

静止空気解凍における凍結魚体温度上昇時間 と鮮度との関係

西 元 諄 —*

Relationship between the Thawing-time of Frozen Fish Muscle and its Freshness after Thawing

Jun-ichi NISHIMOTO

Abstract

In order to study the relationship between the thawing time and the fish muscle freshness after thawing, observations were carried out after the frozen fish muscle was kept at various ambient temperatures in air. The results were as follows:

1. Marked correlation was shown between thawing time and K-value of thawed fish muscle calculated at lower ambient temperatures (0, 5 and 10°C). And fairly good correlation was shown between these two when the temperature of the fish muscle at the centre rose up to 0°C and higher correlation was noted at the time when it rose from 0°C further to 15 and 20°C.

2. High correlations were shown between thawing time and the amount of VBN in the thawed fish muscle at various ambient temperatures in air.

3. The freshness of the thawed fish muscle may reasonably be estimated by the regression line of the relation mentioned above.

既報¹⁾²⁾³⁾では、解凍終了の目安を被解凍物の中心温度が 0°C に達した時においた。しかし、生鮮魚解凍においては魚体の中心温度がそれらの凍結点附近に達したら解凍操作を止め直ちに次の処理を行なうことが提案され⁴⁾、田元⁵⁾は冷凍すり身の解凍実験において、半解凍が品質のよいカムボコになることをみている。したがってこれらの条件は品質保持上有効であることがしられる。この実験では、現場での作業を円滑にするため解凍後の鮮度を簡単に推定することは必要なことと考え、被解凍物の中心温度が凍結点附近、0°C および 0°C 以上に達するまでの時間とその設定温度に達した時の鮮度とを測定することによりこれらの関係をしらべその回帰線から鮮度を推定することを試みたので以下に報告する。

実 験 方 法

鹿児島市中央卸売市場よりアジ (*Trachurus japonicus*) を購入し、精肉のみを細碎し 100 g の円柱状 (52φ×47 mm) とし、-25°C で一夜凍結後、一定温度 (0, 5, 10 および 20°C) の静止空气中で解凍した。中心温度が -2, -1, 0, 5, 10, 12 および 18°C に達した時 K 値を小林ら⁶⁾のカラムクロマトグラフィーによる簡易法で、揮発性塩基窒素 (VBN) 量を前報²⁾と同じ方法で測定した。温度測定はサーミスター温度計によった。

* 鹿児島大学水産学部水産保蔵学研究室 (Laboratory of Food Presentation Technology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

結果および考察

種々の解凍媒体温度で解凍した場合、中心温度が所定の温度まで上昇するに要した時間を Fig. 1 に示した。5°C 以上の媒体温度では、何れの場合も中心温度が 0°C に達するまでかなり短い時間であるが、0°C 解凍では非常に長い。また、中心温度が 5°C 以上に上昇するに要する時間はすでに指摘した¹⁾ように 0°C に達するに要する時間よりも長かった。

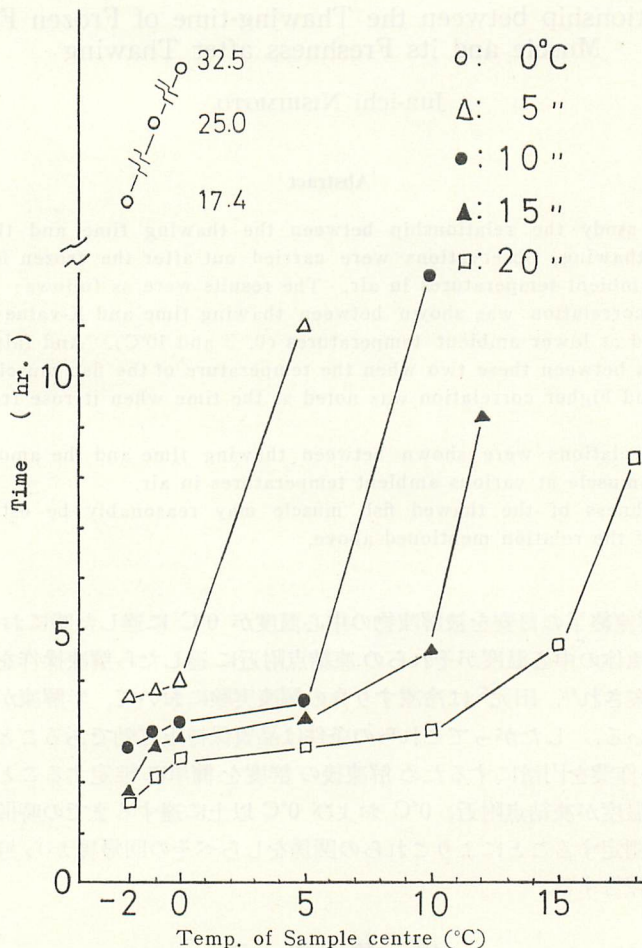


Fig. 1. The time required to reach definite centre temperature of samples held at various temperatures in air.

このような温度上昇時間を要した場合の K 値の増加率を Fig. 2 に示した。0°C のような低温解凍でも K 値の増加がかなりあった。これは中心部が -2°C でも、それに達するまでの時間が 17 時間余で表面部が 0°C に長時間曝らされていたためであろう。

5°C 以上の媒体温度解凍では、中心温度を 0°C まで上昇させた場合、増加率は 10% 以内であったが、0°C を越え 5°C 以上になるとその増加は極めて大きかった。これがとくに顕著であったのは前に報告³⁾したように試料が新鮮 (K 値 13~15%) であったことによると思われる。

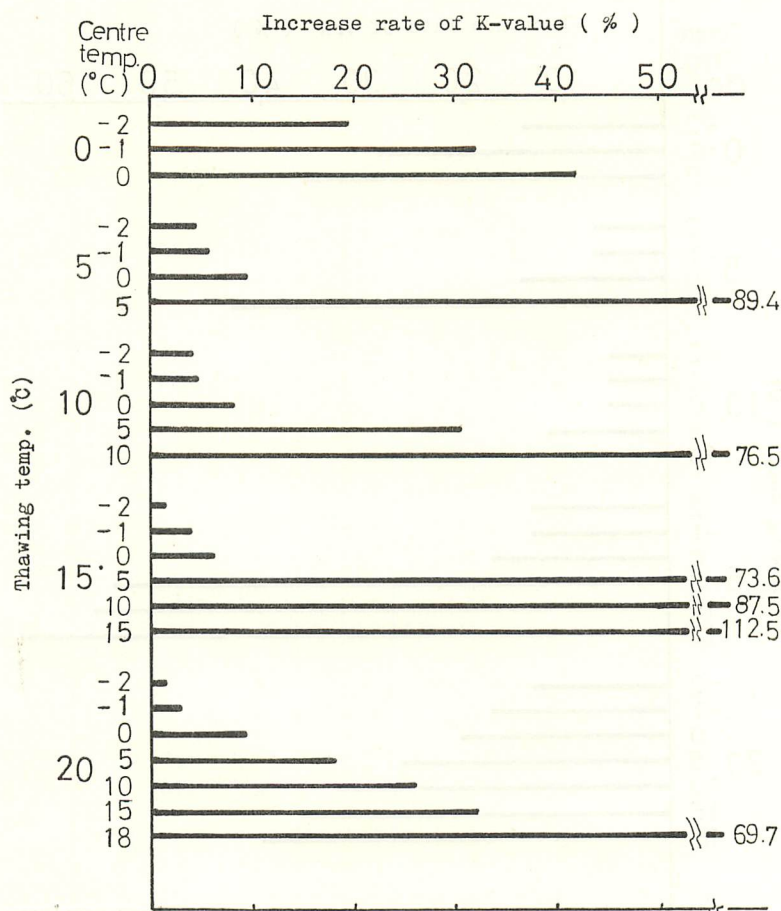


Fig. 2. The increase rate of K-value during thawing at various temperatures in air.

VBN 量の増加率は Fig. 3 のようである。これの変化傾向は K 値と同様であった。

以上のように、中心温度上昇所要時間は媒体温度の高低に影響され、たとえ低温解凍であっても必ずしも高い鮮度保持効果は望めない。それにしても解凍終点として前報²⁾にのべた 0°C よりも半融けの状態（凍結点よりわずかに低い温度の状態）がより望ましいと言える。凍結点で凍結を開始する温度であるから当然この温度になれば解凍は終了したことになる。しかし、凍結魚利用に当り、解凍終了後直ちに次の処理をすることは是非とも必要なことであるが、このようなことは現場では実行がむづかしい。

ゆえに解凍時間（中心温度上昇時間）によって解凍後の鮮度が予測され得れば産業上も便利であるので、 K 値（15～20%）のアジについて K 値と昇温時間（ t ）との関係を調べその結果を Fig. 4 に示した。媒体温度 $0, 5$ および 10°C では、 K 値と t とはほぼ直線的関係がみられたが、 15 および 20°C では中心温度を 0°C まで上昇した場合とそれ以上とで不連続がみられた。 K 値と t との相関を調べた結果は Table 1 のようで、何れの温度においても極めて高い相関度を示し有意水準 5% で相関関係があった。なお、 15 および 20°C 解凍の不連続は中心温度 0°C までと 5°C 以上

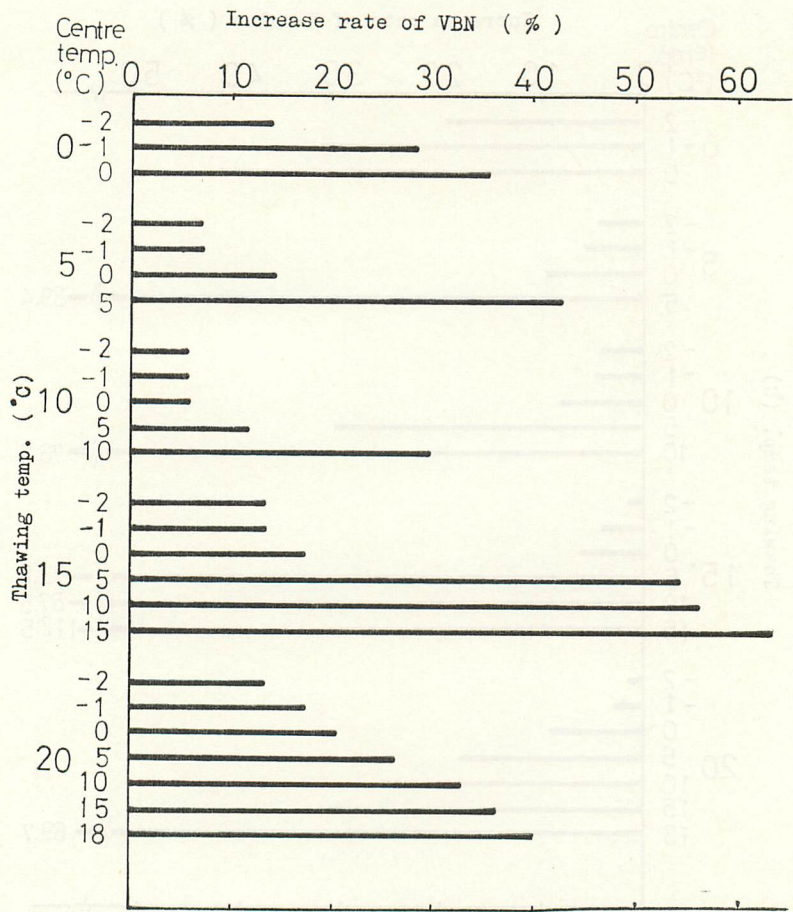


Fig. 3. The increase rate of VBN during thawing at various temperatures in air.

Table 1. Coefficient of correlation between thawing temperature and K-value, and regression equation on thawing time vs. K-value during thawing at various temperatures in air.

Thawing temp. (°C)	r	Regression equation	S. D.	Initial and final temp. (°C)
0	0.985*	$K=0.18 t+13.02$	± 0.308	-11.0→ 0
5	0.937*	$K=1.14 t+10.92$	± 1.74	-10.5→ 5
10	0.951*	$K=1.03 t+14.28$	± 1.39	-11.0→10
15	0.834*	$K=2.03 t+13.0$	± 3.86	-13.0→12
20	0.963*	$K=1.19 t+12.05$	± 0.83	-12.0→18
15	0.90	$K=0.26 t+14.32$	± 0.17	-13.0→ 0
	0.98	$K=1.11 t+22.40$	± 0.45	5.0→12
20	0.96	$K=0.36 t+13.08$	± 0.37	-12.0→ 0
	0.98	$K=1.14 t+12.58$	± 0.56	5.0→18

* $p=0.05$

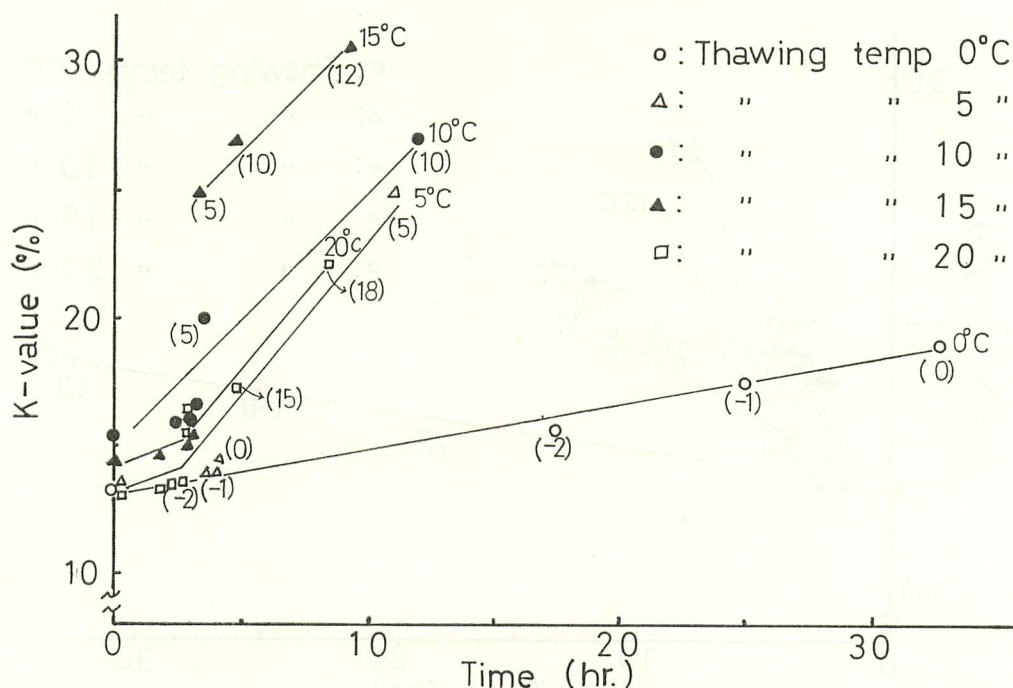


Fig. 4. Relation between thawing time and K-value. (the values in parenthesis indicate the centre temperature of samples.)

とについて別々に相関を求めたところ、90%以上の相関係数で極めて高い相関性が認められた。

また最小二乗法⁴⁾で K 値と t との回帰式を求めたが (Table 1) 各媒体温度の回帰式の方係数は、0°C 解凍と 5°C 以上解凍ではかなり差があり解凍媒体温度が高くなると K 値の増加が大きくなるようである。しかしながら各解凍温度で解凍終点に達するまでの時間が同じであれば低温解凍が鮮度保持効果はよいことになるが、 t は解凍媒体温度 (θ) との間に $t=ab^\theta$ (a, b は常数) なる関係があり¹⁾、低温解凍と高温解凍とは所要時間にかなりの差があるから低温解凍が必ずしもよい条件とはいえない。

Table 2 の式から計算で求めた値と実測値から偏差を求めると媒体温度が高くなると大きくなり適合度⁸⁾はよくないが、15 および 20°C 解凍において中心温度 0°C までと 5°C 以上に分けた回帰

Table 2. Coefficient of correlation between thawing temperature and VBN, and regression equation on thawing time vs. VBN during thawing at various temperatures in air.

Thawing temp. (°C)	r	Regression equation	S. D.	Initial and final temp. (°C)
0	0.986*	$Y=0.157 t+13.81$	± 0.367	-11.0→0
5	0.928*	$Y=0.571 t+13.45$	± 0.532	-10.5→5
10	0.946*	$Y=0.41 t+16.90$	± 0.561	-11.0→10
15	0.812*	$Y=0.91 t+13.03$	± 1.874	-13.0→12
20	0.859*	$Y=0.613 t+14.67$	± 0.909	-12.0→18

* $p=0.05$

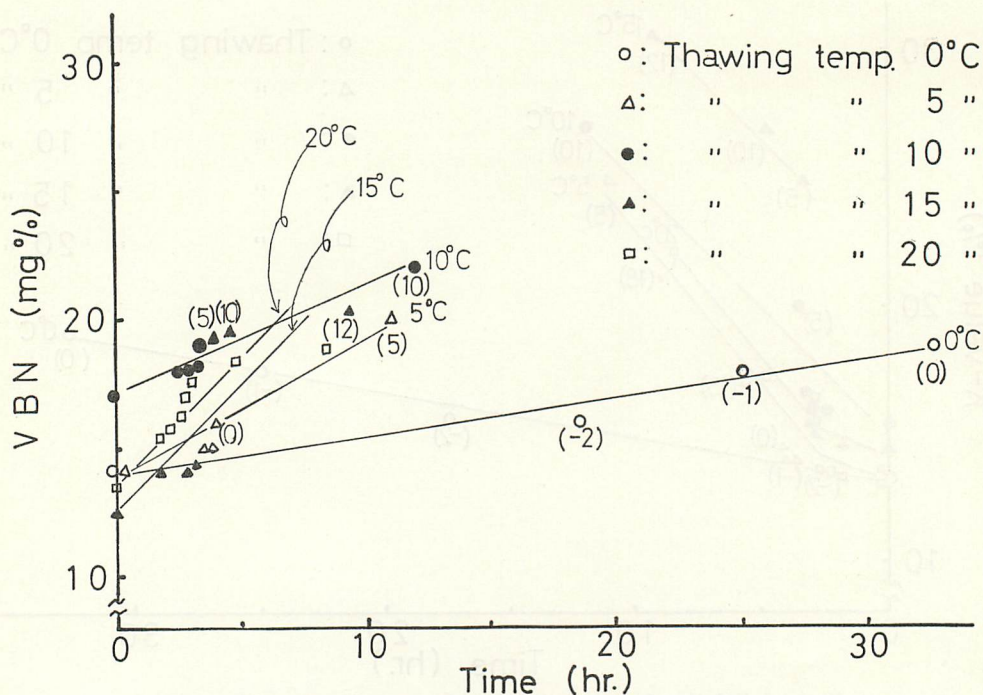


Fig. 5. Relation between thawing time and VBN. (The values in parenthesis indicate the centre temperature of samples.)

式は偏差が小さく適合度がよかった。

VBN についても t との関係を検討したが、その散布図は Fig. 5 のようである。この場合も K 値と同様なことがみられ相関度は Table 2 に示したように何れの媒体温度においても高く、有意水準 5% で相関関係がみられた。さらにこれらの回帰式の方係数は、 K 値の場合、0°C 解凍と 5°C 以上解凍でかなり異なったが、VBN では K 値の場合ほどではなかった。またこれらの式の適合度のよさはかなりよいといえそうである。

以上のように種々の媒体温度における中心温度上昇時間と鮮度とは有意水準 5% で相関関係があり、回帰式は適合度のよさではまだ難点があるが、概略の目安をうるという意味でこのような簡単な一次式で鮮度が推定できるのは興味あることである。しかし、実験例がアジに限られているし、凍結前の鮮度が解凍後の鮮度と密接な関係をもつこと³⁾ 等があるので、今後さらに検討の必要があらう。

要 約

凍結アジ (K 値: 13~15%, VBN 量: 12~18 mg %) を種々の温度の空气中で解凍し、解凍終点として種々の魚肉塊中心温度をとり、それに達するまでの所要時間と鮮度変化との関係をしらべた。

1. 解凍媒体温度 0, 5 および 10°C における昇温時間と K 値の間に高い相関関係を認めた。15 および 20°C (高温解凍) では、中心温度を 0°C までとそれ以上に上昇させるに要する時間とに分

けて K 値との相関を求めると極めて高い相関々係があった。

2. 他方, VBN の変化は, 何れの解凍温度でも昇温時間とかなり高い相関々係があった。
3. 以上の関係の回帰式から解凍後の概略の鮮度を推定しうることが可能なことを示唆した。

終りにあたり御懇篤な御教示と御便宜を下さった本学太田冬雄教授ならびに 実験遂行に助力された桑野光一, 興膳満夫の両氏に深く感謝します。

文 献

- 1) 西元諄一 (1971): 本誌, **20**(1), 159-161.
- 2) 西元諄一・青木伸実 (1971): 本誌, **20**(1), 163-167.
- 3) 西元諄一・青木伸実 (1971): 本誌, **20**(1), 168-172.
- 4) 田中和夫 (1970): 冷凍, **45**, 99-105.
- 5) 田元 馨 (1970): 冷凍, **45**, 169-178.
- 6) 小林 宏・内山 均 (1970): 東海区水研報, No. 61, 21-26.
- 7) F. H. C. KELLY (平田光穂) (1968): 化学者のための実用数学, p. 53, 第1版, 東京化学同人, 東京.
- 8) 畑井又好・奥野忠一・津村善郎 (1962): スネデカー “統計的方法”, p. 116, 改訂版, 岩波書店, 東京.