

インド

ボパール湖保全・管理事業

評価者：(財) 国際湖沼環境委員会

中村 正久、ビクター・ムハンディキ、  
トーマス・バラトール<sup>1</sup>

現地調査：2006年11月、2007年5月

## 1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域の位置図



本事業で整備されたリンクロード

### 1.1 背景

ボパール湖<sup>2</sup>は、マディヤ・プラデシュ州の州都ボパール市西部に位置し、2つの人造湖、上湖（Upper Lake）と下湖（Lower Lake）からなる。上湖は表面積 36 km<sup>2</sup>、集水域面積<sup>3</sup>361 km<sup>2</sup>で、下湖は表面積 1.29 km<sup>2</sup>、集水域面積 9.6 km<sup>2</sup>である。上湖は人口 180 万のボパール市民の 40%以上に水を供給する重要な水源である。下湖は主としてレクリエーションの場として利用されている。近年、ボパール湖の水環境は事業所や商業施設からの点源汚染、路面や畑地・林地から降雨時に流出する面源汚染、さらには多数の不特定汚染源から排水路に流出する下水や生活排水などによって悪化してきた。また不法占拠や不法投棄、違法な開発など湖岸域への人為活動の進出も水質悪化の要因の一つとして指摘されてきた。以上を背景として、同湖全体の環境改善と水質改善のニーズが高まっていた。

### 1.2 目的

本事業は、上湖および下湖の水質汚濁防止と環境保全対策を実施することによってボパール湖全体の環境改善と両湖の水質改善をはかり、もって周辺住民の健康と衛生状態の全般的な改善に貢献することを目的とする。

<sup>1</sup> 本事業評価は、国際湖沼環境委員会（ILEC）が受託し、中村正久、ビクター・ムハンディキ（Victor Muhandiki）およびトーマス・バラトール（Thomas Ballatore）を共同評価者として行われた。

<sup>2</sup> ボパール湖はボージ湿地（Bhoj Wetland）とも呼ばれる。

<sup>3</sup> 降雨が特定の河川や湖沼に流れ込む陸域の広がり範囲。

### 1.3 借入人／実施機関

借入人： インド国大統領

事業実施機関： マディヤ・プラデシュ州住宅環境局（MPHED）

図1 ボパール湖集水域



### 1.4 借款契約概要

円借款承諾額／実行額	7,055 百万円／6,537 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1994 年 12 月／1995 年 2 月
借款契約条件	金利 2.6 % 返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド
貸付完了	2004 年 6 月
本体契約 (10 億円以上のみ記載)	マディヤ・プラデシュ州湖沼保全機構（インド）
コンサルタント契約 (1 億円以上のみ記載)	コンサルティング・エンジニアリング・サービス（インド）・ 協和コンサルタンツ（日本）（JV）
事業化調査等	94 年 SAPROF（案件形成促進調査）

## 2. 評価結果（レーティング：B）

### 2.1 妥当性（レーティング：a）

#### 2.1.1 当初計画（審査時）における妥当性

第8次国家開発5カ年計画（1992-1997年）は、失われつつある生態系機能の回復を優先的な課題の一つとして掲げている。インド政府は、1987年に、全国の湿地の保全と管理を推進する「湿地保全計画」を立案した。右計画は、ボパール湖集水域を含む16事業を特定し、マディヤ・プラデシュ州政府によって策定されたボパール湖保全・管理事業のアクション・プランが最優先事業と認められ、中央政府および州政府の両政府予算の資金投入により実現した。以上を踏まえれば、本事業の妥当性は高かったと判断される。

#### 2.1.2 評価時における妥当性

インド政府の第11次5カ年国家開発計画（2007-2012年）の中で水質のモニタリングの強化と都市域における下水道整備率の向上を優先課題と位置づけ、州レベルでは2005年に「ボパール湖の水資源の保全と管理のマスタープラン」がマディヤ・プラデシュ州湖沼保全機構（LCA）<sup>4</sup>によって策定された。したがって、湖沼保全は現在もなおインド政府および州政府の両レベルで高い優先度をもつ政策課題であるといえることができる。<sup>5</sup> また、本事業はボパール湖とその流域の保全に必要な施設の整備と制度の構築を目的として遂行され、現在および将来のさまざまな湖沼保全活動の推進につながるものである。したがって、本事業の妥当性は引き続き高いと判断される。

### 2.2 効率性（レーティング：b）

#### 2.2.1 アウトプット

アウトプットの当初計画と実績との比較は表1の通りである。下水道システム、リンクロード（VIPロード）、水草除去、噴水の設置、既存実験施設の改善などの主要項目については計画通りに実施されたうえ、追加的なアウトプットも確認された。しかし、堆砂除去と浚渫、洗濯民（ドービー、Dhobi）<sup>6</sup>の居住地移転などは計画を完全には達成できなかった。

<sup>4</sup> Madhya Pradesh Lake Conservation Authorityの略。

<sup>5</sup> インド政府は、湖沼保全への積極的な取組みを国際的に示す意味もあって、2007年10月・11月に第12回世界湖沼会議をジャイプールで開催した。

<sup>6</sup> カースト制度における洗濯を業とする層の人々の総称。

表 1 アウトプットの当初計画と実績との比較

当初計画	実績
<b>1. 堆砂除去と浚渫</b>	
1) 堆砂除去と浚渫	
a) 上湖のシルトの除去：5.900 万m <sup>3</sup>	a) 2.935 万m <sup>3</sup> (▼50%)
b) 下湖のシルトの除去：0.245 万m <sup>3</sup>	b) 0.085 万m <sup>3</sup> (▼65%)
2) 洪水吐きアプローチ水路の掘削と拡張	
a) シルトの除去：1.240 万m <sup>3</sup>	a) 0.987 万m <sup>3</sup> (▼20%) 偶像浸水儀式場の建設が追加された。
3) 島の復旧	若干の修正を伴い実施された
<b>2. 流域対策</b>	
1) 植林による流域対策と湖周緩衝ゾーンの設置	
a) 植林面積：1.3 百万本植林、面積 1,500 ha	a) 1.7 百万本植林 (△31%)、面積 962 ha (▼36%) 71.3 km のフェンス建設
2) チェックダム、シルト・トラップ、カスケードの設置	
a) チェックダムの建設：33 カ所	a) 実施せず
b) シルト・トラップの建設：230 カ所	b) 2 カ所
c) トー・ウォールの建設：2,300m	c) 645m
d) カスケードの設置：48 ha	d) 実施せず 上記に加え、ガビオン（布団籠）78 カ所と 1400m の逆フィルターを設置
3) ガーランド・ドレーン	
a) 下湖沿岸の開水路の建設：7,000m	a) この項目は「下水処理による汚染防止」と統合
<b>3. 下水処理による汚染防止</b>	
1) 3 処理区の下水道の建設・リハビリ	当初計画通り
	a) 下水道の建設：4 カ所 (5.399 万m <sup>3</sup> )
	b) 下水道のリハビリ：1 カ所 (0.454 万m <sup>3</sup> )
	c) 下水ポンプ場の建設：8 カ所
	d) 下水ポンプ場のリハビリ：2 カ所
	e) 下水管の敷設：85km
	f) 排水分水路の建設
<b>4. 湖岸および湖辺域の管理</b>	
1) リンクロード（別称「VIP 道路」）の建設	
a) 道路の建設：4.9km	a) 計画通り実施
b) 橋梁の建設：150m	b) 437m (△190%)
2) ゴミ処理対策	
a) 収集車の提供：2 台	a) , b) , d) および f) は計画通り実施
b) コンパクターの提供：4 台	c) 150 個 (△50%)
c) メタルコンテナの提供：100 個	e) 中止
d) ダンププレーサーの提供：2 台	上記に加え、重量計測橋の提供と廃棄物管理の啓発活動が行われた
e) ティッパーの提供：1 台	
f) 下水管クリーナーの提供：1 式	
3) 洗濯民（Dhobi）による水質汚濁の防止	
a) 移転のための土地の造成と取得：10 エーカー	a) 4.5 エーカー (▼55%)
b) 洗濯民の住宅建設：400 軒	b) 128 軒 (▼68%)
c) 洗濯民の洗濯場の建設：500 個	c) 172 個 (▼66%) 上記に加え、水道タワーとラフィングフィルター浄化施設を建設した。
<b>5. 水質の改善と管理</b>	
1) 湖の除草	ほぼ計画通り実施
a) 湖の除草：1,135 ha	

2) 魚による生態系制御 a) ボートの提供：7台 b) ギルネットの提供：10個 c) 養殖・産卵施設の改善 d) 稚魚の養殖：4.30百万稚魚	a) , b) and c) は実施せず d) 3.82百万稚魚 (▼34%)
3) 水質のモニタリング a) 水質分析機器の提供 b) 既存分析実験施設の改善	計画通り実施
4) 噴水の設置 a) 浮上型噴水の建設：12台 b) 曝気システムの設置：3式	a) 13台 (△8%) b) 実施せず
<b>6. コンサルティングサービス</b>	
1) エンジニアリングサービス：140 M/M	1) 159.81 M/M (△14%)
2) 研修：60M/M	2) 25.3 M/M (▼58%)
<b>7. 追加事業</b>	
	以下の項目が追加された。 1) マディヤ・プラデシュ州湖沼保全機構 (LCA) 設立の共同基金 <sup>7</sup> 2) 市民参加と啓発活動 3) インタプリテーション・センターの設置 4) 湖畔散歩道の建設 5) FTL <sup>8</sup> とNCZ <sup>9</sup> の分離 6) 洪水吐き水路上の4車線橋梁道路の建設 7) 上湖のアースダム <sup>10</sup> からの浸透水制御 8) バン・ビハール国立公園地域の保全のための優先事業 (土壌侵食の建設、植林、動物のための水の増加、国立公園内の鳥の生息地の改善など)

一部の事業には、詳細計画と現場の状況に応じたアウトプットの修正が必要であった。堆砂除去と浚渫については詳細な実地調査に基づいてその量を削減した。当初計画で提案された除去必要分量の適切性については議論の余地があるものの、掘削深と湖岸斜面の傾斜レベルは計画通り達成した。上湖の偶像浸水儀式場<sup>11</sup>を閉鎖し、新たに洪水吐きアプローチ水路付近に浸水儀式場を建設した。

集水域の流出制御を目的として実施された植林は、当初計画以上の活動が行われた。しかし、実際に事業が行われた面積は、所有権が確定していない地域や不法占拠地および野生生物保護区に指定された地域を除外しなければならなかったため、当初計画の面積を達成できなかった (図 2、3 を参照)。また、建設されたシルト・トラップの数がかなり削減されたため、チェックダムの建設やカスケードの設置は実施されなかった。その代わりに、ガビオン (布団籠) および逆フィルターが設置された。下水処理についてはほぼ当初計画通り行われた。

<sup>7</sup> 本共同基金 (7億2,300万円 (2億6,600万ルピー)) は、a) 現存の実験・分析室と水質モニタリングの能力強化、b) 市民参加と啓発事業、c) インタプリテーションセンターの改善、d) 流域管理、e) 漁業管理、f) データマネージメントを行うことを目的として設立された。

<sup>8</sup> Full Tank Levelの略で洪水時の水際水位線の意

<sup>9</sup> No Construction Zoneの略で構造物建造禁止区域の意。

<sup>10</sup> 上湖と下湖の間に11世紀に建造した石積みの仕切りダム。

<sup>11</sup> ヒンドゥー教の神々の偶像を河川や湖に浸す伝統的宗教儀式で、これが水質汚染の要因の一つとされている。

湖岸および湖辺域の事業については、リンクロードの建設および廃棄物管理の機材の調達計画通りに実施された。変更点としては、湖岸周辺の障害物や宗教関連施設を避ける目的で道路を迂回させたため、橋梁の長さは延長されたことが挙げられる。また、洗濯民の移転のために確保した敷地面積と新家屋および新たな洗濯場は、当初計画より縮小したが、これは計画段階で洗濯民の数を把握しきれておらず、多く見積っていたためである。有効な借地権を持つ 128 軒の洗濯民に対しては移転前の住居のタイプに応じて完全に住居と洗濯場を補償する一方で、借地権を所有しない 120 軒の不法土地利用の洗濯民に対しては新居住区の借地権と洗濯場を補償した。

図 2 計画した植林（湖岸に示している）と堆砂除去と浚渫（湖内に示している）区域

図 3 実施した植林（湖岸に示している）と堆砂除去と浚渫（湖内に示している）区域



水質の改善と管理については、湖の除草、水質モニタリング、水上噴水の設置は計画通り実施された。しかし、魚による生態系制御のための稚魚のストックング（馴致飼育）は 2001 年に廃止されたため当初計画を下回った。これは稚魚の致死率が高いうえ、必要な時期に稚魚数を確保することができなかったからである。

コンサルティングサービスのエンジニアリングサービスにかかる日数は、事業期間の延長があったため当初計画を超過した。研修については、その必要性の再検討に基づき回数を削減した。

### 2.2.2 期間

事業実施期間は、当初計画（審査時）では 1995 年 2 月から 2000 年 3 月までの 61 カ月であったが、実際の事業期間は 1995 年 2 月から 2004 年 6 月までの 112 カ月（計画比 184%）となった。ほとんどのコンポーネントの遂行期間は当初計画を越えた。この遅れの主な原因は以下の 6 項目に整理できる。

1) は詳細計画策定（DPR）の遅れ：湖の除草、堆砂除去と浚渫、水上噴水、下水道分野で実施機関に対応能力が不足しており、堆砂除去と浚渫と下水道の詳細計画は 4.5 年後の 1999 年 9 月に策定された。

2) 複数の実施機関間の連携・調整：本事業は複数の実施機関による多数の項目で成

り立っているが、それらの調整がスムーズにできなかった。実施機関の多くに同様の事業の実施経験がなく、計画対象地域の決定や設計業務の実施にかかる具体的な調整は困難であった。

3) 事業の追加：ほとんどの追加事業は当初計画の完了時期である 2000 年 3 月以降に申請され承認された。

4) 係争：事業実施期間中に、地主や土地の不法占拠者が植林事業のため土地を明け渡すことに反対し、係争となった。

5) 洗濯民の移転交渉の長期化

6) 下水道関連事業対象地域の地質（岩盤地質地域では、住民の反対で発破工事が不可能）や地理的な条件（住宅密集地域の狭小な道路における管路の敷設）が工事の遅れを招いた。

図 4 本事業サイトの様子を示すパンフレット



### 2.2.3 事業費

実際の事業費は、当初の推定値 83 億円に対し、77 億円であった（計画比 93%）。計画より抑えられた理由としては、詳細計画の変更、またインフレを上回る現地通貨の減価と競争による効率的な受注により、円建ての総事業費が減少したことが挙げられる。

## 2.2.4 まとめ

アウトプット、期間および事業費を総合すると、効率性の評価は中程度と判断される。

## 2.3 有効性（レーティング：a）

本事業の有効性は、「ボパール湖全体の環境改善と水質改善」という目的に照らし合わせれば、湖の水質および周辺の環境改善の測定結果を重視すべきである。しかし、湖沼保全という本事業の性質上、滞留時間の長さや湖への複雑な影響挙動のために、湖の環境改善を顕著に確認できるまでには通常事業よりも長期間を要し、継続的な管理が求められる。そのため、本事後評価においては、その他の間接的指標もあわせて重視することとする（湖沼の自然科学的な特性を踏まえた湖沼保全管理事業の評価・自己分析手法については「テーマ別報告書：『ボパール湖保全・管理事業への ILBM6 評価枠組みの適用』」を参照）。

### 2.3.1 水質の改善と管理

#### (1) 堆砂除去と浚渫による底泥除去

堆砂除去と浚渫が上湖、下湖それぞれで 26 回、12 回行われ、十分な量の汚泥を除去することができた。上湖に流入する未処理の汚泥量流入が事業実施期間中に増減していないと仮定して、全チツソとして 592 トン、全リンとして 1,177 トン除去された。

#### (2) 偶像浸水儀式場移設による上湖の水質改善

取水場所に非常に近い位置にあった偶像浸水儀式場付近では、移設された 1999 年以降、全リンが 2.98 (mg/l) から 0.37 (mg/l) になるなど水質が改善されたことが確認された。一方で、下流部に新しく設置された偶像浸水儀式場付近では、全リンが 0.81 (mg/l) から 3.21 (mg/l) になるなど水質は悪化しており、根本的な解決には至っていない。しかし、湖から人工池に伝統的な宗教行事の対象を変えてまで環境を守ろうとする取り組みは世界的にも珍しい。

図 5 新しい偶像浸水儀式場  
(上湖外)



#### (3) 水質改善達成度

上湖および下湖の表流水域の水質改善達成度を示した表 2 の通り、事業実施前後において水質に大きな変化はみられず、2 つの湖の水質目標は達成できていない。しかし、水質は改善傾向を示しており、水質の大幅な改善は今後の陸域からの流入負荷の



削減に大きく依存するため、長期間を要すると思われる。また、本事業がなければ水質は悪化の一途を辿っていたことが推測されることから、本事業の効果は大きかったと判断される。

表 2 沖合の表流水質傾向

項目	観測地			インド国基準値		
	1998	2003	2006	A	C	D
<b>上湖</b>						
pH	8.1 - 9.0		6.9 - 8.7			6.5-8.5
DO (mg/L)	5 - 11		6 - 27	6	4	4
濁度 (FAU)	68	56	17			
全アルカリ (mg/L)	228	210	110			
BOD (mg/L)	36.4	32.2	12	2	3	
COD (mg/L)	270	144	138			
塩化物 (mg/L)	50.6	48.0	37.0	200	600	
全硬度 (mg/L)	200	212	104	300		
全リン (mg/L)	2.98	3.37	2.64			
硝酸 (mg/L)	8.76	9.98	6.42	20	50	
<b>下湖</b>						
pH	> 8.7		> 8.5			6.5-8.5
DO (mg/L)	1.6 - 18.7		1.2 - 20.0	6	4	4
濁度 (FAU)	168	178	56			
全アルカリ (mg/L)	268	216	182			
BOD (mg/L)	68	58	46	2	3	
COD (mg/L)	286	244	182			
塩化物 (mg/L)	78.9	56.6	42.9	200	600	
全硬度 (mg/L)	212	186	176	300		
全リン (mg/L)	7.89	6.28	4.72			
硝酸 (mg/L)	12.23	10.72	7.32	20	50	

出所：ERL (Environmental Research Laboratory), LCA (Lake Conservation Authority of Madhya Pradesh)  
 注) 上湖では A 基準、下湖では D 基準を目標値としている。(現行は BIS10500 基準で、事業開始当時の IS2290 基準に相当)

### 2.3.2 ボパール湖全体の環境改善

#### (1) 湖の物理的環境の改善・保護

堆砂除去と浚渫によって、上湖の貯水容量は 397 万 m<sup>3</sup> (4%)、下湖については 8.5 万 m<sup>3</sup> (1%) 増大した。当初計画では上湖で 6%、下湖で 3% を目標としていたため、全体として計画値の 66% を達成したこととなる。カムラー (Kamla) 公園のアースダムの修復においては、漏水を 28-30 m<sup>3</sup>/s から 0.2 m<sup>3</sup>/s に削減 (99%) することが可能となった。この貯水容量の増大は、洪水対策にもつながっている。これは、近年で最も激しい降雨量を記録した 2006 年において、洪水の回数が減少したことからも明らかである。

タキア (Takia) と称される宗教的に重要な小島の擁壁および植林は土壌浸食防止に貢献している。植林については、水浸部以外で 90%、水浸部で 80% と高い生存率を達成しており、植林地帯とリンクロードや公園などによる物理的な障害は、湖岸侵入の緩衝となっている。

集水域の土壌浸食およびシルトの流入回避については、植林および流域の対策事業が期待通りの成果をもたらした。しかし、ほとんどの流域対策施設の維持管理は適切に行われていない。一部の地域ではガビオン (布団籠) 型の堰にシルトが堆積し、川の流れを妨げて農地に洪水を引き起こしたため、農民がとり壊してしまった。

図 6 下湖の湖畔の公園  
(洗濯民移転後)



## (2) 水質悪化要因への対応

表 3 のとおり、下水処理システムの導入により、汚水処理人口比率で 10% から 90% と処理容量も大幅に増加し、湖の汚濁負荷は軽減されたといえる。<sup>12</sup> また下水システムの構築には、下水管路のみならず、下水路 (溝川) に排出される下水も堰を作って下水処理施設に流れるようにしているため湖への直接流入水量は減少した。ただし、4 つの下水処理場が建設され、事後評価時において、そのうち二つについては正常に稼働しているものの、残り二つの処理場は完全には稼働していなかった。<sup>13</sup> 稼働が不完全な原因は、一つの処理場については隣地の敷地を通して処理水を排出させることに対して近隣住民が反対していることによるもので、もう一つは、流入処理量が少なく、処理工程に支障が生じていることが原因と考えられる。

表 3 対象地域の下水処理システム概要

項目	事業前 (1994)	事業後 (2005)
本事業対象地域の人口 <sup>1)</sup>	233,000	360,000
本事業対象地域の汚水処理人口比率 (%)	10	90 <sup>2)</sup>
(実質) 汚水処理量 (MLD)	4	15
設備能力 (MLD)	4	58.53
施設利用率 (%)	100	25

出所: PHED (Public Health Engineering Department)

注 1) ボパール自治区の約 18% が事業対象地域

注 2) 約 15-20% が各戸下水で、残りが開水路による集水

また、その他の汚水源である洗濯場が湖畔から湖の下流へと移転されたことも水質

<sup>12</sup> 事業実施後の各戸下水の数は、狭い道幅と岩盤岩肌地形が管路埋蔵工事を妨げ、依然として増えていない。しかし各戸下水の増加は本事業の対象となっていないため、現在進行中のアジア開発銀行 (ADB) によるプロジェクト UWSEIMP (Urban Water Supply and Environmental Improvement Project in Madhya Pradesh) において下水接続家庭の増加が期待される。

<sup>13</sup> コトゥラー (Kotra) およびバドゥヴァイ (Badwai) 下水処理場が正常に稼働している一方、マホリ (Maholi) およびゴンドアルマウ (Gondarmau) 下水処理場は完全には稼働していない。

悪化要因の減少に貢献しているといえる。しかし、ゴミ処理量を増加することによる汚水源の減少の試みは十分でない。本事業により、ゴミ処理場にトラック重量計測装置が設置されたが、廃棄物収集率は60%にとどまっており、市の多くの地域でゴミ収集状況はいまだ改善が十分でない。とくに低収入地区における基本収集施設が欠けている。

### (3) 湖畔における景観改善

植林や公園の設置、タキア島の復旧、およびリンクロードや噴水の設置により湖周辺の景観は改善された。住民アンケート（サンプル数：728人）によれば、57-73%もの住民が湖岸の景観が改善されたと回答している。

### (4) 生態学的な生息地の改善

湖畔および上湖の集水域における植林により、緩衝域は生態学的に生息地を改善し、湖畔の渡り鳥の数と種が増加した。マディヤ・プラデシュ州政府が、湖の最大水位時の沿岸水辺境界線から緩衝帯までの間を湖沼生態系に不可欠な湖辺域と定義し、その線より深い部分を「構造物建造禁止区域 (No Construction Zone)」として保全したこともこれに貢献していると考えられる。しかし、コンクリート壁のような湖畔の建造物は湖辺の生物生息環境に悪影響を及ぼしている可能性がある。

### (5) 総合的なボパール湖の環境状況改善

本事業によるボパール湖の総合的な環境状況改善に関するアンケート調査（サンプル数：583人）によれば、全体の65%の住民が「環境状況は改善した」と回答したが、洗濯民と漁民はそれぞれ12%、37%ときわめて低い値となった。

## 2.4 インパクト

### 2.4.1 住民への影響

#### (1) 健康と衛生状況の改善

本事業の対象となっている下水整備地域にてアンケート調査（サンプル数：149世帯）を行ったところ、<sup>14</sup> 衛生環境状況は、下水システムの改善が実際に行われた地域を中心に事業対象地域全体で改善され、下水整備された地域の71%の家庭が、本事業の下水システムの導入によって「健康衛生状況が向上した」と答えた。

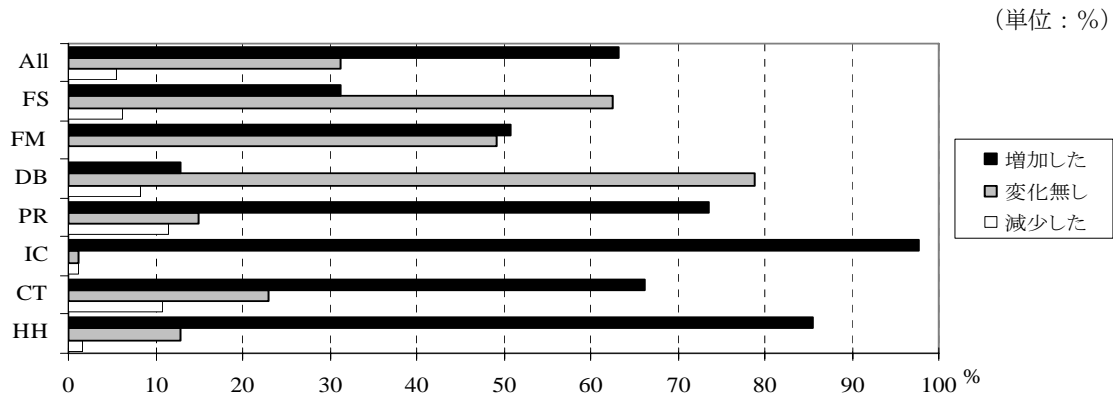
#### (2) 生活環境の改善

本事業対象地域の生活状況は下水処理場や下水開水路周辺に建設された公園などの遊樂施設により改善された。アンケート調査によるボパール市の生活状況の改善変化は7つの対象グループにおいて計581の対象者に回答を得ることができ（図7）、全体

<sup>14</sup> コトラ (Kotra)、バドワイ (Badwai)、マホリ (Maholi)、ゴンドアルマウ (Gondarmau) の4施設の地域

の63%が生活状況の改善を回答した。しかし、洗濯民や農民、漁民のように、きわめて低い値を示しているグループもある（それぞれ13%、51%、31%）。

図7 アンケート調査によるボパール市の生活状況の改善変化



注) : All : 全体 ; FS : 漁師 ; FM : 農家 ; DB : Dhobi ; PR : レークビュー・プロムナード訪問者 ; IC : インタープリテーション・センター訪問者 ; CT : 一般市民 ; HH : 下水整備家庭

### (3) 利便性の向上

リンクロードの建設や洪水吐きアプローチ水路に架かる橋の建設など多数の交通利便性が向上したことにより、土地や家屋などの財産価値が高まったほか、交通渋滞の緩和に貢献しており、都市の発展にも寄与していると考えられる。

## 2.4.2 社会的影響

### (1) 雇用機会の増加

除草や植林活動および湖岸の維持管理事業により、雇用機会が増加した。コンポーネントによって差はあるものの、とくに啓発運動や植林活動において女性の参加がみられた。本事業完了後は、維持管理費用をまかなう財源が乏しく、雇用機会は減少しているものの、活動への参加は継続している。

### (2) 洗濯民の居住地の移転と住居および洗濯施設の建設

洗濯民は公開協議と交渉のあとに移転し、移転した洗濯民で以前の居住地において借地権を有していたものすべてが補償された。しかし、事業実施後のフォローアップが行われておらず、ほとんどの洗濯民は不満を抱いている。管理機関であるボパール市公社 (BMC) によって適切な管理が行われておらず、上質の水を提供するために設置されたラフィングフィルター (簡易ろ過) 浄水施設が機能していないことがおもな原因である。また、移転の際に約束された日よけつきのもの干し場の建設を希望していたにもかかわらず、その建設がなされなかったことも不満の一因である。さらに、下水排水施設もすでに壊れて使用不能となっているが、維持管理はなされていない。

#### 2.4.3 市民参加と啓発活動の増加

アンケート調査（サンプル数：582人）の結果、全体的として61%の住民が「環境への関心が増えてきた」と回答するとともに、全体の60%が「環境改善のための奉仕活動への参加が増えた」と回答しており、環境への関心の変化がうかがえる。しかし洗濯民、漁民、農民に関しては、環境への関心度につき、それぞれ15%、25%、44%未満の低い値となっており、これは事業による施設管理不足や事業実施後のフォローアップ不足が起因していることが考えられる。また、偶像浸水儀式場移転に関しては、90%の住民が「偶像浸水儀式は湖への環境悪化要因だ」と回答しているほか、80%以上の住民が「偶像浸水儀式を上湖および下湖から移すことに対して容認できる」と回答しており、住民のほとんどが偶像浸水儀式による湖の環境への悪影響につき認識していることが確認された。偶像浸水儀式場の移転が、本事業の直接的な目標ではなかったにもかかわらず成功した要因として、本事業に住民啓発運動が組み込まれていたことが挙げられる。

#### 2.4.4 国際的認知

本事業の成果は、インド国内だけでなく国際的にも認められたため、インドの湖沼保全の成果事例として貢献すると思われる。本事業の保全事業が基となりボパール湖は2002年にラムサール条約にも登録され、米国の湖沼管理機構による技術的優秀賞（2001年）等、いくつかの賞を受賞した。

### 2.5 持続性（レーティング：b）

#### 2.5.1 実施機関の運営状況

本事業はマディヤ・プラデシュ州住宅環境局（MPHED）<sup>15</sup>を実施機関、環境計画調整部（EPCO）<sup>16</sup>を調整機関とし、州政府の多数の関係部局がかかわる複雑な体制の下で実施された。関係部局とは公衆衛生技術局（PHED）<sup>17</sup>、州都事業行政局（CPA）<sup>18</sup>、森林局（Forest Division）、バン・ビハール国立公園（VVNP）<sup>19</sup>、ボパール市公社（BMC）<sup>20</sup>、およびマディヤ・プラデシュ湖沼保全機構（LCA）である。これらの機関の分掌業務は図8に示すとおりである。

<sup>15</sup> MPHEDはMadhya Pradesh Housing and Environment Departmentの略。

<sup>16</sup> EPCOはEnvironmental Planning and Coordination Organizationの略。

<sup>17</sup> PHEDはPublic Health Engineering Departmentの略。

<sup>18</sup> CPAはCapital Project Administrationの略。

<sup>19</sup> VVNPはVan Vihar National Parkの略。

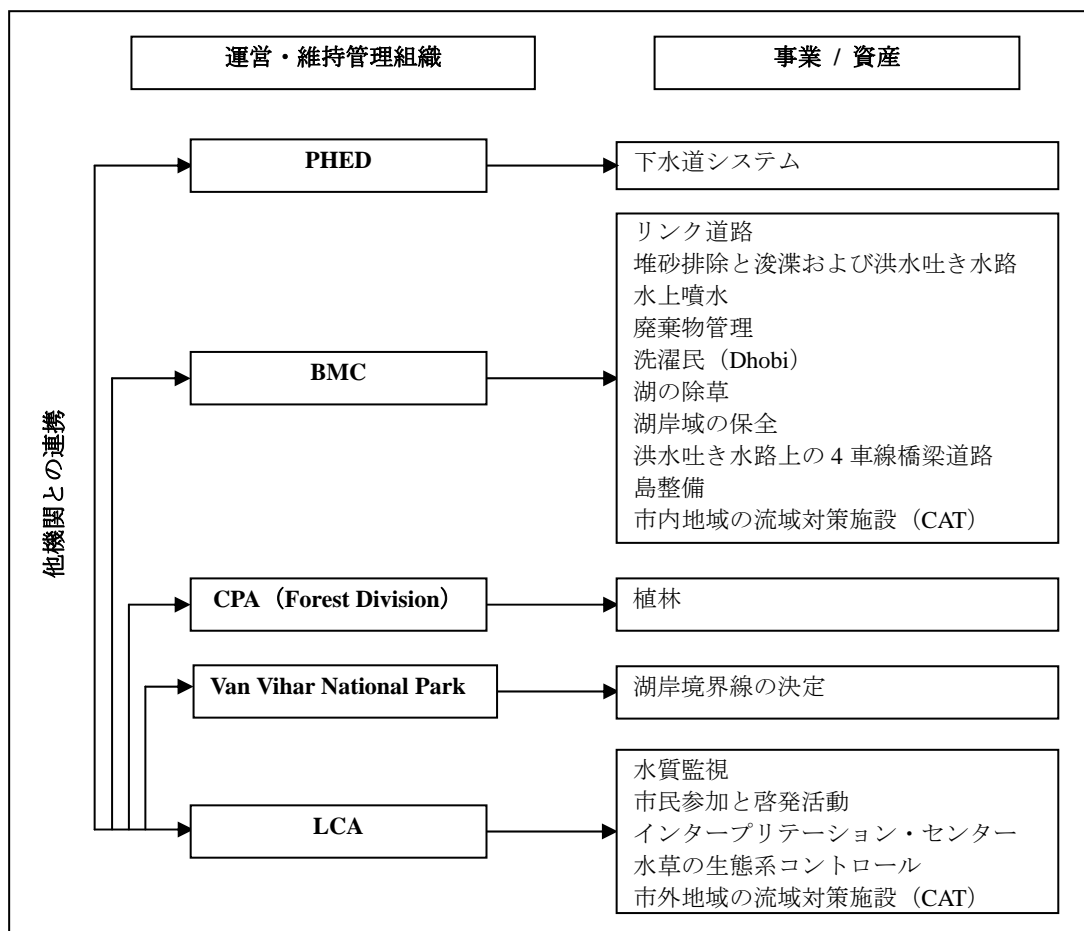
<sup>20</sup> BMCはBhopal Municipal Corporationの略。

### 2.5.1.1 技術

本事業で建設された施設構造物のほとんどの運転に関しては、それほど高度な技術力を要しないため、現存の技術スタッフで対応可能である。また、必要があれば、現場研修プログラム（オンザジョブトレーニング：OJT）によって技術を習得することが可能である。BMC および PHED は、所轄する施設（下水道、リンク道路、浮上型噴水など）を運転する必要な技術を確認している。本事業完了時に、ボパール湖流域と州のほかの湖沼流域の管理計画の立案や遂行を推進・調整する目的で設立された LCA は、その目的を達成するには、適切にトレーニングを受けた多岐にわたる分野のスタッフが必要となっている。しかし、現行の中堅スタッフの中には、高学歴であるにもかかわらず低賃金の暫定雇用に対する不安を訴える者もあり、安定的な職場環境が達成されているとはいえない。LCA は、長期的展望に基づく人材確保と育成が求められる。

さらに LCA の調査・分析施設環境の改善は急務である。10 年以上も前に設置された古い実験計測機器の中には早急な更新が必要なものもある。また、データ解析・管理に必要な電子機器環境や作業体制もその改善が求められる。

図 8 事業実施における運営・維持管理に関する組織図



### 2.5.1.2 体制

図 8 に事業関連施設の所轄機関は組織関係図のとおりである。BMCを除くすべての機関は、州政府の管轄である。このように、湖沼流域管理には多くの政府機関が関与し、かつその計画対象となる流域は行政区域を越えているため、本事業終了後のポパール湖の保全・管理業務と、州全体のほかの流域水資源の保全と管理を促進する目的で、独立の準政府機関としてのLCAが設立された。<sup>21</sup> LCAは本事業で建造された施設を運転管理する機関間を調整する責務を負っており、湖沼流域管理という視点からは、右機関の設立は、ポパール湖の持続可能な管理に向けた重要な一ステップとして非常に画期的であったといえる。

しかし、聞き取り調査と現場調査から、関係機関間の連携のしくみは十分機能しているとはいえない。これは、組織設立から日が浅く、長期人材育成計画が不明確であるほか、湖沼保全の所轄機関としての法的な権限がいまだ与えられていないことにも起因している。

また、LCAにおける最高責任者（CEO）の任期の問題がある。責任者（通常LCA以外の複数の機関の長を掛け持つ）は通常2年という非常に短い任期について州政府から任命される。湖沼流域管理は、長期にわたって着実に成果を上げていくことが求められるため、最高責任者は湖沼流域管理に熟知している必要があり、長期間に渡って任務を全うする体制が求められる。

### 2.5.1.3 財務状況

全機関において財源不足が確認されている。BMC、PHED、CPA、VVNPの財務状況に関しては、データがないが、現地調査時の関係者とのインタビューや書面の中で財源不足が言及されている。

BMCについては、2005年から2006年の予算において流域対策の建造物維持に対して配分しておらず、そのほとんどの維持が粗末になっている。

LCAの財務状況については表4の通りである。LCAは本事業完了時に2億6,600万ルピーを共同基金とし、その利子を使って運営することとなった。現在の年間1,000万ルピーという事業予算は2004年当初必要とされていた年間約5,000万ルピー（2億6,600万ルピーを5年間で使う）をはるかに下回る。しかし、事業完了時に基金を設置したこと自体の重要性は認められる。

<sup>21</sup> LCAはJBIC委託調査の提言（調査名：「マディヤ・プラデシュ州湖沼の持続可能な管理に向けた組織体制および財政のしくみに関する調査」）に基づき、本事業の一環としてマディヤ・プラデシュ州政府により2004年5月に設立された。

表4 LCA の 2005 年度末 (2006 年 3 月 31 日) における収入と支出 (単位: ルピー)

項目	収入		支出	
	内訳	小計	内訳	小計
利息				
マディヤ・プラデシュ州政府利息	9,000,000			
利息	1,006,803	10,006,803		
その他				
インタープリテーション・センター	195,124			
コンサルタント料	77,500			
水質モニタリング	489,014			
その他	87,766	849,405		
管理および運営				
人件費			4,147,166	
その他			2,818,896	6,966,062
LCA プロジェクト費用				
コンサルタント料			1,368,750	
インタープリテーション・センター			215,095	
有機農業			3,806	
公共啓発活動			24,375	
水質モニタリング			79,973	1,691,999
本事業費用				4,835,449
減価償却				576,868
合計		10,856,208		14,070,378

### 2.5.2 維持管理

本事業で建設された施設の維持管理状況は表5の通りである。右表の中で、一部適切に維持管理されていない施設があることについて、関係機関はおしなべて、その理由を維持管理予算の欠如にあるとしている。下水処理場については、アジア開発銀行のプロジェクトによって一部カバーされる費用もあるものの、各施設の今後の維持管理に必要な予算の割り当ては不可欠である。

また、維持管理体制についてもいくつかの課題が確認されている。本事業関連施設の維持管理業務は関連主務機関に移管された。本事業の維持管理体制は図8に示されている通りであるが、下水道システムについては、最終的には PHED から BMC へ移管されることになっている。これは、1992年のインドにおける第74次憲法改正により水道と下水道施設を市 (Municipal Corporation) に移管することが義務づけられているからである。しかし、BMC の体制 (人的資源および財源) が未整備であることから、これまで BMC と PHED 両機関で施設の計画、設計、建設と施設の操作および管理機能について責務を分担してきた。両機関にまたがる業務の遂行は、責任体制や費用効率面で問題があることから BMC の体制整備を急ぎ、移管に向けた取組みを加速させていく必要がある。

図9 破壊された流域対策施設



一方、LCA は、ボパール湖の保全と管理を主務とし、本事業の一環であった水質モ



ニタリングの継続を行うほか、共同基金を活用しつつ、水質浄化機能や生物多様性、湖辺の沿岸域の生態系機能などの低下を防ぐための調査研究、流域管理に不可欠な基礎情報収集の継続、スムーズな政策遂行の促進に向けた実施機関の連携の核としての重要な役割を担うことになっている。しかし、組織が設立されて日が浅いこともあって、期待されている役割を担える体制が十分整っているとは言い難い。

また、LCAは、本事業のみならず、マディヤ・プラデシュ州全体の湖沼環境問題にかかる諸種の取組みを指揮していくことが期待されている。湖沼流域の管理と保全を推進する主力機関としての役割を果たすためには、適切な能力を有する技術スタッフは不可欠である。限られた上級職職員を除き、彼等の技術・管理能力を高める研修の機会も限られてきているため、職員の能力向上の取組みも重要な課題である。また、実験・分析の設備環境の更新とデータ解析・データ管理の体制も充実していかなければならない。しかし、湖沼流域管理を推進する体制を一朝一夕で確立することは出来ない。LCAも困難な課題に取り組む体制を確立していくには長期を要する。また、そのためには州政府と関係機関の強力な支援が不可欠である。

表 5 プロジェクト施設の維持管理状況

実施機関	プロジェクト事業項目	状況
LCA	水質監視	計画通り稼働
	住民参加	継続中だが、プロジェクト実施期間に比べてレベルが低下
	インタープリテーション・センター	計画通り稼働
PHED	下水道システム	資金不足によって維持管理は十分できていない
BMC	リンク道路	計画通り稼働
	水上噴水	計画通り稼働
	廃棄物管理	大半が未収集で一般的な状況が良好とはいえない
	洗濯民	ラフィングフィルターは維持管理されていないため機能不全 下水道施設と排水システムは適切に維持されていない
	湖岸域の保全	プロムナード、公園などの施設は良好で適切に管理されている
	洪水吐き水路上の4車線橋梁道路	計画通り稼働
	構造物（流域対策施設等）	多くは建造後、維持管理されていない。いくつかは破壊されている
CPA 森林局	植林	過去3年間維持管理されていないが森林の状態は良好
VVNP	湖岸境界線の決定	一部の施設の状態は良好

### 3. フィードバック事項

#### 3.1 教訓

(1) 事業完了時期が長期間延期されたおもな理由として、複数の事業実施機関がかかわることに伴う調整の困難さと、DPR（詳細計画）の策定に想定以上の時間を要したことが挙げられる。湖沼流域管理事業を計画するにあたり、実施機関の事業実施能力と関係諸機関が連携・調整して業務を遂行する体制・しくみについて十分把握したう

え、詳細調査や DPR の策定に必要な時間を適切に判断し、事業計画に反映させる必要がある。

(2) 複数の異なる性質のコンポーネントを含む事業が、事業対象地域において受け入れられるには、利害関係者が意思決定過程にまで関与していることが重要である。本事業では、偶像浸水儀式場の移転、植林、市民や子供の教育プログラムが比較的成功裡に実施されたが、これは事業で影響を受ける住民をある程度巻き込み、また事業実施の過程で実施機関が啓発活動を実施したことが貢献している。この種の総合的な湖沼流域管理事業の実施にあたっては、直接に影響を受ける利害関係者のみならず市民全般がその計画と実施にかかわりを持てるようにすることが重要である。

(3) 本事業において効果が得られた「構造物建造禁止区域」の設定は、湖岸域を不法に占拠する土地所有者や貧困住民の移転や立ち退きを伴った。このような社会構造や宗教なども絡むデリケートな問題に対して州政府が果たす役割は重要である。

(4) 湖沼流域管理は多くの利害関係者や機関がかかわり継続的に遂行されるプロセスである。したがって、事業終了後の施設・設備の維持管理やフォローアップ業務についてそれぞれの役割と責任を明確にしておくことが重要である。LCA のような組織設立に関わる課題は今後の類似事例の参考となることから、今後数年間 LCA の組織運営の定期的なモニタリングを行うことが望まれる。

### 3.2 提言

(1) 事業関連施設の維持管理にはその責務を担う政府機関や部局が必要な予算や人材を確保することが不可欠である。LCA については湖沼流域管理における数々の課題に対処する機関として十分機能するよう州政府およびほかの関係機関による支援が望まれる。

(2) 下水道システムの体制強化のため、これまでの PHED および BMC による関連施設の操作および管理機能を BMC に一元化することが望ましい。また、それに伴う人的資源、財源の調査について BMC は適切な対応が望まれる。

(3) BMC は下水道関連施設の維持管理費を捻出するため、下水道利用者から使用料金を徴収し、財源を確保していくことが必要である。そのためには下水道区域内の下水道本管へ接続する住居数を増やしていくことが必要である。

(4) LCA はその役割の強化のために、人材育成や分析機器の更新と技術的能力の強化を可能とする財源の確保としくみの確立が早急に求められる。

(5) 本事業による水質と湖沼環境の改善効果を評価するためには、点源汚染と面源汚染の汚濁負荷量の客観的データを集める必要がある。これらのほとんどの実測値データはボパール湖では入手できておらず、LCA の環境研究所ではそれらのデータの取得計画の実現に取り組むべきである。

**主要計画／実績比較**

項目	計画	実績
<b>(1) 事業範囲</b>		
1. 堆砂除去と浚渫		
a) 堆砂除去と浚渫	a) シルトの除去：6.145 万m <sup>3</sup>	a) 3.020 万m <sup>3</sup> (▼51%)
b) 洪水吐き水路の掘削と拡張	b) シルトの除去：1.240 万m <sup>3</sup>	b) 0.987 万m <sup>3</sup> (▼20%)
c) 島の復旧	c) 島の復旧	若干の修正を伴い実施された
2. 流域の対策		
a) 植林による流域対策と湖周緩衝ゾーンの設置	a) 植林：1.3 百万本、面積 1,500 ha	a) 植林：1.7 百万本 (△31%)、面積：962 ha (▼36%)
b) チェックダム、シルト・トラップ、カスケードの設置	b) チェックダムの建設：33 カ所 b) シルト・トラップの建設：230 カ所	b) 実施せず b) 2 カ所
c) ガーランド・ドレーン	下湖沿岸の開水路の建設：7,000m	この項目は「下水処理による汚染防止」と統合
3. 下水処理による汚染防止		
a) 3 処理区の下水道の建設・リハビリ	3 処理区の下水道の建設・リハビリ (詳細は未定)	詳細設計レポートの仕様書通り実施された
4. 湖岸および湖辺域の管理		
a) リンクロード (VIP 道路) 建設	a) 道路の建設：4.9km	a) 計画通り実施
b) ゴミ処理対策	b) ゴミ処理対策の機械設備の提供	b) ほぼ計画通りに実施された
c) 洗濯民 (Dhobi) による水質汚濁の防止	c) 住宅建設：400 軒 c) 洗濯場の建設：500 カ所	c) 128 軒 (▼68%) c) 172 カ所 (▼66%)
5. 水質の改善と管理		
a) 湖の除草	a) 湖の除草：1135 ha	a) ほぼ計画通り実施
b) 魚による生態系制御	b) 稚魚の養殖：4.30 百万稚魚	b) 3.82 百万稚魚 (▼34%)
c) 水質のモニタリング	c) 水質分析機器の提供	c) 計画通り実施
d) 噴水の設置	d) 浮上型噴水の建設	d) ほぼ計画通りに実施された
6. コンサルティングサービス		
a) エンジニアリングサービス	a) エンジニアリングサービス：140 M/M	a) 159.81 M/M (△14%)
b) 研修	b) 研修：60 M/M	b) 25.3 M/M (▼58%)
7. 追加事業		a) 市民参加と啓発活動、b) インタプリテーション・センターの設置、c) レークビュー・プロムナードの建設、d) FTL と NCZ の分離、e) 洪水吐き水路上の橋の建設、f) 上湖のアースダムからの浸透水制御、g) バンビハール国立公園地域の保全のための優先事業
<b>(2) 工期</b>		
工事期間	1995 年 2 月～2000 年 3 月	1995 年 2 月～2004 年 6 月
<b>(3) 事業費</b>		
外貨	785 百万円	547 百万円
内貨	7,515 百万円	7,159 百万円
	(2,237 百万ルピー)	(2,632 百万ルピー)
合計	8,300 百万円	7,706 百万円
うち円借款部分	7,055 百万円	6,537 百万円
換算レート	1 ルピー=3.36 円 (1994 年 4 月)	1 ルピー=2.72 円 (1994 年～2004 年平均)