

トンガ水産増養殖研究開発計画F/U プロジェクト運営指導調査団報告書

トンガ水産増養殖研究開発計画F/U
プロジェクト運営指導調査団報告書

平成11年2月

平成11年2月

JICA LIBRARY



J 1149870(6)

国際協力事業団

国際協力事業団

08
R6
DT
RARY

林水産
JR
99-008

トンガ水産増養殖研究開発計画F/U
プロジェクト運営指導調査団報告書

平成11年2月

国際協力事業団



1149870 [6]

序文

国際協力事業団はトンガ王国政府からの技術協力の要請を受け、平成3年10月から同国においてトンガ水産増養殖研究開発計画を、また平成8年10月から同フォローアップ協力を計7年間に渡って実施してきました。

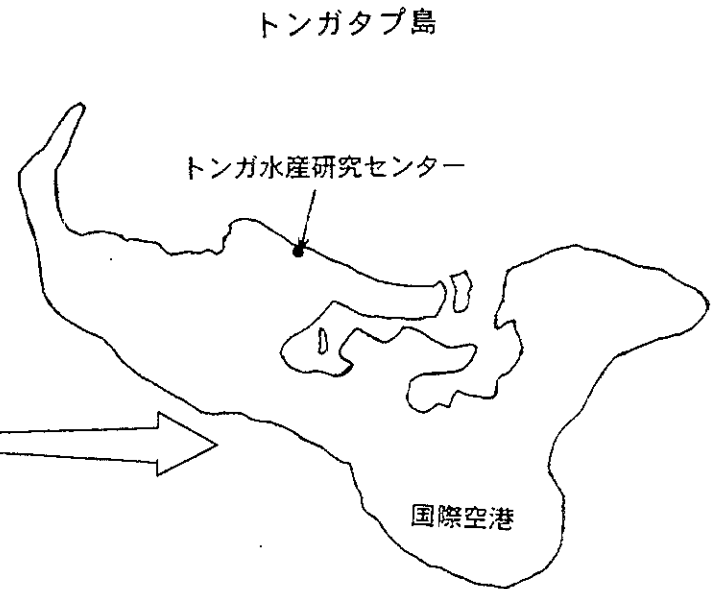
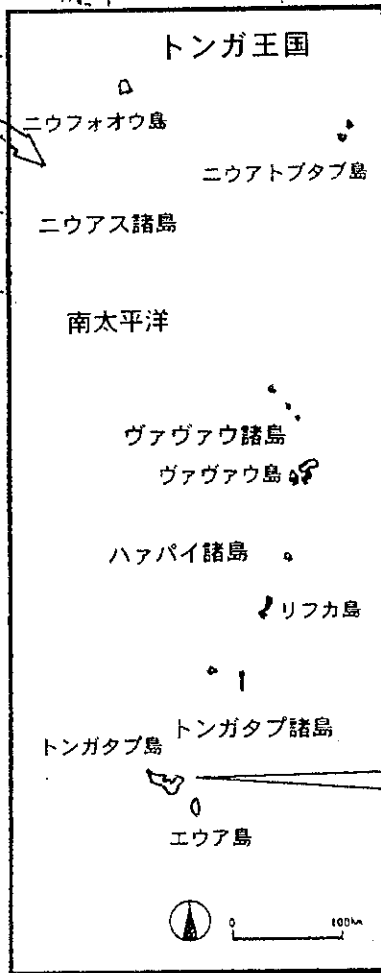
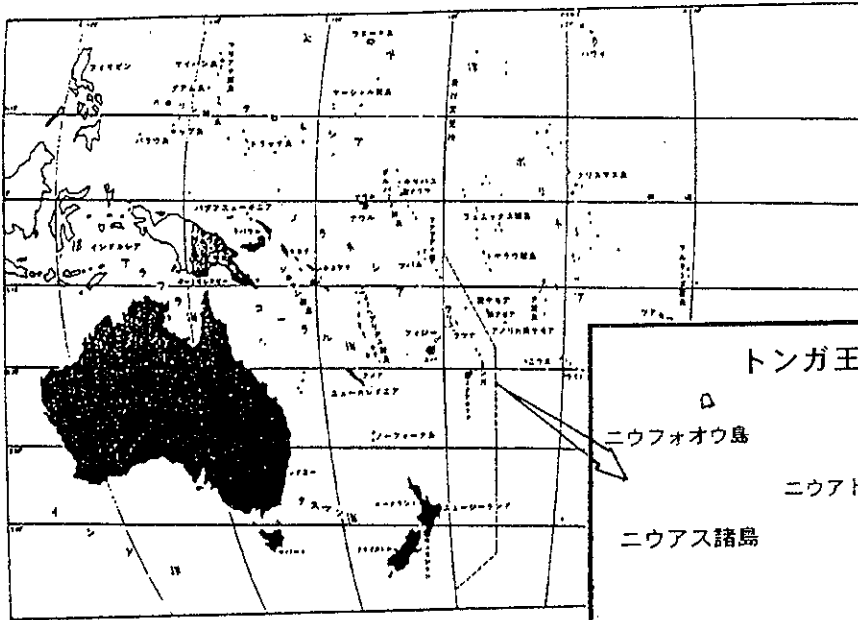
当事業団は本計画の協力実績の把握や協力効果の測定を行うとともに、今後両国が取るべき措置を両国政府に勧告することを目的として、平成10年8月24日から9月5日まで佐々木十一郎 国際協力事業団神奈川センター研修室長代理を団長とするプロジェクト運営指導調査団を現地に派遣しました。調査団はトンガ王国政府関係者と共同で本計画の評価を行うとともに、プロジェクト・サイトでの現地調査を実施し、成果の確認を行いました。そして帰国後の国内作業を経て、調査結果を本報告書に取りまとめました。

この報告書が今後の協力のさらなる発展のための指針となるとともに、本計画により達成された成果が同国の発展に資することを期待します。

終わりにプロジェクトの実施にご協力とご支援をくださった両国の関係者の皆様に、心から感謝の意を表します。

平成11年2月

国際協力事業団
理事 亀若 誠

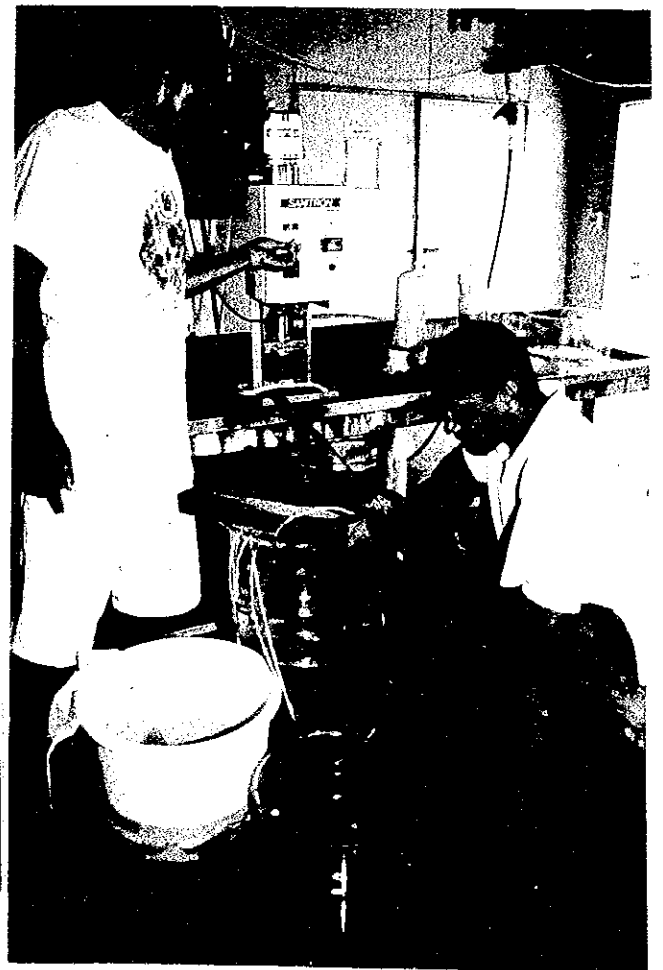




トンガ水産省水産研究所孵化場全景
本施設は 1978 年に水産無償資金で設立された。



本孵化場では 4 種類の貝類(ヤコウガイ、タカセガイ、リュウテンサザエ及びシャコガイ類)が生産されている。



トンガは南太平洋で初めて、また世界では日本に続き 2 番目にヤコウガイの種苗生産に成功した。

プロジェクト対象種



シャコガイ類
種苗生産されている
主な種類は、ヒ
レナシジャコ、シ
ラナミである。
生産されたシャコ
ガイの一部はアメ
リカの観賞魚市場
にトンガの業者を
通じ輸出されている。
年間約200万円
ほどの売り上げ
があり、運営費に
当てられている。



ヤコウガイ

トンガにはもともと生息していない種類。本種はヴァヌアツ（1993年）と日本（1994年）から移植された。

リュウテンサザエ

貝殻の模様が美しく、その蓋はキャッツアイとよばれネックレスなど貝細工の材料として使用されている。プロジェクトでは本種の種苗生産に世界で初めて成功し、現在観賞魚市場にシャコガイとともに出荷されている。



タカセガイ

本種も移植種で、1994年にフィジーから移植された。生産された種苗は、トンガタブ島、ヴァヴァウ島、ハアパイ諸島に放流されている。



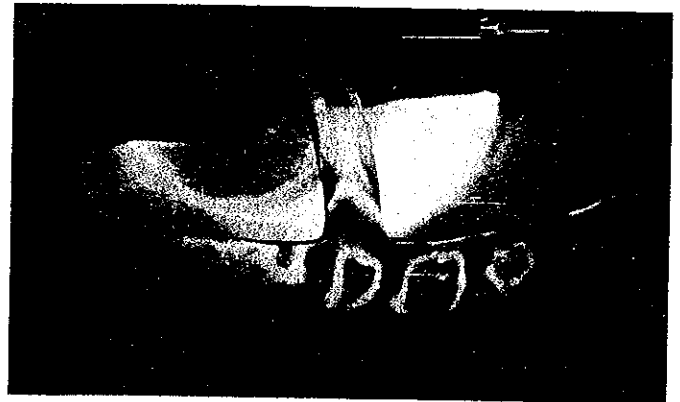
生産された貝の利用例



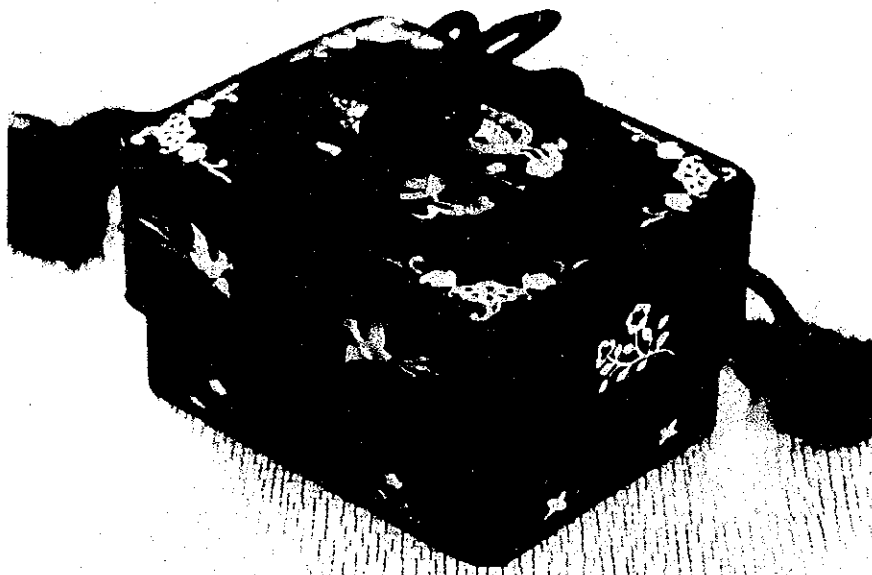
観賞魚水槽でのシヤコガイとリュウテンサザエ



バスケット



ランプシェイド



らでん細工 (ヤコウガイ等を使用)

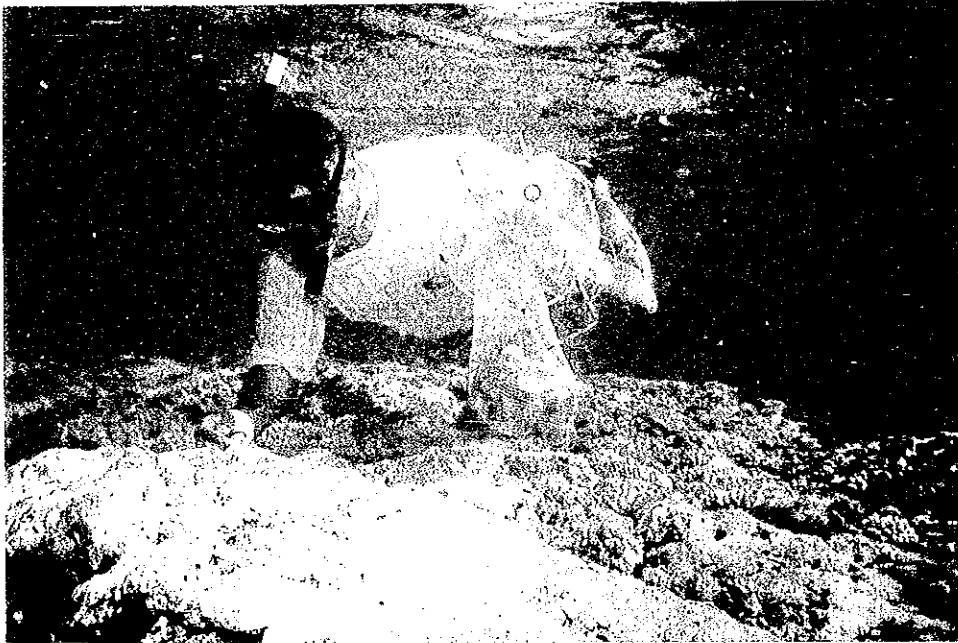


ボタン
小さい方がタカセガイ、大きい方がヤコウガイ

ヤコウガイ放流事業

2年6ヶ月のヤコウガイ

8000個体（殻高5cm）以上が放流用種苗として生産された。☞



☞約2800個体がエウア島に、約800個体がヴァヴァウ島に放流された。

島民への普及移植放流を行う前に、移植地のエウア島の人々にヤコウガイの重要請を説明し、資源が確立するまで島民による本種の保護管理の委託を行った。☞

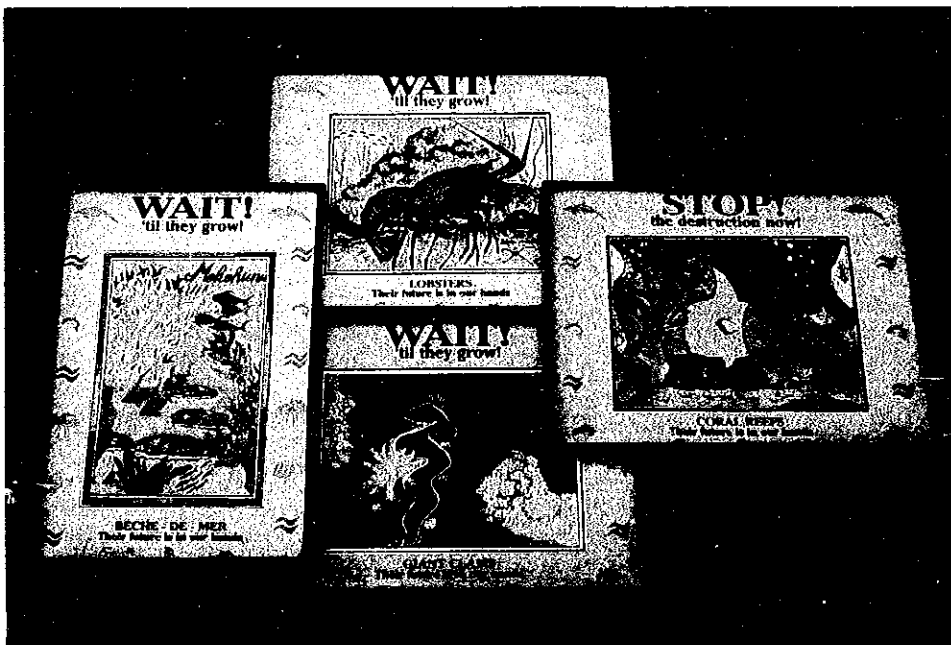


啓蒙普及活動



啓蒙促進施設

1995年にJICAからの資機材供与により建設され、この施設を利用し国際セミナー、南太平洋島嶼国域内研修会、国内向けのセミナー、国際援助機関主催のワークショップ等が開催された。



資源管理啓蒙普及啓蒙活動の一環として、資源管理保護のためのポスターを一般公募した。最優秀者のデザインをポスターとカレンダーに採用し教育機関、国際機関へ送付するとともに、公共施設等に展示した。



研究所の見学に訪れた学生とカウンターパート

目次

序文
地図
写真

1. プロジェクト運営指導調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査日程	1
1-4 主要面談者	2
1-5 評価の方法	3
2. 要約	
2-1 協力の概要	4
2-2 評価の概要	4
3. 協力実施の経過	
3-1 相手国の要請内容と背景	6
3-2 フォローアップ協力の実施	6
3-3 他の協力事業との関連性	6
4. 目標達成度	
4-1 上位計画との整合性	8
4-2 案件目標の達成状況	8
4-3 アウトプット目標の達成状況	8
4-3-1 一般活動事項	8
4-3-2 ヤコウガイ、タカセガイの種苗放流・管理	
4-3-3 シャコガイ養殖と孵化場管理	10
4-4 インプット目標達成状況	12
5. 案件の効果	
5-1 技術的效果	14
5-2 制度的効果	14
5-3 経済的效果	14
5-4 社会・文化的効果	14
6. 自立発展の見通し	
6-1 組織的自立発展の見通し	15
6-2 財務的自立発展の見通し	15
6-3 技術的自室発展の見通し	15

7.提言.....	17
8.所感.....	19

付属書類

- 1.プロジェクト運営指導調査団ミニッツ
- 2.フォローアップ協力の討議議事録 (R/D)
- 3.C/P 配置一覧表
- 4.プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

1. プロジェクト運営指導調査団の派遣

1-1 調査団派遣の目的

トンガ水産増養殖研究開発計画フォローアップは、プロジェクトの終了時評価時に継続が必要とされた「貝類増養殖分野における技術確立・移転を通じたトンガ水産省の貝類増養殖及び資源管理能力の向上」を目標として実施された。

本F/U協力は1996年8月16日に結ばれたR/Dにもとづき、1996年10月2日から2年間の期間で協力を開始した。協力期間が終了するにあたり、これまで2年間の活動実績、カウンターパート(C/P)への技術移転状況、資機材の管理状況などを確認し、日本・トンガ合同でF/U期間の活動評価を行うことを目的として運営指導調査団を派遣した。また、本調査団はプロジェクトの終了後の水産研究センターの運転資金や事業の継続性、施設の維持管理などについて先方の構想を聴取すると共に、必要な提言を行うことも目的とした。

1-2 調査団の構成

担当分野	氏名	現職
総括	佐々木十一朗	国際協力事業団神奈川水産研修センター研修室長代理
増養殖/資源管理	宇田川和夫	アイ・シー・ネット(株)主任研究員

1-3 調査日程

1998年8月24日から9月5日まで(13日間)

日順	月日(曜日)	旅程	調査内容
1	8/24(月)	東京 → ナンディ	
2	25(火)	ナンディ → スバ	JICA事務所打ち合わせ、日本大使館表敬
3	26(水)	スバ → ナンディ →	Am) USP海洋学部Dr.Southと打ち合せ Pm) FAO SPADP 田中専門家と打ち合せ
4	27(木)	→ トンガタブ	JOCV駐在員事務所打ち合せ 外務省、企画庁表敬 プロジェクト専門家と打ち合せ
5	28(金)		水産省との第1回打ち合せ C/Pインタビュー
6	29(土)		プロジェクト専門家との打ち合せ 漁民インタビュー調査

7	30 (日)		資料整理
8	31 (月)		国土天然資源省環境局表敬 教育省表敬、水産省第2回打ち合せ
9	9/1 (火)		水産省第3回打ち合せ、C/Pインタビュー
10	2 (水)		合同評価会議、合同評価書作成
11	3 (木)		ミニッツ確認、署名式、成果発表会 団長・プロジェクト共催夕食会
12	4 (金)	トンガタブ → オークランド	移動
13	5 (土)	オークランド → 東京	帰国

1-4 主要面談者

フィジー

日本大使館： 小林 二郎 特命全権大使
長谷川 参事官
羽田 書記官
JICA事務所： 稲葉 泰 所長
水谷 恭二 次長
三国 成晃 担当所員
南太平洋大学： Prof. Dr. Robin South (海洋学部、国際海洋研究所長)
FAO事務所： 田中 秀幸 FAO南太平洋増養殖開発計画マネージャー

トンガ

総理府： Hon. Baron Vaea, Prime Minister / Minister for Fisheries
外務省： Ms. Fekit 'Utoikamanu, Acting Secretary
企画庁： Mr. Tevita Paula Lavulo, Deputy Director for Planning
Ms. Balwyn Fa'otusia, Principal Economist
Mr. Tatafu Moeaki, Senior Economist
国土天然資源省： Ms. Netatua Prescott, Senior Ecologist & Environmentalist
教育省： Mr. Viliami Takau, Acting Director
水産省： Hon. 'Akau'ola, Secretary for Fisheries
Mr. Mafi Akau'ola, Deputy Secretary
Mr. 'Ulunga Fa'anunu, Principal Fisheries Officer
Mr. Antimoni Petelo, Fisheries Officer
大蔵省： Mr. Timote Laume, Economist, Ministry of Finance
労働、商務省 Mr. Maliepo Toma, Staff, Ministry of Labor & Commerce
JICA事務所： 山口 廣治 所長

岡 裕子 所員

プロジェクト： 菊谷 賢一 チーフアドバイザー（ヤコウガイ、タカセガ

イ）

曾根重昭 調整員（シャコガイ、孵化場管理）

1-5 評価の方法

評価調査はプロジェクトから事前に提出された資料を参考に、日本側評価チームが専門家、C/Pへのインタビュー、関係各省庁・機関での意見交換、漁民インタビューなどを行い、その結果に基づいて評価概要をまとめ、トンガ側の評価を加えながら合同評価書（ミニッツ）を作成し、署名交換した。

1-6 評価・調査項目

本調査団で評価・調査を行った項目は以下のとおり。

1) 目的達成度

実施協議の際に設定されたプロジェクト目標の達成度をインプット・アウトプットの両面から評価する。

2) プロジェクトの効果

現在までの協力実施により生じた効果の内容と受益者の範囲、今後期待される効果について確認する。

3) 自立発展性の見通し

プロジェクトをトンガ側に引き渡した場合に、運営管理面、財政面、技術面において十分に自立発展する見通しがあるかどうか確認する。

4) 協力期間終了後の対応方針

プロジェクト終了後に協力が必要であると判断された場合、どのような協力内容についてどのようなスキームで対応していくかを検討する。

2. 要約

2-1 協力の概要

研究開発協力である本F/Uプロジェクトは、トンガ水産省が適切に資源を管理し、持続性のある水産開発を行うための能力を向上させることにより、1) トンガ人に対する良質な動物蛋白資源の安定的供給と、2) 水産物輸出による外貨の獲得に貢献する事を将来の目標としている。その基礎となる貝類の増養殖技術の移転をとおして貝類資源管理能力の強化を図ることがプロジェクトの直接の目標である。

本F/Uプロジェクトの実施にあたっては、1996年4月に派遣された本体プロジェクトの最終評価調査団の提言に基づき、同年8月にR/Dが取り交わされ、1996年10月2日から1998年10月1日までの2年間の協力期間とするフォローアップ協力として開始された。R/Dの付属文書 (Attached Document) の中で、F/Uプロジェクトの目標はトンガのカウンターパートに貝類増養殖技術を移転することにより、水産省の貝類の資源管理能力を向上させることとされた。

協力分野は、1) ヤコウガイ・タカセガイの種苗放流と管理、2) シャコガイ増養殖と孵化場管理の2分野に絞り込まれた。

2. 評価の概要

- (1) 当該F/Uは、5年間の本体プロジェクトに引き続き、協力内容を限定し実施した結果、R/Dで規定された内容 (Activities) については十分な成果を上げ、トンガ政府の高い評価を得て終了することができた。
- (2) 中でも、合同評価会においてトンガ政府から特に評価が高い効果的な技術移転として、主体である種苗生産技術に加え次の2点が上げられた。
 - 1) シャコ貝の観賞魚用マーケットへの販売ルートが確立され販売額が年間2万ドルに達した。さらにヤコウ貝についても将来の市場価値が期待されるにまで至った。
 - 2) 種苗生産された稚貝を放流し自然の生態系を活かした形での増殖が試みられ、かつ村落海中飼育場 (VON) 等を利用した村民の参加型開発の考えに基づき、適正な資源の管理が実践された。
- (3) 国家予算の規模が小さくプロジェクト実施にかかる予算措置に不安がある大洋州島しょ国のプロジェクトにおいて^註、コストを最小限に抑えるとともにプロジェクト自らが現金収入を確保できる事業展開がプロジェクトの自立発展性を遂げる重要な鍵となる。

^註 トンガの1997/1998年度国家予算はT\$ 63million=約55億円、水産省の年間予算は約8千万円である。職員の給与を含むプロジェクトコストは年間約6百万円、シャコ貝等の輸出入は約2百万円であり、33%に相当する。

この意味で、観賞魚用マーケットが確立できた点は大きな意義がある。

- (4) さらに一次産品依存型のトンガ経済において、例え少額であったとしても、新規の輸出産品を創出し商品を多様化させていくことは非常に重要である。カボチャやバニラ等の主要輸出産品の低迷を背景として^註、JICAのプロジェクトにより新たな輸出産品が創出された効果は高いといえる。
- (5) 他方、住民参加型の開発の優良な事例として種苗放流とその管理形態に係る技術移転が上げられる。トンガ水産省は、基本的にオープン・アクセスである沿岸域においてトップダウン式の資源管理は相応の人員と予算が必要となるため、地先住民主体の沿岸資源管理を優先させるとしており、この意味で当該プロジェクトが、国内ワークショップや村落代表者会議等を通じ地先住民の理解増進に努め、各村落のオーナーシップと管理責任を確立したことは非常に意義深い。
- (6) また放流種苗の保護の観点から、ポスターやVIDEO作成、ラジオ・テレビによる報道等を通じ国民に対する資源保護の啓蒙も併せて実施されており、将来の子孫のために水産資源を持続可能な範囲で利用する考え方が浸透したものと思われる。
- (7) さらに啓蒙活動の派生效果として、水産研究センターへの見学者が格段に増えた。これは初等・中等教育の一貫としての見学から、他の政府セクターやアジア開発銀行、各国大使館の関係者の見学に及び数多くの関係者の注目を集め、当該プロジェクト及び水産研究センターが評価された証左といえよう。
- (8) 以上のように、当該プロジェクトによる技術移転を基礎として水産省の組織的強化が図られ、またプロジェクトによる経済・社会・文化的インパクトは非常に高かったと結論できる。
- (9) 最後に、合同評価会において次官から専門家兩名に対し、技術移転の対象となったC/Pの人事考課の依頼がなされた。専門家の評価により特別昇進も考慮するとの発案であるが、外国人である専門家が他国の政府職員の勤務評価を依頼されることは、それ自体が専門家に対する高い信頼と評価を表しているといえる。

^註 例えば、1996年のカボチャ輸出において、メキシコ産のカボチャの進出により供給過多となり国際価格が47%下落し大幅な減収となった。またバニラの輸出においても、圧倒的に労働コストの安い低価格のマダガスカル産バニラの進出により輸出額が減収となっている。

3. 協力実施の経過

3-1 相手国の要請内容と背景

トンガ王国は陸地総面積700km²、排他的経済水域面積70万km²を有している。マグロ類などの回遊魚の漁場を形成しており、水産開発の可能性を持っている。一方、沿岸の珊瑚礁域は自給自足的な漁業や沿岸零細漁業の漁場として長く国民に利用されているが、近年の漁獲努力量の増大により、魚介類資源の減少が危惧されている。

日本は、珊瑚礁域の漁業資源の有効で持続的な利用をめざし、資源管理と維持増大を目的に1978年に無償資金協力で水産研究センターの設立に協力した。しかし、1982年に同島を襲ったサイクロンの被害により、センターは活動に支障をきたしていた。

このような背景の中、トンガ政府は第6次5ヶ年国家開発計画（1991年—1996年）において珊瑚礁内資源研究・管理、ボラ養殖、貝類種苗生産・放流などの水産増養殖を重点項目として設定し、これにかかわる技術協力を日本に要請した。

これに応じて我が国は1991年10月2日から1996年10月1日までプロジェクト方式技術協力「トンガ水産増養殖研究開発計画」を実施した。協力分野は、1) 魚類養殖、2) 貝類種苗生産・放流、3) 沿岸水産資源調査・管理—の3分野とした。

1996年4月に実施されたプロジェクト終了時評価では魚類養殖分野と沿岸資源調査・管理分野での協力は完了したと判断された。一方で、貝類種苗生産・放流分野では、ヤコウガイ、タカセガイの種苗生産が開始されたばかりであることと、プロジェクト実施中に開発された鑑賞魚市場での需要の多い青い外套膜シャコガイの生産試験をおこなう必要があると判断されたことから、貝類分野についてのフォローアップ協力を行うことが提言され、1996年8月にフォローアップ協力のR/Dが結ばれた。

3-2 フォローアップ協力の実施

本体プロジェクトが1996年10月1日に終了し、引き続き同10月2日からF/U協力が遅延なく開始された。派遣専門家はヤコウガイ、タカセガイ分野、シャコガイ分野とも本体プロジェクトの専門家が継続して協力を行うことになったため、新規派遣をした場合と異なり、開始当初から活発な活動が行われた。また、2人の専門家がリーダーと調整員をそれぞれ兼任する体制とした。

プロジェクト期間中はJICA本部主催のプロジェクトリーダー会議、調整員会議に出席して、運営面での年次計画が協議された。日本国内では支援委員会で技術的なアドバイスなどもおこなわれた。

3-3 他の協力事業との関連性

- ・無償資金協力

本体プロジェクト、F/U協力とも日本の無償資金協力で設立された水産研究センターで実施されており、活動の大きな部分がこの施設の補修と改善にもむけられた。

- ・青年海外協力隊

F/U協力では引き続き啓蒙活動に力をいれた。水産省に派遣された視聴覚隊員の協力を得て、啓蒙用ビデオ、広報用ビデオなどを多数製作した。また米国ピースコーの隊員も啓蒙普及活動に参加した。

- ・諸外国、援助機関からの協力

F/U期間中に2度開催された域内島嶼国のための貝類種苗生産研修（ワークショップ）がFAO南太平洋増養殖開発計画フェーズⅡからの資金協力を得て実施された。

シャコガイ種苗の離島への配布についてはコモンウェルスからの資金援助でトンガの漁民向けワークショップが開かれた。

4. 目標達成度

4.1 上位計画との整合性

本プロジェクトは第6次5ヶ年国家開発計画（1991年—1996年）における養殖部門の開発戦略に基づき、以下の重点項目について技術協力を行ってきた。

- (1) 魚類養殖
- (2) 貝類種苗生産と放流
- (3) 珊瑚礁内漁業資源研究と管理

F/U協力開始時点で第7次5ヶ年計画が策定されていなかったが、水産省と中央企画庁では基本的に第6次計画を踏襲するとの考えを示しており、国家目標に沿うものであると判断された。

2年経過した現在も開発計画は成立していないが、大蔵省や中央企画庁の方針では、プロジェクトごとの採算性を重視した積み上げ式予算配分を推し進めており、収益の見込まれない（可能性の少ない）プロジェクトは優先順位が下がる方向にある。

F/U協力ではシャコガイの輸出により既に年間2万トンガドル（約2百万円）の売り上げで収益性を実証していることと、ヤコウガイ、タカセガイの将来の収益も期待されることから、今後も国の支援を受けていくものと思われる。

4.2 案件目標の達成状況

F/U協力の目標は、「貝類増養殖技術をトンガ側C/Pに技術移転することにより、トンガ水産省が貝類資源管理を行う能力を高める」ことにある。

プロジェクトで対象とした貝類は、資源の枯渇が懸念される在来種のシャコガイと、将来の輸出品としての期待が持たれる移植種のヤコウガイ、タカセガイであった。プロジェクト期間中に放流用種苗の大量生産が可能になり、放流個体の盗獲も起こっていない。また、シャコガイの管理を漁民が自主的に行うことが実証され、離島へのシャコガイ種苗配布が自主的に行われたこともあり、トンガ水産省が当該分野での対応を行う技術と経験を持ったと判断される。さらに、トンガで実施された2回にわたるセミナーの運営・実施においても、その技術的能力が証明されたといえる。

当然ながら今後、現在の能力をさらに高め、沿岸漁業資源の持続的で効果的な利用を図るために、これまでに得られた知見をトンガ国民にいかにか普及していくかは水産省の努力にかかっている。

4.3 アウトプット目標の達成状況

4.3-1 一般活動事項

孵化場施設の改善と修復は本体協力に引き続き行われた。水産省の予算でコンクリートのレー

スウェイタンクが4基建設された他、ポンプの交換、電気系統の整備などが行われた。取水口の位置^{注1)}、取水パイプの老朽化の問題は、プロジェクト期間中には対処出来ず、無償資金協力による対応が要請されている。

プロジェクトの活動は広くラジオ、テレビ、新聞などで報道され、啓蒙活動の一助となった。また、FAOの南太平洋増養殖開発計画の地域養殖担当者会議において、トンガプロジェクトの現状と成果を発表する機会も得た。

4-3-2 ヤコウガイ、タカセガイの種苗放流・管理

この分野では、ヤコウガイ、タカセガイとも目標とする種苗生産数(C/Pだけで年間各3,000個体)を超えて達成し、種苗放流が2回以上(計2,750個体)行われ、所期の目標は達成したと考える。再捕調査でのヤコウガイの成長や、タカセガイについては再生産個体も発見され、移植放流が成功しつつある感触が得られている。活発な啓蒙活動、域内研修の実施、新養殖種の開発など、高い成果が得られたと考える。細目は以下のとおり。

(1) 大量種苗生産技術開発

ヤコウガイ、タカセガイの種苗生産技術は、1) 大量種苗生産手法のデモンストレーション、2) 種苗生産の基礎手法の技術移転、3) C/P単独での種苗生産、技術移転度の検証—の3段階で実施された。

第1段階では専門家が主体となって現状の施設での2年間の中間育成を行う上で限界量と思われる生産をあげた(約8,000個体)。

第2段階ではC/Pに基礎的な技術を移転した。C/Pに自由に飼育させ、両種に馴れることを目標とした。この段階で飼育に必要な最低限の作業を習得させ、生残率にはこだわらずに、自力で生産することにより自信を持たせた。目標生産数は1,000個体とした。この段階で、生産量がヤコウガイ2,000個体、タカセガイ2,400個体となり、この年の目標数は達成された。

第3段階ではC/Pが独自に種苗生産し、専門家は手を出さずに3,000個体の種苗を生産することを目標とした。現在、稚貝の数を確認している最中(殻径2.5mm程度になると中間育成に入り、計数が可能となる)であるが、ヤコウガイの目標数3,000個体以上は生産されたと確認された。この間、親貝の飼育と種苗の中間育成は2年前のものから続いて行われており、C/Pは種苗生産、中間育成、親貝飼育などの基礎技術を習得している。

なお、本種苗生産技術移転の確認のため在来種のリュウテンサザエの種苗生産を試みたところ、世界で初めて当該貝類の種苗生産に成功し、その結果としてシャコガイとともに鑑賞魚市場への販売が開始されることとなったことは付加的なものとはいえ高く評価される。

注1) 海水の取水口がリーフの浅瀬にあり、大雨の時にリーフ内の海水の塩水濃度が下がるため、その都度専門家やカウンターパートにより人工海水を注入し塩分濃度を一定に保つことが必要であった。

(2) ヤコウガイ、タカセガイとシャコガイの混合養殖

混合養殖はシャコガイ養殖タンクの藻類の掃除のために行われている。タンク掃除の労働力の省力化に効果があったと報告されている。ヤコウガイは大型藻類（紅藻類）を食べ、タカセガイは微細藻類（珪藻類）を食べ、タンクの掃除をしながら成長していくため2重の効果になっている。

(3) 種苗放流と再捕調査

エウア島の放流サイトで900個体、200個体の2回に分けて殻高5cmを超えたヤコウガイの放流が行われた。900個の放流群の1ヶ月後の再捕調査では約10%の生存が確認された。見落とし個体があると思われるので、生残率はさらに高いものと推察される。再捕計測された貝の成長は平均5mmであり、生息環境がヤコウガイに適していることが確認された。さらに2,000個体がエウア島で放流される予定である。

C/Pは標識の付け方、潜水調査、放流作業、再捕調査方法を学んだ。再捕調査中にタカセガイの再生産個体が4個発見され、トンガタブ島周辺に資源が定着しつつあることが確認されている。

(4) 資源管理システムの開発

移植放流された貝類を密漁から保護することはこれらの種を資源として定着させていく上で重要な課題となっている。国民の理解を得るため、テレビ、ラジオなどを通じた啓蒙活動が行われてきた。トンガ産貝類資源ポスターが作製され、学校や官庁、公共施設などに配布されたことも啓蒙活動の一環である。さらに、プロジェクトではこれら貝類の10年間の全面禁漁を漁業規制に加えるよう水産省に提言しており、水産省側でも検討中とのことであった。水産省は村民に沿岸水産資源管理の責任と権利を与える方向も検討中である。

(5) その他の活動

F/U期間中に約1ヶ月の域内島嶼国向け貝類増養殖研修コースを2回実施した。初年度はFAO独自の資金により、トンガ水産省が施設と講師を提供して、ヤコウガイを中心とした種苗生産技術の研修が行われた。第2年次はJICAとFAOが協同で資金を提供し、種苗生産と放流技術の研修を実施した。専門家とC/Pは両研修とも講師として貢献し、マニュアル（テキストとビデオ）も製作した。

4-3-3 シャコガイ養殖と孵化場管理

(1) シャコガイ種苗生産技術開発

シャコガイの種苗生産プログラムは本体プロジェクトから継続されて行われている。F/U協力でもシャコガイの産卵期、成長、成熟年とサイズなどの生物学的情報を6種類のシャコガイについて研究を続けたため、貴重な知見を得ることが出来た。こうした知見は「トンガのシャコガイ」として文献に取りまとめられている。C/Pはこうした研究の手法を学んでおり、さらに継続して研究を進めていくことが期待されている。

なお、外貨獲得に有望とみられる観賞用シャコガイの市場価値はサイズと外套膜の色によって決まることから、人気のある青色のシャコガイをつくる技術開発が重要で、ヒレナシジャコとシラナミにおいて外套膜の色をコントロールするための研究が行われた結果、シラナミでは遺伝形質がその外套膜の色を決める要因であることが確認された。また、シラナミは成長が早く、10ヶ月で鑑賞魚市場に出荷出来ることも分かり、短期間で収入が得られる有用種であることが判明した。ヒレナシジャコについては結論が出ていないが、現在の稚貝の発色状態から、本種についても青色の外套膜の出現率を高くすることが出来たと考えられる。

(2) 孵化場管理システムの開発

孵化場管理については、ヤコウガイ専門家とともに緊急時の対応についてC/Pに体験的に技術を移転している。また、緊急時の危機管理およびポンプと電気系統の操作方法など、孵化場運営管理マニュアルを完成させている。C/Pは今後も孵化場の利用計画を作成し、危機を乗り越えていく下地が出来ており、現時点で可能な対応策はすべて行われたと考えられる。

しかし、先に述べたように取水システムの根本的な問題が残り、今後も金銭的、労力的な負担になることが危惧されている。土曜・日曜や祝祭日、長期休暇期間の孵化場の管理問題についても、管理者に対する適切な報酬や通勤方法の確保、もしくは宿舎の提供など、今後取り組まなければいけない課題も残っている。

(3) 水産省の村落海中飼育場（VON）プログラムに対する助言

シャコガイの村落海中飼育場（Village Ocean Nursery：VON）プログラムは水産省海中飼育場（Sopu Ocean Nursery：SON）での知見をもとに、離島の漁民を主体としてシャコガイの養成場をつくり、シャコガイ資源の回復をはかるとともに、漁民に資源について理解し適切な利用方法を学んでもらうのが目的。F/Uでは本体プロジェクトから継続して合計3ヶ所のVONの指導を行った。漁民が自主的に掃除、間引き、親貝寄付など行うようになっており、成果があったと考えられる。

水産省でもVONプログラムを他の諸島グループに広める努力を開始し、ババウ諸島、ハアバイ諸島の離島にシャコガイの稚貝が配布された。当分野の専門家はこうした事業のアドバイスをし、VON用にトンガ語で書かれたマニュアルをC/Pとともに作成している。

この他にもトンガに生息するシャコガイの成熟に関する試験を重ねた結果など知見をまとめて技術報告書を作っており、当分野の活動目標は十分に達成されていると考える。

4.4 インプット目標達成度

(1) 日本側投入実績

期間中に2名の長期専門家が派遣された。両者とも本体プロジェクトからの継続で、F/Uプロジェクトへの移行は非常に順調に行われた。しかし、プロジェクトの活動が活発であり、また多くの危機管理対策を講じる必要があったため、専門家の活動は多忙を極めた。専門家業務に加えてチーフアドバイザー、調整員を二人の専門家が兼任していたわけだが、夜遅くまでの勤務、土曜、日曜には事務処理のための出勤が常となっていた。また、ヤコウガイ、タカセガイ種苗放流技術の分野で生息地調査の短期専門家として東京水産大学の山川助教授が派遣された。山川助教授は域内島嶼国の研修でも指導を行った。

長期派遣専門家

担当分野	氏名	派遣期間	所属先
チーフアドバイザー（ヤコウガイ、タカセガイ種苗放流・管理）	菊谷 賢一	1996.10.2 - 1998.10.1	国際水産技術開発
調整員（シャコガイ養殖、孵化場管理）	曾根 重昭	1996.10.2 - 1998.10.1	国際水産技術開発

短期派遣専門家

担当分野	氏名	派遣期間	所属先
原始腹足類稚貝生息地調査	山川 紘	1998.3.19 - 1998.4.16	東京水産大学

C/P研修は2年間に毎年1名の研修が行われた。初年度は貝類の遺伝育種でC/Pのまとめ役であるウルンガ ファアナヌ氏が1ヶ月間の研修を行った。2年度目は養殖技術の研修で、ヤコウガイ、タカセガイ分野のモゼセ マテアキ氏が派遣されている。研修期間中に徳之島において、ヤコウガイの放流地点調査の技術実習を受けている。

カウンターパート研修

研修分野	氏名	派遣期間
貝類遺伝育種、孵化場管理	Mr. Ulunga Fa'anunu	1997.8.19 - 1997.9.20
養殖一般	Mr. Mosese Mateaki	1998.8.17 - 1998.12.27

機材は、F/U期間中の活動、管理業務に必要な機材と、今後の孵化場施設のメンテナンスに必要なものが選ばれ、各機材とも有効に活用されていた。また域内島嶼国からの参加者を招い

た研修を実施するために、特別セミナー開催費も拠出されている。2年間の協力期間中に現地業務費1200万円、機材供与1500万円、携行機材100万円など合計2800万円が供与されている。

日本側支出（機材、ローカルコスト負担）単位：千円

年度	現地業務費	機材供与費	携行機材費	特別セミナー	合計
1996	4,500	-	-		4,500
1997	5,040	10,650	1,217	557	17,464
1998	2,281	4,000	-		6,281
合計	11,821	14,650	1,217	557	28,245

(2) トンガ側投入実績

トンガ側はカウンターパートとし養殖部長以下5名のスタッフを配置した。5名のC/Pは養殖部長が全体の調整を行い、ヤコウガイ、タカセガイ分野で2名、シャコガイ分野で2名が配置されたが、このうちシャコガイ分野のC/Pは底魚統計を兼任していた。留学から帰国したスタッフや、他の養殖分野のスタッフもカウンターパートの位置づけではなかったがF/Uプロジェクトの活動に関与し、技術移転が行われた。

担当分野	C/P氏名	期間
全体計画、孵化場管理	Mr. `Ulunga Faanunu	1996.10.2 - 1998.10.1
ヤコウガイ、タカセガイ種苗放流	Mr. Siosaia Niumeitolu	1996.10.2 - 1998.10.1
	Mr. Mosese Mataaki	1996.10.2 - 1998.10.1
シャコガイ養殖	Mr. Tala'ofa Loto'avea	1996.10.2 - 1998.10.1
	Mr. Feauini Vi	1996.10.2 - 1998.10.1

トンガ側は孵化場の電気代、水道代、人件費、研究開発費などを負担している。1998年にはトンガの予算でコンクリートのレースウェイタンク4基が建設された。

年度	電気	水道**	給与	開発費	合計
1997	18,150	2,058	38,768	7,000	65,976
1998*	14,400	2,427	34,203	4,500	55,530
合計	32,550	4,485	72,971	11,500	121,506

*1998年は概算、予算年度は7月から6月まで

**水道代は水産省全体、給与は養殖部全体

5. 案件の効果

5-1 技術的效果

水産省のスタッフはヤコウガイ、タカセガイ、シャコガイの増養殖と適切な管理方法についての知識と技術を習得した。彼らの技術力と作業能力はこの2年間で十分に向上し、日常の作業、種苗生産、種苗放流などが行えるようになってきている。この間に世界で初めてリュウテンサザエの人口種苗生産に成功している。この2年間に域内島嶼国を対象としたヤコウガイの種苗生産と放流に関する研修コースを2回実施したが、その際にはトンガのカウンターパートが講師を務め、プロジェクトで習得した知識と技術を域内に広める役割を果たせるようになってきている。またシャコガイの分野ではトンガの離島の漁民を対象としたワークショップが開かれ、シャコガイ種苗中間育成の民間への展開の可能性についての講義が行われた。

ヤコウガイの種苗生産、放流にかかるマニュアルはFAOから出版されることが決り、技術の普及にさらに役立っていくことになる。

5-2 制度的効果

増養殖セクションはトンガ水産省の中でも最も重要なセクションとなった。資機材の充実と孵化場の整備は貝類増養殖の活性化につながり、また施設は南太平洋で屈指の規模を誇るまでになった。啓蒙普及活動にビデオソフトが活用されるようになり、テレビ、ラジオの利用も盛んになっている。また、孵化場施設や展示室の設置により、水産省はトンガの学生たちに対する水産と海洋科学の教育を行う上で重要な組織となっている。

5-3 経済的效果

シャコガイ種苗の鑑賞魚用マーケットへの販売は1995年7月から開始された。最近の輸出業者3社への販売額は年間2万トンガドルにまでなっている。加えてリュウテンサザエが1998年6月から鑑賞魚マーケットに出されはじめ、ヤコウガイについても輸出業者が興味を示している。こうして養殖部は「収入を得られる部局」として水産省の中で重要な役割を果たすようになってきている。

ヤコウガイとタカセガイについては資源が定着した時に、漁民のよい収入源となることが期待されている。

5-4 社会・文化的効果

村落海中飼育場（VON）のプログラムは漁民の沿岸資源に対する見方を変えた。VONはもともと参加型開発の考えに基づいて実施されたわけだが、漁民が持続的な資源の利用について認識しはじめ、シャコガイ資源の管理を自ら行うようになった。

プロジェクト活動により、水産研究センターを見学に来る訪問者の数や、マスコミからの取材の申し込みが増えてきている。こうした事実から、トンガ国民の間で海洋資源に関する興味が高まっていると考えられる。今回実施した漁民や消費者などへの聞き取り調査でも、遠隔地でテレビが映らない家庭が多い中で、プロモーション活動から2年たった今も啓蒙普及用に制作したテレビ番組「ロブスタ

ーマン」の知名度は高く、漁業規制についての認知度も高かった。水産省の活動の中では増養殖をあげる人が一番多かったが、この事はプロジェクト活動が国民に与えた影響の強さをものがたっている。国民の資源保護に対する意識が高まり、プロジェクトの啓蒙活動の成果も確認されたと考えられる。

6 自立発展の見通し

6-1 組織的自立発展性

本プロジェクトはトンガの第6次国家開発計画に基づき、以下に示す増養殖分野の開発戦略ののって実施された。

- 1) 経済的価値のある種類の増養殖試験
- 2) 計画部と協調して海外市場開発につとめる
- 3) 調査部と協調して養殖システムを開発する
- 4) 珊瑚礁域で種苗放流を実施する
- 5) 様々な養殖が出来る人材の能力の強化
- 6) 他の南太平洋諸国との増養殖情報の交換

第7次計画については現在も承認されていないが、第6次計画と大筋で変化がないとされている。この限りではプロジェクトの組織発展性に問題はない。

しかしながら、水産省の活動範囲は広がり、責任はさらに重要となっていく中で、それに見合ったスタッフの能力と数の充実には至っていない。増養殖分野の活動を限られた人数でこなすためには、活動プロジェクトに優先順位を付け、最大の成果が出るようなスタッフの配置が必要不可欠となっている。

6-2 財務的自立発展の見通し

水産省の活動範囲と内容に比して、その予算は限られているため、JICAプロジェクトが終了した後でも同レベルの活動を継続していくには困難も予想される。しかしながら、本年度からのトンガ政府の方針は、収入の得られるプロジェクトに高い優先順位を付けるというものであり、本プロジェクトでは実際にシャコガイその他の生産物から収入が得られることが実証されたことから、必要な予算の獲得が可能であると思われる。

6-3 技術的自立発展の見通し

孵化場の施設はプロジェクト実施中にかなりの部分改善されたが、取水口の位置の問題については十分な解決案を導くことが出来なかった。将来の水産研究センターの技術的自立発展のために、本件についての早急な対応が望まれる。

シャコガイの遺伝育種を応用した種苗生産などは技術がC/Pに十分に伝わっており、今後自力で研究開発を行える能力を持っている。

ヤコウガイとタカセガイの大量種苗生産についてもC/Pは基本的な技術を習得しており、独力で生産を続けることが出来ると判断された。しかしながら、再捕調査技術についてはC/Pが自分たち

だけで安全に調査を実施する段階には至っていないと思われるため、この分野での何らかの支援が必要と考える。

7. 提言

当該プロジェクトは全体として所期の目的を達成し1998年10月1日をもってR/Dの規定どおり成功裏に終了することになる。当運営指導調査団訪問時に開催されたプロジェクト成果発表式典において、専門家カウンターパート代表である養殖部長のスライドやビデオによるプロジェクトの内容及び成果の発表に対し、バロン・バエア首相はじめ大臣、各国大使から高い賛辞を得ることができた。

プロジェクトそのものは終了することとなるが、今後その成果をさらに発展させるために次のような新しい取り組みに対する協力を実施することが効果的であろう（評価議事録第6章参照）。

- (1) プロジェクトにより生産された種苗が放流され地先住民の参加型の開発により沿岸資源が管理され各村落の管理責任が確立しつつある。しかしながら放流された種苗が自然の生態系のなかで再生産サイクルに至るまでにはなお数年を要し、そのための継続したモニタリング調査が必要である。
- (2) また沿岸資源の多様性を保存し、持続的に利用するためには住民参加型のボトムアップのアプローチとともに、禁漁時期や区域の設定等によるトップダウンのアプローチも重要である。このようなトップダウンのアプローチを全島に普遍させるためには規則の周知や違反者の監視等相応の人員と予算が必要となる。このための一つの手段として海中公園の制定と利用が効果的である。（但し、現在トンガでは5カ所の海中公園が制定され土地・調査・天然資源省や水産省他によるPark Authority Committeeがその運営を委任されているものの棚上げ状態で、わが国への技術協力が要請されている）。
- (3) 以上のような要請に対応するため、当該プロジェクトによる基盤を利用した次の分野の短期専門家派遣による協力が効果的であると思料する。

- 資源放流調査：潜水による移植種再捕調査や再生産個体調査、さらに調査結果の解析等

- 海中公園運営：放流種苗の保護、生物多様性の保存、初等中等教育への利用（環境教育）等海中公園の運営管理

- (4) 大洋州への協力を効果的に実施する上で他の援助機関との協調や地域の共通ニーズに対する広域協力の重要性が上げられる。域内の最高学府である南太平洋大学 (University of South Pacific: USP)の海洋学部(Marine Studies Program)は日本の無償資金協力により施設と機器が整備され、水産分野の域内協力の拠点としての役割が期待されている。今後養殖部門の強化も計画されており、トンガの種苗生産施設を教官の研究施設や学生の実習場としてUSPが利用する協調関係が構築されることが望ましい。

（但し、学部長との協議においてUSP分校であるソロモン諸島国のIMR (Institute of Marine Resources)において既にUSP-SPC-ICLARM間の協調プログラムが具体化しつつあることが確認され、また、

カリキュラムにトンガ実習を組み入れるためには、トンガサイトにおける宿泊施設の欠如や学生に対する教習・生活費の手当が必要となる点から、現段階での実施可能性は低いと考えられる。）

- (5) このような背景から、当該プロジェクトで得られた成果を域内に裨益させる効果的な手段として JICA の第三国研修が有効である（F/U 期間中に既に 2 回の国際ワークショップ開催の経験と実績を有しており、技術レベルや運営体制には問題がないと考えられ、水産次官もその実施に積極的でありコストシェアも可能であるとの見解が示された。但し、日本政府の要求基準である 15% のコスト負担は困難であることが予想されることから、他の援助機関や USP との協調実施の可能性も検討されるべきである）。

8. 所感

8-1 南太平洋島嶼国では水産・海洋分野での知識と技術を持った人材の育成が必要であるが、農業教育はあっても水産教育は行われていない。南太平洋大学でのインタビューでは、水産を教える教師がいないことと、教育の方向が受験教育に偏っているため、水産を中学・高校の教科に入れるのが難しいことを指摘された。一方、トンガ教育省では水産教育の重要性に強い認識を持っている模様で、水産・海洋教育のカリキュラム作成を補佐する専門家を日本政府に以前から要請していることから、水産省の施設と船舶を用い、増養殖と漁業実習を補填する形でトンガに水産教育を導入する可能性について検討することが望ましいと考える。また、海中公園との連携による種苗の放流、資源保全啓蒙活動に、上記の高校での水産教育を組み込んでいけば、さらに効率的で効果的な援助ができると思われる。南太平洋の小さな国では地域的な展望で協力する必要性は当然考慮すべきだが、それとともに、国内の省庁の壁を超えた協力可能性を考えていくことが効果的であると考えられる。

F/Uに入ってから専門家の任務については、プロジェクトの規模が縮小されても、運営管理の業務量は変わらないことから、専門家への負担が大きくなるのは避け難い。

8-2 今回の事例では専門家が非常に責任感があり、毎日の残業だけではなく、土曜、休日を返上して事務を行うことによって支障なくプロジェクトを推進してきたが、今後は業務量の過多とならないよう十分注意をしつつプロジェクトの計画立案を行っていく必要があると考える。

8-3 本F/Uプロジェクトで特に評価できる点としては次のようなことが上げられる。

① 種苗生産に係る技術移転の目標設定が適切であった。

プロジェクトの中には、専門家自らが先頭に立ち目標化された量的達成度を優先させるあまりカウンターパートに対する技術移転が阻害されるものが見受けられ、当該プロジェクトは技術の移転を最優先させ段階別に適正な目標が設定された。すなわち1年目は専門家が主体となり種苗の大量生産が可能なることをカウンターパートに示し、2年目には量にはこだわらずカウンターパート自らに責任を持たせ実践させる方法がとられた。種苗生産施設全体の運営をまかせたことで、システム全体の理解を増進させることができ、かつ種苗生産技術についての知識とノウハウの移転が促進され、カウンターパートの自信と誇りに繋がり高い成果が上げられたものと考えられる。

② アウトプット重視のプロジェクト運営がなされた。

専門家の技術移転の内容は、ともすれば組織内での内部収斂的な活動が主体となり、周辺住民を始め一般国民への広報、周知は疎かになりがちである。特に F/U 期間は、専門家2名の体制で役務が多かったことから、プロジェクトを外部にアピールし、他の省庁や議会の理解を得る活動は専門家に大きな負荷を与えたといえる。しかしながら、視聴覚協力隊員（本体期間中は短期専門家や U.S. Peace Corps.）との協調等により次のようなアウトプットを成果として納め、内外からの高い注目が集った。これらの成果は今後の域内での利用が促進されるものと考えられる。

- 資源管理啓蒙用 VIDEO、プロジェクト広報用 VIDEO

- シャコガイ、タカセガイ、ヤコウガイの種苗生産マニュアル
(ヤコウガイのマニュアルについてはFAOから出版される予定)
- 種苗生産施設運営マニュアル
- 視聴覚教室及び貝類展示場の整備

③ 他国援助機関との協調がなされた。

当該プロジェクトにおいては、規模は小さいものの（だからこそ大洋州に合致しているといえる）、次のような他の機関との協調事業が実施され、現場レベルでのノウハウの補完とコストシェアを実現し効果的なプロジェクト運営がなされた。

- F.A.O.との合同国際ワークショップの開催（1997年、1998年の2回）
- ヤコウガイマニュアルのF.A.O.からの出版（予定）
- U.S.Peace Corps.隊員との協調でトンガ産貝類ポスター制作

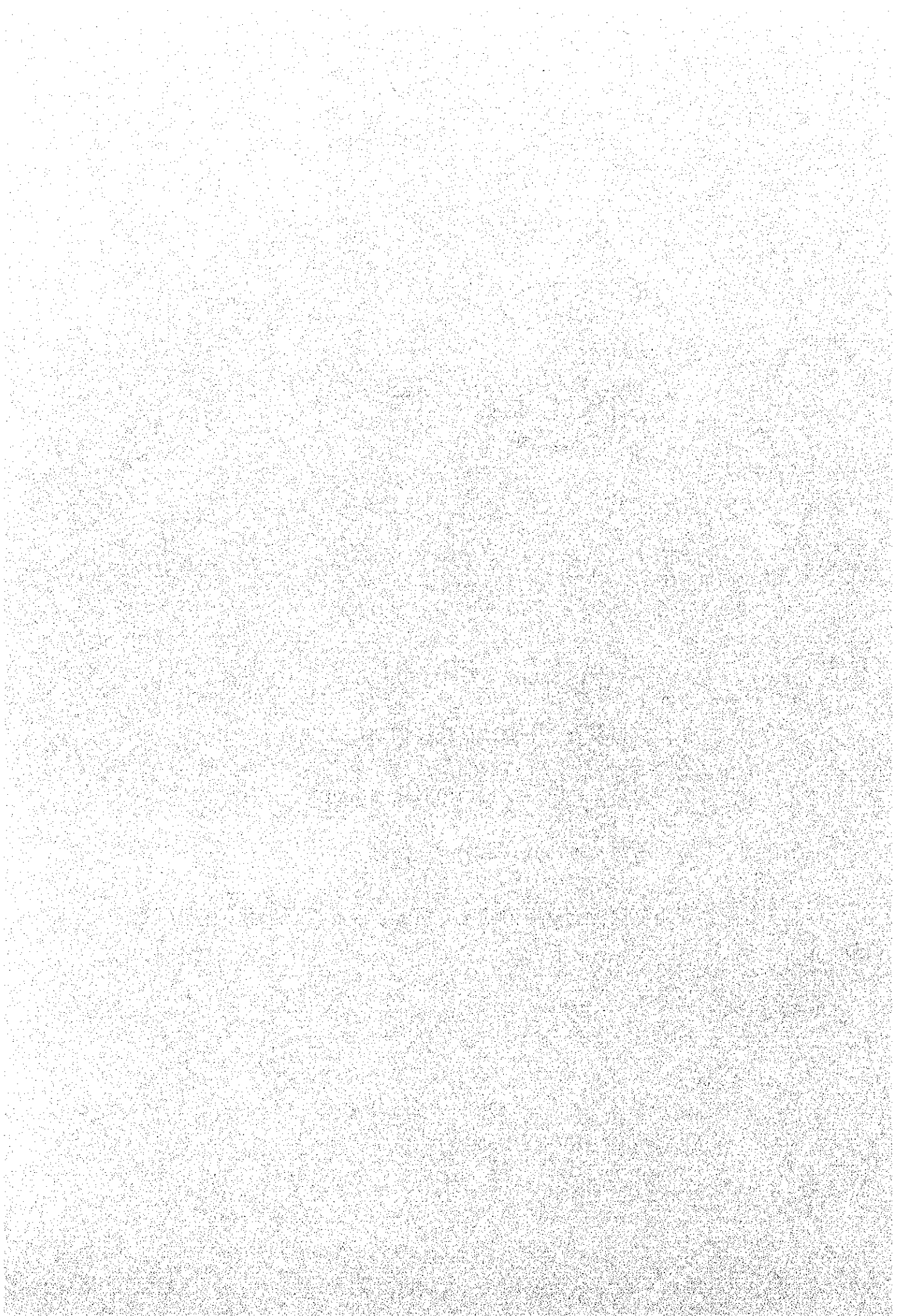
8-4 本体プロジェクトの対象であったボラ養殖に関しては、プロジェクトでの提言に沿って、マボラの天然資源回復を図るための禁漁期、禁漁区の設置について水産次官'Akauola氏が積極的に漁民と対話集会を持ち、禁漁期の設定とエリ（定置の漁法）の設置位置の制限などを行っていくこととなった由であり、高く評価できる。

8-5 最後に、生物を対象とする協力は長期的に取り組む必要性がある点を強調しておきたい。特に人為的な種苗生産のみが対象でなく、当該プロジェクトのように自然の生態系を活かした増殖型の協力は終了後のアフターケアがより一層の効果発現の上からも重要である。この意味で、短期専門家の派遣や第三国研修実施により側面的に協力をを行うことが肝要であると思料する。

以上

付 属 資 料

1. プロジェクト運営指導調査団ミニッツ
2. フォローアップ協力の討議議事録 (R/D)
3. カウンターパート配置一覧表
4. プロジェクトデザインマトリックス (PDM)



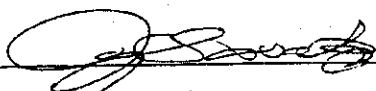
MINUTES
OF
THE JOINT EVALUATION MEETING
ON
THE FOLLOW-UP PROGRAMME
OF THE AQUACULTURE RESEARCH AND DEVELOPMENT PROJECT
IN
THE KINGDOM OF TONGA

The Japanese evaluation Team organized by Japan International Cooperation Agency, headed by Mr. Juichiro Sasaki, visited the Kingdom of Tonga from August 27 to September 4, 1998, for the purpose of evaluating the follow-up programme of the aquaculture research and development project (hereinafer referred as "the Project").

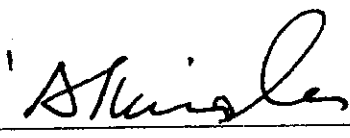
The Japanese evaluation team and Tongan evaluation team headed by 'Akau'ola, Secretary for the Ministry of Fisheries, carried out the joint evaluation of the Project.

The Joint Evaluation Meeting for the Project was held on September 2, 1998, to discuss on the result of the evaluation, and both sides agreed to convey to their respective governments the summary of the evaluation attached herewith.

Nuku'alofa, 3 September, 1998



Mr. Juichiro Sasaki
Leader,
Japanese Evaluation Team,
Japan International Cooperation Agency,
Japan



'Akau'ola
Secretary,
Ministry of Fisheries,
Kingdom of Tonga

**SUMMARY OF THE FINAL EVALUATION
OF
THE AQUACULTURE RESEARCH AND DEVELOPMENT FOLLOW-UP PROJECT
IN
THE KINGDOM OF TONGA**

1. Background of the follow-up project

The Fisheries Research Center was established in 1978 by a grant aid from the Japanese Government. Its mission was to promote research in the development of fisheries in Tonga. However, in 1982, the center was seriously damaged by Cyclone Isaac and its research activities had to be discontinued due to it. As the inshore fisheries resources continued to decline, the need for counter this problem has been a major task for the Tongan government. Therefore, the Ministry of Fisheries (MOF) requested the Japanese Government to rehabilitate the facilities and to provide technical assistance in the fields of aquaculture as well as stock survey and management of the inshore fisheries.

In response to the request, Japan International Cooperation Agency (JICA) started to cooperate with the MOF to implement a five-year Aquaculture Research and Development Project based on the result of a series of preliminary surveys.

The project started on 2nd October 1991 and included three technical cooperation items, namely: 1) fish culture (mullet, milkfish, rabbit fish); 2) seed production and resource enhancement of shellfish ; and 3) survey and management of inshore fisheries resources. At the end of the 5 year cooperation period of the project, the Japanese evaluation team was dispatched and together with the MOF they recommended for the further need of follow-up technical cooperation in the field of shellfish culture. The fish culture and the resource survey and management programs were terminated upon completion of technical transfer. Following the recommendations of the evaluation team, the Record of Discussions was signed between the two governments for the implementation of the follow-up program of the project in August 1996.

Overall Goal

The overall goal of the Project is to improve the capability of the MOF for the sustainable development of fisheries with well managed resources.

SJS

N

Project Purpose

The purpose of the Project is to strengthen capability of the MOF on the shellfish resource management by transferring techniques on shellfish aquaculture to Tongan counterparts.

Project Duration

From October 2, 1996 to October 1, 1998

2. Activities

2-1 General activities

- (1) Rehabilitation of hatchery facility
- (2) Extension activities of shellfish culture technique
- (3) Public awareness campaign and publicity activities

2-2 Seed release and management of trochus and green snail

- (1) Mass seed production technique development
- (2) Poly-culture trial with Giant clam
- (3) Seed releasing and recapture survey
- (4) Establishment of appropriate resource management

2-3 Giant clam culture and hatchery management

- (1) Seed production technique development of highly valued giant clams
- (2) Establishment of a management system of the hatchery facility
- (3) Technical advice to the MOF on the establishment and management of village ocean nurseries

3. Evaluation of the Project

3-1 Input

3-1-1 Japanese side

(1) Dispatch of Japanese experts

Long-term experts

Chief Adviser/Seed Release & Management of Trochus and Green Snail	Mr. Kenichi Kikutani	Oct.02,1996-Oct. 01, 1998
Coordinator/Giant Clam Culture & Hatchery Management	Mr. Shigeaki Sone	Oct.02,1996-Oct. 01, 1988

Short-term expert

Habitat Survey of Archaeogastropoda	Dr. Hiroshi Yamakawa	Mar.19,1998-Apr.16,1998
-------------------------------------	----------------------	-------------------------

(2) Training of Tongan counterpart personnel in Japan

Shellfish Genetic & Aquaculture Management	Mr. `Ulunga Fa`anunu	Aug.19,1997-Sep.20,1997
General Aquaculture	Mr. Mosese Mateaki	Aug.17,1998-Dec.22,1998

(3) Provision of machinery and equipment

JICA provided aquaculture equipment, a vehicle, an outboard engine, a copying machine, water pumps etc. The total amount of machinery and equipment is ¥15.8 million during the follow-up project term. The main items of the provision are shown in the appendix 1. The expenditure for each fiscal year is given in the table below.

Japanese side expenditure

(Unit:1,000 Yen)

Year	Project Activities Expenses	Machinery And Equipment Expenses	Other Equipment Expenses	Special Seminar Expenses	Total Amount
1996	4,500	-	-	-	4,500
1997	5,040	10,650	1,217	577	17,464
1998	2,281	4,000	-	-	6,281
Total Amount	11,821	14,650	1,217	557	28,245

The Japanese fiscal year is from April to March

(4) Expenditure

The total amount of the follow-up project activities was about ¥28.2 million. The expenditure for the project activities in each fiscal year is shown in the previous table .

3-1-2 Tonga side expenditure

(1) Counterpart personnel for the each section

Overall Management	Mr. 'Ulunga Fa'anunu	Oct.02,1996-Oct.01,1998
Seed Release & Management of Trochus and Green Snail	Mr. Siosaia Niumeitolu Mr. Mosese Mateaki	Oct.02,1996-Oct.01,1998 Oct.02,1996-Oct.01,1998
Giant Clam Culture and Hatchery Management	Mr. Tala'ofa Loto'ahoa Mr. Feauini Vi	Oct.02,1996-Oct.01,1998 Oct.02,1996-Oct.01,1998

(2) Expenditure

Four concrete raceway tanks to strengthen the shellfish production capability were constructed by the MOF fund in 1997. The expenditure for the project activities in each fiscal year is shown in the table below.

Tongan side expenditure

Unit(TS)

Year	Electricity	Water**	Wages/Salary	Development	Total Amount
1997	18,150	2,058	38,768	7,000	65,976
1998*	14,400	2,427	34,203	4,500	55,530
Total Amount	32,550	4,485	72,971	11,500	121,506

*Estimation amount

**The above stated expenditure for water is for the whole MOF usage.

The Tongan fiscal year is from July to June

3-2 Result and Output

3-2-1 General activities

Most facilities that had been damaged by Cyclone Isaac in 1982 were rehabilitated during the former project except for a seawater supply system and an electrical wiring system. During the follow-up project, Japanese experts replaced an old water pump with a new one, and exchanged the new electrical wires for the old ones after a thorough investigation of the electrical wiring system. However, the seawater supply system still has problems of occasional low salinity and dirt contamination. Other facilities in the hatchery have been rehabilitated and improved since the beginning of the follow-up project, so that all the tanks in the hatchery are fully utilized and occupied by shellfish.

The activities of the follow-up project has been announced nation-wide through TV, radio and newspaper. The follow-up project team sent an expert to attend a technical coordination meeting for exchanging present aquaculture circumstances in the South Pacific region and he reported the project activities to South Pacific island countries and other international donors.

3-2-2 Seed release and management of green snail and trochus

(1) Mass seed production technique development

(a) Brood-stock rearing

Aeration system and rearing cage were designed and installed to broodstock rearing tanks. In order to create the environment of the broodstock tank suitable for green snail, habitat survey was conducted and feed algae were identified. Identification method of mail and female green snail was transferred to the counterparts.

(b) Seed production

The technical transfer of trochus and green snail seed production was carried out in three stages. The procedures were as follows.

First stage (year one): Demonstration of a mass seed production technique

A demonstration seed production was conducted during the former project. A practical seed production of green snail was mainly carried out by an expert in this stage. The expert instructed the counterparts in the procedure of seed production. About eight thousand juvenile green snails, 2 years old, were produced by the expert.

Second stage (year two): Technical transfer of basic seed production



The follow-up project started from this stage. The second stage aimed at the counterparts being familiar with the minimum requirement of the seed production works. The counterparts conducted all of the seed production procedure of green snails and trochus under the guidance of the expert. The counterparts were able to manage the green snail and trochus juveniles without supervision. The target number of seed production for each species was 1,000 individuals.

Third stage (year three): Completion of technical transfer

The counterparts practiced all the seed production procedure with supervision from the expert. The expert instructed the counterparts on any areas of deficiency in their knowledge. The counterparts conducted the seed production without the assistance of the expert. The target number of seed production for each species was 3,000 individuals. The number of green snail and trochus seed production for each year is shown in the appendix 2.

(c) Results of the technical transfer

A trial seed production of green snail was conducted in 1994 with success. A total of 98 seeds were produced.

In 1996, the expert demonstrated the mass seed production and 8,000 green snails were produced. The training of the counterparts in the basic seed production of green snail and trochus was conducted in 1997. The total of 2,000 green snail seeds and 2,400 trochus seeds were produced. The number of seed production of each species in the second stage attained the intermediate target of 1,000 each year by the counterparts themselves.

The training of the counterparts in the basic seed production method is completed at the end of June 1998. The counterparts' proficiency in the seed production technique of green snail was judged by the number of the green snail juveniles that has reached the intermediate culture size (over 2.5 mm in shell diameter). The target number of 3,000 was confirmed to be produced.

As for the seed production method of trochus, the technique is easier than that of green snails. The counterparts have produced more than 3,000 trochus to the intermediate culture size (over 3.0 mm in shell diameter).

(2) Poly-culture trial with giant clams

Poly-culture has been tried for the purpose of cleaning algae from giant clam culture tanks. Green snails feed on macro (red) algae while trochus feed on micro algae. It has worked effectively to reduce the labor workload.

Since four tanks were newly constructed in 1997, poly-culture aiming to solve tank capacity limitation has been terminated.

J.B.

N

(3) Seed releasing and recapture survey

A total of 1,100 two year old green snail juveniles have been released at `Euaiki Island since the last week of April 1998. A total of 900 individuals were released in the first group. The project team recovered this group after one month. The recovery rate was 10%. As many green snails hid in small deep holes, they could capture only 5 individuals for measurement. The average growth rate was about 5 mm in shell height with the largest individual growth of 9 mm in shell height. Another 2,000 individuals will be released at `Euaiki Island within this year.

The counterparts learnt the seed releasing and recapture survey technique such as tagging method, diving survey technique, and cross bearing method. The counterparts also learnt drawing reef topography and analysis of collected data. During a series of surveys, they could find 4 reproduced trochus around Tongapapu island.

(4) Establishment of appropriate resource management

Protection of transplanted species from the poachers is important to establish these resources. Awareness promotions were practiced nationwide by a television broadcast as the Fisheries Video News was produced by a Japan Overseas Cooperation Agency (JOCV) audio visual member.

A total of 2,000 shellfish posters, "Molluscs of Tonga", was produced and distributed to the educational institutes, ministries, high commissions, aid organizations, airline companies, restaurants and etc. The posters also have been presented to the visitors at the project site for our project publicity activities.

The project recommended the amendment of the Fisheries regulations for a total ban on fishing of introduced species until those resources are well established for harvest.

(5) Other related activities

(a) Training courses

One month training courses for South Pacific Island countries were organized and held at the MOF in the middle of April 1997 and in the middle of March 1998. The training course in 1997 was funded by SPADP(II)(*)/FAO and technical cooperation was provided by JICA for the purpose of the instruction of the seed production technique of green snail. The training course in 1998 was funded by SPADP(II)/FAO and JICA. Technical cooperation for the training course was provided by the JICA and MOF for the purpose of the instruction of the seed production and restock enhancement of green snail and trochus. Five Island countries, Western Samoa, Solomon Islands, Kosrae Island from Federated States of Micronesia, Penrhyn Island from the Cook Islands and Tonga participated in 1997. And six countries, Vanutu, Fiji, Kirbati, Marshall Islands, Philippines and

Tonga, and USP student from Fiji participated in 1998.

(b) Development of other valuable shellfish seed production

Turbo petholatus which has a beautiful colored shell called tapestry turban, and an operculum is known as "cat's eye", is extensively used in shell jewelry. Recently, this beautiful turban snail is in demand by aquarium markets.

The project team conducted a spawning induction of tapestry turban in May 1997 intending to add marketable species from aquaculture production. About 2,600 juveniles of marketable size (over 2 cm in shell height) have been produced at the end of June 1998. Almost 1,000 individuals (2.0 to 3.0 cm in shell height) have been sold to the aquarium market by the end of August 1998.

A price list of tapestry turban is as follows.

Shell height 2.0-3.0 cm 3.0-4.0 cm

Price (T\$) 57 cent 60 cent

3-2-3 Giant clam culture and hatchery management

(1) Seed production techniques production

The culture of giant clam program was started by the former project in 1991. The follow-up project has continued the giant clam culture in order to obtain biological information, spawning season, growth rate and maturity size of the six giant clam species.

The market value in giant clam is determined by its mantle color difference. To control mantle color of giant clam is one of the important techniques for future culture. Therefore, breeding experiments regarding mantle color control have been conducted with two species, *Tridacna maxima*, and *T. derasa*.

(a) Breeding experiment of *Tridacna maxima*

In 1996, the project team conducted two hybridization experiments. The project team succeeded in producing the seeds which possess blue colored mantle with a high appearance rate. This result proved that different mantle color of giant clam is determined by each genetic trait. Therefore, it is possible to produce highly valued giant clams for the aquarium market. This species grows to the marketable size in 10 months, which enable to generate cash in a short term.

The expert finished instructing the counterparts in the techniques mentioned above.

(b) Breeding experiment of *Tridacna derasa*

JOB

N

The project team commenced a series of the hybridization experiments in 1993. Experiments continued during the follow-up project and it is still too early to comment the result yet. However, it seems to have tendency of blue colored mantle giant clams with a high appearance rate.

(2) Establishment of a management system of the hatchery facility

The facility of the hatchery system has not been satisfactory improved as mentioned in 3-2-1. However, within the constraints, optimal hatchery management system for the usage of the hatchery facility as a whole was established. The counterparts have obtained sufficient skills to manage current hatchery facility.

The project team has prepared the hatchery operation manual.

(3) Technical advice to the MOF on the establishment and management of village ocean nurseries

(a) Existent village ocean nurseries (VON) program

The VON program was commenced in 1993 to educate villagers in the fisheries resource management of giant clams. The program was continued to expand and increase the number of VONs during the follow-up project. The VONs were set up in front of three villages, 'Atata village, Kolonga village and 'Euaiki village. The MOF donated the hatchery produced giant clams to each of the selected villages every year. The village communities are rearing the clams by their own management under the guidance of the MOF.

The numbers of cultured giant clams in each village are as follows:

'Aatata village--- *Tridacuna squamosa*=1,350, *T. derasa*=6,300, Broodstock=75

Kolonga village---*T. derasa*=7,200

'Euaiki village----*T. derasa*=500 (started in 1996)

The expert supervised the counterparts on biological data analysis of the giant clams, seed release technique and the management system of VONs.

The project team has prepared the evaluation report of present status of VONs for each village.

(b) Extension project of the VON

Progress of the VON project is as follows:

August 1996 : A counterpart conducted a preliminary survey of VON project in Vava'u island.

December 1996: 350 giant clams were transported to Vava'u. The project set up a pilot nursery for giant clams.

February 1997: The project carried out a promotion tour for giant clam nursery and also conducted field surveys for giant clam nursery.

JB

N

December 1997: National workshop of giant clam aquaculture funded by U.K. Commonwealth was held by the MOF. A total of 4,500 *T. maxima* were donated to Vava'u Islands.

May 1998: 550 individuals of *T. maxima* were donated to Ha'apai Islands and Vava'u Islands respectively by the MOF.

July 1998: 300 individuals of *T. maxima* was donated to Vava'u.

The MOF has already commenced VON program in the remote islands. The counterparts played the central role to instruct the villagers on the ocean nursery techniques for giant clams.

In February 1997, a promotion meeting of VON project was held in Vava'u with representatives from seven villages. A national workshop on giant clam culture funded by UK Commonwealth was held by the MOF on August 1997. Twenty villagers from 3 islands attended this workshop. An aim of this project was to promote commercially based giant clam farming nation-wide. The MOF currently supplies the *T. maxima* seeds for individuals who applied to try giant clam farming.

The project is preparing a manual for the giant clam farming in Tongan.

(4) Other related activities

(a) Extension program of giant clam seed release

The project could not carry out seed releasing program of giant clams owing to a lack of fisheries management and regulations to protect released seeds. The project recommended the MOF to establish sanctuaries for the released giant clams in coordination with other relevant Ministries.

(b) Biological studies of giant clam

Various experiments have been conducted to understand the biology of giant clam such as the long term breeding experiments; a releasing experiment of small juveniles; an inspection of the gonad index; and a spawning induction of F1 spawners. The project also tried a spawning induction using serotonin which was the first trial in Tonga. The results of those experiments are presented in a report "Giant clams in Tonga".

JJB

A

4. Issues for the future

4-1 Green snail and trochus seed release and management program.

Seed releasing and recovery survey of green snail and trochus were not carried out during the first year of the follow-up project, because dependable outboard engine was not available for the survey boat. The project team initiated those activities from the second year.

Four juveniles, born from released trochus have been found this year. If such a reproduced trochus were found more in the nature, the scale of seed production of trochus could be reduced. As for green snails, the project team has not found reproduced individuals yet, it is necessary to continue releasing the seeds and to conduct recapture survey for few more years. For the green snail reproductive survey, night time diving is the most effective survey method. The counterpart who is being trained in Japan will obtain the skill and conduct the survey when he returns.

4-2 Giant clam culture and hatchery management

This section still has encountered an allocation problem with the appropriate counterparts. One counterpart who is working in this section also has additional duty for other section. This field needs the allocation of at least two full-time counterparts.

4-3 The common problems of both fields

The MOF hatchery management system for weekends and holidays is not adequately developed. With present condition, if some accident happens during the weekend or Xmas holidays, it is very difficult to tackle the problem. Adequate work plan for weekends and Xmas with proper incentives is needed.

Although seed production and seed releasing technique have already been established, the counterparts need to develop their capability of writing technical and research papers.

5. Conclusion

5-1 Impacts of the project

5-1-1 Technical impacts

The objective of the project was primarily to train the MOF staff, and appropriate technology has been applied in each program.

The MOF staff acquired knowledge and technique of the green snail, trochus and giant clam mariculture and their appropriate management. As a result, their technical and working ability has been improved during the two year cooperation period. They now initiate their daily routine work, seed production activities, field survey and seed releasing work.

Two training courses in the seed production and releasing technique of marine snails for the South Pacific Island countries were held in Tonga. In addition, national level workshops on the giant clam culture were held for villagers. During those workshops, the counterparts demonstrated and transferred their knowledge and technology through lectures and practices. This made a great impact to the regional and domestic aquaculturists.

The manuals developed for the workshops will be further utilized for the development of shellfish culture in the Pacific region.

5-1-2 Institutional impacts

The aquaculture has become one of the most important sections in the MOF. Machinery and equipment for the hatchery provided by the JICA and four concrete raceway tanks constructed by the MOF led to the revitalization of the shellfish seed production and seed release activities. The MOF's hatchery in Tonga has become one of the biggest hatcheries in the South Pacific Island countries.

Through its activities, the project provided an appropriate data and information for the basis of Fisheries Conservation Regulations.

Awareness campaigns utilizing audio visual media such as posters, videos, TV, and radio contributed for the institutional development of the MOF. With exhibition room and hatchery facility, the MOF has become one of the important source of education for fisheries and marine sciences for students in Tonga.

5-1-3 Economic impacts

Juvenile giant clams have been sold in aquarium markets since July 1995. The recent sales figure for aquarium markets is about T\$ 20, 000 annually. Tapestry turban has also been sold since June 1998.



Moreover, the aquarium traders show an interest on green snail juvenile. The aquaculture section has become an important part of the ministry to generate income.

Green snail and trochus introduced to Tonga are expected to become a good source of income for fishermen once their resources are established in Tonga.

5-1-4 Social impacts

Introduction of village ocean nursery (VON) program has change the attitude of villagers toward the inshore resources. As VONs have been established on the basis of participatory development, villagers have recognized the importance of sustainable resource use and started to manage the resources by themselves.

Due to the project activities, the number of visitors to the Mariculture center has increased and request for interview from the mass media is also increased, which indicate the growing interest of Tongan citizens in marine resources.

As a result of public awareness campaigns, Tongan citizens are more aware of the vulnerable resource situation and appropriate use of the marine resources.

5-2 Sustainability of the project

5-2-1 Technical sustainability

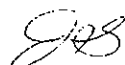
The hatchery facility has been improved during the project period, however there still exist water quality problem that may hinder the technical sustainability of the Mariculture center.

The technique of the giant clam seed production and releasing were established successfully during the seven years period of this project. In the present circumstances, the MOF staff are able to carry out the activities by themselves.

The instruction of the counterparts in the technique of seed production, release and field survey for green snail and trochus commenced at the beginning of the follow-up project. The counterparts have finished learning the basic seed production skills. As for the recapture survey technique, the counterparts still need further assistance to improve their skill.

5-2-2 Financial sustainability

The budget allocated for the MOF is limited considering their wide range of activities, therefore, it may be difficult to maintain the same levels of activities after the project. The policy of the Tongan government is to give higher priority to a project which generate income. As the project has proved to generate revenue from giant clam and other aquaculture products, and increment of revenue is expected, it is possible to ensure financial sustainability.



5-2-3 Organizational sustainability

This project was originally created under the Sixth Development Plan of the Kingdom of Tonga which stated the responsibility of aquaculture section to develop culture based fisheries and re-seeding of reefs for stock replenishment.

The project has been fully implemented in line with the following government development strategies.

- 1) experiment species that have commercial potential;
- 2) liaise with the Planning Section on market outlets;
- 3) liaise with the Research Section on technical aspects of the culture systems;
- 4) implement reef re-seeding programmes;
- 5) strengthen the manpower's capacity in regard to the various culture systems;
- 6) exchange information on aquaculture with other South Pacific countries.

Although Seventh Development Plan has not been officialized yet, above strategies still work as a guide line for aquaculture development. As long as this strategies are followed, the sustainability of the project is promising.

Responsibilities of the MOF, however, are becoming more significant with an increased range of activities without a corresponding increase in capability and number of staff.

In order to make aquaculture activities sustainable with limited staff, it is essential to prioritize the projects and coordinate the staff allocation for the maximum achievement.

EJS

A

6. Recommendations

It is concluded that the project as a whole successfully attained its objectives owing to the untiring effort of Tongan counterparts and Japanese experts. After the termination of the project, however, in order to further confirm its sustainability, the following measures are recommended.

6-1 Technical measures

(1) Green snail recapture survey

As the juveniles born from released green snails have not been found, it is necessary to continue the recapture survey for few more years. Since the releasing activity commenced only from April 1998, time-lag to conduct the recapture survey was the restriction of the technical transfer. In this reason, the follow-up cooperation for the recapture survey by the JICA is recommended as follows:

- Dispatch of short term expert for 6 months starting from January for 2 successive years
(Spawning season is only once in a year, at least survey for 2 years is inevitable)

(2) Management and regulations

During the project year, hatchery produced seeds have been released into appropriate sites and VONs. Although community-based resource management was introduced in VONs, the amendment of the Fisheries regulations for a total ban on fishing of introduced species should be considered until the resources are well established for harvest. It is also recommended that the territorial use right of near shore area for fishery resources should be given to the villagers.

In addition, the marine parks and reserves designated by the Ministry of Land, Survey, and Natural Resource should be utilized as one of the means to conserve and enhance the marine resources. In this context, hatchery produced seeds will be released in the marine parks when the proper enforcement measure is established.

6-2 Financial measures

The sound hatchery operation is the key to the entire aquaculture activities. In order to operate the present scale of seed production and releasing activities, it is estimated that T\$66,000 for one year including staff salary is necessary. The present Tonga budget, however, is about T\$60,000 for those purposes. Therefore, the balance, T\$6,000, should be covered by some means for sustaining the present scale activities, otherwise, there should be reorganization of the activities taking scale-down into consideration.

Since the aquaculture section generates the revenue, T\$20,000/year, which is expected to increase as the seed production of Giant Clam and other species goes well, the MOF should discuss the

Des

A

possibility to create a revolving account with the Ministry of Finance. It is recommended that the account should be used for the hatchery operation by the solo authorization of the MOF.

With regard to the scale-down of the present activities, there is less need to continue the seed production of trochus since the natural reproduction was confirmed. Therefore, more effort should be shifted to produce green snail and giant clams.

Moreover, the cost due to the insufficient seawater supply system is also affecting the total budget of the hatchery operation. The fundamental renovation of the seawater supply system by the cooperation of the JICA is recommended.

6-3 Organization measures

Since the aquaculture section has an allocation problem of the appropriate staffs, it is recommended that the MOF should make a monthly duty plan for each activities in order to allocate limited staffs for the maximum outputs. The annual work plans for the projected activities of Green snail and Giant clam are developed by the experts and attached as appendix 3 and 4. Special attention should be paid to the duty shift on weekends, holidays, and Xmas vacation since the hatchery operation requires daily attention for the live shellfish.

6-4 Other measures

(1) Equipment

Since machinery and equipment for the project activities are still in use for continuous research and development of aquaculture section, the section head should have an authority to control the usage of the equipment. Some equipment such as transportation vehicle, boat and 85 Hp outboard engine is required for the follow-up activities by the short term expert.

(2) Third Country Training Program (TCTP)

As one of the strategies of the MOF is to exchange information on aquaculture with other South Pacific countries, the training courses were held during the follow-up project period. The JICA recognizes the ability of the MOF and it is recommended that the MOF should continue to play a leading role on the extension of established aquaculture technology for other countries. The JICA could assist to organize the training course by the scheme of TCTP if the government of Tonga will bear the 15% of the total cost. It is also recommended that the JICA dispatch the preliminary survey mission to discuss the possibility of TCTP.

DES

A

Appendix 1

EQUIPMENT LIST

1997

#	Description of Goods	Quantity	Total Price
1	TOYOTA HI-LUX PICK UP TRUCK	1 unit	T\$ 27,405
2	YAMAHA OUTBOARD 85 AETL	1 set	T\$ 7,751
3	TOSHIBA COPIER PHOBP 2060	1 unit	T\$ 3,960
4	MULTI HIGH DENSITY CULTURE TANK	1 unit	JY 1,370,000
5	FRP TANKS EKT-1.4	4 sets	JY 720,000
6	FRP TANKS KF-250	8 sets	JY 400,000
7	ARTIFICIAL SEA WATER	64 sets	JY 627,200
8	YAMMER DIESEL PUMP YKS-2DF	1 units	JY 350,000
9	PLASTIC CONTAINER	40 pcs	JY 216,000
10	INCUBATION TANK	2 unit	JY 180,000
11	SUBMERGEABLE PUMP	1 set	JY 160,000
12	OTHERS	11 items	JY 532,000

1998 Proposed

#	Description of Goods	Quantity	Total Price
1	MARUHACHI SEA WATER PUMP	2 sets	CIF TONGA
2	ENGINE TRUSH PUMP	1 unit	JY 4,000,000
3	PLUMBING MATERIAL	10 items	

Appendix 2

A. Trochus

Year	Number Transplanted	Number Produced	Number Released	Number Reproduced
1992	**1000		900	
1993				
1994				
1995				
1996				
1997		2,400		
*1998		>14,500	1,000	4

>: More number shall be confirmed as time passed.

* The number in 1998 indicates the data as of August, 1998

** Transplanted from Fiji

B. Green Snail

Year	Number Transplanted	Number Produced	Number Released	Number Reproduced
1992				
1993	**50		41	
1994	***320		174	
1995		98		
1996		8,000		
1997		2,000		
*1998		>1,782	2,750	

>: More number shall be confirmed as time passed.

* The number in 1998 indicates the data as of August, 1998

** Transplanted from Vanuatu

*** Transplanted from Japan

C. Giant Clam

Year	Number Produced	Number Released	Number to VONs	Number Sold
1992	22,000	11,000		
1993	50,000	26,000	4,500	
1994	50,000	14,000	4,000	
1995	2,000,000	70,000	4,000	3,000
1996	400,000	0	4,500	8,000
1997	60,000	0	4,000	10,000
*1998	N/A	N/A	1,300	15,000

N/A: The produced number has not been counted yet.

* The number in 1998 indicates the data as of August, 1998

APPENDIX 3

SOPU MARICULTURE CENTER TONGA

YEARLY WORKING PLAN FOR GREEN SNAIL SEED PRODUCTION

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1. Brood stock rearing	2 weeks	2 weeks	2 weeks									
2. Diatom culture	3 to 5 days	3 to 5 days	3 to 5 days									
3. Spawning induction / Larval rearing	1st spawning	3 months										
4. Larval settlement / Juvenile rearing	2nd spawning	4 months										
	3rd spawning		5 months									
5. Intermediate culture												
PHASE I			1st spawning	3 months								
			2nd spawning		3.5 months							
			3rd spawning			4 months						
PHASE II												
			1st spawning	4 months								
			2nd spawning		5 months							
			3rd spawning			6 months						
PHASE III												
			1st spawning	18 months								
			2nd spawning		18 months							
			3rd spawning			18 months						
6. Intermediate culture of the large sized seeds (until over 6 cm in shell height)												
			3 years (from larval settlement stage)									

WORK PLAN FOR SEED RELEASE OF GREEN SNAIL

	JAN	FEB	MAR	APRIL	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC	
Selection of green snail juvenile over 5 cm in shell height.		3 months											
Tagging and measurement		4 months											
Seed release		4 months											
Recapture survey		1 day / month	in each released site										
Suitable habitat survey for seed release		2 days / month											
Predator survey of green snail (night diving)		1 day/month											

SOPU MARICULTURE CENTER TONGA

YEARLY WORKING PLAN FOR GIANT CLAMS

APPENDIX 4

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
		from the last year production								X		
	1st harvest, & transplant Land Nursery Phase			2nd harvest & trans plant Ocean Nursery Phase Start						Spawning, Larval Culture 1 face way tank may produce 20,000 seed clams	Post Larval Culture	
Operational Stages												
Operational Key Tasks												
1 Collecting of Broodstock												
2 Tanks preparation for Spawning												
3 Spawning												
4 Water parameters monitoring												
5 Cleaning wastes and weed from tanks												
6 Making substrates												
7 Making net cages												
8 Thinning clams (in hatchery)												
9 Transfer clams to ocean nursery												
10 Thinning clams (in ocean nursery)												
11 Cleaning net cages and clams inside												
12 Collecting clams for Aquarium Mkt.												
13 Prepare export documents & handover of clams												

REFERENCE

1. Estimated Expenditure for hatchery operation
2. Organization of Aquaculture Section
3. Detailed work plan for green snail and trochus
4. Evaluation team interview survey

