

## 糸満式輪っか漁法で水揚げされる糸満産メカジキの鮮度特徴について

白井一茂\*・紫波俊介\*\*・大城栄喜\*\*\*

On the Freshness Characteristics of Itoman fomura Swordfish *Xiphias gladius* by the Itoman-type rings fishing method and its use

Kazushige Usui\*, Toshiyuki Shiwa\*\* and Eiki Ohshiro\*\*\*

## はじめに

沖縄県の主力漁業である小規模な漁船漁業は、マグロ延縄やパヤオ曳き縄、たて縄などの漁法を営んでいる。漁獲対象魚種は、キハダ *Thunnus albacares* やメバチ *Thunnus obesus* を主としたまぐろ類、クロカジキ *Makaira mazara* やソデイカ *Thysanoteuthis rhombus* である<sup>1)</sup>。

その中で、平成元年に兵庫県但馬から導入した漁具でソデイカを漁獲対象とし<sup>2)</sup>、疑似餌針（以下、エギと略す）を取りつけたたて縄漁業が盛んになり、年間約2,000 t 以上の水揚げがある主要産業となった<sup>3)</sup>。

この漁法については、沖縄の漁業者から小笠原の漁業者に漁業者交流の中で技術提供された。それを小笠原の漁業者が改良し、メカジキ *Xiphias gladius* を対象とした漁法として、エギからリング式漁具に取り替えて、新たなたて縄漁法として開発された。現在では、メカジキ漁業での主漁法である「小笠原式深海たて縄漁法」となった<sup>1)</sup>。

この漁法は平成22年頃に沖縄にも提供され、ソデイカ用たて縄の仕掛けのエギを取り外し、そこにリング式漁具を取り換える簡易な交換ですむため、ソデイカ漁の閑散期にメカジキ漁が行えるようになった<sup>4)</sup>。

現在では、小笠原式の輪っか式漁法（リング漁法）から、使いやすさと漁獲率の向上を行い、新たな「糸満式メカジキ輪っか漁法」に発展させた（図-1）。さらに、

ソデイカ漁との同時組合せと、適正な操業手法が検討されており、近年では新たな漁法として成り立ってきた。

しかし、沖縄県ではクロカジキの刺身などは食べられているものの、一般にメカジキは刺身で食べる習慣が無く、調理方法や利用先について検討を行っているが、流通量はクロカジキに比べ極めて少ない。

一方、神奈川県三浦市では、50年以上続いているクロカジキやシロカジキ *Istiompax indica* の味噌粕などの漬け魚加工が盛んである<sup>5)</sup>。近年では消費者ニーズに合わせて、西京漬や味噌醤油漬などの新たな調味料を用いることで、メカジキの利用も多くなっている。

そこで、かじき類の利用が盛んで、大消費地を控えている当県内において糸満産メカジキの利用を進めるため、その特徴について把握し、最適な利用法を見出すために本研究を行った。

なお、本研究は三崎水産加工協同組合会員の丸福水産(株)からの要請と、JF糸満漁業協同組合より神奈川県水産技術センターが研究委託を受け、沖縄県水産海洋技術センターと連携して実施した。

## 方法

## 国内のメカジキ流通量と単価

全国のメカジキ漁獲量について、農林水産省の海面漁業生産統計調査の大海区都道府県支庁別統計 魚種別漁獲量<sup>6)</sup> より、2009年から2016年をまとめた。国内でのメカ

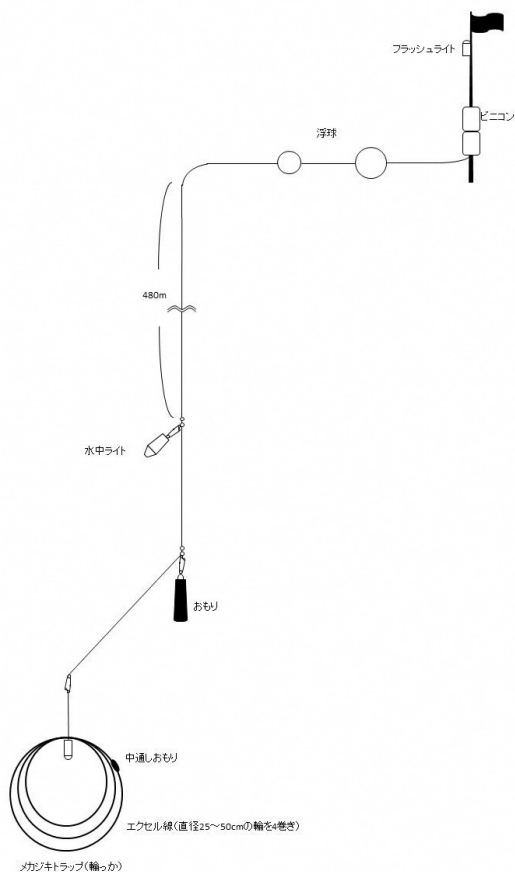


図-1 糸満式メカジキ輪っか漁具

ジキの平均単価は、農林水産省の産地水産物流通統計<sup>7)</sup>より、指定漁港209漁港の産地水揚量と平均価格から2009年から2016年を取り出した。さらに沖縄県内の平均単価は、沖縄県22漁協と沖縄県漁連の水揚げ平均単価を沖縄県水産海洋技術センターによる聞き取り調査結果から集計した。

#### 供試魚 1 保冷保存方法別の経時変化

輪っか式漁にて漁獲されたメカジキの釣獲日は平成26年11月30日、糸満漁港への水揚げ日は12月2日早朝であった。メカジキの体重は59kg、魚体の温度は2~3℃であり、十分に冷却されていた。JF糸満漁協職員が加工場に持ち帰り、魚体を5~6kg程の大きさを6つのブロックにカットを行った。加工後の重量は38.6kg(歩留り:65.4%)で、魚肉はビニール袋入れ(図-2-1)、脱水シート(株式会社エムエイティ製氷温シート)で包んでビニール袋入れ、緑色の耐水紙(旭化成ホームプロダクツ製サンプルフ®G)で包んでビニール袋入れ(図-2-2)の3種類を作製した。それらをそれぞれ2個用意し、氷無し、細かな砕氷をビニール袋に詰めた氷有りの2種類の冷却法により、同日14時まで段ボール箱に収め、航空クール便にて神奈川県水産技術センター(以降「当セ



図-2-1 空輸したビニール区(ビニール袋のみ)の様子



図-2-1 空輸したシート区(緑色保水紙+ビニール袋)の様子

ンター)冷蔵輸送した。

当センターには12月3日10時に到着し、魚肉をくるんでいたビニール袋から取りだした。ドリップはほとんど出ておらず、普通肉のクリーム色の魚肉も、血合の赤褐色も鮮明であった。その後、再度包装し直して、5℃の冷蔵庫で保管して測定用とした。

この6種類の魚肉包装は、ビニール袋入れをビニール区、脱水シートで包んでビニール袋入れを脱水シート区、緑色の保水紙で包んでビニール袋入れをシート区とした。それらを5℃の冷蔵庫で保管し、到着後2日目と10日目に色彩のL\*値とa\*値、K値、そして一般成分を測定した。

#### 供試魚 2 季節・魚体サイズによる魚肉組成

平成28年に水揚げされた糸満産メカジキについて、季節及び魚体サイズによる一般成分測定とK値測定を行った。供試魚は糸満漁港に水揚げされたメカジキ22尾であ

り、魚体前方の背側と腹側の魚肉を300～500 g採取後に-20℃冷凍したものを、冷凍便で当センターへ輸送し測定試料44検体とした。コンテナ便輸送の冷凍メカジキは、釣獲日、加工日、船名、重量(kg)、水揚げ日数を記録した。

### 供試魚3 水揚げされるメカジキのK値

糸満漁港に輪っか漁法で水揚げされたメカジキの鮮度測定を行った。平成29年6月から10月に水揚げされた50尾について、糸満漁協職員が水揚げ後の切断作業時に、表皮側から数センチ程内部の魚肉を切り取り、10%PCAで処理してK値測定用の試料とし、クール便で当センターまで輸送した。

### 色彩測定の測定

メカジキ魚肉の色については、色彩色差計(コニカミノルタ製CR-400)を用いて、赤色度指標のa\*値及び透明指標のL\*値を、1試料3回ずつ測定し平均値を求めた。

試料は供試魚1で、魚体に対し真横から切ったブロック断面の普通肉、血合肉の2ヶ所とし、空気に触れた表面と2cm切断して空気に触れてない内面を測定した。測定は到着後2日目と10日目の2回行った。

### 一般成分の測定

試料は供試魚1と2で、魚肉ブロックから空気がふれた表面を切り取り、100 g程の輪切りスライスを作成し、血合肉も含めて細断した魚肉を試料とした。水分は105℃乾燥法、タンパク質はケルダール法、脂質はソックスレー法、灰分は680℃灰化法の定法で行った。

### 核酸関連化合物の抽出とK値測定

試料は供試魚1～3で、送付されたメカジキの魚肉ブロックの表面から、3cm程内部の魚肉を取りだし、2 g秤量後に10%PCAを4 ml加え、ホモジナイザー(HS92:SMT COMPANY製)により1分間のミキシングを行った。また、現地にて採取した魚肉は秤量せず、冷却10%PCAが4 ml入ったガラス瓶に入れ、冷蔵で固定したのちクール便で輸送し、遠沈管に移し替えて同様にホモジナイズした。

低温遠心分離器(CF7D2:HITACHI製)により、3℃、4500rpm、10分間の遠心分離を行い、上澄みを得た。それを10Nおよび1NのKOH溶液で中和(pH6.8程)調整し、0.45 μmのメンブランフィルターで処理したものをHPLC(LC-10ATVP:株島津製)で測定した。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:1 ml/min、カラム温度:30℃とした。

## 結果

### 国内のメカジキ流通量と単価

国内での県別メカジキ漁獲量について図-3に示す。国内には2009年から2016年まで、平均で年間8,400 tが水揚げされていた。漁獲量を2009年から2016年までの8年間で、2,000 t以上水揚げした多い順では、宮城県(30.4%)、東京都(10.7%)、三重県(7.7%)、神奈川県(7.1%)、鹿児島県(6.5%)、静岡県(6.1%)、高知県(6.0%)、岩手県(4.4%)、福島県(4.3%)、宮崎県(4.0%)、沖縄県(3.2%)となった。漁獲量の多い宮城県と東京都を足すと、全体の約40%となっており、年別の漁獲割合は変わらなかった。沖縄県の最小漁獲量は2010年の135 tであり、最大は2013年の357 tで、年平均は272 tであった。

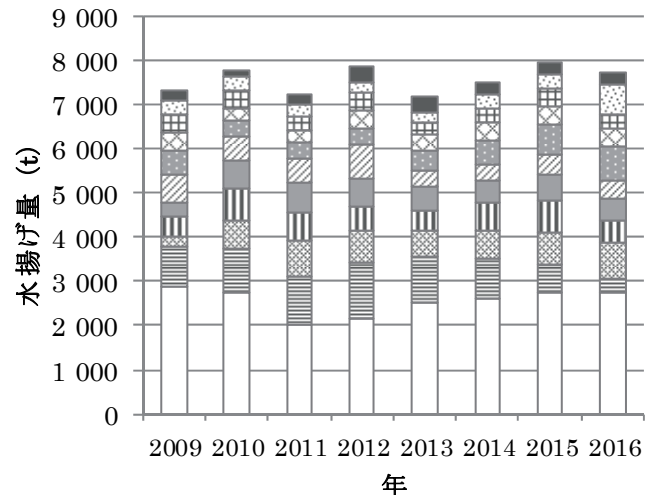


図-3 国内での県別メカジキ漁獲量

国内での生鮮・冷凍メカジキの流通平均単価について図-4に示す。国内でのメカジキ鮮魚の2009年から2016年までの8年間の平均単価は884円/kgであった。2013年以降は右肩上がりで上昇しており、2015年は953円/kg、2016年では949円/kgと8年間の平均より大きく上昇していた。冷凍メカジキは生鮮メカジキより8年間の平均単価で166円/kg安かった。また、生鮮メカジキの平均単価が上昇傾向にあるのに比べ、2013年が著しく低いものの、平均単価720円/kg程で安定して推移していた。宮城県気仙沼の生鮮メカジキの平均単価は914円/kgと、全国平均より30円/kg高かった。

沖縄県の生鮮メカジキの平均単価は526円/kgであり、全国平均より約360円/kgも安い単価であったが、沖縄県糸満だけの生鮮メカジキの平均単価を見ると714円/kgと、

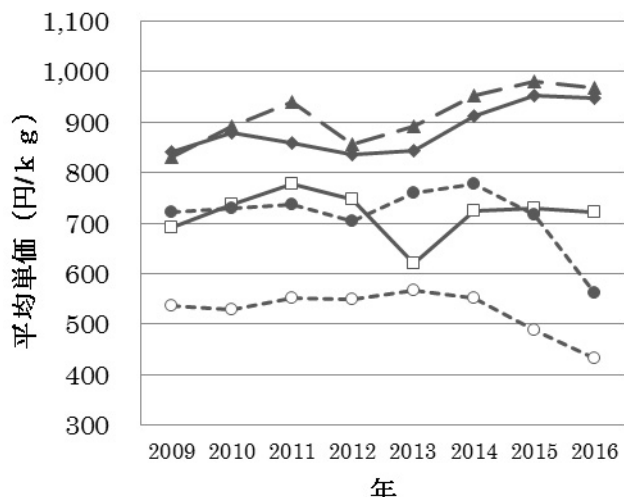


図-4 国内での生鮮・冷凍メカジキ流通平均単価

◆ 全国 (鮮魚)    □ 全国 (冷凍)  
 ▲ 気仙沼 (鮮魚)    ○ 沖縄県 (鮮魚)  
 ● 糸満 (鮮魚)

沖縄県下より約190円/kg高く、全国平均より約170円/kg安いだけであった。

#### 供試魚1：航空便輸送の生鮮メカジキ

加工時の評価は「鮮度良し」であったが、ブロックにする際にメカジキ特有のカンパチ（筋肉内にある白色の粒状物）が認められた。

#### 魚肉の色彩測定

生鮮メカジキの包装方法別、経時変化による色彩変化について表-1に示す。

氷無しの血合肉 a\*値では、2日目の表面でビニール

区が10.45、脱水シート区が8.13、シート区が8.22とビニール区がわずかに高い値であった。また、10日目ではそれぞれ4.37、1.48、9.60と、ビニール区が半減し、脱水シート区では激減した値であった。カットした内面はそれぞれ8.66、9.77、8.68と、表面でa\*値が減少していたビニール区と脱水シート区でも、カットした内面は2日目と変わらない値であった。

次に氷有り区の血合肉 a\*値は、2日目の表面部位でビニール区が4.16、脱水シート区が11.57、シート区が7.45と大きく差が見られた。また、10日目ではそれぞれ2.95、3.90、2.84と全て値が小さくなり、包装区ごとの差も少なくなった。また、内面では、それぞれ7.04、11.54、9.09と包装区間で差が見られたものの、2日目と殆ど変わらない値であった。

氷無しの血合肉 L\*値では、2日目の表面でビニール区が32.50、脱水シート区が34.95、シート区が33.65と3区で差はほとんど無かった。また、10日目ではそれぞれ38.14、40.75、34.84と、ビニール区と脱水シート区で値が増加し、シート区は差がほとんど無かった。また、10日目の内面ではそれぞれ、35.76、34.25、36.72と区ごとの差はほとんど無く、2日目と比べても殆ど差は見られなかった。

次に氷有り区の血合肉 L\*値は、2日目の表面でビニール区が39.97、脱水シート区が32.24、シート区が33.22とビニール区だけが高い値であった。また、10日目ではそれぞれ36.45、36.64、42.64と、シート区が高

表-1 糸満産生鮮メカジキ血合肉・普通肉の経時変化による色彩 (a\*, L\*値) 変化

処理法 (冷却、包装)	部位	血合部位の a*値		血合部位の L*値		普通肉の L*値		
		2日目	10日目	2日目	10日目	2日目	10日目	
氷 無 し	ビニール区	表面	10.45	4.37	32.5	38.14	48.09	53.43
		内面	—	8.66	—	35.76	—	48.89
	脱水シート区	表面	8.13	1.48	34.95	40.75	44.22	51.81
		内面	—	9.77	—	34.25	—	47.24
	シート区	表面	8.22	9.6	33.65	34.84	48.97	50.48
		内面	—	8.68	—	36.72	—	46.97
氷 有 り	ビニール区	表面	4.16	2.95	39.97	36.45	47.86	49.58
		内面	—	7.04	—	36.81	—	49.28
	脱水シート区	表面	11.57	3.9	32.24	36.64	49.47	48.78
		内面	—	11.54	—	31.93	—	49.17
	シート区	表面	7.45	2.84	33.22	42.64	49.23	51.83
		内面	—	9.09	—	38.18	—	48.49

い値であった。また、内面では、それぞれ36.81、31.93、38.18とビニール区は内面も表面と同じ値になったが、それ以外は低い値を示した。2日目より低い値だったのは脱水シート区だけであった。

氷無し区の普通肉L\*値は、2日目の表面でビニール区が48.09、脱水シート区が44.22、シート区が48.97と脱水シート区がわずかに低い値であった。それが10日目になると、表面でそれぞれ53.43、51.81、50.48と3区の差はさほど無いものの、2日目に比べると5.3、7.6、1.5の値の増加が見られた。また、10日目の空気に触れていないカットした内面では、それぞれ48.89、47.24、46.97と包装区の差はわずかであり、2日目の表面の値とほぼ同じであった。

次に氷有り区の普通肉L\*値は、2日目の表面でビニール区が47.86、脱水シート区が49.47、シート区が49.23と殆ど差がなかった。また、10日目でもそれぞれ49.58、48.78、51.83と殆ど変化は見られなかった。また、内面ではそれぞれ49.28、49.17、48.49と包装区での差もほとんど無く、さらに2日目と変わらない値であった。

#### 一般成分

一般成分を表-2に示す。同じ魚体から調整した、試験区が異なる6区の魚肉それぞれから一般成分を測定したところ、区ごとの差はほとんど無く、6区の平均は水分78.58%、たんぱく質16.46%、脂質3.47%、灰分1.48%であった。

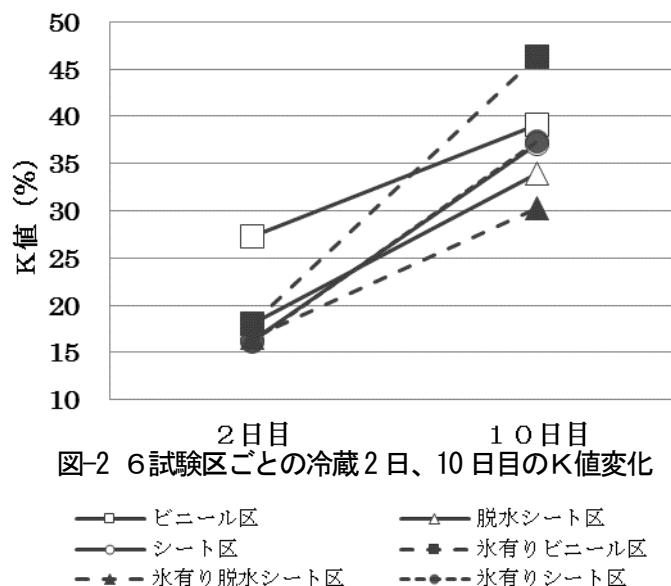
表-2 糸満産メカジキの一般成分組成 (%)

	水分	たんぱく質	脂質	灰分
氷 無し				
ビニール	78.52	16.85	3.19	1.44
脱水シート	78.74	16.51	3.21	1.54
シート	79.12	17.45	1.96	1.47
氷 有り				
ビニール	77.44	16.66	4.47	1.43
脱水シート	79.00	15.22	4.26	1.52
シート	78.67	16.09	3.75	1.49
平均	78.58	16.46	3.47	1.48

#### K値の経時変化

6つの試験区ごとの2日目と10日目のK値変化を図-2に示す。6区のうち氷無しビニール区では、2日目のK値が27.3%と1つだけ高い値であったが、その他の5区は16.2~18.1%で、ほぼ同じ値であった。しかし、5℃

保存で10日目になると、それぞれK値が上昇するが、特に氷有りビニール区のK値は46.3%と、大きく上昇した。また、氷有りのシート区もK値の上昇は他の4区に比べて大きいものの、どれもK値で40%を越えるものは無かった。



#### 供試魚2：コンテナ便輸送の冷凍メカジキ

分析に用いた試料を表-3に示す。水揚げは世栄丸、琳丸、幸龍丸、浜龍丸、和福丸の5隻によるもので、平成28年6月に2尾、9月に2尾、11月に18尾の合計22尾であった。重量は18.9~49.0kgであり、平均で32.5kgと比較的小型魚であった。また、釣獲日から水揚げ加工日までに2日から最大9日経過していた。

#### 一般成分

平成28年に水揚げされたメカジキの一般成分を表-4に示す。水分含量は背側部位では最小で72.68%、最大では80.08%、平均では76.52%であった。腹側部位では最小で74.76%、最大で80.08%、平均で77.12%であった。タンパク質含量は、背側部位では最小で10.98%、最大で21.06%、平均値で16.65%であった。腹側部位では最小で6.41%、最大で19.82%と大きく差が見られ、平均では15.52%であった。

脂質含量は、背側部位で最小が0.64%、最大で11.55%と大きく差があり、平均で5.32%であった。腹側部位では最小で1.12%、最大で15.78%とこちらも差が大きくあり、平均で5.90%であった。灰分については、背側部位も腹側部位も殆ど差が無く、最小で1.25%、最大で1.72%であり、背側部位の平均で1.51%、腹側部位の平均で1.47%であった。

表3 平成28年に水揚げされたメカジキの漁獲等のデータ

	釣果日	加工日	船名	重量(kg)	水揚げ日数
1	H28. 5. 31	H28. 6. 1	世栄丸	34.3	2
2	H28. 5. 30	H28. 6. 1	琳丸	25.0	3
3	H28. 9. 25	H28. 9. 29	幸龍丸	20.0	5
4				28.0	5
5				46.0	9
6				37.0	9
7	H28. 10. 24 ~30	H28. 11. 1	幸龍丸	30.0	9
8				30.0	9
9				26.0	9
10				21.0	9
11				47.0	9
12				38.0	9
13				31.0	9
14				31.0	9
15				27.0	9
16				H28. 11. 25	H28. 11. 28
17	48.0	4			
18	38.0	4			
19	37.0	4			
20	27.0	4			
21	26.0	4			
22	H28. 11. 25	H28. 11. 28	和福丸	18.9	4

### K値測定

水揚げ日ごとの部位別K値について図-3に示す。2日目は1尾2検体で45.1%と46.9%であり、高い値であった。3日目も1尾2検体で54.2%と63.2%であり、これも高い値であった。4日目は7尾14検体で最小値が16.5%、最高値が48.3%、平均で32.0%であった。5日目は2尾4検体で最小値が47.2%、最大値が44.8%、平均値で40.7%であった。9日目は9尾18検体で最小値が28.4%、最大値が54.7%、平均で41.5%と、どれも高い値であった。

次に同一メカジキの背側と腹側でのK値の差の大きさについて図-4に示す。背側の平均K値は37.2%、腹側の平均K値は34.1%と、わずかに背側が高かった。背側が腹側より高い値を示したのは15尾、逆に腹側が大きか

ったのは7尾であり、腹側が大きかった時に5%以上の差が見られたものは2尾だけであった。両者の差で背側が大きい時の最大は16.4%、腹側が大きい時の最大で18.1%であり、平均して背側と腹側の差は6.5%見られた。

### 供試魚3 水揚げされたメカジキのK値

平成29年6月から10月までに糸満漁港に水揚げされた50尾のメカジキのK値を図-5に示す。K値の最小値は4.5%、最大値は75.1%とバラツキが広く、平均値で38.0%であった。

K値の分布として10%ごとに7区分を行ったところ、10%未満が2尾(4%)、10~20%未満が4尾(8%)、20~30%未満が11尾(22%)、30~40%未満が12尾(24%)、40~50%未満が6尾(12%)、50~60%未満が10尾(20%)、60%以上が5尾(10%)となった。

### 考 察

メカジキの生息域は広く、全世界の熱帯域から亜寒帯域まで広く生息している。大きいものでは、全長4.5m、体重400kgに成長する<sup>8)</sup>。メカジキの生活史については矢部<sup>9)</sup>や中込<sup>10)</sup>が報告しており、アーカイバルタグの利用により移動についても解明されてきている<sup>11, 12, 13)</sup>。

沖縄県では、小笠原式深海メカジキたて縄漁法を、糸満漁協所属の新垣哲二指導漁業士(新漁丸)が主体となって改良し、糸満式メカジキ輪っか漁法(通称、輪っか漁法)によるメカジキ漁が行われるようになった。それにより、ソデイカ漁は11月から6月の7ヶ月間行われているが、漁獲が少なくなる5月頃からの閑散期に行える代替漁業として注目を浴びている。

しかし、沖縄ではビンナガやキハダを中心に、まぐろ類の刺身や煮付け、焼き物などを食べる習慣はあり、魚屋やスーパーなどに陳列されているものの、カジキ類ではクロカジキが刺身で利用されている程度であった。そのことから、沖縄県内での利用と沖縄県外での利用の2方向について、沖縄県水産海洋技術センターでは平成25年度以降流通対策の事業が行われてきた<sup>1, 14, 15, 16, 17, 18)</sup>。

一方でメカジキの国内集積産地である気仙沼では、突きん棒漁や延縄漁による水揚げにより、国内での水揚げ量は最も多く、生鮮メカジキの平均単価も全国平均より上回っていた。その特徴をさらに活用するため、気仙沼商工会議所を中心とした気仙沼メカジキブランド化推進委員会が結成され、メカジキの高付加価値化を行うプロジェクトが行われている。地元飲食店では、一般流通し

表-4 平成28年に水揚げされたメカジキの部位別一般成分組成

	重さ (kg)	部位：背側(%)				部位：腹側(%)			
		水分	たんぱく質	脂質	灰分	水分	たんぱく質	脂質	灰分
1	34.3	76.54	10.98	11.08	1.41	76.40	6.41	15.78	1.40
2	25.0	75.51	17.75	5.02	1.72	76.13	16.82	5.62	1.43
3	20.0	78.16	18.45	1.85	1.54	78.57	18.87	1.12	1.44
4	28.0	77.86	19.88	0.64	1.61	78.17	18.65	1.56	1.62
5	46.0	78.19	16.35	4.02	1.45	78.08	17.48	3.00	1.45
6	37.0	73.81	13.56	11.02	1.60	75.97	15.41	7.06	1.56
7	30.0	78.64	17.29	2.52	1.54	78.22	18.00	2.52	1.25
8	30.0	77.34	18.94	2.09	1.63	78.62	16.24	3.65	1.49
9	26.0	75.76	11.13	11.55	1.57	74.76	11.81	11.99	1.44
10	21.0	79.67	15.68	3.02	1.63	80.08	16.00	2.42	1.51
11	47.0	74.95	15.79	7.92	1.35	75.54	16.14	6.92	1.39
12	38.0	73.06	14.28	11.19	1.47	75.78	18.01	4.71	1.50
13	31.0	80.08	17.18	1.21	1.54	77.15	13.52	7.80	1.52
14	31.0	79.34	16.03	3.26	1.37	75.76	16.33	6.57	1.33
15	27.0	74.31	17.90	6.28	1.50	74.77	8.55	15.19	1.48
16	49.0	74.81	21.06	2.70	1.42	77.03	19.82	1.64	1.50
17	48.0	72.68	19.93	6.06	1.34	77.26	19.78	1.52	1.43
18	38.0	75.83	16.63	6.09	1.45	76.58	15.21	6.72	1.49
19	37.0	77.06	13.33	8.14	1.47	77.20	12.62	8.67	1.51
20	27.0	76.07	17.77	4.66	1.51	77.61	15.70	5.19	1.50
21	26.0	76.02	17.01	5.47	1.50	77.95	13.97	6.56	1.52
22	18.9	77.74	19.32	1.37	1.57	78.99	16.01	3.53	1.47
平均	32.5	76.52	16.65	5.32	1.51	77.12	15.52	5.90	1.47

ないカマや背びれ付根（ハーモニカ）等の煮物の他に、新たなグルメとして「メカ×カレー」、「メカすき」、「メカしゃぶ」など、多くの飲食店で提供され普及を図っている。また、伝統的な加工品以外に、「気仙沼産メカジキの地中海風煮込み」の缶詰めや、リエットやコンフィなどの西洋料理による加工品など多く作られており、観光地としてだけでなく、日本内外に向けた取組が行われている。しかし、沖縄県では認知度が低いこともあり、県内での生鮮メカジキの平均単価は全国平均より大きく下がっていた。そこで、紫波らによる沖縄県の保育園児に向けた取組<sup>15,17)</sup>も行われており、メカジキを食べて育つ子供達が、今後の消費者となることが望まれている。

供試魚1では、沖縄から生鮮メカジキの空輸時に、現状で出来る輸送方法として、魚肉ブロックにした後の包

装方法と保冷方法について検討した。水揚げ時の評価は鮮度良しであり、魚肉表面の色合いや身質で経験的に判断している。鮮度低下として評価されるのが「青たん」と呼ばれる青色変色であるが、これは天野らの報告にあるメカジキの緑変現象<sup>19)</sup>と思われ、他のカジキ類でも同様に鮮度低下の評価とされている。

試験前にメカジキ評価について丸福水産株の青木氏より、血合部位の色合いが大切であるとし、評価の高いものは赤色の強さと鮮明さであった。よって、赤色の強さについてはa\*値とし、鮮明さはL\*値として測定を行った。結果として、血合肉の2日目時点では氷有り区のビニール区で赤色の減少が確認され、10日目では氷無し区のシート区以外は一様に減少し、茶色っぽくなっていた。しかし、その反応は表面だけで、1~2cm削ぎ切りすると鮮赤色で、a\*値も2日目のものとはほぼ同等であつ

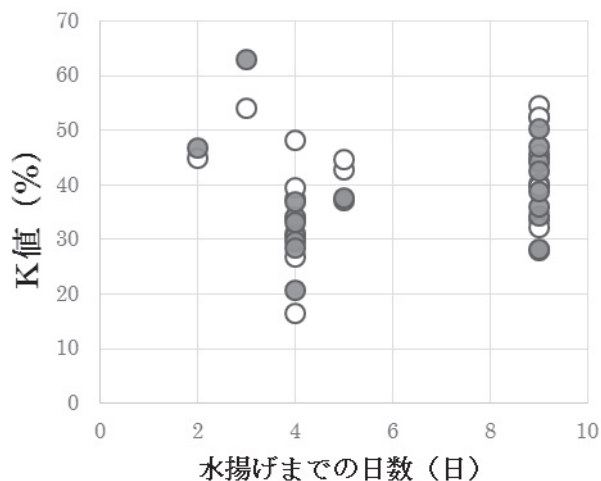


図-3 平成28年に水揚げされたメカジキの水揚げまでの日数別K値変化

○背側 ●腹側

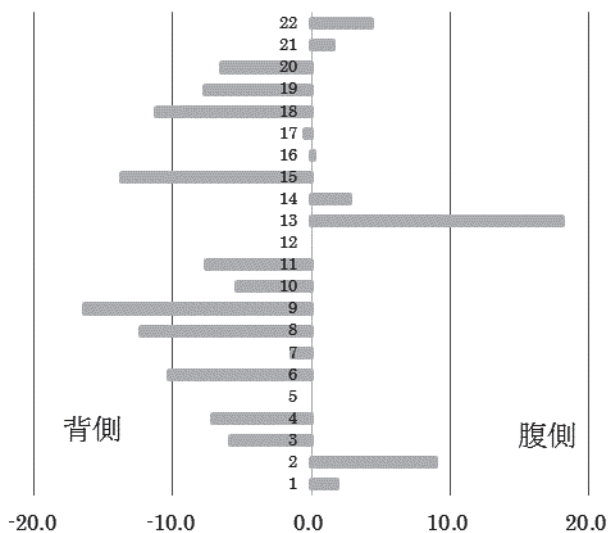


図-4 同一メカジキによる背側と腹側でのK値の差

※ 背側と腹側のK値を比較し、その差をよりK値の高い側のグラフに示す

た。

また、乳白色した普通肉については、 $L^*$ 値は2日目も10日目も殆ど変化が無く、削ぎ切った内部魚肉も同様であった。これは経時的にブロック表面の血合肉が褐色化していき、劣化が見られるものの、その内部は酸化されておらず、十分な色彩の良さが保持されているものと考えられた。また、普通肉の透明度である $L^*$ 値については、2日目の表面で氷無し脱水シート区が低い値であったが、それ以外は2日目の表面及び10日目の表面と内面で差は見られず、見た目上も乳白色は鮮明で透明感があったことから、普通肉での評価は難しいことが明らかになった。

次にK値変化であるが、供試魚1は、釣獲日から水揚げまで3日間であった。それから当センターに届くまでに更に2日間かかり、合計で5日間となった。試験では2日目及び10日目のK値を測定したが、水揚げからはそれぞれ4日目と12日目であり、漁獲からは7日目と15日目にあたるものであった。当センター到着2日目では、氷無しのビニール区のみが他の区に比べてK値で10%程高い値であった。試験した6区は同一の魚体のものであることから、包装方法や輸送方法より取扱によるダメージか、そもそもその部位だけK値の増加があったことも考えられる。また、10日目では氷有りのビニール区とシート区でK値の上昇が大きかった。だが、全体としてK値は40%以下であり、一般に考えられる加熱用としての利用であるなら問題がないものと思われた。脂肪含量は3.5%と一般的なメカジキ生肉7.6%<sup>20)</sup>と比べて少ない魚肉と思われるが、メカジキの主な利用方法である、加熱調理用として長期保存が可能なおからエージング(熟成)ステーキ肉として利用できるのではないかと考えられた。

次に供試魚2では、沖縄産メカジキの季節及び魚体サイズによる脂質含量(脂ののり)と、漁獲から水揚げまでに時間がかかることによるK値での品質調査を行った。釣獲日から水揚げまで最大で9日間あり、その間は船倉で氷水の中に入れていた。今回の試料魚は殆どが小型魚しか入手できなかったが、脂質は背側で平均5.32%、腹側で5.90%と、供試魚1より高い値であった。特に脂質含量が背側腹側を含め10%を越えた魚は22尾中5尾と22%程であったが、重さがそれぞれ34.3、37.0、26.0、38.0、27.0kgであり、大きさよりも個体差によるものと思われた。また、6月から10月の間で漁獲されていることから、漁師が言う最盛期と一致していた。

しかし、供試魚2では水揚げまで日数がかかっていないにもかかわらず、K値で40%以上の魚肉が12尾(17部位)と多かった。臼井ら<sup>21)</sup>は、冷凍メカジキを解凍してK値測定を行っているが、そこではK値が20%を越えるものは1割程で、30%を越えるものはまれであった。このことから糸満での輪っか漁法で漁獲されたメカジキの品質管理に係る取扱方法の検討が必要であろうと思われる。また、同一魚体の腹側と背側でK値の差も10%以上のものが6尾、5%以上では13尾と半数以上であった。鈴木ら<sup>22)</sup>は、大型魚のメバチの凍結時間差により部位の差がみられ、魚肉成分の分布の差と色調の差異に影響す



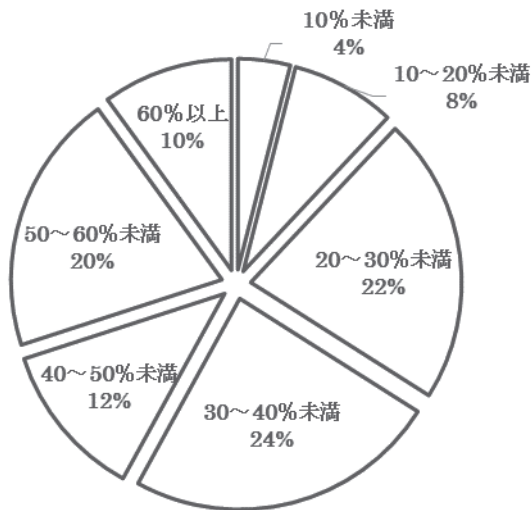


図-5 平成29年6月から10月の糸満水揚げ直後のメカジキK値分布

るとしている。このことから、メカジキも大型魚であることから、冷蔵時間の差違による部位差が発生している可能性がありえると思われた。

供試魚3では、平成28年6月から10月に糸満漁港に水揚げされたメカジキから、加工時に内部魚肉をサンプリングしたものである。K値では40%以上と高い魚肉も見られるが、40%未満は29尾(58%)と供試魚2の12尾(55%)とほぼ同じ割合であった。一般にいわれる刺身のK値の可食限界20%から大きく逸脱する魚種もあることが知られており、メカジキはK値70%においても見た目上の変質や変色などは見られず、新たに可食限界を見出す必要があると考える。

メカジキの寄生虫については粘液胞子虫感染によるジェリー化<sup>24)</sup>やペンネラ<sup>25)</sup>などの報告がある。供試魚1では筋肉内に白色の粒が見られた。これは粘液胞子虫によるシストと思われ、米粒大程までの大きさのものがみられる。まれにピンポン球ほどの白色球がみられるが、それはマグロ類やカツオなどで見られる脂肪球<sup>26)</sup>と同じと思われる。

その他、メカジキについては、ヒスタミン食中毒の報告<sup>27,28)</sup>や、さらに醤油による漬け焼きの食味<sup>29)</sup>や、冷凍メカジキに対する解凍方法によるドリップ生成に関する報告<sup>30)</sup>などがあることから、糸満式輪っか漁法で水揚げされる生鮮メカジキでのドリップ形成や、冷蔵保存によるヒスタミン生成の検証も必要であろう。

また、メカジキ肉のエキス区分に水銀含量が多いとの報告<sup>31)</sup>があり、平成15年には厚生労働省から水銀を含有する魚介類等の摂食に関する注意事項が公表された<sup>32)</sup>。しかし、山下らはメカジキ普通筋にはセレン化合物セレノネインが多く含まれ、強い抗酸化作用を示しメチル水銀の解毒機構を推定<sup>33)</sup>している。また、生理活性の高さから魚食由来のセレノネインが健康に深く関わっていることを示唆しており<sup>34)</sup>、今後の研究に注目したい。

今後は糸満産メカジキの特徴を活かした利用として、長期冷蔵保存の可能性が高いことから、エージング(熟成)魚肉によるステーキ利用などを検討し、さらに加工(調理)方法による物性変化や呈味成分の変化、貯蔵法によるヒスタミン生成など検討していく予定である。

## 謝辞

当事業は、三崎水産加工協同組合の丸福水産(株)の青木淳一代表取締役、磯辺久美子氏にご協力いただいた。糸満漁協所属の新垣哲二(新漁丸)氏には、漁法などの説明をいただいた。また、沖縄県水産海洋技術センターの大嶋洋行(元所長)氏、諸見里聡所長、糸満市役所の大城達彦氏には大変お世話になりました。最後に糸満漁協加工課の皆様にはご協力いただき、御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 平手康市・加藤美奈子(2014): 沖縄県における新たな漁業「メカジキたて縄漁業」、沿岸域における漁船漁業ビジネスモデル研究会ニュースレター, 開発調査センター, 14, 2-3.
- 2) 沖縄県: 沖縄の主要水産物の紹介, <http://www.pref.okinawa.jp/site/norin/suisan/suisan.html> (2018/1/17最終アクセス)
- 3) 内閣府沖縄総合事務局農林水産部(平成27年~平成28年): 第43次沖縄県農林水産統計年報.
- 4) 鹿熊信一郎(2012): メカジキ漁法の普及と流通対策, 平成23年度水産業改良普及事業活動実績報告書, 沖縄県水産業改良普及センター, 55-57.
- 5) 臼井一茂(2005): かじき・まぐろの味噌漬け, 全国水産加工品総覧, 福田裕ら監修, 光琳, 414-416.
- 6) 農林水産省: 水産統計情報, [www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/toukei](http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/toukei) (2018.01.23最終アクセス)
- 7) 農林水産省: 水産物流通調査, [http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/suisan\\_ryutu/santi\\_ryutu/](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/suisan_ryutu/santi_ryutu/) (2018.01.23最終アクセス)

- 8) 多紀保彦ら監修 (2000) : 食材魚貝大百科, 小学館, **4**, 111.
- 9) 中村広司(1951) : メカジキの生活史について, 魚類学雑誌, **1** (4), 264-271
- 10) 中込淳(1958) : 太平洋北西部に於けるメカジキの漁況と体長の周年変化及び分布と回游について, 日水誌, **24** (5), 322-325.
- 11) 岡村寛・岡崎誠・余川浩太郎(2008) : 海洋環境情報とアーカイバルタグデータを利用したメカジキ移動経路の推定, 水産海洋研究, **72** (3), 250.
- 12) 東京都小笠原水産センター(2006) : メカジキの標識放流-II, 海洋島, 52.
- 13) 東京都小笠原水産センター(2008) : メカジキの移動経路 (PAT-tagデータ解析の結果), 海洋島, 58.
- 14) 紫波俊介 (2014) : メカジキの流通加工対策, 平成25年度水産業改良普及事業活動実績報告書, 沖縄県水産海洋技術センター, 66-68.
- 15) 紫波俊介・米丸浩平・諸見里聡・大嶋洋行・比嘉ルリ子 (2015) : 糸満市立保育所への糸満漁協加工魚介類の給食メニュー定番化, 平成26年度水産業改良普及事業活動実績報告書, 沖縄県水産海洋技術センター, 45-50.
- 16) 紫波俊介・臼井一茂ら (2015) : 輪っか漁法メカジキの流通加工, 平成26年度水産業改良普及事業活動実績報告書, 沖縄県水産海洋技術センター, 51-55.
- 17) 紫波俊介・米丸浩平・牧野清人・久保弘文・白濱可梨・福田千絵 (2017) : 糸満市立保育所への糸満漁協加工魚介類の給食メニュー定番化, 平成27年度水産業改良普及事業活動実績報告書, 沖縄県水産海洋技術センター, 64-66.
- 18) 紫波俊介・臼井一茂ら (2017) : 輪っか漁法メカジキの流通加工, 平成27年度水産業改良普及事業活動実績報告書, 沖縄県水産海洋技術センター, 67-68.
- 19) 天野慶之・富谷章子 (1953) : 冷凍メカジキの緑変現象に関する研究-II, 日水誌, **19** (5), 671-687.
- 20) 文部科学省 (2015) : 日本食品標準成分表2015版(七訂).
- 21) 臼井一茂・菊池康司(2013) : 三崎の水産加工で用いられているメカジキ及びメカジキ冷凍魚のK値から見た品質, 神奈川県水産技術センター研究報告, **6**, 49-53.
- 22) 鈴木道子・木宮隆・岡崎恵美子・平岡芳信・大村裕治・上原崇敬・横田耕介・澤田克彦・伏島一平・今村伸太朗(2015) : 遠洋まぐろはえ縄で漁獲されたマグロ類の品質評価, 日本冷凍空調学会論文集, **32** (1), 65-74.
- 23) 濱田(佐藤)奈保子・大熊廣一・渡邊悦生(2004) : K値を用いる魚肉の生可食限界の推定に関する理論的考察, 日本食品工学学会, **51** (9), 495-504.
- 24) 小長谷史郎(1983) : 粘液胞子虫感染メカジキ肉のジェリー化原因プロテアーゼ, 日水誌, **49** (6), 919-926.
- 25) 東京都市場衛生検査所(1990) : 魚介類の寄生虫ハンドブック, 第II巻, 11-12.
- 26) 東京都福祉保健局(2009) : 相談事例10 (マグロの筋肉に白い塊)  
<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/itiba/suisanbutu/kujyoujireisuisan/shibou.html> (2018. 01. 23最終アクセス)
- 27) 佐々木祐(2004) : メカジキによるヒスタミン食中毒, 食品衛生学雑誌, **45**, 162-163.
- 28) 菅田仁美・鈴木春佳・高橋沙織(2005) : ヒスタミン食中毒の統計に関する調査研究, 東京家政大学研究紀要, **45** (2), 29-34.
- 29) 柴田圭子・渡邊容子・今村美穂・小幡明雄・安原安代(2015) : メカジキの漬け焼きの食味におよぼす醤油の影響, 日本調理科学会誌, **48** (4), 301-307.
- 30) 柴田圭子・渡邊容子・早瀬明子・安原安代(2012) : 焼き魚の食味に及ぼす解凍方法の影響, 日本調理科学会誌, **45** (2), 141-147.
- 31) 有馬郷司・梅本滋(1976) : 水産生物中の水銀-II, 日水誌, **42** (8), 931-937.
- 32) 厚生労働省 (2003) : 平成15年6月3日に公表した「水銀を含有する魚介類等の摂食に関する注意事項」について (正しい理解のために)  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/2003/06/tp0605-1.html> (2018. 01. 23最終アクセス)
- 33) 山下由美子・山下倫明(2013) : セレンによるメチル水銀の解毒機構, 日水誌, **79** (5), 891.
- 34) 山下倫明・今村伸太朗・藪健史・石原賢司・山下由美子 (2013) : 水産物由来のセレン : セレノネインの栄養生理機能, Biomedical Research on Trace Elements, **24** (4), 176-184.