マングローブ保全に向けた現場（インドネシア）での取り組み事例

1.「JICAが実施してきたマングローブに係る調査」とは？

「全世界マングローブの保全と持続可能な利用のための連携事業形成に係る情報収集・確認調査」（2021年1月～2025年8月）

【調査目的】

マングローブの保全と持続可能な利用のための連携事業促進に向け、以下を行う。

1）企業ニーズや資金メカニズム等の情報収集

2）実行性ある事業モデル実証のためのパイロット活動の実施

3）情報プラットフォームの体制機能の提案

【調査内容】

① マングローブに関する現地情報収集

② 企業の参加条件及び資金メカニズム構築のための情報収集

③ 生態系サービスの評価方法に関する情報収集とプロトコル作成

④ 情報プラットフォームの体制機能の提案

⑤ パイロット活動の実施

⑥ 活動の情報発信

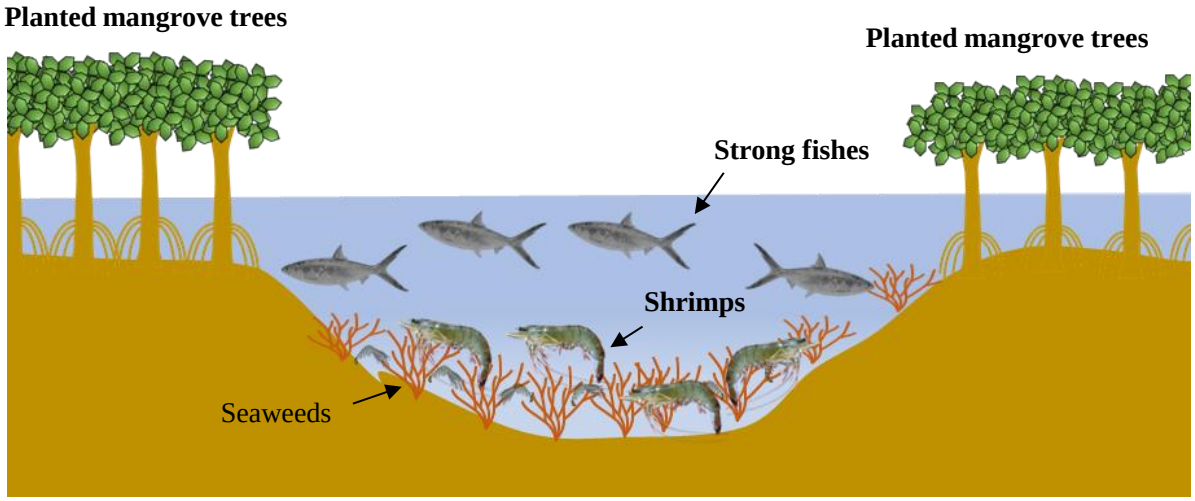
2. パイロット活動とシルボ・アクアカルチャー

パイロット活動の目的

マングローブ植林とエビ養殖を両立する
シルボ・アクアカルチャーを実施し、
ESG投資の対象となるための課題と対策を検討

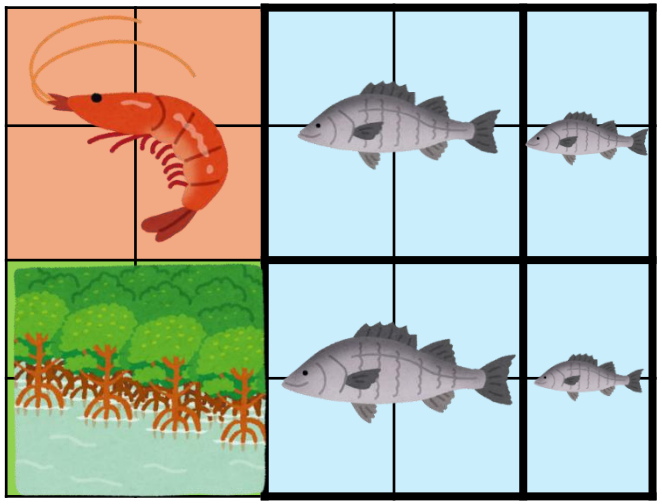
シルボ・アクアカルチャーとは？

- 植林と養殖を同時に行う取り組み（マングローブと組み合わせる事が多い）
- 主な養殖対象種は、エビ、魚、海藻
- マングローブが栄養塩類を供給したり、小動物に生息場所を提供したりする
- 養殖用のスペースが減る → 補う何かが必要（生産性向上、環境改善等）

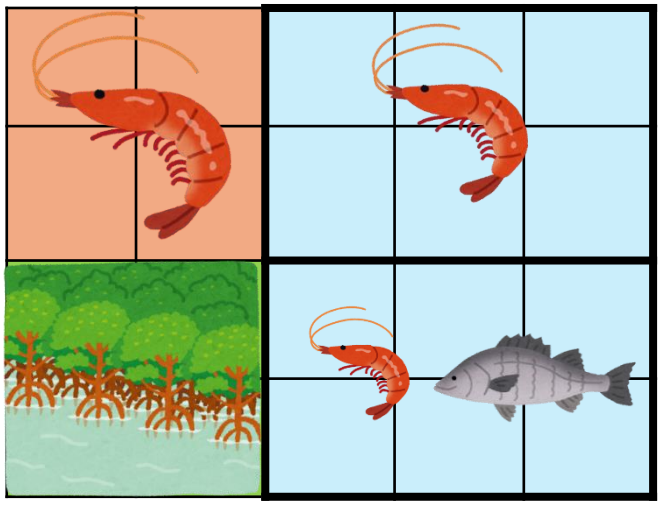


3. ビジネスモデルのコンセプト（1/2）

財務経済分析の対象となるシルボ・アクアカルチャービジネスの経営単位



↑ 経営単位の例 ↓



- 経営規模20haを想定
- **一定の面積をマングローブ植林に供する**ことで生ずる**機会費用**を、**別の池でのエビ養殖**の**生産性／収益性を向上させて**相殺するとともに、**経営全体の収益性**を向上させる
- そのため、エビ養殖の池には、エビの半集約養殖技術を開発・導入する
- その他の池では、この地域で通常行われているミルクフィッシュや海藻の養殖や製塩などを行う

マングローブ植林とエビ養殖を、同一の経営の中で実施しても双方が干渉しない技術パッケージを確立・導入する

3. ビジネスモデルのコンセプト（2/2）

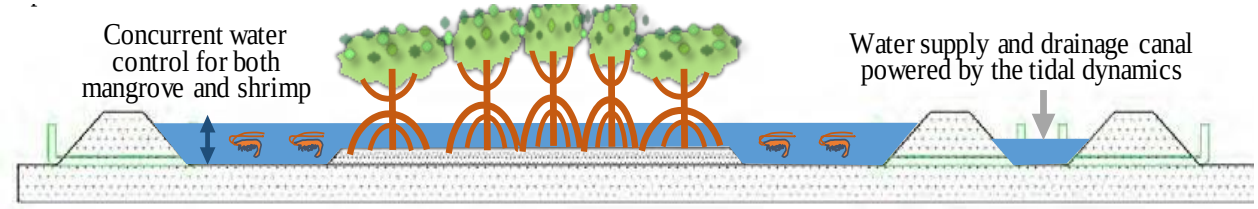
シルボ・アクアカルチャーにおいて
マングローブ植林とエビ養殖を両立する2種類の水管理方法

コンカレント

同じ池の中でエビ養殖と植林

マングローブが栄養塩類を供給

水管理はエビ養殖優先

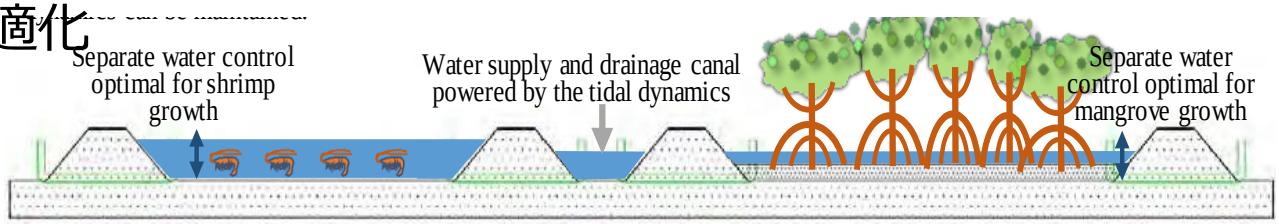


セパレート

別々の池でエビ養殖と植林

マングローブの栄養塩類の利用は困難

水管理はそれぞれに最適化



4. パイロット活動の方法（1/2）

- **実施場所（南スラウェシ州）**

<u>パンケップ県ボントマナイ村</u>：シルボ・アクアカルチャーに係る技術の検証、及び社会的環境も含め、地域での受け入れられ方を検証

- **実施期間**

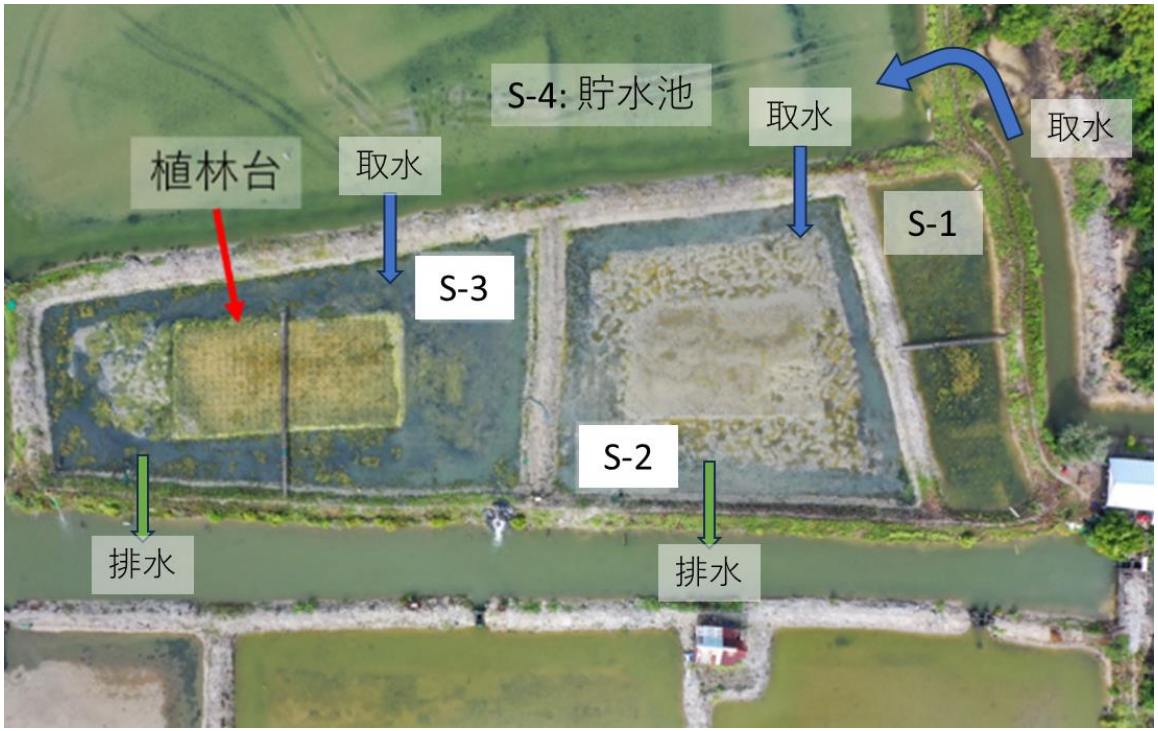
2023年4月～2025年6月

- **実施体制**

国立研究革新庁（BRIN）との共同実施
（2024年7月まで現地再委託による共同実施。それ以降は、BRINの機構改革により、調査団の直営による共同実施。）

4. パイロット活動の方法（2/2）

(2) 池のレイアウトと取水・排水システム



コンカレント　　セパレート

S-4 (11,259m²) 浄化用海藻		
S-3 (2,428m²) （マングローブ、エビ6尾/m²、海藻、魚、水位一定）	**S-2** (2,044m²) （エビ6尾/m²、海藻、魚）	**S-1** (850m²) （マングローブ、自然潮汐）

5. パイロット活動の結果：エビ養殖（1/3）

(1) 本パイロット活動で使用した種

1. ブラックタイガーエビ
   （主体）

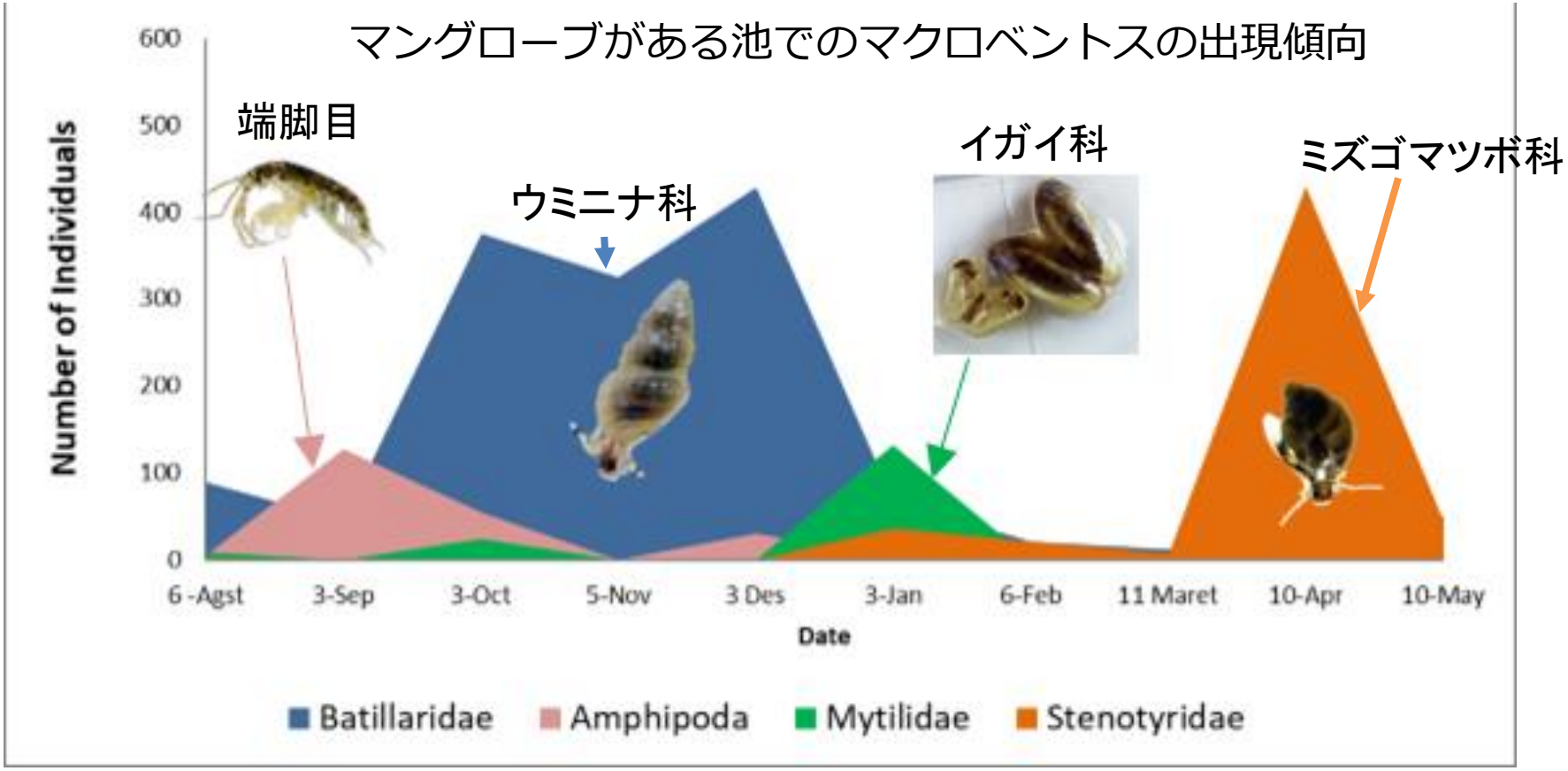
2. サバヒー（ミルクフィッシュ）
   （緑藻、ミドロ類の低減）

3. オゴノリ
   ・エビのシェルター
   ・アンモニアの低減
   ・溶存酸素の向上

5. パイロット活動の結果：エビ養殖（2/3）

(2) ブラックタイガーの食性

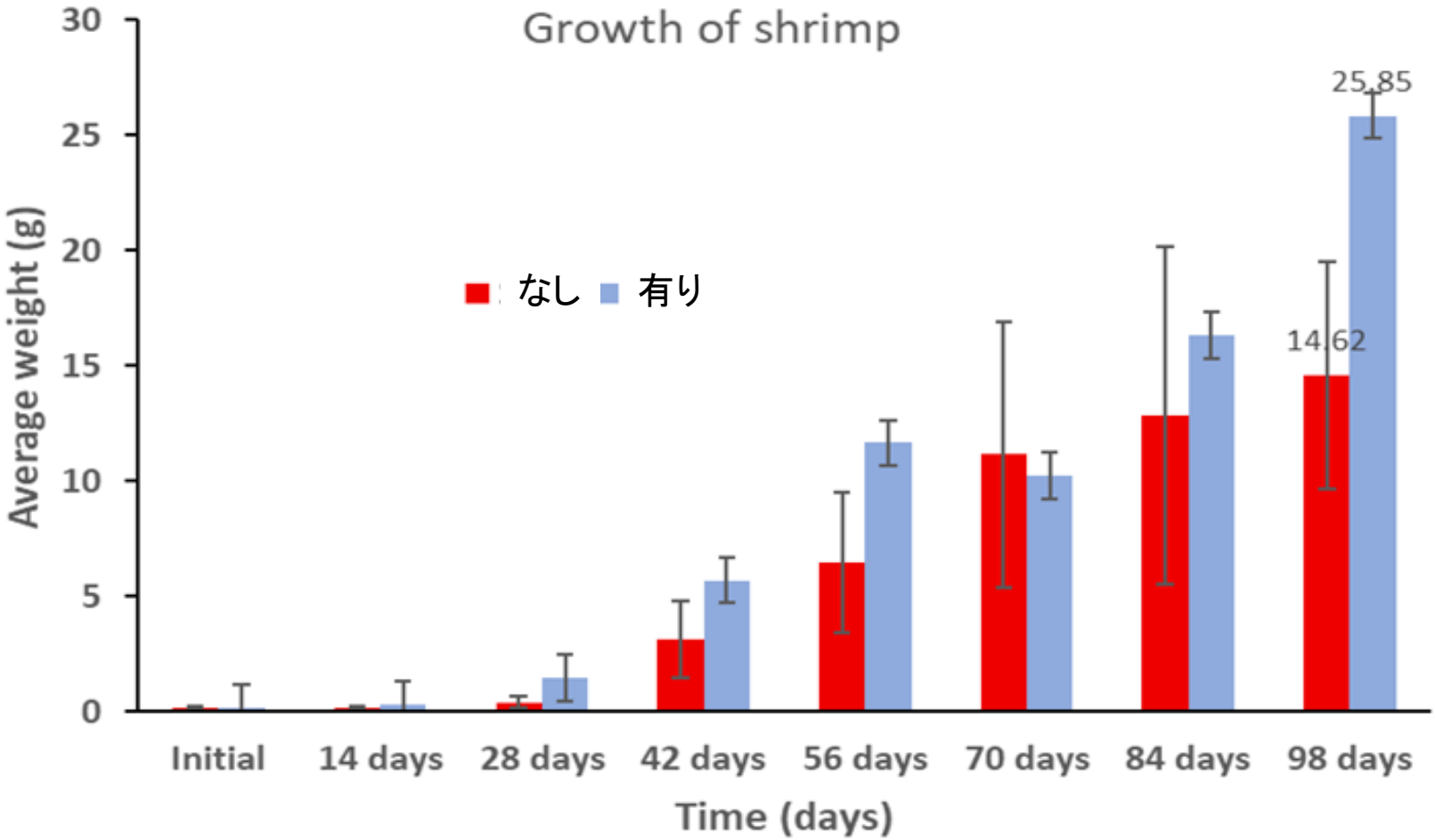
天然エビに関する先行研究より分かっていること：
・季節により食物が変わり、その時あるものを食べる
・主にマクロベントス、若干のプランクトンや魚類を食する



5. パイロット活動の結果：エビ養殖（3/3）

(3) マングローブの有無によるエビの経時的個体成長

マングローブ有りの方が、エビが早く成長する。マングローブ植林によるマクロベントスの存在が天然餌の供給に寄与していることが考えられ、コンカレント方式の方がエビ養殖の観点では有利。



6. パイロット活動の結果：マングローブ植林（1/2）

(1) 2つの水管理システムで、2種のマングローブを植栽

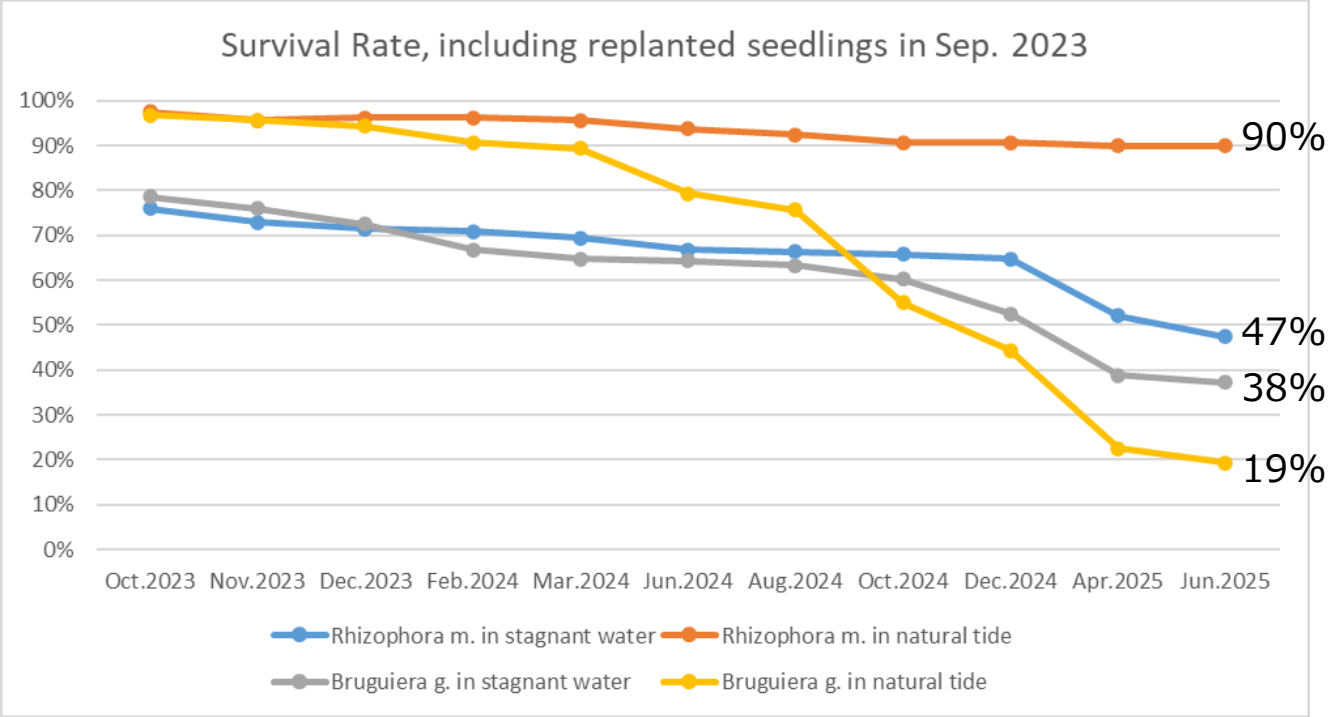
*Rhizophora mucronata*と*Bruguiera gymnorrhiza*の2種を、マングローブを池全面に植栽し自然潮汐による水管理を行う池（S1、セパレート）に160本ずつ、エビ養殖池の中のマウンド（水面よりも少し低い）に植栽する池（S3、コンカレント）に196本ずつ、2023年8月に植栽した。

S1：池全面に植栽
（セパレート）

S3：エビ養殖池の中に植栽
（コンカレント）

6. パイロット活動の結果：マングローブ植林（2/2）

(2) 生存率



（2023年8月植栽、9月補植、2025年6月までの1年9～10カ月間）

S1（セパレート・自然潮汐）及びS3（コンカレント・水位が一定）の池で、*Rhizophora*の方が*Bruguiera*よりも生存率が高く、特にセパレート方式では両種の差は顕著だった。

7. パイロット活動の結果：社会経済調査（1/2）

調査の方法

ボントマナイ地区の約1,600カ所の全養殖池を母集団とし、55の池をランダムサンプリングした。サンプリングされた養殖池に所有者、借池人、作業員等としての関係を持つ55世帯に対して、調査票による構造化インタビューを、2024年の5月から6月にかけて実施した。

また、エビとカーボンクレジットのバリューチェーン、及び養殖の受託や借池による養殖の専業者等に関する情報収集を行うためのキーインフォーマントインタビューを同時期に実施した。調査結果に基づきシルボ・アクアカルチャービジネスの実施可能性を検討・検証した。調査に使用した質問票の構成は以下のとおり。

調査票構成項目

I.　調査の管理

II.　世帯の構成と人的資源（労働市場の動態）

III. 世帯形成後に所有、賃借、管理、作業した養殖池と生産環境の動態

IV. 世帯が現在所有、賃借している土地、建物、機械、設備、用具

V.　ボントマナイ地区でのシルボ・アクアカルチャーによる生態系サービス評価

7. パイロット活動の結果：社会経済調査（2/2）

社会経済調査のまとめ

養殖の形態
粗放化
委託化
分業化（専門事業者、兼業、貸主）

地域の人口動態
高齢化
若年労働力の移出

池の貸借市場拡大
池の集積
池の貸借・転貸し

養殖インフラの劣化
沈泥・堆砂
水質悪化
改善意欲なし→粗放化継続

潜在的なESG投資需要

シルボ・アクアカルチャー技術により、民間企業の関心が高まれば・・・

マングローブに対する共存の意識
マングローブによる洪水や津波の被害低減機能を明確に認識

民間のESG投資による シルボ・アクアカルチャーの発展？

8. パイロット活動全体のまとめ

- エビ養殖に関し、**コンカレント方式**によりマングローブが栄養塩類や餌としてのマクロベントスを供給していると思われ、セパレート方式に比べて**成長が早い**。一方、エビは病気のリスクが高く、また塩分濃度や水温等を適正範囲内に収める水質管理が非常に重要で、困難さは否めない。他の養殖対象種との混合養殖でリスク分散させることが適切と考えられる。
- マングローブ植林に関し、**セパレート方式で自然潮汐を活用**した池の方が、コンカレント方式で水位を一定に保った池よりも、**生存率がはるかに高い**。また、池の立地環境に適合する種を選んで植林することが重要である。
- 地域の社会経済的な特徴として、**若年労働力の移出、池の貸借、養殖作業の委託の進行**、等が挙げられる。このような状況では、少ない労働力で大規模に粗放養殖を行うことが経済的に合理的である。一方、地域住民はマングローブによる環境的な恩恵を明確に認識している。

9. シルボ・アクアカルチャービジネスモデルの成立可能性

養殖種
- 生産性・収益性・生物多様性等を考慮
- ブラックタイガーは更なる技術開発が必要
- 他の種・組合せでは？

マングローブ
- セパレート：生育良好
- コンカレント：マクロベントス供給等の強み
- 池の立地や養殖種により、様々な組合せ有り？

池の立地や養殖種に応じた様々な技術的組合せを試行・開発

情報プラットフォーム
→民間・消費者等に情報発信
→情報活用で可能性を追求

民間のESG投資による シルボ・アクアカルチャーの発展？

地域住民
- マングローブとの共存に前向き
- 社会経済的に、大規模粗放養殖が合理的
- 民間企業・サプライチェーンとの関係構築

住民だけでは困難な養殖インフラ整備に民間のESG投資を

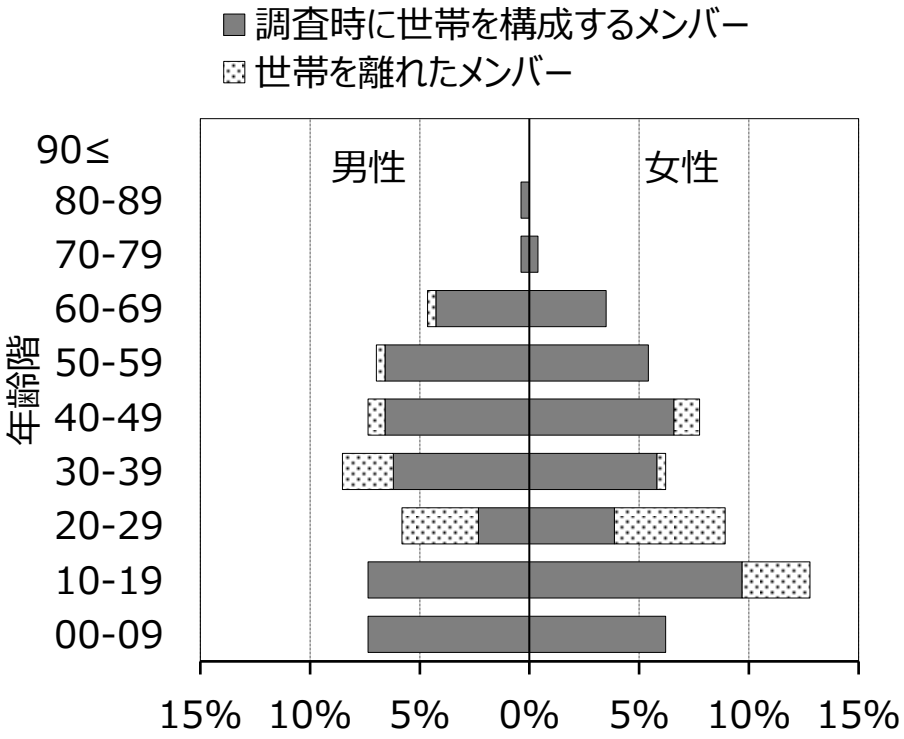
消費者に価格プレミアムを認知してもらうため、生態系サービス評価に関する消費者の理解が広がる

生態系サービス評価
- 評価結果がプラスとなる
- 同評価に基づく価格プレミアムは時期尚早と、民間企業は判断

参考：社会経済調査の詳細

（参考）パイロット活動の結果：社会経済調査（1/4）

高齢化と労働者の移出



ボントマナイ地区及び周辺地区で高齢化の進展と若年労働者の他産業への就業による移出が顕著。

➡ 労働力不足。所有する池の貸し出し（地代収入）または委託による生産（分収または定額コミッション）、分業化の進行を示唆する。

（参考）パイロット活動の結果：社会経済調査（2/4）

養殖の委託、池の貸借

養殖池の外部委託と貸借の形態 / 養殖池の外部委託または貸借の期間	養殖池の所有者			養殖池の借池者			養殖受託者として養殖実施	作業員として養殖従事	その他の管理/不明	合計	**外部委託または貸借の合計**	合計の池の観察数
	自ら養殖を実施	養殖を外部委託	養殖池の貸し出し	自ら養殖を実施	養殖を外部委託	養殖池の転貸し						
永年の外部委託または貸借		5%	6%	6%	3%		1%	4%		25%		39
複数年の外部委託または貸借		1%	1%	7%						9%	**48%**	14
単年の外部委託または貸借				6%	4%	4%				14%		21
外部委託または貸借無し	16%							15%	4%	34%		53
不明	3%							7%	7%	18%		27
合計%	19%	6%	7%	19%	7%	4%	1%	26%	11%	100%		154
所有した池/借池した池合計	32%			30%								
所有した池/借池した池に対する割合	58%	**20%**	**22%**	63%	**24%**	**13%**						
合計の池の観察数	29	10	11	29	11	6	1	40	17	154		

所有する養殖池の約42~48%が外部委託、または貸し出しされている。さらに借り受けた池の37%が委託または転貸しされている。

➡ 養殖の委託や池の貸借の（複雑な）市場が発達し、専門・専業の受託生産者が勃興。池の貸借により養殖池が集積する可能性や、パートナー候補を特定できる可能性が大きい。（インドネシアの法律により、現地のパートナーが必須）

（参考）パイロット活動の結果：社会経済調査（3/4）

養殖インフラ

変化に関する回答	養殖池の沈泥			用水路の沈泥			水質			道路と交通手段		
	1980-1990年代	2010-2015年	今後5年間の予想	1980-1990年代	2010-2015年	今後5年間の予想	1980-1990年代	2010-2015年	今後5年間の予想	1980-1990年代	2010-2015年	今後5年間の予想
悪くなった		**56%**	**85%**		**56%**	**85%**		**56%**	**82%**	**75%**	2%	2%
変わらない	2%	22%	7%	2%	22%	7%	2%	22%	11%	9%	**53%**	**72%**
良くなった	**91%**	16%	4%	**91%**	16%	4%	**91%**	16%	4%	9%	39%	22%
わからない	7%	6%	4%	7%	6%	4%	7%	6%	4%	7%	6%	4%
合計割合	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
合計数	45	50	55	45	50	55	45	50	55	44	49	54

養殖インフラのメンテナンスへの再投資の余裕がなく、近年養殖インフラの劣化と水質の悪化が顕著。今後の改善努力へ期待も低く、養殖の粗放化という受動的な対応に終始している。

➡ 先進技術による養殖事業モデルの転換が期待できれば、大きな潜在ESG投資需要があるといえる。

（参考）パイロット活動の結果：社会経済調査（4/4）

マングローブの保全のインセンティブ

世帯により認識された生態系サービス（負のサービスも含む） 世帯により認識された生態系サービスの発生場所	養殖による二酸化炭素の排出	マングローブによる炭素の隔離	土壌中への炭素の隔離	土壌炭素の排出	養殖池による洪水制御	マングローブによる津波の制御	家庭汚水の浄化	生産排水の浄化	生産過程での汚染の浄化	マングローブによる土壌侵食防止
サンプリングした養殖池	2%				7%	4%	2%	4%	51%	7%
サンプリングした養殖池の水路					25%	35%	2%	2%	7%	20%
農業用地									2%	
マングローブの河畔林					44%	25%	2%	2%		7%
マングローブの海岸林		4%			64%	56%	2%	2%		9%
村落地	2%						2%			
道路他インフラ					2%					
聞き取り調査対象世帯全体	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
聞き取り調査対象世帯数合計	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

マングローブによる洪水制御、津波制御、土壌浸食防止などの生態系サービスのイメージは多くの世帯で共有されている。

➡ シルボ・アクアカルチャーでマングローブを事業地内に植林・保全する社会的なインセンティブを期待できる。