総 説

マーガリン類の最近の動向

江戸 博・川出 智

旭電化工業（株）食品油脂開発研究所

（〒116 東京都荒川区東尾久8-4-1）

The Recent Trends of Margarines

Hiroshi EDO and Satoshi KAWAIDE

Food, Fat & Oil Laboratory, Asahi Denka Kogyo K.K.

(8-41-1, Higashi-Ogu, Arakawa-ku, Tokyo, 〒116)

In this paper, the recent trends of margarines are reviewed in point of nutrition as follows :

- (1) Trends of margarines for household use.
- (2) Trends of bakery margarines.
- (3) Trends of margarines in Europe.
- (4) New kinds of products, such as unhydrogenated fish oil spread.

The production of margarines is remaining at almost the same level, but low calorie fat spread, which contains higher amount of water, is increasing both in Japan and in Europe from official statistics. The important things to consider in the production of low calorie fat spread are, to make stable water in oil (W/O) emulsion, to eliminate the spoilage caused by microorganisms, and to achieve good taste. In addition, many kinds of technics and new types of manufacturing machines are being developed.

1 はじめに

1988 年度における国民 1 人 1 日当たりの供給熱量は、2629.4 kcal であり、うち供給脂質は 82.4 g である。うち 43.7 g は肉類、卵、乳製品他の食物から供給されるいわゆる「見えない油脂」であり、38.7 g は「見える油

脂」で¹⁾、一般家庭用や業務用のサラダ油、揚げ油、マヨネーズ、食用加工油脂が含まれる。

食用加工油脂は、マーガリン、ファットスプレッド、ショートニング、精製ラード、食用精製加工油脂、その他加工油脂に分類される。1981～1990 年の生産量の推移は表-1 の通りで、ほぼ横ばいであり、国民 1 人の年

表-1 食用加工油脂の年次別生産量の推移と国民 1 人 1 年当たりの消費量（単位：t）

年次	マーガリン		ファットスプレッド		ショート ニング	精 製 ラード	食用精製 加工油脂	そ の 他 加工油脂	合 計	1 人 当 た り 消費量
	家 庭 用	業務用他	家 庭 用	業務用他						
1981	91,726	150,505			137,343	111,639	47,713	76,987	615,913	5.26 kg
1982	90,895	153,230			139,719	107,203	53,515	78,279	622,841	5.25
1983	88,225	156,287			146,526	104,675	53,727	84,589	634,029	5.31
1984	92,288	159,376			147,665	100,187	51,054	86,192	636,762	5.30
1985	82,963	158,068			148,597	104,677	53,513	91,640	639,457	5.28
1986	86,524	151,619	1,887	16,570	152,230	104,625	55,024	91,444	659,923	5.42
1987	80,368	152,099	5,847	18,016	152,681	90,348	54,950	97,538	651,847	5.33
1988	78,405	154,980	8,862	18,881	163,662	91,843	57,094	103,385	677,112	5.51
1989	60,690	153,473	25,034	19,914	170,778	92,488	55,710	109,723	687,810	5.58
1990	23,847	152,618	54,798	18,452	175,833	90,099	57,217	123,862	696,726	

表-2 マーガリン類の日本農林規格。(平成3年8月1日)

	マーガリン		調製マーガリン	ファットスプレッド
定 義	食用油脂(乳脂肪を含まないもの又は乳脂肪を主原料としていないものに限る。以下同じ。)に水等を加えて乳化させた後、急冷練り合わせをし、又は急冷練り合わせをしないで作られた可塑性のもの又は流動状のものであって、油脂含有率(食用油脂の製品に占める重量の割合をいう。以下同じ。)が80%以上のものをいう。		食用油脂に水等を加えて乳化した後、急冷練り合わせをし、又は急冷練り合わせをしないで作られた可塑性のもの又は流動状のものであって油脂含有率が75%以上80%未満のものをいう。	次に掲げるものであって油脂含有率が35%以上75%未満のものをいう。 1.食用油脂に水等を加えて乳化した後、急冷練り合わせをしてつくられた可塑性のもの。 2.食用油脂に水等を加えて、乳化した後、果実及び果実の加工品、チョコレート、ナッツ類のペースト等の風味原料を加えて急冷練り合わせをしてつくられた可塑性のものであって、風味原料の製品に占める重量の割合が油脂含有率を下回るもの。ただし、チョコレートを加えたものにおいては、カカオ分が2.5%未満であって、かつ、ココアバターが2%未満のものに限る。
	上 級	標 準		
性 状	白色、淡黄色又は黄だいだい色で、香味及び乳化の状態が良好であって異味異臭がないこと。	鮮明な色調を有し、香味及び乳化の状態が良好であって異味異臭がないこと。	同 左	1.鮮明な色調を有し、香味及び乳化の状態が良好であり、異味異臭がないこと。 2.風味原料を加えたものにおいては、風味原料固有の風味を有し、きょう雑物をほとんど含まないこと。
油 脂 含有率	80%以上であること	同 左	75%以上80%未満であること。	35%以上75%未満であり、かつ、表示含有率に適合していること。
乳脂肪含有率	30%未満であること。	同 左	同 左	30%未満であり、かつ、油脂中50%未満であること。
水 分	16.0%以下であること。	17.0%以下であること。	22.0%以下であること。	—
油脂含有率と水分との合計	—	—	—	85%(糖類、はちみつ類又は風味原料を加えたものにおいては65%)以上であること。
ビタミ ン A	100gにつき4,500国際単位以上を含有していること。	—	—	—
融 点	35℃以下であること。ただし、25g以下のものにおいては、38℃以下であること。	—	—	—
異 物	混入していないこと。	同 左	同 左	同 左
内容量	表示量に適合していること。	同 左	同 左	同 左

間消費量は5kg強である。この中でマーガリンは、水分の多いファットスプレッドに切り替わっていることもあり、減少している。本稿では、栄養的な観点から、あるいは乳化、結晶化、可塑化といった、技術関与度の高いマーガリン類について述べたい。

2 家庭用マーガリン類

マーガリン類の日本農林規格(JAS)の概要を表-2にまとめて記すが、上級マーガリン、標準マーガリン、調製マーガリン、ファットスプレッドに分類される。

マーガリンは、1869年にフランスでバター不足時代

の代用品として生まれた。日本でマーガリンの生産が開始されたのは1908年であって、戦後の学校給食等によるパン食の普及や、生活の洋風化に伴って需要が著しく増加し、当初はバターの代用品という粗悪品のイメージもあったが、今ではバターとは別の食品という地位を得ている²⁾。

マーガリンはバター(JAS規格:油脂含有率が加塩80%以上、無塩82%以上)を模倣したものであることは双方の規格からも分かるように、油分が80%以上と基本的には一致している。戦後の家庭に冷蔵庫が普及していない時には油脂が溶解し形を無さなくなるので、バ

ターよりも硬い油脂配合のハード（スティック）型のものであった。これは1/4 lbの直方体のものを包装したものが主流であり、包装適性上の必然性もあったが、そればかりでなく、冷蔵庫も普及しておらず、室温で溶解しないという品質設定をしていたこともあって、特に夏場は非常に硬いものであった。高度成長時代に入り冷蔵庫が普及すると、油脂は劣化しやすいものであることから冷蔵庫に保存されるようになったが、バターと同様に取り出した時に塗布しにくいという欠点が明確となった。バターとハード型のSFI (Solid Fat Index, 固体脂指数) を表-3に示した。Weissは、マーガリンに用いられる油脂のSFIについて塗りやすさの点で10℃で好ましくは21~24、口溶けの点で33℃で3.5以下のものが良い、と述べており³⁾、バターやハード型ではこの値を満足するSFIとはなっていない。

1960年代後半に、この要求を満たす程度の軟らかさにするため、液状植物油が加えられ、包装適性上スティック型にはできないので、プラスチック製のカップに充填された「ソフトマーガリン」が登場した。このもののSFIを表-3に示した。使いやすさに加えて、植物油由来のリノール酸が含まれているので血清コレステロール濃度を低下させるという栄養上の効果が評価されて、家庭用マーガリンのほとんどがソフトマーガリンとなった。家庭用マーガリンに使用されている原料油脂の種類

の推移を図-1に示したが¹⁾、健康上、栄養上の消費者の要求を満足するためもあり、ソフト化と同時に植物油の使用比率が増加し、ほとんどが植物油となっている。

リノール酸の栄養上の効果を追求して、1974年に油脂中のリノール酸含有量が60%以上であるハイリノール型マーガリンが現れた。マーガリンに使用される液状

表-3 バター、マーガリンのSFI

	10.0 50	21.1 70	26.7 80	33.3 92	37.8℃ 100 F
バ タ ー	32	12	9	3	0
スティックタイプ	28	16	12	2-3	0
ソフトタイプ	13	8	6	2	0
ハイリノール型	8	5	3	0	0

表-4 主な液体植物油脂の脂肪酸組成 (wt%)

	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3
サフラワー油	6.8			2.5	12.6	77.4	0.1
ひまわり油		6.7		4.0	17.9	69.8	0.9
大豆油		10.4		4.0	23.5	53.5	8.3
とうもろこし油	0.1	11.1		2.1	32.6	52.2	1.4
米ぬか油	0.3	16.2	0.1	1.8	41.4	37.5	1.6

図-1 家庭用マーガリン類の原料油脂の推移 (%)

植物油のリノール酸含有量は表-4の通りであり⁴⁾、例えばマーガリンの油脂中のリノール酸含有量を65%にするためにはリノール酸含有量が最大のサフラワー油(77%含む)を84%使用することになり、残りの16%の油脂でソフトマーガリンの物性を作り上げなければならず、このためには少量の極端に融点が高い油脂を大量の液状油と混合することになる。ハイリノール型マーガリンの油脂のSFIを表-3に示した⁵⁾。ところで、リノール酸含有量の多いマーガリンを作る際に、例えば大豆油と大豆極度硬化油がブレンドされるような液状油にトリステアロイルグリセリンが含まれた配合油を用いると、粗大な β 結晶が生成するためオイルオフが発生し、外観、食感が悪化するので、これを防ぐ方法が開発されている。この解決法としては、油脂自体を改質する方法と乳化剤等を使用し、マーガリンの冷却等の製造条件を調整する方法がある。Liston らは大豆油80~90%と大豆極度硬化油20~10%の配合油をランダムエステル交換することによって、微細な β ブライム結晶となる原料油が得られたことを報告している⁶⁾。又ランダムエステル交換したサフラワー油と硬化油をブレンドする方法⁷⁾、液状油とやし油やパーム核油のようなウロイル基が多い油脂をランダムエステル交換する方法⁸⁾、パルミトイル基を含む油脂と β 結晶性の油脂のエステル交換油と液状油を混合する方法⁹⁾等、エステル交換油を原料油として用いるという特許がある。又は、アセチル化されたシヨ糖脂肪酸エステルのような、固体脂の結晶化を抑制し、液状油に対してゲル化作用を有する乳化剤を用いる方法もある。日本で販売されているリノール酸含有量が65%程度のハイリノール型マーガリンの油脂を分析した限りでは、ランダムエステル交換された油脂は使われていないようであり、乳化剤等をうまく利用して作られているようである。

リノール油基を多く含む油脂の一つであるとうもろこし油(52%含む)は、はい(胚)芽から抽出されるが、よりリノール酸含有量の多いサフラワー油、ひまわり油等の種実油と比べて血清コレステロール濃度低下作用が

大きい。これはとうもろこし油に含まれる不けん化物(植物ステロール、トコフェロール、色素等から成る)の効果によるものとされており¹⁰⁾、配合油がとうもろこし油100%というマーガリンも市販されている。しかし、家庭用マーガリンの品種別の市場構成比の推移(図-2)に示したように¹¹⁾、ハイリノール型マーガリンはそれほど普及しておらず、販売量は限定されている。又、マーガリン配合油中の不飽和脂肪酸が多いので、酸化により過酸化物が生じやすくなるため、酸化劣化を中心として品質に対する配慮も必要となっている。

マーガリン類を製造する際には適性な物性とするために硬化油が使用されるが、新谷らによると、家庭用マーガリン類の油脂中のシス型リノール酸の含有量は平均で37%弱、総トランス酸含有量は9%強で、主として $t-18:1$ であることを報告している¹²⁾。トランス酸は体内でエネルギー源としてシス酸と同等に代謝されるので、トランス酸だけを摂取するのでない限り体内に蓄積する可能性はなく、又リノール酸と共に摂取すれば血清コレステロール濃度への影響はなく、栄養上の問題はないと判断されている¹³⁾。又、家庭用ファットスプレッドの品質について、栄養評価でBieriらの式によるビタミンE(mg)/多価不飽和脂肪酸(g)の比が平均で0.799、Keysらの式によるコレステロール変動予測値も平均で-26.91であり、一応の目安としてダイエット食品であることも報告している⁵⁾。

1978年には、マーガリンにガスを加えてホイップさせたホイップドマーガリンが現れた。おおよそ100g当たり100mLのガスが含まれており、同容積のマーガリンと比べてカロリーは約1/2で、更にホイップされていることによって可塑性が向上しており、塗布しやすく、口当たりも軽くなっている。ホイップドマーガリンを製造するには、ガスを均一に分散させることと、十分な保形性を確保することが難しい。この解決法として予備乳化物をポンプで送りつつ、パイプラインに設置されたノズルからガス(窒素等)を注入し、加圧下で急冷可塑化後、大気圧下に開放する方法¹⁴⁾、急冷可塑化直後のチ

図-2 マーガリン類のタイプ別市場構成比の推移(%)

表-5 国民1人1日当たりの摂取脂質量、熱量の推移

年 次	摂取脂質量 g	摂取熱量 kcal	熱量に占める 脂質の%
1955	20.3	2,104	8.7
1965	36.0	2,184	14.8
1975	55.2	2,226	22.3
1980	55.6	2,119	23.6
1985	56.9	2,088	24.5
1988	58.3	2,057	25.5

キソトロピー性を有する中間製品にガスを導入し、密閉式ミキサー内で混合する方法¹⁵⁾、製品の保形性を改良するために特定の SFI を有する油脂を用いる方法¹⁶⁾ 等がある。

厚生省の1989年度の国民栄養調査によれば、日本では国民1人当たりの摂取熱量は所要量を満たしており、世界的にみてもタンパク質、脂質、炭水化物の3大栄養素のバランスが良いと言われていたが、食生活が欧米化するに従って摂取脂質量は年々増加(表-5)し、1988年には摂取熱量に占める脂質の比率は適性比率の上限とされている25%を超えた。過剰な脂質の摂取による成人病を予防する意味もあって、最近では、更にカロリーを下げるために製品中の水分を増やした低脂肪(ローファット)型のファットスプレッドの伸びが著しく、家庭用では1990年にマーガリンの生産量を越えた(表-1)。

3 ファットスプレッドの製造

ファットスプレッドを製造するには、大量の水相をいかに水中油型(O/W)に反転させずに、油中水型(W/O)に安定に乳化させるのが難しい。特にタンパク質含有量の多いものにあっては、タンパク質の水中油型(O/W)乳化力が強いので、更に乳化技術が要求される。

最近のファットスプレッド関連の特許には、安定したW/Oを作ることを狙って、W/O乳化力の非常に強い乳化剤を用いる方法^{17)・18)}、水相にデンプンや増粘安定剤を加える方法^{19)・20)}、特定の乳化剤と増粘安定剤を併用する方法²¹⁾、ジアシルグリセリンを用いる方法²²⁾、特定の物理的特性を有する油脂を用いる方法²³⁾、等がある。

マーガリンの保存性について、AndersenらはW/O型の乳化が細かい程、保存性が良いことを述べている。すなわち、W/O乳化が安定で水相が細かければ、普通に製造されるマーガリンの水相の水滴の数は微生物の数よりもはるかに多いので、ほとんどの水相は無菌といえ、分散している水相が油脂に囲まれていれば水相は微生物に感染しにくく、仮に感染したとしても水相は空気と遮断されているので好気性微生物は酸素をとり入れること

ができず、又1個の水滴内の栄養物の量にも限りがあるのでやがて死滅する。通常マーガリン中の水相の大きさは40 μ m以下であり、これより大きい酵母やカビは繁殖できないと述べている²⁴⁾。なお、一般に市販されている通常のマーガリンの水相の粒子径は5 μ m以下である。

しかし、最近のマーガリン類ではフレーバーの発現を良くし、風味を改善するために粉乳、発酵乳、チーズ等の乳タンパク成分が多く加えられた水相から成るものが多く、微生物が繁殖しやすい配合になっている。欧米ではソルビン酸やソルビン酸カリウムといった保存料を添加することによって保存性を確保しているが、日本では消費者の好みもあって特に化学的に合成された保存料を使用していない。保存性を改善するためには水相中の食塩や糖の濃度を上げて水分活性を低下させたり、乳酸、酢酸等の有機酸を用いてpHを下げる方法等もあるが、風味上の影響が出て来るので、これだけで効果を出すことはできない。一般的には安定なW/O乳化物を作り、製造工程中で加熱殺菌が行われる。マーガリン類の加熱殺菌は、100℃以下1~2min程度の短時間でなされる「パストリゼーション」といわれるものであって、熱によってタンパク質の変性、ビタミンの破壊等の品質低下が起こらない範囲で、孢子を持たない病原性微生物を完全に死滅させるような条件で行われる²⁵⁾。生き残った非病原性微生物は害にはならないが、その数が多ければ、微生物の発育可能な条件では製品の変質が速やかに起こり、賞味期間が短くなる²⁶⁾。微生物の少ない製品を作るためには、清潔な原料を用い、加熱殺菌を行い、急冷可塑化後、微生物のいない雰囲気中で充填、密封し、5℃程度の低温で流通させる方法が一般的である。

従来の製造機では、まず装置それ自体の完全な洗浄がしにくい等、加熱殺菌を行うには不十分な点があったが、近年になって特別な配慮がなされた製造機もできている。例えば、この種のマーガリン類製造機には以下のような配慮がなされている。

- 1) 装置内部を140℃で蒸気殺菌することができる。
- 2) 低温から高温まで耐えられるように、熱収縮~熱膨張を吸収することができる構造になっている。
- 3) 微生物が増殖、残留しないようにデッドスペースがなく、液だまりができない構造になっている。
- 4) 接液部分の研磨が充分になされており、CIP(Cleaning in place, 定位置洗浄)を行いやすい構造になっている。
- 5) 予備乳化物供給用のピストンポンプには蒸気バリアーによるアセプティックシールが施されており、微生物がポンプの機械部分側から製品に混入しない構造になっている。
- 6) 製品はかき取り式加熱シリンダー内で、85℃程度

表-6 ファットスプレッドの配合 (1)
タンパク質含まず。

原 材 料		配 合
油 相	大豆硬化油 (融点 41℃)	10.00%
	大豆油	29.49%
	モノアシルグリセリン	0.50%
	フレーバー	0.01%
	β-カロテン	4 ppm
水 相	水	59.00%
	食塩	1.00%

表-7 ファットスプレッドの配合 (2)
乳タンパク質 : 5%

原 材 料		配 合
油 相	大豆硬化油 (融点 41℃)	10.00%
	大豆油	29.39%
	モノアシルグリセリン	0.60%
	フレーバー	0.01%
	β-カロテン	4 ppm
水 相	水	52.00%
	乳タンパク	5.00%
	ゼラチン	2.00%
	食塩	1.00%

で殺菌される。

ファットスプレッドの製造フローは基本的にはマーガリンの製造と同じであり、予備乳化、加熱殺菌、急冷可塑性によって作られる。まず加温された水相と油相は配合槽にて W/O 型に予備乳化される。水分含有量の多いファットスプレッドの処方においては、反転して O/W 乳化にならないように乳化を安定化させるため、乳化剤 (モノアシルグリセリン等) の量を増やす、強いかくはんを行う、乳化温度をあまり高くしない、予備乳化物の粘度を上げる、等の方法が有効である。次いで、この予備乳化物は熱交換機によって加熱殺菌され、ボーテーター (アメリカ製)、パーフェクター (デンマーク製)、コンビネーター (ドイツ製) 等の装置によって急冷可塑性化される。容器に充填後、油脂の結晶を安定化させるため、一定温度で保管、熟成されるのはマーガリンと同様である。

タンパク質が全く入らない、油分 40% のファットスプレッドと、乳タンパク質 5% で油分 40% のものの処方例を表-6, 7 に示した。乳タンパク質を含まない処方では、既述のように乳化の問題もなく、水相には栄養分がないため微生物上の問題もないが、乳タンパク質含有量が多いファットスプレッドにおいては、乳化の安定化の

図-3 タンパク質を含まないファットスプレッド

図-4 乳タンパク質 5% を含むファットスプレッド

ためにゼラチン等の安定剤が必須である。こうして得られたファットスプレッドの顕微鏡写真を図-3, 4 に示した。タンパク質を含まないものにおいては水相の粒子は球形で均一に分散して安定な乳化であるのに対し、5% 含むものでは水相の粒子が粗く、不定形であり、乳化が不安定なことを示している。このように乳化が不安定であると、外からの簡単なショックで乳化が壊れることになる。すなわち、食した時には口の中で容易に W/O 乳化が壊れ、呈味物質を含んだ水相はすぐに味らい(薈)に達するのでフレーバーの発現が良く、おいしく感ずることになる。しかし、逆に乳化が不安定なため、温度管理が不良等の取り扱いが不適切な時には、容易に水相を包む油脂膜が壊れて、内水相が表面にしみ出すことにより微生物の汚染を受けやすくなるため、取り扱いの不注意による腐敗等の衛生上の問題が出てくることになる。

4 業務用マーガリン類

業務用食用加工油脂のうち、パン練り込み用油脂とロールイン用油脂について述べる。

4.1 パン練り込み用マーガリン類

パン、クッキー等の小麦粉製品には食感改良 (口の中で砕けやすくする) の目的でショートニングやマーガリンが使われている。元来パンにはラード、バター等の天然油脂が添加されていたが、産地や飼料の違いによる品質のばらつきが大きく、ラードでは気温の変化によって粗大なβ結晶が生じザラザラになったり、酸化安定性も悪化する、という欠点があった。ショートニングはラー

表-8 食パンの配合 (中種法)

原 材 料		配 合
中 種	強力粉	70 %
	イースト	2.5
	イーストフード	0.1
	水	42
本ねり	強力粉	30
	上白糖	5
	食塩	2
	脱脂粉乳	2
	水	23
	ショートニング	5

ドの代用品として 19 世紀にアメリカで生まれ、綿実油に硬質牛脂を配合することから始まって、その後の硬化油製造技術の進歩により、要求される品質に合わせて作りやすいことから、アメリカでは 1962 年にショートニングの生産量はラードを抜いた^{2), 27)}。

食パンを例として、ショートニングの働きについて述べたい。代表的な食パンの配合を表-8 に示した。パン生地における油脂は Carlin が述べているように、パンの体積、内相状態、硬さ等に影響を及ぼす²⁸⁾。わずかに 5% 程度の油脂ではあるが、これを添加することにより、油脂はパン生地中のグルテンとデンプンの界面に沿って単分子膜状になって広がり、潤滑油的な作用をし、グルテン同士がすべり合い、イーストの発酵によって生ずるガスの保持力を増し、膨張を助け容積が大きいふっくらとしたパンにする。液体油脂では生地中で油滴になり、このような効果がないので、固体脂を含んだ適度の硬さを持ったショートニングを使用する。

アメリカでは 1933 年にモノアシルグリセリンが添加されたショートニングが現れた。パンの老化理論としては Schoch の説²⁹⁾ が一般的で、老化は主にアミロペクチンの凝集によるもので、老化の防止には飽和モノアシルグリセリンが有効とされ、そのままでも使われるが、使い勝手からハイレーショ・ショートニングと呼ばれる、飽和モノアシルグリセリンを 5~6% も含むショートニングが使用されている。又これに水を加えて油相と水相の界面でモノアシルグリセリンを配向し、乳化剤の機能が発揮されやすくなったパン練り込み用マーガリンがある。これに不活性ガスを分散させ、生地中での分散性が更に改良された製品もある³⁰⁾。

このようなパン練り込み用途にあっても、低油分低カロリーの、JAS 規格上ファットスプレッドに分類される製品がある。

そもそもマーガリン類は、固体油脂の連続相中に水相が分散した形で可塑性を有しているが、水分の多い

表-9 パンの硬さ、水分、のり化度の比較

	ファットスプレッド 使用品	ショートニング 使用品
比容積	5.3 mL/g	5.0 mL/g
パンの硬さ	24 h 後 60 g 48 79 g	24 h 後 72 g 48 89 g
パンの水分	24 40.6 % 48 40.2 %	24 40.0 % 48 39.4 %
パンののり化度	24 87.1 % 48 58.4 %	24 84.3 % 48 55.5 %

硬さは厚さ 30 mm のパンを 6 mm 圧縮するのに要した荷重を不動工業 (株) 製レオメーターで測定した。

のり(糊)化度は三雲法にて試料を調製後 Willstätter-Schudel 法によってグルコース量を測定し、別に 100% のり化させた試料のグルコース量を 100 とした時の割合で示した。

表-10 パンののり化度の比較

	24 h 後		72 h 後	
	ファットスプレッド 使用品	ショートニング 使用品	ファットスプレッド 使用品	ショートニング 使用品
食パン	84.9 %	82.7 %	50.5 %	48.9 %
菓子パン	81.3	74.2	74.3	64.9
レーズンブレッド	66.5	65.5	54.1	51.5
スイートルール	100.0	96.3	80.5	68.2

ファットスプレッドを使用すると、製パン工程中のミキシング時等にせん(剪)断力がかかり、固体脂のネットワークが崩れ、W/O 乳化が破壊し、分離した水相が生地を軟化させ、作業性を悪化させてしまう。これを解決する方法として、W/O 型乳化力を工夫して強くした水分含有量 5~60% のパン練り込み用ファットスプレッド^{31), 32)} や、トランス型のモノエン酸を含むモノアシルグリセリンが用いられた水分 30~70% のファットスプレッド³³⁾ も開発されている。前者のファットスプレッドを用いると、製パン工程中の焼成時に過剰の水が水蒸気となり、デンプンが充分にのり化するので、ショートニングを用いるよりもよりふっくらとして、しとりのある老化の遅い油脂含有量の少ないパンが得られる。表-9, 10 にこのファットスプレッドとパン用マーガリン、ショートニングを用いて焼成したパンの、硬さ、のり化度の経時変化を示した。このように水分が多く結果としてカロリーが低いにもかかわらず、機械適性は従来のマーガリン、ショートニング以上の製品もある。

家庭用マーガリン類と同様にリノール酸の効果をねらった、リノール酸が配合油中55%以上、製品中46%以上含まれているハイリノール型のパン練り込み用マーガリンもあるが、家庭用マーガリン類と同様に需要は限られている。

4・2 ロールイン用マーガリン類

ロールイン用油脂は、クロワッサン、デニッシュペーストリー、パイといった小麦粉生地折り込み、焼成することによって積層構造を与えるものであるが、練り込み用油脂と異なり、生地が圧延、成形される時に生地の変形に追従するように、強い組織を持ち、腰が強く、粘りがあり、使用温度が変化しても硬さがあまり変化しないという特性が要求されている。ロールイン用油脂においても高水分の、ファットスプレッドに分類される製品が開発されている³⁴⁾。やはり水分が多いにもかかわらず、生地の調製時には問題がなく、焼成時にW/O乳化が壊れて過剰の水が蒸気になるので、油脂含有量の少ない、浮きの良い積層構造が得られる。

ロールイン用ファットスプレッドを急冷可塑化する方法には、密閉型のポーター方式と開放型のクーリングドラム・コンプレクター(デンマーク製)方式がある。クーリングドラム方式では予備乳化物は冷媒で冷却された回転ドラム表面に付着し、油脂の結晶化後、スクレーパーでかき取られ、練り合わせが行われる。ポーター方式よりも細かい油脂結晶が生じるので、腰が強い製品が得られる。この回転ドラムは、微生物の汚染を防ぐために外部から隔離された部屋に設置されている。

又、ロールイン用マーガリンでは強い組織が要求されるので、ある程度、固体脂含有量の多い配合油が必須と

いうこともあり、リノール酸含有量を多くすることは難しいが、ロールイン用途でも限定された需要ではあるが、配合油中20%程度のリノール酸を含む製品が開発されている。

5 ヨーロッパのマーガリン類

日本の加工油脂メーカーの協会は「日本マーガリン工業会」と呼ばれている。各国のマーガリン協会が加盟した「マーガリン協会国際連盟」(International Federation of Margarine Associations, IFMA)がある。IFMAは、1958年ヨーロッパの11か国で創設され、日本は1989年に加盟し、加盟国は現在28か国である。IFMAの資料を基にヨーロッパのマーガリン類の状況を考察したい。

マーガリン生産量の推移を表-11に、1人当たりの消費量を表-12に示したが、数量はほぼ横ばいである。この表から分かるように、ヨーロッパでのマーガリンの消費は北部が多く、南部では液体油脂が多く消費されているため、イタリア、ギリシャ、スペインといった地中海沿岸諸国のマーガリン消費量は非常に少ない。この中で、生産量が多く、詳しい統計数値があり、又マーガリン類の規制が厳しくない国の一つである英国のマーガリンの生産量の推移について見ると表-13の通りである。カップ入りのソフトマーガリンが年々減少しているのに対して、低脂肪ファットスプレッド、リノール酸等の多価不飽和脂肪酸を含むマーガリンが増加している。ファットスプレッドの量が増えている点では日本と同じだが、リノール酸が多いマーガリンが増えている点は異なっている。これは、日本人よりも脂肪による摂取カロリーが大

表-11 ヨーロッパ各国のマーガリン生産量の推移(単位:1000 t)

	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
Belgium/Luxemburg	144.9	149.7	158.3	149.9	161.4	158.6	168.8	171.8	171.2	184.1	182.8
Denmark	92.0	95.1	97.9	103.3	109.8	102.6	110.3	107.0	99.0	98.9	103.0
France	166.5	156.4	165.0	165.2	165.7	162.2	153.9	153.5	153.0	153.0	160.6
West Germany	518.7	509.2	511.4	518.4	515.8	500.4	482.6	466.4	470.3	470.3	457.2
Greece	9.6	12.4	12.5	12.5	12.6	23.5	23.9	24.2	26.5	27.0	27.4
Ireland	17.8	17.0	16.0	18.0	18.0	16.0	16.2	16.5	17.2	18.0	18.6
Italy	68.8	68.2	68.5	71.7	71.6	68.0	63.9	65.0	65.2	68.0	71.9
The Netherlands	226.1	227.9	242.7	247.2	254.1	254.0	265.3	282.3	263.5	231.7	226.1
Portugal	38.8	38.5	38.0	43.4	42.5	47.0	50.0	51.1	52.4	55.0	59.7
Spain	45.6	45.5	46.0	46.5	47.5	54.2	57.1	59.0	64.0	66.6	68.4
The United Kingdom	370.4	359.0	382.8	398.0	399.0	387.1	381.1	377.5	384.0	391.0	375.2
Total EC	1,699.2	1,678.9	1,739.1	1,774.1	1,798.0	1,773.6	1,773.1	1,774.3	1,769.8	1,763.7	1,750.0

表-12 ヨーロッパ各国の国民1人当たりのマーガリン消費量の推移 (単位: kg/年)

	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
Belgium/Luxemburg	11.9	11.8	11.8	12.6	12.9	13.6	13.8	13.7	13.8	17.8
Denmark	16.6	16.8	17.2	18.3	16.9	16.8	16.3	15.0	15.0	20.1
France	3.4	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	2.9
West Germany	8.4	8.4	8.4	8.4	8.3	7.9	7.6	7.7	7.7	7.4
Greece	2.1	2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.8	2.9	2.7
Ireland	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.9	4.1	5.2
Italy	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
The Netherlands	12.3	12.6	12.3	12.0	12.0	11.8	12.5	11.7	10.3	15.4
Portugal	4.5	4.6	4.9	5.2	5.4	5.7	5.8	5.9	6.2	5.7
Spain	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.7
The United Kingdom	6.6	7.0	7.4	7.5	7.4	7.4	7.3	7.4	7.5	6.6

表-13 英国のマーガリン類生産量の推移

(単位: 1000 t)

	1980	1985	1986	1987	1988
Hard Buttergrade	28	31	28	22	22
Soft Buttergrade	—	15	27	32	34
Low Fat Spread	14	36	47	49	51
Polyunsaturated Margarine	32	68	90	106	124
Standard Tubs	184	160	150	133	123
Standard Packing	55	32	27	23	21
Butter	243	182	150	130	120
Total Yellow Fats	556	524	519	495	495

きく、栄養への関心が高いという国民性によるものであろう。

マーガリンの国際規格とヨーロッパ各国の規格を表-14に示した。低脂肪スプレッドは1967年に英国で初めて製造され、以降1968年オランダ、1971年スウェーデン、1972年スイス、1973年デンマーク、1974年西ドイツで製造を始めた。この理由は、既に述べたようにヨーロッパの中部及び北部ではマーガリン消費量が多いこと、健康志向が強いこと、気候条件、流通網が整備されていることによる。法規制が厳しかったオーストリアでは、「マイナリン」(Minarine)の製造が1988年に漸く認められた。スプレッドで国際規格が定められているものにマイナリンがあり、これは油分がマーガリンの半分の39~41%と定められている。又、国際規格で作

表-14 ヨーロッパ各国のマーガリンの規格

国 名	最低 油脂 含量	最高 水分 含量	乳 脂 含 量
ベルギー	82%	—	牛乳由来のみ
デンマーク	80	16%	油脂中3%以下
フランス	—	16	油脂中10%以下
ギリシア	80	20	5%バター (特別許可)
アイルランド	—	16	油脂中10%以下
オランダ	80	16	禁 止
ポルトガル	80	16	
英 国	80	16	油脂中10%
西 ド イ ツ	80	—	全体の1%以下
ス ペ イ ン	80	—	規制なし、ただし定義 上油脂中40%以下
イ タ リ ア	84	16	禁 止
国 際 規 格	80	16	Not mainly

成途上にあるのがファットスプレッド (Fat Spreads/Spreadable Table Fats) であり、これは油分が20~70%となっている。

現在のところマイナリンを含め、ヨーロッパの低脂肪スプレッドはタンパク質を含まない、水相が水と食塩だけで構成されているものが比較的多い。これは原料コストが低く、衛生上の管理がそれほど困難ではないということにもよるが、乳タンパク質に対してアレルギーの人

にも向けられうる。風味改善,あるいは消費者のおいしいものへの追求から,先に述べたように乳タンパク質等が使用されるようになってきているし,英国では低油分を追求して油分20%のスプレッドも販売され始めており,乳化安定等,製法の研究も進められてきている。

ヨーロッパではマーガリン類にバターを含めて「イエローファット」(Yellow Fat)と総称されている。ソフトマーガリンから多価不飽和脂肪酸を含むマーガリンへ,そして低脂肪マーガリンへ,そしてバターを使わないでバター風味の表-13に示した Buttergrade の商品が作られているが,栄養が重視された流れの中で,繊細な味覚が求められ,マーガリンにもバターが使用され,バターのコクのある風味を持った「メランジェ」(Melange)もできている。メランジェとは,まがい物,という意味だが,分かりやすくはマーガリン類にバターを混合したものである。従来,どの国でも酪農産業は保護され,多かれ少なかれマーガリンには厳しい規制があった。しかし栄養上の問題からバターの消費量が減少していることもあって,酪農産業側からも,消費者の健康志向を中心とした食生活(適正な脂肪酸比率,低脂肪摂取)に合わせた,高水分バター等の酪農特殊品が現れてきている。食品添加物の規制では違いがあるとしても,EC各国内ではバターの油分含有量は80~82%,マーガリンでは80~84%と明確に規制されており,混乱はない。ところで,バター,マーガリン以外については国ごとに定義及び規制がばらばらで,製造が認められていない国もある。一方,EC内にはCassis De Dijon(カシス・ド・ディジョン)というルール「ある商品が1加盟国で合法的に製造,販売されている場合,それはEC全体で自由に販売されなければならない」があり,ある国で製造が規制されていても,それを販売してはならない,ということにはならない。

このように,バターとマーガリンの市場では種々の混合物,低脂肪含有量の酪農特殊品ができているが,1992年のEC統合を控えて,これらを含めて統一されたイエローファットの規格(法律)を作成する作業が,各国,各業界の利害を調整しつつ進められており,今後,続々と新しい製品が出て来るものと思われる。

6 最近の健康関連の食用加工油脂製品

6.1 未硬化の魚油入リスプレッド

魚油中にはイコサペンタエン酸(EPA),ドコサヘキサエン酸(DHA)等の,人体にとって有益な $n-3$ 系の多価不飽和脂肪酸が含まれている。魚油は,従来トリエン,ペンタエン,ヘキサエン等に由来する独特の風味と魚臭さを除去するためあって水素添加された硬化油という形で使用されてきた。しかし,水素添加によってEPA, DHA等の栄養効果が失われてしまうという面も

あった。

配合油として新鮮な魚油20%と植物油脂80%,酸化防止剤が添加され,製造工程で酸化が進まないように窒素ガスでパージしながら調製され,ガスバリアー性に優れた容器に充填後5℃保存された未硬化魚油入りマーガリンは,植物油脂100%のマーガリンと同等の風味と酸化安定性を有していたことが報告されている³⁵⁾。

高度に精製された魚油を用いる方法³⁶⁾,魚油と植物油脂の配合油を用いる方法³⁷⁾等,未硬化の魚油を使用してマーガリンを製造する,という特許も出願されている。

デンマークのFDB Viby Fabrikker社からは,未硬化の魚油を原料としたスプレッド「Tobis」が販売されている。このものは水分0%の無水スプレッドであり,20~25%の魚油と70~75%の植物油脂,酸化防止剤(トコフェロール,アスコルビン酸パルミテート,没食子酸プロピル,クエン酸),フレーバーを原料とし,表示には不飽和脂肪酸が20%以上, $n-3$ 系多価不飽和脂肪酸が5%以上含まれている,と記載されている。

このようなスプレッドが日本で受け入れられるには,魚臭を抑えることが重要であり,魚油の精製法,酸化防止法の工夫が必要である。

6.2 アレルギー患者用食用加工油脂

食物アレルギーとは特定の食物を摂取した時に異常な過敏反応を生じ,その結果,病的な状態に陥る現象である。原因食物として頻度の高いものに牛乳,卵,大豆,小麦粉がある。このような症状に悩んでいるアレルギー患者向けのサラダ油,マーガリン等も製造されている。

6.3 脂肪代替品

アメリカでは脂肪の摂取量を更に減らす目的で,脂肪様のテクスチャーを持った脂肪代替品の研究が盛んに行われている。これらは大きく(1)デンプン,多糖類,タンパク質を原料とした低カロリー物質と,(2)もともと人間の体内で消化吸収することができない物質,の2種類に分けられている³⁸⁾。

日本では,既にポリデキストロース等入りのファットスプレッドが市販されている。

6.4 バターの低コレステロール化

食用加工油脂とは離れるが,超臨界ガス抽出法を用いてバターからコレステロールを除去し,低コレステロールバターを作る試みもなされている³⁹⁾。アメリカでは低コレステロールバター1ポンドを作るためのコストは,15~20セントと見積もられている⁴⁰⁾。

7 おわりに

以上,栄養的な観点から食用加工油脂の中のマーガリン類について述べてきたが,低カロリー化,おいしさの追求,が今後も進んで行くと思われる。日本では家庭用

は、現在のところリノール酸含有量が多いといった特殊なもの伸びていないが、食生活が更に欧米型に移行するに従って、別の展開もありうるかもしれない。又、業務用では、低カロリー化に加えて、例えば製パン機能等も付与された形のもの伸びていくだろう。油脂中の脂肪酸やその他有用成分の栄養学的研究や、食用加工油脂製造技術の進歩とも合わせて、食用加工油脂は今後も多次的に発展していくだろう。

〔平成3年(1991年)5月9日受理〕

文 献

- 1) 日本マーガリン工業会編, “平成元年版食用加工油脂統計年報”, (1990) p.10, p.18, p.34, p.40, p.52
- 2) 中澤君敏, “マーガリン ショートニング ラード”, 光琳(1979) p.3, p.417
- 3) T.J. Weiss, “Food Oils and Their Uses”, The AVI Publishing (1970), p.12, p.135
- 4) 日本油化学協会編, “改訂3版 油脂化学便覧”, (1990) p.105
- 5) 岡本隆久, 丸山武紀, 兼松 弘, 新谷 勲, 油化学, 39, 271 (1990)
- 6) G.R. Liston, E.A. Emken, W.F. Kwolek, T. D. Simpson, H. J. Dutton, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54, 408 (1977)
- 7) ユニリーバ, 公開特許, 昭 46-3,266
- 8) ユニリーバ, 公開特許, 昭 55-9,798
- 9) ユニリーバ, 公開特許, 昭 58-130,118
- 10) 味の素(株)生物科学研究所, 油脂, 34 (3), 36 (1981)
- 11) “1989年版油脂産業年鑑”, 幸書房(1989), p.174; “1990年版油脂産業年鑑”, 幸書房(1990), p.176
- 12) 兼松 弘, 丸山武紀, 岡本隆久, 新谷 勲, 栄養と食糧, 34, 551 (1981)
- 13) 原 一郎監修, “油脂の栄養と疾病”, 幸書房(1990), p.163
- 14) ユニリーバ, 公開特許, 昭 46-3,974
- 15) 吉田憲世, 栃本安司, 公開特許, 昭 51-88,662
- 16) 林 勝行, 増沢光信, 進藤成範, 公開特許, 昭 53-113,060
- 17) 丹治東雄, 佐藤雅弘, 公開特許, 昭 62-143,637
- 18) 早川忠昭, 加藤忠夫, 公開特許, 昭 63-279,750
- 19) ユニリーバ, 公開特許, 昭 62-232,335
- 20) エル・オ・エル・インターナショナル, 公開特許, 平 1-128,744
- 21) 早川忠昭, 松末隆志, 加藤忠夫, 公開特許, 昭 63-169,931
- 22) 前田秀夫, 木村久雄, 公開特許, 昭 63-267,233
- 23) ユニリーバ, 公開特許, 昭 61-179,297
- 24) A.J. C. Andersen, P.N. Williams, “Margarine 2nd Revised Edition”, Pergamon Press (1965), p.163
- 25) 芝崎 勲, “新・食品殺菌工学”, 光琳(1983) p.125
- 26) 鈴木 昭ら, “食品の品質管理”, 三秀書房(1978) p.53
- 27) 柳原昌一, “食用固形油脂”, 建帛社(1975) p.125
- 28) G.T. Carlin, *Bakers Digest*, 21, 78 (1947)
- 29) T.J. Schoch, *Bakers Digest*, 39, 48 (1947)
- 30) 寺田喜己男, 佐野充彦, 栃本安司, 杉山 忍, 公開特許, 昭 51-151,372
- 31) 江戸 博, 杉山 忍, 林 敏弘, 公開特許, 昭 61-15,640
- 32) 穴戸康司, 江戸 博, 公開特許, 昭 61-15,646
- 33) 奥富保雄, 田中進二, 特許出願中, “練り込み用油中水型乳化油脂組成物”
- 34) 穴戸康司, 江戸 博, 公開特許, 昭 61-119,137
- 35) *INFORM*, 1, 731 (1990)
- 36) 安福憲治郎, 岡藤浩史, 長谷川紀之, 公開特許, 昭 61-74,539
- 37) ユニリーバ, 公開特許, 昭 64-67,152
- 38) *Food Technology*, 44 (3), 92 (1990)
- 39) 藤本健四郎, 穴倉昭弘, 金田尚志, 新井邦夫, 齊藤正三郎, 公開特許, 昭 62-134,042
- 40) *INFORM*, 1, 174 (1990)