インドネシア国

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
業務完了報告書

平成 27 年 11 月
(2015 年 11 月)

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)
15-093

写真

チラタダム湖取水口前のホテイアオイ繁茂状況

チラタダム提体周辺のホテイアオイ繁茂状況

チラタダム湖内の養殖用生簀

ホテイアオイの繁茂による漁船の航行障害

人力による水草刈取作業の様子

水草除去船による水草刈取作業の様子
（参考写真～マラウィ共和国）

ダム湖湖畔に放置された刈取後のホテイアオイ

堆肥化ヤードの候補地

調整池における水草・ゴミ除去の課題

自然湖沼における水草繁茂の問題

現地農機、重機メーカーの工場視察

現地造船メーカーの工場視察

目次

図表

略語

団員リスト

現地調査行程

要約（和文）

1.　対象国の現状 1
ア　対象国の政治・社会経済状況 1
イ　対象国の対象分野における開発課題 4
ウ　対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度 6
エ　対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析 10
オ　対象国のビジネス環境の分析（外国投資全般の状況、許認可、競合の状況等） 11
2.　当社の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針 14
ア　当社及び活用が見込まれる製品・技術の特長 14
イ　当社の事業展開における海外進出の位置づけ 20
ウ　当社の海外進出による我が国地域経済への貢献 21
3.　活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果 23
ア　製品・技術の検証活動（紹介、試用など） 23
イ　製品・技術の現地適合性検証 23
ウ　製品・技術のニーズの確認 23
エ　製品・技術と開発課題との整合性及び有効性 28
オ　実現可能性の検討 29
4.　ODA 案件化の具体的提案 30
ア　ODA 案件概要 30
イ　具体的な協力計画及び開発効果 32
ウ　対象地域及びその周辺状況 53
エ　他 ODA 案件との連携可能性 55
オ　ODA 案件形成における課題 56
5.　ビジネス展開の具体的計画 59
6.　その他 60
ア　その他参考情報 60

要約（英文）

図表

図 1-1：GDP 額および FDI 流入額の推移 2
図 1-2：製造業に対する FDI の内訳 2
図 1-3：電力需要 3
図 1-4：地域的な電力需要 3
図 1-5：電力供給量に占める再生エネルギーの割合 7
図 1-6：PJB チラタの 2015-2020 のロードマップ 8
図 1-7：15 の優先湖 9
図 2-1：提案製品（WH-3000）の操船風景 14
図 2-2：提案製品（WH-3000）モデルの図面 15
図 2-3：インドネシアの水草写真、水草手刈り風景 15
図 3-1：水草繁茂面積における刈取ニーズの考え方 24
図 3-2：提案製品・技術と開発課題との関連図 28
図 4-1：チラタダム湖の状況（2015 年 5 月時点） 33
図 4-2 ベースラインデータ調査結果（1） 37
図 4-3 ベースラインデータ調査結果（2） 37
図 4-4：チラタダム湖における水草の陸揚げ場所と堆肥化で利用可能な場所のマップ 40
図 4-5：刈取計画マップ（現状と普及・実証事業計画） 42
図 4-6：水草刈取作業の運用方法 45
図 4-7：堆肥化工程コンセプト 46
図 4-8：対象地域とチラタダム湖 54
図 4-9：通関・国内輸送の流れ 58

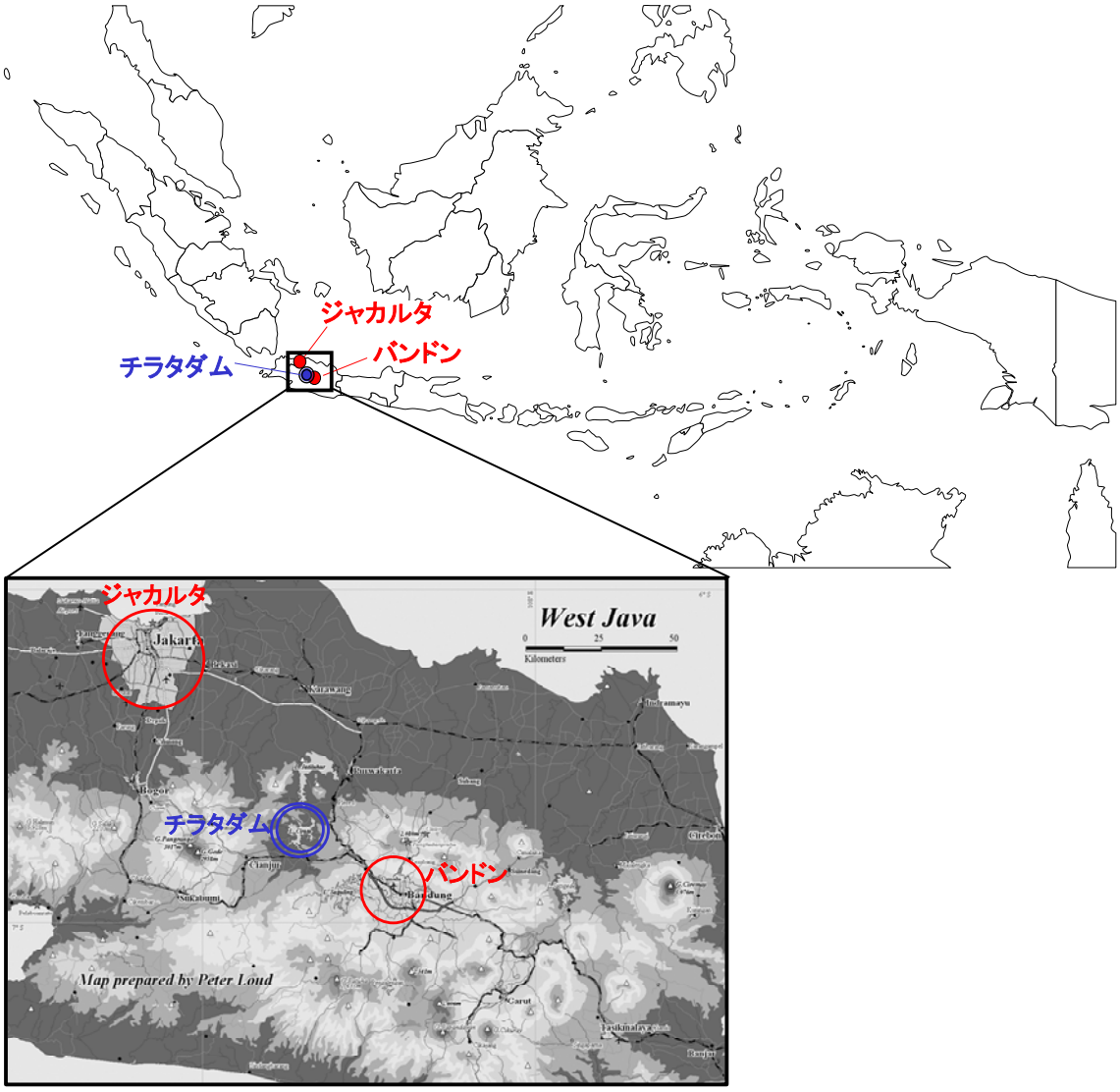
表 1-1：RPJMN のインフラ投資計画（単位：IDR trillion） 1
表 1-2：各水域における水辺環境マネジメントの課題 6
表 1-3：クラッシュプログラムの概要 7
表 1-4：ODA 事業の先行事例 10
表 1-5：他国ドナーの動向 10
表 2-1：水草除去船 WH-3000 のスペック 16
表 2-2：海外製品との製造比較表 19
表 3-1：水域毎のニーズを抱える関係機関 25
表 4-1：プロジェクトデザインマトリックス（案） 30
表 4-2：チラタの水草の成分分析結果 36
表 4-3：日本での刈取作業工程表（例） 38
表 4-4：普及・実証事業で導入を検討する使用資機材および人員 44

表 4-5：堆肥化事業の規模 46
表 4-6：普及・実証事業の役割分担 50
表 4-7：実施スケジュール想定 52
表 4-8：日本の ODA で建設した主な水力発電所リスト 56
表 4-9：代替機会創出の規模（機械化による 90 トン/日の水草刈取の場合）.....57

略語

略語	正式名称	日本語名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
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
C/P	Counterpart	カウンターパート
CRMP	Cost & Revenue Management Program	収支管理プログラム
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
DGIPR	Directorate General of Information and Public Relations	インドネシア知的財産権総局
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JV	Joint Venture	合弁事業
LCGC	Low Cost Green Car	低価格エコカー
LKPP	Policy Institute for Procurement of Goods / Services	政府財サービス調達政策機関
MEMR	Ministry of Energy and Mineral Resources	エネルギー鉱物資源省
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
MM	Minutes of Meeting	協議議事録
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
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリックス
PTPN	PT. Perkebunan Nusantra	ヌサント国営プランテーション公社
RPJMN	Medium Term National Development Plan	国家中期開発計画
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
SNI	Standard National Indonesia	インドネシア国家規格
SUS	Stainless Steel	ステンレス加工
UP	Generation Unit	発電局

地図



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

団員リスト

氏名	担当業務	所属先
金岩 紀彦	業務主任者・事業計画	ノダック㈱
曽我 伸一	設計・現地化（1）	ノダック㈱
森 誠	設計・現地化（2）	ノダック㈱
佐竹 昌一	運営管理・監督	ノダック㈱
吉田 翔	設計・整備	ノダック㈱
植村 滋久	施工・安全・工程管理	東亜機工㈱
宮坂 典利	堆肥化業務	㈱みのり建設
大朏 純幸	チーフアドバイザー・案件化	㈱日本開発政策研究所
服部 智子	市場調査・開発効果	㈱日本開発政策研究所

現地日程

1.　第一次現地調査（2015 年 5 月 24 日～6 月 6 日）

参加者：ノダック㈱（金岩、曽我、佐竹）、東亜機工㈱（植村）、㈱日本開発政策研究所（大朏、服部）

	日付	訪問先	都市名
1	2015/5/24（日）	移動（日本→ジャカルタ）	ジャカルタ
2	2015/5/25（月）	JICA 移動（ジャカルタ→バンドン） 再委託先（Asia Quest 社）	ジャカルタ ジャカルタ バンドン
3	2015/5/26（火）	PJB チラタ事務所 チラタダム湖	チラタ
4	2015/5/27（水）	チラタダム湖	チラタ
5	2015/5/28（木）	ジャティルフール パジャジャラン大学 サグリン、チタルム川	チラタ
6	2015/5/29（金）	移動（バンドン→ジャカルタ移動） 調整池	チラタ ジャカルタ
		バンドン～スラバヤ移動 PJB 本社	スラバヤ
7	2015/5/30（土）	PT Boma	ジャカルタ
8	2015/5/31（日）	資料整理	ジャカルタ
9	2015/6/1（月）	PLN、PJB、インドネシアパワー 環境省環境局（湖） ジャカルタ市清掃局（モニタリング）	ジャカルタ
10	2015/6/2（火）	スンタル、リアリオ調整池 再委託先（Asia Quest 社）	ジャカルタ
11	2015/6/3（水）	JETRO インドネシアパワー 公共事業省（湖部門） ジャカルタ副知事、ジャカルタ市清掃局（水域） 物流業者	ジャカルタ
12	2015/6/4（木）	公共事業省（ダムオペレーション） エネ鉱業省 ハンドック造船所	ジャカルタ
13	2015/6/5（金）	ジャカルタ市清掃局（水域） スンダケラパ港湾、プルイット調整池視察 移動（ジャカルタ→）	ジャカルタ
14	2015/6/6（土）	移動（→日本着）	

2.　第二次現地調査（2015 年 6 月 28 日～7 月 12 日）

参加者：ノダック㈱（金岩）、東亜機工㈱（植村）、㈱みのり建設（宮坂）、㈱日本開発政策研究所（大朏、服部）

	日付	訪問先	都市名
1	2015/6/28（日）	移動（日本→ジャカルタ）	—
2	2015/6/29（月）	大使館/JICA PLN 公共事業省（河川&海岸局）	ジャカルタ
3	2015/6/30（火）	PT. Hanken Indonesia エネルギー鉱物資源省 PT. Cahaya Artha Ekatransport LKPP	ジャカルタ
4	2015/7/1（水）	海事運輸局 PT. Daya Radar Utama PT. Intraco Penta 公共事業省（Irrigation&Swamp and Planning） PT. Central Industrial Supplies 東京海上インドネシア保険㈱	ジャカルタ
5	2015/7/2（木）	PT. Prakarsa Ekatama Advisory 移動（ジャカルタ→スラバヤ）	スラバヤ
		移動（ジャカルタ→スマラン） Rawa Pening 視察	スマラン
6	2015/7/3（金）	PT Barata PJB 本社 PT. Dumas Tanjunc Perak Shipyard	スラバヤ
		スマラン河川流域機構 スマラン水資源局 移動（スマラン→ジャカルタ）	スマラン
7	2015/7/4（土）	PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia 移動（スラバヤ→ジャカルタ）	ジャカルタ
		ラワパニング湖視察 移動（スマラン→ジャカルタ）	スマラン
8	2015/7/5（日）	資料整理	ジャカルタ
9	2015/7/6（月）	ボゴール農業大学 移動（ジャカルタ→バンドン）	ジャカルタ
10	2015/7/7（火）	PJB チラタ チラタ視察 漁民調査	バンドン
11	2015/7/8（水）	パジャジャラン大学トゥアラ教授 PT Pandiga Selindotama PT Cikal 水資源研究開発機関	バンドン

12	2015/7/9（木）	移動（バンドン→ジャカルタ） PLN 東京三菱 UFJ 銀行 ガジャマダ大学	ジャカルタ
		移動（バンドン→ボゴール） PT Bogor Life Science & Technology 移動（ボゴール→ジャカルタ）	ボゴール
13	2015/7/10（金）	JICA 団内 MT	ジャカルタ
14	2015/7/11（土）	資料整理 移動（ジャカルタ→）	ジャカルタ
15	2015/7/12（日）	移動（→日本着）	—

3. 第三次現地調査（2015 年 9 月 20 日～10 月 5 日）

参加者：ノダック㈱（金岩、森、吉田）、東亜機工㈱（植村）、㈱日本開発政策研究所（大朏、服部）

	日付	訪問先	都市名
1	2015/9/20	移動（日本→ジャカルタ）	—
2	2015/9/21	PT. Cahaya Artha Ekatransport (CAE) 三菱東京 UFJ 銀行 ジャカルタジャパンクラブ	ジャカルタ
		移動（日本→ジャカルタ）	—
3	2015/9/22	鉱工業エネルギー省 PT. Intraco Penta 商工業省	ジャカルタ
4	2015/9/23	PLN/PJB Cirata 関税局 移動（ジャカルタ→バンドン）	ジャカルタ
		移動（ジャカルタ→バンドン） PJB Cirata	バンドン
5	2015/9/24	パジャジャラン大学トゥアラ教授 チラタ・バンドン周辺	バンドン
		移動（バンドン→スラバヤ）	
6	2015/9/25	PT Barata	スラバヤ
		漁民調査	チラタ
7	2015/9/26	ソロレジョ調整池視察	スラバヤ
		資料整理	バンドン
8	2015/9/27	移動（スラバヤ→ジャカルタ）	スラバヤ
		移動（バンドン→ジャカルタ）	バンドン
		移動（バンドン→スラバヤ）	バンドン
9	2015/9/28	バンクネガラインドネシア（十六銀行） SMBC インドネシア JETRO PT Barata	ジャカルタ

		PT QBE Insurance PT PANN Maritime Finance	
		PJB 本部	スラバヤ
10	2015/9/29	JICA	ジャカルタ
		PJB 本部 移動（スラバヤ→ジャカルタ）	スラバヤ
11	2015/9/30	資料整理	ジャカルタ
		移動（ジャカルタ→スマトラ） 公共事業局メダン事務所	スマトラ
12	2015/10/1	公共事業省水資源総局運営維持管理局 移動（ジャカルタ→バリ）	ジャカルタ
		トバ湖等の周辺視察 アサハンダム上流の視察 移動（スマトラ→バリ）	スマトラ
13	2015/10/2	公共事業省バリ事務所 エストリダム、トゥカドゥバタン川視察 バトゥール湖視察	バリ
14	2015/10/3	資料整理	バリ
15	2015/10/4	資料整理	バリ
16	2015/10/5	移動（バリ→日本）	—

要約

1.　対象国の現状

インドネシアでは、人口の増加および堅調な経済成長に裏打ちされた旺盛な消費需要に伴い、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ており、電力供給力の増強が喫緊の課題となっている。なお、電源開発については、従来の石炭依存型の構造からの多様化が図られており、電力供給量に占める水力発電を含む再生エネルギーの割合を 2030 年には 15%まで引き上げる方針も掲げられている[1]。

しかし、現状では予算不足により年率 6%程度の電力増強に留まっており、インドネシア国内の電力供給量の 7 割を担うインドネシア国営電力公社 PLN（Perusahaan Listrik Negara Persoro）では、電力増強のための設備投資費用の捻出のため、経費削減に取り組んでいるところである。また、インドネシア最大級の規模を持つチラタ水力発電所を運営管理する、PLN 傘下の PJB（PT Pembangkitan Jawa - Bali）でも同様に、維持管理コスト削減目標を掲げて、運営・管理する水力発電所の非効率な自社メンテナンス作業に代わる民間サービスを活用した経営の効率化が求められている。

特に水力発電所で業務改善が求められている課題として、水草除去作業の効率化が挙げられる。ダム湖の場合、河川から産業・生活排水が流入することに加え、ダム湖内で営まれている養殖事業により、水質が富栄養化して、水草が異常繁茂する事態が発生している。この水草が取水口に浸入し発電障害を引き起こすリスクがあることから、水力発電所では、主に人力による水草除去が行われているが、年間を通して継続的に繁茂する水草に処理能力が追い付かず、多大な維持管理コストを拠出する事態となっている。

チラタダムに繁茂するホテイアオイ

人力による刈取作業

また、ダム湖以外においても、河川と接続している調整池や自然湖沼でも同様の課題を抱えている。これらの水域では、水草の適切な管理が行われていないことから、刈取後の水草が湖底に沈殿してしまうことで、さらに富栄養化を助長するという現象が問題となっている。

[1] Indonesia Energy Outlook 2014

また刈取後の水草が湖畔に放置され、悪臭や景観を壊す原因ともなっている。

これらの課題に対して、水草除去マネジメントの向上を図ることで、維持管理コストの削減による、設備投資予算の確保が実現され、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。また、適切な刈取と管理を行うことで、水域環境の向上が図られ、水域周辺住民への影響を軽減する効果も期待できる。

2.　当社の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

当社の提案する技術製品は、湖沼やダム湖で異常繁殖した水生植物：水草（ホテイアオイ、ヒシ等）を水上で機械的に刈り取る水草除去船である。当該製品の特徴は以下のとおり。

① 効率性：刈取幅が 3,000mm と広く、広範に繁茂した水草を短時間で刈取ることが可能

② 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ている為、低水深の環境でも利用が可能。またスクリューに水草が絡むことがないため、航行が容易である。

③ 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。

水草除去船の刈り取り風景
（マラウィ導入事例 WH-3000）

間口が広く効率的な刈り取りが可能
またハンドル操作のみで操縦可

旋回の様子
狭い水路でも航行反転可能

インドネシアのダム湖に繁茂するホテイアオイは、日本の水草の 2 倍以上の大きさがあるが、現在は手作業で除去が行われている。機械導入による効果は、刈取期間が約 1/4 となり、コスト削減が図られるとともに効率的な刈取業務が可能となるものと期待される。

なお、当社は機械販売のみならず、顧客向けに水草除去マネジメントの請負事業も行っており、各湖沼の特徴（湖沼の形状、水草繁茂の状況）に応じた刈取計画や水質管理についてのノウハウを有している。

当社は、日本で他社に先駆けて、水草刈取船の設計・製造・販売を開始し、機械の販売のみならず、日本全国で水草刈取の請負業務を展開してきたことで、国内でのシェアをほぼ独占してきている。国内での販売市場は飽和状態であることから、海外事業の重要性を認識している。特に熱帯地域では、日本国内での季節限定的な稼動とは異なり、通年での稼働が期待されることから、販売台数の拡大が見込めると考えている。海外展開先としては、インドネシア国営電力公社（PLN）傘下 PJB 管轄のチラタダム発電所から、購入の可能性も検討し

たいとの要請があったことから、事業展開の可能性を検討し始めた。

3.　活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

インドネシアにおける水草除去の課題は、ダム湖のほか、自然湖沼、調整池、水路等でも同様に認められ、機械化需要が見込まれるものと想定された。そのため、本調査では、PLN、PJB に代表される水力発電所を所有・維持管理する電力会社、また各地に点在する自然湖沼の水域環境改善・保全を担当する公共事業省他、地方事務所、および各都市で水資源・防災の観点から整備されている調整池を維持管理する地方自治体との面談機会を設け、提案製品の紹介を行い、水草除去業務の機械化への意向、導入への関心度合い等を探った。

本調査の結果、特にダム湖については、既に水草刈取り業務の機械化ニーズが顕在化し、市場として形成されつつあることを確認した。また、ダム湖に対して提案製品を導入することで、ニーズへの訴求が最も短期間かつ効果的に実施しうると判断された。

また、同時に、機械化により短時間で大量に陸揚げされる刈取後の水草の処理については、比較的実施が容易で、かつ水草の減容化が図れるという点で、水草を堆肥化して有効利用する方法が、現地ニーズに見合った対応策であることを確認し、現地の関係者と具体的な案について協議を進めている。なお、堆肥化事業により、これまで手刈に従事していた、周辺住民・漁民の雇用機会創出を図ることも検討している。

4.　ODA 案件化の具体的提案

本調査の結果、普及・実証事業（機材導入＋堆肥化）、中小企業ノンプロプロジェクト無償資金協力（機材導入）、草の根技術協力（堆肥化）の案件化の可能性が顕在化した。

まずは、普及・実証事業のスキームを活用し、インドネシア国内で最も深刻な水草に起因した課題を抱える水力発電所であるチラタダム発電所において、水草除去マネジメントの向上策の実施によるインフラ維持管理の効率化を実証し、モデルケースを他の地域に普及することで、他の発電事業者の電力増強のための予算確保策へと繋げられるような案件を提案する。

本事業の内容は、下表のとおり。水草除去作業の効率化と刈取後の水草の有効利用をパッケージとした対応策を提示し、持続的に水域環境の改善が図れるモデルの構築を目指す。

表 2 : プロジェクトデザインマトリックス（案）

上位目標 エネルギー政策で掲げられた電力インフラの増強が図られる。
プロジェクト目標 チラタダム湖の維持管理にかかる財務状況が改善されたことで、設備増強、その他必要な投資業務が可能となる。
成果 1.　水草除去船の導入により、PJB のチラタダム湖の効率的な水草刈取手法が確認され、実践される。

2.　刈取後の水草の適切な処理方法が考案され、チラタダム湖の水域環境が改善される。
活動
1-1.　水草除去船の導入による刈取、横持、運搬を含む水草刈取の新業務実施体制を構築する。
1-2.　刈取計画策定にかかる条件を指導し、刈取計画を作成する。
1-3.　PJB 職員に水草除去船の操作、メンテナンス技術を指導する
1-4.　水草除去船の導入による効率的な刈取業務を実践する。
2-1.　刈取後の水草の堆肥化の可能性を検討し、技術指導を行う。
2-2.　水草除去船導入後の漁民への影響を評価する（航行障害改善）

現時点で検討している水草刈取作業の運用方法と堆肥化工程については、下図のとおり。

図 1：水草刈取作業の運用方法

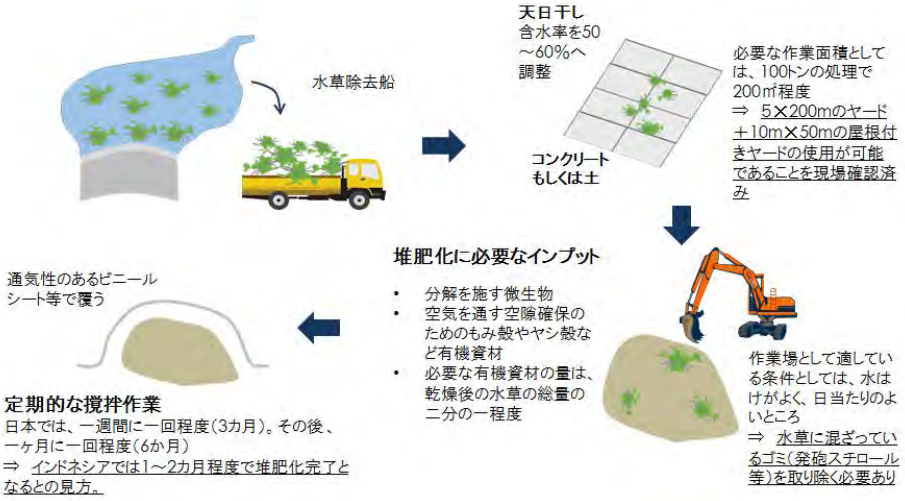


図 2：堆肥化工程コンセプト

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

企業・サイト概要

- 提　案　企　業：ノダック株式会社
- 提案企業所在地：大阪府豊中市
- サイト・C/P機関：チラタ水力発電所ダム湖・インドネシア国営電力公社（PLN）およびジャワ・バリ発電会社（PJB）

水草刈取り船(WH-3000)

インドネシア国の開発課題

- 水力発電所のダム湖では、異常繁殖を繰り返す水草（ホテイアオイ）除去が手作業で行われており、非効率で維持管理コストが嵩んでいる。
- 取り残された水草群は、ダム湖内の漁民の漁船航行を阻み、刈取後、岸に放置された水草も、水質悪化を招き、養殖事業に悪影響を及ぼしている。

中小企業の技術・製品

- 水上で浮遊性及び沈水性の水生植物を機械的に刈取る水草刈取船。
- 刈取り幅が広く効率的な除去が可能であり、操作性、耐久性に優れている。
- 水草の刈取計画、水質管理を含む効果的な水草除去マネジメントノウハウを有する。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- チラタ水力発電所のダム湖に除去船を導入し、刈り取り作業の機械化による効率的/経済的な水草除去作業を実証するとともに、水草除去作業計画と作業員教育、漁民との連携や維持管理体制の構築を図り、除去後の水草の有効利用策も含めた総合的な水草マネジメントモデルを確立する。
- 水草マネジメントモデルを導入することにより、ダム湖の維持管理コストの軽減、刈取後の水草の適切な処理による、漁民の生活改善を含む、水域環境改善に貢献することが期待できる。

日本の中小企業のビジネス展開

- 効率的、効果的なダム湖の水草マネジメントモデルを確立することで、同様の課題を抱える他の水力発電所ダム湖はもとより、水草除去に課題を持ち、需要が見込める用水路や人工湖等への導入ビジネスに繋げる。
- また、現地パートナーを選定し、刈取り船の販売、リースあるいは現地生産をも視野に入れた事業機会の拡大を図る。

1. 対象国の現状

ア 対象国の政治・社会経済状況

（1）政治状況

インドネシアは 1999 年以降民主化が進み、2004 年に実施された大統領直接選挙では、2 期 10 年の任期を務めたユドヨノ政権（民主主義者党）から政権交代となり、闘争民主党のジョコ・ウィドド氏（闘争民主党）が新大統領に就任し、2014 年 10 月に新政権が発足した。

新政権下の国家戦略である、国家中期開発計画 2015-2019（RPJMN）では、自立したインドネシアの実現に向けた事業が強調されており、「海運国家」や「製造業強化」といった政策目標が挙げられている。その中の、経済成長を支えるインフラ投資計画では、道路、電力、水資源、海運等が優先分野に位置づけられるところとなっている。

表 1-1：RPJMN のインフラ投資計画（単位：IDR trillion）

シナリオ	道路	鉄道	海運	電力	ｴﾈﾙｷﾞｰ&ｶﾞｽ	水資源	その他
フル	1,274	278	563	1,080	535	1,091	1,720
パーシャル	851	222	424	762	420	845	1,257
ベースライン	637	140	282	714	268	645	875

（出典：BAPPENAS）

また、新政権は、経済成長とともに、「分配」も重視しており、貧困対策にも積極的な取り組みが行われる方針である。実際に、元ジャカルタ特別州知事である新大統領は、ジャカルタ市の生活環境改善を目指し、調整池の不法居住者の移転を進めつつ、都市環境・水質改善に予算を割り当てるなどの取り組みを実施してきている[2]。

（2）社会経済状況

インドネシアは、世界第 4 位の約 2 億 5 千万人の人口を有し、今後も総人口・労働人口ともに増加が見込まれ、2019 年までは年間 1.21％の伸び率で増加すると予測されている[3]。経済面では、GDP 成長率も過去 10 年間は約 5～6％の伸び率を堅持している。2014 年にはインフレ圧力増大と経常赤字拡大が顕著となり、成長が鈍化したが、2015 年以降は、緩やかな回復に向かう見通しである。また、対インドネシア外国投資の流入額は、2009 年に 50 億ドルまで落ち込んだが、2013 年には 230 億ドルに達しており急激な拡大を見せている[4]。

[2] “雨期控え洪水対策　ジョコウィ州政の試金石”（2013 年 10 月 12 日）じゃかるた新聞
[3] Indonesia Energy Outlook 2014
[4] 世界銀行 World Development Indicator (WDI) 2014

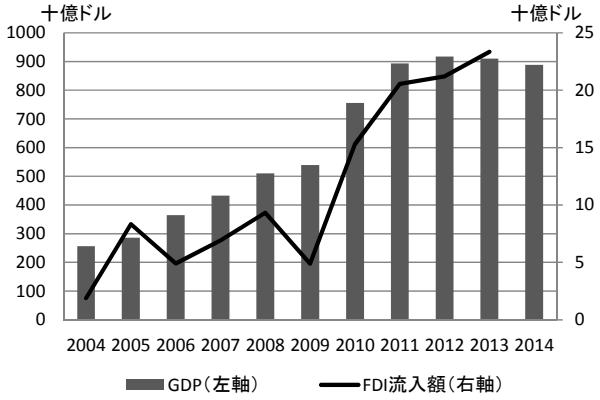


図 1-1：GDP 額および FDI 流入額の推移

（出典：世界銀行 WDI）

外国投資をセクター別にみると、2014 年の実績では、農林鉱業 24%、製造業 46%、サービス産業 30%という構成となっている。製造業の内訳を見ると、食品加工 11%、化学・薬品 8%、金属・機械・電子 9%、自動車・輸送機器 7%に対する投資が確認できる。

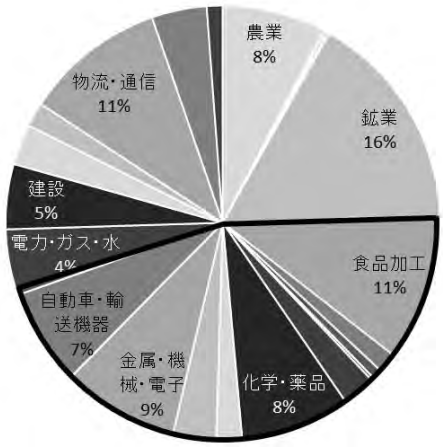


図 1-2：製造業に対する FDI の内訳

（出典：BKPM）

（3）電力需給

インドネシアは、増加し続ける人口、堅調な経済成長に裏打ちされた旺盛な消費需要、地方開発が進むにつれ、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ており、現状の供給予備率を高め、電力供給力の増強を図ることが喫緊の課題となっている。2015 年時点の電力需要は 250TWh に上り、2024 年までに電力供給量は 550TWh が必要との見込みである[5]。また、インドネシア政府は、元来の石油・天然ガス・石炭などの天然資源由来

[5] PLN 電力供給事業計画 2015-2024（RUPTL）

の電力生産から、今後はエネルギー源の多様化を進める方針であり、今後の電源開発に当たっては、水力発電・地熱発電などの再生可能エネルギーの割合を高める計画[6]となっている。

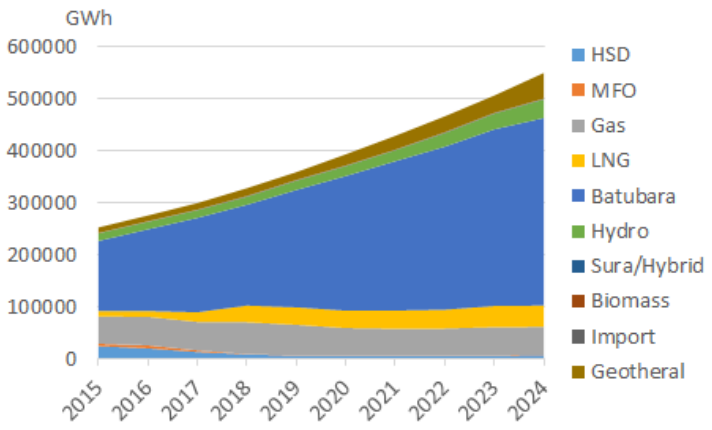


図 1-3：電力需要

（出典：RUPTL 2015-2024）

地域的な特徴としては、インドネシアの電力需要は、人口と産業が集中するジャワ島が全国の約 56%を占め、スマトラ島 25%、カリマンタン島 9%、スラウェシ島 6%とつづく。今後の電力需要予測においても、ジャワ島での需要が中心となり、その他の地域も段階的に増加することが予測されている。

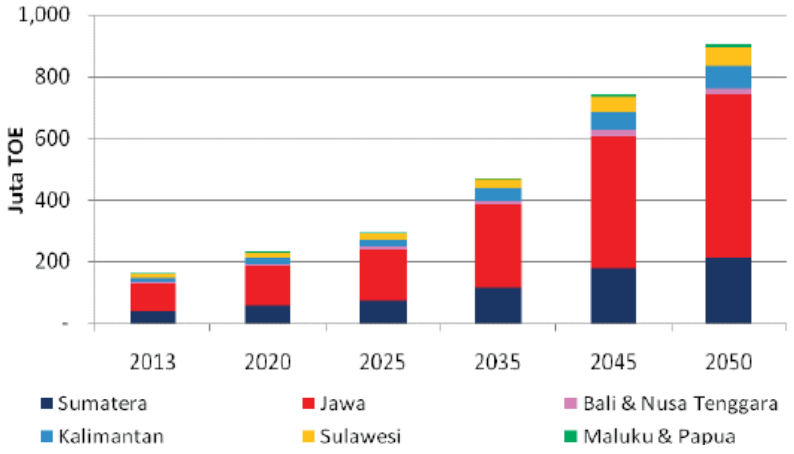


図 1-4：地域的な電力需要

（出典：Outlook Energy Indonesia 2014）

[6] インドネシアでは急成長する電力需要への対応と石油依存の低減を目指し、非石油燃料発電所の電源開発を加速させる開発プログラムを「クラッシュプログラム」と名づけ、大統領令により推進している。クラッシュプログラムは、第 1 次計画に次いで、第 2 次計画では電源の多様化を図り、地熱（計画の 39%）や再生可能エネルギーの開発に重点が置かれ、第 3 次計画では、水力発電にも焦点が当てられている（計画の約 12%）。

インドネシア国内最大の電力消費地であるジャワ・バリ系統に電力供給を行っている水力発電所の中で、最大級の規模を持つチラタ水力発電所は、1,008MW の発電容量をもち、年間 1,428GWh の発電を行っている[7]。また、チラタ水力発電所は、多目的ダムとしての機能も有しており、発電機能のみならず、西ジャワの北部地方 240,000ha[8]の灌漑用水としての機能、また下流地域が洪水によって被る損失を削減するための洪水調節機能も持ち合わせ、同地域において重要な位置づけを持つダムである。

イ 対象国の対象分野における開発課題

（1）インフラ維持管理コストの増大

インドネシアでは、経済成長および人口増加が進むにつれ、電力需要に対応する発電インフラ設備の増強が求められている。特に、インドネシア国内最大の電力供給者であるインドネシア国営電力公社（Perusahaan Listrik Negara Persoro：PLN）は、インドネシア国内の電力供給量の 70％を担っており、増加しつつある電力需要に合わせ、PLN 電力供給事業計画（2015-2024）の中で、今後 5 年間で約 10,000MW の電力増強を計画している。しかし近年は、発電のための燃料・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げられていないといった現状がある。すなわち、非効率なインフラの維持管理業務が行われており、経年劣化や頻発する点検を発生させ、事故停止などによる出力減がインドネシア国における電力需給バランスを非常に逼迫したものにしている。

設備投資のためには、PLN の財務・経営体質の改善が図られる必要があり、PLN 傘下の PJB（PT Pembangkitan Jawa - Bali）も同様に、維持管理コスト削減目標を掲げており、運営・管理する水力発電所においても、非効率な自社メンテナンス作業に代わる民間サービスを活用した、経営の合理化が求められている。

PLN によれば、現在のジャワーバリ系統の維持管理予算は、年間約 600-700 億円（6-7 兆ルピア）であり、その中で 8 ユニットの発電所を有する PJB の維持管理予算は、年間約 150 億円（1.5 兆ルピア）となっている。これらの維持管理予算のうち、PJB が運営する水力発電所に焦点を当てると、チラタ発電所の場合、年間の維持管理予算は約 3 億円（300 億ルピア）となり、なかでも日本と異なりインドネシア特有[9]のダム湖における維持管理要件となっている、水草の除去作業に必要な費用をみると、全体維持管理費の約 4%（1,300 万円：13 億ルピア）を占めるまでになっている。

この金額をインドネシア全体のインパクトとして捉えると、ジャワーバリ系統がジャカルタ圏での電力需要の 5 割以上の電力源を担っていることを考慮し、インドネシア全体の維持管理予算を、同系統の予算の 2 倍の約 1,300 億円（13 兆ルピア）とすると、そのうち

[7] PJB Generation Business Unit 2013-2014
[8] Jasa Tirta II Public Corporation “Cascade Reservoirs Optimization in Citarum River Indonesia”, June 2015
[9] インドネシアのダム湖では、養殖用の生簀が設置され、そこで散布される魚餌が富栄養化の基となり、水草の繁茂が助長される。このような事例は日本では一般的に発生しない問題である。

で全体電力供給量の 8%を供給する水力発電所の維持管理コストにおいて水草除去費用は、約 4.2 億円にも上ると算出された。この経費を合理化することによるインパクトは、仮に 3 割減とすると、全体予算に対し 1.2%改善するため、全国レベルで見ると年間にして約 1.2 億円の削減効果が見込まれる計算になる。

このように、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る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。

（2）非効率な水草除去作業

インドネシアにおける電力会社のインフラ維持管理の中で、特に水力発電所で問題となっており、業務改善が求められている課題として、上述のように水草除去作業の効率化が挙げられる。ダム湖の場合、河川を水源とする場合が多いが、河川に産業・生活排水が流入すること、加えてダム湖に設置されている生簀を用いた淡水魚の養殖事業（魚のえさ等の過剰投下）により、水質が富栄養化して、水草が異常繁茂し、ダム湖の広範囲の水面を覆うばかりになっている事態が発生している。

この水草が取水口に浸入し発電障害を引き起こすリスクがあることから、水力発電所では、毎年水草除去作業を行う必要が生じている。現在は、主に人力による水草除去が行われており、一部バックホーの導入を組み合わせた除去が行われているが、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、多大な維持管理コストを拠出する事態となっている。

インドネシアにおける水草は、浮遊性および沈水性の複数種類あるが、最も一般的なものは、ホテイアオイ（Eceng gondok）と呼ばれる浮遊性の大型の浮き草である。このホテイアオイは、インドネシアの高温多湿の熱帯性気候のもとで、繁殖速度が極めて高く、1 週間で 2 倍に増殖するなどの研究結果が出されているほどである。

ダム湖以外においても、河川と接続している調整池や自然湖沼でも同様の課題を抱えており、河川や調整池へのゴミ投棄、また灌漑用水路から化学肥料や農薬が自然湖沼に逆流入することから、富栄養化の現象を引き起こし、水草がさらに繁茂するという問題が年々深刻化してきている。自然湖沼については、過去に水草を摂食する草魚を水域内に投入する試みも取られたところもあるが、広大な水域面積を持つ水域では、効果が挙げられていない状況である。

（3）水辺環境マネジメントの課題

これらの水域では、水草の適切な管理が行われていないことから、様々な問題を引き起こしている。どの水域にも共通して言えることは、水草が湖面を覆ってしまうことで、水の蒸発量が多くなり、水資源の減少に影響し、水資源確保の面から治水能力の低下につながる問題が起きている点である。また、ダム湖については、発電効率に関わる直接的な影

響を引き起こすリスクがあることから、最低限の水草除去は行われているが、刈取後の水草の処理は、適切な手法で実践されておらず、刈取後の水草が湖底に沈殿してしまうことで、さらに富栄養化を助長するという現象が問題となっている。また刈取後の水草が湖畔に放置されることからも、悪臭や景観を壊す原因ともなっている。調整池では、生活排水が流入することによりゴミが堆積し沈殿しているため、悪臭が酷く、社会問題として顕在化してきている。さらに、観光地となっているような自然湖沼では、観光資源としての復元や環境保全の対象として、水草の大量繁茂に対する問題意識が高まっている。

表 1-2：各水域における水辺環境マネジメントの課題

ダム湖	自然湖沼	調整池
発電障害リスク、治水能力低下、水質悪化による漁業への悪影響、刈取後の水草処理	治水能力低下、観光資源の価値低下、水質悪化による漁業への悪影響、環境問題	治水能力低下、水質悪化による悪臭、社会問題

（出典：調査団）

なお、河川や自然湖沼を水源として水力発電が行われているような地域もあり、ある水域での水草管理が行われていないことで、他の水域環境やインフラ機能にも影響を与えるというような課題も抱えている。

ウ 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

（1）エネルギー開発計画

新大統領政権下において、インドネシアにおける長期的な電力供給計画を提示する PLN 電力供給事業計画 2015-2024（RUPTL）が策定され、2019 年までの 5 年間で、インドネシア全体で約 35,000MW の電力開発計画が掲げられている。この野心的な新規電源開発にあたっては、IPP への期待が高く、約 7 割が IPP、約 3 割が PLN による開発といった構成で計画がなされている。その中で、IPP については、石炭を中心とした電源開発が計画されているのに対し、PLN は、石炭、ガス、水力を中心に計画されている。

電源開発については、2006 年以降の発電設備の開発計画「クラッシュプログラム」において、従来の石炭を中心とした電源開発からの多様化が図られている。クラッシュプログラムの概要は以下のとおりであり、2015 年から開始される第 3 次クラッシュプログラムでは、水力発電の増強が重視されている。

表 1-3：クラッシュプログラムの概要

	第 1 次	第 2 次	第 3 次
期間	2006 年～2009 年	2010 年～2014 年	2015 年～2019 年
発電量	10,000MW	10,153MW	13,833MW
燃料	石炭 10,000MW(100%)	石炭 (33%)	石炭 (21%)
		ガス (16%)	ガス (66%)
		地熱 (39%)	地熱 (1%)
		水力 (12%)	水力 (12%)

（出典：PLN）

また、2035 年までのエネルギー需給および電源構成の見通しを示した「Indonesia Energy Outlook 2014」においても、電力供給量に占める再生エネルギーの割合を拡大させる計画となっており、現在の約 8%から 2030 年には、15%まで引き上げる方針である。この中で、水力発電の割合は、現行の約 1%から 3 倍に拡大させる計画となっている。

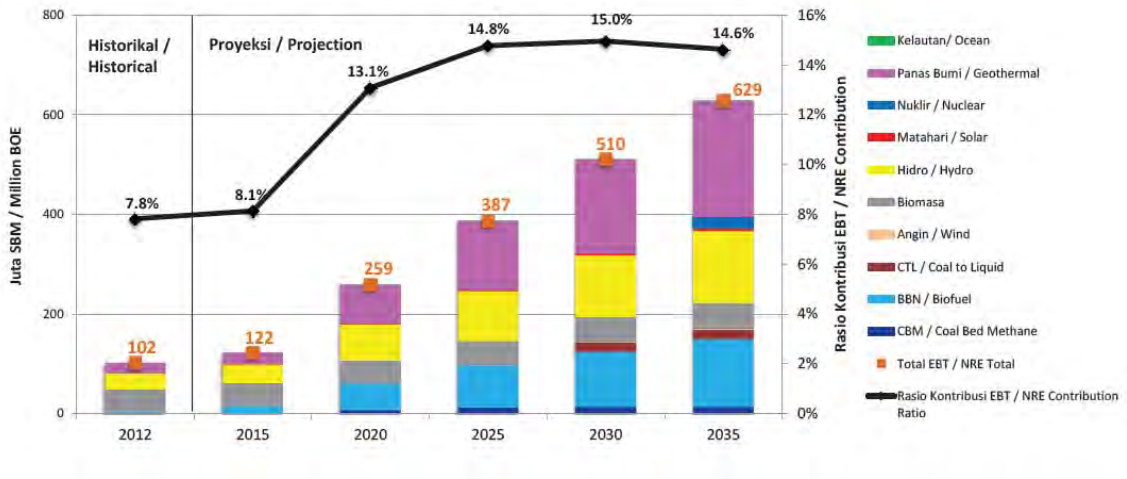


図 1-5：電力供給量に占める再生エネルギーの割合

（出典：Indonesia Energy Outlook 2014）

（2）インフラ維持管理コスト削減計画

電力需要の増加に伴う発電能力の拡大が課題となっているインドネシアにおいて、PLN は、2013-2017 の戦略目標として、下記のように、オペレーションの効率化による財務状況の向上を重要な目標として位置づけている。

1）PLN の財務状況の向上、
2）投資効率の向上、
3）燃料構成の適正化、
4）オペレーションの効率性向上、
5）PLN のイメージ向上

また、オペレーションコスト増加に陥りやすい現行の体制を改善するために、2014 年に策定された「収支管理プログラム（Cost & Revenue Management Program：CRMP）」では、経費削減目標が設定されている。具体的な経費削減目標としては、PLN 事業の全体で約 1,420 億円の節約目標を掲げており、その 42%が石油由来の発電効率向上であるが、経費削減項目の中には、維持管理コストも重要な項目として位置づけられており、約 91 億円の削減を目指す方針が示されている。

インドネシア全体においては、経済成長を支えるため、毎年約 8%の電力増強を図る必要があるが、現状では予算不足によって、年率 6%程度の電力増強に留まざるを得なくなっている。よって、既存の電力関連設備の適切な維持管理を伴った運用を行うことにより、電力会社の支出が減り、財務体制の改善が図られることで、電力増強のための設備投資費用の捻出に繋がるといった効果が期待され、これを念頭に、電力の安定供給を図るべく、PLN、PJB としても経費削減に取り組んでいるところである。

特に水力発電所が頭を悩ませている水草除去マネジメントの分野においては、当社の持つ製品、技術ノウハウが、水草除去費用の軽減を図る上で、効果的な対策になると考えられている。PJB が維持管理を行うチラタ発電所を例に挙げると、2020 年までの行動計画の中で、効率的なダムの運営、ダムおよびダム湖の環境の管理、安全で環境に配慮したチラタダム発電所の総合的な価値の創造等、経営面での合理化とともに環境管理に対する目標が掲げられており、水草刈取船による水草除去マネジメント向上（機械化）事業は、既存のインフラ維持管理コストの削減目標及び水域環境改善に訴求する提案となり得る。

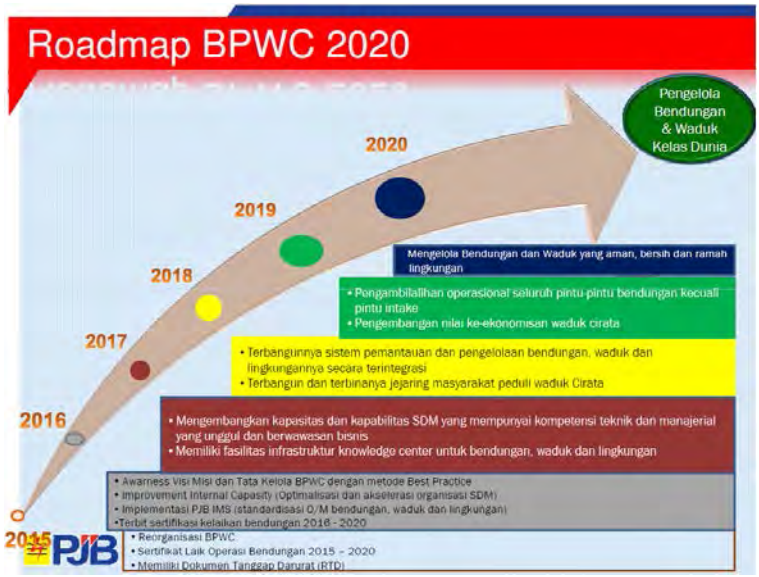


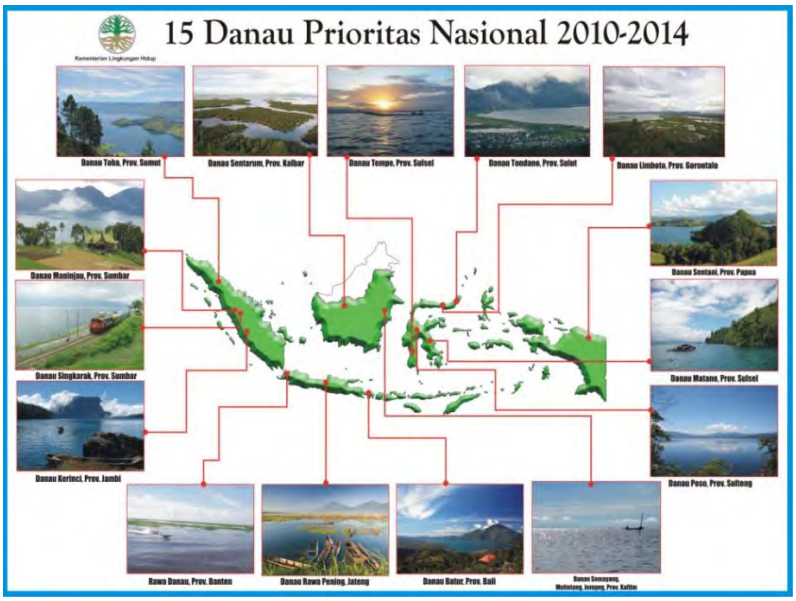
図 1-6：PJB チラタの 2015-2020 のロードマップ

（出典：BPWC）

（3）自然湖沼の環境改善計画

インドネシア政府は、自然湖沼の生態系保護を原則とし、自然湖の機能の復元、保全、維持を目的として、2010 年に 15 の優先湖に関する 5 ヵ年の行動計画を策定した。自然湖沼は、電力、灌漑、観光、漁業など、様々な分野が関連していることから、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 ヵ所、スマトラ島 4 ヵ所、スラウェシ島 5 箇所、カリマンタン島 2 ヵ所、バリ島 1 ヵ所、パプア 1 ヵ所に位置している。



1. Rawa Danau (Jawa)
2. Rawa Pening (Jawa)
3. Batur (Bali)
4. Toba (Sumatra)
5. Maninjau (Sumatra)
6. Singkarak (Sumatra)
7. Kerinci (Sumatra)
8. Tondano (Sulawesi)
9. Limboto (Sulawesi)
10. Poso (Sulawesi)
11. Tempe (Sulawesi)
12. Matano (Sulawesi)
13. Semayang, Jempang, Melintang (Kalimantan)
14. Sentarum (Kalimantan)
15. Sentani (Papua)

図 1-7：15 の優先湖

（出典：Grand Design of Rescuing Ecosystem of Lake in Indonesia by Ministry of Environment）

行動計画の中では、6 つの最重要課題が挙げられており、その中に水草繁茂に対する取り組みが含まれている。まずパイロットプロジェクトとして中部ジャワに位置するラワパニング（Rawa Pening）湖が指定され、今まさに効率的な水草除去の方法が模索されており、機械化を想定した予算措置が取られようとしている状況にある。

1) ホテイアオイ繁茂の適切な管理
2) 土地利用、侵食、洪水、堆積の適切な管理
3) ラワパニング湖への栄養分流入量の削減
4) 湖沼調査
5) 環境配慮型農業の実施
6) 湖保全のためのコミュニティ強化

エ　対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

（1）ODA 事業の先行事例

ダム湖、自然湖沼、調整池、河川を含む水域環境の維持管理に関係した 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。

表 1-4：ODA 事業の先行事例

案件名	期間	支援内容
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 年 （2）2014～2018 年	総合水資源管理（河川施設の運用や維持管理、水利用・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 年	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 年	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 年	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 年	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

（出典：WEB 情報をもとに調査団作成）

（2）他ドナーの動向

他国ドナーについては、世界銀行や ADB が積極的に、ダムや河川および調整池における治水機能・能力の向上について、インドネシア側の関連機関と連携する形で支援を行っている。

表 1-5：他国ドナーの動向

ドナー	案件名	期間	概要
世界銀行	ダムのオペレーションおよび安全性の向上	2009 ～ 2015 年	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。
世界銀行	ジャカルタ緊急浚渫プログラム	2012 ～ 2017 年	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。
ADB	チタルム川統合水資源管理投資プログラム　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。

（出典：調査団、WEB 情報をもとに作成）

オ 対象国のビジネス環境の分析（外国投資全般の状況、許認可、競合の状況等）

（1）日系重機・農機メーカーの進出状況

株式会社クボタは中部ジャワのスマラン市にて、水・自動販売機・農機事業を展開しており、2014 年には農業機械用ディーゼルエンジンの生産能力を増強のため、同市の工業団地に移転し新工場を設立した。エンジンの組み立てにあたってはローカルパートナーに担ってもらい、自社では主要部品の製造を行っている。また株式会社小松製作所も自社で鋳造設備を持ち、自前でエンジン製造を行っている。ヤンマー株式会社についても、ブカシ県にて、鋳造部品を生産する工場を新設し、エンジン主要部材の製造を行っている。

このように各社とも自前のエンジン製造を行ってくるようになってきた背景としては、LCGC（Low Cost Green Car）と言われる自動車には、優遇税制が適用されるため、その申請要件となるエンジンやトランスミッションの内製を行うようになってきたためである。このような背景から、スズキ株式会社もブカシ県にて、国産エンジンなどの製造に取り組んでおり、生産能力の増強を計画している。

（2）許認可制度

水草除去船のインドネシア国への輸入・導入に当たって、すでに中国製、ドイツ製の同様の水草除去船が輸入されていることも鑑み、関税局および輸入業者に HS コードの照会を図ったところ、船舶の分類に該当する公算が高いことを示唆された。そのため、当該当局にて船舶登録を行う必要があることを確認している。

また、除去船の操縦には船舶免許が必要である。購入者が、労働移住省の指定する機関で 3 日間の講習を受け、その後 2 週間程度で免許が発行されるという手続きを確認している。ただし、機材メーカーから数日の操縦訓練を受けた後に訓練証明書が発行され、それをもって操縦している例も確認している。

（3）金融・リーススキーム

インドネシアには邦銀 4 行（みずほ銀行現地法人、三井住友銀行現地法人、三菱東京 UFJ 銀行ジャカルタ支店、りそな銀行と現地銀行との合弁銀行）が進出している。インドネシアに進出する日系企業、特に中堅・中小企業の主な現地資金調達オプションは、親会社による出資・増資、親子ローン、邦銀現地法人・支店からの融資であり、担保・保証は、

本邦親会社による保証が一般的である。また、長期融資については、最大 5 年程度まで、リースについては、3 年から 5 年程度となっている。

ルピア建て貸出金利は、地場銀行（国営商業銀行、商業銀行）が 10%を超える水準に対して、外国銀行支店などは 9%前後の比較的低い金利水準となっている。なお、融資通貨は、基本的には企業の資金ニーズと金融機関の資金調達方法に依存するが、インドネシア中銀は、2015 年 7 月からインドネシア国内決済におけるルピアの使用を義務化すると発表しており、現地通貨建て取引を考慮するとルピアでの調達を利用する企業がさらに増加すると考えられる。

リース事業については、オリックスのほか、住友商事や三井物産とヤマハが物産オートファイナンスという会社を設立し、インドネシアで自動車やバイクのリース事業を展開し始めている。リース会社からのヒアリングによると、船舶商品であると、リース商品として取り扱わないリース会社も見受けられるとの情報があった。ただし、本調査において、本事業のリース営業展開を含む協業に関心を持っている企業の意向も確認できたため、協力会社次第では、除去船のリース事業も成り立つと考えている。

（4）外資に関する規制

外国投資については、製造業・非製造業の区別なく、土地建物を除く投資額の合計が 100 億ルピアあるいは米ドル相当額以上、また、引受資本金と払込資本金は同額で、25 億ルピアあるいは米ドル相当額以上を満たす必要がある。

なお、外資の出資比率に関しては、製造業として登録する場合は、制限はない。一方で、水草除去船のインドネシアへの輸入に当たっては、現地法人を設立する場合、商社として登録すると、輸入手続きしか行えず、自社での販売ができなくなるため、外資が 33%まで認められた JV 商社として現地企業への販売をしていくような形態を取らざるを得ない。また 100%出資の商社では、代理店契約を結んだ企業へしか販売できないことになるという制約もある。

（5）知財保護、技術漏えい対策

インドネシア知的財産権総局（DGIPR）は日本の特許庁（JPO）から支援を受け、日本で成立した特許権の対応出願について、インドネシアにおいては早期の特許化が可能となる措置を 2013 年から開始している。なお、中小企業の海外進出時の特許申請では、JPO が外国出願にかかる費用の半額を助成する補助金事業[10]を実施している。海外進出にあたっては、必要に応じて同制度を活用することも検討する。

（6）競合企業の進出状況

現時点では、インドネシアに製造拠点を設けて水草除去船を製造販売している競合企業

[10] 平成 27 年度中小企業知的財産活動支援事業費補助金（中小企業等外国出願支援事業）

は存在しない。機材自体は、中国製とドイツ製が一部のダム湖および調整池に導入されていることを確認しているが、いずれの機材も現地の販売店と代理店契約を締結する形で輸入販売されている。

ドイツ製の水草除去船（Berky 社）を取扱う PT. Central Industries Supplies は、政府調達システムである E-catalogue に機材を登録し、同システムを通じて政府関係機関に導入する販売方法をとっている。メンテナンスを行う現地パートナー企業は確保しておらず、導入時にメンテナンスに関する指導を行い、購入者自らが対応出来るようにしている。保証については 1 年間の保証期間を設け、万が一故障した場合は、Berky 社が対応する。保証期間以降は、必要部品等はドイツから輸入し販売する形である。

中国製（Qingzhou JuLong Dredging & Mining Machinery 社）も同様に、現地代理店 PT Global Sahatarta を通じて機材販売を図っている。中国製は E-catalogue を利用せずに、直接国営企業や民間企業に対して販売する形を取っている。ドイツ製と同様、現地パートナー企業によるメンテナンスサービスは行っておらず、購入者が別途、修理業者に依頼する、もしくは自ら修理を行っている状況である。さらに、中国製については、水草除去船の利用者に対する販売のみならず、CSR の一環として機材販売を行っている。なお、この CSR 事業では、企業イメージ向上を狙っている国営企業が、水草除去船を購入し、これを自治体に供与する形で、調整池で問題となっている家庭ゴミを含む水草除去作業用に活用されている。具体的には PT Pelindo がジャカルタ市のプルイット調整池に 3 台の除去船を供与した実績を確認している。

2. 当社の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

ア 当社及び活用が見込まれる製品・技術の特長

・製品・技術の特長

1）当社の製品の技術的特徴

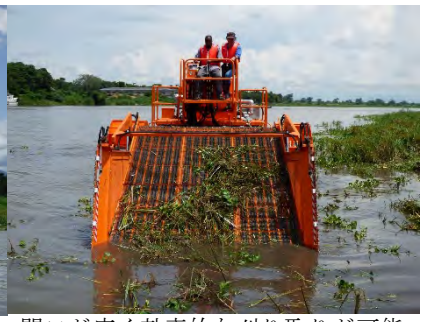
提案する技術製品は、湖沼やダム湖で異常繁殖した水生植物：水草（ホテイアオイ、ヒシなど）を水上で機械的に刈り取る水草除去船である。当該製品（WH-3000）の主な特徴は以下のとおりである。

① 効率性：刈り取り幅が 3,000mm と広く、広範囲に繁茂した水草を短時間で刈取り回収することが出来る。諏訪湖の場合、WH-1500（刈取り幅 1,500 ㎜）で、水草（ヒシ）の手作業による刈り取りに比べ、10 倍以上作業効率が向上することを確認しており、刈り取り幅が倍の WH-3000 の場合、その 2 倍以上の作業効率がある。

② 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ている為、急激な挙動がなくゆっくりとした操船が可能であり、低水深の環境においても除去船の侵入が可能である。スクリューを採用した場合、水草が絡み、操作出来なくなる可能性が高い。また、パドルの場合、水草が大量に繁茂している水面上であっても容易に航行出来るという利点もある。

③ 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。また、塩分を含む湖沼での利用にはステンレス仕様で劣化を防ぐ等の対応も行っている。

水草除去船の刈り取り風景
（マラウィ導入事例 WH-3000）



間口が広く効率的な刈り取りが可能
またハンドル操作のみで操縦可

旋回の様子
狭い水路でも航行反転可能

図 2-1：提案製品（WH-3000）の操船風景

（出典：調査団）

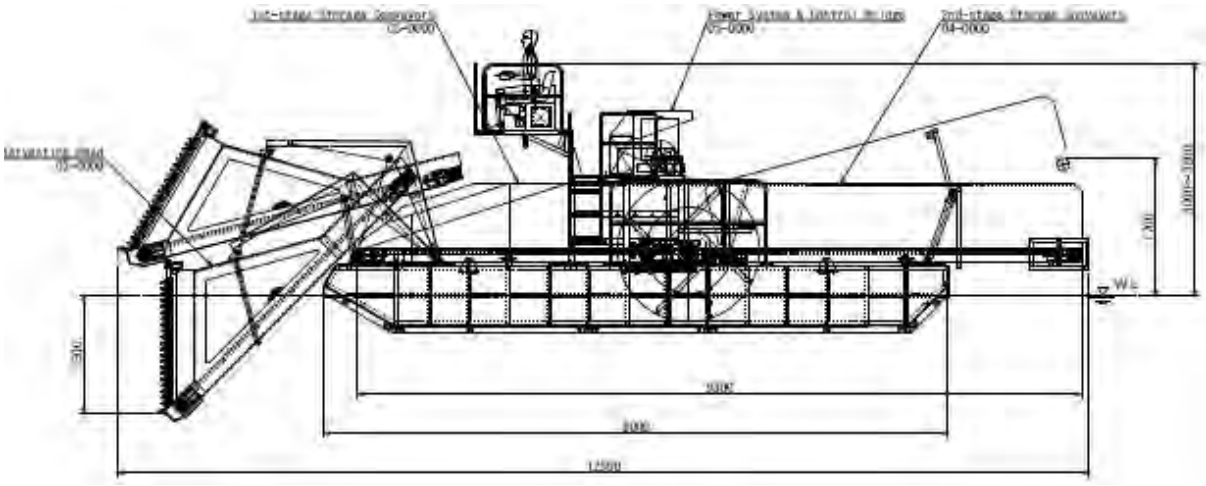


図 2-2：提案製品（WH-3000）モデルの図面

（出典：調査団）

インドネシアのダム湖に繁茂するホテイアオイは、日本の水草の 2 倍以上の大きさがあるが、現在は手作業で除去が行われている。機械導入による効果は、刈り取り期間が約 1/4 となり、コスト削減が図られるとともに効率的な刈り取り業務が可能となるものと期待されている。また刈り残しが少なくなることで水草の再生繁殖スピードを低く抑えられるという効果も期待できる。

チラタダムに繁茂するホテイアオイ

人力による刈取作業

図 2-3：インドネシアの水草写真、水草手刈り風景

（出典：調査団）

2）当社の湖沼マネジメントノウハウ

なお、当社は機械販売のみならず、顧客向けに水草除去マネジメントの請負事業も行っており、各湖沼の特徴（湖沼の形状、水草繁茂の状況）に応じた刈り取り計画や水質管理についてのノウハウを有している。

■　刈取計画

1)　現地下見　関係者打合せ　搬入場所の選定　水草搬出方法の選定（地元漁民の漁船

活用等の、地元住民の協力・活用・雇用創出）

2) マシン現地搬入（ラフテレーンクレーン）
3) 操船前点検　危険予知
4) 刈取り開始　水草搬出
5) マシン養生・デイリーメンテナンス

■ 水質管理

1) 刈取り範囲確定（現地関係者・学識者との協議）
2) 刈取り箇所、刈取り種の選定（固有種・外来種等の調査）
3) 刈取り量（出来高）記録
4) 経年比較・検証

・製品・技術のスペック

表 2-1：水草除去船 WH-3000 のスペック

モデル：WH-3000			
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
	3.0 m （輸送時）	水平/垂直刃	75/75 mm
全高	3.0－3.5 m	最大積載量	17 m^3
重量	7,800－8,500 kg	積載高	0.8 m
エンジン	水冷式ディーゼルエンジン	積載幅	2.3 m
最大出力	45 kW	荷卸高	0 – 1.7 m
燃料タンク	100 L（軽油）	荷卸速度	60 s/9 m
特徴	パドルホイールで推進（外径　約 Ø1.82m　幅　約 0.85 m） 独立リバーシブル油圧モータ駆動 ハーベスティングヘッドの衝撃吸収（構造物等に衝突した際に、ヘッドが沈み込み衝撃を和らげる機構：米国製、中国製にはない） 水密室の数：5		

（出典：調査団）

・製品・技術の価格

国内販売価格は、標準仕様（WH-3000）で 4,800 万円である（オール SUS 製他、他仕様有り、ショアコンベア、水草カッター等、オプション有り）。なお、チラタに導入を想定している、バージ・コンベア・パドルを SUS 製にした場合は、5,600 万円となる。

インドネシアへの事業展開においては、現地化モデルの製造を目指しつつ、直近の商談には日本国内製造品を現地でレンタル、リース、あるいは水域マネジメント会社への販売と技術協力を行うことで受注・施工実績を積みつつ、現地市場確保への足掛かりを築きたいと考えている。ある程度の販売実績、市場確保ができてきた段階で検討する現地製造モデルでは、部品調達を現地企業から行い、原価ダウン策を検討したいと考えている。

・製品・技術における特許の有無

特許はないが、NETIS（国土交通省・新技術情報提供システム）に、水生植物の防除機「ウィードハンター」として登録済（NO.：SK-080017-A）。登録は、当社のグループ関連子会社ジャパンレイクアンドキャナル社が行っている。

・国内外の販売実績

1)　国内販売・委託業務実績：

1984 年から全国各地で販売を開始し、2015 年現在で、合計 16 台の販売実績がある。販売先は、漁業協同組合、地方自治体の環境部、地域振興局、都市整備部河川課および建設業者等、多岐に渡る。また、1981 年以降、日本全国の自治体から、水草刈取り業務他関連事業を委託され､2015 年 9 月現在で約 320 件以上の委託業務の請負実績を有している。 諏訪湖、琵琶湖、三方湖などでは、毎年請負除去業務を行っており、2014 年は 16 件（売上高 5 千 6 百万）､2015 年は 9 月現在で 10 件（売上高 4 千 4 百万）の委託業務を行っている。

当社が行っている水草刈取り業務は、マシンの販売計画と共に、ノダック・グループとしての長期事業計画の中で、「日本国内でウィードハンターマシン 50 台の販売」と「リムノロジー業務の拡販」を掲げており、アクアエンジニアリング企業として､「水草刈取り業務」を第 5 の柱として位置づけ､地方の代理店も巻き込んで､事業拡大に取り組んでいる。

日本国内では、唯一の水草刈取船の設計・製造・販売を行っているメーカーとして、また、水草刈取り事業の先駆者として成長を続けているが、過去においては、大手メーカーの市場参入（その後、撤退）や、水草繁茂の停滞期もあり、伸び悩む時期はあった。その後、試験施工から本格施工を行う提案営業の徹底や、地元漁業協同組合の協力を取り付けた地元との協力一体型の施工提案を行うことで、徐々に実績を増やして来た。特に、近年では､国内の温暖化の影響もあり､試験施工から 3～5 ヶ年計画での刈取り業務の実施を行う自治体も増えており、上述した、琵琶湖・諏訪湖・三方湖以外でも、大阪府豊中市の青池、栃木県日光市の湯ノ湖、福島県の猪苗代湖・白河市の南湖、熊本県天草市等でも、継続した水草刈取り業務を実施するようになって来ている。

また、ここ数年、全国的にナガエツルノゲイトウやオオバナミズキンバイといった新種の外来種が相次いで見つかっており、滋賀県琵琶湖では、その繁殖速度が異常なほど早いため在来種や固有の生態系にとっても脅威となっており、当社のリムノロジー業務における経験や技術が役に立てる環境が整って来ているという側面もある。

2)　海外販売納入実績：

ここ数年、特に海外からの引き合い、問い合わせが増えて来ている。一例としては、ベトナム・ホーチミン市農業用水路公社から要人が来日し、当社の工場や三方湖での施工を視察したり、韓国企業からの問い合わせや、日本国内の商社を通じて、エクアドルやアフリカ諸国からの問い合わせが続いている。

海外への販売実績としては、2014 年に ODA 事業としてマラウイ共和国へ当該提案製品である WH-3000 を納入した実績がある。当該事業では、除去船がシレ川下流にある発電所に水草が流れ込むのを防ぐための水草除去用途として利用されており、本件と類似性が高い。元々、シレ川上流からは毎年大量のホテイアオイが漂着しており、最盛期には、堰の上流に設置された横断フェンスから、上流約 7 キロメートルを覆うこともある。そこで、マラウイ共和国の電力公社では、政府の協力を得て、海軍所属の特殊チームを編成し、当初はアメリカ製の水草刈取り船を導入、ホテイアオイの除去作業にあたっていたが、その量が減ることはなく、日本国との森林開発保護の名目で計上された ODA の予算から、WH-3000 を納入し、現地での操船・メンテナンストレーレニングを行った実績がある。

日本国内では、WH-1500 が標準型として導入されるケースが多いが、海外では湖沼の規模が膨大であることや、国によっては通年で気温が高く、水草が年間を通して繁茂する状況もあることから、WH-3000 のような、大型のマシンの導入が効果を発揮する。特に、ホテイアオイのような浮遊性の水草（湖底からの根を刈り取る必要がない）の場合は、刈取幅が 1,500mm から 3,000mm になったことで、刈取量は実質 3 倍程度に上がる。チラタのような広大な面積を有するダム湖では、刈り取った水草の地元漁船による湖上運搬が効率よく実施されれば、想定量を上回る刈取りが行えると推察される。

また、国内でも実績があるように、浮遊性の水草を回収除去する際には、いかに一箇所に水草を集約し、効率よく回収することが出来るかが出来高を大きく左右することになるため、水草を回収し集めるための集塵フェンスの併用や、陸揚げ搬出に効率を発揮するショアコンベア等の併用も検討に値すると考えている。

・競合他社製品と比べた比較優位性

1） 国内製品との比較：

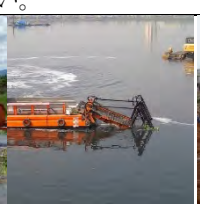
過去に国内重機メーカーが、同様に水草除去船の生産を行っていたが、程なく、採算が合わないとの理由から製造を中止した。また日本国内では、水草の繁茂自体が通年の問題ではなく夏場の数ヶ月の問題であり、異常繁茂も局地的、地域性が高い為、製品の需要が少なく、企業としての採算が取れないとの理由から、現在では、当社が唯一の国内製造企業であり、国内販売実績・シェアはほぼ 100%となっている。

当社が継続して事業を行っていられる理由としては、日本で他社に先駆け水草刈取り船の設計・製造・販売を開始したことと、機械の販売のみならず、日本全国で水草刈り取りマネジメント業務を請負、継続して事業を展開することで、国内でのシェアをほぼ独占して来たことが挙げられる（関連企業・協力会社含む）。また、水草の刈り取り業務のみならず、グループ企業として一貫してリムノロジー（水域環境分野）環境マネジメントに関わる事業に取り組み、長きに渡って総合的なサービス提供を行ってきたことも、顧客からの信頼につながり、高シェアを継続できているものと考えている（潜水工事・調査、浮体構造物の設計・製造・販売・設置・メンテナンス・点検・調査、水道関連工事業・調査・メ

ンテナンス等々の一連のアクアエンジニアリング業務を広く行っている)。

2） 海外製品との比較：

表 2-2：海外製品との製造比較表

	ノダック社（日本） WH-3000	Berky 社（ドイツ） Weed Harvester 6520	FEICHI 社（中国） FCGC8-6C	Julong 社（中国） JLGC-H1202
機動性	航行速度 時速 2～3 ノット（時速 3.7～5.5km）	航行速度 時速は、前進 6km/h、後退 3km/h	航行速度 時速 2～2.5 ノット（時速 3.7～4.6km）程度 *同等機種から推察	航行速度 時速 3km/h
作業精度	精緻に施工可能	旋回半径が大きい	ヘッドの両サイドにナイフがなく精度は劣る	オペレーターの死角が多く、作業精度は劣る
刈取能力	刈取幅 3,000mm 積載量 17m^3 水草の種類によるが約 50cm 高のホテイアオイの場合、日量約 90ton、刈取可能	刈取幅 2,300mm 積載量 5.5m^3 刈取能力は 3 割減。積載量は 1/3。水草搬出の工程に倍の時間がかかる。	刈取幅 2,400mm 積載量 4m^3 刈取能力は、6～7 割減	刈取幅 1,200mm 積載量 2m^3 刈取能力は、7~8 割減
動力性	日本製クボタエンジン搭載 65HP	ほぼ同等（ドイツ製エンジン搭載）65HP	エンジン出力は約 1.2 倍の 70-80HP 程度 *同等機種から推察	エンジン出力は約 1.5 倍（ドイツ製エンジン DEUTZ 搭載）95HP
耐久性	SS 製で、対応年数約 10 年	当社とほぼ同等	故障、品質劣化が早い	故障、品質劣化が早い
操作性	ハンドル操作のみで機能する為、操作性に富む	ハンドルとレバー操作のみで機能する為、操作性に富む	フットペダルを使う為、操作は複雑で操作性は劣る	複数（10 本）のレバーハンドルにより、非常に複雑
価格	￥56,000,000-（一部 SUS 仕様）	¥53,000,000-（スペアパーツ等込み）	¥25,000,000-	¥13,000,000-
その他	裁断機、SUS 製バージ、全 SUS 製等、オプション多数あり 操縦席に固定の屋根はないが、標準仕様でも脱着可能な屋根の取り付けは可能。	パドル駆動ではなく、スクリュータイプ 前方から刈取り前方から搬出する構造の為、搬出に時間を要す。 駆動が船尾の船外機によるため、旋回性に劣る。 船外機のプロペラにゴミや水草が絡み、頻繁に航行不能に陥りやすい。	ヘッドにナイフがない為、密度の濃い密集した水草の回収には時間を要する。 水底に根をはるタイプの水草除去には不向き。	コックピットが左舷にあり、オペレーターから右舷・後方（水草の積載状況）が見えない。安全性、操作性に問題あり。 ヘッドにナイフがない為、密度の濃い密集した水草の回収には時間を要する。 バージに浸水した場合、エンジン系統が直接ダメージを受ける。
				
	マラウィ納入	プルイット調整池	プルイット調整池	チラタダム湖

（出典：製品カタログ、ヒアリング調査に基づき調査団作成）

イ 当社の事業展開における海外進出の位置づけ

・　当社の事業展開の方針

・海外進出の動機

数年前から、海外からの水草除去船に対する引き合いが増えてきており、海外でも水草の異常繁殖による被害が無視できないレベルになってきているものと捉えている。引き合いの主軸は、効率的・効果的な水草除去に関する強い需要にあり、当社の水草除去船には、これまでにアジア、アフリカ各国からの商談が寄せられてきている状況となっている。

特に、インドネシア国営電力公社（PLN）傘下 PJB 管轄のチラタダム発電所からは、購入を前向きに検討していきたいとの具体的な要請があったこと、また、インドネシアへ進出する日本企業の支援コンサルティング業務等を行っているダモナジャパン㈱の現地法人 Asia Quest 社から水草除去の請負事業への関心が示され、インドネシアにおける事業展開の可能性を検討し始めた。

・自社の経営戦略における海外事業の位置付け

国内では隈なく販売が完了し、買い替え需要はあるものの、国内販売の実績値は年間 1～2 台程度であり、新規での販売が困難である。また、委託業務は継続してあるものの、販売に比べ売上は少ないことから、海外事業の重要性を認識している。特に熱帯地域では、水草の繁殖スピードが速く、日本国内での季節限定的な稼動とは異なり、通年での稼働が期待されるため、販売台数の拡大および多様な請負業務の形態（現地政府機関への ODA 事業および現地民間企業との提携など）による販路開拓が可能であると考えている。

一方で、海外市場で展開するためには、まず現地パートナーの探査・特定が重要であると考え、エンドユーザーとなる顧客への営業戦略が今後の販売台数に影響してくるものと分析している。また販売価格を低減させる必要性を認識しており、レンタルやリースなど、初期投資コストを抑えられる販売戦略、あるいは水草除去船の現地需要に応じ、スケールメリットを活かせる段階にさしあたっての製造原価・コストダウン策としてインドネシアでの現地製造をも見据えたパートナーとの関係構築を図っていく方針である。当社は、インドネシアでの事業を、海外での水草除去船の製造拠点として位置づけ、現地モデル製造および水草除去ビジネスモデルの海外実績を作り、インドネシアの国内需要のみならず、今後、アジア各国、アフリカ諸国への輸出事業をも探求できるよう、本海外事業を経営戦略上極めて重要な案件と考えている。

・海外展開を検討中の国・地域・都市

これまでの引き合いから東南アジアおよびアフリカでの需要を確認しているが、具体的な依頼を受けている本件 PLN/PJB 案件を足掛かりに、インドネシア国ジャワ島での需要家を中心に海外展開の検討を進めている。短期的には、既に関心を示すチラタ発電所をモデルとし、ダム湖における水草除去作業の機械化を実現し、国内の他の管理水域（自然湖沼、

調整池等）でも同様に発生している水草問題の解決の担い手としての横展開を目指す。将来的には、インドネシアを拠点として東南アジアの周辺国への輸出、またアフリカ諸国への販路拡大も検討すべきと考えている。

ウ　当社の海外進出による我が国地域経済への貢献

・　当社が海外進出することによる日本の地域経済への裨益

（1）現時点における当社の地元経済・地域活性化への貢献

1）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における新技術活用を促進するために整備した国土交通省の新情報提供システム（NETIS）に登録され、各自治体がアクセスできるようになっている。これまでの水草除去事業の実績は、国内販売・業務委託実績に記載のとおり、全国で累積 300 件を超え、地域の環境保全に貢献してきた。

2）地域の自治体、大学、高校との連携：

琵琶湖（滋賀県）業務においては、滋賀県琵琶湖環境部琵琶湖政策課および公益財団法人淡海環境保全財団などと連携し、自治体の環境保全に関する技術的ノウハウを提供している。岡山大学環境理工学部の沖教授は、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を実施しており、水草関連資料作成・監修などに協力している。また、滋賀県では、琵琶湖博物館の研究員や、福井県・里山里海湖研究所、東邦大学理学部生命圏環境科学科保全生態学研究室・西廣教授とも連携し、全国での水草問題の情報収集、解決策提案等も実施している。また、諏訪湖（長野県）業務の際には、毎年地元の岡谷工業高校の調査研究（環境化学科）に協力し、水草の成分分析、水質調査、除去後の水草利用などの学習に貢献している。

（2）本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開の実施で見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

1）産業クラスターの活性化：

水草除去船の製造に当たり、プレス加工、板金加工、鋳造等の工程で、近畿・中部を拠点とする多くの企業と連携してきている。本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を推進することで、海外での受注増加による下請け企業への波及効果として、コア部分の地元岐阜県などでの生産需要が拡大し、地域経済効果が期待される。また技能実習生としてインドネシア人技師の受入れ事業に関心を持ってもらえるよう本事業を通じて交流を図り、地元企業も巻き込みながら、地域の活性化の一助とすることも考えられる。

2）異業種連携による海外ノウハウおよび実績の共有

本事業では、除去後の水草の有効利用に資する堆肥化技術を、日本で先駆けて活用、事

業化している㈱みのり建設との連携を想定しており、環境や農業分野の研究機関（大学等）や企業とも情報交換・共有をしていくことで、他の大学、企業の海外展開との連携も視野に、経験を共有していきたいと考えている。上記で紹介した水域環境改善につながる水草の有効利用策を巡る産学連携（日本の学術機関や民間企業からの技術指導）は、JICA 草の根技術協力などの開発支援スキームの活用を通じ、途上国現地での事業化をも見据えた案件形成に繋がる公算も見込まれる。

3）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。

3. 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

ア　製品・技術の検証活動（紹介、試用など）

・　**検証活動の概要**

インドネシアにおける水草除去の課題は、ダム湖のほか、自然湖沼、調整池、水路等でも同様に認められ、機械化需要が見込まれるものと想定された。本調査では、PLN、PJB、インドネシアパワーに代表される水力発電所を所有し維持管理する電力会社、また各地に点在する自然湖沼の水域環境改善・保全を担当する公共事業省他、地方事務所、および各都市で水資源・防災の観点から整備されている調整池を維持管理する地方自治体との面談機会を設け、提案製品の紹介を行い、水草除去業務の機械化への意向、導入への関心度合いなどを探った。

またジャワ島のみならず、スマトラ、スラウェシ島、バリ島等での需要の顕在化を図るべく、現場踏査・ヒアリング調査を実施し、水草除去に対する課題、機械化への需要・条件等の確認作業を行った。それらの情報を基に、主要な活用可能性案件（活用機会）の分布状況、活用機会に訴求できる除去船価格の想定、販売計画などの作成に役立てたものである。なお、現状の課題把握については、水草研究を行う現地大学・研究機関に対してもヒアリングを実施した。

イ　製品・技術の現地適合性検証

非公開

ウ　製品・技術のニーズの確認

・　**現地で確認されたニーズ**

現地での関係機関へのヒアリング調査、文献調査から、以下のような提案製品・技術に対するニーズが確認された。

水草除去ニーズの所在

インドネシアにおける水草繁茂に関する統計的なデータは存在していない。そのため、水草問題を抱える水域（ダム湖、自然湖沼、調整池）を、管轄機関および研究機関からのヒアリング、現地踏査、報道資料などから調査することとした。ただし、調整池については、清掃業務にあたっている各地方自治体が実態把握をしているが、本調査で訪問出来たのはジャカルタ及びスラバヤ市当局のみであった。よって、情報収集対象に限度があり、実地調査を行ったジャカルタ及びスラバヤ市内の主要な調整池のみが調査対象となった。

しかしながら、水草の繁茂している面積すべてが必ずしも水草除去が必要とされている面積とは限らず、実際には、繁茂している水草の内、除去が希望される場所・範囲が、水域別に存在していることが調査から確認できた。そのため、本調査では、一義的にインドネシア国内にどの程度の水草が繁茂しているかを確認し、これを「水草繁茂特定面積」として推定するとともに、水草の刈取が希望される面積を「希望刈取面積」と定義して、この水草の刈取が実際に希望されている面積を捉え、水草除去ニーズとした。

図 3-1：水草繁茂面積における刈取ニーズの考え方

（出典：調査団）

この「希望刈取面積」は、実際に水草の刈取が行われている面積とは違い、経済的、予算的な制約にさらされ、非効率的な手刈り手法の限界もあり、現行ではあくまで希望の域を脱していない。また「希望刈取面積」を推定するに当たり、水域によって、繁茂および刈取状況が異なるため、ここでは、水域を 3 つに分類し「ダム湖」「自然湖沼」「調整池」として言及していくこととした。

水草除去ニーズの特定にあたっては、まず、インドネシア国内にどの程度の水草が繁茂しているかを確認するため、現時点で顕在化している水草除去に課題のある水域を上記のようにリスト化し、既に水草繁茂の割合について確認できている箇所については、その割合を掛け、また、水草繁茂の割合が確認できていない箇所については、保守的な数値として、水域面積の 10%を水草が覆っていると仮定して、今回調査で顕在化した「水草繁茂特定面積」を推定した。

その結果、顕在化している水域だけでも水草繁茂特定面積は約 30,000ha、重量にして約 875 万トンに上ると想定された。希望刈取面積の定義については、前述のとおり、各市場セグメントの地域的、当事者機関の資質によって違いがあるため、それぞれの特徴を考慮する必要がある。

ダム湖の場合は､発電効率への影響を考慮すると水草除去の高い緊急性と必要性があり、また同時に往々にして併在する養殖用の生簀が点在するエリアの水草除去を行うことで、水草の発生源を断ちたいとするニーズも伺え、実際に各管轄の発電会社はコストをかけて

水草除去に取り組んでいる。ただし、実際の刈取面積は、予算的な制約を受け、取水口周辺が優先され、限定的なエリアの刈取に留まっている。

一方、自然湖沼の場合は、政府の政策・計画の対象である水域では水草所除去ニーズが高く見込まれるが、地域性ではカリマンタン島やパプア島など人口が少なく観光地としての優先度の低い地域については、特に経済的な制限の観点から水草除去ニーズは低いと考えられる。

なお、調整池の場合は、主要都市については、治水・利水機能および住民配慮という観点から水草除去ニーズが高いと見込まれる。

各水域における水草に起因した課題の解決ニーズについては、それぞれの当事者機関と個別課題を下記のように把握している。

ニーズを抱える関係機関の特定

水草除去の問題を抱えている機関は、水域によって異なり、また管轄機関と実際に維持管理（水草除去業務）を実施する機関も異なる。

表 3-1：水域毎のニーズを抱える関係機関

	管轄機関	維持管理実施機関
ダム湖	発電会社（PLN）、民間発電会社 公共事業省水資源総局ダム局	PLN、PJB、Indonesia Power、民間外注企業 河川流域機構（BWS）、地方公共事業局（PSDA）
自然湖沼	公共事業省水資源総局灌漑・沼地局	河川流域機構（BWS）、地方公共事業局（PSDA）
調整池	地方自治体	清掃局

（出典：調査団）

ダム湖の場合、PLN が管轄するダム湖については、ジャワ･バリ地域は PJB と Indonesia Power（IP）が維持管理業務を担うが、水草除去作業自体は、民間企業に外注する形が多く取られている。その他スマトラ地域、西インドネシア地域（スラウェシ、カリマンタン等）では、PLN の地方支部が発電業務を行い、公共事業省水資源総局の地方公共事業局がダム湖の水草除去を含む水域の維持管理を担っているケースが多い。

自然湖沼は、地方に設置された河川流域機構（BWS）および地方公共事業局（PSDA）が水域範囲および業務の役割分担を行う形で維持管理業務を行っている。

調整池については、基本的に地方自治体の清掃局水域担当部が、清掃業務の一環として調整池や水路のゴミ除去作業を行っている。

ダム湖における水草除去の機械化ニーズ

チラタダム湖をはじめとした水力発電所では、水草が取水口を遮蔽し、発電に必要な水量を確保できなくなることがないよう、かなりの費用をかけて、人力あるいは湖畔で

の重機（バックホー）を用いた水草の刈取作業が行われている。

水草の発生源となっている箇所は、個別のダム湖によって様々であるが、流入河川から水草が運び込まれるケースが多い。河川流入水域と取水口水域との間には、主として水草の流入防止フェンスが設置されているが、大量発生した水草の重量で流入防止フェンスが破損するなど、取水口まで水草が流入している状況が頻繁に繰り返されている。

人力（あるいは湖畔からの重機を用いた）による水草刈取は、年間を通じて取水口周辺を優先して実施され、水草の発生源や流入河川水域はもとより、ダム湖内に往々にして設置されている淡水魚養殖用の生簀の周辺水域での除去作業については、刈取能力およびコスト双方の問題から現状では対応が困難な状況となっている。よって、取水口水域での水草除去を迅速に行い、発生源となっている水域での水草除去作業をも、限られた経営資源を効率的に運用し、実施できるよう各電力会社ともに対応技術を嘱望しており、水上での効率的な刈取作業が行える水草除去船を用いた業務の機械化ニーズが確認された。また統計的な計測値は整備されていない状況ではあるが、公共事業省内の水資源研究開発機構でのヒアリングによると、水草が水の蒸発を促進させる働きから水不足を招く要因になるとの課題も指摘されている。

ダム湖の水草により引き起こされる養殖業を営む住民への悪影響

周辺住民/漁民へのインタビュー調査により、水草が漁場環境に与える影響を把握し、養殖水域における水草除去ニーズを確認した。住民にとって、水草の繁茂により、まず第一に、漁船の航行障害が出てきており、被害としては航行時間の増加に伴う燃料費の増加（約 3 倍に増加）、幼魚や成魚の長時間移動に伴い個体が死んでしまうなどの機会損失が確認できた。また水草に隠れた竹・木材などの流木等に当たりスクリューが破損するといった被害も多発している（スクリューの交換頻度 3 倍）。また水草が蚊やヘビ・ネズミなどの害虫・害獣の発生源となっており、蚊を媒介としたチクングニア熱やデング熱が域内で発生している状況ともなっている。さらに、湖面を水草が覆うことで、水中のプランクトンの活動が弱まり、水中での酸素供給量が減少する、あるいは日光を遮断することで水流を滞留させるなどし、養殖魚の生育環境を悪化させているとの指摘も伺えた（これまで 3 カ月で成魚となっていたものが、近年 6 か月を要するようになってきており、漁獲高減が 30～40%減となり、収入の減退を招いている）。また刈取後の水草は、そのまま湖畔に打ち捨てられているか、湖近くの畑で一部、堆肥として利用されているが、大半は湖畔で腐敗し、悪臭源ともなっている。 住民の中には養殖用生簀を所持しない者もおり、彼らは湖水面での投網を使った漁業に従事しているが、水草によって投網漁ができないといった被害も聞かれた。

調整池における家庭ゴミを含む水草除去ニーズ

インドネシアにおいて水草が繁茂する時期は特に雨季で12月～2月頃であるが、生活排水が流れ込む調整池では、家庭ゴミの方が分量としては水草より多い。そのため臭いがかなりひどい状況となっている。調整池以外にも洪水調整のために整備された水路にもゴミが堆積するため、網と籠がセットになった機材が導入され除去作業が行われている。港湾付近でも同様に、網で集めて除去する方法が取られている。調整池での提案製品に対するニーズとしては、表層の水草やごみの除去のみならず、底に沈殿したヘドロなどの浚渫（水面からの深さは 2.5m-3m）にも対応の可能性が期待されている。また、複数の調整池や河川への横持ち移動（水上での自走移動/クレーン・トラックを用いた移動）が可能か、容易であるかどうかも、機材の稼働率を高めるため、現地ニーズとしては重要な要件となる点を確認した。

自然湖沼における水草除去ニーズ

環境森林省として、自然湖沼における水域環境改善に取り組む国家計画を作成しており、自然湖沼における水草除去ニーズが確認された。湖沼では、水草除去船のような機材は導入されておらず、浮バックホーが導入されているが、主に人力で刈取りが行われている。また湖の底に堆積した土壌が富栄養化していることで一部の水草を刈取りしても、水草の繁茂のスピードの方が速いという指摘もあり、堆積した土壌の処理ニーズがあるとの認識も得た。

刈取後の水草の処理ニーズ

刈取り後の水草処理についても、現行では、ダム湖、自然湖沼ともに、湖畔に大量の水草が打ち捨てられ、悪臭を放つ状況ともなっている。よって、如何に適切に刈取後の水草を処理するかが現地での課題となっている。すでにガジャマダ大学とプルタミナ、陸軍とが、ホテイアオイを利用したバイオマス生産事業を、北スラウェシ島のトンダノ湖において、プルタミナの CSR 事業（地域開発目的）として実施中であったり、チラタダムでも堆肥化事業として当該ニーズに着目した事業化への取り組みを行い始めている。一方で、このバイオガス事業は地産地消モデルとして、バイオガスを地域住民のエネルギー資源として提供するスキームとなっているが、設備面・安全対応面で堆肥化事業に増して費用がかさむ傾向にある。なお堆肥化には高度な技術が必要というわけではなく住民参加にも比較的取り込みやすいと言った側面もある。よって関係機関に対しては、水草除去と堆肥化のパッケージ提案が非常に魅力的に映るものと確認できた。

これらのニーズのうち、ダム湖については、既に水草刈取り業務の機械化ニーズが顕在化し、市場として形成されつつあることを本調査を通じて確認している。また、提案製品の導入機会として、ダム湖に係るニーズへの訴求に向けた組み立てが最も短期間かつ効果

的に実施しうると判断された。

エ　製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

・　**調査・検証結果に基づいた開発課題への整合性と有効性**

提案製品・技術と現地ニーズ（開発課題）との関係性を整理したものが下図である。水草が関与した現地でのニーズ(開発課題)は、主に人間活動の影響、治水・利水への影響、他の生物への影響から分けられるものと考えられる。

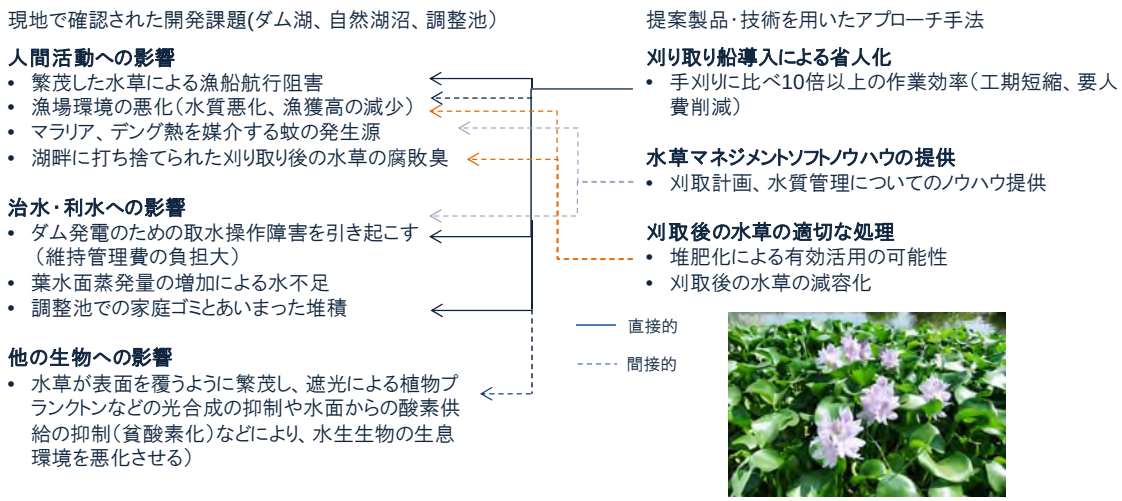


図 3-2：提案製品・技術と開発課題との関連図

（出典：調査団）

この中で、現地政府ないし企業がすでに関心を払い、コストを掛け課題解決に取り組んでいる分野は、治水・利水に影響するニーズに対してである。このニーズに対応した現行の手刈りによる水草刈取業務に対しては、作業効率の向上とコストの低減がニーズとして求められているものと認識しており、水草除去船が導入されることで、その評価も定量的に図りやすいと考えられる。また、水草による漁船の航行阻害についても、住民や漁民の自主的な水草除去への取り組みは見られるものの、手刈りによる除去量に限界もあり、水草除去船が課題解決に直接的に資することができるとも考えられる。

一方で、現地で確認された開発課題の内、ダム湖や自然湖沼における水質改善ニーズについては、水草が原因となり水質悪化に繋がっているとの指摘はあるものの、事象がダイナミック[11]であることから、必ずしも水草除去船の導入により、期待される水質改善へと繋がるかは、確固とした科学的論拠があるわけではない。よって、間接的な有効性があるものとするに留めた。同じく、マラリヤやデング熱などの蚊を媒介とした健康被害につい

[11] 水質の悪化に繋がっているものと考えられる要因は、養殖場で供給過多になりがちな魚のえさ(フィッシュミール)、川上からの工場排水の流入など多岐にわたる。

ても、水草の除去により、一部温床の排除に繋がるものとして間接的な好影響が認められるものと考えている。

また、刈取後の多量に発生する水草の処理に係る課題については、置き場や処理技術の問題から、一部、そのままの形で堆肥として現状は用いられるケースもあるが、全体として積極的な有効活用策が講じられておらず、その場で腐敗し悪臭を放つ状態となっている。よって、提案する堆肥化事業は、現地にて歓迎されており、実施にかかる意義が大きい。さらに機械化により短時間で大量に陸揚げされることになる水草の置き場確保のため、水草の減容化は必要不可欠な成功要因であり、刈取後の水草の堆肥化は、開発課題に対し訴求効果が高いものと思われる。

なお、提案製品である水草除去船は、間口サイズとともに刈取能力が違う 4 つの製品シリーズの提供が可能である。インドネシアにおいて水草を起因とした課題は、水域によりその内容に違いがみられ、それぞれのニーズに見合った製品を提案していく必要があるとの認識に至っている。また、提案製品・技術の持ち味は、機械化による、手刈りでは為し得ない効率的な多量の水草刈取作業を提供できる点である。手刈りとのコスト比較においても、チラタでの実績値を参照すると、水草除去船の導入により、現行費用の約 30%のコストダウンに繋がるものと分析され、水草刈取船の導入効果を有効的に示唆できるものと考えられた。

オ　実現可能性の検討

非公開

4. ODA 案件化の具体的提案

ア　ODA 案件概要

・　具体的な ODA スキーム（無償資金協力、技術協力等）

（1）普及・実証事業

本調査の結果、チラタダム湖の水草除去作業の効率化を図るために、水草除去船を利用することに対するカウンターパート（PLN）および実施機関（PJB）からの普及・実証事業の実施に向けた強い関心が確認できた。さらに、普及・実証事業の活動内容についても、ダム湖の維持管理を実施している PJB の刈取計画策定、効率的な刈取、刈取後の水草処理に対する技術指導が必要であることを相互確認してきている。なお、提案する普及・実証事業としては以下のようなプロジェクトデザインマトリックス（PDM）を考えている。

表 4-1：プロジェクトデザインマトリックス（案）

プロジェクト名：ダム湖の水草除去マネジメント向上普及・実証事業　　**期間：**2016.09-2018.09（予定）
対象地域：西ジャワ州チラタダム湖　　**受益者：**PJB、チラタダム湖漁民・住民

プロジェクトの要約	指標	指標データ入手手段	外部条件
上位目標 エネルギー政策で掲げられた電力インフラの増強が図られる	電力増強計画に基づく開発が実施される	電力増強計画の実績と進捗のヒアリング	水力発電がエネルギー政策の中で継続的に重視される
プロジェクト目標 チラタダム湖の維持管理にかかる財務状況が改善され、設備増強、その他必要な投資に投下可能な資金余剰が生まれる。	PJB のチラタ発電所のインフラ維持管理費用が年間 1%削減される	PJB のチラタ発電所の経理データ	PJB のダム湖維持管理業務が継続
成果 1. 水草除去船の導入により、PJB のチラタダム湖の効率的な水草刈取手法が確認され、実践される	1-1. チラタダム湖における年間の水草刈取費用が 10%削減される 1-2. PJB 職員 3 名が刈取計画策定方法を理解している 1-3. PJB 職員 3 名が除去船の操作技術を習得している	1.1 PJB のチラタダム湖管理の経理データ 1.2 刈り取り計画の確認 1.3 職員へのヒアリング	プロジェクトで研修を受けた職員が継続して勤務する
2. 刈取後の水草の適切な処理方法が考案され、適切な処理方法が実践される	2-1. 湖畔に打ち捨てられた水草の 70%が適切に処理される 2-2.具体的な除去後の水草有効利用計画が策定される	2-1. 現地踏査による確認 2-2. 計画の確認	急激な自然条件の変化がない
活動 1.A 水草除去船の導入による刈取、横持、運搬を含む水草刈取の新業務実施体制を構築する 1.B 刈取計画策定にかかる条件を指導し、刈取計画を作成する 1.C PJB 職員に水草除去船の操作、メンテナンス技術を指導する 1.D 水草除去船の導入による効率的な刈取業務を実践する 2.A 刈取後の水草の堆肥化の可能性を検討し、技術指導を行う 2.B 水草除去船導入後の漁民への影響を評価する（航行障害改善）	日本側： <u>専門家派遣</u> 総括（ノダック：1 名） チーフアドバイザー（JDI 1 名） 施工・運営（ノダック：2 名） 水質管理（ノダック：2 名） 水草利用技術（専門家：1 名） ビジネス展開（JDI：1 名） 開発効果（JDI：1 名） <u>機材供与</u> 水草除去船 WH-3000（1 台） 付帯機材（集塵フェンス他）	インドネシア側： C/P プロジェクトダイレクター プロジェクトマネージャー 作業員 漁民・周辺住民 視察用ボート トラック・作業ボート その他	**前提条件** PJB が水草除去船の導入を必要としている

（2）今後の可能性

その他の ODA 案件として、以下の 2 つの案件形成が可能であると考えている。詳細は、第 6 章のア.その他関連情報の箇所で記載することとする。

① 無償資金協力（中小企業製品の供与）

エネルギー鉱業省、公共事業省、地方自治体からの要請に基づき、各機関の管轄下のダム湖、自然湖沼、調整地での水草除去船および関連機材の導入・活用を目的とした案件形成の可能性が出てきている。同スキームの詳細については、外務省との面談により、以下の点を確認している。

当該スキームは、途上国政府が要請した機材の導入を支援する外務省が行うスキームであり、日本側からの支援には、機材購入後のメンテナンスなどの費用は含まれないものとされている。なお、案件形成手順としては、外務本省から在該当国大使館を通じて相手国政府からの要請がないかどうかを確認する。相手国政府からの要請は、必要性や妥当性等の観点から検討される。要望調査では外務本省が用意する機材リストを基に、製品に対する要望をヒアリングする形が取られていたが、今般はこの方法が見直されている。機材リストに掲載されていない製品であっても、相手国政府が要請した製品が中小企業により製造されているものであれば、このスキームを活用し、製品導入が可能となる。

また、無償資金協力（中小企業製品の供与）の対象となる要件としては、中小企業により製造された日本製の製品であることが挙げられる。その際、ローカルコンテンツとして、現地製造ポーションを上げる必要があるかは、相手国政府の調達方針に関わるとされる。ちなみに、インドネシア国公共事業省によると、現時点では、ローカルコンテンツを調達の要件に掲げておらず、特に重機のような現地製造が困難な製品については、輸入製品であっても導入される傾向が高いとのことであった。

なお、案件の選定に当たっては、案件の熟度が重視され、導入後、適切な使用、保守が行われるような仕組みの構築がすでにできているかどうかが重要となる。また、相手国政府から直接大使館へ機材導入の希望・要請が挙がってくる適当な時期としては、例年秋ロごろが好ましいとのことであった。

② 草の根技術協力

日本の大学（信州大学を現時点では想定）からの協力を得て、インドネシア側の大学（パジャジャラン大学農学部あるいはボゴール農業大学を想定）・NGO・地方自治体などと連携しつつ、チラタダム湖周辺住民で作る協同組合向けの、刈取後の水草の堆肥化に係る技術提供、協力を目的とした、専門家派遣を中心とした案件形成の可能性がある。この場合、技術・ノウハウの提供が主となるため、機材等の導入については、現時点では検討していない。

草の根無償スキームの活用可能性について、外務省に確認したところ、同スキームでは、NGO が実施主体となるため、学校、病院などの建設に使われる傾向が強く、予算も 1 千万

円と限定的であるため、刈取後の水草の有効利用案件には不向きかもしれないとの指摘があった。一方で、JICA の草の根技術協力の可能性については検討に値すると考えており、案件形成、実施の可否の判断は主に JICA 国内機関に委ねられることになるため、当該事務所への相談をしつつ、当該国大使館とも協議しながら案件形成をしていく方針である。なお当該国大使館としては、案件採択に当たり、他の案件との重複がないか、案件実施サイトの安全確認がなされているか等の評価をすることになるとのことであった。

イ　具体的な協力計画及び開発効果

・　提案する ODA 案件の目標、投入、製品・技術の位置づけ

本節では、普及・実証事業の計画について具体的に説明する。

（1）普及・実証事業の目標

インドネシアにおけるエネルギー政策で掲げられた電力インフラの増強のためには、電力会社の財務状況の改善が必要である。そのために維持管理コストの合理化に資する水草除去作業の機械化は、費用削減効果も期待でき、水力発電事業会社に対してアピールしうる有効な提案の一つである。まずは、インドネシア国内で最も深刻な水草に起因した課題を抱える水力発電所であるチラタダム発電所にて、水草除去マネジメントの向上策の実施によるインフラ維持管理の効率化を実証し、モデルケースを他の地域に普及することで、他の発電事業者の電力増強のための予算確保策へと繋げられるようなスキームを提案する。よって普及・実証事業では、以下のような目標を設定しモデル構築を目指す。

水草除去作業を人力から機械化することで､効率的かつ適切な水草管理方法が理解され、PJB のインフラ維持管理の効率化に貢献する。また、刈取後の水草の有効利用方法を合わせて提供することで、水草刈取から処理までのパッケージでの対応策が理解され、持続的に水域環境の改善が図れるモデルが構築されることを目標とする。

（2）現状の開発課題

①インフラの維持管理コストに係る開発課題

インドネシア国に対する我が国の国別援助方針では、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が示されている。

上述のように、インドネシアでは電力インフラの増強が喫緊の課題として挙げられる一方、PLN、PJB などの国営電力会社では非効率なオペレーション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げられず、電力需給バランスを非常に逼迫したものにしている。

設備投資のためには、PLN の財務・経営体質の改善が図られる必要があり、PLN 傘下の PJB も同様に、維持管理コスト削減目標を掲げており、運営・管理する水力発電所におい

ても、非効率な自社メンテナンス作業に代わる民間サービスを活用した経営の合理化が求められている。

特に PJB が管理する水力発電所における課題としては、水草除去作業の効率化が挙げられ、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、多大な維持管理コストを拠出する事態となっている。

本調査において提案する製品技術であ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り、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。

水草繁茂の状況と刈取サイクル

チラタダム湖における水草繁茂の最盛期は、雨季から徐々に水草が増殖し始めるため 1 月～4 月頃であるが、2015 年に関しては、取水口のある水域の手前に設置しているフェンスが破損したこともあり、最盛期を過ぎた 5 月でも大量の水草が問題となっている状況である。通年の水草刈取のサイクルとしては、1 月～4 月は取水口エリアを中心に 8 月まで手刈り作業を続けることで同エリア内での水草除去に成果が見えるようになり、その後は次の最盛期まで、ダムへ流入する 5 つの河口付近での刈取作業に傾向するような通年作業パターンサイクルとなっている。

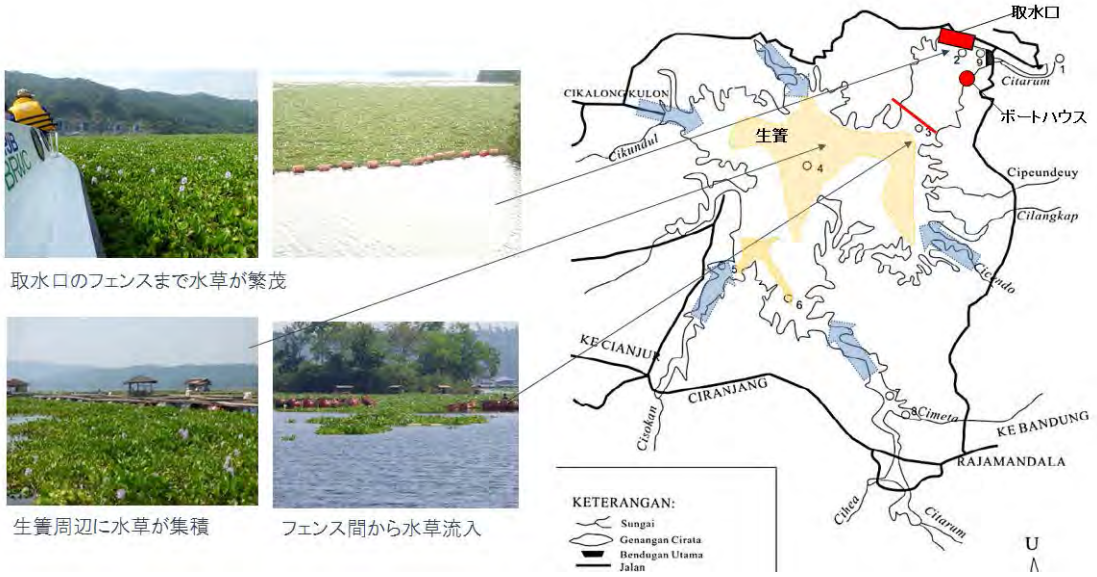


図 4-1：チラタダム湖の状況（2015 年 5 月時点）

（出典：調査団）

生簀が点在している様子

生簀周辺の水草繁茂の様子

水草除去量とコスト

PJB は、毎年、通年契約と緊急契約の 2 つの契約でもって、水草除去業務を外注委託している。年間を通じた通年契約は、PJB の職員が役員である地元の建設会社 PT Cikal（PT Cirata Karya Lestari）に外注委託しており、通年契約の金額は約 1,000 万円（10 億ルピア）である。契約上では、水草除去範囲が指定されているのみで、刈取量による契約にはなっていない。また、PT Cikal は指定された範囲を定期的に刈取している状況であり、水草の流入や繁茂の場所および時期を考慮した計画的な刈取りがなされていないのが現状である。そのため、繁茂状況が深刻になった場合は、緊急契約で約 300 万円（3 億ルピア）の追加契約が行われ、一部重機（バックホー）をリースで導入して作業に当たっているなど、事後処理的で極めて非効率な作業状況である。

このように、PJB は毎年多大なコストをかけて水草除去作業を実施しているが、手刈による刈取量の限界および適切な刈取計画が整備されずに実施されていることから、十分な量の刈取が効率的になされていないというのが課題となっている。このような状況下、PJB は 2015 年 5 月から中国船を導入し、刈り取りスピードの向上および総刈り取りコストの低減を図るため、最優先区画である取水口周辺の刈取りを機械化しているが、導入 2 週間後に故障が発生していたり、作業中にパドルが水中に落下してしまったため 12m の水底から引き揚げなければならなかったなどの致命的な不具合も起こっており、いまだ機械化に必要な技能取得を伴った刈取効率の面での成果が見える状況にはなっていない。

②養殖場を含む水域環境における開発課題

チラタダム湖の湖上には、約 7 万区画の養殖場（179ha）があり、ダム建設時に計画していた 1.2 万区画をはるかに超える規模となり、現在も拡大している。この養殖場で過剰に投入されている魚餌が水質悪化（富栄養化）の要因となっているとも考えられており、養殖生簀の数の削減および魚餌の投入に対する規制の徹底が課題となっている。

また、この養殖生簀区域では、富栄養化の影響もあり、水草繁茂スピードが速く湖面上を覆っている状態であるものの、現在 PJB の水草除去対象地区にはなっていない。そのため、後述する漁民へのインタビュー調査（100 名対象）に基づくベンチマーク結果からは、

水草繁茂により漁船の航行障害、スクリューの破損等による漁船の修理費増加、投網漁法が出来ない、稚魚の成育に影響が出ている等の問題が挙げられた。

なお、PJB とは、取水口付近に流入する水草管理を行う上でも、漁民との良好な関係を保つ上でも､同地域の水草刈取を可能な範囲で実施する必要がある点を確認してきている。

漁船の航行障害

船外機の破損の原因

刈取後の水草から生ずる問題

刈取後の水草は、現在ダム湖の湖岸に放置されている状況であり、周辺の住民や漁民が堆肥として自身の農地でごく少量利用している以外は、放置されたまま腐敗し異臭の原因となっており、周辺住民・漁民の生活環境にも影響を与えている。

また、刈取後の水草の捨て場については、PJB の管理する一定規模の捨て場を除いて、基本的に刈取れた周辺に放置されている状況である。PJB としては、水位上昇時に湖底に再流入するのを防ぐ目的で、標高 221m 以上の場所に集積させる方針も持ち合わせているが、大量の水草刈取が実現した際には、土地の確保も問題となることが考えられる。

刈取後の水草放置の状況
（ボートハウス周辺）

刈取後の水草放置の状況
（河川上流周辺）

水草の利用方法を検討するにあたり、チラタダム湖の水草に産業・生活排水や魚餌からの重金属の含有可能性があると指摘されたため、実際にチラタダム湖で採取した 2 つのサンプル（取水口付近、生簀付近）を分析した結果、重金属の含有率は、固形堆肥の重金属混入率規制の範囲内であり、問題がないことが確認できた。ただし、実際には堆肥後のサンプルを再度分析して確認する必要がある。

表 4-2：チラタの水草の成分分析結果

検査項目	単位	固形堆肥の重金属混入率の規制値	サンプル A（生簀付近）	サンプル B（取水口付近）
カルシウム（Ca）	%	-	1.39	1.70
マグネシウム（Mg）	ppm	-	2985	3123
鉄（Fe）	ppm	Max 9000	84	138
アルミニウム（Al）	ppm	-	82	70
マンガン（MnO）	ppm	Max 5000	336	479
亜鉛（Zn）	ppm	Max 5000	0.26	0.271
銅（Cu）	ppm	-	0.064	0.041
カドミニウム（Cd）	ppm	Max 2	0.015	0.009
ヒ素（As）	ppm	Max 10	0.14	0.21
水銀（Hg）	ppm	Max 1	0.330	0.619

（出典：調査団）

ベースライン調査

現状における水草に起因した開発課題を定量的に把握し、提案される普及・実証事業後のインパクトの比較測定を行うためのベースライン調査を、下記のような要領で行った。

調査方法

調査対象グループ：チラタダム湖周辺住民（漁民等）合計 100 名（Cianjur 地区：37 名、Bandung barat 地区：35 名、Purwakarta 地区：28 名）チラタ周辺全住民のおよそ 2%に相当するものと想定。

グループ属性：男性 90 名、女性 10 名

調査期間：2015 年 9 月 26 日～27 日

調査手法：アンケート調査（アンケート用紙は別添参照）

調査結果

下図のように、水草が調査対象グループの生活に与える影響について調査を行ったところ、インタビュー対象者の実に 98%が非常に強くあるいは強く影響しているとの反応であった。

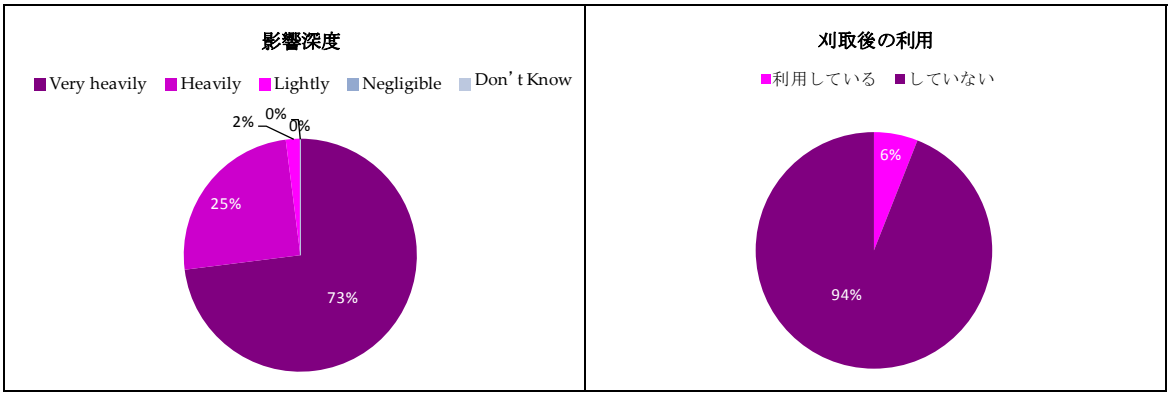


図 4-2 ベースラインデータ調査結果（1）

（出典：調査団）

また、個別の開発課題としては、こちらが用意した 6 つの想定された課題の中から、特に影響の強い上位 3 つの課題を挙げてもらったところ、下図のような結果となり、水草によって特に養殖魚の生育への悪影響が強く挙げられる結果となった。さらに湖面の航行障害による経済損失や水質の悪化といった課題が住民の中では水草により引き起こされている強い改善要求であるとの結果を得た。なお、水草の有効利用策は住民の間では取られておらず、ほぼ全量が有効利用されないまま放置されているとの認識を得た。

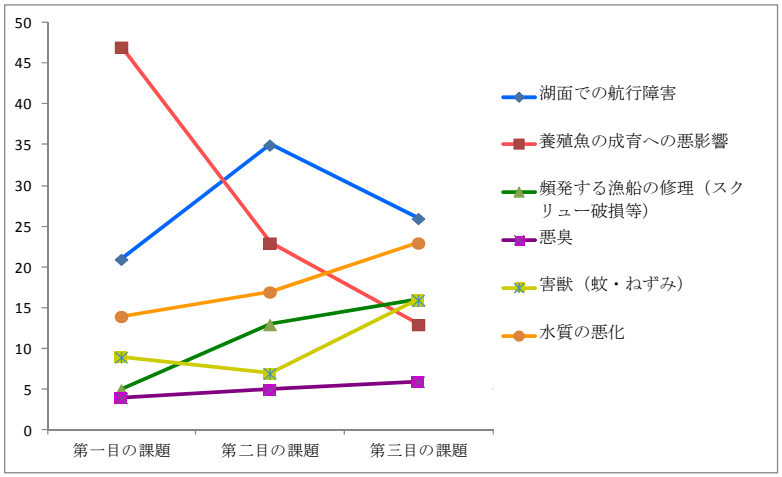


図 4-3 ベースラインデータ調査結果（2）

（出典：調査団）

（3）具体的な協力

刈取計画の策定

現状では、刈取計画が作成されていない状況であることから、計画作成の段階から指導することを計画している。具体的には、日本での刈取計画書と同様に、施工計画書およ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。日本における刈取り作業工程表および施工手順書は以下のとおりである。

表 4-3：日本での刈取作業工程表（例）

委　託　名　　○○湖水草刈取除去堆肥化業務委託
工　　期　　自　平成　年　月　日　　至　平成　　年　月　日

		4	月		5	月		6	月		7	月		8	月		9	月
工　種	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21
準備工																		
工場製作																		
サポートバージ製作																		
輸送工（搬入）																		
刈取工																		
堆肥化工																		
仮設ヤード設置																		
堆肥化																		
仮設ヤード撤去																		
輸送工（搬出）																		
書類作成・後片づけ																		

（出典：調査団）

また、既に導入されている中国製の除去船と連携する形で刈取計画を作成し、より効率的な刈取業務が実施できるよう留意し、刈取計画を策定する必要性も認識している。

導入機材を活用した効率的な除去作業の方法の指導

水草除去船の操作方法については、実際のオペレーター候補となる PJB の職員 2～3 名に対して操作方法の説明と実践練習を行う。また、刈取計画に基づく区画における集塵フェンスの設置方法、刈取後の水草の漁船への搬出方法、ショアコンベア・バックホーを利用したトラックへの搬出方法についても、一連の技術指導を行う。特に、刈取後の水草の漁船への搬出については、漁船を操船する周辺住民や漁民に対する指導も合わせて行う。また、効率的な準備や作業手順および安全点検や留意事項などについても、事前に説明を行った上で、実際に作業する中で指導していくことを想定している。

導入機材のメンテナンス方法の指導

機材の導入時に、PJB に対して 1 年分の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。主要パーツの現地調達の可能性についても本調査で行っており、PJB に対してメンテナンスの指導を行うことで、現地での保守体制を構築することを計画する。また、ジャカルタでは、建機・農機販売メーカーや、重機の部品調達や製造およびメンテナンスを実

施している企業が多くあり、バンドン市であれば出張ベースでの対応が可能で、主要パーツの現地調達やメンテナンスを含む協業に関心を示していることを確認している。また、現在 PJB が重機のリースを受けているバンドンに拠点を持つ企業も、メンテナンスでの協力が可能かもしれないとのことであるため、このような現地パートナーに対しても、メンテナンスの指導を行うことで、現地での保守体制をより強固にすることを計画している。

なお、機材オペレーション及びメンテナンスについての取扱説明書をインドネシアでの使用方法や留意点を踏まえ、適宜修正を加えたマニュアルとして整備する方針である。

水草刈取後の堆肥化技術の指導

堆肥化に当たっては、後述するように、PJB が担う CSR 事業として立ち上げることを想定し、かつ製造された堆肥については、国営肥料会社 PT. Petrokimia Gresik/東ジャワ・グレシック社（Petroganik）の行う調達スキーム[12]を活用した販売体系を確立するため、規格に見合った堆肥製造をチラタダム湖周辺住民で作る協同組合（Corporative Society）が標準化できるようになることが重要であると捉えている。このため、水分量および温度管理、投入材と投入量の組み合わせ、定期的な撹拌作業などについて堆肥化技術の指導を行うことを計画する。実際には現地の投入材については、現地調達が可能な、籾、藁、牛糞などの利用を計画しており、それぞれ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。

堆肥化の指導は、日本で水草の堆肥化事業の実績を有する専門家が、パジャジャラン大学農学部あるいはボゴール農業大学と共同して、チラタにおいて PJB スタッフと堆肥化に従事する協同組合に対して実施することを想定している。指導の期間としては、まず水草陸揚げ開始の段階で、堆肥実験の計画及び第 1 サイクルの実施について 1 週間程度指導を行う。その後、堆肥の分析結果の評価及び必要な修正を加え、第 2 サイクル実施の段階で、再度現地で 1 週間程度の指導を行うことを想定している。また、堆肥化の期間中においても PJB から堆肥の状況をヒアリングして必要な助言等を遠隔で行うことも想定している。

（4）製品・技術の位置づけ

チラタダムの広大な水域面積において、繁茂の最盛期には、水域面積の約 10%（620ha）が水草で覆われているという現状からすると、当社の製品ライナップの中でも最大規模の WH-3000 が適切と判断された。また、PJB からも水草除去量が最大の関心事でもあったため、WH-3000 の導入およびオペレーション方法について確認を行った。さらに、効率的な水草刈取の場所、順番、適切な時期などを踏まえた刈取計画が整備されていないことから、水草マネジメントのためのソフト技術の提供についても有効であることが確認された。

[12] 有機肥料に限り、Permentan 70 Tahm 2011 で規定された基準を満たしていればプレミアム価格で同社が 500kg を 1 ロットに政府事業として調達をするスキームであり、調達された有機肥料は格安で農民に販売されることになる。

規模の確認

チラタダムの水草繁茂面積は 630 ha、本来であれば刈取りたい「希望刈取面積」は 60 ha、予算の制限により実際刈取が実現出来ている面積「必要刈取面積」は 20 ha となっている。

WH-3000 の刈取量は 10～15 トン/ 時、積載量は 17m^3 / 台である。WH-3000 の場合、WH-1500 の数倍の刈取り効率がある。効率的なオペレーションを可能にする最適な投入機材構成を考えると、水草除去船（WH-3000）、集塵ネットをセットで導入することが理想であり、この場合、1 台の WH-3000 をフル稼働したとして、0.5 ha / 日の刈取面積対応ができ、6 か月で 60 ha（0.5 ha / 日×20 日/月×6 ヶ月）、重量 21,000 トン、体積 180,600 m^3 程度の刈取りが可能となる計画である。ただし、普及・実証事業では、刈取方法の指導や方法の確立等を確認しながら進めていくことを想定しているため、刈取面積としては 20ha を対象に計画を策定する予定である。

本来であれば、水草除去船を 5～10 台導入して、短期的に刈取りを行った方が効果的ではあるが、現状では 1 台稼働するだけでも刈取後の水草処理が追いつかない後方のサプライチェーンに課題があると考えられるため、投入台数を限定し、刈取後の水草の適切な処理がまず確立されるよう計画設計する。なお、刈取後の水草の湖畔での仮置き場と搬出口を数か所特定し、水草の陸揚げ、陸上移送の点で問題が起きないよう計画を立てる。

優先的に刈取を行う取水口付近の水草を陸揚げする場所として、取水口から約 1km 地点のボートハウス脇の斜路から陸揚げする計画としている。また、刈取後の水草の保管場所および堆肥化で利用可能な場所としては、陸揚げ場所から約 400m 南に、PJB の保有する 5m×200m 程度の土地を確認している。また、追加の土地が必要な場合は、陸揚げ場所から約 600m 先の PJB 保有の土地 6,000m^2 も利用可能であることも確認している。

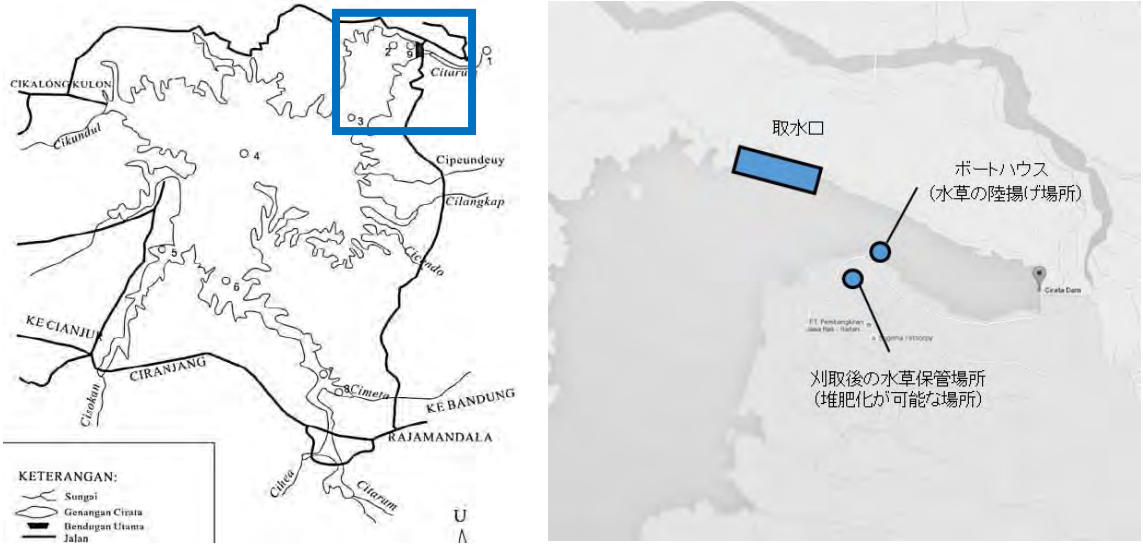


図 4-4：チラタダム湖における水草の陸揚げ場所と堆肥化で利用可能な場所のマップ

（出典：調査団）

【ボートハウス脇：水草陸揚げ地点】

【PJB 所有の水草仮置き場（堆肥化ヤード）】

水草除去船の搬入場所の確保

水草除去船の搬入候補として、チラタダムの漁港を視察したが、道路が細く舗装されていないことから、PJB の既存のボートハウスを利用するのが現実的であることを確認し、PJB からも利用可能であることを確認した。

効率的な作業環境

水草刈取場所については、まず現在 PJB が外部に業務委託している刈取範囲を確認した。通常の刈取業務は、基本的に手刈りで実施されており、対象地域は次の 7 区画、①取水口付近、②フェンス付近、③～⑦5 つの川のフェンス付近と指定されている。これらの指定されている水域面積は約 40ha 程度である。この中でも最も優先されているのは、取水口付近であり、前述のとおり、現状の水草除去作業は、計画的（場所、時期等）でなく、事後処理的で極めて非効率な状況である。普及・実証事業においては、取水口付近を優先的に刈取る計画としつつも、開発課題となっている養殖場エリアにおける水草除去作業にも対応できるよう、刈取場所の特定と投入機材構成[13]、刈取ローテーション / 順序についても計画し、実証事業を通じて最適化を検討していく必要があると認識している。

[13] 2015 年 5 月、PJB はチラタダム湖における喫緊の水草問題に対応するため、中国製の水草刈取船をすでに導入しており、この機材をも活用した最適な水草刈取マネジメント計画の策定が求められている。

現状　　普及・実証事業計画

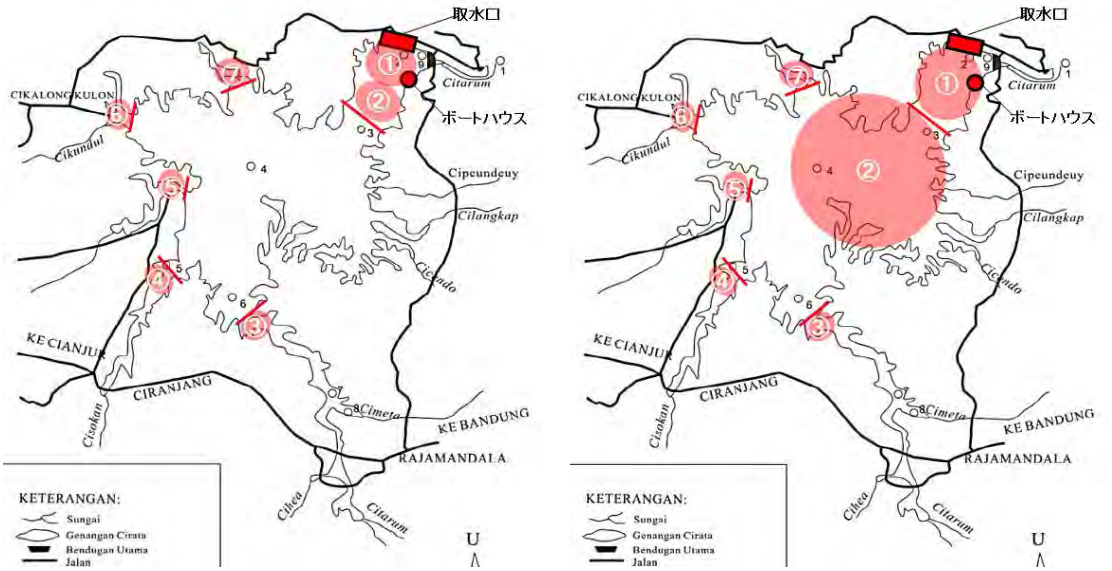


図 4-5：刈取計画マップ（現状と普及・実証事業計画）

（出典：調査団）

現時点で想定している刈取計画は、以下のとおりである。基本的に、機械化する区画は①と②とし、区画③～⑦は、実際の刈取状況を踏まえて、適切な運用方法を検討する。

区画①：WH-3000 で取水口周辺を刈り、中国船でボートハウス付近を刈る。また、ボートハウス付近終了後、中国船で堤体付近（洪水吐ゲート付近）を刈る。
区画②：区画①が終了した段階で、WH-3000 と中国船で、養殖エリアを集塵フェンスで囲いながら刈る。
区画③～⑦：現行の手刈を想定しているが、集塵フェンスでの刈取りも検討する。

水草搬出作業

水草の搬出には、WH-300 の搬出入場所として、ダム堤体左岸の洪水吐ゲート脇の平地を利用する。また、PJB のボートハウスに隣接する PJB 所有の土地に刈取後の水草を保管する場所の確保（5m x 200m＝1,000m^2）が可能であり、その保管場所を利用して堆肥化を行うことも可能であると PJB より了承を取り付けている。なお、追加の土地が必要な場合でも、別の近郊の土地（6,000m^2）の利用可能性について確認をしてきている。

膨大に発生する刈取後の水草の処理

水草除去船の利用により、1 日約 90 トンの水草除去が可能となるが、その保管および処理は大きな課題となる。その処理方法として、PJB では、刈取後の水草を堆肥化し、周辺の農地に還元する方法が一つの現実的な手法であると考えている。現在、PJB は試験的に、

水草と枯葉を利用して堆肥を作り、チラタダム湖の敷地内の主に果樹園に利用している。原料は水草および枯葉のみで、EM4 という微生物を加えて 3 か月で堆肥化している状況である。なお、PJB は今後の計画としてチラタダム湖周辺の 3 つの地区（Cianjur、Bandung barat、Purwakarta）にそれぞれ堆肥化の拠点（Janghari、Cicendo、Gandasoli）を設け、周辺住民・漁民が参加する形で堆肥化事業を行う計画を持っている。

現状の堆肥化の方法は、時間をかけて農地に還元する形であり、また、EM4 は特定の菌（乳酸菌）を主に培養した資材であるため、大量の有機物を継続的かつ安定して発酵させるためには、投入量が多く必要となる。他方で、現在堆肥化技術として導入を検討しているのは、現地の微生物を培養した濃度の高い土壌を利用することで、短期間で熟成度の高い堆肥が製造できる大量製造が可能な発酵技術である。日本で水草の堆肥化事業の実績を有する専門家の見解では、現地の温暖な気象条件下で、高濃度の微生物を含む土壌が利用出来れば、1～2 ヶ月の期間で堆肥化出来る可能性が示された。

日本で商業化されている水草堆肥は、ヒシ堆肥（水草の一種）であるが、インドネシア農業省の堆肥品質規定では、堆肥成分の炭素と窒素の比率（C/N 比）[14]が 15～25 と設定されているところ、日本でのヒシ堆肥の分析結果では 11.6[15]であることから、その有効性も期待が出来ることを確認した。専門家によると、ヒシとホテイアオイの性質は類似しており、ホテイアオイの方が固い実もなく植物自体の空洞も多いため、発酵分解はヒシよりは容易である。また、別の指標として、肥料成分の含有率の観点からも、ホテイアオイは、一般的にヒシよりも窒素やリンを吸収しやすいため、ヒシと同等もしくはそれ以上の肥効性が期待できる可能性があることも確認できた。

なお、パジャジャラン大学の土壌生物学・バイオテクノロジー学部の教授によると、過去に実施された、中部ジャワのラワパニング湖におけるホテイアオイを利用した堆肥化実験の結果からは、堆肥化にかかる期間は 1～2 ヶ月であり、また堆肥成分分析からも C/N 比 15～25 の範囲内の品質が確保できたとの実績を確認している[16]。

上記の基本的な条件を確認した上で、普及・実証事業の中で提案される水草除去作業および堆肥化作業について、以下のような実施手法を検討している。

想定される普及・実証事業の実施方法

1) 水草除去作業の機械化に対応するマネジメント技術体系の確立

普及・実証事業を実施するにあたり導入する機材およびその他必要資機材と、これらの

---

[14] C/N 比は、有機物に含まれる炭素（C）含有率（%）と窒素（N）含有率（%）の比であり、この値は有機物の微生物による分解の難易、肥料効果の現れ易さ、また堆肥の腐熟程度などを評価する場合の重要な指標となる。有機物に対する微生物の作用（分解、無機態窒素の放出など）は、一般に有機物の C/N 比の高低により支配されている。すなわち、C/N 比の低い（20 以下）有機物は一般に分解が速く、分解過程で無機態窒素を放出するため、作物に対する肥料的効果が速く現れる。

[15] ヒシ堆肥の分析結果は、6. その他の情報を参照。

[16] この実験では、ホテイアオイ 50～75%、牛糞 25%、その他資材（糠、おが屑、藁等）を組合せて比較検討された。

オペレーションに必要な人員は以下のとおりである。普及・実証事業で導入する機材は、「導入機材」、現地が保有している資機材の利用を想定している場合は、「必要資機材」と記載する。

表 4-4：普及・実証事業で導入を検討する使用資機材および人員

	使用資機材	人員計画
導入機材	水草除去船（WH-3000）1 艘	オペレーター2 名
	集塵フェンス（100～300m）	
	モッコ（4×4m）×2×4＝8 枚（予備 2 枚：合計 10 枚）	
必要資機材	大型漁船 4 艘（横持ち用）	船頭・補助　計 2 名/艘　合計 8 名
		積み込み補助　計 5 名
	4 トン箱型トラック×2 台	運転手 2 名
	燃料軽油：5 リットル/2 台/日	

（出典：調査団）

水草刈取の運用方法は以下のとおり。

1) 取水口周辺で刈取り作業を行う
2) WH-3000 に集塵フェンス（100～300m）を曳航させ、水草を集める（オペレーター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(4 トン)になり、5 分で搬出、60 分で 3 回程度の除去が可能となり、8 時間で約 90 トンの刈取量となる。
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（0.7m3）で吊り上げる。
6) バックホーにより箱型 4 トントラックに積み込み（両サイドに 4 名配置・こぼれた水草を積み込む）
7) トラックは堆肥ヤードまでは、片道5分、往復10分で行ける為、堆肥ヤードに仮置きする場合は、2 台のトラックで作業は可能。
8) また、堆肥ヤードが一杯になり、捨場（現在使用している場所）に廃棄する場合も、片道 5 分、往復 10 分であるため、トラック 2 台でピストン運動をさせることで、スムーズに搬出が出来るようにする。

① 除去船の搬出
入場所の確保

② 集塵フェンスを活用した効率的な刈取作業

③ モッコ･バックホーを用いた水草搬出作業

④ 膨大に発生する刈取後の水草の処理
（堆肥化による減容化）

図 4-6:水草刈取作業の運用方法

（出典：調査団）

2)　刈取後の水草を利用した堆肥化事業の確立

刈取後の水草の処理については、堆肥化事業を念頭に、水草の有効利用と周辺地域の農地に活用されることをコンセプトにし、さらに PJB が地域の住民・漁民を雇用する形で堆肥化事業を推進することで､雇用機会の創出にも繋げることが想定されている｡まずは PJB の CSR 事業としてスタートさせ、地域貢献とイメージ向上を図りつつ、将来的には PJB と協力した協同組合が国営肥料会社 PT. Petrokimia Gresik などの現地肥料･堆肥販売会社との連携により、商業ベースで持続性をもつ事業にしていくことを想定している。

堆肥化の方法は以下のとおり。

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 200m）。
2) 水はけがよい場所を選定し、水草を広げる。ここでは、適切な堆肥製造方法を検証するため、4 トン規模の水草の山を 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) 水草に微生物およびその他の基材（籾殻、藁など）を投入する。水草とその他基材は、2：1 の割合で混入する。
6) 一定期間中は毎週バックホーで撹拌し、その後は月に 1 回撹拌する。1 サイクル当たりの堆肥化に必要な期間はおよそ 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、乾季と雨季の 2 回のローテーションを行う。（撹拌工程については、人力で行う方法も検討中）

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。

8) 製品となる量は、水草が半減するため、刈取量と同等量が生産できる。

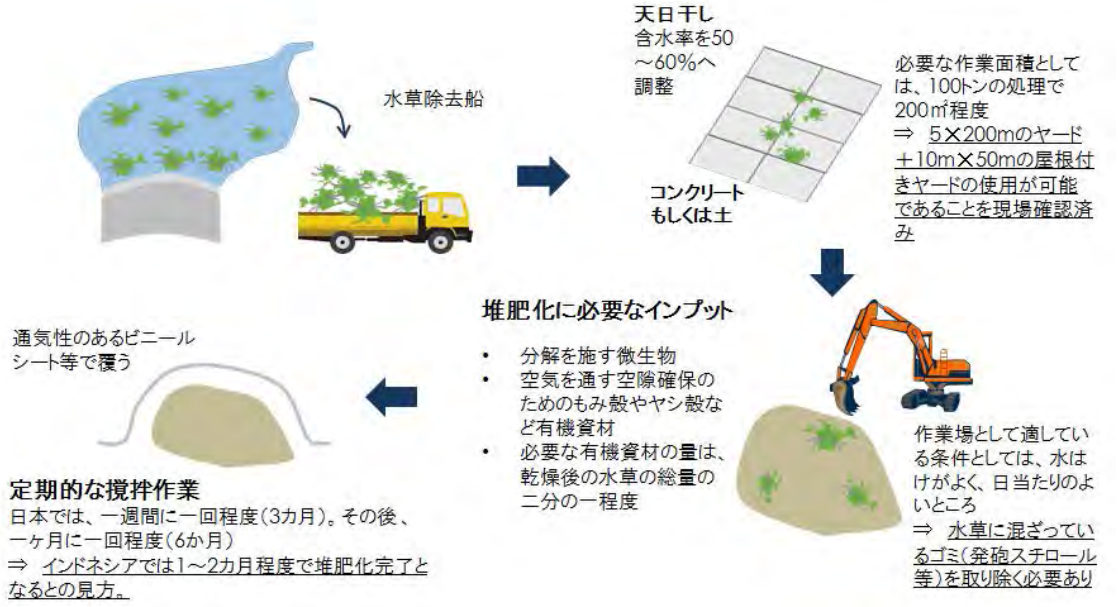


図 4-7：堆肥化工程コンセプト

（出典：調査団）

水草除去船を導入した場合の堆肥化事業の採算性を以下のとおり試算している。まず、現実的な想定として、現行の刈取量の 7 割を堆肥化し 3 割を埋立処分した場合を想定する。水草除去船の利用により、水草除去量が 1 日 90 トン、年間 78 日間稼働すると仮定すると、年間の水草除去量は約 7000 トンとなる。その 7 割を堆肥化利用する場合、堆肥化のための投入物は、水草乾燥後の重量比 2：1 の割合で混入するため、堆肥の重量は約 3,675 トンとなる。そこからさらに、堆肥化の過程で重量が 3 割減程度になるため、製造される堆肥の重量は、年間約 2,573 トンとなる。

表 4-5：堆肥化事業の規模

年間の水草除去量	7,000 ton（90ton/日×78 日間）
堆肥化用の水草量	4,900 ton
乾燥後の水草量	2,450 ton（水分量 50-60%）
堆肥化のための投入物/基材*	1,225 ton（乾燥水草：投入物＝2：1）
堆肥開始時の重量	3,675 ton
年間の堆肥製品量	2,573 ton

*投入物/基材は、牛糞、籾殻、藁等を想定している。今後堆肥化試験を受けて、最適な投入物を特定していく計画。

（出典：調査団）

なお、堆肥化の期間を 2 か月と想定した場合、除去した水草の保管および堆肥化を行う場所を確保する必要がある。水草除去量は、1 日 90 トンで 1 か月 20 日稼働すると、2 か月で 3,600 トンの水草が陸揚げされる。その 70%の 2,520 トンを保管するために必要な面積は、5,040m^2 となる。現時点では、堆肥化に利用可能な土地として 1,000m^2 を確認しており、追加的に 6,000m^2 程度の土地の確保も可能であると、PJB とは確認済みである。

現時点では、堆肥化を PJB チラタ事務所の CSR 事業の一環として実施することを想定しており、また採算性[17]の観点を考慮して、堆肥製品の 3 分の 1（約 857 トン）はチラタ周辺住民に無償配布し、3 分の 2 は商業的に販売することとする。その場合、生産コストは堆肥製品（2,573 トン）当たりで算出すると、約 336 ルピア/kg となる。販売先は、バンドン市周辺を想定し、市場価格の 6 割となる 600 ルピア/kg で設定すると、売上高は約 10 億ルピア（約 1,000 万円）、利益は約 1.6 億ルピア（160 万円）程度の事業となり、CSR ではあるが持ち出しコストはない事業となるものと想定される。

現在インドネシアでは、化成肥料に頼った農地作りを長年続けてきた結果、農地全体の地力低下が顕著であり、地力を向上させることが重点施策となっている。政策的にも、優良な堆肥を利用した農業を促進していくという観点から時機を得た事業となる。

堆肥市場の観点からは、現地の肥料会社の市場調査結果によると、西ジャワの潜在的な堆肥需要は、稲作や野菜（チリ、ジャガイモ、トマト等）、タバコ等の 10 種類の作物を対象とした場合、約 500 万トンと想定されており、商業ベースの展開を検討する場合でも、今後市場形成の余地は大きいと考えられる。

商業ベースで堆肥化事業を実施する際の現地協力会社については、液肥製造会社や大学から高い関心が示されている。液肥製造会社の PT Pandiga Selindotama からは、彼らの液肥販売ルートを活用して販売する協力が可能との意欲的な反応を得ており、市場ターゲットとしてチリ、ポテト等が有望であると示唆された。

また、ボゴール農業大学からは、堆肥の製造および販売での協力可能性が示され、同大学が 99％シェアを持つ事業会社である PT Bogor Life Science and Technology（BLTS）からは、国営企業 PTPN（PT. Perkebunan Nusantra）[18]などに対する販売の可能性があるとの意見もあった。さらに、パジャジャラン大学でも販路の紹介や技術協力、堆肥製品に大学名を載せてプロモーションする等、高い関心と積極的な協力の意思が確認できた。さらに国営肥料会社 PT. Petrokimia Gresik の行う有機肥料の優遇調達スキームの活用も図りつつ、持続的な事業形成を、草の根技術協力などの ODA スキームと併せ、検討していく方針である。

---

17 損益分岐点がマイナスにならない形で事業を行う場合を想定して、商業販売の数量を割り出している。堆肥化事業の採算性の算出根拠は、非公開とする。

18 PTPN は、西ジャワ、中部ジャワ、東ジャワ、北スマトラに農園を持ち、主に輸出用の作物を栽培しており、栽培の 1 年目に堆肥を利用している。東ジャワのチラタダム近郊では、1500ha のバナナ農園にアプローチできるのではとの示唆があった。

・　**カウンターパート(C/P)、実施主体となる組織および相手国政府機関**

（1）エネルギー鉱物資源省エネルギー総局（Ministry of Energy and Mineral Resources: MEMR, Directorate General of Energy）

JICA の電力関連 ODA 案件の窓口となっており、PLN の監督機関であるため、本普及・実証事業においては、機材の受け手となり、案件内容の合意および案件実施の承認を担う。

（2）国有電力会社（PLN）

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。チラタ水力発電所は、ダム湖も含め PJB が運営維持管理を担っているため、普及・実証事業では、PLN の Jawa-Bali 地域を担当する Operation and Maintenance Power Generation（運営維持管理）部が担当部局となり、PJB の実施状況を監督する役割を担う。現在 PLN は組織改編中であるが、チラタダムを管轄することになる部署（中部ジャワ部局）の局長は同一人物が引き続き担うこととなっており、これまで培ってきた関係が途絶えることがないものと思料される。

（3）電力公社（PJB）

PJB はジャワ島内に複数個所の発電所の運営維持管理を担っているが、普及・実証事業では、PJB チラタ事務所が実際に導入機材の活用による水草除去作業、メンテナンス、除去後の水草の処理等を担う事業実施主体となる。なお、PJB チラタには 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（Bandan Pengollok Waduk Cirata）となっており、ダム湖の管理および刈取り後の水草処理を含む本件の担当は BPWC となる。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。

・　**カウンターパート(C/P)、相手国政府機関との協議状況**

（1）エネルギー鉱物資源省（エネ鉱省）

PLN、PJB からの機材導入への関心、JICA 事業の実施要請を受け、事業の実施に一定の意義を見出しており、JICA 案件として実施をすることに理解を示している。ただし、政府として、適切な入札手続きが実施されたかなど、事業実施主体となる日系企業の選定プロセスに、一定の配慮が求められるため、JICA からの普及・実証事業スキームと選考プロセスについての説明を求めたいとする見解が示された。これに対しては、エネ鉱省に所属する JICA 専門家から、ODA 案件化・普及・実証の選考過程などを丁寧に説明することで、案件に対する先方担当課長の理解をまず取り付け、PLN からの補足説明も得た形で、担当局長に対し内部で説明・調整してもらうことで、エネ鉱省内での理解の醸成を図っていく手法が効果的であるとの示唆を受けている。この手法により、特定の民間企業の機材が導

入されることについての懸念は問題視されることはないだろうとの指摘であった。ただ事業の承認手続きには、過分に政府内手続きとなるため、書類手続き等に時間がかかる点を予め考慮した対応が求められるかもしれない点留意する必要があると認識している。

（2）PLN

本件の C/P として、PJB と協力し、チラタダム湖での効率的な水草除去実証事業を実現したい意向を確認している。普及・実証事業の結果を見て、PLN 管轄の他のダム湖などへの導入可能性も示唆された。また、除去後の水草の堆肥化事業については、PJB の CSR 事業として取り上げる構想には前向きである。

（3）PJB

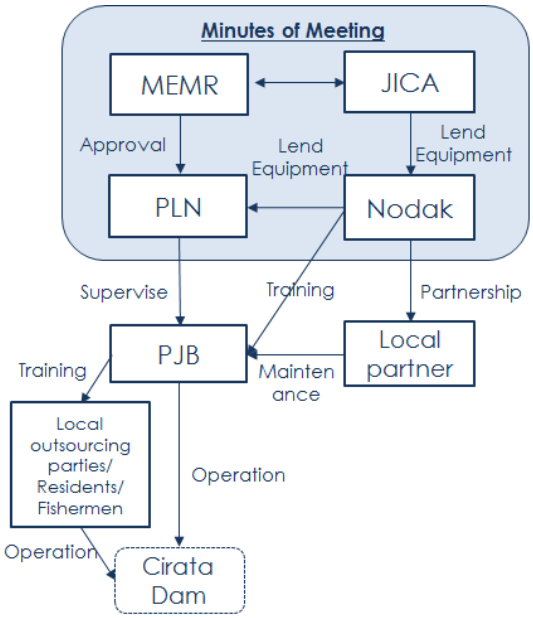
PJB は、近年の異常繁殖ともいえる水草の除去作業に当たり、高コストの刈取費用、刈取能力不足といった問題に直面しており、課題の打開を図るため、日本製の水草除去船による水草除去作業の機械化のための実証事業に、非常に高い関心を示し、意欲的である。提案される普及・実証事業では、PLN と協力して案件を実施していく事業実施主体として関与する意向を確認している。また、普及・実証事業における役割や、必要機材（クレーントラック、トラック、ボートなど）、人材投入の協力の意思も確認しており、今後さらにコスト負担を含む案件の詳細化を協議することで合意している。また、水草の堆肥化事業の可能性については、既に、水草と枯葉を利用して、PJB 敷地内の果実園に利用する目的で実施しているため、小規模ではあるが堆肥化の経験は有している。普及・実証事業でも、堆肥化に必要な場所の提供にも合意しており、大量に発生する刈取後の水草の有効利用には高い関心を寄せている。なお、PJB はすでに Governor から Green Award を授与されるなど、CSR の実施経験が豊富であり、水草の堆肥化事業を PJB の CSR 事業として実施する可能性について協議を行う予定である。

・　**実施体制及びスケジュール**

（1）実施体制

以下のような実施体制を想定している。

- MEMR が機材の受け手となり、免税手続きの協力を行う。また、PLN/PJB が普及・実証事業を実施することを承認し、事業終了後、PLN に機材を供与する。
- PLN は普及・実証事業の C/P となり、PJB に機材を供与し、事業内容を監督する。
- PJB は、事業実施主体となり、チラタダム湖において水草除去船を活用し、周辺住民・漁民との連携の下、水草除去、堆肥化事業の実施および機材の維持管理を行う。
- ノダックは、機材を提供し、効率的な運営・維持管理方法に関する技術指導を行う。



（2）役割分担・コスト負担

普及・実証事業の役割分担は以下のとおり。

表 4-6：普及・実証事業の役割分担

	取水口エリア	生簀エリア
水上刈取作業	WH3000（ノダック）を用いた刈取作業	すでに導入済みの中国船の活用、もしくは集塵フェンスを用いた水草の囲い込みと取水口までの漁船による曳航
	PJB	PJB/住民
陸揚げ作業	住民による漁船を用いた刈取後の水草搬送、PJB による陸揚げ、陸送作業	
	PJB/住民	
刈取計画の立案作業	効率的な水草マネジメント計画の策定 中国船の活用も検討・提案	
	PJB	
メンテナンス作業	資機材の適切なメンテナンス技術の習得	
	PJB	
堆肥化作業	PJB により刈り取られた水草を、地元組合/大学へ提供、堆肥化事業に活用	
	PJB/地元組合/大学	
プロモーション作業	公共事業省、地方自治体関係者、民間企業などへの機械化による水草除去事業と住民参加型の堆肥事業のモデルを紹介	
	PJB	

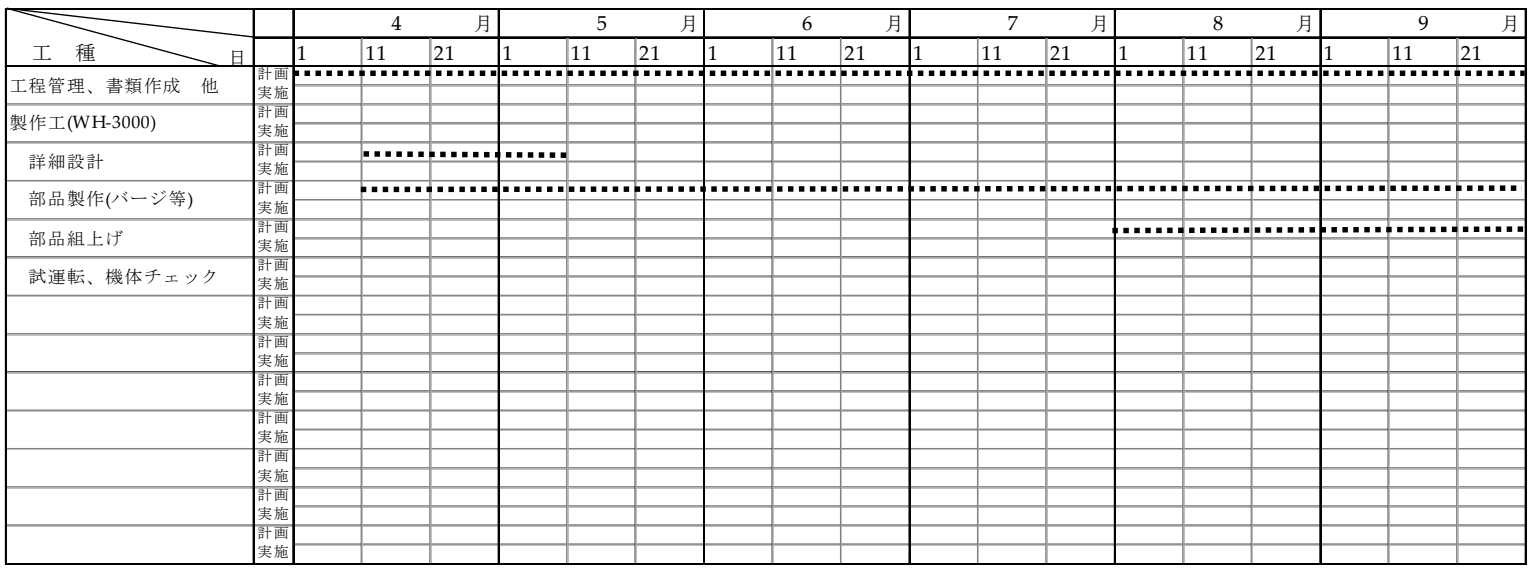
（出典：調査団）

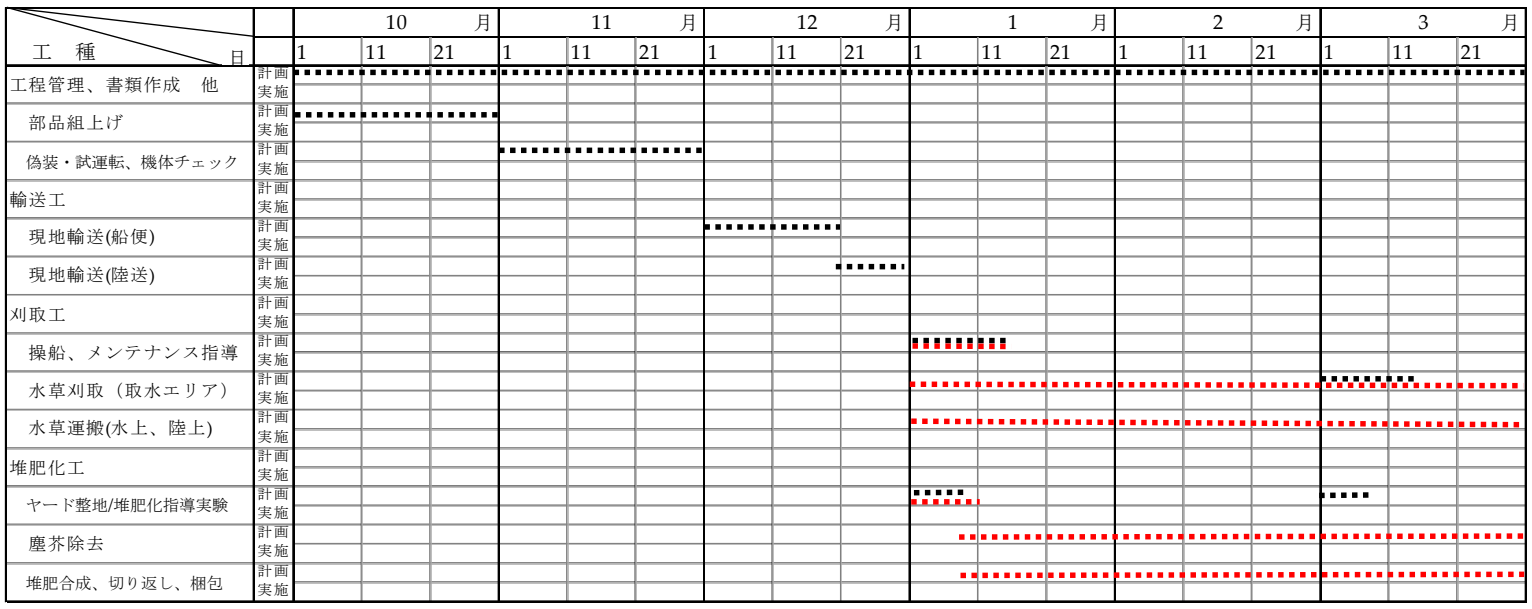
（3）実施スケジュール

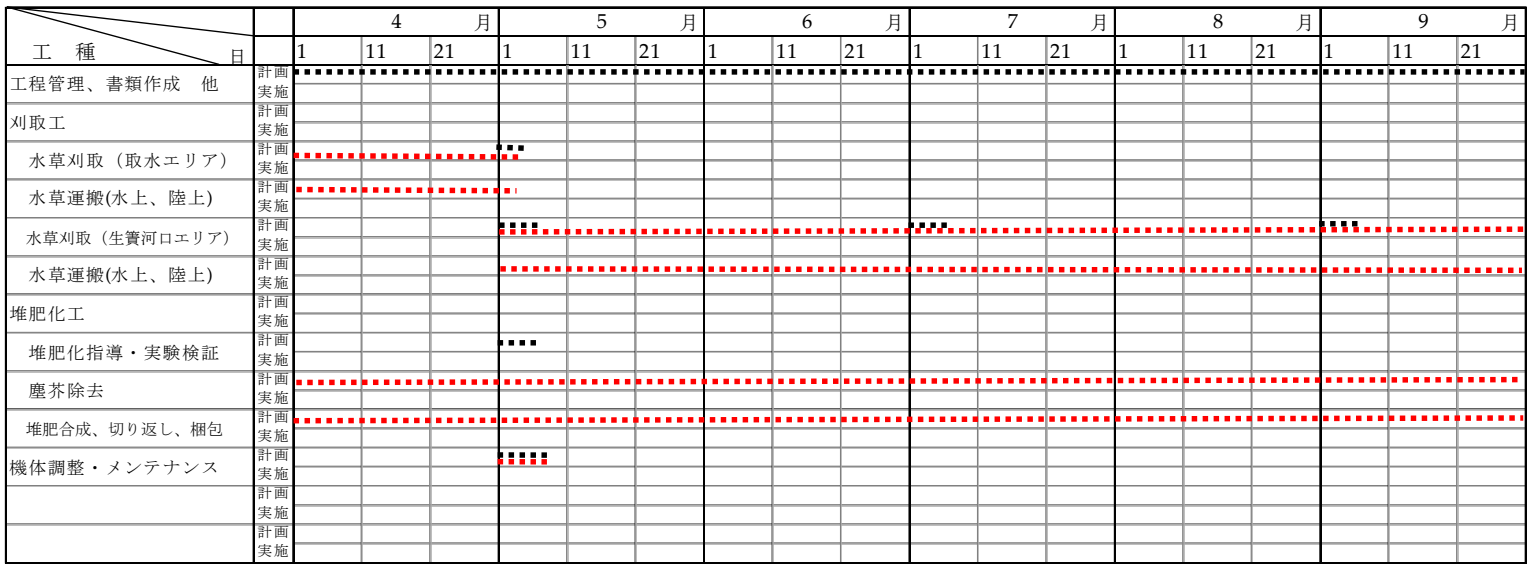
普及・実証事業は、水草の繁茂状況が異なる繁茂前（乾季）と雨季（繁茂最盛期）の水草刈取作業の実施、および、堆肥化についても気象条件の異なる乾季と雨季に実験が出来るように、機材導入後 1 年間、全体で 2 年間を想定している。

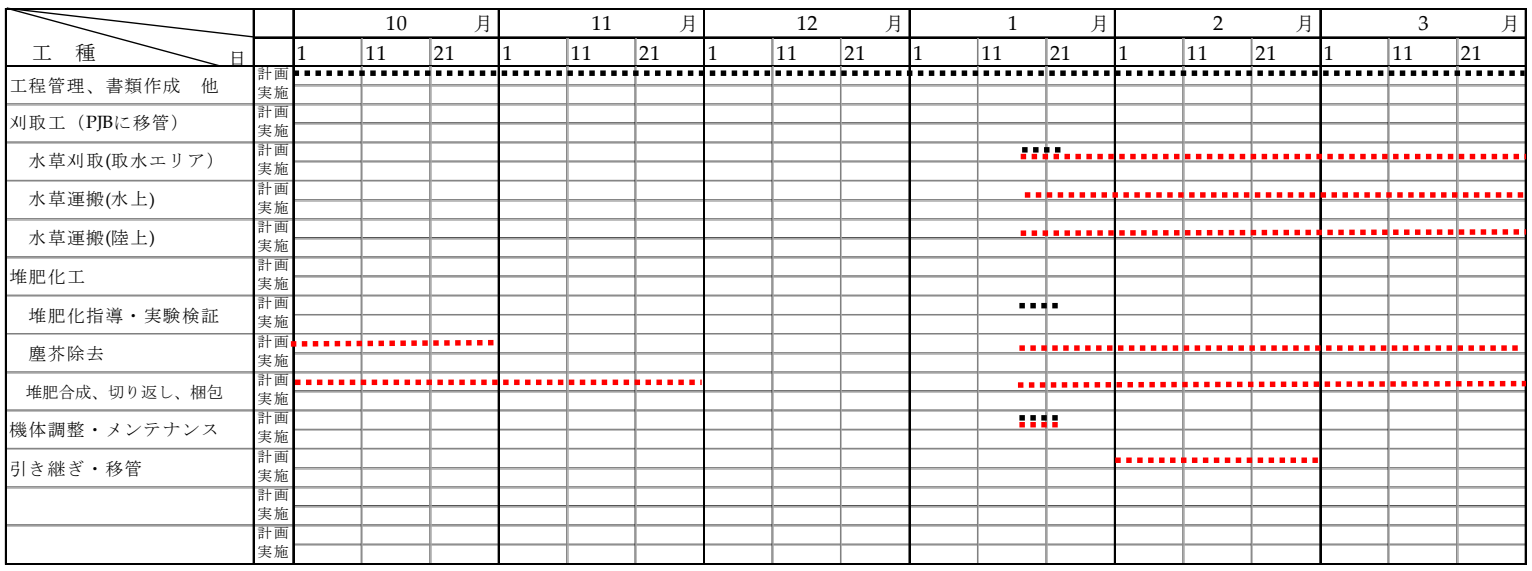
表 4-7：実施スケジュール想定

件　　名　　チラタダム水草除去普及自称事業（仮）
工　　期　　自　2016年　4月　1日　　至　2018年　3月　31日









記載要領

1　予定工程表は黒点線をもって表示する。また、実施の工程は下段に黒実線もしくは青実線をもって表示する。
2　普及実証での役割を黒点線で表示し、PJB側の役割を赤点線で表示する。
3　現場の状況によって計画を適時変更する可能性あり。

普及実証
PJB(CSR)

・　協力額概算

普及・実証事業の経費概算は、総額 9,995 万円程度を想定している。

・　具体的な開発効果

普及・実証事業の実施による具体的な開発効果としては、以下を想定している。

（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 および BPWC は、2025 年までの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、水草課題、湖面堆積の課題、水質の改善、生簀の数の減少等がある。水草除去船を導入することによるコスト削減効果は、表 3-6 に記載のとおり、現在想定している理論値から算出すると、既存の水草除去費用の約 30%が削減できることになる。この試算で計算すると、10 年間で節減効果は約 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エリアおよびダム湖に流入する河口エリアでは、周辺住民・漁民・漁業に関わる業者が、漁船の航行障害、漁船の故障頻度などに課題を抱えている。水草除去船の導入により、これらの地域での水草除去が可能になれば、これらの課題解決に貢献することが出来ると考えられる。

普及・実証事業の中では、先に触れた開発課題の内、漁船の航行障害および漁船の故障頻度などの改善効果について、本調査で実施した上述のようなベンチマーク結果と比較し、どの程度の開発効果が発現したのか測定することを検討している。

（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

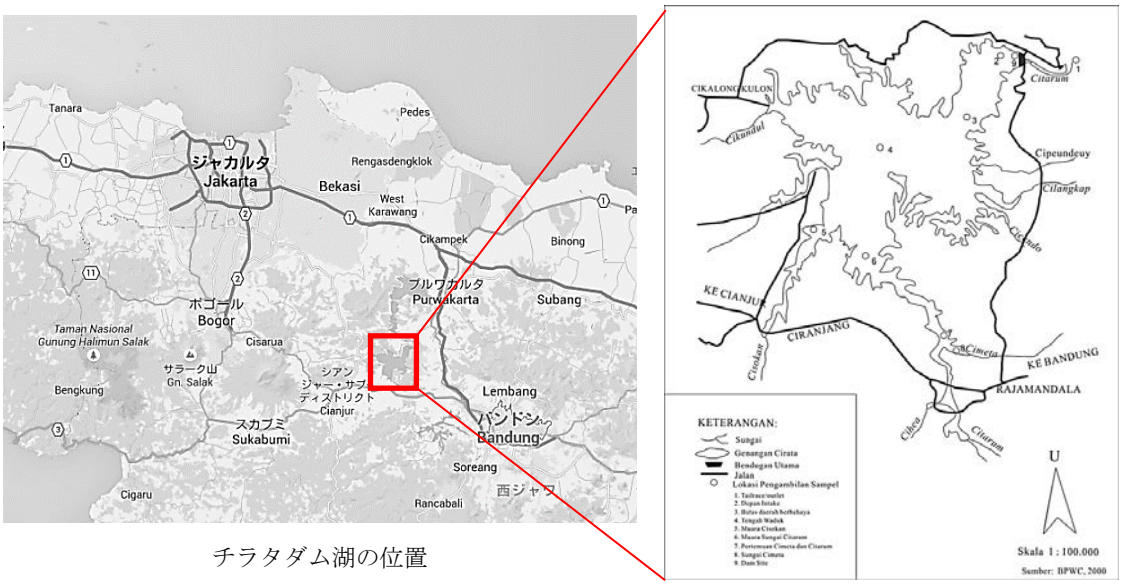
刈取後の水草は刈取りが行われている周辺の湖畔に放置されており、一部は周辺住民・漁民が自家消費用の堆肥などの用途で、必要に応じて持ち帰る以外は利用されておらず、現時点でまだ有効な活用方法が見出されていないという状況である。

普及・実証事業で導入を検討している堆肥化技術は簡易なものであるため、周辺住民・漁民も堆肥化事業に従事することが可能であり、雇用機会創出にも繋がるものと考えている。堆肥化事業による雇用創出効果は、約 20 名と想定できる。刈取後の水草の横持ち輸送および陸揚げ作業に従事する 13 名と含めると、合計約 33 名の雇用創出を見込んでいる。

ウ　対象地域及びその周辺状況

・　候補サイト

チラタダムは、バンドンから車で約 1.5 時間程度、東に向かった場所にある。機材導入の際の輸送経路についても、道幅および電線の高さ等を確認し、輸送には問題がないことを確認している。



チラタダム湖の位置

チラタダム湖の全体図

図 4-8：対象地域とチラタダム湖

（出典：調査団）

・　関連インフラ整備

チラタダム湖における関連インフラとしては、ボートハウス周辺に水草除去船搬入時に利用可能な道路および機材を湖面上に降ろすためのラフタークレーンが活用可能であることを PJB と確認している。また、取水口付近を刈取する際の集塵フェンスの係留地点についても確認している。さらに、堆肥化のための 5×200m のヤードと 10m×50m の屋根付きヤードの使用が可能であることも PJB と確認している。

ラフタークレーン

取水口付近の集塵ﾌｪﾝｽ係留地点

屋根付きヤード

・　環境社会配慮、ジェンダー配慮

チラタダムでは、現行の水草除去業務に、周辺の住民を雇用する形で手刈りによる水草除去作業を行ってきた。そのため、水草除去船導入に当たっては、周辺住民の代替収入機会の創出が課題の一つであると捉えている。

チラタダム湖では、委託業務を請け負っている PT. Cikal が、5 つの川の周辺住民それぞ

れ 10 名程度（合計 50 名）と水草除去作業について年間契約を結び、雇用を図っている。周辺住民の雇用方法としては、村のリーダーを通じて行うが、基本的に毎年同じグループと契約している。刈取りに従事しているのは漁民ではなく、水草除去作業を主な活動としている住民であるとのことである。なお、契約している住民が体調不良等で従事が出来ない場合には、グループ内で別の住民と入れ替えることが出来るという契約となっている。PT. Cikal と従事者の契約金額は、Rp.1 million/月であり、従事者の基本賃金（UMK：県の最低賃金）に従い、Rp.45,000/日をベースにしている。なお、支払は 1 か月毎としている。これらの住民に対する代替収入機会の創出策として、以下を普及・実証事業では検討していく方針である。

水上での水草輸送への従事の可能性

WH-3000 の導入により、1 日の水草除去量が拡大するが、効率のよいオペレーションを行うためには、水草除去船が湖上で継続して作業できるよう、タンクに溜まった水草を湖上で小舟へ詰め替え、移送できる体制を整える必要がある。この湖上で積み替えて陸揚げの場所まで水草を移送する担当として、これまで手刈作業で生計を立てていた周辺住民を中心として約 8 名、陸揚げ作業で 5 名、合計 13 名の代替の雇用機会の提供を図ることを考えている。

堆肥化事業への従事の可能性

刈取後の水草を堆肥化する際に、まず地面に水草を広げた段階で混入しているゴミ（発砲スチロール等）を取り除く作業が必要である。また、堆肥化が完了した後に商品化する前にも、再度細かいゴミおよび異物を除去する作業が必要となる[19]。その作業には、約 20 名のワーカーが必要であることから、この作業工程においても住民の雇用機会があると考えられる。

上述した水草移送に関しては、力仕事であることから男性が従事することが多いが、堆肥化に関する業務であれば、女性の雇用を促進する働きかけを行うことが可能と考えられる。

エ　他 ODA 案件との連携可能性

・　既存の ODA 案件との連携可能性

インドネシアでは、1970 年代から ODA による発電所建設を実施してきており、水力発電所のダム建設においては、過去に円借款で建設した、もしくは建設に関与したダムが全国に 12 箇所存在している。また新設事業に加えて一部老朽化した発電所の改修事業にも取り組んでおり、発電効率の改善や適切な維持管理に関する支援も実施しているところであ

[19] 選別されたプラスチックや発泡スチロールごみなどは、チラタダム湖に隣接したバンドン市の最終処分場へ移送し、処分することを検討する。

る。本事業は、水力発電所における固有の課題である、水草除去事業の効率化を図り、水域環境の向上にも貢献できるという観点から、既存の ODA 建設ダムに対するソリューション提供を行うことによる連携の可能性があると考えられる。

具体的には、チラタダムに隣接するサグリンダムは、ODA 案件で建設された水力発電所であるが、本調査により、ダム湖における水草の問題が顕在化しており、既に除去船に高い関心を示していることを確認している。チラタダムにおける普及・実証事業後に、その有効性を、サグリンダムをはじめ、他の水力発電所にも普及することで、既存の ODA 案件との連携が図られていくことが期待される。

表 4-8：日本の ODA で建設した主な水力発電所リスト

ジャワ島	カランカテス・ダム
	カリコント・ダム
	ラホール・ダム
	ウリンギ・ダム
	ロドヨ・ダム
	ウォノレジョ・ダム
	サグリン・ダム
	ウォノギリ・ダム
スマトラ島	コタパンジャン・ダム
	シパンシハポラス水力発電所（調整池）
	ルヌン水力発電所（調整池）
スラウェシ島	バカル・ダム

（出典：JICA）

オ　ODA 案件形成における課題

・　新たに顕在化した課題と対応方法等

代替機会の創出と水草処理

ODA 案件の形成にあたり、カウンターパートである PLN、実施主体となる PJB から求められた要件として、機械化に伴い影響を受ける既存の手刈り作業従事者への代替機会の提供が挙げられた。これは、チラタダム湖が、地域住民からの同意、協力を得て開発された水力発電所であり、彼らとの良好な関係を、PJB チラタダム事務所としても維持していきたいとの意向によるところである。この対応に関しては、水草除去船を現場へ持ち込むことで、刈取作業自体は機械化されるが、刈取後の水草の湖畔への搬送は、住民の所持する漁船を用いて行うことを想定しており、また陸揚げされ処分場へと輸送される水草の受入作業にも、住民の雇用機会が創出されるものと考え、カウンターパートからの理解を取り付けている。

表 4-9：代替機会創出の規模（機械化による 90 トン/日の水草刈取の場合）

	求められる投入	雇用創出規模
湖畔への搬送作業	漁船 4 艘*	（船頭 1 人+補助 1 人）× 3　合計 8 名
受入作業	モッコ 10 枚、バックホー1 台	（オペ 1 人+補助 4 人）合計 5 名
堆肥化作業	農産廃棄物（もみ殻、ココナッツ椰子殻）、バックホー等	バックホー1 台・オペ、撹拌要員 合計 20 名

* チラタダム湖ですでに利用されている漁船を活用。

（出典：調査団）

一方で、刈取後大量に発生する水草の適切な処理についても注意を払う必要があり、水草除去船により刈り取られる一日当たり約 90 トンの水草は、約 800m³ ともなり、陸揚げ対応をする場合、それなりの規模の置き場面積が必要となる。併せて、水草の有効利用策について PJB チラタ事務所でも検討、検証がなされてきているが、自社所有地内の果実園で使用される範囲での堆肥化が行われている程度で、機械化により発生する大量の水草の処理にあたっては、別途事業（堆肥化事業など）を立ち上げ、対応することが求められるものと考察している。またホテイアオイは、含水率が 90%程度であり、堆肥化による減容化により、置き場のスペース確保にも資する事業となるものと期待される。

通関・国内輸送

提案製品の水草除去船(WH-3000)は、2014 年にマラウイ共和国への納入実績はあるものの、その際は日系商社が海上輸送手続き、通関、現地陸送を手配し、当社としては、工場引き渡しによる取引条件であったため、自社内に海外への輸出ノウハウの蓄積があるわけではない。

したがって、インドネシアへの輸入は初の試みであり、通関手続きもさることながら、WH-3000 はコンテナに格納できない仕様設計であり、プロジェクトサイトまでの搬送につき自社による書類作成、通関・陸送業者の選定等に課題が予見された。

現地調査では、このあたりの懸念材料を払拭するため、通関業者、国内輸送会社、保険会社とも面談を図り、国内工場から海上輸送、通関、輸入手続き、また国内輸送と機材の現場搬入に至るまで、問題なく対応できる体制の構築を行うことができたものと考えている。

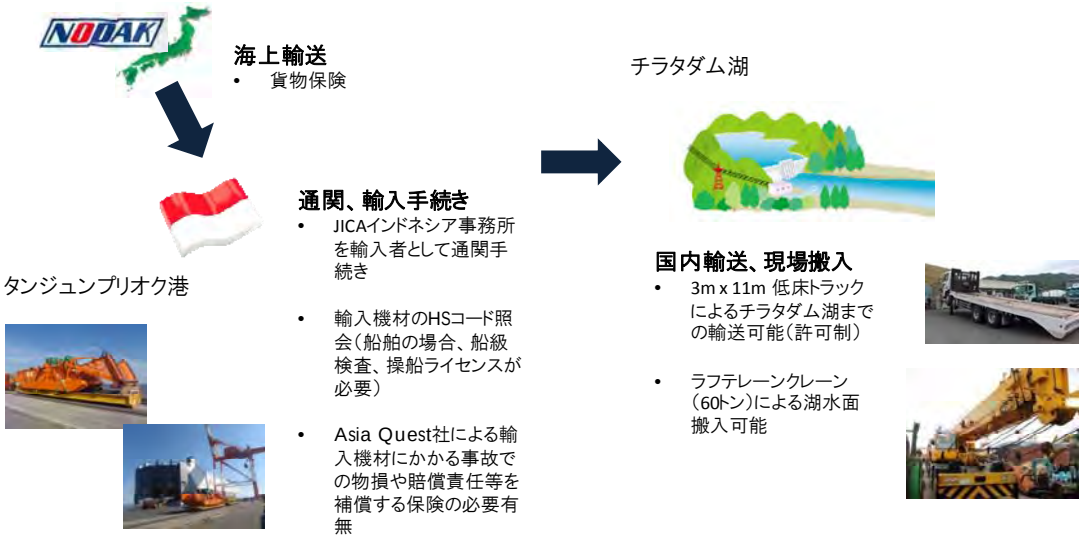


図 4-9：通関・国内輸送の流れ

（出典：調査団）

5. ビジネス展開の具体的計画

非公開

6. その他

ア　その他参考情報

・　上記いずれにも含まれない特記事項

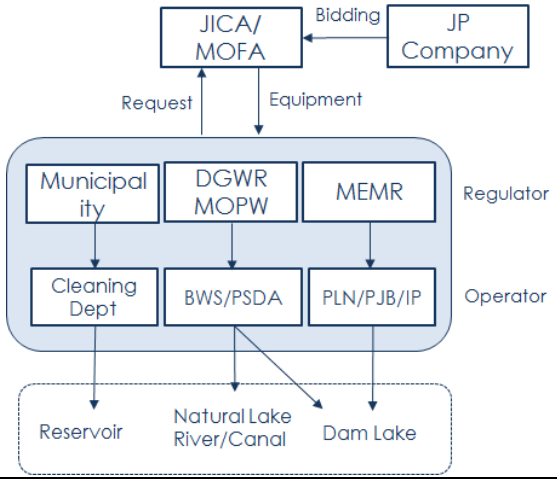
（1）　可能性のある ODA 案件の内容

1)　中小企業ノンプロ無償案件

インドネシア全土において、水草繁茂の課題があり、各湖沼を管轄している公共事業省、調整池を管理するジャカルタ州政府などの自治体、さらにエネルギー鉱物資源省傘下の PLN や IP からは、当社の水草除去船に対する導入意欲が強いことが本調査より伺い知れた。事実、各政府機関からは、水草除去船を導入することで、水域の適切な管理および効率化に貢献できるものと期待されている。

普及・実証事業による提案製品の有効性が確認されたのち、中小企業ノンプロ無償のスキームを活用した、具体的な案件形成が推進されるものと考えている。現時点で想定している案件内容は以下のとおりである。留意事項として、同スキームでは、機材購入後のメンテナンス等の費用は含まれないため、事前に機材の操縦やメンテナンスに関する指導を行う等の措置と共に、マニュアルを整備するなどの対応を図り、また、現地でのメンテナンス会社との連携による保守体制も構築しておくことを検討している。

目的	水草除去の機械化による水草除去の効率化および適切な管理に寄与する。
対象地域	水草繁茂が深刻な水域（ダム湖、15 の優先湖沼、都市部の調整池）
投入資機材	公共事業省、エネルギー鉱物資源省：水草除去船 WH-3000、集塵フェンス 地方自治体：水草除去船 WH-1500
C/P	公共事業省・地方自治体・エネルギー鉱物資源省
受益者	公共事業省：地方の公共事業局、対象地域の漁民・住民 地方自治体：清掃局、対象地域の住民 エネルギー鉱物資源省：PLN、 PJB、 IP、対象地域の漁民・住民
実施体制・役割	• 相手国政府機関が在インドネシア日本大使館に機材供与を要請する。 • 公共事業省から地方公共事業局に機材供与され、地方公共事業局が優先度の高い湖沼で機材を活用する。 • 公共事業省から地方自治体へ機材供与され、地方自治体清掃局が調整池・水路の清掃に機材を活用する • エネルギー鉱物資源省から PLN に機材供与され、PLN、PJB、IP が対象のダム湖で機材を活用する。

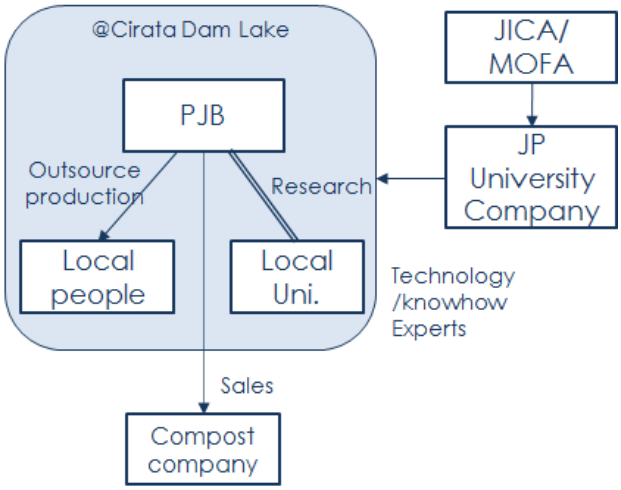


活動内容	• 機材オペレーションとメンテナンスに関するマニュアルを整備し機材販売時にセットで導入する。 • 保守メンテナンスは、現地でのメンテナンス会社が実施する体制とする。
開発効果	水草除去の機械化により、インフラ維持管理能力および効率性向上を実現し、水域環境改善にも貢献する。

2) 草の根技術協力案件

日本の堆肥化技術を現地に移転し、刈取後の水草の有効利用を促進するとともに、堆肥化事業に、これまで水草の手刈作業に従事していた周辺住民･漁民との連携を図ることで、水草除去から処理まで一連のサプライチェーンでの課題解決対応策の提案ができるものと考える。既に、水草を利用した堆肥化研究に関心を示す現地の大学とも協議を行っている。インドネシア国内では、無計画な連作と化学肥料の使用による地力の低下が大きな問題になっており、水草の堆肥化は大変有意義な事業になるとの見解が示されている。現時点で想定している案件内容は以下のとおり。

目的	日本における水草を利用した堆肥化技術の移転により、刈取後の水草の有効利用を促進し、堆肥を利用してもらうことによる農地の地力増強に貢献する。
対象地域	チラタダム湖および周辺地域
投入資機材	微生物、現地調達の籾殻、藁など
C/P	チラタダム湖周辺住民からなる協同組合
受益者	直接的：チラタダム周辺の漁民・住民、堆肥販売会社 間接的：堆肥を利用する農園経営者・農家
実施体制・役割	• 日本の大学・NGO・堆肥事業会社がコンソーシアムを組み堆肥化技術を技術指導と併せ提供する。 • ボゴール農業大学/パジャジャラン大学：堆肥化技術の共同研究。 • PJB：刈取後の水草および堆肥製造場所を提供し、周辺住民・漁民が製造した堆肥を買取る。CSR 事業の可能性もある。 • 堆肥販売会社：PJB と提携し、堆肥を市場に販売する。



活動内容	• インドネシアの大学と水草利用の堆肥化技術を研究し確立する。 • PJB、周辺住民・漁民に対して堆肥化製造技術を指導する。 • PJB が、製品となった堆肥を堆肥販売会社に販売する支援を行い、持続可能性を確認する。 • 実際に堆肥を利用した農家・農園業者に効果をヒアリングする。
開発効果	堆肥化事業に周辺住民を動員し、技術移転を図るとともに、雇用機会が創出される。また堆肥を利用した農業に貢献することにも繋がる。

（2）本邦受入活動

本邦受入活動は、PLN および PJB から合計 3 名を招聘し、2015 年 8 月 2 日～8 日の 7 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、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および管理当局の政策的な対策を理解する。
4) 刈取後の水草の堆肥化技術・製造方法を理解する。
5) これらを踏まえ、ダム湖での適用可能性・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. Karyawan Aji	PT PLN (Persero)	Senior Manager of Operation and Maintenance Java Bali Power Generation Division
Mr. Mochammad Agustian Momo	PT PJB	PJS Head of BPWC
Mr. Hani Wibieanto	PT PJB	Assistant Analyst of Planning and Maintenance Control

日程は、以下のとおり。

日付	行程
8/2（日）	09：20　ジャカルタ発　SQ955　11：55　シンガポール着
	13：55　シンガポール発　SQ616　21：30　関空着
8/3（月）	10：00　ノダック・本社
	14：00　三方湖見学・WH-1800 操船ガイダンス・操船体験
8/4（火）	08：00　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
	15：00　ノダック㈱中部事業所着　工場見学
8/5（水）	09：00　諏訪湖現場見学・操船体験
	13：30　諏訪湖現場見学・陸揚げ地・乾燥ヤード等
	15：00　㈱みのり建設・堆肥化工場見学
8/6（木）	09：00　諏訪湖現場見学・操船体験
	11：00　長野県諏訪建設事務所・整備課
	14：00　諏訪湖漁業協同組合
8/7（金）	09：00　琵琶湖にて新マシン WH-1800・納品見学
	10：00　滋賀県漁業協同組合連合会
	13：30　滋賀県琵琶湖環境部琵琶湖政策課
8/8（土）	11：00　関西国際空港発　SQ619　16：40　シンガポール着
	18：35　シンガポール発　SQ966　19：25　ジャカルタ着

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

なお、実際にインドネシアで使用する際の仕様変更のリクエストとしては、以下のような事項が挙げられたため、対応可能性を検討する。

- 操作ハンドルの英語・インドネシア語でのラベルを付ける（現状は日本語）。
- 操縦席に屋根を付ける（日本では、風の影響を受けやすいので外して施工しているが、取り付けは可能。滋賀県に納品した WH-1800 は屋根を付けた状態で納品している）
- 水草搬出時にコンベアの高さを 2m まで上げられるような工夫（現行仕様は WH-1500 で 1.4m。WH-3000 は、水面から 1.7m）
- 搬出コンベアの末端に中国製のように、蓋をつけて欲しい。（付与することは可

能だが、コンベアの末端は操縦席から見えるため、あまり意味がない）

- 現地で調達可能なエンジンやスペアパーツが活用できればメンテナンスが安心。

また、堆肥化については、投入資材や堆肥化の期間、堆肥のプロモーション方法、販売先などについて積極的な質問が出され、PJB チラタの局長からは、チラタダム周辺の農地に水草堆肥が活用されることにより地域貢献に繋げたいとの意見も出された。

具体的な質問やコメントは以下のとおり。

- 水草と他の資材の配合
- 利用している微生物と培養方法
- 水草を堆肥化する期間
- 堆肥の販売方法、販売実績

さらに、日本の湖の公共事業と水質変化および漁業環境への影響の関係、その変遷の中での政策や取組などについても理解したとの感想があった。特に、チラタダム湖で課題となっている養殖に関して、日本の漁業に対する規制を参考にしたいという意見も出た。

具体的な質問やコメントは以下のとおり。

- 各自治体における水質改善に関する計画、ロードマップ
- 漁業ライセンス付与、漁業規制の内容、違反の場合の罰則
- 漁業組合の役割

なお、各訪問先において、以下のように複数のテレビ取材および新聞取材が視察に同行するなど、日本の技術の海外進出・展開に対する高い関心が伺えた。

- 福井（三方湖）：地元ケーブルテレビ局 1 社：MM ネット
- 長野（諏訪湖）：地元新聞社 3 社：信濃毎日新聞・長野日報・諏訪市民新聞
- 滋賀（琵琶湖）：地元テレビ局 1 社：BBC びわ湖放送

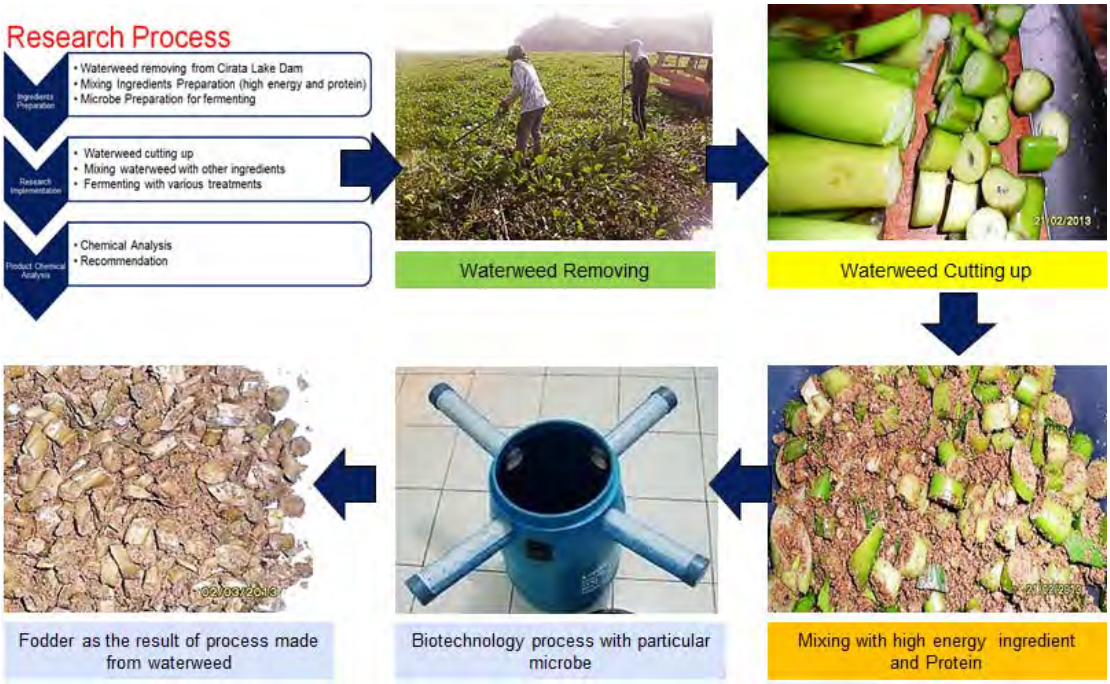
（3）ヒシ堆肥の分析結果

株式会社みのり建設が実施した、ヒシ堆肥および牛糞堆肥の検体分析結果は、以下のとおり。牛糞堆肥と同等以上の効果が期待できることが確認されている。

分析試験項目	単位	ヒシ堆肥 分析結果	牛糞堆肥 分析結果
水分	%	68.3	64.6
pH		7.78	7.89
電気伝導率	mS/cm	0.19	0.17
窒素全量(T-N)	%	0.70	0.58
炭素全量(T-C)	%	8.09	7.86
炭素／窒素比		11.6	13.6
リン酸全量(T-P_2O_5)	%	0.42	0.42
カリ全量(T-K_2O)	%	0.29	0.30
ナトリウム全量(T-Na_2O)	%	0.04	0.03
カルシウム全量(T-CaO)	%	1.22	1.01
マグネシウム全量(T-MgO)	%	0.32	0.33
鉄全量(T-Fe_2O_3)	%	1.50	1.71
アルミニウム全量(T-Al_2O_3)	%	2.66	3.51
マンガン全量(T-MnO)	%	0.04	0.03
亜鉛全量(T-Zn)	ppm	55	58
銅全量(T-Cu)	ppm	17	19
カドミウム全量(T-Cd)	ppm	<0.2	<0.2
砒素全量(T-As)	ppm	3.1	2.5
水銀全量(T-Hg)	ppm	<0.1	<0.1
以下余白			

（出典：みのり建設㈱）

（3）PJB の水草の有効利用法の検討（飼料化）



飼料の調達価格の削減

- 水草の価格想定: Rp 200/kg; 濃縮後の価格想定: Rp. 3,000/kg
- 水草の利用により、飼料価格（1,350/kg）が市場価格（Rp 2,500/kg）より安く調達可能になる。

ダム湖の水草の減少

- 水草から生産可能な飼料の量: 500 kgs/日
- 必要な水草: 200 kgs/日
- 飼料が提供可能な牛の数: 1000:25 = 40 頭
- 水草除去量: 0.5 ha/日

新事業の創出と生計向上

- 農家及び畜産農家から飼料及び肥料製造者への転換
- 飼料による総収入の想定: Rp 675,000/日
- 堆肥による総収入の想定（堆肥生産量 200kg/日）: Rp 150,000/日

Executive Summary

1. Current Status of Concerned Country

With the increasing population and strong economic growth, the electricity demand in Indonesia is expected to grow at the rate of over 8.5% per annum in the next 10 years. Thus, enhancement of power supplying capacity is one of the top priority in Indonesia. For the power development, the government aims to diversify the energy source from the conventional coal dependent structure. The target is to increase the share of renewable energy including hydropower generation to 15% of the total power supply by 2030.

However, due to the limited budget for new power facilities, the increase of power supply remain 6% per annum. With this condition, PLN (Perusahaan Listrik Negara Persero), the state owned company supplying 70% of the total power supply in Indonesia, is actively working on the reduction of operation expenses in order to secure the budget to invest in the power generation facilities. Along with the same line, PJB (PT Pembangkitan Jawa - Bali), the subsidiary company of PLN and the operator of the Cirata hydropower station which is the largest hydropower station in Indonesia, is also targeting the reduction of operation and maintenance cost.

In particular, the most needed improvement in the operation and maintenance of the hydropower station is the efficiency of aquatic plant removal. In case of hydropower dam lake, in addition to the inflow of industrial and domestic wastewater, aquaculture activities in the dam lake causes eutrophication which leads to the overgrowth of aquatic plant. From the fact that this aquatic plant potentially will be a risk of causing power failure, aquatic plant removal in manual method is being carried out over a year. However since the manual removal capacity is not meeting the speed of the growth of aquatic plant, it only to increase the annual maintenance cost.

Water Hyacinth in Cirata Dam

Manual Aquatic Plant Removal

Figure: Water Hyacinth and Manual Removal

Reservoirs and natural lakes connected to the rivers are also facing the same problem caused by aquatic plants. Without the proper management of aquatic plants in those water

bodies, rotten aquatic plants sunk in the lake bottom further accelerate the eutrophication. Also, removed aquatic plants which are left at the lakeside causes odor and ruins the aesthetic landscape for the tourism.

Under these circumstances, the improvement of aquatic plant harvesting management is deemed to contribute to the reduction of maintenance expenses which allows more investments in new power facilities for the enhancement of power generation capacity. Also, through proper removal and management, aquatic environment can be improved and can reduce the negative effects on the surrounding residents.

2. Applicability of the Proposed Products and Technology and Business Deployment Policy in Abroad

Proposed Product is an Aquatic Plant Harvesting machine which mechanically removes aquatic plants (water hyacinth etc.) floating on the water. The main features of the product are as follows:

1) Efficiency: Having wide frontal blade of 3,000mm, the machine can efficiently remove and collect waterweed 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

Figure: Key Features of the Proposed Product (WH-3000)

Water hyacinth growing in Dam Lake in Indonesia is currently removed manually. By mechanizing the operation, harvesting period can be shortened and cost reduction can be achieved.

Nodak, the manufacturer of the machine, not only provides the machine itself but also carry out aquatic plant removal services in Japan. 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, growing situation of aquatic plant).

3. Survey Result of the Applicability of the Proposed Products and Technology

The issues of aquatic plant in Indonesia can be found in dams, natural lakes and reservoirs. Those water bodies consider to be a potential market for the mechanization of aquatic plant removal operation. The survey team visited: 1) Hydro power plant companies managing dams, 2) Ministry of Public Work responsible for natural lakes and 3) local government in charge of reservoirs in each cities. During the survey, the survey team introduced the Weed Hunter, and discussed on the needs for mechanization of aquatic plant removal operation and on their interests in installing the Weed Hunter.

As a survey result, demand for mechanization of aquatic plant removal was already recognized and market opportunities for Weed Hunter was clear identified as above.

At the same time, composting is identified as the most appropriate method for the utilization of removed aquatic plant. Because it is a simple technology and it can reduce the volume of removed aquatic plant, which is important condition for the sustainable operation. The composting business can also create employment opportunities for the residents and fishermen surrounding the Cirata dam who would have been involved in the manual removal operation before introduction of mechanization.

4. **Proposal of ODA Project**

Based on the survey result, three possible ODA Project was considered useful: Demonstration project (Introduction of Weed Hunter + Compost technology), Grant aid project with SME products (Introduction of Weed Hunter) and Grassroot technical assistance project (Compost technology). As a first step, by utilizing Demonstration project scheme, the efficient model of aquatic plant removal and proper treatment of removed aquatic shall be established in Cirata dam. By disseminating this model to other areas, other hydropower management company will be able to secure the budget for increasing their power generation and supply capacity.

The project content is as shown in the table below. The objective is to propose efficient aquatic plant removal together with the optimal utilization of removed aquatic plant as a package, to establish the model case for the sustainable improvement of aquatic environment.

Table: Project Design Matrix (Draft)

Overall Goal Enhancement of power infrastructure in accordance with the energy policy by the government
Project Goal The improvement of financial situation of operation and maintenance activities of Cirata Dam Lake enables to spare the resources for the upgradation of the facilities or other necessary investment.
Outcome 3. By introducing Weed Hunter, efficient aquatic plant removal operation will be understood and implemented by PJB.
4. By introducing appropriate treatment method of removed aquatic plant, aquatic environment in Cirata dam will be improved
Activities 1-5. Establish a new removal system including removal operation, boat transfer, unloading operation etc. 1-6. Provide training on harvesting planning preparation. 1-7. Provide training to PJB staff on Weed Hunter operation and maintenance of the machine. 1-8. Implement efficient aquatic plant removal operation by Weed Hunter. 2-3. Provide training on compost production utilizing removed aquatic plant. 2-4. Evaluate the impact on residents and fishermen (improvement of the issue of boat navigation etc.) by utilizing Weed Hunter for aquatic plant removal operation

The following figures are the proposed operation method of aquatic removal and composting.

Figure: Operation Method of Aquatic Plant Removal

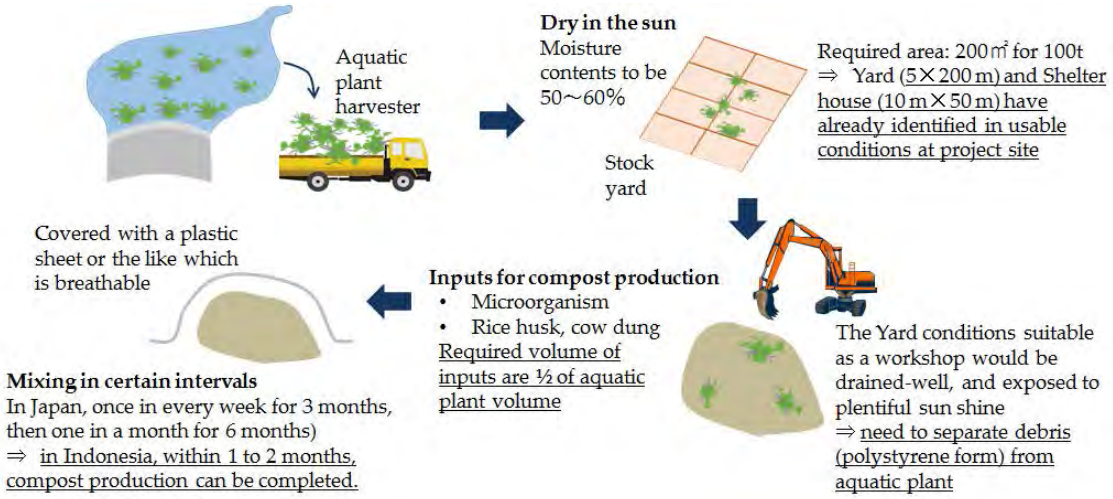


Figure: Compost Processing Concept

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects
Aquatic plant removal management business in dam lake projects in Indonesia

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Nodak Co.Ltd.
- Location of SME: Osaka, Japan
- Survey Site・Counterpart Organization: Cirata Hydropower Dam・Perusahaan Listrik Negara Persoro(PLN) and Jawa-Bali Power Company (PJB)

"Weed Hunter"(WH-3000)

Concerned Development Issues

- Hydropower dam is facing a issue of excessive growths of floating waterweed (Water Hyacinth).
- The removal of Waterweed is done by human power which is inefficient and increasing the maintenance cost for the power company.
- Remained Waterweed is impeding the business of fishermen by hindering navigation of fishing boats and abandoned waterweed after harvesting has impacted to aquaculture adversely by water quality deterioration.

Products and Technologies of SMEs

- "Weed Hunter"(WH-3000) is a machine which removes the floating and the submerged Waterweed on/in the water.
- Key features are its efficiency (with wide frontal blade), operability (easy hand operation) and durability.
- Know-how on effective waterweed management including harvesting plan, water quality management, etc.

Proposed ODA Projects and proposed subsequent business plan

- Introduce "Weed Hunter"(WH-3000) in Cirata Dam to demonstrate efficient and economical waterweed management system, then expand the system model to other fields of aquatic environment like canal and artificial lake.
- Consider business partnership with local companies in order to form operation of sales and lease of "Weed Hunter"(WH-3000), and even explore a business of local production in Indonesia.