

令和 2 年 9 月 4 日現在

機関番号：37405

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K12714

研究課題名(和文) 脱血処理による大型魚の付加価値向上の可能性

研究課題名(英文) Possibility of improving of value to large fish by removing blood

研究代表者

久木野 睦子 (KUGINO, MUTSUKO)

活水女子大学・健康生活学部・教授

研究者番号：70152246

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：養殖場のマグロは、釣り上げて取り込むという特殊な大型魚で、釣り上げ時に急上昇した体温の急冷処理を優先した素早いと殺処理が必要なために十分な脱血はなされていない。本研究では魚体重50～60kgのマグロを5～6℃の低温海水が入った「脱血活け締め装置」内でクールダウンした後に時間を掛けて脱血・と殺した。通常処理の魚体を対照として、クールダウン後の脱血がマグロの品質に与える影響を調べた。分析型パネルによる赤身肉の官能評価では、クールダウンを6分間行ったマグロ肉は血なまぐさが低下していた。本研究結果から、マグロの体温上昇を押さえながら脱血することでマグロ肉の品質が向上する可能性があることを示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

畜肉に比べると大型魚とくにマグロは十分に脱血処理された肉とは言えず、これまで我々は十分に脱血された魚肉を口にすることがない。

本研究では酸素要求量の大きなマグロにも十分な酸素を供給できる脱血活け締め装置を製作し、釣り上げたマグロを5～6℃の低温海水が入った装置内でクールダウンして通常処理より時間を掛けて脱血することができた。赤身肉の官能評価では、クールダウンを6分間行ったマグロは血なまぐさが低下しており、肉質向上技術としての実用性が示唆された。本研究結果は、クールダウンが魚体筋肉内で大きな代謝変化を短時間で惹起するとの学術的知見を示すとともに商品価値を向上させる技術としての実用性を示した。

研究成果の概要(英文)：Farmed tuna is a special kind of large fish that are fished out and taken in, and the capture of the fish causes an elevated body temperature in them. The process of slaughtering needs to be done quickly to cool down their body temperature rapidly, thus blood removal has not been done sufficiently.

In this study, tuna weighing 50 to 60 kg were cooled down in a "Ikejime Device" which is filled with low-temperature seawater of 5 to 6 °C, and de-blooded and slaughtered. Using fish meat treated normally as a control group, the effect of sufficient de-blooding after cooled down on the quality of the meat was examined. Sensory evaluation of lean meat by an analytical panel showed that tuna meat that was cooled down for 6 minutes had less bloody taste. The results of this study suggested that the quality of tuna meat could be improved by de-blooding while suppressing the rise in body temperature.

研究分野：調理科学

キーワード：マグロ 脱血 活け締め 官能評価

## 1. 研究開始当初の背景

脱血処理は肉質を良好に保つために重要な工程であり、食肉加工においては脱血処理が不可欠な工程として実施されている。しかし、魚肉の場合、商品単価が低いために労力を掛けられないことや、新鮮肉としての取り扱いが主で熟成処理が少ない事情から、商品単価の高い高級魚でしか脱血処理は行われていない。また、高級魚であっても大型魚においては、これまで充分脱血させた魚肉を我々は口にすることがない。養殖場のマグロの場合、釣り上げて取り込むという方法がとられているが、釣り上げ時に体温が急上昇し、そのまま放置すると僅か数分間で筋タンパク質の熱変性が進んで鮮度や肉質が極端に落ちるため、活け締めと同時に脱血操作をする間もなく直ちに氷海水に入れて体温上昇を防ぐことが優先されるからである。不十分な脱血処理された魚体内には多くの血液が残存した状態でその後の保存期間を過ごすことになる。死後の自己消化や組織変化の進行は臓器毎にその速度が異なるが、最も急速な死後変化を起こす組織は血液である。筋組織が自己消化によって熟成が進むより早く血液は腐敗現象を呈する。そのため、畜肉処理においては十分な脱血処理が欠かせない。魚肉においても極めて鮮度が高い時期を除いては、保存時間の経過にもなって血液による腐敗が筋組織の熟成よりも速やかに進行して肉質の劣化を引き起こすことは、日常経験する観察結果からも、想像に難くない。

マグロのような大型魚の場合、凍結処理しない場合においては、食味上は数日間の熟成が適当であると考えられている。マグロの場合、赤身、中トロ、大トロの三部に分類されているが、赤身は熟成による魚肉のうま味向上が期待できる部分である。しかし、不完全な脱血によって残存する大量の血液により熟成期間が不十分な内に血液の腐敗によって血なまぐささの増加が先行してしまうことが推測される。そのためか現状では赤身の熟成効果を感じることができず、残存血液の少ないトロと呼ばれる脂身がより好まれるという現象になっているのではないかと疑われる。血液の腐敗が先行しなければ、畜肉同様、熟成が適度に進んだ赤身肉は、今よりもっと一般に好まれる食材となるのではないかと申請者は考えている。

## 2. 研究の目的

本研究では申請者らが発明した魚類を安全に長時間麻酔する技術（特許出願：国際出願 PTC/JP2014/53678）を用いて、大型魚の脱血方法を確立することを目指した。死んだ魚（心臓・呼吸中枢が停止した状態）の血管を切断しても血は充分抜けないが、生きている魚の血管を切断すると相当量の血を抜くことができるはずである。麻酔下のマグロは、動きは止まって沈静化しているものの心臓・呼吸中枢は働いている状態である。そこで、麻酔下でマグロを沈静化し、充分な脱血を実施する方法を確立することを目指した。さらに、この脱血方法で脱血処理をした魚肉の品質や嗜好特性を、官能評価によって明らかにし、脱血処理が魚肉の嗜好性におよぼす効果を調べた。

## 3. 研究の方法

### (1) 大型魚に対応した脱血活け締め装置の製作

購入した「中・小型魚用の麻酔装置」を、本研究で対象とするサイズの大型魚に対応した装置に改良した。

### (2) 脱血活け締め装置を用いたマグロの脱血

酸素供給能力を強化した脱血活け締め装置を用いて、マグロ養殖場の船上で魚体重50～60kgのマグロの脱血を試みた。養殖場ではマグロを釣り上げて引き寄せる際にマグロが激しく暴れて魚体温

が上昇して品質が劣化するのを防ぐため、海面から釣り上げる直前に釣り針に電流を流してマグロに電撃を与え、一時的に麻痺させている。しかし電撃により筋肉は超強収縮を起こすため、ほとんどの魚体で脊椎が折れて骨折部は内出血する。本研究で目指す十分な脱血のためには、骨折を避けるため、電撃なしでマグロを釣り上げて脱血活け締め装置に投入することを試みた。

### (3) 官能評価パネルの育成

分析型官能評価を実施するためにパネルの育成を行った。パネルには基本味識別検査に合格した20歳前後の女子学生から同意を得た11名を選抜し、定期的に訓練を行うとともに、市販の刺身を用いてマグロ刺身の評価項目について検討を行った。

### (4) 脱血活け締め装置で脱血したマグロの官能評価

魚体重50~60kgのマグロを電撃後に吊り上げ、5~6の低温海水が入った脱血活け締め装置で麻酔をかけずにそのままクールダウンを行った後に3分間および6分間脱血・と殺を行った。この2種のマグロおよび通常の処理を行ったマグロを充分冷却した後に解体し、0~6を保ちながら研究室に持ち帰った。持ち帰った3種のマグロ魚肉はそのまま低温を保ち、と殺から3日後に赤身部位を切り出して刺身にし、しょうゆは用いないで、分析型パネル10名で官能評価を実施した。評価項目は色(暗い 明るい)、つや(ない ある)、魚臭(ある ない)、甘味(ない ある)、うま味(ない ある)、酸味(ある ない)、血なまぐささ(ある ない)物性(かたい やわらかい)、後味(悪い 良い)、総評評価(悪い 良い)とし、7段階の評価をしてもらった。結果はウイルコクソンの符号付き順位検定を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 大型魚に対応した脱血活け締め装置の製作

中・小型魚用の麻酔装置を購入し、大型魚専用に変更を加えるために、まず、大型魚における酸素消費量を調べた。ブリを用いて測定した結果、体重当たりの酸素消費量は陸上動物と同程度であることが明らかとなった。海水の酸素濃度は陸上に比べ低濃度であることから魚類の酸素消費量はそれほど高くないであろうと推定していたが結果は大きく異なり、大型回遊魚に限っては陸上動物と同程度の酸素消費量を有するという、麻酔技術の確立に非常に有益な結果を得ることができた。

酸素供給能力の強化が必要であることが明らかになったことから、マイクロ・ナノバブル発生装置を改良することにした。求める性能に適合した酸素供給圧と供給量をカバーした酸素濃縮機への機種変更については、市販機器が見当たらなかったためにメーカーでの仕様を変更し、適合する循環ポンプについては複数ポンプを配管上の工夫で組み合わせて制作するなどして酸素ナノバブルの供給能力を強化して改良した。また、酸素供給能力の強化に加えてマグロの麻酔には、マグロの口から鰓蓋に抜ける水流の調節も重要であることが判明し、水流調節を可能とする機能も装備させることとなった。

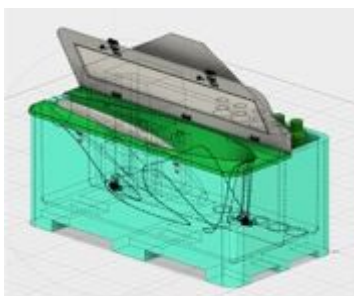


図1. 脱血活け締め装置の3D設計図

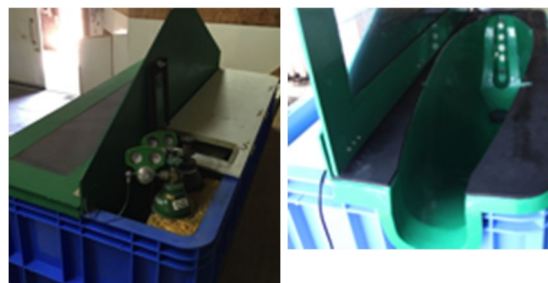


図2. 完成した脱血活け締め装置

## (2) 脱血活け締め装置を用いたマグロの脱血

予備実験として、魚体重約30kgのマグロを電撃なしで釣り上げて、麻酔を試みた。釣り上げたマグロは激しく暴れたものの、なんとか麻酔装置に投入することができた。しかし興奮状態が続き、通常量の二酸化炭素ガスではなかなか麻酔がかからず、沈静化させるのに過剰な量が必要となったため麻酔中にマグロは頓死してしまった。そこで、本実験で対象とする魚体重50~60kgのマグロにおいては、興奮状態のマグロを電撃で「脱血活け締め装置」に移すことができないと考え、電撃により一時的に麻痺させることとした。

魚体重50~60kgのマグロを釣り、暴れる魚体を手元に引き寄せたところで電気ショッカー機を使って釣り針に電流を流してマグロに電撃を与えた後、そのままクレーンで魚体を吊り上げて移動し、5~6の低温海水が入った脱血活け締め装置に移した。電撃によって取り扱いが可能な程度に沈静化していたことから麻酔は処方せずにそのまま低温海水中でクールダウンを行った。3分間および6分間のクールダウン後に脱血をおこない、その後いわゆる神経締め、すなわち脳から脊髄にかけてピアノ線を穿刺して中枢神経を破砕し、引き続いて、鰓と内臓を除去してと殺した。と殺後の魚体は速やかに海水氷に浸漬して魚体の冷却を図った。クールダウンしたマグロの対照として通常のと殺処理（電撃後すぐに神経締めした後、鰓と内臓を除去して海水氷に浸漬）をしたマグロを準備して、それぞれ HACCP 対応の加工処理場に運んだ。3時間以上、海水氷中で十分に冷却したマグロを4部のフィレに解体した後、シャーベット海水氷を入れた発泡スチロールケースにて0~6を保ちながらフィレ肉を研究室に持ち帰った。



図3. 釣り上げたマグロ



図4. 脱血活け締め装置でのクールダウン



図5. と殺後の冷却



図6. HACCP対応の加工処理場での解体

## (3) 官能評価

3分間および6分間クールダウン後に脱血・と殺したマグロと通常処理を行ったマグロの3種について、と殺後3日目に赤身部位を刺身にして、分析型パネル10名による官能評価を行った。その結果、評価項目としてあげた10項目のうち、コントロールとした通常処理と有意差が見られた項目は血なまぐささで、6分間クールダウンしたマグロの赤身肉は通常処理の赤身肉より血なまぐささ

がないと評価された。しかし、3分間クールダウンしたマグロでは有意差は見られなかった。

官能評価実施計画に先立ち行った刺身の好みに関するアンケート調査では、マグロは好きな魚としても嫌いな魚としても上位に挙げられおり、マグロを嫌いとした理由は「血なまぐささ」であった。今回の結果では、6分間のクールダウンによってマグロを沈静化できたことで、マグロの魚体温を上昇させることなく脱血時間を延長させることが可能となった。その結果、分析型パネルによる官能評価で赤身部位の魚肉は通常処理より血なまぐささが少ないと評価された。血なまぐささ以外の項目で通常処理と有意差がみられた項目はなかったが、脱血処理によって赤身肉刺身の血なまぐささが低減したことから、脱血処理はマグロ魚肉の嗜好性を向上させる可能性が示唆されたものと考えられた。

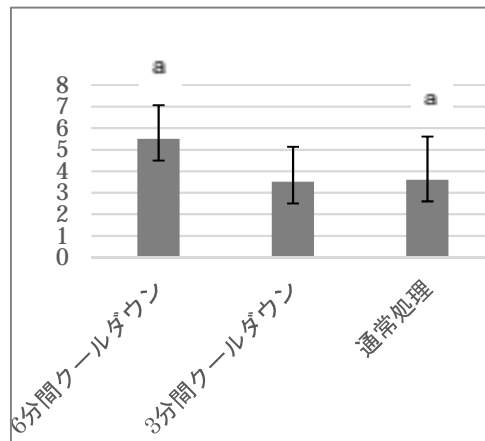


図7. 官能評価結果 (血なまぐささ)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 久木野 睦子・柿山 章江
2. 発表標題 魚肉刺身の評価に影響をおよぼす要因について
3. 学会等名 日本調理科学会平成29年度大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----