

マグロ類

山中英明

(東京海洋大学 名誉教授 農学博士)

はじめに

遠洋性回遊魚の代表的な魚としてマグロ類と近縁種のカジキ類がある。本シリーズのブランド魚⑩で養殖クロマグロについて述べたが、今回はマグロ類全般について記述することにす。マグロ類は日本人が最も好む魚介類の一つであり、それを示す統計として平成20年の年間1人当たりの生鮮魚介類品目別家計消費費を表1に示す。数量についてはイカ、サケに続き、3位で年間約800gを消費して7%を占めるが、金額では年間約1900円と断然トップで、11・5%を占めている。サケ、イカ、エビ、ブリ、サンマも人

気のある生鮮魚介類であることが分かる。若者づくりに子どもの魚離れがいわれている。「骨があるから」「食べるのが面倒」などが理由として挙げられる。子どもは魚を好まないといわれるが、すべての魚が嫌いなわけではない。例えば、すしは子どもにも大変人気がある。「おすしにしよう」と最初に言う人はだれですか？ という調査によると、最も多いのが子どもであるという。そして、子どもの好きなすしネタは①マグロ(赤身)、②イクラ、③サーモン、④マグロ(トロ)、⑤玉子焼き、⑥エビ、⑦甘エビ、⑧ネギトロの順であったという。やはり、マグロ、サケおよびエビが上位を占めた。

マグロ類の最大の消費国は日本であり、マグロ漁業はわが国の代表的漁業として発展してきた歴史がある。最近のマグロ漁業の変貌は著しい。国際的には台湾が急激に台頭し、日本のマグロ漁業は完全に輸入産業化した。また、遠洋性回遊魚であるマグロ類に対しては国際的に資源管理措置が強められてきている。その中でとくに規制の厳しいのが、最近テレビや新聞をにぎわしている大西洋産および地中海産のクロマグロ(ホンマグロ)である。ここ2、3年高級マグロとして知られる大西洋産および地中海産クロマグロを野生生物を保護するワシントン条約によって、国際取引を全面的に禁止し

ようという動きが欧米を中心に広がり始めた。地中海産を含む大西洋産クロマグロは巻網漁業によって資源の減少が起きているためである。2010年3月にカタルドで開かれたワシントン条約締約国会議(175カ国)には地中海産を含む大西洋産クロマグロを絶滅のおそれのある生物とみなして国際商取引を禁止する提案がモナコから出された。実行されれば世界で獲れるクロマグロの8割を消費する日本への影響は大きかったが、各国が投票した結果、日本、中国、アフリカ諸国など反対する国が多かったため、今回は国際商取引禁止は見送りとなった。なお、日本近海を含む太平洋産クロマグロについては資源量は横ばい状態と推定されているので、国際取引の禁止は議論されなかった。

1、マグロの種類

分類学的にはマグロ類はサバ科に属するのに対してカジキ類はマカジキ科とメカジキ科の2科に大別される。表2に代表的なマグロ類およびカジキ類の和名、英名および学名を示す。以下に種類別に述べる。

食品と科学

(1)クロマグロ

マグロの代表種であり、ホンマグロ、クロシビとも呼ばれ、最も大型で、全長3m、体重350kg以上になる。魚体は紡錘形で、胸びれが非常に短いのが特徴である。クロマグロとは体の背側が黒いために名付けられた。30〜60cmの幼魚はメジ、クロメジと呼ばれ、体側に10〜20条の横帯があるが、成長するにつれてこ

の帯は消える。

全世界の温帯地域に広く分布している。西部太平洋ではパラオ諸島以西の海域やフィリピンから北海道近海にいたる沿海域に生息する。また、マグロ類では最も高緯度まで分布し、低水温に対して強く、成魚では7〜8℃にも耐えることができる。近年、ミトコンドリアDNAに基づく遺伝的解析によって太平洋と

大西洋のクロマグロ個体群間には遺伝的交わりが全くないことが明らかにされ、太平洋クロマグロ *Thunnus thynnus orientalis*、大西洋クロマグロ *Thunnus thynnus thynnus* の2亜種に分類学上区別している。漁法としては延縄(はえなわ)、巻網などで漁獲されている。マグロ延縄漁業は日本人の考案によるものである。遠洋延縄漁業は1200〜1

50kmの縄に2000〜2500本の釣針をぶら下げてマグロを釣る漁法で縄を入れるだけで4時間、1日の操業時間は長いときには20時間以上になることもある。釣れるマグロの数は近年では釣針1000本当たり数尾である。1日1隻当たり10尾にも満たない。釣れたマグロはえらと内臓を除去後、急速冷凍され、マイナス60℃に冷凍保存される。遠洋マグロ漁船は1年以上の長期航海のため、肉質保持には超低温保存が必要である。

表1 平成20年 年間1人当たりの生鮮魚介類品目別家計消費(全国)

順位	品目	数量(g)	%	順位	品目	金額(円)	%
1	イカ	989	8.5	1	マグロ	1,897	11.5
2	サケ	987	8.5	2	サケ	1,346	8
3	マグロ	794	7	3	エビ	1,166	7
4	サンマ	744	6.5	4	ブリ	1,089	6.5
5	エビ	645	5.5	5	イカ	923	5.5
6	ブリ	644	5.5	6	カツオ	550	3.5
7	アジ	533	4.5	7	アジ	528	3
8	サバ	422	3.5	8	ホタテ	513	3
9	カツオ	349	3	9	サンマ	471	3
10	ホタテ	317	2.5	10	サバ	372	2
11	イワシ	221	2	11	カキ	339	2
12	カキ	200	2	12	イワシ	189	1
その他		4,747	41	その他		7,273	44
合計		11,592	100	合計		16,656	100

(水産白書平成21年版)

表2 マグロ類およびカジキ類の和名、英名および学名

和名	英名	学名
クロマグロ	bluefin tuna	<i>Thunnus thynnus</i>
ミナミマグロ	southern bluefin tuna	<i>Thunnus maccoyii</i>
メバチ	bigeye tuna	<i>Thunnus obesus</i>
キハダ	yellowfin tuna	<i>Thunnus albacares</i>
ビンナガ	albacore	<i>Thunnus alalunga</i>
マカジキ	striped marlin	<i>Tetrapturus audax</i>
バショウカジキ	sailfish	<i>Istiophorus platypterus</i>
メカジキ	swordfish	<i>Xiphias gladius</i>

一尾のマグロから刺身として取れる肉は内臓、骨などを除くとマグロ体重の50%程度である。また、トロの部分はそれほど多くない。クロマグロからはトロが多く取れ、したがって、単価も高い。クロマグロでも天然ものではトロの部分は全体のわずか15%程度である。クロマグロは漁獲量がそれほど多くない上に、肉色はミオグロビンが多く、濃い赤色で、肉質はマグロ類中で最も優れており、美味であり、最高級魚とされる。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(中心部の肉)に分けられる。

赤身にはミオグロビンという赤い色素タンパク質が多く含まれている。ちなみに、ミオグロビンは血合肉中に最も多量含有されている。前述のとおり、大トロ（腹部の肉）は最も高価で、脂質含量は30%を超え、きわめて美味である。すし種や刺身としてマグロ類中で最高級品である。天然クロマグロは漁獲量が少ないため、台湾、韓国などから輸入されているが、ほとんどが冷凍ものである。一部は水蔵し、空輸されている。日本近海産の天然クロマグロは水蔵され、最も高価で取り引きされる。

歴史的には、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ていた。

食品と科学

最近、100〜200gのクロマグロの幼魚を長期間（2〜4年間）生簀中で育てた養殖クロマグロが市販されるようになってきている。脂質含量が天然クロマグロより高く、トロの多いのが特徴であり、季節を問わず出荷できる利点がある。また、クロマグロ受精卵からの完全養

殖も近畿大学によって成功した。養殖クロマグロと完全養殖については後で述べることにする。

(2) ミナミマグロ

インドマグロとも呼ばれている。全長2mまで育つ。外見はクロマグロに似ていて、胸びれは短い。肉色はクロマグロと同様に濃赤色で、しかもクロマグロに次いでトロの部分が多く、すし種や刺身として高級品である。名称のとおり南半球の海域にのみ生息しており、主な分布海域は南緯30〜50°である。大西洋のアルゼンチン東方沖から南アフリカ沖、インド洋の南部を経て、オーストラリア、ニュージーランド、さらにはチリ近海まで分布している。延縄で漁獲している。

オーストラリア南部のポートルンカーンではミナミマグロの養殖が行われている。ミナミマグロの養殖でポートルンカーンでは多数の雇用が創出されて、活況を呈している。日本へはほとんど冷凍ミナミマグロとして輸出されている。この場合、ニシンやイカを餌として大量に与え、短期間（半年以内）で成魚に太らせる方法なので、厳密には蓄養

ミナミマグロであるが、日本では養殖ミナミマグロで統一している。

(4) キハダ
キワダとも呼ばれている。幼魚はキメジという。小型種で、体長120cmほどに育つ。名称のとおり第2背びれとしりびれが黄色で、長く伸びているのが特徴である。肉色はメバチよりもミオグロビンが少ないので明るい赤色である。赤身の肉が多く、すし種、刺身、照り焼きなどに使われるほか、缶詰、魚肉ハム・ソーセージにも加工される低価格のマグロである。

(3) メバチ
メバチともいう。マグロ類では中型種で、体長2mほどに育つ（体重約150kg）。胸びれが長く、名前のとおり大きい目の特徴である。肉色はクロマグロやミナミマグロよりもミオグロビン量が少ないため、赤みがやや少ないが、鮮紅色で美しい。味はクロマグロに比較し、やや淡泊であるが、クロマグロ、ミナミマグロに次いで中高級品とされ、すし種、刺身に主に使用されるが、照り焼き、山かけ、煮つけ、フライなどにも使われる。赤身が多く、スーパーなどでもよく売られている。

メバチは世界の温帯、熱帯の海域に広く分布するが、地中海には生息しない。わが国では本州中部以南の太平洋側に分布している。好適水温は11〜29℃と広く、最適水温は17〜22℃である。マグロ類の中では生息深度が最も深く、約600m深まで分布していると考えられる。産卵水温は24℃以上。延縄および巻網で漁獲されるが、世界のマグロ類の漁獲量をみるとキハダに次いで多い。

(5) ビンナガ
ピンチョウ、トンポと呼ばれている。マグロ類の中では最も小型で、体長1m程度（体重30kg程度）である。

食品と科学

名称のとおり胸びれが非常に長いのが特徴である。マグロ類の中では肉に含まれるミオグロビンが一番少なく、肉色は淡い赤色である。肉質はやわらかく、味が他のマグロより淡泊である。主に缶詰（水煮、油漬）に加工され、ホワイトミートまたはステーキとして人気商品である。他にステーキ、照り焼きなどにも使われている。最近では回転すしなどで、すし種用、刺身用として手ごろな価格帯の新しいトロ商品あるいはトロ食材として「ピントロ」が消費者に受け入れられている。なお、ビンナガの場合もカツオと同様に活けしめ脱血によって高品質化できることが分かってきた。

全世界の熱帯、温帯の海域に広く

分布している。地中海にも生息している。一本釣りで、延縄、巻網で漁獲される。

(6) マカジキ

マカジキ科に属する。体長3.5m、体重200kgを超える。カジキ類は吻（ふん・上あご）が著しく長く、先がとがっているのが特徴である。マカジキは上あごが下あごの2倍よりやや短い。背びれの前葉は高く、体高とほぼ同じ長さである。体の背面は黒紫青色、腹面は銀白色で、体側に10数条のコバルト色の横帯がある。カジキ類の中では最も肉質に優れ、肉色は鮮やかな淡紅色である。刺身、照り焼きに用いられる。

太平洋およびインド洋の熱帯、温帯海域に広く分布している。延縄、突棒（つきんぼう）、もりで突く漁法）で漁獲される。

マカジキの近縁種にバショウカジキ（肉色は赤色）、クロカジキ（肉色は淡桃色）、シロカジキ（肉色は桃色）がある。

(7) バショウカジキ
マカジキ科に属する。

体長は3mぐらいでやや小型である。背びれがバショウの形をしているところからこの名がある。背びれは著しく大きく青紫色で、このひれを水面に帆を張っているかのように出して泳ぐ。肉の色はマカジキより赤みが強く、脂が少ないが、夏にはマカジキより美味といわれる。刺身、ステーキ、照り焼きにして用いられる。

熱帯、温帯海域に分布している。主に延縄で漁獲される。欧米諸国ではトロリングの対象として人気が高い。

(8) メカジキ

メカジキ科はメカジキ1種である。体長4.5m、体重500kgを超えるものもある。しかし、普通は体長2m前後のものが多い。体はほぼ円柱状を呈し、上あごはきわめて長く、下あごの4倍近くもある。うろこも腹びれもない。他のカジキに比べて凶暴で、攻撃的であるので注意が必要である。肉は白っぽく、やわらかい。味はマカジキより劣る。したがって、刺身には向かないが、照り焼き、塩焼きなどのほか、みそ漬、魚肉ハム・ソーセージなどに加工される。

世界の温帯から熱帯海域にかけて生息するが、とくに温帯海域に多い。地中海、黒海などにもみられる。延縄によって主に漁獲されている。

2. マグロ類の需給

(1) 世界の生産量

2007年におけるマグロ類の国別生産量とその比率を表3に示す。日本が256千t（14.6%）で最も多く、台湾、フィリピン、インドネシア、スペインなどが続く。このようにマグロ類は世界中の沿岸国で漁獲され、消費されている。世界のマグロ類の生産量は1990年代までは増加してきたが、すでに頭打ちの傾向にある。

次に、2007年におけるマグロ類の魚種別生産量とその比率を表4に示す。最も生産量の多いのはキハダであり、58%を占める。次いでメバチ、ビンナガが続く。クロマグロは51千t（3%）と少ない。ミナミマグロは最も少ない。

(2) 国内供給量

表5には日本への主要なマグロ類の供給量を示す。これは2008年の

表3 マグロ類*の国別生産量 (千t, 2007年)

国名	生産量	%
日本	256	14.6
台湾	187	10.6
フィリピン	175	10.0
インドネシア	137	7.8
スペイン	100	5.7
その他	898	51.2
合計	1,753	100

FAO漁業統計および農水省漁業・養殖業生産統計年報（日本）

*クロマグロ、ミナミマグロ、メバチ、キハダおよびビンナガの合計

表5 日本への主要なマグロ類の供給量(千t、2008年)

魚種	供給量	%
メバチ	159	38.8
キンハダ	140	34.1
クロナガ	58	14.2
クロマグロ	43*	10.5
ミナミマグロ	10	2.4
合計	410	100

*太平洋産 21,600t および
大西洋産 21,400t

表4 世界のマグロ類の魚種別生産量(千t、2007年)

魚種	生産量	%
クロマグロ	51	3.0
ミナミマグロ	11	0.5
メバチ	427	24.4
キンハダ	1,016	58.0
クロナガ	248	14.1
合計	1,753	100

FAO 漁業統計および農水省漁業・養殖業生産統計年報(日本)

表6 マグロ・カジキ類の国内生産量および金額(生産量:千t、金額:億円)

項目	2005年	2006年	2007年
生産量			
マグロ・カジキ類	258 (5.8%)	239 (5.3%)	278 (6.3%)
海面漁業合計	4,457	4,470	4,396
金額			
マグロ・カジキ類	1,649 (15.6%)	1,631 (15.1%)	1,797 (15.9%)
海面漁業合計	10,594	10,787	11,268

(水産白書平成21年版)

表7 マグロ・カジキ類の輸入量および金額(輸入量:千t、金額:億円)

項目	2006年	2007年	2008年
輸入量			
マグロ・カジキ類	287 (9.1%)	247 (8.5%)	225 (8.1%)
水産物合計	3,154	2,892	2,768
金額			
マグロ・カジキ類	2,326 (13.6%)	2,190 (13.4%)	2,142 (13.7%)
水産物合計	17,074	16,373	15,644

(水産白書平成21年版)

表8 マグロ・カジキ類の輸出量および金額(輸出量:千t、金額:億円)

項目	2006年	2007年	2008年
輸出量			
マグロ・カジキ類	26 (4.3%)	48 (7.8%)	25 (4.8%)
水産物合計	594	612	519
金額			
マグロ・カジキ類	101 (4.9%)	151 (6.3%)	96 (4.6%)
水産物合計	2,041	2,382	2,086

(水産白書平成21年版)

の統計であるが、410千tが日本へ供給されている。4分の3がメバチとキンハダである。最も高級マグロであるクロマグロは43千tと約10%を占めている。世界のクロマグロの生産量が50千t強と少ないので、日本国内で世界の約80%を消費していることになる。

次に、表6には最近3年間の海面漁業合計に占めるマグロ・カジキ類の国内生産量および金額さらに比率を示す。マグロ・カジキ類の生産量は少し変動するが、ほぼ250千tで海面漁業合計の約6%を占めている。金額は2005〜06年はおおよそ1650億円(15・5%)であったが、2007年は1800億円(16%)に上昇した。なお、カジキ類の

生産量は約30千tと考えられる。表7に最近3年間の輸入水産物合計に占めるマグロ・カジキ類の輸入量および金額、さらに比率を示す。マグロ・カジキ類の輸入量および金額は年々減少している。水産物全体の増加に歯止めがかかり、減少に転じたのは日本の水産業にとって好ましく、食料自給率向上に寄与すると考

える。食糧安全確保上もプラスである。関連して、表8に最近3年間の輸出水産物合計に占めるマグロ・カジキ類の輸出量および金額さらに比率を示す。近年、世界の水産物需要の増加などを背景に、わが国の水産物の輸出が増加してきたが、2008年はサケなどの国内生産量の減少、世界的経済の低迷、円高の影響

を受けて6年ぶりに減少した。マグロ・カジキ類についても水産物合計と同様に2008年には輸出量、金額ともに減少した。

(3) 養殖クロマグロの生産

実用化されている市販の養殖クロマグロには2種類ある。1つは日本で行われている方法で、幼魚を釣り漁獲し、生簀中でなま餌を与えて長期(2年以上)育てる養殖方法である。他の1つは地中海などで行われている方法で、巻網で漁獲したクロマグロの成魚を生簀に移してなま餌を与え、短期(6カ月以内)で太らせて脂ののったトロの多いクロマグロとして出荷する蓄養という方法である。

日本で行われている養殖クロマグロの生産量は2004年度2500t、最近では約2倍に増加したといわれている。鹿児島県(特に奄美大島)、長崎県、沖縄県、和歌山県、高知県、三重県などで養殖が行われている。

代表的な例として和歌山県串本町の養殖クロマグロ(ブランド名「串本黒潮本まぐろ」)を用いて、他の漁場または生産地の天然クロマグロな

どの比較を官能検査によって行った。消費地および生産地でのクロマグロの官能検査の結果、「串本黒潮本まぐろ」は高い評価を得た。また、養殖・生のクロマグロは天然・生のクロマグロと比較して品質的に優るとも劣らないことが分かった。

養殖クロマグロといえは完全養殖について述べなければならない。完全養殖とは卵を孵化させて親魚に育て、また卵を産ませるサイクルのことである。クロマグロの完全養殖は2002年に近畿大学が世界で初めて成功した。詳細については熊井英水教授が「マグロの科学」第2章マグロ類の増養殖の現状と将来の中で述べている。結論として、クロマグロ完全養殖達成によって人工養殖親魚からの採卵が実証できたので、今後は種苗量産技術の開発が必要であり、この開発によって養殖用種苗の安定的供給はもろろんのこと、資源添加による増殖にも大きく寄与できることになると思われている。

しかしながら、いくつかの未解決の問題も残されていると述べている。完全養殖による方法だと、養殖に使うために天然の幼魚を漁獲しなく

ても食卓にクロマグロを提供できると期待されている。近畿大学では水槽中での稚魚の生残率に少しずつ向上が見られるようになり、2009年には約3万尾の幼魚を養殖業者に出荷した。また、近畿大学が育てた完全養殖クロマグロの一部はすでにデパートで販売されるまでになっている。一方、大手水産会社もクロマグロの完全養殖に取り組んでいる。世界の状況から見て完全養殖の技術開発は急務とみているのである。ただ、現時点では飼育中の稚魚の生残率がまだ低く、完全養殖が一般的な養殖法として広まってゆくには、さらに技術的な改良を行わねばならない。稚魚の生残率を上げるための新たなエサの開発などを進める必要がある。種苗の供給技術が完成すればクロマグロの完全養殖は大きく進展するであろう。

3、マグロ類の食品学

(1) 一般組成

表9にマグロ類可食部の一般組成を示す。分析試料の採取部位によってかなり異なる。クロマグロ(赤身)、ミナミマグロ(赤身)、キン

表9 マグロ類の一般組成(可食部100g当たりのg)

種類	水分	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分
クロマグロ(赤身)	70.4	26.4	1.4	0.1	1.7
“(トロ)	51.4	20.1	27.5	0.1	0.9
ミナミマグロ(赤身)	77.0	21.6	0.1	0.1	1.2
“(トロ)	50.3	20.3	28.3	0.1	1.0
キンハダ	74.0	24.3	0.3	tr	1.3
クロナガ	71.8	26.5	0.7	0.2	1.3
マカジキ	73.8	23.1	1.8	0.1	1.2

tr:微量

ダ、ピンナガ、マカジキは背の部分であり、クロマグロ(トロ)、ミナミマグロ(トロ)は腹の部分である。まず、最も好まれ、高価なトロは脂質が30%近く存在し、一方、水分は約50%しか存在しない。タンパク質も20%とこの中では低い。それに対して、クロマグロの赤身やミナミマグロの赤身、赤身の多いキンハダ、ピンナガやマカジキは水分が70%と高いのに対して、脂質は0・1〜1・

表12 体温測定に用いた養殖クロマグロの漁獲年月日、養殖年数、全長および体重

No.	漁獲年月日	養殖年数	全長(cm)	体重(kg)
1	2008.1.29	2年7か月	140	43.6
2	2007.2.27	2年6か月	140	46.5
3	2007.2.27	2年6か月	150	41.0
4	2009.3.16	2年7か月	132	41.7
5	2008.4.21	2年10か月	135	44.0
6	2007.5.8	2年10か月	144	55.5
7	2007.5.8	2年10か月	145	61.8
8	2007.5.8	2年10か月	155	62.2
9	2007.5.8	2年10か月	156	61.2
10	2007.6.25	2年11か月	142	53.1
11	2007.6.26	2年11か月	145	48.6
12	2007.8.6	2年	114	36.0
13	2008.11.10	2年4か月	130	31.3
14	2008.11.10	2年4か月	136	35.7

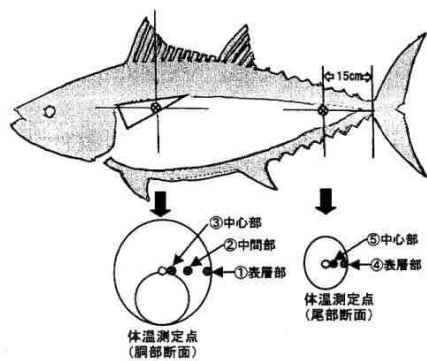


図1 養殖クロマグロの体温測定点

表13 養殖クロマグロの部位別体温、海水温および気温

No.	部位別の体温 (°C)					海水温 (°C)		気温 (°C)
	①	②	③	④	⑤	表面	水深6m	
1	17.4	27.5	29.0	16.2	17.1	15.5	12.3	9.4
2	18.6	27.5	28.2	17.5	17.9	16.8	16.6	15.5
3	17.5	25.9	29.0	16.6	17.1	16.8	16.6	15.5
4	17.5	26.9	29.8	16.2	16.7	15.6	15.8	15.8
5	20.2	27.3	29.4	19.3	19.8	18.3	18.3	17.2
6	19.2	22.1	29.1	18.9	19.2	18.1	17.7	23.5
7	19.8	26.7	29.5	19.6	20.2	18.1	17.7	23.5
8	19.8	25.2	29.3	18.9	19.5	18.1	17.7	23.5
9	18.9	23.9	28.7	19.4	19.6	18.1	17.7	23.5
10	24.2	31.4	30.6	23.5	24.2	21.9	21.9	24.3
11	23.3	30.8	29.8	23.6	23.1	22.9	21.7	26.8
12	25.2	30.6	30.4	24.2	24.2	21.4	21.4	32.7
13	22.5	29.7	30.1	20.8	22.1	21.6	21.5	17.0
14	23.2	25.2	29.4	20.1	20.8	21.6	21.5	17.0

PH 魚類などは環境水温によって体温が変動する変動動物であり、一般に安静時の魚の体温は環境水温とほぼ

等しいか、1~2°C高いのが普通である。しかし、すべての魚類が変温動物とは限らない。活動性の高いマグロ類では海水温よりも高い体温を持つことが報告されており、メバチマグロやクロマグロでは皮下の肉の温度は海水温に近いが、深部の肉の温度は31~32°Cであり、海水温よりも約10°Cも高い体温を維持しているといわれている。しかし、最近注目されている養殖クロマグロに関しては出荷サイズの体温を測定した研究は見当たらない。そこで、和歌山

県串本町において養殖しているクロマグロを用いて一年を通して体温を測定してみた。また、養殖クロマグロにおいてもヤケ肉(焼け肉)が発生している。ヤケ(焼け)の原因は漁獲時の体温上昇とPHの低下によるといわれている。そこで、時々、筋肉の部位別にPHの測定を行った。表12には体温測定に用いた14検体の漁獲年月日、養殖年数、全長、体重を示す。養殖クロマグロも漁獲時にあられると体温が上昇するので、釣り・電殺法を採用した。ほとんど

が即死状態で船上に釣り上げられるが、時々仮死状態で上るときもある。魚しめ器で延髄刺殺した。次に両側の胸びれを持ち上げ、包丁で刺して脱血を行った。さらにステンレス線を頭部から射込んで神経抜きを行った。直ちに図1に示す養殖クロマグロの5箇所(①~⑤)の体温測定点に温度センサーを差し込んで測定した。また、海水温と気温も測定した。表13に測定結果を一括して示す。養殖クロマグロの表面部

化された。DHAは炭素数22、二重結合6個のn-3系高度不飽和脂肪酸である。DHAはEPAと同じ効果があるほかに、脳や神経の機能向上(視力低下抑制、学習機能の向上など)、血圧低下作用、制がん作用(とくに乳がん、大腸がん)、抗アレルギー作用である。

(4)養殖クロマグロの体温と部位別

表10 マグロ類筋肉の遊離アミノ酸組成 (mg/100g)

遊離アミノ酸	クロマグロ		メバチ		キハダ		
	普通肉	普通肉	血合肉	普通肉	血合肉	普通肉	血合肉
タウリン	37	88	91	26	270	13	799
アスパラギン酸	tr	tr	tr	1	4	1	1
トレオニン	4	2	4	5	9	3	7
セリン	2	2	6	4	10	2	8
グルタミン酸	5	1	35	2	19	4	9
プロリン	5	tr	5	1	13	7	13
グリシン	6	5	10	8	36	5	21
アラニン	10	9	34	12	50	11	74
バリン	4	4	6	6	6	10	8
メチオニン	4	4	4	6	4	3	5
イソロイシン	2	3	4	6	5	5	6
ロイシン	4	5	7	9	7	9	12
チロシン	3	4	3	7	6	3	4
フェニルアラニン	7	3	3	4	3	3	6
リュシニン	33	8	9	7	9	tr	5
ヒスチジン	698	695	200	675	78	947	123
アルギニン	7	tr	tr	3	2	3	3
合計	831	833	421	782	531	1,028	1,104

tr: trace

8%と低い。タンパク質は21・5%と低い。炭水化物と灰分は低く、魚種間や赤身とトロの間に有意差は見られない。魚肉の水分と脂質含有量は逆の相関関係にあり、合計するとほぼ一定である。マグロ類でもこれがあてはまる。天然のマグロでは6%

7月に脂質が最も少なくなり、12月に最も多くなる。タンパク質、炭水化物、灰分には季節的変動はみられない。脂質含量からみると日本近海の生鮮マグロの旬は冬である。

(2)遊離アミノ酸組成

表10にマグロ類筋肉の遊離アミノ酸組成を示す。まず赤身魚に著量

表11 マグロ類普通肉の脂質の脂肪酸組成 (重量%)

脂肪酸	クロマグロ	メバチ	キハダ	ヒナガ
14:0 (ミリスチン酸)	4.5	3.3	2.6	3.7
15:0	0.6	0.9	0.6	1.0
16:0 (パルミチン酸)	22.1	23.6	27.1	29.3
16:1n-9	2.8	5.9	4.4	6.3
17:0	0.8	2.0	2.1	1.2
18:0 (ステアリン酸)	6.1	5.3	7.5	6.1
18:1n-9 (オレイン酸)	21.7	30.0	17.8	16.6
18:2n-6	0.8	0.9	0.9	0.7
18:3n-3	—	3.3	1.1	—
20:4n-6 (アラキドン酸)	1.0	2.7	3.6	1.2
20:5n-3 (EPA)	6.4	5.1	4.6	6.5
22:5n-3	1.4	1.0	1.3	0.8
22:6n-3 (DHA)	17.1	12.8	22.0	17.6

—: 未検出

含まれるヒスチジンがマグロ類においても高いことである。とくに普通肉中に高く、83・92%を占めている。血合肉中のヒスチジンは普通肉に比較すると低いが、それでもかなりの高含量であり、ミネママグロでは最も高く、メバチとキハダでは2番目に高い。タウリンはキハダ、メバチの血合肉中に高含有量である。タウリンは普通肉中にもかなり多く含まれている。

(3)脂質の脂肪酸組成

表11にマグロ類普通肉の脂質の脂肪酸組成を重量%で示す。マグロ

の種類によって少しの差はあるが、脂肪酸組成としては類似している。極めて多い脂肪酸がパルミチン酸、オレイン酸およびドコサヘキサエン酸(DHA)である。続いて多いのがステアリン酸とエイコサペンタエン酸(EPA)である。DHAおよびEPAはマグロなど魚類脂質中に多く含まれるが、植物油や陸上ほ乳類肉には含まれない。両方とも生理活性物質として有名であり、EPAは炭素数20、二重結合5個のn-3系高度不飽和脂肪酸である。1990年に動脈硬化治療薬として医薬品

表14 養殖クロマグロ氷蔵中のpHの変化

No.	氷蔵時間	赤身(背肉)	大トロ(腹肉)	尾肉	血合肉
No.1 2008. 1.29	2	6.31	6.79	—	6.00
	5	6.68	6.76	—	6.08
	7	6.53	6.51	—	6.01
No.6 2007. 5. 8	2	6.11	6.39	6.53	6.22
	5	6.29	6.48	6.55	6.18
	7	6.12	6.31	6.40	6.15
	22	5.64	5.85	5.64	5.94
No.10 2007. 6.25	2	6.15	6.51	6.43	6.45
	5	6.58	6.73	6.84	6.58
	7	6.42	6.51	6.55	6.18
	22	5.50	5.59	5.54	5.92
No.13 2008.11.10	2	6.73	6.73	6.97	6.10

とが明らかとなった。胸部表層部①の体温は常に表面海水温より0・4℃高かった。中心部③の体温は季節を問わず、海水温の変化にかかわらず、常に一定の体温を維持していることが分かった。すなわち、28・2℃、30・6℃の間に入っていた。平均値は29・5℃であった。なお、中心部③の肉は血合筋であることを確認している。本研究で一年を通して養殖クロマグロの体温を測定した結果、胴部中心部の体温は環境水温の

変化にかかわらず常に一定であり、すなわち養殖クロマグロは恒温動物であり、平均体温は29・5℃と結論した。クロマグロ、メバチマグロなどでは体側筋中に血合筋が発達し、その部分の筋温は環境水温より10℃以上高いところがある。これらの魚類では深部血合筋を包み込むように奇網(きもう)と呼ばれる網状組織が発達している。奇網中では動脈の毛細血管と静脈の毛細血管が多数平行に並び、動脈血と静脈血が薄い壁をはさんで反対の方向に流れ、熱交換器として働き、活動的な魚類における筋温を高く維持するのに役立つ。奇網においては組織で温められた静脈血とえらで外界水温と等しくなってきた冷たい動脈血との間で熱交換が行われる。静脈血の熱のかなり部分は動脈血に伝えられるので、えらで失われる熱損失は最小限に抑えられ、熱は組織に保存される。こ

れによって組織は外より高い温度に保たれ、物質代謝など活発な生命活動が可能となる。マグロ類では深部血合筋を持つている。血合筋は血管分布が密であるため体表近くにあると大きな熱損失になる。回遊魚の通常の遊泳状態では血合筋のみが活動しており、ここが主要な熱源となっている。マグロ類ではこのような血合筋を血管分布の少ない普通筋で包み込んで体の中心部に近くに置いてるので、これもまた奇網と同様に体温に有利な構造である。

以下となった。部位別にみると血合肉のpHの低下はそれほど著しくなかった。血合肉のグリコーゲン含量が低く、乳酸生成量が少ないためである。また、ヤケ(焼け)に関しては、胴部中心部の体温が釣り・電殺による漁法では年間を通し平均29・5℃であり、高くても30℃を少し上回る程度であった。また、漁獲直後のpHも6台と高かった。この体温とpHではヤケ肉(焼け肉)が発生することはないと結論した。

(5) マグロのヤケ肉と養殖クロマグロでの実験

次に、マグロのヤケ肉について述べる。ヤケ肉は従来から頻発し、研究もかなり行われている。ヤケ肉は次のように要約されている。「夏季、日本の太平洋沿岸で漁獲されるクロマグロ、メバチ、キハダなどにしばしばマグロ肉本来の赤い透明な色調がなく、灰褐色かつ不透明で水っぽさを感じのする肉質のものがみられることがある。これをヤケ肉または単にヤケ肉という。巻網で漁獲された大型のマグロに発生する頻度が高いといわれる。ヤケ肉の原因は漁獲後の高い体温のもとで解糖反応が急に進

行してpHが5・6付近まで低下し、筋原線維タンパク質が変性したためと推定されている。ヤケ肉は刺身などの生食用にならず、したがってヤケのあるマグロは市場価値がほとんどない。ところで、養殖クロマグロでもヤケが発生するといわれる。著者らが和歌山県串本町で養殖クロマグロを研究試料として漁獲する際は、釣り・電殺による方法を採用しており、ヤケ肉の発生はなかった。表14の漁獲2時間後の高いpH値はそれを裏付けている。そこで、通常行っている釣り・電殺区と釣り上げて電殺せずに船上で苦悶死させた釣

・苦悶死区の養殖クロマグロを比較する実験を2009年11月下旬串本町にて行った。当日の表面海水温は19・5〜19・8℃であった。表15に釣り・電殺区1尾および釣り・苦悶死区3尾のヤケ肉発生の有無と各部位のpHを示す。釣り・電殺区は正常な肉であり、どの部位のpHも一番高かった。釣り・苦悶死区3尾のうち2尾の赤身の部位にヤケ肉が発生した。No.2は大きなヤケであり、No.3は非常に大きなヤケであった。それぞれのヤケ肉の状態を写真1と写真2に示す。ともに背骨の回りの中心

部の赤身肉に顕著なヤケが発生した。赤い色調がなく、白褐色していた。ヤケ肉を食べてみると酸っぱい味がした。漁獲後氷蔵2時間後のpHはヤケ肉が発生したNo.2はpH5・53、No.3はpH5・50と非常に低かった。すなわち、苦悶中にグリコーゲンが分解されて乳酸が多量蓄積したためである。ちなみに、No.3のヤケていない個所の赤身のpHは5・78であった。また、釣り・苦悶死区であってもNo.4はヤケ肉が発生しなかった。赤身のpHは5・81とNo.2およびNo.3に比べてかなり高かった。苦悶

の程度に差があるであろう。乳酸が急激に増加し、漁獲直後におけるpHが5・5台へ急低下したマグロにはヤケ肉が発生すると考えている。

(6) 冷凍マグロの解凍方法

冷凍マグロの解凍方法として料理店などでは温塩水解凍が行われている。この方法は短時間で解凍できるうえ、色がよいといわれている。その方法は、①塩分濃度3〜5%の温食塩水を用意する。ぬるま湯の温度は熱変性を起こさない35〜40℃とする。②マグロのサクの表面をきれいにして、200gのサクなら1〜2分間、500gのブロックなら5分間くらい温塩水につける。ただし、解かし過ぎはよくない。もし、解凍中のマグロにちぢれ(解凍硬直)が起きたら、早目に取り出し③以降の作業に入る。このときは冷蔵庫での完全解凍は時間をかけてゆっくり解凍する。なお、ちぢれは死後硬直前の非常に新鮮な状態のマグロを急速凍結し、急速解凍した場合に起きる。③マグロの表面がやわらかくなったら取り出し、真水でさっと洗ってから、キッチンペーパーやふきんで表面の水分をふき取る。④別のキ

表15 釣り・電殺および釣り・苦悶死による養殖クロマグロにおけるヤケ肉発生の有無と漁獲後氷蔵2時間後の各部位のpH

No.	漁獲方法	品目			
		赤身	大トロ	尾肉	血合
1	釣り・電殺	6.19	6.19	6.31	5.95
2	釣り・苦悶死	5.53	6.15	6.03	5.69
3*	釣り・苦悶死	5.50	5.86	6.03	5.87
4	釣り・苦悶死	5.81	6.14	6.10	5.89

□ : ヤケ肉が発生
* : ヤケ肉でない個所の赤身のpHは5.78

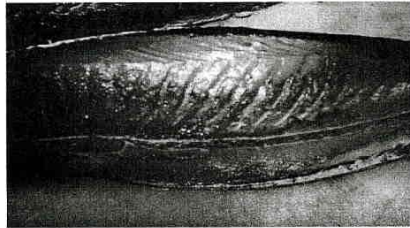


写真1 養殖クロマグロのヤケ肉 (大きく白褐色にヤケている)

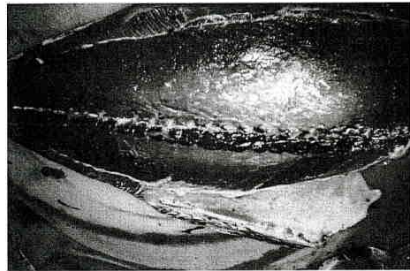


写真2 養殖クロマグロのヤケ肉 (背骨の回りの赤身肉が楕円形に大きく白褐色にヤケている)

間くらい温塩水につける。ただし、解かし過ぎはよくない。もし、解凍中のマグロにちぢれ(解凍硬直)が起きたら、早目に取り出し③以降の作業に入る。このときは冷蔵庫での完全解凍は時間をかけてゆっくり解凍する。なお、ちぢれは死後硬直前の非常に新鮮な状態のマグロを急速凍結し、急速解凍した場合に起きる。③マグロの表面がやわらかくなったら取り出し、真水でさっと洗ってから、キッチンペーパーやふきんで表面の水分をふき取る。④別のキ

ツチンペーパーやふきんでサクヤブロックを包み、ラップをして冷蔵庫に入れて完全解凍する。200gのサクで20分間、500gのブロックで60〜90分間が目安である。

4、代表的なブランドマグロ

北の方から代表的なものを挙げてみる。

戸井のマグロ(北海道)・津軽海峡を目前にする渡島(おしま)・半島で揚がる天然のクロマグロ。釣った後の処理が早く鮮度がよい。すし屋などの評価も年々高まっている。旬は夏から冬である。

大間まぐろ(青森県)・大間漁業協同組合の商標。大間で水揚げされるクロマグロは一本釣り、延縄漁法で漁獲され、水揚げ後、直ちに内臓処理を行い、水水に入れて鮮度保持に努めている。荷揚げされたクロマグロは主に東京の築地市場に出荷され、高い評価を得ている。地元でも漁協運営の直売所において販売している。旬は秋から冬である。

三崎マグロ(神奈川県)・世界中から時期ごとに異なる冷凍マグロが三浦市の三崎港に揚がる。約1700人

の専門仲買人がいる。冷凍メバチマグロが主に取り引きされる。土地独特の料理やカブトを使った料理が名物である。一年中マグロが味わえる水産都市である。

焼津のマグロ(静岡県)・静岡県はマグロの取扱量は日本屈指であり、中でも焼津は日本でトップである。遠洋漁業で漁獲されたいろいろなマグロが船上で急速凍結され、マイナス60℃以下に保存されるため鮮度抜群である。冷凍メバチ、冷凍キハダが主体である。一年中マグロが味わえる。

能登本マグロ(石川県)・クロマグロの通り道である能登半島沖の定置網で獲れる天然ものと珠洲沖の養殖もの中から体重40kg以上のものをブランド化。脂がのった緻密な味わいが特徴である。

近大マグロ(和歌山県)・世界で初めて卵からの完全養殖に成功して有名な近畿大学の養殖クロマグロである。三越で週1回販売している。

串本黒潮本まぐろ(和歌山県)・串本町のブランド養殖クロマグロで、ブランド化に伴い規格、特徴を次のように定めている。串本黒潮本まぐ

ろは体長約20cm、体重200gのクロマグロ(ホンマグロ)の幼魚を2〜4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)である。

電殺による即殺後、船上で神経破壊、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。生産地および消費地での食味試験(官能判定)では非常に高い評価であった。京阪神、東京へ出荷している。通販、インターネット販売も行っている。串本町の直売店でも月2回解体ショーと直売も行っている。

境港のクロマグロ(鳥取県)・日本海西部海域で漁獲される生のクロマグロである。全国有数の水揚げ量を誇る。身質はしっとりしており、きめ細かく脂が入っている。刺身やすしに適する。漁期は夏である。

トロの華(はな)(長崎県)・養殖クロマグロのブランド魚である。対馬周辺ではクロマグロの一本釣りが盛んである。秋から冬にかけてはその

年に生まれた1kg前後の幼魚が来遊する。このクロマグロの幼魚を1尾ずつ丁寧に釣り上げ、きれいな対馬の海で高級養殖クロマグロに育てる。身がしまり、脂がのり、肉色もよく、肉質もすばらしい。旬は冬から春先である。

優鮪(すぐれもの)(長崎県)・クロマグロのブランド魚である。五島列島周辺で引縄釣りにより漁獲される3・5〜5・0kgの小型のクロマグロを獲れたその日に1尾ずつ箱づめにして高鮮度、高品質の状態でお荷している。旬は冬である。

秋太郎(鹿児島県)・パシフィックのブランド魚である。秋に鹿児島県の沿岸部に来遊し、多く漁獲されることから秋太郎と呼ばれ親しまれている。しまった肉質を有し、刺身、照り焼き、ステーキなどにして食べられている。

おわりに
世界的に健康食としてマグロの生食すなわち刺身やすしが注目され、最近、中国や欧米諸国でのマグロの需要が増加している。世界最大のマグロ消費国、漁業国である日本が生

産量の少ないクロマグロやミナミマグロにこだわらず、メバチ、キハダ、ビンナガあるいはカジキ類を利用すれば、マグロ類の資源が枯渇することや価格が高騰することもないであろう。クロマグロとミナミマグロに関しては国際的な資源管理と規制が一段と強まること予想される。最も高級魚であるクロマグロは日本がほとんど消費している。しばらくの間は、現在日本で行われている釣りで漁獲したクロマグロの幼魚を2〜4年間生養で育てる養殖クロマグロの増産が続くと思われる。しかし、近い将来完全養殖の時代が来ることは確実である。

世界に健康食としてマグロの生食すなわち刺身やすしが注目され、最近、中国や欧米諸国でのマグロの需要が増加している。世界最大のマグロ消費国、漁業国である日本が生

食品と科学

産量の少ないクロマグロやミナミマグロにこだわらず、メバチ、キハダ、ビンナガあるいはカジキ類を利用すれば、マグロ類の資源が枯渇することや価格が高騰することもないであろう。クロマグロとミナミマグロに関しては国際的な資源管理と規制が一段と強まること予想される。最も高級魚であるクロマグロは日本がほとんど消費している。しばらくの間は、現在日本で行われている釣りで漁獲したクロマグロの幼魚を2〜4年間生養で育てる養殖クロマグロの増産が続くと思われる。しかし、近い将来完全養殖の時代が来ることは確実である。

世界の海洋を広く回遊する高度回遊性魚類であるマグロ類資源を持統的に利用していくために海洋の豊かな生態系を未来に残していかなければならない。世界最大のマグロ消費国であり、水産の分野で世界をリードする日本が国際社会の中心となり、将来にわたって資源保全に積極的に取り組む必要がある。

参考文献

(1) 山中英明・食品と科学、Vol.50、

- (2) 水産庁編・水産白書(平成21年版)、(助農林統計協会、東京、96、2009)
- (3) 水産庁編・水産白書(平成21年版)、(助農林統計協会、東京、96、2009)
- (4) 藤田清・マグロの科学(小野征一郎編著)、成山堂書店、東京、517、2004
- (5) 山中英明・食品と科学、Vol.50、No.1、30-35、2008
- (6) 水産庁編・水産白書(平成21年版)、(助農林統計協会、東京、99、2009)
- (7) 山中英明・くらしの最前線52(魚介類のブランド化)、日本家政学会誌、Vol.60、No.5、515-519、2009
- (8) 熊井英水・マグロの科学(小野征一郎編著)、成山堂書店、東京、56-76、2004
- (9) 渡部終五・水圏生化学の基礎、恒星社厚生閣、東京、150-155、2008
- (10) 須山三千三・マグロの科学(小野征一郎編著)、成山堂書店、東京、211-212、2004
- (11) 渡部終五・水圏生化学の基礎、恒星社厚生閣、東京、61-62、2008
- (12) F.G. Carey and J.M. Teal: Heat conservation in tuna fish muscle, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 56, 1461-1469, 1966
- (13) F.G. Carey, J.M. Teal, J.W. Kawisher and K.D. Lawson: Warm-blooded fish, Am. Zoologist, 11, 137-145, 1971
- (14) 山中英明・吉田俊久・鬼丸良道・沖繁幸・平松勇・河合拓也・海洋水産エンジニアリング、87号、55-57、2009
- (15) 岩井保・水産脊椎動物Ⅱ、魚類(新水産学全集4)、恒星社厚生閣、東京、134-136、1985
- (16) 会田勝美・魚類生理学の基礎、恒星社厚生閣、東京、119-121、2002
- (17) 須山三千三・マグロの科学(小野征一郎編著)、成山堂書店、東京、229、2004
- (18) 畑江敏子・さしみの科学(おもしろひみつ)、成山堂書店、東京、99-100、2005

導入の基本から審査までを分かりやすく解説
ISO22000 認証取得宣言

— 小さな会社だからこそ —

宮澤 公栄 (国際審査員登録機構・ISO22000主任審査員)

食品と科学社 TEL 03-3291-2081 FAX 03-3233-0478



A5判、130ページ
定価2,100円(税込)