

インドネシア国

国営電力公社（PLN）

インドネシア国
ダム湖の水草除去マネジメント
向上普及・実証事業
業務完了報告書

平成 30 年 10 月

（2018）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

ノダック株式会社

国内
JR(先)
18-219

＜本報告書の利用についての注意・免責事項＞

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

<Notes and Disclaimers>

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

目次

巻頭写真	iv
略語表	viii
地図	ix
図表	x
要約	i
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	9
2. 普及・実証事業の概要	9
(1) 事業の目的	9
(2) 期待される成果	10
(3) 事業の実施方法・作業工程	10
(4) 業務フローチャート	15
(5) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	18
(6) 事業実施体制	18
(7) 事業実施国政府機関の概要	19
3. 普及・実証事業の実績	20
(1) 活動項目毎の結果	20
(2) 事業目的の達成状況	71
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献	77
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	77
(5) 環境社会配慮	78
(6) ジェンダー配慮	79
(7) 貧困削減	79
(8) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	79
(9) 今後の課題と対応策	79
4. 本事業実施後のビジネス展開計画	82
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	82
(2) 想定されるリスクと対応	84
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果	84
(4) 本事業から得られた教訓と提言	84
添付資料	84

巻頭写真



WH-3000 の製造



WH-3000 の工場完成



WH-3000 のチラタダム湖への湖上搬入



WH-3000 のチラタダム湖への湖上搬入



WH-3000 操船指導①



WH-3000 操船指導②



WH-3000 操船指導③



WH-3000 操船指導④



WH-3000 操船指導⑦



WH-3000 操船指導⑧



水草荷揚げ状況①（クレーン）



水草荷揚げ状況②（クレーン）



水草荷揚げ状況③（インクライン）



水草荷揚げ状況④（インクライン）



メンテナンストレーニング



メンテナンストレーニング



中国製除去船：実証データ取り



ドイツ製除去船：実証データ取り



水草堆肥化：作業員へ手順の説明



水草堆肥化：エコウォーターの散布と攪拌作業



水草堆肥化：水草と投入材の攪拌作業



水草堆肥化：堆肥状態確認



代理店候補視察



代理店候補視察



PJB ミーティング



PJB ミーティング



ワークショップ in Cirata



ワークショップ in Cirata



フィールドデモ：操船体験



フィールドデモ：水草陸揚



ハンドオーバー式典

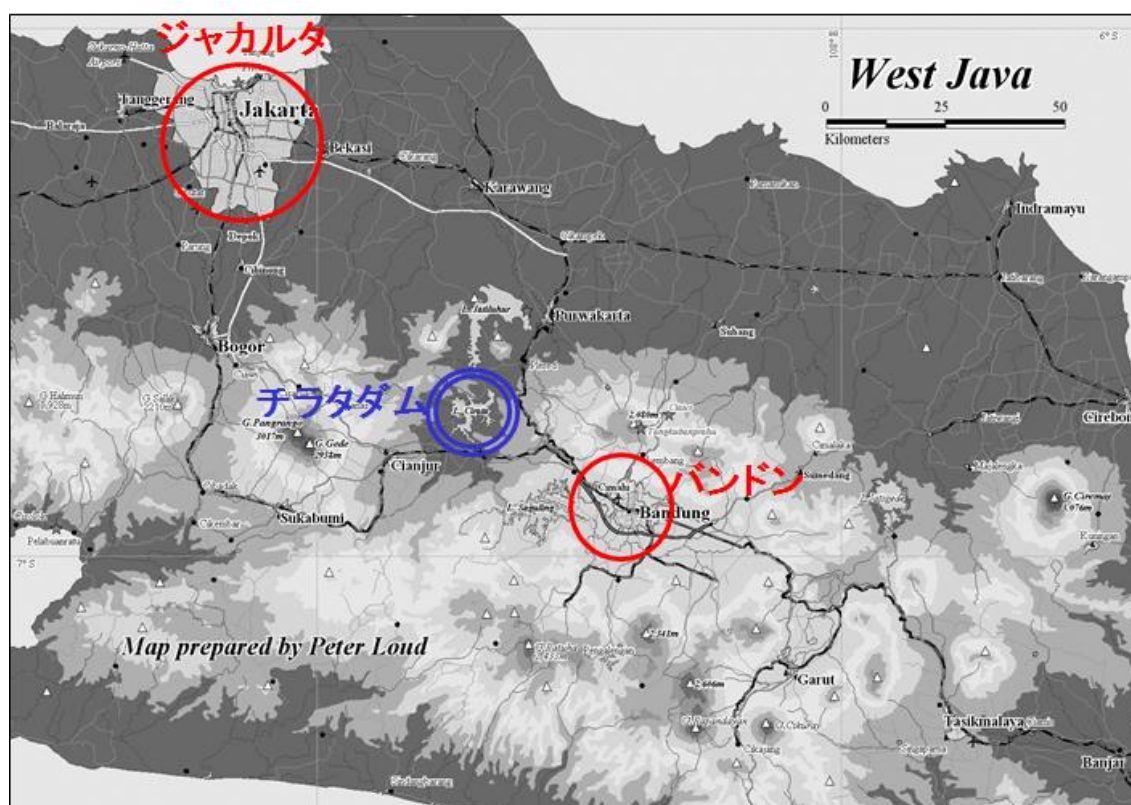


ハンドオーバー式典

略語表

略語	正式名称	日本語名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASEAN	Association of South -East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BAPPENAS	National Development Planning Agency	国家開発計画庁
BPWC	Cirata Basin Management Board	チラタ流域管理局
BWS	River Basin Organization	河川流域機構
CKD	Complete Knock Down	コンプリートノックダウン生産
GWh	Gigawatt hours	ギガワットアワー
IDR	Indonesian Rupiah	インドネシアルピア
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
JV	Joint Venture	合弁事業
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
MW	Megawatt	メガワット
OEM	Original Equipment Manufacturing	他社ブランド施品製造
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PSDA	Department of Water Resource Management	水資源局
PJB	PT Pembangkitan Jawa - Bali	ジャワ・バリ発電公社
PLN	Perusahaan Listrik Negara Persoro	インドネシア国営電力公社
RUPTL	PLN Power Supply Business Plan	PLN 電力供給事業計画
SKD	Semi Knock Down	セミノックダウン生産
UP	Unit Pembangkit	発電局

地図



(出典 : http://www.peterloud.co.uk/indonesia/Maps_Java.html)

図表

図 1-1 : 化学肥料消費量.....	3
図 1-2 : 電力供給量に占める再生エネルギーの割合	4
図 1-3 : Pupuk Indonesia 肥料種類別年間製造量.....	6
図 2-1 : 業務フロー.....	16
図 2-2 : 作業工程計画表.....	17
図 2-3 : 要員計画	18
図 2-4 : 業務実施体制.....	18
図 3-1 : メンテナンス指導風景	26
図 3-2 : 試験区域の位置.....	28
図 3-3 : 区画調査 (コドラート : 1×1m)	31
図 3-4 : チラタダム周辺住民に対する水草に関するインタビュー調査結果比較.....	35
図 3-5 : 撮影した刈取データの一例.....	36
図 3-6 : 四半期 (13 週) 除去船別刈取統計グラフ	37
図 3-7 : チラタダムにおける現行水草刈取作業の実施状況	40
図 3-8 : 2017 年 9 月と同年 10 月のチチェンドにおける水草の状況.....	44
図 3-9 : 2017 年における除去船別の水草搬出量.....	45
図 3-10 : 2018 年 1 月における除去船別の水草搬出量 (日毎)	45
図 3-11 : 2018 年 1 月における除去船別の水草搬出量の割合.....	46
図 3-12 : モニタリング作業の指示書.....	50
図 3-13 : 植害試験・肥効試験サイト状況	57
図 3-14 : 植害試験・肥効試験風景.....	58
図 3-15 : セミナーの式次第	68
図 3-16 : セミナー・現場デモの様子.....	69
図 4-1 : ビジネス展開イメージ、ODA 案件との関連性	84
図 4-2 : 想定するビジネスモデルエラー! ブックマークが定義されていません。	
図 4-3 : ビジネス展開スケジュールエラー! ブックマークが定義されていません。	
表 1-1 : エネルギー分野における ODA 事業事例.....	6
表 1-2 : エネルギー分野における他ドナー事業事例.....	7
表 1-3 : 水域環境マネジメントにおける ODA 事業事例	7
表 1-4 : 水域環境マネジメントにおける他国ドナー事業事例	8
表 1-5 : 堆肥・肥料分野における ODA 事業事例.....	8

表 1-6：堆肥・肥料分野における他国ドナー事業事例	8
表 2-1：納入する使用資機材	10
表 2-2：想定する水草刈取の実施方法	11
表 2-3：チラタダムにおける手刈り（通常＋緊急）と機械化による水草除去 作用コスト（年間）比較表	12
表 2-4：堆肥化の手順	14
表 2-5：資機材リスト	18
表 2-6：事業実施組織と役割	19
表 3-1：WH-3000 設計・製造工程表	20
表 3-2：第三回現地渡航に際しての水草刈取計画の例示	23
表 3-3：能率試験の結果	30
表 3-4：1 トン当たりの水草除去費用比較分析表	32
表 3-5：年間必要刈取り量 7000 トンを刈取りした場合の水草除去費用比較 分析表	33
表 3-6：刈取り手法別の水草除量統計	37
表 3-7：除去船仕様と水草マネジメント手法の提案	44
表 3-8：投入材の準備量・使用量・残量	47
表 3-9：検体の山の種別・属性一覧	47
表 3-10：温度計測の結果	52
表 3-11：堆肥の成分分析結果（乾季分）	56
表 3-12：堆肥の成分分析結果（雨季分）	57
表 3-13：植害試験・肥効試験の結果	58
表 3-14：水草堆肥化にかかる CSR 事業計画案	61
表 3-15：他社製品との性能比較エラー! ブックマークが定義されていま せん。	71
表 3-16：活動項目毎の達成状況	76
表 3-17：代理店候補比較表	82
表 4-1：市場セグメントとエンドユーザー	82

案件概要

インドネシア

インドネシア国ダム湖の水草除去マネジメント向上普及・実証事業 ノダック株式会社(大阪府)

国名の開発ニーズ

- 水力発電所のダム湖では、水草(ホテイアオイ)除去が手作業で行われており、非効率でコストが高んでいる
- 刈り残された水草群は、ダム湖内にて養殖事業を営む漁民の漁船航行を阻み、刈取後の水草は、岸に放置され、悪臭が周辺住民に悪影響を及ぼしている

提案企業の技術・製品



製品・技術名

－水草刈取船(WH-3000)

－刈取計画を含む水草除去マネジメントノウハウ

－刈取後の水草を利用した堆肥化技術

事業概要

相手国実施機関:

インドネシア国宮電力公社(PLN)
ジャワ・バリ発電公社(PJB)

事業期間:

2016年10月～2018年12月

事業サイト:

チラタダム湖

インドネシア側に見込まれる成果

- 水草除去船を使用した効率的な水草除去手法が導入されることで、ダム湖の維持管理費のコスト削減が図れる。
- 刈取り後の水草の適切な処理方法として堆肥化技術が提案されることで、水草の有効活用が可能となり、悪臭を含む水域環境への被害が低減する。

普及・実証事業の内容

- 水草除去の実証活動: 刈取計画の策定、効率的な除去手法、メンテナンス手法の指導を行い、機械化による効率性を検証する
- 堆肥化の実証活動: 刈取後の水草を堆肥化(現地で調達可能な資材を利用)し、減容化を図る手法を検証する
- 普及活動: C/Pおよび特定水域のエンドユーザーに対して、機械化と堆肥化のパッケージ提案を行い、本製品・技術の普及を図る(本邦受入活動・セミナーを実施)

日本企業側の成果

現状

- これまでの国内での水草除去実績は、全国で累積300件を超え、地域の環境保全に貢献してきた。
- 水草除去船の製造においては、近畿・中部を拠点とする多くの企業と連携している。

今後

- 本事業実施を足掛かりに、インドネシアの需要家向けに海外展開の検討を進める
- その際に、本事業をモデルケースとし、インドネシア国内での横展開を目指す
- 将来的には、周辺国への輸出も視野に入れた販路拡大も検討する

要約

I. 提案事業の概要	
案件名	(和文) ダム湖の水草除去マネジメント向上普及・実証事業 (英文) Improvement of Aquatic Plant Management in Hydropower Dam in Indonesia
事業実施地	インドネシア国チラタダム湖
相手国 政府関係機関	インドネシア国 PLN (国営電力公社)
事業実施期間	2016 年 10 月～2018 年 12 月
契約金額	99,787,680 円 (税込)
事業の目的	インドネシアにおける電力会社の経営効率化のため、ダム発電所におけるインフラ維持管理の効率化対策として、水草除去作業の機械化による総合的な水草マネジメント手法を導入し、現地適合性を高めるための実証活動を行うと共に本製品・技術の普及を図る。
事業の実施方針	<p>事業の基本方針は、以下のとおりとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 刈取の効率化 最盛期を含む年間を通した効率的な水草刈取計画を検討し、既に導入済みの中国船、ドイツ船との刈取場所の棲み分けを考慮しながら投入機材の最適な運用計画の策定を行う。 養殖区画での刈取 緊急対応が必要な取水口周辺の刈取のみならず、漁民が課題を抱える養殖生簀区域の水草刈取についても検証する。 刈取後の水草処理 刈取後の水草を堆肥化して有効活用することで減容化にも繋がる手法を検証する。 代替収入機会の創出策 水上での水草移送、堆肥化の作業工程において、手刈りに従事していた周辺漁民・住民の雇用機会創出策を検討する。 <p>事業の実施方法としては、以下のとおりとする。</p> <p>活動 1. 水草除去船を使用した PJB 管理下のダム湖における効率的な水草マネジメント手法の実証活動、およびノウハウ（機械操作/メンテナンス手法等）の PJB への移転（成果 1）</p> <p>活動 2. 水草除去船の導入効果の測定および水草除去船を使用した水草マネジメント手法（水草刈取計画含む）の立案（成果 2）</p>

	<p>活動 3. 刈取り後の水草の適切な処理方法の一つとして、堆肥化の検証活動および堆肥化事業計画の提言（成果 3）</p> <p>活動 4. 普及活動およびビジネス展開計画の策定（成果 4）</p>
実績	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>(1) 機材設置/運用</p> <p>2017 年 5 月に水草除去船及び機材納入を完了し、水草マネジメント手法の実証、操船・メンテナンス指導を実施した。</p> <p>(2) 水草除去船の導入効果測定に基づく効率的な水草刈取計画、および水草除去船の運用計画（養殖生簀区域含む）を策定した。</p> <p>(3) 刈取後の水草の有効活用策として、堆肥化実証活動を実施し、CSR 事業として推進していくための体制整備検討を施した。</p> <p>(4) ワークショップを開催し、水力発電ダム・自然湖沼管理会社、提携パートナー候補企業、大学機関、肥料会社等、事業関係者への水草除去船のデモンストレーション、堆肥化に係るプレゼンテーションを実施した。</p> <p>(5) 本邦研修を実施した。</p> <p>北スラウェシ州・ゴロンタロ州関係者、代理店候補関係者を日本へ招聘し、水草除去船に関する技術的な理解と共に、日本国内での水草問題への取り組み、発注形態等についても理解を深めてもらった。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>(1) 水草除去船</p> <p>代理店候補を最終的に 1 社に絞り、E カタログの登録について必要な情報を提供し、購入実績を作る為に、1 台を当該代理店に販売する方向で細部を詰めつつある。代理店候補企業と契約を締結し、E カタログへの登録を進めつつ、並行して、来年度の販売に向けた予算計上の為の見積り、仕様書、設計書を共有した。</p> <p>公共事業省、地方自治体からの除去船に対する関心は取り付けており、来年度の受注に向けて、代理店候補社と今後の対応につき検討をしていく。</p> <p>(2) 堆肥化</p> <p>現地大学の堆肥専門家との協力体制を構築し、成分分析、</p>

	<p>フィールドテストを実施し、国営肥料会社から、水草を用いた堆肥製品に関する技術的なスペックの市場適用性の確認、関心を取り付けた。今後は PJB の自社 CSR 事業としての実現が望まれる。</p>
課題	<p>1. 実証・普及活動・</p> <p>1) 水草除去船</p> <p>竹・流木対策としてコンベア強化が必要との判断である。また、ドイツ製・中国製との競合対策上、ショアコンベア、トランスポーターとのパッケージ販売戦略を取る必要がある、さらに総じてコストダウンを図る必要がある。</p> <p>2) 堆肥化</p> <p>PJB を主体とした効率的で持続可能な水草堆肥化事業体制を構築し、CSR としての事業化が望まれる。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>代理店候補企業と代理店契約を締結した。E カタログに登録する為には、主力機種を 1 台、代理店に販売する必要がある、諸条件、細部を詰めている段階ではあるが、ドイツ社製が既に登録されていることもあり、価格設定の上限が制限されている。(その為、当初考えていた WH-3000 でなく、新型モデル WH-2400 (2 台連結して GM-5000 として使用可能)、もしくは、WH-1800 を主力モデルとして選定するビジネス計画の検討が必要となってきた。)</p>
事業後の展開	<p>E カタログに登録をする為には、代理店の購入実績が必要である。そのため、多種多様な機種を登録する為には、代理店が購入実績を作る必要がある、導入当初は障害になっている。当面は、パーツをコンテナ輸送し、工場でアッセンブルを行うノックダウン方式を実施する予定であるが、その間に、現地技術者の育成と、全てのパーツの現地調達が課題となる。最終的に、JV を立ち上げ、現地生産体制を確立することで、コストダウンを図る。堆肥化に関しては、成分分析の結果、ホテイアオイから良好な堆肥が製造でき、フィールド試験の結果からも、作物に対し、良い傾向の結果をもたらす効果が見込めることが実証できた。今後は、購入者として有望な国営肥料会社へ結果を照会しつつ、PJB 内での CSR 事業形成に向けた体制・計画案の構想を立ち上げていく方針が確認されている。</p>
II. 提案企業の概要	

企業名	ノダック株式会社
企業所在地	大阪府豊中市
設立年月日	1973 年 12 月
業種	製造業、建設業
主要事業・製品	潜水工事業、水域環境整備事業、浮体構造物製造業等
資本金	5 千万円（2018 年 7 月時点）
売上高	直近の年商（売上高）：170 千万円
従業員数	93 名

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

ASEAN 諸国唯一の G20 加盟国であるインドネシア国は、ASEAN における中核的存在であり、過去 10 年以上に亘り平均 5～6%の安定した成長率を維持している。現大統領のジョコ・ウィドド大統領は 2014 年の就任以来、インフラ整備、社会保障拡張、格差是正等の経済・社会計画を進め、内閣改造を行い安定した政治基盤を確立してきた。このような安定した経済成長を背景に、外国・国内合わせた投資額は 2016 年には前年比 12%増で IDR612 兆（約 4 兆 7000 億円）、2017 年も 13.1%増で IDR692 兆（約 5 兆 3000 億円）と好調に投資額は増加している。また、経済成長と急速な工業化に並行して、人口の増加及び都市化が進み、今後も都市部の人口は年間 350 万の推移で増加することが見込まれている。

このような工業化と人口増加に伴う電力消費量増加に対応するため、安定した経済成長を支える基盤インフラとして、政府は電力需供バランスを国の重点課題に位置づけ、中期目標として 2019 年までに 35,000MW、長期目標として 2025 年までに 80,500MW の電力供給量増加を掲げている。

② 対象分野における開発課題

(1) エネルギー分野の課題

インドネシアは、今後 10 年間で年率 8.5%以上の電力需要の増大が見込まれ、政府は電力供給量の増強を急いでいる。しかし、土地収用の遅れ、燃料・潤滑油費の高負担、非効率なオペレーション、低い電力料金徴収等による高コスト体制に陥っており、思うような発電設備の増強に繋がられず、インドネシア国家エネルギー委員会によると 2019 年までの目標達成率は 56.3%（19,700MW）と予測されている。

設備投資のためには、国内最大の電力供給者であるインドネシア国営電力会社（PLN）の財務・経営体質の改善が図られる必要があり、PLN 傘下で発電所の運営管理を担うジャワ・バリ発電会社（PJB）も同様に、維持管理コスト削減目標を掲げている。PJB は西・東ジャワ及びジャカルタにて計 6 つの発電所（発電総容量は 6,977MW）を運営しており、その内の 1 つである本事業対象地のチラタダム湖の水力発電所は 1988 年に竣工し、1,008MW の発電容量（年間発電量 1,482GWh）を有しつつ、電力需要の高いジャワ・バリ電力系統に電力を供給していることから、同発電所の重要性は極めて高いことが確認できる。

同水力発電所における顕著な課題としては、水草除去作業の合理化・効率化が挙げられ、ダム湖に繁茂する水草が取水口に浸入し発電障害を引き起こすリスクを鑑み、現在は、主に人力による水草除去を、一部バックホーと組み合わせた形で行っている

が、年間を通して継続的に繁茂する水草に対して、圧倒的な処理管理能力不足に陥っており、年間維持管理予算の約 4% を占める多大な維持管理コスト（約 1,590 万円）を抛出する事態となっている。

③ 水域環境マネジメントの課題

インドネシア国には 800 以上（世界第 5 位）の湖が点在し、飲料水、灌漑用水、工業用水、漁業、観光、水力発電など、人々の生活にとって貴重な天然資源である。一方で、人口増加及び工業化による生活排水・工業廃水の流入、または過剰な養殖によって、多くの水域環境（エコシステム）に公害がもたらされ、国内全域においての水域環境マネジメント改善が求められている。

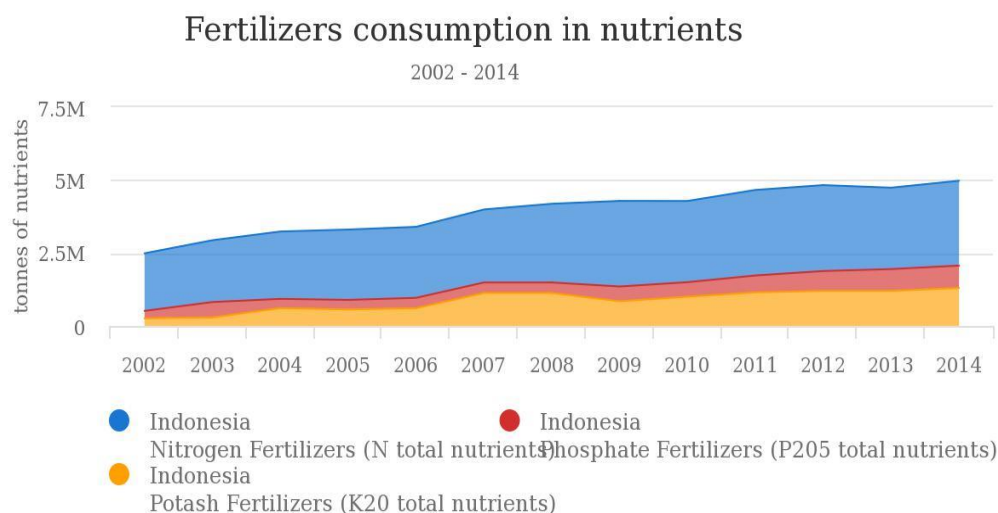
水域環境に悪影響をもたらすものの中に、水草の過剰繁茂が挙げられる。加えて、水草が繁茂した水域（チラタダム湖を含む）では、養殖用の生簀が設置されていることが多く、そこで生計を立てている住民・漁民が水草に起因した経済的損失を被っている点も、「2015 年度インドネシア国ダム湖の水草除去マネジメント向上事業案件化調査」から開発課題と捉えられた。これには湖面を覆い尽くす水草による漁船の航行障害（稚魚・成魚の移送に時間を要することで生体が弱り死んでしまう）、漁船の故障（水草に隠れた流木を巻き込むことでスクリュウの破損・交換頻度が高くなる）、生簀の魚の育成環境の悪化（水草が湖中の酸素濃度を下げる）といった課題が挙げられた。よって本事業により水草除去作業の効率化がもたらされることで、これまでチラタダム湖においても対応が及ばなかった生簀区域の水草の除去に経済的にも取組めるようになりえ、水域環境の改善が期待される。

また、陸揚げされた大量の水草は湖畔に放置され、悪臭や害虫（蚊・ネズミ・蛇等）の発生源となるため、刈取後の処理についても対策が必要であり、窒素・リンを多く吸収するホテイアオイを利用した堆肥化の持続的な事業体制を整えることが求められている。

④ 肥料分野の課題

インドネシアにおいて農林水産業が GDP に占める割合は 13.5% であり、労働人口の 3 人に 1 人が従事する重要な産業である。人口増加に伴う農作物の内需増加へ対応するため、1960 年代より「緑の革命」と称された高収量品種の導入と政府補助金制度による化学肥料の投入も増加した。肥料に対する補助金はアジア通貨危機後の IMF の構造改革により 1990 年代後期に一時廃止となったが 2003 年に再開している。また、農業省は食料輸入への依存を危惧し、戦略的開発計画 2015-2019 において、主要食料の自給達成及び生産量の増加を目標としており、化学肥料の消費量は 2002 年には 250 万トンであったが、2014 年には約 500 万と倍増している（図 1-1 参照）。

図 1-1 : 化学肥料消費量



Source: FAOSTAT (Jun 04, 2017)

(出典 : FAO)

肥料需要増加に対する政策の一環として、政府は肥料への補助金を増額し、2011 年に 18.8 兆 IDR(1560 億円) であった年間補助金額は、2016 年には 30.1 兆 IDR (2500 億円) まで増加している。しかし、肥料への政府補助金制度は、農業省が行う補助金事業予算全体の 37%を占め、大きな財政負担となっている。

一方、長期に亘って化学肥料に依存してきた農地では、土壌の硬化・酸化、及び保水力の劣化によって肥沃度が低下し、収量停滞が顕在化し始めており、化学肥料から有機肥料への移行も一部の州・地域で始まっている。加えて、化学肥料製造はガス価格に大きく影響を受けるため、化学肥料の価格上昇が続いている。なお、政府はガス会社に対し、肥料会社へのガス価格値下げを要請する処置をしているが、農作物の収量増加を強いられる状況において、化学肥料への政府補助金は今後も増加が続くことが予想される。

⑤ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

(1) エネルギー分野の政策

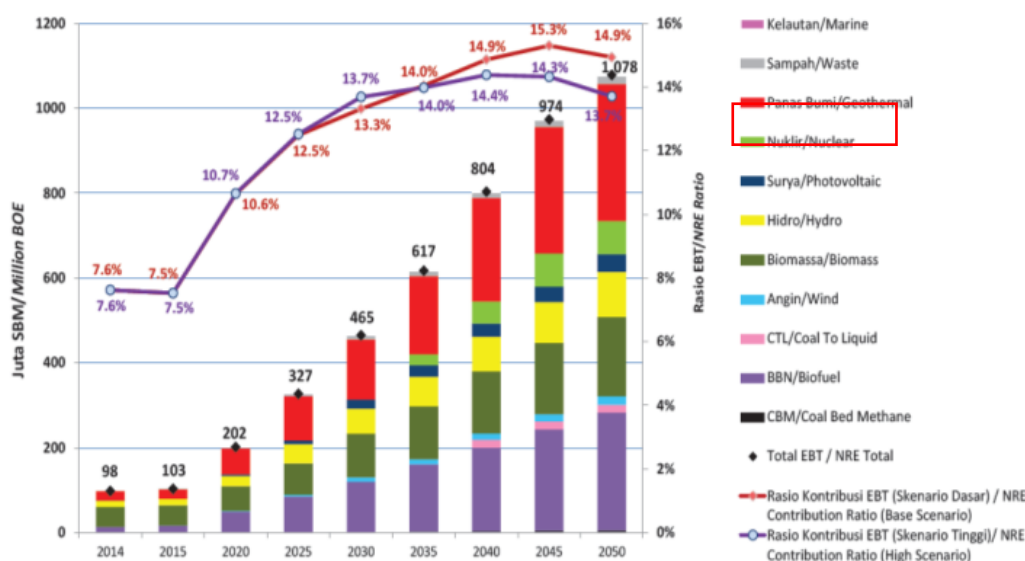
PLN は、電力供給総合計画 (RUPTL: 2015-2024) の中で、今後 5 年間 (2015-2019) で約 35,000MW の電力増強を計画している。加えて、エネルギー鉱物資源省は電力供給総合計画 (RUPTL: 2016-2025) において、2025 年までに PLN 及び IPP 事業による電力供給量の増加目標を 80,500MW とし、同目標の内、約 6 割を IPP 事業によって賄う方針が示されている。IPP 事業による電力設備投資への高い期待が寄せられる一方で、この期間に PLN が必要とする発電・送配電設備投資額は約 750 億 USD と推定されており、現時点での電力供給量の 7 割以上が PLN によるものであることから、PLN の財

源確保は喫緊の重要課題である。

2015年にインドネシア政府は日本政府と「日本インドネシア貿易拡大・輸出促進イニシアティブ（PROMOSI）」を打ち立て、質の高いインフラ整備によるビジネス・投資環境整備を目標とし、「ジャワースマトラ連系送電線計画」もその中に含まれる。加えて、PLNは2019年までの30,500MWという設備増強目標に向け、既に16の発電事業（投資額約1750億円）の契約を締結し、喫緊の電力需要への対応を計っている。

また、「Indonesia Energy Outlook 2016」においては、電力供給源の多様化が言及され、今後拡大が期待される再生可能エネルギーの内、主に水力発電、地熱発電、バイオ燃料発電の強化が必要であることが示されている(図1-2)。水草除去船の需要は、チラタダム湖以外の各地のダム・水域・自然湖でも案件化調査にて確認済みであるが、上記見通しによる水力発電設備増強の方針に伴い、その市場の拡大が見込まれる状況にある。

図1-2：電力供給量に占める再生エネルギーの割合



(出典：Indonesia Energy Outlook 2016)

(2) 水域環境マネジメントの政策

インドネシア国内広域に散在する湖などの水域環境悪化に鑑み、2010年、インドネシア政府は15の優先湖に関する生態系保護、自然湖の機能の復元・保全・維持を目的とした国レベルでの取組として、5カ年の行動計画を策定した。対象となる自然小沼は電力、灌漑、観光、漁業など様々な分野に関連することから、調整機能を果たす環境省を含む9つの関係省庁（内務省、公共事業省、農業省、エネルギー・鉱物資源省、海洋水産省、文化観光省、森林省）が参画している。15の優先湖は、土砂堆積、富栄養化、水質悪化などの状況により選定され、ジャワ島2箇所、スマトラ島4箇所、ス

ラウエシ島 5 箇所、カリマンタン島 2 箇所、バリ島 1 箇所、パプア島 1 箇所に位置している。上記計画に関連し、2016 年にバリ島で開催された第 16 回 World Lake Conference にて、公共事業省は対象優先湖における水質環境改善事業についての報告を行い、水草（ホテイアオイ）除去も主な水域環境改善の活動に含まれていることを述べており、これらの水域では、現在、人力やバックホーといった重機による水草除去によって対応がなされている。

PJB においてもチラタダム湖管理予算によって、人力による水草除去を行ってきたが、財政的制約により除去量は限られている。しかし、本事業によって水草除去船が導入されたことにより、費用対効果の高い水草除去作業が可能となり、同湖の水域環境改善にも資することが期待される。

さらに、水草除去船によるチラタダム湖での水域環境改善の先進例は、上記計画を実施している公共事業省及び関係省庁に対して水草除去船の普及を働きかけるうえで、費用や効率性を数値化した実証データと共に、重要な実績として紹介することを想定しており、インドネシア国における今後の普及活動に繋がることが期待される。

(3) 肥料分野の政策（堆肥・肥料、政策、政府補助金制度）

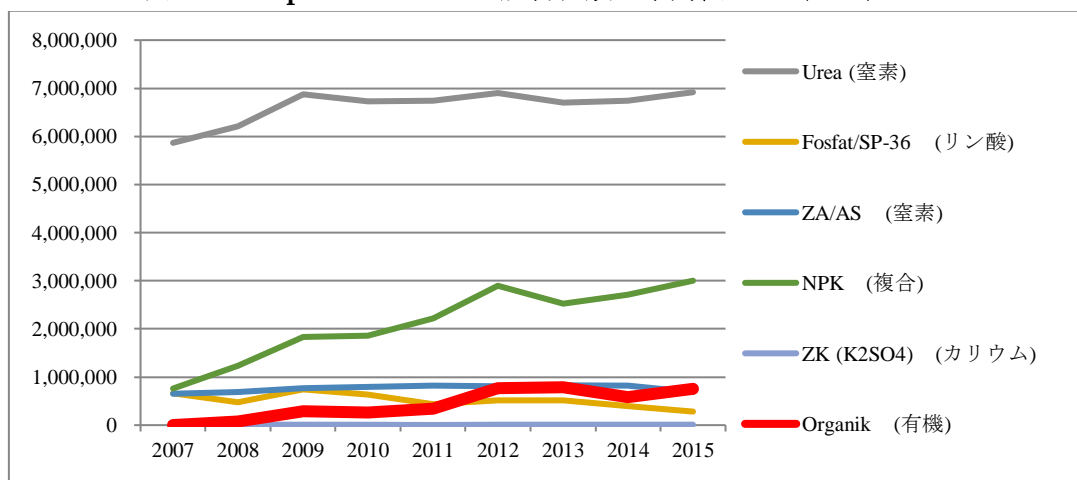
上述のように、化学肥料への依存による土壌の劣化を懸念して、政府は有機肥料を使用した有機農業を推進する意向であり、コンポスト施設の拡大や補助金の増額といった動きも見られる。加えて、インドネシアでは農作物及び畜産動物から発生する有機廃棄物量が豊富であることも、今後有機肥料の普及が拡大しうる背景の一つである。

しかし、有機肥料製造は利益性が低いことから、一般的に、有機肥料を製造する事業は、有機ゴミ（廃棄物）の削減を主目的とした CSR 的要素も強いとされる。よって、有機肥料の需要と供給が拡大するには、政府による政策や補助金優遇制度、さらには企業の社会的責任を遂行する努力が重要な役割を担うことが見込まれる。また、有機肥料は化学肥料と比べると質量・体積が多いため、農村部での普及には輸送手段・費用も考慮した体制を構築することも要点の一つである。

インドネシア国内の肥料会社

Pupuk Indonesia は、国内各地に傘下肥料会社を有し、国内肥料製造市場を独占しているインドネシア最大の国営肥料会社であり、グループ売上高は 16.5 兆 IDR（約 1370 億円）に及ぶ。同社は有機肥料の製造も行っており、有機廃棄物を買上げ、有機肥料を製造し、政府補助金にて安価で農民に販売を行なっている。本事業の堆肥化事業は、同社の傘下会社による有機肥料買い取りを想定して行う計画である。同社の肥料製造量（図 1-3）を見ると、全体的に横ばいではあるが、2007 年に 1,600 トンであった有機肥料製造量は 2015 年には約 750,000 トンまで増加しており、今後の有機肥料の需要拡大が確認できる。

図 1-3 : Pupuk Indonesia 肥料種類別年間製造量 (トン)



(出典 : Indonesia Fertilizer Producers Association)

⑥ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

(1) エネルギー分野

②-(1)で述べたように、発電設備の維持管理コスト削減は PLN の電力設備開発に直接的に寄与するものであり、本事業による調査および実証データは、ODA 事業やドナーによるエネルギー分野・水資源環境分野における事業の計画段階にて、インドネシア政府・関係省庁が水草除去船の導入（調達）を検討するための有力な情報となることが期待される。

表 1-1 : エネルギー分野における ODA 事業事例

事業名	期間	概要
国有電力会社発電業務改善事業	2007～2013	国有電力会社及び発電子会社への発電業務改善システムの導入、職員向け研修の実施及びジャワ・バリ系統の変電設備の更新を行うことにより、インドネシア全系統における発電所の効率的な運用及びジャワ・バリ系統設備の信頼性向上を図り、同国の投資環境改善を通じた経済発展に寄与する。
ジャワ・スマトラ連系送電線計画 (E/S)	2009～2019	ジャワ・バリ送電系統及びスマトラ送電系統を連系する海底・架空送電線（全長約 600km、海底部分約 40km を含む）及び直流・交流変換所の新設等により、両系統の電力融通・供給システムを構築し、電力需給逼迫状況の改善並びにジャワ、スマトラ地域の経済発展に寄与する。
ジャワ・スマトラ連系送電線計画 (I)		
ジャワ・スマトラ連系送電線計画 (I I)		
ルムットバライ地熱発電事業	2010～2015	新規電力開発と電力源多様化のため、南スマトラ州ムアラエニム県にて地熱発電所を建設。

表 1-2：エネルギー分野における他ドナー事業事例

事業名	ドナー	期間	概要
Renewable Energy Development Sector Project	ADB	2002-2011	PLN が実施機関となり、再生可能エネルギーによる電力供給強化を図るため、82MW (480GWh の年間発電量) の発電可能要領増加を行った。
Power Transmission Improvement Sector Project	ADB	2002-2014	PLN が実施機関となり、ジャワ〜バリ系統およびカリマンタン (外島) にて 405km の新規送電線建設および 113km の既設送電線の改修を行った。また、14 の既設変電所の拡張と 5 の新規変電所建設も行った。
West Kalimantan Power Grid Strengthening Project	ADB	2011-2018	マレーシア〜インドネシア間送電線・変電設備建設を含む西カリマンタンにおける 145km の送電線拡張による電力料金削減を図る。
Power distribution development program-for-results	ADB	2016-2020	PLN が実施機関となり、電力供給総合計画 (RUPTL) に並行して、電力へのアクセス向上、電力供給の効率化・安定化を図る。

(JICA 調査団作成)

(2) 水域環境マネジメント

ダム湖、自然小沼、調整池、河川を含む水域環境の維持管理に関連した JICA の ODA 事業としては、水力発電所の建設事業、河川流域の管理および洪水対策への支援が重点的に進められてきていることが表 1-3 より認められる。

表 1-3：水域環境マネジメントにおける ODA 事業事例

事業名	期間	概要
河川流域機関総合水資源管理能力向上プロジェクト	(1)2008～2011 (2)2014～2018	総合水資源管理 (河川施設の運用や維持管理、水利利用・配分等の調整、水環境保全、治水対策等) 強化のため、河川流域機関 (BWS) の設置、組織体制・制度等の構築・運用、ガイドライン等へのアクセス向上により、BWS の体制と能力強化を図る。
ウォノギリ多目的ダム・貯水池堆砂対策事業	2014～2018	中部・東部ジャワを流れるソロ川上流域に位置するウォノギリ多目的ダムにおいて、土砂流入防止堤及び流域保全対策等を行うことで、灌漑、生活用水、発電及び洪水調整のための貯水容量確保を図り、同ダム機能の回復を通じた同地域の発展に寄与する。
チタルム川上流支川流域洪水対策セクターローン	2013～2018	洪水対策インフラ工事 (河川改修：河道掘削・浚渫、護岸工事等)、流域保全対策 (砂防堰堤の建設) および、チタルム流域管理事務所の組織強化や維持管理活動の強化、洪水被害に対するコミュニティ能力強化等のソフト対策支援。
ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト	2010～2013	ジャカルタ首都圏の治水事業関連組織に対し、マニュアル作成等を通じ、河川維持管理能力や排水施設の運用能力の向上、流域整備と河川整備の連携・分担に係る能力強化を図る。
スマラン総合水資源・洪水対策計画	2006～2012	中部ジャワ州スマラン市周辺地域において、河川改修、放水路の整備および多目的ダム建設を行い、同地域の洪水被害の軽減および安定的な水供給を図る

(JICA 調査団作成)

表 1-4：水域環境マネジメントにおける他国ドナー事業事例

事業名	ドナー／ 機関名	期間	概要
ダムのおペレーショ ン および安全性の向上	世界銀行	2009 ～ 2015	公共事業省が所有のうち 56 箇所のダムにおいて、ダムの機能復元と安全性向上を目的として、ダムの維持管理に関する政策・規制の策定やマニュアルを整備。
ジャカルタ緊急浚渫 プ ログラム	世界銀行	2012 ～ 2017	公共事業省およびジャカルタ特別州政府が世銀から融資を受け、15 の河川区画および調整池において、ヘドロなどの浚渫事業を実施。機材納入に当たっての予算確保が為されている。一部オランダからの無償資金協力が入り、洪水情報システム構築に充てられる。
チタルム川統合水資 源 管理投資プログラム	ADB	2008 ～	国家開発計画庁（BAPPENAS）が推進するプログラムの政策策定・促進にかかる支援を実施。2014 年から 15 年間の中長期にわたる水資源管理計画の策定。

（JICA 調査団作成）

（3）肥料分野の政策

政府や農家の間では、有機肥料を使用するメリットは理解されているものの、生産性・収益性の面で懐疑的な農家も多く、有機農業を実施する人材、体制、研究、市場調査が不十分であることが表 1-4 に挙げた調査から確認されている。また、有機農業を振興・定着させるための有機農業センターのような指導・研究を行う施設、及び資機材等の整備の必要性も示唆されている。本事業で計画している水草の堆肥化では、これらの点を勘案しつつ今後の堆肥化事業を実施するものとする。

表 1-5：堆肥・肥料分野における ODA 事業事例

事業名	期間	概要
有機野菜の生産・加工・販売に係る事業準備調査(BOP ビジネス連携促進)	2014 年 11 月 ～ 2015 年 8 月	「医食同源社会の実現」を基に、海藻・鶏糞等を調達 後、青汁生産用の有機肥料・土地づくりの実施と、青汁生産、食品加工のための技術指導や販売展開を行うことで、当該国における有機農法による青汁生産を通じた所得向上と、健康改善を目指すもの。
西カリマンタン州シンベバス地域農業開発計画予備調査	2005 年 9 月～ 10 月	有機農業振興による低コスト・高品質農産物生産の実現及び、ポストハーベスト施設・機材の整備を通じた市場指向型農村開発の推進に関する調査

（JICA 調査団作成）

表 1-6：堆肥・肥料分野における他国ドナー事業事例

事業名	ドナー／ 機関名	期間	概要
Agriculture public spending and growth in Indonesia:	The World Bank	2012 年	インドネシア国の農業政策における公共支出（政府補助金）ポリシーの影響調査と肥料への政府補助金の問題点定義
Review of Agricultural Policies: Indonesia	OECD	2012	インドネシア濃くにおける過去 20 年の農業政策のレビューと課題・解決策の定義

（JICA 調査団作成）

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

名称	水草除去船 (WH-3000)				
スペック (仕様)	全長	12.5 m	刈取幅	3.0 m	
	全幅	5.0 m (運転時)	刈取深	1.5 m	
	全高	3.0～3.5 m	水平/垂直刃	75/75 mm	
	重量	7,800～8,500 kg	積載高	0.8 m	
	最大出力	45 kW	最大積載量	17 m ³	
	燃料タンク	100 L (軽油)	荷卸速度	60 s/9 m	
特徴	<p>効率性：刈り取り幅が3,000mmと広く、広範囲に繁茂した浮葉性または浮遊性の水草を短時間で刈取り回収することが出来る。</p> <p>操作性：推進力にスクリューではなくパドル駆動を採用し、ハンドルによる容易な操船、小回りも利き、安全対応構造を持ち、低水深環境でも操船が可能な設計である。</p> <p>耐久性：耐用年数は10年間として設計しているが、十分なメンテナンスを施すことで、20年以上にわたり使用される実績も国内（滋賀県）においてみられる。</p>				
競合他社製品と比べた比較優位性	既に現地に導入されている中国製・ドイツ製と比較して、刈取幅が大きいため、刈取能力が2～3割高く刈取効率がよい。また、燃費効率もよく、1 トン当たりのオペレーションコストでも競争力がある。				
国内外の販売実績	<p>国内：販売実績は 16 台、委託業務の請負実績は 320 件以上。</p> <p>海外：ODA 事業としてマラウイ共和国に 1 台納入。</p>				
サイズ	<p>全長・全幅・全高：12.5 m・5.0 m・3.0～3.5 m</p> <p>重量：7,800～8,500 kg</p>				
設置場所	ジャワ島 西ジャワ州 チラタダム				
今回提案する機材の数量	水草除去船 (WH-3000) 1 台				
価格	非公開				

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

インドネシアにおける電力会社の経営効率化のため、ダム発電所におけるインフラ維持管理の合理化対策として、水草除去作業の機械化による総合的な水草マネジメント手法を導入し、現地適合性を高めるための実証活動を行うと共に本製品・技術の普及を図る。

(2) 期待される成果

- 成果 1：水草除去船を使用した PJB 管理下のダム湖における効率的な水草マネジメント手法が導入されることにより、提案製品・技術の現地適合性が確認され、ノウハウ（機械操作/メンテナンス手法等）が PJB へ移転される。
- 成果 2：水草除去船を使用した水草マネジメント手法（水草刈取計画含む）が確立される。
- 成果 3：刈取り後の水草の適切な処理方法の一つとして堆肥化の有用性が検証され、PJB に提言される。
- 成果 4：普及活動を通じて提案製品・技術の普及可能性が検討され、ビジネスモデルを含む将来のビジネス展開計画が策定される。

(3) 事業の実施方法・作業工程

活動 1. 水草除去船を使用した PJB 管理下のダム湖における効率的な水草マネジメント手法の実証活動、およびノウハウ（機械操作/メンテナンス手法等）の PJB への移転

1-1. 水草除去船を製造・輸送・搬入する。

導入する WH-3000 は、新規製造となるため、納入スケジュールを念頭に、各種部品調達および製造管理を行う。

機材の通関、国内輸送については、前回調査である案件化調査において、現地通関業者、輸送会社、保険会社との面談を図り、日本国内工場からの海上輸送、通関、輸入手続きに必要な書類、HS コード、保険の確認を行った。国内輸送と機材の現場搬入に至っては、移送に必要な許可、低床トラック(3m x 11m)の確保、35t～50t のラフテレーンクレーン(水位条件による)による湖水面搬入が実施できる体制で臨む。本事業を実施するために導入する機材、その他資機材及び必要な人員は以下のとおり。

表 2-1：納入する使用資機材

使用資機材	人員計画
水草除去船（WH-3000）1 艘	オペレータ 2 名
集塵フェンス（100～200m）	フェンス固縛時介助 2 名
モッコ（4x4m）x2x4=8 枚 （予備 2 枚：合計 10 枚）	
大型漁船 4 艘	船頭・補助 計 2 名/艘 合計 8 名
0.7m ³ バックホー 1 台	オペレータ 1 名
4t 箱型トラック x2 台	運転手 2 名
燃料軽油：5 リットル/2 台/日	

（JICA 調査団作成）

なお、水草除去船の設置場所については、PJB が所有するボートハウスに係留し、その

他機材もチラタダム管理所保管施設内に保管することを PJB と確認、合意している。

1-2. PJB と共に実証期間中の水草刈取計画を策定する。

事業開始時には、刈取計画が作成されていなかったため、効率的かつ適切な水草管理方法が理解されることを目的に、刈取施工計画作成の段階から指導することを計画する。日本と同様の施工計画書及び行程出来高管理表等の作成を想定しているが、実際にはチラタダム湖の水草繁茂の特徴や刈取手法を考慮して、修正を加えたものへと、PJB と協力して作り込みを行っていくことを想定している。また、既に導入されている中国製・ドイツ製の除去船と連携する形で刈取計画を策定する必要性も認識している。

1-3. ダム湖において水草除去船を使用した機械化による水草の刈取り作業のデモンストラーション及び PJB への技術指導を行う。

水草除去船の操作説明と実践練習を、実際のオペレータ候補となる PJB 職員 2～3 名に対して行う。また、刈取計画に基づく集塵フェンスの設置、刈取後の水草の漁船への搬出、バックホーを利用したトラックへの搬出等の一連の技術指導も行う。特に、刈取後の水草搬出については、漁船を操船する住民に対する指導も合わせ行う。また、効率的な作業手順及び安全点検等についても指導する。

1-4. 水草除去船のメンテナンス方法を PJB へ指導する。

機材の導入時に、PJB に対して本事業期間中に必要なスペアパーツを提供し、基本的なメンテナンス方法の指導を行う。

1-5. ダム湖において PJB により水草除去船を使用した水草の刈取り作業が実施され、技術的および運用上の適合性を確認する。

水草刈取の実施方法は以下の通り計画している。

表 2-2：想定する水草刈取の実施方法

1)	取水口周辺で刈取り作業を行う
2)	集塵フェンスを曳航し、水草を集める（オペレータ 1 名・交代要員 1 名待機：フェンス固縛時介助 2 名）
3)	フェンスを固縛し、フェンス内に集めた水草を WH-3000 で刈取り、貯蔵コンベアが一杯になったらフェンス越しに漁船に搬出する（漁船には、モッコ 2 枚）（漁船には船頭と補佐の計 2 名）
4)	15 分で一杯（4t）になり、5 分で搬出、60 分で 3 回・12t 除去・8 時間で 96 t
5)	漁船は 5 分で搬出場（ボートハウス脇の斜路）に到着し、水草をバックホー（0.7 m ³ ）で吊り上げる。
6)	バックホーにより箱型 4t トラックに積み込む（両サイドに 4 名配置・こぼれた水草をコンベアに積む）
7)	堆肥ヤード（1,000m ² ）までは、片道 5 分で行ける為、2 台のトラックで堆肥及び水草仮置きのための輸送が可能。

- 8) 堆肥ヤードが一杯になり次第、別の捨場（約 1ha）に処分する。ここも同様に片道 5 分なので、トラック 2 台で搬出が可能である。廃棄した水草は、後述する堆肥化処理に利用することも可能。

（JICA 調査団作成）

活動 2. 水草除去船の導入効果の測定および水草除去船を使用した水草マネジメント手法（水草刈取計画含む）の立案

2-1. PJB 管理下のダム湖における水草除去船の導入前後の維持管理コストデータを比較分析し、導入効果を確認する。

案件化調査の結果に基づき推定した以下の水草除去船導入前と後のコスト比較を、本普及実証事業において測定する水草除去船の導入効果の結果を踏まえて再度比較分析し、コスト削減効果を確認する。

表 2-3：チラタダムにおける手刈り（通常＋緊急）と機械化による水草除去作用コスト（年間）比較表

	機械化（理論値）	手刈り（実数）	機械化コスト	手刈りコスト
刈り取り（必要）量(t)	7,000t (90t x 78 日)	7,000t (12t x 240 日 + 97t x 42 日)		
一日当たり作業水域面積(m ²)	2,600	300		
人件費（除去作業:通常＋緊急）	Rp.90,000 x 2 人 x 78 日	Rp.45,000 x ((50 人 x 240 日) + (20 人 x 42 日))	14,040,000	577,800,000
人件費（年間/陸揚・輸送）	Rp.45,000 x 16 人 x 78 日	-	56,160,000	-
バックホー（レンタル料+人件費）（通常）	(Rp.1,360,000 + Rp. 250,000) x 78 日 x 2 台	(Rp.1,360,000 + Rp. 250,000) x 240 日 x 1 台	251,160,000	386,400,000
バックホー+トラック（レンタル料）（緊急）		(Rp.1,360,000 + Rp. 500,000) x 42 日 x 2 台	-	156,240,000
燃料費等(除去船+トラック)	Rp.876,000/日 x 78 日	Rp.1,280,000/日 x 240 日 + Rp.2,800,000/日 x 42 日	68,328,000	424,800,000
減価償却(/10 年)水草刈取船	Rp.6,300,000,000 / 10y		630,000,000	0
メンテナンス費用（年間）	Rp.22,591,666 / y		22,591,667	
他の投入機材(集塵フェンス等)	Rp.350,000,000 / 10y		35,000,000	0
合計（単位：IDR）			1,077,279,667	1,545,240,000

（JICA 調査団作成）

2-2. ダム湖周辺漁民へ聞き取り調査を行い、漁船の航行障害及び漁船の故障頻度等の改善効果を確認する。

本普及実証事業の中では、先に触れた開発課題の内、PJB の維持管理コスト削減効果の他、漁船の航行障害及び漁船の故障頻度等の改善効果について、インタビュー調査を実施し、案件化調査で実施したベンチマークと比較し、どの程度の開発効果が発現したのか測定する。

2-3. PJB と共に水草刈取計画案の策定および新業務実施体制を検討する。

実証事業の進捗及び結果を踏まえ、指導を行った PJB 担当者と共に、今後の水草刈取計画の策定を行う。また、住民との協力体制を含めた、水草除去船を利用した除去作業の実施体制を検討する。

2-4. 提案製品・技術の導入効果を持続させるため、最適な水草マネジメント手法を PJB と共に検討する。

実証事業の結果を踏まえ、チラタダム湖の環境・状況に合わせた水草除去船の効率的な活用方法を検討する。

活動 3. 刈取り後の水草の適切な処理方法の一つとして、堆肥化の検証活動および堆肥化事業計画の提言

3-1. 堆肥化するための投入材と投入量の組み合わせの検討を行う。

堆肥化に当たっては、投入材と投入量の組み合わせの検証、定期的な攪拌作業等について堆肥化技術の指導を行う。投入材については、現地調達可能な籾、藁、牛糞等の利用を計画しており、周辺地域から比較的容易に調達可能であることを確認している。また製造された堆肥の成分分析を行い、インドネシア国内で定められた有機堆肥認証基準に見合う最適な原材料組成の評価を行う。

実施場所は、水草の陸揚げ場所（ボートハウス）近隣の PJB の保有する土地を想定している。また、投入材の調達は、PJB との協議のもと調査団の費用負担で実施する計画である。

3-2. 定期的な攪拌作業等を含めた堆肥化技術の指導を PJB に対し実施する。

上記で検討した投入材と気候に合わせた攪拌作業の頻度等を検討し、堆肥化技術を PJB に対して指導する。

3-3. 刈取り後の水草の堆肥化作業における実施体制を検討する。

堆肥化作業は、住民の協力を得て実施することを想定しているが、PJB 主導のもと、継続的に堆肥化作業が実施できる体制を検討する。

3-4. PJB により堆肥化作業が実施される。

堆肥化の実施方法は以下の通りである。堆肥化作業は、2 サイクル（乾季と雨季）実施することを想定している。1 サイクル目の結果に基づき、投入材・投入量の組み合わせや攪拌作業の頻度を再検討し、必要に応じて改善を加えた上で、2 サイクル目を実施することを計画している。

表 2-4：堆肥化の手順

1)	刈取後の水草をトラックで堆肥化用地（5m×200m）に輸送する（移動距離：約 400m）。
2)	確認済の堆肥化用地で水草を広げる。適切な堆肥製造方法を検証するため、4 トンの水草の山を 8 つ程度用意し、異なる条件で堆肥化の実証を行う（水草のみ、水草＋牛糞、水草＋籾殻、水草＋藁、他）。
3)	水草に混入しているゴミ（発砲スチロール等）を除去する。
4)	水草の水分量が 50～60%になるまで乾燥天日乾燥を行う。
5)	水草に微生物及びその他資材（籾殻、藁等）を投入する。水草とその他材料は、2：1 の割合で混入。
6)	一定期間中は毎週バックホーで攪拌し、その後は月に 1 回攪拌する。期間はおよそ 1～2 か月間と想定している。また、通年製造の見通しをつけるために、雨季と乾季の 2 回程度のローテーションを行う。
7)	最終工程において、再度ゴミや異物を除去する作業を行う。

（JICA 調査団作成）

3-5. 製造された堆肥の有用性を分析し、販売体系の可能性を調査する。

製造された堆肥については、現地の堆肥規格基準を満たすかどうかの分析を行うとともに、国営肥料会社（PT. Pupuk Kujang）等の行う調達スキームを活用した販売体系などの可能性を検討する。

3-6. PJB が担う CSR 事業として展開することを想定し、現地市場および規格に適合した品質の製造計画および事業計画を PJB に対し提言する。

刈取後の水草処理は、有効利用と周辺地域の農地に活用されることを目指す堆肥化事業を念頭に、PJB が地域貢献とイメージ向上に繋がる CSR 事業として推進されることを想定する。また、上記 3-5 で確認された堆肥製造の標準化（量・質）を踏まえ、現地肥料・堆肥販売会社との連携により、持続性が確保できる製造計画および事業計画を提言する。

活動 4. 普及活動およびビジネス展開計画の策定

4-1. 本邦受入活動を行う。

前回案件化調査において、PLN および PJB への提案製品に対する理解の促進に大いに貢献した本邦受入活動を、合計 3 名程度を対象に、本事業においても企画する。

4-2. 水草除去船の需要家として見込まれるエンドユーザーを対象に、総合的な水草マネジメント手法のデモンストレーションおよびセミナーを実施する。

さらに、水草除去船の需要家として見込まれるエンドユーザー（公共事業・国民住宅省、PLN、地方自治体等）を対象に、水草除去船のデモ及びセミナーを事業期間の後半に一回、企画し、機械化による水草除去作業のパフォーマンス評価、導入への動機づけの機会とする。

4-3. 水草除去船およびメンテナンスに係る現地パートナー候補を調査する。

案件化調査でメンテナンスが可能な現地パートナー候補と協議を行っているため、本事業では、サービス費を含めた調査を行い、現地での保守体制を構築することを計画する。

4-4. 将来の展開に向け現地適合性を高めるため、水草除去船のカスタマイズおよびコストダウンの可能性を検討する。

主要パーツの現地調達の可能性は先の案件化調査で行っており、本事業でも追加調査を行いコストダウンの可能性を検討する。

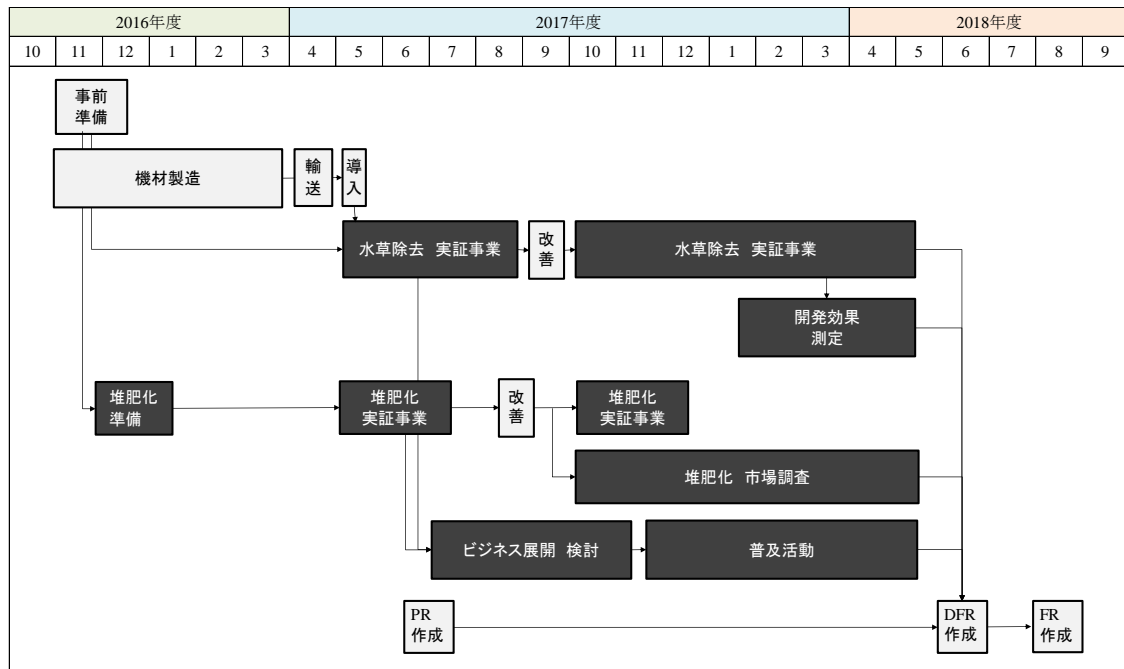
4-5. 水草マネジメント手法に係るビジネスモデルおよび普及可能性を検討する。

本事業に先立つ案件化調査では、インドネシア全体の水草刈取需要及び機械化市場の規模と所在、エンドユーザーの特定及び市場セグメントの特性等を把握した。本事業ではPJB チラタダムと同様に、手刈と機械化コスト比較や水草マネジメント計画の立案等の普及活動を、他の特定水域のエンドユーザーに対し行う。具体的な水草除去作業の機械化と堆肥化のパッケージ提案は、導入が期待されるラワパニング湖（中部ジャワ州）とリンボト湖（スラウェシ島）を対象とする。

（４）業務フローチャート

以下、図 2-1 のとおり、業務フローを示す。

図 2-1：業務フロー



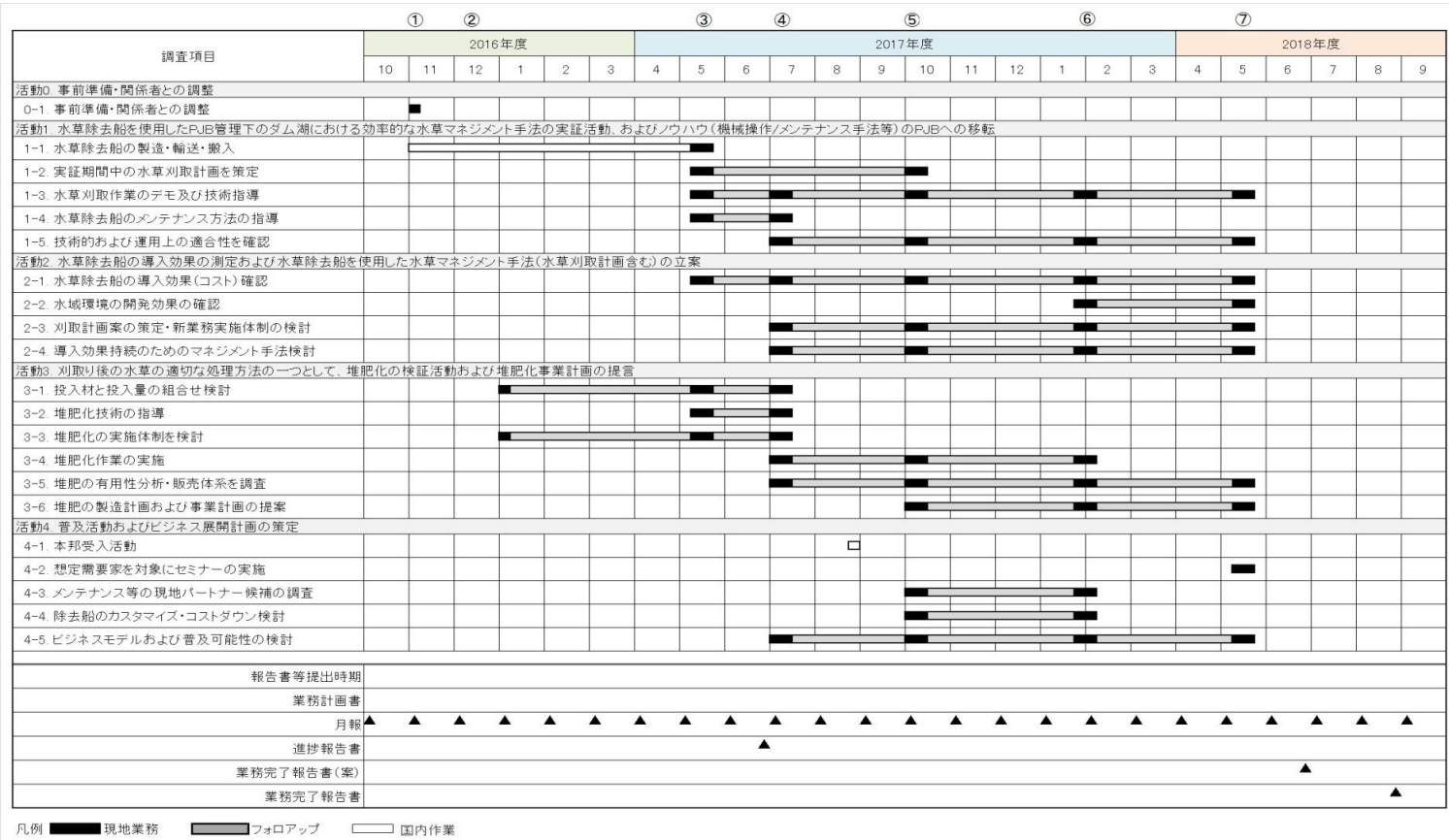
凡例： 国内作業 現地作業

(JICA 調査団作成)

作業工程計画

以下、図 2-3 のとおり、作業工程計画を示す。

図 2-2 : 作業工程計画表



(JICA 調査団作成)

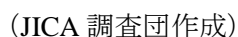
図 2-3：要員計画

担当業務	氏名	所属先	①			②			③			④			⑤			⑥			⑦			合計			
			2016年度						2017年度												2018年度						
			10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		7	8	9
業務主任者・実証事業	金谷 紀彦	ノダック㈱	■						■			■									■					現地	国内
現場施工・安全管理指導監督	森 匡	ノダック㈱						■					■								■					127	0
設計製造メンテナンス体制確認	曾我伸一	ノダック㈱	■																		■					057	0
現場施工・メンテナンス指導	植村 遊久	東宮精工㈱ (外部)						■			■										■					113	0
堆肥実証	宮坂 典利	みのり建設㈱ (外部)						■											■							047	
チーフアドバイザー・普及活動	大脇 純幸	㈱JCI (外部)	■					■		■	■			■				■		■				■		180	1
市場調査・開発効果	草間 健司	㈱JCI (外部)				■			■	■					■			■		■						080	1
			乾季			雨季			乾季			雨季									受注企業 人・月計			377		1	
凡例: ■ 現地業務 □ フォロ			国内作業																		外部人材 人・月計			420		2	

表 2-5：資機材リスト

(JICA 調査団作成)

図 2-4：業務実施体制



18

表 2-6：事業実施組織と役割

組織	役割
相手国実施機関 PT. PLN (PERSERO) (PLN)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業監督 （事業実施および普及活動に係る助言・協力） ・ 機材の事業実施主体への貸与
事業実施主体 PT. Pembangkitan Jawa Bali (PJB)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予算確保 ・ 事業体制構築（住民・漁民の協力の取付け） ・ 実証・普及活動の協働実施・受注者への協力 ・ 機材の維持管理 ・ 各種資料・データの提供
受注者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業全体の総括 ・ 機材の製造、調達 ・ 技術指導（水草除去、堆肥化） ・ 水草マネジメント手法の確立 ・ 普及活動およびビジネス展開の策定 ・ 計画書・報告書の作成
外部人材	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業実施支援 ・ 堆肥化技術の提供 ・ 市場調査、開発効果の分析 ・ 普及活動およびビジネス展開支援 ・ 計画書・報告書の作成補助

(JICA 調査団作成)

（7）事業実施国政府機関の概要

1) 機関名

インドネシア国営電力会社（PLN）

2) 機関基礎情報（所轄省庁等名、事業内容、体制の概要）

PLN の所轄省庁はエネルギー鉱物資源省である。PLN は、インドネシア全土に発電所を有し、ジャワバリ系統の運営管理は、子会社である PJB と Indonesia Power に委託しており、その他の地域では、PLN 地方支部が直接オペレーションを実施している。本事業のプロジェクトサイトとなるチラタダム湖は、PJB がその運営維持管理を担っている。なお、PJB チラタ支部には2つの組織があり、1つは発電所の運営を行う UP（Unit Pembangkit）、もう1つはダム湖を管理する BPWC（Badan Pengolok Waduk Cirata）となっている。ダム湖の管理及び刈取り後の水草処理を含む本件の担当は BPWC となり、また、BPWC 内でも環境・調整池局が、ダム湖の水面及び陸上を管理しており、本件の直接的な担当局となる。

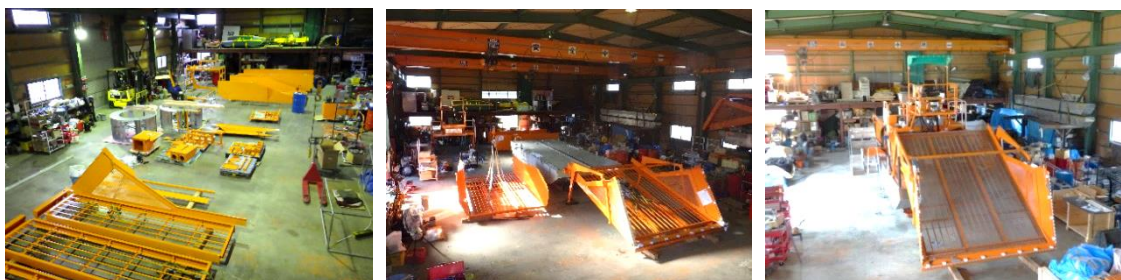
3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

活動 1. 水草除去船を使用した PJB 管理下のダム湖における効率的な水草マネジメント手法の実証活動、およびノウハウ（機械操作/メンテナンス手法等）の PJB への移転

1-1. 水草除去船を製造・輸送・搬入する。

水草除去船：WH-3000 の設計から製造、動作試験、輸出までの期間は、表 3-1 の工程表通り進めた。図中の青色矢印が予定日を、赤色矢印が実施日を記載しているが、計画から特に問題となるような遅延はなかった。



内 容	担当	予定日 開始 終了	実施日 開始 終了	2016年	9月	10月	11月	12月	2017年	1月	2月	3月	4月	5月	備 考
設計															
詳細設計・概念設計		9/1 12/26	9/1 12/7												
資材手配		10/24 2/28	10/24 12/7												
・エンジン製造		10/24 2/28	10/24 2/13												
・エンジン試運転(立金)		2/6 2/10	2/8 2/9												
・油圧切換弁製造		11/1 2/10	11/1 1/25												
・油圧シリンダー製造		11/1 1/31	11/1 12/23												
・コンベアベルト(輸入)		12/1 2/10	12/1 2/10												
・油圧モータ		12/1 2/17	12/1 2/10												
・オイルファン		3/1 4/10	3/1 3/29												
・梱包木枠															
製造															
製缶		9/1 1/31	9/1 12/7												
・SSフレーム		9/1 11/30	9/1 12/2												
コンベアローラー (ベルト入荷後)製缶・塗装		2/13 2/24	2/13 2/24												
【塗装】		12/1 2/24	12/1 2/24												
・SSフレーム(バージ、モデル)		12/5 2/10	12/5 2/10												
・バージ水密検査		1/23 1/27	1/25 1/25												
仮組立上部フレーム位置決		1/30 2/3	1/30 2/3												
組立(大組)		12/19 3/17	12/19 3/17												
エンジン入荷		2/13 2/17	2/13 2/13												
コンベアベルト取付		2/27 3/3	2/17 3/3												
油圧機器取付		2/20 2/28	2/20 2/28												
油圧配管取付		2/20 3/8	2/20 3/10												
エンジン搭載、電装取付		2/20 2/24	2/14 2/24												
※工場WH試運転、調整		3/9 3/17	3/9 3/17												
・水上試験—輸送															
輸送(大垣—伊勢)		3/25 3/27	3/25 3/27												
組立・水上試験(伊勢) 2week		3/27 4/7	3/27 4/7												
組立・予備・スベア部詰め		4/8 4/12	4/8 4/12												
工場完成・出荷・貨物引取		4/12 4/12	4/12 4/12												
倉庫搬入日		4/13 4/13	4/13 4/13												
輸送開日		4/14 4/14	4/14 4/17												
コンテナ詰め		4/17 4/17	4/17 4/17												
本船出港日@名古屋港		4/18 4/19	4/19 4/19												
本船到着日@ジャカルタ港		5/2 5/2	5/2 5/2												

(JICA 調査団作成)

表 3-1 : WH-3000 設計・製造工程表

水草除去船は、当社工場にて製作、組立後、水面へ浮かべて動作試験を実施するため、三重県伊勢市へ搬送した。工場動作試験、洋上試験と合せて約 1 ヶ月間

繰り返し、動作に問題がないことを確認して最終調整を行い、艀装、輸出用の梱包を行った。なお、搬送に際しては、ハーベスティングヘッド及びパドルを分解、予備品等を木箱に詰め名古屋港にある株式会社フジトランスコーポレーションのヤードへと移送した。



インドネシアへ到着後の搬送、チラタダム湖への搬入についての進捗は以下のとおり；

- 2017年5月12日：輸入許可があり WH-3000 を PT. FUJITRANS INDONESIA に輸送・搬入・保管した。
- 5/13：日本より第3次渡航メンバーが出発し現地スタッフ（ASIA QUEST 社）と合流し打ち合わせを実施した。
- 5/14：株式会社フジトランスコーポレーションのインドネシア関連会社、PT. FUJITRANS INDONESIA にて現着状態を確認後、分解していたハーベスティングヘッドを組み付けて PT. ASL Transport の輸送用トレーラーへ積載して搬送を依頼した。メンバーもジャカルタからバンドンへ移動した。



- 5/15：PJB チラタ事務所の所有するボートハウスへ PT. ASL Transport にて輸送したトレーラーを搬入。PT. ASL Transport メンバーと共にパドル、ブリッジ等を組み立て、水面まで吊り下ろして係留した。なお、係留の際には、エンジンを始動して基本的な動作に問題がないことを確認した。



以上のような結果から、日本での設計・製造からインドネシアへの輸出、現地での輸入及びダムサイトへの搬入まで工程の遅れはなく、進捗管理に問題はなかった。

1-2. PJB と共に実証期間中の水草刈取計画を策定する。







現状 PJB は、当座しのぎ的な水草除去作業を行っているが、効率的かつ適切な水草除去・管理方法を理解してもらうことを目的に、WH-3000、中国船、ドイツ船、人力の 4 種の異なる除去方法の水草刈取実証試験を行い、費用比較分析を行うとともに、PJB の所有するリソースの最適な配置を考慮した刈取施工計画の作成を、導入の段階から指導した。

本件普及実証事業における実証試験は、除去手法ごとに、特定の重量の水草除去に掛かる時間および人件費などを計測し、その単価を算出することを想定していたが、面積あたりの単価算出に際しては、風の影響により水草の繁茂密度に影響が出やすく、同一の条件を自然状況下でつくることが困難とされたため、実証試験の具体的方法・計画について PJB と事前に協議し、機材・人材の投入計画を毎度の渡航時に作成し、現場での水草繁茂状況の確認と共に、堆肥化実証作業との兼ね合いを図りつつ、下表のような実証期間中の水草刈取計画について共有をし、事前合意を取り付ける手続きを踏む活動を実施した。

このような取り組みの甲斐もあり、実際の刈取計画の実施に際しては、主だった遅延もなく、渡航ごとに想定していた活動が無事 PJB との協調の下、実施することができたものと考えている。


3rd Fieldwork (Launching of WH-3000 and demonstration)		Work Schedule															Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
① Training & Implementation of Aquatic Plant Removal/Maintenance training Follow UP		5/13	5/14	5/15	5/16	5/17	5/18	5/19	5/20	5/21	5/22	5/23	5/24	5/25	5/26	5/27	
Demonstration of Composting follow up		Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
Schedule (Total: 14 days/ Working days: 10 days)		Depart from Japan	Assemblage & Land transport to Crata	Launching	Operation	Operation	Operation	Operation	Operation	No operation	Operation	Operation	Operation	Handing over WH-3000 and Depart from Indonesia	Arrival in Japan	Sat	
Norihiko Kaneiwa	NODAK Project management and overall supervision	•Depart from Japan •Stay at Jakarta	•Assemblage at PT ASL and Land transportation of WH-3000. •Move to Bandung •Stay at Bandung	•Move to Crata and receive WH-3000. •Assemblage •Launching and testing WH-3000 at Crata lake. •Trial operation. •Test landing from lake. •Site evaluation and planning.	•Weed harvesting. •Discharging weed at the boat house. •Transporting weed to composting yard.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •Transporting weed •Composting yard preparation(leveling)	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training.	•Move to composting yard. •Discussion with composting team.	•Composting test. •WH-3000 Maintenance training at the boat house.	•Composting test. •Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Maintenance training at the boat house. •Data collection	•Composting test. •Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Maintenance training. •Data collection	•Morning: •Finalizing operation and training. •Handing over WH-3000. •Afternoon: Move to Jakarta Depart from Jakarta and overnight onboard.	Arrival in Japan		On May 15(Mon), Nodak team will conduct on-site evaluation in order to optimize operation schedule. Thus, please be advised that the schedule from 5/16(Tue) onward are subject to change. If there is lot of aquatic plant near the boathouse, our operation may stay at the boathouse area even after May 17. In case the composting yard preparation is not possible, we may change composting test location to Zona Bahaya, and we would like to request a permission from PJB for the use of the land.
Makoto Mori	NODAK Harvesting operation/Safety management	•Depart from Japan •Stay at Jakarta	•Assemblage at PT ASL and Land transportation of WH-3000. •Move to Bandung •Stay at Bandung	•Move to Crata and receive WH-3000. •Assemblage •Launching and testing WH-3000 at Crata lake. •Trial operation. •Test landing from lake. •Site evaluation and planning.	•Weed harvesting. •Landing WH-3000 at the boat house. •Transporting weed to composting yard.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •Transporting weed. •Aerial video recording by a drone.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training. •Aerial video recording by a drone.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training. •Data collection	•Move to composting yard. •Discussion with composting team.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training. •WH-3000 Maintenance training at the boat house.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Maintenance training at the boat house. •Data collection.	•Composting test. •Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Maintenance training. •Data collection	•Morning: •Finalizing operation and training. •Handing over WH-3000. •Afternoon: Move to Jakarta Depart from Jakarta and overnight onboard.	Arrival in Japan		May 21(Sun) is a non-operation day but Nodak employees will be working for composting test in the afternoon (No operation for PJB employees).
Shigehisa Uemura	NODAK Harvesting operation/Maintenance training	•Depart from Japan •Stay at Jakarta	•Assemblage at PT ASL and Land transportation of WH-3000. •Move to Bandung •Stay at Bandung	•Move to Crata and receive WH-3000. •Assemblage •Launching and testing WH-3000 at Crata lake. •Trial operation. •Test landing from lake. •Site evaluation and planning.	•Weed harvesting. •Landing WH-3000 at the boat house. •Transporting weed to composting yard.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •Transporting weed.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training. •Data collection	•Move to composting yard. •Discussion with composting team.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Operation training. •WH-3000 Maintenance training at the boat house.	•Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Maintenance training at the boat house. •Data collection.	•Composting test. •Weed harvesting. •Discharging weed at Zona Bahaya. •WH-3000 Maintenance training. •Data collection	•Morning: •Finalizing operation and training. •Handing over WH-3000. •Afternoon: Move to Jakarta Depart from Jakarta and overnight onboard.	Arrival in Japan		There may be no WH-3000 Operation training on May 22(Mon) and 23(Tue). In that case, no equipment from PJB will be required.(we will provide a notice to PJB by the end of the previous week)
PJB's equipment for WH3000 training (Please include operator for each equipment)	•Please see the photos below with numbering ①50t Rough terrain crane(Rental): 1 ②Patrol board ③Fishing boat (assitant:1) ④Fishing boat requires 1 assistant. ④4t Truck ⑤15t Crane Truck ⑥Wheel dozer ①50t Rough terrain crane: 1 (Rental) ②Patrol boat: 1 ③Fishing boats (assitant:1) ④4t Truck: 1 ⑤15t Crane Truck: 1 Chinese Weed Harvester and operator Manual weed removal operation(workers and boats)			①50t Rough terrain crane(Rental): 1 ②Patrol board: 1 ③Transportation boat (assitant:1) ④4t Truck: 1	②Patrol board: 1 ③Fishing boats: 1 (assitant:1) ④4 t Truck: 1 ⑤15 t Crane Truck: 1	②Patrol board: 1 ③Fishing boats: 1 (assitant on each) ④4t Crane Truck: 1 ⑤15t Crane Truck: 1	②Patrol board: 1 ③Fishing boats: 1 (assitant on each) ④4t Crane Truck: 1 ⑤15t Crane Truck: 1	②Patrol board: 1 ③Fishing boats: 1 (assitant on each) ④4t Crane Truck: 1 ⑤15t Crane Truck: 1	②Patrol board: 1 ③Fishing boats: 1 (assitant on each) ④4t Crane Truck: 1 ⑤15t Crane Truck: 1	No operation	②Patrol board: 1 ③Fishing boats: 1 (assitant on each) ④4t Crane Truck: 1 ⑤15t Crane Truck: 1	②Patrol board: 1 ③Fishing boats: 1 (assitant on each) ④4t Crane Truck: 1 ⑤15t Crane Truck: 1	②Patrol board: 1 ③Fishing boats: 1 (assitant on each) ④4t Crane Truck: 1 ⑤15t Crane Truck: 1				Based on on-site evaluation by Nodak on 5/15 (Mon), we will determine how many fishing boats will be needed.
										No operation							
										No operation							Based on on-site evaluation by Nodak on 5/15(Mon), we will determine how many boats will be needed.
										No operation							Need confirmation whether 15t crane track can approach WH3000 launching site.
										No operation							Chinese harvester and manual removal operation labours may be needed between May 22 to 24 for data collecting purpose. The schedule depends on progress of WH3000 training, and the number of labours and boats depends on the amount of weed.
PJB's employees for WH3000 training	•Field supervisor: 1 person (it's possible for supervisor to perform operation or maintenance). •WH-3000 Operator: 1 or 2 person •WH-3000 Maintenance: 1 or 2 person. (Operator and maintenance can be same person)									No operation							
										No operation							Cost of the Chinese harvester operation and manual removal operation for the data collection may incur on PJB's expense.
										No operation							
Noritoshi Miyasaka	MINORI Composting test							•Depart from Japan •Stay at Jakarta	Move to Chirata Checking Composting yard Discussion	Composting Test •Mixing with inputs(cow dung, rice husk, straw) •Agitation (stirring) •Compost temperature control	Composting Test •Mixing with inputs(cow dung, rice husk, straw) •Agitation (stirring) •Compost temperature control	Composting Test •Mixing with inputs(cow dung, rice husk, straw) •Agitation (stirring) •Compost temperature control •Supervision of removing rubbish	Instruction for continuing Composting test. Afternoon: Depart from Jakarta and overnight onboard.	Arrival in Japan			May 22 to 24 (3days) will be allocated for composting test. May 25 is a spare day and can be used for removing rubbish from compost if there's enough time. If not, removing rubbish will be done during the next trip.
Sumiyuki Otuki	JDI Composting test (Chief advisor/Promotion activity)							•Depart from Japan •Stay at Jakarta	Move to Chirata Checking Composting yard Discussion	Composting Test •Mixing with inputs(cow dung, rice husk, straw) •Agitation (stirring) •Compost temperature control	Composting Test •Mixing with inputs(cow dung, rice husk, straw) •Agitation (stirring) •Compost temperature control	Composting Test •Mixing with inputs(cow dung, rice husk, straw) •Agitation (stirring) •Compost temperature control	Composting Test •Supervision of removing rubbish	Morning: Composting test Afternoon: Move to Jakarta	Depart from Indonesia and arrival in Japan		
Kenji Kusama	JDI Data collection of harvesting Composting (Market survey/Impact evaluation)							Depart from Japan •Stay at Jakarta	Move to Chirata Checking Composting yard Discussion	Data collection on harvesting	Data collection on harvesting	Data collection on harvesting	Data collection on harvesting	Morning: Composting test Afternoon: Move to Jakarta	Depart from Indonesia and arrival in Japan		
PJB equipment and workers for composting	Equipment & Workers ⑥Wheel dozer:1 (for composting) 10 Workers for removing rubbish from compost					⑥Wheel dozer:1 for composting yard site preparation					10 Workers for composting test	⑥Wheel dozer:1 & 10 workers (local)for removing rubbish from compost.	⑥Wheel dozer:1 & 10 workers (local)for removing rubbish from compost.	⑥Wheel dozer:1 & 10 workers (local)for removing rubbish from compost.			The number of workers is estimated at 10 but it may change. On the first day(May 15), we will see the availability of the yard for compost test. We will need the wheel dozer to prepare the yard on May 17 beside May 22-24.
																	Use of the wheel dozer depends on the progress of the test.
																	The number of workers may increase or decrease according to the progress of the test.
PJB's employees for composting	Compost management representative. (1 or 2 employees).																

* These schedules are tentative schedules and subject to change. Due to the area and the degree of weed growth, scheduled procedures and locations may change. Therefore, please be advised that the resources requested to PJB such as the number of workers and equipment may change as well. We truly appreciate your cooperation.

Materials to be supplied by Asia Quest are:

- Cow dung 4 tons
- Straw 4m³
- Rice husk 4m³
- Stick thermometers 8 pieces
- 16L sprayer (manual type: see the photo) 1 piece
- Wheelbarrows 4 pieces
- Scoop 5 pieces
- Forks 5 pieces
- 2-meter-long Measuring rod 4 pieces
- Digital crane scale (up to 3 tons) 1 piece (if PJB's crane truck does not have scale.)



Please place 1,2 and 3 under the roof at the compost yard. Could PJB provide 5, 6,7,8?

Survey Item	2016			2017												2018											
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Preparation, Coordination with Stakeholders																											
2. Installation of Machinery																											
2-1. Manufacturing of Weed Hunter																											
2-2. Transportation & Import of Weed Hunter																											
3. Demonstration of Aquatic Plant Management Method																											
3-1. Training & Implementation of Aquatic Plant Removal																											
3-2. Verification of Development Impact																											
4. Demonstration of Composting																											
4-1. Training & Implementation of Composting																											
4-2. Market Survey for Compost																											
5. Dissemination Activities & Business Plan Formulation																											
5-1. Training Tour in Japan																											
5-2. Consideration of Business Deployment																											
5-3. Potentiality of Dissemination																											
Report Submission																											

(JICA 調査団作成)

表 3-2：第三回現地渡航に際しての水草刈取計画の例示

1-3. ダム湖において水草除去船を使用した機械化による水草の刈取り作業のデモンストレーション及び PJB への技術指導を行う。

水草刈取り作業の PJB 向けの初回操船（水草の刈り取り作業）デモンストレーションは 2017 年 5 月 16 日～19 日に、操船技術指導は同年 5 月 20 日、22 日～23 日の期間を初め、毎回の現地渡航のタイミングで実施した。

デモンストレーションでは、動作確認を兼ねて堆肥化に必要な水草（4t×8 山）を実際に刈取りし、陸揚げまで行う一連の行程を実践した。また、除去船の引き渡しと併せて PJB 及び PLN のメンバーによる試乗、動作稼働確認も行った。特に大きな問題はなかったが、同日中の作業効率が思うように上がらなかった要因として、水草が風によって上流・下流へと大きく移動するため、刈取りポイントまでの往復に片道 45 分程度を要したことや、水草の集まる場所に養殖生簀等から遺棄された竹等の流木も集まり、それらを回避しながら作業を行う必要があったためと思われる。ついては、今後の刈り取り作業を含む実証事業に際しては、風による水草移動の傾向を掌握し、可能な限り流木等を避けて刈取量を優先するよう作業計画を立てることで、効率的な刈取り、陸揚げすることができるものと思われる。

なお、PJB への技術指導としては、PJB の主担当者とオペレータ候補生 6 名への操船指導を実施し、実際の刈取り作業を通じて質疑応答にも丁寧に対応するように心がけた。候補生については、PJB がすでに所有している中国船の操船をしていたこともあり、操作の習得は早く、指導はスムーズに進めることができた。最終的には、始業前点検から係留を解いて作業を開始し、作業後に係留して日常点検を行うまでの一連の作業をオペレータ候補生のみで実施できるようになった。

さらに運用面においては、個人の能力差を補うよう、操船に慣れた 3 名と不慣れな 3 名を 2 名ずつペアで乗船して作業するように工夫し、また水草を運搬する作業船や同乗者の安全にも十分注意するよう繰り返し指導を行い、操船技術の移転に努めた。



毎度の現地渡航のたびにオペレータの操作能力は非常に上達しており、指導の効果が発揮されてきたものと思われる。また惰性での移動量や船への搬出方法、風向きに対して WH-3000 を立てるなど、指導の範囲を超えて 3～5 年のオペレータに相当するほどの操船技術を自分たちで学習・習得しており、最終的には水草除去船の操船は、

完全に任せた状態で問題ないほどとなった。

1-4. 水草除去船のメンテナンス方法を PJB へ指導する。

水草除去船：WH-3000 のメンテナンスについては、PJB オペレータ候補生に操船指導とあわせて日常点検のみ先行して説明していたが、今後の民間事業連携を模索する ASL 社メンバーと PJB との間で、ネットワーク構築が図ればとの考えから合同メンテナンス指導も実施した。

内容としては、操船方法から油圧回路の概要について、メンバーの理解度を確認しながら説明し、油脂類や各パーツの機能と管理・手配について、インドネシア国内での調達先も確認しながら指導を進めた。また渡航の都度、質疑応答の時間を設け、以下のような作業上の疑問点や定期メンテナンスの具体的な実施についてそれぞれ指導を行った。

1) コンベアベルトの張り具合の調整方法は？

コンベアベルトのセンターを持ち上げて 20~30cm 程度持ち上がるぐらいが最適で、その調整方法について指導した。

2) パドルの右が少し重いように感じる。どう調整したらいいか？

フローコントロールによる調整方法を指導した。

3) 作動油ポンプの油漏れの対処方法は？

該当箇所の確認を行い、締め付けている油圧ポート部分の振動による緩みだった場合は増し締めで対応する。それでも漏油が止まらなければ、専用のエポキシパテを使用するよう指導した。

4) 作動油冷却配管の油漏れの対処方法は？

配管にぶつかった痕跡があるか確認し、あれば専用のエポキシパテにて漏油止め対策をするよう指導した。

その他、ヘッドシリンダーからの油漏れ、ラジエーターファンの破損時の対応、作動油交換、作動油フィルター・エアフィルター交換、コンベアベルトの変形部交換、調整バルブのイモネジ脱落分の補填、移動時の各バルブの出力調整などの指導を行った。ただし、機械類の操作、メンテナンスには、今後も、水草の刈取計画の作成・運用技術も含め、計画と実施策とが連携した形で現場導入されていくべきものと認識しており、ここまでの基礎知識を土台に、さらなるキャバビルが必要である。

なお、今次事業の中で認識しえた技術指導上の要諦としては、PJB チラタスタッフの間には、除去船に関しての知識のみならず、使用する機械において、なぜそのような設定・調整（アプリケーション）が必要なのか、どのようなアプリケーションが最も現場作業にとって適切なのかといったノウハウが既に存在しており、現場で求められ

る地域特性に即したソリューションの提供ができる資質がすでに備わっていたということである。そういった意味で、PJB チラタスタッフへの技術協力事業は比較的スムーズに進んだものと思料された。一方で、今後普及が期待される自然湖沼を管轄する公共事業・国民住宅省、インドネシアパワーといった組織では、除去船の導入はいまだ進んでおらず、メンテナンス指導計画を兼ね備えたきめ細かな機械刈取り導入提案が必要になるものと認識しており、本件 PJB チラタでの普及促進事業で得た知見が活かせるものと思われる。

図 3-1：メンテナンス指導風景



なお、最終渡航の際のワークショップでは、各渡航時における一連の実技指導を受けた主担当者とオペレータ候補生 6 名に対して、彼らの操船・刈取作業技術力及びメンテナンス知識と能力を評し、研修完了証明書を当方より発行するに至っている。

1-5. ダム湖において PJB により水草除去船を使用した水草の刈取り作業が実施され、技術的および運用上の適合性を確認する。

水草除去船の現地適合性（技術面、市場面）を検証するため、日本の方式を参考に、機械刈取りに適した新たな作業体系として投入される資機材・人材を検討し、機械刈取りの能率試験を行った。その際、現行体系の人手による慣行法と WH-3000（日本製）・

中国の2機種を含む機械刈取り方式のデータ収集には、2016年11月¹⁾に現地出張を行い、実証試験の計画について、PJBとで事前協議を行った。

具体的には、PJB チラタ所長はじめ職員に対して、2017年5月～2017年11月の出張期間中に、各手法による能率試験を行い、新たな機械刈取り方式については、機械化に即した水草刈取計画、必要な資機材の投入と人材の配置等を説明し、現行手刈りによる作業能率と、除去船を使用した場合の作業能率試験を実施し、その効果を比較し評価・確認を行ったうえで、現地適合性を検証する作業を行うことを説明し、PJBと協力して準備に当たることで合意がなされた。

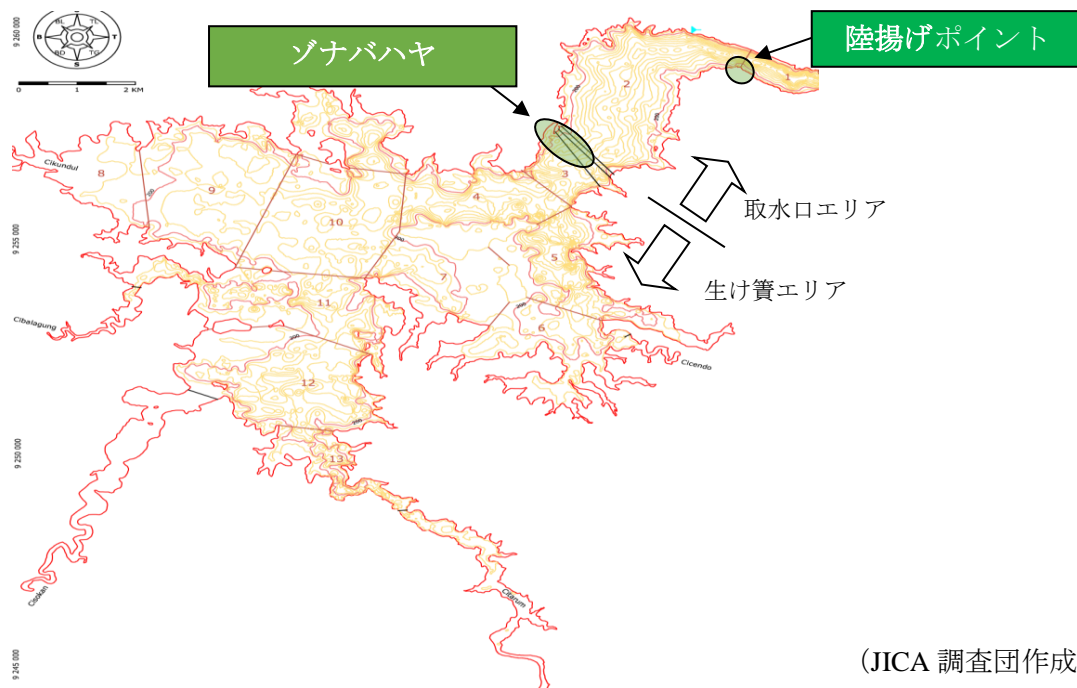
なお、2017年5月から実施した能率試験では、上記4つの刈取手法のうち、手刈り、日本製除去船、中国製除去船のデータ収集を2017年5月～10月に行い、2017年秋に導入を終えたドイツ製除去船については、2018年1月の渡航の際、試験を実施した。

試験区域の概要

上記評価を行うために、PJB チラタダムにおいて図3-2に示したゾナバハヤと称され、多量の水草が恒常的に確認される取水口エリアと生け簀エリアとを分け隔てる水草侵入防止フェンスのたもとを試験区として設定した。また、刈り取りされた水草の陸揚げポイントとしては、クレーン車が配置され除去船を搬入したボートハウス横とし、ゾナバハヤから陸揚げポイントまでの漁船による搬送の平均移送時間を測定した。

¹ ドイツ製除去船は2017年秋の導入につき、当初は比較対象としていなかったが、当該除去船の導入以後実証試験につきPJBと協議している。

図 3-2：試験区域の位置



能率試験方法

機械刈取り方式については、WH-3000 と同じオペレータにて、中国船およびドイツ船による刈取り時間と搬出量を計測し、さらに手刈りで輸送船を一杯にするまでの時間とその重量を計測した（ただし、モッコの重量：15kg を含む）。なお、搬出方法には、漁船での湖上搬出と除去船（マシン）からの直接湖岸搬出があるが、同じ条件での比較を実施するため、刈取られた水草は、刈取り場所において輸送のためのボートに水草を積み込む時間に、陸揚げポイントまでの移送時間を加えたものを測定するのではなく、マシンから湖岸への移動距離を実測平均から 2 分と仮定し、直接搬出する方法で能率を比較することとした。





人力による刈取り



時間計測



計量風景



デジタルスケール



平米当たりの計量



平米スケール

能率試験の結果

能率試験の結果としては、4つの刈取り方式別（中国船、WH-3000、ドイツ船、手刈り）に以下のようなデータを取得した。

表 3-3 : 能率試験の結果

中国船					WH-3000 (日本製)				
No.	Removal Time	Unloading Time	Removed Weight (kg)	Rope Nets	No.	Removal Time	Unloading Time	Removed Weight (kg)	Rope Nets
1	7 m 40 s	1 m 10 s	820	1	1	7 m 10 s	2 m 0 s	2,282	2
2	6 m 10 s	2 m 0 s	836	1	2	6 m 45 s	1 m 30 s	2,354	3
3	6 m 30 s	1 m 30 s	810	1	3	5 m 15 s	3 m 15 s	2,687	3
4	6 m 45 s	1 m 20 s	780	1	4	6 m 0 s	1 m 30 s	2,556	3
5	6 m 15 s	1 m 30 s	798	1	5	6 m 15 s	2 m 10 s	2,365	2
6	7 m 0 s	1 m 10 s	823	1	6	5 m 15 s	1 m 10 s	2,630	3
7	7 m 10 s	1 m 20 s	837	1	7	6 m 30 s	2 m 0 s	2,356	2
8	6 m 10 s	1 m 10 s	750	1	8	5 m 45 s	2 m 10 s	2,158	2
9	6 m 0 s	1 m 40 s	812	1	9	6 m 20 s	3 m 15 s	2,259	2
10	7 m 15 s	2 m 10 s	854	1	10	6 m 10 s	2 m 0 s	2,381	3
AVE.	6 m 41 s	1 m 30 s	812	1	AVE.	6 m 8 s	2 m 6 s	2,403	2.5
*Approx. 800kg will be removed per 10 min, assuming 2 min for navigating the machine from the removal site to the unloading site. (4.8t in an hour, 29.0t in a day [6 Hrs])					*Approx. 2,400kg will be removed per 10 min, assuming 2 min for navigating the machine from the removal site to the unloading site. (14.4t in an hour, 86.4t in a day [6 Hrs])				
*Fuel cost : 34L diesel a day [6 Hrs] (5.7 L/h)					*Fuel cost : 38L diesel a day [6 Hrs] (6.4 L/h)				

ドイツ船					手刈り (2人/1隻を3隻利用として計算)				
No.	Removal Time	Unloading Time	Removed Weight (kg)	Rope Nets	No.	Removal Time	Unloading Time	Removed Weight (kg)	Rope Nets
1	3 m 20 s	4 m 50 s	946	2	1	15 m 50 s	N/A (15min assumed)	435	1
2	2 m 56 s	1 m 45 s	614	1	2	14 m 0 s	"	293	1
3	5 m 47 s	4 m 30 s	723	2	3	15 m 30 s	"	388	1
4	2 m 25 s	1 m 51 s	767	1	4	18 m 35 s	"	346	1
5	5 m 36 s	1 m 27 s	755	1	5	17 m 50 s	"	287	1
6	4 m 10 s	3 m 10 s	795	1	6	22 m 40 s	"	367	1
7	2 m 41 s	1 m 36 s	510	1	7	21 m 20 s	"	312	1
8	2 m 50 s	3 m 50 s	878	2	8	22 m 30 s	"	278	1
9	4 m 20 s	1 m 56 s	755	1	9	23 m 50 s	"	320	1
10	3 m 30 s	1 m 42 s	795	1	10	23 m 55 s	"	249	1
AVE.	3 m 45 s	2 m 39 s	754	1.3	AVE.	19 m 36 s	"	328	1
*Approx. 750kg will be removed per 8 min, assuming 2 min for navigating the machine from the removal site to the unloading site. (5.6t in an hour, 33.6t in a day [6 Hrs])					*Manual removal data in Cirata dam site for reference. *Removed aquatic plants were not unloaded on land in this case. *Approx. 330kg will be removed for 35minutes, assuming they can be unloaded on land in 15 minutes at a time. (0.57t in an hour, 3.4t in a day [6 Hrs])				
*Fuel cost : 30L diesel a day [6 Hrs] (5 L/h)									

(JICA 調査団作成)

- * 上記データは、チラタダムにおける WH-3000 (日本製)、中国船、ドイツ船、手刈り手法による刈取り効率のデータ取りを行ったものであるが、各水草除去船のモデルが違う為、一概に公平な比較とは云えず、あくまでも参考値として参照。
- * 一般的に、ホテイアオイは浮葉性水草の為、出来高を㎡で管理出来ず、重量で管理するが、参考値として上記数値を元に、㎡換算することも可能と考える。その際の参考値としては、1m x 1m≒11kg。

刈取り時間と搬出時間は中国船と WH-3000 を比較した場合、大きな差は認められなかったが、同じ時間でも中国船の搬出量は 1/3 程度であった。中国船とドイツ船を比較した場合でも、搬出量は同程度であるものの、ドイツ船のほうが半分程度の時間で刈取りを終えていることがわかる。さらに、それぞれの手法により刈取り能率を 1 時間当たりで比較したところ、それぞれ、中国船は、4.8 トン、WH-3000 は 14.4 トン、ドイツ船は 5.6 トン、手刈りは 0.57 トン、また、一日 6 時間稼働として比較したところ、それぞれ 29 トン、86.4 トン、33.6 トン、3.4 トンとなる結果を得た。また WH-3000 と中国船の燃費も以下のように確認した。

WH-3000 … 1 日 6 時間稼働で 45 リットルの燃料を消費 (6.4 リットル/時)

中国船 … 1 日 6 時間稼働で 40 リットルの燃料を消費 (5.7 リットル/時)

ドイツ船 … 1 日 6 時間稼働で 30 リットルの燃料を消費 (5.6 リットル/時)

※ WH-3000 については、納品後の消費は 1 日 6 時間稼働で 40 リットルであったが、渡航の都度に調整を実施して出力を上げているため、燃費は落ちていることを確認した。主に移動距離が長くなるため、パドルの出力を上げている。

※ なお、水草の搬出量の重量換算方式としては、1m×1m の区画 (コドラート) の水草測量を実施し、重量を以下のように計測している。

図 3-3 : 区画調査 (コドラート : 1×1m)

回数 [回]	水揚げ重量 [kg]	乾燥重量 [kg]
1	13	10
2	16	12
平均	14.5	11.0

(JICA 調査団作成)

考察

- 搬出量については、収容容量も大きい WH-3000 が他の除去船を凌駕し、時間当たりの搬出量についても、最も能率よく水草の搬出が行えることが確認できた。さらに人力による搬出量 (通常慣行とされる 2 人/1 隻を 3 隻稼働させた場合) と比較すると、一日 (6 時間稼働) あたりでは、約 25 倍の能力差がある計算となった。
- 機械刈取り方式による除去船の燃費については、ドイツ船がもっとも燃費効率の高い、一時間当たり 5L といった結果を得たが、搬出量 1 トンあたりの燃料消費量では、WH-3000 が 0.44L とドイツ船と比べても 2 倍程度の効率の良さを発揮できたことが確認できた。

活動 2. 水草除去船の導入効果の測定および水草除去船を使用した水草マネジメント手法（水草刈取計画含む）の立案

2.1 PJB 管理下のダム湖における水草除去船の導入前後の維持管理コストデータを比較分析し、導入効果を確認する。

上記 1.5 で得られた情報を基に、以下のような維持管理コストの比較分析結果を得た。

表 3-4：1 トン当たりの水草除去費用比較分析表

一日当たりの搬出量	手刈り (10隻)	WH- 3000	中国船	ドイツ船	項目	単価 (ルピア)	手刈り (一隻 当たり)	WH- 3000	中国船	ドイツ 船
一日当たりの搬出量	34.0	86.4	28.8	33.6	一日当たりの搬出量	-	3.4	86.4	28.8	33.6
人件費 (2名オペレーター/除去船、2 名手刈り要員)	2,428,000	291,360	291,360	291,360	操船にかかる人件費	145,680	0	2	2	2
燃料	170,000	382,500	340,000	255,000	手刈りにかかる人件費	121,400	2	0	0	0
一日当たりの減価償却費 (初期費用/耐用年数/296日)	-	2,384,572	493,243	1,482,687	燃料	8,500	2	45	40	30
一日当たりの維持管理費	-	85,135	247,804	83,784	初期投資額（除去船）	8,470,000,000	WH3000			
一日当たりの水草除去費用	2,598,000	3,143,567	1,372,407	2,112,831		1,460,000,000	中国船			
1トン当たりの水草除去費用	76,412	36,384	47,653	62,882		5,266,504,800	ドイツ船			
費用比率 (手刈りを1とした場合)	1.00	0.48	0.62	0.82	耐用年数（想定）	-	-	12	10	12
					年間維持費	25,200,000	WH3000			
						73,350,000	中国船			
						24,800,000	ドイツ船			

(JICA 調査団作成)

上表は、1 日当たり 6 時間稼働した場合に 1 トン当たりの水草除去費用について試算し、比較分析を試みたものである。手刈りによる費用試算に当たっては、PJB より得た年間抛却費用をベースに、一隻当たり 2 名による活動を想定し、合計 10 隻による稼働をベースに試算するものとした。また初期投資費用、メンテナンス費用については、ヒアリング調査より、各除去船の耐用年数も加味して試算に用いている。なお、年間の稼働日数は、PJB より提供されたデータを基に、ひと月平均 24.7 日として 1 年間で 296 日として設定した。

これらの条件を基に水草除去費用を試算すると、人力による場合、1 トン当たりの刈取に掛かる費用としては、Rp.76,412（587 円程度）となり、これをベースラインデータとして 1 と仮定すると、他の機械刈取り方式による除去船を用いた場合と比較して、WH-3000 では 0.48、中国船で 0.62、ドイツ船で 0.82 となり、WH-3000 による水草除去費用がもっともコスト削減効果が高いものとして確認された。

また、上記分析に加え、年間あたりのコスト削減効果を確認するための比較を、表 3-5 のとおり行った。本事業開始前（水草除去船導入前）の年間刈取り必要量は 7,000 トンと試算されたため、1 年間で 7000 トンの水草を刈取る想定で比較分析することとした。

表 3-5：年間必要刈取り量 7000 トンを刈取りした場合の水草除去費用比較分析表

	手刈り (7隻)	WH- 3000	中国船	ドイツ船	項目	単価 (ルピア)	手刈り (一隻 当たり)	WH- 3000	中国船	ドイツ 船
1日当たりの搬出量	23.8	86.4	28.8	33.6	1日当たりの搬出量	-	3.4	86.4	28.8	33.6
人件費 (2名オペレーター／除去船) (2名手刈り要員／一隻)	499,682,400	23,600,160	70,800,480	60,602,880	操船にかかる人件費	145,680	0	2	2	2
燃料	34,986,000	30,982,500	82,620,000	53,040,000	手刈りにかかる人件費	121,400	2	0	0	0
1年間あたりの原価償却費 (初期投資額／耐用年数)	-	705,833,333	146,000,000	438,875,400	燃料	8,500	2	45	40	30
年間維持管理費	-	6,895,946	60,216,385	17,427,027	初期投資額(除去船) (輸入関税含む)	8,470,000,000	WH3000			
						1,460,000,000	JULONG (CHINESE)			
						5,266,504,800	BERKY (GERMAN)			
年間維持管理費	-	6,895,946	60,216,385	17,427,027	耐用年数(想定)	-	-	12	10	12
						25,200,000	WH3000			
						73,350,000	JULONG (中国船)			
						24,800,000	BERKY (GERMAN)			
陸揚げクレーン＋トラック	819,966,000	225,909,000	677,727,000	580,112,000	1日当たりの陸揚げクレーン＋トラック (作業員・オペレーター・燃料含む)	2,789,000				
7000トン搬出に要する日数	294	81	243	208						
水草除去費用	1,354,634,400	993,220,939	1,037,363,865	1,150,057,307						
費用比較 (手刈りを1とした場合)	1.00	0.73	0.77	0.85						

(JICA 調査団作成)

(JICA 調査団作成)

年間あたりの費用比較では、除去船の使用日数に関わらず「1年間あたりの減価償却費」は初期投資額／耐用年数となるため、WH-3000 が他の除去船と比較し高額であることが大きく影響する。しかし、水草 7000 トンの刈取りに要する日数を各手法の「1日当たりの搬出量」から割り出すと、手刈り（7 隻使用）の場合は 294 日、WH-3000 では 81 日、中国船で 243 日、ドイツ船で 208 日となり、WH-3000 の所要日数が突出して少ないことが判る。結果として、WH-3000 は人件費、燃料費、維持管理費、および水草の陸揚げに必要なクレーン・トラックの使用量を大幅に削減できるため、手刈りによる年間コストを 100%とした場合のコスト削減率はWH-3000 で 27%、中国船で 23%、ドイツ船で 15%となり、WH-3000 によって最も高いコスト削減がもたらされることが分析により示された。

2.2 ダム湖周辺漁民へ聞き取り調査を行い、漁船の航行障害及び漁船の故障頻度等の改善効果を確認する。

2015 年の案件調査時に実施した住民・漁民へのインタビューと同様の質問内容で、チラタダムに位置する 3 地区（Bandung Barat, Cianjur, Purwakarta）にて合計 100 名を対象に、除去船導入による改善効果を確認するためのインタビューを実施した。

インタビューの対象者の約 3 割は湖岸に住む住民であり、他の 7 割は湖上で養殖を営む漁民を対象とした。移動には PJB のスピードボート 1 台を利用し、PJB のセキュリティ担当者 1 名も同伴する形で調査がなされた。

質問内容・形式は、案件化調査時と同様のものを用い、まず回答者に対して水草がどの程度生活に影響を及ぼしているかを、[極めて大きい、大きい、軽微、気にならない、分からない] の 5 つの回答から選択してもらった。次に、主な問題として以下の 6

項目の中から、影響が重大であるものから順位をつける形式での回答を得た。

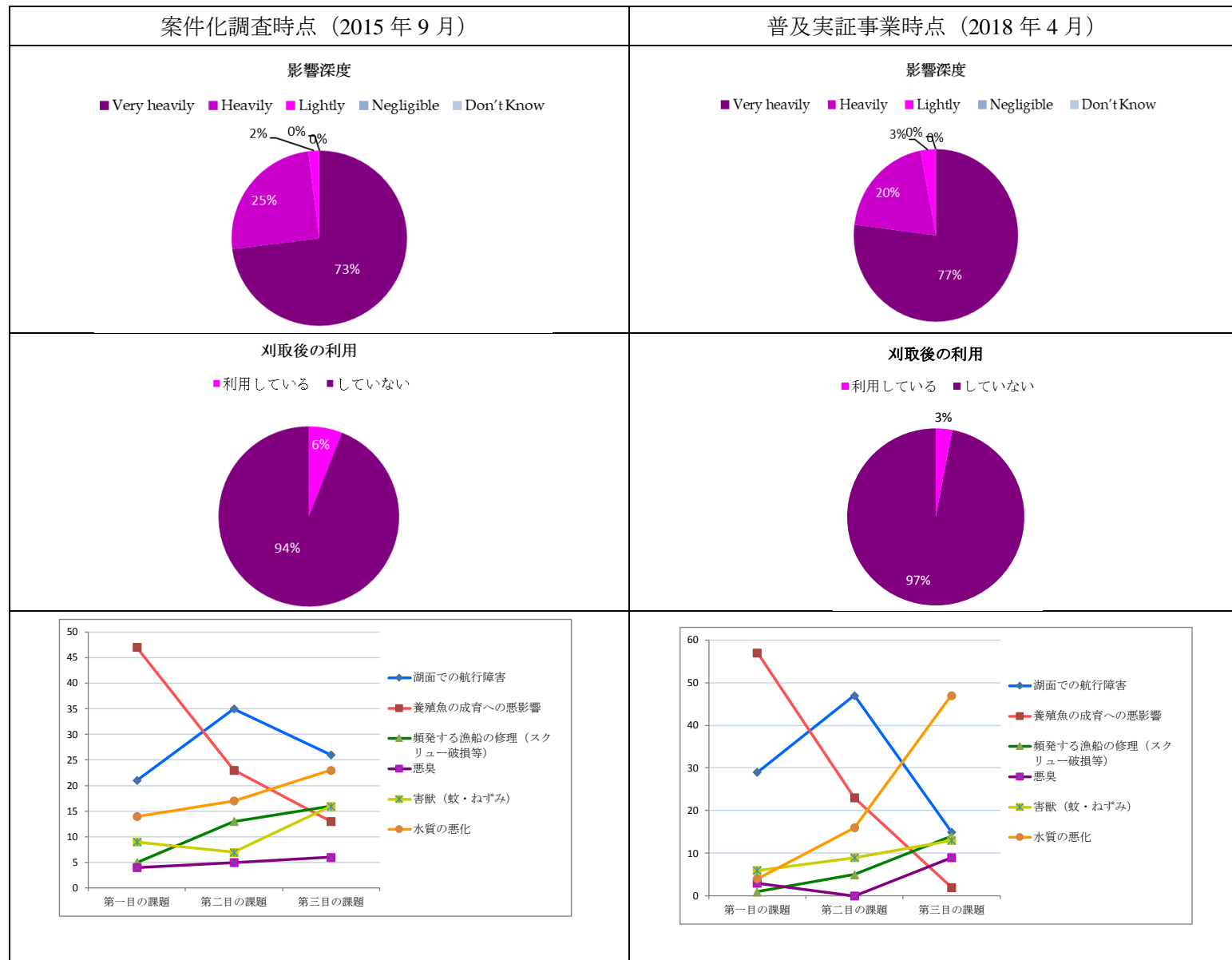
①ボートでの湖上移動への影響、②養殖している魚の成長への影響、
③ボート（スクルー）などの故障、④悪臭、⑤害虫、害獣（蚊、
ネズミ、蛇など）の発生、⑥水質の悪化

またインタビューの最後では、重要度の高いものについて、具体的な事例の聞き取りも行った。なお、概して全ての住民・漁民はインタビューに協力的であった。

上記のような調査を経て集計したインタビュー結果は、案件化調査時に実施したインタビュー調査結果と比較され、以下のように取りまとめることができた。

- 水草によるチラタダム周辺住民に対する影響は、およそ 3 年間（水草除去船を導入してから 1 年間）の経過では、深度の軽減効果は認められず、極めて深刻な影響を引く続き住民に対して及ぼしてきていることが確認された。ただし、水草の影響度合いについてはいまだ除去船がチラタダム湖に導入されて 1 年目であり、除去船導入による影響度合いに対する結論を出すことは難しく最低 3 ヶ年程度調査を行い実証する必要がある。
- 刈取り後の水草の再利用策はほぼ地域住民の中では認識されておらず、PJB において今後検討される堆肥化事業に際し、啓蒙活動などが必要になるものと考えられる。

図 3-4：チラタダム周辺住民に対する水草に関するインタビュー調査結果比較



（JICA 調査団作成）

その他、インタビューで聞き取った案件化調査時点と普及実証事業時点とでの共通する回答には以下のような事象が挙げられた。

漁民にとっては「ボートでの湖上移動」および「魚の成長」への影響が重大であり、Bandung Barat は水草が特に多い地区であり、生活への影響が「極めて大きい」との回答が殆どであった。一方、Cianjur では若干ながら水草の影響は少なく、Purwakarta ではさらに、住民・漁民の生活への影響が少ないことがわかった。

魚への影響として水草の過剰密集により水中酸素の低下とそれに伴う食欲の低下も挙げられたが、一部の漁民はディーゼル式エアポンプを使用して対応しているとのことであった。なお、全体的な心象としては、漁民の多くが年々水草の量が増えていると感じているとのことであった。さらに週 1 回程度、必要に応じて漁民は自主的な活動として、グループでの水草除去作業に当たっているとのことである。

2.3 PJB と共に水草刈取計画案の策定および新業務実施体制を検討する。

水草の刈取施工計画作成の基礎資料として、PJB にて水草除去を管理する計画部が集計してきた 2014 年 5 月から 2017 年 12 月（うち、2016 年末までの 8 カ月分のデータは担当者が移動となったため所在を確認できず）までの水草除去統計資料を確認することが出来た。なお、計画部担当者によると、2014 年にデータ収集を開始したため、それ以前の記録は無いとのことである。データは PJB が水草除去の業務委託をしている「PT. CIKAL（チカル社）」から提出された報告書に基づくものであり、電子データ（PDF）として共有されたのは 2016 年 9 月以降のものであった。なお、それ以前のデータはハードコピーのみであったため、水草除去の場所、日付、人員数、除去量を纏めたページ（計約 100 ページ）のみを抜粋して撮影し活用することとした。

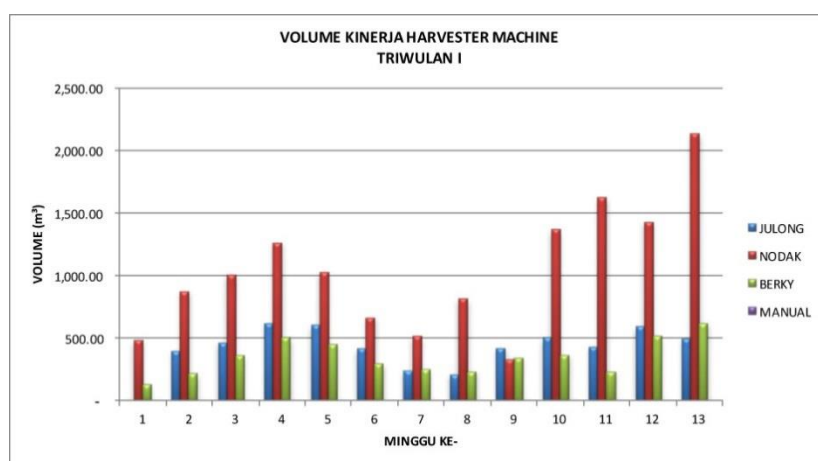
図 3-5：撮影した刈取データの一例

（JICA 調査団作成）

2018 年 4 月の渡航時に PJB を訪問した際、除去船別の 2018 年第一四半期における

水草除去量統計データについても共有された（図 3-6 参照）。これらの PJB による統計データの内容から、水草除去船の導入以降、PJB は統計データ管理にも注力していることが伺える。一方で、それぞれ能力の異なる 3 台の水草除去船がチラタに導入されてから約 1 年しか経過していないこともあり、統計データの活用方法については今後も十分に検討され、PJB 計画部による効率的な計画策定が必要である。

図 3-6：四半期（13 週）除去船別刈取統計グラフ



(PJB 作成)

表 3-6：刈取り手法別の水草除去量統計

KETERANGAN		Satuan	BULAN					
			JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
REALISASI	JULONG	Volume	Kg	1,511.00	-	-	-	-
		Kumulatif Volume	Kg	1,511.00	1,511.00	1,511.00	1,511.00	1,511.00
		Volume	m³	1,795.00	1,350.00	2,220.00	-	-
		Kumulatif Volume	m³	1,795.00	3,145.00	5,365.00	5,365.00	5,365.00
		Jam Kerja	Jam	3,018.05	79.00	101.19	-	-
		Kumulatif Jam Kerja	Jam	3,018.05	3,097.05	3,198.24	3,198.24	3,198.24
		Bahan Bakar	Liter	7,290.00	540.00	630.00	-	-
		Kumulatif Bahan Bakar	Liter	7,290.00	7,830.00	8,460.00	8,460.00	8,460.00
		Pemeliharaan Alat	-	-	-	-	-	-
		Area Pembersihan	-	-	-	-	-	-
	NODAK WH 3000	Volume	Kg	150,820.00	60,845.00	70,877.00	-	-
		Kumulatif Volume	Kg	150,820.00	211,665.00	282,542.00	282,542.00	282,542.00
		Volume	m³	4,035.00	2,580.00	6,870.00	-	-
		Kumulatif Volume	m³	4,035.00	6,615.00	13,485.00	13,485.00	13,485.00
		Jam Kerja	Jam	16,830.58	78.35	154.01	-	-
		Kumulatif Jam Kerja	Jam	16,830.58	16,908.93	17,062.94	17,062.94	17,062.94
		Bahan Bakar	Liter	15,560.00	580.00	960.00	-	-
		Kumulatif Bahan Bakar	Liter	15,560.00	16,140.00	17,100.00	17,100.00	17,100.00
		Pemeliharaan Alat	-	-	-	-	-	-
		Area Pembersihan	-	-	-	-	-	-
	BERKY	Volume	Kg	98,543.00	38,359.00	42,768.00	-	-
		Kumulatif Volume	Kg	98,543.00	136,902.00	179,670.00	179,670.00	179,670.00
		Volume	m³	1,405.00	1,190.00	1,890.00	-	-
		Kumulatif Volume	m³	1,405.00	2,595.00	4,485.00	4,485.00	4,485.00
		Jam Kerja	Jam	4,470.86	95.10	124.39	-	-
		Kumulatif Jam Kerja	Jam	4,470.86	4,565.96	4,690.35	4,690.35	4,690.35
		Bahan Bakar	Liter	12,210.00	510.00	630.00	-	-
		Kumulatif Bahan Bakar	Liter	12,210.00	12,720.00	13,350.00	13,350.00	13,350.00
		Pemeliharaan Alat	-	-	-	-	-	-
		Area Pembersihan	-	-	-	-	-	-
	MANUAL	Volume	Kg	2,695.00	17,435.00	15,287.00	-	-
		Kumulatif Volume	Kg	2,695.00	20,130.00	35,417.00	35,417.00	35,417.00
		Volume	m³	-	-	-	-	-
		Kumulatif Volume	m³	-	-	-	-	-
		Area Pembersihan	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	Volume	Kg	252,058.00	118,150.00	128,932.00	-	-
		Kumulatif Volume	Kg	252,058.00	370,208.00	499,140.00	499,140.00	499,140.00
		Volume	m³	7,235.00	5,120.00	10,980.00	-	-
		Kumulatif Volume	m³	7,235.00	12,355.00	23,335.00	23,335.00	23,335.00
		Bahan Bakar	Liter	35,060.00	1,630.00	2,220.00	-	-
		Kumulatif Bahan Bakar	Liter	35,060.00	36,690.00	38,910.00	38,910.00	38,910.00

(PJB 作成) 2018 年 1～3 月の実績 (4 月時点のデータのため 4 月以降は未更新)

現行の水草刈取作業状況

上記データ及び聴き取りにより確認した現行の水草刈取活動の状況は以下のとおりである。

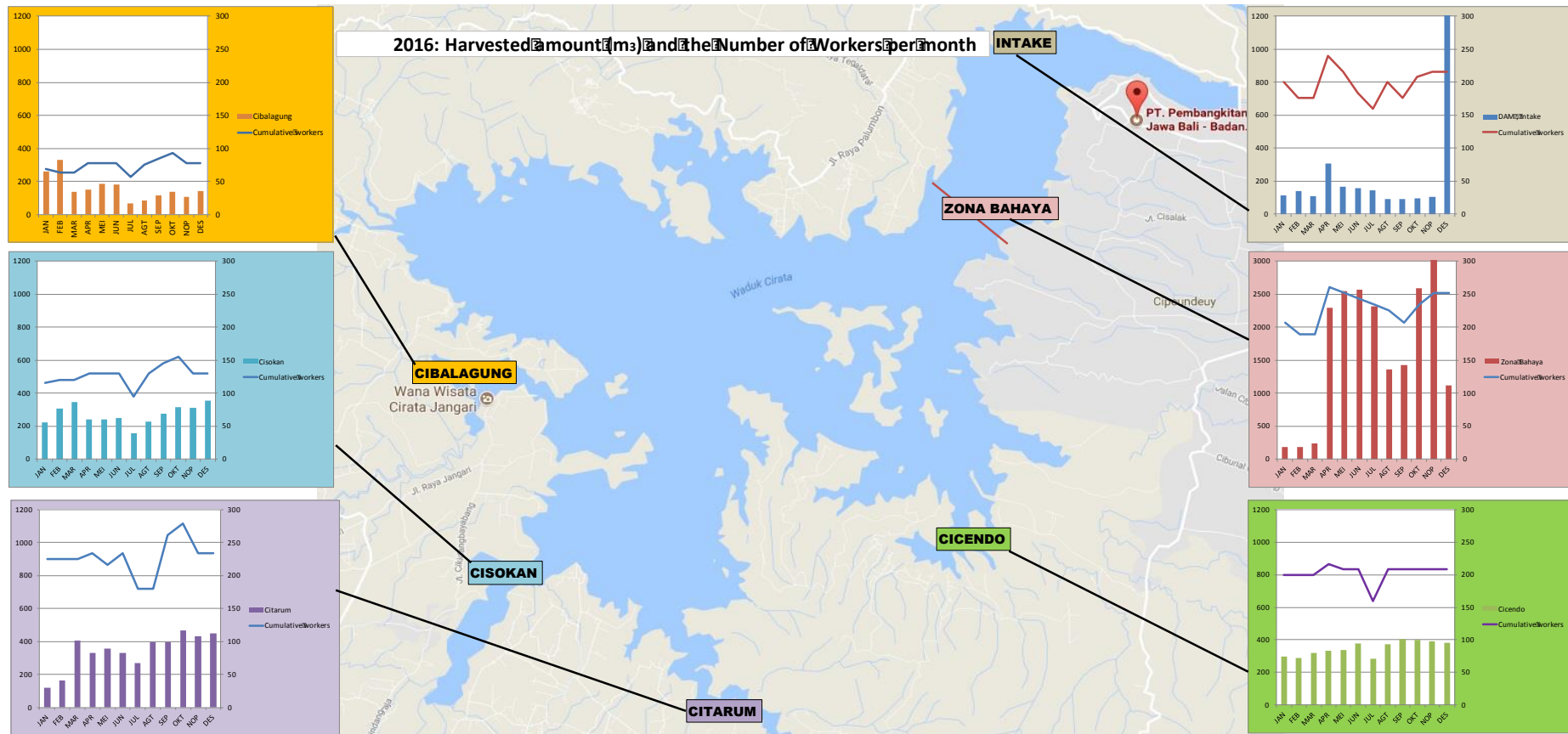
- 水草除去の実施場所はチラタダム湖内に 6 箇所あり、実施場所毎に、水草刈取日、予定および実績刈取量 (立法メートルで記載)、累計除去量、作業人員数、作業現場の写真などの情報を収集している。
- 水草除去対象地域 6 箇所 (重点地域である取水口周辺含む) には、チカル社が契約している作業員 (地元住民: 各地域ごとに 3～11 名) が駐在し、週 2 回 PJB が 6 箇所を巡回し、必要に応じて PJB が水草除去をチカル社に要請する作業体制で実施している。
- チカル社が 2016 年に契約した水草除去労働者数は、チカルダム湖の周辺住民を雇い入れる形で、計 38 名であった。
- 同労働者人件費の月額単価は 3,000,000 IDR (約 2 万 5000 円) であり、インドネシアの最低賃金を基準とし、福利厚生も含まれる額となっている。
- 2016 年に PJB が支払った水草刈取業務の委託費は 1,897,115,000 IDR (約 1,590 万円) となっている。2017 年分については情報共有されず。
- チカル社への支払いは月払いであり、PJB はチェックリストを設け、要件を満たさない場合は支払額を減額する契約である。
- 統計データにある水草の刈取り量は、電子スケール等で計測したものではなく、チカルが契約している作業員の目測によるところもあり、正確性を欠く。

共有された情報とデータを基に、2016 年 1 月～12 月の期間を対象に、6 箇所の刈取ポイントにおける月毎の刈取量・稼働した人員数の全体像と傾向を分析し、統計グラフ等を用いて、次ページの図 3-7 のようにこれまでの PJB チラタ事務所における水草管理活動状況を把握した。

同図から読み取れるとおり、線グラフで示された月毎の作業員数はどの刈取りポイントでも通年大きな差はない。一方で、縦棒グラフで示された水草刈取量を見ると ZONA BAHAYA (ゾナバハヤ) では稼働人数は特段多くはないものの、急激に刈取量が増加している月がある。調査によると、風の影響でゾナバハヤ付近に水草が集まるためであるという。ゾナバハヤより先の Dam Intake への水草の侵入を防ぐ事が重要であるが、風により運ばれて来た大量の水草がゾナバハヤの水上集塵フェンスを破壊し、Dam Intake 付近まで流入することもある。CITARUM (チタルム)、CICENDO (チチェンド) は水草の流入口となる河口があるため、作業員も多く配置し、刈取量も CIBALAGUNG (チバラグン) と CISOKAN (チソカン) よりやや多い。ゾナバハヤか

ら離れたチバラグンおよびチソカンにも河口はあるが、刈取り量も作業員数も比較的少ないことが窺える。

図 3-7：チラタダムにおける現行水草刈取作業の実施状況



現行作業の実施状況は、ゾナバハヤエリアも含め、チラタ湖周辺には全部で 5 箇所の水草回収ポイントがあり、それぞれのエリア毎の状況について以下のように取りまとめた。

① **Zona Bahaya (ゾナバハヤ)**

ボートハウスからスピードボートで約 7 分の距離に位置し、除去船を投入し、PJB が機械刈取り方式による水草刈取り活動を主に行っているベースエリアである。生け簀エリアと取水口エリアを分け隔てる横断網場付近にあり、最重要箇所として認識されている。

② **Cicendo (チチェンド)**

ゾナバハヤからスピードボートで約 15 分の距離に位置し、ボートハウスから車で約 1 時間のところにある。トラックでの侵入が陸路から可能であるが、トラッククレーンは侵入不可であると思われる。岸への陸揚げは十分なスペースが有り、チカル社スタッフ 7 名が人力で回収作業を行っている。なお、同エリアで過去に中国船を 2 度程使ったが、湖上移動で 1 日かかり、遠すぎる為その後は人力のみでの作業となっている。

③ **Citarum (チタルム)**

チチェンドからスピードボートで約 20 分の所に位置し、車輜での乗り入れは不可である。チタルン川河口エリアの回収ポイントで、水草の流入が一番顕著にみられるエリアとなっている。また横断網場でせき止めており、風向きによっては、フェンスを上下させることで、水草の湖面への流入を僅かながら制御しているものの、雨季には大量の水草が流入する場所として認識されている。同エリアでは、チカル社スタッフ 8 名が人力で水草を回収し、陸揚げ、乾燥後、野焼きにしている。PJB としては、河川の上流側も出来れば回収したいとの意向を持ちつつも、実際には手付かずとなっている。なお、陸揚げは急斜路のみといった地形的な制限も見受けられる。

④ **Cisokan (チソカン)**

チタルンからスピードボートで約 12 分の所に位置し、ボートハウスから車で 2 時間であり、車輜による乗り入れも可となっている。チカル社スタッフ 3 名が人力で水草回収を行っている。機械刈取り方式を導入する際考慮しなければならない点として、横断フェンスの構造上、上流にある水草を除去するには、フロートの一部を移動し、ワイヤーを沈め、WH-3000 などが移動出来る箇所を作る必要がある。また近くに、ターミナル・チャリンチと呼ばれる港があり、そこをベースに作業が可能であると思われる。刈り取り後の水草の陸揚げには十分な広さがある。

⑤ **Cibalagung (チバラグン)**

チソカンからスピードボートで約 20 分に位置に位置し、車両による乗入れは

不可であるが、付近へはボートハウスから車で約 2 時間で到達できる。また近くにはターミナル・ジャガリンと呼ばれる港があり、そこを陸揚げポイントとして作業は可能と考えられるものの、一帯は管理者が別で、許可を取る必要がある。なお、同エリアはチカル社スタッフ 3 名が人力で水草回収作業を行っている。刈り取り後の水草の陸揚げが可能な場所は僅かしかないといった制約も認められる。

※その他参考情報：

Dam Intake (取水口エリア)

2016 年までは刈取りポイントとして PJB の統計データがある。ゾナバハヤの囚人フェンスを越えて大量の水草が取水口付近まで運ばれてくることもある。2017 年以降の取水口エリアの水草刈取りデータは無い。

Cikundul (チクンドウル)

陸路ボートハウスからは、約 1.5 時間の場所にあるが、時期によっては、水位が下がり、水草もなく、舟も着岸出来ない為、5 年前から使用しなくなったポイントとして認識されている。よって同エリアは調査対象外と判断した。

チラタダム周辺には、3 箇所のターミナルポイント（港）があり、その内 2 箇所は陸揚げ、回収作業の際のベースとして使うことができるものと考えられる。

① **Terminal Calincing (チャリンチ)**

チソカンとチバラグンの間に位置し、ボートハウスからスピードボートで約 1 時間の距離にあり、車で約 2 時間の所にある。チソカンでの作業の際は、ここをベースとすることが可能と考えられる。

② **Terminal Janghari (ジャガリン)**

チバラグンの近くに位置し、ボートハウスから車で約 2 時間、スピードボートで約 1 時間 20 分程の場所にある。ディナスプルクブガンに許可を取る必要があるが、湖岸の斜路を使って水草の陸揚げを行うことは可能であるが、近くに水草の投棄場所を確認する必要がある。

③ **Terminal Coklat (チョコラット)**

水草回収作業には直接関係ないが、3 箇所ある内の 1 箇所でボートハウスから車で 3 時間の距離に位置しているおり、スピードボートでは約 2 時間の場所にある。

水草刈取計画案の策定と新業務実施体制の検討

上述の現行作業状況を踏まえ、より効率的・効果的な水草の刈取活動を実施、展開

出来るように、水草刈取計画案の策定および新業務実施体制の検討を行い、提案として PJB に対して共有した。その際、WH-3000 の他、既に導入されている中国・ドイツ製の除去船と連携する形での刈取計画の策定の必要性を認識し、なおかつ今後 PJB 自身で刈取施工計画を更新・変更できるような様式も整えた形での提案を行い、今後とも当該刈取計画が活用され、より効率的な水草管理活動に寄与し、経費の削減にも資することが望まれる。

水草刈取計画案の策定に際しては、日本と同様の施工計画書及び行程出来高管理表等を参照したものとしたが、実際には上述のようなチラタダム湖の水草繁茂の特徴や刈取手法を考慮して修正を加え、PJB と協力作業により作り込みを行った。(別添『施工計画書』参照)

2.4 提案製品・技術の導入効果を持続させるため、最適な水草マネジメント手法を PJB と共に検討する。

想定したインドネシア環境仕様にて日本において製造された除去船は、チラタダム湖に持ち込まれ、上記で提案された体系に即して、実証試験に試用された。また、以下のような改良、調整を施しつつ、導入効果が持続されるよう C/P の技術向上に資する目的で最適な水草マネジメント手法についても提案がなされている。

除去船の仕様については、作業能率に関係するコンベヤの構造・仕様について、実証試験により問題ないことが確認できたため、現行の仕様のままとした。また、躯体サイズ・水草搬出容量などについても、広大な湖水面積を有し且つ生け簀などの障害物が多く設置されているチラタダム湖であっても、日本製としては最大の開口部を持つ WH-3000 が最適で、十分に水草除去作業ができることが実証できた。また機械刈取りの場合は、除去船内タンクに貯められた水草の搬出に際し、移動時間の削減のため、日本式の漁船などの小舟に移し替える作業を湖面で行う工程を合わせて導入、普及させていけるような実施体制が必要となる。

水草刈取り環境については竹や流木といった混雑物が多く現場に見られるため、コンベヤや躯体構造物へのダメージが発生しやすい状況でもあり、そのような場合、作業を一旦中止して混雑物をコンベヤから取り除く作業をせざるを得ず、作業能率が落ちて時間ロスが多くなってしまうため、機械刈取りの場合は、コンベヤの仕様は樹脂でできた構造ではなく、ある程度頑強な構造が望ましく、コンベヤの張り具合を良く調整することで混雑物から生じかねないダメージへの弾性を保てるような技能習熟も必要であるとの認識である。

水草の囲い込み方法については現場見分調査などから、広大な湖水面積から、水草が分散分布しており、除去船の移動がかさむ要因となることから、より効果的な刈取り作業の実施には、風向きを予期したうえでのオイルフェンスなどの活用が重要であり、持ち込まれたオイルフェンスが非常によく活用されていることが分かった。よっ

て今後とも、除去船の導入効果を持続させていくためには気象データと、現場での湖面フェンスの設置ノウハウの蓄積が効果的であると考えられた。

現場作業員からの聞き取り調査から、操船部での作業は、日差しが強い環境で長時間の労働に従事しなければならない状況であるため、ある程度の日差し除け天蓋の設置が望まることから、除去船には日本仕様と同じように日差し除けが装備されていた方がよいと考えられ、用途によって、仕様を選択できるようにしたい。

除去船タンクの容量については、チラタダム規模の広さであれば WH-3000 の容量（17m³）でもよいが、比較的小規模な湖水面積においては、WH-1800 位の容量（6m³）であっても回航や荷降ろしの回数に制限が少なく作業能率が上がるものと考えられる。ただ回航するスペースが十分にあり、小舟（漁船）との連携による水草搬送ができれば WH-3000 でも作業能率は変わらないことが実証できた。

表 3-7：除去船仕様と水草マネジメント手法の提案

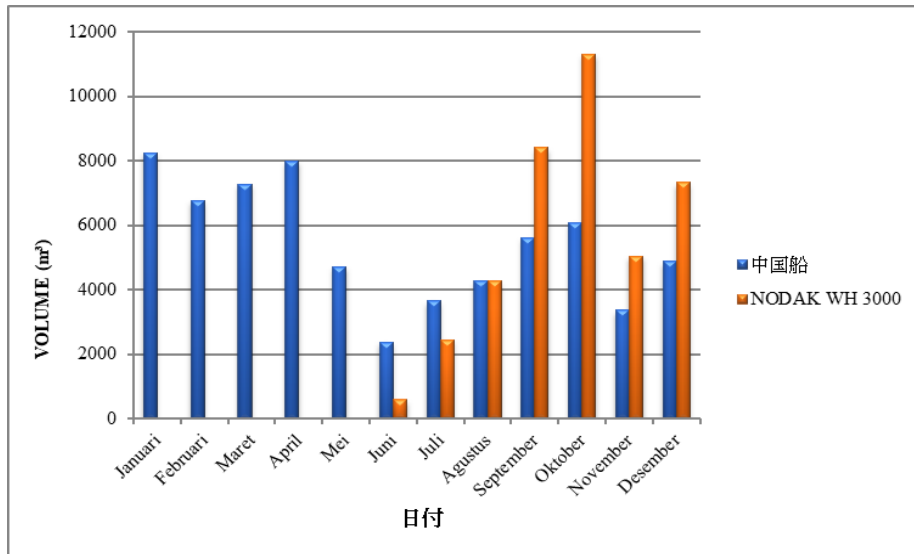
項目	提案内容
コンベヤ構造	日本仕様と同一。コンベヤは頑強な鉄製で張り具合も調整可能。
水草搬出方法	小舟（漁船）を用いた湖上搬出方式
日差し防止	操縦部に日差し防止天蓋を装備
タンク容量	タンク容量(6m ³)が大きい WH-3000 を推奨。

PJB チラタ事務所の所長ならびに現場スタッフからのインタビュー調査からは、上記の仕様を備えた WH-3000 を、共同提案・検討された水草マネジメント手法と共に有効活用することで、水草除去にかかる効果が実感として表れており、他にも導入済みの中国船、ドイツ船と比べても、下記に示したような高いパフォーマンスに裏打ちされた、WH-3000 を枢軸に据えた継続運用を実施したいとする考えを得ることができている。

図 3-8：2017 年 9 月と同年 10 月のチチェンドにおける水草の状況

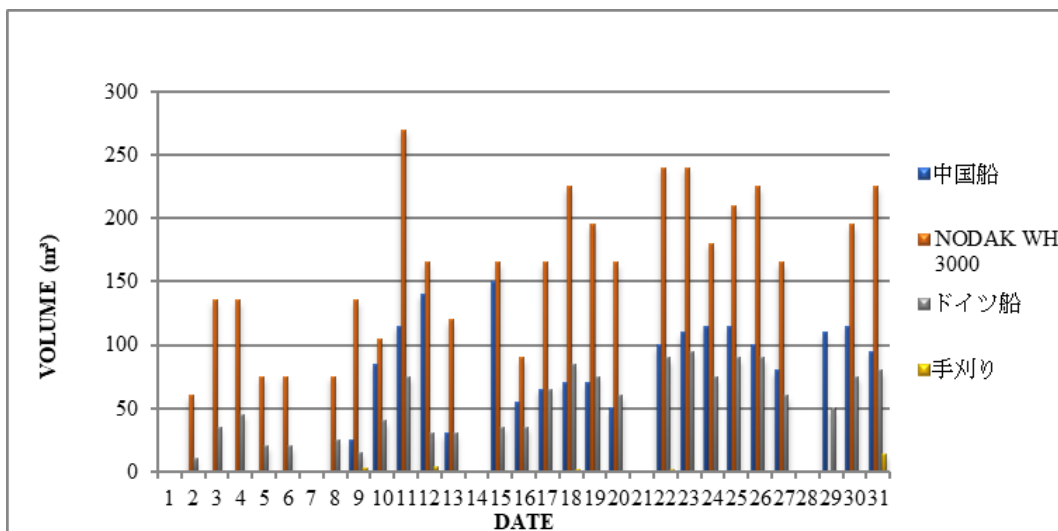


図 3-9 : 2017 年における除去船別の水草搬出量



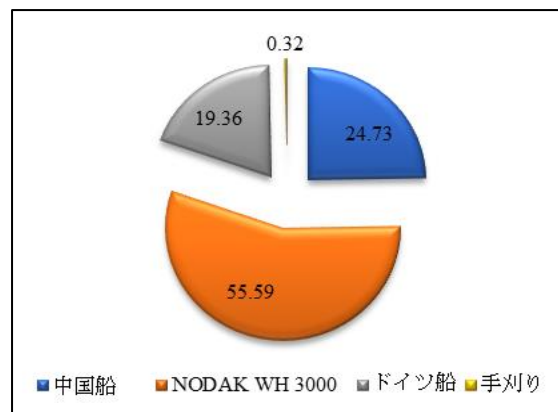
(PJB 作成)

図 3-10 : 2018 年 1 月における除去船別の水草搬出量 (日毎)



(PJB 作成)

図 3-11 : 2018 年 1 月における除去船別の水草搬出量の割合



(PJB 作成)

活動 3. 刈取り後の水草の適切な処理方法の一つとして、堆肥化の検証活動および堆肥化事業計画の提言

3.1 堆肥化するための投入材と投入量の組み合わせの検討を行う。

堆肥化の検証に必要な量のホテイアオイを、ダム湖から除去船で回収し、PJB 所有のゲストハウス裏の堆肥化実験サイトにおいて、PJB が水草回収を外部委託しているチカル社作業員²によって、発泡スチロールやプラスチックなどのゴミをまず分別した。

その後、PJB 監督者ならびに作業員に対し、堆肥化の手順説明、作業指示を行い、作業現場のゴミ清掃、通路・作業エリアの確保を行った。

表 3-8：投入材の準備量・使用量・残量

	準備量	乾季	雨季
牛糞	85 袋 (33kg/袋) = 約 2800kg	42 袋 = 1400kg	42 袋 = 1400kg
藁	8 m ³ = 1600kg (目測)	3 m ³ = 600kg	3 m ³ = 600kg
籾殻	90 袋 (19kg/袋) = 約 1700kg	40 袋 = 760kg	40 袋 = 760kg

下表に示した投入材を使用し、作業員による人力とドーザーにて、X³-1 (ホテイアオイのみ)、X-2 (ホテイアオイと牛糞 800kg)、X-3 (ホテイアオイと藁 1.5 m³)、X-4 (ホテイアオイと籾殻 760kg) それぞれを攪拌しながら、エコウォーター (微生物活性溶液) を噴霧したグループ A と、そうでないグループ B とで、合計約 3 トン×8 つの検体の山を製作した。それぞれ投入材を違えての実証実験の意図としては、どの組み合わせの堆肥が、最も有用性が見いだせるのか、後に解説する検体分析手法により、検討するところにある。

表 3-9：検体の山の種別・属性一覧

	エコ ウォーター	混合基材種類	袋数	混合基材 重量
A1	あり	なし		
A2		牛糞(33kg/袋)	20 袋	660 kg
A3		藁(14kg/袋)	24 袋	336 kg
A4		籾殻(19kg/袋)	20 袋	380 kg
B1	なし	なし		
B2		牛糞	20 袋	660 kg
B3		藁	24 袋	336 kg
B4		籾殻	20 袋	380 kg

² 主に社員は地域住民・漁民などからリクルートされている。

³ X には、A (エコウォーターあり) もしくは B (エコウォーターなし) を挿入して解釈。エコウォーターは微生物活性溶液の呼称。

各作業中は堆肥化技術の専門家が要点を指導し、また、攪拌作業は、現地から定期的に日本へ送られてくるデータシートを専門家が確認しながら、拡販作業や必要な指示を出し、ドーザーと人力とで効率の良い手法にも注意を払いながら作業を遠隔指導にて実施した。その結果、作業員も作業手順を理解し、最初の一山から徐々に作業速度が向上していった様子がうかがえた。



専門家より PJB 職員・作業員へ作業指示



エコウォーター散布と人力による攪拌



ドーザーによる攪拌



検体の山の攪拌作業完了

なお、A1～B4 までの 8 検体の見分けをつけるためのラミネート加工した標識、及び検体温度計測する為の温度計を検体に設置し、発酵促進のため、堆肥シート（内部温度の保持と湿度調整）を被せる形とした。また、堆肥化実証は、乾季と雨季とで行うため、実験用の投入材の予備は、ヤード内建物に移動させ保管することとした。



各検体に標識と温度計を設置



検体にシートを掛け作業終了



3.2 定期的な攪拌作業等を含めた堆肥化技術の指導を PJB に対し実施する。

堆肥化事業の成否は、微生物による有機物（ホテイアオイ）の発酵分解が効率的・生産的に行われるかにかかっており、定期的なモニタリング作業（温度計測、攪拌のタイミング）の実施が重要となる。本実証事業では、堆肥の検体製作作業に従事したチカル社作業員を中心に、PJB 計画部が監督する体制の下、およそ2ヵ月の間、定期的なモニタリング作業を実施し、日本から遠隔にて適切なタイミングでの攪拌や都度必要な技術指導が行えるよう、現地フォローアップ体制の立ち上げ作業にまず従事した。もって、2ヵ月の手順表を以下のように作成し、関係者と共有している。

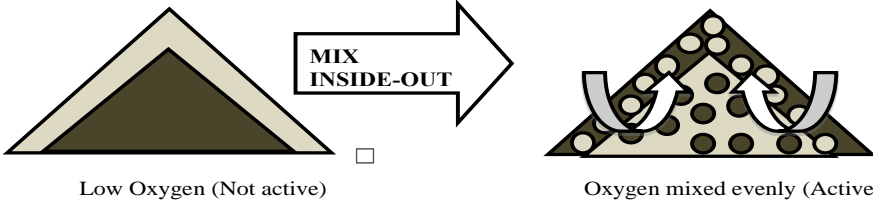
内容としては、堆肥化事業の担当者となる PJB 職員（計画部レスキー氏、ウィスヌ氏が主要メンバー）に対し、手順表を元に、温度計測、攪拌作業、記録・報告事項などの詳細を確認し、現地において今後必要な対応（温度、写真、タイミング、連絡方法）について協議し、メールにて堆肥の状況報告を行うことを取り決めた。また、堆肥化（検体）の状態を見て、パジャジャラン大学農学部において成分分析を実施する計画とした。



図 3-12 : モニタリング作業の指示書

Composting Instruction

- 1. Record the followings in the morning around 10o'clock.**
 1. Air temperature
 2. Temperature of **all composts (A1 ~ B4)**
(HIGH Temperature = HIGH microbial activity)
>check the temperature **QUICKLY** before the thermometer cools down by the air.
- 2. When:** **WEEK 1: Every day except Sat, Sun and holidays**
26th(Fri), 29th(Mon) , 30th(Tue) and 31st(Wed)
WEEK 2 and after (from June 5): Every Mon, Wed and Fri for 2 months
- 3. Mixing:** If **A3's** temperature becomes same (or within 1~2 degree) as air temperature, please **MIX ALL the composts (A1 ~ B4) on the SAME DAY.**
- 4. Pay ATTENTION when mixing:**
Air (**OXYGEN**) needs to be provided inside so that composts can breathe. ☐



Low Oxygen (Not active)

☐

Oxygen mixed evenly (Active)

- 5. Mixing STEPS**
 - 1) First, **flatten** each compost mountain by DOZER
 - 2) **For A1~A4:** Prepare **16 litter of regular water** and mix **16cc of Eco Water**. Put **water first** to the tank, **then add Eco water (to avoid bubbles).**
Spray the water to all 4 compost mountains (4 Litters for each mountain) while mixing.
For B1~B4: NO WATER and No Eco Water (Only mixing).
 - 3) Use DOZER to make mountain shape again.
 - 4) Make nice and clean mountains by manual work (workers).
 - 5) Cover all the mountains with the sheets.
 - 6) Put the Signs (A1~B4) and Thermometers back to the Compost Mountains.
- 6. Repeat No.3 to No.5,** and keep recording and checking the temperature of the composts.
When you check temperature, please also:
 - ☐ **Check SMELL:** when it smells bad and strong, it means the status of the microorganism is not well. Please report to Mr. Miyasaka and Mr. Kaneiwa.
 - ☐ **TAKE PHOTO before and after mixing:** to see the compost volume (A person can stand next to the composts; easy to see the volume change). Please email photo to Mr. Miyasaka and Mr. Kaneiwa.
 - ☐ **EVEN If compost temperature doesn't change much, MIXING is needed every 2 weeks.**

After 2 months (the late July), this composting process will end.

Please report the condition of the composts. **Mr. Miyasaka will determine if the composts are ready for analysis by Padjadjaran University (Dr.Simarmata).**

It may need to wait another 1 month (August) for the composts to mature. (No more mixing is needed).

Please feel free to contact us anytime.

Contact information;

Mr. Miyasaka : m.nori@minori-kensetsu.co.jp
Mr. Kaneiwa : n.kaneiwa@nodak.co.jp
Mr. Kusama : kusama@jditokyo.com ☐

上述のモニタリング作業の指示に従って、作業状況が日本側チームと共有されるフォローアップ体制が確立されたことで、下図のような作業がスムーズに実施することができた。なお、温度計測の結果について、下表を参照すると、順調に堆肥検体の内部温度が高温域まで上昇していることがうかがえるため、検体の発酵が順調に進んで

いたことが伺え、低温域へ移行してきたところで、攪拌の頻度を下げるタイミングの指示を出し、醸成をしていく行程へと導かれた。



攪拌作業の様子①



攪拌作業の様子②



攪拌作業の様子③



エコウォーターの準備作業①



エコウォーターの準備作業②

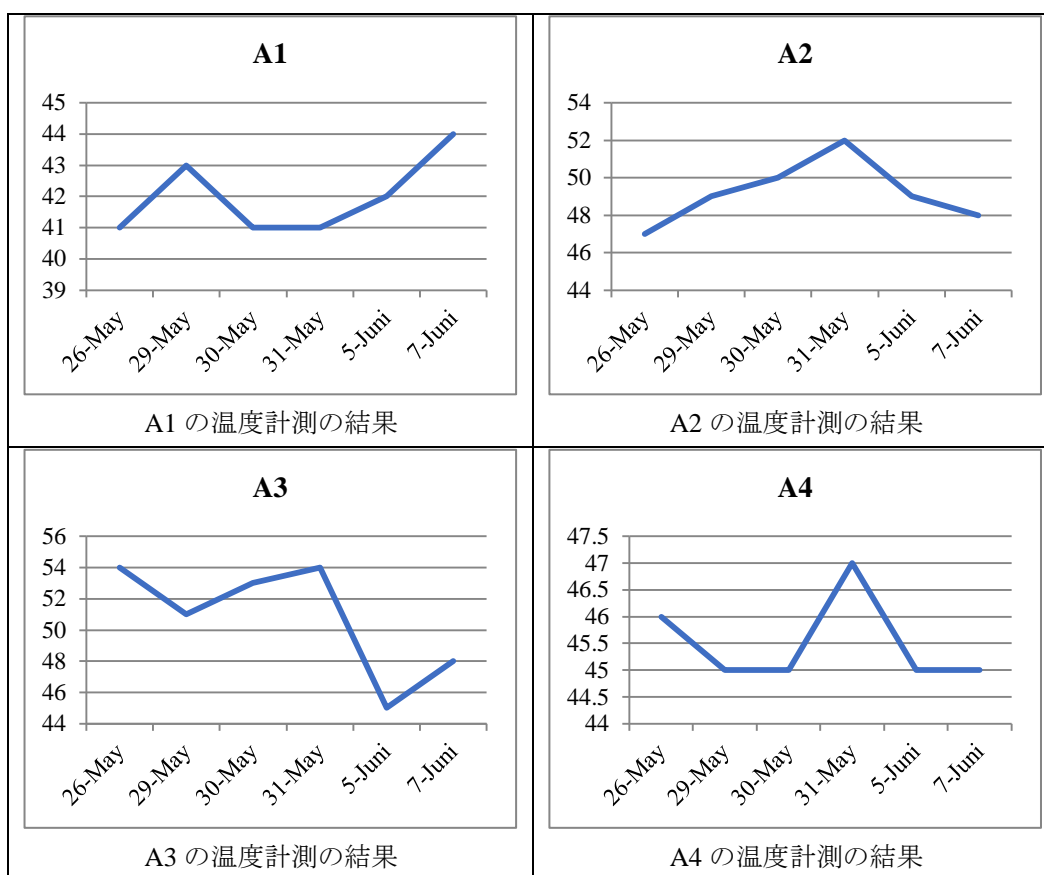


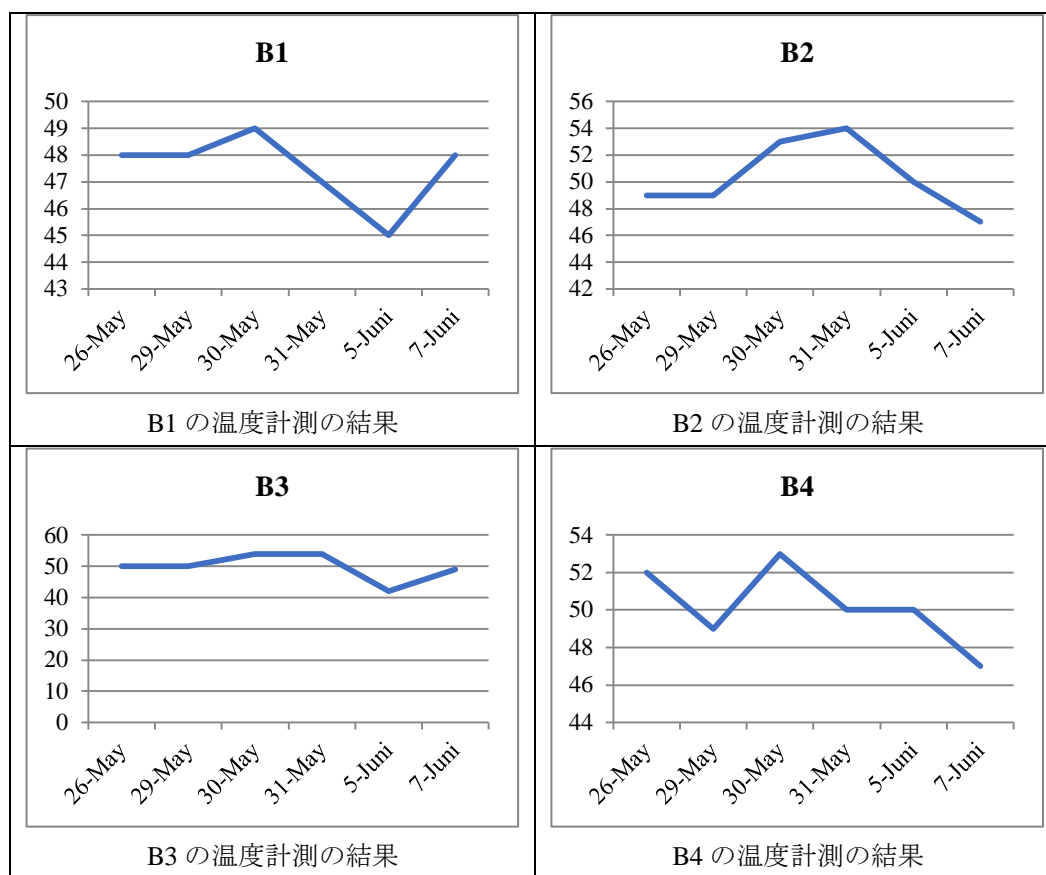
エコウォーターの準備作業③

表 3-10：温度計測の結果

単位 (°C)

日付/検体	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	外気温
26-May	41	47	54	46	48	49	50	52	29
29-May	43	49	51	45	48	49	50	49	26
30-May	41	50	53	45	49	53	54	53	27
31-May	41	52	54	47	47	54	54	50	29
5-Juni	42	49	45	45	45	50	42	50	28
7-Juni	44	48	48	45	48	47	49	47	27
9-Juni	41	50	47	51	40	50	56	53	26





3.3 刈取り後の水草の堆肥化作業における実施体制を検討する。

堆肥化の実証実験においては、PJB チラタ事務所内の計画部（主に新事業などを統括）が、刈取られた水草の搬入、追加有機物の調達、経過データの収集と整理など中心的な役割を担ったが、人的資源の点から、現場清掃、攪拌作業は外部人材であるチカル社社員の協力を得て実施された。なお、今後、事業として堆肥化作業を実施していく上では、CSR 事業を手掛ける環境部がこれを担い、継続的な作業を実施していく体制が望まれるものとなる。事実、乾季に続き、下に示すような雨季における堆肥化実証作業においては、環境部担当が、チカル社社員と協調する形で作業の実施をしており、PJB チラタ事務所内での実施体制整理がなされてきたものと伺い知ることができた。

図 3-13 雨季における堆肥化作業風景



3.4 PJB により堆肥化作業が実施される。

堆肥化実証事業においては、上述のように、水草と様々な有機物と混合させた 8 検体を、乾季と雨季に分けて製作し、それぞれ調査団にて作成した手順書を基に、PJB によって堆肥化実証作業が実施された。また、実験開始後は、標識と温度計を設置し、遠隔でも現場状況のモニタリングが取得データと写真から把握でき、適格な指示が日本の専門家からなされ、適切な時期での攪拌ができるように留意し、継続的な作業ができる体制を整えることができた。

このような体制が維持できた要因としては、PJB 側にこれまで何ら有効利用されてき

ていない水草を、地域住民との良好な関係を継続的に構築していくための一助として堆肥として活用できる選択肢が持ち得るといった点で、大いに関心が醸成され、且つ、刈取り業務の機械化により、これまでチカル社社員が従事していた手刈りによる水草の刈取作業に代わる、意義のある業務として堆肥化作業が認められてきたことにあるのではと拝察された。現に **PJB** チラタ事務所上層では、今事業で仕上がった堆肥を地域住民へ配布する方針を示してきており、これまでも現地にあった関心が互恵的に作業の趣旨とメリットとして合致、認知されたことが、計画通りに作業が実施された要因であったものと考えられた。

3.5 製造された堆肥の有用性を分析し、販売体系の可能性を調査する。

堆肥の有用性の分析

チラタダム湖で行われた堆肥化実証事業の結果、製造された有機肥料の成分分析は、国が定めた Permentan No. 70 Tahun 2011 に沿って、第三者試験・分析機関として登録されているパジャジャラン大学農学部からの協力を得て進めることになった。同大学からの要請では、成分分析に必要なサンプル量は、一検体につき 500g～1kg、堆肥の検体の山から国により認定を受けた資格者によるランダムサンプリングをすることによって、サンプルの採取ポイントが偏らないように工夫する必要があるとのことであった。

表 3-11：堆肥の成分分析結果（乾季分）

Lampiran I Peraturan Menteri Pertanian
No. : 70 Permentan/SR.140/10/2011
Tanggal : 25 Oktober 2011

NO	PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU (Indonesian Standard) REMAH / CURAH		KOMPOS A1	KOMPOS A2	KOMPOS A3	KOMPOS A4	KOMPOS B1	KOMPOS B2	KOMPOS B3	KOMPOS B4
			MURNI min 15	DIPERKAYA MIKROBA min 15								
1	C-Organik (C-org)	%			33.26	35.75	47.92	30.43	36.92	32.91	32.84	34.93
2	C/N Rasio		15-25	15-25	19.34	18.06	30.92	22.54	17.01	21.23	19.20	30.37
3	Bahan Ikutan (Plastik, Kaca, Kerikil)	%	maks 2	maks 2								
4	Kadar air *) (water content)	%	15-25	15-25	18.86	17.96	16.06	15.93	17.92	19.96	16.94	15.96
5	Logam berat (heavy metals) : As Hg Pb Cd	ppm ppm ppm ppm	maks 10 maks 1 maks 50 maks 2	maks 10 maks 1 maks 50 maks 2	<0.01 <0.01 6.54 0.08	<0.01 <0.01 0.76 <0.01	<0.01 <0.01 2.60 <0.01	<0.01 <0.01 3.72 0.03	<0.01 <0.01 2.99 0.27	<0.01 <0.01 1.08 0.10	<0.01 <0.01 0.45 0.09	<0.01 <0.01 0.27 0.03
6	pH	-	4-9	4-9	7.89	8.64	8.63	8.03	8.77	8.81	8.77	8.20
7	Hara makro (Macro Nutrient) (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)	%										
8	Mikrobiai contaminant: - E.Coli - Salmonella sp	MPN/g MPN/g	maks 10 ² maks 10 ²	maks 10 ² maks 10 ²								
9	Microbial Functional : - Penambat N (N-fixer) - Pelarut P (P-solubilizer)	cfu/g cfu/g		min 10 ³ min 10 ³	0.8 X10 ⁹ 1.5 X 10 ⁹	0.9 X10 ⁹ 1.6 X 10 ⁹	1.6 X10 ⁹ 1.2 X 10 ⁹	0.9 X10 ⁹ 4.1 X 10 ⁹	0.7 X10 ⁹ 3.1 X 10 ⁹	1.9 X10 ⁹ 0.7 X 10 ⁹	1.8 X10 ⁹ 1.1 X 10 ⁹	2.4 X10 ⁹ 2.3 X 10 ⁹
10	Ukuran butiran 2-5mm	%										
11	Hara mikro: - Fe total atau - Fe tersedia - Mn - Zn	ppm ppm ppm ppm	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000								
12	Unsur Lain: - La - Ce	ppm ppm	0 0	0 0								

*) Kadar air atas dasar berat basah

Red = Higher than Indonesian standard

(パジャジャラン大学農学部作成)

乾季において実施した堆肥化実証事業により得た堆肥の成分分析の結果は上記のようなものとなったが、インドネシア政府が定める有機肥料成分の許容値内に数値が当てはまり、C/N 値が 20 以下となるものを一定の目安とすると、A1、A2、B1、B3 が選別され、その中でも C-organic 値が比較的高く、機能性細菌の数もバランスよく存在している A2 が最良の成分となっているとの結果を得た。なお、いずれの検体においても、重金属含有量は許容範囲内となる結果となった。

表 3-12 : 堆肥の成分分析結果（雨季分）

Lampiran IPeraturan MenteriPertanian
No.:70/Permentan/SR.140/10/2011
Tanggal:25 Oktober2011

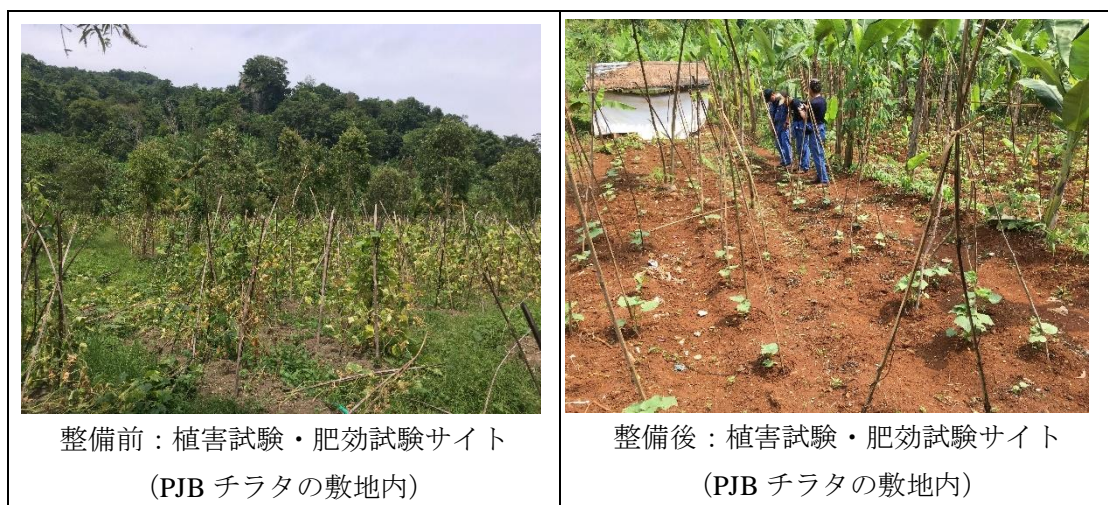
NO	PARAMETER	STANDAR MUTU (Indonesian Standard)			KOMPOS	KOMPOS	KOMPOS	KOMPOS	KOMPOS	KOMPOS	KOMPOS	KOMPOS
		SATUAN	REMAH /CURAH		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
			MURNI	DIPERKAYA MIKROBA								
1	C-Organik (C-org)	%	min15	min15	13.09	16.19	12.2	10.8	11.58	17.06	13.47	11.93
2	C/N Rasio		15-25	15-25	12.71	11.82	11.84	13.34	12.32	11.93	12.14	13.87
3	Bahan Ikutan (Plastik,Kaca, Kerikil)	%	maks 2	maks 2								
4	Kadar air *) (water content)	%	15-25	15-25	9.68	11.68	10.28	12.16	10.94	12.77	10.85	9.56
5	Logamberat(heavy metals) :											
	As	ppm	maks 10	maks 10	<0.01	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00
	Hg	ppm	maks 1	maks 1	<0.01	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00
	Pb	ppm	maks 50	maks 50	35.11	15.95	22.59	12.82	11.86	10.29	12.57	15.88
	Cd	ppm	maks 2	maks 2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	pH	-	4-9	4-9	8.45	8.43	8.36	8.34	8.22	8.42	8.12	8.11
7	Hara makro (Macro Nutrient) (N+P2O5+K2O)	%										
8	Mikrobiai contaminant: - E.Coli - Salmonella sp	MPN/g MPN/g	maks 102 maks 102	maks 102 maks 102								
9	Microbial Functional : -PenambatN (N-fixer) -PelarutP(P-solubilizer)	cfu/g cfu/g	min103 min103		1.1 X10 ⁴ 9.6 X10 ⁷	1.1 X10 ⁹ 0	4.6 X10 ⁹ 2.0 X10 ⁴	1.1 X10 ⁹ 1.4 X10 ⁷	4.6 X10 ⁴ 0	2.4 X10 ⁴ 7.0 X10 ⁷	1.1 X10 ⁹ 1.4 X10 ⁷	1.1 X10 ⁹ 3.75 X10 ⁴
10	Ukuran butiran 2-5mm	%										
11	Hara mikro: - Fe totalatau - Fe tersedia - Mn - Zn	ppm ppm ppm ppm	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000								
12	Unsur Lain: - La - Ce	ppm ppm	0 0	0 0								

*) Kadar air atas dasar beratbasah
Red = Higher than Indonesian strandard

(パジャジャラン大学農学部作成)

また、実際に植物に施肥した際にどのような影響を与えるのかを観察する植害試験・肥効試験の実施に際しては、インドネシアにあっては方法が厳密に決まっているわけではなく、植物の育成期間・時期（葉物であれば2週間から1か月、パームヤシでは3～6か月といった具合）により、様々な方法がとりえるとのことである。よって、今次の有効性評価試験に際しては、大学側のアドバイスもあり、PJBの敷地内において、実施しうるレベル（期間、広さ）を協議し、以下のような植害試験・肥効試験を実施した。

図 3-14 : 植害試験・肥効試験サイト状況



(JICA 調査団作成)

テストサイトは PJB の敷地内にある圃場を選定し、100m ごとに、ナッツ豆・キュウリの 2 種類の野菜を用いて、チラタで刈り取られたホテアオイを用いて作った堆肥の投下有無で、その効果を評価する手法を採用することで合意した。なお、この作業にあたって、パジャジャラン大学のシママタ教授の指導・助言を仰いでいる。

表 3-13 : 植害試験・肥効試験の結果

A. 植害試験

A1. ホテアオイ肥料の施肥効果

植物	経過日数 (cm)				
	7 HST (28/03/18)	14 HST (3/4/18)	21 HST (10/4/18)	28 HST	35 HST
1	15	29	60		
2	13	26	31		
3	22	31	45		
4	18	33	35		
5	19	28	40		
6	15	30	55		
平均	17	29,5	44,3		

A2. 施肥なしの場合

植物	経過日数 (cm)				
	7 HST (28/03/18)	14 HST (3/4/18)	21 HST (10/4/18)	28 HST	35 HST
1	14	27	29		
2	15	25	25		
3	17	20	27		
4	15	23	18		
5	15	17	20		
6	18	17	23		
平均	15,7	21,5	23,7		

HST : 植え付け後の日数

(パジャジャラン大学農学部作成)

B. 葉数の観測

B.1 ホテアオイ肥料の施肥効果

植物	経過日数 (枚)				
	7 HST (28/03/18)	14 HST (3/4/18)	21 HST (10/4/18)	28 HST	35 HST
1	2	5	14		
2	2	5	13		
3	2	5	20		
4	2	8	15		
5	2	6	12		
6	2	9	13		
平均	2	6	15		

B.2 施肥なしの場合

植物	経過日数 (枚)				
	7 HST (28/03/18)	14 HST (3/4/18)	21 HST (10/4/18)	28 HST	35 HST
1	2	6	11		
2	2	6	10		
3	2	4	10		
4	2	5	13		
5	2	2	8		
6	2	3	14		
平均	2	4	11		

図 3-15 : 植害試験・肥効試験風景



植害試験・肥効試験に用いたビーン豆ときゅうりの種



植害試験・肥効試験の様子①



植害試験・肥効試験の様子②



植害試験・肥効試験の様子③



ナッツ豆、2018年4月10日時点
(3月21日植栽)



キュウリ、2018年4月10日時点
(3月21日植栽)



ナッツ豆、2018年4月10日時点
(3月21日植栽)



キュウリ、2018年4月10日時点
(3月21日植栽)

(パジャジャラン大学農学部作成)

植害試験・肥効試験の結果は、上表に示す通りであるが、ナッツ豆・キュウリ共に、植物の生長（cm）、葉の枚数それぞれにおいて施肥の有無による違いが確認でき、いずれも施肥をした方が植物の生育にプラスの効果が認められることが確認された。

販売体系の可能性

なお、有機肥料の販路の可能性については、有機肥料の購入者として有力な候補となる、Pupuk Indonesia 社傘下の Pupuk Kujang 社⁴を訪問し、同社における有機肥料の購入に対する関心を聴取した。その結果、補助金スキームを用いた有機肥料の販売体系を模索する場合、商品の原料調達採用に当たっては、Pupuk Indonesia 社からの承認が必要となることが判明し、一方で、Pupuk Indonesia 社からの補助金を用いない、Pupuk Kujang 社独自の商品であれば、その原料採用に当たっては独自の裁量で決定できるとのことであった。具体的には、Excow という粒状の有機肥料は、Pupuk Kujang 社独自の開発商品で、外部委託している有機肥料原料の製造に際しても、独自に定めた微生物を使うよう指導しており、同社で実施する評価分析⁵結果によっては、導入に前向きな見解が窺い知れた。

また、普及実証事業後を見据えた、有機肥料事業については、国が進める有機肥料の促進スキームに従って、パートナー（生産組合）といわれる団体から、粒状化された有機肥料を IDR 1,750/kg で購入し、これを IDR 500/kg で農民へ販売していく補助金制度があり、この販売体系の利用についても検討の余地があるものと考えられる。ただし、使用用途としては、Food Crop のみに限定され、このスキームにおいて、West Java 域内で、18,000 トン/年の提供を行ってきているものの、供給過多の状態であり、この補助金スキーム下での新たな生産組合の導入には慎重にならざるを得ない状況があることも事実として受け止める必要がある。一方で、Excow についても IDR 1,750/kg で調達をしているが、IDR 2,500～3,000/kg で、主に、花卉などの園芸作物プランテーション向けに販売してきており（販売量は 350 トン/年程度）、Pupuk Kujang 社としては、有機肥料の評価次第では、直接の調達も視野に入るとの見解であった。

なお、NPK の市場としては、補助金を用いた製品（15:15:15）と、用いない製品（30:6:8）があり、それぞれ IDR 3,500/kg、IDR 8,000/kg で販売を行っている。ただ、パーム油、ゴム、茶などのプランテーションでは、補助金価格での購入はできない制度となっているとされている。この化成肥料市場に関しては、Pupuk Kujang 社としては、従来の化成肥料単体での販売ではなく、有機肥料との複合商品（有機化成肥料）の研究開発を進めており、この点でも、微生物を多く含む有機肥料の商品価値に着目している。

4 同社では、NPK（窒素、リン酸、カリウムを配合した複合化成肥料）に微生物が豊富な有機肥料を混合し、新商品となる有機化成肥料の開発に取り組んでいる。用途としては、マンゴー、オレンジ、ぶどう、メロン、茶畑などのプランテーションなどが考えられている。

5 植害試験・肥効試験についても独自の圃場で実施してきており、米の場合（9月～10月が植え付けの時期）、500kg/ha、唐辛子・とまと・トウモロコシであれば 1kg/m² の投入を行うとのことであった。

よって、共同での有機化成肥料の開発ができるようであれば、この市場に対して、原料供給の点で、本事業で製造される有機肥料を提供していく販路も視野に入れることができるものと考えられた⁶。

3.6 PJB が担う CSR 事業として展開することを想定し、現地市場および規格に適合した品質の製造計画および事業計画を PJB に対し提言する。

現時点で、PJB チラタでは、地域住民も含め、刈取ったホテイアオイの有効利用をこれといってしてきておらず、堆肥化には大いに関心を払ってきており、担当部署（計画部、のちに環境部）を設け、本普及実証事業後の作業やモニタリング等において、パジャジャラン大学や Pupuk Kujang 社との間で必要な連絡を取っていける関係の構築が本件事業を通じて為されている。

また、刈取り後のホテイアオイの堆肥化完了までに要する時間が、現状では 4 ヶ月と自然発酵の形では時間を要するため、場所を占有する時間が長く、次々持ち込まれるホテイアオイを処理しきれていないという実態があり、この堆肥化完了までにかかる時間を短縮する、さらにインドネシアにおける有機肥料の規格に適合する堆肥製造を行っていくため、一定の堆肥成分の品質を保持するために細菌類の状態をコントロールできるプラント設備の導入策についても議論がなされた。この際、中央集約的に大型プラントで処理をするのか、地域分散型で小規模プラントを数か所、ダム周辺に対置するのか、PJB に対して提案し、CSR 事業計画の持続可能性を試算し、今後の予算化に向けての内部協議に資する資料提供・提言を行うなどの支援活動を実施した。

表 3-14：水草堆肥化にかかる CSR 事業計画案

(US\$)	1	2	3	4	5	6	7	8
Cash IN								
Investment	100,000							
Financial assistance (PJB CSR Fund)		70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000
Sales								
(10tx (300 days/14 days)) x US\$ 110		23,540	23,540	23,540	23,540	23,540	23,540	23,540
	100,000	93,540	93,540	93,540	93,540	93,540	93,540	93,540
Cash OUT								
Property, Plant & Equipment	100,000							
O & M								
Labor (US\$9 x 20 people X 300 days)		54,000	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000	54,000
Plant & Equipment operation		20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
	100,000	74,000	74,000	74,000	74,000	74,000	74,000	74,000
Balance	-100,000	19,540	19,540	19,540	19,540	19,540	19,540	19,540
FRR	9%							

(JICA 調査団作成)

6 既存の化成肥料購入者からすると、化成肥料のみの投入では、作物自身の栄養吸収性が、土壌の肥沃度が低下することによって弱まる現象に対し、有機肥料を投下することで、土中微生物の働きが活性化して土壌改良が進み、結果的に化学肥料が過剰施肥とはならず、効率的な投下効果が得られるといった効果、また化学肥料の投下量を少なくしても健全な効果が得られるといった、経済便益を受けることができるようになる。

活動 4. 普及活動およびビジネス展開計画の策定

4.1 本邦受入活動を行う。

本邦受入活動は、トンダノ湖のある北スラウェシ州知事のブレインでもあるサムラトランギ大学の教授、ほかリンボット湖のあるゴロンタロ州に影響力を持つ州議会議員、更に代理店候補からの合計3名を招聘し、2018年7月8日～13日の5日間の行程で実施した。活動の目標としては、水草除去船の優位性および堆肥化技術の有効性に対する理解を深め、自然湖沼・ダム湖での適用方法を検討することと設定し、次の項目を活動内容とした。

- 1) 当社の事業概要や製品に対する理解を深める。
- 2) 機材の構造説明や操縦体験を通じて優位性を理解する。
- 3) 日本での水域環境問題を理解する。
- 4) 刈取後の水草の堆肥化技術・製造方法を理解する。
- 5) 1)～4)を踏まえ、自然湖沼での適用可能性・適用方法を検討する。

参加者は、以下のとおり。

氏名	所属	役職
Mr. Bart Yosephus Kalalo SENDUK	Public Affairs office of North Sulawesi Province Government	Governor advisor for development and planning
Mr. Kakaskasen Andreas ROEROE	Sam Ratulangi University	Associate Professor
Mr. Kiki Nurjaman	PT Ultratex Indonesia	Sales Manager

日程は、以下のとおり。

日付	行程
7/7 (土)	18:50 マナド発 21:10 ジャカルタ着 GA627 23:20 ジャカルタ発 GA888
7/8 (日)	08:50 関空着 10:00 ノダック・本社 会社概要・事業説明・施工事例紹介等
7/9 (月)	13:00 三方湖見学・WH-1800 操船ガイダンス・操船体験・堆肥化ヤード見学
7/10 (火)	08:30 三方湖危険予知活動・現場施工見学・操船施工体験 11:00 NPO 世界に誇るラムサール湿地三方五湖を育む会・三方湖の水草問題
7/11 (水)	10:30 ノダック(株)中部事業所着 工場見学 マシンメンテナンスラボ見学
7/12 (木)	09:00 琵琶湖にてマシン試操ヤード見学・過去の施工現場見学 14:00 京都府・過去の施工現場見学 23:25 関空発 SQ623
7/13 (金)	05:05 シンガポール着 SQ950 06:20 シンガポール発 07:05 ジャカルタ着 SQ5274 09:45 シンガポール発 13:15 マナド着

水草除去船については、簡易な操作性が高く評価され、機械の構造や効率性に対する理解が深まったとの評価を受けた。具体的な質問やコメントは以下のとおり。

- 搭載エンジンのメーカー、能力の確認
- 燃料タンクの容量、燃費の確認
- 日本での水草除去船の利用年数
- 漁船による水草搬送時の積載量や搬送回数

また、堆肥化については、三方湖の施工が当初予定より遅れたこともあり、実際の堆肥化のプロセスを見学することは出来なかったが、陸揚げされた水草の仮置き場（堆肥化ヤード）を見学し、その場において、堆肥化のプロセスについて説明を受けた。

さらに、日本の自然湖沼における業務発注形態についてや、三方湖の水草問題の経緯について等を直接、発注者の福井県案件環境部の担当課長からと NPO 三方五湖を育む会の理事長から、その変遷の中での政策や取組などについて話を聞く機会を得て、トンダノ湖やリンボット湖の問題と照らし合わせ、水草除去船の導入についての購入形態や委託業務のあり方についても州や県と検討する指針が明確になったという意見も出た。

なお、今回、三方湖において様々な事例や講話をして頂いた関係機関は以下のとおり。

- 福井県安全環境部自然環境課：福井県の三方湖における取組み
- NPO 世界に誇るラムサール湿地三方五湖を育む会：三方湖の水草問題について
- リファインホールディングス(株) 経営企画本部：印旛沼の水草問題について

* 上記予定にて3名を招聘する予定であったが、直前にバート議員が来日出来なくなり、議員のみ、別途、7月26日～27日の2日間で以下の活動を実施した。

バート議員：北スラウェシ州選出の議員であり、政権与党 No.3 オーリー州知事のブレインでもあり、ゴロンタロ州（リンボット湖）へのウィードハンターの導入を計画。試験中の新モデル・GM-5000 の操船体験を、試験操作を繰り返し行っている埼玉県戸田公園・戸田漕艇場にて行った。合わせて、リンボット湖・トンダノ湖のような大型湖沼での施工事例を見学、体験してもらうために、猪苗代湖の施工現場も訪問した。

日程表 1

受入詳細計画表（兼受入詳細計画表（実績版））									
案件名：		インドネシア国ダム湖の水草除去マネジメント向上普及・実証事業							
受入期間：		2018/7/7	～	2018/7/13	参加人数：		3 人		
目標（注１） 水草除去船の効率性および堆肥化技術の有効性に対する理解を深め、現地での購入、導入意欲を高める。									
① 提案者の事業概要や製品に対する理解を深める。 ② 機材の構造説明や操縦体験を通じて優位性を理解する。 項目（注２） ③ 日本での水域環境問題を理解する。 ④ 刈取後の水草の堆肥化技術・製造方法を理解する。 ⑤ ①～④を踏まえ、自然湖沼での適用可能性・適用方法を検討する。									
（注１） 本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでいただくのか目標を記載してください。 （注２） 本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。									
日付	時刻	形態	受入活動内容	講師又は見学先担当者等			講師 使用 言語	活動場所	宿泊先
				氏名	所属先及び職位	連絡先			
7/7(土)	18:50 ～ 21:10		マナド/ジャカルタ着：GA627						
	23:20 ～		ジャカルタ/関空着：GA888						
7/8(日)	～ 8:15		ジャカルタ/関空着：GA888	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	090-2180-0902			
	9:30 ～ 11:00		移動（関空～大阪）	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	06-6841-1512		大阪府 豊中市	
	11:00 ～ 16:00	講義	会社概要紹介@ノダック株式会社	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	06-6841-1512	英語	大阪府 豊中市	大阪府 伊丹市
7/9(月)	8:30 ～ 12:00		移動（大阪～三方湖）	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	090-2180-0902		福井県 若狭町	
	13:00 ～ 16:00	実習	三方湖施工見学 操船体験	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	090-2180-0902	英語	福井県 若狭町	福井県 若狭町
7/10(火)	8:30 ～ 12:00	実習	三方湖現場見学、操船体験、陸揚地・乾燥堆肥化ヤード	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	090-2180-0902	英語	福井県 若狭町	
	13:30 ～ 16:00	講義	NPO・三方五湖を育む会・三方五湖における水草問題について	千田千代和	NPO三方五湖を育む会 副理事長	0770-45-0005	英語	福井県 若狭町	福井県 若狭町
7/11(水)	8:00 ～ 10:30		移動（若狭～大垣）	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	090-2180-0902			
	10:30 ～ 15:00	講義	ノダック株式会社事業所工場マシン見学、操作研修	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	0584-89-0320	英語	岐阜県 大垣市	
	15:00 ～ 17:00		移動（大垣～大津）	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社事業所 所長代行 企画本部長	0584-89-0320			滋賀県 大津市
7/12(木)	8:30 ～ 16:00	見学	琵琶湖施工見学	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	090-2180-0902	英語	滋賀県 大津市	
	17:00 ～ 20:00		移動（琵琶湖～関空）	金岩紀彦 藤崎敦士	ノダック株式会社 第25営業部・副長	090-2180-0902	英語		
	23:25 ～		関空/シンガポール着：SQ623	金岩紀彦 藤崎敦士	関空送迎	090-2180-0902			機中泊
7/13(金)	～ 5:05		関空/シンガポール着：SQ623						
	6:20 ～ 7:05		シンガポール/ジャカルタ着：SQ950						
	9:45 ～ 13:15		シンガポール/マナド着：MI274(SQ5274)						

日程表 2

受入詳細計画表（兼受入詳細計画表（実績版））									
案件名：		インドネシア国ダム湖の水草除去マネジメント向上普及・実証事業							
受入期間：		2018/7/25	～	2018/7/26	参加人数：		1 人		
目標（注１） 水草除去船の効率性および有効性に対する理解を深め、現地での購入、導入意欲を高める。 ① 提案者の事業概要や製品に対する理解を深める。 ② 海外大型湖沼用新モデルGM-5000の構造説明や操縦体験を通じて優位性を理解する。 ③ 日本の大型湖沼での施工方法を理解する。 ④ 日本での水域環境問題を理解する。 ⑤①～④を踏まえ、自然湖沼での適用可能性・適用方法を検討する。									
項目（注２） （注１） 本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでいたのか目標を記載してください。 （注２） 本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。									
日付	時刻	形態	受入活動内容	講師又は見学先担当者等			講師 使用 言語	活動場所	宿泊先
				氏名	所属先及び職位	連絡先			
7/24(火)	18:50 ～ 21:10		マナド/ジャカルタ着：GA627						
	23:40 ～		ジャカルタ/羽田着：GA874						機中泊
7/25(水)	～ 8:50		ジャカルタ/羽田着：GA874	金岩紀彦	ノダック株式会社 企画本部長	090-2180-0902			
	11:00 ～ 13:00		移動（羽田～戸田公園）	金岩紀彦	ノダック株式会社 企画本部長	090-2180-0902		埼玉県 戸田市	
	13:00 ～ 16:00	実習	GM-5000・WH-2400操船体験	金岩紀彦 井上佳幸	ノダック株式会社 企画本部長 関東事業所・所長	06-6841-1512	英語	埼玉県 戸田市	
	16:00 ～ 19:00		移動（戸田公園～郡山市）	金岩紀彦	ノダック株式会社 企画本部長	090-2180-0902			福島県 郡山市
7/26(木)	8:00 ～ 9:00		移動（郡山市～猪苗代湖）	金岩紀彦	ノダック株式会社 企画本部長	090-2180-0902			
	9:00 ～ 16:00	実習	猪苗代湖施工見学 操船体験	金岩紀彦 井裡拓哉	ノダック株式会社 企画本部長 関東事業所	090-2180-0902	英語	福島県 猪苗代市	
	16:00 ～ 20:00		移動（猪苗代湖～羽田）	金岩紀彦	ノダック株式会社 企画本部長	090-2180-0902			
	22:55 ～		羽田/シンガポール着：SQ635						機中泊
7/27(金)	～ 4:55		羽田/シンガポール着：SQ635						
	9:45 ～ 13:15		シンガポール/マナド着：SQ527						



ノダック株式会社にて会社概要紹介



操船体験：三方湖①



操船体験：三方湖②



操船体験：三方湖③



操船体験：三方湖④



NPO 三方五湖を育む会 講義



ノダックメンテナンス工場見学



琵琶湖水草繁茂状況視察



TBM、危険予知活動：猪苗代湖



操船体験：猪苗代湖



操船体験：戸田公園



会社概要・国内施工事例・発注形態等説明

4.2 水草除去船の需要家として見込まれるエンドユーザーを対象に、総合的な水草マネジメント手法のデモンストレーションおよびセミナーを実施する。

2018年5月にデモンストレーションを以下のような内容で企画し、PLN、PJB 本社、PJB チラタ事務所、在インドネシア日本大使館、公共事業・国民住宅省/JICA 専門家、インドネシアパワー本社、インドネシアパワー・サグリンダム事務所、プリスティン社、サムラトランギ大学、パジャジャラン大学、Pupuk Kujang 社、ハンケンインドネシア、Batam Indonesia Free Zone Authority (BIFZA)、JICA インドネシア事務所等から合計 48 名の出席者を得て実施した。

イベントは午前（講演）と午後（実演）で活動を違えた内容とし、前半のセミナーの式次第は以下の通り執り行った。スピーチの内容として、PJB 本部、チラタ事務所からの見解として、本普及実証事業によって導入された WH-3000 は、現場環境に適合した形で成功裏にした運用され、効率的な水草除去に資する結果をもたらしていることに対する謝辞が示されるとともに、中国船、ドイツ船、WH-3000（日本製）との比較評価を通じて、WH-3000 の優位性が語られた点が大いに本事業による成果として特記すべきであると考えている。また PJB からは、本事業後においても、引き続き運用技能研修や保守管理といったアフターサービスなどに関する関心、要請がなされた。なお、刈取り後の水草処理策として、堆肥化実証事業の結果が、パジャジャラン大学の

シマラマ教授より為され、チラタでの有機コンポスト生産によるエコフレンドリーな農業体系が地域住民との連携により可能になる主旨の説明がされた。さらに、セミナー終盤には、一連の操船・保守訓練を終了した PJB チラタ事務所スタッフに対し、研修完了証明書の授与式典も設けられた。

図 3-16：セミナーの式次第

10:45	Opening Remark by Mr. Muhammad Munir, PT.PJB Headquater
10:55	Welcome Speech by Mr. Wawan Darmawan , Head of PJB Cirata
11:00	Welcome Speech by Mr. Hiroshi Murata, JICA Indonesia Office
11:05	Presentation by Jun Hayakawa (P.U. Directorate General of Water Resources; JICA Expert)
11:20	Presentation by Mr. Norihiko Kaneiwa (Executive Officer), Nodak
11:50	Presentation by Prof. Dr. Tualar Simarmata, Faculty of Agriculture of Padjadjaran Univesity
12:05	Distribution of Managing Certification to PJB Cirata Staff
12:15	Lunch Break (move to Boat House)
13:30	Field Demonstration at Cirata Dam Boat House
15:00	Closing Speech by Mr. Makoto Mori, Nodak

(JICA 調査団作成)

イベントの後半に執り行われたチラタダム湖内現場でのデモンストレーションに際しては、ゾナバハヤにて、参加者に実際に WH-3000 に試乗、操船体験を実施してもらい、その操作性、機動性、刈取り能力を直に認知してもらうような工夫を施した。これらへの参加者からは、“機械刈取りの講演・実演を触れこれまで自分たちが行ってきた手刈りやバックホーによる手法とは違う革新的な手法を学ぶことができた”、“多量に出る水草を用いた減容化策として有機堆肥の可能性が理解できた”、“水草刈取り作業の機械化に関心が生まれた”などのヒアリング結果を得ることができた。さらに PLN、PJB からは、機械刈取り方式の積極的な導入、それに合わせた実施体制づくりに関する意思表示・奨励などが公共事業・国民住宅省、インドネシアパワーほか参加者に対して発信され、関係スタッフから主体的な姿勢が引き出せたことは、今後の水草除去船の市場普及により高い期待が見込め、またこれまでの活動が功を奏しているものと思われた。

図 3-17：セミナー・現場デモの様子



4.3 水草除去船およびメンテナンスに係る現地パートナー候補を調査する。

非公開

4.4 将来の展開に向け現地適合性を高めるため、水草除去船のカスタマイズおよびコストダウンの可能性を検討する。

非公開

4.5 水草マネジメント手法に係るビジネスモデルおよび普及可能性を検討する。

非公開

(2) 事業目的の達成状況

本件普及実証事業完了時点での事業目的達成の判断について、それぞれの成果毎に以下のようにまとめた。

表 3-15：活動項目毎の達成状況

活動項目	達成状況
【成果1】水草除去船を使用した PJB 管理下のダム湖における効率的な水草マネジメント手法の実証活動およびノウハウ（機械操作/メンテナンス手法等）の PJB への移転	
(1-1) 水草除去船を製造・輸送・搬入する。	<ul style="list-style-type: none"> 日本での設計・製造・動作試験の後、インドネシアへの輸出、現地での輸入手続き及びダムサイトへの搬入までを実施した。なお工程に遅れもなく、進捗管理に問題は認められなかった。
(1-2) PJB と共に実証期間中の水草刈取計画を策定する。	<ul style="list-style-type: none"> 実証事業における実証試験の具体的方法・計画について PJB と事前に協議し、機材・人材の投入計画を作成し、毎度の渡航時に共有した。 現場での水草繁茂状況の確認と共に、堆肥化実証作業との兼ね合いを図りつつ、PJB との間で事前に作業内容につき合意を取り付ける手続きを踏む活動を実施した。
(1-3) ダム湖において水草除去船を使用した機械化による水草の刈取り作業のデモンストレーション及び PJB への技術指導を行う。	<ul style="list-style-type: none"> PJB への技術指導として、PJB の主担当者とオペレータ候補生 6 名への操船指導を実施した。 実際の刈取り作業を通じて質疑応答にも丁寧に対応するように心がけ、始業前点検から係留を解いて作業を開始し、作業後に係留して日常点検を行うまでの一連の作業をオペレータ候補生のみで実施できるようになった。 現地渡航毎に PJB オペレータの操作能力は、惰性での移動量や船への搬出方法、風向きに対して WH-3000 を立てるなど上達しており、指導の効果が発揮されてきたものと確認された。
(1-4) 水草除去船のメンテナンス方法を PJB へ指導する。	<ul style="list-style-type: none"> コンベアベルトの張り具合、パドル調整、作業油点検、冷却配管・ヘッドシリンダーからの油漏れ、ラジエーターファンの破損時の対応、作動油交換、作動油フィルター・エアフィルター交換、コンベアベルトの変形部交換、調整バルブのイモネジ脱落分の補填、移動時の各バルブの出力調整など、多岐にわたるメンテナンス方法の指導を行った。 一連の実技指導を受けた主担当者とオペレータ候補生 6

活動項目	達成状況
	名に対して、彼らの操船・刈取作業技術力及びメンテナンス知識と能力を評し、研修完了証を当方より発行するに至っている。
(1-5) ダム湖において PJB により水草除去船を使用した水草の刈取り作業が実施され、技術的および運用上の適合性を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 手刈り、WH-3000（日本製除去船）、中国船、ドイツ船について、能率試験を実施した。 ・ その結果から、搬出量については、収容容量も大きい WH-3000 が他の除去船を凌駕し、時間当たりの搬出量についても同様、最も能率よく水草の搬出が行えることが確認できた。
【成果 2】水草除去船の導入効果の測定および水草除去船を使用した水草マネジメント手法（水草刈取計画含む）の立案	
(2-1) PJB 管理下のダム湖における水草除去船の導入前後の維持管理コストデータを比較分析し、導入効果を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 手刈りと各除去船の導入効果を比較分析した。 ・ 水草除去費用を試算すると、人力による場合と比べ、1 トン当たりの刈取に掛かる費用は WH-3000 では半分以下に抑えることができ（※）、他の除去船と比較しても水草除去費用の削減効果が高いものとして確認された。 ※人力による場合、1 トン当たりの刈取に掛かる費用としては、Rp.76,412（587 円程度）となり、これをベースラインデータとして 1 と仮定すると、他の機械刈取り方式による除去船を用いた場合と比較して、WH-3000 では 0.48、中国船で 0.62、ドイツ船で 0.82 となり、WH-3000 による水草除去費用がもっともコスト削減効果が高いものとして確認された（表 3-4 参照）。
(2-2) ダム湖周辺漁民へ聞き取り調査を行い、漁船の航行障害及び漁船の故障頻度等の改善効果を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2015 年の案件調査時に実施した住民・漁民へのインタビューと同様の調査を、合計 100 名を対象に実施した。 ・ 調査を経て集計したインタビュー結果からは、水草に起因した事象からの影響深度の軽減効果は認められず、極めて深刻な影響が引き続き漁民・住民に対して及ぼされていることが確認された。 ・ 只、除去船の導入から 1 年しか経過しておらず、影響度合いの変化について結論を出すことは難しく最低 3 ヶ年程度継続調査を行い実証する必要がある。
(2-3) PJB と共に水草刈取計画案の策定および新業務実施体制を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ PJB チラタ事務所より、現行の水草刈取作業状況にかかるデータ提供及び聴き取りにより水草刈取活動の状況を把握した。 ・ 共有された情報とデータを基に、水草刈取計画案の策定

活動項目	達成状況
	と新業務実施体制の検討を行った。
(2-4) 提案製品・技術の導入効果を持続させるため、最適な水草マネジメント手法を PJB と共に検討する。	<ul style="list-style-type: none"> 水草マネジメント手法として、除去船の仕様・運用については、PJB との間で以下のような事項につき提案、検討がなされた。 コンベヤの構造・仕様は、現行仕様のままとした。 躯体サイズ・水草搬出容量などについても、広大な湖水面積を有し且つ生け簀などの障害物が多く設置されているチラタダム湖であっても、日本製としては最大の開口部を持つ WH-3000 が最適で、十分に水草除去作業ができることが実証できた。 また機械刈取りの場合は、除去船内タンクに貯められた水草の搬出に際し、移動時間の削減のため、日本式の漁船などの小舟に移し替える作業を湖面で行う工程を合わせて導入、普及させていけるような実施体制が必要となる。
【成果 3】刈取り後の水草の適切な処理方法の一つとして、堆肥化の検証活動および堆肥化事業計画の提言	
(3-1) 堆肥化するための投入材と投入量の組み合わせの検討を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 堆肥化実証実験に用いる検体の山を製作するにあたり、それぞれ投入材を違えて、どの組み合わせの堆肥が最も有用性が見いだせるのか分析できるような手法を検討した。
(3-2) 定期的な攪拌作業等を含めた堆肥化技術の指導を PJB に対し実施する。	<ul style="list-style-type: none"> 微生物による有機物（ホテイアオイ）の発酵分解が効率的・生産的に行われるよう、定期的なモニタリング作業の指示を行い、作業状況が日本側チームと共有されるフォローアップ体制が確立された。 なお、温度計測の結果から検体の発酵が順調に進んでいたこと、また低温域へ移行してきたところで、攪拌の頻度を下げるタイミングの指示など、堆肥化技術を遠隔指導する形においても作業をスムーズに実施することができた。
(3-3) 刈取り後の水草の堆肥化作業における実施体制を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> 今後、事業として堆肥化作業を CSR 事業として実施していく上で、当該事業を手掛ける環境部がこれを担い、継続的な作業を実施していく体制が構築された。
(3-4) PJB により堆肥化作業が実施される。	<ul style="list-style-type: none"> 堆肥化作業では、標識と温度計が検体ごとに設置され、遠隔でも現場状況のモニタリングが取得データと写真

活動項目	達成状況
	から把握でき、適格な指示が日本の専門家からなされ、適切な時期での攪拌ができるように留意し、継続的な作業ができる体制を整えることができた。
(3-5) 製造された堆肥の有用性を分析し、販売体系の可能性を調査する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ インドネシアにおける有機肥料規格に即した分析を実施し、水草（ホテイアオイ）を主原料とする堆肥はそれを満たし、有用な成分を含有することが確認された。 ・ 実際に植物に施肥した際にどのような影響を与えるのかを観察する植害試験・肥効試験を実施し、植物の育成に同堆肥がプラスの効果をもたらすことが認められた。 ・ なお、有機肥料の販路の可能性について、Pupuk Kujang 社からの前向きな反応を受けるに至っている。
(3-6) PJB が担う CSR 事業として展開することを想定し、現地市場および規格に適合した品質の製造計画および事業計画を PJB に対し提言する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ PJB に対して堆肥化完了までにかかる時間を短縮し、さらに一定の堆肥成分の品質を保持するために細菌類の状態をコントロールできるプラント設備の導入策につき提案し、CSR 事業計画の持続可能性について、今後の予算化に向けての内部協議に資する資料提供・提言を行うなどの支援活動を実施した。
【成果 4】普及活動およびビジネス展開計画の策定	
(4-1) 本邦受入活動を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2018 年 7 月に北スラウェシ州選出の議員、サムラトランギ大学教授、代理店候補社・営業マネージャーの 3 名を招聘した。本邦受入活動を通じて参加者からは、マシンについての理解し、日本での業務の発注形態、水草問題の取り組み等について理解を深めることができたとのアンケート結果を得た。
(4-2) 水草除去船の需要家として見込まれるエンドユーザーを対象に、総合的な水草マネジメント手法のデモンストレーションおよびセミナーを実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2018 年 5 月に水草除去船に関する講演と実演活動を含むセミナーを企画し、C/P 機関、他自然湖沼やダム湖を管理するインドネシア政府関係機関、在インドネシア日本大使館、民間企業や大学関係者等、合計 48 名の出席者を得て成功裏に実施した。
(4-3) 水草除去船およびメンテナンスに係る現地パートナー候補を調査する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 普及実証事業を通じ、訪問・面会・調査した計 6 社の内、最終的に、水陸両用重機を製造・販売しているウルトラトレックス・インドネシア社を最終代理店候補として、代理店契約、E カタログ登録、在庫・実績としての WH-2400 の購入に向け、諸条件を詰めている段階であ

活動項目	達成状況
	る。(下記、代理店候補比較表参照)
(4-4) 将来の展開に向け現地適合性を高めるため、水草除去船のカスタマイズおよびコストダウンの可能性を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ インドネシアではジャカルタ市内でも河川や調整池等、小規模エリアでの水草・流木・除塵等の回収のニーズがあり、マシンのダウンサイズを検討している。一方で、トンダノ湖、リンボット湖、チラタダムのような大型湖沼・ダム湖向けには、WH-2400 級の除去船 2 台を連結してオペレータ 1 人で操作出来る新型モデル (GM-5000) を新たに設計、製作し、現在、日本国内で最終テストを行っている。(GM-5000 カタログ参照) ・ コストダウン施策については、日本製パーツをコンテナ輸送し、現地代理店工場にて組立するノックダウン方式と、現地生産体制を目指して、JV を立ち上げる計画も進行中である。
(4-5) 水草マネジメント手法に係るビジネスモデルおよび普及可能性を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他国社製との差別化を踏まえ、ショアコンベア (カタログ参照) とのパッケージでの販売展開を行いたいと考えている (公共事業省からの提言も有り)。具体的には、E カタログに登録されているドイツ船の価格が約 5,000 万円と 1 億円の 2 機種で、その内、現在インドネシア国内で販売実績があるものが 5,000 万円台の機種であることから、同等機種で廉価版ショアコンベアとパッケージ販売を行う事が可能な、WH-1500 もしくは、WH-1800 を WH-3000 と合わせて登録する方向で、代理店候補企業と協議を重ねている。 ・ また、日本国内で一般的に実施されている業務委託の形態をインドネシア国内でも認知させ、低予算でも継続的に事業が行える形態を導入させ、レンタルやリース販売等での販路も広げることが代理店候補と検討中である。具体的には、現在交渉中の代理店候補社では、自社の水陸両用重機をレンタルやリースを行っており、そのノウハウを通じて、同様にレンタルやリースでの委託業務展開も視野に入れて事業展開することを計画している。但し、エンドユーザーに委託業務事業のメリットを理解させ、浸透させるためには、時間と営業力が必要な点が、今後の課題となっている。

表 3-16：代理店候補比較表

インドネシア廖ム湖の水草除去マネジメント向上普及・実証事業口

本邦受入活動 民間企業比較表（ウルトラ社 選定理由）

企業名	代理店としての要素										ノックダウン体制のための要素			備考
	販路の分野 (○、△、×)	具体例、理由	B to G			B to C		API-U#1 を持っている か (○、×)	L/Cを発行でき るか (○、×)	現地、第三国 における工場 の保有 (○、×)	API-U#2 を持っている か (○、×)			
			政府への 販売実績 (○、△、×)	具体例、理由	Eカタログを 通じた 販売実績 (○、△、×)	具体例、理由	民間企業への 販売実績 (○、△、×)					具体例、理由		
U社	○	・水陸両用の重機を扱っており、販路分野がノダック社と同様。	○	・PUやジャカルタ市と太いパイプを持っている。 ・インドネシア国内に100台以上／10年間の販売実績。	○	・Eカタログ開始当初の登録企業12社のうちの1社で、登録について知識・経験あり。	・世界各国に支店を保有し、ASEANへの横展開に強く、世界各国への販販も行っており実績有り。	○	交渉中	○	・ジャカルタ市内にアッセンブル用の工場有り。 ・韓国（マースター等）に製造工場所有。	○	・PUの財務担当者からの紹介企業。 ・官庁だけでなく、民間にも販路を持っている点が魅力。 ・納期の問題を解決する為に在庫として数台購入することも検討を示唆している。 ・水陸両用のウィードハンター開発といった技術開発について、同社から提案を受けている。	
I社	△	・鉱工業関連の重機を扱っている。	×	・民間取引が主で官公庁相手の取引はほとんどない。	○	・Eカタログを通じた販売実績はあるが、官公庁取引は得意分野ではない。	・インドネシア全土に支店を有し、国内販売網は完備している。	○	○	○	ジャカルタ市内に製造工場あり。	?	・案件化調査時からの協力企業。	
A社	×	・PLN、PJ&等に強力な人脈はあるものの、具体的な販路を有している訳ではない。	△	・直接ではないが、仲介業者としての販売実績はあり。	×	・直接販売の実績なし	△	・建設資材等の実績はあるが、重機、船舶等の販売実績はない。	○	×	×	×	・案件化調査時からの協力会社も、キーパーソンの急逝により、影響力低下。	
B社	○	・EPC(*3)、重機材製造、電炉を用いた鋳造事業の3つの事業を主な柱に、国営企業として、インドネシア全土に支店を持ち、営業活動を行っている。	○	・コンテナクレーン、バーム油工場、製糖工場、石油備蓄タンク、キルン、熱交換器、水力発電所の発電タービン、水門、電車車両の車軸、圧搾ローラー、トラックフレーム等を公共事業省、電力公社等へ販売実績有	未確認	未確認	・コンテナクレーン、バーム油工場、製糖工場、石油備蓄タンク、キルン、熱交換器、水力発電所の発電タービン、水門、電車車両の車軸、圧搾ローラー、トラックフレーム等	○	○	○	スラバヤが本社だが、国内全土に支店を持ち、特にスマタラのオープンセンターで、スラバヤ、ティガールの4箇所には工場拠点を有す。		・案件化調査時にAquest社、富澤専務からの紹介で交渉（当時、同社社長が、専務の大学の先輩だった）関心は強かったが、専務が急逝され、社長が異動となり、関係が薄れた。	
AT社	×	・輸送・通関業者。マシンメンテナンス委託先。工場でのアッセンブルは可能も販売代理店にはならない。	×	・PLN等との取引実績はあるが、物品販売ではない。	×	なし	△	輸送、通関業務での実績は多数あるものの、物販実績はなし。	×	○	△	×	・案件化調査時にAquest社、富澤専務からの紹介で交渉。当初、協業については強い関心を示し、マシン購入も検討していたが、営業力はなく、販売代理店としては除外、メンテナンスの業務委託協力先となった。	
H社	×	・日本の現地法人で製缶業。販売までは考えていない。	×	・実績なし	×	なし	○	・Dein Prima Generator社、コマツ、コベルコ、日立建機、サカイ、キヤタビラ、住友重機などへ、建機の部材タンク、マフラー、バッテリーケース、外装鋼板などの製造を行っている。	○	○	○	インドネシアに工場有り。	・パーツの製造、マシンのアッセンブルは可能も、販売代理店にはならない。	

*1 API-U: Angka Pengenal Importir Umumの略。商社等非製造業向け輸入ライセンス。輸入できる品目の分類がHSコードによって制限されるが、自社で加工等せず、他社へ転売目的の製品、パズル用品等の輸入ができる。二つのライセンス（API-U、API-P）のいずれか一つしか取得できない。（参照：http://www.toishi.info/boueki/indonesia_license.html）

*2 API-P: Angka Pengenal Importir Produsenの略。製造会社向けの輸入ライセンス。生産財など、自社での「製造に使う」為の物品を輸入するためのライセンス。パズル用品の輸入はできない。二つのライセンス（API-U、API-P）のいずれか一つしか取得できない。

*3 EPC: プラントを建設する基本工程。E (Engineering)、P (Procurement)、C (Construction & Commissioning) の3つに集約される。

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

本事業は、我が国の国別援助方針にある、民間セクター主導の経済成長の加速化を図るため、ジャカルタ首都圏のインフラ整備支援を重視しつつ、官民連携（PPP）の枠組みの強化を促す形で、我が国の技術力及び民間資金の動員を図り、活用しながら案件形成していくといった指針に親和性が高い。提案製品による水草除去作業の機械化は、現行チラタダムで実施されている手刈及びバックホーを用いた除去作業と比較した場合、同じ刈取量を3分の1以下の日数で刈取ることが可能であると推察されるため、併せて約30%程度のコスト削減効果が期待できる。よって維持管理コストの改善を図ることで、設備投資予算の捻出・確保に必要な原資が、電力会社が重視すべき既存設備の効率的な運用により賄われることに繋がり、ひいては電源の増強、電力供給の安定化に繋がるという構図が成り立ちえる。

1) PJB の維持管理コスト削減による行動計画実現への予算充填

PJB は、2025 年までの経営面での合理化とともに環境管理に対する活動目標などを掲げたロードマップを作成しており、その実現に向けて行動計画を立てている。優先的な課題としては、水草、湖面堆積の課題、水質の改善、生簀の数の減少等が挙げられている。水草除去船を導入することによるコスト削減効果は、案件化調査の結果、既存の水草除去費用の約 30%が削減できると試算されている。よってこれを前提とすると、チラタ発電所における全体維持管理費が年間 1.2%改善されることになり、金額にすると、10 年間の節減効果は約 4,000 万円程度となる。

2) 漁民の生活環境の向上

現在、水草が繁茂しているが水草除去区画に指定されていない養殖区域及びダム湖に流入する河口区域では、周辺住民・漁民が、水草に起因する漁船の航行障害、漁船の故障頻度、養殖魚の生育阻害等に課題を抱えている。複数の水草除去船の導入により考案された最適配置による刈取計画の運用がなされれば、これらの水域での水草除去が可能になり、上記の課題解決に貢献することが期待できると考えられる。

3) 刈取後の水草の有効活用事業の実施による周辺住民の収入機会創出

刈取後の水草は周辺の湖畔に放置され、ごく一部は周辺住民が自家消費用の堆肥としている以外、利用されていない。本事業で導入を検討する堆肥化技術は簡易であるため、PJB が周辺住民・漁民との連携の中、主体的に取り組める事業形成を目指し、雇用創出機会にも繋げていけると考えられる。

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

1) 現時点での地元経済・地域活性化への貢献

地域の環境保全への貢献：

当社の水草除去船は、国交省が公共工事等での新技術活用を促進するために整備した新情報提供システム（NETIS）に登録され、各自治体がアクセス可能である。また、これまでの水草除去実績は、全国で累積 300 件を超え、地域の環境保全に貢献してきた。

地域の自治体、大学、高校との連携：

琵琶湖環境部琵琶湖政策課及び公益財団法人淡海環境保全財団等の自治体、岡山大学、福井県里山里海湖研究所、東邦大学、地元の岡谷工業高校とも連携し、環境保全に関する技術的ノウハウの提供、水草問題の情報収集・解決策の提案、水草除去による水質浄化、除去後の水草の再資源化に関する研究などを実施してきている。また、現在、東京大学大学院農学生命科学研究科・生物機械工学研究室と共に、宮城県の伊豆沼において異常繁茂したハスの自動除去ロボットを共同開発することを計画している。

2) 本事業実施により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

関連産業への裨益：

水草除去船のプレス加工、板金加工、鋳造等の製造工程で、近畿・中部を拠点とする多くの企業と連携している。そのため、海外展開により海外での受注が増加すれば、コア部分の地元岐阜県等での生産需要が拡大し、地域経済効果が期待される。具体的な例としては、岐阜県内の製缶企業、三重県内の造船所（大型除去船のアッセンブルや試験操船）等が、上げられる。

異業種連携による海外ノウハウ及び実績の共有

本事業では、除去後の水草の堆肥化技術を、日本で先駆けて事業化している㈱みのり建設等と連携し、水域環境改善に繋がる水草の有効利用策を巡る産学連携（現地の学術機関や民間企業との協業）などを通じ、途上国での堆肥化事業形成に繋がる可能性もあり得る。

雇用創出、新規事業開拓：

また、当社が海外販売展開を促進し、将来的に主力事業として育成を図っていくことで、海外部門の人員体制を増強し、国内新規の雇用創出を促進する予定である。また、海外展開を進める中で、社内での海外人材育成も強化していく考えである。

(5) 環境社会配慮

なし。

（６）ジェンダー配慮

なし。

（７）貧困削減

なし。

（８）事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

カウンターパートである PJB チラタ事務所では、水草刈取作業をこれまで外部委託（チカル社）による形で実施してきており、40 名程度の同社所属社員（主に地域住民・漁民）がチラタダム湖の各地区に配置され、これに従事している。本普及実証事業でも同様に、チラタダム湖周辺のチカル社社員が参加し、日頃から行っている手刈りによる水草の刈取り、搬出作業に代わり、湖上での除去船から漁船への移し替えと、漁船による湖上搬送、陸揚げ作業に従事、また刈取られた水草の堆肥化作業にも従事し、それらの作業に必要な技術の取得にあたり、PJB チラタ事務所スタッフと連携して、目的意識を共有した実施体制の構築が図られた。

チカル社社員の動員には、PJB チラタ事務所の財源が充てられ、引き続き人員の雇用が守られる活動が志向される中、除去船 3 台を活用した機械刈取りの推進、機械化に適した資材・人員運用体系について、本件（普及・実証事業）を通じて、操船・刈取計画の策定・運用技術を身に着けた PJB チラタ事務所スタッフが、周辺住民・漁民からなる外部委託集団向けの連携活動、また堆肥化事業を CSR として主導していくことは、PJB にとってのメリットも多く、歓迎されている。

本事業による技術移転の成果を受けて、PJB は、本事業終了後（2018 年 12 月以降）も引き続き除去船を活用しながら、自主的に機械刈取り施策を進める意向である。具体的には、機械化に適した資材・人員の動員に例年と同規模の予算を確保して運用していくと表明が為されている。

（９）今後の課題と対応策

PJB は、すでに導入済みの中国製・ドイツ製水草除去船と本事業による日本製除去船との 3 隻体制で水草管理事業を実施しており、本事業を契機にして事業終了後も水草除去船の運用、機械化による導入メリット検証に取り組んでいく姿勢を鮮明にしている。また、展開された除去船のデモンストレーションにも、積極的な関与が認められ、PJB が機械式水草除去事業のモデルケースとして、インドネシアパワーなどの同業者、また公共事業・国民住宅省など自然湖沼を管轄する機関から注目されている。

PJB では、機械式刈取に加え、その後刈り取られた水草の適切な処分方法にも強い関心を示しており、日本で実践されている堆肥化に係る技術、水草の有機発酵・管理に関する知識やノウハウの移転を、機械式刈取とパッケージにして農民や地域と向き合う姿

勢が評価されてきている。

その意味で、カウンターパートとの関係において大きな課題はないが、事業実施上、以下のような課題が認められた。

＜水草除去船運用・管理上、必要な知識・ノウハウを理解してもらう努力＞

一連の水草刈取り作業において、水草除去船への適切なメンテナンスを実施することで日本では15～20年でも使用できた実例があることを挙げて、中国船を含む他社の水草除去船と比較した時の優位性やメンテナンスの重要性を認識してもらえよう説明したが、故障による効率低下を招くことを極力回避するため、毎度渡航時にはメンテナンスが適切に実施されているか、点検チェックリストとあわせて使用時に都度の記入を指示しながら理解を深めていくよう指導した。

特に PJB のオペレータ候補生への基礎教育として、運用の継続で重要なことは、機械の性能維持だけでなく、作業中の事故やケガに繋がるようなことがないように気を配ることであり、その点を繰り返し説明し、操船・管理のノウハウのみならず、乗船する同乗者や同調する水草の運搬作業船や陸揚げ時のクレーン連携作業において、全体を見渡して危険がないか十分に確認・指示を出すようリーダーシップをとり、あまり作業に夢中になりすぎないように促した。また併せ、下記に示すような重点指導項目、並びに安全7か条についても重点指導を行った。

【重点指導項目】

1. 怪我をしない、させない＝安全第一！
2. 機械を壊さない、壊させない＝保守点検厳守！
3. 作業中の安全確保
 - 1) 周囲状況の把握（作業員・漁船・構造物）
 - 2) 連絡合図の徹底（回収船作業員・補助作業員）

水草除去船（Weed Hunter）安全7か条

1. 波・風による転覆を避ける。

- 1-1. 現場代理の判断により、原則として注意報以上で作業中止
- 1-2. あらかじめ避難場所、方法を確認
- 1-3. ライフジャケットの着用
- 1-4. 積荷を捨てる（危険と感じた時は船を軽くする。）

2. 刈取ナイフでケガをしない。

- 2-1. ナイフに近づくときは、必ず、エンジン停止
- 2-2. 二人以上乗っているときは、特に注意

2-3. 回収船の作業員との連絡合図の徹底

3. 衝突しない。

- 3-1. 浅瀬、障害物を避け、最初の水域は、慎重に動く
(水草の多いところには、杭や、岩がある。)
- 3-2. 刈取に熱中しないで、周囲を良く見回す (1 回／分)
- 3-3. 旋回、後進時は、前後を直視する
- 3-4. 周囲の航行船には、特に注意する

4. エンジン壊さない。

- 4-1. エンジンオイル、ラジエーター水の毎日始業点検
- 4-2. 始動時は、油圧レバーのニュートラルを確認し、グローを十分に行う
- 4-3. エンジンカバーの上に乗らない

5. 油圧を壊さない。

- 5-1. シリンダー、モーターシャフトにはグリスを塗っておく (水中部)
- 5-2. ホースを踏んだり、物を乗せたり、ひっかけたりしない
- 5-3. 異常音がしたら、すぐにエンジンを停止する
- 5-4. 油漏れを発見したら、油圧を切り、油の飛散を防ぐ

6. 機械を壊さない。

- 6-1. 草刈りの効率より、機械を壊さないこと、もちろんケガをしない
- 6-2. 少しでも音、色、臭い等、おかしいときは、原因を確かめてから作業する
- 6-3. 機械をやさしく扱って下さい (特に、操作レバー)
- 6-4. 作業後は、清掃、グリースアップ等の整備を行う
- 6-5. 他の船や岸壁に当たらず、波、風が来ても大丈夫な係留とする

7. レッカー、トラックの事故を防ぐ (マシン車輛移動運搬時)

- 7-1. 吊り荷の下に入らない
- 7-2. 台付け、シャックル指差し確認
- 7-3. ヘルメットの着用
- 7-4. トラックと機械の固締を確認
- 7-5. ゆっくり走るよう、運転手に言う (構内 20 km/h 以下)
- 7-6. 積込、積降しは、車に牽かれないよう注意し、交通整理員を置く

上記、重点安全指導項目を、現地訪問の度毎に繰り返し指導し、徹底させていくこと

を目指した。

<水草の有機肥料化事業を CSR 事業として位置付けてもらうための努力>

また、インドネシアで広く実践されている化学肥料による栽培農法は、長年の過剰施肥によって圃場の土を絞め固まらせ、農作物の根は、固い地盤に阻まれ、深く広く張れず、肥料成分が十分に作物自身に吸収されないで土中に残留してしまうといった結果につながっている。インドネシア農業省などでは、有機肥料とのバランスの取れた施肥の実践を、今後の重要な農業政策として位置づけ、補助金などを通じた有機肥料の使用促進プログラムを実践してきている。一方で、有機肥料の使用効果に対する認知度はいまだ高いレベルにあるとはいえず、引き続き、啓蒙活動や農業指導制度なども検討されつつ導入されていくことで、有機肥料の用途にとってよりよい環境が整うものと見込む。

その点に関し、地域住民との良好な関係を模索し、これまでも学校の設立や植林等の CSR 事業を実施してきている PJB は、刈取後の水草の有効利用策として、当該堆肥化事業に高い関心を払ってきているが、現地大学により実施された堆肥の成分分析結果を基に、有機肥料としての有効性が確認されたことで、堆肥製造事業を持続可能なものとしていけるよう、生産管理と品質維持も含め、技術的な検討を PJB 内で引き続き重ねていく必要がある。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

先の案件化調査において、当社の除去船の市場セグメントとエンドユーザーを以下のように把握しており、インドネシアにおける、短期的に導入が見込める第一の顧客は、ダム湖を管轄する水力発電所と自然湖沼を管轄する公共事業省と想定している。

表 4-1：市場セグメントとエンドユーザー

セグメント	刈取面積	市場規模	管轄機関 (予算措置)	維持管理実施機関 (運営主体)
ダム湖	6,189ha	28 億円	発電会社 (PLN)、民間発電会社、公共事業・国民住宅省水資源総局ダム局	発電会社、民間外注企業、地方公共事業局 (BWS、PSDA)
自然湖沼	71,972ha	101 億円	公共事業・国民住宅省水資源総局灌漑・沼地局	地方公共事業局 (BWS、PSDA)
調整池	585ha	2 億円	地方自治体	清掃局

前述の通り、大規模の水力発電所の場合、機械化による水草除去コストは手刈に比べ、年間 30%程度のコスト削減が図れるため、PJB 等電力会社への直接販売も可能性があると考えている。他方、小規模の水力発電所、調整池の場合は、管理企業や地方自治体への直接販売よりも、除去船のレンタルやリース、除去業務の請負業務を提供する形態の方が、営業提案としては受け入れられやすいものと考えられる。また自然湖沼については、公共事業・国民住宅省が水域環境の保全、改善事業に取り組む 15 の優先湖沼を中心に、機械化による水草除去を直近で模索する動きを把握しており、一般競争入札（E カタログへの登録が必須であるものの、現在、レギュレーション変更で登録が出来ない状態にあり、レギュレーション変更公表後の対応を計画している）を通じた販売が期待される。

販売計画としては、当面は、市場規模の 5%程度となる年間 3～5 台の販売目標を掲げ、大型ダム湖・自然湖沼向けは、WH-3000 と GM-5000 を主力商品に据え、年間 1～2 台、自然湖沼向けには WH-2400、WH-1800、WH-1500 を販売対象に加え、年間 1～2 台程度、調整池には WH-1200 を主軸に、同じく年間 1 台程度の販売計画を立てている。現在、交渉中の代理店候補としては、まずは年間 3 台の販売を目指し、販売実績が出来てからは、年間 10～12 台の販売計画を立てていきたいと聞いている（水陸両用重機の販売実績から計画立案中との事。代理店契約後には、業務活動報告書にて販売活動の報告を受けることになる）。

今後の予定；

- (1) 代理店契約の締結（10 月中）
- (2) E カタログ登録に必要なマシンの購入実績作り（WH-1500 か WH-2400 で検討中）
- (3) 2019 年 1 月までにマシンを 1 台代理店に販売（E カタログ登録に必要）
- (4) E カタログ登録（新レギュレーション公表後）
- (5) 公共事業省等の予算取り確認
- (6) 発注に向けた仕様書・設計書作成協力
- (7) 入札公告・・・代理店応札/もしくは、特命随意契約
- (8) 代理店受注後、代理店より販売（購入機種以外は新たに製造開始）

2 台目以降は、製造コストダウンを見据え、日本国内で製造したパーツをコンテナにて輸送、現地工場にてアッセンブルを行うノックダウン方式での製造販売を行い、現地スタッフに技術指導ノウハウの移入を実施し、3 年以内に JV を立ち上げ、現地産体制を確立していく計画である。

② ビジネス展開の仕組み

非公開

③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

非公開

④ ビジネス展開可能性の評価

非公開

(2) 想定されるリスクと対応

非公開

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

非公開

(4) 本事業から得られた教訓と提言

⑦ 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

現地での有力且つ広範囲なコネクションを有する協力会社・エージェントを早く見つけ、信頼関係と協力体制を構築することが事業展開を行う上で大きな鍵となる。

官公庁担当者は、異動が頻繁にあり、長期に渡る関係を構築するには難がある。出来る限り、上位者・役職者とのパイプを作ることが、長期的なビジネス関係を構築する上で必要と考える。

⑧ JICA や政府関係機関に向けた提言

普及実証終了後も継続してフォローしてもらえるスキームがあると企業としては大変心強く感じるはず。

国内外とも、期間中、関係部署の担当者が頻繁に交代したが、出来れば期間中は同一の担当者で実施できる方がスムーズだと考える。

書類の簡素化を更に進めてもらいたい。

添付資料

非公開

PT. Perusahaan Listrik Negara: PLN

Summary Report

the Republic of Indonesia

Verification Survey with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technologies
for Improvement of Aquatic Plant
Management in Hydropower Dam in
Indonesia

October, 2018

Japan International Cooperation Agency

Nodak Co.,Ltd

SUMMARY

1. Current situation of Aquatic plant problems in Cirata dam lake and its challenge

Industrialization and centralization of population in major cities in Indonesia are accelerating power demand and the continued development in energy sector is indispensable. Indonesian government intends to increase power generation capacity to 35,000MW by 2019 and 80,500MW by 2030. The chances of achieving these goals however have become uncertain due to a number of obstacles. One of which is the inefficient operations of power stations and the recent government projection indicates that the power generation capacity will only accomplish 56.3% (19,700MW) of its initial target.

PLN (Perusahaan Listrik Negara Persero), the leading state-owned energy supplier in Indonesia is making effort to improve their financial and operational management, and PJB (PT Pembangkitan Jawa - Bali), the subsidiary company of PLN, has been also striving to reduce operation cost of their power plants as well. PJB operates 6 power plants accountable for 6,777MW, and one of which is Cirata hydropower station at Cirata dam lake. Cirata Dam lake is a vital resource for the hydro power station and an efficient management of the dam lake is a critical issue for PJB.

PJB has been seeking opportunities and resolutions to reduce maintenance cost of the hydropower stations. In particular, the most needed improvement in the operation and maintenance of the hydropower station is the efficiency of aquatic plant (Water Hyacinth also known as “Eceng Gondok”) removal in Cirata dam lake because removal operation of aquatic plant accounts for approximately IDR 1,897,115,000 of the total maintenance cost for in Cirata dam lake in 2016. In addition, the inflow of industrial and domestic wastewater together with the vast aquaculture activities in the dam lake causes eutrophication which leads to the overgrowth of aquatic plant.

In case of hydropower dam lake such as Cirata dam lake, the blockage of water intake by aquatic plant along with ship navigation difficulty are most apparent problems. Without proper management of aquatic plants, most of rotten aquatic plants sunk in the lake bottom and further accelerate the eutrophication. Even though the aquatic plant is removed from the water surface, aquatic plants are left at the lake side causing odor and ruining the aesthetic landscape. In order to mitigate these risks including a potential power generation failure of the power plant, aquatic plant removal by fishing boats and manual labors had been carried out over the past years by PJB. However, since the manual removal capacity is unable to mitigate the speed of the growth of aquatic plant, the annual maintenance cost has been only increasing year by year and putting pressure on PJB’s operation budget.

In May 2015, Chinese harvester (Mechanization of aquatic harvest) was introduced to Cirata dam lake in order to increase the capacity of aquatic plant removal and to mitigate the risks potentially

caused by the over growth of aquatic plant. However, the performance of mechanical harvest was severe and over growth of aquatic plants was not contained thus further improvement of removal operation with more efficient harvester was claimed.

Under these circumstances, through JICA's survey scheme "**Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Improvement of Aquatic Plant Management in Hydropower Dam lake in Indonesia**", Nodak Co. Ltd, a leading aquatic machinery manufacturer in Japan, introduced WH-3000, an aquatic plant harvester to Cirata dam lake in May of 2017.

2. Outline of the product and the technologies to promote and demonstrate

Proposed product is an Aquatic Plant Harvesting machine which mechanically removes aquatic plants (water hyacinth etc.). In Cirata dam lake, Nodak introduced "WH-3000", the largest harvester of its kind manufactured by Nodak. The key features of the product are as follows:

- 1) Efficiency: Having wide frontal blade of 3,000mm, the machine can efficiently remove and collect aquatic plant in large scale lakes.
- 2) Operability: Using a paddle instead of a screw as a driving force, the machine can circulate on the spot, maneuver smoothly and enter into shallow areas. Also, there is no disturbance by aquatic plant entangles in the screw.
- 3) Durability: Useful life is designed to be 10 years. With the proper maintenance however, the machine can be used over 20 years according to the past record in Japan.



Aquatic Plant Removal
(WH-3000 introduced in Malawi)



Efficient Removal with Wide Width
and Easy Operation by Handles



Possible to Navigate and Turn
Around in Narrow Waterways



Mobilization of WH-3000 in
Chirata dam lake



Maintenance training at Chirata
dam lake for PJB

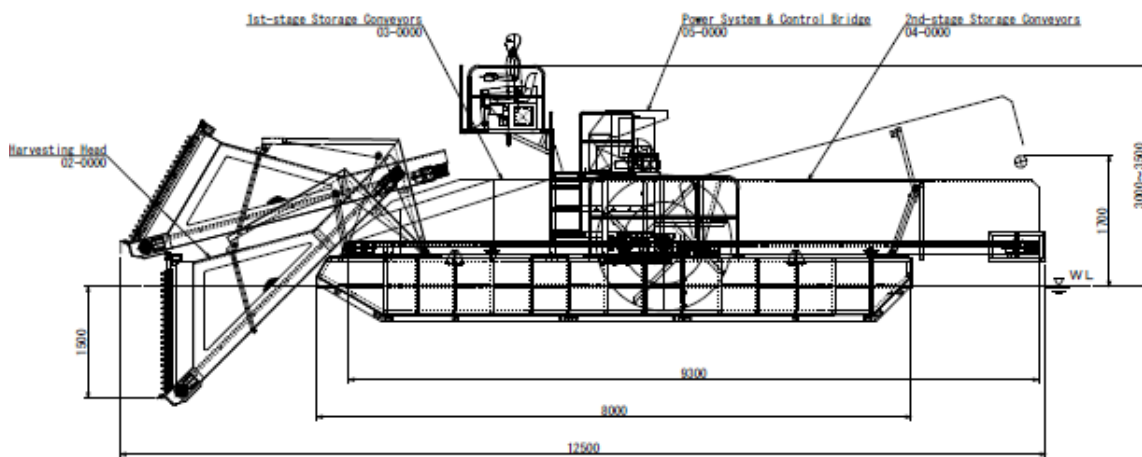


Engine is installed at exposed
position for easy-maintenance.

PJB recognizes the values and benefits of mechanization of aquatic plants removal operation and currently deploys 3 machines as of March 2018; Chinese machine, German machine and Japanese machine - “WH-3000” in Cirata dam lake.

Nodak, the manufacturer of the machine, not only provides the machine itself but also has performed out aquatic plant removal services throughout Japan for many years. Based on those experiences, Nodak has accumulated the knowhow in harvesting planning and water quality management in accordance with the characteristics of various water bodies (shape of the lakes, growth types and conditions of aquatic plants etc).

2.1. Comparison of specifications between WH-3000 and other Harvesters



	Nodak: WH-3000
Length	12.5 m
Width	5.0 m (driving time) 3.0 m (transporting time)
Height	3.0—3.5 m
Weight	7,800—8,500 kg
Engine	Water-cooling diesel engine
Output (Max)	45 kW
Fuel tank	100 L (diesel)
Harvest width	3.0 m
Harvest depth	1.5 m
Horizontal/vertical blade	75/75 mm
Carrying Capacity (Max)	17 m ³
Loading height	0.8 m
Loading width	2.3 m
Discharge height	0 – 1.7 m
Discharge speed	60 s/9 m

2.2. Comparative advantage of the proposed product

(Comparison with competitors and manual removal)

	Nodak WH-3000	Berky(German) Weed Harvester 6520	FEICHI (China) FCGC8-6C	Julong (China) JLGC-H1202
Mobility / Speed	3.7~5.5km/h	Forward: 6km/h Back: 3km/h	3.7~4.6 km/h *(estimated)	Not available
Accuracy	High precision	Turning radius is not small	No blades to cut plants	Blindarea from operator
capacity	Width: 3,000mm Loading: 17m ³ 90ton / day	Width: 2,300mm Loading: 5.5m ³ (1/3 of WH-3000) 70% of WH-3000	Width: 2,400mm Loading: 4m ³ 30 to 40% of WH-3000	Width: 1,200mm Loading: 2m ³ 20 to 30% of WH-3000
Engine	Kubota 65HP (made in Japan)	Same size 65HP (made in Germany)	70-80HP estimation	95HP (made in German)
Durability	Stainless Steel: 10 years	10 years	Unknown; more frequent problem	Unknown; more frequent problem
Maneuverabi lity	Operated only by levers; easy	Operated only by levers; easy	Operated by levers and foot-pedal; complicated	Operated by levers and foot-pedal; complicated
Price (JPY)	¥ 56,000,000- (partially SUS)	¥53,000,000-	¥25,000,000-	¥13,000,000-

* Manufacturing cost in Japan

3. Outline of dissemination and demonstration project

3-1. Purpose of the project

The purpose of this project is to disseminate mechanization practices of aquatic plant harvesting operation by introducing WH-3000 and its technologies to PJB and PLN so that the problems caused by the aquatic plants can be mitigated, and the operation cost at Cirata dam lake will be reduced or utilized more rationally and efficiently.

Another essential component of this project is to introduce and demonstrate a comprehensive aquatic plant management (post-harvest) system. Composting apparently is the most reasonable and economical usage of large volume of harvested aquatic plant.

This project also aims to establish and examine business development and dissemination plan through demonstration activities of WH-3000 and seeks to achieve recognition by relevant organizations and offices that could potentially benefit from the technologies of Nodak.

3-2. Expected achievement

Output 1: Mechanization of aquatic plant harvest by WH-3000 shall be introduced and demonstrated in Cirata dam lake and operation/maintenance skill will be transferred to PJB.

Output 2: A proper and efficient harvesting operation methodologies and planning shall be established by utilizing WH-3000 as well as other harvesters.

Output 3: As a mean of proper use of harvested aquatic plant, “Composting” will be tested during the project, and composting method will be introduced to PJB.

Output 4: The harvester and its technologies will be demonstrated and promoted in order to draw up business development and dissemination plan.

4. Implementation methodologies and work plan

Following activities are planned at the initial stage of the project.

Activity 1

Mechanization of aquatic plant harvest by WH-3000 shall be introduced and demonstrated in Cirata dam lake and operation/maintenance skill will be transferred to PJB

(1-1) Manufacturing, transporting and delivery of the harvester

An expected delivery date of WH-3000 to Cirata dam lake shall be determined first, then procurement of the components and parts to manufacture WH-3000 as well as a manufacturing schedule in Japan will be planned. The custom clearance procedures, necessary documents, insurance, HS code, arrangement of shipping and transportation companies and associated necessary permissions shall be studied and confirmed. In a meantime, a convenient and safe place to store WH-3000 as well as the peripheral equipment under management of PJB have to be discussed with PJB and secured in advance.

(1-2) Formulation of aquatic plant removal plan with the use of the harvester in cooperation with PJB

In order to optimize the benefit of WH-3000, Nodak intends to improve the current operational planning methods for the aquatic plant removal in Cirata dam lake with PJB. Nodak may suggest the planning methodologies that are applied in Japan. However, it is essential to investigate the characteristics of aquatic plants in Cirata dam lake, and mobilization of other machines may be required for its consideration in formulating a practical, effective, and most importantly, suitable operational planning at Cirata dam lake.

(1-3) Demonstration of harvesting operation with WH-3000 and provision of training for PJB

About 2 or 3 harvester operators of PJB shall receive operation training of WH-3000 by Nodak's operators. The training also includes proper use of fences for collecting aquatic plant into a confined place to optimize the harvesting speed of the harvester. Unloading harvested aquatic plant from WH-3000 to fishing boats which transport the aquatic plant to land also requires some training. On

land, use of a backhoe or a crane for unloading aquatic plant from fishing boats and loading aquatic plant to trucks, which carry aquatic plant to dumping site, should be performed efficiently.

(1-4) Provision of maintenance training to PJB

Nodak shall provide PJB with fundamental maintenance training so that PJB operators can perform inspection and maintenance on regular basis. Necessary spare parts and how to replace those spare parts will be instructed.

(1-5) PJB shall carry out harvesting operation using WH-3000, then technical and operational suitability of WH-3000 shall be verified

Harvesting operation and technical and operational verification shall be planned around Dam lake intake area. The methodology is considered as follows; 1) Dispersed aquatic plant will be gathered into a confined place by fences for efficient harvesting by WH-3000, and then 2) when WH-3000 storage becomes full, aquatic plant will be discharged onto fishing boats. 3) Boats will transport harvested aquatic plant to lake shore at the boathouse and then a backhoe will move aquatic plant after weight measurement onto a 4-ton truck. 4) Two trucks could be used, and then the trucks will carry the aquatic plant to dumping site located at 5 minutes from the shore for composting.

Activity 2

A proper and efficient harvesting operation methodologies and planning shall be established by utilizing WH-3000 as well as other harvesters

(2-1) Maintenance cost comparison for before and after the installation of WH-3000 to analyze the effect and impact of the project

Cost comparison could include 1) manual operation, 2) Chinese machine, 3) German machine and 4) WH-3000. Nodak shall conduct verification data collection for each harvest method by recording time and amount (weight) of harvested aquatic plant.

(2-2) Improvement of boat navigation / Interviewing fishermen

Cirata is a home to a vast number of aquaculture and there are a large number of boats in the lake. Concentration of aquatic plant can become obstacle for boat navigation and causes damages to boats and other socio-economic problems. During this project, we will conduct interviews to the villagers living in the field of aquaculture to find out if mechanization of aquatic plant harvesting operation eased their boat navigation or possibly improve their livelihood as well as any other changes occurs.

(2-3) Improvement of aquatic plant harvesting operation and implementation mechanism

New harvesting operation mechanism shall be planned in discussion with PJB, then cooperation with local stakeholders (fishermen and villagers) will be considered.

(2-4) Sustainable management and optimization of WH-3000

Based on the findings of this project, most effective use and management of WH-3000 will be discussed with PJB.

Activity 3

As a mean of proper use of harvested aquatic plant, “Composting” will be tested during the project, and composting method will be introduced to PJB

Disposal of harvested aquatic plant is another critical issue for aquatic plant management of PJB. Even before the mechanization was introduced in Cirata dam lake, large amount of aquatic plant was dumped at a yard near the boat house or at the lake shore near Zona Bahaya disorderly. The dumped aquatic plant would be naturally decomposed but it has been causing adverse socio-economic impacts (bad odor, hosting pest like mosquito, rats and snakes etc.) on the villagers who are living near the dumping sites. Mechanization of aquatic plant removal will treat even a larger amount of harvested aquatic plant having been disposed at the dumping sites.

Thus, investigating a realistic method to reduce the amount of disposed aquatic plant or seeking a way to use aquatic plant as a useful resource is one of the objectives of the project. This problem is not unique to Cirata dam lake but can be observed in other dams, lakes and rivers Nodak has visited, and finding feasible and practical methods to reduce disposed aquatic plant is very much relevant to promoting mechanization of aquatic plant removal.

(3-1) Compost test with different types of compost inputs; rice husk, cow dung, straw, microorganism (Eco water) for both dry season and wet season

During this project period, the project team shall investigate a possible use of aquatic plant as compost/fertilizer. Aquatic plant (Eceng Gondok) is known for its ability to remove nitrogen and phosphorus from water, thus it contains rich nitrogen and phosphorus which are ideal nutrients for agricultural plants. Instruction for mixing compost inputs and harvested aquatic plants shall be given by a Japanese expert. As for the compost inputs, we consider these must be locally available. Consequently the demonstration of composting practice at pilot scale shall be held at the yard near the boathouse designated by PJB.

(3-2) Knowledge and skills for the composting shall be transferred to PJB

Instruction for mixing procedure shall be given in that for the first month mixing shall be practiced in once in a week, then it follows in one in fortnight so that good conditions for the functions of microorganism (decomposition process) is secured.

(3-3) Transferring knowledge and methodology of composting process to PJB

This composting test also aims at transferring composting knowledge and methodologies to PJB staff and to the local stakeholders (villagers and fishermen). Formulation of a sustainable system or organizational structure lead by PJB shall be discussed.

(3-4) PJB will successfully carry out composting test

Composting results greatly influenced by decomposition process and an effective and productive decomposition of compost must be ensured by careful monitoring; proper periodical mixings, daily recording of temperature changes, spraying of “eco water” to the compost conducted by PJB and the local stakeholders. The project team shall ensure PJB to learn about the composting procedures and follow the instruction of the Japanese expert. In this line, instruction materials will be prepared.

During the project period, total of 2 compost tests will be carried out; one in dry season and the other in rain season.

(3-5) Evaluation of the compost and seeking business opportunity

Research for business opportunity of composting/organic fertilizer shall be carried out and the project team will visit state owned fertilizer enterprises and potential distributors. Laboratory analysis of the compost produced through the compost test in Cirata will be examined by Padjadjaran University in accordance with “Permentan No.70 Tahun 2011”, a regulation set forth by the government, in order to evaluate its validity as organic fertilizer.

(3-6) Composting of aquatic plant as PJB’s CSR program

During this project, the project team will introduce composting program to PJB as its CSR program by making compost available for local farmers. To establish a sustainable CSR program from composting, production and quality of compost must be standardized to some extent so that compost can be distributed through CSR program.

Activity 4

The harvester and its technologies will be demonstrated and promoted in order to draw up business development and dissemination plan

(4.1) Training program in Japan

Nodak will host a training program in Japan in July 2018. Participants will be selected and invited from relevant organizations or government offices. During the training program, the participants will visit Nodak headquarter, the lakes or water bodies to observe actual operation of aquatic plant harvesters and learn about the technology and benefits of mechanization of aquatic plant removal operation in Japan.

(4.2) Demonstration and seminar of WH-3000 for potential end users and government officials

Earning high recognition and positive reputation in Indonesia market is one of the critical steps to take for Nodak to succeed in promotion of the harvester. Nodak in collaboration with PJB intends to organize a field demonstration and seminar to introduce WH-3000 in Cirata dam lake in April 2018 for those who have not witnessed the superiority of WH-3000. A number of potential end users and

considerable number of government officials as well as candidate local business partners will be invited to learn about WH-3000 and the benefits of mechanization.

(4.3) Selection of local partner company to contract for maintenance service of WH-3000

In order to ensure sustainable use of WH-3000, Nodak seeks a local partner to provide maintenance services to the users. Nodak will discuss with a potential maintenance service contractor, which will be able to provide maintenance service in place of Nodak.

(4.4) Seeking potential cost reduction of manufacturing harvesters for enhancement of cost-wise competitiveness

Despite of the superior technology and higher efficiency of Nodak's harvester, competitors with lower prices exist in the market in Indonesia. Nodak will look for possibilities to reduce the price of the harvester in order to improve its cost-wise competitiveness against its competitors in Indonesia.

(4.5) Future business development and dissemination plan

Nodak will investigate future business development plan for the harvester based on findings from the previous studies as well as ongoing research throughout the project period. The potential market segments and their characteristics in Indonesia will be further researched. Nodak intends to extend its promotion activities by presenting a cost comparison with competitors to attract potential end users. Aquatic plant composting program may be introduced along with the mechanization of aquatic plant removal as a package management system for similar potential users such as dam lake management authorities.

Work plan

Role	Name	COMPANY	2016			2017												2018								
			10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Project manager	Norihiko Kaneiwa	NODAK	7					14		10				7				10			10					
Harvesting operation/Safety management	Makoto Mori	NODAK						14						7				7			10					
Design/Manufacture/Maintenance	Shinichi Soga	NODAK	7																	10						
Harvesting operation/Maintenance training	Shigehisa Uemura	TOHAKIKO						14		10										10						
Composting	Noritoshi Miyasaka	MINORI						7										7								
Chief advisor/Promotion activity	Sumiyuki Otuki	JDI	7				8		8		8			7				8			8					
Market survey/Impact evaluation	Kenji Kusama	JDI						8										8			8					

Survey Item	2016			2017												2018								
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0. Preparation, Coordination with Stakeholders																								
1. Installation of Machinery																								
Manufacturing of Weed Hunter																								
Transportation & Import of Weed Hunter																								
2. Demonstration of Aquatic Plant Management Method																								
Training & Implementation of Aquatic Plant Removal																								
Verification of Development Impact																								
3. Demonstration of Composting																								
Training & Implementation of Composting																								
Market Survey for Compost																								
4. Dissemination Activities & Business Plan Formulation																								
Cosideration of Business Deployment																								
Potentiality of Dissemination																								
Training Tour in Japan																								

5. Verification survey and demonstration project

Results for each activity item

Activity 1

Mechanization of aquatic plant harvest by WH-3000 shall be introduced and demonstrated in Cirata dam lake and operation/maintenance skill will be transferred to PJB

(1-1) Manufacturing, transporting and delivery of the harvester

The process of manufacturing, testing and exporting of the harvester is described below. Most of these processes were carried out in accordance with the planned schedule and there was no significant delay.



Manufacturing process at manufacturing factory of Nodak.

The harvester was manufactured at Nodak factory. After completion, the harvester was tested at nearby water canal for the period of one month and all functions were confirmed ready. Then the paddles and harvesting head were removed for shipment and then transported from the port in Nagoya, Japan.



Testing process and loading for shipment

On 12 May, 2017 the custom clearance was completed in Jakarta. On 14 May, 2017, the harvester departed from Jakarta to Cirata dam lake.



Arrival of the harvester in Jakarta and transporting to Cirata

On 15 May, 2017, the harvester arrived at the boat house at Cirata dam lake and the paddles and harvesting head were re-assembled at a warehouse by Nodak's engineers. There was no delay nor issues from the manufacturing process to the arrival at the boathouse in Cirata dam lake.



Transporting the harvester to the lake by a crane at the boathouse

(1-2) Formulation of aquatic plant removal plan with the use of the harvester in cooperation with PJB

(1) Current operation

PJB outsources aquatic plant removal operation to a subcontractor called “Cikal” who hires local workers and fishermen for manual removal operation at 6 different locations in Cirata dam lake. Twice in every week, the planning department of PJB examines the growth and amount of aquatic plant at these locations by a patrol boat and make a request to Cikal to conduct aquatic plant removal operation. The Chinese harvester is mobilized mainly at Zona Bahaya where frequent high concentration of aquatic plant occurs due to the wind direction. It has been observed that PJB and Cikal do not have a concrete mechanism or methodologies to plan aquatic removal operation. Current operational plan is based on stopgap measure (mobilization of workers wherever aquatic plant is found). During this project period, we intend to examine a time-and-cost-efficient removal operational plan. Nodak has ample experiences in planning mechanized aquatic plant harvesting operations in Japan and aims to transfer their knowledge to PJB's operation to make the most out of WH-3000 capacity as well as that of the Chinese harvest and the German harvester. The characteristics and patterns of aquatic plant in Cirata dam lake must be taken under consideration in

Use of fences has been proven useful through the project period. Fences can be placed to catch moving aquatic plant in accordance with the direction of wind. Fences can also be used as a temporal reservoir of aquatic plant that has been caught and collected inside fences while waiting to be harvested by machines and manual labors.

During the project, most of operation took place at Zona Bahaya because PJB prioritizes the area over other locations. Thus, we have not been able to test the use of the harvesters at distant locations but the harvesters can be mobilized at these locations in the future to maximize the harvesting capacity of the 3 harvesters by taking into account the following circumstances.

1. Zona Bahaya

Nodak has tested WH-3000 at this site already. Zona Bahaya is high prioritized area by PJB and WH-3000 which has the highest harvesting capacity should operating in this site.

2. Cicendo

15 minutes from Zona Bahaya by the speed boat. One hour by car. Not accessible by a crane. Enough place for discharging aquatic plant has been confirmed at the site. Chinese harvester can be mobilized at this site.

3. Citarum

20 minutes from Cicendo by the speed boat. Not accessible by vehicle. Heavy amount of aquatic plant from Citarum river is usually blocked by fence. Wind carries aquatic plant into the river, when the fence opens. However a large amount of aquatic plant still makes it through the fence during rain season. German harvester may be the best fit in this site.

4. Cisokan

12 minutes from Citarum by the speed boat. 2 hours by car from the boat house. Truck can transport a harvester here. Harvester can go to the upstream by passing over the wire and moving the floats aside. There is a small jetty available for a harvester and a plenty of room for discharging removed aquatic plant on the land. Chinese harvester might be a good size for this site.

5. Cibalagung

20 minutes from Cisokan by the speed boat. Not accessible by vehicle. 2 hours from the boathouse by car. There is a small port called “Jangari” but permission must be obtained by the owner (not PJB). Not much space to work with and places for discharging aquatic plant from harvester are limited so fishing boats need to carry harvested aquatic plant to the shore. Considering the size of the site, German harvester may be the most suitable option.

6. Cikundul

One and a half hour from the boathouse. When the water level is low, there is no aquatic plant. There is no place to dock for boats. No operation was carried out for the past five years.

■ Others;

There are 3 terminal points (ports) in Cirata dam lake.

■ Terminal Calincing

Calincing is located between Cisokan and Cibalagung, one hour by the speed boat, two hours by car. This terminal can be used as a base point for operation at Cisokan

■ Terminal Jangari

Jangari is located near Cibalagung, one hour and 20 minutes by the speed boat, two hours by car. Discharging aquatic plant at the shore is possible. Permission must be obtained from Dinas Pudukgugang to use the site and we need to find a dumping site.

■ Terminal Coklat

Not useful for operation. Two hours by the speed boat and 3 hours by car.

The above information will be taken into consideration in formulation of operational plan along with the study results of the characteristics and seasonal differences of aquatic plant in Cirata dam lake. Comprehensive analysis will be performed and is expected to provide visual references for the planning of more effective use of multiple resources; 3 machines and manual labors, and to contribute in improvement of the overall aquatic plant harvesting operation.

(1-3) Demonstration of harvesting operation with WH-3000 and provision of training for PJB

Demonstration of the first harvesting operation of WH-3000 was carried out in 16 to 19 May 2017 and operational training was carried out to PJB's harvester operators in 20 to 23 May 2017 by Nodak. During the demonstration period, aquatic plant removal for 8 sets of 4-tons each (this was used for the composting test) was performed and the demonstration included unloading the removed plant from the WH-3000 onto the land was carried out.

On 19 May 2017, official handover of WH-3000 to PJB was held. PLN and PJB operators boarded on WH-3000 and brief test operation was carried out. During the demonstration period, there was no major problem, but we experienced difficulties due to significant movement of aquatic plant caused by wind and a considerable number of long pieces of wood and bamboo disposed or detached from the floating structures of the aquaculture. Additionally, the distance from the removal

location to the discharging point was 45 mins away and these circumstances slowed down the harvesting operation. However, we were able to remove enough amounts of the aquatic plant in time by avoiding wood pieces and reading the movement of aquatic plant.

Provision of training to PJB's harvest operators was provided in the end for 6 operator candidates including a manager of PJB. During training, questions were asked from the trainees and Nodak engineers and operators answered the questions. The training went rather smoothly since the trainees were already familiar with operating the Chinese harvester. By the end of training, the trainees were able to conduct the entire daily routine processes; pre-operation inspection, unmooring, aquatic plant removal operation, mooring and post-operation inspection. In every operation, pairs were formed (2 trainees as one pair) in order to balance out the skill differences between each trainee. Nodak's trainers ensured that proper safety measures were taken by the trainee by repeatedly insisting the importance of safety.



Demonstration and training

As of April 2018, operational training and maintenance training were completed, and it was evaluated that no further training is necessary for PJB operators. In case further questions or requests arise from PJB, Nodak remains available for providing necessary instructions and advices through email.

When a new harvester is delivered to or purchased by another client or public organization, the assembling of the harvester and operational training must be provided directly in person. Fundamental information is fully available in the operation manual prepared by Nodak but other materials such as movies can be used to assist operational training as well.

Once local manufacturing of Nodak harvesters becomes feasible in Indonesia, Nodak will train the local partner/distributor. Then, the local partner / distributor will provide same trainings to their buyers or client at the time of delivery of the harvester.

(1-4) Provision of maintenance training to PJB

Training for the daily inspection and maintenance of WH-3000 was conducted to PJB's harvester operators during the demonstration period. On 24 May 2017, additional technical maintenance methods were lectured and demonstrated by Nodak engineers. PJB is considering outsourcing or subcontracting the maintenance work of WH-3000. After negotiation with a private company called

“ASL”, ASL agreed to take part as a maintenance service provider. In this line, ASL jointly participated in the maintenance training period.

This maintenance training focused on the mechanism of hydraulic pressure used in WH-3000 and how each item or component functions. Availability and procurement of necessary materials in Indonesia was also discussed. Further instruction from Nodak can be given in the future, and Nodak provided contact information to the participants so that they can make inquiry in case of urgent repairs.



Maintenance Training

Basic maintenance procedures and knowledge sharing such as the daily maintenance are fully covered in the WH-3000 manual. Periodical maintenance such as replacing the oil filter and adjustment of the conveyor belt tension can be easily learned.

Maintenance procedure, which requires more technical knowledge such as overhaul of the cylinders or hydraulic pressure motor, will be performed by ASL. In case the problem is severe that ASL cannot manage, Nodak will assist ASL remotely. Similarly, if ASL is unable to provide necessary materials, replacement parts or components, Nodak will ship the items to ASL. Consequently, a system was established where most of maintenance works or replacement of components can be managed in Indonesia.

In general, Nodak uses genuine parts and components but for cost and time efficiency reason, PJB (clients) may have to use substituted parts that are available locally. It is still uncertain how the use of substituted part and components will affect the harvester. Once local manufacturing of Nodak harvesters becomes feasible and operational in Indonesia, the suppliers of the parts and components could provide maintenance services and trainings to the clients.

(1-5) PJB shall carry out harvesting operation using WH-3000, then technical and operational suitability of WH-3000 shall be verified

During and after the trainings, PJB’s operators successfully operated WH-3000 without further guidance from Nodak. No major difficulty was found, and the technical and operational suitability of the product was verified in Cirata.

Activity 2

A proper and efficient harvesting operation methodologies and planning shall be established by utilizing WH-3000 as well as other harvesters

(2-1) Maintenance cost comparison for before and after the launch of WH-3000 to analyze the effect and impact of the project

In 2017 and 2018, PJB and Nodak performed a series of comparison data collection activities among three harvesters (WH-3000, Chinese harvester, German harvester) as well manual operation. The results from the data collection are summarized in the tables below presenting the recorded removal time and removed amount of the aquatic plant for each removal method.

Manual Removal (3 fishing boats: 2 people / boat)					NODAK WH-3000				
No.	Removal Time	Unloading Time	Removed Weight (kg)	Rope Nets	No.	Removal Time	Unloading Time	Removed Weight (kg)	Rope Nets
1	15 m 50 s	N/A (15min assumed)	435	1	1	7 m 10 s	2 m 0 s	2,282	2
2	14 m 0 s	"	293	1	2	6 m 45 s	1 m 30 s	2,354	3
3	15 m 30 s	"	388	1	3	5 m 15 s	3 m 15 s	2,687	3
4	18 m 35 s	"	346	1	4	6 m 0 s	1 m 30 s	2,556	3
5	17 m 50 s	"	287	1	5	6 m 15 s	2 m 10 s	2,365	2
6	22 m 40 s	"	367	1	6	5 m 15 s	1 m 10 s	2,630	3
7	21 m 20 s	"	312	1	7	6 m 30 s	2 m 0 s	2,356	2
8	22 m 30 s	"	278	1	8	5 m 45 s	2 m 10 s	2,158	2
9	23 m 50 s	"	320	1	9	6 m 20 s	3 m 15 s	2,259	2
10	23 m 55 s	"	249	1	10	6 m 10 s	2 m 0 s	2,381	3
AVE.	19 m 36 s	"	328	1	AVE.	6 m 8 s	2 m 6 s	2,403	2.5
*Removed aquatic plants were not unloaded on land in this case.					*Approx. 2,400kg will be removed per 10 min, assuming 2 min for navigating the machine from the removal site to the unloading site.				
*Approx. 330kg will be removed in 35minutes, assuming they can be unloaded on land in 15 minutes at a time. (0.57t in an hour, 3.4t in a day [6 Hrs])					(14.4t in an hour, 86.4t in a day [6 Hrs])				
*Fuel cost: 2L diesel a day [6 Hrs]					*Fuel cost: 45L diesel a day [6 Hrs] (7.5 L/h)				

Julong JLGC-H1202 (the Chinese Machine in Cirata)					Bergy Weed Harvester 6520(the German Machine in Cirata)				
No.	Removal Time	Unloading Time	Removed Weight (kg)	Rope Nets	No.	Removal Time	Unloading Time	Removed Weight (kg)	Rope Nets
1	7 m 40 s	1 m 10 s	820	1	1	3 m 20 s	4 m 50 s	946	2
2	6 m 10 s	2 m 0 s	836	1	2	2 m 56 s	1 m 45 s	614	1
3	6 m 30 s	1 m 30 s	810	1	3	5 m 47 s	4 m 30 s	723	2
4	6 m 45 s	1 m 20 s	780	1	4	2 m 25 s	1 m 51 s	767	1
5	6 m 15 s	1 m 30 s	798	1	5	5 m 36 s	1 m 27 s	755	1
6	7 m 0 s	1 m 10 s	823	1	6	4 m 10 s	3 m 10 s	795	1
7	7 m 10 s	1 m 20 s	837	1	7	2 m 41 s	1 m 36 s	510	1
8	6 m 10 s	1 m 10 s	750	1	8	2 m 50 s	3 m 50 s	878	2
9	6 m 0 s	1 m 40 s	812	1	9	4 m 20 s	1 m 56 s	755	1
10	7 m 15 s	2 m 10 s	854	1	10	3 m 30 s	1 m 42 s	795	1
AVE.	6 m 41 s	1 m 30 s	812	1	AVE.	3 m 45 s	2 m 39 s	754	1.3
*Approx. 800kg will be removed per 10 min, assuming 2 min for navigating the machine from the removal site to the unloading site.					*Approx. 750kg will be removed per 8 min, assuming 2 min for navigating the machine from the removal site to the unloading site.				
(4.8t in an hour, 28.8t in a day [6 Hrs])					(5.6t in an hour, 33.6t in a day [6 Hrs])				
*Fuel cost: 40L diesel a day [6Hrs] (6.7 L/h)					*Fuel cost: 30L diesel a day [6 Hrs] (5 L/h)				

- * These data are retrieved from experiments conducted in Cirata dam lake, using the Chinese machine (JLGC-H1202), German harvester (Bergy 6520) and Japanese harvester (NODAK WH-3000).
- * Please note that the size of each model is significantly different, and these data do not reflect a simple superiority/inferiority of each machine.
- * For comparison under the same condition, it is assumed that the removed aquatic weeds are transported by the machine from the removal site to the unloading site in 2 min, instead of being unloaded on a boat for transportation in the removal site.

Based on the time-and-weight-based data collection, the following cost estimation per-ton was calculated.

Items	MANUAL (10 boats)	WH- 3000	JULONG CHINESE	BERKY GERMAN
Removable Amount per Day	34.0	86.4	28.8	33.6
Labour Cost (2 operators for Machine, or 2 manual labour)	2,428,000	291,360	291,360	291,360
Fuel	170,000	382,500	340,000	255,000
Cost of Machine per day (Unit price / Useful life / 296 Days)	-	2,384,572	493,243	1,482,687
Maintenance Cost / 296 Days per year	-	85,135	247,804	83,784
Total Cost per DAY	2,598,000	3,143,567	1,372,407	2,112,831
Total Cost per TON	76,412	36,384	47,653	62,882
Cost RATIO (Manual harvest as 1.00)	1.00	0.48	0.62	0.82

Variables	Unit Cost (Rupiah)	Manual per one boat	WH- 3000	JULONG (CHINESE)	BERKY (GERMAN)
Removable Amount per Day	-	3.4	86.4	28.8	33.6
Machine Operator Cost	145,680	0	2	2	2
Manual Labour Cost	121,400	2	0	0	0
Fuel	8,500	2	45	40	30
Unit Price	8,470,000,000	WH3000			
	1,460,000,000	JULONG (CHINESE)			
	5,266,504,800	BERKY (GERMAN)			
Estimated Useful life	-	-	12	10	12
Estimated annual maintenance cost*	25,200,000	WH3000			
	73,350,000	JULONG (CHINESE)			
	24,800,000	BERKY (GERMAN)			

* Following conditions were considered in the calculation;

- 6 working hours per day
- One Manual removal requires 1 boat per 2 labors
- *Annual maintenance costs are based on PJB's estimated calculation and these costs are subject to change.
- Machines remain fully operational for the given useful life respectively with proper maintenance
- 10 boats for Manual work (The number may vary depending on the amount of aquatic plant to remove)
- Operational Days per year (Based on PJB's data) 24.7 days/month x 12 months = 296 Days

The results of the data collection revealed that WH-3000 has a highest cost performance efficiency based on a Cost-per-Ton-calculation, and the removal amount per day of WH-3000 can be as much as 3 times the Chinese machine as indicated in the table above. Thus the operation period can be shortened and cost reduction can be achieved, and the other harvesters can be mobilized at different sites.

Another cost comparison was performed to examine the annual cost of each machine on the assumption that 7,000 tons, which is the expected harvestable amount at the time of the start of this project, is harvested. The comparison is presented in the table below. In this comparison, WH-3000 has a disadvantage because of its high unit cost (initial investment cost) which will be reflected to the annual cost as “Cost of machine per year”. However, WH-3000 will only require 81 days to harvest 7,000 tons whereas “Manual harvest” requires 294 days, “Julong” requires 243 days, and 208 days with “Berky”. As a result, labour cost, fuel cost, maintenance cost, and crane and truck cost can be significantly reduced with WH-3000. Thus, when we consider the cost of manual cost as 100%, the rate of cost reduction is 27% with WH-3000, 23% with Julong, and 15% with Berkey.

Based on this comparison we confirmed that WH-3000 could achieve the largest annual cost reduction among the three machines.

Items	MANUAL (7 boats)	WH- 3000	JULONG CHINESE	BERKY GERMAN
Removable Amount per Day	23.8	86.4	28.8	33.6
Labour Cost (2 operators for Machine, or 2 manual labour)	499,682,400	23,600,160	70,800,480	60,602,880
Fuel	34,986,000	30,982,500	82,620,000	53,040,000
Cost of Machine per year (Unit price / Useful life)	-	705,833,333	146,000,000	438,875,400
Maintenance Cost	-	6,895,946	60,216,385	17,427,027
Crane Truck	819,966,000	225,909,000	677,727,000	580,112,000
Days required for harvesting 7000 ton	294	81	243	208
Total Cost per 7000 ton	1,354,634,400	993,220,939	1,037,363,865	1,150,057,307
Cost RATIO (Manual harvest as 1.00)	1.00	0.73	0.77	0.85

Variables	Unit Cost (Rupiah)	Manual per one boat	WH- 3000	JULONG (CHINESE)	BERKY (GERMAN)
Removable Amount per Day	-	3.4	86.4	28.8	33.6
Machine Operator Cost	145,680	0	2	2	2
Manual Labour Cost	121,400	2	0	0	0
Fuel	8,500	2	45	40	30
Unit Price	8,470,000,000	WH3000			
	1,460,000,000	JULONG (CHINESE)			
	5,266,504,800	BERKY (GERMAN)			
Estimated Useful life	-	-	12	10	12
Estimated annual maintenance cost*	25,200,000	WH3000			
	73,350,000	JULONG (CHINESE)			
	24,800,000	BERKY (GERMAN)			
Crane Truck per day including operators and fuel)		2,789,000			

Remarks for the cost comparison;

Since aquatic plant harvesting operation is influenced by the natural environment of the lake, and the amount and growth concentration of aquatic plant may vary every year, a single-year-comparison may not fully reflect a true effect of mechanization and the improvement of cost-efficiency. Thus, it is advised that PJB continues monitoring of the effect of mechanization by WH-3000 and other harvesters as well as manual harvesting practices in order to prepare and study a long-term statistic which could help PJB to analyze the true benefit of mechanization. Yet, the amount of aquatic plant removed since the launch of WH-3000 should provide sufficient and convincing data to indicate the improvement in aquatic plant management.

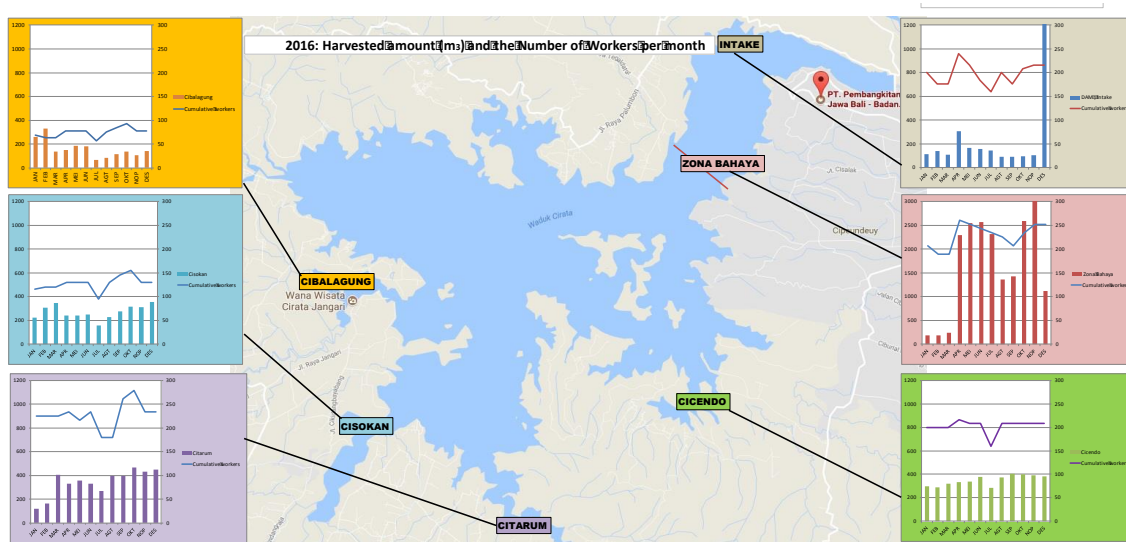
Additionally, Nodak produces a smaller harvester than WH-3000, and the smaller harvester of Nodak may be included in the cost comparison with German and Chinese harvester if needed.

(2-2) Improvement of boat navigation / interviewing fishermen

Random sampling of villagers and fishermen in the aquaculture area was made and interview survey was carried out if mechanization of aquatic plant removal could bring positive impacts to their boat navigation and improvement of livelihood. The similar survey was conducted in 2015 to residents and fishermen who are living on and near the dam lake, with the total number of 100 people. As the result of the interview survey, it was revealed that the changes in magnitude of influence caused by aquatic plants was not observed, and the fishermen and residents continued to be seriously suffered from aquatic plant. However, it is only one year since the removal machine was introduced in the dam lake, hence it is difficult to draw a conclusion on the change of the degree of influence and it is necessary to investigate for at least 3 years for its impacts.

(2-3) Improvement of aquatic plant harvesting operation and implementation mechanism

The current status of the aquatic plant harvesting activity was grasped through data collection and interview survey with the PJB Cirata office.



Based on shared information and data, an aquatic plant removal plan was formulated and examined for installation of a newly formed business implementation system.

(2-4) Sustainable management and optimization of WH-3000

Based on the findings about the environment and circumstances of Cirata dam lake, sustainable and effective management and use of WH-3000 was discussed with PJB on the following matters;

- The structure and specification of the conveyor are kept as current specifications.
- Regarding the size of the body and the capacity of the harvest tank for the aquatic plants, even the Cirata dam Lake which poses a large water body and many obstacles like installed fish ponds, WH-3000 having the largest cutting opening was deemed optimal, and it could demonstrate sufficient removal capacity of aquatic plants.

In the case of machine harvesting, in order to reduce the traveling time for the aquatic plants to be discharged from the tank from the vessel, the process of transferring to the small boat like a Japanese style was introduced and demonstrated on the dam lake. Consequently, it is necessary to install such an implementation system in the field.

Activity 3

As a mean of proper use of harvested aquatic plant, “Composting” will be tested during the project, and composting method will be introduced to PJB

(3-1) Compost test with different types of compost inputs; rice husk, cow dung, straw, microorganism (Eco water) for both dry season and wet season

Composting not only reduces the volume of harvested aquatic plant, it also produces a value-added item that can be transported to nearby farms as organic fertilizer. For the composting test of aquatic plant in this project, mixing of different inputs that are locally and economically available such as rice husk, cow dung, straw and microorganism in liquid form (Eco water) were examined.

During this project, under supervision of a composting expert from Japan, the project team conducted composting tests to determine which input works best with the harvested aquatic plant (Eceng Gondok). The test was held at the yard near the boathouse allocated by PJB. Compost tests were conducted in May 2017 (Dry season) and December 2017 (Rain season) to examine seasonal differences.

(3-2) Knowledge and skills for the composting shall be transferred to PJB

8 stacks (compost samples) of harvested aquatic plant were prepared at the yard. Each stack weighed around 2 tons (2,000kg). Inorganic materials such as plastic material, garbage from the lake, glass material were removed by workers by hand. Then the prepared inputs were mixed to the stacks of aquatic plant. These steps were recorded in notebooks of PJB employees. The following table shows the types of input and the amount mixed to each stack of aquatic plant.

	Liquid Microorganism	Input	Amount of Input
A1	With	None	–
A2		Cow dung	660 – 700 kg
A3		Straw	300 – 330 kg
A4		Rice husk	380kg
B1	Without	None	–
B2		Cow dung	660 – 700 kg
B3		Straw	300 – 330 kg
B4		Rice husk	380kg



The experts giving instruction



Spraying “Eco water”



Mixing input by dozer



After mixing process



Each stack was labeled (A1 to B4) and thermometer was placed



Sheet was placed to maintain or regulate the temperature of composts

Follow up system was established which regularly monitors the work to keep records of the fermentation decomposition status of organic matter (aquatic plants) by microorganisms in efficient and productive manner, and the status of works was regularly shared with Japanese team.

Consequently, it was confirmed that the fermentation of the specimen was proceeded smoothly from the result of the temperature measurement, and at the point where it shifted to the low temperature range, even in the form of remote instruction, composting technology such as timing of the stirring frequency was able to be smoothly transferred.

(3-3) Transferring knowledge and methodology of composting process to PJB

This composting test also aimed at transferring composting knowledge and methodologies to PJB employees and to local workers. Formulation of a sustainable system and organizational structure lead by PJB were discussed. As the result of discussion, in the future, composting project was examined and the Environmental Department of PJB Cirata that handles this project will take charge of this work as a CSR project, and an implementation system was constructed to continue ongoing works.

(3-4) PJB will successfully carry out composting test

Composting results greatly influenced by decomposition process and an effective and productive decomposition of compost must be ensured by careful monitoring; proper periodical mixings, daily recording of temperature changes, spraying “eco water” by PJB and Cikal employees. Nodak prepared an instruction sheet to ensure the monitoring procedures for PJB, and during the monitoring period PJB provided monitoring reports to Nodak so that Nodak could give further instructions based on the reports.

This process was repeated in rain season as well as in dry season. For the past one year, PJB employees and local workers conducted composting test 2 times and PJB’s planning department and other employees and local workers now are familiarized with the composting process. More monitoring and instruction may be necessary but PJB has already acquired knowledge and is capable of continuing the composting.

(3-5) Evaluation of the compost and seeking business opportunity

Laboratory analysis of the compost produced through the compost test in Cirata was examined by Padjadjaran University in accordance with “Permentan No.70 Tahun 2011”, a regulation set forth by the government, in order to evaluate its validity as organic fertilizer.

There is a government standard or methodology to analyze physical performance of sample fertilizer and its manuring (fertilizer) effect to the crops. Therefore, analysis can be selected from multiple options depending on the type of crops or vegetables for the field test and the time period of the test may vary from vegetables as well. These field tests were carried out in collaboration between PJB and Padjadjaran University and the university to perform supervision for these tests.

Research for business opportunity of composting/organic fertilizer was carried out and we visited state owned fertilizer enterprises and confirmed that they normally require fertilizer effect tests at multiple locations. PJB’s compost received a positive response by Pupuk Kujang, a subsidiary company of Pupuk Indonesia. Pupuk Kujang has an independent product development scheme and is

currently distributing granule organic fertilizer called “Excow” with assistance of the government subsidy.

Lampiran I Peraturan Menteri Pertanian
No. : 70/Permentan/SR.140/10/2011
Tanggal : 25 Oktober 2011

NO	PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU (Indonesian Standard) REMAH / CURAH		KOMPOS A1	KOMPOS A2	KOMPOS A3	KOMPOS A4	KOMPOS B1	KOMPOS B2	KOMPOS B3	KOMPOS B4
			MURNI	DIPERKAYA MIKROBA								
1	C-Organik (C-org)	%	min 15	min 15	33.26	35.75	47.92	30.43	36.92	32.91	32.84	34.93
2	C/N Rasio		15-25	15-25	19.34	18.06	30.92	22.54	17.01	21.23	19.20	30.37
3	Bahan Ikutan (Plastik, Kaca, Kenkil)	%	maks 2	maks 2								
4	Kadar air *) (water content)	%	15-25	15-25	18.86	17.96	16.06	15.93	17.92	19.96	16.94	15.96
5	Logam berat (heavy metals) :											
	As	ppm	maks 10	maks 10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Hg	ppm	maks 1	maks 1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Pb	ppm	maks 50	maks 50	6.54	0.76	2.60	3.72	2.99	1.08	0.45	0.27
	Cd	ppm	maks 2	maks 2	0.08	<0.01	<0.01	0.03	0.27	0.10	0.09	0.03
6	pH	-	4-9	4-9	7.89	8.64	8.63	8.03	8.77	8.81	8.77	8.20
7	Hara makro (Macro Nutrient) (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)	%										
8	Mikrobiai contaminant: - E.Coli - Salmonella sp	MPN/g MPN/g	maks 10 ² maks 10 ²	maks 10 ² maks 10 ²								
9	Microbial Functional : - Penambat N (N-fixer) - Pelarut P (P-solubilizer)	cfu/g cfu/g		min 10 ³ min 10 ³	0.8 X10 ³ 1.5 X 10 ³	0.9 X10 ³ 1.6 X 10 ³	1.6 X10 ³ 1.2 X 10 ³	0.9 X10 ³ 4.1 X 10 ³	0.7 X10 ³ 3.1 X 10 ³	1.9 X10 ³ 0.7 X 10 ³	1.8 X10 ³ 1.1 X 10 ³	2.4 X10 ³ 2.3 X 10 ³
10	Ukuran butiran 2-5mm	%										
11	Hara mikro: - Fe total atau - Fe tersedia - Mn - Zn	ppm ppm ppm ppm	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000								
12	Unsur Lain: - La - Ce	ppm ppm	0 0	0 0								

*) Kadar air atas dasar berat basah

Red = Higher than Indonesian strandard

In the course of analyzing the compost produced in this demonstration project, the result of sample analysis was obtained from Padjadjaran University, and it was confirmed that composts based on organic fertilizer specifications stipulated in the Indonesia regulation (Permentan No. 70 Tahun 2011) were qualified and it revealed that compost contained useful substances as organic fertilizer.

Consequently, it was confirmed that the positive effects of the compost on agricultural plants was also observed in the plant breeding test by carrying out the phytotoxicity test as well as the fertilization test. A positive response on the possibility of marketing of organic fertilizer was obtained from PT Pupuk Kujang.

(3-6) Composting of aquatic plant as PJB’s CSR program

During this project, PJB has shown a keen interest in developing composting of aquatic plant into its CSR program and agreed to offer a garden within PJB’s compound for the field testing of the compost that was produced during this project. With assistance of Padjadjaran University, PJB intends to expand the composting program through a CSR project.

Furthermore, having series of discussion necessary for PJB Cirata office to consider this composting project as a sustainable CSR project, a proposal for introducing plant equipment that can control the state of bacteria to standardize the quality and shorten the time required for completion of was made to PJB and support activities in order to implement sustainable CSR project, such as provision of documentation materials and the future budgeting was made for internal discussion purpose.

Activity 4

The harvester and its technologies will be demonstrated and promoted in order to draw up business development and dissemination plan

4.1. Training program in Japan

In July 2018, three members consisting of a North Sulawesi state parliamentarian, a professor of Sam Ratulangi University, and a sales manager of the local partner candidate were invited for a one-week Japan Study Tour. Through the tour, they could deepen their understanding on the aquatic plant removal machines, and get familiarized the order form of work in Japan, as well as counter-measures on the issues caused by aquatic plants, etc.

4.2. Demonstration and seminar of WH-3000 for potential end users and government officials

Nodak in collaboration with PJB organized a field demonstration and seminar of WH-3000 in Cirata dam lake in May 2018. A number of potential end users and considerable number of government officials were invited to learn about WH-3000. The benefits of mechanization with Nodak's harvester and composting test results were introduced.

4.3. Selection of local partner company to contract for maintenance service of WH-3000

Prior to this project, Nodak, had already started discussion with "ASL" a local company who can provide maintenance services for WH-3000. ASL provided 4 employees to receive maintenance training by Nodak in May 2017 at Cirata Dam lake. Among other companies having already been identified and in the discussions to determine potential candidates, however, Ultratrex Indonesia, which manufactures and sells amphibious heavy machinery, was considered as the first candidate of local distributor. At present, various conditions for distributorship agreement, E-catalogue registration, purchase of WH-2400 are being discussed.

4.4. Seeking potential cost reduction of manufacturing harvesters for enhancement of cost-wise competitiveness

Nodak has been seeking opportunity to reduce price of the harvester in order to improve its cost-wise competitiveness against its competitors in Indonesia.

At the initial stage, the components / parts of the harvester must be manufactured in Japan because there is not enough skilled labors and resources in Indonesia yet. Nodak can start with shipping components of the harvester to Indonesia via containers, then assembling can be performed in cooperation with a local partner or distributor in Indonesia. Gradually, the technologies and skills will be transferred to the local partner. Eventually, Nodak intends to establish a joint venture with a local partner to enable a full manufacturing system of the harvesters in Indonesia.

4.5. Future business development and dissemination plan

The competitiveness and the cost-efficiency of Nodak's harvester and its technology were introduced to several government authorities and state-owned organizations such as PU, PLN, Indonesia Power as well as dam lake management authorities and these organizations showed positive responses to Nodak's products.

According to PU, as of February 2018, PU had already made a budget request to purchase 6 German aquatic plant harvesters and only reason for PU to select the German harvester was that it was the only harvester available on e-catalog. Therefore, it is Nodak's priority to sign a distributorship agreement with a potential local partner so that Nodak's harvester can be introduced in Indonesian market by having Nodak's product(s) registered on e-catalog (e-katalog).

However, there is information that the registration process for e-catalog changed last year. After this change, the product must be nominated by the government authorities or departments who are considering to purchase the particular product.

After discussion with several dam lake management authorities, some are concerned that the size of their water body will not require a harvester such as WH-3000, and they show preference not to purchase or own the harvester at this moment. However, they have intention to take advantage of outsourcing aquatic plant removal operation (services) provided by a contractor who can act as a local agent of Nodak, or a leasing agent of the harvester (s).

Through this project, the followings were identified as major challenges for Nodak's business development;

1. Selecting a reliable local distributor and signing agreement.
2. Registration for E-catalog
3. Shortening the time period of the product delivery.

Expected measures to be taken.

1. To register the product made in Japan on E-catalog (selection of local distribution company)
2. Components / parts of the harvester manufactured in Japan will be shipped to Nodak's local partner company for assembling. Gradually, the technologies and skills will be transferred to the local partner.
3. Eventually, Nodak intends to establish a joint venture with a local partner to enable a full manufacturing system of harvesters in Indonesia.

6. Status of achievement of project

The status of the achievement of the project is summarized as follows for each outcome.

Achievement status for each activity item

Activity item	Achievement status
<p>【Outcome 1】 Demonstration activities of efficient aquatic plant management method in dam lake under PJB control using aquatic plant harvester and transfer of technical know-how (machine operation / maintenance method etc.) to PJB</p>	
(1-1) Manufacture, transport and carry the aquatic plant harvester in the site	<ul style="list-style-type: none"> After designing, manufacturing and operation test in Japan, the Aquatic Plant Removal Machine was exported to Indonesia, imported and carried it the dam site. There was no delay in the process, and problems were not found in progress management.
(1-2) Formulate an aquatic plant harvest plan during the demonstration period with PJB	<ul style="list-style-type: none"> Concluded consultation with PJB in advance on the concrete method and plan of the verification survey in the demonstration project, and the deployment plan of equipment and human resources were created and shared with PJB at the time of each visit to the site. Conducted procedures to obtain preliminary consent with PJB while seeking compatibility with demonstration work of composting as well as verification activities in relation to the aquatic plants condition on site.
(1-3) Demonstration of aquatic plant harvesting work by using harvesting machine on dam lake and technical training to PJB.	<ul style="list-style-type: none"> As technical training to PJB, training operation was conducted to the main personnel of PJB and 6 candidate operators. Training program was organized with careful attention to the questions raised from the PJB staff and responded diligently. Consequently, the performance of operators was brought into the level that they can manage the harvester's operation through actual cutting work, start a work by undoing mooring from pre-start inspection, and conduct routine inspection after daily operation. The operation ability of PJB operator has improved each time of our traveling to the site, such as moving amount by coasting, carrying operation of harvested plants to transfer vessels, setting up WH - 3000 against wind direction, thus the effect of training has been well confirmed.
(1-4) Give instructions to PJB on the maintenance	<ul style="list-style-type: none"> Conditioning of tension of conveyor belt, paddle adjustment, oil leakage inspection, cooling piping, oil leakage from head

Activity item	Achievement status
method of the aquatic plant harvest machine	<p>cylinder, correspondence at breakage of radiator fan, replacement of working oil, operating oil filter, air filter exchange, change of deformed part of conveyor belt, compensating for the squeezing of the adjustment screw of the adjustment valve, adjusting the output of each valve at the time of movement, etc., were instructed on a variety of maintenance methods.</p> <ul style="list-style-type: none"> The main staff and the candidate operators who received the series of practical training could reach satisfactory level of their maneuvering / harvesting work skills and maintenance knowledge and ability, and they are certified by the project team with issuance of a training completion certificate.
(1-5) Aquatic plants harvesting work using harvesting machine was carried out by PJB in dam lake, then technical and operational compatibility are going to be confirmed.	<ul style="list-style-type: none"> Efficiency tests were carried out on manual harvesting, WH-3000 (Japan-made harvesting vessel), Chinese vessel and German vessel. Based on the results, it was confirmed that WH-3000, which has a large storage capacity, outperformed other removal vessels, and with regard to the amount of discharge per hour, it could discharge the plants in the most efficient manner.
<p>【Outcome 2】 Measuring the introduction effect of the aquatic plant removal machine and planning the aquatic plant management method (including aquatic plant harvest plan) using the aquatic plant removal machine</p>	
(2-1) Confirm the introduction effects by comparative analysis of the maintenance cost data before and after introducing the aquatic plant removal machine in the dam lake under PJB management	<ul style="list-style-type: none"> Comparative analysis of manual harvesting and introduction effects of each removed machine were carried out.. When the cost of removing aquatic plants was estimated, the cost of cutting per ton can be suppressed to less than half by utilizing WH-3000 in comparison with the cost of manual harvesting, and compared with other removal vessels, the cost reduction effect on harvesting was confirmed the highest.
(2-2) Confirm the improvement effects on trouble and failure frequency of fishing boat etc., by	<ul style="list-style-type: none"> Conducted a survey similar to the interview survey having been conducted in 2015 to residents and fishermen who are living on and near the dam lake, with the total number of 100 people. As the result of the interview survey, it was revealed that the

Activity item	Achievement status
interviewing fishermen around the dam lake	<p>changes in magnitude of influence caused by aquatic plants was not observed, and the fishermen and residents continued to be seriously suffered from aquatic plant.</p> <ul style="list-style-type: none"> It is only one year since the removal machine was introduced in the dam lake, hence it is difficult to draw a conclusion on the change of the degree of influence and it is necessary to investigate for at least 3 years for its impacts.
(2-3) Aquatic plant removal plan is going to be drafted, and new business implementation system will be formulated in discussion with the PJB	<ul style="list-style-type: none"> The current status of the aquatic plant harvesting activity was grasped through data collection and interview survey to the PJB Cirata office. Based on shared information and data, an aquatic plant removal plan was formulated and examined a newly formed business implementation system.
(2-4) In order to sustain the introduction effect of the proposed product / technology, the optimal aquatic plants management method will be considered with PJB.	<ul style="list-style-type: none"> As an aquatic plants management method, regarding the specification and operation of the removal machine, the following matters were proposed and discussed with PJB; The structure and specification of the conveyor are kept as current specifications. Regarding the size of the body and the capacity of the harvest tank for the aquatic plants, even the Cirata dam Lake which poses a large water body and many obstacles like installed fish ponds, WH-3000 having the largest cutting opening was deemed optimal, and it could demonstrate sufficient removal capacity of aquatic plants. In the case of machine harvesting, in order to reduce the traveling time for the aquatic plants to be discharged from the tank from the vessel, the process of transferring to the small boat like a Japanese style was introduced and demonstrated on the dam lake. Consequently, it is necessary to install such an implementation system in the field.
<p>【Outcome 3】 As an appropriate method of treating the aquatic plants after harvest, an implementation plan of composting shall be presented together with verification survey</p>	
(3-1) Consider the best combination of input	<ul style="list-style-type: none"> In making stacks of specimens to be used for experiments of composting, different input materials were examined with a

Activity item	Achievement status
material and input amount for composting.	method that can analyze which combinations of compost can be the most useful combination.
(3-2) Provide instruction to PJB staff on composting technology including periodic stirring work etc.	<ul style="list-style-type: none"> Follow up system was established which regularly monitors the work to monitor the fermentation decomposition of organic matter (aquatic plants) by microorganisms in efficient and productive manner, and the status of works was regularly shared with Japanese team. It was confirmed that the fermentation of the specimen was proceeded smoothly from the result of the temperature measurement, and at the point where it shifted to the low temperature range, even in the form of remote instruction, composting technology such as timing of the stirring frequency was able to be smoothly transferred.
(3-3) The implementation system in composting of aquatic plants after harvest shall be examined.	<ul style="list-style-type: none"> In the future, as a CSR project, composting project was examined and the Environmental Department of PJB Cirata that handles this project will take charge of this work and an implementation system was constructed to continue ongoing works.
(3-4) Composting work is performed by PJB.	<ul style="list-style-type: none"> In composting works, signs and thermometers were installed for each specimen, and monitoring of site conditions can be remotely managed from analyzing acquired data and photographs. Qualified instructions were given from Japanese experts, then mixing work at the appropriate time was instructed. Consequently, a system that allowed continuous field works were carried out was prepared.
(3-5) Analyze the usefulness of the produced compost and investigate the possibility of sales system.	<ul style="list-style-type: none"> It was confirmed that composts based on organic fertilizer specifications stipulated in the Indonesia regulation were qualified and it revealed that compost contained useful substances as organic fertilizer. It was confirmed that the positive effects of the compost on agricultural plants was observed in the plant breeding test by carrying out the phytotoxicity test as well as the fertilization test. A positive response on the possibility of marketing of organic fertilizer was obtained from PT Pupuk Kujang.

Activity item	Achievement status
(3-6) Assuming that it will be implemented as a CSR project of PJB, manufacturing plans and business plans with conformation of the standards and local market shall be proposed to PJB.	<ul style="list-style-type: none"> A proposal for introducing plant equipment that can control the state of bacteria to standardize the quality and shorten the time required for completion of was made to PJB and support activities in order to implement sustainable CSR project, such as provision of documentation materials and the future budgeting was made for internal discussion purpose.
【Outcome 4】 Dissemination activities and formulation of business development plan	
(4-1) Organize Japan study tour	<ul style="list-style-type: none"> In July 2018, three members consisting of a North Sulawesi state parliamentarian, a Professor of Sam Ratulangi University, and a sales manager of the candidate local partner were invited. Through the tour, they could deepen their understanding on the aquatic plant removal machines, and get familiarized the order form of work in Japan, as well as counter-measures on the issues caused by aquatic plants, etc.
(4-2) Organize an event to demonstrate and conduct seminar to disseminate comprehensive aquatic management methods for end users who are expected to be customers of aquatic plant removal machine	<ul style="list-style-type: none"> In May 2018, a seminar was organized with giving lectures and demonstration activities on aquatic plant removal machine. There were the total number of 48 attendant, which include C/P, other related authorities in Indonesia which are managing natural lakes and dam lakes, Japan embassy in Indonesia, private enterprises and persons from related universities etc.
(4-3) Investigate potential partner candidates for aquatic plant removal machine and for its maintenance	<ul style="list-style-type: none"> Through series of field visits, among the total of 6 companies being visited, ultimately Ultratex Indonesia, which manufactures and sells amphibious heavy machinery, was considered as the first candidate of local distributor. At present, various conditions for distributorship agreement, E-catalogue registration, purchase of WH-2400 are being discussed.
(4-4) In order to improve the local adaptability for future development, the possibility of customization of aquatic	<ul style="list-style-type: none"> In Indonesia, there is also a need to recover aquatic plants, driftwood, sludge and so on in small areas such as rivers and adjustment ponds in Jakarta city, downsizing of machine is being considered. Furthermore, new design model of GM-5000

Activity item	Achievement status
plant removal machine and cost reduction is considered.	<p>was manufactured, which can be operated by one operator by linking two units for large lakes and dam lakes such as Lake Tunano, Late Rimbot and Cirata Dam. Currently final tests are carried out in Japan.</p> <ul style="list-style-type: none"> As for cost reduction measures, knockdown system at local factory with transportation of parts in containers is being considered together with the formation of JV aiming for local production system.
(4-5) Examine the business model and the possibility of dissemination of aquatic plant management method	<ul style="list-style-type: none"> Based on differentiation from other suppliers, a package sales method with shore conveyor is being considered (there is a such request from the Ministry of Public Works). Promotion of the business model like outsourcing works of aquatic plants removal, which is commonly practiced in Japan, is being considered with a local distributor. Once such model was established, a low budget operation of aquatic plant management can be proposed, and then rental and lease sales opportunities can be extended.

7. Future Prospects

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

Verification items	Impacts and effect on development issues
Transition from manual harvest to machine harvest	In comparison on the maintenance cost of aquatic plant harvest, machine harvest is more efficient and led to cost reduction than manual harvest.
Formulation and operation of harvest plan	Deployment of equipment and personnel suitable for machine harvest was introduced, then a newly introduced harvest plan and measures on aquatic plant was promoted, which are leading to improvement of range and yield of harvest.
Local manufacturing of harvesters	Local production of the aquatic plant harvesters in partnership with the local company can be performed with dissemination of the structural design and design philosophy backed up by know-how of the optimal operation of the harvester. In turn it would lead to good sales, field service and maintenance of the harvester to be understood by not only local partners, but also

	by those related to natural lakes and dam lake management. Consequently, it is expected to contribute to the modernization of water area management project in Indonesia.
Introduction of harvester inside and outside the project site, and training of the staff	PJB's successful operation and demonstration of aquatic plant harvesting machine can generate awareness among those who are facing similar issues and interest in mechanization of aquatic plant harvest would be fostered.
Proposal of composting project as an effective utilization method of aquatic plant after harvest	If composting projects are widely recognized in the course of mass volume harvest to be brought in by introduction of machine harvest, it is possible to reduce the volume of aquatic plant that have been left on the lakeside as unnecessary product so far. Consequently, having composting project introduced, it is expected that the harvested weeds will be greatly reduced in volume. In addition, a supply source of organic fertilizer is secured additionally in regional agriculture.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

In this project, we were able to smoothly implement the verification survey and demonstration project though having continued good relations with local C/P agencies and local companies. Following the great accomplishment of this project, a statement was actually obtained from the PT.PJB Headquarter as well as the Head of PJB Cirata that continuous support from JICA and Nodak were requested.

Specifically, in Indonesia, there are eight stations of natural lakes that are prioritized in an environment beautification campaign and have similar needs of aquatic plant harvest. Since we observed and analyzed the conventional practices of local harvesting measures, then proposed our activities of introducing mechanization of aquatic plant harvesting measure in close communication with concerned authorities and local communities, performance of verification and demonstration practices to modernize the mode of harvesting was well recognized in good manner then expectations on mechanized harvest are well nurtured in the community.

By participating in the full-fledged framework where introduction of harvesting machinery through field conditioning measures, operation, arrangement of cooperation from local villagers, technical training of operation workers (machinery operation and maintenance) and suggestions of post-harvesting system (composting), we are very much confident that continuous technical assistance can be considered though involvement of our expertise. In this line, utilization of ODA scheme is encouraged, and we can expect more exposed demonstration of aquatic plant

harvester in Indonesia. And the foothold of our company for entering into Indonesian market can be more concretized.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

Indonesia

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese technologies for Improvement of Aquatic Plant Management in Hydropower Dam in Indonesia

Nodak Co., Ltd., Osaka, Japan

