

水産物競争力強化支援システム研究開発事業

漁場環境科 荻田淑彦・石川 徹

鮮度保持に関しては、高知県において、漁業指導所等によりゴマサバ、キンメダイ等の魚種で漁獲物の鮮度向上のために試験や指導が行われてきたが、平成8年に海洋漁政課より「水産物取り扱い指針」が作成され、魚を商品として取り扱うこと、消費地に受け入れられる魚を作る必要のあることなどについての考え方や方向性が取りまとめられた。

これをうけて、魚種（地域）ごとの「取り扱い指針」の作成に取り組むことが求められている。

目 的

高知県水産物の鮮度管理が総じてよくないことが、消費地市場での評価を低くしており、魚価安（価格形成力が弱い）の大きな要因となっている。

価格形成力の強化を図るためには、水産物の鮮度向上と品質の安定が必要であり、現在の鮮度管理上の問題点を解決するために、漁獲時から消費地市場までの鮮度保持を視野に入れて、マニュアル化に必要な研究と技術開発を行う。

試 料

タル流し・手釣りで漁獲、室戸漁協に水揚げされたキンメダイ、立縄釣で漁獲、土佐清水漁協に水揚げされた活ゴマサバ、及び中型まき網で漁獲、宿毛市漁協に水揚げされたキビナゴを用いた。

測定方法

死後硬直は尾藤ら¹⁾の方法によって測定した。ATPとその関連物質の測定は、経時的に背肉を切り出し皮等を除去、2gを精秤して10mlの5%過塩素酸で除タンパクしたものをよく攪拌した後、遠心分離して得た上澄みを10N水酸化カリウムでpHを6.2~6.8に調整したものについて核酸関連物質（ATPとその関連物質）の定量を液体クロマトグラフィーで測定した。

水温の連続測定にはオンセット社のデータロガ及びデータトリビットを使用した。

結果と考察

1. ゴマサバ

(1) 温度管理について

① 漁獲時

データロガによる測定では、漁船の魚槽水温は、冷水機使用の船、氷使用の船とも魚槽内上部と下部の水温はほぼ同じで、均一に冷えていることがわかった（図1~3及び表1）。

冷水機使用の船は冷水機作動中は設定温度とほぼ同じ水温になっているが、冷水機のスイッチを切ったあとの温度上昇は、冷水機船1と冷水機船2ではかなり違っており、冷水機船1では水揚げ時に設定温度より1℃程度の水温上昇だが、冷水機船2では3℃上昇している。この測定を行ったのは3月であるが、夏場にはもっと魚槽水温が上昇すると考えられる。

また、冷水機のスイッチを切ったときの魚の冷え具合や魚槽の断熱等でかなりの差があると思われる。

氷使用の船は水温の変動が少なく、水揚げ時には水温は0℃を下回っている。

この調査時の各船の漁獲量は70~110kgであり漁獲量がさらに多いときには、冷水機船は魚槽の水を循環させるため、氷を使った船より、水温の均一性は保つことができると考えられる。

② 市場保管時

市場のタンクの水温は時期に関わらず底の方が高く、上の方が低い傾向が見られる（図4・図5）。

水温調査は12月と6月に行ったが、12月は気温が低いために、魚商人が箱詰めをする直前でも3℃であったが、追い氷をうっていないためか底の水温と上の水温が同じであった。6月の調査では上下の温度差が開き、上では2.5℃程度であるが、下の水温

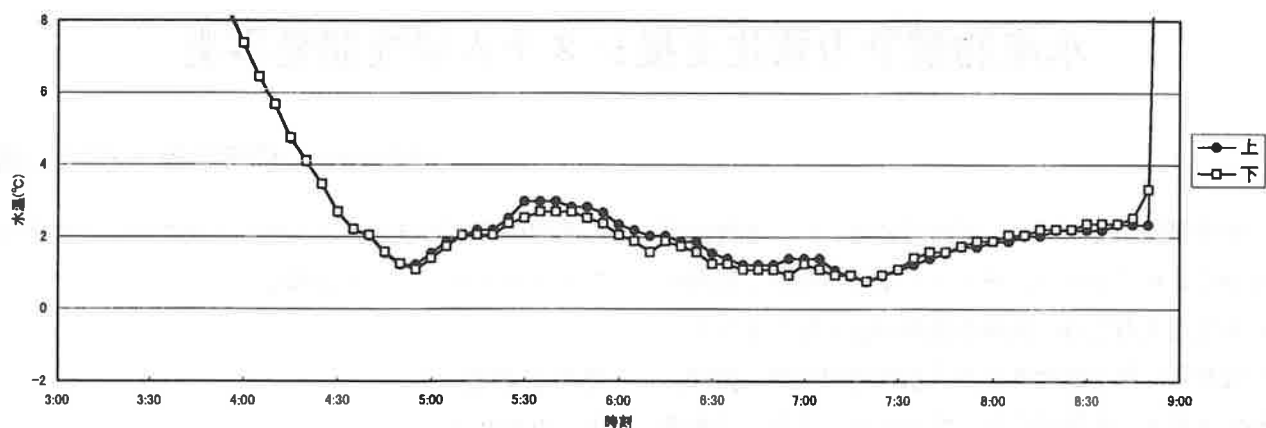


図1 冷水機船1の魚槽水温変化（上：魚槽水面下20cm 下：魚槽底）

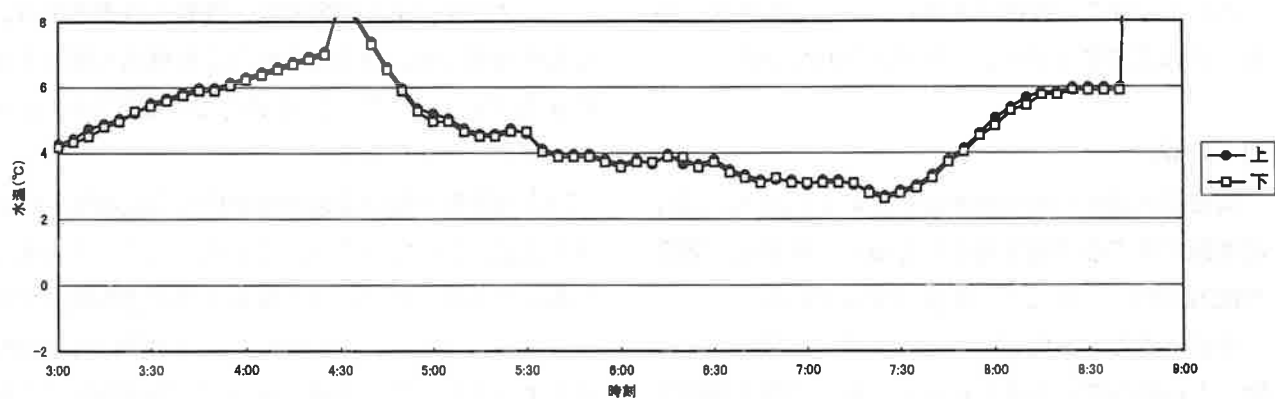


図2 冷水機船2の魚槽水温変化（上：魚槽水面下20cm 下：魚槽底）

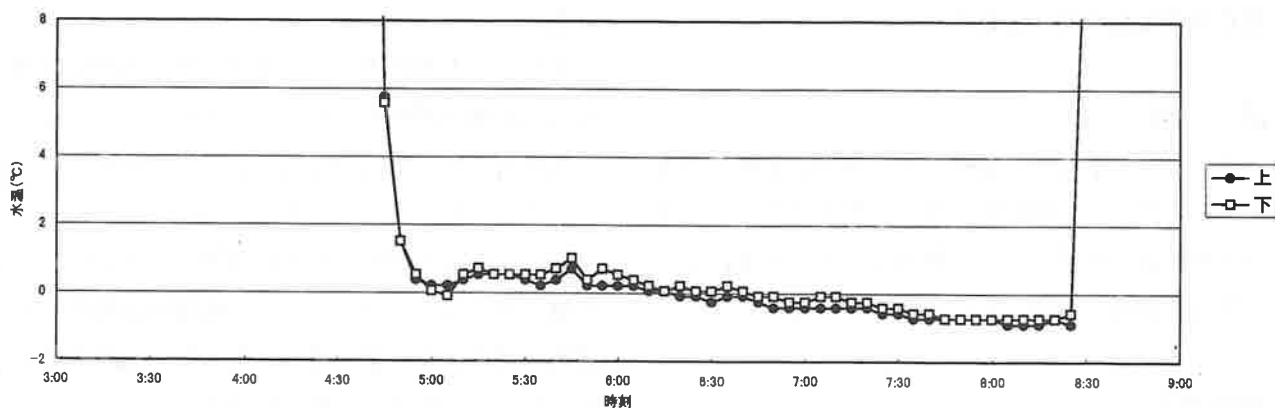


図3 水氷船の魚槽水温変化（上：魚槽水面下20cm 下：魚槽底）

表1 魚槽水温測定船の漁獲時刻および漁獲量

	漁獲時刻		設定温度 (°C)	冷水機スイッチ		漁獲量 (kg)
	開始時刻	終了時刻		ON	OFF	
冷水機船1 (図1)	4:40	7:20	1	3:05	7:20	107
冷水機船2 (図2)	5:30	7:30	3	2:10	7:30	66
水氷船 (図3)	3:30	7:15				60

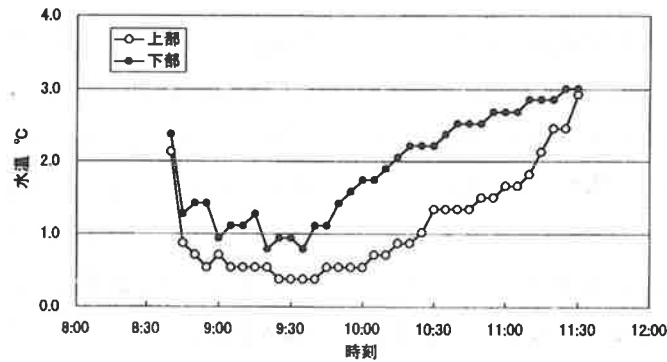


図4 市場タンク水温の変化(12月)

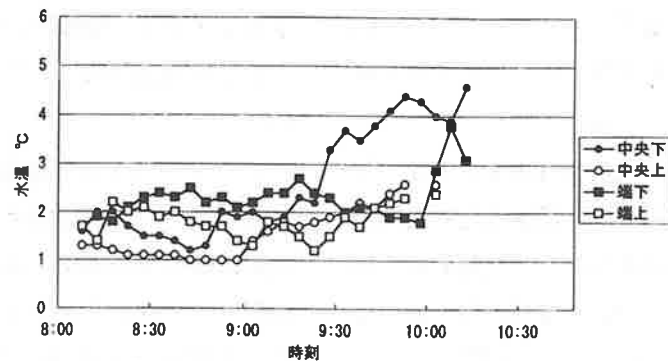


図5 市場タンク水温の変化(6月)

の高いところでは4.6℃になっていた。

気温の高い時や風の強いときにはタンクの下の水
温はもっと高くなると考えられる。

③ 魚体の冷却状況

現状で行われている冷却方法は、即殺後15～20分
冷海水(2～3℃)につけるといものだが、3月
の実験では冷却終了時の魚体温度は10℃を超えてい
る魚が約半数みられた(魚体温範囲9.5～11.7℃)。
魚体中心温度を5℃にするためには活魚水槽の温度

が17.9℃の時、冷海水に約40分浸漬する必要があっ
た。

また活メをしないでサバを冷海水(2～4℃)に
入れると動いている時間が長く、海水を多く吸うこ
とにより魚体温は活メした魚より早く下がっている
(図6)。

しかし、動いているのが長い分エネルギー(ATP)
消費は多く死後硬直に達する時間は短い。

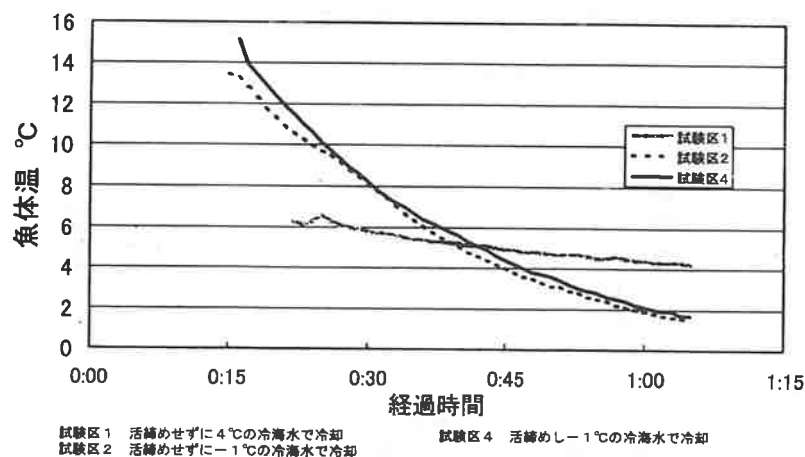


図6 ゴマサバの冷却時における魚体温の変化

(2) 活メ方法の違いによる死後硬直の変化

3月に行った、即殺方法の試験では、現在行われている包丁による方法とピアスタを使用した方法を比較した。この試験で鮮度差は液体クロマトグラフィーによる分析結果からは見られなかった。死後硬直についてはピアスタによるものが若干早く、ピアスタで処理をする間サバを苦悶させていることが原因と考えられる。

また、ピアスタで処理する場合、従来の延髄切断の他に、尾の付け根にも包丁を入れなければならず、商品としての見栄え等にも問題があり、ゴマサバにはあまり適さない方法といえる。

7月に活メの有無、活メ後の冷却水温の差をつけた試験を行った。この試験では、活メを行った方が死後硬直が遅くなり、活メをしなかった場合は5時間で死後硬直に達するのにたいして10時間かかって死後硬直をむかえることがわかった(図7)。

また、活メを行った場合には2～4℃の冷海水で冷却した方が、-1～0℃で冷却するより死後硬直に達する時間、解硬とも遅くなる。活メを行わなかつ

た場合-1～0℃で冷やした方が解硬が遅いという傾向が見られる。

10月に行った試験では、スレのある魚は死後硬直、解硬ともスレのない魚と比べて明らかな差が見られ、鮮度の劣化が激しいことが確認できた(図8)。

12月に行った試験では、実際の立て縄漁業の操業状況を想定して、活メしない魚を冷却温度を変えた海水に3時間つけて実験した。34時間後の硬直指数では大きな差は見られなかったものの、2～4℃で冷却した魚は死後硬直に達する時間はほぼ同じであったが、硬直指数が100%に達しないまま解硬した(図9)。

このとき同時に工業技術センターと紙産業試験場の実験用に同じメ方でサンプルを処理したが、両者の魚には大きな差が見られた(図10)。これは工業技術センターのサンプルは身の弾力を測定するために一定間隔で魚体に力を加えたことがダメージとなつて、そのまま保存した紙産業試験場のサンプルと差がついたものと考えられる。

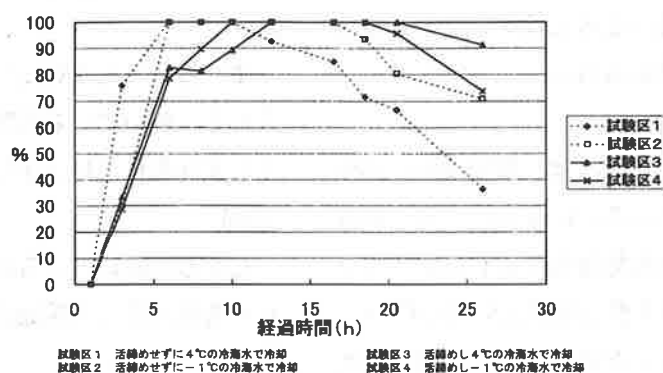


図7 ゴマサバの死後硬直状況①

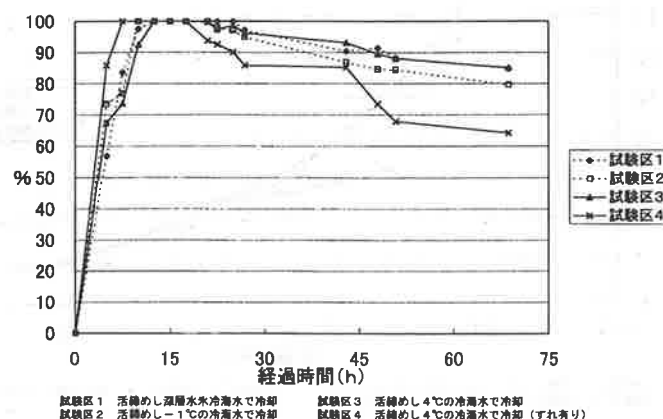


図8 ゴマサバの死後硬直状況②

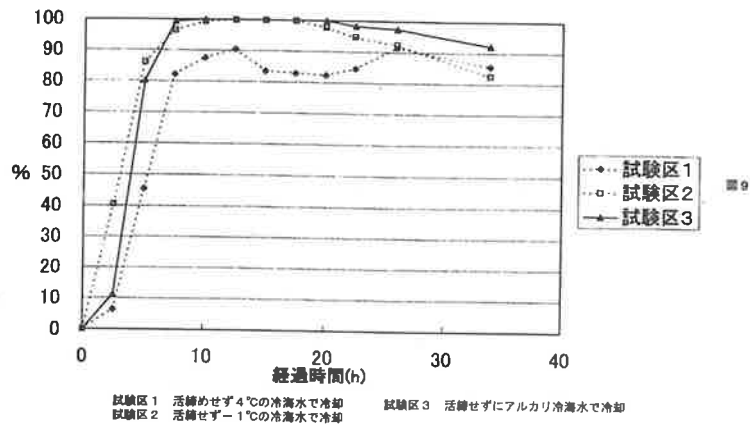


図9 ゴマサバの死後硬直状況③

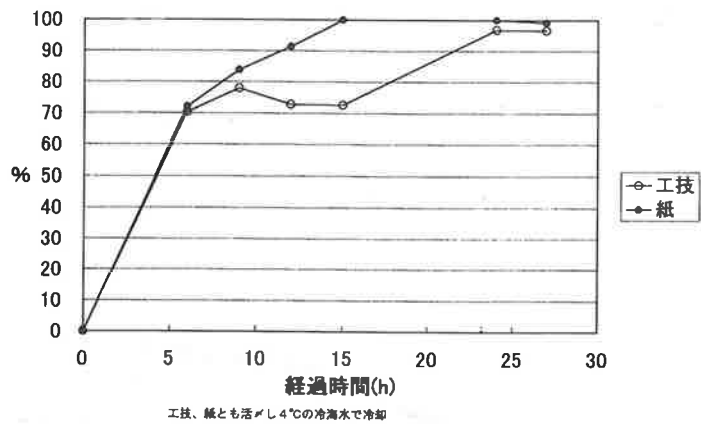


図10 ゴマサバの死後硬直状況④

2. キンメダイ

(1) 温度管理について

① 漁獲時

タル流しのキンメ船の場合、仕掛けを巻き始めると途中で止められないので、最初に釣り上げられた魚であれば30分程度船上に放置されることになる。

釣り上げてすぐに魚槽に入れるとキンメダイの赤い色がうまくでないという漁業者も多い。

データログによる魚槽水温の測定結果は、漁獲物を魚槽に収容した場合もクーラー（漁獲量100kg以下の時）に収容した場合も、水温は上下ほぼ一緒になっていることがわかった。

市場水揚げ時の魚槽水温（7月調査時）は、氷の船の場合-0.8～0.4℃で、1隻のみ水揚げのあった冷水機船は2.1℃で、冷水機船を除き水揚げ時には

キンメの魚体は1℃以下と十分冷えた状態にあった（表2）。

表2 水揚げ時の魚槽内水温

船名	魚槽		漁獲量 kg	水温 ℃	塩分 ‰	冷水機 の有無
	容量 L	収容量 kg				
A	225	100	10.3	0.3	16.3	無
B	225	100				無
C		500	40.8	2.1	30.5	有
D	400	180	52.1	0.0	20.4	無
E	160	80	141.0	0.2	16.9	無
F				0.4	16.9	無
G	197	100	82.8			無
H		250	80.0	-0.1	17.1	無
I		200	75.0	-0.8	21.4	無

② 市場保管時

調査した市場では陸上型の冷水機があり、冷水機

の水（約3℃）をタンクに入れ、それから砕氷をうって魚を入れるようにしている。この市場には断熱対策をしたタンクがいくつかあり、通常のものとは断熱のものそれぞれの水温変化を調査した。

図11は7月に2つのタンクの水温変化を測定したもので、氷およびキンメダイの投入開始時間が違うため単純に比較はできないが、それぞれのグラフの折れ線のはじまったところが氷の投入時で、そこから比べると、断熱をしている方がタンクの下の方では、おなじ時間あたりの水温の上昇が少な目であるのがわかる。タンク上部（水面より約15cm）では氷投入から1時間後に約2℃の温度差があり、その後も断熱しているタンクは温度が下がっていくのに対して、通常のタンクは温度が少しずつ上がっている。このことから、市場保管時のタンクの断熱の違いは海水温度に大きな影響を与えることがわかった。

また、氷は比重が軽く浮くため、上の方は冷えて

いても底の水温は上昇していくことが確認されたが、13時30分過ぎに断熱タンクの上の水温が上がり、下の水温が下がっているのはフォークリフトでの移動の際かき混ぜられたためと考えられる。

(2) 死後硬直等の変化について

室戸で水揚げされたキンメダイについて核酸関連物質や硬直の状況について試験を行った。K値及び死後硬直については、サンプルによって差が見られるが、これは個体差や、船上での扱いの違いによるものと思われる。死後硬直については硬直指数が100%に達することなく解硬が始まるが、その程度はサンプルによってかなりの差がみられる（図12・図13 死後硬直測定方法と同様にして尾の下がる量を測定）。

また、漁獲後25時間から34時間の間で急に柔らかくなる時間帯がみられる。

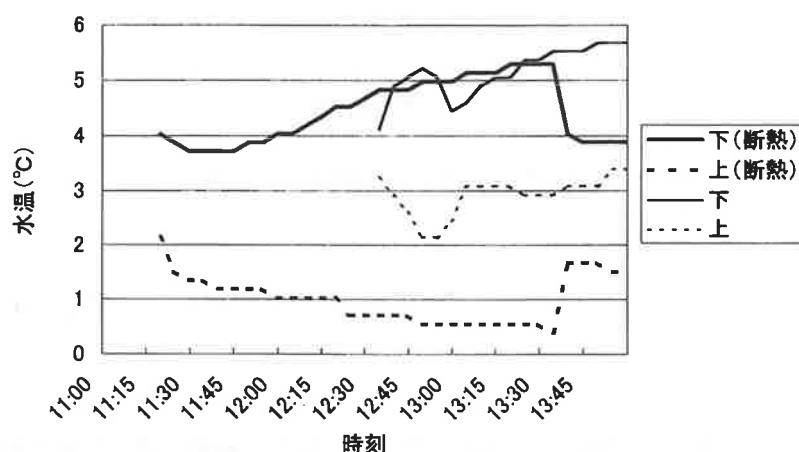


図11 市場タンクの水温変化

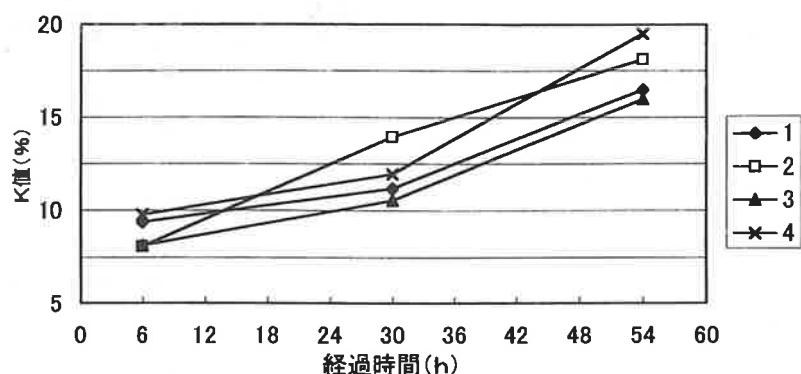


図12

図12 キンメダイのK値変化

漁獲後の取り扱いの違いによる死後硬直の変化を測定した。

1回目の調査(3月)では漁獲後20分放置し氷水(氷+海水)で冷却したものを試験区1、漁獲後20分放置し冷海水(海水のみ)で冷却したものを試験

区2、漁獲後即冷海水で冷却したものを試験区3、漁獲後即(アルカリ氷水+海水)で冷却したものを試験区4とし、死後硬直および魚体の色を観察した。

それぞれの試験区の水温は試験区1が3.5～1℃、試験区2および試験区3が3.5～1℃、試験区

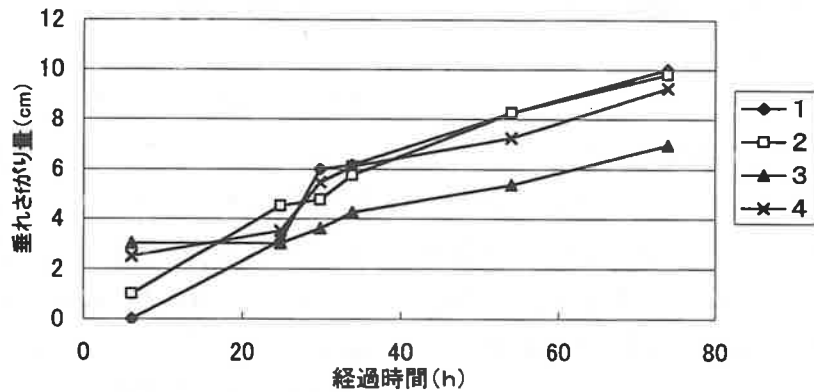
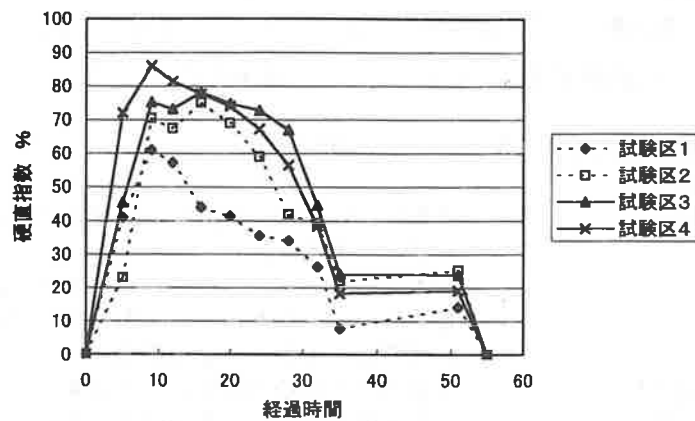
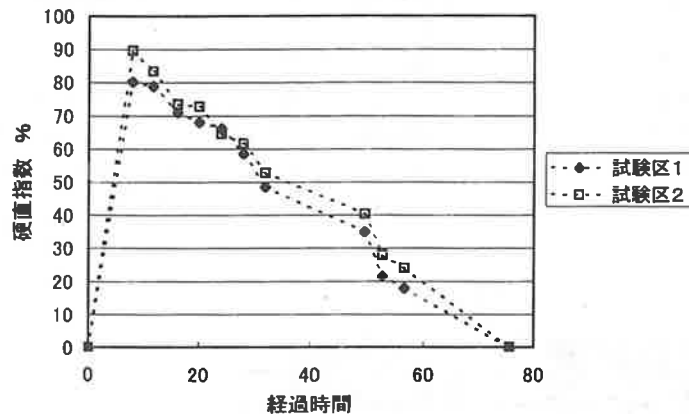


図13 キンメダイ尾の垂れ下がり量変化



試験区1 20分放置後冷海水(氷+海水)に投入
 試験区2 20分放置後冷海水(海水のみ)に投入
 試験区3 漁獲後即冷海水(海水のみ)に投入
 試験区4 漁獲後即アルカリ冷海水(アルカリ氷水+海水)に投入

図14 キンメダイの死後硬直状態の変化①



試験区1 30分放置後冷海水(氷+海水)に投入
 試験区2 漁獲後即冷海水(氷+海水)に投入

図15 キンメダイの死後硬直状態の変化②

4が0.5～-1℃で、試験区2・3が漁獲から市場に着くまでの間浸漬水温が高かった。

死後硬直は漁獲後20分間放置した物より、漁獲後即冷海水に入れた物の方がよい結果となった(図14)。

2回目の調査では漁獲後30分間放置したあと水氷で冷却したものを試験区1、漁獲後即水氷に入れたものを試験区2としたが、両者に大きな差はみられなかった(図15)。

これは、1回目の調査時は漁獲直後のキンメダイの魚体温が18.5℃(表面海水温21.3℃・気温13℃)、20分放置したときが17.5℃で、2回目調査時は漁獲直後が7.5℃(表面海水温18.2℃・気温18℃)、30分放置したときに11.0℃と大きく違うことが影響していると考えられる。

魚体の色は、漁獲後即冷却したものは市場での水揚げ時(死後3～4時間経過)には赤色が薄いものもあったが、10時間後には漁獲後放置したものと同

じように発色していた。アルカリ冷海水(pH 試験区1 7.27 試験区2・3 7.59 試験区3 9.18)で冷却した魚はやや紫っぽく鮮やかな色となり、ほかの試験区の魚と並べると見分けがつく程度の色の差があった。

水産試験場職員による、食味試験での評価は刺身にしたときの鮮度や味覚では1回目、2回目とも各試験区で明確な差はでなかったが、ラウンド状態の魚の評価で1回目の試験では試験区4のアルカリ氷を使用した魚の評価が高く、2回目の試験では試験区2の漁獲後即冷海水でメタ魚の評価が高かった。

デメリットスコア(表3)による評価でも合計点数は2日目でははっきりした差がみられないが、(表4)、1回目の調査では冷却に海水のみを使った塩分の高い試験区2と試験区3で鰓の色がまだらになり、アルカリ氷を使った試験区4では他の区より色が濃くなり、においが少ないと感じられた。

表3 魚の鮮度評価のためのデメリットスコア採点シート

光 沢	0 非常に鮮やか, 1 鮮やか, 2 やや鈍い, 3 鈍い
表 皮	0 硬い, 1 軟らか;
鱗	0 固着している, 1 やや剥がれやすい, 2 剥がれやすい
粘 液	0 なし, 1 ややぬめる, 2 ぬめる, 3 非常にぬめる
硬直の程度	0 硬直前, 1 硬直, 2 硬直後
眼 球	0 透明, 1 やや不透明, 2 不透明
透 明 度	0 張り出ている, 1 やや陥没, 2 陥没
形 状	0 明瞭, 1 不明瞭
虹 彩	0 なし, 1 やや充血, 2 充血
血 液	0 鮮紅色, 1 やや退色, 2 灰白色, 3 暗緑色
色 調	0 なし, 1 わずかにある, 2 非常にある
粘 液	0 新鮮臭, 1 生臭い, 2 やや腐敗臭, 3 腐敗臭
臭 気	0 なし, 1 わずかに
腹 部	0 硬い, 1 軟らかい, 2 破れた
硬 さ	0 正常, 1 軟化・膨張, 2 腸内容物が流出
肛 門	0 新鮮臭, 1 不明瞭, 2 生臭い, 3 腐敗臭
状 態	0 乳白色, 1 灰色っぽい, 2 褐色
臭 気	0 鮮血色, 1 濃赤色, 2 茶色
着 色	
血 液	

表4 デメリットスコアシート合計点数

試験区	1回目調査		2回目調査	
	1日目	2日目	1日目	2日目
1	5.3	10.0	1.3	5.0
2	6.3	9.3	2.8	5.5
3	6.0	9.0	—	—
4	7.3	10.7	—	—

3. キビナゴ

予備試験の結果、キビナゴは市場水揚げ時にはすでに硬直しており、水氷中に保存した場合には3日後も硬直状態のままであった。このことから死後硬直及び解硬による鮮度判定はできないため、核酸関連物質の分析とデメリットスコア合計点数による鮮度判定を行ったが、核酸関連物質については明確な差は見られなかったため、デメリットスコアによる評価を鮮度の基準とした。

1回目の調査（6月）では、市場で水揚げ時にサンプリングし氷蔵で保存した試験区1、市場で水揚げ時にサンプリングし水氷で保存した試験区2、船上で漁獲直後にサンプリングし水氷で保存した試験区3、船上で漁獲直後にサンプリングし海水氷＋海水で保存した試験区4の4つの試験区を設定した。

1日目にはあまり差がみられなかったが、2日目の夕方（55時間後）には試験区1（氷蔵）とほかの3試験区（水氷）に差が見られた（図16）。

同時に行った、塩分濃度を変えた試験では、試験

区4（海水4：水6）が最も良かった（図17）。アルカリ水を混ぜたものは2日目に合計点数が下がっており、何らかの効果があるものと考えられる。

この結果より、塩分濃度の幅を狭くして2回目の試験を行った。

2回目の調査では、設定した11の試験区で1日目の夕方には1～8までの各試験区とも明確な差は見られなかったが、氷蔵の9～11は差が見られた（図18）。

これは、1～8までは同じサンプルを用いているが（漁獲直後船上でサンプリング）、9～11は市場で水揚げしている3隻の漁船からサンプリングしたため、サンプリング時に3隻の魚槽に残っていた氷の量はかなり違っており漁獲時からの鮮度管理の差によるものと思われる。

2日目の夕方には試験区によって差がでており、試験区2（海水4：水6 塩分濃度1.2%）がもっとも良い評価となっている。50時間後も試験区2が最も評価がよいが、アルカリ水を混ぜたものは

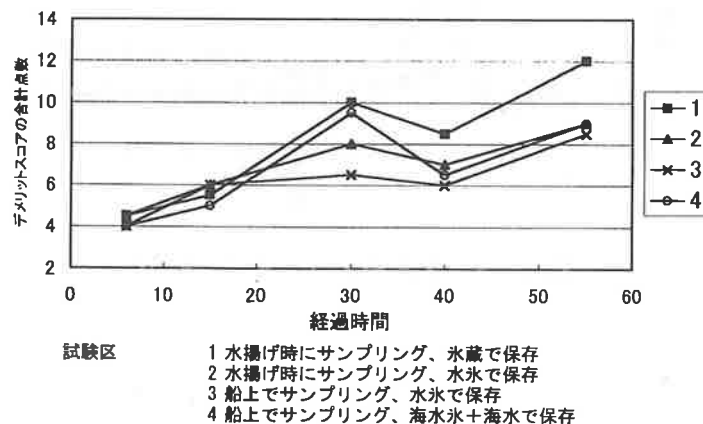


図16 キビナゴのデメリットスコア合計点数の推移①

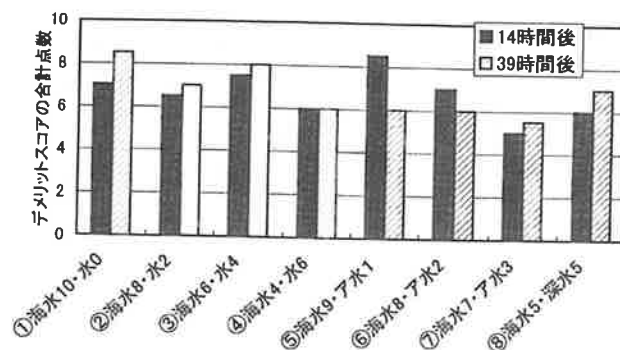


図17 キビナゴのデメリットスコア合計点数の推移②

2日目の夕方からの変化が少なく、試験区6では2日目の夕方と同じ値となった。

水氷を使う方が氷蔵より評価が高いが、水氷を使った問題点は、キビナゴの身が塩辛くなるという点と、現在の出荷形態では対応できないということである。

1回目調査時のキビナゴ漁獲時の魚槽の水温は漁

獲物を魚槽に入れた直後(5:17)には、魚の沈む底層で4.5℃まで上がり漁獲終了(5:20)15分後には0℃を下回っている(図19)。

キビナゴでは漁獲時の取り扱いで大きな差ができると考えられるため、魚槽の水温管理が非常に重要と思われる。

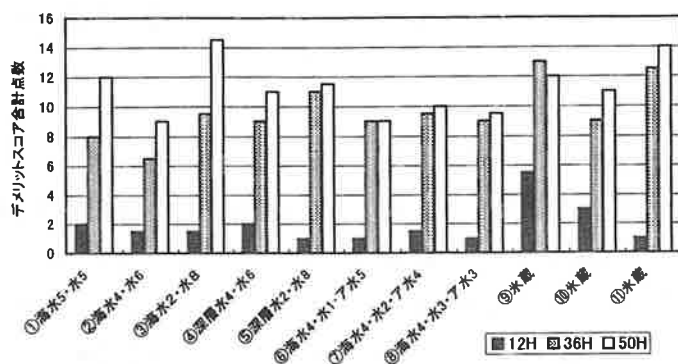


図18 キビナゴのデメリットスコア合計点数の推移③

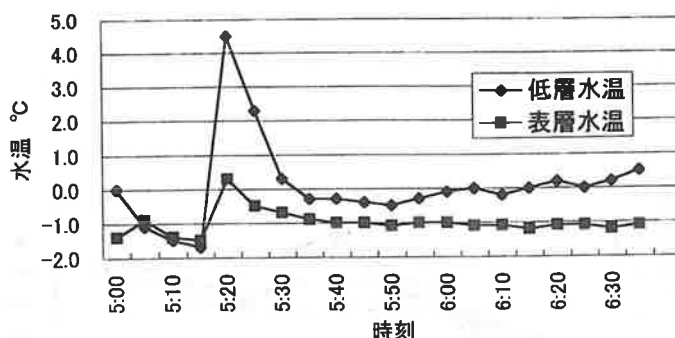


図19 まき網船漁獲時の魚槽水温変化

魚種別の取り扱い指針

以上の調査結果より魚の取り扱いについて検討を行い、取扱指針を作成した。

ゴマサバ(清水サバ)

沖での取り扱い

釣り上げ時に魚体にふれないようにする。

なるべく暴れさせない。

釣り上げた魚はすぐに魚槽で冷却する。

釣り上げ時死んでいる(弱っている)魚はわけておく。

冷却時の取り扱い

魚槽の水温をこまめにチェックし適切な温度(2℃以下)に保つ。

冷水機能力が追いつかないときは増し氷をうつ、また冷水機OFF時に魚槽内水温の上がる場合も同様にする。

漁獲量の多いときには、特に冷却水温に注意し魚槽の上下等で温度ムラを少なくするよう心がける。

選別時の取り扱い

選別時は日陰で作業をする。

魚は地面（コンクリート）に置かない。

直接魚体にふれないよう手袋等をし、体温を魚に伝えないようにする。

せっかく冷えた魚体温を上げないために、選別時間はなるべく短くする。

計量・タンク保管時の取り扱い

サバは身が弱いので、計量からタンク保管時にも丁寧に扱う。

品質の悪いものがあつた場合は、取り除く。

タンクの冷海水はあらかじめ作っておき、十分に温度が下がっていることを確認して魚を入れる。

市場タンクの水温をチェックし、水温が上がっている場合は対策をとる。

タンクに漁獲物を詰め込みすぎない（表面の魚体の一部が空气中に露出するような入れ方はしない）。

特に高温の時期にはタンクへふたをしたり、カバーを掛ける等保冷に注意する。

活魚の取り扱いについて

作業は日陰で行う。

弱った魚、傷のある魚は活魚として出荷しない。

取り上げから活メ、冷却は短時間で行えるよう、一度に多くの魚を処理しない。

活メの際魚を暴れさせ傷を付けないように丁寧に

扱う。

活メは魚の内部に傷を付ける作業なので清潔第一で行う。

作業時間が長くなる場合は途中で作業台等を良く洗浄する。

冷却には清潔な冷海水を用い、魚体が均一に冷えるように水を循環させる。

冷却温度（約3℃）のチェックを行い、サバの魚体温度が下がっている（最低10℃以下）か確認する。

網ですくってから箱詰めまで、魚は地面等温度の高いところには放置しないこと。作業過程で一定ためて置く必要がある場合には、碎氷等で温度が上がらないようにした場所に並べておく。

出荷用スチロールの氷は十分にらし、魚の一部だけ圧迫されることがないように注意し、直接氷にふれないようにする。

特に高温期には作業全般にわたって、適切な温度管理や作業の流れ等を監督できる立場の人を配置し、鮮度管理に万全を期す。

文 献

- 1) 尾藤他：東海水研報, 109, (1983) 89-96
- 2) 望月聡他：日水誌, 60, (1994), 125-130
- 3) 望月聡他：日水誌, 62, (1996), 453-457
- 4) 望月聡他：日水誌, 63, (1997), 396-399