

## 山口県萩市見島沖合における表中層トロール (天鷹丸232次航海) 漁獲物の多様性

田上英明<sup>1†</sup>, 藤原恭司<sup>2</sup>, 中原高志<sup>2</sup>, 小川真拓<sup>2</sup>, 秦 一浩<sup>3</sup>, 江野島岳友<sup>3</sup>,  
後藤洋史<sup>3</sup>, 小勝正貴<sup>3</sup>, 伊藤貴史<sup>3</sup>, 高橋 洋<sup>4</sup>, 小松輝久<sup>5</sup>, 毛利雅彦<sup>1</sup>

### Diversity of Fishes Caught (*T/V Tenyo Maru's 232nd voyage*) by Sea-surface and Mid-water Trawl Off Mishima Island, Japan Sea

Hideaki Tanoue<sup>1†</sup>, Kyoji Fujiwara<sup>2</sup>, Takashi Nakahara<sup>2</sup>, Masahiro Ogawa<sup>2</sup>, Kazuhiro Hata<sup>3</sup>,  
Taketomo Enoshima<sup>3</sup>, Hiroshi Gotou<sup>3</sup>, Masaki Kokatsu<sup>3</sup>, Takafumi Ito<sup>3</sup>, Hiroshi Takahashi<sup>4</sup>,  
Teruhisa Komatsu<sup>5</sup>, and Masahiko Mohori<sup>1</sup>

**Abstract :** Sea-surface and mid-water trawls, to which a small submarine bathythermograph system (SBT) was attached, were carried out from August 1 to 4, 2015, in inshore areas off Mishima island, Hagi, Yamaguchi Prefecture, by the training vessel “Tenyomaru” of National Fisheries University (voyage 232). The numbers of species caught at four research stations (St. 1–4) were 7 (76.1 kg in catch amount), 4 (69.2 kg), 11 (168.5 kg), and 10 (52.7 kg), respectively. Diversity indices of fishes caught at each station, as measured by taxonomic distinctness ( $\Delta^+$ ), were 0.79, 0.89, 0.74, and 0.79, respectively. There was no critical difference in water conditions, such as water temperature, salinity, and dissolved oxygen with conductivity-temperature-depth (CTD) measurements among the four research stations. However, the SBT record indicated that the mouth of the net was not sufficiently open at St. 2, causing a difference in the diversity of fishes caught between St. 2 and other stations.

**Key words :** Diversity index, Trawl, Fish catches, Fisheries, Fisheries oceanography

---

<sup>1</sup> 水産大学校海洋生産管理学科 (Department of Fisheries Science of Technology, National Fisheries University)

<sup>2</sup> 水産大学校海洋生産管理学科学生 (Under graduate student, Department of Fisheries Science of Technology, National Fisheries University)

<sup>3</sup> 水産大学校天鷹丸 (Tenyomaru, National Fisheries University)

<sup>4</sup> 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University)

<sup>5</sup> 東京大学大気海洋研究所 (Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo)

† 別刷り請求先 (corresponding author) : h-tanoue@fish-u.ac.jp

## 緒 言

練習船での漁業実習で漁獲された漁獲物のデータは、水産庁をはじめ、その関連研究機関で利用されている<sup>1)</sup>。練習船のデータが重要視されている背景には、調査に関わる調査船の稼働数が減少していること<sup>1)</sup>、商業船から提出されるデータの一部にはその精度に問題がある場合があり、そのままでは解析に使用できないことなどが考えられる<sup>2,3)</sup>。

水産大学校海洋生産管理学科では、3年次のカリキュラムで練習船を用いてトロール実習を行うことになっている<sup>4)</sup>。2015年の当該実習では、山口県萩市見島沖合において練習船天鷹丸によるマグロ属魚類の稚仔魚・幼魚を対象とした漁獲調査、およびCTDによる海洋観測を実施した。

当該実習で操業した山口県萩市見島沖合は、山口県の最北端に位置し (Fig. 1), 対馬暖流の第一分枝流の流路にあたり<sup>5)</sup>、日本海の海洋環境の変化を伺う窓口となる海域のひとつである。また、この実習では、一般にマグロ属魚類の稚仔魚のモニタリングで使用されているリングネット<sup>6)</sup>だけでなく、幼魚の漁獲を見込んで4 knot以上で曳網できる表中層トロールを用いた操業を実施した。

操業した表中層トロールは、細かい目合い (内張り: 22 mm) のコッドエンドを取り付け、夜間に操業した。そのため、漁業の対象となるサイズの魚類のみならず、体長の小さい魚種も漁獲することができ、多様な種を漁獲することが期待できる<sup>7)</sup>。また、漁業の対象ではなく、通常では投棄するような生物も調査対象にすることとした。

本研究では、実習を行った調査海域が日本海の海洋環境の変化とそれに伴い変化すると考えられる魚類の分布を知る上での重要な場所であることに加えて、多様な種の漁獲を期待できる操業を行ったことから、その漁獲物の多様性について多様度を用いて示すこととした。また、海洋環境や操業状況の違いが、本研究で使用した多様度である分類学的多様度<sup>8)</sup>に与えた影響などについて考察したのでここに報告する。

## 材料と方法

### 乗船実習による調査海域と操業

2015年8月1-4日に山口県萩市見島沖合を調査海域とし、水産大学校天鷹丸 (232次航海) で表中層トロール実習を行った。調査海域内にSt. 1-4の4つの調査定点 (St.

1: 35°30'N, 131°00'E; St. 2: 35°30'N, 131°30'E; St. 3: 35°00'N, 131°00'E; St. 4: 35°30'N, 131°30'E) を設定し (Fig. 1), 夜間に1日当たり1定点で表中層トロールでの採集調査、およびCTDによる海洋観測を行った。操業状況のうち、曳網時間、ワープ長、船速等については航海記録に記載し、曳網水深や網の状態は、網口上部と網口下部に取り付けた小型水深記録計 (SBT, 村山電機製) の記録 (1秒間隔) から確認した。なお、事前調査で両オッターボードに取り付けた小型水深記録計の記録から左右のオッターボードの水深変化が同調していることを確認した。

### 漁獲生物リストの作成

表中層トロールで漁獲された生物を知るために、漁獲生物リストを作成した。リストを作成するにあたり、魚類とイカ類は標本を作製した。サルパ類は写真撮影後、冷凍保存している。魚類の標本は本村<sup>9)</sup>に従って作成し、イカ類の標本は写真撮影後、10%ホルマリンで固定した。種の同定と分類体系に関しては、魚類は中坊<sup>10,11)</sup>と沖山<sup>12)</sup>、イカ類は奥谷<sup>13)</sup>、サルパ類は並河、楚山<sup>14)</sup>に従った。また、一部の種はDNAバーコーディングを用いて種を同定した。作成した標本、冷凍保存している個体および撮影した写真は、水産大学校海洋生産管理学科漁法・漁業情報学研究室で所蔵している。

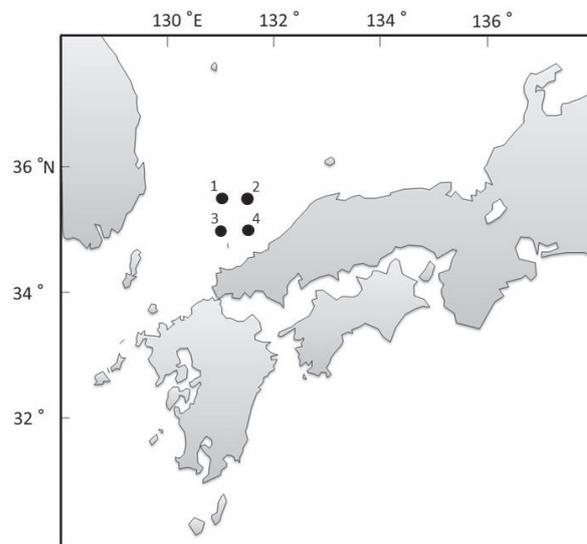


Fig. 1. Location of research area. Sea-surface and mid-water trawl, and conductivity-temperature-depth (CTD) measurements, at the filled circle.

### 多様度を用いた解析

本研究では、漁獲物の多様性を示す指標として Warwick and Clarke<sup>8)</sup> の分類学的多様度  $\Delta^+$  (以下  $\Delta^+$ ) を使用した。

$\Delta^+$  の大きな特徴は、多様度の評価に分類の情報を組み込むことである<sup>15)</sup>。これまでに海岸貝類の調査や定置網に入網する漁獲物に対して  $\Delta^+$  が用いられている<sup>16,17)</sup>。 $\Delta^+$  では、 $i$  番種と  $j$  番種の分類学的距離  $\omega_{ij}$  を次のように定義する。 $i$  番種と  $j$  番種が同じ属で異なる種の場合は 1、同じ科で異なる属の場合は 2、以下同様に考えまとめると、 $\omega_{ij}$  (分類学的距離) は同属異種: 1、同科異属: 2、同目異科: 3、同綱異目: 4、同門異綱: 5、同界異門: 6 となる。なお、本研究では界、門、綱、目、科、属、種 7 つの分類階層を使用した。 $\Delta^+$  の式は下に示すとおりである。

$$\Delta^+ = \sum_{i=1}^S \sum_{j>i}^S \omega_{ij} / \frac{S(S-1)}{2}$$

$$i \geq j, \quad 0 \leq \Delta^+ \leq L - 1$$

$S$  : 全種数

$\omega_{ij}$  :  $i$  番種と  $j$  番種の分類学的距離

$L$  : 使用した分類階層数

また、本研究では求めた  $\Delta^+$  を  $L - 1$  で割り、標準化した。

$$0 \leq \frac{\Delta^+}{L - 1} \leq 1$$

## 結果

### 海洋環境

調査点別の表層 (0–20 m) の CTD 観測結果を Table 1 に示す。調査点 St. 1, St. 2, St. 3, St. 4 の水温 (平均値  $\pm$  SD) は、

それぞれ  $24.2 \pm 1.7^\circ\text{C}$ ,  $23.0 \pm 1.7^\circ\text{C}$ ,  $24.7 \pm 1.5^\circ\text{C}$ ,  $24.8 \pm 0.8^\circ\text{C}$  であった。塩分 (平均値  $\pm$  SD) は、それぞれ  $33.5 \pm 0.1$  PSU,  $33.5 \pm 0.1$  PSU,  $32.3 \pm 0.3$  PSU,  $32.9 \pm 0.3$  PSU であった。溶存酸素 (平均値  $\pm$  SD) は、それぞれ  $5.0 \pm 0.2$  ml/l,  $5.1 \pm 0.2$  ml/l,  $4.9 \pm 0.2$  ml/l,  $4.9 \pm 0.1$  ml/l であった。

**Table 1. Environmental conditions**

| St.   | Depth 0–20 m  |                                   |  |
|-------|---|-----------------------------------|--|
|       | Temperature ( $^\circ\text{C}$ )<br>(Ave. $\pm$ SD) | Salinity (PSU)<br>(Ave. $\pm$ SD) | Dissolved oxygen (ml)<br>(Ave. $\pm$ SD) |
| St. 1 | $24.2 \pm 1.7$                                      | $33.5 \pm 0.1$                    | $5.0 \pm 0.2$                            |
| St. 2 | $23.0 \pm 1.7$                                      | $33.5 \pm 0.1$                    | $5.1 \pm 0.2$                            |
| St. 3 | $24.7 \pm 1.5$                                      | $32.3 \pm 0.3$                    | $4.9 \pm 0.2$                            |
| St. 4 | $24.8 \pm 0.8$                                      | $32.9 \pm 0.3$                    | $4.9 \pm 0.1$                            |

### 操業状況

調査点別の曳網状況を Table 2 に示す。すべての調査点でワープセットの 10 分後を曳網開始時間とし、1 時間曳網した。ワープ長は 150 m とした。調査点 St. 1, St. 2, St. 3, St. 4 の曳網対水速度 (平均値  $\pm$  SD) は、それぞれ  $4.2 \pm 0.2$  knot,  $4.4 \pm 0.4$  knot,  $4.2 \pm 0.2$  knot,  $4.3 \pm 0.3$  knot であった。ワープセットから揚網開始までの曳網水深 (平均値  $\pm$  SD) は、調査点 St. 1 では網口上部で  $1.3 \pm 1.0$  m、網口下部で  $20.1 \pm 2.7$  m であった。同様に調査点 St. 2 では  $11.3 \pm 3.4$  m,  $25.2 \pm 3.9$  m, 調査点 St. 3 では  $1.3 \pm 1.4$  m,  $21.2 \pm 3.1$  m, 調査点 St. 4 では  $1.9 \pm 3.6$  m,  $21.9 \pm 3.5$  m であった。

**Table 2. Towing conditions**

| St.   | Towing time (h) | Warp length (m) | Log speed (knot)<br>(Ave. $\pm$ SD) | Towing depth (m) (Ave. $\pm$ SD) |                        |
|-------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
|       |                 |                 |                                     | Upper of the net-mouth           | Lower of the net-mouth |
| St. 1 | 1               | 150             | $4.2 \pm 0.2$                       | $1.3 \pm 1.0$                    | $20.1 \pm 2.7$         |
| St. 2 | 1               | 150             | $4.4 \pm 0.4$                       | $11.3 \pm 3.4$                   | $25.2 \pm 3.9$         |
| St. 3 | 1               | 150             | $4.2 \pm 0.2$                       | $1.3 \pm 1.4$                    | $21.2 \pm 3.1$         |
| St. 4 | 1               | 150             | $4.3 \pm 0.3$                       | $1.9 \pm 3.6$                    | $21.9 \pm 3.5$         |

**Table 3. Diversity of fishes caught**

| St.   | Catch amounts (kg) | No. of species | No. of Class hierarchy (L) | Taxonomic diversity ( $\Delta^+$ ) |
|-------|--------------------|----------------|----------------------------|------------------------------------|
| St. 1 | 76.1               | 7              | 7                          | 0.79                               |
| St. 2 | 69.2               | 4              | 7                          | 0.89                               |
| St. 3 | 168.5              | 11             | 7                          | 0.74                               |
| St. 4 | 52.7               | 10             | 7                          | 0.79                               |

### 漁獲物と多様度指数

調査点 St. 1, St. 2, St. 3, St. 4 の漁獲量は、それぞれ 76.1 kg, 69.2 kg, 168.5 kg, 52.7 kg、漁獲物の種数は、それぞれ 7 種, 4 種, 11 種, 10 種であった (Table 3, Appendix)。 $\Delta^+$  は 0.79, 0.89, 0.74, 0.79 であった (Table 3)。この度、漁獲されたサルパ科の一種とマエソ属の一種については、種まで同定することが出来なかった。しかし、サルパ科の一種では同綱の生物の漁獲がなかったこと、さらに同門の生物が漁獲されたことから他の生物に対する分類学的距離を同

門異綱: 5 とすることができた (Appendix)。また、マエソ属の一種でも同様に同目の生物が漁獲されなかったこと、さらに同綱の生物が漁獲されたことから他の生物に対する分類学的距離を同綱異目: 4 とすることができた (Appendix)。

4 つの調査点の合計の漁獲量は 366.5 kg、合計の種数は 18 種、平均漁獲量 (平均値  $\pm$  SD) は  $91.6 \pm 52.2$  kg、平均漁獲種数 (平均値  $\pm$  SD) は  $8.0 \pm 3.2$  種であった。

考 察

本研究では、表中層トロールによって漁獲された生物の多様性を  $\Delta^+$  で示すことができた。また、CTD 観測から海洋環境、航海記録と小型水深記録計 (SBT) から操業状況を把握することができた。よって、ここでは、漁獲物の種組成の違いが  $\Delta^+$  に与える影響についてだけでなく、海洋環境や操業状況の違いが  $\Delta^+$  にどのように影響を及ぼしたかについても考察する。

漁獲物の種組成の違いが  $\Delta^+$  に与えた影響

ここでは、 $\Delta^+$  を算出する過程で用いた分類学的距離の値 (Table 4-7) をもとに漁獲物の種組成が違うことによって  $\Delta^+$  がどのように変わるのかということについて分析す

る。St. 1-4 における  $\Delta^+$  は 0.74-0.89 の範囲にあり、St. 2 が 0.89 と一番高く、St. 3 が 0.74 と一番低い。St. 2 では、他の調査点と比べ種数は少ないが、 $\Delta^+$  は高い。これは、スルメイカ、サルバ科の 1 種、キュウリエソ、カタクチイワシの 4 種という種組成であったことが要因となっている。すなわち、St. 2 の漁獲物では、それぞれの分類学的距離は同門異綱: 5、同界異門: 6 が中心であり、他の調査点のそれよりも離れていたためである (Table 4-7)。St. 3 では、漁獲種が 11 種と多く、その種組成は多様である。しかし、分類学的距離は同科異属: 2 であるマイワシとウルメイワシ、マサバとコシナガが漁獲されたことや、同日異科: 3 の組み合わせが 6 つあることによって  $\Delta^+$  は低くなっている (Table 6)。

Table 4. Taxonomic distinctness weight ( $\omega_{ij}$ ) at St. 1

|   | B | D | F | H | J | K | O |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | - | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| D | - | - | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| F | - | - | - | 4 | 4 | 4 | 4 |
| H | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 |
| J | - | - | - | - | - | 3 | 4 |
| K | - | - | - | - | - | - | 4 |
| O | - | - | - | - | - | - | - |

See species information (B, D, E, G, J, K, and O) in the appendix.

Table 5. Taxonomic distinctness weight ( $\omega_{ij}$ ) at St. 2

|   | B | D | H | J |
|---|---|---|---|---|
| B | - | 6 | 6 | 6 |
| D | - | - | 5 | 5 |
| H | - | - | - | 4 |
| J | - | - | - | - |

See species information (B, D, E, and J) in the appendix.

Table 6. Taxonomic distinctness weight ( $\omega_{ij}$ ) at St. 3

|   | B | C | E | F | G | J | K | L | P | Q | R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | - | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| C | - | - | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| E | - | - | - | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| F | - | - | - | - | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| G | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| J | - | - | - | - | - | - | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| K | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 4 | 4 | 4 |
| L | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 |
| P | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 3 |
| Q | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 |
| R | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

See species information (B, C, F, G, H, J, K, L, P, Q and R) in the appendix.

Table 7. Taxonomic distinctness weight ( $\omega_{ij}$ ) at St. 4

|   | A | B | C | F | G | I | J | K | M | N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | - | 3 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| B | - | - | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| C | - | - | - | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| F | - | - | - | - | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| G | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| I | - | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 | 4 |
| J | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 3 | 4 |
| K | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 4 |
| M | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 |
| N | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

See species information (A, B, C, G, H, I, J, K, M and N) in the appendix.

海洋環境や操業状況の違いが  $\Delta^+$  に与えた影響

山口県萩市見島沖合は、急深な地形で大陸棚斜面を形成しており<sup>18,19)</sup>、表中層では対馬暖流の直接的影響を受けている<sup>18)</sup>。また、水深約 300 m 以深では水温 1°C 以下の日本海固有冷水が周年存在している<sup>20)</sup>。このように見島沖合は、海洋環境が複雑に変化する要因を有し、それに伴い漁獲物の違いも生じる可能性がある。しかし、この度の調査では、調査定點 St. 1-4 の表層水温 (0-20 m) は 23.0 ± 1.7-24.8 ± 0.8°C、塩分濃度は 32.3 ± 0.3-33.5 ± 0.1 PSU、溶存酸素は 4.9 ± 0.1-5.1 ± 0.2 ml/l の範囲にあり、いずれも大きな違いは無かった。

操業状況については、曳網時間、ワープ長、曳網対水速度について大きな違いは無かった (Table 2)。一方、網口に取り付けた SBT による記録からは St 2 では他の調査点と比べ、網口上部 (St. 2 では 11.3 ± 3.4 m、他の調査点では 1.3 ± 1.0-1.9 ± 3.6 m) と下部 (St. 2 では 25.2 ± 3.9 m、他の調査点では 20.1 ± 2.7-21.9 ± 3.5 m) が沈んでいたことがわかった。St. 2 では、特に 10m 以浅の表層を十分に曳くことができず、網口の開き具合も他の調査点に比べ小さかったことが考えられる。

海洋環境は St. 1-4 において同様とみなすことができたが、操業状況は St. 2 において網口が他の調査点よりも沈んでいた。この網口の影響は、漁獲結果、特に St. 2 の種数が他の調査点と比べて 4 種と非常に少なかったことに表れている (Table 3)。漁獲量を見た場合において、St. 2 では、St. 4 よりも漁獲量は多かったが種数は半分以下となっている。そして、St. 2 の漁獲量のほとんどは、サルパの一種であった。これらのことを考慮すると St. 2 のデータには、バイアスがかかっていると思われる、多様性の評価に使用すべきではないことが示唆される。

今後の課題

$\Delta^+$  は多くの場合、全数調査が比較的行き易いタイドプール等のベントス類や貝類など低次の動物が多いデータを対象として使用されている<sup>14,15)</sup>。本研究のように海洋での漁獲物に対して  $\Delta^+$  を用いるためには注意点や課題が存在するだろう。まず、漁獲データを解析に用いる際には漁獲種についての情報が水産重要種に偏る可能性が高いため注意が必要である。また、漁獲特性が漁法ごとに異なるため、努力量を一定にするという観点から、各漁法で注意点が存在するだろう。本研究では、トロールの網口の開き方に問題があったことを示唆し、使用する採集具の特性をしっかりと理解した上で調査することの重要性を明らかにすること

ができた。この調査のような条件が整い、さらに網口の開きが変わらず、努力量が一定であると仮定できれば、個体数の情報も用いることができるようになるだろう。多様性指数には、本研究で用いたように種についての情報を取り扱う  $\Delta^+$  の他にも、それらの個体数の情報も使用する分類学的多様度 ( $\Delta^*$ ) や Simpson の  $\lambda$ 、Shannon-Wiener の  $H'$  などがある。それぞれの解析方法を併用する利点は次の通りである。 $\lambda$  や  $H'$  は、種数の影響を強く受けるが<sup>15)</sup>、これらの値が高くなったとしても、分類階層数の影響を強く受ける  $\Delta^*$  が低くなれば、生物相のバランスが崩れ環境状況の悪化が起きつつあることが予想される。これとは逆の状況の場合、一見、種数が減って環境状況の悪化が進行しているようにみえても、徐々に生物相は豊かになりつつあることが予想される。このように、それぞれの多様性の特徴を理解し、併用することで新たな事象が見えて来ることが期待される。

本研究ではサルパ類が多く漁獲された。このサルパ類は日本海において操業されるトロール網に目詰まりを生じさせる漁業被害を与えていることが報告されている<sup>21)</sup>。よって、今回操業した表中層トロールについても何らかの影響を与えた可能性があり、それらの影響についても考慮する必要があるだろう。

謝 辞

本研究を行うにあたり、海洋生産管理学科資源管理学講座の若林敏江博士にはイカ類の同定に協力していただいた。海洋生産管理学科の岡田翔平氏には標本の作製に協力していただいた。また、練習船天鷹丸の乗組員の皆様と海洋生産管理学科 3 年生の学生皆様には表中層トロールとリングネットおよび CTD 観測に協力していただいた。以上の方々に対し、謹んで感謝の意を示す。本研究は、萩市「八里ヶ瀬及び見島周辺海域における漁場調査」、及び JSPS 科研費 15K18739 の助成を受けたものです。

文 献

- 1) 細野隆史, 松永浩昌, 南 浩史, 清田雅史: 地方公庁船による延縄資源調査の推移と混獲モニタリングとしての特徴. 水産総合研究センター研究報告, **24**, 1-13 (2008)
- 2) Clarke S, Nakano H, Takeuchi Y: Comparison of Japanese logbook and observer data for shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Atlantic ocean using Bayesian GLM

- methods. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap, **58**, 1150–1156 (2005a)
- 3) Clarke S, Nakano H, Takeuchi Y: Methods for using Japanese logbook data to construct catch and CPUE time series for blue shark (*Prionace glauca*) in the Atlantic Ocean. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap, **58**, 1118–1126 (2005b)
- 4) 独立行政法人水産大学校: Syllabus 授業計画 – 平成 25 年度入学生用 –, 独立行政法人水産大学校, 下関市 (2013)
- 5) 海上保安庁海洋情報部ホームページ ([http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/exp/tsushima\\_cur.html](http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/exp/tsushima_cur.html)) (検索日時: 2015 年 8 月 5 日)
- 6) 国立研究開発法人水産総合研究センター: 太平洋クロマグロの調査研究について. 太平洋クロマグロの資源・養殖管理に関する全国会議配布資料 (2015)
- 7) 毛利雅彦, 山田陽己, 田中庸介: クロマグロ幼魚の鉛直分布を効率よく推定するための曳網方法 – 日本海西部における表中層トロールでの検討 –, 数理水産科学, **3**, 26–35 (2015)
- 8) R. M. Warwick and K. R. Clarke: New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. MEPS, **129**, 301–305 (1995)
- 9) 本村浩之 (編): 魚類標本の作成と管理マニュアル. 鹿児島大学総合研究博物館, 鹿児島市 (2009) (<http://www.museum.kagoshima-u.ac.jp/staff/motomura/dl.html>)
- 10) 中坊徹次 (編): 日本産魚類検索全種の同定 第 3 版 I. 東海大学出版会, 秦野市 (2013)
- 11) 中坊徹次 (編): 日本産魚類検索全種の同定 第 3 版 II. 東海大学出版会, 秦野市 (2013)
- 12) 沖山宗雄 (編): 日本産稚魚図鑑 第 2 版. 東海大学出版会, 秦野市 (2013)
- 13) 奥谷喬司: 新編 世界イカ類図鑑. 東海大学出版会, 秦野市 (2015)
- 14) 並河 洋, 楚山 勇: クラゲガイドブック. 阪急コミュニケーションズ, 東京 (2000)
- 15) 大垣俊一: 多様度と類似度、分類学的新指標. Argonauta, **15**, 10–22 (2008)
- 16) Ohgaki S: List of intertidal molluscan species around Tanabe Bay, 2004. Argonauta, 14–19 (2007a)
- 17) Tanoue H, Nozoe A, Fujiwara K, Mohori M: Changes in Fishes Caught by Set Net Fishery Observed by Taxonomic Distinctness: Preliminary Study Using the Set Net Data on Futaoi Island, Simonoseki, Japan. Math. and Phy. Fish. Sci., accepted
- 18) 小川嘉彦: 日本海南西沿岸水域の海況特性とその漁業

- 生物学的意義. 山口県外海水産試験場研究報告, **18**, 1–96 (1981)
- 19) Tanoue H, Hamano A, Komatsu T, Boissier E: Assessing bottom structure influence on fish abundance in a marine hill by using conjointly acoustic survey and geographic information system. Fish. Sci., **74**(3), 469–478 (2008)
- 20) 川本英雄, 河野光久: 山口県沖海域における水温と塩分の季節変動. 山口県外海水産試験場, 下関市 (1988)
- 21) 謎の生物サルパ NHK オンライン (<http://www9.nhk.or.jp/nw9-blog/1500/234194.html>) (検索日時: 2016 年 1 月 16 日)

## Appendix List of Fishes Caught

## 漁獲生物リスト

軟体動物門 MOLLUSCA

頭足綱 CEPHALOPODA

ツツイカ目 Teuthida

ダイオウホタルイカモドキ科 Ancistrocheiridae

ダイオウホタルイカモドキ *Ancistrocheirus lesueur*…(A)

アカイカ科 Ommastrephidae

スルメイカ *Todarodes pacificus*…(B)

閉眼目 Myopsida

ヤリイカ科 Loliginidae

ケンサキイカ *Uroteuthis edulis*…(C)

脊索動物門 CHORODATA

タリア綱 THALIACEA

サルパ目 Salpida

サルパ科 Salpidae

サルパ科の一種 Salpidae sp. …(D)

備考 損傷が激しかったため属以下の同定ができなかつ

た

硬骨魚綱 Osteichthyes

ニシン目 Clupeiformes

ニシン科 Clupeidae

マイワシ *Sardinops melanostictus*…(E)ウルメイワシ *Etrumeus teres*…(F)

たところ、シロサバフグと同定された。

カタクチイワシ科 *Engraulidae*

カタクチイワシ *Engraulis japonica*…(G)

ハリセンボン科 *Diodontidae*

メイトイシガキフグ *Cyclichthys orbicularis*…(R)

ワニトカゲギス目 *Stomiiformes*

ムネエソ科 *Sternoptychidae*

キュウリエソ *Maurolucus japonicus*…(H)

ヒメ目 *Aulopiformes*

エソ科 *Synodontidae*

マエソ属の一種 *Saurida sp.* …(I)

備考 体長 38.0 mm の稚魚で、識別的特徴を確認できなかった。また、DNA のサンプルを採集できなかったため、DNA バーコーディングを行うことができなかった。

スズキ目 *Perciformes*

アジ科 *Carangidae*

マアジ *Trachurus japonicus*…(J)

サバ科 *Scombridae*

マサバ *Scomber japonicus*…(K)

コシナガ *Thunnus tonggol*…(L)

備考 体長 66.6 mm の幼魚で、識別的特徴を確認できなかった。DNA バーコーディングで同定を行ったところ、コシナガと同定された。

カマス科 *Sphyrnidae*

アカカマス *Sphyrna pinguis*…(M)

フグ目 *Tetraodontiformes*

カワハギ科 *Monacanthidae*

カワハギ *Stephanolepis cirrhifer*…(N)

キビレカワハギ *Thamnaconus modestoides*…(O)

フグ科 *Tetraodontidae*

ゴマフグ *Takifugu stictonotus*…(P)

シロサバフグ *Lagocephalus spadiceus*…(Q)

備考 体長 18.3 mm の稚魚で、識別的特徴を確認できなかった。DNA バーコーディングで同定を行っ