



Title	水産調味品製造における調味料および添加剤の浸透：第1報 マグロ肉に対する蔗糖および食塩の浸透
Author(s)	秋場, 稔; Akiba, Minoru; 元広, 輝重 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 18(2), 127-135
Issue Date	1967-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23312
Type	departmental bulletin paper
File Information	18(2)_P127-135.pdf



水産調味品製造における調味料および添加剤の浸透

第1報 マグロ肉に対する蔗糖および食塩の浸透

秋場 稔*・元広輝重*・木村 昇*

Permeation of Seasoning Materials and Additives in Manufacturing Seasoned Foods

I. Permeation of sucrose and sodium chloride into blocks of raw tuna muscle

Minoru AKIBA, Terushige MOTOHIRO and Noboru KIMURA

Abstract

Blocks of raw tuna muscle ($3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$) were soaked in solutions of 10 or 20% sucrose, solutions of sodium chloride, and mixtures of the sucrose and sodium chloride solutions at 10°C .

The permeating coefficients were calculated from an equation related to diffusion which has been offered by Tamura *et al.* (1933), by determining the amounts of sodium chloride or the sucrose at definite time intervals during the soaking. In comparing the coefficients, it was found that sodium chloride permeated faster than sucrose.

緒 言

近年の水産調味品の製造に当っては主剤となる調味料のほかに、保存・殺菌料、抗酸化剤、発色剤あるいは脱色剤、糊料、着色料、香辛料その他品質改良剤（ポリリン酸塩、モノグリセライド外）など種々の食品添加剤が使用されている。

本研究はこのような各種添加剤の使用に当って、製品中への各浸透量および浸透速度などがそれぞれの使用濃度その他の使用条件に対応して相互にどのように影響しあうか、すなわち各添加剤の適正使用法を究極の目的として行ったもので、このような相互関連が明らかにされることによって最も効果的な呈味および保存性の附与並びに品質の保持が期待出来るものと考えられる。

本報告は上記添加剤のうち、主剤として調味料しかもそのうち佃煮類、珍味品などに最も広く用いられる蔗糖および食塩の浸透に関してマグロ肉を対象として検討したものである。

実 験 の 部

1. 試料および実験方法

氷蔵メバチ (*Parathynnus sibi*) の背部の血合肉を除いた赤肉部より Fig. 1 に示すように 3cm^3 毎に切断した肉塊をそれぞれ別個に (1) 10% 食塩水, (2) 10% 蔗糖液, (3) 20% 食塩水, (4) 20% 蔗糖液, (5) 各々 10% 濃度の食塩-蔗糖混合溶液, (6) 各々 20% 濃度の食塩-蔗糖混液の各溶液に肉:液=1:10 の割合で浸漬(液温 $7\sim 10^\circ\text{C}$, 室温 5°C) し, 0~18 時間範囲内の一定時間毎にとり出して表面の吸着水を軽く濾紙片で吸い取り, Fig. 1 に示すように各表面より 0.5cm の厚さにそれぞれ

* 北海道大学水産学部食品製造学教室

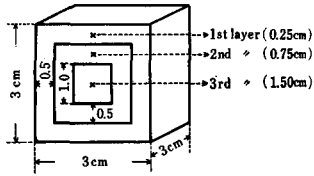


Fig. 1 Sampling parts from the block of raw tuna muscle

れの肉片を第1～3層として切りとり、各々別個に細碎均一化し下記項目の測定に供した。

2. 測定項目

(1) 水分量: 細碎試料 1g について 95～100°C の水浴乾燥中における蒸発水分量を常法により測定した。

(2) 食塩の定量: 試料 0.5g について Rusznyak¹⁾ の KMnO₄ 湿式灰化法により加

熱処理し、グルコース添加により脱色後 Volhard の間接滴定法により測定した。

(3) 蔗糖の定量: 試料 1g を蒸留水 140cc, 0.72% 塩酸 20cc, と共に 30 分間水浴上で加熱し還元処理した後, Hagedron-Jensen のフェリシアン化カリ法によりグルコースとして定量した。

3. 結果および考察

(1) 蔗糖および食塩の浸透量

Fig. 2 は各々 10% および 20% の蔗糖溶液に浸漬した場合の蔗糖の浸透量 (図中ではグルコースとして表わしている) の経時的变化を上記第1～3層の各部位別に示したものである。

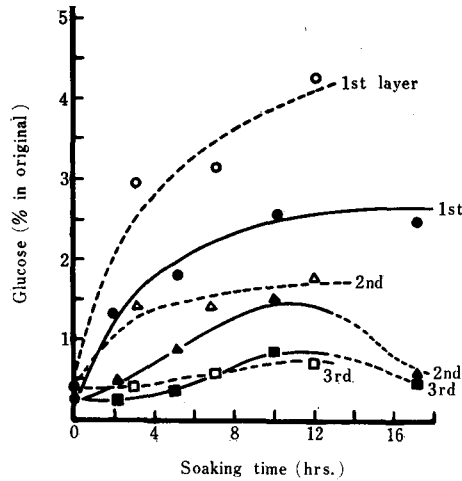


Fig. 2 Changes in the sucrose content during the soaking in the solutions of 10% or 20% sucrose

○, ● The 1st layer △, ▲ The 2nd layer □, ■ The 3rd layer
 Full line 10% concentration
 Dotted line 20% concentration
 (These marks are used samely in Figs. 3~12)

Fig. 2 より本実験条件では 10% 濃度の場合、浸漬 12 時間目において第 1 層ではグルコースとして原物中約 2.6%, 第 2 層では 1.5%, また第 3 層では 0.7% の最大浸透量を示し、一方 20% 濃度では第 1 層では約 4%, 第 2 層で 1.7%, 第 3 層では 0.8% の浸透量を示す。すなわち 20% 濃度のものは 10% 濃度のものより、また表層のものは中心部より浸透量が大きく、かつ時間的にも速かに浸透することが明らかである。

次に Fig. 3 は各々 10% および 20% の食塩溶液に浸漬した場合の結果を示すが、この結果にお

いても前同様に 20% 濃度のものは 10% 濃度のものより、また表層部は中心層より時間的に速かにまた大量に浸透することが明らかで、かつ各々の浸透量は 10% 濃度の場合には 12 時間後において第 1 層では 4.5%、第 2 層では 2.9%、第 3 層では 2% 内外であるのに対し、20% 濃度の場合には第 1 層で約 10%、第 2 層で 7.4%、第 3 層では 4.6% 程度の浸透量を示している。

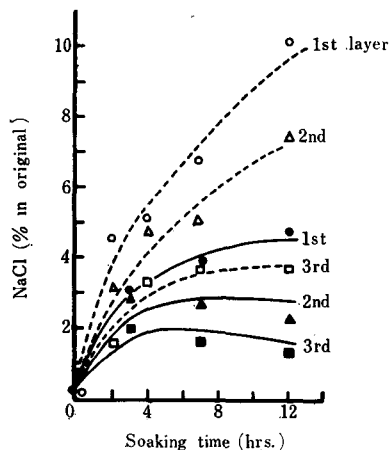


Fig. 3 Changes in the amount of NaCl during soaking in the solution of 10% or 20% NaCl

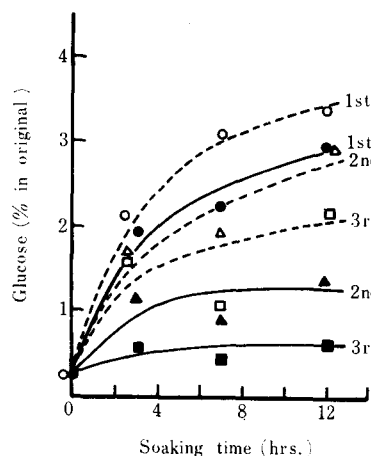


Fig. 4 Changes in the sucrose content during soaking in the mixed solution containing each 10% or 20% concentration of sucrose and NaCl

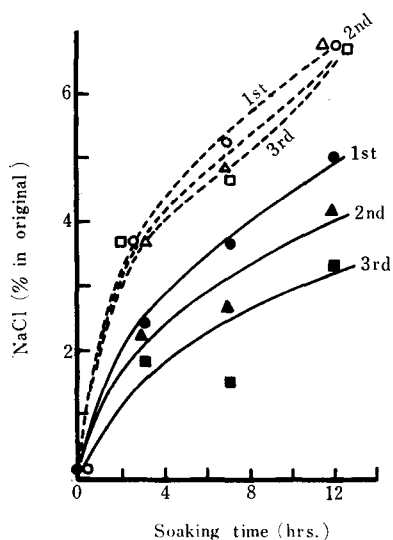


Fig. 5 Changes in the amount of NaCl during soaking in the mixed solution containing each 10% or 20% concentration of sucrose and NaCl

また Fig. 4 は各 10% および 20% 濃度の蔗糖—食塩混合液に浸漬した場合の蔗糖 (グルコース) の浸透量の変化を示す。これによれば 10% 混液の場合と 20% 混液の場合とでは後者の方が時間的に早く浸透すること、およびその浸透量も表層部のもほど大きいことはそれぞれ蔗糖単独使用 (Fig. 2) の場合と同様である。

次に Fig. 5 も前同様の蔗糖—食塩混合液に浸漬した場合の食塩浸透量の変化を示すが、20% > 10% および第 1 層 (表層) > 第 2 層 > 第 3 層 (中心層) の順に食塩浸透量の大きいことはこれまたそれぞれ食塩単独使用の場合 (Fig. 3) と同様である。

(2) 水分量の変化

上記 Figs. 2~5 はいずれも原物試料中の蔗糖および食塩量の浸透量を示したもので、これと同時に水分量はそれぞれ Figs. 6~8 に示すような相対的な変化を示す。

Fig. 6 は 10% および 20% 蔗糖溶液に浸漬した場合の結果を示し前記 Fig. 2 と対照され

る。この結果によれば、10% 濃度の場合には浸漬当初約5時間目位（中心部の第3層ではさらに延び12時間位）までは約72.5→74.5%の範囲に亘り吸水が示され、以後脱水されて18時間後においては69%以下となっている。またこの場合の吸水は第1層すなわち表面部において速やかに起り、第2層、第3層と中心部へ及ぶにつれて時間的に吸水がおこなわれている。これに対し溶液の濃度が20%に増大すると浸漬当初の吸水現象は示されず直ちに脱水過程に入り、かつ表層部において速かに、中心部に至っては脱水速度がおそくなっている。またそれらの脱水量は10%濃度の場合に比し（同一時間で比較すれば）大きい。

次に Fig. 7 の結果は10% および20% 食塩溶液に浸漬した場合で Fig. 3 と対照されるがこれによれば10% 濃度の場合、および20% 濃度の場合いずれも浸漬当初より脱水過程に入り、その脱水程度は前者は（各層を通じ）約74→70%、後者は70→64%の範囲にある。実験当初の試料魚肉の水分量に差があるので一概にはいえないが20% 浸漬の場合当初の脱水に引続き（浸漬後4~6時間目にかけて）Reay²⁾のいういわゆる Salt-protein complex による吸水現象がみられることからこの場合の脱水の強さは10% 濃度の場合に比し大きいものと思われる。なお Fig. 7 において特に注目されることは10% および20% 濃度共に表面の第1層の部分に比し第2層、第3層へと中心部に及ぶにつれて脱水の程度が大きくなることである。すなわち食塩水浸漬における食塩水の浸透圧効果による脱水作用が魚肉の内部より誘起されるような結果が示されることでこのような

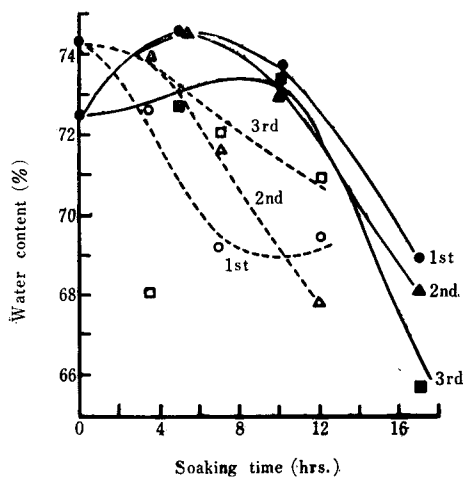


Fig. 6 Changes in the water content during soaking in the solution of 10% or 20% sucrose

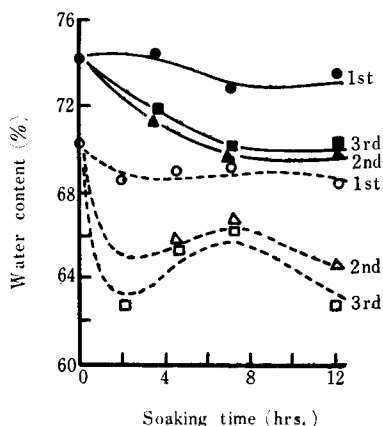


Fig. 7 Changes in the water content during soaking in the solution of 10% or 20% NaCl

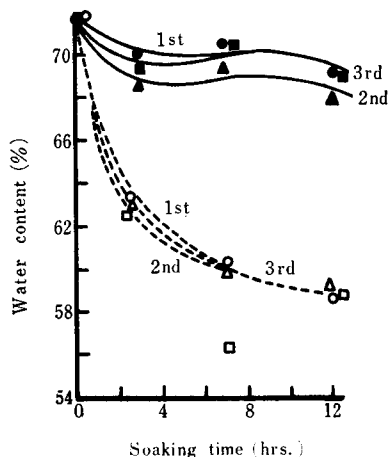


Fig. 8 Changes in the water content during soaking in the mixed solution containing each 10% or 20% concentration of sucrose and NaCl

ことについては本実験条件上のマグロ肉に対し特異的なものなのか、あるいは他の魚肉および本実験条件下でも普遍的なものかについては今後さらに検討を進めたいと思っている。

次に Fig. 8 は各々 10% および 20% 濃度の蔗糖—食塩混合液に浸漬した場合の水分変化を示す。これによれば 10% 濃度の蔗糖—食塩混合液の場合、さきに 10% 蔗糖単独溶液 (Fig. 6) にみられたような浸漬当初の吸水現象はみとめられず直ちに脱水過程に入り、浸漬 8 時間目附近にやや吸水現象がみられる。総体的にみると Fig. 6 の蔗糖および Fig. 7 の食塩単独使用の場合の各曲線 (実線) が合成されたような結果を示し、かつ表面の第 1 層に比し第 2, 第 3 層の中心層において脱水が時間的に速やかに起こることなど Fig. 7 に示されるような食塩による効果が Fig. 8 においては共存効果として表わされているように思われる。このような点については Fig. 8 の各々 20% 濃度の蔗糖—食塩混合系においてもみとめられ、それぞれ Fig. 6 および Fig. 7 の各曲線 (点線) が合成された様相を示している。また Fig. 8 の各々 10% および 20% 濃度差による脱水程度は後者が大きいことはいうまでもないが、これら各々の脱水程度はそれぞれ Fig. 6 および Fig. 7 の各単独使用時の脱水程度と比較すれば (試料の当初水分量の相異もあるのでたしかに結論は出来ないが) 概して大きいようで、混合使用の場合において多少の相乗作用がみられるように思われる。

以上 (1), (2) でそれぞれ原物中の蔗糖および食塩浸透量並びにこれらと相対する水分の変化量について説明したが、これらの結果より乾物に対する蔗糖および食塩の最終的な浸透量 (絶対量) を算出し比較検討すると次のようなことがいえる。まず蔗糖浸透量については：

- (i) 各 10% と 20% の蔗糖溶液単独使用の場合には各層とも 20% 濃度のとき浸透量が大きい。
- (ii) 10% 蔗糖単独溶液と 10% 蔗糖—食塩混液の場合の比較では各層共にほぼ同程度である。
- (iii) 20% 蔗糖単独溶液と 20% 蔗糖—食塩混液の場合とでは (第 2, 第 3 層では) 後者の方が大きい。
- (iv) 10% と 20% の蔗糖—食塩混液の場合の比較では後者の方が蔗糖の浸透量が大きい。

次に食塩浸透量については：

- (v) 各 10% と 20% の食塩溶液単独使用の場合には各層とも 20% 濃度のとき浸透量が大きい。
- (vi) 10% 食塩単独溶液と 10% 蔗糖—食塩混液の場合の比較では (第 2, 3 層では) 後者の方が大きい。
- (vii) 20% 食塩単独溶液と 20% 蔗糖—食塩混液とでは (第 1, 2 層では) 前者の方が浸透量が大きい。
- (viii) 10% 蔗糖—食塩混液とでは概して後者の方が浸透量が大きい。しかし 20% 濃度の場合、第 1～3 層間の浸透量の差は小さい。

以上のようになる。各実験に使用したマグロ肉の固体差などを考慮すると上記の事項が確定的なものといふことは出来ないが、一応 (ii) と (iv) より 10% 蔗糖—食塩混液の場合にはそれら蔗糖および食塩の同濃度における単独使用の場合に比し、蔗糖浸透量は変わらないが食塩の浸透は促進されるようであり、また (iii) と (vii) より 20% 蔗糖—食塩混液の場合にはそれらの単独溶液の場合に比し、蔗糖の浸透量は促進され、反対に食塩の浸透量は抑制される傾向がうかがえる。

(3) 蔗糖および食塩の浸透速度

上記の蔗糖および食塩のマグロ肉中への浸透速度を田村⁹⁾らと同様に拡散現象によるものとし下記

(1) 式の微分方程式の解として各浸漬時間 (t) における浸透係数 (K) を求めた。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = K \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \dots\dots\dots (1)$$

ただし上式中、 $C=C_x/C_0$

C_x = 浸入面よりの距離 x (cm) における蔗糖あるいは食塩の濃度

C_0 = 浸入表面 ($x=0$) における濃度

t = 浸漬時間 (hrs.)

K = 浸透係数

(1) 式を $x=0$ のとき $C=1$, $t=0$ のとき $C=0$ として解けば

$$1 - C = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{Kt}}} e^{-\xi^2} d\xi \dots\dots\dots (2)$$

すなわち (2) 式は

$$\phi(\lambda) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\lambda} e^{-\xi^2} d\xi \dots\dots\dots (3)$$

の形式で示されるから確立積分表より $\phi(\lambda)$ に対する λ の値が知られる。すなわち各時間 t に対する $(1-C)$ の各値が判れば $\frac{x}{2\sqrt{Kt}}$ の値が求められ、これに t および x を代入すれば K の値が決定される。

なお (1) 式中 C_x および C_0 の各濃度は、前掲 Figs. 2~8 の結果よりそれぞれ蔗糖および食塩の肉質水分中におけるモル濃度とし、また肉表面よりの距離 x は便宜上、Fig. 1 に示す第1~3層各部位の中心点をそれぞれ 0.25cm, 0.75cm および 1.50cm として計算した。なおまた C_0 の決定は、蒸煮メカツキ肉に対する長谷川⁴⁾の方法にならい C_x と x との相関曲線を $x=0$ の方向に外挿し C_x 軸との交点を求め、これを当該時間 t における表面濃度 C_0 とした。

上記の方法により浸透係数を算出し各浸漬時間に対して図示すると Figs. 9~12 に示すようになる。

Fig. 9 および Fig. 10 は各々 10% および 20% 蔗糖あるいは食塩の単独溶液に浸漬した場合の結果を示し、これらによれば 10% および 20% 濃度いずれの場合も時間の経過と共に浸透係数 K 値は減少し、10時間目以降ではほぼ定常値に達する。すなわち浸漬当初の浸透速度は比較的速やかであ

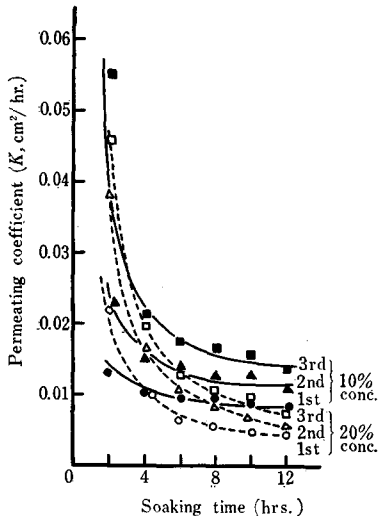


Fig. 9 Changes in the permeating coefficient of sucrose during soaking in the solution of 10% or 20% sucrose

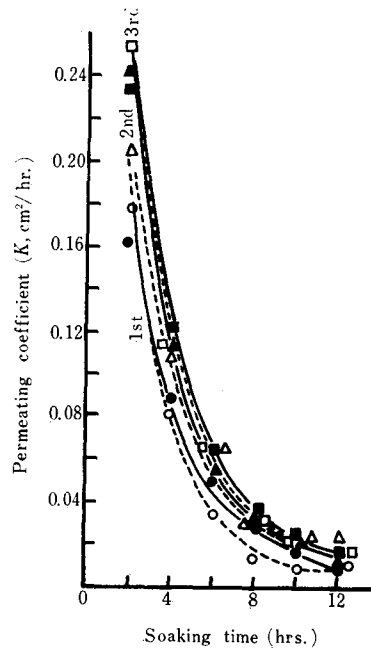


Fig. 10 Changes in the permeating coefficient of NaCl during soaking in the solution of 10% or 20% NaCl

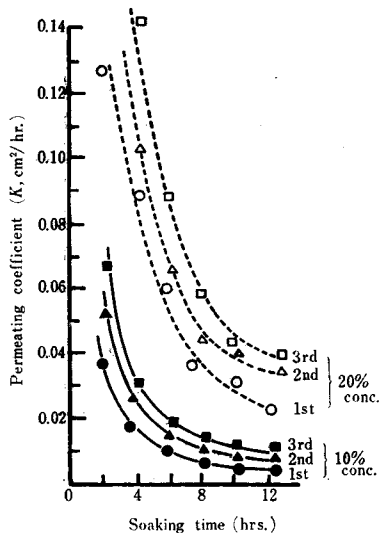


Fig. 11 Changes in the permeating coefficient of sucrose during soaking in the mixed solution containing each 10% or 20% concentration of sucrose and NaCl

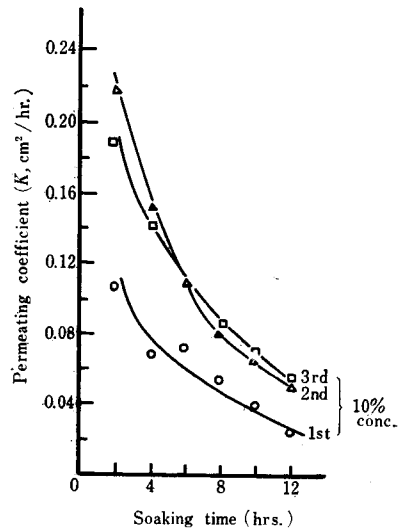


Fig. 12 Changes in the permeating coefficient of NaCl during soaking in the mixed solution containing each 10% or 20% concentration of sucrose and NaCl

るが蔗糖あるいは食塩の浸透量が増加するにつれて漸次その速度は小さくなる。

なお、各部位の浸透係数は同一時間で比較した場合表面部より中心部への第3層に至るほどわずかながら増加する傾向が蔗糖および食塩の両者の場合についてみとめられ、浸透の速度勾配が中心部に至るほど大きいことがうかがえる。

なおまた 10% 濃度と 20% 濃度との K 値の差については蔗糖および食塩共に後の方が小さい傾向がみられるが、供試肉の個体差を考慮するとほとんど変わらないようにみられる。

次に Fig. 11 はおのおの 10% および 20% 濃度の蔗糖—食塩混液に浸漬した場合の蔗糖の K 値の変化を示したもので、それらの時間的な減少傾向および各部位についての相関関係については前同様である。

ただ 10% と 20% 混液の濃度による相異については 10% 混液の場合には前記 Fig. 9 (10 あるいは 20% 濃度の) 蔗糖単独溶液の場合とはほぼ同数値の区域にあるが 20% 混液の場合に

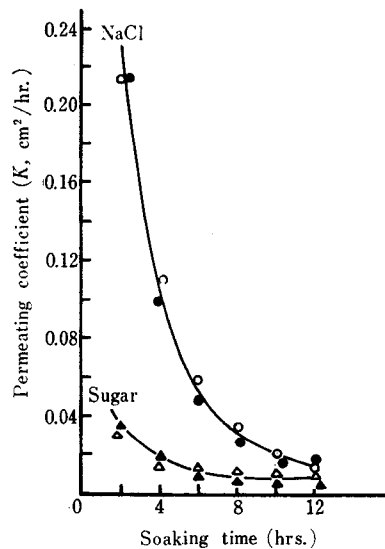


Fig. 13 The permeating coefficients of sucrose and NaCl into raw tuna muscle
○, ● NaCl △, ▲ Sucrose
Blank mark 10% concentration
Black mark 20% concentration

は各時間に亘って約4倍程度高い値を示しており本質的にその浸透速度が10%混液の場合に比し大きいものと思われる。

また Fig. 12 は 10% 蔗糖—食塩混液に浸漬した場合の食塩の K 値の変化を示したものでこの場合においても前記 Fig. 10 の各単独溶液の数値に対し約2倍程度大きい値を示し、蔗糖が混在することによって食塩浸透が促進されるような結果が示されている。なお 20% 蔗糖—食塩混液についても同様に検討したが、 K 値として一般的に異常に高い値を示し（各時間に亘り各層平均して 0.9~4.7 の範囲で、同濃度の食塩単独液の K 値に対し約 15~45 倍に相当した）、Fig. 5 の食塩の浸透曲線（点線）とも対象して供試肉の個体差（特に肉組織の性質）にもとづく（毛細管的な）異常浸透の結果によるものと考え同図中には示さなかった。しかし数値上、蔗糖の混在により食塩の浸透が促進されることは明らかであった。

次に Fig. 13 はそれぞれ 10% および 20% の蔗糖あるいは食塩の単独溶液についての Fig. 9 および 10 の結果より各部位間の K 値の平均をとって蔗糖および食塩の浸透速度を相互比較したものである。この結果よりも明らかなように食塩についての K 値は各時間に亘って蔗糖の数値よりも大きく、浸漬 2 時間後で約 6 倍、6 時間後で 4 倍、12 時間後では 2 倍程度高い値を示している。また Fig. 11 および Fig. 12 の 10% 蔗糖—食塩混液（実線）の相互比較によれば食塩の K 値は蔗糖のそれに比し約 7 倍の値を示す。このようなことより、蔗糖と食塩の浸透に関しては単独溶液および混合溶液の如何にかかわらず食塩の方が蔗糖よりも速やかであるといえよう。

従来、食塩と蔗糖の純水中における拡散定数について前者が後者の約 2 倍の値を示す（たとえば約 0.3~30% 食塩水溶液では 18°C で $0.043\sim 0.055\text{cm}^2/\text{hr}$ 、2.5~12% のグルコースでは 18°C で $0.018\sim 0.020\text{cm}^2/\text{hr}$ とされており前者は後者の 2.4~3 倍に相当する⁵⁾）ことより魚肉中への浸透についても食塩の方が蔗糖よりも速やかなことが予想されてきた。

しかしこのような観点から長谷川⁶⁾ は蒸煮メカジキ肉中への食塩と蔗糖の浸透係数を著者らと同様の拡散式 (1) を適用して検討し K 値として食塩については $0.15\text{cm}^2/\text{hr}$ 、蔗糖については $0.19\text{cm}^2/\text{hr}$ の値を得（ただし、長谷川の方法では 100°C 3 時間の蒸煮メカジキ肉を $10\times 10\times 15\text{cm}^2$ の角柱状に切断し、食塩約 16%、蔗糖 40% 濃度の混合調味液上に底面のみ接触せしめて 100°C に 6 時間保持して調味剤の浸透を計っており、著者らの実験条件とは異なるので各 K 値の比較は出来難い）、その差は僅少であることから、前記の予想とは反することをみた。その後同氏⁶⁾ はアサリ佃煮の調味について 96~115°C の煮込中における食塩と蔗糖の浸透速度について検討し（適用式は本実験とは異なるが）浸透係数 (αK) として食塩は 0.081、蔗糖は 0.047 すなわちこの結果では食塩の方が蔗糖より約 1.7 倍大きいことをみ、前記の予想と合致することみている。一方吉野・岩田⁷⁾ はサバおよびマグロの味付佃詰について長谷川⁶⁾ と同様の方法で検討を行ないサバおよびマグロ佃詰を通じて食塩の浸透係数 (αK) は 0.15~0.20、これに対し蔗糖は 0.25~0.35 で食塩よりも蔗糖の浸透速度の方が約 1.7 倍大きく、前記長谷川の結果のうち、蒸煮メカジキについての結果とは同様であるが、アサリ佃煮についての結果とは全く反対の結果を得ている。

以上のように食塩と蔗糖の魚肉中の浸透に関しては、それらの純水中における拡散定数より予想される結果とは従来の研究例では必ずしも一致せず、このような結果は蒸煮あるいは湯煮という加熱条件による肉組織の変化なども関係するかも知れない。

本試験では一応初段階として加熱条件は附与せずかつ食塩：蔗糖=1:1 の濃度比（重量 %）の冷調味液に浸漬した場合の食塩および蔗糖の浸透について検討したが、その結果では前記 Fig. 13 に示したように浸漬当初では約 6 倍、後期では約 2 倍ほど食塩の方が蔗糖より浸透が速やかなことをみた。今後加熱条件を附与した場合、また佃煮調味液のように食塩：蔗糖=1:2~4 などの濃度比の場合についても検討する必要があると思われる。

要 約

マグロ肉塊 ($3 \times 3 \times 3 \text{cm}^3$) を各 10% および 20% 濃度 (重量%) の食塩および蔗糖の単独溶液並びに混合溶液中に冷浸漬 (液温 $7 \sim 10^\circ \text{C}$) した場合の食塩および蔗糖の浸透速度を検討し、前者の方が後者に比し速かなことをみた。

終りにのぞみ終始御指導いただいた本学部谷川英一教授に深謝する。

文 献

- 1) Rusznyak, S. (1921). *Biochem. Zs.* **110**, 60; **114**, 23.
- 2) Reay, G.A. (1963). *J. Soc. Chem. Ind.*, **55**, 309 T.
- 3) 田村・宮崎・梶山 (1933). *水産製造会誌* **1**, 121.
- 4) 長谷川 (1936). *水産研究誌* **31**(4), 206.
- 5) 日本化学会編 (1962). *化学便覧* pp. 465~466, 東京, 丸善.
- 6) 長谷川 (1936). *水産研究誌* **31**(6), 323.
- 7) 吉野・岩田 (1958). *缶詰時報* **37**(5), 113.