

# 生菓子類の計画生産向け長期保存技術の確立

荻野 敏, 歌田 誠, 小宮山美弘

## Studies on Long Storage Technique of Raw Confectioneries in order to Control Production

Satoshi OGINO, Makoto UTADA and Yoshihiro KOMIYAMA

### 要 約

菓子製造業者の計画的生産を目的として、生菓子の保存技術を確認するため、団子（だんご）及びカステラの凍結及び解凍方法について実験を行った。

団子の場合、凍結中あるいは解凍条件によって硬化しやすいことが分かった。25℃付近で解凍することにより、硬化現象を抑え良好に復元したものを得た。また、カステラの場合は、凍結・解凍の条件に大きく左右されず、本来の柔らかい状態を一定期間保つことができた。

### 1. 緒 言

本県の中小菓子製造企業においては、菓子の種類が多様であり、また、それらの賞味期限もそれぞれ異なることから、需要に対応できる生産計画を立てることに苦労している。なかでも生菓子類は、水分が多く栄養分も豊富なため、製造後数日しかもたない。特に季節菓子では、一定の期間に消費が集中することが多く、労働力の面から製造計画や販売計画を立てにくいのが現状である。

安定した計画生産を行うためには、以前から魚肉や畜肉類で利用されている冷凍技術<sup>1)</sup>を導入することが考えられるが、すでに大手菓子製造業者においては開発研究が進み、一部の分野で実施されている。

この方法は、凍結により製品の新鮮さを保ちながらストックをし、消費に応じて解凍して販売するという技術である。したがって、需要に対して日毎の製造量が左右されないことから、一定の労働力が維持でき、さらに販路拡大が期待できる。

本研究では、小規模企業向けにこれらの技術を確認するため、生菓子の冷凍及び解凍について検討した。まず、団子（だんご）及びカステラについて、凍結・解凍時の温度条件、及び解凍後の復元状態を調べたところ、成果を得たので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2-1 試験試料

**団子** A社製造の団子（長径約2.5cm, 短径約2cm）を使用した。原料配合は、うるち米粉（上用粉）14kg, 砂糖（上白）13kg, 液糖類18kg, 酵素剤（ $\beta$ -アミラーゼ）0.1kg, 水48kgである。

**カステラ** B社製造の棹（さお）カステラ（幅約8cm, 長さ約24cm, 厚さ約5cm）を使用した。原料配合は、小麦粉（薄力）10kg, 卵18kg, 砂糖（上白）17kg, 蜂蜜2kgである。

#### 2-2 凍結方法

試料をラップフィルム（ポリ塩化ビニリデン：耐冷温度-60℃）で包み、冷凍庫（タバイエスペック社製の横型超低温保存庫、型式：BFH-110LR, 温度範囲：-20~-85℃, 内容量：83リットル, 断熱材：硬質ポリウレタンフォーム, 冷却方法：冷媒を全密閉式圧縮機で冷却）に入れ、-20℃で凍結した。

#### 2-3 解凍方法

凍結した試料をラップフィルム包装のまま、硫酸飽和水<sup>2)</sup>の入ったデシケーター（湿度80~85%）に入れて、室温あるいは恒温室中で解凍した。

#### 2-4 分析方法

**温度測定** 小形電子温度計に貫通式センサーを付け、試料の中心部の温度（℃）を経時的に測定した。

**硬度測定** ユニバーサルハードネスメーターを用い、半球形（直径10mm）型のプランジャーを付けて測定した。団子については試料5個を測定し、カステラについては棹カステラを5cm幅5個に切り、上部の焼き面、下部のハトロン紙面及び側面の2カ所を測定し、それぞれの平均値を硬度（kgUB）とした。

**水分蒸発割合** 団子については試料1個ずつ、カステラについては焼き面とハトロン紙面を切除し約2cmに角切りしたものを、それぞれ加熱乾燥器を用いて105℃で乾燥しながら、1時間毎に重量減少値を測定して、水分蒸発量の割合（水分蒸発量/乾燥前の試料重量）を求めた。

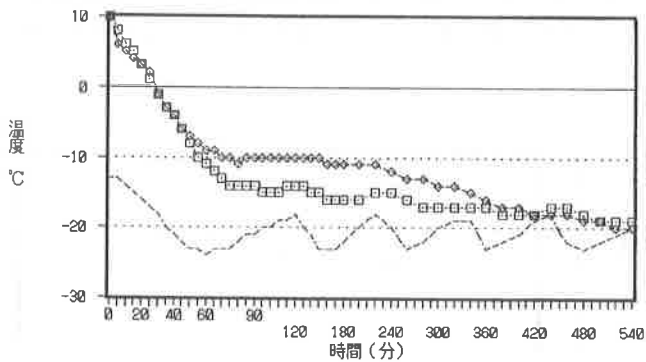
### 3. 結果及び考察

#### 3-1 団子及びカステラの凍結

団子及びカステラを、それぞれ-20℃で凍結した時の試料内の温度変化すなわち冷凍曲線を図1に示した。

一般的に食品の凍結は、含有水の凍結が食品の凍結とみなされるが、野菜をはじめ果実、肉、魚、乳類、卵などの食品の水結点は、水の水結点(0℃)より低く、また菓子類の原料である砂糖などは凍結温度を低下させる働きがあるといわれている。

本実験では、団子の場合、冷凍曲線は室温から-10℃近傍まで漸減的な降下を示し、そこから停滞温度(最大氷結晶生成帯)を3時間程度保ち、その後徐々に降下し、定常の凍結状態になるまでに延べ6時間を要した。カステラにおける冷凍曲線は、凍結開始(10℃)から-15℃付近まで約80分間漸減的な降下をたどり、その後ほぼ定常の凍結状態温度となった。



◇：団子 □：カステラ —：冷凍庫内

図1 団子及びカステラの冷凍曲線

団子の場合、-10℃近くなって水分の凍結が始まったと考えられ、凍結の完了は最大氷結晶生成帯を越えた時点と推察した。一方、-50℃での急速冷凍時には、-8℃付近で最大氷結晶生成帯が生じ、その停滞時間は-20℃凍結時よりも短く約40分であった。

カステラの場合、その構造がスポンジ状であることから、熱(吸熱)の伝わり方が速く、最大氷結晶生成帯のない温度曲線になったと考えられた。

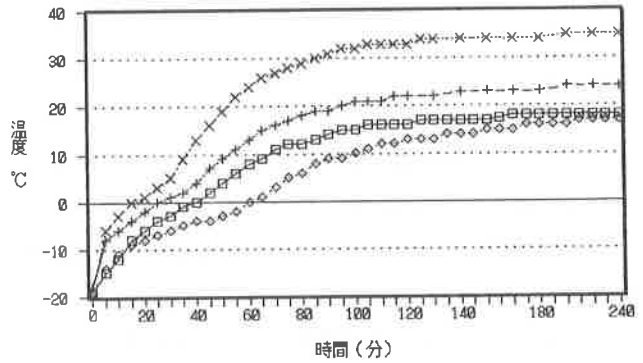
これらの結果から、カステラの凍結所要時間の決定は、冷凍曲線の温度降下が停止した時点であり、団子のそれは、最大氷結晶生成帯の終了後と考えられた。

#### 3-2 団子及びカステラの解凍

-20℃で凍結した団子及びカステラを環境温度17℃で解凍した時の解凍曲線を図2に示した。さらに団子については、解凍の環境温度を17℃以外に、25℃及び38℃で解凍し

たので、その結果も図2に示した。

団子の場合、凍結時の現象に類似したことが、-10℃を過ぎたところから起きたが、カステラの場合、漸増的な解凍曲線を示した。これらは潜熱による現象としてとらえることができるが、17℃で解凍すると試料温度が0℃に達するのに、カステラでは40分、団子では60分かかった。また、環境温度17℃近くまで達するのに前者は約2時間、後者は約3時間を要した。



◇：団子17℃解凍 □：カステラ17℃解凍  
+：団子25℃解凍 ×：団子38℃解凍

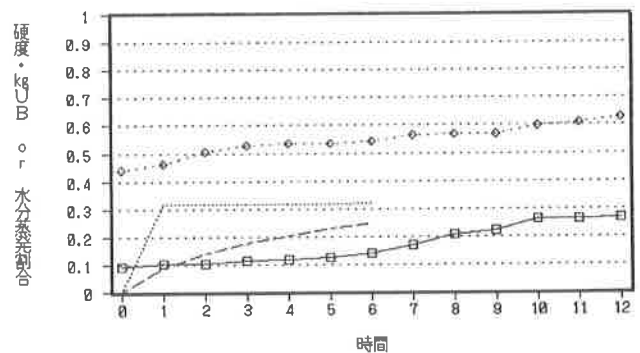
図2 団子及びカステラの解凍曲線

解凍は0℃を越えた時点で完了したと思われるが、生菓子のおかれる室内温度までは解凍を続けるのが適切であろう。

団子の場合、試料温度が0℃に達するのに、17℃解凍では60分であったが、25℃解凍では25分、38℃解凍では15分であり、解凍温度を上げることによって、解凍時間を短縮できた。

#### 3-3 凍結前の団子とカステラの性状

団子とカステラの時間経過にともなう水分蒸発割合と硬度変化を図3に示した。



◇：団子の硬度 □：カステラの硬度 破線：団子の水分蒸割合 点線：カステラの水分蒸割合

図3 団子及びカステラの解包後の硬度と水分蒸発割合

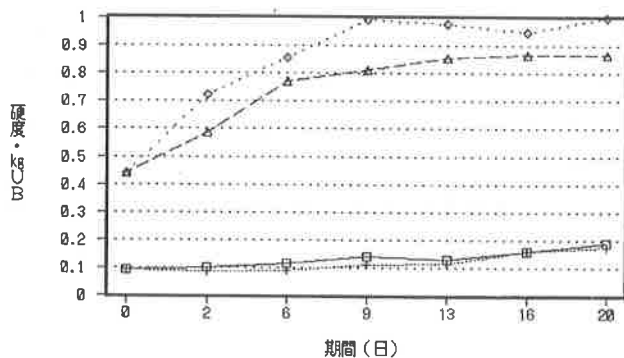
団子とカステラの水分含有量は30数%とほとんど差はないが、原材料や製造方法の違いから水分蒸発量や硬度の経時的変化に大きな差異が見られた。図3より、団子の水分蒸発量は時間とともに漸増していくが、カステラの場合は最初の1時間ではほぼ31%前後の蒸発限度値になった。

また、冷蔵・冷凍時などに食品の乾燥防止のために汎用されているラップフィルムを用いて、製造直後の団子を包装しておく、1日経過後も柔らかく弾性もあり食感は良かった。それらの硬度は0.3~0.4kgUBであった。その後包装を解き放置すると徐々に硬さを増し、12時間経過後は硬度が0.6kgUBを越え、弾性はあるがやや食べごろを過ぎた硬い感じとなった。

一方、ソフトな柔らかさを特徴とするカステラも、製造直後の硬度は、0.1kgUB未満であったが、そのまま放置すると徐々に硬化して6時間後には0.15kgUBを越えた。また、ラップフィルム包装すれば、ソフトな食感は長時間保たれた。

これらラップフィルムの効果は、フィルムの素材であるポリ塩化ビニリデンの水蒸気遮断性(防湿性)が高いことによるものと考えた。

5℃及び15℃で保存した団子及びカステラの硬度変化を図4に示した。なお、この試験は凍結試験と同様にラップフィルムで包み、湿度80~85%中で行った。



◇：団子 5℃保存 △：団子 15℃保存 □：カステラ 5℃保存 +：カステラ 15℃保存

図4 団子及びカステラの保存中の硬度変化

図4より、団子はいずれも保存中に硬度が高くなり、しかも5℃の方が15℃よりも早く硬くなった。このことは、米粉デンプンが製造時の加熱により $\alpha$ 化したものが、含水率の高い状態で低温下に保持されて再び $\beta$ 化した<sup>4)</sup>ために硬化したのと考えられた。また、保持温度が低いほど $\beta$ 化への進行度が高いと言えた。カステラは、保持温度が5℃、15℃のいずれにおいても硬化度に差は見られなかった。

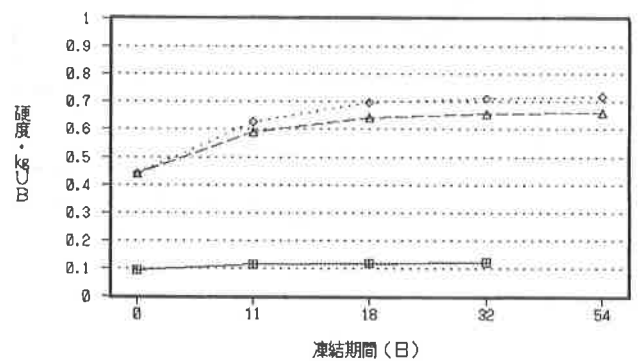
米粉デンプンと小麦粉デンプンの性質や焼きものと蒸しものとの製造方法の相違について、さらに検討する必要があると考えられた。

### 3-4 解凍後の団子とカステラの性状

図5に示した団子とカステラの解凍直後の硬度及び水分蒸発割合の変化は、ともに図3の凍結前のそれらとほぼ同じ数値を示した。また、団子は、長期間凍結すると、硬度は解凍温度を5℃で行った方が15℃のそれに比べてやや高くなるが、いずれも凍結11日目で解凍直後の硬度が0.6kgUB前後となった。したがって、団子は長期間の凍結保存に適さないことが分かった。

一方、カステラは、5℃及び15℃の解凍においても、また凍結期間が長期(32日間)でも、解凍直後の硬度は0.13kgUB以下であり柔らかさと弾力性を保っていた。

団子は高温で解凍した方が復元状況が良好であることから、-20℃で54日間凍結した後、25℃及び38℃で解凍を試みた。その結果を図6に示した。図より、両者ともに低温解凍とは異なり、硬度は0.5kgUB未満を示し、凍結前の状態とほぼ同じ値であった。なお、食感も柔らかく正常であった。



◇：団子 5℃解凍 △：団子 15℃解凍 □：カステラ 5℃解凍 +：カステラ 15℃解凍 (-20℃凍結)

図5 凍結団子及びカステラの解凍直後の硬度

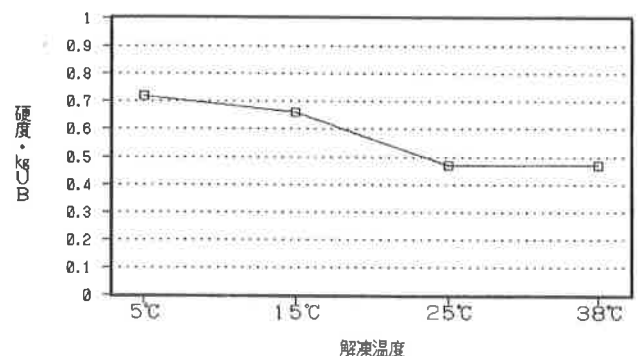


図6 凍結(-20℃)団子の解凍温度と硬度の関係

#### 4. 結 言

団子とカステラとでは、原材料や組織構造等の違いから生ずる要因から、凍結・解凍条件が異なることが分かった。

カステラは、水分蒸発割合が大きいので、凍結時及び解凍時にはラップフィルム包装が必要であった。

団子は、冷凍保存時に硬化し、また特に低温解凍では硬化現象が起こりやすいので、室温より高めの25℃付近で解凍を行うことが必要であった。

一方、中小製造業の現場では、使用している冷凍庫は、-20℃前後の冷却能力のものが多いことから団子の水分を凍結するのに時間がかかる。したがって現状設備で計画的生産が可能な冷凍・解凍技術を確立することが今後の課題となる。

#### 参考文献

- 1) 日本冷凍食品協会：最新冷凍事典，(株)朝倉書店発行（1991）
- 2) 中出政司：食品工業の冷凍，(株)光琳書院発行（1968）
- 3) 小宮山美弘，乙黒親男，小沢俊治，風間敬一：山梨県食品工業指導所研究報告誌，8，28（1976）
- 4) 金田尚志，五十嵐脩：食品学総論，(株)光生館発行，p.41（1987）