

知識の正しい粉乳



典長垣稲

乳幼児における粉乳の問題は、それが彼等の主食とも考えられるもので、重大である。最近アメリカの栄養学雑誌には牛乳及乳製品の蛋白質の栄養価の問題が多く取上げられ、ある報告者は乳製品が加熱されることによつて、その中に含まれる蛋白質の栄養価は低下すると言ひある報告者は低下せずと言ひ、このようにその説まち／＼である。然し此の問題については、シュレーター等が、解決している。この点は後で述べる。こととして、先ず粉乳の一般的な常識について少し述べてみたいと思ふ。

一般に粉乳と言ふのは全乳又は一部脱脂乳、脱脂乳又は全乳にクリームを添加したものを原料として、そのまま、か又はこれ等に砂糖などを加えて大気中か又は減圧中で蒸発乾燥して水分を除去したものを言っている。

吾国では法規があつて、その法規によつて夫々の組成がきめられている。例えば、全粉乳と言ふのは脂肪含量が二五%以上で水分が五%以下のものを言ふとし、又、脱脂粉乳は水分が五%以下であること、又調製粉乳は脂肪が一六・五%以上で水分は矢張り

五%以下であることが必要とされている。その他一五%が糖粉乳と言ふのが有るがこれは脂肪が一・五%以上で、水分は同じく五%以下であることが必要とされている。いずれにしても粉乳は牛乳が原料で、加熱と言ひ操作が行われるために、粉乳を水にといた場合に、全く牛乳と同じものが出来ると言ひわけにはゆかない。

例えば牛乳を加熱して行くと酸度がどんどんと上る。これも温度の上昇に比例して酸度が上つて行くものである。

この酸度の上昇に面白い現象がみられるそれは加熱することによつて一旦酸度が低下してその後上昇して行くのである。例えば次の表の如くである。

加熱の程度	酸度 (C. C)
生乳	1.72
60°C 30分	1.72
80°C 30分	1.68
100°C 30分	1.80
120°C 30分	2.04

この表のように一度八十度の所で酸度が低下している。この低下原因は何故かと言ふとこれは加熱されることによつて牛乳中

に含まれている炭酸ガスが消失して酸度が低下するため、その後の加熱によって又酸度が上昇して行く。それは、最早炭酸ガスは全部消失してしまい、その影響が取除かれた後は、今度は牛乳中にある乳糖が高温のために段々と分解して行くためである。

乳糖が分解すると何故酸度が上昇するかと言うと、乳糖の分解によって乳酸とか酢酸と言うような酸が出来るためである。このように牛乳が加熱されるとPHは、酸性側に近づいて来て凝固と言う現象が起る、正常の牛乳でも普通一四〇度位に温度を上げると凝固しはじめる。夏、牛乳を放置しておくとも凝固するが、これは乳酸菌又はその他の雑菌の繁殖によって乳酸が生成してその酸のために牛乳中の蛋白質が凝固するのである。結果においては加熱によって酸が出来て凝固するのと同じである。たゞ加熱によつて凝固するのは乳糖の分解で酸が出来てその酸のために凝固するのであって、夏の放置乳の凝固は空気中から飛び込んだ細菌のために酸が出来てその酸のために凝固するのである。

大体牛乳が加熱された時の変化の大きな

ものはこの凝固現象であるが、その他に外観上では皮膜の生成、とか褐色素化とか又、粘度の上昇と言うような変化がおこるし、又風味から言つても特殊の加熱臭とも言えるような、風味を発生する。

これらは多少なりとも牛乳中にある蛋白質の物理的又は化学的な変化である。

この蛋白質の変化が結局、粉乳の溶解度にも又保存性にも又、色調にも又栄養価にも関係が深いもので、この現象を研究してゆけば夫々の問題は解決されて行く、開缶後の粉乳が溶けにくくなつたり、又特殊の風味が出たりすることは多くの人が経験することである。

この溶解度の低下や悪い風味の発生の防止のためには、勿論、使用法が適切であることは言うまでもないが、粉乳の製造法の改良によつても防止出来る。

これらの点について少し詳しく述べてみると少くも粉乳と言うものは温湯とか水に溶解した時にもとの牛乳と同じような乳化状態になることが必要なのであって、かたまりが出来たり又変な風味が出たりすることは望ましいことではない。

粉乳をつくる時の最初の操作に荒煮と言うのが有る。この操作の目的とする所ものは殺菌である。この殺菌法は、一方牛乳中にある脂肪を分解する酵素を破壊すると言う目的にもなるので是非共行わなければならない操作である。そこでこの加熱温度によつて出来た粉乳の溶解度がよかつたり悪かつたりする即ち溶解度に影響するのである。

溶解度を損しないためには少くも七〇度以下であることが望ましい。そのためには一般によく言われる六三度三〇分と言う低温殺菌法が最も理想的なのである。

この程度の温度であれば殺菌の目的も達せられるし又、製品の溶解度も低下しないからよいのであるが、一方において、この程度の温度では先き程述べた脂肪を分解する。酵素(リパーゼ)が完全に破壊されないで残つてしまつので、出来た粉乳を貯えておくうちに牛乳脂肪の変質がおこり、風味を害してしまつのである。

実際にこの脂肪を分解する酵素を破壊するためには少くも七八度以上の熱をかけなければ完全ではないのである。

溶解度を損わないためには七〇度以下がよいし、風味を保持するためには七八度以上にしなければならぬと言ふ所に、この製造法の苦心がある。

現在ではその中間的な温度の七〇—七五度の温度が用いられているが、これは一時的なもので少くも、この煮沸温度と言ふものは溶解度と風味の両面から尙一層研究しなければならぬ問題だと思ふその後の温度については、いずれもそれ程高くないから、この温度による心配は起らない例えば、濃縮にしても、最近は比較的低温（五〇—六〇度）で行われるし、乾燥も近代的な噴霧式のもので、行われているので温度は煮沸温度以下にあるから温度によって起る不溶解の原因にはなっていない。結局最初行われる殺菌温度（煮沸温度）が最後までその品質即ち溶解度に影響するものである。

要するに加熱されることよつて牛乳の蛋白質が化学的分析では見出すことの出来ないような変化（物理的性質）を起すのである。

もう一つ溶解度に関係する因子は水分で

ある。これは開缶後の問題になるが、即ち缶を開けたてはよく溶けたものが、缶を開けて使用しているうちに、溶けにくくなると言ふことがある。結局これは何も熱がかかっているのではないから、熱のためでないと言ふことは分る。それでは何故かと言ふとそれは水を吸つたためである。即ち水量が増加すると溶解度は低下する。

大体粉乳の水分は五%以下であれば保存中に溶解度の低下することは極めて僅かである（三%以下の方が一層安全である）結局粉乳が水を吸うと溶解度が低下することは事實であるが、何故に水を吸うと溶解度が落ちるか。これには大きく分けて二つの原因があるその(一)は水が来ると粉乳中の無水乳糖が水のために結晶性の含水乳糖になり、この含水乳糖が軟塊になる。その(二)は、粉乳中の磷酸塩が溶解性のカゼインカルシウムに作用してそのカゼイン、カルシウムからカルシウムを取つて磷酸二石灰又は磷酸三石灰となつてカゼインが遊離されるためにカゼインが不溶性であるから、それを含む粉乳も不溶性になる。

この二つの理由即ち乳糖とカゼインとの

理由によつて溶解度が低下して行くのである。

要するに粉乳の溶解度に影響する因子は熱と水であつて、熱すれば酸が出来て凝固性になるし、水があれば、軟塊性の含水乳糖になり又溶解性のカゼインカルシウムからカルシウムを遊離して不溶性のカゼインとなるためであるから、加熱と水に注意すれば溶解度低下を防止することが出来るわけである。次に粉乳の保存性の問題である即ち開缶後どう言ふ理由で変質するのかと言ふにある。この変質を起す原因となるものには次の二つがある。

即ち

- (1) 酵素作用による変質
- (2) 自己酸化による変質

で(1)は前にも述べたように脂肪分解酵素、(リポキシダーゼ)によつて行われるもので、この酵素を製造中に破壊しておかなければ、いくら使用上の注意がされても一寸無理である。

即ち殺菌温度を高く例えば七七度三〇分位とか八二度一〇分位にしておけば安全であるが、前述したように溶解度は低下する。

中々うまく行かないものである。

又②の自己酸化による変質これこそ貯蔵中におこる大きな欠点であつて、その原因は脂肪の酸化による変質臭の発生である。

これを防止するためには結局、空気にふれさせないようにすることで、現在行われているガス充填法とか、真空充填法は有効である。もつと積極的には酸化を防止するよるな薬品を添加しておけばよいが、このよるな薬品の使用は乳幼児の主食とも言える粉乳に利用することは問題であるので慎重を要する。一般にこれらの風味損失の原因となるものは脂肪によるのであつて、脱脂した粉乳は概して起りにくいのである。

この外に保存性に関係のある問題としては、粉乳を長く保存するとそれ自体褐色化してくることである。

これは最近の研究によれば牛乳中の蛋白質の遊離アミノ基と還元糖のアルデヒド基との反応によって生成する複化合物によると言われている。この複化合物が生成される条件として矢張り水分が関係する。水分が五%以下であれば、この様な反応がおこりにくいと言われ、実際に水分の点を注

意しておけば、褐色化は防止出来る。

粉乳の溶解度と言ひ保存性と言ひいずれも、その原因となるものは主として牛乳中に含まれる蛋白質が大きい原因となつてゐる。

これが又褐色化の原因ともなると言うこととで粉乳中の蛋白質の問題は品質の上からも重要であるが、これは又栄養面からも非常に重要な問題である。

はじめに述べたように粉乳中の蛋白質は加熱されることによつて栄養価は低下すると言ふ説も、これが事実なれば矢張り一応考えなければならぬ問題である。

そこで次にこの問題にふれてみよう。少くも牛乳蛋白質の主なるものである。カゼインは加熱されることによつて栄養価が低下することは最早多くの学者が認めている事実である。

即ちカゼインを構成しているアミノ酸の一つであるリジンの遊離が加熱のために困難になるからである。

然し粉乳となつたものを更に加熱すると栄養価は急激に低下すると言われる。そう

なると実際に乳幼児が飲む場合には、粉乳を水でかして、ある程度稀釈して、それを加熱して飲むことが普通であるのでこれによつて、粉乳中の蛋白質の栄養価が更に低下するようでは誠にこまることである。

そこでシュレーダー等は、この点について詳しく実験して明解な答を出している。

即ち加熱による粉乳中の蛋白質の栄養価低下の一つの原因は先きに述べたアミノ基とアルデヒド基(アミノ酸と糖との結合)の結合によつてアミノ酸が有効に使用されないためであるが、その反応が起る条件としては水の存否が非常に影響する。もしも水が無い場合はその反応は非常に速かに起るが、水があるとこの反応はおこりにくくなる。この反応が起らなければ加熱による栄養価の低下は起らないのであるから水の存在の下であればよいわけである。

このことは誠に都合がよいことで水に粉乳をとかしてから熱をかけると言うことは粉乳の栄養価の低下を来さないと言うことになる。

最近の粉乳は殆んど調製粉乳と言つて多

