

特集：ラテンアメリカの都市問題

メキシコが水質環境改善に向き合った経緯と現状

工藤 眞也

1. 環境改善対策の経緯

メキシコ国の首都圏は下水道の回収率が高いが、基本的には雨水合流方式であり、2000 年当初まではその殆どの汚水が無処理で放流されていた。都市部は海拔 2,000m を超える高地に位置するために下水道汚水は首都圏北部のイダルゴ州の農業地帯に流れ着く。千数百万人を超える首都圏の汚水は悪臭を放ちながら環境を汚染し、下流の農村部に水系伝染病、寄生虫等の健康被害を与えていた。

メキシコ政府はこの状況を手放しで放置していたわけではなく、1992 年に国家水法を制定し、6 年以内に段階的に都市部の公共下水道の全量処理することを義務つけた。更に 1995 年国家開発計画の中で環境事業に重点目標を定め、メキシコ都市部の衛生改善に努めていた。

当時、地方都市部においても首都圏と同様に下水道処理は殆ど行われず、汚水 90% が河川に直接放流されている状態であった。メキシコ第二の巨大都市グアダハラ市(160 万人)、首都に近接する近代都市ケレタロ市(80 万人)、数百 km 北方に位置する 69 万人都市サン・ルイス・ポトシ市においても同様な状況にあった。下水道の集水管にも問題を抱え、埋設の上水道管へ汚水が混入し大腸菌汚染による健康被害が生じ、下水道管網の補修対策にも迫られていた。

このような状況下、1994 年に国際協力銀行の 134 億円の融資によってヌエバ・レオン州モントレイ市下水道事業が展開する。また、1997 年 3 月、日本政府は海外経済協力基金(OECF)

として、メキシコ政府の首都圏下水道整備事業の所要資金、451 億 120 万の貸付を行った。

2. メキシコ国家水計画の事業推進体制

下水道環境改善の事業推進の指導的立場にある中央組織・国家水委員会(CONAGUA)と地方自治体は図 1 のような業務上の役割を定めて国家水計画を着実に推進している。

CONAGUA は事業計画の技術指導、事業資金上の相談等を受けるが、実際の業務計画は地方自治体が自主的に実施する。自治体は自治体独自の検討組織委員会を立ち上げ、数十年先の裨益人口を見据えた事業計画を作成し中央政府に提出する。

地方自治体の担当機関は基本的には計画から施工、維持管理業務まで民間企業への入札を行う。

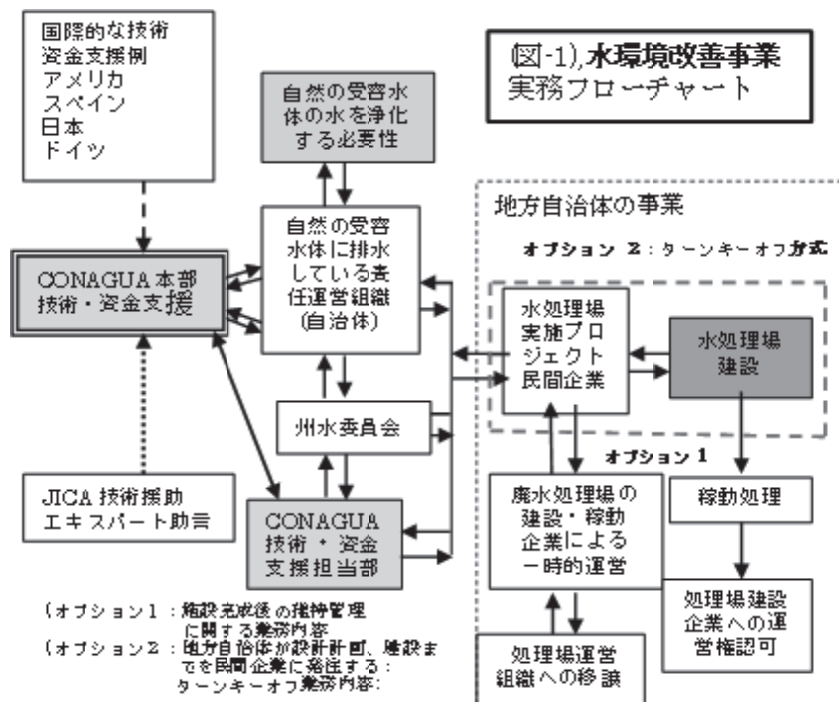
3. 水環境改善事業の政策

近年、新たな国家開発計画(2007~2012 年)のもと国家水計画(2007~2012 年)が作成されており、同国家水計画において 7 つの目標とその達成指標が設定されている。さらに水質保全の一元的責任機関である国家水委員会(CONAGUA)の主導のもと、連邦・州・自治体・水ユーザーが連携して、地域課題解決型の 32 の優先水関連プロジェクトを実施している。

(図・2)に示したメキシコ連邦地域と近隣州のゲレロ州、モレロス州、プエブラ州、トラキ

シカラ州の4州が国家水計画の対象地域である。同優先水関連プロジェクトでは、水質保全、流域管理、灌漑対策の3つのテーマに即したプロジェクトが選定されている。この中でも特に、CONAGUA が課題があると認識している水質保全分野のプロジェクトの形成、実施段階でのモニタリング、およびプロジェクトの評価につ

いて、2008 年 2 月に我が国へ支援の要請があった。JICA は 2008 年から 2012 年にかけて、CONAGUA 本部組織へ、(a)水質保全計画策定全般に係る助言、(b)特に汚水の大規模集合処理に適さない地域、貧困層地域における効率的汚水処理方法検討への助言を行った。



(図-2)プロジェクト対象地域

国家水委員会（CONAGUA）本部では 2008 年より、水質基準策定能力プロジェクトと沿岸水質モニタリング・評価の技術向上を目標とし、行政の中心連邦地区を取り巻く州では政府の指導のもとに下記のような水環境改善が実施された。

i) ゲレロ州（総人口 300 万）

アグアス・ブランカスの下水道施設の改善、サバンナ川流域に点在する複数の下水道施設の改善プロジェクトが実施された。いずれの地区もメキシコの観光資源であるアカプルコ地域を保護する上で重要な事業計画である。また、地域の農業用灌漑水への再利用水としても重要。

ii) プエブラ州（総人口 500 万）、トラキシカラ州（総人口 96 万）

2 州から合流するザ・アウパン川と、アトヤック・アルセセカ川はバルセキジョ湖沼に流れ込む。従って、農業の灌漑用水として回復プロジェクトが実施された。バルセキジョ湖沼は下水道汚水による汚染で水棲生物が一面に繁殖し、湖沼環境水資源保護が望まれていた。

iii) モレロス州（総人口 155 万人）

アパトラコ流域完全衛生化計画

アパトラコ流域面積は、モレロス州総面積の 13%以上を占め、85 万人の地域住民の生活を担う重要な水資源となっている。農業用灌漑水の改善として重要な意義がある。

4. 下水道事業の展開過程

40 数年前の日本における下水道事業で経験されたプラント施工の失敗を彷彿とするような事例も見ることができた。メキシコにおいても各種様々な処理方式を採用した結果、失敗した技術の見直しを余儀なくされた事例等も各地域に見られた。

例えば、モレロス州では大規模な回転円盤方式が数年で稼働中止、廃棄処分に追い込まれ、新たな活性汚泥方式に変更しなければならなくなり、事業投資上大きな損失を経験していた。

我が国においても過去に同様な事例があるが、この技術もいずれはメキシコからも消えて行く技術と思える。このような失敗の積重ねが将来のメキシコの下水道技術の向上の土台となってゆく。処理方式は、ラグーン方式が中心ではあるが、活性汚泥方式、回転円盤方式、散水ろ床法を含む生物膜方式、嫌気分解方式、USB 方式、湿地土壌方式、物理化学処理方式、複数の異種処理方式の組み合わせ等、大小規模様々な処理技術を経験している。

通常、設置面積に余裕のある中南米はラグーン方式が大多数を占めるが、メキシコ国内では 38.2%にとどまり、全体の 1/4 が活性汚泥方式である。生物膜方式、湿式土壌（WETLAND）方式、物理化学処理方式等を採用し、複合プラント等の工夫も見られる。

1) 政策上重要な優先水関連プログラム施工例

欧米の支援により、地方都市においても最新の技術を備えた大規模下水処理施設が完備しつつある。この度の国家水計画における優先水関連プロジェクトで実施されたゲレロ州アグアス・ブランカス地区の大規模下水処理場の新技術の概要を以下に記載する。この州はメキシコ州の観光資源として重要なアカプルコ湾を水質汚濁から守るために下水道事業の投資を行った事例である。

設置場所 : アグアス・ブランカス
 総工事費 : 160 億円
 処理方式 : 活性汚泥方式
 完工 : 2010 年 07 月



(写真-1) 大規模下水処理場

国家水委員会 (CONAGUA) の指導の下、ゲレロ州上下水道衛生委員会 (CAPASEG) によって進められたプロジェクトである。ゲレロ州水質規制法：水法 No.574 規約、に基づいて施工計画が進められている。下水道事業の事前調査、施工計画、施工工事共にかなり高いレベルにあると評価できる。

2) 注目すべき民間企業の事業への参画

近年、日本企業の支援のもとに都市部の下水道計画が進められているが、地元の民間企業に資本投入した形の下水道事業として展開している。開発途上国への技術支援に際し、必ず相手国から投げかけられる質問、「素晴らしい技術は理解できたが、事業資金はどうするのか？」については、技術専門家の自分からは適切な即答が出ない。現在のメキシコは当然のことながら途上国とは言えないが、運営資金上の問題は先行する。政府は民活導入を配慮するも、未知の事業に対する投資上の不安で及び腰になるが、運営上、一定期間の指導付のプロジェクトであれば、民間事業の参画は期待できる。

事業事例

① ハリスコ州、グアダハラ市(総人口 365 万人)の例；総所要資金：約 180 億円

② サン・ルイス・ポトシ州、S.L.P 市(総人口 180 万人)の例；総所要資金：約 100 億円

(日本側の出資金：10 億円)

③ ケレタロ州、ケレタロ市(総人口 169 万人)の例；処理規模：6.48 万 $\text{m}^3/\text{日}$ 、総所要資金：約 210 億円(上水設備、取水ダム、導水管関係を含む)

3) 新技術研究開発への取り組み

i) 2012 年に完成し、稼働開始した下水道プラントの事例であるが、バイオガス発生装置と温水交換器を備えたメキシコ初のエネルギー再利用システムが採用された。プラントが必要とする電力 1,366Kw の 70%に相当するコジェネレーション発電に活用されている。

放流水は、200 lps が農業用水、将来的には工業用水として販売することを検討している。

ii) 従来メキシコの下水道処理水は農業用の灌漑用水として利用するため、処理水質はさほど高いレベルの水質を目標としてこなかったが、近年低 BOD 濃度や窒素除去等を目標とするプラントも見られるようになってきている。地方自治体の都市部ではスペイン、ドイツの最新式技術を導入し、窒素除去を目標とした高度処理プラントも見られる。また、反応槽内の酸素濃度を自動検出し、回転動力系統は全て自動的に制御し、省エネルギー効果向上に工夫をしたシステムもみられる。上記のような最新技術で装備されたプラントは地方自治体の各都市部でも欧州の技術が導入され、環境整備が着実に進行している。

iii) メキシコでは自然の浄化力を取り入れた省エネルギーのウェットランド方式を各地で採用し、好結果を得ている。特にシナロア州 (66 例)、オアハカ州 (38 例)、チワワ州 (19 例)、タバスコ州では 3 例と少ないが 18,600 $\text{m}^3/\text{日}$ の最大処理量の実績がある。このような経験を通

して、CONAGUA は余剰汚泥の発生量が少なく、維持管理の容易な日本独自の技術である土壌浄化方式に強い関心をもった。将来、メキシコにおいても、住民の生活環境に対する意識が向上し、悪臭等の二次公害に厳しい要求が出された場合、大きな効果が期待されると判断し取り組んでいる。他州の自治体においても土壌浄化方式による下水道施設計画が進んでいるが、土壌浄化方式に限らず、長年磨かれてきた技術をメキシコは様々な角度から模索している。

ただし、既存の処理技術（活性汚泥法、USB 方式、生物膜方式等）に関する技術に関する技術指導はもはや必要とはしていない。

iv) モレロス州の政府研究機関 IMTA (メキシコ政府・水技術研究所) では、専門分野の博士が中心となり、高度処理、省エネルギー、簡易メンテナンス・システム、自然浄化力活用等の本格的な基礎研究や実証試験が行われている。中小規模処理プラントについては、太陽光エネルギー、風力エネルギー等の研究についても、政府は意欲的に取り組んでいる。



(写真-2) IMTA 水技術研究

以上、2000 年当初における下水処理政策に比較すると、全国的に水環境改善技術の大きい飛躍がみられる。また、処理設備関連の機器類(汚水ポンプ、ルーツ・ブロー等)の国産化も見られ、100%海外の技術に依存していた時代から

は大きな進展がみられ、将来への展望が期待される。

5. 残された問題点

大規模処理事業の立ち上げ、技術革新等の実績は評価されるが、下記の課題を抱えている。

第一は、全州の下水道普及率の向上である。様々な経験を重ねながら、現在全州に 1,800 ヶ所を超える下水処理施設の実績を抱えているが、メキシコ国 32 州の 2009 年における下水道処理施設の普及率は全体で 42.1%であり、普及事業はこれらである。

2003 年からの人口増加による 1.45 倍の下水水量増加にもかかわらず、2009 年の下水道普及率は 29%から 42.1%に上昇しており、アグアスカリエンテス、バハカルフォルニア、ヌエバ・レオンの 3 州の普及率は 100%に達していることへの評価はできる。しかしながら未だ 9 州が 25%以下の普及率であり、観光地で有名なユカタン州は 2.4%、ピラミッド遺跡で有名なカンペチェ州においても 6.1%と直接放流に近い状況にある。

第二は中小規模市町村向け下水道事業の推進である。

現在、国家水計画の目標とする“大規模集合処理に適さない地域、貧困層地域における効率的汚水処理方法の検討”の課題がある。CONAGUA の要請に基づいて 2011 年 2 月より中小規模下水道施設の指導を行っており、2011 年末からゲレロ州チルパンシンゴ地域のアモヒレカ村、テペチコトラン村の 2 ヶ所に 200m³/日規模プラントを建設中である。今後も各州に事業を展開して行かなければならない。

第三は下水道施設の維持管理技術者の育成である。

下水道事業の要ともいえる、下水道施設を維持管理する技術者を育てる政策を全地域に展開

することである。政府は、日本における財団法人・日本環境整備教育センターのような政府機関の設立によって公民共に維持管理技術の指導育成が必要であろう。視察の結果であるが、特に地方の中小自治体に維持管理技術者の不足がみられた。

(現在メキシコ国で展開している土壌浄化プラントの設計計画、施工状況の詳細に關しての具体的な経過の記述をしたいが、現在業務進行中のため、プラント完成後の JICA 業務終了後まで公開は差し控えねばならないことをご理解願いたい。)

(くどう しんや NPO 法人・日本土壌浄化ネットワーク理事)

[ラテンアメリカ図書案内]

『地球時代の「ソフトパワー」－ 内発力と平和のための知恵』

浅香 幸枝編著 行路社 2012 年 3 月 362 頁 2,800 円＋税

国際社会における米国の影響力が低下し、もはや軍事力や経済力というハードパワーだけで相手を圧倒する時代ではなくなったとの反省から、1989 年にハーバード大学のジョセフ・ナイ教授が提唱したのは、相手が従いたくなるような文化、政治的価値、外交政策の 3 資源から構成されるソフトな力というソフトパワーという概念だった。本書はこれを多文化共生と平和構築のために、南北アメリカ地域と日本を分析対象に「平和構築」を目指して、経済力と文化力の 2 側面から政治・経済・社会・文化・哲学・教育・国際関係と多角的にソフトパワーによる平和構築の可能性を考察しようとしたものである。

人間安全保障を謳う ODA を含む日本独自のソフトなパワーの源泉から始まり、ハードパワーを認識しながらもソフトなパワーが優勢となるような地球社会の枠組み、スペイン・ポルトガルと旧植民地の文化的つながりを考察し、合併事業や技術協力を通じたブラジル、考古学調査を通じてのペルー、タンゴを通じてのアルゼンチンとの関係を紹介した後、ソフトなパワーとしての日系人の役割をメキシコ、ブラジル、アルゼンチンの日系人が明らかにしている。日本が不平等条約改定交渉で苦勞している時に初めから平等条約を締結してくれたメキシコ、アルゼンチン、ペルー、チリの駐日大使が外交関係を通じての平和構築を述べ、最後に編者がソフトなパワーによる対等な関係で互いの文化を尊重して平和への知恵を出すことを提唱している。

[桜井 敏浩]