CODEN : KDSGA3
ISSN 0453–087X

鹿児島大学
水産学部紀要

第73巻

MEMOIRS OF FACULTY OF FISHERIES KAGOSHIMA UNIVERSITY

Volume 73

2024

PUBLISHED BY THE FACULTY OF FISHERIES,
KAGOSHIMA UNIVERSITY, KAGOSHIMA, JAPAN

鹿児島大学水産学部紀要
第73巻　2024年
目　　次

MEMOIRS OF FACULTY OF FISHERIES
KAGOSHIMA UNIVERSITY
Volume 73, 2024

CONTENTS

Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.,
Vol. 73, pp. 1~7 (2024)

養殖ブリの冷解凍にともなう血合肉の色調評価法と基準値の設定

上西由翁[1*]，DONG THI HAI YEN[1]，林田顕正[1]，淺田洋平[1]

Color evaluation and criteria on dark meat of cultured yellowtail after freezing and thawing

Yoshio Kaminishi[1*], Dong Thi Hai Yen, Akimasa Hayashida and Youhei Asada

Keywords: メト化率，L,a,b 測色，ブリ血合肉，褐変の評価基準

Abstract

When farmed yellowtail is frozen and thawed, the dark meat of the yellowtail rapidly browns. This causes a problem when exporting frozen yellowtail, as it deteriorates the appearance. The dark meat browning occurs due to the oxidation of the muscle pigment myoglobin (Mb), and the met Mb ratio is generally used as an indicator of browning. When measuring the met Mb ratio of yellowtail dark meat, it was difficult because of the intense turbidity caused by the large amount of lipids and the presence of hemoglobin (Hb), a blood component. To solve these problems, a new method of met Mb ratio was developed using HPLC. On the other hand, the browning of yellowtail dark meat after freezing and thawing was localized, and the values of met Mb ration did not match the visual appearance, therefore making it an inappropriate indicator. In this study, we investigated a method for evaluating the color tone of yellowtail dark meat after freezing and thawing by analyzing the L,a,b values, and established evaluation criteria based on the brawn index (b/a) < 0.8–0.9 and hue difference < 9–10, which matched the visual appearance.

日本食のユネスコ無形文化遺産登録を背景として，日本からの食品の輸出増加を目的に輸出戦略が進んでいる。農林水産省では，2019 年の「農林水産物及び食品の輸出の促進に関する法律」に基づき，2030 年までに農林水産品の輸出額 5 兆円を目標に個別戦略を立てている。水産物では養殖ブリを輸出重点品目のひとつに指定し，水産庁では 2021 年 7 月に「養殖業成長産業化総合戦略」を策定し[1)]，2030 年までにブリ類の輸出目標額を 1,600 億円とした。

養殖ブリの輸出先は 50% 以上が米国であり，輸送コストを考慮して 8 割が冷凍ブリで流通している。冷凍ブリにおいては，−20℃での流通・貯蔵において 1ヵ月程度で血合肉が褐変化（メト化）するために，褐変防止法として一酸化炭素処理が一部で適用されているが，米国以外は禁止されている。

凍結貯蔵中のメト化防止として，マグロでは冷凍 F4 級の超低温貯蔵が定着している。ブリにおいてもメト化抑制のために貯蔵温度帯の見直しが検討されている。私たちの研究室では冷凍F2級の−35℃で貯蔵した冷凍カンパチで，少なくとも 3ヵ月は商品としての色調を保持していることを報告[2)]した。同様に，養殖ブリを用いた実験においても 3ヵ月間の色調は保持されていた（未発表）。しかし，養殖ブリを凍結し解凍すると，急激な褐変化が起こる。養殖業成長産業化行動計画（ブリ類編）の中で海外市場の開拓において，特に，冷凍品の輸出に際して解凍後の血合肉の急速な褐変が問題視されており，重要課題として褐変防止技術の開発が望まれている[3)]。

血合肉の色素はミオグロビン（Mb）であり，凍結貯蔵中のタンパク質変性にともないメト化して褐変化する。色調劣化の指標としてメト化率が一般的に適用されるが，ブリ血合肉のメト化率測定の場合には，多量に含まれる脂質が原因の激しい濁りや，血液成分のヘモグロビ

[1] 鹿児島大学水産学部（Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan）
[*] Corresponding Author, Email: kaminisi@fish.kagoshima-u.ac.jp

ン（Hb）が含まれる問題があった。また，凍結変性により血合肉全体が褐変している場合のメト化率測定は指標として使えるが，冷解凍後の血合肉の褐変化は局在しているために，不適切な指標と思われた。そこで本研究では，従来のメト化率測定法を改良して迅速定量法を開発するとともに，ブリ血合肉の冷解凍後の色調評価法をL,a,b 値の解析により検討し，さらに褐変防止の技術開発における褐色度の定量のために評価指標と基準値を設けた。

実験方法

試料魚

試料魚として，魚類市場から直接購入した養殖ブリと鹿児島湾内の養殖業者から入手した養殖ブリを用いた。養殖ブリからフィレーを調製し，背肉を 10cm 程度切り分けて個別に真空パックし，−25℃～−30℃のアルコールブラインで急速凍結したものを所定の温度で貯蔵した。解凍は，氷水中で 2 時間程度行った。

写真撮影

Canon EOS X-9 の一眼レフカメラを用いて撮影した。撮影ボックスは内面が写真撮影用に白色で覆われた Box を使い，照明は演色評価指数（CRI）95 以上，テレビ照明一貫性指数（TLCI）97 以上の NAN LITE Pavo Tube II 6C の 2 台を用いて，色温度は 5,300K に設定し，影ができないように照明を当てた。適正露出条件の設定は，露出計 EX-1（COMET 社）で行った。カメラのホワイトバランスは 5,300K に設定し，この条件で撮影した写真と見た目の色が近いことを全員で確認した。

HPLC によるメト化率の測定

試料液の調製は測定部位の魚肉 2g を秤量し，18mL の 0.1M 冷リン酸ナトリウム緩衝液（pH7.0）で細砕後，遠心分離（10,000g，10min，4℃）した。ブリ血合肉の抽出液には多量の脂質が多く含まれており，濁りがひどいために遠心分離を繰り返し，0.45μm のフィルタ（Millex LCR）でろ過した。

HPLC を用いた分析では，0.5mL/min の流速で 0.1M リン酸ナトリウム緩衝液（pH7.0）を用い，カラムは Inertsil WP300 Diol 5μm 4.6 × 150mm を 2 本直結した分子サイズ排除クロマトグラフィ（以下，ゲルろ過）で行った。検出器は，島津 SPD-M20A のフォトダイオードアレイを用いて吸光面積を測定した。

メト化率測定の際の基礎データの収集では，ウマ Mb 標準物質（ナカライテスク）とウシ Hb 標準物質（ナカライテスク）を用いた。

L*,a*,b* による色調の評価

L*,a*,b*（以下，L,a,b と略）はコニカミノルタ製の CR-13 を用いて測色した。L,a,b の測定値から褐色度指数（b/a）を求めて，商業的な判断基準値を設定した。また，色の変化量の定量では貯蔵初日を基準値として，既報[4]に準じて色差（⊿E），色相角差（⊿h）と彩度差（⊿C）を算出し，知覚される色の官能評価表に照合して評価項目と基準値を設定した。

結果および考察

HPLC による Mb と Hb の分離の確認

ブリ血合肉の抽出液では，Fig.1 にみられるように，抽出液はひどく濁っていた。そこで，遠心分離操作の繰り返しで Fig.1（Centrifugate）のように浮かんだ多量の脂質と沈殿物の除去を試みたが，濁りは取れなかった。さらに，0.45μm のフィルタ（Millex LCR）でろ過したがやはり濁りは完全に除去できず，分光光度計を用いた従来法でのメト化率の測定はできなかった。

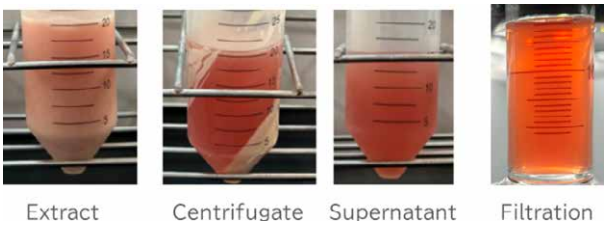


Fig. 1. Turbidity of solution on Mb preparation process from yellowtail dark muscle.

そこで，HPLC のゲルろ過を適用したところ，フィルタ処理後の僅かな濁りの影響を受けることなく安定して測定できた。また，混在している Hb についても，Fig. 2 のように Mb の分子量 17kDa と Hb の約 67kDa は，HPLC ゲルろ過で分離が可能であった。

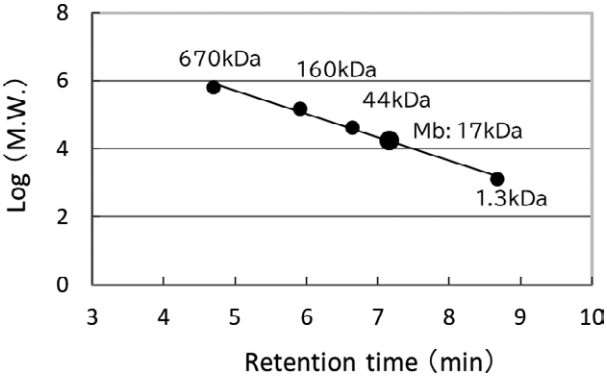


Fig. 2. Separation of Mb and Hb by HPLC gel filtration.

メト化率測定の際のオキシ型 Mb の判断基準

メト化率の測定では，オキシ型 Mb とメト型 Mb 溶液を調製し，それに対する試料液の吸光値を比較する必要がある。最初に，ウマ Mb を標品としてハイドロサルファイト（HyS）による還元処理の条件を設定し，その後のオキシ型の状態の基準値を求めた。還元剤として HyS を用時調製して用いた。20%HyS の添加量は 1mL の抽出液に対して 20μL/mL で還元化処理した。酸素化は，その溶液に酸素を吹き込んで，15 分間氷上でゆっくりと振とうすることで酸素に十分接触させた。メト型 Mb 溶液の調製は，1% フェリシアン化カリウム溶液 5μL を抽出した Mb 溶液に入れて行った。

還元型ウマ Mb では，Fig.3（上）のように 555nm に最大吸収波長を示すが，オキシ型 Mb ではおよそ 540nm と 577nm の 2 つに最大吸収波長をもつ（Fig. 3. 下）。ウマ Mb がほぼ完全なオキシ型になったときには，540nm / 555nm の比率が 1.3 以上にあった。

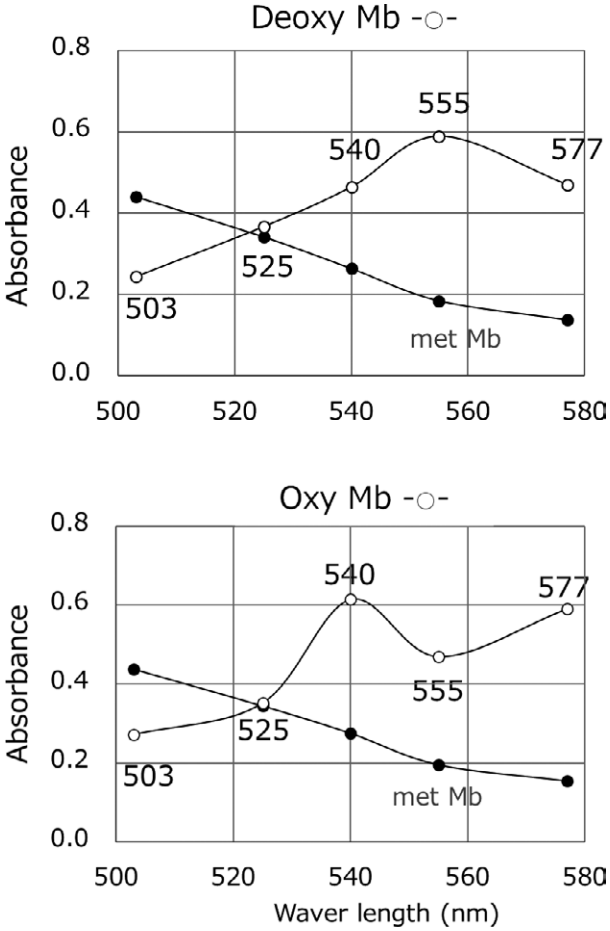


Fig. 3. Criteria for determining oxy-Mb by reduction and oxygenation treatment using horse Mb (1 mg/mL).
Upper: after reduction treatment
Lower: after 15 minutes of oxygenation

このオキシ型溶液を用いて，HPLC で分析したところ，Fig. 4 のようなスペクトルが得られた。その時の吸光面積比を比較したところ，オキシ型の状態では 540 / 555nm > 1.2 であった。なお，577nm / 555nm も判断基準としたが，これはオキシ型からメト化へ進行する際に初期に大きく低下するために，メト化移行の指標とした。

よって，ブリから抽出した Mb 溶液においても，十分なオキシ型 Mb 状態の指標として，HPLC 面積で 555nm に対する 540 および 577nm 比率が 1.2 と 1.0 以上であることを確認して実験に供した。

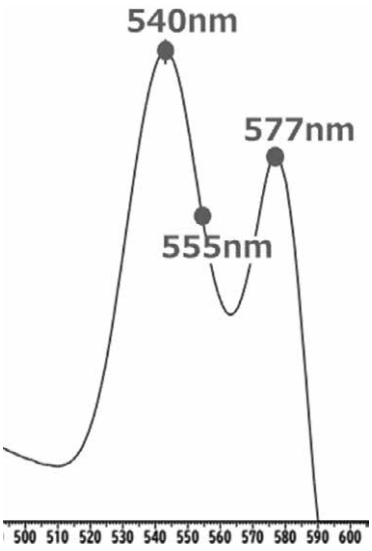


Fig.4. Absorption spectroscopy in the analysis of Oxy Mb in horses.

メト化率相当の簡易・迅速定量法と商品としての閾値

メト化率の算出にはブリ血合肉から得られたオキシ型溶液とメト型溶液の吸光面積，試料液の吸光面積の 3 点が必要である。従来のメト化率では，マグロのように赤色の鮮やかさに関係する際には 540nm（緑色波長で赤色は補色）の波長が適切と思われるが，ブリの血合肉では赤色から 577nm の領域である黄色が加わり褐色化する[4]。そのため，①褐色化に影響する黄色 577nm の変化量が適切であること，②メト化型の吸光スペクトルでは 577nm が 540nm より平坦で安定していること，③オキシ型とメト化型の 577nm における吸光度の比が 1 : 4 と 540nm に比べて大きい利点をもつことから 577nm の吸光値を採用した[5]。540nm でのメト化率と区別するため，ここではメト化率相当と表記した。

計算では，オキシ型（還元・酸素化処理）をメト化率相当 0%，メト型をメト化率相当 100% の基準として，試料液の相対的な位置からメト化率相当 (%) を算出した。以下にメト化率相当の算出式を示す。

メト化率相当（%）=（オキシ型 －抽出溶液 / (オキシ型 －メト型) × 100

このようにして，ブリ血合肉からメト化率相当を測定した一例を Fig. 5 に示す。−20℃貯蔵（Fig.5. 上）のブリのメト化率相当では 57.1% で，血合肉は褐変化しており商品としては不適であった。−35℃の場合は Fig.5 （下）のようにきれいな赤色を呈していた。林田ら[6]は，10 数回のブリとカンパチ血合肉の分析から，メト化率相当を目安とした商品価値の閾値として 40〜50% であると報告しており，メト化率相当と見た目の感覚では Fig.5 の写真のように同様の閾値の評価が適用できると考えられた。尾藤[7]は赤色の指標となる 540nm を用いて，マグロにおけるメト化率の閾値を 30% としたが，論文では 30% から赤色の退色が見られ，50% を超えると褐色が認められたと報告している。また，ED Strange[8]らは，Van den Oord らからの引用として，メト化率で約 50% になると牛肉はほとんどの消費者に受け入れられなくなり，小売りには不適切になることを報告した。対象となる試料や測定波長，測定法が異なるので直接の比較はできないものの，人の感覚と比較して 50% を許容上限として，メト化率 40〜50% が血合肉の商品価値の閾値として妥当と思われた。

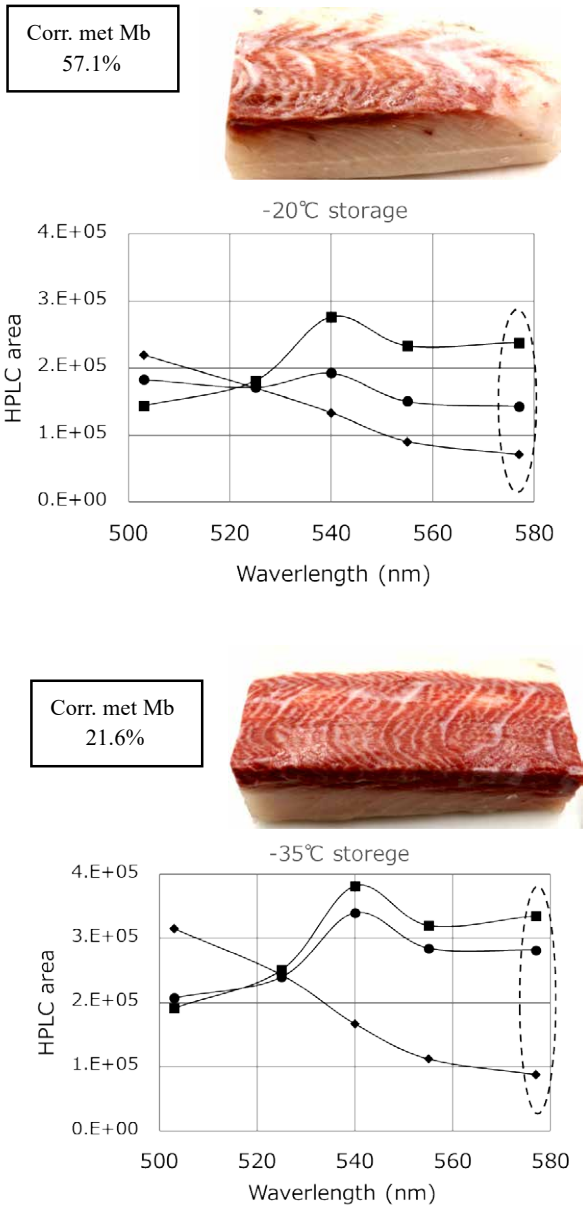


Fig. 5. Examples of met Mb (%) in dark meat of yellowtail during frozen storage by HPLC.
■: Oxy type Mb
●: Sample solution
♦: Met type Mb
Corr.: Abbreviation “Corresponding”

しかし，この測定法では，ひとつの試料に対してオキシ型とメト型，試料液の 3 検液を分析する必要がある。また，ブリのメト化率測定に際して，3 試料液の測定中にメト化率が低下することが確認された。そこで迅速化を図るために，525nm の等吸収点から求めた比率と実測値から算出できないかを検討した。

等吸収点から還元型 Mb やオキシ型 Mb，メト型 Mb の定量法については，Snyder の報告がある[9]。牛肉を使って反射スペクトルを測定したところ，3 つの Mb 誘導体の等吸収点である 525 nm を調整点として，オキシ型 Mb とメト型 Mb における 474nm の等吸収点と，オキシ型 Mb と還元型 Mb の 571 nm の等吸収点をもとに，ミオグロビン誘導体の混合物（いわゆるメト化率）のモデルを提案した。本研究では，ブリ Mb の Q 帯におけるオキシ型の 2 つの最大吸収スペクトルのひとつである 577nm を用いて，525nm におけるオキシ型の相対値と 577nm から得られたメト化率相当の実測値との比較から，簡易的にメト化率相当の測定法を検討した。

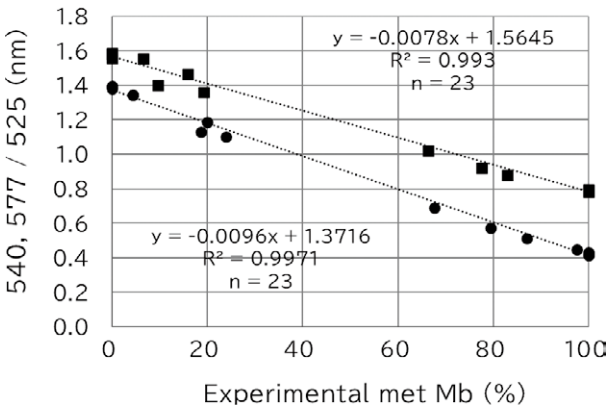


Fig. 6. Rapid measurement on corresponding met Mb (%) in yellowtail dark meat by HPLC.
Symbols indicate the ratio of 577(●) and 540(■) nm to isosbestic point 525nm

メト化率相当の測定で得られた 23 試料液の実測値を横軸に，525nm に対するそれぞれの比率を縦軸にプロットすると，Fig. 6 のように両者に高い相関性がみられた。メト化率相当が低い時には，577nm に比べて 540nm では多少ばらつきがあった。両者の傾きを見ると 577nm での傾きが大きいが，それは 540nm でのオキシ型とメト化型の吸光度比が大きいためで，540nm の測定で誤差を生じやすいと考えられた。また，本法では 577nm と 540nm のいずれもオキシ型 Mb と還元型 Mb に共通した等吸収点を採用していないため，還元型 Mb の影響により低いメト化率で誤差が生じやすいのかもしれない。これらを考慮した上で 577nm の回帰式より次の計算式を HPLC 簡易法では用いた。

メト化率相当（%）= (1.3716 − 577/525nm 比) / 0.0096

この方法では，抽出液の遠心分離の時間によるが，フィルタ処理前までに 15〜30 分，HPLC 分析の 15 分と合わせて，1 時間以内には測定が可能である。特に，ブリの血合肉では測定中の色の劣化が速いため，迅速定量法は有効と考えられる。

ブリ血合肉の外観の色調変化におけるメト化率測定の妥当性の検証

ブリ血合肉の褐変度の評価には，従来はメト化率が用いられてきた。凍結貯蔵中に血合肉全体が褐変している場合は，例えば Fig.7 の −20℃の 0 時間のように，メト化率相当で 50% を超えると褐色に変色していると想像され，実際の写真のように褐変化が確認できた。同様に，−35℃と −75℃での 0 時間ではメト化率相当の測定値で 40% と 20% 付近であり，従来のメト化率から想像される赤色を呈しており，指標としては適切であった。しかし，

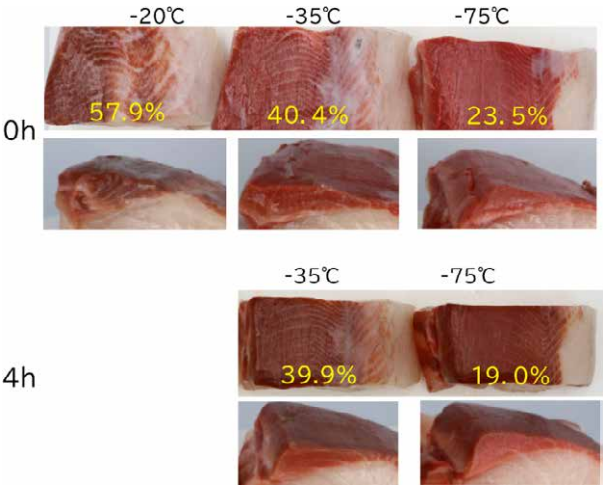


Fig. 7. Photographs of yellowtail cooled at 4℃ for 0 and 4h after thawing.
The yellowtail was frozen at -20, -35 and -75℃ for 3 months.

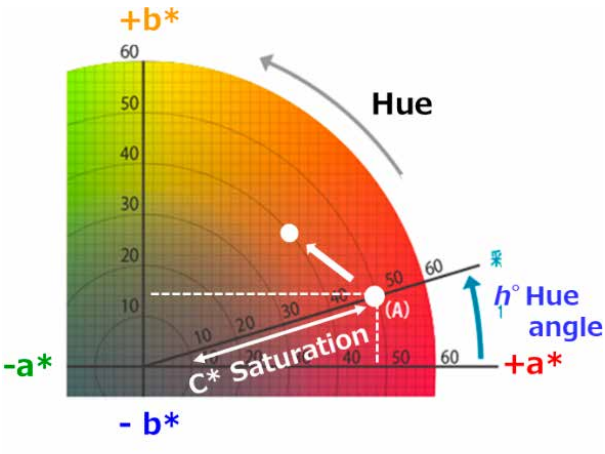
解凍後に開封して 4 時間経過した −35℃と −75℃の血合肉表面の色調は，暗褐色に急変した。その時のメト化率相当では，−35℃と −75℃で解凍直後の 0 時間とほぼ同じメト化率相当であり，メト化率相当値から想像される色とはほど遠かった。その原因は，褐変が表面においてのみ進行し，内部では解凍直後の色調を保持していたためで，冷解凍したブリのように褐変が局在すると，メト化率相当値と見た目の感覚が乖離することが分かった。

よって，ブリ血合肉の外見が主に退色して商品価値に影響する場合，メト化率は適切な指標とはなり得ないと考えた。そこでブリ血合肉の外見の変化を反映する L,a,b 表色系により解析し，見た目の色覚とあわせて総合的な評価法を検討した。

冷解凍したブリ血合肉における L,a,b 解析値

色彩計において簡易で非破壊的に測色できる L,a,b 表色系は，人の感覚に近い均等な色空間であるとされ，L,a,b 空間の 2 点の異なる色の距離に対して知覚される色の差とよい相関を示すことが知られている。その際に，Fig.8 に示すように，色を表現する上で重要なのが「明度」「色相」「彩度」の 3 属性である。L 値は明度で，色相は a 値と b 値から算出され，a は (+) で赤が強く (−) で緑が強くなる。b は (+) で黄が強く (−) で青が強くなる。色相は $\tan^{-1}$ (b/a) の角度で表現でき，その角度が小さければ赤色系に，大きくなるにつれて黄色系が混ざり合った褐色になる。ブリやカンパチの血合肉においては，褐色に変化する際に a 値の減少と b 値の上昇が起こり，Fig.8 のように赤色領域から黄色が混ざる褐色領域に移行する。

ブリを冷解凍すると，短時間で血合肉の外観は赤色から褐色へと変色する。その時のブリ血合肉の経時的な褐変化の写真を Fig.9 に，測色値を Table 1 に示す。Table 1



(Ref: KONICA MINOLTA JAPAN, INC.)
Fig. 8. L,a,b chromaticity diagram.

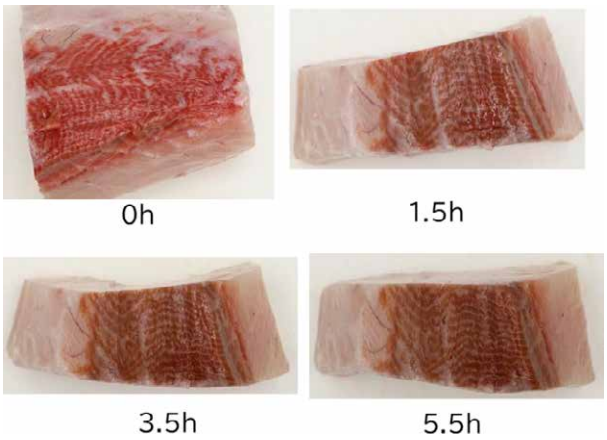


Fig. 9. Changes in the color tone of dark meat during standing time after freezing and thawing of yellowtail.

Table 1. Difference in brownness index (b/a) and hue angle from Lab values of yellowtail dark meat after thawing.

Time (h)	0	1.5	3.5	5.5
L value	40.6	39.0	37.4	39.3
a value	21.0	13.0	13.4	13.0
b value	14.5	14.3	15.7	16.4
Ave. b/a	0.69	1.10	1.17	1.26
⊿ E	0	8.2	8.3	8.3
⊿ L	0	−1.6	−3.2	−1.3
⊿ C	0	6.2	4.9	4.5
⊿ h	0	13.0	14.9	17.0

Differences are ⊿E: Color, ⊿L: Brightness, ⊿C: Saturation and ⊿h: Hue angle

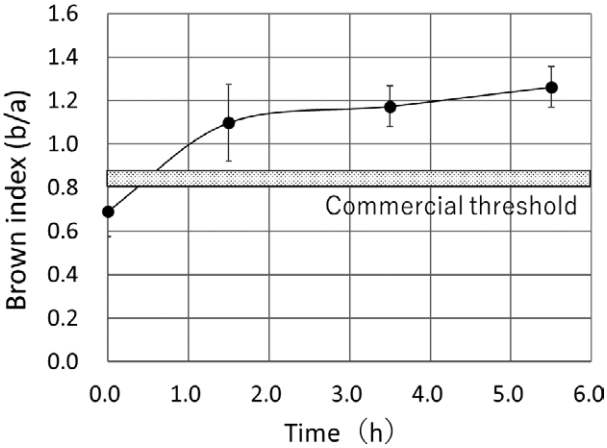


Fig. 10. Changes in the brown index of dark meat during standing time after freezing and thawing of yellowtail. ($p < 0.05$)

には，その時の色相を表す角度の代わりに簡易的な指標としての褐色度指数（b/a）の平均値と，既報[4]を参考に，初期値と貯蔵中の色調変化から算出される明度差（⊿L）と彩度差（⊿C），色相角差（⊿h），さらにこれらを総合した色差（⊿E）を算出した結果も記載した。

ブリの冷解凍直後ではきれいな赤色を示していたが，1.5 時間後には既に褐変して商品としては不適切であった。その後の 5.5 時間後まで，徐々に褐色化は進んだ。その時の褐色度指数（b/a）は解凍直後の赤色では 0.69 と低いが，時間とともに b/a 値は増加し，1.5 時間後では 1.10 となった。色彩計による色の評価として本研究では b/a を採用したが，Snyder[9]は逆の a/b 値で新鮮な牛肉の色の評価を行い，a/b が高いときは還元型 Mb とオキシ型 Mb 濃度が高く，低くなるとメト型 Mb 濃度が高くなることを発見した。しかし，Lab 表色系（CIE　Lab 色空間）では，色相は横軸に a 値，縦軸に b 値をプロットするために，そこから表現される色相角は Fig.8 のように，b/a から求めることになる。したがって，赤色や褐色といった色相角の差を表現する際は a/b 値は不適切となる。その他の指標として，ED Strange[8]らは，引用文献から aL 値を牛肉の赤みやブルーミングの尺度として使用していることを記述した。この点については，明るさの因子を考慮した指標に繋がる可能性があり，今後検討したい。

ブリ血合肉の L,a,b 解析値と人の色覚からの評価基準

現在までに当研究室で分析した養殖ブリの血合肉 45 試料では，測色値から算出した色相角で 40° あたりから褐色に変化したと認識されることが多かった。Fig.8 の色図においても，赤色と褐色の境界領域であった。そこで，$\tan^{-1} 40°$ (b/a) = 0.82 から，計算が簡単な b/a を商品価値から見た褐色度指数の許容限界値とし，褐色度指数 b/a ＜ 0.8～0.9 を基準値と設定した。

また，初期値と経時的な測色値から明度差や彩度差，色相角差についても Table 1 に示した。異なる 2 点の間からのそれぞれの差は，知覚される色の差を反映しているといわれる。ブリ血合肉の色調変化は赤色から褐色へと色が変わっており，測色値から算出したそれぞれの差と比べると，当然ながら明度差や彩度差よりも色相角差の変化量が大きく，ブリ血合肉では色相角差が品質の変化量のよい指標であると考えられた。

既報[4]において，1 週間程度のキハダの色調変化は鮮やかさを示す彩度差がマグロ職人の感覚をよく反映しており，彩度差で 10 程度が商品のレベルを分ける距離であることを報告した。本研究において，鮮度のよいブリの血合肉の b/a 値は 0.6～0.7 程度であり，色調の劣化にともない b/a 値で 0.8～0.9 に達したときに商品として不適切と判断された。その時の色相角差は 9～10 であり，キハダの彩度差からみた色の距離とほぼ同様であった。そこで，色相角差 ＜ 9～10 を褐色変化量の許容境界として設定し，Table 2 のように，色相角差の変化量に応じた色覚に評語を付して「赤色から褐色への変化は識別されない閾値」として設定した。

Table 2. Acceptable criteria for hue angle difference (⊿h) of yellowtail dark meat judged from perceived color tone.

Grade	⊿h	Expression for Perceived color difference*
Discrimination boundary 5	0～2	Range of error in colorimetric values
	0～3	Limits that a trained person can identify
Color difference recognition 4	3～8	Recognize slight color differences through adjacent comparisons
Tolerance boundary 3	9～10	Visually recognize color changes
Unacceptable 2	11～15	Clearly identify color changes
Different colors 1	15～	Represented as a different color

*Only the hue angle difference is extracted from the previous report[4)]

以上，養殖ブリ血合肉における色の評価基準をまとめると，次のようであった。

・褐色度指数（b/a）＜0.8～0.9　　商品価値の判断指数
・初期からの色相角差＜9～10　褐色変化量の限界値
・メト化率相当（%）　＜　40% ～50%
ただし，メト化率相当では褐変が局在化した際には適用できない。

引用文献

1）農林水産省（2021）．養殖業成長産業化総合戦略. https://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/yousyoku/attach/pdf/seityou_senryaku-4.pdf

2）上西由翁・西本素三・林田顕正（2023）．冷凍 F2 級貯蔵温度における生食用カンパチの品質保持効果. 令和 5 年度日本水産学会春季大会（講演番号 0918）.

3）（一社）全国海水養魚協会（2021）．養殖業成長産業化行動計画（ブリ類編）．水産庁補助事業 令和 2 年度養殖業成長産業化行動計画策定事業. https://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/yousyoku/attach/pdf/seityou_19-67.pdf

4）上西由翁，田住瑶子，舟橋亞希，安樂和彦（2019）．生鮮刺身の色変わり特性と官能評価．鹿児島大学水産学部紀要，68, 1–7. http://hdl.handle.net/10232/00030918

5）佐野吉彦，橋本周久（1958）．冷凍貯蔵中に於ける魚肉の変色に関する研究 - Ⅰ．Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries Vol. 24, 519–523. https://doi.org/10.2331/suisan.24.519

6）林田顕正，上西由翁（2022）．HPLC を用いたミオグロビンの定量とメト化率相当の検討．令和 4 年度日本水産学会春季大会（講演番号 825）.

7）尾藤方通（1967）．冷蔵中におけるマグロ肉の色変. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries Vol. 33(9), 878–882. https://doi.org/10.2331/suisan.33.878

8）ED Strange, RC Benedict, RE Gugger, VG Metzger, CE Swift (1974). Simplified methodology for measuring meat color. Journal of Food Science, 39 Issue 5988–992.

9）H. E. Snyder (1965). Analysis of pigments at the surface of fresh beef with reflectance spectrophotometry. Journal of Food Science. 30 Issue 3. 457–463.

Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.,
Vol. 73, pp. 9~13 (2024)

2023/2024 Annual Cruise Report of the *T/V Nansei-maru*

Takafumi Azuma[1*], Fumihiro Makino[1], Ken-ichiro Nishi[2], Akiko Ishii[1]

Keywords: oceanographic observation, Kagoshima Bay

Abstract

To facilitate the effective use of T/V Nansei-maru, we will report on the annual activities of the vessel from April 2023 to March 2024. Seventy-eight (78) cruises were conducted by *T/V Nansei-maru*. The total number of cruise days was 144 days (126 days of training voyage, 3 days of Freshman seminar, 6 days of typhoon evacuation voyage, and 9 days of regular inspection) and the number of participants was 735 persons.

Introduction

T/V Nansei-maru was constructed in 2002 for the purpose of conducting practical training and observations of navigation, fishing vessel operation, fisheries, marine environment observations, and resource biology surveys. *T/V Nansei-maru* is based at the Ogawa Pier in Kagoshima Port. Its activities are conducted in areas that cover Kagoshima Bay, the Satsuma-Osumi Peninsula coasts, and the archipelagic waters in Kagoshima Prefecture, including Tanegashima, Yakushima, Tokara Islands, and the Koshiki Islands.

Specifications of the main shipboard instruments

This section provides general information on specifications of the main shipboard instruments employed during oceanographic observations and sample collections.

A Conductivity-Temperature-Depth Profiler System with a 12-position Carousel Multiple Sampler (CTD-CMS) is employed for hydrographic observations using sensors for conductivity, temperature, pressure (SBE 19plus: Sea-Bird Electronics, Inc.) and altimeter (Benthos PSA-916D: Teledyne Benthos, Inc.). Niskin bottles (2.5L) are attached to the CMS for collecting depth-stratified water samples.

For monitoring bathymetry and underwater substrates, *T/V Nansei-maru* has two different sonar instruments, first an Acoustic Doppler Current Profiler (Ocean Surveyor ADCP: Teledyne-RD Instruments, Inc.) and second a Scientific Echo Sounder (KFC3000: KAIJO). Available working frequencies are 75 kHz for the Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) and 38 and 120 kHz for the Scientific Echo Sounder (SES). ADCP and SES are used for measuring water current velocities over a certain depth range, and for monitoring bathymetry and underwater substrate classification, respectively.

A North Pacific Standard (NORPAC) net is used for collecting zooplankton samples. The mouth diameter is 0.45 m, and its mesh openings are 0.1 mm. A flowmeter (Rigo Co., Ltd.) is mounted in the mouth of the frame of the net to register the volume of water that has passed through it.

An Ocean Research Institute (ORI) net is employed for collecting zooplankton and fish larvae samples. The mouth diameter is 0.45 m, and its mesh openings are 0.335 mm. A flowmeter (Rigo Co., Ltd.) is also mounted for the same purpose.

Core, Dredge and Grab samplers are used for collecting bottom mud and benthic organisms. The Core sampler is a G.S. type Core sampler (ASYURA) (Rigo Co., Ltd.). The Grab sampler is a Smith-Mcintyre bottom sampler (Rigo Co., Ltd.). The Grab and Core samplers are deployed from the port-side of the vessel located on the working deck. A Niino-type Dredge sampler (Rigo Co., Ltd.) is also employed, which is obliquely towed from the afterdeck.

A Larva Catch (LC) net is a large-scale fishing gear that can

[1] Nansei-maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimoarata 4-50-20, Kagoshima 890-0056, Japan.
[2] Kagoshima-maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimoarata 4-50-20, Kagoshima 890-0056, Japan.
[*] Corresponding Author, Email: azuma@fish.kagoshima-u.ac.jp

be used in the permitted water areas. Instead of otter boards (expansion boards) at the mouth of the net, it is equipped with parakites (kites) that are used to widen the mouth of the net through its resistance during trawling. The ramp door on the stern deck of the ship is opened to deploy this trawl net.

Overview of cruises

T/V Nansei-maru conducted 78 cruises from April 2023 to March 2024 (Table 1). The Total number of the cruise days was 144 days and the number of participants was 735 persons. In the fiscal year 2023, *T/V Nansei-maru* navigated from Kagoshima Bay to the vicinity of Kodakara Island, one of the Tokara Islands (Fig.1). Other faculties and universities included in the cruises are listed as follows:

- Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University
- Faculty of Science, Kagoshima University
- Faculty of Engineering, Kagoshima University
- The University of Tokyo
- Tokyo University of Marine Science and Technology
- Hokkaido University
- Kochi University
- Osaka Metropolitan University
- Prefectural University of Kumamoto
- Nihon University

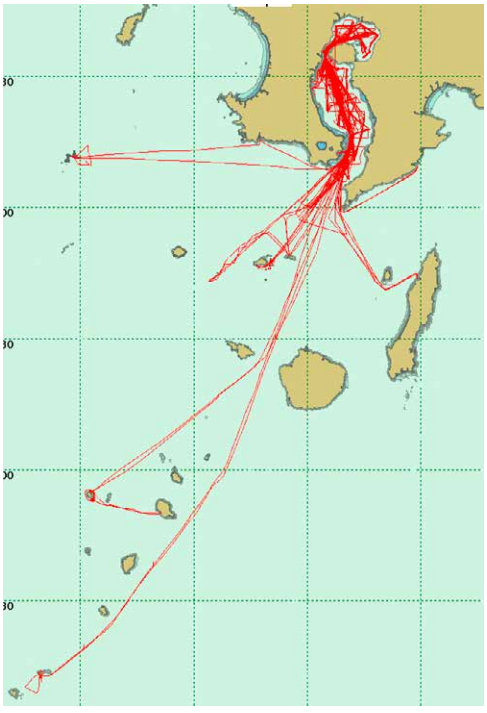


Fig. 1. Cruise tracks of *T/V Nansei-maru* during April 2023 to March 2024. Process and create electronic navigational charts (newpec) using the Japan Hydrographic Association's data.

Lists of publications

This section provides information on published articles relating to the observations carried out using T/V Nansei-maru in the period from April 2023 to March 2024.

Terada, R., A. Shindo, H. Moriyama, N. Shimboku, G. N. Nishihara (2023). The response of photosynthesis to temperature and irradiance in a green alga, *Ryuguphycus kuaweuweu* (Ulvales) reveals adaptation to a subtidal environment in the northern Ryukyu Islands. Algal Research, **74**: 103189,

Kobari, T., H. Nakatani, S. Goto, S. Tsuda, F. Makino, T. Azuma, T. Komorita, M. Ichinomiya, M. Kodama, G. Kume (2023). Prey sources of juvenile yellowtail *Seriola quinqueradiata* in the Satsunan area, southern Kyushu, Japan. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr, **87** (4) :209–217.

Kume, G., K. Nakaya, T. Takeda, M. Ichinomiya, T. Komorita, A. Habano, F. Makino, M. Kodama, T. Kobari (2023). Distribution and growth rates of Japanese jack mackerel *Trachurus japonicus* larvae relative to oceanographic conditions in the northern Satsunan area, southern Japan. Plankton and Benthos Research, **18** (3) :148–159.

Uyeno, D., H. Tosuji (2023). Two new species of the genus Anilocra Leach, 1818 (Isopoda: Cymothoidae) parasitic on reef fishes from the western Pacific. Parasitology International, **95**: 102752–102752.

Tomiyasu, T., H. Matsuki, M. Oda, H. Kodamatani, R. Kanzaki, T. Kobari (2023). Impact of mercury discharged from submarine volcano on inner bay ecosystems. Chemosphere, **339**: 139748.

Tomiyasu, T., C. Nozoe, W. L. G. Ruiz, H. Kodamatani, R. Kanzaki (2023). Distribution of selenium and mercury concentrations in sediments of Kagoshima Bay: can submarine volcanic activity affect the distribution of selenium in sediments? Environmental Earth Sciences, **82** (20): 480.

Ishihara, S., B. C. Russell, H. Motomura (2023). Reinstatement and redescription of the monocle bream *Scolopsis regina* Whitley 1937 (Perciformes: Nemipteridae). Ichthyological Research, **71** (3): 366–377.

Dewa, Y., S. Tashiro, H. Motomura (2023). A new species of the genus *Enneapterygius* (Perciformes: Tripterygiidae) from Japan and the Philippines, with a synopsis and synonymy of related species. Zootaxa, **5374** (3): 333–

Table 1. Cruise information on *T/V Nansei-maru* during April 2023 to March 2024.

Cruise ID	Period			Number of persons			Major objectives
	Start	End	Days	SC/PR*	ST*	OP*	
NS23- 1	Apr 02	Apr 07	6	2	9		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 2	Apr 10	Apr 12	3	1	1	6	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 3	Apr 15	Apr 15	1		16		Freshman seminar
NS23- 4	Apr 16	Apr 16	1		16		Freshman seminar
NS23- 5	Apr 17	Apr 17	1	1	6		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 6	Apr 18	Apr 18	1	1	4		Hydrographic observation
NS23- 7	Apr 20	Apr 20	1		3	11	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 8	Apr 21	Apr 21	1	2	6	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 9	Apr 22	Apr 22	1		15		Freshman seminar
NS23- 10	May 16	May 16	1	1	7		Hydrographic observation
NS23- 11	May 17	May 18	2	1	4		Hydrographic observation
NS23- 12	May 19	May 22	4	1	8	3	Biological sample collection
NS23- 13	May 26	May 26	1	2	3	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 14	Jun 09	Jun 11	3	1	3	5	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 15	Jun 13	Jun 13	1	1	10		Hydrographic observation
NS23- 16	Jun 15	Jun 15	1		1	9	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 17	Jun 16	Jun 16	1	1	5	1	Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 18	Jun 21	Jun 21	1	1	2		Equipment underwater test
NS23- 19	Jun 24	Jun 26	3	1	8		Biological sample collection
NS23- 20	Jun 28	Jun 28	1		3	9	Underwater equipment recovery
NS23- 21	Jul 02	Jul 04	3	1	8	7	Biological sample collection
NS23- 22	Jul 05	Jul 05	1	1	6	6	Hydrographic observation
NS23- 23	Jul 10	Jul 11	2	1	9		Biological sample collection
NS23- 24	Jul 13	Jul 14	2	2	8	1	Hydrographic observation and Biological sample collection
	Jul 14	Jul 15	2	2	8	1	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 25	Jul 20	Jul 20	1	1	4		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 26	Jul 21	Jul 21	1	2	5		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 27	Jul 23	Jul 23	1	2	5	2	Open to the public
NS23- 28	Aug 02	Aug 02	1		7	1	Hydrographic observation
NS23- 29	Aug 03	Aug 04	2	2	6		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 30	Aug 05	Aug 10	6		0		Typhoon evacuation
NS23- 31	Aug 18	Aug 18	1	1	5		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 32	Aug 21	Aug 22	2	1	1		Equipment test
NS23- 33	Aug 23	Aug 23	1		3	8	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 34	Aug 28	Aug 29	2	1	2		Hydrographic observation
NS23- 35	Aug 30	Aug 31	2	2	5		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 36	Sep 06	Sep 06	1	1	8		Hydrographic observation
NS23- 37	Sep 08	Sep 08	1	1	8	2	Fishing gear operation
NS23- 38	Sep 11	Sep 13	3	1	1	10	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 39	Sep 15	Sep 15	1	1	4		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 40	Sep 17	Sep 20	4	1	2	6	Hydrographic observation
NS23- 41	Oct 05	Oct 05	1		4		Hydrographic observation
NS23- 42	Oct 07	Oct 08	2	1	9		Hydrographic observation
NS23- 43	Oct 10	Oct 10	1		12		Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 44	Oct 16	Oct 17	2	2	13		Hydrographic observation
NS23- 45	Oct 19	Oct 19	1	1	8		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 46	Oct 20	Oct 20	1	1	8		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 47	Oct 25	Oct 25	1	1	4	6	Ship Maneuvering Training
NS23- 48	Oct 27	Oct 30	4	1	8	2	Biological sample collection
NS23- 49	Nov 01	Nov 01	1	1	9	4	Hydrographic observation
NS23- 50	Nov 16	Nov 16	1	2	12		Hydrographic observation
NS23- 51	Nov 17	Nov 17	1	2	8		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 52	Nov 27	Nov 28	2	1	3		Hydrographic observation
NS23- 53	Nov 29	Nov 30	2	1	3	5	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 54	Dec 01	Dec 01	1		1	9	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 55	Dec 06	Dec 06	1		8		Hydrographic observation
NS23- 56	Dec 08	Dec 08	1	1	4	7	Hydrographic observation and Biological sample collection
	Dec 09	Dec 09	1	1	4	11	Hydrographic observation and Biological sample collection
	Dec 10	Dec 10	1	1	5	8	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 57	Dec 14	Dec 15	2	2	9	2	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 58	Dec 21	Dec 22	2	1	2	3	Equipment underwater test
NS23- 59	Dec 23	Dec 23	1	2	7		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 60	Jan 12	Jan 12	1	1	3		Ship Maneuvering Training
NS23- 61	Jan 15	Jan 15	1		0		Trial run
NS23- 62	Jan 16	Jan 16	1	1	2		Hydrographic observation
NS23- 63	Jan 17	Jan 17	1	1	9		Ship Maneuvering Training
NS23- 64	Jan 22	Jan 22	1	1	8		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 65	Jan 24	Jan 24	1		6		Hydrographic observation
NS23- 66	Jan 26	Jan 26	1	2	7		Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 67	Feb 12	Feb 12	1	1	2		Ship Maneuvering Training
NS23- 68	Feb 13	Feb 14	2	1	3		Hydrographic observation
NS23- 69	Feb 18	Feb 23	6	2	8	4	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 70	Feb 26	Feb 26	1	2	7	2	Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 71	Feb 27	Feb 27	1	1	7		Hydrographic observation
NS23- 72	Feb 28	Feb 28	1		2	13	Hydrographic observation and Biological sample collection
NS23- 73	Mar 04	Mar 04	1		3	9	Underwater equipment installation
NS23- 74	Mar 14	Mar 14	1	1	4	1	Hydrographic observation
NS23- 75	Mar 18	Mar 19	2		2	3	Ship Maneuvering Training
NS23- 76	Mar 21	Mar 21	1	2	3		Biological sample collection
NS23- 77	Mar 22	Mar 22	1	2	6	2	Fishing gear operation and Resource Survey
NS23- 78	Mar 26	Mar 30	5	3	6	6	Hydrographic observation and Biological sample collection
	Nov 07	Nov 15	9				Periodic Ship Inspections

* SC/PR: Scientist/Professor, ST: Student, OP: Other person

360.

Matsumoto, T., N. Muto, H. Motomura (2023). *Neomerinthe ignea*, a new species of scorpionfish (Teleostei: Scorpaenidae) from the western Pacific Ocean, with a review of records of *N. erostris* (Alcock 1896). Ichthyological Research, **71**: 317–332.

Matsumoto, T., H. Motomura (2023). Taxonomic review of the *Neomerinthe bucephalus* species group (Teleostei: Scorpaenidae), with description of a new species from Vanuatu. Ichthyological Research, **71** (1): 13–39.

Yuki, D., J. Nakamura, T. Saito, N. Kashiwagi, H. Motomura (2023). Northernmost record of *Solegnathus* (*Solegnathus*) *lettiensis* (Syngnathidae) from Kamikoshiki-shima Island, Koshiki Islands, Kagoshima Prefecture, Japan. Japanese Journal of Ichthyology, **70** (2): 193–197.

Matsunuma, M., H. Motorura (2023). First Japanese records of *Engyprosopon mozambiquense and E. parvipectorale* (Bothidae) from Okinawa Island, Ryukyu Islands. Japanese Journal of Ichthyology, **70** (2): 167–177.

Koreeda, R., Y. Ogata, H. Motomura (2023). First records of six species of *Luciogobius* from Miyazaki Prefecture, southeastern Kyushu, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **31**: 6–13.

Furuhashi, R., K. Fujiwara, H. Motomura (2023). First Kyushu record of Opistognathus flavidus (Opistognathidae) from Kagoshima Bay, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, 31: 19–23.

Hatanaka, Y., Y. Dewa, H. Motomura (2023). First specimen-based records of *Monocentris chrysadamas* (Monocentridae) from Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **31**: 24–30.

Hoshino, K., Y. Sakurai, H. Motomura (2023). First Japanese records of the Indo-Pacific scorpionfish (Scorpaenidae) *Scorpaenodes corallinus*, with a re-evaluation of coronal spines as a diagnostic character. Species Diversity, **28** (1): 123–131.

Sato, M. C, Y. Dewa, M. Matsuoka, S. Dewa, H. Motomura (2023). First records of 23 fish species from Iwo-jima island, Osumi Islands, Satsunan Islands, Kagoshima Prefecture, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **32**: 7–12.

Furuhashi, R., H. Motomura (2023). First records of *Pseudogobius melanosticta* (Gobiidae) from Amami-oshima and Miyako-jima islands, Ryukyu Islands, Japan, with re-assessments of diagnostic features and sexual dichromatism and dimorphism. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **33**: 1–9.

Murase, A., F. Shibuya, S. Nagatomo, Y. Ogata, R. Ooe, H. Motomura, H. Senou (2023). Faunal and biogeographic composition of coastal fishes of southern Miyazaki Prefecture, Kyushu, southern Japan, based on underwater photographs. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **33**: 33–114.

Yamaguchi, M., I. Takaku, T. Matsumoto, H. Motomura (2023). First records of Scorpaenopsis cotticeps from the Enshu-nada, Kii Peninsula and Yaku-shima island, with comments on their morphological changes with growth and genetic characteristics. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **34**: 1–8.

Sato, M. C, H. Motomura (2023). Tomiyamichthys russus (Gobiidae) from Tanega-shima Island, Osumi Islands, Kagoshima Prefecture, Japan: first record from the Satsunan Islands and northernmost record for the species. Japanese journal of ichthyology, **70** (2): 237–241.

Motomura H. (2023). An annotated checklist of marine and freshwater fishes from Tanega-shima and Mage-shima islands in the Osumi Islands, Kagoshima, southern Japan, with 536 new records. Bulletin of the Kagoshima University Museum, **20**: 1–250.

Koreeda, R., N. Kukita, Y. Hibino H. Motomura (2023). First records of *Brachysomophis crocodilinus* (Ophichthidae) from the Satsuma Peninsula (Kagoshima mainland; northernmost record), and Tokuno-shima and Yoron-jima islands (Amami Islands), Kagoshima Prefecture, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **35**: 28–34.

Fujiwara, K., H. Motomura, G. Shinohara (2023). *Opistognathus ctenion* (Perciformes, Opistognathidae): a new jawfish from southern Japan. ZooKeys, 1179: 353–364.

Furuhashi, R., H. Motomura (2023). Additional records of *Saurida fortis* and *Suarida* cf. *undosquamis* (Aulopiformes: Synodontidae) from Japan, and re-assessment of diagnostic characters and review of previous Japanese records of the two species. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **36**: 5–16.

Hata, E., H. Motomura (2023). First Satsunan Islands records of *Parmaturus pilosus* (Pentanchidae) from Amami-oshima island, Amami Islands, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **36**: 17–21.

Yuki, D., H. Endo, H. Motomura (2023). First records of *Cosmocampus banneri* (Syngnathidae) from Kochi Prefecture and Kagoshima mainland, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **36**: 22–24.

Koreeda, R., K. Maeda, H. Motomura (2023). A new subtropical species of goby of genus *Luciogobius* (Gobiidae) from southwestern Japan. Zootaxa, **5361** (3): 390–408.

Nakamura, J., R. Koreeda, T. Maekawa, H. Motomura (2023). The Brownspotted Yellow Bass *Liopropoma maculatum* (Epinephelidae: Liopropominae) from the Koshiki-shima Islands and Amami-oshima island: first records from Kagoshima Prefecture, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **38**: 4–7.

Hashimoto, S., H. Motomura (2023). First record of *Gymnothorax pindae* Smith, 1962 (Muraenidae) from Kikai-jima island, Amami Islands, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **39**: 26–30.

Koreeda, R., T. Momose, H. Motomura (2024). Records of *Favonigobius reichei* from the Satsuma Peninsula, Kyushu, Japan, review of the distribution of Favonigobius sp. sensu Matsui et al. (2014) in Japan, and revised diagnosis of the two species (Gobiidae). Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **40**: 1–16.

Koreeda, R., H. Motomura (2024). First records of *Arothron reticularis* (Tetraodontidae) from Amami-oshima island, Kagoshima Prefecture, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **40**: 22–27.

Matsunuma, M., F. Tashiro, H. Motomura (2024). First Japanese records of the flounders *Pseudorhombus elevatus* and *Pseudorhombus quinquocellatus* (Teleostei: Paralichthyidae) from Okinawa Island, Ryukyu Islands. Species Diversity, **29**: 9–21.

Higuchi, A., H. Senou, I. Takaku, H. Motomura (2024). First Japanese specimens of *Petroscirtes xestus* (Perciformes: Blenniidae: Nemophini) from Yaku-shima and Aka-jima islands. Japanese Journal of Ichthyology, **71** (1): 35–43.

Yuki, D., H. Motomura (2024). First records of *Acentronura tentaculata* Günther, 1870 (Syngnathidae) from the Kagoshima mainland and Ishigaki-jima island, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, **40**: 54–57.

Dewa, Y., S. Harazaki, H. Motomura (2024). *Enneapterygius sericus*, a new species of triplefin (Perciformes: Tripterygiidae) from the western Pacific Ocean. Ichthyological Research, **71** (3): 388–400.

Sato, M. C, H. Motomura (2024). *Gobiodon spadix*, a new coral goby (Teleostei: Gobiidae) from southern Japan. Ichthyological Research, **71** (3): 422–431.

Matsumoto, T., H. Motomura (2024). *Neomerinthe ornithoptera*, a new species of scorpionfish (Teleostei: Scorpaenidae) from the southwestern Pacific Ocean, with a reassessment of the diagnosis for *N. pallidimacula* (Fowler 1938). Zootaxa, **5428** (1): 135–145.

Hashimoto, S., J.Nakamura, R. Koreeda, H. Motomura (2024). Northernmost records of *Gymnothorax shaoi* (Muraenidae) from Yaku-shima Island, Osumi Islands, Kagoshima Prefecture, Japan. Japanese Journal of Ichthyology, **71** (1): 129–133.

Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.,
Vol. 73, pp. 15~18 (2024)

かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（令和５年度）

西　健一朗[1]，幅野明正[1]，福田隆二[1]，有田洋一[1]，川口礼央奈[1]，石井暁子[2]，畑辺佳奈子[1*]

Annual Report of Bottom Trawl Conducted by the Training Vessel Kagoshima-maru in the East China Sea during Academic Year 2023

Ken-ichiro Nishi[1], Akimasa Habano[1], Ryuji Fukuda[1], Yoichi Arita[1],
Reona Kawaguchi[1], Akiko Ishii[2] and Kanako Hatabe[1*]

Keywords: Bottom trawl, East China Sea, Fishing log, Catch composition

Abstract

This report represents a summary of bottom trawling conducted by the Training Vessel Kagoshima-maru (66.92 m, 1284 t), Faculty of Fisheries, Kagoshima University, in the East China Sea during the period of academic year 2023 (April, 2023–March, 2024). Bottom trawling is a principal educational content of practical trainings provided onboard the Kagoshima-maru. The students participated in training voyages have an experience of bottom trawl fishing, and they can also perform broad range of practices utilizing the trawl catches and fishing logs as well (ex., Density estimation of groundfish species, freshness assessment and analysis of length-distributions of species captured). The results of 15 tows presented here include fishing log (position, towing course and speed, water depth, net geometry, weather and sea state) and weight and number of captured organisms.

鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸（全長 66.92 m，国際トン数 1284 トン）は，多目的漁業システム（表中層及び着底トロール，まぐろ延縄，まき曳き網）や各種の標本採集具，高度の海洋観測機器を装備し，水産学部ならびに大学院農林水産学研究科の学生に対して年間を通して乗船実習を実施している。また，かごしま丸は平成 22 年度に文部科学省より教育関係共同利用拠点に認定され，練習船を保有しない全国の大学の農・理学系学部・研究科及び文系学部に対して漁業操業体験，海洋生物採集，海洋観測および航海・運用実務体験など多様な洋上実習の機会を提供している。東シナ海での着底トロール操業は，参加学生が大型漁具を用いた操業を体験でき，その漁獲物や操業資料を活用した幅広い内容の実習・演習を船上で実施できる洋上教育コンテンツとして，多くの実習航海に導入されている[1–6)]。例えば，食品・資源利用学分野の乗船実習では漁獲物の鮮度評価や塩干加工を，資源生産学分野では操業および漁獲資料を用いた魚種組成や体長組成の分析，資源密度指数の推定等の実習を実施している。平成 29 年（2017 年）からは，全国の大学の水産系練習船５隻（北海道大学おしょろ丸，東京海洋大学海鷹丸・神鷹丸，長崎大学長崎丸，本学かごしま丸）が連携して実施する環境省事業「日本沖合海域におけるマイクロプラスチックを含む漂流ごみ・海底ごみ実態把握調査」への参加を契機に，着底トロール操業で海洋生物と一緒に回収される，廃棄プラスチックを含む海底堆積ごみの実態調査を継続実施している。本稿では，かごしま丸が令和５年度（2023 年４月～2024 年３月）に，洋上実習の一環として東シナ海で実施した着底トロール操業とその結果の概要を報告する。

[1] 鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸（Training vessel Kagoshima Maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan）
[2] 鹿児島大学水産学部附属練習船南星丸（Training vessel Nansei Maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan）
[*] Corresponding Author, Email: hatabe@fish.kagoshima-u.ac.jp

操業概要

実施期間及び水域

令和 5 年度は，春季（5 月～6 月，翌年 2～3 月）と秋季（9 月～12 月）に計画された実習航海で着底トロール操業実習の実施を予定した。すべての操業は，東シナ海陸棚上の日本の排他的経済水域内（日中漁業協定により設定された暫定措置水域および中間水域を含む）の，農林水産大臣から許可を受けた以西底曳き網漁業（1 そうびき）の操業区域で実施した（Fig. 1）。

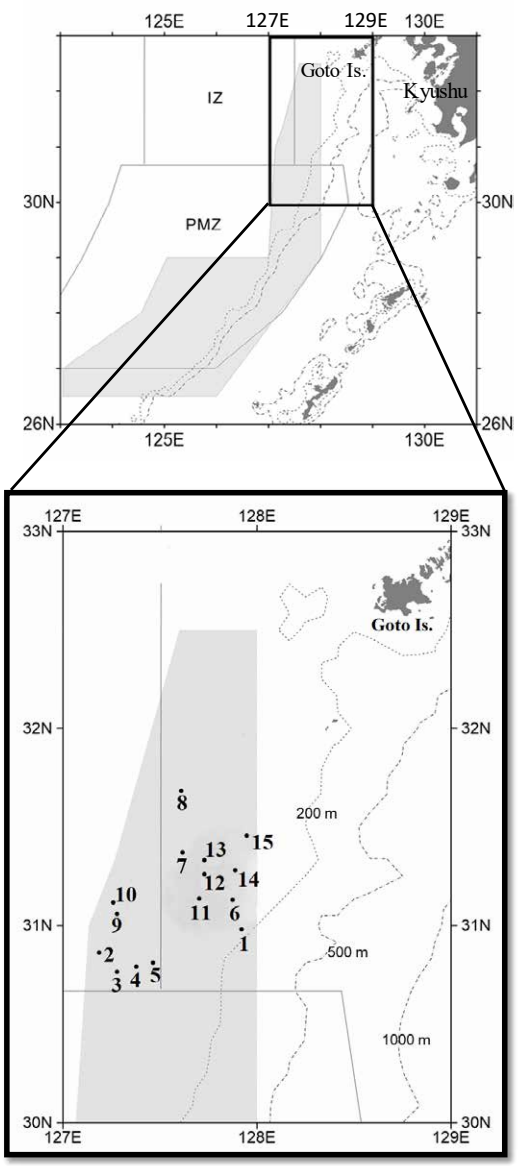


Fig. 1. Location of trawl hauls conducted by T/V Kagoshima-Maru in the East China Sea during academic year 2023 (Apr., 2023–Mar., 2024). Shaded area indicates the bottom trawl fishing ground granted by the Minister of Agriculture, Forestry and Fisheries for the Kagoshima-Maru. Thin lines demark the Provisional Measures Zone (PMZ) and the Intermediate Zone (IZ) established under the Japan-China Fishery Agreement. Black spots entered beside numbers indicate individual location of hauls and consecutive numbers.

漁具及び操業方法

操業には，かごしま丸に装備されている着底トロール網（全長 52.3 m，ヘッドロープ長 40.6 m，グランドロープ長 50.4 m，コッドエンド目合 66 mm（呼称目合）を用いた。一部の操業では，コッドエンド目合によるサイズ選択性を体験する目的で，コッドエンドに内網（呼称目合 20 mm）を装着して曳網した。オッターボードはニチモウ UVH 型（2600 mm × 1600 mm，空中重量 1057.4 kg，水中重量 920.0 kg）を使用した。ヘッドロープ中央部には漁網監視装置 ScanBas（SCANMAR AS，Norway）の網口高さ・離底距離センサー，深度・水温センサーおよび網速度センサーを，ネットペンダントには袖先間隔センサーを装着した。操業中は，船橋の ScanBas 表示器に表示されるこれらのセンサーの測定値から，水中の網の挙動をリアルタイムでモニターして記録した。また，ヘッドロープ中央部に装着した網位置測定装置（株式会社ソニック）により，曳網時のトロール網と船との位置関係を船上でモニターした。曳網時間は網の着底後 30 分間を基本とし，海況や曳網中の網成り異常等に応じて適宜調整した。全ての操業は昼間に実施した。

操業記録

全操業について，ブリッジの当直航海士または学部科目「航海技術乗船実習 I 及び II」受講の水産学部 4 年生が，年月日，時刻，投網開始から揚網修了の間の位置（緯度・経度）及び船速，曳網水深，曳網針路，気象・海象等を着底トロール操業野帳に記録した。位置（緯度・経度）と対地速力はかごしま丸の GPS の表示値を，対水速力は同じく電磁ログの表示値を記録した。曳網中は漁網監視装置 ScanBas の表示値（網速度，袖先間隔，網口高さ，離底距離）を，曳網開始時（着底時）と終了時（離底時），および予定曳網時間の 1/3 及び 2/3 経過時に記録した。曳網時間および曳網距離は，トロール網の着底後，ワープ長を静定して網成り（網口高さ及び袖先間隔）が安定した地点から，ワープ巻き上げを開始して網が離底した地点までの航走時間及び両地点間距離と定義した。トロール網の着底および離底は，漁網監視装置 ScanBas の離底距離（グランドロープと海底との距離）の表示値が 0 になった時点を着底，表示値が 0 から増加開始した時点を離底と判断した。なお，網口高さセンサーの信号が不安定で測定値が表示されない場合は，魚群探知機の水深表示値と ScanBas のヘッドロープ深度表示値との差を網口高さとして記録した。

漁獲記録

漁獲物は，甲板上で種または属，科レベルまで分類した後，魚種毎に個体数と重量を測定・記録した。多量に

Table 1 Catch amount (number) for top five species finfish captured in bottom trawl conducted by the Kagoshima-Maru during academic year 2023 (Apr., 2023–Mar. 2024). Individual haul location and consecutive numbers correspond to Fig.1b.

Haul No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Nomenclature / Date	10-May	11-May	11-May	12-May	12-May	13-May	26-May	27-May	13-Oct	13-Oct	14-Oct	14-Oct	22-Oct	29-Nov	16-Feb	
Lepidotrigla guentheri	216	48	50	4	21	210	566	397	4	15	1580	289	2192	354		**5946**
Dentex hypselosomus	126	35	69	33	190	1128	103	103	71	17	124	263	66	65	235	**2628**
Kaiwarinus equula	3	43	60	2	12	342	3	5	6	5	6	5			15	**507**
Trachurus japonicus		14	21	1	2	8	51	2	1	3	148		11	6		**268**
Zeus faber		6	4	4	5	5	13	9	2	3	8	49	6	4	4	**122**
Others	44	221	222	15	10	88	81	155	172	280	108	43	58	35	35	**1567**

漁獲された生物（例えばヒラツメガニ，カナガシラ類など）は，プラスチックかご 1 個分を標本抽出し，標本の重量と個体数から平均体重を求め，総漁獲重量を平均体重で除して総漁獲尾数を求めた。種の同定には，主に「東シナ海・黄海のさかな（水産庁西海区水産研究所，1986）」および「日本産魚類検索 全種の同定（中坊徹次編，2013）」を参照した。

結　果

操業概要

令和 5 年度の年間操業回数は 15 回であった。これらの操業は，許可水域北端の北緯 30 度 00 分～32 度 30 分，東経 127 度 00 分～127 度 30 分の範囲内で行った。操業位置は，南北約 1 度，東西約 1 度の範囲内に分布した（Fig. 1）。

曳網時間と曳網距離は，それぞれ 24～42 分と 0.98～2.47 マイルの範囲であった。曳網時の水深は 107～156 m の範囲であり，ワープ繰り出し長は 400～470 m で水深の 3.0～3.7 倍であった。曳網中の平均船速は，対水速力 3.0 ノット，対地速力 3.6 ノット，網の対水速力は 3.0 ノットあった。曳網中の網口高さの平均値は 2.6 m，袖先間隔の平均値は 24.2 m であった。なお，一部の操業で，網速度（対水）センサー，網口高さセンサーからの信号の受信不良のために，船上で各センサーの測定値を記録できない場合があった。

漁獲物組成

操業あたり総漁獲重量は，34.3 kg～478.9 kg の範囲で，漁獲種数は魚類 6～22 種，甲殻類 1～5 種，軟体類 1～4 種であった。この他に，ヒトデ類やウニ類など棘皮動物，イソギンチャク類など刺胞動物，センスガイ属 *Flabellum* sp. やウミエラ *Leioptilus fimbriatus* など腔腸動物，カイロウドウケツ属 *Euplectella* sp. など海綿動物が漁獲された。

魚類のうち水産有用種の漁獲尾数上位 5 種類を Table1 に示した。キダイ *Dentex hypselosomus*，カイワリ *Kaiwarinus equula*，マアジ *Trachurus japonicus*，マトウダイ *Zeus faber*，カナド *Lepidotrigla guentheri* を含むカナガシラ属 *Lepidotrigla* spp. の出現頻度が高かった。このうち，キダイは 15 回全ての操業で，カイワリは 14 回の操業で漁獲された。また，水産資源としては利用率が低いが，スミクイウオ *Synagrops japonicus* が春季 2 回の操業で多く漁獲された。非有用種ではワニギス *Champsodon snyderi* が春季に，ヒメ *Aulopus japonicus* が秋季を中心に漁獲された。甲殻類は，ウチワエビ *Ibacus ciliatus*，ヒラツメガニ *Ovalipes punctatus* が漁獲された。ヒラツメガニは秋季の操業で多獲される傾向が見られ，10 月の 2 回の操業では漁獲数・漁獲重量共に全体の 5 割以上を占めた。また，非有用種ではヤドカリ科 Diogenidae spp. がほぼすべての操業で漁獲された。軟体類では，春季の操業におけるケンサキイカ *Uroteuthis (Photololigo) edulis*，スルメイカ *Todarodes pacificus* の漁獲割合が多かった。この他にコウイカ科 Sepiidae spp. やマダコ *Octopus sinensis*，イイダコ *Octopus ocellatus* が少量漁獲された。

謝　辞

本稿に用いた操業資料の収集に際して，トロール操業の実施を行った鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸の乗組員，漁獲物の分類と測定・記録にご協力頂いた水産学部および大学院農林水産学研究科の教職員・学生並びに教育関係共同利用制度を使って乗船実習を行った大学の教員・学生に対して深く感謝する。

引用文献

1）那須佳奈子，東　政能，幅野明正，東　隆文，有田洋一，牧野文洋，武田篤史，三橋廷央（2014）．かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（平成25年度）．鹿児島大学水産学部紀要，63: 49–62.
2）那須佳奈子，内山正樹，東　隆文，福田隆二，有田洋一，牧野文洋，武田篤史，三橋廷央（2015）．かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（平成26年度）．鹿児島大学水産学部紀要，64: 52–59.
3）畑辺佳奈子，内山正樹，東　隆文，福田隆二，有田洋一，牧野文洋，三橋廷央（2016）．かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（平成27年度）．鹿児島大学水産学部紀要，65: 44–51.
4）牧野文洋，内山正樹，東　隆文，福田隆二，武田篤史，畑辺佳奈子，三橋廷央（2019）．かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（平成28，29及び30年度）．鹿児島大学水産学部紀要，68: 35–55.
5）武田篤史，内山正樹，東　隆文，福田隆二，有田洋一，三橋廷央（2020）．かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（平成31・令和元年度）．鹿児島大学水産学部紀要，69: 1–10.
6）石井暁子，幅野明正，内山正樹，東　隆文，福田隆二，有田洋一，牧野文洋，三橋廷央，武田篤史，川口礼央奈，西　健一朗，畑辺佳奈子（2020-2022）．かごしま丸による東シナ海トロール操業年次報告（令和2〜4年度）．鹿児島大学水産学部紀要，72: 27–54.

Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.,
Vol. 73, pp. 19~21 (2024)

水産学部付属海洋資源環境教育研究センター年次報告（令和５年度）

安樂　和彦[1]

Annual report of Education and Research Center for Marine Resources and Environment, Faculty of Fisheries (2023)

Kazuhiko Anraku[1]

Keywords: Kagoshima, Marine, Fishery, Nagashima-Cho, Collaboration

Abstract

The Education and Research Center for Marine Resources and Environment (Marine Center) of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University was established in 2000. The Marine Center consists of three stations, Shimoarata Station in the main campus of Faculty of Fisheries, Kinko-wan Station beside the Kagoshima Bay and Azuma-cho Station in Nagashima-cho, each of which is responsible for conducting and supporting education and research related to the aquatic environment. The works of the Center are focusing on three main fields: Aquatic Biodiversity, Conservation of Aquatic Environment, and Development and Management of the Aquatic Environment. It contributes significantly to the development of fisheries in Japan and Southeast Asia. The Marine Center manages research vessels, diving equipment and fishing gears, and holds seminars for students and staff. Guidelines for the use of facilities and equipment belonging to the Center are provided for interested scientists and students and are included in this report.

本稿は，2000 年に設立された鹿児島大学水産学部附属海洋資源環境教育研究センター（以下，海洋センター）の前年度年次活動経過報告である。ここでは，令和 5 年度の海洋センターの活動を報告する。

活動目的

海洋センターは，野外における学生実習や水産資源の有効利用と環境保全のための実践的な教育研究を行う目的で，平成 12 年（2000）に鹿児島大学水産学部内に設立された教育研究組織である。鹿児島湾や離島を含む鹿児島県周辺海域を対象とする教育研究活動を支援している。また，研究プロジェクトや公開講座，外国人研修事業の受け入れなどを通じて，地域の水産業はもちろんのこと国際貢献に寄与することも目的としている。

施　　設

海洋センターの施設は，平成27年度の学部組織改編にともない，鹿児島市下荒田キャンパス内の水産学部 1 号館，2 号館，4 号館，6 号館および実験・実習支援棟（飼育実験設備，センターフィールド支援資材置き場），八代海に面した東町ステーション，鹿児島市与次郎にある錦江湾ステーションに分かれている。このうち，1 号館及び 2 号館には教員研究室，4 号館及び 6 号館には GC-MS や HPLC などの分析機器を配備した化学分析室と学生院生室，教員研究室，実験・実習支援棟には生物飼育設備・組織標本作成設備や潜水機材が入っており，技術職員により潜水タンクの空気充填も行われている。平成19年度には実験・実習支援棟の内部が 2 階化され，2 階部はフィールド資機材の設置場所となり，1 階部には飼育実験室が区切られ，オープン実験スペースも整備された。同年には原子吸光光度計及び LC-MS-MS が，さらに平成

[1] 鹿児島大学水産学部（Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan）
* Corresponding Author, Email: anraku@fish.kagoshima-u.ac.jp

19 年には全学共用機器として CHN コーダーが 3 号館のプロジェクト実験室に整備され，その維持管理を水産学部技術部の協力の下でセンター教員が行っている。

平成 27 年度に，東町ステーションの実験実習棟が，宿泊設備を備えた施設に改修された。水槽（屋外 600t　2 面，屋根付水槽（30t　2 面，8t　2 面，4t　4 面），ソーラーハウス水槽 30t　1 面）の他，小型船舶「あづま（8.5t 定員 30 名）」と船外機付ボート 2 隻「はりお，はりお II」，採泥器，採水器，分光光度計，低温室，フリーザーなどが整備されている。

錦江湾ステーションでは，小型水槽から 2t までの各種タイプの水槽が設置可能で，濾過海水が常時供給され，海産動物を用いた種苗生産，育種，飼料開発などの飼育実験が実施されている。また，鹿児島湾内の生物と環境の調査や漁具操業実験のための小型船舶「桜島 (2t, 定員 13 名)」は，錦江湾ステーションに停泊し，広く学内外に貸し出されている。ステーション内の漁具倉庫スペースの管理も技術部と共同で行っている。

組織の構成

令和 5 年度の所属職員の構成は，以下の通りである。

・海洋センター長（安樂和彦　教授（兼任））
・環境微生物学部門（吉川　毅　教授，奥西将之　准教授（兼任））
・環境保全学部門（宇野誠一　教授，國師恵美子　助教，山崎雅俊　助教（兼任））
・東町ステーション（尾上　敏幸　技術専門職員）

センター施設利用実績

・東町ステーション利用実績

利用延べ人数は 570 人・日で，学部内利用が 332 人・日、学部外利用が 206 人・日，学外利用が 32 人・日であった。宿泊利用者数は延べ 445 人・日で，学部内で 268 人・日，学部外で 177 人であった。

・小型船舶利用実績

小型船舶利用実績は，あづま 3 日，はりお 35 日，さくらじま 10 日であった。

・潜水調査等支援実績

潜水調査等に使用するスキューバタンクの貸し出しは延べ 459 本、充填 452 本であった。

海洋センターセミナー開催

コロナ禍のため平成 31 年以降開催を見送っていた鹿児島県水産技術開発センターとの研究交流会を再開した。県からは水技センター所長以下 15 名、水産学部からは学部長以下 20 名の教職員が参加し、活発な情報・意見交換が行われた。式次第を以下に記す。

第 20 回　鹿児島県水産研究交流セミナー
日時：令和 5 年 12 月 8 日（金）14:30～
場所：鹿児島大学水産学部 1 号館 2 階大会議室
【プログラム】
1-1. 開会挨拶
1-2. 新任職員・教員の紹介
（1）水産学部
（2）水産技術開発センター
1-3. 話題提供
○水産学部
“漁師のための海予報～海洋ビックデータを利用したスマート化技術開発～”水圏科学分野　小針　統 教授
“教員研究紹介”水圏科学分野　小玉将史 助教
“教員研究紹介”環境保全学分野　山﨑雅俊 助教
“教員研究紹介”水産経済学分野　鈴木崇史 助教
“教員研究紹介”水産経済学分野　藤本麻里子 助教
○鹿児島県水産技術開発センター
“漁具・漁法の開発”資源管理部　中武凌一 研究員
“令和 5 年度赤潮発生状況”漁場環境部
今吉雄二 研究専門員
“ハダムシ防除技術の開発”水産食品部
今岡慶明 主任研究員
“スジアラ種苗生産の現状”企画・栽培養殖部
福田圭佑　主任研究員
1-4. 意見交換

謝　辞

令和 5 年度の海洋センターの運営に当たり，鹿児島県漁業協同組合、鹿児島県、および民間企業等のご支援を頂きました。ご協力いただいた方々に心より御礼申し上げます。

海洋センターの教育研究支援サービス

海洋センターでは水産学部技術部の協力を得て次のようなサービスを行っております。

・小型舟艇の運航（「桜島（2.2t, 13 名）」,「あづま（8.5t, 30 名）」，その他の小型船舶）
・スキューバ潜水，シュノーケリング機器の貸出しと潜水タンクへの空気充填
・簡易水質分析機器，簡易測量機器及び野外調査用機材の貸し出し
・CHN 分析計および原子吸光光度計による試料分析
・東町ステーションの利用（実験室，水槽，小型船舶，

宿泊施設）
・公開講座や講演会への講師派遣の斡旋

ご利用希望の方は，下記ホームページを参照されるか，問い合わせ先にご連絡願います。

問合せ先

・鹿児島大学水産学部会計係：Tel 099-286-4250
・鹿児島大学水産学部附属海洋資源環境教育研究センター：〒 890-0056 鹿児島市下荒田 4-50-20，Tel/Fax：099-286-4296
・同センター東町ステーション：〒 899-1403 鹿児島県出水郡長島町諸浦字蛤潟 1620-3，Tel/Fax：0996-64-5013，尾上敏幸 (onouet@fish.kagoshima-u.ac.jp)
・ホームページ：http://www.fish.kagoshima-u.ac.jp/aboutus/ercmre/azuma_station/

Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.,
Vol. 73, pp. 23~24 (2024)

2023 ANNUAL CONTRIBUTIONS
Auther Index

Kume, G., K. Oyama, K. Hikichi and E. Moritoshi (2023) Life history characteristics of the protogynous hermaphroditic areolate grouper *Epinephelus areolatus* in Kagoshima Bay, southern Japan. Env. Biol. Fish. 106: 1357–1369.

Nakamura, N., T. Iwanaga, K. Nakahara, D. Sumiyoshi and R. Terada (2023) The effect of photochemical efficiency in cultivated *Pyropia* sporophytes under the conchospore-release suppression treatment resulting from postponed seeding date. Nippon Suisan Gakkaishi, 89: 521–528.

Nawer, F., W. Doi and J. Ohtomi (2023) Recruitment and growth patterns of the portunid crab *Charybdis bimaculata* in Kagoshima Bay, southern Japan. Fisheries Sci., 89: 223–232.

Nishida, T., C. Horita, M. Imagawa, R. Hibarino, S. Tateno, Y. Kubo, M. Kawabe, N. Morishita, S. Endo and K. Shiozaki. (2023) Glucosyl hesperidin exhibits more potent anxiolytic activity than hesperidin accompanied by the attenuation of noradrenaline induction in a zebrafish model. Front. Pharmacol. 14: 1213252.

Ogino, Y., W. Kongasa, K. Furumitsu, G. Kume and A. Yamaguchi (2023) Aseasonal and short life cycles of the protandrous hermaphrodite blue threadfin (*Eleutheronema tetradactylum*) in a near-equatorial tropical region. Mar. Freshw. Res., 74(6): 562–572.

Qiao, Y.-X., H. Nakamura, T. Tomita, S. Kako, A. Nishina, X.-H. Zhu, and Z.-J. Liu (2023) ENSO-related interannual variability of the Kuroshio in the East China Sea since the mid-2000s.J. Geophys. Res.: Oceans, 128 (e2023JC019749). https://doi.org/10.1029/2023JC019749.

Sato, Y., R. Matsunaga, S. Tasumi, N. Mizuno, M. Nakane, S. Hosoya, A. Yamamoto, O. Nakamura, S. Tsutsui, K. Shiozaki and K. Kikuchi (2003) L-fucoside localization in the gills of the genus *Takifugu* and its possible implication in the parasitism of *Heterobothrium okamotoi* (Monogenea: Diclidophoridae).Biochim. Biophys. Acta Gen. Subj., 1867(12): 130467.

Shimboku, N. and R. Terada (2023) Seagrass bed in Kagoshima Bay: The distribution status in 2021 and long-term decline. Nippon Suisan Gakkaishi, 89: 510–520.

Terada,R., R. Nakamura, T. Iwanaga, K. Nakahara and G. N. Nishihara (2023) The real-time measurements of PSII photochemical efficiency in the microscopic sporophyte of *Pyropia yezoensis* f. *narawaensis* (Bangiaceae) reveals the low capacity of desiccation tolerance that drops within a few minutes of dehydration. Algal Res, 75: 103283

Terada, R., A. Shindo, H. Moriyama, N. Shimboku and G. N. Nishihara (2023) The response of photosynthesis to temperature and irradiance in a green alga, *Ryuguphycus kuaweuweu* (Ulvales) reveals adaptation to a subtidal environment in the northern Ryukyu Islands.Algal Res., 74: 103189.

Tomiyasu, T., H. Matsuki, M. Oda, H. Kodamatani, R. Kanzaki and T. Kobari (2023) Impact of mercury discharged from submarine volcano on inner bay ecosystems. Chemosphere, 339: 139748.

Yonemori, Y., S. Kokubu, G. N. Nishihara, H. Endo and R. Terada (2023) The effects of desiccation and salinity gradients on the PSII photochemical efficiency of an intertidal brown alga, *Sargassum fusiforme* from Kagoshima, Japan. Phycol. Res., 71(1): 3–12.

Zhang Z.-L., H. Nakamura, S. Kako, and X.-H. Zhu (2023) Interannual eddy variability in the eastern Ryukyu Island chain. Front. Mar. Sci., 0:1242294. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1242294.

Zhu, S.J., J. Zhang, T. Matsuno, E. Tsutsumi, S. Kambayashi, K. Horikawa, K. Takayama, M. Inoue and S. Nagao (2023) Quantifying the Water Contribution of Subtropical Mode Water and Related Isopycnal/Diapycnal Water Mixing in the Western Pacific Boundary Current Area Using Radiocesium: A Significant Nutrient Contribution From Subtropical Pacific Gyre to the Marginal Region. J. Geophys. Res. Oceans, 128(4): e2022JC018975.