

冷凍食品の食品衛生学的研究 第Ⅱ報

—冷凍魚の解凍温度と保存温度の鮮度におよぼす影響*—

尾崎良嗣・野村治子

Food hygienic study of frozen foods (II)
—Effect of defrosting and storing temperature
on the freshness of frozen fish—

YOSHITSUGU OZAKI and HARUKO NOMURA

冷凍魚の解凍およびその後の保存温度は、少なからず鮮度に影響するものと考えられる。現在、冷凍魚の安全性を目的とした規格基準のないままに、店頭で解凍して鮮魚のごとく見せかけて販売されている冷凍魚に注目し、解凍および保存温度をそれぞれ5°C、15°C、25°Cに設定、その組み合わせによる9種の実験計画をたて、初期腐敗点に至る鮮度低下速度を分散分析法により検討した結果、「解凍温度より保存温度の方が著しく鮮度に影響する。」との結果を得た。冷凍魚の解凍後の品質管理に対する規制措置が要望される。

緒 言

近年、冷凍食品中冷凍魚の生産高はとくに著しく¹⁾、今後ますます増加の一途をたどるものと思われる。しかし、この冷凍魚を凍結状態で販売しているのはごく限られた店（冷凍魚協会指定店）のみで、市場においては、冷凍魚に対する十分な規制のないままに、小売業者の大半は低廉な冷凍魚を購入し、これを解凍することによって、生鮮魚のごとく見せかけて販売しているのが現状である。

およそ、凍結させたままの食品（Fresh Frozen Food）は、解凍した後に調理して食されるのが普通であるが、解凍によって食品は調理し易くなる反面、1）氷結晶がとけて肉質が柔らかくなる。2）温度が昇りかつ組織が氷結晶によって損傷されているために、微生物や酵素が働き易くなる。3）Dripの流出をみる。4）空気によって酸化され易い。5）一時的に体積が膨張して内圧が増加する。などの物理的・化学的・微生物的な現象がおこるとされている²⁾。そしてこれらの現象はすべて、食品の品質に好ましくない作用があるから、冷凍魚においても当然解凍によって、品質の低下はまぬがれないものと推察する。

また一方、解凍された冷凍魚をそのまま店頭で放置することは、上記のごときさまざまな現象によって、おそ

らく凍結前の状態とは異質となったと察せられ、鮮魚に比して鮮度低下速度の速い冷凍魚の品質¹⁾は、速やかに鮮度の低下を来すであろうと想像する。

そこで、著者らは、この事態を重視して、本報においては冷凍魚に不可欠である、解凍および解凍後の保存における温度が鮮度におよぼす影響のみをとりあげて、第Ⅰ報にしたがい、VB-Nの経時的変化の回帰直線より初期腐敗点を推定し、そのPointへの鮮度低下速度を指標として判定した。

その結果について、食品衛生学的観点より、冷凍魚の解凍後の品質管理に対する一見解を表明したい。

I 試験方法

(1) 試料

第1報¹⁾と同種のRound形態、北洋産黄金カレイを冷凍魚協会指定店より購入使用した。

表1 実験計画

解凍温度 保存温度	B ₁ (5°C)	B ₂ (15°C)	B ₃ (25°C)
A ₁ (5°C)	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃
A ₂ (15°C)	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃
A ₃ (25°C)	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂	A ₃ B ₃

* 日本家政学会 第32回 関西支部研究発表会にて発表

(2) 温度の設定

解凍および保存温度は、5°C (夏季冷蔵庫内平均温度)、15°C (常温)、25°C (夏季平均水温) を想定し、実験計画表上、10°C の温度間隔の組み合わせによる9種の実験条件を設定した。

(3) 試験項目

VB-N の定量を Conway の微量拡散法により、第I報¹⁾ に準じて実施し、関連指標としては、官能検査および pH 値を測定した。

II 解凍速度

魚 (カレイ) の重量および、解凍媒体温度の解凍速度への影響を検討した結果

(1) 魚の重量と解凍速度

魚の重量と解凍速度の関係を図1に示す。同一温度下においては、重量による解凍時間への影響は、比較的小さい。

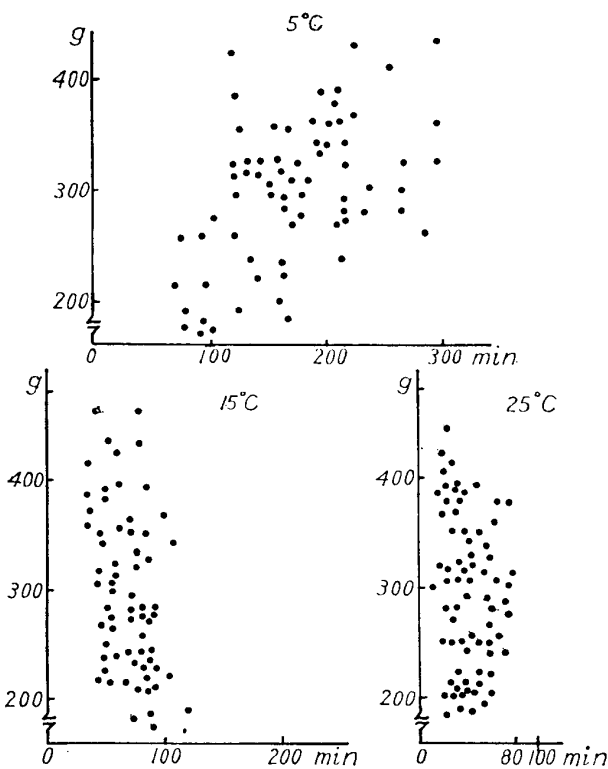


図1 重量に対する解凍速度

(2) 解凍媒体温度と解凍速度

解凍媒体温度と解凍速度の関係を図2に示す。解凍媒体温度が高くなるにつれ、解凍速度は速くなる。

以上における解凍速度は、解凍のために与えなければならない単位時間当りの熱量を、 Q kcal/hr とすると、 Q の値は次式によってあらわされる³⁾。

$$Q = \alpha F (t_2 - t_1)$$

α = 表面熱伝達率 [kcal/m²hr°C]

F = 表面積* [m²]

t_2 = 解凍媒体温度 [°C]

t_1 = 凍結食品温度 [°C]

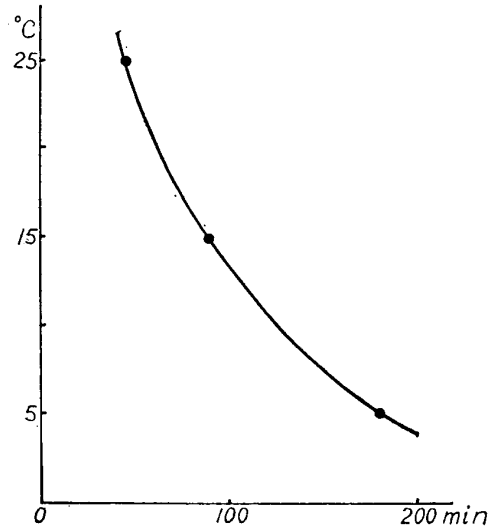


図2 解凍温度と解凍速度

この関係より、 α 、 F 、 $(t_2 - t_1)$ が大きくなれば、解凍速度は速くなる。

今、カレイの表面積 F^* は、厚みのうすい食品であるため、重量に比例するものと仮定すると、関係式の熱伝達率 α も静水の場合 100 kcal/m²hr°C で一定で、表面

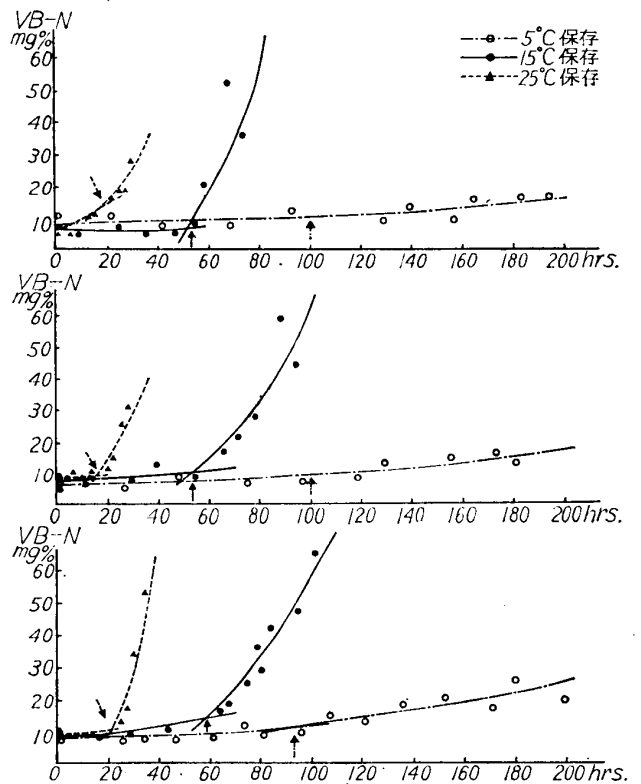


図3 VB-N の経時変化の Pattern

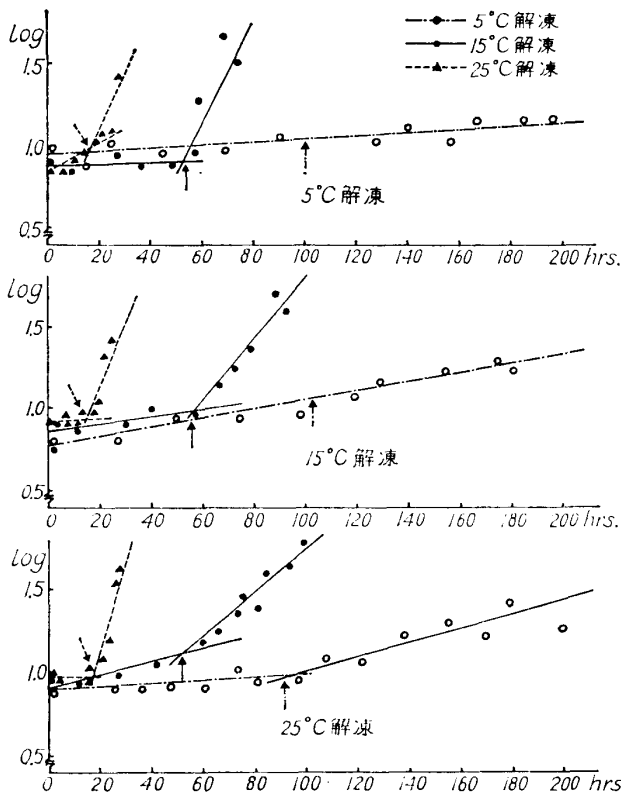


図4 VB-N の経時変化の回帰直線

積すなわち重量の影響が比較的すくなく、 Q は $(t_2 - t_1)$

の差で表現されるものと考える。

ただし、図1における5°Cの場合のちらばりは、 $(t_2 - t_1)$ の差が、解凍温度が低いため小さく、 Q に与える F の影響が、15°C、25°C に比較して大きくなったものと理解した。

III 鮮度判定

(1) VB-N 量の測定結果

1) VB-N 量の経時変化の Pattern

各保存温度、解凍温度における VB-N 量の経時変化の Pattern を図3に掲げたが、第I報と同じ Type を示す結果を得た。

2) VB-N 量の経時変化の回帰直線 および初期腐敗点

表2 初期腐敗点に至る鮮度低下速度

	5°C 解凍 (B ₁)	15°C 解凍 (B ₂)	25°C 解凍 (B ₃)
5°C 保存 (A ₁)	100	100	90
15°C 保存 (A ₂)	57	57	51
25°C 保存 (A ₃)	18	14	17

表3 官能検査の経時変化

観 察 事 項	5°C保存			15°C保存			25°C保存		
	5°C 解凍 hrs.	15°C 解凍 hrs.	25°C 解凍 hrs.	5°C 解凍 hrs.	15°C 解凍 hrs.	25°C 解凍 hrs.	5°C 解凍 hrs.	15°C 解凍 hrs.	25°C 解凍 hrs.
新鮮，磯臭を感じる。 肉質は弾力があり，白く硬い。 皮は剥離し易い。	0~ 48	0~ 48	0~ 48	0~ 8	0~ 24	0~ 40	0~ 8	0~ 4	0~ 2
肉質は軟化しはじめ弾力性を欠く。 悪臭はない。	48~ 70	48~ 70	48~ 70	8~ 24	24~ 40		8~ 12		
肉質は軟化し，もろくなる。 黄色を帯びてくるが，特別な臭気はない。				24~ 50	40~ 50	40~ 50	12~ 16	4~ 8	2~ 5
* 肉質はさらに軟化，表面やや粘液を生じる。臭はするが必ずしも腐敗臭とは限らない。	70~120	70~120	70~ 84	50~ 64	50~ 64	50~ 52			5~ 15
** 肉質はもろく，表面の粘液は多くなる。 やや腐敗臭を感じる。	120~130	120~130	84~110	64~ 80	64~ 80	52~ 80	16~ 20	8~ 19	15~ 20
完全な腐敗臭，肉質の水分が減少，粘液の生成が著しく表面に塊状の物質がつく。 個体により脊椎骨に沿って赤変する。	130~180	130~168	110~204	80~	80~ 96	80~104	20~ 24		
肉質はきわめて軟化 肉質と骨は分離し易い。 腐敗臭は著しい。	180~196	168~180				104~		19~ 24	20~ 36

*~** 初期腐敗

第1報に従って回帰直線を描いた結果を図4に掲げ、それによって推定された初期腐敗点を矢印で示す。

3) 初期腐敗点至る鮮度低下速度

初期腐敗点至る鮮度低下速度を表2に示す。

(2) 関連指標の測定結果

1) 官能検査

表3による官能検査の結果、初期腐敗点至る鮮度低下速度は、5°C 解凍、15°C 解凍、25°C 解凍のいずれにおいても、保存温度が5°C では100時間、15°C では57時間、25°C では17時間であった。

2) pH 値の測定

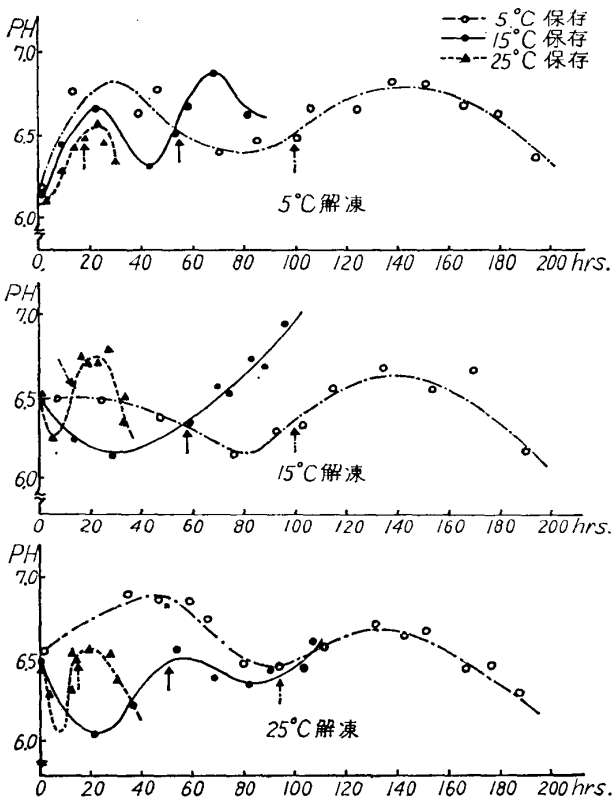


図5 pH 値の経時変化

表4 分散分析表

	f (自由度)	S (平方和)	V (平均平方和)	F_0
T (全体)	8	9784		
A (保存)	2	9684.4	4842.3	413.8**
B (解凍)	2	52.6	26.3	2.2*
e (誤差)	4	46.8	11.7	

$F^{**}(2,4 : 0.01) = 18.00$

$F^*(2,4 : 0.05) = 6.94$

保存温度 $413.8 > 18.00$

解凍温度 $2.2 < 6.94$

pH 値の経時変化を図5に示す。第I報と同様それぞれ一旦下降して、再び上昇する過程を繰返しつつ、変動は次第に小さくなる。官能検査における初期腐敗点を矢印で示せば、いずれも再上昇の途上にある。

(3) 分散分析法による検定

以上の各温度条件下における鮮度低下速度を、分散分析法により検定した結果を表4に示す。

検定の結果、保存温度は1%の有意水準で有意であり、解凍温度は、5%の有意水準でも有意でないとの結果を得た。

IV 解凍曲線と解凍の終末温度

解凍中の食品の温度上昇は、図6の解凍曲線で示される。

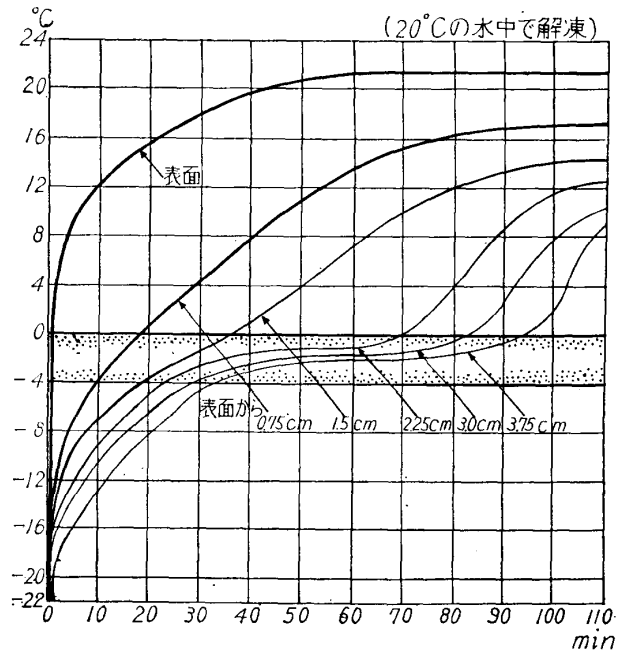


図6 解凍曲線

したがって、外部加熱のときは、凍結曲線の逆の形状を示し、ほぼ最大氷結晶生成帯あたりの温度付近において、曲線は平坦となる。そしてこれは、厚みの厚い食品、すなわち表面と深部との間隔の著しい食品ほど、平坦部に作用する時間は長い。このことは、加えた熱の大部分が、解凍のための潜熱に当てられその結果、食品温度の上昇がおくれているものと理解する。故に、今この温度帯を有効解凍温度帯と称すると、食品の深部が有効解凍温度帯の上限温度以上に達したとき、完全解凍になるのであるから、厚みの薄い食品ほど速やかに解凍する。(食品冷凍の理論と応用³⁾より引用)

V 考 察

以上の結果を考察するに、カレイは厚みの薄い食品で

あるために、有効解凍温度帯にさらされる時間は短く(図6参照)したがって、表面温度と深部温度との時間的ずれがすくなく、解凍速度は速く、食品の表面が解凍媒体にさらされている時間もまたすくなくすみ、解凍のための温度条件が品質に与える影響はほとんどなく、本試験の結果のごとく、保存温度の方がはるかに大きく鮮魚へ影響をおよぼしたものと考えた。

なお、本試験の結果については、試料魚(カレイ)が厚みの薄い食品であるための特殊性とも考えてみたが、分散分析法による検定の結果、あまりにも保存温度の影響が大きかった事実より推して、一般魚においても同傾向の結果を示すものと判断した。

結 語

著者らは以上の結果に対して食品衛生学的観点より、冷凍魚の販売に対し、次のごとき見解を表明する。

すなわち、凍結された鮮魚は、その生産から消費者に至るまでの流通過程において、たとえ不衛生な取り扱いによって、微生物などの汚染を受けようとも、食品の温度が深部凍結温度に保たれている間は、一応安全な食品であると考えられる。しかし一旦解凍して食品温度が上昇し、しかもその状態が長く続くとすると、物理的・化学的变化に加えて、微生物の増殖は著しく、鮮度は急激に低下して、遂には食中毒の原因ともなりかねないと考えた。このことは、本試験における結果と、後日報告予定の解凍後の冷凍魚の含菌数の経時的变化が平行して増加している結果をみても、一層明確に証明できるのであ

る。したがって現在のごとく、解凍後の取り扱いになんの規制もないままに放置されている事実は、食中毒の多発も予想され、まことに憂慮すべきことであると考え

る。ことに Cold Chain の趣旨からも、鮮魚が凍結された後、消費者の手に渡るまで、必ず凍結されたままの状態

で販売されることを規制すべきであると考え。しかしながら、やむをえず解凍して販売することを許可した場合においては、解凍方法および解凍後の取り扱いに対して、解凍技術や保存の設備をととのえると同時に、安全性の確保を目的とした法的規制を至急に確立して、徹底的な指導、取締を実施すべきだと考える。

謝 辞

稿を終るに臨み、御助言御指導を賜った千葉大学腐敗研究所、林誠教授、敝本力講師に深謝するとともに御協力頂いた熊谷加代子、鈴木晴子の両氏に感謝する。

(1969年8月30日受理)

文 献

- 1) 野村治子：冷凍食品の食品衛生学的研究 第I報、京都府立大学学術報告(理学および家政学) 20, (1969)
- 2) 加藤舜郎、石渡憲治：食品冷凍法., 75, 恒星社厚生閣(1965)
- 3) 加藤舜郎：食品冷凍の理論と応用., 429, 光琳書院(1967)