

## 三崎の水産加工で用いられているマカジキ及びメカジキ冷凍魚のK値から見た品質

臼井一茂・菊池 康司

Quality seen from the K-value of the striped marlin and broadbill swordfish frozen fish which are used by the fish processing in Misaki.

Kazushige USUI\*, Kouji KIKUCHI\*\*

## 緒言

神奈川県三浦市にある三崎の水産加工業では、遠洋まぐろ延縄漁業によって漁獲されるクロカジキ *Makaira mazara* を中心としたかじき類のほか、東南アジアの沿岸域で漁獲されるシロカジキ *Makaira indica*、日本近海から沖合域で漁獲されるマカジキ *Tetrapturus audax* やメカジキ *Xiphias gladius* など、世界中から集荷されたかじき類が加工用原料魚として用いられている。

特にクロカジキやシロカジキを用いたかじきの味噌漬や粕漬は全国的にも知られ<sup>1)</sup>、まぐろと共に「かながわの名産100選」にも登録されている。近年ではメカジキの漬魚加工が盛んに行われているが、マカジキやメカジキについては、加熱調理用として切り身などの冷凍魚肉としての商品が多い。

加工原料となるかじき類であるが、遠洋まぐろ延縄漁船では、漁獲後直ちにエラや内臓などが除去され、冷凍設備で速やかに冷凍されることから、極めて高鮮度で水揚げされる。しかしながら、東南アジアの沿岸から沖合域で漁獲されるかじき類は、数日間の操業中は船上でわずかに冷却されるのみであり、漁獲したのち数日が経過してから水揚げされ、陸上での冷凍施設により凍結処理される。それにより鮮度低下したものと考えられる魚体も見られ、加工の現場では白濁した魚肉やアオタンといわれる青色に変色した魚肉が見られ、使用できない原料となっている。さらには、日本沿岸から沖合域で漁獲されているかじき類についても、冷凍に関しては陸上施設で行うことが多いことから、加工業者が取り扱う魚肉の品質のバラツキや鮮度低下が懸念される。

このため、水産技術センターでは、三崎水産加工業

協同組合からの委託事業で、漬魚や冷凍品のまぐろ類やかじき類加工品である冷凍切身素材について衛生検査を行っている。そこで、冷凍切身で販売されるマカジキおよびメカジキについて、2002年度より品質評価の一つとしてK値測定を行い、三崎の加工業が扱う両種の品質について検討した。

## 材料と方法

## 統計資料

日本沿岸から沖合域で漁獲されるマカジキ及びメカジキの年別水揚げ量と平均単価の推移について、社団法人漁業情報サービスセンターから発行されている水産物市場月報<sup>2)</sup>の、産地市場魚種別取扱量並平均価格から算出した。

## 試料と分析方法

三崎水産加工業組合の会員企業で用いられ、衛生検査用として2002年～2011年までに提供されたサンプルで、加熱調理用と表記された切身のマカジキ72検体とメカジキ93検体を用いた。

-20℃で保存されていたサンプルを、室温にてドリップが発生しない程度に自然解凍し、表面から5cm程内部の魚肉を採取し、K値の測定には前報<sup>3)</sup>と同様にPCA抽出して、pH調整をおこなったものを用いた。

核酸関連化合物の測定は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

## 生鮮マカジキ及びメカジキの水揚げ量と平均単価の推移

日本沿岸や沖合域で漁獲されるマカジキ及びメカジキの年別水揚げ量と年平均単価について、図1と図2に示した。図1に示したマカジキの水揚げ量は2002年から年々減少する傾向がみられ、2002年の2,517t/年に比べ、2011年では約半分の1,277t/年にまで減少していた。

それに伴い、マカジキの平均単価は変動が見られるものの年々上昇傾向を示しており、2002年の396円/kgから最高単価を示した2010年の599円/kgへと、2002年の平均単価に比べて50%もの価格上昇が見られていた。

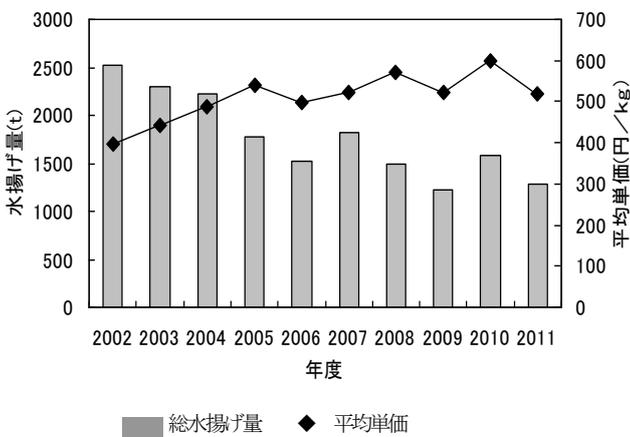


図1 日本で漁獲水揚げされたマカジキの水揚げ量と平均単価

図2に示したメカジキの水揚げ量は、2002～2006年は年々増加していたものの、その後は減少傾向を示しており、最大水揚げがあった2006年の5,520t/年から2011年には半分以下の2,485t/年へと激減した。しかし、メカジキの年平均単価を見ると、漁獲量の減少に関わらずそれに合わせた変動はせず、最低単価が2003年

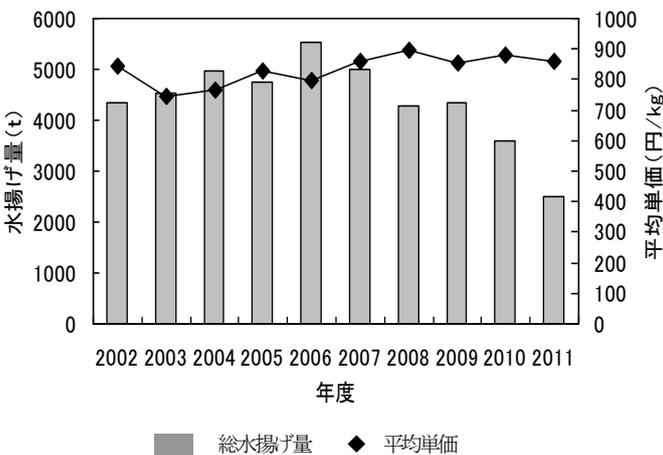


図2 日本で漁獲水揚げされたメカジキの水揚げ量と平均単価

の745円/kg、最高単価が2008年の898円/kgであり、平均の833円/kgに比べて10%程の変動であった。

### マカジキ及びメカジキの年別検体数と平均K値の変化

自然解凍したマカジキのK値について年度別の検体数と平均K値を図3に示す。年度ごとに検体数が異なり、年間測定数は4～10検体であった。平均K値は年度により大きな差がみられ、最小値は2006年度の18.2%であったが、最大値は2008年度の37.2%であった。

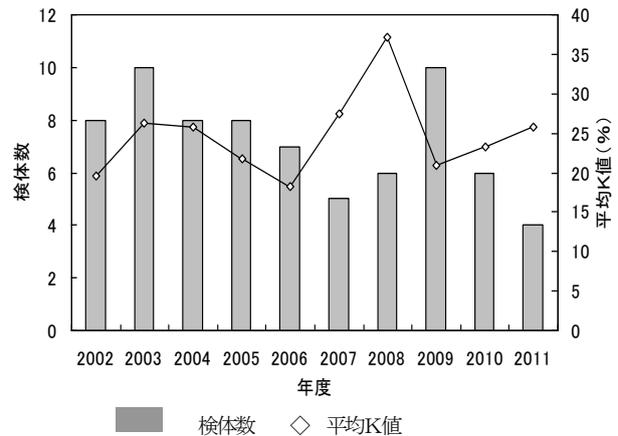


図3 自然解凍したマカジキの検体数と平均K値

自然解凍したメカジキのK値について年度別の検体数と平均K値を図4に示す。検体数は年度ごとに異なり、年間測定数は4～15検体であった。平均K値を見ると、2008年度が19.9%と他の年度に比べて極めて高い値であったが、それを除けば大きな変動は見られず、2005年度が7.0%、最大値は2011年度の13.8%の間で推移した。

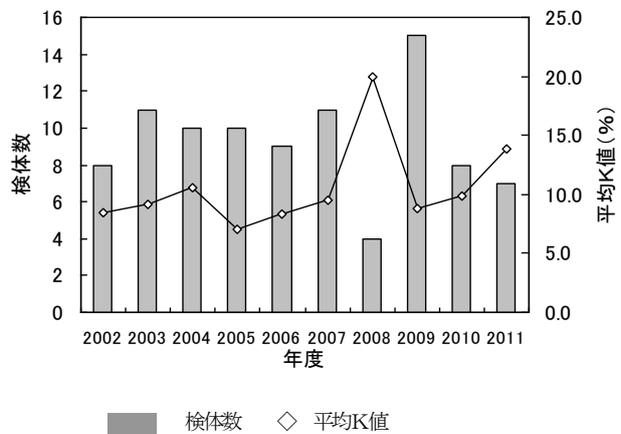


図4 自然解凍したメカジキの検体数と平均K値

## マカジキ及びメカジキのK値の分布

マカジキ72検体のK値分布を図5に、メカジキ93検体のK値分布を図6に示した。なお、K値分布については10%未満、10%から20%未満、20%から30%未満、30%から40%未満、40%以上に区分分けした。

マカジキ全検体の平均K値は24.2%で、20～30%未満の区分が最も多く、全体の44.4%を占めていた。30～40%未満の16検体を足せば全体の約96%となる

メカジキ全検体の平均K値は9.5%であった。10%未満の区分が最も多く、全体の63.4%を占めており、20%までに含まれた検体にすると約90%であった。また、30%を超えたものは全検体中1検体だけであった。この様にマカジキに比べてK値が低く、魚種の特性として高鮮度であることが明らかになった。

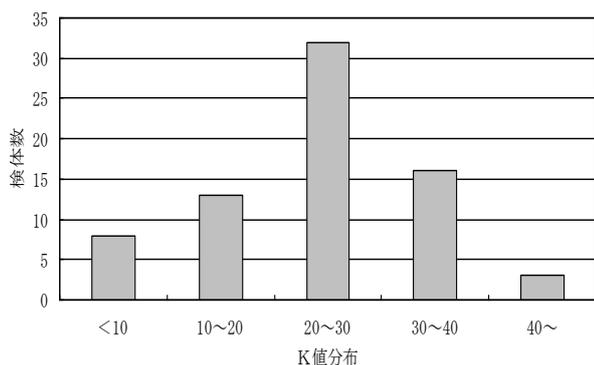


図5 解凍した冷凍マカジキ切り身のK値分布

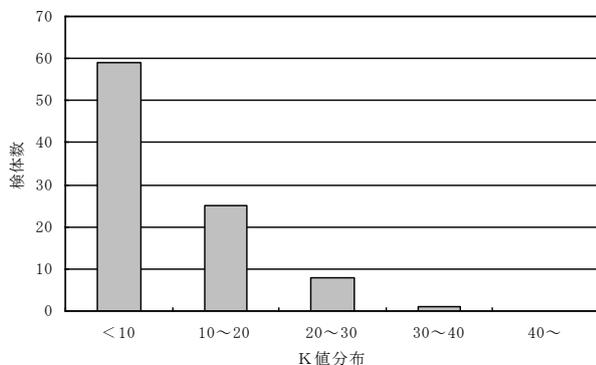


図6 解凍した冷凍メカジキ切り身のK値分布

## 考 察

日本沿岸から沖合域で漁獲されるかじき類

は、延縄漁業や引き縄、突きん棒漁業などで漁獲されている。水揚げ産地としては、気仙沼（宮城県）が主産地で、他に銚子や勝浦（千葉県）、紀伊勝浦（和歌山県）、那覇（沖縄県）などがある<sup>2)</sup>。

かじき類は鮮度低下が比較的遅いと言われており、著者は生鮮のクロカジキについてK値が20%に達するには、5℃保存で5日であったことを報告している<sup>3)</sup>。今回測定対象とした沿岸等で漁獲されたマカジキについては、大型魚であることと、かじき類は鮮度低下が比較的緩やかであることから、船上での冷却処理が不十分であることが予測される。また、陸上施設での冷凍処理は緩慢凍結の場合が殆どであり、ブライン凍結などの急速凍結は行われていないことから、品質としての鮮度低下が懸念されていた。

品質としての鮮度については魚種ごとに多くの報告があり、K値については多くの報告や総論<sup>4)</sup>がなされてる。また、K値以外の品質評価として、 $\beta$ 緩衝能<sup>5)</sup>やATPase活性<sup>6)</sup>など、様々な方法や複合指標<sup>7)</sup>としての検討が行われてきた。

生鮮魚であれば短時間での品質変化が問題となるが、加工原料であるかじき類については、冷凍魚であるので、貯蔵中の品質変化は少ないと考えられる。三崎で加工しているかじき類については、原材料を解凍することなく、わずかな採肉で測定できるK値による評価が可能と考えられた。

三崎の水産加工業者は、沿岸等で漁獲されたかじき類が水揚げされる気仙沼や銚子などの産地から、メカジキやマカジキを仕入れており、産地価格の変動が製品の品質に直接関わるようであった。図1に示したとおりマカジキ漁獲量の減少により、結果として年平均単価が上昇した。品質のよい単価の高い原料魚を買うことは、製品単価に上乗せできない現状では難しい。よって、利用できる価格のかじきを買うことにより、結果として品質が低下した原料を使用する事を誘引する。それについては、図3に示した2008年度の平均K値の高さが、品質としての鮮度の低下した魚体を仕入れていること表れと考えられる。しかし、2008年度以外ではK値が18.2～26.2%で推移しており、2008年度については全てのマカジキが鮮度低下した状態で冷凍された可能性も考えられる。翌年の2009年度は測定検体数が多くなっていたが、平均K値は

20.9%と低下している。この検体数が多くなった理由としては、近年、かじき類を原因としたヒスタミンによる食中毒が多く発生していたことより<sup>8)</sup>、加工組合が注意していたことが伺えた。

メカジキについてはマカジキとは異なり、図2に示した2006年以降の漁獲量の減少傾向にも関わらず、平均単価の上昇などの変化が見られていない。これは、遠洋まぐろ延縄漁業で水揚げされる高品質のメカジキとおおよそ同等な単価であったことから、漁獲量の減少は平均単価を押し上げる特別な要因にならなかったものと推察された。しかし、マカジキと同様に、メカジキも2008年度については、平均K値が高かった。このことから、2008年度は産地での取扱について、何かしらの変更や問題があったものと思われる。これらのことから、マカジキでの平均K値の上昇は、マカジキ単価の上昇に伴い加工原料に利用可能な単価となった品質低下魚の利用によるものではなく、原料魚の取扱によって品質が低下していた可能性が高いものと思われる。

加工原料の品質は、そのまま加工製品の品質に反映される。よって、原料魚の品質の安定化が問題と思われる。特に近年では、食の安全・安心について注目されていることから、味の良さや価格だけでなく、各水産加工場での衛生管理体制や、販売店での冷凍管理における品質変化についても注視されている。よって、三崎水産加工業組合が取り扱う冷凍のマカジキ及びメカジキについては、K値による基準を設けて品質管理することが必要ではないかと考える。つまり、三崎で取り扱う品質基準を明確にし、鮮度が特にいいものにはブランドマークをつけ、鮮度が落ちたK値の高い原料魚は用いないことにするのである。

図5に示した解凍したマカジキのK値分布では、30%未満は53検体で全体の74%程であり、30~40%未満の16検体を足せば全体の約96%となった。一般に知られている加熱調理に利用できる範囲としてのK値は、40~50%までとされていることから<sup>7)</sup>、解凍してK値が40%を超えるものは速やかにK値の上昇による可食限界に達

してしまうことから、40%以上である3検体分である約4%が適していないものとなる。

また、メカジキについてはK値が20%までに含まれた検体は約90%であり(図-6)、冷凍原料では更に低い値であろうと推測できる。このことから冷凍原料魚は高品質であるK値20%までとするのが妥当であろう。こうした品質基準を制定することで、三崎ブランドのさらなる評価や安心感の向上が、消費者に提供できるものと思われる。

実際に産地あるいは加工の現場にて、K値による迅速な評価が必要であるが、簡易測定として酵素センサー<sup>1)</sup>を利用したバイオ・フレッシュ<sup>10)</sup>などの測定機や、カード型の小型センサ<sup>11)</sup>も開発されている。

近年では品質の一つである脂肪含量について近赤外を用いた簡易測定法<sup>12)</sup>が実用化されており、冷凍のカツオ*Katsuwonus pelamis*やマグロ類などで加工原料としての適正を評価している<sup>13)</sup>ほか、アカムツ*Doederleinia berycoides*やマアジ*Trachurus japonicus*の鮮魚でのブランド化が実践されている<sup>14)</sup>。これと同様に電氣的センサによる鮮度の検証<sup>15)</sup>も行われ、近年ではまた、前処理を伴わない電気伝導度を用いたセンサーの開発<sup>16)</sup>も行われ、鮮度と脂肪含量などを同時に測定できる複合的な迅速測定が進んでいる。

これらのことから、冷凍原料として取り扱われるかじき類については、冷凍保存中の加工用原料のK値による測定を魚体毎に測定して評価し、食の安全安心に対する取り組みとして、三崎の基準を設けてブランド化を進めることが大切だと思われる。

## 引用文献

- 1) 臼井一茂(2005) : 第6節 粕漬け, 第7節 味噌漬け, 全国水産加工品総覧(福田裕・山澤正勝・岡崎恵美子監修, 光琳, 東京, 407-422.
- 2) 社団法人漁業情報サービスセンター(2002-2011) : 水産物市場月報
- 3) 臼井一茂・渡邊悦生(2011) : 冷凍及び生鮮クロカジキのK値による鮮度変化の比較について, 神水セ研報, 5, 11-14.
- 4) 小関聡美・北上誠一・加藤登・新井健一(2006) : 魚介類の死後硬直と鮮度(K値)の変化, 「海—自然と文

- 化」, 東海大学紀要海洋学部, 4(2), 31-46.
- 5) 李寧俊・遠藤英明・林哲仁・渡邊悦生(1992): 魚介類鮮度計測用pHセンサシステムの試作, 日水誌, 58, 2039-2044.
- 6) 川島孝省・大場明子・新井健一(1973): スケトウダラ冷凍すり身中のアクトミオシン含量とかまぼこの弾性との関係について, 日水誌, 39, 1201-1209.
- 7) 渡邊悦生(1995): 鮮度指標とその測定法, 魚介類の鮮度と加工・貯蔵(渡邊悦生編), 成山堂書店, 東京, 61-80.
- 8) 下井俊子・大石充男・観公子・森内理江・牛山博文(2009): 化学物質及び自然毒による食中毒等事件例(平成20年), 東京健安研年報, 60, 205-211.
- 9) 遠藤英明(1999): HACCP対応型バイオセンサーの開発に関する研究, 日水誌, 65, 634-637.
- 10) 渡邊悦生・加藤登・大熊廣一・濱田奈保子(2007): ビジュアルでわかる魚の鮮度—おいしさと安全へのこだわり—, 成山堂書店, 東京, 48-49.
- 11) 大熊廣一・安藤豊(2003): スクリーン印刷電極によるセンサのフィージョン化と鮮度計測への応用, 信学技報, 103(279), 25-28.
- 12) 山内悟・畠本淳司(2004): 近赤外分光法による脂肪含量の非破壊評価, 「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, 92-101.
- 13) 山内悟・澤田敏雄・河野澄夫(1999): インタラクタンス方式の光ファイバーを用いた近赤外分光法による冷凍カツオ粗脂肪量の非破壊測定, 日水誌, 65, 747-752.
- 14) 清川智之・井岡久(2007): ポータブル型近赤外分光分析装置によるマアジ, アカムツ脂肪含量の非破壊測定とその活用事例, 島根水技研報, 1, 11-17.
- 15) 坂口守彦・高橋繁・加藤宏郎(1995): 電気センサ, 「魚介類の鮮度判定と品質保持(渡邊悦生編)」, 水産学シリーズ, 恒星社厚生閣, 東京, 106, 44-51.
- 16) 岡本昭・柴崎賀広・瀧口明秀・小林正三・長谷川淳・小山智行・橘勝康・谷山茂人・竹下哲史・三田尾健司・岡部秀一・村田昌一(2012): 電機伝導率を指標とした鮮魚の品質測定器の開発, 平成24年度水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会研究会, 62-63.