



パキスタン

BOP層実態調査レポート

パキスタン・イスラム共和国 - 基礎データ -

面積	79万6,096平方キロメートル
人口	1億9,171万人 (2014年 計画・開発・改革省による予測)
首都	イスラマバード 人口 147万9,000人 (同上)
実質GDP成長率	4.14% (2014年)
名目GDP総額	2,501億4,000万ドル (2014年)
一人当たりの名目GDP	1,342.73ドル (2014年)
対米ドル為替レート	101.1ルピー (2014年平均値)

出所: JETROホームページ 国・地域別情報「パキスタン基本情報 概況」(2016年6月更新)

- 調査対象 水事情
- 調査月日 2015年7月

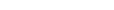
◆ パキスタンの水系

パキスタンではインダス川が主な水源となっており、パンジャブ州やシンド州の穀倉地帯を潤している。インドからパンジャブ州に流れ込む河川(Jhelum、Chenab、Ravi、Sutlej等。2頁地図参照)や北部から南下する河川(Kabul、Kurram、Gomal等。2頁地図参照)もインダス川に合流し、国内の主要な水源となっている。

インダス川は、チベット西部の阿陵山(Nganglong Kangri 7,316m)やカイルス山(Gangdise山脈6,714m)に源を発し、西に向ってインドのジャンムー・カシミール州北端を經由し、カラコルム山脈の西からパキスタン北端のギルギット・バルチスターン州に入る。同州内で氷河から流れ出る数本の河川が合流し、カイバルパクトウンクワ州に入る州境から南に流れを変え、同州のTarbelaダム湖(注)を経て州境を超えパンジャブ州のAttock(注)に至り、Kabul川が合流する。ここからは、パンジャブ、シンドの両州の平原を潤して流れ、Mithankot(注)(パンジャブ州)や、シンド州のJamshoro(注)、Thatta(注)を通り、アラビア海に注いでいる(注:上記の各地は2頁地図参照)。

インダス川の水は、インドとチベット、そしてパキスタンのギルギット・バルチスターン州にまたがるヒマラヤやカラコルム、ヒンドークシュの氷河を源としている。そのため、積雪期は流量が大幅に減少し、7~9月には逆にモンスーンによって洪水が起きる。また、紀元前から流路がしばしば変わっている。近代では、ペルシャ湾に流れ出る前にラン・オブ・カッチ塩湖(インドのグジャラート州)に注いでいたシンド州河口近くの支流が、1816年の地震による影響で同州西側のパニ草原にあるチャリ湖に流れを変えている。

PAKISTAN
Rivers and Lakes

-  River
-  Lake
-  Dam
-  Barrage
-  Province Boundary



◆ 灌漑

近年、流域の降雨量が減少し、水不足が著しいが、前述のとおり、インダス川はパンジャブおよびシンド平原を潤し、パキスタンの農業を支える重要な水源である。先史時代から同河川の沿岸に原始的な灌漑水路が作られてきたが、灌漑水路が本格的に整備され始めたのは、クシヤンおよびムガールの両王朝からであり、その後1850年から英国東インド会社によって灌漑技術が導入され、既存の水路が当時世界トップ水準の近代的な灌漑水路網に修復された。当時建設されたGuddu取水堰（灌漑用取水ダム。シンド州北端）とその下流のSukkur取水堰を水源とする水路は、現在でもSukkurや Jacobabad、Larkana、Kalat（各地の位置は前頁の地図参照）の農地を潤している。

東側からインダス川に流れ込んでいるJhelumなど4つの支流（前頁冒頭参照）は、すべてインドに源を発しているため、水利権をめぐる問題が両国間で紛争の火種となってきており、両国分離3年後の1960年に世界銀行が仲裁役となり、両国の間で「インダス水協定」が成立した。同協定の成立によって、インダス川本流と主要な支流であるJhelum およびChenab両河川のパキスタンへの必要流量供給が保証されたが、Chenab川の上流にあるBugliharダムの発電需要増減に伴って同ダムの放水量をインドが調整するなど、不安定な状態が続いている。

◆ ダム、取水堰

パキスタンには71のダムがあり、全てのダムが堤高15m以上で国際大ダム会議の定義する大規模ダムとなっている。このうち50のダムが1970年から2000年にかけて建設されたものであり、最も大きなものはTarbelaダム（1976年完成、堤高143m、堤頂長2,743m、インダス川、カイバル・パクトウンクワ州）、次いでManglaダム（1967年完成、堤高138m、堤頂長2,561m、Jhelum川、パンジャブ州）となっている。

取水堰としては、Kotri堰（堰長915m、シンド州ハイデラバード近郊。200万haの農地灌漑と共にカラチ市内への給水源の一つとなっている）とTaunsa堰（堰長1.3km、パンジャブ州デーラー・ガージ・ハーン近郊。110万ヘクタールの農地灌漑と共に100MWの電力を発電）などが大きい。主な用水路としては、Chashma堰とJhelum川を繋ぐ水路が設けられており、パンジャブ州のバハーワルプルとムルターン両市の用水を供給している。

こうした水インフラが、小麦や綿花、サトウキビなどの農業生産や、電力・水供給を維持し、約1億9000万人のパキスタン人口を支える柱となっている。



<Tarbela Dam>



<Mangla Dam>



< Sukkar >



<Kotri Barrage>



<Tanusa>

◆ 水貧国のパキスタン

パキスタンの風土は乾燥が激しく、水資源の大部分を氷河の融水とモンスーン期の降雨に依存している。しかし、インダス川を中心とする国土全体の水系は、流域が乾ききった土地のため海に注ぐまでに殆どが帯水層の岩盤まで地中深く浸み込んでしまう。加えて降雨量も乏しいため、地表水を得られない地域が多い。パキスタン水パートナーシップ（国内の水関連機関・団体によって構成）は、川や湖などの利用可能な地表水は1億9,000万km³で、更にその約15%に相当する2,960万km³の水が地下水として蓄えられているが、浸透・蓄水量を超える量の地下水が汲み上げられているとされている。

約1億9,000万人の現在の人口は、30年後には2倍に膨らむと見られている。そうした人口増加と気候変動、そして水資源の乱開発などが進むことによって、国民一人当たりの利用可能な水の量は更に減少すると見られる。

国連人口基金とパキスタン社会福祉省によれば、同国の水資源は1992年に国民一人当たり1,700m³で、同年を境にパキスタンは国際基準から見て水貧国となっており、2003年には、エチオピアを下回りリビアやアルジェリアと肩を並べ、世界銀行の定める水ストレス（水の需要が供給を上回り生活に支障をきたす）国に分類されている。現在の国民一人当たり年間水使用可能量は1,200m³（注）。水資源専門家は、国民一人当たり年間使用可能な水の量が2020年には855m³に減少すると予測している。しかしながら、パキスタンでは水資源の全てを開発し尽くしているため、新たな開発は行われておらず、ダムを新設する余地もない。

（注）一般に先進国では国民一人当たり年間1,000m³以上必要とされているが、日本では生産に大量の水を必要とする農産物の多くを輸入に依存しているため年間700m³にとどまっている（文部科学省2015年資料）。パキスタンでは農業の比重が大きいため、その分水の必要量が膨らむ。

◆ 加速する水資源の減少

地表水と地下水の過剰使用と乱開発、灌漑用水の管理不足等に加え、衛生上の問題からも使用可能な水の量は減少し続けている。ユニセフでは、下痢症状を起こす疾病だけでもパキスタン国内で毎年20万人の子供が死亡していると推計しており、汚染された飲み水によって赤痢や腸チフス、コレラ、その他胃腸炎の疾病が蔓延している。農業用水については開発可能な水源はあるものの、大概が塩分を含んでいるため、広大な面積の土地が未開発のままとなっている。

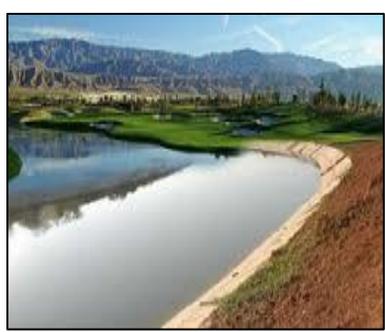
シンド州を流れるインダス川の下流に近いデルタ地帯では、機能している灌漑水路は1ヶ所のみ減少しており、Kotri堰からは1年の殆どの期間水が流れ出ていない。かつては世界でも有数の広大さを誇っていた同デルタ地帯のマングローブ林も、2400km²から1000km²に縮小している。

インダス川河口の汽水域では、塩水と淡水のバランスが現在辛うじて保たれている。しかし、このバランスが崩れれば塩分が遡上し、インダス川一本のみに頼っているパキスタン国内の水系全体にやがて影響が及び、流域全体に塩害が広がることとなる。

◆ パキスタンの灌漑システム

パキスタンは、全農地に張り巡らされた世界でも最も広い灌漑網を有している。しかし、インフラの整備不足から送水途中に用水の三分の二が漏水や地中に浸み込んで失われている。従って、もし水路が適切に補修・維持されれば計算上8,400万km³の水が更に利用可能となることになる。

国内の全地表水1億9,000万km³と地下水2,960万km³のうち、使用できる淡水は1億7,800万km³であり、そのうちの97%が農業用水として消費されている。パキスタンの農業は、用水量や耕地の単位当たり収穫率が世界で最も低いグループに属する。灌水などの管理を適切に行うことで、収穫量が上がり、水の消費も節約できるが、課題として残っている。また、水に関する話し合いは、州や県をまたがるダムや取水堰の水利権につながり、根本的な解決策の話し合いが難しい状況が続いている。



<用水路>



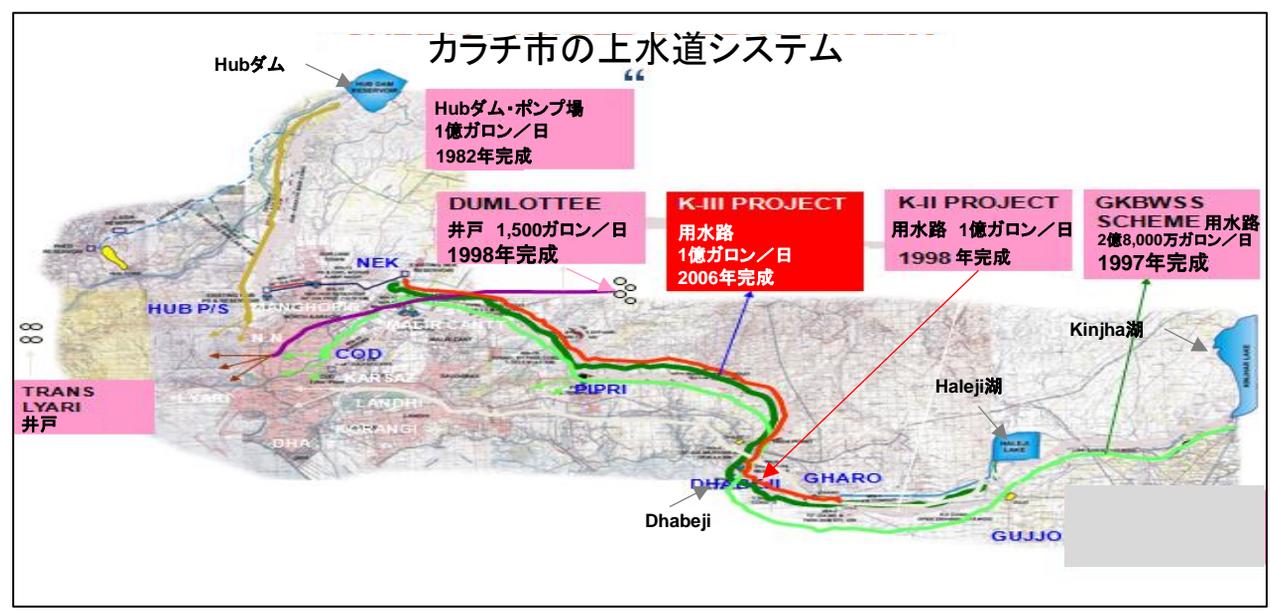
<耕地に配水する樋>



<地下水からの汲み上げ配水>

◆ カラチ市の浄水供給

カラチ市内の上水は、主にインダス川のKotri堰から取水し、右岸の水路を通してKinjhar湖とHaleji湖に一旦貯められる。その後、GKBWSS用水路・送水管を通してDhabejiポンプ場に至り、直径1.7mないしそれ以下の水道管によって市内各地に配水される。インダス川からの給水量は290万kl/日。カラチ市の水源は、この他にHubダムがあり日に23万klの水を供給している。しかし同ダムは流れ込む河川が無く、天水に頼っているため、天候次第で14~24万klと供給量の増減が激しい。



カラチ市内への浄水供給

KWSB(注)によるカラチ市の水需給は以下のとおり。

- 一人当たりの水必要量が約240ℓ/日であり、カラチ市の人口が約2,000万人と言われていることから、市全体で約48億ℓ/日の水を本来必要としている。
- 一方、インダス川とHUBダムからの供給量は、現在約29億3000万ℓ/日にとどまっており、約19億ℓの水が不足しているとみられる(実際の需要量は次頁“水の需要”の表参照)。
- 2015年にはカラチ市人口が2,300万人に膨らんでいるとみられていることから、計算上56億ℓ/日が必要となり、27億ℓが不足する。

(注)KWSB; Karachi Water and Sewerage Board(カラチ上下水道局)。カラチ市民への飲み水供給と下水処理を管理運営し、カラチ市内の水の環境衛生を職責とした組織で、上水の浄化、送配水、下水システムの管理運営、上下水道料金徴収などを行っている。

◆ 上水インフラ

カラチ市内の上水は、遠く離れたインダス川などを水源としており、運河と上水路、導管、汲み上げ・加圧ポンプなどが一体化している。

主な上水設備は右図の通り。

設備	規模
ポンプ場	約150ヶ所
貯水池	25ヶ所
水道管延長	約10,000 km
流量	約40億5,000万ℓ
水道料金徴収対象家庭	140万戸
流量調整弁	約40万ヶ所
マンホール	約25万ヶ所
送配水管網	約3,600km ²

◆ 上水需給

	カラチ市人口	1,800万人
需 要	最 大	43億7,000万ℓ/日(135~240ℓ/人/日)
	最 少	32億4,000万ℓ/日(135~240ℓ/人/日)
	通 常	34億8,000万ℓ/日(135~240ℓ/人/日)
供 給	インダス川からの水路	小計26 億ℓ/日
	GKBWSS(注)システム	13 億ℓ/日
	K-II(注)システム	4.5億ℓ/日
	K-III(注)システム	4.5億ℓ/日
	その他水路	3.4億ℓ/日
	その他水源	小計 4.1億ℓ/日
	Hubダム(注)	4億ℓ/日
	Dumlottee井戸(注)	0.1億ℓ/日
合 計		30 億ℓ/日
漏水等失水		10 億ℓ/日
給水可能量		20 億ℓ/日

(注)
GKBWSS:
 Greater Karachi Bulk Water Supply System Project(1997年完成)により整備された給水システム。水路、浄水場、ポンプ場、導管等を含む。
K-II:
 K-IIプロジェクト(1998年完成)により整備された給水システム。水路、浄水場、ポンプ場、導管等を含む。
K-III:
 K-IIIプロジェクト(2006年完成)。水路、浄水場、ポンプ場、導管等を含む。水路、浄水場、ポンプ場、導管等を含む。

Hubダム:
 1982年完成。ポンプ場等の付帯施設を有する。
Dumlottee井戸:
 1998年完成



<送水管からの漏水>

◆ 浄水場

インダス川その他からの用水(供給可能量)20億ℓは右記浄水場に送られ、浄化処理される。浄水場の沈殿・凝固や塩素処理などの設備は、主にドイツWABAG社とフランスDegramont社製

浄水場	処理能力
COD 浄水場	5.2億ℓ/日
Pipri 浄水場	4.5億ℓ/日
NEK 浄水場	5.6億ℓ/日
Hub 浄水場	3.6億ℓ/日
Gharo 浄水場	0.9億ℓ/日
合計	≒20億ℓ/日

(注)各浄水場の位置はP.5「カラチ市の上水システム」地図参照

◆ 給水不足対策

一人当たり最低必要量
 カラチ市の人口は約2,000万人。一人当たりの水必要量を1日135ℓとして生活用水が24億3,000万ℓ/日、産業用水5億5,400万ℓ、その他4億9,500万ℓで、1日34億7,900万ℓを必要とする。一方実供給される用水は30億ℓに過ぎず、加えて、漏水などで水が失われることから、実際の上水供給量はP11「上水需給」表のとおり20億ℓにとどまっている。この不足分はインダス川から市内に送水される途中の運河などから汲み上げ、給水車等で市内に運ぶことによって補っているが、それでも大幅に不足している。

◆ 給水車による給水

KWSBは9社の公認タンクローリー給水業者を有しており、規定上延べ13,800往復/日で6,200万ℓを給水することになっているが、実際には1億1,300万ℓを延べ8,400往復で運んでいる。これらの用水は浄水処理の後、給水されることとなっているが、水質に関する当局のチェックは殆ど行われていない。

給水車による給水料金は、距離と住宅用・産業用などの違いによって異なり、1,000ガロン(4,500ℓ)までが150~250PKR、2,000ガロン300~450PKR、3,000ガロン450~800PKRとなっている。しかし実際には供給先との関係や季節によって、1,000ガロン350~600PKR、2,000ガロン700~1,200PKR、3,000ガロン1,600~1,800PKRと大幅に値上がりする。ちなみに、これら料金は水道料金体系と同じである。



<KWSB 公認給水業者の給水車>

◆ 非公認の給水業者

上記のKWSB 公認給水業者以外に161の非公認業者があり、カラチ市内および近郊の各地から水を汲み上げて給水している。その多くはHub貯水池やMalir川などカラチ市の主な水源から汲み上げている。

これら非公認の給水業者は、合計で約5,000台の給水車を持っており、その60%が23kℓ、30%が14~9kℓ、残りが5kℓ積である。それぞれ1台当たり10~12往復しており、延べ合計で5万~6万往復、8億3,000万~10億ℓの用水を主に産業需要者へ供給している。

◆ KWSBの水質検査

KWSBは、以下のプロセスで用水の浄化に併せて、WHO基準に基づいた給水安全基準(注)確保のため水質検査所を有し、全ての浄水場を対象に滅菌用塩素投入量の監視を行うと共に、浄化前および浄化後の飲用水について上水道ネットワークの各所から毎月900~1000のサンプルを収集し、COD浄水所に併設された水質検査所で細菌量チェックなどを下記の通り行っている。併せてカラチ大学とPCSIR (パキスタン化学工学研究委員会。Pakistan Council of Scientific and Industrial Research)などにその他の検査を委託し、ダブルチェックを行っている。

チェックの結果は、通常WHO基準に合格しているが、住民から苦情が寄せられるなどにより汚染が察知された場合は、作業要員が直ちに対応することとなっている。また、市民が独自に所有する井戸水に対しても、汚濁や化学的・有機的汚染のチェックを行っている。

(注)正確には、各国が自国の基準を定める際のガイドラインとして、WHOが1984年に発表した勧告。

■ 用水浄化プロセス

- ・塩素滅菌して細菌等有機物を除き残留塩素を調整。
- ・アルミを凝固媒体として処理水1単位当たり20~30分をかけて不純物を綿屑状に凝固させる。
- ・不純物分離槽に移し、綿屑状の不純物が底に沈殿しないよう間歇的に振動を与えて宙に浮かし、2~3時間かけて分離し易い大きな塊にし、水と不純物を分離する。
- ・自動調節弁を経て最終の砂濾過を行う濾過池に送られる。
- ・濾過池を出た水は、飲み水としてWHO基準に適合した浄化が行われているが、配水池に蓄える前に浄化後の塩素滅菌を行う。

■ 水質検査所の検査プロセス

- ・各浄水場に流入・処理後送水する用水について水質検査を行う。
- ・検査の結果、殆どの処理前用水はそのまま使用できないため、各浄水所にて物理的処理(異物沈殿や濾過、煮沸)や、塩素添加、紫外線照射による滅菌などの処理を行う。
- ・処理後の用水を水質検査所がWHOの基準とガイドラインに沿ってチェックする。浄水処理の後給水される用水の残留塩素基準は、汚濁や細菌の混入度合いに応じて1.0~2.0ppm。家庭など各需要先に届くまで0.2~1.0ppmの範囲内で塩素が残留するよう追跡検査される。

◆ 上水汚染の原因

汚濁や異物混入などの原因として主に以下が考えられる。

- ・配管交差部分や水道栓などの破損
- ・貯水池や貯水槽の管理不足による汚染
- ・汲み上げポンプの老朽化や規格外ポンプの使用、素人が修理したポンプの使用

◆ 家庭での断水対策

水道が敷かれている地域でも、1日置きに断水が起きるなど給水が不安定なため、kachi abadis (注)などのスラム街を除く住宅地では、各家庭で地下や槽の上の貯水槽を備え、水道水や給水業者から買った水を蓄えている。

(注)ウルドゥー語で“どろ作りの家”の意。大都市周辺の公有地を不法占拠して建てられた伝統的で住環境劣悪なスラム

◆ 飲み水の浄化

高所得層の家庭では、簡易濾過フィルターや家庭用RO(逆浸透)膜浄水器などによって濾過するか、容器入り飲料水を購入しており、中所得層以下の家庭ではそうした余裕が無く、水道水などを煮沸するか、あるいはそのまま飲んでいるのが実情である。

RO膜浄水器については、高所得層の家庭で普及しつつあり、水道水に信頼が置けないため家の敷地内に井戸を掘りRO膜浄水器で濾過している家庭もある。輸入浄水器の主なものはSo Safe(英国)、Pureit Water Purifier(ユニリバー)などがある。しかしそうした家庭は人口の2~3%程度と見られている。また容器入り飲料水は、国内および外国企業も含めて製造メーカーが多く、高所得層と中所得層の上層をターゲットとして市販されており、人口の3~5%程度が利用しているものと見られる。

パキスタン水市場参入の可能性

上記に述べてきたことから、外国企業がパキスタンの水市場に参入する可能性は豊富にあり、以下のとおり分野も多岐にわたっていると見える。

- ・貯水池やダム建設
- ・漏水等損水対策
- ・灌漑用水を節約できる農業技術
- ・送配水網および浄水場の改善
- ・節水の技術・ノウハウ
- ・容器入り飲料水等の製造

◆ 下水処理

パキスタンの下水処理等環境浄化は未だ問題が少なくない。パキスタン国内の下水場設置および汚水処理状況は以下のとおり。

イスラマバード市	下水処理場3ヶ所。そのうち機能しているのは1ヶ所のみ。
カラチ市	処理場3カ所で、全て汚物を濾過し沈殿させるだけ。
ラホール市	数ヶ所所有するが、殆ど機能していない。
ファイサラバード市	1ヶ所のみで、処理能力は市内全汚水の7%のみ。
ムルターン、ラワルピンディ、グジュランワーラー(共にパンジャブ州)の3市およびその他地域	処理場は全く無く、地表水ないし地下水脈に放出している。

下水道利用人口は下表の通り全国平均48%であるが、パキスタン電力水道省によれば、下水処理されている排水は2002年で1%に過ぎない。

上下水道の普及状況 (2010年)				
		都市部(全人口の36%)	農村部(同左64%)	全国平均
上水	利用人口	96%	89%	92%
	利用家庭	57%	15%	29%
下水	利用人口	72%	34%	48%
	利用家庭	40% (2004年)	6% (2004年)	18% (2004年)

(注) 利用家庭は上下水道が引かれている家庭の%



カラチ市の下水処理状況と下水処理場設備

市内で発生する全汚水量	21億2,400万ℓ
全処理場合計の最大処理能力	6億7,500万ℓ
不足能力	14億4,900万ℓ
実際の処理量	2億2,500万ℓ
未処理量	18億9,900万ℓ
処理場	3カ所
汲み上げポンプ場	6ヶ所
副ポンプ場	32ヶ所
濾過等処理機械	23ユニット
市内下水道総延長	5,670km



<下水処理場(カラチ市内)>



<下水の垂れ流し>



<下水と汚物で埋まった川>



◆ 地域住民活動

パキスタンの下水処理は、上述のとおり未だ未整備の段階にあるが、これまで地域住民を主体とした環境浄化の草の根活動が成果を挙げてきている。その代表例として以下の取り組みが挙げられる。

Orangi Pilot Project(OPP)

OPPは1981年にカラチ市オランギ地区で始まった住民参加の環境浄化運動。社会活動家のアクタル・ハミッド・カーン氏が中心となって研究教育とマイクロファイナンス、保健医療に携わる3つのNGOを統合し、住民の参加と出資(1家庭3,000PKR)を募って各家庭のトイレの衛生状態改善や下水道本管に繋がる地区共同汚水槽の建設等を行ったものである。

この活動により10万世帯の人々の衛生状態が改善された。その後各地のNGOや地域活動市民団体がOPPをモデルとして全国に活動の輪が広まり、自らが参加・出資し、社会資産を共有するというOPPのコンセプトが2006年の国家環境衛生政策に取り入れられるに至った。

OPPの取り組みに触発され、1999年にパンジャブ州Lodhran市でLPPが立ち上がった。同プロジェクトは地域住民が低額出資して下水処理等の環境衛生施設を共同所有するもの。2004年には日本社会開発基金から110万ドルの援助を得、LPPはパンジャブ州南部の100ヶ村に広がり、技術協力や施設運営技能訓練などの協力を受けて地域住民が衛生環境改善に努めている。

パキスタンに対する日本の水分野における上記以外の主な協力は、以下とおりである。

- ・アボッターバード市浄水場新設、イスラマバード市浄水場設備更新、ファイサラバード市下水処理場機器導入などに関する資金供与や借款提供
- ・JICAによる都市水道改善マスタープラン作成や関連設備供与、設備メンテナンス技術協力

Community-led total sanitation (CLTS)

2003年には、地域住民主導による総合衛生改善活動“CLTS”の概念に基づく取り組みが、ユニセフとNGOのIRSP (Integrated Regional Support Program)の協力を得て、パキスタンで初めてMardan地域(カイバル・パクトウンクワ州)でスタートした。CLTSは、下水処理場や各家庭での浄化槽設置などハード面によるよりも、むしろ地域住民全員の意識と行動様式を改革し、汚物による汚染の無い社会を作ろうというもの。CLTSの取り組みは、2006年に政府がOPPのコンセプトを政策に取り入れ、成果に応じた報奨金制度が定められたことも追い風となり、その後全国に急速に広まった。また、Khushal Pakistan Fundが地域下水処理施設の建設に120億PKRの支援を行うなど、CLTSなどの地域住民活動と連携する動きが活発化しており、現在までに既に130カ所で汚物汚染の無い村落が実現している。



【免責事項】本レポートで提供している情報は、ご利用される方のご判断・責任においてご使用ください。ジェトロでは、できるだけ正確な情報の提供を心掛けておりますが、本レポートで提供した内容に関連して、ご利用される方が不利益等を被る事態が生じたとしても、ジェトロおよび執筆者は一切の責任を負いかねますので、ご了承ください。