冷凍食品とホームフリージング

鈴木 徹

(東京海洋大学先端科学技術研究センター)

Frozen food and home freezing

Toru Suzuki

*Research Center for Advanced Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology,
4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo, 108-8477*

〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7

Frozen foods have been in use for 60 years. In recent years, the quality for commercial frozen food has been rated high from consumers and has become indispensable to the dietary habits of many consumers. In addition, home freezing, in which food is frozen by individuals, has gradually penetrated, and has been seen as one of cooking methods as well as for storage purposes. The use of frozen foods and home freezing are equivalence in the principle of freezing. Therefore, if consumers understand the principle well and take advantage of the advantages of home freezing and frozen foods, it can be expected that reduction of food loss, time, and eating habits will become not only effective style but also satisfied.

1. 緒 言

今日、冷凍食品は美味しく便利といった良いイメージがもたれることが多くなった。また、一方で、個人的に食事のため肉、野菜などの素材や、ご飯を冷凍して保存するなど家庭での冷凍保存、すなわちホームフリージングが昨今急速に普及している。

しかし、冷凍食品と家庭で冷凍した食品について、あらかじめ、言葉の使い方について整理したい。図1に示すように冷凍食品は産業上、商業取引を前提として製品の品質を保証する意味で「冷凍食品」として呼ばれ扱われている。スーパーマーケット等の冷凍食品売り場で販売されるパッケージに賞味期限、原材料情報などしっかりと表示されている多くの種類の製品は「冷凍食品」である。また、多くの冷凍食品製造企業が会員となっている日本冷凍食品協会は工場に対して認定制度¹⁾を導入し、冷凍食品の安全性・品質向上をサポートしている。

一方、TV等でよく見かける豊洲、築地で並べられている冷凍マグロ、あるいは魚市場で冷凍された原料に近い食材は冷凍物と呼んで「冷凍食品」とは区別した物流、商取引がされている。小売店でそのようなものを見かけるが、冷凍食品売り場とは別の売り場に置かれることにその理由がある。冷凍物であるからといって品質が劣る

ということでもない。原料に近い状態であるので、より原料の品質に左右され、かつ、ハンドリング、利用の仕方次第で千差万別な復元状態となることがありえる。すなわち、よりユーザーが冷凍物の知識が高くないとうまく利用できないことになる。

さらに、家庭で、個人で食材、料理済みの料理を冷凍したものは、特段呼び名はなく、その行為をホームフリージングと呼び、個人ユースに限定される。いずれにしても、その根底にある基本原理は同じである。図2に示すように、温度を低下させることは分子の動きを緩慢にすることであり、化学的反応、酵素的反応すべてを遅延させることになる。チルド温度でもその遅延は起こるため、品質劣化が遅くなる。食材中に水分が凍結する冷凍領域となると、それら反応が更に遅延し、微生物の活動が完全に停止する。すなわち、マンモスが凍土の中で数万年も腐らずに保存されていたのは、その原理が働いたためであり、冷凍食品も -18°C 以下で保存されている限り腐敗は永遠に起きない。

本稿では、冷凍食品、ホームフリージング、それぞれの普及の経緯と技術的な関係について考察する。

2. 冷凍食品の普及

食品の冷凍保存技術が本格的に実用化されてから60年

- 冷凍食品**：産業・商業取引上の名称。冷凍食品協会、国際的基準
下記の4条件を満たしたものを冷凍食品として扱う。
予備的処理・調理した食品
急速凍結した食品
-18℃以下にキープしたもの
消費者用包装を施したもの
食品衛生法上では-15℃以下で保存された食品と規定されている
- 冷凍物**：マグロ、水産物、原料として冷凍状態で流通されているもの
- 家庭での冷凍したもの**：ごはんや肉の冷凍など
(呼び名はない)

図1 食生活における「冷凍」に関する言葉の使い分け

図2 食品冷凍の基本原理

となる。歴史的に前回の東京オリンピックを契機に国のコールドチェーンの整備が後押し、冷凍食品の販売が本格化した（図3）²⁾。

冷凍食品は初期には、業務用冷凍食品が主流であった。すなわち、冷凍食品製造業者は冷凍状態で販売し、ユーザーは解凍・調理して最終顧客に提供する形が冷凍食品の利用の典型的パターンであった。最終消費者に小売店で販売する、あるいは宅配する形態の冷凍食品も同時に販売されていたが、消費者からのイメージは消してよいものではなかった。安価で、便利であるが美味しさには少々難有りといったイメージがあったことは否めない。しかしながら、ここ数年では、業務用は浸透した一方、市販の冷凍食品の評価が高くなり、美味しく便利、時短といった前向きなイメージをもたれることが多くなってきた。それはイメージだけではなく、冷凍食品の生産技術の発展高度化が寄与しているところが大である。よく「冷凍技術が進歩したから」という説明を求められる。もちろん、急速凍結装置の普及も寄与しているが、冷凍食品の生産技術向上はそれ以上に寄与している技術がある。冷凍食品生産の技術は大量のストック、物流を可能にするシステムであるがゆえに、一つの工場で膨大な量の生産が可能である。これによって、無駄を抑えコストを抑えた商品を消費者に提供できるメリットが生まれる。その膨大な冷凍食品生産に必要なことは膨大な量の調理生産技術である。この大量の調理生産技術の源は職人の技であり、切る、混ぜる、焼く、蒸すなどの調理技術を機械装置に置き換える必要がある。冷凍食品生産が活発になった初期においては、それら機械装置が未発達で職人の技術を再現できなかった。昨今、その専用装置が開発され職人の技を大量生産でも再現できるように

なったことが冷凍食品の美味しさ向上の一番の要因である。逆に冷凍食品産業が無ければ超大量調理技術の進化もなかったといえる。

また、最終消費者のもとで行われる解凍調理を見越した商品開発が行われていることも見逃せない。すなわち、解凍調理時にベストな状態になるように商品を設計する冷凍食品各メーカーの工夫も評価を上げた一因であろう。加熱して喫食する冷凍食品の場合、ある程度加熱した後、に冷凍し、最終的に解凍調理時の加熱で過剰加熱とならないよう設計されているのである。

さらに、昨今冷凍食品市場を賑わしている要因として、海外高級冷凍食品メーカーの進出や、量販店、コンビニエンスストア独自の目線から開発した冷凍食品の取扱量の増大等が着目される。欧米では、比較的大型オープンの利用が一般的であり、オープン調理用冷凍食品が多く取り扱われてきており、電子レンジ解凍調理が主流となる日本とは状況が異なる。そういった欧米消費者層をターゲットとした商品の輸入販売が試みられ、消費者から一定の評価がされるようになった。また、量販店やコンビニエンスストアでは個食と、より本物の美味しさにこだわったPB商品を店舗に導入し、これも消費者から一定の評価が得られているようである。

3. ホームフリージング

ホームフリージングは、個人で食材や調理済みの料理を家庭用冷蔵庫の冷凍室にて凍結して保管し、必要に応じて解凍・調理して利用する技術である。チルド保存では短期間の保存しかできなかった食材や食品をホームフリージングでは長期保存可能とする。これによって食材のロス削減、購入に伴う時間のカット、調理時間の短縮

図3 国内冷凍食品生産量の推移

(日本冷凍食品協会：統計資料)

などのメリットがある。昨今、家庭での食事の形態の変化、働き方の変化など社会的バックグラウンドの変化がホームフリージングの利用を後押しし広く根付きつつある。当然、多くのメディアがホームフリージングの手法を取り上げ、視聴者、読者が、ホームフリージングであってもその方法次第では、利便性はもとより品質の変化を極力少なくすることもできるし、美味しさも損なわれないことに理解を示し始めている。

さらにホームフリージングも、単なる保存といった観点から進化し、美味しさの追求、増強や、栄養価の維持とアップ、または、調理時間短縮の新しい調理手法としての利用に発展してきている。玉ねぎのソテーを調理する場合、生鮮な玉ねぎからソテーするよりも冷凍した玉ねぎを利用したほうが調理時間を半分以下に短縮できるなどが良い例である³⁾。そこには食材、食品が冷凍されることによる変化と調理の科学がベースにある。生鮮野菜類は冷凍すると細胞の膜が壊れる。そのため細胞内液が組織外流出しやすくなる。玉ねぎのソテー調理は、玉ねぎを加熱して、細胞膜を壊し水分を蒸発させることで、玉ねぎ成分の濃縮を進める。水分が多いときは加熱しても水分の蒸発潜熱に熱が奪われ、100℃以上には温度が上がらないが、水分が少なくなり蒸発が止むと100℃以上に温度が上昇する。そこで、メイラード反応が急速に進行して玉ねぎの色調は飴色に急激に変わる。この玉ねぎのソテー調理は、細胞内の水分を均等に飛ばすのに非常に時間がかかる調理工程であるが、冷凍した玉ねぎの細胞膜はすでに崩壊しているので容易に組織外に水分が

流出して鍋や加熱パンに広がり蒸発速度が極めて速くなる。そのため、ソテー時間が短縮されるのである。この原理を応用すれば、魚介類の出汁の抽出、逆に味の浸透なども冷凍食材を利用することで促進される。このように昨今ホームフリージングは、保存だけではなく、こういった利用のされ方でも着目されている。

ホームフリージングでは、専門の冷凍食品工場で用いられる急速凍結が利用できないが、ホームフリージングでも一般の冷凍冷蔵庫の冷凍室を用いて適切な手法で凍結すれば凍結の過程で損なわれる品質変化は少ない。冷凍庫に一度に多量の常温、あるいは、温かい食材を多量に入れると、凍結には一日以上の時間がかかる場合がある。その場合は、凍結によるダメージが大きくなる上、すでに入っている食材に対してダメージを与える。家庭用の冷凍庫は基本的に外部からの熱侵入、開閉時の空気の侵入による温度の上昇を補う能力しか持ち合わせていないので、多量の熱量をもった食材を投入すること自体避けるべきである。冷凍庫内にすでに収納されている冷凍食材があり、新たに未凍結食材を入れる場合、熱的には、すでにあった冷凍食材にも影響を及ぼし、また逆に及ぼされる。そのため新規に入れる量として許容される量は、1/3～1/4程度以下に抑えるべきであろう。

ホームフリージングでは、冷凍をシステムと考え、前処理、保管、解凍調理の方法を適時組み合わせることで利用できる食材や料理の範囲が広がる。ひき肉等を冷凍保存する場合、その形状が解凍時の復元性に大きく影響する。団子状に丸くしてラップで包んだ場合、表面積が

小さく保管中は乾燥が抑制されるが、凍結にも時間がかかる上、解凍時に非常に時間がかかる。電子レンジでも不均一解凍となるし、ボイルやフライパンで加熱する場合においても、表面の一部が加熱変性してきても、内部はまだ未解凍状態となることが多々ある。これは、団子、すなわち、球形である場合、中心部までの内部距離が長く、伝熱が間に合わず表面のみ加熱されるからである。よく雪の翌日に晴れて、道の雪は融けてしまっているのに、日向にある雪だるまが融けずに残っていることがある。これと同じ現象である。薄く広げて凍結した場合、凍結時間も短く、解凍も極めて短時間でストレスなく解凍できる。ただ、そういった薄板状にすることで表面積が増え、保管中に乾燥、酸化が進みやすくなるため、包装を厳密に工夫しなければならない。

このようなホームフリージングにおいて注意すべきシステムとしての考え方は、別所で解説しているので参考にされたい⁴⁻⁶⁾。

4. 冷凍科学のさらなる食生活への利用に向けて

冷凍食品の利用、ホームフリージングの利用、両者が食生活に大きな変化をもたらしつつあることは否定できない。図4に示すように、またその両者がお互いに影響を及ぼしあい、冷凍技術に対する科学的理解が深まることで相互に利用機会が増大する状況が生まれつつあると

いっても過言ではない。ただ、まだ冷凍保管時の劣化の主要因子が乾燥、酸化であることが、十分認識されていないことから、流通過程で劣化を招いたり、利用者自身の保管時に劣化を促進させてしまったりといった課題が残されている。さらに、解凍の科学も残された課題でもある。冷凍された食材・食品が解凍されるときに何が起るか、食材の性質に依存するところが大きく、これまで体系的に整理されてこなかった。食材・食品が生鮮で各種酵素が残存するものと、酵素が少ないか、作用しない食材かで注意すべき点が異なる。図5には、酵素活性をもつ生鮮冷凍食材の解凍時の温度履歴と注意すべき温度帯を示す。この注意すべき温度帯は、食材中心の温度だけではなく、表面の温度も同じ条件であることに注意すべきである。その結果、刺身のような食材であれば、氷水解凍が温度と速度の面でもっとも適切となる。加熱して喫食する食材であればいったん解凍せず、一気に凍ったまま加熱調理をすることも選択肢に入る。

このように冷凍された食材をどういった調理に使うかで、解凍手法の選択が必要となってくる。すなわち、調理の最終形態が何かによって解凍が必要か、解凍せずに、いきなりクッキングすべきかの選択が可能となる。

さらに、加熱済みの食材を冷凍した場合、解凍時の変化は小さい。それは、たんぱく質等の変性、細胞の崩壊がすでに終了しているためである。

図4 冷凍技術の食生活での利用浸透

図5 酵素活性をもつ生鮮冷凍食材の解凍時の温度履歴と注意すべき温度帯

以上、冷凍に関する科学は、ホームフリージングの利用促進、さらなる冷凍食品の発展を促し、我々の食生活のスタイルに変化をもたらすことが期待できる。その変化が人の食生活にとって良い方向に向かうことを期待して止まない。

文 献

- 1) 日本冷凍食品協会：冷凍食品の認定制度, <https://www.reishokukyo.or.jp/certification/> (2020年2月1日閲覧)
- 2) 日本冷凍食品協会：統計資料 国内生産, <https://www.reishokukyo.or.jp/statistic/production/> (2020年2月1日閲覧)
- 3) 鈴木徹, 島本美由紀：野菜のおいしい冷凍・解凍, 毎日新聞出版, 東京, p.18 (2018)
- 4) 鈴木徹：コールドチェーン全体で作るおいしい冷凍食品—システム化冷凍技術と冷凍調理・冷凍処理—, 月刊フードケミカル 6月号, 21-27 (2017)
- 5) 鈴木徹：冷凍食品の基礎知識～食品冷凍と冷凍による食品変化のメカニズム～ (連載 冷凍食品の活用法), 日本栄養士会雑誌, 61 (10), 14-18 (2018)
- 6) 鈴木徹：食品の凍結・保管・解凍による品質変化の全体像 (「フード・フォーラム・つくば」夏の例会より), 食品と開発, 53 (9), 37-41 (2018)