

海外技術協力を通じた自然共生型漁港整備の実践

岡貞行¹・折下定夫²・桑原伸司³・長野 章⁴

¹正会員 長崎県水産部水産基盤計画課 (〒850-8570 長崎県長崎市江戸町 2-13)

s_oka@pref.nagasaki.lg.jp

²正会員 パシフィックコンサルタンツインターナショナル(株) (〒206-8550 東京都多摩市関戸一丁目 7-5)

oris-888@pcitokyo.co.jp

³正会員 水産科学博 北日本港湾コンサルタント(株) (〒003-0029 北海道札幌市白石区平和通 2 丁目北 11-18)

s_kurwa@njpc.co.jp

⁴正会員 工博 公立はこだて未来大学 (〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116-2)

nagano@fun.ac.jp

今後の海外技術移転は、単なる技術の移転に留まらず環境保全や技術レベルなど現地条件に適合した対応が求められている。このため、インドネシアでの技術移転活動において、現地条件を踏まえた実践的・効率的な技術移転手法を提案するとともに、ジャカルタ漁港ではマングローブを活用した自然共生型の護岸施設及び港内海水交換システムの導入を試みその効果を把握した。その結果、海外技術移転手法の一つとして、5年程度の中期支援計画の設定・ワーキンググループの設置・モデル漁港の設定・現地条件を踏まえた技術の採用、等が重要であることを検証した。また、マングローブを活用した護岸の改良及び港内海水交換システムの導入により、地盤の補強及び表土流出防止、防風・塩害防止、生態系の回復、景観等アメニティ性の向上等の効果を得ることができた。

Key Word : Technology transfer, Natural symbiosis type fishing port, Improvement of water property, Mangrove

1. はじめに

世界的な食糧需要の見通しが厳しい中、インドネシア等の開発途上国においては漁業を国家の重要政策と位置づけ、その拠点としての漁港整備を推進している。一方わが国に対しては、国際協力の観点から漁港整備技術移転の役割が高まっているが、単なる施設整備技術の移転に留まらず、環境保全や技術レベルなど現地条件に適合した対応が求められている。このため、インドネシアでの漁港整備技術移転活動経験に基づき、現地条件を踏まえた実践的・効率的な技術移転手法を提案するとともに、整備後約20年を経過したジャカルタ漁港の西護岸の改良及び水域環境の改善方策として、現地に豊富に存在するマングローブを活用した自然共生型護岸整備及び港内海水交換システムの導入を試み、その効果を把握する。

2. 技術移転手法の提案と実践による効果の把握

技術移転を含め海外支援を行う場合には、DACによる妥当性、有効性、効率性、インパクト、自立発展性の評価5原則¹⁾を踏まえる必要があるが、開発途上国等へ海外技術移転するにあたり、我が国における高度な技術をそのまま移転しようとしても、相手国の技術レベル、経

済事情、社会情勢等のギャップから無理を生じる。技術移転を効率的に実施するためには、相手国におけるこれら事情を十分把握したうえで「人づくり」を念頭に置いた支援課題を設定し、あわせてJICA等我が国の支援スキームを踏まえ計画的に実施する必要がある。このため、インドネシア国農業省水産総局(現海洋開発水産省)でのJICA個別専門家としての活動(1997.3-2000.3)を通じ、以下の技術移転手法を実践しその効果等を把握した。

(1) インドネシア漁港整備の問題点と技術移転の課題

インドネシア政府は、自国の漁港に対して、①水産物水揚げの場・漁船係留の場に加え、②漁村開発・アグロビジネスの拠点、③水産物品質管理・検査・流通の場、④水産関連産業及び輸出基地、⑤水産関係データ収集の場等としての役割を与えている。インドネシアにおける主要な漁港の種類と構成を表-1に示す。

ところが、これら漁港整備の実施体制としては、農業省水産総局施設局に漁港を専門とする技術者がいない他、漁港基本データの不備、整備技術マニュアルの未整備等の問題があった。つまり、行政機関における漁港整備技術は相当低いと言ってよく、ローカルコンサルタント等が実施した計画、設計等に対しての技術的評価や判断が欠落したまま採用しているのが実態であった。このため、漁港整備にむけて解決すべき主要課題として、環境保全

に配慮しつつ現地調査や相手政府側担当者との協議等を通じて、港勢データ等の整備、漁港計画、環境衛生対策（写真-1）、施設設計（写真-2）、漂砂対策（写真-3）、管理運営を設定した。

(2) 漁港整備技術移転中期計画の作成

相手側担当者の受け入れ能力や技術移転の効率性等を勘案し、技術支援の実行計画として具体的な支援スキームやスケジュールを盛り込んだ漁港開発技術支援5カ年計画（表-2）を策定した。支援スキームとしては、技術移転全般を長期派遣専門家が対応し、不足する技術分野について短期専門家等の活用を図る一方、施設整備や一連の技術パッケージ支援については、無償、有償、プロ技等、あらゆるスキームの活用を検討した。

(3) 実践的な問題解決手法の導入

a) 現地条件に適合した応用技術の採用

インドネシアへの技術支援においては、技術レベルや財政事情から、高度な技術の使用や高価な施設、材料の使用は不适当であった。また、ジャワ海沿岸部はマングローブの一大繁殖地であったにもかかわらず、近年その

多くが伐採され海岸部の侵食の他沿岸域環境の悪化につながっていた。このため、漁港の整備開発にあたっては、周辺環境との調和に最大限配慮しつつ、現場条件にあった材料の使用や応用技術を適用することに最も留意した。

b) ワーキンググループの設置

各個別課題の検討にあたっては、漁港部局内に課題別作業部会を設置し問題点を抽出したうえで、ジャカルタ漁港（全体計画及び漁港管理）、プカログン漁港（漁港計画）、ビトン漁港（施設設計）、プロンドン漁港（環境衛生）、プガール漁港（漂砂）等具体事例をモデルとしつつ、解決策を一体となり検討した。

その結果、作業が効率的に進んだとともに自国の具体的な事例で自ら検討するシステムは、担当官に対する問題点の植え付けや解決のイメージづくりに効果があった。

c) マニュアルの作成・配布と試行的使用

ワーキンググループでの検討成果については、国内向けに一般化したうえで、簡略な手引き等としてとりまとめた。在任期間中にとりまとめたマニュアル類は、漁港のデータベースとしての「インドネシアの漁港」の他、「漁港計画」、「漁港環境衛生対策」、「漁港施設設計」、「漁港漂砂対策」の5本である。

表-1 インドネシアにおける漁港の種類と構成

種別	規模・内容	数	代表的な漁港
a) Class A	遠洋漁業対応で200トンクラスの漁船の収容が可能	5	ジャカルタ、クダリ、ペラワン 他
b) Class B	沖合漁業対応で50-200トンクラスの漁船の収容が可能	11	プカログン、プロンドン、ブルギ 他
c) Class C	沿岸漁業対応で20-50トンクラスの漁船の収容が可能	16	クバン、ソロン、ランプロ、ダゴ 他
d) Class D	主に20トン以下の漁船を収容する地方管理の漁港	560	プガール、マナド、バンカルピナン 他

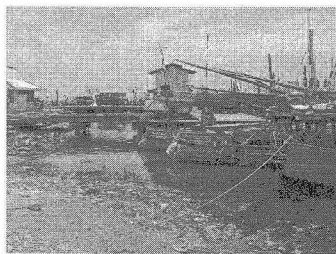


写真-1 環境衛生対策の不備



写真-2 施設設計の不備

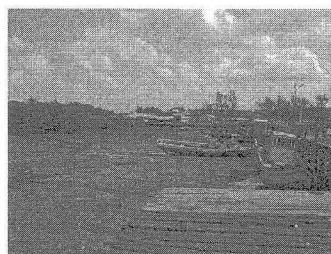


写真-3 漂砂対策の不備

表-2 漁港整備技術移転中期計画

技術協力分野	スキーム	1998	1999	2000	2001	2002	2003	備考
1. 漁港計画（全体管理）	長期専門家							達成
2. 漁港環境衛生	短期専門家	---						達成
3. 漁港施設設計・漂砂対策	短期専門家		---					達成
4. 漁港管理技術	短期専門家			---				達成
5. 漁港水環境	短期専門家			---				達成
6. 漁村計画	短期専門家				---			達成
7. 漁港行政	短期専門家					---		未
8. 漁港開発計画策定	短期専門家						---	未
1. 東部イ漁村振興計画策定	開発調査			-----				達成
2. 漁港衛生管理モデル事業	プロ技					-----		未
1. ジャカルタ漁港のリハビリ	PL	-----						達成
2. ビトン漁港整備	PL				-----			未
3. 重要度の高い小規模漁港の改修	SPL		-----					達成

その結果、マニュアルには担当者名を成果図書に掲載することで、担当職員のインセンティブと責任感が格段に向上し作業が能率的に進んだ。データベースなどの成果物については、他国のドナーからも援助にかかる基礎データとして活用された。また、これらを地方政府に配布し意見を求める仕組みを採用した結果、在任期間中に一部から修正意見が提出されるなど、成果の全国への普及および継続的展開に期待できる結果となった。

(4) その他ワークショップの開催等

漁港関係職員の資質向上を図るため、我が国における先進事例紹介や、マニュアルの普及のためのワークショップやセミナーを開催し(写真-4)し技術移転を図った。

その結果、担当行政官において問題解決に向けてのイメージの共有及び問題意識を持続させる面で効果があった。また、相手側政府主催の全国担当者会議(写真-5)で講義を行ったことは、全国への漁港整備技術の普及に貢献した他、当該専門家の信頼拡大並びに全国の担当官(現在の水産総局長含む)との友好関係強化に大きな成果とインパクトがあった。

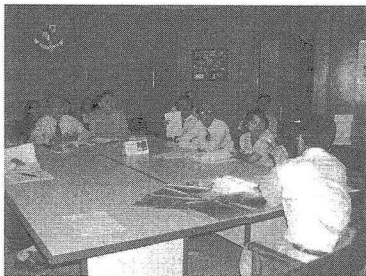


写真-4 ワークショップ

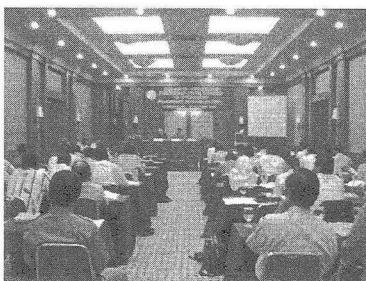


写真-5 全国担当者会議

3. 自然共生型漁港整備の実践

ジャカルタ漁港(写真-6, 7)は、1973年に海外技術協力事業団(現 JICA)のフィージビリティ調査の後、海外経済協力基金(現 JBIC)の円借款など日本の ODA による

支援を受けて建設されたインドネシア最大の漁港であり、1984年に供用開始された。しかしジャカルタ漁港の建設サイトは、元々遠浅かつ軟弱な地盤という厳しい条件下にあったことから1990年代後半には、地盤沈下等による影響が現れ早急なリハビリ対策の必要に迫られていた。

一方、インドネシアは国土のすべてが熱帯雨林地帯に属し、ブラジルと並んで世界で最大級のマングロープ生息地域(約250万haで全世界の約14%)を有する。ジャカルタをはじめジャワ海沿岸もマングロープ林が繁茂する自然生態系上重要なエリアであったため、漁港のリハビリにあたってはこれら環境への配慮が最も重要な課題となった。また、インドネシアへの技術支援という観点から、技術レベルや財政事情等を勘案した解決策の導入が求められた。

このため、整備後約20年が経過したジャカルタ漁港の西護岸の沈下対策に加え、水域環境改善対策を講じるにあたり、豊富に存在するマングロープを活用した簡易かつ経済的な自然共生型の護岸施設及び港内海水交換システムの導入を試みた。

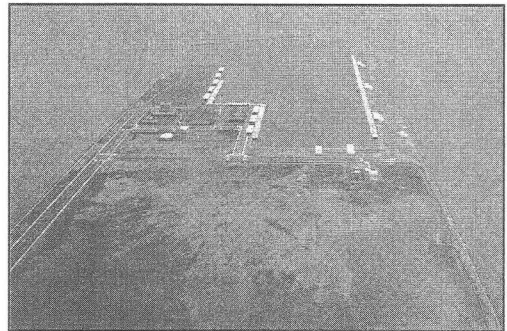


写真-6 ジャカルタ漁港埋立直後(1984年)

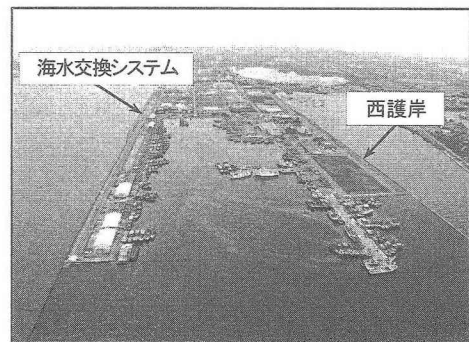


写真-7 ジャカルタ漁港現在(2001年)

(1) マングロープの特性把握調査

a) 現地マングロープの特性把握

ジャカルタ漁港西護岸の改良及び港内水質交換シ

ステムへのマングローブの適用に当たり、現地に多種類存在するマングローブの特性を把握した上で、各施設に求められる機能への適応性から適切なマングローブの選定する必要があった。このため、周辺でのマングローブ林踏査を行い、種類別に適する生息環境や根の特性を調査した上で当該漁港施設への適応性を把握した。ジャカルタ漁港周辺における2種類の勢力種の特性を表-3、写真-8, 9に示す。

b) 漁港施設への適応性の把握

漁港施設への適応性を判断するため、①常時水没する環境又は一日の数時間水没する環境のどちらに適するか、また、海水濃度として淡水混じりの汽水域又は普通の海水域に適するか、②今回の対象施設が護岸及び海水交換システムであったことから、地盤強度の確保、表土流出防止の観点から、数多くの根が深く張るか又は広く浅く張るかといった特性を重視した。

特性把握結果から、当地における汽水混じりの環境下における勢力種としては、フタゴヒルギ（写真-8、学名 *Rhizophora apiculata*）が常時水没する環境に適し、ヒルギダマシ（写真-9、学名 *Avicennia marina*）が数時間水没する環境に適することが判った。今回の護岸施設及び海水交換システムへの適応種として、前者は深く根を張ることから地盤の強化に適する一方、後者は広く浅く根を張ることから表土流出防止に適することを明らかにした。

(2) ジャカルタ漁港西護岸への適用実験調査

a) マングローブの選定

ジャカルタ漁港では、軟弱地盤の埋め立て後約20年以上が経過していたことから、西護岸の約1kmの不等沈下及び部分的なひび割れにより、その直背後が浸水していた。当該対策として、当初はコンクリート製護岸の腹付けによる嵩上げが検討されたが、地盤支持力が不足すること、また、多大な経費がかかるなどの問題点があった。このため、これに代わる方法として、表土流出対策に効果があるとされていたマングローブ護岸を採用することにした。護岸工へのマングローブ植栽適用にあたっては、当該護岸の西側陸域部は内水調整池から淡水が流れ込む汽水域の環境下にあることから、一日の大半が水没している護岸直背後には、地盤強度確保の観点からフタゴヒルギ、また、数時間水没するその背後には、表土の流出防止観点からヒルギダマシが良いと判断し、これを採用した。

b) 護岸断面の検討及び植栽（図-1）

断面の検討にあたっては、既存の堤体はそのまま活用する一方、その背後を緩やかな斜面（1：5）で陸側に盛土することで当初の埋め立て地盤高に復旧し、斜面部分を感潮帯とすることでフタゴヒルギ及びヒルギダマシ双方に適する生息環境を創出した。その後2000年12月、ジャカルタ漁港近傍のマング

表-3 インドネシアにおける主なマングローブの特性比較

種類(学名)	現地名(和名)	適する生息環境	根の特性
<i>Avicennia marina</i>	Api-api (ヒルギダマシ)	- 一日の数時間が水没 - 粘性土	- 地中浅く地面と平行に横に走る。 - 筍のように垂直に伸びる細長い円錐形の直立根が、無数に生える。
<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau (フタゴヒルギ)	- 水没環境下 - 淡水混じりの汽水域 - 粘性土	- 空中の幹から蛸足状に四方に垂直に根を出す。 - 自重を支えるため、地中深く根を張る。

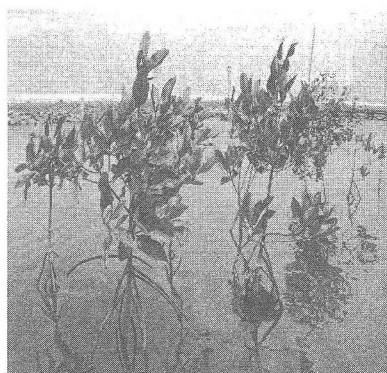


写真-8 フタゴヒルギ（蛸足状の根）

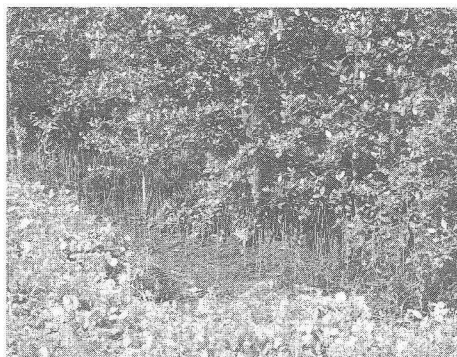


写真-9 ヒルギダマシ（無数に広がる根）

ローブ林から両種の種子を採取し、フタゴヒルギの胎生種子は護岸法線に沿って約2m間隔で植林し、ヒルギダマシの種子は斜面一面に蒔いた(写真-10)。

c) 結果

マングローブはもともと自生力が強く、また、成長力も早い植物である。特に、ヒルギダマシは2年後には、自ら種子を落下させ自然繁殖を繰り返し、約3年後の2003年には5mに成長し1kmのほぼ全体にわたりマングローブが生い茂る自然の護岸となった(写真-11)。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ・2種類のマングローブの支柱根、筍根が土中に根付くことにより、護岸背後の地盤補強と表土流出防止機能が生まれ、護岸機能が確保された。
- ・5m程度にもなる自然の壁により、防風・塩害防止の機能が増すとともに、漁港の中に柔らかな潤いのある景観と環境を提供できた。
- ・密生した支柱根、筍根等のナースリー効果により、エビ・カニ、稚魚などの生態系が回復するとともに、人々が身近にマングローブの役割を理解する学習の場を提供。
- ・建設費が、ほとんど不要。

(3) 海水交換システムへの適用実験調査

a) 海水交換システムの考え方

ジャカルタ漁港の港内は閉鎖性が強く、また潮の干満が通常約60cmと小さいことから海水交換しにくい環境にあり、長年の漁業活動等により水質は悪化の傾向にあった。このため、漁港内における環境用地として計画された親水公園(池の面積:約1万 m^2 、容積:満潮時最大1万 m^3)を利用して潮位差を活用した港内海水の浄化システムを検討した。システムは、潮位差を利用して港内から一旦海水を貯留し、マングローブやこれに付随して発生する生物等による浄化作用を経て、海水を港外へ排出するものである。また、港内と池の間には、油やゴミを回収するインレットを設けている。当該施設へのマングローブの選定にあたっては、汽水域と同じ環境にあると考えられること、また一日の大半が水中に没している環境下にあることから、ジャカルタ漁港の周辺に多数繁殖していたフタゴヒルギを主として採用した。

b) 海水交換システムの仕組み

海水交換システムの主な仕組みは、下記のとおりである。図-2に海水交換システムの断面図を示す。

- ・海水を一時的に貯水する池を設ける(図-3)。池の港内側に堰、港外側に排水用のカルバートを

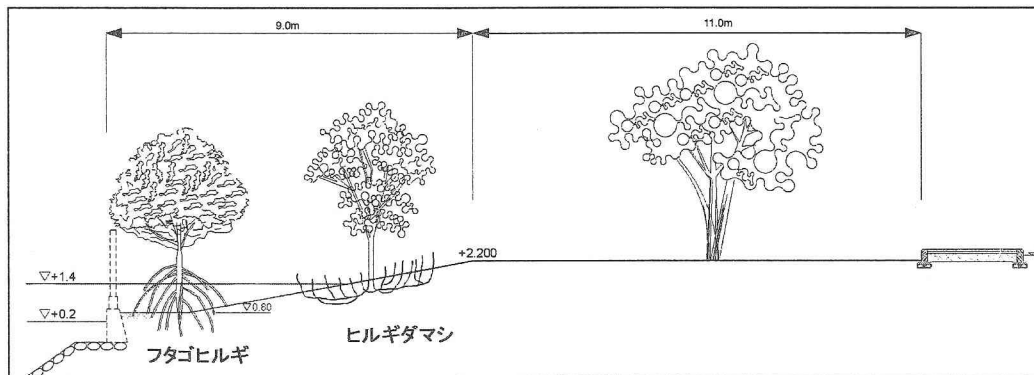


図-1 マングローブを利用したジャカルタ漁港西護岸

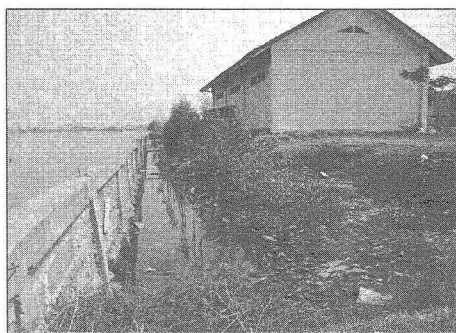


写真-10 マングローブ植栽直後の西護岸



写真-11 マングローブ成長後の西護岸(2003.12)

設け、それぞれに逆流防止ゲートを設置する。

- ・干潮時に池の出口側のゲートを閉鎖する。この時点で池は空の状態である。潮位が上昇し堰を超え港内の海水が池に流れ込む。この際、海水は堰の手前に設けられたスクリーンで浮遊しているゴミを除去されたのち、油除去装置（図-4）で油が除去され、一旦貯水池に貯められる。
- ・またインレットから池本体までの水路部分には、部分的に石を敷くことにより、人が渡れるようにするとともに、暴気効果を期待している。

c) 結果

追跡調査結果より、以下のことが明らかとなった。

- ・油やゴミ回収効果で、水質の透明度が向上した。
- ・干満差の利用より、1日当り池に貯留される約8,000～12,000m³の海水分の交換が図られた。
- ・密生した支柱根・筍根周辺に発生する動植物プランクトンや小魚等の生態系が回復した。
- ・マングロープの繁殖とインドネシア最古の灯台とが良好な景観を生み出し、漁港空間のアメニティーが向上した。

4. 技術移転活動の評価

個別派遣専門家の技術活動に対する評価手法を示したものはない。そこで、JICA事業評価ガイドライン（国際協力事業団:2001）における評価手法の考え方を基本に、当該活動が論理的な計画の組み立てかを検証するためPDM（Project Design Matrix）を作成（表-4）した。

その結果、当該事業における「投入→活動→成果→プロジェクト目標→上位目標」の因果関係が明らかとなり、当該

技術移転活動が上位目標、プロジェクト目標、成果及び投入との関係から理論立てた組み立てとなっていることが理解できる。しかし、上位目標である水産業の振興及び水産物の安定供給を達成するには、他の水産関連施策と一体かつ総合的に実施される必要がある。

また、このPDMを使用し、当該技術移転活動の評価5項目に加え、我が国へのインパクトを追加した6項目について評価を実施した結果（表-5）、効率性、インパクトの面で、プラスの効果が得られていることが判った。

5. 結論

(1) 技術移転手法について

海外技術支援において、これまでどのような方法が最適かといった定型化されたものではなく、被支援国の条件に適合した柔軟な対応が重要となる。当該事例においては、漁港整備海外技術移転の方法として、水産業及び漁港の現状把握と課題設定を行った上で、技術支援実行計画としての技術支援5カ年計画の策定を行うとともに、個々の課題の解決方法として、ワーキンググループ等の設置、現地モデルの活用、マニュアル化等を行うといった手法を提案し実践した。その結果、これら手法は、①技術支援活動の計画的な推進、②相手方行政官との問題意識の共有化と自発性・継続性の確保、③解決策について具体的イメージの植え付けといった観点からきわめて有効かつ効果的であることが示された。

(2) 自然共生型漁港整備について

- a) ジャカルタ漁港の西護岸の改良ケースにおいては、フタゴヒルギ、ヒルギダマシの2種類のマングロープに

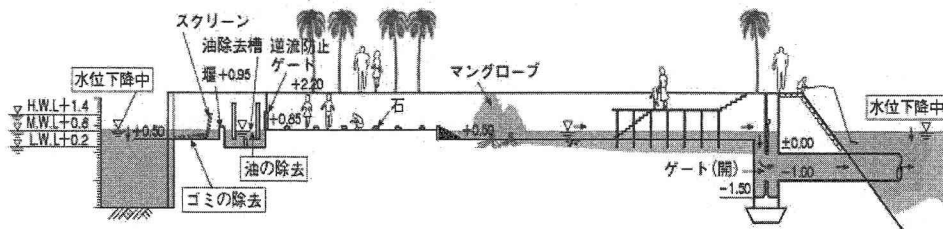


図-2 ジャカルタ漁港海水交換システム標準断面図

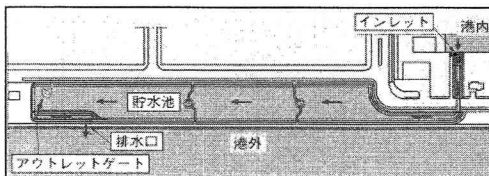


図-3 海水交換システム平面図

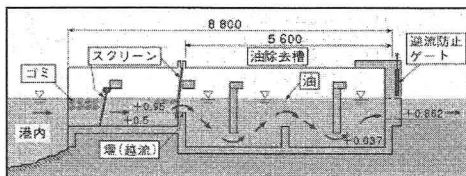


図-4 インレット断面図

表-4 インドネシア漁港計画技術移転活動のPDM

Narrative Summary プロジェクト（技術移転活動）要約	Objectively Variable Indicator 指標	Important Assumptions 外部条件
overall goal: 上位目標 効率的かつ持続可能な漁港整備を通じて、水産資源の発展、水産物の安定供給を確保する。	1 海産物生産量の増大	他の水産物開発施策が一体的かつ総合的に講じられるか。
project purpose: プロジェクト目標 インドネシアにおける漁港整備の技術向上、効果・効率的な漁港整備が可能となる。	1 漁港整備関係関係者の能力強化 2 直営による漁港整備の増進	必要な予算が確保されるか。
outputs: 成果 1 インドネシアにおける政府関係の漁港整備技術の向上。 2 漁港整備の各種マニュアルが作成され、関係関係者への波及効果が得られる。	1 ワークショップ参加者向上の取り組み数 2 直営によるデータベース、マニュアル等の改善	カウンターパートや担当職員が時間的余裕で対応しない。
activities: 活動【=技術移転活動】 0.1 インドネシア水産資源開発の促進とODAによる効果的な支援政策の策定 0.2 インドネシア漁港整備の推進点及び技術移転活動の把握 0.3 技術移転対言面としての漁港整備技術移転計画を作成 0.4 実証的技術移転手法の導入（環境保全に配慮しつつ現地条件に適した技術移転の策定等） 0.5 技術移転計画（漁港計画、漁港整備管理、漁港整備計画、漁港整備計画）にワーキンググループを設置 0.6 相手国関係者における作業を行わせつつ各成果をマニュアルに取りまとめ 0.7 各マニュアルを各関係者に配布・教育的に使用し、問題点を修正 0.8 必要に応じて、相手国関係者を日本に派遣し、先進事例を学習 0.9 ワークショップ、セミナーの開催により、関係者の能力向上・問題意識の共有化	inputs: 投入 （日本側） ・長期専門家：3年 ・短期専門家：3ヶ月×3 ・技術計画、漁港整備管理、漁港整備計画・漁港整備計画 ・資機材：パソコン1式 ・現地関係者：現地技術関係等 ・印刷機本費：成果マニュアル等の印刷・製本 ・日本の派遣：カウンターパート研修：2×2週間 （相手側） ・水産物関係での関係の作業スペースの提供	カウンターパートや担当職員が時間的余裕で対応しない。

よる無数の気根が土中に根付くことにより、護岸背後の地盤補強と表土流出防止効果が生まれ、これまでの沈下に対しても所要の護岸機能が確保され建設費用も殆ど不要であった。また、成長した緑の壁が防風・塩害防止機能を発揮すること、小

さな根が密生した気根周辺にエビなどの新たな生態系が回復すること、さらには、緑のベルト地帯が柔らかな景観を生み出す等の効果が得られた。

表-5 評価5項目に対する効果の検証

評価項目	評価結果
妥当性 （上位目標への貢献）	▲漁港技術支援のみでは達成困難
有効性 （プロジェクト目標への貢献）	△漁港整備技術の定着により効率的な整備へ貢献
効率性 （プロジェクトの効率性）	○最小限の投入、○計画的な進捗、○問題意識の共有、○責任感の付与、○具体のイメージの植え付け、○インセンティブの付与
インパクト （予期せぬインパクト）	○他国ドナーからの歓迎、○漁港整備に対する興味増加
自立発展性 （効果の持続性）	○マニュアルへの意見の同収・修正、▲人事異動によるマイナス効果
我が国へのインパクト （友好関係等）	○SEAFDECへの加盟、○南マクロ保存条約への友好的参加加盟、○人脈形成

b) 港内海水交換施設のケースにおいては、所要の機能である油やゴミ等の回収効果の他、水質の透明度の向上効果が確認された。また、マングローブの気根周辺に稚魚などの新たな生態系が回復すること、良好な景観を生み出すこと、池そのものがよい釣り場を提供する等の効果が得られた。なお、マングローブの水質浄化機能については、今後定量化効果を計測する必要がある。

参考文献

- 1) 国際協力事業団企画・評価部監理室編：JICA事業評価ガイドライン第1版、2001
- 2) 岡貞行、折下定夫、長野章：マングローブを利用した自然共生型漁港整備について（ジャカルタ漁港の事例）、海洋開発論文集、pp. 1151-1156、2004

NATURAL SYMBIOSIS TYPE FISHING PORT MAINTENANCE THROUGH OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION

Sadayuki OKA, Sadao ORISHIMO, Shinji KUWABARA, Akira NAGANO

Based on technology-transfer activities in Indonesia, we suggested the practical and efficient method based on local conditions. At the Jakarta fishing port, we installed the natural symbiosis type revetment and sea water exchange system in a fishing port which applied the mangrove.

Consequently, it verified that a) Planning of about five years of middle term plan, b) Establishment of a workgroup, c) Setting of a model fishing port, d) Adoption of the skill based on local conditions, etc. were important as one of the overseas technology-transfer methods.

Moreover, effects, such as a) Reinforcement of the foundation and topsoil outflow prevention, b) Protection against wind, c) Salt damage prevention, d) Recovery of an ecosystem, e) Improvement of amenity were able to be acquired by improvement of the revetment which applied the mangrove, and installation of sea water exchange system.