

養殖クロマグロ

山中英明

(東京海洋大学 名誉教授 農学博士)
Yamanaka Hideaki

遠洋性回遊魚の代表的な魚としてマグロ類がある。クロマグロ、ミナミマグロ、メバチ、キハダ、ビンナガがそれに含まれる。このうち、最も高級魚がクロマグロである。クロマグロ^①はホンマグロ、クロシビとも呼ばれ、幼魚はメジ、クロメジと呼ばれる。マグロの代表種であり、全長3m、体重三百五十kg以上になるものもある。形は紡錘状で、胸びれが非常に短いのが特徴である。延縄、まき網などで漁獲されている。温帯、熱帯の暖海に分布しているが、漁獲量はそれほど多くない。脂質含量、肉色により、大トロ(腹部

の肉)、中トロ(皮下の肉)、赤身に分けられる。クロマグロの肉はミオグロビンが多く、肉色は濃い赤色である。大トロは最も高価で、脂質含量は三〇%を超える。すし種や刺身としてマグロ類中で最高級品である。クロマグロは漁獲量が少ないために輸入されているが、ほとんどが冷凍品である。江戸時代初期までは味のよくない魚(下司魚)とされていたが、後期になり、刺身やすし種に用いられ、一般的になっていった。昭和初期までは赤身が好まれた。最近、近畿大学によって受精卵からの完全養殖も成功した。養殖クロマグ

ロに関しては、現在のところ、百一二百gの幼魚を長期間(二年以上)生簀中で生餌を与えて育てる養殖方法を水産会社、漁協などは採用しており、この養殖クロマグロが市販されるようになってきた。クロマグロ(ホンマグロ)は刺身やすし種としてマグロ類中で最も好まれ、最近では中国や欧米でもよく食べられるようになってきている。また、資源管理を話し合う国際会議では漁獲規制強化と日本の割当量の削減が決められた。従って、天然クロマグロの輸入量は減少し、今後、養殖クロマグロの生産は重要視さ

れ、増加するものと考えられる。クロマグロの養殖生産量は平成十六年度には二千四百五十tあり、鹿児島県(特に奄美大島)が千七百七十tで最も多く、次いで長崎県六百五十t、沖縄県三百t、和歌山県百二十t、高知県百二十t、三重県九十tと続く。

一、養殖クロマグロのブランド化

代表的な例として和歌山県串本町の養殖クロマグロについて述べる。写真1は養殖生簀である。後方が紀伊大島を結んでいる「くしもと大

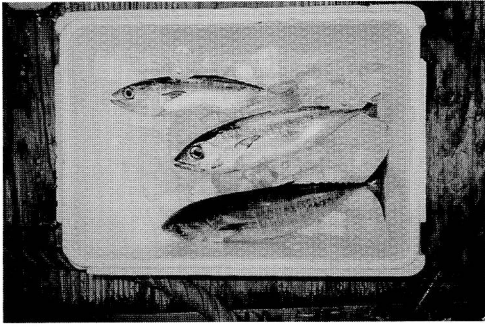


写真2 クロマグロの幼魚(ヨコワ)



写真1 串本町における養殖クロマグロの生簀



写真4 成長した養殖クロマグロ



写真3 養殖クロマグロへのゴマサバの投餌



写真6 船上でのえらおよび内臓除去

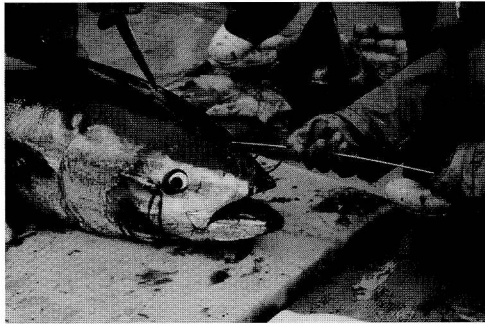


写真5 ステンレス線による神経抜き



写真8 串本黒潮本まぐろ

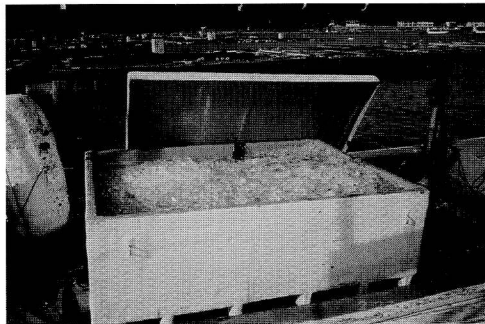


写真7 海水水中に貯蔵された養殖クロマグロ

表1 クロマグロの官能検査表

魚種：マグロ（刺身）

項目	A	B	C	順番	
				下	上
1. 外観					
2. におい					
3. 味					
4. テクスチャー					
5. 総合評価					
6. 意見又は感想があれば記入してください。					

◇検査者： 男 女 年齢（ 歳） 職業（ ）
 ◇実施日： 2007 年 月 日（ 時 分）

魚しめ器で延髄刺殺して即殺する。次に、両側の胸びれを持ち上げてから包丁で刺すと血液が勢よくふき出してくる。さらに、頭部に穴をあけ、写真5のようにステンレス線を差し込んで神経破壊を行う。続いて、両側のえらと内臓を除去する（写真6）。海水で血液を洗った後、海水水を入れたFRP製冷却槽に写真7のように貯蔵し、フォークリフトで漁船から陸揚げする。このように串本町における養殖クロマグロの船上での処理方法はブランド魚の定義⁸⁾に適合している。

そこで、和歌山県串本町では高品質化、高付加価値化した養殖クロマグロにブランド魚として「串本黒潮本まぐろ」と命名した（写真8）。また、ブランド化に伴い、「串本黒潮本まぐろ」の規格、特徴を以下のように定めた。「串本黒潮本まぐろ」は体長約20cm、体重約200gのクロマグロ（ホンマグロ）の幼魚を二〜四年間、串本のきれいな海でサバ類、アジ類、イワシ類などを餌として与え、出荷サイズまで育てた養殖クロマグロ（ホンマグロ）であり、電殺による即殺後、船上で神経破

橋」である。曳き縄釣りで漁獲された体長約20cm、体重約200gのクロマグロの幼魚（ヨコワ、写真2）を小型養殖生簀一台につき活魚五百尾を入れ、約二週間イカナゴ、カタクチイワシで餌づけを行う。次に、直径三十m、深さ十mの大型の円形生簀一台当たり千尾を入れて、同様にイカナゴ、カタクチイワシを給餌して約3kgまで育てる。写真3のよう

和歌山県串本町の養殖クロマグロは船上での処理が次のように行われている。すなわち、漁船で養殖生簀に接近し、解凍したサバを餌に用い、釣りによる電殺を行っている。ほとんどが即死状態であるが、時々仮死状態で上がるときもあるので、

うに餌をマサバ、ゴマサバ、マアジに換えて、二〜三年間養殖すると三十一〜五十kgの出荷サイズに成長する（写真4）。

壊、脱血を行い、内臓およびえらを除去後、直ちに氷蔵し、陸揚げした高品質・高鮮度で、脂質含量が高く、おいしいクロマグロ（ホンマグロ）であるとした。

二、生産地でのクロマグロの官能検査

漁場および生産地の異なる天然ク

表2 官能検査に用いたクロマグロの漁場または生産地と卸値

漁場または生産地	卸 値
A アイルランド産天然クロマグロ（冷凍）	11,000円/kg
B 串本産養殖クロマグロ（生）（串本黒潮本まぐろ）	6,500円/kg
C 壱岐産天然クロマグロ（生）	12,000円/kg
D 奄美大島産養殖クロマグロ（生）	8,000円/kg

表3 パネリストの男女別年齢構成

パネリストの年齢構成	男	女
20代	14人	6人
30代	22人	2人
40代	22人	2人
50代	25人	3人
60以上	7人	0人

表4 総合評価（どれを好みますか）の官能検査結果（n=105）

クロマグロの種類	順位の合計
A	318 ^c
B	240 ^{a,b}
C	215 ^a
D	277 ^{b,c}

1% 有意水準：差58以上
 5% 有意水準：差48~57
 a, b, c: 同じ文字は有意差がなく、異なる文字は有意差があることを示す。

表5 外観（つや・てりがある）の官能検査結果（n=102）

クロマグロの種類	順位の合計
A	319 ^b
B	242 ^a
C	211 ^a
D	248 ^a

1% 有意水準：差57以上
 5% 有意水準：差47~56
 a, b: 同じ文字は有意差がなく、異なる文字は有意差があることを示す。

ロマグロ二種類ならびに串本黒潮本まぐろを含む養殖クロマグロ二種類の腹肉（腹中の大トロの部分）を用いて、二〇〇七年一月生産地である和歌山県串本町で官能検査を順位法⁴⁾で実施した。官能検査表を表1に示す。検査項目は外観三項目、におい一項目、味三項目、テクスチャ一三項目および総合評価から成っている。それぞれの項目に一四の順位を記入する官能検査法である。さらに、意見または感想を記入する欄も設けてある。クロマグロ四種類（A、B、C、Dはランダムに決めた）の漁場または生産地と卸値を表2に示す。Aのアイルランド産天然クロマグロは船上凍結後、数カ月マ

イナス五〇℃に冷凍保管したものであり、すし店で通常行う方法で解凍して官能検査に供した。一方、B、C、Dの養殖および天然の生のクロマグロは漁獲後三日間氷蔵したものを官能検査に供した。A、B、C、Dはそれぞれ三等分し、同じ部位で刺身をつくり、官能検査に用いた。しょう油やワサビを使用しない判定である。

表3にはパネリストの男女別年齢構成を示す。パネリストは百人を超えており、統計学的母集団としては十分な人数であった。二十一〜五十代は男女合計で二十一〜二十八人とそろっていたが、六十歳以上および女性

が全体的に少なかった。パネリストの職業は多岐にわたり、町役場職員、魚介類販売業、漁業、養殖業、漁協職員、水産加工業、食品加工業、水産物流通業、調理師、すし店主、ホテル従業員、会社員、農業、町会議員、主婦、その他である。

順位法による官能検査の結果⁶⁾のうち、幾つかを紹介する。まず、総合評価（どれを好みますか）の結果を表4に示す。パネリスト数（n）は百五人である。A、B、C、Dのそれぞれのクロマグロについて百五人のパネリストが記入した順位の合計（ランクサム）を示している。順位法⁴⁾の表から、n=105、サンプル

表6 味に関する官能検査結果

クロマグロの種類	味の項目 (順位の合計)	
	うま味があり、おいしい (n=103)	脂がのっている (n=103)
A	332 ^c	362 ^c
B	215 ^a	153 ^a
C	217 ^a	276 ^b
D	266 ^b	239 ^b

1% 有意水準：差57以上
 5% 有意水準：差47~56
 a, b, c: 同じ文字は有意差がなく、異なる文字は有意差があることを示す。

表7 テクスチャーに関する官能検査結果

クロマグロの種類	テクスチャーの項目 (順位の合計)	
	もちもち感がある (ねばりけがある) (n=101)	歯切れがよい (食べたときにサクッと切れる) (n=100)
A	300 ^b	195 ^a
B	237 ^a	286 ^b
C	227 ^a	244 ^b
D	246 ^a	276 ^b

1% 有意水準：差57以上
 5% 有意水準：差47~56
 a, b: 同じ文字は有意差がなく、異なる文字は有意差があることを示す。

数四の場合、差が五十八以上あれば一%の有意水準(危険率)で有意差があり、差が四十八~五十七であれば五%の有意水準(危険率)で有意差があるといえる。小文字のa、b、cは同じ文字の場合には有意差がないことを示し、異なる文字の場合には有意差があることを示している。順位合計が小さい方が総合評価が高いわけで、C(岩岐産天然・生)、B

(串本産養殖・生、串本黒潮本まぐろ)、D(奄美大島産養殖・生)、A(アイルランド産天然・冷凍)の順であった。CとBの差は二十五であり、統計学上の有意差はなく、従って、小文字aをCとBのそれぞれの順位合計値の右肩に付けた。CとDとの差は六十二あり、一%の有意水準(危険率)で有意差があるが、BとDとの差は三十七なので有意差は

一致しなかった。
表5には外観に関して、つや・てりがある(n=102)の順位合計を示す。C=211、B=242、D=248、A=319の順であった。C、B、Dの生のクロマグロはつや・てりにおいて優れ、三者間に有意差はなかった。冷凍物のAはつや・てりで劣り、AはC、B、Dとは一%有意水準で有意差があった。小文字aをC、B、Dの右肩に、bをAの右肩に付けた。
表6に味に関する官能検査結果を示す。うま味があり、おいしい(n=103)の順位合計はB=215、C=217、D=266、A=332であった。BとCの間に有意差はなかったが、B、CとDの間には五%の有意水準で有意差があった。さらに、B、C、DとA

ない。従って、小文字bをBとDのそれぞれの順位合計値の右肩に付けた。DとAとの差は四十一であり、有意差はない。しかし、CとAとは百三、BとAとは七十八の差があり、一%の有意水準で有意差がある。従って、小文字cをDとAのそれぞれの順位合計値の右肩に付けた。総合評価の順と**表2**の卸値の順(天然物が養殖物より高い)とは一致しなかった。

表7にはテクスチャーに関する官能検査結果を示す。もちもち感がある(ねばりけがある)(n=101)の順位合計はC=227、B=237、D=246、A=300であった。AとC、B、Dの間には有意差がみられた。生のクロマグロではもちもち感、ねばりけがあるのに対し、冷凍クロマグロではこのようなテクスチャー特性で劣ることを示している。
 さらに、歯切れがよい(食べたときにサクッと切れる)(n=100)の順位合計はA=195、C=244、D=276、B=286の順であった。AとC、D、Bの間には有意差みられた。冷凍クロマグロは歯切れがよい(食べたと

の間には一%の有意水準で有意差があった。
 次に脂がのっている(n=103)の順位合計はB=153、D=239、C=276、A=362の順であった。B(串本産養殖・生)は特に脂がのっていた。後で脂質含量の分析結果を示すことにする。DとCの間には有意差はなかったが、その他の間には有意差があった。すなわち、BとD、Cの間およびB、D、CとAの間に一%の有意水準で有意差があった。

表8 官能検査に用いたクロマグロ肉の脂質含量および官能検査時の肉のpH

クロマグロの種類	脂質含量 (%)	pH
A アイルランド産天然冷凍	25.3	6.4
B 申本産	41.7	5.8
C 奄美大島産	23.1	6.1
D 奄美大島産	29.0	5.9

きにサクッと切れる」という官能検査結果であった。
 著者ら⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾の魚介類のブランド化の研究の結果によると、ブランド魚にはもちろん感じ(ねばりけ)があり、歯ごたえ(弾力)があるが、歯切れはよくない。一方、高品質でない魚では歯切れがよい(食べたときにサクッと切れる)という結果を得ている。今回の結果もAすなわち冷凍クロマグロの歯切れがよいという結果であった。官能検査表の意見・感想欄に魚介類販売業の一人がAの刺身は切り口がスパツときれいに切れているので冷凍物であると断定している

た。官能検査の結果、Aが最も歯切れがよい(食べたときサクッと切れる)との関連で興味深い。

表8には官能検査に用いたクロマグロ肉の脂質含量の分析結果と官能検査時の肉のpH測定結果を一括して示す。本検査に用いたクロマグロは腹肉の大トロ部分であるため脂質含量はすべて高かった。とくにB(申本産養殖・生)は四一・七%ときわめて高含量であった。D(奄美大島産養殖・生)が二九・〇%で二番目に高く、養殖クロマグロが上位を占めた。表6の脂のりの官能検査結果とほぼ一致していた。官能検査時の肉のpHはA(アイルランド産・冷凍)が六・四と最も高い値であった。船上で脱血後、急速凍結された高鮮度冷凍クロマグロであることがpH値から分かる。また、B、C、Dの生のマグロの場合、漁獲後氷蔵三日後のpH値であるために六・〇前後であった。解糖(グリコリシス)が緩慢に進行したためである。
 以上のように、官能検査結果を主に述べてきたが、申本町のブランド養殖クロマグロ(申本黒潮本まぐろ)は脂質含量(約四〇%)は高

く、うま味・おいしさと一致するところが分かった。さらに、総合評価も老岐産の天然・生のクロマグロと有意差がないことが分かった。しかし、長期間給餌しながら養殖しているクロマグロの評価が天然クロマグロに比較してまだ低すぎるように思われる。これは価格に歴然とあらわれている。天然・冷凍クロマグロは

表9 官能検査に用いたクロマグロの漁場または生産地と卸値

漁場または生産地	卸 値
A アイルランド産天然クロマグロ (冷凍)	11,000円/kg
B 大間産天然クロマグロ (生)	12,000円/kg
C 申本産養殖クロマグロ (生) (申本黒潮本まぐろ)	7,500円/kg
D 奄美大島産養殖クロマグロ (生)	7,500円/kg

表10 パネリストの男女別年齢構成

パネリストの年齢構成	男	女	計
19歳以下	5人	4人	9人
20代	1人	9人	10人
30代	12人	18人	30人
40代	8人	14人	22人
50代	5人	17人	22人
60代	10人	22人	32人
70歳以上	1人	11人	12人
未記入	1人	2人	3人
計	43人	97人	140人

価格が高いにもかかわらず、官能検査で低い評価であった。冷凍によって高鮮度は保持できても高品質というわけではないことが分かった。ブランド魚の定義⁽⁸⁾にもあるように、冷凍物はブランド魚として適していない。
三、消費地でのクロマグロの官能検査

次に、大消費地である東京において同様な官能検査を実施した。天然クロマグロとして有名な大間のマグロが築地の中央卸売市場に入荷した二〇〇七年十二月に墨田区にある中

表11 パネリストの男女別職業

男		女	
会社員	25人 (58%)	主婦	45人 (47%)
学生	4人	会社員 (パートを含む)	22人 (23%)
自営業	3人	学生	4人
調理師	1人	自営業	2人
製パン業	1人	医師	1人
フリーター	1人	公務員	1人
無職	4人	無職	8人
未記入	4人	未記入	14人
計	43人	計	97人

表12 総合評価 (どれを好みますか) の官能検査結果

男 (n=42) (順位の合計)		女 (n=90) (順位の合計)	
A	126 ^b	A	275 ^b
B	110 ^{a,b}	B	214 ^a
C	83 ^a	C	193 ^a
D	101 ^{a,b}	D	218 ^a
1% 有意水準: 差37以上 5% 有意水準: 差31~36		1% 有意水準: 差54以上 5% 有意水準: 差45~53	

a, b: 同じ文字は有意差がなく、異なる文字は有意差があることを示す。

表13 外観に関する官能検査結果

項目	男 (順位の合計)	女 (順位の合計)
肉色が 好ましい	n=43	n=95
	A 132 ^b	A 308 ^b
	B 98 ^a	B 237 ^a
	C 91 ^a	C 192 ^a
	D 109 ^{a,b}	D 213 ^a
1% 有意水準: 差38以上 5% 有意水準: 差31~37		1% 有意水準: 差56以上 5% 有意水準: 差46~55
透明感が ある	n=42	n=92
	A 154 ^c	A 322 ^c
	B 110 ^b	B 235 ^b
	C 66 ^a	C 161 ^a
	D 90 ^{a,b}	D 202 ^{a,b}
1% 有意水準: 差37以上 5% 有意水準: 差31~36		1% 有意水準: 差55以上 5% 有意水準: 差45~54
つや・てり がある	n=42	n=94
	A 148 ^b	A 318 ^c
	B 107 ^a	B 248 ^b
	C 82 ^a	C 192 ^a
	D 83 ^a	D 182 ^a
1% 有意水準: 差37以上 5% 有意水準: 差31~36		1% 有意水準: 差56以上 5% 有意水準: 差46~55

a, b, c: 同じ文字は有意差がなく、異なる文字は有意差があることを示す。

堅のスーパーマーケットで官能検査を行った。天然および養殖クロマグロ四種類 (A、B、C、Dはランダムに決めた) の漁場または生産地と卸値を表9に示す。前回、表2に示した生産地で行った官能検査に用いたクロマグロの種類とほぼ同じであるが、老岐産天然クロマグロ (生) の代わりに今回は大間産天然クロマグロ (生) を用いた。天然および養

殖クロマグロの腹肉 (腹中の大トロの部分) の官能検査を順位法⁽⁴⁾で行った。官能検査表は表1と同じである。前回と同様に、四個体とも三等分した後、それぞれを刺身にした。細長い紙皿にA、B、C、Dと記入したものをたくさん用意しておき、それぞれの同じ部位の刺身をのせ、パネリストに各項目について判定し、記入してもらった。

スーパーマーケットの買物客をパネリストとして官能検査を実施した。表10にはパネリストの男女別年齢構成を示す。男四十三人、女九十七人、合計百四十人であった。三十代から六十代までがそれぞれ男女合計二十人以上であり、パネリストが多かった。前回、生産地での官能検査の場合、パネリスト数は百五人で

と多かったが、男が八五%を占め、女と多かった。今回の官能検査では、パネリストは少なかった。今回、消費地においてはパネリスト数はさらに多い百四十人であり、しかも女のパネリストが前回よりもはるかに多く、十分に目的を達した。表11にはパネリストの男女別職業を示す。男の場合、会社員が五八%を占め、女の場合、主婦が四七%と最も多数で、次いで会社員が二三%

