

平成24年度政府開発援助  
海外経済協力事業委託費による  
「途上国政府への普及事業」

ファイナル・レポート

フィリピン国

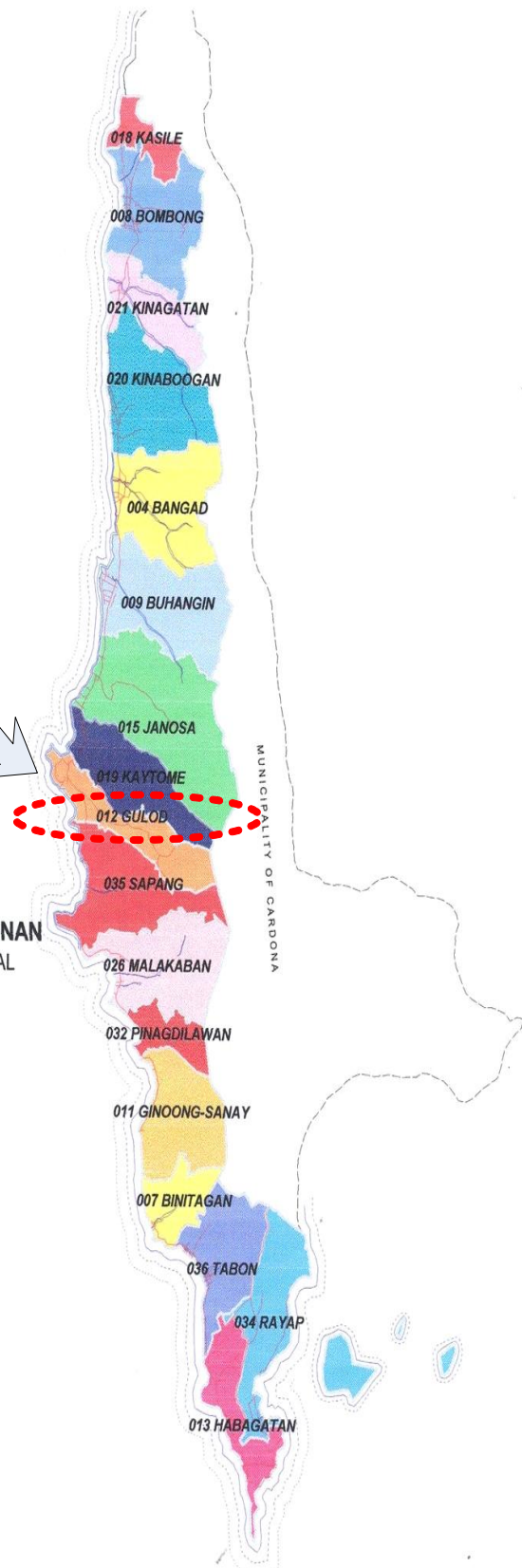
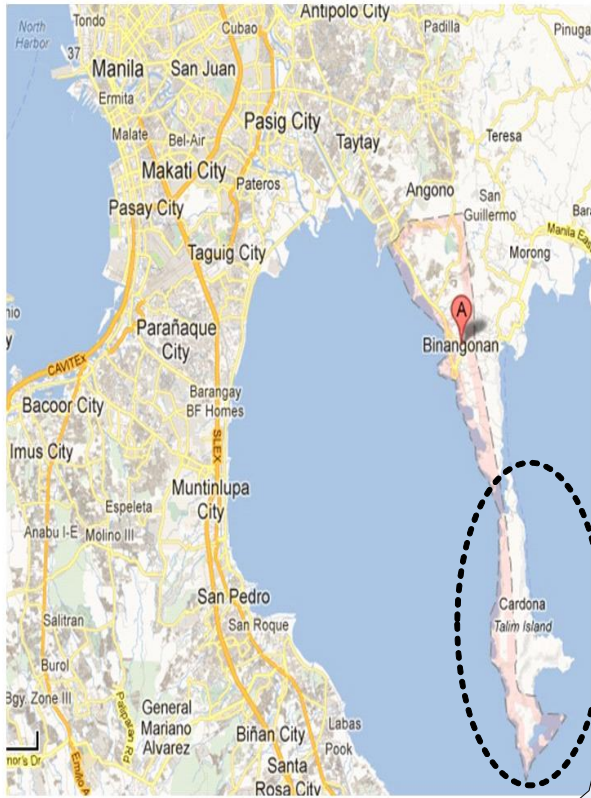
ミルクフィッシュ養殖事業における  
太陽光発電利用の普及

平成25年4月

(2013年)

株式会社パワーバンクシステム  
株式会社野村総合研究所共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、株式会社パワーバンクシステム・株式会社野村総合研究所共同企業体を実施した平成24年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による途上国政府への普及事業の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。



**NORTH**  
**MAP OF BINANGONAN**  
 BINANGONAN, RIZAL

ISLAND

## 実証実験位置図

養殖場の位置: 図中のGulod村の  
 沖合15分(ボート)の距離圏

## 目次

巻頭写真

略語表

要旨	1
はじめに 調査概要	7
第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認	11
1-1 フィリピンの経済状況	11
1-2 水産養殖の現状と課題	12
1-3 水産養殖業における開発規定・計画・関連法規	21
1-4 援助機関による水産養殖分野での ODA プロジェクト	24
第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し	25
2-1 (株)パワーバンクシステム及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み	25
2-2 (株)パワーバンクシステムの事業展開における海外進出の位置づけ	29
2-3 (株)パワーバンクシステムの海外進出による地域経済への貢献	30
2-4 想定する事業の仕組み	30
2-5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール	31
2-6 リスクへの対応	34
第3章 製品・技術に関する現地適合性の検証	35
3-1 製品・技術の紹介、試用、実証・パイロット調査の概要	35
3-2 製品・技術の現地適合性検証の結果	53
3-3 採算性の検討	61
第4章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果	64
4-1 提案製品・技術と開発課題の整合性	64
4-2 ODA 案件化による製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果	67
4-3 提案企業が事業展開した場合の開発効果	67
第5章 ODA 案件化の具体的提案	72
5-1 想定される ODA スキーム	72
5-2 民間提案型普及・実証事業による事業提案	73
5-3 提案案件の内容	75
5-4 提案案件終了後の展開	81
5-5 他 ODA 案件との連携可能性	81
5-6 カウンターパート機関との協議状況	82

参考資料 ..... 85

以上

## 巻頭写真



ミルクフィッシュ。周りはビッグヘッドと呼ばれる  
鯉の仲間の低級魚（2013年1月）



太陽光発電を利用した養殖システムから出される  
ジェットバブル(2013年1月)



太陽光発電を利用した養殖システムの設置サイトの様子(2012年12月)



(モニタリング) 死んだ魚のカウントの様子  
(2012年12月)



水質調査の様子。  
水質調査はシステム設置から1週間後(2012年12月)、システム撤収の1週間前(2013年1月)の2回実施した。

## 略 語 表

2KR	Second Kennedy Round	食糧増産援助
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFMA	AFMA Agriculture and Fisheries Modernization Act	農業漁業近代化法
AQUATECH	Aquaculture Technology Commercialization and Awareness Program	養殖技術商業化及び認知プログラム
BAP	Bangus Association of the Philippines	フィリピンミルクフィッシュ協会
BAS	Bureau of Agricultural Statistics	農業統計局
BCP	Bangus Council of the Philippines	フィリピン・ミルクフィッシュ協議会
BFAR	BFAR Bureau of Fisheries and Aquatic Resources	漁業水資源局
BOP	Bottom of Pyramid	ピラミッド(所得階層)の底辺
CAR	Cordillera Administrative Region	コルディリエラ行政地域
CWAIRR	Clean Water Act Implementing Rules and Regulations	水質浄化法細則
DA	Department of Agriculture	農業省
DA-BAR	Department of Agriculture-Bureau of Agricultural Research	農業省農協研究局
DAO	Department Administrative Order	省令
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DILG	Department of Interior and Local Government	内務省
DTI	Department of Trade and Industry	貿易産業省
DOLE	Department of Labor and Employment	労働雇用省
ECC	ECC Environmental Compliance Certificate	環境準拠認定
EMB	Environment Management Bureau	環境管理局
EO	Executive Order	大統領令
FAO	Fisheries Administrative Order	漁業管理令
FARMC	Fisheries and Aquatic Resource Council	漁業養殖資源委員会
FIDC	Fishery Industry Development Council	漁業開発委員会
FIT	Feed-in Tariff	固定価格買い取り制度
FOB	Freight on Board	(貨物を積み地の港で本船に積み込んだ時点の)本船渡条件価格
FOP	Fisheries Observer Program	漁業監視プログラム
FLAs	Fisheries Lease Agreements	漁業リース契約
FNS	Food and Nutrition Survey	食品栄養調査
FRP	Fiber Reinforced Plastics	ガラス繊維強化プラスチック
FSP	Fisheries Sector Program	漁業セクタープログラム
GTH	Gift, Toys and Houseware	家庭用小物製品
GFI	Government Financial Institutions	政府金融機関
HACC	Hazard Analysis and Critical Control	危害分析重要管理
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LLDA	Laguna Lake Development Authority	ラグナ湖開発局
LGU	Local Government Unit	地方自治体
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発ゴール
MILF	Moro Islamic Liberation Front	モロ・イスラム解放戦線
MINSAT	Mindanao Integrated Sustainable Settlement	ミンダナオ総合持続的定住計画
MoFA	Ministry of Foreign Affairs of Japan	日本国外務省
MP/MZ	Mariculture Park/Zone	海洋牧場パーク/ゾーン
MT	metric tonnes	トン
MTPDP	MEDIUM-TERM PHILIPPINE DEVELOPMENT PLAN	フィリピン中期開発計画
MTPPAN	Medium-Term Philippine Plan of Action for Nutrition	中期フィリピン栄養摂取活動計画
NSCB	National Statistical Coordination Board	国家統計調整委員会
NCHS	Napindan Hydraulic Control Structure	ナピンダン水圧管理機構
NCR	National Capital Region	フィリピン首都圏
NFPP	NATIONAL FRAMEWORK FOR PHYSICAL PLANNING	空間計画のための国家フレームワーク
NFR	NGOs for Fisheries Reform	漁業改善のための非政府組織
NFRDI	National Fisheries Research and Development Institute	国家漁業研究開発研究所
NGOs	Non-Government Organizations	非政府組織
NPFP	National Physical Framework Plan	国家空間フレームワーク計画
NSCB	National Statistical Coordination Board	国家統計調整委員会

NRI	Nomura Research Institute, Ltd.	㈱野村総合研究所
NSO	National Statistics Office	国家統計局
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Overseas Economic Cooperation Fund	海外経済協力基金
PAKISAMA	Pambansang Kilusan ng mga Mangingisda (National Association of Fishers)	国会漁業委員会
PBS	Power Bank System Co. Ltd.	㈱パワーバンクシステム
PCAMRD	Philippine Council for Aquatic and Marine Research Development	養殖及び海洋研究開発のためのフィリピン委員会
PD	Presidential Decree	大統領令
PFC	Philippine Fisheries Commission	フィリピン漁業委員会
PFDA	Philippine Fisheries Development Authority	フィリピン漁業開発庁
RA	Republic Act	共和国条例
SAFDZ	SAFDZ Strategic Agriculture and Fisheries Development Zones	再生可能エネルギーの利用割合の基準
SEAFDEC	Southeast Asian Fisheries Development Centre	東南アジア漁業開発センター
SLLM	Save Laguna Lake Movement	ラグナ湖保存活動
STCL	Seaweed Tissue Culture Laboratory	海藻組織養殖研究所
SUCs	State University and Collages	州立大学とカレッジ
TCP	Technical Cooperation Program	技術協力
TOR	Terms of Reference	仕様書
UP-MSI	University of the Philippines Marine Science Institute	フィリピン大学海洋科学研究所
VMS	Vessel Monitoring System	船舶監視システム



## 要 旨

### 調査の背景と目的

㈱パワーバンクシステム(PBS)の開発した水上太陽光発電システムは、電源確保が困難な洋上での独立型電源システムを大きな特徴として開発された養殖用エアレーションシステムであり、将来的には養殖事業の盛んな東南アジア地域が一番のターゲットになると考えられている。

フィリピンにおけるミルクフィッシュは、国民に最もなじみのある魚であり、全国の溜池等で養殖が行われている。また、貧困世帯の蛋白源としてなくてはならない食材となっている。本事業はフィリピン最大の湖、ラグナ湖のミルクフィッシュ養殖場において、PBS 社製太陽光パネルを採用した独立電源による養殖用エアレーションシステムの性能、メンテナンスの必要性の評価、経済効果等に係る調査を行い、同システム導入の条件を検証する。また、それらの結果を基に、同システム普及に向けた ODA 案件化の見通しを得ることを目的としている。

### 第 1 章 フィリピンの水産養殖業における開発課題と開発要件

#### (1) フィリピン経済の動向

世界的な経済恐慌や、国内の様々な地域で多くの災害をもたらした厳しい悪天候にもかかわらず、フィリピン経済は安定を保っている。世界銀行の概説によると、現在、フィリピンは投資を上回る貯蓄率と、フィリピン人労働者に対する世界的な高需要を享受している。

フィリピン経済の課題の一つは、貧困層の生活状況の改善である。月々の食料のニーズを満たすためには、フィリピン国民一人当たり毎月 974 フィリピンペソ(約 2,230 円)が必要であるが未だにこのレベルに達していない人が人口の 50%近く存在する。

#### (2) 水産養殖の現状と課題

2004 年の食品栄養調査(Food and Nutrition Survey (FNS))によれば、下層 30%の貧困層では、魚及び魚製品の摂取量は平均 42.2g であり、全階層の平均に比べ約 40%も多い。すなわち貧困層にとっての魚は、日常の食事の中でも貴重なたんぱく源である。

漁業は農林水産業の GDP では農業に次ぐ 2 番目に大きな貢献を行っており、全体額の約 2 割程度を占める。近年では養殖による魚生産は、沖合漁業、沿岸漁業、海洋沿岸漁業と比較して、急激な成長を遂げている。2011 年の 260 万トンの養殖生産高のうち、魚類、甲殻類、およびその他の種は、養殖業の 29%で、海藻生産物が 71%を占めている。フィリピンで養殖されている上位五種は、海藻、ミルクフィッシュ、ティラピア、クルマエビ、イガイである。このうちミルクフィッシュは、フィリピンの養殖業では海藻に次ぐ 2 番目の生産量を誇っており、その生産も安定して増加している。ミルクフィッシュの生産は主に汽水養魚池で行われているが、海洋魚ケージでの生産も順調に伸びている。

漁民が直面している課題の一つは、魚の継続的かつ効果的な管理と収穫である。しかしながら、不安定な気象、漁民の繁殖技術、魚の生存と生産に影響を及ぼすインフラストラクチャの建設が水

質に影響を及ぼしている。ラグナ湖の場合は水質の悪化が魚の大量死の原因である。異常気象による夏場の水温の上昇、ナピンダン水圧管理機構の建設による海水域との遮断、これらの環境変化に伴う捕食魚による被害の増加などもラグナ湖の養殖事業の課題として認識されている。

## 第2章 技術の活用可能性及び将来的な事業展望の見通し

### (1) 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

世界の太陽電池生産量は、支援施策の後押しにより、毎年 40～50%増のペースで増加を続けている。一方、日本のソーラーパネルの世界シェアは 18%に大きく低下している。しかしながら欧州の債務危機等で需要は大きく左右され、世界の大手企業が必ずしも高い利潤を得ているわけではない。

野村証券の推計によると、全世界の太陽電池の市場規模は、2015 年には9兆 2,000 億円となり、2030 年には 25 兆 4,000 億円と半導体と並ぶ産業規模への成長が予想されている。

パワーバンクシステムは、太陽電池製造の中核となるモジュール工程の製造を行っており、いわゆる「太陽電池メーカー」のうちの一社に分類される。パワーバンクシステムは、新興メーカーとして 2011 年に事業参入を行っている。現時点では納入実績は非常に少ないが、特徴のある製品として注目をされつつある。養殖場向けバブリングシステムである「浮島」は、パワーバンクシステムが新しく作り出した製品であり、少なくとも現時点では、競合他社等は見当たらない。特に太陽電池パネルについては、① 重塩害地区対応、② 軽量という2点で大きく差別化されており、同社製品の大きな特長といえる。

なお、海外メーカーのなかには「水上」での使用をうたっている製品は数社存在するものの、それはあくまで池やダムなどの淡水への設置が前提であり、海上への設置は不適であり、また周辺機器は陸上への設置が必要である。パワーバンクシステムの「浮島」は装置そのものが独立したものであり、陸から遠く離れた場所においても独立電源として発電できる点でも独自性が高い。

### (2) パワーバンクシステムの事業展開における海外進出の位置づけ

将来的にはアジア、世界への商品の提供を見据え、準備をはじめ。成長著しいフィリピンにおいては、製品の販売だけでなく、将来的にはその地理的利点や安価な人件費など背景に、生産拠点の整備や販売・サポート拠点の充実を図り、各地域のニーズに応じたきめ細かい対応に取り組んでいく。

### (3) 想定する事業のしくみ

パワーバンクシステムが、現時点で海外において自社での現地法人や工場の設立、また販売展開を行うことは、人的、資金的面でも非常に困難である。そのため、まずは、ODA 実証事業によって、フィリピン国政府機関、地方政府、漁業組合、養殖事業者、現地パートナー候補企業などに本システムを認知してもらうことが重要になる。また、商品を海外において責任を持って取り扱ってくれるパートナー企業を探し、当面はその会社に輸出するという仕組みが第二段階である。

#### (4) 本件事業で実施した普及活動

CP 機関へのプロジェクト紹介を実施した。実施先は以下のとおり。

- ・農業省水産海洋資源局 (BFAR) 内水面養殖漁業部
- ・LLDA 漁業セクション
- ・Rizal 州
- ・Binagonan 郡事務所

訪問先のプロジェクトに対する関心は高く、BFAR や Rizal 州では、成果が上がるようであれば関係する漁業団体を視察させたい、という積極的な提案もなされた。ただし導入の是非はすべて「価格次第」であることは、どこの機関でも共通したコメントであった。

#### (5) 本件事業期間中のリスク対応

①競合となりうる我が国以外の技術： 漁業資源局へのインタビュー調査によれば、現時点で、本システムは類似商品との競合関係は皆無である。

②パイロットモデルの設置地点の特定： 本システムを養殖場のフェンスの外側に設置することにより、エアレーションの効果が養殖場に遍く行き渡り、稚魚の生存率の向上につながった。

③法務、知的財産権保護その他のリスク： 現在パネルの製造方法についての特許を取得中である。実証実験期間中、競合国の企業の動向で特筆すべきものは見当たらなかった。

④人的リスク： 大型の台風がラグナ湖を直撃しなかったため、緊急時に適時的な退避活動を行えるかについての検証はできなかった。また、日常的に子供の遊び場となるなどのリスクは発生しなかった。さらに、日常的な給餌活動、データ観測が行えるかも懸念されたが、実証実験開始時の指導を徹底したことから大きなリスクにはならなかった。

⑤魚の疾病： 更に魚の病気については伝染性の疾病や毒物による致死などが考えられたが、これは日常的な観察、モニタリングを励行することで対応できた。

### 第3章 製品・技術に関する現地適合性の検証

#### (1) 稚魚の致死率の減少

生存率は最終的に 50%程度で決着するものと想定される。毎年 12 月は悪月と言われており、生存率は例年 10%程度しかない。本実証実験は、この予想をはるかに上回る高い 50%強の生存率を維持した。

## (2)水質浄化作用

実験開始時とシステム撤去時に行った水質調査の結果によると、酸素供給量や BOD5、水の濁り、リンの含有量の改善がみられ、本システムがラグナ湖の水質浄化に大きく貢献できる可能性があることが判明した。

## (3)システムの稼働状況

システムの稼働についてはトラブルもなく設計通りの稼働が確認できた。ただし悪天候が続くとバブリングの効率は低下した。ただしこの現象は太陽電池の宿命であるため問題視はしていない。

## (4)現地漁民レベルでのメンテナンスの可否

長期間の稼働により想定されるメンテナンス作業は、バッテリー交換(3-5年に一度)、バブリング装置の掃除程度である。これは現地漁民で十分対応が可能であると考えられる。これらは時間のかかる作業ではなく、労力も特段必要にならない。

## (5)採算性

フィリピンでは、零細な養殖事業経営者が多く、1台 300 万円(約 150 万ペソ)を要する本システムを即購入することは難しいと指摘された。ただし本件事業で実際にシステムを設置した漁家によれば、このシステムを購入するなら 100 万ペソまでなら支払ってもよい、というコメントを受けた。ただし、当該漁家がコメントした価格は太陽光パネル、バッテリー、バブリングシステムまでを言う。竹や木材がふんだんにある地域では FRP の土台の必要性は低いためである。

## 第 4 章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果

### 4-1 提案製品・技術と開発課題の整合性

#### (1)国家開発空間計画との整合性

フィリピンにおける国家空間の開発上、最も影響の大きな施策の1つとして産業クラスター戦略がある。産業クラスター戦略では第一管区にミルクフィッシュのクラスターを位置付けている。すなわちフィリピンの国家空間計画にとってミルクフィッシュの増産と産業化は重要な位置づけとなっている。

#### (2)国民の福祉と健康目標との整合性

本件実証実験が目指す究極的なゴール(養殖事業の効率性を高めること)は、フィリピンの栄養摂取目標や MGDs の目標達成にも整合している。

#### (3)国家エネルギー政策との整合性

本システムは今まで発電の場として想定されてこなかった海洋での発電を可能とすることから、フ

フィリピン国全体の電力事業に深く食い込める可能性を有している。

#### 4-2 ODA 案件化による製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果

本製品は電源の確保が難しい洋上で使用することができ、また独立電源の活用により電気代も軽減できる。また、インフラが整っていない離島などの電源としての活用も期待できる。

#### 4-3 提案企業が事業展開した場合の開発効果

養殖用のみではなく、他の民生用に活用することが可能である。

- ・自然災害の多いフィリピンでのライフラインの確保
- ・ウォッチハウス、洋上観光施設の夜間電源
- ・離島民の所得向上、福利厚生

更に㈱パワーバンクシステムが海外展開を決めれば、そのサプライチェーン上に多くの日本企業が登場し、彼らが裨益できる。

### 第5章 ODA 案件化の具体的提案

#### 5-1 想定される ODA スキーム

ODA の候補スキームをレビューして、以下の3つについてその活用が有望視されると結論付けた。ただし、最初の2つについては現時点では制度設計段階にあるため、内容の変更があることも予想される。

- (1) 民間提案型普及・実証事業
- (2) 草の根技術協力事業
- (3) 民間連携ボランティア

#### 5-2 民間提案型普及・実証事業による事業提案

上記3つのスキームを検討し、民間提案型普及・実証事業を活用した例を用いて案件を提案した(本文参照)。また民間提案型普及・実証事業に続き、以下の ODA スキームを活用して、太陽光発電養殖システムを更に世界に認知させ普及を図るべきである。

- 三角協力の第三国研修を活用した世界への情報発信
- 太陽光発電養殖システムの世界への普及を2KR 事業を活用して実施

民間提案型普及・実証事業については、ミンダナオにおける OISCA によるマングローブ植林活動、円借款による MINSAT プロジェクト(II)によるミンダナオ MILF 地区の支援、DTI による産業クラスター形成プロジェクトによるパンガシナン(Pangasinan)地域の支援等との連携の可能性が  
ある。

## スキーム(途上国政府への普及事業) フィリピン国ミルクフィッシュ養殖事業における太陽光発電利用の普及

### 企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社パワーバンクシステム・株式会社野村総合研究所共同企業体
- 提案企業所在地：熊本県八代市
- サイト・C/P機関：ラグナ湖(フィリピン国リザール州ビナゴナン郡グロッド村水域)・農業省漁業・養殖資源局

### フィリピン国の開発課題

- 養殖事業を持続可能で安全な食料産業として発展させる必要がある。
- 抗菌剤の残留や赤潮等の問題があり、エアレーションを行うことにより改善が見込まれるが、電気のコストが高い。

### 中小企業の技術・製品

- 重塩害対応素材のため洋上でも錆びる心配がない、独自開発の太陽光パネル。
- 薄くて軽量であるため、設置場所を選ばないため養殖事業等に効果を発揮。
- 柔軟性があり様々な形状に加工が可能。(e.g.タン屋根の形状に合わせて、波打った形状に加工することも可能)

### 企画書で提案されているODA事業及び期待される効果

- 【想定されるODAスキーム】民間提案型普及・実証事業、第三国研修、貧困農民支援無償資金協力(2KR)
- 貧困コミュニティへのシステム供与により所得が向上する。
- 専門家派遣によりフィリピンにおける養殖技術が向上する。
- 第三国研修により他の途上国の養殖技術が向上する。

### 日本の中小企業のビジネス展開

- 現地企業と販売代理店契約を結び、システムを販売しながら、現地生産の可能性を探る。



## はじめに 調査概要

### 1. 調査の背景・目的

#### (1) 調査の背景

㈱パワーバンクシステムの開発した完全防水でかつ塩水に強い太陽光発電システムは、電源確保が困難な湖上や洋上での独立型電源システムを大きな特徴として開発された養殖用エアレーションシステムであり、技術的な課題修正を現在も行っている。将来的には養殖事業の盛んな東南アジア地域が一番のターゲットになると考えている。東南アジアの養殖事業は湖上や洋上への配電施設が十分ではないため、未だ非効率でかつ過剰な給餌による水質汚染に悩んでいる地区が多く、かつ高額な電気代のためエアレーションを行っていない地域が大部分である。

東南アジアは豊富な水産資源を誇る漁場であるとともに、沿岸では養殖事業が盛んに行われている。一方で事業の生産性向上を図る中で、養殖生産物への抗菌剤の残留問題など、生産物の安全性に関する問題について、国内外からも安全性の確保に対する要求が強まっており、地域全体の養殖事業を持続可能で安全な食料産業として発展させる必要がある。

フィリピンにおけるミルクフィッシュは、国民に最もなじみのある魚であり、全国の溜池等で養殖が行われている。また、貧困世帯の蛋白源としてなくてはならない食材となっており、フィリピン政府も貿易産業省の「産業クラスター事業」でこの分野を取り上げ、全国的なネットワーク化を通じて産業の育成を行っている。



ミルクフィッシュ ↑



ミルクフィッシュ養殖場(タール湖:第4-A管区)

その中でもカラバルゾン地域の州境を形成しているラグナ湖やキャビテ州タール湖は知名度の高い養殖地であり、ミルクフィッシュの養殖から加工に至る垂直統合された産業集積の形成が進んでいる。一方で、これらの湖を始めとする多くの養殖地では、養殖餌による水質悪化問題（赤潮被害）、養殖生産物への抗菌剤の残留問題を抱えている。これら問題への対応策として、エアレーションによる湖水や海洋の深層部への酸素供給が考えられるが、電気料金が高いことが足かせとなっている。

## (2) 調査の目的

かかる背景の下、本事業はラグナ湖またはタール湖のミルクフィッシュ養殖場において、塩水でも腐食しない太陽光パネルを採用した独立電源による養殖用エアレーションシステムの性能、メンテナンスの必要性の評価、経済効果等に係る調査を行い、同システム導入の条件を検証する。また、それらの結果を基に、同システム普及に向けた ODA 案件化の見通しを得ることを目的としている。具体的には、対象国に本システムを導入することによって、養殖魚の収穫量の増大、地域の生活水準の向上に役立てるため、無償資金協力、ノン・プロジェクト無償資金協力、草の根無償資金協力等の ODA 適用を目的とするとともに、現地に設置した塩水でも腐食しない太陽光パネルを採用した独立電源による養殖用エアレーションシステムが永続的に活用され、現地に広く普及されていくために必要である機器設備のメンテナンスなどを現地で実施していくための教育指導にシニア海外ボランティア事業の適用などの技術協力も視野に入れるものとする。

このような実証実験を通じて本システムの ODA への導入可能性が明らかになれば、フィリピンの貧困層にとっても最も一般的な蛋白源となっているミルク・フィッシュの生産量の増加による漁民の所得増加が測れると共に、現在直面している水質汚染等の環境問題解決への糸口が見いだせる。更にこの効果を三角協力等の ODA を使って他途上国地域にも展開すれば日本の中小企業の育成に大きな貢献をおこなうことが可能となり、これが本実証実験の最終ゴールである。



2. 調査作業工程

図表のとおり、調査作業工程を示す。

図表 調査作業工程

作業	2012		2013		
	11	12	1	2	3
<b>(1)国内準備作業 (2012年11月)</b>					
①普及機材の現地輸送、設置に関する準備作業。	[Red bar]				
○ 輸送手段の検討	[Red dotted bar]				
○ 持ち込み機材、消耗品の検討	[Red dotted bar]				
○ 持ち込み機材の設計	[Red dotted bar]				
○ 持ち込み機材、消耗品のパッキング	[Red dotted bar]				
② モニタリング評価基準の作成	[Red bar]				
③ 現地作業で使用する各種フォーマットの作成	[Red bar]				
<b>(2) 普及活動(2012年11月～2013年2月)</b>					
① 到着機材の受け取り、アンパッキング、組み立て作業	[Black square]				
② 貿易産業省、漁業資源省、地元自治体、地域の漁業組合への説明	[Black bar]				
③ モニタリング活動に関するキャパシティ・デベロップメント	[Black bar]				
④ モニタリング活動の監督	[Black dashed bar]				
⑤ 政府機関、漁業組合へのプロモーション活動	[Black dashed bar]				
○ プロモーション・ビデオの作成	[Black bar]				
○ 英語版リーフレットの作成	[Black bar]				
○ 関連機関を通じた普及活動	[Black dashed bar]				
⑥ 競合商品、プロジェクトに関するベンチマーク調査	[Black bar]				
⑦ 最終成果モニタリング	[Black bar]				
○ 水質改善評価	[Black bar]				
○ 漁民の維持管理活動の評価	[Black bar]				
○ 養殖に関する生産増、所得増加効果	[Black bar]				
○ ビジネスプラン分析	[Red bar]				
⑧ 政府機関・漁業関連団体へのプロモーション活動	[Black bar]				
⑨ ドラフト・ファイナル・レポートの作成・提出	[Red bar] ▼				
⑩ フィリピン側への成果説明	[Black bar]				
⑪ 施設の撤収、日本への輸出手続き	[Black bar]				
⑫ ファイナル・レポートの作成・提出	[Red bar] ▼				

▬ 国内作業   
 ■ 現地作業   
 ▼ 報告書

### 3. 業務実施体制

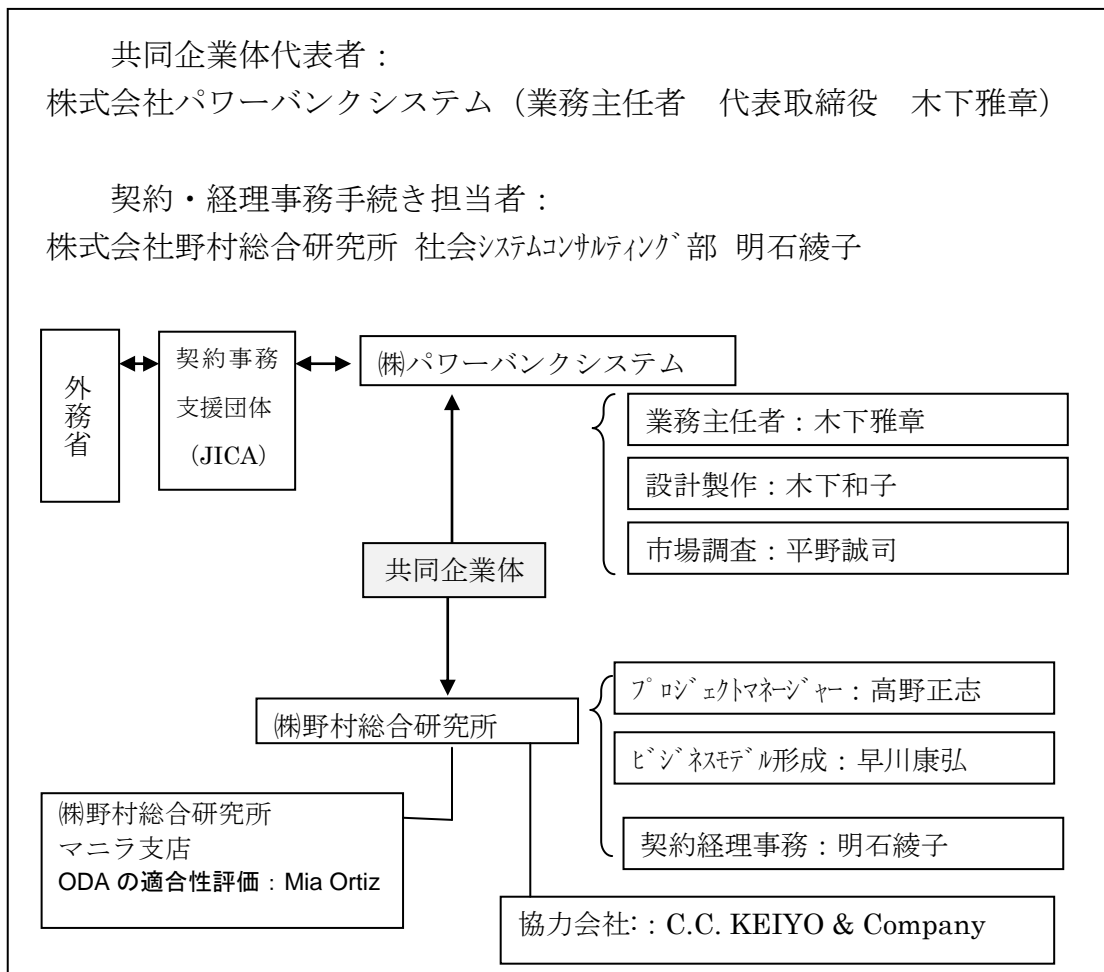
#### (1) 団員の構成

	所属	部署、職位	担当分野
木下雅章	株式会社パワーバンクシステム	代表取締役	業務主任者
平野誠司	同上	取締役	市場調査
木下和子	同上	取締役	設計・製作
高野正志	野村総合研究所	上席コンサルタント	プロジェクト・マネージャー
早川康弘	野村総合研究所	主席コンサルタント	ビジネスモデル形成
Mia Ortiz	野村総合研究所マニラ支店	コンサルタント	ODAの適合性評価
武藤圭三	C. C. Keyo	(協力会社社長)	水質・運営管理

#### (2) 実施体制

実施体制は図表のとおりである。

図表 実施体制図

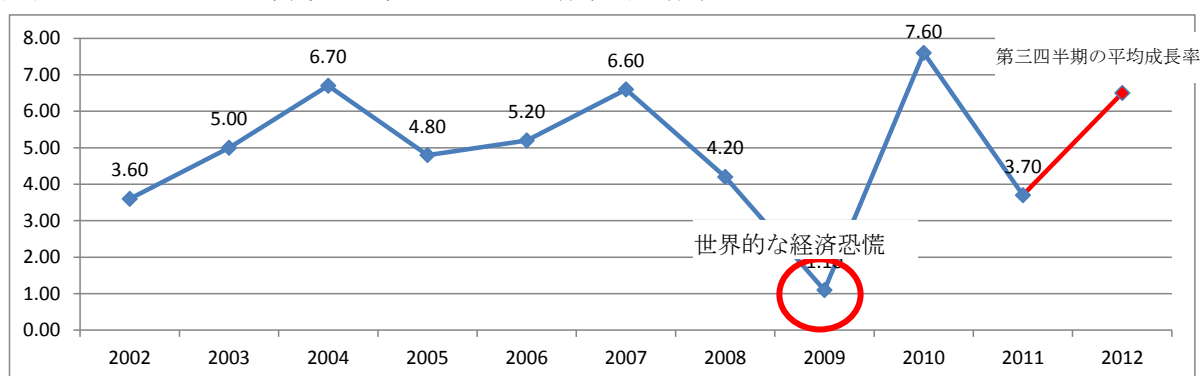


## 第1章 フィリピンの水産養殖業における開発課題と開発要件

### 1-1 フィリピンの経済状況

2002年から2011年の過去10年間のフィリピンの国内総生産（GDP）の平均成長率は約5%である。2012年の成長率は、第1四半期6.3%、第2四半期6.0%、第3四半期7.1%であり、その見通しは明るい。すでに第3四半期の平均GDP成長率は6.5%であり、世界銀行の年間成長率6%という予測を0.5%上回り、6月予測の4.2%を超えている。以下はフィリピンの10年間のGDP成長率である。

図表 1-1 過去10年間のフィリピン GDP 成長率 (%)



出所) 2013年世界経済見通し (GEP)。2012年は推計値。

世界銀行の2013年世界経済見通し (GEP) 報告書では、フィリピン経済は、GDPベースで2013年から2015年に毎年6%以上成長すると予測している。

世界的な経済恐慌や、国内の様々な地域で多くの災害をもたらした厳しい悪天候にもかかわらず、フィリピン経済は安定を保っている。海外で暮らすフィリピン人労働者からの送金の増加が、フィリピンの通貨レートの安定と堅調な外貨準備蓄積に貢献している。世界銀行の概説によると、現在、フィリピンは投資を上回る貯蓄率と、フィリピン人労働者に対する世界的な高需要を享受している。

政府と民間企業の努力、さらに肯定的なフィリピン経済見通しにもかかわらず、課題の一つは経済状態の向上、つまり、貧困層の生活状況の改善である。統計調整委員会 (National Statistical Coordination Board (NSCB)) が実施した2009年政府貧困統計 (2009 Official Poverty Statistics) 報告書によると、2009年において、月々の食料のニーズを満たすためには、フィリピン国民一人当たり毎月974フィリピンペソ<sup>1</sup> (約2,230円)、全国レベルで貧困状態に陥らないためには、1,403フィリピンペソ (約3,200円) が必要である。さらに報告書では、五人家族で、一日当たり、231フィリピンペソ (約530円)、1ヵ月当たりでは、7,017フィリピンペソ (約1万6,000円) が必要であるとしている。

<sup>1</sup> 2013年2月の月平均換算レート (¥1=P2.2884) を採用。

2006年から2009年にかけて、100世帯当たり一世帯が食糧難を抜け出した。2006年から2009年の間に向上がみられた理由は、底辺10%世帯の国民一人当たりの平均収入が食料や他品目の物価上昇を上回る速度で上昇したことである。この現象に貢献した要因の一つは、家族のうちの大半が、ほとんど毎年、最低賃金上昇の恩恵を受け、基本給が平均5-7%上昇したことである。

政府対策の一つは更なる雇用をつくり出すことである。NSCB統計報告書によれば、2010年に国は、974,000の雇用を創出した。2011年に労働雇用省（Department of Labor and Employment (DOLE)）は、事実上、雇用を19%（1,156,000職）拡大した。政府は、2011年から2016年にかけて毎年百万の雇用を創出することを目指している。

フィリピンの失業率は、2010年（7.4%）から2011年（7.0%）に0.4ポイント減少した。政府は、2011年から2016年の間、失業率を6.8%-7.2%に抑えることを目標にしている。

国民の雇用率を高め、持続可能な高い経済成長を達成するという政府措置は、現政権の政策の一部である。世界銀行のフィリピンに関する概説によれば、その他の政策には以下が含まれる。

1. よりよい教育、基本的な健康管理と栄養、その他の社会福祉による開発機会への平等なアクセスの促進。
2. 基盤、貸付、土地、技術とその他の生産要素への平等なアクセス
3. 優れたガバナンスと強力な機関を通じた競争の促進
4. 能力を持たない人々を配慮し、それらの人々の経済成長プロセスへの参加を可能にする効果的で鋭敏な社会的保護の確立

## 1-2 水産養殖の現状と課題

### （1）現状

フィリピンは、7,100の島々からなり、その領土の大半が水に囲まれている。また246,063ヘクタールの沼沢地、1万4,531ヘクタールの淡水養魚池、23万9,323ヘクタールの汽水養魚池、2万ヘクタールの湖、3万1,000ヘクタールの川、1万9,000ヘクタールの貯水池がある。このようにフィリピンは、水資源が豊富な国である。

魚がコメに次ぐ主食の一つであることを考慮すれば、漁獲はフィリピンの最も重要な生業の一つにあげられる。魚は、フィリピン人にとって最も主要かつ安価な食品の一つである。2004年の食品栄養調査（Food and Nutrition Survey (FNS)）によれば、「全階層」においてフィリピン人は、一日一人当たりの食品バスケット<sup>2</sup>のうち、平均29.5gの魚及び魚製品を消費している。魚は、コメに次いで二番目に多量に消費される食品である。

---

<sup>2</sup> 貧困度の理論的算定方法の1つで、生活に必要な食品の標準量を求め、この品目と摂取量を所得階層別に比較するための指標。国民の栄養水準を満足するための食品群を言う。これは国民の消費習慣と国内における食品の調達可能性（物理的な調達可能性と価格面での調達可能性）を考慮して決められる。

更に下層 30%の貧困層では、魚及び魚製品の 1 人当りの摂取量は平均 42.2g であり、全階層の平均に比べ約 40%も多い。すなわち貧困層にとっての魚は、日常の食事の中でも貴重なたんぱく源となっており、貧困層の健康を支えている。

図表 1-2 所得階層別 1 人当たりの食品バスケット

全階層		下層 30% の所得グループ	
食品群	重量 (g)	食品群	重量 (g)
1. コメ	348	1. コメ	407.0*
2. パン	14	2. パン	9.7
3. 豚肉	25.4	3. 豚肉	11.1
4. 魚	20	4. 魚	28.5
5. 鶏肉	10.5	5. 麺類	3.9
6. 乾燥魚	9.5*	6. 乾燥魚	13.7
7. 麺類	6.6	7. 緑豆他豆類	4.6
8. 緑豆他豆類	5.6	8. 香辛料	13.0**
9. 香辛料	16.1	9. 砂糖	15.9
10. 卵	10.9	10. 果物	58
11. 砂糖	20.2	11. 食用油	19.8*
12. 果物	64.7	12. ミルク	8.8
13. 食用油	25.4*	13. 緑黄色野菜	24.0
14. 緑黄色野菜	24.0		

\*重量推計に基づいて計算  
出所) Food and Nutrition Survey (FNS)

漁業は農業セクター（農林水産業）の GDP では農業に次ぐ 2 番目に大きな貢献を行っており、全体額の約 2 割程度を占める。しかしながら GDP の全体額からみるとその貢献はわずか 2%程度である。

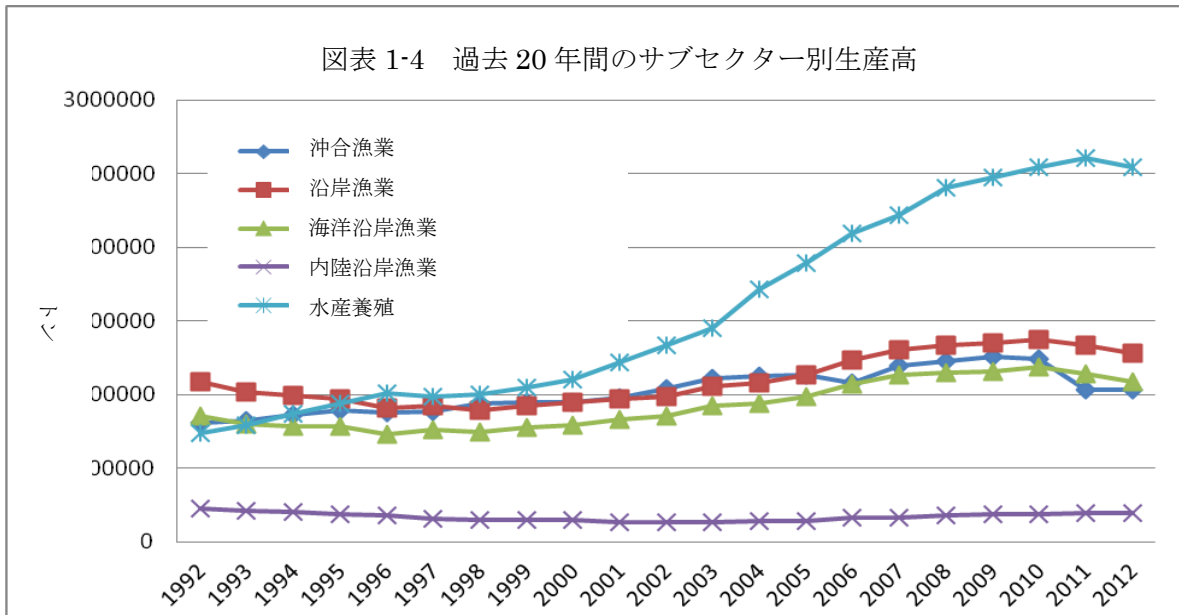
図表 1-3. 産業別 GDP

単位： US\$'000

	恒常価格(基準年:1985年)				流動価格			
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
1. 農林水産業	668,550	663,744	662,665	680,444	1,022,515	1,049,874	1,108,718	1,245,196
a. 農業	531,485	522,726	523,557	545,436	840,864	867,254	926,146	1,058,205
b. 漁業	133,088	137,122	136,432	130,772	178,077	178,862	180,137	183,086
c. 森林	3,977	3,896	2,676	4,236	3,574	3,758	2,435	3,906
2. 工業セクター	1,699,171	1,666,601	1,859,515	1,901,400	2,538,461	2,545,104	2,932,279	3,056,467
3. サービスセクター	2,869,379	2,966,895	3,179,358	3,342,564	4,159,928	4,431,165	4,962,483	5,433,857
総GDP	5,237,101	5,297,240	5,701,539	5,924,410	7,720,903	8,026,143	9,003,480	9,735,521

出所) CountryStat Philippines (農業統計局)

図表 1-4 過去 20 年間のサブセクター別生産高



出所) フィリピン全国統計、農業統計局



農林水産業のうち、漁獲は、農作物に次いで 2 番目に大きなサブセクターである。1998 年から 2011 年において、養殖による魚生産は、沖合漁業、沿岸漁業、海洋沿岸漁業と比較して、急激な成長を遂げている。過去 20 年間に於いて、内陸沿岸漁業の漁獲量には大きな変化はみられない。

2011 年の 260 万トンの養殖生産高のうち、魚類、甲殻類、およびその他の種は、養殖業の 29%で、海藻生産物が 71%を占めている。フィリピンで養殖されている上位五種は、海藻、ミルクフィッシュ、ティラピア、クルマエビ、イガイである。

1. 海藻;1991 年から 10 年間、海藻は養殖業生産において圧倒的な地位を占めていた。

生産される海藻製品の種類は、陸生のカウレルパ (Caulerpa) とグラシラリア (Gracillaria) と海水生のクラジノファイト

(Carageenophyte) である。16 万世帯がこの労働に従事しており、97%の海藻生産者が、団体/共同組合に属している。養殖方法としては、浮き流しロープ養殖 (floating longline)、ひび建て養殖 (Fixed off



bottom)、地まき養殖 (Broadcast method) などがある。一世帯当たりの平均養

殖場サイズは、0.25 ヘクタールから 10 ヘクタールである。大半の海藻は、昔から南タガログ、セントラル・ビサヤス、ザンボアンガとイスラム教徒ミンダナオ自治地域で栽培されている。

2. ミルクフィッシュ：漁業水資源局（Bureau of Fisheries and Aquatic Resources (BFAR)）による養殖業に関する国の報告書では、ミルクフィッシュは、フィリピン養殖業では海藻に次ぐ 2 番目の生産量を誇っており、その生産も安定して増加している。その理由は以下のとおりである。

- a. 何百万もの人々にとって、最も安価で栄養価の高い蛋白源の一つである
- b. 養殖業（海藻を除く）に従事する多くの世帯の生活収入源である
- c. ミルクフィッシュは、海面から海底にいたる範囲で見つけられる餌を食べることができ、植物性の素材、有機堆積物（粉末化により直接的に生じる有機粒子）、米ぬか、雑魚、調合された餌などを餌にすることができる
- d. 淡水から高塩分の塩水にいたる様々な環境で成長できる
- e. 成長に最適な温度は摂氏 25 度から 30 度であるが広い温度範囲(摂氏 10 度 40 度)に耐えることができる
- f. 密集していても成長可能であり、また、他の魚や甲殻類と混在しての養殖が可能である
- g. 病気への抵抗力が強く、深刻な病気の大発生は知られていない
- h. 繁殖力が非常に優れている（一匹のメスは養殖環境下で一産卵期に百万から 9 百万個の卵を産み、20 年以上にわたって毎年産卵することが観察されている）
- i. 種魚の飼育と孵化場がすでに開発されており、稚魚の連続的な供給が保証されている
- j. 生、冷凍、切り身、骨なし、スモーク、缶詰、またその他多くの製品形態が高く認知され、売買、国内消費、また、米国、中東のフィリピン市場向けに輸出されている。

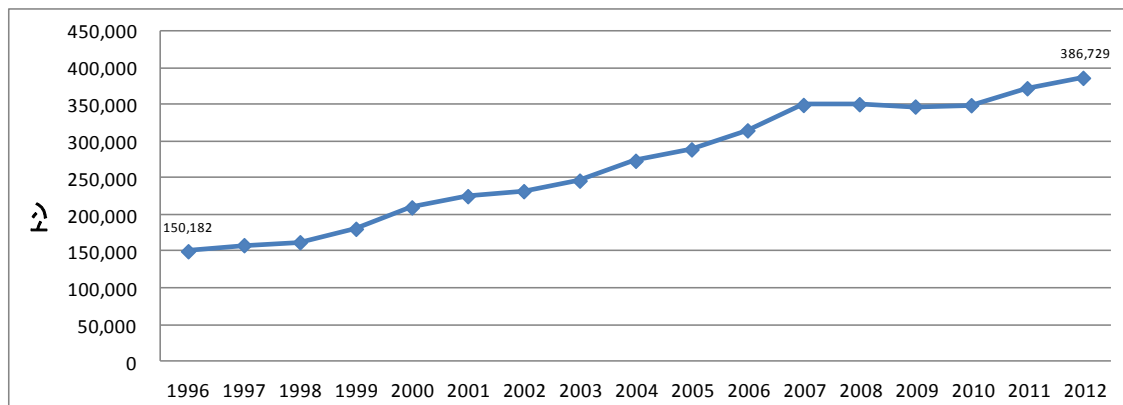


#### ミルクフィッシュ生産

ミルクフィッシュ（バンガスとも呼ばれる）の生産高は、1997 年から 2012 年に渡り、毎年平均 6.19%の増加を維持している。バンガスの生産高は増加を続けているように見えるが、2008 年の 350,837 トンから、2009 年の 347,586 トンへと生産

高が 0.93% 減少している。

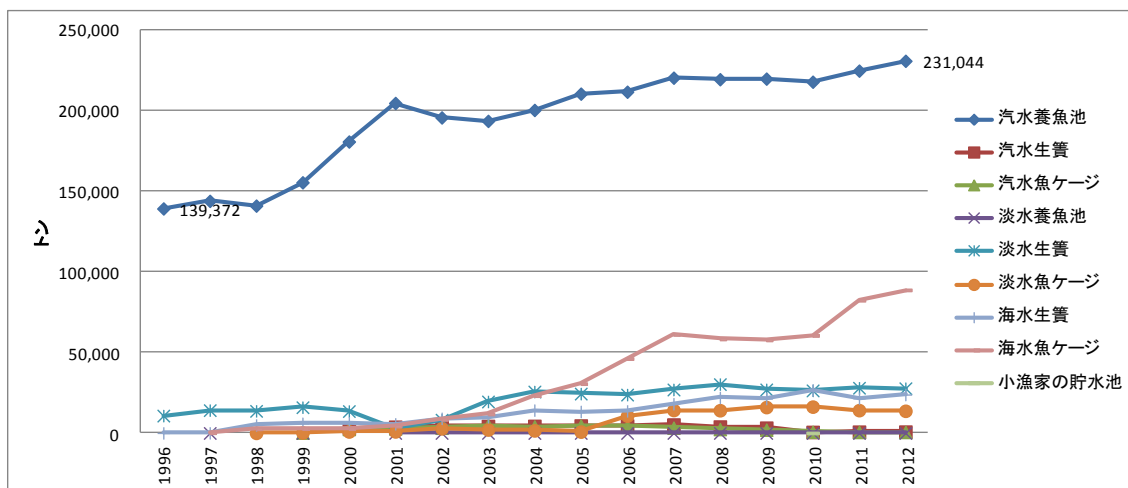
図表 1-5 過去 15 年間のミルクフィッシュ生産量



出所) BFAR

ここ数年間、バンガスの生産は汽水養魚池における生産が主力である。海洋魚ケージでの生産も順調に伸びている。過去 15 年間のミルクフィッシュ生産量の概要を方式/環境ごとに示すと以下のとおりとなる。

図表 1-6 過去 15 年間の漁業タイプ別ミルクフィッシュ生産量



出所) BFAR

ミルクフィッシュに関連する主要な組織

フィリピン・バンガス協議会 (Bangus Council of the Philippines (BCP))、フィリピン・バンガス協会 (Bangus Association of the Philippines) の最近のアライアンスであり、フィリピンにおけるミルクフィッシュ生産者の主だった利害関係者連合を代表し、孵化場サブセクター、稚魚の収集業者と輸入業者、淡水生け簀製造者、海洋牧場サブセクター、汽水サブセクター、餌の製粉業者/販売業者サブセクター、



処理サブセクターで構成されている。

3. ティラピア（別名セント・ピーターズ・フィッシュ）：ティラピアは、海藻、ミルクフィッシュに次ぐフィリピンでは3番目に生産量の多い養殖種である。一般的な食用魚としてミルクフィッシュに代わる魚とされている。ティラピアは、雑食性で何でも食べるため、餌の心配をする必要がなく、容易に繁殖できる魚である。囲いの中で簡単に繁殖可能であるが、繁殖力が強いいため、ミルクフィッシュやエビの生餌としても活用されている。95%のティラピアは、淡水環境下、池、生け簀のケージや小規模の農家の貯水池で育てられている。残りの5%は汽水地と河川域の魚ケージで育てられている。約30万人が、ティラピアの養殖の労働者や飼育係として雇用されている。



4. クルマエビ：クルマエビは、ミルクフィッシュと同様に古くから養殖、収穫されており、収穫高はミルクフィッシュに次ぐ。主として日本向けの輸出需要を受けて、1980年代にウシエビの商業養殖が開始された。2011年には、7,662トン、23億3千万ペソ相当（約46億6,000万円）が輸出されたと報告されている。ウシエビとバナメイエビの登録養殖場がある。これらの登録養殖場は、定期的に残留物の監視を受けており、農業ベースのHACC（危害分析重要管理点）を適用し、輸出向けの生ものをBFARにより認定され適正審査に合格した処理工場へ供給する資格がある。



5. イガイ：1955年、カビテのBFARカキ養殖ステーションがイガイ養殖場モデルを設置し、イガイ養殖が開始された。2002年には、イガイは、養殖生産物の0.87%を占めている。すべてが、沿岸開水域で生産され、2,422人の水産作業員の生活収入源となっている（出典；2002年 国家統計局（National Statistics Office）の漁業国勢



調査)。マニラ湾のナイロンの網を使用する 1ha の養殖場で、4 ヶ月間に 180 トンのイガイの生産が可能である。

## (2) 開発動向

養殖業における開発動向は以下の通りである。

図表 1-7 養殖事業に関連する主要プロジェクト

最近の開発動向のリスト	内容
1. 海洋牧場パーク／ゾーン（Mariculture Park/Zone）の設置。	海洋牧場パーク／ゾーンは、地方自治体（LGUs）管轄下の沿岸水域におけるコミュニティを主体とした海洋型プロジェクトである。戦略的に太平洋と南西フィリピンの沿岸地域に配置されている。499,500 基のシーケージの設置が可能であるが、2,168 基しか設置されていない。現在、海洋牧場パーク／ゾーンは、環境準拠認定（Environmental Compliance Certificate(ECC)）プログラムの対象である。
2. 地域主体型の複数種孵化場の設置	地域主体型の複数種孵化場の設置目的は、養殖の生産性を上げるために、淡水、海水、汽水環境下における稚魚苗床と飼養手法向けに養殖者に供給する品質の高い種苗の継続的な生産を保証することにある。現時点では、フィリピンには 18 ヶ所の国営、140 ヶ所の民間の孵化場がある。これらの孵化場では 15 以上の水産物種が生産されている。
3. 海藻開発プログラムの強化	このプログラムでは、海藻の養殖技術を改善することにより、養殖業者の生産能力を強化している。海藻養殖エリア拡大に対して、養殖業者の投入資材の援助を行っている。またこのプログラムは、組織化された養殖業者に太陽光線による乾燥施設の提供、海藻組織養殖研究所（Seaweed Tissue Culture Laboratory）を運営維持を行っている。さらにこのプログラムは、政府金融機関と共同して貸付の容易化をはかり、また、国営と民間の海藻苗床を設置、維持している。
4. フィリピン・アクアシルヴィカルチャー・プログラムの実施	アクアシルヴィは環境に優しいマングローブ水産養殖システムであり、半閉鎖型システムにおいて漁業種とマングローブの調和のとれた共存を奨励している。このシステムは、漁民に対して、沿岸の保護とエコシステムの維持の大切さを教えるとともに、新たな手段により生計得ることを支援している。このプログラムにより、セントラル・バンガス孵化場が設立された。またこのプログラムでは、生け簀の設計と建築、ドウマンガニの養殖、孵化場の経営を指導している。

出所) BFAR 資料より作成

### (3) 養殖業における課題

#### ①水質

漁民が直面している問題の一つは、魚の継続的かつ効果的な管理と収穫である。しかしながら、不安定な気象<sup>3</sup>、漁民の繁殖技術、魚の生存と生産に影響を及ぼすインフラストラクチャの建設が水質に影響を及ぼしている。

2012年には、数件の魚の大量死がラグナ湖とパンガシナンで報告されている。5月には、リサール州ハラハラとラグナ州のカランバ、サンタクルスとパキルもまた、魚の大量死に見舞われた。

ラグナ湖の場合は水質の悪化が魚の大量死の原因である<sup>4</sup>。

魚の大量死は、水中の酸素レベルの低下が原因で発生する。これは、生息地が開水域の魚を養うことができないということを意味する。その上、ラグナ湖の魚類個体群が増加し、さらに高い酸素レベルが要求されている。多くの漁民が異なる魚種を湖で養殖し、餌を与え、その餌の一部が湖の底に沈殿し、さらなる水質汚染を招いている。

2011年5月と2012年12月にはパンガシナンでも魚の大量死が発生している。通例の海では、海流を通じて、通常に酸素が供給されると信じられているため、この大量死は脅威となった。ダグバン市だけでも、30-50トン、3百万フィリピンペソ相当のミルクフィッシュが犠牲となった。タリサイ、バタンガスでは、おおよそ355トン、3千3百万フィリピンペソ相当の魚が犠牲となった。

水温の上昇もまた、湖水中の酸素の枯渇を招き、魚の大量死の原因になり得る。例えば、2011年1月には、南コタバトのレークセブ町で、50トン（魚ケージ50基）、350万フィリピンペソ相当のティラピアが犠牲となった。これらの魚の数は、フィリピンのおおよそ40万世帯に食料として供給できたであろう数である。保健省では、人間の健康に悪影響を及ぼす恐れがあるので、大量死の犠牲となった魚を購入しないよう警告している。

ラグナ湖における魚の収穫に影響を及ぼしている他の要因には、1982年に建設され、パンダグ川を通過してマニラ湾から侵入する海水を食い止めているナピندان水圧管理機構（Napindan Hydraulic Control Structure (NCHS)）があげられる。パマラカヤ、アナカパウイ・パーティリスト・ラグナ湖支部（Anakpawis party-list Laguna Lake chapter）とラグナ湖保存活動（Save Laguna Lake Movement (SLLM)）は、洪水管理機構と政府と海外資金による破壊的な開発プロジェクトが魚の大量死の原因であると報告している。NCHSは、1982年以来、生態系の悪化の原因となる海水の湖への侵入を防ぐことに効果をあげている一方で、堆積物が排出されず、湖を毎年浅くしている。パマラカヤは、政府のラグナ湖復元プロジェクトはNCHSと同様、フィリピン首都圏（National Capital Region (NCR)）とその他のラグナ湖周辺の低地の洪水制御に功を奏していないと言及している。

<sup>3</sup>天候の悪化が予測された場合、漁民は水質の変化による損失を防ぐために、魚がまだ小さくても収穫を余儀なくされることがある。そのため天候悪化が続くと漁民の収入は大きく減少する。

<sup>4</sup> Japan International Cooperation Agency (2011). Capacity Development Project on Water Quality Management (Phase 2). <http://www.jica.go.jp/project/english/philippines/0600814/index.html>

## ②捕食魚による被害

ラグナ湖の漁民によると、水域に生存し続ける無用の外来種により、ラグナ湖では23の魚類種のうち6種のみが生き残っている。以下はNCHS建設後に生存が確認された種と消失した種を示す。

図表 1-8 ラグナ湖における生存種、絶滅種

生き残った種	絶滅した種
- カンデュリ (海産種ナマズ)	- マーティニコ (アナバス)
- ヒト (淡水産種ナマズ)	- イガット (ウナギ)
- カルパ (コイ)	- タラキトック (ロウニンアジ)
- バンガス (ミルクフィッシュ)	- ビヤングバト (ロックゴビー)
- アユンギン (シマイサキ別名シルバーパーチ)	- カンススウィット (サヨリ)
- ティラピア (セント・ピーターズ・フィッシュ)	- ビヤング・トゥログ (スリーピング・ゴビー)
	- ビヤング・プティ (ホホワイト・ゴビー)
	- ブウアン・ブウアン (ターボン)
	- ブロング (ハゼ)
	- Tタリロング (ボラ)
	- ダラグ (ライギョ)
	- パパロ (スニーカー)
	- タウェス (イエローフィンバルブ)
	- キタング (マンジュウダイ)
	- バリガ (ワラスボ)
	- プラシド (ライギョ、別名スリースポット)

出所) LLDA 漁業部

ナイフフィッシュ (アロワナと間違えられることが多い) とプレコは共に、人間からは湖の害魚とみなされている。BFAR の報告書とインタビューによれば、ナイフフィッシュとプレコの両方は、無責任な趣味人が湖に流れ込む沼から小川に魚を放すために湖に侵入している可能性がある。ナイフフィッシュはプレコに比べて増殖能力が高い。小型のナイフフィッシュは網の目をくぐることができ、他の魚を捕食する。

パムバンサング・レーク・ナグ・キルサング・ママラカヤ (The Pambansang Lakas ng Kilusang Mamalakaya)、パマラカヤ・フィリピン小漁民組織全国連合会(Pamalakaya, National Federation of Small Fisherfolk Organization in the Philippines)、ラグナ湖保存活動、そしてアナカパウイ・パーティリスト・ラグナ湖支部は、過去数年間、ラグナ湖開発局 (Laguna Lake Development Authority (LLDA)) からの外来魚の蔓延を食い止めるための対応と効果的な活動と呼びかけている。抗議団体によれば、ナイフフィッシュはすでに、特にティラピアとミルクフィッシュなどの魚の収穫に影響を与えている。しかし、LLDA は、ナイフフィッシュは食べることができるので、経済価値もあるとしている。ナイフフィッシュは、揚げたり、炒めたり、また魚の団子にすることができる。両方の魚は、液体肥料の原料として、またラグナの協同組合の豚の餌の魚粉としても利用可能である。

#### (4) 確認されているその他の問題

2011年のBFARの国内レポートによると、すでに確認されている問題、または懸案事項は以下の通りである。

1. 資源の減少。これは、魚の天然種魚の減少と価値の高い魚種における野生種魚への依存に関連している。
2. 貧困。これは、前述した問題の影響でもある。しかし、魚生産の減少は別として、小規模の養殖場主にとっての市場機会が欠けていること、また、養殖技術と手法に関する技能と技術的知識が限られていることが問題である。
3. 低生産高と維持能力の欠如。これもまた前述した問題の影響であり得る。報告書で述べた通り、養殖者によって実施されている維持不能の養殖作業、未熟な海洋牧場活動、既存の陸上養殖エリアの低生産性、病気の蔓延、種苗（魚と海藻）の遺伝的劣化、餌や肥料など養殖材料の数が限られていることとその高価格、そして開水域の資源の競合などの問題がある。

### 1-3 水産養殖業における開発規定、計画、関連法規

#### (1) 水産養殖業の関連法規

以下はフィリピンにおける水産養殖業関連法規である。

図表 1-9 養殖事業に関連する法制度

法規	内容
1997 年農業および漁業近代化法令 ( Agriculture and Fisheries Modernization Act of 1997 ) (RA 8435)	これは、農業、漁業セクターの近代化をはかるにあたり、急を要する関連基準を規定した法令である。必要とされるサポートサービスを供給し、その目的とその他の目的に対して資金を割り当てることにより、収益性を上げ、漁業セクターの国際化を支援する。
1998 年漁業条例 8550 (Fisheries Code Republic Act 8550 (1998))	フィリピンの漁業と水資源の開発、管理、および保護を定めた法令である。RA 8850 の施行規定 (The Implementing Rules and Regulations of the RA 8550) は、漁業条例 8550 の補足資料であり、RA 8550 の全規定と手順を編集したものである。
大統領行政命令 No. 704 (Presidential Decree No. 704)	漁業に影響する、すべての法律ならびに行政命令を改訂し統合している。

法規		内容
2008 年共同 DA-DENR-DILG 行政規定 #1.s ( Joint DA-DENR-DILG Administrative Order #1, s. 2008)		環境に与える影響を低減するために、養殖の計画、管理、規制において、農務省 ( Department of Agriculture (DA) )、環境天然資源省 ( Department of Environment and Natural Resources (DENR) )、内務地方自治省 ( Department of Interior and Local Government (DILG) ) 間で、協力、共同作業を実施する領域を定義、特定する。
2010 年 有機農業法令 ( Organic Agriculture Act of 2010 ) ( RA 10068)		フィリピンでの有機養殖の開発と促進を規定する法令
有機水産養殖フィリピン全国標準 ( Philippine National Standard on Organic Aquaculture)		この標準は、様々な水域環境 ( 淡水、汽水、海水 ) のもとで有機水産養殖の事業と、生産開始以前から販売までの間で有害な化学物質汚染と人工の原材料の使用を防ぐ手段を講じ、人間が摂取する食品安全を強化し、消費者と市場に選択の余地を与える品質の高い水産製品の生産のガイドラインを設定している。
漁業管理令 ( Fisheries Administrative Order)	2001 年 FAO 214,s	この条例は、水産養殖業界の環境に優しい開発を促進するために、環境を重視した設計と運営の全般的な指針とガイドラインの骨子を示す。この条例は、立地選定/評価、養殖場の設計と建設、環境への影響の申告、水の使用、排水と汚泥/排出物の管理、薬品、化学物質、有害である可能性のある殺虫剤と飼料の使用、種苗の選択/放流、外来種/GMOs の導入、餌付け、餌の使用と管理、魚の健康管理、水産養殖データ管理、褒賞などを含む数々の課題を取り扱っている。
	2009 年 FAO 242, s	シラスウナギ ( 淡水ウナギの若魚 ) の輸出禁止を復元
	2012 年 FAO 197-1, s	養魚池とマングローブに優しい養殖業のための公有地のリースを定めた規定と規則の改定版
	2012 年 FAO 240,s	公海上での漁業監視プログラム ( Fisheries Observer Program ) 実施上の規定と規則
	2012 年 FAO 241, s.	公海上での船舶監視システム ( Vessel Monitoring System(VMS) ) の規則と実施
	2012 年 FAO 245, s.	特定管理地域である公海ポケット番号 1 における、集団マグロ巾着網漁の規定と施行ガイドライン

出所) インターネット検索により作成

## (2) 開発戦略

BFAR の報告書によると、前述の確認されている問題の軽減も目指した政府の開発戦略は以下の通りである。

図表 1-10 養殖事業の課題

BFAR による指摘事項	開発戦略
1. 資源の悪化	<p>フィリピン・アクアシルヴィカルチャー (Aquasilviculture) の導入</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 対象となる沿岸 62 自治体の自然のままの生産性を取り戻すために、マングローブを復旧する。</li> <li>b. リース契約期間にある放棄、未開発、もしくは有効利用されていない養殖池の復帰</li> <li>c. 州立大学とカレッジ (SUCs) と地方自治体との共同による地域ベースの孵化場の設置</li> <li>d. マングローブ生息地域の魚生産の拡大</li> </ul>
2. 貧困	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 小規模の魚養殖業者と海藻栽培業者が海洋牧場パーク／ゾーンで事業者となるための生計の援助</li> <li>2. 継続的な養殖者の技能向上</li> <li>3. 特定分野の市場への進出 (市場整合) と見本市や展示会の参加を可能にするグループの強化</li> </ul>
3. 低生産性と持続性の欠如	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 海藻生産プログラムの強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 資材援助の提供</li> <li>b. 海藻の苗床の増床</li> <li>c. 海藻組織養殖研究所の運営維持サポートの強化</li> <li>d. 苗床の遺伝子改良をはかる研究開発のサポート</li> <li>e. 魚の健康研究所の運営維持のサポート</li> <li>f. 継続的な 344 ヶ所の登録養殖場の定期監視と疾病調査</li> </ul> </li> <li>2. 海洋牧場パーク／ゾーン (MP/MZ) の設置 <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 地域条例策定に関する利害関係者の相談に応じるエリアの明確化</li> <li>b. 海洋牧場パーク／ゾーンにおける投資促進の強化</li> <li>c. 海洋牧場パーク／ゾーンの幹部経営委員会の強化</li> <li>d. 政府機関の MP/MZ での信用融資プログラム (フィリピン土地銀行との提携) を通じて生計援助を提供</li> <li>e. 最良の水産養殖作業実践 (エビとティラピア)、水産養殖実施規則、および有機水産養殖フィリピン全国標準に関する情報の広報と案内、教育とコミュニケーション</li> <li>f. 研究開発を通じて孵化場と養殖技術を改良</li> </ul> </li> </ul>

出所) CountryReport (BFAR)

#### 1-4 援助機関による水産養殖分野での ODA プロジェクト

開発目標の実現と経済成長の維持を確実に達成するために、政府は、複数のドナーに政府開発援助（ODA）を求めている。

以下は過去 10 年間における水産養殖セクターにおける、ODA／技術協力（TCP）もしくは、経済援助プログラムである。

図表 1-11 過去 10 年間にフィリピンの養殖事業に提供された ODA、技術協力、財政支援

資金調達機関	プログラム／プロジェクト	実施期間	説明
ワールドフィッシュ・センター	フィリピン能力強化プロジェクトにおける水産養殖技術の商業化と認知プログラム (AQUATECH)	農務省—農業研究局、漁業水資源局	2008 年、フィリピン国内における維持可能な水産養殖能力の開発と小規模漁業の研究開発。ワールドフィッシュ・センターと漁業水資源局 (BFAR) と DA-BAR との既存パートナーシップを強化し、水産養殖技術と水産養殖商業化に対する地域社会での理解を深める。
JICA (TCP)	包括的な支援と魚繁殖プロジェクト	漁業水資源局 (BFAR)	2006 年から 2010 年。水産養殖生産に関するより有効な知識と技術を提供することにより市内の魚養殖者の生活を向上させる。
JICA (TCP)	水質管理能力開発プロジェクト	環境管理局、環境天然資源省	2006 年から 2011 年。CWA IRR により義務付けられた最優先活動事項の実施に向けて、EMB 本部と支部の能力を強化。
オーストラリア・インターナショナル農業研究センター (Australian Centre for International Agricultural Research)	オーストラリア—フィリピン開発協力プログラム	複数機関	2012 年から 2016 年、より繁栄、安定し回復能力に優れたフィリピンから生じ得る有利な条件を生かして、貧困層と脆弱層を支援。漁業に特定したプログラムは、(1) 生計と地域社会経営による沿岸ならびに淡水漁業の向上をめざした水産養殖と漁業管理戦略の開発と実地試験、(2) より維持可能な漁業、増収、および食料確保を可能とする海洋資源に関する知識の向上。
東南アジア行楽開発センター／水産養殖開発	持続可能な水産養殖の機関能力開発	BFAR, LGUs	2006 年～ 水産資源の生産性を向上すると同時に水生生態系の多様な均衡を守るために、適切な技術の沿岸住民への移行とその適用を早める。

出所) BFAR



## 第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

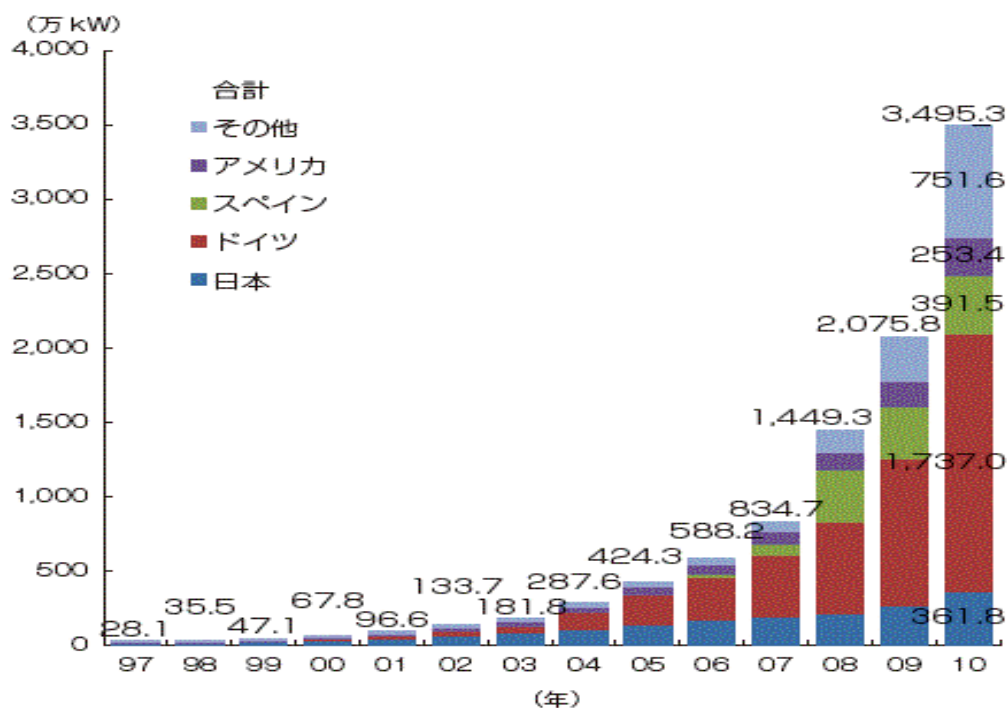
### 2-1 (株)パワーバンクシステム及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

#### (1) 太陽光発電の普及促進に向けた支援施策の動向、システムの導入状況

現状では火力発電や原子力発電等比べて発電コストが高い太陽光発電の普及を促進するため、各国ではさまざまな助成制度を導入している。ドイツが2004年に開始したフィードイン・タリフ（FIT制度）は、太陽光で発電した全電力を通常の売電価格の数倍の価格で電力会社買い取ることを義務づけるものであり、自家消費をせずに発電した分はすべて売る「発電ビジネス」を成立させ、2005年以降の導入量拡大に大きく寄与した。ヨーロッパでは、ドイツのFIT制度が周辺国にも波及し、2007年末現在で23カ国が導入している。

一方、日本は欧州諸国とは対照的に、2005年に住宅向けの設置補助金が打ち切られて普及ペースが減速、累積導入量トップの座をドイツに明け渡し、2008年にはスペインに抜かれて3位に後退した。こうした状況を打破するため、2008年の「低炭素社会づくり行動計画」において、2030年に太陽光発電導入量を現状の40倍にまで拡大させることを目標に掲げ、関係4省庁合同で「太陽光発電導入拡大のためのアクションプラン」を作成、その取り組みの一環として、住宅向けの設置補助金を2008年に復活させるとともに、2011年7月より日本でもFIT制度を導入し、初年度は42円/kWh（買取期間20年間、買取価格固定）で電力会社が買い取る新たな買取制度をスタートさせ、普及拡大策を強化している。

図表 2-1 世界の太陽光発電の導入状況（累積導入量の推移）



出所) IEA PVPS 2011 より

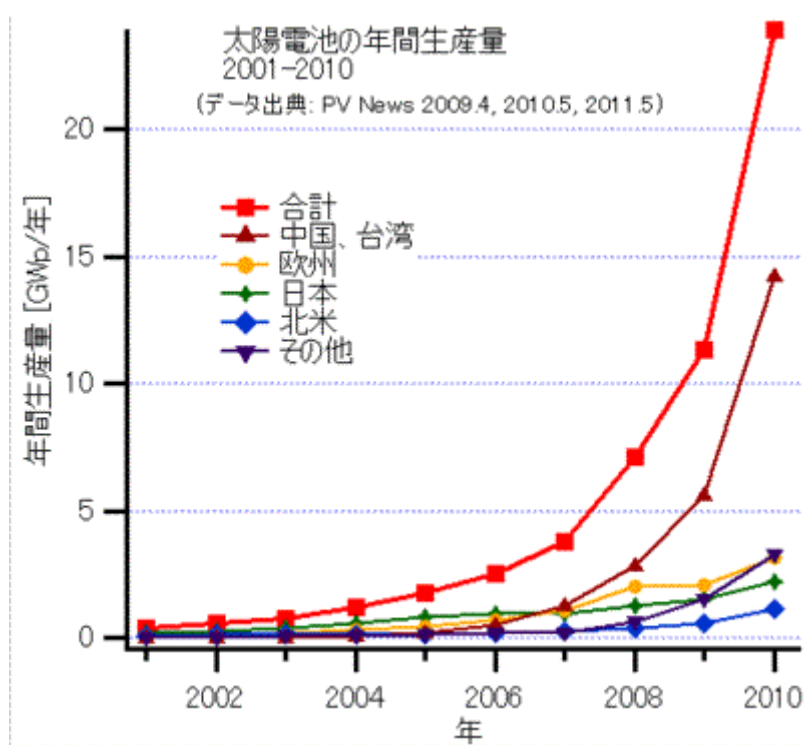
このような状況の中、パワーバンクシステムは2010年に現在の主力商品となる、耐塩性のソーラーパネルを開発。2011年より販売を開始し、その特異性が注目され2012年には、前述の「低炭素社会づくり行動計画」の一環として経済産業省より実施された「平成23年度次世代エネルギー技術実証事業」に本システムの原型となる養殖用システムが採用され現在も熊本県水俣市にて実証事業が実施されている。

## (2) 太陽電池生産量の推移

世界の太陽電池生産量は、上述の支援施策の後押しにより、毎年40～50%増のペースで増加を続けており、2008年はスペイン市場が急拡大したことにより、86%増と倍増に近い伸びを示している。2009年はドイツ、スペインの買取価格の見直しと世界同時不況の影響で、市場拡大にブレーキがかかったものの、中長期的には増加を維持するものと見られている。

日本の生産量は、2005年度の住宅向け設置補助金の終了や、原料シリコンを十分に確保できなかった影響で、2006年、2007年は生産ペースが減退し、2005年以降、新興メーカーによる生産が急速に立ち上がってきた中国やドイツに抜かれて、2008年は世界第3位に後退し、2005年には50%近くあった世界シェアは18%に大きく低下している。

図表 2-2 世界の太陽電池の年間生産量 2001-2010



GW p…G はギガと読み 1G は 10 億を意味する。Wp (Watt peak) はワットピークと読み、太陽光発電などの出力が変動する電源において標準測定条件における太陽電池モジュールの直流出力の最大電力を W 数で表したものである。標準測定条件は、日本では 1000W/m<sup>2</sup>、25 度、エアマス (太陽光スペクトル) 1.5 (日本付近の緯度の地上における平均)。

出所) PV News 2011 より

しかしながら、一躍世界のトップに躍り出た中国メーカーも、欧州の債務危機により欧米市場が頭打ちになると、中国国内でも過剰な生産設備を抱え八方ふさがりに陥り、「世界一」を標榜した太陽光パネルメーカーのサンテックパワーでさえ、現在、経営破綻の危機に追い込まれているという報道がなされているなど、太陽光発電業界の状況は日々めまぐるしく変化している。

### (3) 太陽電池の種類と生産の動向

太陽電池は、用いる材料や構造等によって、多種多様な種類が開発・製造されているのが大きな特徴である。現在、主に生産されているのは結晶シリコン系の太陽電池で、薄膜シリコン系がこれに続いている。また近年、化合物系太陽電池の量産が始まっており、有機・色素系は実用化に向けて研究開発が活発化している。そのほかにも、次世代型の太陽電池として、複数のボール状の多結晶シリコンを敷き詰めた「球状シリコン太陽電池」や、半導体ナノ構造を用いた「量子ドット太陽電池」などの研究開発・実用化が進められている。

また、種類別の太陽電池生産量を見ると、全世界生産量 3,733MW (2007 年)のうち、多結晶シリコン太陽電池が 1,837MW (49%)、単結晶シリコン太陽電池が 1,195MW (32%)と合わせて 81%を占めており、累計設置ベース (2007 年)では、歴史の古い単結晶が 42%と多結晶とほぼ同じ割合を占めている。伸び率から見ると、近年は化合物系 (C I S / C I G S、C d T e) の伸びが著しい。

日本における種類別の太陽電池出荷量の推移を見ると、世界以上に結晶系シリコンが占める割合が高い。近年は少しずつ薄膜シリコンがウエイトを高めているものの、その割合はまだ 10%である。近年は単結晶がやや盛り返す傾向があるが、日本では多結晶が 50%以上、多い時で 70%以上と多くを占めているのが特徴的である。また、日本の出荷量のうち、8割近くは海外向けが占めており、国内向けは 2割程度にとどまっている。なお、今後の生産見込みとしては、シリコン使用量を大きく低減できる薄膜シリコン太陽電池のウエイトが高まるという見方が多かったが、ポリシリコンの価格下落や薄膜系プラント増強の遅れなどから、薄膜シリコンはやや伸び悩んでいるのが現状である。

### (4) 太陽電池関連産業の特徴<sup>5</sup>

太陽光発電システムにおいては、原料、基板、セル、モジュール、システム化・施工の各段階で、多様な事業主体が関わっている。

原料分野では、化学、窯業、鉄鋼、非鉄金属などの素材系メーカーの参入が相次いでおり、特に結晶シリコン系の主原料である高純度シリコン (ポリシリコン) においては、国

---

<sup>5</sup>参考文献として以下を活用した。

平成 22 年度新エネルギー等導入促進基礎調査(太陽光発電システム等の普及動向に関する調査)平成 23 年 2 月 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部新エネルギー対策課

内外の大手シリコンメーカーによる増産、太陽電池グレードポリシリコンの技術開発が活発化している。

太陽電池製造の中核であるセル・モジュール工程については、いわゆる太陽電池メーカーと呼ばれる企業群が製造を行っており、日本では、シャープ、京セラ、三洋電機など9社が結晶シリコン系、薄膜シリコン系、化合物系（CIGS）太陽電池の量産を行っている。わが国では大手電機メーカーが事業分野の一つとして事業展開するケースが目立つが、生産量が急拡大している中国では、新興メーカーが製造装置を一括購入して（ターンキー）新たに事業を立ち上げるケースが多く、70社近くものセルメーカーが参入している。そのほか、日本では次世代型太陽電池として、有機・色素系の研究開発に取り組む企業が多いのも特徴的である。

これらの太陽電池メーカーに製造装置を供給するメーカーは、製造工程・技術が半導体やFPDと類似していることから、半導体・FPD関連製造装置メーカーによる事業参入が多い。また、パワーコンディショナーや集電箱などのシステム周辺機器については、主に充電メーカー、家電メーカーが供給を行っている。そのほか、住宅メーカー、建材メーカー、ゼネコン、工務店などが設置・施工に関わっている。さらに、太陽電池付き携帯電話など、太陽電池を搭載した製品・アプリケーションの開発も活発化している。このように、太陽電池関連産業は、ポリシリコンの製造から設置・施工、応用製品開発に至るまで、多様な事業主体が関わり、裾野の広い産業構造を形成しているのが大きな特徴である。

野村證券の推計によると、全世界の太陽電池の市場規模は2006年が1兆900億円、2007年が1兆7,000億円と推定されている。また、2010年には3兆6,600億円、2015年には9兆2,000億円となり、2030年には25兆4,000億円と半導体と並ぶ産業規模への成長が予想されている。

#### （5） 提案企業の業界における位置づけ

前述のとおり、太陽光発電システムにおいては、多様な事業主体が関わっているが、パワーバンクシステムは、太陽電池製造の中核となるモジュール工程の製造を行っており、いわゆる「太陽電池メーカー」のうちの一社に分類される。特に日本においてはシャープなどの大手電機メーカーが事業分野の一つとして事業展開するなか、パワーバンクシステムは、新興メーカーとして2011年に事業参入を行っている。現時点では納入実績は非常に少なく、太陽電池メーカーとしての認知度は低いものの、特徴のある製品として注目をされつつある。

#### （6） 国内外の同業他社比較と類似製品・技術の概況

養殖場向けバブリングシステムである「浮島」は、パワーバンクシステムが新しく作り出した製品であり、少なくとも現時点では、競合他社等は見当たらない。特に太陽電池パネルについては、次の2点で大きく差別化されており、同社製品の大きな特長といえる。

- ① 重塩害地区対応…一般的には、海岸から 200m～500m 以内を「重塩害地域」と呼ばれるが、国内外ほぼすべての太陽電池メーカーが、このエリアでのパネルの設置に対して保証対象としていない。パワーバンクシステムのパネルは錆びる部分のないのが大きな特徴で、このエリアでの設置についても、一般使用と同じように保証対象とする。
- ② 軽量…パワーバンクシステムのパネルは、鉄やガラスなどを使用していないため、パネル 1 枚（約 1 m<sup>2</sup>）でおおよそ 4 kg と非常に軽量であり（通常の結晶系パネルは 1 m<sup>2</sup>あたりで換算するとおおよそ 10～13kg）、建築基準により重量制限のあるスレート屋根等への設置が可能である。

なお、海外メーカーのなかには「水上」での使用をうたっている製品は数社存在するものの、それはあくまで池やダムなどの淡水への設置が前提であり、海上への設置は不適であり、また周辺機器は陸上への設置が必要なため、岸に近いところでの設置が条件となっている。

パワーバンクシステムの「浮島」は装置そのものが独立したものであり、陸から遠く離れた場所においても独立電源として発電した電気をマネジメントし装置を動かす（バブリングを行う）という点でも独自性が高く、他社との比較は困難である。

## 2-2 (株)パワーバンクシステムの事業展開における海外進出の位置づけ

### (1) 今後の事業展開について

パワーバンクシステムは、長期ビジョンとして特長のあるグローバル企業として、独自の強みを活かした太陽電池製品を顧客に提供することにより、当社の強みを活かせる領域において、リーディングカンパニーとなることを目指している。

特に今年度については、日本国内市場に向けて、安定した商品を提供するための、特許申請、国際認証の取得や、生産体制、販売体制、保障体制を作りあげることが最優先事項として行っているが、将来的にはアジア、世界への商品の提供を見据え、準備をはじめたいと考えている。

### (2) 海外進出への位置づけについて

世界人口の約 6 割を占めるアジア地域は、ここ数年経済成長も目覚ましく、特に東南アジアにおいては、急速な市場の拡大が期待されることから、アジアに本拠地をおく優位性を活かし、市場開拓を行っていくとともに、特にフィリピンにおいては、製品の販売だけでなく、将来的にはその地理的利点や安価な人件費など背景に、生産拠点の整備や販売・サポート拠点の充実を図り、各地域のニーズに応じたきめ細かい対応に取り組んでいきたいと考えている。

### 2-3 (株)パワーバンクシステムの海外進出による地域経済への貢献

現在、パワーバンクシステムの開発、生産拠点は日本国内（熊本県）に限られており、海外進出により販路が拡大すれば、当面は国内生産となるため、生産ラインの増強が必要となる。それに合わせて、営業、製造等についての雇用が発生が見込める。

### 2-4 想定する事業の仕組み

現時点では、パワーバンクシステムという企業自身が、海外において自社での現地法人や工場の設立、また販売展開を行うことは、人的、資金的面でも非常に困難である。

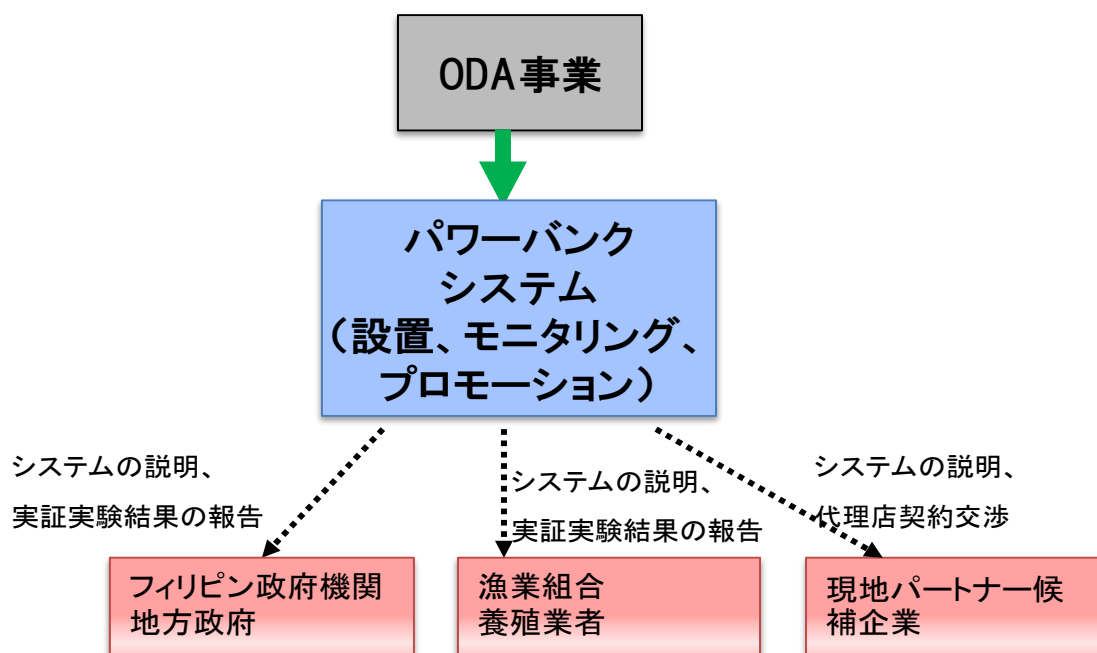
そのため、まずは、ODA 実証事業によって、フィリピン国政府機関、地方政府、漁業組合、養殖事業者、現地パートナー候補企業などに本システムを認知してもらうことが重要になる。

また、商品を海外において責任を持って取り扱ってくれるパートナー企業を探し、当面はその会社に輸出するという仕組みがセカンドステップと考える。

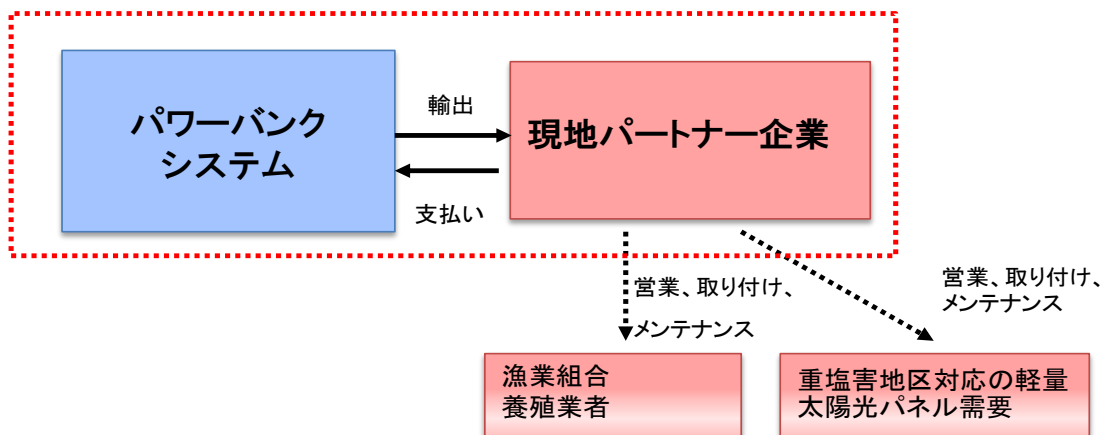
現時点では、JETRO フィリピン事務所、フィリピン日本人商工会議所にご支援を頂きながら、日系の商社、建材メーカー、太陽光パネル取扱事業者への提案活動を行っている。

なお、商業ベースでの事業を行うに当たっては、太陽光パネルを採用した独立電源による養殖用エアレーションシステムとともに、重塩害地区対応の軽量太陽光パネルとしての販売も視野に入れている。

図表 2-3 想定する事業の仕組み（ファーストステップ）



図表 2-4 想定する事業の仕組み（セカンドステップ）



## 2-5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

まずは、浮島をはじめとした、パワーバンクシステムの太陽電池パネルをはじめとする商品に対して興味を持つフィリピン国政府機関、地方政府、漁業組合、養殖事業者、現地パートナー候補企業などと接触し、交渉を行っていく。

本件実証実験のCP 候補として、①実験の成果報告、②プロモーションビデオ作製に向けての出演者（インタビュー）、③将来の大規模プロモーションの候補者紹介等を期待して、年末年始にかけてCP機関へのプロジェクト紹介を実施した。実施先は以下のとおり。

- ・ 農業省水産海洋資源局（BFAR）内水面養殖漁業部
- ・ LLDA 漁業セクション
- ・ Rizal 州
- ・ Binagonan 郡事務所

訪問先のプロジェクトに対する関心は高く、BFAR やRizal 州では、成果が上がるようであれば関係する漁業団体を視察させたい、という積極的な提案も受けた。

ただしすべては「価格次第」ということは、どこの機関でも共通したコメントで、パワーバンクシステムの将来の事業方針とも絡み合う経営面での重要な意思判断がもためられることとなった。

[プロモーションビデオの概要]

時間：12分40秒

撮影場所：ラグナ湖、グロッド村、カブヤオ市、マニラ市、ビナゴナン市

主な出演者：木下、平野（パワーバンクシステム）

Pricilla Legaspi、James Villanueva (BFAR)

Reynaldo Baloloy (Water Quality Expert)

Ednil Prejaria (Fishpen owner)

全体の構成：フィリピンのミルクフィッシュの養殖事情、開発者及び関係者へのインタビュー、実証の途中経過とそれに対するコメント、今後の可能性について。



プロモーションビデオのタイトル画面



プロモーションビデオの開発者のインタビュー画面

なお、リーフレットについては当初製作を予定していたが、プロモーションビデオの内



容が非常にわかりやすく効果的であると判断し、リーフレットの制作を断念したため、当初予算をプロモーションビデオに振り分けた形となった。

また、在フィリピンの日本企業への関心を高めるため、地元の経済紙NNA（ニュースネットアジア）社へ本プロジェクトの情報提供を行い、日本人駐在員が正月休みから帰国するタイミングを計り、2013年1月17日にトップ記事で掲載した。

2013年(平成25年)1月17日(木) The Daily NNA フィリピン版【Philippines Edition】 第04207号[1]

**The Daily NNA**  
アジア経済情報紙 <http://www.nna.jp/>

NNA Philippines Co., Inc. Address: Unit 2006, 88 Corporate Center, 141 Valero Corner Sedeno Street, Salcedo Village, Makati City Tel: 02-753-3515 Fax: 02-753-3517 E-mail: sales\_ph@nna.asia **フィリピン版**

MICA(P)203/04/2011

TOP NEWS

## 太陽光発電で養殖コスト削減 パワーバンク、ラグナ湖で実験

太陽光パネルメーカーのパワーバンクシステム（熊本県八代市）は、太陽光発電を活用した水産養殖用エアレーション（空気混入）システム「浮島」のフィリピン市場投入に向け、リサール州ラグナ湖上で実証実験を行っている。このシステムは、同社が独自に開発した完全防水加工のさびない太陽光パネルを搭載しており、高額な電気料金が足かせとなりエアレーションが行われていない養殖場での普及が見込まれる。



パワーバンクシステムは、熱可塑性プラスチックの一種であるポリカーボネートを使用した完全防水加工の太陽光パネルを開発。海上、海岸などの塩害地域でも長期の使用が可能なこのパネルを電源に、熊本大学が開発したマイクロバブル発生装置を通じて水中に微細な泡を放出させるエアレーションシステム「浮島」を開発した。

実証実験は、「政府開発援助海外経済協力事業委託費による途上国政府への普及事業」として、野村総合研究所と共同で昨年12月初めに開始。リサール州ピナゴランのラグナ湖上にある養殖場で浮島を設置したいけすにミルクフィッシュ（比名・バンガス）の稚魚3万匹を放流し、いけす内の水質や稚魚の致死率、成長速度などを調査している。実験は今月末に終了する予定という。

(次ページへ続く)

NEWS HEADLINE

太陽光発電を活用した水産養殖用エアレーションシステム「浮島」=リサール州（パワーバンクシステム提供）

NNA（2013年1月17日号）

なお、同記事掲載直後から、日本のパワーバンクシステム本社に数件の問い合わせがあり、実際に現地での商談も行われた。またフィリピンでの日系企業においてはほぼ認知されており、一定の効果があったと考えている。

## 2-6 リスクへの対応

実証事業を行うに当たって、以下の点について留意することとした。その結果、いずれのリスクにも対応できることが明らかになった。

### (1) 競合となりうる我が国以外の技術

漁業資源局へのインタビュー調査によれば、養殖事業におけるエアレーションについては、陸上の屋内養殖施設で一部実施されているものの、本システムのように屋外の養殖場で大規模に行われている事例はないとのことである。

### (2) パイロットモデルの設置地点の特定

本システムを養殖場のフェンスの外側に設置することにより、エアレーションの効果が養殖場に遍く行き渡り、稚魚の生存率の向上につながった。今後他の養殖場でも、この様な設置を行うことにより、本システムの効果を最大限に引き出すことができる。

### (3) 法務、知的財産権保護その他のリスク

現在パネルの製造方法については日本、海外も含めて特許の取得を検討中である。ただし、足の速い商品であることも重々承知しているので、競合国（特に韓国、中国等が想定される）の動向には注意を払った。しかし、実証実験期間中には、競合国の動向で特筆すべきものは見当たらなかった。

また、今回は設置場所（養殖場）がラグナ湖の沖合であったため、関係者以外のシステムの接触はなく、沿岸部に設置した場合等の日常的に子供の遊び場となるなどのリスクは発生しなかった。さらに、日常的な給餌活動、データ観測が行えるかも懸念されたが、実証実験開始時の指導を徹底したことからリスクとはならなかった。

また、魚の病気については伝染性の疾病や毒物による致死などが考えられたが、モニタリングを行うなかで特に発生した様子はなかった。

### 第3章 製品・技術に関する現地適合性の検証

#### 3-1 製品・技術の紹介、試用、実証・パイロット調査の概要

##### (1) 製品・技術の紹介



UKISHIMA（浮島）

製品名：UKISHIMA（浮島）

機能：マイクロバブル発生装置

性能：400Wの海水用水中ポンプ使用

有効範囲：バブルの噴出口より20～30m程度

大きさ：5820×2250×650 mm

重量：およそ600 kg（うちパネル重量は1枚4キロ強、8枚搭載でおよそ35 kg）

発電量：およそ720W（1枚90W、8枚搭載で合計720W）

価格：300万円（本体価格のみ、輸送費を含まない）

特長：

- ・軽くて錆びない太陽光パネルの搭載により水上でも長期使用が可能であること
- ・マイクロバブル発生装置の搭載により、水中への酸素供給や攪拌が可能であること

##### (2) システムの輸送と通関の状況

在フィリピン日本国大使館の尽力により、日本国大使館からフィリピン国財務省あてのレターを発行した。そこには貨物の緒言、使用の目的、使用期間、撤収時期と持ち帰りの方針等が記載された。それにより輸送システムの無税化、迅速な受け取りが可能となった。その結果、滞りなく輸出入の通関が行われ、調査期間の確保にも繋がった。

輸入通関を担当した日本通運マニラ支店の尽力により、2012年12月6日（木）の早朝に貨物の受け取りを行い（航空便で送られた9つのパッケージ）これを組み立て場所である東洋建

設カルモナ (Carmona) 作業所へ移送した。同様に2013年2月に撤収、解体した貨物が日本に向けて発送された。

### (3) システムの組立・解体作業と設置・撤収作業

組立、解体作業、及び設置・撤収作業については、東洋建設フィリピン支店のご尽力により、2012年12月7日（金）に同社Carmona作業所にて組立作業を行い、同月8日（土）にカブヤオ港よりラグナ湖への輸送・設置を行った。同様に2013年2月1日（金）に撤収・解体作業を行い、滞りなく作業を終えることができた。

### (4) 施設のレンタル

2012年12月1日（土）に本件調査で養殖池の提供を期待して見積もりをとった養殖家を訪問した。Rizal州ビナゴナン (Binangonan) 郡からラグナ湖の中央部にあるタリム (Talim) 島まで70名乗りのボートをチャーターして約1.5時間の時間を要した。養殖家の居住するバランガイ（最小の地方自治単位として村、地区を表すフィリピン語）は、タリム島中央西部に位置するグロッド (Gulod) 村であった。そこで数名の養殖家に聞き取り調査を行い、以下の情報を得た。

- 近年ミルクフィッシュの養殖は主に台湾や中国の投資家によって行われており、その投資規模も100haを超えるものである。
- ラグナ湖周辺に住む小規模の養殖家は、せいぜい5-10ha程度の養殖規模での経営が主体だがなかでもミルクフィッシュを養殖している漁家は少ない。その理由は、①ミルクフィッシュは幼魚の致死率が高く、また海水分が少ないと成長が芳しくないという特徴がある。②ラグナ湖の水位が下がると海水が増えるが、近年の異常気象で降水量も多く水位が下がることも少なくなった。③ミルクフィッシュに比べてビッグヘッド（鯉の仲間）やティラピアは病気に強く飼いやすい。
- 特に12-1月は、稚魚の放流には適していない。水温が低いため稚魚の致死率は90%程度になるだろうと予測される。ただしこれでも利益は十分に出るのがミルクフィッシュの特徴。
- 訪問時（2012年12月1日）は、ミンダナオに停滞していた超大型台風「パブロ」の上陸が懸念されているときであったので、漁家は養殖されている魚を多少サイズが小ぶりでも水揚げし、これを販売に供しようとして必死になっていた。ちなみに「パブロ」によりミンダナオでは、死者1067人、行方不明834人、家屋22万棟全半壊という大災害となった。

数少ないミルクフィッシュの養殖漁家の中でMr. Ednil Pregaria（以降はMr. Ednilと表記）が本件の実証実験を受け入れてくれることになった。彼はグロッド村に居住している

が、カイトメ (Kaytome) 村に5haの生簀を持ち、そこでミルクフィッシュとビッグヘッド (BigHead) を混在させて養殖事業を行っている。暮らし向きは地域では上の下程度で、住居や調度品についても地域では裕福な方であることがうかがえる。

その後当人の所有する生簀 (5ha) を訪問したが、監視小屋を置いて24時間の警備を行う等、十分な整備がなされていた。水質の汚染や稚魚の致死率の高さがミルクフィッシュ養殖の課題となっていたため、本システムの適用については十分なニーズがあることを確認した。また前述のとおり、この時期「水温が低いため」に致死率が90%に上るとされているが、当システムの適用により、これが改善されれば、「水温」だけが原因とされてきた従来の考え方を変えるきっかけともなりうる。



Mr. Ednil とグロッド村 (背景)



レンタルした区画（全体は5ha、レンタル部分は7m×30m）

ただし当初から生存率が期待できないとされてきたため、Mr. Ednil についてもこの時期のスタートについては消極的であった。そのため、たとえ稚魚が全滅しても当人の業務についてそれをある程度保障することが求められた。そのため、契約条件は以下のとおりとなった。

- ・ Mr. Ednil は彼の 5ha の区画の中に 30m×7m の区画を本件実証実験用に作成する。その準備のために主に竹材の調達が必要となり、調査団は 4,000 ペソを前払いする。
- ・ 稚魚は推奨業者から調査団が調達する。様々な種類を提示されたが、結局 2-3 インチの稚魚を一尾あたり 2.27 ペソで 30,000 匹（総計 68,000 ペソ）調達することとした。業者との交渉で稚魚の配送には更に 7,000 ペソが課金された。
- ・ 24 時間の警備に必要な人材は Mr. Ednil が提供する。調査団は魚にえさを与える、死亡個体をカウントする、システムの稼働をモニターする人材を 1 日 200 ペソで期間中（7 週間×7 日）雇用する。当該人材には調査団側から記録の仕方、記録の受け渡し方等についての教育を行う。
- ・ 30m×7m の区画のレンタル料は 1 カ月当たり 5,000 ペソとする。また餌代は、稚魚を放流してから最初の 2 週間は FishFry を餌として（950 ペソ/サック）2 週間分（1 サック/2 日）で 7 サック（袋）、残りの 5 週間は Pellets を餌として（950 ペソ/サック）、35 サック（袋）（1 サック/日）必要となる。餌代は最初に 20,000 ペソを前払いとして渡すが、原則として領収書をベースにした出来高払いとした。

プロジェクト・マネージャーである高野帰国前日の12月7日にMr. Ednil と契約を結び餌

代にかかる前払い金を支払った。

#### (5) 調達稚魚について

ラグナ湖やタール湖の淡水魚養殖に向けての稚魚生産は、ブラカン州を中心に実施されている。ブラカンには大手稚魚生産業者が集中し、養殖業者への稚魚供給をほぼ独占している。稚魚価格は季節によって変動するが、販売先によっての根付けもあり、一見の顧客には若干高い価格でオファーしているようである。また、稚魚自体を人工孵化させたものか、天然ものかによって価格が異なり（当然後者の方が高価格）、どの時期にどの稚魚を選定するかには長年の経験に基づくものである。

今回は、水温が低い季節であるということから、通例の稚魚（1.0-1.5インチ：0.8-1.5ペソ/尾）ではなく、天然もの2.5-3.5インチ（2.5ペソ/尾）の30,000尾の導入を決定した。選定にあたっては養殖漁家であるMr. Ednil の意見を尊重した。

#### (6) システムの設置

業務主任者である PBS 社長の木下が 12 月 6 日にフィリピン入りし、12 月 7 日早朝から東洋建設の Carmona 作業所に出向き組み立て作業を開始した。当初の予定では組み立て作業に使う工具や機材を消耗品として調達する予定であったが、東洋建設がそのような消耗品の調達を含めて組み立て作業に協力してくれることになり、作業所で組み立てたシステムを養殖場まで曳航し、そこでのシステム設置作業まで支援してくれることになった。



東洋建設作業所での組み立て作業



着水作業

作業場所に恵まれ、また組み立てに建設業者のスタッフの協力があったため、12月7日のみで組み立て作業が完了、12月8日にシステム設置が実施することができた。曳航船の手配、システムの輸送トラックから水辺までの移動手段については、事前に確認作業を終了している。

#### (6) -1 曳航船の手配

カビテ (Cabite) 州サンタロサ市の近くにビガー (Bigaa) という町があり、ここに曳航船が存在することを確認した。オーナーと協議した結果、曳航を委託することができた。

#### (6)-2 システム輸送トラックから水辺までの移動

ビガー周辺地区を現地踏査して、カブヤオ (Cabuyao) 漁業港が水辺への移動に最も適していることが判明した。東洋建設は、システムの組み立てが完了後、交通渋滞の無い夜中にシステムを大型トラックに積んでカブヤオ漁業港まで移動し、早朝から水辺への移動を開始することとした。

#### (6)-3 システム設置

カブヤオからカイトメまでは約1時間半の曳航時間が必要であった。曳航から生簀におけるシステムの設置は12月8日中に完了した。





曳航作業



水の上に浮かぶシステム



レンタルした区画に設置されるサインボード（東洋建設作業所で作成）



システム稼働実験（発電を行ってバブルを噴射している様子）

#### (7) 放流後のモニタリング

PBS平野はマニラを離れ、12月9日（日）から帰国前日の12月16日（日）までGulod村のMr. Ednil宅で居住し、毎日のモニタリングをおこなうこととした。この時期における稚魚の致死率は放流後10日間で90%程度とされ、その後は安定すると言われる。モニタリングシートを作成し、12月8日（土）段階で雇用する給餌者に記録に関する指導を行ったが、当初の10日間はコンサルタントが傍で指導することが重要であり、また確実性を得るため記録はコンサルタント自身も関与すべきであると判断したためである。稚魚の放流時期は、システムを設置してから最低1日おいた後の方が良いということから12月10日（月）午前中とした。

#### (7)-1 PBS平野取締役による漁家への初期インタビュー

- ・今の時期は水温が下がるため稚魚が育たない。
- ・おそらく成魚まで生き延びるのは10%程度。
- ・特に放流後最初の数日が一番のヤマで、10日もすぎればもうほとんど死ななくなるだろう。

#### (7)-2 日々のモニタリング記録抜粋

○12月10日（月） AM6:00（快晴、気温27度、水温26度、風なし）

- ・稚魚をイケスに放流（30,000匹）
- ・現行の慣習どおりすぐに給餌（1日3回）

○12月11日（火） AM6:00（快晴、気温26度、水温26度、風なし）

- ・死んだ稚魚の数：2,387匹（全体の7.9%）
- ・漁家コメント：普通の状態でも移動のストレスで死ぬことが通例。心配する必要はない。

○12月12日（水） AM6:00（快晴、気温26度、水温26度、風なし）

- ・死んだ稚魚の数：1,960匹（累計4,347匹は全体の14.5%）
- ・漁家コメント：想像よりもはるかに死亡数が少ない。この調子が続くと（水揚も）期待できる。

○12月13日（木） AM6:00（晴、気温26度、水温25度、強風）

- ・死んだ稚魚の数：1,514匹（累計5,861匹は全体の19.5%）
- ・漁家コメント：昨日から風が強くなり少し寒くなってきたがかなりいい状況だと思う。もしかしたら50%くらいは生き残るかもしれない。

○12月14日（金） AM6:00（曇り、気温26度、水温25度、強風）

- ・死んだ稚魚の数：961匹（累計6,822匹は全体の22.7%）
- ・漁家コメント：予想もしていなかった優れた結果。たぶん明日はもっと減ると思う。この分なら6割近くは生き残るかもしれないという期待が生まれる。

### (7)-3 その他の観察事項

稚魚放流後、漁家に、「放流するとき袋詰めされていた稚魚と一緒に入っていた水は海水か？」と質問すると「知らない」という回答であった。養殖に携わる漁家は従来から、初期の死亡個体を「デリバリーショック」と短絡的に考えていたが、専門的見地から言うと、もちろんこのストレスに加え、「水あわせ不足」があると観察される。

通例、他の場所から個体（稚魚）を購入し、生簀に入れるときは「水あわせ」といって、それまで、その個体が生存していた水（下の写真で見られる袋の水）から、これから生きていく水に水質や温度を慣れさせた後に生簀に放流する、という作業を行う。ミルクフィッシュは元来海水に生息する魚種であるため、稚魚はもともと海水で飼育（または成長）されたものである。弱い稚魚を海水から淡水に移すことの危険性が肥育管理に浸透していない。

例え稚魚が淡水で育ったものであるとしても、稚魚の致死率減少には十分な注意が必要であるが、地元の中小養殖家にはこの技術が根付いていない。そのためたとえ気温や時期がどんなによくてもかなりの稚魚が死に至る。本件では太陽光養殖システムの効果をモニタリングするため、漁家の養殖慣行に対して一切のコメントを行わず、また変更を推奨することも行っていない。しかしながら、フィリピンの養殖漁家にとっては養殖のオペレーションについても改善の余地が未だ残されている。



放流時の様子



放流後の生簀



放流風景



放流前の稚魚

## (8) 漁民の生活

### (8)-1 村民の生活環境

グロッド村は、ラグナ湖の中央部にあるタリム島中央西部に位置し、バランガイ（村）の大きさは70.9ヘクタール、人口約2万4千人である。

グロッド村は、基本的に居住地区であり、村のホール、デイ・ケア・センターに転用している多目的施設、屋内バスケットボールコート、パブリック・プラザ、分庁舎などが整備されている。



村のホール



デイ・ケア・センターに転用している多目的施設



パブリック・プラザ



屋内バスケットボールコート



多目的ホール



分庁舎

また、国際的な健康慈善団体である Merlin によって寄贈された飲み水の浄化ステーションや健康センターも整備されている。



飲み水の浄化ステーション





健康センター

一方、教育面では、グロッド村とその近隣には私立の小学校や公立の高等学校はない。

近年、グロッド村には教会が無く、村民は彼らの村に教会を建設する基金を必要としている。

周辺にはいくつかの商店があり、約 10 店舗で缶詰やコーヒー、ミルクなどの日用品を販売している。また、住民は通常ボトルや缶などのゴミは村の処理施設で処理するがその他のゴミは焼却している。

#### (8)-2 村民の主な収入

村民の 75%は漁業で収入を得ている。仕事がきついので女性は漁業に従事していない。他の人は、大工や養殖場の施設や魚のケージの制作、縫製などを行っている。



湖岸に係留されているボート



大工仕事

既婚女性の 70-80%が専業主婦である。



カーテンや枕ケースを縫う婦人達

漁業シーズンは通常 5 月から 10 月までの 6 カ月であり、漁業シーズンが終わると、多くの村民は竹を用いて椅子やテーブル、ベッド、鳥かご、魚のケージやフィッシュペンなどを作って収入を得ている。

グロッド村のカウンセラーへのインタビュー調査によれば、村民の 1 か月の収入は次のようにまとめることができる。

図表 3-1 グロッド村の村民の 1 か月の収入

職種	材料費	収入
漁業		900-10,000 ペソ/月 または 30-300 ペソ/日
フィッシュケージの制作		3,000-5,000 ペソ/月
竹製の家具や鳥かご制作	鳥かごを 4 セット/週 作る竹などの費用 300-330 ペソ	600-2,400 ペソ/月
その他の大工仕事		250-300/ペソ/日
縫製		400 ペソ/週

(出所) Gulod 村のカウンセラーへのインタビュー調査

(8)-3 グロッド村の養殖産業

グロッド村の養殖場のオーナーの数は 11 人である。台風 Milenyo (国際的な名称は Typhoon Xangsane, 2006 年 9 月) が襲来する前は養殖場のオーナーの数は 26 人であった。台風によって養殖場が破壊されたオーナーの数はすべてフィッシュケージの製造業者になっている。彼らは台風によって引き起こされた損害を克服することができず、養殖場のオーナーとして再起することができなかった。

次に、ラグナ湖で見られる魚は、アユンギン、ティラピア (別名セント・ピーターズ・フィッシュ)、カンデュリ、ヒト (両方ともナマズ類)、カルパ(コイ)、ビヤ、マッドフィッシュである。

養殖場の多くは、ビッグヘッド、タバン (Tabang : freshwater Maya-maya)、ミルクフィッシュ、ティラピアを養殖している。

ほとんどすべての漁師は小さな仲買人に彼らが捕まえた魚を売っている。魚の重さを量り魚を買う業者は“サカドラ (Sakadora)”と呼ばれている。サカドラは通常魚を買って大きな取引業者に売っている。

大きな取引業者のいくつかはグロッド村の近くで商売をしている。彼らは、小さな取引業者や養殖業者から数トンの魚を購入している。これらの大きな取引業者は市場で魚を売っている。下記の図表は、魚種別のキロ当たり価格である。

図表 3-2 魚種別のキロ当たり価格

魚種	養殖場の規模		1kg 当たりの取引業者への販売価格(最小限の取引量 50kg)	1kg 当たりの地方市場への販売価格(村内での販売)	1kg 当たりの市場価格
	5 ヘクタール未満	5 ヘクタール以上			
ビッグヘッド	70%	20%	20-25 ペソ	15 ペソ	25-35 ペソ
ティラピア	30%	-	45-55 ペソ	40 ペソ	60-80 ペソ
ミルクフィッシュ	-	80%	75-80 ペソ (最小限の取引量 1,000kg)	90 ペソ	90-120 ペソ

(出所) Gulod 村のカウンセラーへのインタビュー調査

ミルクフィッシュの価格は供給量で大きく変化する。台風が来るときは、多くの養殖場では ミルクフィッシュを過剰に供給するため、ミルクフィッシュの価格はキロ当たり 20 ペソ-25 ペソまで下落する。

ミルクフィッシュの標準的な育成期間はない。出荷までに最低 3 カ月から最長 1 年間を必要とする。

1 年間の飼育費は 5 ヘクタール当たり約 100,000 ペソである。養殖場のオーナーは良いときには、200,000 ペソ-300,000 ペソ の所得を得る。Gulod 村の養殖場のオーナーの多くは、ミルクフィッシュと比較して飼育期間の短いビッグヘッドを飼育することを好んでいる。

### 3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

以下の点について検証を行った。

- ① 稚魚の致死率の減少
- ② 水質浄化作用
- ③ 機材の稼働状況
- ④ 現地漁民のレベルでのメンテナンスの可否
- ⑤ 消耗品の交換等に要する時間と労力

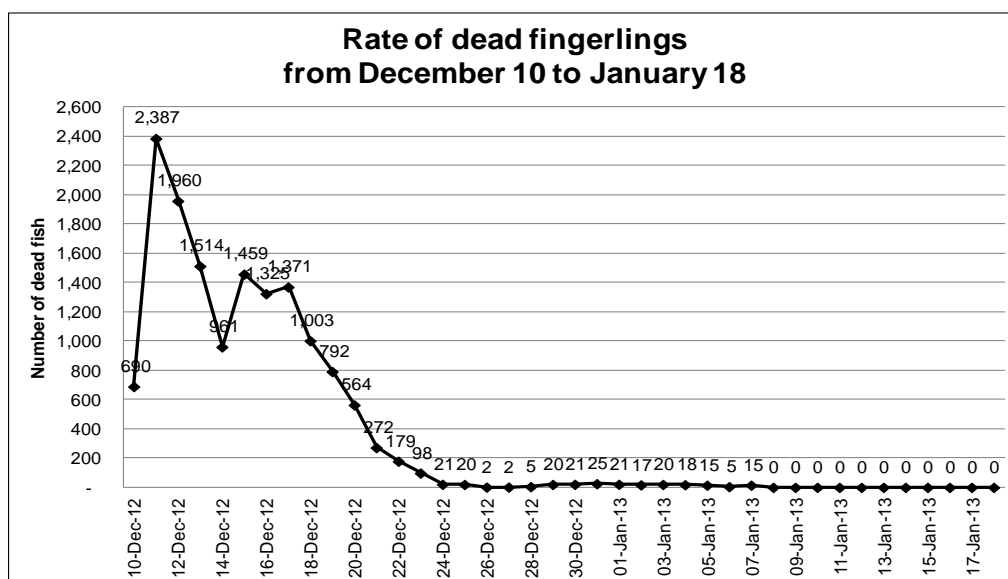
#### (1) 稚魚の致死率の減少

稚魚放流後0日目（2012年12月10日）から25日目（2013年1月5日）までの結果を示した。14日目（2012年12月24日）以降、稚魚の致死率は減少し、多くても20尾程度と安定した。

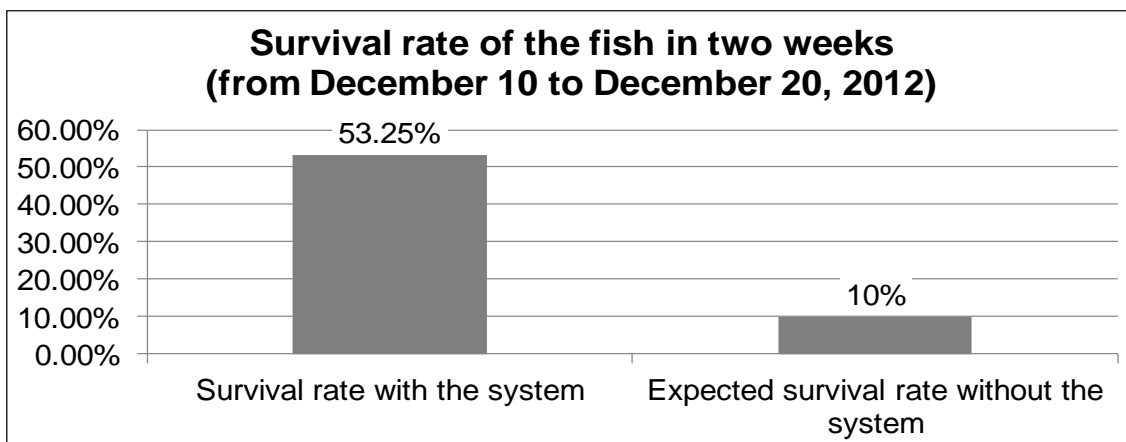
生存率は最終的に50%程度で決着するものと想定される。当初、12月は悪月（英語ではKilling Monthと言っている）であり、生存率は例年10%程度しかない、とする予想を上回る高い生存率を維持している。

もちろん当該システムがこの高生存率を達成した唯一の要因であるとは言い難いが、Mr. Ednilによれば、例年と比較して気象条件は変わらないとのことであるから、ある程度の貢献を行ったことは確かである。また、施設を賃貸してくれているMr. Ednilもシステムによる貢献を指摘しており、かつ毎日見張り小屋にてシステムを監視し、給餌を行っている雇用人もシステムから出される特定の波が稚魚の生存率向上に貢献しているのではないかと考えている。

図表 3-3 稚魚の致死数の変化



図表 3-4 放流 2 週間後の 稚魚の致死率の比較



(2) 水質浄化作用

水質調査は、2012年12月17日、2013年1月28日の2回実施した。

調査項目は、以下の21項目である。

1. 温度
2. pH
3. CaCO<sub>3</sub> などのアルカリ度
4. CaCO<sub>3</sub> などの硬度
5. 溶存酸素量
6. 濁り
7. 塩分濃度
8. 導電率
9. 全浮遊物質
10. 総溶解固形
11. リン酸塩などのリン
12. 亜硝酸性窒素
13. 硝酸性窒素
14. BOD<sub>5</sub>
15. COD
16. 銅
17. 水銀
18. 鉛
19. ヒ素
20. カドミウム
21. カルシウム

2012年12月17日に実施した第1回の水質調査の結果、及び2013年1月28日に実施した第2回の水質調査の結果は、以下のとおりである。

図表 3-5 第1回及び第2回の水質調査の結果

Item No.	Parameter	Unit	Satandards	RESULTS				References
				Date of Sampling December 17, 2012		Date of Sampling January 28, 2013		
				Outside Cage (SO)	Inside Cage	Outside Cage (SO)	Inside Cage	
1	Temperature	°C	3°C rise or 25-32 °C	27.2	27.1	27.6	27.7	DAO 1990-34 / DWAF (1996)/AGDEX (2008)
2	pH	-	6.5-8.5	6.64	6.61	6.64	6.65	DAO 1990-34
3	Total Alkalinity as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	>20	74	71	76.6	76.6	DWAF (1996)
4	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	20-100	63	64	66	77	DWAF (1996)
5	Dissolved Oxygen	mg/L	> 5	7.6	7.3	7.5	8.0	DAO 1990-34
6	Turbidity	NTU	25	7.5	12	30.1	31.6	ADEC (1978), API (1980)
7	Salinity	ppt	< 3	<3.64	<3.64	<3.64	<3.64	Lawson (1995)
8	Conductivity	uS/cm	100-2000	293	298	223.6	228	Stone and Thomforde
9	Total Suspended Solids	mg/L	<30 mg/L increase	8	21	26	24	DAO 1990-34
10	Total Dissolved Solids	mg/L	500-1000	117	129	133	133	Malaysia Standard
11	Phosphorous as Phosphate	mg/L	<0.4	0.7	1	10.7	9.2	DAO 1990-34
12	Nitrite-Nitrogen	mg/L	<0.5	<0.005	<0.005	0.02	0.02	Swann (1993)
13	Nitrate-Nitrogen	mg/L	<10	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	DAO 1990-34
14	BOD <sub>5</sub>	mg/L	< 10	3	4	4	6	DAO 1990-34
15	COD	mg/L	<40	21	21	24	12	Schlotfeld & Aiseman (1995)
16	Copper	mg/L	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	DAO 1990-34
17	Mercury	mg/L	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	DAO 1990-34
18	Lead	mg/L	<0.05	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	DAO 1990-34
19	Arsenic	mg/L	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	DAO 1990-34
20	Cadmium	mg/L	<0.01	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	DAO 1990-34
21	Calcium	mg/L	25-100	6	6	13.62	13.02	Wurts & Masser (2004)

これら2時点の水質検査の結果を比較することによって、以下のことが明らかになった。

- (1) 温度は2時点の水質検査の結果、いずれも適温の下限值 25° を 3° 上回っており、問題ない。
- (2) pHは2時点の水質検査の結果、いずれも 6.64 で大きな変化はない。
- (3) 第2回目の調査のほうが CaCO<sub>3</sub> は増加している。

- (4) ケージの内側の第2回目の調査のほうが酸素供給量は増加している。
- (5) BOD5（5日間で消費される生物化学的酸素要求量）はケージの内側の第2回目の調査のほうが増加している。
- (6) CODはケージの内側の第2回目の調査のほうが減少している。
- (7) 第2回目の調査のほうがカルシウムは増加している。
- (8) 水の濁りは改善している。
- (9) りんの含有量は改善している。

以上のように、水質調査の結果をみると養殖事業で最も重要なパラメーターである酸素供給量については、ケージの外側と比較してケージの内側で酸素供給量が増加している。このように、ケージの外から湖水が侵入するラグナ湖の開放的なサイトでも浮島のエアレーションシステムの有効性が証明できた。

また、BOD5（5日間で消費される生物化学的酸素要求量）、水の濁り、りんの含有量が改善していることも養殖業にとっては非常に有益な成果であるとのコメントをフィリピンの水質調査を委託した専門家から受けた。

#### 水質調査実施状況（1）



Figure 2 – Location Map



水質調査実施状況 (2)

Preparation of Sample containers  
before water sampling and packing of  
samples after sampling



Water Quality Sampling and Testing at Station  
No. 1 – Inside the Fish Cage (December 17, 2012)

水質調査実施状況 (3)



Water Quality Sampling and Testing at Station No. 2 –  
Outside the Fish Cage (December 17, 2012)

水質調査実施状況 (4)



*Water Quality Sampling and Testing at Station –  
Second Sampling (February 27, 2013)*



### (3) 機材の稼働状況

設置期間中、機材の稼働状況については特にトラブルもなく設計通りの稼働が確認できた。ただし、悪天候が数日続いた時にバッテリーの充電不足により、バブリングが動かない事象も確認された（太陽が昇って充電が始まると稼働した）。これに合わせて、制御装置の設定の変更等を行って動作検証を行った。ただしこの現象は独立電源で使用する以上は当然想定されることで、問題視はしていない。

### (4) 現地漁民のレベルでのメンテナンスの可否

設置期間中、機材の稼働状況確認のために制御ボックスを何度か開いたが、特に問題はなく、結果としてメンテナンスは全く行っていない。長期間の稼働により想定されるものとしては、バッテリーの交換（3～5年程度）、バブリング装置の清掃等が考えられる。バッテリーの交換には最低限の電気の知識（プラスとマイナスを直結させない、濡れた状態で作業を行わない等）は必要となるが特に困難な作業はなく、いずれにしても現地漁民レベルでも十分対応は可能と推測される。

### (5) 消耗品の交換等に要する時間と労力

上記のとおり、消耗品としてバッテリーの交換が考えられるが、バッテリーそのものが20キロ前後と重量物であり、水上作業という意味で安全に配慮する必要はあるものの、時間についてはものの数分で取り換えは可能であり、労力も特に必要ではないと考える。

### 3-3 採算性の検討

ビジネスプランの作成は、コンサルタントのフィリピンにおける知見やネットワークを生かしながら、パワーバンクシステムの担当者とともに検討した。まず現地訪問の際に以下の情報収集を担当政府機関、民間セクター、日本の商社、JETRO 等で実施した。

#### (1) 関連商品、システムの流通状況

前述のように、漁業資源局へのインタビュー調査によれば、養殖事業におけるエアレーションについては、陸上の屋内養殖施設で一部実施されているものの、本システムのように屋外の養殖場で大規模に行われている事例はないとのことである。

#### (2) 本件に興味をもつ民間セクター

##### (2)-1 ラグナ湖のミルクフィッシュ養殖業者

ラグナ湖のミルクフィッシュ養殖場では、12月の季節は放流しても致死率が90%に達することから、通常は放流を行わない。

しかし、本システムによる実証実験の結果、致死率は50%以下に抑えることができた。

これは、ミルクフィッシュ養殖事業の採算性を飛躍的に向上させることにつながり、養殖事業者も非常に興味を示している。

しかしながら、フィリピンでは、零細な養殖事業経営者が多く、1台300万円(約150万ペソ)を要する本システムを即購入することは難しいと指摘された。

##### (2)-2 タール湖のミルクフィッシュ養殖業者

期間中にタール湖のミルクフィッシュ養殖組合を訪問し、タール湖の実情視察を行った<sup>6</sup>。タール湖全体に占める魚種別割合は、ティラピアが80%、ミルクフィッシュが20%となっている。ミルクフィッシュの養殖は北部サンパロック(Sampaloc)地区に集中しており、ここにはミルクフィッシュを主体とするSampaloc Fishcage Associatin という漁業組合がある。また同地区にはBFARの試験施設も設置されている。

タール湖の各種養殖魚の生存率は一般的にはラグナ湖より高く、12月におけるミルクフィッシュ放流後の生存率は30-40%とのこと(ラグナ湖では10-15%が通説)であった。ラグナ湖と同様、稚魚放流における最善月は水温が最も高い4月で、一般的に11月~1月は悪月(Killing Month)とされる。この原因は水温がこの時期低いことが最も大きな要因であるという。

タール湖の数字と比較しても本実施法実験の成果はより高い生存率を示しており、システムの有効性がうかがい知れる。

ミルクフィッシュの生育期間は約1年。これはラグナ湖と同様である。

交通の便が良いだけあってラグナ湖より庭先価格は高い。ミルクフィッシュの場合、特

<sup>6</sup>ミルクフィッシュの養殖家は概ね60-70%が現地人と結婚した中国人、30%程度がフィリピン人である。

大 (SS) と大 (S) のキロ当たり単価は118 ペソ程度でラグナ湖周辺の100 ペソと比べると2割ほど高い。一方バルク売りされる小物 (1 k g で3 尾程度) は、キロ当たり75-80 ペソで、これは双方で差はない。



タール湖の収穫風景 (ケージごと船で曳航)



ラグナ湖の収穫物 (ビッグヘッド) はナイロン袋に詰められて移送される

タール湖は火山湖で水深が深いことを利用して、養殖魚の収穫については圧倒的にラグナ湖より効率的である。卸売業者への販売の際には、生簀ごと販売所まで曳航して直接業者に引き渡しを行うことができる。養殖魚を一度捕獲し、これを袋詰めして移送後、業者に売っているラグナ湖と比較すると大きな違いがある。

### (3)採算性の検証

実際に、パワーバンクシステムが熊本県八代市で生産した本システムをフィリピンに輸出する場合、輸送コストや関税、付加価値税を含めた価格を試算すると 638 万円となった。

図表 3-37 浮島の本体価格とフィリピンへの輸送コスト

区分	金額
1. 本体価格／一式	300 万円
2. 熊本県八代市→最寄港湾→海上輸送→マニラ港→搬入場所 (組み立て場所) までの輸送費	150 万円
3. 搬入場所 (組み立て場所) →納入場所までの輸送費	30 万円
4. 関税(本体価格の 10%)	30 万円
5. 機材の据え付け工事、利用方法の説明、アフターサービス	60 万円
6. 付加価値税(上記 1～5 の合計額の 12%)	68 万円
合計	638 万円

(注)パワーバンクシステムは 1. 本体価格/一式のみ担当。2. ～6. は、フィリピン側の代理店が担当することを想定している。

本実証事業では、3 万匹放流した稚魚うち約 1 万 5000 匹 (全体の 50%) が生存したことから、通常の場合(生存率 10%)と比較して 40%の増収が見込まれる。

ミルクフィッシュは出荷時には 1 匹 100 ペソ (約 200 円) で取引されるので、本システムの導入による増収効果は 120 万ペソ (約 240 万円) となる。ここから稚魚購入費、えさ代、作業員費 (合計で出荷額の 10%) を除いても、108 万ペソ (約 216 万円) の利益が見込まれる。

すなわち、巨大台風の襲来による養殖場の損壊などが生じなければ、計算上は本システムの購入費は約 2.5 年間で回収できることになる。

しかし、フィリピンのミルクフィッシュ養殖業者が本システムを導入する<sup>7</sup>ためには、

- ① 致死率が安定的に低く抑えられることの検証
- ② 初期投資額の負担を抑えるための資金提供スキームの創設
- ③ 淡水湖のみならず海上の養殖場での本システムの有用性の検証

などの課題に対応することが必要と考えられる。

<sup>7</sup>ただし本件事業で実際にシステムを設置した漁家 (Ednil 氏) によれば、このシステムを購入するなら 10 万ペソまでなら支払ってもよい、というコメントを受けた (システム撤収時)。ただし竹や木材がふんだんにある地域で FRP の土台の必要性は低く、当該漁家がコメントした価格は太陽 パネル、バッテリー、パブリックシステムまでを言う。

## 第4章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果

### 4-1 提案製品・技術と開発課題の整合性

#### (1) 国家開発空間計画との整合性

フィリピンは南北 1,851km にわたって散在する 7,000 余りの島々からなる。ルソン、ミンダナオ、ミンドロ、サマール、レイテ、セブなどの 11 の大きな島が国土の面積の 96% を占める。

1990 年までに人口の約半数が都市に居住していたフィリピンは、アジア開発途上国の中でも都市化が最も進んだ国の 1 つである。一般国民は貧富の差が激しく、職を求めて都市部に流入する者が多い。貧困撲滅の問題が大きな課題である。全貧困層の 4 分の 3 は農村部に居住する。

「中期フィリピン開発計画」(MTPDP) は大統領の任期に対応した六ヵ年計画である(ただし、現行計画は、現大統領就任翌年からの五ヵ年計画「フィリピン開発計画 2011-2016」)。MTPDP は、各大統領が任期中に実現をめざす施策を記した国家計画である。1986 年から大統領の任期に対応させた MTPDP が策定されるようになった。それ以前は、1970 年代以降、四ヵ年計画や五ヵ年開発が策定されていた。

MTPDP には、主要な政策方針、社会経済戦略、国家に関する主要なプログラムが含まれる。一方で地方開発計画には、国家計画を支援する戦略、プログラム、プロジェクトが含まれる。

空間計画は長期的視点から考えるべきとの判断のもと、30 年計画の「国家空間フレームワーク計画 1993-2022」(NFPF) が策定された。現行の 2 代目の計画は名称が変わり、「空間計画のための国家フレームワーク 2001-2030」(NFPP) と呼ばれる。NFPP が NFPF を 8 年で引き継いだように、NFPP も 10 年を目途に見直しを行うこととなっており、2012 年現在、次期 NFPP が検討されつつある。

その空間開発上、最も影響の大きな施策の 1 つとして産業クラスター戦略がある<sup>8</sup>。この戦略で、産業クラスターの開発にあたり、政府は、中小零細企業同士の企業間連携を育て、協働のためのネットワークを強化することを推し進めることとしており、この考え方は、これまでの開発政策が、‘トリクルダウン理論に基づく雇用をもたらさない成長の道に陥っていた’ (PDP 前文) との認識に立脚している(トリクルダウンは、大企業や富裕層の経済活動を活性化させることで、富が低所得層に向かって流れ落ち、国民全体の利益になるとする経済思想)。

この産業クラスター戦略では第一管区にミルクフィッシュ<sup>9</sup>のクラスターを位置付けてい

<sup>8</sup> 「フィリピン開発計画 2011-2016」(PDP) では、国内各地域の産業活動やその基盤の特性を反映した産業クラスター(特定産業の地理的な集積)形成を促進し、輸出を通じた地域の富の創出に貢献させようという、「産業クラスター戦略」を打ち出している。

<sup>9</sup> ミルクフィッシュは別名バンガス、地方によってはサバヒーとも呼ばれる。



る。すなわちフィリピンの国家空間計画にとってミルクフィッシュの増産と産業化は重要な位置づけを占めている。

#### Box. フィリピン政府の推し進めるクラスター開発

フィリピン政府が現在推し進めている全国のクラスター開発は総計 21 カ所である。本事業を主導する貿易産業省 (DTI) は、先行したダバオにおけるクラスター開発を手本として、この開発手法を全国展開しようと考えている。ダバオのクラスター開発については JICA が 2007 年 10 月より 2010 年 6 月まで「ダバオ産業クラスター開発計画」を通じてその支援に当たってきた。

新規対象としているクラスター	既存のクラスター
<p>ルソン:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ミルクフィッシュ養殖・加工産業クラスター (第 1 管区)</li> <li>2. 酪農及び乳製品製造クラスター (第 2 管区)</li> <li>3. コーヒー産業クラスター (CAR)</li> <li>4. 竹産業クラスター (第 3 管区)</li> <li>5. 健康ビジネス/医療観光クラスター (NCR)</li> <li>6. ICT 産業クラスター (第 4A 管区)</li> <li>7. 観光産業クラスター (第 4B 管区)</li> <li>8. 贈答品、装飾品、家庭用小物製品 (GDH) 製造クラスター (第 5 管区)</li> </ol> <p>ビサヤス:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 贈答品、玩具、家庭用小物製品 (GTH)、装飾品、家具産業クラスター (セブ主体)</li> <li>2. 健康ビジネス/医療観光クラスター (セブ主体)</li> <li>3. ICT 産業クラスター (セブ主体、第 6、第 8 管区がサブ・クラスター)</li> <li>4. 海藻産業クラスター (セブ主体、ビサヤ、ミンダナオを包含)</li> <li>5. 食品加工産業クラスター (セブ主体: 果樹・海藻加工、及び輸出産業)</li> </ol>	<p>ダバオ産業クラスター開発計画からの継続:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. バナナ産業クラスター</li> <li>2. マンゴ産業クラスター</li> <li>3. ココナツ産業クラスター</li> <li>4. 海草産業クラスター</li> <li>5. 木材産業クラスター</li> <li>6. 鉱業クラスター</li> <li>7. 観光産業クラスター</li> <li>8. ICT 産業クラスター</li> </ol>

表の右側にあるダバオでのクラスター開発ではバナナやマンゴの産業クラスターで大きな成功を収め、その最終評価報告書によると、以下のように評されている。

- ・ 8 つのクラスターチームは総計 402 の関連機関と協力関係を築き、計 241 回の会議を経て、産業クラスター計画を推し進める体制が整えられた。
- ・ 改定された産業クラスター計画に基づき、総計 69 の行動計画が策定され実施され、結果、4721 名に対する直接的な受益効果が認められた。
- ・ 中小企業振興を含むクラスター活動を支援するために必要な知識を身に付けたフロントライン・ワーカーが、103 名育成されている。

現在、継続して「全国産業クラスター能力向上プロジェクト」を通じた日本からの支援が行われている。

表 4-1 全国クラスター図



（2）国民の福祉と健康目標との整合性

更に栄養摂取については、最新の **Philippine Nutrition Facts & Figures 2005** において、幼児期における栄養失調率は減少しつつあるものの、中期フィリピン栄養摂取活動計画（MTPPAN）や 2015 年に向けたミレニアム開発ゴール（MDGs）に向けてのたんぱく質欠乏症を削減していく努力は継続されなければならない、とされており、本件実証実験が目指す究極的なゴール（養殖事業の効率性を高めること）は、フィリピンの栄養摂取目標や MDGs の目標達成にも十分な貢献を行っていることが理解できる。

（3）国家エネルギー政策との整合性

また本システムが提供する発電については、フィリピン国政府は 2008 年に、再生可能エネルギーの導入を促進するための法律（再生可能エネルギー法）が成立し、エネルギーの種類別に FIT（固定価格買い取り制度）と RPS（再生可能エネルギー発電の義務づけ）を導入することが決定した。FIT の実施を見込んで、発電事業の計画を進めている企業も多いが、太陽光パネル発電についてはその事業元に中国企業が多いことから政府はやや消極的な態度をとっていると言われる。

政府は、2030 年までに再生可能エネルギー発電の設備容量を現状の 3 倍に引き上げる目標を設定している。ところが、石油や天然ガスに恵まれず、島嶼国であることから、火力も再生可能エネルギーも設備を大規模化しづらく、発電コストは周辺国に比べて高い。強

力な普及施策を導入すれば、電気料金の引き上げにつながる可能性もある。

この背景から、本システムを鳥瞰してみると、本システムは今まで発電の場として想定されてこなかった海洋での発電を可能とすることから、正確な情報に基づいた適切なロビー活動がおこなえば、フィリピン国全体の電力事業に深く食い込める可能性を有している。

#### 4-2 ODA 案件化による製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果

フィリピンにおけるミルクフィッシュは、国民に最もなじみのある魚であり、全国の溜池等で養殖が行われている。また、貧困世帯の蛋白源としてなくてはならない食材となっており、フィリピン政府も貿易産業省の「産業クラスター事業」でこの分野を取り上げ、全国的なネットワーク化を通じて産業の育成を行っている。

その中でもカラバルゾン地域の州境を形成しているラグナ湖やキャビテ州タール湖は知名度の高い養殖地であり、ミルクフィッシュの養殖から加工に至る垂直統合された産業集積の形成が進んでいる。一方で、これらの湖を始めとする多くの養殖地では、養殖餌による水質悪化問題（赤潮被害）、養殖生産物への抗菌剤の残留問題を抱えている。これら問題への対応策として、エアレーションによる深層部への酸素供給が考えられるが、電気料金が高いことが足かせとなっている。

㈱パワーバンクシステムの開発したポリカーボネート製太陽光パネルは、塩水に対して錆びることがないため、海岸や海上で使っても長期間使用することが可能である。そのため電源の確保が難しい洋上で使用することができ、また独立電源の活用によりランニングコスト（電気代）も軽減できる。また、インフラが整っていない離島などの電源としての活用も期待できる。

既に日本国内でも水俣湾での実証実験が進んでおり、電力設備や電力量の節約の他、水中の還元層を下げ、魚の生育域を拡大する他、バクテリアを発生させることで水中の残渣を分解する効果があるため、第三国研修のテーマも「養殖」「生計向上」「水質改善」「環境」等様々なケーススタディに対応できる。

製品の耐用年数は20年程度である。エアポンプ、ノズル、蓄電池（鉛バッテリー）については消耗品としての性格が強いため、予備品の準備、及びメンテナンスの方法の整備が必要である。また、水面にシステムを浮かべるためのフレームの製作は、簡単な溶接技術が主体となるため、どこの国においても対応が可能であると思われる。維持管理費は安価な消耗品の交換程度である。

#### 4-3 提案企業が事業展開した場合の開発効果

開発者である株式会社パワーバンクシステムは、日本国内での需要の拡大を認識してお

り、現在国内での増産体制の整備を検討している。NHK ニュースの全国版、NHKWorld といったマスメディアに取り上げられる機会も増加し、同社の製品について各社がその機能を認知する機会も増えている。これは一方で現在のソーラーパネルシステムの製造法を他国・他企業も研究しようとする動きに直結する。現在のシステムと同じ機能を持つ類似品が韓国や中国で製造されるようになるのは時間の問題であり、彼らが本気になって製造方法を研究すれば開発期間は長くても3年はおかからないものと思われる。その意味でまず本システムを活用した日本のODAの展開については、まずこれを緊急的にかつ迅速に進める事業の枠組みが必要である。

当システムのフィリピンでの普及活動では、価格に関する問い合わせが最も多かった。大多数の漁業関係者は、水中でのエアリングの効果については既にBEFARをはじめとする関係機関から十分な効果に関しての説明を受けているため、更にネックであった電気代がかからないと聞いただけでこれが効果を発揮することはすぐに理解できる。BFARについても、本件コンサルタントが事業の説明を行った際に「エアリングの効果は実証するまでもなく、世界中の多くの論文でその効果が紹介されている<sup>10</sup>。」との言及していた。その意味でエアリング自体の効果は実証するまでもないが、フィリピンの養殖関係者は(株)パワーバンクシステム側がこれをいくらで提供し、どのような保守管理サービスを提供することができるか<sup>11</sup>が最大の関心事である。以上の状況を鑑みると、販売価格がこのシステムが普及するか否かの最重要な要素である、ということが分かる。

7,000を越す島のあるフィリピンでの養殖事業の振興は、蛋白源の取得源の増産といった貧困人口支援のツールとしてのみでなく、重要な輸出産業の育成の手段として官民挙げての関心事である。前者は現在のラグナ湖、タール湖に加えて、北部パンガシナン州やミンダナオ各州でも盛んになっている。一方後者はミルクフィッシュ以上にエビの養殖への活

---

<sup>10</sup> 学術論文の例として以下を上げる。

Gary E. Hackney; John E. Colt (1982), The performance and design of packed column aeration systems for aquaculture, *Aquacultural Engineering*, V.1(4), 275-295

Amir, A.A.; Ruttkay, A. (1990), Examination of the effect of airing and automatic feeding in five fish producing technologies, *Halaszat* V.36(4), 98-99

Rufus M.G. Wells; John Baldwin (1995), A comparison of metabolic stress during air exposure in two species of New Zealand abalone, *Haliotis iris* and *Haliotis australis*: implications for the handling and shipping of live animals, V.134 (3-4), 361-370

A Muller-Feuga; J Moal, R Kaas (2003), The microalgae of aquaculture, "Feeds in Marine aquaculture"

Robert Pomeroya; Len Garcesa; Michael Pidob; Geronimo Silvestrec (2010) Ecosystem-based fisheries management in small-scale tropical marine fisheries: Emerging models of governance arrangements in the Philippines, *Marine Policy*, V.34(2), 298-308

<sup>11</sup>本報告書 2-4 章で示したパートナーリングによる体制形成の他、PBS がフィリピンに顧客メンテのための事務所を開設する、あるいは他の事業者にメンテナウハウを提供し、代理店としてのみ機能してもらう、といった手法が考えられる。

用が有望視されている<sup>12</sup>。

本システムは耐塩性のあるソーラーパネルに、土台である FRP を装着する浮体型の発電システムである。本件ではソーラーパネルで発電した電力を養殖用に利用した。このシステムには土台部分の FRP には全くのノウハウはなく、(株)パワーバンクシステムの技術力はソーラーパネルにのみ 100%結集している。そのため土台である FRP 部分は、フィリピンでは一般的な竹筏等であっても全く問題がない。そのため、現在のシステムは重量的にも価格的にも大きく削減できる可能性を残している。

更にこのシステムを養殖用ではなく、他の民生用に活用することが可能である。例えば以下の活用が考えられる。

○自然災害の多いフィリピンでのライフラインの確保

突発的な災害に対応した緊急的な発電源としての活用が考えられる。例えば、停電時の光源、緊急用医療機器活用の電源確保、逆浸透膜法を活用した緊急的な飲料水の確保等、特に離島の多いフィリピンでは大きな効果が期待できる。

○ウォッチハウス、洋上観光施設の夜間電源

ウォッチハウス（監視小屋）は、養殖事業だけでなく、海洋工事等でも設置されているが一般的には電力による明かりは用いられていない。夜間でも洋上で活用できる電力を確保することによって、養殖事業や海洋工事の安全性向上、盗難被害の軽減、監視員の福利厚生の上昇などの効果が見込める。またフィリピンには無人島や潮の満ち引きで姿を変える観光名所が数多くあり、それら観光施設の夜間活用が可能になれば新たな地域の活性化を期待することができる。

○離島民の所得向上、福利厚生

離島民は高価な電気代を支払えないため、夜間の活動を控えることが多い。電気が自由に使えないため活動の幅が限定され、夜間に行う生計向上に資する活動が実現すれば貧困層の所得向上が期待できる。

さて、(株)パワーバンクシステムがフィリピンで事業展開した場合の開発効果は、フィリピン側にのみもたらされるものではない。本件実証実験の広報活動の一環として 2013 年 1 月 17 日の NNA フィリピン版の第一面にプロジェクトの紹介記事が掲載されたが、在フィ

---

<sup>12</sup> エビの養殖を本件でのテーマとして扱わなかった理由は、養殖事業自体が投資の対象となっており、ODA への対応というより、裕福なビジネスマンの投資対象としての性格が強いためである。ただし当システムの実需要としては、圧倒的にミルクフィッシュの養殖用よりもエビの養殖用が大きく、日本円換算で 300 万円程度（1.5 百万ペソ）なら十分に売れる、という声も現地調査期間中に聞くことができた。

リピン日系企業から多くの照会を受けた。また日本国内では NHK 朝のニュース全国版や NHK World にも取り上げられており、国内外の企業からも多くの引き合いを受けている。



↑ NHK 朝のニュースでの紹介

←フィリピンでの NNA フィリピンでの紹介

日本経済の景気低迷の中、(株)パワーバンクシステムが海外展開を決めれば、そのサプライチェーン上に多くの日本企業が登場する。現在の ODA には国益の増進が強く求められるようになっており、多くの日本企業が裨益できるような工夫が必要である。それはとりもなおさず、「どこの国より迅速に本製品を世界に広めていく」ということでその意味での ODA の活用は必須である。

(株)パワーバンクシステムは今回のフィリピンでの実証実験を契機として海外での事業展開を本格的に検討する段階に入った。またグローバル社会での企業競争を目の当たりにして韓国や中国の事業スピードに関する認識を新たにし、一刻も早い海外での事業基盤形成を図る必要性を痛感した。日本では本養殖システムが世界初の耐塩性パネルを用いていることを謳っているが、韓国や中国の企業がこの開発に本格的に取り組めば 3 年以内に同じ機能を持ったパネルが開発されよう。(株)パワーバンクシステムは、短期間で世界的な市場への普及が求められる。

対象国に本システムを導入することによって、養殖魚の収穫量の増大、地域の生活水準の向上に役立てるため、無償資金協力、ノン・プロジェクト無償資金協力、草の根資金協力等の ODA 適用を目的とするとともに、現地に設置した塩水でも腐食しない太陽光パネルを採用した独立電源による養殖用エアレーションシステムが永続的に活用され、現地に広く普及されていくために必要である機器設備のメンテナンスなどを現地で実施していくための教育指導にシニアボランティア事業の適用などの技術協力も視野に入れるものとする。(株)パワーバンクシステムの事業展開を支援するためのツールとしての ODA の事業項目のうち、フィリピンでの事業展開や全世界への普及に活用できるものとしては以下があげられる。

### ○草の根無償 + 専門家派遣によるコミュニティー単位での養殖システムの改善計画

政府関連機関にとっては、1 か所での実証実験では未だ情報として不十分とする考え方が一般的である。実証実験を更に深化させるとともに、コミュニティーレベルでの生活改善、更に政府が進めているミルクフィッシュ養殖産業のクラスター化を進めるために、2-3 か所のコミュニティーに対しての草の根無償を実施し、養殖事業の技術支援と合わせて日本の専門家が実証データを取得する。場所は産業クラスターの観点からのパンガシナン州と、コミュニティー開発の観点からのミンダナオ、が有望である。実証実験は以下の項目を明らかにするために行う必要がある。

- ・海水養殖施設と淡水養殖施設の比較
- ・稚魚放流の季節比較
- ・同一地区でのエアリング時間の長短、運転時間による比較
- ・①システムの導入+技術改善、②システムの導入のみ、③技術改善のみの

区画での致死率、成長率、水質浄化の比較

### ○三角協力の第三国研修を活用した世界への普及

本システムをいち早く世界のデファクトスタンダードにするために日本のお家芸でもある三角協力の第三国研修を使って、フィリピンをリソース国としたコミュニティー養殖の概念を研修させる。その際に本システムの有効性を十分にアピールしてこれを販促につなげる。

### ○2KR 事業での活用

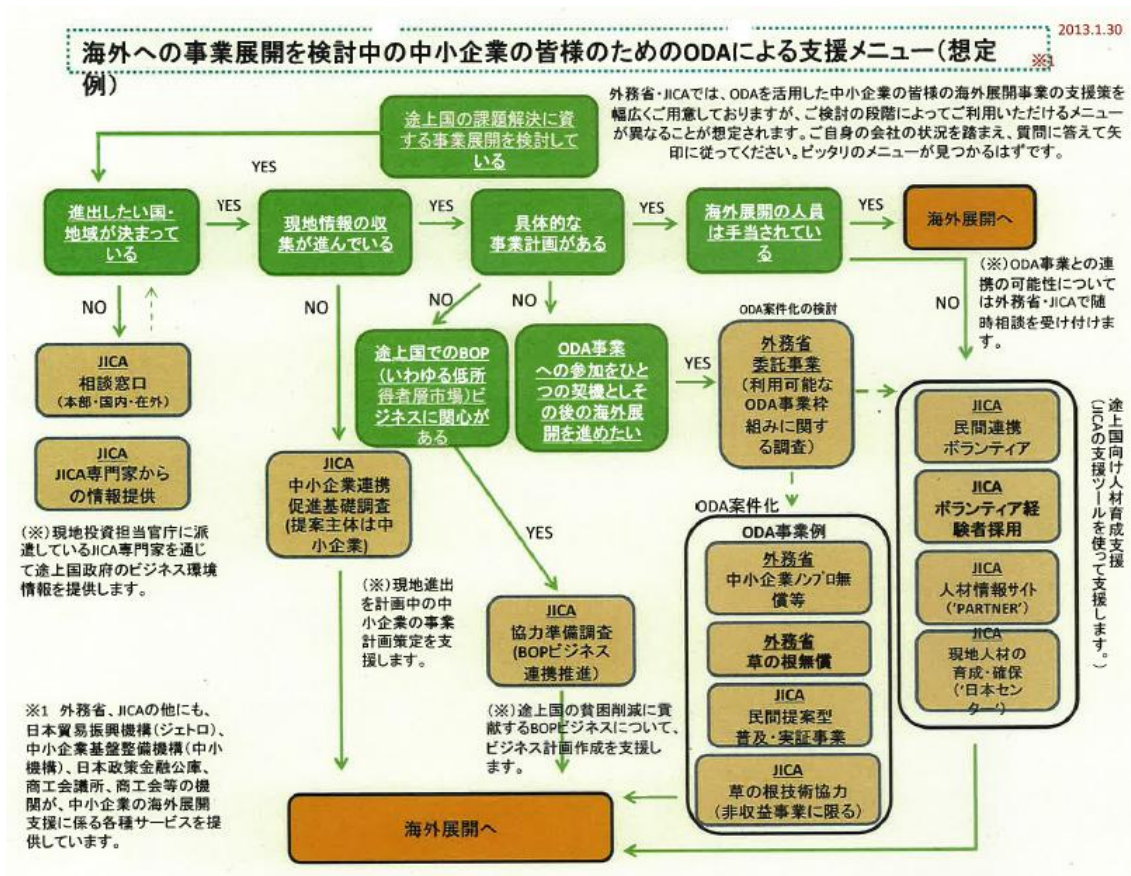
上記支援で実証データが十分に取れた段階で、本格的な ODA 事業への活用を考える。最初にフィリピン国内への普及を図るために2KR を利用した普及活動があげられる。

(株)パワーバンクシステムは早急にその検討を進める必要がある。

## 第5章 ODA 案件化の具体的提案

### 5-1 想定される ODA スキーム

短期間で実証実験の一端を実施したPBS製の養殖システム、あるいは耐塩性ソーラー発電パネルは、将来的には ODA 事業に組み込まれる機材として、一方で海外の民間セクターへの販売を通じてその普及を行っていきたいとする販売戦略を持っている。この戦略を担うツールを選定するにあたり、現段階で JICA から紹介のあった ODA の候補スキームをレビューして、以下の3つについてその活用が有望視されると結論付けた。このうち、最初の2つについては現時点では制度設計段階にあるため、内容の変更があることも予想される。



出所) 外務省/JICA

#### (1) 民間提案型普及・実証事業

民間提案型普及・実証事業は、現在JICAが開発中の新スキームで、中小企業のODAを活用したビジネス展開を促進、迅速化するため、既存の ODA スキームに様々な改善がなされている。まず JICA がこれを主導することで、外交ルートを通じた要請、閣議決定のプロセスを省略することができる。更に、ワンパッケージで民間企業に配慮した年度をまたぐ運営を可能にしている。また期間も最長 1.5 年程度までの実証実験を可能にすることで、より多様化した普及活動や実証実験を可能にしている。本スキームは日本の中小企業の海外ビジネスへの拡大を念頭においたものであ



るため、中小企業の開発したシステムを JICA が購入、運搬、実験、普及するための費用(コンサルタント費用を含む)を提供するものである。その代わりとして本スキームでは中小企業側の人件費は拠出されない。事業規模は約 1 億円といわれている。

## (2) 草の根技術協力事業

本事業も JICA が主導することによって、通例なら大使館が選定する事業サイトやこれに関与する NGO 等も提案者の意向を反映する形で JICA が決定することができる。ただし本件については日本の中小企業より NGO、大学、公益法人の申請を前提としたもので、事業は非収益事業に限定されている。本件については事業期間を 3 年と更に長いスパンでとらえることができる。これは例えば納豆菌から開発した水質浄化剤で開発途上国を支援している日本ポリグル株式会社の提供する商品のように BOP ビジネスに適用できるもの(製品を小分けにできるもの等)には非常に有用なスキームであると思料されるが、本件のような単価の高い製品には不向きであるかもしれない。非収益事業に限定されるかわりに、直接人件費や間接費を見込むことができる。

## (3) 民間連携ボランティア

従来の JICA ボランティア(青年海外協力隊、シニアボランティア)の制度を企業ニーズを取り入れる形にカスタマイズしたもので、受け入れ国や要請内容、職種、派遣期間等に融通性を持たせたものである。これまでの実績をみると、参加企業は若手のグローバル人材の育成や派遣国でのネットワーク形成を目指して社員を派遣するケースが多くなっている。一方、本件で言うと PBS が社員をフィリピンに派遣して実証実験を継続しながら養殖管理を専門家の立場からアドバイスし、販売先ネットワークを拡張する、といった活用の仕方もあると思料される。ただし中小企業の中でも特に規模の小さい企業では、海外要員として位置づける社員さえ確保されていないケースも多く、本スキームが活用できるのはある程度規模の大きな企業であると思料される。

### 5-2 民間提案型普及・実証事業による事業提案

上記3つのスキームを検討し、本件の継続事業として必要な実証実験の継続と実証データをベースにした普及活動について、民間提案型普及・実証事業を活用した例を用いて以下の案件を提案する。

**案件名： フィリピンにおけるソーラーパネルシステムを用いたミルクフィッシュ養殖事業の実証実験の継続と実証データに基づいた普及活動**

(英) Continuation of Verification/Promotion of Effectiveness on Milk Fish Aquaculture using Solar Panel Generation System in the Philippines

対象国名：フィリピン

プロジェクトサイト： MILF との和平地区(1 か所)及び Pangasinan(1 か所)の計 2 か所

実施期間： 2013 年 8 月～2014 年 9 月(17 か月)

相手国機関名： 漁業水資源局(BFAR)、地元 LGU

日本側協力機関名： 特にないが、経済産業省での実証実験を水俣湾で継続中であるため、熊本県、経済産業省に日本における実証データの提供許可等を依頼することが可能。

#### プロジェクト概要

##### 背景：

日本の ODA の質的向上や景気刺激策の一貫として、外務省は平成 24 年度から「政府開発援助海外経済協力事業委託費による途上国政府への普及事業」を実施している。この事業スキームを用いてパワーバンク・システム株式会社(PBS)は、「フィリピン国ミルクフィッシュ養殖事業における太陽光発電利用の普及に関する試用・導入促進」プロジェクトを立ち上げた。このプロジェクトでは、2012 年 12 月から 2013 年 1 月までの 2 か月間、フィリピン国のラグナ湖で同国の国民魚であるミルクフィッシュの養殖事業における太陽光発電によるエアリングシステムの実証実験を行い、同システムが稚魚の致死率減少と水質の改善に大きな貢献を果たすことをほぼ確認することができた。

ミルクフィッシュはフィリピン人の貴重な蛋白源、あるいは将来的なクラスター開発による輸出の振興のため、その効率的な増産が同国の水産セクターの大きな柱となっている。しかしながら未だ養殖家の中では稚魚の高い致死率、過剰な給餌による水質汚染、養殖技術の普及の遅れ等が大きな課題となっており、特にその生産量も頭打ちとなっている。PBS の開発した太陽光発電利用のエアリングシステムは、特に稚魚の生存率が低いとされてきた 12 月において予想をはるかに上回る生存率を達成した。ただし、2 ヶ月間の実証実験では致死率の減少に関する実証事件は可能であっても、魚の成長率への影響やバクテリア繁殖期(乾期)における水質改善効果を実証することができず、未だ十分な実験結果は得られていない。

更に平成 24 年度実証実験では、十分な実証結果がなかったことに加え、このシステムに注目してくれたフィリピンの政府機関、民間セクターに対して実需と販売についての十分な説明と協議を重ねる人手がなかったため、普及活動を充実させる時間が不足していた。

##### 上位目標：

実証実験を通じて PBS が海外展開するために必要な成長率促進、水質改善の実証データを得るとともに、本プロジェクトのサイトとなる 2 か所のコミュニティー養殖地の養殖技術が改善し、養殖者の所得が向上する。

##### 成果：

1. 2 か所のプロジェクトサイトでの実証実験の体制が確立する。
2. 検討された指標と方法に基づいた実証実験結果が整備される。
3. 養殖者のミルクフィッシュ養殖技術が改善される。
4. 普及活動によって PBS の公的セクター、民間セクターでのビジネスチャンスが拡大する。

##### 活動：

1. 実証実験に関する必要な指標や方法が決定され、意欲のある受入組織との間で、養殖の PDCA のステージにおける役割分担を決定する。
2. 実験計画の作成を行うと同時に日常の飼養/実験活動におけるモニタリングとデータ検証を実施する。
3. 現状分析、課題分析、運営改善計画の作成を行い、これをガイドラインの作成、研修を通じて残す。
4. プロモーションツール(ビデオプレゼンテーション)を充実させる。更に三角協力による第三国研修を JICA とともに計画、実施する。

##### 投入：

日本側投入： 太陽光発電養殖システム(2 基)、中小企業に係る経費(旅費、資機材購入費、国内研

修費、実証実験運営費(えさ代、傭人費、稚魚代等)、コンサルタント経費(人件費、旅費等)

フィリピン側投入: プロジェクトサイトにおけるコンサルタントの作業スペース(BFAR、LGU による事務所提供)

外部条件:

プロジェクトサイトの平和と治安が保たれる。プロジェクトが政治的な干渉を受けない。異常気象や自然災害によってプロジェクトサイトの環境条件が大きく変化しない。

実施体制

(1)現地実施体制:

- ・LGU(バランガイと District)によるプロジェクト安全管理委員会
- ・JICA フィリピン事務所、BFAR による調整委員会

(2)国内支援体制

- ・JICAHQ によるプロジェクト監理体制

関連する援助活動:

(1)日本の援助活動

- ・OISCA によるマングローブ植林活動
- ・MINSAT プロジェクトによるミンダナオ MILF 地区支援

(2)フィリピン側の援助活動

- ・DTI による産業クラスター形成プロジェクト

### 5-3 提案案件の内容

以下、この上述の提案に基づき、主要な事業の内容について説明する。

#### ○民間提案型普及・実証事業の案件形成

BFAR の地域事務所と協力しながら事業地区を選定する。

今回の実証実験に関しては、1 か所での実施では未だ情報として不十分である。実証実験を更に深化させるとともに、対象とする地域での生活改善、更に政府が進めているミルクフィッシュ養殖産業のクラスター化を進めるために、2 か所のプロジェクトサイトを選定し、養殖事業の技術支援と合わせて本事業で派遣されるコンサルタントが実証データを取得する。プロジェクトサイトについては産業クラスターの観点からのパンガシナン州と、コミュニティ開発の観点からのミンダナオ、が有望である。

#### ○実証実験の継続

2 か所での実証実験によって以下の比較データを入手する。

##### ①成長率

成長率の増加については本件の実証実験期間が短く、これを確認することができなかった。BFAR によると様々な実証実験の結果、エアリングを行うことによって多

くの場合、致死率の現象ということ以外に養殖魚の成長率の向上という開発効果もあるとのことである<sup>13</sup>。

なお、本件実証実験で成長率の比較実験ができなかった理由としては以下の理由もあり、次回のプロジェクトではこの部分に最初から留意した実験計画の策定が必要である。

- ✓ 稚魚販売業者から提供された稚魚のサイズが元々揃っていなかった
- ✓ 特に12月～1月は1年で最も水温が低く、成長ももっとも遅い時期である
- ✓ 養殖家の間では最も条件の悪い時期ということもあってこの期間の稚魚放流を敬遠するため比較区が設定できず、更に地元漁家の経験則もほとんどない

## ②季節別、海水・汽水別比較

本システムを ODA のツールとして用いるためには、これらの比較実験が必要であった。本件は、今年度が初めての試みということもあってこれらの比較検討実験を行うことはできなかったが、事業化のための将来的な検証事項としてこれらを提示したい。

- ・ 各地区で最も稚魚の致死率の高い季節を選んでシステム有無の場合の比較対象実験を行う。
- ・ 2年目は各地区で最も致死率が低いといわれている季節を選んでシステム有無の場合の比較対象実験を行う。

## ○派遣されるコンサルタントの役割

上述したとおり、民間提案型普及・実証事業では中小企業のサポート及び事業の専門的支援としてコンサルタントが派遣される。当該コンサルタントは、プロジェクトサイトで更なる実証実験を継続的に行い、その結果を踏まえて、①太陽光発電養殖システムの ODA への適合性を評価し、②これを世界の途上国（システムのニーズ国）に認知させる、という役割を前提とする。更に従来 of 専門家派遣同様、本人の技術力を生かしてプロジェクトサイトの生活向上を支援することで、フィリピン国の開発目標への貢献を行う。

以下はコンサルタントの具体的な TOR 案である。

### 1. 実証実験の継続

前述したとおり実証実験は以下の項目を明らかにするために行う。事業実施前にそれぞれの項目に係る効果指標を明らかにし、モニタリング用のフォーマットを準備しておく。

---

<sup>13</sup>事例として BFAR によるマニラ湾でのミルクフィッシュ（20019、イロイロ（第6管区）での牡蠣養殖での実証実験などがあげられる。

- ・ 海水養殖施設と淡水養殖施設の比較
- ・ 稚魚放流の季節比較
- ・ 同一地区でのエアリング時間の長短、運転時間による比較
- ・ ①システムの導入+技術改善、②システムの導入のみ、③技術改善のみの区画での致死率、成長率、水質浄化の比較

## 2. コミュニティーの所得向上への貢献

プロジェクトサイト（2か所）での活動を通じて養殖事業の生産量と販売額の増加に資するため、以下の項目を活動成果とする。

- ・コミュニティー養殖施設の稚魚の致死率改善
- ・生育期間の縮小
- ・水質改善
- ・維持管理費用の減少

## 3. 両スキームのミックスによるシナジー効果

以下を成果とする。

- ・派遣コンサルタントのコミュニティーへのカウンセリング内容
- ・養殖事業の作業手順、作業方法の改善
- ・実証実験結果の養殖事業への反映（広報、技術移転、人材育成等）

## 4. 第三国研修の企画・体制作り

コンサルタントに課せられたもうひとつの役割は、JICA フィリピン事務所、BFAR と共同で第三国研修を企画、運営することである。これによって、実証実験で裏付けられた太陽光発電養殖システムを途上国世界の養殖関連省庁に普及させる場を創設し、この第三国研修を実際に BFAR と共同で実施する。

以下を活動の成果とする。

- ・ 太陽光発電養殖システムがコミュニティーの所得向上に及ぼした影響についての実証実験の取りまとめ
- ・ 第三国研修実施のための教材開発
- ・ フィリピン国関連組織、JICA フィリピン事務所と共同での第三国研修実施体制の形成
- ・ 第三国研修でのリソースパーソンとしての活動

## ○事業実施に必要な体制整備

### ①投入

上記案件には以下の投入が必要である。

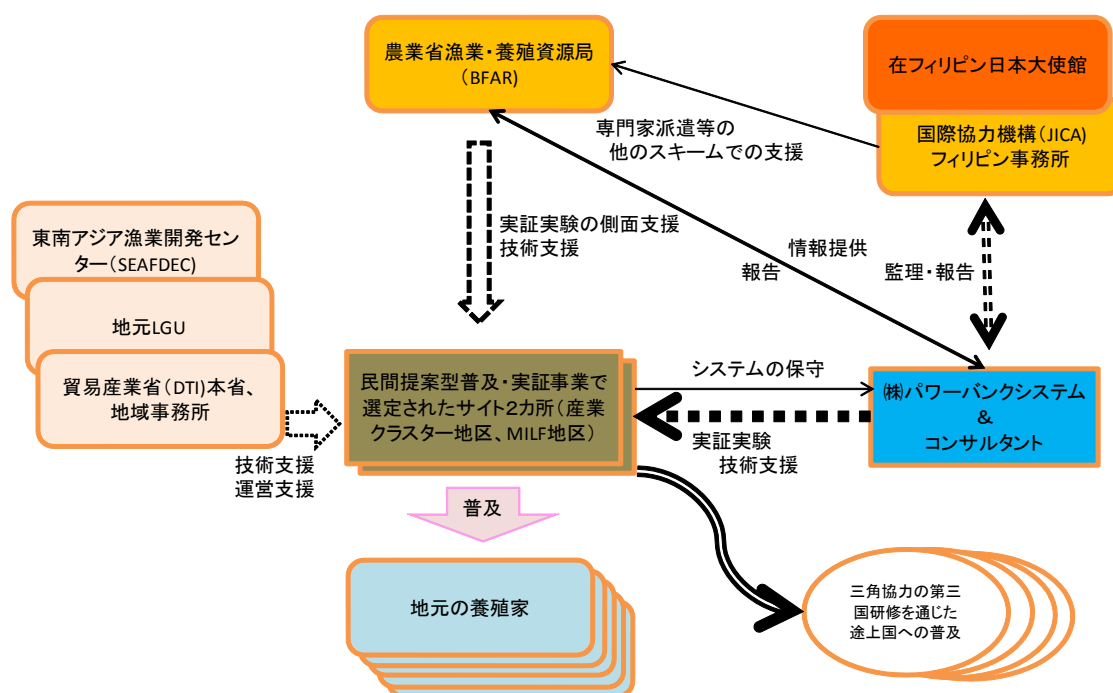
- ・PBS 社製太陽光発電を利用した養殖システム (2 セット)
- ・コンサルタント派遣 (1.5 カ年)

### ②先方実施機関 (CP 機関)

カウンターパート機関は BFAR 漁業・養殖資源局 (Bureau of Fisheries & Aquatic Resources) である。

### ③ 実施体制

実施体制は下図に示す通りである。



図表 5-1 実施体制図

BFAR は全体の運営を支援する。PBS は地元のコミュニティーまたは個人の養殖家と共同で、上述の実証実験を実施する。PBS は、民間提案型普及・実証事業でシステムを導入する際に最低 2 カ年間の消耗品供給と緊急時の技術的対応を保証する。派遣されたコンサルタントは、プロジェクトサイト (2 か所) で実証実験を実施すると同時にこのサイトを利用して地元への技術普及を行う。その際には BFAR のほか東南アジア漁業開発センター (SEAFDEC)、地元 LGU、ミルクフィッシュのクラスター形成を目指している DTI からの技術支援を得られるような調整が必要である。BFAR、SEAFDEC、LGU、DTI、からの協力が全体のシナリオ実現に非常に重要なことから、BFAR がこれらを組織化して監理委員会を設立するのが望ましいと考えられる。

実証実験の後半にそれまでの技術移転の集大成として「太陽光発電を利用した養殖事業」

についての第三国研修を行い、このノウハウとシステムを広く世界に普及させる。前述のとおり、普及のためには2KRのスキームを活用することが有効であると考えられる。ただしこの場合、提供されたシステムが国内の対象となるセグメント（通例は貧困軽減のために養殖事業に従事する貧困養殖コミュニティがその対象となると思われる）によって継続的に維持管理できるか、といった基準が必要になるが、現段階では、第三国研修の参加国からそのような優良国を選定して2KRを実施するということを前提とするという枠組みの記述にとどめる。

#### ④スケジュール

先に述べたとおり、太陽光発電を利用した養殖システムの心臓部である耐塩性太陽光パネルは一度衆目にさらされた段階で多くの方が魅力を感じる商品である。それが故、商品化された段階でまたたく間に、韓国や中国の企業が独自開発を行うこととなり、同じ機能をもった商品は3年以内に必ず登場する、と予測される。従って日本ができる支援はODAでの同製品の活用と同時にこのような競合国製品の普及を上回るスピードで世界シェアを獲得するための支援である。民間提案型普及・実証事業の実施時期は2013年度から1.5カ年（約18カ月）を予定している。

もし従来のODAスキームを採用したとすると、提案した民間提案型普及・実証事業と同様な内容を実現するためには「草の根無償+専門家派遣」が必要になる。民間提案型普及・実証事業はこれに比較して約1-1.5年スピードが速い。実際下のスケジュールを想定すると、従来型を採用した場合、最も円滑に事業が進んだとしても、三角協力の第三国研修を活用した途上国への情報発信は2015年度後半となる。一方、民間提案型普及・実証事業が活用できたと仮定すると、その実施は2014年度後半となる。そのため、民間提案型普及・実証事業は本件のような迅速な普及が必須な事業には有効であると思料される。

図表 5-2 従来型の ODA スキームと民間提案型普及・実証事業の実施スピードの比較

(10) 従来型（草の根無償+専門家派遣）

適用スキーム	実施プロセス	2013年度		2014年度		2015年度		2016年度	
		上	下	上	下	上	下	上	下
草の根無償	案件形成・決定 実施	→	2か所 ★						
専門家派遣	案件形成・決定 実施	→		24か月 →					
三角協力第三国研修	案件形成・決定 実施				→	草の根無償、専門家を活用し、フィリピンをリソース国として実施 ★			
KRII事業による普及 (特にアフリカ地域)	案件形成・決定・実施						→	★	

(11) 現在検討中の新スキーム活用場合（民間提案型普及・実証事業）

適用スキーム	実施プロセス	2013年度		2014年度		2015年度		2016年度	
		上	下	上	下	上	下	上	下
民間提案型普及・実証事業	案件形成・決定	→	2か所						
	実施 事業コンポーネントとしての 専門家派遣		→	→	→				
三角協力第三国研修	案件形成・決定			→					
	実施			★					
KRI事業による普及 (特にアフリカ地域)	案件形成・決定・実施			→	→	→			

出所) 野村総合研究所

民間提案型普及・実証事業の終了後も ODA の各種スキームの中で最も足の速いものを活用し、更に三角協力の第三国研修の機能を活用してこれを世界の途上国に迅速に普及すべきである。また 2KR の支援スキームを駆使して、日本の外交政策上重要なアフリカ諸国にいち早くこのシステムを導入するというのも一案である。

このように ODA における普及の速度は本システムの世界展開において特に重要な条件であるため、2013 年度からの活動が重要である。

⑤民間提案型普及・実証事業にかかる協力概算金額

民間提案型普及・実証事業にかかる協力概算金額は約 100 百万円（1 億円）である。内訳は概ね以下のとおりである。尚、下表では、提案プロジェクトに続く三角協力、2KR 事業についてもその費用概算を試みた。

表 5-3 経費内訳

費目	内訳	費用（百万円）
民間提案型普及・実証事業	Max.800 万円×2 か所 (第一管区、ミンダナオ) <内訳> ・太陽光発電養殖システム ・保守契約・消耗品 ・トレーニング 運営費（旅費、消耗品、現地業務費）	60
	コンサルタント 400 万円/月×10 カ月	40
三角協力 第三国研修 (養殖技術)	フィリピン側と 50 : 50 の費用分担。研修生 20 名×2 回を想定。 100 万円/人×20 名×2 回	40
2KR 事業	1 カ国平均 5 億円（太陽光発電養殖システムを 100 台）と想定。アフリカ(2)、中東(1)、大洋州 (1)、アジア(1)、中南	3,000



米・カリブ(1)を想定。
--------------

※民間提案型普及・実証事業にかかる事業費概算では、三角協力以降の費用は算入していない。三角協力以降については、政府の閣議決定事項であるため現段階で正確な経費見積りを行うのは困難である。

#### 5-4 提案事業終了後の展開

民間提案型普及・実証事業に続き、以下のODAスキームを活用して、太陽光発電養殖システムを更に世界に認知させ普及を図るべきである。

##### ○三角協力の第三国研修を活用した世界への情報発信

本システムをいち早く世界のデファクトスタンダードにするために日本のお家芸でもある三角協力の第三国研修を使って、フィリピンをリソース国としたコミュニティー養殖の概念を研修させる。その際に本システムの有効性を十分にアピールしてこれを販促につなげる。

##### ○太陽光発電養殖システムの世界への普及を2KR事業を活用して実施

この段階では、水産無償の1項目としてこのシステムを導入する方法もある。ただし水産無償については、受益国の特定の場所に贈与が集中することから、同国内における爆発的な普及を期待するのは困難である。そのため、2KRのスキームによりメリットがあると思料される。

上記支援で実証データが十分に取れた段階で、本格的なODA事業への活用を考える。最初にフィリピン国内への普及を図るために2KRを利用した普及活動があげられる。当然のことながら、フィリピンを最初の2KR実施国として選定する場合は、貧困層が継続的に利用するために自身でメンテナンスできるのか、またそのような体制があるのかについての検討を事前に行う。フィリピンに続いて第三国研修の招聘国から2KRの実施有望国を選ぶことになるが、その考え方についても同様である。

#### 5-5 他 ODA 案件との連携可能性

##### ○三角協力の第三国研修を活用した世界への普及

上述したとおり、本システムをいち早く世界のデファクトスタンダードにするために日本のお家芸でもある三角協力の第三国研修を使って、フィリピンをリソース国としたコミュニティー養殖の概念を研修させる。その際に本システムの有効性を十分にアピールしてこれを販促につなげる。

##### ○2KR事業での活用

上記支援で実証データが十分に取れた段階で、本格的な ODA 事業への活用を考える。最初にフィリピン国内への普及を図るために 2 KR を利用した普及活動があげられる。

#### ○既存案件との連携

現在実施中の案件としては、ミンダナオにおける OISCA によるマングローブ植林活動、円借款による MINSAT プロジェクト (II) によるミンダナオ MILF 地区の支援がある。更に DTI による産業クラスター形成プロジェクトによる Pangasinan 地域の支援があり、本提案案件と連携の取りやすいプロジェクトとして認識される。

### 5-6 カウンターパート機関との協議状況

本件実証実験においては、様々な機関をカウンターパート機関として想定することが可能であったため、実証実験開始直後はあくまで実験区の設置と日々のモニタリング体制確立のために大半の時間を費やした。また設置時期、モニタリング時期がフィリピンにおける 12 月 (様々な年末行事があり、行政の業務効率が著しく低下するといわれている) と重なったため、カウンターパート機関との協議を重ねるには困難な月であった。そのため調査チームは 2012 年 12 月については実証実験のデータ取得に専念し、2013 年 1 月を CP 機関との協議にあてることにした。

漁業、特に養殖についての所轄省庁については、近年のフィリピンにおいてもたびたびその重複した管理体制が問題となり、省庁間での縄張り争いにまで発展することがある<sup>14</sup>。

本件の実証実験についても、BFAR、LLDA、Rizal 州政府が関わりを持っていることを確認している<sup>15</sup>。その中でも一応の区切りとして BFAR が漁業部門全般、LLDA がラグナ湖での開発一般、Rizal 州政府が行政区内開発一般に責任を持っている。この複雑な責任分担は多角的に開発をチェックできることで暴走的な開発の排除等に役立つが、それぞれの権限を強く主張することによって手続きの複雑化や円滑的な開発の妨げにもなっている。

本件では「当該実証実験に関連するプロジェクトを ODA で実施することは言及しないこと」という事前の外務省からの指示があったため、カウンターパート機関との協議はあくまで本件実証実験に関する説明と期待するデータについての聞き取りに止めた。また実証実験も終盤に差し掛かった 2013 年 1 月下旬に国際協力機構による現地視察があり、その際に BFAR 幹部への説明を行った際も論点は実証実験データに関する期待についてであった。

---

<sup>14</sup>例えば話題になった漁業網のメッシュサイズについても、所轄が農業省漁業&水産資源局 (BFAR)、環境・天然資源省 (DENR)、地元 LGU、等が関連している。そのため、この規制区域を、いつまで、どこまでにするか等については、各組織の意向が調整できず、最終的に統一した見解が出されていないケースも全国で散見される。

<sup>15</sup>実証実験では水質改善効果を目途としてのモニタリングを行ったが、環境を担当する DENR も CP 組織の 1 つである可能性がある。本件調査では時間的な都合もあって DENR には確認を行っていない。

図表 5-4 カウンターパート機関との協議実績

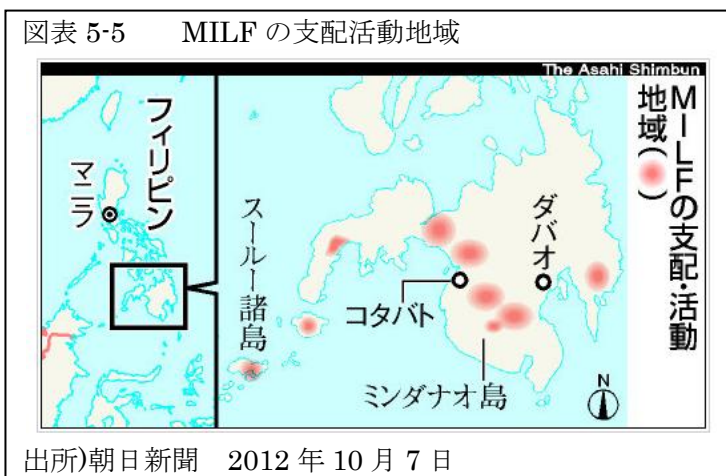
年月日	機関	協議内容
2012.12.29	・ Rizal 州事務所 ・ ラグナ湖開発庁 (LLDA) ・ 農業省漁業・養殖局 (BFAR)	・表敬、実証実験の説明 ✓ 事業の全体説明 ✓ 政府機関の取り組みと役割分担 ✓ 本件のシステムコスト ✓ データ取得に関する要望事項
2012.12.30	・ 東南アジア漁業開発センター (SEAFDEC)	・表敬、実証実験の説明
2013.01.02	・ Binagonan 郡事務所 ・ 農業省漁業・養殖局 (BFAR)	・プロモーション・ビデオへの出演依頼 ・JICA 視察団の対応要請 ・ODA への適合性に関する議論
2013.01.22	・ 農業省漁業・養殖局 (BFAR)	・JICA 視察団との協議 ・実証実験の経過説明

BFAR はエアリングの効果については国内の経験や外国の学術論文から十分高価があることを把握していた。更にこれが水質浄化に寄与することについても十分な知識を持っていた。これは BFAR だけでなく、LLDA や Rizal 州政府の漁業開発関係者に共通したものである。カウンターパート機関の関心事はその大部分が調達コストに関連するもので、いくらでシステムを入手できるのか、というものである。一目見た段階で、このシステムが離島や小コミュニティの生活改善に役立つことは明白なので、彼らが調達可能かどうかをコスト-便益分析で示してほしいというのがカウンターパート機関からの要望であった。

稚魚の致死率や成長率をつかさどる要素は、水温や酸素濃度だけでなく季節や海水濃度等様々である。そのため本報告書で述べているとおり、本実証実験をその第一歩としてとらえ、次のステップでは実際の ODA への適合性をプロジェクトで実施し、同時に実証データ

の補完を行うべきであるとしている。この点に関して BFAR は、次に実証実験を行うのであればさらに大規模に時間をかけて実施すべきだ、としている。その候補地として、DTI がクラスター開発を行っている北部ルソン地域（イロコス州、パンガシナン州等）、およびミンダナオ和平についての枠組み合意がなされた（2012 年 10

図表 5-5 MILF の支配活動地域



月)、MILF の活動地域（コタバト周辺が有望であると思料される）が有望であろうという

コメントがあった。

以上をまとめると、実証実験段階ではまずエアリングの効果やシステムの有効性がテーマとなるため、**BFAR** が主要なカウンターパート機関として機能する。ただし水面活用の許可や使用料（時には税金）の支払いについては、**LLDA** や **Rizal** 州政府が関与している。フィリピンで当該システムを **ODA** として活用するための条件としては、技術的には更なる実証実験の必要性が指摘されたが、最も大きな普及の条件は価格であることが全てのカウンターパート機関の最大の関心事である。

カウンターパート機関は実証実験の延長を強く希望しており、漁業省や **BFAR** では関連する域内の漁家や投資家のミッションを現地で視察させたい、という具体的な希望もコメントされた。

## 参考資料

# 水質モニタリング報告書

## ～ラグナ湖でのミルクフィッシュ養殖のための水質改善に向けた 太陽光発電利用型養殖システムのテスト～

### 1. はじめに

フィリピンでは、全ての水域や新鮮な水そして海水は、その有益な用途に応じて分類されている。

それぞれの分類では、そのモニタリング活動の中で規制機関（国・地方）に加えて、公共機関や水のユーザーをガイドするために水質基準が設置された。

汚染の様々な形態に起因したこれらの水域の劣化が非常に憂慮すべきであることを過去に観察されてきた。

フィッシュキルが横行し、より頻繁になった。有害な細菌の付着した貝のような他の水産資源の汚染も、国内の多くの地域で観察された。

ラグナ湖は、これらの問題から免れてない。この地域の養殖業景気の後退の結果、沿岸地域の周りの人口密集地域で大規模なフィッシュキルが起きたのはごく最近のことである。

水質は、様々な生態系のパラメータの影響を受けて、魚の種類、飼育密度、養殖経営や養殖における収量を左右する可能性があるため、養殖では複雑な問題になっている。

水産資源は生存/増殖のために水質の一定のレベルを必要とする。飼育密度は、しばしば、養殖経営と収量を鑑み、水の状況によって決まることが多い。

それゆえ、養殖のための水質改善に向けたイノベーションは、水域の汚染の悪化により必要となっている。

ジェットバブル噴出口（図1を参照）を持つフローティングソーラーパネルを扱う日本における最近の技術革新は、ラグナ湖の養殖に効果的であるかもしれない。

メンテナンス性、有効性や水質改善観点から、システムの適合性を実証するために、パイロットプロジェクト太陽光発電利用型養殖システムのパイロットプロジェクトが、ラグナ湖の個人所有のミルクフィッシュ養殖場内に設置された。実験エリアは、約7メートル×30メートルである。

この報告書には、ソーラーシステムの有効性の評価の主目的である水質モニタリングの側面をカバーしている。この研究は、日本の野村総合研究所（NRI）と協働した C.C.Keiyo によって実施された。

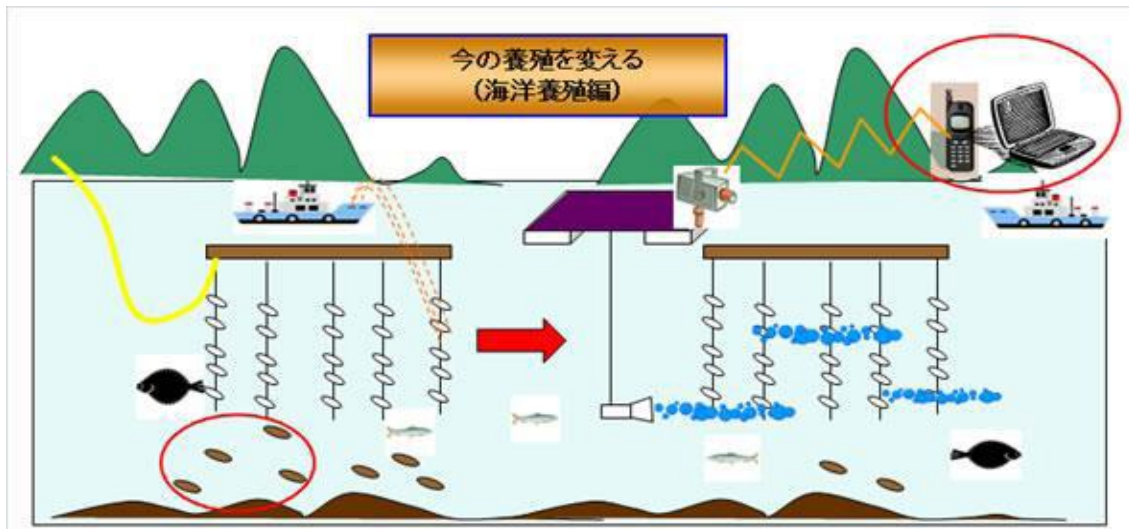


図1 太陽光発電利用型養殖システムのイメージ図

## 2. 水質モニタリング

調査は2012年12月10日に稚魚の放流時に開始し、約2.0ヶ月の期間にわたって実施された。太陽光発電利用型養殖システムは2012年12月7日に設置されており、2013年2月1日に撤収された。最初の水のサンプリングは2012年12月17日に行われた。2番目と最後のサンプリングは2013年1月28日に装置の撤収前に行われた。

### サンプリング場所

2か所でサンプリングした。1つは、魚が入っているケージの内側（SIとしてコード化された）、もう一つは魚の養殖場内のケージ（SOとして符号化された）から約100メートル先であった（図2参照）。

### 採水

水のサンプルは、深度積分型採水器を用いて、様々な深さで採取した。採水器は、両端が開いて、湖（下部、中間、および表面近傍の水の近く）で所望の深さに潜水させた後、水を採取し引き上げる前に両端は閉じられる。そして、採水器は、場所、日付、サンプリングの時間を記したラベルの付いたプラスチック容器の中に収納される。3か所の所望の深さがサンプリングされた後、必要な水量が達成されるとプラスチック容器は、分析のために研究所に到着するまで、直ちに保全のために氷の入ったクーラーに搬入される。

### 水質パラメーターと分析

合計 21 のパラメーターが、本調査でモニターされた（表 1）。パラメーターは、ミル  
クフィッシュの成長に影響を及ぼす可能性のある水質を評価する上での必要性が  
判明したものである。

（pH、温度、導電率）などオンサイトで観測されたパラメーターについては、YSI  
ウオーターチェッカーを使用した。探針は最終値としての平均値を取るために、  
様々な深さで水の中に挿入した。



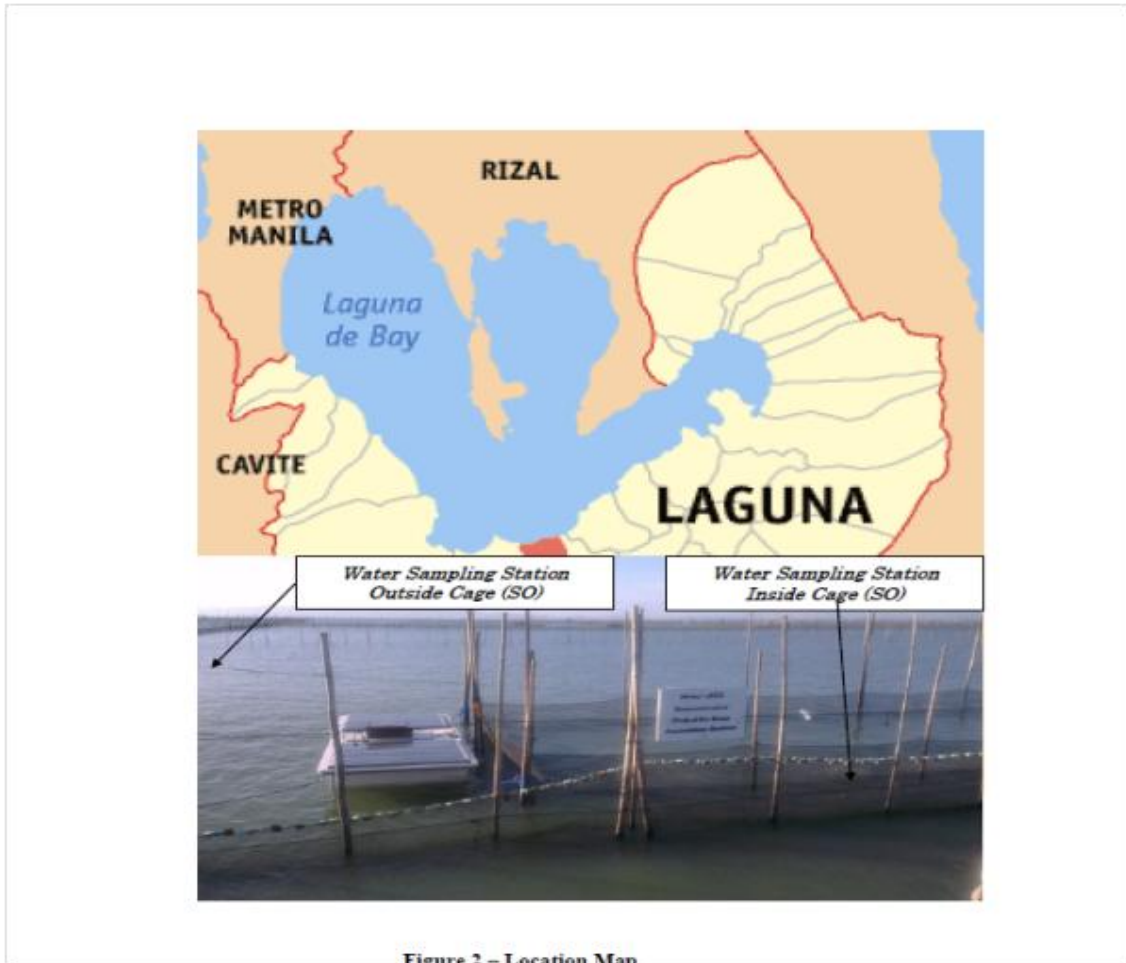


図2 ロケーションマップ

1. 温度
2. pH
3. CaCO<sub>3</sub> などのアルカリ度
4. CaCO<sub>3</sub> などの硬度
5. 溶存酸素量
6. 濁り
7. 塩分濃度
8. 導電率
9. 全浮遊物質
10. 総溶解固形
11. リン酸塩などのリン
12. 亜硝酸性窒素
13. 硝酸性窒素
14. BOD<sub>5</sub>
15. COD
16. 銅
17. 水銀
18. 鉛
19. ヒ素
20. カドミウム
21. カルシウム

表1 水質パラメータ

### 3. 結果と考察

表 2 は調査地域で実施した 2 か所のサンプリング場所での分析結果である。

Item No.	Parameter	Unit	Satandards	RESULTS				References
				Date of Sampling December 17, 2012		Date of Sampling January 28, 2013		
				Outside Cage (SO)	Inside Cage	Outside Cage (SO)	Inside Cage	
1	Temperature	°C	3°C rise or 25-32 °C	27.2	27.1	27.6	27.7	DAO 1990-34 / DWAF (1996)/AGDEX (2008)
2	pH	-	6.5-8.5	6.64	6.61	6.64	6.65	DAO 1990-34
3	Total Alkalinity as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	>20	74	71	76.6	76.6	DWAF (1996)
4	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	20-100	63	64	66	77	DWAF (1996)
5	Dissolved Oxygen	mg/L	> 5	7.6	7.3	7.5	8.0	DAO 1990-34
6	Turbidity	NTU	25	7.5	12	30.1	31.6	ADEC (1978), API (1980)
7	Salinity	ppt	< 3	<3.64	<3.64	<3.64	<3.64	Lawson (1995)
8	Conductivity	uS/cm	100-2000	293	298	223.6	228	Stone and Thomforde
9	Total Suspended Solids	mg/L	<30 mg/L increase	8	21	26	24	DAO 1990-34
10	Total Dissolved Solids	mg/L	500-1000	117	129	133	133	Malaysia Standard
11	Phosphorous as Phosphate	mg/L	<0.4	0.7	1	10.7	9.2	DAO 1990-34
12	Nitrite-Nitrogen	mg/L	<0.5	<0.005	<0.005	0.02	0.02	Swann (1993)
13	Nitrate-Nitrogen	mg/L	<10	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	DAO 1990-34
14	BOD <sub>5</sub>	mg/L	< 10	3	4	4	6	DAO 1990-34
15	COD	mg/L	<40	21	21	24	12	Schlotfeld & Alserman (1995)
16	Copper	mg/L	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	DAO 1990-34
17	Mercury	mg/L	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	DAO 1990-34
18	Lead	mg/L	<0.05	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	DAO 1990-34
19	Arsenic	mg/L	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	DAO 1990-34
20	Cadmium	mg/L	<0.01	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	DAO 1990-34
21	Calcium	mg/L	25-100	6	6	13.62	13.02	Wurts & Masser (2004)

表 2 水質調査の結果

## 水質基準

本調査の結果を実証するために、養殖にとっての基準値との比較が必要である。そのため、本調査では、環境自然資源局 (DENR) のクラス C(魚や他の水産資源の増殖と成長のための水産用水)のための 1990 年の行政命令第 34 シリーズ (DAO : 1990 年-34) の概説基準を採用している。DAO の 1990 年-34 には標準セットが存在しない場合には、他の国際的な参考書が採択された。

## 温度

魚の温度耐性は、大きく分けて冷水、温水、熱帯水に分類される。それぞれの種については成長のための最適な温度範囲に加えて、最小値と最大許容限界がある。

また、最適な温度範囲は、標準的な環境温度として知られているこの最適な温度範囲は、魚の成長段階によって標準的な環境温度が変化することが知られている。

水温は摂食パターン、魚の成長に影響を与える。温度が慢性的に最大許容値近くであったり、突然変動近する時、魚は一般的にストレスや病気を発症する。

温水は冷水よりも溶存酸素量が少ない。温度が 10° C 増加する毎に、一般的に代謝、化学反応、酸素消費の速度を倍増するので、これは重要なファクターである。

本調査の結果をみると、温度が 3°C の基準より低い変動幅で保たれていることが明らかになった。それに加えて、湖で養殖するのに最適である 25°C から 32 °C の温度範囲内である。

## pH、アルカリ度、硬度

これらのパラメータは相互に関係しているか一緒に動く。これらのパラメータが正しい水準にあることは、養殖プログラムにとって不可欠である。養殖の許容範囲は、pH は 6.5 から 8.5 である。水が非常にアルカリ性である (>9.0 pH) 時は、水中のアンモニウムは、魚を殺すことができる有毒なアンモニアに変換される。一方、酸性水 (<5.0 pH) は岩石や堆積物から金属を取り込む。これらの金属は、魚の代謝率とそのえらを通じて水分をとる能力に悪影響を及ぼす可能性があり、同様に致命的なことになりうる。アルカリ度と硬度の両方が基準内であれば、稚魚の一部の死を引き起こすことはない。

## 溶存酸素量 (DO)

溶存酸素量は、養殖では、最も重要なパラメータである。低い溶存酸素量レベルは、組み合わせさせた他のすべての問題よりも、直接的または間接的に、より多くの魚を殺すことになる。酸素消費量は直接的に、魚の大きさ、代謝率、活動レベル、および温度に結びついており、大きな魚の一部は、より高い代謝率の小さな魚よりも酸素消費量が少ないことに驚かせる。水中の溶存酸素量は、温度が低下するにつ

れて増加し、塩分濃度と標高が上がったときに減少する。

溶存酸素量は、魚の呼吸のために重要であるだけでなく、植物プランクトンや有毒なアンモニアを無害な形に分解する生物の生存ためにも重要である。

順調に育成するためこのパラメータの標準セットを、溶存酸素量飽和度でのレベル、または少なくとも 5ppm、維持することである。

2つのサンプリングの場所だけでなく2回の採水時にすべての結果が基準に合格した。驚くべきことに、ケージの内側の2回目のサンプリングの期間、DOのレベルがより良くなっている。

### 生物化学的酸素要求量 (BOD)

有機物が分解すると、最終的には微生物の腐敗物質に応じて物質は酸化する。BODは、河川水の有機物を分解する過程で微生物によって消費される酸素の量を測定する。微生物がより活動すると、より多くの酸素を使用し、BODの測定値は高くなる。そして魚や水中の他の生命のための酸素は、より少なくなる。

BODは、直接的には、水中の溶存酸素量に影響する。より急速に酸素が枯渇するほど、BODはより増大する。これは、より少ない酸素が魚などの他の水生生物のために利用可能であることを意味する。高いBOD測定値は、低溶存酸素と同様に水流の健全さを損ない、水生生物のストレスを引き起こし、窒息や死に至らしめる。

より多くの有機物が水の中に入ると、BODが上昇する。有機物は、葉や流木、死んだ植物や動物、動物の糞尿、紙パルプ工場からの排水、廃水処理プラント、肥育場、食品加工工場、都市の雨水流出量に含まれている。

前回のサンプリング時に、ケージ内では 6 mg / L と若干の増加があるものの、結果は全て基準内である。

### リンの合計値

科学者はあまりにも多くのリンが湖に入ると、植物はより成長すると確信している。藻のような小さな植物は成長するためにリンを使用する。湖の表面と底部に生息して生息している他の植物も成長するためにリンを使用する。

水中で生息している多くの植物が、いくつかの悪い結果につながることもある。これらの植物は死ぬとき、底に沈む。そこでは、細菌は死んだ植物を分解する。それらは魚を殺すことにつながる魚類の利用可能な酸素を減少させ、水中の多くの酸素を使い切ってしまう。

両方の場所だけでなく、すべてのサンプリング時に、値 (0.7 から 10.7 mg / L) は < 0.4 mg / L で標準を上回る。

### 濁度、全浮遊物質、総溶解固形分、導電率

これらのパラメータは、値が結果の精度の確認に使用することができ、相互に関連している。

水中の土壌が多いと、浅い水の中で、湖の底に到達する太陽光線をブロックする。水が濁っている場合、浮遊粒子が太陽から熱を吸収し、水温の上昇を引き起こす。

より高い温度では、魚の生存能力を制限し、水の中の酸素濃度を引き下げる。

もう一つの効果は、浮遊粒子が魚のエラを詰まらせるかもしれないということである。これらの粒子が沈むとき、それらは底に付着していた魚の卵を殺すことができる。

暖かい水、少ない光と酸素欠乏の組み合わせは、魚が生き残ることを不可能にする。

これらのパラメータのすべての結果が基準を満たしている。

### 重金属

分析の結果は、湖中の重金属の痕跡がないことが示された。これは、他の領域（ラグナエリア）の以前の研究では、モニタリング対象の重金属のうちのいくつかは驚くべきレベルを示したことを考えると非常に驚くべきことである。これは、工場から調査領域までの距離の遠さが、これらの調査結果を正当化する可能性がある。

#### 4. 結論と勧告

以上の結果に基づいて、ケージの中に溶解する酸素濃度（7.3～8.0 mg / L）は、ケージの外で観察したレベル（7.5 及び 7.6 mg / L）と比べて、改善していることが示されている。これは、基本的に水面下でより多くの酸素を生成するよう、この線に沿って設計され運営している太陽光発電利用型養殖システムの導入に起因している。

それは、また、魚と競合する微生物の増加を引き起こす溶存酸素量のレベルを間接的に減少させるリン、BOD5、濁度のレベルを増加したにもかかわらず改善したことに価値がある。

しかし、非常に限られた測定値の数のために、このエリア内の溶存酸素量の変化の可能性に関連するパラメータにより注目して、さらなる評価を行うことが必要であることを勧告する。