

## I 課題名

# 水産基盤整備調査委託事業 マウンド礁におけるイサキ増殖調査

## II 実施機関名、部局名及び担当者名

一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所  
第2調査研究部  
伊藤 靖、松本 卓也、三浦 浩

## III 実施年度

平成24年度～平成26年度

## IV 緒言

### 1. 目的

イサキは、アジ類と同様に西日本における釣りおよび刺網等における主要漁獲対象魚種であり、人工魚礁の主要蛸集魚種である。これまでに整備された人工マウンド礁においても、魚礁と同様にイサキの蛸集が確認されているが、人工魚礁に蛸集したイサキの行動や産卵場についてはほとんど解明されていない。

そこで、本調査は、イサキの資源増大を図るため、人工魚礁に蛸集したイサキの生態・行動、産卵状況および捕食・被捕食の関係を把握するための調査を人工マウンド礁で実施する。

### 2. イサキの生態的特性

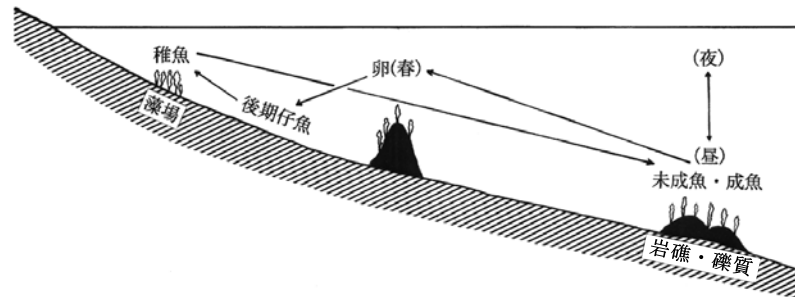
本調査の対象となったイサキの生活史およびイサキ成魚の生態的特性を以下に示す<sup>1)～4)</sup>。また、イサキの生活史の概要を図IV-2-1に、イサキの生態的特性を表IV-2-1に示す。

#### ①イサキの生活史

- ・産卵期：6～8月、盛期は6～7月、産卵親魚の漁場は水深20～100 mに形成される。多回産卵する。日本国内での産卵期に顕著な地域差は認められず、また、産卵水温は通常20～28℃である。
- ・卵 期：産卵後2日でふ化する。
- ・仔魚期：全長0.15～1.2 cm、ふ化後から25～30日、水深10～30 m層を浮遊する。
- ・稚魚期：全長1.2～3 cm、ふ化後から29～46日、7月に水深5～10 mの沿岸水域に來遊、着底し、底生生活を始める。アマモ場にも出現する。
- ・若魚期：尾叉長3～12 cm、1歳まで。若魚になると各鰭が完成・遊泳力が向上し、水深30 m以浅の魚礁周辺を遊泳する。アマモ場にも出現する。10～11月に浅所を離れ、南下移動を行い、冬期間は好適水温を求めることや時化を避けて水深40～50 mのやや深い所で生活する。
- ・未成魚：尾叉長12～16 cm、1～2歳。沿岸域の岩礁、礫質に生息する。
- ・成 魚：2～3歳以上の成熟個体。イサキの主漁場は沿岸近くの島、瀬、岩礁、魚礁などのある水深100 m以浅に形成される。

#### ②イサキ成魚の生態的特性

- ・礁の潮流抵抗によって形成される湧昇流、渦動流等の現象がイサキ魚群の集魚および生産効果に大きく関連する。
- ・餌料については、未成魚・成魚の主餌料はキビナゴやマイワシ，カタクチイワシなどの魚類および橈脚類や端脚類などであり、成長にともなって、より大型の餌料を捕食するが、大型魚でもカイアシ類や端脚類などの小型の餌料もよく捕食している。
- ・夜行性が強く、主として夜間に摂餌する。
- ・昼夜の鉛直移動がみられ、昼間は沿岸のやや深い海底に、夜間は海面近くまで浮上し、活動する。



引用文献 1) より

図Ⅳ－２－１ イサキの生活史の概要

表Ⅳ－２－１ イサキの環境条件

| 和 名         |                        | 学 名                                                                                     |                        | 近 縁 種             |                                                              |     |
|-------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----|
| イ サ キ       |                        | <i>Parapristipoma trilineatum</i> (TUNBERG)                                             |                        | コショウダイ、コロダイ、シマイサキ |                                                              |     |
| 生 物 学 的 特 性 | 分 布 域                  | 本州中部以南、沖縄、黄海、韓国南岸、東海。太平洋岸は静岡県から宮崎県、日本海側は石川県より長崎県に至る外海に面した沿岸の岩礁域に多い                      |                        |                   |                                                              |     |
|             | 発 育 段 階                | 卵                                                                                       | 仔魚期                    | 稚魚期               | 未成魚期                                                         | 成魚期 |
|             | 大 き さ                  | 径0.82～0.92mm<br>分離浮性                                                                    | ふ化直後の<br>全長1.61～2.04mm | 全長12.5～19.4mm     | 生物学的最小形：尾叉長16cm（2歳）<br>卵数：5～6万粒（2歳）、50万粒（3歳）<br>100万粒（4歳）    |     |
|             | 成 長                    | 27時間<br>（22℃）                                                                           | ふ化後<br>約25日まで          | ふ化後<br>約29～46日    | 成長：1年 尾叉長 12.7cm 2年 23.8cm<br>3年 31.0cm 4年 36.5cm<br>（静岡～千葉） |     |
|             | 餌 料                    | －                                                                                       | カイアシ類                  | 二枚貝幼生カイアシ類、アミ類等   | 小型魚類（浮魚類）、甲殻類（カイアシ類、端脚類、アミ類、エビ類）                             |     |
| 成 育 環 境     | 水 温（℃）                 | 23～28<br>／17～28                                                                         |                        | 18～26             |                                                              |     |
|             | 塩 分                    | ／30～38                                                                                  |                        |                   |                                                              |     |
|             | 酸素消費量<br>（ml/kg・時）     |                                                                                         |                        | 104（89g、20.2℃）    |                                                              |     |
| 生 息 場       | 水 深（m）                 |                                                                                         |                        | 5～10              | 30～50                                                        |     |
|             | 底 質                    | 浮遊生活                                                                                    |                        | 砂～礫               | 沿岸域の岩礁、礫質                                                    |     |
|             | 移 動                    | 稚魚は浅海の海底のアジモ場あるいは海藻の多い岩礁と砂底との境界域に群泳。未成魚・成魚は昼夜による鉛直移動が見られ、昼間は沿岸のやや深い海底に、夜間は海面近くまで浮上し活動する |                        |                   |                                                              |     |
|             | 礁との関連                  | 礁の潮流抵抗によって形成される湧昇流、渦動流等の現象がイサキ魚群の集魚及び生産効果に大きく関連していると考えられる                               |                        |                   |                                                              |     |
| 繁 殖 生 態     | 産 卵 場                  | 外海に面した沿岸または内湾の静かなところ<br>外海に面した岩礁域で、一本釣り漁場となる                                            |                        |                   |                                                              |     |
|             | 産 卵 期                  | 6～8月、盛期は6～7月<br>多回産卵する                                                                  |                        |                   |                                                              |     |
|             | 産 卵 行 動                | 水槽観察：1尾の雌を数尾の雄が追尾し、雌雄がペアを作って円を描くように遊泳する。この後ペアは急浮上し、水面直下で体を反転させ、放卵、放精する                  |                        |                   |                                                              |     |
| 備 考         | 〈行動〉夜行性が強く、主として夜間に摂餌する |                                                                                         |                        |                   |                                                              |     |

引用文献 2) より

イサキの漁期は全国的にほぼ同一であり、大規模な漁場の季節的移動がないとされ、三重県では夏季に浅所(水深10～25 m)、冬季は沖合(水深50 m程度)に漁場が形成されていることから、局所的な向岸一向沖移動を行っていると考えられている<sup>4)</sup>。

イサキの概日周期に関する行動については、以下のことがうかがえられる<sup>5)～13)</sup>。

- ・イサキは夜行性魚類とされるが、餌があれば昼間であっても行動する。
- ・餌生物の生態がイサキの胃内容物の昼夜変化に大きく影響している。
- ・夜間の行動では反すう光性を示し、釣漁の火光は餌生物を集め、イサキを二次的に集魚している。
- ・桝網の漁獲量が新月前後に多いことから、夜間では新月前後に比べ、満月前後にはあまり活発に行動しない。

産卵は、長崎県水産試験場で行われた水槽飼育(水温19.5～26.5℃)では、6月から7月中旬まで毎日、産卵が行われ、6月15日に確認された産卵時刻は19時～20時30分の間であった<sup>14)</sup>。また、他の水槽飼育でも、同様な確認<sup>4)</sup>がされている。

産卵行動は、水槽飼育観察では、産卵直前にペアを形成している雌雄が円を描くように遊泳し、直後に急浮上して、水面直下で体を反転させ、放卵、放精を行い、産卵時にはペア以外の雄も下層から浮上し、放精するような行動をとる<sup>4)</sup>。

仔魚の分布水深は、生息水深が浅海域の中層や50 m以浅とされおり、仔魚は一般に各鰭が未完成なために、遊泳能力がなく、水深10～30 m層を浮遊すると考えられ、流れや海流によって各地の沿岸域に輸送され、分布域の拡大を行うと推察されている<sup>3)</sup>。

イサキの群れの形成に関しては、陸上水槽(直径180 cm, 水深15 cm)での実験の結果、5尾以下では蛸集する行動がみられず、10尾以上の場合に蛸集することが示されている<sup>15)</sup>。

複数種類の単体魚礁を比較した調査<sup>16)</sup>では、イサキは単体で設置された高さ15 mの鋼製魚礁および乱積みで設置された1.5 m角型ブロック、単体の鋼製魚礁で多く観察されたが、1.5 m角型ブロックの乱積みは高さが1.5～5.0 m程度あり、多様な凹凸面の広がりにより、魚種の多様性が増し、イサキ以外にもブリ・アジ類の蛸集に効果がみられている。

また、平成 25 年度財団法人漁港漁場漁村技術研究所調べにより魚礁へ強く蛸集することが認められている(表Ⅳ－2－2)。



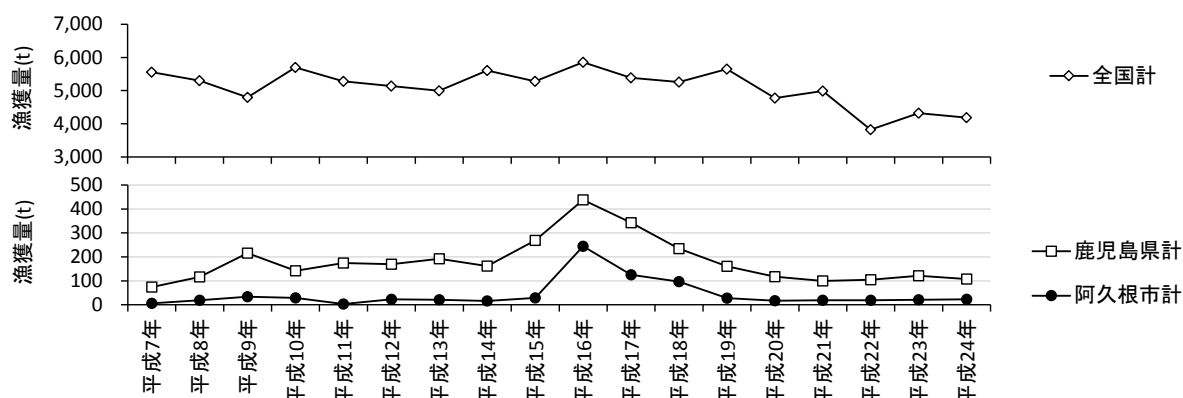
表Ⅳ－２－２ イサキの魚礁への蛸集事例

財団法人漁港漁場漁村技術研究所(平成24年度)調べ

| 海域     | 県名    | 地区     | 底質    | 水深(m) | 水温(℃) | 全長(cm) | 観察尾数        | 調査年月   | 魚礁の種類       | 配置  |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------------|--------|-------------|-----|
| 東シナ海   | 鹿児島県  | 串木野    | 砂礫    | 18    | 26.5  | 25     | 35          | H10.10 | その他         | 密集  |
|        |       | 串木野    | 砂     | 30    | 25.8  | 10     | 200         | H12.10 | FP3.25      | 密集  |
|        |       | 串木野    | 砂     | 30.00 | 20.1  | 15～20  | 600         | H22.7  | FP3.25      | 密集  |
|        |       | 川内     | 粗砂    | 37～39 | 25.7  | 25     | 12          | H14.9  | FP3.25      | 平面  |
|        |       | 下甕     | 砂     | 40    | -     | 10～25  | 500         | H11.10 | 1.5m角型      | 乱積み |
|        |       | 下甕     | 岩盤・細砂 | 54～60 | 22.8  | 20～25  | 40700       | H15.12 | FP3.25・2.00 | 乱積み |
|        |       | 上甕     | 細砂    | 53～62 | 22.2  | 15～20  | 320         | H15.12 | FP3.25      | 平面  |
|        |       | 長島     | 砂泥    | 24～36 | 20.4  | 25     | 1220        | H15.12 | FP3.25      | 平面  |
|        |       | 吹上     | 砂     | 43    | 18.1  | 15     | 500         | H16.12 | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 笠沙町沖   | 砂泥    | 42    | 17.2  | 30     | 3           | H17.5  | FP3.25      | 乱積み |
|        | 熊本県   | 薩摩     | 砂     | 36～45 | 19.8  | 20～25  | 142         | H18.12 | FP2.00      | 乱積み |
|        |       | 高山     | 泥     | 38    | 21.5  | 8      | 150         | H18.12 | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 羽島     | 砂礫    | 35～36 | 21.1  | 20     | 300         | H20.6  | その他         | 平面  |
|        |       | 牛深     | 砂     | 49～50 | 19.7  | 30     | 2           | H16.12 | FP3.25      | 平面  |
|        |       | 牛深     | 砂     | 45    | 17.4  | 20     | 5000        | H18.5  | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 牛深     | 砂     | 79    | 20.3  | 20～35  | 20          | H23.11 | FP3.25      | 乱積み |
|        | 長崎県   | 牛深     | 砂     | 47    | 20.7  | 25～30  | 300         | H23.11 | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 苓北町    | 粗砂    | 35～42 | 18.3  | 15～25  | 1033        | H17.5  | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 河浦     | 岩盤・砂  | 23～24 | 17.4  | 40     | 10          | H19.4  | FP2.00      | 乱積み |
|        |       | 奈良尾町   | 砂・転石  | 42～43 | 20.9  | 25～50  | 80          | H13.6  | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 上五島    | 細砂    | 57～58 | 20.4  | 25～30  | 50          | H13.6  | FP3.25      | 密集  |
|        |       | 五島宇久   | 粗砂    | 47～58 | 24.4  | 10～25  | 435         | H14.9  | FP850       | 平面  |
|        |       | 五島津和崎  | 砂     | 48～51 | 22.6  | 25～30  | 220         | H15.10 | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 五島奈留   | 岩盤・砂  | 39～40 | -     | 15     | 2           | H15.10 | FP3.25・     | 乱積み |
|        |       | 五島奈留   | 岩盤    | 38～40 | 18.2  | 20～25  | 81          | H18.6  | FP3.25・     | 乱積み |
|        |       | 五島有川   | 粗砂    | 36～38 | 22.1  | 23     | 900         | H15.10 | FP3.25      | 乱積み |
|        | 日本海   | 五島新魚目  | 砂     | 48    | 18.0  | 15～30  | 230         | H18.5  | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 五島日島   | 岩盤・砂  | 44～45 | 17.9  | 25     | 500         | H18.5  | FP3.25      | 乱積み |
|        |       | 松島     | 砂礫    | 37～47 | -     | 25～35  | 570         | H17.6  | FP3.25      | 密集  |
|        |       | 黒崎     | 砂     | 27～30 | 21.6  | 23     | 50          | H20.7  | FP3.25      | 平面  |
|        |       | 佐世保    | 泥     | 44    | 23.3  | 20～30  | 307         | H23.10 | FP3.25      | 平面  |
|        |       | 崎戸     | 砂礫・岩盤 | 36～42 | 16.5  | 25～30  | 723         | H14.12 | FP2.00      | 乱積み |
| 大島の山   |       | 砂      | 32～33 | 21.0  | 5～25  | 1126   | H11.6       | FP3.25 | 乱積み         |     |
| 大島の山   |       | 砂      | 33    | 21.0  | 15～25 | 307    | H11.6       | 1.5m角型 | 乱積み         |     |
| 大島の山   |       | 砂      | 32～35 | 18.2  | 35    | 11     | H17.5       | FP3.25 | 平面          |     |
| 大島の山   |       | 粗砂     | 35    | 21.1  | 10～20 | 1200   | H20.7       | FP3.25 | 平面          |     |
| 対馬市厳原  |       | 細砂     | 34    | 21.5  | 30    | 150    | H12.6       | FP2.00 | 乱積み         |     |
| 対馬市厳原  |       | 砂      | 34～36 | 20.2  | 25    | 18     | H16.6       | FP2.00 | 乱積み         |     |
| 対馬市厳原  | 砂礫    | 51     | 22.1  | 33    | 27    | H22.10 | FP2.00      | 乱積み    |             |     |
| 対馬市峰   | 細砂    | 48     | 19.5  | 25～30 | 121   | H12.6  | FP3.25・5.00 | 密集     |             |     |
| 対馬市豆酏  | 細砂    | 46     | 20.4  | 15～20 | 360   | H12.12 | FP3.25      | 平面     |             |     |
| 対馬市豊玉  | 砂     | 47     | 21.6  | 23    | 850   | H16.6  | FP2.00      | 乱積み    |             |     |
| 対馬市上対馬 | 岩盤・砂  | 49     | -     | 25～30 | 47    | H16.7  | FP850       | 平面     |             |     |
| 対馬市美津島 | 砂     | 35～36  | 19.5  | 20    | 11    | H16.7  | FP2.00      | 平面     |             |     |
| 対馬市豊   | 岩盤・砂  | 36     | -     | 30    | 1000  | H19.10 | FP3.25・850  | 密集     |             |     |
| 壱岐勝本   | 粗砂    | 45     | 22.4  | 15～30 | 190   | H15.6  | FP3.25      | 平面     |             |     |
| 壱岐勝本   | 岩盤・砂  | 43～51  | 19.2  | 25～35 | 480   | H18.6  | FP3.25      | 平面     |             |     |
| 壱岐芦辺   | 砂     | 26     | 21.0  | 20～25 | 60    | H15.6  | FP3.25      | 乱積み    |             |     |
| 壱岐郷ノ浦  | 砂     | 42     | 19.5  | 33    | 600   | H18.6  | FP3.25      | 密集     |             |     |
| 佐賀県    | 玄海中   | 砂礫     | 58～61 | 20.2  | 20～35 | 94     | H15.6       | FP3.25 | 平面          |     |
| 福岡県    | 玄界島   | 砂      | 27    | 21.4  | 18    | 440    | H20.7       | FP3.25 | 密集          |     |
| 鳥取県    | 名和・中山 | 粗砂     | 53    | 24.0  | 7     | 50     | H12.9       | FP3.25 | 乱積み         |     |
|        | 米子市   | 砂泥     | 15    | -     | 10    | 1      | H13.10      | FP2.00 | 平面          |     |
|        | 中部沿岸  | 粗砂     | 45～46 | 20.5  | 25～45 | 120    | H14.7       | FP5.00 | 平面          |     |
|        | 青谷    | 砂      | 55    | 24.1  | 10～15 | 2700   | H15.10      | その他    | 平面          |     |
|        | 山口県   | 豊浦     | 細砂    | 29～30 | 22.5  | 13     | 50          | H19.10 | FP間伐材       | 平面  |
|        | 山口県   | 豊浦地区   | 泥     | 30～44 | 21.3  | 10～15  | 220         | H21.10 | FP3.25・     | 乱積み |
|        | 山口北   | 砂      | 100   | 17.7  | 33    | 40     | H20.7       | FP3.25 | 乱積み         |     |
| 山口北    | 砂     | 96～100 | -     | 35    | 13    | H23.5  | FP3.25      | 乱積み    |             |     |
| 太平洋    | 宮崎県   | 児湯     | 砂     | 29    | 19.1  | 20     | 15          | H23.5  | FP5.00      | 平面  |
|        |       | 児湯     | 粗砂    | 42    | 20.0  | 20     | 1           | H12.1  | 2.0m角型      | 平面  |

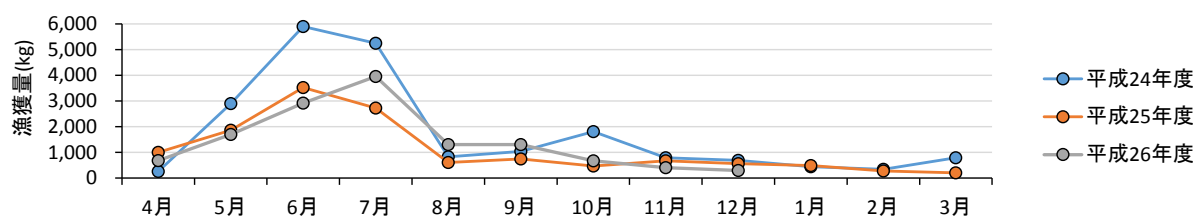
本調査の対象となるイサキの漁獲量は、全国計では漸減傾向にあり、阿久根市では、平成16～18年に100～240 t程度と漁獲量の増加がみられたものの、概ね20 t程度で推移している(図Ⅳ－2－2)。

北さつま漁協阿久根支所におけるイサキ漁獲量は、6月、7月に3,000～6,000kg/月とピークを示し、その他の月についても1年を通して漁獲されていることから、阿久根海域には周年イサキが分布しているとみられる(図Ⅳ－2－3)。



引用文献 17) より

図Ⅳ－2－2 鹿児島県および阿久根市におけるイサキの漁獲量



平成26年度は12月末現在

図Ⅳ－2－3 北さつま漁業協同組合阿久根支所におけるイサキの漁獲量

人工マウンド礁の利用状況について、北さつま漁協阿久根支所に聞き取りを行った結果、人工マウンド礁を利用する漁業種類の中でイサキを対象とするものには、一本釣り、刺網、吾智網、遊漁があり、主に春～夏の期間に操業が行われている(表Ⅳ－2－3)。

表Ⅳ－2－3 人工マウンド礁の利用状況

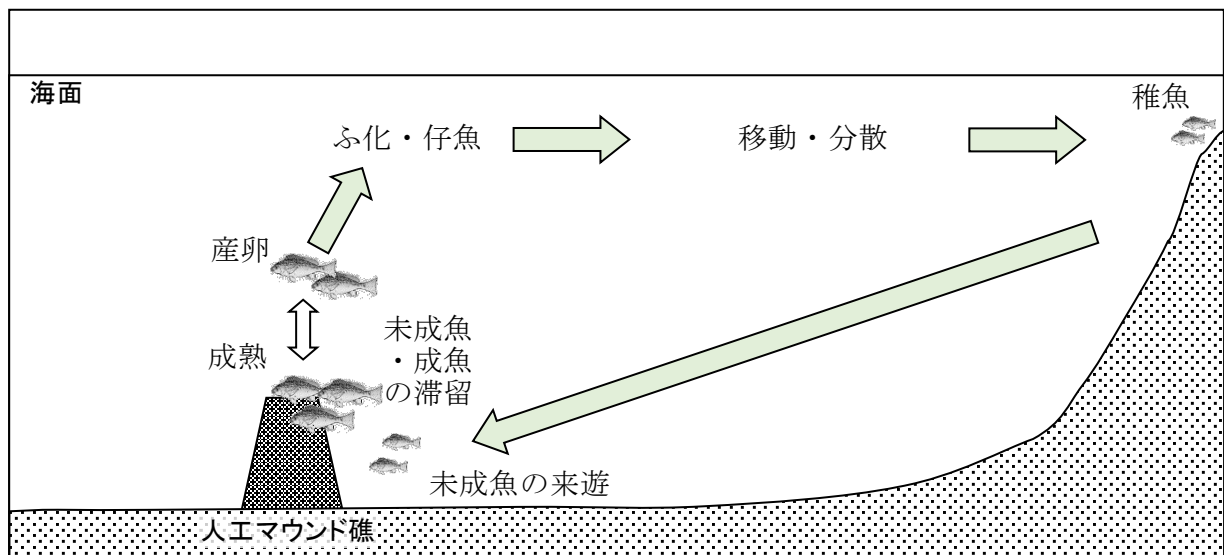
北さつま漁業協同組合阿久根支所への聞き取り結果

| 漁業種類    | 人工マウンド礁を利用する漁家数      | 人工マウンド礁での操業時期と主な漁獲対象魚種     | 近傍海域で操業を行っている隻数     |
|---------|----------------------|----------------------------|---------------------|
| 敷網(棒受網) | 20 漁家程度              | 7～10 月(イワシ類)               | 阿久根支所や牛深等に 20 数漁家程度 |
| 旋網      | 1 ヶ統                 | 7～10 月(イワシ類)               | —                   |
| 一本釣り    | 2～3 漁家               | 春～夏(イサキ)                   | 阿久根支所に数漁家程度         |
| 刺網      | 2～3 漁家               | 春～夏(イサキ)<br>夏(イセエビ)、冬(ヒラメ) | 阿久根支所に数漁家程度         |
| 吾智網     | 4～5 漁家               | 春(タイ)、イサキも対象               | 黒之浜・出水・長島支所に 5 漁家程度 |
| 遊漁      | 不明<br>(良く利用するのは1 漁家) | 春～夏(イサキ)                   | —                   |

### 3. 調査項目の設定

イサキの生活史の各段階における既存知見の生態特性から、人工マウンド礁で想定されたイサキの生活史および特性を図Ⅳ－３－１および以下に示す。

- ・未成魚・成魚は、人工マウンド礁に滞留する。
- ・人工マウンド礁では、昼間は、やや深い海域に生息し、夜間は表層で摂餌をするといった概日周期で上下移動が行われる。
- ・産卵は、6～9月で、産卵親魚の漁場が水深20～100 mに形成されていることから、人工マウンド礁でも成熟し、産卵が行われる。
- ・産卵時には、人工マウンド礁付近から表層に向けて急浮上する。
- ・ふ化後の仔魚は、人工マウンド礁設置海域の中層に分布し、浮遊生活を送り、成長しながら移動・分散する。
- ・稚魚は、水深5～10 m程度の浅所に生息することから、人工マウンド礁には分布しない。



図Ⅳ－３－１ 人工マウンド礁および周辺海域で想定されるイサキの生活史

このことから、以下の点に着目して調査を実施した（図Ⅳ－３－２）。

#### ○蛸集場としての利用状況

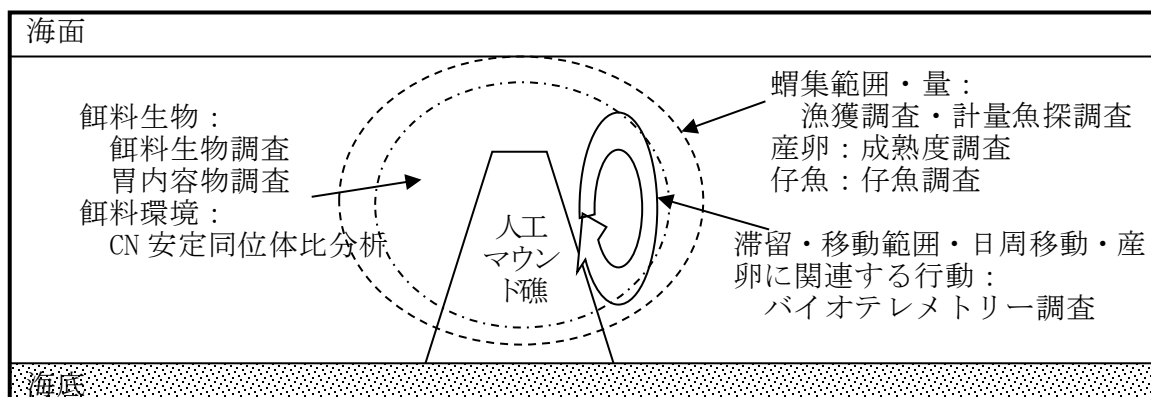
- ・人工マウンド礁での滞留状況と滞留中の生態として、移動範囲、日周移動、産卵に関連する行動
- ・人工マウンド礁での蛸集範囲と蛸集量

#### ○産卵場としての利用状況

- ・仔魚の分布および卵巣の成熟状態による産卵状況

#### ○摂餌場としての利用状況

- ・胃内容物に出現する餌生物と安定同位体比

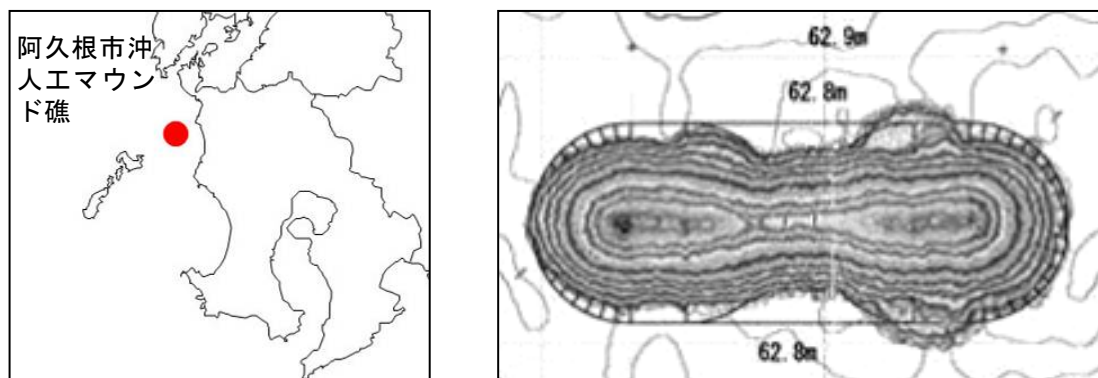


図Ⅳ－３－２ 人工マウンド礁における本調査の調査項目

## V 調査方法

### 1. 調査海域

調査は図Ⅴ－１－１に示す、鹿児島県阿久根市沖人工マウンド礁および周辺海域とした。



人工マウンド礁は、高さ20 mに築いた山を2つ並べた2峰形、延長190 m, 幅70 m, 峰間距離が120 m  
鹿児島県が事業実施、平成18年竣工

図Ⅴ－１－１ 調査地点および人工マウンド礁の形状

### 2. 調査工程

人工マウンド礁における蛸集行動特性の把握のうち、バイオテレメトリー調査の実施期間を表Ⅴ－２－１（１）～（３）に、その他の調査項目の実施期間を表Ⅴ－２－２（１）～（３）に示す。

表V-2-1 (1) バイオテレメトリー調査の実施期間 (平成 24 年度)

| 項目     | 調査回 | 追跡期間                                      | 潮汐                           | 放流追跡尾数 |
|--------|-----|-------------------------------------------|------------------------------|--------|
| 1 昼夜連続 | 1   | 7/22 16:51~7/23 8:00                      | 7/22~7/23:中潮                 | 1 尾    |
|        | 2   | 7/24 16:38~7/25 8:00                      | 7/24~7/25:中潮                 | 1 尾    |
|        | 3   | 7/26 16:45 ~ 7/27 8:00, <u>7/28, 7/29</u> | 7/26~7/27:小潮                 | 1 尾    |
| 3 昼夜連続 | 4   | 7/28 16:39~7/31 8:00                      | 7/28:長潮、7/29:若潮、7/30~7/31:中潮 | 1 尾    |
|        | 5   | 8/ 8 16:42~8/11 8:00                      | 8/8:中潮、8/8~8/9:小潮            | 1 尾    |

※アンダーラインについては、連続追跡終了後に日中に追跡個体を確認した日を示す。

表V-2-1 (2) バイオテレメトリー調査の実施期間 (平成 25 年度)

| 項目             | 調査回 | 追跡期間                                   | 潮汐        | 放流追跡尾数 |
|----------------|-----|----------------------------------------|-----------|--------|
| 1 昼夜連続<br>追跡調査 | 1   | 8/5 17:40~8/6 8:00, <u>8/7, 8/8</u>    | 8/5~6:大潮  | 1 尾    |
|                | 2   | 8/7 17:37~8/8 8:00, <u>8/9, 8/10</u>   | 8/7~8:大潮  | 1 尾    |
|                | 3   | 8/9 17:10~8/10 8:00, <u>8/11, 8/12</u> | 8/9~10:中潮 | 1 尾    |
| 設置型<br>追跡調査    | -   | 8/5 17:00~10/12 13:00                  | -         | 15 尾   |

※アンダーラインについては、連続追跡終了後に日中に追跡個体を確認した日を示す。

表V-2-1 (3) バイオテレメトリー調査の実施期間 (平成 26 年度)

| 項目          | 放流地点    | 追跡期間       | 放流追跡尾数                             |
|-------------|---------|------------|------------------------------------|
| 設置型追跡<br>調査 | 人工マウンド礁 | 5/22~11/15 | 15 尾(内 5 尾が 3 ヶ月追跡、<br>10 尾が半年間追跡) |
|             | 天然礁     | 6/10~11/15 | 5 尾                                |

表V-2-2 (1) その他調査の実施期間等 (平成 24 年度)

| 調査項目                         |              | 調査内容等                                          | 実施期間等(平成 24 年)                                    |
|------------------------------|--------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 人工マウンド礁<br>における蜆集行<br>動特性の把握 | 計量魚探<br>調査   | 上げ潮、下げ潮に各 1 回の計<br>2 回実施                       | 9 月 1 日                                           |
|                              | 漁獲調査         | 人工マウンド礁の魚類の採<br>取                              | 8 月 13 日、17 日、9 月 2 日、<br>10 月 6 日                |
| 人工マウンド礁<br>由来の餌料生物<br>の把握    | 餌料生物<br>分布調査 | 植物プランクトン、動物プラ<br>ンクトン、魚卵稚仔魚の採取                 | 8 月 12 日、14 日、15 日                                |
|                              | 消化管内<br>容物調査 | イサキ胃内容物の分析                                     | 8 月 13 日、17 日、9 月 2 日、<br>10 月 6 日の漁獲調査から試<br>料収集 |
| CN 安定同位体比による食<br>物網の解析       |              | イサキ、その他魚類、植物プ<br>ランクトン(POM)、動物プラ<br>ンクトン、魚卵稚仔魚 | 8 月 12 日~9 月 2 日の期間に<br>試料収集                      |
| 産卵場調査                        |              | イサキの全長、体長、体重、<br>生殖腺重量                         | 6 月 14 日~10 月 6 日の期間<br>に試料収集                     |

表V-2-2(2) その他調査の実施期間等(平成25年度)

| 調査項目                 |        | 調査内容等                                 | 実施期間等(平成25年)               |
|----------------------|--------|---------------------------------------|----------------------------|
| 人工マウンド礁における蛸集行動特性の把握 | 計量魚探調査 | 各調査日の上げ潮、下げ潮に各1回の計2回実施                | 8月3日、8月11日                 |
|                      | 漁獲調査   | 人工マウンド礁の魚類の採取                         | 6月16日、8月3日、11日、10月14日      |
|                      | 流況調査   | 流向・流速の計測                              | 8月5日～10月12日の設置型追跡調査に合わせて実施 |
| 人工マウンド礁由来の餌料生物の把握    | 餌生物調査  | 植物プランクトン、動物プランクトン、魚卵稚仔魚、付着動物の採取       | 6月14日、6月15日                |
|                      | 胃内容物調査 | イサキ胃内容物の分析                            | 6月15日、8月11日の漁獲調査から試料収集     |
| 炭素・窒素安定同位体比分析調査      |        | イサキ、植物プランクトン(POM)、動物プランクトン、魚卵稚仔魚、付着動物 | 6月14日～6月16日の期間に試料収集        |
| 産卵場調査                |        | イサキの全長、体長、体重、生殖腺重量                    | 4月14日～9月9日の期間に試料収集         |

表V-2-2(3) その他調査の実施期間等(平成26年度)

| 調査項目                 |        | 調査内容等                                 | 実施期間等(平成26年)           |
|----------------------|--------|---------------------------------------|------------------------|
| 人工マウンド礁における蛸集行動特性の把握 | 計量魚探調査 | 各調査日の上げ潮、下げ潮に各1回の計2回実施                | 5/18                   |
|                      | 漁獲調査   | 人工マウンド礁の魚類の採取                         | 5/20                   |
|                      | 流況調査   | 流向・流速の計測                              | 設置型追跡調査に合わせて実施         |
| 人工マウンド礁由来の餌料生物の把握    | 餌生物調査  | 植物プランクトン、動物プランクトン、魚卵稚仔魚、付着動物の採取       | 5/18                   |
|                      | 胃内容物調査 | イサキ胃内容物の分析                            | 5/20の漁獲調査から試料収集        |
| 炭素・窒素安定同位体比分析調査      |        | イサキ、植物プランクトン(POM)、動物プランクトン、魚卵稚仔魚、付着動物 | 5/8、5/9、5/18、5/20に試料収集 |
| 産卵場調査                |        | イサキの全長、体長、体重、生殖腺重量                    | 3月～8月の期間に試料収集          |
|                      |        | 仔魚の採取                                 | 5/9、5/18、5/30、6/10、7/1 |

### 3. 方法

#### (1) 人工マウンド礁における蛸集行動特性の把握

##### ① バイオテレメトリー調査

人工マウンド礁におけるイサキの滞留・移動範囲等を把握するため、超音波発信機を用いたバイオテレメトリー調査を行った。

##### ①-1 供試魚の採取

平成24年度では、阿久根地先の桑島北方海域で釣りにより供試魚を採取した。

平成24年度調査の結果、イサキが採取した海域に戻る傾向を示したため、平成25・26年度では、人工マウンド礁および天然礁のそれぞれで釣りにより供試魚を採取した。



### ①-2 発信機の装着

平成 24 年度では、装着用の紐を取り付けた連続超音波発信機を、手術用針を用いて尻鰭基部に装着した（図 V-3-1、左）。

平成25・26年度では、長期間の追跡を行うため、手術により腹腔内に装着した（図 V-3-1、右）。

発信機は、VEMCO 社製 V9P-1H（直径 9mm、長さ 40mm、水中重量 2.7g、空中重量 5.2g、水圧センサー装備）を用いた。連続追跡では発信間隔 1 秒の設定の連続発信機を、長期間の追跡では、平成 25 年度に電池寿命約 60 日、平成 26 年度に電池寿命約 90 日、180 日の設定のコード化発信機を用いた。



図 V-3-1 超音波発信機の装着状況（左：外部装着、右：腹腔内装着）

### ①-3 供試魚の蓄養

平成24年度では、採取した供試魚は陸上水槽（水温19℃）に蓄養した。

平成25年度では、陸上水層に胴丸籠を入れ、その中に蓄養した（図 V-3-2）。胴丸籠は、イサキを陸上水槽に直接入れるよりもスレ等が発生し難いことから使用した。

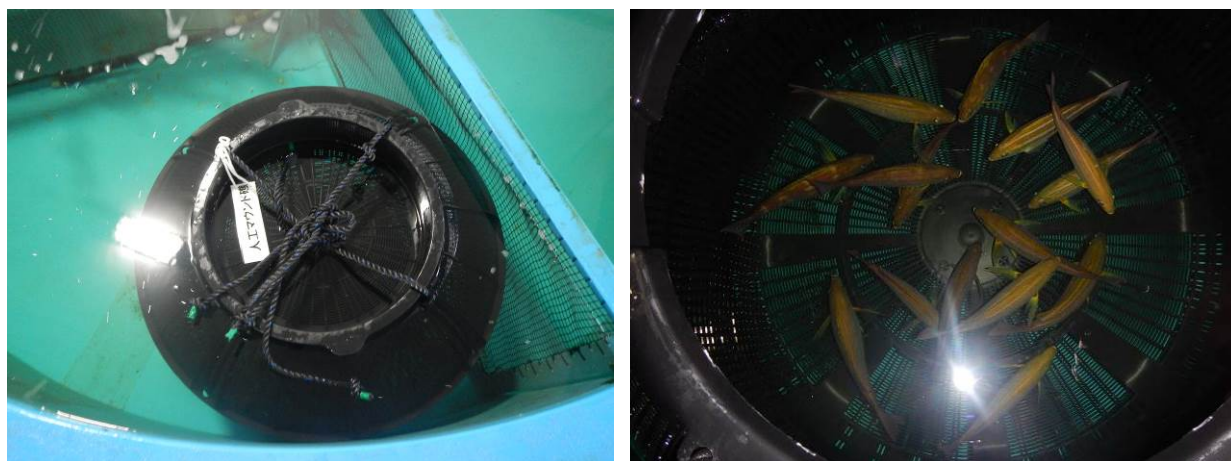


図 V-3-2 供試魚の蓄養状況

### ①-4 供試魚の放流

平成24年度では、放流当日に、超音波発信機を尻鰭基部に外部装着し、30分～1時間

程度、船槽において遊泳異常がみられないことを確認した個体を放流に用いた。

平成25・26年度では、放流前日に超音波発信機を腹腔内装着した供試魚を、放流当日に胴丸籠内において遊泳異常がみられないことを確認した個体を放流に用いた。

放流は、無標識のイサキとともに人工マウンド礁および天然礁のそれぞれの放流地点直上の海面で放流した（図V-3-3）。



図V-3-3 放流状況

#### ①-5 供試魚の追跡

連続超音波発信機を装着した供試魚の追跡は、船に装備した受信機により、コード化超音波発信機を装着した供試魚の追跡は、海域に設置した受信機により行った。

連続超音波発信機を装着した供試魚の追跡は、1素子のハイドロフォンにより指向性を持たせた追跡型受信機 VR100（VEMCO 社製）等を用い、15分ごとに位置と遊泳水深を記録した（図V-3-4）。

受信機の受信部は、追跡船の全周囲で発信機からの発信音が拾えるように船底以深（水深1m程度）に下げ、調査船の舷に固定した（図V-3-4）。



図V-3-4 追跡型受信機による追跡状況

コード化超音波発信機を装着した供試魚の追跡は、設置型受信機 VR2W（VEMCO 社製）を用いて行い、図V-3-5に示す人工マウンド礁および天然礁の海底面に設置した（図V-3-6）。



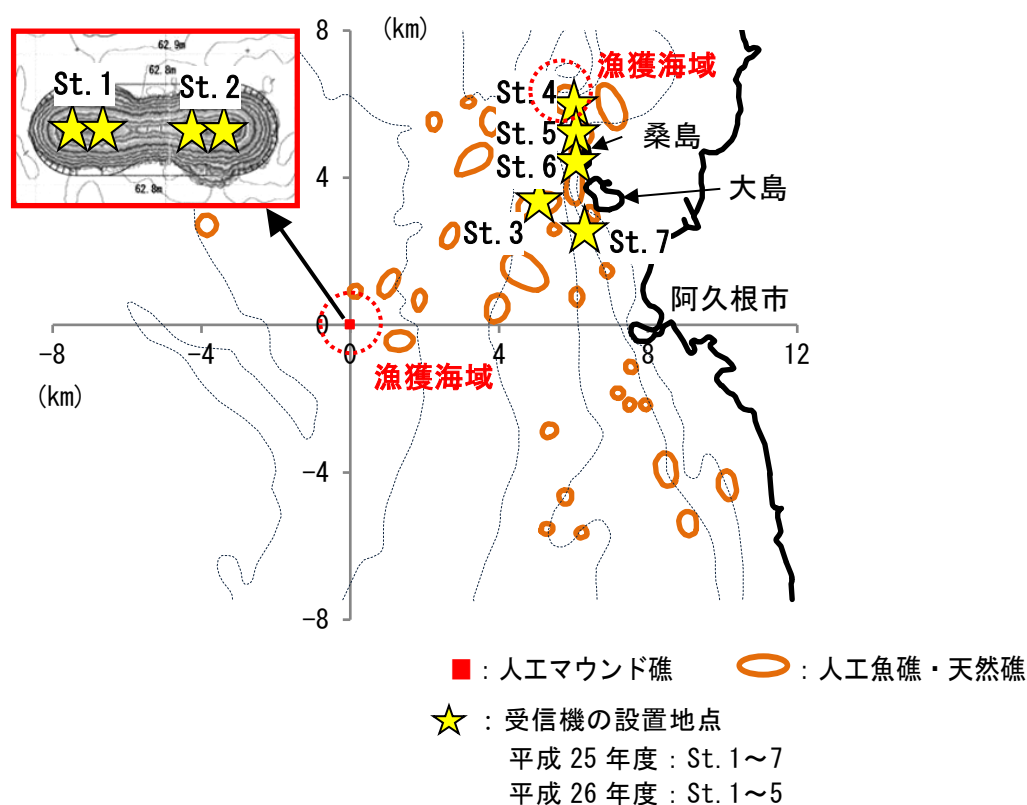


図 V－3－5 バイオテレメトリー調査の供試魚漁獲海域  
 および設置型受信機設置地点



図 V－3－6 設置型受信機の設置状況（左：人工マウンド礁、右：天然礁）

## ②流況調査

平成24年度および平成25年度では、バイオテレメトリー調査の実施期間中における人工マウンド礁における流向・流速を把握するため、流況調査を行った。

電磁流速計(Infinity-EM, JFEアドバンテック社製、流向・流速、水温の計測)は、VR2Wと同じ架台に取り付け、St. 1に設置し(図V－3－7)、データを10分間隔で取得した。

また、平成26年度には、天然礁であるSt. 3(水深43 m)およびSt. 5(水深23 m)には水

温計(Compact-CT, JFEアドバンテック社製)をVR2Wの設置架台に取り付けた。



図 V-3-7 架台への電磁流速計の取り付け状況

## (2) 蛸集する魚類の組成把握(計量魚探調査および漁獲調査)

### ① 計量魚探を用いた蛸集量の把握(計量魚探調査)

人工マウンド礁におけるイサキの蛸集量と蛸集範囲を把握するため、計量魚探調査を行った。

計量魚探調査は、図 V-3-8 に示すように、人工マウンド礁に対し、測線長500 m の測線を測線間隔30 mで、AからKまでの計11測線を設け、1日あたり北流時および南流時の各1回の計2回実施した。

魚群の計測は、SIMRAD社製EY-500を用い、図 V-3-9 に示すトランスデューサーを装備した曳航体を船の舷側からロープで吊し、調査測線に沿って5～6ノット程度で曳航しながら、パーソナルコンピュータにデータを記録することにより行った(図 V-3-10)。

記録したデータは、SONAR DATA社製のEchoview4.20を用いて解析し、単位面積当たりの魚群密度(尾数、重量)を求めた。

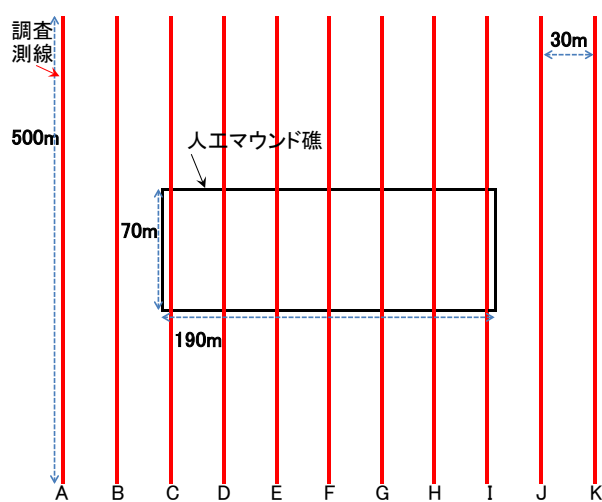


図 V-3-8 計量魚探の調査測線

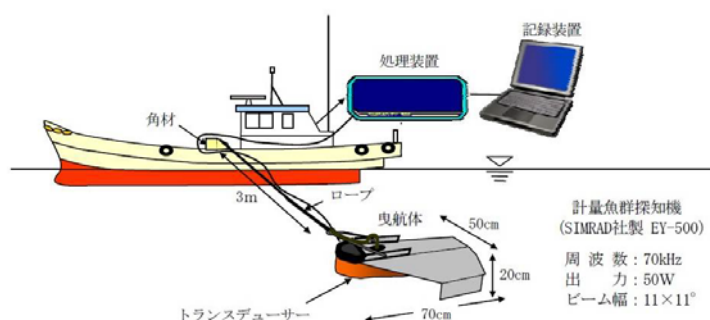


図 V-3-9 計量魚探の概要



図 V-3-10 計量魚探調査状況

## ② 漁獲調査

人工マウンド礁に蟄集する魚類の種類を把握するため、刺網および釣りにより漁獲調査を行った。漁獲した魚類について、全長・体長・湿重量を測定し、計量魚探記録の解析のための資料とした。

なお、刺網の試験操業は、漁業者に依頼し、刺網は以下の2種類を用いた。

一枚網：目合い 6 cm、高さ 6 m、長さ 400 m（マウンド礁の極く近いところにいる魚類を漁獲する）

三枚網：目合い 9 cm、高さ 3.5 m、長さ 200 m（マウンド礁に接している魚類を漁獲する）

一枚網は、日出前の2時間程度、三枚網は、日没前から翌日の日出後にかけて設置した。

漁獲されたイサキ個体については、胃内容物分析、生殖腺重量の計測および雌の生殖腺の切片作成、安定同位体比分析用の体側の筋肉を取り分けた。取り分けた胃内容物分析用試料および生殖腺は、10%中性ホルマリンで固定し、安定同位体比分析用の試料は、冷凍保存した。

## （3）人工マウンド礁由来の餌料生物の把握

### ①植物プランクトン、動物プランクトン等餌料生物調査

既設マウンド礁に蟄集するイサキと餌料生物の関係を明らかにするため、餌料生物を採取するとともに、イサキの胃内容物の分析を行った。

餌料生物の採取は、平成24年度では、人工マウンド礁および周辺（St.1～10の計10地点）、対照区として沖合域（St.A, Cの2地点）および沿岸域（St.Bの1地点）の計13

地点で行った。

平成 25 年度では、人工マウンド礁 (St. 1～3 の計 3 地点)、対照区として沖合域 (St. A, C の計 2 地点) および沿岸域 (St. B の計 1 地点) の計 6 地点で行った。

平成 24・25 年度の対照区は、人工マウンド礁の効果範囲外として、地点 A, C については、人工マウンド礁から南北それぞれ 8km 離れた沖合域に、地点 B については、人工マウンド礁から東の沿岸域に調査地点を設けた。

平成 26 年度では、人工マウンド礁 (St. A) と対照区として人工マウンド礁から東の水深約 50 m の海域に St. B を、水深約 40 m の海域に St. C を設けた。

採取する餌料生物および採取方法は、以下の通りとし、採取した試料から分類同定用と安定同位体比分析用の試料を分取した。

植物プランクトン：多項目水質計を用いて、クロロフィルaの極大層を確認した後、極大層において採水し、試料とした。試料は、分類同定用と安定同位体比用に分取した。

動物プランクトン：北原式プランクトンネット (XX13) を底層から表層までを鉛直曳きすることにより採取した。

付着動物：人工マウンド礁で潜水土により石材上の付着物を剥ぎ取り採取した。

堆積物：人工マウンド礁で潜水土により石材上の堆積物を手動ポンプにより採取した。

## ②胃内容物調査

漁獲調査で漁獲されたイサキの胃内容物の種類・湿重量を分析した。

## ③炭素窒素安定同位体比分析による食物網の解析

イサキの捕食－被捕食の関係から人工マウンド礁における食物網の解析を行うため、人工マウンド礁および周辺海域に蛸集するイサキおよび餌料生物の炭素窒素の安定同位体比の分析を行った。

安定同位体比の分析結果を用いて、イサキと餌料生物の炭素 (C) と窒素 (N) の C-N マップを作成し、イサキの捕食－被捕食の関係を解析した。

## (4) 産卵場調査

### ①成熟度調査

人工マウンド礁および周辺海域に蛸集するイサキの成熟状況を把握し、また、産卵場機能の解明を行うため、人工マウンド礁で漁獲されたイサキおよび阿久根地先海域で水揚げされたイサキを購入して、生殖腺の重量を測定し、生殖腺指数 (GSI) を求めた。

また、平成26年度では、雌の生殖腺の切片を作成し撮影を行うとともに、卵の成熟段階を判定した。

### ②仔魚調査

イサキの仔魚が水深10～30 m層を浮遊する<sup>3)</sup>とされていることから、目合いGG54の丸稚ネットを用いて、人工マウンド礁 (St. A)、人工マウンド礁から東の水深約50 mの海域 (St. B)、水深約40 mの海域 (St. C) の3地点において、仔魚を採取した。

採取は平成26年度に5回実施し、水深15 m層と水深25 m層を10分間で水平曳きを基本として行った (図V-3-11～12)。



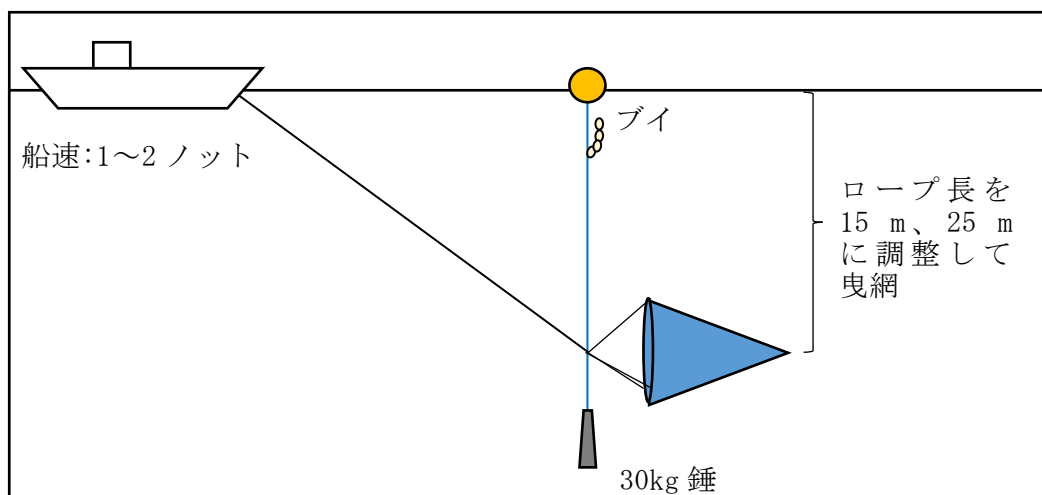


図 V-3-1-1 仔魚調査の調査概要



図 V-3-1-2 仔魚調査の採取状況

## VI. 調査結果

### 1. 人工マウンド礁における蛸集行動特性の把握

#### (1) バイオテレメトリー調査

##### ①平成 24 年度追跡結果(連続追跡)

追跡に用いた供試魚の全長を表Ⅵ－1－1に、1 昼夜連続追跡の結果を図Ⅵ－1－1 (1) に、3 昼夜連続追跡の結果を図Ⅵ－1－1 (2) に示す。

平成 24 年度では、供仔魚は、天然礁で採取し、人工マウンド礁に放流した。

表Ⅵ－1－1 供試魚（イサキ）の全長（平成 24 年度）

| 項目     | 調査回 | 追跡期間              | 全長(cm) |
|--------|-----|-------------------|--------|
| 1 昼夜連続 | 1   | 7 月 22 日～7 月 23 日 | 30.5   |
|        | 2   | 7 月 24 日～7 月 25 日 | 33.3   |
|        | 3   | 7 月 26 日～7 月 27 日 | 34.1   |
| 3 昼夜連続 | 4   | 7 月 28 日～7 月 31 日 | 32.5   |
|        | 5   | 8 月 8 日～8 月 11 日  | 36.6   |

#### ○1 回目（1 昼夜連続）

放流は、7 月 22 日 16 時 51 分に行い、放流当日の日中は、人工マウンド礁にとどまった。日没後の 21 時頃人工マウンド礁から離脱し、離脱後、南東方向に移動して、水深 30m 付近に到達した後、北に向きを変え、翌朝の 4 時頃に放流地点から南東に概ね 10km の岸近くの天然礁に到達した。

放流当日から翌日の移動場所：人工マウンド礁→南東方向の岸近くの天然礁

#### ○2 回目（1 昼夜連続）

放流は、7 月 24 日 16 時 38 分に行い、放流当日の日中は、人工マウンド礁にとどまった。0 時 30 分頃人工マウンド礁から離脱し、東北東に向かい、5 時 30 分頃に大島南側の天然礁付近(人工マウンド礁から概ね 7km)に到達した。

放流当日から翌日の移動場所：人工マウンド礁→大島南側の天然礁

#### ○3 回目（1 昼夜連続）

放流は、7 月 26 日 16 時 45 分に行い、1 昼夜人工マウンド礁にとどまった。連続追跡終了後の 7 月 28 日・29 日の日中に人工マウンド礁にいることを確認した。

放流当日から翌日の移動場所：人工マウンド礁→人工マウンド礁

#### ○4 回目（3 昼夜連続）

放流は、7 月 28 日 16 時 39 分に行い、放流当日の日中から 29 日 20 時 15 分頃まで人工マウンド礁にとどまった。放流翌日の 7 月 29 日 20 時 15 分頃に人工マウンド礁から離脱し、南方向へ移動した後、21 時 30 分頃向きを変えて北上した。7 月 30 日の 3 時 30 分頃大島北側の天然礁付近(人工マウンド礁から概ね 8km)に到達し、7 月 31 日の 8 時までその近傍海域周辺にとどまった。

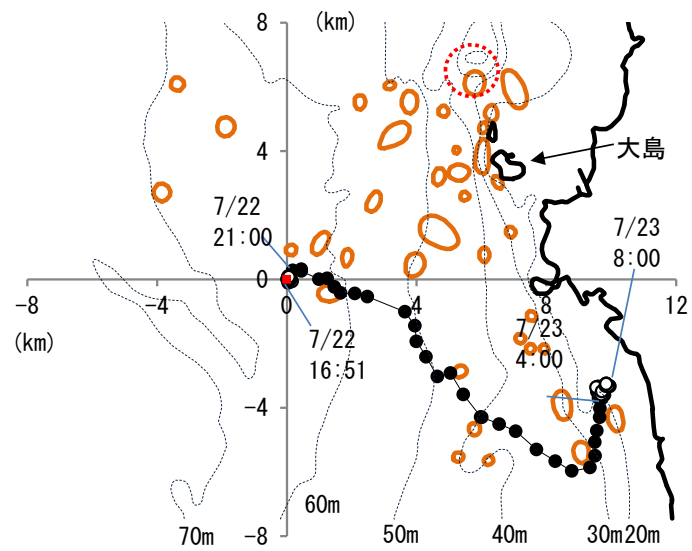
放流当日から 3 日目までの移動場所：人工マウンド礁→大島北側の天然礁→大島北側の天然礁→大島北側の天然礁

#### ○5 回目（3 昼夜連続）

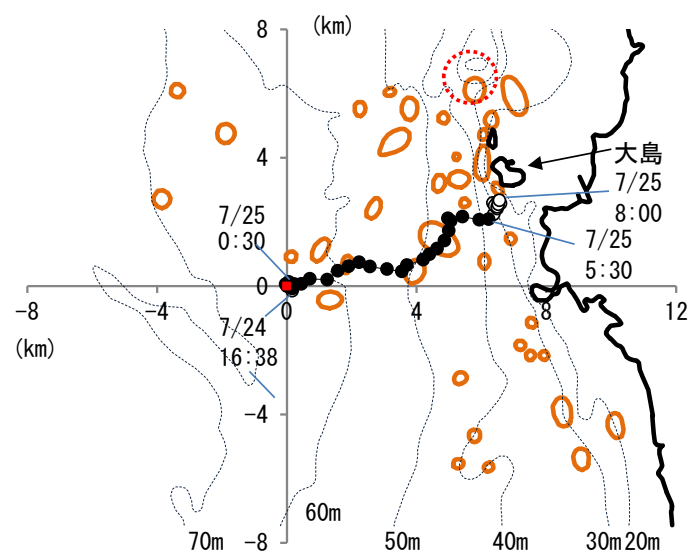
放流は、8 月 8 日 16 時 42 分に行い、放流当日の 23 時 15 分まで人工マウンド礁にとどまった。放流当日の 23 時 15 分頃に人工マウンド礁から離脱し、北東方向へ移動した後、8 月 9 日 5 時頃に大島北側の天然礁付近(人工マウンド礁から概ね 8km)に到達し、8 月 11 日の 8 時までその近傍海域周辺にとどまった。

放流当日から 3 日目までの移動場所：人工マウンド礁→大島北側の天然礁→大島北側の天然礁→大島北側の天然礁

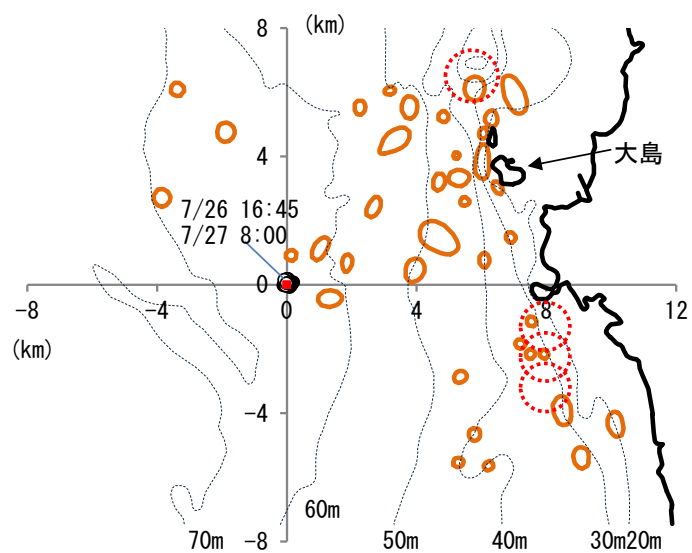
1 回目 (1 昼夜連続)



2 回目 (1 昼夜連続)



3 回目 (1 昼夜連続)

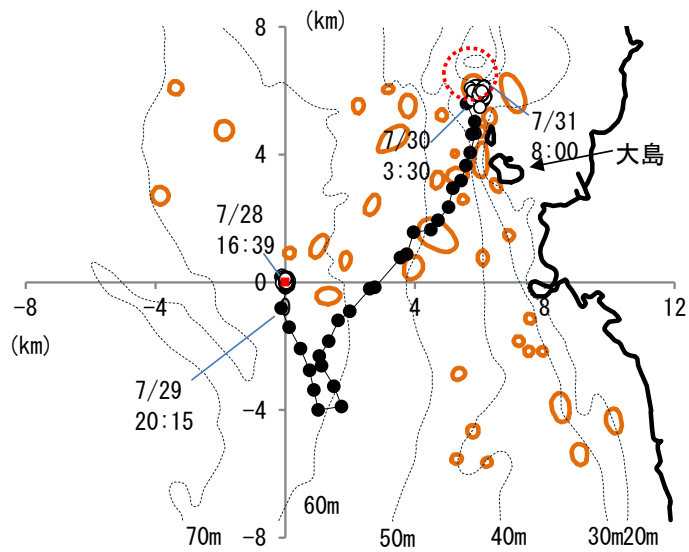


○ : 日中の個体の位置    ○ : 人工魚礁・天然礁    ○ : 漁獲海域  
 ● : 夜間の個体の位置  
 ■ : マウンド魚礁

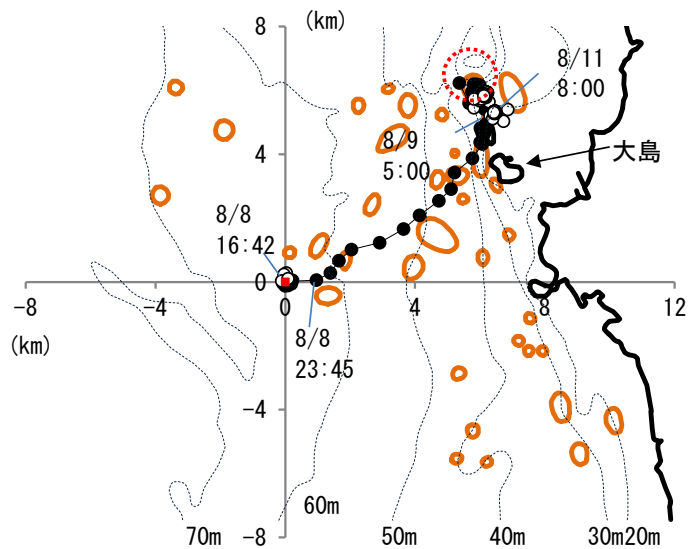
図VI-1-1 (1) イサキの移動経路 (1 昼夜 3 ケース) (平成 24 年度)



4 回目 (3 昼夜連続)



5 回目 (3 昼夜連続)



○ : 日中の個体の位置    ◯ : 人工魚礁・天然礁    〇 : 漁獲海域  
 ● : 夜間の個体の位置  
 ■ : マウンド魚礁

図VI-1-1 (2) イサキの移動経路 (3 昼夜 2 ケース) (平成 24 年度)

日中における供試魚がとどまった場所を表VI-1-2に示す。  
 放流日の日中はいずれのケースも人工マウンド礁にとどまった。  
 2日目以降では、3回目のケースが4日目まで、4回目のケースが2日目まで人工マウンド礁にとどまった。  
 人工マウンド礁から離脱した個体は、日中、岸側の天然礁等にとどまった。  
 傭船した漁業者への聞き取りの結果、日中とどまった範囲近傍には、天然礁等がみられる海域であった。

表Ⅵ－１－２ 日中において各個体がとどまった場所（平成24年度）

| 調査回 | 追跡期間      | 追跡期間      |          |     |     |
|-----|-----------|-----------|----------|-----|-----|
|     |           | 放流から日没まで  | 日出から日没まで |     |     |
|     |           | 1日目(放流当日) | 2日目      | 3日目 | 4日目 |
| 1   | 7/22～7/23 | ●         | □        | —   | —   |
| 2   | 7/24～7/25 | ●         | △        | —   | —   |
| 3   | 7/26～7/27 | ●         | ●        | (●) | (●) |
| 4   | 7/28～7/31 | ●         | ●        | △   | △   |
| 5   | 8/8～8/11  | ●         | △        | △   | △   |

遊泳場所；

●：人工マウンド礁

◎：人工マウンド礁から1km程度までの海域

△：〃から1km以上離れた岸(北～東)側

□：〃から1km以上離れた岸(南～東)側

—：調査実施せず

( )：連続追跡終了後の確認

イサキの遊泳水深を図Ⅵ－１－２に示す。

イサキの遊泳水深は、放流直後では人工マウンド礁の天端部から法面上部にあたる水深40～50m程度を遊泳する傾向にあった。

放流当日の夜間は、人工マウンド礁にとどまった3回目、4回目のケースでは水深40～50m程度を遊泳したが、人工マウンド礁から離脱した1回目、2回目、5回目のケースでは水深30m程度～海底付近までを行き来するような遊泳がみられた。

3昼夜連続追跡を行った4回目、5回目の2日目以降の夜間については、夜間も海底付近を遊泳する傾向にあった。

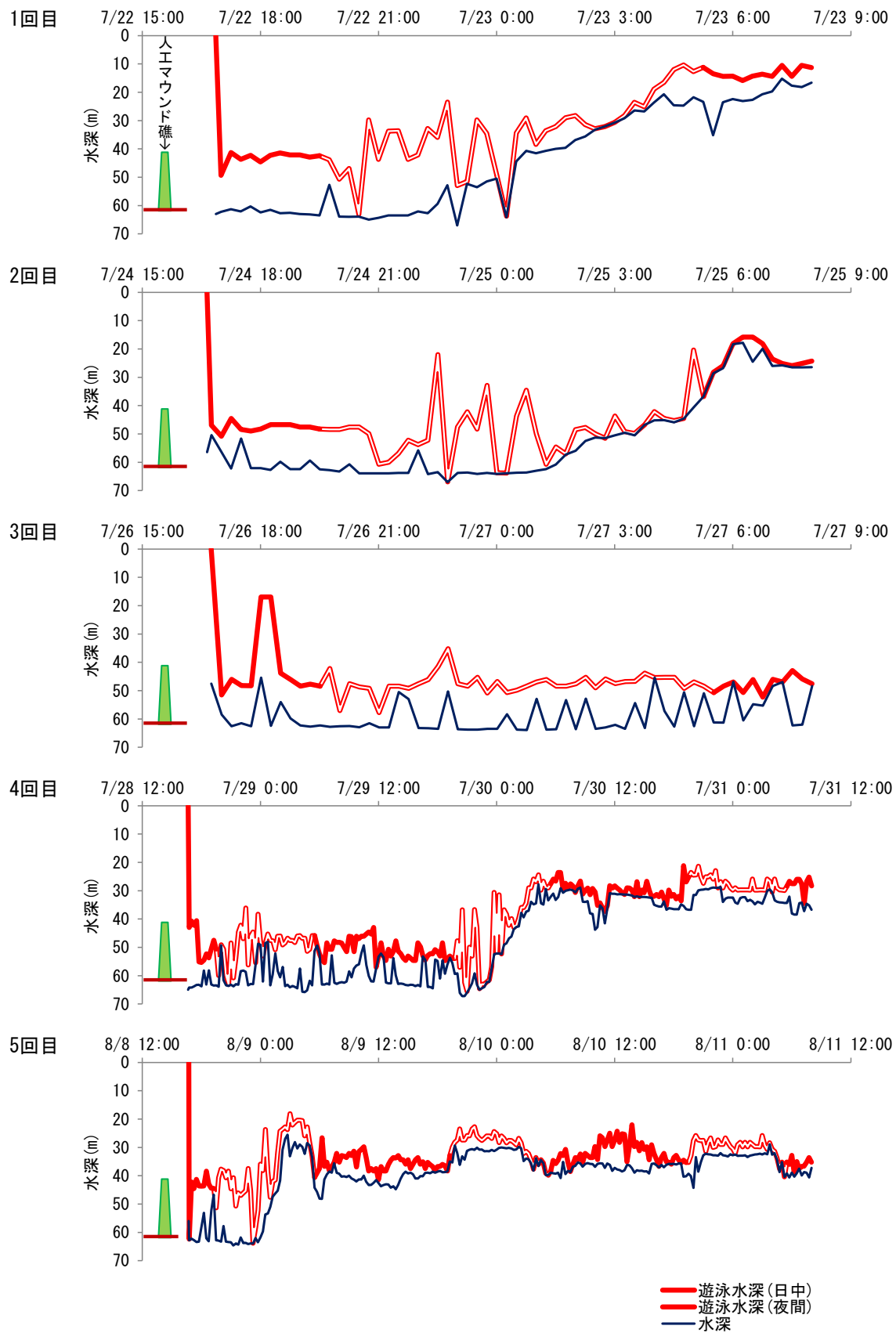
夜間について、表層付近を遊泳する傾向はみられなかった。

人工マウンド礁から離脱した後の日中については、何れのケースも海底付近にとどまる傾向を示した。

3昼夜連続追跡を行った結果を用いて、遊泳水深を海底面からの距離として整理し図Ⅵ－１－３に示す。

海底面からの距離は、人工マウンド礁の日中では12.6～15.6m、夜間では5.7～18.7m、その他の海域の日中では5.4～6.2m、夜間では5.0～7.6mと、両海域とも日中と夜間とでは概ね同様の距離を示した。

人工マウンド礁では海底面から10～20m程度の距離を遊泳しており、概ね人工マウンド礁の天端部から法面上部にかけての高さと同程度であった。



※図中の緑色の台形は人工マウンドの高さを示す。

図VI-1-2 イサキの遊泳水深（平成24年度）

表Ⅵ－１－３ 日中・夜間別イサキ遊泳水深の海底面からの平均距離(m) (平成 24 年度)

| 海域      | 区分 | 3 回目      | 4 回目      | 5 回目     |
|---------|----|-----------|-----------|----------|
|         |    | 7/26～7/27 | 7/28～7/31 | 8/8～8/11 |
| 人工マウンド礁 | 日中 | 12.6      | 13.9      | 15.6     |
|         | 夜間 | 12.4      | 5.7       | 18.7     |
| その他の海域  | 日中 | －         | 6.2       | 5.4      |
|         | 夜間 | －         | 7.6       | 5.0      |

※日中は日出から日没まで、夜間は日没から日出までとした。単位:m

②平成 25 年度追跡結果（連続追跡および設置型追跡）

②-1 連続追跡結果（平成 25 年度）

連続追跡に用いた供試魚の全長を表Ⅵ－１－４に、1 昼夜連続追跡の結果を図Ⅵ－１－３に示す。

平成 25 年度では、供試魚は採取した海域に放流した。

表Ⅵ－１－４ 供試魚（イサキ）の全長（平成 25 年度）

| 項目           | 調査回 | 追跡期間             | 全長(cm) |
|--------------|-----|------------------|--------|
| 1 昼夜<br>連続追跡 | 1   | 8 月 5 日～8 月 6 日  | 30.5   |
|              | 2   | 8 月 7 日～8 月 8 日  | 33.3   |
|              | 3   | 8 月 9 日～8 月 10 日 | 34.1   |

※設置型追跡の全長は、個体番号順に示す。

○1 回目（1 昼夜連続）

放流は、8 月 5 日 17 時 40 分に行い、放流直後から翌日 8 月 6 日 8 時まで人工マウンド礁にとどまった。連続追跡終了以降では 8 月 7 日、8 月 8 日にも日中に人工マウンド礁にとどまっているのを確認した。

放流当日から翌日の移動場所：人工マウンド礁→人工マウンド礁

○2 回目（1 昼夜連続）

放流は、8 月 7 日 17 時 37 分に行い、放流当日の日中は、人工マウンド礁にとどまらず、徐々に北側に移動し、人工マウンド礁から北東側に 1km 程度離れた天然礁のある海域に到達し、翌日 8 時まで同じ場所にとどまった。連続追跡終了以降では 8 月 9 日、8 月 10 日にも日中に人工マウンド礁から北東側に 1km 程度離れた天然礁にとどまっているのを確認した。

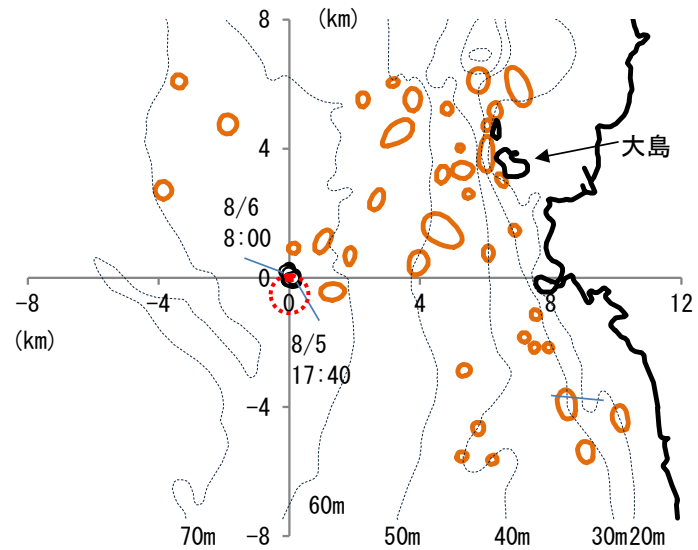
放流当日から翌日の移動場所：人工マウンド礁→人工マウンド礁北側の天然礁

○3 回目（1 昼夜連続）

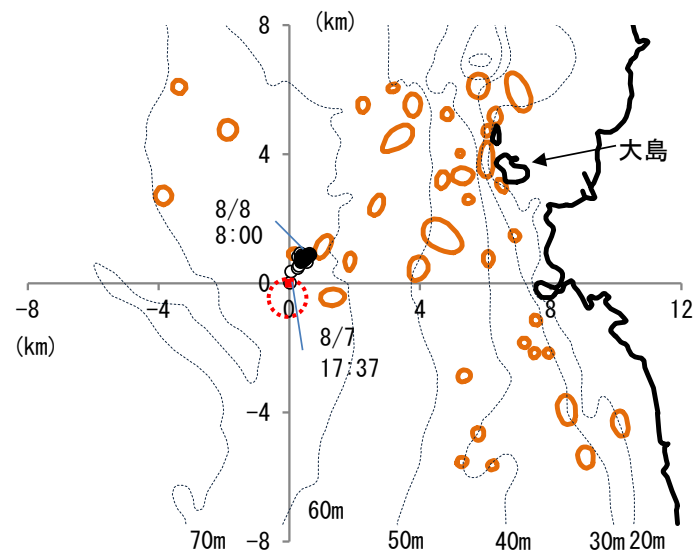
放流は、8 月 9 日 17 時 10 分に行い、放流直後から翌日 8 月 10 日 8 時まで人工マウンド礁にとどまった。連続追跡終了以降では 8 月 11 日、8 月 12 日にも日中に人工マウンド礁にとどまっているのを確認した。

放流当日から翌日の移動場所：人工マウンド礁→人工マウンド礁

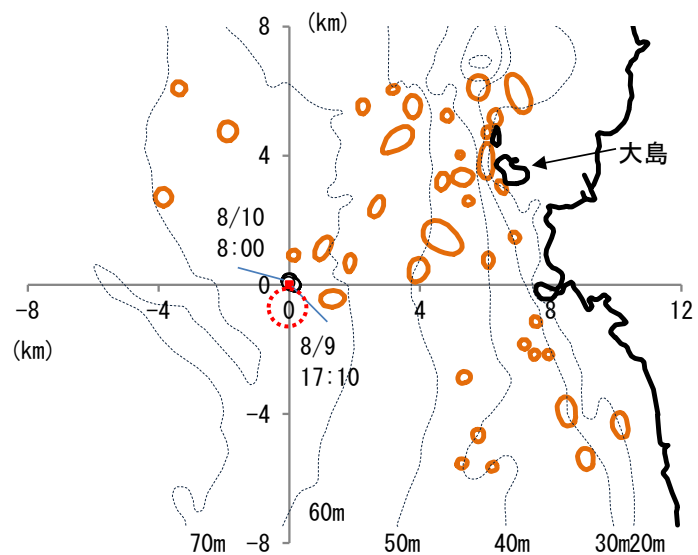
1 回目 (1 昼夜連続)



2 回目 (1 昼夜連続)



3 回目 (1 昼夜連続)



○ : 日中の個体の位置    ○ : 人工魚礁・天然礁    〰 : 漁獲海域  
 ● : 夜間の個体の位置  
 ■ : マウンド魚礁

図VI-1-3 イサキの移動経路 (1 昼夜 3 ケース) (平成 25 年度)

イサキの遊泳水深を図VI-1-4に示す。

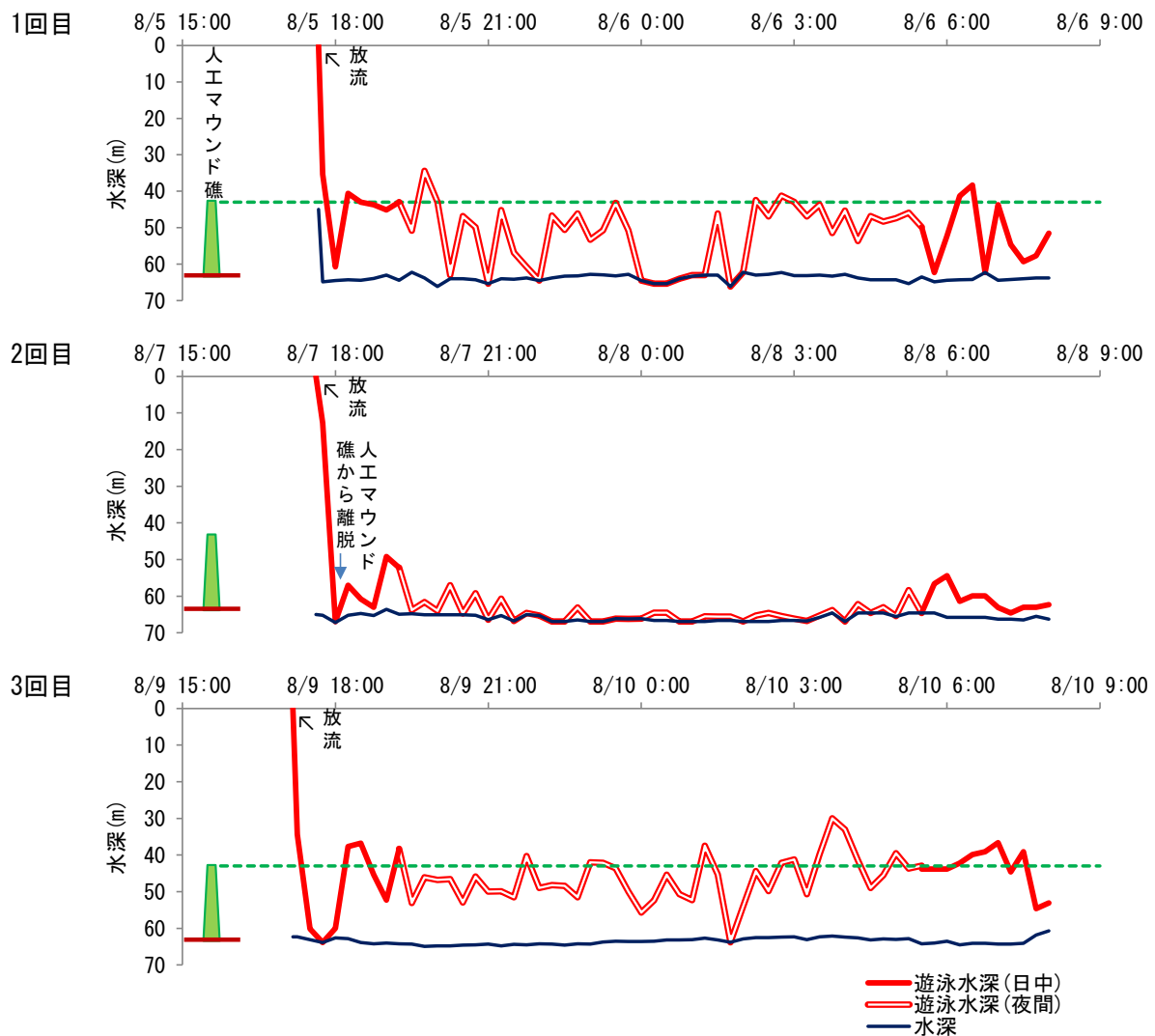
イサキの遊泳水深は、3 個体とも放流直後では一度海底付近に到達していた。

1 回目および 3 回目の個体は、人工マウンド礁にとどまり、天端部から法面上部にあたる水深 40～50m 程度を遊泳する傾向にあった。

2 回目の個体は、天然礁に移動し、水深 50～60m 程度を遊泳した。

放流当日の夜間は、人工マウンド礁にとどまった 1 回目、3 回目の個体は水深 40～50m 程度を遊泳し、時折水深 60m 程度の間を行き来した。

人工マウンド礁から離脱し、天然礁にとどまった 2 回目の個体は、夜間、ほぼ海底付近を遊泳した。



※図中の緑色の台形および点線は人工マウンド礁とその高さを示す。

図VI-1-4 イサキの遊泳水深（平成 25 年度）



## ②-2 設置型追跡結果（平成 25 年度）

設置型受信機における受信記録を表Ⅵ－１－５に示す。

設置型追跡調査では、人工マウンド礁で漁獲された個体 10 尾を人工マウンド礁に、天然礁で漁獲された個体 5 尾を天然礁に放流した。

No. 1～10 : 人工マウンド礁で漁獲、放流(放流地点 : St. 1 付近)

No. 11～15 : 天然礁で漁獲、放流(放流地点 : St. 6 付近)

表Ⅵ－１－５ 設置型受信機における受信記録（平成 25 年度）

| 漁獲・放流<br>場所 | 個体<br>番号 | 供試魚体の<br>全長(cm) | 受信期間                  | 日数 | 記録数    | 受信海域    |
|-------------|----------|-----------------|-----------------------|----|--------|---------|
| 人工<br>マウンド礁 | No. 1    | 31.9            | 8/5 17:47～10/2 14:43  | 59 | 5,913  | 人工マウンド礁 |
|             | No. 2    | 35.2            | 8/5 17:36～10/9 17:54  | 66 | 16,990 | 人工マウンド礁 |
|             | No. 3    | 35.6            | 8/5 17:46～10/13 10:26 | 70 | 40,003 | 人工マウンド礁 |
|             | No. 4    | 32.3            | 8/5 17:48～10/8 11:39  | 65 | 5,640  | 人工マウンド礁 |
|             | No. 5    | 33.8            | 8/5 17:47～9/13 8:09   | 40 | 7,453  | 人工マウンド礁 |
|             | No. 6    | 35.8            | 8/5 17:42～10/10 16:19 | 67 | 16,466 | 人工マウンド礁 |
|             | No. 7    | 28.6            | 8/5 17:46～10/13 9:21  | 70 | 33,325 | 人工マウンド礁 |
|             | No. 8    | 27.8            | 8/5 17:45～8/20 19:14  | 16 | 7,489  | 人工マウンド礁 |
|             | No. 9    | 28.3            | 8/5 17:46～10/13 10:53 | 70 | 35,859 | 人工マウンド礁 |
|             | No. 10   | 31.4            | 8/5 17:47～10/13 10:27 | 70 | 36,149 | 人工マウンド礁 |
| 天然礁         | No. 11   | 30.5            | 8/5 17:13～8/6 1:35    | 2  | 140    | 天然礁     |
|             | No. 12   | 30.5            | 8/5 17:11～8/6 19:11   | 2  | 34     | 天然礁     |
|             | No. 13   | 30.3            | 8/5 17:17～8/22 2:35   | 16 | 33     | 天然礁     |
|             |          |                 | 8/26 3:29             | 1  | 1      | 人工マウンド礁 |
|             | No. 14   | 26.5            | 8/5 17:09～8/8 15:42   | 4  | 37     | 天然礁     |
|             |          |                 | 8/22 2:35～10/13 10:55 | 53 | 29,691 | 人工マウンド礁 |
|             | No. 15   | 31.9            | 8/5 17:14～9/8 13:15   | 35 | 352    | 天然礁     |

※受信期間は放流時から最後の受信を記録した時間までを示す。

## ○人工マウンド礁放流個体の調査地点間の移動

人工マウンド礁に放流した個体の調査地点間の移動を図Ⅵ－１－５（１）～（２）に示す。

人工マウンド礁に放流した個体は、放流直後には放流した 10 個体とも人工マウンド礁にとどまった。

その後、調査期間終了まで人工マウンド礁にとどまる個体 (No. 3, 7, 9, 10)、人工マウンド礁から離脱した個体 (No. 8)、離脱後再び人工マウンド礁に戻る個体 (No. 1, 2, 4, 5, 6) がみられた。

但し、離脱後再び人工マウンド礁に戻る個体は、一時的なものであり、戻った後、人工マウンド礁に長期間連続してとどまる個体はいなかった。

人工マウンド礁では放流から 16～70 日後まで連続してとどまることがわかった。

なお、人工マウンド礁の 2 峰それぞれに受信機を設置したが、調査期間中の 2 峰間での周期的な移動は確認できなかった。

## ○天然礁放流個体の調査地点間の移動

天然礁に放流した個体の調査地点間の移動を図Ⅵ－１－５（３）に示す。

天然礁に放流した個体は、放流直後は、放流した 5 個体とも放流地点付近で確認されたが、その後、移動・分散した。

5 個体のうち 1 個体 (No. 15) については、8 月 15 日まで放流地点付近にとどまり、一度みられなくなった後、9 月 1 日～5 日の期間に時折確認されている。

天然礁から離れた後、人工マウンド礁に出現し、そのまま人工マウンド礁にとどまった個体が 1 尾 (No. 14)、一度だけ確認された個体が 1 尾 (No. 13) みられた。

なお、No. 13 と No. 14 の個体は、天然礁から人工マウンド礁に到達するまでに、いずれも St. 3 の地点を通過していた。

### ○イサキの遊泳水深

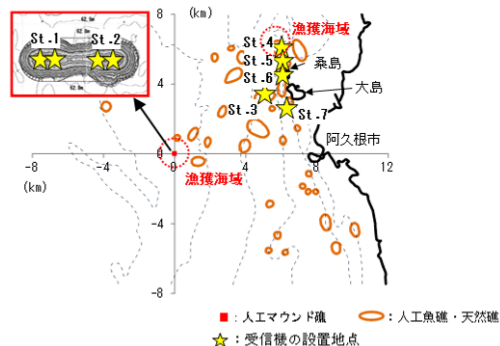
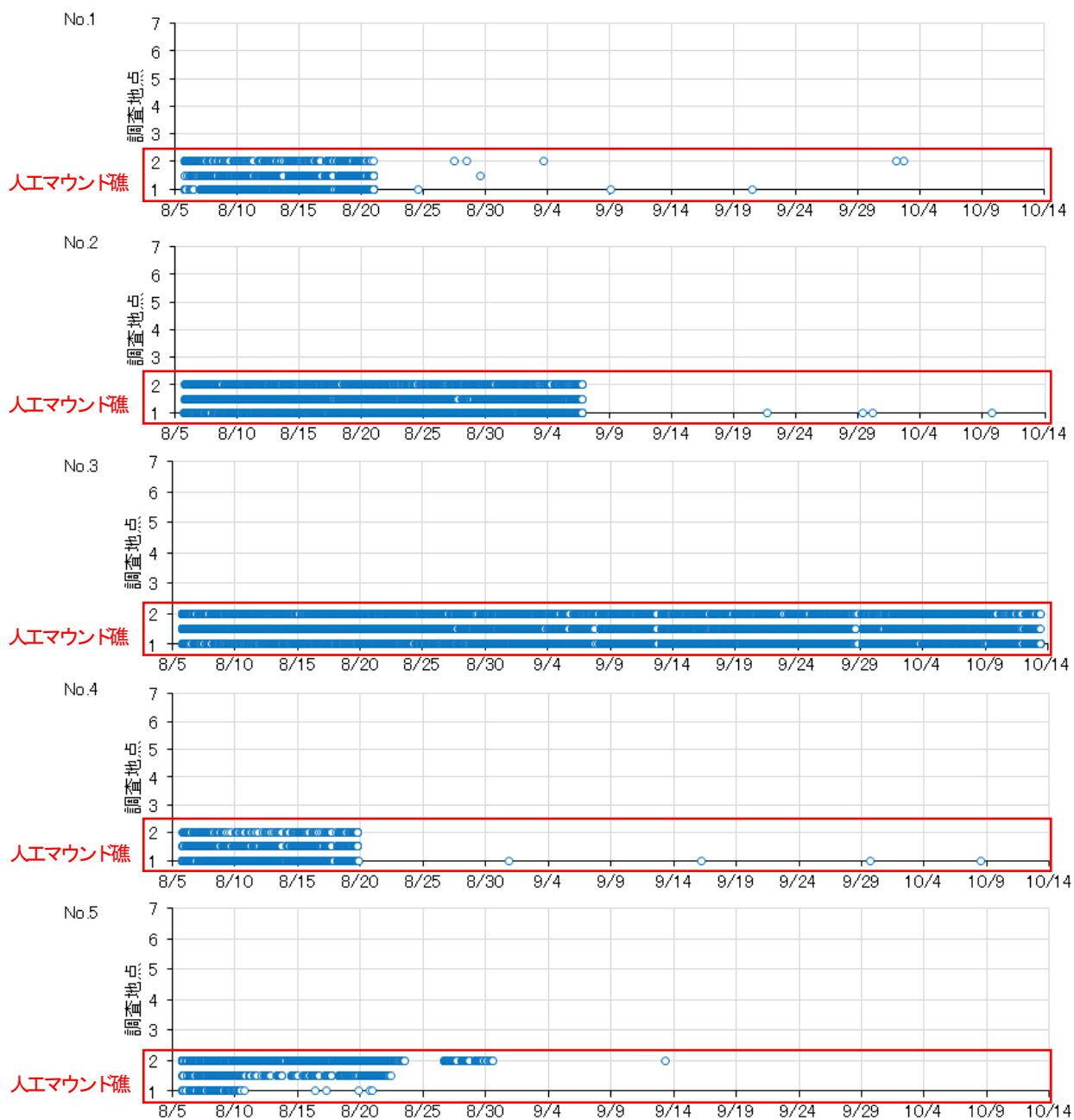
イサキの遊泳水深を図 VI-1-6 (1) ～ (3) に示す。

イサキの遊泳水深は、人工マウンド礁においては、いずれの個体も水深 30m 付近～海底面付近となっていた。天然礁では、設置した水深帯が人工マウンド礁に比べ、浅い地点もあったことから、水深 20～40m 程度の範囲となった。

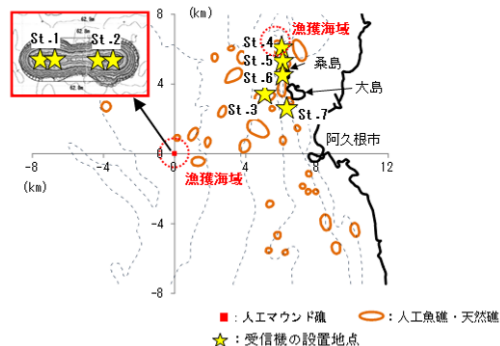
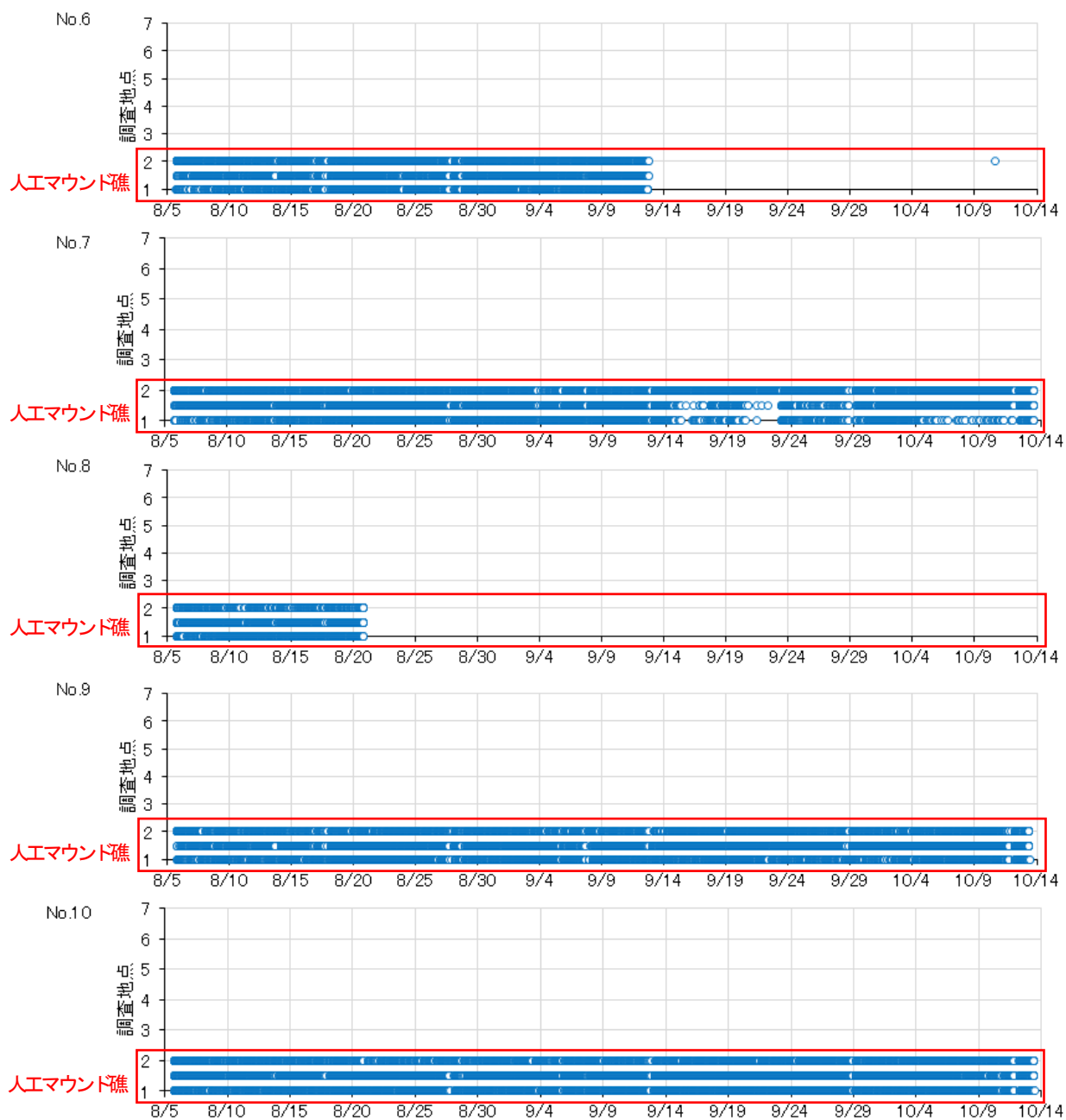
長期間の追跡の結果からも、人工マウンド礁におけるイサキの遊泳水深は、いずれの個体も水深 30m 付近～底層を遊泳しており、既存知見に示されている夜間に表層を遊泳するといった記録は得られなかった。

なお、No. 3 の 8 月 29 日以降、No. 5 の 8 月 10 日以降、No. 7 の 9 月 14 日以降については、発信機の深度センサーが常に 60m 前後の水深を示したことから異常値として扱った。

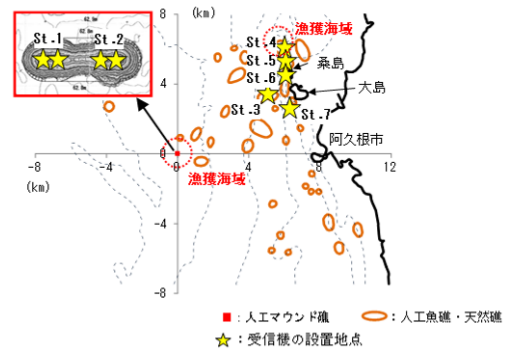
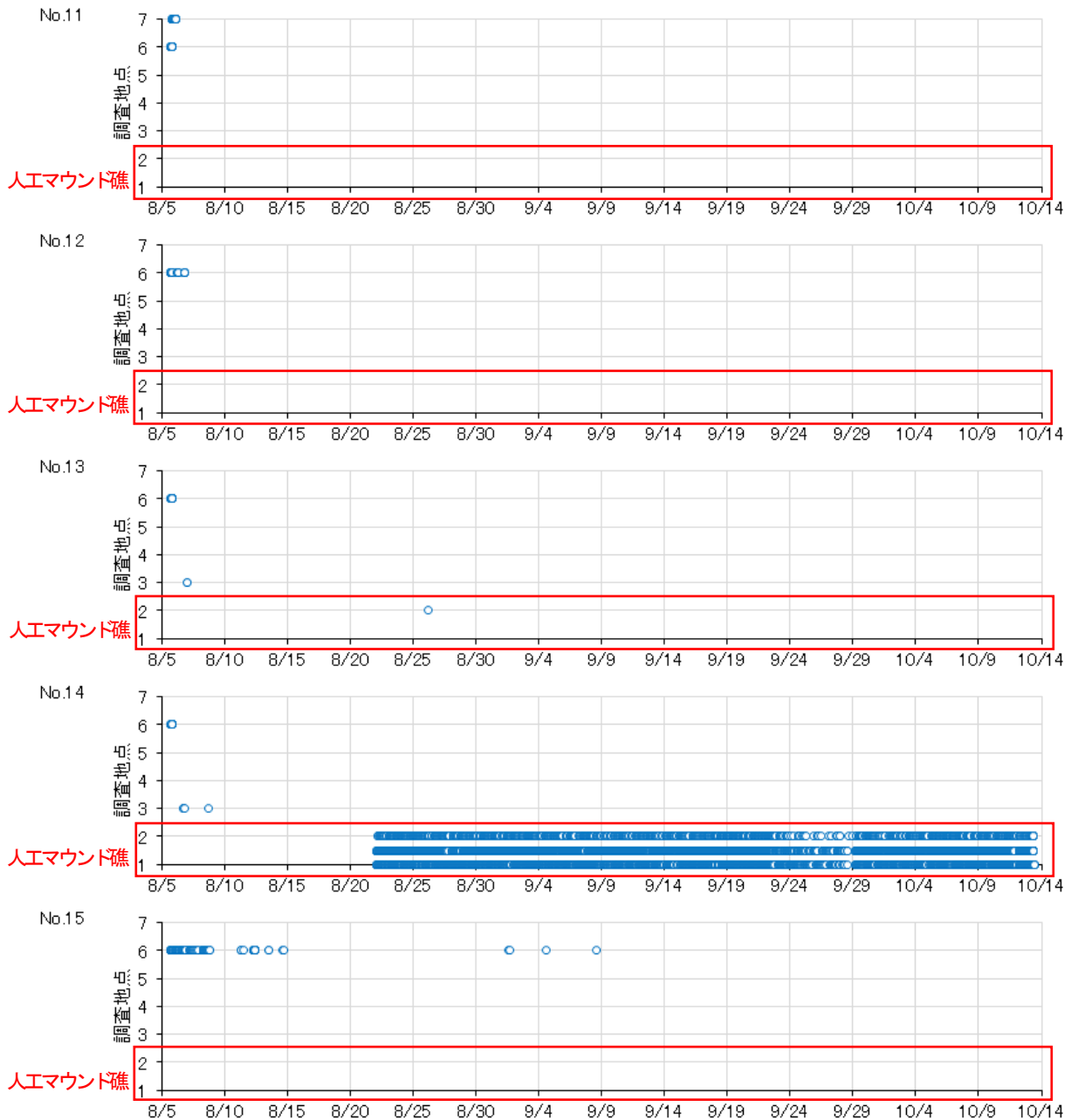
天然礁では、調査地点の水深帯が人工マウンド礁に比べ、浅い地点もあったことから、水深 20～40m 程度の範囲となった。



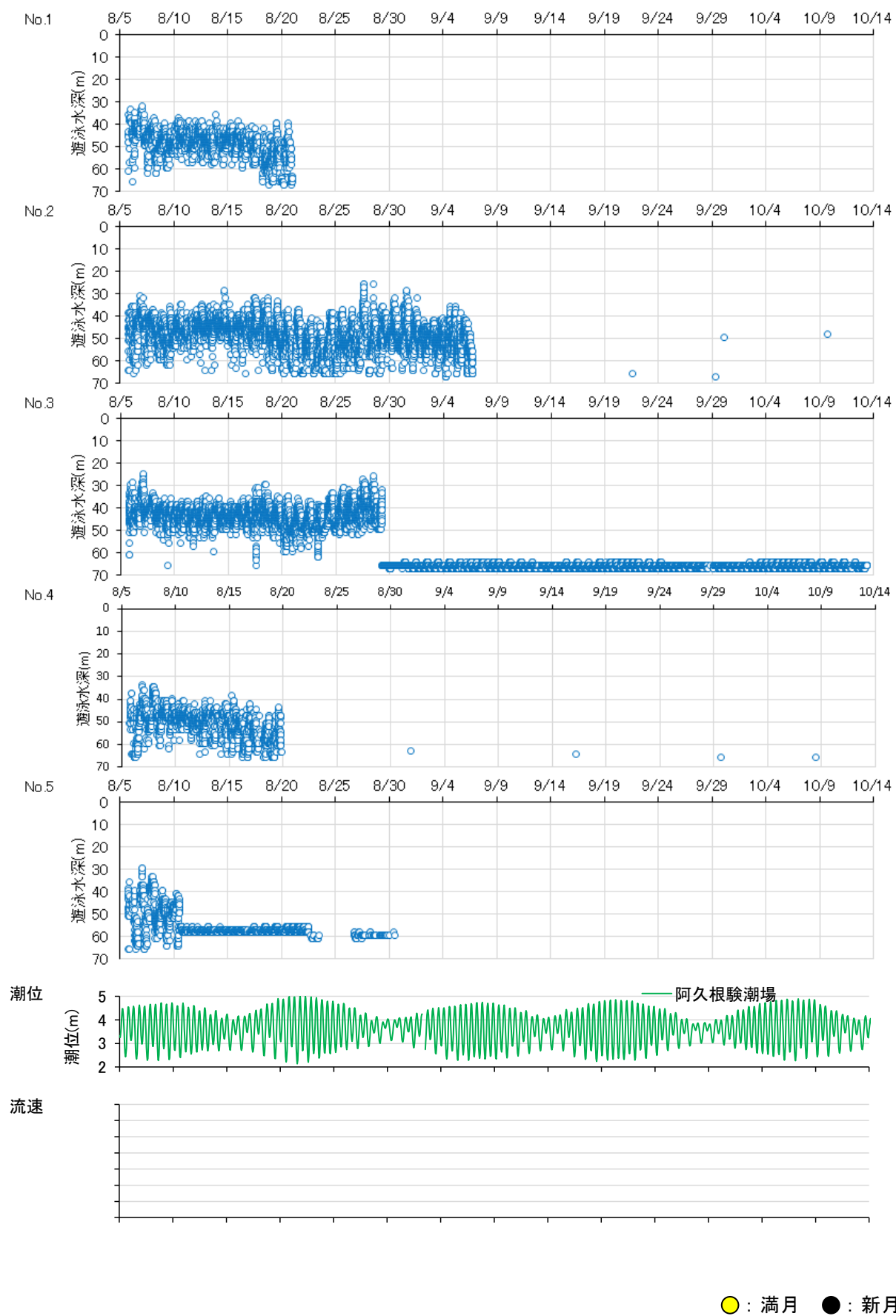
※St. 1 と St. 2 の両方同時に発信音を受信した場合は、St. 1 と St. 2 の間に示した。  
 図VI-1-5 (1) 調査地点間のイサキの移動 (平成 25 年度)



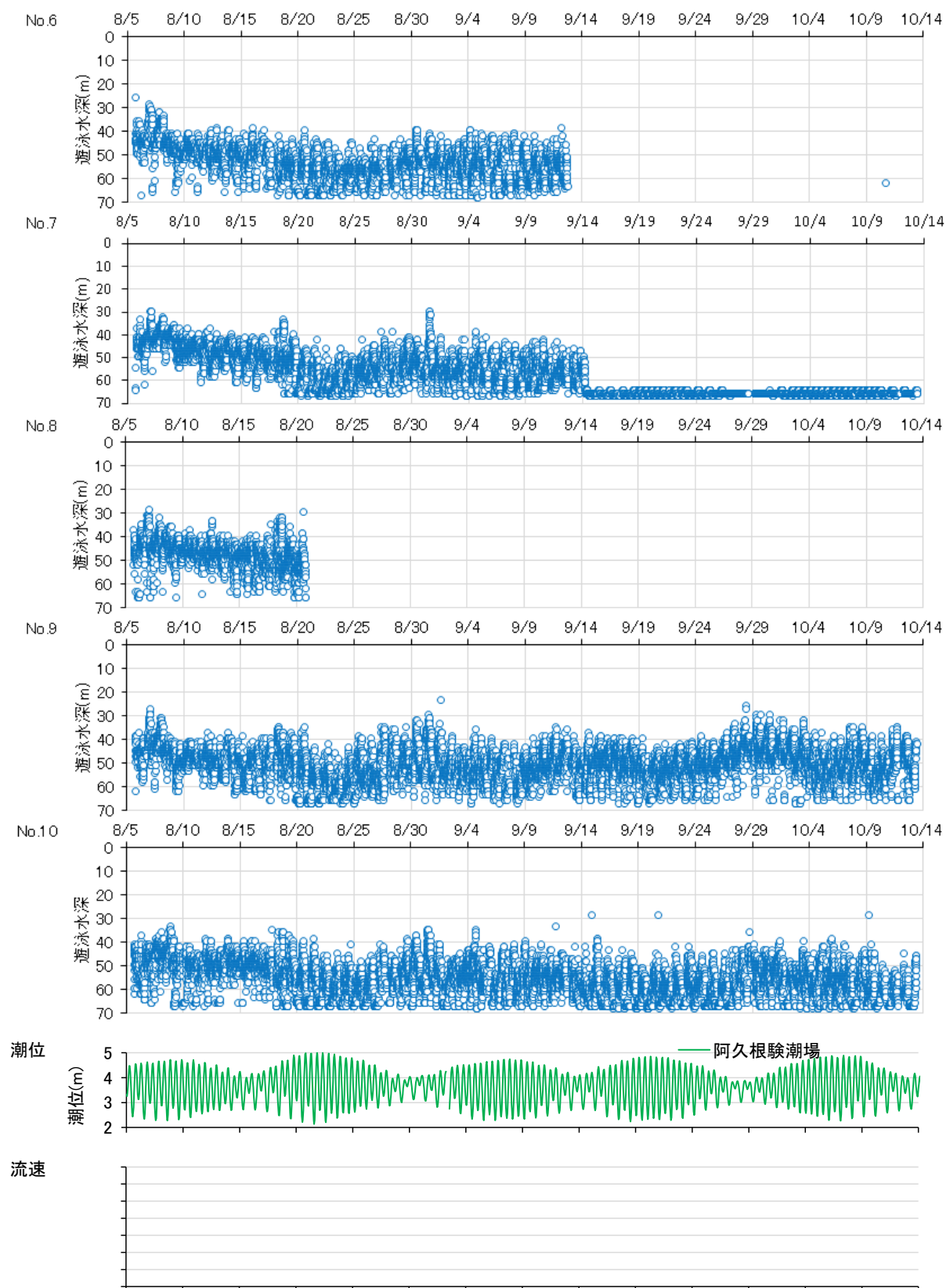
※St. 1 と St. 2 の両方同時に発信音を受信した場合は、St. 1 と St. 2 の間に示した。  
 図VI-1-5 (2) 調査地点間のイサキの移動 (平成 25 年度)



※St. 1 と St. 2 の両方同時に発信音を受信した場合は、St. 1 と St. 2 の間に示した。  
 図VI-1-5 (3) 調査地点間のイサキの移動 (平成 25 年度)



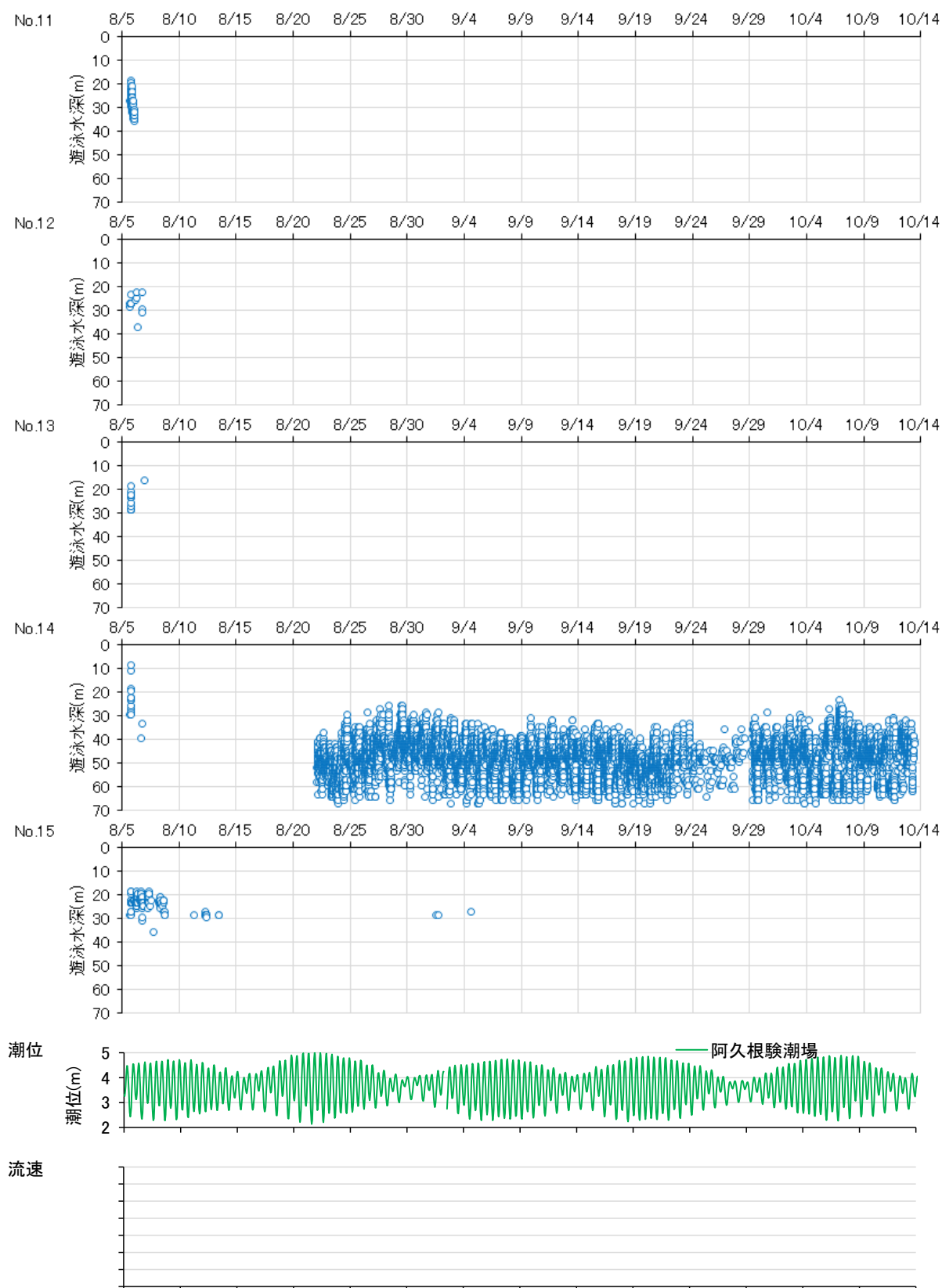
図Ⅵ－１－６（１） イサキの遊泳水深（平成 25 年度）



● : 満月    ● : 新月

図VI-1-6 (2) イサキの遊泳水深 (平成 25 年度)





● : 満月   ● : 新月

図Ⅵ-1-6 (3) イサキの遊泳水深 (平成 25 年度)

人工マウンド礁におけるイサキの遊泳水深は、いずれの個体も水深 30m 付近～海底面付近となっていた。

天然礁では、調査地点が人工マウンド礁に比べ、浅い地点もあったことから、水深 20～40m 程度の範囲となった。

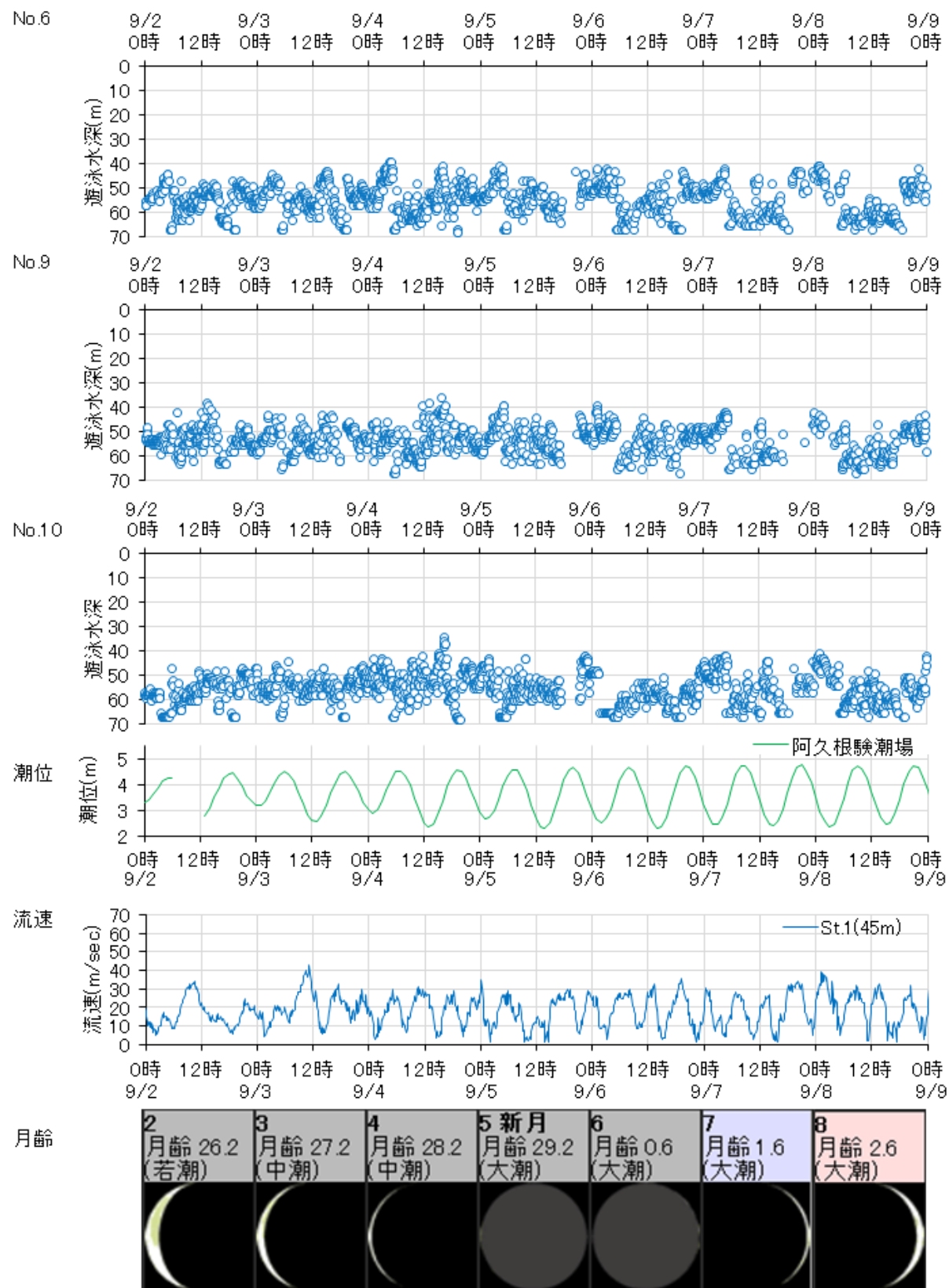
長期間の追跡の結果から、人工マウンド礁におけるイサキの遊泳水深は、いずれの個体も水深 30m 付近～底層を遊泳しており、既存知見に示されている夜間に表層を遊泳するといった記録は得られなかった。

人工マウンド礁で採取し、放流した No. 6、9、10 について、時間間隔を拡大した遊泳水深を図 VI-1-7 (1)～(2) に示す。

新月の前後では、日中に底層付近を遊泳し、夜間に浮上して水深 30～40m 付近を遊泳する傾向がみられた。

一方、満月の前後では、夜間に底層の 60m 水深を遊泳し、日中に浮上して水深 30～40m 付近(人工マウンド礁の天端部の水深は約 45m)を遊泳する傾向がみられた。

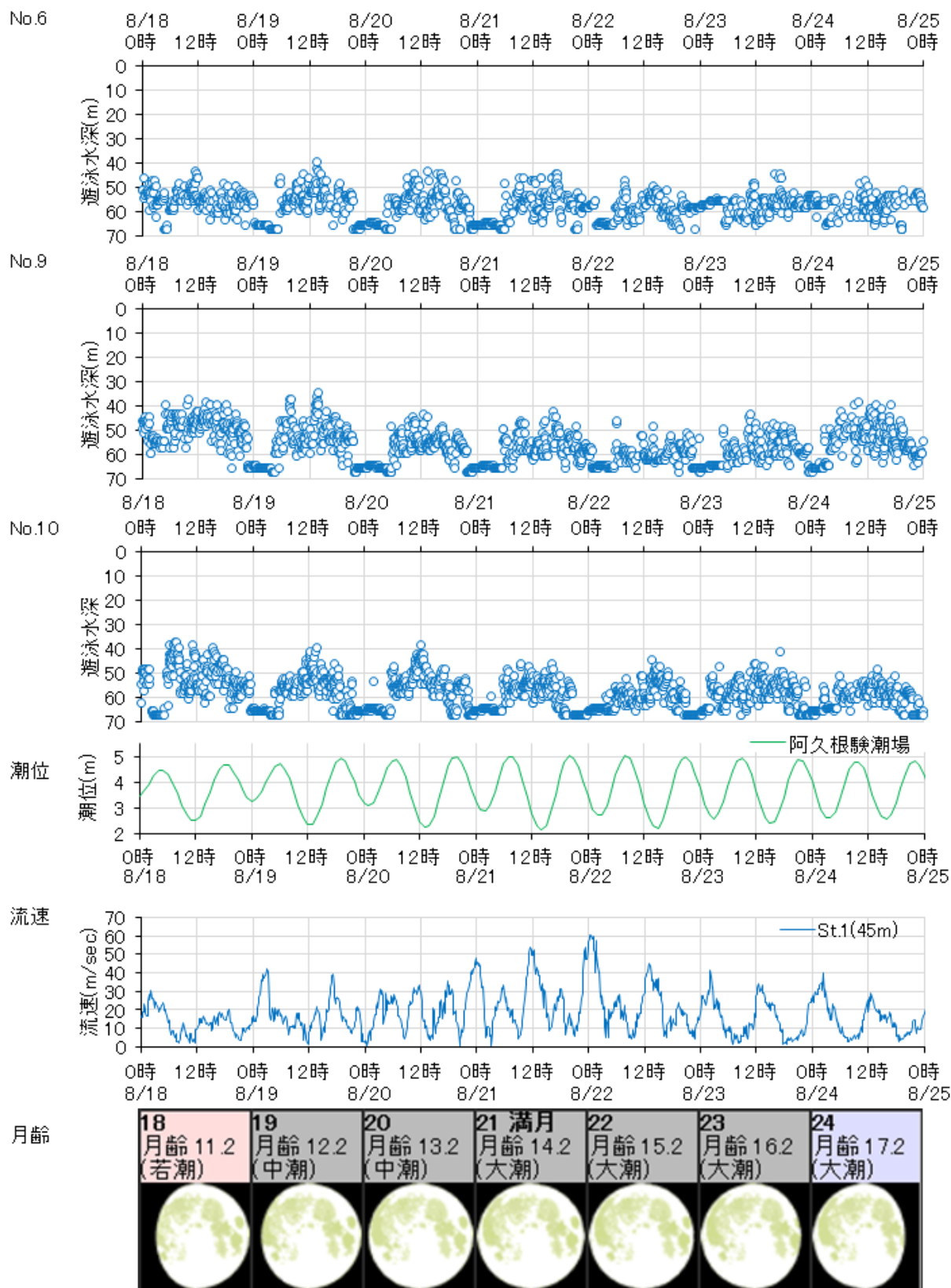
<期間の拡大:9月2日~9日、新月の前後>



※月齢は <http://koyomi8.com/>より

図VI-1-7 (1) イサキの遊泳水深(No. 6, No. 9, No. 10、期間拡大:9月2日~9日)  
(平成25年度)

<期間の拡大:8月18日~25日、満月の前後>



※月齢は <http://koyomi8.com/>より

図VI-1-7(2) イサキの遊泳水深(No. 6, No. 9, No. 10、期間拡大:8月18日~25日)  
(平成25年度)

新月および満月の期間において、遊泳水深の差がみられる傾向にあったことから、日中および夜間の遊泳水深を比較した結果を表Ⅵ－１－６に示す。

人工マウンド礁にとどまった個体について、日中の 9～15 時と夜間の 21～3 時の時間帯の各 5 時間に時間帯を区切って遊泳水深を比較した。

全期間における日中・夜間の各 5 時間での平均遊泳水深は、日中が 52.5m、夜間が 52.3m と同様な水深帯となった。

一方、全期間の記録を月齢に従って、新月(8月7日、9月5日、10月5日)、上弦(8月14日、9月13日、10月12日)、満月(8月21日、9月19日)、下弦(8月28日、9月27日)のそれぞれの日を含む5日間で区切り、比較した。

その結果、新月前後では日中が 52.1m、夜間が 47.6m、上弦前後では日中が 47.2m、夜間が 46.8m と日中に深い水深を遊泳し、満月前後では日中が 53.8m、夜間が 59.6m と日中に浅い水深を遊泳しており、日中と夜間で遊泳水深に差がみられた。

そこで、各個体の日中・夜間の遊泳水深の差について t 検定を行った結果、新月前後、上弦前後、満月前後の期間については有意な差が得られた。

このようにイサキの日周行動として、新月前後および上弦前後では、従来の知見にあるように日中に比べて夜間に浅い水深を遊泳していることがわかった。一方、満月前後では上下移動が逆転し、夜間に比べて日中に深い水深を遊泳していることがわかった。

表Ⅵ－１－６ イサキの遊泳水深（平成 25 年度）

| 個体<br>番号 | 全期間                   |            | 新月前後       |            | 上弦前後       |            | 満月前後       |            | 下弦前後                  |            |
|----------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|
|          | 9～<br>15 時            | 21～<br>3 時 | 9～<br>15 時 | 21～<br>3 時 | 9～<br>15 時 | 21～<br>3 時 | 9～<br>15 時 | 21～<br>3 時 | 9～<br>15 時            | 21～<br>3 時 |
| No. 1    | 49.1                  | 49.3       | 47.3       | 45.2       | 47.2       | 46.8       | 52.2       | 64.0       | —                     | —          |
| No. 2    | 47.9                  | 50.4       | 50.7       | 46.8       | 45.7       | 44.1       | 49.7       | 60.6       | 48.6                  | 52.3       |
| No. 3    | 58.2                  | 58.5       | 60.1       | 59.6       | 58.0       | 56.7       | 54.9       | 57.6       | 58.5                  | 58.9       |
| No. 4    | 52.8                  | 49.0       | 2.9        | 43.1       | 52.9       | 48.7       | —          | —          | —                     | —          |
| No. 5    | 57.2                  | 54.8       | 55.9       | 41.5       | 58.0       | 58.2       | 57.2       | 57.6       | 59.4                  | 59.4       |
| No. 6    | 54.0                  | 51.8       | 51.7       | 48.3       | 52.2       | 46.7       | 54.3       | 61.2       | 56.8                  | 54.3       |
| No. 7    | 58.6                  | 58.1       | 56.4       | 54.5       | 58.6       | 55.5       | 60.9       | 64.2       | 60.6                  | 60.8       |
| No. 8    | 47.3                  | 47.0       | 43.6       | 41.4       | 49.6       | 47.8       | 49.1       | 53.6       | —                     | —          |
| No. 9    | 49.5                  | 52.1       | 49.6       | 49.8       | 50.4       | 48.8       | 52.0       | 60.2       | 49.1                  | 51.4       |
| No. 10   | 54.6                  | 57.5       | 54.4       | 51.1       | 54.9       | 54.5       | 55.2       | 65.0       | 56.0                  | 60.7       |
| No. 11   | —                     | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —                     | —          |
| No. 12   | —                     | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —                     | —          |
| No. 13   | —                     | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —                     | —          |
| No. 14   | 48.9                  | 46.7       | 50.1       | 42.6       | 49.2       | 45.5       | 52.0       | 52.3       | 45.9                  | 46.5       |
| No. 15   | —                     | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —                     | —          |
| t 値      | 0.74 <sup>n. s.</sup> |            | 0.008**    |            | 0.003**    |            | 0.002**    |            | 0.19 <sup>n. s.</sup> |            |
| 平均       | 52.5                  | 52.3       | 52.1       | 47.6       | 47.2       | 46.8       | 53.8       | 59.6       | 46.8                  | 46.8       |

※満月、下弦、新月、上弦の期間については、それぞれ 5 日間とした。

No. 14 については、人工マウンド礁にとどまった期間のデータを用いた。

\*\*: $p<0.01$ , n. s.:非有意

以上のように、人工マウンド礁で採取し、人工マウンド礁に放流したイサキは、人工マウンド礁にとどまる傾向にあり、最長 2 ヶ月ほどとどまることがわかった。

人工マウンド礁にとどまる期間は、人工マウンド礁近傍にとどまり、人工マウンド礁から離れることはなかった。

イサキの遊泳水深は、水深 30～60m 程度であり、月齢によって日中・夜間の上下移動の方向が変化していた。



### ③平成 26 年度追跡結果（設置型追跡）

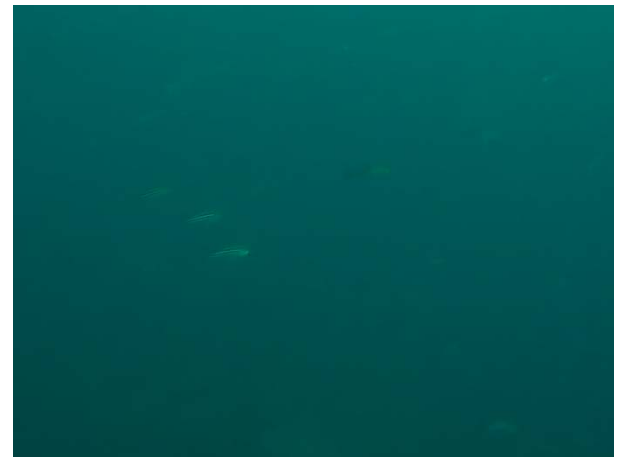
平成26年度では、受信機の設置(5月8日・9日)・点検(8月12日・13日)・回収時(11月15日・16日)において、人工マウンド礁の天端付近においてイサキが群れで遊泳しているのを確認した（図Ⅵ－1－8）。



受信機設置時(5月8日・9日)



受信機点検時(8月12日・13日)



受信機回収時(11月15日・16日)

図Ⅵ－1－8 人工マウンド礁におけるイサキの確認状況（平成 26 年度）

設置型追跡調査では、人工マウンド礁で採取された個体 15 尾を人工マウンド礁に、天然礁で採取された個体 5 尾を天然礁に放流した（表Ⅵ－１－７）。

No. A～E, No. 1～10：人工マウンド礁で採取、放流（放流地点：St. 1 付近）

No. 11～15：天然礁で採取、放流（放流地点：St. 5 付近）

表Ⅵ－１－７ 供試魚の全長と設置型受信機における受信記録（平成 26 年度）

| 採取・放流場所 | 発信機の発信間隔 | 個体 No. | 供試魚の全長(cm) | 受信期間                                  | 日数    | 記録数    | 受信記録のあった地点                | 備考          |
|---------|----------|--------|------------|---------------------------------------|-------|--------|---------------------------|-------------|
| 人工マウンド礁 | 90秒      | No. A  | 32.2       | 5/22～9/7                              | 109 日 | 52,077 | 人工マウンド礁<br>(St. 1, St. 2) | 9/7電池寿命     |
|         |          | No. B  | 32.4       | 5/22～6/10                             | 21 日  | 4,470  |                           |             |
|         |          | No. C  | 32.0       | 5/22～9/7                              | 109 日 | 50,592 |                           | 9/7電池寿命     |
|         |          | No. D  | 26.9       | 5/22～6/20                             | 30 日  | 11,239 |                           |             |
|         |          | No. E  | 30.5       | 5/22～7/9                              | 50 日  | 19,488 |                           |             |
|         | 180秒     | No. 1  | 30.4       | 5/22～11/16                            | 179 日 | 45,489 |                           |             |
|         |          | No. 2  | 28.2       | 5/22～6/15,<br>6/18～7/11,<br>9/5～11/16 | 122 日 | 33,998 |                           |             |
|         |          | No. 3  | 26.5       | 5/22～6/12,<br>6/15～10/13              | 143 日 | 36,396 |                           |             |
|         |          | No. 4  | 27.0       | 5/22～6/14                             | 24 日  | 4,042  |                           |             |
|         |          | No. 5  | 34.0       | 5/22～7/22                             | 62 日  | 11,378 |                           | 漁獲された可能性がある |
|         |          | No. 6  | 25.0       | 5/22～6/4                              | 14 日  | 2,144  |                           |             |
|         |          | No. 7  | 29.2       | 5/22～11/16                            | 179 日 | 51,279 |                           |             |
|         |          | No. 8  | 27.4       | 5/22～11/16                            | 179 日 | 42,313 |                           |             |
|         |          | No. 9  | 26.9       | 5/22～6/14,<br>7/10～7/22               | 37 日  | 7,913  |                           | 漁獲された可能性がある |
|         |          | No. 10 | 26.5       | 5/22～6/18                             | 28 日  | 5,072  |                           |             |
| 天然礁     | 180秒     | No. 11 | 32.5       | 6/10～6/11                             | 2 日   | 68     | 天然礁(St. 3, St. 5)         |             |
|         |          | No. 12 | 33.5       | 6/10～6/11                             | 2 日   | 342    | 天然礁(St. 5)                |             |
|         |          | No. 13 | 27.8       | 6/10                                  | 1 日   | 27     | 天然礁(St. 3, St. 5)         |             |
|         |          | No. 14 | 34.2       | 6/10                                  | 1 日   | 11     | 天然礁(St. 5)                |             |
|         |          | No. 15 | 29.4       | 6/10                                  | 1 日   | 13     | 天然礁(St. 4, St. 5)         |             |

※受信期間は放流時から最後の受信を記録した時間までを示す。

### ○人工マウンド礁放流個体の遊泳水深（平成 26 年度）

人工マウンド礁に放流した個体の遊泳水深を図Ⅵ－１－９（１）～（３）に示す。

人工マウンド礁に放流した個体は、放流直後には人工マウンド礁にとどまった。

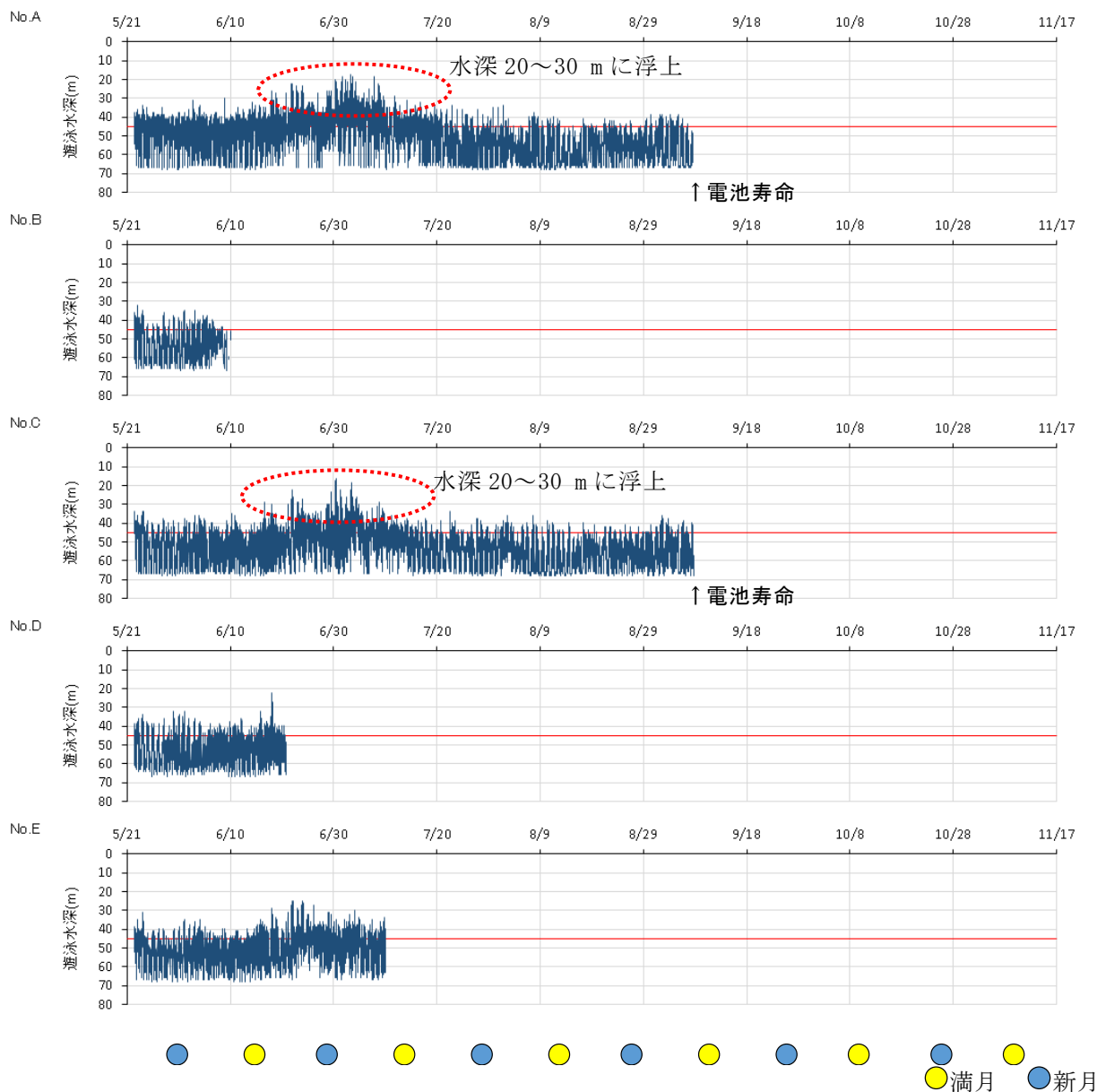
3 ヶ月の追跡を行った 5 個体 (No. A～E) では、No. A のように電池寿命まで人工マウンド礁にとどまった個体が 2 個体、離脱して戻らなかった個体が 3 個体となった。

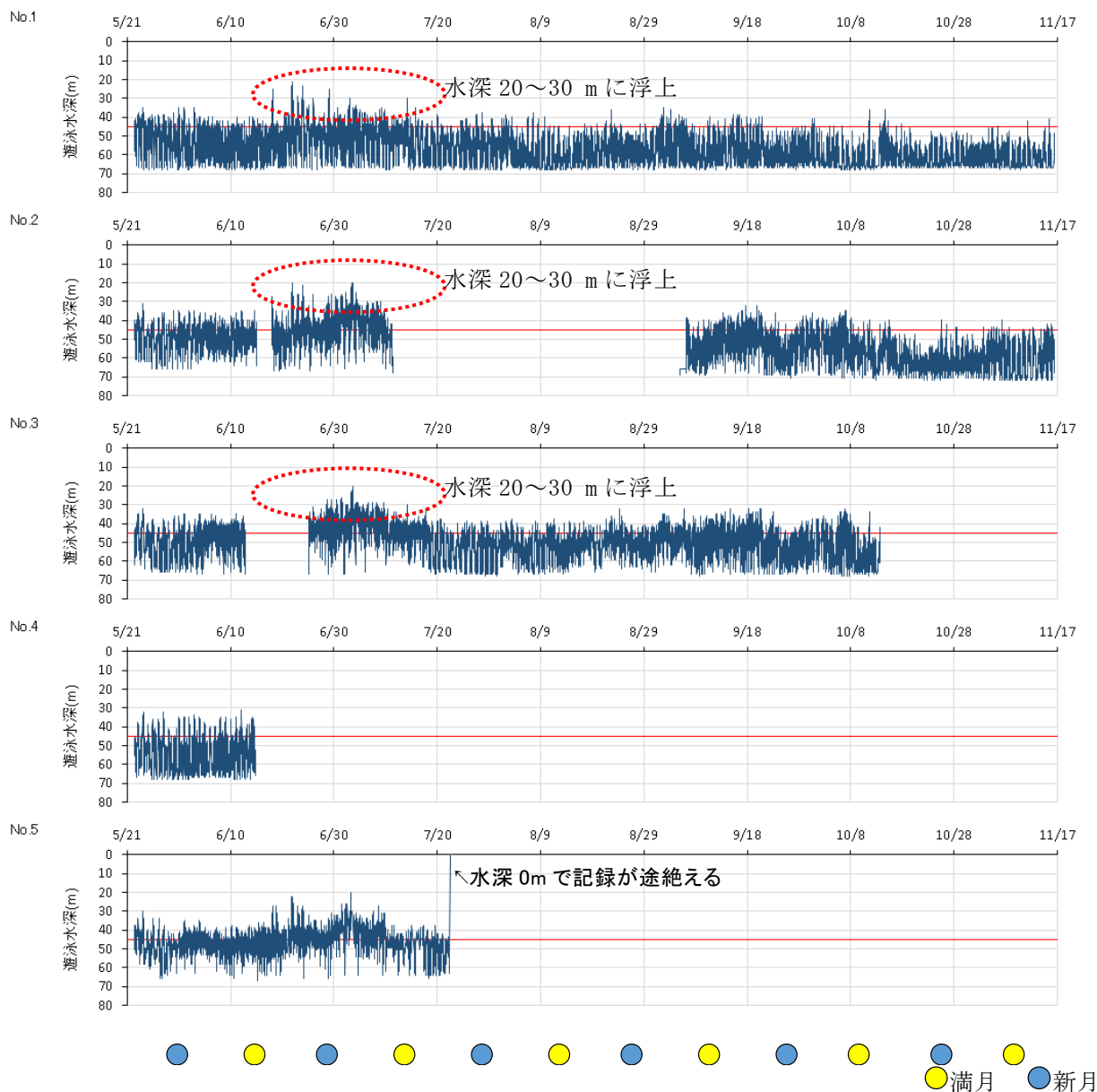
半年の追跡を行った 10 個体 (No. 1～10) では、No. 1 のように人工マウンド礁に半年間とどまった個体が 3 個体、No. 2 のように一度離脱して、その後人工マウンド礁に戻ってとどまった個体が 1 個体、その他に No. 10 のように離脱して戻らない個体がみられた。

なお、No. 9 に示すように人工マウンド礁から離脱する直前に水深 50～60 m から急浮上し、水深 0 m となった後、記録が途絶えた個体が 2 個体おり、漁獲された可能性がある。

遊泳水深をみると、調査期間を通して概ね 40～70 m の間を遊泳していたが、6 月中旬から 7 月上旬にかけては水深 20～30 m 程度まで浮上する傾向がみられた。







※遊泳水深グラフの赤色実線は人工マウンド礁天端部の水深(45m)を示す。  
 図VI-1-9(2) 調査全期間のイサキの遊泳水深の推移(平成26年度)  
 (人工マウンド礁採取・放流個体)

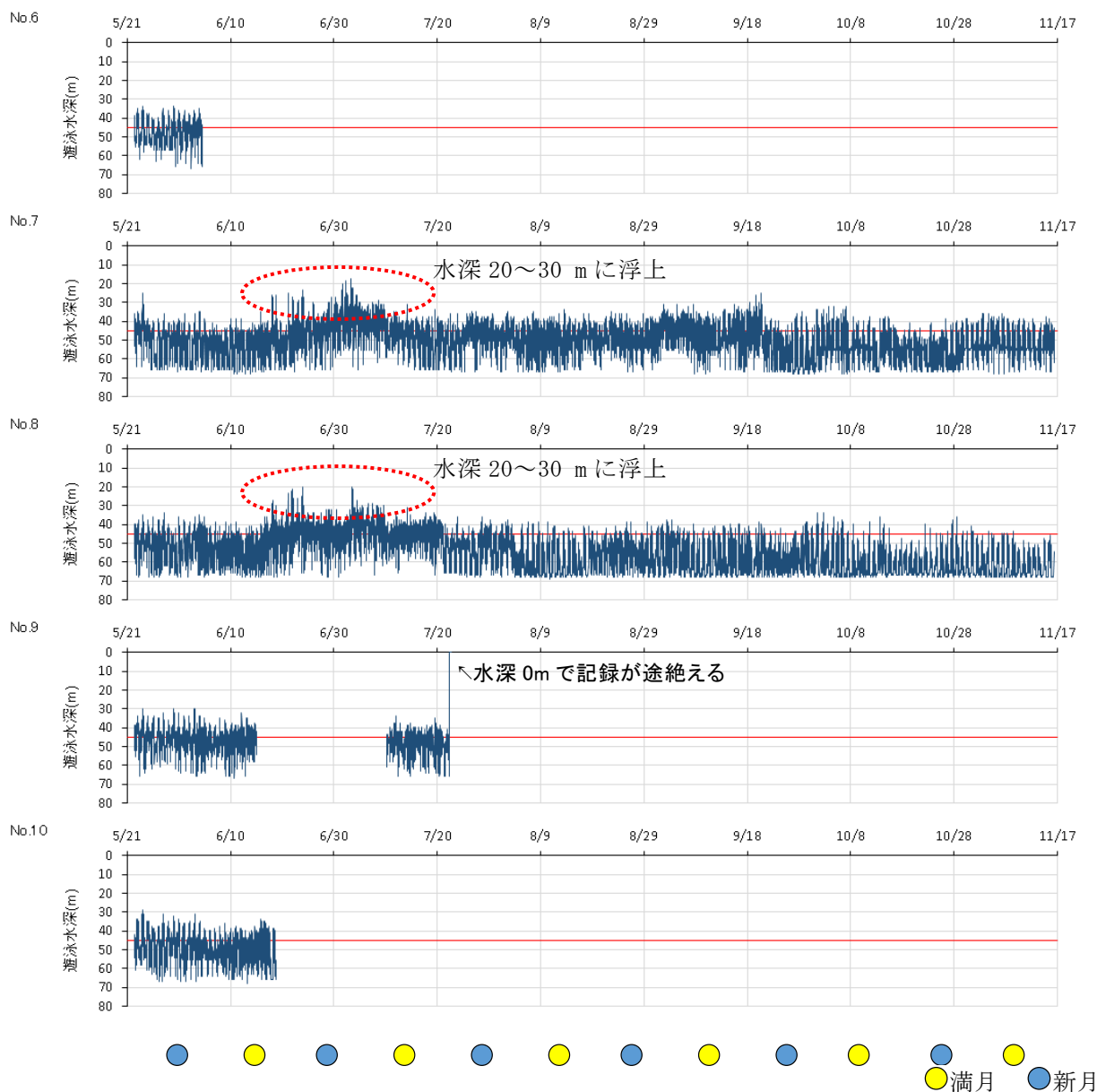


図 VI-1-9 (3) 調査全期間のイサキの遊泳水深の推移 (平成 26 年度)  
(人工マウンド礁採取・放流個体)

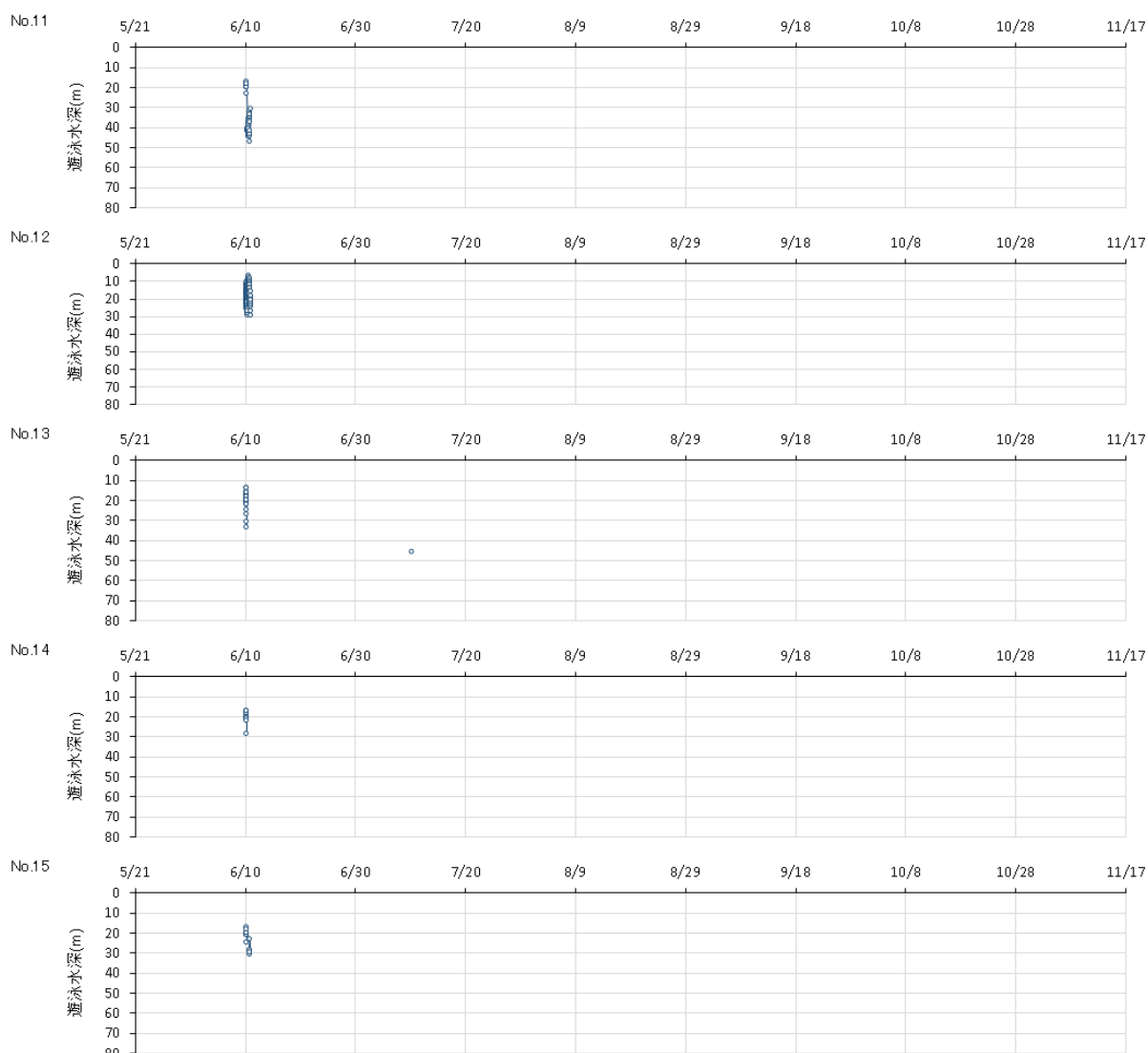
### ○天然礁放流個体の遊泳水深と調査地点間の移動（平成 26 年度）

天然礁に放流した個体の遊泳水深を図VI－1－10（1）に、調査地点間の移動を図VI－1－10（2）に示す。

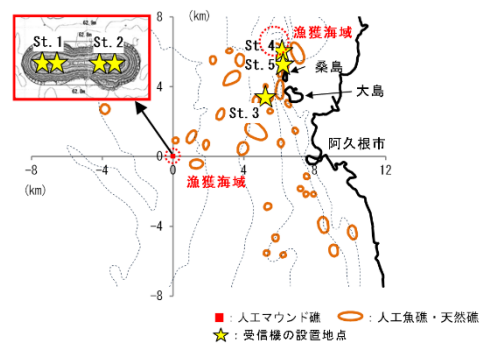
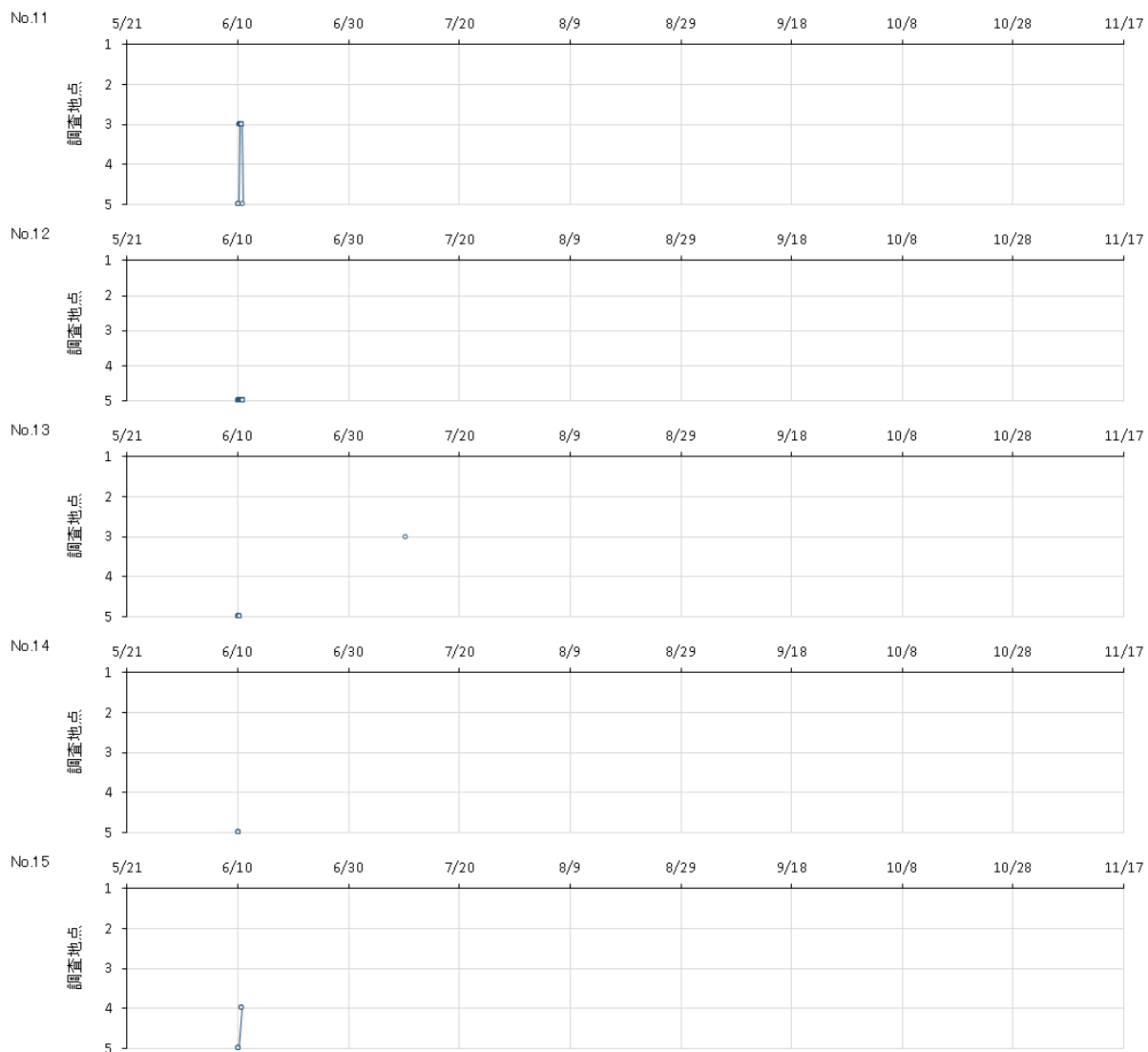
天然礁に放流した個体は、放流直後は、放流地点付近にとどまったが、その後、放流地点から移動した。

5 個体のうち 2 個体が図VI－1－10（2）に示す No. 13 のように放流地点から南東沖の St. 3 で、1 個体が放流地点から北側の St. 4 で確認された。

天然礁で放流した個体については、放流した地点の周辺に天然礁が広くみられることから、イサキが周辺海域に移動・分散しやすかったものと考えられる。



図VI－1－10（1） イサキの遊泳水深の推移（平成 26 年度）  
（天然礁採取・放流個体例）



図VI-1-10(2) 調査地点間のイサキの移動(平成26年度)  
(天然礁漁獲・放流個体の例、放流地点 St. 5)

人工マウンド礁で採取・放流した個体は、6月中旬から7月上旬にかけて、水深20～30 m程度まで浮上する傾向がみられたことから、この期間に連続した記録の得られたNo. A, C, E、No. 1, 5, 7, 8の浅い側の遊泳水深に関する比較を行った（表Ⅵ－1－8）。

各個体の遊泳水深の全記録の平均値は、46.3～57.2 mであり、遊泳水深の最小値は16.1～24.8 mとなった。

各個体の遊泳水深の最小値について、外れ値の検定を行った結果、いずれも外れ値（異常値）ではなかったことから、最小値の水深まで浮上していたといえる。

また、各個体の標準偏差から99%信頼区間を求めた結果、各個体の信頼区間の浅い側の値が27.0～38.4 mとなり、この値より浅い遊泳水深の記録は、信頼区間99%に含まれないことを示す。

このことから、6月中旬から7月上旬にみられる30 m以浅での記録は、異常値ではなく、他の時期と異なり、浅い水深帯を遊泳していたことを示すと考えられる。

表Ⅵ－1－8 イサキの浅い側の遊泳水深の比較（平成26年度）

| 項目                  | 個体番号              | No. A  | No. C  | No. E  | No. 1  | No. 5  | No. 7  | No. 8  |
|---------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| データ数                |                   | 52,074 | 50,592 | 19,488 | 45,489 | 11,333 | 51,279 | 42,313 |
| 遊泳水深<br>(m)         | 平均                | 50.2   | 52.1   | 49.8   | 57.2   | 46.3   | 49.7   | 54.4   |
|                     | 最小                | 17.3   | 16.1   | 24.8   | 21.1   | 19.8   | 17.3   | 19.8   |
|                     | 最大                | 68.1   | 68.1   | 68.1   | 68.1   | 66.9   | 68.1   | 69.4   |
|                     | 標準偏差              | 9.0    | 8.1    | 7.1    | 7.3    | 6.2    | 7.6    | 9.0    |
|                     | 99%信頼区間の<br>浅い側の値 | 27.0   | 31.2   | 31.5   | 38.4   | 30.3   | 30.1   | 31.2   |
| 外れ値<br>(最小値)<br>の検定 | T値                | 3.6    | 4.5    | 3.5    | 4.9    | 4.3    | 4.3    | 3.9    |
|                     | グラッブス<br>有意点(t)   | 5.1    | 5.1    | 4.9    | 5.1    | 4.8    | 5.1    | 5.0    |
|                     | 判定:棄却 $T \geq t$  | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      |

※99%信頼区間の浅い側の値：平均－(2.58×標準偏差)

外れ値の検定：スミノルフ・グラッブス検定

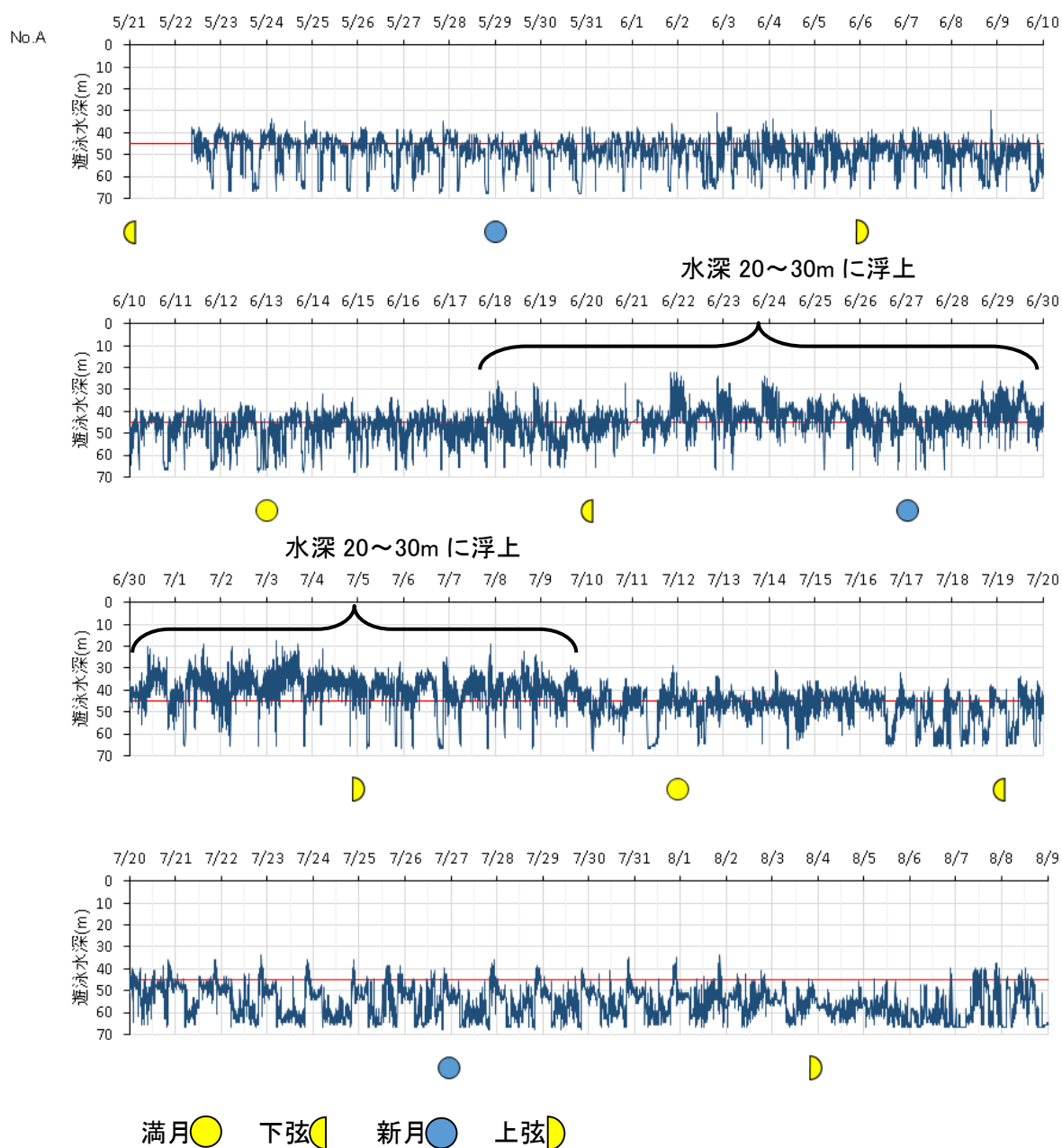
有意点  $\alpha = 0.01$  判定結果：「○」外れ値ではない、「×」外れ値

イサキのGSIが10以上と高く、また、卵の成熟も進み、仔魚が得られた6～7月頃には、1日1回の20～30m層への浮上が2～7日間程度続けて生じていた（図VI－1－11）。

そこで、20～30m層を遊泳する期間の遊泳水深の変化を比較した。

GSIのピークの期間中における6月下旬には7個体とも概ね20時台～3時台の夜間に水深20～30m程度の浅い水深帯を遊泳しており、各個体がばらばらではなく、まとまって浅い水深帯に浮上していた可能性があった（図VI－1－12）。

一方、GSIがピークを終えた7月上旬以降では、日中・夜間での遊泳水深帯の上下移動が明瞭でなくなり、日中に水深20～30m程度の浅い水深帯を遊泳する傾向のある個体がみられた（図VI－1－12）。

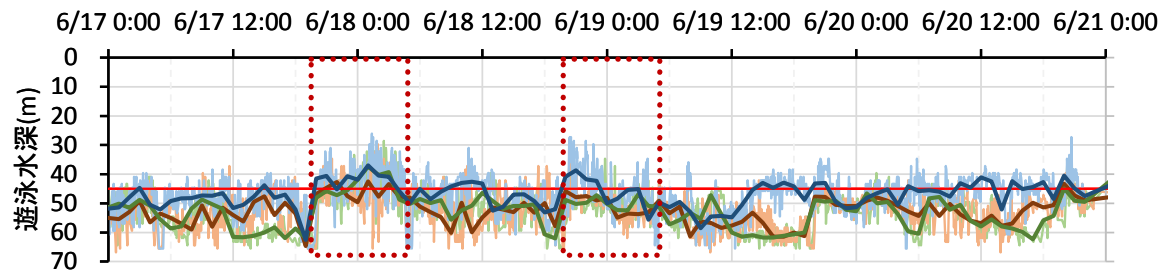


※図中の赤色実線は人工マウンド礁天端部の水深(45m)を示す。

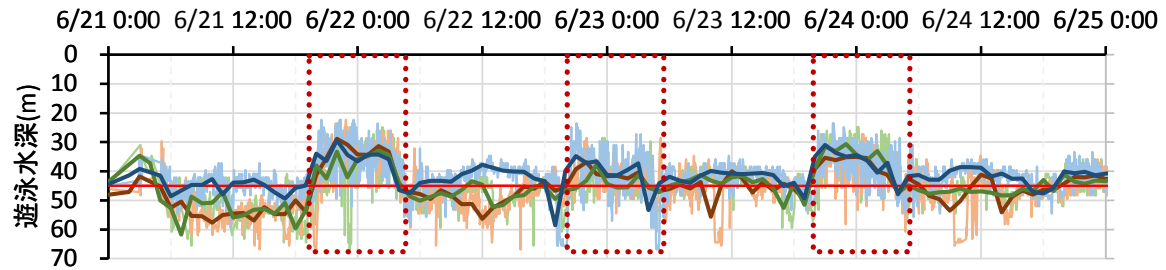
図VI－1－11 産卵期におけるイサキの遊泳水深の推移(No. A、放流から8月9日迄)



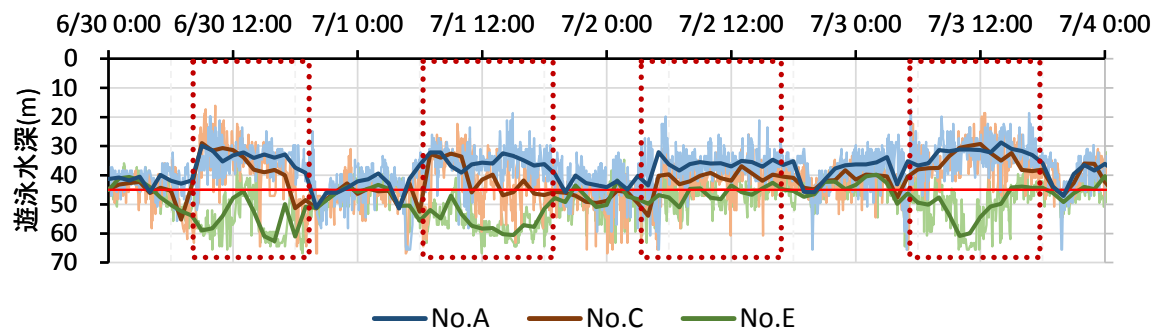
6月17日～21日



6月21日～25日



6月30日～7月4日



— No.A — No.C — No.E

※図中の赤色実線は人工マウンド礁天端部の水深(45m)を、細線が実測値を、太線が1時間あたりの平均値を示す。  
赤色点線の枠は、水深20～30mへの浮上を示す個体のみられる時間帯を示す。

図VI-1-12 産卵期における上下移動の比較 (No. A, C, E)

6月中旬には、20～3時台に各個体が揃って水深20～30 m程度に浮上していたことから、データ数の多いNo. A、C、Eについて、時期別に連続する3日間の時間帯別遊泳水深の平均値の差についてのt検定を行った（表Ⅵ－1－9）。

6月18日～20日、6月22日～24日のケースでは20～3時台と8～15時台の遊泳水深に有意差が認められ、7月1日～3日のケースでは有意差が認められなかった。

このことから、産卵のピークとみられる6月中旬～下旬には、20～3時台の夜間に浅い水深帯に浮上していたといえる。

表Ⅵ－1－9 連続した3日間における昼間・夜間の遊泳水深の比較（平成26年度）  
（6月18～20日、6月22日～24日、7月1日～3日）

| No.    | A     |       |       | C     |       |       | E     |       |       | T 値                   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 月日     | 6月18日 | 6月19日 | 6月20日 | 6月18日 | 6月19日 | 6月20日 | 6月18日 | 6月19日 | 6月20日 | 6月18日～20日             |
| 20～3時台 | 41.0  | 44.1  | 47.0  | 45.6  | 50.0  | 49.2  | 43.1  | 49.8  | 49.7  | 0.008**               |
| 8～15時台 | 45.7  | 51.5  | 44.6  | 54.6  | 57.0  | 55.0  | 50.6  | 56.9  | 55.0  |                       |
| 月日     | 6月22日 | 6月23日 | 6月24日 | 6月22日 | 6月23日 | 6月24日 | 6月22日 | 6月23日 | 6月24日 | 6月22日～24日             |
| 20～3時台 | 34.5  | 38.5  | 35.5  | 33.6  | 41.1  | 37.2  | 36.8  | 44.1  | 34.5  | 0.000**               |
| 8～15時台 | 40.6  | 41.1  | 40.3  | 50.6  | 45.5  | 48.2  | 48.1  | 42.7  | 47.2  |                       |
| 月日     | 7月1日  | 7月2日  | 7月3日  | 7月1日  | 7月2日  | 7月3日  | 7月1日  | 7月2日  | 7月3日  | 7月1日～3日               |
| 20～3時台 | 43.6  | 42.6  | 37.9  | 46.1  | 47.6  | 41.0  | 46.0  | 47.7  | 42.7  | 0.382 <sup>n.s.</sup> |
| 8～15時台 | 35.1  | 36.0  | 31.1  | 40.0  | 40.3  | 32.4  | 56.0  | 45.6  | 53.0  |                       |

（単位 m） \*\*： $p<0.01$ , n.s.:非有意

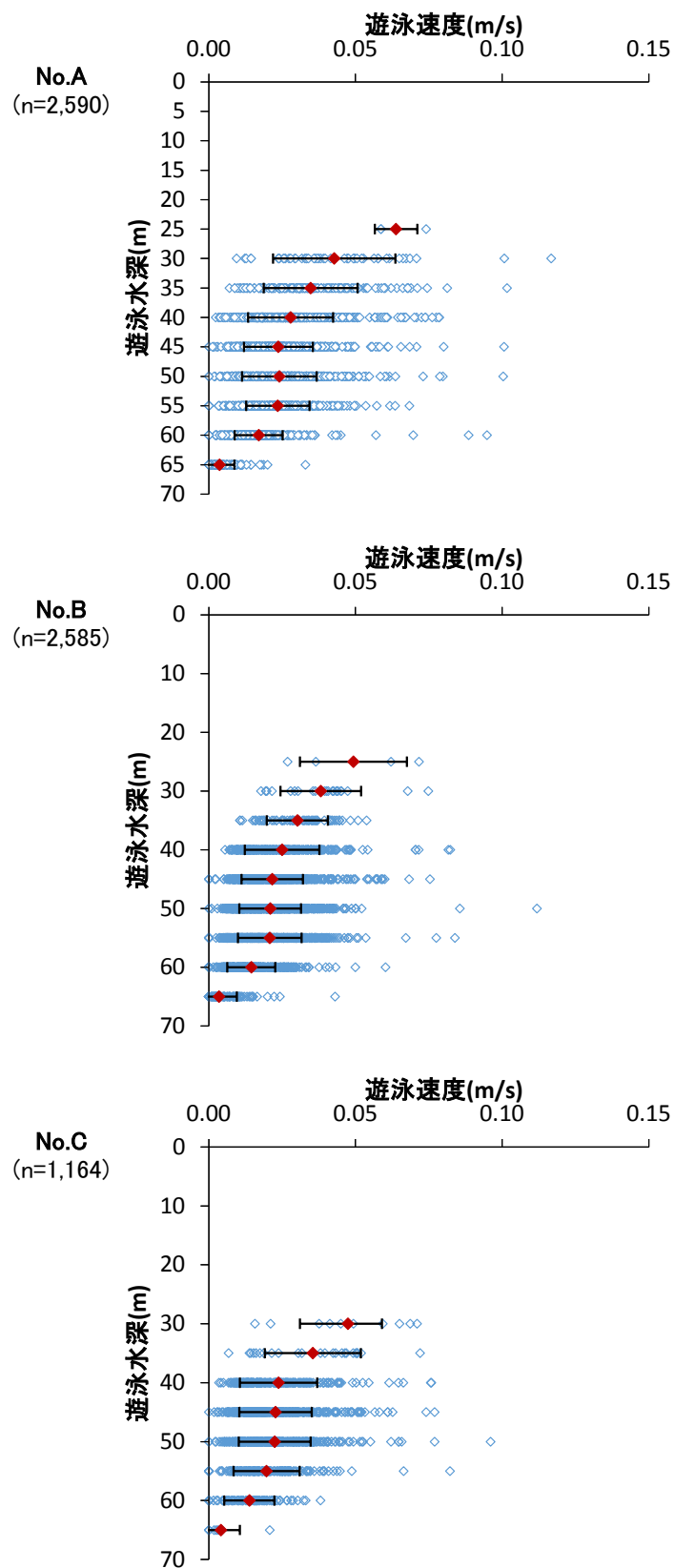
また、1時間あたりの平均遊泳水深と平均遊泳速度の関係を解析した。遊泳速度は、記録された前後の遊泳水深と受信時刻から求めた。そのため、前後の遊泳水深が同じであれば、遊泳速度が0cm/sとなる。

遊泳速度をみると、浅い水深帯での遊泳速度が、深い水深帯での遊泳速度に対して早くなる傾向にあった（図Ⅵ－1－13）。

イサキの産卵行動については、ペアが急浮上し、ペア以外の雄も下層から浮上し、その時間帯が20～21時であったことが水槽観察により確認されている<sup>4)</sup>。

本調査では、放卵・放精といった産卵行動を直接的に捉えることができないものの、夜間において複数個体が揃って浅い遊泳水深を遊泳していたこと、浅い水深帯で遊泳速度が早くなる傾向にあったことから、人工マウンド礁において、イサキが産卵に関連する行動を示すことを捉えていたと考えられる。

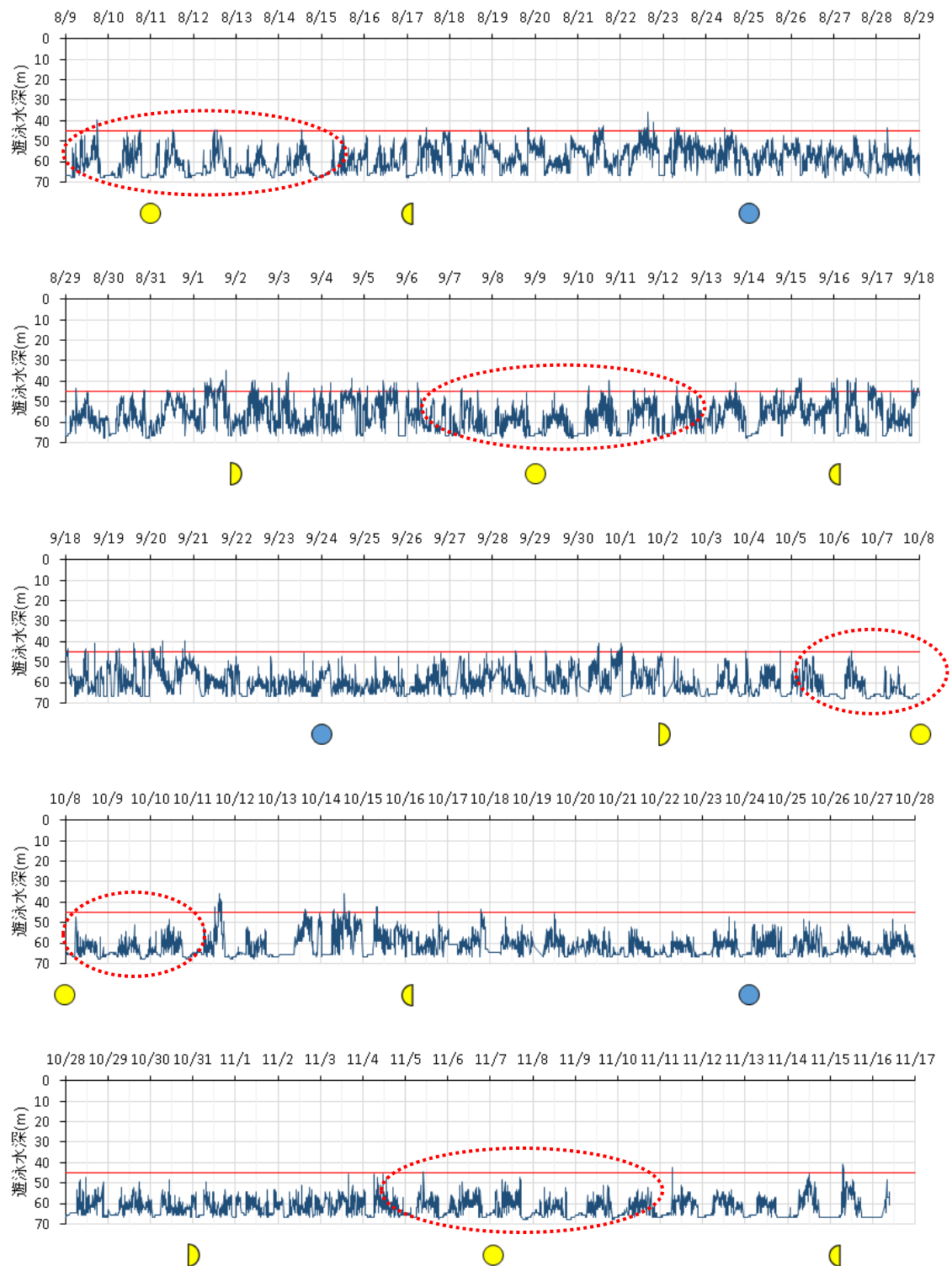
次に、産卵期間が終わったとみられる8月以降の遊泳水深の推移をみると、特に満月の前後では上層と下層を周期的に移動する傾向のあることがわかった（図Ⅵ－1－14）。



◇ : 測定値、◆ : 平均値、バーは標準偏差を示す。  
 ※平均遊泳速度は、前後の記録時間と遊泳水深の差から見かけ上の速度として求め、水深 5m 毎で算出した。

図 VI - 1 - 1 3 イサキの遊泳水深と遊泳速度の関係 (平成 26 年度)

No.1



※図中の赤色実線は人工マウンド礁天端部の水深 (45m) を示す。

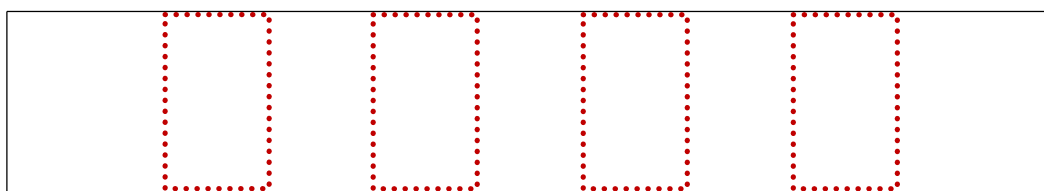
図VI-1-14 産卵期後(夏から秋)における遊泳水深の推移 (平成26年度)  
(No. 1、8月9日～11月17日)

そこで、夏季の8月と調査後半となる10月下旬～11月上旬の満月前後と新月前後の遊泳水深の比較を行った（図Ⅵ－1－15）。

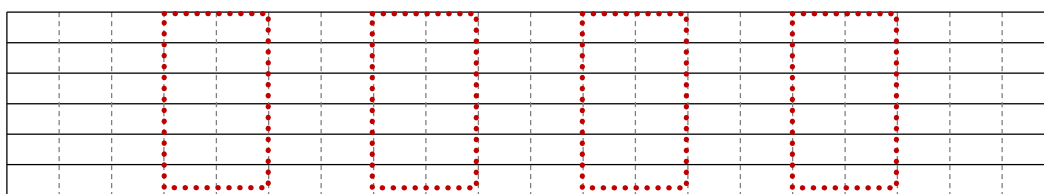
満月前後においては、8月および11月上旬ともに昼間に人工マウンド礁天端付近、夜間に人工マウンド礁法尻付近の水深を遊泳し、1日1回程度上下移動を行う傾向にあった。

一方、新月前後においては、8月では、上下移動が明瞭ではなく、人工マウンド礁天端部付近もしくは法面付近の水深帯で1日に1～2回程度上下移動する傾向がみられたが、10月下旬では満月前後と同様に日中に人工マウンド礁法面付近、夜間に人工マウンド礁法尻付近の水深を遊泳し、1日1回程度の上下移動を行う傾向を示した。

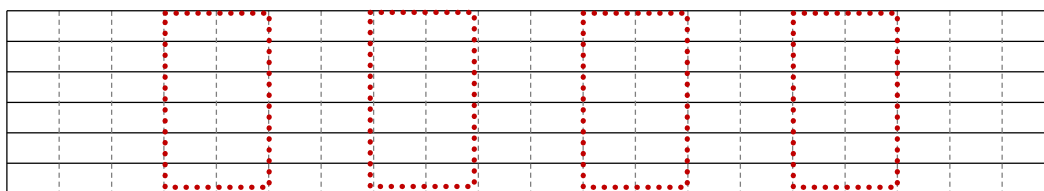
No. 1



No. 7



No. 8



—— 満月(8/11)前後    —— 満月(11/7)前後    —— 新月(8/25)前後    —— 新月(10/24)前後

※図中の「人工マウンド礁」は、人工マウンド礁の設置水深と高さを示す。

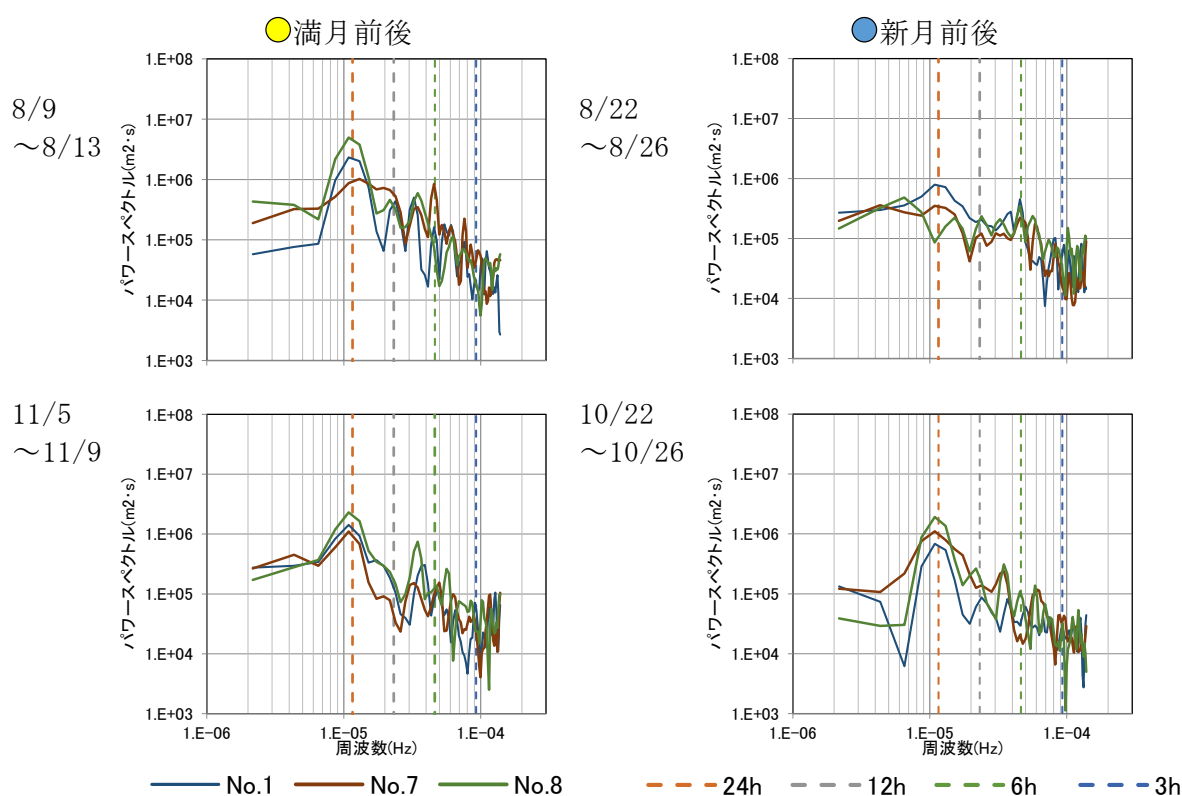
遊泳水深は、1時間あたりの平均値を用いた。

赤色点線の枠は、18～6時の時間帯を示す。

図Ⅵ－1－15 満月(8月11日、11月7日)・新月(8月25日、10月24日)の前後5日間における遊泳水深の比較(No. 1:上図、No. 8:下図)(平成26年度)

8月および10～11月の満月前後および新月前後の遊泳水深の上下移動に違いがみられたことから、半年間の記録が得られている No. 1, 7, 8 について、遊泳水深を 1 時間ごとに整理し、周期解析を行った結果を図VI-1-16に示す。

周期解析を行った結果、満月前後および10月の新月前後では明瞭な24時間程度の周期性のあることが確認できた。



図VI-1-16 イサキ (No. 1, 7, 8) の満月・新月前後における周期解析の結果  
(平成 26 年度)

摂餌活動の季節変化については、胃充満度の推移から、5月～9月を摂餌期、12月～2月を摂餌休止期(越冬期)、3月～4月、10月～11月をこれらの移行期とされている<sup>21)</sup>。

周年行われた吾智網および底びき網の調査では、5月～9月の摂餌期にイサキが漁獲され<sup>11)</sup>、本調査の北さつま漁業協同組合阿久根支所への聞き取り結果でも6月～7月に漁獲のピークがみられ、8月～4月では低位に推移している。

これらのことから、夏季の摂食が活発な時期にあたる8月の新月期の前後では、昼夜ともに摂餌活動を行い、その結果、上下移動が明瞭でなくなったと考えられる。

また、柵網に入る魚類の状況から、イサキは夜間に行動する夜行性魚類で、その動きは新月を中心とした7日間の暗夜の期間が活発で、満月を中心とした7日間の月明の期間と比較して2～3倍の入網量となり、夜間では暗夜に比べ、月明にはあまり活発に動き回らないとされている<sup>6)</sup>。

このことから、10月～11月では、摂餌活動の低下に伴って、新月前後にも満月前後と同様にあまり活発に動き回らなくなっていたものと考えられる。

平成 26 年度で半年間追跡した結果の概要を以下に示す（表Ⅵ－１－９）。

- ・人工マウンド礁での滞留状況として、半年の追跡を行った 10 個体の内 3 個体が半年間人工マウンド礁にとどまった。
- ・人工マウンド礁から離脱し、再び戻った個体(最長 2 ヶ月後)がみられた。
- ・10 個体の内 2 個体が漁獲されたとみられた。
- ・台風の接近・上陸は人工マウンド礁でのイサキの滞留・移動に大きく関係していないとみられた。
- ・産卵に関連する行動として、6 月には各個体が揃って 30 m 以浅の浅い水深帯に浮上していた。
- ・昼夜(満月前後、新月前後)の行動として、8 月の満月前後では、日中に浅い層、夜間に深い層に移動する 1 日 1 回の上下移動をし、新月前後では、明瞭な上下移動がみられず、10 月では、満月前後、新月前後ともに日中に浅い層を、夜間に深い層を遊泳する傾向にあった。

表Ⅵ－１－９ バイオテレメトリー調査結果の概要（平成 26 年度）

| 項目               | 時期             | 内容                                                                                                                                                                                         |
|------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 人工マウンド礁での滞留状況    | 5月中旬<br>～11月中旬 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・半年の追跡を行った10個体の内3個体が半年間人工マウンド礁にとどまる。</li> <li>・人工マウンド礁から離脱し、再び戻った個体(最長2ヶ月後)がみられる。</li> <li>・台風の接近・上陸は人工マウンド礁でのイサキの滞留・移動に大きく関係していないとみられる。</li> </ul> |
| 産卵に関連する行動        | 6月             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・各個体が揃って30 m以浅の浅い水深帯に浮上する。</li> </ul>                                                                                                               |
| 昼夜(満月前後、新月前後)の行動 | 8～11月          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・8月の満月前後では、日中に浅い層、夜間に深い層に移動する1日1回の上下移動をする傾向にあり、新月前後では、明瞭な上下移動がみられなくなった。</li> <li>・10月では満月前後、新月前後ともに日中に浅い層を、夜間に深い層を遊泳する傾向にある。</li> </ul>             |



## (2) 流況調査

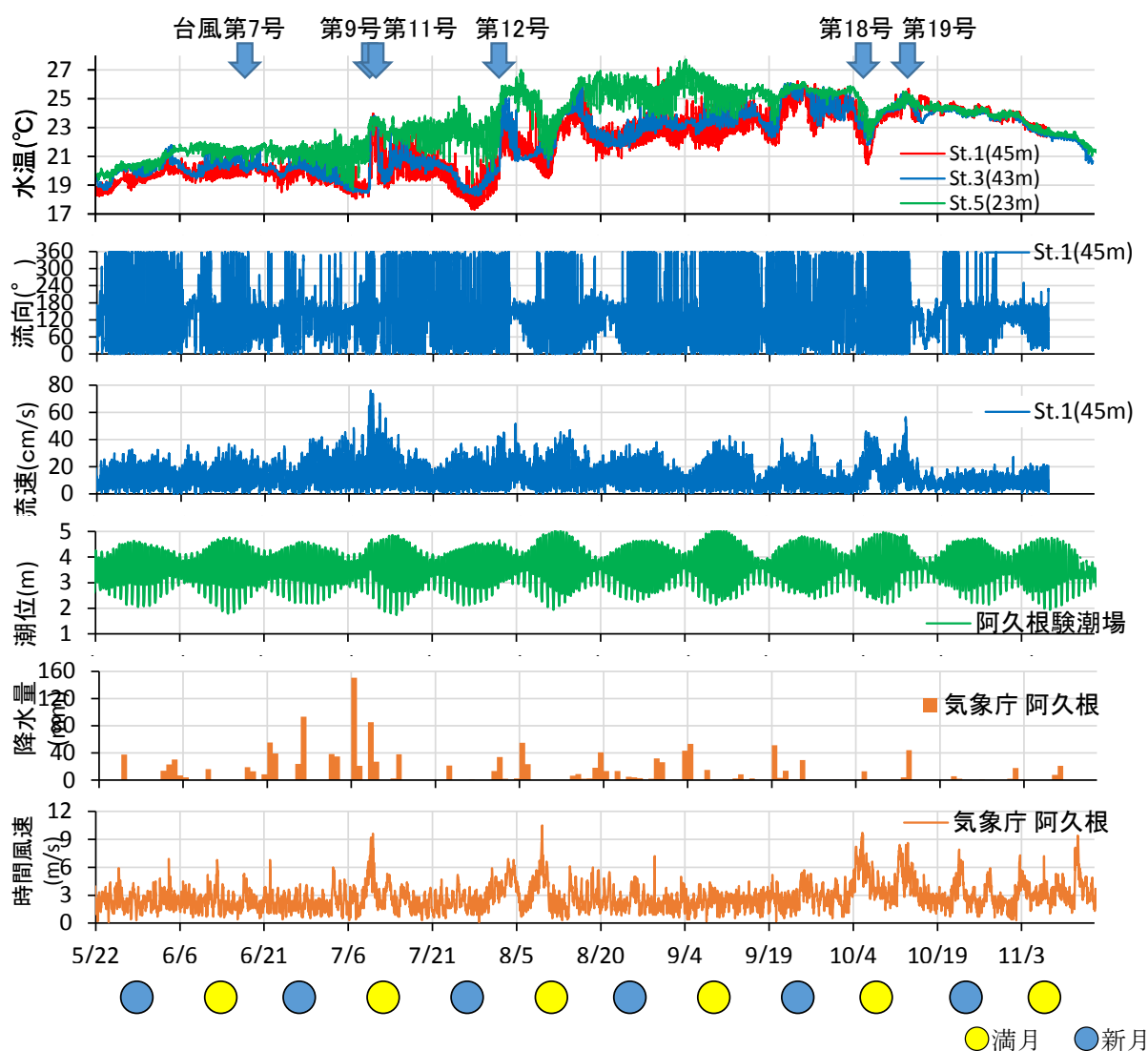
平成 26 年度に測定した水温および流向・流速等の結果を図VI-1-17に示す。

設置型追跡調査を行った期間中の水温は、調査期間の経過とともに上昇し、9月に25℃台を示した後、低下する傾向にあった。

流速は、台風9号の阿久根市上陸後となる7月10日に74 cm/secと最も高い値を示した。

本調査期間中には、計6個の台風が鹿児島地方に接近・上陸し、台風第9号・第11号、第12号の通過時には水温が上昇し、第18号の接近時には水温が下降するなど水温の変動に影響がみられた。また、台風第9号・第11号の接近・上陸時には、降水量が約150 mmと最も高い値を示した(気象庁観測記録より)。

本調査の期間中には複数の台風が鹿児島県に接近・上陸したことから、人工マウンド礁におけるイサキの離脱した日と戻った日を確認した結果、調査期間中の人工マウンド礁から離脱した回数・戻った回数がのべ14回、その内、台風の接近・上陸時の回数がのべ5回となり、台風の接近・上陸は、人工マウンド礁でのイサキの滞留・移動には大きく関係していなかったとみられる。



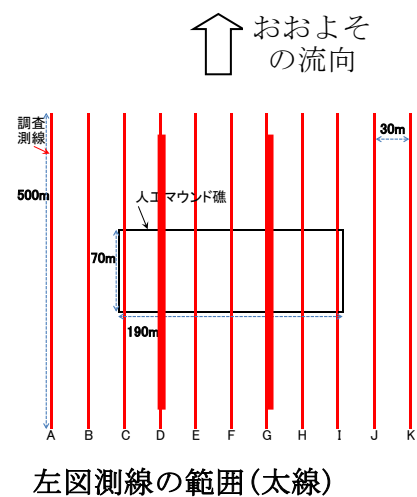
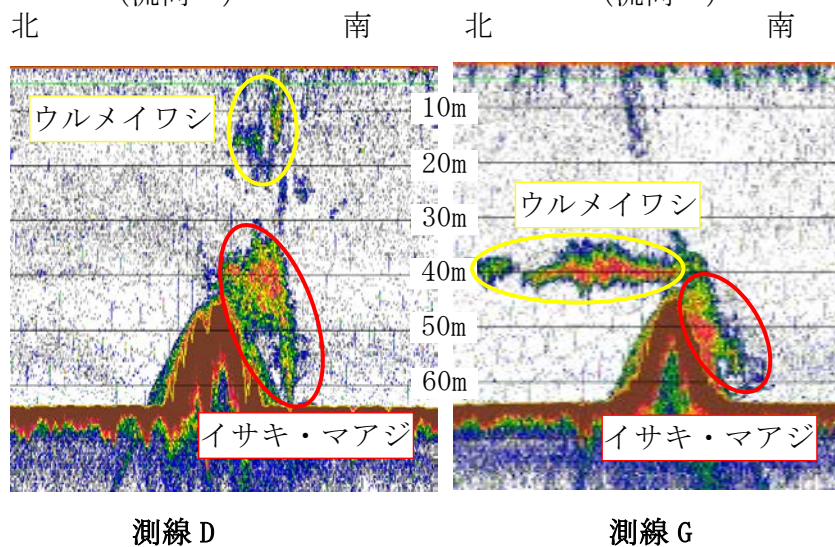
図VI-1-17 バイオテレメトリー調査期間中の水温、流向・流速および気象・海象  
(平成 26 年度)

## 2. 蛸集する魚類の組成把握(計量魚探調査および漁獲調査)

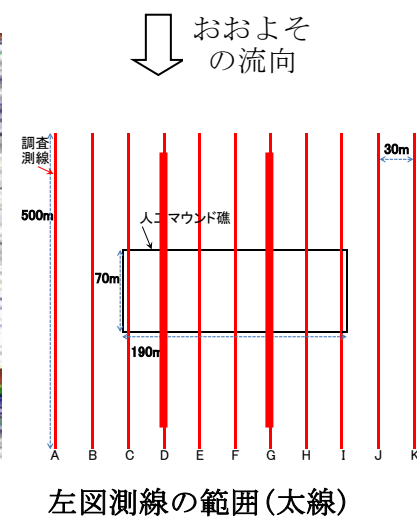
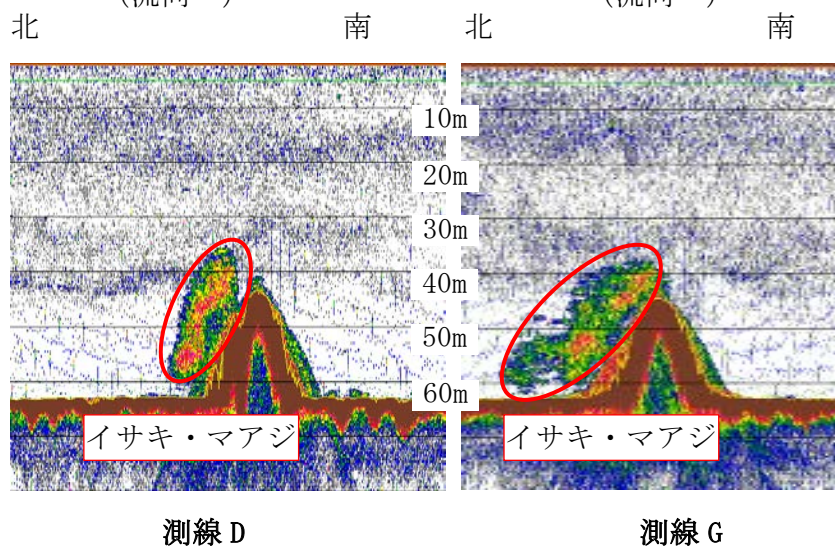
### ①計量魚探を用いた蛸集量の把握(計量魚探調査)(平成 24～26 年度)

イサキを含む魚影は、北流時、南流時ともに潮上側にみられた(図VI-2-1(1)～(3))。

1 回目 (北流時)  
(流向←)

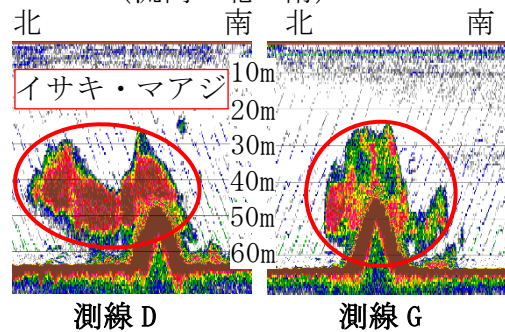


2 回目 (南流時)  
(流向→)

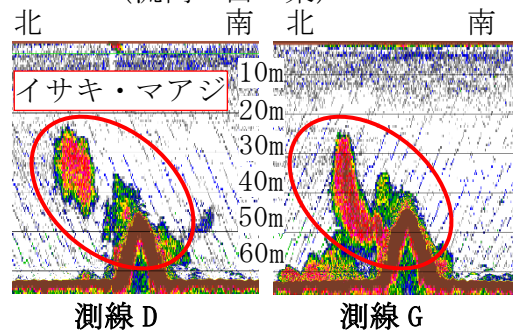


図VI-2-1(1) 計量魚探の映像(平成 24 年 9 月 1 日)

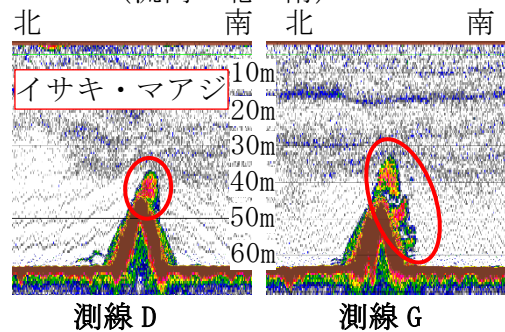
8 月 3 日（南流時）  
（流向 北→南）



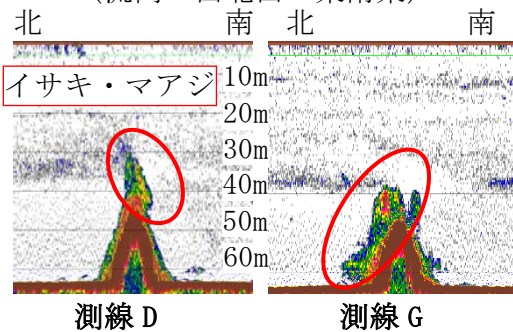
8 月 3 日（西流時）  
（流向 西←東）



8 月 11 日（北流時）  
（流向 北←南）

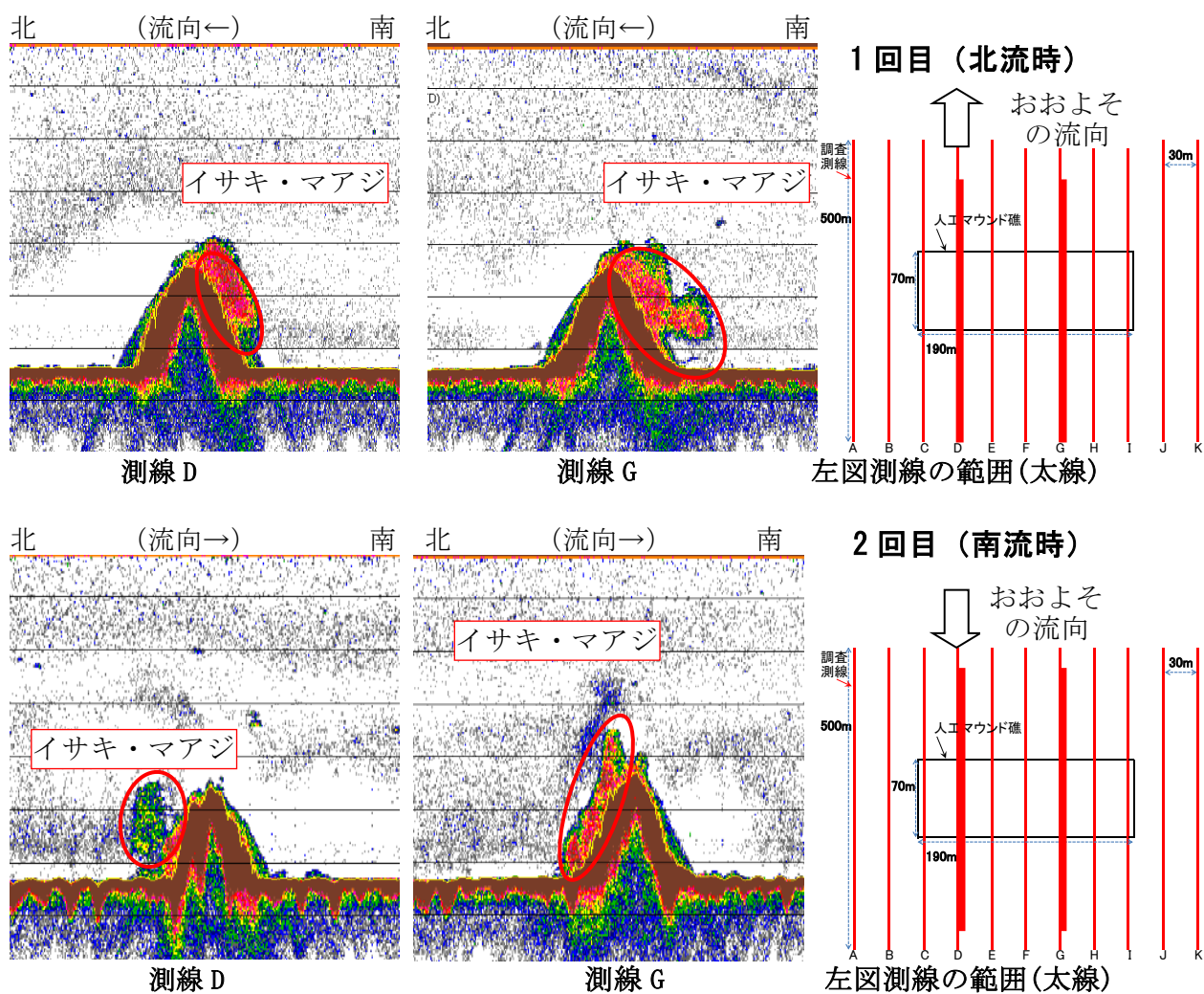


8 月 11 日（東流時）  
（流向 西北西→東南東）



図VI-2-1(2) 計量魚探の映像  
(上段：平成 25 年 8 月 3 日、下段：平成 25 年 8 月 11 日)

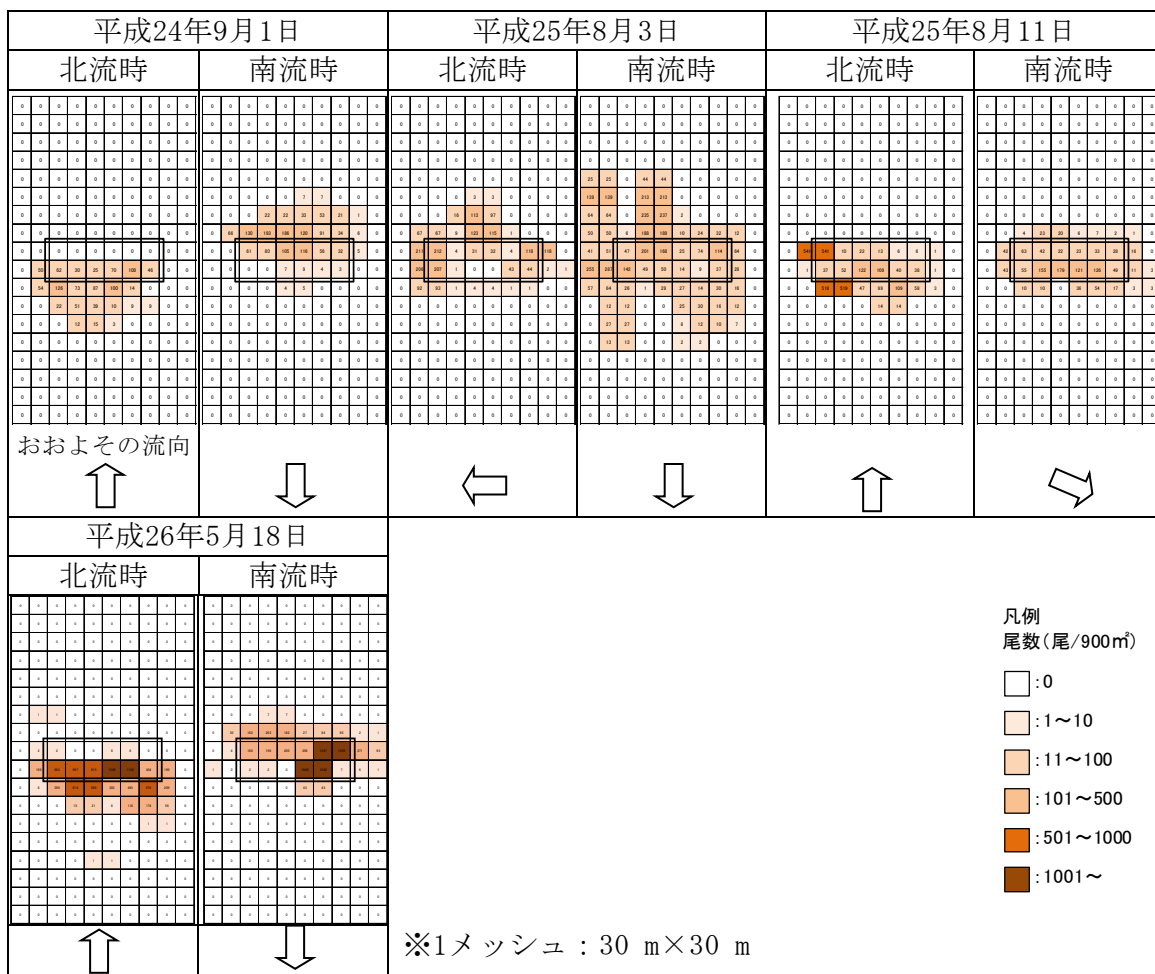




図VI-2-1 (3) 計量魚探の映像(平成 26 年 5 月 18 日)

イサキ魚群の蛸集範囲は、人工マウンド礁から概ね90 mとなり (図VI-2-2)、人工マウンド礁で漁獲したイサキの体長・体重を用いてイサキの蛸集量を推定した。

人工マウンド礁におけるイサキの推定蛸集量は、約7.0～10.0千尾、約1,800～2,600 kgとなった (表VI-2-1)。



図VI-2-2 イサキの分布と推定蛸集量(尾数)(平成24~26年度)

表VI-2-1 人工マウンド礁におけるイサキの推定蛸集量(平成24~26年度)

| 調査年月日      |     | 尾数    | 湿重量(kg) |
|------------|-----|-------|---------|
| 平成24年9月1日  | 北流時 | 1,015 | 305     |
|            | 南流時 | 1,479 | 444     |
| 平成25年8月3日  | 北流時 | 2,044 | 572     |
|            | 南流時 | 4,153 | 1,163   |
| 平成25年8月11日 | 北流時 | 2,921 | 818     |
|            | 南流時 | 1,207 | 338     |
| 平成26年5月18日 | 北流時 | 9,506 | 2,576   |
|            | 南流時 | 6,818 | 1,848   |

## ②漁獲調査

### ②-1 漁獲結果(平成24年度)

漁獲調査の漁獲状況を図VI-2-3(1)~(2)に、魚種別の全長、体長、体重の測定結果を表VI-2-2(1)~(6)に示す。

イサキやマアジなどは一枚網で多く漁獲され、カサゴ、イラ、ワニゴチなどが三枚網で多く漁獲される傾向にあった。

イサキは6月14日に36尾、10月6日に38尾と多く漁獲された。

なお、9月1日の魚探調査において、表層から中層を遊泳する魚群が確認されたこ

とから、漁業者に水揚げ状況を確認した結果、人工マウンド礁近傍でウルメイワシが漁獲されており、ウルメイワシを漁協より購入し、全長・体長・体重を測定した。

| 漁獲日       | 一枚網                                                                                 | 三枚網                                                                                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 6月<br>14日 |    |    |
| 7月<br>22日 |   |                                                                                      |
| 8月<br>13日 |  |  |

図Ⅵ－2－3（1） 漁獲調査の漁獲状況



| 漁獲日       | 一枚網                                                                                 | 三枚網                                                                                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 8月<br>17日 |    |    |
| 9月<br>2日  |   |   |
| 10月<br>6日 |  |  |

図Ⅵ－2－3（2） 漁獲調査の漁獲状況



参考写真 9月8日に阿久根沖海域で巻網漁船により漁獲されたウルメイワシ

表Ⅵ-2-2(1) 漁獲結果(6月14日)

| 漁獲方法 | 種名     | 漁獲尾数 | 全長(cm) |      |     | 体長(cm) |      |      | 体重(g) |     |     |
|------|--------|------|--------|------|-----|--------|------|------|-------|-----|-----|
|      |        |      | 平均     | 最大   | 最小  | 平均     | 最大   | 最小   | 平均    | 最大  | 最小  |
| 一枚網  | イサキ    | 36   | 26.3   | 37.8 | 22  | 22.3   | 31.2 | 18.7 | 251   | 580 | 155 |
|      | マアジ    | 5    | 20.1   | 35.2 | 9.6 | 17.0   | 30.1 | 7.7  | 162   | 406 | 7   |
|      | ウツボ    | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | エソ     | 2    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | カサゴ    | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | キントキダイ | 5    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | チダイ    | 18   | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | ハモ     | 2    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | ヒメジ    | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | マダイ    | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | ワニゴチ   | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
| 合計   | 11種    | 73尾  |        |      |     |        |      |      |       |     |     |
| 三枚網  | マアジ    | 1    | 33.4   | -    | -   | 28.7   | -    | -    | 377   | -   | -   |
|      | イタチウオ  | 1    |        |      |     |        |      |      |       |     |     |
|      | イラ     | 2    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | ウツボ    | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | ウマヅラハギ | 4    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | カイワリ   | 2    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | カサゴ    | 2    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | カワハギ   | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | キジハタ   | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | チダイ    | 12   | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | ハモ     | 5    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | ヒメジ    | 2    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | マトウダイ  | 1    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
|      | ワニゴチ   | 3    | -      | -    | -   | -      | -    | -    | -     | -   | -   |
| 合計   | 14種    | 38尾  |        |      |     |        |      |      |       |     |     |

※測定は、イサキ、マアジのみで行った。



表Ⅵ－２－２（２） 漁獲結果（７月２２日）

| 漁獲方法 | 種名     | 漁獲尾数 | 全長(cm) |       |      | 体長(cm) |       |      | 体重(g) |      |     |
|------|--------|------|--------|-------|------|--------|-------|------|-------|------|-----|
|      |        |      | 平均     | 最大    | 最小   | 平均     | 最大    | 最小   | 平均    | 最大   | 最小  |
| 一枚網  | イサキ    | 6    | 26.7   | 28.5  | 24.5 | 22.7   | 24.6  | 21.0 | 224   | 288  | 161 |
|      | マアジ    | 12   | 13.3   | 14.8  | 11.6 | 11.0   | 12.6  | 9.6  | 21    | 33   | 14  |
|      | アカヤガラ  | 6    | 117.9  | 140.5 | 96.5 | 114.0  | 135.8 | 92.5 | 1097  | 1874 | 526 |
|      | イサキ    | 6    | 26.7   | 28.5  | 24.5 | 22.7   | 24.6  | 21.0 | 224   | 288  | 161 |
|      | ウマヅラハギ | 1    | 32     | －     | －    | 27.5   | －     | －    | 316   | －    | －   |
|      | エソ     | 2    | 28.6   | 28.6  | 28.6 | 24.9   | 24.9  | 24.9 | 139   | 139  | 139 |
|      | カサゴ    | 2    | 26.1   | 26.4  | 26.4 | 22.4   | 22.8  | 22.8 | 261   | 277  | 277 |
|      | キントキダイ | 4    | 34.6   | 37    | 32.5 | 30.0   | 31.5  | 28.6 | 582   | 701  | 455 |
|      | チダイ    | 8    | 20.2   | 23.4  | 18.2 | 16.5   | 18.7  | 14.8 | 134   | 185  | 92  |
|      | ハモ     | 1    | 111.0  | －     | －    | －      | －     | －    | 2189  | －    | －   |
|      | ワニゴチ   | 2    | 40.2   | 44.1  | 36.3 | 35.1   | 38.7  | 31.5 | 385   | 502  | 268 |
| 合計   | 11種    | 50尾  |        |       |      |        |       |      |       |      |     |

表Ⅵ－２－２（３） 漁獲結果（８月１３日）

| 漁獲方法 | 種名     | 漁獲尾数 | 全長(cm) |       |       | 体長(cm) |       |      | 体重(g) |      |      |
|------|--------|------|--------|-------|-------|--------|-------|------|-------|------|------|
|      |        |      | 平均     | 最大    | 最小    | 平均     | 最大    | 最小   | 平均    | 最大   | 最小   |
| 一枚網  | イサキ    | 9    | 31.2   | 36.2  | 24.1  | 26.5   | 30.5  | 20.8 | 333   | 492  | 175  |
|      | マアジ    | 39   | 14.6   | 36.0  | 11.3  | 12.3   | 31.1  | 9.1  | 46    | 412  | 12   |
|      | イタチウオ  | 1    | 26.1   | －     | －     | 23.2   | －     | －    | 225   | －    | －    |
|      | ウツボ    | 2    | 100.7  | 103.4 | 98.0  | －      | －     | －    | 2718  | 2955 | 2480 |
|      | エソ     | 9    | 26.1   | 31.0  | 22.9  | 22.0   | 27.1  | 11.5 | 105   | 180  | 70   |
|      | オニオコゼ  | 1    | 27.9   | －     | －     | 22.9   | －     | －    | 369   | －    | －    |
|      | カサゴ    | 4    | 20.4   | 27.5  | 16.0  | 17.0   | 23.4  | 13.0 | 153   | 298  | 77   |
|      | キントキダイ | 10   | 38.4   | 41.6  | 36.1  | 32.8   | 34.9  | 30.8 | 680   | 797  | 547  |
|      | チダイ    | 9    | 23.7   | 30.7  | 18.7  | 19.3   | 25.3  | 15.2 | 228   | 489  | 116  |
|      | ハモ     | 2    | 97.2   | 107.2 | 87.1  | －      | －     | －    | 1482  | 2067 | 896  |
|      | マサバ    | 1    | 23.7   | －     | －     | 20.9   | －     | －    | 108   | －    | －    |
|      | マダイ    | 2    | 29.8   | 34.5  | 25.0  | 24.0   | 27.8  | 20.2 | 363   | 509  | 217  |
|      | アカヤガラ  | 4    | 111.5  | 120.1 | 100.8 | 106.6  | 114.9 | 96.3 | 974   | 1214 | 695  |
|      | スルメイカ  | 1    | 20.9   | －     | －     | 0.0    | －     | －    | 183   | －    | －    |
| 合計   | 14種    | 85尾  |        |       |       |        |       |      |       |      |      |
| 三枚網  | イラ     | 3    | 28.3   | 29.5  | 27.3  | 24.6   | 25.8  | 23.5 | 416   | 458  | 394  |
|      | エソ     | 2    | 26.3   | 27.5  | 25.0  | 22.4   | 22.9  | 21.9 | 104   | 123  | 85   |
|      | カサゴ    | 1    | 15.1   | －     | －     | 12.9   | －     | －    | 70    | －    | －    |
|      | キントキダイ | 2    | 38.1   | 42.4  | 33.7  | 31.6   | 34.7  | 28.4 | 589   | 776  | 401  |
|      | チダイ    | 4    | 24.7   | 28.1  | 22.8  | 19.6   | 21.6  | 18.4 | 244   | 313  | 200  |
|      | マダイ    | 1    | 41.0   | －     | －     | 32.8   | －     | －    | 882   | －    | －    |
|      | ワニゴチ   | 2    | 42.9   | 44.6  | 41.1  | 37.1   | 38.7  | 35.4 | 565   | 654  | 475  |
| 合計   | 7種     | 15尾  |        |       |       |        |       |      |       |      |      |

※スルメイカの全長は、外套長を示す。

表Ⅵ－２－２（４） 漁獲結果（８月１７日）

| 漁獲方法 | 種名     | 漁獲尾数 | 全長 (cm) |      |      | 体長 (cm) |      |      | 体重 (g) |     |     |
|------|--------|------|---------|------|------|---------|------|------|--------|-----|-----|
|      |        |      | 平均      | 最大   | 最小   | 平均      | 最大   | 最小   | 平均     | 最大  | 最小  |
| 一枚網  | イサキ    | 10   | 26.7    | 31.9 | 23.8 | 23.1    | 27.7 | 20.8 | 232    | 371 | 165 |
|      | マアジ    | 29   | 13.0    | 16.6 | 9.0  | 11.0    | 14.0 | 7.4  | 20     | 44  | 6   |
|      | イタチウオ  | 1    | 27.0    | －    | －    | 23.8    | －    | －    | 238    | －   | －   |
|      | エソ     | 5    | 25.7    | 30.3 | 22.0 | 22.7    | 27.0 | 18.9 | 104    | 149 | 57  |
|      | オニオコゼ  | 1    | 19.0    | －    | －    | 15.4    | －    | －    | 119    | －   | －   |
|      | カサゴ    | 4    | 16.1    | 20.5 | 14.2 | 13.1    | 17.5 | 11.0 | 87     | 137 | 58  |
|      | カマス    | 1    | 38.9    | －    | －    | 34.5    | －    | －    | 312    | －   | －   |
|      | キントキダイ | 6    | 35.3    | 37.2 | 32.5 | 31.0    | 32.8 | 29.0 | 667    | 791 | 556 |
|      | チダイ    | 6    | 24.2    | 28.8 | 21.3 | 20.0    | 24.0 | 17.6 | 243    | 416 | 149 |
|      | ハモ     | 1    | 77.5    | －    | －    | 0.0     | －    | －    | 686    | －   | －   |
| 合計   | 10種    | 64尾  |         |      |      |         |      |      |        |     |     |
| 三枚網  | キジハタ   | 1    | 28.6    | －    | －    | 24.2    | －    | －    | 340    | －   | －   |
|      | カサゴ    | 1    | 30.5    | －    | －    | 26.5    | －    | －    | 490    | －   | －   |
|      | カワハギ   | 1    | 23.7    | －    | －    | 19.7    | －    | －    | 228    | －   | －   |
|      | テリエビス  | 1    | 24.4    | －    | －    | 20.2    | －    | －    | 338    | －   | －   |
| 合計   | 4種     | 4尾   |         |      |      |         |      |      |        |     |     |

表Ⅵ－２－２（５） 漁獲結果（９月２日）

| 刺網種類 | 種名     | 漁獲尾数 | 全長 (cm) |       |      | 体長 (cm) |       |      | 体重 (g) |      |     |
|------|--------|------|---------|-------|------|---------|-------|------|--------|------|-----|
|      |        |      | 平均      | 最大    | 最小   | 平均      | 最大    | 最小   | 平均     | 最大   | 最小  |
| 一枚網  | イサキ    | 19   | 29.5    | 35.1  | 25.7 | 23.7    | 28.4  | 21.0 | 96     | 443  | 221 |
|      | マアジ    | 37   | 25.0    | 36.1  | 12.0 | 20.3    | 29.5  | 9.6  | 200    | 410  | 16  |
|      | アカヤガラ  | 1    | 119.9   | －     | －    | 114.0   | －     | －    | 1115   | －    | －   |
|      | オオモンハタ | 1    | 28.4    | －     | －    | 22.6    | －     | －    | 287    | －    | －   |
|      | カサゴ    | 1    | 26.5    | －     | －    | 21.6    | －     | －    | 304    | －    | －   |
|      | キントキダイ | 6    | 33.6    | 39.2  | 27.2 | 31.5    | 32.4  | 30.2 | 764    | 813  | 649 |
|      | チダイ    | 9    | 40.7    | 191.0 | 20.5 | 16.8    | 18.6  | 14.6 | 163    | 229  | 118 |
|      | ハモ     | 1    | 74.4    | －     | －    | －       | －     | －    | 897    | －    | －   |
|      | マエソ    | 4    | 26.2    | 27.6  | 24.4 | 22.2    | 23.3  | 20.8 | 100    | 109  | 88  |
|      | ワニゴチ   | 3    | 28.7    | 40.1  | 18.0 | 27.9    | 35.0  | 15.1 | 251    | 390  | 52  |
| 合計   | 10種    | 82尾  |         |       |      |         |       |      |        |      |     |
| 三枚網  | マアジ    | 1    | 13.6    | －     | －    | 11.0    | －     | －    | 23     | －    | －   |
|      | アカヤガラ  | 5    | 84.1    | 139.5 | 53.7 | 80.6    | 134.0 | 51.1 | 650    | 2105 | 80  |
|      | イラ     | 2    | 25.1    | 28.7  | 21.4 | 19.7    | 22.5  | 16.8 | 331    | 452  | 209 |
|      | カサゴ    | 1    | 26.4    | －     | －    | 21.6    | －     | －    | 312    | －    | －   |
|      | キントキダイ | 2    | 35.6    | 36.0  | 35.1 | 28.3    | 28.6  | 28.0 | 550    | 583  | 516 |
|      | コショウダイ | 1    | 37.4    | －     | －    | 29.5    | －     | －    | 653    | －    | －   |
|      | チダイ    | 4    | 27.1    | 29.5  | 26.0 | 20.6    | 22.4  | 19.8 | 326    | 391  | 283 |
|      | ハモ     | 1    | 114.9   | －     | －    | －       | －     | －    | 2563   | －    | －   |
|      | ヒメジ    | 1    | 33.9    | －     | －    | 26.9    | －     | －    | 593    | －    | －   |
|      | マツサカウオ | 2    | 15.8    | 17.1  | 14.5 | 12.6    | 13.6  | 11.6 | 139    | 160  | 117 |
|      | メガネウオ  | 1    | 24.5    | －     | －    | 19.4    | －     | －    | 341    | －    | －   |
|      | ワニゴチ   | 1    | 44.0    | －     | －    | 27.5    | －     | －    | 485    | －    | －   |
| 合計   | 12種    | 22尾  |         |       |      |         |       |      |        |      |     |

表Ⅵ－２－２（６） 漁獲結果（10月6日）

| 漁獲方法 | 種名       | 漁獲尾数 | 全長(cm) |       |       | 体長(cm) |       |       | 体重(g) |      |      |
|------|----------|------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|
|      |          |      | 平均     | 最大    | 最小    | 平均     | 最大    | 最小    | 平均    | 最大   | 最小   |
| 一枚網  | イサキ      | 38   | 27.4   | 32.7  | 22.0  | 23.5   | 27.5  | 19.0  | 264   | 445  | 131  |
|      | マアジ      | 6    | 28.5   | 34.5  | 17.5  | 24.3   | 29.7  | 15.0  | 252   | 404  | 49   |
|      | アカネキンチャク | 1    | 15.4   | －     | －     | 13.9   | －     | －     | 103   | －    | －    |
|      | アカヤガラ    | 4    | 106.4  | 118.0 | 111.2 | 103.1  | 113.0 | 109.0 | 930   | 1218 | 998  |
|      | オオモンハタ   | 1    | 25.8   | －     | －     | 22.5   | －     | －     | 243   | －    | －    |
|      | カゴカイダイ   | 1    | 15.1   | －     | －     | 12.7   | －     | －     | 94    | －    | －    |
|      | カサゴ      | 3    | 18.6   | 21.8  | 14.2  | 16.1   | 19.8  | 12.0  | 112   | 155  | 56   |
|      | キジハタ     | 1    | 25.0   | －     | －     | 21.4   | －     | －     | 209   | －    | －    |
|      | サクラダイ    | 1    | 15.5   | －     | －     | 10.9   | －     | －     | 35    | －    | －    |
|      | チダイ      | 17   | 21.5   | 29.0  | 19.4  | 17.8   | 24.2  | 16.0  | 175   | 438  | 122  |
|      | ハモ       | 2    | 102.3  | 112.5 | 92.0  | －      | －     | －     | 1711  | 2359 | 1063 |
|      | ワニゴチ     | 2    | 40.2   | 42.5  | 37.8  | 35.3   | 37.2  | 33.0  | 412   | 513  | 311  |
| 合計   | 12種      | 77尾  |        |       |       |        |       |       |       |      |      |
| 三枚網  | イサキ      | 4    | 31.5   | 34.9  | 29.0  | 27.4   | 30.8  | 25.0  | 372   | 524  | 276  |
|      | ウマヅラハギ   | 7    | 32.8   | 34.1  | 29.0  | 28.4   | 29.7  | 25.0  | 459   | 535  | 323  |
|      | ササノハベラ   | 1    | 14.0   | －     | －     | 12.5   | －     | －     | 42    | －    | －    |
|      | チダイ      | 3    | 29.3   | 33.5  | 26.5  | 24.0   | 27.2  | 21.0  | 422   | 622  | 293  |
| 合計   | 4種       | 15尾  |        |       |       |        |       |       |       |      |      |

参考表 測定結果（9月8日：漁協より購入）

| 漁獲方法 | 種名     | 計測尾数 | 全長(cm) |      |      | 体長(cm) |      |      | 体重(g) |      |      |
|------|--------|------|--------|------|------|--------|------|------|-------|------|------|
|      |        |      | 平均     | 最大   | 最小   | 平均     | 最大   | 最小   | 平均    | 最大   | 最小   |
| 巻網   | ウルメイワシ | 50尾  | 12.7   | 14.6 | 11.6 | 10.9   | 12.7 | 10.0 | 12.7  | 14.6 | 11.6 |

## ②-2 漁獲結果（平成 25 年度）

漁獲調査の漁獲状況を図Ⅵ－２－４（１）～（２）に、魚種別の全長、体長、体重の測定結果を表Ⅵ－２－３（１）～（４）に示す。

イサキやマアジなどは一枚網で多く漁獲され、カサゴ、イラ、ワニゴチなどが三枚網で多く漁獲される傾向にあった。

イサキは刺網では6月16日に20尾と多く漁獲された。

なお、8月3日の刺網ではイサキは漁獲されなかったものの、釣りにより4尾のイサキが得られ、この4個体は生かした状態で、後日行うバイオテレメトリー調査の予備個体として用いることとした。

| 漁獲日       | 一枚網                                                                                 | 三枚網                                                                                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 6月<br>16日 |   |    |
| 漁獲日       | 一枚網                                                                                 | 三枚網                                                                                  |
| 8月<br>3日  |  |  |

図VI-2-4 (1) 漁獲調査の漁獲状況



| 漁獲日        | 釣り                                                                                 |                                                                                     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 8月<br>11日  |   |                                                                                     |
| 漁獲日        | 一枚網                                                                                | 釣り                                                                                  |
| 10月<br>11日 |  |  |

図VI－2－4（2） 漁獲調査の漁獲状況

表Ⅵ－２－３（１） 漁獲結果（６月１６日：刺網）

| 漁獲<br>方法 | 種名     | 漁獲<br>尾数 | 全長 (cm) |       |      | 体長 (cm) |       |      | 体重 (g) |       |       |
|----------|--------|----------|---------|-------|------|---------|-------|------|--------|-------|-------|
|          |        |          | 平均      | 最大    | 最小   | 平均      | 最大    | 最小   | 平均     | 最大    | 最小    |
| 一枚網      | イサキ    | 20       | 28.6    | 35.5  | 23.2 | 26.3    | 32.3  | 21.4 | 264    | 445   | 129   |
|          | マアジ    | 27       | 15.9    | 32.8  | 8.9  | 13.1    | 26.5  | 7.2  | 58     | 359   | 6     |
|          | アカヤガラ  | 9        | 90.3    | 107.3 | 76.5 | 84.4    | 103.4 | 72.4 | 477    | 961   | 246   |
|          | イシモチ   | 1        | 8.9     | －     | －    | 7.7     | －     | －    | 7      | －     | －     |
|          | イトヨリ   | 1        | 39.8    | －     | －    | 28.4    | －     | －    | 387    | －     | －     |
|          | エソ     | 2        | 30.2    | 31.3  | 29.1 | 25.8    | 26.6  | 25.0 | 182    | 211   | 153   |
|          | カサゴ    | 1        | 15.6    | －     | －    | 12.2    | －     | －    | 75     | －     | －     |
|          | カワハギ   | 1        | 26.6    | －     | －    | 22.0    | －     | －    | 323    | －     | －     |
|          | キントキダイ | 2        | 40.4    | 41.0  | 39.8 | 34.6    | 35.7  | 33.5 | 805    | 820   | 789   |
|          | チダイ    | 44       | 22.9    | 27.6  | 18.6 | 18.2    | 28.4  | 15.7 | 199    | 341   | 95    |
|          | ハモ     | 7        | 105.8   | 113.3 | 94.6 | －       | －     | －    | 2,164  | 2,841 | 1,191 |
|          | ヒイラギ   | 1        | 16.8    | －     | －    | 14.8    | －     | －    | 80     | －     | －     |
|          | マダイ    | 3        | 40.7    | 43.0  | 36.8 | 32.0    | 34.2  | 29.0 | 804    | 909   | 614   |
|          | マトウダイ  | 3        | 36.9    | 39.8  | 31.0 | 31.1    | 33.9  | 25.6 | 795    | 1,011 | 500   |
|          | ミノカサゴ  | 1        | 23.6    | －     | －    | 17.3    | －     | －    | 133    | －     | －     |
|          | ムツ     | 1        | 30.0    | －     | －    | 23.9    | －     | －    | 314    | －     | －     |
|          | ワニゴチ   | 2        | 32.3    | 34.1  | 30.5 | 31.8    | 34.3  | 29.2 | 275    | 340   | 210   |
| 合計       | 17種    | 126尾     |         |       |      |         |       |      |        |       |       |
| 三枚網      | マアジ    | 2        | 17.3    | 22.6  | 12.0 | 15.3    | 20.0  | 10.5 | 57     | 20    | 11    |
|          | アカヤガラ  | 9        | 91.7    | 117.6 | 75.2 | 90.3    | 113.6 | 72.6 | 115    | 146   | 94    |
|          | イタチウオ  | 1        | 44.3    | －     | －    | 42.1    | －     | －    | 731    | －     | －     |
|          | エソ     | 2        | 32.1    | 42.2  | 22.0 | 28.6    | 37.3  | 19.9 | 264    | 449   | 78    |
|          | オニオコゼ  | 1        | 19.3    | －     | －    | 15.4    | －     | －    | 96     | －     | －     |
|          | カサゴ    | 1        | 24.8    | －     | －    | 21.5    | －     | －    | 192    | －     | －     |
|          | チダイ    | 9        | 26.8    | 28.8  | 23.7 | 22.2    | 23.6  | 20.0 | 308    | 376   | 252   |
|          | ハモ     | 1        | 77.0    | －     | －    | －       | －     | －    | 3,107  | －     | －     |
|          | マトウダイ  | 1        | 52.2    | －     | －    | 44.3    | －     | －    | 1,479  | －     | －     |
|          | ワニゴチ   | 5        | 44.7    | 46.0  | 43.6 | 40.4    | 41.4  | 39.0 | 568    | 602   | 505   |
| 合計       | 10種    | 32尾      |         |       |      |         |       |      |        |       |       |



表Ⅵ－２－３（２） 漁獲結果（８月３日：刺網）

| 漁獲方法 | 種名      | 漁獲尾数 | 全長 (cm) |       |       | 体長 (cm) |       |      | 体重 (g) |       |       |
|------|---------|------|---------|-------|-------|---------|-------|------|--------|-------|-------|
|      |         |      | 平均      | 最大    | 最小    | 平均      | 最大    | 最小   | 平均     | 最大    | 最小    |
| 一枚網  | マアジ     | 17   | 19.6    | 37.0  | 9.0   | 16.5    | 31.2  | 7.7  | 159    | 620   | 7     |
|      | アカヤガラ   | 14   | 108.9   | 147.0 | 90.4  | 100.0   | 124.0 | 84.8 | 733    | 1,390 | 450   |
|      | イタチウオ   | 1    | 29.6    | －     | －     | 26.8    | －     | －    | 260    | －     | －     |
|      | イトヨリダイ  | 1    | 18.3    | －     | －     | 12.0    | －     | －    | 40     | －     | －     |
|      | ウスバハギ   | 2    | 29.4    | 29.6  | 29.2  | 26.2    | 26.4  | 26.0 | 240    | 249   | 231   |
|      | エソ      | 26   | 26.5    | 35.5  | 20.2  | 23.1    | 30.8  | 18.0 | 117    | 269   | 41    |
|      | カサゴ     | 3    | 27.9    | 36.0  | 22.9  | 24.0    | 31.2  | 19.7 | 365    | 714   | 174   |
|      | カタクチイワシ | 3    | 10.8    | 11.2  | 10.5  | 9.1     | 9.4   | 9.0  | 8      | 8     | 8     |
|      | キントキダイ  | 6    | 35.7    | 40.4  | 27.6  | 32.9    | 34.4  | 30.0 | 697    | 834   | 502   |
|      | チダイ     | 15   | 25.7    | 33.2  | 19.0  | 21.4    | 28.7  | 16.5 | 285    | 546   | 125   |
|      | ネンブツダイ  | 2    | 10.1    | 10.4  | 9.7   | 8.3     | 8.4   | 8.2  | 12     | 12    | 11    |
|      | ハモ      | 3    | 110.3   | 123.6 | 103.2 | －       | －     | －    | 1,717  | 2,230 | 1,190 |
|      | ヒイラギ    | 7    | 22.0    | 28.2  | 7.4   | 19.2    | 25.2  | 6.7  | 174    | 332   | 6     |
|      | マトウダイ   | 6    | 28.6    | 44.8  | 14.2  | 24.2    | 39.0  | 10.6 | 588    | 1,661 | 35    |
|      | ワニゴチ    | 27   | 37.3    | 48.5  | 27.3  | 34.1    | 48.2  | 26.4 | 333    | 632   | 170   |
| 合計   | 15種     | 133尾 |         |       |       |         |       |      |        |       |       |
| 三枚網  | イタチウオ   | 1    | 44.5    | －     | －     | 4.35    | －     | －    | 877    | －     | －     |
|      | ウツボ     | 1    | 84.2    | －     | －     | －       | －     | －    | 1,460  | －     | －     |
|      | カサゴ     | 11   | 23.7    | 29.1  | 13.3  | 20.4    | 24.5  | 11.3 | 241    | 418   | 31    |
|      | キジハタ    | 1    | 30.4    | －     | －     | 26.2    | －     | －    | 415    | －     | －     |
| 合計   | 4種      | 14尾  |         |       |       |         |       |      |        |       |       |

表Ⅵ－２－３（３） 漁獲結果（８月１１日：釣り）

| 漁獲方法 | 種名  | 漁獲尾数 | 全長 (cm) |      |      | 体長 (cm) |      |      | 体重 (g) |     |     |
|------|-----|------|---------|------|------|---------|------|------|--------|-----|-----|
|      |     |      | 平均      | 最大   | 最小   | 平均      | 最大   | 最小   | 平均     | 最大  | 最小  |
| 釣り   | イサキ | 13   | 28.2    | 33.5 | 21.0 | 25.3    | 36.8 | 18.0 | 276    | 453 | 113 |
|      | チダイ | 1    | 30.5    | －    | －    | 24.5    | －    | －    | 432    | －   | －   |
|      | マダイ | 1    | 23.2    | －    | －    | 19.8    | －    | －    | 218    | －   | －   |
| 合計   | 13種 | 15尾  |         |      |      |         |      |      |        |     |     |

表Ⅵ－２－３（４） 漁獲結果（10月14日：刺網、釣り）

| 漁獲方法 | 種名      | 漁獲尾数 | 全長(cm) |       |      | 体長(cm) |       |      | 体重(g) |       |       |
|------|---------|------|--------|-------|------|--------|-------|------|-------|-------|-------|
|      |         |      | 平均     | 最大    | 最小   | 平均     | 最大    | 最小   | 平均    | 最大    | 最小    |
| 一枚網  | イサキ     | 3    | 25.5   | 31.2  | 19.8 | 24.3   | 29.8  | 18.8 | 225   | 397   | 97    |
|      | マアジ     | 1    | 21.9   | －     | －    | 17.8   | －     | －    | 96    | －     | －     |
|      | アカヤガラ   | 21   | 108.4  | 127.0 | 75.0 | 103.5  | 121.9 | 72.2 | 1,713 | 3,040 | 500   |
|      | イシモチ    | 7    | 22.3   | 23.5  | 21.3 | 17.6   | 18.5  | 16.7 | 113   | 130   | 96    |
|      | イタチウオ   | 1    | 26.0   | －     | －    | 22.3   | －     | －    | 182   | －     | －     |
|      | ウツボ     | 5    | 110.6  | 120.3 | 98.2 | －      | －     | －    | 3,256 | 4,040 | 2,620 |
|      | エソ      | 7    | 29.4   | 44.3  | 23.7 | 25.1   | 38.5  | 20.0 | 166   | 506   | 74    |
|      | オキカサゴ   | 2    | 33.4   | 34.7  | 32.0 | 27.7   | 28.8  | 26.5 | 615   | 698   | 532   |
|      | キンチャクダイ | 2    | 16.1   | 16.6  | 15.5 | 18.4   | 23.0  | 13.7 | 119   | 128   | 109   |
|      | タカノハダイ  | 1    | 36.9   | －     | －    | 30.8   | －     | －    | 793   | －     | －     |
|      | チダイ     | 82   | 19.3   | 27.6  | 14.3 | 15.2   | 22.8  | 11.2 | 137   | 338   | 15    |
|      | ヒメジ     | 1    | 24.8   | －     | －    | 11.6   | －     | －    | 33    | －     | －     |
|      | ヒラメ     | 1    | 44.5   | －     | －    | 37.6   | －     | －    | 851   | －     | －     |
|      | マダイ     | 21   | 18.6   | 33.2  | 15.1 | 14.2   | 24.9  | 11.8 | 115   | 525   | 55    |
|      | マツカサウオ  | 1    | 9.4    | －     | －    | 7.5    | －     | －    | 27    | －     | －     |
|      | マトウダイ   | 1    | 21.4   | －     | －    | 16.0   | －     | －    | 149   | －     | －     |
|      | ワニゴチ    | 4    | 36.9   | 41.0  | 31.5 | 31.8   | 35.6  | 26.8 | 294   | 421   | 164   |
| 合計   | 17種     | 161尾 |        |       |      |        |       |      |       |       |       |
| 釣り   | イサキ     | 18   | 26.1   | 28.5  | 24.0 | 24.6   | 29.9  | 22.3 | 200   | 268   | 147   |
|      | マアジ     | 4    | 20.8   | 22.0  | 18.6 | 16.9   | 18.1  | 15.2 | 88    | 106   | 65    |
|      | チダイ     | 12   | 25.7   | 35.7  | 16.1 | 21.4   | 31.0  | 17.3 | 323   | 530   | 176   |
| 合計   | 3種      | 34尾  |        |       |      |        |       |      |       |       |       |

## ②-3 漁獲結果（平成 26 年度）

漁獲調査の漁獲状況を図Ⅵ－２－５（１）に、魚種別の全長、体長、体重の測定結果を表Ⅵ－２－４（１）～（２）に示す。

イサキは一枚網で多く漁獲され、5月20日には41尾、11月15日には14尾が漁獲された。

11月15日には、全長で11.6 cmと、昨年ふ化し、今年で1歳になったとみられる個体が漁獲されている（図Ⅵ－２－５（２））。

| 漁獲日        | 一枚網                                                                                | 三枚網                                                                                |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 5月<br>20日  |   |  |
| 11月<br>16日 |  |                                                                                    |

図VI-2-5 (1) 漁獲調査の漁獲状況



図VI-2-5 (2) 漁獲調査の漁獲状況(図V-4-22 (1)で1歳魚とみられる個体)

表Ⅵ－２－４（１） 漁獲結果（５月２０日：刺網）

| 漁獲方法 | 種名      | 漁獲尾数 | 全長 (cm) |      |      | 体長 (cm) |      |      | 体重 (g) |     |      |
|------|---------|------|---------|------|------|---------|------|------|--------|-----|------|
|      |         |      | 平均      | 最大   | 最小   | 平均      | 最大   | 最小   | 平均     | 最大  | 最小   |
| 一枚網  | イサキ     | 41   | 24.8    | 34.8 | 19.8 | 21.82   | 31.5 | 17.5 | 225    | 660 | 109  |
|      | マアジ     | 7    | 21.3    | 24.7 | 17.4 | 17.7    | 20.9 | 14.3 | 104    | 171 | 47   |
|      | イタチウオ   | 1    | 51.9    | －    | －    | －       | －    | －    | 1180   | －   | －    |
|      | ウツカリカサゴ | 1    | 24.5    | －    | －    | 19.9    | －    | －    | 386    | －   | －    |
|      | カイワリ    | 1    | 28.5    | －    | －    | 23.0    | －    | －    | 330    | －   | －    |
|      | コノシロ    | 2    | 28.6    | 28.9 | 28.2 | 23.6    | 23.7 | 23.4 | 259    | 273 | 245  |
|      | チダイ     | 8    | 19.3    | 22.6 | 18.3 | 14.9    | 17.5 | 13.5 | 119    | 202 | 81.5 |
|      | ハナダイ    | 1    | 19.3    | －    | －    | 12.6    | －    | －    | 228    | －   | －    |
|      | ムツ      | 6    | 27.5    | 29.3 | 26.5 | 21.8    | 23.0 | 21.0 | 251    | 362 | 201  |
|      | ヤガラ     | 3    | 81.3    | 90   | 76.6 | 77.4    | 86.2 | 72.2 | 312    | 438 | 242  |
|      | ワニエソ    | 1    | 47.5    | －    | －    | 50.0    | －    | －    | 616    | －   | －    |
| 合計   | 11 種    | 72 尾 |         |      |      |         |      |      |        |     |      |
| 三枚網  | イサキ     | 10   | 31.6    | 37.5 | 18.4 | 26.5    | 32.1 | 14.8 | 433    | 688 | 82   |
|      | イラ      | 1    | 45.3    | －    | －    | 36.2    | －    | －    | 1993   | －   | －    |
|      | ウツカリカサゴ | 3    | 28.4    | 30.0 | 26.4 | 23.4    | 24.8 | 22.0 | 350    | 450 | 248  |
|      | ウマヅラハギ  | 1    | 35.3    | 35.3 | 35.3 | 29.2    | 29.2 | 29.2 | 727    | 727 | 727  |
|      | カイワリ    | 2    | 24.9    | 28.3 | 21.5 | 20.8    | 23.5 | 18.0 | 284    | 386 | 182  |
|      | カワハギ    | 4    | 22.5    | 26.0 | 19.2 | 17.8    | 20.9 | 14.9 | 129    | 196 | 83   |
|      | シビレエイ   | 1    | 29.3    | －    | －    | －       | －    | －    | 534    | －   | －    |
|      | シロダイ    | 1    | 17.0    | －    | －    | 13.5    | －    | －    | 128    | －   | －    |
|      | チダイ     | 4    | 25.6    | 28.2 | 24.0 | 19.7    | 21.9 | 18.4 | 140    | 218 | 94   |
|      | ハモ      | 1    | 83.2    | －    | －    | －       | －    | －    | 2135   | －   | －    |
| 合計   | 10 種    | 28 尾 |         |      |      |         |      |      |        |     |      |

表Ⅵ－２－４（２） 漁獲結果（１１月１５日：刺網）

| 漁獲  | 種名       | 漁獲尾数 | 全長 (cm) |       |       | 体長 (cm) |       |       | 体重 (g) |      |     |
|-----|----------|------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|--------|------|-----|
|     |          |      | 平均      | 最大    | 最小    | 平均      | 最大    | 最小    | 平均     | 最大   | 最小  |
| 一枚網 | イサキ      | 14   | 25.0    | 30.7  | 11.6  | 20.9    | 25.8  | 9.6   | 199    | 332  | 19  |
|     | マアジ      | 18   | 15.1    | 17.2  | 13.2  | 12.3    | 14.2  | 10.6  | 49     | 312  | 23  |
|     | アカヤガラ    | 2    | 111.9   | 114.2 | 109.5 | 106.5   | 108.9 | 104.0 | 963    | 1112 | 814 |
|     | ウツカリカサゴ  | 1    | 23.1    | －     | －     | 19.2    | －     | －     | 229    | －    | －   |
|     | クロホシイシモチ | 3    | 9.6     | 10.2  | 9.1   | 7.5     | 8.1   | 7.0   | 10     | 12   | 8   |
|     | ハモ       | 1    | 77.1    | －     | －     | 0.0     | －     | －     | 645    | －    | －   |
|     | ムツ       | 10   | 23.3    | 24.1  | 22.4  | 19.2    | 20.0  | 18.3  | 140    | 153  | 113 |
| 合計  | 7 種      | 49 尾 |         |       |       |         |       |       |        |      |     |

### 3. 人工マウンド礁由来の餌料生物の把握

#### (1) 植物プランクトン、動物プランクトン等の餌生物調査

##### ① 平成 24・25 年度調査結果

平成 24 年度および平成 25 年度では、鹿児島県（阿久根沖）の人工マウンド礁、対照区として沖合域（St. A, C の計 2 地点）および沿岸域（St. B の計 1 地点）で調査を行っている。沖合域（St. A, C）については、人工マウンド礁の効果範囲外として、人工マウンド礁から南北それぞれ 8km 離れた沖合域に調査地点を設けた。

平成 24 年度に行った水質測定の結果、人工マウンド礁では潮上側に対し、潮下側でクロロフィル a のピークが若干浅い水深帯にみられた（図 VI-3-1（1））。

周辺海域では、St. C が St. A, St. B に比べて深い水深にクロロフィル a のピークが見られる傾向にあった（図 VI-3-1（2））。

人工マウンド礁における植物プランクトンの出現量は、平成 24 年度の 6~11 万 cells/L に比べ、平成 25 年度では 2 万 cells/L と少なかった（図 VI-3-2）。

動物プランクトンについても出現量が平成 24 年度に比べ、平成 25 年度で少なくなっていた（図 VI-3-3）。

植物プランクトンおよび動物プランクトンの人工マウンド礁と対照区（沖合域北側の St. A、沿岸域の St. B、沖合域南側の St. C）の出現種について、類似度を比較すると、平成 24 年度では沖合域北側の St. A と類似する傾向にあったが、平成 25 年度ではそれ程大きな違いはなかった（表 VI-3-1）。

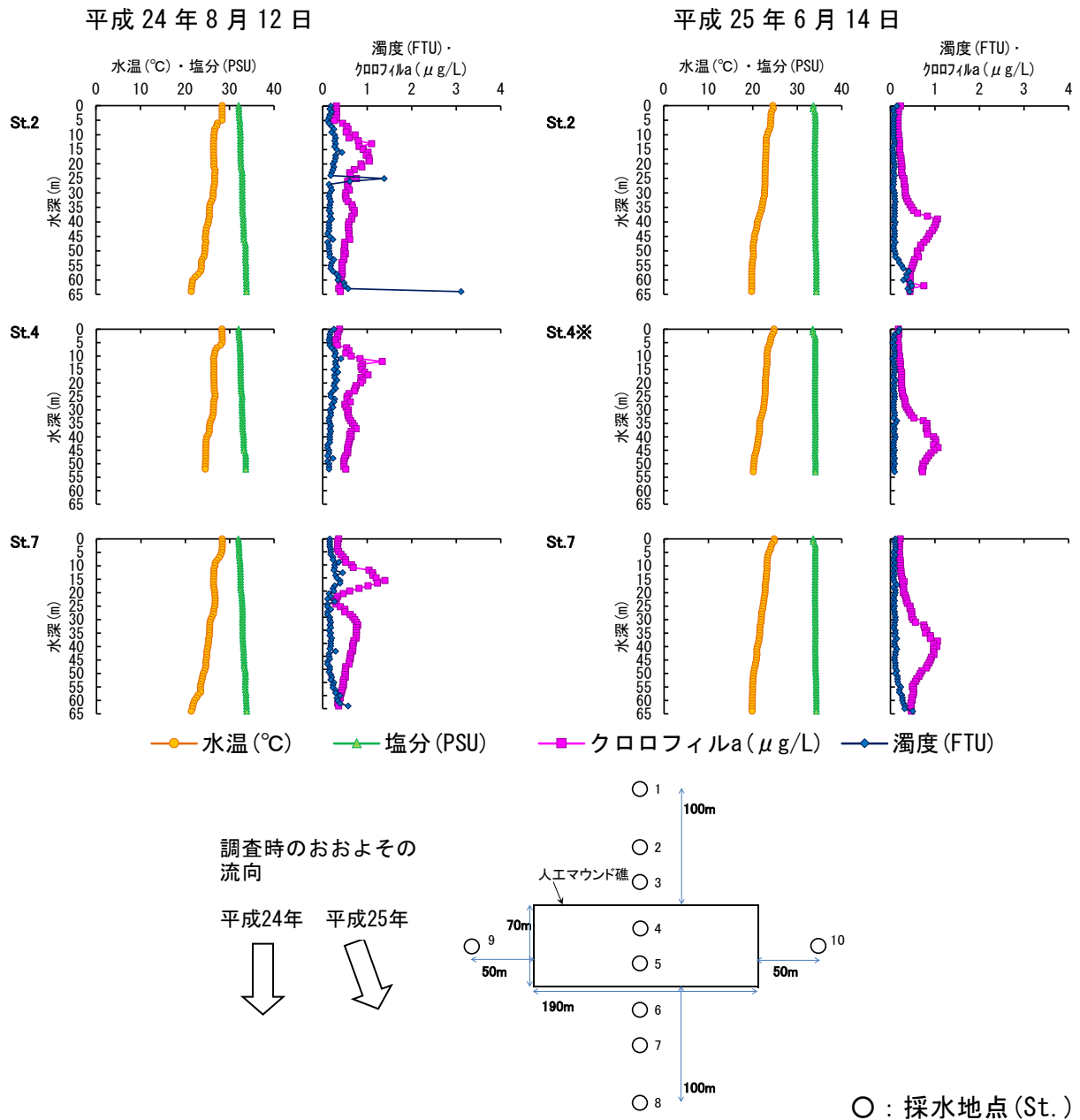
八代海のプランクトンとの共通種数をみると、平成 24 年の植物プランクトンでは St. A と人工マウンド礁の共通種数が多い傾向にあった（表 VI-3-2）。

平成 16~17 年度の 6~8 月における八代海南東部<sup>24)</sup>では、植物プランクトンが 0.1 万未満~100 万 cells/L 出現している。

気象庁の降雨記録をみると、平成 24 年度の調査は、梅雨から夏季にかけてまとまった降雨時期の後に実施しており、一方、平成 25 年度では梅雨前のまとまった降雨時期の前に調査を実施していた（図 VI-3-4）。

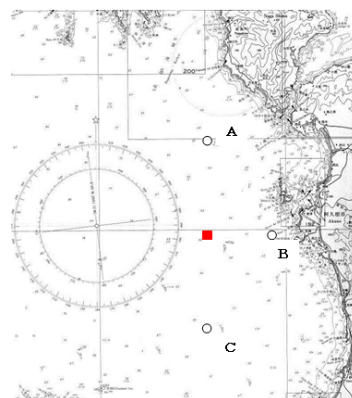
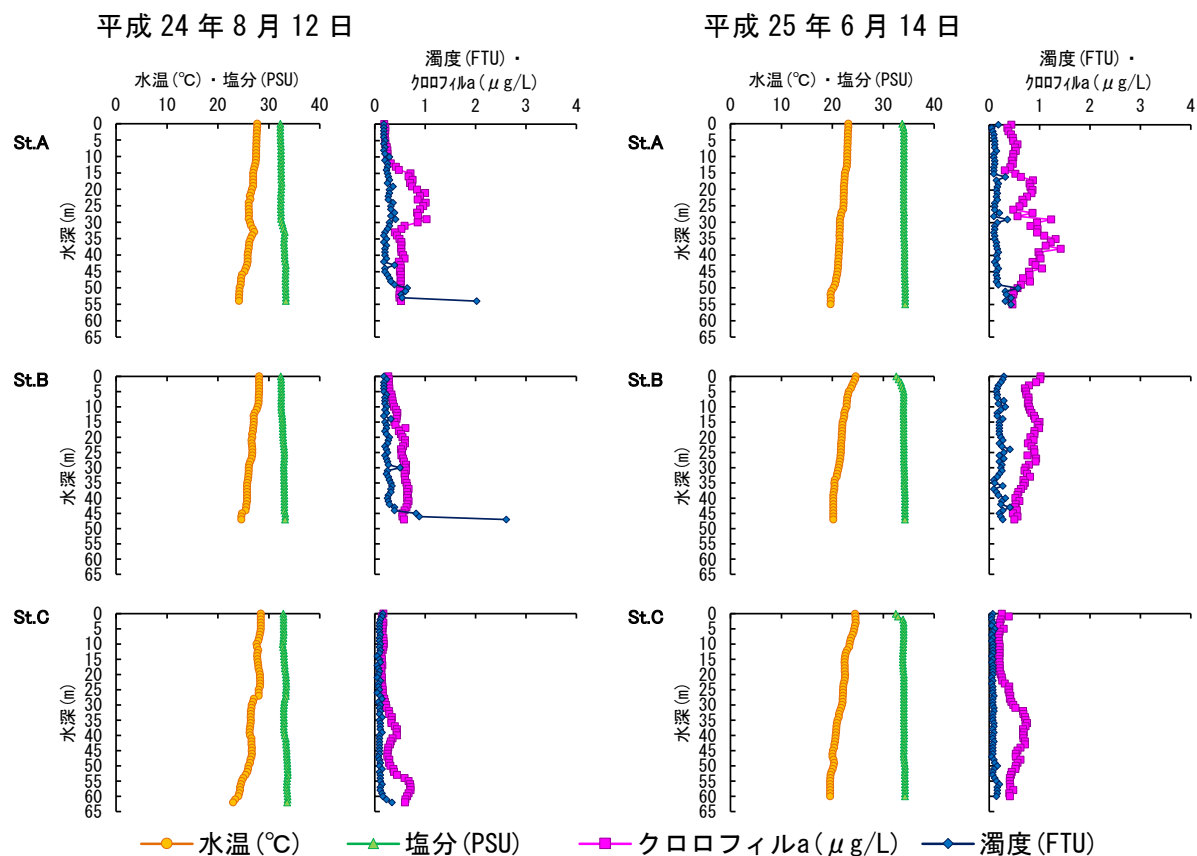
水温・クロロフィル a の調査日前後の衛星画像をみると、平成 24 年 6 月調査時には、八代海域からクロロフィルの高い値を示す水塊が調査海域に到達していることがわかる（図 VI-3-5）。

このことから、人工マウンド礁の植物プランクトン・動物プランクトンの組成および出現量をみると、降雨による出水等により、八代海の影響を受けると考えられる北の沖合海域と同程度となり、人工マウンド礁付近の基礎生産量が高くなることが示唆された。



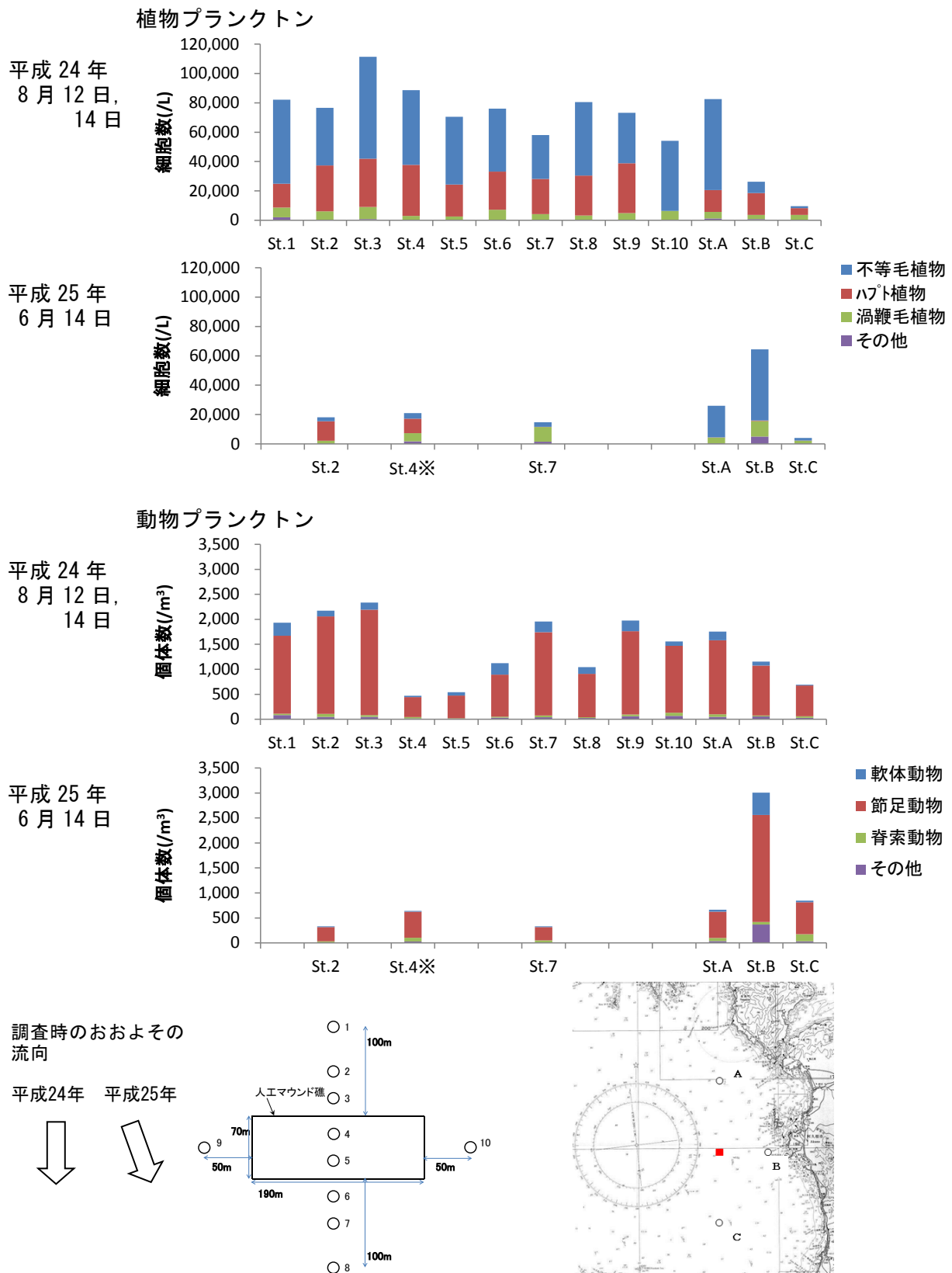
※平成 25 年 6 月の St. 4 は、平成 24 年 8 月の St. 4 と St. 5 の間の地点で採取した。  
 図Ⅵ－3－1（1） 人工マウンド礁における水質測定結果（平成 24・25 年度）





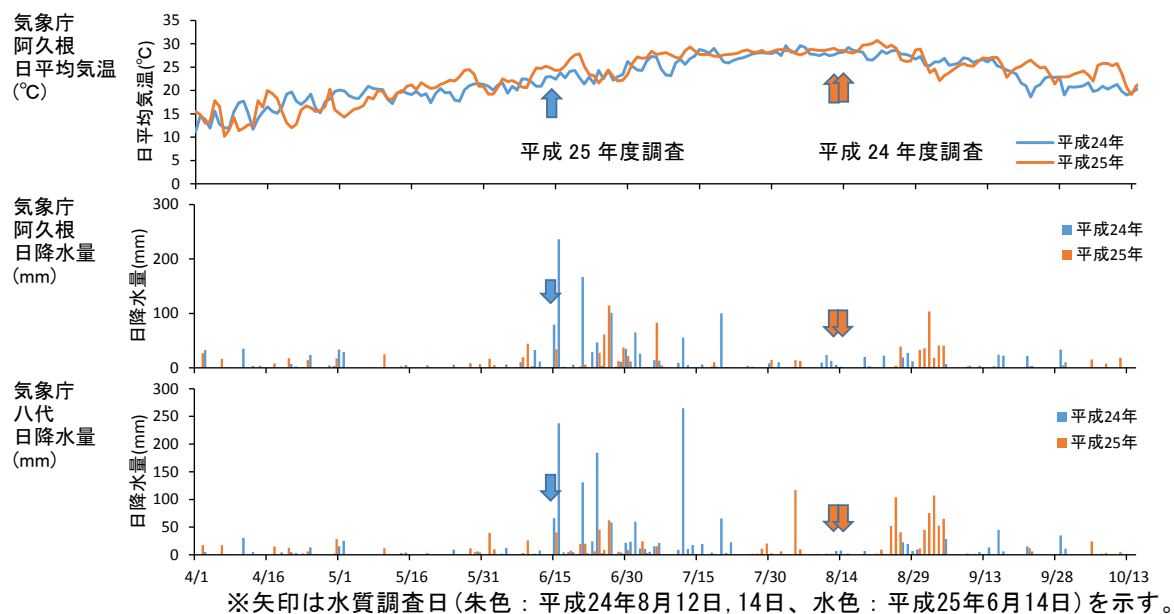
○ : 採水地点 (St.)    ■ : 人工マウンド礁

図VI-3-1 (2) 周辺海域における水質測定結果 (平成 24・25 年度)

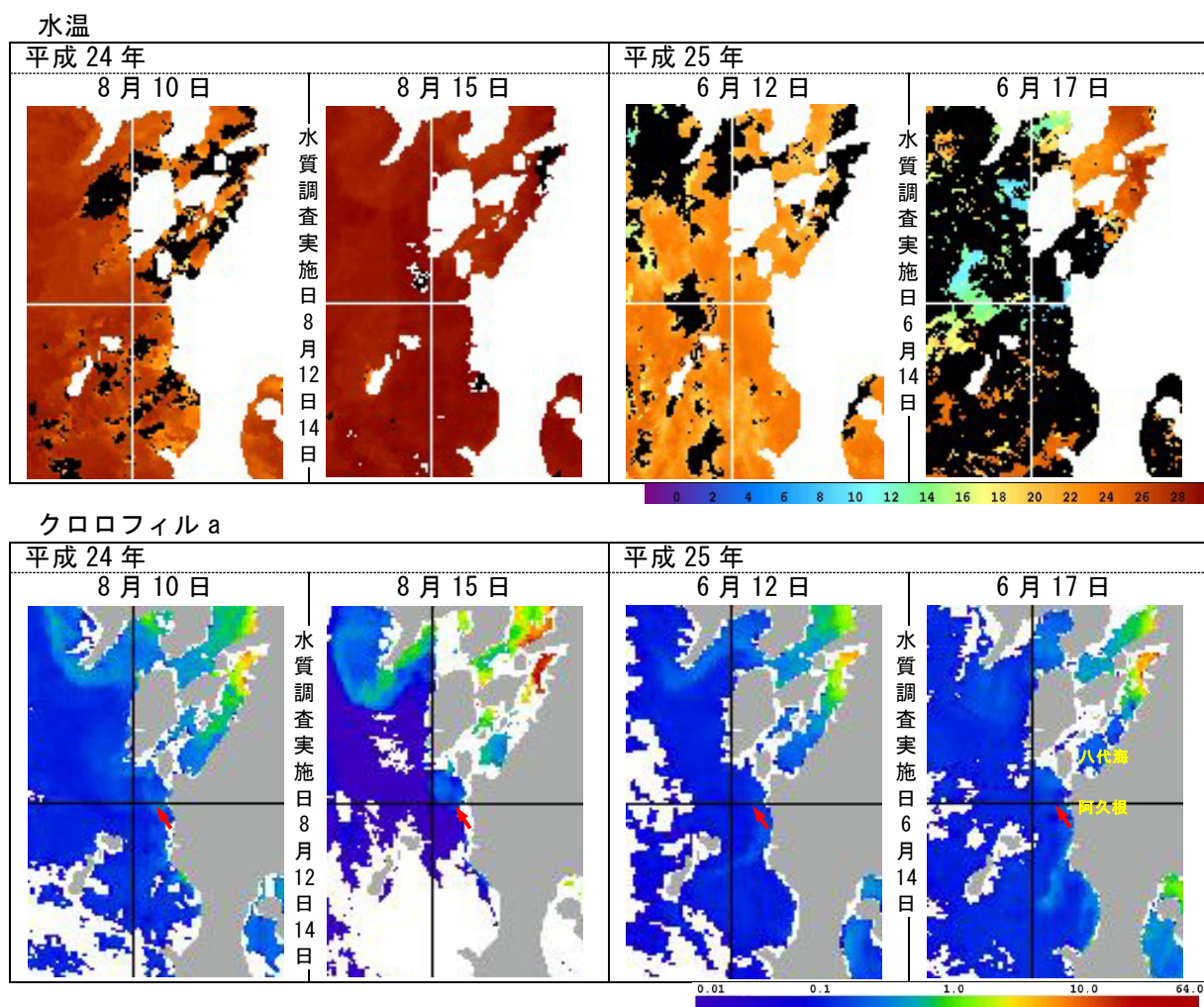


※平成25年6月のSt. 4は、平成24年8月のSt. 4とSt. 5の間の地点で採取した。

図VI-3-2 植物プランクトンおよび動物プランクトンの出現状況 (平成24・25年度)



図VI-3-3 気象庁阿久根の日平均気温・日降水量、八代の日降水量(平成24・25年度)



※クロロフィル a の図中の赤矢印は人工マウンド礁の位置を示す。

環境省・NPEC/CEARAC 環日本海海洋環境ウォッチ <http://www.nowpap3.go.jp/jsj/jpn/> より

図VI-3-4 阿久根周辺海域の水温(上段)・クロロフィル a(下段)の衛星画像(平成24・25年度)

表Ⅵ－３－１ 人工マウンド礁と対照区の出現生物の類似度(平成 24・25 年度)

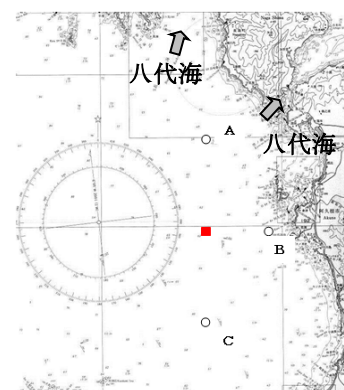
| 項目       | 平成 24 年 8 月                                                    | 平成 25 年 6 月                                                    |
|----------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 植物プランクトン | 人工マウンド礁と<br>St. AのCC=0. 70<br>St. BのCC=0. 37<br>St. CのCC=0. 32 | 人工マウンド礁と<br>St. AのCC=0. 58<br>St. BのCC=0. 58<br>St. CのCC=0. 66 |
| 動物プランクトン | 人工マウンド礁と<br>St. AのCC=0. 73<br>St. BのCC=0. 65<br>St. CのCC=0. 62 | 人工マウンド礁と<br>St. AのCC=0. 69<br>St. BのCC=0. 61<br>St. CのCC=0. 69 |

※大塚の類似度指数： $CC=c/\sqrt{(a \cdot b)}$ 、 $a \cdot b$ ：両地点の種数、 $c$ ：両地点の共通種数

表Ⅵ－３－２ 人工マウンド礁・周辺海域に出現した種と八代海に出現した種の  
共通種数(平成 24・25 年度)

| 項目       | 調査地点    | 八代海出現種との共通種数 |             |
|----------|---------|--------------|-------------|
|          |         | 平成 24 年 8 月  | 平成 25 年 6 月 |
| 植物プランクトン | 人工マウンド礁 | 17           | 6           |
|          | St. A   | 17           | 10          |
|          | St. B   | 2            | 12          |
|          | St. C   | 1            | 6           |
| 動物プランクトン | 人工マウンド礁 | 11           | 11          |
|          | St. A   | 8            | 10          |
|          | St. B   | 8            | 9           |
|          | St. C   | 6            | 9           |

※八代海出現種：環境省(2005), 平成 16 年度有明海・八代海水環境調査報告書 より  
種が特定されているものを集計した。



○：採取地点 ■：人工マウンド礁

## ②平成 26 年度調査結果

平成 26 年 5 月の測定の結果、人工マウンド礁(St. A;水深約 60 m)では、クロロフィル a の分布層のピークの形状が、はっきりしないものの水深 30 m 程度にみられ、対照海域の St. B(水深約 50 m)では、水深 5～10 m 付近に、St. C(水深約 40 m)では水深 10～15 m 付近にクロロフィル a のピークがみられた(図 VI-3-5)。

平成 26 年 5 月 18 日

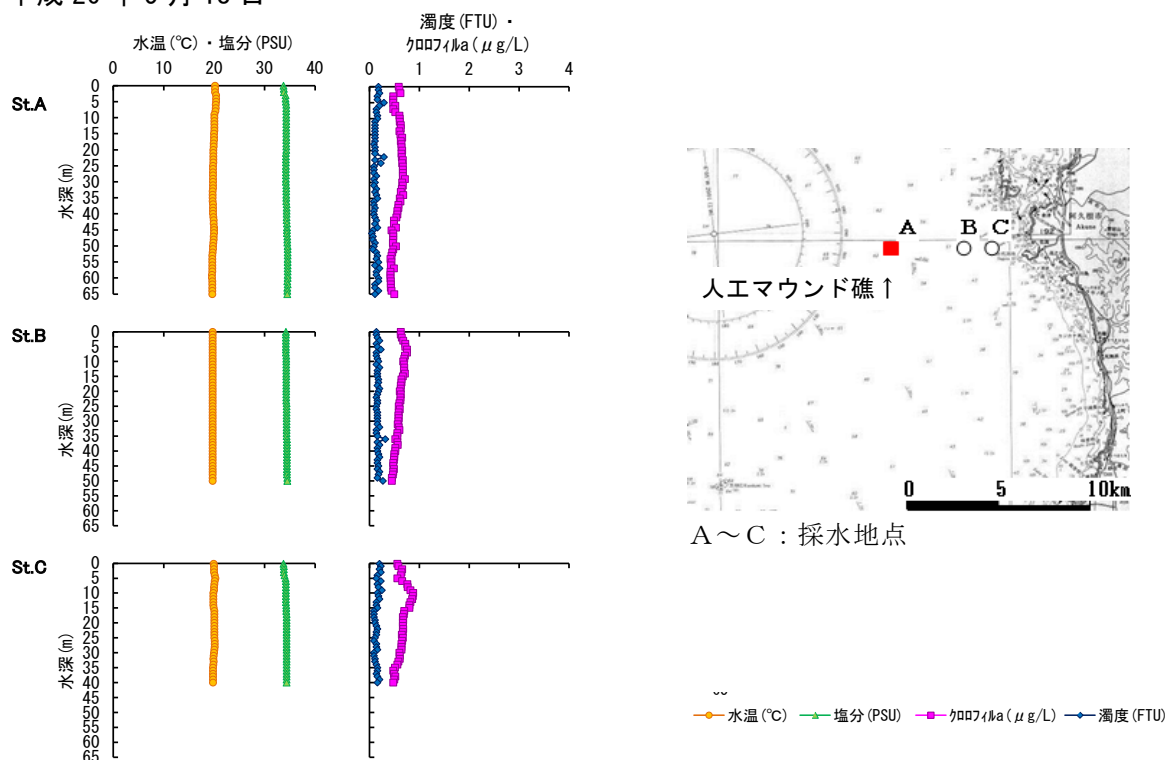


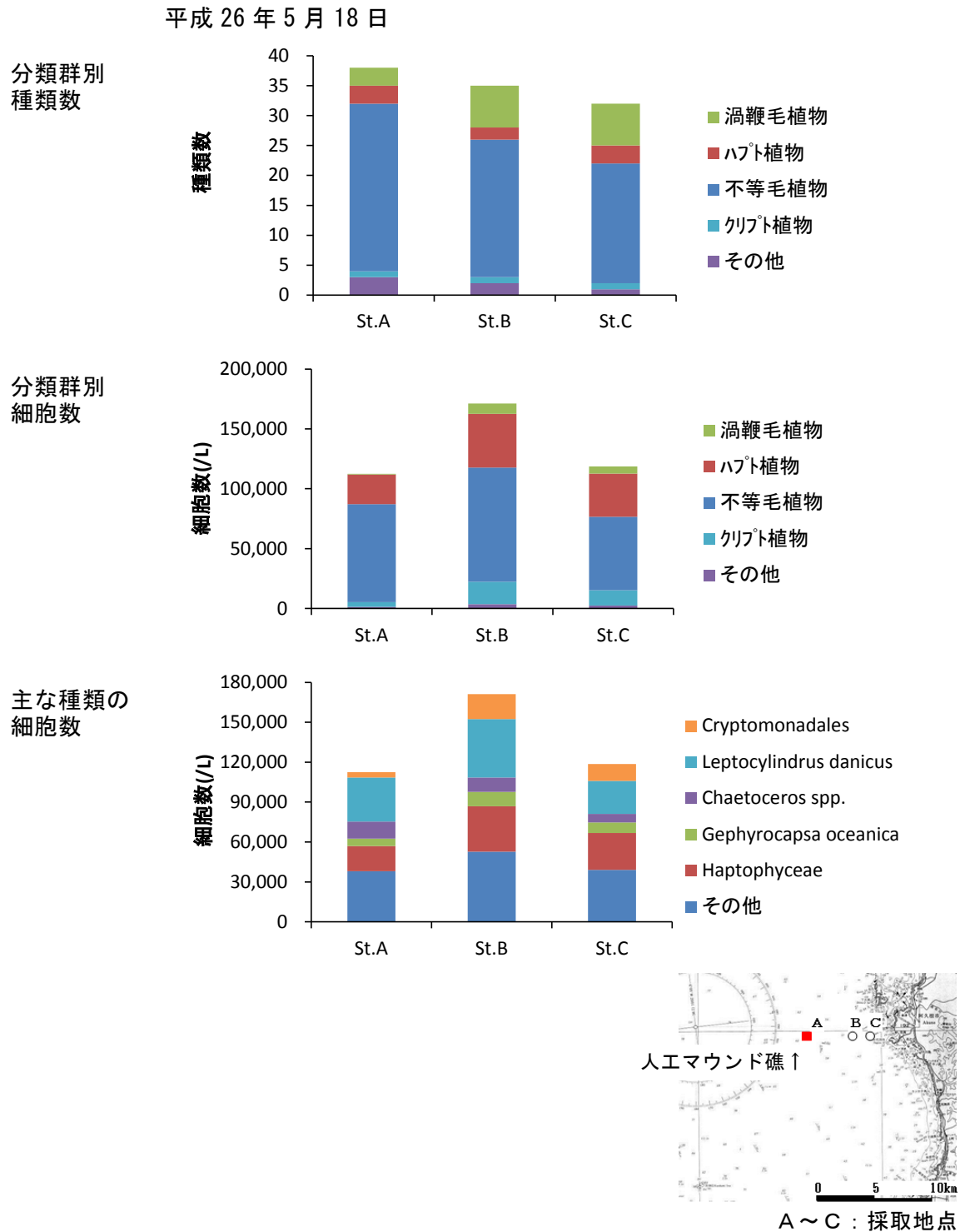
図 VI-3-5 水質測定結果(平成 26 年度)

平成 26 年 5 月に採取した植物プランクトンの分析結果を図VI-3-6に示す。

植物プランクトンは、各地点で 32～38 種出現した。

細胞数をみると、人工マウンド礁では不等毛植物(珪藻類)が最も多く、次いでハプト藻類が多く、St. B、St. C ではこれらに追加して、クリプト藻類も多く出現した。

優占種は、不等毛植物(珪藻類)の *Leptocylindrus danicus* とハプト植物が多く出現する傾向は、3 地点とも同じであった。



図VI-3-6 植物プランクトンの出現状況（平成 26 年度）



平成 26 年 5 月に採取した動物プランクトンの出現状況を図 VI-3-7 に示す。  
種類数は、各地点で 24～33 種類出現していた。

個体数では、人工マウンド礁(St. A)が 695 個体/㎡と、St. B の 761 個体/㎡と同程度で、St. C の 1,660 個体/㎡に比べて少なく、種組成は、人工マウンド礁および対照区ともに、いずれの地点も節足動物が最も多くを占めた。

主な種類も各地点ともカイアシ類の同様な種類が出現する傾向にあった。

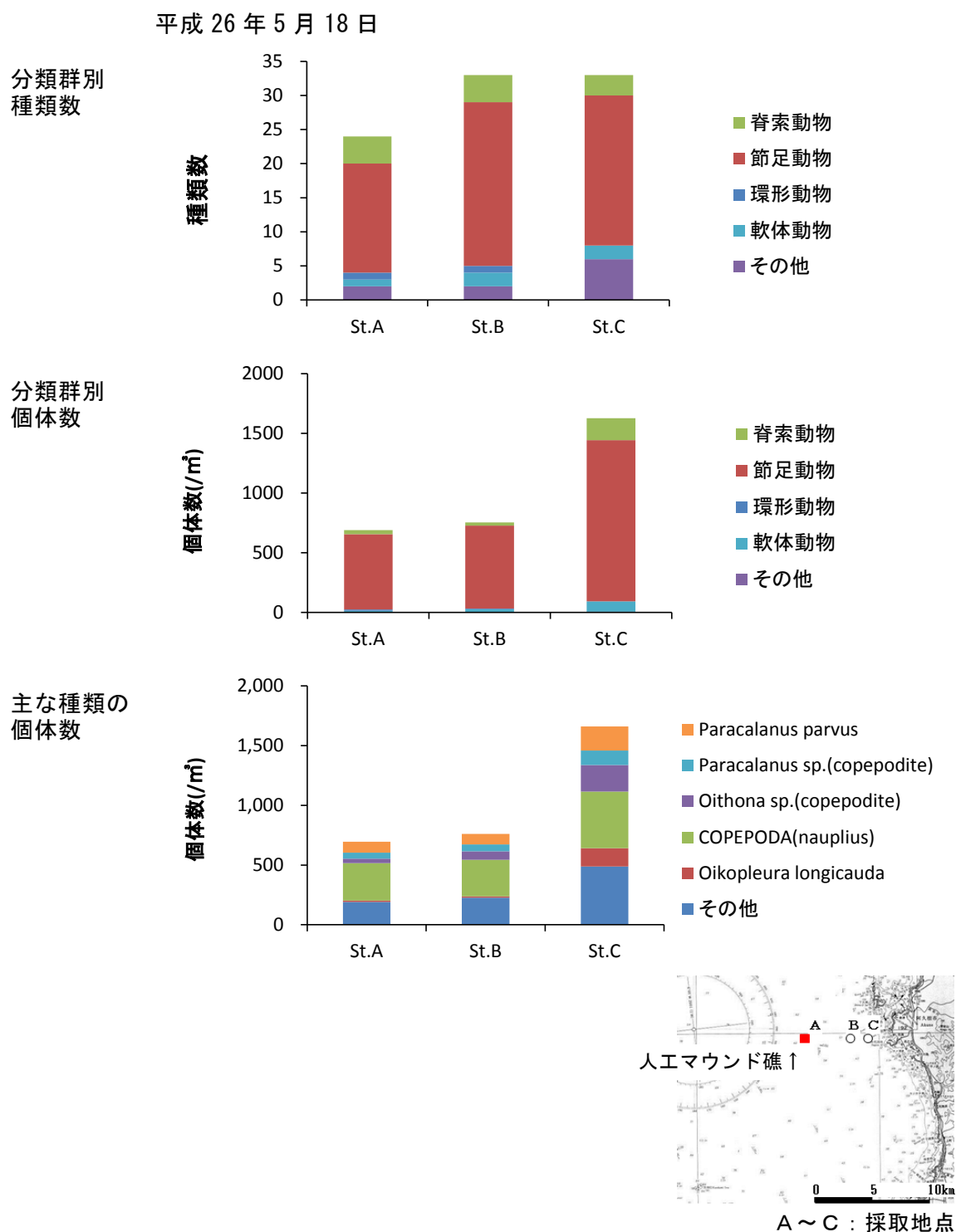


図 VI-3-7 動物プランクトンの出現状況（平成 26 年度）

平成 26 年 5 月に採取した付着動物の出現状況を図 VI-3-8 に示す。

採取は、人工マウンド礁の石材上表面から 25 cm×25 cm の面積で 1 枠行った。

種類数は 80 種類で、環形動物および軟体動物の種類数が多く、個体数は 27,296 個体/m<sup>2</sup>で、節足動物が最も多く出現した。湿重量は、318g/m<sup>2</sup>で、軟体動物が最も多く出現した。

個体数の優占種は節足動物のサンカクフジツボ、触手動物のスズメガイダマシなど、湿重量の優占種は軟体動物のヒリョウガイ、ベッコウガキなどであった。

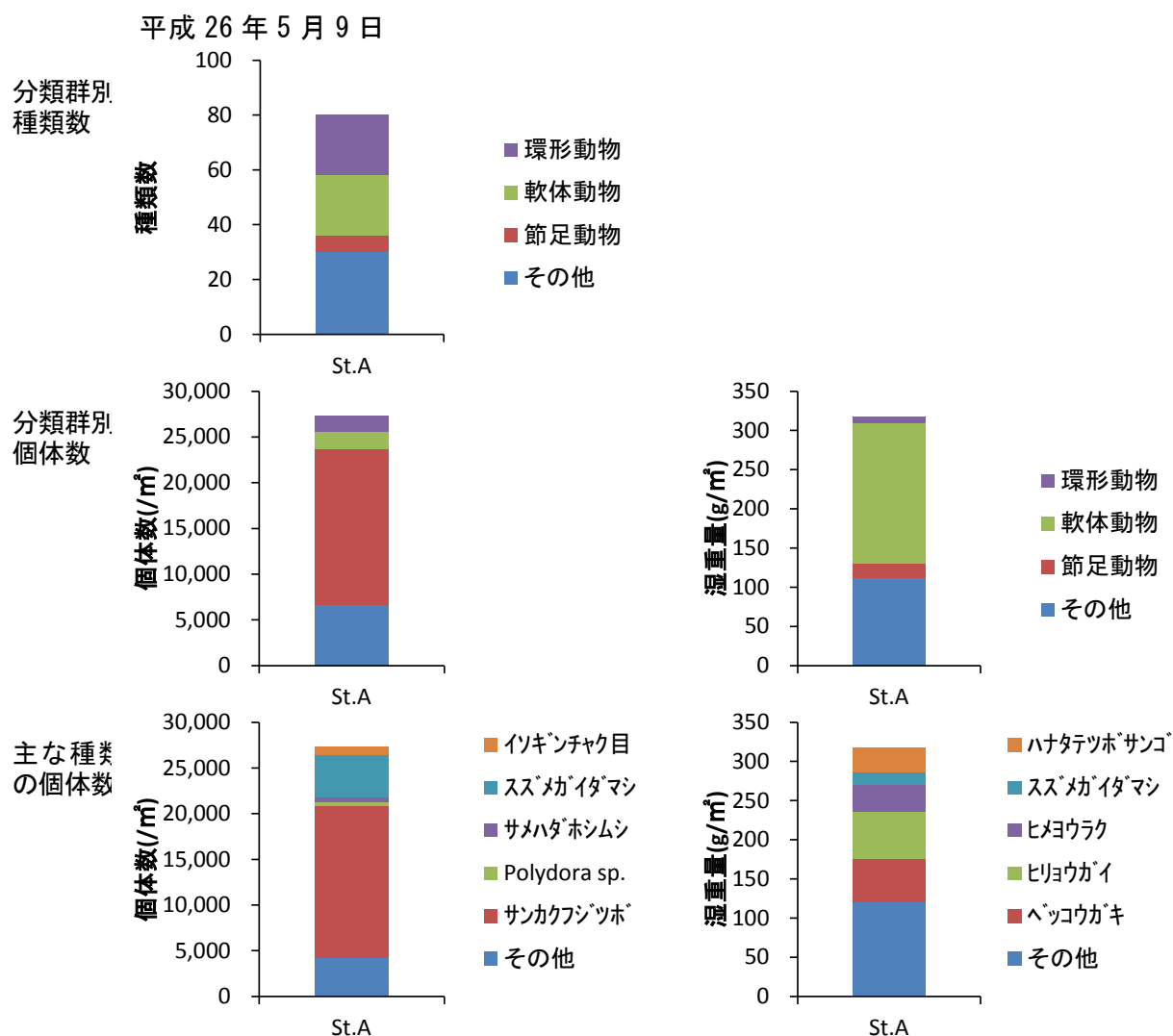


図 VI-3-8 人工マウンド礁における付着動物の出現状況（平成 26 年度）

## (2) 胃内容物調査

### ①平成 24 年度調査結果

平成 24 年度のイサキの消化管内容物の分析結果を表 VI-3-3 (1) ~ (2) に示す。

分析した 54 個体のイサキのうちほとんどが、ほぼ消化されたもののみが確認され、内容物の種類が分かったのは、イサキ 14 個体であり、空胃率は 74% であった。

五智網・底びき網によりイサキを採取した試料<sup>11)</sup>では、採取時間帯が 3~6 時では空胃率 5%、10~14 時 56%、20~1 時 11% となっており、本調査では空胃率が高い傾向にあった。

確認された内容物は、軟体動物の腹足綱、節足動物の端脚目クビナガスガメ・ヨコエビ亜目、十脚目ソコシラエビ・長尾類・短尾下目（メガロパ期幼生）・十脚目、硬骨魚綱、小石であった。

なお、短尾下目といった分類群では、動物プランクトンの分析結果でも出現していたが、消化管内容物と動物プランクトンとの分析結果で同一の種は確認出来なかった。

#### ※クビナガスガメ



有明海環境情報・研究ネットワーク

[http://ay.fish-jfrca.jp/ariake/gn/kn\\_seibutsu/kokaku/at01.html](http://ay.fish-jfrca.jp/ariake/gn/kn_seibutsu/kokaku/at01.html) より

#### ※ソコシラエビ



東邦大学理学部東京湾生態系研究センター

<http://marine1.bio.sci.toho-u.ac.jp/tokyobay/ikimono/index.html> より

表Ⅵ－３－３（１） イサキの消化管内容物の分析結果（個体数）（平成 24 年度）

| 門     | 綱   | 目    | 科       | 種 名                          | 採取月 日           | 8月13日 | 8月17日 |      |      | 9月2日 |      |      |      |      |      | 10月6日 |      |      |      |
|-------|-----|------|---------|------------------------------|-----------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|       |     |      |         |                              | 個体番号            | 2     | 3     | 6    | 3    | 8    | 9    | 11   | 16   | 17   | 19   | 3     | 4    | 5    | 7    |
|       |     |      |         |                              | ／全長 (cm)        | 26.0  | 23.8  | 26.0 | 27.1 | 34.4 | 28.6 | 29.0 | 28.0 | 29.2 | 29.9 | 31.1  | 30.2 | 31.1 | 26.0 |
| 軟体動物  | 腹足  | -    | -       | GASTROPODA                   | 腹足綱             |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      | *    |
| 節足動物  | 軟甲  | 端脚   | スヰメソコエビ | <i>Ampelisca brevicornis</i> | クビナカスヰメ         |       |       |      |      | 1    |      |      |      |      |      |       |      |      |      |
|       |     |      | -       | Gammaridea                   | ヨコエビ 亜目         | 1     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |
|       | 十脚  | オキエビ | オキエビ    | <i>Leptochela gracilis</i>   | ソコシエビ           |       |       |      |      |      |      |      | 1    |      |      |       |      |      |      |
|       |     |      | -       | Macrura                      | 長尾類             |       |       | 1    |      |      | 2    |      |      |      |      |       |      | 1    |      |
|       |     |      | -       | Brachyura (megalopa)         | 短尾下目 (メガロパ 期幼生) |       |       |      | 1    |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |
|       |     |      | -       | Decapoda                     | 十脚目             |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      | 1     | *    |      |      |
|       |     |      | -       | MALACOSTRACA                 | 軟甲綱             |       |       |      | *    |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |
| 脊椎動物  | 硬骨魚 | -    | -       | OSTEICHTHYES                 | 硬骨魚綱            | *     | *     |      |      | *    |      |      |      | *    | *    |       |      |      |      |
| その他   | -   | -    | -       | -                            | 小石              |       |       |      |      |      |      | *    |      |      |      |       |      |      |      |
| 種 類 数 |     |      |         |                              |                 | 2     | 1     | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1     | 1    | 1    | 1    |

\*表示は個体数の計数困難な個体の出現を示す。  
表には分類可能なものが出現した個体の結果のみを示す。

表Ⅵ－３－３（２） イサキの消化管内容物の分析結果（湿重量(g)）（平成 24 年度）

| 門    | 綱   | 目    | 科       | 種 名                          | 採取月 日           | 8月13日 | 8月17日 |       |       | 9月2日  |       |       |       |       |       | 10月6日 |       |       |       |
|------|-----|------|---------|------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |     |      |         |                              | 個体番号            | 2     | 3     | 6     | 3     | 8     | 9     | 11    | 16    | 17    | 19    | 3     | 4     | 5     | 7     |
|      |     |      |         |                              | ／全長 (cm)        | 26.0  | 23.8  | 26.0  | 27.1  | 34.4  | 28.6  | 29.0  | 28.0  | 29.2  | 29.9  | 31.1  | 30.2  | 31.1  | 26.0  |
| 軟体動物 | 腹足  | -    | -       | GASTROPODA                   | 腹足綱             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.003 |
| 節足動物 | 軟甲  | 端脚   | スヰメソコエビ | <i>Ampelisca brevicornis</i> | クビナカスヰメ         |       |       |       |       | 0.001 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|      |     |      | -       | Gammaridea                   | ヨコエビ 亜目         | 0.001 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|      | 十脚  | オキエビ | オキエビ    | <i>Leptochela gracilis</i>   | ソコシエビ           |       |       |       |       |       |       |       | 0.080 |       |       |       |       |       |       |
|      |     |      | -       | Macrura                      | 長尾類             |       |       | 0.001 |       |       | 0.002 |       |       |       |       |       |       | 0.006 |       |
|      |     |      | -       | Brachyura (megalopa)         | 短尾下目 (メガロパ 期幼生) |       |       |       | +     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|      |     |      | -       | Decapoda                     | 十脚目             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | +     | 0.005 |       |       |
|      |     |      | -       | MALACOSTRACA                 | 軟甲綱             |       |       |       | 0.002 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 節足動物 | 軟甲  | -    | -       | MALACOSTRACA                 | 軟甲綱             |       |       |       | 0.002 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 脊椎動物 | 硬骨魚 | -    | -       | OSTEICHTHYES                 | 硬骨魚綱            | 0.002 | 0.007 |       |       | 0.005 |       |       |       | 0.016 | 0.003 |       |       |       |       |
| その他  | -   | -    | -       | -                            | 小石              |       |       |       |       |       |       | 0.001 |       |       |       |       |       |       |       |

+表示は 0.001g 未満を示す。  
表には分類可能なものが出現した個体の結果のみを示す。

## ②平成 25 年度調査結果

平成 25 年度のイサキの胃内容物の 6 月の分析結果を表Ⅵ－3－4（1）～（2）に、8 月の分析結果を表Ⅵ－3－5（1）～（2）に示す。

本調査におけるイサキの採取は、6 月は刺網を用いて日の出前 2 時間程度設置して行い、8 月は日中において釣りにより行った。

### ○6 月結果

6 月に得られたイサキ 20 個体について、消化物残渣を除く、内容物の種類が分かった個体は 15 個体であり、空胃率は 25%であった。

6 月の試料で確認された内容物は、3 種類でカメガイ科が多くの個体で摂餌されていた。カメガイ科は、浮遊性動物であり、調査前後の阿久根漁港近傍の砂浜に大量に打ち上がっており、阿久根海域に大量に来遊していたとみられる。

ハボウキゴカイ科およびマダコは底生性動物であり、ハボウキゴカイについては、同時期に実施した人工マウンド礁の付着動物にも出現していた。

### ○8 月結果

8 月に得られたイサキ 13 個体については、10 個体の内容物の種類が分かり、空胃率は 23%であった。

8 月の試料では、節足動物の種類が多く、その他に環形動物、脊索動物(ホヤ類、魚類)が出現していた。

消化が進んでおり、種の判別が出来なかったものの、これらの中でサシバゴカイ科、シャコ科、ホヤ綱は底生性動物とみられ、カイアシ亜綱、アミ科、ヨコエビ亜目は浮遊性動物とみられた。

なお、吾智網・底びき網によりイサキを採取した試料<sup>11)</sup>では、採取時間帯が 3～6 時では空胃率 5%、10～14 時 56%、20～1 時 11%となっており、本調査でも同程度の空胃率となっている。

表VI-3-4 (1) イサキの胃内容物の分析結果 (個体数) (平成 25 年 6 月)

| 門綱目科種名 |    |         |         |                 | 採取月日      | 6 月 15 日 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|----|---------|---------|-----------------|-----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|        |    |         |         |                 | 個体番号      | 1        | 2    | 3    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   |
|        |    |         |         |                 | イサキ全長(cm) | 31.5     | 29.6 | 33.7 | 24.6 | 28.4 | 28.9 | 27.4 | 23.2 | 31.7 | 29.8 | 26.5 | 29.0 | 27.7 | 27.5 | 28.2 |
| 軟体動物   | 腹足 | 有殻翼足    | カマガイ科   | Cavoliniidae    | カマガイ科     |          | 4    |      | 1    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 1    | 4    | 2    | 3    | 1    | 1    |
|        | 頭足 | 八腕形     | マダコ     | Octopus sp.     | Octopus 属 |          |      | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 環形動物   | 多毛 | ハボウキゴカイ | ハボウキゴカイ | Flabelligeridae | ハボウキゴカイ科  | 2        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 個体数計   |    |         |         |                 |           | 2        | 4    | 1    | 1    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 1    | 4    | 2    | 3    | 1    | 1    |
| 種類数    |    |         |         |                 |           | 1        | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

単位：個体数/全量

表VI-3-4 (2) イサキの胃内容物の分析結果 (湿重量(g)) (平成 25 年 6 月)

| 門綱目科種名 |    |         |         |                 | 採取月日      | 6 月 15 日 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|--------|----|---------|---------|-----------------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|        |    |         |         |                 | 個体番号      | 1        | 2     | 3     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    |  |
|        |    |         |         |                 | イサキ全長(cm) | 31.5     | 29.6  | 33.7  | 24.6  | 28.4  | 28.9  | 27.4  | 23.2  | 31.7  | 29.8  | 26.5  | 29.0  | 27.7  | 27.5  | 28.2  |  |
| 軟体動物   | 腹足 | 有殻翼足    | カマガイ科   | Cavoliniidae    | カマガイ科     |          | 0.109 |       | 0.054 | 0.062 | 0.609 | 0.270 | 0.429 | 0.319 | 0.058 | 0.413 | 0.091 | 0.186 | 0.047 | 0.040 |  |
|        | 頭足 | 八腕形     | マダコ     | Octopus sp.     | Octopus 属 |          |       | 2.244 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| 環形動物   | 多毛 | ハボウキゴカイ | ハボウキゴカイ | Flabelligeridae | ハボウキゴカイ科  | 0.064    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| 湿重量計   |    |         |         |                 |           | 0.064    | 0.109 | 2.244 | 0.054 | 0.062 | 0.609 | 0.270 | 0.429 | 0.319 | 0.058 | 0.413 | 0.091 | 0.186 | 0.047 | 0.040 |  |

単位：湿重量(g)/全量



カメガイ科

(写真)<http://www.aquarium.co.jp/shell/gallery/hyouzi.php?nakama=kousai>

ハボウキゴカイ科

(写真)<http://www.beachwatchers.wsu.edu/eidweb/animals/Bristlecombworm2.htm>



表Ⅵ－３－５（１） イサキの胃内容物の分析結果（個体数）（平成 25 年 8 月）

| 門綱目科種名 |     |        |        |               | 採取月日      | 8月11日 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|-----|--------|--------|---------------|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|        |     |        |        |               | 個体番号      | 2     | 3    | 4    | 5    | 7    | 8    | 10   | 11   | 12   | 13   |
|        |     |        |        |               | イサキ全長(cm) | 32.9  | 31.1 | 33.5 | 29.9 | 29.6 | 33.4 | 27.6 | 23.8 | 21.0 | 23.4 |
| 環形動物   | 多毛  | サシバゴカイ | サシバゴカイ | Phyllodocidae | サシバゴカイ科   |       |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |
| 節足動物   | 顎脚  | －      | －      | Copepoda      | カイアシ亜綱    |       | 1    |      |      | 1    |      |      |      | 1    |      |
|        | 軟甲  | 口脚     | シャコ    | Squillidae    | シャコ科      | 1     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|        |     | アミ     | アミ     | Mysidae       | アミ科       |       |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |
|        |     | 端脚     | －      | Gammaridea    | ヨコエビ 亜目   | 15    | 34   | 17   | 10   | 6    | 5    | 5    | 3    |      |      |
|        |     | －      | －      | MALACOSTRACA  | 軟甲綱       | －     |      |      |      | －    | －    | －    | －    |      | －    |
| 脊索動物   | ホヤ  | －      | －      | Ascidacea     | ホヤ綱       |       |      | －    |      | －    |      |      |      |      |      |
|        | 硬骨魚 | －      | －      | OSTEICHTHYES  | 硬骨魚綱      | 1     | 10   | 1    |      |      |      |      |      |      | －    |
| 個体数計   |     |        |        |               |           | 17    | 45   | 18   | 10   | 7    | 7    | 5    | 3    | 1    | 1    |
| 種類数    |     |        |        |               |           | 4     | 3    | 3    | 1    | 3    | 4    | 2    | 2    | 1    | 3    |

単位：個体数/全量

表Ⅵ－３－５（２） イサキの胃内容物の分析結果（湿重量(g)）（平成 25 年 8 月）

| 門    | 綱   | 目      | 科      | 種 名           | 採取月日      | 8 月 11 日 |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|------|-----|--------|--------|---------------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|      |     |        |        |               | 個体番号      | 2        | 3     | 4     | 5     | 7     | 8     | 10    | 11    | 12   | 13    |
|      |     |        |        |               | イサキ全長(cm) | 32.9     | 31.1  | 33.5  | 29.9  | 29.6  | 33.4  | 27.6  | 23.8  | 21.0 | 23.4  |
| 環形動物 | 多毛  | サシバゴカイ | サシバゴカイ | Phyllodocidae | サシバゴカイ科   |          |       |       |       |       | 0.003 |       |       |      |       |
| 節足動物 | 顎脚  | －      | －      | Copepoda      | カイアシ亜綱    |          | 0.001 |       |       | 0.001 |       |       |       | +    |       |
|      | 軟甲  | 口脚     | シャコ    | Squillidae    | シャコ科      | 0.330    |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
|      |     | アミ     | アミ     | Mysidae       | アミ科       |          |       |       |       |       |       |       |       |      | 0.006 |
|      |     | 端脚     | －      | Gammaridea    | ヨコエビ 亜目   | 0.038    | 0.050 | 0.041 | 0.011 | 0.010 | 0.007 | 0.007 | 0.012 |      |       |
|      |     | －      | －      | MALACOSTRACA  | 軟甲綱       | 0.009    |       |       |       | 0.048 | 0.001 | 0.032 | 0.023 |      | 0.052 |
| 脊索動物 | ホヤ  | －      | －      | Ascidacea     | ホヤ綱       |          |       | 1.924 |       |       | 0.491 |       |       |      |       |
|      | 硬骨魚 | －      | －      | OSTEICHTHYES  | 硬骨魚綱      | 0.020    | 0.054 | 0.005 |       |       |       |       |       |      | 0.003 |
| 湿重量計 |     |        |        |               |           | 2        | 4     | 1     | 1     | 2     | 2     | 3     | 3     | 3    | 1     |

単位：湿重量(g)/全量

(写真)サシバゴカイ科 <http://homepage3.nifty.com/miaw/>

### ③平成 26 年度調査結果

イサキの胃内容物の分析には、5 月 20 日に刺網により漁獲された個体を用い、分析結果を図VI-3-6 (1)～(2)に示す。

分析を行った 14 個体において消化物残渣を除く、内容物の種類が分かった個体は 11 個体であり、空胃率は 21%であった。

確認された胃内容物の種類は 12 種類で、浮遊性の動物が多く、中でも節足動物の仲間が多い個体で摂餌されていた。

吾智網・底びき網によりイサキを採取した試料<sup>11)</sup>では、採取時間帯が 3～6 時では空胃率 5%、10～14 時 56%、20～1 時 11%となっており、本調査でも同程度の空胃率となっている。

本調査では胃内容物に魚類や甲殻類の浮遊幼生およびカイアシ類を摂餌しており、人工魚礁に多く出現する生物を摂餌していると考えられる。

表VI-3-6 (1) イサキの胃内容物の分析結果 (個体数) (平成 26 年 5 月)

| 門    | 綱   | 目   | 科     | 個体番号                      | 2    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 12   | 14   |
|------|-----|-----|-------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |     |     |       | 種名/全長(cm)                 | 34.5 | 28.3 | 28.8 | 29.1 | 22.5 | 23.1 | 20.5 | 22.3 | 22.3 | 23.4 |
| 扁形動物 | 吸虫  | -   | -     | 吸虫綱                       | 1    |      | 1    |      |      |      |      |      |      |      |
| 線形動物 | 線虫  | -   | -     | 線虫綱                       |      |      |      |      |      |      | 2    | 1    |      |      |
| 節足動物 | 顎脚  | カラス | パラカラス | <i>Paracalanus parvus</i> |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      |      |
|      |     |     | ユキタ   | ユキタ科                      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      |
|      |     | -   | -     | まん脚下綱のノープリス期幼生            |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |
|      | 軟甲  | 十脚  | ユメビ   | ユメビ属                      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |
|      |     |     | -     | 短尾下目ゾエ期幼生                 |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |
|      |     |     | -     | 十脚目ゾエ期幼生                  |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    |      |
|      |     | クマ  | -     | クマ目                       |      | 1    |      |      |      | 1    |      |      |      |      |
|      | -   | -   | -     | 節足動物                      |      | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 脊索動物 | タラ  | サバ  | -     | サバ目                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |
|      | 硬骨魚 | -   | -     | 硬骨魚綱                      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      |
| 合 計  |     |     |       |                           | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 4    | 3    | 3    | 1    | 1    |
| 種類数  |     |     |       |                           | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 4    | 2    | 3    | 1    | 1    |

胃内容物が出現しなかったイサキの個体番号と全長は次の通り。1 : 34.8cm、3 : 32.6cm、11 : 27.1cm  
単位：個体数



ユメビ属(写

真)<http://fish-exp.pref.shizuoka.jp/04library/4-1-shirasu/4-1-7-k.html>



クマ目(写

真)[http://marine1.bio.sci.toho-u.ac.jp/tokyobay/ikimono/index.html?page=bio\\_5.html](http://marine1.bio.sci.toho-u.ac.jp/tokyobay/ikimono/index.html?page=bio_5.html)

表VI-3-6 (2) イサキの胃内容物の分析結果 (湿重量(g)) (平成 26 年 5 月)

| 門    | 綱   | 目   | 科     | 個体番号                      | 2    | 4    | 5     | 6    | 7     | 8     | 9     | 10   | 12    | 14   |
|------|-----|-----|-------|---------------------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|
|      |     |     |       | 種名/全長(cm)                 | 34.5 | 28.3 | 28.8  | 29.1 | 22.5  | 23.1  | 20.5  | 22.3 | 22.3  | 23.4 |
| 扁形動物 | 吸虫  | -   | -     | 吸虫綱                       |      | +    |       | +    |       |       |       |      |       |      |
| 線形動物 | 線虫  | -   | -     | 線虫綱                       |      |      |       |      |       |       |       | +    | +     |      |
| 節足動物 | 顎脚  | カラス | パ・カラス | <i>Paracalanus parvus</i> |      |      |       | +    |       |       |       |      |       |      |
|      |     |     | ユキタ   | ユキタ科                      |      |      |       |      | 0.001 |       |       |      |       |      |
|      |     | -   | -     | まん脚下綱のノープリス期幼生            |      |      |       |      |       |       | +     |      |       |      |
|      | 軟甲  | 十脚  | ユメビ   | ユメビ属                      |      |      |       |      |       |       |       |      | 0.001 |      |
|      |     |     | -     | 短尾下目ゾエ期幼生                 |      |      |       |      |       |       | +     |      |       |      |
|      |     |     | -     | 十脚目ゾエ期幼生                  |      |      |       |      |       |       | +     | +    | +     | +    |
|      |     | クマ  | -     | クマ目                       |      |      | 0.001 |      |       |       | 0.001 |      |       |      |
|      | -   | -   | -     | 節足動物                      |      |      | 0.002 |      |       |       |       |      |       |      |
|      | -   | -   | -     | 節足動物                      |      |      | 0.002 |      |       |       |       |      |       |      |
| 脊索動物 | タラ  | サハ  | -     | サハ目                       |      |      |       |      |       |       |       |      |       |      |
|      | 硬骨魚 | -   | -     | 硬骨魚綱                      |      |      |       |      |       | 0.002 |       |      |       |      |
| 合 計  |     |     |       |                           | 0    | +    | 0.003 | +    | 0.001 | 0.002 | 0.001 | +    | 0.001 | +    |

胃内容物が出現しなかったイサキの個体番号と全長は次の通り。1 : 34.8cm、3 : 32.6cm、11 : 27.1cm  
単位 : 湿重量(g)

### (3) 炭素窒素安定同位体比による食物網の解析

#### ①平成 24 年度調査結果

平成 24 年度に表Ⅵ-3-7 に示す人工マウンド礁および対照海域で採取したイサキと餌生物を用いて、炭素窒素安定同位体比の分析を行い、その結果を図Ⅵ-3-9に示す。

表Ⅵ-3-7 炭素窒素安定同位体比の分析に用いた試料の採取日・場所および採取方法  
(平成 24 年度)

| 種類                                             | 採取日              | 採取場所        | 採取方法・分析試料                  |
|------------------------------------------------|------------------|-------------|----------------------------|
| イサキ                                            | 8月13日、8月17日、9月2日 | 人工マウンド礁     | 刺網、体側筋                     |
| マアジ                                            | 8月13日            | 人工マウンド礁     | 刺網、体側筋                     |
| マアジ(小)、キントキダイ、チダイ                              | 8月17日            | 人工マウンド礁     | 刺網、体側筋                     |
| 稚仔魚                                            | 8月12日、14日        | 人工マウンド礁、対照区 | 丸稚ネット、個体を抽出                |
| 動物プランクトン(種類別)<br>カイアシ類、エビカニ類幼生、サルパ類(尾索動物)、ガザミ類 | 8月14日            | 人工マウンド礁     | 丸稚ネット(モジ網、GG54)、個体を抽出・全量   |
| 動物プランクトン(全量)                                   | 8月12日、14日        | 人工マウンド礁、対照区 | 北原式プランクトンネット(XX13)、フィルター濾過 |
| 植物プランクトン                                       | 8月12日、15日        | 人工マウンド礁、対照区 | 採水、フィルター濾過                 |

※稚仔魚は、カワハギ科、クロサギ科、フグ科、スズメダイ科のものを分析した。

動物プランクトン(全量)は、目合い 0.1m のネットで採取した試料を全量分析に用いた。

動物プランクトン(種類別)は、採取した試料から 1mm~20mm 程度のサイズのものを抽出し、分析した。

マアジは全長 32.9~36.0cm、マアジ(小)は全長 14.2~16.0cm のものを用いた。

イサキは、3 回(8 月 13 日、8 月 17 日、9 月 2 日)の漁獲で得られた個体を分析した。

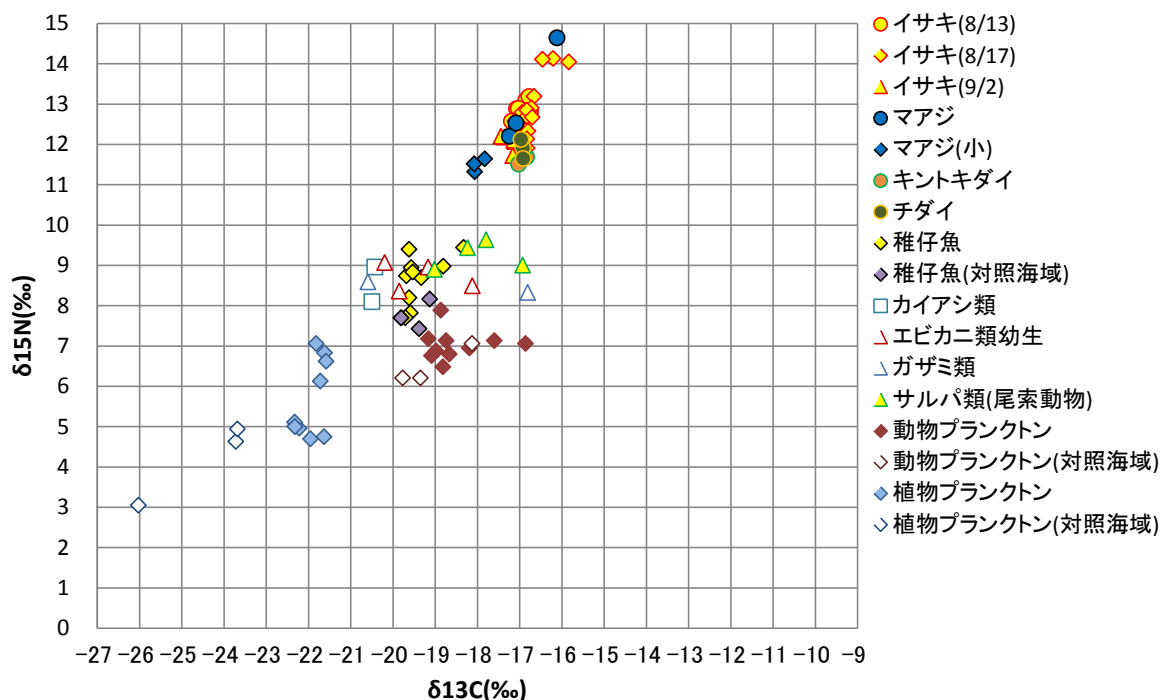
イサキは CN 比の最も高い位置に位置し、 $\delta^{13}\text{C}$ -17.5~-15.8‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 11.7~14.1‰の範囲に、その下に稚仔魚や動物プランクトン(種類別・全量)・ガザミ類が  $\delta^{13}\text{C}$ -20.6~-10.1‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 6.2~19.1‰の範囲に、最も下位に植物プランクトンが  $\delta^{13}\text{C}$ -26.0~-21.6‰、 $\delta^{15}\text{N}$  が 3.1~7.1‰の範囲に位置した。

食う-食われるの関係を安定同位体比からみると、栄養段階が 1 段階上がると  $\delta^{15}\text{N}$  が約 3‰、 $\delta^{13}\text{C}$  が約 1‰高くなることが一般的に知られている<sup>22)</sup>。

平成 24 年度では、 $\delta^{15}\text{N}$ 12~13‰の位置にいるイサキは、 $\delta^{15}\text{N}$  が約 3‰、 $\delta^{13}\text{C}$  が約 1‰低い位置にある動物プランクトン(エビカニ類幼生、サルパ類)や稚仔魚等を利用していると考えられる。 $\delta^{15}\text{N}$ 13~14‰の高い位置にいるイサキは、今回の結果では不明であるが、動物プランクトンと魚類の間の栄養段階にある生物となるとみられ、消化管内容物から得られた底生動物といった種類のものが、この間に含まれるものとみられる。

このように人工マウンド礁に蟄集するイサキは、人工マウンド礁にとどまり、人工マウンド礁に出現する小型魚類、動物プランクトン等を捕食していると考えられる。

なお、 $\delta^{15}\text{N}$ 14.1‰の位置にいるイサキは、全長 23.8cm、25.0cm の雄と全長 30.0cm の雌の 3 個体であり、全長や雌雄の違いによる餌の種類の違いではないと考えられる。



図VI-3-9 人工マウンド礁および周辺海域における $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$  マップ (平成 24 年度)

## ②平成 25 年度調査結果

平成 25 年度に表VI-3-8 に示す人工マウンド礁および対照海域で採取したイサキと餌生物を用いて、炭素窒素安定同位体比の分析を行い、その結果を図VI-3-10 に示す。

表VI-3-8 炭素窒素安定同位体比の分析に用いた試料の採取日・場所および方法 (平成 25 年度)

| 種 類           | 採取日   | 採取場所            | 採取方法・分析試料                      |
|---------------|-------|-----------------|--------------------------------|
| イサキ           | 6月16日 | 人工マウンド礁         | 刺網、体側筋                         |
| 稚仔魚(個体を全量)    | 6月14日 | 人工マウンド礁、<br>対照区 | 丸稚ネット、個体を抽出                    |
| 動物プランクトン(種類別) | 6月14日 | 人工マウンド礁         | 丸稚ネット(モジ網、GG54)、<br>個体を抽出・全量   |
| 動物プランクトン (全量) | 6月14日 | 人工マウンド礁、<br>対照区 | 北原式プランクトンネット<br>(XX13)、フィルター濾過 |
| 植物プランクトン (全量) | 6月14日 | 人工マウンド礁、<br>対照区 | 採水、フィルター濾過                     |
| 付着動物 (種類別)    | 6月15日 | 人工マウンド礁         | 枠取り、個体を抽出                      |

※稚仔魚は、個体を抽出し、全量を分析した。

動物プランクトン(全量)は、目合い0.1mのネットで採取した試料を全量分析に用いた。動物プランクトン(種類別)は、採取した試料から1mm〜20mm程度のサイズの個体を抽出し、複数個体を分析必要量集めて、分析した。付着動物(種類別)は、採取した試料から個体を抽出し、1個体ごとに分析した。

イサキは、雌 15 尾(全長：平均 28.4cm、最大 35.5cm、最小 23.2cm)、雄 5 尾(全長：平均 29.4cm、最大 33.7cm、最小 27.4cm)の計 10 尾を炭素窒素安定同位体比の分析に用いた。

炭素窒素安定同位体比の分析の結果、イサキは、 $\delta^{13}\text{C}$  が-17〜-16‰、 $\delta^{15}\text{N}$  が 11〜13‰

に位置した。なお、 $\delta^{13}\text{C}$  が  $-16\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が  $13\text{‰}$  の離れた位置にいる 1 個体は、全長 25.2cm の雌であった。

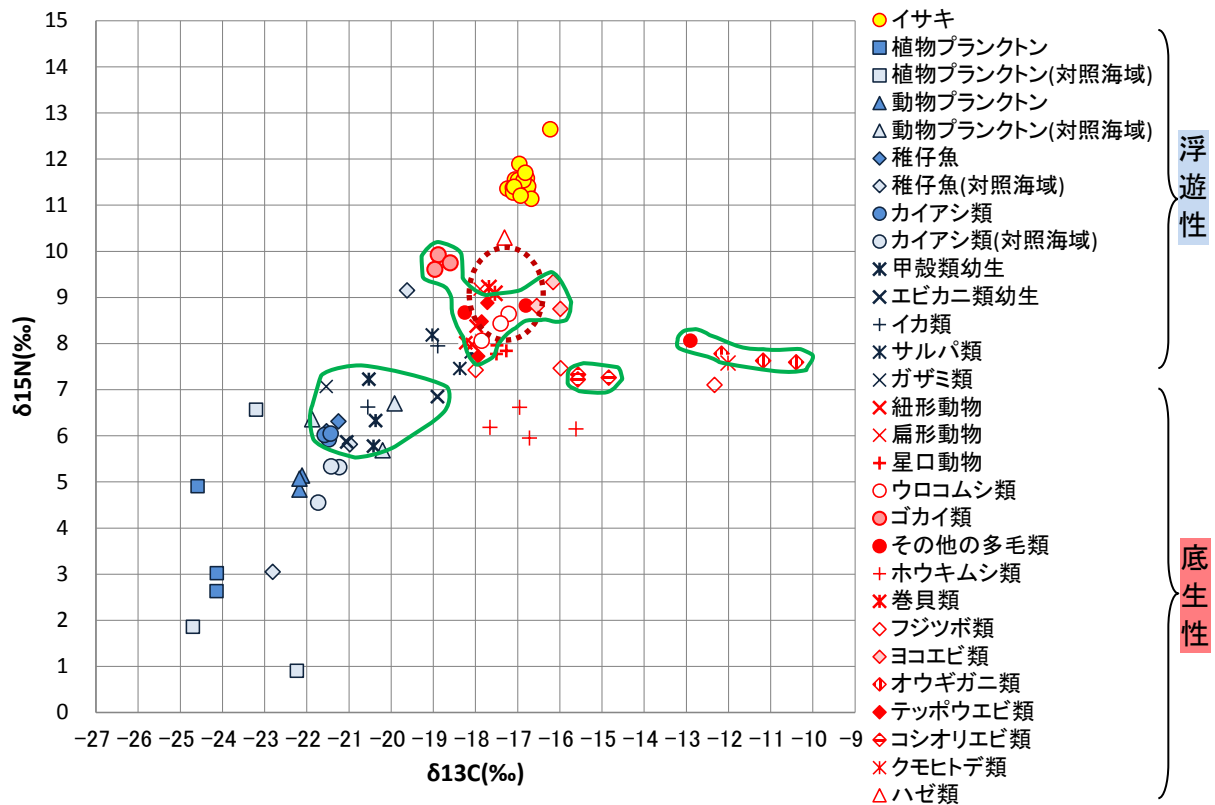
捕食-被捕食の関係を安定同位体比からみると、栄養段階が 1 段階上がると  $\delta^{13}\text{C}$  が約  $1\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が約  $3\text{‰}$  高くなることが一般的に知られている<sup>22)</sup>。

平成 25 年度では、 $\delta^{13}\text{C}$   $-17\sim-16\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$   $11\sim13\text{‰}$  に位置するイサキは、 $\delta^{13}\text{C}$  が約  $1\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が約  $3\text{‰}$  低い位置にある図中の赤点線で示した  $\delta^{13}\text{C}$   $-18\sim-17\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$   $8\sim10\text{‰}$  の多毛類、巻貝類およびテッポウエビ類などの底生動物やサルパ類およびイカ類などの浮遊生物を摂餌しているものと推定される。

一方、図中の緑色実線で示した胃内容物から得られた生物と同じ分類群のものをみると、 $\delta^{13}\text{C}$  が  $-22\sim-10\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が  $6\sim10\text{‰}$  の範囲に分布している。

このように、イサキは、イサキの安定同位体比から  $\delta^{13}\text{C}$  が約  $1\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が約  $3\text{‰}$  の下の範囲に比べて、より広い範囲に位置する生物を摂餌していることがわかった。

なお、人工マウンド礁では、本調査で採取した試料に関しては、浮遊生物については概ね植物プランクトンからイサキに、底生生物については概ね甲殻類・多毛類からイサキに繋がる食物網が形成されていたものとみられる。



※茶色点線は、炭素窒素の濃縮係数からイサキの餌となっているとみられる範囲を示す。

緑色実線は、イサキの胃内容物から得られた分類群の出現範囲を示す。

図 VI-3-10 人工マウンド礁および周辺海域における  $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$  マップ (平成 25 年度)



### ③平成 26 年度調査結果

平成 26 年度に表Ⅵ－3－9 に示す人工マウンド礁および対照海域で採取したイサキおよび餌生物を用いて、炭素窒素安定同位体比の分析を行い、その結果を図Ⅵ－3－11 に示す。

イサキは、雌 3 個体(全長：28.3～29.1 cm)、雄 6 個体(全長 20.5～34.8 cm)の計 9 個体を分析に用い、 $\delta^{13}\text{C}$  が $-19.2\text{‰}$ ～ $-17.3\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が $11.2\text{‰}$ ～ $11.9\text{‰}$ に位置した。

9 個体の中で全長 29.1 cm の雌の 1 個体は、 $\delta^{15}\text{N}$  が $11.4\text{‰}$ と他個体と同様であるものの、 $\delta^{13}\text{C}$  が $-19.2\text{‰}$ と他の個体より約 $1.3\sim 1.9\text{‰}$ 低いことから、他海域より来遊してきた個体である可能性がある。

捕食-被捕食の関係を安定同位体比からみると、栄養段階が 1 段階上がると  $\delta^{13}\text{C}$  が約 $1\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が約 $3\text{‰}$ 高くなることが一般的に知られている<sup>22)</sup>。

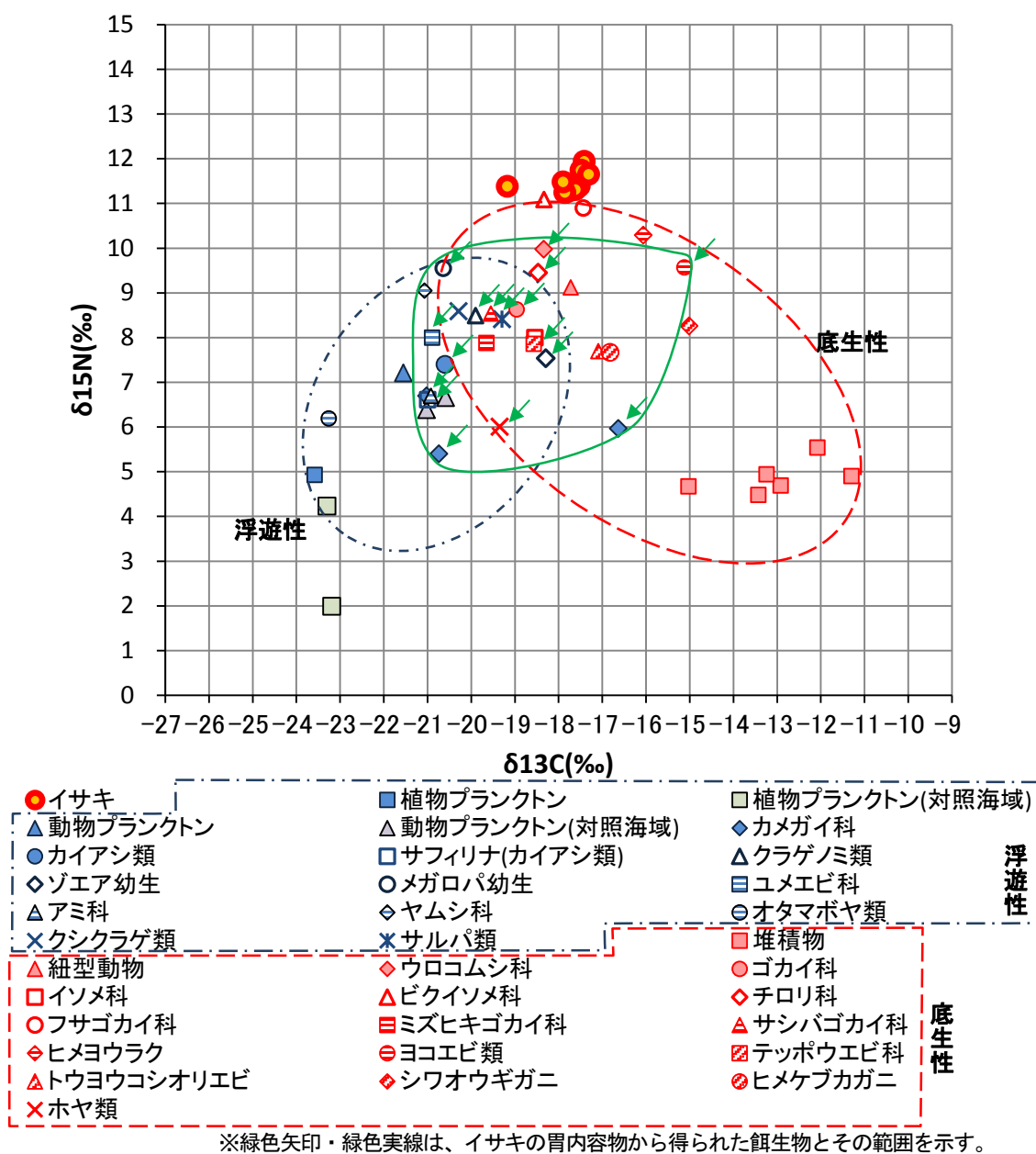
平成 26 年度では、過年度調査を含め胃内容物から得られた生物と同じ種類もしくは分類群の生物については、図中の矢印で示すとおり、浮遊性および底生性の動物ともに  $\delta^{13}\text{C}$  が $-21\sim -15\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が $4\sim 10\text{‰}$ と、イサキの下の  $\delta^{13}\text{C}$  が約 $1\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が約 $3\text{‰}$ の位置よりも広い範囲にあった。

このように、イサキは、イサキの安定同位体比から  $\delta^{13}\text{C}$  が約 $1\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  が約 $3\text{‰}$ の下の範囲に比べて、より広い範囲に位置する生物を摂餌しており、人工マウンド礁の生態系の上位に位置していることがわかった。

表Ⅵ－3－9 炭素窒素安定同位体比の分析に用いた試料の採取日・場所および方法  
(平成 26 年度)

| 種 類               | 採取日   | 採取場所            | 採取方法・分析試料                      |
|-------------------|-------|-----------------|--------------------------------|
| イサキ               | 5月20日 | 人工マウンド礁         | 刺網、体側筋                         |
| 動物プランクトン(種類別)     | 5月18日 | 人工マウンド礁         | 丸稚ネット(モジ網、GG54)、<br>個体を抽出・全量   |
| 動物プランクトン(全量)      | 5月18日 | 人工マウンド礁、<br>対照区 | 北原式プランクトンネット<br>(XX13)、フィルター濾過 |
| 植物プランクトン(POM)(全量) | 5月18日 | 人工マウンド礁、対照区     | 採水、フィルター濾過                     |
| 付着動物(種類別)         | 5月18日 | 人工マウンド礁         | 枠取り、個体を抽出                      |
| 堆積物               | 5月18日 | 人工マウンド礁         | 石材表面の堆積物を手動ボ<br>ンプで採取、フィルター濾過  |

※動物プランクトン(全量)は、目合い0.1 mのネットで採取した試料を全量分析に用いた。動物プランクトン(種類別)は、採取した試料から1 mm～20 mm程度のサイズの個体を抽出し、複数個体を分析必要量集めて、分析した。付着動物(種類別)は、採取した試料から個体を抽出し、1個体ごとに分析した。



図VI-3-11 人工マウンド礁および周辺海域における $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ マップ(平成26年度)

#### 4. 産卵場調査

##### (1) 成熟度調査

##### ①平成 24 年度調査結果

平成 24 年度に人工マウンド礁を含む海域でイサキを収集し、雌雄の区別と計測結果を表Ⅵ－4－1 に示す。また、雌雄別の全長・体重分布を図Ⅵ－4－1 に、漁獲日別のイサキ(雌)の全長および GSI を図Ⅵ－4－2 に示す。

平成 24 年度では、6 月 14 日から 10 月 6 日の期間に得られたイサキ計 129 尾(うち雌 90 尾)を測定した。

GSI は、調査開始の 6 月 14 日に 18.6 と最大値がみられ、期間の経過に伴い低下し、人工マウンド礁での GSI は周辺海域の GSI と同様な値で推移した。

成熟期の GSI が 10 程度以上であると産卵を行っていると考え<sup>18)</sup>、平成 24 年度では、6 月に GSI10 以上の個体が人工マウンド礁で得られ、人工マウンド礁に産卵可能な個体が増集していると考えられる。

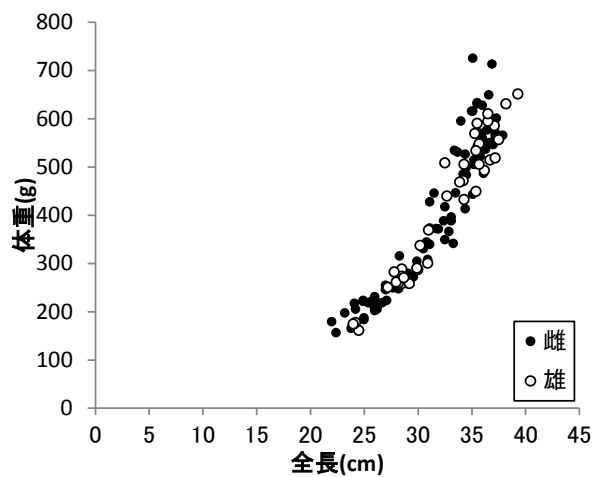
表Ⅵ－4－1 イサキの計測結果(平成 24 年度)

| 採取<br>月日 | 採取場所    | 漁獲方<br>法 | 計測<br>尾数 | 雌雄 | 全長<br>(cm) | 体長<br>(cm) | 体重<br>(g) | 生殖腺<br>重量(g) | GSI      |
|----------|---------|----------|----------|----|------------|------------|-----------|--------------|----------|
| 6月14日    | 人工マウンド礁 | 刺網       | 11       | 雌  | 22.0-31.1  | 19.3-26.4  | 156-427   | 6.3-21.5     | 8.6-18.6 |
| 6月27日    | 甌島      | 定置網      | 10       | 雌  | 33.4-36.9  | 28.8-31.8  | 526-725   | 16.3-43.5    | 4.8-14.3 |
| 7月10日    | 桑島北     | 釣        | 6        | 雌  | 33.5-37.2  | 28.4-32.8  | 446-568   | 7.7-21.5     | 2.1- 6.4 |
|          |         |          | 4        | 雄  | 32.5-35.7  | 28.8-31.3  | 505-548   | 14.4-60.0    | -        |
| 7月22日    | 人工マウンド礁 | 刺網       | 3        | 雌  | 26.0-26.3  | 21.8-22.2  | 202-214   | 2.8- 5.7     | 2.8- 5.5 |
|          |         |          | 3        | 雄  | 24.5-28.5  | 21.0-24.6  | 161-288   | 2.4- 9.3     | -        |
| 7月25日    | 桑島北     | 釣        | 6        | 雌  | 34.5-37.0  | 28.6-30.6  | 499-649   | 9.3-18.6     | 2.6- 5.8 |
|          |         |          | 4        | 雄  | 35.3-37.1  | 30.4-29.5  | 594-569   | 5.8- 9.5     | -        |
| 7月26日    | 桑島北     | 釣        | 4        | 雌  | 27.0-29.0  | 22.4-24.0  | 245-272   | 2.9- 5.4     | 2.2- 3.9 |
| 7月31日    | 桑島北     | 釣        | 8        | 雌  | 31.7-37.9  | 25.7-30.6  | 372-571   | 5.6- 9.6     | 1.7- 2.9 |
|          |         |          | 2        | 雄  | 36.7-39.3  | 29.1-32.1  | 514-651   | 5.7- 6.4     | -        |
| 8月13日    | 人工マウンド礁 | 刺網       | 3        | 雌  | 25.0-33.3  | 21.2-28.4  | 187-366   | 3.3- 5.6     | 2.3- 3.7 |
|          |         |          | 6        | 雄  | 24.1-36.2  | 20.8-30.5  | 175-492   | 0.7-4.7      | -        |
| 8月17日    | 人工マウンド礁 | 刺網       | 5        | 雌  | 23.8-31.9  | 21.0-27.7  | 165-371   | 1.2- 4.6     | 1.4- 4.0 |
|          |         |          | 5        | 雄  | 34.2-37.5  | 29.0-32.7  | 471-610   | 2.1- 3.0     | -        |
|          | 桑島北     | 釣        | 5        | 雌  | 35.2-36.3  | 30.7-32.0  | 514-559   | 4.3- 9.0     | 1.2- 2.9 |
|          |         |          | 5        | 雄  | 34.2-37.5  | 29.0-32.7  | 471-610   | 2.1- 3.0     | -        |
| 9月2日     | 人工マウンド礁 | 刺網       | 15       | 雌  | 25.7-35.1  | 21.0-28.4  | 221-443   | 1.6- 4.0     | 1.2- 2.6 |
|          |         |          | 4        | 雄  | 27.2-29.9  | 22.0-23.7  | 250-290   | 0.1- 1.0     | -        |
| 9月25日    | 桑島北     | 釣        | 8        | 雌  | 30.5-37.3  | 26.1-31.9  | 308-601   | 0.9-5.8      | 0.4- 1.7 |
|          |         |          | 2        | 雄  | 33.9-38.2  | 28.7-32.4  | 468-630   | 3.0-3.1      | -        |
| 10月6日    | 人工マウンド礁 | 刺網       | 6        | 雌  | 26.0-31.5  | 22.2-27.0  | 218-445   | 1.8-3.1      | 1.2-2.2  |
|          |         |          | 4        | 雄  | 28.7-32.7  | 25.0-27.5  | 270-439   | 0.3-0.7      | -        |

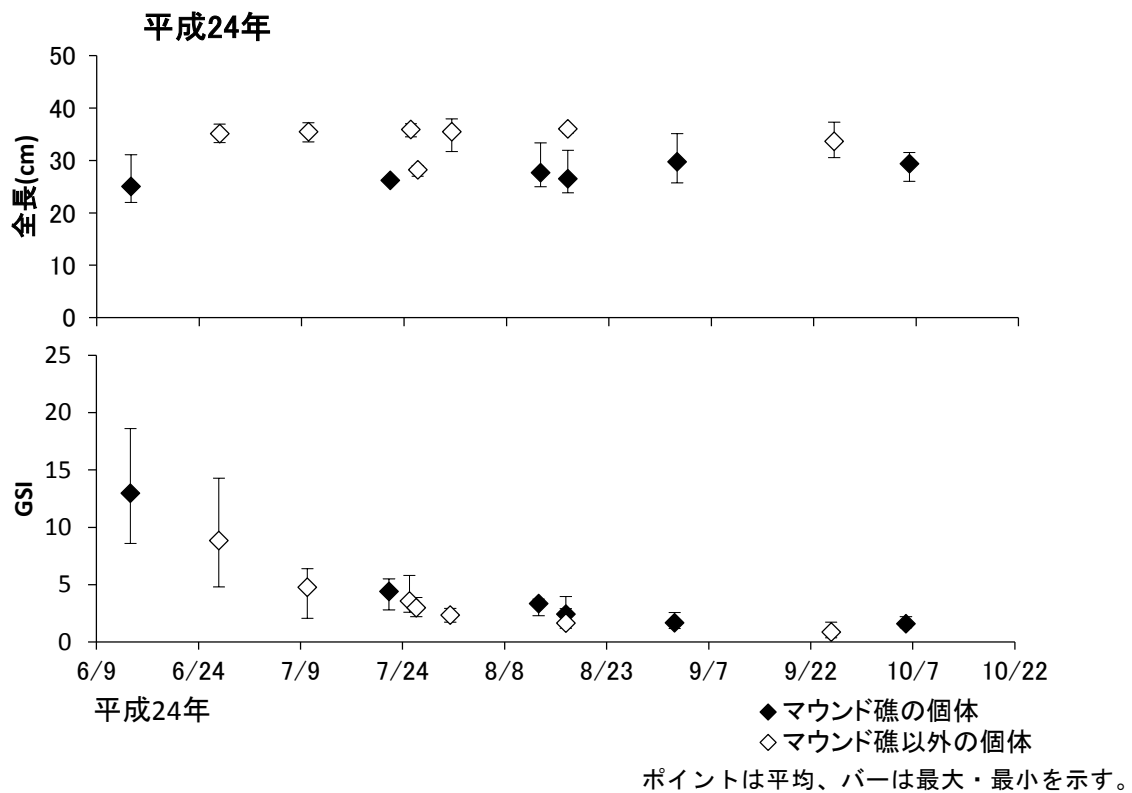
計測尾数：雌61尾、雄29尾

※全長、体長、体重、生殖腺重量、GSI は、最大-最小を示す。

GSI は雌について求めた。  $GSI = [生殖腺重量(g) / 尾叉長(mm)^3] \times 10^7$



図VI-4-1 雌雄別のイサキの全長・体重（平成24年度）



図VI-4-2 漁獲日別のイサキ（雌）の全長およびGSI

## ②平成25年度調査結果

平成25年度に人工マウンド礁を含む海域でイサキを収集し、雌雄の区別と計測結果を表VI-4-2に示す。また、雌雄別の全長・体重分布を図VI-4-3、漁獲日別のイサキ（雌）の全長および生殖腺指数(GSI)を図VI-4-4に示す。

平成25年度では、4月14日から10月14日の期間に得られたイサキ計123尾（うち雌63尾）を測定した。

GSIは、5月15日に22.5と最大値がみられ、期間の経過に伴い低下し、人工マウンド礁では最大で10.8の値がみられている。

成熟期のGSIが10程度以上であると産卵を行っていると考えられており<sup>18)</sup>、本調査の結果では、5月～6月にかけてGSI10以上の個体が人工マウンド礁で得られており、人工マウンド礁に産卵可能な個体が継続して増集していると考えられる。

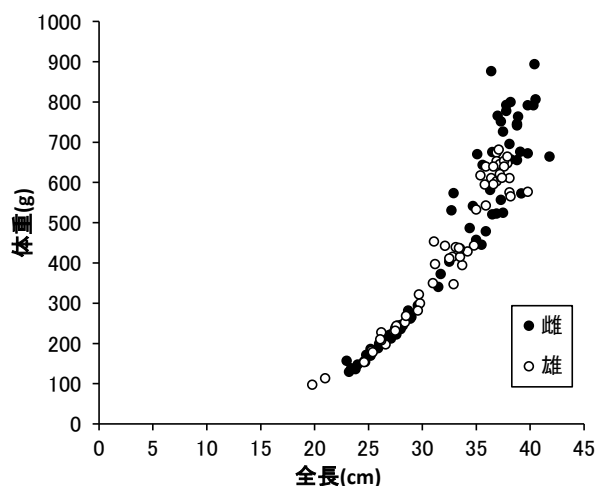
表Ⅵ－４－２ イサキの計測結果(平成25年度)

| 採取月日   | 採取場所  | 漁獲方法     | 計測尾数 | 雌雄 | 全長(cm)    | 体長(cm)    | 体重(g)   | 生殖腺重量(g)  | GSI       |
|--------|-------|----------|------|----|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 4月14日  | 桑島北   | 釣り       | 8    | 雌  | 37.5-40.4 | 32.1-35.0 | 656-893 | 19.9-41.9 | 4.0-7.8   |
|        |       |          | 2    | 雄  | 36.9      | 31.6-31.9 | 652-674 | 35.6-35.8 | 8.6-8.7   |
| 4月30日  | 桑島北   | 釣り       | 6    | 雌  | 35.1-40.5 | 30.3-34.7 | 670-806 | 20.4-76.0 | 4.9-17.0  |
|        |       |          | 1    | 雄  | 35.9      | 30.5      | 639     | 70.5      | 18.8      |
| 5月15日  | 桑島北   | 釣り       | 7    | 雌  | 32.6-39.8 | 27.2-33.7 | 530-876 | 32.3-94.6 | 11.2-22.5 |
|        |       |          | 0    | 雄  | -         | -         | -       | -         | -         |
| 6月2日   | マウンド礁 | 釣り       | 1    | 雌  | 38.8      | 32.5      | 741     | 52.7      | 10.8      |
|        |       |          | 9    | 雄  | 36.4-38.1 | 31.1-32.6 | 602-681 | 35.9-72.8 | 8.0-16.8  |
| 6月5日   | マウンド礁 | 釣り       | 3    | 雌  | 35.6-38.8 | 30.6-32.5 | 581-655 | 26.6-41.7 | 5.9-10.7  |
|        |       |          | 2    | 雄  | 35.4-36.6 | 30.4-30.7 | 616-639 | 68.4-73.9 | 8.6-19.3  |
| 6月16日  | マウンド礁 | 刺網       | 15   | 雌  | 23.2-35.5 | 21.4-32.3 | 129-445 | 3.5-13.6  | 5.3-10.4  |
|        |       |          | 5    | 雄  | 27.4-33.7 | 25.0-30.8 | 229-394 | 11.0-25.5 | 10.2-14.8 |
| 7月1日   | マウンド礁 | 釣り       | 3    | 雌  | 35.0-39.8 | 27.9-31.8 | 456-672 | 12.3-38.4 | 3.7-8.2   |
|        |       |          | 7    | 雄  | 35.0-37.6 | 27.5-30.0 | 532-639 | 21.6-39.7 | 5.6-10.3  |
| 7月23日  | 桑島北   | 釣り       | 3    | 雌  | 32.5-35.9 | 27.7-29.7 | 403-486 | 20.6-27.0 | 6.6-8.4   |
|        |       |          | 7    | 雄  | 32.1-34.8 | 26.5-28.8 | 411-443 | 7.6-38.9  | 2.7-14.0  |
| 8月11日  | マウンド礁 | 釣り       | 4    | 雌  | 23.0-27.6 | 20.2-23.5 | 136-222 | 1.6-2.9   | 1.4-1.9   |
|        |       |          | 9    | 雄  | 21.0-33.5 | 18.0-36.8 | 113-453 | 0.5-4.0   | 0.6-1.4   |
| 9月9日   | 川内沖   | 釣り       | 4    | 雌  | 36.5-41.8 | 30.6-34.6 | 520-664 | 3.7-5.5   | 0.9-1.2   |
|        |       |          | 6    | 雄  | 37.9-39.8 | 31.9-32.7 | 565-664 | 2.1-2.8   | 0.5-0.6   |
| 10月14日 | マウンド礁 | 刺網<br>釣り | 7    | 雌  | 24.0-28.0 | 22.3-26.0 | 146-245 | 0.6-1.5   | 1.0-1.6   |
|        |       |          | 14   | 雄  | 19.7-31.2 | 18.7-29.8 | 96-397  | 0.04-1.1  | 0.1-1.2   |

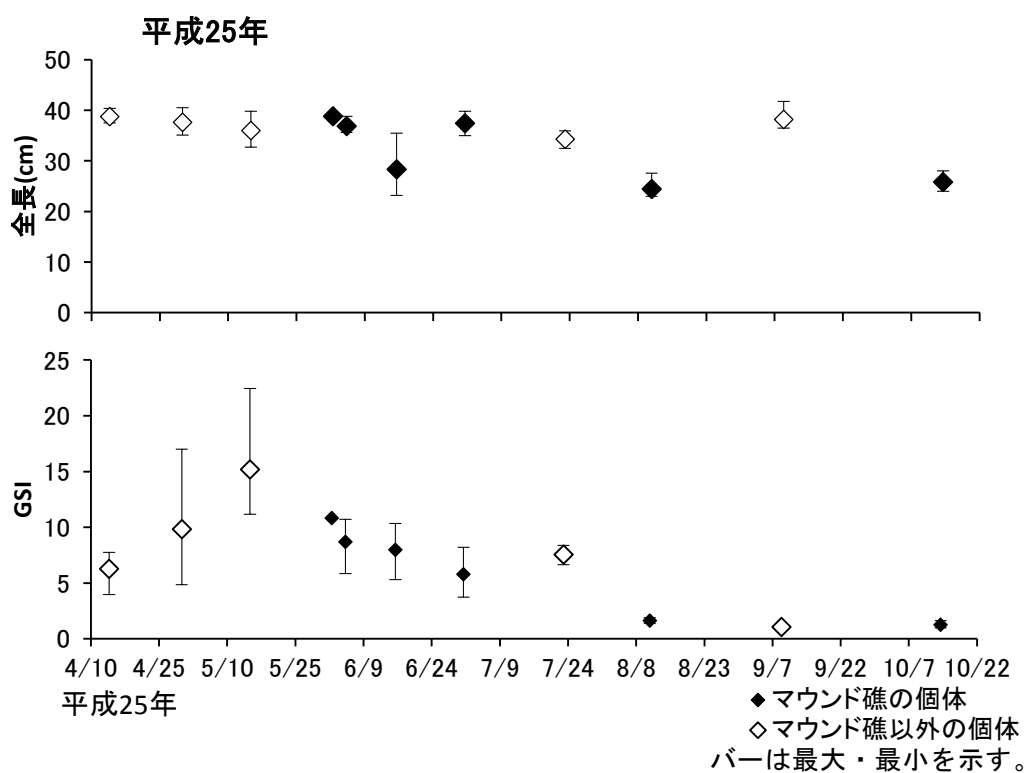
計測尾数:雌63尾、雄60尾

※全長、体長、体重、生殖腺重量、GSIは、最大-最小を示す。

GSI=[生殖腺重量(g)/尾叉長(mm)<sup>3</sup>]×10<sup>7</sup>



図VI-4-3 雌雄別のイサキの全長・体重（平成 25 年度）



図VI-4-4 漁獲日別のイサキ（雌）の全長および GSI（平成 25 年度）

### ③平成 26 年度調査結果

平成 26 年度に人工マウンド礁を含む海域でイサキを収集し、雌雄の区別と計測結果を表VI-4-3に示す。また、雌雄別の全長・体重分布を図VI-4-5に、雌の全長と生殖腺重量・GSI の分布を図VI-4-6に、漁獲日別のイサキ(雌)の全長および GSI を図VI-4-7に示す。

平成26年度では、3月14日から11月15日の期間に得られたイサキ計119尾（うち雌73尾）の測定を行い、雌は、全長18.4～41.1cm、体重82～829 gの範囲にあった。

雌のイサキの全長と生殖腺重量の関係では、全長が大きくなるとともに雌の生殖腺重量が大きくなる傾向を示し、雌のイサキの全長とGSIの関係では、全長20cm以上になるとGSI

が10を越える個体がみられた。

GSIの推移をみると、調査開始3月14日から徐々にGSIが増加し、5月14日から6月26日の期間中にGSIの平均が概ね10以上となり、その後減少した。また、人工マウンド礁で得られた5月20日の試料では、人工マウンド礁以外の採取場所よりもGSIが高い値を示す個体がみられた。

成熟期のGSIが10程度以上であると産卵を行っていると考えられており<sup>18)</sup>、平成26年度では、5月～6月にかけてGSIが10以上の個体が多かったことから、人工マウンド礁域に産卵可能な個体が増えていると考えられる。

表Ⅵ－４－３ イサキの計測結果(平成 26 年度)

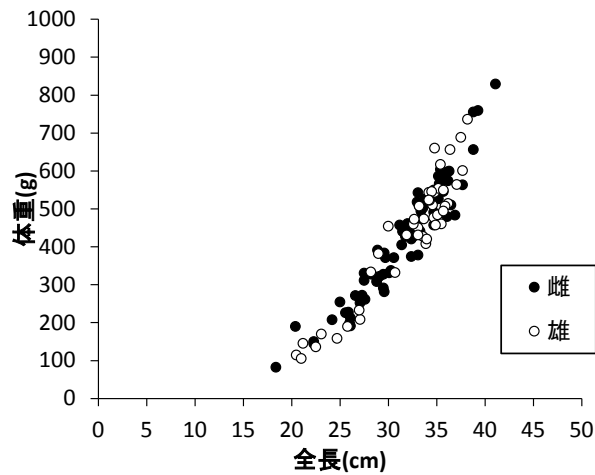
| 採取<br>月日 | 採取場所    | 漁獲<br>方法 | 計測<br>尾数 | 雌雄 | 全長<br>(cm) | 体重<br>(g) | 生殖腺<br>重量(g) | GSI       |
|----------|---------|----------|----------|----|------------|-----------|--------------|-----------|
| 3月14日    | 桑島周辺    | 釣り       | 6        | 雌  | 27.3-36.1  | 272-597   | 2.2-5.7      | 0.6-2.1   |
|          |         |          | 6        | 雄  | 31.9-34.8  | 431-543   | 3.4-13.9     | 1.2-5.7   |
| 4月14日    | 川内沖     | 釣り       | 6        | 雌  | 33.3-39.3  | 474-759   | 8.2-23.6     | 3.0-7.5   |
|          |         |          | 4        | 雄  | 34.6-37.7  | 510-617   | 16.1-34.1    | 4.8-10.5  |
| 5月14日    | 長島沖     | 釣り       | 10       | 雌  | 29.7-34.8  | 371-542   | 23.4-38.4    | 9.7-12.7  |
|          |         |          | 0        | 雄  | —          | —         | —            | —         |
| 5月20日    | 人工マウンド礁 | 刺網       | 16       | 雌  | 18.4-36.3  | 82-599    | 0.01-40.5    | 0.02-18.3 |
|          |         |          | 10       | 雄  | 20.5-37.5  | 114-688   | 11.6-71.8    | 4.5-25.1  |
| 5月29日    | 長島沖     | 釣り       | 7        | 雌  | 33.0-35.4  | 441-604   | 32.0-41.8    | 10.0-14.0 |
|          |         |          | 3        | 雄  | 32.7-34.3  | 472-522   | 47.7-60.2    | 14.7-21.3 |
| 6月7日     | 桑島北     | 刺網       | 6        | 雌  | 20.4-29.6  | 190-391   | 3.7-24.8     | 5.0-11.5  |
|          |         |          | 1        | 雄  | 21.2       | 145       | 9.9          | 12.4      |
| 6月26日    | 桑島北     | 釣り       | 8        | 雌  | 30.6-41.1  | 371-829   | 19.0-61.1    | 6.4-17.6  |
|          |         |          | 2        | 雄  | 34.2-38.2  | 523-736   | 59.9-105.4   | 21.3-24.8 |
| 7月24日    | 桑島北     | 釣り       | 4        | 雌  | 36.1-37.7  | 479-563   | 12.5-19.8    | 3.4-6.0   |
|          |         |          | 6        | 雄  | 34.7-37.1  | 477-564   | 9.6-27.4     | 2.5-8.2   |
| 8月24日    | 桑島北     | 釣り       | 4        | 雌  | 31.4-34.7  | 374-457   | 1.9-5.7      | 0.7-1.9   |
|          |         |          | 6        | 雄  | 33.1-35.7  | 408-494   | 1.7-6.0      | 0.5-1.8   |
| 11月15日   | 人工マウンド礁 | 刺網       | 6        | 雌  | 26.0-30.1  | 191-331   | 1.5-3.0      | 0.9-1.4   |
|          |         |          | 6        | 雄  | 21.0-30.7  | 105-332   | 0.1-0.8      | 0.2-0.3   |
|          |         |          | 2        | 不明 | 11.6-14.2  | 19-33     | —            | —         |

計測尾数：雌73尾、雄44尾、不明2尾

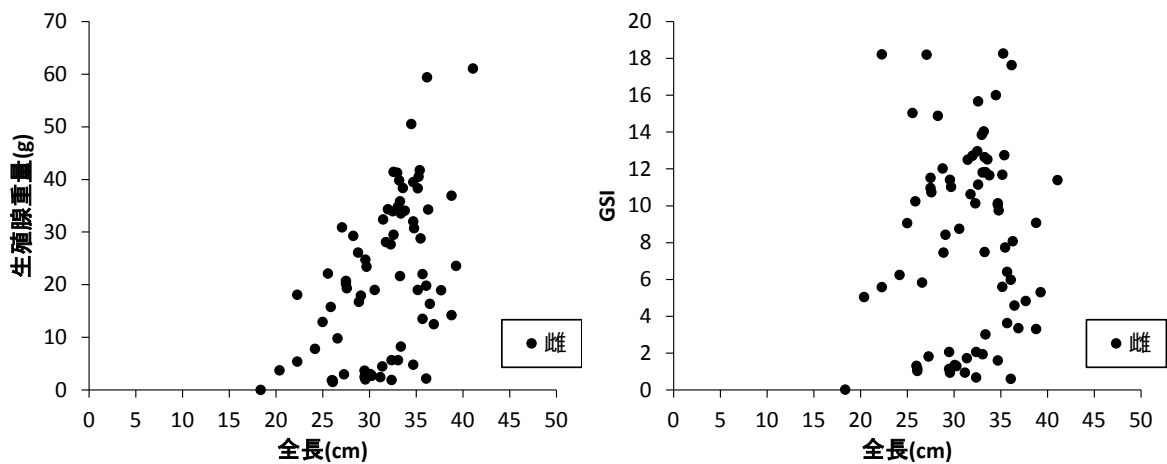
※全長、体重、生殖腺重量、GSIの値は、最大-最小を示す。

$GSI = [生殖腺重量(g) / 尾又長(mm)^3] \times 10^7$

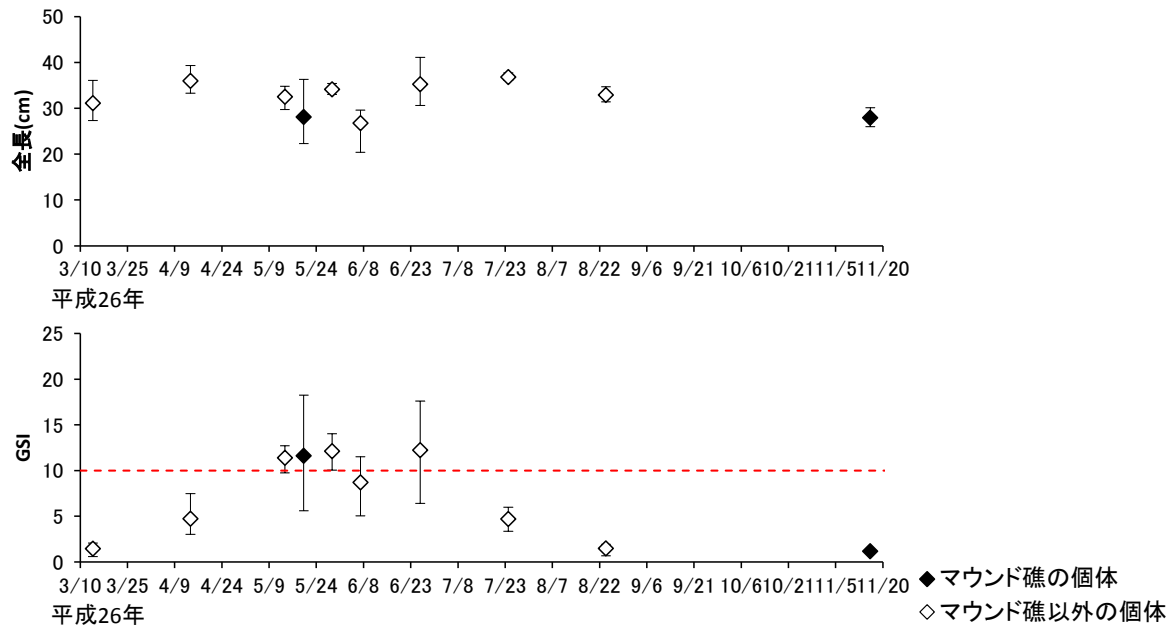




図VI-4-5 雌雄別のイサキの全長と体重（平成26年度）



図VI-4-6 雌のイサキの全長と生殖腺重量(左図)、全長と GSI (右図)（平成26年度）

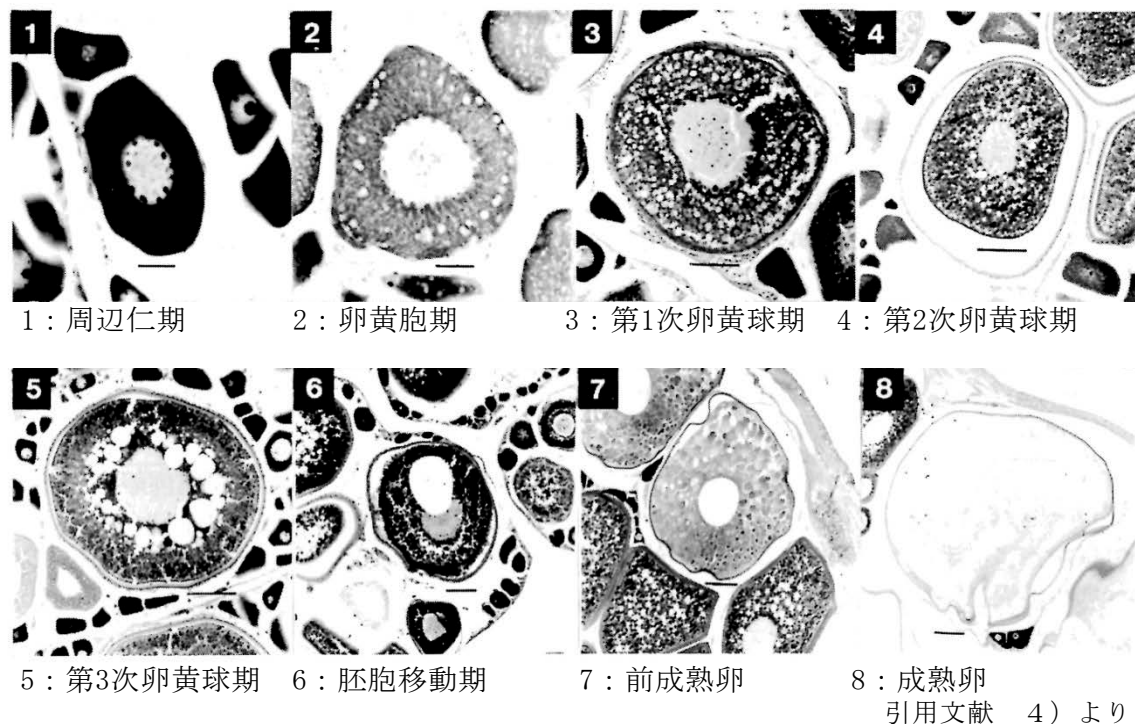


※バーは最大・最小を示す。

※5月20日に人工マウンド礁で得られた最小個体(全長18.4cm、GSI0.02)は図から省略した。

図VI-4-7 漁獲日別のイサキ(雌)の全長(上図)および GSI (下図)の推移(平成26年度)

イサキの卵の成熟段階は、1) 周辺仁期、2) 卵黄胞期、3) 第1次卵黄球期、4) 第2次卵黄球期、5) 第3次卵黄球期、6) 胚胞移動期、7) 前成熟期、8) 成熟期、9) 完熟期の9段階に分けられている<sup>4)</sup> (図VI-4-8)。



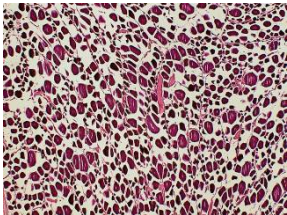
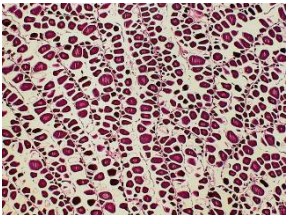
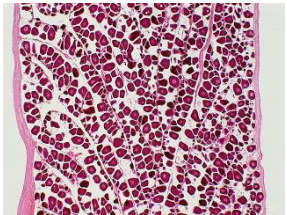
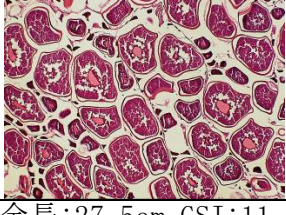
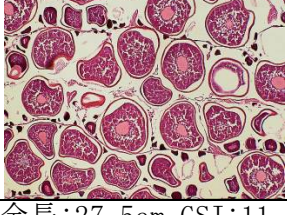
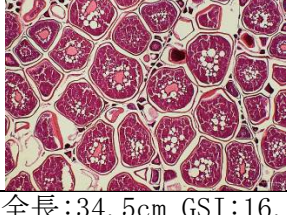
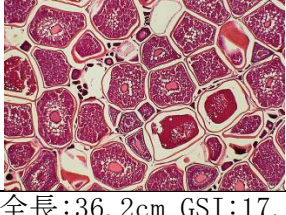
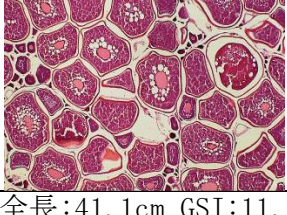
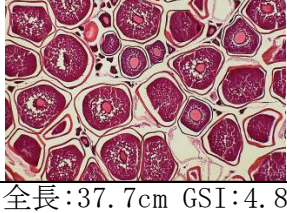
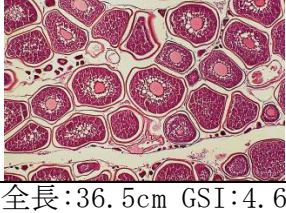
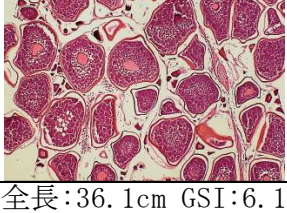
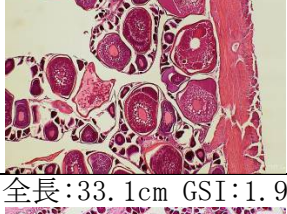
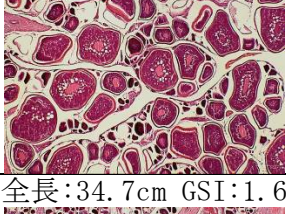
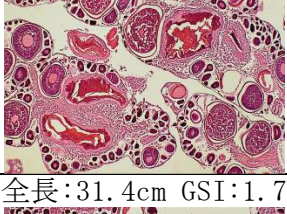
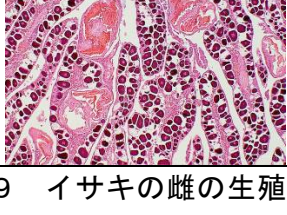
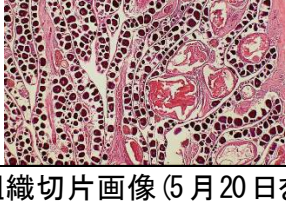
図VI-4-8 イサキの卵巣卵の成熟段階

阿久根海域で採取されたイサキについては、3月以降に卵の成熟が進み、5月～6月には第3次卵黄球期から成熟卵の成熟の進んだ状態の卵が多くみられ、7月には卵細胞が減少し、8月には再び未成熟な細胞が増加していた(図VI-4-9)。

人工マウンド礁で得られた5月20日の個体も周辺海域と同様に成熟が進んでいた。

このように、阿久根海域ではイサキの卵巣が6月には発達し、人工マウンド礁でも周辺海域同様に産卵が可能な状態になっていたと考えられる。



|                        |                                                                                                           |                                                                                                            |                                                                                                             |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3月14日                  | 全長:29.5cm GSI:2.1<br>    | 全長:32.4cm GSI:2.1<br>    | 全長:30.3cm GSI:1.3<br>    |
| 4月14日                  | 全長:39.3cm GSI:5.3<br>    | 全長:33.3cm GSI:7.5<br>    | 全長:35.2cm GSI:5.6<br>    |
| 5月20日<br>(人工マウン<br>ド礁) | 全長:28.8cm GSI:12.0<br>   | 全長:35.3cm GSI:18.3<br>   | 全長:36.3cm GSI:8.1<br>    |
| 6月7日                   | 全長:29.6cm GSI:11.4<br>  | 全長:27.5cm GSI:11.0<br>  | 全長:27.5cm GSI:11.5<br>  |
| 6月26日                  | 全長:34.5cm GSI:16.0<br> | 全長:36.2cm GSI:17.6<br> | 全長:41.1cm GSI:11.4<br> |
| 7月24日                  | 全長:37.7cm GSI:4.8<br>  | 全長:36.5cm GSI:4.6<br>  | 全長:36.1cm GSI:6.1<br>  |
| 8月24日                  | 全長:33.1cm GSI:1.9<br>  | 全長:34.7cm GSI:1.6<br>  | 全長:31.4cm GSI:1.7<br>  |

図VI-4-9 イサキの雌の生殖腺組織切片画像(5月20日を除き人工マウンド礁以外の個体)  
(平成26年度)

## (2) 仔魚調査

水槽内自然産卵では、受精からふ化までの時間が約 30 時間となっており<sup>14)</sup>、仔魚の発育段階と日数は、次の通りに分けられている<sup>4)</sup>。

前期仔魚 : ふ化からふ化 1 日後

前屈曲期仔魚 : ふ化 2～11 日後

屈曲期仔魚 : ふ化 19 日後

後屈曲期仔魚 : ふ化 21～25 日後

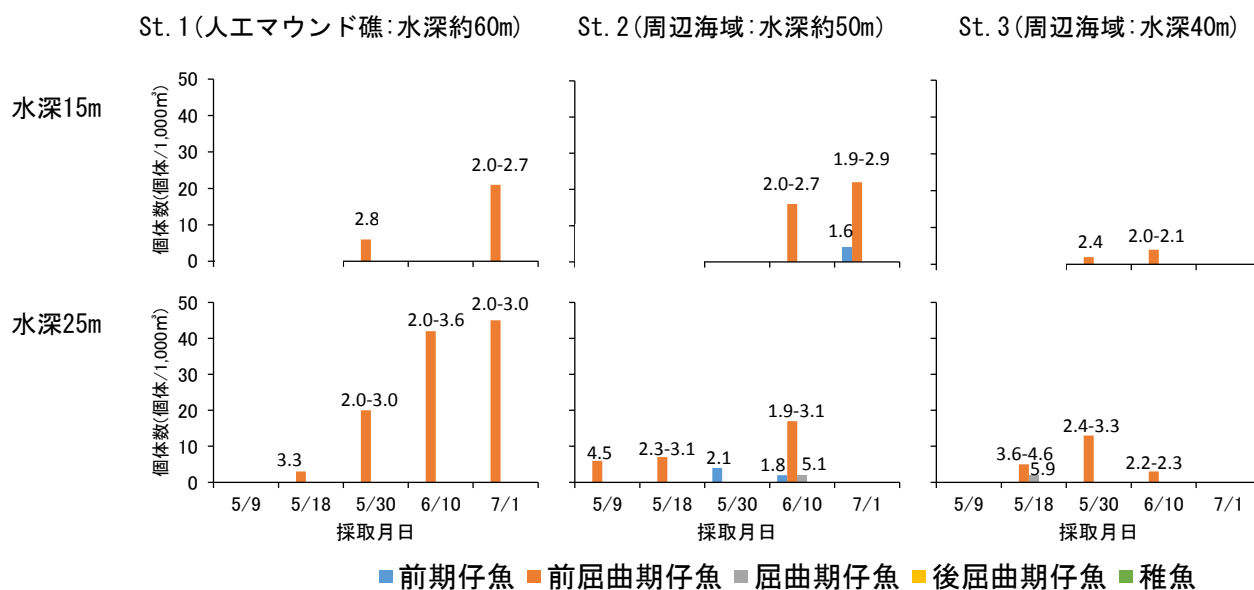
人工マウンド礁では、5 月 18 日以降に前屈曲期仔魚が採取され、水深 15 m では 0～21 個体/1,000 m<sup>3</sup>、水深 25 m では 3～45 個体/1,000 m<sup>3</sup>が採取された。

また、周辺海域では前屈曲期仔魚が 0～22 個体/1,000 m<sup>3</sup>と人工マウンド礁よりも少ないものの、前期仔魚が 5 月 30 日と 6 月 10 日に St. 2 で、屈曲期仔魚が 5 月 18 日に St. 3 で出現した(図 VI-4-10、図 VI-4-11)。

このことから、産卵後 3 日～2 週間程度を経過したイサキの仔魚が人工マウンド礁に出現していたことがわかった。

人工マウンド礁では、屈曲期仔魚・後屈曲期仔魚が採取されなかったことから、仔魚は、成長に従い、周辺海域に拡散していたものとみられる。

他海域でのイサキ仔魚の出現状況をみると、五島灘北部海域<sup>19)</sup>では 6 月に 0～74(平均 17)個体/1,000 m<sup>3</sup>、7 月に 0～126(平均 22)個体/1,000 m<sup>3</sup>、土佐<sup>20)</sup>では布部ら(2008)により、5 月～8 月の 4 回の調査において、6 月に最大 68 個体/1,000 m<sup>3</sup>が採取されており、人工マウンド礁の出現個体数は、他海域と同程度であった。

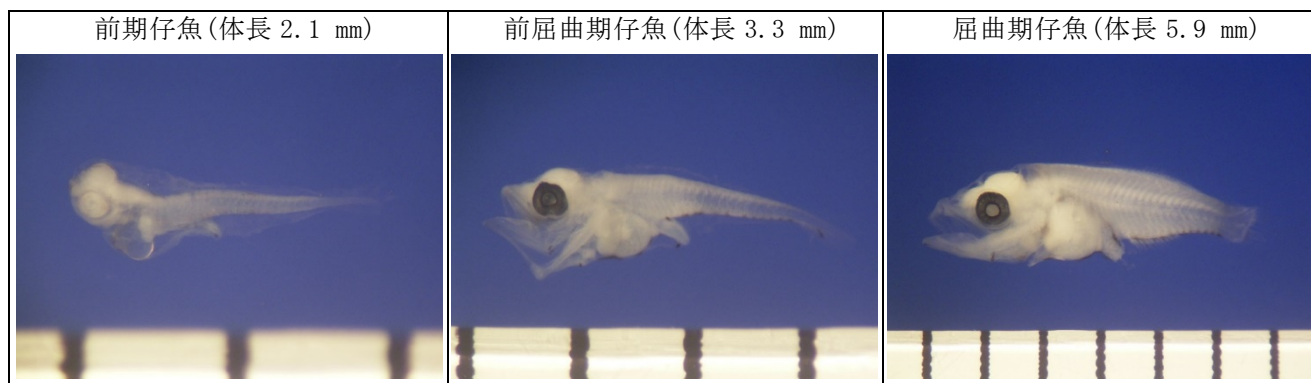


※図中の数字は、体長(mm)範囲を示す。範囲で示していないものは採取が1個体であったことを示す。

5/9は水深30mで採取した。

図 VI-4-10 イサキ仔魚の採取結果(平成26年度)



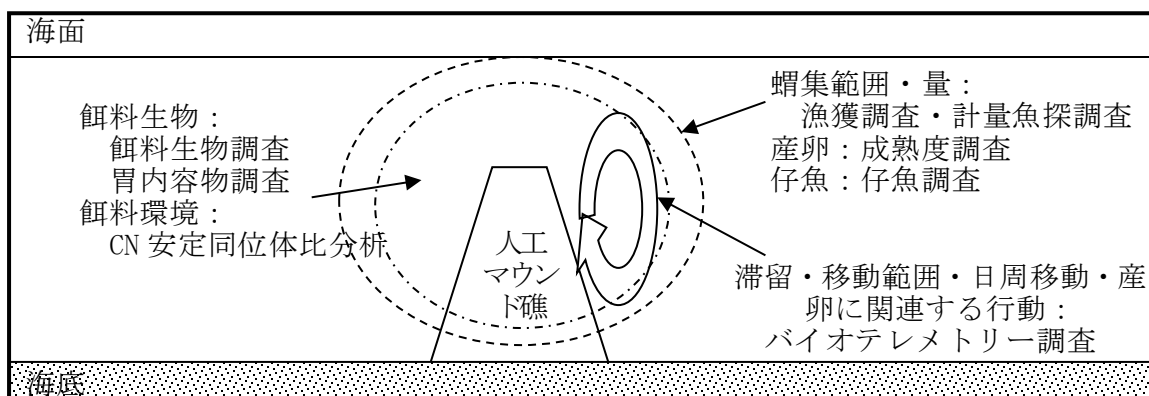


図VI-4-11 仔魚調査で得られたイサキ仔魚（平成26年度）

## Ⅶ 3ヶ年のとりまとめ

本調査では、人工マウンド礁におけるイサキの蛸集生態、産卵・摂餌場としての利用状況を明らかにするため、平成 24～26 年度の 3 ヶ年の調査を実施した（図Ⅶ－1）。

- ・ 成魚の滞留・移動範囲・日周移動・季節的な行動の変化・産卵に関連する行動
  - ・・・ バイオテレメトリー調査
- 蛸集範囲と蛸集量
  - ・・・ 漁獲調査、計量魚探調査
- 餌料生物
  - ・・・ 餌料生物分布調査、胃内容物調査
- 餌料環境(食物網)
  - ・・・ CN安定同位体比分析
- ・ 産卵および仔魚の分布
  - ・・・ 成熟度調査、仔魚調査



図Ⅶ－1 人工マウンド礁における本調査の調査項目

### ①成魚の滞留・移動範囲・日周移動・産卵に関連する行動

平成 24 年度には 1 昼夜および 3 昼夜の連続追跡を計 5 ケースで、平成 25 年度には 1 昼夜の連続追跡を計 3 ケースで行い、平成 25 年度には設置型受信機による追跡を 15 ケースで行った（表Ⅶ－1）。

平成 24 年度では、桑島周辺海域で釣獲されたイサキを人工マウンド礁に、平成 25 年度では、人工マウンド礁で採取したイサキを人工マウンド礁に放流し、連続追跡を行った。

その結果、平成 24 年度と平成 25 年度ともに、放流日は、人工マウンド礁にとどまる傾向を示した。その後、平成 24 年度では、放流日の晩から移動を開始し、翌日には採取した海域(天然礁)に戻り、その海域にとどまる傾向を示した（図Ⅶ－2、左図：平成 24 年度）。

平成 25 年度では、人工マウンド礁および近傍海域に留まった（図Ⅶ－2、右図：平成 25 年度）。また、人工マウンド礁では天端部から法尻部にあたる水深帯を遊泳し、天然礁に移動した個体は、海底面に沿って移動する傾向にあった（図Ⅶ－3）

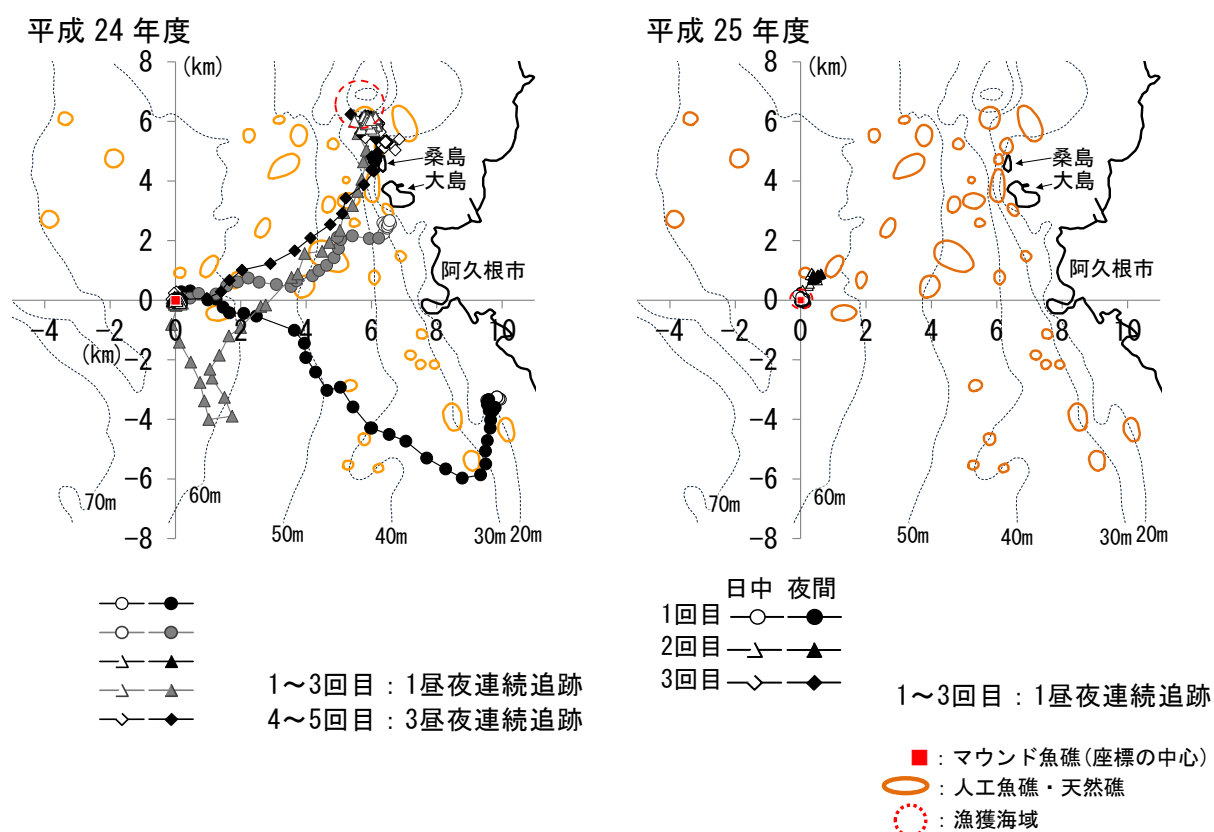
このことから、イサキは採取した場所に戻る傾向にあり、戻った後は、夜間においても大きく移動しないことがわかった。

表Ⅶ－１ 平成 24 年度および平成 25 年度のイサキの追跡内容

| 調査年度    | 項目     | 調査回     | 追跡期間                                            | 全長<br>(cm) |
|---------|--------|---------|-------------------------------------------------|------------|
| 平成 24 年 | 1 昼夜連続 | 1       | 7/22 16:51～7/23 8:00                            | 30.5       |
|         |        | 2       | 7/24 16:38～7/25 8:00                            | 33.3       |
|         |        | 3       | 7/26 16:45～7/27 8:00, <u>7/28</u> , <u>7/29</u> | 34.1       |
|         | 3 昼夜連続 | 4       | 7/28 16:39～7/31 8:00                            | 32.5       |
|         |        | 5       | 8/ 8 16:42～8/11 8:00                            | 36.6       |
| 平成 25 年 | 1 昼夜連続 | 1       | 8/5 17:40～8/6 8:00, <u>8/7</u> , <u>8/8</u>     | 30.5       |
|         |        | 2       | 8/7 17:37～8/8 8:00, <u>8/9</u> , <u>8/10</u>    | 33.3       |
|         |        | 3       | 8/9 17:10～8/10 8:00, <u>8/11</u> , <u>8/12</u>  | 34.1       |
|         | 設置型追跡  | 15 個体追跡 | 8/5 17:00～10/12 13:00                           | －          |

※アンダーラインについては、連続追跡終了後に日中に追跡個体を確認した日を示す。

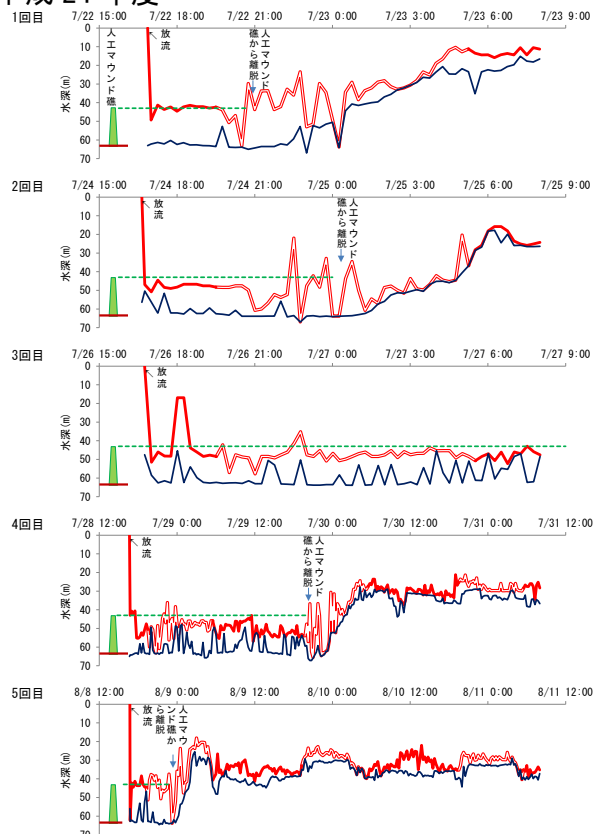
※設置型追跡に用いたイサキの全長(cm)は放流した平均31.4 cm、最大35.8 cm、最小26.5 cm。



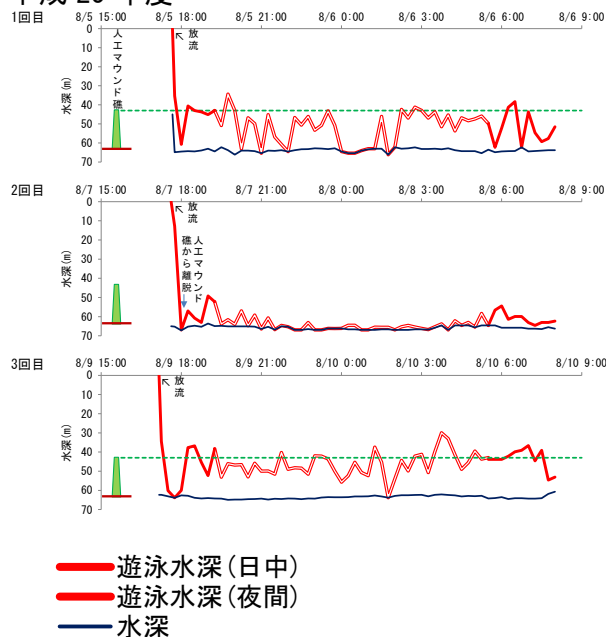
図Ⅶ－２ イサキの移動経路（左図：平成 24 年度、右図：平成 25 年度）



## 平成 24 年度



## 平成 25 年度



遊泳水深(日中)  
 遊泳水深(夜間)  
 水深

平成24年度1～3回目：1昼夜連続追跡  
 平成24年度4～5回目：3昼夜連続追跡  
 平成25年度1～3回目：1昼夜連続追跡

※図中の緑点線は人工マウンド礁の高さを示す。

図Ⅶ－3 イサキの遊泳水深（左図：平成 24 年度、右図：平成 25 年度）

平成 25 年度では、8 月から 2 ヶ月間、設置型受信機による追跡を行い、人工マウンド礁にとどまる個体がいることを確認した。（表Ⅶ－2、図Ⅶ－4）。

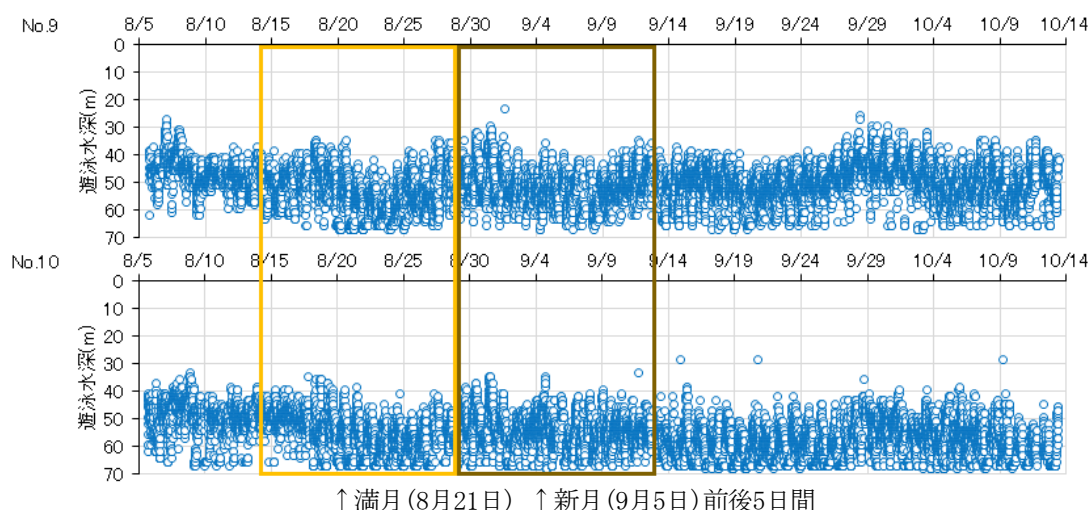
表Ⅶ－2 設置型受信機の受信記録（平成 25 年度）

| 採取/<br>放流場所 | 個体<br>番号 | 供試魚の<br>全長(cm) | 受信日                                 | 受信海域    |
|-------------|----------|----------------|-------------------------------------|---------|
| 人工マウ<br>ンド礁 | No. 1    | 31.9           | 8/5～21, 24, 27～29, 9/3, 9, 20, 10/2 | 人工マウンド礁 |
|             | No. 2    | 35.2           | 8/5～9/6, 21, 29, 30, 10/9           |         |
|             | No. 3    | 35.6           | 8/5～10/13                           |         |
|             | No. 4    | 32.3           | 8/5～19, 31, 9/16, 29, 10/8          |         |
|             | No. 5    | 33.8           | 8/5～23, 26～30, 9/13                 |         |
|             | No. 6    | 35.8           | 8/5～9/12, 10/10                     |         |
|             | No. 7    | 28.6           | 8/5～10/13                           |         |
|             | No. 8    | 27.8           | 8/5～20                              |         |
|             | No. 9    | 28.3           | 8/5～10/13                           |         |
|             | No. 10   | 31.4           | 8/5～10/13                           |         |
| 天然礁         | No. 11   | 30.5           | 8/5～6                               | 天然礁     |
|             | No. 12   | 30.5           | 8/5～6                               |         |
|             | No. 13   | 30.3           | 8/5～6, 25<br>8/26                   | 人工マウンド礁 |
|             | No. 14   | 26.5           | 8/5～6, 8<br>8/22～10/13              | 天然礁     |
|             | No. 15   | 31.9           | 8/5～8, 11～14, 9/1, 4, 8             | 人工マウンド礁 |

※受信期間は放流時から最後の受信を記録した時間までを示す。

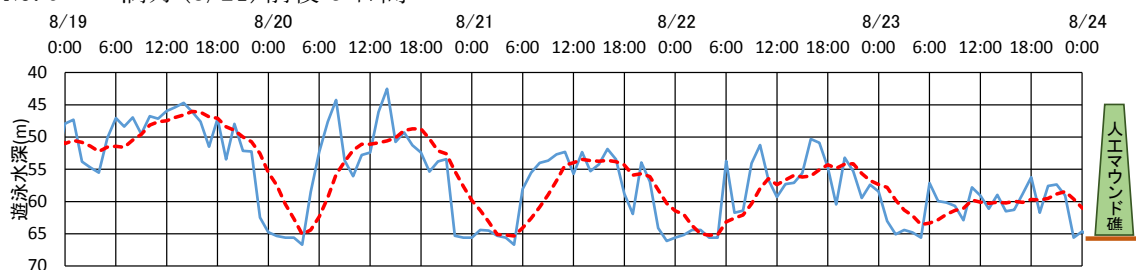
遊泳水深について、人工マウンド礁に約2ヶ月間とどまり、その間の遊泳水深が連続して得られたNo. 9、No. 10の結果(図Ⅶ-4)をみると、遊泳水深帯は、概ね人工マウンド礁の天端部(45 m)より浅い30 m程度から法尻にあたる65m程度までの間であった。

さらに、上下移動を詳細に確認すると、満月前後では、12時～18時頃の日中に水深45～55 m程度の浅い層を、0時～6時頃の夜間に人工マウンド礁の法尻付近となる水深65 m程度の深い層を遊泳する傾向にあり、新月前後では、1日に2回程度上下移動し、人工マウンド礁の法尻付近を遊泳するのは、満月前後より少ない傾向にあった(図Ⅶ-5(1)～(2))。

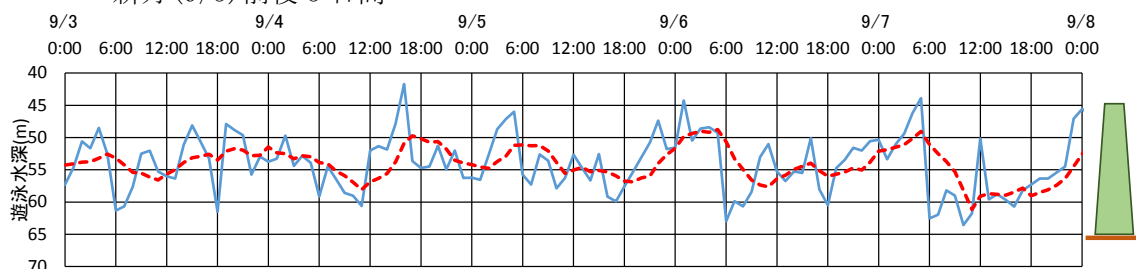


図Ⅶ-4 設置型受信機によるイサキの遊泳水深の推移例(平成25年度)

No. 9 満月(8/21)前後5日間



新月(9/5)前後5日間

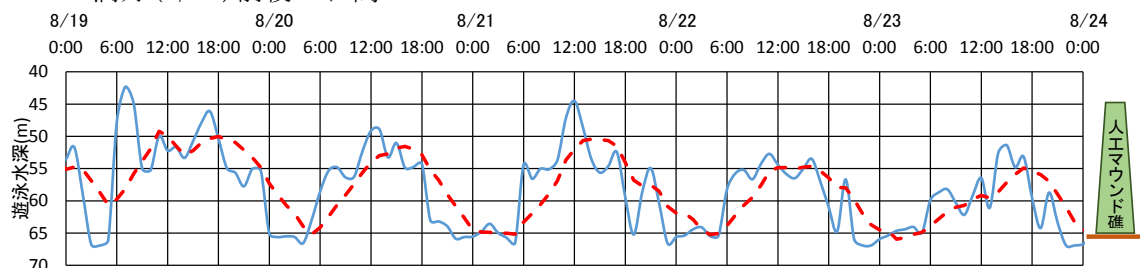


— 遊泳水深    - - - 6時間移動平均

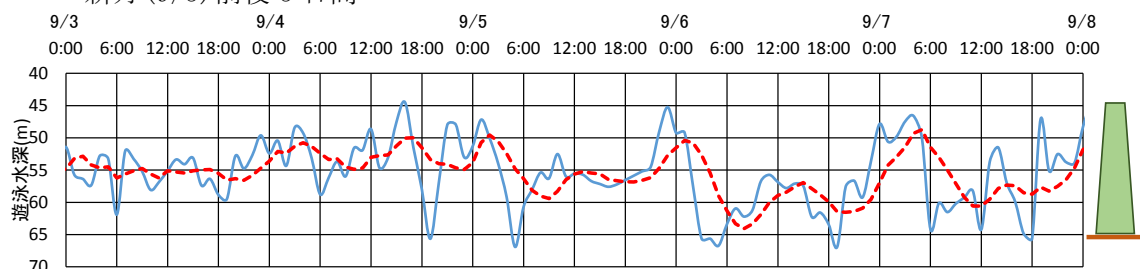
図中に示した「人工マウンド礁」は、人工マウンド礁の設置水深と高さを示す。

図Ⅶ-5(1) イサキ(No. 9)の満月および新月前後5日間の遊泳水深の変化(平成25年度)

No. 10 満月(8/21)前後5日間



新月(9/5)前後5日間



— 遊泳水深      - - - 6時間移動平均

図中に示した「人工マウンド礁」は、人工マウンド礁の設置水深と高さを示す。

図Ⅶ－5（2） イサキ(No. 10)の満月および新月前後5日間の遊泳水深の変化(平成25年度)

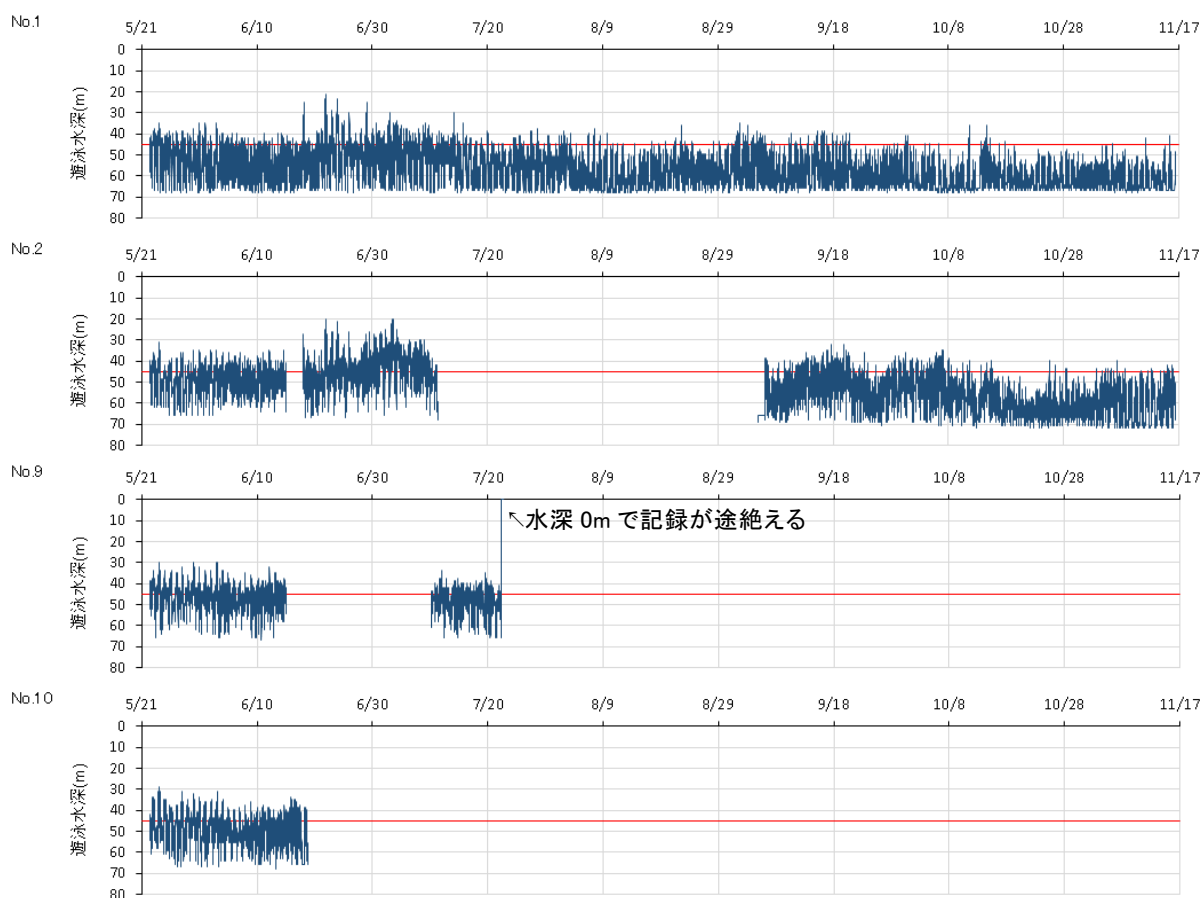
平成24・25年度の結果をもとに、平成26年度には設置型受信機により最長で約半年間の追跡を行った(表Ⅶ－3)。調査では供試魚を採取した海域に放流した。

表Ⅶ－3 設置型受信機の受信記録(平成26年度)

| 採取・放流場所 | 発信機の発信間隔 | 個体No.  | 供試魚の全長(cm) | 受信期間                                  | 受信記録のあった地点                | 備考          |
|---------|----------|--------|------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------|
| 人工マウンド礁 | 90秒      | No. A  | 32.2       | 5/22～9/7                              | 人工マウンド礁<br>(St. 1, St. 2) | 9/7電池寿命     |
|         |          | No. B  | 32.4       | 5/22～6/10                             |                           |             |
|         |          | No. C  | 32.0       | 5/22～9/7                              |                           | 9/7電池寿命     |
|         |          | No. D  | 26.9       | 5/22～6/20                             |                           |             |
|         |          | No. E  | 30.5       | 5/22～7/9                              |                           |             |
|         | 180秒     | No. 1  | 30.4       | 5/22～11/16                            |                           |             |
|         |          | No. 2  | 28.2       | 5/22～6/15,<br>6/18～7/11,<br>9/5～11/16 |                           |             |
|         |          | No. 3  | 26.5       | 5/22～6/12,<br>6/15～10/13              |                           |             |
|         |          | No. 4  | 27.0       | 5/22～6/14                             |                           |             |
|         |          | No. 5  | 34.0       | 5/22～7/22                             |                           | 漁獲された可能性がある |
| 天然礁     | 180秒     | No. 6  | 25.0       | 5/22～6/4                              |                           |             |
|         |          | No. 7  | 29.2       | 5/22～11/16                            |                           |             |
|         |          | No. 8  | 27.4       | 5/22～11/16                            |                           |             |
|         |          | No. 9  | 26.9       | 5/22～6/14,<br>7/10～7/22               |                           | 漁獲された可能性がある |
|         |          | No. 10 | 26.5       | 5/22～6/18                             |                           |             |
| 天然礁     | 180秒     | No. 11 | 32.5       | 6/10～6/11                             | 天然礁(St. 3, St. 5)         |             |
|         |          | No. 12 | 33.5       | 6/10～6/11                             | 天然礁(St. 5)                |             |
|         |          | No. 13 | 27.8       | 6/10                                  | 天然礁(St. 3, St. 5)         |             |
|         |          | No. 14 | 34.2       | 6/10                                  | 天然礁(St. 5)                |             |
|         |          | No. 15 | 29.4       | 6/10                                  | 天然礁(St. 4, St. 5)         |             |

※受信期間は放流時から最後の受信を記録した時間までを示す。

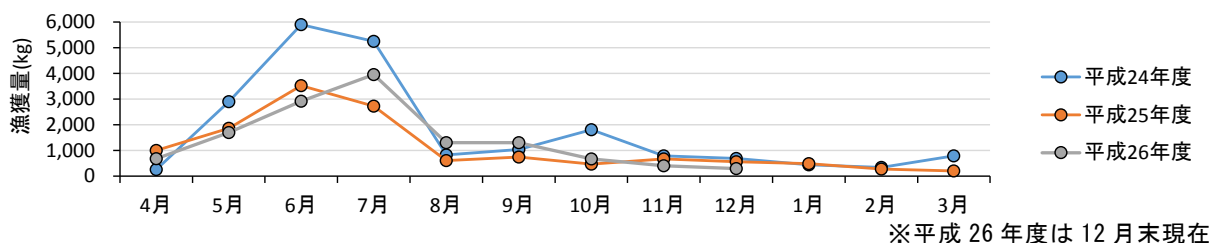
人工マウンド礁ではNo. 1のように約半年間、人工マウンド礁から離脱することなく、とどまる個体が3個体、No. 2のように約2ヶ月、人工マウンド礁から離脱する期間のある個体が1個体みられた（図Ⅶ-6）。



図Ⅶ-6 イサキの半年間の設置型受信機による記録例（平成26年度）

本調査の追跡期間外について、阿久根海域ではイサキが周年漁獲されており（図Ⅶ-7）、また、大分県佐賀関で行われたバイオテレメトリー調査では、中層魚礁に放流したイサキが1年近く滞留していることが確認されている<sup>23)</sup>。

これらのことから、人工マウンド礁に来遊したイサキは、人工マウンド礁に周年とどまっている可能性がある。



図Ⅶ-7 北さつま漁業協同組合阿久根支所におけるイサキの漁獲量

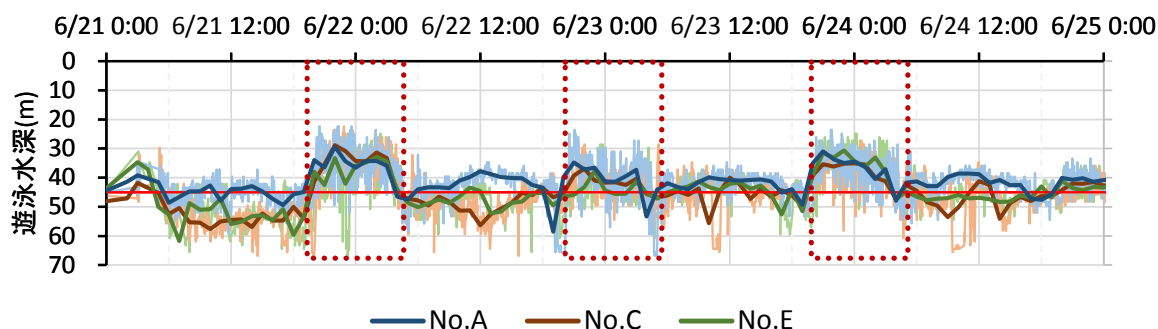
産卵期(5～6月)とみられる期間の受信記録を解析した結果、6月下旬では各個体が揃って概ね20～3時台に水深30mよりも浅い水深帯を遊泳していた(図Ⅶ-8)。

また、1時間あたりにおける平均遊泳水深と平均遊泳速度の関係では、浅い水深帯での遊泳速度が大きくなる傾向にあることを示していた(図Ⅶ-9)。

イサキの産卵に関わる行動としては、水槽観察では、ペアが急浮上することやペア以外の雄も下層から浮上することが、水槽観察で確認されている<sup>4)</sup>。

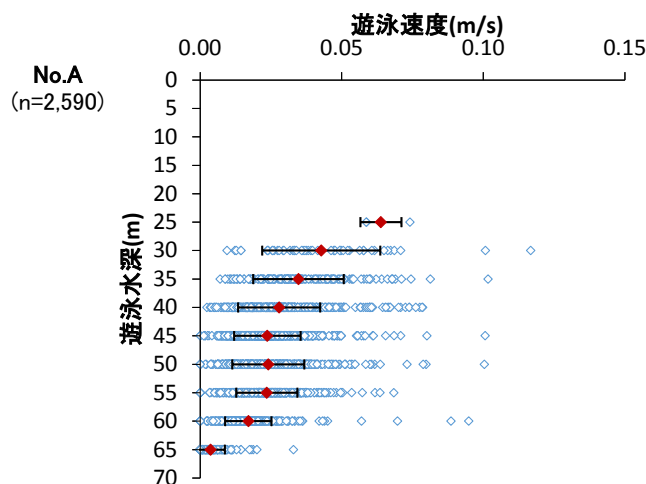
このように本調査では、放卵・放精といった産卵行動を捉えることができないものの、遊泳水深の変化や速度の違いから、人工マウンド礁において、イサキが産卵に関連する行動を示すことを捉えていたと考えられる。

6月21日～25日



※図中の赤色実線は人工マウンド礁天端部の水深(45m)を、細線が実測値を、太線が1時間あたりの平均値を示す。  
赤色点線の枠は、水深20～30mへの浮上を示す個体のみられる時間帯を示す。

図Ⅶ-8 イサキの産卵期における上下移動の比較(平成26年度)



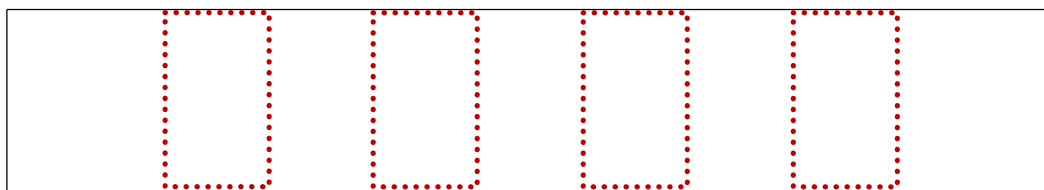
※平均遊泳速度は、前後の記録時間と遊泳水深の差から見かけ上の速度として求め、水深5m毎で算出した。

図Ⅶ-9 遊泳水深と遊泳速度の関係(No. A)(平成26年度)

産卵期後の遊泳水深について、満月前後と新月前後の遊泳水深の比較を行った。

8月～9月では、満月前後には昼間に人工マウンド礁天端付近、夜間に人工マウンド礁法尻付近の水深を遊泳し、1日1回程度上下移動を示し、新月前後には上下移動が明瞭ではなかった(図Ⅶ-10)。10月下旬～11月上旬では、満月前後および新月前後ともに1日1回程度の上下移動がみられた(図Ⅶ-10)。

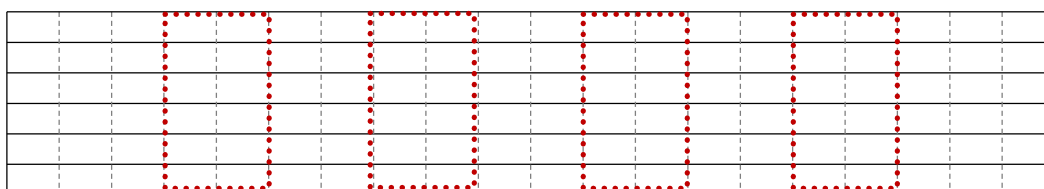
No. 1



No. 7



No. 8



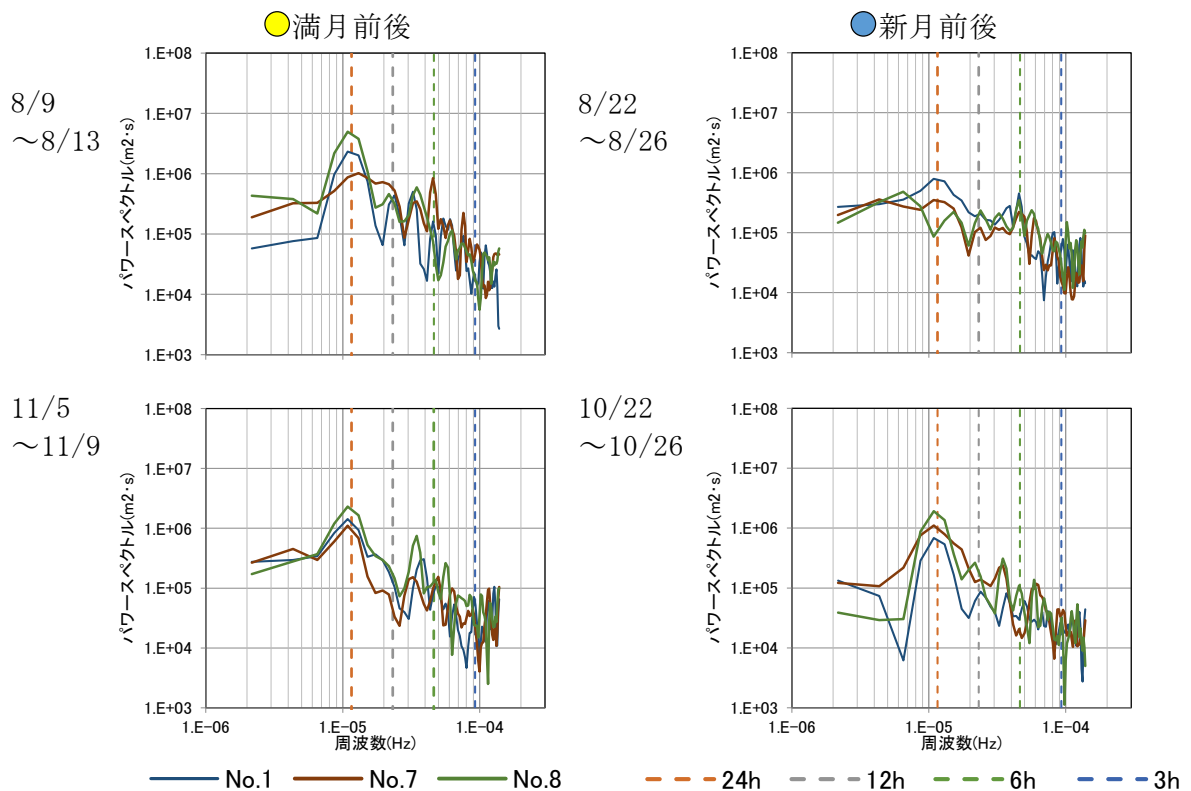
—— 満月(8/11)前後    —— 満月(11/7)前後    —— 新月(8/25)前後    —— 新月(10/24)前後

※図中の「人工マウンド礁」は、人工マウンド礁の設置水深と高さを示す。  
遊泳水深は、1時間あたりの平均値を用いた。  
赤色点線の枠は、18～6時の時間帯を示す。

図Ⅶ－１０ 満月(8月11日、11月7日)・新月(8月25日、10月24日)の前後5日間  
における遊泳水深の比較(No. 1, 7, 8) (平成26年度)

8月および10～11月の満月前後および新月前後の遊泳水深の上下移動に違いがみられたことから、それぞれの5日間について、1時間ごとの遊泳水深の平均値を用いて周期解析を行った(図Ⅶ－１１)。

周期解析を行った結果、8月の新月前後では24時間の周期性が強くみられず、8月・11月の満月前後および10月の新月前後では明瞭な24時間の周期性のあることを確認した。



図Ⅶ－１１ 満月・新月前後における周期解析の結果(No. 1, 7, 8) (平成 26 年度)

イサキの季節的な行動の違いとして、摂餌活動の面からは、5月～9月が摂餌期、12月～2月が摂餌休止期(越冬期)、3月～4月、10月～11月が移行期として示されている<sup>21)</sup>。また、吾智網および底びき網では5月～9月の摂餌期にイサキが漁獲され<sup>11)</sup>、阿久根支所では6月～7月に漁獲のピークがみられている(図Ⅶ－7)。

これらのことから、夏季の摂食が活発な時期の新月前後では、昼夜ともに摂餌活動を行い、その結果、満月前後と異なった上下移動を示していたと考えられる。

また、桁網に入る魚類の状況から、イサキは夜行性魚類で、夜間においても暗夜に比べ、月明にはあまり活発に動き回らない<sup>6)</sup>ことから、10月～11月の摂餌活動の低下に伴い、新月前後にも満月前後と同様に活発に動き回らなくなっていたものと考えられる。



阿久根海域でイサキを追跡した3ヶ年の結果を表Ⅶ－4に示す。

表Ⅶ－4 バイオテレメトリー調査で得られたイサキの移動の概要

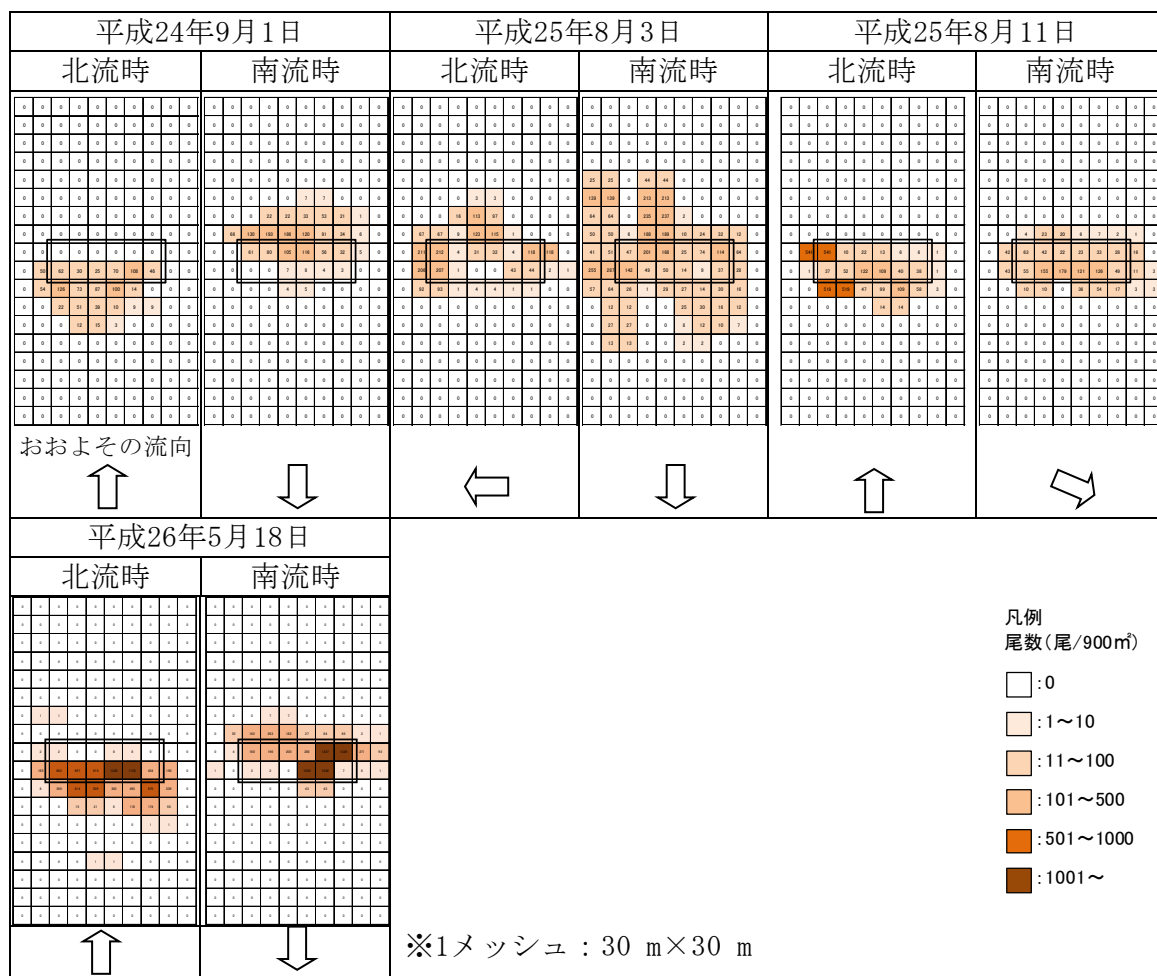
| 項目      | 平成24年度                                                                                 | 平成25年度                                                                                                                                        | 平成26年度                                                                                                                                                                           |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | 連続追跡                                                                                   | 連続追跡・設置型追跡                                                                                                                                    | 設置型追跡                                                                                                                                                                            |
| 調査時期    | ・7月下旬～8月中旬                                                                             | ・連続追跡：8月上旬<br>・設置型追跡：8月上旬～10月中旬                                                                                                               | ・5月下旬～11月中旬                                                                                                                                                                      |
| 放流日当日   | ・人工マウンド礁にとどまる。                                                                         | ・1昼夜連続追跡した3個体の内2個体が人工マウンド礁にとどまる。<br>・設置型追跡で行った個体は放流地点にとどまる。                                                                                   | ・人工魚礁にとどまる。                                                                                                                                                                      |
| 放流日翌日以降 | ・人工マウンド礁に日中連続してとどまる個体がみられる。<br>・2日目以降に岸側の天然礁に戻った個体はそれ以降、ほとんど移動しない。<br>・採取した海域に戻る傾向を示す。 | ・人工マウンド礁で放流し、設置型追跡を行った10個体は、16～70日間、人工マウンド礁にとどまった。<br>・天然礁で放流した個体は放流地点にとどまらず、徐々に移動分散し、天然礁で確認された個体は最長で35日間であった。<br>・天然礁から人工マウンド礁に移動した個体が2個体いた。 | ・半年の追跡を行った10個体では内3個体が半年間人工マウンド礁にとどまる。<br>・約2ヶ月の期間人工マウンド礁から離脱してした個体があった。                                                                                                          |
| 日中      | ・礁にとどまる。                                                                               | ・礁にとどまる。<br>・連続追跡による指向性の受信機を用いた受信音の受信状況より、人工マウンド礁傍にとどまる個体は、人工マウンド礁近傍から離れない。                                                                   | ・礁にとどまる。                                                                                                                                                                         |
| 夜間      | ・移動する個体と、人工マウンド礁にとどまり移動しない個体があった。                                                      | ・移動せず、礁にとどまる。<br>・人工マウンド礁に留まる個体は、人工マウンド礁近傍から離れない。                                                                                             | ・移動せず、礁にとどまる。                                                                                                                                                                    |
| 遊泳層     | ・海底面上5～20 m程度の水深帯を遊泳し、時折、上・下に移動する。                                                     | ・イサキは水深30～60 m程度の範囲を遊泳した。<br>・満月前後では、日中に浅い層を、夜間に深い層を遊泳する傾向にあった。<br>・新月前後では、明瞭でないものの、1日の内で2回程度上下移動する傾向がみられ、深い層の遊泳が満月前後より少ない傾向にあった。             | ・産卵期にあたる6月には、各個体が揃って概ね20～3時台の夜間に水深30 mより浅い水深帯に浮上することがわかった。<br>・8月の満月前後では、日中に浅い層、夜間に深い層に1日1回の上下移動をする傾向にあり、新月前後では、明瞭な上下移動はみられなかった。<br>・10月では満月前後、新月前後ともに日中に浅い層を、夜間に深い層を遊泳する傾向にあった。 |

## ②成魚の蛸集範囲と蛸集量

計量魚探による計測の結果、イサキを含む魚群は、人工マウンド礁に対して潮上側に蛸集する傾向にあり、蛸集範囲は、平成25年8月3日では人工マウンド礁から120 m程度の範囲に達したが、春季・夏季ともに概ね人工マウンド礁から90 m程度の範囲であった(図Ⅶ-12)。

なお、平成25年度の潜水時には、人工マウンド礁の表面の間隙(石材1~2個分程度)にもイサキが遊泳しているのが確認されている。

人工マウンド礁に蛸集するイサキの推定量は、1,000~9,500尾、300~2,500kgとなった(表Ⅶ-5)。



図Ⅶ-12 イサキの分布と推定蛸集量(尾数)(平成24~26年度)

表Ⅶ-5 人工マウンド礁におけるイサキの推定蛸集量(平成24~26年度)

| 調査年月日      |     | 尾数    | 湿重量(kg) |
|------------|-----|-------|---------|
| 平成24年9月1日  | 北流時 | 1,015 | 305     |
|            | 南流時 | 1,479 | 444     |
| 平成25年8月3日  | 北流時 | 2,044 | 572     |
|            | 南流時 | 4,153 | 1,163   |
| 平成25年8月11日 | 北流時 | 2,921 | 818     |
|            | 南流時 | 1,207 | 338     |
| 平成26年5月18日 | 北流時 | 9,506 | 2,576   |
|            | 南流時 | 6,818 | 1,848   |

漁獲調査の結果、人工マウンド礁では1歳魚とみられる個体が漁獲されている(図Ⅶ-13)。



図Ⅶ-13 平成26年11月に出現した1歳魚とみられる個体(平成26年度)

### ③成魚の餌料生物と餌料環境

イサキの胃内容物の分析の結果、浮遊性・底生性の両方の動物を摂餌しており、5月には浮遊性のものを、8～10月では底生性のものを摂餌する傾向にあった(表Ⅶ-6(1)～(3))。

イサキは5月には魚類が最重要の主食であり、7月には魚類の重要度が低下し、甲殻類のアミ類・ヨコエビ類・貝虫類の比重が高まるとされている<sup>11)</sup>。

イサキ未成魚・成魚の食性は基本的に魚類と甲殻類を主とした幅広い肉食性とされ、餌料生物の中で無脊椎動物についてみると、夏期には端脚類やヒドロ虫類など付着性の傾向が強い動物が多く、秋・春ではカイアシ類やアミ類、ヤムシ類などの浮遊性動物が多く補食されるとされている<sup>21)</sup>。

人工マウンド礁に分布するイサキは、人工マウンド礁に多く出現する底生動物および浮遊動物を摂餌していると考えられ、季節的には春に浮遊性を、夏から秋にかけて底生性の動物を摂餌する傾向にあった。

表Ⅶ－６（１） イサキの胃内容物の種類（平成 26 年 5 月）

| 門                | 綱   | 目   | 科    | 種名（学名）                            | 生活型 | 5 月 |
|------------------|-----|-----|------|-----------------------------------|-----|-----|
| 扁形動物             | 吸虫  | －   | －    | TREMATODA 吸虫綱                     | 不明  | ○   |
| 線形動物             | 線虫  | －   | －    | NEMATODA 線虫綱                      | 不明  | ○   |
| 節足動物             | 顎脚  | カラス | パパラス | <i>Paracalanus parvus</i>         | 浮遊性 | ○   |
|                  |     |     | ユキタ  | Euchaetidae ユキタ科                  | 浮遊性 | ○   |
|                  |     | －   | －    | Cirripedia(nauplius) まん脚下綱/ブリス期幼生 | 浮遊性 | ○   |
|                  | 軟甲  | 十脚  | ユキタ  | <i>Lucifer</i> sp. ユキタ属           | 浮遊性 | ○   |
|                  |     |     | －    | Brachyura(zoea) 短尾下目ゾエ期幼生         | 浮遊性 | ○   |
|                  |     |     | －    | Decapoda(zoea) 十脚目ゾエ期幼生           | 浮遊性 | ○   |
|                  |     | クマ  | －    | Cumacea クマ目                       | 浮遊性 | ○   |
|                  | －   | －   | －    | ARTHROPODA 節足動物                   | 不明  | ○   |
| 脊索動物             | タリ  | サルパ | －    | Salpida サルパ目                      | 浮遊性 | ○   |
|                  | 硬骨魚 | －   | －    | OSTEICHTHYES 硬骨魚綱                 | 不明  | ○   |
| イサキ 胃内容物が出現した個体数 |     |     |      |                                   |     | 11  |
| 分析数              |     |     |      |                                   |     | 14  |

表Ⅶ－６（２） イサキの胃内容物の種類（平成 25 年 6 月, 8 月）

| 門                | 綱   | 目       | 科       | 種名                           | 生活型 | 6 月 | 8 月 |
|------------------|-----|---------|---------|------------------------------|-----|-----|-----|
| 軟体動物             | 腹足  | 有殻翼足    | カカイ科    | Cavoliniidae カカイ科            | 浮遊性 | ○   |     |
|                  | 頭足  | 八腕形     | マダコ     | <i>Octopus</i> sp. Octopus 属 | 底生性 | ○   |     |
| 環形動物             | 多毛  | ハボウキコカイ | ハボウキコカイ | Flabelligeridae ハボウキコカイ科     | 底生性 | ○   |     |
|                  |     | サシバコカイ  | サシバコカイ  | Phyllodocidae サシバコカイ科        | 底生性 |     | ○   |
| 節足動物             | 顎脚  | －       | －       | Copepoda カイアシ亜綱              | 浮遊性 |     | ○   |
|                  | 軟甲  | 口脚      | シヤコ     | Squillidae シヤコ科              | 底生性 |     | ○   |
|                  |     | アミ      | アミ      | Mysidae アミ科                  | 浮遊性 |     | ○   |
|                  |     | 端脚      | －       | Gammaridea ヨコエト亜目            | 不明  |     | ○   |
|                  | －   | －       | －       | MALACOSTRACA 軟甲綱             | 不明  |     | ○   |
|                  | －   | －       | －       | －                            | －   |     | ○   |
| 脊索動物             | ホヤ  | －       | －       | Ascidacea ホヤ綱                | 底生性 |     | ○   |
|                  | 硬骨魚 | －       | －       | OSTEICHTHYES 硬骨魚綱            | 不明  |     | ○   |
| イサキ 胃内容物が出現した個体数 |     |         |         |                              |     | 15  | 10  |
| 分析数              |     |         |         |                              |     | 20  | 13  |

表Ⅶ－６（３） イサキの胃内容物の種類（平成 24 年 8 月, 9 月, 10 月）

| 門                | 綱   | 目  | 科       | 種名                             | 生活型 | 8 月 | 9 月 | 10 月 |
|------------------|-----|----|---------|--------------------------------|-----|-----|-----|------|
| 軟体動物             | 腹足  | －  | －       | GASTROPODA 腹足綱                 | 底生性 |     |     | ○    |
| 節足動物             | 軟甲  | 端脚 | スカメソコエト | <i>Ampelisca brevicornis</i>   | 底生性 |     | ○   |      |
|                  |     |    | －       | Gammaridea ヨコエト亜目              | 不明性 | ○   |     |      |
|                  |     | 十脚 | オキエト    | <i>Leptochela gracilis</i>     | 底生性 |     | ○   | ○    |
|                  |     |    | －       | Macrura 長尾類                    | 底生性 | ○   | ○   |      |
|                  |     |    | －       | Brachyura (megalo) 短尾下目メガロパ期幼生 | 浮遊性 |     | ○   |      |
|                  |     |    | －       | Decapoda 十脚目                   | 底生性 |     |     | ○    |
|                  |     |    | －       | MALACOSTRACA 軟甲綱               | 不明  |     | ○   |      |
|                  |     | －  | －       | －                              | －   |     |     |      |
| 脊椎動物             | 硬骨魚 | －  | －       | OSTEICHTHYES 硬骨魚綱              | 不明  | ○   | ○   |      |
| その他              | －   | －  | －       | 小石                             |     |     | ○   |      |
| イサキ 胃内容物が出現した個体数 |     |    |         |                                |     | 3   | 7   | 4    |
| 分析数              |     |    |         |                                |     | 19  | 19  | 10   |

平成 24～26 年度における胃内容物に出現した種数および種組成、空胃率について図 VII-14 に示す。

空胃率は 10～70% 台であり、胃内容物の出現種数は 3～12 種類出現した。

種組成をみると、平成 24 年 8 月・10 月では底生性のものが、平成 26 年 5 月では浮遊性のものが多く出現し、平成 24 年 9 月および平成 25 年 6 月・8 月では底生性と浮遊性がともに出現した。

なお、吾智網・底びき網によるイサキの採取では、5 月には魚類が最重要の主食であり、7 月には魚類の重要度が低下し、甲殻類のアミ類・ヨコエビ類・貝虫類の比重が高まるとされている<sup>11)</sup>。また、イサキが餌料とする生物の中で無脊椎動物についてみると、夏期には端脚類やヒドロ虫類など付着性の傾向が強い動物が多く、秋・春ではカイアシ類やアミ類、ヤムシ類などの浮遊性動物が多く捕食されている<sup>21)</sup>。

このようにイサキは、季節によって餌料生物を変えており、人工マウンド礁においても春には浮遊性ものを、秋には底生性のものを多く摂餌するといった餌料生物の違いがみられた。

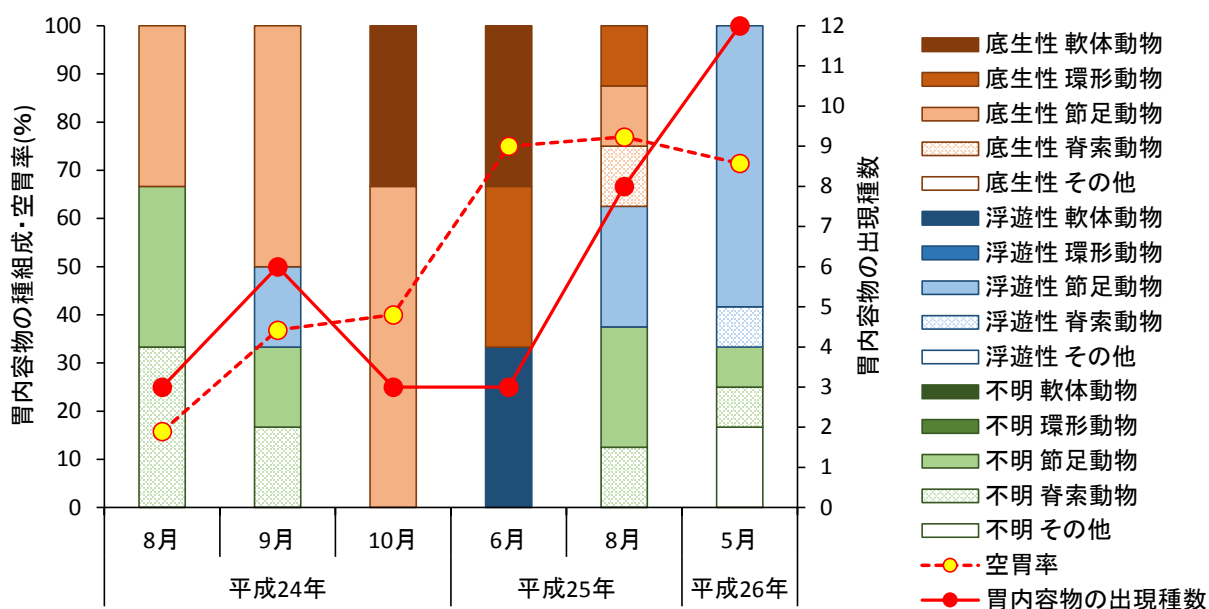


図 VII-14 胃内容物の出現種の種数と組成および空胃率（平成 24～26 年度）

平成 24～26 年度に行った人工マウンド礁および周辺海域における  $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$  マップを図 VII-15 に示す。

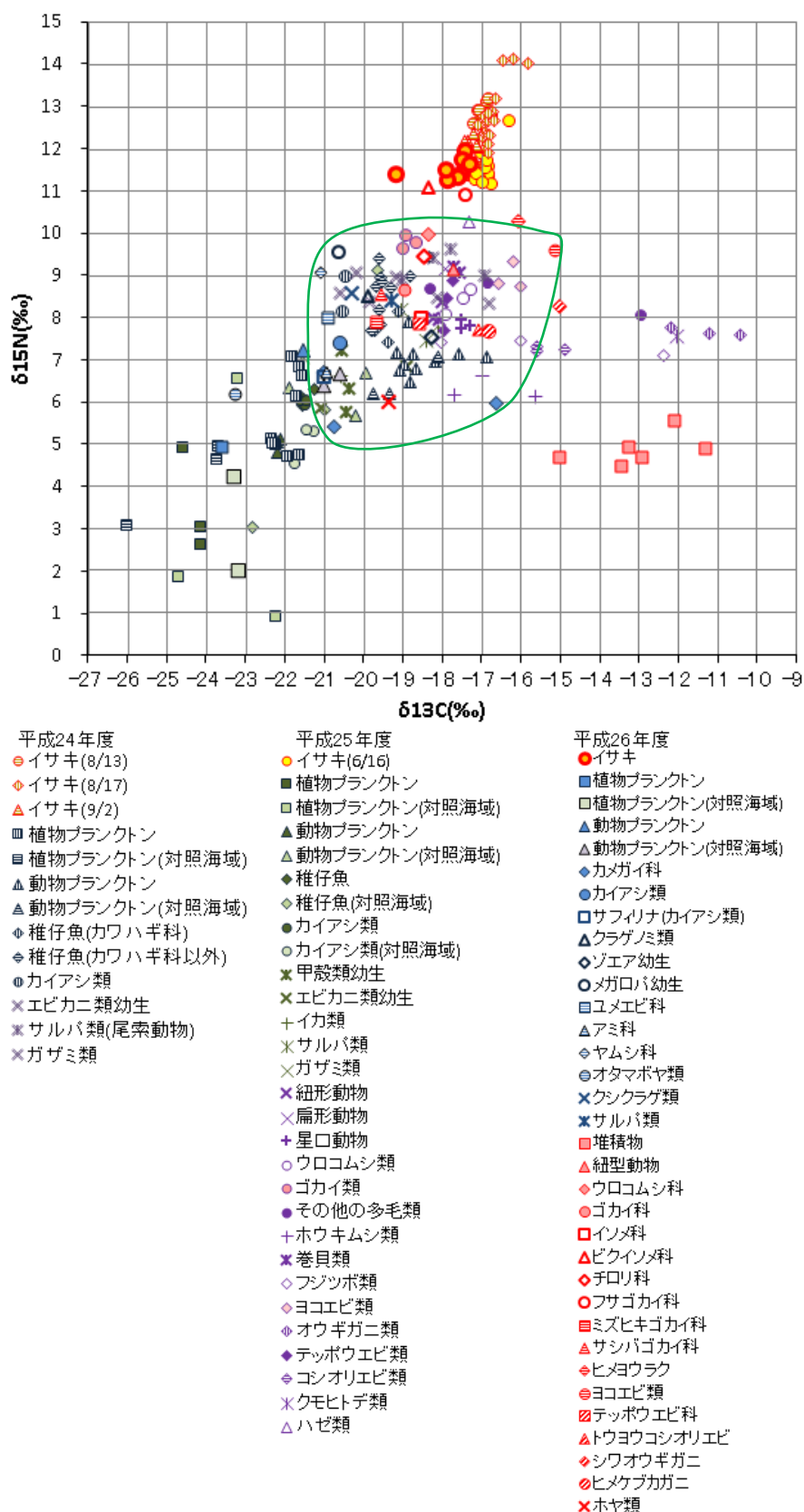
捕食-被捕食の関係を安定同位体比からみると、栄養段階が 1 段階上がると  $\delta^{13}\text{C}$  が約 1‰、 $\delta^{15}\text{N}$  が約 3‰ 高くなることが一般的に知られている<sup>22)</sup>。

しかし、本調査では、過年度調査を含め胃内容物から得られた生物と同じ種類もしくは分類群の生物については、浮遊性および底生性の動物ともに  $\delta^{13}\text{C}$  が -21～-15‰、 $\delta^{15}\text{N}$  が 4～10‰ の広い範囲に位置した。

このように、イサキは、イサキの安定同位体比から  $\delta^{13}\text{C}$  が約 1‰、 $\delta^{15}\text{N}$  が約 3‰ の下の範囲に比べて、より広い範囲に位置する生物を摂餌しており、人工マウンド礁の生態系の上位に位置していることがわかった。

また、イサキの  $\delta^{13}\text{C}$  は概ね -18～-17‰ に位置するが、平成 24 年度および平成 26 年度では  $\delta^{13}\text{C}$  が 1‰ 程度高い、もしくは低い個体がみられ、これらの個体の雌雄や全長にグループ間の違いがみられないことから、他海域のイサキが人工マウンド礁に来遊してき

た可能性のあることが考えられる。



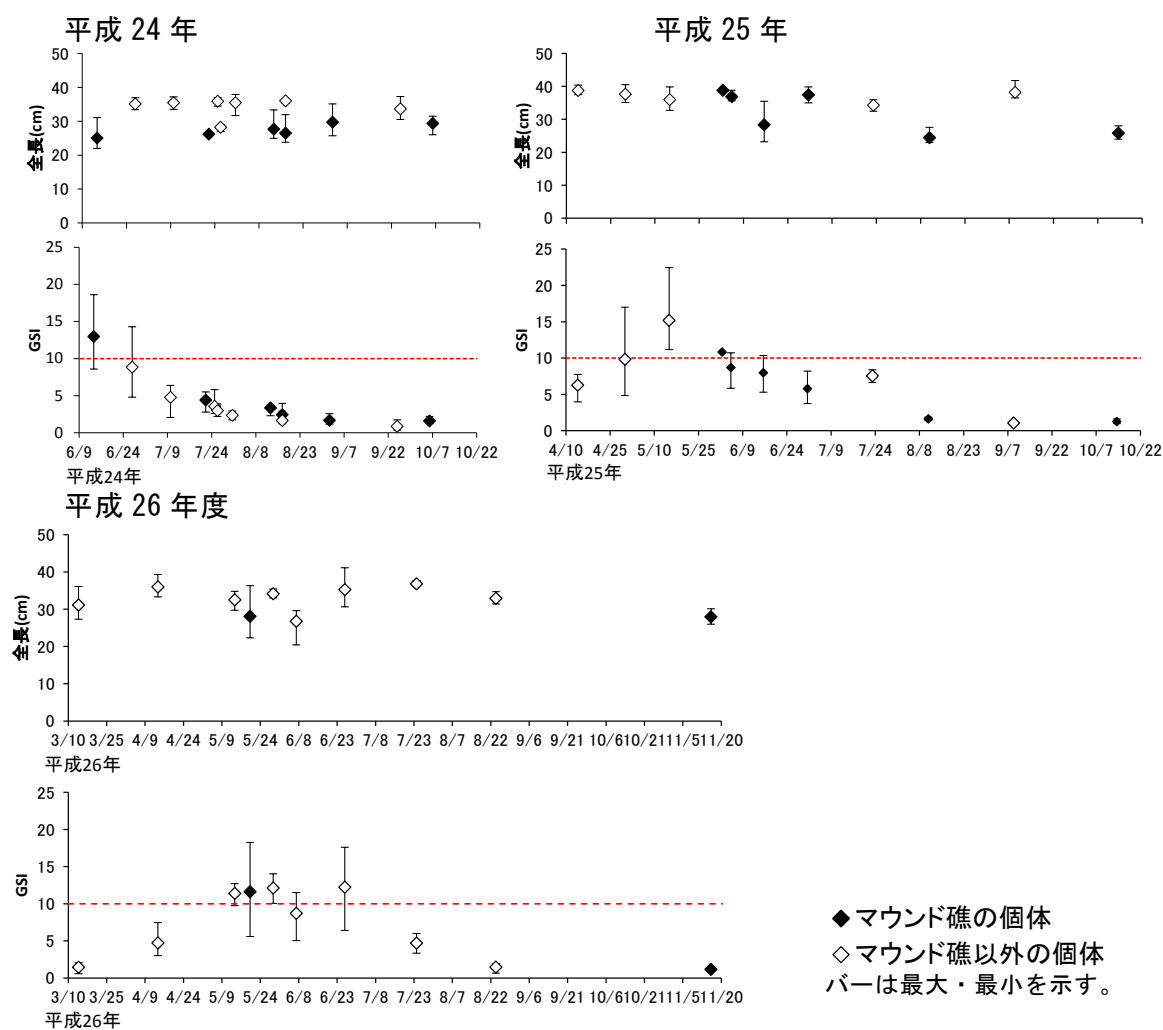
※緑色実線は、平成26年度にイサキの胃内容物から得られた餌生物の出現範囲を示す。

図Ⅶ-15 人工マウンド礁および周辺海域における $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$  マップ (平成24~26年度)

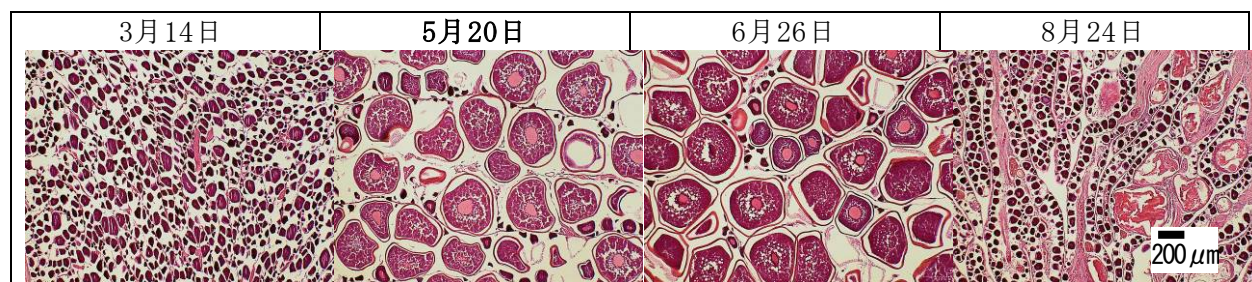
#### ④産卵および仔魚の分布

産卵の指標はGSIが10程度以上であるとされており<sup>18)</sup>、その値を超え、産卵可能とみられる個体が、3ヶ年度ともに人工マウンド礁に出現し、周辺海域を含めて4月下旬から6月下旬の期間に出現していた(図Ⅶ-16)。

また、イサキの生殖腺の切片からは、人工マウンド礁のイサキの卵巢においても、第3次卵黄球期や胚胞移動期の成熟段階がみられ、周辺海域と同様に成熟が進んでいることがうかがえられた(図Ⅶ-17)。



図Ⅶ-16 イサキの全長と生殖腺指数(GSI)の推移(平成24~26年度)



図Ⅶ-17 阿久根海域のイサキの雌の生殖腺組織切片画像  
(5月20日のみ人工マウンド礁の個体)(平成26年度)

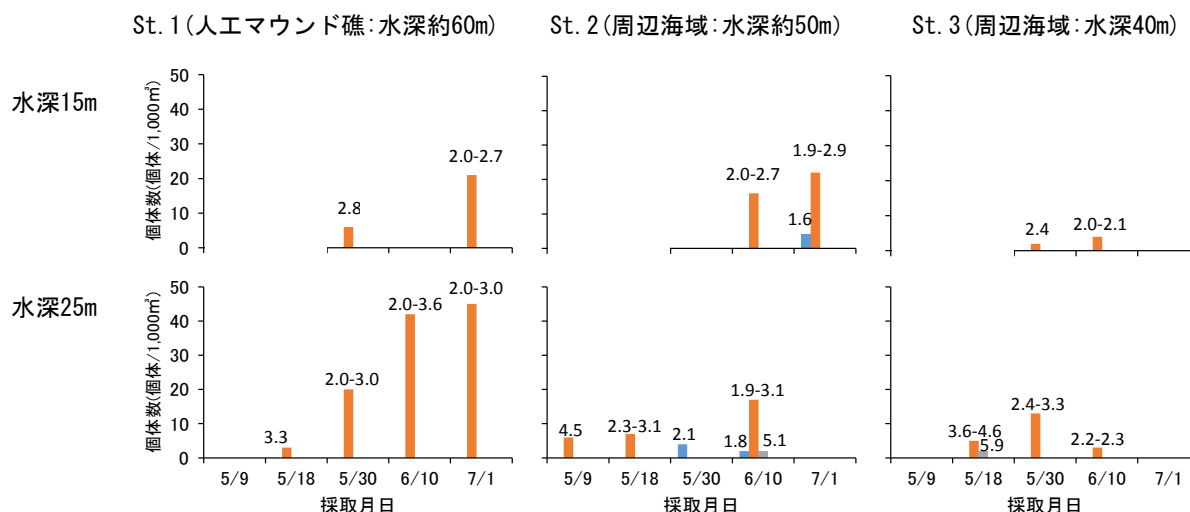


人工マウンド礁では、5月18日以降に前屈曲期仔魚が採取され、水深15mでは0~21個体/m<sup>3</sup>、水深25mでは3~45個体/m<sup>3</sup>が採取された(図Ⅶ-18)。

水槽内自然産卵では、受精からふ化まで約30時間となっており<sup>14)</sup>、イサキの仔魚期の発育段階では、前屈曲期仔魚がふ化から2~11日後に出現している<sup>4)</sup>。

このことから、産卵後3日~2週間後を経過したイサキの仔魚が人工マウンド礁に出現していたことがわかった。

また、周辺海域では前期仔魚、屈曲期仔魚が採取されており、人工マウンド礁に出現した仔魚は、成長に従い、周辺海域に拡散していたものとみられる。



※図中の数字は、体長(mm)を示す。5/9は水深30mで採取した。

■前期仔魚 ■前屈曲期仔魚 ■屈曲期仔魚 ■後屈曲期仔魚 ■稚魚

図Ⅶ-18 人工マウンド礁および周辺海域におけるイサキ仔魚の採取結果  
(平成26年度)

## VIII まとめ

平成 24～26 年度における 3 ヶ年の調査の結果、次のことが明らかとなった。

- ・人工マウンド礁には、イサキが半年間とどまる。
- ・産卵期となる 6 月には、夜間に各個体が揃って浅い水深帯に浮上する行動を示した。
- ・人工マウンド礁の表面の間隙(石材 1～2 個分程度)を含め、人工マウンド礁から 90 m 程度の範囲内に蟄集した。
- ・餌は、人工マウンド礁の底生動物と人工マウンド礁周辺に來遊する浮遊動物を利用していた。
- ・人工マウンド礁では、イサキが上位に位置し、動物プランクトンから植物プランクトン、あるいは底生生物へと繋がる食物網が形成されていた。
- ・人工マウンド礁においても GSI10 以上の個体が出現し、人工マウンド礁周辺と同様に卵巣が発達していた。
- ・仔魚や 1 歳魚が分布した。
- ・人工マウンド礁で出現した仔魚の個体数は、他海域の事例と同程度であった。

また、次のことが推察された。

- ・阿久根周辺では、一年を通してイサキの漁獲が行われていることから、周年、人工マウンド礁に分布する。
- ・人工マウンド礁から移動・分散する個体、周辺海域から人工マウンド礁に來遊する個体によって、人工マウンド礁と周辺海域とで個体の入れ替わりがある。
- ・GSI と卵巣の成熟段階の推移、産卵期における浅い水深に浮上する行動から、人工マウンド礁においても産卵が行われている。
- ・人工礁では前屈曲期仔魚が採取されたものの、成長の進んだ屈曲期・後屈曲期仔魚が採取されていないことから、仔魚は、成長に従い周辺海域へ拡散する。
- ・人工マウンド礁では、イサキの行動に周期性がみられ、8～9 月、10 月～11 月の満月前後および 10～11 月の新月前後の期間には 1 日 1 回の上下移動がみられ、8～9 月の新月前後の期間では明瞭な上下移動がみられなくなり、夏季の新月前後では、摂餌活動が活発になっている。

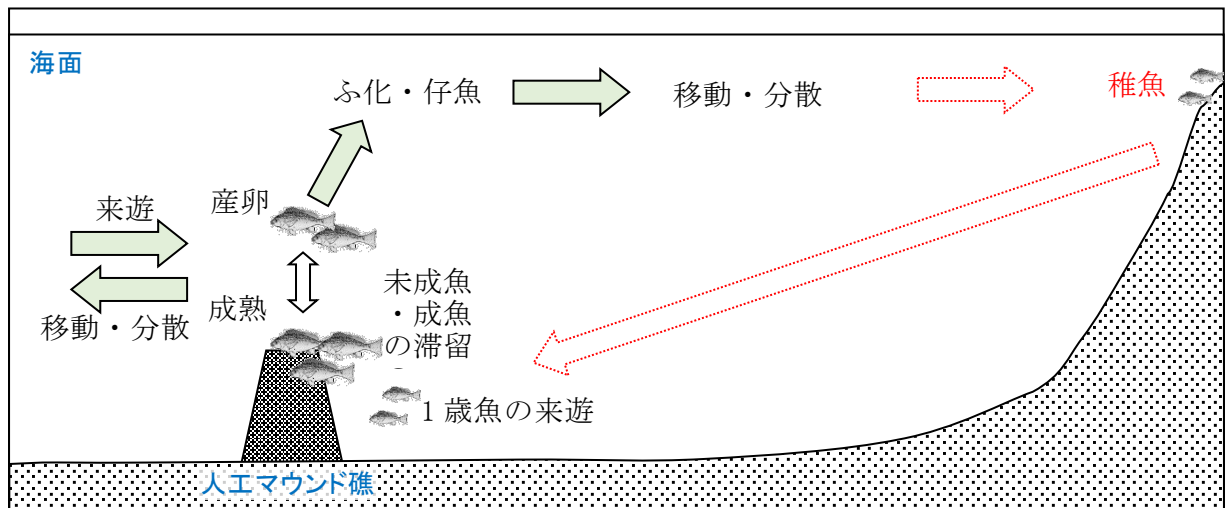
これらの結果から推定される人工マウンド礁におけるイサキの生活史および蟄集と摂餌の状況を整理した。

人工マウンド礁におけるイサキの生活史(図Ⅷ-1)は、次の通りとなる。

- ・人工マウンド礁直上で産卵が行われ、ふ化仔魚は人工マウンド礁から周辺海域に拡散する。
- ・1 歳魚となって人工マウンド礁に來遊する。
- ・人工マウンド礁の底生動物と來遊する浮遊動物を摂餌して、成長する。
- ・成熟した個体が、産卵に加わる。
- ・人工マウンド礁からの移動・分散、人工マウンド礁への來遊により、人工マウンド礁と周辺海域の個体の入れ替わりがある。

イサキは、人工マウンド礁の石材の隙間から離れた範囲(概ね 90 m 程度)までを利用し、産卵期には浮上する行動、満月前後や 10～11 月の新月前後には 1 日 1 回の上下移動をするといった行動の変化を起こしていた(図Ⅷ-2)。

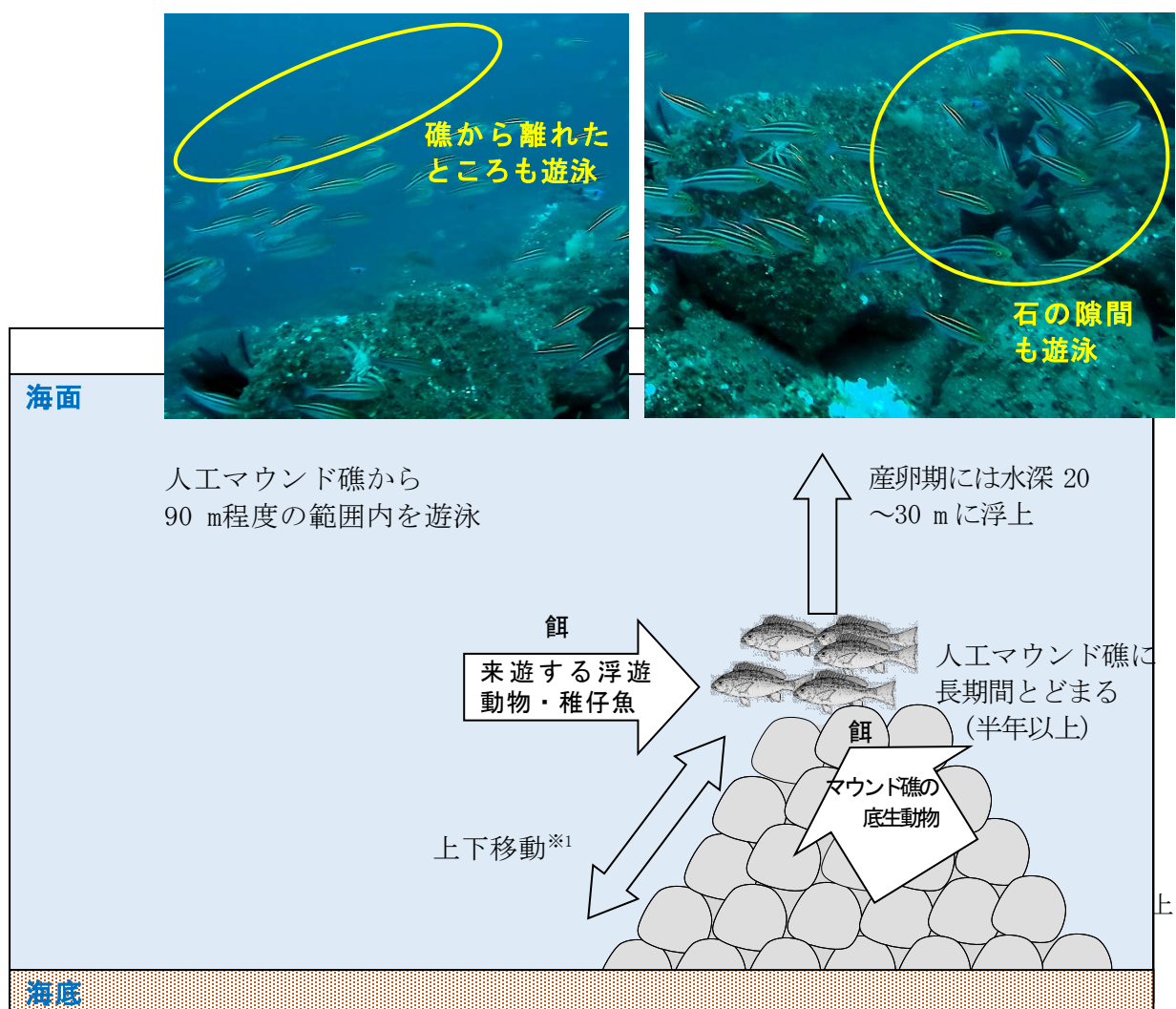
今回の結果から、沖合に築造された人工マウンド礁が、イサキの生息場としての機能を沿岸域と同様に発揮しているものと示唆される。



→ : 本調査により、明らかになった・推察されたもの

→ : 本調査では不明であるもの

図Ⅷ－１ 人工マウンド礁を利用するイサキの生活史の概要



図Ⅷ－２ 人工マウンド礁におけるイサキの蜻集と摂餌状況の模式図

## Ⅹ 引用文献

- 1) 社団法人全国豊かな海づくり推進協会(2007) 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告. 平成18年度水産基盤整備調査委託事業報告書.
- 2) 社団法人全国漁港漁場協会(2003) 漁港・漁場の施設の設計の手引き 2003年度版, pp. 1008.
- 3) 池原宏二, 佐古浩, 鈴木伸洋, 大迫典久(1994) 魚礁性魚類の生態からみた増殖場造成方法の検討. 平成6年度水産基盤整備調査委託事業報告書.
- 4) 木村清志(1987) イサキの資源生物学的研究. 三重大学水産学部研究報告, 14, 113-235.
- 5) 松原喜与松・落合明(1965) 魚類学(下), 水産学全集, 19. 恒星社厚生閣, pp. 958.
- 6) 三次信輔・吉牟田長生・稲葉繁夫(1960) 桝網に入る魚類の習性-1. 東海区水産研究所研究報告, 27, 33-39.
- 7) 奥野良之助(1971) 磯魚の生態学. 創元社, pp. 204.
- 8) 柿元皓・野田幹雄(1995) 魚礁性と魚礁機能の解明, 平成6年度沿岸漁場整備開発調査(直轄), 水産基盤整備調査委託事業 事業報告書.
- 9) 井伊明・井上喜平治・柘植秀臣・小川良徳・内橋潔(1953) 魚類の夜間行動に関する研究-Ⅱ. 日本水産学会誌, 19(4), 239-242.
- 10) 井上実・有元貴文・任為公(1983) 海産魚類の明・暗環境における向流行動. 日本水産学会誌, 50(1), 63-69.
- 11) 松宮義晴, 高橋勝宏(1983) 平戸湾志々岐湾におけるイサキの食性. 西海区水産研究所研究報告, 59, 23-32.
- 12) 田上英明・小松輝久・三谷勇・Etienne Boissier・渡辺伸一・渡辺佑基・宮崎信之(2008) バイオロギングシステムを用いた水棲動物研究2-イサキにおける姿勢角の日収変化-
- 13) 今村豊(1968) 漁業における火光の集魚効果とその操法の研究(Ⅰ). うみ, 6(1), 17-43
- 14) 北島力・塚島康生・小倉敏義・北田哲夫・小川敏行(1982) イサキの水槽内自然産卵と仔稚魚の大量飼育. 長崎水産試験場研究報告, 8, 115-122.
- 15) K. Suzuki, T. Takagi, T. Hiraishi (2003) Video analysis of fish schooling behavior in finite space using mathematical model, Fish. Res., Vol. 60, pp. 3-10(2003).
- 16) 小久保友義, 小川満也(2000) : 魚礁ブロック類型化のための魚礁ブロックタイプ別の蜆集状況の調査. 魚礁類型化のための漁場タイプ別蜆集状況調査, 水産工学研究所・社団法人全国沿岸漁業振興開発協会, 67-79.
- 17) 農林水産省(1994~2010) 第40次~第56次鹿児島農林水産統計年報, 九州農政局鹿児島農政事務所.
- 18) 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次(2007) 水産総合研究センター叢書 東シナ海・黄海の魚類誌. 東海大学出版会, pp. 1340.
- 19) 川口和宏・久納洋一・田北徹(1995) 五島灘北部海域におけるイサキの卵と仔魚の分布. 日本水産学会誌, 64(6), 832-837.
- 20) 布部淳一・木下泉・指田穰・村田修(2008) 土佐湾におけるイサキ仔魚の分布生態, 水産海洋研究, 72(2), 83-91.
- 21) 木村清志(1987) 熊野灘におけるイサキの食性. 日本水産学会誌, 47(12), 1551-1558.
- 22) 石樋由香・横山寿(2008). 濃縮係数の変動性—魚類を例として. 安定同位体スコープで覗く海洋生物の生態—アサリからクジラまで, 水産学シリーズ159, 恒星社厚生閣, 31-45.
- 23) 西山雅人・白樫真・真田康広(2010) 立体的魚礁漁場開発事業. 平成21年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告, 87-91.
- 24) 吉田 誠, 安達真由美, 西田泰輔, 永田大生, 岩竹悠里, 木野世紀, 櫻田清成, 大和田紘一(2007) : 八代海における2004年度および2005年度の植物プランクトンの分布. 熊本県水産研究センター研究報告, 7, 45-51.