

日本研年報, (6): 227-233, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 227-233, 1960.

## 魚肉ゲルの性状に関する研究

### I. 多磷酸塩を加えた魚肉ゾルの粘度<sup>1</sup>

山本常治・野口栄三郎

#### Studies on the Nature of the Fish Meat Gel

##### I. On the Viscosity of the Fish Meat Sol with an Adequate Quantity of Polyphosphate

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

#### Abstract

In making of "Kamaboko" (Fish meat jelly), fish meat is ground with an adequate quantity of salt and polyphosphate for a purpose of reinforcing the jelly strength of "Kamaboko". But, in the case of addition of polyphosphate, the viscosity of the sticky paste is markedly decreased and consequently the finished "Kamaboko" often gets out of its normal shape.

In this report, the effect of polyphosphate for the viscosity of the fish meat sol were appraised by means of BL-type viscometer. The results were as follows:

1. When the fish meat is ground with an adequate quantity of Sodium pyrophosphate or Sodium tripolyphosphate, the viscosity of the fish meat sol is markedly decreased. But, in the case of addition of Sodium hexametaphosphate or Cargon, the change in viscosity is almost unnoticed.

2. The meats of 16 kinds fishes were tested. In many kinds of fishes, the viscosity of the manufactured fish meat sol is extremely decreased by addition of an adequate quantity of Sodium pyrophosphate, but in the case of the meats of Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) and Flat-head flounder (*Hippoglossoides dubius*), the decreasing of viscosity is almost not recognized.

### I. 緒 言

多磷酸塩あるいはこれらの混合塩を魚肉ねり製品に加えた場合には足の補強効果があるばかりでなく、製品のきめが細かくなり光沢をまし、色が白くなる等、種々な利点がある。しかしこれらを実際に使う場合にはすり身が非常に流動性をましていわゆる“たれ”やすくなり、かまぼこ、竹輪等の加熱前に一定の型を保たせるものには殆んど利用されていない。

1 日本水産学会, 昭和35年秋期大会で発表(仙台, 昭. 35. 10)

岡村等(1959)は足補強効果が強く、しかも流動性が小さい、いわゆる“たれ”ない磷酸塩を見出そうとして第三正磷酸ソーダ、第二磷酸ソーダを使用した、これらはかなり足補強効果もあり“たれ”もある程度は防止することができるが最も足補強効果があるピロ磷酸ソーダ6：トリポリ磷酸ソーダ4の混合塩は“たれ”防止効果が少ないとべている。このように魚肉ねり製品に対する多磷酸塩の足補強効果は非常にすぐれているが、多磷酸塩類の作用機作や使用方法等にはなおいろいろの問題点がこのこされてお、また原料魚の種類や鮮度によつてもその効果が非常に違つともいわれている(岡田, 1958)。そこでこれらの多磷酸塩の機作を解明することは魚種による肉蛋白の相異や、ねり製品の原料学的研究上極めて重要な手がかりとなると思われるのでこの研究に着手した。

魚肉にピロ磷酸ソーダ等の多磷酸塩を加えた塩すり肉は非常に流動性をおび、いわゆる“たれ”るのであるが、これらの塩すり肉の“たれ”の程度を見分ける尺度は見当らず、僅かに岡村等(1959)が肉眼観察によつてその大小をきめているにすぎない。岡村等はすり身を板付けて約30分間放置し、対照に比して極く僅かに“たれ”るものを土、僅かに“たれ”るものを土、“たれ”るものを土、“たれ”の激しいものを土で現わしている。我々は一定量の塩すり肉を一定面積の板にもり、板付け肉の山の高さを時間的に測定し、その減少率を求めて、すり身がどの程度“たれ”たかを表示する方法を試みたが、魚種による差異や“たれ”の機作等を考察する場合には、さらにすり身の粘性を物性論的に研究する必要があるように思われた。しかしすり身そのものの粘度を測定するには、かなり困難性をともないまた報告も見当らないが SHIMIZU(1958)は肉がゆについてB型粘度計を用いてその粘度を測定している。我々もBL型粘度計を用いて魚肉ゾルの粘度を測定し、多磷酸塩添加による魚肉ゾルの粘度低下状況を観察した結果、魚肉の“たれ”やすさを比較研究することができると思われたのでその結果を報告する。

なおBL型粘度計を借用させていただいた新潟大学理学部伊藤良夫氏ならびに実験の一部に御助力いただいた柴田玲子さん、実験結果の検討御批判を賜つた東海区水産研究所右田正男博士、並に岡田稔技官の御好意に対し深甚る謝意を表する。

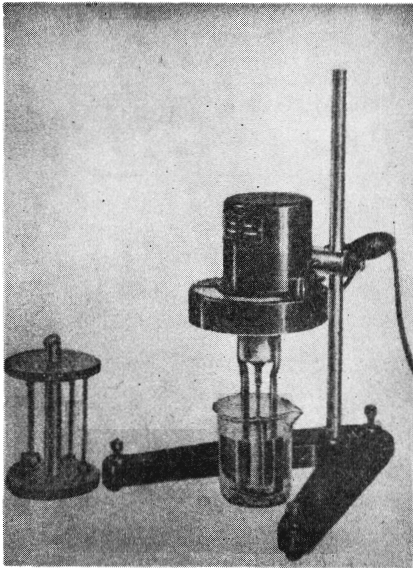
## Ⅰ. 実験方法

**実験材料：**実験材料は新潟近海で5月下旬から7月上旬にわたつて、サバ、アジ、マイワシ等は施網、カラフトマスは流網、タイ、フクラギ(ブリの幼魚)等は定置網、その他の魚種は底曳網で夫々捕獲されたもので、魚獲後20~30時間(カラフトマスは船内の冷蔵庫で60~70時間経過)程度経過したものとして推定されるものを市場或は市内の小売店より購入した。

**BL型粘度計：**BL型粘度計(第1図)は単相用特殊構造の同期電動機によつて液中のローターを回転しそれに加わる粘性抵抗トルクをスプリングバランスで測定する粘度計であり、目盛板は歯車装置を経て駆動され、ローターは目盛板から渦巻ばねを経て弾性的に結合、駆動されている。従つて目盛板とローターとは回転中にローターに受ける抵抗トルクに比例して相互に偏れを生じ、目盛板とローターをクランプした後、回転を止めれば、ローター軸に付けられた指針によつて角度を、従つて直ちに絶対粘度を読取ることが出来る。そして附属ローター4本とその回転が4段(60, 30, 12, 6 R. P. M)に変速する組合せにより、100,000センチポアーズ(C. P)迄測定することができる。

### 1. 測定条件の吟味

1) 魚肉と添加食塩溶液の割合：魚肉と添加食塩溶液の割合はできるだけ、ねり製品の製造条件に近い状態で測定したいと考え、一番高粘度が測定できるNo. 4のローターで、回転速度を6 R. P. Mとしたが、魚肉(三枚に卸し、皮、腹部、血合肉を除いた精肉を3mm目のチョツパーに通したもの)に対し0.6M食塩溶液20%の添加では100,000CP以上になり測定が不可能であつた。それで魚肉に0.6M食塩溶液1：1及び1：2の割合で加えホモゲナイザー(日本精器)で8,000~10,000R. P. Mで2分間攪伴した。1：1の比率ではやはり粘度が高く、1：2の割合の場合には50,000~70,000CPになり充分測定することが出来た。またピロ磷酸を加えた場合には10,000~20,000CPの値を示した。それで以後の実験では魚肉と添加食塩溶液の割合を1：2とすることにした。



第1図 BL型粘度計

3) 攪拌時間の影響: 攪拌抽出操作は日本精器のホモゲナイザーを使用した。回転速度は目盛の② (8,000~10,000 R.P.M) で、攪拌時間は1, 2, 4分間行つた。ホモゲナイズされた魚肉ゾルの粘度は攪拌時間による差異はあまりみられないが (第1表), 1分間の攪拌ではホモゲナイズが充分でなく、つぶれていない魚肉片がいくらかのこり、4分間の攪拌では泡立ちが可成りひどくなるので、ホモゲナイズする時間は正確に2分間に規定した。なお高速度のホモゲナイズにより泡立ちがひどく魚肉蛋白の多少の変性はまぬがれないように思われる。

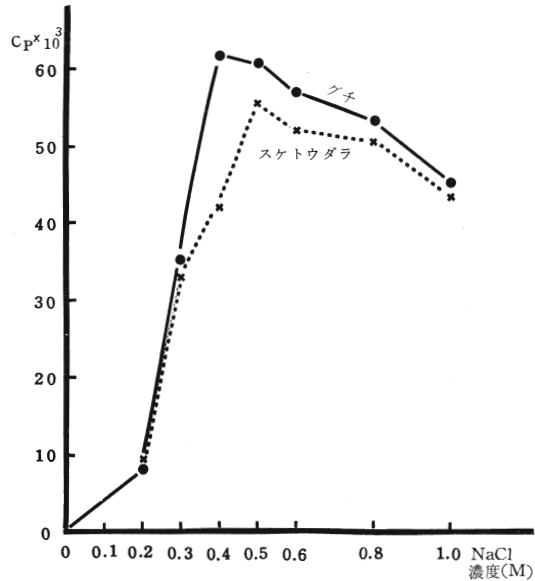
4) 添加溶液の温度の影響: 添加溶液はホモゲナイズによる温度上昇等による蛋白の変性を考慮して充分に冷却して使用した。温度の差異による粘度変化は特にピロ磷酸ソーダを加えた場合に著しいように思われる (第2表)。

食塩溶液のみの場合は20°Cまでは粘度低下はあまり著しくないが、20°C以上になつた場合にはかなり急激に粘度が低下する。また食塩溶液に0.005Mピロ磷酸ソーダ (食塩濃度の調整と同様に魚肉の水分量を一応80%と仮定して添加するピロ磷酸ソーダの濃度を調整した) を加えた場合には15°C以上ではこれらの粘度変化が特に著しいことから、魚肉をホモゲナイズする時には添加液を充分冷却することは勿論、容器やホモゲナイズ時の器体を冷却して、測定の際の魚肉ゾルの温度を10°C以上に上昇させないように常に8~10°Cに冷却し測定した。

2. 測定方法

試料は魚肉を3枚に卸し、皮、腹部、血合肉、小骨等を除き3mm目のチョツパーを通した。試料に3倍量の冷却した0.5M食塩濃度、あるいは0.5M食塩、0.005Mピロ磷酸ソーダ濃度となる混液を加えて、日本精器のホモゲナイザーで8,000~

2) 添加食塩溶液の濃度の影響: 添加食塩溶液の濃度は魚肉中の水分による稀釈を補正するため、所定濃度になるように食塩を溶解調整した。この場合の魚肉中の水分は一応80%として計算した。ホモゲナイズした魚肉ゾルの粘度は食塩濃度0.3M程度から飛躍的に増大し、0.4~0.6Mで最高値に達し、それより高濃度では徐々に減少し始める (第2図)。それで以後の実験では魚肉の水分量を80%と仮定して、食塩濃度が0.5Mになるよう調整した食塩溶液を使用することにした。



第2図 魚肉ゾルの粘度に及ぼす添加食塩濃度の影響

第1表 魚肉ゾルの粘度に及ぼす攪拌時間の影響

10,000 R.P.M	CP (x 10) <sup>3</sup>	状態
秒		
60	58.0	つぶれない小肉塊が多い
120	63.5	
240	65.2	泡立ちが激しく白くなる

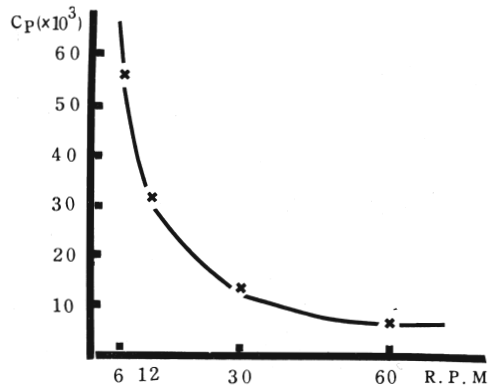
第 2 表 魚肉ゾルの粘度に及ぼす添加溶液の温度の影響

試料 C P, 魚肉 ゾルの温度 添加液 の温度	ム シ ガ レ イ				フクラギ (ブリの幼魚)			
	0.5M NaCl		0.5M NaCl 0.005MP.P.Na 混液		0.5M NaCl		0.5M NaCl 0.005MP.P.Na 混液	
	CP ( $\times 10^3$ )	魚肉ゾルの 温度 °C	CP ( $\times 10^3$ )	魚肉ゾルの 温度 °C	CP ( $\times 10^3$ )	魚肉ゾルの 温度 °C	CP ( $\times 10^3$ )	魚肉ゾルの 温度 °C
0 ~ 3°C	65.5	7.5	12.0	7.0	58.0	8.0	8.5	8.5
13 ~ 15°C	61.5	20.5	27.0	20.5	53.0	15.5	21.5	16.0
22°C	44.0	24.0	28.5	23.5	32.5	23.0	44.5	23.0

10,000 R. P. M で 2 分間ホモゲナイズする。この際魚肉ゾルの温度が 10°C 以上にならないように十分に冷却する。ホモゲナイズされた魚肉ゾルは内径 47mm, 高さ 95mm の容器に移し (或は直接でも差支えない), ガードを粘度計にとりつけ, No. 4 のローターをセットして, 6 R. P. M でスイッチを入れ, 指針が安定する点を読み, 読み取り値に換算係数 (第 3 表) をかけて絶対粘度を求める。食塩溶液のみを添加した場合は 50,000~70,000CP 程度になるが, 食塩, ピロリン酸混液を加えた場合には粘度が著しく低くなり読取値が 10CP 以下になるようなことがあるので, このような場合には測定誤差が大きくなるから, No. 3 のローターを使用した方がよい。また回転速度を 6 R. P. M から 30 R. P. M 或は 60 R. P. M にあげた場合には強い構造粘性を示すので (第 3 図) 魚肉ゾルの絶対粘度を比較する場合には回転速度は常に一定にする必要がある。

第 3 表 換算乗数表

R. P. M	60	30	12	6
ローター				
B L アダプター	0.1	0.2	0.5	1.0
No. 1	1	2	5	10
No. 2	5	10	25	50
No. 3	20	40	100	200
No. 4	100	200	500	1,000



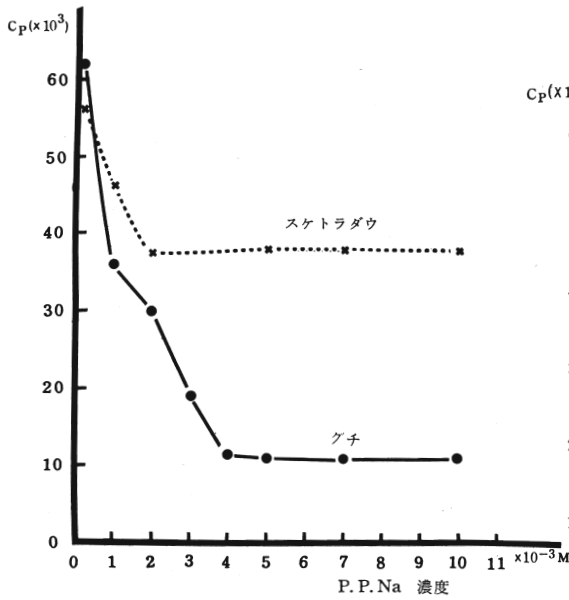
第 3 図 粘度計の回転速度と絶対粘度の関係

### Ⅲ. 実験結果

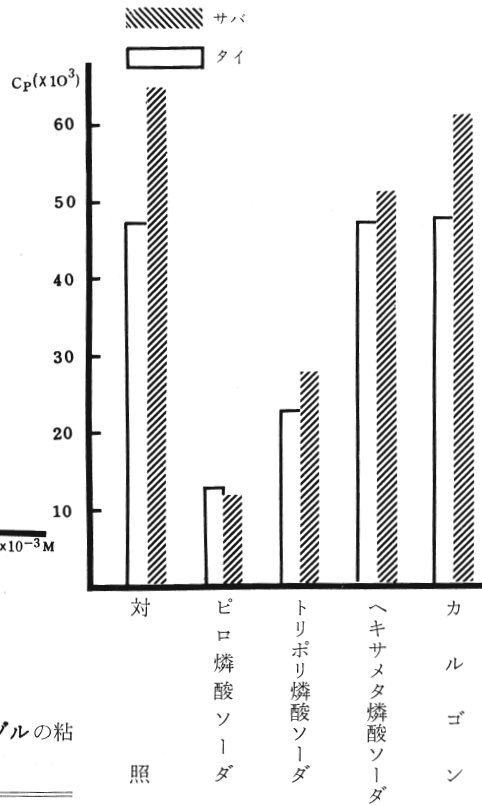
1) **ピロリン酸ソーダの濃度の影響:** 0.5M 食塩に 0.001~0.01 M のピロリン酸ソーダを加えた場合の魚肉ゾルの絶対粘度を測定した (第 4 図)。0.001M のピロリン酸ソーダを加えた場合でもかなり粘度は低下するが, 0.002M (スケトウダラ) ~0.004M (グチ) で粘度の減少は最高に達し, それより更に多くのピロリン酸ソーダを加えても粘度は低下しないと思われる。なお, グチの粘度低下は著しいがスケトウダラはグチにくらべて粘度低下はかなり小さい。

2) **各種多リン酸塩の影響:** 多リン酸塩の種類による影響をみるためにピロリン酸ソーダ, トリポリリン酸ソーダ, ヘキサメタリン酸ソーダ, カルボン (オルガノ商会製) を用い, 0.5M 食塩に各々 0.005M 相当量を加えて絶対粘度を比較した (第 5 図)。

試料にはサバ及びタイを使用したが共にピロリン酸ソーダ, トリポリリン酸ソーダを加えたものでは粘度の減少が著しく, ヘキサメタリン酸ソーダ, カルボンを加えた場合には殆んど粘度は低下しなかつた。



第 4 図 魚肉ゾルの粘度に及ぼすピロ磷酸ソーダ濃度の影響



第 5 図 魚肉ゾルの粘度に及ぼす多磷酸塩類の種類の影響

第 4 表 食塩及びピロ磷酸ソーダを添加した魚肉ゾルの粘度と“たれ”やすさ

	$\eta_0$	$\eta_P$	$\frac{\eta_0 - \eta_P}{\eta_0} \times 100$
シログチ	62.0	6.0	87.1
クロウシノシタ	80.0	11.5	85.6
ヒラメ	86.5	12.5	85.5
タイ	69.0	12.0	82.6
ヤナギムシガレイ	54.5	9.5	82.6
アヂ	67.0	12.0	82.1
ムシガレイ	65.5	12.0	81.7
カラフトマス	50.0	13.5	73.0
ヤナギガレイ	57.0	16.5	72.8
ヒレグロ	49.5	13.5	72.7
サバ	47.5	13.0	72.6
ハタハタ	38.5	13.5	64.9
ニギス	75.5	26.0	65.6
マイワシ	25.0	12.0	52.0
スケトウダラ	56.0	38.0	32.1
アカガレイ	38.5	33.5	13.0

$\eta_0$  ……0.5M食塩添加の粘度 (粘度計の読取値)

$\eta_P$  ……0.5M食塩, 0.005Mピロ磷酸ソーダ混液添加の粘度 (粘度計の読取値)

$\frac{\eta_0 - \eta_P}{\eta_0} \times 100$  ……魚肉ゾルの“たれ”やすさ (%)

3) 各種魚類の粘度及び粘度低下: 食塩溶液及び食塩とピロ磷酸ソーダの混液を加えた場合の魚肉の絶対粘度及び粘度低下を16種類の魚肉について検討した (第4表)。すなわちグチ及びタイ等の白身魚の大多数及びサバ、ブリ等の赤身魚でもピロ磷酸ソーダによる粘度低下は非常に大きい。ただアカガレイ、スケトウダラ等では粘度低下はかなり小さかつた。また食塩溶液のみを加えた場合の粘度にはかなり各魚種間に差異がみとめられる。例えばねり製品原料とした場合に足が非常に強いといわれているヒラメ、タイ、グチ及びニギス等ではかなり粘度が高く、イワシ、サバ、ハタハタ等のどちらかといえば足の弱い魚種では、これらの足の強い魚にくらべてかなり低い数

値を示す結果が得られた。

#### IV. 考 察

魚肉に多磷酸塩類を添加した場合に、魚肉は流動性をおび、いわゆる“たれ”やすくなるが、これらの魚肉の“たれ”やすさの程度を見分ける尺度とするためにBL型粘度計を使用した。そしてこれらの魚肉ゾルの粘度を測定する場合の種々な条件を吟味し、また多磷酸塩の種類の影響、各魚種の“たれ”やすさの比較研究を行った。

添加食塩の濃度は0.4~0.5Mで粘度は最高値を示し（第2図）、又回転速度を変えた場合には強い非ニュートン性を示している（第3図）。SHIMIZU（1958）もB型粘度計を用いてエソの肉がゆの粘度を測定しているが、その粘度は0.4~0.6M食塩濃度で最高値を示すとともに著しい非ニュートン性を示すのに対し、1.5M以上の塩濃度では粘度が急激に低下し、その速度勾配依存性も小さくすると述べている。

蛋白質やアクトミオシンの粘度は一般に負の温度係数を有するものであるが、第2表の温度と粘度との関係では0.5Mの食塩濃度で処理した場合、20℃以下の温度ではあまり影響されないが、20℃以上の温度で処理した場合には強く影響され、粘度は急激に低下する傾向がみられる。このことは恐らく20℃以上の高温で抽出した場合、温度上昇の影響もあるがアクトミオシンの変性が急激に進行するのではないかと思われる。しかしピロ磷酸ソーダを添加した場合には抽出温度が高くなるにしたがい逆に粘度は著しく増加する傾向を示す。いずれにしてもこのように魚肉ゾルの粘度が抽出温度によつて著しく影響されることがわかつたので、十分に冷却してホモゲナイズすれば魚肉の温度は8℃前後になり、常に一定した測定値がえられたので魚種間の粘度の差異や、“たれ”やすさを容易に比較することができた。そしてこれらの魚肉ゾルの“たれ”やすさを次の様に表すことにした。

$$\text{魚肉の粘度減少度 (\%)} = \text{魚肉のたれやすさ (\%)} = \frac{\eta_0 - \eta_1}{\eta_0} \times 100$$

$\eta_0$ ……0.5M食塩添加の粘度（粘度計の読取値）

$\eta_1$ ……0.5M食塩、0.005Mピロ磷酸ソーダ混液添加の粘度（粘度計の読取値）

この場合0.5M食塩添加の場合の粘度は各魚種による差異が著しく、ヒラメ、クロウシノシタ、ニギス、タイ等では非常に高い粘度を示したが、マイワシ、アカガレイ、ハタハタ、サバ等ではかなり低い値を示している（第4表）。勿論、これらの絶対粘度の比較だけで魚肉の蛋白組成の差異について言及することはできないが、志水等（1960）の報告や我々が行つた結果でも、高粘度を示すヒラメ、タイ、あるいはグチ、スケトウダラと低粘度を示すアカガレイ、サバ等の肉蛋白中の塩溶性窒素量やミオシン区窒素量には差異が少いので、恐らくこのような絶対粘度の差異は各々の魚肉の肉蛋白の量的な差違よりも質的な違いの一面を示しているように思われる。またピロ磷酸ソーダを添加した場合にはグチを始めとして大多数の魚種では粘度低下が著しいが、アカガレイ、スケトウダラ等ではあまり粘度低下がみられなかつた。蛋白質に対する多磷酸塩の作用機作についてはHAMM, (1950), BENDALL (1954), 藤巻 (1958), 岡田 (1958), 岡村 (1959), 盛田 (1960) 等いろいろの説が出されている。BENDALL は兎肉の膨潤に対する磷酸塩の効果を比較し、正磷酸塩、ヘキサメタ磷酸塩、ポリメタ磷酸カリにくらべピロ磷酸ソーダが特に強い効果を示すことを見、またピロ磷酸ソーダはATP同様にアクトミオシンをアクチンとミオシンに解離させる効果をもっていることからピロ磷酸ソーダの肉蛋白膨潤に対する特異的な効果はアクトミオシンの解離と関係があるとしている。我々の多磷酸塩の種類と魚肉の“たれ”やすさの関係でも（第5図）、同様にピロ磷酸ソーダを加えた場合には粘度低下が著しく、トリポリ磷酸ソーダでもかなり魚肉を“たれ”やすくするがヘキサメタ磷酸ソーダ、カルゴン等では粘度低下が極めて小さい結果がえられた。

トリポリ磷酸ソーダについては岡田はトリポリ磷酸ソーダもピロ磷酸ソーダ同様アクトミオシンをアクチンとミオシンに解離する作用をもつといつている。これらのことから考えて魚肉ゾルの多磷酸塩添加による粘度低下は岡村等が推論しているように魚肉の主要蛋白であるアクトミオシンがアクチンとミオシンに解離し、粘度が低下し流動性が大きとなり、“たれ”るのではないかと思われる。しかしながらグチのように非常

に“たれ”やすい魚と、アカガレイのように殆んど“たれ”ない魚種の差異の説明をするためには、更にこれらの筋肉中の **Ca** や **Mg** の含量あるいはアクトミオシンの性状等を比較研究しなければ結論は出し得ないと思われる。

## V. 要 約

魚肉に食塩あるいは多リン類を加えた場合の魚肉ゾルの粘度を **BL** 型粘度計で測定した。

1. 魚肉ゾルの粘度測定方法は魚肉 1 に対し、計算上 0.5M 食塩、あるいは 0.5M 食塩と 0.005M ピロリン酸ソーダとなる混液を 2 の割合に加え、ホモゲナイザーで 2 分間 (8,000~10,000R. P. M) 攪拌し、No. 4 のロータで 6 R. P. M でセットして測定する。なお添加液や操作は充分冷却し、魚肉ゾルの温度は常に 10°C 以下にする必要がある。

2. 魚肉ゾルの粘度及びピロリン酸ソーダによる粘度減少度を測定し

魚肉の“たれ”やすさ (%) =  $\frac{\eta_0 - \eta_P}{\eta_0} \times 100$  で表した。

$\eta_0$  …… 0.5M 食塩を加えた場合の粘度計の読取値 (又は CP)

$\eta_P$  …… 0.5M 食塩, 0.005M ピロリン酸ソーダの混液を加えた場合の粘度計の読取値 (又は CP)

3. 食塩溶液のみを加えた場合の魚肉ゾルの絶対粘度とカマボコとした場合の製品の弾力とはかなり関係があるように思われる。

4. 魚肉、食塩系にピロリン酸ソーダ或はトリポリリン酸ソーダを加えた場合には、これらの粘度低下は著しいが、ヘキサメタリン酸ソーダ及びカルゴンを加えた場合には殆んど粘度は変化しなかつた。

5. 16種類の新鮮な魚肉ゾルの粘度及びピロリン酸ソーダを加えた場合の“たれ”やすさを測定した結果グチを始めとする大多数の魚種では粘度低下が著しかつたが、アカガレイ、スケトウダラ等では殆んど低下を示さなかつた。

## 文 献

- J. R. BENDALL (1950). The Swelling effect of polyphosphates on lean meat. *J. Sci. Food Agric.*, 5; 460-475.
- 藤 卷 正 生・津田美紗子 (1958). 肉の保水性に関する研究 (第 1 報) 各種リン酸塩、市販結着剤の保水効果について(1). 農産加工技術研究誌, 5(2): 62-68.
- REINER HAMM (1955). Die Ursache der Wirkung von Brätzusatzmittel und Kochsalz auf Fleisch. *Die Fleischwirtschaft* 7: 196-203.
- 盛 田 ふ み (1960). ミオシン B とピロリン酸あるいは ATP との相互作用, 蛋白質, 核酸, 酵素 5(9): 3-13.
- 岡 村 一 弘・松 田 敏 正・横 山 理 雄 (1959). 魚肉ねり製品に対するリン酸塩の研究—V. すり身の“たれ”防止について. 日水会誌, 24(12): 986-993.
- 岡 田 稔・山 崎 惇 子 (1958). 多リン酸塩の水産ねり製品への応用—I. 使用条件の吟味. 東海区水研報, (21): 49-59.
- Y. SHIMIZU, W. SHIMIDU (1958). *Mem. College Agr. Kyoto Univ., Fisheries Series*, 68-76.
- 志 水 寛・清 水 亘 (1960) 水産動物肉に関する研究—XXIII. 魚類筋肉の蛋白質組成, 日水会誌, 26(8): 806-809.