

スリランカ国

ペラデニア大学

スリランカ国
スサノオ(キリンサイ)栽培・加工・
品質管理システム
普及・実証・ビジネス化事業
業務完了報告書

2024年12月

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

株式会社スーリヤ

民連

JR

24-035

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次

巻頭写真	i
地図	iii
図表リスト	iv
案件概要	vii
要約	viii
第1 当該国でのビジネス化（事業展開）計画	1
1. 提案製品・技術の概要	1
2. 海外進出の動機	2
(1) 提案法人の海外展開を図るに至った背景	2
(2) 対象国を選んだ理由	2
3. ビジネス化（事業展開）計画	3
(1) ビジネスモデル概要	3
(2) ターゲットとする市場	5
(3) 製品サービス・技術	5
(4) 当該国における具体的なビジネス展開の方法	5
(5) 当該国でのビジネスにおける収支・財務計画	5
4. ビジネス実施上の留意事項	5
(1) ガバナンスにおける留意事項	5
(2) 商習慣・商慣習、文化、宗教における留意事項	5
(3) ビジネス展開に必要なネットワーク	6
(4) 撤退条件	6
第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献	7
1. ビジネスを通じて解決する対象国の課題とその貢献	7
(1) 対象国の課題	7
(2) 中・長期的に達成する課題への貢献	8
2. 持続的な開発目標（SDGs）17の目標	9
3. 国別開発協力方針（政府開発援助方針との合致）	9
4. ビジネス展開により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献	9
第3 普及・実証・ビジネス化事業実績	11
1. 本事業の目的	11
2. 本事業の成果	11
3. 本事業の実施体制	12
4. 成果の達成状況	12
5. 活動内容実績	13

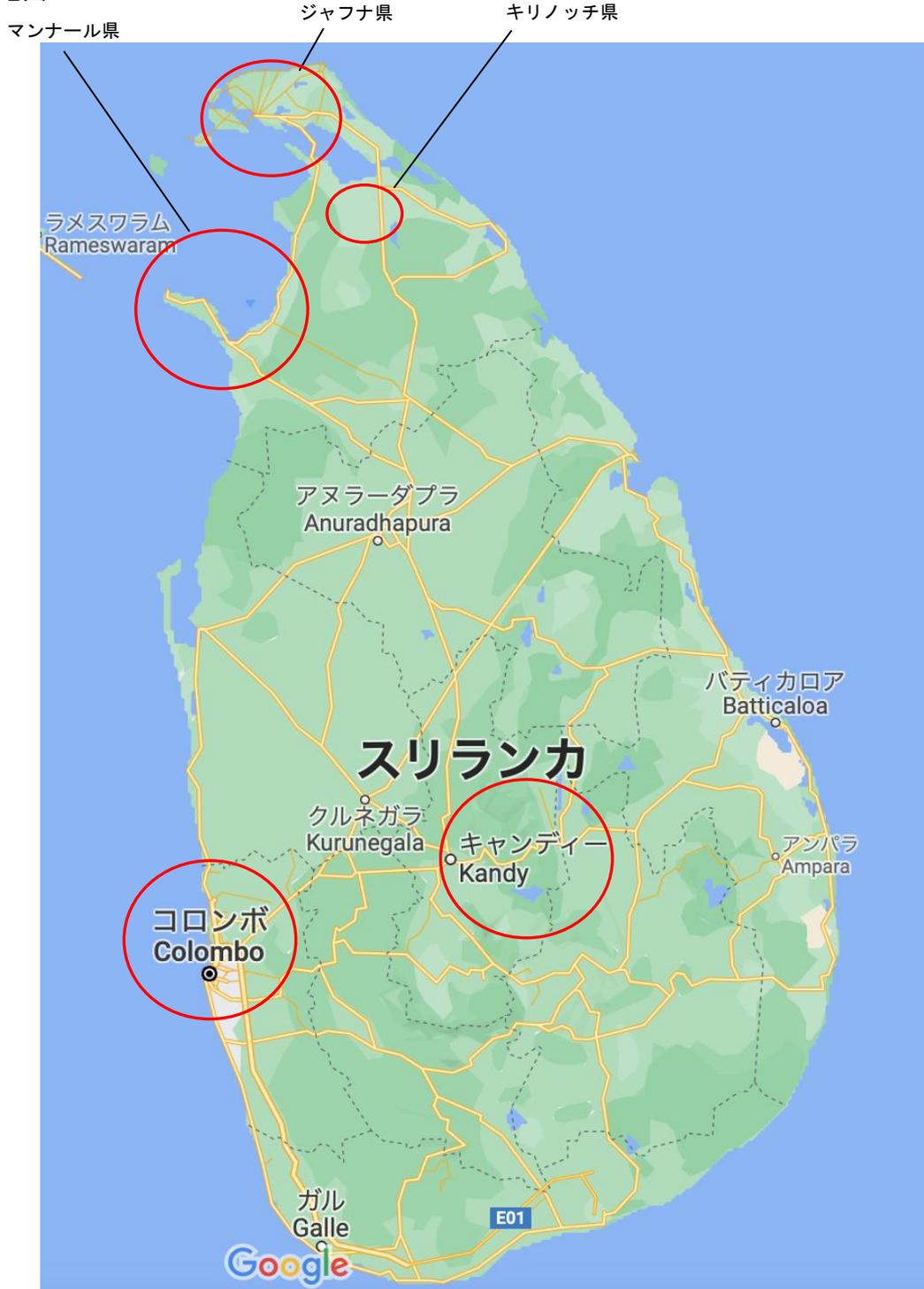
(1) 活動内容	13
(2) 活動結果の実績	14
(3) 導入済機材	27
6. 事業実施国政府機関（カウンターパート機関）の情報	28
(1) カウンターパート機関名	28
(2) 基本情報	28
(3) カウンターパート機関の役割・負担事項（実績）	28
(4) 事業後の機材の維持管理体制	29
7. ビジネス展開の見込みと根拠	29
(1) ビジネス化可否の判断	29
(2) ビジネス化可否の判断根拠	29
8. 本事業から得られた教訓と提言	30
(1) 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓	30
(2) JICA や政府関係機関に向けた提言	30
参考文献	32
英文案件概要	I
英文要約	II
別添資料	XV

巻頭写真

	
<p>UoP との協議の様子 (2022 年 11 月)</p>	<p>UoP の研究室の視察 (2022 年 11 月)</p>
	
<p>栽培サイトの視察 (2022 年 11 月)</p>	<p>栽培サイトの視察 (2022 年 11 月)</p>
	
<p>NAQDA との協議 (2022 年 11 月)</p>	<p>NAQDA との協議 (2022 年 11 月)</p>
	
<p>栽培状況の進捗確認 (2023 年 6 月)</p>	<p>栽培状況の進捗確認 (2023 年 6 月)</p>

	
<p>栽培普及セミナーの様子 (2023年6月)</p>	<p>栽培普及セミナーの様子 (2023年6月)</p>
	
<p>収穫状況の確認 (2024年4月)</p>	<p>現地生産者への聞き取り (2024年4月)</p>
	
<p>現地生産者への聞き取り (2024年6月)</p>	<p>キリンサイの加工実験 (2024年6月)</p>
	
<p>キリンサイの加工実験 (2024年6月)</p>	<p>キリンサイの加工実験 (2024年6月)</p>

地図



出典 : Google Map

図表リスト

表 1	栽培方法ごとの設備コスト（1単位：4m×2m=8m ² ）	17
表 2	色ごとの各項目の値	19
表 3	導入済機材一覧	28
図 1	事業開始時のビジネスモデル図	3
図 2	現時点のビジネスモデル図	4
図 3	本事業の実施体制図	12
図 4	キリンサイ栽培サイト地図	15
図 5	キリンサイの経過日数における成長率	16
図 6	キリンサイの栽培方式	16
図 7	栽培方法の違いによる成長率の違い	17
図 8	栽培方法の違いによる成長の阻害要因	17
図 9	栽培日数毎のゲル強度	18
図 10	茶色キリンサイと緑色キリンサイ	19
図 11	各色と抽出方法の違いによる抗酸化試験	20
図 12	各色と抽出方法の違いによるフェノール含有量	20
図 13	カラギーナンの抽出方法	20
図 14	試験輸送したスサノオのサンプルの分析結果	25

略語表

略語	正式名称	日本語名称
CIF	Cost Insurance and Freight	運賃保険料込み条件
EDB	Export Development Board	輸出開発局
FAO	Food and Agriculture Organization	世界銀行食糧農業機関
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
KOICA	Korea International Cooperation Agency.	韓国国際協力団
LKR	Sri Lanka Rupee	スリランカルピー
MOU	Minutes of Understanding	覚書
NARA	National Aquatic Resource and Research Agency	国立水産資源研究機構
NAQDA	National Aquaculture Development Authority of Sri Lanka	スリランカ国立水産開発機構
NORAD	The Norwegian Agency for Development Cooperation	ノルウェー開発協力局
PDP Jaffna	The Project for Development Planning for the Rapid Promotion of Reconstruction and Development in Jaffna District	ジャフナ県復興開発促進計画プロジェクト
PQS	Pharmaceutical Quality System	医薬品品質システム
PSC	Port State Control	ポート・ステート・コントロール
SLPP	Sri Lanka Podujana Peramuna	スリランカ人民戦線
TPP	Trans-Pacific Partnership	環太平洋経済連携協定
UoP	University of Peradeniya	ペラデニア大学
USD	United States Dollar	アメリカドル
UNDP	United Nation Development	国連開発計画

	Plan	
--	------	--

1 USD=153.234000 円

1 LKR=0.525560 円

(2024 年 11 月 JICA 統制レート)



スサノオ(キリンサイ)栽培・加工・品質管理システム 普及・実証・ビジネス化事業(中小企業支援型)

株式会社スーリヤ(東京都)



対象国水産分野における開発ニーズ(課題)

- ・効率的な生産のための海藻栽培・加工技術の確立
- ・海藻栽培・加工を事業を商業ベースで展開するための投資
- ・栽培・加工した海藻の輸出先の開拓

提案製品・技術

- ・食品加工で使用される成分である「カラギーナン」を多く含むキリンサイを現地で栽培する
- ・日本技術と現地技術を組み合わせ、コストを抑えつつ乾燥の時間を短縮する
- ・品質管理と鮮度保持により、高品質の商品を日本に販売する

本事業の内容

- ・ 契約期間: 2022年11月~2024年12月
- ・ 対象国・地域: スリランカ国北部州マンナール県・ジャフナ県・キリノッチ県、中部州キャンディ県、西部州コロombo県
- ・ カウンターパート機関: スリランカ国ペラデニア大学
- ・ 案件概要: スサノオ(キリンサイ)を養殖栽培・加工・品質管理をして、日本に輸入販売する事業の普及・実証・ビジネス化事業。本事業後は日本への販売および養殖栽培・加工・品質加工システムを現地漁協に販売するビジネスの展開を図る。



スサノオ®キリンサイ(左)
と高速裁断機(右)

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・ 提案企業が機材調達を行い、現地側で漁協に対し、栽培・加工方法の指導を行うと同時に、漁協の組織化を通じてコミュニティ開発を行う。
- ・ 提案企業が、現地で栽培・収穫・加工したものを買い取り日本に輸出し、販売する
- ・ 本事業で実証するビジネスモデルをパッケージとしてまとめ、各地の漁協に展開する。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・ 紛争による寡婦世帯を含む女性筆頭世帯及び貧困層の漁民世帯の生計向上
- ・ 対象地域における海藻養殖事業の持続的な産業化
- ・ スリランカの農林水産品の輸出額増大への貢献

2024年7月現在

要約

I. 事業要約

1. 案件名	<p>(和文) スリランカ国スサノオ(キリンサイ)栽培・加工・品質管理システム普及・実証・ビジネス化事業(中小企業支援型)</p> <p>(英文) Sustainable Development Goals (SDGs) business verification survey with the private sector for seaweed cultivation and drying system in Sri Lanka</p>
2. 対象国・地域	スリランカ国北部州マンナール県、ジャフナ県・キリノッチ県、中部州キャンディ県、西部州コロombo県
3. 本事業の要約	<p>スサノオ(キリンサイ)を養殖栽培・加工・品質管理して、日本に輸入販売するための普及・実証・ビジネス化事業。本事業後は日本への販売及び養殖栽培・加工・品質加工システムを現地協同組合(漁協)に販売するビジネスの展開を図る。本事業により生産者の生計向上とスリランカの農林水産品の輸出額増大への貢献を図る。</p>
4. 提案製品・技術の概要	<p>提案事業はスリランカ北部沿岸部マンナール県において、地元の漁業組合に、自社独自で品種改良を行なった日本品種の海藻「スサノオ(キリンサイ)」を提供し、現地カウンターパートの協力のもと、漁民を対象にキリンサイの養殖技術トレーニングをし、キリンサイを乾燥、輸出することにより、生産者の収入向上と輸出拡大を目指す事業である。本事業はすでに、a) JICA による北部地域の復興プロジェクトの一環で行われてきたキリンサイ栽培に関する調査、b) スリランカ政府の独自資金、c) UNDP の資金を活用して行ってきたキリンサイ栽培に関する調査の結果を生かし、事業化するものである。提案法人は上記の UNDP の補助事業に対し、自社独自の苗を提供したところ、有効性が高いと認められ、大学側及びスリランカ政府関連機関から要請があり、技術協力に関する MOU を締結した。この MOU の一環として、スリランカ政府機関と共に事業展開を検討するため、本事業を提案するに至った。提案法人は本事業の中で、1) キリンサイの品種の提供、2) キリンサイの養殖技術トレーニング、3) 現地への加工技術の導入、4) 搾汁、5) 乾燥、6) 圧縮、7) 運搬、8) 販売までを自社管理の下、一貫して行うビジネスモデルの構築を行う。また、提案事業をパイロットプロジェクトとして、本事業での実証後はこのビジネスモデルをスリランカ全土の漁協に対し展開することを目指す。</p>

5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>本事業は、提案法人が現地漁協に対し栽培技術と乾燥機械を投資し、現地漁協からキリンサイを買い取り、キリンサイの日本及び海外への輸出・販売で利益を得るビジネスモデルである。日本側顧客のキリンサイの需要を満たしつつ、供給者である現地の生産者に収入向上をもたらすことを目的とする。</p>
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	<p>現在スリランカでのキリンサイ養殖事業では主に 1) 安定した生産体制の構築と 2) 安定した買取価格の維持が課題として挙げられている。提案法人の対応方針は以下のとおりである。</p> <p>1) 安定した生産体制の構築：気候の影響などでキリンサイが収穫できなかった時に備え、自社で「海藻銀行（健全な種苗を常時供給できる施設）」を設立し、気候の影響を受けにくいところで種苗を育成し保持する。これにより、天候が回復した際にすぐに種苗の供給を再開することができるようになる。</p> <p>2) 安定した買取価格の維持：これまでは買取価格の変動に伴うリスクを生産者が負っており、キリンサイ栽培への取り組みが広がらなかった背景がある。提案法人では日本側の購入事業者と契約し、一定期間買取価格を固定する。買取価格を担保することで、生産者のモチベーションを上げ、対象地域におけるキリンサイ栽培の普及に貢献する。</p>
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<p>・貢献を目指すSDGsのターゲット：</p> <p>① SDG 1: 貧困をなくそう</p> <p>② SDG 5: ジェンダー平等を実現しよう</p> <p>③ SDG 14: 海の豊かさを守ろう</p> <p>・北部州の沿岸コミュニティに暮らす人びとを対象とする。キリンサイ養殖のための新たな生産技術の導入により、これらの人びとの生計手段の多様化を通して、生計の安定化に貢献することを目的とする。</p>
8. 本事業の概要	
① 目的	<p>生産者の生計向上手段としての高品質なキリンサイ養殖栽培に資するために、他の海藻に対するスサノオ（キリンサイ）の優位性、裁断機・搾汁機による乾燥日数の短縮、及び圧縮・輸送技術による輸出品の品質向上の有用性を実証し、スリランカにおけるスサノオの普及方法、及び課題が整理検討される。</p>
② 成果（実績）	<p>成果1. スサノオ栽培技術の現地適合性が実証される。</p> <p>成果2. 現地に即したスサノオ加工技術が検討される。</p> <p>成果3. スリランカで栽培・加工したスサノオの日本への最適な輸</p>

	<p>送手段が検討される。</p> <p>成果4. スサノオの栽培、加工、輸送及び販売に関するビジネス展開計画が策定される。</p>
<p>③ 活動内容</p>	<p>【成果1にかかる活動】</p> <p>1-1) 実証サイトに養殖イカダを設置する。</p> <p>1-2) カウンターパート、及びコミュニティリーダーと共に、漁協を選定する。</p> <p>1-3) 実証サイトにて、漁協にスサノオ栽培（植栽及び収穫方法）を指導する。</p> <p>1-4) 漁協及びカウンターパートが、植栽時のデータ（気象、収穫量、人数、時間等）及び収穫時のデータ（気象、収穫量、人数、時間等）を取得並びに分析し、最適な栽培方法を検討する。</p> <p>1-5) 成分分析（キリンサイに含まれるカラギーナンの含有量）を実施し、スサノオの品質を確認する。</p> <p>1-6) 栽培マニュアル（案）を作成する。</p> <p>1-7) 漁協が栽培マニュアル（案）を活用して自立的に栽培する。</p> <p>1-8) 1-7) の結果を踏まえマニュアル（案）を最終化させ、カウンターパート及び漁協と共有する。</p> <p>【成果2にかかる活動】</p> <p>2-1) 実証サイトにて、漁協に既存のスサノオの加工方法（細断、搾汁及び乾燥）を指導する。</p> <p>2-2) 漁協が、細断、搾汁及び乾燥のそれぞれの工程で、機器稼働時間、処理前重量、処理後重量、及び気象のデータを取得する。</p> <p>2-3) 2-1) の加工品と日本のニーズとの適合性を確認する。</p> <p>2-4) 加工マニュアル（案）を作成する。</p> <p>2-5) 漁協が加工マニュアル（案）を活用して自立的に加工する。</p> <p>2-6) 2-5) の結果を踏まえマニュアル（案）を最終化させ、カウンターパート及び漁協と共有する。</p> <p>【成果3にかかる活動】</p> <p>3-1) 漁協に加工品の輸送用の品質管理指導を行う。</p> <p>3-2) カウンターパートが高電圧鮮度保持装置付きコンテナで日本へ試験輸送する。</p> <p>3-3) 日本に着いたスサノオのサンプルの品質を確認する。</p> <p>3-4) 日本でスサノオのサンプルの食品安全法に基づく分析検査</p>

	<p>(病原性微生物、成分規格など)を行う。</p> <p>3-5) スサノオのサンプルについて、日本の取引先候補の求める品質、量及び価格を確認する。</p> <p>3-6) 3-1)～3-5)の結果を踏まえ、品質検査、及び圧縮方法について加工マニュアルに記載する。</p> <p>3-7) 日本への最適な輸送方法を検討する。</p> <p>【成果4にかかる活動】</p> <p>4-1) ビジネス展開時のサイト候補地、及び漁協候補を確認する。</p> <p>4-2) ビジネスモデルのパッケージ化資料を作成する。</p> <p>4-3) 関連政府機関を対象にセミナーを実施し、本事業の成果、スサノオの栽培、加工及び品質管理技術の優位性をアピールする。</p> <p>4-4) サイト候補地にて漁協を対象に4-2)に関するセミナーを実施する。</p> <p>4-5) 4-3)～4-4)の結果を踏まえ、ビジネス展開計画案を具体化する。</p>
④ 相手国政府機関	ペラデニア大学(University of Peradeniya)
⑤ 本事業実施体制	<p>提案法人：株式会社スーリヤ、高野友理（個人、補強）、アクシオヘリックス株式会社（補強）金谷重彦（個人、補強）、加藤弘之（個人、補強）</p> <p>外部人材：アイ・シー・ネット株式会社、大野正夫（個人）</p>
⑥ 履行期間	2022年 11月～ 2024年 12月（2年 1ヶ月）
⑦ 契約金額	42,623千円（税込）

II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	株式会社スーリヤ
2. 代表法人の業種	[①製造業]
3. 代表法人の代表者名	シバスタランスハルナン
4. 代表法人の本店所在地	東京都千代田区神田三崎町 2-4-13
5. 代表法人の設立年月日 (西暦)	2015年4月1日
6. 代表法人の資本金	1,000万円
7. 代表法人の従業員数	5名(2024年6月末時点)
8. 代表法人の直近の年商	5,000万円(2023年1月～2023年12月期)

(売上高)	
-------	--

第1 当該国でのビジネス化（事業展開）計画

1. 提案製品・技術の概要

名称	スサノオ（キリンサイ）栽培・加工システム
仕様	<p>1). <u>キリンサイの品種</u>:キリンサイは日本の食品加工事業者にて多く使用されるカラギーナンという物質の原藻である。提案法人は、カラギーナンの成分を多く含む自社独自の品種「スサノオ(キリンサイ)」を持ち込み高品質のキリンサイを養殖する。</p> <p>2). <u>養殖技術</u>:フローティング技術を導入し、浮動する筏で栽培することにより、海面からの距離が一定となり、成長が安定する養殖方法を導入する。この技術は日本では、沖縄県の宮古島池間漁業組合で採用されており、実績のある技術である。</p> <p>3). <u>細断技術</u>:自社の持つ高速細断機の技術を応用し製造委託する裁断機で、繊維が多く粘性の高いキリンサイを細断する。</p> <p>4). <u>搾汁技術</u>:現地にあるココナツを絞る機械を利用して搾汁する仕組みを応用する。</p> <p>5). <u>乾燥技術</u>:従来の天日干しに加え、異物などが混入しないよう管理する。</p> <p>6). <u>圧縮技術</u>:運搬効率を上げるために自社の持つ圧縮技術を活用する。</p> <p>7). <u>運搬技術</u>:冷蔵コンテナを活用し、品質を保ったまま運搬する、提案法人の持つ技術を活用する。この技術は平成30年度環境省「JCM 設備補助事業 鮮度保持機能付きリーファーコンテナを活用した陸路から海路へのモーダルシフト」事業でも活用されている。</p>
特徴	日本技術とローカルの技術を組み合わせることによってコストを抑えつつ、これまで3日ほどかかっていた乾燥期間を3~4時間に短縮、効率的に乾燥し生産量を増加させることが可能になる。
競合他社製品と比べた比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他社キリンサイと比較してカラギーナンの成分を多く含む。 ・ 鮮度保持技術を活用した運搬により、品質を高く保つことができる。 ・ 効率的な乾燥・運搬により価格競争力を持つことができる。
国内外の販売実績	



キリンサイ



高速細断機

国内	冷蔵コンテナを活用し、品質を保ったまま運搬する技術は平成30年度環境省「JCM 設備補助事業 鮮度保持機能付きリーファーコンテナを活用した陸路から海路へのモーダルシフト」事業でも活用されている。
海外	細断技術と圧縮技術を2017年から開発し、すでにスリランカでのココヤシによるバイオマス製造技術に活用している。この細断・圧縮技術は平成30年度の経産省の「飛びだせ Japan!」を通じて実証され、現在は事業として稼働している。

2. 海外進出の動機

(1) 提案法人の海外展開を図るに至った背景

提案法人は、バイオ関連の研究支援のためのソフトウェアの開発業務を行う目的で設立されたアクシオヘリックス株式会社の子会社である。アクシオヘリックス社は JICA の民間連携事業で「Dr. カー（移動型診療所）展開に関する運行支援普及実証事業」を実施した経験がある。提案法人は子会社としてクリーンエネルギー関連の研究開発分野を主要業務として発足し、JR 貨物の蓄電池搭載のクリーンエネルギーによる物流コンテナシステム等の開発や環境省の JCM 事業に参画してきた。

提案法人は「国内外の需要と供給の双方に対して価値を届ける」というビジョンを持ち、需要に応える事はもちろん、供給者に対しても利点が生まれる事業を実施している。上記のココヤシによるバイオマス製造事業はフェアトレードを行うことで内戦によってダメージを受けた地域の住民に安定した収入の機会を与えており、日本のバイオマス需要に応えるのみではなく、供給者となるスリランカの従事者に対しても利益をもたらしている。提案法人では需要者、供給者の一方のみに利益が偏らない事業を生み出し、持続可能な事業により経営を安定させることを目指している。このビジョンを実現するために以下の方針で事業に取り組んでいる。

- 1) 生産者の経済が伸び続ける事業を行う事。
- 2) 生産者の生活を圧迫しない事業を行う事。
- 3) 生産地域の環境保全に努める事。

(2) 対象国を選んだ理由

提案法人の社長自身がスリランカ出身であるが、日本の大学で教育を受け、日本の永住権を取得している。これまでも、上記のココヤシのバイオマス燃料製造販売事業を含め、自身が持つ両国のチャンネルを駆使して祖国のスリランカと日本をつなぐ事業の実現化の検討を行ってきた。

現在スリランカでは、政府によって市場経済育成、貧困削減、財政改革等が進められている。2009 年に終結した内戦後、コロンボ、キャンディ周辺の経済状態は向上したが、北部

地域では未だに復興が進んでいない。スリランカは日本同様に水産資源が多い島国であり、漁業・海洋資源開発省による政策目標の一つにも水産物からの収入増加が掲げられている。また同省は「水産物供給による食糧の安全保障」「代替生計手段創出」「水産物の増産および訓練等による貧困削減」を目的とした事業を既に実施・支援している。具体的には、淡水域でのエビや魚類養殖、種苗放流、観賞魚(水草)養殖、海面での貝類・海藻類養殖、水産物加工等に関する事業を支援しており、本事業で実施するキリンサイ養殖もまさにこれに当てはまる。また、前述の通り、JICA もこれまでに復興支援の一環で水産支援プロジェクトを行ってきている。本事業がこの政府の政策目標と JICA の方針に一致することがスリランカで本事業を行うことを決定した大きな理由である。

また、今回事業の立ち上げ地域として選択した地域は内戦時に戦場となった地域であり、身体に障害を負ってしまった人や、寡婦も多く存在している。これらの住民に対する雇用機会を提供することは、上述の提案法人のビジョンとも合致するため本事業に取り組むこととした。

3. ビジネス化（事業展開）計画

(1) ビジネスモデル概要

① 事業開始時のビジネスモデル

提案事業は、提案法人が現地漁協に対し栽培技術と乾燥機械を投資し、現地漁協からキリンサイを買い取り、キリンサイの日本および海外への販売で利益を得るビジネスモデルである。日本側の顧客のキリンサイ需要を満たしつつ、供給者である現地の生産者に収入向上をもたらすことを目的とする。

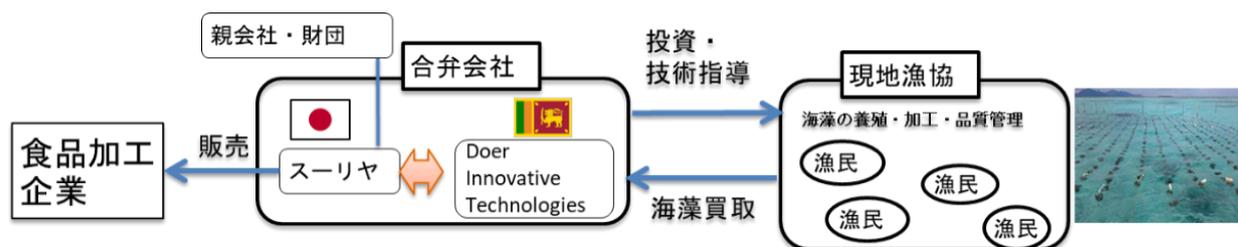


図 1 事業開始時のビジネスモデル図

② 最新（現時点）のビジネスモデル

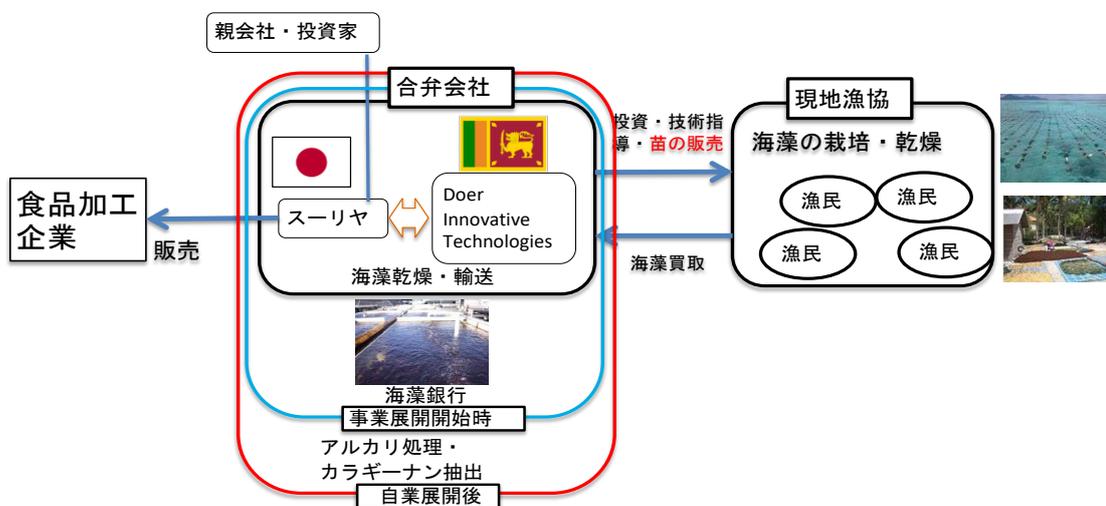


図 2 現時点のビジネスモデル図

③ 事業開始時からの変更点

- ・ 調査時に必要性が聞かれたキリンサイの苗の安定的な供給を行うため、自社設備として「海藻銀行（健全な種苗を常時供給できる施設）」を設け、キリンサイの苗を必要とする生産者に販売する事業を追加する。コンクリートのタンクを設置し、自社の人材が種苗を育成する。
- ・ 本事業の提案から実証までの間に市場の状況が変わり、キリンサイそのものの供給が世界中で増大しているため、付加価値の向上が求められていることがわかった。資材の高騰などの理由により、生産者からのキリンサイの買取価格も高くなってきていることから、採算性の面でも付加価値向上が必要となる。外部人材の大野氏のアドバイスでは、アルカリ処理を加えることにより3倍～4倍の価格で販売できるとのことであったため、本事業中の実証は叶わなかったが、実際の事業展開時にはアルカリ処理を導入することを検討している。また、アルカリ処理と同様に付加価値を高める方法として真空凍結機（フリーズドライヤー）の導入も検討しており、アルカリ処理設備もしくは真空凍結機を導入することによってさらに付加価値を高めることを目指している。さらに、世界的な市場の流れを考慮すると、インドネシアやフィリピンではすでにカラギーナンの抽出までを自国で行っている。これらの国々と比較した時の競争力を考慮すると、将来的にはカラギーナンの抽出までをスリランカで実施することを検討したい。
- ・ キリンサイから抽出した際に排出される液体にも多く養分を含むため、飲料および肥料としての活用も検討している。今後、ビジネス実施の際に、詳細の販売先の市場を調査する。

(2) ターゲットとする市場
企業機密情報につき非公表

(3) 製品サービス・技術
企業機密情報につき非公表

(4) 当該国における具体的なビジネス展開の方法
企業機密情報につき非公表

(5) 当該国でのビジネスにおける収支・財務計画
企業機密情報につき非公表

4. ビジネス実施上の留意事項

(1) ガバナンスにおける留意事項

ガバナンスリスク (許認可等)	情報入手元	対応策・対応内容詳細	対応(予定)時期
ライセンス取得	NAQDA	NAQDA からキリンサイ栽培のライセンスを取得する	2025年1月
合弁企業設立	投資庁	合弁会社の事業ライセンスを取得する	2025年1月

- ・ 本ビジネスは栽培の実証試験を伴うので天候不順のリスクがある。また、キリンサイの生育不良のリスクがある。海藻銀行を設け、キリンサイが育成中にダメージを受けた場合もすぐに再開できるようにする。
- ・ 治安情勢については、現状は大きな問題がないが、現地合弁先といった現地側と密に連絡を取り、最新の安全情報を得ることを心がける。
- ・ 最終製品の価格が大幅に変動しないよう販売先との契約時に留意するとともに、国際的な需給バランスに常に留意する。
- ・ ガバナンス上のリスクについては現地の専門の弁護士、税理士、コンサルタントなどから情報収集し、必要な対策を講じる。
- ・ 本事業終了後の機材の維持管理については、本事業中にC/Pと協議し、現地側の予算での維持管理されることを確認する。

(2) 商習慣・商慣習、文化、宗教における留意事項

- ・ 合弁先はシンハラ人の企業であるが、対象とする地域はタミル人の生産者が多い地域となるため、マネージャーはタミル語・シンハラ語・英語などをよく理解する者を配置す

- る。
- 同様の事業では、キリンサイの売買契約をしていた生産者が他社に販売してしまうリスクがあるが、他社に販売しないよう契約書を締結する。
 - 買取時に異物が混入しないよう、買取時の状態に留意する。

(3) ビジネス展開に必要なネットワーク

- 現地政府関係機関としては、NAQDA がキリンサイ栽培・輸出関係の管轄を行なっているため、制度や普及制度に関する情報のアップデートのためにネットワークを維持することが必要である。また、他ドナーの水産関連事業支援の窓口となっているため、キリンサイ事業に対する支援がある際には連携して実施できる可能性がある。
- 日本政府関係機関：キリンサイの更なる高付加価値化のためには、カラギーナンの抽出までをスリランカで実施することが有効であると考えられる。一方で、一民間企業として提案法人が付加価値向上のための実証から投資までを行うことは困難であるため、今後、日本政府関係機関と連携する。さらなる付加価値を向上し、現地における生計向上に資するプロジェクトの可能性を検討したい。
- 本事業ではビジネスを実施する上で日系物流事業者や日系商社のネットワークが必要である。物流事業者は、日本に輸送する際に必要になる。商社は日本及び日本以外にキリンサイを輸出・販売する際のパートナーとなるため、両者のネットワークは必要である。

(4) 撤退条件

企業機密情報につき非公表

第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献

1. ビジネスを通じて解決する対象国の課題とその貢献

(1) 対象国の課題

スリランカでは、四半世紀にわたって続いた内紛が2009年に終結し、その後着実に経済成長を達成しつつあるとはいえ、労働人口の27%は農業セクターに従事し、貧困層の多くは農・漁村に居住している。なかでも紛争の激戦地となった北部州や東部州海岸部の紛争終結直後は、社会基盤施設や家屋の破損が激しく、紛争期間中に住民の多くが疎開していたこともあり、紛争後の開発が遅れ、国内他地域との地域間の社会インフラや生活環境面での格差や所得格差が拡大している。北部州・東部州の海岸部に暮らす人びとの産業発展を通じた生計向上と生活環境の改善が、同国での現在の課題となっている。

2011年8月時点で、北部州ジャフナ県18.8万世帯のうち、17%にあたる3.2万世帯が女性筆頭世帯であり、その多くを就業経験もなく生計手段が乏しい中で子供を養育していかねばならない紛争による寡婦世帯が占めていた。彼女たちは公共の場で活動することを制限される傾向にあり、貧困だけではなく社会的差別にも苦しめられている。

本事業で対象とするキリンサイは、カラギーナンの原藻として需要が高いオオキリンサイ属である。カラギーナンは寒天に似た物質で、ミルク製品やココアの乳化剤、シャーベット、ビールやワインの清澄剤など食品工業分野をはじめ、化粧品や織物用糊料、医薬の基材、水性塗料の分散・安定剤など、広範な分野で使われるため、世界中で需要が高い。提案法人は日本に拠点を持っており、日本国内で月間100トンの乾燥キリンサイを購入するバイヤーと交渉することで、スリランカで生産されたキリンサイの販売先を確保している。現在スリランカ国内にカラギーナンを抽出する加工場がないため、生産されたキリンサイは乾燥ののち海外マーケットへ輸出せざるを得ない。キリンサイの取引単価は低いため、混載貨物では商いが成り立たず、少なくとも20フィートコンテナを満載できるほどの乾燥キリンサイを集められなければ、キリンサイ養殖の現場で養殖農民と取引することができない。一定規模の投資を必要とすることが、スリランカにおけるキリンサイ養殖が実験段階から産業段階へレベルアップすることを阻む大きな要因のひとつになってきた。このため、民間企業主導によるスリランカ産キリンサイの日本への輸出事業の提案は、スリランカにおけるキリンサイ養殖の産業化に向け、ひとつの起爆剤となる。

JICAは2010-2011年にジャフナ県復興開発促進計画プロジェクト(The Project for Development Planning for the Rapid Promotion of Reconstruction and Development in Jaffna District :PDP Jaffna)やマンナール県再定住コミュニティ緊急復旧計画などを実施し、そのなかで沿岸コミュニティ住民の生計向上策のひとつとしてキリンサイ養殖事業に取り組んだ。その取り組みは、北部州沿岸コミュニティ住民の生活再建をめざす日本のNGO組織であるパルシク(PARCIC)に引き継がれ、2017年まで同活動が継続された。その間にいくつかの現地民間企業がキリンサイ養殖事業に参入し、そのうちの1社はUNDPと連

携し、沿岸コミュニティを巻き込んでキリンサイ養殖を押し進め、2014年8月から5カ月間にわたり、毎月20フィートコンテナ1本の乾燥キリンサイをインド向けに輸出した。上記のような取り組みを進めているものの、スリランカのキリンサイ養殖事業は、産業的に持続的な軌道に乗ったとは言えない状況にある。

(2) 中・長期的に達成する課題への貢献

本事業は、北部州の沿岸コミュニティに暮らす人びとを対象とし、キリンサイ養殖のための新たな生産技術の導入に基づき、これらの人びとの生計手段の多様化を通して、生計の安定化に貢献することを目的とする。とりわけ、キリンサイ養殖は水深1~3mの浅海域（ラグーン）での作業が中心であり、女性による労働参加が容易なため、紛争によって寡婦となった世帯の生計向上手段になり得る。2010~2011年にJICAが実施した「ジャフナ県復興開発促進計画プロジェクト」（以下PDP Jaffna）において実施されたキリンサイ養殖の実証事業において、受益者31人のうち27人が女性であり、紛争による寡婦世帯を含む女性筆頭世帯の生計向上が図られた。PDP Jaffnaでの活動実施当初、伝統的・文化的な価値観から海に入ることに躊躇していた女性たちが、活動が進展するなかで、自ら進んで海に入って作業するようになった。貧困と社会的差別に苦しむ寡婦世帯が、生計手段を得て、たくましく生きる象徴的な出来事であった。

本事業では200世帯を対象として、1世帯あたり4筏分の養殖資材を無償で付与し、これら世帯がキリンサイ養殖を開始して生計手段を得る機会を提供する。1筏あたり45日間に約250kgの生キリンサイが生育し、それを乾燥させると50kgになる。したがって1世帯1カ月あたり最大200kg（50kg x 4筏）の乾燥キリンサイを生産できる。乾燥キリンサイ1kgあたりの買付け価格は50LKRを想定している。それで計算すると、1世帯1カ月あたり10,000LKR（50LKR x 200kg）の収入が期待できる。季節風の吹く4ヶ月間は養殖を中止したとしても1年間で8カ月の養殖が可能とすれば、年間80,000LKR（10,000LKR x 8カ月）の収入となる。2019年におけるスリランカの1人あたり実質GDPは453,700LKRであり、その18%をキリンサイ養殖で生み出すことができる。さらにこれが起爆剤となって将来、スリランカにおけるキリンサイ養殖の産業化が実現すれば、沿岸コミュニティに暮らすより多くの人びとがキリンサイ養殖に参加できるようになる。さらにはカーボンニュートラルにも大きく貢献することが出来ると共に削減したCO₂クレジットを売ることも可能になる。

<3年後、5年後>

本事業では、徐々に漁協の中での参加者を増やし、キリンサイの生産量及び加工量を増やす予定である。1年目20世帯から開始し、3年目に60世帯、5年目は100世帯の参加を目指す。

スリランカ政府の漁業・海洋資源開発省が2018年に策定した国家漁業・養殖業政策指針（The National Fisheries and Aquaculture Policy）によれば、2018-2025年の政策目標

として掲げられる5分野のなかに、海面漁業、養殖業、販売・消費、ブルーエコノミーに次いで、分野横断的な社会経済面での達成目標が掲げられている。そのなかに、①雇用機会の創出、②ジェンダーへの取り組み、③漁業コミュニティにおける社会経済状況の改善などとともに、④民間セクターの参入促進が含まれる。本件における民間企業によるキリンサイ養殖の導入で寡婦世帯を含む沿岸コミュニティの生計向上につなげる提案は、これらスリランカ政府の政策目標だけでなくCO²の削減にも貢献する。

また、本事業は北部州においてキリンサイ養殖事業の持続的な産業化を進める取り組みの延長線上にあるものである。現在日本政府は、スリランカ農漁村振興プログラムの中核で、農業農村開発技術活用促進調査事業を行なっている。本件提案事業の実施により、水産・漁村開発技術活用促進の一環として、同事業と連携できる可能性がある。

2. 持続的な開発目標 (SDGs) 17 の目標

- ① SDG 1: 貧困をなくそう
- ② SDG 5: ジェンダー平等を実現しよう
- ③ SDG 14: 海の豊かさを守ろう

3. 国別開発協力方針 (政府開発援助方針との合致)

「スリランカ国 国別開発協力方針」

重点分野2: 包摂性に配慮した開発支援

開発課題: ①開発が遅れている地域の産業発展を通じた生計向上、②漁業を中心とした沿岸部を含む農(漁)業分野の人材育成、住民の生活、生産活動に直結する基礎インフラ整備、③女性の経済力強化支援

関連する協力プログラム: 農漁村振興プログラム

関連プログラムとの連携可能性: 農業農村開発技術活用促進調査事業における水産・漁村開発技術の開発

4. ビジネス展開により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

・ 現在日本においてキリンサイから抽出されるカラギーナンは、食用の他にも、医療、工業と様々な面で使用されている非常に重要なものの一つである。日本では原料となるテングサが、静岡県や愛媛県で主に生産されている。しかし近年、その収穫量は年々減少し、かつては千トンを超えていたが昨年は百トンを下回っている。後継者不足による生産者の減少もその理由の一つであるが、そもそも海洋環境の変化により、育成自体がうまくいっていないことが大きな理由となっている。一方、スリランカでは今回持ち込む予定のキリンサイが順調に栽培できることが確認できている。本事業におけるキリンサイはテングサの代替として利用できるため、テングサの収穫量低下によってできた穴を埋めることができると考えている。また、その多様な用途により、日本の食糧安全保障に貢献し、日本で行われる

新規の商品開発、新規雇用の創出などに活用されることが見込まれる。

- ・ スリランカと日本は現在 TPP の締結はしていないが将来の拡大 TPP により、両国の輸出入が拡大する見込みである。また日本政府がスリランカに物流拠点を作り周辺国との流通を拡大させる方針である。その先行事例として本事業が貢献できる。
- ・ 本事業の細断機、圧縮機の主要部品は日本で製造している。本事業でスリランカに展開することにより、調達元の日本企業の売上に貢献する。
- ・ 本事業で用いる鮮度保持コンテナにより、従来の冷蔵コンテナより CO² の削減が見込まれる。将来的にはこの CO² 削減クレジットを販売することにより、日本の CO² 削減に貢献する。

第3 普及・実証・ビジネス化事業実績

1. 本事業の目的

漁民の生計向上手段としての高品質なキリンサイ養殖栽培に資するために、他のキリンサイに対するスサノオ（キリンサイ）の優位性、裁断機・搾汁機による乾燥日数の短縮、及び圧縮・輸送技術による輸出品の品質向上の有用性を実証し、スリランカにおけるキリンサイの普及方法、及び課題が整理検討される。

2. 本事業の成果

成果	成果の確認方法・指標
<p>成果1 スサノオ栽培技術の現地適合性が実証される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地適合性確認：現地での栽培試験を実施し、実際にスサノオが栽培できるか確認する。 ・ スサノオの生育速度を確認し、また、成分分析によりカラギーナンの成分などを分析することによって、現地適合性を確認する。 ・ スサノオが通常の生育速度（45日程度）で栽培でき、また、カラギーナンを主とした成分検査（分析）によって、有用性が実証されることを指標とする。
<p>成果2 現地に即したスサノオ加工技術が検討される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 有効性：提案機材を用いて加工を行い、既存の乾燥方法に比べ、乾燥期間が短縮できるかを確認する。 ・ スサノオ加工マニュアルを作成し、対象生産者による持続的な加工実施体制が構築されることを指標とする。 ・ 加工に必要な調達機材に関する事業終了後の維持管理計画を策定する。
<p>成果3 スリランカで栽培・加工したスサノオの日本への最適な輸送手段が検討され、出荷される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 品質管理体制の実証、梱包・輸送の実証により、スリランカで栽培・加工したスサノオ（キリンサイ）が鮮度を保持したまま日本に出荷されるかを確認する。 ・ 日本側・スリランカ側での輸出入規制、運送会社選定基準、乙仲業者選定基準、関税制度、輸送保険・付保条件、輸出入免税措置等を調査し、また、栽培施設から日本へのスサノオの輸送を試験実施

	することによって、最適な輸送手段検討に必要なデータを収集する。
成果4 スサノオの栽培、加工、輸送及び販売に関するビジネス展開計画が策定される。	・栽培から輸送までの工程のマニュアルを文書化した資料および実証サイト以外でのビジネス展開計画の策定。

3. 本事業の実施体制

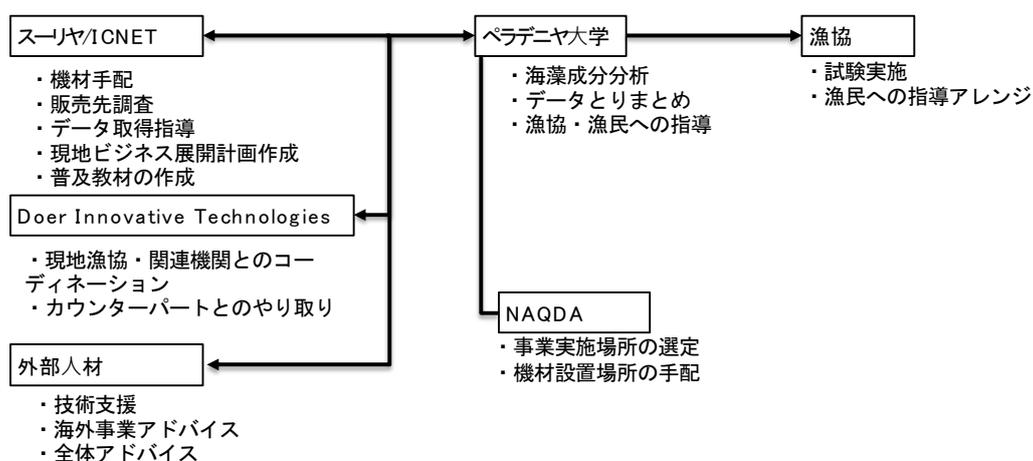


図 3 本事業の実施体制図

4. 成果の達成状況

成果1：スサノオ栽培技術の現地適合性が実証される。

<調査結果>

- ・NAQDA を通じて、3箇所の実証サイトの選定、各サイトへの養殖イカダおよび養殖ロープの設置、漁協の選定が完了した。
- ・カウンターパートに対しキリンサイの栽培方法の普及セミナーを行い、カウンターパートを通じて漁協に対し、キリンサイ栽培の指導を行った。
- ・カウンターパートにより各種データの取得を行い、栽培方法・抽出方法の分析を行った。
- ・栽培マニュアルを作成し、現地 NAQDA と共有した。

成果2：現地に即したスサノオ加工技術が検討される。

<調査結果>

- ・加工機材の設置を NAQDA 北部事務所で行った。
- ・機材を用いて、裁断・搾汁・乾燥を行った結果、4t 程度を4時間程度で乾燥することができた。
- ・加工マニュアルを作成し、NAQDA と共有した。

成果 3： スリランカで栽培・加工したスサノオの日本への最適な輸送手段が検討され、出荷される。

<調査結果>

- ・ スリランカから日本へ海藻の輸送の実証を行った。
- ・ 鮮度が維持された形で輸送をすることができ、品質分析の結果も良好であった。

成果 4： スサノオの栽培、加工、輸送及び販売に関するビジネス展開計画が策定される。

<調査結果>

- ・ 輸送実証の結果及び日本側の販売市場を確認した上で、ビジネス展開計画を最終化した。
- ・ 現地パートナー企業及び NAQDA と協議し、事業開始の目処を立てることができた。

5. 活動内容実績

(1) 活動内容

<成果 1 に係る活動>

活動 1-1： 実証サイトに養殖イカダを設置する。

活動 1-2： カウンターパートおよびコミュニティリーダーと共に、漁業協同組合を選定する。

活動 1-3： 実証サイトにて、漁協にスサノオ栽培（植栽及び収穫方法）を指導する。

活動 1-4： 漁協及びカウンターパートが、植栽時のデータ（気象、収穫量、人数、時間等）及び収穫時のデータ（気象、収穫量、人数、時間等）を取得並びに分析し、最適な栽培方法を検討する。

活動 1-5： 成分分析（キリンサイに含まれるカラギーナンの含有量）を実施し、スサノオの品質を確認する。

活動 1-6： 栽培マニュアル（案）を作成する。

活動 1-7： 漁協が栽培マニュアル（案）を活用して自立的に栽培する。

活動 1-8： 1-7の結果を踏まえマニュアル（案）を最終化させ、カウンターパート及び漁協と共有する。

<成果 2 に係る活動>

活動 2-1： 実証サイトにて、漁協に既存のスサノオの加工方法（細断、搾汁及び乾燥）を指導する。

活動 2-2： 漁協が、細断、搾汁及び乾燥のそれぞれの工程で、機器稼働時間、処理前重量、処理後重量、及び気象のデータを取得する。

活動 2-3： 2-1) の加工品と日本のニーズとの適合性を確認する。

活動 2-4： 加工マニュアル（案）を作成する。

活動 2-5： 漁協が加工マニュアル（案）を活用して自立的に加工する。

活動 2-6： 2-5) の結果を踏まえマニュアル（案）を最終化させ、カウンターパート及

び漁協と共有する。

<成果3に係る活動>

- 活動3-1：漁協に加工品の輸送用の品質管理指導を行う。
- 活動3-2：カウンターパートが高電圧鮮度保持装置付きコンテナで日本へ試験輸送する。
- 活動3-3：日本に着いたスサノオのサンプルの品質を確認する。
- 活動3-4：日本でスサノオのサンプルの食品安全法に基づく分析検査（病原性微生物、成分規格など）を行う。
- 活動3-5：スサノオのサンプルについて、日本の取引先候補の求める品質、量及び価格を確認する。
- 活動3-6：3-1)～3-5)の結果を踏まえ、品質検査、及び圧縮方法について加工マニュアルに記載する。
- 活動3-7：日本への最適な輸送方法を検討する。

<成果4に係る活動>

- 活動4-1：ビジネス展開時のサイト候補地、及び漁協候補を確認する。
- 活動4-2：ビジネスモデルのパッケージ化資料を作成する。
- 活動4-3：関連政府機関を対象にセミナーを実施し、本事業の成果、スサノオの栽培、加工及び品質管理技術の優位性をアピールする。
- 活動4-4：サイト候補地にて、漁協を対象に4-2に関するセミナーを実施する。
- 活動4-5：4-3～4-4の結果を踏まえ、ビジネス展開計画案を具体化する。

(2) 活動結果の実績

活動1-1：実証サイトに養殖イカダ設置する。

<活動内容>

NAQDAを通じて3ヶ所のサイト（①ジャフナ、②ワレイパードゥ（キリノッチ県）、③マンナール）を選定し、養殖筏および養殖ロープを設置した。設置サイトについては、図4参照。



図 4 キリンサイ栽培サイト地図

活動 1 - 2 : カウンターパートおよびコミュニティリーダーと共に、漁業協同組合を選定する。

<活動内容>

- ・スリランカの制度上、海藻の養殖には NAQDA の許可が必要であるため、NAQDA を通じて漁協 3 ヶ所の漁協の選定を行った。

活動 1 - 3 : 実証サイトにて、漁協にスサノオ栽培（植栽及び収穫方法）を指導する。

<活動内容>

- ・2023 年 6 月、外部人材の大野氏がペラデニア大学とジャフナ大学と JICA において、普及活動として麒麟サイの栽培方法についてのセミナーを実施した。
- ・各漁協に対して、カウンターパートおよび NAQDA を通じ、麒麟サイ栽培の指導を行った。
- ・本調査終了後の実施となるが、東海岸における麒麟サイの栽培地域拡充の可能性を検討する。これにより北部がモンスーンや暑さの影響で栽培できない地域でも安定的に供給できるようにする。

活動 1 - 4 : 漁協及びカウンターパートが、植栽時のデータ（気象、収穫量、人数、時間等）及び収穫時のデータ（気象、収穫量、人数、時間等）を取得並びに分析し、最適な栽培方法を検討する。

<活動内容>

- ・カウンターパートが再委託先および漁民とともに、データ取得を行った。
- ・約 8 m²の場所に、養殖ラインを 8 本設置し、それぞれ 11 本の 100g ずつの苗を植えて

栽培したところ、100gの苗から45日程度で800~900gのキリンサイを収穫できることがわかった。

- キリンサイの植栽時に関するデータとして、経過日数における成長率を計測した。結果については21日目における成長率をもっとも高かった(図5)。

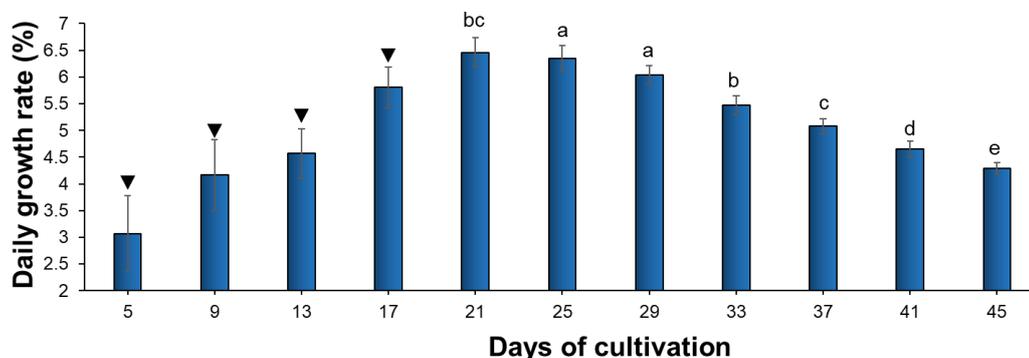


図5 キリンサイの経過日数における成長率

- 収穫時のデータとして、収穫方法ごとの収穫量のデータを取得した。
- 収穫方法としては、A. ネットバック方式、B. ケージ方式、C. ラダー方式、D. モノライン方式、E. イカダ方式の5つを採用し、比較検証した。

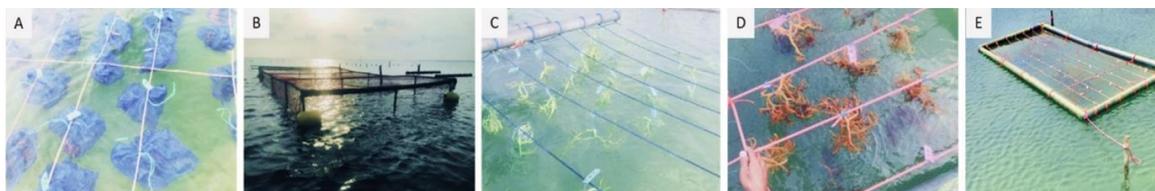


図6 キリンサイの栽培方式

結果として、成長率はD.モノライン方式とE.イカダ方式が他の栽培方法に比べ、平均して高い収穫量を記録した(図7)。外部人材の大野氏によって普及された方法は、イカダ方式である。A.ネットバック方式、B.ケージ方式、C.ラダー方式での収穫方法での成長率が低かった要因としては、それぞれ病気にかかり易くなること(C,G,M,N)や、破損し易くなること(B,F)で、成長を阻害していることがわかった(図8)。



図 7 栽培方法の違いによる成長率の違い

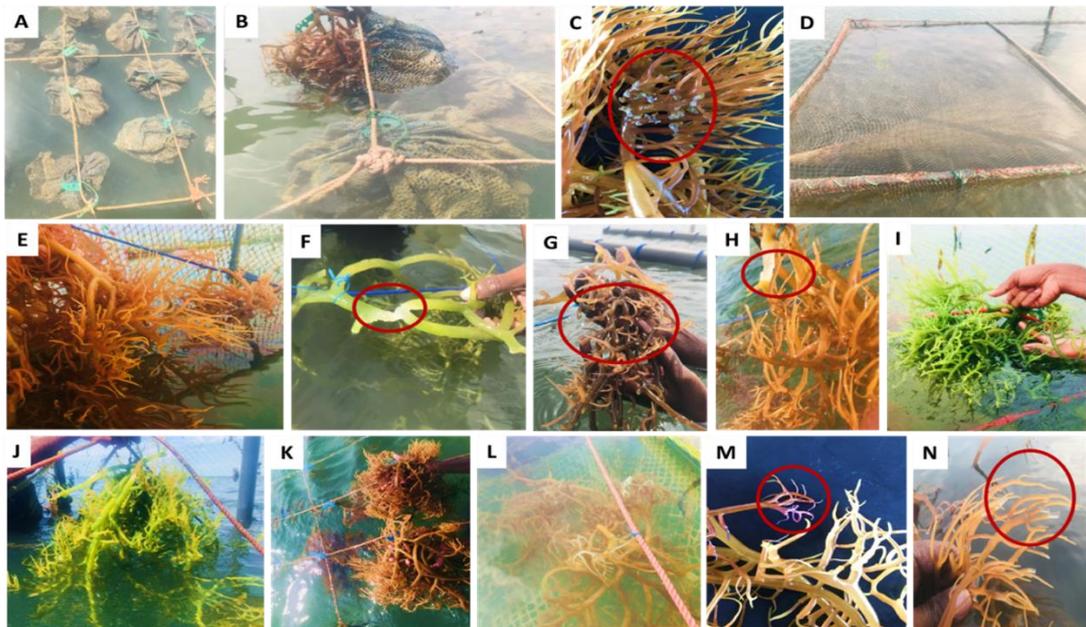


図 8 栽培方法の違いによる成長の阻害要因

また、栽培方法ごとにかかる設備コストについては、B. ケージ方式 > A. ネットバック方式 > C. ラダー方式 > E. イカダ方式 > D. モノライン方式の順にコストがかかることがわかった。

表 1 栽培方法ごとの設備コスト (1 単位：4m×2m=8m²)

栽培方法	コスト (USD)
B. ケージ方式	60.58 USD
A. ネットバック方式	45.13 USD
C. ラダー方式	25.08 USD
E. イカダ方式	24.55 USD
D. モノライン方式	24.48 USD

結論として、成長率が高く、コストも他の栽培方式に比べて低い D. モノライン方式が適切な栽培方式となった。

活動 1－5：成分分析（キリンサイに含まれるカラギーナンの含有量）を実施し、スサノオの品質を確認する。

<活動内容>

- ・カウンターパートが大学内の設備で成分分析を実施した。
- ・カラギーナンに求められるゲル強度は用途によってさまざまであるが、一般的に 500～1500g/cm² が一般的なカラギーナンに要求されるゲル強度であるが、本事業で行なった分析によると、その基準（1500～2000g/cm²）を超える強度が認められている。
- ・またキリンサイの最適な栽培日数を特定するために、栽培日数ごとに収穫量とゲル強度を調査したところ、比較的長い 45 日程度の栽培期間により、より高いゲル強度を得られることがわかった（図 9）。

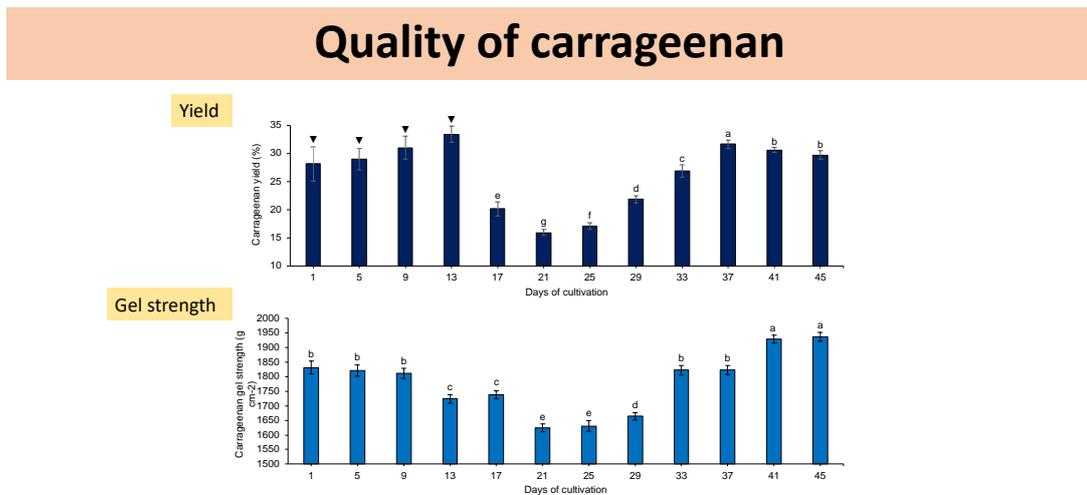


図 9 栽培日数毎のゲル強度

・キリンサイの色の違いによる成分分析を比較した。キリンサイは、茶色と緑色の形態がある（図 10）。



図 10 茶色キリンサイと緑色キリンサイ

色ごとに成分分析を行った結果、カラギーナン収量、ゲル強度、天候の適正、栽培難易度などについては、大きな違いはなかった（表 2）。

表 2 色ごとの各項目の値

項目	茶色キリンサイ	緑色キリンサイ
乾燥重量 (g)	77.1 ± 1.57a	76.98 ± 1.18a
成長率 (日) (%)	4.33 ± 0.1a	4.29 ± 0.1a
カラギーナン収量 (%)	30.15 ± 0.64a	29.75 ± 0.75a
ゲル強度 (g cm ⁻²)	1935.8 ± 12.32a	1937.2 ± 15.1a

*データは平均値±標準偏差。異なる文字は、 $p < 0.05$ において、各パラメーターについて2つの cm⁻²形態型の間には有意差があることを示す。

また分析の結果、緑色キリンサイの方が、抗菌性および抗酸化性が茶色キリンサイよりも高く（図 11）、緑色キリンサイの方が、フェノール含有量が高い結果（図 12）となった。抽出方法については、エタノールおよびメタノール抽出が効率的であった。

これまでに、購入企業から色の違いにより品質の差があるのではないかという指摘があったが、本分析によって差異がないということが確認できた。一方、一般的に色が薄い方が商品としての価値・販売価格は高くなるため、本事業終了後、真空凍結などの加工を加えることにより色の均質化を図る。

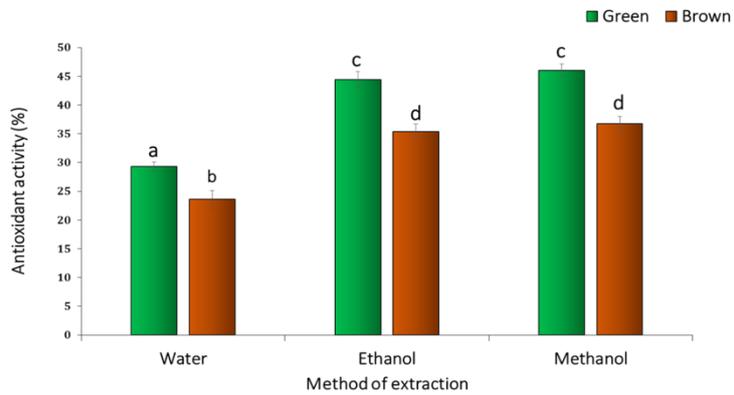


図 11 各色と抽出方法の違いによる抗酸化試験

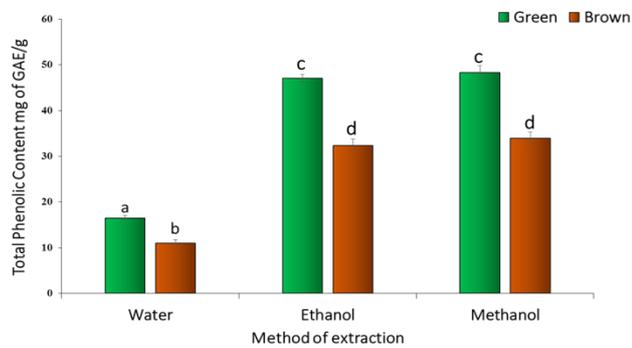


図 12 各色と抽出方法の違いによるフェノール含有量

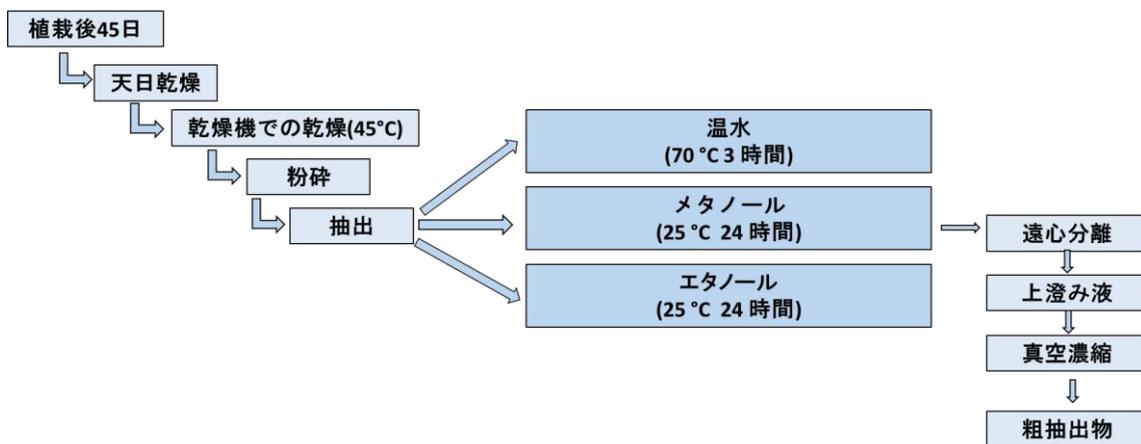


図 13 カラギーナンの抽出方法

活動 1-6 : 栽培マニュアル (案) を作成する。

<活動内容>

- ・活動 1-4、1-5 で得られた分析結果を基にマニュアル案を作成した。別添 3 参照。

活動1－7：漁協が栽培マニュアル（案）を活用して自立的に栽培する。

<活動内容>

- ・栽培マニュアルを共有し、現地主導で栽培を実施した。

活動1－8：1－7の結果を踏まえマニュアル（案）を最終化させ、カウンターパート及び漁協と共有する。

<活動内容>

- ・現地側のコメントを反映し、マニュアルを最終化した。

<成果2に係る活動>

活動2－1：実証サイトにて、漁協に既存のスサノオの加工方法（細断、搾汁及び乾燥）を指導する。

<活動内容>

- ・機材の調達および設置については、NAQDA 北部事務所で完了している。加工テストを行い、機材の調整を行うとともに、機材使用についての指導を行なった。



機材使用についての指導①



機材使用についての指導②

活動2－2：漁協が、細断、搾汁及び乾燥のそれぞれの工程で、機器稼働時間、処理前重量、処理後重量、及び気象のデータを取得する。

<活動内容>

- ・約4tの海藻を裁断・搾汁・乾燥をおこなったところ、約4時間で乾燥することができた。水分率30%の状態、約1tの海藻となった。
- ・切断・搾汁・乾燥したものを圧縮したが、水分量と粒度が低いと圧縮機では圧縮できないことがわかった。今後、切断・搾汁・乾燥したものを輸送する場合には、真空機を導入し容積を減らすといった対策が必要であることがわかった。
- ・一方、乾燥したものを圧縮するだけでも、容積を減らし、運送費を下げるができることから、圧縮機単独でも活用可能である。

活動 2-3 : 2-1) の加工品と、日本のニーズとの適合性を確認する。

<活動内容>

- ・乾燥・圧縮品の日本到着後、顧客候補へのヒアリングを実施した。以下のコメントが得られた。
- 従来品の乾燥のみしたもの比べ、細断・搾汁・乾燥したものは粒状になっており、ハンドリングが容易である。
- 細断・搾汁・乾燥して容積を減らすことで、流通コストが削減できる。
- 細断・搾汁・乾燥したものを輸入することにより、最終製品のプロセスが2ステップ早まる。
- 色の混在が気になる。同色のほうが高評価となる傾向がある。現状ではカビや病気との区別が難しい点が懸念材料。
- 現状の製品ではなく、フリーズドライ加工または最低でもアルカリ処理した製品の輸入を希望。

活動 2-4 : 加工マニュアル (案) を作成する。

<活動内容>

- ・加工マニュアル案を作成した。別添 4 参照。

活動 2-5 : 漁協が加工マニュアル (案) を活用して自立的に加工する。

<活動内容>

- ・現在現地主導で加工を実施した。

活動 2-6 : 2-5) の結果を踏まえマニュアル (案) を最終化させ、カウンターパート及び漁協と共有する。

<活動内容>

- ・加工マニュアル案をカウンターパート及び漁協に共有した。

<成果 3 に係る活動>

活動 3-1 : 漁協に、加工品の輸送用の品質管理指導を行う。

<活動内容>

- ・品質管理指導を実施し、日本側の指定する荷姿にして輸送するように指導した。



スサノオの荷姿①



スサノオの荷姿②



スサノオの荷姿③

活動3-2：カウンターパートが高電圧鮮度保持装置付きコンテナで日本へ試験輸送する。

<活動内容>

- ・高電圧鮮度保持装置付きコンテナで日本に輸送した。



コンテナ輸送の様子①



コンテナ輸送の様子②



コンテナ輸送の様子③

活動3-3：日本に着いたスサノオのサンプルの、品質を確認する。

<活動内容>

- ・日本に着いたサンプルの品質を確認した。到着時点で目視により確認し、カビや見た目の変色などの変化がないことが確認できた。



サンプル輸送の様子①



サンプル輸送の様子②

活動3-4：日本でスサノオのサンプルの、食品安全法に基づく分析検査（病原性微生物、成分規格など）を行う。

<活動内容>

・試験輸送した試験輸送したサンプルの、大腸菌、緑膿菌、黄色ブドウ球菌の分析検査を実施したところ当該微生物の発生は見られず、日本の食品衛生基準を満たしていることが確認され、販売する上で問題ないことが確認された。

本分析検査で実施した項目は、日本の食品衛生基準において食品の安全性を確認する上で規定されている、代表的な指標であり、一般的かつ十分な手法である。特に、カラギナン抽出過程において再度熱処理が行われることを考慮すると、製造工程における衛生管理が適切であることを示す十分な結果となった。

・選定した細菌種：

本検査では、以下の3つの細菌種を対象とした。これらは、ヒトに対する高い病原性を持つ点と、グラム陽性菌およびグラム陰性菌の両方を代表する点が理由である。

1. 黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*, グラム陽性菌)：

- ・皮膚感染症から致命的な肺炎や敗血症に至るまで、多種多様な疾患を引き起こす
- ・抗生物質耐性により治療が困難であることが課題である
- ・効果的なワクチンがないことも、感染管理の大きな問題となっている

2. 緑膿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*, グラム陰性菌)：

- ・ヒトの条件的病原体として知られ、特に免疫力が低下した患者において高い罹患率と死亡率を引き起こす

3. 大腸菌 (*Escherichia coli*, グラム陰性菌)：

- ・緑膿菌と同様に条件的病原体であり、尿路感染症、敗血症、食中毒など多様な感染症の主な原因となる

・分析方法：

・生物学的レプリケート (Biological Replicates)：

各細菌種ごとに、異なる3つの培養プレートを使用した。これにより、同一細菌種でも発生する可能性がある生物学的なばらつきを考慮した。

・技術的レプリケート (Technical Replicates)：

各培養プレート内で、同じ実験を3回繰り返した。これは、実験結果の精度を測り、技術的な要因による誤差を最小限に抑える目的がある。

添付画像には、以下の構成を示す：

- ・ 3つの生物学的レプリケート（各細菌種ごとの3つの培養プレート）
- ・ 各プレート内の3つの技術的レプリケート

これらの構成により、生物学的および技術的な変動を考慮した実験設計の一貫性と信頼性を確保した。

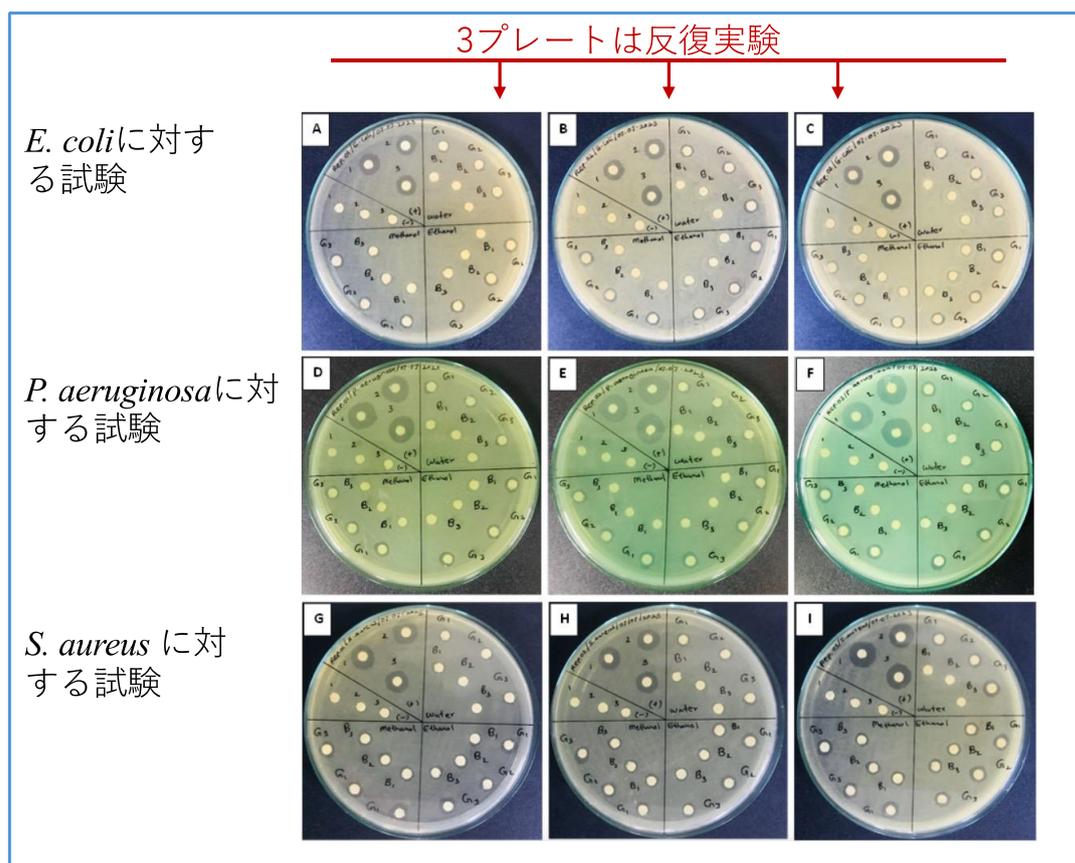


図 14 試験輸送したスサノオのサンプルの分析結果

- ・ 成分規格については活動 1-5 で記載した、スリランカにおける分析結果で十分であることが日本側の販売先候補と確認できたため、実施しないこととした。

活動 3 - 5 : スサノオのサンプルについて、日本の取引先候補の求める品質、量及び価格を確認する。

<活動内容>

- ・ 活動 2 - 3 記載の通りサンプルを持ち込み、ヒアリングを実施した。
- ・ 販売先として想定しているオーウィル社からは 100t/月の取引を要望されている。
- ・ 価格は乾燥状態のもので、1kg 0.75 ドル/kg、本事業で実証した裁断・乾燥した状態も

ので 1.1 ドル/kg、アルカリ処理したもので、2.3 ドル/kg、真空凍結乾燥したもので 3.8 ドル/kg ということであった。

活動 3-6 : 3-1) ~ 3-5) の結果を踏まえ、品質検査、及び圧縮方法について加工マニュアルに記載する

<活動内容>

- ・品質検査、圧縮方法を加工マニュアルに記載した。

活動 3-7 : 日本への最適な輸送方法を検討する。

<活動内容>

- ・試験輸送の結果を踏まえ、実証での輸送方法と同様の方法で問題ないことが確認された。

<成果 4 に係る活動>

活動 4-1 : ビジネス展開時のサイト候補地、及び漁協候補を確認する。

<活動内容>

- ・NAQDA との協議の結果、ビジネスのサイト候補地として、ワレイパードゥ地域（キリンソッチ県）が候補地としてあげられている。漁協に約 300 家族が所属しており、キリンサイ栽培の経験もあることから、この地域に候補地を割り当てられることにより、キリンサイ栽培を拡大することができる。
- ・本事業終了後、事業開始に向けて、ライセンス取得に向けた手続きを継続する。

活動 4-2 : ビジネスモデルのパッケージ化資料を作成する。

<活動内容>

ビジネスモデルのパッケージ化資料（案）を作成した。

活動 4-3 : 関連政府機関を対象にセミナーを実施し、本事業の成果、スサノオの栽培、加工及び品質管理技術の優位性をアピールする。

<活動内容>

- ・2023 年 6 月に JICA コロンボ事務所において、現地漁業省・外務省関係者に対し、本事業の内容およびキリンサイ栽培の技術に関する紹介を行った。その結果関心は得られたものの、実証結果を継続してアピールする必要がある。
- ・2024 年 9 月に実証結果などを踏まえ報告を行うため、現地各関連機関を招待し、再度セミナーを実施した。本事業を踏まえた、今後の事業展開の計画についてスーリヤ社から報告するとともに、本事業に限らずスリランカの海藻輸出事業の展開について、議論

が行われた。



2023年6月 セミナー



2024年9月 セミナー

活動4-4：サイト候補地にて、漁協を対象に、4-2に関するセミナーを実施する。

<活動内容>

- ・ 2023年6月にジャフナ大学において現地漁協を含む現地関係者に対して本事業に関するセミナーを実施したが、その際はサイト候補地が決定していなかったため、サイト候補地の漁協を対象にセミナーを実施する。
- ・ 2024年8月にサイト候補地に対してセミナーを実施した。



2023年6月 セミナー



2024年8月 セミナー

活動4-5：4-3～4-4の結果を踏まえ、ビジネス展開計画案を具体化する。

<活動内容>

- ・ ビジネス展開計画案を別添5の通り具体化し、カウンターパート及びNAQDAと共有した。

(3) 導入済機材

導入済機材については、以下の通り。

表 3 導入済機材一覧

	購入実績	
	購入機材	数量
1	高速裁断機	2 (台)
2	圧縮機	1 (台)
3	鮮度保持機能コンテナ	120 (日分)
4	養殖筏	1 (セット)
5	搾汁・乾燥設備	1 (台)

6. 事業実施国政府機関（カウンターパート機関）の情報

(1) カウンターパート機関名

ペラデニア大学 (University of Peradeniya)

(2) 基本情報

ペラデニア大学は 1942 年に設立されたセイロン大学を前身とし、1978 年にキャンディに設立された大学である。8 学部を要する総合大学であるが、設立当初には農学部（農学科および畜産学科）からスタートしており、スリランカで最も古い歴史を持つ農業教育機関である。

本事業では、農学部の農業バイオテクノロジーセンターが中心となり、動物科学科など関連学科が共同で現地の栽培加工を共同で実施した。

(3) カウンターパート機関の役割・負担事項（実績）

・活動の実施スタッフを含め、適した人材の配置

→カウンターパートは、栽培実証に係る活動である、栽培計画策定・指導、実証管理、データ取得、データ分析、成分分析を適切に完了した。

・分析などを実施するラボ設備の提供

→カウンターパートのラボ施設で成分分析が実施された。

・調査に関するデータの取得・提供

→カウンターパートにより、データ取得が実施され提案法人に提供された。

・機材の保管場所の提供

→カウンターパートとの協議の結果、ペラデニア大学内に機材の保管場所の提供がされた。

- ・本調査の活動内容に関する必要な実施許可

→カウンターパートにより、活動内容に関する必要な実施許可取得が実施された。

- ・輸出入および現地で取得する物品に関する関税、VAT、税金、その他のスリランカで賦課される納付金の免除のための対応

→機材の輸入時及び現地で取得する物品購入時に対応した。

- ・本事業で取得した資産の調査終了後の帳簿への登録

→本事業で取得した機材がペラデニア大学の帳簿に資産が登録された

(4) 事業後の機材の維持管理体制

- ・調査終了後、機材は JICA から現状有姿の状態でペラデニア大学に譲渡される。ペラデニア大学は譲受後、自己負担により機材の適切な運用及び維持管理を行う。

- ・ペラデニア大学は、提案法人から個別の機材の補償に関する合意がない限り、機材が譲渡された後、JICA 及び提案法人が機材の譲渡時、使用時を含め機材そのもの及び機材の税金、料金、及び損傷から免責されることを保証する。

7. ビジネス展開の見込みと根拠

(1) ビジネス化可否の判断

提案法人としては、現時点でビジネス化は可能であると考えている。本事業終了後、2025年4月から事業を展開できるよう準備を進めている。

(2) ビジネス化可否の判断根拠

本事業のビジネス展開の可否判断の根拠として重要となる点は、① 現地での安定したキリンサイの買取と②日本におけるキリンサイの安定した販売先の確保である。①については NAQDA との協議の結果、キリンサイ栽培地のライセンスが取得できる見込みであるため、キリンサイを栽培し買取できる目処は立っている。一方、現時点では、②については、本事業での実証の結果、真空凍結までを実施することで、日本におけるニーズが高まることがわかったため、真空凍結機を導入して事業を開始することを検討している。

また、現地合弁先とともに本事業を進める中で、事業体制を構築することにより、事業開始については目処が立っている。今後さらに具体的に合弁会社設立に向けて協議及び準備を進める。

8. 本事業から得られた教訓と提言

(1) 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

本事業では、現地機関による栽培地指定の手続き長期化や天候不順により栽培時期が遅れるなど、計画時に想定していなかった問題により、業務完了までのスケジュールに余裕がない状態となった。また、現地側との時間に対する感覚の違いや、現地政府内での書類の承認プロセスが長いことなどにより、想定以上の時間を要した。本事業で得られた教訓としては、不測の事態や現地側での時間に対する感覚を見越し、余裕を持ったスケジュール立てるとともに、密なコミュニケーションの中で早めの行動を促すことが挙げられる。また、事業計画の予算についても、国内事業と比べて予測外の支出も多いため、計画をより円滑に進めるためには、資金的に余裕を持った計画を立てることが必要である。

(2) JICA や政府関係機関に向けた提言

<JICA に向けた提言>

本事業では、事業計画書に規定された委託内容を実現するために、当初の見積もりよりも 1.4 倍の費用がかかった。これは、円安の影響やスリランカにおけるインフレの進行が主な原因となる。これらの外部要因により、予算の調整が必要となり、プロジェクト全体の進行に影響を及ぼした。

一方、JICA 事業において、事業進行に必要とされる書類が多く、その整理と精査に時間を要するため、民間企業として必ずしも効率的ではないと感じられる部分が多かった。適切な管理と効率的なプロセスを導入することで、プロジェクト全体の進行をスムーズに進めることが可能だと考えられる。

JICA のガイドラインは、国際協力事業の指針として重要だが、時として曖昧な部分があり、今の時代のニーズに完全に対応していない部分もある。特に、迅速かつ柔軟な対応が求められる民間連携事業においては、ガイドラインが障害となることも考えられる。そのため、ガイドラインの見直しや、より実践的なアプローチが求められている。

民間企業の海外進出をサポートする上で、JICA の役割は非常に重要である。JICA の支援により、私たちは他国との競争の中で優位に立つことができ、民間企業としても感謝している。一方、単に処理や成果物を作成するだけでなく、プログラム全体の成果を重視し、次のビジネス進出を成功に導くための手伝いや後押しも、JICA のサポートによって可能であると考えられる。今後、このような協力関係がさらに強化され、将来のビジネス拡大にもつながるよう、方法論の導入やルールの見直しをぜひ進めていただきたい。

＜現地政府に向けた提言＞

スリランカにおけるキリンサイ栽培が実験段階から産業段階へレベルアップすることを阻む大きな要因にカラギーナンの精製が自国ではまだ出来ないことがあげられる。今後活動を継続するにあたり、まずはキリンサイ栽培協同組合を設立し、その組合の下、カラギーナンの精製工場の建設を目指すことが重要である。ただしカラギーナンの精製には注意が必要である。アルカリ処理によるカラギーナンの精製は大きなリスクを負わなければならない。それは処理水の流出による環境汚染である。特に途上国においては規制等がないため、処理水が垂れ流し状態になる可能性が高い。海洋環境保全と経済活動の両立可能な漁業発展が望まれるなか、それに反することは避けなければならない。真空凍結乾燥によるキリンサイの粉末化であれば、環境汚染も起こさないので、アルカリ処理の代替として利用できる。

キリンサイの栽培を産業段階にレベルアップするには、まずは栽培の拡大が重要であり、西海岸だけでなく東海岸でも栽培できる水域があるので調査が必要である。カラギーナンの精製と共に自己完結型の産業レベルに上げるには、栽培水域を広めて生産量を増やすことも求められる。

自己完結型の産業レベルへの押上げには、キリンサイの栽培だけでなく、まずは地産地消の加工品の開発を目指すべきである。海藻石鹼、海藻シャンプー、海藻ジュースなどがその候補としてあげられる。

ロングライン方式（長めのロープを使用して、そのロープにフロートを付けて表層に浮かべる）でキリンサイを栽培する際に途上国では一般にペットボトルがフロートとして広く使われている。ペットボトルは購入資金をほとんどかけることなく入手可能だが、マイクロプラスチック化による海洋汚染の一因に繋がっている。このマイクロプラスチックが食物連鎖を通じて生態系や人体に影響を与えることが懸念されていることを決して忘れてはいけない。

近年の世界的な気候変動や漁業資源の減少が懸念される中、海洋環境保全とより効率的で持続的な水産資源の利用が世界的に危急の課題となっている。スリランカの沿岸には多くのラグーンが広がっている。このラグーンを有効に利用することが出来れば、海洋環境保全と経済活動の両立が可能となる。このラグーンでは海藻、貝類（カキやアサリなどの2枚貝）、ナマコなどが養殖できる。これらは、魚類や甲殻類と違い、人工の餌を必要としない。特に海藻の栽培はカーボンニュートラルにも大きく貢献することが出来ると共に削減したCO2クレジットを売ることも可能になる。これからの地球には必要なこととして捉え、キリンサイの栽培だけでなく栽培が可能な他の海藻の発掘も重要である。

参考文献

G. D. S. P. Rajapaksha (2024) “Comparative Analysis of Green and Brown Morphotypes of *Kappaphycus alvarezii* Doty (Doty): Morphology, Total Phenol Content, Antioxidant Activity and Antimicrobial Activity,” Tropical Agricultural Research


SDGs Business Verification Survey with the Private Sector
for seaweed cultivation and drying system in Sri Lanka
 Suriya Company Limited (Tokyo)

1
貧困をなくそう


5
ジェンダー平等を
実現しよう


14
海の豊かさを
保とう


Development Issues Concerned in Aquaculture Sector

- Efficient cultivation system and processing technologies for seaweed has not established yet
- It is difficult to invite investment to develop seaweed cultivation and processing business in commercial scale.
- Access to the foreign market for seaweed export is limited although there are much needs in overseas

Products/Technologies of the Company

- Variety of seaweed called "Susano-o" which is used for food processing has high commercial value
- By combining Japanese technology and local technology, shorten the period for drying and reduce cost for drying processing.
- Quality control and freshness preserving technology to meet foreign clients' standard

Survey Outline

- Survey Duration: November 2022 - December 2024
- Country/Area: Vanakalei, Mannar district, Jaffna district, Kilinochchi district, Northern Province, Kandy district, Central Province, Colombo, Western Province Sri Lanka
- Name of Counterpart: University of Peradeniya
- Survey Overview: Verify the business model for cultivation, processing and quality control for export of seaweeds which has internationally high commercial value and disseminate this business model to fishery associations.



How to Approach to the Development Issues

- Suriya will provide the equipment and provide training for cultivation and processing of seaweed for fishery association
- Suriya will buy the seaweed from the fishery association and export to Japan.
- Suriya will develop the business model as package and introduce to the fishery associations

Expected Impact in the Country

- Income generation of the fishery households including widow households
- Development of seaweed and aquaculture industry as sustainable industry in the area
- Contribution to increase the export value of agricultural products of Sri Lanka

As of July, 2024

英文要約

University of Peradeniya

Summary Report

Sri Lanka

SDGs Business Verification Survey with
the Private Sector for seaweed cultivation
and drying system in Sri Lanka

December 2024

Japan International Cooperation Agency

SURIYA Co., Ltd.

1. BACKGROUND

Sri Lanka is a country, which is surrounded by 1,700km long coastline however the aquaculture and fisheries income is not satisfactory compared to the opportunities available around the country. There have been many seaweed farming projects initiated in the recent past and most of them were not able to capitalize due to the difficulties of finding the export market. Also, in the Northern and Northeastern part of the country, there are many people who are living with less income compared to the other areas of the country due to the previous conflict. On the other hand, there is high demand for seaweed for food processing and cosmetics in the Japanese market. By developing seaweed-farming business from the production and processing to merchandising consistently cooperating between Sri Lankan side and Japanese side, the business would be successful and contribute to the development of aquaculture industries in Sri Lanka and to increase employment opportunity and income for those people who currently has less income living in North and Northeastern part of the country.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

The purpose of the Survey is to verify the cultivation, processing and quality control system of seaweed to export for Japan, which is used for various industries such as food processing and cosmetics. After the Survey, this system would be installed to fisheries association of Northern provinces in Sri Lanka to contribute to the better livelihood of fishers in those areas as well as contribute to export value of Sri Lanka.

(2) Activities

Firstly, trial cultivation of seaweed "Susano-O" which is originated from Japan was conducted with fisherman's association selected by the counterpart. The counterpart supported to collect data such as cultivation amount and weather condition and a cultivation manual was drafted based on collected data.

Secondly, shredding machine which is brought from Japan and squeezing machine drying equipment that are procured in Sri Lanka was installed for demonstration of shredding and processing. The Survey team conducted trial processing with fisherman's association and collected data to verify the improvement processing system comparing with existing processing method with the support from counterpart. Based on the data, the Survey team made a manual for processing and establish processing system.

Thirdly, the Survey team trained fisherman's association on the quality control system with the support from counterpart so that contamination would not mix in the processed products. Compression machine and container with high-voltage freshness preservation

unit was adopted for verification of transportation system and a transportation manual was drafted.

Finally, the Survey team established a “seaweed cultivation business package” by making document for seaweed cultivation, processing, quality control and shipping process, and along with that formulated a business plan to develop this package to other fisheries associations in Sri Lanka. Furthermore, the Survey team proposed this plan to relevant authorities in Sri Lanka so that this plan would be supported after the project.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

1). Species of seaweeds : The species of seaweed called “SUSANO-O” which will be introduced in this project is originated from Japan and it highly contains useful component for food industries and cosmetics.



2). Cultivation : By introducing “Flowing raft system” which stabilize the distance between the seaweed and the sea surface by using floating raft, it will be able to stabilize growth of the seaweed.

3). Shredding machine : Modify Suriya’ s high speed shredding machine suitable for seaweed which is high viscosity and rich in fiber.

4). Squeezing machine : Modify local equipment which use buffalo to squeeze water out from the seaweed.

5). Drying system : In addition to existing sun drying, install management system to prevent from contamination.

6). Compressing machine : To improve efficiency for transportation, apply Suriya’ s compressing machine which is adjusted to be more suitable for seaweed than other compressing machine.

7). Transportation system : Apply Suriya’ s reefer container to keep more freshness of the seaweeds than other reefer container.

(4) Counterpart Organization

University of Peradeniya

(5) Target Area and Beneficiaries

- Vanakalei, Mannar district, Jaffna district, Kilinochchi district, Northern Province, Kandy district, Central Province, Colombo, Western Province Sri Lanka
- Fishery Association of Sri Lanka



Figure 1 Map of project site

(6) Duration

From November 2022 to December 2024

(7) Progress Schedule

Progress Schedule	2022			2023												2024													
	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1. Field Verification Activities Related to the Local Adaptability of Seaweed Cultivation Technology																													
1-1 Set up a seaweed cultivation raft at the test site.																													
1-2 Select a fisheries cooperative in collaboration with the counterpart and community leaders.																													
1-3 Provide guidance to the fisheries cooperative on seaweed cultivation (planting and harvesting methods) at the test site.																													
The fisheries cooperative and counterpart collect and analyze data during planting (weather, yield, number of people, time, etc.) and harvesting (weather, yield, number of people, time, etc.), and study optimal cultivation methods.																													
1-5 Perform component analysis (check the content of carrageenan contained in the seaweed) and confirm the quality of the seaweed.																													
1-6 Prepare a cultivation manual (draft).																													
1-7 The fisheries cooperative will autonomously cultivate seaweed using the cultivation manual (draft).																													
1-8 Finalize the manual (draft) based on the results of 1-7 and share it with the counterpart and fisheries cooperative.																													
2. Field Verification Activities Related to Seaweed Processing Technology																													
2-1 Provide guidance to the fisheries cooperative on existing seaweed processing methods (shredding, juicing, and drying) at the test site.																													
The fisheries cooperative collects data on machine operation time, pre-processing weight, post-processing weight, and weather for each process of shredding, juicing, and drying.																													
2-3 Confirm the compatibility of the processed products with the needs of Japan.																													
2-4 Prepare a processing manual (draft).																													
2-5 The fisheries cooperative will autonomously process seaweed using the processing manual (draft).																													
2-6 Finalize the manual (draft) based on the results of 2-5 and share it with the counterpart and fisheries cooperative.																													
3. Field Verification Activities Related to Optimal Transportation Methods for Seaweed Cultivated and Processed in Sri Lanka for Japan																													
3-1 Provide guidance to the fisheries cooperative on quality control for transporting processed products.																													
The counterpart will conduct trial shipments to Japan using containers equipped with high-voltage freshness preservation devices.																													
3-3 Confirm the quality of the seaweed samples upon arrival in Japan.																													
3-4 Conduct analysis tests (pathogenic microorganisms, component standards, etc.) on the seaweed samples in accordance with the Food Safety Act in Japan.																													
3-5 Confirm the quality, quantity, and price of the seaweed samples based on the requirements of potential trading partners in Japan.																													
3-6 Based on the results of 3-1 to 3-5, prepare a quality inspection and compression manual (draft).																													
3-7 Study the optimal transportation methods for Japan.																													
4. Activities for Formulating and Disseminating a Business Development Plan Related to Seaweed Cultivation, Processing, Transportation, and Sales																													
4-1 Confirm candidate sites and fisheries cooperatives for business development.																													
4-2 Prepare materials for packaging the business model.																													
4-3 Hold estimates for relevant government agencies to present the results of this project and promote the advantages of seaweed cultivation, processing, and quality control technology.																													
4-4 Hold seminars at candidate sites for fisheries cooperatives on the contents of 4-2.																													
4-5 Based on the results of 4-3 to 4-4, concretize the business development plan.																													
Report																													

Remarks

Work in Japan

Work in Vietnam

(9) Implementation System

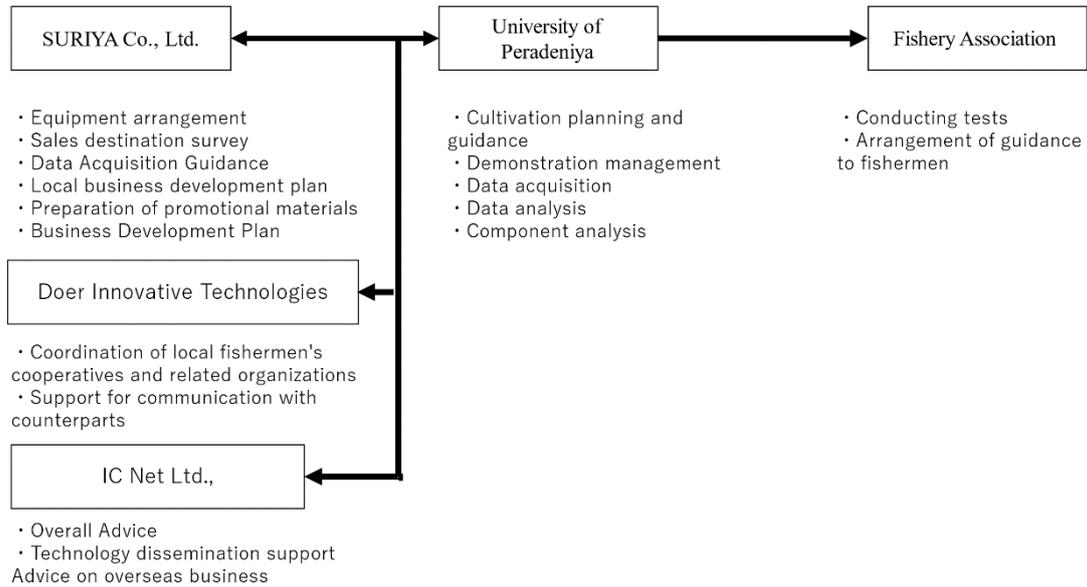


Figure 2 Project formation

[Japan]

SURIYA Co., Ltd. (Undertaken of the project)

Doer Innovative Technologies (Cooperation company)

IC Net Ltd., (Cooperation company)

[Sri Lanka]

University of Peradeniya (Counter part)

Fishery Association (Installation site)

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

A) Cultivation of seaweed

Three sites were selected through NAQDA (1) Jaffna, (2) Walaypadu, and (3) Mannar, and aquaculture rafts and ropes were installed.



Figure 3 Map of experiment site

The counterpart worked with the recognizing and fishermen to obtain data. The data was obtained by planting 8 aquaculture lines, each with 11 seedlings of 100 g each, in an area of about 8 m².

Data on the yield of each harvesting method was obtained as data at the time of harvesting. Five harvesting methods were used for comparison and verification: A. Netback method, B. Cage method, C. Ladder method, D. Monoline method, and E. Floating Raft method.



Figure 4 Five cultivation method

As a result, the growth rates of D. monoline method and E. raft method recorded higher yields on average than that of the other cultivation methods.

Regarding the equipment cost for each cultivation method, it was found that the order

of cost was B. cage method > A. net-back method > C. ladder method > E. raft method > D. monoline method.

Table 1 Equipment cost per cultivation method

cultivation method	Cost (USD)
B. cage method	60.58 USD
A. net-back method	45.13 USD
C. ladder method	25.08 USD
E. raft method	24.55 USD
D. monoline method	24.48 USD

B) Processing and exporting seaweed

a) Processing

About 4 tons of seaweed was cut, pressed, and dried in about 4 hours. About 1 ton of seaweed was dried with a moisture content of 30%.

However, it was found that the compressor could not compress the seaweed if the moisture content and particle size were low. In the future, when transporting cut, pressed, and dried seaweeds, it is necessary to introduce a vacuum machine to reduce the volume of the seaweeds.

On the other hand, even if the dried material is compressed, the volume can be reduced and the transportation cost can be lowered, so the compressor alone can be utilized.

b) Exporting seaweed

After the delivery of dried and compressed products in Japan, interviews were conducted with potential customers, and then the following comments were obtained.

- Compared to the conventional dried product, the shredded, pressed, and dried product is in granular form and easier to handle.
- Shredded, pressed, and dried products reduce distribution costs by reducing volume.
- Importing shredded, pressed, and dried products can skip two steps to the final product process.
- Color mixing is a concern, because same color tends to be valued higher. In addition, it is also concerned that currently it is difficult to identify mold and disease from the qualified products.

- Customers would like to see imports of freeze-dried or at least alkali-treated products instead of the current products.

The results of the analysis of the test transports confirmed that there were no problems in selling the products.

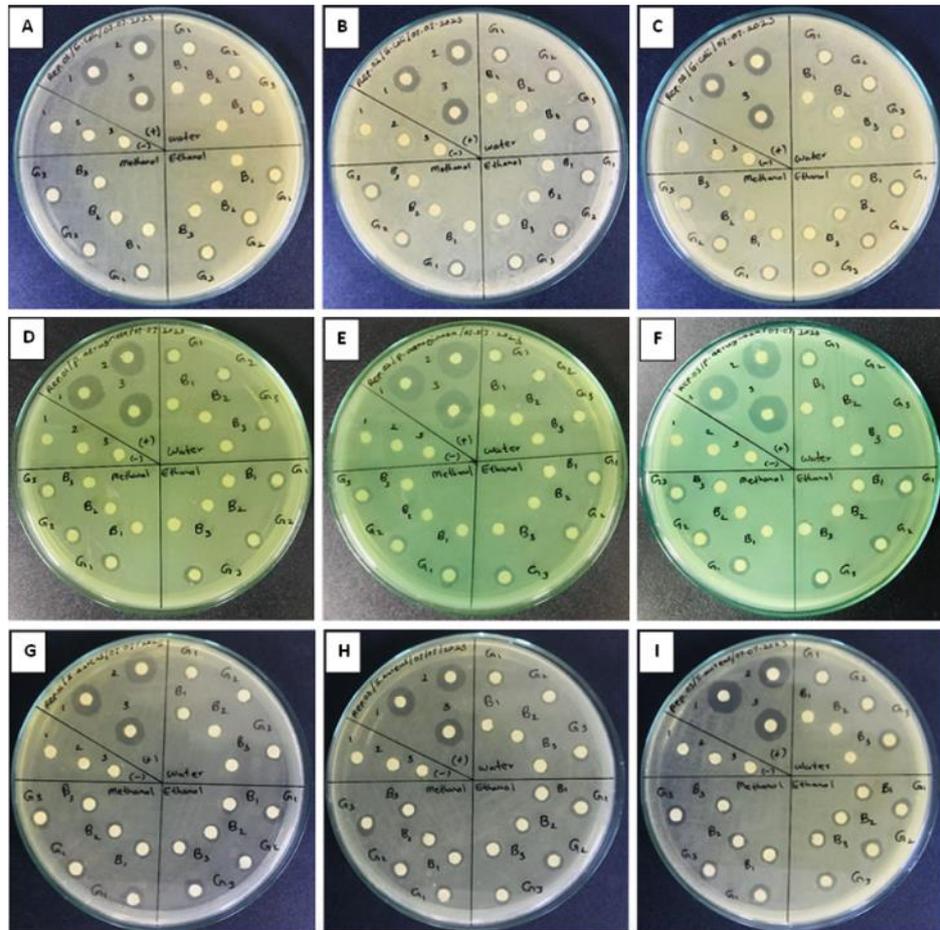


Figure 5 Analytical results of test transported Susano samples.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization
Counterpart organization will properly operate and carry out the maintenance of equipment for the seaweed business.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

This project targets people living in coastal communities in the Northern Province and aims to contribute to their livelihood stability by diversifying the livelihood options of these people based on the introduction of new production technologies for SUSANO-O aquaculture. In this business field, JICA implemented a project from 2010 to 2011 as part of the “Project for the Promotion of Reconstruction and Development of Jaffna Province” (hereinafter referred to as “PDP Jaffna”). In this demonstration project, 27 out of 31 beneficiaries were women, and the livelihood of the female-headed households, including widowed households due to the conflict, was improved. However, as the activities progressed, they began to voluntarily enter the sea to work on the project. This was a symbolic event in which widowed households suffering from poverty and social discrimination gained a means of livelihood and increased their resilience.

The project targets 200 households and provides each household with four rafts of aquaculture materials free of charge, giving them the opportunity to start cultivating SUSANO-O and earn a means of livelihood. Thus, each household can produce up to 200 kg (50 kg x 4 rafts) of dried SUSANO-O per month. The purchase price per kg of dried SUSANO-O is assumed to be 50 LKR. Based on this calculation, each household can expect to earn 10,000 LKR (50 LKR x 200 kg) per month. Even if farming is suspended for 4 months during the monsoon season, in other words, 8 months of farming is possible per year, the annual income would be 80,000 LKR (10,000 LKR x 8 months) This will be a catalyst for future growth of the seaweed industry. Furthermore, if this is the catalyst for the industrialization of seaweed aquaculture in Sri Lanka in the future, more people from coastal communities will be able to participate in seaweed aquaculture. In addition, the project will contribute significantly to carbon neutrality, and the CO2 credits will be sold.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

One of the major obstacles to the advancement of SUSANO-O cultivation from the experimental stage to the industrial stage in Sri Lanka is the fact that the refining of carrageenan is not yet possible in the country. It is important to establish a cooperative association for SUSANO-O cultivation and to build a carrageenan refinery under the association. However, appropriate measures shall be taken in the process of refining carrageenan by alkali treatment, because there are significant environmental risks due to runoff of treated water. Especially in developing countries, there is a high possibility that the water will be drained into the sea without any purification. While it is desirable for fisheries development to be compatible with both marine environmental conservation and economic activities, we must avoid going against this principle. Powdered seaweed by vacuum freeze-drying does not cause environmental pollution and can be used as an alternative to alkaline treatment.

To bring the cultivation of the seaweed to a self-contained industrial level, it is important to

expand the cultivation of the SUSANO-O, along with the refining of carrageenan. In this context, research is needed to identify water bodies where it can be grown, not only on the West Coast, but also on the East Coast.

For the further development of the industry, it is also essential to develop processed products for local production for local consumption, including but not limited to seaweed soap, seaweed shampoo, and seaweed juice.

Plastic bottles are widely used in developing countries when growing seaweed using Five cultivation method. They are utilized due to its relatively low or even zero purchasing costs. However, these plastic bottles are considered as one of the largest reasons of marine pollution due to microplastics. We should never forget that there is concern that this microplastic may affect ecosystems and human health through the food chain.

With the recent global climate change and concerns about declining fishery resources, the conservation of the marine environment and more efficient and sustainable use of fishery resources is a critical issue worldwide. Sri Lanka has many lagoons stretching along its coast. If these lagoons can be effectively utilized, it will be possible to achieve both marine environmental conservation and economic activities. In these lagoons, seaweed, shellfish (bivalves such as oysters and clams), and sea cucumbers can be cultivated. Unlike fish and crustaceans, these do not require artificial food. In particular, seaweed cultivation can make a significant contribution to carbon neutrality, and it is also possible to sell the reduced CO2 credits. It is important to see carbon neutrality as a necessity for the future of the earth.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

別添資料

企業機密情報につき非公表