

資料 マチ類の標識放流技術と放流及び再捕記録

宍道弘敏, 久保 満, 神野公広¹

¹ 商工労働水産部水産振興課

マチ類 4 種 (アオダイ *Paracaesio caerulea*, ヒメダイ *Pristipomoides sieboldii*, オオヒメ *Pristipomoides filamentosus*, ハマダイ *Etelis coruscans*) の標識放流技術を確立し, 移動回遊生態の把握を試み, 資源回復計画の円滑な推進に資することを目的として 2005-2017 年度に標識放流調査を実施した。その結果, アオダイ 1,581 尾, ヒメダイ 64 尾, オオヒメ 79 尾, ハマダイ 108 尾を放流し, アオダイ 11 尾 (再捕率 0.7%), ヒメダイ 1 尾 (同 1.6%), オオヒメ 3 尾 (同 3.8%) の再捕報告が得られた。これまでに再捕報告が得られていないハマダイは, 他の 3 種よりも生息水深が深いため, 生息水深と海面との急激な水圧差や水温差の影響で活力の良好なサンプルの確保が難しく, 放流実績そのものが少ないことに加え, 放流後生息水深帯まで潜行する際も他の 3 種より減耗しやすいことから, 漁業者の再捕に繋がりにくいものと推察された。本調査により, アオダイ, ヒメダイ, オオヒメの標識放流技術はある程度確立できたものと考えられた。今後はハマダイの放流技術を確立するため, 放流後の行動追跡調査などを実施する必要がある。

主に水深 100 - 400 m で漁獲される深海性フエダイ科魚類のアオダイ, ヒメダイ, オオヒメ, ハマダイの 4 種はマチ類と呼ばれ, 我が国では伊豆諸島, 紀伊半島以南, 種子島・屋久島以南の南西諸島周辺に分布しており, ¹⁾これら島嶼域の沿岸漁業にとって重要な水産資源である。マチ類は, 南西諸島海域において資源回復計画 (現 広域資源管理) の対象となっており, ²⁾漁業者らの自主的取組として, 鹿児島及び沖縄県の地先海域に合計 24 箇所保護区が設定されている (2018 年 11 月現在)。しかし, マチ類の移動回遊生態については, 沖縄県が標識放流したオオヒメ 2 尾の再捕例 ³⁾などわずかな知見しかなく, ほとんど解明されていない。そのため, 成長に伴う保護区からの移動の可能性や最適な保護区設定のあり方等について議論に資する情報はほとんどない。当センターは, これらマチ類 4 種の標識放流技術を確立し, 移動回遊生態の把握を試み, 資源回復計画の円滑な推進に資することを目的として 2005 年から標識放流調査を開始した。ここでは, これまでの調査結果から, 現時点で最良と考えられるマチ類の標識放流技術と, これまでの放流及び再捕の実績を整理し, 併せて報告する。

材料及び方法

2005 - 2017 年度に, 奄美海域のアッタ曾根, 国頭岬沖, フェーズネ及び熊毛海域の屋久新曾根, オジカ瀬, 下のだんとうにおいて, アオダイ 1,581 尾, ヒメダイ 64 尾, オオヒメ 79 尾, ハマダイ 108 尾を標識放流した (表 1, 図 1)。使用船舶はのべ 13 隻 (2.8-7.9t) の漁船と鹿児島県漁業調査船「おおすすめ (総トン数 63 トン)」及び「くろしお (総トン数 260 トン)」で, 方法は以下によった。

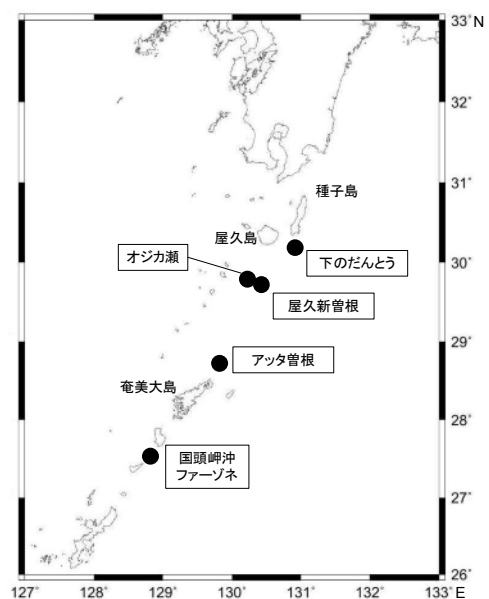


図 1 鹿児島県海域におけるマチ類標識放流位置

表1 鹿児島県海域におけるマチ類標識放流実績

| 放流年月日 | 放流場所 | 使用船舶 | 魚種 | | | |
|----------------|----------------------|---------------------|-------|------|------|------|
| | | | アオダイ | ヒメダイ | オオヒメ | ハマダイ |
| 2005.7.10-12 | 奄美大島北東沖 (アツタ曾根) | 奄美漁協所属漁船 | 226 | 1 | - | - |
| 2006.8.30-9.2 | 奄美大島北東沖 (アツタ曾根) | 奄美漁協所属漁船 | 346 | - | 9 | - |
| 2006.9.28 | 屋久島南沖 (屋久新曾根) | 鹿児島県漁業調査船 「おおすみ」 | - | - | - | 4 |
| 2007.7.20-22 | 奄美大島北東沖 (アツタ曾根) | 奄美漁協所属漁船 | 269 | 15 | 11 | - |
| 2007.10.2-3 | 屋久島南沖 (屋久新曾根) | 鹿児島県漁業調査船 「おおすみ」 | - | - | - | 9 |
| 2008.8.22-26 | 種子島南沖 (下のだんとう) | 南種子町漁協所属漁船 | 112 | 5 | 1 | - |
| 2009.7.27-8.31 | 種子島南沖 (下のだんとう) | 南種子町漁協所属漁船 | 263 | 34 | 45 | - |
| 2010.9.29-10.1 | 種子島南沖 (下のだんとう) | 南種子町漁協所属漁船 | 198 | 5 | 10 | - |
| 2011.8.21-24 | 沖永良部島北東沖 (国頭岬沖) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | 48 | 1 | 1 | - |
| 2012.9.8-12 | 沖永良部島北東沖 (国頭岬沖) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | 100 | 2 | 2 | - |
| 2013.9.12-13 | 沖永良部島北東沖 (国頭岬沖) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | 18 | - | - | - |
| 2014.9.17-19 | 屋久島南西沖 (オジカ瀬) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | - | - | 11 |
| 2015.9.4-5 | 屋久島南西沖 (オジカ瀬) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | - | - | 16 |
| 2015.11.12-14 | 沖永良部島北東沖 (ファーンソネ) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | - | - | 3 |
| 2015.12.19-20 | 屋久島南西沖 (オジカ瀬) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | - | - | 16 |
| 2016.10.20 | 沖永良部島北東沖 (ファーンソネ) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | - | - | 1 |
| 2016.12.8-9 | 屋久島南西沖 (オジカ瀬) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | - | - | 12 |
| 2017.3.12 | 沖永良部島北東沖 (ファーンソネ) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | - | - | 1 |
| 2017.5.18-19 | 沖永良部島北東沖 (ファーンソネ) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | 1 | - | 7 |
| 2017.8.23-24 | 屋久島南西沖 (オジカ瀬) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | - | - | - | 18 |
| 2017.9.26 | 屋久島南西沖 (オジカ瀬) | 鹿児島県漁業調査船 「くろしお」 | 1 | - | - | 10 |
| 合計 | | | 1,581 | 64 | 79 | 108 |

1 サンプルの収集

一本釣り漁法によりサンプルを釣獲した。マチ類は水深 100 m 以深に生息するため、急激な水圧変化による眼球突出等の活力低下または斃死要因をなるべく除去するため、釣糸の巻き上げ速度を通常の釣獲時より遅い約 1ms⁻¹ とした。魚体への負担軽減の観点から、船上への取り上げには極力タモ網を用いた。

2 エア抜き

釣獲したサンプルを 18℃ 以下に冷却した海水中に収容し、水圧差による鰾の膨張が認められる場合は、体側から注射針（テルモ株式会社製テルモカテラン針、0.65 × 32mm(NN-2332S)、0.70 × 70mm(NN-2270C)、0.90 × 70mm(NN-2070C)) を穿刺し、延長チューブ（テルモ株式会社製テルモサフィード延長チューブ、SF-ET0525）で接続した注射器（テルモ株式

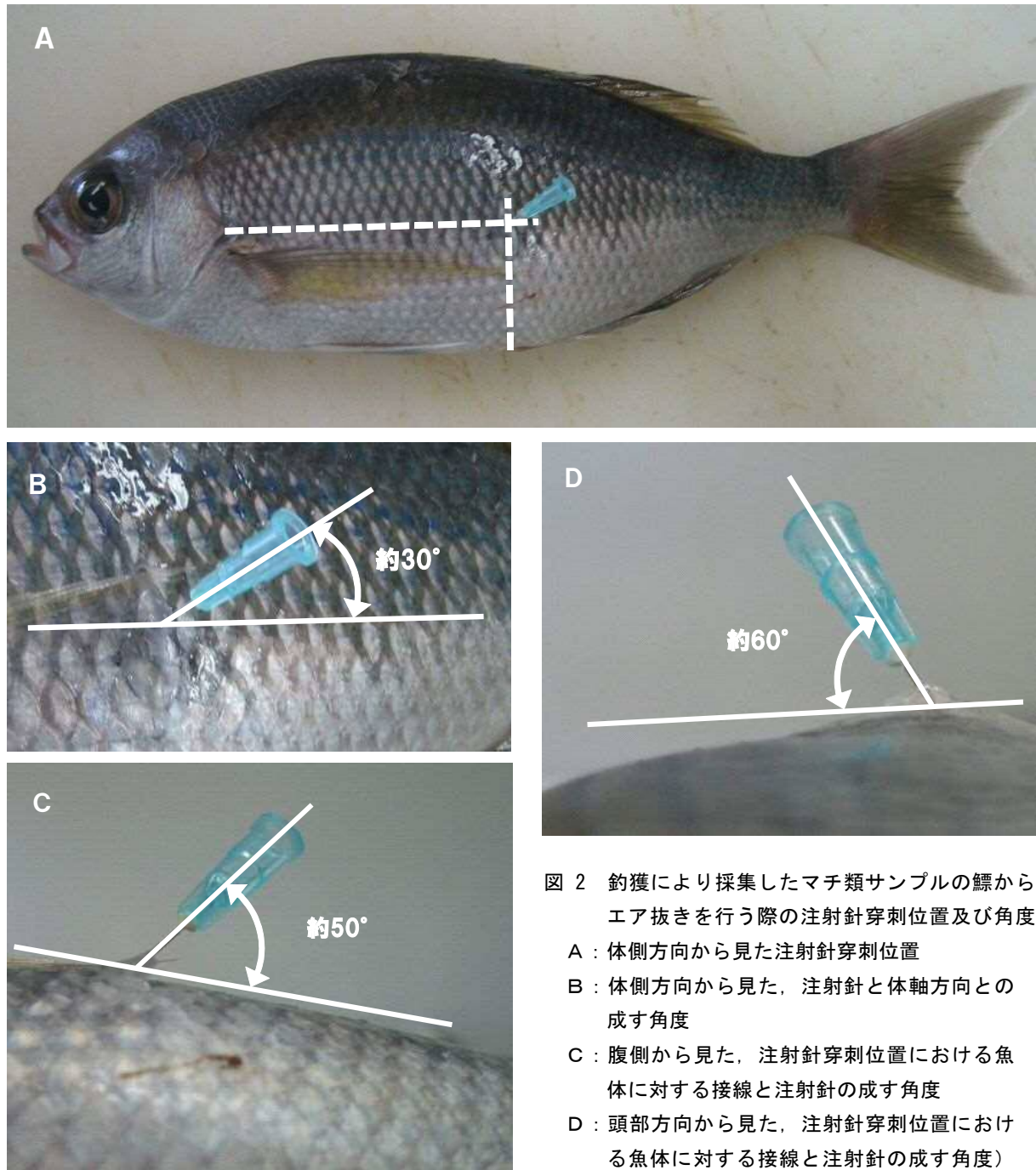


図 2 釣獲により採集したマチ類サンプルの鰾からエア抜きを行う際の注射針穿刺位置及び角度
A : 体側方向から見た注射針穿刺位置
B : 体側方向から見た, 注射針と体軸方向との成す角度
C : 腹側から見た, 注射針穿刺位置における魚体に対する接線と注射針の成す角度
D : 頭部方向から見た, 注射針穿刺位置における魚体に対する接線と注射針の成す角度)

会社製テルモシリンジ, SS-50ESZ) を用いて鰾からエアを抜いた。注射針のサイズは魚体サイズに応じて適宜選択した。注射針の穿刺にあたっては内臓を傷付けぬよう慎重に行った。

注射針の穿刺位置及び角度を図 2, エア抜きの様子を図 3 に示す。エア抜きは注射針を魚体に穿刺する者と注射器でエアを抜く者の 2 者がペアになって行った (図 3)。針の先端を穿刺する位置は, 鰾蓋骨後端から後方に延ばした線と肛門から体軸に下ろし

た垂線の交点付近を目安とした (図 2A)。この位置に注射針の先端を穿刺するため, これよりやや後方の鱗と鱗の隙間から針を寝かせて差し込み, 注射針の先端が穿刺位置に達したら, 図 2B-D の角度を目安として, 鱗を持ち上げつつ注射針を立てて体内に穿刺した。針の先端が鰾に達すると, 針先でプツンと膜を突き破る感覚が指先に伝わる場合があった。注射針の先端が鰾内部に達すると, 注射器のプランジャーを引くことによって容易にエアが抜けるよう

になった。注射器のプランジャーを引いても全くエアが抜ける感覚が得られない場合や、注射針が骨に当たってそれ以上穿刺できない場合は、注射針の穿刺位置を変えて穿刺をやり直した。

なお、ハマダイの場合、釣獲後に収容する冷海水の温度を他の3種と同様の18℃以下に設定すると、収容直後に硬直し斃死する場合があった。そのような場合は、海面水温との温度差を4℃程度に設定することにより硬直死を回避できる場合があった。

3 胃反転戻し・脱腸戻し

鰾の膨張に伴う胃の反転が認められる場合は、樹脂製の棒数種（アズワン株式会社製、PFA 攪拌棒φ7×202mm、ケミフロン攪拌棒φ7×200mm、φ9×300mm、POM 製攪拌棒φ8×250mm、φ10×300mm、φ12.5×300mm）を魚体サイズに応じて使用し、胃を体内に押し戻した。胃を戻す際に力を入れすぎると胃を突き破る場合があったため、慎重に行

った（図4）。また、肛門から腸が突出している場合（脱腸）も同様に押し戻した。内臓を傷付けてしまった個体や復元に失敗した個体は放流しなかった。

胃反転戻しの際、スムーズに反転を戻せる場合と戻せない場合があった。後者の場合、2のエア抜きを再度行くとスムーズに胃反転を戻せる場合があった。

なお、調査開始当初は胃反転戻しにガラス製の棒を用いていたが、サンプル魚が暴れて棒が折れ、危険を伴う場合があったため、樹脂製の棒に変更した。

4 標識装着

冷海水中でしばらく静置した後、活力が良好と思われる個体のみ標識を施した（図5）。標識にはスパゲティ型アンカータグ2本（Hallprint社製、TBF-2（タグ長50mm））又はダートタグ1-2本（Hallprint社製、PDX（タグ長60mm）、PDS（同90mm）、PDA（同140mm））を用い、背鰭基部付近に装着した。



図3 エア抜きの様子



図5 標識装着の様子



図4 胃反転戻しの様子



図6 尾叉長測定及び傷口消毒の様子

5 尾叉長測定及び消毒

尾叉長を1 cmまたは0.5 cm単位で測定し、標識装着部と注射針穿刺部に0.1%アクリノール液(大成薬品工業株式会社製)を滴下して傷口を消毒した(図6)。

6 放流

なるべく頭部から入水するように直接又はタモ網で静かに放流した。放流後はサンプルの潜行を確認し、潜行できずに浮上した個体は回収した。

なお、釣獲後から放流までの作業は、手からサンプル魚への体温の伝導や雑菌の伝播を防ぐため、ビニール又はゴム製手袋を装着して行った。

結 果

2018年12月までに、アオダイ11尾、ヒメダイ1尾、オオヒメ3尾が漁業者によって再捕され、再捕率はそれぞれ0.7%、1.6%、3.8%であった。ハマダイは再捕がなかった(表2)。

再捕されたアオダイ11尾のうち2尾、オオヒメ3尾のうち2尾は、放流地点から40-150km離れた遠隔地での再捕であったが、その他は放流地点周辺での再捕であった(表2, 図7)。

再捕されたアオダイ11尾のうち4尾、オオヒメ3尾のうち2尾が、放流後1年以上経過後の再捕であったが、再捕までの期間が1,046日と最も長かった

アオダイは、放流地点周辺での再捕であった(表2)。

放流から再捕までの経過日数が100日を超える再捕魚に着目すると、再捕魚の日間成長はアオダイで0.04-0.19mm/日、オオヒメで0.28-0.30mm/日となり、オオヒメの日間成長はアオダイより大きかった(表2)。

考 察

マチ類のうちアオダイ、ヒメダイ、オオヒメについては、再捕率は低いものの、異なる海域、船舶、標識、施術者で放流を実施し、再捕が確認されたことから、これら3種の標識放流技術は概ね確立できたものと考えられる。アオダイ及びオオヒメでは放流後1年以上経過した後に再捕された事例も確認されており(表2)、この標識放流技術により放流後長期間生存可能であることが分かった。この標識放流技術は、深海に生息する他魚種への応用も期待される。今後は、引き続き放流を継続するとともに、他の海域でも同様の放流調査を実施し、再現性を検証する必要がある。

これまでに放流したハマダイが再捕されていない要因として、ハマダイが他の3種よりも生息水深が深い¹⁾ため、生息水深と海面との急激な水压差や温度差の影響で活力の良好なサンプルの確保が難しく放流実績そのものが少ないこと、放流後生息水深帯まで潜行する際も他の3種より減耗しやすいこと等が考えられる。ハマダイの標識放流技術を確立するには、超音波テレメトリー手法やアーカイバルタグ

表2 鹿児島県海域で標識放流したマチ類の再捕実績

| 魚種 | 放流日 | 放流場所 | 放流サイズ 尾叉長(cm) | 再捕日 | 再捕場所 | 再捕サイズ 尾叉長(cm) | 経過日数 | 移動距離 | 日間成長 (mm/日) |
|------|-----------|--------|------------------|------------|--------|------------------|-------|--------|----------------|
| アオダイ | 2005.7.12 | アッタ曾根 | 26.5 | 2005.11.27 | アッタ曾根 | 27.0 | 138 | ほとんどなし | 0.04 |
| アオダイ | 2005.7.10 | アッタ曾根 | 25.0 | 2005.11.27 | アッタ曾根 | 27.0 | 140 | ほとんどなし | 0.14 |
| アオダイ | 2005.7.12 | アッタ曾根 | 27.0 | 2005.11.29 | アッタ曾根 | 28.1 | 140 | ほとんどなし | 0.08 |
| アオダイ | 2006.8.31 | アッタ曾根 | 28.0 | 2007.3.26 | アッタ曾根 | 30.0 | 207 | ほとんどなし | 0.10 |
| アオダイ | 2006.8.30 | アッタ曾根 | 29.0 | 2007.9.26 | シビ曾根 | 33.0 | 392 | 150km | 0.10 |
| アオダイ | 2006.8.31 | アッタ曾根 | 27.0 | 2007.11.1 | 大島新曾根 | 32.0 | 427 | 40km | 0.12 |
| アオダイ | 2009.7.27 | 下のだんとう | 28.5 | 2009.8.16 | 下のだんとう | 28.5 | 20 | ほとんどなし | 0.00 |
| アオダイ | 2009.7.31 | 下のだんとう | 24.5 | 2009.9.10 | 下のだんとう | 24.5 | 41 | ほとんどなし | 0.00 |
| アオダイ | 2009.8.30 | 下のだんとう | 26.0 | 2010.9.17 | 下のだんとう | 30.8 | 383 | ほとんどなし | 0.13 |
| アオダイ | 2010.9.29 | 下のだんとう | 21.0 | 2013.8.10 | 下のだんとう | 41.2 | 1,046 | ほとんどなし | 0.19 |
| アオダイ | 2011.8.22 | 国頭岬沖 | 28.5 | 2012.8.14 | 国頭岬沖 | 31.7 | 358 | ほとんどなし | 0.09 |
| ヒメダイ | 2009.8.1 | 下のだんとう | 25.5 | 2009.8.24 | 下のだんとう | 不明 | 23 | ほとんどなし | - |
| オオヒメ | 2007.7.22 | アッタ曾根 | 23.0 | 2008.8.6 | 白浜曾根 | 33.6 | 381 | 93km | 0.28 |
| オオヒメ | 2007.7.20 | アッタ曾根 | 22.0 | 2008.12.18 | アッタ曾根南 | 37.4 | 517 | ほとんどなし | 0.30 |
| オオヒメ | 2011.8.21 | 国頭岬沖 | 43.0 | 2011.10.25 | 伊平屋島西沖 | 42.5 | 65 | 86km | - |

等の記録型標識を用いたバイオロギング技術を活用して放流後のハマダイの行動を観察し、本手法によるハマダイ放流魚が釣獲前の生息水深帯まで到達できているか、またその後生残できているか等について確認する必要がある。

アオダイでは放流地点から 40 km 及び 150 km, オオヒメでは 86km 及び 93km 離れた遠隔地での再捕が確認された (表 2, 図 7)。これは、マチ類は瀬付きの魚で大きな移動回遊はしないと考えられてきた漁業者の認識とは異なる結果であったため、本知見は資源回復方策を検討するうえで重要な示唆を与える。

なお、これら遠隔地での再捕事例を、放流地点と再捕地点の間の海底形状の観点から考察すると、アッタ曾根で放流し大島新曾根やシビ曾根で再捕されたアオダイの事例では、放流地点と再捕地点の間に通常アオダイが生息しない 400m 以深の水深帯が存在する (図 7)。また、オオヒメにおける、アッタ曾根で放流し白浜曾根で再捕された事例及び国頭岬沖で放流し沖繩県伊平屋島西沖で再捕された事例では、

放流地点と再捕地点の間に通常オオヒメが生息しない 600m 以深の水深帯が存在する (図 7)。この間を、これらアオダイやオオヒメ放流魚がどのように移動したのか、すなわち、海底に沿って移動したのか、海底を離れて中層を移動したのか、今回用いたダートタグなどの通常標識による標識放流調査では明らかにすることはできない。この点は、今後、標識魚の生息水深や環境水温などの移動回遊履歴を記録できるアーカイバルタグなどの記録型標識を用いた研究を行うことにより解明されることが期待される。

謝 辞

マチ類標識放流調査に着手するにあたり、佐藤圭一氏をはじめとする沖縄美ら海水族館職員の皆様からマチ類の活魚釣獲及び輸送に関する基礎技術を提供して頂き、懇切丁寧にご指導頂いた。心より深謝の意を表す。マチ類標識放流調査の実施にあたり、格別のご理解とご協力を賜った奄美漁業協同組合及び南種子町漁業協同組合の職員及び所属漁業者の皆様、心より厚く御礼申し上げる。また、本調査にご協力頂いた、鹿児島県漁業調査船くろしお及び鹿児島県漁業調査船 (現 漁業指導取締兼調査船) おおすみの乗組員の皆様に、心より感謝申し上げます。本研究の大部分は、水産庁の我が国周辺水域資源評価等推進委託事業により実施された。

文 献

- 1) 下瀬 環, 青沼佳方, 林原 毅. 平成 29 年度マチ類 (奄美・沖縄・先島諸島) の資源評価. 平成 29 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 第 3 分冊, 水産庁・水産総合研究センター. 2018 ; 1314-1347.
- 2) 宍道弘敏. マチ類資源回復に向けた取り組み I. 沿岸域における漁船漁業ビジネスモデル研究会ニュースレター, 水産総合研究センター開発調査センター, 横浜. 2015 ; 18 : 2-3.
- 3) 上原匡人, 青沼佳方, 山田真之, 中村博幸, 平手康市, 岩本健輔, 太田 格, 海老沢明彦. 北大九曾根保護区の試験操業結果 II (アオダイ等資源回復推進調査, マチ類資源評価・資源回復調査, 資源管理体制推進事業, 生物情報収集調査). 平成 24 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書. 2013 ; 74 : 61-65.

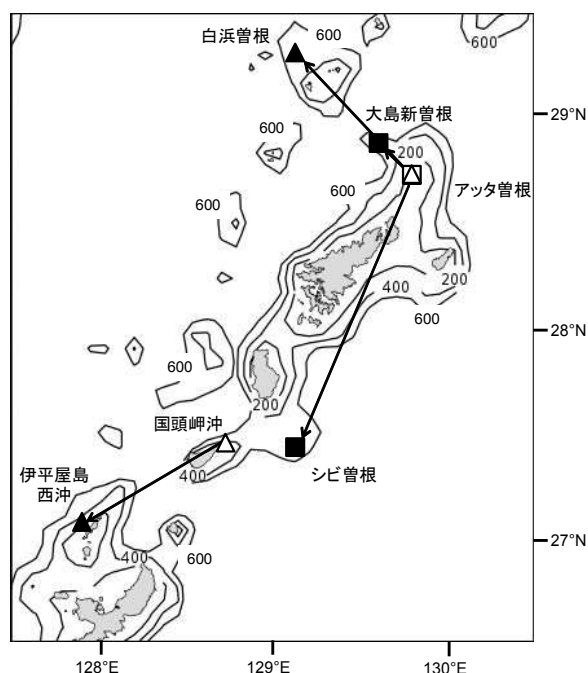


図 7 アオダイ及びオオヒメの遠隔地再捕事例における放流・再捕位置

□ : アオダイ放流位置, ■ : アオダイ再捕位置
 △ : オオヒメ放流位置, ▲ : オオヒメ再捕位置
 等深線は 200m 間隔で 600m まで表示した。