

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。

本研究では高知県における主要な養殖対象種であるブリを対象として、漁獲後の冷却温度の差が死後硬直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

(1) ブリの冷却温度が死後硬直と官能検査に及ぼす影響

供試魚として、水産試験場の海面小割生簀(3.3m×3.3m)で養成していたブリ2歳魚を用いた。冷却温度は-1、4 および 10℃の3段階としたが、設定温度の維持やハンドリングによる影響を考慮して、実験1では-1℃と4℃、実験2では-1℃と10℃と2つの温度帯ごとに2回に分けて検討した。供試魚の詳細は表1に示したとおりで、実験1では、2,450~3,210gのものを用い、体重/体長³×10³から算出した肥満度は15.5~17.1であった。実験2でも2,550~3,090gと実験1と同等のサイズのものを用い、肥満度は16.4~19.0であった。実験では、まず100ℓクーラーボックスにフレーク氷と海水を入れて設定した温度の冷却海水を調製した。次に延髄切断により活締めしたブリをクーラーボックスに4尾ずつ投入し、うち1尾には肛門から安立計器製AP-320Kの温度センサーを挿入し、その個体は10秒おきに魚体中心部の温度を測定することのみに使用した。魚投入後はOnset社製のデータロガーTidvitV2を用いて10秒おきに上層と下層の冷却温度を記録し、設定温度からの上昇を抑えるために適宜追い氷をしながら60分間冷却させた。なお、実験開始日と冷却の開始および終了時刻は表2に示したとおりである。

冷却終了後は、あらかじめ準備しておいた別のクーラーボックス2基に上記のフレーク氷と市販の衝撃吸収材を敷き、写真1に示したように魚を冷却温度ごとに3尾ずつ並べて貯蔵開始とした。

そして、開始時、3、6、8、10、12、14、22、25及び28時間後にクーラーボックスから順に魚を取り出し、硬直指数の推移を調べた。なお、硬直指数の算出は尾藤¹⁾らの方法に準じて、魚体の1/2を水平な台の上に載せ、垂下させた時の長さ(垂下長)から次式により算出した。

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

いずれの実験でも、28時間後の硬直指数を測定し終えた後に官能試験を実施した。試験に際し、両実験とも体重や肥満度の差の小さい2尾ずつを選び出し、フィレーから刺身の状態にして供した。評価は「外観」、「におい」、「旨味」、「歯ごたえ」の個別の指標に加え、総合評価の計5項目について優劣をつける形で行った。

表 1 供試魚の測定結果

設定冷却温度 (°C)	実験 1						実験 2					
	-1°C			4°C			-1°C			10°C		
個体番号	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
体重 (g)	2,930	3,210	2,670	2,450	3,100	2,900	2,670	3,090	2,790	2,550	2,770	3,050
体長 (cm)	56.0	57.8	55.6	54.0	56.6	56.8	53.7	57.1	54.9	53.8	52.6	56.1
1/2体長 (cm)	28.0	28.9	27.8	27.0	28.3	28.4	26.9	28.6	27.5	26.9	26.3	28.1
肥満度	16.7	16.6	15.5	15.6	17.1	15.8	17.2	16.6	16.9	16.4	19.0	17.3

表 2 実験日および冷却時間

実験番号	実施日	試験区	開始時刻	終了時刻
1	H.23.6.2	-1°C区	9:06	10:06
		4°C区	9:11	10:11
2	H23.6.23	-1°C区	9:13	10:13
		10°C区	9:15	10:15



写真 1 クーラーボックスに貯蔵中のブリ

3 結果と考察

(1) ブリの冷却温度が死後硬直と官能試験に及ぼす影響

1) 実験1 (-1°Cと4°C)

クーラーボックス内の冷却温度の推移は図1のとおりである。データロガーへの記録は魚の投入前から冷却水の上層部と下層部について行ったが、図1には魚を投入していた60分間のみを示した。その結果、平均温度は-1°C区では上層で-0.6°C、下層で-0.4°C、4°C区では上層で4.3°C、下層で4.4°Cとなり、いずれの区についても魚が投入している間に急激な変化や上層と下層における温度差は確認されなかった。

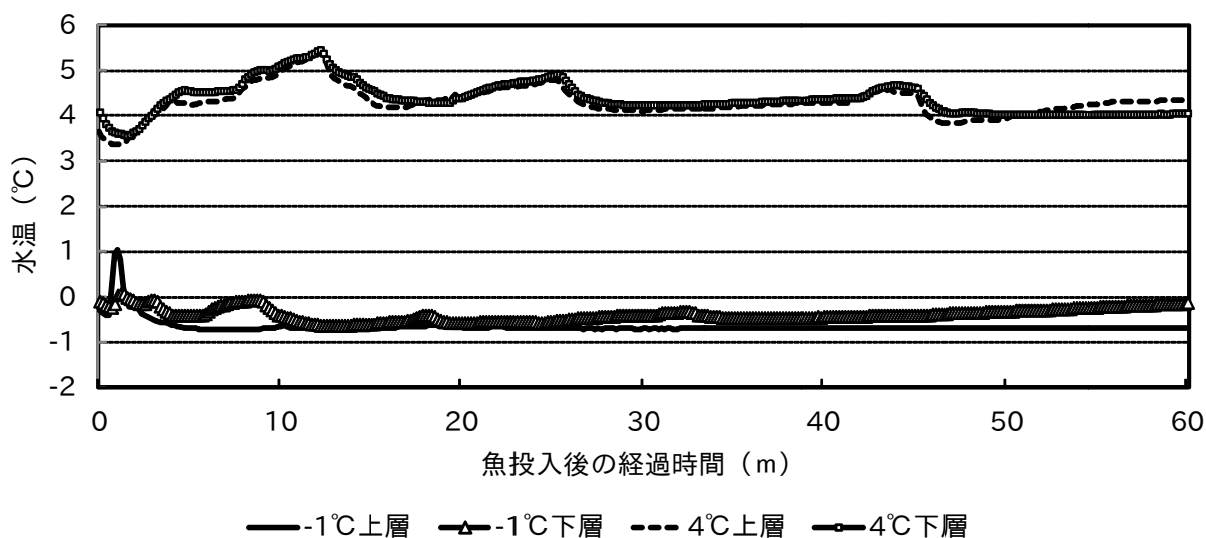


図 1 冷却温度の推移 (実験 1)

魚体温度の推移を図2に示した。センサー挿入直後の魚体の温度は-1℃区・4℃区とも23℃付近であったが、その後は徐々に低下し、60分後には-1℃区で10.2℃、4℃区で14.4℃となり、冷却温度の違いによって4.2℃の温度差が生じた。次に硬直指数の推移を図3に示した。-1.0℃区では、硬直指数が100となる完全硬直に達する時間が8時間と早い個体が2個体みられたが、残りの1個体では著しく遅く、4℃区よりも遅い14時間後に完全硬直となった。硬直指数測定期間中の貯蔵温度は-1℃区で1.0～5.2℃、4℃区では0.3～5.4℃で推移した。

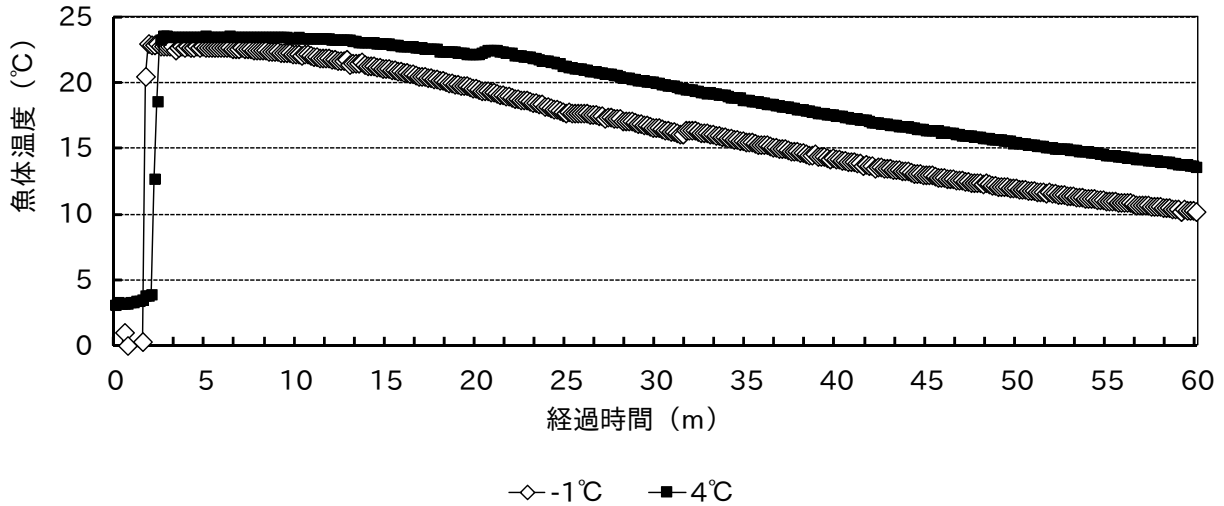


図2 魚体温度の推移 (実験1)

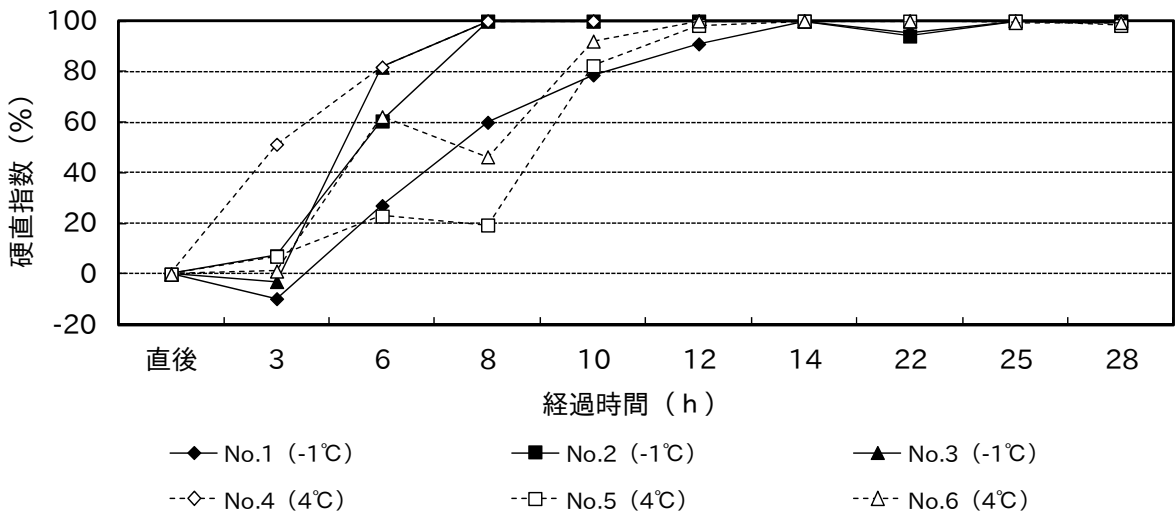


図3 硬直指数の推移 (実験1)

次に官能試験の結果を示した。試験は水産試験場職員を中心に計13名のパネラーのもとで行い、供した刺身を写真2に示した。結果は図4および5に示したとおりで、図4では「同等」「差がわからない」を含むすべての判定結果を総人数に占める割合で示し、図5では-1℃区と4℃区いずれかを選択したパネラーの数を指標ごとに比較し、両区の差を明確にした。図4から、「外観」や「におい」は-1℃区で、逆に「旨み」や「歯ごたえ」は4℃区で評価が高く、総合評価では「判定できない」を含め、両区で同等の評価となった。一方、図5をみると、「旨み」や「歯ごたえ」においては差が小さかったが、「外観」や「におい」では比較的顕著な差がみられ、いずれも-1℃区で評価が高かった。



写真2 実験1において官能試験に供した刺身（左：4℃区、右：-1℃区）

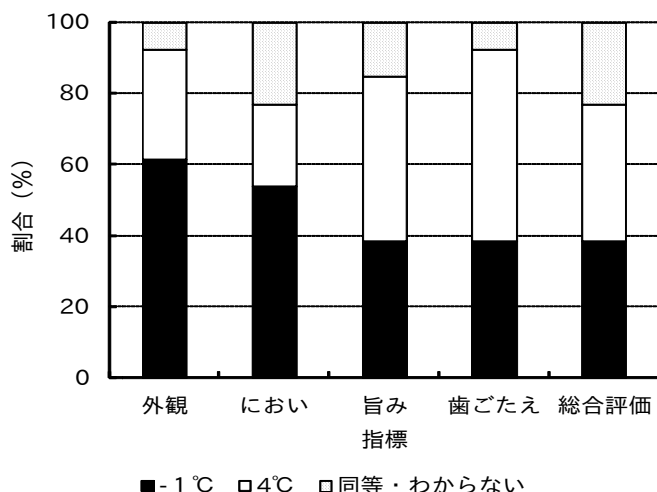


図4 評価項目に占める割合（実験1）

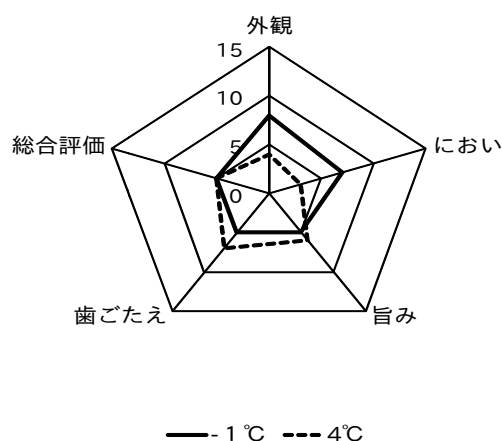


図5 試験区ごとの評価（人数）

2) 実験2 (-1℃と10℃)

ブリを投入した後のクーラーボックス内の冷却温度の推移を図6に示した。実験1と同様に、魚が投入されていた期間は矢印で示した。冷却中の温度の平均は-1℃区では上層で-0.4℃、下層で-0.3℃、10℃区では上層で9.9℃、下層で10.0℃となった。-1℃区ではやや設定温度より高くなったものの、いずれの試験区でも冷却温度の変動は小さかった。次に、10℃区における魚体の温度変化を図7に示した。センサーを投入した直後は24.4℃であったが、60分後には17.8℃まで冷却され、これは実験1の-1℃区よりも7.6℃、また4℃区よりも3.4℃高い値であった。なお、-1℃区の魚体温度は実験1で測定しているため、実験2では行わなかった。

冷却後、別のクーラーボックスで貯蔵しながら測定した硬直指数の推移を図8に示した。硬直の進行が早い個体では3時間後に、遅い個体でも12時間後には完全硬直に達したが、実験1と同様に硬直指数の上昇には個体差の影響が大きく、冷却温度との明確な関連性は見出せなかった。22時間後以降には解硬への移行が確認されたが、この現象が実験1でみられなかったのは、表2に示したように実験2は実験1の21日後に実施したため、硬直指数を測定するためにクーラーボックスから頻繁に魚を取り出している間に外気温の影響を多少受けたのかもしれない。

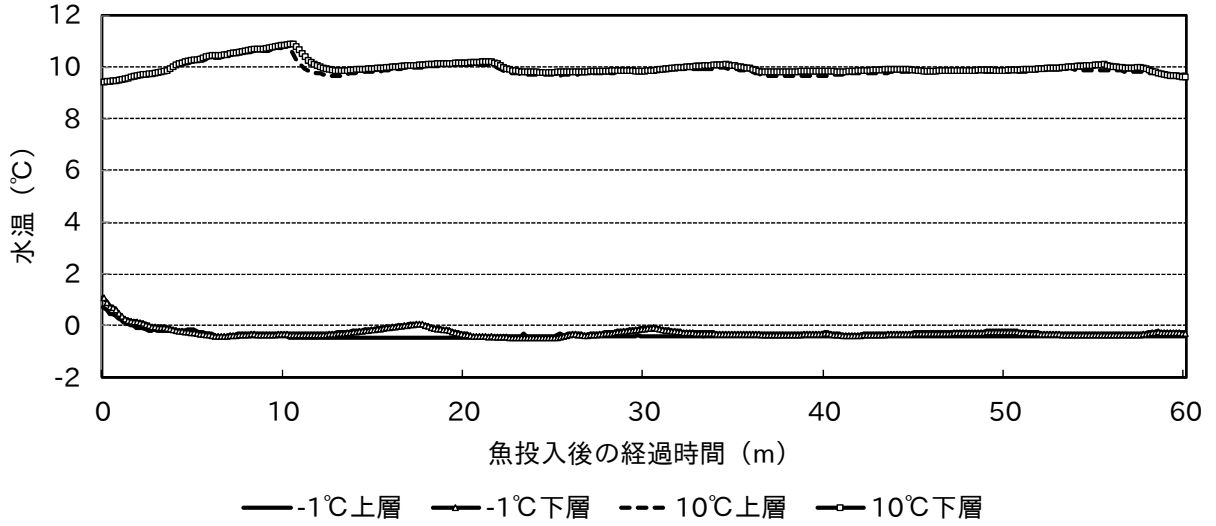


図6 冷却温度の推移 (実験2)

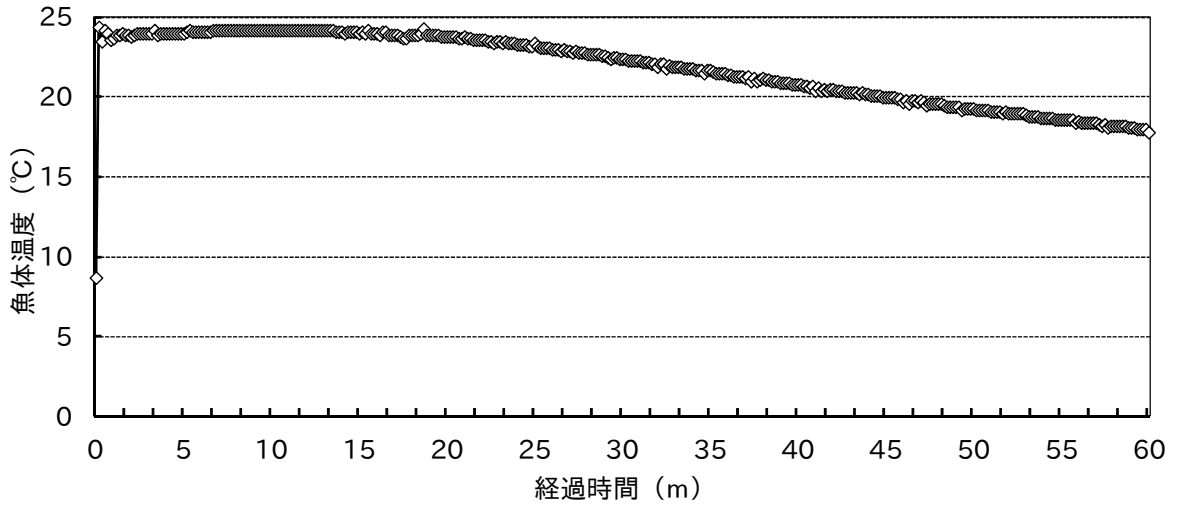


図7 10°C区における魚体温度の推移 (実験2)

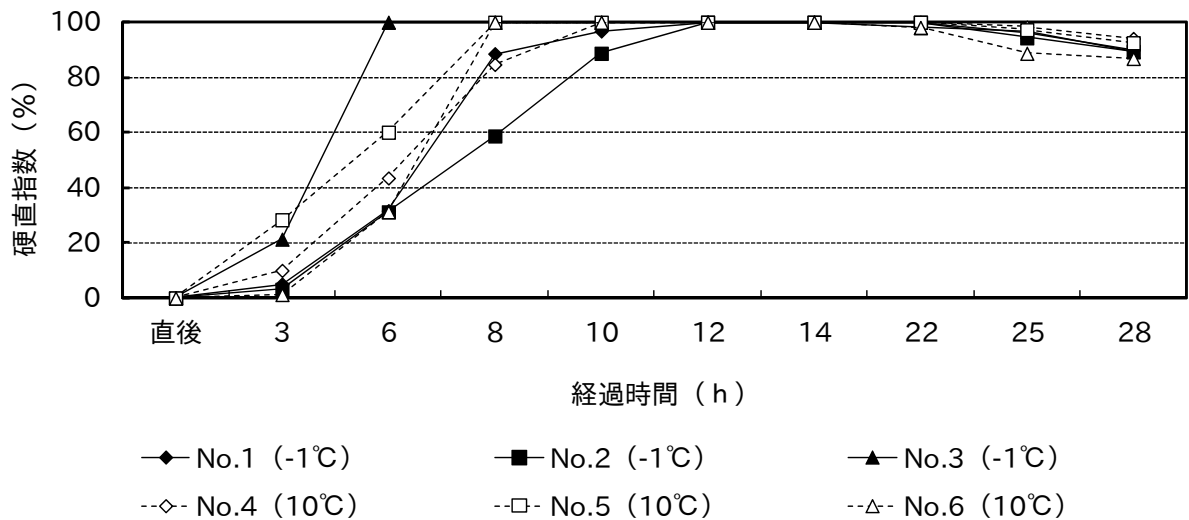


図8 硬直指数の推移 (実験2)

実験1と同様に行った官能試験の結果を図9及び10に示した。試験には水産試験場職員を中心に15名のパネラーが参加した。「同等」「差がわからない」を含む評価では、「外観」では-1℃区で46%、10℃区で40%とわずかに差がみられたが、-1℃区・10℃区ともに40%であった「におい」を含め、これらの評価は均衡していた。一方、「旨み」や「歯ごたえ」は-1℃区で70%前後を占めており、大きく評価が分かれた。この影響から、総合評価では73%のパネラーが-1℃区で高い評価を示し、10℃区は13%しかなかった。図10に示した試験区間での比較でも-1℃区で評価が高く、特に「旨み」、「歯ごたえ」、「総合評価」では、いずれも-1℃区で顕著であった。

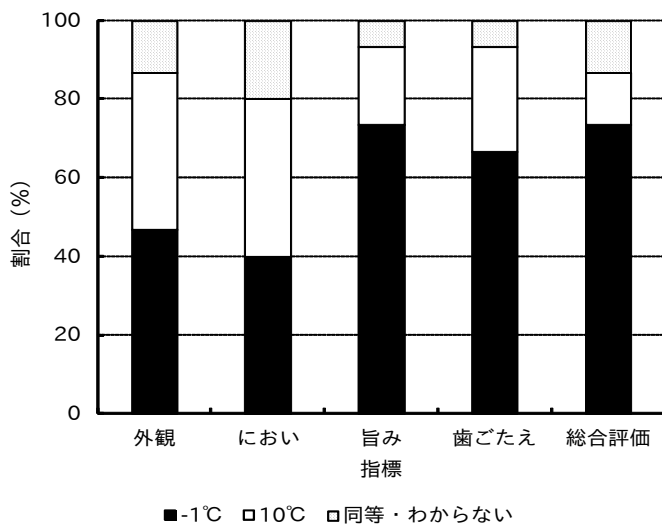


図9 評価項目に占める割合 (実験2)

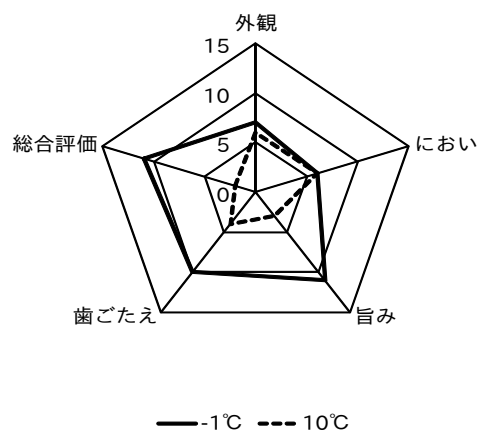


図10 試験区ごとの評価 (人数)

4 まとめ (要約)

本研究では、魚体重が2,500~3,000g程度のブリを対象とし、活締め後の冷却温度の違いが死後硬直に及ぼす影響を調べた。その結果、-1℃と4℃で比較した実験1では、60分後の魚体温度で4℃近い差がみられた。-1℃区では硬直指数の上昇がわずかながら早い傾向がみられたものの、その差は個体差を払しょくできるほど明瞭なものではなく、官能試験の結果も顕著ではなかった。-1℃と10℃で比較した実験2では、60分後の魚体温度で約8℃の差がみられた。硬直指数の上昇は実験1と同様に明瞭な差はみられなかったが、官能試験では-1℃区で評価が高く、総合評価では圧倒的な差として示された。

以上の結果から、今回の実験のように延髄切断の活締め処理のみでは、-1、4 および 10℃の温度で1時間冷却しても、その後28時間の死後硬直に及ぼす影響は小さいと判断された。しかし、-1℃と10℃のように大幅な温度差がある場合は官能的な差は顕著に現れることがわかった。

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.