

## 解凍魚肉組織のホモゲネート中の破砕片の 大きさとその粘度との関係について\*

西元 諄一・太田 冬雄\*\*

### Correlation between the Fish-Tissue-Pieces Size in the Homogenate and the Homogenate Viscosity

Jun-ichi NISHIMOTO and Fuyuo OHTA\*\*

#### Abstract

The present investigation was undertaken to determine the relation between the homogenate viscosity of thawed-fish-muscle-tissue and its toughness.

The results were as follows:

1. The viscosity of fish meal suspended in sugar solution increased with the increase of concentration of meal and the lessening of size of meal granule.

The higher the concentration of fish muscle tissue, the smaller the size of tissue pieces, the greater the viscosity of its homogenate was.

The homogenate-viscosity (HV) of the tissue was mainly influenced by the concentration of tissue and the variation of size of tissue pieces, and partly by extractable protein contents.

Therefore, the HV at a given concentration was assumed chiefly due to the size of tissue pieces in the homogenate.

2. The HV level of fresh tissue was not the same through all species, being higher than that of thawed tissue. The HV of the tissue thawed immediately after freezing decreased remarkably, but it lowered slowly in case when it was kept on in the same storage.

The HV of thawed tissue was observed to be related to the qualitative change of protein as well as to the quantitative change of extractable protein and the size of tissue pieces in the homogenate.

The lowering of HV of thawed tissue, however, was due considerably to the reduction of the size of tissue pieces in the homogenate.

Accordingly, the lowering of HV of thawed tissue seems to have a close relation with the toughening of the frozen fish muscle tissue.

凍結貯蔵魚の品質低下の一因は、その筋肉組織の硬化によるといわれている<sup>1),2),3),4),5)</sup>。

1962年 LOVE<sup>3),6)</sup> はタラ筋肉を用い、冷凍中の筋肉細胞の脆弱性を測定する方法を考案したが、この方法は多脂肪魚には適用できないとのべている。したがって、適用範囲のより広い方法が期待される。

凍結魚筋肉が硬化すれば、一定条件下における機械的破壊のされ易さに難易があり、破砕片の大きさに大小が生ずる筈である。一方、流体中に浮遊させた粒子の大きさの大小により、

\* 本報の一部は、1964年10月日本水産学会秋期大会（下関）にて発表した。

\*\* 鹿児島大学水産学部水産保蔵学教室 (Laboratory of Food Preservation Technology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University).

その流動抵抗が変化する。そこで、生鮮魚肉および解凍魚肉を一定溶媒中で破壊操作を行ない、その破壊繊維の大きさおよびホモゲネートの粘度を測定し、これらの関連性と凍結貯蔵中における粘度変化の意義を検討したのでその概要を予報する。

## 実 験

### 方 法

#### 1. 粘度の測定

試料を溶媒中で破壊し、破砕片を浮遊させる必要上、溶媒には比重の大きい65%ショ糖液 ( $d_4^{15}=1.3$ ) を採用した。また、試料は、筋肉組織の破壊程度を問題としているので、なるべく損傷していない切身としたいが、これのホモゲネート粘度は部位差ならびに個体差（主として鮮度によると思われる）があり、再現性に乏しく不適當であった。このため、魚肉の精肉をチョッパー（プレート目3mmφ）で一回処理し、ほぼ均一な粗砕物として粘度を測定したところ再現性が認められた。よって粘度測定は以下の方法で行なった。すなわち、65%ショ糖液の一定量に各種魚類精肉の粗砕物（径28mm、高さ10mmの約10gのブロック）の未凍結肉および解凍肉（-5または-10°Cの凍結肉を10~15°Cで10分間解凍）を一定量加えホモゲナイズしたときの粘度を測定した。ホモゲナイザーは日本精機k.k.製を用い、粘度はBrookfield型粘度計（同期電動型回転粘度計、東京計器製作所製）により一定温度（とくに示さないものは10°C）で測定した。

#### 2. 蛋白質の定量

魚肉ホモゲネートをトリクロール醋酸で処理し、沈澱した蛋白質についてビュレット法を適用して定量した。

#### 3. 破砕繊維片の大きさの測定

ホモゲネート中の筋繊維片の大きさは、スライドガラス上にその一滴（5ml容駒込ピペットから滴下）を採り、0.5%エオジン溶液一滴を加えよく混和染色し、カバーガラスで覆い、一夜放置後顕微鏡にマイクロメーターを附して測定した。

## 結果および考察

### I. ホモゲネート粘度と筋繊維破砕片の大きさとの関係

#### i) 魚粉粒子の大きさと粘度との関係

60および100メッシュのサバ魚粉を種々の割合に混合し、65%ショ糖液中に浮遊させその粘度を測定した。その結果はTable 1のように、試料濃度が大きい場合また粒子が小さい場合に粘度は大きかった。

#### ii) 魚肉の破砕条件と粘度との関係

粒子の大きさが粘度にかなり影響したが、魚肉の場合、ホモゲネート中の組織破砕片の大きさと粘度とが魚粉と同じ関係にあるかどうかを調べた。ホモゲナイザーでの破砕条件をかえた場合、破砕片の状態はPlates I-IIIのよう破砕条件が酷しい程破砕片は小さかった。破砕条件と粘度との関係は、Table 2のように条件が酷しい程すなわち破砕片が小さい程大きかった。ゆえに魚粉の場合と同様なことがいえる。

Table 1 Changes in viscosity of fish meal suspended in 65% sugar solution.

		Viscosity (cp) (25°C)				
Size of granule		60 mesh	60:100	60:100	60:100	100 mesh
Ratio of mixture		10:0	9:1	5:5	1:9	0:1
Conc. of sample %	5	4.0	4.69	6.6	7.68	8.36
	10	10.84	12.72	13.0	15.33	18.56

Table 2 Effect of the varying homogenization conditions on the viscosity and the extractable protein contents of fish tissue homogenates.

Species	Homogenization condition	Viscosity (cp)			$\eta_P/\eta_T$ %	Supernatant protein %
		$\eta_T$	$\eta_S$	$\eta_P$		
Jack mackerel	5000 rpm, 30sec,	490	44	446	91.0	11.7
	10000 " , "	495	47	448	90.5	11.7
	15000 " , 1min.	732	89	643	87.8	12.3
	15000 " , 2 "	996	262	734	73.9	15.9
Mackerel	5000 rpm, 30sec.	482	41	441	91.7	8.5
	10000 " , "	504	55	449	89.9	8.9
	15000 " , 1min.	744	104	640	86.0	12.0
	15000 " , 2 "	1232	388	844	68.5	16.1

$\eta_T$ : The viscosity of the homogenate before centrifuge.

$\eta_S$ : The viscosity of the supernatant portion of homogenate after centrifuge.

$\eta_P$ :  $\eta_T - \eta_S$

### iii) 魚肉ホモゲネートの遠心処理が粘度に及ぼす影響

魚肉ホモゲネートの粘度 ( $\eta_T$ ) および大きな破砕片を沈降させた場合の上層区粘度 ( $\eta_S$ ) は Fig. 1 のように、いずれの魚種、濃度でも  $\eta_S$  は  $\eta_T$  より小さくなった。  $\eta_T - \eta_S$  (沈降区相当粘度 ( $\eta_P$ )) を一括したのが Fig. 2 である。この  $\eta_P$  は沈降区分であるから上層より破砕片の大きさの影響が大きいものと思われる。  $\eta_P$  の  $\eta_T$  に対する影響の程度はかなり大きかったが Table 2 でも同様のことが窺えた。

粘度に関係があるといわれる<sup>7),8)</sup> 溶出性蛋白質 (SP) 量は Table 3 の通りで、SP 量が多い  $\eta_S$  が SP 量の少ない  $\eta_P$  より大きいから  $\eta_T$  の大部分をしめる  $\eta_P$  に対する SP 量の影響は少ないといえそうである。しかし、Table 2 では、破砕条件の最も酷しい場合と緩かな場合における  $\eta_S$  間および  $\eta_P$  間の差の  $\eta_T$  間の差に対する割合が僅かであり、SP 量の影響は無視出来ない。

したがって、生鮮魚ホモゲネート粘度には溶出性蛋白質量も関与するが、その過半は破砕片の大小に支配されると考えられた。

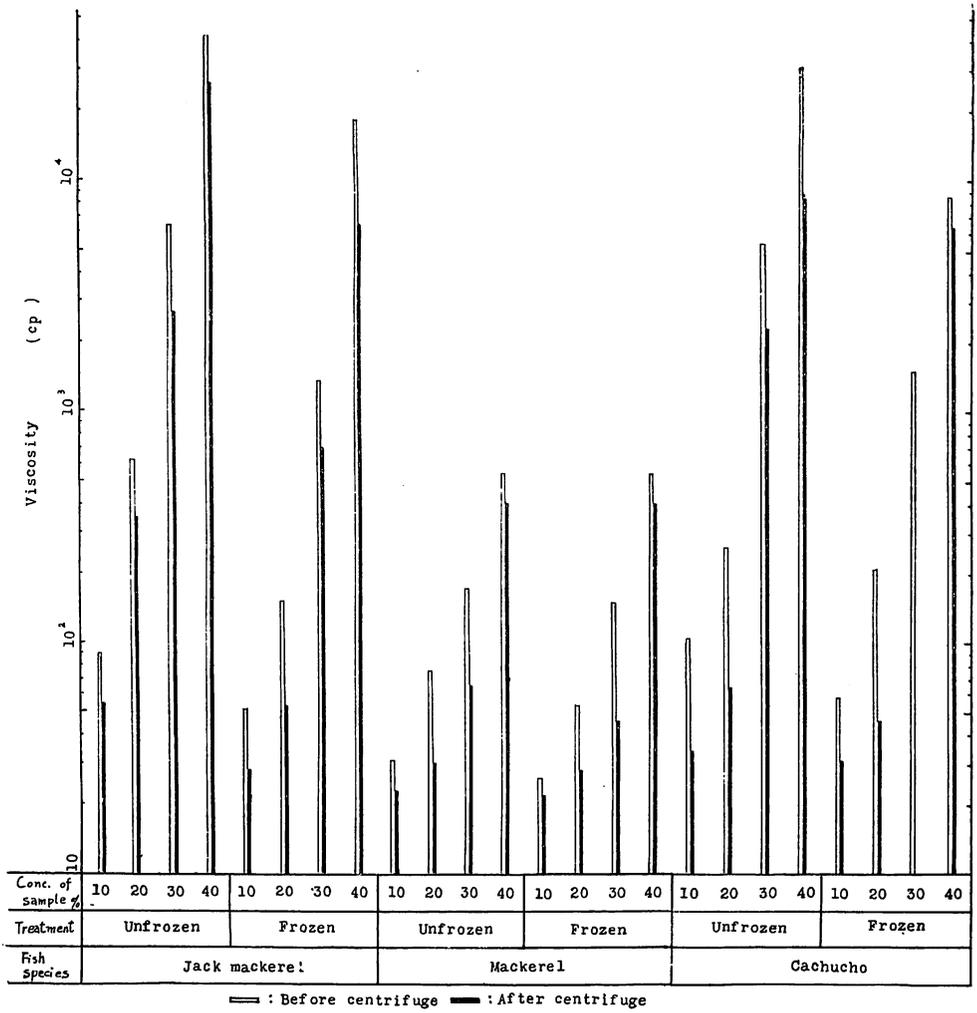


Fig. 1 Effect of the varying concentration of sample and that of the centrifuge-treatment on the viscosity of the fish tissue homogenate.

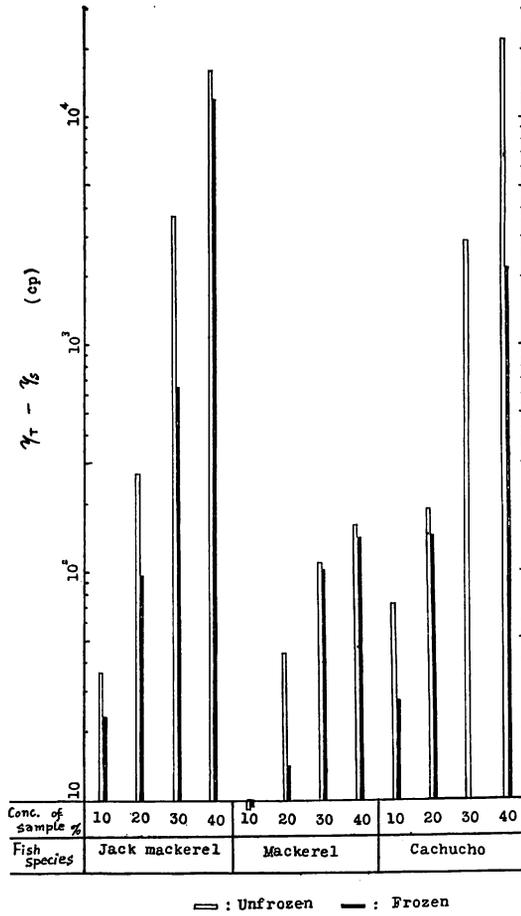


Fig. 2 Effect of the centrifuge-treatment on the viscosity of the fish tissue homogenate.

Table 3 The viscosity and protein contents of fish tissue homogenat.

Species	Fraction	Fresh (A)			Frozen (B)			Difference of viscosity (A-B)
		Viscosity (1) (cp)	Protein (2) %	(1)/(2)	Viscosity (1) (cp)	Protein (2) %	(1)/(2)	
Mackerel	Untreated homogenate	588( $\eta_T$ )			409( $\eta_T$ )			179
	Supernatant	288 ( $\eta_S$ )	18.1	15.8	127 ( $\eta_S$ )	14.6	8.7	161
	Sediment	300 ( $\eta_P$ )	3.6	83.3	282 ( $\eta_P$ )	7.1	39.7	8
	$\eta_P/\eta_T$ %	51.0			69.4			
Sea-bream	Untreated homogenate	862( $\eta_T$ )			249( $\eta_T$ )			613
	Supernatant	383 ( $\eta_S$ )	17.5	21.8	83 ( $\eta_S$ )	11.1	7.5	300
	Sediment	479 ( $\eta_P$ )	3.3	145.1	166 ( $\eta_P$ )	9.7	17.1	313
	$\eta_P/\eta_T$ %	55.6			66.7			
Jack mackerel	Untreated homogenate	1157( $\eta_T$ )			664( $\eta_T$ )			493
	Supernatant	392 ( $\eta_S$ )	12.6	31.1	147 ( $\eta_S$ )	9.8	15.0	245
	Sediment	765 ( $\eta_P$ )	(7.4)*	(102.0)*	517 ( $\eta_P$ )	(10.2)*	(50.6)*	248
	$\eta_P/\eta_T$ %	66.1			77.9			

\* : Proximat value

## II. 凍結貯蔵中の魚肉組織の粘度変化

凍結により魚肉組織が硬化するものであれば、破壊され難い筈だから、ホモゲネートの状態は、未凍結魚肉の破碎条件が緩和な時と同じにみなされ粘度は低くなると思われる。そこで、凍結の影響を調べたところ Table 4 のように、0°C においた場合でも粘度低下はあったが、-10°Cの方がその低下割合ははるかに大きく、凍結処理の影響は明瞭であった。

解凍魚肉ホモゲネートの  $\eta_T$ ,  $\eta_S$  および  $\eta_P$  は Figs. 1-2 の通りで、SP量は Table 3 のようであった。解凍魚肉の場合も未凍結魚と同じく  $\eta_P$  の  $\eta_T$  への支配性は大きかったし、SP量の多い  $\eta_S$  が SP量の少ない  $\eta_P$  より小さかったので、 $\eta_P$  に対する SP量の影響は少ない

Table 4 Influence of the freezing on viscosity of fish tissue homogenate

Species Temp °C	Viscosity (cp)		
	Jack mackerel	Mackerel	Cachucho
Control	33510	528.5	4634
0 (20 hrs.)	22390	383.2	4120
-10 (20 hrs.)	6104	270.3	2200

といえる。しかし、凍結前後の  $\eta_s$  および  $\eta_P$  の差は、サバを除いてほとんど等しく、 $\eta_T$  の差への影響度は同じ程度であった。未凍結では影響度に僅かながら差異が認められたが、これがほとんど等しくなったということは蛋白質自体の粘性低下が関与していることを示唆している。ゆえに、解凍組織ホモゲネートの粘度低下は、蛋白質自体の粘性低下をも含んでいると理解され、 $\eta_T$  への  $\eta_s$  および  $\eta_P$  の影響度からいって当然  $\eta_T$  は減少すべきであり、事実、解凍組織ホモゲネート粘度は減少した。また単位蛋白質当りの粘度はいずれの魚種でも  $\eta_s < \eta_P$  で破砕片の影響もあった。

したがって、解凍組織ホモゲネートの粘度低下には、蛋白質の溶出量と破砕片の大きさの影響の外に蛋白質自体の質的变化も加わっていると推察され、破砕片の大小は、その原因になかば関与していると考えられる。

これらの結果を根拠として、数種魚類筋肉の凍結貯蔵中のホモゲネート粘度の変化を調べた。魚種はサバ、アジ、シビ、アオダイおよびヒメダイを用い、それぞれの精肉粗砕物ブロックを  $-10^{\circ}\text{C}$  に 12~20 時間放置凍結後、 $-5^{\circ}\text{C}$  に貯蔵した。解凍は  $25\sim 30^{\circ}\text{C}$  で 10 分間行ない、粘度は  $28^{\circ}\text{C}$  で測定した。

粘度変化は Fig. 3 のようで、生鮮時の粘度は魚種によりいちじるしく異なった。この原因を調べるため、粘度に関連があると思われる水分量および脂肪量を測定した結果が Table 5 であるが、とくにこれらと粘度との関連は認め難かった。貯蔵中では、凍結後直ちに解凍

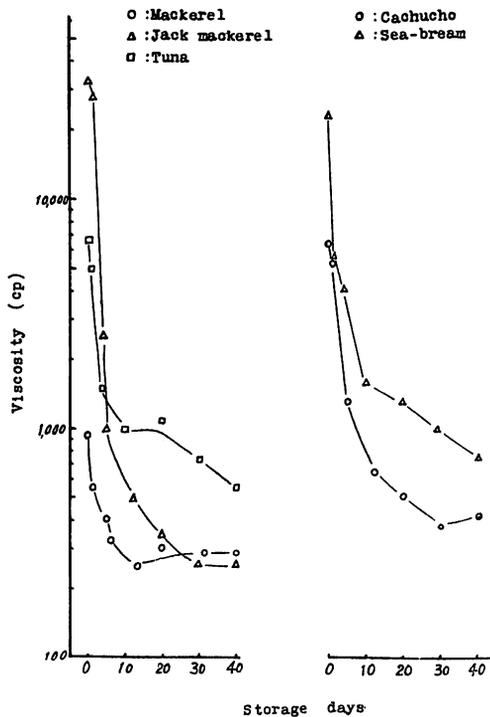


Fig. 3 Changes in the viscosity of the homogenate from various fish tissues during the storage at  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Table 5 Moisture and lipids contents in various fish muscles.

Species	Moisture %	Lipids %
Mackerel	72.2	3.98
Jack mackerel	74.3	4.53
Tuna	75.3	0.32
Cachucho	76.2	1.27
Sea-bream	77.5	0.8

したものの粘度が顕著に低下し、その後漸減した。

以上から、解凍組織の破砕ホモゲネートの  $\eta_T$  の低下には、組織中の蛋白質の溶出量およびそれ自体の質的变化の影響のみならず、 $\eta_P$  の影響度からみて、組織の破砕片が大きくなったこともかなり影響していると推定され、一応、 $\eta_T$  の低下は組織が破壊され難く、硬化したことに関連があると思われる。

### 要 約

1. 魚粉粒子および魚肉組織の破砕片をシヨ糖液中に浮遊させた場合の粘度は、試料濃度が高い程、また粒子あるいは破砕片が小さい程大きかった。

魚肉組織のホモゲネート粘度は、その遠心沈降区の相当粘度にかなり支配される。しかし、沈降区粘度に溶出性蛋白質量が影響するので、ホモゲネート粘度には溶出性蛋白質量も関与するが、その過半は破砕片の大小に支配されると推定された。

2. 生鮮魚肉ホモゲネート粘度は魚種によりかなり異なった。しかしながら解凍魚肉組織では、いずれの魚種でも未凍結時より低く、凍結貯蔵中減少した。その割合は凍結直後にいちじるしく、その後緩慢であった。この減少には、生鮮組織の場合のように破砕片の大小および溶出性蛋白質量の変化のみでなく、凍結貯蔵による蛋白質自体の粘度低下が加わっていた。しかしながら、ホモゲネート粘度低下の原因には、破砕片の大小がなかば関与していると考えられる。

従って、解凍魚肉組織のホモゲネートの粘度低下は、そのなかばは破砕片の大小が支配因子と推定され、組織が破壊され難く、それが硬化したことにとも関連があると思われる。

最後に、この実験の協力された篠崎蔵乙、園田浩平の両君に謝意を表す。さらにこの実験に支出した費用の一部は昭和39年度科学研究費交付金（各個研究）によったものであることを付記し併せて謝意を表す。

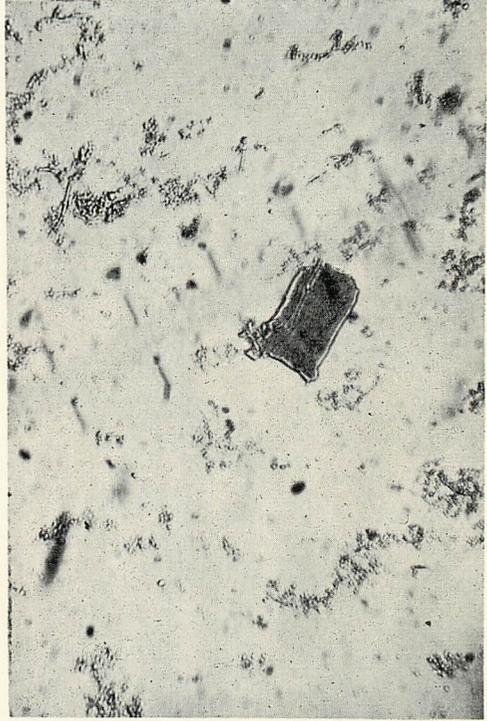
### 文 献

- 1) MOORJANI, M. N., W. A. MONTGOMERY, and G. G. COOTE (1960): *Food Res.*, **25**, 263~269.
- 2) LOVE, R. MALCOLM (1962): *J. Food Sci.*, **27**, 544~550.
- 3) LOVE, R. M., and ELEANOR M. MACKAY (1962): *J. Sci. Food Agric.*, **13**, 200~212.
- 4) 田中武夫 (1964): 日本水産学会年会講演要旨, p. 52.
- 5) 田中武夫 (1965): 冷凍, **40**, 3~13.

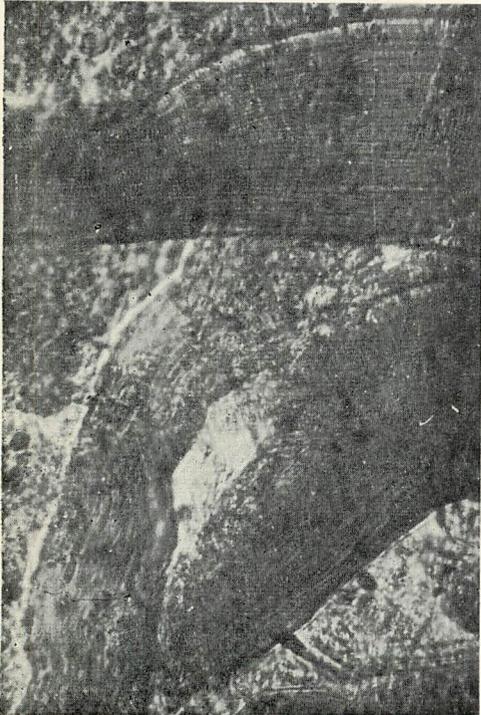
- 6) LOVE, R. M. (1962): *J. Sci. Food Agric.*, **13**, 269~278.
- 7) 上田侃男・志水寛・清水亘 (1962): 日水誌., **28**, 1010~1014.
- 8) SEAGRAN, HARRY L. (1956): *Food Res.*, **21**, 505~509,



(2)



(4)



(1)



(3)

Plate I The muscle fibres in the homogenate of mackerel muscle.

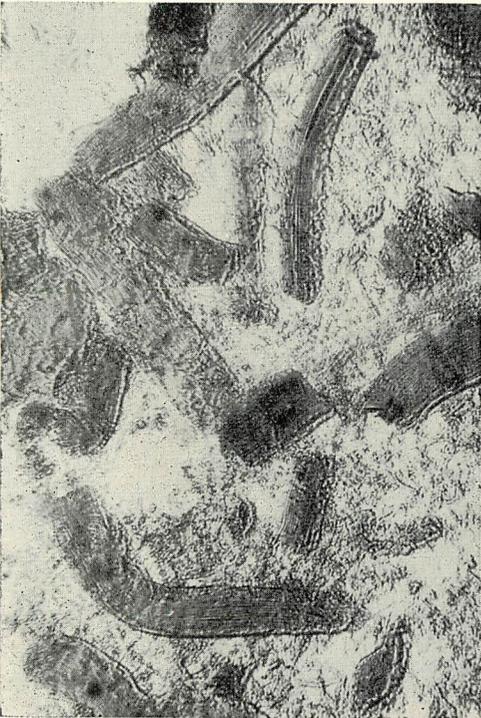
The homogenizer was run at 5000 rpm. for 30 seconds.

1) Before centrifuge ( $\times 200$ )

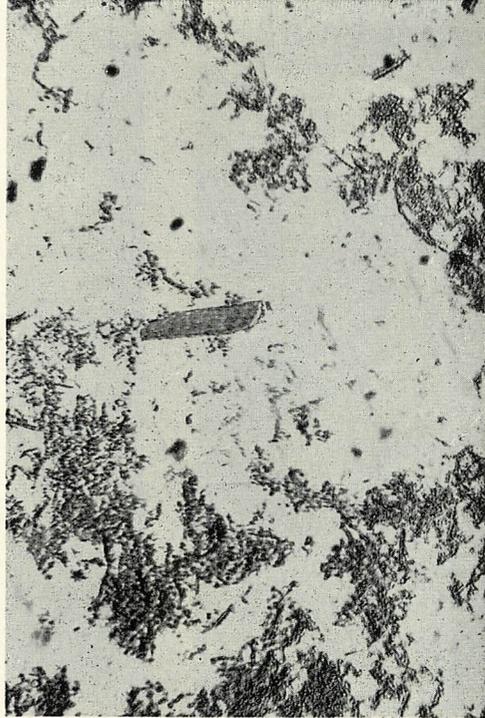
2) " ( $\times 50$ )

3) After centrifuge ( $\times 200$ ), the homogenate was centrifuge at 3000 rpm. for 30 mins.

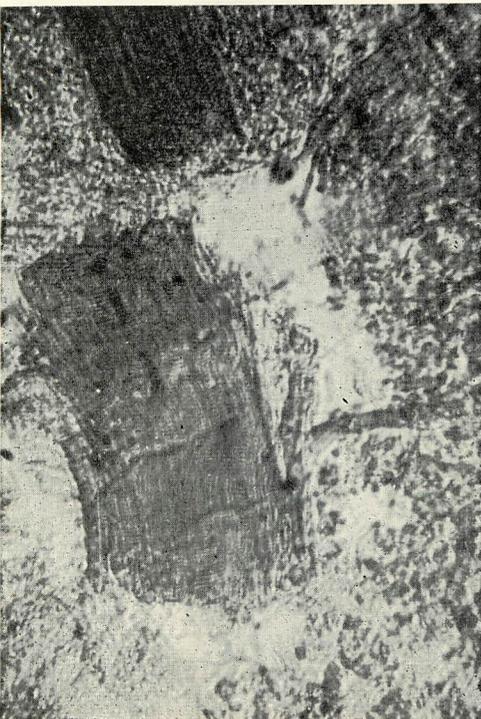
4) " ( $\times 50$ )



(2)



(4)



(1)



(3)

Plate II The muscle fibres in the homogenate of mackerel muscle.

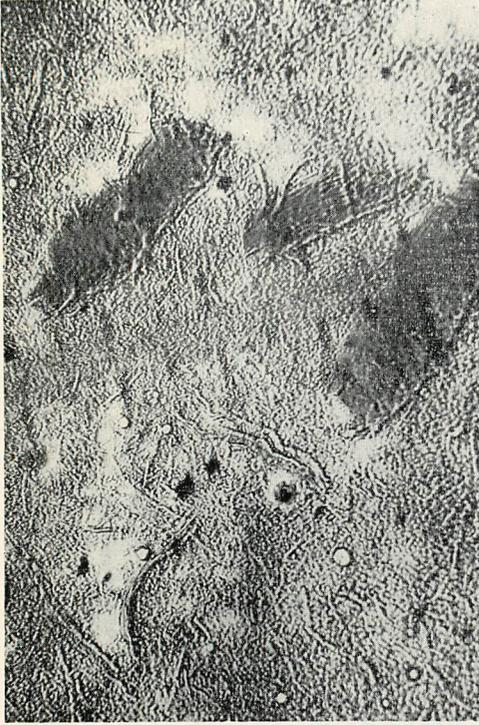
The homogenizer was run at 15000 rpm. for 1 minute.

1) Before centrifuge ( $\times 200$ )

2) " ( $\times 50$ )

3) After centrifuge ( $\times 200$ ), the homogenate was centrifuged at 3000 rpm. for 30 mins.

4) " ( $\times 50$ ), "



(2)



(4)



(1)



(3)

Plate III The muscle fibres in the homogenate of mackerel muscle.  
 The homogenizer was run at 15000 rpm. for 2 minutes.

- 1) Before centrifuge ( $\times 200$ )
- 2) " " ( $\times 50$ )
- 3) After centrifuge ( $\times 200$ ), the homogenate was centrifuged at 3000 rpm. for 30 mins.
- 4) " " ( $\times 50$ ),