

鯉肉の冷蔵保管中の変化-I.*

凍結冷蔵による蛋白変性について

西元 諄一・田中和夫
(東京水産大学)

On the Storage of Frozen Whole-round Skip-jack. -I. The Denaturation of Skip-jack Muscle Protein under Freezing and Cold Storage

Jun-ichi NISHIMOTO and Kazuo TANAKA

To make some investigations into the changes of water and 0.6 M KCl soluble protein, fat and organoleptic features during the storage, and into the drip value after the thawing of frozen skip-jack muscle, the fish muscle of full-rigor and post-rigor types were frozen in the sharp freezer (at -28°C of air temperature), and stored in the cold room (at -17°C of air temperature) for 12 months and defrosted in the still air (at about 20°C of air temperature) at the end of respective definite period.

In case of the muscle of full-rigor type, extractability of myosin (actomyosin) was quite small and myosin solubility much decreased when it was frozen, but in the muscle of post-rigor type such phenomenon was not recognized. The myosin value in both types decreased in accordance with the period of storage.

Although the salt soluble protein decreased, almost no change was observed in the amount of water soluble-protein of fish flesh of both type.

From the decreasing of I. V. and the increasing of POV of the fat in fish muscle stored at -17°C , it was ascertained that the oxidation of fat was developed during the storage. In this experiment the mutual relationships between the denaturation of fish-flesh-protein and the oxidation of fish-fat were left to further research.

凍結鯉はわが国では重要な輸出冷凍水産物の一つで、主として U. S. A. でライトミートツナの罐詰原料とされている。また国内では鯉節の原料とし、一方生の状態では刺身として食味されている。この様に広く利用される鯉も凍結後これを解凍すると、生食する場合も煮熟して利用する場合も、肉質がぱさぱさして舌触りが悪いとか、カードを生ずるとかいった不都合なことが起る。これらは多くの研究者^{1) 2)}が認めている。これは蛋白の変性やその他の因子が影響しているものと考えられ、鯉の凍結前の品質、凍結条件、凍結後の保管条件および解凍条件により左右されるものと推察される。

そこで著者らは凍結鯉肉を用いこの点に重点をおいて鯉肉の食品的、商品的品質を維持する様な冷蔵条件を見出すために種々の観察、実験を行つた。

実験およびその結果

実験 I 凍結前の鯉魚体(生鮮)についての観察(その 1) 30°C の空气中に放置した場合

* 本報の要旨は、日本水産学会秋期大会(堺, 34, 10)にて発表。

死後硬直中の鯉肉(硬直型と称する)と死後硬直後の鯉肉(非硬直型と称する)の間に、それが凍結前の生肉時にどのような差異があるか、また放置時間と共にその鮮度がいかに変化するかをみるために、房総沖にて網で捕獲後、船上で即死させ、直ちに水氷に浸漬後 18 時間目に入手した鯉魚体 1 尾(体長×体高×体巾: 0.431×0.109×0.084m, 体積 0.001955m³, 体重 2.086kg)を 30±2°C の静止空气中に 30 時間放置し、その間に筋肉の pH 値とウイープ量(生鮮なる筋肉から滲出する液汁)の測定並びに肉眼的観察を行った。pH 値は死後硬直と密接な関係があり、ウイープ量はその後の凍結—冷蔵保管—解凍により生ずるドロップ量(凍結による蛋白変性量の一つの目安となると考えられる)と比較検討するために測定した。その結果は第 1 表のごとくである。

Table 1. Organoleptic test on the whole round skip-jack kept in still air (at 28±1°C.).

Time hrs.	Room temp. °C	Weep ml.	pH	Colour		Odour		Taste
				Surface	Muscle	Surface	Muscle	
0	28.5	0	6.05	Glossy white	Glossy red (clearness)	None	None	Good
1	28.0	0	5.89	"	"	"	"	"
2	27.0	0	5.87	"	Glossy brown	"	"	"
3	29.0	0	5.85	"	"	"	"	"
4	29.0	0	5.83	"	"	"	"	" Tasteful
5	29.0	0	5.75	Glossy lead gray	"	"	"	"
6	29.0	0	5.72	"	"	"	"	"
7	29.0	11.0 (pH 6.0)	5.70	"	"	"	"	—
8	29.0	19.3 (pH 5.95)	5.57	"	" (fluorescence)	Slightly fishy	Slightly fishy	—
10	29.0	28.6 (pH 5.91)	5.58	"	"	Fishy	Fishy	—
12	29.0	40.4 (pH 5.88)	5.65	"	"	"	"	—
14	29.0	52.6 (pH 5.98)	5.83	"	"	"	"	—
22	27.5	124.4 (pH 6.42)	5.86	Not glossy Reddish black	Not glossy Dark brown	Sour	Sour	Unedible
24	27.8	—	5.95	"	"	Stale	Stale	"
25	27.8	—	6.03	"	"	Putrid	Putrid	"
28	28.2	—	6.18	"	"	"	"	"
29	28.3	—	6.37	"	"	"	"	"

この観察では、鯉魚体入手後 8 時間で死後硬直完了とみられる最低の pH となり腥臭が出て来たが死後硬直に関する魚肉の実験例^{3), 4), 5), 6)}からみて、漁獲時に魚体が極めて疲労したとか、漁獲後の放置時間や温度により硬直開始、終了の時期や pH 値は当然異ってくるものと思われる。また腥臭の発生と時を同じくしてウイープとおぼしきものが浸出してきて、鮮度低下と共にそれは増大しているが、その原因は、グリコリシス、オートリシスの進行のためと思われる。

(その2)

漁獲直後の鯉は多くの場合水氷漬として貯蔵運搬されるが、その死後硬直期が幾時間(幾日)持続されるか、また水氷での鯉肉の貯蔵限界を推定するために、前と同じグループの鯉1尾(体長×体高×体巾: 0.416×0.106×0.080m, 体積0.001651m³, 体重1.651kg)を0°Cの水氷に浸漬し、かつその容器を0°Cの冷蔵庫に保管して、その間筋肉のpH値の測定並びに肉眼的観察を行つた。その結果は第2表のごとくである。

Table 2. Organoleptic test on the whole round ship-jack immersed in ice-water (at 0°C).

Time day	pH	Remarks
0	6.05	Full-rigor
1	5.84	"
2	5.82	"
3	5.72	"
4	5.72	"
5	5.61	"
7	5.54	Minimum pH
8	5.64	
9	5.72	Post-rigor. Odour fishy
10	5.75	
11	5.78	
12	5.79	
14	5.82	
15	5.82	
16	5.83	
17	5.82	
18	5.82	Flesh slightly soft
19	5.83	Odour sour. Flesh soft
21	5.84	Odour strongly soure. "
22	5.87	Odour sour putrid on the abdomen. Flesh very soft
23	6.00	
24	6.03	
25	6.06	
26	6.09	Odour putrid
28	6.18	

前述の如く30°Cの静止空気中に放置せる鯉魚体では8時間後に最低のpH値を示すが、0°Cの水氷に浸漬すると1週間で最低のpH値となり、以後非硬直型に移行する。18日目になると肉は弾力を失い、軟化してオートリシスが進行したことを示し、乾草がむれた様な酸臭臭が出て来て食用とするには不適な限界の様である。この観察より硬直期は大体1週間で、安全な食用となるのは2週間内外であることが知られる。

実験 II. 冷蔵保管中における凍結鯉肉の変化

漁獲後直ちに水氷漬にした鯉を18時間後に入手した。入手時は死後硬直期にあり硬直型グループ(7尾, 平均体重1.8kg)は直ちに、一方非硬直型グループ(8尾, 平均体重

2.1 kg) は解凍するまで 1°C の準備室で水氷に浸漬してから、空気温度 -28°C の管柵式凍結装置中に 24 時間放置し凍結させ、グレーズをかけず、略-17°C の商業冷蔵庫 (第 3 表)

Table 3. Temperature of cold storage room.

Storage period month	0	1	2	3	6	9	12
Temp. °C	-16.8	-16.3	-17.2	-17.2	-19.0	-17.5	-15.5

に保管し、その後 0, 1, 2, 3, 6, 9, 12 カ月目毎に各グループの試料を夫々 1 尾づつとり出し、以下の測定及び観察を行った。

(その 1) 魚肉について

先ず鯉魚体を秤量し冷蔵保管中の重量損失を求め (第 6 表)、約 20°C の室内で静止空気解凍を行い、魚肉を背鳍中央部より切りとり (常に同じ部位から採肉)、血合肉を除く部分を細碎して均一化後試料とした。

測定法は、pH 値をバックマン硝子電極 pH メーターにより、窒素はマイクロケルダール法によつた。

実施法は魚肉の 20 倍水抽出液 および 0.6 M KCl 溶液 (WEBER & EDSALL solution) の 20 倍抽出液につき (泡止めせるミキサーにて 2 分間抽出)、水溶性全窒素、水溶性蛋白態窒素 (10%三塩化醋酸処理)、水溶性熱凝固性窒素 (100°C 沸騰浴中 10 分間加熱)、塩溶性全窒素、塩溶性蛋白態窒素 (10%三塩化醋酸処理)、塩溶性熱凝固性窒素 (100°C 沸騰浴中 10 分間加熱) および 0.6 M KCl 抽出液を冷水で 10 倍稀釈して沈澱する部をミオシン区として測定した。しかしこのミオシン区は抽出操作が 0°C 近くの室でなされたものでなく、抽出に冷抽出液を用い、2±2°C の温度下でミオシンの沈澱を得べく放置し、沈澱分離の遠心操作は室温でなされたので、操作中の変性等はまぬかれないが、この値は絶対値としてでなく、相対的な値として比較検討されねばならないものとする。なお油脂の抽出はエーテルにより、I. V. (WIJS 法)、POV (過酸化価、LEA 法) および屈折率を測つた。

以上の結果は第 4, 5 表に示す。

蛋白の変化は、筋肉の水抽出液の $\frac{\text{蛋白態窒素}}{\text{全窒素}}$ の値は硬直型が非硬直型より大きく、貯蔵期間が長くなつても硬直型、非硬直型双方ともあまり変化がない様である。熱凝固性窒素 $\frac{\text{熱凝固性窒素}}{\text{全窒素}}$ の値は硬直型、非硬直型のいずれも貯蔵期間が長くなるに従つて増加している。これはすでに著者の一人⁷⁾ が認めたところである。

一方、塩抽出液の $\frac{\text{蛋白態窒素}}{\text{全窒素}}$ および $\frac{\text{熱凝固性窒素}}{\text{全窒素}}$ の値を検討すると、前者は硬直型、非硬直型いずれの場合も貯蔵期間が長くなるに従い一部増加しているが減少の傾向で先の水抽出の蛋白態窒素の値の傾向とは異なつている。塩抽出液は塩類で抽出される蛋白 (主としてミオシン) と水で抽出される蛋白 (主としてミオゲン) の双方を当然含んでいるが、非硬直型は水抽出の $\frac{\text{蛋白態窒素}}{\text{全窒素}}$ の値は変化があまりないので、塩抽出ではミオシン系のものが貯蔵期間が長くなるに従つて抽出され難くなることわかる (後述)。後者は貯蔵期間と共に、硬直、非硬直いずれの型でも同じ様なレベルで増加する。

Table 4. Changes in the amount of water and salt soluble proteins in frozen skip-jack muscle stored at -17°C .

Period of storage months	Time of thawing hrs.	pH in muscle		TN %		Water extract						0.6M KCl extract						Myosin fraction						
		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P			
		WSTN /TN $\times 100$		WSPN /WS TN $\times 100$		WSHN /WS TN $\times 100$		SSTN /TN $\times 100$		SSPN /SSTN $\times 100$		SSHT /SSTN $\times 100$		M-N %		M-N /TN $\times 100$		M-N /SSTN $\times 100$						
0	Fresh	6.05	5.78	4.01	4.12	34.02	29.85	40.02	26.91	15.21	11.38	85.20	86.89	75.92	71.51	43.98	39.11	1.64	1.71	40.90	41.75	48.06	47.78	
	After freezing	5.82	5.76	4.02	3.99	33.26	29.32	41.88	29.91	18.32	18.80	85.00	88.97	77.79	78.03	46.50	46.20	1.12	1.77	27.91	44.36	31.31	49.86	
1	0	5.76	5.91	4.16	3.97	36.89	33.73	43.13	31.10	28.29	17.90	85.57	91.18	79.23	81.76	52.80	46.96	1.48	1.92	35.58	48.36	41.53	53.04	
2	0	5.85	5.76	4.49	4.08	32.60	29.41	42.40	30.82	33.95	19.16	96.43	96.57	79.13	78.92	48.73	51.02	1.56	1.80	34.74	44.18	36.61	45.69	
3	0	5.90	6.25	4.33	4.20	33.07	29.52	41.35	20.16	32.68	22.58	92.14	88.33	74.19	83.00	51.62	47.98	1.65	1.86	38.11	44.29	41.45	50.13	
	3	5.90	6.07	—	—	33.07	28.80	42.31	24.80	32.68	20.65	91.68	90.40	79.17	81.60	51.31	49.21	1.84	1.78	42.47	42.39	46.46	46.84	
	6	5.85	6.12	—	—	34.18	29.52	44.44	20.16	35.84	22.58	92.15	78.81	74.14	76.13	44.45	41.70	1.76	1.78	40.65	42.39	44.13	53.78	
	24	—	6.26	—	—	30.71	32.85	46.11	23.18	29.99	20.29	92.14	64.29	76.19	70.74	31.07	38.88	1.75	1.75	40.42	41.67	48.12	64.81	
6	0	6.03	6.13	4.46	3.98	33.63	28.40	42.60	41.60	26.66	18.59	85.65	84.93	81.67	87.87	57.07	51.18	1.66	1.48	37.02	37.70	43.45	43.78	
	3	5.89	6.15	—	—	33.63	28.40	48.00	28.32	26.66	18.59	85.65	90.45	77.48	83.89	57.07	54.17	1.79	1.82	40.13	45.73	46.84	50.55	
	6	5.85	6.00	—	—	33.63	29.65	48.00	31.36	26.66	19.47	89.68	91.71	80.50	76.44	59.00	54.79	1.96	1.70	43.93	42.71	49.00	46.57	
	24	5.83	5.93	—	—	33.63	29.65	36.66	31.36	36.00	19.47	89.68	93.22	78.37	72.78	59.00	55.53	1.66	1.82	37.02	45.73	41.50	50.55	
9	0	6.05	6.25	4.23	4.48	34.81	30.60	62.10	40.07	34.95	—	81.95	75.50	100.00	83.95	—	—	1.37	1.50	32.40	33.50	39.60	44.45	
12	0	5.86	6.13	4.23	4.86	35.00	25.50	50.00	37.05	35.05	34.65	57.45	62.40	64.25	66.00	42.80	56.00	1.25	1.26	29.58	26.95	51.50	45.15	
	3	5.96	5.75	—	—	44.00	30.60	34.20	39.40	27.90	19.70	62.00	75.25	35.90	73.02	27.10	31.45	—	1.26	—	25.90	—	37.40	—
	6	6.05	5.82	—	—	44.30	30.60	56.20	32.81	41.70	—	56.50	72.00	52.75	82.00	64.05	86.45	3.44	—	—	—	—	—	—

F : Full-rigor type
P : Post-rigor type
TN : Total Nitrogen
WSTN : Water soluble total nitrogen
WSPN : Water soluble protein-nitrogen
WSHN : Water soluble heat coagulable nitrogen
SSTN : Salt soluble total nitrogen
SSPN : Salt soluble protein nitrogen
SSHN : Salt soluble heat coagulable nitrogen
M-N : Myosin nitrogen

Table 5. Chemical change of the fat in frozen skip-jack stored at -17°C .

Period of storage (months)	Content of fat%		Refractive index(n_D^{20})		POV		I.V.	
	B	A	B	A	B	A	B	A
0 fresh After freezing	0.84	1.91	1.4766	1.4761	—	—	—	—
	3.79	7.41	1.4774	1.4798	25.43	26.02	123.43	124.60
1	2.55	4.26	1.4823	1.4797	18.98	18.53	117.41	112.03
2	4.42	2.98	1.4800	1.4802	30.60	45.98	108.87	105.91
3	2.40	3.65	1.4728	1.4738	40.02	53.36	78.22	65.93
6	4.61	7.09	1.4788	1.4772	76.80	88.42	56.91	55.01
9	2.83	2.84	1.4746	1.4742	102.14	120.26	43.08	27.34
12	3.58	4.30	1.4711	1.4701	117.21	115.07	39.97	30.15

POV : Peroxide value (mg total peroxide oxygen/kg of fat)

I. V. : Iodin value

B : Back meat

A : Abdominal meat

これらと第6表に示したドリップ量との関係を見るとはつきりした関連は把握できないがドリップは非硬直型が非常に多い。このドリップ量については、硬直型のものの方がドリップが多いというこれまでの結果^{1), 10), 12)}とは反対の現象であるが、その理由はここで実験に供した非硬直型鯷は解凍した直後のものでなく、pH値がやや上昇した時期のものであったためであらう。

つぎにミオシン(アクトミオシン)の変性は、硬直型では凍結という操作によつて約30%のミオシンの不溶化がみられ、非硬直型ではほとんど変化がない。これは NIKKILÄ&LINKO が herring を用い、 -20°C で行つた実験結果と一致し、ミオシン量は貯蔵期間が長くなるに従つて減少した。また解凍時におけるミオシンの抽出量をみると、死後硬直中のものは少なく、解凍すると多くなるという NIKKILÄ&LINKO の実験結果⁹⁾と同様である。

油脂の変化は3カ月目より腹部に油焼け現象が少し見られる。この時の POV が約 50mg (0カ月の約1.5~2倍)で、I. V. も最初の約1/2になっている。冷蔵中に POV が増加するのは LEA のニシン油での実験結果¹⁰⁾および MACCALLOM, DYER らの鯷での結果¹¹⁾と一致するが、脂質の変化は酸化によるのではなく酵素(リパーゼ)のみによるという小野の説¹²⁾とは反する。また I. V. の減少も小野¹²⁾が -13°C で鯖を凍結冷蔵した際のものとは異っている。しかして魚種が異なるのみで差異があるとは思われないが、清水¹³⁾はこれらの矛盾を起す原因について推論している。屈折率は一般に酸度により変化するといわれる¹⁴⁾が、貯蔵当初と貯蔵期間が長くなつた時とに差はほとんど認められなかつた。また油脂の変化と蛋白の変性との関連は明確でなかつた。

(その2) ドリップについて

冷蔵庫より取出した魚体は霜や氷がついているので暫時室温に放置して、それらを除去し、秤量し、目減量を求め、約 20°C の静止空气中で解凍し、2, 4, 6時間後(24時間後)のドリップの流出量、その pH 値を測定した。また6時間目のドリップを脱脂綿濾過後その全窒素、蛋白態窒素(10%三塩化醋酸処理)、熱凝固性窒素(100°C 沸騰浴中10分間加熱)をマイクロケルダール法にて測定した。その結果は第6表に示す。

Table 6. Changes of weight-loss value during storage at -17°C and quantity, pH, protein of drip while thawing is carried on frozen skip-jack.

Period of storage months	Loss of weight %		Drip %						pH		TN		PN		PN/TN $\times 100$		HN		HN/TN $\times 100$		Defrosting air temperature $^{\circ}\text{C}$						
	F	P	in 2 hrs.		in 4 hrs.		in 6 hrs.		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P					
			F	P	F	P	F	P															F	P	F	P	F
0 Fresh	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
0 After freezing	0.467	0.052	1.24	2.29	2.65	4.77	3.35	5.51	6.29	6.16	6.30	6.16	6.29	6.20	1091.66	886.98	989.04	612.92	90.60	69.09	682.20	604.93	62.49	68.21	28.0	28.0	
1	1.085	0.307	0.61	0.45	1.70	2.67	3.80	6.43	6.33	6.46	6.29	6.31	6.15	1178.59	918.21	998.27	540.36	84.70	58.85	630.32	507.03	53.48	55.22	24.3	24.3		
2	1.056	-0.531	0.39	2.59	1.89	6.34	3.05	6.99	6.40	6.21	6.51	6.30	6.42	6.25	1381.24	1367.43	1104.96	824.88	80.00	60.32	838.53	816.10	60.71	59.68	21.8	23.3	
3	0.907	-0.082	0	0	0	0.571	1.15	2.48	—	—	—	6.29	6.45	6.30	1528.74	1497.81	1219.94	912.92	79.80	60.95	812.81	813.31	53.17	54.31	14.5	15.2	
6	1.279	-0.501	0	0	0	0.95	0.30	3.31	—	—	—	6.32	6.27	6.30	1245.30	1139.23	935.22	562.78	75.10	49.41	622.65	521.25	50.00	45.76	8.5 (2hrs)	22.0	
9	1.232	0.184	0	0	0	0.67	0.82	1.67	—	—	—	6.30	6.70	6.80	953.79	558.65	524.59	231.64	55.01	41.40	912.92	389.69	95.85	69.75	17.5	—	
12	2.182	1.290	—	—	2.02	2.95	1.79	2.71	—	—	—	6.36	6.18	6.54	6.18	647.50	769.70	235.12	193.02	36.38	25.09	509.81	—	78.68	—	29.0	27.5

F : Full-rigor type

pH : Value in drip

PN : Protein nitrogen in drip (mg/100ml)

TN : Total nitrogen in drip (mg/100ml)

HN : Heat coagulable nitrogen in drip (")

Table 7. Organoleptic test on the frozen skip-jack during storage at -17°C .

Period of storage months	Full-rigor type						Post rigor type					
	Colour		muscle	Odour	Taste *	Firmness **	Colour		muscle	Odour	Taste *	Firmness **
	surface	Glossy white					surface	lead				
0 Fresh	Glossy white	Glossy red	Glossy red	None	+	1	Glossy leaden gray	Glossy reddish brown (fluorescence)	None	+	2	
0 After freezing	Bloodshot on eyes and neck	Slightly glossy red	Slightly glossy red	"	+	2	Bloodshot on eyes and neck	"	"	+	3	
1	Leaden whit	"	"	"	+	2	Leaden gray	"	"	+	3	
2	"	"	"	"	+	2	"	"	"	+	3	
3	Rancid at abdomen	Decrease red colour	Decrease red colour	"	+	2	Rancid	Dark brown	"	+	3	
6	"	Decrease glossy	Decrease glossy	"	±	3	Freezer burn	"	"	±	3	
9	Freezer burn	"	"	"	±	3	"	"	"	±	3	
12	Remarkable freezer durn	Light brown	Light brown	Slightly fishy	±	3	Remarkable freezer burn	"	Slightly fishy	±	3	

* + : Excellent + : Good ± : Borderline ** 1 : Remarkable elasticity, 2 : slightly elasticity, 3 : inferior elasticity, flesh soft

ドリップには流出液と圧出液の二種類があるが、この実験では流出液のみを測定し非硬直型は硬直型よりドリップ量が多い結果を得た。しかしドリップ量と貯蔵期間との関係は解凍温度が実験の時期により異なつたため確認出来なかつた。なほ谷川ら¹⁵⁾は流出、圧出の両液についてホッケ肉で研究し、凍結前の鮮度によつてそのドリップ量は変化し、新鮮な場合(硬直期)は少なく、鮮度が低下すると増加し、貯蔵期間の延長と共に増加することを認め、その成因として組織的な破壊よりは主として魚肉の脱水変性または塩類濃縮による塩析変性に基くものであると報告しているが、凍結前の鮮度についての結果は谷川らと一致する。

ドリップ中の全窒素は冷蔵期間と共に増加するが、 $\frac{\text{蛋白態窒素}}{\text{全窒素}}$ の値は減少の傾向で流出してくる窒素化合物は蛋白より低級なものであることが推定される。硬直、非硬直型の $\frac{\text{蛋白態窒素}}{\text{全窒素}}$ および $\frac{\text{熱凝固性窒素}}{\text{全窒素}}$ の値を比較すれば、前者は非硬直型が約30%少なく、後者はほとんど差がない様である。この様に硬直型のドリップ中の蛋白が非硬直型より多いがこれは鯨肉の解凍硬直とは趣が異なるが、硬直型が非常に多量のドリップを流出するという現象¹⁶⁾には類似している。さらに硬直型の蛋白態窒素の中熱凝固性窒素は約65~70%で一方非硬直型ではそれが90~99%であり、流出してくるドリップの成分上両者には大きな差が認められる。

pH値は硬直型も非硬直型も筋肉のpH値より高く且つ不規則な値を示したが、これは鯨の個体差によるものかあるひは他の原因によるかはなお検討を要する。

実験 III. 冷蔵保管中における官能検査

実験 II で用いた鯨魚体について食品的、商品的見地より、魚体表面の色調、油焼けの有無、魚肉の色調、光沢、臭、味および感触について官能的な検査を行つた。その結果は第7表の通りである。実験に供した鯨は凍結完了後グレーズをかけずに保管したのであるが、3カ月目に腹部に多少の油焼けが見られ12カ月目には顕著になつた。肉の色、光沢は硬直型、非硬直型では著しい差はないが、いずれも3カ月目より生鮮時に比しやや劣つてきた。味は獣肉でもいわれる様に多少熟成したものが旨味があるようで、その点非硬直型がまさつている。感触では硬直型が弾力があるが6カ月以上になると落ちてくる。

要 約

硬直型、非硬直型の鯨魚体を -28°C の静止空気中で凍結し、 -17°C で1カ年冷蔵保管した後、約 20°C の静止空気中で解凍した場合の魚肉の水溶性および塩溶性蛋白の変性、脂肪の油焼け、ドリップ量およびドリップの蛋白量の変化、官能検査を行つた。

即ちミオシン(アクトミオシン)は硬直型では塩抽出され難く、凍結によりその溶解性は急に減少し、非硬直型では凍結の影響はみられない。なほミオシンは貯蔵期間が長くなるに従いその抽出量は減少することを認めた。

水溶性蛋白態窒素の値は貯蔵期間が長くなつても、硬直型、非硬直型双方ともあまり変化がない様である。一方塩溶性蛋白態窒素の値は硬直型、非硬直型とも一時増加が認められたが減少する傾向である。

油脂では3カ月後に I. V. が相当減少し, POV は増加して酸化されたことを示し (官能検査でも認めた) 貯蔵期間と共に油焼けは益々進行した. この実験では油脂の変化と蛋白の変性との関連については明確にし得なかつた.

終りに本実験に色々御便宜を賜つた東京水産大学岡田郁之助教授に, また実験用機械を快く貸与下さつた日本罐詰協会妹尾研究課長に厚く感謝の意を表します.

文 献

- 1) 田中和夫：水産食品の凍結貯蔵に関する基本的諸問題とその実験的研究(1958).
- 2) DYER, W. J. : *Food Res.*, **16**, 522-527 (1951).
- 3) 天野慶之・尾藤方通・河端俊治：日水誌., **19**, 487-497 (1953).
- 4) 藤巻正夫・古城健三：日水誌., **19**, 499-504 (1953).
- 5) 野口栄三郎・山本常治：日本海区水研研究年報., **2**, 123-131 (1955).
- 6) _____ : _____, **2**, 141-145 (1955).
- 7) Kazuo TANAKA : *J. Tokyo Univ. of Fish.*, **44**, 25-37 (1958).
- 8) NIKKILÄ, O. E. AND LINKO, R. R. : *Food Res.*, **21**, 42-46 (1956).
- 9) _____ : _____, **19**, 200-205 (1954).
- 10) C. H. LEA : *Dept. Sci. Ind. Res. Rept. Food. Invest. Bd.*, 79-81 (1935).
- 11) W. A. MACCALLUM AND W. J. DYER, S. CURI, J. J. SIMONCIC, M. KOVACEVIC, D. C. HORNE AND R. J. MCNEILL, M. KRVARIC, H. LISAC : *Food Tech.*, **10**, 432-438 (1956).
- 12) 小野豊樹：日水誌., **3**, 255-262 (1935)
- 13) 清水亘：水産利用学, 145, 金原出版 K. K. (1958).
- 14) 喜多源逸：油脂化学及び試験法, 598, 至文堂(1947).
- 15) 谷川英一・三浦庸夫・秋場稔：冷凍, **28**, 294-304 (1953).
- 16) 田中武夫・田中和夫：_____, **32**, 6-23 (1957).