

# メキシコ州スンパンゴ湖の環境改善に向けて - JICA「草の根技術協力事業(地域提案型)」実施報告 -

水環境担当 長田泰宣

## 1 はじめに

メキシコ州と姉妹都市の協定を結んでいる埼玉県は、JICA(国際協力事業団。現・独法 国際協力機構)のプログラムの一つである「草の根技術協力事業(地域提案型)」(本件の期間・3ヶ年)を利用し、メキシコ州スンパンゴ湖の環境改善のための技術協力を行うことになった。演者は、2003年1月～3月(平成14年度)及び2003年10月～12月(平成15年度)の合計6ヶ月弱の間、JICAならびに埼玉県から派遣された水環境専門家としてメキシコ州に滞在し、様々な技術協力を行ったので報告する。

## 2 スンパンゴ湖概要

メキシコ盆地(メキシコ渓谷とも表現される)の北端に位置するスンパンゴ湖は、かつてのスペイン統治時代に埋め立てられた広大なテスココ湖の名残とされる。面積は、1865.35ha。我が国の霞ヶ浦のおよそ1/10であるが、河口湖のほぼ3倍ある。水深は雨期には7～8mになるものの、乾期は4～5m程度の比較的浅い湖でもある。貯水量のおよそ70%は雨水とされるが、メキシコ・シティに隣接するメキシコ州の人口密集地帯から未処理の生活排水などを集めて流下する運河の水が流入するため、水質悪化が著しい。なお、湖水は主として周辺農地の灌漑用として利用されている。また、国の機関によって鯉が放流されているため、漁業もやや盛んである。近年、北米と中南米を往来する渡り鳥の中継地としての重要性が指摘されるようになり、メキシコ州政府は水環境を改善することにより周辺開発を推進するばかりでなく、生物多様性の向上を課題としてあげている。

現在、メキシコ盆地全域にわたって国、メキシコ・シティ(特別行政区)、メキシコ州が環境問題に対し様々なプロジェクトを立ち上げて取り組んでいる。メキシコの首都圏とされるこの地域は、自動車排ガスによる大気汚染をはじめ、テスココ湖跡からの砂塵、塩害のほか、人口集中と市街地の拡大に伴って生じる未処理生活排水の増加、膨大な量の廃棄物など極めて深刻な問題が山積している。しかし、中南米におけるメキシコのプレゼンスの大きさを考えると、当然のことながら、このメキシコ盆地全域の環境改善は注目されており、その結果が周辺諸国へ与えるインパクトは極めて大きいと考えられる。スンパンゴ湖の環境改善はこの一環として位置づけられると考えられるが、この事業の成否が他のプロジェクトに及ぼす影響も決して小さくはない。

## 3 活動内容と成果達成状況

### 3.1 第1期(2003年1月～4月・乾期)

当初、演者が派遣される目的はスンパンゴ湖に過剰繁茂するホテイアオイ(*Eichhornia crassipes*)の対策を立てることであった。あらかじめ得ていた情報によれば、ホテイアオイは湖表面の70～80%を覆い、漁業に障害となっているばかりでなく、湖面喪失によって渡り鳥の中継地としての機能も失われつつあるとのことであった。しかも、ホテイアオイ増殖の勢いは衰えず、湖面全体が覆われるのも時間の問題であろうと伝え聞いていた。したがって、湖の富栄養化が進行していることは疑いなく、対策を立てる前に流入する窒素・リンの状況を把握することがまず必要になるであろうと予想した。そのため、携行機材もメインは窒素及びリン濃度測定を行うものに絞った。

ところが、演者が現地へ赴任すると、湖面に全くホテイアオイが見られないという驚くべき事態が生じていた。聞けば、大型のクラッシャーを多数導入してすべてのホテイアオイを粉碎し、湖底に沈めてしまったという。前年、ホテイアオイの除去作業を開始したとの情報を入手したので、回収される

はずの膨大な量のホテイアオイは水圏外に搬出するように指示しておいたが、十分にその意が伝わっていなかったと思えた。いずれにせよ、赴任早々にあらかじめ日本においてシミュレーションを行っていた活動計画を白紙に戻し、活動内容を根本的に見直す必要に迫られた。

そこで、基本的には、自ら得た調査データに基づくプロジェクト立ち上げの重要性を強調しつつ、「湖の問題は集水域の問題である」との共通認識をメキシコ州のカウンターパート機関職員が持てるように指導を行うこととした。なお、限られた期間、限られた機材でできるだけ多くの技術指導をカウンターパートに対し行わなければならない、また、彼らが自力で環境改善のための実効性あるプロジェクトを立ち上げられるように指導することも求められているため、以下のような目標を立てた。

- (1).カウンターパート職員に対し、調査手法についての技術指導を行うとともに、データ収集も同時に行う。
- (2).スンパング湖集水域全域を踏査し、河川・運河の水質の状況を把握するとともに、同時に汚濁物質発生源を明らかにする。
- (3).スンパング湖自体の水質を調査し、水質地図を作成することによって現状認識に資する。
- (4).スンパング湖、並びにその集水域の水環境に係る問題点を抽出し、今後の対策について検討する。

ところで、本件に関わるカウンターパート機関は研究所ではなく行政事務所であったため、実験施設などは望むべくもない。そこで、水質分析のため事務所の一角を実験スペースとして借りるなど、困難な問題もあったが、結果的には集水域、湖の水質データを一通り得ることができた。また、得られたデータから集水域、湖それぞれの問題点の把握もできた。ただし、第1期の派遣期間はこの地方では乾期にあたり、市街地からの家庭排水、あるいは工場からの排水による河川・運河への負荷は把握できたものの、周辺牧畜地帯からの負荷を把握できないという問題も生じた。

なお、湖の水環境とは水質だけの問題ではなく、その環境を構成する生態系とも関わりを持つ。したがって、その環境に棲息する動植物の調査も欠かせない。今後、環境改善のためのプロジェクトが軌道に乗り、環境が変われば、動植物相もそれにつれて変化することが考えられる。現在の棲息動植物のデータベースを作成しておけば、環境の変化を客観的に捉えることが可能となる。ただ、これには対象動植物の正確な同定が不可欠で、時間を要することもあり、第1期の期間中には十分なデータは得られなかった。また、各種機器の扱い方、流速をはじめとする各種測定方法などの指導も行いながらの作業であったため、残念ながら対策の検討までには至らなかったものの、第1期派遣の終了にあたって以下のような暫定的提案をメキシコ州政府に対して行った。

- (1).JBIC（日本国際協力銀行）などからの借款によってメキシコ盆地一帯の下水路としての運河に水処理施設の建設が計画されており、そのうちの一つがスンパング湖唯一の流入路入口に設置予定になっているとの情報が得られたので、その早期実現を図るよう国に対し働きかける。
- (2).スンパング湖の集水域は国、メキシコ・シティ、メキシコ州の管理下にある地域が錯綜しているので、この地域の環境改善は州単独では為し得ないことを認識し、これら行政機関ばかりでなく州内自治体との共同プロジェクトを推進する。
- (3).河川・運河流域、特に河道への廃棄物投棄や家庭からの無処理排水が水環境に及ぼす影響などについて地域住民に説明し、浄化への協力を求めるなど、環境改善に向けた住民啓発を行う。
- (4).環境改善は(科学)技術上の問題ばかりでなく、社会科学的あるいは政治的問題にも関わるため、技術分野の専門家だけでなく、環境行政に長く関わってきたような他の分野の専門家との交流も埼玉県とメキシコ州の間で活発に行う。

また、予想通り、湖の重度の富栄養化が調査の結果明らかになり、湖面を覆っていたホテイアオイが粉碎されて湖底に沈んでいるところから、夏期になれば沈殿しているホテイアオイが腐敗して浮上、あるいはその分解時の酸素消費により魚類の酸欠死をもたらす心配があるほか、アオコの発生

も懸念されたため湖の変化を十分に監視しておくように指示した。

### 3.2 第2期(2003年10月～12月・雨期末期～乾期)

第1期に残された課題の実行と政策提言・対策提案のため、第2期派遣が決定された。この課題として残されていた事項のうち、特に重要なのは雨期における河川・運河の水質データを得て、集水域における負荷を乾期のものと比較することであった。通常、メキシコ盆地では雨期は9月に終わり、10月から翌4月まではほとんど降雨がない。元来、この地方は半乾燥地帯であり、テスココ付近(テスココ湖跡の一角)の広大な未開発地(遊水地・荒野)からの激甚な砂塵が乾期に首都を襲うこともあり、やはりメキシコ盆地一帯の環境改善の一環として、防砂林の植林が国やメキシコ州によって進められている。ともあれ、このような気候条件であるので、雨期のデータを得るには遅くとも9月上旬には現地で調査を開始する必要がある。そのため、年度当初から渡航に向けて準備を行ったものの、手続きの関係で実際の現地入りは10月になってしまい、市街地や牧畜地帯地表を流れた雨水による(面源の)汚濁負荷の測定はあきらめざるを得なかった。

なお、予想通り、スンパンゴ湖は演者が帰国していた半年あまりの間にアオコが大発生しており、遠方からでもその悪臭によって発生が確認できるような状態であった。このような現象は過去に経験したことがなかったと見えて、驚いた漁民からは度々説明を求められた。

以上のような状況を踏まえて、派遣期間中の活動目標を以下のように設定した。

- (1). 集水域の現地調査を行うに当たって重点地区を河川水源周辺とし、汚濁起源を明らかにする。なお、下水排水路としての運河は汚濁原因が明らかたため第1期に得られた水質データとの比較にとどめる。
- (2). すでに第1期派遣で技術指導を行った直接のカウンターパート職員を含め、メキシコ州政府のスンパンゴ湖環境改善に関わる職員全員を対象として環境政策、湖沼学、生態学、河川及び湖沼水質調査技術に関するセミナーを開催し、調査の意義についての理解を深める。
- (3). 第1、第2両期の調査結果を基に集水域とスンパンゴ湖の問題点を再度抽出し、カウンターパート機関と対策について検討するなかで政策提言・指導を行う。
- (4). スンパンゴ湖環境改善のための具体的な方法(案)について提言する。

ただ、実際には演者は埼玉県によってスンパンゴ湖環境改善のために派遣された専門家として受け入れられていたのみならず、JICAによって派遣された一般的な水環境専門家としてもみなされていたため、上記の活動のみに集中することはできなかった。すなわち、スンパンゴ湖集水域外の湖の水質環境の視察と問題点の抽出要請や、メキシコ州と同様の問題をかかえる他の州の関係機関への指導依頼をはじめ、カウンターパート機関からの要請は多岐にわたり、その対応に追われたため上記活動目標達成のための時間は圧縮されざるを得なかった。

このような状況下、調査によって新たな問題も浮上した。集水域内の主要河川の一つであるカウティウラン川は堰き止めによる人口湖(グアダルーペ湖)を水源としており、流下水量も少なくないため下流で合流する下水道としての運河水を希釈する。ところが、流量比から計算されるほど希釈効果が上がっていない。理由は、グアダルーペ湖の富栄養化が著しく、流下するカウティウラン川の水質が極めて悪いからである。この湖の周囲は高級住宅地であり、それぞれの宅地面積も大きいところから、無処理とはいえ排水も湖をこれほどまでに富栄養化するほど流入するとは考え難かった。しかし、第1期派遣時は時間が足りず、原因究明までには至らなかった。そのため、この第2期派遣では湖周囲の調査域を拡大してみたところ、湖を取り巻く山の背後に現在も開発が続く巨大な市街地があり、そこから谷伝いに未処理の生活排水が大量に流入していることが判明した。したがって、この流入排水対策も緊急課題となり、市街地開発計画の中に下水処理施設の設置も加えるようにメキシコ州が関連自治体に働きかけるよう指導した。

加えて、スンパンゴ湖導水口近くに建設が決定した運河の下水処理施設は、全量が周辺畑作地帯の灌漑用水に使用され、湖の浄化には貢献しないことが明らかになった。そこで、上記運河からスンパンゴ湖まで延びる全長2kmの導水運河を低コストの下水処理施設に替えるよう提案した。提案の骨子は以下のとおりであり、カウンターパート機関では現在、実施に向けて具体的検討に入っている。

導水運河入口にはメッシュの異なる数段のフィルターを設置して塵芥を除去し、その後残った粒子状物質を沈殿させるスペースを確保、続く湖までの部分で水生植物により溶解性汚濁物質を除去する。水生植物は定期的に系外に出す必要があるため、浮遊性のもの(例えば、ホテイアオイなど)を用いる。植栽した植物が湖へ溢流するのを防ぐため、出口にもフィルターを設置、あるいは抽水植物を植栽して湖の植生多様化も同時に図る。ただし、導水は国家水委員会が管理しているので、滞水時間調節の交渉をする必要がある。

もちろん、このような下水処理プロセスを構築しても集水域全体の発生源対策を同時に進めなければ大きな負荷がかかり続けるし、地域の環境改善も望めない。また、設備と携行機材の関係で底土は分析できなかったものの、スンパンゴ湖の湖底にはすでに大量のリンが蓄積していることは疑いなく、浚渫も必要となろう。現在でも、かつて繁茂していたホテイアオイの代わりに浮き草、緑藻類、藍藻類の大発生がみられ、定期的に除去作業が続いている。しかし、導入水の水質を改善しない限り、この作業は永遠に続くことになる。したがって、集水域に下水処理施設が無い現状では、運河・河川流域市町村の住民に対する啓発は汚濁負荷を少しでも減らすために必要不可欠であることをメキシコ州政府は認識すべきであると提言した。

なお、残る課題はスンパンゴ湖の生物多様性向上のための戦略であった。しかし、基礎資料を得るために是非とも必要な作業であった現状の棲息動植物調査は、第2期派遣でも時間的余裕がなく、また機材も不十分であったため、満足できるデータが得られないまま終わってしまったのは残念であった。いずれにせよ、スンパンゴ湖とその集水域の環境改善はメキシコ州と国、メキシコ・シティをはじめ、大学、研究所、あるいはわが国を含めた支援国との共同作業を推進しなければ目的を達成しえないことを付け加えて、専門家業務完了報告書をカウンターパート機関とJICAメキシコ事務所に提出し、第2期派遣を終えた。

#### 4 おわりに

最後に誤解の無いように付け加えておくと、メキシコ全土が演者の報告にあるような状態であるわけでは断じてない。総じて、メキシコは美しい国である。その中で最も深刻な問題をかかえていた地域に、演者が派遣されたというに過ぎない。

加えて、メキシコの国内総生産(GDP)は世界第10位(2003年)であり、この数字だけを見れば立派な先進国である。ただ、残念なことに環境悪化につながる排水処理、廃棄物処理など社会インフラの整備が後回しになっている。メキシコの現状は、わが国が第二次大戦後懸命に経済復興に努め、気が付いた時には深刻な環境問題を生じていた時の状況とよく似ている。しかし、その後わが国は行政、住民そして技術者の連携によって環境改善が目に見えて進んだ。苦い経験をしたわが国が、そこから得た教訓とそれにどのように立ち向かったかを伝えられれば、優秀で実行力のあるメキシコの人々は早いペースで環境問題を解決していくと思われる。

なお、第3期は埼玉県に於いてカウンターパート研修を行い、わが国の下水処理技術の現場や水環境の現状を実地見学してもらい、メキシコ州での水環境行政に生かしてもらうことを計画しており、これによってこのプロジェクトは一旦終了する。今後、演者が現地で行った政策提言、対策提案の実行段階に埼玉県やJICAがどう関わっていくのか議論を要するところである。

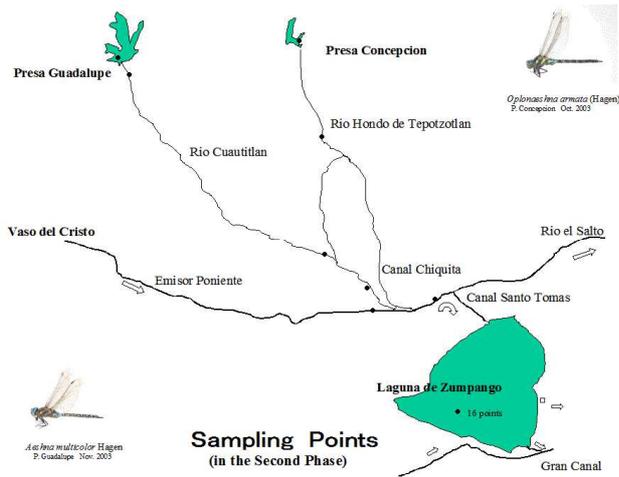


図1 集水域サンプリング地点

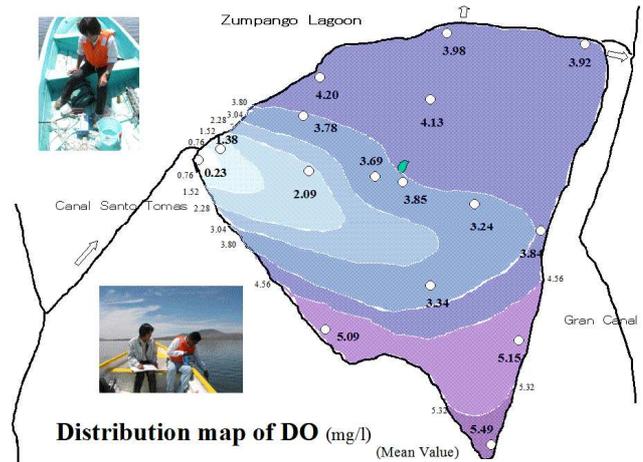


図2 スパンゴ湖の溶存酸素(DO)分布(乾期)



図3 スパンゴ湖の現状(塵芥、アオコ、腐敗浮上した水草)



図4 大発生したアオコ



図5 水草回収除去作業



図6 首都圏北西部運河



図7 導水運河

図8 メキシコ州職員に対するセミナー