

チッタゴン苛性ソーダ工場環境モニタリング計画

柳 健太郎*

1. はじめに

バングラデシュ国チッタゴンの化学工場 (Chittagong Chemical Complex, 略称 CCC) は、1966年輸銀円借款によって水銀電解法による苛性ソーダ工場として建設された。しかしながら環境問題が懸念され、1988年から海外経済協力基金 (The Overseas Economic Cooperation Fund, 略称OECF) の円借款によってイオン交換膜法苛性ソーダ工場への転換が計られた。よって1996年12月に水銀法工場は停止され、現在はイオン交換膜法工場が稼働している。この時、OECFは円借款の条件として、バングラデシュ側が基本的に水銀法工場の解体撤去、装置の処分、これらに伴う環境調査を行うことを上げている。特に環境調査については、7年間の調査期間が提示され、調査結果の報告を求めている。しかし、バングラデシュ側には、これまでこのような環境調査の経験がなく、何らかの技術的指導が必要とされた。そこでOECFは“円借款案件の再活性化”を目的とし、この技術指導をJICAに委ねた。

JICAは、この環境案件を重要な国際協力事業としてとらえ、本件を環境庁国立水俣病総合研究センター（国水研）を中心とするチームで実施することとなった。たまたま、国水研滝澤行雄所長と当協会高島良正理事長の間

に長年の親交があったことから、当協会へもこの案件への協力要請がなされた。

本件は2年間にわたってバングラデシュに対して水銀に係わる環境調査の技術移転を行い、同国が将来にわたって自力で環境モニタリングを実施できる体制づくりを目的としている。

既に、1997年8月末に総勢4名の調査団が派遣され、同国の現状調査と関係機関との協議を通して技術協力の内容を確認された。

今回の個別専門家短期派遣は、CCCでの環境モニタリング計画の立ち上げを行うことを目的として実施された。

本海外業務報告はこれらの実施記録を報告したものである。

2. バングラデシュ人民共和国

バングラデシュは、インド亜大陸の北東端に位置し、国土の3方をインドに囲まれている。また、東はミャンマーのアラカン地方に接し、陸部全国境線は3,349kmである。（図1および図2）

バングラデシュは、パキスタン軍に対する解放闘争、第3次インド・パキスタン戦争を経て1971年パキスタンからの独立を勝ちとった。この国の名前は、ベンガル語で「ベンガル人の国」と言う意味を持ち、独立が永年にわた

* (財)九州環境管理協会 分析科学部



図1 バングラディッシュ人民共和国の位置



図2 バングラディッシュ人民共和国の周辺

る異民族による支配を覆して勝ち取ったものであるだけに、バングラディッシュ人の独立に対する誇りは強い。

この国の気候は、亜熱帯モンスーン型で、第1回目の派遣時期は非常に蒸し暑く季節的にまさしくモンスーン季であったのに比べ、私が派遣された時期は、温暖な乾季で非常に過ごしやすく、食料も野菜に果物と美味しく食すことができた。しかし、世界一とも言われるほどのモンスーン気候を体験してみたかった。

表1 国家概要

国名	バングラディッシュ人民共和国
独立	1971年3月26日
面積	144,000km ² (日本の約0.4倍)
人口	1億2,000万人 (1993年現在)
住民	ドーラビダ系、オースロイド系 モンゴロイド系の混血
公用語	ベンガル語
宗教	イスラム教徒 (88.1%) ヒンズー教徒 (10.5%) 仏教徒 (0.6%) キリスト教徒 (0.3%)
首都	ダッカ
国会	一院制
GDP	278億1,900万ドル (1994/1995年)
通貨	タカ (TK)
時差	3時間 (対日本)
平均寿命	男性 56.0才、女性 56.0才

3. バングラディッシュの印象

首都ダッカに一步足をおろした瞬間、私たち派遣員はスターになった。浅黒い肌にヒゲをたくわえた大勢の人達の視線を一気に感じた。そんなに私達が珍しいのか、その時、私は幼年時代に外国人をみるととても珍しく「外人外人」と言っていた頃の自分を想い出した。しかし、注目されて嬉しいのは1日までで、だんだんと外に出るのも嫌になってくる。この気持ちは体験した人にしかわからないだろう。

空港の外に出ると、出国前に聞いていた事が現実となった。異臭、騒音、ゴミ、人混みそしてベンガル語、何もかもが初めてのことでの、とうとう来たかと、ただそれだけの思いであった。

しかし、初めての国で好奇心も芽生えた。それは、街中を川の流れのように走り交う自

転車を改造した力車、ダイハツミゼットを改造したベビータクシーである。それらは、とてもカラフルにデコレーションされ、小さく、せいぜい2人乗りの乗り物である。運賃はとても安く、2km程度であれば50TK（日本円：150円）で乗れる。バングラデシュでの交通手段はほとんどJICA調達の車を使ったが、ベビータクシーだけは体験した。

チッタゴンに入り、とうとう現れた。話に聞いていた物乞いである。チッタゴンの空港に着くやいなや彼らにはとても手厚い歓迎を受けた。着ていた真っ白なポロシャツは真っ黒になり、気が付くと派遣員5人の後ろに数人の物乞いが付きまとい、小走りに歩く姿はカルガモ親子のように見えた。この状況は毎日続いた。

しかし、物乞いにも慣れてきたある朝私は、この国に来て初めて辛い思いを体験した。例の如く女性の物乞いが現れた。するとその女性の胸元から小さな手が伸びてきて、か細い声で「マネー」と言って来た。見ると大きくきれいな目をした2才位の女の子が抱かれていた。同じ年頃の子供を持つ私にとっては、とてもやるせない気持ちになり、その日は1日中嫌な気分になった。その後、この国はそれが当たり前なのだ、生きていくための手段で



力車（ダッカ）

あり、一つの職業でもある。気にしているとこの国ではやっていけない事に気づき、翌朝からまた元の自分に戻り仕事へと出かけた。だが、そのような一生懸命に生きている彼らの姿を見て、たった1日で私の中で忘れかけたものを取り戻したような気がした。この国バングラデシュは人間の根源を教えてくれる国であった。

言い忘れていたが、食事はバングラデシュ料理、タイ料理、中華料理の3種であった。「とてもうまい。」その一言だけだ。ちなみに、一緒に行った松岡部長と私はかなり太って帰国した。

4. 派遣員及びスケジュール

派遣員のメンバーは次の5名である。

◇環境庁国立水俣病総合研究センター

中野篤浩（基礎研究部長）

山根一祐（基礎研究部）

◇杉山元医理器株式会社

遠藤利幸（テクニカルリーダー）

◇財団法人九州環協管理協会

松岡信明（分析科学部長）

柳健太郎（分析科学部）

国水研と九環協は福岡国際空港で落ち合い、遠藤氏は新東京国際空港からの出発で、全員が揃ったのは、乗り継ぎの際バンコクで1泊した時である。

それぞれの派遣員には任務が決められていた。まず、既にCCCに到着している供与機材の開封作業を全員で行い、洩れがないか確認作業を行う。その後、遠藤氏が測定機材の据え付け作業を行い、国水研による分析方法等の技術移転、そしてこれらの作業と並行するように、松岡部長と私はCCC側との協議を繰

り返し、モニタリング計画とフィールドワークの技術移転を行うことになった。

また、これらの作業工程の前後には、在バングラデシュ日本国大使館、大蔵省経済関係局、バングラデシュ化学産業公社（BCIC）と工業省への表敬及び報告のための訪問という公務があった。

これらの公務を遂行するに当たり幾つもの難関が待ち受けていた。

第1にハルタルである。ハルタルとはゼネストと同様なもので、ハルタルの期間中公共交通機関を使用すると大事件に巻き込まれてしまう。極力この期間の外出等は避けるようにとJICA事務所から十分な注意を受けた。

今回のハルタルは「地方選挙」の公示締切日に併せて1月26日午前6:00～午後6:00の間で行われるとの情報を入手していたが、この国での予定はあてにできず、結局丸々2日間このために時間を取られてしまった。

第2に休暇であった。期間中2日間の休暇が私達にも与えられた。よって、ハルタルと合わせて4日間作業が中断することになった。しかし、CCC側は私達にとても協力的な姿勢で、ハルタル期間及び休暇中であっても工場職員総出で協力するとの意志表示があった。

第3の難関がバングラデシュ国全体にもいえる人間の体質である。日本では仕事に対してスピードと正確さを求められるが、この国には正確さはあってもスピードが全く無いと言ってもいいほどゆっくりしている。私は、バングラデシュで走っている人を見たことが無かった。これは過言でもなく、私をイライラさせた一つである。

このような状況の中で2週間の間一つ残らず与えられた公務を遂行することになった。

5. 作業記録

1月26日（火）

解体現場視察を行った。先に報告されていた水銀電解セルが存在した建物上部とプラントは全て撤去され、コンクリート床の下の地中にかなりの量の水銀が浸透しており、その回収作業を行っていた。



旧工場跡地

回収には、約20名の作業員が従事し、1部は直接作業員が回収し、1部では土壤を水洗いで洗浄して比重によって回収していた。1日の回収量は100kgで、作業開始以来約3tを回収したとの事であった。

作業風景を見て、作業員の作業環境と土壤を水洗したあの水がそのまま河川に流れていることに心配を感じた。まず、日本では考えられない光景であった。

次に、供与物品の確認作業を行った。供与物品は工場の物品倉庫に保管しており、管理状態に特段の問題はなかった。

JICA供与リストに記載されている内容はすべて一致した。

1月27日（水）

Deputy Chief EngineerのMD.Mozaherul Alam及びAbdol Mannan氏と打ち合わせ、

今回のスケジュールの作成と確認を行った。

今回セッティングする機材及び水銀分析計設置場所の確認を行った。

水銀分析計はCCCの実験室に約15m²程度の1室を確保して設置することとした。

1月28日（木）

水銀分析計とコンピュータの搬入及びセッティング作業を実施した。

水銀分析計のセッティングは順調に進行した。午後には、水銀分析計のテストを行った。標準液を用いて感度とその他の確認を行ったが、まったく問題なく週明の作業に入ることを確認した。

コンピュータのセッティングでトラブルが発生した。コンピュータは230ボルト仕様のものを供与したのだが、工場のコンセントに接続したところ電源部分が破損した。この件については、チッタゴン市内のフローラルというコンピュータ取扱店に相談したところ、対応できるとの確認がとれた。コンピュータのセッティングは専門店に依頼した方が良いと結論された。

1月31日（日）

水銀分析計操作のトレーニングを開始した。トレーニングはCCC側から次の3名の参加を得た。

Mr. Salim Mia

Mr. Abdul Mottaleb

Mr. Nesar Ahmed

各人極めて熱心であり、飲み込みも早い。

マイクロピペットなどの搬入なども行い、水銀分析に必要な最低限の機材を実験室に揃えた。また、水銀分析に必要な試薬の調製を行った。

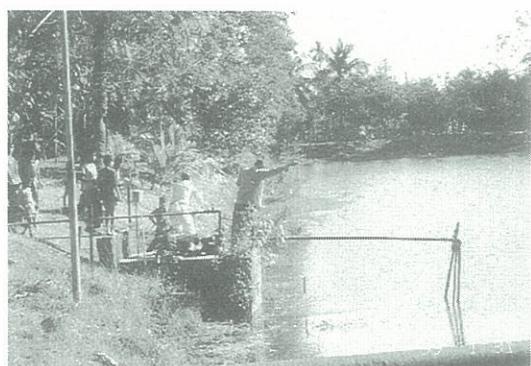
Alam 氏及びMannan 氏を交えて協議の結果工場内7箇所と工場の外に1箇所のサンプリング地点を決定した。これらは、今回の分析研修の成果を確認するためのサンプルである。

また、汚染地区の環境モニタリングでは地下水調査が重要であり、9箇所にモニタリング用の観測井を設置することが妥当であると判断した。水銀の土中浸透を考慮すると必要最低限のモニタリング箇所であると考える。従って、今後7年間にわたるモニタリングはこれらの観測井を中心に行うこと専門家として提言した。

なお、井戸の深さは30フィート（20フィート掘削、10フィートストレーナ）が適当と判断した。



サンプリング風景（工場外）



サンプリング風景（工場内）

表2 工場内河川水、池水及び飲料水のテストキットによる分析結果

Sample	pH	COD mg/L	PO ₄ ³⁻ mg/L	NH ₄ ⁺ mg/L	CaCO ₃ mg/L	Hg μg/L
COLONY MOSQUE POND	7.5	6	0.2	0.0	100	0.920
WOODEN BRIDGE CANAL	8.0	6	1.0	2.0	100	0.089
CANAL NEAR OLD WATER TANK	8.0	50	1.0	2.0	100	0.101
DDT POND	8.0	4	0.2	0.3	100	0.000
DDT COLONY SUPPLY WATER	7.5	2	0.2	0.0	100	0.027
RAIL WAY BRIDGE CANAL	7.0	10	0.2	0.0	50	1274
CANAL NEAR SOLIDIFICATION	9.0	10	0.2	2.0	100	99
MAIN DRAIN	11.0	4	0.5	0.0	> 100	268.8

Mannan 氏と分析部門担当者1名が同行して、サンプリングを実施した。サンプリング技術については問題なかった。

2月1日（月）

前日サンプリングした水試料を用いて分析操作のトレーニングを実施した。トレーニングに当たっては実際的な操作マニュアルを作成し、これに従ってすべての操作を行えるよう指導した。この日は試料の前処理など実際的な事項について指導した。

前日サンプリングした水試料について簡易測定器具（テストキット）による水質一般項目の測定を行った。

実施したのはpH、COD、磷酸イオンなどの項目である。

分析結果を表2に示す。水銀については分析計での結果である。また、1999.2～1999.6間にCCC側で行われた水銀濃度分析の結果を図3に示す。

前日測定した試料を用いて再度分析操作のトレーニングを実施した。測定した結果の再現性なども検討し、試料採取後の保存方法によってデータが変化することなどを指導した。また、部品交換など装置のメンテナンスについても指導した。つづいて、最終的な技術習得の確認を行った。今回4名の化学技術者が研

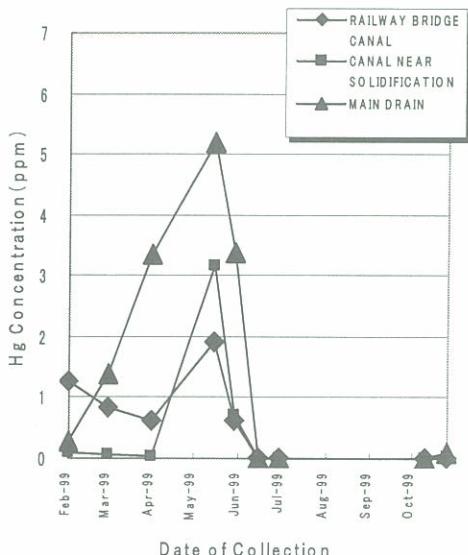


図3 水銀濃度の推移

修を受け、全員水試料の水銀分析についてほぼ完全に技術習得を完了したと判断した。

しかし、CCCに水銀分析の技術を定着させるためには今後継続的に分析を実施する必要があるので、Alam 氏にこの点を要請した。Alam 氏は月2回程度のモニタリングを実施したいと述べた。とりあえず今回サンプリングを実施した河川水、池水、飲料水などをモニタリング試料とするよう指導した。

また、井戸掘削場所の確認も行った。



モニタリング用観測井戸の地点確認風景

現地視察を実施した結果、汚染地区の環境モニタリングのためには数カ所に井戸を掘削することは避けられないと考えられた。この点はCCC担当者も同意した（1月31日協議）。そこで、将来井戸を掘削するに当たってどのポイントが適切でかつ可能であるかを現場視察の上確認した。確認のためには生産部門の責任者の同意も必要とのことであったので、Alam氏、Sil氏の他、生産部門の担当者もサイト決定に同行した。

最後に最終協議を実施した。協議内容は以下のとおりである。

- (1) スケジュール消化の確認
- (2) 水銀分析研修の習熟度の確認

(3) 将来の課題の検討

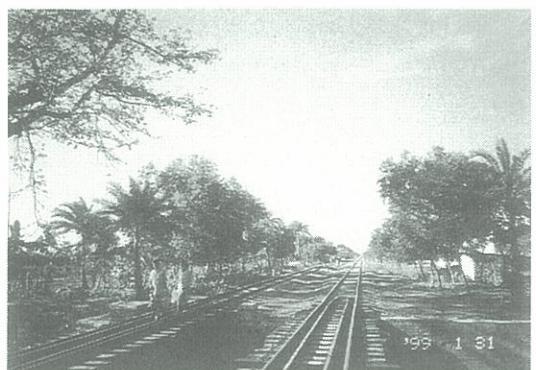
(4) 井戸掘削の件

以上で、CCCでの全てのスケジュールが終了した。

6. おわりに

今回派遣されて感じたことは、どの様な国でもすばらしい技術者は存在する。ただ彼らには経験がないだけである。日本は彼らにとって教科書的存在であり、自らその教科書を見ようとしている彼らに私達は惜しみなく技術を提供する義務があると思った。

今後、彼らの技術発展を期待したい。



ダッカに続く鉄道（CCC正門前にて）