

## インドにおける汚水処理の現状

日本サニテーションコンソーシアム事務局長 河井竹彦

### 1. はじめに

日本サニテーションコンソーシアム(JSC)は、2009年10月の発足以来、カントリー調査の実施や各種セミナーへの参加等を通じ、アジア・太平洋地域のサニテーションに関するナレッジハブとして活動を行ってきた。本報は、JSCが2011年12月に実施したインド現地調査から得た情報をもとにインドにおける汚水処理の現状について報告する。

### 2. インドの下水道の状況

#### 2.1 汚水処理に係る行政機関

下水道に関わる主要な省庁としては、都市開発省(Ministry of Urban Development: MOUD)と環境森林省(Ministry of Environment and Forests: MOEF)がある。

MOUDは、都市環境の改善を目的とした都市インフラ整備計画の策定などを行う役所である。下水道整備などの個々の事業については、各自自治体(市)が同省からの事業費割り当てを受けて計画・実施を担っている。なお、同省傘下の公衆衛生・環境技術中央機構(Central Public Health and Environment Engineering Organization: CPHEEO)は技術的な中核機関として、上下水道・廃棄物分野における政策やガイドラインの策定を行っている。

他方、MOEFは、環境保護法に記される自然環境および生活環境の保全・改善に対する権限をもち、同省の国家河川保全局(National River Conservation Directorate: NRCD)は主要な河川・湖沼環境保全を目的とした下水道整備を行っている。また、傘下の中央公害対策委員会(Central Pollution Control Board: CPCB)は、水質汚濁防止法に基づいて事業場の排水規制・管理・評価を実施している。

#### 2.2 法制度・予算

インドの下水道事業に関する主要な法制度として、環境保護法が挙げられる。本法は1986年に制定され、環境保全、規制に関する規定が行われており、中央政府の基準値として環境保護規則を定め、下水道事業者を含む排水者が守るべき排水基準を規定している。排水基準は実際には州により別途定める(中央の基準より厳しい上乘せ基準)ことができるが、実際には中央の基準値をそのまま適用している場合が多い。この他、関連法規として水質汚濁防止法(The Water Act)が1974年に、環境汚濁防止税法が1977年にそれぞれ制定され、公害に対する規制、罰則や反則金について規定が設けられている。

また下水道施設の建設事業費については、環境森林省管轄の下水道施設(下水幹線管渠施設を含む)の整備は州が事業主体であり、一般的には70%が中央政府の負担、20%が州の負担、10%が地方自治体の負担となっている。また都市開発省では2007年よりジャワハルラル・ネルー国家都市再生計画(Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission: JNNURM)の一環として下水道事業に対する補助が行われており、63都市が対象となっている。補助率は中央政府が50%、残りは州と自治体で負担するものとなっている。

#### 2.3 下水道の現状

インド全体の下水発生量と下水処理場の処理能力は表-1に示すとおりである。下水道の普及率は、人口100万人以上の都市で51%、10~100万人の都市で18%、5~10万人の都市で9%である。収集された汚水のうち、約60%が処理されている。

下水処理場の処理方式は、処理水量ベースでClass I都市では、活性汚泥法59.5%、UASB法

表-1 下水道の現状

下水発生量, 処理能力等	メトロポリタン都市	Class I 都市	Class II 都市	Class III 都市
下水発生量(百万L/日)	15,644	19,914	2,697	38,255
下水処理能力(百万L/日)	8,044	3,514	234	11,787
下水処理能力/下水発生量(%)	51.4	17.6	8.7	30.8
都市数	35	463	410	908

メトロポリタン都市：人口100万人以上  
 Class I 都市：人口10万人以上(本表ではメトロポリタン都市を除く)  
 Class II 都市：人口5万人以上10万人未満

26%, 安定化池法5.6%となっている。Class II 都市では, 安定化池法71.9%, UASB法10.6%, 活性汚泥法5.8%である。

#### 2.4 オンサイト処理

MOUDでは, オンサイト施設の汚泥処理の必要性に鑑み, 2011年5月に汚泥管理(Septage Management)のガイドライン(案)が作成された。それによると, 汚泥管理の所管は各州であり, 各市町村はシティーサニテーションプログラム(CSP)のもとに, 汚泥処理計画を策定し, 汚泥処理を実施することとなっている。現状では, 汚泥引き抜きは一部の先進都市で行われているが, 汚泥の処理・処分まで一貫した汚泥管理の実施例はない。MOUDとしては, 都市部においてもオンサイト施設を一つの衛生処理システムとして捉え, オンサイトシステム整備の促進, 汚泥管理の強化を政策に掲げており, 汚泥管理について取り込む方針である。

#### 2.5 下水道・汚水処理における課題

下水道の普及率が低く, 下水道が整備されている都市においても終末処理場を持っている都市は50%にすぎず, 人口の1/3はオンサイト処理に依存している。また, 下水処理場およびオンサイト施設の維持管理が不十分であり, 衛生面においても問題を生じている。

下水処理場では, 既存の古い施設の更新, 補修, 改造について, 既存マニュアルでは記載がなく, 継続して機能を維持する視点に欠けている。処理場の維持管理については, 適正に行われていないことが指摘されており, 故障した機器が放置されるなど維持管理システムが確立されていない。また, 施設の供用開始後は, 運営管理の主体が事業

者である地方自治体に移管されるが, 自治体の組織体制, 能力不足が問題となっている。さらに, 財政的に建設投資資金が不足するなか, 維持管理の財源確保が困難であり, 使用料徴収や公的補填などが不十分である。

オンサイト処理では, 汚泥管理が制度化されず, 地下水の汚染源となっている。州, 地方自治体の組織制度の整備や能力向上が課題である。

### 3. ヒマチャル・プラデシュ州現地調査

インド北部のヒマラヤ山脈の麓にあるヒマチャル・プラデシュ州で進行中の汚水プロジェクトを支援するために現地調査を行った。

#### 3.1 ヒマチャル・プラデシュ州を選択する理由

インドでは, 水道料金徴収もままならない, 下水道の整備が遅々進まず, 汚泥管理がうまく出来ていない, 中央政府は地方事務への指導権限がなく何もできない, 市レベルでは市長が選挙を最優先事項としている, 等の理由により, 結局州政府が汚水処理や汚泥管理などの費用を出す状況が多く存在する。

オンサイト施設の建設とその維持管理の経営収支バランスを成立させるためには, 税収が豊かな州を選択し, 州政府による汚水処理への補助金支出を義務付けるような仕組み作りが必要である。

料金徴収が満足に行えない国では, このような対策が必要であり, ヒマチャル・プラデシュ州はこうした条件をクリアでき, コスト・リカバリーの可能性を持っている。

#### 3.2 ヒマチャル・プラデシュ州パルワノ市の概要

① 人口28,000人。平均高度700m。年間気温は最高40℃, 最低4℃。緩やかな坂道が多く(一

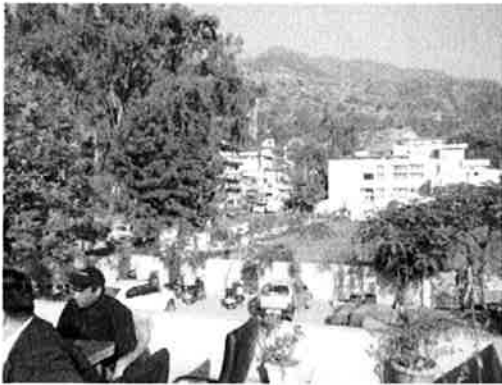


写真-1 市議会ビルから見た Parwanoo市の風景



写真-2 市内設置されたセプティックタンク(処理人口1,000人)。施設はこの下にあり、破損配管から漏れ出す汚水が見える。

部は急峻な坂道), 住民は道路沿いの数階建てアパートに居住しているケースが多く見られた。

- ② 野菜, 果物等の農業が盛んな一方, 工業団地も近くにあり, 財政状況は良好。
- ③ 道路沿いのゴミは見かけなかったが, 谷には多くのゴミが捨てられている。

### 3.3 汚水処理の現状

#### ① し尿処理

し尿は市内16基の大型セプティックタンク(いわゆるcommunal septic Tank, 1基当たりの処理人口は約1,800人)により処理されているが, 管きよの閉塞や破損およびセプティックタンクの破損に伴う漏水や未処理水の越流などが生じている。

セプティックタンクからの流出水(漏水も含む)は自然流下して, 公共用水域(河川)へ流出するか, 破損箇所から地下浸透している。

セプティックタンクは定期的な維持管理や汚泥引抜が行われていない。

#### ② 雑排水

雑排水は未処理のまま側溝(開きよ)に放流され, 地下浸透するか河川へ流出する。

雨水もその開きよを通じて流下しているが, 開きよにはマンホールなどはなかった。

- ③ パルワノ市当局は, 以上①, ②の現状を汚水が処理されていると称しているが, 終末下水処理場は整備されていない。しかし, 汚水処理が出来ていないことは, 認識している。

- ④ 市内にある4か所のセプティックタンクを見学した。

- ⑤ 同市は下水道普及率の100%達成を計画しており, 管きよの更新と共に, 既設セプティックタンクの使用中止, 市内に下水処理場(sedimentation tank+wetland (Phragmotous plants)) 2か所を新設したい, という計画が進行中であった。

## 4. シンテックス社訪問

### 4.1 会社の概要

- ① プラスチック製品の製造会社でグループを構成する企業で, 製造しているのは各種プラスチック製品(日系自動車メーカーのスズキにも製品納入), 水タンク(インドでのシェア70%), セプティックタンク・浄化槽・バイオガスタンク等の環境機器プラスチック製品。
- ② 従業員5,000名, うちスタッフ2,000名, インド国内に14の代理店がある。
- ③ タイにあるアクア西原社から浄化槽の設計手法や技術を導入。流動床処理方式に使用されるプラスチック担体のロイヤリティーを2007年から18年間アクア西原へ支払っている。

### 4.2 Sintex社製浄化槽

- ① 既受注台数: 約100基(既設70数基+受注20数基)
- ② 浄化槽の寸法と形状
  - ・処理水量10m<sup>3</sup>/日以上は横型円筒形であり, それ未満は縦型タイプ。
  - ・工場内で見学した20人槽は, 容量5m<sup>3</sup>の縦型タイプ。

- ・横型円筒形タイプ  
処理水量10m<sup>3</sup>/日タイプでφ1.9m×L4.6m,  
同15m<sup>3</sup>/日タイプでφ2.43m×L5.1m,  
同25m<sup>3</sup>/日タイプでφ2.43m×L8.0m, 同  
30m<sup>3</sup>/日タイプでφ2.43m×L8.4m。  
処理水量15m<sup>3</sup>/日以上タイプは, 全てφ  
2.43mで, 最大長さは12.9m。
- ・縦型タイプ(シンテックス社はmodified  
septic tankと称していた)の機種揃えは確認  
しなかった。

③ 設計HRTと消毒処理

- ・横型円筒形タイプ  
嫌気沈殿ゾーン(流量調整機能も持つとのこ  
と) HRT 9 hr+エアレーションゾーン(アク  
ア西原から技術導入したプラスチック製流動  
担体投入率30~40%, 設計DO=2~4 mg/  
L) HRT 7 hr  
+(最終)沈殿ゾーンHRT 2 hr=合計  
HRT18hr。  
消毒装置は無し。

- ・縦型タイプ  
処理量 5 m<sup>3</sup>/日のタイプでは, 嫌気沈殿ゾ  
ーンHRT22hr+好気ゾーンHRT16hr=合計  
38hr。

④ インドには, 日本の小型浄化槽で使用される  
小型電磁ダイヤフラム式ブロワはないため, 小  
型浄化槽は相対的に高価なものになっている。  
Sintex社はむしろ中・大型浄化槽を得意とし  
ている。

⑤ インドでの汚水量原単位の設計基準は, 一般  
居住者用150L/人・日, オフィスビル用80L/人・  
日。

⑥ 設計水質は以下のとおり。

水質項目		原水	処理水
BOD	mg/L	300	<30
COD	mg/L	400~600	<150
TSS	mg/L	200	<50

⑦ 5人用浄化槽(処理汚水量(居住者用)0.15m<sup>3</sup>/  
日/人×5人=0.75m<sup>3</sup>/日, 槽容量1.2m<sup>3</sup>→全体  
HRT=1.2m<sup>3</sup>/ (0.75m<sup>3</sup>/日) =1.6日)の価格は  
50,000Rs= 8万円。



写真-3 処理量5m<sup>3</sup>/日で嫌気沈殿ゾーン  
(HRT22hr)+好気ゾーン(16hr)からなる  
modified septic tank。  
右側は好気ゾーンで, 手前側が嫌気の沈殿ゾ  
ーン。



写真-4 浄化槽NBF-25(処理量25m<sup>3</sup>/日タイプで直  
径2.43m×長さ8m)

4.3 Sintex社製浄化槽の設置現場の視察

- ①施設1:シンテックス社内での生活排水処理施設
- ・計画汚水量15m<sup>3</sup>/日だが, 実流入汚水量は  
22m<sup>3</sup>/日, 処理対象人口は190~200人。
  - ・供用開始後2年半を経過しているが汚泥引  
抜は未実施。
  - ・処理水質BODは20~30mg/Lとのことで, 外  
観的には30mg/L以下をクリアしている感じ  
がした。
  - ・ブロワは予備を含めて0.75kW×4台設置で,  
夏季は2台, 冬季は3台稼働。  
他の施設でもブロワ選定基準や使用台数基準  
は同様であった→汚水量15m<sup>3</sup>/日に対してブ  
ロワの使用動力1.5~2.25kW。
  - ・水質検査項目はpH, BOD, COD, TSS,

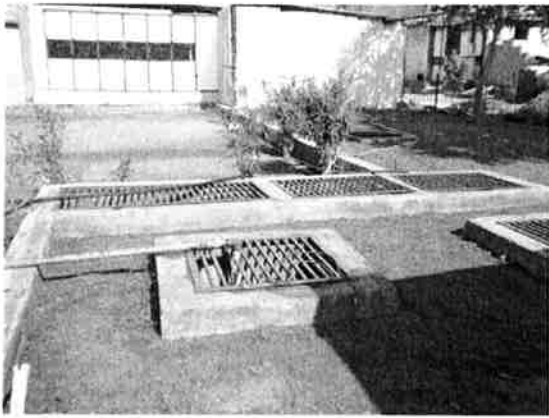


写真-5 シンテックス工場内の生活排水処理施設(施設1)。  
3つ並んだ蓋の下に円筒横型浄化槽が設置されている。浄化槽の周囲をRC擁壁で囲まれている。

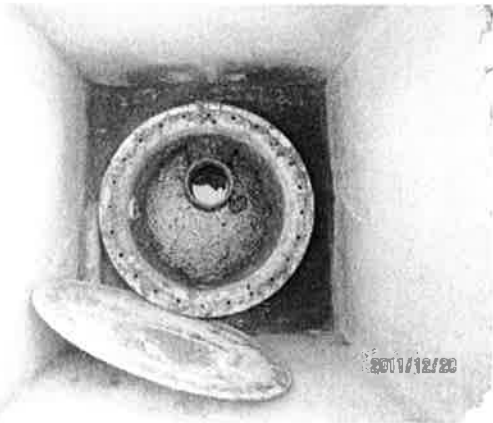


写真-6 施設2の汚泥貯留槽  
稼働開始後27か月経過しているが汚泥引抜が未実施、汚泥およびスカムの過剰堆積が確認された



写真-7 施設3が設置されている数千人規模の新興住宅団地。

濁度で、使用開始後2ヶ月目と8ヶ月目にメーカーが自主的に検査を行っている。なお処理水量 $10\text{m}^3/\text{日}$ 以上の場合はPollution Control Boardで検査を行う必要がある(採水はメーカーが独自に行いPCBに持ち込み)。  
・維持管理は3カ月に1回定期的に行われている。業種によっては1か月ごとにチェック。

#### ②施設2：アダーニー研修施設の浄化槽

計画汚水量 $100\text{m}^3/\text{日}$ の500人槽。処理水BOD $30\text{mg/L}$ 以下とのこと。供用開始後約27か月を経過していたが、汚泥引抜を一度も実施されていない。そのため堆積汚泥が多かった。処理水は外観的にBOD $30\text{mg/L}$ 以下をクリアしているようだが、若干の濁りが認められた。

#### ③施設3：住宅団地の浄化槽

設置された浄化槽の規模および処理水質外観は、施設2と同様だった。

#### ④その他の情報

- ・維持管理：15～20のパートナーがあり、そこで実施可能。
- ・停電：グジャラート州の場合、停電はほとんどなく浄化槽使用上の問題はない。
- ・インドには浄化槽やセプティックタンクの製造に関する認定制度はない。

#### 4.4 面談の結果

Sintex社幹部Mr.S.B.Dangayach氏との面会で以下の情報が得られた。

JSCから、「インドに存在する衛生問題や環境問題を解決する上で、集合型/分散型を問わず汚水処理施設整備が必要だが、施設整備というハード対策だけでなく、施設の機能を十分に発揮させる上で維持管理や汚泥の引抜/輸送/処理としての汚泥管理といったソフト対策も同時に必要である。このようなソフト対策はインドでは雇用促進という意味も持つ。」という発言に対し、Dangayach氏が同意を示し、以下のコメントをした。

- ① ヒマチャル・プラデシュ州の案件での維持管理教育については、ESI (Environmental Sanitation Institute)でトレーニングを受けさせると良い。
- ② ヤムナ川沿いには約20万のトイレがあり、浄化槽を設置して処理するという方法もある。

- ③ バイオガス化については、その大半は家畜糞尿を対象としているが、ネパールでは10万基以上のバイオガス化施設がある。

## 5. まとめ

JSCはここ数年インドの現地調査を数回実施した。その背景には、JSCはアジア・太平洋地域のサニテーションハブとして、急速な経済発展を遂げているインドにおける汚水処理・汚泥管理に対するニーズに応え、日本がこれまで蓄積されてきたこの分野の経験をインドに伝え、インドにおけるサニテーションの改善や水環境の保全に少しでも貢献したい思いがある。

これまでの現地調査を通じて、インドの汚水処理事情や国・州の汚水処理における役割などの情報収集ができた。現地調査の結果から、今後インドで汚水処理ビジネスを展開するに当たってのヒントが以下に示すように示唆されている。

- ① 大都市での下水道整備が進んでいるが、中小

都市の施設整備がほとんど進んでおらず今後の大きな課題である。言い換えれば、インドには汚水処理の巨大なマーケットが存在している。

- ② 現段階では、中小都市においてオンサイト処理および汚泥管理に関する要望が多いが、今後経済発展の状況に伴い中小規模の下水道施設の整備にシフトするものと予想される。

- ③ 日本の汚水処理技術・システムをインドに適用しビジネスを展開するためには、現地の社会習慣・文化への配慮や、ローカル企業・技術との競合など様々なハードルを乗り越えなければならず慎重な取り組みが必要である。

今年4月、JSCはアジア開発銀行(ABD)との間、「インドにおけるベストセプテージマネジメントの導入プロジェクト」の実施に関する支援業務契約を締結し、ADBおよびインド政府が実施しているインド東北部地方の汚水処理推進事業を支援することとなっており、今後その成果に期待したい。

## 教育センター&関係団体 6月・7月の予定

日 程	内 容
6月10日(月)～6月14日(金)	浄化槽設備士講習《東京会場》
6月12日(水)	第3回教育センター理事会
6月13日(木)	第3回教育センター評議員会
6月17日(月)～6月21日(金)	浄化槽設備士講習《大阪会場》
6月21日(金)	実務セミナー《教育センター》
6月25日(火)～6月27日(木)	浄化槽技術管理者講習会《東京会場》
6月27日(木)	浄化槽登録審査専門委員会《全浄協》
7月1日(月)～7月13日(土)	浄化槽管理士講習《宮城会場》
7月7日(日)	平成25年浄化槽設備士試験《宮城・東京・愛知・大阪・福岡》
7月8日(月)～7月20日(土)	浄化槽管理士講習《東京会場》
7月22日(月)～8月3日(土)	浄化槽管理士講習《大阪会場》
7月26日(金)	実務セミナー《教育センター》