The Japan Society of Cookery Science

資　　料

市販油脂食品の変敗について

岩尾　裕之[*]　高居百合子[**]

食用油脂あるいは油脂含量の高い食品を貯蔵していると，空気中の酸素，日光，微生物，酵素などの作用を受けて，不快な臭気が発生したり，味が悪くなったり，着色したりするようになる。このような油の劣化現象を普通に酸敗といい，次のようなタイプに大別することが出来る。

(1)　酸化的酸敗
　1)　生化学型酸敗
　2)　非生化学型酸敗（一般的酸敗）
(2)　非酸化的酸敗
　1)　加水分解型酸敗
　2)　ケトン生成型酸敗

生化学型酸敗というのは，冷凍貯蔵したエンドウ豆の黒変がその例であって，不飽和脂肪酸がリポキシダーゼのような酵素によって酸化され，その生成酸化物がクロロフィルに働いておこる。

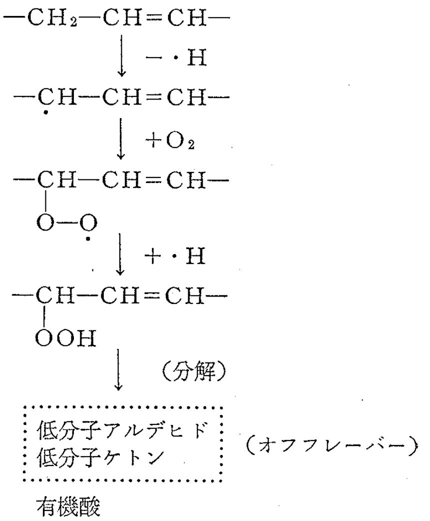
非生化学型酸敗，つまり一般に酸敗といっている食用油脂などの酸化的酸敗がこれであって，空気中の分子状酸素が働いておこる。フリーラジカルの生成をへて進行する自動酸化として研究され，数多くの報告総説が書かれている。大豆油にみられるもどり現象もこれであるといわれ，わずかの酸素量で早い時期に起こる点が特徴とされている。また，200°C前後で揚げ油を用いると熱酸化重合がおこる。100°C以下の場合にみられるような不飽和脂肪酸の自動酸化とは異なった重合反応であるといわれる。また熱酸化によって油脂の分解生成物も出来る。いずれにしても，この劣化現象は，揚げ油の温度と空気との接触面積に大きな要因がある。

加水分解型酸敗というのは，乳製品などでみられる乳脂肪の加水分解で遊離した酪酸臭発生が例である。リパーゼなどが働くと酪酸，カプロン酸，カプリル酸などの低級脂肪酸が分離して悪臭を発するようになる。酸敗したバターの臭気やマーガリン，ショートニングオイル，乳製品などの悪臭はこれである。

* ** 国立栄養研究所応用食品部

これとは別に，乳製品やヤシ油など低級脂肪酸を含む油脂を使用した食品に，コウジカビや青カビなどのような微生物が繁殖すると，カビの出す酵素によって，低級脂肪酸がケト酸を経て炭素数の少ないケトンを生成する。これがオフフレーバーの原因になるが，これをケトン生成型酸敗という。

以上のような油脂の酸敗のうちで，最も広く普通におこり得るのは非生化学型酸敗，つまり一般に酸敗といわれている現象，その中でも自動酸化によるものである。油脂は一般に，その脂肪酸組成に特徴があり，それによって特有の理化学的性質をもっている。すなわち，ヨウ素価，ケン化価，ライヘルトマイスル価，不ケン化物価などである。これとは違って，油脂が変敗を初めると，それに従って数値が変化する特数もある。これを測定して判定すれば，ある程度，その油脂の自動酸化の進み具合を判断することが出来る。これに用いられるのが，酸価，過酸化物価 (POV)，カルボニル価，TBA 値などといったものである。これらを判断の材料にする理由は，次の自動酸化の模式図にみられる生成物に着目して，これを化学的に測定しているのである。



酸価というのは，油脂の加水分解によって遊離してく

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

る脂肪酸を KOH を用いて滴定し中和によって得られる値によって知るのであるが，食品に酢酸その他の酸性物質が存在していると，それも測定されてしまう場合もある。

過酸化物価は，油脂の初期の変敗生成物である過酸化物の量を求めるもので，変敗が進むとさらに分解され過酸化物価としては低い数値になってしまう。

カルボニル価はヒドロペルオキシドの分解物のうち，カルボニル基をもつものだけを測定していて，前者の酸価や過酸化物価との関係で考察しないと判断をあやまることがある。

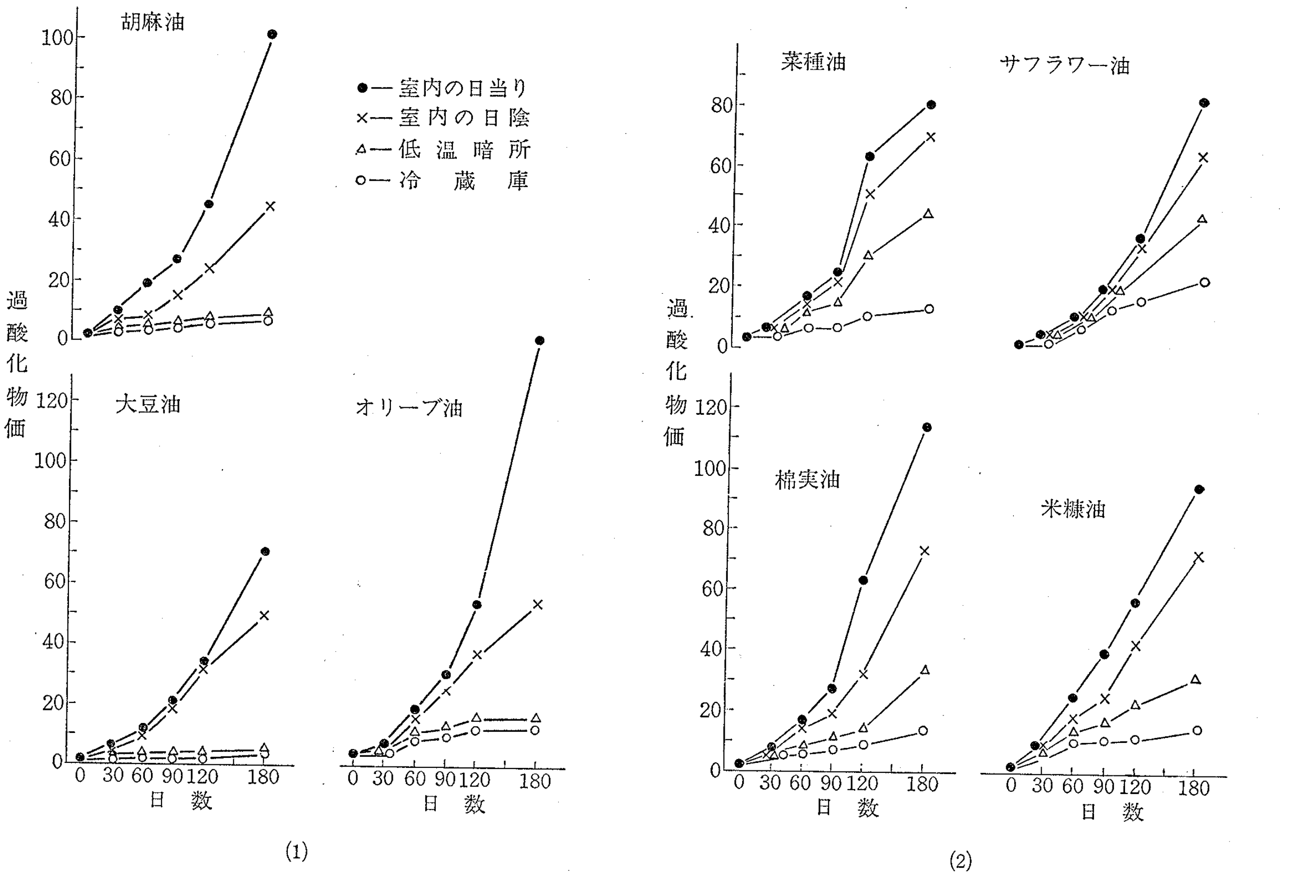
ＴＢＡ値というのは，チオバルビツール酸と反応する物質ということであって，いろいろ生成される分解物のうちで，主としてマロンアルデヒドを測定している。これは測定に条件があって，一定の値を得るのがなかなかむずかしい。

またこのように測定して得られた数値の取扱いにもそれぞれむずかしい場合があって，これら数値をもって油脂変敗の度合を標示するには困難なこともでてくる。それにもかかわらず酸敗の度合を表現しなければならないのは，酸敗油脂の人の健康への影響があるからである。

酸敗油脂の毒性についても数多くの研究報告が今日まで出されている。

ことに過酸化物は，熱に不安定であって，室温でもしだいに分解するし，100°Cに達しなくても熱を与えると速かに分解される。カルボニル化合物やヒドロキシ酸などになるほか，加熱温度が高い場合には，一部重合して環状化合物が生成される。これらの物質の毒性は高く，かつて昭和39年7月に発生したインスタントラーメンによる中毒は，これが原因であるとされている[1)]。過酸化物の毒性は，まず蛋白質の SH 基を徐々に酸化し，ミトコンドリア中のコハク酸酸化酵素などの活性阻害，腸管のキサンチンオキシダーゼの不活性化，肝，腎，心の肥大などによるといわれる。

油脂の自動酸化が進んだものの中には，かなり強い毒性をもつもののあることも報告されている[2)]。しかし，毒性とまではゆかなくとも，油脂の栄養価低下をきたすという研究は，古くから我国では金田[3)]，松尾[4)] らによって行なわれて来た。われわれの研究室でも昭和36年以来変敗油脂の栄養に及ぼす研究を行って来たが，身欠ニシンやサンマ干物に含まれる油脂では，その脂肪の消化吸収のみでなく，蛋白質の消化吸収をも悪化させている。



第1図 保存条件別過酸化物価の経時的変化

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

これらの油脂を抽出し，他の蛋白質材料と共にネズミを飼育してみても，この関係はかわらない[5]。

また最近の低温流通の中で，獣肉や魚肉の脂肪変敗の問題を栄養価の面から研究しているが，イカのように脂肪含量の低いものでは長期の冷凍貯蔵が，ほとんど栄養価に影響を与えないのに，サバのような脂肪含量の高いものでは，その消化にも，吸収にも，大きな影響を及ぼしている。この原因が，酸敗脂肪であることは，*in vivo* でも，*in vitro* でも証明される[6]。

その他，市販の油脂使用食品の一つ一つについてこのような動物試験は行ってはいないが，カリントウ（黒色のもの，白色のもの），揚げセンベイ，揚げパン，ドーナツ，ポテトチップ，インスタントラーメン，油あげ，揚げ玉，カツレツなどを購入し，その酸敗度を測定してみると，前記動物試験にてらして，栄養上疑問をいだくものに遭遇する。

ドイツでは，POV が 10meq/kg 以上の油脂は食用とはしないように定められているそうであるが，日本での衛生上の基準はない。かつて特殊栄養食品としてのインスタントラーメンの基準をつくった時に，油化学協会の方法に従って POV を測定した場合，20 以上になるものは不可とすることにしたことがある。近く厚生省で油脂含有食品について，油脂の変敗度合の衛生的基準をつくるといううわさを聞いている。油脂食品の変敗を述べる前にまず油脂類であるが，市販食用油の開缶直後の屈折率，沃素価，酸価などはいずれも日本農林規格の範囲内であり，過酸化物価，カルボニル価なども低い価を示している。しかしこれを家庭内で貯蔵するとき，その貯蔵場所の如何によっては次のように変質した。すなわち，抗酸化剤を含まない食用油を無色のビンに満し，栓をして，日の当る室内，室内の日陰，低温暗所，冷蔵庫中の4カ所で 180 日保存して過酸化物価と酸価を測定した。その結果，酸価には著しい変化がなかったが，過酸化物価は第1図に示すような変化をおこした[7]。このような違いが，脂肪酸組成の差違によるかどうかはわからないが，油脂含有食品の原料油に何を選ぶかを考える上で面白い問題を与えているものといえる。油脂の貯蔵中の変化についても数多くの報告があるが，要約してみると，過酸化物価は日時と共に増し，ある点で減り初める。このあたりからカルボニル価はふえる。酸価はこの過酸化物価のピークの頃から急にふえるようである。

インスタントラーメンについては，中毒事件以来各地でその含まれる油脂の変敗の追求が行なわれている。インスタントラーメンが店頭で販売されるときの状態がかなり品質に影響を与えるようである。高橋ら[8]の報告を図示すると第2，3，4図のようである。

店頭に陳列されている状態は，太陽光線があたらなくても，蛍光燈のもとにおかれているものが大部分である。包装も赤，橙，黄などいろいろの色をつけたポリセロ袋が大部分であって，遮光をする工夫をしてあるものはほとんどない。近頃はやりのカップ入りは，発泡スチロールなどの容器に入っているので遮光の目的は達しているかもしれない。市販品を購入して測定した報告は数多い[9)10)11]。

インスタントラーメンの脂肪含量は大部分が15～25％にある。製造後1カ月以内のものでは，酸価 0.6 前後，過酸化物価15前後，カルボニル価14前後，TBA 価1.2前後である。しかし内には酸価 10，過酸化物価 200，カルボニル価120，TBA 価15というものもあったように記録されている。これが製造後3カ月ぐらいまでは余り数値も変らないが，製造後6カ月目ぐらいになると，少し高い値になってくる。すなわち，酸価 0.8 前後，過酸化物価18前後，カルボニル価17前後，TBA 価1.5前後で，測定値が高い値を示したものでは，酸価50，過酸化物価300，カルボニル価150，TBA 価40である。製造後1カ年をすぎたものでは，酸価 4 前後，過酸化物価33前後，カルボニル価27前後，TBA 価2.5前後ぐらいである。もっともこの期間のもので高い値を示したものは，酸価 280，過酸化物価650，カルボニル価1600，TBA 価80というものも報告されている。

インスタントラーメンに使用された揚油の組成

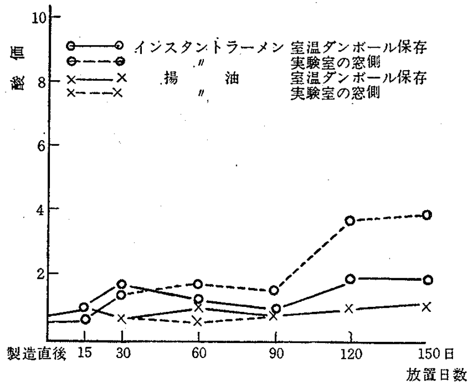
揚 油	油 脂 の 種 類
A′	ラード（ニッサン），パーム油（オパレスコ），米糠油，綿実油
B′	ラード（ツキシマ），ゴマ油
C′	ラード（ツキシマ），パーム油（オパレスコ）

しかし普通に購入する時期は，製造後3カ月前後のものであろうから，過酸化物価は15前後のものであって，われわれが動物実験で得た成績とてらしあわせて，栄養上の問題を考えるほどではないとおもう。しかし，製造年月日は充分に注意して購入する必要があるし，製造後6カ月以上を過ぎた製品は購入しない方がいい。

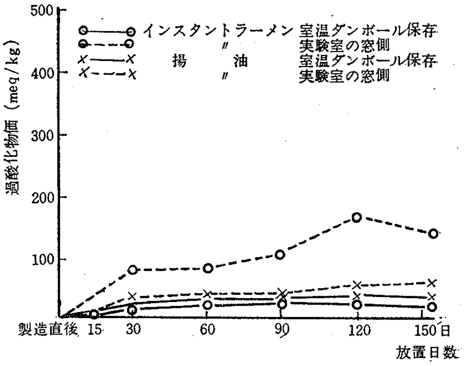
インスタントラーメンの脂肪の沃素数を測定すると[9]，48～72にある。別に豚脂の脂肪酸組成を調べたものとくらべるとよく似ているので，使用される油にはラードが多いと考えている。したがって，市販品を購入して測定した値の中で前に記したような平均的な値を示したものは，ラードの多い油で処理されたものであり，測定した値が高い値を示したものは，豚脂よりも不飽和脂肪酸を多く含む油脂類を原料油として多く用いているというこ

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

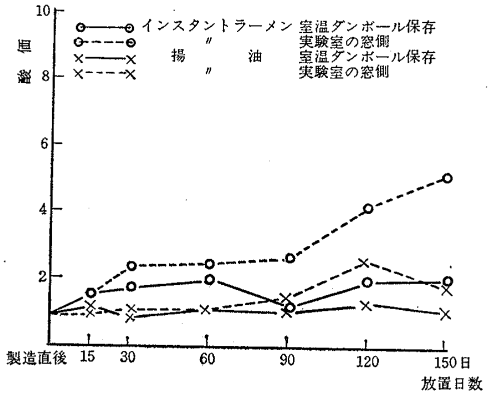


(1) インスタントラーメンAおよび揚油A′の酸価の経日変化

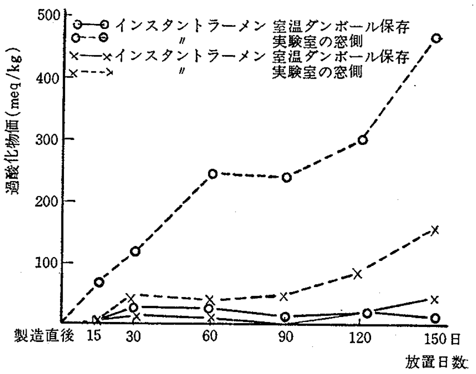


(2) インスタントラーメンAおよび揚油A′の過酸化物価の経日変化

第 2 図

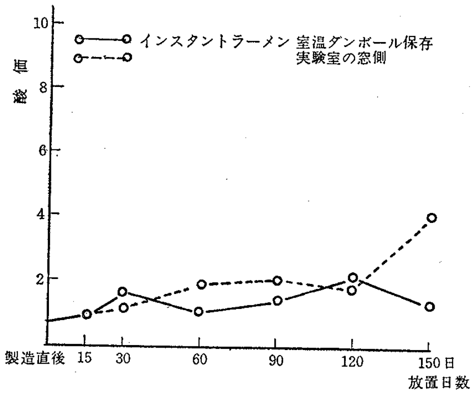


(1) インスタントラーメンBおよび揚油B′の酸価の経日変化

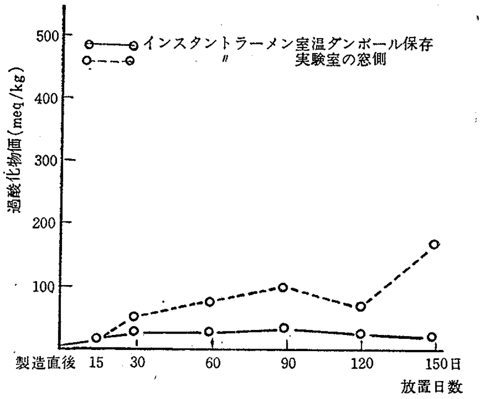


(2) インスタントラーメンBおよび揚油B′の過酸化物価の経日変化

第 3 図



(1) インスタントラーメンCの酸価の経日変化



(2) インスタントラーメンCの過酸化物価の経日変化

第 4 図

とではないであろうか。先にかかげた高橋ら[8)]の報告では，ラードに加えた油脂の種類の違いが，貯蔵したときの酸価や過酸化物価の差異になっている。

カップ入り即席麺は，遮光されているので酸価や過酸化物価が高くならないようにも思われるが，含有脂肪量が15%前後と低いにもかかわらず，且つ製造後間もないものでも，酸価や過酸化物価が割合高い。これはおそらくその製造法と，製品の表面積とに関係があるのであろう。このことはインスタントラーメンと同じと考えてよい。

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

研究室で実験を行っても，酸価は5以上になることがなかなかむずかしいが，インスタントラーメン中毒例に報告されている麺の脂肪の酸価は，10～30と異常に高い価であるのは，おそらく，製造時に酸価の上昇している古い揚油を使用したからではないかと考える。揚油の品質管理を充分に行うことが必要である。

次に油菓子及びその他の油脂を利用した菓子類についてもいくつかの報告がある（戸谷ら[9]の報告以外は地方衛研や消費センターなどのものが多い）。その二，三を次に表示する。

第1表 油脂含有食品より抽出した油脂の化学的性状[9]

種　　類		含油率（%）	P.O.V.（meq/kg）	I.V.	A.V.
即席ラーメン	31種	12～30	5～29	48～ 72	0.2～3.2
ポテトチップス	14種	29～38	5～22	96～125	0.3～1.3
揚げせんべい	14種	18～32	4～53	94～121	1.0～3.4
バターピーナッツ	10種	21～41	17～96	92～101	0.5～2.8
クラッカー	15種	7～26	1～20	32～ 68	0.1～0.6
ドーナッツ	10種	11～30	5～21	64～122	1.1～3.2
かりん糖	6種	15～29	3～14	97～114	0.8～2.3

第2表 油揚げ製品その他の酸価及び過酸化物価[12]

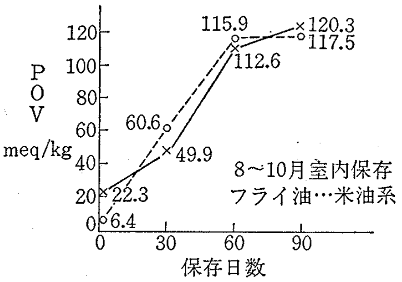
	粗脂肪(%)	酸　価	過酸化物価
かりん糖類	17.8～29.1	0.7～3.1	4.6～29.8
ポテトチップ類	29.9～31.3	0.4～0.6	2.4～ 5.4
米　菓	10.9～21.8	0.4～1.4	3.9～12.1
ドーナツ	—	0.9～2.0	1.5～ 3.4
豆菓子	—	0.3～1.9	22.6～89.7
スナック類	19.8～29.3	0.1～0.6	1.5～ 9.3
ビスケット類	7.0～30.1	0.2～1.0	0.5～ 7.5

第3表 油使用菓子類の酸価，過酸化物価
（福井生活科学センター）

	粗脂肪(%)	酸　価	過酸化物価（meq/kg）
ビスケット類	7.0～30.1	0.2～1.0	0.5～ 7.5
かりん糖類	17.8～29.1	0.7～3.1	4.6～29.8
ポテトチップ類	29.9～31.3	0.4～0.6	2.4～ 5.4
スナック類	19.8～29.3	0.1～0.6	1.5～ 9.3
揚げせんべい類	10.9～21.8	0.4～1.4	3.9～12.1

これらの油含有菓子類が，保存期間中にどのような変質を受けるかについて行った実験は少ない。福島県で都市部と農村部でそれぞれの製品を購入し分析を行っているが，製造年月の記載がないのでその判断は危険かもしれないが，過酸化物価及び酸価共に高いものが農村部に多く見られるところから，やはり保存期間の長いことは不可のように考えられる。実際にカリントウやポテトチップを太陽のあたるところにおいておくと，3週間ぐらいで，酸価は余りかわらないが，過酸化物価は10倍ぐらいにもなる。

花輪ら[13]が市販品2種の袋物のポテトチップについて室内保存をし，その含油分の過酸化物価の変化をしらべた結果を第5図にした。



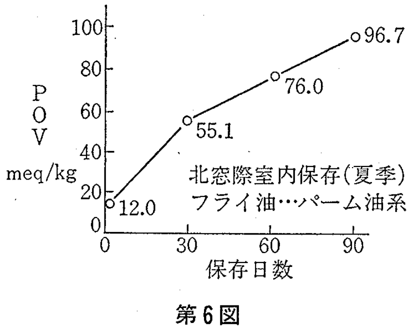
第5図

第5図からもわかるようにかなり早い変敗があると考えてよい。また揚げせんべいを透明含気包装のまま太陽の当たる所に15日間おいたものと段ボールに入れたままのものとを比較しているが，実験開始時の過酸化物価が10であったものが，前者では92.8，後者では12.7であったという。したがってインスタントラーメンの場合と同じように，太陽は勿論のこと，螢光灯の光線といえども，含油分の酸敗を促進すると考えなければならない。

かりん糖，揚げせんべい，ポテトチップなどはほとんどが透明なポリセロ袋入りである。したがってインスタントラーメンの場合よりもっと光線の影響を受け易い。油脂の酸化には 385mμ 付近の紫外部や 450～550mμ の可視部の光線が最も強い影響を与えるということが実験されている[18)19)]。ことに山下[11]は，紫外線防止加工を施したフィルムに包装されたインスタントラーメンでも，白色螢光燈のもとでほとんど酸化防止効果をみとめなかったと述べていることを思えば，これら菓子類の包装には一考を要しよう。クラッカー，ビスケットのようにアルミ箔などにつつまれて，光線を遮断する必要がある。

またこれら菓子類に使用される油脂は，米糠油，綿実油などであるといわれているが，不飽和度の高い脂肪酸が多いだけに自動酸化も進み易いので，揚げ油などに不純物の入らないよう充分注意が必要である。

さや付のピーナッツの中には，過酸化物価のかなり高いものがある。したがって市販の味付ピーナッツ，バターピーナッツの中には過酸化物価が30を超えているものがざらにあるようである。なぜこのように落花生の油の



第6図

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

過酸化物価が高いのかは，その中に含まれる酵素や製造時の取り扱いなどにあるのであろう。したがってピーナッツを使用したり，原材料として用いたりした菓子類は，一見酸敗しているようにみえる。

花輪ら[13]によると，バターピーナッツを複合ラミネート包装材の袋に入れて，室温に保存した場合の含油分の過酸化物価は第6図のように変化するという。

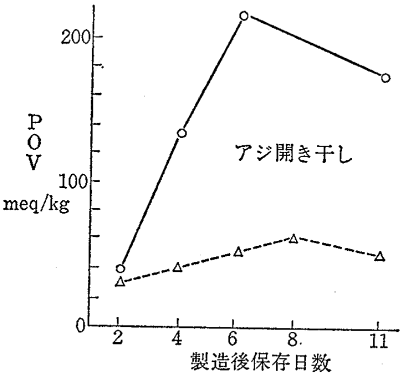
次に油脂を利用したいわゆる珍味食品，あるいは水産加工食品については，脂肪酸化に基づく悪変がしばしばみられる。いわゆる油焼けと呼ばれる褐変現象もこの一つである。この油焼けは，単に脂肪が酸化するのみでなく，魚体中の蛋白質，遊離アミノ酸および揮発性塩基などのアミノ化合物と作用して生ずるものとされている。これに関与する脂肪酸化物はカルボニル化合物であるといわれる[14)15)]。

魚の脂肪を構成している脂肪酸の中には，高度不飽和脂肪酸が多い。したがって自動酸化され易い。魚脂質中のリン脂質が抗酸化作用を有するといわれているが[16)]，実際にはこのリン脂質中の高度不飽和脂肪酸も加水分解されて，自動酸化されるという[17)]。自動酸化の結果，カルボニル化合物が種々出来るので，過酸化物価のほかカルボニル価が測られている。水産加工食品のこれらは，概して高い価である。例えば，うなぎの白焼きについて測られた値があるが，やせたうなぎからつくられたものでは，100の台の過酸化物価は普通のようである。その他水産加工食品では，これらの値に幅があって，なかなかその実態がつかみにくい。われわれが変敗油脂の研究を魚の干物から初めたのもこのようなことを解明したかったからである。

今日，水産加工食品はその製法が旧のままであるものが多い。この遅れがなかなか数値的な実態を提供してくれないように思える。一例としてイカの衣揚げといわれるものを数点分析した値をかかげると，酸価が3～6，過酸化物価が9～62である。

一般に，魚脂質の酸化は，魚の年令，成熟度，捕獲の季節，捕獲の方法，摂餌プランクトンの種類などによって左右されるだけでなく，捕獲後の処理，すなわち内臓あるいは頭の有無，塩漬の程度，砂糖の添加および保蔵温度なども影響するという。これらのことが水産加工食品の変敗油脂の研究のさまたげとなっているといってよいであろう。第7図は同じところで購入したアジ干物のPOVである。

身欠ニシンを用いて，第4表に示すような8通りの保存法を38日間行って，脂肪の酸化度合のちがいを観察した[20)]。実験を始める時の身欠ニシンの酸価は17.5，過酸化物価は2.0，沃素価は51.2である。



第7図

第4表

保存方法＼恒数＼保存日数	10日			24日			38日		
	AV	POV	IV	AV	POV	IV	AV	POV	IV
冷蔵庫中	21.2	2.3	88.7	44.1	3.9	77.4	46.8	4.6	76.7
冷蔵庫中螢光燈照射	21.7	2.6	86.8	20.8	15.7	70.8	20.9	25.3	66.0
冷蔵庫中湿度80%デシケーター中	20.2	6.0	74.5	34.6	6.5	75.8	—	—	—
ふ卵器（30°C）中	37.1	3.9	85.7	61.8	5.5	78.4	—	—	—
ふ卵器中螢光燈照射	24.7	4.4	80.0	33.1	18.1	70.3	33.5	32.2	61.7
ふ卵器中湿度80%デシケーター中	32.8	6.8	71.9	45.1	13.4	71.2	—	—	—
デシケーター中1日3時間通気	32.0	3.8	74.7	51.9	13.4	71.2	—	—	—
室内放置	36.9	5.6	78.5	55.5	6.5	74.7	56.1	31.1	65.5

第5表

保存方法＼恒数＼保存日数		5日				10日				20日				30日			
		AV	POV	IV	分解率	AV	POV	IV	分解率	AV	POV	IV	分解率	AV	POV	IV	分解率
冷蔵庫4°C	暗	11.0	165.2	100.2	99	12.1	179.8	99.8	82	13.0	182.5	98.6	69	18.7	190.0	96.7	78
	殺菌燈	10.7	138.1	100.7	108	11.8	150.1	100.0	92	12.5	167.5	98.9	76	17.0	175.4	97.0	—
	湿度80%	11.5	110.0	100.0	90	12.6	115.1	98.6	81	13.1	120.5	97.7	65	22.4	134.0	95.4	53
ふ卵器30°C	暗	12.1	100.3	99.4	86	13.6	68.0	98.5	80	16.0	30.0	97.5	73	—	—	—	
	殺菌燈	11.7	67.3	100.6	83	12.7	62.8	100.5	77	14.9	57.3	98.0	70	—	—	—	
	湿度80%	12.6	34.8	100.7	84	14.0	31.7	98.0	81	16.4	17.0	97.0	78	—	—	—	
室内18°C	室内放置	12.8	45.5	99.3	89	13.0	56.9	100.0	84	15.5	70.9	98.5	77	—	—	—	
	通気	13.0	51.0	97.1	85	15.6	64.5	97.0	81	18.8	81.0	96.5	75	—	—	—	

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Cookery Science

また，さんま干物を用いて同様に油の変質と油の消化を検討した[21]。油の消化はリパーゼで実験開始時の油を分解する度合を100として現わした。実験開始時のさんま干物の酸価は7.7，過酸化物価は39.5，沃素価は99.2である。第5表はこの結果である。

その他，そうざいなどといわれる油脂利用食品を測定した値はほとんど報告されていない。われわれが測定した油あげ，てんぷらの衣，カツレツの衣など調理食品といわれるものの過酸化物価は，おおむね20～50の間にあった。これらの脂肪の変敗を考えるときは調理油として使われる状態をとらえた方がいいのではないだろうか。そこでわれわれは次のような実験を行ってみた。

精製大豆油を180°Cで各々の時間加熱し，その過酸化物価，酸価，粘度，リパーゼによる分解率を測定した[22]。

第6表

加熱時間	POV	AV	粘度	分解率
0	0.42	0.04	36.71	100
1 時間	8.45	0.07	35.96	114
10 〃	15.10	0.22	48.54	85
30 〃	11.72	0.76	91.86	64
50 〃	11.09	1.01	184.56	50

また人為的に過酸化物価の高い油をつくりリパーゼによる分解をみたところ，POV 103 では84%，231では46%，400では42%であった。市販のそうざいに含まれる油がこれほど高い過酸化物価を示すとは考えないが，動物の生長試験を行ってみる[23]とPOVが100ではやや劣り，400になると著しく劣ることがみられる。この際肝臓中のビタミンAはPOVが400の場合，著しく低い値を示している。

このようなことから，酵素などが働いて酸敗をおこさないかぎり，そうざいなどは調理油の酸敗でその程度を知ることが出来ると考えている。

文献

1) 三浦利之・俣野景典・武藤 健・宮木高明：食衛誌 **7**, 67(1966), 油化学 **16**, 503 (1967)
稲垣尚起：食品衛生研究 **16**, 370 (1966)
2) 金田尚志・吉岡倭子：油化学 **21**, 316 (1972)
3) 金田尚志・石井清之助：日水産 **19**, 171(1953), 金田尚志・桜井寿恵・石井清之助：日水産 **20**, 50 (1954)
4) 松尾 登：J. Biochem. **41**, 481, 647 (1954)
5) 細川和子・岡田澄子・高居百合子・岩尾裕之・和田冨起：国立栄養研究所研究報告昭和40年 p.30
6) 池上幸江・高居百合子・田中厚巳・錦織隆生・岩尾裕之：第25回食品衛生学会発表(昭和48年5月)
7) 山川喜久江：国立栄養研究所研究報告 昭和37年 p.78
8) 高橋勉・池田陽男・福田正彦・菅野三郎・和田裕・中岡正吉・川名清子：食衛誌 **6**, 550 (1965)
9) 戸谷洋一郎・戸谷永生・松尾登：栄養と食糧 **28**, 91 (1975)
10) 伊藤誉志男・磯部公明・岡田寛・大沢誠喜・武田明治・田辺弘也・長尾重之・桑村司：食衛誌 **11**, 268, 275 (1970)
11) 山下太郎：油化学 **14**, 754 (1965)
12) 全国油菓工業協同組合：油菓だより **11** (1975)
13) 花輪久夫・植松恒美：油脂 **27** (11), **42** (1974)
14) 野中順三九：日水産 **20**, 319 (1954), **21**, 1244, 1248, 1250 (1956)
15) 豊水正道：日水産 **27**, 323 (1961)
16) S. J. Bishov・A. S. Henick・R. B. Koch : Food Res. **25**, 174 (1960)
17) J. Bosund・B. Ganrot : J. Food Sci. **34**, 13 (1969)
18) 渡辺渉・小林晃・久米寿昭・川北紘：日水産 **32**, 327 (1966)
19) 日下兵爾・深沢煇・松尾登：栄養と食糧 **22**, 582 (1969)
20) 細川和子・高居百合子・岩尾裕之・沢田久子・和田冨起：国立栄養研究所研究報告 昭和39年 p.37
21) 細川和子・岡田澄子・高居百合子・岩尾裕之・河合純子・和田冨起：国立栄養研究所研究報告 昭和40年 p.31
22) 高居百合子・山川喜久江・細川和子・岩尾裕之，小川喜美江・和田冨起：国立栄養研究所研究報告 昭和38年 p.36
23) 山川喜久江・岩尾裕之：国立栄養研究所研究報告 昭和38年 p.37

NII-Electronic Library Service