

魚のうまさを引き出す職人技 塩を用いた魚肉の脱水と品質への影響

二村 和規

静岡県水産技術研究所

概 要

静岡県焼津市内の鮮魚店が、魚を三枚におろし、おろした身(フィレ)に塩を振り、身の水分を布巾で絞ることで脱水する「仕立て」と呼ばれる技術を開発した。本研究では、この「仕立て」によるうま味や鮮度の変化を調べることで、塩を用いた魚肉の脱水が品質に及ぼす影響を調べた。

材料には、キンメダイ *Beryx splendens* の鮮魚(前日漁獲、野♂)、直前に神経♂したクログチ及びイサキ *Parapristipoma trilineatum* を用いた。これらを三枚におろし、皮付きフィレを保存試験に供した。片方のフィレに塩を振り、布巾で脱水する仕立てを行った(以下、仕立て区)。また、対照として、同一個体のもう片方のフィレを仕立てせずに同様の条件で保存した(以下、対照区)。これらのフィレを氷冷して店舗から研究所に持ち帰り、仕立て1時間後から家庭用冷蔵庫で最大6-7日間保存した。試験期間中、両区のフィレから仕立て1時間後、6時間後、及びその後1-2日間隔で魚肉をサンプリングした。サンプリングした魚肉から核酸関連化合物を抽出し、高速液体クロマトグラフィーを用いて分析し、得られた値からK値を算出した。さらにイノシン酸分解酵素活性に及ぼす塩化ナトリウム濃度の影響について調べた。サンプルには各魚肉から抽出液を調製し、塩化ナトリウム濃度を0.06, 0.35, 0.64, 1.23, 2.40%に調製した反応液中での酵素活性を調べた。

試験に用いた魚種に共通して、試験終了時の魚肉についてはいずれの区においても味やにおいなど官能的には全く問題がなかった。キンメダイのイノシン酸含有量は両区共に試験期間中緩やかに減少した。また、K値については試験の初期に対照区で2%高くなり、その後も対照区で高く推移した。イノシン酸分解酵素活性については、反応液中の塩分濃度が高くなるほど、活性が緩やかに低下した。

クログチのイノシン酸含有量は、対照区では試験1時間後から増加し、1日後に最大となり、2日後以降は緩やかに減少した。これに対して仕立て区では試験開始1時間後からイノシン酸含有量が高く、対照区と同様に1日後に最大値を示し、2日後では対照区よりもわずかに高い値を示した。また、K値については試験2日後以降対照区で高く推移し、7日後には、仕立て区及び対照区でそれぞれ21%, 28%となった。イノシン酸分解酵素活性は、塩分濃度の増加と共に急激に減少し、塩分濃度0.52%での酵素活性は塩分濃度0.06%の約半分に減少した。

イサキのイノシン酸含有量はクログチと同様に、試験開始1時間、6時間後に仕立て区で高く、1日後にピークとなり、その後もほとんど減少しなかった。また、K値については、両区共に同様に推移し、試験終了時の6日後には約13%となった。イノシン酸分解酵素活性は、塩分濃度の増加と共に緩やか減少したが、仕立て区の塩分濃度に近い塩分濃度0.35%での酵素活性は塩分をほとんど含まない反応液の約80%の高い酵素活性を示した。

本研究では、鮮魚店の職人が感覚で行っている「仕立て」と呼ばれる技術を記録し、「仕立て」による鮮魚の化学成分の変化を明らかにした。神経♂したクログチ、イサキを仕立てた場合、試験開始1時間後、6時間後までにイノシン酸含有量が急激に増加したが、このイノシン酸含有量の急増は「仕立て」により引き起こされたと推察された。また、試験期間の後半において、野♂のキンメダイ及び神経♂のクログチでは、仕立て区のK値は、対照区の魚肉よりも低かった。キンメダ

イ及びクログチのイノシン酸分解酵素活性は、仕立てた際の塩分濃度において、対照区での塩分濃度に相当する酵素活性の半分以上に減少していた。このため、仕立てによる魚肉中の塩分濃度の増加により、イノシン酸が分解されにくい状態となり、結果的にK値の増加が抑制されていると推察された。一方、イサキについては前述の2魚種と異なり、仕立て区に相当する塩分濃度ではイノシン酸分解酵素活性を抑制できなかったと考えられた。

以上から、「仕立て」により即殺後にうま味成分が急増することが明らかとなった。また、「仕立て」により、冷凍による品質低下を避けつつ、鮮度を保持できる可能性が示唆された。

1. 研究目的

近年、高品質な魚が飲食店・小売店で提供されることが多くなっている。例えば、漁獲後の短期蓄養により漁獲ストレスを回復させることで肉質を向上させた上で、活魚で輸送することにより高鮮度・高品質の魚を提供する方法や、ATPが残る高鮮度の状態で凍結する高品質冷凍水産物⁽¹⁾などが実用化されている。しかし、これらの方法は、飼育装置やより低温の冷凍庫などの設備、飼育や解凍の技術が必要である。一方、こうした蓄養や冷凍とは異なり、冷蔵状態(鮮魚)で簡便に鮮度を保持する「仕立て」と呼ばれる技術を静岡県焼津市の鮮魚店「株式会社サスエ前田魚店」西小川店の店主が開発した。この「仕立て」とは、魚を三枚におろし、おろした身(フィレ)に塩を振り、身の水分を布巾で絞ることで脱水する技術である。この塩を用いた脱水により、魚のうま味が増し、魚臭が減り、冷蔵状態で日持ちするようになるとされている。

本研究では、現在は職人が感覚的に行っている「仕立て」の際の塩振りについて、フィレ上の塩分の分布を調べた。また、「仕立て」をしたフィレを試験的に保存し、試験期間中のうま味や鮮度の指標として、イノシン酸含量やK値の変化を経時的に調べ、対照と比較することで、「仕立て」をした魚肉中の化学成分の変化を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 仕立ての手順

仕立ての作業を録画し、「仕立て」の作業工程を記録した。

2.2 フィレでの塩分の分布

材料には、クログチ *Atrobucca nibe* 及びチダイ *Evynnis tumifrons* の活魚を用いた。神経♂後、三枚におろし、フィレ(片身)に仕立ての塩振りを行い、縦方向に3分割、横

方向に4分割し、計12部位に切り分けた。塩分測定用試料は希酸抽出法⁽²⁾に従い、1%塩酸で塩化ナトリウムを含む無機成分を抽出、適宜希釈して調製した。この試料中のナトリウム濃度を原子吸光光度計(iCE3300, Thermo Fisher Scientific Inc.)を用いて測定し、塩分濃度(%魚肉重量)を算出した。なお、魚肉のナトリウム濃度から塩分濃度を算出したため、塩分濃度には元々魚肉に含まれているナトリウム濃度も含まれている。

2.3 保存試験及び分析項目

材料には、キンメダイ *Beryx splendens* の鮮魚(前日漁獲、野♂)、試験直前に神経♂したクログチ及びイサキ *Parapristipoma trilineatum* を用いた。これらを三枚におろし、皮付きフィレを保存試験に供した。片方のフィレに塩を振り、布巾で脱水する仕立てを行った(以下、仕立て区)。また、対照として、同一個体のもう片方のフィレを仕立てせずと同様の条件で保存した(以下、対照区)。これらのフィレを氷冷して店舗から研究所に持ち帰り、仕立て1時間後から家庭用冷蔵庫で最大6-7日間保存した。試験期間中、両区のフィレから仕立て1時間後、6時間後、及びその後1-2日間隔で魚肉をサンプリングした。

サンプリングした魚肉の核酸関連化合物は、1測定につき2サンプルを用いて、胡ら⁽³⁾に従って抽出し、高速液体クロマトグラフィー(LC20シリーズ、株式会社島津製作所)で分析した⁽⁴⁾。なお、K値は次式に従って算出した。

$$K(\%) = (\text{Hyp} + \text{Ino}) / (\text{Hyp} + \text{Ino} + \text{IMP} + \text{AMP} + \text{ADP} + \text{ATP}) \times 100$$

(Hyp:ヒポキサンチン, Ino:イノシン, IMP:イノシン酸, AMP:アデノシンモノリン酸, ADP:アデノシンジリン酸, ATP:アデノシントリン酸)

塩分、水分及び水分活性については、保存試験開始直後に測定し、塩分については、前述の方法により測定した。

水分は常圧加熱乾燥法⁽⁵⁾、水分活性は測定装置 (Hygrolab 2, Rotronic 社) により測定した。

2. 4 イノシン酸代謝関連酵素活性に及ぼす塩化ナトリウムの影響

イノシン酸分解酵素活性に及ぼす塩化ナトリウム濃度の影響について調べた。サンプルには各魚肉の普通肉を用いて、大泉⁽⁶⁾の方法に従って試験を行い、反応液の塩化ナトリウム濃度を 0.06, 0.35, 0.64, 1.23, 2.40% とした。

3. 研究結果

3. 1 仕立ての手順

仕立ての工程は主に、1) 振り塩、2) 脱水、3) 絞り、4) 冷やし込み、の 4 つの工程から成る。まず、まな板に振り塩し、フィレを載せた後にさらに振り塩する (Fig .1 左)。脱水では、振り塩したフィレを載せたまな板を水平から約 70 度の角度に傾けた状態で保持し、魚肉表面から塩分の浸透圧で水分を抜く工程であり、調査時は約 15 分脱水した。その後、濡れ布巾をフィレの表面に広げ、前後及び上下方

向から揉み込むことで魚肉を絞り、さらに脱水する (Fig .1 右)。最後に、フィレをアルミバットに移し、樹脂フィルム等で表面を覆わずに冷蔵庫 (約 0℃) 中で急冷する。

3. 2 フィレでの塩分の分布

仕立ての振り塩直後の塩分量を調べた結果を Fig 2 に示す。クログチでは、塩分はハラモ部分 (腹側前方) で 1.1% と最も高く、次いで尾部及び背部で、0.7-0.9% となり、中骨付近では低い値であった。また、チダイでは、ハラモ、背部、尾部で比較的高い値 (1.3-1.5%) を示し、中骨付近では 0.8-0.9% と低かった。店主からの聞き取りでは、クログチのようにいわゆる脂がのらない場合は、ハラモや尾部のみに多めに塩を振り、チダイのように脂がのる場合は、さらに背部にも多めに塩を振る、との事であり、分析結果と概ね一致していた。なお、店主によると脂がのる魚 (この場合はチダイ) は、塩分が浸透しにくいいため、のらない魚 (クログチ) よりも全体的に多めに塩を振る、との話であり、さらに魚種や脂ののり具合により塩分量を調整していた。



Fig. 1 振り塩 (左) 及び脱水工程 (右)

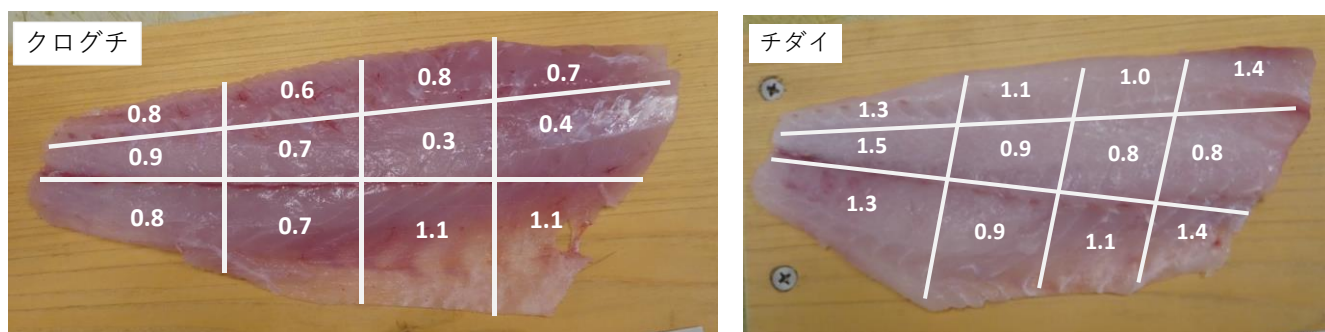


Fig. 2 クログチ及びチダイでの塩分の分布 (数値は塩分:%)

3. 3 保存試験

3. 3. 1 キンメダイ

キンメダイ(前日漁獲, 野♂)の仕立て区及び対照区の試験開始時の水分はそれぞれ 75.8%, 76.7%, 水分活性は0.981, 0.988, 塩分濃度は0.88%, 0.21%であり, 仕立て区では塩分が多く, 水分, 水分活性が僅かに低かった。

キンメダイ及び以下の魚種に共通して, 試験終了時の魚肉についてはいずれの区においても味やにおいなど

官能的には全く問題がなかった。

試験期間中のイノシン酸含有量及び K 値の変化を Fig.3 に示す。イノシン酸含有量は両区共に試験期間中緩やかに減少した。また, K 値については試験の初期に対照区で 2%高くなり, その後も対照区で高く推移した。イノシン酸分解酵素活性については, 反応液中の塩分濃度が高くなるほど, 活性が緩やかに低下した (Fig.4)。

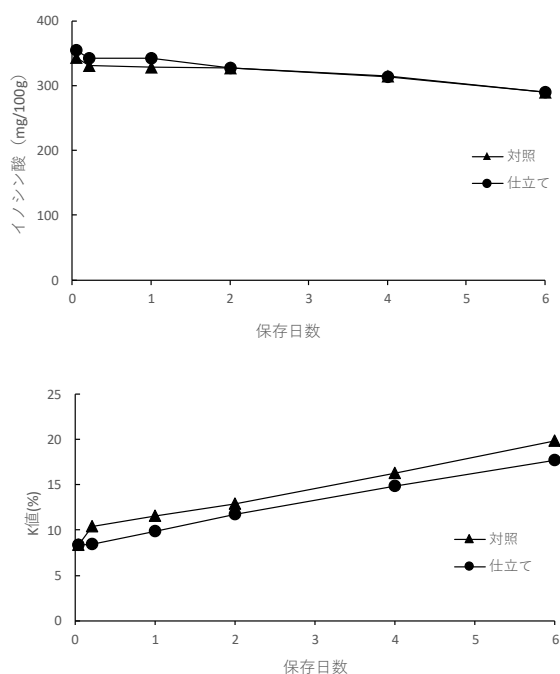


Fig. 3. キンメダイ(野♂)におけるイノシン酸及び K 値の変化

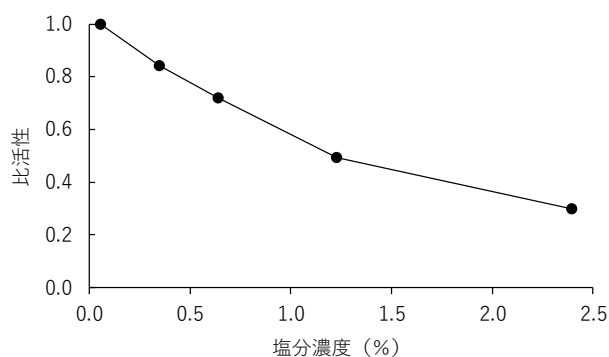


Fig. 4. キンメダイのイノシン酸分解酵素活性に及ぼす塩分の影響

3. 3. 2 クログチ

神経♂したクログチの仕立て区及び対照区の試験開始時の水分はそれぞれ 73.7%, 74.9%, 水分活性は 0.981, 0.990, 塩分濃度は 0.52%, 0.12%であり, キンメダイと同様に仕立てた魚肉では塩分が多く, 水分, 水分活性が僅かに低かった。

試験期間中のイノシン酸含有量及び K 値の変化を Fig.5 に示す。うまみ成分であるイノシン酸は, 対照区では試験 1 時間後から増加し, 1 日後に最大となり, 2 日後以降は緩やかに減少した。これに対して仕立て区では試験開始 1 時間後からイノシン酸含有量が高く, 対照区と同様に 1 日後に最大値を示し, 2 日後では対照区よりもわずかに高い値を示した。また, K 値については試験 2 日後以降対照区で高く推移し, 7 日後には, 仕立て区及び対照区でそれぞれ 21%, 28%となった。イノシン酸分解酵素活性は, 塩分濃度の増加と共に急激に減少し, 塩分濃度

0.52%での酵素活性は塩分濃度 0.06%の約半分に減少した (Fig. 6)。

3. 3. 3 イサキ

神経♂したイサキの仕立て区及び対照区の試験開始時の水分はそれぞれ 77.3%, 78.6%, 水分活性は 0.986, 0.995, 塩分濃度は 0.37, 0.22%であり, 仕立てた魚肉では僅かに塩分が多く, 水分, 水分活性が僅かに低かった。

試験期間中のイノシン酸含有量はクログチと同様に, 試験開始 1 時間, 6 時間後に仕立て区で高く, 1 日後にピークとなり, その後もほとんど減少しなかった (Fig. 7)。また, K 値については, 両区共に同様に推移し, 試験終了時の 6 日後には約 13%となった。イノシン酸分解酵素活性は, 塩分濃度の増加と共に緩やか減少し, 塩分濃度 0.35%の際の酵素活性は塩分濃度 0.06%の約 8 割を示した (Fig. 8)。

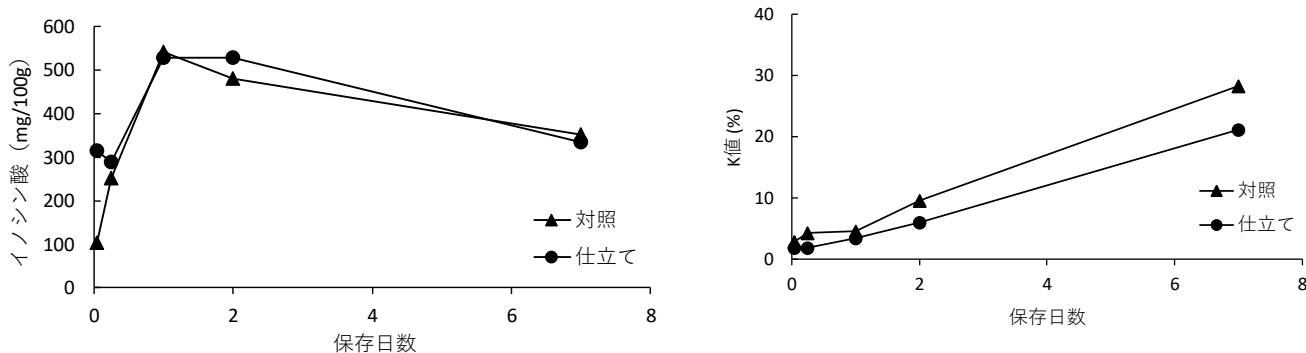


Fig. 5 クログチ (神経♂)におけるイノシン酸及び K 値の変化

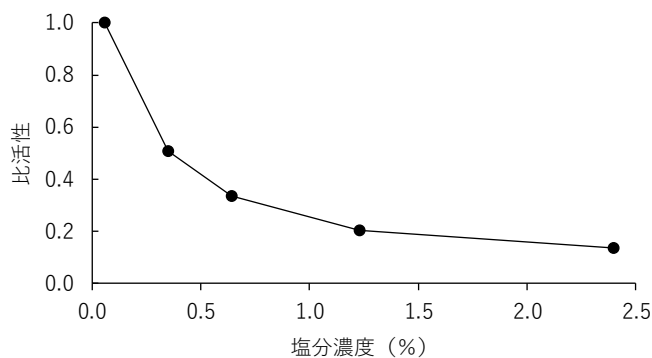


Fig. 6 クログチのイノシン酸分解酵素活性に及ぼす塩分の影響

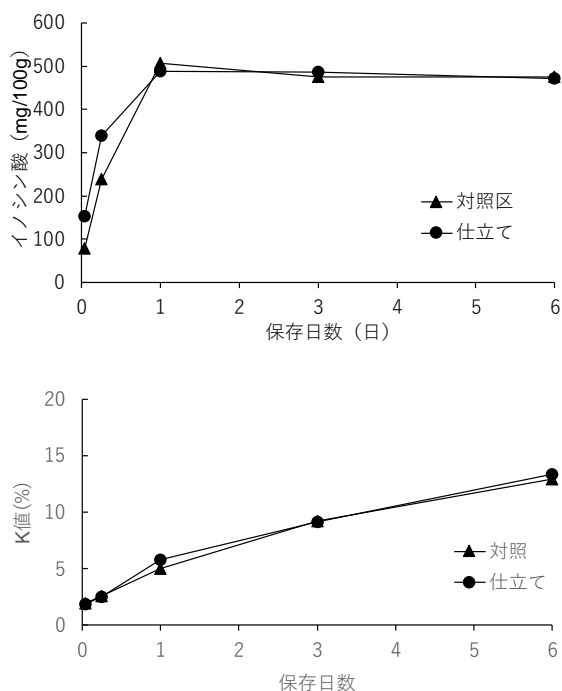


Fig. 7 イサキ(神経ペ)におけるイノシン酸及び K 値の変化

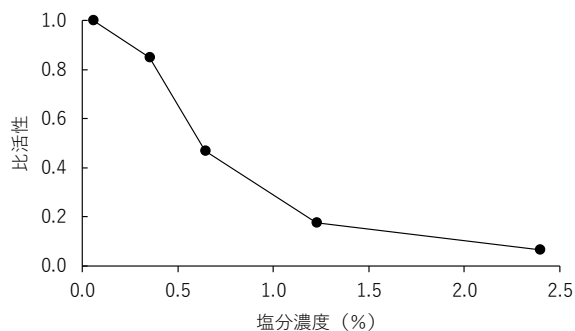


Fig. 8 イサキのイノシン酸分解酵素活性に及ぼす塩分の影響

4. 考 察

本研究では、鮮魚店の職人が感覚で行っている「仕立て」と呼ばれる技術を記録し、「仕立て」による鮮魚の化学成分の変化を明らかにした。神経ペしたクログチ、イサキを仕立てた場合、試験開始 1 時間後、6 時間後までにイノシン酸含有量が急激に増加した。一方、対照区は試験開始 1 時間後ではイノシン酸がほとんど含まれず、1 日後まで緩やかに増加し、最大値を示した。即殺後のマアジ、マサバ、マルアジ魚肉におけるイノシン酸含有量の変化については、即殺後はイノシン酸がほとんど含まれず、半日から 1 日後のピークまで緩やかに増加することが報告されており^(7,8)、本研究での対照区と同様の変化を示した。これらからイノシン酸含有量の急増は「仕立て」により引き起こされたと推察された。しかし、この急増の理由については不明であり、脱水の際の揉み込みの工程や塩分濃度の増加による AMP デアミナーゼ活性の増加(私信)が、試験

初期のイノシン酸の急増に寄与している可能性もあり、さらに研究が必要である。

試験期間の後半において、野ペのキンメダイ及び神経ペのクログチでは、仕立て区の K 値は、対照区の魚肉よりも低かった。K 値は核酸関連化合物の比率から計算されており、魚肉中の核酸関連化合物は、ATP→ADP→AMP→IMP→Ino→Hyp の順で酵素群により分解される⁽⁹⁾。この中で ATP から IMP までは速やかに分解されるが、IMP から Ino への分解速度は遅く、これに関与するイノシン酸分解酵素が分解の律速になっており⁽¹⁰⁾、イノシン酸分解酵素活性が K 値の変化に影響すると考えられる。キンメダイ及びクログチのイノシン酸分解酵素活性は、仕立てた際の塩分濃度(0.88%, 0.52%)において、対照の塩分濃度に相当する酵素活性の半分以下に減少していた。このため、仕立てによる魚肉中の塩分濃度の増加により、イノシン酸が分解されにくい状態となり、結果的に K 値の増加が抑制されていると推察された。一方、イサキについては、仕立ての際の塩分濃度が 0.37%と低かったため、イノシン酸の分解を抑制できなかったと考えられた。

以上から、「仕立て」により即殺後にうま味成分が急増することが明らかとなった。また、「仕立て」により、冷凍による品質低下を避けつつ、鮮度を保持できる可能性が示唆された。

5. 今後の課題

鮮魚業界全般や一般消費者が使いやすい「仕立て」を応用した鮮度保持技術を開発する。また、仕立ての際の魚種毎の適切な塩分濃度の把握や事例の蓄積、うま味成分に関与するイノシン酸分解酵素活性に及ぼす塩分の影響を把握することで、仕立ての効果を明らかにする必要がある。

6. 文 献

- (1) 木村郁夫(2018)生体内 ATP を利用した高品質冷凍水産物の製造・流通技術の開発. 日本水産学会誌, 84, 780-783.
- (2) 日本食品科学工学会(1996)希酸抽出法. 新・食品分析法, p132-134.
- (3) 胡 亜芹, 張 佳琪, 蛸谷 幸司, 今野 久仁彦(2013)魚肉からの ATP 関連化合物抽出法の簡便化. 日本水産学会誌 79, 219-225.
- (4) 島津製作所(2011)マグロ肉中のヌクレオチドの分析 (K 値の測定)-LC, 分野別データブックシリーズ-分析ガイド食品編, 第6版, 1.21.
- (5) 日本食品科学工学会(1996)常圧加熱乾燥法. 新・食品分析法. P6-9.
- (6) 大泉徹(2010)魚肉中のイノシン酸分解酵素活性と塩漬魚肉の乾燥中に起こるイノシン酸の分解速度に及ぼす食塩の影響. ソルトサイエンス研究助成報告書, 助成番号 1042.
- (7) 望月聡・佐藤安岐子(1994)マアジ筋肉の死後変化に及ぼす致死条件と貯蔵温度の影響. 日本水産学会誌 60, 125-130.
- (8) 望月聡・佐藤安岐子(1996)マサバおよびマルアジ筋肉の死後変化に対する致死条件の影響. 日本水産学会誌 62, 453-457.
- (9) 内山均・江平重男(1970)核酸関連化合物からみた魚類鮮度化学研究の現状. 日本水産学会誌 36, 977-992
- (10) Saito, T, K. Arai & M. Matsuyoshi (1959) A New Method for Estimating the Freshness of Fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 4, 749-750.

Effect of Dehydration Process Using Salt on Fish Meat Quality

Kazumi Nimura

Shizuoka prefectural research institute of fishery

Summary

“Shitate” is a new technique for dehydration of fish meat using salt developed by the master of Sas-ue-Maeda fish store. In this study, the effect of “Shitate” for taste and freshness of fish meat was investigated.

Kinme-dai (fresh fish, *Beryx splendens*), Kuro-guchi (living fish, *Atrubucca nibe*) and Isaki (living fish, *Parapristipoma trilineatum*) were used for each experiment. Kuro-guchi and Isaki were killed by cutting head and caudal peduncle, and then by stabbing the spinal cord. A pair of fillets with skin were cut out from each fish. One side of fillet was processed as “Shitate” (Shitate), and the other as non-processed control (control). During incubation of these fillets in refrigerator, fish meats were excised at 1hr, 6hr, 1day to 6 or 7days. Then the contents of ATP-related compounds in fish meat were determined using HPLC, and K value was calculated.

In Kinme-dai, inosinic acid (IMP) contents of both Shitate and control were highest at the start of experiment, and then gradually decreased. K values of control were higher than that of Shitate during incubation. IMP content of Shitate in Kuro-guchi was rapidly increased in early period of incubation (1hr, 6hr), these contents were higher than that of control. K values of control were higher than that of Shitate during incubation. After 7days incubation, K values of Shitate and control were 21% and 28%, respectively. A result of IMP contents in Isaki was similarly to in Kuro-guchi, showing rapid increase in Shitate at early period of incubation (1hr, 6hr). K values of Shitate and control were similar during experiment.

In brief, IMP contents as Umami were rapidly increased using “Shitate” against instant killing fish. And K values in Shitate tend to be lower than that of control, showing the possibility to keep the freshness of fish meat using “Shitate”.