

塩蔵魚の品質に関する研究— I *

食塩浸透度および防腐剤効果について

稲 益 猷 二

Studies on Quality Improvement of Salted Fish- I .
On Rate of Penetration of Salt and Effect of Preservatives

By

Yūji INAMASU

The change of penetrated quantity of salt concerning various freshness and the effect of preservatives on salted fish were studied.

It was found that the rate of penetration of salt decreased with freshness, while the rate of dehydration and dissolution of soluble matter from meat increased. These every rate reached equilibrium after about six days of salting independently of the freshness of sample.

Preservative effect of sorbic acid and 5-nitro-2-furfuraldehydesemicarbazone (NFS) for salted fish were little in a high concentration of salt, whereas in five to ten percent concentration, sorbic acid had a more effect than NFS.

Putrefaction in various parts of fish occurred in order as blood, eye, and muscle.

実 験— I : 食塩浸透速度

魚体への食塩浸透促進要素として塩漬の方法、時間、温度、使用塩の純度、魚体の性状（脂肪含有量、魚皮の有無、魚肉フィーレの厚薄、魚体部位）などについては従来数多くの研究が行なわれている。しかし原料魚の鮮度による食塩浸透度の比較試験は少なく、わずかに小野・市野¹⁾がカジキについて、また、佐々¹⁾がニシンについて種々濃度の食塩水に立塩漬し、鮮度のよいものほど食塩浸透量が多いことを、一方、大谷²⁾木俣³⁾は上記の試験結果などとともに TAYLER の説、また平田、助川などのイワシについての鮮度良好なものほど食塩浸透量が少なく、脱水量が多いという反対結果を、さらに、長谷川⁴⁾はマグロ肉について食塩浸透量に大差がないことをそれぞれ報告している。このように鮮度の差に基づく魚体食塩浸透度の相違についてはまだ明らかにされていない。

従ってこの点に関して、次の予備実験を行なった。

* 水産大学校研究業績 第455号, 1965年8月17日受理
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No.455
Received Aug. 17, 1965

I-1. 実験方法

I-1-1. 試料

市販の新鮮なマイワシ（体長約 20 cm）を洗浄後ただちに用いたものを新鮮魚，洗浄後ビニール袋に入れ室温（10°C）で3日または5日間放置したものをそれぞれ中等鮮度魚（以下中鮮魚という）および不鮮魚の3区分とした。つぎにおのおのの頭，内臓および尾鰭を除去し，さらに洗浄した後，ガーゼで水をふきとり3尾ずつ 500 ml 共栓広口瓶に詰め，各区分 13 本の試料とした。これに過飽和食塩水（29.6%）をはげしくかきまぜながら瓶の肩まで（約 300 ml）注ぎ入れ，蓋で魚体の浮上をおさえ室温（約 10°C）に放置した。毎日瓶を静かにふりまぜて浸漬液の食塩濃度の均一化をできるだけ行ない，浸漬してから 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 60, 72, 84, 96, 120 および 144 時間後に次項を測定した。ただし浸漬液中の溶出物量は1日ごとに求めた。

I-1-2. 試料魚の食塩含有率

試料魚の付着水をガーゼでふきとり皮および骨を除去して3尾とも乳鉢で磨碎し，その一部を精秤し，水で加熱抽出後スツァー試薬（硫酸銅—グリセリン溶液）を加えて口過した。口液中の食塩量はモール氏法で定量し，試料肉に対する値で示した。

I-1-3. 試料魚の水分含有率

上記磨碎肉約 10 g を赤外線迅速含水率計で乾燥させ，その恒量値より水分含有率を求めた。

I-1-4. 試料魚中の食塩水濃度

上記の食塩量に対して I-1-3 の水分量と I-1-2 の食塩量との和の比をもって示した。

I-1-5. 浸漬液の食塩濃度

浸漬液をかきまぜながらその一部をとり I-1-2 と同様に食塩量を求めてその濃度を示した。

I-1-6. 浸漬液中の溶出物量（食塩を除く）

浸漬食塩水 50 ml を I-1-5 と同様にとり赤外線迅速含水率計で乾燥させ，その乾物恒量値から，I-1-5 で求めた 50 ml の食塩量を差引いたものをもって示した。

I-2. 実験結果

鮮度が異なる試料魚体中の食塩含有率，水分含有率および食塩水濃度の塩漬時間による変化を第 1, 2 および 3 図に，塩漬液中の食塩濃度および溶出物（食塩を除く）の時間的变化をそれぞれ第 4 および 5 図に示す。

魚体の食塩含有率は第 1 図のように塩漬開始後 1 日間は不鮮魚，新鮮魚，中鮮魚の順に大きいが，2 日後では不鮮魚，中鮮魚，新鮮魚の順序で，鮮度が低下するほど試料魚肉に対する食塩含有率は高くなっている。特に不鮮魚の食塩含有率は 2 日以後では他の 2 者にくらべて著しく増加し，4 日以後では減少して中鮮魚と等しくなり，食塩浸透は平衡状態を示した。新鮮魚の食塩含有率は次第に増加し，5 日目では 3 者間において差がほとんど認められない。

魚体の水分含有率は第 2 図に示すように塩漬前では鮮度の低下したもののほど高いが，塩漬後約 32 時間までは新鮮魚と不鮮魚とはほぼ等しく，中鮮魚が最小であり，さらにそれ以後では不鮮魚，中鮮魚そして新鮮魚の順位となる。再吸水の傾向は不鮮魚および中鮮魚では顕著に，新鮮魚ではわずかに認められ，4 日以後では水分含有率はほぼ平衡に達する傾向が見られた。

魚体中の食塩水濃度は第 3 図に見られるように第 1 図の食塩含有率の変化曲線とほぼ相似的傾向を示している。

浸漬食塩水濃度は第 4 図に示すように新鮮魚および中鮮魚では塩漬後約 24 時間までに急速に，その後も前記の順序で緩慢に減少したが，両者の差はわずかであった。不鮮魚の液の食塩濃度は 2 日目までは前 2 者よ

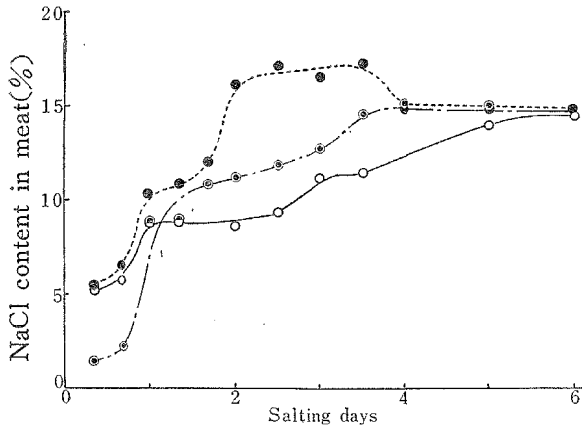


Fig. 1. Change of penetrated quantity of salt into sardin with various freshness during salting by saturated brine at 10°C.
○ the most fresh fish, ◐ stored for 3 days, ● stored for 5 days.

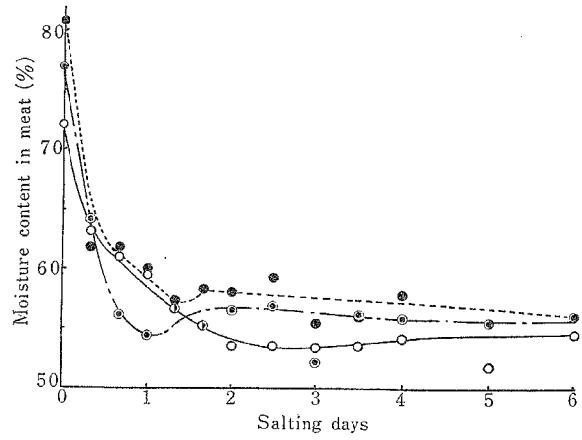


Fig. 2. Change of moisture content in sardin during salting by saturated brine at 10°C.
Marks are the same as shown in Fig. 1.

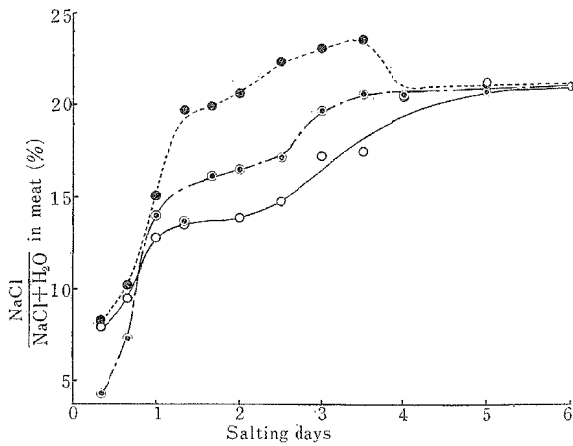


Fig. 3. Change of NaCl/NaCl + H₂O in sardin of various freshness during salting by saturated brine at 10°C.
Marks are the same as shown in Fig. 1.

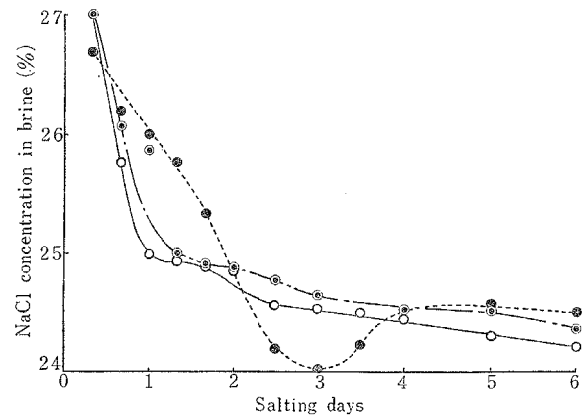


Fig. 4. Change of concentration of salt in brine during salting.
Marks are the same as shown in Fig. 1.

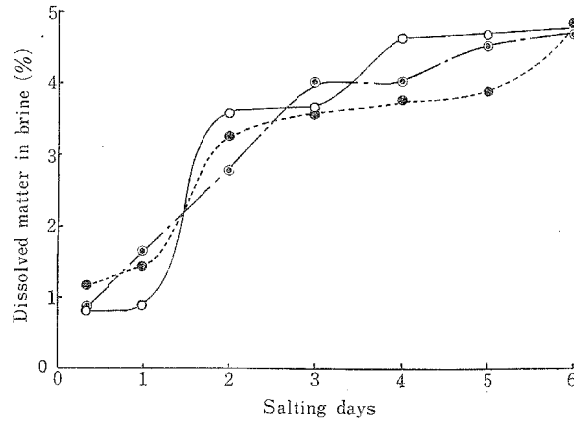


Fig. 5. Change of dissolved matter (without salt) from sardin during salting.
Marks are the same as shown in Fig. 1.

り大きく、ほぼ直線的に減少して3日目には最小となり、それから再び増加し、4日目では新鮮魚の液よりわずかに多い量で平衡に達している。

浸漬液中の溶出物量は第5図に示すように塩漬1日目までは新鮮魚が最少であり、4日以後では新鮮魚、中鮮魚および不鮮魚の順で多くなり、特に6日目では3者ともほぼ等しくなっている。

I—3. 考 察

魚は死後時間の経過にしたがって自己消化が進行して、可溶性物質が増加するとともに一部のタンパク質の変性も起こって溶解性が減少する。また、同時に魚肉細胞膜の半透過性の変化も当然起こるものと考えられる。第1図は明らかに鮮度が低下したもののほど食塩の浸透がよいことを示しており、無塩乾物量に対しても同様な計算結果を得ている。従って TAYLER³⁾ あるいは平田、助川³⁾ のいうように、この原因は半透性様膜の透過性の増大で説明できると考えられる。

第2図の塩漬前の試料魚の水分含有率は鮮度の低下したもののほど大きく、また、塩漬中もほぼこの順序で高い結果を得た。前者は蒸溜水に浸漬したコイ肉の吸水量は死後時間の経過したもののほど増加したという野口⁵⁾ の報告と一致しており、後者はオヒョウ肉を 1.5°C で pH 4.5~6.0 の3%食塩水に浸漬した時膨潤量が最少であったという TARR⁶⁾ の結果と同一傾向であると考えられる。鮮度の低下した魚ほど肉質の pH が次第に高くなり、比較的 pH の低い新鮮肉より鮮度の低下した魚肉の方が保水性が増大するのであろう。

第4図によると塩漬3日目における不鮮魚の液の食塩濃度が最小になっている。これはこの試料魚の食塩含有率が極端に大きかったためであろう。これを除いて浸漬液の食塩濃度は鮮度の低下したものの液ほど大きい傾向となっている。しかしその差はごく微量であることから鮮度による魚体に対する食塩浸透の絶対量の差は僅少であると思われる。

第3および4図において平衡に達した魚体中の食塩濃度と浸漬液の食塩濃度との差は比較的大きい。本来塩漬終期の両者はほぼ等しくなるはずであるが、上記結果は塩漬時間または塩漬液量の不足によって生じたと考えられる。なお前に述べた不鮮魚の浸漬液の食塩濃度が最小になったのち、再び増加しているのはかきまぜ不十分のため魚体周囲に希薄食塩水膜ができて、これに魚体中の食塩が再溶出したためであろうと思われる。

第5図の浸漬液中の溶出乾物量は塩漬初期では鮮度の低下したもののほど多い。これは塩漬前の放置期間中に増加した可溶性物質が溶出したためと思われる。その後、新鮮魚は急激に溶出量が増加し、多少の曲折はあるが塩漬後半期では鮮度の低下するに従って減少し、塩漬6日目では3者ともほぼ同量値に達している。本試験における溶出乾物量は溶出タンパク質量に相関する傾向があるので、この結果はブリ肉の食塩水可溶性窒素量が鮮度の低下したもののほど減少することを見た清水、日引⁷⁾ の結果と同一傾向であると思われる。

第1、2および5図において試料魚の食塩含有率と脱水速度および可溶物溶出速度との関係を見ると、新鮮魚の場合には脱水速度ならびに可溶物溶出速度は塩漬2日目に肉中の食塩含有率が9%になったとき同時に急速に減少した。これは DUERR, DYER⁸⁾ の飽和食塩水に浸漬したタラ肉中の食塩含有率が8~10%になったとき水分含有率ならびに溶出蛋白質が急激に減少した結果と一致する。中鮮魚および不鮮魚の脱水速度が急減するのは塩漬1日目付近で肉中の食塩含有率がそれぞれ9%および11.6%になったときである。可溶物溶出速度が急減するのは中鮮魚では3日目、肉中の食塩含有率が12.5%のときであり、不鮮魚では明瞭な変化が認められないがほぼ2日目付近で、肉中の食塩含有率が15~17%になったときである。すなわち鮮度の低下した魚では新鮮魚より脱水が早く終り、しかも、そのときの水分含有率は大きい。また可溶物溶出速度の急減点も遅く現われ、いずれの場合でもそのときの食塩含有率は新鮮魚より大きかった。

したがって、新鮮な魚肉は食塩浸透量は少なくとも、脱水率が大きいので保蔵の目的を十分果すと考えら

れる。

以上の結果だけでは鮮度の異なる魚を塩漬けしたときの食塩によるタンパク質の変性ならびに魚肉細胞膜の半透過性の変化を論ずることはできないので、今後これらの点を含めて魚肉に対する食塩の浸透について攻究する。

実験— II : 防腐剤使用効果

塩蔵魚における食塩添加量と腐敗の関係については島田、馬場⁹⁾、長崎、山本¹⁰⁾らが添加食塩量の少ないものほど腐敗しやすいと報告している。しかし高濃度で塩蔵した魚体は塩味が強く一般の好みに合わない。したがって、できるだけ食塩量の少ない貯蔵性のある製品を得るためには防腐剤を使用する必要性がある。奥田、武田、竹谷、石川¹¹⁾は食塩を10%添加したイカ塩辛でフラスキン、デハイドロ酢酸 (DEA)、ビタミン K₃ を、富山、杉谷¹²⁾は食塩5%添加のサバ肉にクロルテトラサイクリン (CTC) を用いて揮発性塩基窒素の生成を抑えることをみている。本報告においては水産煉製品に添加を許可されている各種防腐剤を塩蔵品に適用して、その保蔵効果を検討した。

なお本試験に先立って魚体中で腐敗しやすいといわれている血液および眼球と筋肉との腐敗速度を実験比較した。

II-1. 魚体各部の腐敗速度の比較

II-1-1. 試 料

鮮度のきわめて良好なアジ (体長約20 cm) を関係湿度95%にしたガラス製容器に入れ5°Cの冷蔵庫に保存し、測定時に背肉約5 g、心臓および眼球を摘出し、心臓から血液を、眼球からガラス様体 (約3 ml) を採取してそれぞれ秤量し適量の水と共にホモジナイザーにかけ20%トリクロール酢酸を加え、遠心沈殿し、その上澄液をメスフラスコに定容した。

II-1-2. 揮発性塩基窒素の定量

コンウェー微量拡散検測器を使用し10%ホウ酸液を吸収剤として常法で定量した。

II-1-3. 結 果

測定中の官能判定結果を第1表に、揮発性塩基窒素量の変化を第6図に示す。

官能判定結果と揮発性塩基窒素量は密接な相関がみられ、血液、眼球ガラス様体、筋肉の順に腐敗が早かった。

Table 1. Change of appearance of muscle, eye, and blood in horse mackerel stored at 5°C.

Stored day	Body (muscle)		Eye	Heart (blood)
	Toughness	Putric odor		
0	++	-	good	extractable
1	+	-	discolor	//
3	-	+	red eye	//
4	-	++	cloudy	//
4.5	-	+++	//	//

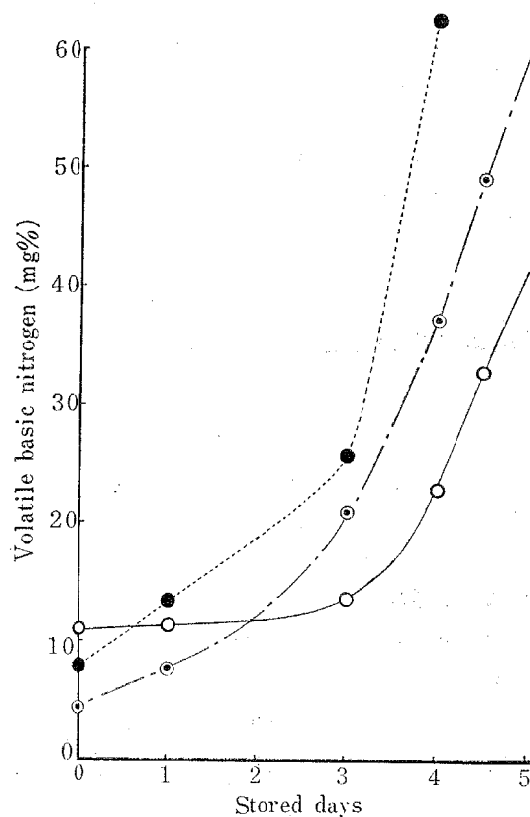


Fig. 6. Change of volatile basic nitrogen from blood, eye, and muscle of horse mackerel stored at 5°C.
○ muscle, ● eye, ● blood.

II-2. 防腐剤使用効果

II-2-1. 試料および防腐剤

防腐剤としては5-ニトロ-2-フルフラルデヒドセミカルバゾン (NFS)* 20 万分の1, またはソルビン酸 500 分の1を使用した。

原料魚としては鮮度良好なアジの肉部だけを細切したものを等分し, 防腐剤をおのおの上記量添加して十分かきまぜて均一とした後, 250g ずつに分け広口共栓瓶に入れ, これらに食塩を 0, 5, 10, 15 および 20% になるように加えてよく混合した。約 10°C の室温に放置して2日ごとにその一部をとりだして実験に供した。

II-2-2. 揮発性塩基窒素の定量

実験II-1の方法によった。

II-2-3. 実験結果

対照区(防腐剤無添加), ソルビン酸添加区および NFS 添加区の各種食塩濃度における揮発性塩基窒素の生成は, それぞれ第7, 8 および9図に示すとおりである。

食塩無添加の場合ではソルビン酸はその揮発性塩基窒素の生成防止効果が比較的認められたが, NFS 添加区は対照とあまり差がなかった。食塩濃度5 および 10% の場合では防腐剤添加効果は対照区にくらべて

* 食品衛生法施行規則一部改正(昭和40年7月5日公布, 昭和41年1月5日施行)により使用を禁止された。

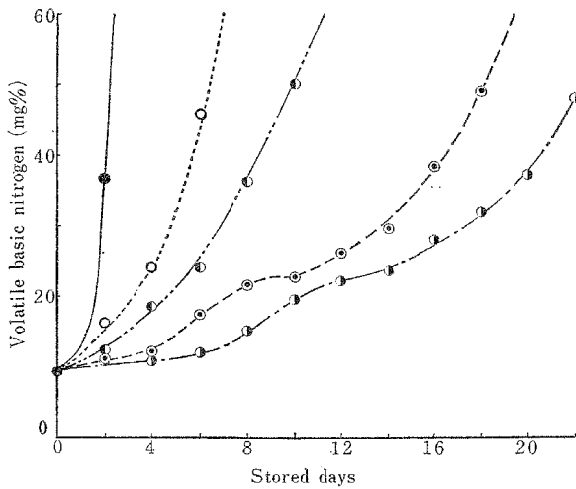


Fig. 7. Change of volatile basic nitrogen from ground meat of horse mackerel with various concentration of salt at 10°C.
 ● control, ○ 5% NaCl, ◐ 10% NaCl,
 ⊙ 15% NaCl, ◑ 20% NaCl.

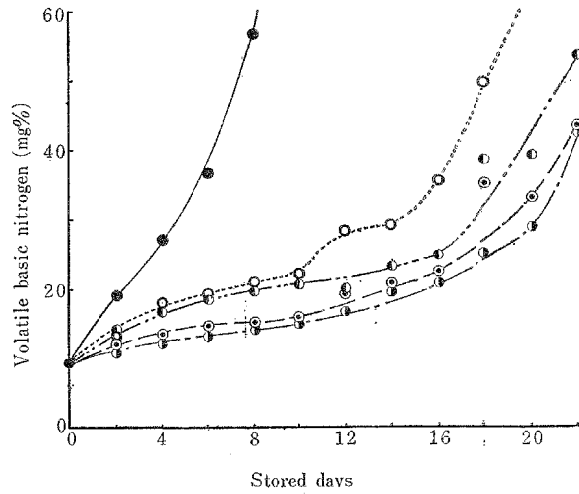


Fig. 8. Change of volatile basic nitrogen from ground meat of horse mackerel added sorbic acid (1/500) with various concentration of salt at 10°C.
 Marks are the same as shown in Fig.7.

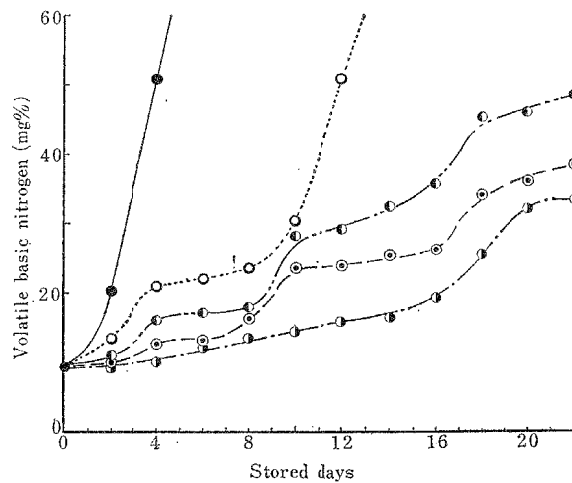


Fig. 9. Change of volatile basic nitrogen from ground meat of horse mackerel added NFS (1/200,000) with various concentration of salt at 10°C.
 Marks are the same as shown in Fig.7.

顯著で、揮発性塩基窒素の生成を著しく抑えたが、ソルビン酸添加区の方が有効であった。食塩濃度 15 および 20% の場合には、防腐剤使用効果が対照区に比べてわずかに認められる程度であった。この場合も揮発性塩基窒素生成速度は前記と同様に対照区、NFS 添加区、ソルビン酸添加区の順に大きかった。しかし 20% 食塩濃度の対照区と NFS 添加区との差は非常に小さい。

初期腐敗とみなされる揮発性塩基窒素量が 30 mg % に達する時間 (日) を第 7, 8 および 9 図から概算すると第 2 表のとおりである。

Table 2. Duration (days) for reached 30 mg % of volatile basic nitrogen on Figs. 7, 8, and 9.

Preservative	NaCl concentration (%)				
	0	5	10	15	20
Control	1.8	4.8	6.9	13.8	15.4
Sorbic acid	4.7	14.4	17.6	19.2	20.3
NFS	2.6	9.9	12.4	16.9	19.2

II-2-4. 考 察

魚体の鮮度判定における官能検査では魚眼およびエラ（主として血液の変色）の変化が重視されているので、眼球ガラス様体、心臓中の血液と筋肉の揮発性塩基窒素生成量によって腐敗速度を比較試験した結果、腐敗は血液、眼球ガラス様体、筋肉の順で早かった。

淡塩魚は肉中の食塩含有量が少ないので保存期間が短く、新巻鮭のように冷蔵庫を利用するか、あるいは塩乾魚のように乾燥によらなければ貯蔵ができない。従って、淡塩魚の貯蔵性を増加させるために防腐剤の使用を考え、一定量の防腐剤を各種濃度の食塩含有魚肉に添加してそれぞれの保存期間を調べた。その総括的結果ではソルビン酸の方が NFS より防腐効果が大きかった。

食塩無添加の場合の防腐剤効果と比較して低食塩濃度における防腐剤の使用効果は著しく、食塩と防腐剤の相乗作用ともいうことができる。食塩濃度が増す（15%以上）につれて防腐剤の使用効果はそれほど大きくは現われず、食塩濃度20%になると対照区とは大差がなくなる。これと同じ様な傾向は奥田、武田、竹谷、石川¹⁰⁾がイカ塩辛を 20°C で製造した時 15%食塩濃度で起こることを見ている。これは高濃度食塩中で発育する食塩細菌に対し供試防腐剤が発育抑制効果を示さないためではないかと考えられるが、今後この点をさらに研究したい。

防腐剤使用による塩漬魚の保存期間の延長を第2表から見ると、5%食塩濃度では、対照区に対して NFS 添加区は約2倍（対照区の食塩濃度約12.5%に相当）、ソルビン酸添加区は約3倍（対照区の食塩濃度約15%に相当）、10%食塩濃度では NFS 添加区は約1.8倍（対照区の食塩濃度約13.6%に相当）、ソルビン酸添加区は約2.5倍（対照区の食塩濃度約20%に相当）の貯蔵性があることがわかった。

以上の結果は細切魚肉に食塩および防腐剤を混入したものであり、実際の塩蔵ではこれらが魚体に浸透するまでに肉質の変質がある程度おこるはずであるから、この数値をそのまま実用できないが、防腐剤使用による淡塩魚の保存期間延長の可能性は認められる。

要 約

鮮度が異なるマイワシを 10°C の過飽和食塩水に6日間浸漬した結果、

1. 鮮度の低下したもののほど食塩浸透速度は大きく、脱水量は小さかった。
2. 浸漬液の食塩濃度は鮮度の低下したもののほど大きかったが、その差は小さい。
3. 浸漬液への溶出物量は鮮度の低いもののほど小さかった。
4. 浸漬6日以後は食塩含有率、水分含有率および溶出物量はともに鮮度には関係なく、ほぼ一定の値に達した。
5. 鮮度の低下したもののほど脱水速度の急変（減少）が早くおこり、その時の水分含有率および肉中食塩含有率は大きかった。

アジの血液, 眼球ガラス様体および筋肉の貯蔵中における揮発性塩基窒素発生量と官能検査との結果はよく一致し, 血液, 眼球, 筋肉の順で腐敗が早かった。

塩蔵アジに対する防腐剤の効果はソルビン酸 (1/500) の方が NFS (1/20 万) より大きかった。

食塩濃度 5 および 10 % における防腐剤使用効果は食塩のみの場合よりも著しく大きかった。

文 献

- 1) 谷川英一, 1943 : 塩蔵食品, P. 43, (生活社) .
- 2) 大谷武夫, 1944 : 水産製造工学講座, 塩蔵の化学, P. 13, (厚生閣) .
- 3) 木俣正夫, 1949 : 水産技術叢書, 食品保蔵学, P. 293, (朝倉書房) .
- 4) 長谷川漸成, 1937 : 水産研究誌, 32, 458.
- 5) 野口榮三郎, 1957 : 日本海区水研報, 5, 53.
- 6) 右田正男, 1964 : 缶詰技術, 5, 672.
- 7) 清水 亘, 日引重幸, 1952 : 日水産, 17, 301.
- 8) 高橋豊雄, 1958 : 日本水産学会秋季大会 水産動物タンパクに関するシンポジウム, P. 132.
- 9) 島田 清, 馬場良助, 1933 : 日水産, 1, 287.
- 10) 長崎 亀, 山本龍男, 1954 : 日水産, 20, 613.
- 11) 奥田行雄, 武田二美雄, 竹谷 弘, 石川宣次, 1956 : 北海道水研報, 13, 51.
- 12) 富山哲夫, 杉谷 徹, 1958 : 日水産, 24, 581.