

# 水産物の低温貯蔵について

坂本 正勝

なのか。併せてこれらの技術が要求される背景や実用化における問題点にも触れて、紹介したいと思います。

## 低温貯蔵の温度帯

図1に温度帯に関する区分を、図2に生鮮魚の凍結曲線の一例を示しました。

はじめに

水産物は、畜肉などに比べ水分が多く、肉組織が弱いため、鮮度低下が速く、日持ちが悪いことは一般に良く知られています。食品の日持ちに影響するものうち、最も問題となるのは細菌やカビなどの微生物で、食品を長期に貯蔵するためには、この微生物の作用を抑えることが必要です。微生物の発育を抑える手段として、加熱殺菌や微生物の生育、増殖に必要な環境条件である温度、水分、栄養分、PHなどを制御して発育を阻止する方法が用いられています。これらの手段のうち、

温度の制御、すなわち、冷蔵や冷凍などの低温度における貯蔵は、食品を変質させる微生物の発育や酵素の作用を抑え、食品本来の品質を比較的そのままの状態と保存できる優れた方法として、広く利用されています。

最近の家庭用冷蔵庫のほとんどは、従来の冷蔵、冷凍、野菜室に加え、チルド、カプセル水温室とか、パシシャル室またはマルチルーム、セレクトルームなどと称して、さらに区分された貯蔵室(温度)を持って販売されていることは、ご存知の方も多いと思います。

このように食品の低温貯蔵は、従来の冷蔵、冷凍に加え「チルド」とか「水溫」、「パシシャルフリージング」などといわれる貯蔵方法が開発され、その温度帯も細かく区分されてきています。そして、このような温度帯を利用するいわゆる「チルド食品」の流通、販売量が急激に増加しています。

水産物の低温度における貯蔵は、現在どのような温度帯で区分されているのか。区分された温度帯は、貯蔵の面からどんな特徴があるのか。特に最近注目されている水溫貯蔵やパシシャルフリージングとはどのようなもの

までをチルド、マイナス15℃(国際的にはマイナス18℃)以下を冷凍としています。チルドについては、国際的にはプラス1〜マイナス2℃とされており、別にプラス2〜マイナス2℃といった提案もあり、まだ明確な定義はされていませんが、上限を有害微生物の発

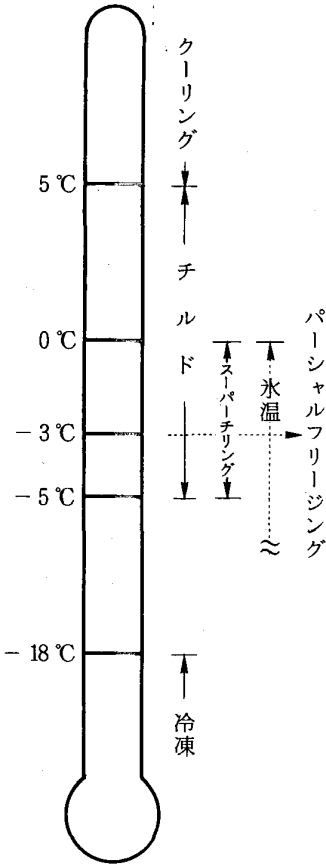


図1 低温貯蔵の温度帯

育限界温度であるプラス5℃、下限を食品の凍結点(図2参照、マイナス2〜マイナス5℃)とした温度帯であるといえます。

これらの温度帯を考える場合、最近は、食品中の氷の存在と品質の関係といった観点から、食品中に氷ができてきているのか、いないのかということが重要視されており、各種貯蔵法の境界線ともなっております。水温貯蔵とは、0℃から食品が凍り始める温度(凍結点)の間で貯蔵する方法であり(食品中には氷はできていない)、この温度帯を「水温」と称

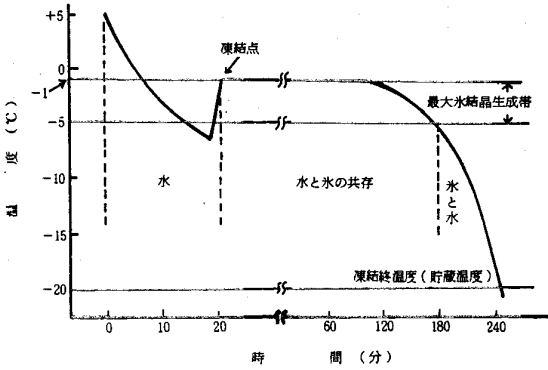


図2 凍結曲線

しております。また、パーシャルフリージングとは、マイナス3℃を貯蔵温度とし、一般的には氷がわずかにできている状態(部分凍結、微凍結)で貯蔵する方法で、水温貯蔵をも含めスーパーチリングと呼ばれています。さらにはプラス5〜マイナス1℃の温度帯を「寒温」と称して、この温度帯での貯蔵を提案している流通業者もおります。

スーパーチリングの要求される背景

表1に低温に対する微生物と酵素の挙動を示しました。魚の鮮度低下や腐敗に関与する微生物や酵素は、低温度であればあるほどの発育や作用が抑えられ、その点ではマイナス18℃以下での冷凍貯蔵は、貯蔵期間が数カ月から魚種によっては一年以上にも及ぶ長期が見込めるため、非常に優れた方法であるといえます。しかし、凍結によって起る成分の変性や肉組織の変化、風味抜け、解凍時のドリップなどの品質低下がみられ、凍結、解凍に大きなエネルギーも必要とします。また、従来の冷蔵であれば、このような凍結による障害はありませんが、微生物の発育や酵素の作用は抑えられず、大型のマグロ類を除いて長くても一週間程度が限度であり、貯蔵が短期であるということが大きな弱点となっております。

一方、社会的には飽食時代の反映として、食生活が多様化、高級化し、消費者の嗜好に大きな変化が生まれています。

表1 酵素、微生物の低温における挙動

温度(℃)	酵 素	微 生 物			
		食中毒細菌	低温細菌	酵 母	カ ビ
10	作用する	活発に発育できる下限温度	活発に発育する	作用する	作用する
3.3	同上	特別の菌のみ徐々に発育できる下限温度	同上	同上	同上
0	同上	発育しない	活発に発育できる下限温度	一部作用する	同上
-10	一部作用する	同上	特別の菌のみ徐々に発育できる下限温度	同上	一部作用する
-20	同上	同上	発育しない	作用しない	作用しない
-30以下	作用しない	同上	同上	同上	同上

① 食品の新鮮さ、自然さなど、より生に近い本物の味や、より高品位の鮮度といったものへの要求が高まっている。

② 健康志向などから添加物が嫌われ、塩分や糖分の高い食品から低塩で多水分の食品が好まれる傾向にある。

③ 生鮮物に対する局地的(本場の味)、季節的(旬の味)需要が、流通機構の改善と共に、全国的、通年的需要へと消費の幅が拡大してきている。

このような食生活の多様化、高級化に伴った需要の変化を背景とし、同時に、従来の冷蔵(短期)と冷凍(長期)に対するあき足らなさが、これらを越える貯蔵方法(二週間〜一カ月)として、0℃から凍結点前後の温度帯での貯蔵が発想されてきたと思われまます。

#### 水温貯蔵法

水温貯蔵は、鳥取県食品加工研究所の所長であった山根昭美博士によって20世紀ナシの長期貯蔵法として開発された方法です。その後、農畜水産物全般にわたって応用可能なものとして、水温食品が開発され始め、昭和六十年四月、国内三十七社によって水温食品協会が設立されました。その後、この協会が、水温貯蔵、流通技術の研究および普及を積極的に行っており、マスコミにもしばしばとり上げられております。北海道においても、中道機械㈱に水温食品協会の支部が設置されて

おり、農協や漁協も含め約四十社がこれに加盟しております。

山根博士によると水温貯蔵の発想は、マイナス20〜マイナス30℃の厳寒地に生育する樹木や冬眠中のカエルやヘビ、さらには南極海に棲むライギョダマシなどは、体内に糖、高級アルコール、糖タンパク質などの不凍性物質を生産し、凍結防御を行っていることなどから、生死の起点は0℃ではなく、それより低温の水点(凍結点)が生死の境界になるはずで、0℃以下のマイナス領域での生命維持の限界を確かめるということに当たると述べています。また、エスキモーの人達は、生の獣肉を氷の下の海水に漬けて長期貯蔵を行っています。これは生肉の凍結点と食塩水の凍結点をうまく合致させた水温域での貯蔵であるとも述べています。

実際に、このマイナスの水温領域で、凍らせないようにして食品の製造、貯蔵を試みたところ、新鮮な味を長期に保持する製品が得られたということです。

#### 食品の凍結点と水温技術

表2に生鮮物の凍結点を示しました。魚介類に限らず野菜、果物などの生鮮物の凍結点は、ほとんどのものがマイナス1〜マイナス2℃の範囲にあることがわかります。また、加工食品では食塩やその他の調味料などが添加されますが、これらの物質は、その食品の凍結点を下げる効果を示します。調味料など

表2 生鮮物の凍結点

種 類	凍結点(℃)	種 類	凍結点(℃)	種 類	凍結点(℃)
20世紀ナシ	-0.8	イ ワ シ	-1.3	オ ヒ ヨ ウ	-0.9
イ チ ゴ	-0.77	マ グ ロ	-1.3	ヒ ラ メ	-1.3
サクランボ	-1.77	タ ラ	-1.0	カ ニ	-2.0
メ ロ ン	-1.16	カ レ イ	-1.95	サ ン マ	-1.25
アスパラガス	-0.6	ブ リ	-1.2	イ カ	-2.25

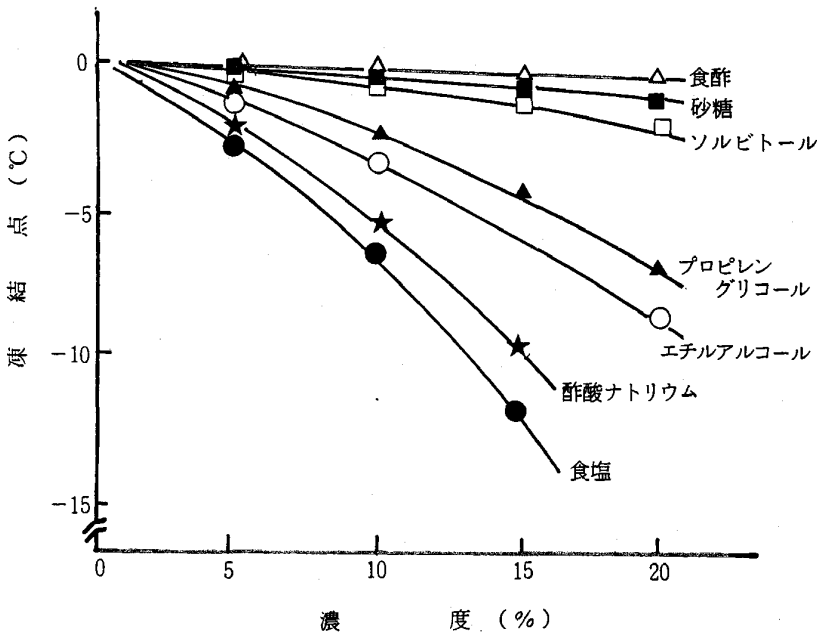


図3 各種凍結点降下液の凍結曲線

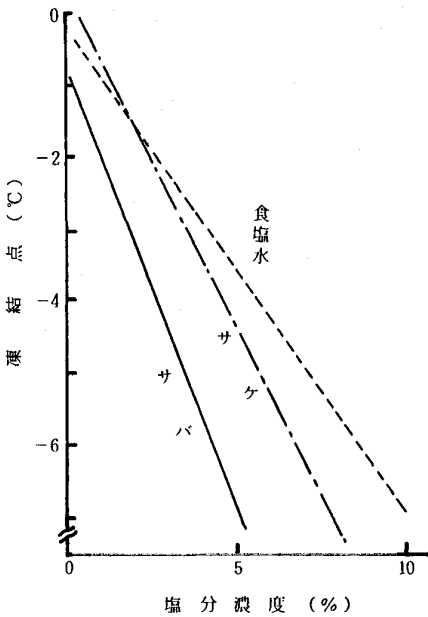


図4 塩蔵魚肉の食塩含量と凍結点

が示す凍結点を図3に、また、食塩の加えられた魚肉（塩蔵魚）の凍結点の変化を図4に示しました。各種調味料などの凍結点を同じ濃度で比べてみますと、食塩が一番低く、食

品の凍結点を下げる効果も大きいことがわかります。また、塩蔵魚では、食塩濃度が高くなるほど凍結点は下りますが、同じ食塩濃度でも魚種によって凍結点が異っております。

このように生鮮物や加工品は、それぞれ異った凍結点を示しますが、氷温貯蔵は、生鮮物のように食品本来の凍結点までの氷温帯を利用するも

のと、加工品のように人為的に凍結点を降下させ、氷温領域を広げてそれを利用する方法に、分けて考えることができます。さらに、食品の貯蔵ばかりではなくて、この温度帯で乾燥、熟成、解凍などの処理を行うと、従来の方法によるものより良品質の製品が得られるといわれています。氷温貯蔵とこれらの処理技術を含めて「氷温技術」と称し、表3に示したように分類されています。また、これらの技術を用いて評価を受けた水産物としては、表4に示したようなものがあります。

表3 氷温技術の構成

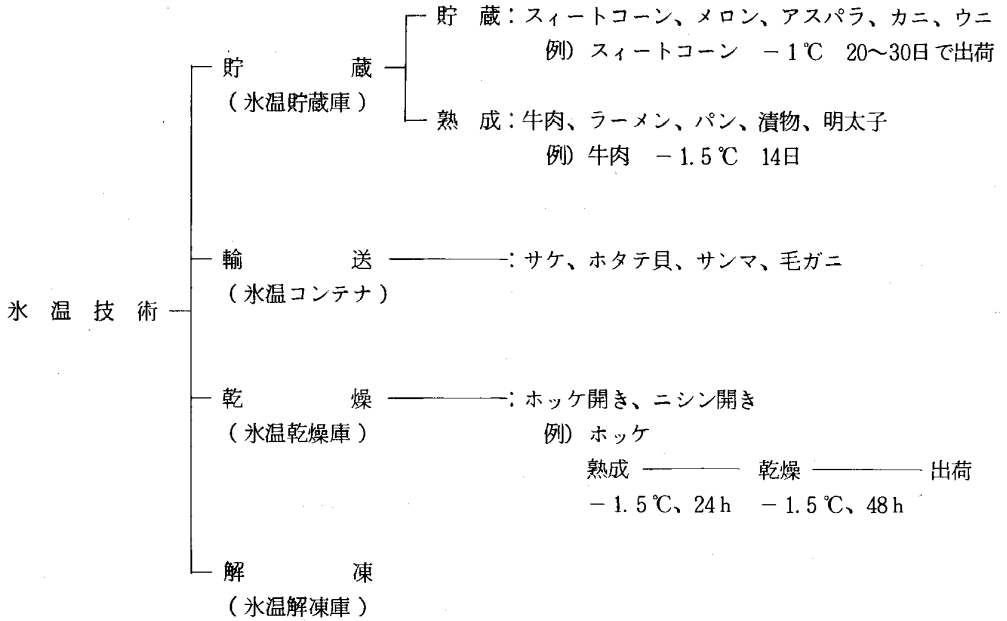


表4 氷温技術で評価を得たもの(水産物)

(協会資料)

貯蔵	サケ	21~25日	熟成	サケ	粕漬、正油漬
	生ウニ	30~40日		タコ	くん製
活生活	マグロ解凍後	10~11日	成	ウナギ	蒲焼
	ヒラメ	15~20日		サワラ	みそ漬、みりん漬
乾燥	ホッケ開き	20~30日	解凍	イカ	塩辛
	ニシン開き	30日		タラ子	明太子、辛子明太子
乾燥	カレイ	60~90日	凍	イワシ	博多漬
	アジ開き	150日		マグロ(ブロック)	2時間
乾燥	毛ガニ	20~24時間	凍	タラ子	6時間
	松葉ガニ	20~24時間		毛ガニ	3時間

水温技術の具体例  
 水温技術を用いて処理した時の測定データの一部を紹介します。

松葉ガニ（親ガニ）を水温で貯蔵したところ、プラス5℃貯蔵に比べて呼吸量は35〜45%に抑えられ、二百日間以上漁獲後の姿で生存保存された（図5）。

カレイの一夜干しを水温貯蔵した時の低温細菌の変化は、冷蔵区で著しく増加するの比べ、凍結区とあまり変らない程度に抑えられた（図6）。

マイワシに食塩5%を添加して、水温貯蔵した場合、腐敗生成物であるトリメチルアミンの増加が抑制されており、一方、旨味に關与するアミノ酸態窒素は徐々に増加し、熟成が進んでいる（図7、8）。

マイワシフィレーを水温乾燥（湿度約40%、風速2.5〜3%）すると、冷風除湿乾燥に比べ、乾燥速度は遅いが、十分乾燥し、その時の鮮度低下（K値の上昇）は遅い（図9、10）。

パーシャルフリージング

パーシャルフリージングは、かつてフランス、ポルトガル、イギリスなどの漁船で行ったことのある方法ですが、我が国では水産庁東海区水産研究所の研究室長であった内山均博士らによって、生鮮魚類の鮮度保持法として見直され、推進されてきた方法で、マイナス3℃を貯蔵温度としております。マイナス3℃は、従来の冷凍技術でいう最大氷結晶生

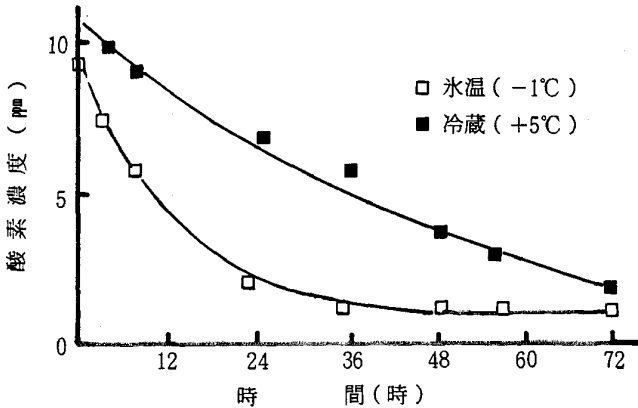


図5 松葉ガニ貯蔵中の呼吸量（酸素消費量）

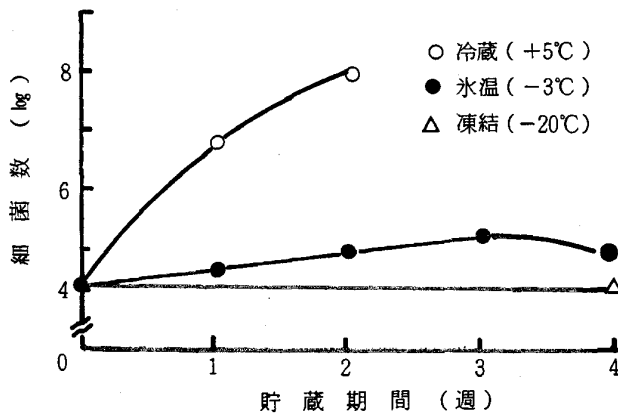


図6 カレイ一夜干しの貯蔵温度が低温細菌に及ぼす影響

成帯（図2参照）の中心温度で、この温度に永く留めることは緩慢凍結として品質上好ましくなく、避けなければならないとされてきました。しかし、マイナス3℃で多くの魚種を貯蔵して、魚の生きの良さの尺度であるK値、たんぱく質の変性、脂質の酸化、生菌数の消長などを検討し、大した品質劣化は認められず、氷蔵法よりはるかに鮮度保持効果があつたといわれております。また、この方法

は、水産加工品などに対しても長期貯蔵方法としての有効性が認められております。昭和五十九年に農林水産省流通局の援助を得て、新型コンテナでのパーシャルフリージングによる鮮魚輸送試験を行っており、コイ、テラピアなどの淡水魚では実用化されております。また、加工品でも脂質の酸化防止のために脱酸素剤を併用し、生干トビウオ、シラス干し、シシャモ、生ウニなどで評価を得ています。

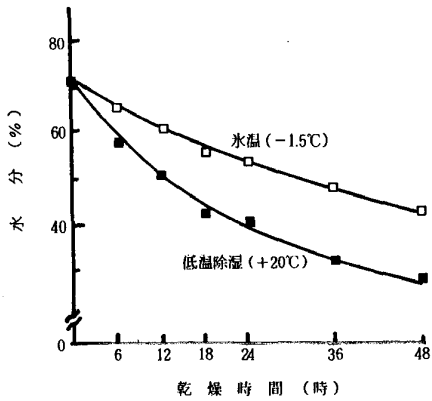


図9 マイワシフィラー乾燥中の水分変化

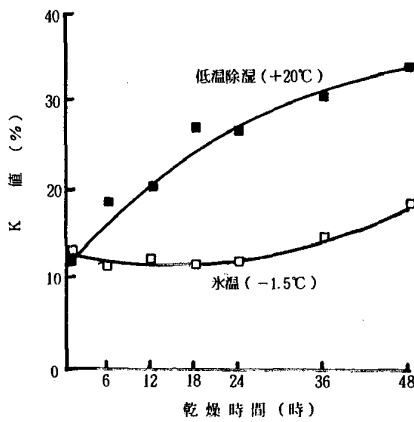


図10. マイワシフィラー乾燥中のK値の変化

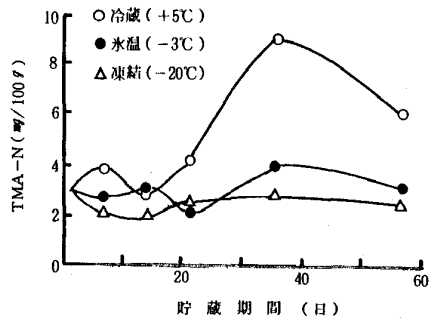


図7 マイワシ(食塩5%添加)の貯蔵温度とトリメチルアミン(TMA-N)の変化

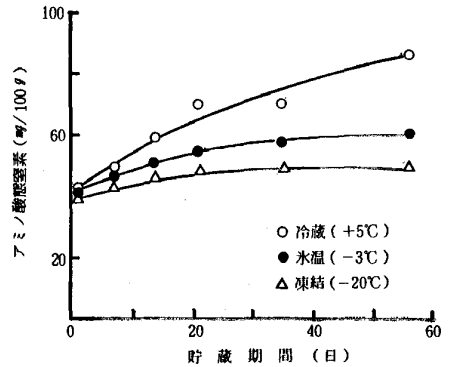


図8 マイワシ(食塩5%添加)の貯蔵温度とアミノ酸態窒素

- ① 温度の許容範囲が狭く、氷温で0℃マイナス1℃、パージングでマイナス3℃貯蔵の場合、いずれもプラスマイナス0.5℃以下の変動幅で抑えなければ、品質の保証はしきれない。流通から販売まで一貫したこのような温度管理は、非常に困難である。
- ② 氷温貯蔵では、食品によって凍結点異なるため、一定の貯蔵、流通温度に固定できない。
- ③ 氷温やパージング貯蔵から冷蔵保管に移した場合、細菌の増殖速度が速まるなど、品質上の不安がまだ解明され

スパーチリングにおける問題点  
 0℃以下凍結点前後における低温貯蔵は、鮮度保持の面からは優れた方法であるといえますが、実用化するにあたっては問題点も残されています。

パージングは、マイナス3℃という貯蔵温度から生鮮魚に限ればそれより温度の高い氷温貯蔵より、微生物に対する抑止効果が高く、より長期に貯蔵できる方法であるといえます。しかし、氷結晶の生成とその成長により、魚種によっては、たんぱく質の変性や、肉組織の損傷がみられること、また、解凍後における細菌の増殖速度が速まることなどが指摘されており、さらに明らかにすべき点も残されています。

ていない。

④ 貯蔵期間が従来の冷蔵に比べ、格段に延長されるとはいえ、鮮度、味の良さがいっそう重視されるため、生産、流通段階の品質、衛生管理は冷凍品以上に徹底される必要がある。

⑤ 貯蔵、輸送、販売の各段階における温度管理、品質管理の難かしさが、設備費や返品などのリスク負担を含めて製品、流通コストの増大につながる。

おわりに

食生活の多様化、高級化は、生きるための栄養源としての、また、単に胃袋を満たすための食物から、味はもちろんのこと、目や鼻の感覚も含めた精神的に満足を感じる食物へと需要の変化をもたらしました。これらの需要に応えるもののひとつとして、0℃以下から凍結点前後の温度帯における貯蔵法が提案され、実用化に向けて動き始めています。これらはマスコミ等で新技術として、しばしばとり上げられていますが、実用化に向けては残されている問題も多く、これからどう説明、発展させるかというのが現状といえましょう。

北海道は、従来から原料の供給地としての位置付が強く、また、大消費地から離れていることが、消費拡大の障害になっていることも事実です。北海道にある豊富な魚介類の価値をより高め、消流上のネックを解消するもののひとつとして、本文に紹介した低温貯蔵

技術が、一日も早く確立、発展することを期待したいと思います。

(さかもと まさかつ 加工部)

#### ●参考文献

魚の低温貯蔵と品質評価法・恒星社厚生閣刊(一九八六)

魚のスーパーチリング・恒星社厚生閣刊(一九八六)

水温食品協会資料

