

日水研年報, (5) : 157-164, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 157-164, 1959.

漁獲物の鮮度保持に関する研究

XIII. 魚肉のアクトミオシン量の変化に 及ぼす水浸漬の影響¹

山本常治・野口栄三郎

Studies on the Freshness of Fish XIII. On the Transformation of Actomyosin of the Fish Muscle Immersed in Water

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

In this report, the writers have described the transformation of actomyosin in the fish body immersed in water and discussed concerning primary factor or factors responsible for the process.

1) In the case of immersion in sea water and 3.3% salt solution, even when the freshness of the fish is fairly good, the salt soluble nitrogen and actomyosin nitrogen decrease rapidly, with denaturation of the fish muscle protein proceeding.

2) From the facts that the salt soluble nitrogen and actomyosin nitrogen decrease also when the fish muscle is immersed in sea water and 3.3% salt solution antiseptically, and that any influence of temperature is hardly observed upon the process, the primary factor responsible for the transformation of actomyosin is considered to be the denaturation of fish muscle protein by these salts.

I. 緒 言

魚類を水浸漬した場合、水分や塩分は徐々に体内に滲透し、魚体は硬化し、魚肉は水っぽくなり、或は粘着性をますようになる(著者等, 1958a), またこれらが腐敗する場合には、揮発性塩基窒素の生成はかんまんになるが揮発性酸が多く生成し、特に魚肉を海水或は稀薄食塩水に浸漬した場合にはこの傾向が著しい(著者等, 1958b).

本報では更にこれらの水浸漬した場合の魚肉蛋白質の変化を追跡した結果、海水に浸漬した場合には魚肉中のアクトミオシン量は急激に減少し、魚肉蛋白の変性が進むことを察知した。またこの原因は魚肉中に滲透した塩類に起因することが判明したので、その結果を報告する。なお本実験を実施するに当り御助力いただいた柴田玲子さんに深謝の意を表する。

¹ 日本水産学会中部支部例会で発表(新潟 昭31.11).

II. 実験方法

1. 供試魚種

サバ (*Scomber japonicus* 平均体長 22cm), アヂ (*Trachurus japonicus* 平均体長 15cm) 等は新潟県沖合で施網で漁獲され硬直状態を呈し, 死後 10 時間前後のものと推定され, またスケトウダラ (*Theragra chalcogramma* 平均体長 27cm), ヒレグロ (*Glyptocephalus stelleri* 平均体長 20cm) 等は佐渡海峡で底曳網に漁獲され硬直から軟化の段階を示し死後 20 時間前後と推定されるものを使用した。

2. pH, 揮発性塩基窒素, 揮発性酸, トリメチールアミン窒素の測定

前報 (著者等, 1958a) に準じて実施した。

3. 魚肉蛋白抽出液の調整

各々の精肉 10g に 0°C の抽出液 (5% NaCl 溶液に 0.02M NaHCO₃ を含有させ pH 7.2~7.5 にしたもの) 200ml を加え, Blender にて 1 分間ホモゲナイズした後, 冷蔵庫 (0~5°C) に 5 時間放置後 3,000 r.p.m にて 15 分遠心分離して上澄液を使用した。

4. 全窒素

魚肉 2.0g をとり Kjeldahl 法により測定した。

5. 塩溶性窒素

上澄液 5 ml をとり Kjeldahl 法にて求めた。

6. アクトミオシン窒素

上澄液 10ml に 0°C の蒸溜水 90ml を加え, 1 晩 5°C 以下の冷蔵庫に放置後, 3,000 r.p.m にて 15 分間遠心分離し, 更にアクトミオシンの沈澱を冷蒸溜水で 1 回洗滌遠心分離し, これらの沈澱を 0.1N の NaOH 数 ml に溶解せしめ, アクトミオシン窒素を Kjeldahl 法により測定した。

III. 実験結果

実験—I 水浸漬中におけるアクトミオシンの変化

サバを 0°C の室内に放置した場合, 放置後 2 日では鮮度は良好であるが 4 日では内臓部がやや悪くなり, 7 日後には内臓がくづれて肉質は微腐敗臭を呈し, 10 日では魚体全面にネトが生じ腐敗臭が強くなってくる。揮発性塩基窒素や揮発性酸の生成量も放置後 10 日目にはあきらかに腐敗の段階に進んでいるが, 第 1 表に示すように魚肉中の塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素は殆んど変化せず減少傾向はあまりみられない。

また蒸溜水に浸漬した場合には浸漬後 2 日では鮮度は良好であるが 4 日には肉質が水っぽくなり内臓部もくづれ, 7 日では微腐敗臭を呈し, 10 日では腐敗臭がかなり強い。しかし揮発性塩基窒素の生成量は浸漬

第 1 表 水浸漬中におけるアクトミオシンの変化 0°C サバ

処理方法	測定項目	放置日数						
		0	2	4	7	10	13	
室内放置	揮発性塩基窒素 mg%	20.7	21.1	19.0	19.5	31.9	-	
	揮発性酸 mg%	10.4	11.4	15.0	15.2	33.6	-	
	全窒素 mg%	3880	3654	3625	3680	3670	-	
	塩溶性窒素 mg%	3710	3556	3430	3416	3440	-	
	アクトミオシン窒素 mg%	2006	1863	1733	1774	1780	-	
	アクトミオシン窒素全窒素 × 100	54.70	50.98	47.80	48.20	48.50	-	
	肉眼観察	-	眼球透明魚体, 肉質良好, 内臓良好	眼球透明魚体, 肉質良好, 内臓やや悪し	眼球白濁内臓崩れ微臭	全体にネト腐敗臭	-	

第1表 続き

蒸溜水漬	揮発性塩基窒素 <i>mg%</i>	-	18.3	18.8	19.0	17.9	17.9
	揮発性酸 <i>mg%</i>	-	9.6	11.4	10.5	15.5	84.6
	全窒素 <i>mg%</i>	-	3590	3254	3353	3045	3255
	塩溶性窒素 <i>mg%</i>	-	3357	3315	3189	2470	2705
	アクトミオシン窒素 <i>mg%</i>	-	1826	1721	1672	1294	1445
	アクトミオシン窒素/全窒素 $\times 100$	-	50.86	52.80	49.86	42.49	44.39
	肉眼観察	-	眼球や白濁魚体内臓良好	眼球や白濁肉質よく内臓崩れる, 臭なし	眼球や白濁, 微臭	眼球白濁腐敗臭	〃
海水浸漬	揮発性塩基窒素 <i>mg%</i>	-	21.0	19.0	18.9	16.6	17.4
	揮発性酸 <i>mg%</i>	-	7.8	12.0	12.0	19.5	105.8
	全窒素 <i>mg%</i>	-	3696	3760	3766	3303	3120
	塩溶性窒素 <i>mg%</i>	-	3437	3170	3136	1462	1235
	アクトミオシン窒素 <i>%mg</i>	-	1738	1621	1630	364	244
	アクトミオシン窒素/全窒素 $\times 100$	-	47.02	43.04	43.26	11.02	7.82
	肉眼観察	-	眼球白濁魚体, 肉質, 内臓良好	眼球白濁内臓や肉質透明	眼球白濁表皮に微臭	〃	〃

13日後も非常に少なかった。なお全窒素は第1表に示すように浸漬直後から徐々に減少傾向を示すが、塩溶性窒素、アクトミオシン窒素は10日頃から減少を示している。

しかるに海水に浸漬した場合にはその鮮度状態は蒸溜水浸漬に比べて大差がないが、塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素は浸漬後4日目頃から減少を示し10日後には急激な減少を示している。

第2表はスケトウダラを同様な条件で浸漬した結果であるが、室内放置では腐敗がかなり進行したと思われる段階でも、サバと同様に塩溶性窒素やアクトミオシン窒素は殆んど減少しない。蒸溜水浸漬では11日目頃から徐々に減少する傾向がうかがわれるが、一方海水浸漬の場合にはあきらかに6日頃から塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素が急激に減少している。

第2表 水浸漬中におけるアクトミオシンの変化 0°C スケトウダラ

処理方法	測定項目	放置日数					
		0	3	6	9	11	13
室内放置	pH	7.08	7.12	7.12	7.33	7.33	8.18
	揮発性塩基窒素 <i>mg%</i>	10.3	15.4	10.2	28.0	47.3	95.6
	全窒素 <i>mg%</i>	2618	2506	2540	2520	2428	2465
	塩溶性窒素 <i>mg%</i>	2473	2257	2263	2103	2099	2158
	アクトミオシン窒素 <i>mg%</i>	1514	1424	1408	1405	1196	1209
	アクトミオシン窒素/全窒素 $\times 100$	57.83	56.82	55.43	55.75	49.25	48.98
	肉眼観察	-	魚体, 肉質, 内臓共に良好	魚体, 肉質, 内臓共に良好	肉質比較的良好微臭	魚体にネット内臓崩れる腐敗臭	〃

第2表 続き

処理方法		測定項目	放置日数					
			0	3	6	9	11	13
蒸溜水漬	pH		-	6.99	7.09	7.41	7.57	7.28
	揮発性塩基窒素	mg%	-	9.8	14.0	30.5	32.9	30.3
	全窒素	mg%	-	2167	2180	2166	2066	1693
	塩溶性窒素	mg%	-	2075	1960	1892	1628	1181
	アクトミオシン窒素	mg%	-	1319	1275	1210	961	614
	アクトミオシン窒素	×100	-	60.86	58.48	55.86	46.51	36.26
	肉眼観察		-	魚体, 内臓, 肉質共に良好	魚体, 肉質, 内臓共に良好	肉質水っぽい軟化 微腐敗臭	魚体にネット内臓崩れる腐敗臭	〃
海水浸漬	pH		-	6.88	7.23	7.44	7.74	-
	揮発性塩基窒素	%mg	-	9.8	27.3	46.2	65.1	-
	全窒素	mg%	-	2475	2252	2187	2151	-
	塩溶性窒素	mg%	-	2330	1344	1285	1058	-
	アクトミオシン窒素	mg%	-	1496	645	272	160	-
	アクトミオシン窒素	×100	-	60.44	28.64	12.43	7.43	-
	肉眼観察		-	魚体, 内臓, 肉質共に良好	魚体, 内臓, 共に良好 微臭	肉質透明粘着性帯る微腐敗臭	魚体にネット内臓崩れる腐敗臭	-

実験一Ⅱ 海水及び稀薄食塩水に浸漬した場合のアクトミオシンの変化

実験一Ⅰの結果、海水に浸漬した場合には鮮度がかなり良好な状態でも魚肉蛋白の不溶化が急激に進むことがわかった。そこで次にこれらの海水浸漬中における魚肉蛋白の変性が海水中の食塩の作用によるものかどうかをたしかめるために、蒸溜水、3.3%食塩水及び海水に浸漬し、これらの塩溶性窒素、アクトミオシン窒素の変化をしらべた。

第3表 海水及び食塩水浸漬中におけるアクトミオシンの変化 0°C アジ

処理方法		測定項目	放置日数				
			0	3	6	9	11
蒸溜水漬	pH		6.18	6.22	6.22	6.48	6.69
	揮発性塩基窒素	mg%	13.7	11.2	13.7	22.8	22.8
	全窒素	mg%	3345	2729	2701	2373	2244
	塩溶性窒素	mg%	2495	2321	2068	2080	2040
	アクトミオシン窒素	mg%	1512	1309	1288	1293	1275
	アクトミオシン窒素	×100	45.20	47.96	47.68	54.48	56.81
	肉眼観察		-	眼球白濁, 魚体ややあせる肉質水っぽい内臓良好	眼球白濁, 魚体あせる肉質微臭, 内臓良好	魚体, 臭ありや臭あり, 内臓崩れる	魚体, ネット内臓崩れる腐敗臭

第3表 続き

3.3% 食塩浸漬	pH	-	6.32	6.30	6.41	6.39
	揮発性塩基窒素 mg%	-	14.4	21.7	22.8	26.3
	全窒素 mg%	-	3233	2950	2581	2515
	塩溶性窒素 mg%	-	2213	1448	939	725
	アクトミオシン窒素 mg%	-	832	265	60	-
	アクトミオシン窒素/全窒素 × 100	-	25.73	8.98	2.32	-
	肉眼観察	-	眼球やや白濁, 魚体, 肉質, 共に良好	眼球白濁, 魚体良好, 肉質微臭や粘性有り, 内臓崩れる	魚体やや臭くずれる, 肉質腐敗臭	魚体ネット臭, 肉質腐敗臭
海水浸漬	pH	-	6.15	6.19	6.50	6.69
	揮発性塩基窒素 mg%	-	11.9	23.5	27.0	33.6
	全窒素 mg%	-	3187	3007	3053	2834
	塩溶性窒素 mg%	-	2209	1307	1319	1049
	アクトミオシン窒素 mg%	-	890	314	280	116
	アクトミオシン窒素/全窒素 × 100	-	27.92	10.44	9.17	4.09
	肉眼観察	-	眼球白濁, 魚体, 肉質, やや粘性有り	眼球白濁, 魚体臭有り, 肉質微臭や粘性有り, 内臓崩れる	魚体臭あり, 肉質崩れ, 肉質腐敗臭	魚体ネット臭, 肉質腐敗臭

試料は新鮮なアヂを用いたが第3表に示すように、蒸留水に浸漬した場合には浸漬11日後でも塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素は殆んど減少しない。3.3%食塩水及び海水に浸漬した場合には塩溶性窒素は浸漬3日後では殆んど変化しないが、アクトミオシン窒素は最初の1/2程度に減少し、11日後には塩溶性窒素は当初の約1/2、アクトミオシン窒素は1/4以下にまで減少している。なおこれらの減少速度は3.3%食塩水及び海水浸漬共に著しい差異はみられないが、3.3%食塩水浸漬の方が僅かに早く進行するようになる。

実験Ⅲ 魚肉を防腐した場合のアクトミオシンの変化

第4表はサバ精肉をクロロホルム、トルオール、チモール(1:1:1)で防腐し、海水に浸漬し、それ

第4表 海水浸漬中における防腐肉のアクトミオシンの変化

0°C サバ

処理方法	測定項目	放置日数			
		0	3	6	9
対照区	塩溶性窒素 mg%	3098.2	1,668.4	1,814.7	1,655.3
	アクトミオシン窒素 mg%	1,116.6	320.0	249.9	241.7
	揮発性塩基窒素 mg%	15.4	21.9	31.9	52.2
	トリメチールアミン窒素 mg%	0	0.1	3.3	5.6
防腐区	塩溶性窒素 mg%	-	1,572.9	1,729.9	1,583.4
	アクトミオシン窒素 mg%	-	240.0	163.4	185.0
	揮発性塩基窒素 mg%	-	16.8	20.3	22.8
	トリメチールアミン窒素 mg%	-	0	0	0.1

らのアクトミオシンの変化を示したものであるが、防腐肉も無防腐肉と同様に減少している。第5表は同様にヒレグロの精肉を防腐して水浸漬したものであるが、サバの場合と同じく海水浸漬では早くアクトミオシン窒素が減少している。第6表は同様にヒレグロ精肉を防腐し、0°C及び20°Cの海水に浸漬し、それらのアクトミオシンの変化を示したが、0°C及び20°Cによる放置温度の差異は殆んどみられなかつた。

第5表 水浸漬中における防腐肉のアクトミオシンの変化 0°C ヒレグロ

処理方法	測定項目	放置日数			
		0	1	2	3
蒸溜水浸漬	塩溶性窒素 mg%	-	1644.4	1600.0	1536.5
	アクトミオシン窒素 mg%	-	721.7	472.5	363.7
海水浸漬	塩溶性窒素 mg%	-	1225.9	1052.7	980.1
	アクトミオシン窒素 mg%	-	133.3	74.5	63.8

第6表 海水浸漬中における防腐肉のアクトミオシンの変化に及ぼす放置温度の影響 ヒレグロ

放置温度	測定項目	放置時間		
		0	5	12
0°C	塩可溶性窒素 mg%	2044.1	1245.5	1117.5
	アクトミオシン窒素 mg%	881.6	137.6	108.6
20°C	塩可溶性窒素 mg%	-	1028.5	970.4
	アクトミオシン窒素 mg%	-	124.5	104.6

IV. 考 察

第1表及び第2表から明らかなように鮮度低下によつて魚肉中のアクトミオシン量は幾分減少する傾向にあるが、その割合は初期腐敗の段階までは松本等(1958)、宇野等(1958)の実験結果と同様あまり大きな変化はない。蒸溜水に魚体を浸漬放置した場合は幾分その減少の傾向が早いようであるが、水漬けによる魚体内水分の影響等を考えると全窒素に対するアクトミオシン量の割合からは殆んど空气中に放置しておいた場合と大差がない。

しかし海水中に浸漬した場合にはこのような水分や塩分の増加の影響を考慮しても明らかに初期腐敗の段階前に急速な減少を示している。しかもこの減少の状況は第3表からも明らかなように3.5%の食塩水に浸漬した場合と殆んど変りがない。

鮮度が低下した場合のアクトミオシンの抽出食塩濃度やpH値等の影響も当然吟味されなければならないが、SHIMIZU等(1958)によれば新鮮魚では0.4~0.6Mで最高であるが鮮度が低下すれば、その山は幾分塩分の高い方に移行すると述べられている。魚体を海水中に浸漬した場合の筋肉中の塩分濃度は1~2%程度(著者等1958a)で、抽出の際には5%食塩液を試料の約20倍程度使用しているので、海水浸漬肉を抽出する際の食塩濃度の影響はそれ程著しいものとは思われないが、別に5.0%と7.5%の食塩溶液を用いて鮮度を異にしたサバについて実験した結果でも抽出の際の食塩濃度による影響は殆んど見られなかつた。また抽出時のpH値の影響も殆んど一定であると見られるので、このような海水又は稀薄食塩水に浸漬貯蔵した場合のアクトミオシンの急速な減少は、抽出方法の影響や単なる鮮度低下に基く為のものとは思われない。更に第4表よりも明らかなように防腐肉の場合においても海水浸漬の場合は無防腐肉と同様に急速にアケ

トミオシンが減少している。また第5表は防腐肉を蒸留水及び海水に浸漬した場合の結果であるが、海水浸漬の方がはるかに急速にアクトミオシンの減少を示している。また第6表は防腐肉を海水中に浸漬し放置温度をかえた場合の結果であるが、温度による影響が殆んど見られず同様に極めて短時間の間に減少しており、この場合の減少は細菌や自家消化酵素作用の影響というよりは魚肉内に浸透した食塩の影響によると考えられる。

食塩による魚肉の変性については既に DUERR 等 (1952)、NIKKILA 等 (1954) 及び清水等 (1957) の報告がある。

DUERR 等 (1952) はタラ肉を飽和食塩水に浸漬し、食塩の滲透、脱水及び肉蛋白の不溶化について調べ、肉中の塩濃度が8~10%に達するとミオシン区蛋白が急激に変性し、またこのような蛋白変性に対する食塩の限界濃度(8~10%)は食塩水の濃度や塩漬時間によつて変らないといつている。また稀薄食塩水に浸漬した場合には極く徐々にしか変性が進まず、これらの稀薄食塩水中では肉の塩濃度が蛋白変性の限界濃度に達することができないためであるといつて述べている。

しかし NIKKILA 等 (1954) はニシンを用いて同様な実験を行つているが、氏等によればアクトミオシンの変性は5~25%の範囲では大体同様で、塩濃度の高い方が多少変性が早く生ずる程度であり、DUERR 等が認めたような蛋白変性に対する食塩限界濃度というものを実験した5~25%の濃度範囲では認められないと述べ、また NIKKILA 等は DUERR 等の結果と一致しなかつたのは魚種の違いということも考えられるが、DUERR 等の用いたタラ肉がニシン肉よりも遙に厚いものであつたことも原因するであろうと述べている。また清水等 (1957) も10%食塩水で可溶蛋白を定量し、ブリ肉の場合には食塩添加量5~6%に変性の極大が認められると述べている。

海水或は3.3%食塩水溶液に浸漬した場合、これらの塩分は魚肉中に徐々に浸透するが、魚肉中の食塩滲透量は3.0%より濃厚となることはなく、魚種や放置条件等にも多少は左右されるとしても、大凡1~2%前後と考えられるので(著者等, 1958a)、DUERR 等のいう食塩の蛋白変性限界濃度より遙かにうすい食塩濃度であるが、魚肉蛋白の変性はこの実験結果より見ればかなり急速に進行するように思われる。なお各魚種についてこれらのアクトミオシンが急激に減少する時間を比較すると、サバでは7~10日、スケトウダラでは3~6日、アヂでは3日前後と推定され、魚種によりかなりの差異が見られるが、この原因が魚体の大小によるものであるか或は肉蛋白の性質によるものであるかは判らない。

V. 要 約

1. 水浸漬した魚類のアクトミオシンの変化とその要因について研究した。
2. 魚体を海水及び3.3%食塩水溶液に浸漬した場合には鮮度がかなり良好と見られる状態においても塩溶性窒素及びアクトミオシン窒素は急激に減少し、魚肉蛋白の変性が進行する。
3. 防腐肉をこれらの溶液に浸漬した場合でも塩溶性窒素やアクトミオシン窒素は減少し、また放置温度の影響は殆んど見られないことから、海水や3.3%食塩溶液浸漬にみられる魚肉蛋白の不溶化は主として食塩による変性作用であると思われる。

VI. 文 献

- DUERR, J. D. and DYER, W. J. (1952). Proteins in Fish Muscle—IV Denaturation by Salt. *J. Fish. Res. Bd. Can.* (8): 325-331.
- 松本重一郎・外2名 (1958). ミオシン区蛋白の沈澱性状の時間的变化—I イカ肉ミオシン区蛋白の特異性について. *日水会誌*, 24 (1): 51-58.
- NIKKILA, O. E. and LINKO, R. R. (1954). Denaturation of Myosin Muscle and in Myosin Sol by Salts. *Suomer Kemistilehit*, B 27: 37-42.
- 清水 亘・日引重幸 (1952). 水産動物肉に関する研究XI. 凍結及び塩蔵による魚肉蛋白の変性並びにその関連性について. *日水会誌*, 17 (10): 301-304.
- SHIMIZU, Y. and SHINIZU, W. (1953). On the Extractability of Fish Muscle Proteins. *Memoirs of the College of Agriculture, Kyoto Univ. Fisheries Series Special Number*, 68-76.

- 宇野 勉・中村全良 (1958). 魚肉の特性に関する研究-I. 蒲鉾形成能について. 北水研研究年報. 18: 45-53.
- 山本常治・野口栄三郎 (1958a). 漁獲物の鮮度保持に関する研究-IX. 水氷による漁獲物の処理について. 日水研研究年報, (4): 247-256.
- ・————— (1958b). 漁獲物の鮮度保持に関する研究-X. 魚肉の腐敗に及ぼす水浸漬の影響. 日水研研究年報, (4): 257-263.