

塩づけ魚における音波放射について*

稲 益 猷 二

Influence of Sonic Oscillation on Salting Fish

By

Yūji INAMASU

The present study was undertaken to ascertain the effects of sonic oscillation at 10 KC on the penetration of salt into the fish fillet (horse mackerel) in saturated brine, and the growth of salt tolerant *Proteus morganii* in the fish infusion medium containing ten percent of salt.

Results obtained may be summarized as follows:

1) The salt concentration in the juice of the fish fillet was about 11 percent after the fillet in saturated brine was sonic-oscillated for 90 minutes at 25°C. It is the same concentration as the fillet is salted in the brine without sonic oscillation for 15 hours at the same temperature.

The amount of myosin protein decreased in the same extent when the fillet was sonic-oscillated for 5 minutes both in the brine and in distilled water. Upon the prolongation of time in the sonic oscillation, it further decreased gradually in the former case, while not in the latter one. Therefore, it seems that the decrease in amount of myosin protein depends on the sonic oscillation during the initial 5 minutes, whereas it depends on the penetration of salt when the fillet was oscillated longer than 5 minutes.

2) The less the bacterial count inoculated was, the more the growth of it was inhibited by sonic oscillation.

The salt tolerant *Proteus morganii* was more resistant to sonic oscillation than the non salt tolerant strain. The amount of histamine produced in medium by *Proteus morganii* sonic-oscillated for 40 minutes was about one-third of that produced by the strain oscillated for 5 minutes.

*水産大学校研究業績 第596号 1970年2月4日 受理。
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 596.
Received Feb. 4. 1970.

緒 言

塩づけ魚の品質は原料魚の鮮度によることは論をまたないが、最近需要の多い『うす塩魚』の製造においては、その用塩量の過少による、抗菌力の低下ならびに魚体への食塩浸透速度の減退のために、製品の保存性および品質の低下を招来する。したがって、魚体への食塩浸透を促進するとともに、原料魚の付着細菌をできるだけ少なくし、さらにその発育を弱める方法を考えなければならない。従来、魚体への食塩浸透促進法については、いろいろ研究されているが、これらの処理に伴う滅菌効果は調べられていない。そこで、塩づけ魚における超音波による食塩の魚体への浸透促進、ならびに滅菌効果について試験した。その結果、上記3点については、ある程度の効果が認められた。しかし、予想外に油揚げの害が著しかったので、これについてはさらに検討する考えである。

実 験

実験 I : 魚体への食塩浸透促進効果

I-1. 装 置

久保田製作所製 10 K C 超音波発生機 (KMS-100) を 100 mA で所定時間使用した。

I-2. 試 料

市販の新鮮なアジ (体長約 20 cm) の背肉片 5~7 g を、飽和食塩水または蒸留水 30 ml とともに、音波発生機の処理槽 (水道水で 25°C に冷却) に入れ、所定時間音波を放射したものを試料とした。また、同様の魚肉片を飽和食塩水 50 ml に、所定時間浸せきした音波無放射飽和食塩水づけ試料を対照として用いた。

I-3. 定量方法

1) 魚体の食塩水濃度* : 常法¹⁾により試料肉の食塩および水分の含有量を、それぞれ求め、水分含有量と食塩含有量の和に対する食塩含有量をパーセントで示した。

2) ミオシン区たんぱく質の減少率 : 試料肉をすりつぶし、右田・鈴木⁴⁾の方法により 0.5 M 塩化カリウムで抽出した上澄液を硫酸分解し、微量ガス拡散検測器で窒素量を求め、塩づけ前の試料の窒素量との差から、その減少率を計算した。

I-4. 実験結果および考察

音波放射時間による、飽和食塩水および蒸留水浸せき魚肉片中の、食塩水濃度およびミオシン区たんぱく質の減少率の変化を第 1 図に、音波無放射の対照魚肉片中の、食塩水濃度およびミオシン区たんぱく質の減少率の時間的变化を第 2 図に示した。すなわち、第 1 図において、実験した音波放射の時間内で、魚体への食塩浸透速度は途中停滞するが、全般的に急速に増加している。この停滞点は、音波を放射した飽和食塩水浸せき魚肉片のミオシン区たんぱく質減少率曲線の変曲点と、いずれもほぼ合致している。なお、ミオシン区たんぱく質の減少率は、蒸留水浸せき魚肉片の場合、最初の 5 分間の音波放射で急減し、それ以後の放射では平衡を保っているのに対し、飽和食塩水浸せき魚肉片では、最初の 5 分間放射の急減率は同一であるが、その後徐々に、ついで 50~70 分間の放射で急に減少している。

*魚体の食塩水濃度

塩づけ魚体に浸透する食塩は、濃厚な浸せき食塩水から魚肉中の水分へ拡散移動するものとみなし^{2) 3)}、魚肉の体液 (水分および食塩の合計量) 中の食塩量をもって、魚体の食塩水濃度とした。

この飽和食塩水浸せき魚肉のミオシン区たんぱく質の最初の5分間の減少率が、蒸留水浸せき魚肉の場合と全く同じであるので、この間に、多量の食塩の浸透があったにもかかわらず、たんぱく質の変性には食塩

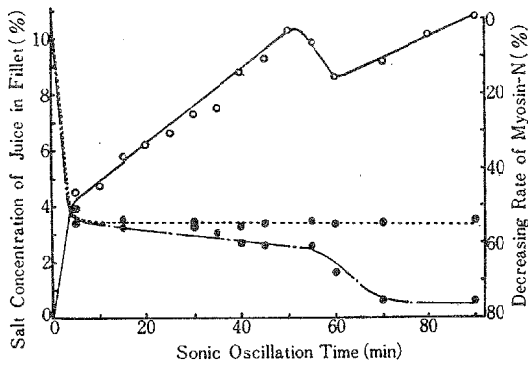


Fig. 1. Changes in salt concentration of juice and in the decreasing rate of myosin protein in the fillet (horse mackerel) sonic-oscillated.

- — ○ Salt concentration of juice in the fillet
- — ● Decreasing rate of myosin protein in the fillet oscillated in saturated brine
- ● Decreasing rate of myosin protein in the fillet oscillated in distilled water

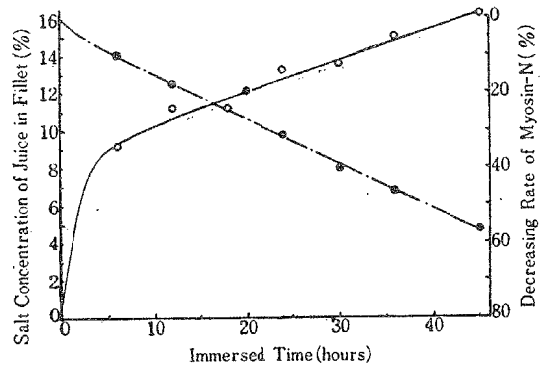


Fig. 2. Changes in salt concentration of juice and in the decreasing rate of myosin protein in the fillet (horse mackerel) in saturated brine at 25°C.

- — ○ Salt concentration of juice in the fillet
- — ● Decreasing rate of myosin protein in the fillet

がほとんど関係せず、音波の放射だけが影響していると考えられる。

つぎに、ミオシン区たんぱく質が徐々に減少しているのは、浸透した食塩に基づくたんぱく質の変性のためで、音波の直接的影響によるものとは考えられない。また、50~70分の放射でミオシン区たんぱく質が急減しているのは、清水⁵⁾あるいはDUERRおよびDYER⁶⁾が指摘しているように、魚肉片の食塩浸透量がたんぱく質を変性させる食塩濃度に達したためであろう。このとき、食塩が減少しているのは、たんぱく質の変性による魚肉組織の緊縮・脱水のため、食塩が一時的に押し出された結果ではなかろうか。したがって、飽和食塩水浸せき魚肉のたんぱく質変性に及ぼす音波の影響は、最初の放射5分間だけで、それ以後は主として食塩の浸透によるものと考えられる。いずれにしても、音波放射による食塩の浸透速度は、第2図の音波無放射の対照試料の場合より、一般に約10倍早かった。すなわち、音波放射試料の場合、90分で魚肉中の食塩水濃度が約11%になったのに対し、音波無放射試料では約15時間を要した。しかし、音波5分間放射試料のミオシン区たんぱく質減少率は、音波無放射の45時間飽和食塩水浸せき魚肉(食塩水濃度16%)のそれとほぼ等しく、とくに、40分間以上音波放射を行なった試料魚肉は、著しい油焼け臭を発生する欠点があるので、塩づけ魚における超音波の利用は、さらに検討する必要がある。

実験 II : *Proteus morgani* に対する滅菌効果

II-1. 装 置

II-1に同じ。

II-2. 供試菌

本校微生物学教室保存菌 *Proteus morganii* D-14 (SFU) を非耐塩性の供試菌とし、これを 30°C、pH 7.0 で食塩濃度 10% の培地に良好に発育するようにじゅん致したものを、耐塩性供試菌とした。

II-3. 測定方法

1) 残存菌の発育度：非耐塩性菌 (1.6×10^9 cells/ml) および耐塩性菌 (4.1×10^8 cells/ml) 培養液の各 2 ml を、10 倍希釈法による 0 および 10% 食塩含有アジ肉エキス培地 (pH 7.0) の各希釈培地 18 ml に加えた 20 ml を、滅菌鋼製遠沈管 (ふた付) に注入して、これを音波発振機処理槽 (25°C) に納め、それぞれ所定時間音波を放射したのち、その 1 白金耳を pH 7 の 0 または 10% 食塩含有肉エキス培地 5 ml に接種した。耐塩性菌は 30°C で 2 日間振とう培養し、非耐塩性菌は 1 日間静置培養した。これらの培養液について、平間製光電光度計によって波長 665 m μ で濁度を測定し、それぞれの音波無放射の対照菌液の濁度との比をもって、残存菌の発育度とした。

2) ヒスタミン：耐塩性菌を 10% 食塩含有マサバ肉エキス培地で、30°C、3 日間継代培養した菌液 (2.7×10^4 cells/ml) 各 1 ml を、10% 食塩含有マサバ肉エキス培地 9 ml に加え、これを II-3-1) と同様に音波処理したのち、25°C で 3 日間放置した。これを、瀬戸⁷⁾の方法により、ペーパークロマトグラフィにより分析し、スポットの面積を測定して、ヒスタミンを定量した。

II-4. 実験結果と考察

Proteus morganii の 10% 食塩耐塩性菌および非耐塩性菌の、音波放射時間による、それぞれの発育度

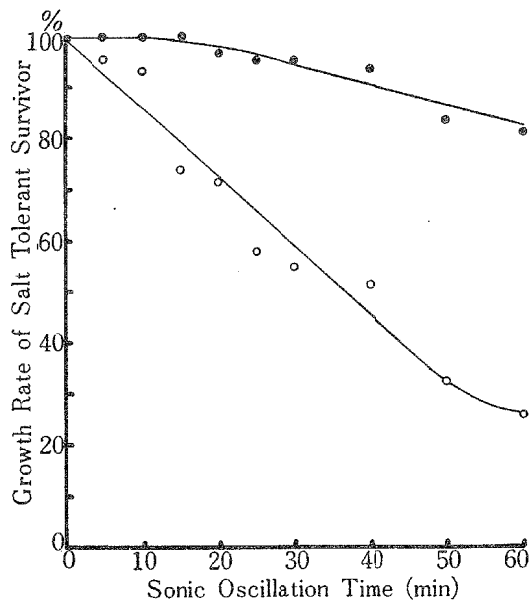


Fig. 3. Growth rate of the salt tolerant *Proteus morganii* survived against sonic oscillation, which was incubated by means of shaking in nutrient broth containing salt of 10% at 30°C for two days.
Viable count. (●).... 10⁵ cells/ml,
(○).... 10³ cells/ml.

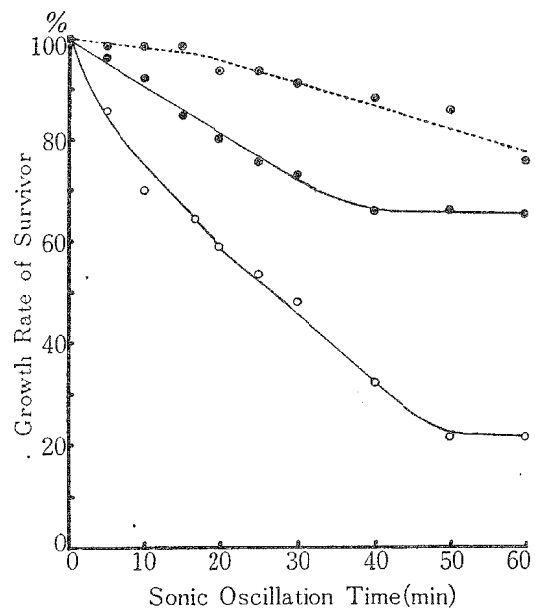


Fig. 4. Growth rate of the *Proteus morganii* survived against sonic oscillation, which was incubated in nutrient broth at 30°C for a day.
Viable count. ●.....● 10⁷ cells/ml,
●.....● 10⁵ cells/ml,
○.....○ 10³ cells/ml.

合の変化を第 3 および 4 図に、10% 食塩含有マサバ肉エキス培地に接種した、耐塩性菌の音波放射時間に

よる、ヒスタミン生成量の変化を第5図に示した。

第3および4図において、音波放射時間に応じて、いずれの残存菌の発育度合も低下している。とくに、希釈度の増加、すなわち、菌数の減少に伴う低下が著しい。この菌数による効果は、他の抗菌作用（たとえば、低温、乾燥あるいは防腐剤）の場合と同様である。また、耐塩性菌と非耐塩性菌とを比較すると、振とうおよび静置による培養条件の相違はあるが、希釈倍率から見て、耐塩性菌は音波放射に対する抵抗性が強いことがわかる。大友ら⁸⁾は球菌は長桿菌より音波放射に対する抵抗性が強いことを報告しているが、本供試菌は短桿菌であり、とくに、細胞が耐浸透圧性構造になったためか、音波の放射圧に抵抗性を持つようになったものと解釈される。なお、第5図において、耐塩性菌 (10^8 cells/ml) のヒスタミン生成に対する、音波放射の抑制作用も、第3図の同程度の菌数における発育抑制作用とほぼ同じ傾向を示した。したがって、上述の結果のように、短桿菌の場合、菌数が少なければ長時間の音波放射によって、ある程度の滅菌効果が認められるが、他の滅菌法に比較して格段の優秀性は認められない。さらに、波長ならびに出力を変えて、追究したい。

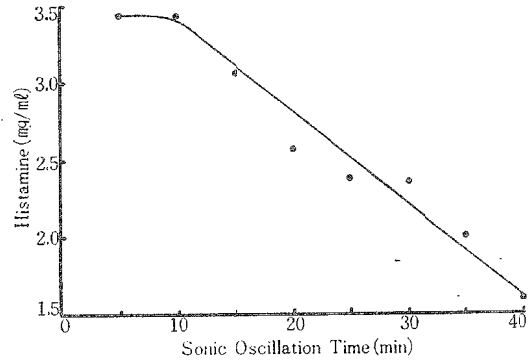


Fig. 5. Influence of sonic oscillation on production of histamine by salt tolerant *proteus morganii* in the fish infusion medium containing 10% of sal: at 25°C.

要 約

10 KC の音波放射による、アジ肉片への食塩浸透の促進効果、および耐塩性 *Proteus morganii* に対する滅菌効果を調べた。

1) 飽和食塩水浸せき魚肉片への食塩浸透速度では、音波放射によるものが、無放射のものより約10倍早かった。しかし、油焼け臭が著しく発生した。

2) 魚肉片の食塩浸透曲線に停滞点を認めたが、これは魚肉のミオシン区たんぱく質減少率曲線の変曲点と、ほぼ合致する。音波放射によるたんぱく質の変性は、放射5分間までに生じ、その後の変性は食塩の浸透に原因するものようである。

3) 10% 食塩含有アジ肉エキス培地でよく増殖する耐塩性菌は、無塩培地の非耐塩性菌より、音波放射に対する抵抗性が強かった。なお、いずれの菌も、菌数が少なれば抵抗性が弱かった。

4) 10% 食塩含有マサバ肉エキス培地における、耐塩性菌のヒスタミン生成能は、菌の発育における傾向と同じように抑制された。

以上の結果から、音波放射には、食塩の浸透に著しい効果が認められたが、油焼け臭の発生がはなはだしく、また、滅菌性でも他の方法に比べて、格段の優秀性は認められなかった。

文 献

- 1) 稲益猷二, 1965: 本報告, 14, 19.
- 2) 中島次郎, 1943: 日水誌, 12, 57.

- 3) 川上太左英・長谷川漸成, 1943 : 日水誌, **12**, 178.
- 4) 右田正男・鈴木たね子, 1961 : 日水誌, **27**, 774.
- 5) 清水亘・日引重幸, 1952 : 日水誌, **17**, 301.
- 6) DUERR J. D., and W. J. DYER, 1952 : *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **8**, 326.
- 7) 瀬戸寿太郎, 1961 : 分析化学, **10**, 29.
- 8) OHTOMO N., T. USHIGAI, and S. HIRANO, 1960 : *Acta Med. Univ. Kagoshima*, **2**, 117.