

原著論文

脱血処理によるサケ加工品の品質向上について

辻 浩司^{*1}・野俣 洋^{*2}・蛭谷幸司^{*3}・信太茂春^{*4}・佐藤暁之^{*1}Quality Improvement of Chum Salmon *Oncorhynchus keta*
Product by the De-blood Processing

Koji TSUJI, Hiroshi NOMATA, Koji EBITANI, Shigeharu NOBUTA and Akiyuki SATO

De-blooding is an effective method for adding high value to fresh marine products and has been reported to be effective for keeping the color of fresh salmon fillet. In this study, the effects of de-blooding on the quality of processed salmon products were assessed by investigating chemical parameters and by sensory evaluation. De-blooding reduced the trimethylamine (TMA) contents in dry salmon (toba), salted salmon (yamazuke), and flaked salmon significantly compared to their untreated counterparts. After storage of six months at -30°C, de-blooded salmon roe showed significantly higher values in lightness of luminosity (L*), redness index of chromaticity (a*) and chroma, and lower peroxide value (PV) compared to non-de-blooded samples. Sensory evaluation of fillet and dry salmon also showed quality improvement by de-blooding.

2012年11月2日受付, 2013年5月22日受理

2011年のサケ・マス(生鮮・冷蔵, 冷凍)の輸入数量は, 25.8万トンあり, そのうちチリ産の養殖サケが67%を占めている¹⁾。一方, 国内のサケ・マス漁獲量は14.6万トンにとどまり, そのほとんどが北海道産のサケ *Oncorhynchus keta* である²⁾。北海道のサケ生産量は2003年の23.1万トンをピークに減少傾向が続き³⁾, 産地価格も輸入量増加の影響で低下している現状にあり⁴⁾, 高付加価値化による国産サケの需要拡大が求められている。

魚類の脱血処理は, 生鮮水産物の高付加価値化のための有効な方法であることが報告されている。脱血処理したブリ, マアジ, シマアジでは, 筋肉軟化の遅延効果が認められ⁵⁾, カツオでは, メト化率が低く, 肉の赤色度(a*値)が高まることが報告⁶⁾されている。これまでに, 筆者ら⁷⁾は脱血処理したサケ肉の色調は, a*値と黄色

度(b*値)に差はみられなかったが, 明度(L*値)は無処理のサケに比べ有意に高い値を示し, 0, 5, 10°Cで4日間の貯蔵中も高く維持されることを報告している。さらに, 高橋ら⁸⁾は, 脱血処理が凍結保存におけるサケ特有の肉色保持に有効であることを報告している。こうしたなか, 北海道の漁業協同組合の一部では数量を限定し, サケを脱血処理する取組が始められている。一方, サケは生鮮や冷凍での流通の他に, 各種加工品の原料としても利用されているが, 鮮魚と同様に品質の向上や差別化による需要の拡大が望まれている。しかし, 原料となるサケの脱血処理が加工品の品質に与える影響については, これまで明らかにされていない。そこで本研究では, 各種サケ加工品の品質に及ぼす原料の脱血処理の効果について, 製品の臭いや色調および脂質酸化を化学的指標と官能検査により評価したので報告する。

*1 北海道立総合研究機構網走水産試験場

〒094-0011 北海道紋別市港町 7-8-5

Hokkaido Research Organization Abashiri Fisheries Research Institute, 7-8-5, Minato, Monbetsu, Hokkaido 094-0011, Japan

tsuji-kohji@hro.or.jp

*2 北海道立総合研究機構水産研究本部

*3 北海道立総合研究機構中央水産試験場

*4 北海道立総合研究機構釧路水産試験場

材料と方法

加工品の原料 品質評価のためのサケ加工品の原料は、北海道標津町沖の定置網で漁獲したサケ（雌）を使用した。フィレ、トバ、山漬け及びフレーク原料は、以下の方法により調製した。2008年9月に漁獲したサケの鰹を船上で切削し海水中で20分間放血後に下水により氷冷したものを脱血区原料（体重 $3.1 \pm 0.5\text{kg}$ 、尾叉長 $65.1 \pm 3.0\text{cm}$ ：平均値 \pm 標準偏差 以下同様表記、 $n=10$ ）、無処理（鰹の切削と放血処理が無い）で氷冷したものを対照区原料（体重 $3.2 \pm 0.4\text{kg}$ 、尾叉長 $64.6 \pm 2.5\text{cm}$ 、 $n=10$ ）とした。筋子は、2010年に漁獲したサケを上記と同様に処理したものを脱血区原料（体重 $3.4 \pm 0.3\text{kg}$ 、尾叉長 $64.4 \pm 2.3\text{cm}$ 、 $n=5$ ）と対照区原料（体重 $3.8 \pm 0.4\text{kg}$ 、尾叉長 $68.2 \pm 2.3\text{cm}$ 、 $n=5$ ）より調製した。また、官能検査のためのトバは、2009年に漁獲したサケを上記と同様に処理したものを脱血区原料（体重 $3.4 \pm 0.4\text{kg}$ 、尾叉長 $64.8 \pm 3.7\text{cm}$ 、 $n=5$ ）と対照区原料（体重 $3.8 \pm 0.4\text{kg}$ 、尾叉長 $67.2 \pm 1.7\text{cm}$ 、 $n=5$ ）より調製した。

加工品の調製 品質評価に用いたフィレ、トバ、山漬け及びフレークは次の方法により調製した。トバは、原料から調製したフィレを10%食塩水に15分間浸漬後、フィレに対する重量歩留まりが40%に達するまで、20℃の乾燥と5℃16時間のあん蒸を繰り返して調製した。山漬けは、セミドレスの腹腔内を十分に水道水で洗浄後、重量の15%の食塩をすり込み、5℃で4日間貯蔵（2日目に手返し）し、これを24時間水晒し後に18℃で1日送風乾燥して調製した。フレークは、フィレを蒸し器で40分間加熱処理後、放冷しながら皮、血合肉及び骨を除去した肉に、重量の4%の食塩と10%のサラダ油を鍋で加熱しながら混ぜ合わせ、耐熱性袋に入れ湯浴で90℃30分間処理し調製した。筋子は、3%食塩水で洗浄後、卵巣重量の4倍量の飽和食塩水で12分間漬け込み、5℃で2日間貯蔵し調製した。フィレ、トバ、山漬け及びフレークは-20℃で、筋子は-30℃で凍結し、品質評価まで同温度で冷凍貯蔵した。

品質評価の方法 2009年に漁獲したサケ（官能検査用トバの原料）を試料とし、ラウンド状態で発泡スチロール箱にサケ重量の30%の下水をし、氷中のK値を測定した。ATP関連化合物の抽出は、背部普通肉2gに6%過塩素酸溶液20mlを加えてホモジナイズし、ろ液を水酸化カリウム溶液で中和後に定容し、試料液とした。ATP関連化合物の測定は、5℃で一晩保管した試料液を0.45 μm のフィルターで処理後、Matsumoto *et al.*⁹⁾の方法により、高速液体クロマトグラフ（島津社製：LC-10Ai）で行った。K値は、ATP関連化合物総量に対するイノシンとヒポキサンチンの合計の百分率で求めた。加工品の品質評価は、5℃で16時間解凍した製品につい

て、以下の方法により行った。フィレ、トバ、山漬け及びフレークに含まれるトリメチルアミン（TMA）は、サケ肉からの抽出を木村らの方法¹⁰⁾に準拠し、Dyerらの方法^{11,12)}により定量した。また、フィレと山漬けは、喫食時の加熱を想定し、解凍後の製品を切り身にして耐熱性袋に入れ、90℃の温湯中で30分間加熱したのについてもTMAを定量した。筋子の過酸化物質（PV）は、Bligh and Dyerらの方法¹³⁾により5検体から纏めて抽出した脂質について、基準油脂分析試験法¹⁴⁾により測定した。フィレと筋子の色調は、分光測色計（ミノルタ社製：CM508d型）により、 L^* 、 a^* 、 b^* を1検体につき3ヶ所の測定を行い、その平均値を使用した。彩度は a^* の二乗と b^* の二乗の和の平方根から算出した。なお、統計処理はF検定で分散の均一性を検定した後、t検定を実施した。

フィレ（刺身）とトバの官能検査は、水産試験場職員12から17名をパネルとして、3点比較法¹⁵⁾により、識別と嗜好試験を行った。なお、試料は5℃で16時間解凍後に官能検査へ供し、嗜好試験の項目は「臭い」、「色合い」及び「味」とし、検定は識別と嗜好試験法検定表¹⁵⁾により行った。

結 果

サケをラウンドで氷冷貯蔵したときのK値の変化を図1に示した。分析開始時まで要した時間は9時間、魚体温は6℃であった。貯蔵直後のK値は、脱血区が35%、対照区は22%と有意な差がみられたが、1日目以降は差が無く、3日目に約45%に達した。

6ヶ月間-20℃で貯蔵したサケ加工品のTMA含量は、トバ、フレーク、山漬及びフィレの順に多かった（図2）。TMA含量の多かったトバとフレークでは、対照区のそれぞれ 15.3 mmolkg^{-1} と 2.7 mmolkg^{-1} に対して、脱血区ではそれぞれ 5.3 mmolkg^{-1} と 2.0 mmolkg^{-1} と少なく、有意な差が認められた。TMA含量の少なかったフィレと山漬けは、脱血区と対照区で有意な差はみられず、いずれも 0.2 mmolkg^{-1} であった。しかし、喫食時を想定して加熱処理したものである、脱血区、対照区ともにTMA含量は増加したが、その増加は対照区に比べて脱血区では有意に少なかった。また、トバの官能検査では、識別試験において脱血区と対照区に有意な差が認められ、嗜好試験では脱血区と対照区の好まれ方に評価項目による違いがみられ、臭いと色合いは脱血区が好まれ、味は対照区が好まれた（図3）。12ヶ月間冷凍貯蔵したフィレの L^* 、 a^* 及び b^* は、対照区に比べて脱血区で高い傾向を示した（図4）。また、フィレから調製した刺身の官能検査では、識別試験において脱血区と対照区に有意な差が認められたが、嗜好試験では臭いと味については、好まれ方に差はみられなかったが、色合いについては脱血区が有意に好まれた（図5）。

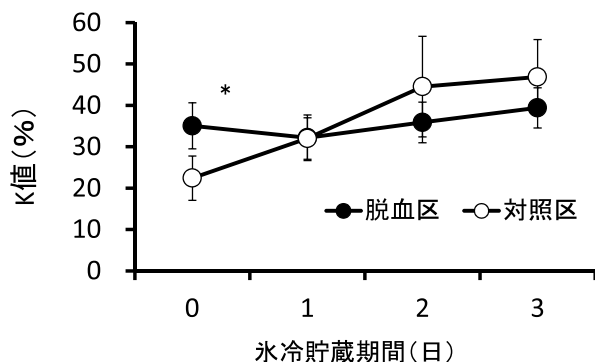


図 1. サケの K 値に及ぼす脱血処理の影響
脱血区と対照区の検体数は各 5 尾
図中の縦棒は標準偏差を示す
* 脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.05$, t 検定)

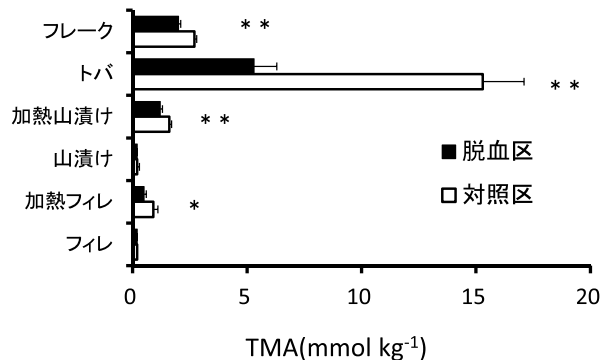


図 2. サケ加工品の TMA 含量に及ぼす脱血処理の影響
脱血区と対照区の検体数は各 5 尾
図中の縦棒は標準偏差を示す
* 脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.05$, t 検定)
** 脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.01$, t 検定)

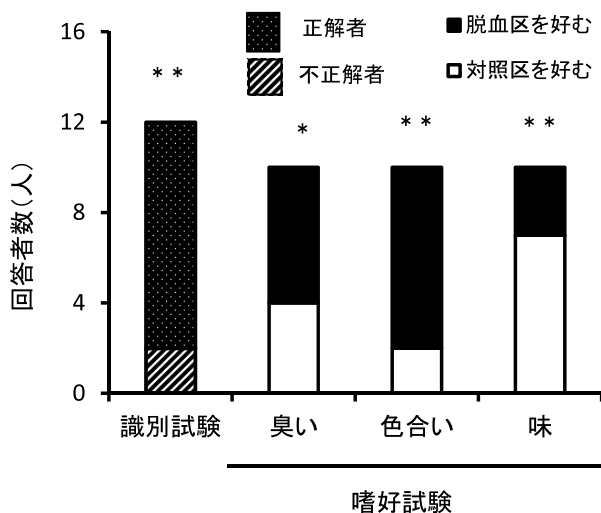


図 3. 脱血処理の有無によるサケトバの官能検査
* 脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.05$)
** 脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.01$)

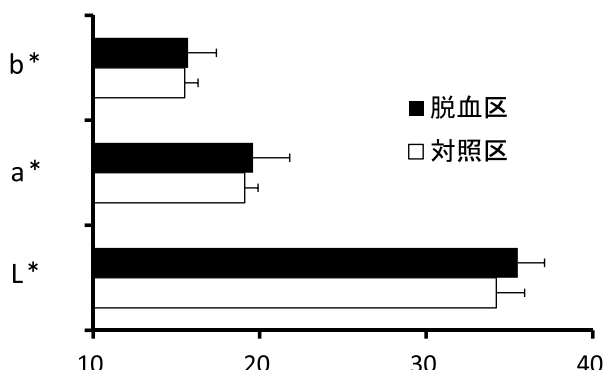


図 4. サケフィレ冷凍 12 ヶ月後の色調に及ぼす脱血処理の影響
脱血区と対照区の検体数は各 5 尾
図中の縦棒は標準偏差を示す

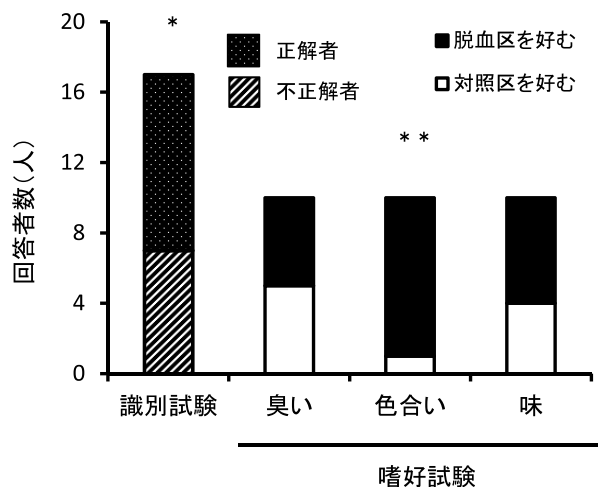


図 5. 脱血処理の有無によるサケフィレ (刺身) の官能検査
* 脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.05$)
** 脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.01$)

筋子の色調は、対照区に比べ脱血区は明るく (写真 1, 2), L*, a* 及び彩度はいずれも製造直後から 6 ヶ月の -30°C 貯蔵期間を通じて、脱血区で有意に高い値を維持していた (図 6)。また、筋子の PV は、製造直後から対照区に比べ脱血区は低く、6 ヶ月の冷凍貯蔵期間中も PV の上昇はみられなかった (図 7)。なお、サケからの卵巣の重量歩留まりと脂質含量は、脱血処理の有無による差は無く、両区とも約 13% と約 15% であった。

考 察

魚類の鮮度に及ぼす致死条件の影響については、釣獲サワラ¹⁶⁾、養殖イサキ¹⁷⁾、養殖ハマチ¹⁸⁾、蓄養マアジ¹⁹⁾及びヒラメ²⁰⁾などで報告されている。サケについては高橋ら⁸⁾が、電気即殺法が氷冷中の K 値上昇を抑



写真1. 筋子対照区

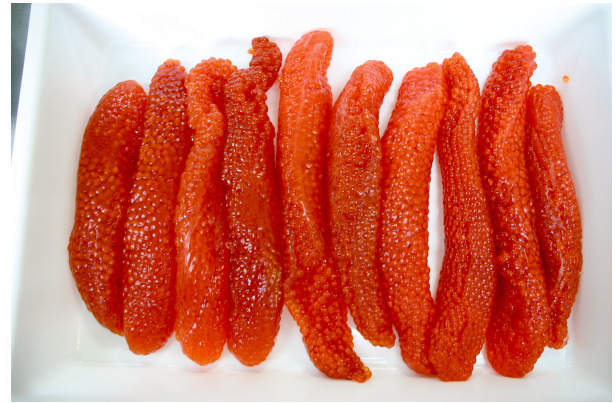


写真2. 筋子脱血区

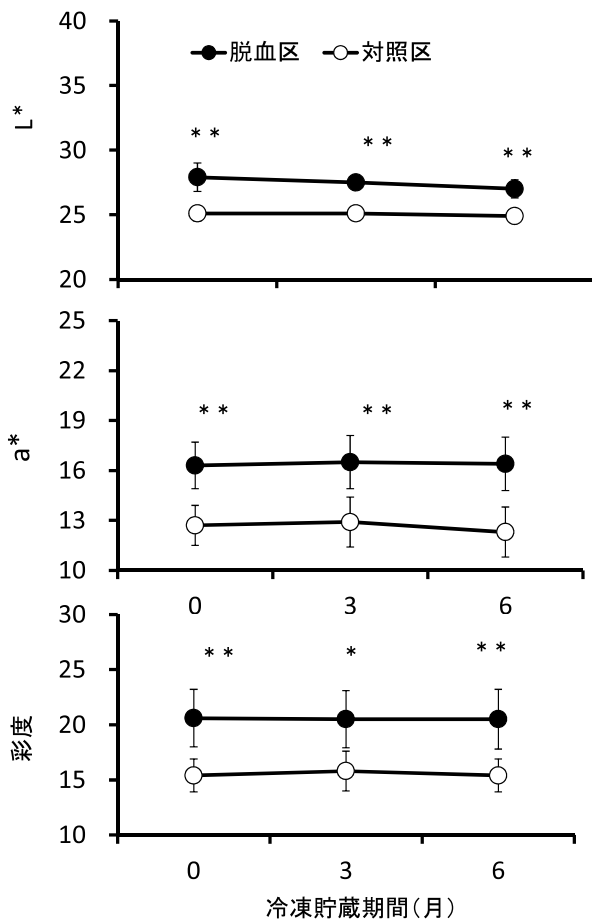


図6. 筋子冷凍期間中の彩度、 a^* 及び L^* に及ぼす脱血処理の影響

脱血区と対照区の検体数は各5尾

図中の縦棒は標準偏差を示す

*脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.05$, t 検定)

**脱血区と対照区で有意差がある ($p < 0.01$, t 検定)

制し、エラ切り放血処理はK値の上昇が早いことを認めている。本試験においても、鰹を切削した脱血区のK値は氷冷1日後には約30%に達しており、高橋ら⁸⁾と同様の値となった。サケは、K値の上昇が他の魚種よりも早い²¹⁾とされるが、脱血処理の影響は当日のみで、氷冷1～3日間中のK値変化は、脱血区と対照区で有

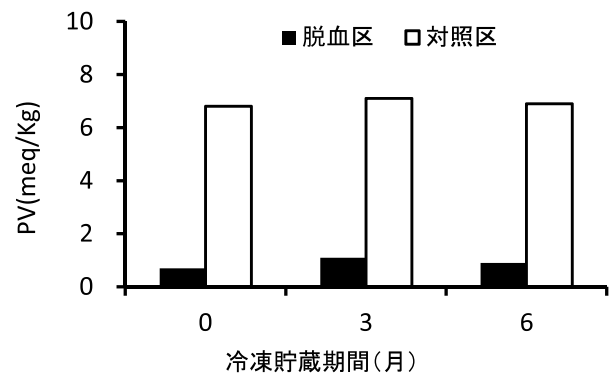


図7. 筋子冷凍期間中のPVに及ぼす脱血処理の影響

意な差はみられなかった。

つぎに、サケ加工品の品質に及ぼす原料の脱血処理の効果を化学的指標や官能検査により評価した。脱血区のとばとフレークのTMA含量は、対照区に比べて有意に低い値であった。また、フィレや山漬けではTMA含量は低く、脱血処理の有無による差は認められなかったが、喫食を想定した加熱後のTMA含量は増加し、その増加は脱血区で少なかった。TMAは魚の生臭みの原因物質で²²⁾、主に微生物のトリメチルアミン-N-オキシド(TMAO)還元酵素作用により生じるが²³⁾、血合肉内在性のTMAO還元酵素の関与も推定されている^{24,25)}。また、徳永はヘモグロビン(Hb)がTMAOの熱分解を促進し、生成されるTMAの割合が大きくなると報告している²⁶⁾。本試験の結果からも脱血処理により原料中のHb含量が減少し、加工品の製造時に熱が加わる蒸煮工程や喫食時を想定した加熱処理でのTMA生成が抑制されたと考えられる。木村らはサンマ肉中に含まれるTMAの臭いの閾値は今後の検討が必要であるとしたうえで、サンマ血合肉のTMA含量が 1.6 mmolkg^{-1} 検出されたときに官能的に生臭みを感じられたと報告している²⁷⁾。本試験でのとばの官能検査では、脱血区のとばが嗜好試験の臭いの面でも有意に好まれる結果が得られており、原料段階での脱血処理の効果が確認された。また、脱血区のフィレの色調はいずれも対照区に比べて高

く、その色調の差は刺身としての官能試験においても識別され、嗜好試験の色合いの面でも有意に好まれることが確認されることから、色調の改善にも有効と思われる。一方、筋子の色調は、明度の高い紅赤色が良品とされる²⁸⁾が、脱血区の筋子は対照区に比べて明るく、赤い色調を呈しており、L*, a* 及び彩度は冷凍貯蔵6ヶ月後も維持されていた。さらに、PVは脱血区の筋子で低い値であり、脂質の酸化が抑制されていた。一般に筋子には、発色剤として亜硝酸ナトリウムが添加されており、ヘモグロビンに作用して鮮赤色のニトロソヘモグロビンを生成する^{29,30)}。また、脂質の酸化を促進する物質として、ヘモグロビンやミオグロビンなどのヘマチン化合物³¹⁾や血液中のヘモグロビンのメト化物³²⁾が知られている。以上のことから、脱血処理したサケを原料とした筋子の色調が改善され、脂質の酸化も抑制される理由は、脱血により原料卵や製品中のヘモグロビンやメト化物が減少したことによるものと推察される。漁獲時に脱血処理したサケ卵を原料とすることにより、筋子の製造で使用する亜硝酸ナトリウムの添加量を低減できる可能性が示唆された。今後は、脱血処理によるサケ加工品の品質優位性について、生産地や消費地市場での講習会や試食会等で紹介し、本技術の普及を図ることを予定している。さらに、サケに適した処理機械開発による脱血処理サケの大量供給技術への発展が期待される。

謝 辞

本研究を行うにあたり、試料入手と脱血処理に、ご協力下さった標津漁業協同組合、西山良一氏、中村憲二氏ならびに標津町水産課、佐々木克之氏に深謝いたします。

文 献

- 農林水産省大臣官房国際部. 農林水産物輸出入概況 2011 年確定値 (平成 24 年 4 月 27 日公表).
- 農林水産省大臣官房統計部. 平成 23 年度漁業・養殖業生産統計 (平成 24 年 4 月 27 日公表).
- 北海道水産林務部. 北海道水産業・漁村のすがた 2012 北海道水産白書.
- 清水幾太郎 (2005) 国産サケと輸入サケの需給動向について-国産サケ需要拡大への道-. さけ・ます資源管理センターニュース, 15, 3-7.
- 安藤正史 (1996) 魚類筋肉の死後における軟化機構に関する研究. 日水誌, 62, 555-558.
- 寺山誠人・山中英明 (2000) カツオの品質に及ぼす脱血の効果. 日水誌, 66, 852-858.
- 辻 浩司・信太茂春・金子博美・佐藤暁之・野俣 洋・蛭谷幸司・武田浩都 (2009) 脱血処理による道産サケの高品質化と安定供給システムの開発. 平成 20 年度釧路水産試験場事業報告書. 178-185.
- 高橋是太郎・南山卓範・小坂尚弘・羽田野六男・小林源司 (1992) 産卵回帰シロサケの致死条件と死後変化. 北大水産彙報, 43, 96-104.
- Matsumoto, M. and Yamanaka, H. (1990) Post-mortem biochemical changes in the muscle of kuruma prawn during storage and evaluation of the freshness. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1145-1149.
- 木村メイコ・竹内規夫・埜澤尚範・水口 亨・木村郁夫・関 伸夫 (2006) スケトウダラ肉貯蔵中のトリメチルアミン-N-オキシドの分解機構と酸素ガスによる分解抑制. 日水誌, 72, 911-917.
- Dyer WJ, Dyer FE, Snow JM. Amines in fish muscle. (1952) V. Trimethylamine oxide estimation. *J. Fish. Res. Board Can*, 8, 309-313.
- Dyer WJ. Amines in fish muscle. (1945) I. Colorimetric determination of trimethylamine as the picrate salt. *J. Fish. Res. Board Can*, 6, 351-358.
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can.J.Biochem.Physiol.*, 37, 911-917.
- 社団法人日本油化学会. 基準油脂分析試験法 (II), 参 2.4-1996.
- 川北兵蔵・山田光江 (1976) 食品検査シリーズ (5) 食品の官能検査, 医歯薬出版, 東京, 40-43, 147pp.
- 岡本 満・齊藤寛之 (2011) 釣獲されたサワラの船上における致死方法の検討. 日水誌, 77, 1083-1088.
- 岡本 昭・濱田友貴・三浦勝貴・野中 健・桑原浩一・大迫一史・三嶋敏雄・橘 勝康 (2006) 養殖イサキの死後変化に及ぼす刺殺条件と保存温度の影響. 日水誌, 72, 918-923.
- 岡 弘康・大野一仁・二宮純一郎 (1990) 養殖ハマチの致死条件と冷蔵中における魚肉の硬さとの関係. 日水誌, 56, 1673-1678.
- 望月 聡・乗田嘉子・前野久美子 (1998) マアジ筋肉の死後変化に及ぼす脱血の影響. 日水誌, 64, 276-279.
- 岩本宗昭・山中英明・渡部終五・橋本周久 (1990) 天然および養殖ヒラメの死後硬直の進行の比較. 日水誌, 56, 101-104.
- 川村 満・山内寿一・福田 裕・島田俊雄・柞木田善治・石川 哲 (1983) ブナサケ魚肉利用加工研究 II. 青森県水産加工研究報告, 24-57.
- 平野敏行 (1989) 魚介類のにおい-魚類. 「水産物のにおい」(小泉千秋編), 恒星社厚生閣, 東京, 31-41pp.
- Sakaguchi M, Kawai A. (1977) Electron donors and carriers for the reduction of trimethylamine N-oxide by *Escherichia coli*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 43, 437-442.
- 徳永俊夫 (1970) 魚類血合肉中のトリメチルアミノオキシドならびにその分解-II. 貯蔵中におけるDMA, TMAの生成. 日水誌, 36, 510-515.
- 河端俊治 (1953) トリメチルアミノオキシド還元酵素に関する研究-I. 回遊魚血合肉中におけるトリメチルアミノ態窒素増加の特異性. 日水誌, 40, 167-174.
- 徳永俊夫 (1975) 海産魚介類トリメチルアミノオキシドの加熱による分解. 日水誌, 41, 535-546.
- 木村メイコ・平岡芳信・木宮 隆・今村伸太郎・鈴木道子・岡崎恵美子・木村郁夫 (2010) サンマ肉のトリメチルアミン生成に及ぼす凍結貯蔵の影響. 日水誌, 76, 1073-1079.
- 飯田訓之 (2012) 水産物の化学と利用-魚卵加工品. 「水

- 産ハンドブック」, 講談社, 東京, 471-473pp.
- 29) 石橋武二 (1971) IX. 発色剤. 「食品添加物の全貌」, 南江堂, 東京, 58-62pp.
- 30) 長坂豊道 (1987) 「イクラ・すじこ」の塩蔵加工. *New Food Industry*, **29**, 31-35.
- 31) 太田静行 (1977) 油脂食品の劣化とその防止, 幸書房, 東京, 139-145pp.
- 32) 大島敏明 (2012) 水産物の化学と利用 - 水産物の脂質. 「水産ハンドブック」, 講談社, 東京, 356-371pp.