

漁獲物の鮮度管理に関する技術支援

増養殖環境課 黒原 健朗

1 はじめに

水産物の漁獲時から消費地市場に送るまでの鮮度管理を向上させることは競争力と商品力の強化に必要不可欠である。鮮度を左右する大きな要因の一つとして、漁獲から流通される間の温度管理が挙げられ、これによって生食利用の際に考慮すべき漁獲物の死後硬直から解硬に至る時間軸が変化し、刺身食材としての付加価値に影響を及ぼすとされている。それを踏まえたうえで即殺後の冷却時間が短縮できれば出荷現場における作業の効率化につながる。

本研究は、高知県における主要な養殖魚種であるカンパチを対象として、漁獲後の冷却時間が鮮度関連指標や官能評価に及ぼす影響を調べ、出荷から流通段階における鮮度管理を指導する上での資料とすることを目的とした。

2 方法

実験1 死後硬直と官能評価の比較

供試魚として、水産試験場の海面小割生簀（3.3m×3.3m×3.3m）で養成していたカンパチ1歳魚を用いた。まず、2つの100Lクーラーボックスに海水と砕氷を投入して、それぞれ-1℃もしくは5℃付近になるように2種類の冷海水を調製した。次に魚を延髄切断により即殺し、その後直ちにそれぞれの冷海水に4尾ずつ投入したが、まず冷却に時間を要する5℃区の魚から処理し、次に-1℃区の魚を処理した。なお、いずれの試験区も4尾のうちの1尾には肛門から温度センサーを挿入し、魚体中心温度の測定にのみ供した。魚体の測定結果は表1に示したとおりで、魚体重は2,180～3,130g、肥満度は18.5～25.2の範囲にあった。海水氷投入後は冷却温度と魚体温度を10秒ごとに測定し、-1℃区・5℃区とも魚体の到達温度が7.0℃付近になった時点で冷却を終了した。冷海水から取り出した後は、速やかに尾叉長の1/2の垂下長を測定し、尾藤1)らの方法に準じて次式より硬直指数を算出した。

$$\text{硬直指数 (\%)} = (\text{開始時の垂下長} - \text{経過時間後の垂下長}) / \text{開始時の垂下長} \times 100$$

表1 魚体の測定結果（実験1）

試験区	-1℃区				5℃区			
	1	2	3	4 [※]	1	2	3	4 [※]
体重 (g)	2,460	2,820	2,180	2,470	2,440	2,760	2,500	3,130
尾叉長 (cm)	49.3	48.9	44.2	49.8	50.6	53.0	49.0	54.8
1/2尾叉長 (cm)	24.7	24.5	22.1	24.9	25.3	26.5	24.5	27.4
肥満度	20.5	24.1	25.2	20.0	18.8	18.5	21.2	19.0

※ 魚体中心温度測定サンプル

測定後は氷とビニールシートを敷いた発砲スチロール製魚函に魚を1尾ずつ収容し、密閉して4℃に設定した業務用冷蔵庫内で保管を開始した。そして、冷却終了時を基準として3、6、8、10、12、14、21、23及び26時間後に同様にして硬直指数を測定した。最終の硬直指数測定後は魚を刺身の状態まで処理して官能試験を実施した。評価は「外観」、「におい」、「うまみ」、「歯ごたえ」及び「総合評価」の5項目について、それぞれ5段階で点数をつける形で行った。

実験2 破断強度とK値の比較

供試魚は実験1と同様に、水産試験場の海面小割生簀で養成していたカンパチ1歳魚を6尾用いた。それを3尾ずつ実験1と同じ-1℃と5℃に設定した冷海水中に魚を収容し、終了時の魚体中心温度がいずれも7℃付近になるまで冷却した。魚体の測定結果は表2に示したとおりで、体重は2,340～3,360g、肥満度は19.7～21.4の範囲にあった。冷却後は実験1と同様に発砲スチロール製魚函に魚を1尾ずつ並べ、密閉して4℃に設定した業務用冷蔵庫内で保管を開始した。そして、冷却終了時を基準として1、24、48及び72時間後に破断強度の測定を行った。

破断強度の測定にはサン科学株式会社のレオメーターMODEL CR-500DXを用い、背側肉を1cmの幅で2枚ずつ切り出してから測定に供した。なお、装置には直径5mmの円柱状プランジャーを取り付け、進入度50%、測定速度60mm/分、最大荷重2kgの条件に設定するとともに、写真1のように同一の切り身で3点の測定を行い、それを3尾分繰り返した。よって、1試験区あたり計18回の測定を行い、その平均値を比較した。さらに、24、48および72時間後に別に切り出した背側肉を用いてK値の分析を行った。K値の測定には日本分光株式会社の超高速液体クロマトグラフィーX-LCを用いた。

表2 魚体の測定結果（実験2）

試験区	-1℃区			5℃区		
	1	2	3 [※]	1	2	3 [※]
魚体番号						
体重（g）	3,360	3,190	2,770	2,340	2,820	2,380
尾叉長（cm）	55.1	54.1	52.0	47.8	52.2	48.7
肥満度	20.1	20.1	19.7	21.4	19.8	20.6

※ 魚体中心温度測定サンプル

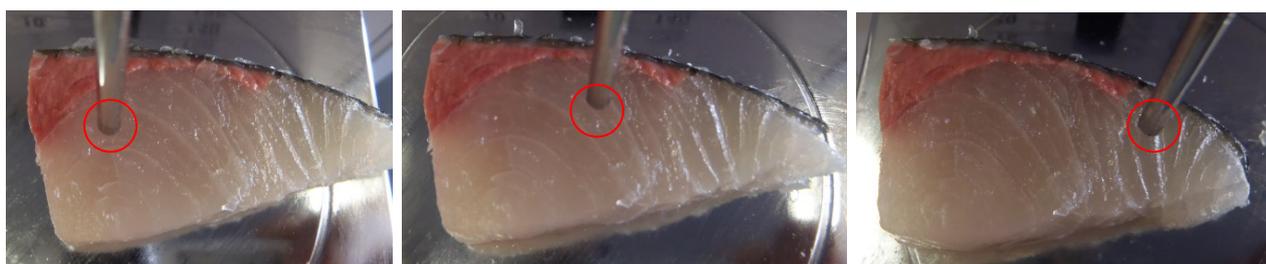


写真1 破断強度の測定地点

3 結果と考察

実験1 死後硬直と官能評価の比較

魚投入後の冷海水の温度の推移を図1に示した。冷海水温度は-1℃区では下層で-0.96～2.1℃、上層で-1.3～1.8℃で推移し、いずれも設定温度に到達するまで3分程度要したが、その後はほぼ一定で推移した。5℃区では下層4.5～5.5℃、上層で4.8～6.1℃で推移し、冷却直後からほぼ設定温度を維持できていた。魚体中心温度の推移を図2に示した。いずれの試験区でも開始時には15℃を多少下回る魚体温であったが、-1℃区では急速に低下し、16分で6.3℃にまで到達した。一方の5℃区では74分かけて7.0℃まで低下した。

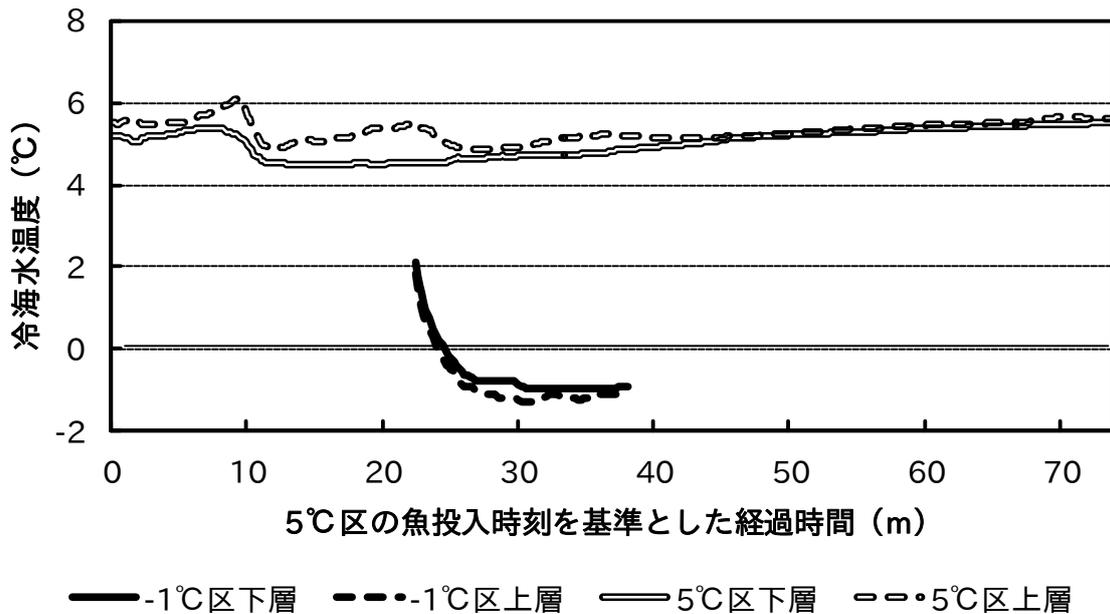


図1 クーラーボックス内の冷海水温度の推移（実験1）

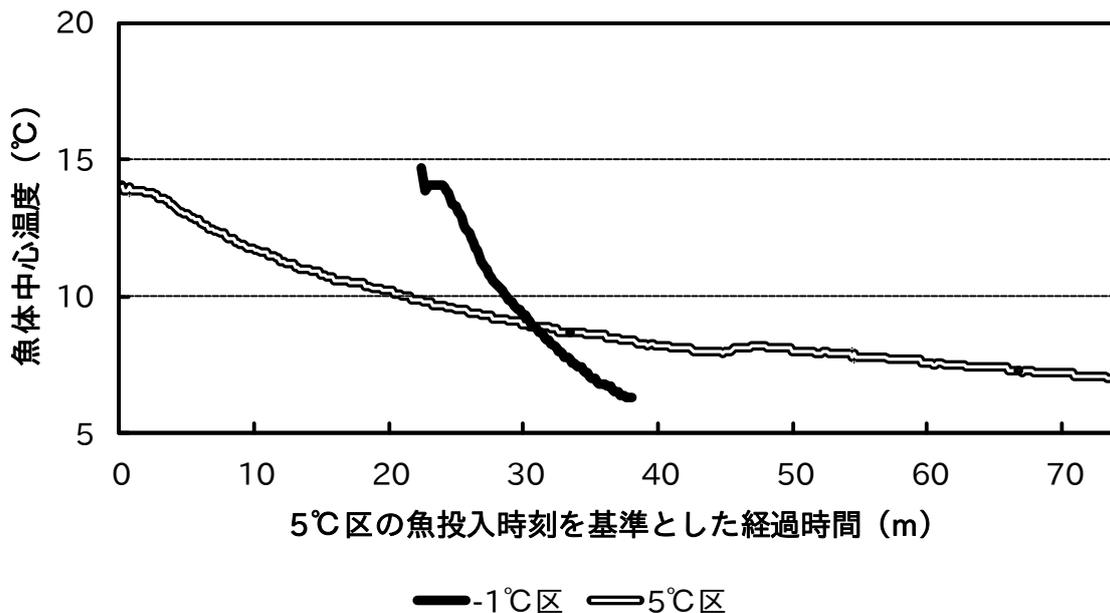


図2 魚体中心温度の推移

図3に個体ごとの硬直指数の推移を示した。いずれの魚でも12時間後には完全硬直となったが、上昇には個体差がみられ、冷却温度と冷却時間が死後硬直に及ぼす影響はうかがわれなかった。また、完全硬直後の推移（解硬）をみても、冷却温度と冷却時間による顕著な影響はみられなかった。

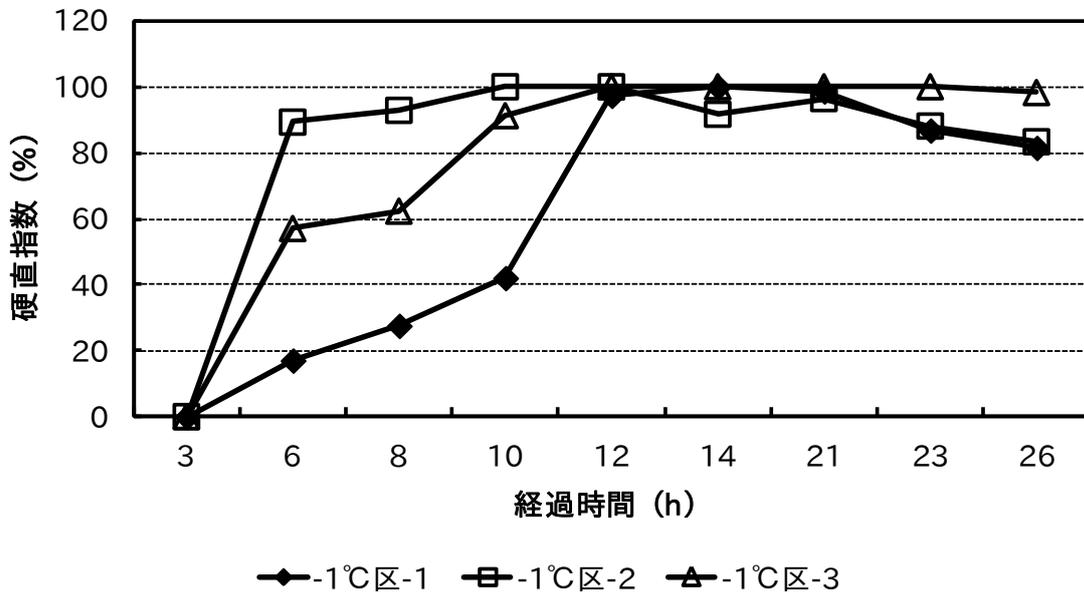


図3-1 硬直指数の推移 (-1°C区)

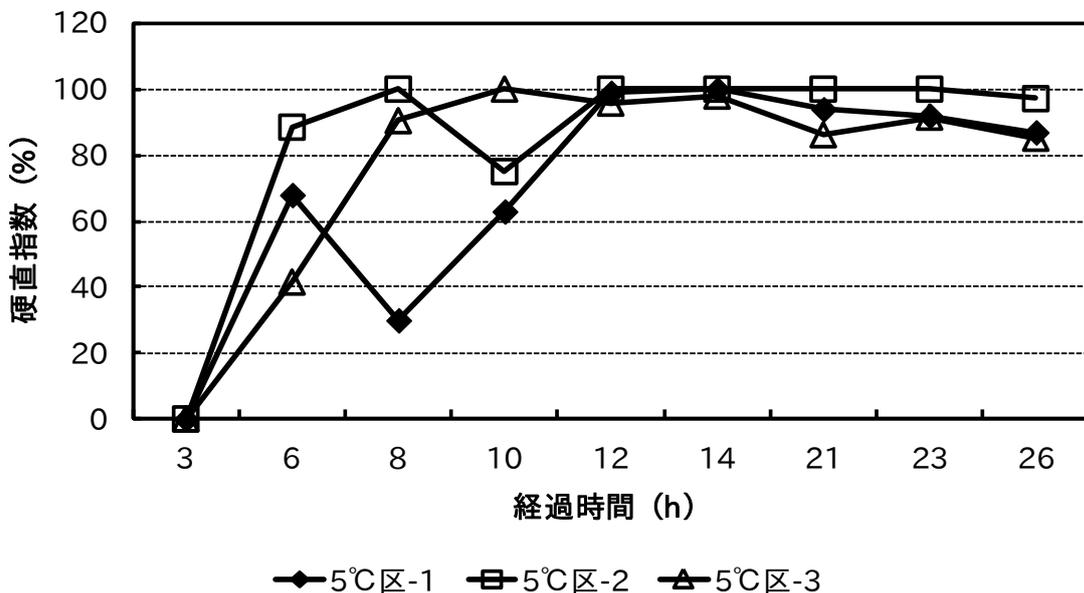


図3-2 硬直指数の推移 (5°C区)

硬直指数測定後の官能評価試験には水産試験場職員を中心とする21名のパネラーが参加した。その結果のうち、各指標の5段階評価の平均点を表3に示した。「外観」「におい」、「歯ごたえ」は-1°C区で点数が高く、「うまみ」と「総合評価」は5°C区で高かったが、いずれも3.0~3.5の範囲にあり、圧倒的な差はみられなかった。総人数に占める各指標の割合を図4に示した。「外観」と「総合評価」を除くと、「同じ・わからない」と評価したパネラーの割合が高く、「歯ごたえ」は5°C区で42.9%と比較的高く、「総合評価」は-1°C区で42.9%とな

った。

表3 官能評価試験における各指標の5段階評価の平均点

	外観	におい	うまみ	歯ごたえ	総合評価
-1℃区	3.29	3.19	3.14	3.33	3.24
5℃区	3.19	3.05	3.24	3.00	3.38

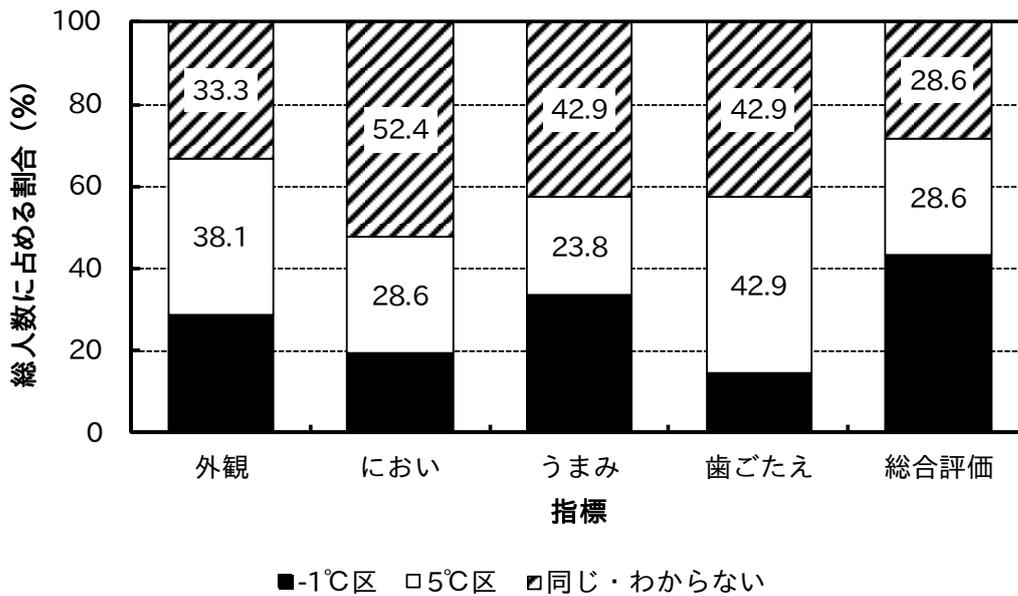


図4 総パネラー数に占める各指標の割合

実験2 破断強度とK値の比較

実験1の結果から、設定温度ごとの冷却時間がある程度予測できたため、実験2では-1℃区の冷却を5℃区の37分後から開始した結果、魚体中心温度が実験1と同様の7℃付近に達する時刻をほぼ一定にすることができた。冷海水温度の推移を図5に示した。-1℃区では下層で-0.87～1.0℃、上層で-1.1～0.93℃で推移し、実験1と同様にいずれも設定温度に到達するまで4分程度要したが、その後はほぼ一定で推移した。5℃区では下層4.6～6.1℃、上層で4.6～6.3℃で推移し、冷却直後からほぼ設定温度を維持できていた。魚体中心温度の推移を図6に示した。5℃区では69分かけて魚体温度が7.0℃まで緩やかに低下したが、-1℃区では30分でその魚体温度に到達した。各区18回の破断強度の測定結果の平均値と標準偏差の推移は図7に示したとおりである。いずれの試験区でも破断強度は24時間後に最高値を示し、-1℃区で99.5g、5℃区で100gとなった。その後はいずれの試験区でも値が低下する傾向が認められ、身の軟化が確認されたが、変動に顕著な区間差はみられなかった。図8にK値の推移を示した。K値は24時間後には5℃区で4.19%と-1℃区よりもわずかに高かったが、48及び72時間後の区間差は小さかった。また、いずれの試験区でも時間の経過に伴って上昇したが、72時間後でも10%を下回っており、刺身食材としての目安が20%以下であることを考慮しても、本実験魚の鮮度は良好に保持できていたと判断される。

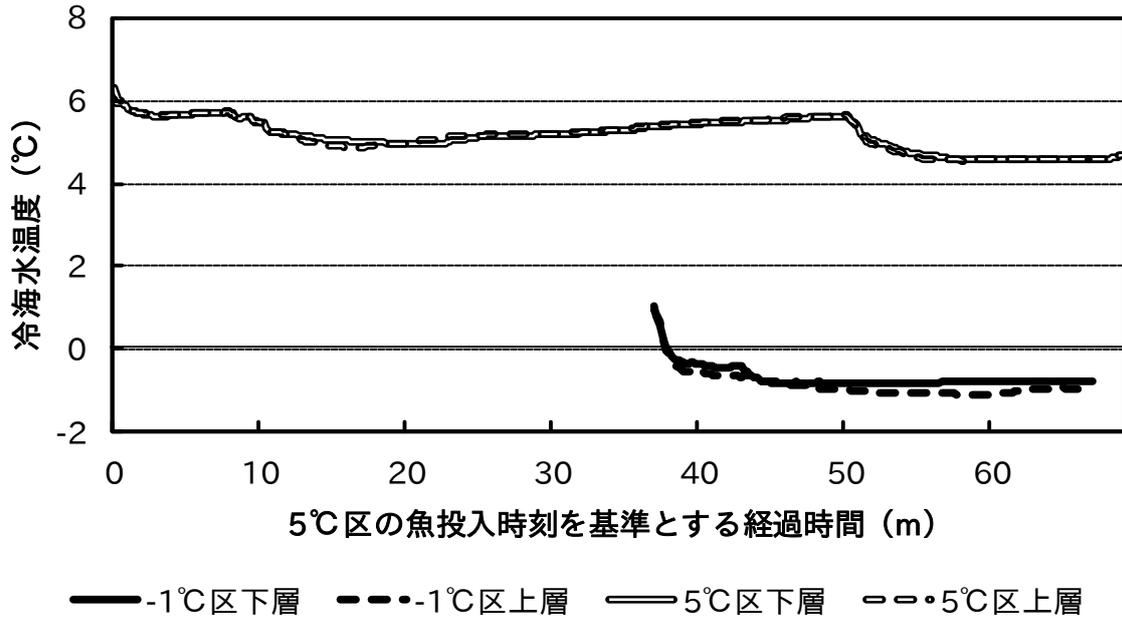


図5 クーラーボックス内の冷海水温度の推移（実験2）

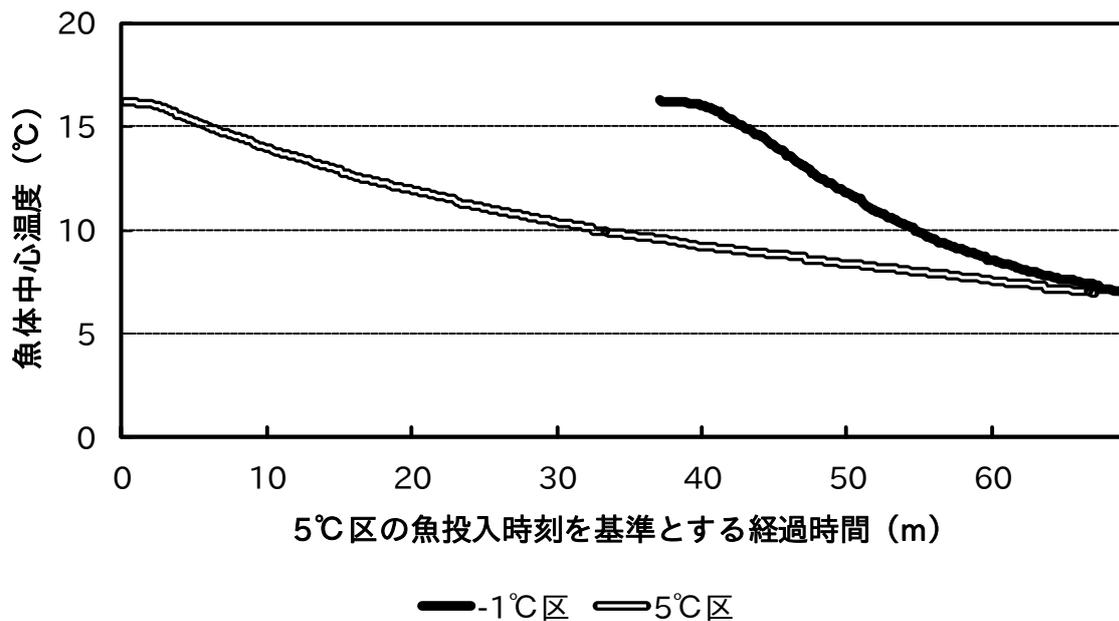


図6 魚体中心温度の推移（実験2）

4 総括

一般的に、 -1°C のような低温での冷却は死後硬直を早め、その結果刺身食材としての利用価値が低下するといわれている。本試験では、魚の冷却作業の効率化のため、冷却温度を変えることで魚体の冷却時間の短縮が図れるかを検討した。魚体の冷却到達温度を 7°C 付近とした結果、硬直指数、官能検査、破断強度及びK値のいずれについても区間差は小さく、 -1°C の短時間の冷却でも、 5°C の60分程度の冷却と同等の鮮度状態が維持され、冷却時間の短縮が可能と判断された。

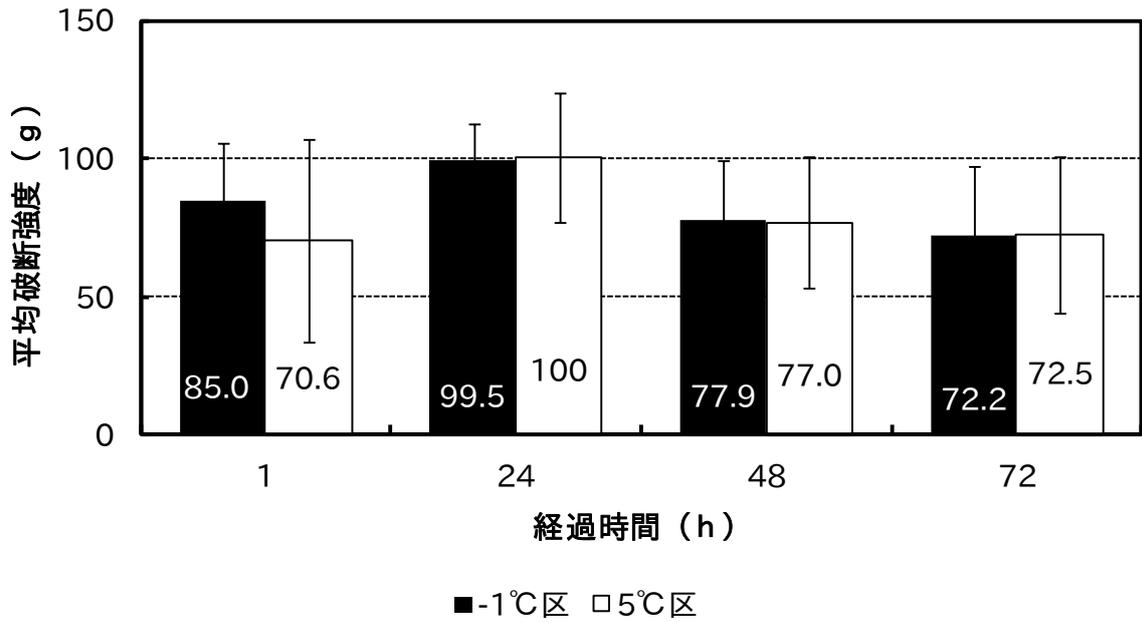


図7 破断強度の推移 (実験2)

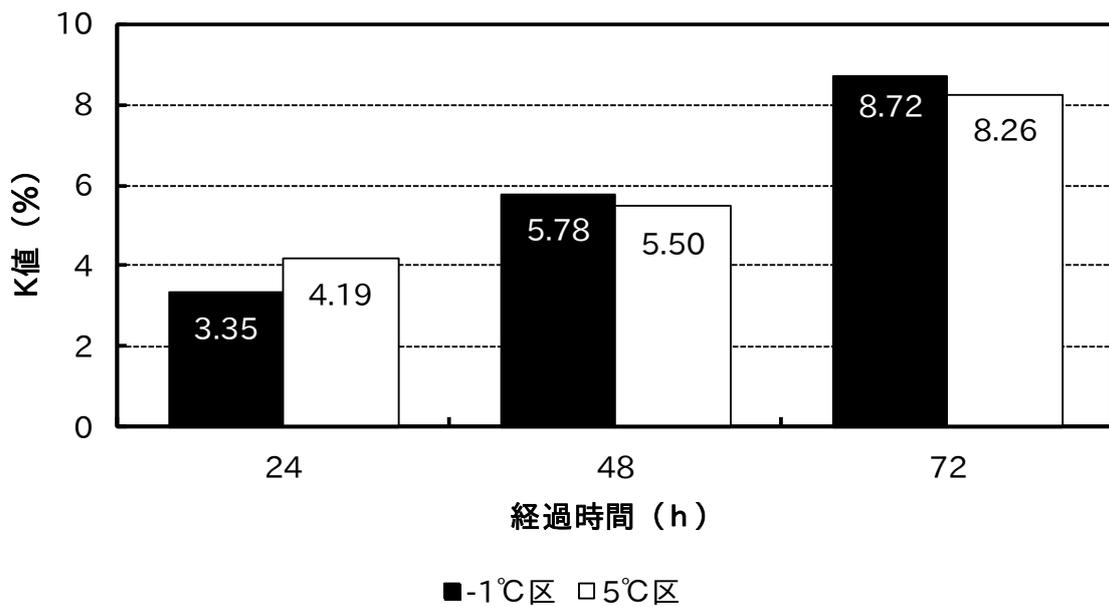


図8 K値の推移 (実験2)

5 参考文献

- 1)尾藤方通, 山田金次郎, 三雲泰子, 天野慶之. 魚の死後硬直に関する研究, 改良法による魚体の死後硬直の観察. 東海水研報 1983; 109: 89-96.