

## 2-3 提案製品・技術の現地適合性

### (1) 現地適合性確認の目的

本調査では、提案技術の現地適合性を確認するため、以下の4種類の現地試験を計画した。

- ・親エビのウイルス感染検査：ウイルス感染の有無を確認するため
- ・水質モニタリング調査：2カ所のラカイン州DOF孵化場の飼育環境を確認するため
- ・稚エビ生産試験：調査団の技術助言によりDOFの稚エビ生産の改善を確認するため
- ・養殖試験：DOFが生産した稚エビが問題なく成エビに生育することを確認するため

現地適合性を確認するためには、最終的に稚エビ生産試験を行い、そこで良好な結果を得ることが望ましい。ただし、稚エビ生産試験において使用する親エビ自身がウイルスなどの病気を持っている場合、また、孵化場で利用する海水の質が劣悪な場合、稚エビ生産試験が上手く行かないため、まずその試験を先行して実施する。

### (2) 試験の方法と結果

#### ① 親エビ感染検査

<試験の内容及び方法>

健康な稚エビの生産のためには、ウイルス等に感染していない親エビの確保が必須である。そのため本調査では、ラカイン産のブラックタイガー種の親エビと稚エビについてウイルス感染の有無を検査した。ヤンゴン市Thaketa TownshipのDOFラボ(Aquatic Health and Disease Control Section)においてウイルスのPCR検査が可能であるとの情報が有り、第1回現地調査で同研究所を訪問し、エビ類のウイルス検査を行っていることを確認した。そのため、ラカイン州産の親エビや稚エビについてウイルスのPCR検査を同研究所に依頼し、実施することとした。

<試験の結果>

2019年2月にラカイン州Kyaukpyu DOFの孵化場とThandweの民間孵化場で取得した稚エビ5検体について、PCR検査結果を下表に示す。WSSV(白点病)、IMNV(伝染性筋壊死)、TSV(タウラ症候群)の3つのウイルス病を検査してネガティブであることが判明した。

表 8：ラカイン州で採取した稚エビサンプルの PCR 検査結果

	サンプル	WSSV (白点病)	IMNV (伝染性筋壊死)	TSV (タウラ症候群)
1	Kyaukpyu (PL3)	Negative	Negative	Negative
2	Kyaukpyu (PL5)	Negative	Negative	Negative
3	Thandwe (Tank1)	Negative	Negative	Negative
4	Thandwe (Tank2)	Negative	Negative	Negative
5	Thandwe (Tank3)	Negative	Negative	Negative

出典：提案法人作成

その後、2019年4月に親エビ10尾から取った10検体と、親エビ15尾から取った1検体について、同様のPCR検査を実施したところ、すべての検体についてネガティブの結果を得た。

以上の結果より、ラカイン州産ブラックタイガー種の親エビ及びそれらを使って生産した稚エビについても、ウイルスの感染は認められず、当初予想していたより疾病のリスクは低いことが明らかになった。また、(株)ヒガシマルの情報によれば、タイやシンガポールにおいてブラックタイガー種のウイルスフリーの稚エビを生産・販売している孵化場で使用している親エビは、全てミャンマー産とのことで、今回のPCR検査の信憑性を裏付けている。ただし、ウイルス病がラカイン州の養殖池や孵化場で発生した場合には、蔓延するリスクは常に存在する。引き続き疾病を起し難い粗放養殖と孵化場における検疫、防疫体制の強化、ウイルス検査等は必要となる。

## ② 水質モニタリング試験

### <モニタリング調査の内容及び方法>

稚エビ生産試験を実施するにあたり、基本となるエビ孵化場の水質に関する情報が不足していることが第1回現地調査で明らかになった。2019年7月から約1年間にわたり水質モニタリング調査を行うことにした。測定機器や測定内容は提案者が提供し、実際の測定・記録作業は各DOF孵化場の担当者が実施した。対象のDOF孵化場は、KyaukpyuとSittwe (YechanPyin) である。調査項目は以下の通り。

・月に 1-2 回測定する項目

①D0、②亜硝酸対窒素 (NO<sub>2</sub>-)、③アンモニア態窒素

・毎日測定する項目

① 塩分濃度、②pH、③気温、④水温、⑤天候

### <試験の結果>

まず Kyaukpye 孵化場での測定結果を示す。月に 1-2 回測定する水質モニタリングは、Kyaukpye 孵化場では 2019 年 7 月から 2020 年 1 月まで 7 カ月間行われた。その結果、下図の通り、D0(溶存酸素)が 6.0-7.0mg/L の範囲であり、亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素はゼロであった。

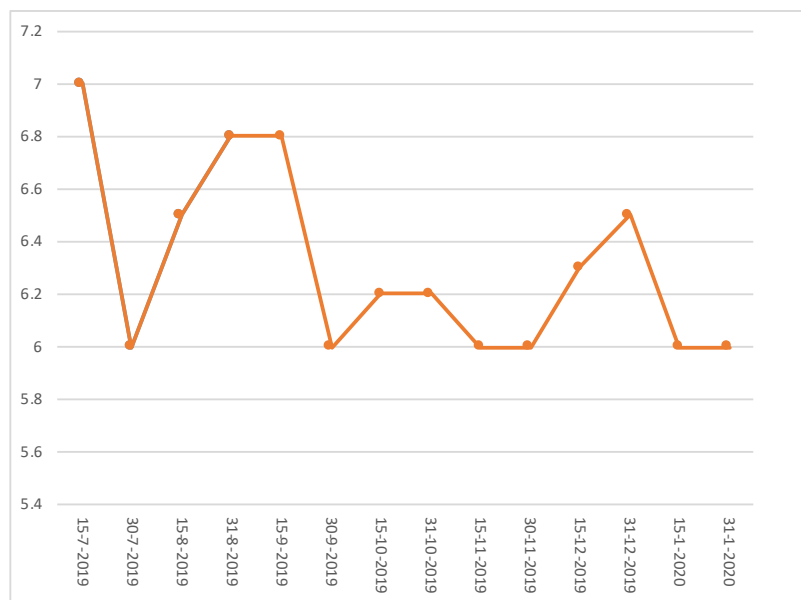


図 7 : D0F の Kyaukpyu 孵化場における取水海水の D0(単位 : mg/L)

出典 : 提案法人作成

他方、毎日測定する水質モニタリング項目（塩分濃度、pH、気温、水温）は、Kyaukpye 孵化場については下図の通り。

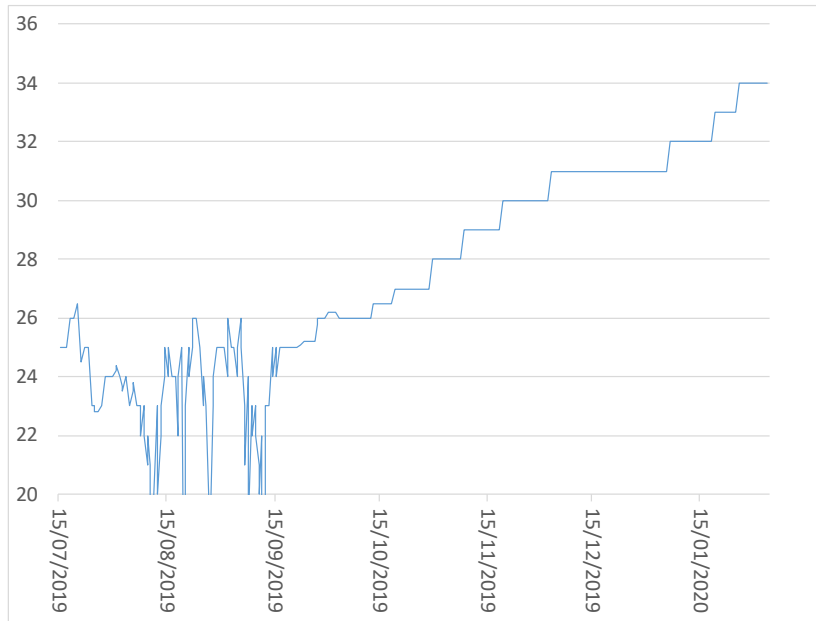


図 8 : DOF の Kyaukpyu 孵化場における取水海水の塩分濃度(単位 : パーミル)

出典 : 提案法人作成

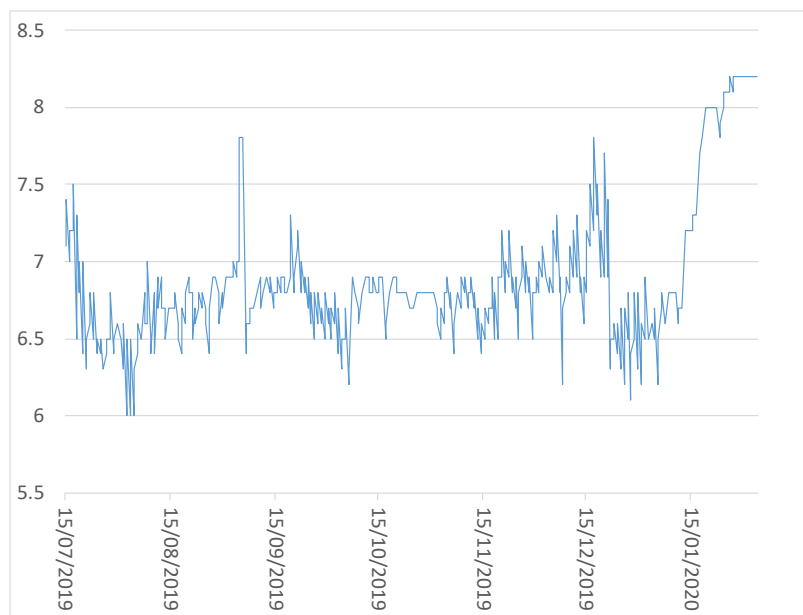


図 9 : DOF の Kyaukpyu 孵化場における取水海水の pH

出典 : 提案法人作成

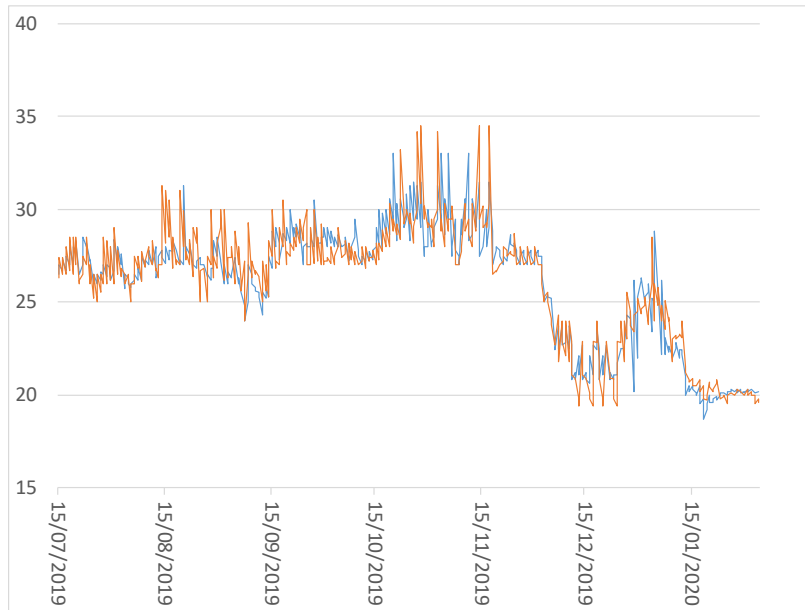


図 10 : D0F の Kyaukpyu 孵化場における気温 (単位 : °C)

注 : オレンジの線は屋外、ブルーの線は屋内。

出典 : 提案法人作成

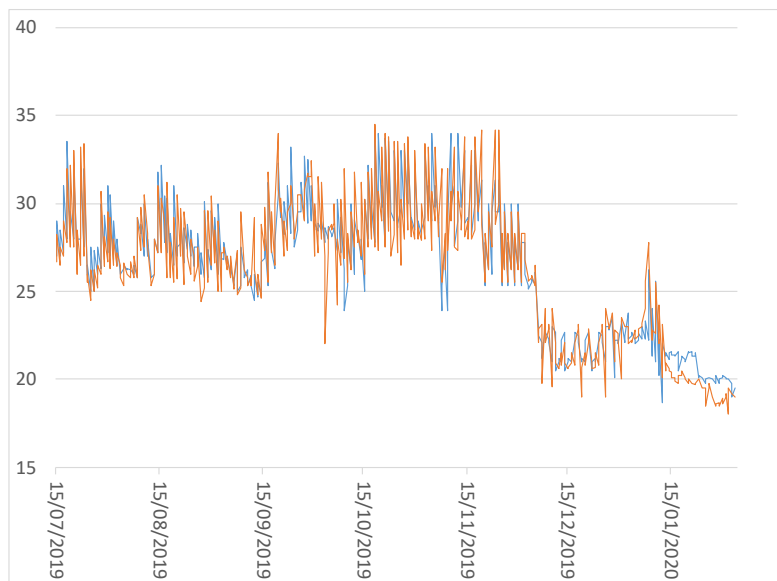


図 11 : D0F の Kyaukpyu 孵化場における水温 (単位 : °C)

注 : オレンジの線は屋外、ブルーの線は屋内。

出典 : 提案法人作成

次に Sittwe 孵化場での測定結果を示す。Sittwe 孵化場では、月に 1-2 回測定する水質モニタリングは、2019 年 7 月から 11 月までに 6 回行われ、D0 は 5-6mg/L の範囲であり、ア

アンモニア態窒素が 0.2mg/L 以下であった。亜硝酸態窒素と硝酸態窒素は測定していない。アンモニア態窒素の値は低く、通常の水処理の過程で分解されるレベルである。

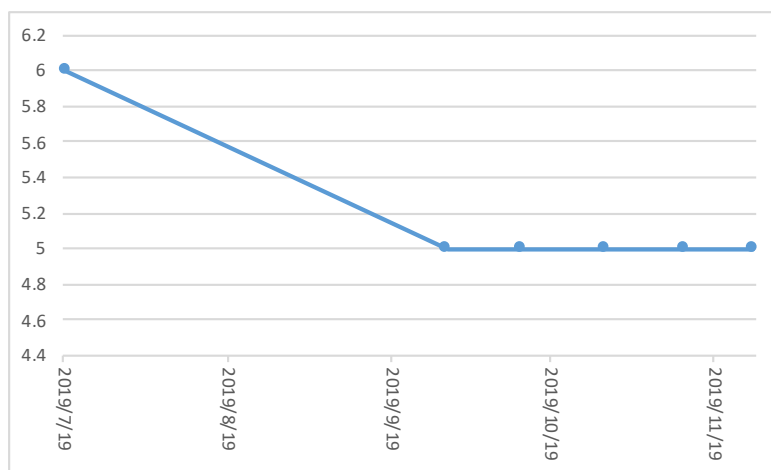


図 12 : DOF の Sittwe 孵化場における取水海水の DO(単位 : mg/L)

出典 : 提案法人作成

Sittwe 孵化場での塩分濃度、pH、気温、水温の測定結果を以下に示す。

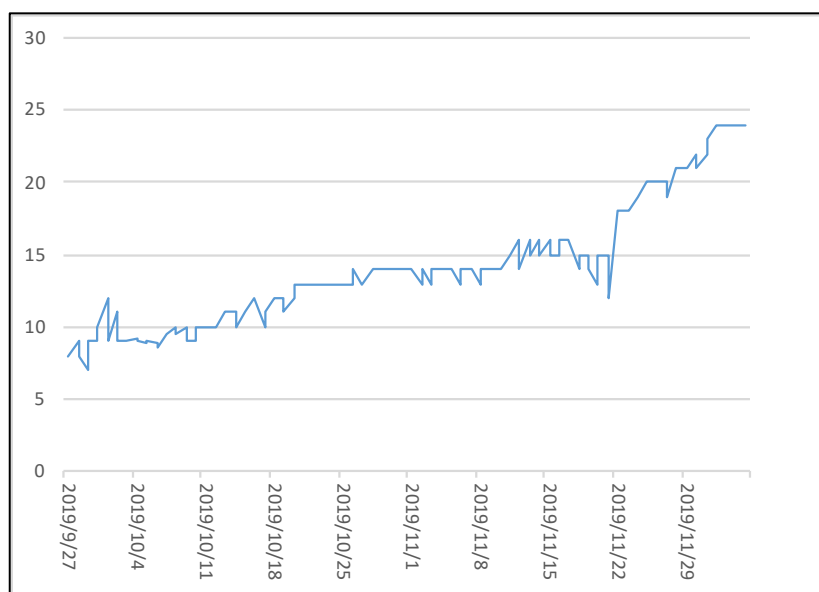


図 13 : DOF の Sittwe 孵化場における取水海水の塩分濃度(単位 : パーミル)

出典 : 提案法人作成

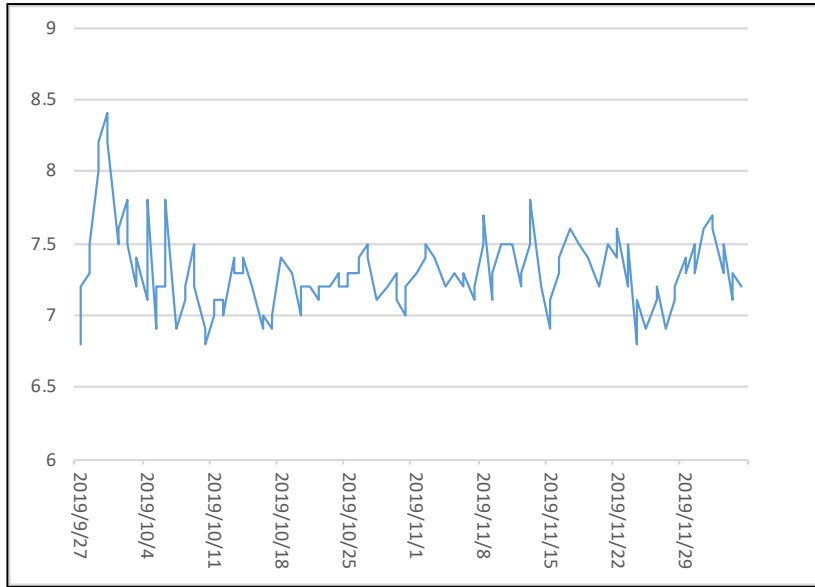


図 14 : DOF の Sittwe 孵化場における取水海の pH

出典：提案法人作成

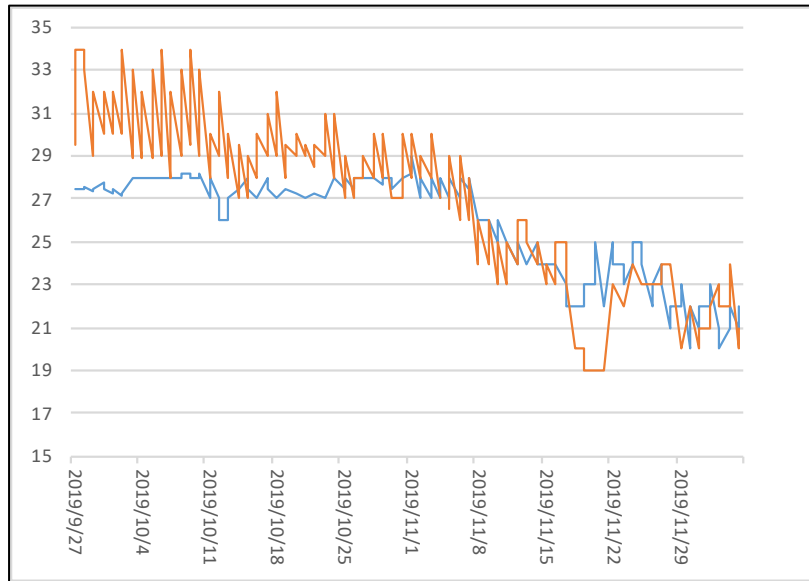


図 15 : DOF の Sittwe 孵化場における気温（単位：°C）

注：オレンジの線は屋外、ブルーの線は屋内。

出典：提案法人作成

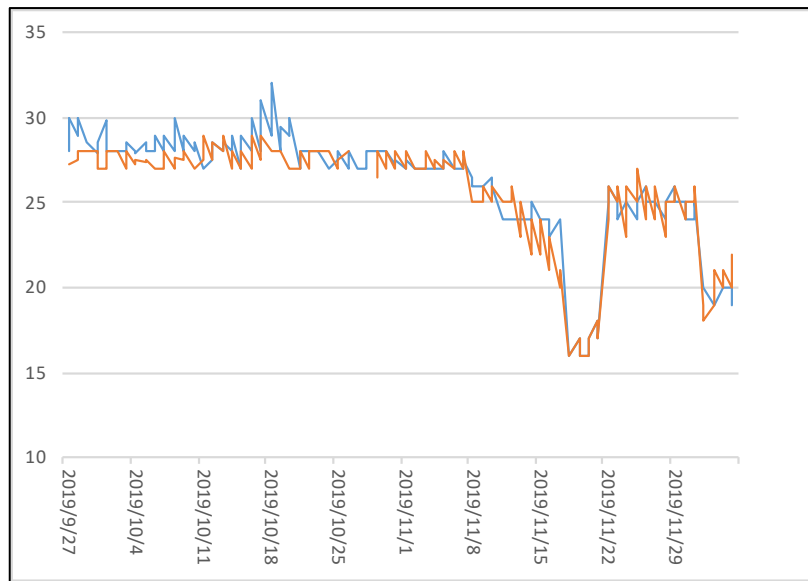


図 16 : DOF の Sittwe 孵化場における水温 (単位 : °C)

注 : オレンジの線は屋外、ブルーの線は屋内。

出典 : 提案法人作成

約半年間の水質モニタリングから以下の点が明らかになった。

- Kyaukpye 孵化場では 11 月から海水の塩分濃度が 28 パーミルに達し、ブラックタイガー種の種苗生産に適した塩分になる。pH は問題が無い 6 から 8 の範囲であった。気温と水温は 12 月初めから低下して種苗生産のためには加温が必要となる。気温と水温の上昇が何時になるかは、今後の水質モニタリング調査で明らかになるとと思われる。
- Sittwe 孵化場では 12 月に入り海水の塩分濃度が上昇するが、ブラックタイガー種の種苗生産に最適な塩分 (28-33 パーミル) にまでは達していない。PH は問題が無い 6.5 から 8 の範囲であった。気温と水温は 11 月に入り低下が始まり、種苗生産のためには加温が必要となる。
- Sittwe 孵化場は Kyaukpye 孵化場に比べて水温低下の期間が長く、種苗生産に適した塩分濃度の海水を取水できる期間も短い。ブラックタイガー種種苗生産の拠点としては、不利な立地である。

### ③ 稚エビ生産試験

(株) ヒガシマルの稚エビ生産技術は日本国内でクルマエビを対象としたものとして確立したものであるため、本件のミャンマーでブラックタイガーを対象に技術指導するにあたっては、インドネシア等の経験を豊富に持つ (株) 国際水産技術開発の支援を受ける。ラカ



イン州 Kyaukpyu DOF の孵化場に対して、調査団が改善に向けた助言等を行い、DOF 孵化場の生産データを収集し、提案技術の現地適合性を確認する。

#### <試験の内容及び方法>

##### ア) 現地試験の目的

現地の孵化場へのヒアリングにより、種苗生産上の課題を把握した上で、小規模な試験レベルで提案者グループの稚エビ生産技術を導入する現地試験を実施する。日本の技術により孵化率・生残率等が改善し、種苗生産事業として事業採算性が確保できることを示すことを目指す。

##### イ) 試験内容

稚エビ生産試験（1サイクルは約40日で親エビ20匹程度使用）を実施する。試験データとしては、孵化率と生残率を記録する。試験実施期間は2019年11月～2019年12月。

#### <稚エビ生産試験の留意点>

- a) 高品質な配合飼料を初期天然餌料と併用
- b) 毎日の残餌の掃除、飼育水の交換
- c) PL25<sup>1</sup>以上の大型稚エビ(健苗)を収穫し、養殖生産に用いる。

##### ウ) 試験場所

稚エビ生産試験は、DOF の試験場や民間の孵化場を複数ヶ所訪問し、以下の点を確認した結果、ラカイン州 Kyaukpyu DOF の孵化場が最適な場所であると判断した。

- 既存施設の詳細（水槽の大きさと数量、水処理の方法(塩素、UV、貯水槽)、
- 発電機の有無、予備のエアブローアの有無
- 親エビ成熟水槽、産卵水槽、稚エビ（PL）生産水槽
- 当該地域の治安状況・安全性

---

<sup>1</sup> 孵化後、ノープリウス幼生→ゾエア幼生→ミスス幼生→ポストラバ幼生と変態する。「PL」はポストラバ幼生（Post Larva）を表し、いわゆる稚エビである。PLに後付けする「25」などの数字は、ポストラバへの変態後の日数を示す。

エ) 試験用の資機材

稚エビ生産の資機材は、孵化タンク等はDOF孵化場の既存のものを出来るだけ利用し、一部設備の修繕や試験用の餌など消耗品は代表法人の自己負担で用意した。

<試験の結果>

第1回(2019年1月)及び第3回現地調査時(2019年9月)に、試験の準備として各種の技術的助言を行った。第4回渡航時(2020年1月)には、以下の通り、技術面でいくつかの点で改善が見られた。

課題分野	現状	改善策・指導内容
1. 親エビ	親エビ養成技術は未確立。	<ul style="list-style-type: none"> <li>産卵回数を増やすため眼柄処理技術を助言した。</li> <li>親エビが成熟水槽でストレスを受けないような対策(餌、水質、光、音等)を助言した。</li> </ul>

試験結果：眼柄切除を施した親エビは徐々に死亡して10日目頃までに全滅した。斃死の原因としては、①漁獲後に親エビの体力が回復しない状態での輸送と産卵、その後の眼柄切除であった、②親エビの飼育環境が未整備で、給餌、残餌掃除、明るさ、騒音など親エビへのストレスが有った、③加温施設が不十分で水温を適温に保つことが出来ず、親エビにストレスを与えた等が考えられる。水槽そのものの改修はすぐに出来ないが、お金のあまり掛からない対応を行い、一部で改善が見られた。

改善前	改善後
 <p>成熟水槽の内側のペンキが白い</p>	 <p>成熟水槽の内側のペンキを黒くした。 壁の隙間を遮光した。</p>

課題分野	現状	改善策・指導内容
2. 天然餌料	天然餌料培養技術が未整備。ヤンゴのDOF ラボから植物プランクトンを手入しているが、培養技術が不足しているため、十分利用できていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然餌料培養施設の整備について助言した。照明器具の場所の変更、拡大培養にプラスチック袋の利用を助言した。</li> <li>・孵化場スタッフがヤンゴンのDOF ラボの培養方法の研修に行った。</li> <li>・アルテミア幼生の栄養強化方法を助言・栄養強化剤の作り方を指導した。</li> </ul>
<p>試験結果：2019年11月第1回種苗生産時は天然餌料培養が上手くいったが、PL生産には失敗した。2回目以降は天候不順(降雨)により培養に失敗した。経験不足と設備の不備により培養技術の向上には時間が必要である。担当の女性スタッフは優秀で意欲もあり期待が持てる。</p>		

改善前	改善後
 <p>動物プランクトンのみ培養</p>	 <p>植物プランクトン培養用の建屋を整備</p>

課題分野	現状	改善策・指導内容
3. 水質管理	水質が不明で、飼育水処理が不完全・	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水の水質調査のための資機材を提供し、2019年7月より常時測定・記録するように助言した。</li> <li>・完全な水処理手法の導入（サンドフィルターの構造、塩素処理、カートリッジ・フィルター、UV処理等）を助言した。</li> <li>・貯水槽の構造改善（屋根、壁など）を助言した。</li> </ul>
<p>試験結果：取水処理の方法が改善され、殺菌処理された飼育海水が使えるようになった。塩素殺菌処理槽に屋根を施したために、脱塩処理に時間を要していたが、エアレーション方式の変更により改善が出来ると助言した。</p>		



課題分野	現状	改善策・指導内容
4. 受精卵の洗浄	受精卵の洗浄は行われていなかった。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洗浄用のネットを提供して、洗浄方法を助言した。</li> <li>・第5回現地調査時に実演指導を行った。</li> </ul>
<p>試験結果：受精卵の洗浄は細菌性疾病を予防するために必要であることを説明したが、これまでに重篤な疾病が孵化場で発生していないこともあり、余り重要視はされていない。孵化率に影響しないか懸念される。孵化場責任者は問題に直面しない限り、従来の方法を変更することには消極的である。</p>		



課題分野	現状	改善策・指導内容
5. 幼生飼育方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飼育状態を考慮せずに人工餌料を多数回投与する。</li> <li>・加温装置が貧弱で適水温に保てない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期の配合飼料は水温や天然餌料の併用を考慮して、できうる限り少量を投与する様に助言した。</li> <li>・低温期には加温をしているが、水温が低く幼生期間長く、低生残率となっている。高水温を維持する重要性を説明した。</li> </ul>
<p>試験結果：餌の管理に関しては、重要性を認識して改善に取り組むことになった。飼育水温を適温に保つことは、孵化場の人員や予算的な制約から早期の改善は難しい状況である。根本的な改善には、孵化場全体の温室化が必要である。</p>		

課題分野	現状	改善策・指導内容
6. 疾病対策	<p>孵化場では深刻な魚病は無い。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防疫体制（入口や水槽毎の専用用具・消毒槽の配置）について助言した。</li> </ul>
<p>試験結果：幼生飼育水槽には個別の透明なガラス容器が配置された。入口の消毒水槽は未整備、取り組みは不十分である。</p>		

稚エビ生産試験は、調査団が2019年2月、9月、2020年1月にKyaukpyuのDOF孵化場に訪問し、技術的な課題を確認した上で3度の現場での技術指導を行い、それを受けてDOF孵化場職員が2019年10月～2020年3月に稚エビ生産を行い、生産データを収集し、技術指導の効果を検証する方式を採った。現場での技術指導により十分に伝わっていない点もあり、日本から遠隔で情報交換をしつつ追加的に助言した（確認された課題、指導内容、試験結果の詳細は本文を参照）。

本調査での主要な成果としては、現場の技術面の課題が明らかになり、それらに対して必要な対策を伝え、既存の設備・資機材で可能な範囲で技術的改善が行われたことである。他方、現場での指導時間の不足、親エビ養成水槽など必要最低限の設備の不足、治安の悪化により親エビ入手が困難になり、同時に稚エビ販売も制限され、DOF孵化場では稚エビ生産を抑制せざるをえない状況となった。その結果、下表の通り、2019/20年度の稚エビ生産量自体は増大が見られなかった。

表 9 : Kyaukpyu 孵化場における稚エビ生産の状況

	2016/17 年	2017/18 年	2018/19 年	2019/20 年
	(10-4 月)	(10-4 月)	(10-4 月)	(10-4 月)
稚エビ生産量 (100 万尾)	4.4	5.5	7.0	4.0

出典：DOF へのヒアリングに基づき提案法人が作成

稚エビの生残率については、下図の通り徐々に改善の傾向が見られ、最後の 3 回については平均約 14%であった。

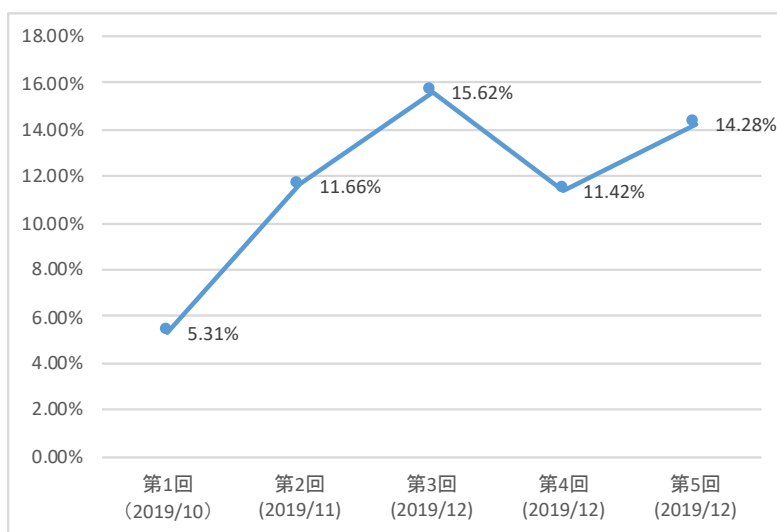


図 17 : Kyaukpyu 孵化場での稚エビ生産における生残率 (2019/20 年)

出典：提案法人作成

孵化率については、最後の 3 回については 1 回 75%の結果があったが、基本的に約 80%であった。

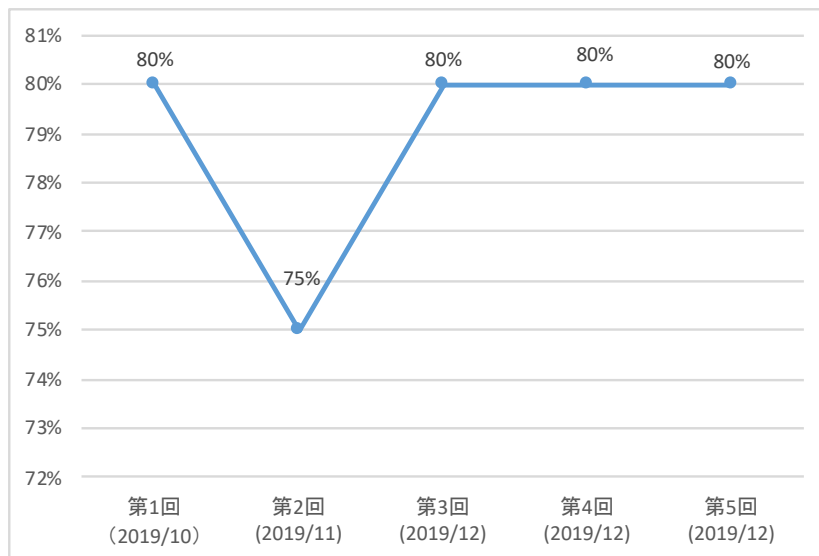


図 18 : Kyaukpyu 孵化場での稚エビ生産における孵化率 (2019/20 年)

出典 : 提案法人作成

本調査で課題は明確になったため、下図の考えに沿って、今後安全な場所で十分な時間を掛けて、必要な設備を導入した上で指導をすれば、稚エビ生産量は大幅に改善し、孵化場の経営も黒字化する可能性が確認された。なお事業採算性の数値上の議論は次節の表 10 の図 19 で後述する。

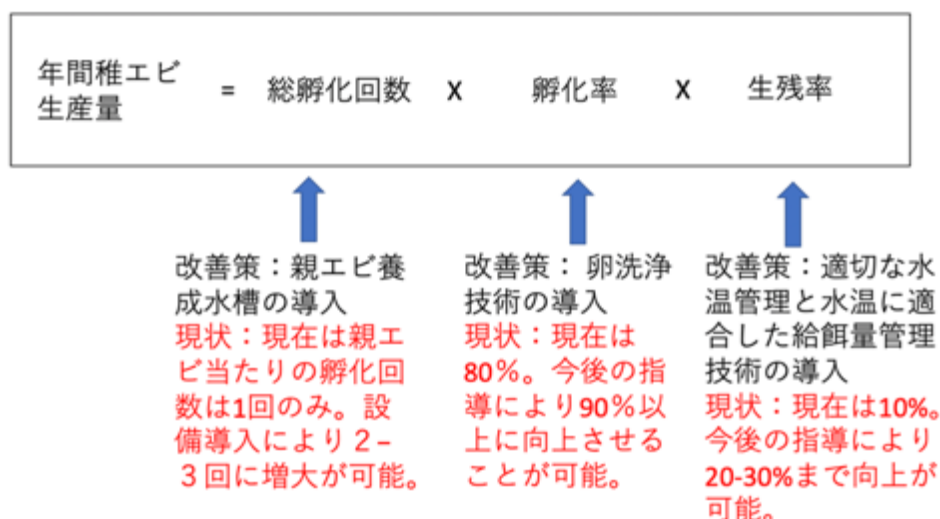


図 19 : 稚エビ生産量に影響を与える主要な要因と改善策

出典 : 提案法人作成

#### ④ 養殖試験

当初、下記のような養殖試験を計画したが、2019年2月以降ラカイン州の治安状況が悪化して、日本人は現地調査に入れない状態となった。調査団で協議した結果、養殖農家に養殖試験を委託するにあたり、現地の養殖場の立地、水深、飼育水の取水状況などチェック出来ない状況では、エビ養殖試験を依頼することは難しいという結論になり、実施を断念した。

##### ① 現地試験の目的

上記の稚エビ生産試験で生産した稚エビが問題なく育つことを確認すること。

##### ② 試験内容

1-2回の育成試験（養殖試験：1サイクルは3-4ヶ月、養殖池4つ使用）を実施する予定。稚エビの品質を証明するためには、生産した稚エビが3-4ヶ月後に製品になるサイズ（約30-40グラム）まで健康に育つことを実証する必要がある。育成試験の現地管理業務は再委託先に依頼する。

##### <育成試験の留意点>

- 1) 現地で入手可能な配合飼料を用いた成長試験
  - 無給餌区と給餌区を比較する
  - 低密度での成長率を検証する（天然の魚介類がない状態）
- 2) 大型稚エビの供給
  - PL25以上の大型で健康な種苗を供する
  - 低密度飼育の徹底（3尾/m<sup>2</sup>程度）
  - 生残率、成長、生産性の確認が重要

##### ③ 試験場所

育成試験は、再委託先の試験用小型養殖池を借りて使用する。

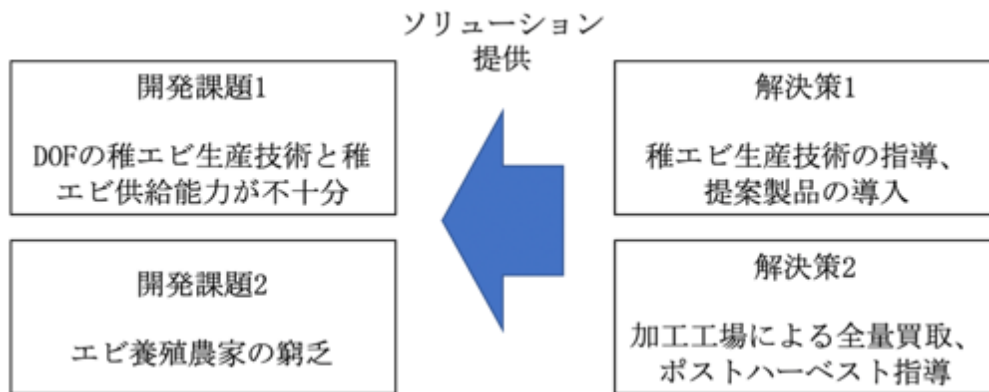
## 2-4 開発課題解決貢献可能性

### (1) 開発課題と解決策

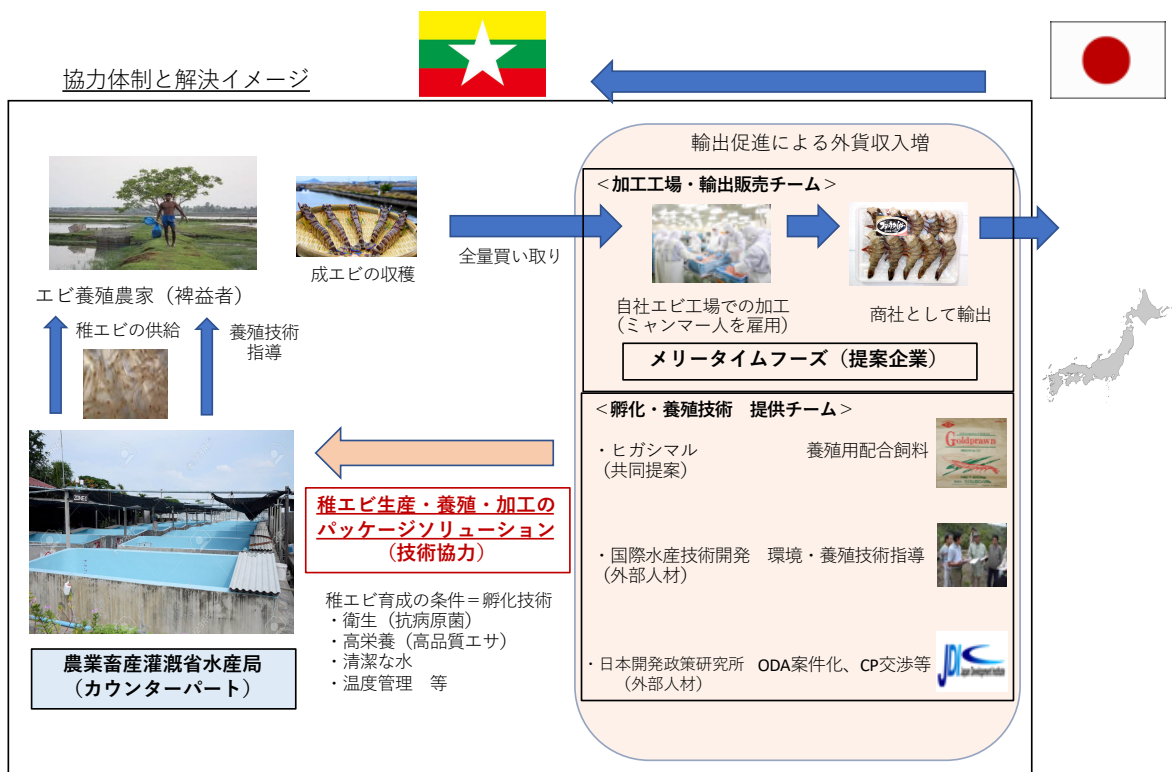
#### <DOFへの技術移転>

まず技術面では、(株)ヒガシマルが保有する高品質で健康な稚エビを生産する技術を、DOF、特にラカインDOFに生産技術移転することを目指す。





本「案件化調査」において基礎的な技術面の確認を行い、次に予定する「普及・実証・ビジネス化事業」においては提案製品である配合飼料や関連資機材を導入して提案技術の有効性を確認する計画である。有効性が確認され、提案技術を採用した場合の孵化事業の採算性が優れていることが示されれば、それを見た民間企業による孵化場への投資が広がり、稚エビ生産が増加していくことが期待される。高品質な稚エビの供給が増えれば、稚エビを投入することで「粗放養殖方式」から「改善型粗放養殖方式」への移行が促進され、生産性の上昇、エビ養殖農家の所得向上に貢献する。更に、外貨獲得、雇用の促進にも繋がる。



ミャンマーにおけるエビ粗放養殖の技術はヘクタール当たりの生産量が十数キロというレベルである。養殖農家はDOFからの技術支援も無く伝統的な手法で粗放養殖を行っている。DOF自体が養殖農家に教える養殖技術を持ち合わせていないのが現状である。改善型粗放養殖の技術を普及することによって、現状の15kg/haから少なくとも25kg/ha以上に生産性を向上させることは可能であり、それによって、外貨獲得、雇用の促進にも繋がる。

#### <養殖農家支援>

代表法人は養殖農家による稚エビ購入及び養殖池への投入を促進し、増産される成エビを全量購入することでエビ養殖農家の所得向上を目指す。エビ養殖農家が稚エビを購入する際の資金不足の課題に対しては、現在も代表法人が現地工場に年間買取予約として前渡金を支払っているが、今後は代表法人が養殖農家と「生産委託契約」を結び、シーズン前に養殖農家への生産支援の一環として稚エビを供給（ただしエビ買い取り時の養殖農家への支払い額から稚エビの代金を差し引く）することで、養殖農家による稚エビ投入を支援する。こうした養殖農家に対する直接の取組みは、トレーサビリティを確保し、製品の付加価値向上に貢献する。

また、現在も行っているように、契約養殖農家に対してはポストハーベスト支援として、収穫後のエビの処理、保管、冷蔵、輸送等の方法について以下の指導を行い、衛生・品質面の改善を促す。

- ① 収穫された原料エビは12時間以内に地域の集荷場に運び込まれ以降チルド保管する
- ② 有頭状態で持ち込むか、無頭状態で持ち込むかは原料鮮度と作業効率により代表法人から指示を行う
- ③ 地域の集荷場に集められた原料は24時間以内に指定された工場にチルド状態で運送する
- ④ 工場までの運送に不便がある場合は代表法人で運送手段をサポートする
- ⑤ チルド状態を保つために十分な氷と清潔な水が必要であるがこれらの入手が困難な場合は代表法人が支給体制を整えた上で収穫作業にあたること
- ⑥ 尚、原料の品質・重量は代表法人の指定する工場で最終的に測定され販売価格もその段階で確定

## (2) 仮説と検証

上記の解決策については、以下の2つの仮説に基づいている。以下では、本調査の結果に基づきこれらの仮説を検証する。

・仮説1：DOF 孵化場の技術が改善すれば、DOF 孵化場経営の収益性が改善し、DOF による稚エビの生産が増大する。（そして将来的には民間企業が孵化場へ投資し稚エビ生産も増大する。）

前節で確認した通り、Kyaukpyu の DOF 孵化場は本調査期間中に技術面の改善が進んだものの、仮説（生産量の増大や生産性・収益性の改善）の実証までは到達しなかった。しかしながら、改善の方法や道筋は下図の通り明らかにすることが出来た。

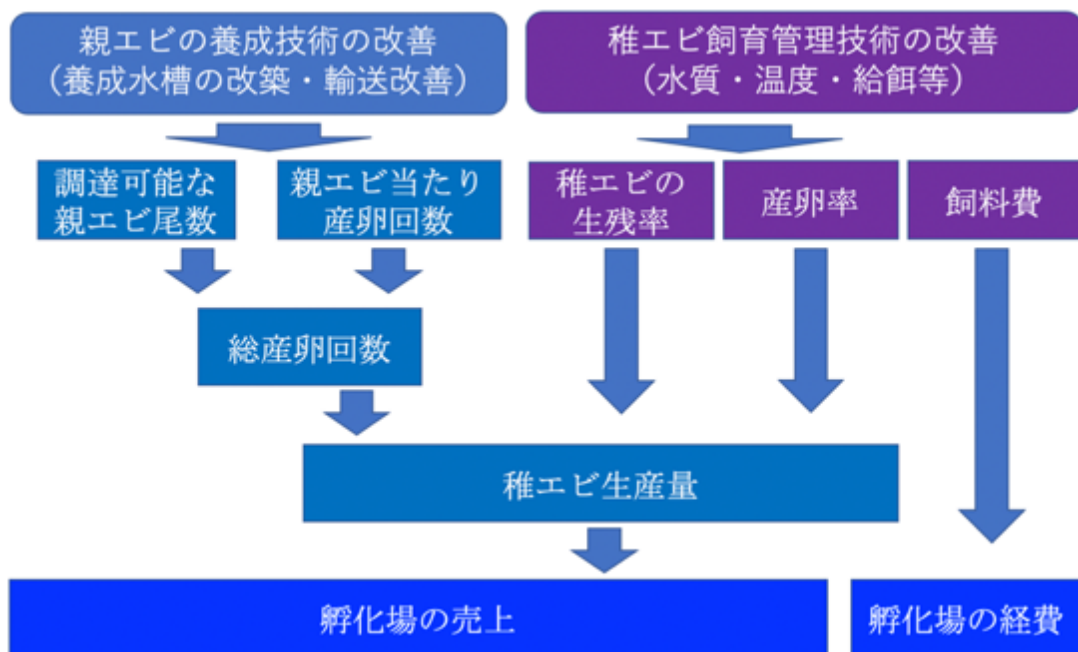


図 20：孵化場の収益性に影響を与える主要な要因

今後、親エビの養成技術と稚エビ飼育管理技術について継続的に技術指導することにより、調達可能な親エビ尾数、親エビ当たり産卵回数、生残率、産卵率が改善すれば、稚エビ生産量は大幅の増大し、稚エビの売上が増大する余地が大きい。生産費については、現在は DOF 孵化場では非常に高価なベルギー企業の配合飼料が利用されており、そこで相対的に廉価なヒガシマルの飼料に代替すれば、天然餌料を併用することで配合飼料の投与量も少な

くでき、コストの削減・採算性の改善につながる。下表に改善後のイメージを試算したが、今後さらなる精緻化が必要である。

表 10：孵化場の採算性の推定

A. 費用	従来	改善後	単位
1. 土地・建物	-	1,605	USD/年
2. 運営費	13,437	9,724	USD/年
(1) 飼料費	7,426	3,713	USD/年
(2) 燃料費	2,729	2,729	USD/年
(3) 電気代	817	817	USD/年
(3) 親エビ	2,465	2,465	USD/年
(3) 人件費	-	-	USD/年
B. 生産・売上			
1. 稚エビ生産回数	4	4	回/年
2. 稚エビ生産量/回	1,306	2,613	1000 尾/回
3. 稚エビ売上/年	31,040	62,079	USD/年
C. 採算性			
1. 年間粗利益	17,603	52,355	USD/年

注：DOF でのヒアリングに基づき試算。親エビ費は、親エビ 11 尾/回（3 万 MMK/尾）、輸送費 50 万 MMK を想定。燃料費は、ディーゼル 175 ガロン/月を想定。年間稼働月数は 5 ヶ月を想定（11 月～3 月）。改善後、生産量は 2 倍になると想定。親エビ養成水槽（直径 5m の円形水槽を 4 台）と建屋（15m x 7.5m = 112.5 m<sup>2</sup>）の建設費は 24,075 ドル、減価期間 15 年と想定。改善後電気ヒーター利用を想定するが、燃料費と電気代の合計は変化なし。

出典：提案法人作成

ただし、提案製品の稚エビ用配合飼料や提案技術は、現在の DOF 孵化場の設備のままではその真価を発揮することが難しい。代表法人としては、本調査の後に普及・実証・ビジネス化事業に進み、提案技術の有効性を確認する際には、提案製品・提案技術の真価が発揮できるような関連設備や環境を整えたい。実施したい。ミャンマーにおけるブラックタイガー一種の種苗生産時期は 10 月から翌年 4 月初めまでの約 6 カ月である。5 月から 9 月には 3 カ月間エビ漁禁止期間があり（つまり親エビが入手できず稚エビ生産ができない）、同時に雨季になり塩分濃度の低下により種苗生産が出来ない状態である。しかし、調査団が実施し

た養殖農家の調査ではエビ種苗の需要は1年中（ほぼ12ヶ月）あり、5月以降も輸入種苗や天然種苗が販売されている。親エビ養成が可能な飼育施設を整備して養成技術を確立すれば、種苗生産時期の延長、更に、現在のように成熟度3-4の親エビのみを使用するという制約に縛られず、成熟度の低い親エビも孵化場で利用することが出来るようになる。必要な数の親エビを容易に確保でき、十分な休息を与えた親エビを輸送することも可能となり、輸送中の斃死や産卵の心配も減る。

タンドウエでは、1箇所だが技術のしっかりした民間孵化場も確認され、採算が取れており、2019年2月の訪問当時、規模の拡大を計画していた。他に稚エビ生産事業に参入することを希望する業者もあり、DOFに相談に来ているという。DOFはいち早く稚エビ生産技術を確立し、こうした民間企業への技術普及を行い、ラカイン州全体の稚エビ生産体制の底上げを進めるべきと考える。2003年には26箇所の孵化場が存在していたという事実も、今後の民間孵化場の普及の潜在性を示している。

・仮説2：養殖農家が稚エビを購入して粗放養殖池に投入すれば、養殖の生産性が上がり、養殖農家の所得が向上する

本調査の一貫として実施した養殖農家調査の結果、購入した稚エビを養殖池に投入する農家の方が、投入しない農家より、養殖の生産性が大幅に高いことが明らかになった。PL投入回数別の養殖生産性を下表に示す。

表 11：購入した稚エビの投入回数と生産性の関係

稚エビ投入回数	生産性 (kg/Ha)	対象農家数 (軒)
0回	15	13
1回	24	11
2回以上	25	29
合計	23	53

出典：提案法人作成

稚エビを全く投入していない農家の生産性が15kg/haであるのに対して、1回投入した場合の生産性は24kg/haとなり、後者の方が60%多かった。このことは、購入した稚エビを投入することで生産性が増大したと直接実証するものではないが、その可能性を強く示唆

していると言える。正確な実証には管理された養殖池で正確な稚エビ数をカウントした上でのデータ収集が必要である。

なお、2回以上投入しても、1回投入の場合と比べてほとんど差異は見られなかった。稚エビを全く購入・投入していない農家は、大潮時に養殖池に天然稚エビを水とともに流入させている。流入する稚エビの数は不明で、同時に魚類やカニなども養殖池に入り、副産物となる。他国では粗放養殖池の海水の換水は殆ど行わないか、細かい目のスクリーンを通して行われる。しかし、ミャンマーではスクリーン無しに行われている。稚エビ以外に魚類も侵入しており、後から投入された稚エビは大型エビや魚類の餌となる。魚類の混入はミャンマーにおける粗放養殖法の低生産の原因と言える。

購入した稚エビを投入している養殖農家に対して、年間の投入回数をヒアリングしたところ、約71%の農家が2回以上投入していることが分かった。投入回数は農家によってことなり、最小で1回、最大で6回であり、下表の通りであった。平均投入回数は2.5回/年であった。貴重な稚エビが現状では無駄になっている可能性が示唆される。以上から、種苗生産技術の改善だけでなく、養殖技術の改善も今後同時並行で進める必要があることが明らかになった。

**表 12：年間 PL 投入回数別の養殖農家の数**

年間 PL 投入回数	養殖農家の数
1回/年	12
2回/年	11
3回/年	10
4回/年	5
5回/年	2
6回/年	2
合計養殖農家数	42
平均投入回数/年	2.5

出典：提案法人作成

養殖農家の所得については、成エビの売上に大きく依存している。調査対象農家の売上には、主たる収入であるエビの売上のほか、魚類・カニ類の副収入がある。Township によって多少の変動はあるものの、エビ売上が78%、魚類売上が12%、カニ類売上が10%を占めている。

表 13：対象の養殖農家の収入内訳

	エビ売上 シェア (%)	魚類売上 シェア (%)	カニ類売上 シェア (%)	合計
1. Sittwe	39%	8%	53%	100%
2. Pauktaw	86%	10%	4%	100%
3. Minbya	82%	13%	5%	100%
4. Myebon	74%	17%	9%	100%
5. Kyaukpyu	54%	8%	37%	100%
6. Ponnagyun	68%	19%	13%	100%
7. Ramree	65%	6%	30%	100%
合計	78%	12%	10%	100%

出典：提案法人作成

55 軒の調査対象農家のうち、収穫・売上のある 53 軒について 2018 年のエビ収穫量をヒアリングした結果を、下表に Township 別に示す。53 軒の合計収穫量は約 71 トンで、農家当たりの平均収穫量は 1,336kg であった。農家当たりの収穫量・売上が最大の Township は Minbya で、それぞれ 2,463kg、MMK34,722,500 であった。

表 14：調査対象の養殖農家のエビ収穫量と売上

	農家当たり平均 収穫量(kg/農家)	農家当たり平均 売上(MMK/農家)	ha 当たり収穫量 (kg/ha)	ha 当たり売上 (MMK/ha)
1. Sittwe	298	3,175,833	49	523,489
2. Pauktaw	1,274	17,546,242	28	371,218
3. Minbya	2,463	34,722,500	28	395,473
4. Myebon	1,617	23,649,206	19	280,204
5. Kyaukpyu	720	11,442,857	11	206,870
6. Ponnagyun	363	4,095,000	2	227,500
7. Ramree	567	8,020,833	14	194,052
合計	1,336	18,903,306	23	329,153

出典：調査団作成

他方、対象農家の ha 当たりの収穫量は 23kg で、ha 当たりの売上は MMK329,153 であった。Sittwe と Ponnagyun がやや高めの数値になっているが、これはデータ数（対象農家数）が少ないことによる偏りのためと考えられる。

調査対象養殖農家の生産費用を下表に示す。最大の費目は稚エビ購入費（54%）であり、堤防・排水門のメンテナンス費（31%）とともに最も重要な費目になっている。

**表 15：調査対象の養殖農家のエビ生産費用**

費目	金額 (MMK)	シェア
1. 人件費（長期雇用：養殖作業全般）	279,231	3%
2. 人件費（日雇：堤防修理）	375,898	4%
3. 土地整備	10,337	0%
4. メンテナンス（堤防・排水門）	3,285,192	31%
5. 収穫道具	41,077	0%
6. 加工設備	0	0%
7. 包装設備	0	0%
8. 氷代	428,654	4%
9. ポンプ	0	0%
10. 燃料費	4,423	0%
11. 排水門（新築）	366,154	3%
12. 稚エビ	5,730,585	54%
費用合計	10,521,550	100%

出典：提案法人作成

調査対象農家（売上の有る 52 軒）の粗利益を、農家当たり及び ha 当たりの金額で下表に示す。比較的高い粗利益率になっているが、52 軒うち 14 軒が赤字経営になっている点には注意が必要である。



**表 16：調査対象の養殖農家のエビ養殖の粗利益**

	農家当たりの金額 (MMK/農家)	Ha 当たりの金額 (MMK/ha)
1. 売上	17,707,500	2,604,044
2. 生産費	10,521,550	1,520,566
3. 粗利益	7,185,950	1,083,479

出典：提案法人作成

以上から、適切な方法（投入回数 1 回）で稚エビを投入することで、生産性・売上が増大する可能性が確認された。多数回投入した稚エビのかなりの部分が無駄になっている可能性があり、所得増大効果は今回調査では明確な結論は得られなかったが、適切な方法（投入回数 1 回）で稚エビを投入することで所得も向上すると考えられる。

### (3) ファイナンスと技術情報へのアクセス

更に、将来稚エビの供給が増大したとしても、資金面や技術面の課題も予想されるため、資金・技術面についても調査を行った。調査対象の 55 軒の養殖農家のうち、事業資金に関する質問に回答したのは 50 軒であった。このうち外部から養殖事業のため融資を受けている農家はいなかった。従って、事業資金は全て自己資金に依存していた。Township 別に見ると、農家当たりの投資額は Myebon が最大で、3259 万 MMK/農家であり、その後に Kyaukpyu、Minbya が続いた。

**表 17：調査対象の養殖農家の事業資金**

Township	回答した農家数	自己資金 (MMK)	借入額 (MMK)
1. Sittwe	3	3,516,667	0
2. Pauktaw	17	16,588,235	0
3. Minbya	10	18,950,000	0
4. Myebon	9	32,588,889	0
5. Kyaukpyu	5	23,900,000	0
6. Ponnagyun	3	3,833,333	0
7. Ramree	3	8,333,333	0
合計	50	18,627,000	0

出典：提案法人作成

養殖農家へのヒアリングによると、銀行等から融資が得られない理由としては、保有する土地の大部分が養殖池であり、養殖池の土地権利書は正式なものではないため、融資のための担保にならないことが挙げられる。

調査対象の養殖農家に養殖の技術情報について聞いたところ、養殖の技術的な訓練を受けたことがない農家は全体の91%を占め、通常技術を学ぶ機会がほとんどないことを示唆している。訓練を受けたことがある農家の中には、JICA と DOF が過去に実施した養殖の訓練（ただしエビ類ではなく魚類の訓練）を受講したものが含まれていた。

**表 18：対象農家の技術的訓練の状況**

	ある	ない
過去に養殖の技術的な訓練を受けたことがあるか	5	48
	9%	91%

注：表中の数字は回答した農家の数とその割合を示す。

出典：調査団作成

他方、98%の農家が技術的訓練の機会があれば受けたいという希望を持っており、技術的訓練のニーズは高いことが示された。

**表 19：対象農家の技術的訓練のニーズ**

	思う	思わない
養殖の技術的な訓練を受けたいと思うか	52	1
	98%	2%

注：表中の数字は回答した農家の数とその割合を示す。

出典：提案法人作成

対象農家にとっての技術情報の情報源は、現在のところ92%が友人からの情報となっており、それにDOF（13%）等が続いている。

**表 20：対象農家の技術情報の情報源**

	友人	DOF	トレーダー	本
技術的な情報はどこで入手しているか	48	7	2	1
	92%	13%	4%	2%

注：表中の数字は回答した農家の数とその割合を示す。

出典：提案法人作成

### 2-5 本邦受入活動による紹介

当初訪問先として想定していた(株)ヒガシマル関連の施設への訪問が、同社の社内規定の厳格化により不可となった。代替の訪問先を再検討したが、最終的に適当な場所が見つからなかった。更に新型コロナウイルス感染拡大防止のため、JICA 要請もあり、最終的に本邦受入活動を中止した。

ただし、本邦受入活動で予定していた日本の技術紹介については、調査団が現地渡航の際に提案製品サンプルや関連資材を DOF に無償で提供したり、現地および遠隔での技術面の助言を行うことで補完するように努めた。