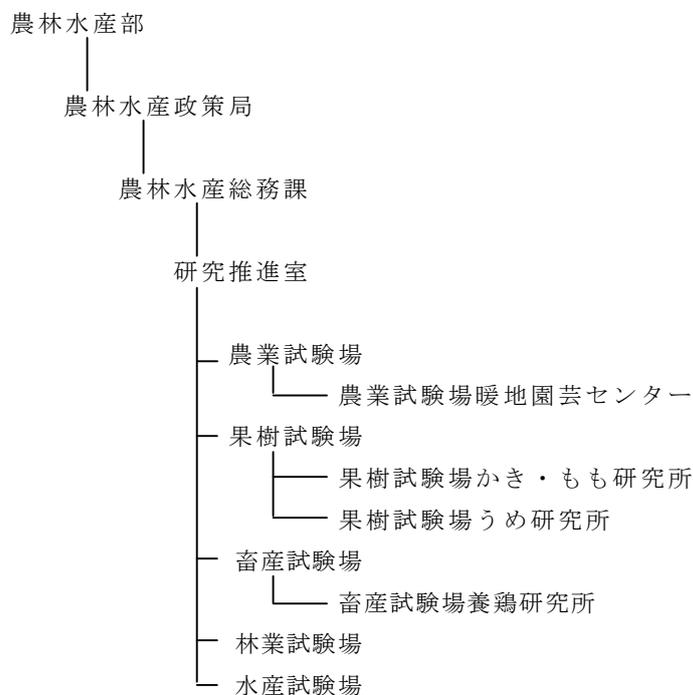


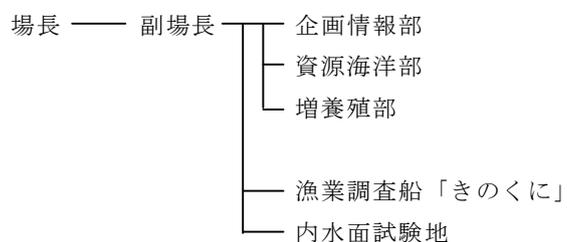
## 水産試験場概要

### I 機構と組織

#### 1 機構



#### 2 内部組織



#### 3 職員の構成

| 区 分    | 行政職 | 研究職 | 現業職 | 計  |
|--------|-----|-----|-----|----|
| 場長     |     | 1   |     | 1  |
| 副場長    |     | 1   |     | 1  |
| 企画情報部  |     | 3   | 2   | 5  |
| 資源海洋部  |     | 6   |     | 6  |
| 増養殖部   | 1   | 4   |     | 5  |
| 漁業調査船  | 8   |     |     | 8  |
| 内水面試験地 |     | 3   |     | 3  |
|        | 9   | 18  | 2   | 29 |

#### 4 職員と職務分担

| 部 名             | 職 名    | 氏 名    | 事務分担                                    |
|-----------------|--------|--------|---|
|                 | 場 長    | 中西 一   | 場の総合企画及び総括                              |
|                 | 副場長    | 小久保 友義 | 場長の補佐, 人事, 服務, 庁舎の管理, 予算の総括             |
| 企画情報部           | 部 長    | 小川 満也  | 部の総括・企画調整, 流通対策, 魚礁調査, 成果の公表・普及に関すること   |
|                 | 主任研究員  | 木下 浩樹  | 藻場造成(ホンダワラ目)・食害対策, 漁場環境(生物モニタリング)に関すること |
|                 | 副主査研究員 | 吉本 洋   | 庶務関係に関すること                              |
|                 | 用務員    | 田所 恵子  | 庁舎内の清掃                                  |
|                 | 用務員    | 田中 千秋  | 〃                                       |
| 資源海洋部           | 部 長    | 武田 保幸  | 部の総括・企画調整, 漁海況速報に関すること                  |
|                 | 主任研究員  | 中地 良樹  | 漁業資源・漁場調査と情報提供(総括), 海洋観測に関すること          |
|                 | 主査研究員  | 堀木 暢人  | 資源管理, 船びき網漁業に関すること                      |
|                 | 主査研究員  | 原田 慈雄  | 卵稚仔調査, まき網漁業, 魚群探知機に関すること               |
|                 | 主査研究員  | 御所 豊穂  | 高精度海況図, 海況日報作成, 高度回遊性魚類(マグロ類)に関すること     |
|                 | 研究員    | 小林 慧一  | イサキ, 高度回遊性魚類(カツオ), カツオマップに関すること         |
| 増養殖部            | 部 長    | 奥山 芳生  | 部の総括・企画調整, 飼育施設等の保守管理に関すること             |
|                 | 主査研究員  | 堅田 昌英  | 水産衛生対策, 漁場環境(赤潮・貝毒)に関すること               |
|                 | 主 査    | 佐々木 明生 | 調査研究の補助, 船舶「なぎ丸」・海上筏の管理に関すること           |
|                 | 副主査研究員 | 白石 智孝  | 藻場造成(コンブ目), スマの種苗生産・養殖, マナマコの種苗生産に関すること |
|                 | 副主査研究員 | 加藤 文仁  | 魚類種苗生産・養殖, クエの共同研究, 栽培漁業に関すること          |
| 漁業調査船<br>(きのくに) | 船 長    | 伊勢谷 俊人 | 船舶の管理・運航, 海洋観測調査, 飼育施設等の保守管理に関すること      |
|                 | 機関長    | 濱口 尚信  | 〃                                       |
|                 | 主査航海士  | 小西 寛弥  | 〃                                       |
|                 | 主査機関士  | 鳥居 英希  | 〃                                       |
|                 | 主査機関士  | 平見 謹一  | 〃                                       |
|                 | 副主査航海士 | 住谷 勝志  | 〃                                       |
|                 | 副主査機関士 | 清野 茂   | 〃                                       |
|                 | 機関士    | 井筒 優   | 〃                                       |
| 内水面試験地          | 主任研究員  | 葦澤 崇博  | ウナギ資源, 水産衛生対策に関すること                     |
|                 | 主査研究員  | 高橋 芳明  | アユ資源, 施設の整備, 業務全般の補助に関すること              |
|                 | 副主査研究員 | 中山 仁志  | アユ冷水対策に関すること                            |

## II 業務

### 1 試験研究項目一覧

| 事業名又は課題名                     | 予算額     | 財源内訳  |         |        |        |
|------------------------------|---------|-------|---------|--------|--------|
|                              |         | 国庫    | 使用料・手数料 | 諸収入    | 一般財源   |
| 水産試験場費                       | 112,189 | 900   | 1,895   | 20,567 | 88,827 |
| 水産試験場運営                      | 18,865  |       |         | 337    | 18,528 |
| 内水面試験地運営                     | 5,933   |       | 1,895   |        | 4,038  |
| 調査船運航                        | 53,442  |       |         |        | 53,442 |
| 藻場再生をめざした「ブダイ」の食害対策技術の開発     | 2,678   |       |         |        | 2,678  |
| 地域で取り組めるヒジキ種苗生産技術の開発         | 1,251   |       |         |        | 1,251  |
| 漁業資源・漁場調査と情報提供               | 12,130  |       |         | 12,130 |        |
| 高度回遊性魚類調査                    | 7,100   |       |         | 7,100  |        |
| 和歌山県特産魚の産卵場解明                | 478     |       |         |        | 478    |
| イワシ・アジ・サバ類の漁場形成機構の解明と魚群速報の発信 | 2,233   |       |         |        | 2,233  |
| 磯根漁場の生産力強化技術の開発              | 1,679   |       |         |        | 1,679  |
| 新養殖魚「スマ」の種苗生産技術の開発           | 1,980   |       |         |        | 1,980  |
| 水産衛生対策                       | 1,800   | 900   |         |        | 900    |
| 鰻来遊・生息調査                     | 1,000   |       |         | 1,000  |        |
| アユ種苗における冷水病対策技術の開発           | 1,620   |       |         |        | 1,620  |
| 水産業振興費                       | 3,246   | 1,488 |         |        | 1,758  |
| 資源管理・回復推進（資源管理課）             | 2,406   | 1,468 |         |        | 938    |
| 漁場環境モニタリング（資源管理課）            | 172     | 20    |         |        | 152    |
| 栽培漁業推進（水産振興課）                | 668     |       |         |        | 668    |
| 漁業調整費                        | 54      |       |         |        | 54     |
| 漁業・遊漁調整（資源管理課）               | 54      |       |         |        | 54     |
| 漁業構造改善費                      | 890     |       |         |        | 890    |
| 漁場効果調査（水産振興課）                | 790     |       |         |        | 790    |
| プエルルス調査（水産振興課）               | 100     |       |         |        | 100    |
|                              | 116,379 | 2,388 | 1,895   | 20,567 | 91,529 |

## III 業績

### 1 外部に発表した事項

#### 1) 一般雑誌

| 題 名                                     | 発 表 者 | 発 表 誌                            |
|---|-------|----------------------------------|
| ○魚粉 30%DP・EP によるアユの低魚粉飼料研究              | 中山仁志  | 月刊養殖ビジネス 2015年7月号                |
| ○アユ重要疾病とその対策⑤(最終回) ビブリオ病                | 中山仁志  | 月刊アクアネット 2016年1月号                |
| ○第4章 低魚粉飼料魚種別の最新事例 アユ～粗タンパク質含量の維持がポイント～ | 中山仁志  | 養殖ビジネス よくわかる！<br>養魚飼料と低魚粉 2016年版 |

## 2) 書籍

| 題 名  | 発 表 者                  | 発 表 誌                                  |
|--|------------------------|--|
| ○ <i>Heterocapsa circularisquama</i> の個体群動態と環境要因 | 外丸裕司※<br>白石智孝          | 有害有毒プランクトンの科学<br>(今井一郎・山口峰生・松岡数<br>充編) |
| ○浮魚の分散と加入  | 高橋正知※<br>川端淳**<br>原田慈雄 | 魚類の初期生活史研究, 水産学<br>シリーズ 182            |

※ (国研) 瀬戸内海区水産研究所、\*\* (国研) 中央水産研究所

## 3) 学会等の発表

| 題 名   | 発 表 者  | 発 表 誌  |
|---|--|--|
| ○養殖トラフグとマダイにおける粘液胞子虫性やせ病原<br>因虫の検出状況                        | 堅田昌英<br>奥山芳生<br>小久保友義<br>中西 一  | 魚病研究 (日本魚病学会誌) 第<br>50巻第3号 (2015年9月発行)<br>(論文投稿) |
| ○梅酢の種類および添加濃度を変えた梅酢投与マダイの<br>成長および抗病性                       | 堅田昌英   | 和歌山県農林水産試験研究機関<br>研究報告第4号                        |
| ○スマの養殖技術の開発-4<br>スマ人工種苗の量産化を目指したスマ:イシダイの仔魚<br>混合比および収容卵数の検討 | 白石智孝<br>加藤文仁<br>奥山芳生<br>中西一<br>東剛久※<br>有本一平**<br>土岐隼一**<br>矢澤良輔**<br>竹内裕** | 平成 28 年度日本水産学会春季<br>大会 (口頭発表)                    |
| ○紀伊水道周辺海域における潮位変動と黒潮流路変動の<br>関 係                            | 原田慈雄   | 平成 27 年度資源海洋調査研究<br>会 (口頭発表)                     |
| ○海況把握における潮位データの有効性  | 原田慈雄   | 第 37 回稚魚研究会 (口頭発表)                               |
| ○紀伊水道における漁業資源の変遷と現状   | 原田慈雄<br>武田保幸   | 平成 27 年度紀伊半島研究会<br>(口頭発表)                        |
| ○和歌山県における 2015 年のカツオひき縄漁                                    | 小林慧一   | 第 28 回 JAFIC 研究会 (口頭発表)                          |

|  |                 |                                     |
|--|-----------------|-------------------------------------|
| ○ひき縄漁業者の操業日誌から算出した和歌山県沖へのカツオ来遊豊度の長期変動傾向        | 小林慧一<br>清藤秀理*** | 平成 27 年度資源海洋調査研究会(口頭発表)             |
| ○ひき縄漁業者の操業日誌から算出した和歌山県周辺海域における春季カツオ来遊豊度の長期変動傾向 | 小林慧一<br>清藤秀理*** | 黒潮の資源海洋研究(17) (論文投稿)                |
| ○2015 年の全国カツオひき縄漁況の特徴                          | 小林慧一            | 第 30 回 JAFIC 研究会(口頭発表)              |
| ○アユ冷水病ワクチンの開発                                  | 中山仁志            | 平成 27 年度日本水産学会秋季大会(口頭発表)            |
| ○アユ冷水病蔓延から再発までの経過観察事例について                      | 中山仁志            | 平成 28 年度日本魚病学会春季大会 (口頭発表, H28.3 開催) |

※株式会社丸東、\*\*東京海洋大学、\*\*\* (国研) 国際水産資源研究所

#### 4) 委託事業報告書等刊行物

- (1) 漁海況速報 (週刊)
- (2) 人工衛星画像海況速報 (2015-No. 38~144, 2016-No. 1~36)

#### 5) 農林水産省研究会資料等

| 題 名   | 発 表 者                | 発 表 誌 |
|---|----------------------|-------|
| ○平成 27 年度国際資源対策推進委託事業第 1 回カツオ SU 推進検討会              | 小林慧一                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度瀬戸内海東部カタクチイワシ等漁海況予報会議                      | 堀木暢人                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度国際資源評価等推進委託事業第 3 回カツオ SU 推進検討会             | 小林慧一                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度中央ブロック資源評価会議および第 1 回太平洋イワシ、アジ、サバ等長期漁海況予報会議 | 堀木暢人<br>原田慈雄<br>中地良樹 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度瀬戸内海ブロック資源評価会議                             | 小林慧一<br>堀木暢人<br>原田慈雄 | 同会議資料 |
| ○第 2 回太平洋イワシ、アジ、サバ等長期漁海況予報会議、第 3 回資源評価調査担当者会議       | 堀木暢人<br>原田慈雄<br>中地良樹 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度国際資源評価等推進委託事業 まぐろ調査研究成果報告会                 | 武田保幸                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度国際資源評価等推進委託事業年度末報告会                        | 御所豊徳                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度異体類のアクアレオウイルス感染症情報交換会                      | 堅田昌英                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度養殖衛生管理技術者養成本科実習コース研修                       | 堅田昌英                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度瀬戸内海・四国ブロック魚病検討会                           | 堅田昌英                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度水産用医薬品薬事監視講習会                              | 堅田昌英                 | 同研修資料 |
| ○平成 27 年度養殖衛生管理体制整備事業 太平洋ブロック地域合同検討会                | 堅田昌英                 | 同会議資料 |
| ○水産防疫の見直しに関する現地説明会                                  | 堅田昌英                 | 同会議資料 |
| ○ブリ類の難治癒疾病連絡協議会                                     | 堅田昌英                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度魚病症例研究会                                    | 堅田昌英                 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度全国養殖衛生管理推進会議                               | 堅田昌英                 | 同会議資料 |

|   |              |       |
|---|--------------|-------|
| ○平成 27 年度有害プランクトン同定研修会                          | 堅田昌英         | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度漁場環境保全関係研究開発推進会議 赤潮・貝毒部会               | 堅田昌英<br>白石智孝 | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度ナマコ種苗生産研究会                             | 奥山芳生         | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度瀬戸内海ブロック水産業関係研究開発推進会議 生産環境部会・増養殖部会合同部会 | 木下浩樹         | 同研修資料 |
| ○平成 27 年度瀬戸内海ブロック水産業関係研究開発推進会議 生産環境部会藻類情報交換会    | 白石智孝         | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度水産増養殖関係研究開発推進会議養殖産業部会                  | 奥山芳生         | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度鰻来遊・生息調査事業 計画検討会                       | 葦澤崇博         | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度鰻来遊・生息調査事業 中間検討会                       | 葦澤崇博         | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度鰻来遊・生息調査事業 報告会                         | 葦澤崇博         | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度アユ疾病研究部会                               | 中山仁志         | 同会議資料 |
| ○平成 27 年度アユ資源研究部会                               | 高橋芳明         | 同会議資料 |

#### 6) 新聞掲載

| 記事見出し（内容）                 | 掲載年月日        | 掲載誌名   |
|---------------------------|--------------|--------|
| ・養殖スマ、越冬成功                | 2015. 4. 2   | 朝日新聞   |
| ・研究 2 年目で越冬に成功            | 2015. 4. 3   | 熊野新聞   |
| ・幻の魚スマ 初の越冬               | 2015. 4. 4   | 読売新聞   |
| ・”スマ” 越冬に成功               | 2015. 4. 7   | 毎日新聞   |
| ・養殖スマ越冬に成功                | 2015. 4. 7   | 中日新聞   |
| ・「スマ」の越冬に成功               | 2015. 4. 14  | 産経新聞   |
| ・紀州特産、うま味成分、高級魚並みタチウオ、イサキ | 2015. 5. 10  | 紀伊民報   |
| ・水鉄砲 イサキとタチウオに含まれるグルタミン酸  | 2015. 6. 6   | 紀伊民報   |
| ・魚粉減らし低コスト餌 内水面試験地が開発     | 2015. 6. 28  | 紀伊民報   |
| ・海底メタン調査 気泡確認             | 2015. 8. 25  | 読売新聞   |
| ・存在の可能性高いメタンハイドレート        | 2015. 8. 27  | 紀伊民報   |
| ・「全身中トロ」養殖に挑む             | 2015. 10. 5  | 朝日新聞   |
| ・養殖スマ 年内出荷へ               | 2015. 11. 22 | 産経新聞   |
| ・和歌山ブランド 県外へ売り込め          | 2016. 1. 12  | 産経新聞   |
| ・全国初 養殖スマ出荷               | 2016. 1. 13  | 紀伊民報   |
| ・全身トロ「スマ」初出荷              | 2016. 1. 13  | 朝日新聞   |
| ・「全身トロ味」スマ出荷              | 2016. 1. 14  | みなと新聞  |
| ・スマ あす全国デビュー              | 2016. 1. 15  | 朝日新聞   |
| ・養殖スマ販売で和歌山県              | 2016. 1. 15  | 共同通信   |
| ・スマでもライバルに                | 2016. 1. 16  | わかやま新報 |
| ・火花散らすスマ                  | 2016. 1. 16  | 毎日新聞   |
| ・養殖スマ 販売へ向け出荷作業           | 2016. 1. 16  | 紀伊民報   |
| ・県の養殖スマ販売                 | 2016. 1. 16  | 紀伊民報   |
| ・高級魚「スマ」                  | 2016. 1. 16  | 産経新聞   |
| ・全身トロ 養殖スマ                | 2016. 1. 16  | 読売新聞   |
| ・県産の養殖スマ初販売               | 2016. 1. 17  | わかやま新報 |
| ・養殖魚・スマ 特産化巡り火花           | 2016. 1. 17  | 毎日新聞   |

|                          |             |        |
|--------------------------|-------------|--------|
| ・和歌山県産「スマ」に大行列           | 2016. 1. 19 | 日本経済新聞 |
| ・愛媛県と和歌山県 2大産地から養殖スマデビュー | 2016. 2. 1  | 養殖ビジネス |
| ・カツオ記録的不漁                | 2016. 1. 23 | 紀伊民報   |
| ・スマの初出荷に思う               | 2016. 2. 5  | 紀伊民報   |
| ・種苗生産や磯焼け対策 ～県水試の成果発表会～  | 2016. 2. 7  | 紀伊民報   |

## 6) 研究発表会

### (1) 県内養殖衛生対策会議

#### ① 日 時

平成 27 年 12 月 21 日

#### ② 場 所

水産試験場学習ホール

#### ③ 内 容（発表題目、発表者）

|                                   |       |      |
|-----------------------------------|-------|------|
| ・養殖トラフグとマダイにおける粘液胞子虫性やせ病原原因虫の検出状況 | 増養殖部  | 堅田昌英 |
| ・水産用医薬品の適正使用について                  | 増養殖部  | 堅田昌英 |
| ・串本浅海・うらみ養殖場の漁場環境について             | 企画情報部 | 木下浩樹 |
| ・混合飼育によるスマ種苗量産技術の開発               | 増養殖部  | 白石智孝 |
| ・和歌山県における栽培漁業について                 | 増養殖部  | 加藤文仁 |

### (2) 水産試験場成果発表会

#### ① 日 時

平成 28 年 2 月 5 日

#### ② 場 所

紀南文化会館小ホール

#### ③ 共 催

公益財団法人わかやま産業振興財団

#### ④ 内 容（講演及び発表題目、講演者及び発表者）

基調講演 「和歌山のマナマコ・アサリ・カキ類を増やすための戦略」

国立研究開発法人 水産総合研究センター・瀬戸内海区水産研究所 主幹研究員 浜口昌巳

成果発表

|                                 |       |      |
|---------------------------------|-------|------|
| ・磯根漁場の生産力強化技術の開発 マナマコの種苗生産技術の開発 | 増養殖部  | 白石智孝 |
| ・磯根漁場の生産力強化技術の開発 藻場造成技術の開発      | 増養殖部  | 白石智孝 |
| ・新養殖魚「スマ」の種苗生産技術の開発             | 増養殖部  | 加藤文仁 |
| ・和歌山県特産魚の産卵場解明                  | 資源海洋部 | 原田慈雄 |
| ・アジアカエビを中心とした小型底びき網漁業の漁獲実態について  | 資源海洋部 | 堀木暢人 |

## 2 研修生・見学者の受け入れ

### 1) 研修生の受け入れ

#### (1) 地域社会体験研修

潮岬中学校教師（1名） 7月24日、7月27日

#### (2) インターンシップ

長崎大学 （1名） 8月31日～9月4日

愛媛大学 （1名） 12月14日～12月18日

#### (3) 職場体験学習

大島中学校 (1名) 8月5日 ~ 8月7日  
 潮岬中学校 (1名) 8月26日 ~ 8月28日  
 串本中学校 (2名) 10月14日 ~ 10月16日

2) くろしおふれあい講座

(1) 参加者

県下12小学校、2中学校の計307名の参加

(2) 内 容

水産試験場概要説明、和歌山の漁業、海藻の分類、見学

3) 研修生・見学者の一覧

| 月  | 漁業関係 |     | 学校関係 |       | 行政関係 |     | 県民一般 |     | 合 計 |       |
|----|------|-----|------|-------|------|-----|------|-----|-----|-------|
|    | 件数   | 人数  | 件数   | 人数    | 件数   | 人数  | 件数   | 人数  | 件数  | 人数    |
| 4  | 8    | 12  | 3    | 116   | 9    | 18  | 3    | 7   | 23  | 153   |
| 5  | 7    | 12  | 3    | 260   | 16   | 43  | 3    | 6   | 29  | 321   |
| 6  | 3    | 4   | 9    | 248   | 17   | 28  | 5    | 172 | 34  | 452   |
| 7  | 6    | 8   | 13   | 146   | 5    | 25  | 10   | 32  | 34  | 211   |
| 8  | 8    | 11  | 13   | 24    | 10   | 12  | 6    | 20  | 37  | 67    |
| 9  | 10   | 11  | 3    | 143   | 4    | 55  | 7    | 41  | 24  | 250   |
| 10 | 9    | 66  | 14   | 1,190 | 6    | 14  | 2    | 6   | 31  | 1,276 |
| 11 | 12   | 34  | 2    | 217   | 3    | 15  | 9    | 195 | 26  | 461   |
| 12 | 16   | 56  | 2    | 37    | 4    | 37  | 1    | 1   | 23  | 131   |
| 1  | 9    | 11  | 1    | 51    | 4    | 11  | 6    | 31  | 20  | 104   |
| 2  | 3    | 8   | 2    | 42    | 6    | 29  | 4    | 5   | 15  | 84    |
| 3  | 6    | 7   | 3    | 11    | 8    | 41  | 3    | 4   | 20  | 63    |
| 計  | 97   | 240 | 68   | 2,485 | 92   | 328 | 59   | 520 | 316 | 3,573 |

農林水産業競争力アップ技術開発事業  
「藻場再生をめざした「ブダイ」の食害対策技術の開発」

木下浩樹（企画情報部）

## 1 目的

ブダイの来遊・行動生態を明らかにし、効果的な食害対策技術の開発と利用促進を図る。

## 2 方法

### 1) ブダイ来遊・行動生態の解明

平成 28 年 3 月 8 日に白浜町権現崎周辺海域へ、超音波受信機（Vemco 社 VR2W）4 台を図 1 の①～④の地点へ設置するとともに、平成 27 年 12 月 21～24 日に白浜町地先で一本釣り漁船により漁獲され、水産試験場で飼育していたブダイ 12 尾（全長 298-370mm）に超音波発信器（Vemco 社 V9-2L）を腹腔内に埋め込み、平成 28 年 3 月 11 日に図 1 の②と④の地点へ各 6 尾放流した。なお、受信機の受信範囲は約 200m であり、発信器の発信間隔は 90 秒に設定した。放流後、平成 28 年 3 月 23 日には受信機を回収し、データの読み出しを行った。

### 2) モデル漁場での駆除効果の把握

#### (1) 漁獲試験前後のブダイ出現状況の比較

図 1 の④の地点において、インターバルカメラを用いて漁獲試験実施前後のブダイ出現率を調べた。漁獲試験前として平成 27 年 12 月 15 日の 13 時から翌日の 13 時まで、漁獲試験後として 12 月 25 日の 13 時から翌日の 13 時まで撮影を行った。出現率は、海底に設置した 3 個体のクロメに蟻集するブダイをインターバルカメラで 5 分毎に撮影し、撮影した全コマ数に占めるブダイが写っているコマ数で求めた。漁獲試験は、12 月 21 日の午前 6 時から 11 時まで、長さ 40m の刺網を 2 か所へ設置して 1 回行った。

#### (2) 消化管内容物の調査

漁獲試験で漁獲されたブダイ 19 尾（全長 255-400mm）の消化管内容物を調べた。可能な限り種まで分類し、不明なものは消化物残渣とした。

#### (3) カジメ摂餌量の把握

0.8 トン FRP 水槽へブダイ 5 尾を收容し、カジメを飽食量与えてその摂餌量を調べた。試験は平成 27 年 9 月 30 日から 12 月 24 日まで（9/30～10/29：Ⅰ期，10/30～11/29：Ⅱ期，11/30～12/24：Ⅲ期）及び平成 28 年 1 月 25 日から 2 月 24 日まで（Ⅳ期）行った。カジメは、コンクリートブロックにくくりつけて朝 9 時に与え、翌朝 9 時に回収して、その残存量から 1 日の摂餌量を求めた。

## 3 結果及び考察

### 1) ブダイ来遊・行動生態の解明

超音波受信機④の地点へ放流した個体のうち代表的な個体の短期の受信データの一例を図 2 に示す。3 月 16～17 日の 2 日間で、受信機③でわずかに反応がある以外は、受信機④で反応が連続していることから、ブダイの日周行動は概ね半径 200m の範囲内にあると考えられた。夜間に反応が消えているのは、ブダイは夜間に岩陰で寝ることが知られている<sup>1)</sup>ので、岩陰に入ることによって音波が受

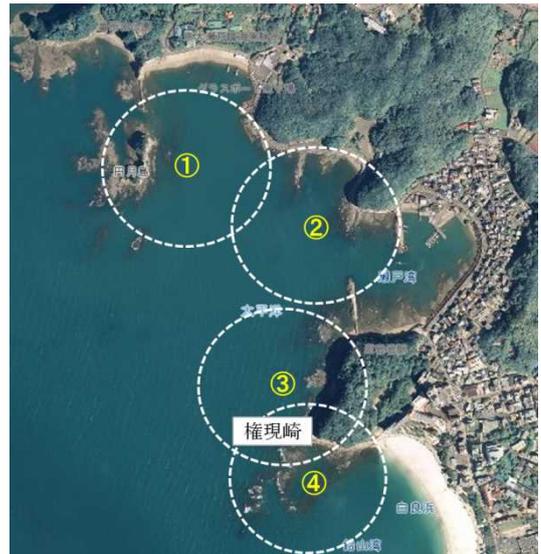


図 1 超音波受信機設置場所（白い円は半径 200m）

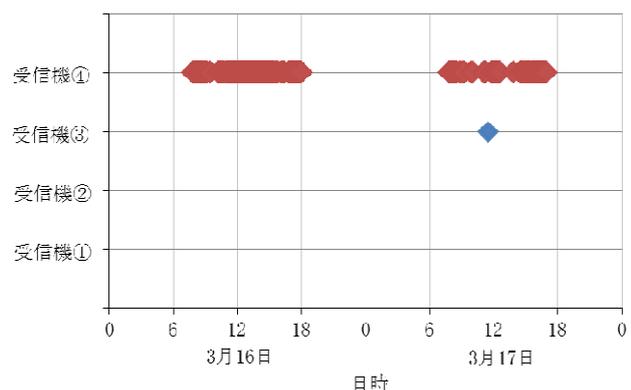


図 2 代表的な受信データの一例

信できない状態にあったためと考えられた。

## 2) モデル漁場での駆除効果の把握

### (1) 漁獲試験前後のブダイ出現状況の比較

漁獲試験では、全長 255-400mm (平均 291mm) のブダイ 19 尾が漁獲された。ブダイのほかにはタカノハダイ、ニザダイ等が漁獲された。漁獲試験前後のブダイ出現率を図 3 に示す。1 時間毎の出現率は、漁獲試験前が 17-100% (平均 51%) であったのに対し、漁獲試験後は 58-100% (平均 71%) と逆に高い結果となった。なお、漁獲前、漁獲後ともに、撮影終了の 13 時時点でクロメは十分残存しており、クロメの多寡は出現率に影響していないと考えられた。よって、この海域においては、刺網 1 回による漁獲ではブダイの生息密度に影響を与えるほどブダイを減らすことは難しいと考えられた。また、ブダイの出現率が高い時間帯は漁獲試験前後で異なっており、出現率が高い時間帯の傾向は認められなかった。

### (2) 消化管内容物の調査

消化管内容物中に藻類が確認できたのは 19 尾中 18 尾で、藻類の割合は平均で 25% (0-54%) であった。藻類の種類は、アミグサが最も多く、他にピリヒバ、スギノリ等が確認された。なお、消化管内容物中、藻類であると確認できたもの以外のものは、全て消化物残渣であった。

### (3) カジメ摂餌量の把握

各期間におけるブダイの体重に対する 1 日のカジメ摂餌量の割合と水温を図 4 に示す。割合が最も高かったのは II 期の 18.0% で、この期間の平均水温は 21.3℃ であった。割合が最も低かったのは IV 期の 5.4% で、平均水温は 16.6℃ であった。このことから、ブダイは水温 21℃ 付近で摂餌活動が最も活発となり、水温が 16℃ 付近では摂餌が急激に減衰することが示唆された。

## 4 文 献

1) 藤田大介・野田幹雄・桑原久実 (2006) 海藻を食べる魚たちー生態から利用までー, 成山堂書店, 東京, 17-18.

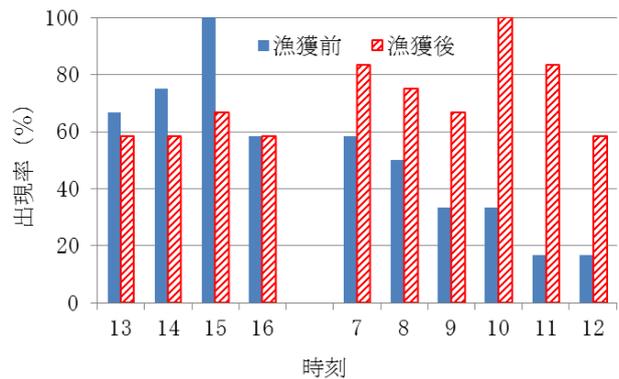


図 3 漁獲試験前後のブダイ出現率

〔 漁獲前：12月15～16日 〕  
〔 漁獲後：12月25～26日 〕

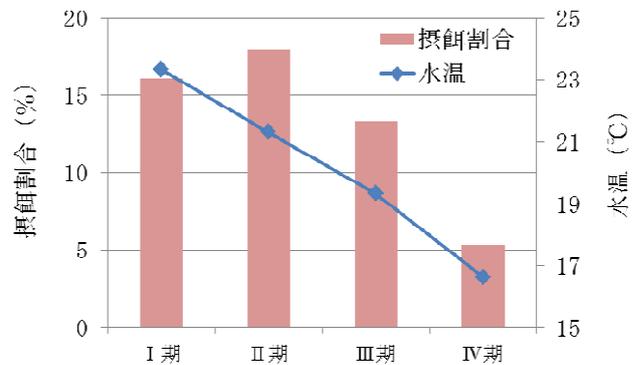


図 4 各期間におけるブダイの体重に対するカジメ摂餌量の割合と水温

〔 I期：9月30日～10月29日 〕  
〔 II期：10月30日～11月29日 〕  
〔 III期：11月30日～12月24日 〕  
〔 IV期：1月25日～2月24日 〕

**農林水産業競争力アップ技術開発事業  
「地域で取り組めるヒジキ種苗生産技術の開発」**

木下浩樹（企画情報部）

**1 目 的**

ヒジキ受精卵から人工種苗を大量に生産する技術を開発し，地域への普及を図る。

**2 方 法**

1)採卵試験

成熟した母藻を平成 27 年 5 月 15 日から 6 月 1 日に串本町津荷で採取し，試験に用いた。母藻は，海水で洗浄後 500 g を 30 リットルパンライト水槽へ収容し，止水，エアーストーンで通気した。試験は，5 月 15 日から 5 月 27 日，5 月 22 日から 5 月 27 日及び 6 月 1 日から 6 月 5 日の 3 回行い，4～12 日間の採卵量を調べた。このうち 2 回は屋内及び屋外の両方で，1 回は屋外でのみ実施した（図 1）。



図 1 母藻を収容した 30 リットル  
パンライト水槽（屋内）

2)生育試験

生育試験の水槽は，0.8 トン FRP 水槽 2 基（以下，「水槽①」及び「水槽③」という。）（図 2），1.25 トン FRP 水槽 1 基（以下，「水槽②」という。）及び 0.1 トンポリプロピレン水槽 1 基（以下，「水槽④」という。）を用いた。付着基質には，塩ビパイプ枠にエステルテープ（ポリエステル製，35×300mm×9 本）を固定したもの（以下，「エステル基質」という。），45×45mm のタイル（以下，「小タイル基質」という。），100×100mm のタイル（以下，「大タイル基質」という。）及び長さ 1.5m，直径 10mm のポリエチレンロープを円盤状に巻いたもの（以下，「PE 基質」という。）を用いた。水槽②では，5 月 18 日に串本町津荷で採取した母藻 15kg を海水で洗浄後収容し，翌日に付着基質を設置し，受精卵の大量放出が確認された 5 月 22 日に母藻を回収した。水槽①，③及び④では，付着基質の設置後に受精卵を散布したが，水槽①及び④へは採卵試験で得られた受精卵を用い，水槽③へは，5 月 18 日に串本町津荷で採取した母藻 15kg を海水で洗浄後，水槽②とは別の 1.25 トン FRP 水槽へ収容し，5 月 22 日に回収した受精卵 2,030 千粒のうちの 500 千粒を用いた。各水槽への受精卵の収容状況及び用いた付着基質は表 1 のとおりである。生育試験開始後，約 1 ヶ月を経過してから付着基質上に珪藻が繁茂し始めたため，適宜海水をかけ流して洗浄した。8 月下旬には，水槽①及び③で生育中のエステル基質 2 枠ずつを海面小割生け簀へ沖出し，水槽①及び③の残りの基質をまとめて別の水槽へ収容した。平成 28 年 2 月 1～2 日に水槽及び海面小割生け簀で生育中の種苗を取り上げ，個体数を計数するとともに全長を測定した。



図 2 付着基質を設置した 0.8  
トン FRP 水槽

表 1 受精卵収容状況及び用いた付着基質

| 水槽             | 卵収容日       | 収容卵数<br>(千粒) | 付着基質                             |
|----------------|------------|--------------|----------------------------------|
| ① 0.8トンFRP     | 5/21       | 444          | エステル基質8枠<br>大タイル基質14枚            |
| ② 1.25トンFRP    | (5/22母藻回収) | —※           | エステル基質10枠<br>大タイル基質20枚、小タイル基質20枚 |
| ③ 0.8トンFRP     | 5/22       | 500          | エステル基質6枠<br>大タイル基質14枚、小タイル基質40枚  |
| ④ 0.1トンポリプロピレン | 5/27       | 184          | 大タイル基質9枚、小タイル基質11枚<br>PE基質6個     |

※付着基質を事前設置したため、収容卵数は不明

3)現場展開試験

(1)養殖試験

養殖試験では，種苗が付着している PE 基質を伸ばしたもの（以下，「PE 基質ロープ」という。）及び基質か

ら剥離した種苗を10cm間隔で長さ1.5mのポリエチレンロープに挟み込んだもの(以下、「挟み込みロープ」という。)を用いた(図3)。平成28年2月17日に、串本町古座の動鳴気漁港内へ、PE基質ロープ2本(以下、「古座PE基質ロープ」という。)、当場の試験筏へPE基質ロープ2本(以下、「水試筏PE基質ロープ」)及び挟み込みロープ1本(以下、「水試筏挟み込みロープ」という。)を海面へ設置し、その後の生長を調べた。

### (2) 移植試験

移植試験では、種苗が付着している小タイル基質(以下、「小タイル基質プレート」という。)、大タイル基質(以下、「大タイル基質プレート」という。)、PE基質(以下、「PE基質プレート」という。)及び種苗を挟み込んだクレモナロープを小タイルに固定したもの(以下、「クレモナプレート」という。)を用いた(図4)。平成28年2月25日に、那智勝浦町湯川の磯へ、小タイル基質プレート1枚及びクレモナプレート1枚、平成28年3月



図3 養殖試験に用いたPE基質ロープ(左)及び挟み込みロープ(右)



図4 移植試験に用いたクレモナプレート

15日に、串本町尾ノ浦の消波ブロックへ、小タイル基質プレート2枚、大タイル基質プレート2枚、PE基質プレート1枚及びクレモナプレート1枚を、水中ボンド(コニシ株式会社製 E380)を用いて固定し、その後の生長を調べた。

## 3 結果及び考察

### 1) 採卵試験

採卵試験結果を表2に示す。総採卵数は、1回目は、屋外は693千粒と屋内の135千粒の5倍以上の量となったが、2回目は屋内と屋外の差は小さく、屋内と屋外でどちらが採卵に適しているかは明らかにできなかった。また、母藻500gから最大で693千粒を採卵できた。

表2 採卵試験結果

|     | 母藻収容日 | 卵回収日    | 総採卵数(千粒) |     |
|-----|-------|---------|----------|-----|
|     |       |         | 屋内区      | 屋外区 |
| 1回目 | 5/15  | 5/18~27 | 135      | 693 |
| 2回目 | 5/22  | 5/23~27 | 253      | 231 |
| 3回目 | 6/1   | 6/3~5   | —        | 195 |

### 2) 生育試験

生育試験結果を表3に示す。平均全長は、沖出ししたエステル基質が22mmと最も大きかった。沖出ししなかったエステル基質(水槽①+③)の4.7mmを大きく上回っており、沖出しすることで生長が促進されることが示唆された。タイル基質に比べてPE基質(水槽④)は、平均全長で約1.5倍、個

表3 生育試験結果

|       | 基質種類        | 個体数 | 個体密度<br>(個体/100cm <sup>2</sup> ) | 平均全長<br>(mm) |
|-------|-------------|-----|----------------------------------|--------------|
| 水槽①+③ | エステル基質      | 56  | 0.6                              | 4.7          |
|       | 大タイル+小タイル基質 | 13  | 0.4                              | 5.8          |
| 水槽④   | 大タイル+小タイル基質 | 75  | 6.5                              | 5.0          |
|       | PE基質        | 184 | 20.4                             | 7.6          |
| 沖出し   | エステル基質      | 89  | 2.4                              | 22.0         |
| 計     |             | 417 |                                  |              |

体密度で約3倍となり、PE基質の方が優れていた。エステル基質とタイル基質の比較(水槽①+③)では、個体密度、平均全長ともに大きな差はなかった。

なお、水槽②は、7月中旬頃から基質上に甲殻類が発生し、この影響と考えられる種苗の激減により8月12日に試験を終了した。これは、直接母藻から基質へ受精卵を採苗したことから、母藻由来の甲殻類が生育試験開始時より侵入していた可能性が考えられるため、この方法で採苗を行う場合は、母藻の洗浄を十分行う必要があると考えられた。また、水槽①、③及び④についても、試験中に種苗が確認できなくなった基質は撤去した。

### 3) 現場展開試験

#### (1) 養殖試験

古座PE基質ロープの種苗は、試験開始時には97個体、平均全長8mmであったが、平成28年3月29日には14個体、平均全長13mmであった。水試筏挟み込みロープの種苗は、試験開始時には11個体、平均全長60mmであったが、平成28年3月29日には11個体、平均全長97mm、水試筏PE基質ロープは、試験開始時には平均全長13mm（個体数は不明）であったが、平成28年3月29日には67個体、平均全長25mmであった。

## (2) 移植試験

那智勝浦町湯川では、小タイル基質プレートの種苗は、試験開始時には3個体、平均全長9mmであったが、平成28年3月25日には1個体、12mmであった。クレモナプレートの種苗は、試験開始時には9個体、全長7～26mmであったが、平成28年3月25日には、最長の個体で全長56mmに生長した。また、串本町尾ノ浦では、小タイル基質プレート、大タイル基質プレート及びPE基質プレートは、試験開始時にはそれぞれ、3個体で全長6～11mm、4個体で全長7～13mm、11個体で全長4～32mmであったが、平成28年3月29日にはそれぞれ、2個体で全長7～8mm、2個体で全長9～11mm、11個体で全長6～32mmと、生長はほとんど見られなかったが、クレモナプレートでは試験開始時に9個体、全長11～44mmであったものが、平成28年3月29日には最長の個体で全長79mmに生長した。

養殖試験、移植試験ともに、試験開始時に小さい種苗はその後の生長が悪い傾向が見られ、現場展開には不適であると考えられたが、ヒジキは4月以降も生長するため、継続調査が必要である。

# 漁場効果調査

小川満也（企画情報部）

## 1 目的

水産基盤整備事業に係る事業評価および今後の事業推進に資するため、人工魚礁漁場における漁獲量等の漁場効果を明らかにする。

## 2 方法

### 1) 浮魚礁（白浜町～太地町沖合）

調査対象魚礁は、熊野灘地区中層型浮魚礁の I 礁（白浜町市江崎沖）、SU 礁（すさみ町江須崎沖）、S 礁（串本町潮岬沖）、KU 礁（串本町檜野崎沖）、K 礁（太地町梶取崎沖）の合計 5 か所で（図 1）、和歌山南漁協（田辺本所・すさみ支所）、和歌山東漁協（串本支所・古座支所・浦神支所）と宇久井漁協に所属する曳

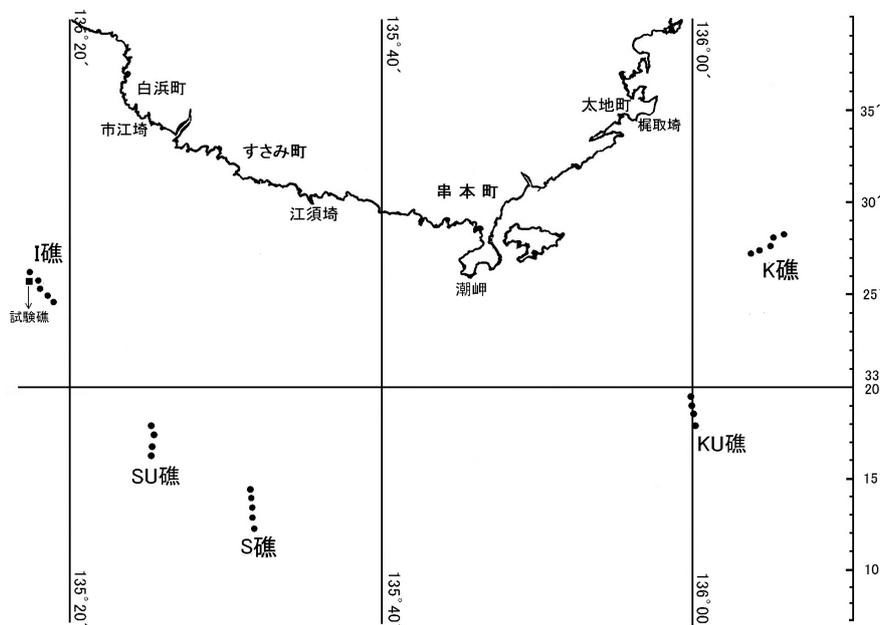


図 1 中層型浮魚礁の設置位置

縄釣漁船 12 隻により標本船調査を実施した。調査期間は、曳縄釣漁業が盛期となる 3～5 月の春漁を主体とした。なお、調査は 4～5 月および翌年 3 月に実施しているが、結果については暦年で取りまとめた。

### 2) 日置地区大型魚礁（白浜町日置沖合）

白浜町日置沖合へ平成 20 年度に設置された大型魚礁については、和歌山南漁協日置支所の職員が、市場に水揚げした漁業者から操業場所を聞き取り、大型魚礁を利用した漁業者の水揚げデータを収集した。調査は 4～3 月に実施し、結果については年度で取りまとめた。

### 3) 日高北部地区地域水産物供給基盤整備事業（由良町、日高町地先）

日高北部地区地域水産物供給基盤整備事業では、小引、方杭、阿尾の 3 工区にそれぞれヒラメ稚魚育成を目的とした増殖礁とヒラメ成魚、カワハギ、カサゴおよびメバル等の漁獲を目的とした魚礁漁場を造成している。今年度は、平成 21 年度に設置された方杭工区（日高町地先）の増殖礁について、比井崎漁協の刺網漁船を用船し、平成 27 年 5 月 30 日、8 月 11 日及び平成 28 年 3 月 9 日に刺網を用いた試験操業を 3 回実施した。5 月と 8 月はヒラメの当歳魚（稚魚）を漁獲するため、ヒラメ網より目合いが小さいキス網を使用（テグス網地一枚網）し、3 月はヒラメ成魚を漁獲するため刺網漁船が普段の漁で使っているヒラメ網（三枚網）を用いた。

## 3 結果及び考察

### 1) 浮魚礁（白浜町～太地町沖合）

標本船調査によると、標本船は、延べ 297 日操業し、カツオ 10,577kg（前年度の 229%，以下カッコ内%は対前年度比）とその他（ビンナガやキハダ他）2,560kg（240%）を漁獲した（表 1）。I 礁から K 礁までの各中層型浮魚礁別にみると、I 礁域では延べ 4 隻操業しカツオが 77 kg，その他が 57 kg，SU 礁域では延べ 1 隻操業しカツオが 22 kg，その他が 0 kg，S 礁域では延べ 6 隻操業しカツオが 215 kg，その他が 67 kg，KU 礁域では延べ 11 隻操業しカツオが 395 kg，その他が 123 kg，K 礁域では延べ 1 隻操業しカツオが 0 kg，その他が 50 kg 漁獲された。

表1 標本船調査による中層型浮魚礁の利用および漁獲状況

| 漁協          | 標本船合計      |        |       | I礁  |     |     | SU礁 |     |     | S礁 |     |     | KU礁 |     |     | K礁 |     |     | 中層型浮魚礁合計 |     |     |    |
|-------------|------------|--------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----------|-----|-----|----|
|             | 日数         | カツオ    | その他   | 隻数  | カツオ | その他 | 隻数  | カツオ | その他 | 隻数 | カツオ | その他 | 隻数  | カツオ | その他 | 隻数 | カツオ | その他 | 隻数       | カツオ | その他 |    |
|             | 和歌山南(田辺本所) | 31     | 2,669 | 212 | 2   | 62  | 28  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0        | 0   | 2   | 62 |
| 和歌山南(すさみ支所) | 95         | 4,633  | 1,180 | 2   | 14  | 29  | 1   | 22  | 0   | 6  | 215 | 67  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0        | 8   | 251 | 96 |
| 和歌山東(串本支所)  | 61         | 909    | 127   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0        | 0   | 0   | 0  |
| 和歌山東(古座支所)  | 79         | 1,450  | 919   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 3   | 124 | 108 | 1  | 0   | 50  | 4        | 124 | 158 |    |
| 和歌山東(浦神支所)  | 15         | 342    | 18    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 4   | 171 | 0   | 0  | 0   | 0   | 4        | 171 | 0   |    |
| 宇久井         | 16         | 574    | 104   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 4   | 101 | 15  | 0  | 0   | 0   | 4        | 101 | 15  |    |
| 合計          | 297        | 10,577 | 2,560 | 4   | 76  | 57  | 1   | 22  | 0   | 6  | 215 | 67  | 11  | 396 | 123 | 1  | 0   | 50  | 23       | 709 | 297 |    |

この調査結果を基に、標本船が所属する漁協別の中層型浮魚礁での漁獲量 (y) を以下の式により推定し、その結果を表2に示す。

$$y = qx$$

y : 標本船所属漁協における中層型浮魚礁の推定漁獲量

q : 漁協別標本船での漁獲率(中層型浮魚礁での漁獲量/全漁獲量)

x : 標本船所属漁協での漁獲量(調査期間)

ただし、前年度まで和歌山東漁協の串本、古座及び浦神各支所別に中層型浮魚礁での漁獲量を推定していたが、各支所所属の多くの漁業者は串本支所の市場に水揚げしていること、また、操業している漁場も同様な海域であることから、本年度は和歌山東漁協として中層型浮魚礁での漁獲量を推定した。

曳縄釣による調査期間中の3漁協全体の水揚量は、カツオが185.1トン(194%)、その他が22.0トン(119%)で合計207.1トン(182%)と前年度より多かった。

その内訳は、I礁域では和歌山南漁協の本所とすさみ支所で、カツオが428kg(1,945%)、その他が251kg(230%)、SU礁域では和歌山南漁協すさみ支所で、カツオが274kg(238%)、S礁域では和歌山南漁協すさみ支所で、カツオが2,680kg(231%)、その他が340kg(124%)、KU礁域では和歌山東漁協と宇久井漁協で、カツオが13,163kg(1,089%)、その他が1,583kg(前年度漁獲なし)、K礁域では和歌山東漁協で、その他が668kg(1,713%)漁獲されたと推定された。

表2 標本船が所属する漁協別の中層型浮魚礁での推定漁獲量

| 漁協          | 調査期間 | 漁協での水揚量    |        | I礁     |     | SU礁 |     | S礁    |     | KU礁    |       | K礁  |     | 中層型浮魚礁計 |       |
|-------------|------|------------|--------|--------|-----|-----|-----|-------|-----|--------|-------|-----|-----|---------|-------|
|             |      | カツオ        | その他    | カツオ    | その他 | カツオ | その他 | カツオ   | その他 | カツオ    | その他   | カツオ | その他 | カツオ     | その他   |
|             |      | 和歌山南(田辺本所) | 3~5月   | 10,898 | 785 | 253 | 104 | 0     | 0   | 0      | 0     | 0   | 0   | 0       | 0     |
| 和歌山南(すさみ支所) | 3~5月 | 57,757     | 5,987  | 175    | 147 | 274 | 0   | 2,680 | 340 | 0      | 0     | 0   | 0   | 3,129   | 487   |
| 和歌山東        | 3~5月 | 109,742    | 14,208 | 0      | 0   | 0   | 0   | 0     | 0   | 11,986 | 1,442 | 0   | 668 | 11,986  | 2,110 |
| 宇久井         | 3~5月 | 6,691      | 979    | 0      | 0   | 0   | 0   | 0     | 0   | 1,177  | 141   | 0   | 0   | 1,177   | 141   |
| 合計          |      | 185,088    | 21,959 | 428    | 251 | 274 | 0   | 2,680 | 340 | 13,163 | 1,583 | 0   | 668 | 16,545  | 2,842 |

この結果から中層型浮魚礁域全体では、3~5月、標本船所属漁協(3漁協)に所属する曳縄釣漁業者によりカツオが16,545kg漁獲されたと推定されることから、中層型浮魚礁域でのカツオの漁獲率は8.9%(16,545/185,088kg)で前年度2.7%、前々年度の5.2%に比べ大きく増えた。

本県沖のカツオ曳縄釣漁場は、主に黒潮の南北縁域と紀伊半島のごく沿岸域に形成される。前年度及び本年度のカツオ漁獲量(串本・すさみ・田辺の主要3港、3~5月)は、過去36年間で最低及びそれに次ぐ漁獲量で、2年連続の大不漁であった。前年度の漁期が4月下旬から5月上旬と例年より短く、この期間、中層型浮魚礁域が黒潮の流域内に位置していたことから、前年度の漁獲量は低くなったと推測される(漁場が距岸3~10マイル)。一方、本年度の漁獲率は、漁期が例年通り3月中旬から5月上旬で、この期間内に中層型浮魚礁域が黒潮の北縁域と重なる期間がみられた(漁場が距岸3~20マイル)ことから前年度より高くなったと推測される。中層型浮魚礁の中でも、KU礁域での漁獲量が多かったことが、さらに漁獲率を上げたと推測される。

また、その他の魚種が2,842kg漁獲されたと推定されることから、中層型浮魚礁域での漁獲率は12.9%(2,842/21,959kg)で前年度4.3%、前々年度の3.2%に比べ大きく増えた。

一方、漁獲金額をみると、和歌山東漁協串本市場での3~5月の平均単価は、カツオ1,099円/kg、その他の魚類701円/kgであったので、中層型浮魚礁での推定漁獲量にこの単価を乗じるとカツオ1,818万円、その他の魚類199万円となった。

## 2) 日置地区大型魚礁（白浜町日置沖合）

和歌山南漁協日置支所における一本釣漁業の年間出漁漁船は延べ1,131隻で、このうち延べ408隻（36%）が大型魚礁を利用した。大型魚礁での推定漁獲量は2,727kgで、前年度の2,077kg、前々年度の533kgに比べ増加した。魚種別ではマダイが1,783kgと多く、次にイサキが713kgと多かった。また、大型魚礁での漁獲金額は248万円で前年度より43万円多かった。大型魚礁での一本釣漁業（マダイ漁）は、例年2月から始まり4、5月に最盛期を迎えているが、平成28年2月の出漁は無く、3月の漁獲量は前年度の18%と低調であった。これは漁業者の多くが前年秋から始まったサンゴ漁に出漁しているためである。

また、遊漁乗合船の利用は、9月からの利用で延べ49隻であった。遊漁乗合船は、1隻につき遊漁者は4人までと、日置支所内での申し合わせがあることから、遊漁者の延べ利用人数は49～196人と推定される。仮に、遊漁者1人あたりの釣獲量を、利用船1隻（利用船は1人乗り）と同じとすると、遊漁者による釣獲量は利用人数と利用船1隻当たりの漁獲量6.7kg（2,727kg/408隻）から328～1,313kgと推測される。この中間値を遊漁者による魚礁利用の効果とした場合、821kg及び利用船の平均単価909円/kg（248万円/2,727kg）から75万円が付加される

## 3) 日高北部地区地域水産物供給基盤整備事業（由良町、日高町地先）

平成27年5月30日はメゴチやトカゲエソなど、平成27年8月11日はチダイ、マアジ、カワハギ、メゴチなど、平成28年3月9日はヒラメ2尾、カサゴなどを漁獲した。漁獲したヒラメの大きさは、全長48cm（1,194g）と43cm（812g）であった。伊豆半島から紀伊半島にかけて、ヒラメの産卵期は3～4月<sup>1)</sup>で、日本沿岸各地の最小成熟サイズは、北川ら<sup>2)</sup>によると2歳あるいは3歳であり、雌で440～460mm、雄で350～374mmであることから、今回、漁獲したヒラメは成熟年齢に達していると推測される。

## 4 文 献

- 1) 南卓志・田中克編（1997）：資源生態．ヒラメの生物学と資源培養，水産学シリーズ（112），恒星社厚生閣，9-24.
- 2) 北川大二・石戸芳男・桜井泰憲・福永辰広（1994）：三陸北部沿岸におけるヒラメの年齢，成長，成熟．東北水研，56，69-76.

# 漁場環境調査

木下浩樹・小川満也（企画情報部）

## 1 目的

近年、和歌山県串本町ではクロマグロの養殖漁場が拡大し、漁場環境への負荷の増大が懸念されている。そこで、長期的に漁場環境をモニタリングするため、クロマグロ養殖が行われている、うらみ漁場および串本浅海漁場において、水質、底質及びベントス現存量調査を実施する。

## 2 方法

2015年5月25日と10月1日に、図1に示す、うらみ漁場4定点および串本浅海漁場3定点において水質・底質調査を実施した。

### 1) 水質調査

透明度は、セッキー板を用いて測定した。また、0m, 5m, 10m, B-1m（海底直上1m）層における水温・塩分・溶存酸素濃度（DO）を測定した。水温及び塩分は、水中投入式クロロフィル測定装置（クロロテック

ACL-220-PDK

：アレックス電子株式会社）を用いて測定した。DOは、北原式採水器を用いて採水した海水を、現場で固定した後実験室に持ち帰り、ウィンクラー法により分析した（10月は欠測）。

### 2) 底質調査

採泥は、各定点でエクマンバージ採泥器（採泥面積0.0225m<sup>2</sup>）を用いて3回行い、1回の検体を用いて底泥の温度・色・臭い・全硫化物量（AVS）を調べた。AVSは、底泥の表層部分を実験室に持ち帰り、硫化物検知管（ヘドロテック-S：株式会社ガステック）を用いて分析した。マクロベントスは、2回の検体を目合い1mmのふるいを用いて選別し、ふるい上に残った動物を分類（多毛類・甲殻類・棘皮類・軟体類・その他）し、分類群毎に個体数の計数、湿重量の測定を行った。

## 3 結果及び考察

調査結果を表1～4に示す。

### 1) 水質調査

#### (1) 水温

5月は、うらみ漁場で15.37-20.52℃、串本浅海漁場で18.68-19.55℃の範囲にあり、うらみ漁場の各定点では0～10mに比べてB-1mで3℃以上低かったが、串本浅海漁場の各定点では水深間の差は小さかった。10月は、うらみ漁場で23.00-24.84℃、串本浅海漁場で24.29-24.66℃の範囲にあり、うらみ漁場のU-3及びU-4並びに串本浅海漁場の各定点では水深間の差は小さかった。

#### (2) 塩分

5月は、うらみ漁場で34.25-34.56、串本浅海漁場で33.10-34.24の範囲にあった。10月は、うらみ漁場で33.36-34.09、串本浅海漁場で32.45-33.46の範囲にあった。串本浅海漁場の5月のS-1を除く両月、両漁場の定点で、B-1m層が最も高い値を示した。

#### (3) DO

5月は、うらみ漁場で6.29-7.48 mg/l、串本浅海漁場で7.35-8.33 mg/lの範囲にあり、全ての定点で、B-1m層が最も低い値を示した。

### 2) 底質調査

#### (1) AVS



図1 調査定点

5月は、うらみ漁場で0.09 mg/g 乾泥以下、串本浅海漁場で0.04 mg/g 乾泥以下であった。10月は、うらみ漁場で0.01-0.04 mg/g 乾泥、串本浅海漁場で0.01-0.09 mg/g 乾泥の範囲にあった。全ての定点において水産用水基準値である0.2 mg/g 乾泥を下回る値を示したことから、両漁場の底質は嫌気的環境ではないと考えられる。

(2) ベントス

個体数は、全ての定点で多毛類が優占した。また、シズクガイなどの汚染指標種は全定点で出現しなかった。

3) 漁場の評価

今回の調査結果から、両場の水質及び底質は良好に保たれていると考えられる。

表1 調査結果（うらみ漁場・5月）

| 調査年月日/時間       |             | 2015.05.25/09:30~11:55 |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|----------------|-------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| 調査地点名          |             | U-1                    |         | U-2     |         | U-3     |         | U-4     |         |         |  |
| 水深 (m)         |             | 48.9                   |         | 50.0    |         | 40.0    |         | 48.2    |         |         |  |
| 透明度 (m)        |             | 13.0                   |         | 9.0     |         | 11.0    |         | 11.0    |         |         |  |
| 水質             | 水温 (°C)     | 0 m                    |         | 20.52   |         | 20.37   |         | 20.22   |         | 20.01   |  |
|                |             | 5 m                    |         | 20.18   |         | 20.39   |         | 19.65   |         | 20.06   |  |
|                |             | 10 m                   |         | 19.70   |         | 19.96   |         | 19.62   |         | 19.45   |  |
|                |             | B-1 m                  |         | 15.49   |         | 15.37   |         | 16.07   |         | 15.42   |  |
|                | 塩分          | 0 m                    |         | 34.48   |         | 34.44   |         | 34.40   |         | 34.33   |  |
|                |             | 5 m                    |         | 34.42   |         | 34.44   |         | 34.28   |         | 34.36   |  |
|                |             | 10 m                   |         | 34.31   |         | 34.37   |         | 34.30   |         | 34.25   |  |
|                |             | B-1 m                  |         | 34.55   |         | 34.56   |         | 34.54   |         | 34.55   |  |
|                | 溶在酸素 (mg/l) | 0 m                    |         | 7.33    |         | 7.31    |         | 7.23    |         | 7.18    |  |
|                |             | 5 m                    |         | 7.45    |         | 7.21    |         | 7.32    |         | 7.48    |  |
|                |             | 10 m                   |         | 7.42    |         | 7.25    |         | 7.23    |         | 6.93    |  |
|                |             | B-1 m                  |         | 6.36    |         | 6.29    |         | 6.58    |         | 6.36    |  |
| 泥温 (°C)        |             | 16.7                   |         | 17.2    |         | 17.9    |         | 17.4    |         |         |  |
| 色              |             | 灰色                     |         | 灰色      |         | 灰色      |         | 灰色      |         |         |  |
| 臭い             |             | 無し                     |         | 無し      |         | 無し      |         | 無し      |         |         |  |
| AVS (mg/g乾泥) * |             | +                      |         | 0.04    |         | 0.09    |         | 0.06    |         |         |  |
| 底質             | マクロベントス**   |                        | 個体数 (尾) | 湿重量 (g) |  |
|                | 多毛類         | 1g以上                   | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    |  |
|                |             | 1g未満                   | 378     | 2.04    | 778     | 10.67   | 911     | 9.67    | 378     | 3.29    |  |
|                | 甲殻類         | 1g以上                   | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    |  |
|                |             | 1g未満                   | 111     | 0.98    | 89      | 12.02   | 44      | 0.56    | 0       | 0.00    |  |
|                | 棘皮類         | 1g以上                   | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    |  |
|                |             | 1g未満                   | 0       | 0.00    | 22      | 0.53    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    |  |
|                | 軟体類         | 1g以上                   | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    |  |
|                |             | 1g未満                   | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 89      | 0.64    | 0       | 0.00    |  |
|                | その他         | 1g以上                   | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    |  |
|                |             | 1g未満                   | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    |  |

\* 0.005未満は「+」と表記

\*\* マクロベントスの個体数と質量は1m<sup>2</sup>当たりの換算値

表2 調査結果（串本浅海漁場・5月）

| 調査年月日/時間 |             | 2015.05.25/09:30~11:55 |       |                 |       |                 |       |      |
|----------|-------------|------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------|
| 調査地点名    |             | S-1                    |       | S-2             |       | S-3             |       |      |
| 水深 (m)   |             | 15.6                   |       | 19.2            |       | 26.7            |       |      |
| 透明度 (m)  |             | 9.0                    |       | 9.0             |       | 8.0             |       |      |
| 水質       | 水温 (°C)     | 0 m                    | 19.46 | 19.55           | 19.18 |                 |       |      |
|          |             | 5 m                    | 19.16 | 19.07           | 18.88 |                 |       |      |
|          |             | 10 m                   | 19.11 | 18.95           | 18.95 |                 |       |      |
|          |             | B-1 m                  | 18.68 | 19.01           | 18.99 |                 |       |      |
|          | 塩分          | 0 m                    | 33.32 | 33.10           | 33.69 |                 |       |      |
|          |             | 5 m                    | 33.83 | 33.89           | 34.03 |                 |       |      |
|          |             | 10 m                   | 34.20 | 34.09           | 34.10 |                 |       |      |
|          |             | B-1 m                  | 34.14 | 34.22           | 34.24 |                 |       |      |
|          | 溶在酸素 (mg/l) | 0 m                    | 7.94  | 7.85            | 8.33  |                 |       |      |
|          |             | 5 m                    | 7.77  | 7.61            | 7.81  |                 |       |      |
|          |             | 10 m                   | 7.99  | 7.59            | 7.84  |                 |       |      |
|          |             | B-1 m                  | 7.35  | 7.43            | 7.47  |                 |       |      |
| 底質       |             | 泥温 (°C)                |       | 19.0            |       | 19.7            |       |      |
|          |             | 色                      |       | 灰               |       | 灰               |       |      |
|          |             | 臭い                     |       | 無し              |       | 無し              |       |      |
|          |             | AVS (mg/g乾泥) *         |       | 0.02            |       | 0.04            |       |      |
|          |             | マクロベントス**              |       | 個体数 (尾) 湿重量 (g) |       | 個体数 (尾) 湿重量 (g) |       |      |
| 底質       | 多毛類         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00 |
|          |             | 1g未満                   | 1,844 | 27.73           | 978   | 14.20           | 1,200 | 9.73 |
|          | 甲殻類         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00 |
|          |             | 1g未満                   | 178   | 0.31            | 444   | 0.89            | 44    | 0.04 |
|          | 棘皮類         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00 |
|          |             | 1g未満                   | 0     | 0.00            | 67    | 2.71            | 0     | 0.00 |
|          | 軟体類         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00 |
|          |             | 1g未満                   | 67    | 0.29            | 89    | 0.36            | 0     | 0.00 |
|          | その他         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00 |
|          |             | 1g未満                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00 |

\* 0.005未満は「+」と表記

\*\* マクロベントスの個体数と質量は1m<sup>2</sup>当たりの換算値

表3 調査結果（うらみ漁場・10月）

| 調査年月日/時間 |             | 2015.10.01/09:30~11:45 |       |                 |       |                 |       |                 |       |       |
|----------|-------------|------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-------|
| 調査地点名    |             | U-1                    |       | U-2             |       | U-3             |       | U-4             |       |       |
| 水深 (m)   |             | 48.8                   |       | 50.0            |       | 38.9            |       | 45.0            |       |       |
| 透明度 (m)  |             | 8.5                    |       | 9.5             |       | 9.0             |       | 10.0            |       |       |
| 水質       | 水温 (°C)     | 0 m                    | 24.59 | 24.62           | 24.80 | 24.63           |       |                 |       |       |
|          |             | 5 m                    | 24.60 | 24.62           | 24.84 | 24.64           |       |                 |       |       |
|          |             | 10 m                   | 24.60 | 24.66           | 24.82 | 24.67           |       |                 |       |       |
|          |             | B-1 m                  | 23.00 | 23.60           | 24.37 | 24.43           |       |                 |       |       |
|          | 塩分          | 0 m                    | 33.36 | 33.42           | 33.52 | 33.44           |       |                 |       |       |
|          |             | 5 m                    | 33.37 | 33.43           | 33.50 | 33.45           |       |                 |       |       |
|          |             | 10 m                   | 33.37 | 33.41           | 33.52 | 33.49           |       |                 |       |       |
|          |             | B-1 m                  | 34.09 | 33.92           | 33.67 | 33.72           |       |                 |       |       |
|          | 溶在酸素 (mg/l) | 0 m                    | —     | —               | —     | —               |       |                 |       |       |
|          |             | 5 m                    | —     | —               | —     | —               |       |                 |       |       |
|          |             | 10 m                   | —     | —               | —     | —               |       |                 |       |       |
|          |             | B-1 m                  | —     | —               | —     | —               |       |                 |       |       |
| 底質       |             | 泥温 (°C)                |       | 22.8            |       | 22.7            |       | 23.8            |       |       |
|          |             | 色                      |       | 薄い灰             |       | 灰               |       | 薄い灰             |       |       |
|          |             | 臭い                     |       | 無し              |       | 無し              |       | 無し              |       |       |
|          |             | AVS (mg/g乾泥)           |       | 0.01            |       | 0.02            |       | 0.02            |       |       |
|          |             | マクロベントス*               |       | 個体数 (尾) 湿重量 (g) |       | 個体数 (尾) 湿重量 (g) |       | 個体数 (尾) 湿重量 (g) |       |       |
| 底質       | 多毛類         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00  |
|          |             | 1g未満                   | 556   | 3.09            | 889   | 14.11           | 1,556 | 12.02           | 1,489 | 17.31 |
|          | 甲殻類         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00  |
|          |             | 1g未満                   | 156   | 0.51            | 111   | 0.44            | 156   | 4.76            | 133   | 0.22  |
|          | 棘皮類         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00  |
|          |             | 1g未満                   | 44    | 0.67            | 89    | 1.33            | 22    | 3.51            | 67    | 4.58  |
|          | 軟体類         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00  |
|          |             | 1g未満                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 133   | 0.36  |
|          | その他         | 1g以上                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00  |
|          |             | 1g未満                   | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00            | 0     | 0.00  |

\*マクロベントスの個体数と質量は1m<sup>2</sup>当たりの換算値

表4 調査結果（串本浅海漁場・10月）

| 調査年月日/時間     |             | 2015.10.01/9:30~11:45 |         |         |         |         |         |      |
|--------------|-------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| 調査地点名        |             | S-1                   |         | S-2     |         | S-3     |         |      |
| 水深 (m)       |             | 15.4                  |         | 19.7    |         | 29.8    |         |      |
| 透明度 (m)      |             | 5.5                   |         | 8.5     |         | 8.0     |         |      |
| 水質           | 水温 (°C)     | 0 m                   | 24.29   | 24.42   | 24.60   |         |         |      |
|              |             | 5 m                   | 24.38   | 24.49   | 24.62   |         |         |      |
|              |             | 10 m                  | 24.56   | 24.56   | 24.63   |         |         |      |
|              |             | B-1 m                 | 24.56   | 24.59   | 24.66   |         |         |      |
|              | 塩分          | 0 m                   | 32.45   | 32.65   | 33.31   |         |         |      |
|              |             | 5 m                   | 32.73   | 33.03   | 33.29   |         |         |      |
|              |             | 10 m                  | 33.16   | 33.20   | 33.33   |         |         |      |
|              |             | B-1 m                 | 33.33   | 33.30   | 33.46   |         |         |      |
|              | 溶存酸素 (mg/l) | 0 m                   | —       | —       | —       |         |         |      |
|              |             | 5 m                   | —       | —       | —       |         |         |      |
|              |             | 10 m                  | —       | —       | —       |         |         |      |
|              |             | B-1 m                 | —       | —       | —       |         |         |      |
| 泥温 (°C)      |             | 24.3                  |         | 24.1    |         | 24.0    |         |      |
| 色            |             | 灰                     |         | 灰       |         | 薄い灰     |         |      |
| 臭い           |             | 無し                    |         | 無し      |         | 無し      |         |      |
| AVS (mg/g乾泥) |             | 0.03                  |         | 0.09    |         | 0.01    |         |      |
| マクロベントス*     |             | 個体数 (尾)               | 湿重量 (g) | 個体数 (尾) | 湿重量 (g) | 個体数 (尾) | 湿重量 (g) |      |
| 底質           | 多毛類         | 1g以上                  | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00 |
|              |             | 1g未満                  | 1,711   | 9.02    | 822     | 7.07    | 200     | 1.93 |
|              | 甲殻類         | 1g以上                  | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00 |
|              |             | 1g未満                  | 67      | 0.04    | 556     | 0.82    | 22      | 0.02 |
|              | 棘皮類         | 1g以上                  | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00 |
|              |             | 1g未満                  | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00 |
|              | 軟体類         | 1g以上                  | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00 |
|              |             | 1g未満                  | 89      | 1.31    | 22      | 0.51    | 22      | 7.11 |
|              | その他         | 1g以上                  | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00 |
|              |             | 1g未満                  | 0       | 0.00    | 0       | 0.00    | 0       | 0.00 |

\* マクロベントスの個体数と質重量は1m<sup>2</sup>当たりの換算値

## 漁業資源・漁場調査と情報提供事業

原田慈雄・中地良樹・御所豊穂・小林慧一・武田保幸（資源海洋部）

### 1 目的

和歌山県周辺海域における漁場環境のモニタリングを行うとともに、漁業資源の適切な保存および合理的・持続的な利用を図るための資源診断・動向予測・最適管理手法の検討に必要な基礎資料を整備する。また、調査結果をもとに、関係漁業者・団体に情報提供を行う。

### 2 方法

主な調査市場（図1）において、生物情報収集調査（マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ、マサバ、ゴマサバ、マアジ、マダイ、ヒラメ、トラフグ、サワラ、スルメイカ、サンマ）および資源動向調査（ムロアジ類、タチウオ、イサキ、ハモ）を行うとともに、漁業調査船「きのくに」の運航により、海洋観測調査（卵稚仔調査を含む）を月1回、沿岸定線24定点と浅海定線21定点において実施した（図1）。なお、4、5月には、「きのくに」により定線観測と同時にモジャコ調査を実施した。

### 3 結果及び考察

生物情報収集調査および資源動向調査の一部である主要魚種の月別漁獲量を図2に示す。紀伊水道内標本2市場の船びき網漁業によるシラス漁獲量は、ピークの春季を中心に平年を下回った。紀伊水道内および紀伊水道外域標本3市場の2そうまき網によるサバ類漁獲量は、1-8月は平年を下回り、9月は平年並み、10-12月は平年を上回った。2そうまき網によるマアジ漁獲量は、例年比較的多い3月にはほとんどなく、11月に突出して多かった。2そうまき網によるマルアジ漁獲量は、例年ピークとなる産卵期の5、6月には平年を下回り、大きなピークにはならなかったが、10月以降は比較的多く、12月は平年を大きく上回った。紀伊水道内標本1市場の一本釣りによるマダイの漁獲量は、2月、5月、10月、11月を除いて平年を下回った。紀伊水道外域標本1市場の棒受網によるウルメイワシ漁獲量は、平年よりもかなり少なく、ピークは9月で平年を上回った。

また、海洋観測表およびモジャコ調査速報として公表した資料を添付した。海洋観測調査（卵稚仔調査を含む）等の結果については、国立研究開発法人水産総合研究センター（以下、水研）、各都道府県水産試験場および社団法人漁業情報サービスセンターで構成するネットワークシステム（FRESCO）を用いてオンラインデータベース化を行った。生物情報収集調査のうち主要魚種（マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ、マサバ、ゴマサバ、マアジ、マダイ、ヒラメ、トラフグ、サワラ、スルメイカ、サンマ）について、その「資源評価表」が、水産庁および水研により策定、公表された。和歌山県に関連する情報については、漁海況情報やイワシ類産卵情報などを通じて関係漁業者・団体に提供した。ムロアジ類、タチウオ、イサキおよびハモについては、資源動向をとりまとめ、水研に報告した。また、「第46回瀬戸内海東部カタクチイワシ等漁況予報会議」、「平成27年度太平洋イワシ、アジ、サバ等長期漁海況予報会議」、および「平成27年度中央ブロック卵・稚仔、プランクトン調査研究担当者協議会」において、調査結果を報告した。

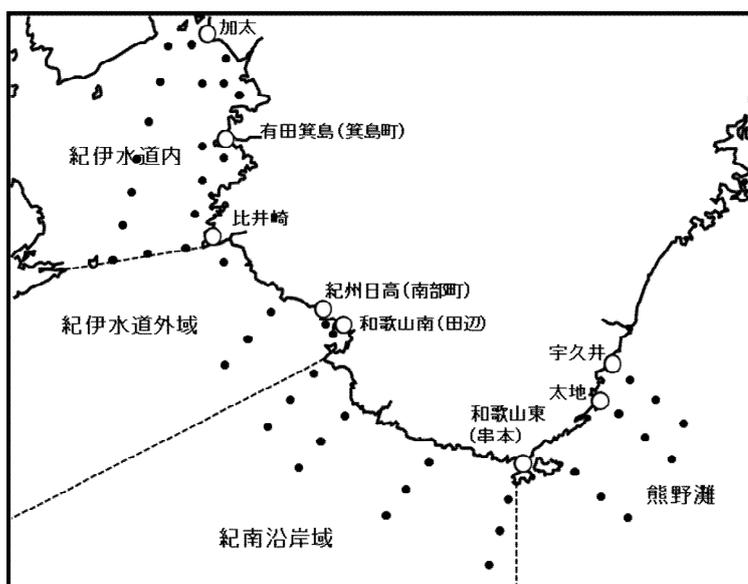
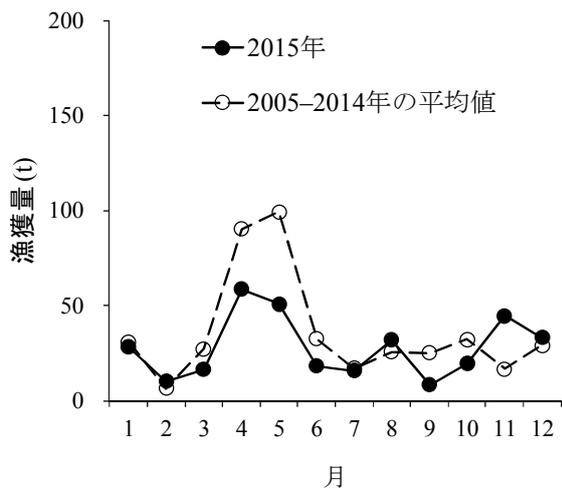
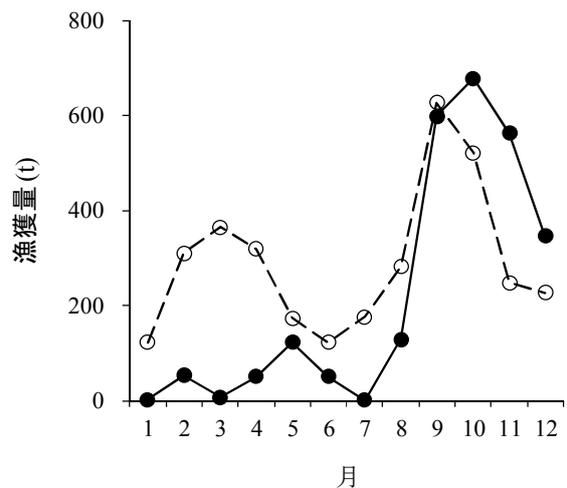


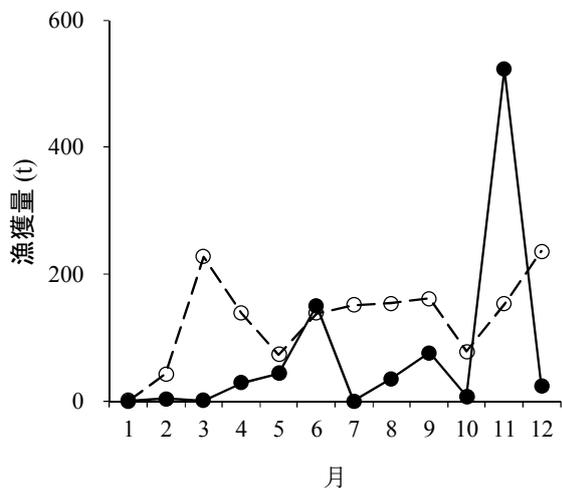
図1 主な調査市場（○）と海洋観測調査定点（●）



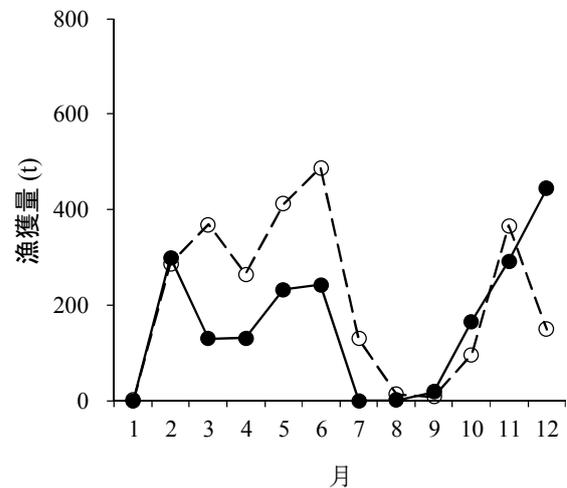
紀伊水道内標本2市場の船びき網によるシラス漁獲量



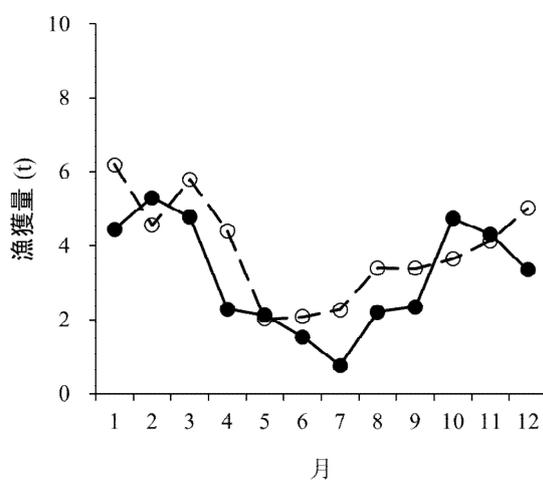
紀伊水道内および紀伊水道外域標本3市場の2そうまき網によるサバ類漁獲量



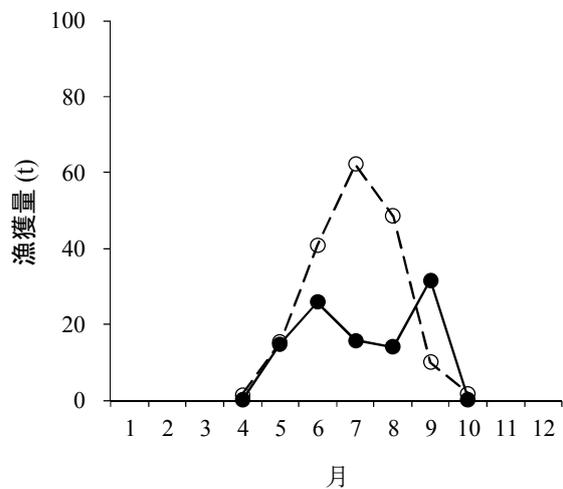
紀伊水道内および紀伊水道外域標本3市場の2そうまき網によるマアジ漁獲量



紀伊水道内および紀伊水道外域標本3市場の2そうまき網によるマルアジ漁獲量



紀伊水道内標本1市場の一本釣りによるマダイ漁獲量



紀伊水道外域標本1市場の棒受網によるウルメイワシ漁獲量

図2 主要魚種の月別漁獲量

# 高度回遊性魚類調査

小林慧一・御所豊穂（資源海洋部）

## 1 目的

日本周辺における国際魚類資源の安定的な利用確保のため、科学的データを整備する。

本事業は、国立研究開発法人水産総合研究センター国際水産資源研究所を代表とし、都道府県水産試験研究機関や大学等で構成される共同研究機関に、水産庁から委託されているものである。

## 2 方法

本県はカツオ、マグロ類、カジキ類、サメ類の水揚状況や尾叉長・体重組成等の調査を行った。

カツオについては、ひき縄漁業での水揚量が多い串本（和歌山東漁業協同組合串本本所）、すさみ（和歌山南漁業協同組合すさみ支所）、田辺（和歌山漁業協同組合田辺本所）の各市場から水揚量と隻数の情報を収集した。また、串本市場では、ひき縄漁業で漁獲されたカツオの尾叉長・体重を測定した。

マグロ・カジキ類については、近海はえ縄漁業の基地である勝浦市場を中心として、御坊（紀州日高漁業協同組合本所）、田辺、すさみ、串本各市場から水揚量の情報を収集した。また、勝浦市場では、主としてまぐろはえ縄漁業で漁獲されたマグロ・カジキ類の尾叉長測定と、勝浦漁業協同組合職員により測定された体重を記録した。

サメ類については、勝浦市場の伝票をもとに平均単価を聞き取り、水揚量を水揚金額から重量換算した。

## 3 結果及び考察

### 1) カツオ漁況および尾叉長組成（図1，図2）

2015年の串本、すさみ、田辺市場におけるひき縄漁業によるカツオ水揚量は、盛漁期である春漁期（3～5月）が135.7トンであり、前年同期の188%、過去10年平均の31%と前年を上回るものの、平年を大きく下回った。また、秋漁期（10～12月）は0.8トンとほとんど水揚げされず、前年同期の1%、過去10年平均の2%と、前年及び平年を著しく下回った。

2015年の串本市場におけるカツオの尾叉長組成モードは、1月が42cm、2月が43cm、3月が45cm、4月が43～44cm、5～6、12月は43cmであった。春漁期および秋漁期ともに小型魚が主体であったが、2～3月においては尾叉長モード76～77cmの大型魚もまとまって水揚げされた。

### 2) マグロ類漁況および尾叉長組成（表1，表2，図3，図4，付図1～3）

#### (1) クロマグロ

勝浦市場におけるクロマグロの水揚量の経年変化をみると、2009年から極めて低調に推移している。2015年は40.5トン（前年比102%、過去5年比108%）であった。

また、ひき縄によるヨコワは、過去最低であった2014年の2.3トンをさらに下回り、950kg（前年比41%、過去5年比5%）となった。

#### (2) キハダ

勝浦市場におけるキハダの水揚量は、1995年をピークに、2004年まで変動しつつ減少し、2004年以降は1,500トン前後の横ばいで推移し、2015年は1,445トン（前年比149%、過去5年比110%）であった。

Lehodey and Leroy(1999)に従って尾叉長組成から年齢を推定すると、1歳魚とみられるモード（①および①'）は全ての月で見られた。①は、1～10月の間には、月を追うごとに大きなサイズに移行した。8～12月には、サイズの小さい1歳魚のモード（①'）が見られた。2歳魚とみられるモード（②）は、1～6月、11月、12月に見られ、1～5月には月を追うごとに少なくなる傾向が見られた。11月には1歳と2歳の混合モードが見られ、12月は2歳魚の頻度が高かった。

#### (3) メバチ

勝浦市場におけるメバチの水揚量は、1996年に減少した後、1,500トン前後で推移し、2010年以降は1,000トンを下回り始め、2015年は893トン（前年比77%、過去5年比92%）で過去2番目に少ない量であった。

Lehodey and Leroy(1999)に従って尾叉長組成から年齢を推定すると、1歳魚とみられるモード(①)は全ての月で見られ、月を追うごとに大きなサイズに移行した。12月にはサイズの小さい1歳魚のモード(①')が現れた。2歳魚とみられるモード(②)は1~6月、8月に見られた。3歳魚とみられるモード(③)は7月、9~12月に見られた。

#### (4)ビンナガ

勝浦市場におけるビンナガ水揚量は、1999年から2004年まで減少傾向にあったが、その後は増加傾向となった。2015年は1~3月に多く水揚げされ、8,198トンであった(前年比107%,過去5年比106%)。

Wells *et al.* (2013)に従って尾叉長組成から年齢を推定すると、3歳魚とみられるモード(①)は1~6月に、4歳~5歳魚とみられるモード(②)は1月、9~12月にみられた。6歳魚~7歳魚とみられるモード(③)は4~12月に見られた。8歳以上のモード(④)は、4~10月に見られた。

#### 3)カジキ類漁況(表3,図5)

2015年はクロカジキ・メカジキ・マカジキの3種で、カジキ類全水揚量の99.7%を占めた。クロカジキは7,8月に多く、422.6トン(前年比89%,過去5年比72%)であった。メカジキは1~4月、12月に多く、209.2トン(前年比86%,過去5年比96%)であった。マカジキは1~6月に多く、319.2トン(前年比153%,過去5年比123%)であった。シロカジキ・バショウカジキ・フウライカジキは、例年水揚が少ない。2015年はシロカジキが3.0トン(前年比76%,過去5年比97%),バショウカジキは0.3トン、フウライカジキは32kgであった。

#### 4)サメ類漁況(表4,図6)

2015年のサメ類水揚量は65.0トン(前年比103%,過去5年比66%)でヨシキリザメ・ハチワレ・アオザメ・オナガザメ類の4種でサメ類全水揚量の92.4%を占めた。

ヨシキリザメ・ハチワレ・アオザメの水揚量は2009年に大きく減少した後、2012年まで漸増した。ヨシキリザメは2013年に増加したが、2014年に減少し、2015年は過去最低の10.0トン(前年比79%)であった。ハチワレは33.5トン(前年比98%),アオザメは9.1トン(前年比94%),オナガザメ類は7.4トン(前年比109%)であった。

## 4 文 献

キハダ

P. Lehodey and B. Leroy 1999. Age and growth of Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the Western and Central Pacific Ocean as indicated by daily growth increments and tagging data. Oceanic Fisheries Programme Secretariat of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia, June, 1999.

メバチ

P. Lehodey, J. Hampton and B. Leroy 1999. Preliminary results on age and growth of Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) from the Western and Central Pacific Ocean as indicated by growth increments and tagging data. Oceanic Fisheries Programme Secretariat of the Pacific Community Noumea, New Caledonia, June, 1999.

ビンナガ

R. J. David Wells, Suzanne Kohinb, Steven L. H. Teob, Owyn E. Snodgrassb, Koji Uosaki 2013. Age and growth of North Pacific albacore (*Thunnus alalunga*): Implications for stock assessment. Fisheries Research 147 55-62.

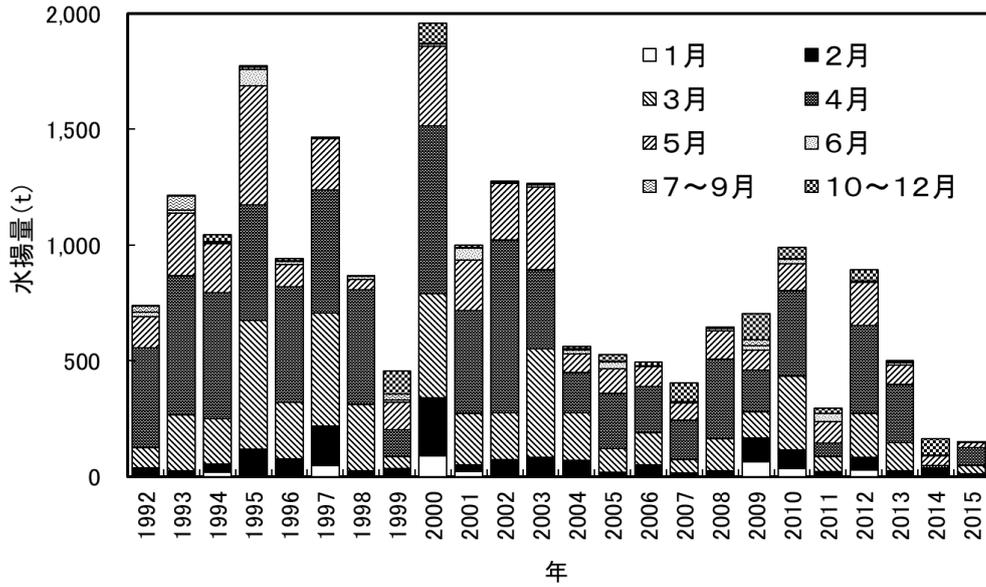


図1 和歌山県主要3市場（串本・すさみ・田辺）のひき縄カツオ水揚量の推移

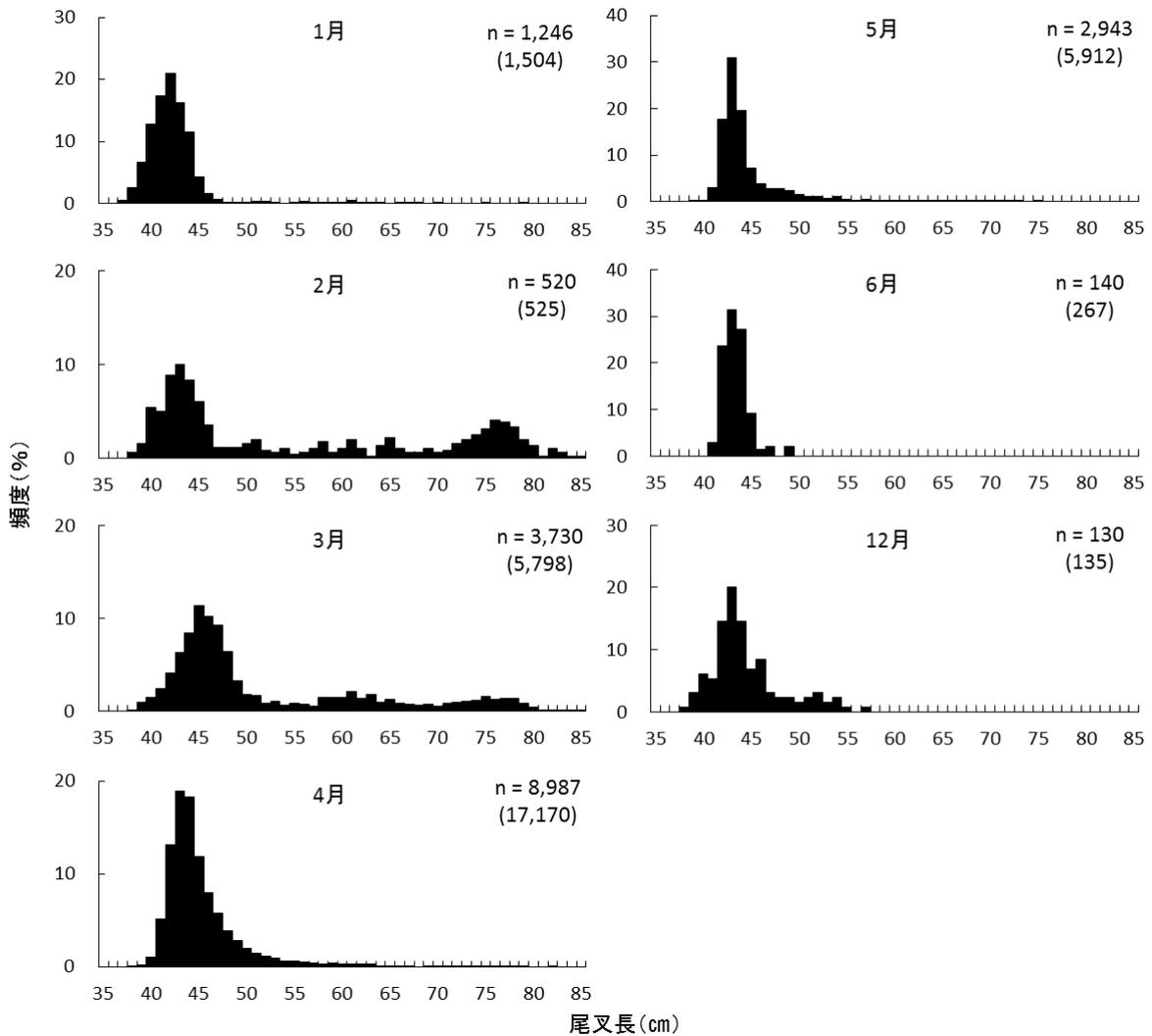


図2 2015年1~12月に串本市場へ水揚されたひき縄カツオの尾叉長組成

個体数 n: 実測値, ( )内は計測率補正後の値 ※7~11月は水揚量が少量のため省略

表1 マグロ類の月別水揚量（勝浦市場，2015年）

|    |                         |     |       |           |           |           |           |         |         |         |         |         |         |         | (kg)    |         |           |
|----|-------------------------|-----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 市場 | 漁業種                     | コード | 魚種    | 銘柄        | 1月        | 2月        | 3月        | 4月      | 5月      | 6月      | 7月      | 8月      | 9月      | 10月     | 11月     | 12月     | 年合計       |
| 勝浦 | 近海+沿岸<br>まぐろはえ縄<br>(成魚) | 1   | クロマグロ | マグロ       | 1,263     | 5,042     | 8,081     | 15,664  | 4,541   | 4,384   | 987     | 129     | 171     | 0       | 0       | 231     | 40,493    |
|    |                         | 2   | キハダ   | キハダ<br>マグ | 70,395    | 127,615   | 200,451   | 235,791 | 142,555 | 175,503 | 126,439 | 96,227  | 100,736 | 44,212  | 39,915  | 49,534  | 1,409,374 |
|    | ・その他のはえ縄<br>(L2・L3・L4)  | 3   | メバチ   | メバチ<br>タル | 2,912     | 7,429     | 6,319     | 5,159   | 956     | 730     | 1,192   | 1,618   | 2,513   | 1,913   | 1,034   | 3,408   | 35,184    |
|    |                         | 5   | ビンナガ  | ビンチョウ     | 121,932   | 92,283    | 78,741    | 65,903  | 42,927  | 16,848  | 38,631  | 34,375  | 58,874  | 42,560  | 105,026 | 119,853 | 817,954   |
|    |                         |     |       |           |           | 11,251    | 13,489    | 10,982  | 20,823  | 8,205   | 2,087   | 1,704   | 1,142   | 513     | 155     | 623     | 3,556     |
|    |                         |     |       |           | 1,219,312 | 1,669,103 | 1,235,778 | 588,141 | 598,999 | 529,712 | 544,828 | 400,120 | 171,792 | 148,947 | 265,892 | 824,918 | 8,197,541 |

\*10kg以上は、キハダ、それ以下はメジ  
\*10kg以上は、メバチ、それ以下はダル

表2 ヨコワの月別水揚量（串本，すさみ，田辺，御坊市場，2015年）

|     |      |     |     |    |    |    |    |    |    |     |      |     |      | (kg) |
|-----|------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|------|-----|------|------|
| 市場  | 漁業種類 | 1月  | 2月  | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月  | 10月  | 11月 | 12月  | 年合計  |
| 串本  | ひき縄  | 11  | 151 | 52 | 53 | 15 | 0  | 0  | 0  | 0   | 9    | 22  | 11   | 323  |
| すさみ |      | 105 | 46  | 21 | 18 | 3  | 0  | 0  | 0  | 0   | 52   | 0   | 0    | 246  |
| 田辺  |      | 161 | 68  | 12 | 10 | 14 | 0  | 0  | 0  | 1.7 | 12.1 | 0   | 89.0 | 368  |
| 御坊市 |      | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 2    | 0   | 11   | 13   |
| 合計  |      | 277 | 265 | 85 | 81 | 33 | 0  | 0  | 0  | 2   | 75   | 22  | 110  | 950  |

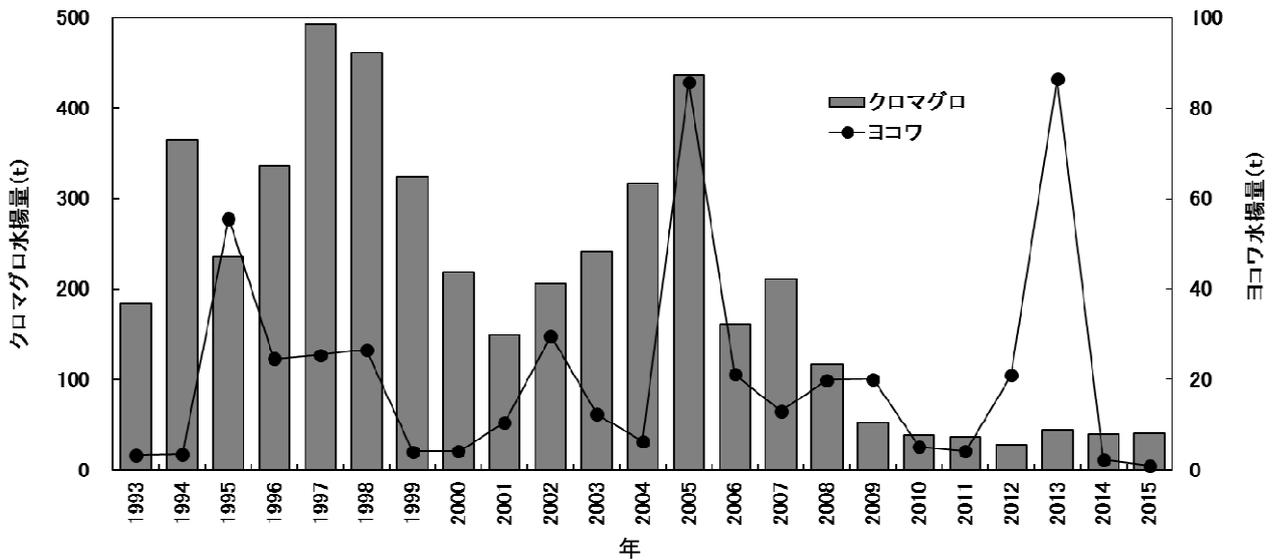


図3 クロマグロ（勝浦市場のはえ縄）とヨコワ（御坊・田辺・すさみ・串本市場のひき縄）水揚量の経年変化

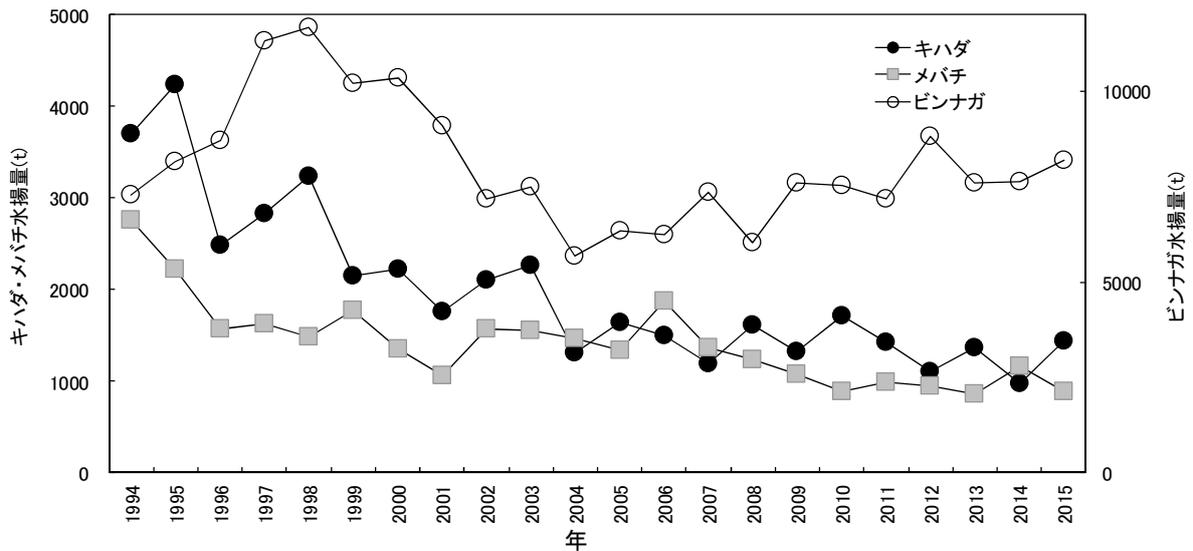


図4 キハダ・メバチ・ビンナガ（勝浦市場のはえ縄）水揚量の経年変化

表3 カジキ類の月別水揚量（勝浦市場，2015年）

(kg)

| 市場 | 水揚状態              | 漁業種類               | コード |         | 魚種   | 銘柄 | 1月     | 2月     | 3月     | 4月     | 5月     | 6月     | 7月     | 8月     | 9月     | 10月    | 11月    | 12月    | 年合計     |
|----|-------------------|--------------------|-----|---------|------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|    |                   |                    | No. | 魚種      |      |    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| 勝浦 | セトリスから尾鰭を除いたもの(3) | 近海・沿岸              | 7   | カジキ     | カジキ  |    | 29,283 | 37,883 | 36,126 | 28,800 | 11,167 | 8,023  | 7,422  | 5,205  | 2,558  | 3,104  | 7,628  | 31,990 | 209,188 |
|    |                   | まぐろのはえ縄            | 8   | マカジキ    | マカジキ |    | 24,412 | 51,246 | 72,355 | 62,834 | 42,339 | 55,499 | 2,061  | 36     | 1,056  | 915    | 2,016  | 4,436  | 319,205 |
|    |                   | その他ののはえ縄(L2・L3・L4) | 9   | クロカジキ   | クロカワ |    | 12,030 | 12,674 | 9,977  | 25,179 | 54,878 | 49,380 | 85,843 | 76,970 | 39,479 | 26,015 | 13,146 | 16,979 | 422,550 |
|    |                   |                    | 10  | シロカジキ   | シロカワ |    | 460    | 0      | 48     | 85     | 466    | 170    | 159    | 0      | 135    | 78     | 545    | 818    | 2,963   |
|    |                   |                    | 11  | ハシウカジキ  | ハシウ  |    | 0      | 0      | 0      | 0      | 64     | 242    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 307     |
|    |                   |                    | 12  | フウライカジキ | スキヤマ |    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 32     | 32      |

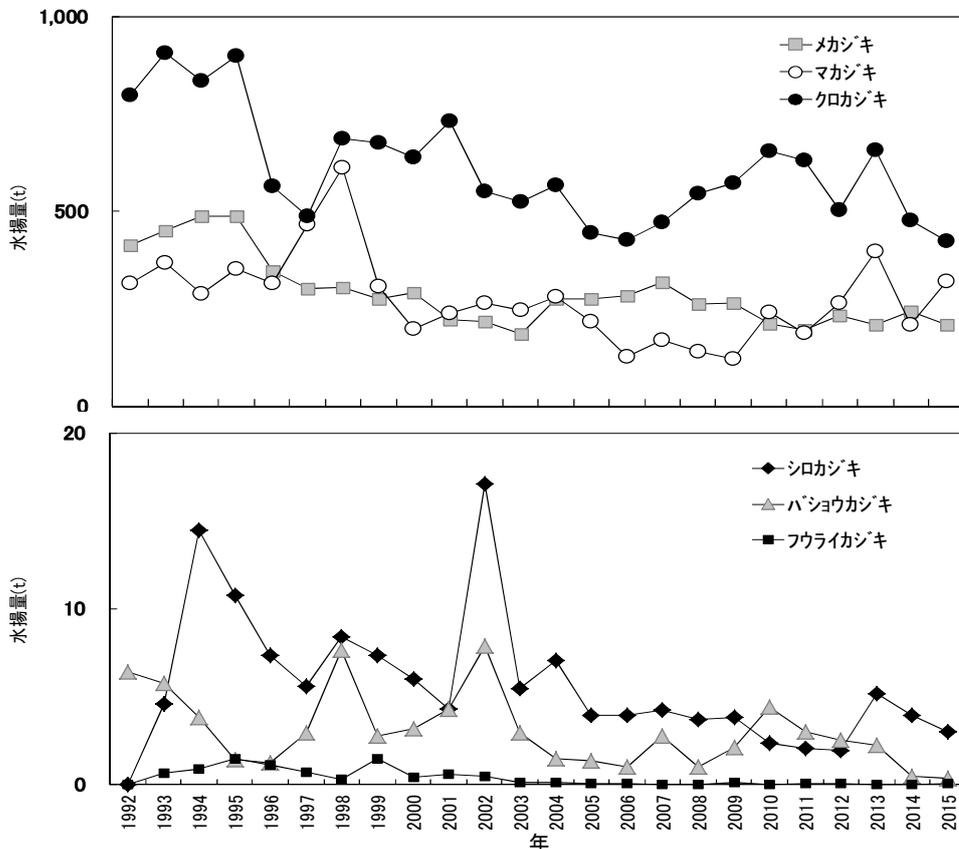


図5 カジキ類（勝浦市場のはえ縄）水揚量の経年変化

表4 サメ類の月別水揚量（勝浦市場伝票から平均単価で重量換算，2015年）

(kg)

| 水揚<br>市場 状態      | 漁業種類<br>No. | コード<br>魚 種            | 銘 柄    | 1月  | 2月    | 3月    | 4月    | 5月    | 6月    | 7月    | 8月    | 9月    | 10月   | 11月   | 12月   | 年合計   |        |
|------------------|-------------|-----------------------|--------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                  |             |                       |        |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 勝浦<br>トレス<br>(4) | 12          | アオサメ                  | イキ     | 910 | 1,521 | 1,286 | 2,151 | 541   | 501   | 83    | 102   | 78    | 1,234 | 325   | 408   | 9,140 |        |
|                  |             | 近海・沿岸                 | ヨシキリ   | 697 | 50    | 0     | 150   | 0     | 2,094 | 0     | 923   | 1,097 | 2,650 | 1,500 | 836   | 9,995 |        |
|                  |             | まぐろのはえ縄               | ヒラカシラ  | 0   | 72    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 27    | 0     | 0     | 0     | 99    |        |
|                  |             | その他のはえ縄<br>(L2・L3・L4) | カセ     | 0   | 0     | 0     | 16    | 0     | 0     | 0     | 59    | 0     | 32    | 0     | 0     | 108   |        |
|                  |             | 19                    | オナガサメ類 | オナガ | 0     | 455   | 110   | 1,279 | 393   | 212   | 98    | 403   | 256   | 276   | 181   | 3,779 | 7,441  |
|                  |             | 19                    | ハチワレ   | マル  | 2,369 | 2,294 | 3,457 | 4,955 | 1,952 | 2,406 | 1,045 | 1,815 | 3,039 | 1,909 | 2,982 | 5,283 | 33,504 |
|                  |             | 17                    | メジロサメ類 | トキリ | 4,560 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4,560  |
|                  |             | 20                    | その他    | ウト  | 0     | 0     | 0     | 140   | 0     | 0     | 0     | 11    | 0     | 43    | 0     | 0     | 194    |

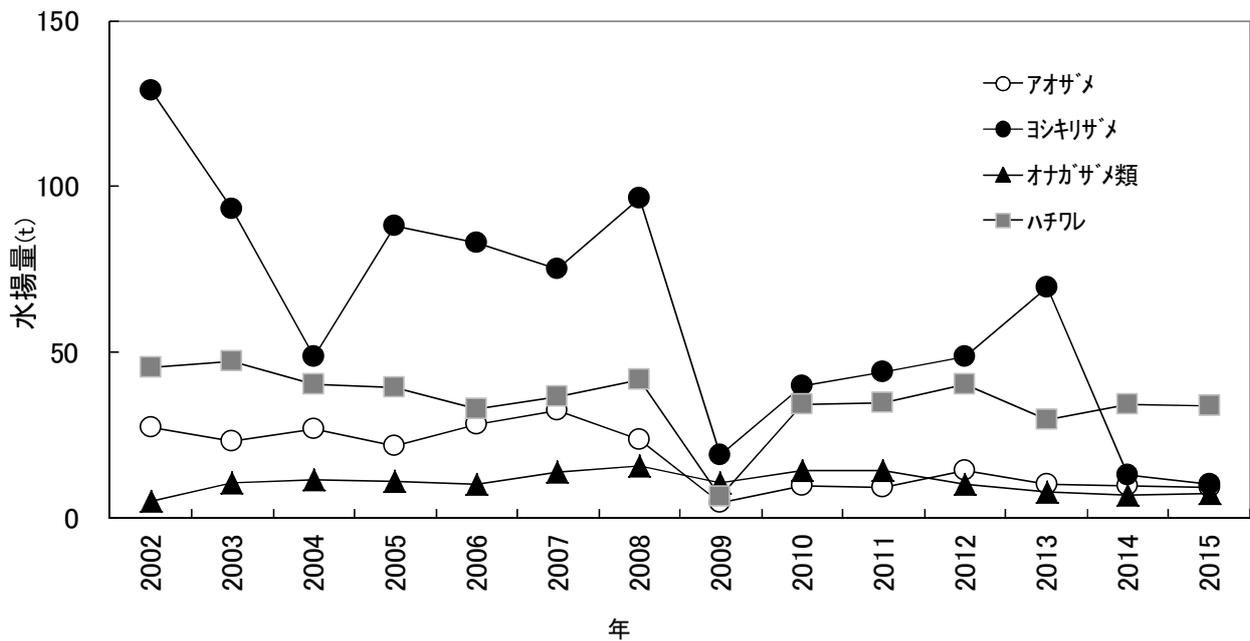
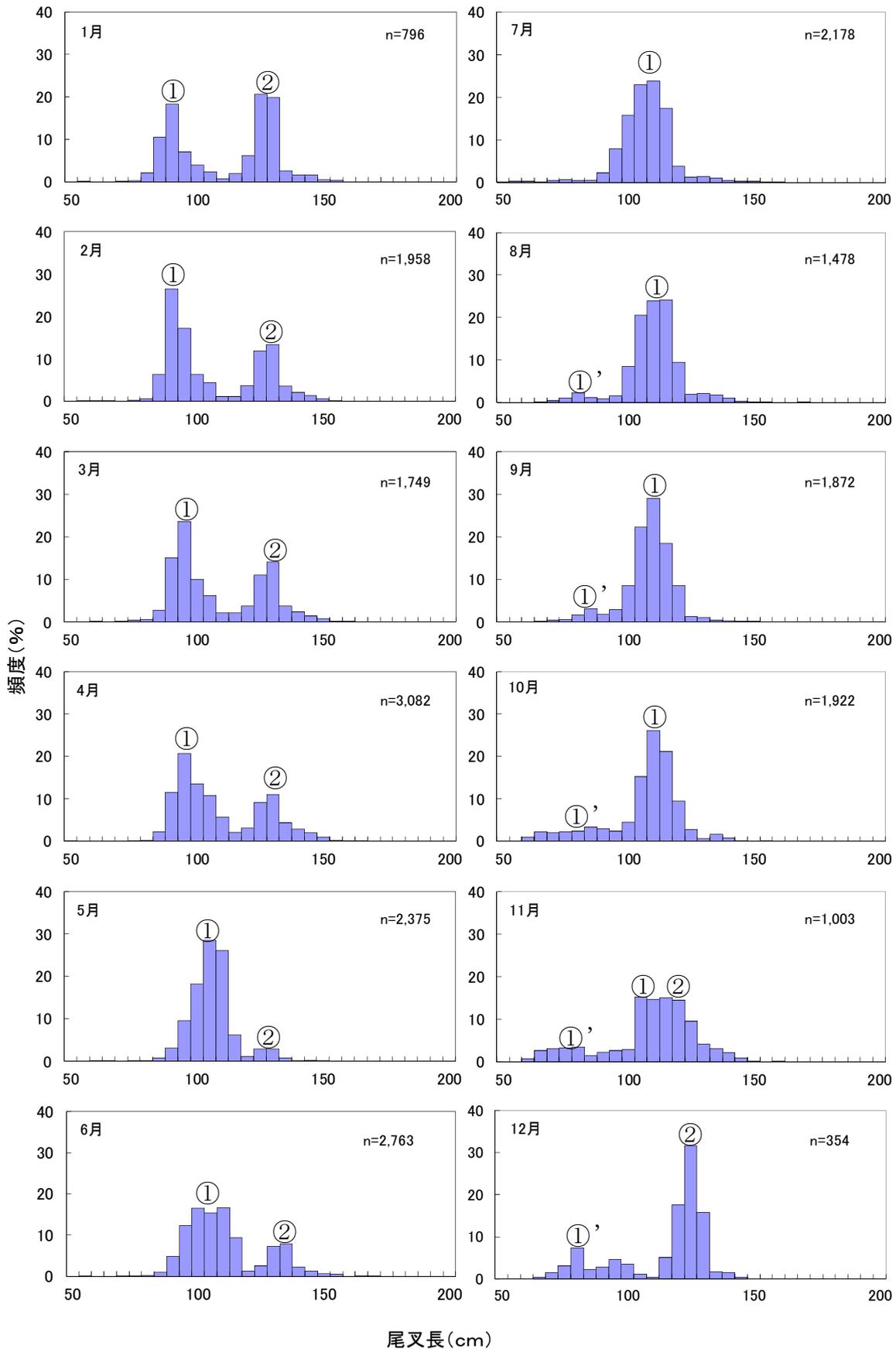
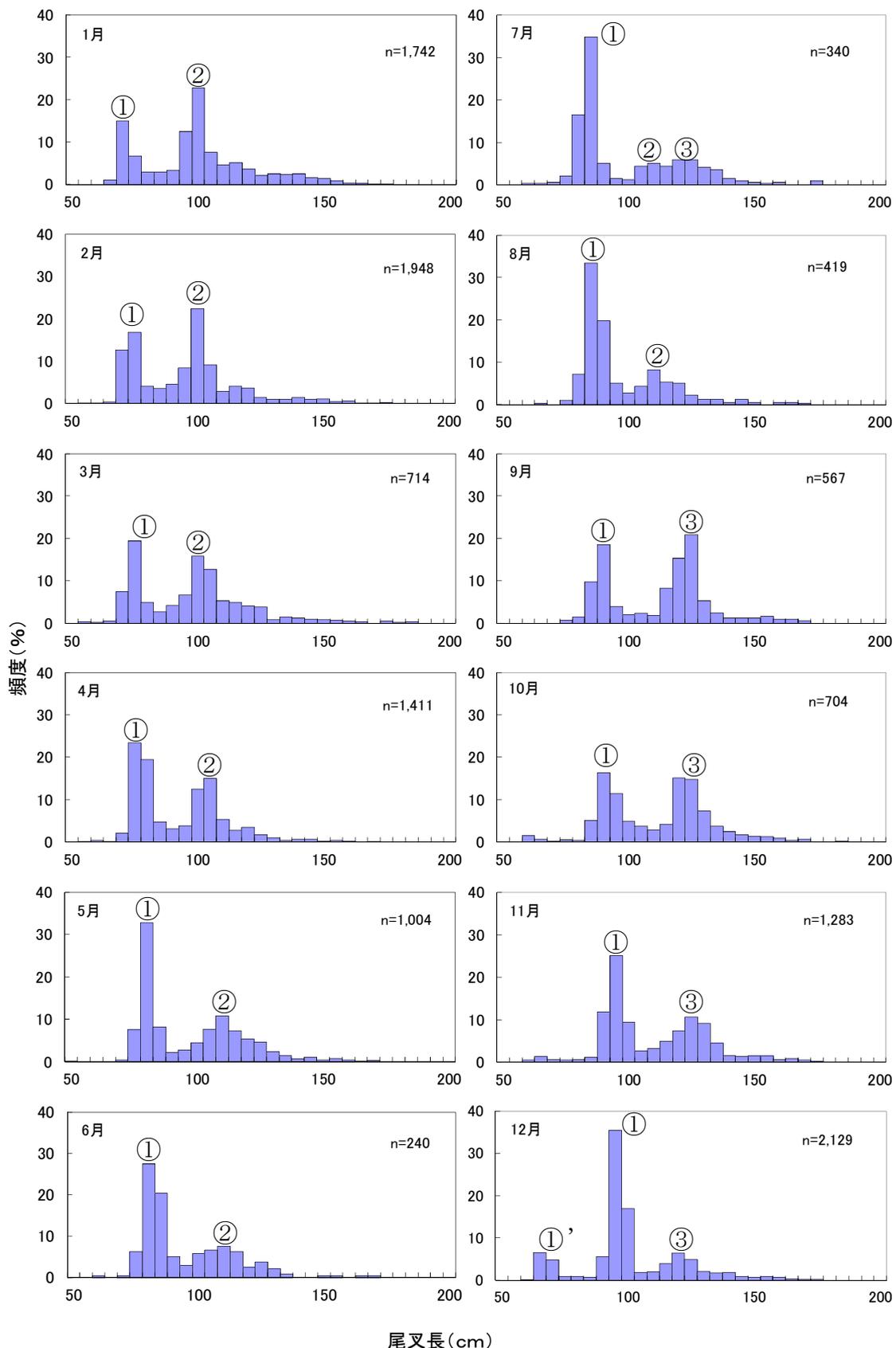


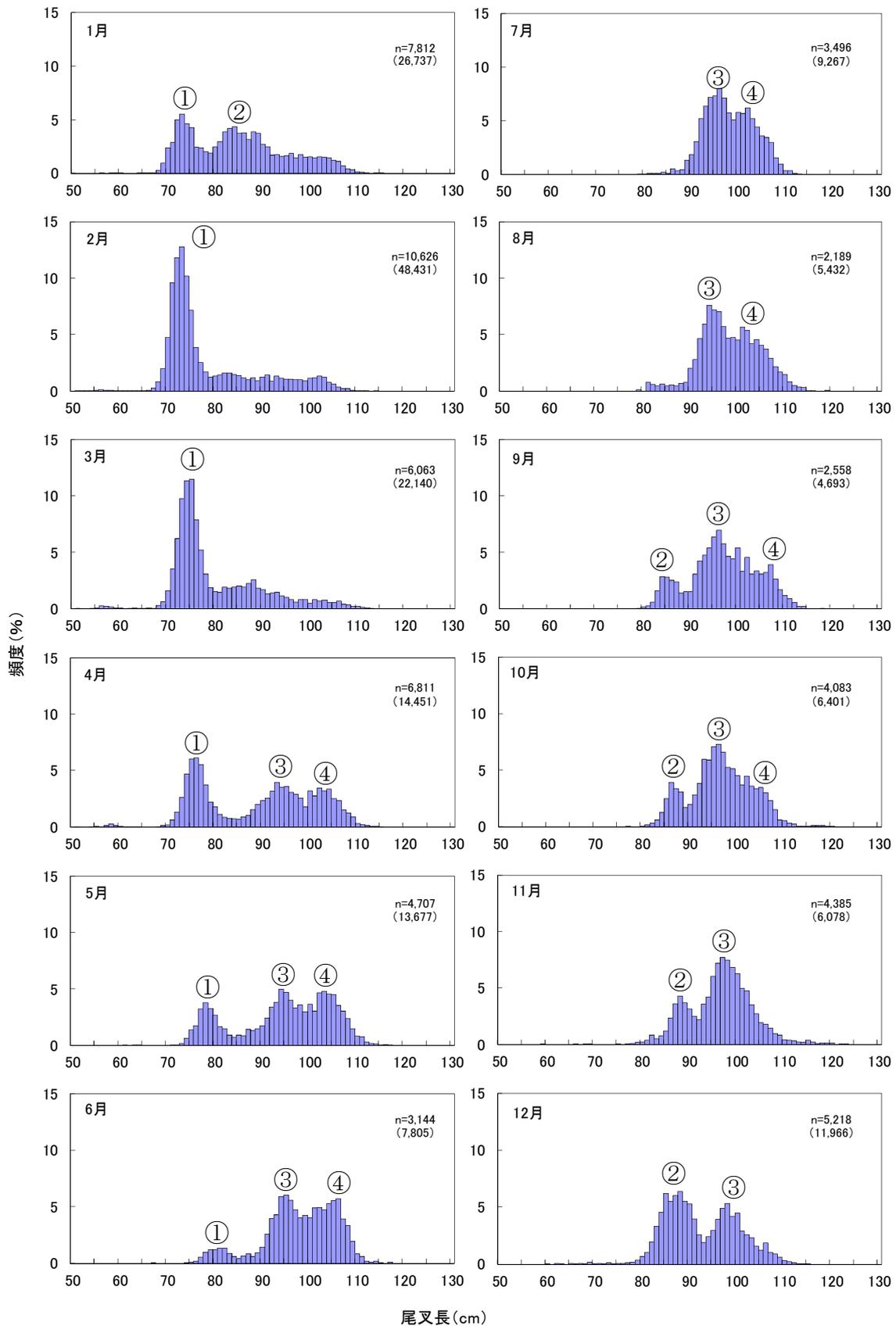
図6 サメ類（勝浦市場のはえ縄）水揚量の経年変化



付図 1 2015 年に勝浦市場に水揚げされたキハダの尾叉長組成の月別変化



付図 2 2015年に勝浦市場に水揚げされたメバチの尾叉長組成の月別変化



付図3 2015年に勝浦市場に水揚げされたビンナガの尾叉長組成の月別変化

# 資源管理・回復推進

小林 慧一・原田 慈雄（資源海洋部）

## 1 目的

資源管理・漁業経営安定対策に係る資源管理の進行管理のため、重要な地域性魚種について資源状況のモニタリングを行い、生物学的特性を解明する。

## 2 方法

イサキについては、和歌山南漁協田辺本所において一本釣りの漁獲量と隻数を調査し、漁獲物の尾叉長を測定した。タチウオについては、有田箕島漁協箕島本所において小型機船底びき網の漁獲量を、紀州日高漁協南部町支所においてひき縄の漁獲量を調査した。クマエビ（地方名：アジアカエビ）については、紀伊水道北部海域で水深別に調査地点（図4）を設定し、マンガ漁具を用いた小型機船底びき網による漁獲物調査を2015年12月18日、2016年3月8日、3月22日の3回実施した。漁獲したエビ類は、同定後、種ごとに計数、計量した。

## 3 結果及び考察

### 1) イサキ

2015年の漁獲量は42.1tで前年比92.7%、平年(2010~2014年平均)比78.0%であった(図1)。CPUEは15.8kg/隻・日で平年比108.8%であった。資源水準は低位で、動向は横ばいとみられる。漁獲物の尾叉長組成から、モードは27cmであり、19cm以下の個体はほとんどみられなかった(図2)。これは、イサキ資源回復計画において開始した「全長20cm以下の小型魚放流」の取り組みが確実に実行されていることの現れであると考えられた。

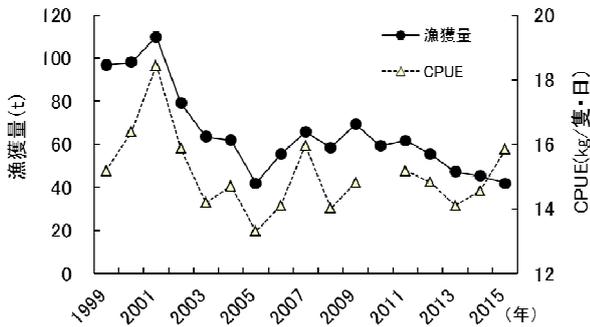


図1 和歌山南漁協田辺本所におけるイサキ一本釣りの漁獲量とCPUEの経年変化

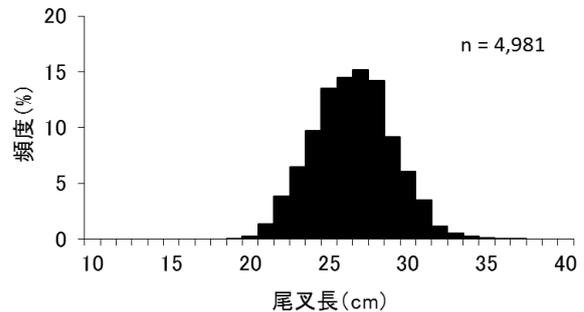


図2 和歌山南漁協田辺本所に水揚げされたイサキの尾叉長組成(2015年4月~2016年3月)

### 2) タチウオ

2015年の漁獲量について、有田箕島漁協箕島本所(小型機船底びき網)は510tで前年比66.5%、平年(2010~2014年平均)比67.3%であった。紀州日高漁協南部町支所(ひき縄)は5tで前年比62.4%、平年比31.9%であった(図3)。これらの漁獲動向から、紀伊水道におけるタチウオの資源水準は低位で、動向は減少傾向にあると考えられた。

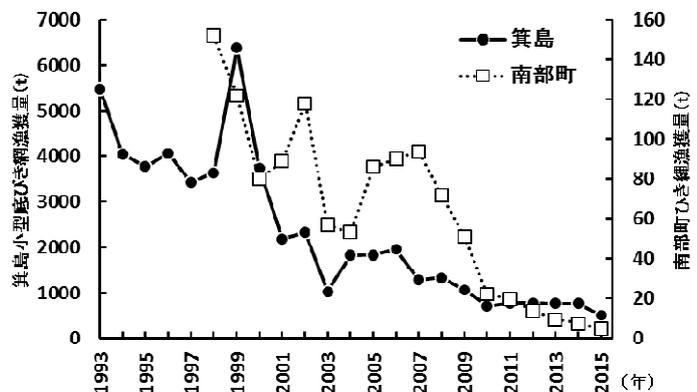


図3 有田箕島漁協(箕島町本所、小型底びき網)と紀州日高漁協(南部町支所、ひき縄)におけるタチウオ漁獲量の経年変化

3)クマエビ (地方名：アジアカエビ)

3回の漁獲物調査では、計13種1,638尾のエビ類およびシャコ類が漁獲された。3回の調査から、クマエビの水深による漁獲尾数に差はみられなかったが、水深60mにおいてはすべての調査で北側よりも南側の調査地点の方が多く漁獲された(表1)。また、調査3回分合計では漁獲尾数、重量ともに、クマエビが最も多く、他にはサルエビやアカエビが多く漁獲された。

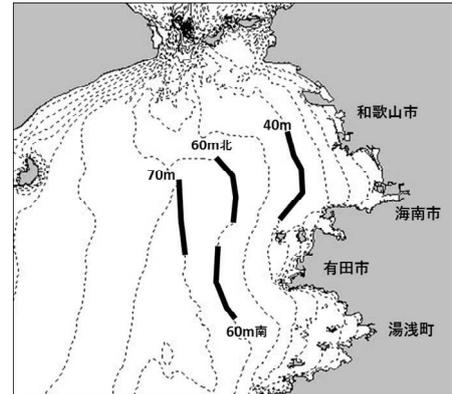


図4 クマエビ水深別漁獲物調査地点

表1 クマエビ水深別漁獲物調査で採集されたエビ類一覧

| 調査日        | 水深40m |        | 水深60m北側 |        | 水深60m南側 |        | 水深70m |        | 合計  |         |
|------------|-------|--------|---------|--------|---------|--------|-------|--------|-----|---------|
|            | 尾数    | 重量(g)  | 尾数      | 重量(g)  | 尾数      | 重量(g)  | 尾数    | 重量(g)  | 尾数  | 重量(g)   |
| 2015.12.8  | 61    | 2685.6 | 58      | 2685.1 | 68      | 3202.6 | 46    | 2139.9 | 233 | 10713.2 |
| クマエビ       | 61    | 2685.6 | 58      | 2685.1 | 68      | 3202.6 | 46    | 2139.9 | 233 | 10713.2 |
| アカエビ       | 10    | 42.8   | 36      | 169.0  | 8       | 31.4   | 8     | 44.9   | 62  | 288.1   |
| シナアカエビ     | 3     | 7.1    | 3       | 12.5   | 4       | 20.0   | 1     | 3.9    | 11  | 43.5    |
| ヨシエビ       | 12    | 367.4  | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 12  | 367.4   |
| スベスベエビ     | 0     | 0.0    | 31      | 103.9  | 21      | 69.0   | 1     | 2.1    | 53  | 175.0   |
| クルマエビ      | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| サルエビ       | 60    | 368.6  | 176     | 1140.5 | 27      | 175.1  | 54    | 308.5  | 317 | 1992.7  |
| ヒゲナガクダヒゲエビ | 1     | 2.7    | 4       | 19.7   | 4       | 37.7   | 1     | 7.3    | 10  | 67.4    |
| イズミエビ      | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| テッポウエビ sp. | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| シャコ類       | 6     | 29.6   | 10      | 68.3   | 3       | 16.5   | 1     | 2.6    | 20  | 116.9   |
| ツブイワエビ     | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| サケエビ属 sp.  | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| 2016.3.8   | 33    | 1482.9 | 21      | 1010.7 | 30      | 1556.7 | 34    | 1645.3 | 118 | 5695.6  |
| クマエビ       | 33    | 1482.9 | 21      | 1010.7 | 30      | 1556.7 | 34    | 1645.3 | 118 | 5695.6  |
| アカエビ       | 10    | 36.8   | 100     | 367.3  | 18      | 58.6   | 40    | 170.9  | 168 | 633.6   |
| シナアカエビ     | 4     | 7.2    | 19      | 50.7   | 5       | 15.3   | 13    | 33.7   | 41  | 106.9   |
| ヨシエビ       | 1     | 24.7   | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 1   | 24.7    |
| スベスベエビ     | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| クルマエビ      | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 1       | 96.1   | 0     | 0.0    | 1   | 96.1    |
| サルエビ       | 8     | 47.0   | 45      | 267.6  | 5       | 38.6   | 10    | 62.6   | 68  | 415.7   |
| ヒゲナガクダヒゲエビ | 0     | 0.0    | 14      | 58.9   | 0       | 0.0    | 5     | 35.9   | 19  | 94.8    |
| イズミエビ      | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 1     | 1.0    | 1   | 1.0     |
| テッポウエビ sp. | 1     | 2.5    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 1   | 2.5     |
| シャコ類       | 18    | 134.0  | 8       | 107.0  | 2       | 11.2   | 1     | 5.8    | 29  | 257.9   |
| ツブイワエビ     | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 1       | 2.6    | 0     | 0.0    | 1   | 2.6     |
| サケエビ属 sp.  | 0     | 0.0    | 5       | 11.9   | 2       | 4.7    | 4     | 20.2   | 11  | 36.7    |
| 2016.3.22  | 32    | 1524.8 | 13      | 657.6  | 31      | 1572.8 | 33    | 1604.7 | 109 | 5359.9  |
| クマエビ       | 32    | 1524.8 | 13      | 657.6  | 31      | 1572.8 | 33    | 1604.7 | 109 | 5359.9  |
| アカエビ       | 2     | 6.2    | 148     | 452.3  | 9       | 23.0   | 32    | 111.8  | 191 | 593.3   |
| シナアカエビ     | 3     | 6.4    | 24      | 63.8   | 3       | 4.9    | 17    | 45.3   | 47  | 120.5   |
| ヨシエビ       | 2     | 74.4   | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 2   | 74.4    |
| スベスベエビ     | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| クルマエビ      | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| サルエビ       | 4     | 29.2   | 33      | 208.4  | 8       | 63.7   | 16    | 99.1   | 61  | 400.4   |
| ヒゲナガクダヒゲエビ | 1     | 2.6    | 4       | 25.8   | 0       | 0.0    | 6     | 40.6   | 11  | 69.0    |
| イズミエビ      | 0     | 0.0    | 1       | 0.5    | 1       | 0.6    | 3     | 1.3    | 5   | 2.4     |
| テッポウエビ sp. | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 0   | 0.0     |
| シャコ類       | 9     | 54.8   | 3       | 19.8   | 4       | 42.6   | 2     | 14.5   | 18  | 131.7   |
| ツブイワエビ     | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 1       | 2.1    | 0     | 0.0    | 1   | 2.1     |
| サケエビ属 sp.  | 0     | 0.0    | 1       | 1.3    | 0       | 0.0    | 15    | 35.4   | 16  | 36.7    |
| 3回分合計      | 126   | 5693.3 | 92      | 4353.4 | 129     | 6332.1 | 113   | 5389.9 | 460 | 21768.7 |
| クマエビ       | 126   | 5693.3 | 92      | 4353.4 | 129     | 6332.1 | 113   | 5389.9 | 460 | 21768.7 |
| アカエビ       | 22    | 85.8   | 284     | 988.6  | 35      | 113.0  | 80    | 327.6  | 421 | 1514.9  |
| シナアカエビ     | 10    | 20.8   | 46      | 127.0  | 12      | 40.2   | 31    | 82.9   | 99  | 270.9   |
| ヨシエビ       | 15    | 466.5  | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 15  | 466.5   |
| スベスベエビ     | 0     | 0.0    | 31      | 103.9  | 21      | 69.0   | 1     | 2.1    | 53  | 175.0   |
| クルマエビ      | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 1       | 96.1   | 0     | 0.0    | 1   | 96.1    |
| サルエビ       | 72    | 444.8  | 254     | 1616.5 | 40      | 277.4  | 80    | 470.1  | 446 | 2808.8  |
| ヒゲナガクダヒゲエビ | 2     | 5.3    | 22      | 104.4  | 4       | 37.7   | 12    | 83.8   | 40  | 231.2   |
| イズミエビ      | 0     | 0.0    | 1       | 0.5    | 1       | 0.6    | 4     | 2.2    | 6   | 3.3     |
| テッポウエビ sp. | 1     | 2.5    | 0       | 0.0    | 0       | 0.0    | 0     | 0.0    | 1   | 2.5     |
| シャコ類       | 33    | 218.3  | 21      | 195.1  | 9       | 70.3   | 4     | 22.9   | 67  | 506.5   |
| ツブイワエビ     | 0     | 0.0    | 0       | 0.0    | 2       | 4.7    | 0     | 0.0    | 2   | 4.7     |
| サケエビ属 sp.  | 0     | 0.0    | 6       | 13.2   | 2       | 4.7    | 19    | 55.6   | 27  | 73.4    |

# 農林水産業競争力アップ技術開発事業 「和歌山県特産魚の産卵場解明」

原田慈雄・堀木暢人・武田保幸（資源海洋部）

## 1 目 的

和歌山県の漁業は、金額的にも従事者数的にも天然資源に大きく依存しているため、持続的な漁業を営むための資源管理方策の策定は、本県水産施策における重要課題の一つである。中でも本県特産種であるマルアジ・タチウオ・イサキ（それぞれ2そうまき網，小型底びき網，一本釣りの主要対象魚種）は、主に紀伊水道周辺海域で産卵・成育すると考えられているため、県単独でも資源管理を行える可能性が高い魚種である。これらの魚種の漁獲量は2000年頃から減少傾向にあるため、産卵時刻（19時頃）を過ぎてからの投網（マルアジ），8節網への網目拡大（タチウオ），および全長20cm以下の放流（イサキ）といった自主的な資源管理をそれぞれ2006年，2004年，および2006年から行ってきたが，漁獲量は横ばいから減少で推移している。そこで本事業は，「産卵親魚の保護」や「稚魚育成礁の設置」による資源管理の実施（または継続）方法を検討するため，マルアジ・イサキ・タチウオの卵や仔魚の分布を明らかにし，海洋数値モデルを用いた粒子逆追跡実験を行うことにより，産卵場や卵・仔魚の移動経路を高精度に推定することを目的とした。ここでは2013，2014年度に続き，2015年度に実施した卵・仔魚の水平・鉛直分布に関する調査結果を報告するとともに，海洋数値モデルを用いたマルアジ類似卵および前期仔魚の粒子逆追跡実験についても一部紹介する。なお，タチウオの粒子逆追跡実験については，農林水産業競争力アップ技術開発平成27年度終了課題研究成果集に一部報告しているので，そちらを参照されたい。

## 2 方 法

マルアジ・タチウオ・イサキの卵および仔魚の水平・鉛直分布を明らかにするため，漁業調査船「きのくに」を用い，紀伊水道周辺海域においてMTDネット（口径56cm，側長1.8m，目合0.335mm）による層別採集を実施した。調査は，2015年5月26-27日および6月16-17日に9定点（図1）において行い，ワイヤー傾角45度で，KV1-5（紀伊水道東側）では水深10，20，30および40m層，KV6-9（紀伊水道中央部）では水深10，25，40および55m層での曳網を実施できるようにワイヤー長と網の取り付け位置を設定した。曳網時間は10分間で，各定点における平均ワイヤー傾角は，5月では41.6-45.8度，6月では41.2-52.0度であった。また，最下層のネットにネットゾンデ（FURUNO製，FNZ-28）を取り付け，操舵室からモニターに表示された水深を確認しながら，適正な水深帯を曳網するように船速を調整した。ネットゾンデの記録データから各ネットの平均曳網水深を算出したが，定点KV7では5，6月ともデータを収集できていなかったため，ワイヤー傾角から推測された水深とネットゾンデ水深の関係（線形式）を用いて，ワイヤー傾角から平均曳網水深を算出した。また，各ネットには濾水計を取り付け，濾水量から卵・仔魚の密度を計算した。ただし，濾水計が明らかな異常値を示した場合は，基本的に曳網層が深くなるほど濾水量が微増する傾向にあったため，曳網層と濾水量との関係（線形式）から濾水量を推定した。なお，マルアジ・タチウオ・イサキの卵・仔魚の同定に関しては，情報不足等により形態による識別に不確実性を有するが，本海域における成魚の分布等から，マルアジ類似仔魚，タチウオ類似卵・仔魚およびイサキ類似仔魚については，それぞれマルアジ，タチウオおよびイサキとして扱い，マルアジ類似卵およびイサキ類似卵については同定の不確実性が高いと判断し，水平・鉛直分布の解析に供しなかった。

海洋数値モデルを用いた粒子逆追跡実験については，高橋ら（2015）<sup>1)</sup>を参照されたい。

## 3 結果及び考察

海洋速報（海上保安庁）と，2015年5月26日および6月12日の人工衛星による表層水温画像（和歌山県水産試験場）から，両調査時では黒潮は潮岬沖で接岸しており，紀伊水道東部に暖水波及が認められる。塩分および水温の分布を南北方向で見ると（図2，3），5月ではKV7-8付近，6月ではKV2-3とKV7-8付近で塩分・水温分布の変化が生じており，これらの海域が内海水と外海水との緩やかな境界になっていると考えられる。5月および6月の調査ではそれぞれ，マルアジ類似卵が7513粒および3363粒，マルアジ仔魚が2887尾および2410尾，タチウオ卵が197粒および103粒，タチウオ仔魚が14尾および124尾，イサキ類似卵が6256粒および715粒，イサキ仔魚が360尾および207尾採集された。産卵場が紀伊水道周辺海域であると仮定した場合，比較的多く採集さ

れ、高い精度での形態による種同定が可能という条件の中で、より若い発育段階の個体の出現状況をベースにした粒子逆追跡実験を行うことで、産卵場をより高精度に推定できると考えられる。したがって、比較的多く採集されたマルアジ卵黄仔魚、タチウオ卵および卵黄仔魚、イサキ前屈曲期仔魚の分布に注目した(図3)。5月のマルアジ卵黄仔魚の水平分布をみると、紀伊水道中央部では内海水と外海水との境界の外海水側で多く出現していた。また、紀伊水道東側では外海水の侵入により、内海水と外海水との境界はKV5またはそれ以北と考えられ、やはりその境界の外海水側であるKV5に多く出現した。鉛直的には水深約10-30mで多く出現する傾向にあった。タチウオ卵は、水平的には比較的広い範囲で出現した。鉛直的には、水深約10-40mで多く出現し、特に水深約10m付近で多かった。一方、卵黄仔魚は卵よりも深い水深帯に分布する傾向にあった。イサキ前屈曲期仔魚は、水平的には、外海水の影響を受ける定点で比較的広範囲に出現した。鉛直的にも水深約10-60mと広い水深帯で出現する傾向にあった。

マルアジ類似卵からの逆追跡実験<sup>1)</sup>では、フロント付近(紀伊水道中央部)で産卵したケース(図4A)と、フロント南東部(紀伊水道外域中央部~東部)で産卵し、紀伊水道へ輸送されたケース(図4B)が導き出された。マルアジ前期仔魚からの逆追跡実験では、紀伊水道およびその外域の中央部~東部が産卵場と推定され(図4C, D)、漁獲データに基づいて推測されている産卵場<sup>2)</sup>とほぼ同じであった。

#### 4 文献

- 1) 高橋正知・川端 淳・原田慈雄(2015) 10章 浮魚の分散と加入. 水産学シリーズ, 魚類の初期生活史研究(望岡典隆・木下 泉・南 卓志(編)). 117-128. 恒星社厚生閣, 東京.
- 2) 武田保幸(2002) 紀伊水道周辺海域におけるマルアジの回遊. 水産海洋研究, 66(1), 26-33.

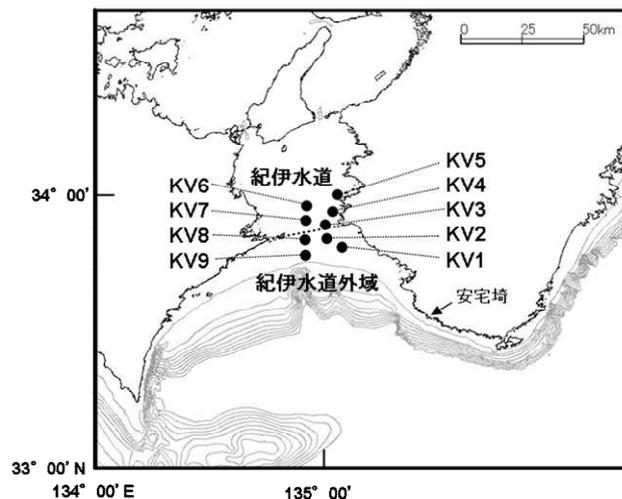


図1 MTD ネット調査定点

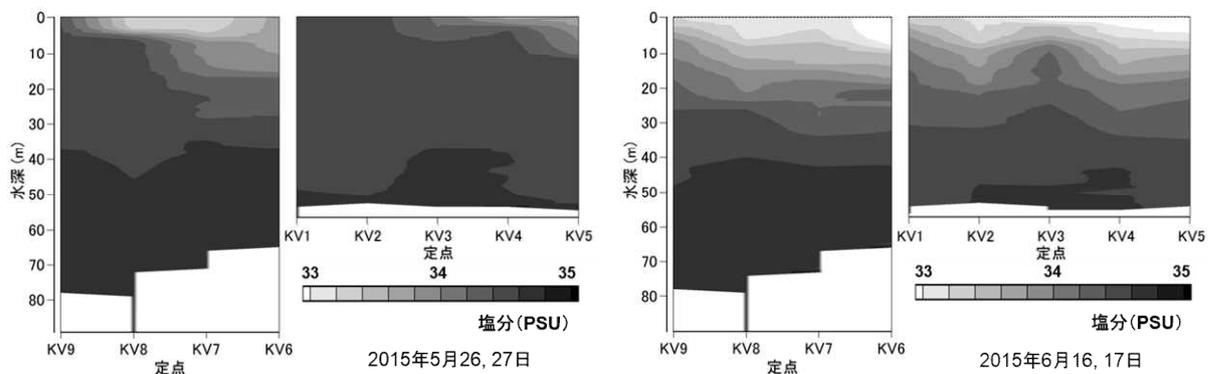
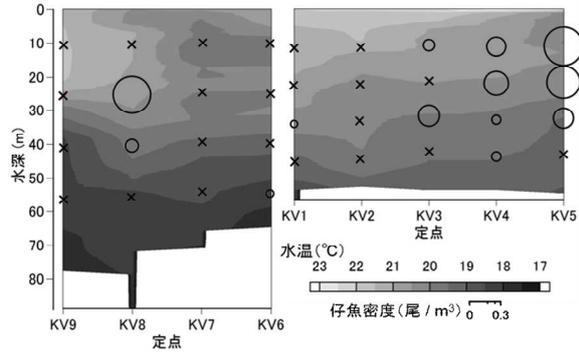
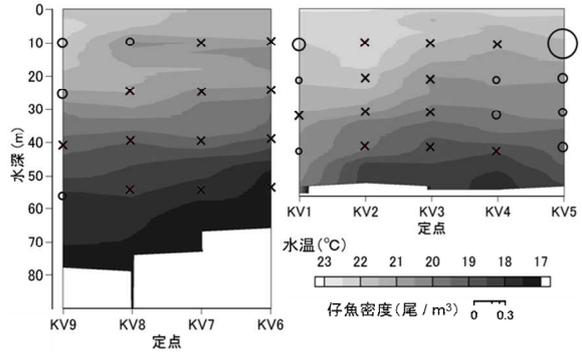


図2 調査海域における塩分分布(定点は図1参照)

マルアジ卵黄仔魚  
2015年5月

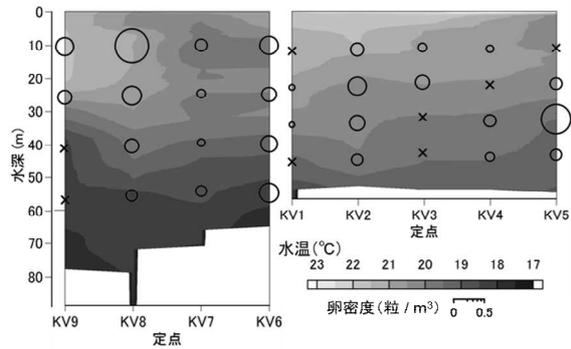


2015年6月

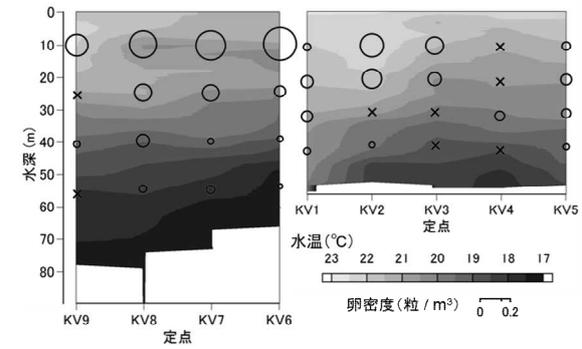


タチウオ卵

2015年5月

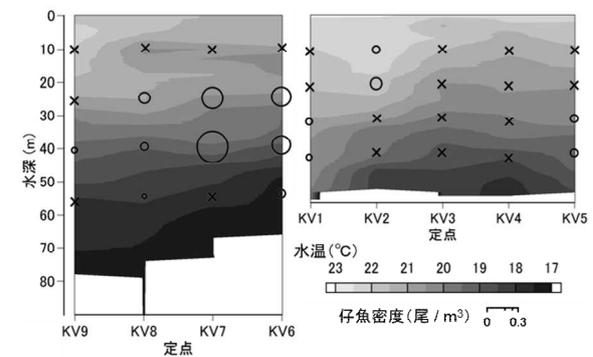


2015年6月



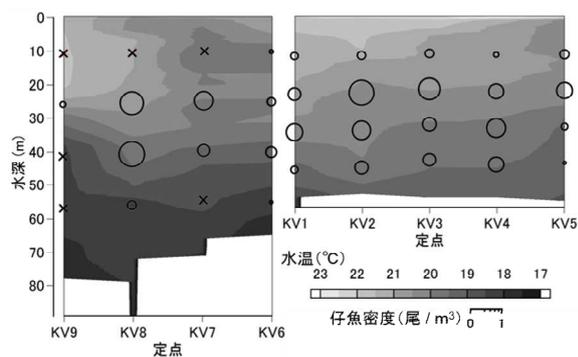
タチウオ卵黄仔魚

2015年6月



イサキ前屈曲期仔魚

2015年5月



2015年6月

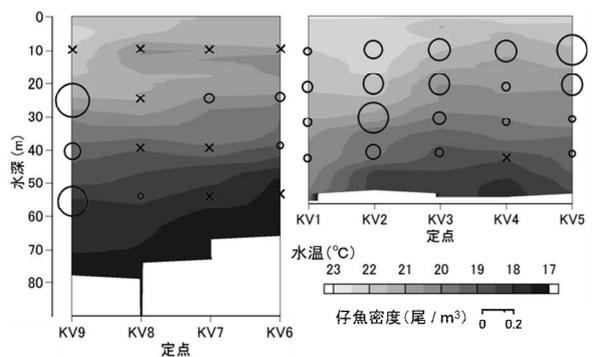


図3 水温とマルアジ卵黄仔魚・タチウオ卵および卵黄仔魚・イサキ前屈曲期仔魚の分布  
(2015年5月26-27日および6月16-17日, MTD ネット調査)  
定点は図1参照。○は卵または仔魚密度, ×は採集されなかったことを示す。

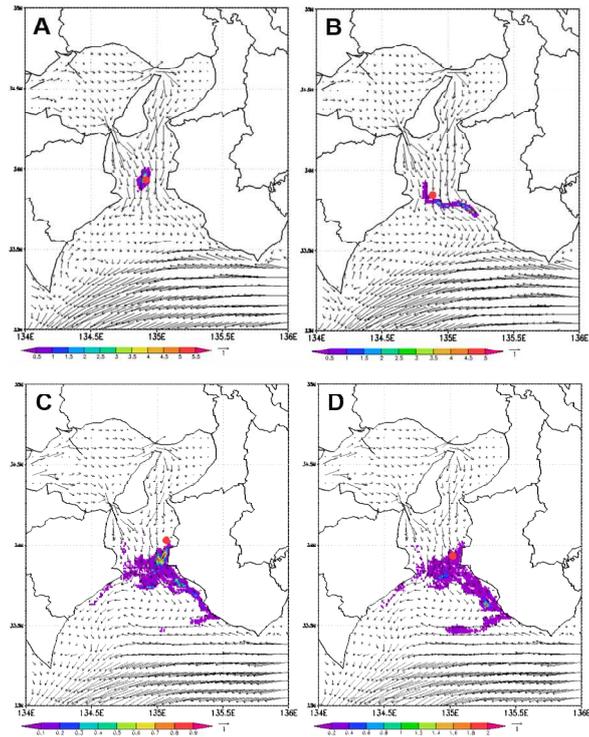


図4 2012年5月23, 24日のボンゴネット調査において、マルアジ類似卵・前期仔魚密度が高かった定点から逆追跡実験を行い、推定された産卵場<sup>1)</sup>

赤丸はマルアジ類似卵・前期仔魚密度が高かった定点。推定された産卵場は、遡った時点の仮想粒子の比率で示されており、スケールバーの右側（赤色）ほど高率。A・Bは卵が採集された定点で約20時間、C・Dは前期仔魚が採集された定点で約70時間の逆追跡実験を実施。矢印は流れを遡る方向（流向の逆）で表示されている。

**農林水産業競争力アップ技術開発事業**  
**「イワシ・アジ・サバ類の漁場形成機構の解明と魚群速報の発信」**

原田慈雄・御所豊穂・小林慧一・武田保幸（資源海洋部）

## 1 目 的

イワシ・アジ・サバ類（以下、主要浮魚類）を対象とするまき網漁業は、和歌山県の基幹漁業で、漁獲量は県全体の39%（2013年）を占める。その好不漁が地域経済に与える影響は大きく、近年は不漁が続いているため、2013年に漁業関係団体から不漁の原因解明と対策に関する要望書が和歌山県に提出された。漁業調査船「きのくに」（以下、調査船）は、定期的な海況調査を継続しており、2013年には高精度魚群探知機（以下、魚探）が装備されたため、航行中に魚群を発見し、速報としてまき網漁業者に情報提供すれば、不漁対策に大きく寄与すると考えられる。ただし、調査船による海況調査航行時に魚群情報を取得する場合、魚探がとらえた魚群の魚種およびそのサイズを特定するために試し釣り等を行うことは、時間的な制約から困難であるため、魚探情報のみからそれらを推測しなければならない。そこで、本事業は、これまでに蓄積した漁海況データを整理・解析し、「主要浮魚類の漁場形成機構を解明する」とともに、魚探情報を読み解くための基礎データ（エコーグラム（魚探によって得られる画像イメージ）上の魚群形状、対象魚種のターゲットストレンジス（単体魚のエコー強度、TS）とサイズの関係）を収集し、「魚探を用いた主要浮魚類の魚群速報発信体制を構築する」ことを目的とした。昨年度に引き続き、本年度も、魚探情報を読み解くための基礎データ収集を目的として実施した音響釣獲調査について報告する。

## 2 方 法

2015年6月22-23日、11月16-17日、12月7-8日、2016年2月18-19日に、魚探により音響データを収集しながら船速約12ノットで調査船を航行させ、魚群発見時には停船して釣獲を行い、魚種確認と尾叉長（イワシ類の場合は被鱗体長）測定を実施した。釣獲時には、エコーグラム上の魚群水深をリアルタイムで釣獲担当者に伝え、仕掛の水深を出来るだけ魚群の水深に一致させるようにした。魚探は、日本海洋（株）により、2013年11月22日に標準球を用いて校正が行われたスプリット・ビーム方式のES70（Simrad社）を使用し、周波数は38kHz（ビーム幅7度）、パルス長はAutomatic pulse length adjustmentでデータを収集した。また、青山ら<sup>1)</sup>を参考にして、魚探の送受波器の校正時からの経時変化を大まかに把握するため、2014年6月から2015年3月にかけて、沿岸定線（江須崎～潮岬）調査における航行時（串本一定点WE22間）の東経135度39分から北西方向に向けて50m毎に、海底面から海底面下10mまでの平均体積戻り散乱強度（海底面下平均Sv）を計1kmについて求め、その平均値について経時変化を調べた。釣獲は、右舷において、電動リールを用いた胴付き仕掛2セットにより行い、釣り針は1mにつき1本ずつ取り付け、1セットにつき計10本用いた（基本的に下から1、3、5本目はサバの切り身を餌とし、他の7本は小型の鯨カブラを使用）。道糸はPE8号、幹糸はナイロン22号、枝ハリスはフロロカーボン8号または6号を使用し、錘は100、200、300号を水深により使い分けた。音響データは、Echoview6.1（Echoview Software社）を用いて解析した。音速および吸収減衰係数については、各調査日と同じ月に行われた浅海・沿岸定線海洋観測の水温・塩分鉛直分布データの平均値から、Mackenzie<sup>2)</sup>およびFrancois & Garrison<sup>3)</sup>に基づいてSonar Calculatorを用いて計算し、生データのCalibrationを行った。なお、解析する魚群位置が紀伊水道の場合は定点WS9、紀伊水道外域の場合はWE15、送受波器の経時変化等の把握にはWE22の水温・塩分を用いた（定点は本事業報告の海洋観測表参照）。次いで、Single target detection - sprit beam (method2)により単体魚を検出した上で、釣獲時のエコーグラムに映っていた魚群を範囲指定し、TSの頻度分布を求めた（以下、観測TS）。また、次式により釣獲されたゴマサバのTS（以下、釣獲TS）を推定し、観測TS分布と比較した。

ゴマサバ（古澤<sup>4)</sup>より38kHzの値を推測）：釣獲TS=20log<sub>10</sub>L-64.0 （L：尾叉長（cm））

## 3 結果及び考察

魚探の送受波器の校正は重要であり、調査毎の実施が推奨されているが、本県での実施頻度は低いのが実情である。そこで、送受波器の経時変化を把握する目的で、ほぼ同じ航行コース上にて計測した海底面下平均Svの経時変化を調べたところ、変動は認められるものの、明らかな感度低下は生じていなかった（図1）。計測コースの

平均水深が深いほど海底面下平均 Sv が低下する傾向にあり、水深が深くなるほど泥底化していることを反映した結果と推測される。したがって、本年度の調査時において、送受波器の状態に大きな変化は無かったものと思われる。本調査において、主要浮魚類としては、ゴマサバ、マサバ、ウルメイワシ、マアジ、マルアジが釣獲された(表 1)。これらの内、特にゴマサバが多く釣獲された 2015 年 12 月 7 日の釣獲時のエコーグラムをみると、魚群は底層付近に集中して分布していた(図 2)。次に本調査時に釣獲されたゴマサバの釣獲 TS 分布を求め、観測 TS 分布と比較した(図 3)。釣獲 TS 分布は、観測 TS 分布のピークの右端にほぼ一致しており、分布していた魚群の中でも比較的大型のゴマサバが選択的に釣獲されたものと考えられるが、釣獲 TS 分布と観測 TS 分布の関係については、今後さらにデータを増やして検討する必要がある。

なお、2015 年 12 月 10 日には、田辺のまき網船団が本調査の情報を参考にしてゴマサバ 69t を漁獲した。

#### 4 文献

- 1) 青山千春・濱田悦之・古澤昌彦(1999) 海底反射を利用した計量魚群探知機の総合的検証. 日水誌, **65**(1), 78-85.
- 2) Mackenzie KV (1981) Nine-term equation for sound speed in the oceans. J. Acoust. Soc. Am., **70**(3), 807-812.
- 3) Francois RE, Garrison GR (1982) Sound absorption based on ocean measurements. Part II: Boric acid contribution and equation for total absorption. J. Acoust. Soc. Am., **72**(6), 1879-1890.
- 4) 古澤昌彦(1990) 水産資源推定のための超音波による魚群探知に関する研究. 水工研報, **11**, 173-249.

表 1 各調査時における釣獲結果

| 調査日        | 魚種     | 尾数(尾) | 尾叉長範囲<br>(mm)<br>(イワシ類は<br>被鱗体長) |
|------------|--------|-------|----------------------------------|
| 2015/6/22  | ゴマサバ   | 4     | 312-348                          |
| 2015/6/22  | ヒメ     | 3     | 170-186                          |
| 2015/6/22  | アヤマカサゴ | 1     | 282                              |
| 2015/6/23  | マルアジ   | 3     | 194-209                          |
| 2015/6/23  | マサバ    | 3     | 271-284                          |
| 2015/6/23  | ゴマサバ   | 1     | 311                              |
| 2015/6/23  | ウルメイワシ | 3     | 184-194                          |
| 2015/6/23  | カイワリ   | 1     | 336                              |
| 2015/11/16 | ゴマサバ   | 1     | 368                              |
| 2015/11/16 | アヤマカサゴ | 1     | 210                              |
| 2015/11/17 | クロサバフグ | 2     | 316-350                          |
| 2015/12/7  | ゴマサバ   | 51    | 327-395                          |
| 2015/12/7  | キダイ    | 3     | 161-238                          |
| 2016/2/18  | マサバ    | 2     | 312-339                          |
| 2016/2/18  | ゴマサバ   | 4     | 302-350                          |
| 2016/2/18  | マイワシ   | 2     | 152-197                          |
| 2016/2/18  | ウルメイワシ | 11    | 178-234                          |
| 2016/2/19  | マアジ    | 1     | 304                              |
| 2016/2/19  | アオハタ   | 1     | 309                              |

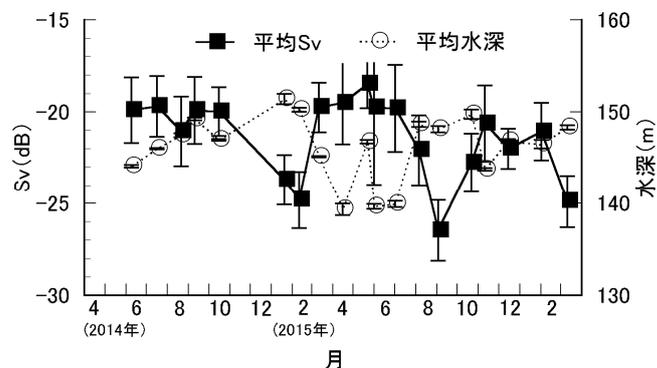


図 1 海底面から海底面下 10m までの平均体積戻り散乱強度(海底面下平均 Sv)の経時変化(50m×20 回の平均±標準偏差)

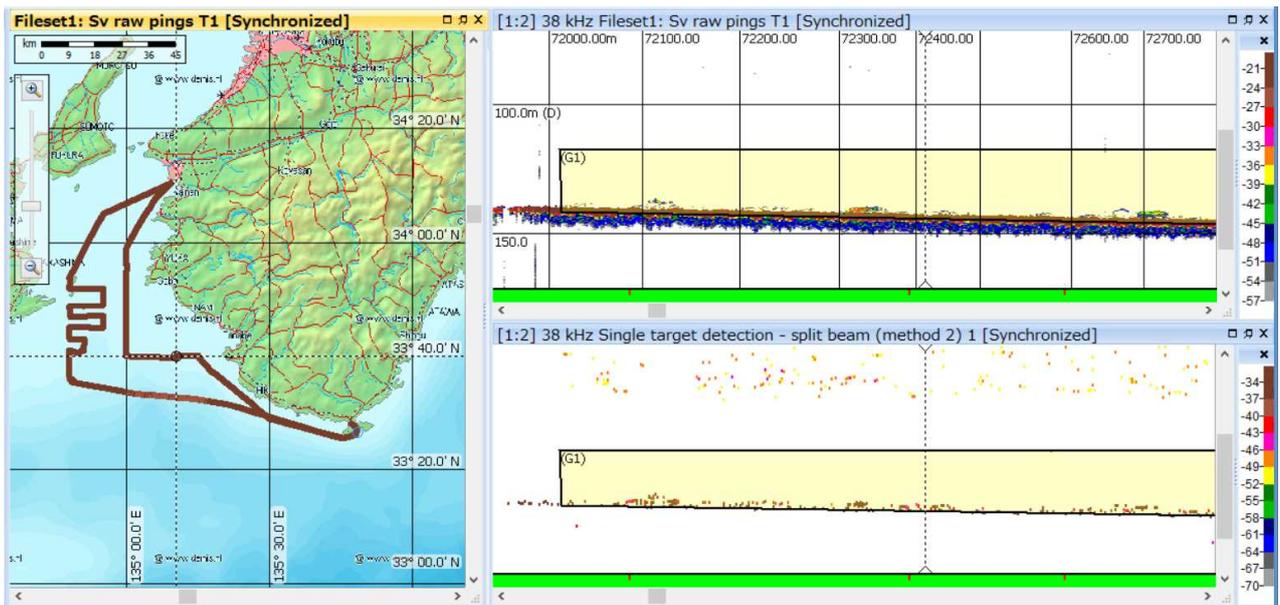


図 2 2015 年 12 月 7 日の釣獲調査時の航跡 (左), エコーグラム (Sv) (グリッド, 縦 (水深) 50m×横 100m) (右上) および単体魚の検出画像 (右下)

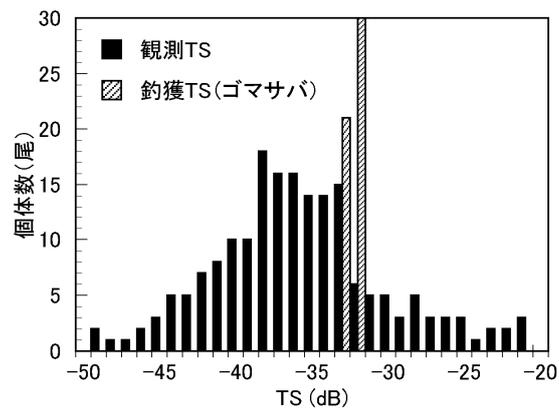


図 3 魚探で観測された TS と釣獲個体 (ゴマサバ) から推定された TS の関係 (2015 年 12 月 7 日)  
 観測 TS は図 2 右下の黄色部 (G1) に含まれている単体魚の TS 分布。

**農林水産業競争力アップ技術開発事業**  
**「磯根漁場の生産力強化技術の開発」(藻場造成技術の開発)**

白石智孝(増養殖部)

## 1 目的

磯焼けの原因の一つとして考えられる海水温上昇に対しては、高水温域で生残する海藻の展開がその対策に有効であると考えられる。これまで県下各地のカジメ類を採取して産地間交雑を行い、高水温適性株の作出に成功している。今年度は、作出に成功した高水温適性株を用いて、現場海域への展開を試みた。

和歌山県沿岸に生育する食用海藻ヒロメは、これまでの研究により、地域によって形態が異なることが明らかとなっている。産地毎の形態的特徴を把握することで、地域の要望に合った特徴の株を藻場造成に用いることができると考えられるが、ヒロメの形態に関する調査は少ないため、昨年度に引き続き、天然に生育する各地のヒロメの形態を調査した。

また、カジメ類やヒロメの藻場造成において他産地の株を用いる場合の遺伝的影響を把握するため、県下各地のカジメ・クロメ・ヒロメについて、DNA 特定領域の塩基配列を産地間で比較した。

## 2 方法

### 1) カジメ類高水温適性株の現場展開

2015年9月に、水産試験場内で維持培養してきた比井崎(日高町)産クロメ雄株と目津崎(みなべ町)産クロメ雌株の配偶体を拡大培養するため、滅菌海水200mlにPESI培地4mlを添加した300ml三角フラスコにそれぞれ植え継ぎ、温度24℃、光強度 $90\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、光周期14時間明期10時間暗期、の条件下で静置した。2016年1月に、増殖したそれぞれの配偶体を混合した後にミキサーを用いて裁断した。裁断された配偶体を、以下の2通りの方法で培養し、孢子体の形成を試みた。

(1)裁断された配偶体を、滅菌海水300mlにPESI培地を6ml添加した300ml丸形フラスコ3個へ収容し、温度20℃、光強度 $90\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、光周期:14時間明期10時間暗期の条件下で通気培養を行った。

(2)長さ約30cm、太さ2mmのクレモナロープを3×3cmのプラスチック枠に巻き付けて種枠とし、裁断された配偶体(湿重量1.2g)を滅菌海水中500mlを入れたバット内に懸濁させ、直ちに種枠を浸漬して配偶体をクレモナロープに付着させた。これを滅菌海水300mlにPESI培地6mlを添加した300mlビーカー3個に4枠ずつ入れ、(1)と同条件で通気培養を行った。

2016年3月に、(1)の方法で形成された孢子体をタイルに固定し、(2)の方法で孢子体の形成が認められた種枠とともに、白浜町瀬戸地先(水深3m)に設置した。孢子体の設置は、予め50×50cmのプラスチックネット(目合い3cm)を水中ボンドで海底に固定し、タイルおよび種枠を結束バンドでネットに固定することにより行った。なお、魚類による食害を防止するため、設置した孢子体の周囲に、プラスチックネットで作製したカゴを取り付けた。

### 2) ヒロメの形態調査

2015年3-4月に田辺湾の4ヶ所(江川・湊浦・新庄(田辺市)、白浜(白浜町))と熊野灘の2ヶ所(串本(串本町)、太地(太地町))で採集された成熟した天然ヒロメの形態を測定した。ヒロメの採集水深は概ね3-6mの範囲内であった。なお、和歌山県におけるヒロメの成熟期は3-5月のため、2015年3月に測定したヒロメも2015年度の測定結果とした。それぞれ葉長、葉幅、茎長、茎幅を測定(串本産は葉長、葉幅のみ測定)し、葉長/葉幅比を地域毎に比較した。

### 3) カジメ・クロメ・ヒロメの産地間DNA比較

県下各地から採集したカジメ(加太(和歌山市)、大引(由良町)、串本、三輪崎(新宮市))、クロメ(比井崎、江津良(白浜町))、ヒロメ(みなべ(みなべ町)、江川、湊浦、新庄、白浜、串本、太地)の配偶体からゲノムDNAを抽出し、核ゲノムのrDNA転写スペーサー領域1(ITS-1)と、葉緑体ゲノムのRuBisCoスペーサー領域(rbc-spacer)の塩基配列を比較した。

## 3 結果及び考察

### 1) カジメ類高水温適性株の現場展開

上記(1)、(2)のいずれの方法でも高水温適性株の胞子体が形成された。(1)の方法では、通気培養を開始してから約2週間後には葉長1 cmの胞子体が観察された。(2)の方法では、クレモナロープに高密度に配偶体が付着している様子が観察されたものの、約1ヶ月に観察された胞子体は葉長5 mm以下であったことから、種枠に付着させる配偶体の密度や種枠の培養条件の最適化が必要と考えられた。

胞子体を現場展開するためには、タイルやロープ等に固定する必要があるため、(1)の方法では、胞子体の生育を阻害しない方法で基質に固定する必要がある。一方、(2)の方法で形成された胞子体は、すでにロープに固着しているため、接着や巻き付け等により容易にロープを基質に固定することができる。

2016年3月に高水温適性株の胞子体を現場展開したところ、胞子体の脱落はなく食害防止カゴの設置も容易であった(図1)。



図1 高水温適性株の胞子体を現場展開した様子

### 2) ヒロメの形態調査

田辺湾4ヶ所(江川、湊浦、新庄、白浜)と熊野灘2ヶ所(串本、太地)におけるヒロメの測定結果を図2に示す。葉長/葉幅比は、江川1.28、湊浦1.32、新庄1.61、白浜1.08、串本1.67、太地1.43となった。葉長/葉幅比を昨年度以前の測定結果と比較すると、江川は2013年は1.01、2014年は1.11であり、今年は比較的葉長が長い傾向が見られた。新庄は、2013年は0.65、2014年は0.91であったことから、今年の形態は過去2年間に比べて著しく細長いことが判明した。また、串本と太地における2013年の葉長/葉幅比は、それぞれ1.45、1.31であったことから、田辺湾のみならず、熊野灘側でも2015年は形態が細長くなる傾向が見られた。

これまでの天然藻体の調査結果および同一環境下での養成試験の結果から、和歌山県沿岸に生育するヒロメは、系統的に田辺湾産は幅広で熊野灘産は細長くなることが示唆されているが、年によって形態の変異が大きいことが示された。

茎長は、湊浦が平均210 mmと長く、新庄が125 mmで他は100 mm未満であった。江川と湊浦間では、距離が近いにもかかわらず、茎長に2.5倍の差が見られた。

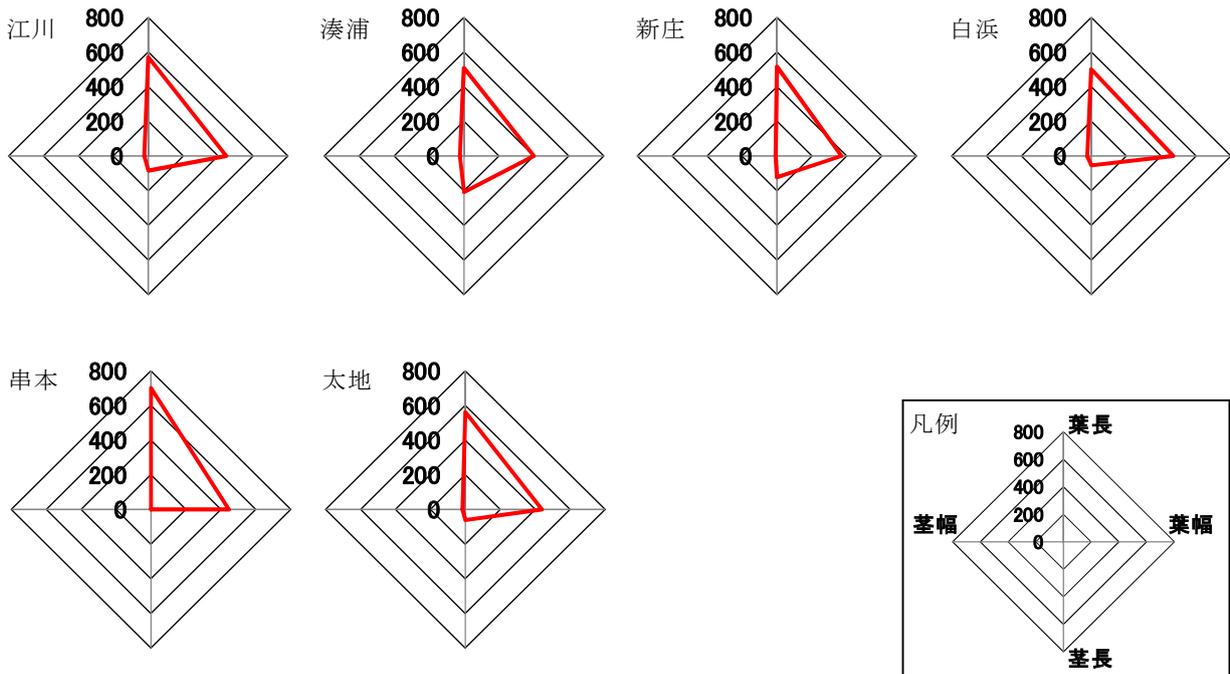


図2 天然ヒロメの測定結果(単位: mm)

### 3) カジメ・クロメ・ヒロメの産地間 DNA 比較

県下各地のカジメ・クロメの配偶体について、ITS-1 の塩基配列を比較すると、分析した全ての産地で配列が一致した。これまで、和歌山県沿岸に生育するカジメとクロメについて ITS-1 の塩基配列がいくつか調べられており、僅かな塩基の置換や挿入/欠損があるものの、それらの変異の違いは、種の違いや産地の違いを反映していなかった（田中ら 2007・山内ら 2016）。また、rbc-spacer の塩基配列についても、分析した全ての産地で配列が一致し、これまでの報告と同様であった（田中ら 2007・山内ら 2016）。

今回の分析結果は、和歌山県沿岸に生育するカジメとクロメについては、単一種として扱うことが妥当であり産地間で遺伝的な違いがほとんどないというこれまでの知見を裏付けるものと考えられる。

県下各地のヒロメの配偶体について、ITS-1 および rbc-spacer の塩基配列を比較すると、分析した全ての産地で配列が一致し、産地間の遺伝的差異はなかった。今後、和歌山県下でより多くのヒロメの遺伝情報を調査することで、産地間の遺伝的差異をより詳細に明らかにできると考えられる。

#### 4 文 献

田中俊充・山内信・能登谷正浩・木村創・四ツ倉典滋（2007）和歌山県沿岸に生育するカジメとクロメの形態的および遺伝的多様性について，水産増殖，55，1-8.

山内信・白石智孝（2016）農林水産業競争力アップ技術開発事業「磯根漁場の生産力強化技術の開発」（藻場造成技術の開発），平成 26 年度和歌山県水産試験場事業報告，31-33.

**農林水産業競争力アップ技術開発事業**  
**「磯根漁場の生産力強化技術の開発」(マナマコの種苗生産技術の開発)**

白石智孝 (増養殖部)

**1 目 的**

本県の漁業経営が燃料費の高騰・資源の減少・漁業者の高齢化を背景に厳しい状況にある中、マナマコは地先で容易に漁獲でき、収益性にも優れた磯根資源として注目されている。水産試験場では、昨年度までに和歌山県産マナマコの種苗量産技術および放流技術を確立した。これまでの研究では、熊野灘産マナマコのみを用いて技術開発を実施してきたことから、今年度は、本技術が県内の他海域のマナマコにも適用可能かを実証するため、田辺産のマナマコを用いて種苗生産を行った。

近年、外部標識方法が確立されていないマナマコに対して、DNA分析による親子鑑定を用いて、漁獲物に含まれる放流個体を識別する方法が報告されている(酒井 2011)。そこで、和歌山県産マナマコに対するDNA分析による親子鑑定方法を検証した。

**2 方 法**

1) 田辺産マナマコを用いた種苗生産

2015年4月10日に田辺産のマナマコ8尾(雌雄未判別)にクビフリンを注射したところ、3尾が産卵、5尾が放精した。5尾分の精子を混合して媒精し、雌毎に受精卵を得た。4月11-12日に正常ふ化した幼生を500Lアルテミア水槽または1t FRP水槽に収容した。幼生飼育は、500L水槽で4.33個体/mlの密度、1t水槽で4.33個体/mlと6.67個体/mlの密度で開始し、室内での自然採光・無調温・止水の条件下で、3-5日に1回換水(換水率100%/日で緩やかに注水)した。餌料は、珪藻 *Chaetoceros neogracile* を幼生1個体あたり10,000 cells/mlを維持するよう適宜添加した。ふ化後3週間で波板を投入し、着底した稚ナマコの飼育は、幼生飼育と同条件で行った。体長が3mmに達する個体を確認後に、餌料を配合飼料(海參 Growth; 日本農産工業株式会社)に切り替え、水槽あたり1-10g/日給餌した。8月27日に各水槽の稚ナマコの計数を行い、生産尾数を算出した。

2) 稚ナマコの餌料試験

稚ナマコ用の餌料として市販されている配合飼料は少なく、開発途上にある。そこで、稚ナマコ飼育に適した餌料を探索するため、表1のとおり、市販されている5種類の餌料を用いて飼育試験を行い、稚ナマコの成長・生残を比較した。

30Lパンライト水槽6基にろ過海水を20Lずつ注水し、エアレーションを行った。上述の田辺産稚ナマコを選別し、20尾ずつ収容(平均体長8.75mm)した。試験区は、表1に示す5種類の餌料給餌区と無給餌区とした。試験は、2015年12月11日に開始し、2,3日に1回全量換水し、餌料給餌区では換水後に餌料を1g給餌した。12月20日、1月25日、2月23日に稚ナマコの計数、体長測定を行った。

3) 和歌山県産マナマコへの親子鑑定方法の検証

2015年4月10日に、1)の試験で種苗生産に用いた親ナマコ8尾の触手を切り取り、個体毎に99.5%エタノールで固定した。2016年3月15日に、1)の試験で3尾の雌親から生産された種苗を混合した後に30尾取り上げ、湿重量を測定した後に、個体毎に99.5%エタノールに収容して固定した。さらに、2014年度に1)の試験と異なる親ナマコを用いて生産され、99.5%エタノールで固定されていた種苗15尾をネガティブコントロールとした。

親ナマコの触手切片8サンプル、種苗30サンプル、ネガティブコントロール15サンプルからDNAを抽出し、ミトコンドリアDNA分析およびマイクロサテライト分析を行った。ミトコンドリアDNA分析においては、酒井(2011)の方法に従い、16S rRNAとCOIの部分領域を解析し、ハプロタイプを決定した。マイクロサテライト分

表1 試験に用いた餌料

| 試験区     | 餌料の種類(用途)       |
|---------|-----------------|
| 無給餌区    | なし              |
| 配合A区    | 配合A(稚ナマコ用)      |
| 配合B区    | 配合B(畜産・水産用海藻飼料) |
| 配合C区    | 配合C(アワビ初期稚貝用)   |
| 配合D区    | 配合D(二枚貝育成用)     |
| 塩蔵ワカメ区* | 塩蔵ワカメ(アワビ用)     |

※ミキサーで粉碎してから給餌

析においては、表 2 に示す 8 座のマーカー (Kanno et al. 2005, 酒井 2011) を用い、フラグメントサイズの計測およびフラグメントサイズの分布より遺伝型を決定した。得られたハプロタイプおよび遺伝型を比較し、親ナマコと種苗との親子関係を判定した。

表 2 マイクロサテライト分析に用いた 8 座のマーカー

| マーカー名   | プライマー名   | 蛍光色素 | 塩基配列                  | プライマー名   | 塩基配列                  |
|---------|----------|------|-----------------------|----------|-----------------------|
| Psj1828 | Psj1828F | PET  | CAAACGCATACAATTACACA  | Psj1828R | CGATCGATAGTCTCAATC    |
| Psj2172 | Psj2172F | VIC  | TTAGAATATGATGCAACAGAA | Psj2172R | GATACCGTATAATGGTTT    |
| Psj2463 | Psj2463F | NED  | GCTGAAGGCAAAAGGAATCT  | Psj2463R | GTAGCAAATGTGGCAAGGAT  |
| Psj2575 | Psj2575F | 6FAM | GCCTCGAGAGCTTATTCAATG | Psj2575R | GCTCGCTTGGAGAGTAAACAC |
| Psj2844 | Psj2844F | PET  | CAAAACGATAGGGACCATCTA | Psj2844R | TTAACATTTCTGCCCACTTC  |
| Psj2889 | Psj2889F | VIC  | CGAGACGTTTACTTCCACTG  | Psj2889R | AGAGGTGCTGGCTTTACTC   |
| Psj2969 | Psj2969F | 6FAM | TTCTGCCCTTACAAAATAG   | Psj2969R | GCAGCAGAATGATGAGTGTG  |
| Psj3088 | Psj3088F | NED  | CGTATTTACAAGCCCAACA   | Psj3088R | GGCGTAGAAAGCAAGGGAAAG |

### 3 結果及び考察

#### 1) 田辺産マナマコを用いた種苗生産

種苗生産結果を表 3

表 3 種苗生産結果

| 雌親 | 受精卵数 (粒)  | 正常ふ化率 (%) | 水槽           | 幼生収容密度 (個体/ml) | ふ化4ヶ月後種ナマコ数 (個体)   |
|----|-----------|-----------|--------------|----------------|--------------------|
| ♀① | 4,400,000 | 98.4      | 1 t FRP水槽    | 4.33           | 5,500 <sup>*</sup> |
| ♀② | 2,934,000 | 73.8      | 500 Lアルテミア水槽 | 4.33           | 2,836              |
| ♀③ | 7,666,000 | 87.0      | 1 t FRP水槽    | 6.67           | 0                  |

<sup>\*</sup>波板および水槽壁面・底面の一定面積に存在する稚ナマコを計数し、全体面積に換算

に示す。3尾の雌から計 1,500 万粒の受精卵が得られ、正常ふ化率は 73.8-98.4 % と良好であった。これまで 500 L 以下の水槽のみで種苗生産を実施してきたが、1 t 水槽でも種苗生産が可能であり、煩雑さや不便な点はなかった。幼生の収容密度が 6.67 個体/ml で飼育した場合には全滅し、4.33 個体/ml で飼育した場合には種苗を量産できた。8月27日に、♀②の水槽では 2,836 尾が生残 (生残率 0.13 %) しており、サイズは 2-36 mm で、ほとんどが 10 mm 以下であった。♀①の水槽では、波板および水槽壁面・底面の一定面積に着底している稚ナマコを計数し、全体面積に換算したところ、種苗数は 5,500 尾 (生残率 0.13 %) となり、1 t 水槽でも 500 L 水槽と同様の生残率であった。本試験により、開発された種苗生産技術が田辺産マナマコにも適用でき、種苗の量産が可能であることを実証した。

#### 2) 稚ナマコの餌料試験

餌料ごとの生残率の推移を図 1 に、成長を図 2 に示す。配合 C 区および配合 D 区では、試験開始 9 日目には稚ナマコが全滅していた。両区では、水槽底面にバイオフィームが形成され、カビも発生していたことから、他の餌料に比べて水質を悪化させやすいことが明らかになった。一方、配合 A 区では飼育水の濁りや水槽底面のバイオフィームの形成は全く確認されなかった。74 日間の試験期間中、稚ナマコ用として開発された配合 A 区が最も生残率が高く、他の餌料給餌区では最終的に 60 % を下回った (図 1)。

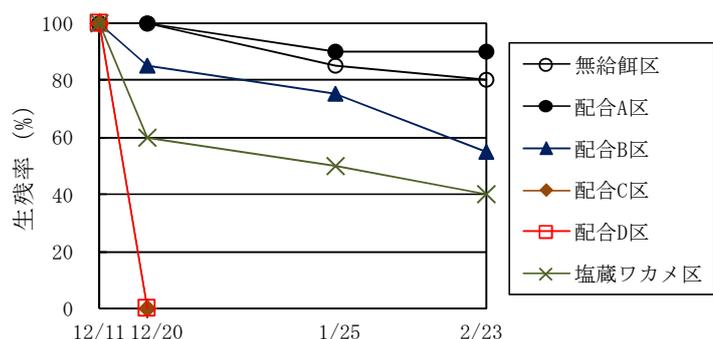


図 1 稚ナマコの生残率の推移

74 日後まで生残した稚ナマコの平均体長を比較すると、配合 A 区では 24.4 mm、配合 B 区では 21.0 mm、塩蔵ワカメ区では 15.5 mm に成長した (図 2)。無給餌区では、生残率は 80 % であったものの、ほとんど成長しなかった。以上の結果から、本試験で対象とした餌料の中では、配合 A が生残率・成長の両面で優れ、その他の餌料は生残率低下のリスクがあることが明らかになった。

本事業で開発した種苗生産技術は、高度な技術や設備を必要とせず、漁業者自らが取り組める内容となっている。その中で、最も注意すべきことは、稚ナマコを食害する小型甲殻類 (シオダマリミンジンコ等) の飼育水へ

の混入を防ぐことであり、特に換水時に注意する必要がある。配合 A は、生残率が高いだけでなく、水質が悪化しにくいことから、換水頻度を抑えることができ、小型甲殻類の混入リスクを低減できるメリットがある。簡易な設備で省力的に飼育を行う場合、稚ナマコの嗜好性や成長のみならず、水質への影響も考慮して稚ナマコ用の配合飼料を選択する必要がある。

### 3) 和歌山県産マナマコへの親子鑑定方法の検証

DNA 分析に供した種苗 30 尾の湿重量は、平均 0.107 g (最大 0.912 g, 最小 0.011 g) であった。

母系遺伝であるミトコンドリア DNA を分析した結果、親ナマコ 8 サンプルから 8 種類のハプロタイプ、種苗 30 サンプルから 3 種類のハプロタイプ、ネガティブコントロール 15 サンプルから 6 種類のハプロタイプが得られた。種苗 30 サンプルから得られた 3 種類のハプロタイプは、全て雌親 3 サンプルのハプロタイプのいずれかと一致 (雌 3 尾とそれぞれ 20 個体, 9 個体, 1 個体が一致) した。一方、ネガティブコントロールのハプロタイプは、親 8 サンプルと種苗 30 サンプルのいずれのハプロタイプとも一致しなかった。

8 座のマーカを用いてマイクロサテライト分析を試みたところ、マーカ Psj1828 を用いたときに、1 回の PCR で増幅が確認されず、複数回分析を行うことで増幅が確認された。この増幅は、null アリルなどの PCR エラーによる非特異的なバンドと考えられた。そこで、マーカ Psj1828 を除く 7 座のマーカを用いてマイクロサテライト分析を試みたところ、全てのサンプルで遺伝型が決定されたものの、各種苗サンプルの親個体を特定することはできなかった。

8 座のマーカを用いてマイクロサテライト分析を試みたところ、マーカ Psj1828 を用いたときに、1 回の PCR で増幅が確認されず、複数回分析を行うことで増幅が確認された。この増幅は、null アリルなどの PCR エラーによる非特異的なバンドと考えられた。そこで、マーカ Psj1828 を除く 7 座のマーカを用いてマイクロサテライト分析を試みたところ、全てのサンプルで遺伝型が決定されたものの、各種苗サンプルの親個体を特定することはできなかった。

全てのサンプルについて、ハプロタイプおよび遺伝型の決定が可能であったことから、最小で 0.011 g の稚ナマコからも DNA の抽出・分析が可能であることが示された。今回、ミトコンドリア DNA 分析による母子判定が可能で、マイクロサテライト分析による親子判定は不可能であった。北海道のマナマコにおいては、マイクロサテライト分析のみで親子を判定できると報告されており (酒井 2011)、今回の結果と異なる。和歌山県におけるマナマコの親子鑑定方法を確立するためには、さらに県産マナマコの DNA 情報を調査し、ハプロタイプや遺伝型の多様性を把握する必要がある。また、水産動物の DNA 標識においては、null アリルなどの PCR エラーによる誤判定の可能性が指摘されている (山本ら 2014) ことから、和歌山県産マナマコのマイクロサテライト分析を行う際には、予め null アリルなどの PCR エラーを引き起こすマーカを検出し、エラーを引き起こさない複数のマーカを用いる必要がある。

## 4 文 献

Kanno M, Li Q, Kijima A (2005) Isolation and Characterization of Twenty Microsatellite Loci in Japanese Sea Cucumber (*Stichopus japonicus*). Mar. Biotechnol., 7(3), 179-183.

酒井勇一 (2011) DNA 解析によるマナマコの放流効果推定技術の開発と系群構造の解明 (2. 重点領域研究推進費). 平成 21 年度北海道立栽培水産試験場事業報告書, 86-94.

山本昌幸・野口大毅・小畑泰弘・菅谷琢磨・高木基裕 (2014) 瀬戸内海東部における DNA マーカによるクルマエビの放流効果推定. 水産増殖, 62(4), 393-405.

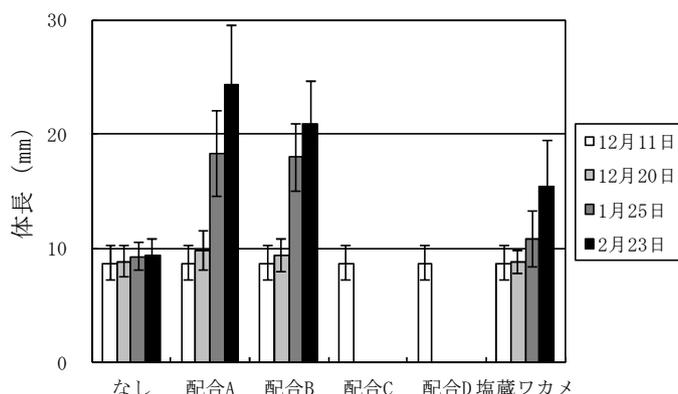


図 2 稚ナマコの体長の変化

**農林水産業競争力アップ技術開発事業**  
**「新養殖魚『スマ』の種苗生産技術の開発」**

白石智孝・加藤文仁（増養殖部）

**1 目 的**

本県の海面養殖業は、主力であるマダイの魚価低迷や飼料費の高騰により疲弊している。そのような中、スマは美味で単価が高く、成長も早いうえ、マダイ養殖イケスをそのまま利用できることから、新たな養殖魚種として期待されている。水産試験場では、他魚種との混合飼育によるスマ種苗生産技術を開発し、平成25年度に日本で初めて、スマ人工種苗の量産に成功した。今年度は、インダイとの混合飼育を行い、スマ人工種苗の生産尾数が最大となる混合比および収容卵数を検討し、スマ種苗量産技術の向上を目指した。

**2 方 法**

1) インダイとの混合飼育におけるスマ生産尾数の比較

2015年6月22日～9月3日に国立大学法人東京海洋大学館山ステーションで採取されたスマ受精卵を計3回（表1に示す1-3R）、水産試験場に輸送し、15 m<sup>3</sup>円形水槽（直径3.5 m、深さ1.55 m、水量14 m<sup>3</sup>）に収容した。同時にインダイ受精卵を収容し、スマとインダイの異なる混合比で種苗生産試験を行った（表1）。

表1 混合飼育試験区の条件

| 試験区 | 収容卵数(粒)        | 混合比     | スマの採卵日 | 選別の有無 |
|-----|----------------|---------|--------|-------|
|     | スマ：インダイ        | スマ：インダイ |        |       |
| 1R  | 20,000:200,000 | 1:10    | 6/22   | ○     |
|     | 40,000:200,000 | 1:5     |        | ○     |
| 2R  | 20,000:200,000 | 1:10    | 7/27   | ○     |
|     | 40,000:200,000 | 1:5     |        | ○     |
| 3R  | 60,000:200,000 | 1:3     | 9/3    | ○     |

なお、スマとの混合飼育に用いた他魚種

受精卵（本試験ではインダイ）の収容は、試験開始時の1回のみであり、スマが魚食性を発現するまでは、他魚種稚魚はスマと同居して成長するが、魚食性発現後には、同居していた他魚種がスマに捕食されることにより、スマ同士の共食いを軽減する役割を担っている。

混合飼育試験においては、浮上死防止のため、卵収容直後にサラダ油により油膜を形成させ、ふ化後2日（2日齢）から油膜の除去を行った。また、沈降死防止のため、水平流を形成（電動ポンプを用いて水槽底面から海水を射出）させた。飼育水には加温した電解殺菌ろ過海水を用い、15日齢までの水温を26.0-28.8℃に維持した。注水は2日齢から開始（換水率10%/日）し、仔魚の成長に伴い換水率を増加させた。餌料系列は、ワムシ→ふ化仔魚→配合飼料→イカナゴミンチとした。餌用のふ化仔魚には、スマの種苗生産時期に継続的に産卵可能なシロギスとインダイを選

表2 スマと他魚種との混合飼育試験の条件と結果

| 混合飼育に用いた魚種 | スマ受精卵の収容卵数(粒) | 混合比<br>スマ：他魚種 | スマ生産尾数(尾) | 生残率(%) |
|------------|---------------|---------------|-----------|--------|
| なし(単独飼育)   | 49,400        | -             | 8         | 0.0    |
| イサキ        | 15,000        | 1:7           | 1,122     | 7.5    |
| インダイ       | 80,000        | 1:2           | 646       | 0.8    |
| 〃          | 60,000        | 1:3           | 1,870     | 3.1    |
| 〃          | 40,000        | 1:5           | 8,875     | 22.2   |
| 〃          | 40,000        | 1:5           | 2,741     | 6.9    |
| 〃          | 20,000        | 1:10          | 866       | 4.3    |
| 〃          | 20,000        | 1:10          | 2,494     | 12.5   |
| 〃          | 20,000        | 1:10          | 1,281     | 6.4    |
| シロギス       | 60,000        | 1:3           | 545       | 0.9    |
| 〃          | 20,000        | 1:10          | 2,226     | 11.1   |
| 〃          | 20,000        | 1:10          | 1,188     | 5.9    |
| 〃          | 14,800        | 1:15          | 485       | 3.3    |

びを取り除く選別を行った。

2) 各混合比におけるスマ稚魚の生産尾数と生残率の関係

2013～2015年に実施した15 m<sup>3</sup>水槽における混合飼育試験の結果(表2)から、各混合比におけるスマ稚魚の生産尾数と生残率との関係を調べ、スマ種苗生産における混合飼育の適正な混合比および収容卵数を検討した。

3 結果及び考察

1) イシダイとの混合飼育におけるスマ生産尾数の比較

各試験区(R)において、スマは20-25日齢で全長39-47 mmに成長した。1Rでは、スマ：イシダイが20,000：200,000の試験区で2,494尾(178尾/m<sup>3</sup>、生残率12.5%)、40,000：200,000で8,875尾(633尾/m<sup>3</sup>、22.2%)、2Rでは、20,000：200,000および40,000：200,000の試験区でそれぞれ1,281尾(91尾/m<sup>3</sup>、6.4%)、2,741尾(195尾/m<sup>3</sup>、6.9%)、3R(60,000：200,000)では1,870尾(133尾/m<sup>3</sup>、3.1%)が生産された(図1)。15 m<sup>3</sup>水槽を用いた場合、イシダイ受精卵20万粒に対して、スマ受精卵を2万粒加えたときよりも4万粒加えた方が生産尾数は増加するが、6万粒加えたときには減少した。イシダイ20万粒に対してスマが6万粒の場合は、スマ同士の共食いが増加して生残率が低下したと考えられる。

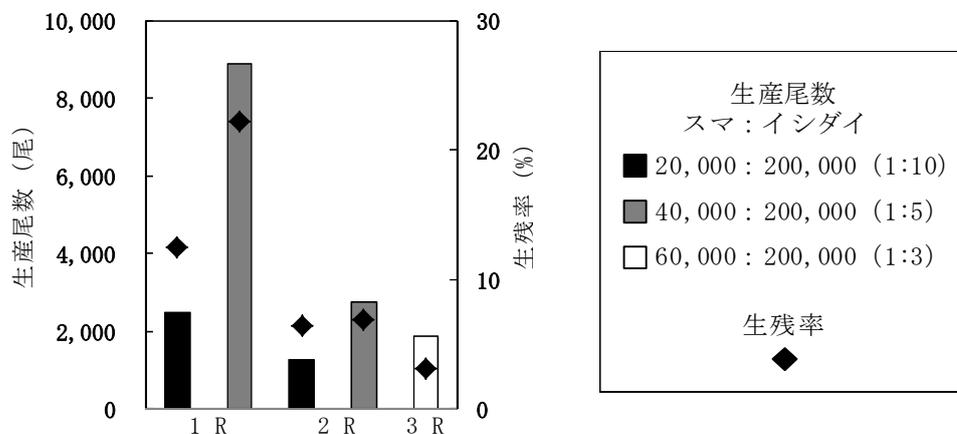


図1 沖だしサイズにおけるスマ稚魚の生産尾数および生残率

2) 各混合比におけるスマ稚魚の生産尾数と生残率の関係

図2に、イサキ、イシダイ、シロギスと混合飼育(スマと同時に受精卵を収容)した時のスマ稚魚の生産尾数と生残率との関係を混合比ごとに示す。

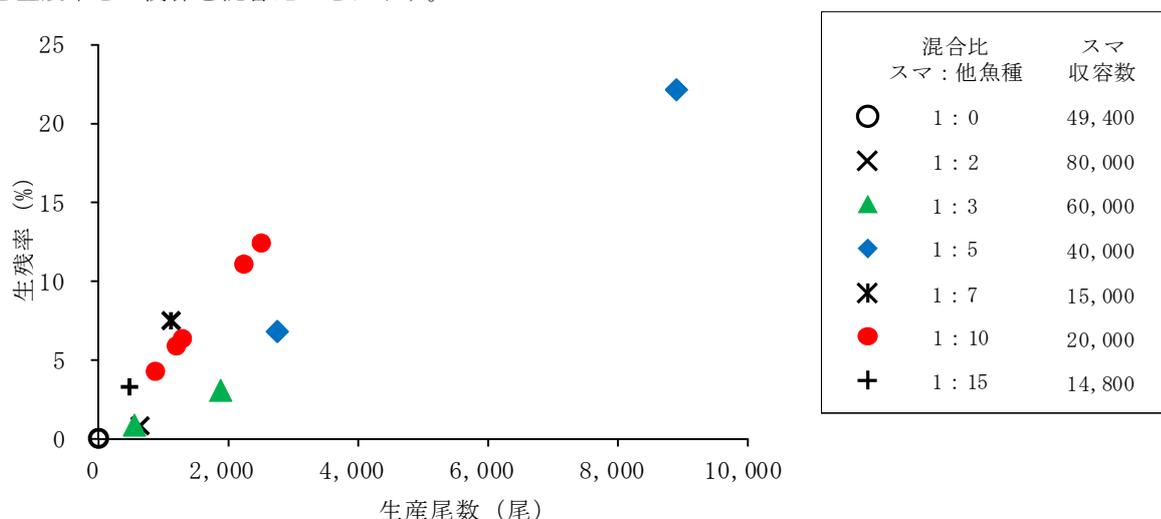


図2 15 m<sup>3</sup>水槽を用いたスマ混合飼育における生産尾数と生残率の関係

スマのみで単独飼育を行った時には、共食いが激しくなり、成長が著しく早かった8尾のみが生残し、量産には至らなかった。イサキ、イシダイ、シロギスとの混合飼育を行った場合は、いずれも小規模水槽(15 m<sup>3</sup>)において、1,000尾以上の量産が可能であり、混合飼育によってスマ種苗量産が可能であることが示された。イシダ

イとの混合飼育を行う場合、スマ：イシダイの混合比が1:2~1:3では、スマに対するイシダイの数が少ないために生残率が低く、混合比1:5~1:10が適正であり、2,000尾以上を生産できると考えられる。また、生残率が同程度の場合は、収容卵数が多い1:5(4万粒)の方が1:10(2万粒)より多く生産できる。シロギスとの混合飼育を行う場合、混合比1:3では、スマに対するシロギスの数が少なく、適正混合比は1:5~1:10の間にあると考えられる。イサキとの混合飼育においては、混合比1:7の時に1,000尾以上生産できたが、適正混合比を把握するためには、さらに異なる混合比で試験を行う必要がある。

混合飼育は、スマ受精卵が少ない場合でも種苗量産が可能な方法である。そのため、大量の親魚を確保できない場合や、早期採卵(本来の産卵期前にホルモン投与等により人工的に採卵)や、遠隔地へ少量しか受精卵を輸送できない場合には、1回の種苗生産に用いる受精卵が少ないと考えられるため、特に有効である。さらに、選抜された少数の種苗を親魚に用いるような育種研究においても、少量の受精卵で継代育種できるという利点がある。効率的に混合飼育を行うためには、混合飼育に用いる魚種ごとに適正な混合比を把握することが重要である。

## 栽培漁業推進

加藤文仁（増養殖部）・小林慧一（資源海洋部）

### 1 目的

栽培漁業の推進を図るため、放流対象種のマダイ・ヒラメ・イサキ・アワビ類について放流種苗の混獲状況を把握し、放流効果を検討する資料とする。また、クエについては2011年度から公益財団法人和歌山県栽培漁業協会が種苗生産・放流を開始していることから、放流種苗が漁獲サイズに達するまで、県下での漁業実態調査を実施し、放流効果を検討するための基礎資料とする。

### 2 方法

#### 1) 放流種苗調査

2015年5～9月にマダイ・ヒラメ・イサキ・クエの放流種苗を70%エタノールで固定し、マダイ・イサキ・クエは鼻孔隔皮の欠損、ヒラメは無眼側の体色異常を標識として、2015年に放流した種苗の有標識率を調査した。

#### 2) 漁獲物の標識魚混獲率調査

マダイは、2016年1～3月に雑賀崎漁業協同組合（以下、漁業協同組合は漁協と略記する）に水揚げされた0歳魚に占める標識魚（鼻孔隔皮欠損魚）の割合を調査し、2015年放流群の混獲率を算出した。

ヒラメは、2014年4月～2015年3月に湯浅湾漁協本所に水揚げされた漁獲物、および2014年9月～2015年4月に比井崎漁協、紀州日高漁協南部町支所に水揚げされた漁獲物に占める標識魚（無眼側体色異常魚）の割合を調査し、2014年漁期における混獲率を算出した。

イサキは、2014年6月～2015年5月に和歌山南漁協本所に水揚げされた漁獲物に占める標識魚（鼻孔隔皮欠損魚）の割合を調査し、2014年漁期における混獲率を算出した。

アワビ類は、2015年6月に和歌山東漁協下田原支所に水揚げされたメガイアワビの殻頂部を削り、人工種苗由来のグリーンマークの出現割合を調査した。

#### 3) クエの漁業実態調査

2015年1～12月における紀州日高漁協南部町支所および和歌山東漁協本所に水揚げされたクエの漁獲量を調査した。紀州日高漁協南部町支所では、同期間に水揚げされたクエの重量組成も調査した。

### 3 結果及び考察

#### 1) 放流種苗調査

マダイの有標識率は、和歌山市放流群（平均尾叉長87.3mm，調査尾数71尾）で66.2%，田辺市放流群（平均尾叉長86.9mm，調査尾数97尾）で68.0%であった。ヒラメ放流種苗の有標識率は、みなべ町放流群（平均全長101.5mm，調査尾数185尾）で20.0%であった。イサキの有標識率は、田辺市放流群（平均尾叉長66.8mm，調査尾数102尾）で43.1%と前年度の53.3%に比べ低下した。クエの有標識率は、日高町放流群（平均全長114.6mm，調査尾数27尾）で88.9%と前年度の18.8%から大幅に上昇した。なお、標識に利用している鼻孔隔皮欠損や体色異常は、生物餌料の栄養条件や飼育水温条件等により生じると推察されており<sup>1～3)</sup>、それらの発生率の変動は種苗生産期の飼育条件の差異によると考えられる。

#### 2) 漁獲物の標識魚混獲率調査

1993年度以降の雑賀崎漁協におけるマダイ0歳魚の放流魚混獲率の経年変化を図1に示した。2016年1～3月の雑賀崎漁協におけるマダイ0歳魚の混獲率（調査尾数146尾）は1.0%であった。

2001年漁期以降の3漁協におけるヒラメ放流魚の混獲率の経年変化を図2に示した。2014年漁期における放流魚混獲率は、湯浅湾漁協本所（調査尾数739尾）で10.3%，比井崎漁協（調査尾数546尾）で10.5%，紀州日高漁協南部町支所（調査尾数2,644尾）で

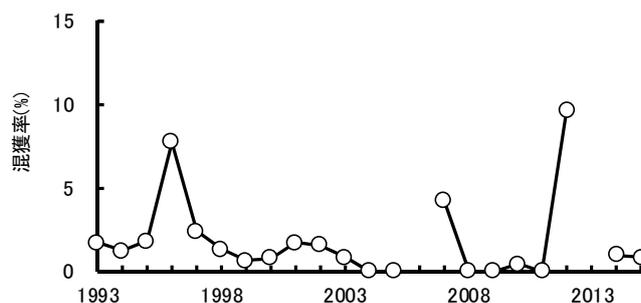


図1 雑賀崎漁協における年度別マダイ混獲率

3.9%であった。2005年漁期以降、湯浅湾漁協本所と比井崎漁協の混獲率は、概ね10%以上で推移しているが、紀州日高漁協南部町支所では最高で5%程度である。これは、同支所の年間漁獲尾数が他漁協の3.5～5倍とかなり多く、資源量に対する放流尾数が相対的に少ないためと考えられる。

2002年漁期以降の和歌山南漁協本所におけるイサキ放流魚の混獲率および漁獲金額の経年変化を図3に示した。2014年漁期の放流魚混獲率（調査尾数4,358尾）は2.5%で、前年漁期と同水準であった。また、同期間に和歌山南漁協本所に水揚げされた放流イサキの水揚金額は184万円と算出された。

1994年度以降の和歌山東漁協下田原支所におけるメガイアワビ放流貝の混獲率の経年変化を図4に示した。2015年度の混獲率（調査個数201個）は41.3%で、前年度の53.5%から低下した。和歌山東漁協下田原支所に水揚げされるメガイアワビは40～60%が放流貝であり、放流貝への依存度が高い状態が続いている。

### 3) クエの漁業実態調査

2015年1～12月におけるクエ漁獲量は、紀州日高漁協南部町支所で1.0トン、和歌山東漁協本所で1.1トンであった。同期間に紀州日高漁協南部町支所で漁獲されたクエの重量組成（調査尾数192尾）を図5に示した。2kg未満が31.8%、2kg以上4kg未満（以下、2～4kgと略記する）が19.3%、4～6kgが12.0%、6～8kgが17.7%、8～10kgが8.9%、10kg以上が11.5%であり、4kg未満の小型魚が全体の約50%を占めた。放流されたクエが漁獲され始めた可能性があり、今後、放流魚の混獲率調査を実施する必要がある。

### 4) 成果の普及・発表

各々の調査で各漁協に赴いた際に漁協職員や漁業者に調査結果の概要を説明した。

## 4 文献

- 1) 松岡正信. 天然マダイ仔稚魚の鼻孔隔皮形成過程（短報）. 日水誌 2001, 67, 896-897.
- 2) 松岡正信. カンパチ, イサキ, キジハタおよびヒラメにおける鼻孔隔皮欠損の出現状況（資料）. 水産増殖 2004, 52, 307-311.
- 3) 独立行政法人水産総合研究センター. ヒラメの無眼側体色異常個体の出現要因と防除技術. 栽培漁業技術シリーズ 2004, 10.

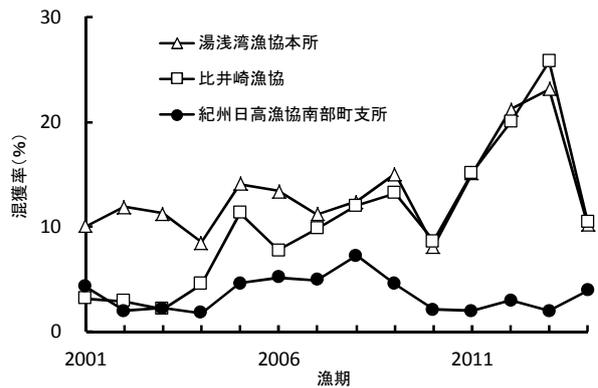


図2 3漁協における放流ヒラメ混獲率

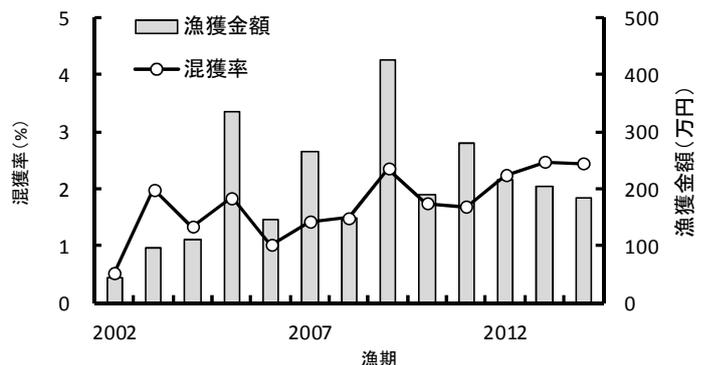


図3 和歌山南漁協本所における放流イサキの混獲率および漁獲金額

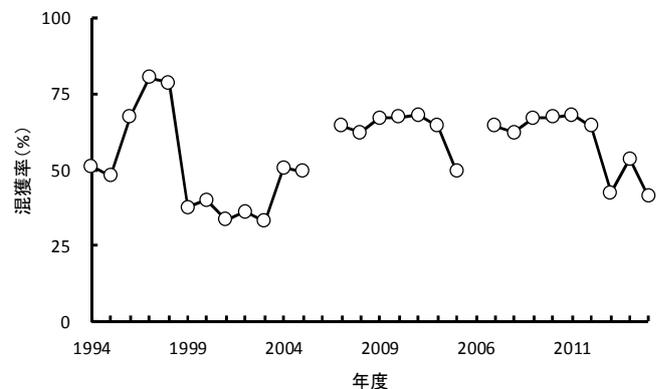


図4 和歌山東漁協下田原支所におけるメガイアワビ放流貝の混獲率

N=192

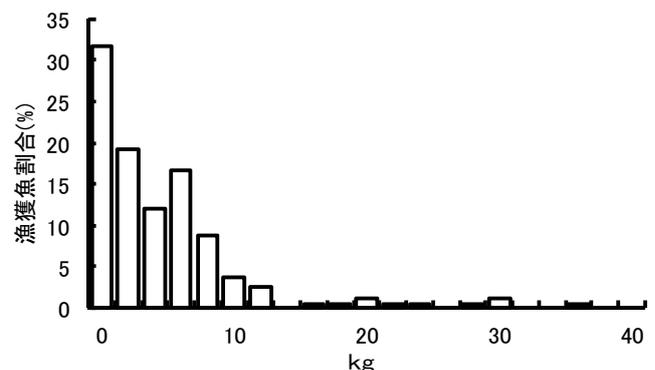


図5 紀州日高漁協南部町支所で漁獲されたクエの重量組成（2015年）

## クエ稚魚の形態異常について

加藤文仁（増養殖部）・大下優（公益財団法人 和歌山県栽培漁業協会）

### 1 目的

クエの種苗生産においては、形態異常が発生することが多い。そのうち、前彎症（図 1）については、仔魚期において水面に形成された油膜により開鰓が阻害されるために生じる<sup>1)</sup>とされているが、鰓の形成時期と前彎症発生の関係は明らかではない。種苗生産初期における鰓形成状況から前彎症の発生が予測できれば、種苗生産を中止し、新たに生産を開始することができる。そこで、鰓形成の遅れが前彎症発生に影響する日齢を推定するため、仔魚期に油膜の除去を遅らせて開鰓を制御したクエの前彎症発生率を調査した。

### 2 方法

1kL FRP 水槽 6 基に人工授精により採卵したクエの受精卵を 1.5 万粒ずつ収容した。1 基は 3 日齢から油膜の除去を開始した（3 日齢油膜除去区）。10 日齢に

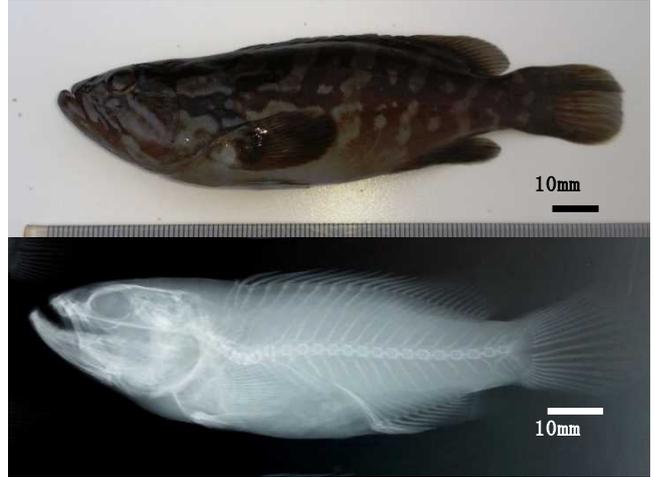


図 1 クエの前彎症

においては、油膜除去開始時期と開鰓率を対応させるため、3 日齢油膜除去区を除く 5 基のうち最も開鰓率が高い水槽の油膜除去を開始した（10 日齢油膜除去区）。同様に 15 日齢、20 日齢、25 日齢、30 日齢においてもそれぞれ最も開鰓率が高い水槽から油膜除去を開始した（15 日齢油膜除去区、20 日齢油膜除去区、25 日齢油膜除去区、30 日齢油膜除去区）。30 日齢においては、30 日齢油膜除去区の供試魚を 500 尾取り上げ、新たな 1kL FRP 水槽に収容した（油膜非除去区）。油膜非除去区は、供試魚の収容直後サラダ油を滴下し水面に油膜を形成させた。油膜除去区においては、油膜取り器を設置するとともに、40 日齢までは 1 日 1~2 回発泡スチロール板で油膜を寄せ集め、ペーパータオルに吸着させて油膜を除去した。10 日齢から 45 日齢まで 5 日毎に 20 尾ずつサンプリングし、開鰓率を算出した。鰓の形成の確認は、フェノキシエタノールで麻酔した後にスライドガラス上に置いた供試魚をカバーガラスで押し潰し、押し潰された魚体から出る気泡の有無を光学顕微鏡下で確認<sup>2)</sup>することにより行った。各試験区、2~30 日齢までスーパー生クロレラ V12（クロレラ工業株式会社、以下 SV12）で栄養強化した S 型シオミズツボワムシ（以下ワムシ）、23~63 日齢までハイパーグロス（マリンテック株式会社）で栄養強化した北米産およびロシア産アルテミア幼生、26 日齢以降は配合飼料（おとひめ：日清丸紅飼料株式会社、アンブローズ：フィード・ワン株式会社、ピアゴールド：日清丸紅飼料株式会社）を給餌した。また、ワムシの給餌期間中、濃縮ナンノクロロプシス（マリーンフレッシュ：マリンテック株式会社）および SV12 を適宜添加した。各試験区には、水質維持のため、75 日齢まで貝化石（フィッシュグリーン：株式会社グリーン・カルチャア）を毎日散布した。供試魚は全長 100mm 以上に成長するまで飼育し、各試験区から無作為に 50 尾ずつ取り上げて目視で形態異常の有無を調査した。さらに凍結保存した後、SV-100AW（株式会社ソフテックス）により軟 X 線撮影を行い、骨格の異常を調査した。

### 3 結果及び考察

各試験区の 45 日齢までの開鰓率の推移を図 2 に示す。3 日齢油膜除去区の開鰓率は、15 日齢で 80%に達し、25 日齢以降 100%となった。10 日齢油膜除去区では 15 日齢で 85%、20 日齢で 100%に達したが、25 日齢で 50%に低下し、30 日齢で再び 90%まで上昇した。15 日齢油膜除去区および 20 日齢油膜除去区は 25 日齢まで 50%前後で推移したが、30 日齢に 80%以上となり、35 日齢には 100%に達した。25 日齢油膜除去区は、油膜を除去するまで 20%未満で推移し、油膜除去後やや上昇したものの、45 日齢で 40%に止まった。30 日齢油膜除去区は、30 日齢まで 25%未満であったが、油膜除去後急速に上昇し、35 日齢以降 90%以上となった。油膜非除去区は 30 日齢油膜除去区からの分槽（30 日齢）後、やや上昇したが 45 日齢で 35%であった。なお、25 日齢の 10 日齢油膜除去区および

15日齢油膜除去区において、表層（水深0～10cm）の供試魚の開鰓率が低く、中層（水深20～40cm）で高い傾向が認められた（表1）ため、25日齢以降は、全試験区表層と中層から10尾ずつサンプリングした。

各試験区の形態異常率を表2に示す。前彎症発生率は3日齢油膜除去区で6.0%と最も低く、油膜の除去を遅らせた試験区ほど高くなる傾向が認められた。また、10日齢油膜除去区でも前彎症発生率は30.0%であったことから、前彎症を防止するには10日齢からの油膜除去では遅いと考えられる。前彎症発生率が最も低い3日齢油膜除去区の開鰓率は25日齢で100%に達したのに対し、他の試験区は60%以下であったことから、少なくとも25日齢の開鰓率が100%であれば、前彎症をほぼ防止できると考えられる。

また、各試験区の脊椎骨異常率と前彎症発生率は、概ね似た値となったことから、脊椎骨異常が発生した供試魚のほとんどに前彎症が発生していることがうかがえる。さらに前彎症が発生した供試魚は比較的高率で背鰭陥没および脊椎骨の癒合が認められた。これらのことから、脊椎骨の癒合および背鰭陥没の多くは、前彎症による屈曲により二次的に発生した可能性がある。

10日齢油膜除去区および15日齢油膜除去区は20日齢までの開鰓率に大きな差があったものの、前彎症発生率は、ほぼ同じレベルであり、飼育期間中の開鰓率も25日齢以降は同様の値で推移した。また、10日齢油膜除去区の前彎症発生率は30.0%であり、3日齢油膜除去区（6.0%）より高かった。これらのことから、10日齢油膜除去区の20日齢までの開鰓率は、実際はより低い値であった可能性が高い。25日齢において開鰓魚と未開鰓魚で遊泳層が異なっていたことから、20日齢以前でも同様の現象があれば、開鰓魚が作動的にサンプリングされてしまった可能性が考えられる。

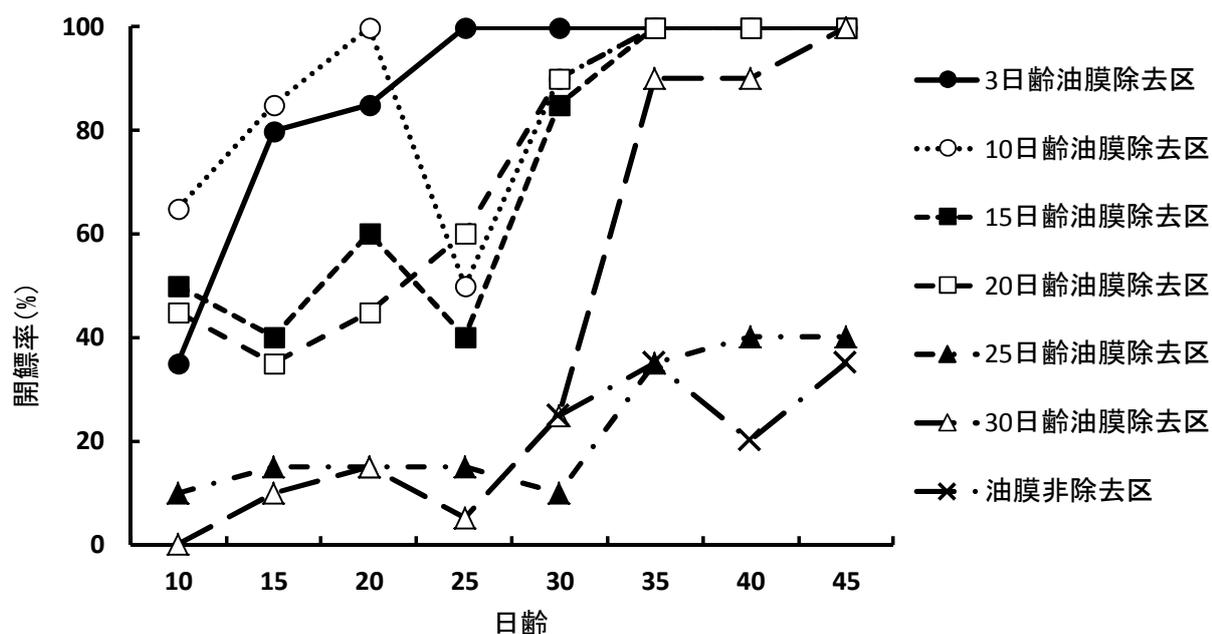


図2 油膜により開鰓を制御したクエの開鰓率の推移

表1 25日齢における表層魚と中層魚の開鰓率（%）

|     | 3日齢<br>油膜除去区 | 10日齢<br>油膜除去区 | 15日齢<br>油膜除去区 | 20日齢<br>油膜除去区 | 25日齢<br>油膜除去区 | 30日齢<br>油膜除去区 | 油膜非除去区 |
|-----|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 表層魚 | 100          | 20            | 20            | 20            | 10            | 10            | 10     |
| 中層魚 | 100          | 80            | 60            | 100           | 20            | 0             | 0      |
| 平均  | 100          | 50            | 40            | 60            | 15            | 5             | 5      |

表2 油膜により開鰓を制御し、全長100mm以上に成長するまで飼育したクエ稚魚の形態異常率

| 試験区       | 全長<br>(mm) | 調査尾数 | 目視         |             | 開鰓率<br>(%) | 脊椎骨<br>異常率<br>(%) | 軟X線写真             |                                |      |
|-----------|------------|------|------------|-------------|------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|------|
|           |            |      | 顎変形<br>(%) | 頭部陥没<br>(%) |            |                   | 前彎症<br>発生率<br>(%) | 前彎症発生個体中に占める<br>その他の異常個体の割合(%) |      |
|           |            |      |            |             |            |                   |                   | 脊椎骨癒合                          | 背鰭陥没 |
| 3日齡油膜除去区  | 111.6      | 50   | 0          | 6.0         | 98.0       | 10.0              | 6.0               | 33.3                           | 66.7 |
| 10日齡油膜除去区 | 106.6      | 50   | 0          | 2.0         | 100        | 36.0              | 30.0              | 33.3                           | 33.3 |
| 15日齡油膜除去区 | 107.4      | 50   | 4.0        | 0           | 100        | 36.0              | 28.0              | 14.3                           | 57.1 |
| 20日齡油膜除去区 | 110.6      | 50   | 0          | 2.0         | 100        | 48.0              | 48.0              | 25.0                           | 25.0 |
| 25日齡油膜除去区 | 112.8      | 50   | 2.0        | 4.0         | 84.0       | 76.0              | 68.0              | 38.2                           | 61.8 |
| 30日齡油膜除去区 | 111.2      | 50   | 0          | 0           | 100        | 58.0              | 58.0              | 58.6                           | 72.4 |
| 油膜非除去区    | 104.6      | 50   | 2.0        | 6.0         | 88.0       | 72.0              | 72.0              | 41.7                           | 52.8 |

#### 4 文 献

- 1) 北島力, 塚島康生, 藤田矢朗, 渡辺武, 米康夫. マダイ仔魚の空気呑み込みと鰓の開閉および脊柱前彎症との関連. 日水誌 1981, 47, 1289-1294.
- 2) 宇治督, 中田久. 4章 形態異常の科学. ハタ科魚類の水産研究最前線(征矢野清, 照屋和久, 中田久編) 2015, 47-64.

## 水産衛生対策（海面）

堅田昌英（増養殖部）

### 1 目的

養殖魚介類の防疫指導を適切に行うことで疾病のまん延防止を図り、安心・安全な生産・供給体制を確立する。

### 2 方法

#### 1) 養殖漁場の巡回指導

県内を中部（田辺湾）、南部（串本浅海漁場・大島養殖漁場・須江養殖漁場）および東部（浦神湾）の3海域に分け、毎月1回ずつ防疫パトロールを実施した。

#### 2) 魚病検査および健康診断

巡回指導の際のサンプリングや水産試験場へ持込のあった検体に対して魚病検査および健康診断を実施し、魚病対策指導を行った。魚病検査および健康診断は、外観症状や解剖による内臓の病変を観察した後、常法に従ってウイルス、細菌および寄生虫の検査を実施し、分離された細菌は抗血清による簡易同定を行った。なお、マダイイリドウイルス病はギムザ染色法、ウイルス性神経壊死症はRT-PCR法、アワビ類のキセノハリオチス症およびヒラメのクドア症（粘液胞子虫 *Kudoa septempunctata* による感染症）はPCR法、粘液胞子虫性やせ病はディフ・クイック染色法およびPCR法により検査を行った。なお、大韓民国向け輸出前の健康診断については、「大韓民国向け海産養殖魚輸出に関する健康証明書取扱要領」の規定に基づき、検体を目視により検査した。

#### 3) 水産用医薬品残留検査

マダイ養殖における水産用医薬品適正使用指導に資するため、平成27年7月6日に田辺湾および串本浅海漁場から養殖マダイを5尾ずつサンプリングし、筋肉中の塩酸オキシテトラサイクリンの残留検査を行った。なお、サンプリングした田辺湾の養殖マダイは1歳魚で、平均魚体重は0.8kg、串本浅海漁場は2歳魚で、平均魚体重は1.6kgであった。

### 3 結果及び考察

#### 1) 養殖漁場の巡回指導

養殖業者に対して、魚病対策指導および水産用医薬品適正使用指導を実施し、魚病検査および健康診断に供するために養殖魚のサンプリングを行った。

#### 2) 魚病検査および健康診断

##### (1) 魚病検査

平成27年度魚種別・月別魚病検査件数を表1に示す。全体で検査件数は15魚種107件であった。

魚種別ではマダイが39件で最も多く、次いでクロマグロが34件、トラフグが14件で、これら3魚種で全体の約81.3%を占めていた。月別に見ると9～12月に多く、1ヶ月当たり12～18件の検査を行った。

##### (2) 魚種別魚病発生状況

ブリでは、11月にマダイイリドウイルス病が1件発生し、カンパチでは8月にビブリオ病と住血吸虫症の合併症、9月にベネデニア症が1件ずつ見られた。

マダイでは、マダイイリドウイルス病が7～11月にかけて単独および合併症で16件見られた。細菌病は単独および寄生虫病との合併症で23件発生し、その内訳は、エドワジエラ症11件、滑走細菌症4件およびエビテリオシスチス病8件であった。寄生虫病は単独および合併症を合計すると発生件数24件で、ラメロディスカス、海産白点虫、やせ病原因粘液胞子虫、クビナガ鉤頭虫、ビバギナおよびベネデニアの寄生が見られた。

シマアジでは、マダイイリドウイルス病がネオベネデニア症やカリグス症との合併症で9月および10月に1件ずつ発生した他、ビブリオ病が9月および3月に1件ずつ見られた。

マアジでは、10月にマダイイリドウイルス病が1件発生し、イシダイでは、11月にベネデニア症が1件見られた。

イサキでは、マダイイリドウイルス病が8月および10月に1件ずつ見られ、6月および7月には海産白点病が1件ずつ発生した。

シロギスでは、スマの種苗生産試験で利用するために水槽で飼育中に、アミルウージニウム症が4月に1件発生した。

クエでは、種苗生産された稚魚で6月にウイルス性神経壊死症が1件見られた。

クロマグロでは、9月にウイルス性神経壊死症が2件、マダイイリドウイルス病とビブリオ病の合併症が1件発生した。また、住血吸虫症が4月、8月～翌年1月および3月にかけて26件発生した他、骨折による死亡が単独およびビブリオ病あるいは住血吸虫症との併発で4月および8月～翌年1月にかけて17件見られた。

スマでは7月に環境障害（台風接近に伴う大雨に起因する低塩分障害）による死亡が1件発生した他、3月に骨折による死亡が1件見られた。

トラフグでは、粘液胞子虫性やせ病が単独および他の寄生虫病（ヘテロボツリウム症、シュードカリグス症およびネオベネデニア症）との合併症で4月～翌年1月にかけて14件発生した。

オニオコゼでは、種苗生産用の親魚で5月にビブリオ病とスクーチカ症の合併症が1件発生した。

イセエビでは、4月に水槽で蓄養中にビブリオ病が1件発生した。

クロアワビでは、9月にビブリオ病が1件発生した。

### (3)健康診断

平成27年度魚種別・月別健康診断件数を表2に示す。全体で診断件数は13魚種65件であった。このうち、水産用ワクチン接種前の健康診断は5魚種7件、大韓民国向け輸出前の健康診断は1魚種1件であった。

魚種別に見ると、マダイが中間魚、稚魚および受精卵（種苗生産開始前のウイルス性神経壊死症原因ウイルス検査）を合わせて23件で最も多く、全体の約35.4%を占めていた。他の魚種は8件以下であった。

マダイ中間魚では、エピテリオシスチスが確認された他、クビナガ鉤頭虫、ビバギナおよびラメロディスカスの寄生が見られ、稚魚ではクビナガ鉤頭虫寄生を除いて中間魚と同様の傾向であった。

クエでは、稚魚において水産用ワクチン接種前の健康診断の他に、出荷前のウイルス性神経壊死症の検査を行ったが、原因ウイルスは検出されなかった。

ヒラメでは、稚魚において出荷前のクドア症の検査を行ったが、原因粘液胞子虫は検出されなかった。

アワビ類（クロアワビ、メガイアワビおよびトコブシ）では、採卵・採精前の親貝糞便および出荷前の稚貝について、キセノハリオチス症の検査を実施したが、原因細菌は検出されなかった。

### 3)水産用医薬品残留検査

いずれの検体からも塩酸オキシテトラサイクリンは検出されなかった。

表1 平成27年度魚種別・月別魚病検査件数

| 魚種    | 検査状況                          | 2015 |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   | 2016 |   |   | 計 |     |
|-------|-------------------------------|------|---|---|---|----|----|----|----|----|---|---|---|------|---|---|---|-----|
|       |                               | 4    | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |      |   |   |   |     |
| ブリ    | マダイイリドウイルス病                   |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   | 1 |   |      |   |   |   | 1   |
| カンパチ  | ビブリオ病+住血吸虫症                   |      |   |   |   | 1  |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | ベネデニア症                        |      |   |   |   |    |    | 1  |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | 小計                            | 0    | 0 | 0 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 2   |
| マダイ   | マダイイリドウイルス病                   |      |   |   |   |    |    | 1  | 1  |    |   |   |   |      |   |   |   | 2   |
|       | マダイイリドウイルス病+エドワジエラ症           |      |   |   |   |    | 1  | 2  | 2  | 1  |   |   |   |      |   |   |   | 6   |
|       | マダイイリドウイルス病+エビテリオシスチス病        |      |   |   |   |    | 2  | 1  |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 3   |
|       | マダイイリドウイルス病+ラメロディカス症          |      |   |   |   |    |    |    |    | 1  |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | マダイイリドウイルス病+海産白点病             |      |   |   |   | 1  |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | マダイイリドウイルス病+粘液胞子虫性やせ病         |      |   |   |   |    |    |    |    | 1  | 1 |   |   |      |   |   |   | 2   |
|       | マダイイリドウイルス病+クビナガ鉤頭虫症          |      |   |   |   |    |    |    |    | 1  |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | エドワジエラ症                       |      |   | 1 |   |    |    |    |    |    |   |   | 1 |      |   |   |   | 2   |
|       | エドワジエラ症+ビバギナ症                 |      |   |   |   |    | 1  |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | エドワジエラ症+ベネデニア症                |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   | 1    | 1 |   |   | 2   |
|       | 滑走細菌症                         | 1    |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   | 1 |      |   |   |   | 2   |
|       | 滑走細菌症+ビバギナ症                   |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   | 1 |      |   |   | 1 | 2   |
|       | 粘液胞子虫性やせ病                     |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   | 1 |      |   |   |   | 1   |
|       | 粘液胞子虫性やせ病+ビバギナ症               |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   | 1    | 1 | 1 |   | 3   |
|       | ビバギナ症                         |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |      | 1 |   |   | 1   |
|       | ビバギナ症+エビテリオシスチス病              |      |   |   |   |    | 1  |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | ビバギナ症+ラメロディカス症                | 1    |   |   | 1 |    |    |    |    |    |   |   |   |      |   | 1 |   | 3   |
|       | ラメロディカス症+エビテリオシスチス病           | 2    | 1 | 1 |   |    |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 4   |
|       | 海産白点病                         |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   | 1 | 1   |
|       | 小計                            | 4    | 2 | 2 | 3 | 3  | 4  | 6  | 2  | 4  | 2 | 4 | 2 | 4    | 3 | 3 |   | 39  |
| シマアジ  | マダイイリドウイルス病+ネオベネデニア症+カリグス症    |      |   |   |   |    |    | 1  |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | マダイイリドウイルス病+ネオベネデニア症          |      |   |   |   |    |    |    |    | 1  |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | ビブリオ病                         |      |   |   |   |    |    | 1  |    |    |   |   |   |      |   | 1 |   | 2   |
|       | 小計                            | 0    | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0    | 1 |   |   | 4   |
| マアジ   | マダイイリドウイルス病                   |      |   |   |   |    |    |    |    | 1  |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
| イシダイ  | ベネデニア症                        |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   | 1 |   |      |   |   |   | 1   |
| イサキ   | マダイイリドウイルス病                   |      |   |   |   |    |    | 1  |    | 1  |   |   |   |      |   |   |   | 2   |
|       | 海産白点病                         |      |   |   | 1 | 1  |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 2   |
|       | 小計                            | 0    | 0 | 1 | 1 | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0    | 0 | 0 |   | 4   |
| シロギス  | アミルウージニウム症                    | 1    |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
| クエ    | ウイルス性神経壊死症                    |      |   |   | 1 |    |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
| クロマグロ | ウイルス性神経壊死症                    |      |   |   |   |    |    |    | 2  |    |   |   |   |      |   |   |   | 2   |
|       | マダイイリドウイルス病+ビブリオ病             |      |   |   |   |    |    |    | 1  |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | ビブリオ病+骨折                      |      |   |   |   |    |    |    |    | 1  |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | 住血吸虫症                         | 2    |   |   |   |    | 2  | 3  | 1  | 2  | 2 | 1 |   |      | 1 |   |   | 14  |
|       | 住血吸虫症+骨折                      |      |   |   |   |    | 2  | 1  | 1  | 2  | 5 | 1 |   |      |   |   |   | 12  |
|       | 骨折                            | 1    |   |   |   |    |    | 1  |    | 2  |   |   |   |      |   |   |   | 4   |
|       | 小計                            | 3    | 0 | 0 | 0 | 4  | 8  | 3  | 6  | 7  | 2 | 0 | 1 |      |   |   |   | 34  |
| スマ    | 環境障害                          |      |   |   |   | 1  |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | 骨折                            |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   | 1 | 1   |
|       | 小計                            | 0    | 0 | 0 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0    | 0 | 1 |   | 2   |
| トラフグ  | 粘液胞子虫性やせ病                     |      |   | 1 |   |    |    | 1  | 1  | 1  |   |   |   |      |   |   |   | 4   |
|       | 粘液胞子虫性やせ病+ヘテロボツリウム症           |      |   |   |   |    |    |    |    | 1  | 2 | 1 |   |      |   |   |   | 4   |
|       | 粘液胞子虫性やせ病+ヘテロボツリウム症+シュードカリグス症 |      |   |   |   | 1  |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | 粘液胞子虫性やせ病+ヘテロボツリウム症+ネオベネデニア症  |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   | 1 |   |      |   |   |   | 1   |
|       | 粘液胞子虫性やせ病+シュードカリグス症           | 1    |   | 1 |   |    |    | 1  |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 3   |
|       | 粘液胞子虫性やせ病+ネオベネデニア症            |      |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   | 1 |      |   |   |   | 1   |
|       | 小計                            | 1    | 1 | 1 | 1 | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 1 | 0 | 0    |   |   |   | 14  |
| オニオコゼ | ビブリオ病+スクーチカ症                  |      |   | 1 |   |    |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
| イセエビ  | ビブリオ病                         | 1    |   |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
| クロアワビ | ビブリオ病                         |      |   |   |   |    |    |    | 1  |    |   |   |   |      |   |   |   | 1   |
|       | 合計                            | 10   | 4 | 5 | 6 | 10 | 18 | 14 | 12 | 13 | 5 | 4 | 6 |      |   |   |   | 107 |

表2 平成27年度魚種別・月別健康診断件数

| 魚種         | 診断状況                   | 2015 |    |    |    |    |   |    |    |    |   | 2016 |   |   | 計 |   |    |
|------------|------------------------|------|----|----|----|----|---|----|----|----|---|------|---|---|---|---|----|
|            |                        | 4    | 5  | 6  | 7  | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2    | 3 |   |   |   |    |
| ブリ(稚魚)     | 異常なし                   |      | 1★ | 2★ |    |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 3  |
| ヒラマサ(稚魚)   | 異常なし                   |      |    |    |    |    |   | 1★ |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| カンパチ(稚魚)   | 異常なし                   |      |    |    |    |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| マダイ(中間魚)   | 異常なし                   | 1    |    |    |    |    |   |    |    |    | 1 | 1※   |   |   |   | 1 | 4  |
|            | エビテリオシスチス確認            |      | 1  |    |    |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
|            | クビナガ鉤頭虫寄生              |      |    |    |    | 1  |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
|            | ビバギナ寄生                 |      |    |    |    |    |   |    |    |    |   | 1    |   |   |   |   | 1  |
|            | ラメロディスカス寄生             |      |    |    |    |    |   |    |    |    |   |      | 1 |   |   |   | 1  |
|            | ビバギナ寄生+エビテリオシスチス確認     |      |    |    |    | 1  |   |    |    |    |   |      |   | 1 |   |   | 2  |
|            | ビバギナ寄生+ラメロディスカス寄生      |      |    |    |    | 1  |   |    |    |    |   | 1    |   |   |   |   | 2  |
|            | 小計                     | 1    | 1  | 1  | 2  | 0  | 0 | 0  | 2  | 2  | 2 | 2    | 0 | 1 |   |   | 12 |
| マダイ(稚魚)    | 異常なし                   |      |    |    |    |    |   |    |    | 1  |   |      |   |   |   |   | 1  |
|            | エビテリオシスチス確認            |      |    |    |    | 1  |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
|            | ビバギナ寄生                 | 1    |    |    |    |    |   | 1  |    |    |   | 1    | 1 |   |   |   | 4  |
|            | ビバギナ寄生+ラメロディスカス寄生      |      |    |    |    | 1  |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
|            | ラメロディスカス寄生+エビテリオシスチス確認 |      |    |    |    | 1  |   |    |    |    |   |      |   | 1 | 1 |   | 3  |
|            | 小計                     | 1    | 0  | 1  | 2  | 1  | 1 | 0  | 0  | 1  | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |   | 10 |
| マダイ(受精卵)   | 異常なし                   | 1    |    |    |    |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| イサキ(中間魚)   | 異常なし                   |      |    |    | 1  |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| イサキ(稚魚)    | 異常なし                   |      |    |    |    | 1  |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| シマアジ(中間魚)  | 異常なし                   |      |    |    |    | 1  |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| シマアジ(稚魚)   | 異常なし                   |      |    |    |    | 1★ |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| イシダイ(中間魚)  | 異常なし                   |      |    |    |    |    |   | 1  |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| イシダイ(受精卵)  | 異常なし                   |      |    |    |    |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| クエ(稚魚)     | 異常なし                   |      |    |    |    |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| クエ(稚魚)     | 異常なし                   |      |    |    |    |    |   | 2  | 1  |    |   |      |   |   |   |   | 3  |
| クロマグロ(中間魚) | 異常なし                   |      |    |    |    |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   | 1 | 1  |
| クロマグロ(稚魚)  | 異常なし                   |      |    |    |    |    | 2 | 1  |    |    |   |      |   |   |   |   | 3  |
| ヒラメ(稚魚)    | 異常なし                   | 1    |    |    |    |    |   |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
| クロアワビ(糞便)  | 異常なし                   |      |    |    |    |    | 2 |    |    | 1  |   |      |   |   |   |   | 3  |
| クロアワビ(稚貝)  | 異常なし                   | 2    |    |    |    |    |   |    |    |    |   | 1    | 2 |   |   |   | 5  |
| メガイアワビ(糞便) | 異常なし                   |      |    |    |    |    | 2 |    |    | 1  |   |      |   |   |   |   | 3  |
| メガイアワビ(稚貝) | 異常なし                   | 2    |    |    |    |    |   |    |    |    |   | 1    | 2 |   |   |   | 5  |
| トコブシ(糞便)   | 異常なし                   |      |    |    |    |    | 1 | 1  |    |    |   |      |   |   |   |   | 2  |
| トコブシ(稚貝)   | 異常なし                   | 1    |    |    |    |    |   |    |    |    |   | 1    | 1 |   |   |   | 3  |
| トコブシ(天然貝)  | 異常なし                   |      |    |    |    |    | 1 |    |    |    |   |      |   |   |   |   | 1  |
|            | 合計                     | 9    | 2  | 8  | 13 | 7  | 3 | 2  | 3  | 7  | 8 | 1    | 2 |   |   |   | 65 |

★水産用ワクチン接種前の健康診断

※大韓民国向け輸出前の健康診断

## 水産衛生対策(内水面)

葦澤崇博・高橋芳明・中山仁志（内水面試験地）

### 1 目的

養殖アユを中心とした内水面養殖魚の防疫指導（魚病診断・指導，種苗導入直後の保菌検査や医薬品残留検査等）を適切に行うことで，疾病のまん延防止を図り，安心・安全な水産物の生産・供給体制を確立する。

### 2 方法

#### (1)魚病の診断・指導

アユ・アマゴ養殖業者から診断を依頼されたものや防疫パトロール時に採取した検体について，外部症状や内臓の病変等を観察するとともに，寄生虫の有無を調べ，腎臓から菌分離を行った。分離菌は抗血清又はPCRにより同定し，必要に応じて薬剤感受性を調べた。養鯉業者から診断を依頼されたコイ検体について，コイヘルペスウイルス（KHV）のPCR検査を行った。

#### (2)保菌検査

アユ養殖業者，河川漁協等を対象に導入直後と放流直前の種苗について保菌検査を行った。対象とした疾病は，冷水病，エドワジェラ・イクタルリ感染症である。

#### (3)医薬品残留検査

投薬歴のある出荷直前のアユを対象に平成27年7～8月にスルフィソゾールナトリウム，フロルフェニコールの残留検査を行った。スルフィソゾールナトリウムは2業者から採取した各3検体（5尾1検体），フロルフェニコールは1業者から採取した4検体（5尾1検体）を，筋肉・内臓中からの医薬品残留について，食品中の残留抗生物質等の簡易検査法（平成6年7月1日衛乳第107号）に基づき，検査を行った。

### 3 結果及び考察

#### (1)魚病の診断・指導

平成27年度に行ったアユの疾病検査は計29件であった。このうち，冷水病は9件，冷水病と他の疾病との混合感染症3件，エロモナス症7件，ビブリオ病1件，異型細胞性鰓病1件，細菌性出血性腹水症1件，エドワジェラ症，不明6件であった（表1）。今年度も冷水病及び冷水病と他の疾病との混合感染症の発症が多く，全体の約41%を占めた。薬剤感受性試験で，冷水病菌は，スルフィソゾールナトリウムに高い感受性を示した。また，10月にアマゴ養殖業者から依頼のあった検体は，イクチオボド症であった。

KHV検査は，養鯉業者から依頼のあったニシキゴイ（4検体）についてPCR検査を行った結果，すべて陰性であった。

#### (2)保菌検査

平成27年度のアユ保菌検査は16件行い，全ての検体が陰性であった。

#### (3)医薬品残留検査

アユの医薬品残留検査では，スルフィソゾールナトリウム6検体，フロルフェニコール4検体について実施したが，いずれも残留は認められなかった。

表1 平成27年4月～平成28年3月までの疾病検査状況

| 魚種  | 魚病名/月         | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 計  |    |
|-----|---------------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|----|----|
| アユ  | 冷水病           | 3 |   |   |   |   | 2 |    |    | 2  | 1 |   | 1 | 9  |    |
|     | 冷水病+エロモナス症    |   | 1 | 1 |   |   |   |    |    |    |   |   |   | 2  |    |
|     | 冷水病+細菌性出血性腹水症 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   | 1 |   | 1  |    |
|     | エロモナス症        |   | 1 |   |   |   |   |    |    | 2  | 1 | 3 |   | 7  |    |
|     | ヒヅリオ病         |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   | 1 | 1  |    |
|     | 異型細胞性鰓病       | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   | 1  |    |
|     | 細菌性出血性腹水症     |   | 1 |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   | 1  |    |
|     | エドワジエラ症       |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   | 1 | 1  |    |
|     | 不 明           | 2 | 1 | 2 |   |   |   |    |    |    |   |   |   | 1  | 6  |
|     | 小 計           | 6 | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0  | 0  | 0  | 4 | 2 | 5 | 3  | 29 |
| アマゴ | イクチオボド症       |   |   |   |   |   |   | 2  |    |    |   |   |   | 2  |    |
|     | 合 計           | 6 | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2  | 0  | 4  | 2 | 5 | 3 | 31 |    |

## アユ資源予測（資源調査）

葦澤崇博・高橋芳明・中山仁志（内水面試験地）

### 1 目的

本県内水面漁業において、アユは重要魚種として位置づけられているが、近年は減少傾向が著しい。このため、各年におけるアユ資源量の変動状況を把握するとともに、アユ資源の保護・有効利用の観点から、日高川とその周辺海域を対象にアユの流下状況、砕波帯での出現状況等について調査した。

### 2 方法

#### 1) 日高川におけるアユの流下仔魚数

日高川河口から約 3.5km 上流の御坊市野口において（図 1）、2014 年 10～12 月にかけて、計 5 回（10 月 30 日、11 月 10 日、11 月 20 日、12 月 3 日、12 月 10 日）調査を行った。流下仔魚の採集は、16 時から 22 時までの間、2 時間毎に河川中心部に濾水計を装着したプランクトンネット（口径 0.6m、側長 1.5m、網目 0.32mm）を毎時 5 分間設置して行った。また、日高川上流の椿山ダム放流量と調査定点での実測流量測定値との関係から回帰直線を求め（ $Y=1.42X-1.75$   $R^2=0.89$ ,  $Y$ : 実測流量（ $m^3/s$ ）,  $X$ : 椿山ダム放流量（ $m^3/s$ ））、その回帰直線と各調査日時の椿山ダム放流量から河川流量を推定し、ネット濾水量と得られた仔魚数から、1 時間当たりの流下仔魚数を求めた。この結果を用いて、今回の調査日時の流下仔魚数を、過去に行った 24 時間調査結果（10 カ年平均）と同様に時変化（流下率）すると仮定して算出した。また、調査期間中の全流下仔魚数は、調査日以外の流下仔魚数が、調査日と調査日間で直線的に変化するとみなして算出した。

#### 2) 砕波帯におけるアユの出現状況

由良町小引から印南町津井までの日高川周辺の砂浜海岸 4 定点（図 1）において、2014 年 10～12 月の間、計 5 回、サーフネット（網長 4.0m、網丈 1.0m、網目 1.0mm）を用いて人力により約 100m 曳網して、稚アユを採捕・計数し、砕波帯での稚アユの生息密度を算出した。

#### 3) 海産稚アユ漁獲物の把握

海産稚アユの漁獲物の取引毎に採集された稚アユサンプルの重量を計測し、漁獲された稚アユ尾数を算出した。なお、サンプルの採集は、海産稚アユの判定に立ち会った各地域の水産業普及指導員が行った。海産稚アユ漁獲量は、和歌山県漁業協同組合連合会によった。

### 3 結果及び考察

#### 1) 日高川におけるアユの流下仔魚数

各調査日での流下仔魚数を表 1 に示した。仔魚の流下は 10 月 30 日から確認され、その後増加し、11 月 20 日に最も多くなった。調査期間中の推定全流下仔魚数は約 9.1 億尾となり、平成 26 年度調査結果（7.8 億尾）と比べ、増加した。

#### 2) 砕波帯におけるアユの出現状況

砕波帯における各定点の稚アユ密度を表 2 に示した。日高川河口から離れた小引では、12 月 4 日に稚アユが少数（0.2 尾/ $m^3$ ）確認されたのみであった。煙樹ヶ浜では、11 月 11 日から稚アユが確認され、ピークは 11 月 20



図 1 砕波帯調査定点（小引、煙樹ヶ浜、塩屋、津井）、流下仔魚調査定点

表 1 日高川のアユ流下仔魚数

| 調査日(2014年) | 流下仔魚数(万尾) |
|------------|-----------|
| 10月30日     | 192       |
| 11月10日     | 504       |
| 11月20日     | 7,186     |
| 12月3日      | 174       |
| 12月10日     | 169       |

日の 10.8 尾/m<sup>3</sup>であった。昨年度ピークの 12 月 11 日の 65.0 尾/m<sup>3</sup>と比べ、時期がやや早くなる一方、稚アユ密度は、大幅に低下した。塩屋では、11 月 11 日から稚アユが確認され、ピークは 11 月 20 日の 12.2 尾/m<sup>3</sup>であり、昨年度ピークの 12 月 17 日の 32.1 尾/m<sup>3</sup>と比べ、時期が、やや早くなる一方、稚アユ密度は、大幅に低下した。津井では、12 月 4 日に稚アユが少数 (0.6 尾/m<sup>3</sup>) 確認されたのみであった。また、砕波帯調査時における各定点の水温を表 3 に示した。今年度は、昨年度と比べて、各調査定点とも比較的高い状態が継続した。

### 3) 海産稚アユ漁獲物の把握

採捕は、2015 年 2 月 7 日から 3 月 6 日の間に行われ、採捕量は 2,941.5kg (採捕尾数：約 5,125 千尾) となった。今年度は、県中部域が少なく、県南部域の田辺湾内や串本(橋杭)が多く採捕された。採捕量は、前年度採捕量 2,580.8kg (採捕尾数：2,215 千尾) と比較して約 14%増加した。また、採捕した稚アユが小型(0.39~0.83g サイズ)であったことから、採捕尾数は約 131%増加した。

表 2 砕波帯における各定点のアユ稚魚密度 (尾/m<sup>3</sup>)

| 調査日(2014年) | 小引  | 煙樹ヶ浜 | 塩屋   | 津井  |
|------------|-----|------|------|-----|
| 10月31日     | 0.0 | 0.0  | 0.0  | 0.0 |
| 11月11日     | 0.0 | 0.2  | 0.9  | 0.0 |
| 11月20日     | 0.0 | 10.8 | 12.2 | 0.0 |
| 12月4日      | 0.2 | 3.1  | 0.0  | 0.6 |
| 12月10日     | 0.0 | 3.8  | 0.2  | 0.0 |

表 3 砕波帯における各定点の水温 (°C)

| 調査日(2014年) | 小引   | 煙樹ヶ浜 | 塩屋   | 津井   | 調査日(2013年) | 小引   | 煙樹ヶ浜 | 塩屋   | 津井   |
|------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|
| 10月31日     | 22.9 | 23.5 | 23.3 | 23.3 | 11月1日      | 22.9 | 23.3 | 23.7 | 23.1 |
| 11月11日     | 21.4 | 21.6 | 22.3 | 21.6 | 11月14日     | 20.6 | 20.6 | 20.8 | 20.9 |
| 11月20日     | 20.8 | 20.4 | 20.3 | 21.0 | 11月22日     | 19.5 | 19.1 | 19.3 | 18.7 |
| 12月4日      | 17.8 | 19.5 | 19.0 | 19.1 | 11月29日     | 16.9 | 16.7 | 17.0 | 16.5 |
| 12月10日     | 17.6 | 17.5 | 17.1 | 17.5 | 12月11日     | 15.7 | 16.6 | 16.6 | 16.5 |
|            |      |      |      |      | 12月17日     | 14.1 | 15.1 | 15.4 | 14.5 |

# 鰻来遊・生息調査事業

葦澤崇博・高橋芳明・中山仁志（内水面試験地）

## 1 目的

全国的にニホンウナギの資源水準の低下が危ぶまれている。そこで、和歌山県中部域の河川をモデルとして、資源の回復と安定供給を図るために必要となる、ニホンウナギの分布・生息状況等の基礎調査を実施した。

本事業は、国立研究開発法人水産総合技術センターを代表とし、関係県水産研究機関で構成される共同研究機関に、水産庁から委託されているものである。

## 2 方法

### 1) クロコ生息状況調査

富田川水系高瀬川の下流域に4定点（K-1, K-2, K-3, K-4）を設定し（図1-A）、2015年4月～2016年3月まで毎月1回、干潮時に方形枠（1×1m）を河床に設置し、電気ショッカーを用いて、枠内に生息するニホンウナギ小型個体（以下クロコと略す。）の採捕調査を行い、生息密度を算出した。また、同定点において、小型方形枠（0.1×0.1m）を用いて底質を定量採取し、実験室に持ち帰り、底質中の底生動物（ユスリカ類・貧毛類）重量を計測した。

### 2) ニホンウナギ生息状況調査

2015年5～10月の間（計4回）、同河川下流部に調査区間を設定（100m×8区間）（図1-B）し、区間毎の流程面積を算出した後、電気ショッカーを用いて、区間内に生息するニホンウナギ（クロコ等小型個体を含む）を全量採捕し、生息場所の記録、全長、重量を計測した。

なお、採捕した全個体は、粘液と鰭組織を少量採取するとともに、イラストマータグ、PITタグを併用した標識付けを行った後、採捕した場所に放流し、その後の移動状況や成長が追跡できるようにした。

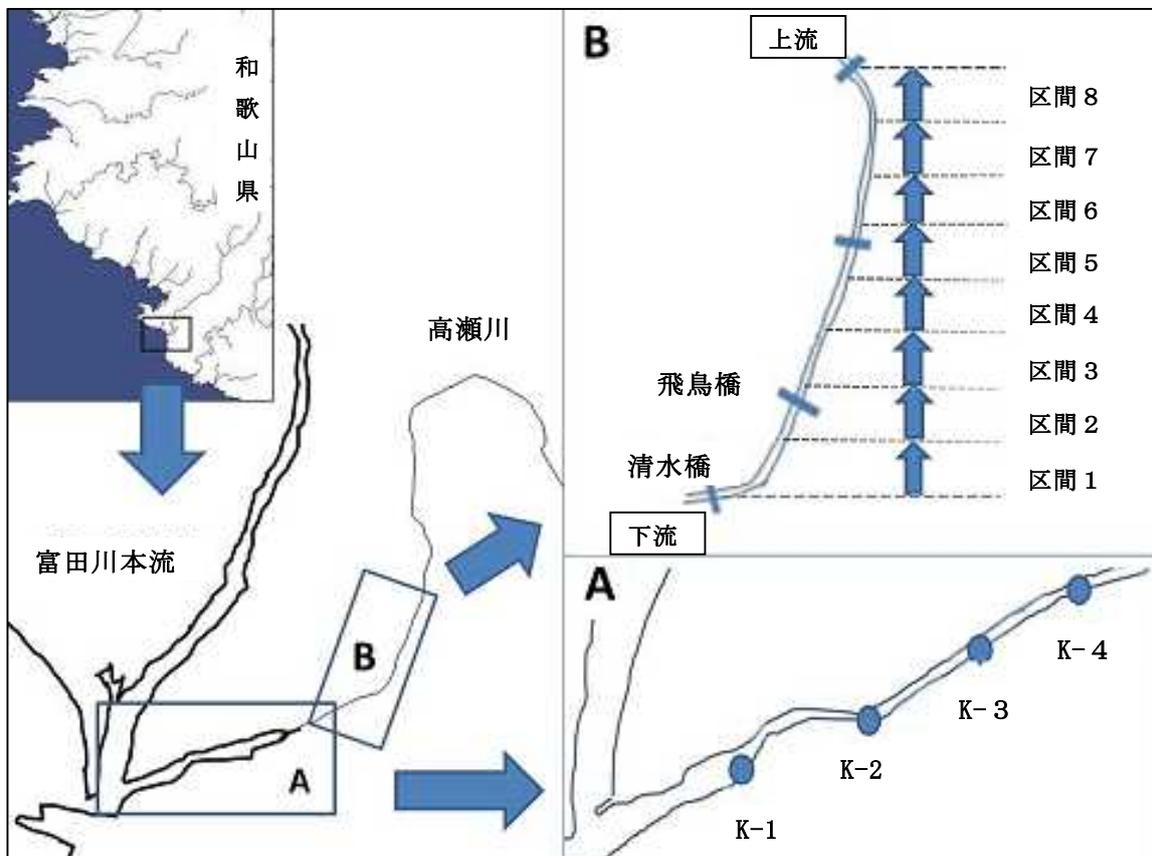


図1 富田川水系高瀬川下流域におけるクロコ調査地点（A）、ニホンウナギ採捕調査区間（B）

### 3 結果及び考察

#### 1) クロコ生息状況調査

各調査定点 (K-1~4) におけるクロコの生息密度及び河川水温を表 1 に示す。生息密度は、最下流の K-1 で 4 月に最も高くなった (14.25 尾/m<sup>2</sup>)。最上流の K-4 は、6 月に最も高くなった (1.25 尾/m<sup>2</sup>)。採捕定点毎の河川水温を見ると、K-1 では、周辺施設から排出される温水の影響により、河川水温は周年 20.8~27.5℃で推移した。一方、K-2、K-3、K-4 では、河川水温は 10.3~25.1℃で推移した。2015 年 4 月~2016 年 3 月までに採捕したクロコの全長と生息環境との関係を表 2 に示す。全長 50~100 mm までの小型個体が、K-4 周辺の小規模なワンド内で 41 尾、K-1 の温水流入口付近の礫状の場所で 57 尾、計 98 尾採捕され、全採捕尾数の約 54%を占めた。各調査定点 (K-1~4) における底生動物重量密度を昨年度の結果と 2015 年 7 月までの調査結果とあわせて図 2 に示す。K-1 における 2014 年 5~7 月と 2015 年 5~7 月を比較すると 2015 年の底生動物重量密度は低下した。これは、K-1 周辺の温水流入口で、2015 年 5 月に排水路の改修工事が行われたため、底質が変化したことによるものと考えられる。今後、底生動物量が復元するか、クロコの生息密度との関係も含め、継続調査が必要である。一方、K-2~k-4 における底生動物重量密度については、2014 年 5~7 月と 2015 年 5~7 月との間では、差は認められなかった。

#### 2) ニホンウナギ生息状況調査

調査区間 (100m×8 区間) に生息するニホンウナギの全長と生息環境の関係を表 3 に、調査区間における生息密度、護岸状況を表 4 に示す。河床が礫状の場所で 68~336 mm サイズの個体が 15 尾、土手状の河川両岸部で 182~505 mm サイズの個体が 16 尾、河床が砂状の場で 284 mm サイズの個体が 1 尾、瀬で 104 mm サイズの個体が 1 尾採捕されたが、採捕した個体全体の約 80%は、石垣護岸の隙間の中で確認された。また、最下流域の平均水深が深い調査区間 1 で、生息密度が最も高くなった (0.077 尾/m<sup>2</sup>)。

表 1 各調査定点におけるクロコの生息密度および河川水温

| 調査月 | クロコの生息密度(尾/m <sup>2</sup> ) |      |      |      | 河川水温(°C) |      |      |      |
|-----|-----------------------------|------|------|------|----------|------|------|------|
|     | K-1                         | K-2  | K-3  | K-4  | K-1      | K-2  | K-3  | K-4  |
| 4月  | 14.25                       | ※    | 1.00 | 0.00 | 24.0     | ※    | 17.1 | 16.7 |
| 5月  | 0.25                        | 0.50 | 0.50 | 0.00 | 26.4     | 21.9 | 20.7 | 20.5 |
| 6月  | 0.00                        | 1.25 | 0.50 | 1.25 | 23.1     | 20.4 | 19.8 | 21.1 |
| 7月  | 0.25                        | 1.25 | 0.25 | 0.25 | 27.3     | 22.1 | 21.9 | 22.0 |
| 8月  | ※                           | 0.50 | 0.50 | 0.25 | 27.5     | 25.1 | 24.9 | 23.1 |
| 9月  | 0.50                        | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 26.7     | 20.4 | 20.3 | 19.8 |
| 10月 | 0.00                        | 0.75 | 0.25 | 0.25 | 26.6     | 21.9 | 19.6 | 18.8 |
| 11月 | 0.00                        | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 25.1     | 19.5 | 18.4 | 18.6 |
| 12月 | 0.50                        | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 20.8     | 16.2 | 16.7 | 16.4 |
| 1月  | 0.00                        | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.7     | 13.9 | 11.2 | 12.2 |
| 2月  | 1.75                        | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 23.5     | 13.2 | ※    | 10.3 |
| 3月  | 11.75                       | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 22.5     | 14.7 | 13.5 | 13.6 |

※欠測

表 2 採捕したクロコの全長と生息環境

| 全長(mm)  | 生息環境(生息場所) |    |    |    |    | 単位:尾 |
|---------|------------|----|----|----|----|------|
|         | ワンド        | 底泥 | 土手 | 礫  | 石垣 |      |
| 40-50   | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  |      |
| 50-60   | 3          | 6  | 1  | 35 | 0  |      |
| 60-70   | 12         | 3  | 0  | 15 | 0  |      |
| 70-80   | 7          | 0  | 0  | 3  | 0  |      |
| 80-90   | 10         | 1  | 4  | 0  | 0  |      |
| 90-100  | 9          | 0  | 2  | 4  | 0  |      |
| 100-110 | 2          | 2  | 4  | 3  | 3  |      |
| 110-120 | 5          | 4  | 8  | 4  | 2  |      |
| 120-130 | 3          | 0  | 2  | 0  | 1  |      |
| 130-140 | 3          | 4  | 3  | 4  | 1  |      |
| 140-150 | 4          | 1  | 2  | 0  | 1  |      |
| 150-160 | 0          | 0  | 1  | 1  | 0  |      |
| 合計      | 58         | 21 | 27 | 69 | 8  |      |

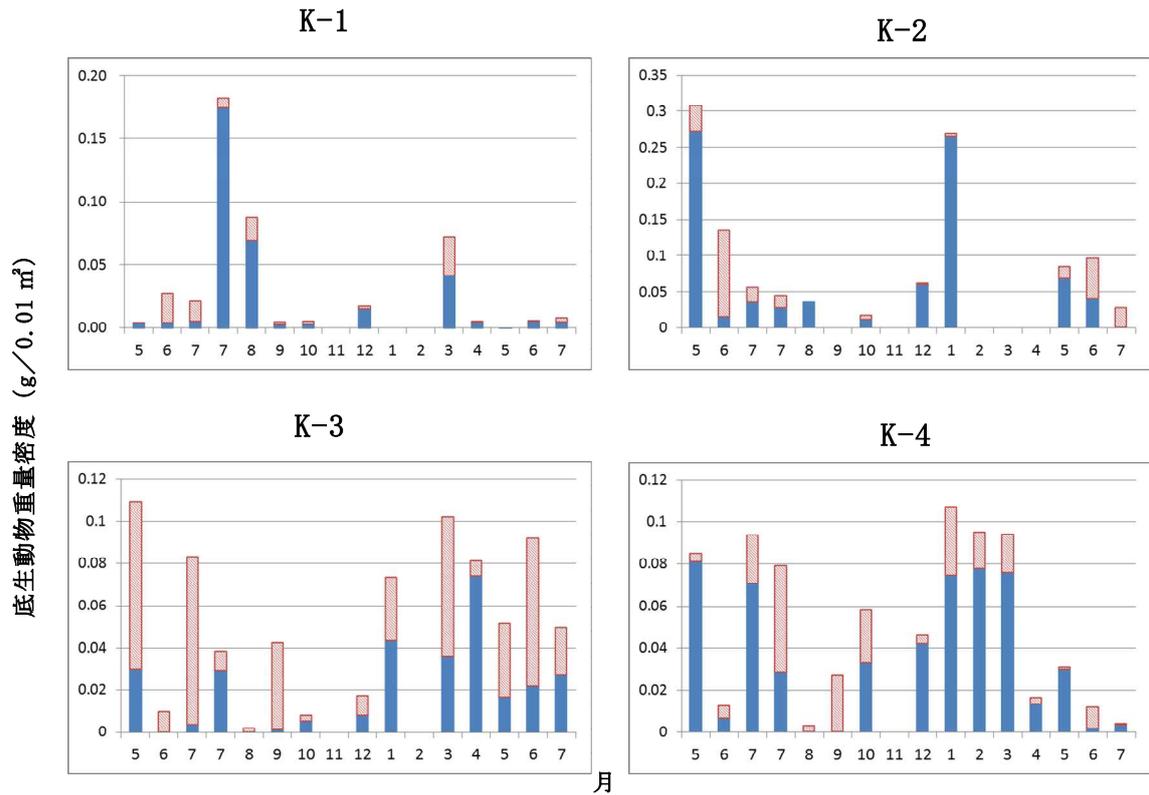


図2 調査定点における底生動物（ユスリカ類・貧毛類）重量密度の推移  
 (2014年5月～2015年7月)※2014年7月は底質採取を2回実施

ユスリカ類  
 貧毛類

表3 調査区間（1～8）におけるニホンウナギの全長と生息環境

| 全長 (mm) | 生息環境(生息場所) |    |    |   |   |
|---------|------------|----|----|---|---|
|         | 石垣         | 土手 | 礫  | 砂 | 瀬 |
| 50-100  | 0          | 0  | 4  | 0 | 0 |
| 100-150 | 7          | 0  | 1  | 0 | 1 |
| 150-200 | 7          | 2  | 5  | 0 | 0 |
| 200-250 | 9          | 6  | 1  | 0 | 0 |
| 250-300 | 27         | 3  | 3  | 1 | 0 |
| 300-350 | 22         | 1  | 1  | 0 | 0 |
| 350-400 | 21         | 2  | 0  | 0 | 0 |
| 400-450 | 13         | 1  | 0  | 0 | 0 |
| 450-500 | 12         | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 500-550 | 11         | 1  | 0  | 0 | 0 |
| 550-600 | 0          | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 600-650 | 0          | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 650-700 | 1          | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 合計      | 130        | 16 | 15 | 1 | 1 |

※石垣・土手は河川両岸部、 礫・砂・瀬は河床部

表4 調査区間（1～8）における生息密度及び護岸の状況

| 区間 | 採捕数(尾) | 平均全長(mm) | 生息密度(尾 / m <sup>2</sup> ) | 平均水深(cm) | 河川両岸の護岸の状況(%) |        |      |      |
|----|--------|----------|---------------------------|----------|---------------|--------|------|------|
|    |        |          |                           |          | 石垣            | コンクリート | 土手   | 礫    |
| 1  | 42     | 316      | 0.077                     | 78.2     | 50.0          | -      | 50.0 | -    |
| 2  | 15     | 275      | 0.032                     | 40.4     | 34.0          | 15.0   | 48.0 | 3.0  |
| 3  | 25     | 292      | 0.029                     | 46.2     | 69.0          | 5.5    | -    | 25.5 |
| 4  | 4      | 242      | 0.006                     | 39.2     | 9.8           | 36.5   | 50.0 | 3.8  |
| 5  | 19     | 379      | 0.032                     | 72.3     | 63.0          | 4.0    | -    | 33.0 |
| 6  | 35     | 286      | 0.074                     | 57.9     | 54.3          | 45.8   | -    | -    |
| 7  | 15     | 409      | 0.040                     | 51.1     | 40.5          | 59.5   | -    | -    |
| 8  | 8      | 351      | 0.026                     | 35.0     | 86.3          | 13.8   | -    | -    |

# 農林水産業競争力アップ技術開発事業 「アユ種苗における冷水病対策技術の開発」

中山仁志・葦澤崇博（内水面試験地）

## 1 目的

冷水病はアユの代表的な疾病であり、県内の養殖場や河川において頻繁に発生している。時に大量へい死を引き起こすため、アユ養殖場や漁協の経営を圧迫する原因の一つとなっている。しかし、現在のところ有効な予防・治療法が確立されていないことから、冷水病被害を十分に軽減できていない状況にある。

そこで、本研究はアユ種苗の健全性診断技術を確立するとともに、冷水病菌の除菌技術や冷水病耐性を獲得したアユ種苗の作成技術を確立することにより、冷水病による経済的損失を軽減させることを目的とする。

## 2 方法

### 1) アユ種苗の健全性診断技術の確立

#### (1) 冷水病菌高感度検出技術の開発

冷水病菌由来DNAを鋳型として、プライマーfpPPIC-F：5'-GTACCATGATACAGTCAGGTTTTATACCA及びfpPPIC-R：5'-GCGTTTTAAATCCA ACTCTTGCTTCGを用いたPCRにより増幅を行った<sup>1)</sup>。DNAポリメラーゼはTaKaRa Ex Taq®（タカラバイオ社製）を使用し、サーマルサイクラー（エッペンドルフ社製マスターサイクラー）で熱変性96°C×1分、アニーリング60°C×30秒、伸長72°C×30秒を30サイクル繰り返すことによって増幅した。この増幅産物をエタノール沈殿によって精製した後に、10倍毎に段階希釈してPCRの鋳型とした。これを用いて、上記と同じ条件でPCRを行い、増幅産物を2%アゲロースゲルによる電気泳動に供した後、エチジウムブロマイドで染色を行った。

nestedリアルタイムPCRにおいては、上記で調整した増幅産物を鋳型として用い、nestedプライマーとしてPPIC-Q-F：5'-CTTCGATGTAGTTTCTGTGCCATA及びPPIC-Q-R：5'-TCTAATTCACGAGATTCGTCTGCTを用いた。SYBR Premix Ex Taq II（タカラバイオ社製）を試薬として、リアルタイムPCR装置（アプライド・バイオシステムズ社製7900HT Fast）を用いて、熱変性95°C×5秒、アニーリング・伸長60°C×30秒を40サイクル繰り返すことによって増幅し、プログラムSDS ver2.0を用いて解析を行った。1条件につき、2ウェルずつの反応・解析を行った。

#### (2) アユの集団としての健全性を診断する技術の確立

冷水病を自然発病したアユ人工種苗集団を対象として、定期的に生魚10尾から採血を行った。採血は尾へい部を切断し、ヘマトクリット毛細管を用いて行った。採取した血液は4°Cで18時間程度インキュベートした後に、1,500×gで10分間遠心し、上清を血清として回収した。血清はELISA法による分析又は血清グロブリン量の定量に供するまで-20°Cで保存した。

**ELISA法** 10mg（湿重量）の冷水病菌SG-1株菌体を50mLの炭酸塩バッファー（pH9.6）に懸濁し、抗原溶液とした。ELISAプレートのウェルに100μLの抗原溶液を入れ、25°Cで1時間インキュベートした。次に、200μLの1%ブロッキングバッファー（ブロックエース粉末、DSファーマバイオメディカル）を添加し、4°Cで18時間程度インキュベートした。次に、50μLのアユ血清（TBSTバッファー：20mM トリス塩酸溶液 pH7.4, 136mM 塩化ナトリウム, 2mM 塩化カリウム, 3mM アジ化ナトリウム, 0.05% Tween 20溶液、で10倍希釈）を添加し、25°Cで1時間インキュベートした。血清1サンプルにつき、3ウェルずつの解析を行った。50μLの200倍希釈済み抗アユIg-MマウスIg-G抗体（Aquatic Diagnostics Ltd.）を添加し、25°C×1時間インキュベートした。次に、2,000倍希釈した抗マウスIg-G抗体・アルカリフォスファターゼ（Vector Laboratories Inc.）を50μL添加し、25°Cで1時間インキュベートした。その後、アルカリフォスファターゼの基質であるニトロフェニルリン酸二ナトリウムを100μL添加して、37°Cで2時間インキュベートした。100μLの2N水酸化ナトリウム溶液を添加して反応を停止させた後に、マイクロプレートリーダー（IMMUNO-MINI NJ-2300, ナルゲヌンク社製）を用いて、405nm波長における吸光度を測定した。なお、上述の各段階の間においては、200μLのTBSTバッファーで3回ずつ洗浄した。1血清毎の抗体価は3ウェルの平均値で求めた。

**血清タンパク質の測定** 血清グロブリン量はELISA法に用いたものと同じ血清を用い、以下の式により算出した。

$$[\text{血清グロブリン量} = \text{血清総蛋白質量} - \text{血清アルブミン量}]^2)$$

血清総蛋白質量はBCAプロテインアッセイキット（タカラバイオ社製）を用いてLowry法により定量し、血清アルブミン量はBCGアルブミン定量キット（バイオアッセイシステムズ社製）を用いて定量した。

## 2) 冷水病菌の除菌技術の確立

カルシウム存在下で冷水病菌のタンパク質分解酵素の活性が上がること<sup>3)</sup>が知られている。そこでキレート（金属イオンの吸着）効果のあるクエン酸ナトリウムを用いて冷水病の除菌試験を行った。

供試魚は冷水病を発病したアユ人工種苗とし、3基の720L水槽に200尾ずつ収容した。クエン酸ナトリウム処理区として、クエン酸三ナトリウムを0.5mMとなるよう飼育水に添加し、供試魚を止水条件で5日間浸漬した（1日1回換水）。その他に加温処理区（29℃で3日間）及び無処理区を設定し、30日間の累積へい死率の推移を調べた。

また、へい死魚の保菌状況を調べるため、腎臓から改変サイトファーガ寒天培地を用いて18℃で菌分離を行うと共に、鰓からDNA抽出キット（シグマ・アルドリッチ社製）を用いてDNAを抽出し、これを鋳型としたPCRを行った。冷水病菌は前述のプライマー（fpPPIC-F及びfpPPIC-R）を使用し、それに加えてエロモナス属細菌を検出できるプライマーAerom-Fa：5'-AGCGGCAGCGGAAAGTAGCTTGC及びAerom-Ra：5'-GCTAGCTTGCAGCCCTCTGTACGC<sup>4)</sup>でエロモナス属細菌の検出を行った。

## 3) 冷水病耐性を獲得したアユ種苗作製技術の確立

**1次ワクチン液の調製** 冷水病菌由来コラゲナーゼ遺伝子を既報の方法<sup>5)</sup>に従って、枯草菌発現系を用いて産生した。当該溶液を地下水で20倍希釈した溶液を1次ワクチン液とした。

**2次ワクチン液の調製** 冷水病菌SG-1株（NBRC111643）培養液を250mLの1/2CGY培地（バクトカシトン0.5%、ゼラチン0.3%、酵母エキス0.1%）にて18℃で3日間培養し、3,000×gで15分間遠心することで、冷水病菌の菌体を回収した。菌体に対して6mLの0.5%ラウリル硫酸ナトリウム溶液及び6mLのBenzonase®ヌクレアーゼを添加して24℃で16時間インキュベートした後、終濃度0.1%となるようホルマリンを添加し、5時間インキュベートした。この溶液をMCY寒天培地に接種して冷水病菌が生育しないことを確認した後、地下水2L及び消泡剤KM-72（信越化学）を適量添加し、2次ワクチン液とした。

平均体重1.5gの海産種苗100尾を供試魚とし、蒸気式ボイラーを用いて24℃で1日馴致し、加温処理（29℃×3日間）した。ワクチン区として50尾を1次ワクチン液に30分浸漬し、引き続いて2次ワクチン液に30分間浸漬した（1回目）。1回目のワクチン処理から2週間後に、再び同様のワクチン処理を行った（2回目）。その後、対照区の供試魚50尾とともに、屋根付きの屋外2.5tコンクリート水槽にて給餌率表に従い給餌飼育した。

2回目のワクチン処理から3週間又は5週間後に、冷水病菌SG-1株培養液を1/2CGY培地で4倍希釈し、50μL（=2.5×10<sup>6</sup>CFU）を対照区及びワクチン区の供試魚の腹腔内に接種した。その後、各区50尾を25尾ずつ2つに分けてFRP水槽（水量約176L）に収容し、15日間の累積へい死率の推移を調べた。

## 3 結果及び考察

### 1) アユ種苗の健全性診断技術の確立

#### (1) 冷水病菌高感度検出技術の開発

プライマーfpPPIC-F及びfpPPIC-Rを使用したPCRでは、鋳型10<sup>4</sup>分子以上で検出することができた。一方、nestedリアルタイムPCRでは鋳型10<sup>1</sup>以上で増幅曲線が確認できた（図1）。nestedリアルタイムPCRの検出感度は前者のPCRに比べて、約1,000倍高かったことから、冷水病菌を高感度に検出する手法の一つとして考えられた。

#### (2) アユの集団としての健全性を診断する技術の確立

冷水病を自然発病した集団は、高い日間へい死率を示す蔓延期から、低い日間へい死率を示す慢性的感染期を経て、冷水病を再発する再発期に移行した（図2）。

アユ血中においては、蔓延直後から抗冷水病菌

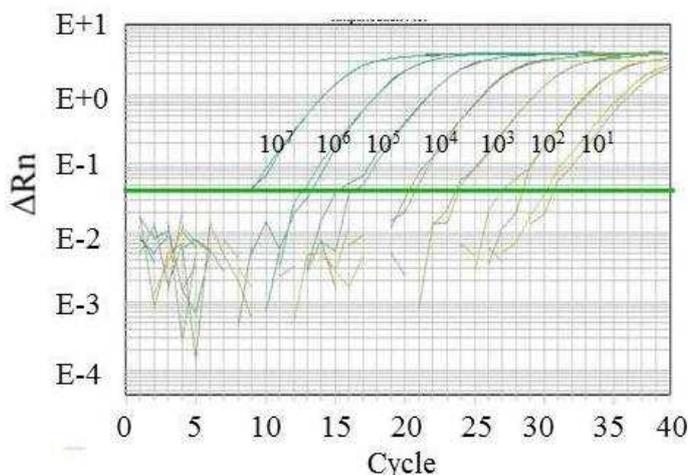


図1 nestedリアルタイムPCRによる増幅曲線

抗体の産生が認められるものの、その個体差は極めて大きく、ほとんど抗体を産生していない個体も認められた(図3)。9月2日の個体で抗体が産生されているにもかかわらず、9月8日以降日間へい死率が上昇したことから、抗体が産生されていない個体の存在により冷水病の再発が引き起こされている可能性が高い。

血清グロブリン量は7.56から35.6mg/mlの間を推移した。未発生期からまん延期の6月10日にかけて増減が認められなかったが、6月10日から7月1日にかけて上昇した(t検定  $p < 0.05$ )。その後、7月から9月2日及び9月19日の再発期にかけて低下(t検定  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )した(図4)。また、血清グロブリン量が20mg/ml以上の割合を示す健全率は、6月10日のまん延期及び9月19日の再発期に30%以下となり、発病時に低水準となった。血清グロブリン量が低下する機構については不明であるが、血清グロブリンは液性免疫に大きく関与していることを考えると、発病期にかけて免疫力が低下していることが示唆された。今回、未発生時から6月のまん延期にかけて血清グロブリン量の低下が確認できなかったため精査が必要であるが、血清グロブリン量は種苗の集団としての健全性を評価する際の指標として利用できる可能性が示唆された。

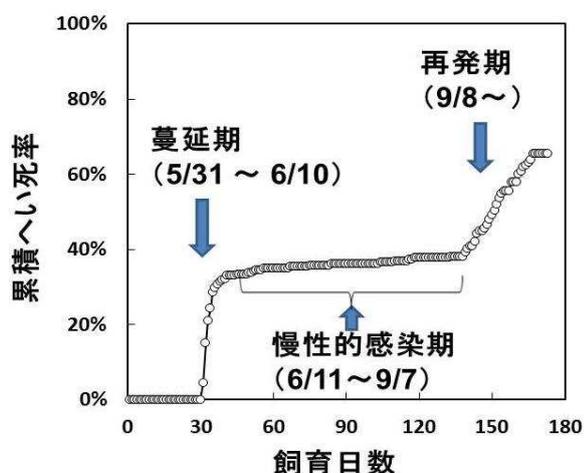


図2 冷水病自然発病群における累積へい死の推移

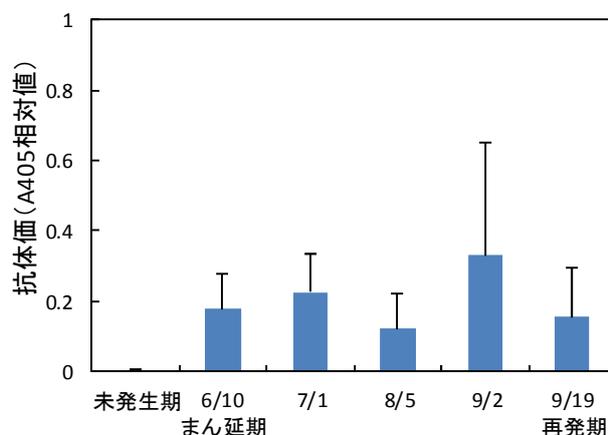


図3 血中抗体価の推移  
エラーバーは標準偏差を示す

## 2) 冷水病菌の除菌技術の確立

無処理区は10日後37%がへい死し、30日後の累積へい死率は38%だった。クエン酸処理区は10日後のへい死率が24%に留まり、30日後の累積へい死率は27%と無処理区と比べやや低かったが、有意差は認められなかった( $X^2$ 検定,  $p > 0.05$ )。

一方、加温処理区は開始から10日後のへい死率が11%、30日後の累積へい死率は12%で、無処理区と比べ有意に低かった( $X^2$ 検定,  $p < 0.01$ ) (図5)。加温処理は現状において最も効率的な冷水病対策手法である。ただし、加温処理を実際の養殖場で実施するためにはボイラー設備が必要であることから、使用できる条件・状況は限定される。

予備的な試験において、冷水病菌は0.5mM以上のクエン酸濃度下では、増殖できないことが確認されている。このことから、実際の養殖池においてもクエン酸添加により、冷水病によるへい死を抑制することができると考えられる。なお、健康なアユを用いてクエン酸添加による悪影響を調べたところ、1mM以下の濃度では1日後のへい死は確認されなかった。

また、いずれの試験区においても、冷水病が終息した後に、日間へい死率の低い慢性的なへい死が継続した。この時期のへい死魚の腎臓からは冷水病菌を分離できず、日和見感染菌のエロモナス属細菌が優先して分離され

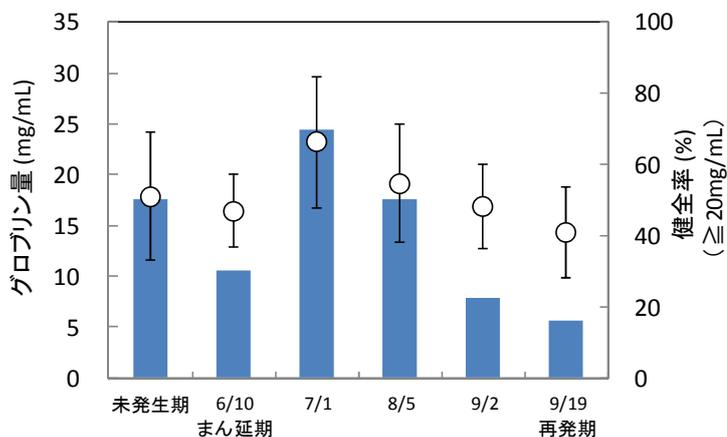


図4 血清グロブリン量の推移

白点…血清グロブリン量の平均値(左軸)。エラーバーは標準偏差を示す。

た。一方、へい死魚の鰓は冷水病の特徴的な病変である貧血症状を呈し、冷水病菌及びエロモナス属細菌が高い確率で検出された。これらのことから、冷水病耐過集団であっても冷水病菌が残存し続け、何らかの悪影響を及ぼしている可能性がある。

### 3) 冷水病耐性を獲得したアユ種苗作製技術の確立

ワクチン処理から3週間後に冷水病を接種した場合、ワクチン区及び対照区の累積へい死率はそれぞれ

34%, 68%であり、有効率は50%であった(図6a)。また、ワクチン処理から5週間後に冷水病菌を接種した場合、ワクチン区及び対照区の累積へい死率はそれぞれ14%, 44%であり、有効率は68.2%であった(図6b)。ワクチン区は3週間後菌接種と5週間後菌接種ともに、対照区に比べて有意に累積へい死率が低いことが認められた( $X^2$ 検定,  $p < 0.01$ )。このことから、浸漬法によるワクチンとしては高い効果が認められ、その効果はワクチン処理から5週間を経過した方が高かった。

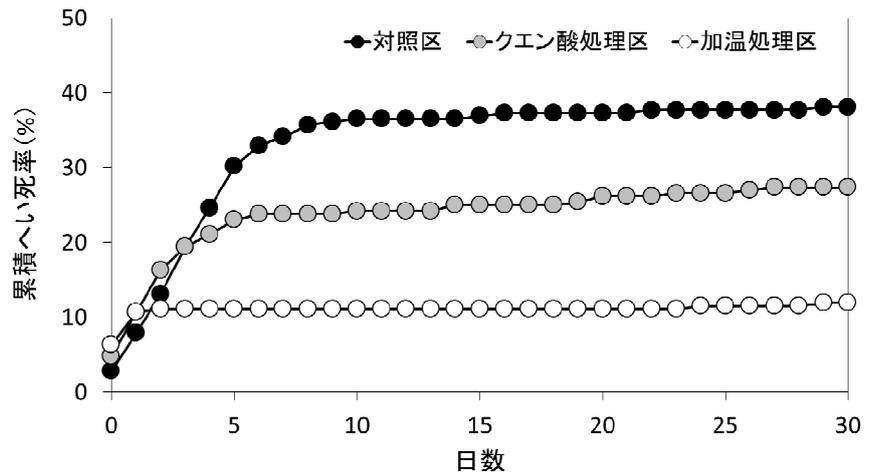


図5 クエン酸ナトリウム試験における累積へい死率の推移

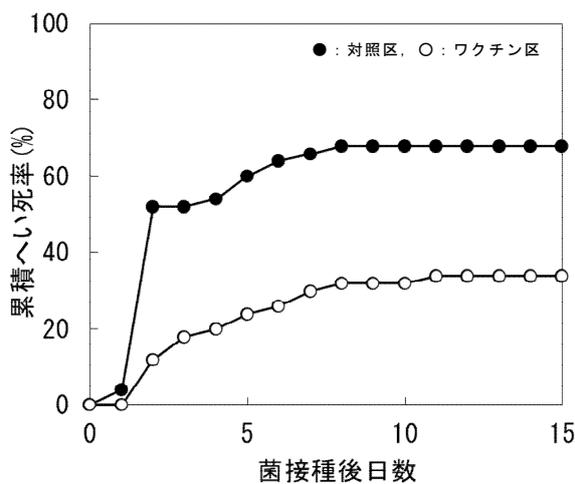


図6a ワクチン処理3週間後に冷水病菌接種後のへい死率

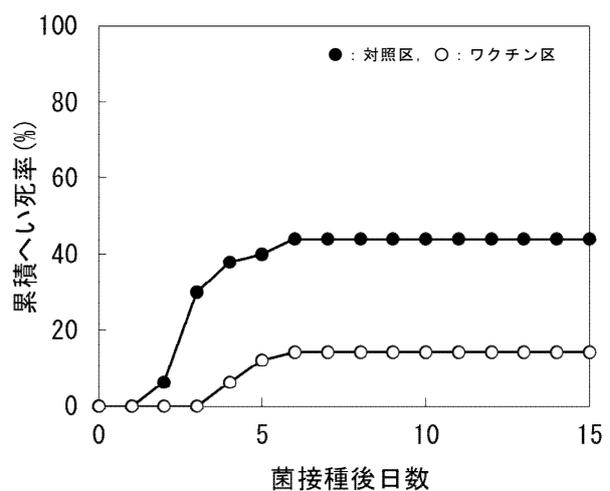


図6b ワクチン処理5週間後に冷水病菌接種後のへい死率

## 4 文 献

- 1) 吉浦ら (2006) Peptidyl-prolyl cis-trans isomerase C 遺伝子を標的としたPCRによる *Flavobacterium psychrophilum* の判別と遺伝子型. 魚病研究, 41, 67-71.
- 2) Shibutani M. *et al.* (2015) The pretreatment albumin to globulin ratio predicts chemotherapeutic outcomes in patients with unresectable metastatic colorectal cancer. *BMC cancer*, 15, 347.
- 3) 佐野聡哉 (2009) アユ冷水病ワクチン開発研究 - プロテアーゼに注目して. 平成21年度滋賀県水産試験場事業報告, 74.
- 4) Rahman M. *et al.* (2005) PCR-RFLP analysis for identification of *Aeromonas* isolates collected from diseased fish and aquatic animals. *Fish Pathology*, 40, 151-159.
- 5) 中山仁志 (2014) アユ冷水病菌由来毒素を応用した新規トキシイドワクチンの開発. 平成26年度和歌山県水産試験場事業報告, 61-63.