

地球規模課題対応国際協力プログラム (SATREPS) 研究課題別追跡調査報告書

I. 序文

SATREPS 追跡評価実施要領 (<https://www.jst.go.jp/global/hyouka/pdf/follow-up-evaluation-procedure.pdf>) に基づき、追跡調査を実施した。具体的には、プロジェクト終了後の各研究課題の国際共同研究の成果の発展状況や活用状況を明らかにするために、対象課題の研究者に対し質問票による基礎データ調査を行い、その結果を踏まえた研究者インタビュー調査を経て得られた情報を整理しまとめた¹。

今般の研究課題別追跡調査にあたっては、以下の方々にご協力頂き厚く御礼申し上げます。

岡本 信明 東京海洋大学名誉教授

廣野 育生 東京海洋大学教授

II. プロジェクト基本情報

1. 課題名

次世代の食糧安全保障のための養殖技術研究開発

2. 日本側研究代表者名

岡本 信明 (プロジェクト終了時 東京海洋大学 特任教授)

(現 東京海洋大学 名誉教授)

3. 相手国側研究代表者名

Varin TANASOMWANG タイ国農業協同組合省水産局 シニアアドバイザー

4. 国際共同研究期間

2012年5月～2017年5月

5. 研究概要

(1) 目的

生産者の生産意欲向上が期待される社会ニーズの高い魚介類の産業化への応用技術(死の谷を越える技術)を確立し、世界の新たな食糧庫を東南アジアに創出することにある。

¹ 2021年11月から2022年3月に各種調査および報告書のとりまとめを実施した。

(2)各グループの研究題目と実施体制

総括：岡本 信明 東京海洋大学特任教授

グループ1：分子育種のための DNA マーカーの開発研究グループ(坂本 崇 東京海洋大学准教授、 Varin Tanasomwang タイ農業協同組合省水産局シニアアドバイザー)

グループ2：借り腹技術を利用した育種技術基盤の構築に関する研究グループ(吉崎 悟朗 東京海洋大学教授、Varin Tanasomwang タイ農業協同組合省水産局シニアアドバイザー)

グループ3：病原微生物感染症撲滅に関する研究グループ(廣野 育生 東京海洋大学教授、Nontawith AREECHON カセサート大学水産学部准教授)

グループ4：魚粉に替わる代替動物性タンパク質飼料の開発研究グループ(佐藤 秀一 東京海洋大学教授、 Varin Tanasomwang タイ農業協同組合省水産局シニアアドバイザー)

グループ5：化学物質などの検出技術の開発研究グループ(舞田 正志 東京海洋大学教授、Nontawith AREECHON カセサート大学水産学部准教授)

(3) SATREPS 期間中の各グループの成果

グループ1

DNA マーカーを開発することにより養殖魚として有用な形質を発現する家系の開発と維持を可能にし、ハタ類、バラマンディ(アジアズキ)、ブラックタイガー(ウシエビ)およびバナメイエビにおいて、DNA マーカーの開発を行い、遺伝的多様性解析、親子鑑定、優良形質解析に有効な DNA マーカーを開発した。

グループ2

借り腹技術を利用することにより育種にかかる時間を大幅に短縮することで、タイ水産局のクラビセンターにてタイガーグループの種苗生産技術が改良された。

グループ3

養殖場で問題となる微生物感染症に対する防除管理や新規ワクチンの開発により養殖生産の低下を防ぎ、ジャイアントグループ、タイガーグループ、アジアズキ、ティラピア、クルマエビ、バナメイエビおよびウシエビの網羅的な発現遺伝子解析を実施し、上記魚類の網羅的な発現遺伝子解析により、今後の免疫・生体防御機構の評価に使用可能な遺伝子を得た。グループ一に関しては、免疫関連遺伝子の発現を定量的に検出するための PCR を両種共通で出来るプライマーを開発した。開発したプライマーを用いて種々の免疫関連遺伝子の発現を解析することが可能となった。

グループ4

新たに増産される魚介類の産業化に貢献する魚粉に代わる代替飼料を開発し、テンミールや濃縮タンパクよりも可溶性物含有蒸留粕や高タンパク蒸留粕を配合した飼料の方が飼料の性能が優れること、ならびに黄色色素の皮膚への沈着は認められず、魚体ならびに可食部の外観に悪影響を及ぼさないことが判明した。また、飼育水の塩分を操作することにより、無魚粉飼料区の飼育成績や脂肪酸代謝酵素の活性を改善できる可能性を明らかにした。また、無魚粉飼料を給餌した

ハタの肝臓などを採取して、魚粉飼料区と無魚粉飼料区で発現量に差がある遺伝子を次世代シーケンサーで解析し、発現の変動する遺伝子を特定した。

グループ5

タイを含む東南アジアや中国のエビ養殖場で発生し、国際マーケットへのエビの供給不足及び価格高騰の原因となっている EMS/AHPND(early mortality syndrome/acute hepatopancreatic necrosis disease)、原因菌 *Vibrio parahaemolyticus* のゲノムを解読し、病原因子を特定することが出来た。さらに、PCR 検査法をタイ研究者と共同開発した。開発した検査法はタイ政府の本感染症標準検査法に採用され、国際獣疫事務局(OIE)においても標準法として採用された。

III. 追跡調査結果まとめ

1. 研究の継続・発展について

- ・本 SATREPS プロジェクトにより開発した代替タンパク飼料を基本設計として、タイ水産局で魚油の代替飼料の開発を進めており、後継プロジェクトの立案につながった。後継プロジェクト SATREPS「世界戦略魚の作出を目指したタイ原産魚介類の家魚化と養魚法の構築」(研究代表者: 廣野東京海洋大学教授 2018 年度採択)では、環境にやさしい養殖(生物多様性も含め)を目指し、バナメイエビ、ティラピアに代わるタイ原産種を開発することを目的としている。本 SATREPS プロジェクトでは魚類タンパク質の増産、高級魚の養殖による経済の活性化を狙い、東南アジアで現在養殖されているバナメイエビ、ティラピアについて検討し、成果を挙げたが、これら魚種は、タイにとっては外来種であり、在来種に対する影響がでており、タイの水産局も懸念しているために、後継プロジェクトでは原産種にターゲット(アジアズキ、バナナエビ)を絞った。
- ・JST の未来社会創造事業「日本型持続可能な次世代養殖システムの開発」²に吉崎悟朗東京海洋大学教授が参加している。この事業は、国内外で消費され、栄養価が高いサバを対象魚とし、植物原料から固体発酵技術により、魚油・魚粉を必要としない新しい養殖飼料の開発、早期成熟とゲノミックセレクション法により5年間で種苗魚を作出する育種技術の開発に加え、将来の社会実装を見据え、コピー魚を防ぐ不妊化技術・優良種保存技術の開発に取り組んでいる。
- ・本 SATREPS プロジェクトにおいて、当面必要な水産物の化学物質汚染のモニタリング手法が確立できた。その発展として、水産物の安全性確保に関わる新たな化学物質汚染のモニタリング手法について、分析技術の移転は適宜行っている。

2. 地球規模課題の解決に向けた科学技術の進展への貢献について

- ・本 SATREPS プロジェクトで開発したエビの感染症検査手法が国際獣疫事務局におけるエビの肝臓壊死症の診断における標準法に採用されている。
- ・プロジェクト研究の成果を著名な国際会議で発表し、学術雑誌に掲載・公表した。

² <https://www.jst.go.jp/mirai/jp/program/sustainable/JPMJMI21C1.html>

- ・研究成果を国際特許に出願し、登録された(研究成果である成長性遺伝形質を有するアカマダラハタの識別方法について、2016年7月4日に日本に特許出願後、2017年6月29日に国際出願(PCT出願)、同7月4日に台湾出願を行なった。2018年12月21日にタイ王国に出願した。日本では2021年5月6日に特許登録済みである(特許6877680号))。
- ・化学物質のモニタリング手法として、機器分析のコストや困難を補完する技術として、ELISA法のキット化を中心に検討し、スクリーニング法として導入するための基本技術が確立された。同様の方針に基づく対象化学物質への展開が期待できる。

3. 地球規模課題の解決、及び社会実装に向けての発展について

- ・複数の日本企業と共同研究を実施し、現在実施中の SATREPS においても活用できる成果が出てきている。魚類の養殖事業は、ノルウェーのサーモンの成功(大規模、自動化、省力化、IT化、利益率50%)によって魅力的な事業となっており、世界から注目を集め、新規参入が続いている。今まで養殖産業をおこなっていなかった大企業との共同研究は、この背景の元に始まった。
- ・相手国であるタイの水産上重要魚種の育種に貢献できる技術として、産業規模での社会実装を目指し、引き続きタイの研究機関と研究を続けている(グルーパー、ブラックタイガー、バナメイエビ、アジアズキ、メコンオオナマズ、ナイルティラピア等)。本課題で得られた知見は、後継 SATREPS プロジェクトにおいても活用されている。この知見は、我が国における水産上重要魚種への応用にも大きく貢献している。
- ・本 SATREPS プロジェクトで確立したモニタリング手法は、機器分析によるモニタリング業務の負荷軽減につながるものであるが、モニタリングプログラムへの展開は各国のレギュレーションに制約される部分もあり、社会実装までには至っていない。しかし、コストや人的問題の解決の基本技術ということで認知され、今後の展開が期待できる。

グループ3

- ・本 SATREPS プロジェクトで開発された感染症防除技術については、養殖事業所や養殖農家への説明が行われた。

グループ4

本 SATREPS プロジェクトで開発された新規代替飼料が DOF(農業・協同組合省の水産局: Department of Fisheries)に登録され、養殖事業所や養殖農家への説明が行われた。

4. 日本と相手国の人材育成や開発途上国の自立的な研究開発能力の向上について

- ・本 SATREPS プロジェクトに参画した博士後期課程の学生が、学位取得後、大学のアカデミックポストに就任した。また、博士後期課程および前期課程を修了したタイからの留学生は、相手国の研究機関で後継 SATREPS プロジェクトにおいても活躍している。
- ・タイの NIA(National Innovation Agency)と NEDO が共同で、タイで「起業」を目指すプロジェクト³を支援する事業にカセサート大学の共同研究者である Sasimanas Unajak 氏の水産用ワク

³ NEDO が日本の成功したベンチャーの創業者を講師として送り込んでレクチャーした。一方 NIA は財

チン開発ベンチャー(カセサート大学のインキュベーションセンターの中に研究開発スペースを確保)が採択された。

- ・本 SATREPS プロジェクトに関連して留学してきたタイ若手研究者や短期研修で最新の技術と知識を身につけた研究者が帰国後には、さらに若手研究者に日本での学位取得を進め、若手研究者が継続して東京海洋大学大学院に入学している。
- ・本 SATREPS プロジェクトに参画した博士後期課程の学生が、学位取得後、相手国の参画機関であったスラナリー工科大学に博士研究員として2年間勤務した。その後、東京海洋大学助教に就任した。また、相手国側のメンバーについても、タイの大学の博士研究員(スラナリー工科大学)、企業の研究員のポジションで研究者として活躍している。
- ・東南アジアで活動している水産商社などからアジアスズキのプロジェクトについて問い合わせがあり、連携を模索している。
- ・本 SATREPS プロジェクトで信頼関係を構築したことにより、タイ水産局から現在実施中の SATREPS において SATREPS 枠の国費留学生を受け入れた。
- ・本 SATREPS プロジェクトの実施によって、分析法確立にあたっての検討過程・方法を含めた技術移転ができたことで、この分野の研究に従事する人材の能力向上に寄与できたと考える。

5. 日本と開発途上国との国際科学技術協力の強化、科学技術外交への貢献について

- ・タイから文部科学省や JICA の国費留学生制度で積極的に若手研究者を受け入れている。2021年度はコロナの影響で昨年度入学予定であった2名と今年度入学した2名の4名を受け入れている。4名ともタイ水産局に勤務していた研究者である。
- ・本 SATREPS プロジェクトで取り組んだメコンオオナマズの借り腹技術の研究について、相手国であるタイの水産、養殖業において重要な魚種であり、将来性のある研究として注目され、テレビ等のメディアに取り上げられた。

6. 終了時評価における要望事項に対する現状報告(要望事項を下線で表示)

要望事項 1

本 SATREPS プロジェクトの中で多くの成果が得られたものの、水産養殖産業の実現に至るには、借り腹技術の実用化、感染症予防技術、代替飼料の決定と生産、さらには危険因子の検出と除去による養殖環境の清浄化と維持保全など、解決すべき課題はまだ多く残されている。世界の食料問題、特にタンパク質資源の供給の観点から、今後科学技術がこの分野に貢献することが大いに期待されている。その意味で、本 SATREPS プロジェクトを通じて育成された日本人人材と相手国人材が引き続き実用技術開発に向けて協働で取り組むことを期待する。

要望事項 2

引き続き 5 つの研究題目に取り組むことで総合的な養殖技術の底上げ/向上を行い、その技術の他地域への普及の仕組みを整えていただきたい。

政支援を行うというスキーム。

要望事項 3

本 SATREPS プロジェクトの当初の基本的な構想として、得られた研究成果の実用化、すなわち産業化はニーズに応じて民間企業等が取り組むこととした。実際にプロジェクト期間中に連携を行った企業が複数存在したため、その効果はあったと言える。一方で、プロジェクト期間中に社会実装の道筋を明確にすることが求められる SATREPS プロジェクトとしては、5つの研究成果を統合した産業化のモデル実証まで実施することに対する期待もあった。

今後研究成果を社会に加速的に実装するためには、これまでプロジェクトに参画した研究者とは異なる視点でその役割を果たすコーディネータの参画が必要と思われ、今後先導的に育成されることを期待したい。

終了した本 SATREPS プロジェクトで得られた借り腹技術、感染症予防技術、代替飼料等を基盤に現在実施している SATREPS 事業「世界戦略魚の作出を目指したタイ原産魚介類の家魚化と養魚法の構築」で展開中であり、さらなる技術の発展、普及を目指している。

7. プロジェクトの上位目標を踏まえた現状報告(上位目標を下線で表示)

上位目標

生産者の生産意欲向上が期待される新しい魚介類産業化への応用技術(死の谷を越える技術)が確立され、東南アジアに世界の新たな食糧庫が出来上がる。

コロナの影響で周辺国への波及効果を展開するためのセミナー等が実施できていないが、今後、周辺国への成果波及のためにセミナーや研修を実施したいと考えている。

以上