

ゴマサバの活け締め脱血による品質向上に関する研究

白井一茂・伏黒哲司・船山隆文

Study of improvement in quality of spotted mackerel (*Scamber australasicus*)
by instant killing and bleeding.

Kazushige USUI*, Tetsuji FUSHIKURO**, and Takafumi FUNAYAMA**

緒言

平塚市及び平塚市漁協業同組合では、地元で水揚げされる鮮魚や活魚に対して、高品質化によるブランド化を推進している。また、地域型の水産加工品と共に、地元で収穫される農産物と組合わせた加工品についても、同市の特産品として開発を推奨している。

平塚には平塚漁港があり、定置網や刺し網、しらす船曳網漁業のほか、カツオ *Katsuwonus pelamis* やシイラ *Coryphaena hippurus*、マアジ *Trachurus japonicus* などの五目釣りをする遊漁船業も盛んである。その遊漁船では、年間を通じて漁獲されるマサバ *Scomber japonicus* やゴマサバ *Scomber australasicus* などが、季節的な点から脂がのらない魚体が多い。また、遊漁での釣り客も、釣られたさば類を持ち帰ることは少なく、新たな利用が求められていた。

活魚を高品質に取り扱う方法として、活け締めが古くより知られている。特に高級魚であるヒラメ *Paralichthys olivaceus* やマダイ *Pagrus major* などでは、市場や活魚業者が包丁やカギなどで延髄を刺し、活け締めとしているほか、養殖のブリ *Seriola quinqueradiata* やカンパチ *Seriola dumerili* などでは、船上での延髄刺殺による活け締めが実用化¹⁾ されてもいる。また、遊漁で漁獲した活魚を品質良く持ち帰るため、魚(小型魚、大型魚)やイカなどに合わせた神経抜き用の道具も市販されている。

そこで、平塚の遊漁船で漁獲された活きたサバ類の利用法として、高品質な肉質を維持させる活け締めと脱血、低温輸送によるブランド化

が行えるかについて検討を行ったのでここに報告する。

材料と方法

平塚で遊漁船漁業を行っている庄治郎丸、庄三郎丸、浅八丸(順不同)が操業中に、従業員らが釣り揚げた活魚のゴマサバで、重量が400~450g程を供試魚として用いた。

試験は2012年の1~2月に3回実施し、新しい平塚漁港の荷さばき場において、第1~3試験を実施した。なお、魚の処理については、主に漁協職員が活け締めと脱血処理を行った。

第1試験では、脱血の有効性を確認するため、脱血方法はA:片側のエラをハサミで切り、脱血処理は海水中で自由遊泳で行った。なお対照区としてB:通常の水氷による締めを行った。保冷方法は、発泡スチロール箱に袋に詰めた砕氷を入れ、新聞紙を敷いた上に薄い発泡ポリエチレンシートを敷き、処理されたゴマサバを横置きにして並べた。さらに、その上に発泡ポリエチレンシートを被せて、魚体が潰れない程度の袋詰め砕氷を載せ冷却し、常温による輸送(保冷1)とクール便による冷却輸送(保冷2)を行った。

第2試験では、脱血方法による差を確認するため、A:片側のエラをハサミで切る、A2:両側のエラ切をハサミで切る、C:首折り、D:片エラ切りと共に心臓切りの4種類を行った。脱血処理については、ポンプでくみ上げられた殺菌海水を掛け流した流水区と、それを溜め置きした止水区の2種類を実施した。保冷方法は第1試験と同様で、常温による輸送(冷却1)のみを実施した。

第3試験では、脱血と共に活け締めとの併用効果の確認を行った。脱血方法はA：片エラ切りであるが、活け締めとしてはE：延髄刺殺をしてからエラ切りを行う方法を行った。また、脱血処理としては、掛け流しの流水区で処理した後に、ヤケ肉の発生を防止するため水氷にて冷却を20分を行った。輸送方法は厚いウレタンマット（ウレ）及び魚全体を包むようなU字型発泡（U字）を用いて、死後硬直による魚肉変化を遅くし、氷による魚体を痛めない新たな輸送方法の試験を行った。

発泡スチロール箱で輸送されたゴマサバは当所の実験室に運び込み、梱包してから24時間後に開封し、目視による体色（表皮）の変化、魚体表面の凹みを確認した。さらに、直ちに三枚おろしにしてフィレにした後、筋肉の白濁や出血、身割れについて観察し、味わいとして酸味を感じるか、食感としてムチムチしているかなど3名により官能評価した。

体温及び品温については、記録間隔を10分毎に設定したサーモレコーダーRT-13（エスペックミック製）を用いて測定した。

また、鮮度としてはK値を測定し、サバ魚肉をPCAで処理し、HPLC（LC-10ATVP：島津製）を用いて行った。分析条件はカラム：Asahipak GS-320HQ、検出：260nm、移動相：200mMリン酸緩衝（pH2.70）、流速：1ml/min、カラム温度：30℃である。

結果

第1試験

試験は2012年1月30日の15時に実施した。気温は12.2℃、海水温は12.9℃で、作業時間は45分で終了した。用いたゴマサバは前日に釣り上げられ、荷さばき場に設置された活魚水槽で蓄養した。それを試験開始前にタモですくいとって実施した。

試験には片エラ切り海水（流水）脱血のA区を8尾と、対照区として水氷にて締めたB区を6尾作成した。輸送法としては、常温輸送（保冷1）したものと、クール便（保冷2）の2種類で行った。

発泡スチロール箱内の温度は、常温で輸送し

たものは5.3℃、クール便では4.9℃であり、大きな差は見られなかった。魚体温度は常温輸送では2.1℃、クール便では1.3℃であった。なお、図では示さないが、海水温と同じであった魚体温は、発泡スチロール箱に詰めた後に冷却が進行して、3時間後までに最低温度までに達した。その後は温度が安定し、最低温度のまま24時間まで温度変化は殆ど見られなかった。

表1 エラ切り脱血と未処理サバの輸送後24時間後の観察結果
(匹/匹)

	A-保冷1	B-保冷1	A-保冷2	B-保冷2
体色変化	0/4	1/3	0/4	0/3
体表凹み	4/4	3/3	4/4	3/3
筋肉出血	0/4	3/3	0/4	3/3
筋肉硬直	0/4	3/3	0/4	0/3
筋肉軟化	1/4	0/3	0/4	1/3
酸味	1/4	3/3	2/4	2/3
弾力感	2/4	0/3	0/4	0/3

A：片側のエラをハサミで切り海水中で自由遊泳しながら脱血

B：通常の水氷による締め

保冷1：常温による輸送 保冷2：クール便による輸送

観察による結果及び三枚におろしたフィレの観察及び官能検査の結果を表1に示した。全14検体のうち、未処理のB-保冷1で体表面に血液が観察されたが、その他の検体では体色も緑青色で光沢があり良好であった。脱血処理を実施したA-保冷1及びA-保冷2とも、エラ切りした全ての魚体で下氷による筋肉の凹みが観察された。また、対照区のBの保冷1、2も同様に下氷による筋肉の凹みがみられたことから、冷却用の氷の形態や魚体を保護するマットの改善が必要であった。フィレでは、脊椎骨周辺の血合部位から筋肉への出血がB区の全ての魚体で確認された。しかしA区では保冷方法にかかわらず、出血は確認されなかった。但し、B-保冷1では死後硬直と思われる筋肉の硬直が3検体全てで見られており、B-保冷2では3検体全てで硬直が見られていないことから、保冷温度のわずかな差が影響したものと思われる。

官能検査では4つの区全てで酸味を感じる検体が発生していた。A-保冷1の4検体のうち、2検体では活魚の筋肉のようなムチムチとした感触

があり、生存時の弾力がある筋肉の状態が維持されていることが観察された。

処理後24時間経過した後にフィレにしたゴマサバの区別平均K値を図1に示す。脱血処理及び未処理の検体とも全てで平均K値が5%以下であり、良好な状態であることが確認された。それぞれの平均K値はA-保冷1では3.63%、B-保冷1では4.17%、A-保冷2では2.78%、B-保冷2は2.87%であった。脱血を行ったA区と未処理のB区では、保冷1、2の方法共に脱血処理を行ったA区の方が低い値であった。また、保冷1に比べて保冷2のクール便による輸送方法の方がAとBの両処理法でも低い値であった。なお、個体によるK値の差は殆ど見られてない。

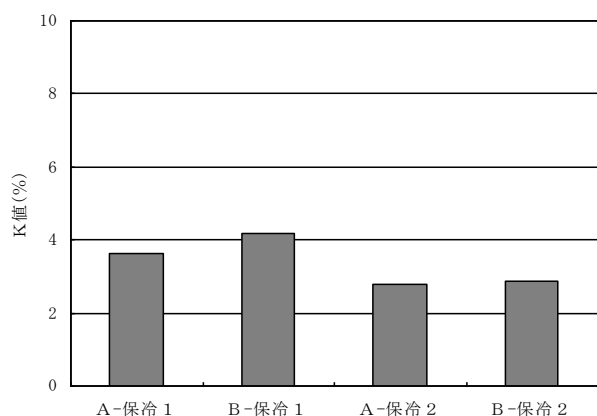


図1 エラ切り脱血と未処理サバの輸送後24時間後の平均K値

第2試験

試験は2012年2月10日の15時に実施した。気温は11.0℃、海水温は12.6℃で、作業時間は55分で終了した。用意したゴマサバは当日遊漁船の魚槽から網を使って水揚げし、小型の水槽にて1時間海水を掛け流しして休養させたゴマサバを用いた。

脱血に用いたゴマサバの数は、片エラを切ったA区を6尾、両エラを切ったA2区を4尾、首折りしたC区を2尾、片エラ切りと共に心臓切りしたD区を4尾の合計16検体を作成した。脱血処理については、ポンプでくみ上げられた海水を掛け流した流水区と、それを溜め置きした止水区の2種類で実施した。なお、輸送方法は常温輸送のみとし、到着時の魚体温は1.5度であり、第1回試験と同じく梱包後3時間ほどで

最低冷却温度に達し、24時間まで殆ど温度変化は確認されなかった。

観察による結果及び三枚におろしたフィレの観察及び官能検査の結果を表2に示した。体色の変化については、全ての区で出血などによる変色などは観察されなかった。しかし、下水側にあった体表には、破碎した氷による小さな凹みが全ての検体で確認された。フィレにした後の筋肉の出血については、C-止水区の2検体のうち1検体で血合い部分から発生が見られた。今回は筋肉硬直については観察されなかったが、新たに脱血を止水で行った、A-止水区、C-止水区、D-止水区の3種の方法で行った8検体について、全ての検体で血合い部位付近から透明感を失ったヤケ肉が確認された。特に首折りしたC-止水区の2検体ではフィレの全体に広がっており、身割れについては3種類の止水区で処理した8検体中7検体で確認された。

官能検査では、全ての区で酸味が感じられる検体があり、16検体中12検体で確認された。また、流水で脱血の処理を行ったA-流水区及びA2-流水区では、それぞれ50%にあたる2検体がムチムチ

表2 脱血方法と脱血処理の違いによる24時間後の観察結果 (匹/匹)

	A-流水区	A2-流水区	A-止水区	C-止水区	D-止水区
体色変化	0/4	0/4	0/2	0/2	0/4
体表凹み	4/4	4/4	2/2	2/2	4/4
筋肉出血	0/4	0/4	0/2	1/2	0/4
ヤケ肉	0/4	0/4	2/2	2/2	4/4
身割れ	0/4	0/4	0/2	1/2	2/4
酸味	2/4	3/4	2/2	2/2	3/4
弾力感	2/4	2/4	0/2	0/2	0/4

A：片エラをハサミで切る、A2：両エラ切をハサミで切る、

C：首折り、D：エラ切りと共に心臓切り

流水区：海水を掛け流し、止水区：溜め置き

とした弾力のある食感があり、生きていたような筋肉の状態が維持していた。

5つの処理区の24時間後にフィレにしたときの各区の平均K値を図2に示す。全ての区においてK値が5%以下であり、鮮度は良好に保たれていた。ただし、筋肉の白濁化や部分的なヤケ肉が観察された

ものについても、K値では低い値であった。

流水で処理したA-流水区及びA2-流水区の平均K値はそれぞれ4.65%、3.45%であり、片エラだけの切断よりは両側のエラを切断する方わずかであるが低い値であった。また、止水区のA-止水区、C-止水区、D-止水区はそれぞれ、2.50%、4.40%、2.58%と低い値であった。また、流水区のA区より止水区のA区の方が、K値では低い値であった。

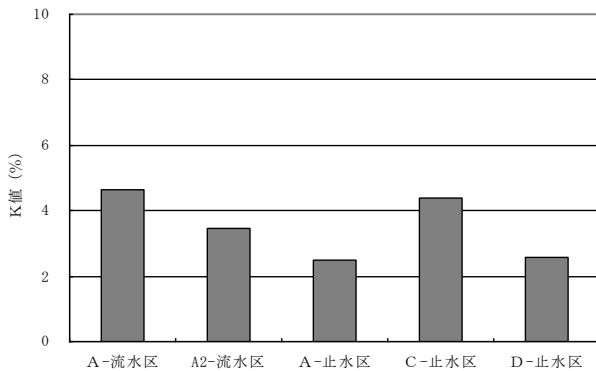


図2 各種脱血方法と脱血処理別サバの輸送後24時間後の平均K値

第3試験

試験は2012年2月21日の15時に実施した。気温は10.2℃、海水温は11.5℃であり、作業時間は50分で23検体を処理した。

当日に漁獲されたゴマサバを用いて、第2試験と同様に休養させた後、脱血方法はA区の片エラ切り、E区では活け締めとして直径5mmで15cmの金属製棒を使い、延髄刺殺をしたのちにエラ切りを行った。また、脱血処理としては、掛け流しの流水区で処理した後に、水氷にて冷却を20分行った。

輸送方法としては、砕氷を入れた発泡スチロール箱に、厚さ4cm程のウレタンマット、厚さ1.2cmのU字型発泡の2種類で、魚体に冷却用

の氷が直接当たらないように保護して図3のようにして常温輸送を行った。

表3 脱血と活け締め処理と保冷方法の異なる24時間後の観察結果 (匹/匹)

	A-ウレ	E-ウレ	A-U字	E-U字	B-ウレ
筋肉出血	1/5	0/5	0/5	0/5	0/3
ヤケ肉	2/5	0/5	5/5	5/5	1/3
身割れ	0/5	0/5	3/5	2/5	2/3
弾力感	2/5	3/5	2/5	4/5	0/3

A：片エラをハサミで切る、E：延髄刺殺後に片エラ切り
ウレ：厚いウレタンマット、U字：U字型の発泡

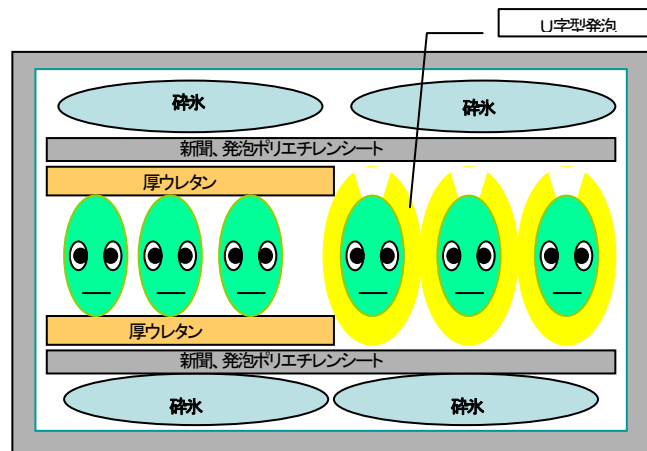


図3 厚ウレタン、U型発泡を用いた輸送の模式図

観察項目による結果及び三枚におろしたフィレの観察及び官能検査の結果を表3に示した。24時間後に全ての区において魚体の体表色や出血、凹みの検体は確認されず良好な状態であった。

フィレにした後は筋肉内での出血がA-ウレ区で1検体だけ確認されたが、これは魚を掴むなどの時に暴れてしまい、ハンドリングとして適切でなかったことと思われる打ち身による普通肉部での出血であった。ヤケ肉に関してはE-ウレ区だけは発生が確認されず、特にA-U字区とE-U字区では各5検体全てで透明感を失った白濁した筋肉が確認された。発生の様子としては、脊椎周りの普通肉や、血合部分を中心として普通肉に広がる形で、肉食の透明感が減少して、白濁した感じになっており(図4)、魚体によっては筋肉全体に広がるものも見られ



図4 脊椎骨周辺の血合部分に発生したヤケ肉
(矢印の先で示した囲われた部位)

た。

身割れについてはA-ウレ区とE-ウレ区では確認されなかったが、A-U字区では3検体、E-U字区でも2検体で発生しており、対象区であるB-ウレでも3検体中2検体で発生していた。

官能検査では、B-ウレ区以外で、5検体中2~4検体に、ムチムチとした感触の弾力がある筋肉の状態を維持していた。

次にフィレにしたのち冷蔵庫で4℃保存し、脱血などの処理をしてから24、48、72時間経過後のK値変化を図5に示した。対照区とした脱血や活け締めを行っていない未処理のB-ウレ区では、発泡容器から取り出した24時間経過でK値が9.0%、48時間では14.1%、72時間後では27.7%であった。それと比較すると、ウレ

タンで輸送したA-ウレ区とE-ウレ区、及びU字型発泡で処理したA-U字区とE-U字区のいずれも、対象区より低い値であった。24時間では全試験区の平均が約3.7%と高鮮度を保っており、対象区より約5%も低い値であった。48時間でも4試験区の差は殆ど見られず、全ての区の平均値が約9.7%であり、対象区より4.4%程低い値を示していた。しかし、更に24時間経過した後の72時間では対象区のB-ウレ区ではK値の上昇角度が大きくなったことと、4つの試験区の変化に差が見られた。エラ切り脱血のみ行ったA区に対して、延髄刺殺を行ってからエラ切りを行ったE区では、2種類の輸送方法ともK値の上昇が抑えられていた。ウレタンを使用したA-ウレ区とE-ウレ区では、それぞれ17.8%と15.4%であり、E区の方が2.4%低く抑えられていた。また、U字型発泡で処理したA-U字区とE-ウレ区では、それぞれ22.7%と20.1%であり、同じくE区の方がK値で2.7%上昇が抑えられていた。

考 察

鮮魚を高鮮度で流通させるために、様々な方法が検討されている。望月ら²⁾はマサバの貯蔵温度に着目し、即殺後は5℃で貯蔵することで、活きの良い状態を長く維持できるとしている。他にもマダイ³⁾やヒラメ⁴⁾などで検討されている他、養殖イサキにおいてブランド化のための報告⁵⁾がある。寺山¹⁾はカツオやカンパチを船上で脱血を重視した活け締めにより、ブランド化を図っている。

また、遠隔地への輸送や利用店舗での保存として、魚体を冷やし過ぎず、0℃より10℃での保存が死後硬直の進行を抑えるとの報告^{3,4)}もある。

最近では、漁獲ストレスによる影響が多いことから、品質の低下の軽減やへい死の減少にヒラメの短期蓄養⁶⁾、ゴマサバの短期蓄養⁷⁾やマアジの絶食蓄養⁸⁾による改善方法が見いだされている。それらには24時間の蓄養で十分に回復することや、無給餌でも1週間以内であれば筋肉が高い弾力を示すことが明らかにされている。

これらのことから以下の点が重要と思われる。まずは漁獲のストレス軽減のため、魚を休ませてエネルギー物質であるATPの回復を図ると共に、筋肉内の乳酸値の低下によるストレスを解消させること。延髄刺殺や脱血による活け締めで、血液や細胞内の酵素による筋肉や内臓の自己消化を抑制し、さらに筋肉発熱によるヤケ肉の発生も神経抜きと初期の適正な冷却により抑制可能であり、高品質の維持が可能であることである。

ヤケ肉については、マグロ類や養殖ブリなどで発生しており、肉の色調が白っぽく変色し、保水性が失われて過度なものではスポンジ状になる異常肉の一種⁹⁾である。その発生の主要因については、高体温と低pHが挙げられ、特に養殖マグロでの研究が進んでいる¹⁰⁾。その中には、ヤケ肉発生の緩和には、ストレス軽減などの他に、低温蓄養¹¹⁾についても有効とされている。

今回の平塚での試験は、遊漁船業による少量ではあるが、釣りにより得られた活魚の利用法として、活きた筋肉に見られるムチムチとした食感を輸送先でも維持することで、ブランド化

も、漁協職員の意見として1時間ほどの間で処理できるものであることが要望された。今回、それに伴い作業を繁雑にすることなく、適切な方法を検討したものである。特に脂肪含量が少ないもので、足が速いとされる赤身魚のゴマサバは、活け締めと脱血により、高品質化が可能であることが示唆された。

脱血による筋肉内への内出血や溶血、活け締めによる死後硬直の遅延化、さらに冷却による内臓からの消化液や筋肉内酵素による自己消化が抑えられたことにより、筋肉への劣化が著しく抑えられることが実証された。

しかしながら、1時間ほど休養をさせた第2試験や、水揚げ直後のものを用いた第3試験では、活け締めや脱血の際に、暴れて水槽から飛び出してしまう魚もあった。さらに水氷で処理したものであっても、保存中の魚体中心部の温度上昇によるヤケ肉の発生が確認された。これらについては、蓄養によりストレスを軽減することと、活け締めと脱血処理には、第3試験で確認された最初に延髄刺殺することで、暴れて発熱することに対して抑制することが可能と考えられる。また、脱血後の初期冷却には20分では足らなかったことから、30分程行う必要があると思われる。しかし、死後硬直を起こすような過剰な冷却は防がないといけない。そして、冷蔵温度としては冷やしすぎず品質を維持でき、死後硬直の開始時間を遅らせることが重要であり、それには発泡容器に入れた後にも適した体温を維持することが必要と考える。これは、冷却用の氷が直接的に魚体の冷却に影響していると考えられ、結果的にわずかな魚体温の差で死後硬直が発生することによる食感の低下が第1試験で明らかになった。また、輸送中の魚体温を冷やすための砕氷の凹凸が、直接的に筋肉を押しつぶす形で凹みの発生が第1、2試験でも確認された。これは、筋肉に物理的なダメージで細胞レベルで押しつぶされていること。また、直接的な冷却による過冷却された部位が発生することで、品質低下と見なされる。しかし、魚体の保護を優先した結果、冷却不足あるいは冷却保存時の魚肉からの発熱に対して、保温効果の強い厚いウレタンなどでは、ヤケ肉が部分的に第3試験では発生していた。しかしながら、ヤケ肉が発生していたものの、ムチムチとした弾力性の高い筋肉を食感として確認できており、保冷方法の確立が必要であった。それ

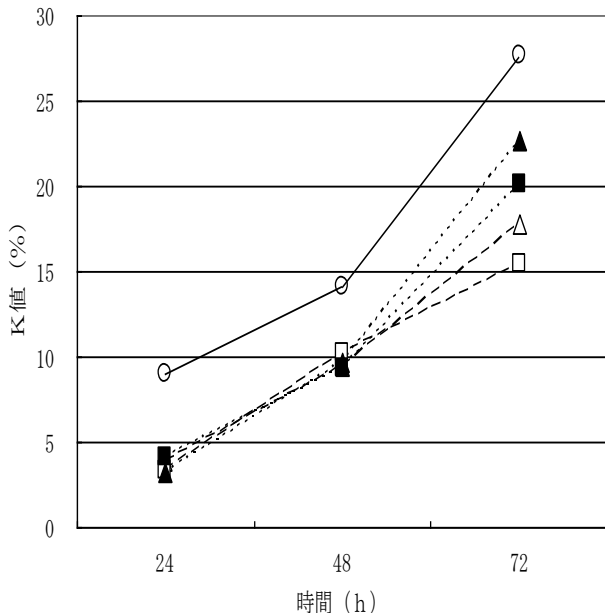


図5 脱血と活け締め処理と保冷方法の異なるゴマサバを24時間経過時にフィレ化したK値の経時変化

--△-- A-Uレ --□-- E-Uレ ...▲... A-U字
 ...■... E-U字 --○-- B-Uレ

をを図るものである。また、作業時間について

には、冷気を通す通気性の高いマットや、立体型の保護パッケージの開発が必要であることも明らかになった。

以上の問題をまとめると、漁獲されて蓄養によってストレスフリーとなったゴマサバであれば、延髄刺殺後にエラ切による脱血、その際の発熱を十分に緩和する前処理。その後、死後硬直をさせない冷却と魚体の物理的ダメージを与えない、新たな梱包法の組合せにより、ムチムチとした食感を持ったさせることが可能と考えられた。

さらにブランド化には、首都圏での利用が可能な、魚の処理から24時間ほどの輸送、店舗などでのフィレにしてから消費されるまでの間とし、おおよそ48時間程度はムチムチとした食感を持続する必要があると思われる。それにより、低利用であったゴマサバの高付加価値化が進められると考えられる。さらに平塚市漁業組合が進めている「須賀メトト」ブランド化の推進としては、ヒラメやマアジなどの取扱に関するマニュアル^{12, 13, 14)}があることから、「須賀メトト」取扱いマニュアル作りも必要であり、品質の確認システムやタグなどによる保証制度による差別化なども合わせて行う必要もあると考えられる。

謝 辞

この試験を実施するにあたり、試料の調達に協力を頂いた庄治郎丸、庄三郎丸、浅八丸の船頭に感謝する。また、現場にて活け締めやその評価について協力いただいた有限会社いしけんフードサービスの石川賢一氏にも重ねて感謝する。

引用文献

- 1) 寺山誠人(2004)：活きしめ脱血によるカツオなどの品質向上に関する研究，日水誌，**70**(5)678-681.
- 2) 望月聡、上野洋子、佐藤公一、樋口宣英(1999)：マサバ筋肉の死後変化に及ぼす致死後の貯蔵温度の影響，日水誌，**65**(3)，495-500.
- 3) 岩本宗昭、井岡久、斉藤素子、山中英明(1985)：マダイの死後硬直と貯蔵温度との関係，日水誌，**51**(3)，443-446.
- 4) 岩本宗昭、山中英明、渡部終吾、橋本周久(1990)：天然及び養殖ヒラメの死後硬直の進行の比較，日水誌，**56**(1)，101-104.
- 5) 岡本昭、濱田友貴、三浦勝貴、野中健、桑原浩一、大迫一史、三嶋敏雄、橘勝康(2006)：養殖イサキの死後変化に及ぼす刺殺条件と保存温度の影響，日水誌，**72**(5)，918-923.
- 6) 安崎友季子、瀧口明秀、小林正三(2004)：蓄養によるヒラメの疲労回復が死後硬直までの時間に及ぼす影響，千葉水研研報，**3**，87-90.
- 7) 保聖子・杉田毅・鶴田和弘・福田裕・木村郁夫(2012)：漁獲ストレスを受けたゴマサバの短期蓄養によるストレス回復，日水誌，**78**(3)，454-460.
- 8) 福島英登・前田俊道・田中竜介(2012)：蓄養が魚類の品質維持向上にもたらす効果，日水誌，**78**(1)，73.
- 9) 小長谷史郎(1982)：異常性状の魚肉，ジェリーミートとヤケ肉，日食工誌，**29**，379-388.
- 10) 今野久仁彦・落合芳博・福田裕(2010)：生鮮マグロ類の高品質管理—漁獲から流通まで—，水産学シリーズ，恒星社厚生閣，東京，**165**，144pp.
- 11) 保聖子・上村健(2004)：養殖ブリおよびカンパチの高品質保持，「水産物の品質・鮮度とその高度保持技術(中添純一・山中英明編)」，水産学シリーズ，恒星社厚生閣，東京，**141**，140-147.
- 12) 北海道立総合研究機構水産研究本部・北海道大学大学院水産科学研究院(2010)：ヒラメ活け締めマニュアル，12pp.
- 13) 北海道水産林務部(2007)：生鮮水産物鮮度保持マニュアル(概要版)，30pp.
- 14) 長崎県総合水産試験場水産加工開発指導センター(2004)：魚介類の鮮度保持法(基礎編)水産加工技術マニュアル，20pp.

