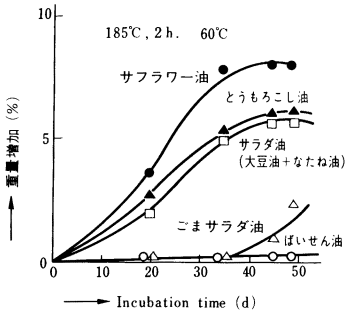
熊沢ら[45]の種々の種物を揚げた時の油の劣化度を調べた結果から，ばいせんごま油は大豆油に比べ，どの種物の場合にも低い TBA 値であった。また梶本ら[46]の油脂加熱時の泡延距離の測定結果でも，図－4 にみられるように，ばいせんごま油は，泡延距離の増加の一番少ない油であった。市販食用油及び 2 種類のごま油をシャーレ（内径 60 mm）に 10 g ずつ入れ，60 ℃で劣化させると，図－5 に見られるように，両ごま油は自動酸



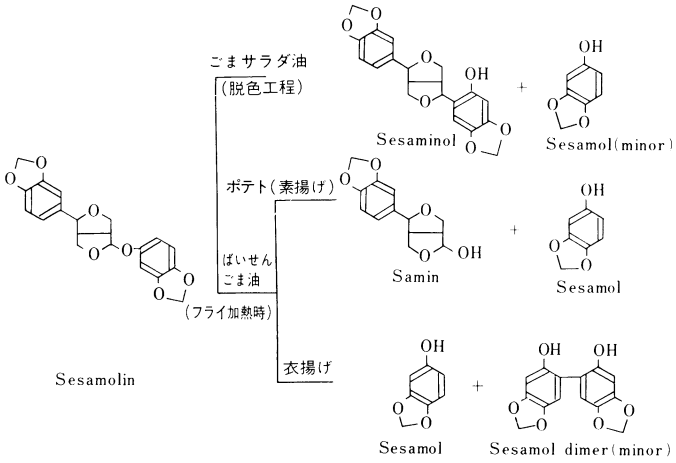
図－5　市販食用油保存中の重量変化(60 ℃で保存)



図－4　油脂の種類と泡延距離
[梶本ら：調理科学，1，177 (1968)]



図－6　市販食用油を 185℃で 2 h 加熱後 60 ℃ で保存した時の重量変化



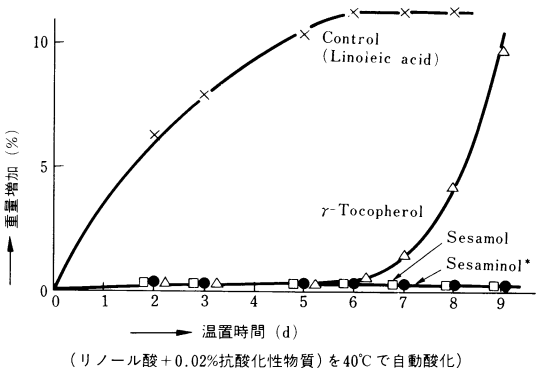
図－7 セサモリンからの酸化防止性物質生成

表－12 ごま油(ばいせん油&サラダ油) 加熱時(180℃, 2 h) の酸化防止性物質の変化(mg/100 g)

酸化防止性物質	ばいせん油		サラダ油	
	未知熱	加熱	未知熱	加熱
セサモール	5～10	100	Tr.	Tr.
セサミノール	Tr.	Tr.	80～100	80～100
トコフェロール	30～50	30～50	20～40	20～40
メラノイジン	+	+	−	−

化が長期間にわたって防止されており,185 ℃ 2 h 加熱後（家庭規模で，油を使用したと考えた場合）油を貯蔵した場合も図－6 に示されるように同様な傾向を示した[47]。

福田らは[48)~50)]最近ごま油の酸化安定性の要因についての化学的研究を行い，トコフェロールの存在及びセサモリンを前駆体とする抗酸化性物質生成機構を明らかにし，また，その結果を総説にまとめている[51)]。セサモリンからの抗酸化性物質生成の概要は図－7 にまとめられている[51)]。



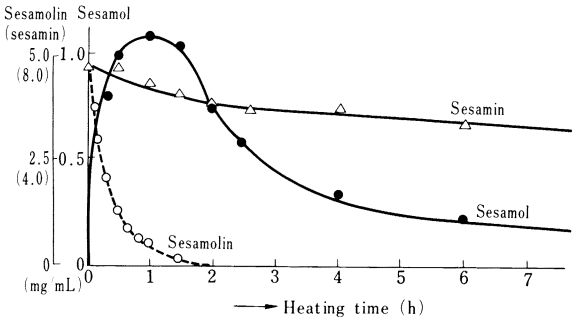
図－8 油の抗酸化性物質の抗酸化力の比較（重量法）

すなわちごまサラダ油では，脱色工程でセサモリンの分子間転移反応が起こり，著量の抗酸化性物質セサミノールを生じ，これが精製油中にも多量存在している。ばいせんごま油では，種子をいる過程で，セサモリンのごく一部が分解され，微量の抗酸化性物質セサモールを生じるが大部分のセサモリンは，精製油中に存在し，フライ時 (160～200 ℃)に分解され,セサモールを生ずる。このフライ時に，ポテトなどの素揚げをすると，セサモリンの加水分解により，サミンとセサモールをほぼ同量生じる。

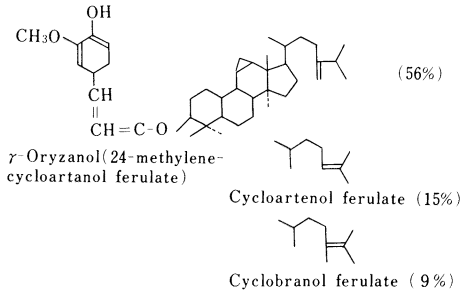
表－12 に両ごま油の酸化防止関連物質の含量及び加熱後の変化を示し,それらの抗酸化力を図－8 に示した。油の酸化的劣化を防止する酸化防止剤は，約 0.02 % (wt/vol) で効果を示すことが，一般に必要とされているが,両ごま油とも,充分量の酸化防止剤を含んでおり，特にばいせん油は，加熱 (180 ℃ 2 h) によりセサモールが著しく増加する。

5•3•1 ごまサラダ油

ごまの油の酸化防止性物質として新たに見いだしたセサミノールと命名したリグナンフェノール物質は，酸性白土を用いる脱色時にセサミンのエピ化とともに生じる。酸性白土の酸触媒で，セサモリンから分離したセサモールが再度他の位置で残基部分(オキソニウムイオン)と結合し（分子間転移反応）,セサミノールを生成するのである。この反応は，無水条件下，酸触媒の存在で，加熱 (70 ℃前後) で進行することも化学的に確かめられている。脱色の条件は，各社で一律ではないので，セサミノール量も一定ではないが[50)]，セサモリンの 20～40 %位が転移していると推定される。セサミノールは次の



図－9 ばいせんごま油を180℃で加熱時のセサモリンの分解とセサモールの生成



図－10 γ－オリザノールの構造と二つに用いた試料の組成

脱臭時に一部は脱臭スカム中に除去されるが，大部分は，精製油中に残存している。この油を170℃に加熱し，セサミノールの熱安定性を調べてみると，セサミン，エピ－セサミンと同様に熱安定性がよく，油の熱酸化を防ぐことが期待される。この油で，天ぷら，冷凍食品を揚げてみると，種々の種物の存在でも，分解が少なく，油の熱酸化に対して，有効であると推定された。

5・3・2 ばいせんごま油

この油は，トコフェロールと，いる過程で生じた少量のセサモールやメラノイジン等がシネルギストとなり，酸化安定性を良くしている。ばいせんごま油を180℃に熱すると，図－9 に示したようにセサモリンが急速に分解し，一時的に多量のセサモールを生じていた。この時のセサモリンの分解は，油を構成している脂肪酸の不飽和度にはよらず脂肪酸の酸による影響が大きかった。他のフライ温度でのセサモリンの分解とセサモールの生成は，120℃，200℃に比べて，フライ適温（160～180℃）で，生成量が多く，家庭で使用する時間（1回 30 min，3～4回使用）では，多量のセサモールを含んでいた[48]。実際に種々の種物を揚げた結果では，セサモリンが約1/5量残存し，約0.04％のセサモールが生じていた[52]。このセサモールやトコフェロールによりフライ油の熱酸化が防止されていると考えられる。

表－13 大豆油の加熱劣化に対するγ－オリザノールの効果

γ－オリザノール添加量（％）		ヨウ素価	カルボニル価	平均分子量	光学密度（460 mm）
Non-heated oil		137.4	8	880	0.018
Exp. I	0	93.8	457	1370	1.071
	0.01	91.6	478	1460	1.285
	0.10	94.5	409	1350	1.135
	0.20	94.2	462	1370	1.176
Exp. II	0	89.7	390	1380	1.024
	0.5	92.0	382	1360	1.128
	1.0	102.2	326	1120	0.650
	2.0	97.9	346	1270	1.125

以上のように，ごま油中の酸化防止性物質については従来，Budowski ら[54]の報告や総説が中心となっていたが，福田らの研究により，多くのことが明白になったのである[53]。

5・4 オリザノール

オリザノールは油脂の自動酸化に対して酸化防止性を有する。その効力は強くはないが，BHA，BHT，トコフェロールなどと比べて耐熱性がよく，残存するオリザノールが加熱後の油脂の自動酸化を遅らせる[55),56]。

菅野ら[57]はγ－オリザノール（化学構造，成分は図－10）と種々の添加量で精製大豆油に加え，これらの油を190℃で2.75 h 加熱して，γ－オリザノールの効果を調べた。加熱油のヨウ素価，カルボニル価，平均分子量及び460 nm における吸光度の測定結果を表－13 に示した。

表－13 によると，オリザノールは0.20％以下の添加量では効果が現れず，0.5％添加でやや効果を示し，1.0％でもっとも強い酸化抑制効果を示している。

オリザノールは図－10 に示したようにフェルラ酸と各種トリテルペンアルコールのエステルである。γ－オリザノールのどの部分が熱酸化重合抑制効果の発現に寄与しているかを調べた結果では，トリテルペンアルコールはいずれも熱酸化を抑制せず，シクロブラノールはむしろ酸化を促進した。一方，フェルラ酸は熱酸化を抑制したが，オリザノールアセチル化物は抑制効果を示さず，γ－オリザノールが熱酸化抑制効果を呈するためには，フェルラ酸の存在，中でもそのヒドロキシル基の存在が必要である。

また，フェルラ酸単独の効果はγ－オリザノールの効果に及ばないこと，シクロブラノールがフェルラ酸エステルとなると抑制効果が向上することから，フェルラ酸はトリテルペンアルコールとエステルを形成することにより，熱酸化抑制効果を発現していると菅野ら[57]は考えている。

表－14 フライ油の加熱劣化に及ぼす種々の酸化防止剤の効果の比較

Heating time (h)at 190℃	2.5			3.5			4.5		
	IV	CV	MMW**	IV	CV	MMW	IV	CV	MMW
Non-addition	104.6	348	1140	93.0	438	1440	80.9	484	1730
γ-Oryzanol	102.0	306	1090	96.0	412	1380	87.7	450	1530
BHT	108.8	321	1100	94.9	437	1410	85.5	495	1620
δ-Tocopherol	108.4	318	1100	95.4	441	1380	83.5	485	1630

Level of addition ; 0.5% each　* 0.5 %添加　** 平均分子量

アベナステロールやフコステロールなど14位に二重結合を有するステロール類が熱酸化重合を抑制することは前述した。炭素数が1個少ないものの，構造の類似した24-メチレンシクロアルタノールは熱酸化抑制効果を示さない。これらの点で，オリザノールの熱酸化重合抑制作用は上記ステロール類の示すそれとは異なる機構で起こっていると考えられる。

γ－オリザノールはBHTあるいはζ－トコフェロールと相乗作用は示さないと報告されている[57]。γ－オリザノールは**表－14**に示されるように，BHT，ζ－トコフェロールーなどの酸化防止剤に比べると，フライ油の加熱劣化防止効果が大きい。

（昭和63年3月24日受理）

文　献

1) 太田静行，湯木悦二“フライ食品の理論と実際”幸書房，(1976) p. 37
2) 太田静行，“油脂食品の劣化とその防止”幸書房，(1985) p. 243
3) 太田静行，日下兵爾，油化学，**28**，747 (1979)
4) 宮川高明，太田静行，松永孝雄，“食品と酸化防止剤”食品資材研究会 (1987) p. 205
5) 薄木理一郎，日食工誌，**34**，771 (1987)
6) H.E. Robinson, H.C. Black, H.S. Mitchell, *Oil & Soap*, **17**, 208 (1940)
7) 吉富和彦，化学工業，**1977** (4), 36
8) 太田静行，表面，**9**, 41 (1971)
9) 豊沢　功，秋宗君江，第18回油化学討論会講演要旨集，p. 60 (1979)；第19回同要旨集，p. 101 (1980)
10) 富岡文枝，金田尚志，化学と生物，**14**，509 (1976)
11) R.J. Sims, J.A. Fioriti, M.J. Kanuk, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 298 (1972)
12) P.J. White, L.S. Armstrong, *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **63**, 525 (1986)
13) R.J. Sims, J.A. Fioriti, M.J. Kanuk, *Lipids*, **8**, 337 (1973)
14) M. Bennion, F. Hanning, *Food Technol.*, **10**, 229 (1956)
15) 山中芳夫，油化学，**19**，665 (1970)
16) J.B. Martin, *U.S. Pat.* 2,634,213 (1953)
17) K. Babayan, *U.S. Pat.* 2,998,319 (1961)
18) K. Warner *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **62**, 1483 (1985)
19) 薄木理一郎，木村俊明，金田尚志，日食工誌，**25**，338 (1978)
20) U.S. Amendment, Published in the Federal Register, December, 34 F.R., 1973
21) 日下兵爾，柿崎淳一，飛松尚孝，太田静行，油化学，**26**，709 (1977)
22) 日下兵爾，柿崎淳一，篠崎輝博，太田静行，油化学，**29**，341 (1980)
23) 日下兵爾，勝政英人，鶴水昭夫，太田静行，油化学，**33**，3349 (1984)
24) 日下兵爾，蒲生仁司，門田伸史，新堀嘉津彦，太田静行，油化学，**33**，843 (1984)
25) 日下兵爾，永野誠司，太田静行，油化学，**34**，187 (1985)
26) 日下兵爾，木山　司，斉田　哉，小池正司，太田静行，油化学，**35**，467 (1986)
27) 日下兵爾，徳江喜一，森野一晃，太田静行，横溝和久，油化学，**35**，1005 (1986)
28) 太田静行，日下兵爾，徳江喜一，高岡　京，油化学，**36**，180 (1987)
29) 太田静行，永野誠司，野中泰志，本多和教，原　寧，油化学，**37**，185 (1988)
30) E.M. Deck，深鍋揚げ物用の植物硬化油，日米大豆ショー (1964)
31) 吉富和彦，渡辺　寿，油化学，**14**，721 (1965)
32) 湯木悦二，守本京三，油化学，**31**，915 (1982)
33) I.P. Freeman, F.B. Padley, W.L. Sheppard, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**, 101 (1973)
34) S.P. Rock, L. Fisher, H. Roth, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **44**, 102 A (1967)
35) 富田　盛，油化学，**23**，333 (1974)
36) 冠　政光ら，日本食品衛生学会第31回学術講演要旨集 p. 6 (1977)
37) 角野元昭，日本ゴム協会誌，**46**，299 (1973)
38) 高砂子昌久，高岡　京，油化学，**31**，91 (1982)
39) 高砂子昌久，高岡　京，外山修之，油化学，**29**，162(1980)
40) 湯木悦二，川口正勝，奥田幸康，油化学，**20**，599 (1971)
41) 湯木悦二，石川行弘，油化学討論会講演予稿集 (1973)
42) 湯木悦二，油化学，**20**，488 (1971)
43) 青山　稔，丸山武紀，新谷　勛，赤塚慎一郎，日食工誌，**33**，407 (1986)
44) 青山　稔，丸山武紀，新谷　勛，赤塚慎一郎，日食工誌，**34**，714 (1987)
45) 熊沢　恒，杉浦あや，油化学，**7**，156 (1958)
46) 梶本五郎，向井克憲，調理科学，**1**，177 (1968)
47) 福田靖子，大沢俊彦，並木満夫，日食工誌，**28**，461 (1981)
48) Y. Fukuda, M. Nagata, T. Osawa, M. Namiki, *Agr. Biol. Chem.*, **50**, 857 (1986)

49) Y. Fukuda, M. Nagata, T. Osawa, M. Namiki, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **63**, 1027 (1986)
50) Y. Fukuda, M. Isobe, M. Nagata, T. Osawa, M. Namiki, *Heterocycles*, **24**, 923 (1986)
51) 福田靖子, 調理科学, **20**, 9 (1987)
52) 福田靖子, 家政誌, **38**, 793 (1987)
53) 福田靖子, 家政誌, **38**, 851 (1987)
54) P. Budowski, F.G.T. Menezes, F.G. Dollear, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **27**, 377 (1950)
55) 福士敏雄, 道衛研報, **16**, 111, 115 (1966)
56) 梶塚 進, 学苑, **2**, 322 (1966)
57) 菅野秀明, 薄木理一郎, 金田尚志, 日食工誌, **32**, 170 (1985)

国際油脂情報

〔INFO 4号 (1988) 吉富和彦〕

☆ISF-JOCS 会議の 2 nd サーキュラー, 入手可能

ISF-JOCS World Congress 1988 (1988年世界油化学会議) の 2 nd サーキュラーが日本油化学協会で用意できている。4月1日現在で, 総合講演4, カウフマン記念講演, 主題別講演24のほか, 研究発表273件 (ポスター発表を含む) が予定されている。登録, 宿泊用紙を含む最終サーキュラーは5月初旬に郵送される予定である。

☆Calgene 社, カノーラ新品種に対する権利を買収

カリフォルニア州デビスに本拠を置くバイオテクノロジー関連の Calgene 社は, "Cascade" と呼ばれるカノーラなたねの冬物品種を, 太平洋岸北西部を除く全アメリカで生産, 販売する権利を獲得した。

同社によれば, 本品種は1988年にミシシッピー川下流地域において植え付けされるべく, 種子代理店に提供これる。本品種は Idaho Research Foundation において研究開発され, アイダホ大学で商業規模の開発が行われた。

☆韓国の大豆油容器にテトラ・ブリック使用

アメリカ大豆協会によれば, 韓国の東邦油糧 (株) は同国において初めてテトラ・ブリック入りの大豆油を導入した。

☆McMillan 氏, APAG の新事務局長に

W. McMillan 氏は本年4月, G.A. Ward 氏から引き継いで, APAG (欧州脂肪酸生産者協会) の事務局長に新任する。同氏は英国の化学工業協会における情報部長であった。Ward 氏は退任する。