種々のクロルテトラサイクリン (CTC) 処理方法 による底引漁獲物の鮮度保持効果および 各処理魚体内の CTC 分布*

米 康 夫・富山哲夫・浜田七郎

(1959 年 5 月 4 日受理)

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF VARIOUS CHLORTETRACYCLINE (CTC)-TREATMENTS IN KEEPING QUALITY OF TRAWLED FISH AND CTC RESIDUE ON TREATED FISH

Yasuo YONE, Tetuo TOMIYAMA** and Shichiro HAMADA***

Immediately after being caught butter fish and lizard fish were subjected to various CTC-treatments aboard a bull trawler, "Akashimaru No. 96", and stored in plain or CTC ice in a fish hold of the boat for 16 to 19 days. The CTC treatments employed were (1) CTC-icing (4.5ppm CTC), (2) two-minute dip in sea water solution of CTC and (3) showering a 25-kg lot of fish with a one liter aliquot of the solution. The volatile bases nitrogen (VBN) and CTC residue were determined after landing by the microdiffusion method⁵⁾ and the cylinder plate assay method⁴⁾, respectively.

The butter fish stored in plain ice without prior CTC treatment showed incipient spoilage, whereas those held in CTC-ice were judged to keep a passable quality. The quality of the fish stored in CTC-ice was better than that of spray-treated fish and comparable with that of dip-treated in a 10 ppm CTC solution. In dip-treated group, the fish quality was fairly improved with the increase in the CTC concentration.

The CTC residue was found about 0.1 ppm in the flesh of butter fish when sprayed with a 80 ppm CTC solution, dipped in a 40 ppm CTC solution and/or CTC-iced. The CTC residue was highest right under the skin, decreased sharply with the depth of flesh, and not existed in deeper part than a 5-mm distance from the skin.

In case of lizard fish, the effectiveness of the CTC treatment was not so marked. The CTC residue in this fish was far smaller than that in butter fish though the vertical distribution pattern of CTC in the flesh was similar each other.

Under the present experimental condition, the CTC residue varied linearly with the CTC concentration of the solution for the dip or spray treatment, and logarithm of the residue in the flesh showed a linear relationship with logarithm of VBN of the flesh. These relationships suggest that passable quality (VBN, 25mg%) of any fish comparable to butter fish in size and shape will be resulted from keeping CTC residue at a 0.1 ppm level which can be achieved by such treatment aboard the boat as a dip in 20 to 40 ppm CTC solution or a spray with solution of CTC concentration higher than 80 ppm.

富山等¹⁾は 1956 年に底引漁獲物を船上でクロルテトラサイクリン (CTC と略記) 液に浸漬するか, CTC 氷によつて氷蔵するか或は浸漬後 CTC 氷で保蔵すると, 良い鮮度が保持できることを報告した。篠山等²⁾もキグチ, ニベおよびタチウオを船上で CTC 浸漬処理すると, ニトロフラゾンに浸漬処理した場合よりも優れた鮮度保持がえられたと報告している。しかし同一魚種について CTC の種々の濃度の液を用い, 種々

* 本研究の概要は 1959 年 4 月 3 日の日本水産学会年会 (東京都) において発表した。

** 九州大学水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan.)

*** 西海区水産研究所 (Seikai Reg. Fish. Res. Lab., Nagasaki, Japan.)

の CTC 処理方法を適用した場合の保鮮効果の比較および保鮮効果と CTC 透過量との関係について研究した報告はない。

CTC 氷および CTC 液で魚体を外部から処理する場合には各種の方法が考えられる。CTC 氷の場合にはこれを直接に魚体の上に載せる方法および魚体との間にパーチメント紙を置く方法がある。魚体を CTC 液で処理する場合にも船上の処理能率を考慮に入れると、短時間浸漬処理法および散布法が考えられる。

これらの方法で魚体表面に附着する液が一定量であれば、用いる液の濃度によつて保鮮効果は著るしく影響される筈である。他方、液の濃度を高めると、処理後に CTC の肉への透過量が増大する筈であるから、その透過量について検討する必要がある。

本研究は以上の点を解明するために行つたものであつて、著者の一人（浜田）が手繰船に乗船し、実際の漁獲作業条件で種々の CTC 処理方法を実施し、氷蔵条件も一般の手繰船のものと同一にして帰港し、陸揚げ後に肉の鮮度および CTC 含量を求めた。その結果では従来報告されていない二、三の事実を明かにしたので以下に報告する。

研究材料および方法

1. 研究材料：1958 年 11 月 19 日より 11 月 21 日までの間に第 96 および第 97 明石丸（大洋漁業 KK 所属）が東支那海の農林漁区 543, 532 および 522 において、底引網で漁獲したイボダイ（*Psenopsis anomala*；体長 11~16 cm, 体重 90~110 g）およびワニエソ（*Saurida tumbil*；体長 40~50 cm, 体重 800~1500 g）を供試した。

漁獲物の処理に使用した CTC は医薬用 CTC 塩酸塩結晶である。CTC 氷は日本レダリーの指示方法³⁾により製造した 4.5 ppm CTC 含有氷であり、浸漬および散布処理にはクロナイズ FD (CTC 10% + クエン酸 10% + 食塩 80%) の海水溶液を使用した。

2. CTC 処理方法：漁獲直後水洗し、第 96 明石丸船上で、10, 20, 40 および 80 ppm の CTC-海水液の 30 l に、籠にいられた約 50 kg (2 箱分) の供試魚を 2 分間浸漬し、次に常法のように箱建した浸漬区をつくつた。また水洗し箱建後、前記の CTC 濃度をもつた海水液を 1 箱に対し 1 l の割合でジョロで散布した散布区を設けた。なお 1 網の漁獲物中に同一魚種の尾数が少かつたので、イボダイでは全試験区を充すのに 11 月 19 日、20 日および 21 日の漁獲物を用い、1 区当り 1 箱づつを作つた。従つて試験区に用いたと同じ条件の漁獲物で必ず無処理の対照区を毎回作るように注意した。

各試験区の魚箱はパーチメント紙或はポリエチレン膜で覆い、魚艙内で 5 ppm の CTC を含む氷或は白水中に貯蔵した。魚の被覆用にパーチメント紙とポリエチレン膜を用いたのは、前者では氷の融解水が多少通過し、後者では全く通過しないので、外観および保鮮効果に多少の差があるかと考えたからである。試験区の各魚箱を魚艙に収納する場合には、先づ魚艙内を魚箱やシートで縦に 2 分し、左舷側に白氷を、右舷側に CTC 氷を詰めるよう注意し、また試験試料は魚艙内の両舷側、上層および下層を避けて中央部附近に貯蔵した。

漁獲物は 12 月 6 日に陸揚げし、氷およびパーチメント或はポリエチレン膜を取去り、新しいポリエチレン膜と白氷とを順次に載せ、-2~0°C の室に貯蔵し、12 月 7 日より 10 日迄の間に CTC の残存量並びに揮発性塩基の定量を行つた。従つて供試魚は漁獲よりこれらの定量迄 18~19 日の間それぞれ氷蔵されたことになる。

3. CTC および揮発性塩基窒素 (VBN) の定量：各試験区の魚箱の上部から任意に 1 区当り 20 尾のイボダイを、また 1 区当り 4 尾のワニエソを抽出して試料とした。また魚箱の上下により CTC の浸透量に差があるか否かを知るために、CTC 液を散布しポリエチレンで被覆し白氷で貯蔵した試験区の魚箱の下部からも任意に同数の魚を抽出供試した。

これらの供試魚は軽く水洗し、内臓を除去し、三枚におろした後に腹部を除き、次に皮と肉とに分けて、皮は包丁で、肉はミックスラーで細碎し、それぞれ定量に供した。CTC の定量には富山・小林・米の簡易 cylinder plate 法⁴⁾を用いた。CTC の透過模様を知るためには、7 尾のイボダイおよび 4 尾のワニエソの凍結組織をそれぞれカンナで薄層に切り、各切片について定量した。この場合には試料がイボダイでは 5.2~7.3 g, エソでは 6.6~9.7 g であつたので、ミクロブレンダーを用いて混和抽出した。VBN の定量は Conway の微量拡散法⁵⁾により行つた。即ち 10 g の肉糊に 30 cc の 5% 三塩化酢酸を混和して除蛋白し、

その汙液を定量に供した。

研究結果

1. CTC 処理イボダイおよびワニエソの鮮度

研究方法の部に記載した方法で漁獲直後のイボダイおよびワニエソを船上で処理し、魚艙中に白氷或は CTC 氷で氷藏して帰港したものの鮮度を官能検査および VBN によつて判断した結果は、Table 1 および 2 に示す通りである。これらの表から明かなことは、イボダイにおいては白氷で保藏した対照区はいづれも

Table 1. Organoleptic phases¹ of round fish in various experimental groups

Fish species Date of catch			Butter fish*				Lizard fish**	
			XI/19	XI/21	XI/21	XI/20	XI/18	XI/18
CTC conc. (ppm) for dip or spray			10	20	40	80	20	40
Treatments								
Control	{ plain ice	parchment	IV	III	III-IV	IV	II a	
		polyethylene	IV	III-IV	III	III-IV	II a	
Dip	{ CTC ice	none	III-IV	II b	II b	II b		
		parchment	II b-III	II b	II a	II a-II b	II a	I b-II a
Spray	{ plain ice	parchment	II b	II b	I b-II a	II b-III	I b-II a	I b-II a
		polyethylene	III	II b-III	II a-II b	II a-II b	II a	I b-II a
Dip	{ CTC ice	none	III-IV	III-IV	II b-III	II b-III	I b-II a	I b-II a
		parchment	III	III	III	II b	II a	II a
Spray	{ CTC ice	polyethylene	III-IV	II b	II b	II b	II a	II a
		none	III-IV	II b	II b	II b	II a	II a

* *Psenopsis anomala* ("ibodai"). ** *Saurida tumbil* ("wanieso").

1: The organoleptic phases herein presented are principally those for haddock according to Reay-Shewan⁶. I b: Eyes not sunken, lost brilliancy. Gills red, stale odor. Surface brilliant. Flesh noticeably soft. Odor neutral. II a: Eyes slightly sunken, opalescent. Gills red, putrid odor. Surface slightly slimy. Flesh softer. Odor "strengthening" but not stale. II b: General appearance stale. Eyes sunken. Gills red, putrid odor. Surface slimy. Flesh soft. Odor stale. III: Eyes opalescent, sunken. Gills pale red, putrid odor. Surface very slimy. Flesh very soft. Odor bad odor. IV: Eyes deeply sunken, sometimes hemorrhagic. Gills grey, putrid odor. Surface very soft, very slimy. Flesh very soft. Odor putrid.

Table 2. Volatile bases nitrogen content (mg%) of muscle of fish in various experimental groups

Fish species Date of catch			Butter fish*				Lizard fish**	
			XI/19	XI/21	XI/21	XI/20	XI/18	XI/18
CTC conc. (ppm) for dip or spray			10	20	40	80	20	40
Treatments								
Control	{ plain ice	parchment	44.8	40.1	37.1	45.5	38.1	
		polyethylene	38.0	59.5	37.7	37.4	36.1	
Dip	{ CTC ice	none	32.1	28.7	31.3	36.8		
		parchment	36.0	31.1	20.1	21.7	31.0	32.7
Spray	{ plain ice	parchment	28.1	26.1	19.7	24.9	26.7	27.4
		polyethylene	42.2	34.0	27.7	28.0	30.1	30.1
Dip	{ CTC ice	none	49.4	41.2	30.1	30.8	26.3	29.4
		parchment	30.8	32.9	30.4	25.4	30.0	27.6
Spray	{ CTC ice	polyethylene	33.6	23.7	30.7	30.8	25.5	34.1
		none						

*) **) See Table 1.

腐敗していたが、処理区は 10 ppm および 20 ppm CTC 散布-白氷貯蔵区を除いては効果が認められた。特に浸漬区は CTC の 20 ppm 以上に浸漬したものが良好であり、散布区は 80 ppm を用いたものが比較的よかつた。注目すべきことは、20 ppm CTC 以上の濃度に浸漬した場合には CTC 氷との組合せは無効であつたが、10 および 20 ppm CTC 液を散布した

場合にはこの組合せは有効であつた。これに対しワニエソでは対照区も比較的によい鮮度を示し、CTC 浸漬および CTC 散布の効果は僅かであつた。なお白氷氷蔵の場合、パーチメント紙被覆とポリエチレン膜被覆との間には鮮度の差は認められなかつた。

2. イボダイおよびワニエソの肉および皮における CTC 残存量

肉における CTC 残存量は Table 3 に、鱗を含む皮における CTC 残存量は Table 4 に示してある。

イボダイの肉の場合には CTC 氷氷蔵のみでは残存量 0.04 ppm であり、散布では CTC 濃度が 40 ppm においても残存量は平均 0.03 ppm に過ぎなかつた。これに対し浸漬区においては 10 ppm の CTC 浸漬では残存量が 0.04 ppm であつたが、浸漬液の CTC 濃度の増加と共に残存量が増加した。皮においては多少異り、CTC 氷氷蔵のみでは平均 0.30 ppm, 10 ppm CTC 浸漬のみでは 0.17 ppm, 散布では CTC 濃度が 40 ppm であつても 0.11 ppm であつた。散布の場合に魚箱の上部と下部とで肉への CTC の滲透量にどの程度の差があるかをみた結果は Table 5 に示すように、僅かの差異しか認められなかつた。また上下の鮮度差も高濃度の CTC の場合に僅かに認められる程

Table 3. CTC residue in flesh of bottom fish

Fish species Date of catch		Butter fish "ibodai"				Lizard fish "wanieso"	
		XI/19	XI/21	XI/21	XI/20	XI/18	XI/18
CTC conc. (ppm) for dip or spray		10	20	40	80	20	40
Treatments							
Control	plain ice	{	parchment	neg.*	neg.	neg.	neg.
	CTC ice	{	polyethylene	neg.	neg.	neg.	neg.
Dip	plain ice	{	parchment	0.04	0.10	0.01	0.03
	CTC ice	{	—	0.04	0.08	neg.	0.04
Spray	plain ice	{	parchment	0.01	0.03	neg.	neg.
		{	polyethylene	neg.	neg.	neg.	neg.
	CTC ice	{	parchment	0.03	0.02	neg.	neg.
		{	—	0.07	0.07	neg.	neg.

* neg. means smaller than 0.01 mcg per g. tissue.

Table 4. CTC residue on skin of bottom fish

Fish species Date of catch		Butter fish "ibodai"				Lizard fish "wanieso"	
		XI/19	XI/21	XI/21	XI/20	XI/18	XI/18
CTC conc. (ppm) for dip or spray		10	20	40	80	20	40
Treatments							
Control	plain ice	{	parchment	0.06	0.02	neg.	neg.
	CTC ice	{	polyethylene	neg.*	neg.	neg.	neg.
Dip	plain ice	{	parchment	0.17	0.39	0.10	0.14
	CTC ice	{	—	0.23	0.36	0.10	0.22
Spray	plain ice	{	parchment	0.06	0.11	0.05	0.11
		{	polyethylene	0.04	0.04	0.02	0.07
	CTC ice	{	parchment	0.17	0.12	neg.	—
		{	—	0.40	0.53	0.07	0.12

* neg. means smaller than 0.01 mcg per g. tissue.

Table 5. Change in CTC content of fish* with position of fish container

Spec. of fish	mcg per cc. of CTC-sea water used for spraying	position of fish box	CTC content, mcg/g		VBN mg %	Organoleptic phase
			flesh	skin		
Butter fish	10	{ upper	neg.	0.03	32.7	III
		{ bottom	neg.	0.05	35.4	III
	80	{ upper	0.06	0.19	26.4	II a
		{ bottom	0.06	0.15	27.4	II b
Lizard fish	20	{ upper	neg.	0.04	29.4	II a
		{ bottom	neg.	neg.	30.1	II a
	40	{ upper	neg.	0.10	23.7	I b-II a
		{ bottom	neg.	0.09	25.4	II b

* Fish were covered with polyethylene film after being sprayed, and then stored under plain ice.

Fig. 1. Distribution of CTC in muscle of dipped fish.

Fig. 2. Relationship between CTC residue in skin and flesh of butter fish and CTC concentration employed for dip or spray.

mm 以深へは浸透が認められなかった。

3. 処理液の CTC 濃度と組織中の CTC 残存量との関係、並に CTC 残存量と肉の VBN との関係

浸漬液および散布液の CTC 濃度とイボダイの肉および皮における CTC 残存量との関係は、Fig. 2 に示すように明かに直線関係が認められる。また肉および皮における CTC 残存量と肉の VBN との関係は、Fig. 3 にみられるように、双方の対数値の間に略々直線関係が成立し、従つて処理液の CTC 濃度の対数値と肉の VBN の対数値との間にも直線関係が成立する (Fig. 4)。

Fig. 3. Relationship between CTC residue in skin and flesh and volatile bases nitrogen content of muscle of dipped butter fish.

Fig. 4. Relationship between CTC concentration of CTC-sea water employed and volatile bases nitrogen content of muscle of dipped butter fish.

度であつた。他方、ワニエソの肉の場合には浸漬区に 0.01 ~ 0.04 ppm が認められただけで、他の試験区のもは、いづれも検定限界の 0.01 ppm 以下であつた。

これらの肉中の残存量が肉の部位にどのように分布するかをみた結果は Fig. 1 に示すように、10 ppm に浸漬したイボダイは皮下 5 mm より深部へは全く浸透していなかったが、80 ppm に浸漬したものは浸透量も多く範囲も深かつた。これに反しワニエソの 20 ppm 浸漬区は 40 ppm 浸漬区と浸透範囲に殆んど差なく、イボダイの 10 ppm 浸漬区と近似した浸透図を示し、皮下 6

考 察

底引漁獲物を船上で CTC 液に浸漬処理或は CTC 氷で氷蔵することが鮮度に有効なこと、また CTC 処理漁獲物の肉中の CTC 残存量は 0.1 ppm 程度であることについては富山等の報告¹⁷⁾がある。しかし昭和 32 年の厚生省告示で許可された CTC 氷による処理以外に、浸漬および散布処理が許可されるためには、有効で実用的な処理方法を探求するだけでなく、種々の処理方法を施した場合における魚肉中の CTC 残存量に関する資料を必要とする。

本研究ではイボダイを用い、浸漬法、散布法、氷蔵法およびそれらの組合せの保鮮効果を比較した。その結果は浸漬法が最も優れているが、10 ppm の CTC 液浸漬では CTC 氷氷蔵法と近似の効果に過ぎず、少くとも 20~40 ppm の CTC 液を使用すべきことが分つた。これに対し散布法は効果が劣り、40 ppm 以下の CTC 液では効果が少く、ただ CTC 氷と併用した時のみ有効であつたことは注目すべきである。このように散布法が浸漬法に劣ることは、魚体の背部を上にして CTC 液を散布する方法では、腐敗菌の侵入場所として重要な鰓が CTC 液に触れ難いためであろう。

CTC が比較的浸透し易いと思われるイボダイの肉中の CTC 残存量をみると、CTC 氷氷蔵、80 ppm の CTC 液散布および 40 ppm CTC 液浸漬処理では、いずれも 0.03~0.15 ppm 程度であつた。この量は米国およびカナダで既に 2 年以上市販されている CTC 処理鶏肉の料理後における CTC の残存量程度であるから、この程度のものは生食されても差支えない。従つて船上での CTC 処理には氷蔵のみでなく、浸漬法および散布法も実用されてよいといえる。

皮中の CTC 残存量は肉のその 3~6 倍であつた。皮から肉への CTC 浸透残存の模様をみると、両魚種とも皮から 5 mm 迄の間で内部に向つて急傾斜に減少している。イボダイとワニエソとを比較すると、40 ppm および 20 ppm の CTC 液に浸漬したワニエソの CTC 浸透図と 10 ppm に浸漬したイボダイの CTC 浸透図が近似しているので、エソではイボダイに比べて CTC が皮を通過し難いものと推察される。

イボダイの場合には処理方法の如何を問わず CTC 残存量の対数値と肉の VBN の対数値との間に直線関係が認められたので、Fig. 3 から求めると、肉の VBN が 25 mg% でよい鮮度が保たれるためには、CTC 残存量は少くとも 0.1 ppm を含まねばならない。他方 Fig. 2 から明かなように、0.1 ppm の CTC が肉中に残存するためには、2 分間浸漬処理の場合には 20 ppm の CTC 液、散布の場合には 80 ppm 以上の濃度の液を用いねばならない。勿論これらの値は魚体の大小、表皮の厚薄、鱗の大きさや被覆等の条件で変化するであろうが、魚体が小さく、小鱗で覆われた魚種についての一つの代表的資料といえよう。

これに対してワニエソのように鱗も大きく、魚体或は肉層の厚い魚種では明かにこの関係が成立しない。Fig. 1 にみられるように、この場合にも CTC は皮から 6 mm までの筋肉内へ浸透しているにも関わらず、全魚肉の CTC 含量は 0.01 ppm 程度の微量であつた。これは明かに 6 mm までの CTC を含む肉層が CTC を含まない約 16 mm の肉層で稀釈されていることに原因していることは、Fig. 1 の浸透図から全肉中の CTC 量を計算すると 0.016 ppm となることから裏づけされる。また比較的大形のワニエソでは CTC の侵入が表皮に近い部分のみであるから、長期間保蔵の場合に内臓からの変敗を防止しえない。従つて CTC 処理の効果が判然としない一つの原因と思われる。大形或は筋肉の厚い魚では内臓を除去してから CTC 処理すべきである。

本研究でえられた保鮮効果および CTC 残存量の結果から総合的に考えると、イボダイと類似の魚種の場合、船上での実用的処理方法としては、40 ppm の CTC 液に短時間浸漬するか、或は腹部を上にして箱建てしてから、80~100 ppm の CTC 液を 1 箱に対し 1 l 以上をジョロで散布した後、パーチメント紙で覆い、もし保蔵期間が 15 日以上に亘るものは CTC 氷で保蔵するのが最もよいといえる。

総 括

大洋漁業所第 96 明石丸船上において CTC 処理の各種方法を適用した場合の保鮮効果の比較および陸

揚げ後における処理魚の CTC 残存量について研究し、次のような結果をえた。

1. CTC 氷 (4.5 ppm) で魚鱗に 16~19 日氷蔵した後の鮮度は白水区よりも優れていた。白水区は陸揚げ当時既に殆んど初期腐敗の段階にあつた。
2. CTC 10 ppm の液に浸漬した場合および 10 或は 20 ppm の液を撒布した場合には、CTC 氷の併用によつて保鮮効果が高まつた。
3. 浸漬および撒布の場合には液の CTC 濃度の増加と共に保鮮効果は良好となつた。
4. イボダイの肉における CTC 残存量は濃度 80 ppm の液に浸漬した場合を除くと、いずれの処理方法によつても 0.1 ppm 附近或はそれ以下であつて、生食しても差支えない量であつた。
5. ワニエソの場合には 40 ppm の濃度の CTC 液に浸漬した場合でさえ 0.03 ppm に過ぎず、氷蔵法および撒布法で処理した場合は検知できない量 (<0.01 ppm) であつた。
6. CTC の筋肉への滲透はイボダイおよびワニエソいずれの場合にも皮下 6 mm 迄の肉層であり、濃度は内部に向つて急傾斜に減少していた。
7. 肉或は皮の CTC 残存量の対数値と肉の VBN の対数値とは直線関係を示す。この関係からみると、よい鮮度を保つためには肉に少くとも 0.1 ppm の CTC が含まれねばならない。イボダイの場合、肉に 0.1 ppm を含ませるためには、浸漬液の濃度は 20~40 ppm、撒布液の濃度は少くとも 80 ppm とせねばならない。

本研究は日本レダリー KK の支援の下に実施され、また大洋漁業 KK 長崎支社高峰漁業課長および第 96 明石丸乗組員各位の協力をえた。研究の遂行には西海区水研の山田紀作博士、篠山茂行技官、長崎水試藤田場長の理解ある援助と当教室の小林邦男、森 健児、豊田恭平、岩崎富生氏等の助力を仰いだ。ここにそれぞれ深謝の意を表する。

文 献

- 1) 富山哲夫・米 康夫・黒木俊一・野村 稔・原 昭太郎・七字 徹・前田敏弘・小田一郎・松尾俊朗：本誌，22，128 (1956)。
- 2) 篠山茂行・浜田七郎・江平重男・山田紀作：西海区水産研究所研究報告，12 号，21 頁 (1957)。
- 3) 日本レダリー KK：フクロナイズ・ニュース No. 2 (1957)。
- 4) 富山哲夫・小林邦男・米 康夫：本誌，24，937 (1959)。
- 5) CONWAY, E. J.: "Micro-diffusion analysis and volumetric error", Crosby Lockwood and Son, Ltd., London (1939), pp. 75~81.
- 6) REAY, G. A., and SHEWAN, J. M.: "The spoilage of fish and its preservation by chilling". Advances in Food Research, Vol. 2, p. 343 (1949), Academic Press Inc., New York, N. Y.
- 7) 富山哲夫・米 康夫・津田 厚：本誌，23，568，572 (1958)。