

**地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)**  
**研究課題別終了時評価報告書**

**1. 研究課題名**

資源の持続的利用に向けたマグロ 2 種の産卵生態と初期生活史に関する基礎研究  
(2011 年 4 月 ~ 2016 年 3 月)

**2. 研究代表者**

2. 1. 日本側研究代表者：澤田 好史（近畿大学水産研究所 教授）
2. 2. 相手側研究代表者：Amado A. Cano D.（パナマ共和国水産資源庁 (ARAP)  
アチョチネス研究所 水産エンジニア）

**3. 研究概要**

パナマ共和国をはじめとする中米諸国では、キハダと太平洋クロマグロの漁業・養殖業が重要な産業であるが、マグロ類の天然資源量の大きな変動が不安定化要素となっている。さらに、近年、世界的なマグロの需要増加により漁獲圧が増大していることに加え、地球規模の気候変動の影響も懸念されることから、資源量の減少が危惧されている。特に、キハダや太平洋クロマグロをはじめとするマグロ類の養殖が世界的な広がりを見せる中、これらの養殖では天然幼魚または成魚を養殖原魚とすることから、養殖業の発展が資源量の急激な減少の大きな要因になっている。

本プロジェクトは、キハダと太平洋クロマグロの 2 種を対象とし、日本及びパナマ両国の海洋環境を利用し、両国周辺海域における持続的な漁業に必要な両種の天然資源の管理・動向予測技術、及び天然資源に依存しないキハダの完全養殖技術の開発を行うことを目的とする。具体的には、以下の 3 つの研究項目を設定し、形態学、生理学、遺伝学、分子生物学、生化学、物理化学など多様な研究手法を用いて、資源管理・動向予測及び完全養殖技術に必要な科学的知見の集積と新たな研究ツールの開発を実施する。

- (1) 初期発育解明と飼育技術開発
- (2) 産卵生態研究
- (3) 栄養要求解明と配合飼料開発

なお、本プロジェクトは、両国の研究代表機関である近畿大学水産研究所とパナマ共和国水産資源庁 (ARAP) に全米熱帯マグロ類委員会 (IATTC) を協力機関として加えた 3 機関による共同研究である。

## 4. 評価結果

### 総合評価 (A : 所期の計画と同等の取組みが行われ、成果が期待できる。)

マグロ類の飼育研究とその養殖産業化で実績を有する近畿大学が、同分野における日本の優位性を活かして ARAP と国際機関である IATTC と協働することにより、「キハダと太平洋クロマグロの繁殖と初期生活史の研究」及び「キハダの養殖技術開発」において、新たな解析手法を構築し、多くの基礎的データを蓄積したことは、マグロ類の資源管理・予測技術及び大型回遊魚であるキハダの養殖技術の開発に資する重要な成果である。プロジェクト目標のひとつである「キハダの完全養殖技術の提案」の達成には至らなかったが、キハダの初期発育における成長と卵の化学成分分析の解析から、種苗生産における餌飼料の切り替えポイントを見出し、人工孵化したキハダ稚魚・幼魚の海面生簀での飼育とそれに続く陸上水槽における幼魚の飼育に世界で初めて成功したことの意義は大きい。今後、両種の初期生活史のさらなる解明、及びキハダの完全養殖技術の確立に向けてプロジェクト成果の活用が期待される。

#### 4-1. 地球規模課題解決への貢献

##### 【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

将来の漁業資源の持続的確保において、大規模回遊魚である太平洋クロマグロとキハダの海洋における自然賦存量の推定・変動予測、及び完全養殖技術の開発は極めて重要な課題である。本プロジェクトでは、上記課題の解決に資する「初期生存決定要因」、「栄養要求」、「産卵生態」、「母系解析」、「仔稚魚育成技術」に係る多数の基礎的データを獲得し、また必要となる実験ツールも開発したことから、科学的・技術的インパクトは極めて高いと言える。また、本プロジェクトは、世界で初めて、飼育試験を基盤としてマグロ類の初期生活史に関する基礎データを取得しており、今後の大型魚種の研究における先駆的研究として位置づけられる点も高く評価される。

##### 【国際社会における認知、活用の見通し】

マグロは貴重なタンパク質資源として世界的に認識されていることに加えて、本プロジェクトの協力機関である IATTC がマグロ類資源管理に大きな影響力を有する国際機関であることから、本プロジェクトで得られた成果がパナマ国をはじめとして国際的に広く認知、活用される見込みは高いと考えられる。

##### 【他国、他地域への波及】

大規模回遊魚であるマグロ類の完全養殖は他の魚種と比較して難しいと言われていることから、本プロジェクトで開発されたマグロ 2 種の産卵生態の解析技術や卵質の違いによる孵化や初期生活・生存への影響、及び餌料に係る知見は、他魚種の人工養殖研究にも応用

が可能であると考えられる。また、今後、マグロ類の飼育研究による生態解明のアプローチにより得られた種々の基礎的データを論文及び書籍として発表することにより、他の魚類研究への波及効果も得られるものと期待される。

#### **【国内外の類似研究と比較したレベルや重要度】**

従来、マグロ類の資源量の予測は各国の漁獲データを基に行われることが多く、信頼性の高いデータの取得、より長期的且つ科学的な予測には限界があった。本プロジェクトでは、飼育試験条件下で卵から仔稚魚、幼魚時期の成長、発育過程における形態学的、生理学的、生化学的な現象、水温や水質とキハダの産卵量の関係等の解明に成功すると同時に、家系判別や親子鑑定に資する DNA 解析の基盤整備等にも着手している。このように、本プロジェクトでは、生産現場で精度の高いデータを蓄積できるという日本の特色を十分に活かし、日本独自の技術基盤の構築に取り組んでいることから他と比較したレベルは極めて高いと評価される。

## **4-2. 相手国ニーズの充足**

#### **【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】**

パナマ沖合はキハダが回遊する優良な漁場であり、マグロ類を中心とした水産業は同国の重要な産業のひとつである。本プロジェクトで獲得した知見や技術は、マグロ類資源の推定・予測技術の構築、及びキハダの完全養殖技術の開発に裨益するものである。特に同国に対してマグロ類資源の持続的な利用における完全養殖の重要性を示した意義は大きく、本成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクトは高いと評価される。

#### **【課題解決、社会実装の見通し】**

本プロジェクトは、キハダの海洋における賦存量の推定や予測に必要な環境要因の解明に有効なツールの開発に大きく貢献したが、マグロ類の資源管理技術やキハダの完全養殖技術の完成には解決すべき課題がまだ多数あることから、社会実装への道筋ができた段階であると考えられる。

#### **【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】**

本プロジェクトでは日本での技術研修、各種技術マニュアルの作成等を通して相手国の人材育成に貢献しており、導入された試料分析・陸上飼育・海面飼育生簀等の機材の管理、利用状況も良好である。プロジェクト参画機関の近畿大学水産研究所、ARAP、IATTC の 3 者は共同研究の継続に対する高いニーズを共有し、IATTC は近畿大学との共同研究の継続を予定しており、ARAP も計画中であることから、本プロジェクトの継続的発展が期待される。

**【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】**

現段階で本プロジェクト成果を基にしたマグロ類の研究・利用活動の発展の見込みはそれほど高いとは言えないが、今後、パナマで需要が高い他の魚種にも研究範囲を広げることにより研究・利用活動の促進に繋がるものと考えられる。同時に日本側からの継続したコミットメントや共同研究、あるいは研究指導が必須であると思われる。

### 4-3. 付随的成果

#### 【日本政府、社会、産業への貢献】

日本は、現状で世界最大のマグロ消費国であるため、世界のマグロ類資源の持続的利用に負う責任は大きい。本プロジェクトで得られた成果がマグロ類資源の持続的利用に現段階で与える影響はさほど大きくはないが、今後、成果を基に資源推定・予測技術ならびにキハダの完全養殖技術が開発され実用・普及に達した場合、日本政府のプレゼンス向上はもとより、日本の水産業、食料安全保障への貢献度は高いと期待される。

#### 【科学技術の発展】

本プロジェクトでは、キハダの人工飼育、産卵、孵化・初期生育、海洋生簀飼育等の一連の飼育技術や飼育環境に必要な水温や餌料等の複雑な環境要因、さらには家系判別や親子鑑定に用いる DNA 解析のための基盤構築等に関して、多数の知見が得られたことは評価に値する。一方、今後、さらなる科学的知見の集積と統合が進められ、マグロ類資源量の予測技術及びキハダの完全養殖技術の確立に繋がることが期待される。

#### 【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

本プロジェクトでは、中間評価における提言に基づいて設置された 2 人の日本人研究コーディネーターはもとより、多くの日本人の学生、博士研究員、さらには大学技術職員がパナマの研究サイトで共同研究に参画し、3 カ国の研究者と共に協働する経験を積んだことから、日本人若手人材の育成への貢献は高く評価される。

#### 【知財の獲得や国際標準化への取り組み、生物資源へのアクセスや、データ入手】

本プロジェクトでは、パナマの地理的条件を活用した共同研究によりキハダの親魚、卵、仔稚魚にアクセスし、キハダの養殖技術に関する新たな知財を獲得した点、またキハダとクロマグロに関する貴重な生態情報を取得した点が評価される。

#### 【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

本プロジェクトでは、相手国側研究者の技術研修に有効な技術マニュアルが作成され、実際に活用されたことが評価される。プロジェクトで集積した多数の基礎データを基に、今後、より多くの論文が発表されることが期待される。

#### **【技術及び人的ネットワークの構築（相手国を含む）】**

本プロジェクトでは、相手国側研究者に加えて、マグロ類資源管理の国際機関であるIATTCの研究者との間で技術及び人的ネットワークが構築され、機能している点が高く評価される。共同研究の持続とその成果の社会実装に向けて、既存のネットワークを継続、発展することが望まれる。

#### **4-4. プロジェクトの運営**

##### **【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】**

研究代表者のリーダーシップの下、研究管理者間による十分な協議が行われ、研究課題ごとに日本側研究者と相手国側研究者がマンツーマンの組となり、指導・教育・共同研究が推進された。両国の技術職員同士の相互往来と研究交流も効果的な技術研修として機能した。さらに、両国の研究者が、夏季のクロマグロ産卵期は日本で、春季と秋季はキハダの産卵期に合わせてパナマで協働することにより研究活動の効率化と人的ネットワークの強化が図られた。以上の点から、本プロジェクトでは優れた推進体制が構築されたと評価される。

##### **【プロジェクト管理及び状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】**

パナマ側の頻繁な人事異動や両国間のコミュニケーション不足等により、プロジェクト前半は進捗に支障が生じたが、その後、日本に2名、相手国に1名の研究コーディネーターを配置するなどの工夫がなされ、プロジェクト後半は円滑な推進が達成されたことから、適切なプロジェクト管理が実施されたと評価される。

##### **【成果の活用に向けた活動】**

プロジェクト期間内にキハダの完全養殖及びマグロ類の資源推定・予測技術の確立には至らなかったが、これまでに蓄積したデータや要素技術の開示及び活用の可能な範囲を設定し、関係機関との情報共有、研究連携を模索するなどより積極的な対応を期待する。

##### **【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】**

論文、国際シンポジウム・セミナー、学会発表等による研究成果の発信に加えて、日本とパナマの両国で、新聞、テレビ、ラジオ等のマスコミや業界雑誌による積極的な広報が行われており、高く評価される。

##### **【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】**

本プロジェクトでは、両国研究者、技術職員、研究コーディネーター、学生等の研究人材が適切に配置、活用されたと評価される。相手国側研究機関に導入された研究機材も適切に管理、利用されていると判断される。

## 5. 今後の研究に向けての要改善点及び要望事項

以下について期待するとともに要望したい。

- ① マグロ類の人工養殖及び自然資源賦存量の推定と予測に基づく漁業管理は世界の食料安全保障上極めて重要な課題であるため、近畿大学及び ARAP ならびに IATTC 間の共同研究を何らかの形で継続し、所期の上位目標の達成に向けて基礎的データのさらなる集積と応用研究を推進していただきたい。そのためにも、今後は、キハダ以外にもパナマで需要の高い他の魚種にも研究対象を広げながら、日本側の研究・技術協力を継続することを検討していただきたい。
- ② 本プロジェクトでは世界で初めてキハダを卵から幼魚まで人工飼育することに成功したが、今後、幼魚から親魚、産卵までの飼育を早期に達成することにより、科学技術及び産業の視点からキハダの完全養殖の可能性を示していただきたい。
- ③ マグロ類等の完全養殖において、従来の魚類を餌飼料として用いる方法には限界があるため、新規な代替飼料の研究開発が急務であると考えられるが、人間の食料や家畜の飼料と競合しない材料、もしくは材料の利用法に着目して今後の研究開発に取り組んでいただきたい。
- ④ 本プロジェクトでは、飼育試験条件下で卵から仔稚魚、幼魚時期の成長、発育過程における形態学的、生理学的、生化学的な現象、水温や水質とキハダの産卵量の関係等の解明に成功すると同時に、家系判別や親子鑑定に資する DNA 解析の基盤整備に着手するなど、多数のデータが獲得されている。今後、これらの成果のさらなる論文化及びその他の具体的成果物としての発表を期待する。

以上

|                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| 研究課題名            | 資源の持続的利用に向けたマグロ類2種の産卵生態と初期生活史に関する基礎研究 |
| 研究代表者名<br>(所属機関) | 澤田 好史<br>(近畿大学 水産研究所 教授)              |
| 研究期間             | H22採択 (5年間) 平成23年4月～平成28年3月           |
| 相手国名             | パナマ共和国                                |
| 主要相手国<br>研究機関    | パナマ国水産資源庁ARAP<br>アチョチネス研究所IATTC       |

| 付随的成果                         |   |
|-------------------------------|---|
| 日本政府、社会、産業への貢献                | マグロの大量消費国日本が、マグロの資源管理技術や天然資源に依存しない養殖技術の開発を通じて国際的な責任を果たせた。また研究成果は国内マグロ養殖での技術開発促進、人材育成に貢献した。                              |
| 科学技術の発展                       | 知見が少ないマグロ類の生態について、主に飼育研究により新たな科学的知見を数多く付け加えることができた。この分野での世界に例の無い共同研究の内容・規模で、マグロ類の資源管理と養殖技術の向上・発展に貢献した。                  |
| 知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等    | 現在日本では得られないキハダの親魚、卵、仔稚魚へのアクセスが可能となった。また共同研究により、日本ではできないキハダの養殖技術が知財として新たに獲得できた。またクロマグロとキハダについても国際資源管理に必要な生態情報が獲得できた。     |
| 世界で活躍できる日本人人材の育成              | 若手研究者、大学院生のパナマ派遣、パナマからの研究者を受け入れての共同研究では、異なる言語、異なる環境、異なる思考を体験させるとともに、新たな科学技術・知識の創造の場を提供することで、日本人若手人材の国際化、能力向上が図られた。      |
| 技術及び人的ネットワークの構築               | プロジェクトは、マグロ類では今まで全くなかった国際共同研究であり、初めてこの分野で活動的な研究ネットワークが構築された。また、主催あるいは参加する国際会議やシンポジウムでプロジェクト外の研究者とのネットワークが構築された。         |
| 成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど) | プロジェクトでは、相当数の学術論文が公表され、また最終的な成果報告書等が刊行された。さらにそれらのなかでは、マグロ類の生態というグローバルな課題についての国際共同研究の必要性、その内容が提言された。さらに重要な技術マニュアルも作成された。 |

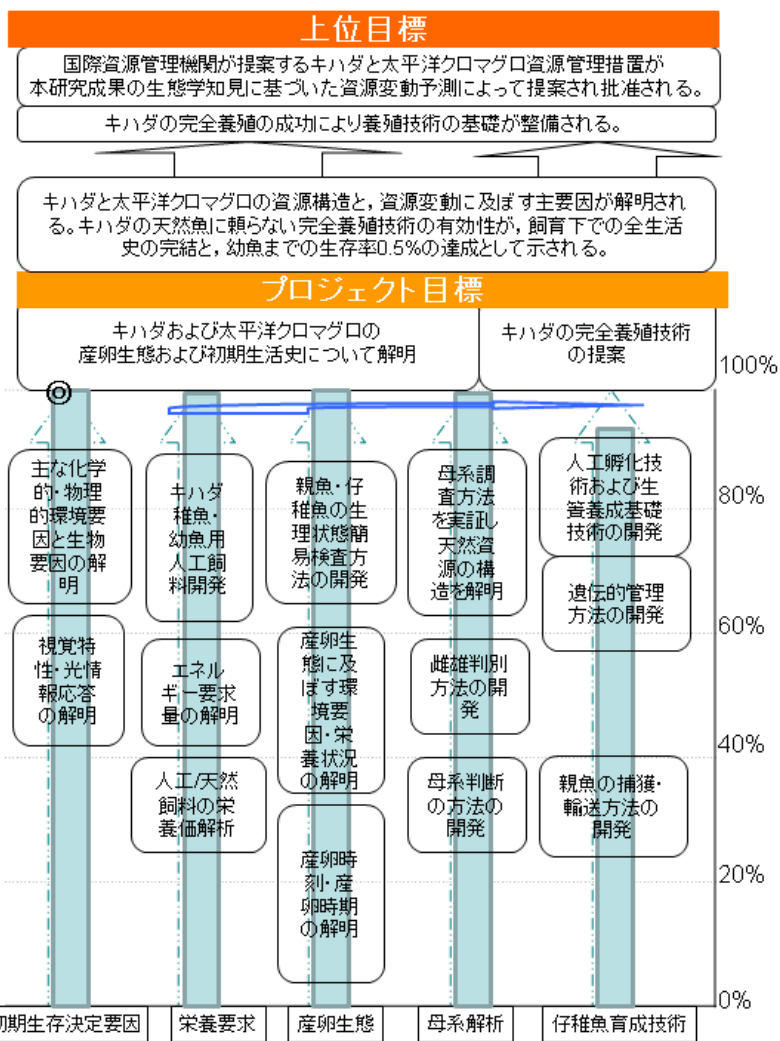


図1 成果目標シートと達成状況 (2016年3月時点)