

冷凍食品に関する研究 第1報

冷凍マグロ肉の鮮度についての基礎的検討

山内 知子・南 廣子

Studies on the Frozen Foods (Ist Report)

A Basic Study on the Freshness of the Frozen Tuna

Tomoko YAMAUCHI and Hiroko MINAMI

はじめに

冷凍食品は、1968年以後政府のコールドチェーン（冷凍食品流通機構）の育成政策が実施され、ここ数年の間に生産量が10倍以上の伸びを示し、各家庭においても業務用としても非常に多く消費されている現状である。我々が名古屋女子大学の学生を対象として「冷凍食品の利用に関するアンケート調査」¹⁾を行った結果によっても、回答者の91.3%が冷凍食品を利用し、そのうち40%近くが週数回利用しており、今日の日本人の食生活の中に冷凍食品が一定程度定着して来ていることを認めた。そのアンケートの中で、購入時の目安に製造年月日をあげた回答者が45%あり、消費者が冷凍食品の品質の安全性について、一番不安を持っていることを認めた。

現在の冷凍食品の品質の保証は、1970年以後冷凍食品製造関係者が、冷凍食品の自主検査体制を整え、検査合格品に認定書マークを貼布するという一点のみである。この認定書はあくまで、製造段階における品質を保証しているだけで、製品が消費者の手に渡る直前における品質を保証しているものではないと考えられる。

そこで冷凍食品の品質の安全性がその生産・流通・販売・消費の全過程において管理されているか否かを知る指標として、鮮度判定恒数（K値）を用いる事が適当か否かについて基礎的検討を行った。

今回は冷凍マグロ肉を試料として、その鮮度判定恒数（K値）とpHを測定した。それらの値が貯蔵温度および貯蔵時間によるマグロ肉の品質の変化を鋭敏に反映し得るものか否かについて検討し、併せて若干の市販マグロ肉の鮮度についても、同様に測定を行ったので報告する。

実験方法

1. 試料

変化が鋭敏で流過程における品質の変化を把握するのに適していると考えられる冷凍マグロ肉を試料として用いた。

名古屋市内のスーパーマーケットで販売されている解凍の進んでいない冷凍マグロ肉（キハ

ダ: *Neothunnus. albacora*) を使用し, 100g ずつ切り分けて, 市販のサランラップで包装した。

2. 貯蔵温度および時間

貯蔵温度は, -20°C (家庭用冷凍庫), 5°C (家庭用冷蔵庫), 20°C (恒温器) として, 各温度における貯蔵時間を, 2時間, 4時間, 6時間, 8時間, 10時間, 12時間, 1日, 2日, 3日, 7日, 10日, 20日, 40日間と設定した。

3. K値およびpHの測定方法

1) 筋肉抽出液の調整

マグロ肉 5g に氷冷した 10% 過塩素酸 10ml を加えて乳鉢ですりつぶし, 遠心分離する (4000 r. p. m., 15 分間)。その上澄液と沈殿物を 5% 過塩素酸にて 2 回洗浄した混合液を, 1.0 N 苛性カリで pH6.5 に調整し氷冷すると, 過塩素カリの沈殿を生ずる為, 遠心分離によってその沈殿物を取り除く。その沈殿物を過塩素酸の苛性カリ中和液 (pH6.5) で更に 2 回洗浄する。上澄液および洗浄液に上記中和液を加えて 50ml に調整し, その一定量を実験に供した²⁾。

2) イノシン・ヒポキサンチンの定量

Nucleoside phosphorylase および Xanthine oxidase 併用法²⁾ を用いた。

Boehringer 社製 Nucleoside phosphorylase および Xanthine oxidase を用い, いずれも入手後 5°C の冷蔵庫に保管した。

前記の筋肉抽出液 1ml に 0.25 M phosphate buffer (pH7.6) 3ml に, それぞれの酵素液から新しく希釈した Nucleoside phosphorylase (150 倍希釈, 0.016 国際単位/ml) および Xanthine oxidase (140 倍希釈, 0.056 国際単位/ml) を 0.5ml ずつ, または Xanthine oxidase のみを 5ml 加え, 30 秒間サーモミキサーで振盪した後 37°C に 30 分間放置した。反応後日立分光光度計 124 型にて吸光度を測定した。

3) K 値の算出法

K 値の算出は次のように行った³⁾。

$$\text{K 値}\% = \frac{E_{290} (A - B) \times \frac{12,400}{13,000} + E_{290} (B - C) \times \frac{10,600}{13,000}}{E_{250} D} \times 100$$

但し

$E_{290}A$: 筋肉抽出液に Nucleoside phosphorylase と Xanthine oxidase を反応させたときの 290m μ での吸光度

$E_{290}B$: 筋肉抽出液に Xanthine oxidase を反応させたときの 290m μ での吸光度

$E_{290}C$: 筋肉抽出液の 290m μ での吸光度

$E_{250}D$: 筋肉抽出液の 250m μ での吸光度

12,400: イノシンの 250m μ での分子吸光係数

13,000: 尿酸の 250m μ での分子吸光係数

10,600: ヒポキサンチンの 250m μ での分子吸光係数

4) pH はマグロ肉 5g に蒸留水 10ml を加えて乳鉢でよく混和したのち, ガラス電極 pH メーターおよび pH 試験紙にて測定した。

結果および考察

鮮度判定恒数 (K 値) は, 内山ら⁴⁾によると 20% 以下が鮮度として良好であると言われてい

る。測定値は、同一条件下のマグロ肉を5検体測定し、平均値±標準誤差で示した。
 <−20°Cの貯蔵温度におけるK値の経時的変化>

表1 −20°Cの貯蔵温度におけるK値の経時的変化

貯蔵日数	購入直後	7日	10日	20日	40日
K 値	5.09	7.04	9.35	7.53	9.64
	3.34	7.03	7.05	7.62	7.11
%	5.51	6.02	7.37	7.29	8.19
	4.66	7.17	7.17	7.22	7.27
	4.53	6.31	6.73	8.40	6.83
M±SE	4.59±0.37	6.71±0.23*	7.53±0.46	7.61±0.21	7.81±0.51

* P<0.01

購入直後のマグロ肉のK値は、4.59±0.37%を示した。(表1)

購入直後のマグロ肉を−20°Cの冷凍庫で、7日、10日、20日、40日間貯蔵した場合のK値の経時的変化は、6.71±0.23%、7.53±0.46%、7.61±0.21%、7.81±0.51%と漸増する傾向を認めた。購入直後に比べ7日目のK値は、1%以下の危険率で推計学的に有意の上昇を認めたが、7日目以降の各日数間には有意の上昇を認めなかった。購入直後のK値に比べ、7日目のK値のみが有意の上昇を示したのは、後述の+20°CにおけるK値の時間的変化の結果と併せて考えると、試料購入後各々の温度に貯蔵する為の作業過程におけるK値の上昇と推察された。従って−20°Cの貯蔵温度の条件下では、40日間の貯蔵においてもK値は著しい上昇を示さずマグロ肉の鮮度は、比較的安定していると考えられた。以上の結果より冷凍食品は、その流通・消費過程において−20°Cに温度が管理されておれば、品質の鮮度は保持されるものと考えられた。

<5°Cの貯蔵温度におけるK値の経時的変化>

表2 5°Cの貯蔵温度におけるK値の経時的変化

貯蔵日数	購入直後	3日	7日	10日
K 値	5.09	13.09	15.75	25.64
	3.34	14.66	16.14	25.65
%	5.51	14.08	16.22	25.71
	4.66	13.73	15.77	25.58
	4.33	—	17.49	25.35
M±SE	4.59±0.37	13.89±0.33*	16.27±0.31*	25.59±0.06*

* P<0.01

5°Cの冷蔵庫で、3日、7日、10日間貯蔵した場合のK値の経時的変化は(表2)、13.89±0.33%、16.27±0.31%、25.59±0.06%と段階的な増加を示し、購入直後と各貯蔵日数および各日数間のK値は、すべて1%以下の危険率で有意の差を認めた。なお10日間貯蔵したマグロ肉は、多少腐敗臭があり、蛋白質の分解によると思われる粘性がみられた。マグロ肉の肉眼的色調は、表面は赤紅色から暗紅色に変化していたが、内部はほとんど変化を認めなかった。以上5°Cの貯蔵温度における条件下では、日数の経過と共にK値は上昇し、鮮度が明らかに低下していく事を認めた。この事実は、我々のアンケート¹⁾の中で、購入後の保存を約50%の人が、

冷蔵庫にて、又約11.3%の人がフリーザーにて行っているという結果と併せ考えると、冷凍食品の消費過程における品質の管理について十分な注意と啓蒙が必要であると考えられた。

<20°Cの貯蔵温度におけるK値の経時的変化>

表3 20°Cの貯蔵温度におけるK値の経時的変化

貯蔵時間	購入直後	2時間	4時間	6時間	8時間	10時間	12時間	1日	2日	3日	7日
K 値	5.09	6.02	5.93	5.92	9.30	14.95	30.70	48.35	83.47	86.42	
	3.34	5.96	5.37	6.62	9.70	16.16	34.40	57.73	89.84	91.02	
%	5.51	5.66	5.72	6.24	9.68	16.39	34.53	51.83	88.61	96.49	>100
	4.66	6.09	6.40	6.32	10.16	15.87	31.75	55.45	94.05	93.84	
	4.53	5.53	6.24	6.79	10.14	17.11	31.04	56.45	99.58	96.09	
M±SE	4.59 ±0.37	5.85 ±0.11	5.93 ±0.18	6.38 ±0.15	9.80 ±0.16	16.10 ±0.35	32.48 ±0.83	53.96 ±1.71	91.11 ±2.71	92.77 ±1.83	

20°Cの恒温器で2時間、4時間、6時間、8時間、10時間、12時間、1日、2日、3日間貯蔵した場合のK値の経時的変化は(表3)、 $5.85 \pm 0.11\%$ 、 $5.93 \pm 0.18\%$ 、 $6.38 \pm 0.15\%$ 、 $9.80 \pm 0.16\%$ 、 $16.10 \pm 0.35\%$ 、 $32.48 \pm 0.83\%$ 、 $53.96 \pm 1.71\%$ 、 $91.11 \pm 2.71\%$ 、 $92.77 \pm 1.83\%$ と増加を示し、7日間貯蔵においては、K値が100%以上を示し、貯蔵時間の経過と共に、鮮度が著しく低下することを認めた。購入直後と2時間目のK値は、2%以下の危険率で有意の上昇を認めたが、2、4、6時間の各貯蔵時間の間には有意の差を認めず、また8時間以上の各貯蔵時間の間にはすべて1%以下の危険率で有意のK値の上昇を認めた。特に12時間以上においては、腐敗臭と色調の変化を認め、食用として利用するのは不可能な状態である事を認めた。

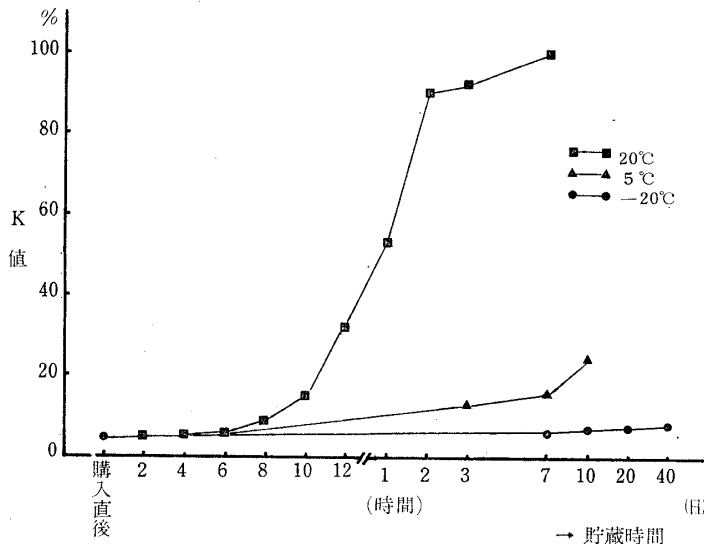


図1 K値の経時的変化

<K値測定の有用性について>

各貯蔵時間におけるK値の経時的変化を比較してみると(図1)、-20°Cでは貯蔵時間の増加によってK値はほとんど上昇を示さないが、5°C、20°Cにおいては時間の経過と共にK値は明らかに上昇する。

冷凍食品は、生産から消費までに貯蔵・輸送・配送・販売・消費の各過程を経なければならず、それに要する日数が平均250日であり、またその過程に

おける温度の変動巾と変動回数は大きくまた多いものと考えられる⁵⁾。今回の実験結果は、このような特徴を有する冷凍食品の品質の安全性が、温度および時間によって大きく規定されている事を示しており、流通・消費過程における温度・時間の測定は、品質の管理上、有用な指標となると考えられた。また同時に、これら二つの要因によって、K値が鋭敏な変化を示したことは、K値の測定が、マグロ肉の鮮度を知る指標として有用であるばかりでなく、流通・消

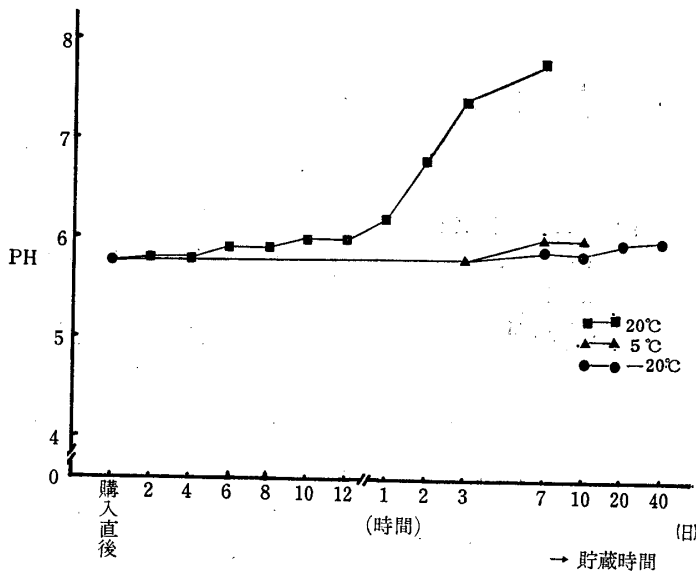


図2 貯蔵温度における pH の経時的変化

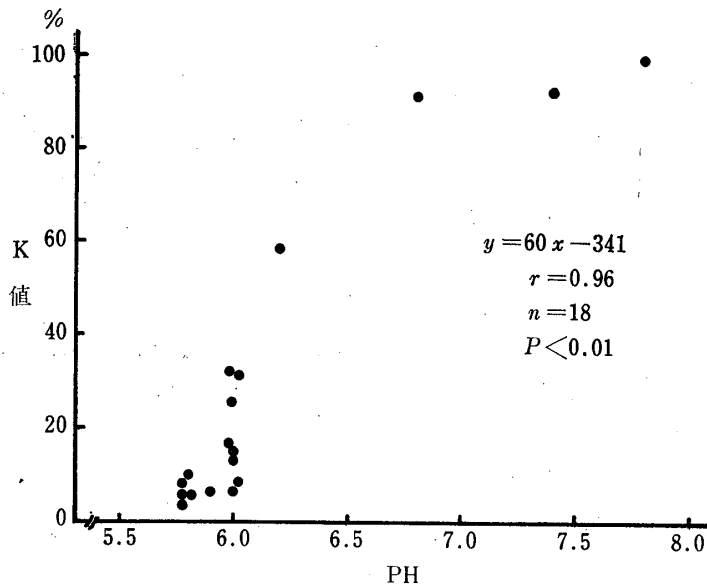


図3 K 値と pH の相関関係

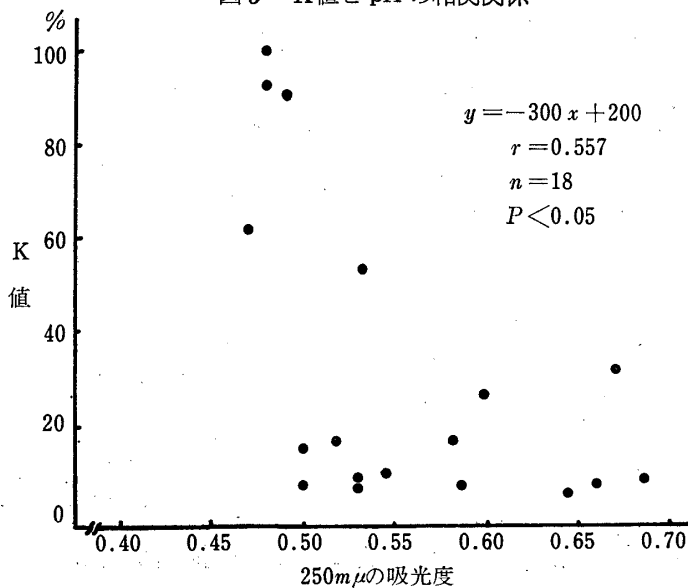


図4 250mμの吸光度と K 値との相関関係

費過程における品質低下原因、あるいは鮮度保持の改善手段の検討に有用であることを示している。

今後、我々は、冷凍食品の流通・消費過程における品質の管理の実状と今後の在り方を明らかにするために、今回の検討を基礎に、温度・時間およびK値を実際の各過程に沿って測定する予定である。

<pH の各貯蔵温度における経時的変化とK値との関連>
 マグロ肉の pH の測定値 (図2) は、購入直後は5.8を示し、-20°C、5°Cでは各貯蔵時間と共に、5.8~6.0の間に分布し、大きな変動を示さなかった。20°Cにおいては、1日目6.2、2日目6.8、3日目7.4、7日目7.8と貯蔵日数の増加と共に著明な上昇を示し、死後硬直完了後、鮮度の低下と共にアルカリ性に傾くものと考えられた。また pH とマグロ肉の鮮度を鋭敏に反映するK値との相関関係をみると、1%以下の危険率で有意の正の相関関係を認めた (図3)。以上の事実より pH は、K値程鋭敏ではないが、鮮度の変化を一定程度反映するものと考えられた。

<250mμ の吸光度と K 値および pH との相関関係>

250mμ の吸光度と K 値の間には、5%以下の危険率で有意の負の相関関係を認めた (図4)。また 250mμ の吸光度と pH との間にも 5%以下の危険率で有意の負の相関関係を認めた (図5)。ATP 分解生成物

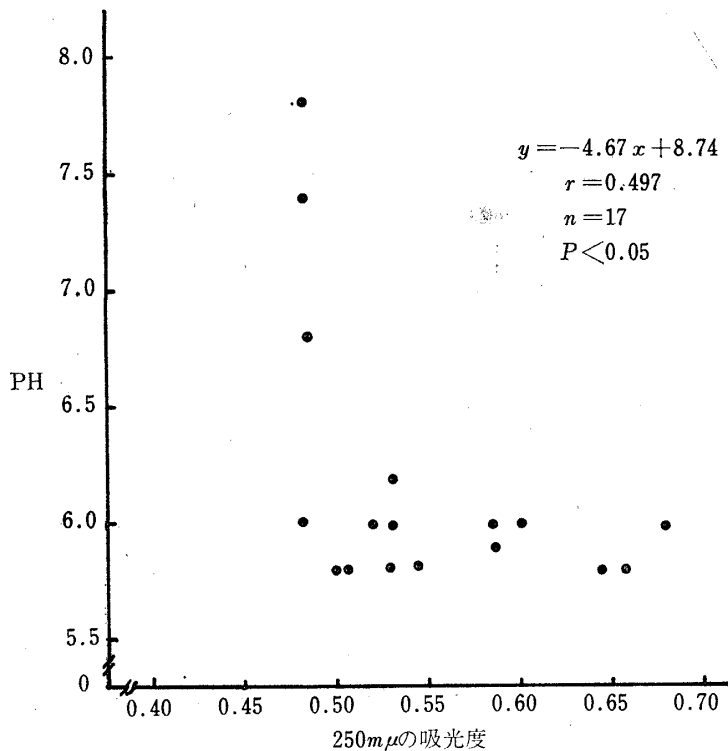


図5 250m μ の吸光度とpHとの相関関係

の総量に比例するとされている250m μ の吸光度の測定により、新鮮なものは高値を、また鮮度の低下と共に低値を示す傾向を認めた事は、250m μ の吸光度の測定が、K値程鋭敏ではないが、鮮度を一定程度反映する簡便な方法であると考えられた。

<市販マグロ肉のK値について>

市販マグロ肉の鮮度が、販売店および価格によって異なるか否かを知る目的で、刺身用マグロ肉を名古屋市内3カ所の小売店より購入し、そのK値を測定した(表4) >A店の400円/100gのマグロ肉のK値は7.48 \pm 0.57%, B店の180円/100gのものは10.38 \pm 1.05%, C店の

の150円/100gのものは14.02 \pm 0.69%を示し、市販マグロ肉が比較的良好な鮮度を有していることを認めた。また価格の高いもの程良好な鮮度を有している傾向を認めたが、購入店数および価格の異なる試料の検数が少ないため、今後の検討を要するものと考えられた。

表4 小売店で刺身として販売されているマグロ肉のK値

小売店 販 価	A 店 400円/100g	B 店 180円/100g	C 店 150円/100g
K 値 %	7.70	7.78	13.55
	7.71	10.00	14.56
	8.61	12.87	12.22
	5.88	10.86	16.37
	—	—	13.41
M \pm SE	7.48 \pm 0.57	10.38 \pm 1.05	14.02 \pm 0.69

要 約

冷凍マグロ肉を試料として、その流通・消費過程における品質の変化を知る指標として、K値およびpHが有用であるか否かについて若干の基礎的検討を行った。その結果

1. 生食用冷凍マグロ肉の生産・流通・消費過程における品質の変化を知る指標として、Nucleoside phospholyase および Xanthine oxidase 併用法によるK値の測定は、極めて有用であり、K値が貯蔵温度および時間による品質の変化を鋭敏に反映する事を認めた。
2. 冷凍マグロ肉のpHおよび筋肉抽出液の250m μ の吸光度は、K値との間に有意の相関関係

を認め、品質の変化を知る上で、K値程鋭敏ではないが簡便な指標となりうる事を認めた。

3. 名古屋市内3カ所の小売店より購入したマグロ肉のK値を測定した結果、比較的良好な鮮度を有した価格の高いもの程良好な鮮度を有している傾向を認めた。

(なお、本論文の要旨は日本家政学会中部支部第21回総会において発表した。)

参 考 文 献

- 1) 南広子・佐藤知子：名古屋女子大学紀要，20・15～21（1974）
- 2) 江平重男・内山均：日水誌。35・1080～1085（1969）
- 3) 尾藤方通：冷凍。48・846～852（1973）
- 4) 内山均他4名：日水誌，36・177～189（1970）
- 5) 昭和50年度日本冷凍協会学術講演会講演論文集：日本冷凍協会135～140