

マグロ：まぐろの焼け対策と品質回復（改訂版）

平成 28 年 3 月 22 日 ShuzouArakaki ㊞

新垣 周三 090-1944-8672

1 初めに

マグロは世界中を回遊し、世界中で重要な食材として流通している。そしてマグロは海のダイヤモンドと称される高級食材として日本で流通している。すべてのマグロがダイヤモンドの価値として流通するのであれば価格に高低差は無い商材といえる。価格の異常低下を招く原因はマグロの身質でありその中で焼けが最も価値を下げる原因として大きい。その焼けの原因を究明しさらに焼けを抑制する対策について沖縄のセリ市場で収集した情報と超音波検査情報、剖検例をもとにその焼け対策について述べる

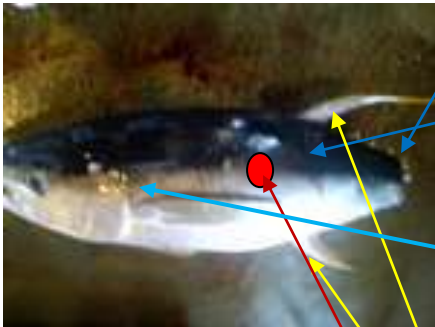
2 マグロの焼けとは

その名のごとくマグロの身が焼ける現象でツナ缶レベルに蒸し焼き状態に達する焼けもセリ現場で遭遇する。通常の見目では判別不可能（超音波見目はその判別に貢献する）

写真1 糸満漁協で遭遇したサメ被害の事例です。

写真2 その身質はセ、ナカ境界部脊椎を中心に脊椎および中骨と血合い筋を伝うように浸潤して見られた。

写真1



尻尾はサメに食いちぎられています

大きな歯型傷がありこの部分を噛んだ後サメはあっさりマグロを放棄したと漁師から説明を受けた

表面の色合いや皮の状態は新鮮なマグロで見られます：目利きのピットホール（落とし穴）

焼けは外観でわからない

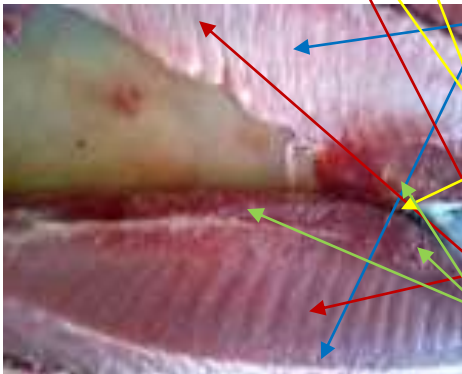
ツナ缶レベルに焼けています。自己体温上昇によるものです＝生理的熱上昇ではありえない温度での焼けです：80℃以上を示唆

長鱭の位置でその延長線交差部の脊椎が最も焼けていました：**骨は熱交換装置**

焼けはその焦点から浸潤して見られました

鱭のある領域は焼けが回避されています

写真2



中程度の焼けマグロ

写真3 ロインカット時の観察写真です

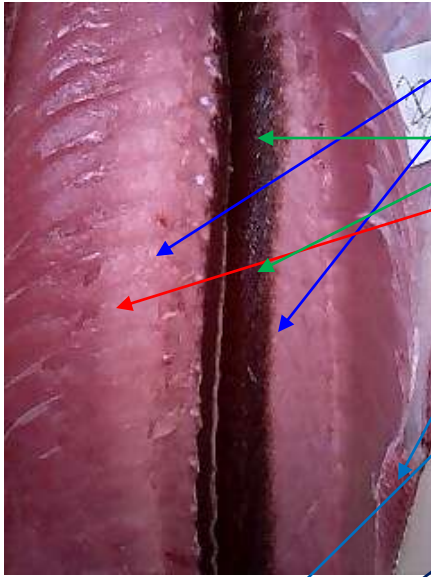
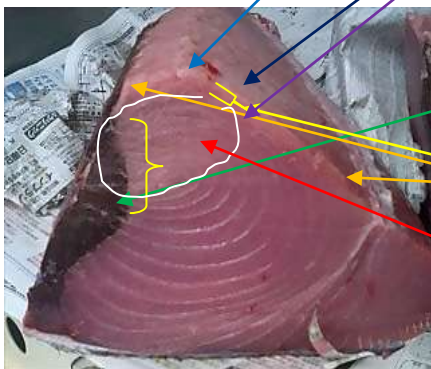


写真4 ブロックカット時の観察写真です



ツナ缶レベルの強い焼けが脊椎周囲に認められます

血合い筋はややくすんで赤黒く見られます

中骨に沿ってやけは浸潤し白っぽくなっています

長鰭付け根領域は本来の色合いを発しています

ツナ缶レベルの強い焼けが脊椎周囲に認められます。骨にそって強い焼け境界が確認できます

白い枠の筋肉繊維は均一に焼けています=固有の筋肉領域が熱発生していることが示唆されます

血合い筋はややくすんで赤黒く見られます

血合い筋と身質の境界が不鮮明になっています

骨からの熱浸潤が見られます

この領域の品質確認は超音波検査に限り、尻尾の身質まで焼けが浸潤することは物理的に困難

3 所見

マグロの熱発生のもっとも高度な領域は長鰭延長線交差部の脊椎となっており、その部位はセリで確認した焼けマグロの焦点全例に一致することから脊椎の運動熱つまり屈曲熱上昇（密度の高い物質針金等を高速で屈伸させるとやけどするぐらいの熱の発生を得る）に依存し、白い領域の筋肉繊維群がその運動を担うと示唆されます。脊椎は密度が高く熱発生効率は高い、血合い筋はヘモグロビン（鉄）の熱伝動性により浸透効率が非常に高い、よって血合い筋や骨を熱浸潤路と示唆する。骨に付着する筋肉繊維群は高度に焼け身はささくれ空洞化を起こす。焼けた身は断熱剤になり更なる身への焼け浸潤を抑制すると考えられる。逆に表面を冷やしても脊椎部分の熱は保温され長時間高温を維持する。長期高温状態によるドリップの変性により乳酸アシドーシスを発生し酸っぱくなる。長鰭付け根の身質が良好なのはその機能に冷却フィンの役割があり長鰭を伝って内部身質を冷却していることがうかがえる。長鰭は密度の高い骨で扇状に表面形状が冷却効率の良い形態であることもその要因に一因すると示唆される

4 焼けを知るためのマグロの解剖

図説マグロ形状

胸鰭5センチ尾側皮下より動脈血管は左右鰓接続部に向かう

ここより尾側は皮下に血管が位置する

焼け中心部は長鰭延長線の脊椎が調査全例に認められた

胸鰭

心臓

鰓下から血液が流入し、エラで酸素補給後左右の動脈本管にそそがれる

中骨

動脈

胸鰭付け根付近の血管は心臓に向かい皮下より深い

一心房一心室で一方通行、ここですべて合流し顎下エラ付け根にそそがれる

筋節は筋繊維の束

筋隔、境界内部は筋節

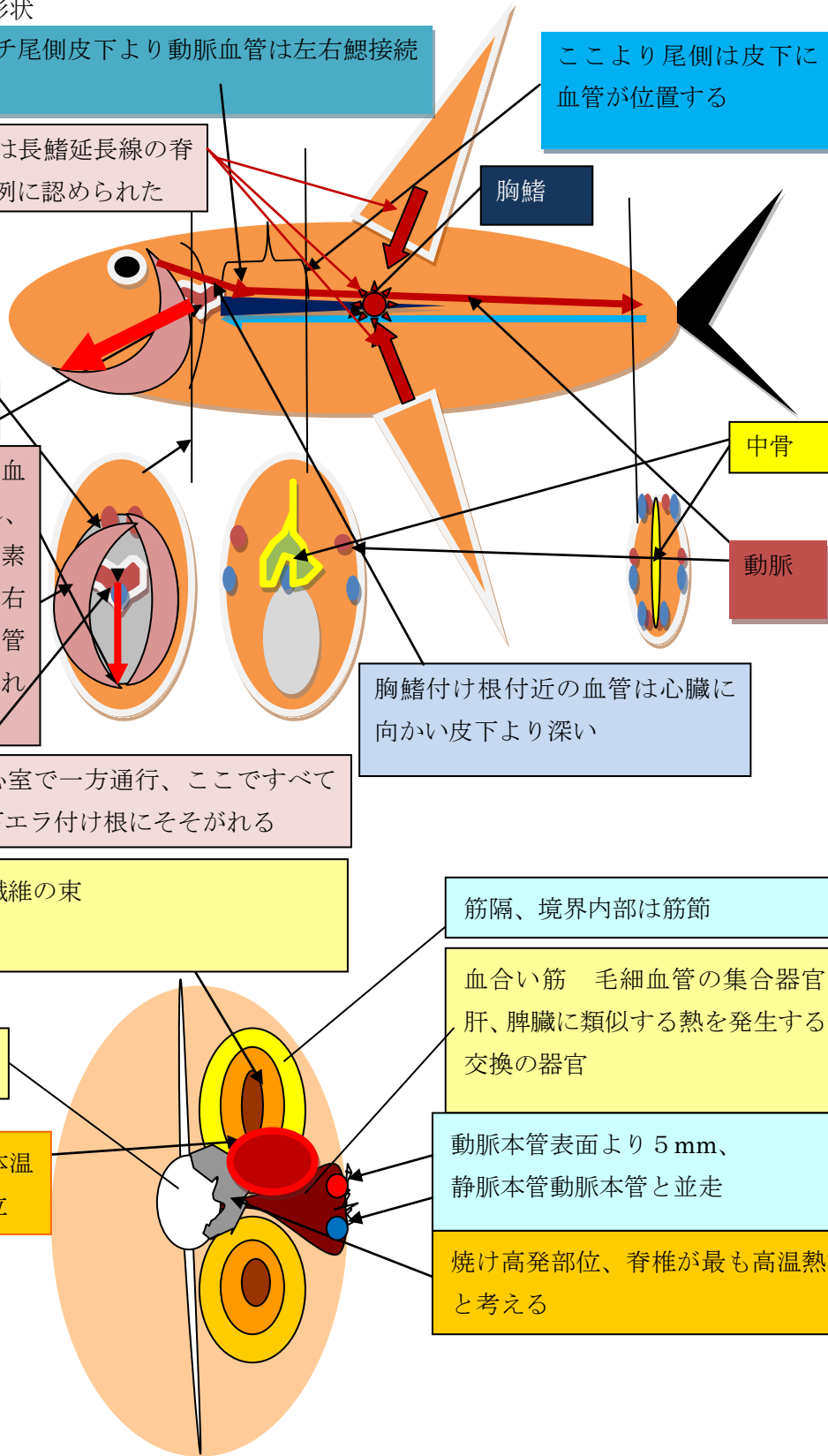
脊椎

血合い筋 毛細血管の集合器官で肝、脾臓に類似する熱を発生する熱交換の器官

もっとも体温の高い部位

動脈本管表面より5mm、静脈本管動脈本管と並走

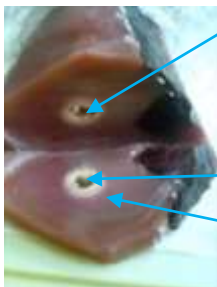
焼け高発部位、脊椎が最も高温熱源と考える



5 解説

マグロは水中で100km/時の遊泳能力を持つ種で、その運動機能は非常に高くその特殊な形態にしっぽの高速振幅推進運動がある。尻尾を高速運動させるために長鱭で体を固定するので体幹長鱭中心部が支点となりその領域が発熱する。マグロは他の魚類と異なり尻尾の振幅動作は小さく大暴れと感じられない傾向を持つ、頭を押さえると尻尾の運動は活性化されることに注意が必要である。これは水中抵抗から船上の空気抵抗の無負荷環境移行により当然のごとく過剰過激振幅運動をもたらし、振幅は小さいので振幅周期は異常に高まり安定した体制を維持するので魚が異常熱発生している状況に気がつかない。魚の身（筋肉）は神経や脳をつぶしても活動可能な能力を持ち筋肉が死滅するまで運動能力は備えていると考えられる。そのため完全に絞めたにもかかわらずランブルの氷零水の中で数十分暴れる現象が起きているのである。しかもマグロは頭からランブルに入れることが多いので氷で頭を固定して尻尾は氷上の無負荷の空気層に出ている場合がある、当然のごとく寒いので身ぶるいして体温維持する生理機能が働き尻尾を振る。体温調節センサーは皮膚表面にあるのではないかと察する。基本的に尻尾を振る動作を抑制することに尽きる

6 焼けを回避する方法



焼けテスト

マグロの身の中心部にはんだごてを挿入し、15分加熱して、焼

けマグロの身質を再現した

綺麗に均等に焼けている

熱エネルギーはある領域で止まる（焼けた身が断熱作用を持つ）

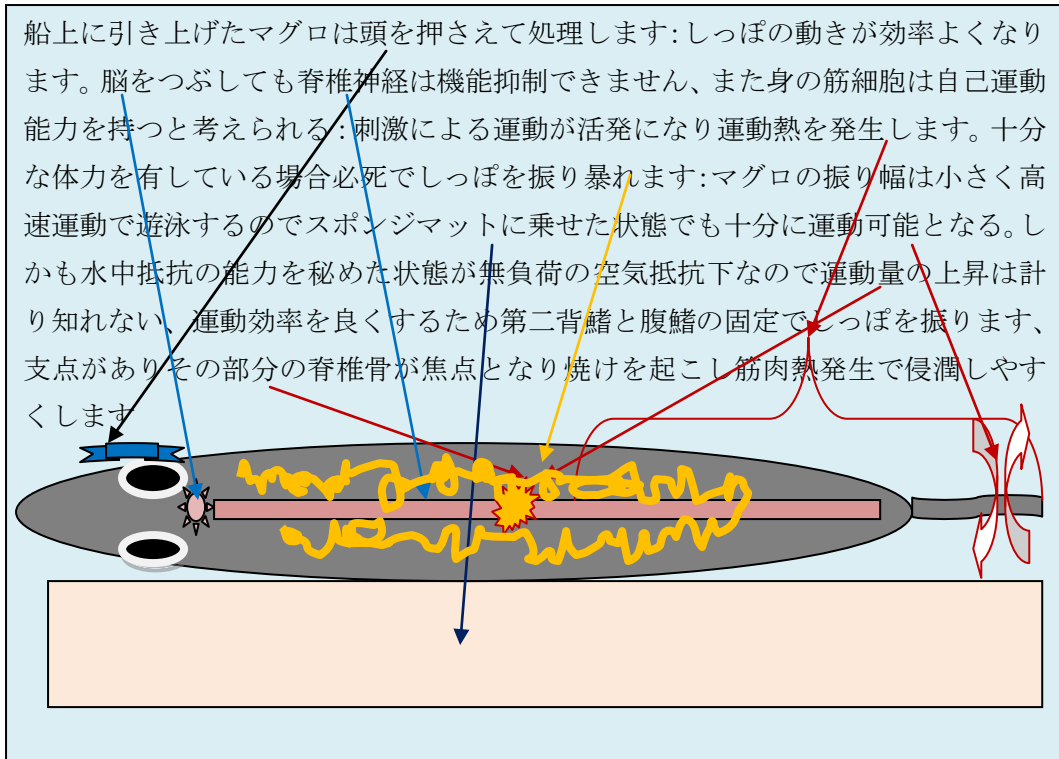
熱のこもったマグロは冷却困難であり、熱の発生を抑制することが重要で

最も有効な方法が尻尾を抵抗負荷の無い状態で高速運動させないこと、水中で完全に即利するまたは船上で尻尾を運動させないように尻尾を押さえる（頭は重いので運動は抑制される）通常行っている頭を押さえる動作抑制処理は効率よく且つ運動バランスが良くなり尻尾の高速運動は過剰促進可能となる。頭を押さえると処理しやすくなるが焼けを促進させるリスクを伴う。血抜き処理は熱放出効果を得ることができるが微々たるものであり焼け対策にさほど効果を発揮しない。締めの際に急いで鰓を除去せず、鰓の熱交換機能を利用して海水ホースで持続的に冷却をおこなう。鰓で冷やされた血液は体中心部の熱除去に貢献する。血抜き処理は重要な品質維持管理であるが通常のチルド保冷（氷漬け）で持ち帰ったマグロは後血抜き処理にて品質向上維持管理を後処理にて十分に行える。焼け実験でわかるように、焼けた身質は断熱効果を持ち、焼けの侵潤を阻止する。熱発生源は密度の関係から骨が異常に熱発生源となる。筋肉（身質部）はたんぱく熱凝固に温度に制限されるため42度程度の熱発生と示唆される。丸焼けが起こるのは脊椎周囲の筋肉が過剰運動することで熱伝達効率を上げているものと理解できる。魚類は生命力が強く、生け造りで刺身が動くように、絞めても暴れる能力を秘めている。絞めの次の作業が必要である。

6 図説従来の絞めの欠点

しっぽの運動を無負荷の空気抵抗状態で効率よく運動させている処理方法

密度の高い物質で構築された脊椎骨の連続折り曲げによる物理的熱発生（針金の折り曲げで理解できる）

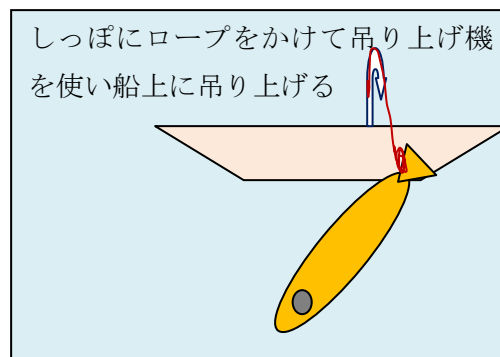
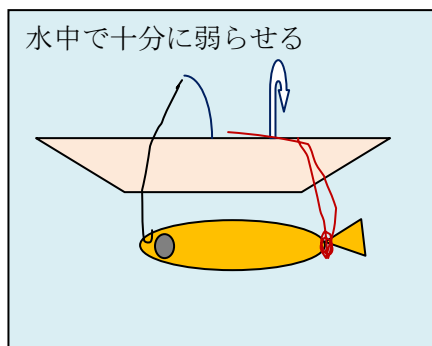


図説マグロ吊り下げ絞め

水中にて運動機能を停止した状態でしっぽを縛る

推進力機能のしっぽの動きを抑制するためしっぽを縛り吊り上げる

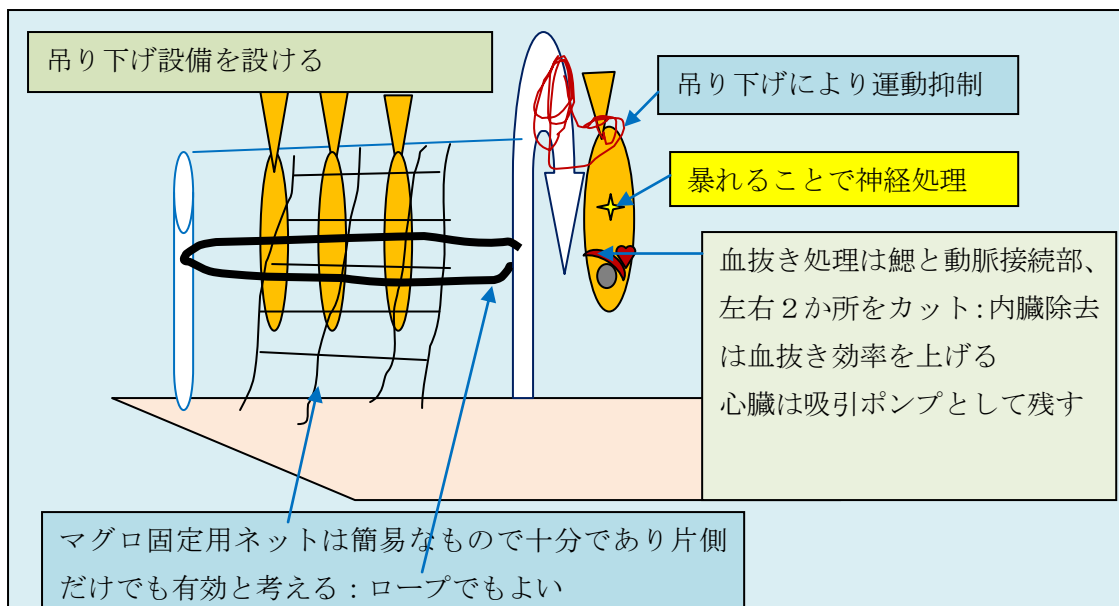
船上に取り込んだマグロは吊り上げ機で吊るす



吊り上げ機で空中に吊るすことでマグロ自身の重量で脊椎の脱臼を起こし運動抑制する。また暴れることで脱臼は促進され身動きできなくなる可能性が高くなる完全に運動神経が途絶するまで待ちそして、ランブルに尻尾から入れる。本数の多い場合は吊り下げ棒やワイヤーで処理能力を確保する。吊り下げにより血抜き効率も上がる

揺れる船上でマグロを安定させるためにネットを張る

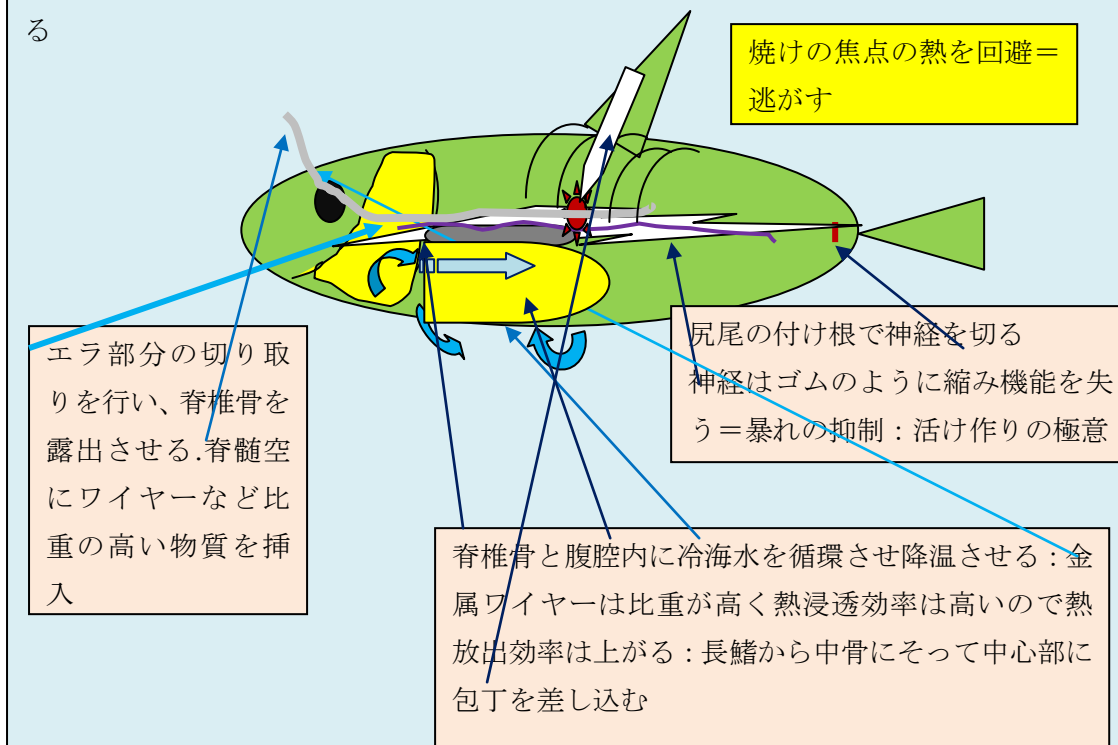
血抜き処理や内臓処理は急ぐ必要はない。特に血抜き処理はセリ開始前でも十分可能



上記図説はあくまでもマグロを暴れさせないためのノウハウであります。目的はしっぽを動かさないようにするのが目的です

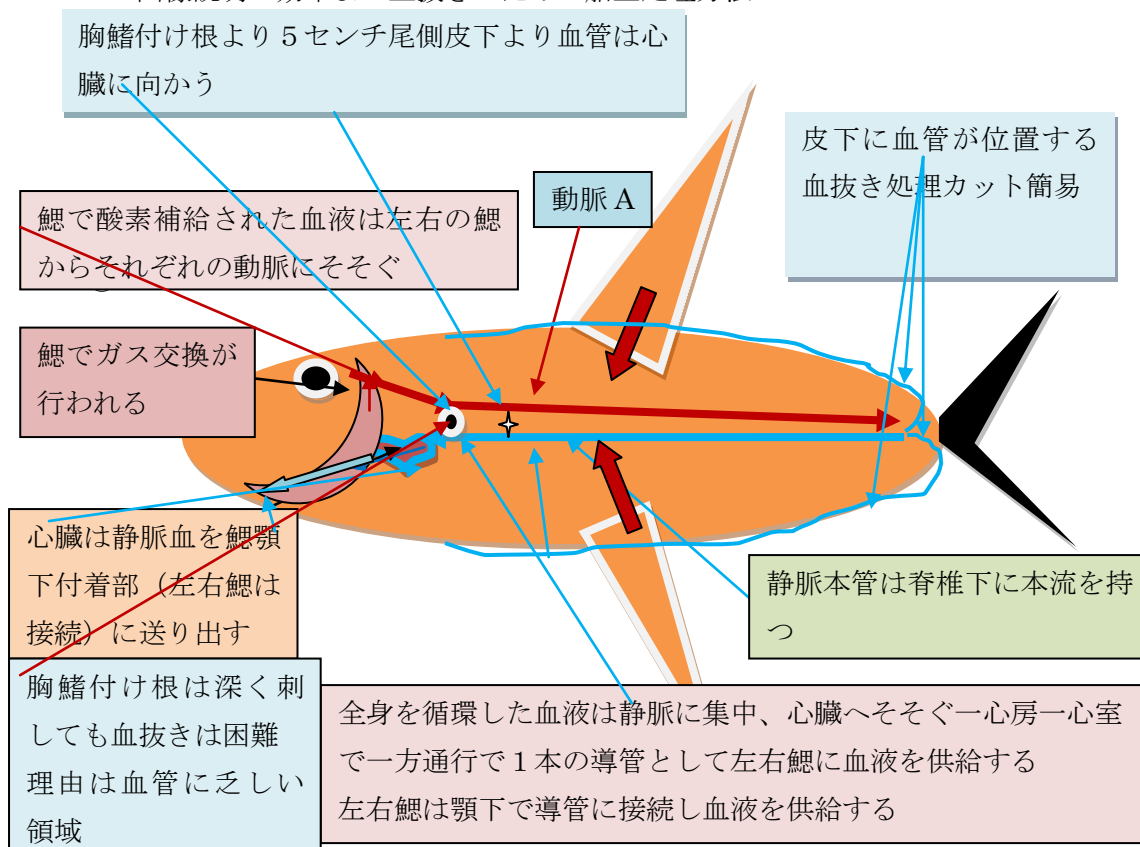
熱を発生させてしまった場合の後処理 (降温処理)

暴れるマグロを抑え込むのは困難な状況が存在し、焼けにつながる熱発生は免れないことが存在する。焼けはショウガナイと諦めてはならない。こもった熱は逃がす工夫を取る



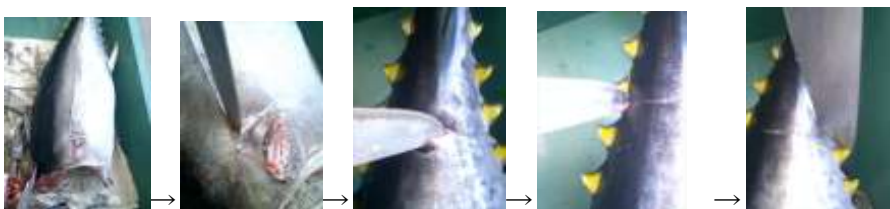
7 マグロの後処理、品質管理ノウハウ

画像説明 5 効率よい血抜きのための船上処理方法



8 血抜き後処理陸上作業方法

頭を落とします→水分及び血液を抜くために身質に傷をつけないでかつ効率のよい部分に切り込みを入れます。



この部分に切りこみを入れる理由として、太い血管走行がこの4ヶ所に存在するからである。重要な処理として尻尾の4ヶ所は確実に血管をカットしなければならない血管はストロー状なので空気の吸い込み口が上方に設けることが望ましい。

3 このように冷凍庫に逆立ち状態でつりさげます→アクアサイエンス研究所製造の G 型調合液-製品名 Gmo (1, 000 倍希釈用) 原液を霧吹きで周囲皮膚に均等に散布します。今回は 50cc 散布しました。海洋深層水 Gmo の効果はトンネルフォトンのポーズ場形成による ATP 回路の活性化を抑制調律するために使用します。Gmo (*1) でなければならない理由はありません利用が簡易であるため使用しています。港川漁協は Gmo(G 型

調合液)より上質の調律水添加氷を利用しているため調合液散布は省くことができる。

洗浄設備を設けるならマグロをドレス加工し心臓付け根の左右動脈に冷海水洗浄注入チューブを挿入し頭尾方向に押し出し排出する。排出液が透明になれば5分程度で処理終了し、血液色素が残る場合や排出液の確認ができない場合は焼けの可能性が高いため超音波検査を施行する、ロインカット処理して保管するか、またはすぐに販売に回す。-2℃で凍りつく場合身の細胞は死んでいることが多い。生きた細胞は-2℃で凍らないデータを持ちロイン身を通気ラッピング包装にて21日の保管でも細胞維持良好なキハダマグロデータ結果が得られた。

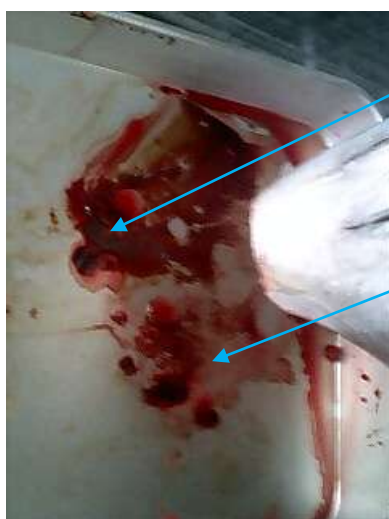


つりさげ直後の排出水分

この状態で冷蔵庫設定温度マイナス2℃送風空冷にて保管いたしました。温度設定は焼けマグロでも十分にドリップを抜き、且つ細胞生存を保つ手目の温度設定であり、澱グロビンの酸化やスルフミオグロビン発生を最小限に抑える目的で設定しました。参照文献 マグロの科学 (*2)

処理開始4時間経過 排出量97g

血球成分が多く認められます。Gmo効果による血球の凝結反応保存(生体血液反応)を明らかに認めます。



生きた血液は外界に出ると生理反応で凝結する

鮮明な朱色の血液は新鮮さの指標となる

7 2時間後の排出状態、排出量微量で測定困難

透明な粘液が少量排出されています。(超音波データが無いのは、表皮は乾燥状態であり超音波透過性が極度にブロックされるため)



生きた血液はかさぶたのように固形化している

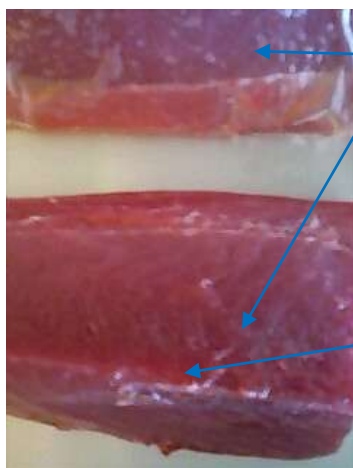
溶血した血液は流動的でインクのように跡が残る

血球成分は凝固し溶血成分は乾燥し身から透明な粘液が出ています。

重要な所見として血球成分はその後溶血されず本来の機能である外界に出た場合すぐに凝結した現象であり、体内に存在する場合はさらっとした流動性を保ち出血後すぐに凝集固定されて生命体に見られる傷口の修復が十分に保存されていたということになり血球反応を維持した状態を示唆する。海洋深層水エネルギーにより血液が本来の機能を回復したと示唆され、身質細胞もこれに比例して回復したと推測する。

7 2時間後にロインカットしました。色づけの為空冷-3℃にて冷蔵管理

9 6時間後にロインカット冷蔵管理2 4時間後のカミの部分写真、表面はリケンラップでラッピング



細胞内に生きた血液が保存されているので美しい朱色と透明感、さらに生鮮の香りを保持する

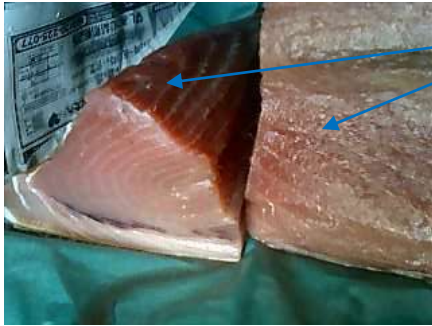
脊椎接触部の身も新鮮血の保護で美しく発色している

透明感のある深いルビー色を呈しております。

身の生きの良さ香りテクスチャーは良く、身の細胞は生き延びておりセリ直後に解体した類似する上級とされた検体と比較して外見上の差は無く、色合い良く鮮度も高い状態で維持されており、上級品質と仲卸業者マルサン、中央魚類、坂下水産など糸満漁協セリに常時出入りしている業者から評課をいただきました。

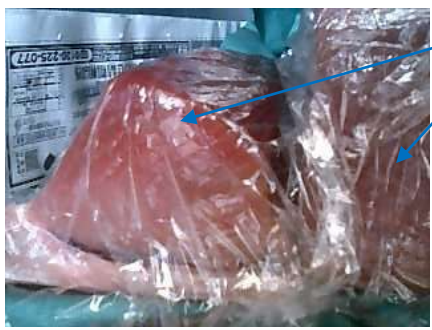
テスト用に背シモブロックを冷蔵庫設定温度0度にして、表面の呼吸を考えリケンラップで覆い冷蔵庫開閉せず環境温度一定に保った状態で8日後に取り出しました
写真はリケンラップを外した状態

酸欠マグロ身質の改善



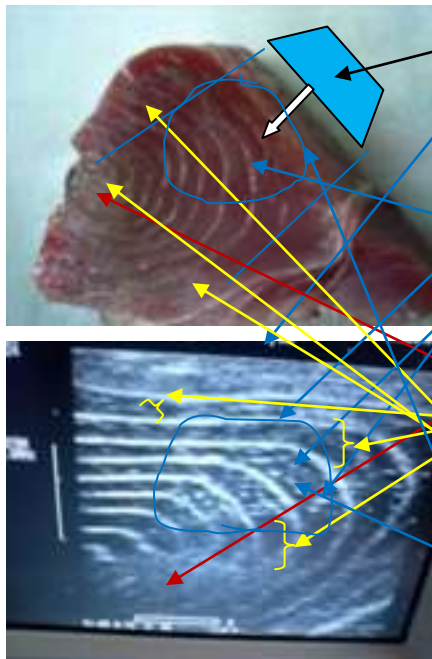
検体のマグロ是那覇のセリで水揚げされた80キロクラスのメバチマグロ背ロインです
色合い悪く売り物になるように改善できないかと、鮮魚卸業者マルサン専務の上原 悟氏より依頼を受けたものです

鮮度回復のためGm0調合液千倍希釈用原液を全体に10cc噴霧しエアーストー2℃冷蔵処理を行いました



18時間後にこのように回復しました
細胞の酸欠と脱水状態を改善できた結果生き残った細胞群の再生によるものと示唆されます。改善されたのは色合いや細胞の張り具合だけにとどまらず、香りも泥臭い香りから新鮮な香りに改善できたことです

改善できなかった身の超音波像 (ジェリーミート)



超音波プローブ方向をこのように宛てて観察したその超音波像

筋隔

筋肉繊維：点状高エコーで観察される

プローブは押し付けるので身はつぶされて観察

筋隔や筋肉繊維は消失

微慢性に溶解した身の領域を認める

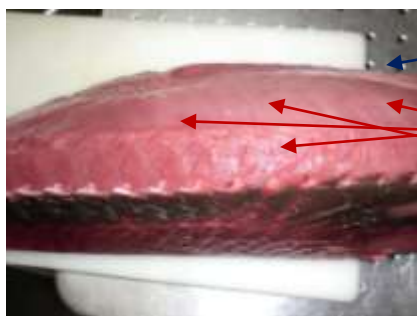
その領域は融解と緑変が見られる

筋肉繊維のしっかりした部分は美味しく戴けます
基本的に**改善可能**

ジェリーミートは最も信用を失う状態の身質及び品質であり且つ品質改善困難である
見極めて（超音波10MHz帯域で判別可能）すぐに処分（流通させない）する

焼けを回避できた場合はあと処理で血抜きを完了できるものであり揺れる船の上で急いで処理を行う必要はない。しかし血抜きしないでセリ出しすると価格は上がらない。セリ出しはマグロの市況価格を考え処理して出すか、未処理で素早く出すかを考えて一番得する方法を選ぶのもビジネス戦略につながる：マグロは市場の経済で高低差が出る
9 マグロのヤマイこんにやく変質（がんと称され商品価値が著しく下がる身質）の改善方法

写真はセリでがんと呼ばれて返品されたマグロです

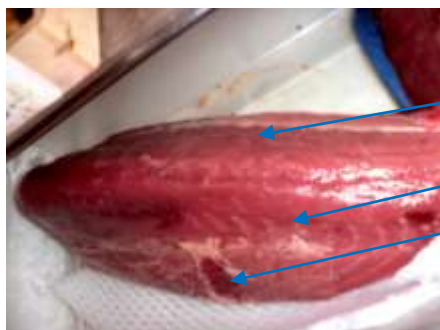


キハダマグロ背ロインの検体20151101水揚げ；旧暦9月17日に釣れた30キロ雌
微慢性に大きな領域の色抜け身質で見られる：がんと呼ばれた所見（捌いて12時間経過しているので不鮮明になってきている）

改善方法について：（超音波目利きにおいて細胞構築に異常所見は一切見られなかった）
方法は通常の呼吸発色法に発色均一と細胞鮮度維持を考慮してGm0調合液原液を塩分濃度3%に（天然塩添加）調整後全体にくまなく散布（ロイン：10cc）
冷蔵5℃管理12時間後



フラッシュ無しの写真です：美しい朱色の着色
血合い筋の下は色ボケなく美しい朱色に
長鰭付け根の身質は最も生きの良い身質であり、この領域と比較することで品質改善効果を見極める



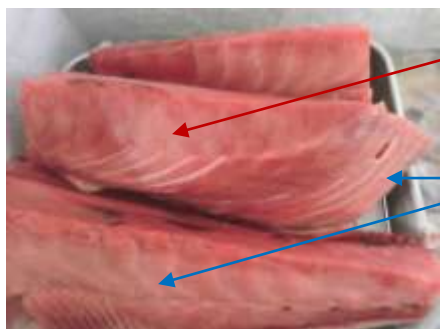
フラッシュの写真です：美しい朱色の着色
血合い筋の下は色ボケなく美しい朱色に
長鰭付け根の身質は最も生きの良い身質であり、この領域と比較することで品質改善効果を見極める：色乗り（発色は弱い）

冷凍-30℃管理12時間後



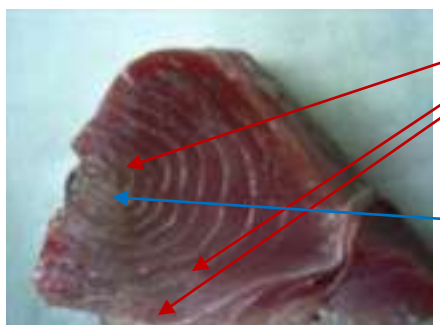
急速冷凍の場合、身の品質はそのまま封印されるので、がん特有の色抜けの状態では保存されてしまう

この領域も同じく色ボケ保存



この領域も同じく色ボケ保存

産卵後の体力消耗（貧血）の場合冷凍にて緑変色はないので、焼けやがん、病気ではないと判定できる



がんや寄生虫、焼けの場合は緑変色に身質は冷凍で著しく変色する

香りは硫黄の焼けた臭い（花火の煙の臭い）がする。魚輪間隔も不規則になるので判断できる
この場合でも改善可能：しかし食品として流通困難

10 焼けをできるだけ回避する初期処理と注意点

1

11 最後に

今回発行した書類はおそらく多くの漁師さんは無視すると思われる。ど素人に何がわかるかと、しかしこの対策書を発行した背景に多くの漁師さんから情報を収集したもので作成編集したものであり、実際には漁師さんの経験済みの事象の総括であることを念頭に入れて読み切ってもらおう資料としました。

マグロは海のダイヤモンドと称される重要な収入源であり、世界中で水揚げ規制がなされている魚類品種でもあります。当然のことながら個体数は減っているので水揚げ量は激減しているのが実情です、しかし群れをなして回遊する習性を持つので、短時間で入れ食いでそのタイミングにどの程度の漁獲量が採れるかがカギを握っています。しかし焼けを起こしたマグロはダイヤモンドの価値は無いのが現状であり、次回からその漁師のマグロはたたかれます。資源を有効に利用するためには漁師の初期処理技術と心意気が必要です。焼けはしょうがないの！時代は終わったことを認識してください。

焼けは防ぐことが可能です。しかし初期処理で防ぐしか方法がありません、初期処理は漁師の作業です。その後のマーケティングに関しては陸にいる私たちの業務です。

参考) 焼けの頻繁に発生する釣り方に、集魚灯による夜間操業とジャンボ竿でのケンケン釣り法。駕籠送りこみで取りこむ方法が上げられる

焼けの発生頻度の低い釣り方は、深延縄漁（350メートルライン）深く潜ってゆっくり上がった場合、死んで上がった場合などセリ現場での聞き込みで情報により確認

注) ランプルの水質と温度および水流循環が品質のカギを握ることも念頭に入れる。海洋深層水氷で冷蔵するとランプルの水質劣化を抑制できる
(<http://www.shuzou-arakaki.info/syokuzaiijikanri/intunatecnorogy.html> 参照)

マグロのヤマイ等の対処は重要

沖縄はマグロの産卵場所であり、産卵の時期は身質の劣化が見られる。主にマグロの筋節の白化現象としてとらえられます。ビジネス戦略においてその時期の見極めや対処方法は熟知すべきであり、処理技術により著しく品質の改善を可能とする。それには超音波非破壊検査技術と海洋深層水利用および温度管理など品質維持管理技術も伴わなければならない。地方のセリには活きた状態のマグロがセリに並ぶので遠洋漁業のマグロと異なり熟成に数日以上の上乗れがあるので、急いで売りさばく必要はない、処理マグロは品質は数段上がる事とマグロ取引条約による水揚げ規制により、資源は大切にしないとこれからのビジネス戦略は構築不可能である