

日本研年報 (4): 247-256, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 247-256, 1958.

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¹

山本常治・野口栄三郎

Studies on the Freshness of Fish—IX.

On the Freshness of Fish Immersed in Ice Water

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

In Japan, the fishes after caught are generally immersed in ice water to keep their freshness.

The body weight of fishes increases by immersion in water and the per cent increment of body weight is larger when immersed in fresh water than when immersed in brine.

In the case of immersion in ice water, the cooling of fish muscles is quick, in the case of being covered with crushed ice the cooling velocity is moderate and in the case of air-cooling the fish muscles require the longest time to attain the cool state.

The amount of volatile basic nitrogen in the muscle immersed in water is much more slowly increased than in the case of storage in air, but the amount of volatile acid is quickly increased in this case. The amount of these components produced during the course of putrefaction of the muscle is larger in the case of immersion in brine than in fresh water.

So the determination for freshness of fish by the amount of volatile basic nitrogen in the muscle may be difficult in the case of the fish which has been immersed in ice water.

I. 緒 言

漁獲物を水氷りで貯蔵する方法はその取扱いが簡便で、しかも効率的に低温処理ができるために近海の旋網、1本釣、延縄、定置網等の漁獲物の鮮度保持にかなり広く利用されている。

¹ 日本水産学会, 昭和30年秋季大会で発表(長崎, 昭. 30. 10.)

このように水氷り処理による鮮度保持はかなり広範囲に利用されているが、水氷り貯蔵の問題については殆んど研究が行われておらず、僅かに北水試のサバ利用試験報告(1952)が一部ふれている程度である。

著者等は漁獲物処理における水氷り貯蔵の利点及び缺陷を明確にして、漁獲物の鮮度管理を合理化するためにこの研究を実施した。

なお本実験を遂行するに当り、御助力いただいた柴田玲子嬢に深謝の意を表する。

Ⅱ. 実験方法

pH: ベックマン硝子電極メータによつた。

揮発性塩基素: 微量拡散法によつた。

揮発性酸: 水蒸気蒸溜法によつた。

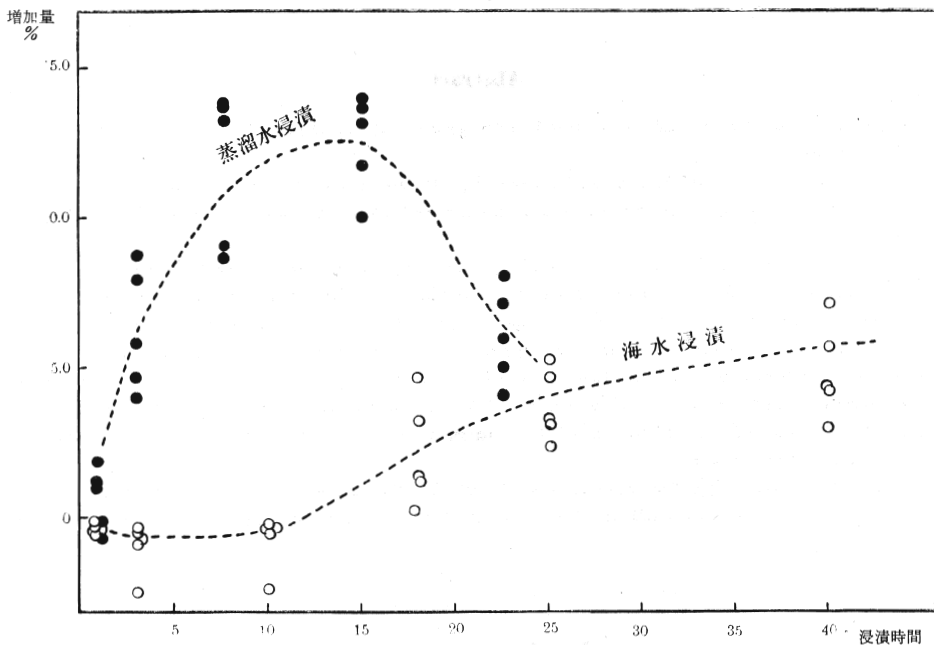
トリメチルアミン窒素: 河端の改良法(1953)によつた。

Ⅲ. 実験結果

水浸漬による魚体重量の増加

メジナは平均体重 5.8g で水族館に蓄養したものを使用し、小アジは平均体重 15.0g で大敷網でとれたものを使用した。魚体は 0~4°C 並びに 20~23°C の海水及び蒸溜水に浸漬して一定時間毎にとりだし、魚体表面の水分を濾紙で軽くとり、秤量し、その増減量(%)を $\frac{B}{A} \times 100$ で表した。但し A は最初の魚体重量、B は一定時間毎に秤量した魚体重量である。

第1図はメジナを 20~23°C の海水及び蒸溜水に浸漬した結果で、第2図は小アジを同様に 0°C 前後の海水及び蒸溜水に浸漬した結果である。

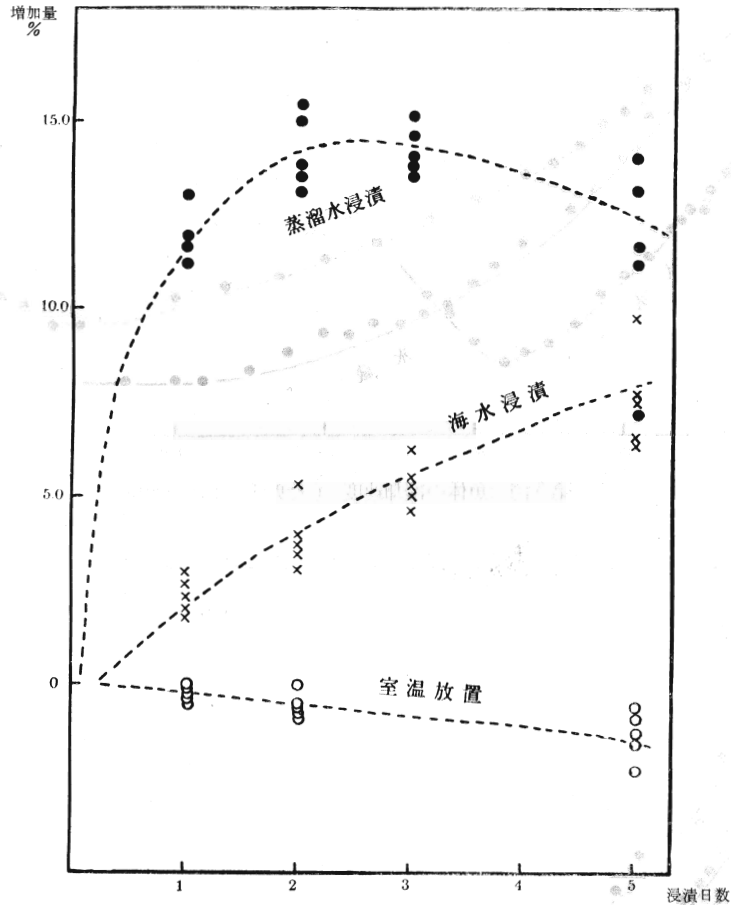


第1図 水浸漬による魚体重量の増加 (魚種 メジナ, 平均体重 5.8g, 温度 20~23°C)

メジナを蒸溜水に浸漬した場合、9~16時間で重量は最高に達し、11~14%程度魚体重量が増加する。この際魚体は強く膨潤する。また18~23時間後は軟化し、魚体重量は減少する。海水浸漬の際は15時間前後でも2~3%程度しか増加せず、それ以後も徐々に増加するが、5%前後でほぼ一定になる。また魚体や浸漬

液に腐敗臭が感じられるようになるのは蒸溜水漬では18~23時間（魚体重量が減少する時間）で、海水浸漬では25~40時間（魚体重量が最高に達し一定になる時間）であつた。

小アジを0°C前後に浸漬した場合、その魚体重量の増加の速度は遅いが蒸溜水及び海水浸漬ともにメジナの場合と殆んど同じ傾向がみられる。また5日後に魚体や浸漬液には腐敗臭が感じられ、蒸溜水浸漬のものは軟化し重量が減少する。

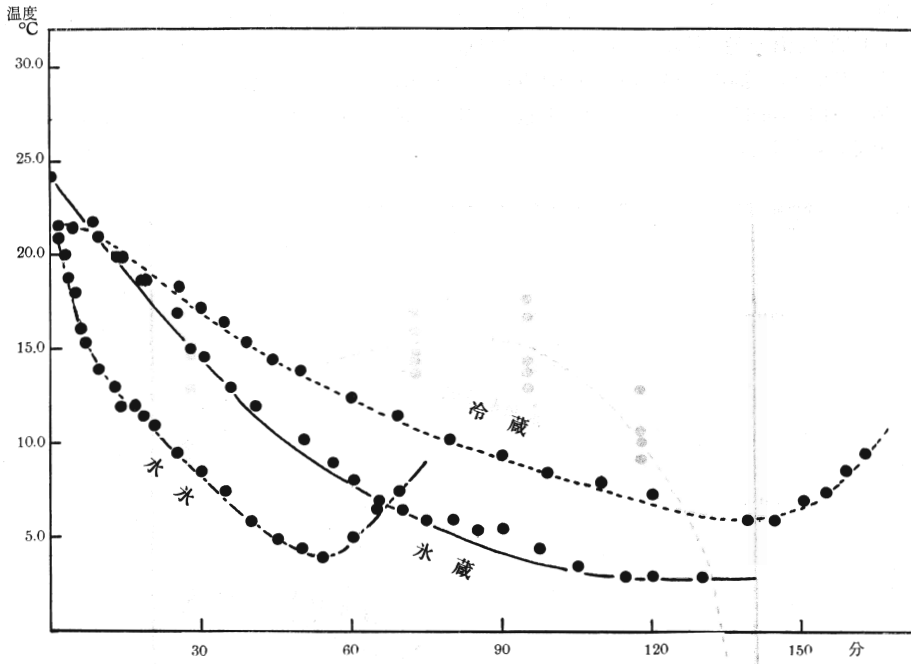


第2図 水浸漬による魚体重量の増加（魚種 アジ，平均体重 15.0g，温度 0~4°C）

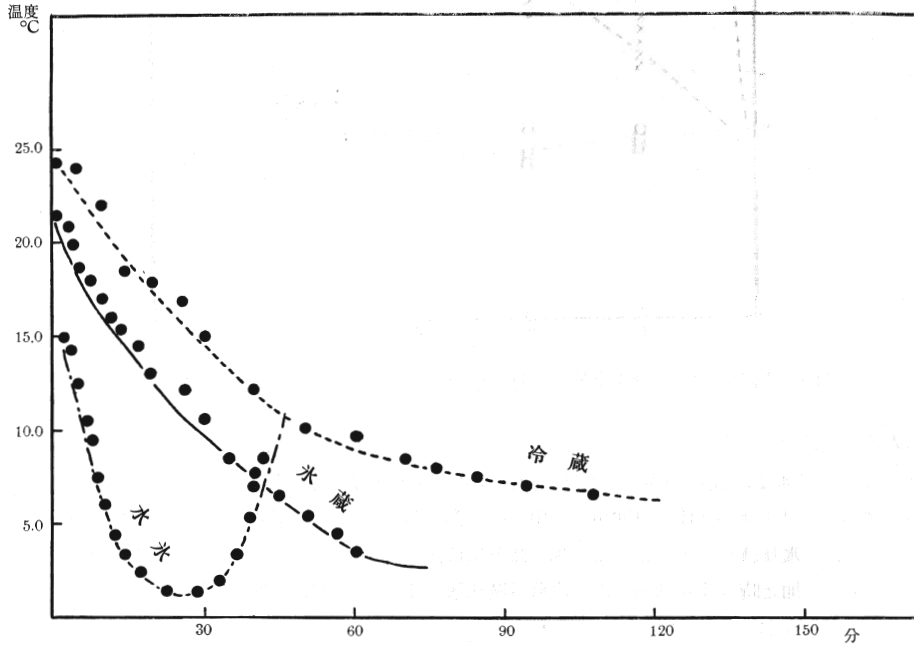
魚体の冷却速度

水氷り浸漬及び氷蔵，冷蔵の場合における魚体温度の低下状況を熱電対で測定した。即ち新鮮な大サバ（体長 35cm）又は小サバ（体長 18cm）の中心部に熱電対をさし，各時間毎にその m. v を読み取り，温度に換算した。水氷りはピーカに氷と水を加え時々攪拌してその温度を一定に保った。氷蔵は小さく砕いた氷を魚体に充分に加え時々氷を補充した。冷蔵は魔法瓶に氷を入れ食塩を加えて温度を下げ，魚体に氷が触れないように放置した。

魚体中心部の温度低下の状態は第 3, 4 図に図示した。体長 35cm 程度の大きさでは魚体温度が 20°C の場合には魚体の中心部が 5°C 以下に達するには水氷りでは 50 分前後，氷蔵の場合は 90 分前後，冷蔵では 140 分前後の時間を要した。体長 18cm 程度の小サバでは中心温度 2°C 前後に達するのに水氷りで 25 分前後，氷蔵で 60 分を要し，冷蔵では 90 分後でも 7~8°C にしか達しなかつた。



第3図 魚体の冷却速度 (大サバ 体長 35cm)



第4図 魚体の冷却速度 (小サバ 体長 18cm)

鮮度保持に及ぼす水浸漬の影響

第1～3表はメバルを 20°C, 10～12°C 及び 0°C 前後に, 第4表は同様に小サバを, 第5表は小アジを 0～5

°Cに貯蔵した結果である。浸漬水量はメバル及び小アジは魚体重量の約5倍程度、小サバは2倍程度とした。

第 1 表 鮮度保持に及ぼす水浸漬の影響 (メバル)

処理方法		貯蔵時間		貯蔵温度 20°C							
		貯蔵温度°C		0	6	18	27	35	43	50	
		測定項目		24	20	23	20	20	20	25	
室温 放置	pH			7.05	6.90	-	-	-	7.90	-	
	揮発性塩基窒素 mg%			9.8	9.8	11.2	43.4	61.4	78.4	81.2	
	肉眼観察			強硬直, 透明光沢に富む	強硬直, 透明光沢に富む	硬直, 半透明	軟化, 粘着光沢なし	粘微 着臭	粘悪 着臭		
海水 浸漬	pH			-	7.10	-	-	-	7.80	-	
	揮発性塩基窒素 mg%			-	11.2	9.8	30.8	29.4	44.8	45.0	
	肉眼観察				強硬直, 透明光沢に富む	強硬直, 透明光沢に富む	硬直きみ光沢あり		粘着, 光沢あり, 肉溶解		
蒸溜水 浸漬	pH			-	7.10	-	-	-	-	-	
	揮発性塩基窒素 mg%			-	9.8	9.8	15.4	30.8	51.8	48.5	
	肉眼観察				強硬直, 半透明, 微乳白色	強硬直, 不透明, 乳白色	硬直, 乳白色		粘着, 乳白色		

第 2 表 鮮度保持に及ぼす水浸漬の影響 (メバル)

処理方法		経過日数		貯蔵温度 10~12°C							
		測定項目		0	1	2	3	4	5	7	
肉質 の 部	室温 放置 の 部	pH			7.02	7.01	8.00	8.00			
		揮発性塩基窒素 mg%			14.6	11.6	85.3	98.0			
		水分量 %			80.74	81.02	80.88				
		魚体の状態			軟化気味	軟 化	軟 化				
		皮膚の状態			銀 橙 色	褪 色	褪 色				
		眼 球			透明, 光度あり	やや白濁気味	やや白濁気味				
		眼 鰓			鮮紅色, 粘着物なし	暗褐色, 粘着	粘着ひどい				
		腹部			軟化, 内臓良好	内臓崩壊, 微臭	内臓崩壊, 臭強い				
	肉 質			透明, 光沢有	半 透 明	半透明微臭					
	臭 気			生 臭 味	臭 気 あり	悪 臭					
温 度			14°C	14~17°C	14~17°C						
海水 浸漬 肉	pH			7.05	7.05	7.25	7.25	7.20	7.30	7.67	
	揮発性塩基窒素 mg%				2.6	27.1	39.0	45.8	52.5	79.0	
	水分量 %				81.22	80.70	81.18	83.99	82.33	83.69	

第2表 続 き

		経過日数	0	1	2	3	4	5	7
肉質	海水浸漬	測定項目							
		魚体の状態		水浸漬によりいくらか硬くなる	硬くなる	硬い		硬い	硬い
		皮膚の状態		いくらか色調うすくなる	橙色系褪色	褐色系強くなる		褐色	褐色
		眼 球		透 明	透 明	透 明		いくらか透明	不透明
		鰓		褪 色	褪 色	褪 色		褪色、粘着	褪色、臭気あり
		腹 部		内 臓 良 好	内臓良好、水浸入	水浸入、内臓良好		水浸入、内臓良好	内臓崩壊、臭強し
		肉 質		半透明、光沢あり	半透明、光沢あり	半透明、光沢あり		不透明、光沢	不透明、光沢あり
		臭 気		微 臭	微 臭	微 臭		臭 有	悪 臭
		温 度		12°C	10°C	9°C		9°C	10°C
		肉質の部	蒸溜水浸漬	pH	7.01	7.01	7.22	7.22	7.50
揮発性塩基窒素 mg%				11.4	22.9	21.0	38.6	46.6	46.6
水分量 %				82.29	82.59	82.60	83.43	84.04	83.34
魚体の状態				水浸漬によりいくらか硬い	硬くなる	硬い		硬い	硬い
皮膚の状態				銀橙色、光沢あり	銀 橙 色	銀橙色		いくらか褪色気味	褪 色
眼 球				透 明	白 濁	白 濁		白 濁	ひどく白濁
鰓				褪 色	褪 色	褪 色		褪色、粘着	褪色、臭気あり
腹 部				水 浸 入	内臓良好、水浸入	内臓良好、水浸入		内臓良好、水浸入	内臓崩壊、臭強し
肉 質				不 透 明	不 透 明	不透明		不透明いくらかくっつき気味	不透明くっつき気味
臭 気				微 臭	微 臭	微 臭		臭 あり	悪い臭
温 度		11°C	10°C	9°C		9°C	10°C		
浸漬液の部	海水	pH			7.15	7.15	7.35		7.38
	蒸溜水	揮発性塩基窒素 mg%		5.8	15.9	24.0	35.5		60.0
		pH			7.50	7.50	7.25		7.38
		揮発性塩基窒素 mg%		0	8.8	11.6	16.2		28.0

第3表 鮮度保持に及ぼす水浸漬の影響 (メバル)

貯蔵温度 0°C

		経過日数	0	3	6	8	10	
肉質の部	室温放置	測定項目						
		pH		6.97	7.30	6.94	7.3~7.42	7.70~8.20
		揮発性塩基窒素 mg%		7.7	9.1	16.1	49.7	58.8
		水分量 %		80.31	80.52	80.41	-	-
	揮 発 性 酸 mg%		-	10.9	17.4	37.0	47.4	

		経過日数					
		0	2	6	8	10	
測定項目							
肉質の部	海水	pH	-	7.13	7.60	7.28~7.32	6.88~7.50
	浸漬肉	揮発性塩基窒素 mg%	-	9.8	22.4	20.3	-
		水分量 %	-	80.14	81.54	82.84	81.89
		揮発性酸 mg%	-	10.1	28.1	47.3	79.9
	蒸溜水	pH	-	6.99	7.03	7.07~7.10	7.45~7.65
		揮発性塩基窒素 mg%	-	14.0	4.9	10.5	16.8
水分量 %		-	81.23	83.33	82.68	85.05	
浸漬液の部	海水	揮発性酸 mg%	-	9.7	11.0	9.7	-
		pH	-	-	7.30	7.17	6.95
	蒸溜水	揮発性塩基窒素 mg%	-	-	16.2	22.4	31.9
		pH	-	-	7.04	7.35	7.60
		揮発性塩基窒素 mg%	-	2.2	4.5	12.3	23.0

第4表 鮮度保持に及ぼす水浸漬の影響(小サマ)

		貯蔵温度 0~5℃							
		経過日数							
		0	2	4	6	8	10	12	
測定項目									
海水浸漬肉		pH	-	5.77	5.64	5.83	5.71	5.92	5.99
		揮発性塩基窒素 mg%	-	16.0	14.0	17.9	24.6	37.0	46.8
		トリメチールアミン窒素 mg%	-	0.04	0.10	0.96	1.60	3.90	4.10
		揮発性酸 mg%	-	15.0	19.2	21.4	48.1	86.4	134.8
		昇水沈澱反応 A	-	-	+	++	+++	+++	+++
		〃 B	-	-	+	+	+	+	+
	肉眼観察		光沢あり内臓やぐつれて臭なく肉水々しく白い感じ、眼球白濁		褐色、腹切れ臭あり、眼球のまわり赤くなつて来た、肉がすか臭あり、然し肉しかり透明	肉比較的臭なし	微臭		
海水浸漬液		pH	-	5.87	-	5.65	5.68	6.07	5.92
		揮発性塩基窒素 mg%	-	4.5	11.9	22.4	33.9	51.5	57.4
		トリメチールアミン窒素 mg%	-	0.09	1.0	2.46	3.30	4.20	4.60
		揮発性酸 mg%	-	1.5	31.6	29.5	133.6	218.5	226.9
		肉眼観察							
蒸溜水浸漬肉		pH	-	5.75	5.76	5.71	5.72	5.95	6.15
		揮発性塩基窒素 mg%	-	16.5	17.4	16.9	17.4	22.1	26.9
		トリメチールアミン窒素 mg%	-	0	0.22	0.24	0.90	1.46	2.60
		揮発性酸 mg%	-	10.8	10.5	10.2	20.5	25.9	73.2
		昇水沈澱反応 A	-	-	-	-	-	-	-
		〃 B	-	-	-	-	-	-	-
	肉眼観察		皮の褐色、内臓くづれて臭なし肉白い、眼球白濁		皮の褐色、眼球白濁、肉少し臭あり、腹肉は内臓くづれて臭あり	肉割合しつかりしているが臭あり	肉白々している		

第4表 続 き

測定項目		経過日数						
		0	2	4	6	8	10	12
蒸溜水 浸漬液	pH	-	5.98	-	6.05	5.84	6.25	6.00
	揮発性塩基窒素 mg%	-	3.4	11.8	12.3	21.0	25.5	31.1
	トリメチール アミン窒素 mg%	-	0.04	0.05	0.96	2.06	3.20	3.20
	揮発性酸 mg%	-	0.3	6.0	16.2	30.0	36.7	62.3
室温放置	pH	5.75	5.82	5.92	5.78	5.70	6.10	6.28
	揮発性塩基窒素 mg%	20.4	17.1	24.6	27.4	29.7	38.9	56.6
	トリメチール アミン窒素 mg%	-	0	0.46	1.86	3.80	3.70	3.70
	揮発性酸 mg%	-	12.6	12.0	-	27.1	74.6	106.2
	昇汞沈澱反応 A	-	-	-	-	+	+	+
	〃 B	-	-	-	-	-	±	±
肉眼観察			光沢あり, 臭なく, 眼 球白濁, 内 臓やぶれず 肉透明でし まっている			皮フ比較的 ネト出る. 眼球白濁内 臓くづれ臭 あり, 肉少 し臭う	全体ネト 微臭	完全腐 敗

魚体を水浸漬した場合に、肉眼的に顕著な変化がみとめられるのは魚体の硬度（吸水による膨潤）、表皮、眼球、肉質等である。蒸溜水浸漬では魚体の硬度（膨潤）が大きくなる。また表皮の変化はメバルでは海水浸漬のものは橙色系の色彩がうすくなり、変質が進むに従い褐色系の色彩が強くなる。一方蒸溜水浸漬の場

第5表 鮮度保持に及ぼす水浸漬の影響（小アジ）

測定項目		貯蔵温度 0~5°C			
		2	4	5	6
室温放置	pH	6.0	6.04	5.92	6.17
	揮発性塩基窒素 mg%	17.6	21.3	27.7	58.2
	塩分 %	-	-	-	-
	昇汞沈澱反応 A	±	+	+	±
	〃 B	-	-	-	+
	肉眼観察	良 好	良 好	微 臭	臭 あ り
蒸溜水浸漬	pH	5.88	6.08	5.96	5.85
	揮発性塩基窒素 mg%	14.8	17.9	13.4	17.9
	塩分 %	-	-	-	-
	昇汞沈澱反応 A	-	±	-	-
	〃 B	-	-	-	-
	肉眼観察	眼球白濁水々しい	微 臭	臭 あ り	悪 し
海水浸漬	pH	6.10	6.03	5.83	5.73
	揮発性塩基窒素 mg%	13.7	13.4	17.9	16.0
	塩分 %	0.68	1.11	1.58	1.69
	昇汞沈澱反応 A	±	±	±	±
	〃 B	+	+	+	+
	肉眼観察	良 好	微 臭	微 臭	悪 し

合は相当期間、銀橙色を呈し、以後少しづつ褪色する。小サバ、小アジ等では、蒸溜水浸漬のものは青緑色の体色が光沢を失い、だんだん白くなり、眼球は蒸溜水浸漬のものの方が白濁が早い。

また蒸溜水浸漬のものの肉質は光沢を失い、非常に不透明で水気が多くなるが、海水浸漬の場合には一種の光沢を増し粘着性を有するようになる。

一般に水浸漬した場合には魚肉中の揮発性塩基窒素や揮発性酸、トリメチールアミン窒素等の腐敗生産物は対照と比較してかなり少い。然し浸漬液の方には相当量溶けていることがわかる。蒸溜水浸漬と海水浸漬を比較した場合には蒸溜水浸漬の方が、魚肉及び浸漬液ともに腐敗生産物の増加は緩慢である。また海水に浸漬した場合には揮発性酸の生成が特に著しい。また海水浸漬したものでは第5表に示すように、新鮮な状態でも昇水沈澱反応が陽性になる。この場合小アジでは魚肉中に1.0%前後の食塩が滲透している。

第6表 浸漬液中の揮発性塩基窒素の変化

浸漬水量		貯蔵時間		貯蔵温度 30°C						
				0	3	8	13	24	36	48
2	倍	量	7.4	7.4	12.1	18.8	33.6	47.0	55.7	
5	倍	量	2.4	2.7	-	3.4	4.7	-	13.4	
10	倍	量	++	++	-	++	++	-	2.0	

第6表はコイを24時間蒸溜水に浸漬した後、魚体を取り去り、浸漬液のみを放置した場合の揮発性塩基窒素量の変化を示した。即ち浸漬液が魚体重の5倍量以上の場合には浸漬液の分解は殆んど進まないが、2倍量程度の水を加えた状態では浸漬液の場合でも揮発性塩基窒素の増加がみられる。

IV. 考 察

魚体重量の増加及び魚体の冷却

魚体を蒸溜水又は海水に浸漬した場合にはかなりの魚体重量の増減が見られる。

この原因としては浸漬液の口腔や鰓、腹腔内への浸入、或は魚体表面への附着水の増加等も考えられるが、魚肉と浸漬液との浸透圧の差により魚肉内に浸透する水や塩類の影響も相当強いことを示している。この場合の重量の増加は蒸溜水浸漬の場合が急速で且つ重量の増加も甚しく15%内外の増加を示している。一方海水浸漬の場合はその増加も少く且つ緩慢で、重量の増加は5%内外である。蒸溜水浸漬の場合魚肉中の水分量は第2表に示すように肉質が腐敗しても増加しているが、魚体重量は肉眼的に初期腐敗とみられる頃から急速に減少している。これは腐敗生産物の溶出ばかりではなく、組織の脆弱化によつて肉蛋白や組織の保水力が弱まった為であると思われる。一方海水浸漬の場合には筋肉組織の浸透圧が海水より低い為、筋肉中の水分量は第2表及び第3表に示されるように、初期の間は殆んど差がないか或は却つて減少しておるような結果を示し、脱水及び塩分の浸入を示している。また既に橋本等(1957)も認めているように、海水浸漬の場合には塩分が浸入して筋肉は光沢を増し、粘着性を増して gell 化したような形を示す。そしてある程度期間を経過すると筋肉中の水分量は蒸溜水浸漬の場合と同様に増加しているが、これは筋肉内に浸透した食塩に再び水和が行われ、水分の増加が行われていることを意味している。また海水浸漬の場合にはかなり腐敗が進行しても重量の減少が行われないうが、これは肉質の gell 化によつて、肉組織の崩壊が蒸溜水漬の場合に比較して行われ難い為であると思われる。一般に水氷り処理或は砕氷処理を行ったものは上等の刺身或は寿司種の材料等にはなり難いと云われておるが、このことは水漬けによつて魚体内へ水分或は塩分が浸透し、魚肉が変性して肉質が不透明となり或は肉質の粘性が増す為であろう。

魚体の冷却速度については既に多くの研究報告があるが、この実験の結果からも、矢張り水氷り処理が最も効果的で、冷蔵の場合の約 $\frac{1}{3}$ 、氷蔵の場合の $\frac{1}{2}$ の時間で中心温度が2~5°C前後に達する。魚体の冷却速度は魚体の温度、魚体の大きさ、魚体の形、肉組織の熱伝導率、冷媒の量と温度等によつて異なるのは勿論であるが、魚体の死後発熱による熱変性の防止、附着細菌の発育防止、酵素作用の防止等の為には水氷り処

理による魚体の冷却が最も能率的であると思われる。しかし一面水入り処理の場合には水浸漬による水分或は塩分の魚体内への浸透が極めて速く、その為に変性を来すと考えられるので、この事については更に今後の研究が必要であらう。

水浸漬した場合の魚肉の鮮度

対照と水浸漬したものの鮮度を比較した場合、臭、外観等でも水浸漬、特に蒸溜水浸漬の場合は極めて良好である。一例をあげれば0°Cに8日間放置したメバルを職員15名に鮮度判定をしてもらつたところ、蒸溜水浸漬が良いという人は15名中13名あつた。また水浸漬した場合には魚肉中の揮発性塩基窒素等の分解生成物は非常に少ないが浸漬液中にはこれらの分解生成物が可成り多く、恐らく魚肉より拡散したものであらう。然し第6表にみられるように浸漬液中の血液、皮膚の粘質物、或は溶出した魚肉のエキス分が或る濃度以上になつた場合には、これらの浸漬液自体の腐敗も進行し、浸漬液の分解生成物が増加することも考えられる。いつれにして水浸漬した場合、それらの魚肉中の分解生成物のみではそれらの鮮度状態を完全に表示するとは考えられない。また浸漬液等も分析してそれらを考慮しても充分とはいえない。また海水浸漬した魚肉では極めて新鮮と思われる状態でも昇汞沈澱反応では顕著な沈澱を生ずる。天野(1940)は0.03%以上のNaClが存在する場合には新鮮な魚肉でも沈澱を生ずると述べており、海水浸漬した魚肉中には1%前後の食塩が含有されるので、当然な結果であらう。ともかく海水に浸漬した魚体の鮮度判定には昇汞沈澱反応も不適當であると思われる。また同じような水浸漬でも蒸溜水浸漬と海水浸漬では、海水浸漬の方が魚肉、浸漬液ともにその分解生成物が多かつたが、恐らく海水中の含有塩分がこれらの腐敗細菌の働きを助長させるものであらうと思われる。これについては更に後日研究を行う予定である。

V. 要 約

1. 魚体を蒸溜水及の海水に浸漬した場合には魚体重量は吸水によつて相当量増加する。この際の重量増加は海水に比較して蒸溜水の場合が特に甚しい。
2. 魚体の冷却速度は水入りによる場合が最も早く、次いで氷蔵、冷蔵の順である。
3. 水浸漬した魚肉中の分解生成物は空気中に放置した場合に比べて可成り少い、海水浸漬の場合は蒸溜水浸漬の場合よりは分解生産物の量が多い。
4. 水浸漬の場合は通常の揮発性塩基窒素のみでは判定が困難であり、また昇汞沈澱反応も海水浸漬の魚肉の鮮度判定法として不適當である。

文 献

- 天野 慶之(1940). 東海区水研報告, 1: 30-31.
橋本鶴夫・尾藤方通(1957). 水産研究所年報, 31年度: 67.
河 端 俊 治(1953). 日本会誌, 19(4): 505-512.
北海道水産試験場(1952). サバ利用試験報告: 6-25.