

平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業
(本邦技術活用等途上国支援推進事業) 委託費
「案件化調査」

ファイナル・レポート

インド国

小規模浄水装置による公共水道の拡張支援案件化調査

平成26年3月
(2014年)

株式会社広洋技研・パシフィックコンサルタンツ株式会社
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、株式会社広洋技研・パシフィックコンサルタンツ株式会社共同企業体を実施した平成 25 年度政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費（案件化調査）の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。

また、本報告書では、受託企業によるビジネスに支障を来す可能性があるとは判断される情報や外国政府等との信頼関係が損なわれる恐れがあるとは判断される情報については非公開としています。なお、企業情報については原則として 2 年後に公開予定です。

目次

巻頭写真	i
略語表	ii
はじめに	iii
要旨	v

第1章 インドにおける当該開発課題の現状及びニーズの確認 1

1.1 インドの政治・経済の概況	1
1.1.1 政治概況	1
1.1.2 経済概況	3
1.2 インドの上水道分野における開発課題の現状	4
1.2.1 インフラ整備の遅れ	4
1.2.2 水源及び水質	16
1.3 インドの上水道分野の関連計画、政策及び法制度	19
1.3.1 上水道分野に関連する法制度、計画、政策	19
1.3.2 マハラシュトラ州における事業制度	20
1.4 インドの上水道分野の ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析	22
1.4.1 我が国の上水道分野における援助動向	22
1.4.2 他ドナーの上水道分野における援助動向	23

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し 25

2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み	25
2.1.1 国内中小企業水処理製造業界の規模	25
2.1.2 株式会社広洋技研の業界における位置づけ	26
2.1.3 提案製品の特長	26
2.1.4 従来型製品との比較	30
2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	34
2.2.1 提案企業の事業方針	34
2.2.2 リーチフィルター製作の経緯	35
2.2.3 海外進出の位置づけ	35
2.3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献	36
2.3.1 日本国内地域経済への貢献度の考え方	36
2.3.2 推計手順	36
2.3.3 新潟県産業振興策との関連性	38

2.4 想定する事業の仕組み	38
2.4.1 事業計画の概要	38
2.4.2 市場規模	40
2.4.3 リーチフィルター製作コスト.....	非公開部分につき非表示
2.4.4 市場における既存浄水方式とのコスト比較.....	48
2.5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール	51
2.5.1 現地パートナー	51
2.5.2 普及・販売等に関する具体的なスケジュール	51
2.5.3 事業展開上の課題	52
2.6 リスクへの対応	54
2.6.1 資機材輸送時のリスク	54
2.6.2 ムンバイ港通関手続きの遅延	54
第3章 現地適合性検証活動(実証・パイロット調査).....	56
3.1 現地適合性検証活動(実証・パイロット調査)の概要	56
3.1.1 現地適合性検証活動の目的	56
3.1.2 サイトの選定	57
3.1.3 機器の選定及び現地適合性検証活動用の改良.....	非公開部分につき非表示
3.1.4 リーチフィルター及び付帯設備の接続構成及び現地調達部材	60
3.1.5 実施スケジュール	62
3.1.6 資機材の輸出入・搬送	63
3.2 各種試験を含む現地適合性検証活動(実証・パイロット調査)の結果.....	66
3.2.1 ジャーテストによる注入薬品の選定.....	66
3.2.2 試験結果	68
3.2.3 水質分析結果.....	77
3.3 採算性の検討.....	78
3.3.1 採算性検討の考え方	78
3.3.2 リーチフィルターの初期費用の設定.....	79
3.3.3 維持管理費の試算	79
3.3.4 事業採算性の検討結果.....	82
第4章 ODA 案件化によるインドにおける開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果.....	84
4.1 提案製品・技術と開発課題の整合性.....	84
4.1.1 現地の開発課題	84
4.1.2 現地ニーズに適合する水処理装置の要件.....	84
4.2 ODA 案件化を通じた製品・技術等のインドでの適用・活用・普及による開発効果	85

4.2.1	リーチフィルターの特徴に応じた開発効果.....	85
4.2.2	リーチフィルターの導入に伴う開発効果.....	85
4.3	ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果.....	86
第5章 ODA 案件化の具体的提案		87
5.1	ODA 案件概要.....	87
5.1.1	活用可能な ODA スキームとしての民間提案型普及・実証事業.....	87
5.1.2	民間提案型普及・実証事業の計画モデルの概要	87
5.2	具体的な協力内容及び開発効果.....	88
5.2.1	具体実施内容.....	88
5.2.2	開発効果と案件実施に伴う投入量	94
5.3	他 ODA 案件との連携可能性	96
5.4	その他関連情報.....	97

添付資料

面談記録

要約(英文)

巻頭写真



現地適合性実証活動で使用する
リーチフィルター (RFE-300)



現地適合性実証活動で使用する
資機材の全体配置



PVC タンク内での濁水生成作業の様子



現地 CP 機関スタッフへの OJT 技術移転の様子



マハラシュトラ州議会議員視察の様子



Badlapur 市のマンション開発の状況

略 語 表

MJP	Maharashtra Jeevan Pradhikaran (マハラシュトラ州上下水道局)
JNNURM	Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission (ジャワハルラル・ネルー国家都市再生ミッション)
UIDSSMT	Urban Infrastructure Development Scheme for Small and Medium Towns (中小都市向け都市インフラ開発スキーム)
WTP	Water Treatment Plant (浄水場)
ESR	Elevated Service Reservoir (高架貯水槽)
MBR	Mass Balanced Reservoir (配水槽)
MLD	Million Litter Per Day (100万リットル/日)
LPCD	Litter Per Capita per Day (一人当たり一日使用水量)
NTU	Nephelometric Turbidity Unit (水の濁りの程度を表す指標：濁度の単位)
INR	India Rupee (インドルピー、本報告書中の換算レート：1INR = 1.7円)

はじめに

本調査の背景

インドの上水道分野における最重要課題は、都市人口の増加や都市活動の活発化に伴う水需要増加に追いついていない上水道インフラ整備の遅れである。国全体の安全な飲料水へのアクセス率は、2010年のUNICEF推定値で都市部97%、農村部90%であるが、その詳細をみると、パイプ給水の割合が都市部で48%であり、さらにこの数値は、20年前に比べ1%ながら悪化している。

これに対し、国レベルでは第12次5ヶ年計画や国家水政策で民間投資活用型の整備促進が示され、都市開発省は大都市を対象とするJNNURM（Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission：ジャワハルラル・ネルー国家都市再生ミッション）と地方中小都市を対象とするUIDSSMT（Urban Infrastructure Development Scheme for Small and Medium Towns：中小都市向け都市インフラ開発スキーム）という2つの都市基盤整備資金プログラムを整備した。しかし、英国統治時代からの上水道インフラは多大な設備更新投資を要するため、インフラ整備は特に乱開発が進む地方中小都市で進んでいない。低予算の地方水道事業体は、給水時間縮減など応急対応に終始し、計画的なシステム増強やサービスエリア拡大ができていない現状である。

本調査対象のバドラプール市が属するマハラシュトラ州は、インドの中でも都市周辺部や地方中小都市への人口増加率が比較的高い。バドラプール市でも民間デベロッパーによる住宅開発が盛んで、これらは上水道施設整備を待たずして建設されている。国や州政府の補助金申請から完工まで数年かかるため、その間の応急的な給水能力増加が求められており、公共水道施設整備後は他地域の同様の未給水地区でも再活用できるよう、コンパクトで施工や移設が容易な小規模浄水装置のニーズが大きい。

本調査の目的

本調査は、上水道インフラ整備の遅れというインドが抱える課題の解決に向けたODAと、我が国の中小企業の海外事業展開とのマッチングを図るため、中小企業等の製品・技術の相手国政府関係機関等での試用・導入等への働きかけや、中小企業の製品・技術や技術指導等を活用したODA事業の計画立案等を行い、インドの上水道セクターのサービスレベルの向上に資する事業の実現可能性を調査することを目的とする。

調査団員リスト

氏名	担当業務	所属先
吉崎 富士男	総括	株式会社広洋技研
小嶋 正浩	事業性検討	株式会社広洋技研
小林 豊	実証事業管理	株式会社広洋技研
水井 一成	業務主任者/ODA事業計画	パシフィックコンサルタンツ株式会社
森本 達男	ビジネスモデル検討	パシフィックコンサルタンツ株式会社
日高 志満男	ODA活用方策検討	株式会社オリエンタルコンサルタンツ

調査スケジュール

作業項目	期間						
	9	10	11	12	1	2	3
調査計画検討	■						
インド及びMaharashtra州における上水道分野の現状及びニーズの確認		■	■	■	■		
既存資料収集整理		■					
現地での資料収集整理、協議		■					
現状整理			■	■	■		
ニーズ確認協議			■				
リーチフィルターの活用可能性及び将来的な事業展開の検討			■	■	■		
現地仕様の検討			■	■	■		
活用可能性に関する協議			■	■	■		
事業展開の検討			■	■	■		
リーチフィルターの現地適合性の検証				■	■		
資機材輸送				■	■		
資機材設置・撤去				■	■		
機器運転				■	■		
機器運用・維持管理に関するOJT				■	■		
ODA案件化によるインドにおける開発効果及び企業の事業展開に係る効果の把握				■	■		
開発効果及び事業展開に係る効果の検討				■	■		
現地関係者との協議				■	■		
在インド日本国大使館・JICAインド事務所との協議				■	■		
ODA案件化の具体的提案の検討				■	■		
開発効果及び事業展開に係る効果の検討				■	■		
現地関係者との協議				■	■		
在インド日本国大使館・JICAインド事務所との協議				■	■		
ドラフトファイナルレポート作成				■	△1/15		
ファイナルレポート作成					■	△3/1	

凡例： ■ 現地業務期間 □ 国内作業期間

要 旨

1. インドにおける当該開発課題の現状及びニーズの確認

インドの上水道分野の課題は、都市人口の急増に伴う水需要の増加に対する、給配水システム整備の遅れである。インド政府は、特に都市部において、1日数時間という間欠給水の現状を24時間連続給水へと改善することをビジョンに掲げ、インフラ整備促進の仕組みづくりを行ってきた。本調査対象地域のBadlapur市が位置するマハラシュトラ州も、インド全体の中でも先んじて24時間連続給水の実現を政策目標として掲げている。

Badlapur市は、民間住宅デベロッパーによる開発が進み、ムンバイ近傍のベッドタウンとして急激な人口増加を記録している。水道インフラ未整備エリアに建設される大規模マンションも多く、これらは、水道インフラが整備されるまでの間の給水を、宅地敷地内に設置する共同井戸で賄っている状況である。

そのため、Badlapur市の上水道事業を管轄するMJP Ambernath事務所にとって、今後も続くと思込まれる人口急増に伴う水需要増加への対応が急務であるが、以下に示すとおり、既存浄水場の対応能力は限界に達している。

浄水場名	処理能力 (m ³ /日)	実際の処理水量 (m ³ /日)	負荷率
Barrage WTP	50,000	63,000	126%
Kharvai WTP	18,000	26,000	144%
Chikhholi WTP	6,000	8,000	133%

このような状況に対応すべく、現在、2018年を目標年度とする2.1万m³/日の給配水量増加計画によって整備が進められている。しかし、浄水場などの施設の場合、州政府への計画申請から完工まで最低3年を要する。その間、2011年にMJP Ambernath事務所の独自調査によると、既存上水道インフラの漏水率約30%を勘案した場合、Badlapur市東部だけで新たに約2万m³/日の水処理需要量が発生しており、急増需要への対応が喫緊の課題である。

そのため、施設整備が完了する間までの一時的かつ迅速な給水措置として、さらに、公共水道施設整備後は、同様な給水量不足地域への再活用できるよう、コンパクトで設置や移設が容易な浄水装置が求められている。

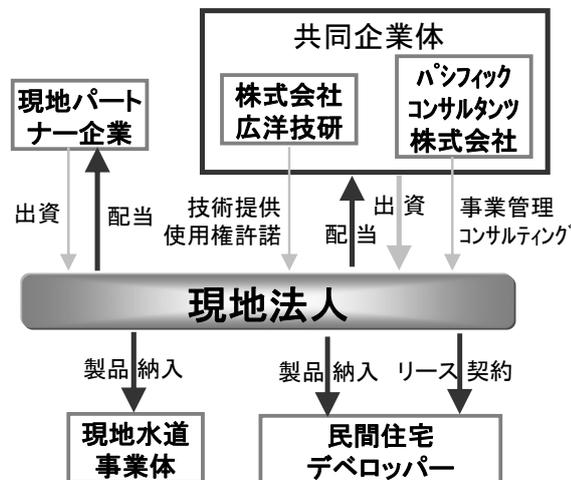
2. 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

砂ろ過方式は、長い歴史を持つ世界で主流の浄水処理技術である。しかし、全砂層の完全洗浄が難しいために砂が固化したマッドボールが生成され、機能低下やろ材交換が必要になる点が大きな課題であった。日本の他、英国、フランス、ドイツなど欧州6カ国で特許を持つリーチフィルターは、この課題を克服した、低コストで維持管理も簡易な浄水供給装置である。リーチフィルターはランニングコストの点でも従来型の砂ろ過機より優れており、電気料金及びろ材交換費用のランニングコストは、圧力式ろ過機の約1/5と試算される。



日本で運用されているリーチフィルター
(処理能力 2,000m³/日)

提案企業は、将来的にはリーチフィルターの一部汎用部材の調達と組立ての現地生産と販売促進とを担う現地法人を設立し、公共水道事業者及び民間住宅開発デベロッパー等の民間事業者を営業市場として事業展開することを志向している。



ただし、現地法人設立の準備、さらに現地製作のための部品溶接や組立て、維持管理作業を担う現地雇人の技術習得には時間を要する。また、インドでのビジネス展開の際の税金処理や入札手続きの煩雑さ、買い手からの入金遅延リスクの存在などの商慣習を考慮すると、邦人資本の企業がインドでの公共水道の市場や民間住宅開発の市場への直接参入には、ノウハウの取得、あるいは現地企業との役割分担による連携体制の確立など段階的に事業体制を整えていくことが望ましい。したがって、ビジネス展開に向けての初期段階としては、現地法人設立までの間は、日本からの製品輸出によって現地協力会社を介した MJP へ納入する形態、次に邦人企業体による現地法人と現地仲介会社と、お互いに独立した関係での連携による製品供給体制を経て、将来的に直接市場参入できる現地法人確立を目指すことが現実的である。

マハラシュトラ州内の MJP が管轄する A クラス及び B クラス都市では、2016 年までに合計 407.02MLD (Million Litter per Day: 1,000m³/日)の水需要が生じると試算される。仮にこの水需要総量のうちの 1 割を最大処理能力 (2MLD/台) のリーチフィルター (RFE-2500 型) によって賄うと仮定した場合、20 台のニーズ量が存在する。

RFE-2500 型リーチフィルターと、現地で MJP Ambernath 事務所が通常整備している一般的な急速砂ろ過浄水場との、初期費用および運用・維持管理費用の比較結果は次のとおりとなり、コスト面では 4 年目以降からリーチフィルター導入効果が発現される。



このコスト比較の算出根拠は、次のとおりである。

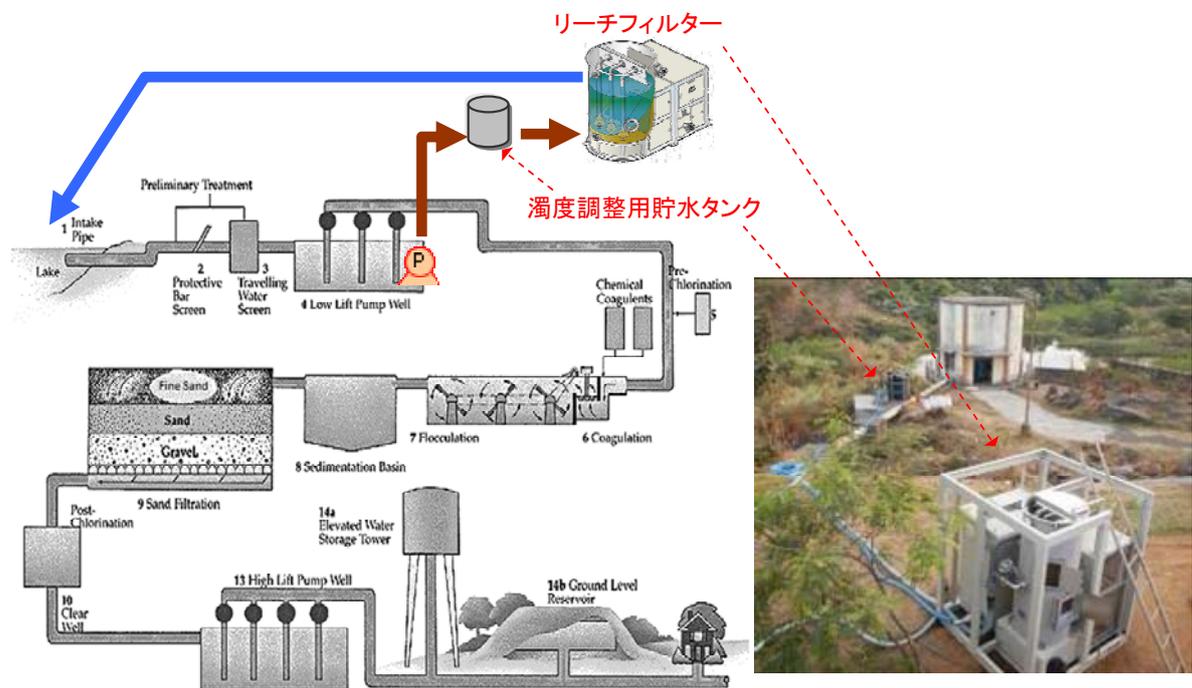
- ・ 仮定するビジネス形態は、ビジネス展開の初期段階として想定する、日本からの製品輸出、現地協力会社の仲介による MJP への納品である。
- ・ RFE-2500 型の初期コストには、日本での製作原価、中小企業の利益、輸出関税を含む輸出経費、インド国内税金、インド側仲介業者手数料の項目を含む。
- ・ RFE-2500 型の年間維持管理費項目は、薬品使用量、電気代、人件費、メンテナンス費を対象とした。薬品使用量の算出には、対象地域の主要取水源である Ulhas 川の過去 3 年間の原水濁度データを用いた。
- ・ 現地で MJP Ambernath 事務所が通常整備している一般的な急速砂ろ過浄水場のコストは、浄水場の現地建設コスト、および 6MLD の処理能力を有する Chikhloli 浄水場での浄水処理のみの実際の年間維持管理費に基づき、RFE-2500 型の最大浄水能力 2MLD と同様の浄水処理量の場合に換算して算出した。

3. 現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）

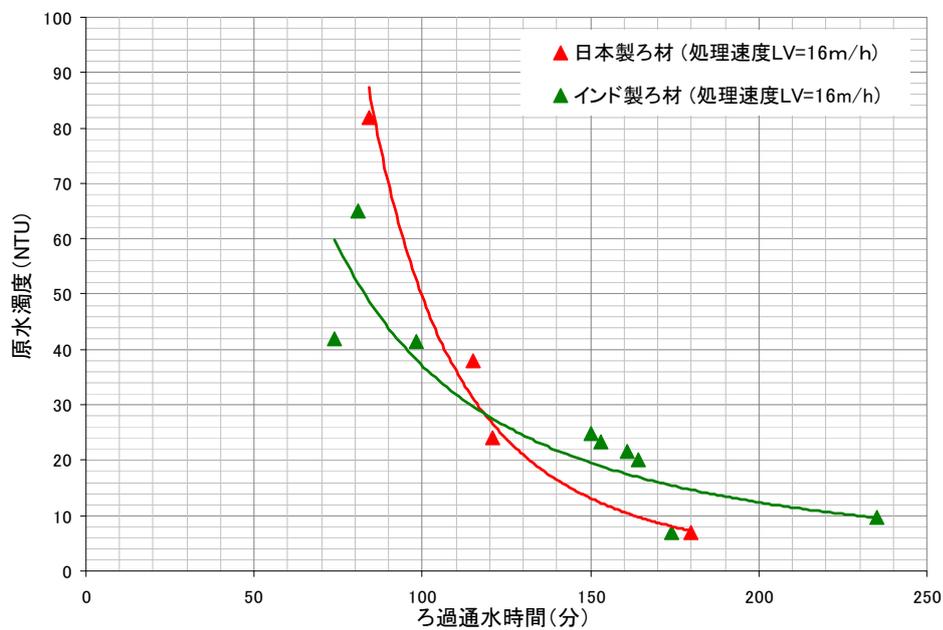
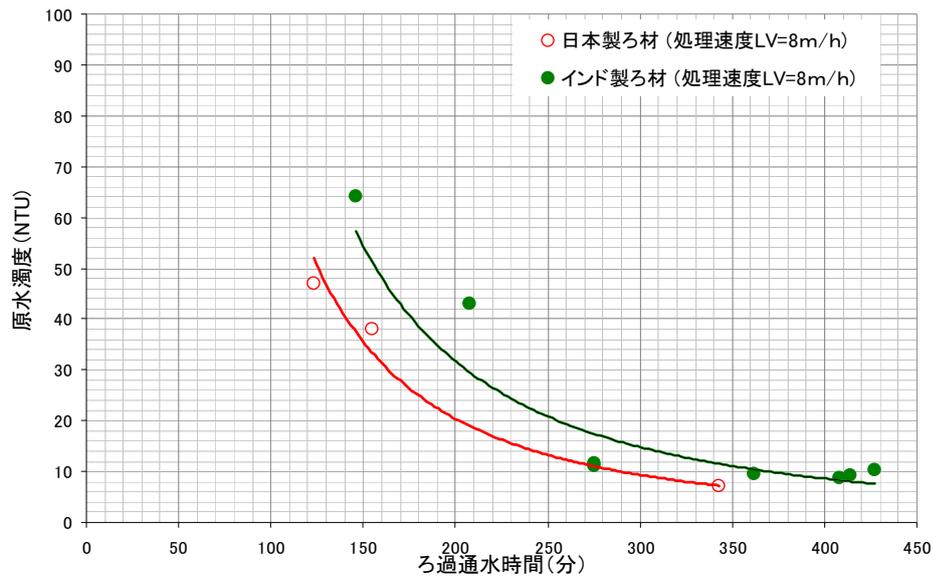
リーチフィルター導入の狙いが浄水場建設への代替にある点に鑑み、以下を目的とする現地適合性検証活動を実施した。

- ① リーチフィルターの既存浄水場と同等以上の浄水能力の発現を証明すること
- ② 一般的な浄水場施設建設とのコスト比較のため、リーチフィルターによるライフサイクルコストを算出すること

用いた水処理装置は処理能力 0.2MLD のデモ機であり、下図に示すとおり既存浄水場とは独立した取水・配水系統で実験を行った。



実験では、複数のろ材による浄水能力の比較検討のため、日本から輸出したろ材と現地調達したろ材を用い、人工的に作り出す 10~150NTU の高濁度原水の、処理速度 16m/h、及び 8m/h の処理速度を設定した場合の処理水濁度を計測し、次図のような結果を得た。



処理速度 16m/h で原水濁度が 30NTU 以上の場合以外は、インド製ろ材が日本製ろ材より優れている結果が得られた。ただし、インド製ろ材でも、処理速度 16m/h の濁度約 30NTU 以上の場合では、ろ過通水時間が比較的短い。現地ニーズはできる限り多くの浄水量の確保であるため、前処理として凝集沈殿を行う貯水槽を設けることで、リーチフィルターへの流入原水の濁度を 10NTU 程度まで下げて処理することが実用的と考えられる。

処理能力 2MLD のリーチフィルターの 1 年間の運用維持管理費の試算値である 2,897,014 円、造水単価 4.46 円/m³ を基に試算した、公共水道未整備エリアの民間マンション対象の民間デベロッパー側のコストメリットの発現期間は、最短で 8 ヶ月となった。この結果から、民需に対する事業採算性は確保可能と見込まれる。

4. ODA 案件化によるインドにおける開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

ODA を通じたリーチフィルターの導入による、インドにおける直接的な開発効果は、我が国の対インド事業展開計画（2011年6月）における開発課題「都市環境の保全・改善」の一部であり、ミレニアム開発目標でもある、安全な水へのアクセス率向上であるが、その他、以下のような副次効果も有する。

- ・ 十分な給配水量の確保によって、24時間連続給水の実現に寄与する。
- ・ 間欠給水の場合、管圧の低下によって汚染地下水が管路に逆流される場合があるが、十分な水量の確保によって送配水管の圧力が高まるため、上水道利用者の健康被害の軽減、すなわち安全な浄水供給に寄与する。
- ・ 主要河川やダム等の水源の近傍に立地される都市型浄水場施設と比較して、リーチフィルターは設置場所の自由度が高いため、汚染地下水源や生活用水による汚染表流水の影響を受けない小規模河川等の未利用水源の有効活用に寄与する。

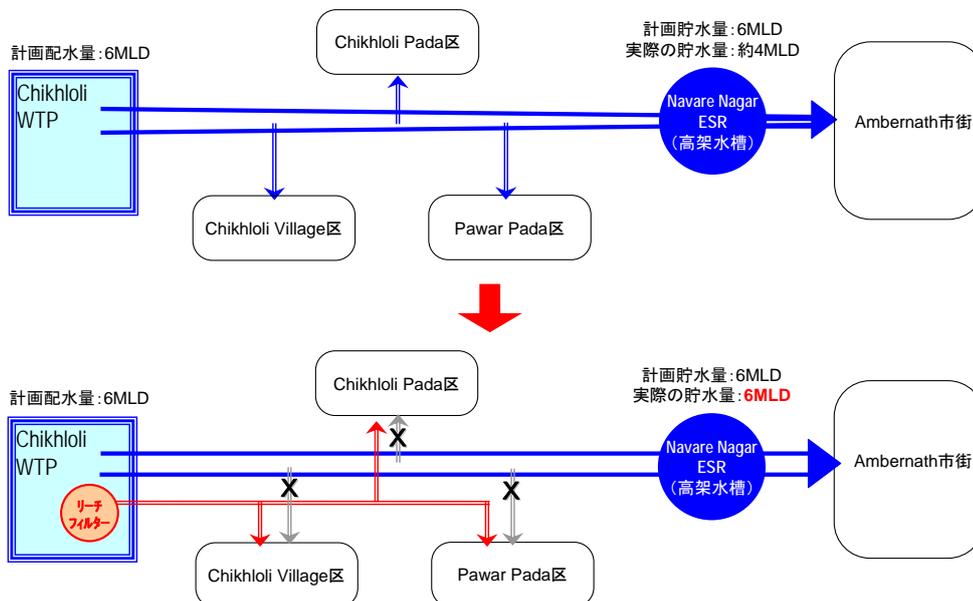
一方、ODA 案件化は、提案企業にとっての効果も大きい。水処理製造業界の国内市場は縮小傾向が続いており、新たな市場開拓が必要であるが、従業員数 20 数名の中小企業にとっては人的資源、資金の面で困難が大きい。また、新たな市場への参入には、実績と製品の PR が不可欠である。そのため、ODA を活用する形でリーチフィルターの実運用実績を獲得し、同時に現地関係者に PR できることは、今後のインド市場での事業展開を図る上で大きな足がかりとなる。

5. ODA 案件化の具体的提案

民間提案型普及・実証事業の実施を前提に、MJP Ambernath 事務所のニーズを踏まえ、現在整備中の拡張計画を補助する形での浄水能力増強として、2案の計画モデルを検討した。

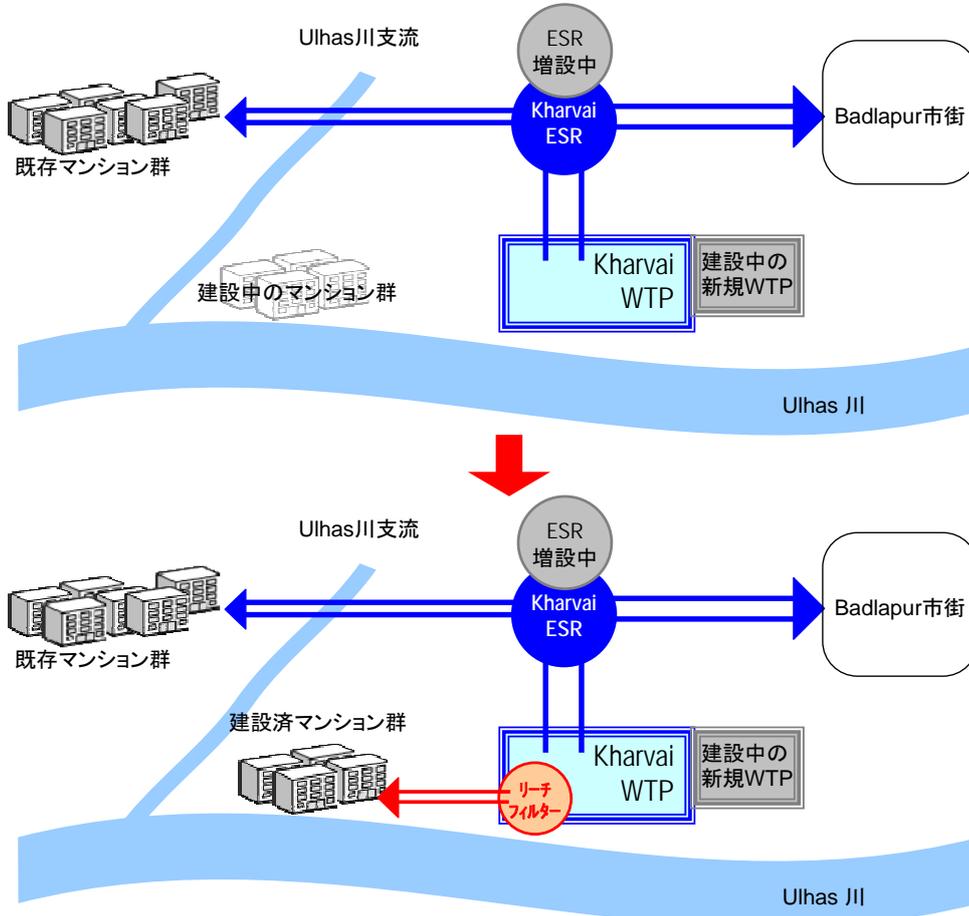
A) Chikhloli 浄水場の浄水能力増強

ニーズ量	特徴	水源及び配管
【喫緊のニーズ: 2MLD】 RFE-2500 型 1 台	<ul style="list-style-type: none"> ・分岐接続配水されている村落地域を対象にした、独立配管システムによる単独給水 ・ODA による設置後も、予測される需要増に対する追加設置が望ましい 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存浄水場同様、Chikhloli ダムを水源とし、ポンプ等既存施設を利用して取水
【将来ニーズ: 計 6MLD】 RFE-2500 型 3 台		



B) Kharvai 浄水場の負荷軽減

ニーズ量	特徴	水源及び配管
【喫緊のニーズ:4MLD】 RFE-2500 型 2 台	・配水網未整備の浄水場近傍エリアへの単独給水	・新規浄水場用取水管からの分岐取水
【将来ニーズ:計 6MLD】 RFE-2500 型 3 台	・ESR 敷地内にも別途設置し、増設する近隣 ESR も効率活用	・ESR 敷地内設置の場合は支川から直接取水



民間提案型普及・実証事業の目的は以下のように設定する。

- ・ 「上水道インフラ整備が完了するまでの期間の一時的な、安全な飲料水へのアクセス率の向上」および「24 時間連続給水の実現に向けた浄水能力の増強」の開発効果の発現
- ・ 通年でのリーチフィルター実機運用による装置の安定的な浄水能力の立証
- ・ MJP によるリーチフィルターの運用維持管理を目的とした技術移転

実施スケジュールは、特に 6 月から 10 月にかけての雨季の原水濁度変動時の浄水能力の立証を狙いとして、最低 1 年以上の運用期間を設定する。

事業への投入内容は以下を想定する。

日本側	インド側
リーチフィルター2 台の供与、専門家派遣、機器操作マニュアル・リスク対応マニュアル整備	土地・電気供与、関連付帯設備提供、工事、要員配置

案件化調査 インド国、小規模浄水装置による公共水道の拡張支援案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社広洋技研・パシフィックコンサルタンツ株式会社共同企業体
- 提案企業所在地：東京都品川区・東京都多摩市
- サイト・C/P機関：マハラシュトラ州パドラーポール市・マハラシュトラ州上下水道局アンバルナス事務所

インドの開発課題

- 都市人口の急増に伴う水需要増加に対する、上水道インフラ整備の遅れ
- 水道未整備エリアに建設される大規模マンションも多く、これらは未処理の井戸水を利用
- 浄水場整備は計画から建設完了まで数年を要するため、その間にも増加する需要量に対して供給量が不足し、中央政府・州政府が掲げる24時間連続給水の達成が見込めない

中小企業の技術・製品

- 砂ろ過技術の長年の課題であった、砂の完全洗浄を可能にした砂ろ過装置「リーチフィルター」
- 他の浄水装置と比べても維持管理コストが低い
- 砂ろ過のため、運転や維持管理が容易
- コンパクトな装置で、設置が簡易



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

- C/P機関の要望に基づき、マンション開発が進むエリア近傍にリーチフィルターを2台設置し、一時的ながらも迅速に不足浄水量を補う(安全かつ24時間連続給水という安定的な飲料水へのアクセス人口は25,947人)
- 将来現地に新たな都市型浄水場が整備された場合でも、都市開発の状況に合わせて他の浄水量不足エリアに移設することで、都市周辺部等の安全な水へのアクセス率の向上に継続的に貢献する

日本の中小企業のビジネス展開

- ODA事業を通じた実績獲得と認知向上を足がかりとして、公共水道事業者及び民間住宅デベロッパー等の民間事業者を営業市場として展開
- 市場へのアクセスを持つ現地企業と連携し、現地生産と販売促進とを担う現地法人を設立



第1章 インドにおける当該開発課題の現状及びニーズの確認

1.1 インドの政治・経済の概況

1.1.1 政治概況

1) 中央政府

連邦共和制国家であるインドには、自治権が認められている 28 の州と、中央政府の直接の支配下において大統領が任命する行政官を通じて統治される 7 つの連邦直轄領が設置されている。インドの行政組織は、中央レベル・州レベル・地方自治体レベルの三層構造である。中央と州の管轄事項は憲法で定められており、中央は国防、外交、通信、通貨、関税などを、州は州法制定と治安維持、上水供給、公衆衛生、教育、農林水産業などが各々の専管事項となっている。中央と州の共有権限は、経済計画、社会保障、貿易、産業などであるが、特に州政府は、農業基盤及びインフラ整備に関する強い権限と財源を有し、経済・社会開発分野での役割が大きいことが特徴である。

上水道に関する国全体の政策、開発計画、財政支援は、都市部は都市開発省（Ministry of Urban Development）の、農村部は飲料水衛生省（Ministry of Drinking Water and Sanitation）の管轄である。都市開発省は、中央政府が定める国家開発方針に従った州政府への財政的支援や、各種開発プログラムの実施調整等を行うが、都市部自治体における行政への直接的な関与は行っていない。なお、技術や水質に関する規制、基準は、都市開発省の下部組織である CPHEEO（Central Public Health and Environmental Engineering Organization）が策定している。

水資源に関する国全体の規制、政策、開発計画は、水資源省（Ministry of Water Resources）が管轄しており、一級河川やダム等からの取水に対して水使用料を事業体から徴収している。水道事業予算に関しては、中央政府、州政府、地方自治体の予算に配分される仕組みとなっており、中央政府の水道事業予算計画は、都市開発省が策定するプログラムに基づいて編成される。

2) 州政府

インドでは、インフラ施設の整備や運営等の権限は州政府もしくは地方自治体の管轄であり、上水道に関しても、各州政府の上下水道担当部局が各州の政策、規制、事業の実施を行っている。

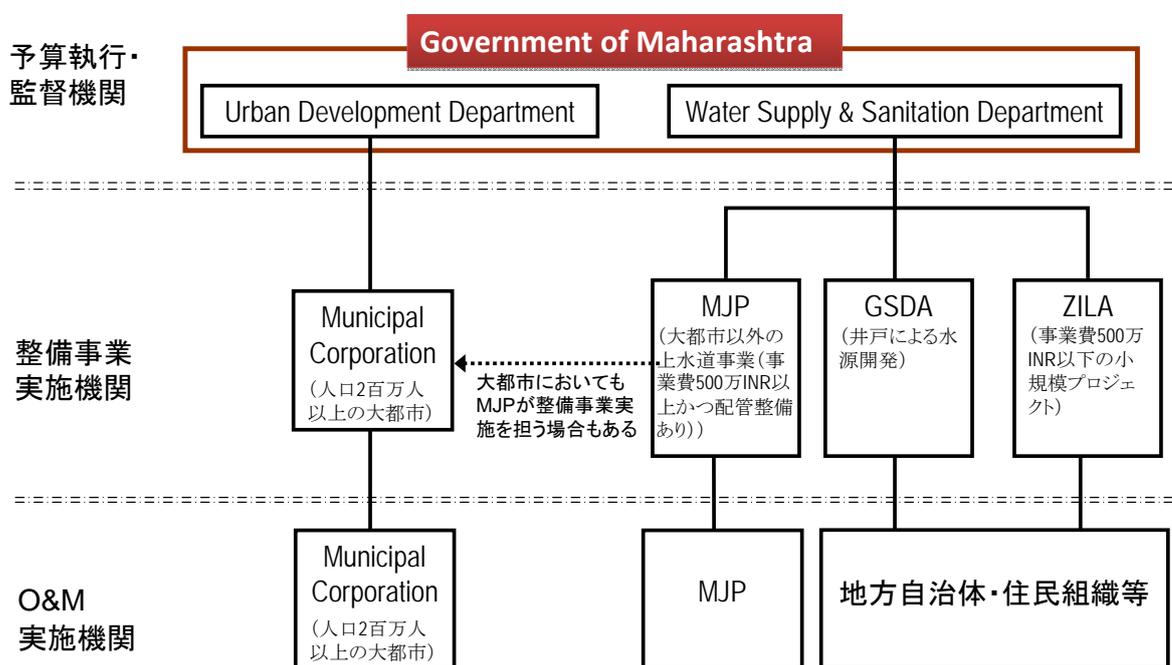
本調査の対象地域である Badlapur 市が属するマハラシュトラ州の上水道事業整備、運営・維持管理は、都市人口や事業費の規模に応じて管轄主体が異なる。州都 Mumbai や Pune などの大規模都市のほとんどは自治体が独自に行っているが、都市評議会（Municipal Council）と呼ばれるカテゴリーに属する中小規模の都市は主に、州の上下水道局にあたる MJP（Maharashtra Jeevan Pradhikaran）が担っている。マハラシュトラ州の人口規模に応じた都市カテゴリーと自治体数を次表に示す。

表 1-1 マハラシュトラ州の都市の人口規模とカテゴリー (2011年時点)

都市カテゴリー	人口規模	自治体数
Municipal Corporation ('A' ~ 'D' Classes)	30 万人以上	22
'A' Class Municipal Council	10~30 万人	18
'B' Class Municipal Council	4~10 万人	62
'C' Class Municipal Council	2 万人以上	63
'C1' Class Municipal Council	2 万人以下	79
Nagar Panchayats (村落)	-	3
合計		247

出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

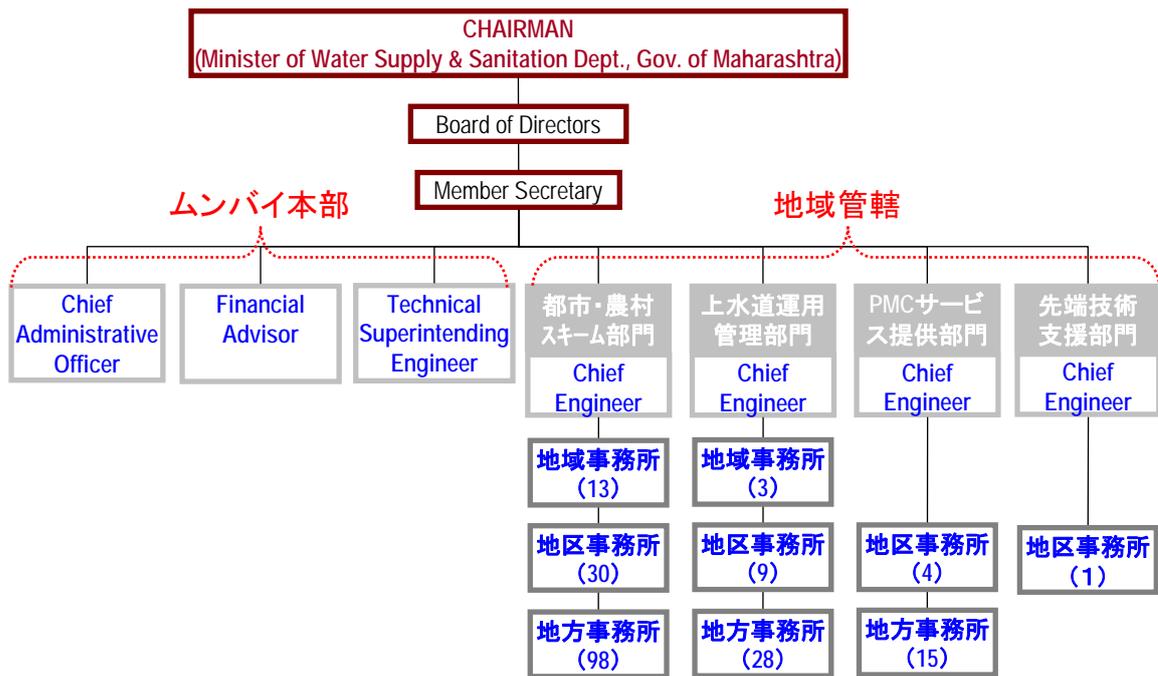
MJP (Maharashtra Jeevan Pradhikaran) 等の州政府の関連機関と自治都市との、事業区分ごとの管轄の関係は以下のように整理される。



出典：MJP へのヒアリングを基に調査団作成

図 1-1 マハラシュトラ州の給水分野関連機関の関係

MJP の組織構成は次図のとおりである。



出典：MJP HP 組織図(<http://www.mjp.gov.in/en/page/OrgChart.aspx>)を基に調査団作成

図 1-2 MJP 組織構成

Bクラス都市評議会に属する Badlapur 市の上水道事業は、上記組織図中、上水道管理運用部門に属する地方事務所 MJP Ambernath 事務所が管轄している。MJP Ambernath 事務所の管轄範囲は、Badlapur 市に隣接する人口約 26 万人の A クラス都市評議会に属する Ambernath 市と併せ、2 市に及ぶ。

1.1.2 経済概況

かつては産業発展の遅れた農業大国であったが、2004 年からはサービス産業の割合が 50% を超え、BRICs 諸国の中で中国に次ぐ水準の経済成長を記録する国となっている。2009 年に発足した第二次シン政権は農村開発や貧困対策とともに、インフラ整備による更なる経済開発を目指している。

経済成長に伴い、都市部で高所得者層が出現し、中所得者人口が増加しているものの、農村部や都市部の貧困層との格差が拡大している。2011 年の一人当たり GDP は 1,388 ドルで、世界平均より大幅に低い。農業従事者は人口比率では約 6 割だが、GDP 構成では 14.6%しか占めていない。また、地方部のインフラ整備は経済成長のスピードに追いついておらず、特に電気や水、交通インフラの未整備は産業発展の足かせとなっている。都市部においても、人口流入で肥大する生活インフラ需要に対して整備が追いついていない状況である。

インドはこれからの日本の経済成長に不可欠な巨大な市場ポテンシャルを持っており、まだまだ少ない貿易量の拡大に向け、ボトルネックの一つになっているインフラ基盤整備に向けたデリー・ムンバイ間産業大動脈構想など、我が国との結びつきを強化してきている。

1.2 インドの上水道分野における開発課題の現状

1.2.1 インフラ整備の遅れ

1) 人口増加の現状

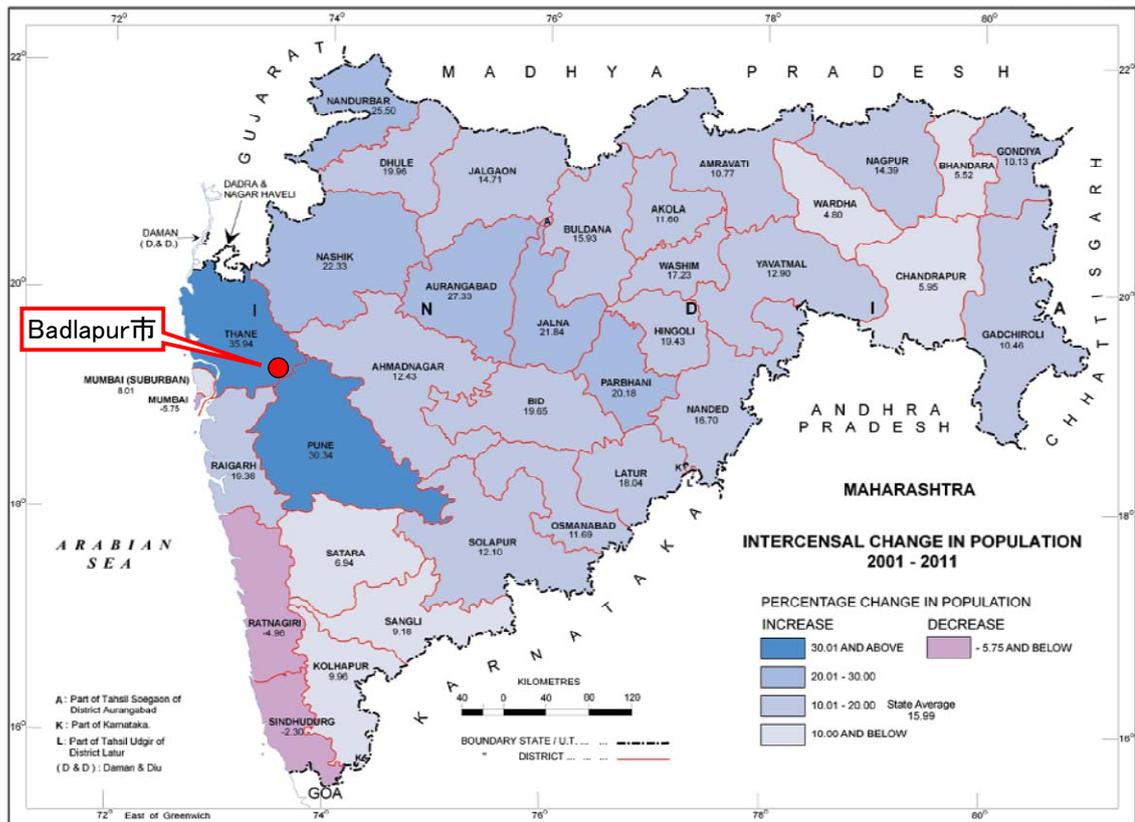
現在の上水道施設には英国統治時代に整備された施設も運用されているが、特に近年急激な人口増加を記録する地方中小都市においては、これらの施設の水処理や配水の容量が需要に対して不足している現状となっている。

2001年から2011年間のマハラシュトラ州の人口増加率は15.99%を記録している。中でも、経済発展が著しいムンバイ首都圏の近傍であるターネ県とプネ県は30%を超えている。

表 1-2 マハラシュトラ州県別人口増加率

県名	2001年 センサス人口	2002年 センサス人口	増加率	県名	2001年 センサス人口	2002年 センサス人口	増加率
Ahmadnagar	4,040,642	4,543,083	12.43%	Nagpur	4,067,637	4,653,171	14.39%
Akola	1,630,239	1,818,617	11.56%	Nanded	2,876,259	3,356,566	16.70%
Amravati	2,607,160	2,887,826	10.77%	Nandurbar	1,311,709	1,646,177	25.50%
Aurangabad	2,897,013	3,695,928	27.58%	Nashik	4,993,796	6,109,052	22.33%
Bhandara	1,136,146	1,198,810	5.52%	Osmanabad	1,486,586	1,660,311	11.69%
Bid	2,161,250	2,585,962	19.65%	Parbhani	1,527,715	1,835,982	20.18%
Buldana	2,232,480	2,588,039	15.93%	Pune	7,232,555	9,426,959	30.34%
Chandrapur	2,071,101	2,194,262	5.95%	Raigarh	2,207,929	2,635,394	19.36%
Dhule	1,707,947	2,048,781	19.96%	Ratnagiri	1,696,777	1,612,672	-4.96%
Gadchiroli	970,294	1,071,795	10.46%	Sangli	2,583,524	2,820,575	9.18%
Gondiya	1,200,707	1,322,331	10.13%	Satara	2,808,994	3,003,922	6.94%
Hingoli	987,160	1,178,973	19.43%	Sindhudurg	868,825	848,868	-2.30%
Jalgaon	3,682,690	4,224,442	14.71%	Solapur	3,849,543	4,315,527	12.10%
Jalna	1,612,980	1,958,483	21.42%	Thane	8,131,849	11,054,131	35.94%
Kolhapur	3,523,162	3,874,015	9.96%	Wardha	1,236,736	1,296,157	4.80%
Latur	2,080,285	2,455,543	18.04%	Washim	1,020,216	1,196,714	17.30%
Mumbai	3,338,031	3,145,966	-5.75%	Yavatmal	2,458,271	2,775,457	12.90%
Mumbai (Suburban)	8,640,419	9,332,481	8.01%	Maharashtra 州合計	96,878,627	112,372,972	15.99%

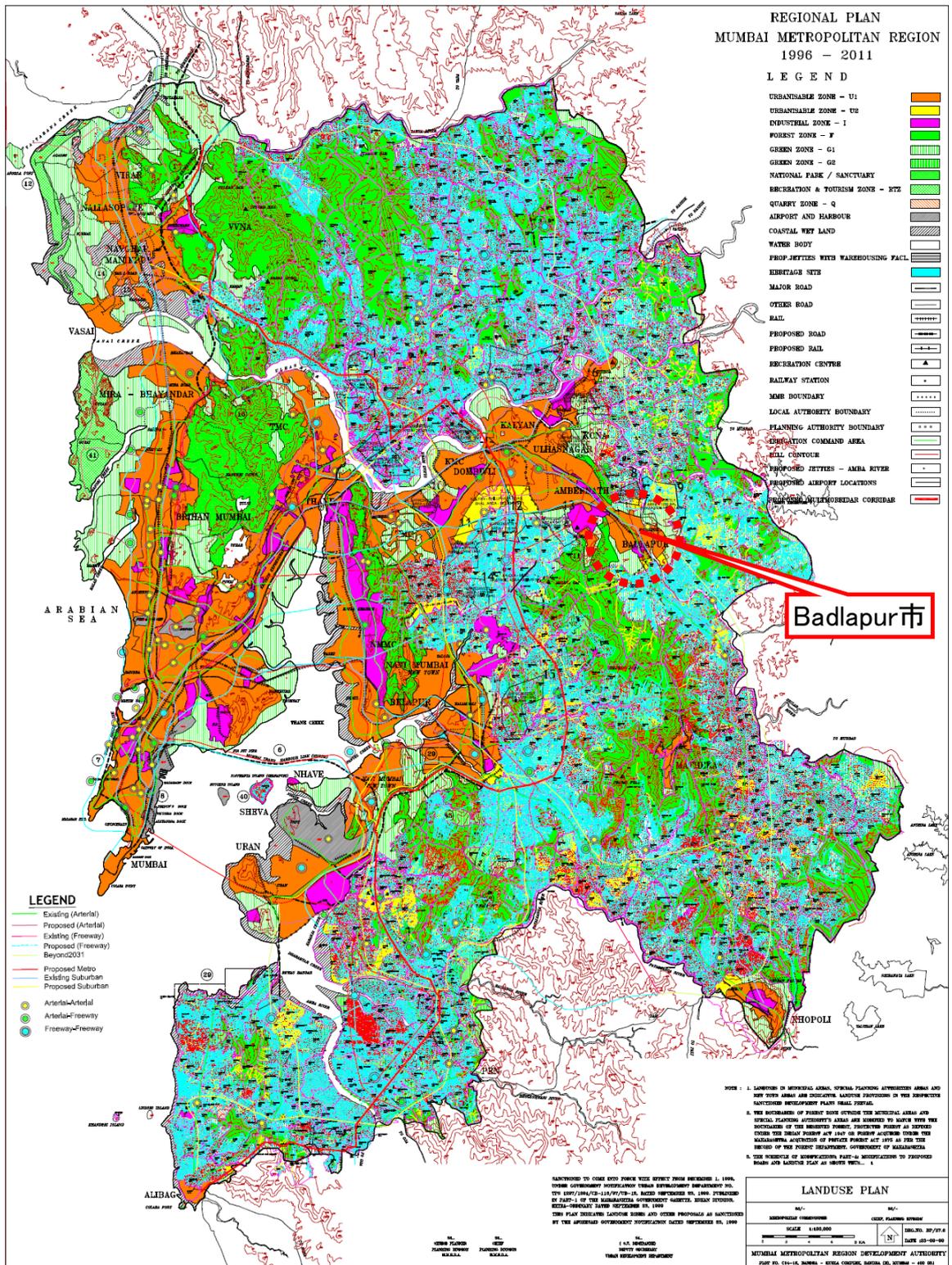
出典：Census of India 公表資料を基に調査団作成



出典：Office of the Register General & Census Comssioner, India 「Provisional Population Totals Paper」 (2011)

図 1-3 マハラシュトラ州の人口増加率の分布

ムンバイ都市圏域の土地利用計画図（1996～2011 年）を図 1-4に示す。Badlapur 市は、オレンジ色で示される Urbanization Zone に指定されている地域の中で、ムンバイ中心部から最も東部に位置しているが、経済発展が進むムンバイ周辺都市のベッドタウンとして、近年急激な住宅開発が進んでいる。



出典：Mumbai Metropolitan Regional Development Plan

図 1-4 ムンバイ都市圏域の土地利用計画図（1996～2011年）

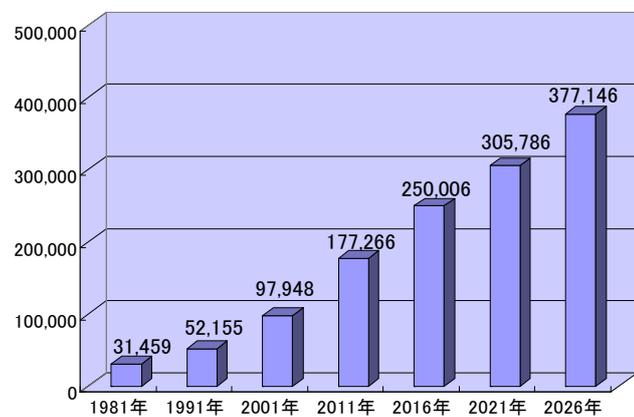
急激な人口増加を記録する Badlapur 市は、民間住宅デベロッパーにとっても大きなビジネス市場であり、ここ数年、都市計画制限ぎりぎりの中層マンションの建設が市内各所で進んでいる。



図 1-5 Badlapur 市内のアパート建設ラッシュの状況

これらの住宅建設のほとんどは、都市計画に沿った開発ではない。開発されるエリアには水道や電気などのインフラが整備されていないが、将来的にインフラが延伸することを見越して建設している状況である。

Badlapur 市センサス人口の将来人口予測値の推移を図 1-6に、35 区ごとのセンサス人口の推移及び将来人口予測値を表 1-3に示す。



出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

図 1-6 Badlapur 市人口推移

表 1-3 Badlapur 市 35 区のセンサス人口推移及び将来人口予測値

区名	区面積 ha	センサス人口				推定人口		
		1981年	1991年	2001年	2011年	2016年	2021年	2026年
Vadavali-Walivali	48.25	1,295	1,701	3,139	5,749	6,514	9,650	12,545
Yeranzadgaon	77.25	1,061	1,325	2,918	3,241	4,635	5,408	8,111
Sonivali (E), Badlapurgaon	49.70	1,040	1,530	2,858	2,406	4,970	5,964	4,085
Sonivali (W), Badlapurgaon	67.75	965	1,750	2,940	3,705	5,759	6,775	10,163
Hendrapada, Shaninagar	62.75	1,081	1,894	2,943	7,254	8,988	9,099	11,295
Manjarligaon, Ganeshnagar	15.75	772	1,303	2,674	4,853	6,013	7,175	12,600
Jadhav Colony, Ambikanagar	15.50	824	1,603	2,790	4,452	5,516	10,075	11,625
Belivaligaon, Swapnanagari	23.50	1,186	1,968	3,141	5,814	7,990	9,518	11,280
Katrappada, Katrapgaon	112.50	1,091	1,893	3,070	6,645	7,875	9,000	11,250
Sai Vihar Area, Katarapgaon	10.00	864	1,612	2,758	7,269	7,850	9,350	9,800
Gitenagar, Jaisika, Kaushika	19.25	1,013	1,753	2,974	5,805	8,566	10,203	12,031
Deodhar Market, Ranjan Society	9.50	804	1,415	2,741	3,622	8,075	9,025	9,500
Shaninagar, Pancharatna (Mohanandnagar)	11.00	936	1,441	3,121	4,924	6,875	8,250	8,800
Sarvodayanagar, Mahavirnagar	9.25	1,035	1,551	2,995	3,855	6,521	7,770	8,788
Anjalinagar, Rameshwadi	24.50	835	1,601	2,712	9,652	13,720	16,415	19,600
Barrage Road, Rameshwadi	43.00	922	1,703	3,119	9,439	11,696	13,955	19,350
Barrage Road, Saibaba Mandir	21.50	863	1,700	3,115	7,386	11,825	14,190	16,770
Agarali, Patilpada	8.00	914	1,544	2,791	3,590	4,448	8,600	9,040
Sationpada, Arjunsagar (Sharvari Society)	7.25	889	1,530	2,963	3,261	4,041	7,758	8,120
Swami Vivekanandnagar (Agaskar Tekadi)	14.75	700	1,300	2,612	4,147	8,703	10,399	12,095
ChaitanyaSankul, Mahakali Mandir	27.50	805	1,391	2,903	13,407	15,125	18,013	24,750
Shirgaon Saja, Yadavnagar	38.00	836	1,233	2,710	3,695	6,270	7,600	10,640
Shirgaon Saja, Aptewadi	36.00	849	1,434	2,828	4,924	6,300	7,560	10,800
Mhada Colony, Sambhajinagar	9.00	859	1,426	2,833	4,536	8,100	8,640	9,360
Mayureswar Society, Shiwaji Cho	5.75	884	1,352	2,793	3,123	5,463	6,038	6,210
Gandhi Chowk, Golewadi	10.25	961	1,443	2,812	5,595	9,225	9,738	10,250
Wani Ali, Subhashnagar	6.13	938	1,689	3,020	5,097	6,620	6,866	6,988
Shivsundar, Saptshrunji	16.50	899	1,333	2,742	5,337	6,613	10,230	11,963
Kharvai Talpada	42.55	832	1,505	2,903	3,155	5,319	6,383	10,638
Badlapurgaon	46.75	986	1,463	3,023	3,418	4,235	5,053	8,649
Mankivaligaon, Juveligaon	52.00	824	1,396	2,660	4,123	5,109	6,096	11,180
Gavalipada, Mankivali MIDC	27.55	898	1,413	2,695	1,918	3,857	4,684	5,510
Jai Bhavaninagar, Dattawadi	9.25	997	1,532	2,822	3,674	6,475	7,631	8,325
Shirgaon Vajape	20.75	801	1,428	2,830	6,445	8,715	10,375	12,035
Sai Village & New Ambernath	-	-	-	-	1,750	2,000	2,300	3,000
合計	998.93	31,459	52,155	97,948	177,266	250,006	305,786	377,146

出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

次項に、10年間の区毎の人口増加率及び人口密度の推移を示す。人口密度に注目すると、Badlapur 市全体で人口増加が進んでおり、中でもこの 2000 年以降に急激な人口増加を記録した区が多いことがわかる。

表 1-4 Badlapur 市区別人口増加率の推移

区名	人口増加率		
	1991年/1981年	2001年/1991年	2011年/2001年
Vadavali-Walivali	131%	185%	183%
Yeranzadgaon	125%	220%	111%
Sonivali (E), Badlapurgaon	147%	187%	84%
Sonivali (W), Badlapurgaon	181%	168%	126%
Hendrapada, Shaninagar	175%	155%	246%
Manjarligaon, Ganeshnagar	169%	205%	181%
Jadhav Colony, Ambikanagar	195%	174%	160%
Belivaligaon, Swapnanagari	166%	160%	185%
Katrappada, Katrapgaon	174%	162%	216%
Sai Vihar Area, Katarapgaon	187%	171%	264%
Gitenagar, Jaisika, Kaushika	173%	170%	195%
Deodhar Market, Ranjan Society	176%	194%	132%
Shaninagar, Pancharatna (Mohanandnagar)	154%	217%	158%
Sarvodaynagar, Mahavirnagar	150%	193%	129%
Anjalnagar, Rameshwadi	192%	169%	356%
Barrage Road, Rameshwadi	185%	183%	303%
Barrage Road, Saibaba Mandir	197%	183%	237%
Agarali, Patilpada	169%	181%	129%
Sationpada, Arjunsagar (Sharvari Society)	172%	194%	110%
Swami Vivekanandnagar (Agaskar Tekadi)	186%	201%	159%
ChaitanyaSankul, Mahakali Mandir	173%	209%	462%
Shirgaon Saja, Yadavnagar	147%	220%	136%
Shirgaon Saja, Aptewadi	169%	197%	174%
Mhada Colony, Sambhajinagar	166%	199%	160%
Mayureswar Society, Shiwaji Cho	153%	207%	112%
Gandhi Chowk, Golewadi	150%	195%	199%
Wani Ali, Subhashnagar	180%	179%	169%
Shivsundar, Saptshrungi	148%	206%	195%
Khavai Talpada	181%	193%	109%
Badlapurgaon	148%	207%	113%
Mankivaligaon, Juveligaon	169%	191%	155%
Gavalipada, Mankivali MIDC	157%	191%	71%
Jai Bhavaninagar, Dattawadi	154%	184%	130%
Shirgaon Vajape	178%	198%	228%

出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

表 1-5 Badlapur 市区別人口密度の推移

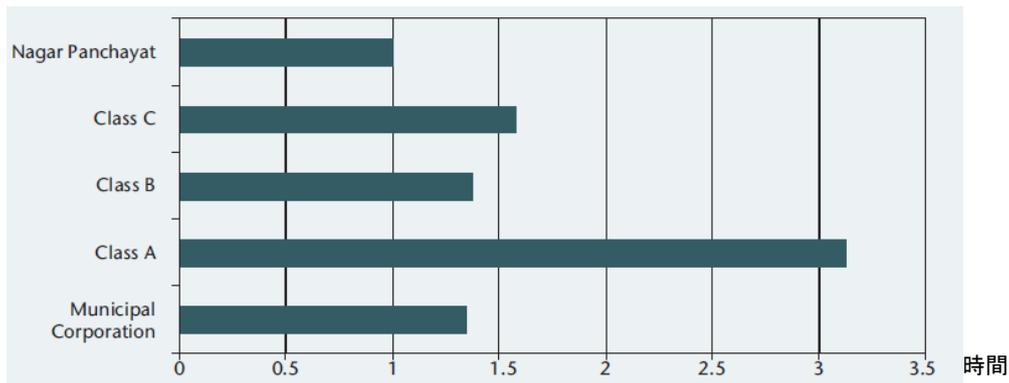
区名	人口密度 (人/km ²)			
	1981年	1991年	2001年	2011年
Vadavali-Walivali	2,684	3,525	6,506	11,915
Yeranzadgaon	1,373	1,715	3,777	4,195
Sonivali (E), Badlapurgaon	2,093	3,078	5,751	4,841
Sonivali (W), Badlapurgaon	1,424	2,583	4,339	5,469
Hendrapada, Shaninagar	1,723	3,018	4,690	11,560
Manjarligaon, Ganeshnagar	4,902	8,273	16,978	30,813
Jadhav Colony, Ambikanagar	5,316	10,342	18,000	28,723
Belivaligaon, Swapnanagari	5,047	8,374	13,366	24,740
Katrappada, Katrapgaon	970	1,683	2,729	5,907
Sai Vihar Area, Katarapgaon	8,640	16,120	27,580	72,690
Gitenagar, Jaisika, Kaushika	5,262	9,106	15,449	30,156
Deodhar Market, Ranjan Society	8,463	14,895	28,853	38,126
Shaninagar, Pancharatna (Mohanandnagar)	8,509	13,100	28,373	44,764
Sarvodaynagar, Mahavirnagar	11,189	16,768	32,378	41,676
Anjalnagar, Rameshwadi	3,408	6,535	11,069	39,396
Barrage Road, Rameshwadi	2,144	3,960	7,253	21,951
Barrage Road, Saibaba Mandir	4,014	7,907	14,488	34,353
Agarali, Patilpada	11,425	19,300	34,888	44,875
Sationpada, Arjunsagar (Sharvari Society)	12,262	21,103	40,869	44,979
Swami Vivekanandnagar (Agaskar Tekadi)	4,746	8,814	17,708	28,115
ChaitanyaSankul, Mahakali Mandir	2,927	5,058	10,556	48,753
Shirgaon Saja, Yadavnagar	2,200	3,245	7,132	9,724
Shirgaon Saja, Aptewadi	2,358	3,983	7,856	13,678
Mhada Colony, Sambhajinagar	9,544	15,844	31,478	50,400
Mayureswar Society, Shiwaji Cho	15,374	23,513	48,574	54,313
Gandhi Chowk, Golewadi	9,376	14,078	27,434	54,585
Wani Ali, Subhashnagar	15,302	27,553	49,266	83,148
Shivsundar, Saptshrungi	5,448	8,079	16,618	32,345
Khavai Talpada	1,955	3,537	6,823	7,415
Badlapurgaon	2,109	3,129	6,466	7,311
Mankivaligaon, Juveligaon	1,585	2,685	5,115	7,929
Gavalipada, Mankivali MIDC	3,260	5,129	9,782	6,962
Jai Bhavaninagar, Dattawadi	10,778	16,562	30,508	39,719
Shirgaon Vajape	3,860	6,882	13,639	31,060
Sai Village & New Ambernath	-	-	-	-
合計	31,459	52,155	97,948	177,266
バドラープール市全体の人口密度(人/km ²)	3,149	5,221	9,805	17,746

出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

2) 間欠給水

インドは、年平均 GDP 成長率 9.0%の目標へのボトルネック対策としてインフラ整備投資を進める一方、生活インフラの基盤整備も目指している。しかし、上水道分野の現状は、特に都市域において人口急増に伴う水需要増加に対して、給配水システムが追いつかず、間欠給水や高い無収水率の問題が顕著となっている。

世界銀行の調査報告書「Improving Urban Water Supply & Sanitation Services」（2012年）によると、マハラシュトラ州の都市カテゴリ一別の平均間欠給水時間は以下のとおりで、最も長い給水時間である A クラス都市でも、州平均で 3 時間程度となっている。

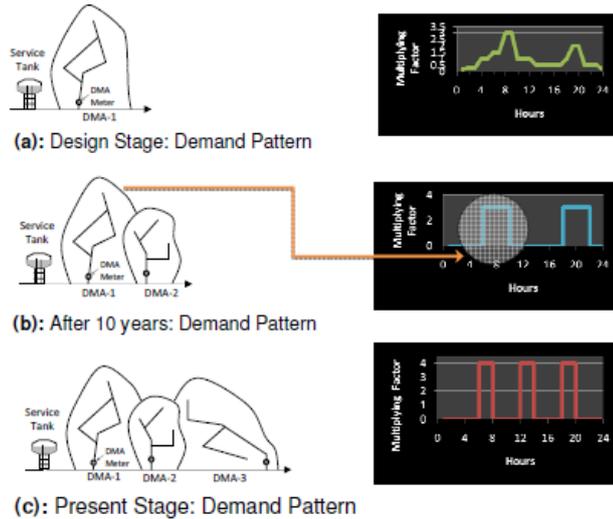


出典：世界銀行「Improving Urban Water Supply & Sanitation Services」（2012年）

図 1-7 マハラシュトラ州都市カテゴリ一別の平均給水時間

一般には、都市人口の増加に伴って浄水場や配水場が増設されるが、前述の通り急激な人口増加を記録しているインドにおいて、特に予算規模の小さい地方中小都市では、上水道システムの計画当時の想定をはるかに上回る水需要に対する上水道施設整備のスピードが追いついていない。そのため、浄水場や配水場の増設が遅れている場合は、浄水場の計画能力以上の稼働で対応を図っているが、施設の稼働能力には限界がある。そのため、給水の絶対量を減ずる、つまり給水時間を制限する間欠給水によって対応せざるを得ない状況である。

この都市開発の進行と上水道サービスの対応とのイメージを次図に示す。左側の図が開発エリア拡大の段階、右側の折れ線が時間軸に応じた給水量であり、開発エリアの拡大に合わせて配管網を整備していても、24 時間給水から間欠給水へとサービスレベルを下げざるを得ないことがわかる。



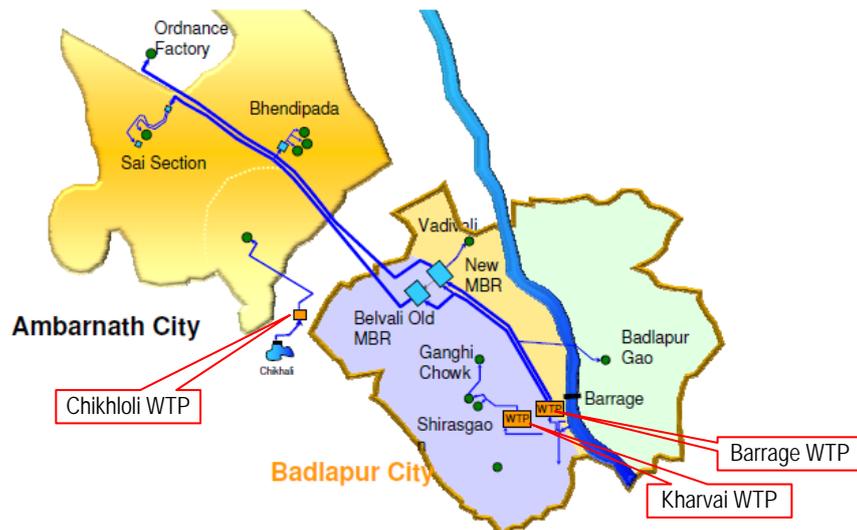
出典：MJP Ambernath 事務所提供資料

図 1-8 上水道サービスエリアの無秩序な拡大に伴う間欠給水発生メカニズム

3) 上水道施設の現況

(1) 施設概要

Badlapur、Ambernath 両市への給水施設配置図を図 1-9に、両市に供給する 3 箇所の浄水場の概要を表 1-6に示す。



出典：MJP Ambernath 事務所資料

図 1-9 MJP Ambernath 事務所管轄の上水施設配置図

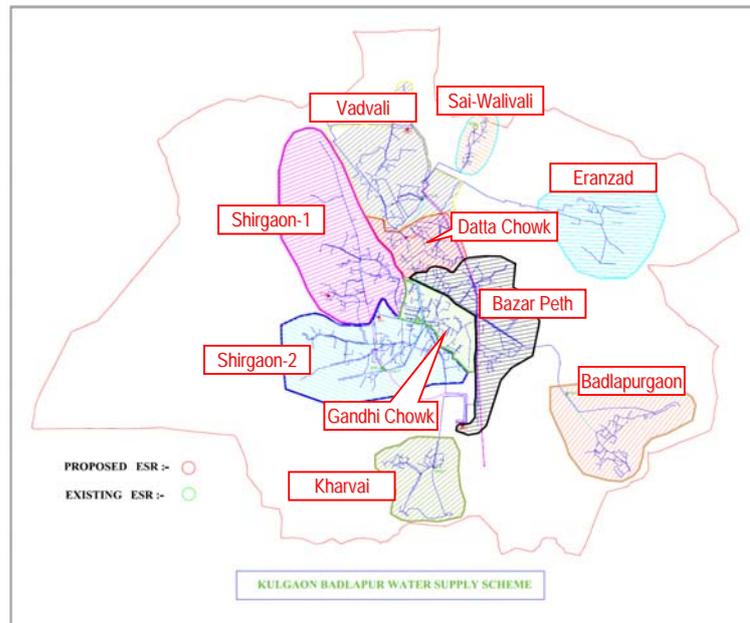
表 1-6 MJP Ambernath の浄水場の概要

浄水場名	処理方式	取水源	取水量 (m ³ /日)	処理能力 (m ³ /日)
Barrage WTP	沈殿砂ろ過	Ulhas 川	54,000	50,000
Kharvai WTP	沈殿砂ろ過	Ulhas 川	23,000	18,000
Chikhloli WTP	沈殿砂ろ過	Chikhloli Dam	6,000	6,000

出典：MJP Ambernath 事務所資料

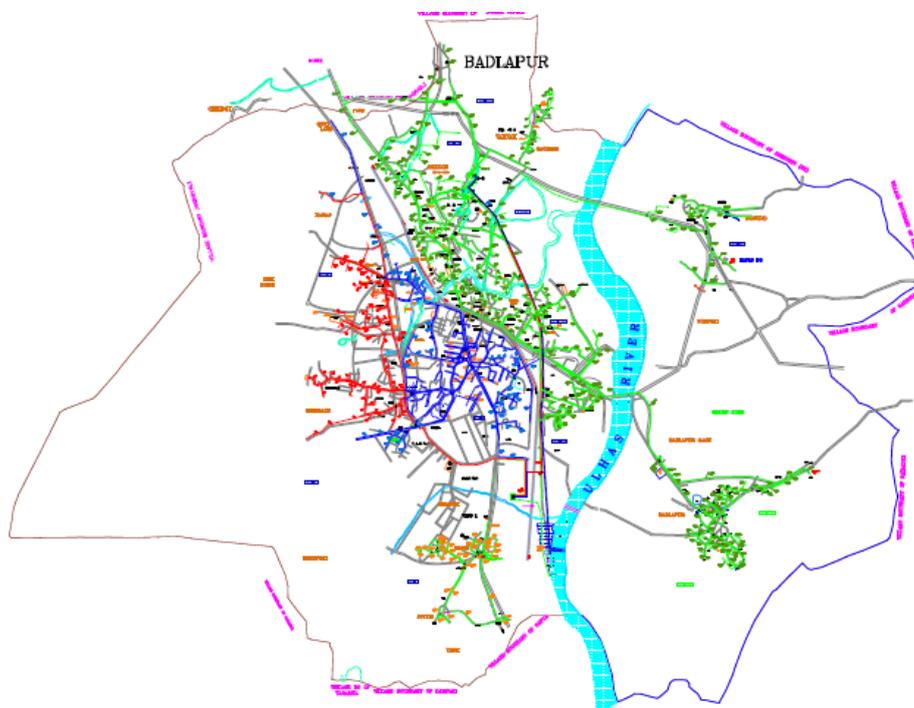
2 市に供給する浄水場 3 箇所の浄水能力合計は 7.4 万 m³/日であり、うち約 1 万 m³/日が両市の工場施設に給水され、飲料水は Badlapur 市に約 3.4 万 m³/日、Ambernath 市に約 3.0 万 m³/日供給されている。

Badlapur 市内は、ESR（高架水槽）の給水区域ごとに 10 のエリアに分割されている。



出典：MJP Ambernath 事務所提供資料を基に調査団作成

Badlapur 市内の配管ネットワーク図を下図に示す。



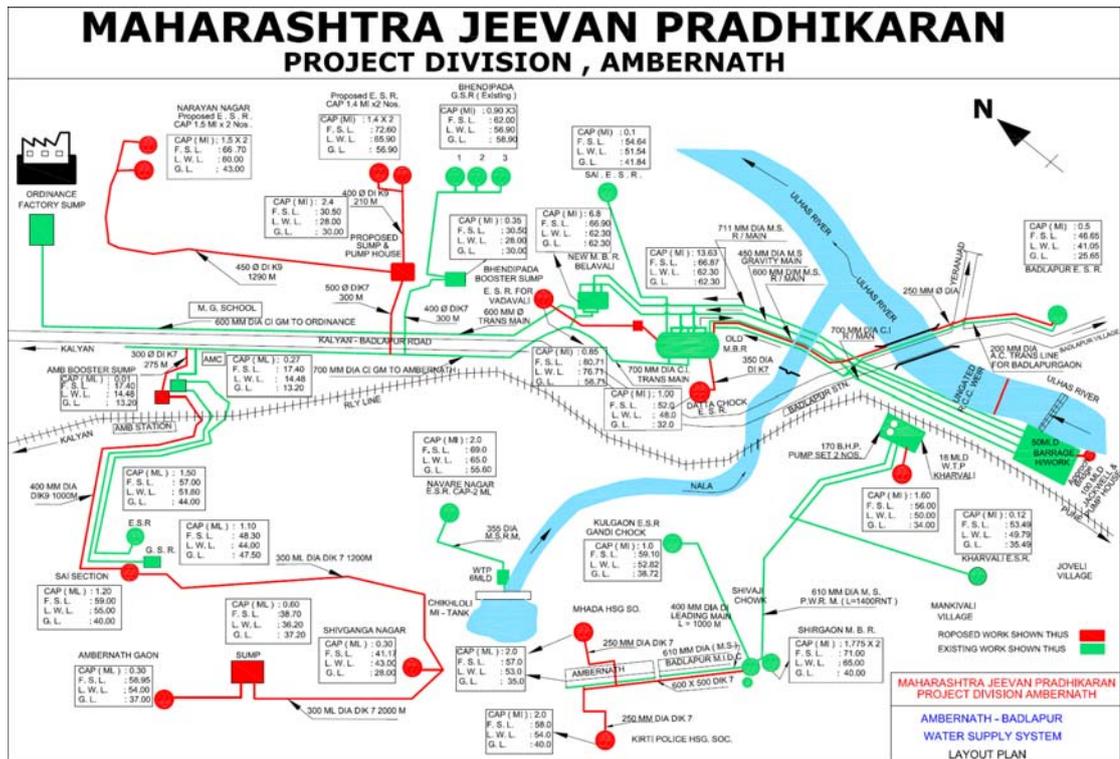
出典：MJP Ambernath 事務所提供資料

図 1-10 Badlapur 市内の配管ネットワーク図

(2) 配水施設増強計画

MJP Ambernath 事務所では 2008 年に、Badlapur 市及び Ambernath 市の急激な人口増加に対応すべく、目標年度 2018 年とする施設の増強計画を策定した。この計画による増加処理能力は、Badlapur 及び Ambernath 両市の飲料用水を約 1.8 万 m³/日、工業用水等を約 0.3 万 m³/日の、合計 2.1 万 m³/日である。

配水施設増強計画は次図のとおりである。



出典：MJP Ambernath 事務所提供資料

図 1-11 MJP Ambernath 事務所の配水施設増強計画図

現在、配水施設増強計画について、州政府からの許可が順次得られている状況である。しかし、州政府への申請から許可までが数ヶ月、それから工事入札プロセスを経て、施設整備完了まで、浄水場などの施設の場合は最低 3 年を要するため、その間にも増加する需要に対応できないことが喫緊の課題となっている。

(3) 需要と供給のアンバランス

インドにおけるマンション建設ラッシュは、地方中小都市の急激な人口増加の主要因である。これは、開発が今まで開発されていなかったエリアで進行し、市の行政区域が拡大していることも関係する。未開発エリアでは ESR (Elevated Service Reservoir: 高架水槽) や配管ネットワークが未整備であるが、マンション開発デベロッパーは、MJP からの給水はマンション建設完工時には配管整備が行われているものと見込んで、土地価格が上昇する前に建設に着手している。

2011 年に MJP Ambernath 事務所が独自に調査した Badlapur 市東部のマンション開発

状況と水需要予測調査の結果を以下に示す。

表 1-7 Badlapur 市東部における過去 3 年の建設マンション戸数内訳

地域名 マンション名	建設年度			総戸数	予測入居者数	地域名 マンション名	建設年度			総戸数	予測入居者数
	2011年	2012年	2013年				2011年	2012年	2013年		
Kharwai Area	2,595	1,514	545	4,654	23,270	Samarth Road area	155	-	-	155	775
Sidhi City	364	364	-	728	3,640	Build. Opp. Indrayani Park	50	-	-	50	250
Panvelkar Sankul	526	-	-	526	2,630	Build. Opp. Vishwaraj Apt.	75	-	-	75	375
Poddar Residency	1,500	1,000	200	2,700	13,500	Build. Opp. Ashram Babu asrm.	30	-	-	30	150
Ushakiran	205	150	345	700	3,500	Machhi market Gaodevi D.P.Rd area	209	42	-	251	1,255
Juvelii/Mankivali Area	413	492	228	1,133	5,665	Sidhi Vinayak town, Machhi Mrkt.	65	-	-	65	325
Arihant Anmol	100	200	148	448	2,240	Gopal Enclave	84	42	-	126	630
Arson group	50	50	-	100	500	Saidham Apt.	60	-	-	60	300
Elite Eco homes	80	80	80	240	1,200	Ramnagar area	426	400	50	876	4,380
Matoshri park	108	105	-	213	1,065	Tulsidham, (Choubal house)	126	-	-	126	630
Shrutika	75	57	-	132	660	Khatri Construction	200	200	-	400	2,000
Kharwai Petrol Pump Area	1,182	2,630	1,000	4,812	24,060	P.P. Apte, Puroshottam Apt.	100	200	50	350	1,750
Jai mataji constr.	28	-	-	28	140	Shirgaon area	750	750	306	1,806	9,030
Vijay Panvelkar Bhoomi	154	630	-	784	3,920	Moham Palm, D.P. road	750	750	306	1,806	9,030
Mohan Tulsii Vihar	1,000	2,000	1,000	4,000	20,000	Mohpada Road area	850	-	-	850	4,250
Shirgaon Vajape Area	267	-	-	267	1,335	Sainth shete	130	-	-	130	650
Bhakti corpo.	51	-	-	51	255	Shailesh Wadhere	260	-	-	260	1,300
Raj darshan	90	-	-	90	450	Tulsidham	130	-	-	130	650
Saileela	30	-	-	30	150	Gokuldham	130	-	-	130	650
Nisarg samrudhi	96	-	-	96	480	Vikas Gupte Naik nagar	200	-	-	200	1,000
Bhosalenagar Area	369	-	-	369	1,845	Katrap Vidyalay area	250	150	-	400	2,000
Oam darshan	40	-	-	40	200	Aditya vishwa apt. D.P.Road	150	-	-	150	750
Bhavani associates	200	-	-	200	1,000	Salyam paradise	100	150	-	250	1,250
Building	40	-	-	40	200	Tulsi Angan Road area	690	-	-	690	3,450
Goutami apt	24	-	-	24	120	Tulsi Angan Apt.	240	-	-	240	1,200
Amar Darshan	40	-	-	40	200	Nirmal Residency	150	-	-	150	750
Shriganesh Apt.	25	-	-	25	125	Rinkal Park	200	-	-	200	1,000
Marathon road area	1,942	925	300	3,167	15,835	Vispute Builder	100	-	-	100	500
Building	10	-	-	10	50	Katrap pada area	500	300	300	1,100	5,500
Marthonnagaqar -2	125	125	-	250	1,250	Kalp City	500	300	300	1,100	5,500
Trinbar Heaven	50	-	-	50	250	Karmel School area	1,530	1,350	250	3,130	15,650
Dwaraka Puri	24	-	-	24	120	Shinivas Residency (Damale sir)	200	150	150	500	2,500
Prabhakar Hieghts	65	-	-	65	325	Ashth Vinayak Complex	200	200	100	500	2,500
Star Couple	250	250	-	500	2,500	Bonzar Avenue	30	-	-	30	150
Nisarg Park	150	-	-	150	750	Vastu Swapnapurti.(Nr.Sidharth)	100	-	-	100	500
Kalp Nisarg	150	100	100	350	1,750	Pranaji Garden City	1,000	1,000	-	2,000	10,000
Gajanan Apt.	48	-	-	48	240						
Mayapuri Apt.	24	-	-	24	120						
Govind Apt.	48	-	-	48	240						
Building	50	-	-	50	250						
Lodha Apt.	136	-	-	136	680						
Marathon -1	450	250	-	700	3,500						
Jevan Life, Taran talav	362	200	200	762	3,810						

出典：MJP Ambernath 事務所提供資料を基に調査団作成

表 1-8 Badlapur 市東部全体の過去 3 年の建設マンション戸数と水需要量

建設年度			合計	予測入居者数合計 (1 世帯 5 人)	水需要量 (原単位 135L/人/日)
2011 年	2012 年	2013 年			
12, 128	8, 533	2, 979	23, 660	118, 300	15, 971m ³ /日

出典：調査団作成

2013 年までに建設される 23,660 戸で、一世帯 5 人家族が居住するとすれば 118,300 人、インドの国の一人当たり日計画給水量である 135L を換算すれば、約 1.6 万 m³/日の新たな水需要が Badlapur 市東部に生じる計算となる。

現在の MJP による上水道インフラの漏水率約 30% を考慮すると、Badlapur 市東部の新規建設マンションだけで新たに約 2 万 m³/日の浄水能力増強が求められる計算となる。したがって、2008 年に計画された管轄両市合計の増加水処理量約 1.8 万 m³/日では、Badlapur 市の東部地域だけの需要量にすら充足しないことになる。

このような状況下、MJP Ambernath 事務所では、既存浄水場の稼働率を上げることで対応しているが、その対応能力は限界に達している。次表に、3 つの浄水場の計画処理

能力と実際の処理量の比較を示す。

表 1-9 実際の浄水場の稼動状況

浄水場名	処理能力 (m ³ /日)	実際の処理水量 (m ³ /日)	負荷率
Barrage WTP	50,000	63,000	126%
Kharvai WTP	18,000	26,000	144%
Chikhlooli WTP	6,000	8,000	133%

出典：調査団作成

このため、給水区域によっては1日3時間の間欠給水によって対応せざるをえない状況となっている。

(4) 安価な水道料金設定

施設整備の遅れの一因には、水道事業費を捻出するための財源となる住民からの水道料金が低く設定されていることも挙げられる。

以下に、MJP Ambernath 事務所管轄エリアでの水道料金体系を示す。一般家庭に対しては、一定の使用量の範囲内で固定料金となっている。一方で、事業者や公的機関に対しては使用量に応じた料金設定となっている。

表 1-10 MJP Ambernath 事務所における水道料金体系

(単位：円/m³)

利用者	使用量			
	15,000L 以下	15,000～20,000L	20,000～25,000L	25,000L 以上
一般家庭	15.3	23.8	30.6	61.2
事業者	71.4			
公共機関	35.7			

出典：調査団作成

このため、施設の老朽化に対応すべき維持管理や整備の費用が不足する状態であり、Badlapur 市の現状の上水道システムの漏水率は30～50%となっている。

さらに、配管施設の拡大についても、州政府への申請から施工まで一定期間を要する他、事業費確保の問題が生じている。そのため、新興マンションは宅地敷地内に住民が共同利用する井戸を設置し、公共水道サービスが始まるまでの間、この井戸水源によってアパート住民への給水を賄っている状況である。

(5) 浄水場の処理能力増強に対するニーズ

上記のとおり、2008年に計画された配水施設増強計画が徐々に整備されつつあるが、2008年に計画された需要量予測値を上回る水需要が生じているため、浄水量の増強が喫緊の課題である。しかし、既存浄水場の負荷率が限界レベルで運用されている一方で、新規浄水場の建設には申請から完工まで最低3年を要するため、需要量と供給量の乖離が大きくなっている現状である。

したがって、新規浄水場が建設されるまで、一時的にでも浄水能力を増加できる、小規模で迅速な導入が可能な浄水装置の導入に対するニーズが高い。

1.2.2 水源及び水質

1) 水資源

インドには、ヒマラヤ山脈の豊富な水源、地下水を涵養できる沖積平野が広がり、多くの河川や湖沼、井戸、貯水池が存在する。しかし、人口増加や都市活動の活発化などで、水資源の不足が懸念されている。水資源省による水需要予測によると、2050年には飲料水が2倍、灌漑で50%に増加し、需要量が年間利用可能水資源量を上回ると見込まれている。

ただし、マハラシュトラ州は、熱帯性モンスーン気候に属し平均年間降水量は5,266mmと、比較的水源に恵まれている。ムンバイやプネが位置する州西部と比べ中央及び東部の降雨量は少ないものの、州全体では、他州と比べて多雨である。



出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

図 1-12 マハラシュトラ州の降雨量分布

マハラシュトラ州では、主要河川もしくはダムの水源については、管轄するマハラシュトラ州灌漑局に対して水源使用料として0.45INR/m³を支払う必要がある。なお、それ以外の支川などの表流水については、例えそれらが主要河川の支川であったとしても使用料は発生せず、使用に際しての申請許可も不要である。

2) 水質汚染

インド国全体では、特に農村部での水質汚染問題が深刻である。表流水の約70%は化学物質、有機物、無機物などによる汚染が進んでいるほか、乾燥による内陸部の塩害、地下水の状況を考慮せずに地表水の灌漑を行ったことによる内陸部で発生した塩害も多くみられる。砒素に関しては、1980年に西ベンガル州において初めて基準値の0.05mg/Lを超える砒素が観測され、汚染地域は8地区79ブロックに及んでいる。さらに、1.0mg/L以上の高鉄分地域も存在し、インド国内では11万世帯以上に被害が及んでいるとされる。さらに、インド国内では地下水のフッ素濃度も深刻な問題であり、ガンジス川流域の東部の西ベンガル州や北

西部のラジャスタン州などで高濃度のフッ化物の検出が報告されている¹。このような地下水汚染に対して、インド政府は 1970 年に地下水管理及び規制のためのモデル法案を各州政府に提示し、今回の調査で対象としたマハラシュトラ州では、1993 年に地下水法を制定し、生活用水を除く地下水取水に制限をかけている。

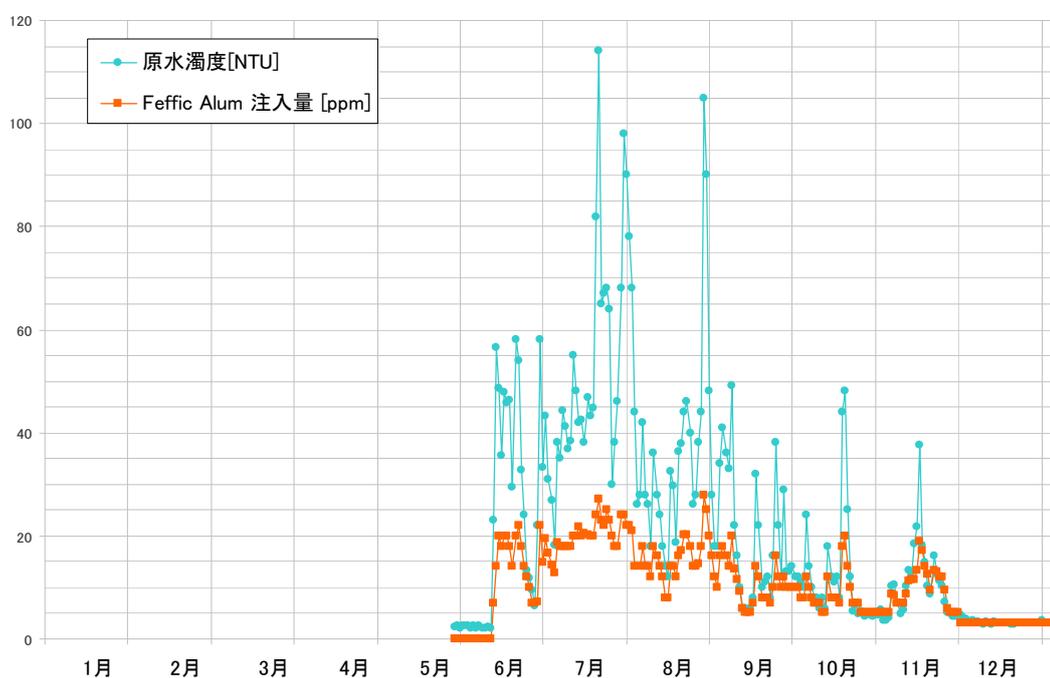
マハラシュトラ州ターネ県では、砒素やフッ素などの汚染物質は顕著ではない。以下に示す昨年度ニーズ調査で実施した水質検査の結果でも、基準値を超える値は認められなかった。

表 1-11 インド・Badlapur 市の表流水および浅井戸の水質検査結果

分析項目	単位	インド水質基準	Ulhas 川支川 1	Ulhas 川支川 2	Chikloli ダム	民間開発住宅の浅井戸
濁度	度	-	9.2	14.1	17.1	12.2
pH	-	5.8~8.6	6.0	7.2	6.8	8.1
全マンガン	mg/L	0.05	0.022	0.012	0.028	<0.005
全鉄	mg/L	0.3	0.15	0.06	0.11	0.01
砒素	mg/L	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

しかしながら、Ulhas 川を取水源とする Barrage 浄水場の水質検査では、大腸菌が毎月 16MPN/100mL 程度記録されているほか、マハラシュトラ州では例年 6 月から 10 月の雨季に原水濁度が 100NTU を超える日が年間数日発生しており、留意が必要である。

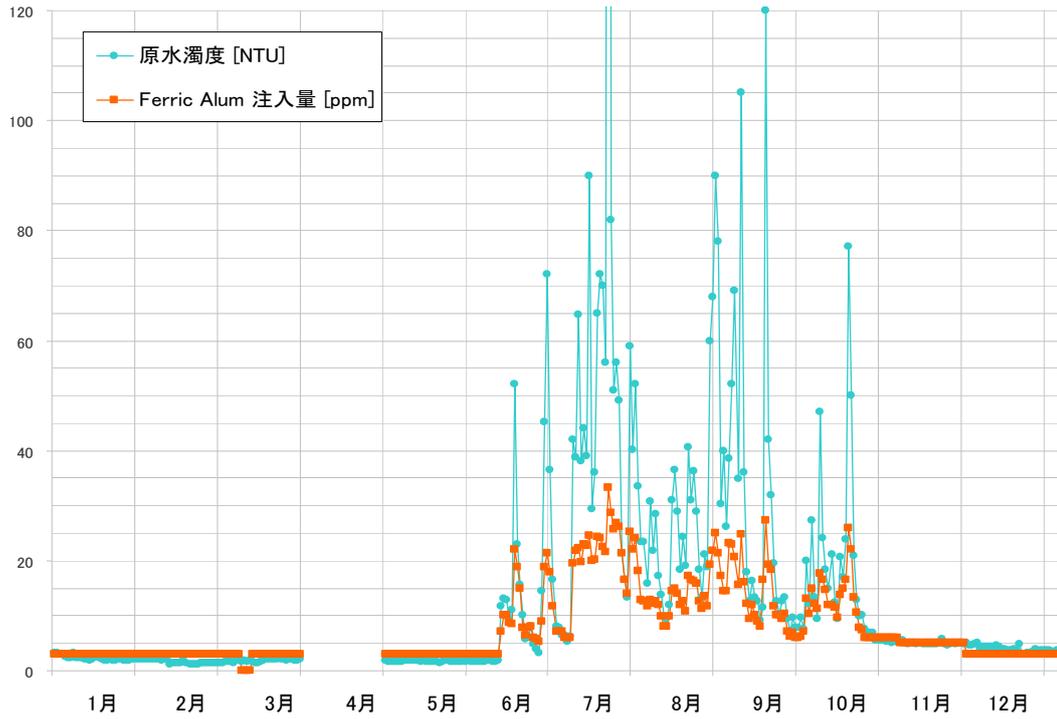
以下に、Barrage 浄水場における 2010 年 6 月以降約 3 年間の、原水濁度及び処理薬品の使用量のデータを示す。



出典：調査団作成

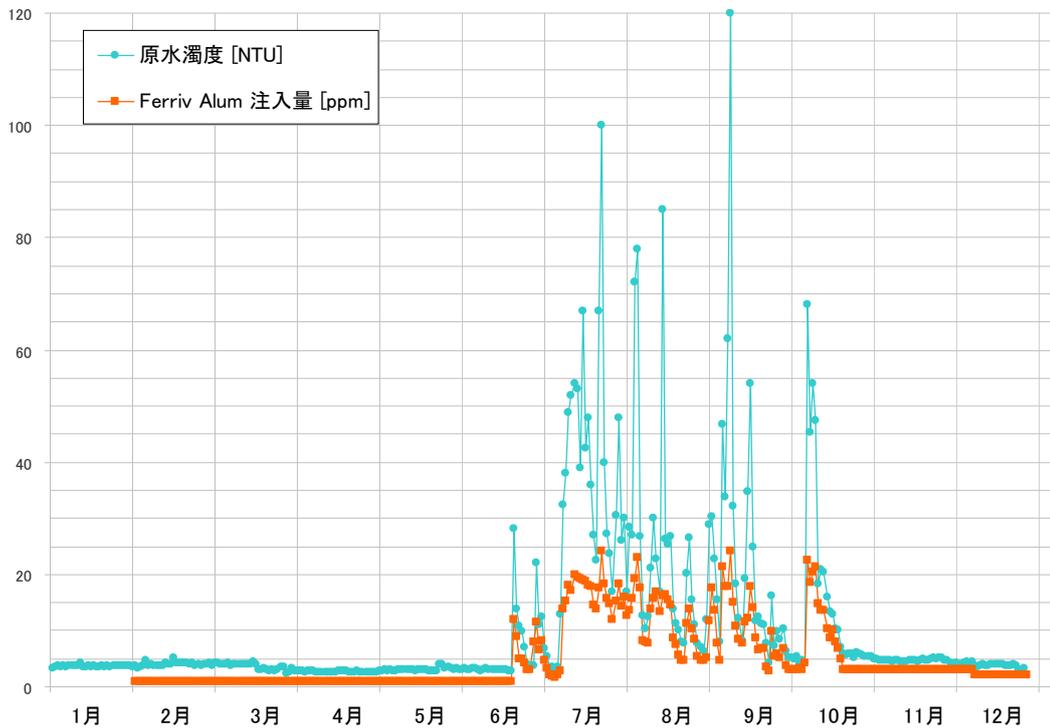
図 1-13 Barrage 浄水場の原水濁度と使用薬品量 (2010 年)

¹ B.K. Handa 「Geochemistry and Genesis of Fluoride-Containing Ground Waters in India」, Volume 13, No.3, Ground Water (1975)



出典：調査団作成

図 1-14 Barrage 浄水場の原水濁度と使用薬品量 (2011 年)



出典：調査団作成

図 1-15 Barrage 浄水場の原水濁度と使用薬品量 (2012 年)

1.3 インドの上水道分野の関連計画、政策及び法制度

1.3.1 上水道分野に関連する法制度、計画、政策

1) 第12次五カ年計画(2012～2016年)

国家レベルの計画は、憲法によって「五カ年計画」で規定されることになっている。経済、財政、金融、雇用、教育、社会保障、環境、産業、農業、交通、都市開発、エネルギーなどの分野について、今後の戦略的目標やその達成に向けたプロジェクト内容を示すものである。現在は、2017年を目標年次とする第12次五カ年計画が示されている。

この中で、上水道分野については、これまでの五カ年計画の内容を踏襲する形で、2017年までの都市部人口への上水道施設整備、漏水率の改善、24時間連続給水の実現などが設定されている。また、上水道事業の運営組織の改編にも触れている。

特に都市部では水道の安定供給を重視しており、現状で地域によっては1日あたり2～6時間程度の間欠給水という状況を24時間365日供給が可能となる水道システムへと改善することをビジョンに掲げている。間欠給水の主な原因は、短期間で都市人口の急増に伴う水需要の増加に対し、浄水場や配管網などの給配水システムの整備が追いついていないことである。さらにインドでの無収水率は概ね30～55%と非常に高く、水不足に拍車をかける一要因となっている。

2) ジャワハルラール・ネルー国家都市再生ミッション及び中小都市向け都市インフラ開発スキーム

民間投資を誘導するために必要な投資環境の整備を目的として2005年に都市開発省が策定した中央政府資金による都市基盤整備プログラムが、ジャワハルラール・ネルー国家都市再生ミッション (UIDSSMT: Urban Infrastructure Development Scheme for Small & Medium Towns)と中小都市向け都市インフラ開発スキーム (JNNURM: Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission) である。更に同省は2006年、都市上水道サービスの定量評価のためのサービスレベル・ベンチマークを設定し、自治体によるインフラ整備促進の仕組みづくりを行なってきた。

表 1-12 都市開発省が推進するサービスレベル・ベンチマーキング指標

指標項目	ベンチマーク数値
給水人口カバー率	100%
原単位(L/人/日)	135 Lpcd
水道メーター設置率	100%
NRW率	20%
連続給水時間	24時間/日
裨益者からの苦情処理率	80%
水質確保割合	100%
水道サービス費用回収率	100%
水道料金徴収率	90%

3) 国家水政策

上記の都市開発省が策定した2つのプログラムの進捗を反映する形で、2012年に国家水政策の改訂版草案が公開された。これには、水資源の有効活用とサービス向上の方針、及び民

間投資も活用する形での供給サイドの施設整備を図ることが示されている。

4) 国家地方給水プログラム

2009年に飲料水衛生省が策定したプログラムで、農村部での安全で十分な飲料水供給の早急な実施と持続可能な維持管理を推進することを掲げ、2017年度までに地方人口の50%への上水道普及を目指すとしている。

1.3.2 マハラシュトラ州における事業制度

マハラシュトラ州は、インド全体の中でも先んじて政策目標として24時間連続給水の実現を掲げている。マハラシュトラ州政府による上水道整備事業は、前述の中央政府都市開発省が進める大規模自治都市向けのUIDSSMTと中小都市向けのJNNURMの2つのプログラムに呼応する形で、2010年に州政府が独自に設定した、都市部の上水道セクターのリフォームを促進するMaharashtra Sujal Nirmal Abhiyan、及び州内中小都市の都市再生を促進するMaharashtra Suvarna Jayanti Nagarotthan Maha-Abhiyanという2つのプログラムによって進められている。

Sujal Nirmal Abhiyanは、インド政府が規程した前述のサービスレベル・ベンチマーキング指標の達成を目指し、2017年を目標年次として24時間水収支の計量やGISシステムの導入、水道メーターの設置や住民からの料金徴収システムの改善など、一定の上水道サービスレベルの維持のために最低限必要な上水道インフラ整備を推進するためのプログラムである。適用対象は中小都市に限定しておらず、このプログラムによって基本的な上水道インフラ整備やベンチマーク指標が改善された場合に、JNNURM等の政府補助プログラムの適用が検討されるというインセンティブを有する仕組みである。

一方、Maharashtra Suvarna Jayanti Nagarotthan Maha-Abhiyanは、現行のJNNURMが対象としている自治都市（‘A’～‘C’ Class Municipal Corporations）より小さい規模の自治都市（‘D’ Class Municipal Corporation）、都市評議会（‘A’～‘C1’ Class Municipal Corporations）並びに村落（Nagar Panchayat）を対象としつつ、Sujal Nirmal Abhiyanの適用を受けない都市を対象にしたプログラムである。上下水道分野の他、都市交通、廃棄物処理、住宅開発、環境改善、教育施設拡充、歴史施設保全、保健医療拡充といった都市開発分野全般を対象とし、インフラ施設整備に特化した内容となっている。これらの分野は優先順位付けされており、上下水道分野は都市交通、廃棄物処理、住宅開発、環境改善と並び最重要課題に位置づけられている。また、上水道事業については、PPP方式による事業運営検討の結果、政府資金によるVGF（Viability Gap Funding）の充当でも事業採算性が成り立たない事業に対して、無償資金及びローンの適用が受けられることとなっている。

これら州独自の開発促進プログラムにおける政府補助は、中央政府および州政府からの無償資金提供あるいはローンによって補充される。マハラシュトラ州では、これら両プログラムが策定される以前から、インフラ整備に関する州政府の補助額は、自治体の規模に応じて表1-13に示すように設定されていた²。

² Maharashtra Development Report 2007

表 1-13 マハラシュトラ州における 1999 年以前のインフラ整備政府補助割合

自治体区分	無償補助	ローン
Municipal Corporation	23.33%	76.67%
‘A’ Class Municipal Council	25%	75%
‘B’ Class Municipal Council	40%	60%
‘C’ Class Municipal Council	50%	50%
‘C1’ Class Municipal Council	100%	-

出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

しかし、州政府は 2000 年に政府補助割合の見直しを行い、上水道に関しては、都市の規模によらず、ローンの一部を徴収する水道料金収入から賄う仕組みに変え、自治体の自助努力を促す政策を採っている。なお、無償補助やローンは、州政府および中央政府の予算から配分されるが、中央及び州政府の予算配分比率は、プログラムの内容に応じて異なり、一律ではない。例えば、村落自治体を対象とした National Rural Water Development Program の場合は、中央政府と州政府の予算比は 50 : 50 となっている。

Sujal Nirmal Abhiyan プログラムにおける整備費用の予算配分比率は以下のとおりである。

表 1-14 Sujal Nirmal Abhiyan プログラムの事業費配分

自治体区分	無償補助	ローン	水道料金からの充当
Municipal Corporation	23.33%	66.67%	10%
‘A’ Class Municipal Council	25%	65%	10%
‘B’ Class Municipal Council	40%	50%	10%
‘C’ Class Municipal Council	50%	40%	10%
‘C1’ Class Municipal Council	90%	-	10%
Nagar Panchayats (村落)	90%	-	10%

出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

一方、Maharashtra Suvarna Jayanti Nagarotthan Maha-Abhiyan プログラムに関しては、Sujal Nirmal Abhiyan と異なりインフラ整備に重点が置かれているため、整備費用の一部の水道料金収入からの補填はなく、無償補助とローンの比率は以下のように設定されている。

表 1-15 Maharashtra Suvarna Jayanti Nagarotthan Maha-Abhiyan の事業費配分

自治体区分	無償補助	ローン
‘D’ Class Municipal Corporation	80%	20%
‘A’ Class Municipal Council		
‘B’ Class Municipal Council	50%	50%
‘C’ Class Municipal Council		
‘C1’ Class Municipal Council		
Nagar Panchayats (村落)		

出典：MJP 提供資料を基に調査団作成

1.4 インドの上水道分野の ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析

1.4.1 我が国の上水道分野における援助動向

インドは、2003 年度以降、我が国の最大の ODA 受取国であり、インドにとっても日本は英国と並び主要な二国間ドナーである。外国投資の規制緩和や国内経済の自由化を積極的に進め順調な経済成長を続けるインドは、3 億人とも言われる中間層の存在によって今後の有望な投資先・市場としての潜在性を有しており、二国間関係緊密化の必要性は依然として高い。円借款を中心として展開されてきた我が国の援助は、今後も経済成長の促進、貧困削減への貢献、環境問題への対処に重点を置いて継続される見込みである。

2006 年に策定された「対インド国別援助計画」では、1)電力・運輸インフラ等の支援を通じた経済成長の促進、2)保健・衛生問題、地方開発、上下水道支援、植林支援等を通じた貧困・環境問題の改善、3)人材育成・人的交流の拡充のための支援、の 3 点を重点目標としている。この計画に基づき、2007 年から毎年開催されている日印ハイレベル経済協力政策協議では、中期的観点からインドの開発政策や今後の優先案件について協議されており、「日印間の戦略的グローバル・パートナーシップ」の更なる強化に向け、Delhi・Mumbai 間産業大動脈構想等による官民連携の産業インフラ基盤整備の推進が合意されている。

給水関連分野におけるインドに対するこれまでの ODA 事業は、都市給水、地方給水、水質改善、水資源開発、農村開発と幅広く実施されており、2012 年までの上水道分野での円借款及び関連する技術協力は、大規模都市を中心に合計 24 案件、総額約 4,385 億円のプロジェクトが実施されてきた。近年でも「日印グローバルパートナーシップ・サミット 2011」において水ビジネス分野での日印連携が提唱されるなど、インドにおける我が国 ODA の上水道分野は重要な位置づけである。

JICA インド事務所では、インド国における今後の水セクター支援の基本方針として以下の 3 点を掲げ、中小都市の上水道施設整備、これに対する我が国の先進的技術の積極的活用が方針として設定されており、加えて水道事業体の持続可能性確保に向けた運営・維持管理能力強化と財務健全性の確保を目指すこととしている。

方針①：大都市や投資環境整備に資する上下水道整備

大都市を中心に、都市貧困層にも配慮しつつ、上下水道施設の整備を行う。その際、日本企業への裨益や今後の民間投資を促進し得る都市や地域での事業を優先的に扱う。また膨大なニーズを抱える中小都市においては、複数都市を束ねたセクター・ローンも検討する。

方針②：日本の知見・経験、先進的技術の積極的活用

表流水が限定的なインドにあって日本が得意とする無収水対策や再生水利用のための高度処理技術の活用を積極的に検討する。また、その一環として、インド企業・水道事業体と日本企業・自治体の連携強化に資する支援を行う。

方針③：持続性の強化

漏水探知の訓練、SCADA・GIS やメーター・従量制料金の導入、住民の啓蒙活動等を通

じ、水道事業体の運営・維持管理能力の強化、財務健全性の確保を目指す。また、膨大な資金需要に対応するための PPP も含めた新しい支援形態の検討や、建設・維持管理の質の向上を目指した調達方法の工夫（建設と維持管理の一括契約、パフォーマンスベース契約、ライフサイクル・コストの導入）を検討する。

表 1-16 近年の対インド援助案件一覧

スキーム	分野課題 内訳	案件名	期間
開発調査	水質汚濁	下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査	2009/02～2010/10
開発調査	都市給水	ゴア州上下水道強化計画	2005/02～2006/12
開発調査	水質汚濁	ガンジス河汚染対策流域管理計画調査	2003/03～2005/01
技術協力プロジェクト	農業開発	アンドラ・プラデシュ州灌漑水管理強化プロジェクト	2008/06～2010/06
技術協力プロジェクト	水質汚濁	下水道施設の維持管理に関するキャパシティ・ビルディング・プロジェクト	2007/04～2011/04
技術協力プロジェクト	水質汚濁	フセインサガール湖水環境修復管理能力強化プロジェクト	2005/09～2008/09
技術協力プロジェクト	水質汚濁	河川水質浄化対策にかかる技術移転プロジェクト	2004/10～2006/10
技術協力プロジェクト	水質汚濁	「水質管理機材整備計画」フォローアップ協力（現地調達）	2003/12～2004/03
技術協力プロジェクト	水資源開発（旧）	「地下水開発計画」フォローアップ協力	2003/10～2004/03
技術協力プロジェクト ー科学技術	水質汚濁	エネルギー消費最小型下水処理技術の開発プロジェクト	2011/05～2016/05
草の根技協（パートナー型）	水質汚濁	行政主導化をめざしたインド・ウッタール・プラデシュ州における総合的砒素汚染対策実施事業	2011/03～2013/03
草の根技協（パートナー型）	水質汚濁	インド・ウッタールプラデシュ州における地下水砒素汚染の総合的対策	2008/06～2010/06
有償技術支援－附帯プロ	都市給水	ゴア州無収水対策プロジェクト	2011/01～2014/03
有償技術支援－附帯プロ（開発計画調査型）	水質汚濁	下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査型プロジェクト	2010/07～2013/03
有償資金協力	都市給水	デリー上水道改善事業	2012/11～2022/12
有償資金協力	水質汚濁	ヤムナ川流域諸都市下水等整備事業（Ⅲ）	2011/02～2018/04
有償資金協力	地方給水	グワハティ上水道整備事業	2009/03～2017/01
有償資金協力	地方給水	ホゲナカル上水道整備・フッ素症対策事業（フェーズ 2）	2008/03～2013/07
有償資金協力	都市給水	ゴア州上下水道整備事業	2007
有償資金協力	地方給水	アグラ上水道整備計画	2006
有償資金協力	水源開発・都市給水	ジャイプール上水道整備計画	2004
有償資金協力	農業開発	レンガリ灌漑事業（Ⅲ）	1997/12～2012/06
有償資金協力	都市給水	ケララ州上水道整備事業	1997/08～2010/12
有償資金協力	都市給水	バンガロール上下水道整備計画(I)	1996
		バンガロール上下水道整備計画(II)	2005

出典：JICA ナレッジサイトを基に調査団作成

1.4.2 他ドナーの上水道分野における援助動向

世界銀行及びアジア開発銀行は、いずれも貧困削減対策の一環として上下水道セクター向け支援に取り組んできており、近年は上水道事業の改善といったソフト対策に注力している。

1) 世界銀行による支援

世界銀行は近年、①関係機関の組織改編、②地方自治体間の上下水道サービス改善の競争促進、③料金水準の適正化、④民活導入、⑤貧困配慮、等をインドの上下水道セクターにおけ

る重点課題としている。

マハラシュトラ州を対象にした実施事業は、古くは 1979 年に開始した灌漑事業（総額約 2.1 億 USD）、2003 年からの 7 年間で農村部の上水道及び衛生の改善をテーマに関係機関と住民の組織力強化とインフラ施設整備を賄う "Jalswarajya" プロジェクト（総額約 1.8 億 USD、うち上水道分野は約 4 割を占める）等が挙げられ、中小都市や農村部の浄水場や管網等の基本インフラ整備を実施してきた。本調査対象地域の Badlapur 市においても、1997 年に承認された配水網整備事業が、上記灌漑事業の一環で整備されている。

また、事業とは別途、デリー準州の上水道整備に対する事前調査支援を実施した他、DFID（英国国際開発省）、AusAID（オーストラリア国際開発庁）の支援の下でマハラシュトラ州、ラジャスタン州、ハリヤーナー州の 3 州を対象にした上水道事業体の運営組織やサービス内容の改善を提案した報告書「Improving Urban Water Supply & Sanitation Services」（2012 年）を発表するなど、ソフト面での上水道事業改善対策に注力しているのが特徴である。

2) アジア開発銀行

世界銀行同様、アジア開発銀行も特に 2000 年以降、上水道セクターのソフト対策に注力しており、特に PPP プロジェクトの促進を支援している点が特筆される。2008 年にはインド政府との協力プログラム GOI-ADB PPP Initiative の下で、マハラシュトラ州をモデルとした上水道分野 PPP プロジェクトの可能性予備調査を実施した。この調査では、本調査対象地域である Badlapur 市、Ambernath 市を含む州内 11 都市を対象として PPP プロジェクトの実現可能性を判断しており、Kolhapur 市は施設運営権を民間委譲するコンセッション方式、Jalna 市、Sangli-Miraj-Kupwad 市、Virar 市、Chiplun 市、Akot 市の 5 市は設定指標に基づく成果主義の公設民営方式の可能性があるが、Badlapur 市や Ambernath 市等その他 4 市は PPP の可能性はないと判断している。ただし、この調査時点では 2001 年度のセンサス人口データを用いており、2000 年以降の急激な都市人口増加の状況が勘案されていないことに留意が必要である。2008 年以降、この調査対象都市では PPP プロジェクトの契約には至っていない。

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

2.1.1 国内中小企業水処理製造業界の規模

水処理技術には、河川水や地下水、海水の上水用途の浄化、加工用工業用水の浄化、工場排水や工事排水の処理といった様々な用途がある。浄水方式は大きく「凝集沈殿方式」、「砂ろ過方式」、「膜ろ過方式」に大別されるが、浄水場では、日本に限らず途上国でも、一般的に水源への適正と費用対効果の観点から砂ろ過方式が選定されている。日本の浄水場の近年の傾向として、地方簡易水道へのコンパクトな浄水装置の導入と、クリプトスポリジウム対策としての膜ろ過方式の採用とが挙げられる。

小規模水処理装置製造技術を有する企業は、工業統計の産業中分類の金属製品製造業に含まれる金属製衛生機器（商品分類番号 243111）及び生産用機器製造業に含まれる商品分類におけるろ過機器（商品分類番号 265211）及び分離機器（商品分類番号 265212）等を製造していると考えられる。2010年の工業統計によると、3商品分類合計の企業数は、2010年時点で150社、出荷額は約2,177億円であり、その内中小企業は、147社、出荷額984億円となっている。ろ過機器や分離機器（水処理装置）を製造する企業数は121社で、出荷額は1,604億円となっている。

表 2-1 本邦水処理装置製造業界の工業統計から見た概要

適用	企業数 (件)	企業数		出荷額 (億円)	出荷額	
		大企業 割合 (%)	中小企業 割合 (%)		大企業 割合 (%)	中小企業 割合 (%)
金属製衛生器具	29	3.4(1)	96.6(28)	578	76.9(444)	23.1(134)
ろ過機器	98	1.0(1)	99.0(97)	1,043	33.9(354)	66.1(689)
分離機器	23	4.3(1)	95.7(22)	561	71.4(400)	28.6(161)
小計 (水処理装置)	121	1.7(2)	98.3(119)	1,604	47.0(754)	53.0(850)

注：（ ）内は実数

出典：平成22年工業統計表「品目編」及び「企業統計編」データ

その他、「拡大する水ビジネスに挑む注目企業の事業戦略動向2013」（株式会社富士経済）調査では、生産用機器製造業に属する大企業に分類される主要企業16社の水処理事業における装置・プラント製造に関する売上高を聞き取り調査により推定している。

表 2-2 主要企業の売上高事業部門別の売上比率

適用	2011年度
国内	8273億円
海外	849億円
合計	9122億円
海外比率	9.30%

出典：株式会社富士経済「拡大する水ビジネスに挑む注目企業の事業戦略動向2013」

2010年工業統計表企業統計編の生産用機器製造業の生産出荷額から、大企業と中小企業の

構成比は 45.9 : 54.1 となっていることから、中小企業の売上高を求めると、約 4,986 億円と推定される。うち、浄水器・整水器等を含む金属衛生製品の売上規模は、ろ過機器等の出荷額と売上高と関係が同じと仮定した場合、全体の売上高は 3,257 億円となり、中小企業の売上高は 755 億円と推定される。

2.1.2 株式会社広洋技研の業界における位置づけ

株式会社広洋技研は創立 1974 年で、水処理工程における各種処理機器、養殖用等の水産設備の、製造販売を行っている。品川区の本社の他、大阪市、相模原市、新潟市の 3 つの事業所を構えており、従業員数は 2013 年 12 月時点で 23 名である。

売上高はここ数年 4 億円以上で推移してきており、2012 年度の売上高は約 4 億 8 千万円となっている。主に国内大手プラントメーカーからの機器製造委託で業績を維持してきているが、過去に日本下水道事業団の民間技術評定や旧建設省の技術評価を獲得し、石油技術協会に論文発表を行うなど高い技術力を有し、積極的な新製品開発も行っている。非正規雇用を行わない経営で、社員の平均勤続年数は 15 年以上と、ノウハウと実績の蓄積がある。

本調査の提案製品であるリーチフィルターとは別製品である、水処理脱水用、凝集沈殿用の「高分子凝集剤溶解装置」は、大手プラントメーカーへの供給を通して、中国、台湾、インドネシアなど東南アジアを中心に世界 16 ヶ国で計 145 台が稼働している。

リーチフィルター（商標登録名）は、2000 年に製造を開始し、これまでの国内納入実績は 50 台に達する。以下に、主な納入先と処理能力、用途を示す。

表 2-3 リーチフィルターの主な納入先と主要企業の売上高事業部門別の売上比率

販売先	処理能力	用途
北海道新然別浄水場	300m ³ /日	排水処理(保安用)
静岡県エヌ・イーケムキャット(株)沼津	2,000m ³ /日	排水処理(保安用)
千葉県関東天然瓦斯開発(株)	1,000m ³ /日	排水処理(還元水用)
千葉県伊勢化学工業(株)	2,000m ³ /日	排水処理(還元水用)
千葉県日本天然ガス(株)	2,000m ³ /日	排水処理(還元水用)
新潟県佐藤食品(株)東港工場	1,200m ³ /日	工業用水処理(生産用水)
千葉県エヌデーシー(株)習志野	500m ³ /日	工業用水処理(生産用水)
静岡県(株)高砂ケミカル掛川工場	2,400m ³ /日	工業用水処理(生産用水)
群馬県中之条町水質管理センター	300m ³ /日	下水道排水処理(場内用水)
福島県塩川町塩川浄化センター	200m ³ /日	下水道排水処理(場内用水)

出典：調査団作成

浄水場施設への納入は一箇所であるが、飲料水よりも厳しい水質基準が設定される佐藤食品株式会社のような食品加工の用水のための水処理にも用いられていることが特筆される。

2.1.3 提案製品の特長

1) 開発の背景

砂ろ過方式は、世界で長い歴史を持つ主流の浄水処理技術である。電気代や人件費などが浄水処理量に比例しないため、特に都市の大規模浄水施設になるほどコスト面での優位性があり、途上国でも一般的に採用されている技術である。しかし、都市周辺部や村落部では、大

規模な浄水施設の建設はコストパフォーマンスに合わないため、小規模な浄水装置のニーズが高まってきている。その要諦を成す砂洗浄に関しては、これまで世界中で様々な洗浄方式が考案されてきた。しかしどの方式も、全砂層に対して完全に、砂の粒子に付着する細菌や油脂、有機物等を洗浄することができず、結果、時間経過と共に砂の固化によるマッドボールが生成され、機能低下が発生するため、ろ材の交換が必要になる点が大きな課題であった。

日本国内の、特に都市周辺部や村落部での市場は、ここ十数年、このような従来型の砂ろ過機の限界から、膜ろ過方式の装置が採用されつつある。しかし膜ろ過方式では、ろ過コストが高く管理も複雑であることが問題である。

リーチフィルターは、従来品の砂の完全洗浄という課題を解決する、低コストで維持管理も簡易な浄水供給装置として開発を重ねてきた。開発当初はに示すような角型の製品であったが、ろ材洗浄の効率化の追求によって改良を重ね、に示す現在の構造となった。この製品は、日本の他、英国、フランス、ドイツなど欧州6カ国で特許を有している。



出典：調査団資料

図 2-1 開発当初のリーチフィルター (RF シリーズ：角型)



出典：調査団資料

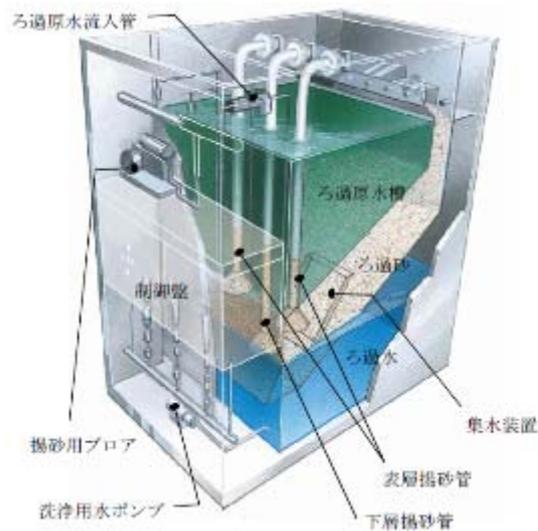
図 2-2 改良型リーチフィルター (RFS シリーズ：円筒型)



図 2-3 現在のリーチフィルター (RFE シリーズ)

2) 技術的特長

リーチフィルターの内部構造と部材は下記のとおりである。



出典：調査団資料

ろ材の完全洗浄を実現させるための洗浄方式は、以下の二つの方法で実現される。

(1) 砂層全体の洗浄

砂層自体を上下、水平、左右方向を立体的に移動洗浄することで、砂の礫間で補足した挟雑物を完全除去する

(2) 個別の砂の表面洗浄

砂の表面は凹凸が沢山あり、その間に細菌や油脂、有機物が固着するが、激しいもみ洗いと同時に、空気による超音波洗浄、マイクロバブルによって砂表面を洗浄する

3) 機能面での特長

リーチフィルターは機能面でも従来型の砂ろ過製品と比べて以下のような特長を有する。

(1) 単層のろ過層

通常の砂ろ過は粒径の異なる複数の層でろ材部分が構成されるが、リーチフィルターは単層である。このため、管理が容易である。

(2) 約 45 度の安息角の砂層傾斜

通常の砂ろ過の砂層は水平であるが、リーチフィルターは砂層全体の洗浄を実現するために約 45 度の斜層となっている。このため、水平砂層のろ過機と比べ約 1.4 倍のろ過面積が確保され、装置自体のコンパクト化につながる。

(3) ろ過水の逆洗水としての利用

従来の砂ろ過機は逆洗用のろ過水を別途貯槽して利用するが、リーチフィルターはろ過水をタンク内でそのまま直接循環利用する。従来品は一般的に、原水量の 3 倍以上の逆洗用水を必要とし、洗浄排水量も 3 倍以上となるが、リーチフィルターは原水量と同量で洗浄し、逆洗排水量も原水量と同じとなる。このため、設置面積の省スペース化につながる。

(4) 点検窓の設置

従来型砂ろ過装置として代表的な圧力式砂ろ過機の場合は、内部のろ過層の状態を確認することが困難であるが、リーチフィルターには大きな点検窓を装着させることが可能である。これにより、ろ過層の状態や流入原水を確認することができるため、運転管理も容易である。

4) 製品仕様

主な製品仕様は以下のとおりである。

表 2-4 リーチフィルターの主な製品仕様

項目	仕様
適用水源	井戸水(清澄な水源)から工場排水(河川放流)まで
処理可能水質	原水濁度10~100NTU ※但し、高濁度の場合ろ材洗浄回数が増加する
処理規模	ろ過速度(LV)200m/日の場合:158~1,000m ³ /d(6~42m ³ /h) ろ過速度(LV)300m/日の場合:240~1,500m ³ /d(10~62.5m ³ /h) ろ過速度(LV)400m/日の場合:320~2,000m ³ /d(13~83m ³ /h)
消費電力 (機器のみ)	自然流入ろ過のため消費電力はろ材洗浄時のみ ユニット動力:2.25kW~13kW、消費電力2.25kW~13kW/回 (運転時間:24時間、ろ材洗浄:1日2回、30分/回の場合)
薬品類	凝集剤(PAC)、消毒剤(NaClO)
主な消耗品	ろ材(5%/年)
運転実績	10年

出典：調査団作成

2.1.4 従来型製品との比較

1) 基本性能

砂ろ過機には、圧力式、重力式、上向流式、下向流式などの方式があり、リーチフィルターは下向流式の分類となる。以下に、従来型製品で一般的な圧力式ろ過機及び上向流式ろ過機との基本性能面での比較を示す。

表 2-5 従来型製品との基本性能比較

項目	リーチフィルター	圧力式急速ろ過機	移床式上向流連続ろ過機
ろ過方式	重力式(下向流)	圧力式(下向流)	重力式(上向流)
構造	角・円筒開放型	円筒密閉型	円筒型
ろ層の角度	約 45 度	水平	傾斜
原水流入方式	ヘッドタンクからの自然流入	ポンプで加圧流入	ポンプで加圧流入
設置高	2.6～3.5m	3～4m	4～8m
運転方式	連続	2床交互運転	連続
ろ過速度	240～300m/日	240～480m/日	120～240m/日
設置面積当たりのろ層表面積指数	約 180	100	100
ろ過洗浄方式	ろ層交互洗浄	全層逆洗浄	全層連続洗浄
洗浄用水	ろ過機内に保有	逆洗水槽必要(多量)	ろ過機内に保有
洗浄回数	間欠(1日1～2回)	間欠(1日1回位)	連続
洗浄水量	ろ過水の5%以内	ろ過水の10～20%	ろ過水の8～10%
洗浄効果	良好	十分でない(マッドボールできることあり)	処理水と洗浄水がまじる
処理水水質	良好	処理水不安定	あまり良好ではない
目視による砂層表面管理	可能	密閉構造のため不可能	ろ過砂下部流入のため困難

出典：調査団作成

2) 技術面での比較

表 2-6に圧力式ろ過装置とリーチフィルターの技術的な比較事項を整理する。

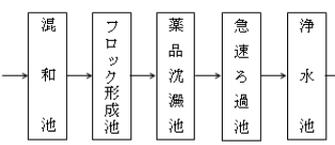
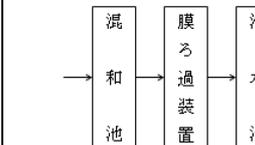
表 2-6 圧力式ろ過装置と高効率砂ろ過浄水装置の比較

方式	圧力式ろ過装置	高効率砂ろ過浄水装置（リーチフィルター）
フロー	<p>逆流洗浄用の水槽ポンプが設置される</p>	
構造	<ul style="list-style-type: none"> 通常、ろ過層は複層 ろ材洗浄用の水槽及び設備が必要 流入原水を加圧送水するろ過ポンプが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 珪砂の単層 砂層角度45度の斜層のため、ろ過面積が通常の1.4倍 流入原水をろ材洗浄水と使用する仕組みであり、ろ材洗浄用の水槽及び設備が不要なため、コンパクト
処理水質	<ul style="list-style-type: none"> ろ材洗浄が不十分な場合も起こり、懸濁物がろ層内に蓄積することがある 定圧ろ過の場合はろ速の変化幅が大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ろ材の汚れを完全に除去する洗浄方法のため、ろ層内の雑菌繁殖が無い
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> 設置機器数は高効率砂ろ過装置より多いため、耐久性では比較的劣る 	<ul style="list-style-type: none"> 設置機器数は少ないため、耐久性は圧力式ろ過装置に比べ比較的優れる
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ろ材は定期的に全交換を要する 通常のろ過機の点検窓では、ろ過層の確認及び流入原水の状態を確認できない 	<ul style="list-style-type: none"> ろ材の洗浄工程は自動化されており容易 砂ろ材の洗浄は砂層表面と下層の2重洗浄のため、ろ材のほぼ完全な洗浄が期待できるろ材の交換は年間5%の補充で済む ろ材点検窓は人が出入りできるほど大きく、ろ過層や流入原水の状態を簡単に確認可能 消費電力費は圧力式と比較して25%少なく、ろ材の全量交換の必要が無いため維持管理費は比較的安価

出典：調査団作成

表 2-7に急速砂ろ過方式と膜ろ過方式との技術的な比較事項を整理する。

表 2-7 急速砂ろ過方式と膜ろ過方式の比較

方式	急速ろ過方式	膜ろ過方式	
		高分子有機膜精密ろ過	セラミック膜精密ろ過
フロー		 (ポリフッ化ビニデンの場合)	
構造	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な構造で用地面積が大きい 	<ul style="list-style-type: none"> 構造は簡単で用地面積が小さい 外圧中空糸型 (孔径0.1μm) 	<ul style="list-style-type: none"> 構造は簡単で用地面積が小さい 内圧モリス型 (孔径0.1μm)
浄化原理	<ul style="list-style-type: none"> 沈殿池における凝集沈殿分離 砂層表面のフロック層と砂粒子の間隙における機械的な浄化作用 	<ul style="list-style-type: none"> ろ過膜による固液分離 	<ul style="list-style-type: none"> ろ過膜による固液分離
適用原水水質	<ul style="list-style-type: none"> 懸濁物質や不溶性の鉄等ほとんど除去できる特性を有する 高濁度原水でも処理可能だが、運転管理が不十分だと処理水質が悪化する可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 懸濁物質や不溶性の鉄などをほとんど除去できる特性を有する 高濁度原水では、逆洗頻度が高まり膜寿命が短くなるため除濁前処理が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 懸濁物質や不溶性鉄等を殆ど除去可能 高濁度原水でも、内圧式セラミック膜の場合は除濁のための前処理を行わず直接ろ過が可能
処理水質	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理が適切なら良好な処理水質が得られるものの除去率の点では膜ろ過に劣る 凝集剤を添加するため色度成分等有機物の一定程度除去が可能 溶解性鉄は塩素注入等による不溶化処理で、マンガンは塩素注入とろ過層における接触酸化の組合せで、高除去率が期待できる クリプトสปリジウム等の除去率は運転管理の技量に左右される 	<ul style="list-style-type: none"> 膜孔径 (0.1μm) より大きな懸濁物質、細菌類は確実な除去が可能 クリプトスポリジウム等の感染性原虫の除去が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 膜孔径 (0.1μm) より大きな懸濁物質、細菌類は確実な除去が可能 凝集剤の添加により、色度成分等の有機物も一定程度除去率することが可能 溶解性の鉄、マンガンに対しては、塩素注入等による不溶化処理を行うことにより、高い除去率が期待できる クリプトスポリジウム等の完全な除去が可能
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> 設置機器数が多いため、耐久性の点でやや劣る 	<ul style="list-style-type: none"> 高分子膜は経年劣化が進むため通常は5~7年程度、原水が高濁質である場合はより早い段階で交換が必要 劣化すると逆洗しても差圧が解消されない エアバブルが併用の逆洗で中空糸の挿れが大きく膜損傷の危険性がある 高分子膜は3~5年程度で交換 	<ul style="list-style-type: none"> 高濁表流水であっても持続的に水を供給することが可能 物理的及び化学的にも耐久性があり、長寿命 日本において最も古く設置され現在も稼働中の浄水施設は平成10年4月設置
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> 濁度、pH、アルカリ度の変化に合わせた薬品注入管理、沈殿池やろ過池の維持管理が日常的に必要 常時濁度を0.1度未満にするため、凝集剤の注入管理、逆洗前後のろ過速度管理が必要 運転管理には十分な知識を持った技術者が常駐する必要がある。 処理水の回収率は約95% 電力費は比較的安価 	<ul style="list-style-type: none"> 日常の運転管理に手間を要せずに高度な処理水質維持が可能 高濁度の場合は粒状活性炭や凝集剤等の大量投入で対応可能 逆洗圧に限度があるため高濁度で逆洗し、回収率が減少 自動・無人化運転が可能 処理水の回収率は90% 電力費はろ過圧力が高く、頻繁な逆洗のため比較的高価 	<ul style="list-style-type: none"> 日常の運転管理に手間を要せずに高度な処理水質維持が可能 運転管理は薬品補充程度の巡回管理程度で高度技術を要さない 必要に応じ、粉末活性炭や凝集剤等の大量投入が可能で、多様な原水に対応可能 エア漏れ試験による高感度な膜の状態把握が可能 自動・無人化運転が可能 処理水の回収率は98% 低ろ過動力により高分子膜に比べ安価
膜材保管	—	<ul style="list-style-type: none"> 保管時の乾燥状態は劣化の原因となるため、薬品浸漬保管が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 中~長期間の保管が容易で、熟練者でなくとも再起動が容易
施工性その他	<ul style="list-style-type: none"> 水槽等の土木工事を伴うため稼働までの工期が長い 設備移設は困難 	<ul style="list-style-type: none"> 工場既製ユニットの設置で済み、大規模工事を伴わず工期短縮が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 工場既製ユニットの設置で済み、大規模工事を伴わず工期短縮が可能 ユニット化でコンパクトなため移設が容易

出典：調査団作成

3) コスト

リーチフィルターと圧力式ろ過装置の、電気料金及びろ材交換費用のランニングコストの比較を行った。

(1) 比較条件

同一条件として処理水量を 40m³/日とした場合の、各装置の運転条件等は以下のとおりとした。

表 2-8 リーチフィルターと圧力式ろ過機のランニングコスト比較条件

項目	リーチフィルター	圧力式ろ過装置
処理水量(m ³ /h) (運転時間:24 時間/日)	40m ³ /h (960m ³ /日)	40m ³ /h (960m ³ /日)
逆洗ポンプ能力(kW)	3.7kW	5.5kW
バブリング用ブロー能力(kW)	5.5kW	3.7kW
ろ過ポンプ能力(kW)	—	5.5kW
ろ材洗浄時間合計(分/回)	15 分	62 分
逆洗ポンプ運転時間(分/回)	10 分(約 67%)	26 分(約 42%)
バブリング用ブロー運転時間(分/回)	12 分(約 80%)	6 分(約 10%)
ろ過ポンプ運転時間(分/回)	—	30 分(約 48%)
ろ過時間(分/日)*1	1,152 分	1,267 分
洗浄時間(分/日)*2	288 分	172.8 分/日
ろ過水量(m ³ /日)	768m ³ /日	844.7m ³ /日
洗浄排水量(m ³ /日)	192m ³ /日	115.3m ³ /日
回収率(%/日)*3	80%	88%
ろ材容量	1,900L	3,140L

出典：調査団作成

*1：ろ過時間

ろ過方式が異なるため、ろ過水量と洗浄排水から回収率を算出し、処理水量 40m³/h から算出した。この場合の回収率は、リーチフィルターは 80%、圧力式ろ過器はろ過水量:40m³/秒のろ材洗浄プログラムから算出した。

*2：洗浄時間

上記「ろ過時間」を1日の運転時間「1440 分(24 時間)」から差し引いた時間とした。

*3：回収率

1日の「ろ過水量」と「洗浄排水量」から回収率を算出した。

(2) 電気料金

表 2-9 圧力式ろ過装置とリーチフィルターとの電気料金比較算出表

項目		リーチフィルター	圧力式ろ過装置
ろ過中	ろ過ポンプ能力 (kW)	自然流入	5.5kW
	ろ過時間(時間)	約 19.2 時間	約 21 時間
	ろ過ポンプ電気料金	—	5.5kW×21 時間=115.5kW 115.5×25 円 =2,887.5 円/日
	ろ材洗浄時間合計 <内訳> 逆洗ポンプ バブリング用フロア ろ過ポンプ	4.80 時間 3.18 時間 3.84 時間 —	2.88 時間 1.21 時間 0.27 時間 1.39 時間
洗浄中	逆洗ポンプ電気料金	3.7kW×3.18 時間×25 円 =294.15 円/日	5.5kW×1.21 時間×25 円 =166.375 円/日
	フロア電気料金	5.5kW×3.84 時間×25 円 =528 円/日	3.7kW×0.27 時間×25 円 =24.75 円/日
	ろ過ポンプ電気料金	—	5.5kW×1.39 時間×25 円 =191.125 円/日
合計		822.15 円/日	3,269.75 円/日

出典：調査団作成

運転日数を 25 日/月とした場合の年間電気料金は、リーチフィルターは 246,645 円/年、圧力式ろ過装置は 980,925 円/年となる。

(3) ろ材交換費用

共に同じろ材を単層で用い、ろ材交換頻度はリーチフィルターが 5 年に 1 回、圧力式が 1 年に 1 回と仮定し、ろ材単価 150 円/L を用いると、ろ材交換費用は、リーチフィルターは 57,000 円/年、圧力式ろ過装置は 471,000 円/年となる。

(4) 年間ランニングコスト算定結果

上記の結果、電気料金とろ材交換費を合算した年間ランニングコストは、リーチフィルターが 303,645 円、圧力式ろ過機が 1,451,925 円となった。すなわち、リーチフィルターのランニングコストは圧力式ろ過装置の約 1/5 という試算が得られた。

2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2.2.1 提案企業の事業方針

株式会社広洋技研は、製品ユーザーが望むことを追求したものづくりによって社会貢献を行うことを方針としている。

上水道は公共サービスであり、ユーザーはサービス享受者の市民であることを考えれば、安全安心な上水道の提供はもとより、そのサービスを安価に提供することが技術者の使命であ

る。しかし、日本国内のほとんどの設備メーカーは、従来品の機能が不十分であれば高額
の設備をユーザーへ供給したり、都市周辺部や村落散在地域にも不釣り合いな大型の都市型シ
ステムの導入に加担しているように見受けられる。このような対応を行う設備メーカーに対す
るユーザーの不満に耳を傾け、現場の問題点を解決しながら実績を積んできた。

初期費用を下げることで安価な製品提供という手段もあるが、提案企業は、真に安価な設
備とするためには、製品の初期費用でもなく、付帯設備の軽減でもなく、維持管理費の低減
が最も重要と捉えている。努力次第で安価な製品提供は可能であるが、その押し売りによる
利益追求は提案企業の方針に沿わない。これは創業時から一貫してきた会社の姿勢であり、
ユーザーが求めることに対する技術の追求に、企業の存在価値を見出している。

2.2.2 リーチフィルター製作の経緯

半世紀前の日本の水処理業界は、欧米に大きく遅れをとっており、環境保護という概念すら
未発達で、水処理のシステムや機械は欧米からの輸入に頼っていた。欧米からの技術継承ば
かりが注目されていた時代の中、株式会社広洋技研は、欧米の物真似ではなく日本人による
技術、水処理機器の製造を目指して創業した。

砂濾過技術は、世界でも最も伝統的な濾過方式であるが、汚濁物質によるマッドボールと呼
ばれる濾材の固化現象の対応が最も大きな課題であり、砂濾過技術は長年その一線を越えら
れないでいた。それを打破したのが、欧米でも特許を得る製品リーチフィルターである。

砂濾過技術の追求にこだわった理由は、それが世界的に最も一般的で維持管理に高度な技術
を要さない、ユーザーフレンドリーな技術であるからである。

製品のほとんどの部材をステンレス製にしていることも、このこだわりの一端である。ステ
ンレスは鋼材と比べて価格が高く、製造原価に響くものの、錆び易いために数年に一度塗装
が必要となる鋼材に比べて維持管理費がかからない。ここにも、ユーザーが望む技術・製品
の追求の姿勢が現れている。

2.2.3 海外進出の位置づけ

前述したように、株式会社広洋技研の運営方針は、利用者ニーズを追求したものづくりによ
る社会貢献である。この意味において、会社の姿勢としては事業エリアが海外であることに
は特段の抵抗はない。寧ろ、特に途上国においては尚更、ユーザーである上水道サービス提
供者は、最先端の技術ながら高額な製品ではなく、ローテクながら維持管理を含めたライフ
サイクルコストが安価で、かつ維持管理が容易な製品を求めていることから、会社の方針と
して、最先端の自社技術を世界に普及することに積極的に臨んでいる。

企業としては当然に、事業利益を追求する。ただし、インド進出に関しては中長期の視野で
事業展開を考えており、現地法人設立に向けては時間をかけて着実に準備を進めていく見込
みである。この理由として、企業としての利益は、インドでの事業収益だけでなく、インド
におけるリーチフィルターの運用実績やノウハウを日本国内市場の拡大に資することでの、
国内事業への裨益効果との両観点で捉えていることにある。現在、日本国内でのリーチフィ
ルター納入実績は、民間の加工業や公共の排水処理に限られている。この現状を打破するた

め、ODA を通した事業展開を通じてリーチフィルターの実運用実績を積むことで、日本国内の村落部への導入拡大を目指している。

また、インドでの事業展開を着実に実施していく理由として他に、リーチフィルターのような製品の場合はものづくり技術者の育成に時間を要することも挙げられる。リーチフィルターのような機械構造製品の場合、ものづくりには品質管理のルールがあり、この取得には、日本においてすら数年、途上国では尚更、年月を要するため、現地生産体制は簡単に構築できるものではない。このために、現地生産のための人材育成を含めた体制作りから需要に応じて着実に徐々に規模拡大を図っていく。

2.3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献

2.3.1 日本国内地域経済への貢献度の考え方

本調査で提案した、マハラシュトラ州内の MJP 管轄地区での公共水道拡張に向けたリーチフィルターの導入事業が成案した場合、リーチフィルターの製造箇所である株式会社広洋技研新潟事業所が立地する新潟県に、どの程度の経済波及効果が生じるかを、地域間産業連関表を用いて推計する。

ここでは、当面の Badlapur 市の需要量である 2MLD を事業規模として用い、全てを株式会社広洋技研が受注し、リーチフィルターの製造を新潟県内中小企業による生産部材を用いて行うものと仮定した場合の経済波及効果を、参考値として示す。

2.3.2 推計手順

1) 地域別企業数の抽出

2010 年工業統計表より、産業用機械器具製造業の 9 地域別企業数を求めると、以下の通りとなる。

表 2-10 9 地域別産業用機械器具製造企業立地件数

9 地域区分	構成比	企業数
北海道	1.07%	1
東北	9.07%	11
関東	20.25%	24
中部	32.45%	39
近畿	19.50%	24
中国	7.23%	9
四国	3.16%	4
九州	7.20%	9
沖縄	0.06%	0
合計	100.00%	121

出典：2010 年工業統計表より調査団作成

2) 地域別受注期待額の算出

リーチフィルターには浄水規模に応じて各種の型番があるが、最大規模である RFE-2500 型の場合、原水濁度を考慮した際の浄水能力は 2MLD である。この RFE-2500 型の製造原価を 1,600 万円として、Badlapur 市の需要量を勘案すると、生産高は 1 億 6 千万円となる。

これを、上記企業構成比を用いて地域別の受注期待額を求めると、次表の通りとなる。

表 2-11 9 地域別期待受注額

9地域区分	期待受注額(千円)
北海道	1,322
東北	14,545
関東	31,736
中部	51,570
近畿	31,736
中国	11,901
四国	5,289
九州	11,901
沖縄	0
合計	160,000

出典：調査団作成

3) 地域別生産誘発額の算出

53 部門の地域間産業連関表に基づき、投入係数表及び逆行列表を用いて、自地域需要による自地域及び他地域への生産誘発額、及び他地域需要による自地域生産誘発額を算出すると、以下のようになる。なお、生産波及収支は自地域生産誘発額から他地域生産誘発額を引いた値であるため、マイナス表示される場合もあるが、これは共に正の値である自地域と他地域との生産誘発額のうち、どちらが大きいかを示しており、生産波及収支の総数はゼロである。

表 2-12 9 地域別生産誘発額

単位：万円

	生産誘発額				生産波及 収支
	自地域需要による 自地域生産誘発額	自地域需要による 他地域生産誘発額	他地域需要による 自地域生産誘発額		
北海道	224	151	46	73	28
東北	669	527	202	142	-59
関東	3,593	2,430	431	1,163	733
中部	2,966	2,582	953	383	-569
近畿	2,450	1,845	532	605	73
中国	1,571	1,155	419	417	-3
四国	411	302	159	108	-51
九州	1,345	1,130	373	216	-157
沖縄	5	0	0	5	5
計	13,235	10,121	3,114	3,114	0

出典：調査団作成

すなわち、日本国内全体で約 1 億 3 千万円 of 生産誘発効果が、各経済地域圏で上記表の通り配分されることとなる。

2.3.3 新潟県産業振興策との関連性

新潟県は平成 25 年度の産業振興として、付加価値創造型産業への構造転換に向けた施策展開の方針の下、県内企業の海外進出支援や、技術の高度化による中小企業の経営基盤強化のための施策を打ち出している。

浄水装置の公共上水道への普及展開はハードルが高いが、佐藤食品工業株式会社など新潟県に本社を置く大手企業への納品実績、及び本案件の事業化の実績をもって、新潟県産業振興課への県内産業振興の働きかけを行う見込みである。

2.4 想定する事業の仕組み

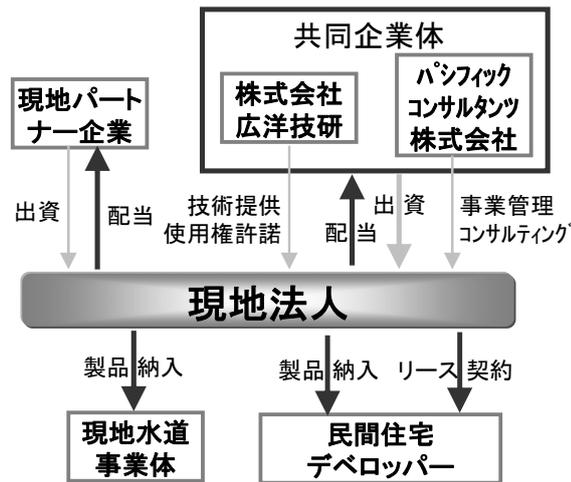
2.4.1 事業計画の概要

最終目標とする事業形態は、リーチフィルターの販路拡大による収益事業である。この最大の理由は、リーチフィルターの特徴である維持管理の簡易性から MJP 等の現地関係者が装置の維持管理・運営を担うことが販売促進の要件として挙げられる点にある。したがって、装置のメンテナンスや補修のサービス、あるいは利用者からの水道料金徴収のような事業内容を収益源としては想定しない。

リーチフィルターの販売に際してのもう一つの要件は、設置や移設の利便性であり、これは、インドの中小都市で生じている急激な人口増加に伴う水処理ニーズの増加に対して、局所的かつ迅速な対応を可能とするリーチフィルターの特徴である。したがって、この特徴を發揮するため、販売形態として、納品先となる事業者への納品の他、大規模浄水場が建設される間の一時的なニーズに対してレンタルによって対応するビジネス形態も考えられる。ただし、レンタルビジネスとしての事業組成には、以下が基本条件として考えられる。

- ・ 現地生産による量産体制の確立
- ・ MJP や民間住宅デベロッパー市場への販路拡大のアクセス確保

将来的には、次図に示すように、リーチフィルターの一部汎用部材の調達と組立てを現地で行う生産と販売促進とを担う現地法人を確立し、MJP のような官側の水道事業体及び民間住宅開発デベロッパーのような民間事業者を営業市場として事業展開することを志向している。現段階では、単純な水処理市場への販売とレンタルビジネスのどちらに注力するかという主体事業を定めることは困難であるが、いずれの事業形態を採るにしても、初期段階として、市場の開拓が絶対条件となる。



出典：調査団作成

図 2-4 将来的な事業運営モデル

市場開拓のための初期段階として、以下の3ステップによる事業拡大を想定している。

i) 民間提案型普及・実証事業による実績獲得と PR

インドではこれまでも小規模浄水装置のニーズは存在し、圧力式等の従来型浄水装置が納品されていたという実態もあるため、砂ろ過方式の浄水装置に対する認知度は低い。したがって、民間提案型普及・実証事業を活用した ODA による公共水道事業での運用実績を獲得し、関係者への PR、認知度向上を図ることが必要である。

ii) MJP 公共水道事業への納品

上記 ODA 事業を足がかりとし、MJP 管轄事業体への納品機会の拡大を図ることが重要である。インドでは上水道事業の入札は一般競争入札が主流であることから、このためには、MJP 本部や州政府組織等、上位機関に対し、ODA 事業による実績に加えて、従来型浄水場建設との費用便益比較等の説明を行い、日本企業による入札参加資格要件の取得を働きかける必要がある。また、下記の民間住宅開発デベロッパー市場の民需に対しても販路拡大を図るには、リーチフィルターに対する認知向上と運用実績の積み重ねが必要条件となる。そのため、当面は、製品供与と維持管理面での技術移転等とを合わせた ODA による実証事業の実施を通して官需に対する展開に注力し、実機を用いた運用実績を基にして、段階的に民需への対応を図る。

iii) 民間住宅開発デベロッパーへの販売

民間デベロッパーには、開発エリアに MJP 等の公共水道が整備される間の短期的な需要が存在する一方で、民間マンションの中には、地下水源を自費設置井戸によって未浄水のまま直接住民に供給している場合もある。したがって、民間市場の獲得には、公共水道への納品によって運用実績と品質の安定性の立証と併せ、運用・維持管理も含め短期間でのライフサイクルコストの面で、民間デベロッパーが自費整備する地下水給水設備等に比べての優位性が求められる。このため、現地生産による製造原価の低減等、現地化の推進による初期費用の改善が求められる。

2.4.2 市場規模

マハラシュトラ州の浄水装置のニーズは、MJP が維持管理する公共水道の拡張という官需と、住宅開発デベロッパーが設置する自社マンション敷地内の浄水設備という民需との大きく2つ存在する。ここでは、双方の市場規模感を概観する。

1) MJP 管轄公共水道の需要

2012年時点でのMJP地方事務所が管轄する所在する都市のうち、10MLD以上の取水量を有する、都市カテゴリー別の人口及び取水量を以下に示す。

表 2-13 MJP 管轄の A クラス都市のセンサス人口及び取水量 (2012 年)

District 名	都市名	2011 年 センサス人口	既存取水源 (MLD)		
			表流水	地下水	合計取水量
Amravati	Achalpur	127,316	0.00	12.40	12.40
Beed	Beed	186,444	23.00	2.00	25.00
Chandrapur	Chandrapur	375,629	51.90	1.00	52.90
Gondia	Gondia	132,992	11.00	0.00	11.00
Jalgaon	Bhusawal	199,262	25.00	0.00	25.00
Jalna	Jalna	329,000	11.00	0.00	11.00
Latur	Latur	346,783	50.00	0.00	50.00
Parbhani	Parbhani	313,263	13.00	0.20	13.20
Satara	Satara	123,447	11.75	0.35	12.10
Solapur	Barshi	121,131	5.60	0.00	5.60
Wardha	Wardha	128,452	18.00	0.00	18.00
Yavatmal	Yavatmal	139,501	25.00	0.00	25.00

出典：調査団作成

表 2-14 MJP 管轄の B クラス都市のセンサス人口及び取水量 (2012 年)

District 名	都市名	2011 年 センサス人口	既存取水源 (MLD)		
			表流水	地下水	合計取水量
Ahmednagar	Shrirampur	95,000	10.00	0.00	10.00
Ahmednagar	Kopargaon	69,843	11.00	0.00	11.00
Akola	Akot	95,771	2.80	0.70	3.50
Amravati	Warud	45,106	2.10	0.00	2.10
Amravati	Anjangaon-Surji	57,200	13.00	0.00	13.00
Aurangabad	Sillod	55,850	3.00	0.00	3.00
Beed	Majalgaon	57,130	12.00	0.00	12.00
Beed	Ambajagai	76,361	12.00	0.25	12.25
Bhandara	Tumsar	45,077	1.00	0.00	1.00
Bhandara	Bhandara	102,000	9.00	0.00	9.00
Buldana	Shegaon	62,229	3.00	0.00	3.00
Buldana	Buldana	70,000	4.90	0.00	4.90
Buldana	Chikhli	56,880	5.50	0.00	5.50
Buldhana	Khamgaon	104,651	6.00	0.00	6.00
Chandrapur	Warora	48,638	1.50	1.00	2.50
Chandrapur	Bhadrawati	64,036	1.07	5.38	6.45
Chandrapur	Ballarpur	95,000	9.60	0.00	9.60
Dhule	Shirpur	75,000	2.71	5.80	8.51
Hingoli	Basmat	70,000	4.00	0.00	4.00
Hingoli	Hingoli	98,735	7.36	0.00	7.36
Jalgaon	Amlaner	125,000	7.00	0.00	7.00
JALGAON	Chalisingaon	109,629	7.00	0.00	7.00
Jalgaon	Chopda	70,000	8.00	0.00	8.00
Jalgaon	Pachora	60,000	6.00	6.00	12.00

Latur	Udgir	114,356	5.00	0.00	5.00
Nanded	Deglur	60,000	6.37	1.00	7.37
Nandurbar	Shahada	63,946	2.49	3.00	5.49
Nandurbar	Nandurbar	109,089	4.00	3.00	7.00
Parbhani	Gangakhed	46,735	1.00	3.00	4.00
Pune	Talegaon	56,025	9.00	0.00	9.00
Pune	Lonavala	55,000	22.64	0.00	22.64
Raigad	Khopoli	72,600	6.00	0.00	6.00
Ratnagiri	Chiplun	53,959	10.50	0.00	10.50
Ratnagiri	Ratnagiri	79,135	15.48	0.02	15.50
Satara	Phaltan	60,000	8.38	0.00	8.38
Satara	Karad	66,269	14.17	0.00	14.17
Solapur	Pandharpur	100,519	17.00	0.00	17.00
Thane	Dahanu	56,000	7.00	0.00	7.00
Vardha	Arvi	43,781	2.80	0.20	3.00
Vardha	Hinganghat	120,030	13.50	0.00	13.50
Washim	Karanja	70,550	4.50	0.00	4.50
Yavatmal	Pusad	77,973	18.00	0.00	18.00

出典：調査団作成

UNFPA (United Nations Population Fund – India) が 2009 年に発行した「District Level Population Projections In Eight Selected States of India 2006-2016」によると、2016 年のマハラシュトラ州各 District の人口増加率は以下のとおりである。

表 2-15 各 District の 2016 年の人口増加率予測値

District 名	2011～2016 年の人口増加率	District 名	2011～2016 年の人口増加率
Ahmadnagar	105%	Nanded	105%
Amaravati	105%	Nandurbar	107%
Aurangabad	109%	Nashik	110%
Beed	104%	Osmanabad	102%
Bhandara	99%	Pabhani	103%
Buldana	104%	Pune	109%
Chandrapur	104%	Raigad	105%
Dhule	103%	Ratnagiri	100%
Gadchiroli	108%	Sangli	103%
Gondia	101%	Satara	101%
Hingoli	104%	Shindhdurg	95%
Jalgaon	102%	Solapur	105%
Jalna	104%	Thane	117%
Kolhapur	103%	Wardha	104%
Latur	106%	Washim	104%
Nagpur	107%	Yavatmal	105%

出典：UNFPA 「District Level Population Projections In Eight Selected States of India 2006-2016」を基に調査団作成

この人口増加率、及び国のサービスレベル・ベンチマーキング指標の給水原単位 135LPCD を用いて、前述の各都市における水需要増加に対する既存取水量の不足分を算出すると、次表のように整理される。なお、既存取水量が 2016 年の水需要量を上回る都市は除外した。

表 2-16 MJP 管轄都市（A クラス及び B クラス）の 2016 年の想定不足水量

都市名	2011 年センサス人口	2016 年予測人口	既存取水量 (MLD)	2016 年予測水需要量	2016 年予測不足水量 (MLD)
Achalpur	127,316	134,118	12.40	21.73	9.33
Beed	186,444	193,837	25.00	31.40	6.40
Chandrapur	375,629	390,132	52.90	63.20	10.30
Gondia	132,992	134,929	11.00	21.86	10.86
Bhusawal	199,262	203,357	25.00	32.94	7.94
Jalna	329,000	343,242	11.00	55.61	44.61
Latur	346,783	367,143	50.00	59.48	9.48
Parbhani	313,263	322,061	13.20	52.17	38.97
Satara	123,447	124,643	12.10	20.19	8.09
Barshi	121,131	126,583	5.60	20.51	14.91
Ambarnath	229,072	266,886	13.00	43.24	30.24
Wardha	128,452	133,346	18.00	21.60	3.60
A クラス都市 2016 年予測不足推量小計					194.73
Shrirampur	95,000	100,118	10.00	16.22	6.22
Kopergaon	69,843	73,605	11.00	11.92	0.92
Akot	95,771	100,991	3.50	16.36	12.86
Warud	45,106	47,516	2.10	7.70	5.60
Sillod	55,850	61,112	3.00	9.90	6.90
Ambajagai	76,361	79,389	12.25	12.86	0.61
Tumsar	45,077	44,449	1.00	7.20	6.20
Bhandara	102,000	100,579	9.00	16.29	7.29
Shegaon	62,229	64,871	3.00	10.51	7.51
Buldana	70,000	72,972	4.90	11.82	6.92
Chikhli	56,880	59,295	5.50	9.61	4.11
Khamgaon	104,651	109,093	6.00	17.67	11.67
Warora	48,638	50,516	2.50	8.18	5.68
Bhadrawati	64,036	66,508	6.45	10.77	4.32
Ballarpur	95,000	98,668	9.60	15.98	6.38
Shirpur	75,000	77,398	8.51	12.54	4.03
Basmat	70,000	73,109	4.00	11.84	7.84
Hingoli	98,735	103,121	7.36	16.71	9.35
Amlaner	125,000	127,569	7.00	20.67	13.67
Chalisgaon	109,629	111,882	7.00	18.12	11.12
Chopda	70,000	71,439	8.00	11.57	3.57
Udgir	114,356	121,070	5.00	19.61	14.61
Deglur	60,000	63,123	7.37	10.23	2.86
Shahada	63,946	68,350	5.49	11.07	5.58
Nandurbar	109,089	116,602	7.00	18.89	11.89
Gangakhed	46,735	48,047	4.00	7.78	3.78
Talegaon	56,025	61,235	9.00	9.92	0.92
Khopoli	72,600	76,477	6.00	12.39	6.39
Phaltan	60,000	60,581	8.38	9.81	1.43
Pandharpur	100,519	105,043	17.00	17.02	0.02
Dahanu	56,000	65,244	7.00	10.57	3.57
Arvi	43,781	45,449	3.00	7.36	4.36
Hinganghat	120,030	124,603	13.50	20.19	6.69
Karanja	70,550	73,589	4.50	11.92	7.42
B クラス都市 2016 年予測不足推量小計					212.29

出典：調査団作成

試算結果から、MJP が管轄する A クラス及び B クラス都市では、2016 年までに合計 407.02MLD の水需要が生じる結果となる。

仮にこの水需要総量のうちの 1 割を、最大処理能力 (2MLD/台) のリーチフィルター (RFE-2500 型) によって賄うと仮定した場合、マハラシュトラ州の MJP 管轄地域全体で 2016 年までに少なくとも 20 台のニーズ量が存在すると考えられる。

2) 住宅開発デベロッパーの需要

MJP Amnernath 事務所の独自調査によると、表 1-8 に示したとおり、2011 年以降の 3 年間で Badlapur 市の東部だけで約 16MLD の新たな水需要が発生している。これらの住宅開発は土地価格が比較的安い上水道インフラの未整備地域で盛んであり、数年後の公共水道拡張を見越して開発されているが、今後、公共水道施設が拡張されていけば、民間市場は縮小傾向になると予測される。そのため、前述の想定事業展開計画では、MJP 事務所管轄地域への製品導入を経て民間市場の開拓を志向することから、民間住宅開発の需要量がそのまま市場規模に転化されることにはならない。しかしながら現在、上水道インフラ未整備エリアで建設済みの一部の民間住宅開発デベロッパーは、MJP から直接約 71.4 円/m³ の価格で購入し、給水車によってマンションの住民に浄水を配給するか、マンション敷地内に井戸を設置して地下水を未浄化のまま直接住民へ供給していることが、現地でのヒアリング調査によって明らかになっている。

前者の MJP から浄水を購入する場合は、リーチフィルターの初期費用及び運用・維持管理コストを合わせた造水単価が、71.4 円/m³ を早期に下回ることが可能であれば、民間デベロッパーの中には、数年後の公共水道の拡張を期待して待つよりリーチフィルターを購入する選択肢を採り得る事業者も存在すると考えられる。一方、後者の井戸を自費設置する場合、マンション住民からの水道料金徴収額は事業者によって様々であるが、MJP の水道料金が利用量が最も少ない利用者に対して 15.3 円/m³ であることを基準に考えると、5 年あるいは 10 年といった長期スパンで捉えた際、リーチフィルターの造水単価がこの水道料金を下回る場合は、公共水道の利用という選択肢を採らず、リーチフィルターを導入する民間事業者が存在する可能性がある。

2.4.3 リーチフィルターの製作コスト

非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

2.4.4 市場における既存浄水方式とのコスト比較

1) MJP が整備運用する浄水場のコスト

MJP Ambernath 事務所は現在、6MLD 及び 5MLD の浄水能力を有する新規浄水場を建設中である。これらの浄水方式は、既存浄水場と同様の急速砂ろ過方式であり、他国同様、インドでも最も一般的な浄水方式である。

Maharashtra 州では、MJP が毎年発表する建設単価が設定されている。急速砂ろ過方式の浄水場の、浄水処理関連設備（ミキサー、フロッキュレーター等）を含む建設単価は、浄水能力 1MLD あたり 569.5 万円となっている。また、人件費についても、浄水場職員も含めたスタッフ人件費が以下のように設定されている。

表 2-17 MJP 浄水場職員人件費単価（2013 年度）

役職	単価 (INR/月)
フィルター技師	31,750
ポンプ技師	31,700
技師補助員	21,800

出典：調査団作成

一般に、MJP 職員の人件費は民間企業の人件費より高い。そのため、MJP Ambernath 事務所では、浄水場関連施設の維持管理作業を民間事業者に外部委託している。これは、イン

ド中央政府による 1995 年の Pay Commission に基づく決定によって、民間委託の促進による公務員数削減が定められたことを契機としている。現在 6MLD の浄水能力を有する Chikhloli 浄水場では、管理技師 1 名、電気技師 4 名、フィルター技師 1 名、技師補助員 4 名、作業員 10 名の合計 20 名の要員による 1 日 3 交代制の 24 時間維持管理体制が執られており、これらの要員は全て地元業者への委託である。毎年、契約更新あるいは新規事業者との契約が行われているが、現在の Chikhloli 浄水場維持管理の委託人件費総額は、MJP Ambernath 事務所へのヒアリングによると 42.5 万円/月である。なお、インドでは近年、高い消費者物価上昇率を記録しており、今後の人件費の上昇は、MJP Ambernath 事務所の大きな懸案の一つになっている。JETRO の公表資料³によると、過去 3 年の消費者物価上昇率はそれぞれ、10.4% (2010 年度)、8.4% (2011 年度)、10.4% (2012 年度) となっている。

2) 浄水設備の運転コスト

MJP Ambernath 事務所が管理する既存 3 浄水場の年間運用維持管理費の内訳は以下のとおりである。

表 2-18 既存 3 浄水場の運用維持管理費内訳

(単位：円)

	Barrage 浄水場 (処理能力 50MLD)	Kharvai 浄水場 (処理能力 18MLD)	Chikhloli 浄水場 (処理能力 6MLD)	合計
原水使用料	17,311,950	7,259,850	1,675,350	26,247,150
薬品使用料	2,670,403	972,825	351,390	3,994,618
電気料金	55,845,000	28,934,000	3,740,000	88,519,000
人件費等諸経費	12,601,080	6,551,460	5,217,300	24,369,840
修繕費	13,528,600	2,235,500	5,695,000	21,459,100

出典：調査団作成

3) リーチフィルターとのコスト比較

浄水能力を 2MLD と設定した場合の、リーチフィルターと急速砂ろ過方式の浄水場との初期費用及び初年度の年間運用維持管理費の比較表を次表に示す。

ここで、リーチフィルターの初期費用は、前述の現地調達による縮減を含めた調達原価に企業の営業利益を加えた販売価格、日本からの海上輸送費、高濁度原水対応のための凝集沈殿槽設置費用、諸経費、通関税、VAT を含めた価格である。ただし、リーチフィルターを設置する際の既設取水設備やポンプ、配管等の設備設置費は、急速砂ろ過方式の浄水場整備の場合と同様と仮定し、初期費用には含めていない。

維持管理費用については、原水使用料は、上記と同様の理由から比較項目から除外している。人件費については、リーチフィルターの場合は、通常 1 日 1 回の動作確認程度であるが、本比較においては、人件費単価 15 万円/月の現地技術者を 1 名常勤させるものと仮定して算出した。一方、既存浄水場の場合は、敷地内に新規浄水場を設置する場合でも管理技師を除く

³ JETRO ホームページ「インド: 基礎的経済指標 (2013 年 12 月現在)」(https://www.jetro.go.jp/world/asia/in/stat_01/)

要員は、既存浄水場と新規浄水場の両方の浄水場の維持管理を同時に担当することはできないため、5MLD 規模の浄水場の場合と同様の要員が必要になると仮定して算出した。ただし、人件費単価については、公務員である MJP 職員と、民間維持管理業者とで大きく異なるため、参考として両者いずれかの人件費を適用する 2 パターンのコスト比較を行った。

これらの仮定を踏まえた、MJP 職員が浄水場の運営維持管理を行う場合の、リーチフィルターと急速砂ろ過方式の浄水場の初年度発生費用を以下に示す。

表 2-19 リーチフィルターと急速砂ろ過方式の浄水場の初年度発生費用比較

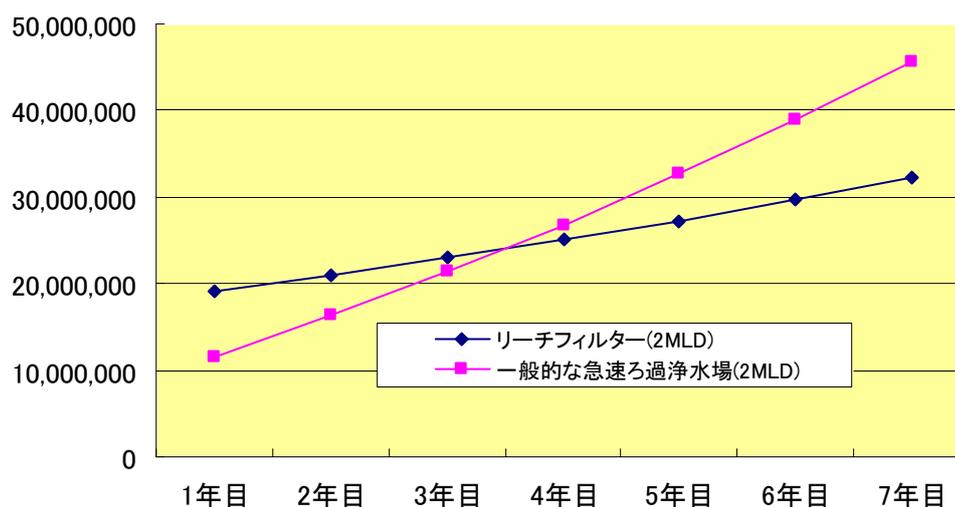
(単位：円)

項目	リーチフィルター (2MLD)	一般的な急速ろ過浄水場 (2MLD)
初期費	29,696,788	12,070,000
維持管理費 (年間)	薬品代	117,130
	電気代	1,835,146
	人件費	5,217,300 (MJP 職員の場合) 2,400,000 (民間委託の場合)
	維持修繕費	385,333
	維持管理費計	7,554,910

出典：調査団作成

この諸費用に基づき、前述のインドにおける消費者物価上昇率を一律 7% と仮定して維持管理費すべての項目に適用して、経年コストに関する比較検討を行った。

以下に、浄水場の運営維持管理を MJP 職員が行った場合の経年コストの比較表を示す。MJP Ambernath 事務所にとっては、4 年目以降から費用対効果の面でのリーチフィルター導入効果が発現される結果となる。

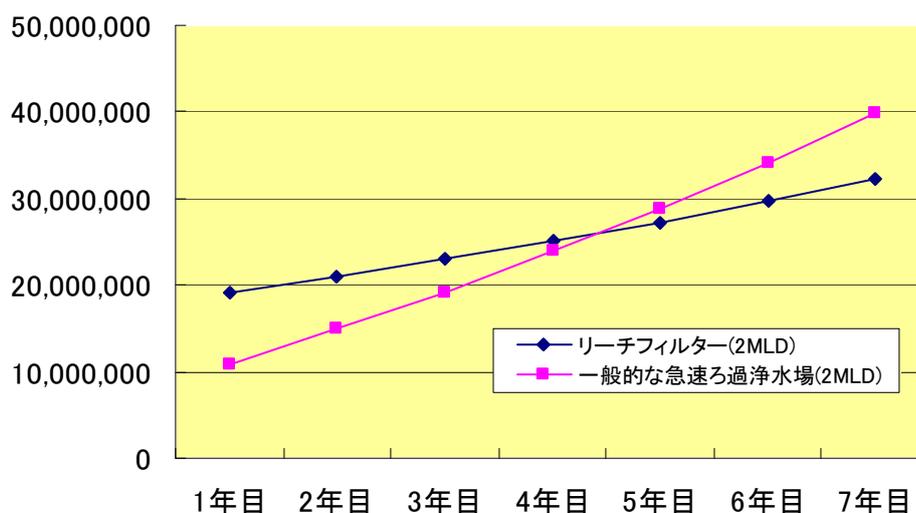


出典：調査団作成

図 2-5 リーチフィルターと一般的な浄水場との経年コスト比較 (MJP 職員人件費適用の場合)

浄水場の運営維持管理を民間委託した場合の経年コストの比較表は次図のとおりで、MJP Ambernath 事務所にとっては、5 年目以降から費用対効果の面でのリーチフィルター導入

効果が発現される結果となる。



出典：調査団作成

図 2-6 リーチフィルターと一般的な浄水場との経年コスト比較（民間委託人件費適用の場合）

2.5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

2.5.1 現地パートナー

リーチフィルターの販売促進事業に際するパートナーとしては、日本からの資機材輸送際の現地荷受人となる現地法人、及びリーチフィルターの MJP 地方事務所管轄の水道事業体の公共市場及び民間住宅デベロッパー市場の両面への販路や関係性を有する現地法人の二者が考えられる。

前者に関しては、在インド日本国大使館資料によると、マハラシュトラ州に進出している工業機械製品取扱関連法人企業は 48 社となっており、輸出入の際の制度慣習に精通した法人企業とパートナー関係を築くことが有益と考えられる。

また、官民の市場への販路を有する現地法人については、リーチフィルターの現地生産体制の確立も見据え、慎重に選定していく必要がある。特に、1 社のみとのパートナー関係を構築することはリスクが大きいと、市場による区分、合弁企業の中での役割による区分、製品の現地生産体制における分業など、役割とともにリスクの分散を図ることが有効である。

2.5.2 普及・販売等に関する具体的なスケジュール

想定する事業は、初期段階として公共水道の拡張に資する事業としての官需市場の獲得に主軸を置き、水質基準値以下の安全な浄水の安定的かつ安価な供給を確実に立証してからの、民需市場も含めた本格的な事業展開を見据えている。そのため、リーチフィルターの運用実績と事業展開計画上の第 1 段階と位置づける、ODA による民間提案型普及・実証事業の実施以降、得られた運用実績を基に、MJP Ambernath 事務所管轄エリア内のその他の地域へ

の拡販、民間住宅開発デベロッパー市場への販路開拓を、現地生産体制の確立と併せて段階的に実施していく。

ここで、民間提案型普及・実証事業の実施後、得られる運用実績を基に現地関係者への信頼性を獲得しながら現地生産体制や営業活動を開始するまで、約2年の準備期間と、その間の活動費用3千万円/年が必要と想定している。前述のリーチフィルターの初期費用に含めている営業利益を勘案すると、2020年度以降に黒字経営に転化させるためには、2020年度までのRFE-2500型の目標販売台数は、官需市場に15台、民需市場に8台の計23台と設定する。

ステージ	実施項目	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
民間提案型普及・実証事業実施段階	実機による運用維持管理費用詳細分析	■						
	浄水能力の立証		■					
	製品PR		■					
	現地パートナー企業調査		■					
	現地法人設立に向けた準備活動		■					
	投資資金の準備		■					
MJP Ambernath事務所への導入促進	現地パートナー企業との合意形成・契約			■				
	現地法人の設立				■			
	MJP本部及び他のMJP地方事務所への営業活動				■			
	現地入札への参加					■		
	現地生産体制の確立					■		
民間住宅開発デベロッパー市場の開拓	Badlapur市内の民間住宅デベロッパーへの営業活動				■			
	現地生産体制におけるコスト縮減方策検討						■	
	レンタルビジネスの実現可能性検討						■	
マハラシュトラ州内他地域への事業展開	代理店等の販売網拡大計画策定						■	
	販路拡大							■

目標販売台数	官需	2	5	8
	民需		3	5

出典：調査団作成

図 2-7 事業展開スケジュール案

2.5.3 事業展開上の課題

1) 官需に対する製品導入の手続き

MJP本部へのヒアリングによると、MJP管轄区域へのリーチフィルターの導入に向けたステップは次のとおりとなる。まず、初期費と維持管理費を含めたコストの精査、および技術的検証結果に基づき、MJPのデータを基に、MJP Board Memberによる検討が行われる。費用と効果が認められれば、次に州内MJP管轄全地域への導入に際しての予算措置がMJP内部委員会にて検討される。

ここで承認が下りれば、その後に州政府のGrant（補助）か、MJP独自予算による購入かが検討されることになる。

なお、MJP では、特定目的による事業に対しては一般の価格競争入札を経ずに物品調達が可能とされている MJP 幹部へのヒアリングによれば、承認が得られた場合は、MJP 管轄事務所の個別の要望に応じた調達ではなく、単年度の予算検討の際に、MJP 管轄全域に対する需要を推定し、ある程度の数量を一括発注となる可能性が高い、とのことであった。

ただし、リーチフィルターの導入が促進されれば、一般競争入札による現地企業との価格競争が求められる調達形態になることも想定される。

そのため、特定目的事業としての条件や制度上の制約を把握する一方で、一般競争入札への参加を見越した現地パートナー企業との連携による現地法人の体制を検討する必要がある。

2) 民需に対する製品価格の設定

調査期間中、マンション建設・販売を手がける民間デベロッパー数社、および上水道関連部材調達や工事を行う業者に対して、民需に対するリーチフィルター販売の可能性に関するヒアリングを行った。結果としては、民間事業者の関心は価格のみであり、特に初期費用に対する抵抗が大きいものであった。マンション敷地内に地下水汲み上げによる井戸施設を整備し、浄水をせずそのまま住民に供給しているような民間デベロッパーには、リーチフィルターの価格が大きな障害であり、販売の可能性は低いが、MJP から直接浄水を高価格で購入し、給水車で住民に配給しているような民間デベロッパーも存在する。民間デベロッパーにはライフサイクルでの価格にも関心があると考えられるため、販売の可能性はある。

ただし、実際の設置に際しては、マンションの立地条件による水源の水量や水質、水源からの距離に応じて取配水系統の設備が異なるため、トータルの販売価格設定が困難である。

民需市場への展開に際しては、民間デベロッパー毎に現状の給水方法と費用の情報を把握した上で、立地条件に基づく価格交渉を行う必要がある。そのため、現地法人を設置する場合には法人内部の営業体制の確立、もしくは現地の販売代理店への委託契約が必要となる。

3) 運用時の非常時対応

MJP 幹部へのヒアリングでは、インドの一般的な浄水場の各設備は、スタッフもしくは委託業者による手動操作で運用されているため、自動制御機能を持つリーチフィルターの運用に対する関心が高かった。一方で、流入原水の水質や装置の不具合、誤作動などの非常事態が発生した場合の対応へも質問が寄せられた。

リーチフィルターの運転は、制御盤による自動運転であり、日常管理はろ材と注入薬品の量が十分かどうかの点検のみである。雨季と乾季の原水濁度変動に対しては、薬品注入量が原水濁度に応じて制御されるプログラムを組み込んでいるため、設置時の設定を手動で変更しない限りは問題は生じない。何らかの誤作動によってプログラムが作動しなくなるような場合は、初期設定のプログラムファイル自体が E-メールで送付し、装置の制御盤内でプログラムの初期化を行うことで対応が可能である。

このような対応は、MJP 職員への研修によって、MJP 職員が担える程度の操作である。ただし、その他、これらの方策では対応できないような非常事態が生じる理由としては、機械自体の不具合が考えられる。これに対しては、リーチフィルターの内部構造や機械制御など

の仕組みを理解する技術者が現地に駐在するような体制が必要となる。このため、日常の維持管理だけでなく、技術に精通する現地スタッフの育成が求められる。

4) 特許の取得

リーチフィルターはインドにおける特許は未取得であり、現在、取得に向けて準備中である。リーチフィルターの構造上の類似品の製造は不可能ではないが、ブラックボックス化された製造技術は特に有していないため、時間経過とともに模造品が製造されていることが懸念される。

2.6 リスクへの対応

2.6.1 資機材輸送時のリスク

本調査で用いたデモ機の海上輸送では、輸送運搬や搬入出の際の応力を想定し、鋼製架台の備え付けを施したものの、濁度計の配管接続部分が損傷する結果となった。

製品納入を主とする事業では、こういった輸送時の器物破損に関しては保険ではカバーできない損害を被ることになる。したがって、どうしても強度が確保できないような部品については現地組立てで迅速に対応できるような製品の改良が必要と考えられる。

2.6.2 ムンバイ港通関手続きの遅延

本調査では、資機材のムンバイ港到着から通関までに約1ヶ月を要し、想定していた実験内容と実施スケジュールの変更が生じた。

2011年に署名された日・インド包括的経済連携協定では、日本とインドの両国間の貿易に関して、鉄工業分野や農林水産分野の一部品目における関税の撤廃や、税関手続きの透明性の確保や簡素化、円滑化が記されているが、インド国の輸入税関は多くの問題を抱えている。

「インドの物流事情に関する調査研究」（2012年、国土交通省国土交通政策研究所（国土交通政策研究第101号））によると、港湾インフラ整備の不足による稼働率超過が原因のリードタイムの長さ、輸出規制や輸送規制の度重なる変更とその情報公開不足、各州独自の法務手続きの存在と、担当税務官による税法の不適切・不明確な解釈、煩雑な手続きとその根拠ない強要、デモによる予測不能な事態の発生、などが挙げられている。

インド日本商工会（JCCII）は、日本企業のインド進出に際してのビジネス環境改善を求め、対インド政府建議書を2009年から毎年提出しており、その中で特に以下の項目が、今回の輸出入に関する建議項目として挙げられているものの、改善の道半ばである。

- ・ インド国内最大の貨物取扱量を誇るムンバイ近郊の Nhava Sheva 港の取扱容量拡大・輻輳解消、通関手続きの簡素化・迅速化
- ・ 輸入時の担当官による関税法の適正な適用及び解釈の統一

本調査での通関手続き遅延の一旦には、上記のような通関実務上の課題に加え、Nhava Sheva 港関連労働者による小規模デモが連日発生したことも挙げられる。

MJP を通してマハラシュトラ州政府に対し、迅速な通関手続きへの支援を依頼したものの、港湾は中央政府の管轄であるため、状況の改善には至らなかった。

したがって、通関には1ヶ月程度かかることを想定し、余裕を持った資機材輸送計画をたてることが現状では唯一の対応策となる。

第3章 現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）

3.1 現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の概要

3.1.1 現地適合性検証活動の目的

1) 現地ニーズ

MJP Ambernath 事務所のニーズは、急激な人口増加に対して即効性のある浄水能力の増強である。現在、全 3 箇所の浄水場は全て、計画浄水量を超過する稼働率で運用しているが、それでも人口増による需要に対して不足しているため、各 ESR の給水区域に応じて 1 日 3 ～12 時間の間欠給水によって対応している。この現状を改善するため、MJP Ambernath 事務所はマハラシュトラ州に対して浄水場の拡張を計画してきており、既に Barrage 浄水場で 6MLD、Kharvai 浄水場で 5MLD の浄水能力を持つ新規浄水施設の建設に着手しており、Chikhloli 浄水場も 6MLD の新規浄水施設建設の計画が存在する。

合計 17MLD の浄水能力の増強は、インド国の計画使用水量原単位である 135L/日を適用すると、単純計算では約 12 万 6 千人分の水量に相当するが、Badlapur 市だけに焦点を当てても 12 年後の 2026 年の人口は、現在の人口約 18 万人から約 20 万人増加して約 38 万人になると推定されており、Ambernath 市と一体で運営管理される上水道システムは飽和状態にある。さらに、英国統治時代の 1923 年建設の Barrage 浄水場、1986 年建設の Kharvai 浄水場ともに老朽化も進んでいるため、現在の計画浄水量を超過する稼働率の低減も必要である。このため、新たな浄水場建設が完工されるまでの一時的な期間、あるいは恒常的に、大型で建設期間も要する浄水施設に代替するコンパクトな浄水設備が求められている。

また、MJP の観点では、コスト面に関して、既存浄水場と同等以下の造水コストという条件が提示されている。インドでは都市の規模に応じて都市カテゴリーが定められており、Badlapur 市は B クラス都市評議会という都市カテゴリーに属する。マハラシュトラ州では、上水道整備に係る事業費については、B クラス都市評議会の場合、8 割は州政府負担、2 割は水道料金徴収を基に賄われる仕組みとなっているため、既存浄水場に比べて造水コストが同等もしくは安価であることが求められる。

MJP Ambernath 事務所が運用する 3 箇所の浄水場での造水コストは、ダムか河川かの取水源に応じて異なるものの、4～7INR/m³ であり、これ以下の維持管理・運用コストが求められる。

2) 現地適合性検証活動の目的

上記のとおり、リーチフィルター導入の狙いが浄水場建設への代替にある点に鑑み、本調査における現地適合性検証活動の目的は以下の 2 点に設定した。

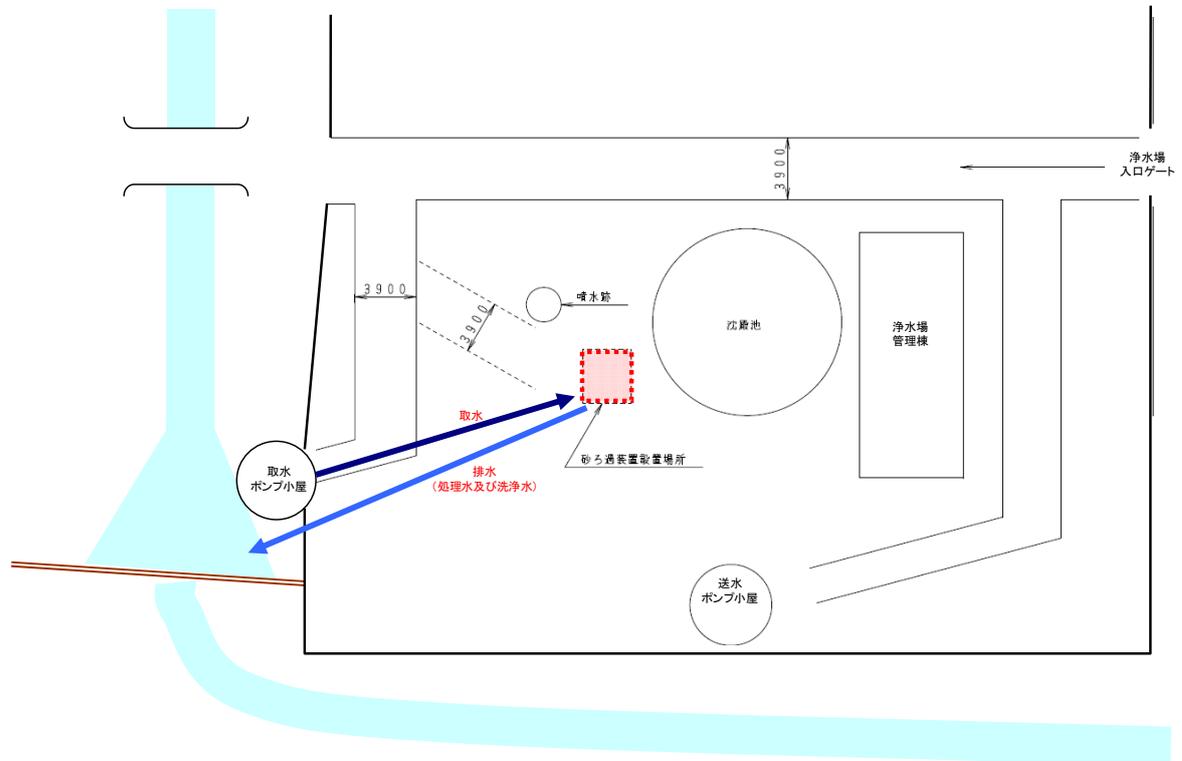
- ① リーチフィルターの既存浄水場と同等以上の浄水能力の発現を証明すること
- ② 一般的な浄水場施設建設とのコスト比較のため、リーチフィルターによるライフサイクルコストを算出すること

3.1.2 サイトの選定

本調査による現地適合性検証活動は、本調査実施期間中の一時的な機器の仮設置であることから、水源からの取水、浄水場から配水池である ESR への送水、ESR から各家庭への配水という一連の上水道システムの中で、既存システムへの影響を回避しつつ、仮設置に伴う必要工事、経費が最小限となる設置サイトを選定することが求められる。そのため、リーチフィルターは、現地と同様の水源が利用でき、施設設置のための土地収用の問題がない、MJP Ambernath 事務所が運営する浄水場内に設置することとした。

MJP Ambernath 事務所が運営する 3 箇所の浄水場のうち、Barrage 浄水場と Kharvai 浄水場は、Ulhas 川から直接取水しており、これらと同じ原水を取水するためには既存導水設備とは異なる新規導水設備を設置するか、既存ポンプ場からの配水工事を要する。他方、Ambernath 市と Badlapur 市の両市の境界に位置する Chikhloli 浄水場は、近傍の Chikhloli ダムを水源としているが、このダムは重力式であり、わずかながらダムの水が流れ出て小河川を形成している。Chikhloli 浄水場は、ダムからの導水管を介した直接取水と同時に、この小河川の溜水池にも取水ポンプを設置して取水しており、この取水ポンプ小屋は浄水場敷地内にある。

これらの条件から、現地適合性検証活動の実施サイトは Chikhloli 浄水場のポンプ小屋近辺に選定した。以下に、Chikhloli 浄水場内のリーチフィルター及びポンプ等の周辺設備配置図を示す。



出典：調査団作成

図 3-1 Chikhloli 浄水場内のリーチフィルター及びポンプ等の周辺設備配置図

なお、主要河川やダムを水源とする場合は、マハラシュトラ州灌漑局に対して取水量に応じて0.45INR/m³の利用料を支払う必要があるが、現地適合性検証活動の実施に際しては浄水後の処理水も全て小河川に還流させることとした。

3.1.3 機器の選定及び現地適合性検証活動用の改良

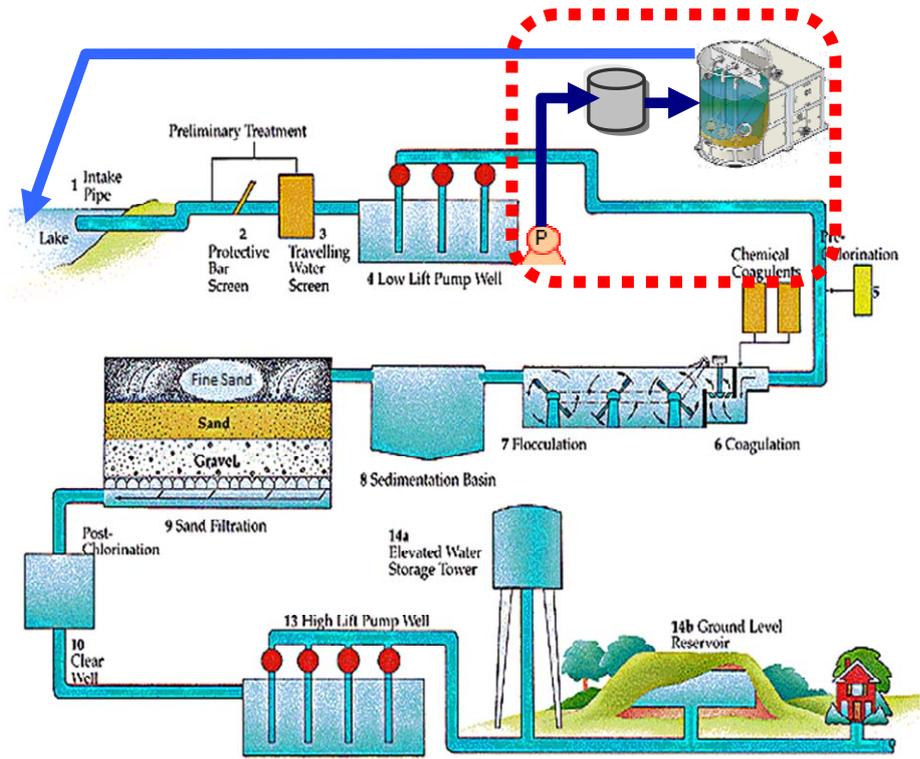
非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

3.1.4 リーチフィルター及び付帯設備の接続構成及び現地調達部材

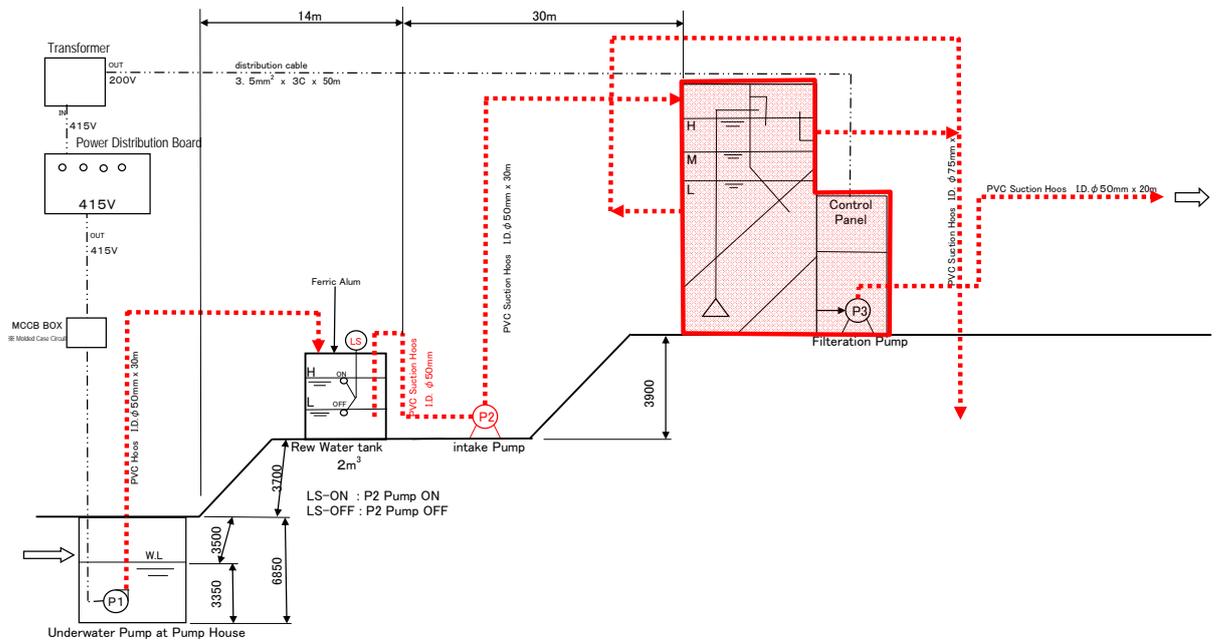
今回の試験では、次図に示すとおり既存浄水場とは独立した取水・配水系統とした。



出典：調査団作成

図 3-2 リーチフィルター及びポンプ等の付帯設備の接続系統図

リーチフィルター及びポンプ等の付帯設備の接続構成図を以下に示す。図中に示す赤線部分はリーチフィルター及び付帯設備と接続系統、黒字部分は地調達部材である。



出典：調査団作成

図 3-3 リーチフィルター及びポンプ等の付帯設備の接続構成図

表 3-1 現地適合性検証活動で用いた現地調達部材

項目及び仕様	台数
水中ポンプ (400V、吐出量/全揚程 : 2.7L/sec/12m)	1 台
水中ポンプ用ホース	30m
ホース接続用継手及びホースバンド	1 式
水中ポンプ用配線材料	1 式
PVC タンク (2m ³)	1 台
PVC パイプ用接着剤 (取水ポンプ吸込み用)	1 個
トランス (400V→200V) 容量 : 40kVA	1 台
水中ポンプ ON-OFF 用ブレーカ	1 台
リーチフィルター用一次側電源ケーブル (4x3.5mm ²)	1 本
採水用ビーカー・バケツ	1 式

出典 : 調査団作成

現地適合性検証活動の実施時期は乾季であり、原水濁度が低い。河川水濁度の主要因には、河床には砂と粘土との中間の粒径をもつ碎屑物であるシルトが考えられ、インドの河川の河床にも堆積していることから、現地のシルトを用いた擬似濁水を作るため、原水の取水ポンプからリーチフィルターまでの間に、現地で採取したシルトを用いた濁質水を人工的に作成し、濁質水の攪拌を行える設備として、2m³のPVC (PolyVinyl Chloride、ポリ塩化ビニル)製のタンクを設置した。

3.1.5 実施スケジュール

現地適合性検証活動のスケジュール策定に際しては、検証項目を以下のとおり設定し、効率的な検証内容の把握方法を検討した。

表 3-2 現地適合性検証活動による検証項目

検証目的	検証項目	データ取得・検証方法
リーチフィルターの処理能力	処理水量	リーチフィルターログデータ
	原水濁度	リーチフィルターログデータ
	処理水濁度	リーチフィルターログデータ
	処理速度	リーチフィルターログデータ
	ろ材洗浄時間と頻度	リーチフィルターログデータ
	原水及び処理水の濁度以外の水質項目	水質検査
処理能力への影響要因	気温・水温	目視による記録
	ろ材	インド製ろ材及び日本製ろ材のデータ比較
維持管理コスト算出	電気使用量	リーチフィルターログデータ

出典 : 調査団作成

これらの検証項目を踏まえ、現地適合性検証活動の実施スケジュールは、以下の考え方に基き設定した。

- ① インド製ろ材を用いた実験期間と、日本製ろ材を用いた実験期間とを同程度の期間確保する
- ② ろ材及び濁度の差異によって適切な処理速度が異なることが想定されるため、処

処理速度を2段階に分けた場合のそれぞれの実験データを取得する（濁度の異なる擬似濁水を流入する際の、処理速度16m/h、及び8m/hの処理速度の場合の処理水濁度及び処理水量の計測）

表 3-3 現地適合性検証活動実施スケジュール

ろ過砂	濁質	ろ過速度 (m/h)	処理水量 (m ³ /h)	2013年12月	2014年1月	2014年2月
インド製ろ材 (現地浄水場使用)	低濁度	8	4	■	■	
	[20NTU以下程度]	16	8		■	
	中・高濁度	8	4	■		
	[50~200NTU程度]	16	8	■		
日本製(0.6mm)	低濁度	8	4			■
	[20NTU以下程度]	16	8			■
	中・高濁度	8	4			■
	[50~200NTU程度]	16	8			■
インド製ろ材 (日本製ろ材と類似仕様)	低濁度	8	4			■
	[20NTU以下程度]	16	8			■
	中・高濁度	8	4			■
	[50~200NTU程度]	16	8			■
作業内容				■	■	■
				試運転	ろ材交換	ろ材交換
						撤収

なお、当初計画では、デモ機の現場設置を11月中旬と見込んでいたが、ムンバイ通関手続きの遅延により現場設置が1ヶ月程度遅れる結果となった。

3.1.6 資機材の輸出入・搬送

1) 輸出入の流れ

現地適合性検証活動では、日本から輸出した資機材を、実験終了後にインドから再輸出することになる。この場合の輸出入の一般的な流れは以下のとおりとなり、計4回の通関手続きを行うことになる。

【輸出時】

日本： 物品及び関連書類の審査、輸出

インド： 物品及び関連書類の審査、関税の算定・支払い、輸入許可証の受領

【再輸出時】

インド： 物品及び関連書類の審査、関税の払戻、再輸出証の発行

日本： 物品及び関連書類の審査、再輸入

通関書類手続きの煩雑さの軽減を目的として設置された多国間の国際条約である「ATA 条約」では、「物品の一時輸入のための通関手帳」（いわゆるATAカルネ）によって、職業用具条約の職業用具、展覧会条約の展示品等、商品見本条約の見本、の3項目に該当する場合の輸出入に際する関税の一時免除と手続きの簡素化が図られる。しかしインドは、本条約の加盟国であるものの、展覧会条約の展示品等以外の項目に関しては適用外としているため、本調査では、通常の輸出入手続きが必要となる。

2) 機材輸出

輸出に際しては、輸出業者、海運業者を指定し、輸出審査時に以下の書類を用意した。

- ・ BL (Bill of Lading) : 海運業者発行

- ・ 原産地証明：輸出業者発行
- ・ 中古証明：輸出業者発行
- ・ Invoice：海運業者発行

書類記入に際し、HS コードが必要になる。これは、多国間貿易の際に物品内容を示すコードであり、基本的には各国共通のナンバーであるが、物品の詳細は各国の税関によって規程されるものである。

リーチフィルターは、HS コード 8421-21「遠心分離機（遠心式脱水機を含む。）並びに液体又は気体のろ過機及び清浄機－液体のろ過機及び清浄機；水のろ過用又は清浄用のもの」に該当する。リーチフィルターには付帯設備として塩素処理装置が設置されているが、多様な機能を併せ持つ装置の場合は主な機能によって判断されるため、例えば類似の HS コード 8419「加熱、調理、ばい焼、蒸留、精留、滅菌、殺菌、蒸気加熱、乾燥、蒸発、凝縮、冷却その他の温度変化による方法により材料を処理する機器（理化学用のものを含み、電気加熱式のもの（第 85.14 項の電気炉及びその他の機器を除く。）であるかないかを問わないものとし、家庭用のものを除く。）並びに瞬間湯沸器及び貯蔵式湯沸器（電気式のものを除く。）」には該当しない。

資機材はリーチフィルター本体の他、付属品とともに、一台のコンテナに収容した。



図 3-4 リーチフィルター及び付属品の輸出時のコンテナ収容状況

3) 機材のインド国輸入

資機材のインド輸入に際しては、IEC コードを所有する機関が荷受人となる必要がある。MJP は IEC コードを保有していないため、今回は MJP Ambernath 事務所の紹介で、上水道関連製品の貿易を行い、MJP Ambernath 事務所への納入実績を有する会社が荷受人となった。

輸入通関のステップは以下のとおりである。

- 1- 船会社による DO 交換及び中古機械証明の検査、証明書発行
- 2- 税関への輸入通関許可申請
- 3- 輸入貨物申告価格評価決定、関税支払い
- 4- 輸入通関許可発行

5- 貨物引取許可発行

4) 機材搬送と設置

資機材は、コンテナ搭載 4t 車によって Nhava Sheva 港から Chikhlori 浄水場まで約 50km を陸送運搬した。その間の搬送路は、舗装はされているものの路面の凹凸や亀裂など、破損状態が激しい為、上下振動による機械への応力負荷がかかったものと推察される。据付時に機材状態を確認したところ、濁度計の据付部分が破損していた。この破損は、新潟港からの海上輸送で生じたものか、Nhava Sheva 港からの陸上輸送時に生じたものかは不明であるが、今後は、製品出荷時に、特にリーチフィルター本体への据付部品の養生状態の確認が必要である。

また、浄水場搬入路は一般道から脇に入る未舗装で勾配もあるため、フォークリフトによって設置箇所まで搬送した。



図 3-5 リーチフィルターの搬送の様子



図 3-6 リーチフィルターの設置後の状況

なお、浄水場搬入路には、大きな樹木や架空電線が存在する。フォークリフトによる移動には障害にはならなかったが、今後、より大きな資機材の搬送時には事前準備が必要である。Maharashtra 州では、大きな樹木の伐採は制限されているため、樹木の手前でのコンテナからの荷卸し作業スペースの確保が必要となる。

3.2 各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の結果

3.2.1 ジャーテストによる注入薬品の選定

1) 目的

現地で主流として使用されている沈降剤である Ferric Alum（ミョウバン）と日本で一般的に使用される PAC（ポリ塩化アルミニウム）の凝集・沈降作用の性能を比較することを目的に、ジャーテストを行った。

併せて、Ferric Alum 及び PAC の現地調達コストも検討し、将来的に RFE で使用することが適切な凝集剤とその注入量を決定することとした。

2) テスト方法

現地適合性検証活動で使用する水質と同様、使用原水は Chikhloli 浄水場のポンプ小屋付近の貯水池水、濁水はシルト状の土を溶解したものを使用した。

濁度を 100NTU に調整し、上澄み液 5L をバケツに採取してサンプル溶液とした。このサンプル溶液に Ferric Alum、PAC 共に微量に段階注入し、十分な攪拌の上で 7 分後の上澄み液を濁度測定対象とした。



図 3-7 ジャーテスト用のサンプル溶液（濁度 100NTU）

なお、Ferric Alum は浄水場で使用している溶解液を、PAC は現地市販品を使用した。

3) テスト結果と考察

(1) PAC の凝集効果

それぞれの注入量と濁度変化の結果を以降に示す。

表 3-4 Ferric Alum の注入量と濁度変化

注入量[m1]	濁度[NTU]
0	99.0
+0.15	63.0
+0.15	57.0
+0.30	19.8
+0.40	7.8

出典：調査団作成

表 3-5 PAC の注入量と濁度変化

注入量[ml]	濁度[NTU]
0	107
+0.30	76
+0.30	76
+0.30	67
+0.30	78
+0.60	68
+0.70	76

出典：調査団作成



図 3-8 Ferric Alum0.25ml(50ppm)注入後のサンプル溶液（濁度 76NTU）

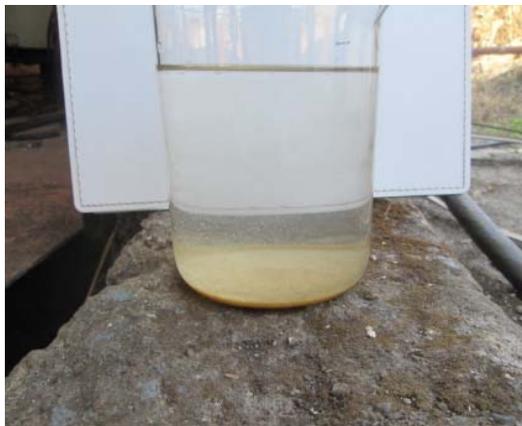


図 3-9 PAC0.1ml(20ppm)注入後のサンプル溶液（濁度 7.8NTU）

上記のとおり、注入量に応じた効果に明らかな差異が認められた。

使用している ALUM は 1~18 [kg/Cake]の固形物を 1600L の水で溶解したものを、1[ppm]で処理水に注入していることから、最低でも 50[ppm]以上の注入率が必要だと推測される。今回のジャーテストでは Ferric Alum の凝集・沈降は殆ど確認できなかったが、実際の浄水場では沈降助剤等を使用し、さらに反応時間を長く設定し、沈降処理していると考えられる。結果的に ALUM の場合は薬品使用量が増え、反応時間も長く、助剤等のコストも加算されることになる。

(2) PAC のコスト

それぞれの薬品注入量を、Ferric Alum の場合はその効果発現に最低限必要と推測される 50ppm、PAC の場合はジャーテストによって効果が発現した 20ppm と仮定して、それぞれの単価によるコスト比較を行った。

表 3-6 Ferric Alum と PAC のコスト比較

	単価[INR/kg]	使用量[g]	価格[INR/m ³]
PAC	18.5	40	0.00028
ALUM	8	100	0.00043

出典：調査団作成

この結果、PAC は Ferric Alum に比べて約 35%の経費節減効果もあることが判明した。

以上のことから、PAC は Ferric Alum に比べ、性能及びコストの両面で格段に優れていることが判明したため、現地適合性検証では、注入凝集剤の差異による処理能力の効果比較は行うまでもなく、PAC を採用することとした。

3.2.2 試験結果

1) 異なるろ材による試験の実施

事業の現地化の観点からは、可能な限り設備や資機材の現地調達が望ましい。今回の試験では、浄水処理の要諦となるろ材の珪砂について、日本国内で運用されている日本製ろ材（粒径 0.6mm、均等係数 1.4）の他、現地浄水場で用いられているろ材、及び日本製ろ材と類似の粒径及び均等係数の現地製品の 3 種類のろ材を用いることで、処理能力の差異を確認することとした。

以下に、試験で使用したろ材を示す。

表 3-7 試験で使用したろ材

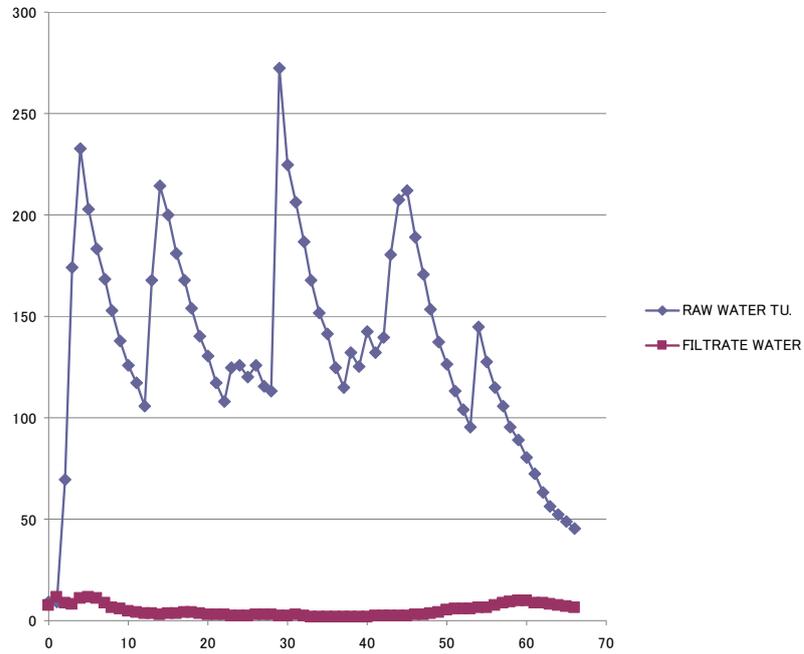
	日本製ろ材	現地浄水場で使用されているろ材	日本製ろ材と仕様が類似するインド製ろ材
粒径	0.6mm	0.65~0.75mm	0.6mm
均等係数	1.4	不明 (目視では粒径の大きい珪砂の混合が確認される)	1.5
粒径写真			

出典：調査団作成

2) 処理能力比較

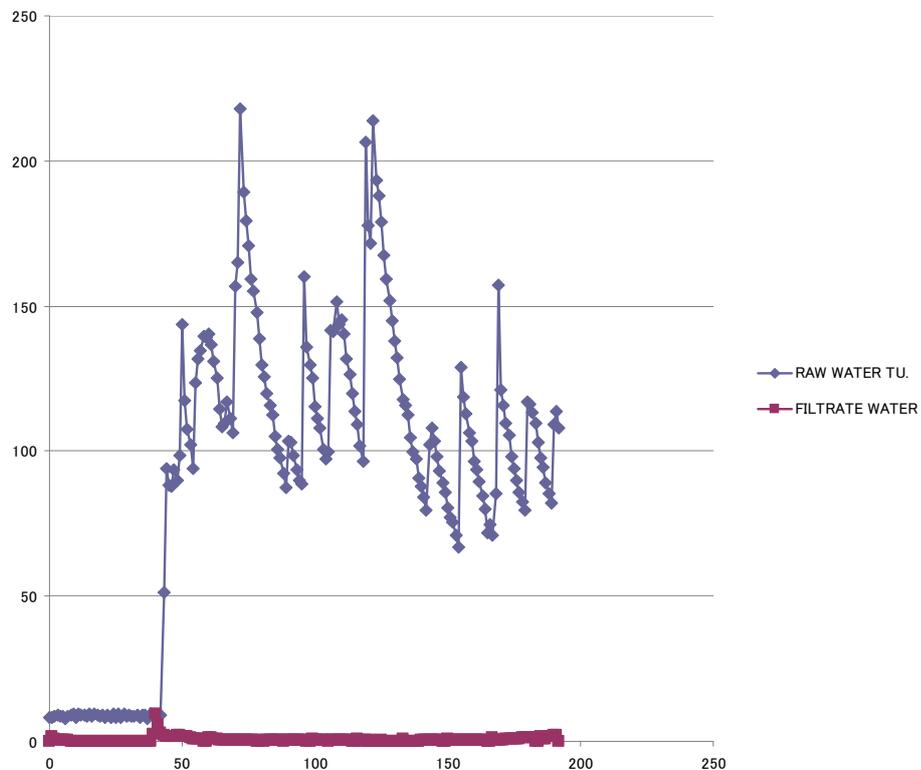
(1) 現地浄水場で使用されているろ材を用いた試験結果

処理速度の違いに応じた原水濁度と処理水濁度のグラフを以下に示す。



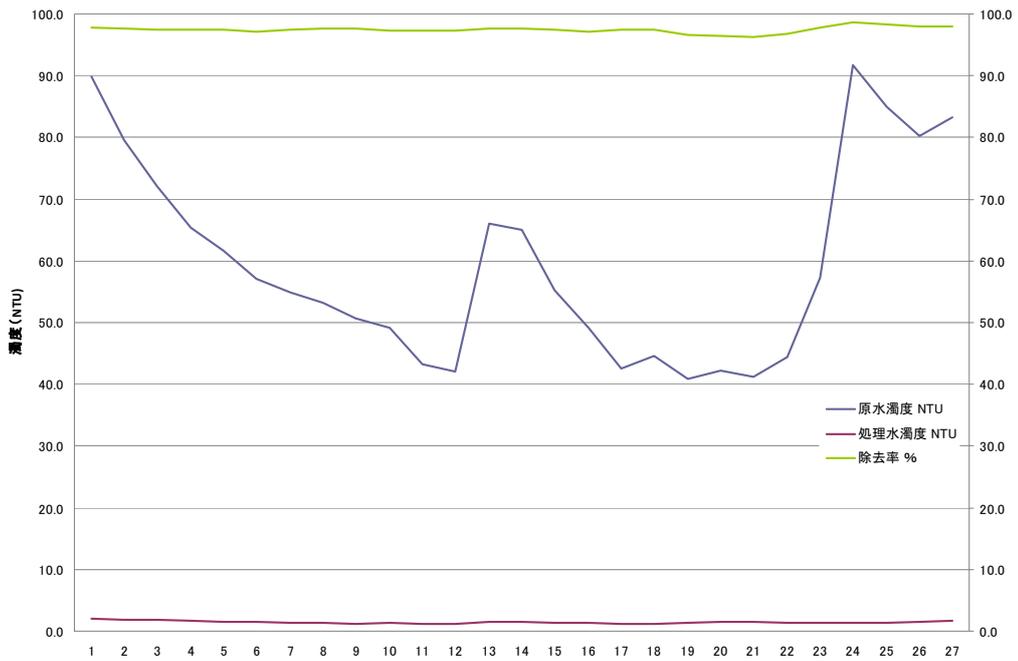
出典：調査団作成

図 3-10 高濁度原水に対する処理水濁度（処理速度 16m/h）



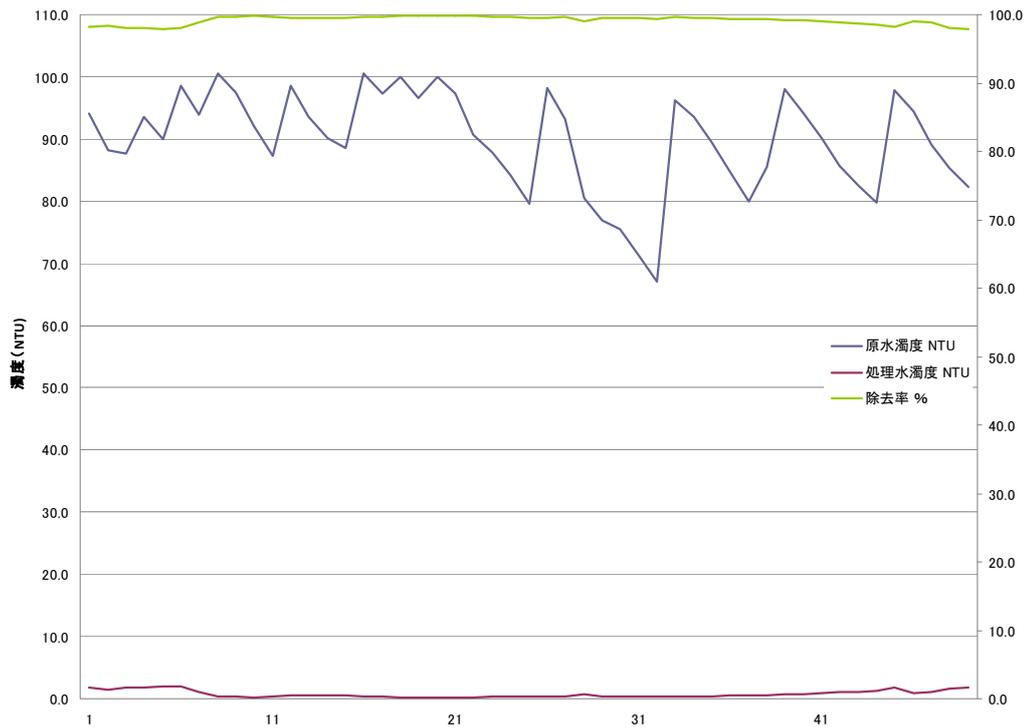
出典：調査団作成

図 3-11 高濁度原水に対する処理水濁度（処理速度 8m/h）



出典：調査団作成

図 3-12 中濁度原水に対する処理水濁度 (処理速度 16m/h)



出典：調査団作成

図 3-13 中濁度原水に対する処理水濁度 (処理速度 8m/h)

濁度が 100NTU を超えるレベルの高濁度原水に対して、処理速度 8m/h の場合は、処理水濁度はほとんどが 1NTU 以下に納まっているが、処理速度 16m/h の場合は、処理水濁度が 1~3NTU の範囲で高下し、現地水質基準値である 2NTU を超える結果が記録された。

また、濁度が 50～100NTU 程度の中濁度原水に対しても、処理速度 8m/h の場合は、ほぼ 0 に近い数値を示し SS の除去率も高い数値を記録したものの、処理速度 16m/h の場合は、時間帯によっては 2NTU を超える処理水濁度も検出される結果となった。

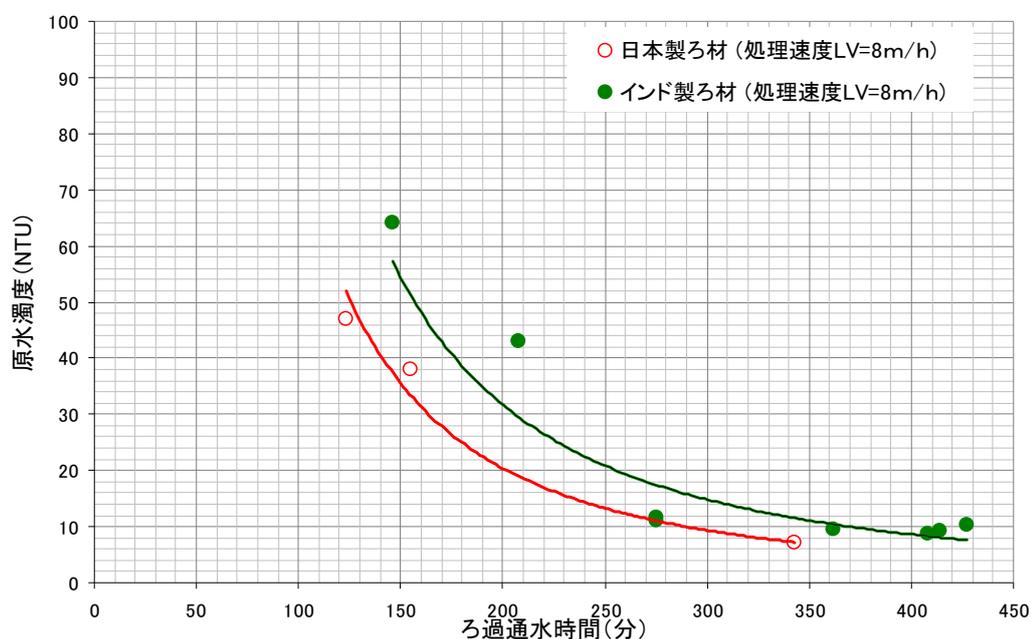
これらの現象の理由として、SS がろ過水へ流出してしまうブレイクスルー現象が生じたことが挙げられる。これは、処理速度が高いと原水がろ材を通過する際の吸引力が高いため、SS がろ過層内部まで入り込む深層ろ過となり、ろ過層内部に捕捉されていた SS をろ層が保持できなくなり濁水が通過してしまう現象である。処理速度が低い場合は、原水がろ材を通過する際の吸引力が低いため、ろ材を通過する手前である程度の SS が捕捉され、比較的低い処理水濁度を計測した。

以上の結果から、現地浄水場で使用されているろ材はリーチフィルターのろ材として不適であると結論づけされた。

(2) 仕様が類似する日本製ろ材とインド製ろ材を用いた試験結果比較

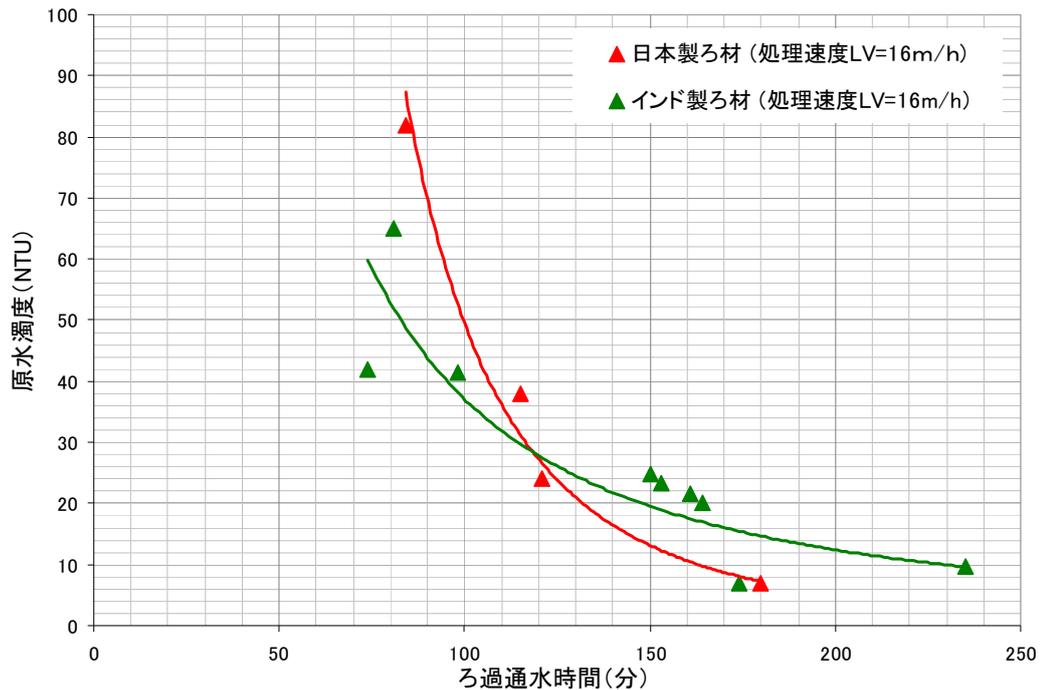
粒径が同じ 0.6mm で、均等係数がそれぞれ 1.4、1.5 と異なる日本製およびインド製のろ材を用いた実験では、ブレイクスルー現象の発生回数がともに少なく、処理水濁度がほぼ 0 を記録し、長い通水時間の結果が得られた。通水時間が長いと、洗浄回数頻度が低いため、日浄水量が洗浄時間分だけ多くなるため、好ましい結果といえる。

以下に、日本製ろ材とインド製ろ材の実験結果比較グラフを示す。



出典：調査団作成

図 3-14 日本製ろ材とインド製ろ材の実験結果比較 (処理速度 8m/h)



出典：調査団作成

図 3-15 日本製ろ材とインド製ろ材の実験結果比較 (処理速度 16m/h)

実験では、処理速度 16m/h で原水濁度が 30NTU 以上の場合以外は、インド製ろ材が日本製ろ材より優れている結果が得られた。

ろ材の規格には、粒径や均等係数の他、粒度分布等の様々な仕様項目がある。砂ろ過の性能は、均等係数が小さいほど高くなるため、実験結果の要因としては、粒度分布や、ろ材一粒一粒の突起形状の差異などが考えられる。ただし、今回の実験で現地調達したインド製ろ材の製品仕様には粒度分布の記載がなく不明であるため、今後、要因の検討が必要である。

概ね優れた結果を示したインド製ろ材であるが、処理速度 16m/h の濁度約 30NTU 以上の場合では、ろ過通水時間が比較的短い。現地では、できる限り多くの浄水量の確保がニーズであるため、前処理として凝集沈殿を行う貯水槽を設けることで、リーチフィルターへの流入原水の濁度を 10NTU 程度まで下げて処理することが実用的と考えられる。

(3) 通水時間に関する理論値と実験結果との差異に関する考察

上記の日本製ろ材とインド製ろ材の実験結果の比較から、実際の導入に際しては、現地調達によるインド製ろ材の使用が望ましいことが判明した。

しかしながら、日本で実際に導入されているリーチフィルターの通水時間は、流入原水濁度によるものの、概ね 10 時間を越え、洗浄回数は 1 日 1 回程度で済むことが実証されている。今回の実験結果では、どちらのろ材を使用した場合でも、通水時間は、最大でも 7 時間であり、理論上の通水時間と比べて短い結果であった。この理由として、実験で人工的に作成した擬似濁水の濁度と SS (Suspended Solid: 懸濁物質) との関係が、

日本の河川との比較において異なっていたことが挙げられる。

実験では、現地のシルトを用いて懸濁質を生成し、PVC タンク内で原水と混合させることで人工的に擬似濁水を作った。この懸濁質の生成の際、粒径の大きな砂も混合され、リーチフィルター内の砂層で捕捉されたと考えられる。

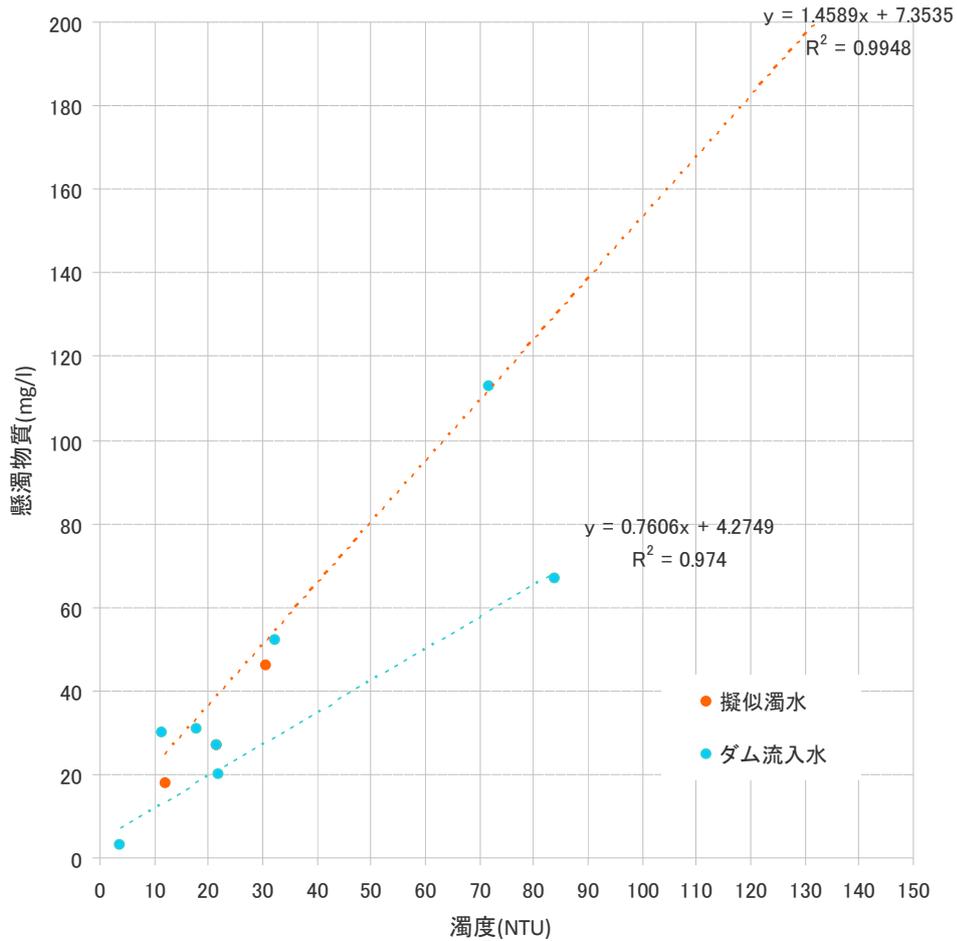


図 3-16 擬似濁水生成の様子



図 3-17 擬似濁水に含まれていたと推察される粒径の大きい砂質

原水であるダム流入水および擬似濁水の、懸濁物質と濁度の差異を求めるため、実験中にそれぞれを採水し水質分析を行った。得られた懸濁物質と濁度との関係図は次図に示すとおりであり、自然状態であるダム流入水に比べ、擬似濁水が、同一濁度での懸濁物質質量が多いことが判明した。



出典：調査団作成

図 3-18 実験で人工的に作成した擬似濁水と自然原水との濁物物質量の比較

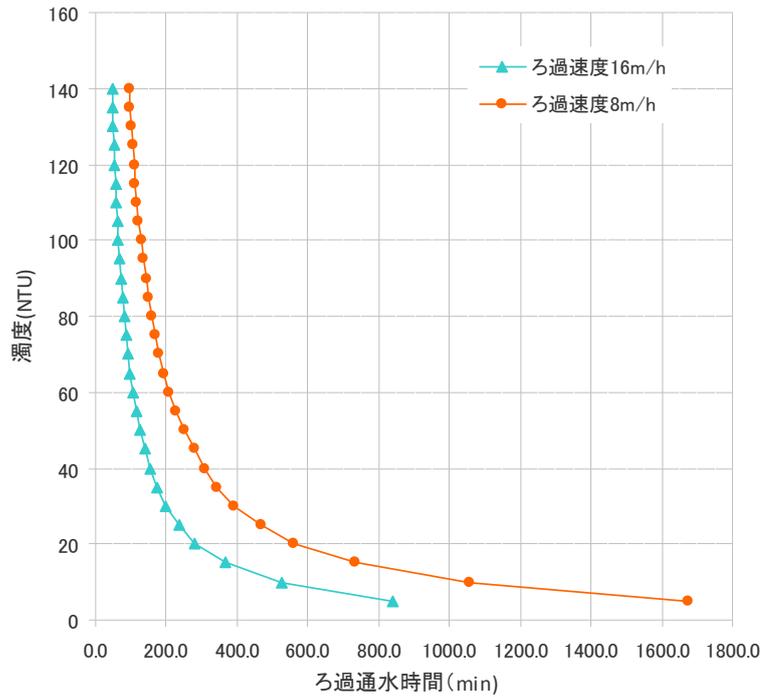
砂ろ過の仕組みでは、その性能は、原水濁度ではなく SS の捕捉量によって決定される。従って、実験結果の通水時間は、リーチフィルターの理論上の通水時間よりも短い結果となっていたと推察される。

(4) インド製ろ材を用いた場合の処理量の考察

一般的に、濁度と SS の関係は相関性が高いと言われているが、それぞれの相関性は河川に応じて異なる（参考：国土技術政策総合研究所研究資料「河川における浮遊物質質量 (SS) と濁度の関係(1)濁水の実態調査における関係」平成 22 年）。また、測定の容易さから、浄水場では一般的に懸濁物質ではなく濁度が、処理の程度を示す指標として用いられている。

そこで、実験結果、濁度と懸濁物質との水質分析結果、および Chikhloli 浄水場の 2013 年の毎日の濁度計測データを基に、Chikhloli 浄水場にリーチフィルターを設置した場合の、濁度に応じた推定処理量を算出した。

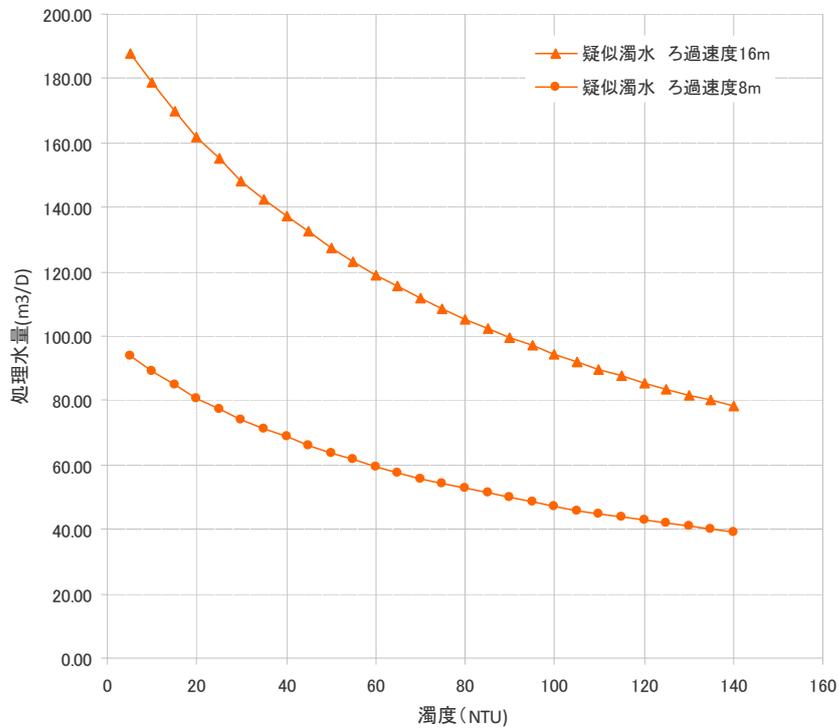
まず、人工の擬似濁水による通水時間の結果に対し、濁度と懸濁物質との水質分析結果を用いた補正を行い、濁度に応じた通水時間を算出した。次図にその結果を示す。



出典：調査団作成

図 3-19 実験結果を懸濁物質量を用いて補正した濁度とろ過通水時間の関係

この結果を用いて、補正後の濁度に応じた処理水量の関係図を求めた。以下にその結果を示す。

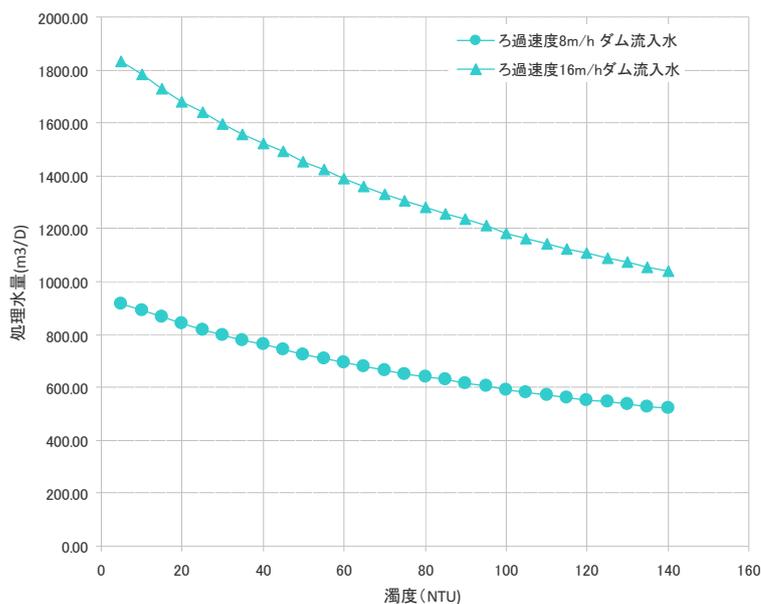


出典：調査団作成

図 3-20 実験結果を懸濁物質量を用いて補正した濁度と処理水量の関係

次に、最大規模である RFE-2500 型のリーチフィルターの濁度と処理水量の関係を求め

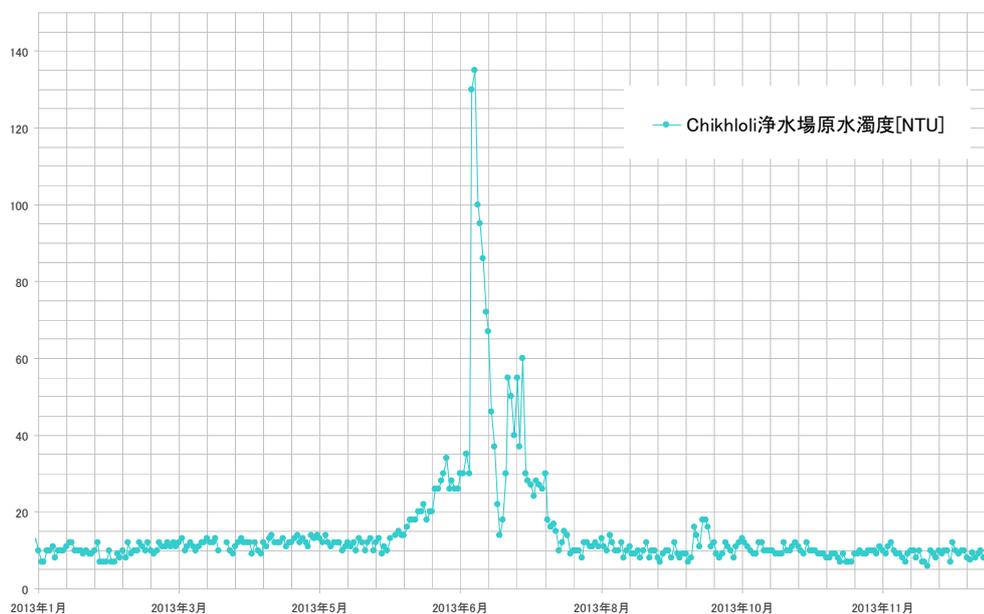
た。下図にその結果を示す。



出典：調査団作成

図 3-21 RFE-2500 による原水濁度と処理水量の関係

以下に示す Chikhloli 浄水場で計測している 2013 年の濁度データを用いて、RFE-2500 型のリーチフィルターを Chikhloli 浄水場に設置した場合の年間処理水量を推定した。



出典：調査団作成

図 3-22 Chikhloli 浄水場の原水濁度データ

結果、Chikhloli 浄水場に RFE-2500 型リーチフィルターを設置した場合、最大処理量を可能とする処理速度 16m/h で運転した場合の年間総処理水量は 649,420m³/年、一日平均では 1,779m³/日となる。

3.2.3 水質分析結果

1) 水質基準値

インド国の水質基準は以下のとおりであり、Chikhholi 浄水場もこの基準値に準じて運用されている。

表 3-8 インド水質基準

項目	単位	基準値	許容限界値	※日本水質基準
濁度	NTU	1	10	2度以下
色度	—	5	25	5度以下
味覚・匂い	—			異常でないこと
pH	—	7.0~8.5	6.5以上9.2以下	5.8以上8.6以下
総溶解性物質	mg/l	500	2,000	500mg/l以下
総硬度	mg/l	200	600	300mg/l以下
塩化物	mg/l	200	1,000	200mg/l以下
硫酸塩	mg/l	200	400	200mg/l以下
フッ素化合物	mg/l	1.0	1.5	0.8mg/l以下
硝酸塩	mg/l	45	45	10mg/l以下
カルシウム	mg/l	75	200	300mg/l以下
マグネシウム	mg/l	<30	150	300mg/l以下
鉄	mg/l	0.1	0.1	0.3mg/l以下
マンガン	mg/l	0.05	0.5	0.05mg/l以下
銅	mg/l	0.05	1.5	1.0mg/l以下
アルミニウム	mg/l	0.03	0.2	0.2mg/l以下
アルカリ度	mg/l	200	600	—
残留塩化物	mg/l	0.2	1.0以下	1mg/l以下
亜鉛	mg/l	5.0	15.0	1.0mg/l以下
フェノール化合物	mg/l	0.001	0.002	0.005mg/l以下
陰イオン界面活性剤	mg/l	0.2	1.0	0.2mg/l以下
鉱油（ノルヘキ）	mg/l	0.01	0.03	—
ヒ素+C2C26:D28	mg/l	0.01	0.05	0.01mg/l以下
カドミウム	mg/l	0.01	0.01	0.003mg/l以下
クロム	mg/l	0.05	0.05	0.05mg/l以下
シアン化物	mg/l	0.05	0.05	0.01mg/l以下
鉛	mg/l	0.05	0.05	0.05mg/l以下

2) 水質分析結果

実験に用いた原水、およびリーチフィルターによる処理水の水質分析を実施した。水質検査は、MJPが日常で利用している州政府の検査機関である District Public Health Laboratory, Thane に依頼し、通常 MJP が依頼している項目を検査した。結果は次表に示すとおりで、原水自体も濁度を除き基準値以下であるが、処理水はアルカリ度を除き、各分析項目において改善された値であった。

表 3-9 実験時の処理水の水質分析結果

項目	単位	インド水質基準値	原水	実験処理水
濁度	NTU	1	8.73	0.59
味覚・匂い	—		無し	無し
pH	—	7.0~8.5	7.01	7.21
総硬度	mg/l	200	72	72
塩化物	mg/l	200	12.0	10.0
硝酸塩	mg/l	200	0.155	0.035
フッ素化合物	mg/l	1.0	0.228	0.216
鉄	mg/l	0.1	0.073	0.000
アルカリ度	mg/l	200	84	88

3.3 採算性の検討

3.3.1 採算性検討の考え方

2章では、MJP が管轄する公共水道サービスエリアをリーチフィルターの導入先と想定し、リーチフィルターと一般的な浄水場建設のコスト比較によって、官需に対する市場性の検討を行ったが、ここでは、民間マンション開発デベロッパーに納品する場合を想定し、現地の浄水調達環境とリーチフィルターとのコスト比較によって民需の市場性を検討することで、提案企業にとっての事業採算性を検討する。

前述のとおり、Badlapur 市では、公共水道未整備エリアでの民間マンション建設が進行しており、これらの住民は、民間デベロッパーが MJP から直接約 71.4 円/m³ で購入し給水車で配給している浄水を利用するか、民間デベロッパーがマンション敷地内に設置する井戸から未浄水処理の地下水を利用するかの方法で、飲料水を含む生活用水を得ている。

そこで、実験結果を用いて想定されるリーチフィルターの維持管理費用をベースにして、リーチフィルターの初期費用も含めた造水単価が、給水車による MJP からの購入価格 71.4 円/m³ を早期に下回るか、MJP の最低水道料金である 15.3 円/m³ を長期スパンで下回るかどうかを、民間デベロッパー市場での事業採算性の検討基準に設定する。

ただし、リーチフィルターの造水単価は、マンション住民数である利用者規模に応じた製品種類の初期費用が様々である他、地下水や表流水までの取水位置とリーチフィルター設置箇所までの距離や利用原水の水質などの原水利用環境に応じた付帯設備の価格設定も異なるため、詳細な検討は困難である。

そこで、事業採算性検討に際しての目安として、民間デベロッパーによる現状の 2通りの飲料水供給方法それぞれに対し、最大処理能力の RFE-2500 型、および最小処理能力の RFE-300 型のリーチフィルターをそれぞれ販売する場合の、合計 4 パターンのコスト比較を行った。

3.3.2 リーチフィルターの初期費用の設定

RFE-2500 型の初期費用は、2 章で示したとおり、企業の営業利益や諸税等を加味した 29,696,788 円とする。RFE-300 型の初期費用は、RFE-2500 型と同様の考え方と算出方法を用い、13,200,000 円とする。

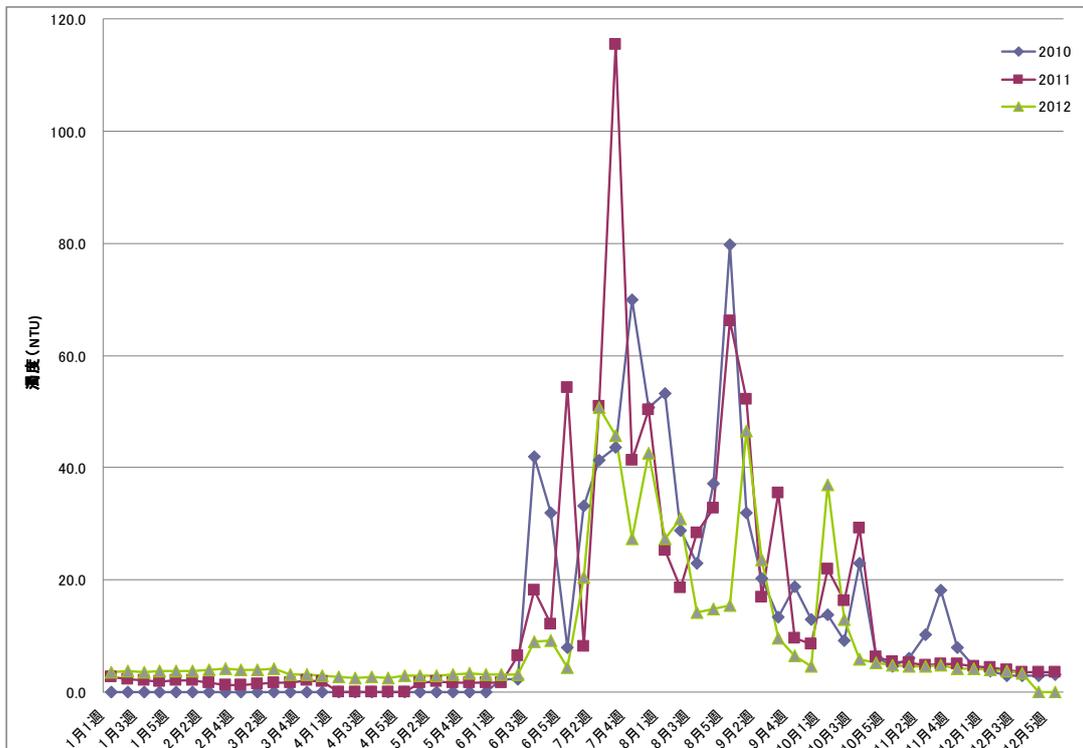
3.3.3 維持管理費の試算

1) RFE-2500 型の維持管理費

(1) 薬品代

実験サイトである Chikhlori 浄水場の原水は近隣のダムの貯水であるため、年間を通じて濁度変動が少ない。ただし、実運用に際しては、主要取水源である Ulhas 川の原水濁度への対応も求められることになる。そこで、Chikhlori 浄水場の原水であるダム貯留水より濁度の高い Ulhas 川から取水している Barrage 浄水場の、2010 年から 3 年の原水濁度の各週の平均データを算定し、対応する原水濁度の範囲に応じて、雨季も含めた通年の薬品注入量を基に運用コストを算出することとした。

以下に Ulhas 川の過去 3 年の原水濁度データを示す。ここに示すとおり、各年の天候に応じて幾分の際はあつるものの、例年 6 月から 10 月にかけての雨季に、50NTU を超える濁度を記録している。



出典：調査団作成

図 3-23 Ulhas 川の原水濁度データ (2010 年～2012 年)

前述のとおり、ジャーテストの段階で、使用薬品は対応能力と経済性の両面で PAC が優

れていることが判明したため、ここでは PAC を用いた場合の年間使用料を算出した。
得られた実験データから、原水濁度範囲に応じた適切な PAC 注入量は以下のように設定された。

表 3-10 原水濁度範囲に応じた PAC 注入設定量

原水濁度 (NTU)	処理水濁度 (NTU)	ろ過速度 (m/h)	原水流入量 (m ³ /h)	PAC注入量 (mg/L)	PAC使用量 (L/日)	PAC費用 (INR/月)
0～10	2以下	16	7.9	10	18.96	9100.8
10～20	2以下	16	7.9	15	28.44	13651.2
20～40	2以下	16	7.4	20	35.52	17049.6
40～100	2以下	16	7.4	30	53.28	25574.4
60～100	2以下	8	3.8	30	27.36	13132.8

出典：調査団作成

上記を用いると、過去 3 年の Ulhas 川の平均原水濁度に対応する年間 PAC 注入総量は 14.82t と計算される。PAC の単価は 18.5INR/kg であることから、年間薬品代は 466,089 円と試算される。

(2) 電気代

現地の電気料金は、各地域の接続配線状況によって差異があり、電気代単価は Chikhloli 浄水場が属するエリアで 5.78INR/kW、Kharvai 浄水場が属するエリアで 5.58INR/kW となっている。計算に際しては、便宜的に Chikhloli 浄水場が属するエリアの単価 5.78INR/kW を用いて、RFE-2500 型の年間電気代を算出する。

リーチフィルターの運転に伴う主な電気部品は、洗浄及び配水用に内部設置されている揚水ポンプ、および制御盤である。実験中の、リーチフィルター本体部分の洗浄時間を含む運転時の時間平均電気使用量は 1.65kW/h と算出された。ただし、RFE-2500 型リーチフィルターの場合は、RFE-300 型と比べ、サイズと能力の大きな揚水ポンプを使用する。揚水時の配管圧力損失をゼロと仮定すると、RFE-2500 型に取り付ける揚水ポンプの、洗浄時間を含む運転時の時間平均電気使用量は 7.05kW/h と算出される。また、RFE-2500 型が最大の浄水処理量を確保するためには、揚水ポンプは、洗浄および浄水の配水のために 24 時間運転することになる。

したがって、RFE-2500 型の年間電気使用総量は 61,753kWh、年間電気代は 606,785 円と算出される。

(3) 人件費

前述のとおり、リーチフィルターの運用作業は、日常の稼動状況確認程度である。また、ろ材の交換は通常 5 年に 1 回の頻度であり、作業員 2 名で 1 時間の作業時間であることから、実際に MJP が運用維持管理を行う場合は、既存浄水場のスタッフによる対応で十分であると判断される。

ただし、現地へのリーチフィルターの導入に際して、当面は、非常事態への応急処置等も勘案し、専属の常勤スタッフ 1 名を配置することが現実的である。この要員は、現地雇用で対応することを想定しているが、人件費は便宜的に 150,000 円/月とし、年間

1,800,000 円の人件費を仮定する。

(4) メンテナンス費

この項目には、RFE-2500 型に必要なろ材（珪砂粒径 0.6mm、均等係数 1.5）5m³ のろ材の調達費用を計上する。

実験結果から、現地製造品のろ材の性能、浄水効果が証明された。5m³ のろ材の製品の現地調達価格は、製品単価 14,000INR/m³、および製造生産工場が立地するグジャラート州からの輸送コスト 1,000INR/往復を踏まえ、71,000INR となる。通常 5 年に 1 度の交換頻度を考慮すると、RFE-2500 型の年間ろ材費は、24,140 円と算出される。

(5) 年間運用維持管理費の試算結果

以上を踏まえ、RFE-2500 型のリーチフィルターの、1 年間の運用維持管理費は、以下に示すとおり合計 2,897,014 円と試算され、造水単価は 4.46 円/m³ となる。

表 3-11 リーチフィルターの年間運用維持管理費試算結果

項目	年間費用(円)
薬品代(PAC)	466,089
電気代	606,785
人件費	1,800,000
メンテナンス費(5年間隔でのろ材交換費用)	24,140
合計	2,897,014

出典：調査団作成

2) RFE-300 型の維持管理費

RFE-300 型に関する維持管理費用項目のうち、RFE-2500 型の水処理量に比例して年間費用が削減される項目は、薬品代およびメンテナンス費である。その他、電気代については、実験で得られたデータを用いて算出される。人件費に関しては、前述のとおりリーチフィルターの運用作業は、日常の稼動状況確認程度であること、RFE-300 型の民需市場への導入の時点では既に RFE-2500 型が数台導入済みと考えられるため、追加的な要員は不要とし、人件費はゼロとする。

以上を踏まえた RFE-300 型のリーチフィルターの、1 年間の運用維持管理費は、以下に示すとおり合計 200,676 円と試算され、造水単価は 3.05 円/m³ となる。

表 3-12 リーチフィルターの年間運用維持管理費試算結果

項目	年間費用(円)
薬品代(PAC)	55,931
電気代	142,025
人件費	0
メンテナンス費(5年間隔でのろ材交換費用)	2,720
合計	200,676

出典：調査団作成

3.3.4 事業採算性の検討結果

1) 民需に対する採算性の試算結果

公共水道未整備エリアに建設されるマンションの現状の飲料水供給方法である、自費設置井戸による未浄水処理地下水の供給、および MJP からの浄水購入と給水車による配給、のそれぞれに対し、最大処理能力の RFE-2500 型、および最小処理能力の RFE-300 型のリーチフィルターをそれぞれ販売する場合について、民間デベロッパーにとって何年後にリーチフィルター導入のコストメリットが生じるかを以下に整理した。

表 3-13 民間デベロッパー側のリーチフィルター導入のコストメリット発現年数試算結果

比較項目	RFE-2500 型	RFE-300 型
処理水量 (m ³ /日)	1,779	180
初期費 (円)	29,696,788	13,177,721
年維持管理費 (円)	2,897,014	200,676
造水単価 (円/m ³)	4.46	3.05
給水車による MJP からの購入単価 71.4 円/m ³ と造水単価の差額による余剰金額 (円/年)	43,465,505	4,490,304
最低水準の公共水道料金 15.3 円/m ³ と造水単価の差額による余剰金額 (円/年)	7,037,812	804,534
給水車による MJP からの購入からリーチフィルター導入に切り替える場合の、初期費用回収にかかる年数 (年)	0.68	2.93
公共水道を利用せずにリーチフィルターを導入する場合の、初期費用回収にかかる年数 (年)	4.22	16.38

出典：調査団作成

2) 市場規模を踏まえた事業採算性

試算結果から、処理能力が大きいほど短期にコストメリットが生じることがわかるが、給水車による MJP からの購入からリーチフィルター導入に切り替える場合、RFE-300 型でも、公共水道の計画申請から整備に少なくとも要する 3 年以内に初期費用が回収されると試算されていることから、給水車によって MJP から浄水を購入しているような民間デベロッパーを民需市場展開のターゲットとして設定することが効果的と考えられる。リーチフィルターの型式別の浄水供給人口は、RFE-300 で約 1,300 人であるが、Badlapur 市東部の過去 3 年の建設マンションだけでも 2,000 人規模以上のマンションを建設した民間デベロッパーが 16 社存在する。このような中規模マンションの市場性は高いと考えられる。

また、公共水道利用とリーチフィルター導入との比較では、RFE-2500 型の導入の場合は 4 年を経過したあたりに損益分岐が生じる結果となった。民間デベロッパーにとっては、公共水道料金よりも安価な水を提供するという付加価値によって販売戸数が増加する、あるいは住民からの水道料金徴収からの収益が出る時点で初めてコストメリットが生じるため、現実的には 5 年以上の長期間での収益性に関する検証が必要となる。ただし、約 13,000 人分の浄水供給を賄う RFE-2500 型に対し、Badlapur 市東部の過去 3 年のマンション開発の中で単独でこの供給量に匹敵する規模のマンションを建設した民間デベロッパーは 3 社存在する。公共水道とはいえ現状で 1 日 3～8 時間の間欠給水となっている MJP の水道サービスに比べ、安定的かつ十分な量の浄水を供給できることは、複数世代の家族のための大規模マンションを販売する民間デベロッパーにとって大きな魅力と捉えられることから、確かな市

場が存在すると考えられる。

第 2 章で記したとおり、事業採算性の確保のためには、2020 年までに RFE-2500 型で少なくとも 23 台の導入が実現される必要があると想定しているが、これは官需と民需を合わせた目標導入台数であり、また、Badlapur 市に限らずマハラシュトラ州全域を市場領域として捉えた場合の目標納入台数である。官需の市場規模として、MJP が管轄する A クラス及び B クラス都市の 2016 年までの水需要量合計 407.02MLD、民需の市場規模として、Badlapur 市の東部だけで 2011 年以降の 3 年間の新規需要約 16MLD、さらにムンバイ郊外の都市化が著しく進展している現状から、十分な市場性が存在することを踏まえると、事業採算性の確保は見込めるものと判断される。

第4章 ODA 案件化によるインドにおける開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

4.1 提案製品・技術と開発課題の整合性

4.1.1 現地の開発課題

第1章で記したように、Badlapur 及び Ambernath の両市における上水道分野の喫緊の開発課題は、既存供給エリア内の需要増と、民間開発地区の未供給エリアの需要増の2つの需要増への対応のため、浄水場の能力増加である。大半の既存上水道設備は英国統治下の時代に建設されたものが多く、浄水場や配管ネットワーク等の更新、改修のニーズも依然として大きい。Badlapur の Barrage 浄水場も 1923 年に建設された歴史の古い施設であり、近年の急激な人口増加に対応するためにはシステムの大幅な増強を必要としているが、都市型上水道システムの増強には、取水源の確保のためにマハラシュトラ州灌漑局からの許可が必要である他、中央政府及び州政府からの資金援助も要するために、予算確保の確実性ととも、その申請、承認手続きに時間がかかる、といった課題がある。そのため、都市型上水道システム増強の州政府への申請が許可されてから建設工事が完了するまでの一定期間を対象に、需要が高いエリアへの一時的かつ迅速な浄水能力の増強を図りたいというニーズが存在する。

また、公共水道が整備された後も、同様な地域はいたる所に存在することから、新規浄水場建設などが一定期間経過後に完工した時点で、同様な課題を抱える別の地域に浄水装置を移設できることは、効率、効果の両面で有益である。従って、他地域への移動や設置が容易なコンパクトでパッケージ型の浄水装置が求められる。

4.1.2 現地ニーズに適合する水処理装置の要件

MJP Ambernath 事務所が抱える開発課題に応じた水処理装置への要件を機能、経済性、維持管理、浄水能力の4つの観点で整理すると、下表のとおりとなる。

表 4-1 調査対象地域が求める水処理装置の要件

観点	要件
機能面	○システムがシンプルで耐久性がある ○コンパクトで移設可能な装置である ○パッケージ化され現地工事への依存が少なく、長期に亘り品質が安定する
経済面	○維持管理費用が持続可能である ○初期投資費用が妥当である
維持管理面	○運転が容易であり、原則として熟練の技能を必要としない ○メンテナンスが容易であり、頻繁に特殊な技能を必要としない
浄水能力面	○高濁度な水源に対応できる ○濁度の急激な変動に対応できる

特に、既存浄水場と同じ原水濁度に対応できる程度の処理能力、既存浄水場の MJP 職員等が維持管理を担当できる、といった点を重視し、オーバースペックにならないよう、初期投資や維持管理のコスト面を重視した装置が求められる。

4.2 ODA 案件化を通じた製品・技術等のインドでの適用・活用・普及による開発効果

4.2.1 リーチフィルターの特徴に応じた開発効果

上記に整理した水処理装置の要件は、一般的に開発途上国が抱える中小規模都市の浄水能力増強といった開発課題に対し、以下の効果を有すると考えられる。

- ・ 装置の簡易な運用と維持管理は、開発途上国が抱える技術力不足という課題を補うことができるため、被援助国側による製品の運用・維持管理を促進することができる。
- ・ 少ない維持管理コストは、高い漏水率や NRW 率、安価な水道料金設定によって健全な上水道事業運営が困難な事業者にとって有益である。

さらに、インドの場合は、急激な人口増加に伴う一時的かつ迅速な浄水能力の増強という課題がある。民間住宅開発のトレンドは、土地価格や地理的環境に応じて常に変遷するため、エリアによって急激なスピードで水需要の増減に大きな変化が生じることが想定される。

これに対し、リーチフィルターは従来型の圧力式浄水装置等と比べてもよりコンパクトでパッケージ型の浄水装置であるという特徴を有することから、設置だけでなく、水需要の地域分布の変化に対応するために移設も容易に実施できることから、人口急増に対応する中小都市のインフラ整備という課題を抱えるインドの開発課題に十分対応が可能である。

4.2.2 リーチフィルターの導入に伴う開発効果

1) 上水道インフラ整備の観点における開発効果

リーチフィルターは、一時的かつ迅速な浄水能力の増強を目的として設置される。水供給インフラのシステム全体の中では、浄水処理は給配水の一部に過ぎないが、処理された水の十分な量の確保は、我が国の対インド事業展開計画（2011年6月）における開発課題「都市環境の保全・改善」の一部であり、ミレニアム開発目標でもある安全な水へのアクセス率向上といった直接的な裨益効果だけではなく、以下のような副次効果も有する。

- ・ 十分な水量の確保に伴い、送配水管の圧力が高まる。この結果、間欠給水等で空隙が生じる配水管内への地下水の逆流の軽減が期待される。管圧の低下に伴う汚染地下水等の流入は、都市型上水道施設の利用者の健康被害という悪影響を及ぼすことから、システム全体の安全な上水供給の実現に寄与する効果がある。
- ・ 主要河川やダム等の水源の近傍に立地される大規模な都市型浄水場施設と比較して、リーチフィルターは設置場所の自由度が高い。このため、汚染地下水源や生活用水による汚染表流水の影響を受けない小規模河川等の未利用水源の有効活用に寄与する。

2) 国及び州政府の開発目標達成の観点での開発効果

第1章に述べたように、インドの中でも特にマハラシュトラ州は24時間連続給水の実現を目標に掲げ、中小都市の上水道インフラ整備に注力している。24時間連続給水の実現は、

都市開発省が推進するサービスレベル・ベンチマーキングの一指標であるが、連続給水実現のためには、漏水対策だけでは不十分であり、十分な水資源量と浄水量の確保、適切な料金設定による事業運営の健全化と施設の維持修繕、といった課題への対応も不可欠であることから、上水道事業の包括的なサービスの向上に寄与する取組みといえる。

このように、24 時間連続給水の実現に向けた対策は多様でかつどれも重要であるが、その実現の前提条件は、給配水量の十分な確保である。このことから、迅速な対応として一時的に、かつ地域の居住人口に応じて移設可能なリーチフィルターの導入は、増大する都市人口に対してインフラ施設の絶対量が不足しているインドの中小都市にとって大きな開発効果が期待されると考えられる。

4.3 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

従業員数 20 数名の中小企業にとって、国内市場の縮小傾向が続く水処理製造業界での新たな市場開拓は、人的資源、資金の面で困難が大きい。そのため、新しい市場への参入の足がかりとなる ODA 案件の実施は、当該企業の健全な事業運営の観点から効果が高い。

特に、技術に特化した専門家集団であることから、市場開拓に向けた営業活動や販路開拓の経験やノウハウに乏しいため、ODA を活用した事業の実施によって、現地政府関係者との関係構築や装置の実運用に伴う公共用途としての実績が獲得できることは、大きなメリットとなる。

今般、リーチフィルターは佐藤食品工業株式会社のような大手食品加工場等、民間市場への導入実績を拡大しつつあるものの、国内民間市場でも、当初は導入のきっかけが掴めず時間を要した。きっかけが獲得できれば、実運用実績を通して製品の機能や能力に対する認知度や信頼度が増し、同じ施主から、追加発注や圧力式浄水装置などの既存類似製品との交換など、新たなビジネスチャンスが広がっていくことを実感している。

本来、リーチフィルターは利用者のニーズに応えることを意図して設計された製品であるため、導入される市場はインドにとどまらず、同様な開発課題を抱える国、地域にも広まっていくことを期待するが、そのためにも、現地生産など新たな技術課題にチャレンジしつつ、まずは海外事業展開の母体となるインドでの現地法人の事業基盤を確立させたい。そのためにも、ODA を活用した事業の実施は、今後の事業拡大を目指す上での必須事項である。

第5章 ODA 案件化の具体的提案

5.1 ODA 案件概要

5.1.1 活用可能な ODA スキームとしての民間提案型普及・実証事業

MJP が管轄している本調査対象地の Badlapur 市では、公共水道の能力拡大と併せ、住宅開発デベロッパーのマンションへの浄水供給という民需も存在する。しかしながら、民需市場への参入には、MJP 内部でのリーチフィルターの技術的機能と効果および費用面での検証結果に基づく導入許可を得ることが必要である。そのため、乾季と雨季の年間を通した実験による浄水効果とコスト算出データの取得が可能な、民間提案型普及・実証事業の実施が望まれる。

また併せて、民間提案型普及・実証事業の実施中に、リーチフィルターの運転操作、点検、メンテナンスなどに関して、将来のリーチフィルターの維持管理・運営となる MJP 職員に対する人材育成や技術移転の並行実施が望ましい。リーチフィルターの常時点検作業は、1 日 1 回のチェックで十分であるが、一時的な設置後の他の場所への移設や不具合対応の必要性を考慮すると、原水の水質への適正な薬注量や注入ピッチの設定、不具合要因の検証と対策の考え方など、リーチフィルターの技術的理論の把握に基づく適正管理が行われることが重要である。

5.1.2 民間提案型普及・実証事業の計画モデルの概要

1) 計画モデルの背景

Badlapur 市および Ambernath 市の両市に上水供給する MJP Ambernath 事務所の上水道インフラは、近年のマンション開発を主な要因とする人口急増にともなう水需要量の急増に対し後れをとっている状況であり、特に、既存 3 箇所の浄水場が計画浄水能力を大幅に上回る負荷率で稼働している。2011 年によろやく、州政府に対する浄水施設、配水施設、配管網の拡張計画が承認され、現在は Barrage 浄水場、及び Kharvai 浄水場の敷地周辺に新規浄水場が建設中であり、Chikhlooli 浄水場でも現在の浄水能力を倍増させる 6MLD の新規浄水場建設計画が進行中である。

しかし、2011 年に承認された現在進行中の拡張計画の計画緒元は、2001 年のセンサス人口データに基づく需要予測、国全体のサービスレベル・ベンチマーキングが設定される以前の段階の数値を採用している。給水原単位などの基礎指標は変わらないものの、局所的、地域的な大規模マンション開発などの状況変化が、給配水系統の全体に影響を及ぼす結果となっている。

よろやく承認が下りた拡張計画は現在進行中であるため、計画当時からの状況変化に対する追加的対策には予算措置が困難であるが、MJP Ambernath 事務所による上水道事業の運営状況は、高い漏水率と低い水道料金設定を主要因として不健全であり、新たな整備事業は州政府の補助に頼らざるを得ない。そのため MJP Ambernath 事務所は、Badlapur 市東部の

マンション開発と需要増の実態を独自調査し、計画との乖離を MJP 本部に説明してきたものの、追加的対策の予算獲得には至っていない。

このような状況を踏まえ、MJP Ambernath 事務所から、現在整備中の施設の利用見込みと現地ニーズに基づき、現在整備中の拡張計画を補助する内容となる既存の 3 浄水場における小規模浄水装置の活用案が提示された。以降に、民間提案型普及・実証事業の候補として検討した、既存浄水場の能力増強に着目した計画モデルを整理する。

2) 計画モデルの概要

具体の計画モデルは以下に整理するとおり、3 箇所、RFE-2500 型の規模のリーチフィルター合計 4 台以上の需要に対応する。

表 5-1 民間提案型普及・実証事業の計画モデル概要

観点	ニーズ量	特徴	水源及び配管
A) Chikhloli 浄水場の 浄水能力 増強	【喫緊のニーズ:2MLD】 RFE-2500 型 1 台 【将来ニーズ:6MLD】 RFE-2500 型計 3 台	<ul style="list-style-type: none"> 既存送水管から分岐接続されている村落地域が対象 既存配管とは別に配水管を新設し、独立で配水 ODAによる設置後も、予測される需要増に対する追加設置ニーズが存在 	<ul style="list-style-type: none"> 既存浄水場の水源、ポンプ等既存施設を利用 ただし村落への給水管は MJP による新設
B) Kharvai 浄水場の 負荷軽減	【喫緊のニーズ:4MLD】 RFE-2500 型 2 台 【将来ニーズ:6MLD】 RFE-2500 型計 3 台	<ul style="list-style-type: none"> 配水網未整備の浄水場近傍エリアへの単独給水 増設する近隣 ESR 敷地内への追加設置ニーズも存在 	<ul style="list-style-type: none"> Kharvai 浄水敷地内に建設中の新規浄水場への取水管から分岐取水
C) Barrage 浄水場へ の一時的 設置と移 設	【喫緊のニーズ:2MLD】 RFE-2500 型 1 台 【将来ニーズ:6MLD】 RFE-2500 型計 3 台	<ul style="list-style-type: none"> 新規浄水場の建設が完了するまで一時的に設置し、下流の市街地の住民への供給量を応急的かつ迅速に確保 新規浄水場が建設後は、孤立したマンション開発区域専用の浄水装置として、ESR 敷地内に移設 	<ul style="list-style-type: none"> 一時的設置の間は Barrage 浄水場からの分岐取水 ESR への移設後は Ulhas 川からの独立取水

出典：調査団作成

5.2 具体的な協力内容及び開発効果

5.2.1 具体実施内容

1) Chikhloli 浄水場の増強

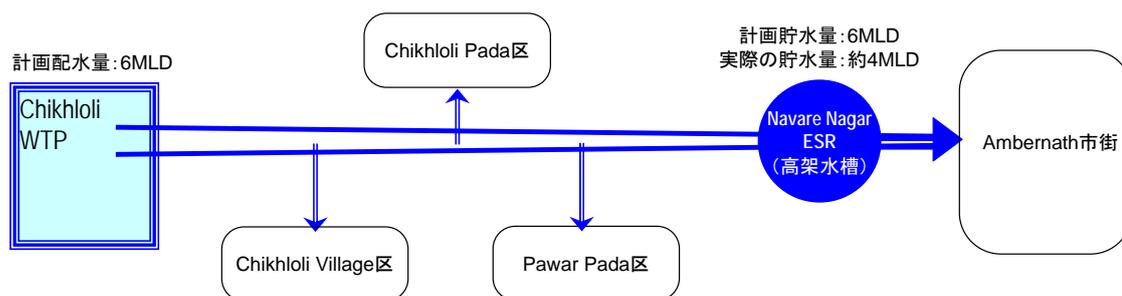
(1) 計画の背景

Chikhloli 浄水場は Badlapur 市と Ambernath 市に挟まれたエリアに位置し、近傍の Chikololi ダムから取水している Chikhloli 浄水場は、6MLD の処理能力を超過して運用されている。これは、Chikhloli 浄水場近辺の 3 地区、及びその背後の Ambernath 市域の給水人口が近年増加していることが原因となっている。Chikhloli 浄水場近辺の 3 地区には、現在 ESR への送水管から分岐接続する形で給水されている。

このため、本来は Chikhloli 浄水場からの浄水は Ambernath 市に位置する貯水量 6ML の

Navare Nagar ESR に送水される計画であったが、その間の分岐接続によって、ESR には計画貯水量を 2ML 下回る 4ML しか配水されていない。

分岐配水されている地区も人口増加が進行しているため、市の中心エリアの給水を担う下流の高架水槽の不十分な水量という課題が、今後さらに懸念される。MJP はこの現状を深刻に捉えており、上記計画モデルの実現に備えて、独立配管系統用の送水ポンプを新規調達、設置まで行っている。そのため、本件が実現された場合は、リーチフィルター本体と一部周辺配管接続機器のみの調達で実施できる状況である。



出典：調査団作成

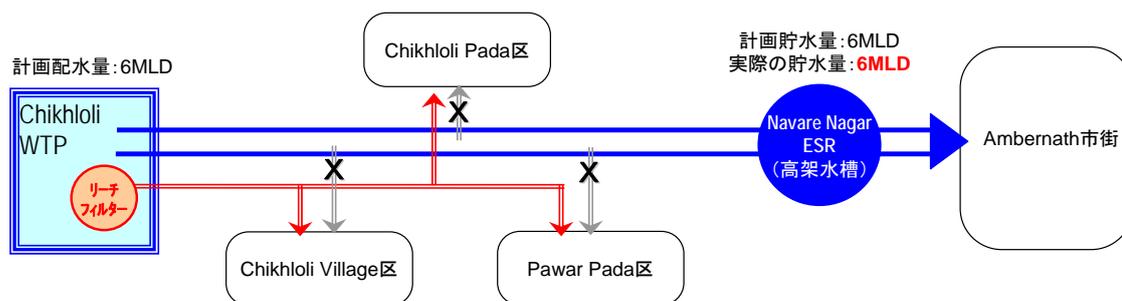
図 5-1 Chikhlori 浄水場からの既存配水系統

現在、2018 年を目標に浄水能力 5MLD の浄水場新設が計画中であるが、MJP Ambarnath 事務所は、リーチフィルターと新規浄水場の建設及び維持管理のライフサイクルコスト比較でリーチフィルターの優位性が認められ、仮に ODA によるリーチフィルターの設置が実現されれば、計画を取りやめ、当面の需要をリーチフィルターによって賄う見込みである。

なお、現在、近傍の Chikololi ダムの貯留水約 230 万 m³ の一部が飲料用水源としてマハラシュトラ州灌漑局に認められているが、本調査実施中に、ダムの貯水容量拡大計画の承認が下り、利用可能な水源が十分に確保される見込みとなった。したがって、早期の浄水能力の増強が待たれる状況である。

(2) 計画モデル

以下に、リーチフィルターが設置された場合の概念モデルを示す。リーチフィルターによって、ESR までの分岐接続を分断し、計画通りの 6ML を Navare Nagar ESR に配水することが可能となる。また、リーチフィルターの設置箇所は、本調査でデモ機を設置した場所と同様のスペースが確保でき、導水管も既存配管からの分岐で接続される。



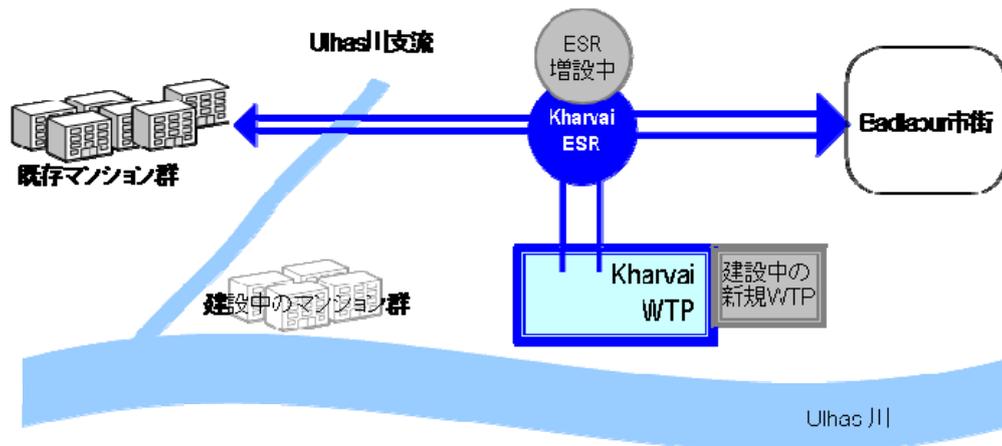
出典：調査団作成

図 5-2 Chikhlori 浄水場の事業計画モデル

2) Kharvai 浄水場の負荷軽減

(1) 計画の背景

Kharvai 浄水場は計画処理能力 18MLD であるが、現在は負荷率が 140%に達し、浄水能力の限界で稼働している。浄水場は小高い丘に立地し、近隣の Kharvai ESR から下流側の北部 Badlapur 市外と南部の近郊マンション開発エリアに重力送水で浄水供給しているが、限界に近い浄水場負荷率の低減が喫緊の課題である。2011 年に承認された拡張計画によって Kharvai 浄水場の負荷は一時的に軽減されることが可能だが、拡張計画の承認後に急激に進んでいる南部のマンション開発に伴う水需要増に対応するため、浄水場そのものの能力増強が求められている。



出典：調査団作成

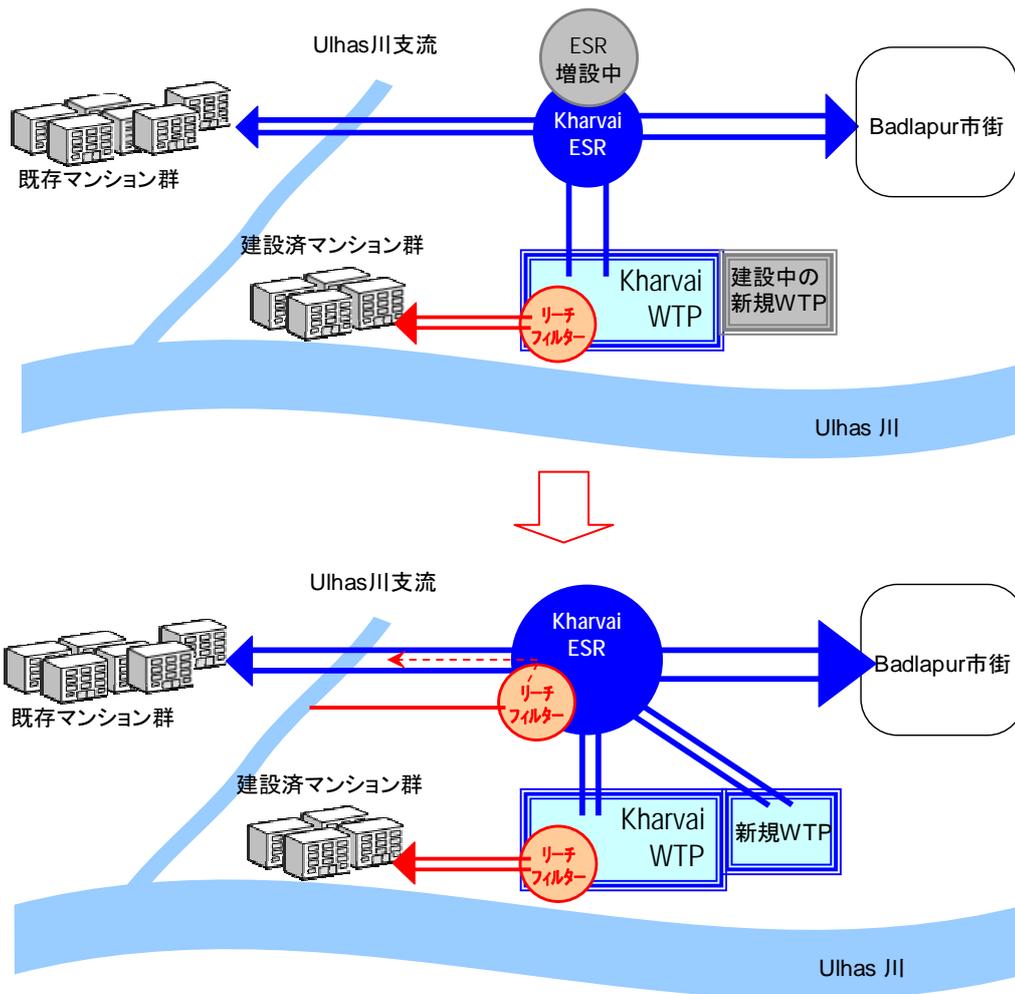
図 5-3 Kharvai 浄水場からの既存配水系統

(2) 計画モデル

MJP Ambernath 事務所は、近隣の建設中マンション群にはリーチフィルターからの独立配水を望んでいる。これは、既存 Kharvai 浄水場だけでなく建設中の新規浄水場を併せても、南北の配水エリアへの供給量が不足していること、建設マンション群には小高い丘からの重力配水が可能のため、送水ポンプ動力の削減が図られることの 2 点が主な理由である。

既存浄水場から建設中のマンションエリアへの送水は、余剰能力がある浄水場内既設ポンプ設備が利用可能である。また、敷地内には十分な資機材設置及び配管工事のスペースが確保されている。

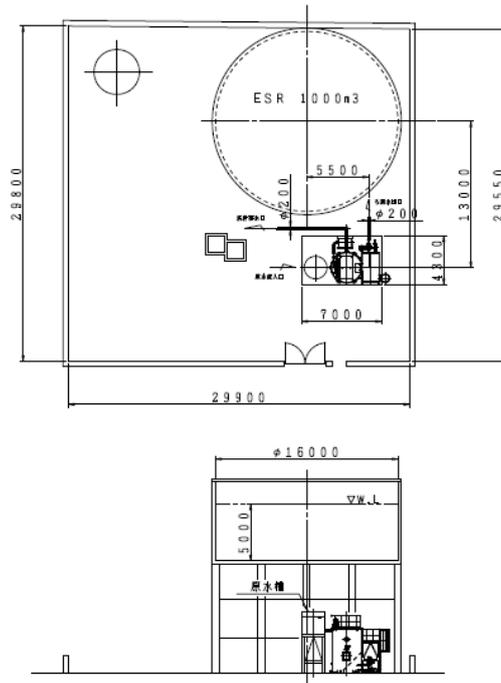
さらに、NJP Ambernath 事務所のニーズとして、増設中の Kharvai ESR の敷地内にも取水から配水まで完全独立の給水系統でのリーチフィルターの追加設置が挙げられている。これも、Kharvai 浄水場の負荷低減が主な理由である。



出典：調査団作成

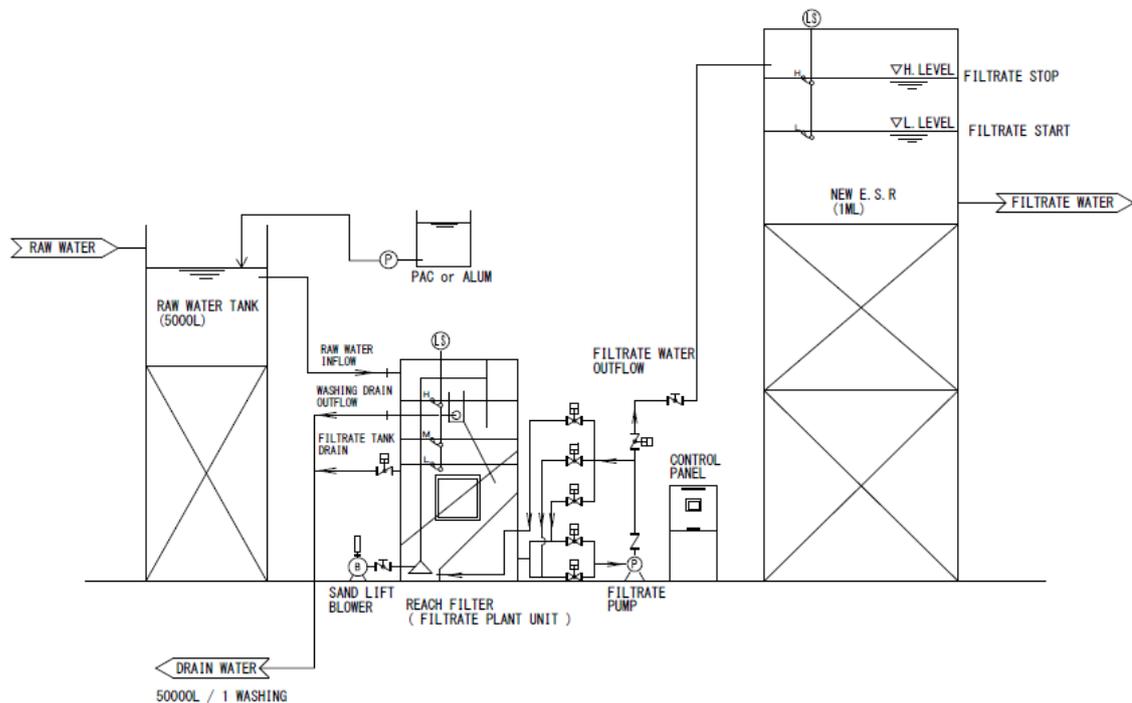
図 5-4 Kharvai 浄水場の事業計画モデル

Kharvai ESR の敷地内には、新規 ESR が建設されてもリーチフィルターには十分な設置スペースが確保できる。次項に新規 ESR 建設後のリーチフィルターの設置図面及び配管接続図を示す。



出典：調査団作成

図 5-5 Khravai ESR 敷地内の新規 ESR とリーチフィルターの設置図面



出典：調査団作成

図 5-6 Khravai ESR 敷地内の新規 ESR とリーチフィルターの接続図

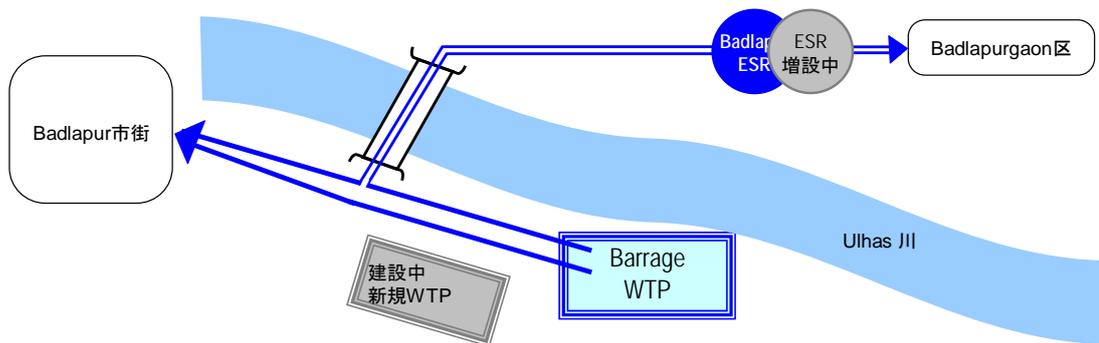
なお、取水源は Ulhas 川の支流とするため、マハラシュトラ州灌漑局の水資源利用認可取得や水源利用料の支払いは不要となる。

3) Barrage 浄水場の新規浄水場建設までの一時的な設置と移設

(1) 計画の背景

Barrage 浄水場は計画処理能力 50MLD に対して負荷率は 126%である。Barrage 浄水場は Badlapur 市街地を經由して Ambernath 市街地までの給水を賄っているが、半世紀以上も前に建設された浄水場施設は、インドでも珍しい露天掘りのろ過池を持つ施設構造で、拡張が困難であり、かつこれ以上の浄水処理の負荷は不可能な状況である。このため、約 200m ほど下流の MJP Ambernath 所有敷地内に 6MLD の新規浄水場の建設が進められている。

新規浄水場は完工まで 2 年近くを要するが、それまでの期間、管轄両市の市街地への浄水供給の一時的な拡充が望まれている。



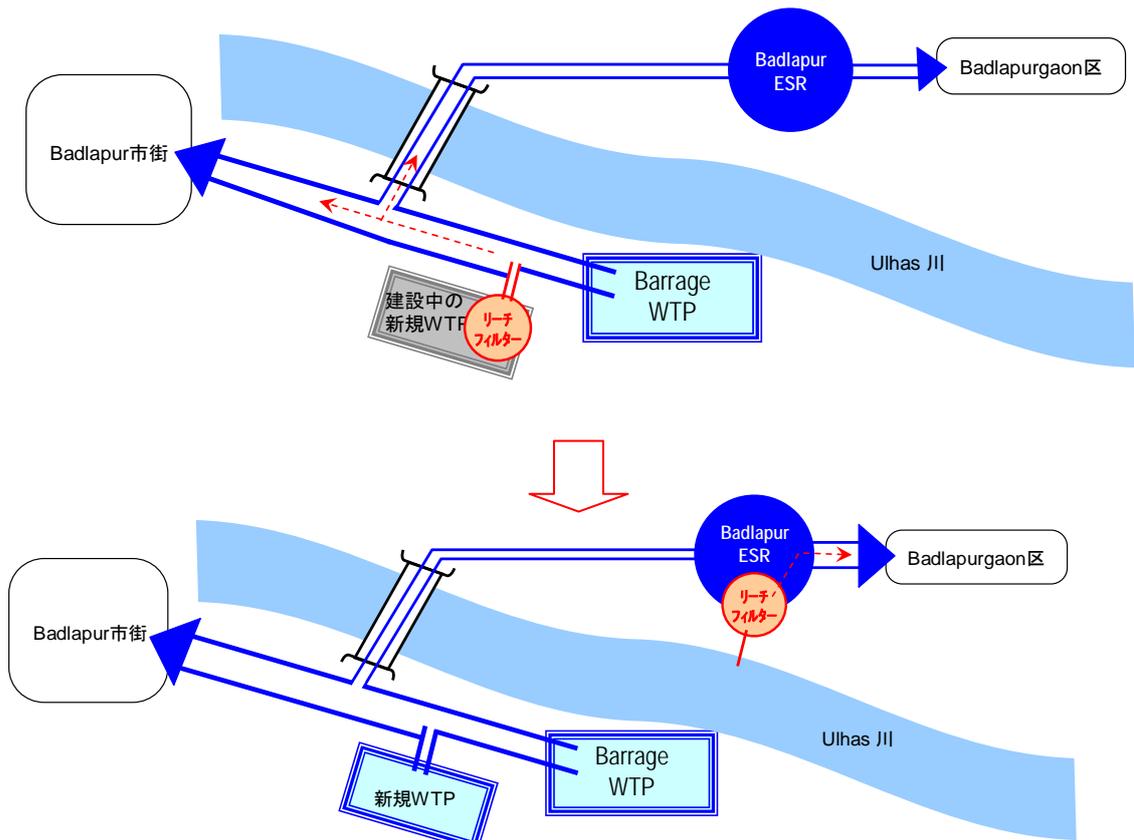
出典：調査団作成

図 5-7 Barrage 浄水場からの既存配水系統

(2) 計画モデル

Barrage 浄水場からの送水系統は、下流の Ulhas 川に架かる橋梁の地点で、近年急速なマンション開発が進む Badlapurgaon 区に分岐送水されている。そのため、2 市の市街地への給水が不十分な状況となっている。そこで、新規浄水場が建設されるまでの一時的な浄水能力の増強として、リーチフィルターを設置が望まれている。

更に MJP Ambernath 事務所は、新規浄水場の建設後、Badlapurgaon 区を対象に、取水から配水まで完全独立の給水系統として Badlapur ESR の敷地内にリーチフィルターを設置したい意向がある。新規浄水場にも設置スペースは十分確保でき、また、分岐接続されている配水系統であるため、浄水量の確保の観点からは移設の必要性は生じないが、Ulhas 川を取水源として Badlapurgaon ESR に設置した場合は、Barrage 浄水場からのポンプ送水と比べ取水・送水のエネルギー効率がよく、長期的には MJP Ambernath 事務所の維持管理費の削減につながる、という点が主な理由である。



出典：調査団作成

図 5-8 Barrage 浄水場の事業計画モデル

5.2.2 開発効果と案件実施に伴う投入量

1) モデル計画の選定

民間提案型普及・実証事業を想定した場合、事業費総額とリーチフィルターの輸出入も含めた費用に照らすと、導入可能な RFE-2500 型は 2 台と見込まれる。そのため、MJP Ambernath 事務所や対象裨益者への効果、民間住宅開発や新規浄水場・ESR 建設の進捗状況を踏まえた優先度を勘案した計画モデルの選定を行う必要がある。

MJP Ambernath 事務所との協議の結果、リーチフィルター設置候補の浄水場 3 箇所の周辺への給水だけでなく、既存浄水場や ESR が本来有すべき末端への給水勢力範囲への影響度合いを勘案し、Chikhloli 浄水場の増強、及び Kharvai 浄水場の負荷軽減の 2 つの計画モデルを選定した。

2) 開発効果

上記の具体協力内容によって期待される主な開発効果として、以下の 2 点が挙げられる。

- ・ 上水道インフラ整備が完了するまでの期間の一時的な、安全な飲料水へのアクセス率の向上 (RFE-2500 型 2 台の設置による、安全かつ 24 時間連続給水という安定的な飲料水へのアクセス人口は 26,356 人)

- ・ 24 時間連続給水の実現に向けた浄水能力の増強

3) 案件実施に伴う投入量

(1) 民間提案型普及・実証事業の目的設定

民間提案型普及・実証事業の目的は、以下の 3 点とする。

- ・ 2つの開発効果（安全な飲料水へのアクセス率の向上、24 時間連続給水の実現に向けた浄水能力の増強）の発現
- ・ リーチフィルターの通年での安定的な運転、及び運用維持管理費の年間データ取得による低い造水単価の立証
- ・ リーチフィルターの MJP による運用維持管理のための、日常点検、メンテナンス作業、不具合対応、非常時対応に関する技術の移転

(2) 投入内容

【日本側】

- ・ リーチフィルター2 台及び周辺資機材の調達、インドへの輸入、設置、供与
- ・ 専門家派遣：総括、事業管理（2 名）、浄水装置運用維持管理、開発ニーズ検討、事業展開計画
- ・ 機器操作マニュアル・リスク対応マニュアルの整備

【インド側】

- ・ 事業実施期間中のリーチフィルター設置に関する土地収用、電気使用料、関連付帯設備の供与
- ・ 取水設備設置・既設給配水管路接続に伴う工事の実施
- ・ 要員配置：装置運用責任者、浄水技術者（2 名）

(3) 実施スケジュール

事業目的を踏まえたに鑑み、特に 6 月から 10 月にかけての雨季の原水濁度変動時の浄水能力の立証を狙いとして、最低 1 年以上の運用期間を確保することを前提にした想定実施スケジュールを次図に示す。

作業項目	2014年度	2015年度	2016年度
計画準備	■		
RFE-2500製作	■		
海上輸送準備	■		
海上輸送	■		
通関手続き	■		
資機材設置	■		
実証事業の実施		■	■
開発ニーズ検討		■	
事業展開計画の立案		■	
現地法人設立検討		■	■
実験結果分析			■
製品PR活動の実施			■

出典：調査団作成

図 5-9 民間提案型普及・実証事業の想定実施スケジュール

5.3 他 ODA 案件との連携可能性

インド政府は、24 時間連続給水を、都市上水道サービスの定量評価のためのサービスレベル・ベンチマークの一指標に設定し、自治体によるインフラ整備促進の仕組みづくりを行なってきているが、間欠給水の解消に向けた根本的な対策は、十分な水量の確保と、漏水対策等による水の効率運用に尽きる。漏水対策に関しては、近年 JICA も特に注力している技術協力内容であり、日本の自治体の水道事業運営のノウハウや知見を活用した支援が大都市を中心に実施されているが、十分な水量の確保のための浄水施設の整備について、既存の都市型取水施設や浄水場施設の建設には膨大な投資と時間を要することが難点であり、特に中小都市において十分な対策が講じられていない。

日本の ODA では、東南アジア諸国やアフリカ諸国等を対象に、防災・災害復興支援無償資金協力や環境・気候変動対策無償資金協力として、移動型浄水装置等が導入されているが、インドにおいて、現時点では、小規模浄水装置の普及に関する他国ドナーも含めた ODA 案件は確認されていない。したがって、インド政府に対してリーチフィルターの導入を展開するにはまず、民間提案型普及・実証事業のような ODA 案件を通じて、ライフサイクルコストや維持管理の容易性に関する従来の都市型浄水場との比較の上でのリーチフィルターの有効性、優位性を立証することが先決である。

他の ODA 案件との連携は、民間提案型普及・実証事業を通じたリーチフィルターの有効性、優位性明らかにされて以降の、製品導入促進方策の一つとして検討されることが妥当である。一例として、本邦中小企業の製品の宣伝効果も兼ねた、中小企業ノン・プロジェクト無償資金協力の活用が考えられる。本調査の実施中、ムンバイ中心部から東の沖合約 10km に浮かび、1987 年に世界遺産登録されたヒンドゥー教石窟寺院があるエレファンタ島の Gharapuri 村長がリーチフィルターの検証活動の情報を得た模様で、MJP Ambernath 事務所にて 1MLD 規模のニーズに対する浄水装置としての適用可能性と価格に対する問い合わせがあった。島民や観光客へ供給されている飲料水は、貯留池の表流水を浄水処理せずに直接供給している現状であるが、こういった世界的に有名な観光地等への導入は我が国による

ODA の宣伝効果も高く、リーチフィルターに対するインド国全体の認知度向上や導入促進へのきっかけとなる可能性がある。

なお、前述のとおり、インドにおける JICA の水セクター支援方針では、日系企業進出エリアを中心に、日本の高い技術を活用する等の観点から、主として都市圏に対する上下水道施設を整備する方針が掲げられている。現時点では地方中小都市に対する支援の優先度は低いものの、地方中小都市に対する支援は、JICA による援助が行き届きにくい領域への支援と捉えることも可能であり、ODA 案件を補完する意義を有するとも考えられる。

5.4 その他関連情報

リーチフィルターは、MJP という水道事業実施機関の立場からすると、管轄エリア内で需要が大きな局所エリアを対象に、迅速かつ安価に浄水能力を増強することができるというメリットがクローズアップされる。しかし一方で、民間住宅開発デベロッパーの視点に立てば、リーチフィルターのライフサイクルコストに関して、デベロッパーが独自に整備する井戸水源による給水設備より安価となれば、MJP による公共水道整備を勧案せず、これまで以上の無秩序な開発が助長される懸念がある。

Badlapur 市のような人口増加の著しい中小都市は特に、市街地への人口流入や市街地の拡大に応じて行政区域が拡大していく状態であり、都市計画の開発規制区域も比較的頻繁に変更されている。

したがって、官需市場へのリーチフィルター導入がある程度実績を得て以降、住宅開発デベロッパーへの民需市場への販路拡大へと事業展開していく際には、乱開発を助長するような事業展開を回避するため、自治体の上位開発計画との整合性や今後の開発規制に関する自治体政府の意向を十分に確認することが必要である。

添付資料

面談記録

以降に記載の現地調査面談記録は、面談出席者から記載内容の確認を得たものではありません。

(第1回現地調査)

日付： 2013年10月14日(月)

JICA インド事務所との協議

協議時間 11時00分～12時00分

出席者 福田調査役、榎木企画調査員、榊原氏(都市開発省公衆衛生・環境技術中央機構 JICA 専門家)

コメント内容

- ・ 浄水方式は砂ろ過方式であり、新しい物好きのインドにおいては、導入のメリット(理論的、経済的)を十分説明することが必要となる。
- ・ ウッタル・プラデーシュ州での宮崎大学による草の根案件は砒素対策であったが、健康被害は直ぐに目に見える形で現れないため、裨益者が維持管理を行わず、盗水も多いなど、支援後の継続性に課題があった。インド人のメンタリティー、後進性の改善が課題となる。
- ・ 農村部での飲料水は1日1ルピーである。どこまでの水質を住民が求めているのかに留意が必要である。
- ・ 現在は経済発展途上にあり、安価な製品が優勢であるが、維持管理コストの点で競争性が確保できれば今から取り組むのは時期でもあると考える。(調査団)
- ・ 現地企業との連携を視野に入れているが、まずは今回の調査及び現地テストの結果を出していくことが肝要と捉えている。(訪問団)
- ・ 製品の輸入税関手続きについては、JICAでも困っている。長い場合には港到着後税関通過まで一ヶ月以上要することもある。現地で張り付いて対応してもらえるところを探すべきであるがJICAとしても見つけられていない。

日付： 2013年10月15日(火)

MJP Ambernath 事務所との協議

協議時間 12時00分～12時30分

出席者 Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer), Mr. M. Dhans (Deputy Engineer)

協議内容

- ・ MJP Ambernath 事務所長の Mr. Ajay Singh は、急遽、最近交替した MJP トップの Member Secretary (Ms. Sonia Sethi)との会合の予定が入ったため不在であった。所長代理として出席した事務所スタッフに、本調査の概略説明と現地調査、資機材搬送スケジュール、事前準備に関する要望を伝えた。
- ・ Mr. Singh との協議は明日に行うこととした。

- ・ 午後、実験装置の設置場所である Chikhloli 浄水場の現場下見を行う際に、両氏が同行し、現場説明と必要備品や資機材の調達アレンジを協議することとした。

Chikhloli 浄水場での現場視察および協議

協議時間 15 時 00 分～17 時 30 分

出席者 Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer), Mr. M. Dhans (Deputy Engineer), Mr. Sudhir, Mr. Pondurung Shirsat, その他浄水場スタッフ多数

協議内容

- ・ デモ装置の設置条件を検討するため現地立会した。取水は、既存の取水施設の取水井から投げ込みポンプで行うこと、取水～デモ装置までの距離及び高低差等について明日調査を行うこと、デモ装置で処理した浄水と洗浄後の排水の行き先について事務所長と協議すること、を確認した。

日付： 2013 年 10 月 16 日 (水)

MJP Ambernath 事務所との協議

協議時間 10 時 00 分～12 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長)

コメント内容

- ・ 2ヶ月前に MJP のトップが Ms. Sania Sethi に交替した。リーチフィルターの件は伝えてはいるが、着任したばかりで多忙のため、機器設置後に紹介するのがよい。
- ・ 今回の実験デモ機の設置箇所の Chikhloli 地域は、Badlapur 市と Ambernath 市の狭間で、以前はどちらの市にも属していなかったが、現在は Ambernath 市の一部となった。
- ・ 実機は、Badlapur 市内の Kharvai 地区や Barrage 地区に置きたいが、今回はデモのため、ダム水源の利用が容易で、かつ、喫緊に浄水量増加を望む Chikhloli 浄水場で行うこととした。
- ・ マハラシュトラ州内でも当地 Badlapur のような市は 79 あり、2000m³/日程度の給水能力の需要は多い。大規模な浄水場による集中浄水システムは、丘の上の小規模市街地が点在する場合、パイプライン輸送を考えると非効率となるので、本件のような小規模浄水装置を分散設置して小規模配水区単位でパッケージ化した方が効率的となる。
- ・ 本件が次年度以降、実証事業で進展することを期待している。MPJ の新局長にも一度現場を見てもらえるよう努力する。
- ・ Badlapur 市は 2014 年 5 月に市長選挙がある。設置前に行政関係者や政治家に事前説明すると、我が選挙区でデモを実施してほしいなどの要望がとめどなく出てくるため、設置後に紹介する方が得策である。
- ・ 次年度の実証浄水装置は、Kharvai 浄水場の拡張用敷地 (Ulhas 川の支流を水源としている) も候補である。
- ・ 当該市の人口は、99,000 人から 175,000 人そして現在は 300,000 人に達する勢いであり、基礎インフラ整備が追いつかない。分散型で過渡的対応することが得策である。

- ・ 都市開発デベロッパーや水関連企業への紹介は、今後、機材設置のタイミングを見ながら相談していく。
- ・ 今回のデモ装置の設置について、取水から処理水および洗浄排水の配水内容は提案の内容で問題ない。また、デモ装置の現地稼動に関して、現地で調達すべき設備品等については、手配を支援するので、リスト等を提出すること。
- ・ ムンバイ港からの税関及び陸送についても、可能な範囲で支援する。必要に応じてレター等も支援するので、申し出ること。
- ・ 今回調査期間中には、次年度に向けてムンバイの MJP 本部へ説明する必要があるため、その機会を今後調整していくようにする。

Chikholi 浄水場での現場視察および協議

協議時間 15 時 00 分～17 時 30 分

出席者 Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer), Mr. M. Dhans (Deputy Engineer), Mr. Sudhir, Mr. Pondurung Shirsat, その他浄水場スタッフ多数

協議内容

- ・ 取水ポンプ→貯水タンク→デモ装置→浄水返送及び排水放流点を確認した。また、各高低差計測、浄水場内の使用電圧（400V 仕様）、既存浄水処理過程での凝集薬品は PAC であることを確認した。
- ・ 機材搬入時の、幹線道路から浄水場までの進入路について、ビデオカメラにて撮影しながら確認した。

日付： 2013 年 10 月 17 日（木）

MJP Ambernath 事務所との協議

協議時間 14 時 30 分～17 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

協議内容

- ・ デモ装置設置計画位置図、デモ装置の現地でのシステム図兼調達備品リストを用いて、設置場所、現地での設置作業及び備品類の調達について協議した。
- ・ 現地での調達備品についてリストを基に確認し、MJP 側から調達先並びに概略価格を入手した。デモ措置の陸送に関する諸処情報について相談し、現地協力社の紹介を受けた。19 日（土）に、浄水場現地等への調査について了解を得、明日中に調査訪問時間と調査希望場所について、MPJ へ事前連絡をすることとなった。

日付： 2013 年 10 月 18 日（金）

在ムンバイ日本国総領事館との協議

協議時間 11 時 15 分～12 時 00 分

出席者 村田氏（副領事）、ボトラ逢坂氏（開発コンサルタント）

コメント内容

- ・ デモ装置の輸出入に関する免税申請は、領事館としては記憶の限りでは初の試みである。
- ・ インド側の免税は、中央政府の所轄となるだろう。
- ・ インドでは、入港後に相当日数の滞留もあり、我が国の企業みならず他国企業も同様に、大変手間取っていると聞いている。
- ・ 通関がなかなか通らずに資機材が港に滞留されると、保管料がかかる。日数に応じて相当程度になるため、関税を支払う場合との損得比較を念頭に置いた方がよい。
- ・ 本件において、領事館として免税申請の手続きプロセスについて調べてから、後日、連絡する。
- ・ 外務省からのレターは、必要に応じて発行頂ける可能性はあるが、確認が必要である。
- ・ 本件の内容は、住民の BHN への支援となれば、草の根・人間の安全保障無償資金協力を活用した展開も考えられる。在ムンバイ日本国総領事館も事業枠を持っているため、検討されたい。

日付： 2013 年 10 月 19 日（土）

MJP Ambernath 事務所との協議

協議時間 10 時 00 分～12 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

コメント内容

- ・ 2MLD 規模の浄水装置は、Kharvai ESR、Badlapur Gaon ESR、Chikhli 浄水場、マテラン地区、等に整備配置をしていきたい。その他の地区も多くあり、需要は多い。
- ・ 既存の浄水場での凝集剤は、ALAM（固形ミョウバン）を浄水場内で溶解し、混和地へ注入しているが、新設の浄水施設ではより性能の良い PAC を使用するケースが主流となるだろう。
- ・ 今回のデモ試験時には、どちらかの凝集材の使用についても考慮してほしい。

MJP Ambernath 事務所との協議（於 Badlapur Gaon）

協議時間 12 時 30 分～13 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

コメント内容

- ・ 既存 ESR は、0.5ML であるが、1.0MLD の ESR を整備が進んでいる。よって、総容量は 1.5ML となる。
- ・ ここに、2MLD 規模の浄水装置を整備し、ESR へ浄水を接続することになる。
- ・ 既存の ESR には、別の浄水場からの圧送で受水しているので、足下に浄水装置を配置できれば電力使用効率が低減される等のメリットがある。

- ・ 足下に浄水装置を配置する場合、約1Kmのところ Ulhas 川水系の水源がある。

MJP Ambernath 事務所との協議(於 GSR)

協議時間 12 時 30 分～13 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

コメント内容

- ・ GSR は、MBR 機能と直接配水機能を有するもので、MBR は、必ず ESR へ送水する機能を有するものとして定義される。
- ・ この GSR は、市内で最も高地にある。巡回管理により管理されている。
- ・ Badlapur 市の土地利用については、森林緑地や農地、宅地等とに規制されているが、急速な人口増加（ムンバイ衛星都市としての都市化）によって、集合住宅が急速に建設されつつある。水道の供給が追いついていないのが現状である。

MJP Ambernath 事務所との協議(於 Barrage 浄水場)

協議時間 13 時 30 分～14 時 30 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer), Mr. Hemant M. Salgar (Electrical Engineer)

コメント内容

- ・ 原水は、浄水場脇の Ulhas 川の支流から取水し、川の水位より低い浄水施設とすることで、重力による処理をしている。浄水後は、ポンプ圧送にて MBR と直接給水もしている。
- ・ 今後、2MLD 規模の浄水装置を実運用レベルで導入する際に、日本では、保健所への届出や設置許可を要するが、一般的には PHD (Public Health and Engineering Department) の許可が必要となるが、MJP Ambernath 事務所は PHD も兼ねた組織であるため、MJP Ambernath 事務所が許可することになる。
- ・ ろ材交換頻度は 5 年に 1 回であり、洗浄回数は、乾季は 2 日に 1 回、雨季は毎日である。

MJP Ambernath 事務所との協議(於 Kharvai 浄水場)

協議時間 15 時 30 分～16 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Hemant M. Salgar (Electrical Engineer)

コメント内容

- ・ 既存施設は、18MLD であるが、現在 5MLD の増設工事中であった。州の補助が認められたため整備が進行した。
- ・ 次年度の実証装置 (2MLD 規模) は、浄水場ではなく、Kharvai ESR に設置したい。
- ・ 砂ろ過に使用している、ろ材を少量入手した。ろ材は 0.6mm~1.6mm の粒径としている。

MJP Ambernath 事務所との協議(於 Kharvai ESR)

協議時間 16 時 10 分～16 時 30 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Hemant M. Salgar (Electrical Engineer)

コメント内容

- ・ 水源は、ESR から約 1.5Km 離れた河川からの取水が望ましい。これは、揚水ポンプと原水導水施設による直接取水した方が、浄水場からの原水配水の電力コストより、経年コストの点で安価となることが理由である。
- ・ 今後、取水・導水施設の整備や高濁度対応の前処理施設等との整合性について協議していく。

日付： 2013 年 10 月 21 日 (月)

MJP Ambernath 事務所との協議

協議時間 10 時 00 分～12 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

コメント内容

- ・ 現在計画中のプランは、2008 年に策定されたプランの更新版である。計画は随時、状況に応じて更新されていくため、冊子のような計画書は存在しない。
- ・ 既存配管のうち、径の小さい管路のいくつかは 2014 年の計画目標年度の達成に向けて改修予定である。

(第 2 回現地調査)

日付： 2013 年 12 月 9 日 (月)

JICA インド事務所との協議

協議時間 11 時 00 分～15 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長)

コメント内容

- ・ 調達リストの品は週末 13 日 (金) までには調達完了予定である。
- ・ 13 日辺りに、電気工事スタッフ数名と土木工事スタッフ数名を作業要員としてアサインする。
- ・ 2m3 の貯留タンクにドレイン蛇口を設ける。
- ・ 装置の輸送用木枠撤去に必要なバール等の工具は現地で貸与する。
- ・ テストに使用する電力の扱いについては 11 日に協議する。
- ・ 今後の本件装置導入の現地側の優先順位は、第 1 優先: Chikhholi WTP (2 MLD)、

第2優先：Kharvai ESR (2MLD)、第3優先：Badlapur Gaon ESR (2MLD)、
第4優先：Barrage WTP (5MLD) である。

- ・ 来的な現地工場製作に関して、現地企業の紹介は可能であるが、交渉や協議において現地語対応となるため、相応の用意が必要となるであろう。
- ・ テスト装置の設置位置は、資料の No①に示す場所に設置することで了解を得た。運搬通路に障害となる雑木は事前に整備する。
- ・ 浄水場外部の輸送路において障害と考えられた大樹を立会いした結果、樹木外側を迂回できるスペースが有ると見られたので、枝の剪定は実施しないことにした。
- ・ Kharvai ESR については、既存 ESR に加え、新設 ESR (1ML 規模) の整備を検討している。
- ・ リーチフィルター (2MLD タイプ) は、その残りスペースに配置するよう検討してほしい。
- ・ BadlapurGaon についても、Kharvai ESR 同様、既存 ESR に加え、新設 ESR (1 ML 規模) の整備を検討している。
- ・ リーチフィルター (2MLD タイプ) は、その残りスペースに配置するよう検討してほしい。

日付：2013年12月10日(火)

JETRO ムンバイ事務所との協議

協議時間 13時30分～15時00分

出席者 若林氏(部長)、石本氏(アドバイザー)

コメント内容

- ・ ムンバイに所在する日系企業の中には、インドでの化学や食料系の取引を行なっている企業もある。
- ・ インド投資ガイドは、2011年発行が最新版である。
- ・ 現地での装置製作については、L&T社を推奨する。デンマーク人が起業した企業で、建設と重工業や開発等手広く行っているメジャー企業であり、複数の邦人ムンバイ企業を傘下に行っている。技術研究所はバトラータ(グジャラート)、バルブ工場はチェンナイにある等、装置製造と販売に良きパートナーとなろう。窓口担当者に紹介は可能であるので、必要に応じて申し出てほしい。
- ・ 水道施設関連の法人メーカー企業もいくつか進出しているので、備品装置の現地調達において相談するものも良い。
- ・ JETRO では中小企業支援のプラットホーム事業を H25 年度から実施しているので、有効に活用願いたい。
- ・ 従来なら、インド国内の水処理メーカー、プラント企業のランキングリスト等の情報提供には、費用が発生するが、中小支援としてなら無料となる。

日付： 2013 年 12 月 11 日（水）

MJP Ambernath 事務所との協議

協議時間 10 時 00 分～11 時 30 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

コメント内容

- ・ リーチフィルターから新設 ESR への流入管のうち、新設 ESR から地下埋設 5m までの配管は MJP 側の施工とする。
- ・ この流入配管は口径 100mm でも良いが、MJP としては将来の増設も考慮し、200mm として施工する。
- ・ 装置配置については、午後の測量結果を踏まえ、再度協議する。
- ・ ESR 内の水量とリーチフィルターの運転制御は、ESR に儲ける水位センサーの信号をリーチフィルター側で受けることによる ON-OFF 制御運転とする。
- ・ 水源からの原水は、一旦貯留槽（5m³規模）に受ける。
- ・ 配管の規格品の仕様については、カタログのコピーを提供する。

MJP Ambernath 事務所との協議（於 Chikhholi 浄水場）

協議時間 12 時 30 分～13 時 30 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

協議内容

- ・ テスト装置の設置位置確認を実施し、設置区画の転圧を依頼した。また、取水→貯留→テスト装置の間の連絡部分について現場立会いを行い、貯留→テスト装置の距離は 32m であったことから 40m 配管とケーブルで問題ないことを確認した。
- ・ 13 日（金）午後、調達備品の現場設置工事を実施することとした。

MJP Ambernath 事務所との協議（於 BadlapurGaon ESR、Kharvai ESR）

協議時間 14 時 00 分～16 時 00 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

協議内容

- ・ 新設 ESR とリーチフィルター（2MLD）の設置位置検討のため、敷地及び既存施設の測量を実施した。

日付： 2013 年 12 月 16 日（月）

MJP Ambernath 事務所との協議

協議時間 10 時 00 分～12 時 30 分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長), Mr. Arvind Mankar (Sectional Engineer)

コメント内容

- ・ 実際の開発スピードは 2008 年の計画当初をはるかに上回るペースで進んでいる。
- ・ しかしながら、MJP 本部の計画承認部署は、当初計画の数字を基にして予算編成を行うため、この実態をいくら説明してもなかなか追加整備の承認が下りない。
- ・ そこで、現状を数字で示すため、当事務所が独自にマンション開発調査を実施した。結果によると、バドラプール市東部だけで、Ambernath も含めた両市の計画増加浄水量との同等の需要量が 2010 年からの 3 年間で発生していることが判明した。
- ・ このデータを基に、Maharashtra 州政府の Secretary of Urban Development に計画修正の承認を申請しているが、なかなか許可が下りていない状況である。
- ・ Chikhloli 浄水場はダム近傍にあることから、一般的に電力費の大半を占める取水および配水のポンプの電力消費量が少ない。
- ・ したがって、造水単価は約 4INR/m³ である。一方、Barrage 浄水場は Ulhas 河川近傍にあるが、ESR への配水ポンプの消費電力量が大きいため、造水単価は 6~7INR/m³ である。
- ・ 第 1 優先は Chikhloli 浄水場である。ここは、市街地の ESR までの配水経路の途中に位置する 3 地区の住民に対しても、同じ配水管から分岐配水しているが、3 地区の人口増加によって下流の ESR の推量が十分に確保できていない状況である。したがって、リーチフィルターによる浄水をそれら 3 地区に直接、つまり既存配水管から独立した配水システムで配水したい。この独立配水施設の整備は MJP が整備する。
- ・ 第 2 優先は Kharvai 浄水場である。浄水場の直近に大規模マンションが建設中で、これらへの配水が不足する。この需要量がちょうど 2MLD であるため、リーチフィルターからの浄水を、既存 Kharvai 浄水場の取水、塩素注入、配水ポンプ等を利用して直接配水したい。

日付： 2013 年 12 月 20 日 (金)

MJP Thane 事務所との協議

協議時間 14 時 00 分~16 時 00 分

出席者 Mr. Madhav Jawade (Chief Engineer), r. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長)

コメント内容

- ・ インドの地方中小都市は爆発的な人口増加を記録しているため、こういった小規模浄水装置の需要は高い。実際、インドでは小規模浄水装置はほとんど普及していない。だいたい以前には圧力式浄水装置も少し出回っていたが、説明にあったように維持管理の手間やコストの兼ね合いから、普及するどころかどこも採用しなくなった。
- ・ 実験において、日本での実運用での原水水質と、インド現地での水質の違いがあれば教えてほしい。河川からの取水の場合、インドではほとんどの河川が、上流にダムがある支川から集水されたものである。これらダムはコンクリート堰の単純な構造であるため、雨季にはしばしばそれら上流の小規模ダムから貯水オーバ

一で水が溢れ出すため、支流の河床の砂を巻き込みながら高濁度の河川水が流入する。したがって、雨季の河川水の濁度は急激に上昇するという特徴がある。

- ・ リーチフィルターの浄水プロセスを理解し、完全洗浄に特徴があることは理解した。実験結果を見せてほしい。
- ・ 必要なサポートは何でも行いたい。レターも必要に応じて用意する。
- ・ 話は早い方が良い。明日、Member Secretary の Ms. Sania Sethi に会うことができれば私から説明しておく。

(第3回現地調査)

日付： 2014年1月20日(月)

MJP Ambernath 事務所との協議

協議時間 10時00分～12時00分

出席者 Mr. Ajay Singh (Executive Engineer:事務所長)

コメント内容

- ・ 一般的な浄水場の凝集沈殿は、攪拌層と沈殿槽の2重構造で、沈殿槽では滞留時間が2時間で、その後、沈殿槽に流水される。凝集沈殿処理された、浄水処理直前の濁度は10NTU程度になる。
- ・ 調査団不在中にも、いくつかの民間デベロッパーから、リーチフィルターの視察や、価格の問い合わせがあった。
- ・ Chikhloli 浄水場の原水濁度データは、現地語であるマラティで書かれた手書きの記録のみであるが、浄水場スタッフに、濁度のみの抽出データを手書きで英数字で写す作業を依頼している。
- ・ Chikhloli ダムの水位増量計画による追加で6MLDの上水用原水使用の許可が先日承認された。したがって、新たに6MLDの浄水処理が必要になる。これをリーチフィルターで賄うか、新規浄水場を建設するか、であるが、後者は時間がかかるため、次年度プロジェクトの実施を強く望む。既に、新規6MLDの配水に対応する配水ポンプは調達済みである。
- ・ 次年度プロジェクトでは2MLDまでであるとしても、現状の改善にとってはそれでも有意義である。
- ・ 雨季の Chikhloli ダムのオーバーフローによる濁度上昇への対応として、前処理用のバッファータンクの設置を推奨する。サイズに応じて、6MLDにも対応できる規模の容量も検討してほしい。整備はMJPで行う。そのための価格も算出したいので、図面を製作してほしい。
- ・ このような上水用の原水確保から浄配水施設整備の、一般的な流れは次のとおりである。まず最初に、水源の使用許可申請を州政府灌漑局から得る。その後で、取水、導水、配水の配管および浄水場建設の申請を行う。この際、費用総額に応じて、MJP独自の予算での整備か、州政府と予算配分するかが検討され、許可を受けることになる。
- ・ ただし、Chikhloli ダムの原水使用許可が下りたとはいえ、ダムの水量増加のための工事、その前に必要な土地収用などが必要であり、時間がかかる。従って、次

年度事業はちょうど良いタイミングである。実機の実証データに基づいて、残り4MLDの浄水を、リーチフィルターの追加で賄うか、新規浄水場を新設するかを判断したい。

- ・ ちなみに、過去の Badlapur 市を対象とした公共水道拡張計画は、1996年に新しいスキームができたが、この計画が途中で破綻し、2005年に Chikhloli 浄水場と ESR の新設許可が下り、2010年にその他の市全体の拡張計画が承認され、2013年によりやく予算の取り付けがなされた。しかし、これは2010年に計画されたものであるため、現状の人口増加のペースに既に追いついておらず、この計画が整備されたとしても需要は賄えない。

(第4回現地調査)

日付：2014年2月15日(土)

MJP 本部 Superintending Engineer との協議

協議時間 11時00分～12時00分

出席者 Mr. Subhash B. Bhujbal (Superintending Engineer), Mr. Hatkarghi (Sectional Engineer), Mr. Rajendra G. Joshi (Sectional Engineer), Mr. Ajay Singh (Executive Engineer, Ambarnath 事務所長)

コメント内容

- ・ リーチフィルターの造水価格がかなり低いこと、通常の WTP に比べてのリーチフィルターのライフサイクルコストでの優位性を理解した。
- ・ しかし、仮に MJP がリーチフィルターを管轄区域に導入する場合は、MJP が調達し各地域の事務所に供与する形になるため、予算繰りのためには調達価格のシビアな精査が求められる。MJP が調達する場合は、数台単位ではなく、数十台をまとめて予算確保することになる。したがって、少しでも初期費用を下げられる余地があるなら下げてほしい。
- ・ リーチフィルターの圧力式装置との比較優位性は理解したが、MJP は圧力式小規模浄水装置の導入はまったく考えていない。したがって、州政府への説明には、リーチフィルターと通常の都市型浄水場との比較で十分である。
- ・ 本日の資料をもって、Member Secretary に説明を行う。要請書の内容についても承知した。ただし、次年度に ODA 事業となる場合、インド側のどのレベルの役職に、どの程度の内容までを説明すれば良いかの判断材料がない。従って、来週の JICA 事務所との協議で確認してほしい。

日付：2014年2月17日(月)

在インド日本国大使館との協議

協議時間 17時00分～18時00分

出席者 増田氏(参事官)、千正氏(一等書記官)、反町氏(二等書記官)

コメント内容

- ・ マハラシュトラ州のこれまでの ODA 案件は少ないため、対象としてはよい。
- ・ 本件の究極は、民間住宅開発デベロッパーに販売していくことと考えるが、そのきっかけや販路拡大が鍵である。制度化されていないが、インフラに対する無償スキームがあってもよいと考える。エレファント島は、世界遺産の島として有名であり、宣伝効果も抜群であるため、現在の計画場所より効果があると考えられる。こういったきっかけを通じて火がつけば、インド全国に広がっていく可能性もある。
- ・ インドで売れる製品を探し回っている法人企業もいくつかある。ODA を実施する一方で、デベロッパーに販売していく方法を探ることも有効だし、その方が足が早いかもしれない。

日付： 2014 年 2 月 18 日（火）

JICA インド事務所との協議

協議時間 9 時 00 分～10 時 00 分

出席者 千葉氏（副調査役）、鈴木氏（企画調査員）

コメント内容

- ・ 次年度、仮に民間提案型普及・実証事業に進む場合の、マハラシュトラ州政府内部組織の関与について、その是非は基本的には MJP 側の判断になるが、参考として、配管等関連施設整備費が州政府予算で賄われる、あるいは実施に際して州政府の何らかの許認可が必要となる、といった場合は、ある程度の関与、あるいは事前説明が必要になると思われる。
- ・ ODA の一環として民間提案型普及・実証事業を捉える場合は、開発効果を示す必要がある。

都市開発省との協議

協議時間 16 時 30 分～17 時 30 分

出席者 Ms. Nandita Mishra (Director(PHE))、Mr. V.K. Chaurasia (Joint Adviser, CPHEEO)、榊原氏 (JICA 専門家)

コメント内容

- ・ リーチフィルターのライフサイクルコストの優位性は理解するが、インド政府や自治体は予算が少なく、イニシャル費用すら工面が困難なのが現状である。
- ・ ただし、対象地域でサクセスストーリーを実現できれば、全国展開の可能性はある。そうなった場合に、中央政府として支援は行う。
- ・ ただし、中央政府としては、日本政府は別としても提案側の方々の意見ではなく、現地の実地の利用者や裨益者からの意見や要望に対して耳を傾ける。
- ・ 技術的な観点では、CPHEEO が検討を行うことになる。