

漁獲物の鮮度保持に関する研究

XV. 寒冷ブライン浸漬による魚類の致死について

山本常治¹・野口栄三郎²

Studies on the Freshness of Fish

XV. Effect of the Killing by Cooled Brine on the Freshness

JOJI YAMAMOTO¹ AND EIZABURO NOGUCHI²

Abstract

An observation was made on the syncopic and dying state of the fish which were immersed in calcium chloride solution cooled down to 0 to -20°C, and the process of glycolysis and rigor mortis taking place in the muscle of the killed fish was studied. It was revealed that for the fish killed instantaneously by immersing in an extremely chilled calcium chloride solution (below -15°C) the post-mortem change in composition of muscle was suppressed at a low level and the rigor mortis was prolonged to a significant degree, thus the freshness of the fish was maintained at a satisfactorily high level. This is quite similar to the result obtained in the case of instantaneous killing of the fish by cutting off the head.

I. 緒 言

魚類の死後硬直期間の延長をはかる目的でタイのような高級魚に対し魚獲後直ちに延髄部を刺して殺すいわゆる“シメ”という操作が一部の漁業者の間に行なわれている。また、山村(1941)、浅川(1953)は同様に死後硬直期間及び腐敗の延長を目的として、電撃による魚類の致死方法を検討している。“シメ”による方法はある程度の熟練さえすれば、高価な設備や場所を必要とせず、極めて簡単な方法で効果があがるが、一尾ごとに延髄部を刺さなければな

^{1,2} 現在, 東海区水産研究所

^{1,2} Present address: Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

らないのでかなり手数を要し、大量処理するにはあまり適当な方法ではない。また、“シメ”が上手に行なわれない場合には苦悶死に近い状態になることも多い。電撃による致死方法も“シメ”と同様、手数を要することと、手数をかけたわりにそれほど効果が期待できない等のためあまり利用されていない。著者等は寒冷による魚類の仮死状態に着目し、魚類の寒冷による仮死の状態、魚肉の解糖作用の遅速、死後硬直期間の延長等について、断頭死及び苦悶死と比較した結果、苦悶死にくらべて死後硬直期間が大巾に延長されることが判明したので、その結果について報告する。

なお、本実験を遂行するに当たり、実験に御助力いただいた柴田玲子技官、種々御便宜をはかっていたいただいた山形県鼠ヶ関水族館五十嵐芳郎館長に深甚なる謝意を表す。

II. 実験方法

供試魚種：ドジョウ、ヒブナ、ヒゴイは市内の小売店から購入し、マゴイは研究所の池に蓄養したものを使用した。アジ、ブリ、ウマズラハギは山形県鼠ヶ関水族館に蓄養してあつたものを使用した。これらの生息時の水温はいずれも20°C前後であつた。

測定方法： P H ベックマンG型PH計によつた。
△7P—P 中村の変法（1950）によつた。
“洗い” 野口（1957）の方法によつた。
グリコーゲン 斎藤（1947）の方法によつた。
魚肉ゾルの粘度 B型粘度計によつた*。

III. 実験結果

1. 寒冷な塩化カルシウム溶液中に浸漬した場合の魚類の仮死

第1表は淡水魚、第2表は海産魚の数種について、0～-20°Cに冷却した塩化カルシウム溶液に浸漬した場合にみられる魚類の寒冷による仮死状態及びその所要時間を示した。塩化カルシウム溶液が0～-10°Cではヒブナ、ヒゴイは比較的短かい時間に仮死状態に入るが、アジ、ブリ、ドジョウ等では仮死状態に入るのにかなり長い時間を要した。なお、これらの魚類を塩化カルシウム溶液に移した場合、最初は泳ぐ動作がだんだんとかんまんになり、最後に強くあばれた後完全に活動を停止して仮死状態に入る。塩化カルシウム溶液が-13～-14°Cでは仮死状態に入る時間が非常に短かくなり、アジ、ブリ、ドジョウ等の場合でも10～30秒で完全に活動を停止する。塩化カルシウム溶液を-20°C近くまで冷却した場合には、コイのように比較的魚体の大きなものでもまた、ヒブナ、ヒゴイ等のように魚体の小さいものでも、同様に瞬間的に魚体全面にうすい氷のグレーズができ仮死状態に入る。また、グレーズのついた仮死状態の魚体を塩化カルシウム溶液からとりだして室温（20°C）に放置した場合には、グレーズがとけだし、浸漬時間（仮死状態）が短かいものでは、仮死状態からぬけだし再び活動しはじめる。なお、グレーズのとけた魚体は一般に粘液が多くなつている。塩化カルシウム溶液に浸漬した場合にみられる魚体のグレーズは-14°Cぐらいからみられ、浸漬当初にはうすく部分的につく

* 山本常治（日本水産学会1961年年会において口演発表）。

第1表 寒冷な塩化カルシウム溶液に浸漬した場合の魚類の仮死（淡水魚）

魚種	試料番号	体長 (cm)	CaCl ₂ 濃度	CaCl ₂ 溶液温度	仮死状態になる時間 (秒)	グレーズ
ドジョウ	1	19.0	ボーマ 20。	-11.0	25.0	+
	2	17.0	〃	〃	16.0	〃
	3	15.5	〃	〃	20.0	〃
	4	18.0	〃	- 5.0	65.0	-
	5	16.5	〃	- 5.0	95.0	〃
	6	19.0	〃	〃	100.0	〃
ヒブナ	1	5.5~7.0	ボーマ 20°	-17.0	2.0	+
	2	〃	〃	〃	2.5	〃
	3	〃	〃	-13.0	10.0	-
	4	〃	〃	〃	〃	〃
	5	〃	〃	-10.0	20.0	〃
	6	〃	〃	〃	16.0	〃
	7	〃	〃	- 5.0	20.0	〃
	8	〃	〃	〃	22.0	〃
	9	〃	〃	0.0	25.0	〃
	10	〃	〃	〃	22.0	〃
ヒゴイ	1	6.5~7.0	ボーマ 20°	-17.0	1.0<	+
	2	〃	〃	〃	〃	〃
	3	〃	〃	-13.0	10.0	-
	4	〃	〃	〃	〃	〃
	5	〃	〃	0.0	25.0	〃
	6	〃	〃	〃	〃	〃
マゴイ	1	19.5	-	-18.0	1.0<	+
	2	22.0	-	-25.0	〃	〃

ようになり次第に全体にひろがる。

2. 種々の殺し方によるコイ筋肉の解糖作用の比較

実験に使用したコイは研究所の池でエサ止めの状態で蓄養してあつた。断頭死区は体長 15.3 cm と 14.5 cm の 2 尾，寒冷死区は体長 22 cm，苦悶死区は 22.5 cm のコイをそれぞれ使用した。断頭死区では網ですくいあげたものを直ちに頭部を切断した。苦悶死区では室温で 30 分間あばれさせた後断頭した。寒冷死区では母氏 20° の塩化カルシウム溶液をフリーザーで -20°C に冷却したものに浸漬し，瞬間的に仮死状態になつたものを室温に放置し，グレーズがとけだした時に断頭した。寒冷死区では魚体表面はいくらか変色し，また粘液も苦悶死区より多いように思われた。実験結果を第 3 表に示したが，筋肉の死後硬直進行の要素とみられる $\Delta 7P-P$ の変化，“洗い”の状態，グリコーゲン及び PH の消長等は予備実験や従来の結果（野口，1957）とほぼ同様で，苦悶死区では断頭死区及び寒冷死区にくらべ死直後でも $\Delta 7P-P$ ，グリコーゲン含量は少なく，“洗い”による筋収縮率も小さくなり，PH 値はかなり酸性側に移行し，苦悶死による影響が強くあらわれている。そして放置後 12 時間前後で死後硬直が完了したものと思われる。断頭死及び寒冷死区を比較した場合には，死直後あるいは放置後でも，これらの諸成分間にいくらかの差異はみられたが，いずれも死後 20 時間前後で死後硬直が完了したもの

と思われる。このように魚類を寒冷死させた場合は、断頭死区同様死後あるいは死後においても苦悶死区に比較して筋肉の新らしさを保っていることが判明した。断頭死区の死後20時間ではグリコーゲン量がやく増加していたが、これは20時間から別の個体を使用したので恐らく個体差によるものと思われる。

第2表 冷却した塩化カルシウム溶液に浸漬した場合の魚類の仮死（海産魚）

魚種	試料番号	体長 (cm)	CaCl ₂ 濃度	CaCl ₂ 溶液温度	仮死状態に達する時間(秒)	グレース
アジ	1	13.5	ボーム 16°	-13.0	15.0	—
	2	13.2	〃	〃	〃	〃
	3	13.0	〃	〃	〃	〃
	4	12.5	〃	-10.0	30.0	〃
	5	〃	〃	〃	60.0	〃
	6	〃	〃	〃	120.0	〃
	7	12.0	〃	- 5.0	〃	〃
	8	11.8	〃	〃	80.0	〃
	9	〃	〃	〃	60.0	〃
	10	〃	〃	0.0	120.0	〃
	11	11.5	〃	〃	150.0	〃
	12	〃	〃	〃	100.0	〃
ブリ	1	21.0	ボーム 16°	-14.0	30.0	±
	2	23.5	〃	〃	〃	〃
	3	24.0	〃	-10.0	80.0	—
	4	〃	〃	〃	82.0	〃
ウマズラハギ	1	14.5	ボーム 16°	-14.0	15.0	±
	2	〃	〃	〃	10.0	〃
	3	14.0	〃	-10.0	20.0	—
	4	〃	〃	〃	30.0	〃

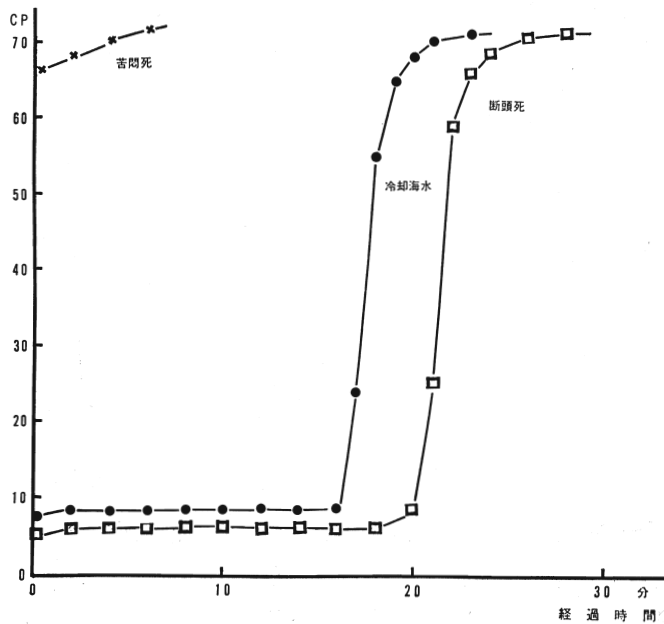
第3表 寒冷死によるコイ筋肉の解糖作用

		時間	0	6	12	20	27
断頭死区	P H		6.75	6.61	6.51	6.48	6.21
	△7P-P mg%		32.0	2.95	11.2	±	0
	筋肉の“洗い” %		23.0	21.0	12.0	±	—
	グリコゲン mg%		560	420	300	345	207
苦悶死区	P H		6.25	6.07	5.96	6.09	6.10
	△7P-P mg%		13.0	6.0	0	—	—
	筋肉の“洗い” %		13.0	4.0	±	—	—
	グリコゲン mg%		375	373	189	116	—
寒冷死区	P H		6.68	6.55	6.40	6.32	6.22
	△7P-P mg%		34.0	31.0	13.5	±	0
	筋肉の“洗い” %		27.0	27.0	11.0	±	—
	グリコゲン mg%		700	686	518	324	310

3. 冷却海水に浸漬した場合の魚類の仮死

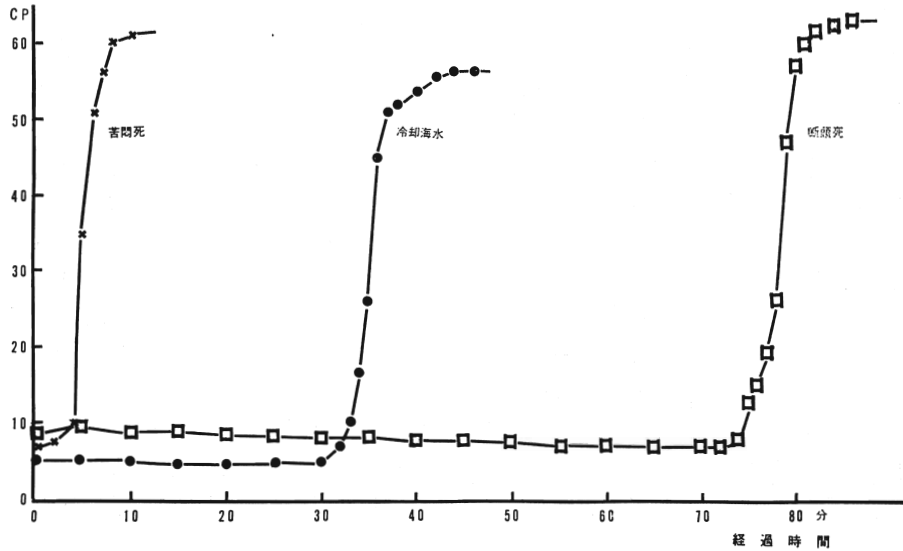
極めて低い温度の塩化カルシウム溶液に瞬間的に浸漬し仮死させたコイの筋肉では、断頭死させたものと同様に苦悶死させたものにくらべて死後硬直の完了の時間が延長されるが、塩化カルシウム溶液に浸漬した場合には、魚体表面がいくらか変色し外観をそこねる。また、 -20°C 前後の塩化カルシウム溶液は冷凍機を装備する大型漁船では可能であるが、小型漁船では物理的にも経済的にもほとんど調整することが困難である。そこで、これらの小型漁船でもたやすく調整できる温度範囲で、寒冷死の効果について検討した。

死後硬直の判定は現地実験のために、魚肉ゾルの粘度、及び“洗い”の測定を行なった。実験に使用した小アジは水族館に蓄養してあつた体長 $12\sim 14\text{cm}$ のものであつた。寒冷死に使用した冷却海水は海水をバケツに入れ、冷蔵庫に一晚放置して 3°C まで冷却したものを、魔法瓶に移して使用した。断頭死区は小網ですくいあげ直ちに断頭した。寒冷死区は小網ですくいあげた小アジを上記の冷却海水に移した。冷却海水浸漬の小アジは最初はゆつくり泳いでいるがだんだんと動作がにぶくなり、浸漬10分間前後で魚体を激しくけいれんさせた後に活動を停止した。この状態のものではサンプリングの際に魚体はまだ硬直状態に入っていない。苦悶死区は 17°C の温度で30分間行なつたが、サンプリングの時には既に魚体は完全に硬直状態に入っていた。第1図は小アジを断頭死、寒冷死及び苦悶死させた場合の魚肉ゾルの粘度変化を示した。粘度上昇点は断頭死区が20分前後で一番長く、寒冷死区でも16分前後でそれほど差異がみられなかつた。苦悶死区では死後硬直前の魚肉ゾルに観察される低粘度状態はみられず、抽出直後からすでに高粘度状態を示した。また、別の個体で行なつた“洗い”による筋収縮は断頭死区及び寒冷死区ともに15%前後の収縮率を示したが、苦悶死区ではほとんど筋収縮はみられなかつた。第2図 a, b はブリ（体長 24cm 前後）を同様に断頭死、寒冷死及び苦悶死させた場合の

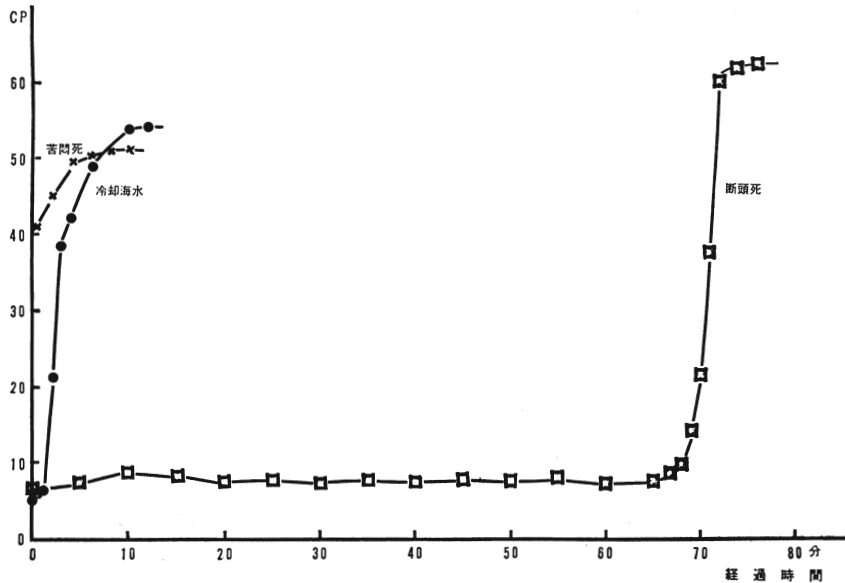


第1図 殺し方の相違によるアジの粘度変化 (死直後)

魚肉ゾルの粘度変化を示した。a 図は死直後で、b 図は17°Cで5時間放置した魚肉の粘度変化である。断頭死及び寒冷死は小アジの場合と同様に行なつた。ただ寒冷死区では容器が小さかつたために激しくあばれ廻りかなり苦悶した。苦悶死区は17°Cの室温で50~60分苦悶させた後断頭してサンプリングしたが、魚体はまだ硬直状態に達していなかつた。断頭死直後の粘度変化は小アジにくらべて低粘度状態が非常に長く、70分前後であるが、これは生活時の高エネルギー磷酸化合物のレベルが高かつたものと想像される。また、寒冷死区では断頭死区にくらべて低粘度状態が非常に短かつた。このことは容器が小さかつたためにあばれ廻り筋肉



第2図 a 殺し方の相違によるプリの粘度変化 (死直後)



第2図 b 殺し方の相違によるプリの粘度変化 (17°C, 5時間)

が苦悶死区に近い状態になったものと推定される。“洗い”による筋収縮は断頭死及び寒冷死区共に10%前後であった。苦悶死区では死直後では短時間であるが、抽出時においても低粘度状態がみられた。このことはブリのように高エネルギー磷酸化合物の多い魚では、1時間前後の苦悶でもまだ消費されない高エネルギー磷酸化合物が残存しているのではないと思われる。もちろん“洗い”による筋収縮もみられた。17°C前後の室温で5時間放置した場合には、断頭死区では低粘度状態が僅かに短縮された程度で、“洗い”による筋収縮や或は肉眼観察等でも死直後と大差がみられなかつた。寒冷死区では低粘度状態は極端に短くなり、死直後の苦悶死区の粘度変化と同様の傾向を示した。苦悶死区では抽出時において既に高粘度を示し、筋肉も不透明で光沢がなく完全に死後硬直に入っていた。

IV. 考 察

魚類を寒冷的な塩化カルシウム液に浸漬した場合、浸漬溶液の温度が-20°Cというような非常に低温度の場合には瞬間的に体表面にグレーズがつき活動を中止する。塩化カルシウム溶液の温度が0~-10°Cのようにあまり低くない場合には活動はだんだんとかんまんになり、最後に強くあばれ動かなくなる。また、塩化カルシウム溶液に浸漬して仮死状態になったものを浸漬溶液から早くとりだし、これを20°C前後で放置した場合には、再び呼吸を始め活動するようになるが、寒冷溶液中に長く放置したものでは生きかえらず、仮死状態から致死状態に移行する。このように魚類を寒冷的な塩化カルシウム溶液に浸漬することによつて仮死状態あるいは致死状態にすることができる。そして仮死状態が短い場合には温度をもとにもどすことによつて再び活動を始めるようになり、寒冷による衝撃は可逆的であるように思われるが、仮死状態が長く続く場合には、いくら温度をもとにもどしても不可逆となり遂には死に到るものと思われる。塩化カルシウム溶液の温度と仮死状態になる時間の関係は塩化カルシウム溶液の温度ばかりでなく生息時との温度差、魚体の大きさ、耐寒性等によつてもかなり左右されるものと思われる。ヒブナ、ヒゴイでは仮死状態になるプラインの温度の影響はそれほど大差がみられないが、全般としてみた場合には、-10°Cまでは、仮死状態になる時間は温度の低下とともに早く進む傾向がみられ、さらに温度が低くなつた場合には仮死状態に入る時間も急に早くなる。なお、魚体表面にグレーズができるような低温度では、魚体の大きさ、魚種に関係なく瞬間的に致死状態になつたものでは、筋肉の死後硬直の進行や、死後硬直に関連する成分の変化は断頭死したものと大差がなく、苦悶死区にくらべて極めて良好で死後硬直の完了も大巾に延長される。このように極めて低温度の塩化カルシウム溶液に浸漬することによつて魚類を瞬間的に致死させることは容易であるが、温度を低下させるために濃厚な塩類（塩化カルシウム）を使うので、魚体を浸漬した場合に表面がいくらか変色する欠点があり、鮮魚としての外観をそこね商品価値が低下する。0°C前後の冷却海水に浸漬した場合には、冷却海水の温度がそれほど低くないために、致死状態になるまでかなりの時間を必要とし、その間、魚はかなり激しく泳ぎまわる。従つて、グリコーゲンや高エネルギー磷酸化合物の消失が進み、断頭死にくらべて死後硬直の進行はいくらか早くなるものと思われる。アジ、サバ等を対象とするまき網漁業では漁獲時に氷を投じてから揚網し、多獲魚類の鮮度保持の効果をあげているが、冷却海水の温度をさらに低下して、致死状態により早く入るようになれば、サバ等にみられる身やけ、身くずれを防止することができるものと思われる。塩化カルシウム等を使用する寒冷プラインの使用は、アジ、サバ等のように丸のまま市販される魚類では現在の商取引の習慣からすれば

不適当と思われるが、マグロのように大型魚で切身で市販されるものではさしつかえないように思われる。特にマグロのような活動性のはげしいものでは苦悶による身やけ、その後にみられる肉の変色等の防止の意味から水揚げ後直ちに寒冷なブラインに浸漬して、瞬間的に致死させ、同時に魚体温を急速に冷却させることは重要なことと思われる。

V. 摘 要

1. 魚類の0～-20°Cの寒冷な塩化カルシウム溶液に浸漬して、寒冷による魚類の仮死及び致死状態を観察し、あわせて寒冷死による魚肉の解糖作用及死後硬直の進行状況について比較検討した。
2. 寒冷な塩化カルシウム溶液浸漬による魚類の仮死あるいは致死状態は一般に温度が低くなるほど早く進む。また、-15°C以下の寒冷溶液浸漬では魚体表面にグレースがかかり極めて短時間に致死する。
3. 寒冷な塩化カルシウム溶液に浸漬して瞬間的に致死したものでは、死後における肉質の変化は断頭死とほとんど変わらず苦悶死したものに比較して死後硬直の完了が大巾に延長される。また、塩化カルシウム溶液の温度がそれほど低くない場合には致死するまでにかなりあばれ、断頭死にくらべて死後硬直の完了時間は早くなるが、苦悶死より良好な状態を保つ。

参 考 文 献

- 浅川末三・ほか2名(1953). 南海区水研業績集, (1): 28-31.
中村 道徳(1950). 日本農芸化学会誌, 24(1): 10-15.
野口栄三郎(1957). 日水研報告, (5): 7-9, 41-46.
斎藤 正行(1947). 光電比色計による臨床化学.
山村弥六郎・鹿野捷爾(1937). 日水誌, 6(4): 185-186.