

# サウジアラビア国 下水処理施設運営管理プロジェクト 事業完了報告書

平成 21 年 4 月  
( 2009 年 )

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部

環 境

J R

09-068

**サウジアラビア国  
下水処理施設運営管理プロジェクト  
事業完了報告書**

平成 21 年 4 月  
( 2009 年 )

**独立行政法人国際協力機構  
地球環境部**

## 序 文

サウジアラビア王国では、国土のほとんどが砂漠・乾燥地帯であり、水資源の確保こそが国民生活と産業を支える最重要課題です。近年の急激な人口増加と都市化・工業化の進展に伴い水需要も急増しており、この問題への的確かつ迅速な対応が迫られています。

このような状況のなか、下水道行政の監督官庁である水電力省は、全国レベルでの整備方針の策定を早急に進めており、適正な下水処理施設の導入及びその運営管理の能力強化を目的として、2004年に我が国に対し技術協力プロジェクトを要請しました。

当機構（JICA）は、同要請に基づき本件要請の背景を確認するとともに、サウジアラビア王国政府の意向を聴取し、かつ問題の分析や状況の把握を行うことを目的として、鎌田寛子国際協力専門員を団長とする事前調査団を2006年9月22日から10月5日まで派遣しました。この調査の結果、本件協力の妥当性が確認され、またサウジアラビア王国側とプロジェクト内容について合意形成がなされたため、2007年5月30日に協議議事録（M/M）を署名・交換しました。その後、プロジェクトで実施する予定の本邦研修のテーマなど協力の具体的な内容を協議するために、鎌田専門員を団長とする運営指導調査団を2007年9月28日から10月4日に派遣して実施協議を行い、同年12月1日から本格的に本邦研修の準備が開始されました。

プロジェクト期間中には、「運転維持管理」及び「処理施設の設計」の2回の本邦研修を通じて各研修員がアクションプランを作成し、その進捗状況をフォローするための調査団を研修終了後にそれぞれ派遣しました。また、プロジェクト終了前には現地で総括セミナーを行い、これまでの成果を振り返るとともに現地で協議を行いました。

本報告書は、本プロジェクトを通じて派遣された3回の調査団の調査結果を取りまとめたものであり、今後の技術協力実施にあたって多くの関係者に広く活用されることを願うものです。

ここに調査団の各位をはじめ、研修実施・調査にご協力頂いた、外務省、国土交通省、北九州市、日本下水道事業団、財団法人下水道業務管理センター、財団法人北九州国際技術協力協会、在サウジアラビア王国日本国大使館、内外関係各機関の方々に深く謝意を表するとともに、引き続き一層のご支援をお願いする次第です。

平成21年4月

独立行政法人国際協力機構

地球環境部長 中川 聞夫

# 目 次

序 文

目 次

プロジェクト対象位置図

写 真

## プロジェクトの概要

第 1 章 実施協議	1
1 - 1 調査目的	1
1 - 2 調査日程	1
1 - 3 団員構成	2
1 - 4 調査概要	2
1 - 5 参考：サウジアラビアの下水道事情	4
1 - 6 団長所感	5
第 2 章 第1回本邦研修概要	6
2 - 1 研修目的	6
2 - 2 研修内容	6
2 - 3 研修総括	8
第 3 章 第1回現地ワークショップ概要	9
3 - 1 調査目的	9
3 - 2 調査日程	9
3 - 3 団員構成	10
3 - 4 調査概要	10
3 - 5 参考：民営化について	19
3 - 6 団長所感	20
第 4 章 第2回本邦研修概要	22
4 - 1 研修目的	22
4 - 2 研修内容	22
4 - 3 研修総括	24
第 5 章 第2回現地ワークショップ概要	25
5 - 1 調査目的	25
5 - 2 調査日程	25
5 - 3 団員構成	26
5 - 4 調査概要	26

5 - 5	団長所感	29
5 - 6	団員所感	30
第6章	総括セミナー	34
6 - 1	調査目的	34
6 - 2	調査日程	34
6 - 3	団員構成	35
6 - 4	調査概要	35
6 - 5	団長所感	40
6 - 6	団員所感	41
第7章	今後の日サ間下水道関連協力の方向性	47
7 - 1	サウジアラビア下水道事業に対する提言	47
7 - 2	日本のリソースを活用した今後の協力	47

#### 付属資料

1.	2007年5月30日付協議議事録 (M/M)	51
2.	終了時評価要約表 (小規模案件用)	61
3.	第1回本邦研修・研修員名簿	65
4.	第1回本邦研修・研修日程	67
5.	第1回本邦研修・ジョブレポート発表会資料	69
6.	第1回本邦研修・アクションプラン発表会資料	97
7.	第1回現地ワークショップ・処理場視察資料 (ハミースマシート処理場)	135
8.	第1回現地ワークショップ・基調講演資料 (アルワイリー氏、河井・猪木団員)	137
9.	第1回現地ワークショップ・フィードバックシート	149
10.	第2回本邦研修・研修員名簿	161
11.	第2回本邦研修・研修日程	163
12.	第2回本邦研修・ジョブレポート発表会資料	165
13.	第2回本邦研修・アクションプラン発表会資料	214
14.	総括セミナー・処理場視察資料 (ジャジーラ地区処理場)	226
15.	総括セミナー・発表資料 (研修員4名、森山・村上・河井団員、ヤラブ局長)	249

## プロジェクト対象位置図



第1回本邦研修（維持管理）



研修員によるカントリーレポート発表



御笠川浄化センター視察（福岡県）



新河岸水再生センター視察（東京都）



閉講式

第1回現地ワークショップ（維持管理）



研修員によるアクションプラン進捗発表



ハミースマシート下水処理場視察

第2回本邦研修（施設設計）



北九州市職員とのディスカッション

第2回現地ワークショップ（施設設計）



カウンターパートとの協議



ワークショップ参加

総括セミナー



ジャジーラ地区下水処理場視察



総括セミナー参加



パネルディスカッション

## 【プロジェクトの概要】

サウジアラビア王国（以下、「サウジアラビア」）では、国土のほとんどが砂漠・乾燥地帯であり、水資源の確保こそが国民生活と産業を支える最重要課題である。近年の急激な人口増加と都市化・工業化の進展に伴い水需要も急増しており、この問題への的確かつ迅速な対応が迫られている。

現在、サウジアラビアの水供給の57%は再生不可能な化石水に依存しており、再生可能な表流水や浅層地下水は38%、海水の淡水化が4%、下水等の再利用水が1%である。一方、水需要については、90%は農業で利用されており、生活や産業用に10%が利用されている状況である。このような背景の下、2000年5月に下水処理水を灌漑等その他の用途に積極的に再利用する方針を定めた勅令が発令され、稼働中の23ヵ所の下水処理施設及び計画中の処理場すべてに対し、農業利用にも可能な良質な処理水とするために施設の適正化・高度化を図る必要に迫られている。

このような拡張及び適正化・高度化に対し、サウジアラビア水電力省は早急に全国レベルでの整備方針の策定を進めているが、新たな下水処理技術の導入による適正かつ効率的（低コスト）な下水処理施設の運営管理を模索している。そこで、2004年に日本政府に対して、適正な下水処理施設の導入及びその運営管理に係る技術協力を要請した。下水処理施設の現状をはじめ、技術レベル、実施体制、問題点・課題などの基本情報が不十分であったため、要請背景の確認、協力プロジェクトの範囲・内容、実施条件等を含めて調査し、技術協力実施の妥当性を検証すべく、2006年9月に事前調査団を派遣した。

事前調査の結果、処理水の再利用と汚泥管理の改善を目的とした下水処理場における適切な管理に係る知識の向上をプロジェクトの目標として、本邦研修及び現地セミナー・ワークショップの開催を主たるコンポーネントとした協力の枠組みが決まり、正式には2007年5月30日に協力実施に係る協議議事録（ミニッツ）が締結された。

このミニッツに基づいて、財団法人北九州国際技術協力協会（KITA）及び北九州市の協力の下、プロジェクトで実施する予定の本邦研修のテーマなど協力の具体的な内容を協議するために運営指導調査団を2007年9月28日から10月4日まで派遣してサウジアラビア水電力省と協議を行った。この協議の結果、2007年12月1日から2009年2月28日までの1年3ヵ月間を実施期間とし、サウジアラビアにおける下水処理施設の設計担当者・運営維持管理担当者を対象に、本邦研修及び運営指導調査団によるフォロー並びにプロジェクトを総括するセミナーを主要コンポーネントとした協力を実施することとした。

これまで、本邦研修にて2008年1月8日から2月9日<sup>1</sup>に12名、2008年7月7日から8月11日に15名のサウジアラビア研修員を受け入れ、KITA、北九州市、日本下水道事業団及び財団法人下水道業務管理センター等の協力を得て研修を実施した。また、現地ワークショップ開催のため2008年6月19日から27日<sup>2</sup>、及び2008年11月7日から14日の2回、日本人有識者から成る調査団を派遣し、本邦研修のフォローを行ってきた。最後の調査団となる2009年1月30日から2月6日の総括セミナーでは、過去に本邦研修で計画したアクションプランの活動状況を確認するとともに、プロジェクト終了後のサウジアラビアとの協力可能性の調査を行った。

<sup>1</sup> 本邦研修の実施期間の表記は、本邦滞在期間（来日日から帰国日）とする。

<sup>2</sup> 調査団の期間は、本邦発着日を含めた表記とする。

さらに今般、本プロジェクトが2009年2月に終了するにあたり、これまでのプロジェクトの進捗状況、活動実績、目標達成度について取りまとめ評価し、終了後の対応方針についての提言、また類似案件への教訓を導き出すことを目的として、終了時評価要約表（小規模案件用）を取りまとめることとした。

本報告書では、実施協議及びプロジェクトで実施した以下の活動について概要をまとめ、サウジアラビア下水道事業への提言及び日本のリソースを活用した今後の協力について取りまとめた。

活 動	期 間	対象者	人数	目 的
<u>研修員受入れ：</u> 第1回本邦研修	2008年1月8日 ～2月9日	水電力省及び13州の 処理場運転維持管理 に携わる技術管理 者・職員	12名	「高度処理技術・汚泥処理 管理技術のための処理施設 の運転維持管理の向上」の 課題に焦点をあてた本邦研 修の受講
<u>調査団派遣：</u> 第1回現地ワー クショップ	2008年6月19 日～27日	第1回研修員及び水 電力省職員等サウジ アラビア国内下水道 事業関係者	56名	・第1回本邦研修の効果測定 ・第2回本邦研修の来日前オ リエンテーション
<u>研修員受入れ：</u> 第2回本邦研修	2008年7月7日 ～8月11日	水電力省及び13州の 下水処理施設の設計 に携わる上級技術管 理者・職員	15名	「高度処理技術・汚泥処理管 理技術のための処理施設 の設計」の課題に焦点を置 いた本邦研修の受講
<u>調査団派遣：</u> 第2回現地ワー クショップ	2008年11月7 日～14日	第2回研修員及び水 電力省職員等サウジ アラビア国内下水道 事業関係者	60名	・第2回本邦研修の効果測定 ・総括セミナーの進め方に 関する打合せ
<u>調査団派遣：</u> 総括セミナー	2009年1月30 日～2月6日	第1回・第2回研修員 及び水電力省職員等 サウジアラビア国内 下水道事業関係者	80名	・本プロジェクトの成果共 有 ・今後の日サ間下水分野関 連協力の方向性に関する 協議

## 第 1 章 実施協議

### 1 - 1 調査目的

本格協力開始にあたり、本邦研修及び現地ワークショップ、総括セミナーの具体的な内容について検討する。検討に先立ち現場視察を行い、よりサウジアラビア王国（以下、「サウジアラビア」と記す）のニーズに配慮した協力内容とする。

- (1) 本邦研修の具体的内容・カリキュラム、時期、期間、人数（人選）等の協議・決定
- (2) 現地ワークショップ、総括セミナーの具体的内容、時期、期間、対象者、場所等の協議・決定
- (3) 現場視察を通じた協力のニーズ把握

### 1 - 2 調査日程

2007年9月28日～10月4日

日順	日 時		調査内容
1	9/28 (金)	19:05	リヤド着
2	9/29 (土)	午前  午後	JICA事務所打合せ 日本大使館表敬 水電力省表敬 水電力省プロジェクトチームメンバーとの協議 ( 協議内容：本邦研修、現地セミナー・ワークショップ、その他 )
3	9/30 (日)	終日	リヤド市内下水道施設視察 ・下水処理場3カ所 ・ポンプ場1カ所 ・排水施設1カ所 ・マンホール1カ所
4	10/1 (月)	終日	リヤド市内下水道施設視察
5	10/2 (火)	終日	セミナー実施
6	10/3 (水)	午前  20:45	調査結果まとめ リヤド発

### 1 - 3 団員構成

担当	氏名	所属
総括/団長	鎌田寛子専門員	国際協力専門員
下水道施設維持管理	近藤 保光	北九州市建設局 施設課 計画係長
下水道計画・運営管理	福永 泰之	北九州市建設局 下水道河川部 水環境課 企画係長
下水道研修計画	安田 祐司	財団法人 北九州国際技術協力協会 次長
協力企画	鈴木 唯之	JICA地球環境部 環境管理第二課
通 訳	マイサラ・アフィー フィー	財団法人 日本国際協力センター

### 1 - 4 調査概要

今回の調査期間中に、水電力省職員とともに、セミナー・ワークショップや本邦研修の具体的な内容について協議を行うとともに、下水道施設の視察によってサウジアラビアの下水道事業の実情について理解を深めた。また、現地でセミナーを行い、調査団から日本の事例紹介を行った。

#### (1) セミナー・ワークショップに関する協議

今回の協議の最大のポイントは、セミナーやワークショップの扱いや進め方をどうするかということであった。これについては、最終的に、維持管理と計画・設計の研修終了後、日本の専門家を招いてリヤドでワークショップを開催すると同時に、セミナーについては、大臣などの高級幹部も招いて、両コースが終了した後で、合同で1回開催することで合意した。

特にセミナーについては、研修生がサウジアラビアに帰国してから時間が経っていることから、研修生が実際に取り組んでいるアクションプランの成果と障害や課題を発表してもらうとともに、日本からも、下水道事業について見識をもった人を招聘し、講演してもらうことを予定している。また、原則公開とし、下水道事業に関心をもっている人が参加できるものとしたいというのがヤラブ局長の希望である。

このセミナーは、研修員に対し、その活動成果を大臣の前で発表できることを明らかにすることにより、彼らのやる気を引き起こすという実務的な効果とともに、JICAの活動を紹介する非常にいい機会でもあるといえる。特に、下水道事業に知見を有した人に講演をお願いすることにより、日本が取り組んできた下水道整備や維持管理の過程のなかでサウジアラビアが学べることは何かを体得してもらうことは非常に有益であるといえる。

#### (2) 本邦研修に関する協議

今回、研修カリキュラム案を提示しておおよその合意が得られたことから、今後はより詳細な研修計画を詰めていく必要がある。研修に際しては、どうしても優れた施設などを視察先に選ぶことになってしまうが、その場合でも、それらの施設を維持管理するにはどの程度のコストがかかるのか、など長所と短所を示すなど、ありのままの姿を示し、研修生に考えるきっかけを与えていく構成としたい。

特に、施設設計コース（第2回本邦研修）に参加する研修員は、幹部職員も想定されることから、適切な下水道事業を推進するためには、単なる下水道技術のみではなくて、組織・制度、財政、そして人々の下水道への理解が基本であるということを徹底的に理解させる講義も検討したい。その他、具体的ニーズについては以下のとおりである。

#### 1) 高度処理技術

高度処理技術の取得についても高いニーズが寄せられたが、導入にあたっては、まず、何のために導入するかという明確な目的があり、次にその目的に合致した処理水質を確保するために、効果的・効率的な処理法を提案するのが順序である。例えば、東京湾や琵琶湖・霞ヶ浦などの閉鎖性水域に処理水を放流するためには富栄養化を防止するためにリンや窒素を除去する必要があるが、トイレの洗浄水は、逆に見た目をきれいにするために砂る過などで十分である。また、リンや窒素を同時除去できる施設を採用すると、事業費が1.6倍程度、維持管理費についても電気代が倍近くかかるのが実態である。したがって、研修にあたっては、表面的な施設の説明に終わるのではなく、何のために高度処理を行うのかを明確にさせ、それに対応した施設を説明するなどの工夫が必要である。

加えて、重要となってくるのが利用者の視点である。日本ではほとんどの都市で水道料金が逡増性になっていることから、水道料の抑制効果が事業者にとって再利用水を導入する最大の理由であるが、そのためには、処理場から建物までの配管敷設、建物内での二重配管、誤接防止などのきめ細かい工夫が必要である。サウジアラビアは、水資源の乏しい国であることから、再利用を推進することは理に適っているが、再利用を推進するためには、利用者に魅力的な料金体系にしなければ、せっかくの施設の利用率が低いまま終わってしまうことが懸念される。

#### 2) 汚泥再利用

また、サウジアラビア側は、汚泥の再利用にも関心をもっている。日本で再利用が進んだ最大の理由は、汚泥の最終処分場が逼迫したことであるが、サウジアラビアで何故、再利用を進めたいのかの理由が今ひとつ明確になっていない。日本でもこれまで堆肥化など種々の試みが進められてきたが、最終的には、セメントを含む建設資材への利用に落ち着いてきている。

#### (3) 下水道施設視察（9月30日、10月1日）

2日間にわたって、3つの下水処理場、1つのポンプ場、1つの排水施設及びマンホールを開けて中の様子を視察した。下水道処理場では各施設そのものは非常に余裕のある配置であり、また、それなりに適切な施設や機器もちゃんと設置されており、途上国レベルではなく中進国であるといえる。ただ、悪臭を非常に気にしており、そこかしこに脱臭施設（ほとんどは稼働していなかった）を設置していた。一般的には、適切な維持管理がなされている場合は、悪臭はほとんど問題とならないのが実情である。管渠については汚水が澱んでいるところには悪臭問題が発生するが、流れている場合はほとんど問題ないといえる。また、処理場に関しては、流入渠でゴミをかき寄せする所や汚泥処理施設が悪臭発生源と

いわれているが、まめにゴミを処分することがひとつの対策である。ただ、本来はこういう施設は、人家から離れた場所に配置するように計画段階から考慮することが重要であり、そういう意味でも維持管理と計画・設計とは切っても切り離せない関係にあるといえる。

管渠台帳や施設台帳的なものが整備されていないようであり、維持管理の基本はこういう地道な努力の積み重ねであることを十分理解してもらうことも重要である。

#### (4) セミナー（10月2日）

水電力省の求めに応じて、日本の下水道の現状と高度処理について、鎌田団長が資料を作成し、近藤団員が発表を行った。また、本邦研修の拠点となる北九州市の下水道の概要について、福永団員が説明を行った。

### 1 - 5 参考：サウジアラビアの下水道事情

#### (1) 民営化の動き

サウジアラビアでは、国家最高評議会により、上下水道の民営化が決定され、これを受けて、2006年に世界90ヵ国以上で水道の民営化の事業展開をしており年間3兆円以上の売り上げを誇るフランスのヴェオリアにより、サウジアラビア全体の上下水道事業全体についての調査が実施され、さらに2007年初め、リヤド市を対象としたより詳細な評価報告書が提出された。これを受けて、現在、4社（ヴェオリア、スエズ+アクアパワー、ベルリンヴァサー+サウジOJ、スペインの水会社）の会社の資格審査が完了しており、プレゼンテーションをした後、最終的に民営化のパートナーが決まることとなっている。また、ジェッダにおいても、リヤド市と同様の詳細な調査を実施している段階である。その際には、「サウジ水公社」が新しく設立され、民営化を実施する受け皿となる予定である。

#### (2) 下水道の仕組み

サウジアラビアは日本のような地方分権は進んでおらず、13の州の下水道施設の設計・建設はすべて国が実施し、維持管理のみを州が行っている。また、維持管理に伴う資材の調達についても一定金額以上は、大臣の許可により国が負担している。

現在、上下水道使用料は徴収していないが、今後の民営化により、使用料を徴収することを予定している。しかし、ほとんどの公共サービスが無料で提供されているこの国で、どういう形で人々の理解を得て使用料を徴収するのか、また、料金設定をどのようにするかは、民営化後の試金石となると思われる。

#### (3) 再利用率

日本では、処理水の再利用率は1.9%であり、サウジアラビアが街路樹などの散水などの用途に40%程度使っているといわれているのに対し、まだまだ低いのが実態である（日本ではこのうちの約半分は、処理水をそのまま修景用などに利用している）。10月1日に見学した南部処理場は、散水ろ床処理水をエアレーティドラグーンと砂ろ過を経て、灌漑施設及び国営石油会社であるアラムコに無料で供給している（局長の話では、今後はアラムコに対しては有料化を進める予定であるとのことであった）。

#### 1 - 6 団長所感

研修事業で学べることは限られているかもしれないが、日本の技術に肌で触れることは研修員にとっては非常に刺激になることが想像される。一方、研修員は帰国後、日常業務に忙殺され、残念ながら、せっかくの貴重な日本での経験を生かすことができないケースも散見される。これらの反省に立ち、今回は、帰国後も彼らの活動を支援することにより、成果を生かすことができるかどうかの試金石といえる。もちろん、これらの取り組みを実施するにあたっては、JICAとしても手間隙をかけなくてはいけないことはいうまでもないが、その手間をかけるだけの価値は十分あるといえる。

これを先鞭として、すべての研修は無理であるにしても、そのいくつかは、こういう枠組みで実施されることを強く希望する。

## 第2章 第1回本邦研修概要

### 2-1 研修目的

日本の汚水処理技術や下水道経営に関する知識をサウジアラビアの下水道事業に活用してもらうため、下水道施設の維持管理に焦点をあてて、北九州市における先進的な取り組み、日本における下水道政策や高度処理などについてサウジアラビア研修員が学ぶための研修を財団法人北九州国際技術協力協会（KITA）に委託して企画、実施した。カリキュラム内容の検討は、北九州市の全面的な協力を得て進められ、研修員の表敬訪問・視察受入れに際しては、北九州市に加えて国土交通省、日本下水道事業団、下水道業務管理センター等の協力も得た。

受講対象は、サウジアラビア水電力省が選定した、水電力省及び各州の処理場運転維持管理に携わる技術管理者・職員12名とした（研修員名簿は、付属資料3.参照）。

### 2-2 研修内容

#### （1）日 程

2008年1月8日～2月9日を本邦滞在期間（来日日から帰国日）とし、土日・祝祭日を除く22日間にわたって研修を行った（詳細な研修日程は、付属資料4.参照）。

#### （2）場 所

講義及び発表会は、主にJICA九州国際センター（KIC）にて実施した（研修員の宿泊施設も兼ねる）。その他、表敬や現場視察を伴う内容の実施場所に関しては、研修日程（付属資料4.）を参照されたい。

#### （3）カリキュラムの主なテーマ

カリキュラムのテーマは主に以下4点とした。

北九州市の先進的な取り組みを学びサウジアラビアでの対策の参考とするとともに、将来構想の基本理念や方向性について検討する。

北九州市の下水汚泥処理の先進事例を学び、サウジアラビアでの活用法について検討する。

北九州市の水質管理のほか、施設の維持管理や運転管理について学び、サウジアラビアでの活用方法について検討する。

日本の高度処理の現状や下水処理の将来構想について学び、サウジアラビアでの活用方法について検討する。また、参考として、日本の閉鎖性水域（琵琶湖）における富栄養化対策についても学ぶ。

#### （4）ジョブレポート作成・発表（1月10日）

研修に先立ち、研修員に課題を与えて、サウジアラビアの概要をまとめた「カントリーレポート」、各研修員の現在の所掌業務と課題をまとめた「ジョブレポート」及び「問題分析シート」について資料を作成させた。来日3日目に行われた発表会の場で、それぞれの職場で抱える課題や情報を研修講師などの関係者及び他の研修員と共有するとともに、研修講師には、今後の研修で研修員からの希望に可能な限り応えていただくよう協力を依

頼した。ロジ面では、発表会の直前に発表の順番が決まったために資料の順番に不備が生じ、また各研修員の発表時間が若干長くなったものの、予定時間内に終了することができた（発表資料は、付属資料5.参照）。

発表会の出席者は以下のとおりである。

- ・日本下水道事業団：村上孝雄
- ・下水道業務管理センター：北川三夫
- ・北九州市建設局水環境課：田中文彦、福永泰之、田中英俊
- ・北九州市建設局東部浄化センター：小野和幸
- ・北九州市建設局施設課：近藤保光
- ・北九州市建設局水質管理課：徳崎健史
- ・KITA：松本健三、南久雄、安田祐司、山家小百合、寺師朗子
- ・JICA地球環境部：鈴木唯之
- ・JICA九州（KIC）：吉田健太郎、宮崎夏子
- ・JICAサウジアラビア事務所：DI Jemal Osman
- ・JICE：マイサラ・アフィーフィー、モハメド・クデル

#### （5）講義・視察

研修員の理解を促進するため、講義と現場視察を有機的に組み合わせた。講義は、日本の自然的・社会的要素に配慮した下水道整備の基本的な考え方や取り組みなどの政策や、下水処理や汚泥処理の技術など理論的な側面について行い、現場視察は下水処理、汚泥処理、高度処理、除害施設、実験設備などの施設を対象に、実務を中心として行った。

#### （6）アクションプラン作成・発表（2月8日）

帰国後に、研修成果を生かして各々の業務に取り組んでもらうため、各研修員にアクションプランを作成させ、発表会を開催した（発表資料は、付属資料6.参照）。

アクションプランのレベルは研修員により異なる内容であった。今回は、研修から得られた知識に基づき課題を整理し、アクションプランを「作成」してみたという段階である。帰国後、同僚と相談しながら作成したアクションプランの内容を精査する必要があるものの、課題解決に向けての第一歩として活用を期待するものである。

発表会の出席者は以下のとおりである。

- ・日本下水道事業団：村上孝雄
- ・下水道業務管理センター：北川三夫
- ・北九州市建設局水環境課：田中文彦、福永泰之、田中英俊
- ・北九州市建設局東部浄化センター：小野和幸
- ・北九州市建設局施設課：近藤保光
- ・北九州市建設局水質管理課：徳崎健史
- ・KITA：河野拓夫、松本健三、南久雄、安田祐司、山家小百合
- ・JICA地球環境部：鈴木唯之、野吾奈穂子
- ・JICA九州（KIC）：富安誠司、吉田健太郎、宮崎夏子
- ・JICE：マイサラ・アフィーフィー、モハメド・クデル

## 2 - 3 研修総括

研修員のなかには、下水処理場が現在建設中のため維持管理は今後の取り組み課題であるという研修員もいた。12名とも置かれている職場環境や業務の進捗状況、課題が異なり、研修のターゲットをどこに絞るかが講師を最も悩ませた点のひとつではあったものの、研修内容・期間ともに、基本的な下水道維持管理研修としては満足できる内容であったことが、研修員のアンケート結果等からも伺える。

### (1) 研修員からの研修に対する評価

研修員のアンケート（5段階評価）による評価の平均は、研修ニーズの適正さ（4.3）、講師のプレゼンテーション（4.1）、テキスト（4.3）、管理運営（4.6）、期待充足度（3.8）であり、おおむね良好であった。また、評価会において、研修員からは、サウジアラビアの技術レベルが研修レベルに及ばないこと、メンテナンス業者との契約などの詳細を聞きたかったなどのコメントが寄せられたが、研修の内容については非常によかったと評価している。

### (2) 講師等からの研修員に対する評価

研修員は、総じて全員とも、真剣に研修に取り組んだ。アクションプラン発表会の出席者が、研修員のアクションプランに対する評点をつけたところ（10段階評価）、平均で8.1の高得点を得た。帰国後のアクションプランの適切な実施を期待させる結果が得られた。

## 第3章 第1回現地ワークショップ概要

### 3 - 1 調査目的

今回の調査団では、第1回本邦研修（運営維持管理）の研修員が研修で学んだことをどのように現場で活用し同僚と共有しているかについて、水電力省が主催する現地ワークショップでの発表で確認し、研修成果の活用計画を進めるにあたっての課題については各々に対し、助言・提案を行った。

さらに、ワークショップではサウジアラビア・日本双方から基調講演を行うことで下水道事業にかかわる出席者に両国の下水道の現状について理解を深めてもらうとともに、第2回本邦研修（施設設計）に参加予定の研修員へのオリエンテーションを行うことで研修効果を高める工夫を行った。

また、アシール州出身の研修員の職場であるハミースマシート下水処理場を視察し、地方都市の下水道の実状を確認するとともに課題の解決に対する助言を行った。

### 3 - 2 調査日程

日順	日 時		調査内容
1	6/20 (金)	19:05	リヤド着
2	6/21 (土)	08:45 09:30 15:30 22:30	JICA事務所打合せ 水電力省表敬 団内打合せ リヤド発 ( アブハ着 )
3	6/22 (日)	08:40 10:10 11:15 12:15 22:30	アシール州下水局表敬 ハミースマシート下水処理場概要説明 第1回研修員によるアクションプラン進捗発表 ハミースマシート下水処理場視察 アブハ発 ( リヤド着 )
4	6/23 (月)	10:00 14:30	水電力省での打合せ、研修員からの事前説明 団内打合せ
5	6/24 (火)	09:00   15:45	ワークショップ第1日 ・開会式 ・基調講演 ・帰国研修員発表 団内打合せ
6	6/25 (水)	09:00  12:30 14:00 16:00	ワークショップ第2日 ・帰国研修員発表 ・全体講評 第2回本邦研修オリエンテーション ( ~ 13 : 30 ) JICA事務所報告 日本大使館報告
7	6/26 (木)	午前 20:45	調査結果まとめ リヤド発

### 3 - 3 団員構成

担 当	氏 名	所 属
総括/団長	中尾 憲司	北九州市建設局 下水道・河川担当理事
下水道施設維持管理	小野 和幸	北九州市建設局 施設部 東部浄化センター所長
本邦研修企画立案担当	福永 泰之	北九州市建設局 下水道河川部 水環境課 企画係長
高度処理施設技術	猪木 博雅	日本下水道事業団 技術開発部 主任研究員
下水道運営管理	河井 竹彦	財団法人 下水道業務管理センター 常務理事
協力企画	野吾奈穂子	JICA地球環境部 環境管理第二課 副主任
通 訊	石川 義次	財団法人 日本国際協力センター

### 3 - 4 調査概要

#### (1) JICA事務所打合せ

富澤所長から調査団に対し、本技術協力プロジェクトがサウジアラビア側から高い評価を受けていることを紹介した。同国における人材育成には様々な課題や制約があるが、地方レベルで自ら計画して進める能力が身につくことを期待するとのコメントがあった。

#### (2) 水電力省表敬・打合せ

ヤラブ水電力省下水局長から調査団に対し、第1回本邦研修により高い成果が得られたと謝意が表された。プロジェクト終了後には、北九州市との直接協力関係を望む声も聞かれた。民営化の動きについても、大都市など人口が多い地域から着手し始めている旨、言及があった。

#### (3) 処理場視察

##### 1) 場所 アシール州 ハミースマシート処理場



図1 ハミースマシート市位置



図2 ハミースマシート市内処理場位置



図3 ハミースマシート処理場平面図

## 2) 概要

### 事業概要

項目	内容
人口	446,467人
処理区域内人口	373,608人
普及率（面積普及率）	75%
普及率（処理人口普及率）	83.7%
管渠延長	789km
ポンプ場数	3カ所

### 処理場概要

処理方式：オキシデーションディッチ（OD）法

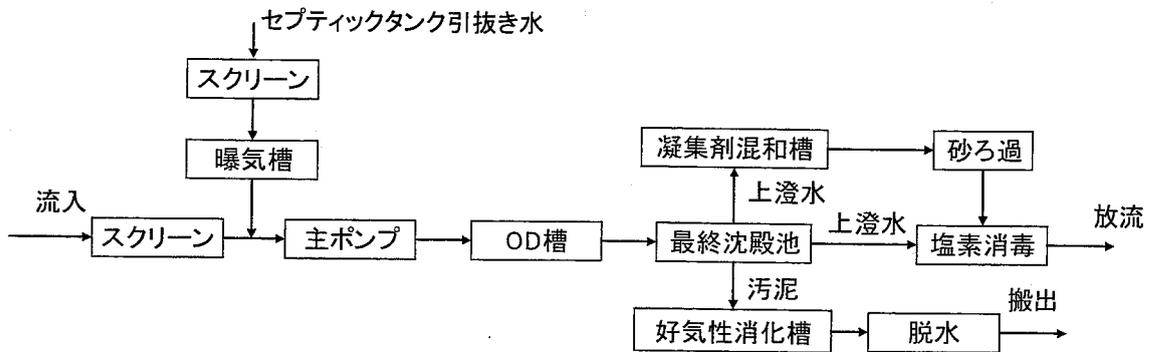
処理能力：2万9,000m<sup>3</sup>/日

オールドプラント 7,000m<sup>3</sup>/日 × 1池

フェーズ1 1万1,000m<sup>3</sup>/日 × 1池

フェーズ2 1万1,000m<sup>3</sup>/日 × 1池

処理フロー



③ 処理状況

- ・ 流入水量 3万2,000～3万6,000m<sup>3</sup>/日
- ・ 流入水質、処理水質

	流入水質 (mg/l)	放流水質 (mg/l)	除去率 (%)
BOD	524～784	9.2～10.7	98
COD	1071.6～2245.3	22～41.9	98
TSS	357.5～687.9	5～10	99
NH4-N	104.2～132.7	3.2～9.2	94

- ・ セプティックタンクから毎日約3,000m<sup>3</sup>/日の引抜き水がタンクローリーで運搬されてくる。
- ・ 処理水は枯れ川（ワジ）に放流している。下流の住民より地下水が汚染されたとの苦情を受けることもある。
- ・ 再生水の利用率は約20%で、主に植栽への散水に利用している。処理場として決める目標値はなく、国から指示された利用率を達成するようにしている。
- ・ 2010年末までに処理能力を6万m<sup>3</sup>/日まで増強する計画がある。

3) 視察での課題とアドバイス

① 反応槽

フェーズ1、2では発泡が確認されたが、オールドプラントでは発泡はなかった。アクションプランの内容は、着実に実行されており、発泡対策の効果の有無についても把握されていた。

発泡の原因のひとつである糸状菌は有機物除去能力が高いため、発泡対策を行うと処理水質の悪化を招くおそれがあることについて調査団から助言した。水質悪化がないように対策を実施したい、との回答があった。

② 最終沈殿池

発泡対策として、常時人力で散水をしており、発泡は確認できなかった。ただし、スカム等を無理に破碎していることから微細なSS分が越流し、水質を悪化しているように見受けられた。

#### 砂ろ過設備

凝集剤を添加後、2段の下降流式砂ろ過槽で処理を行っている。外観上はにごり、色があり、良好な水質が得られているようには見受けられなかった。

#### 放流水

処理水は、10km先までパイプで輸送され、ワジに放流されている。今回の調査では、放流水の状況までは確認できなかった。

#### 消泡設備の設置

調査団より消泡装置のノズルのサンプルを提供し、消泡装置設置の参考としてもらった。

#### 分析装置の充実

顕微鏡がないことによりアクションプランの一部が進んでいないとの報告があった。調査団より、処理場以外の機関がもつ顕微鏡を活用することを提案した。既に外部機関に依頼をしており、近日中に結果が出るとの報告があった。

#### 4) 視察にあたっての総合的なコメント

流入水量に対し処理能力が不足しているなかで、様々な試みを行い全体として良好な処理を行うように努めている。

スカム対策のアクションプランについても様々に試行しているが、実施にあたっては様々な施設整備、処理能力の増強が必要となる。アクションプランの着実な実施のためには、今後、水電力省の支援が必要である。

#### (4) ワークショップ

##### 1) 研修員からの事前説明(6月23日)

ワークショップの時間短縮のため、研修員のアラビア語による発表を逐次通訳なしで進めることになったことから、前日、発表する研修員から事前説明を聞き、あらかじめ団内で意見・講評の検討を行い、コメント担当者を決めてワークショップに臨むこととした。ところが、発表者12名中、2名からしか事前説明が受けられず、また資料の事前提出も徹底されなかったことは遺憾である。

##### 2) 参加者

ワークショップ当日は、水電力省のイブラヒム・アルシャドヒ次官、ヤラブ局長、第1回研修員11名(ゴマイリー氏が欠席)、第2回研修員15名を含めた下水道事業に携わる延べ56名が出席した。

急遽会議(諮問評価委員会)が入ったため、次官は初日のあいさつと参加者の表彰、ヤラブ局長は初日のあいさつ時と2日目の後半の参加となった。

日本側からは、調査団7名と在サウジアラビア日本大使館の佃二等書記官、JICA事務所長、所員、現地職員3名の、以上13名が参加した。

##### 3) 進 行

ワークショップは、開会に先立って、サウジアラビア、JICA、調査団の代表者のあい

さつの後、調査団からプロジェクト説明を行った。その後、サウジアラビア側と調査団から基調講演を行った後、本邦研修員から10分間のアラビア語による発表が行われ、続く質疑応答では通訳を交えての意見交換・講評を行った。コメントはすべて「フィードバックシート」としてまとめ、調査団帰国後にアラビア語に翻訳したものを水電力省経由で各研修員に配付した（付属資料8.、9.参照）。

a) 基調講演

サウジアラビアの下水道事業の現状（水電力省マジド・アルワイリー氏）

日本の下水道事業の現状（河井団員）

日本の最新下水道技術（猪木団員）

b) 第1回本邦研修員の発表（主な課題・今後の計画と調査団の意見）

運転している処理場（小野団員、猪木団員）

【スカム（泡）の発生と対策】

スカム(泡)対策は、サウジアラビア全体の課題という認識が強く現れていた。アシール州（アルカハターニ氏）及び東部州タイプ支所（アルマーヘル氏）の2名の研修員がアクションプランとして取り組んでおり、現有施設の範囲内で対策の試みがなされていた。処理場に顕微鏡がないことから、原因は完全には特定されておらず、本格的な対策実施は今後の課題となった。今後、対策施設の設置、施設能力の適正化、全国での情報共有化には水電力省の役割が一層重要となる。

アシール州の処理場では、消泡装置の設置が提案されている。現地で発生しているスカムの程度であれば、消泡効果も十分得られる可能性がある。アシール州での試行結果を参考に、一般的な施設として設計ガイドライン等に位置づける検討を行う必要がある。

【油対策】

多くの処理場で油を多く含む下水の流入が処理に影響を与えているとの報告があった。流入水の油含有量には規制が設けられているものの、実行が伴っていなかったと思われる。スカム対策と同様、全国的な課題としての意識があった。

タブーク州の研修員（アルハルビ氏）からは油分離槽の仕様が提案されており、試行とともに全国への紹介・普及が必要である。

また、油対策はハード面（油分離装置）の対策だけでなく、ソフト面（下水道利用者への啓発）も併せて必要である。他の研修員のなかには広報、イベントの実施、施設の見学などの啓発活動の実施をアクションプランにあげているものがある。油に限らず、適正な流入下水を確保するためには、ハード、ソフト両面の対策が不可欠であることから、それぞれの成果を取りまとめ、全国で活用できるよう、水電力省は情報を提供していく必要がある。

【汚泥処理】

メッカ州タイプ支所の研修員（ハウジャー氏）からは、汚泥の有効利用、適正

な埋立て処分（処分地の強度確保）のため、汚泥にセメントを添加し強度確保を試みた成果が報告された。脱水汚泥にセメントを混合したため、製品として有効利用できるほどの強度は得られなかったが、埋立て処分として必要な強度は得られ、成果はあったとの報告があった。有効利用を進めるためには、我が国で行われているように有機物をなくした状態（焼却後）での混合を検討していく必要がある。

サウジアラビアでは、汚泥の有効利用が進んでおらず、最終的には埋立て処分を行っているようであるが、報告のあった範囲では、埋立て処分は汚泥と土砂の層状埋立て、浸出水対策などの環境対策が十分なされていないように見受けられた。ワークショップ聴講者からの意見としてもあったが、埋立て処分を継続していくには、必要な衛生対策を実施していく必要がある。

他の研修員においてもアクションプランに汚泥処理を掲げていたが、進捗状況の報告があったのは、上記のみであった。今後、汚泥処理の重要性を再認識していく必要がある。

#### 【処理水の環境への影響】

サウジアラビアでは処理水をワジに放流することが多く、流下先の水質や周辺環境の悪化が問題とされている。ハイル州（アルアキール氏）及びアルコラヤート州（アルデワイレジュ氏）の2名の研修員は、放流先を変更することによりこの問題を解決しようとしている。いずれも、水路形状を工夫し水質改善を図る、再生水利用を兼ねるなど工夫がみられる。一方で、高度処理がなされていないことから流れが滞ることにより新たな富栄養化などを発生させる懸念も残る。

#### 【処理水の水質】

カシム州の研修員（アルジャミリ氏）からは、処理場の運転手法を工夫することで水質改善を図る試みも紹介され、おおむね良好な結果が得られていた。施設能力が適正であれば様々な試みにより処理水改善が図れるよい事例となる。今後は水質が改善された理由を含め改善手法を整理し、情報の共有化を図ることが重要である。

#### 【分 析】

タイフ支所の研修員（アルマーヘル氏）からは分析機器の不足、分析要員の制約により分析が十分行われていないとの報告がなされた。特にスカム対策を試みた処理場において、その原因を追究するために必要な顕微鏡がないことが課題としてあげられていた。生物処理を行うにあたって、活性汚泥の状況を把握することは適切な処理場管理の基本であり、早急に導入を進めることが求められる。一方で、顕微鏡に限らず、導入した機器を活用できる人材育成も重要な課題である。

また、分析、点検の体制、記録方法を改善する試みも報告されている。継続的な運転状況の記録は、適正な運転管理の基本であり、研修員がその重要性を認識したことは、本邦研修の成果であるといえる。

### 【処理場の改善】

タブーク州の研修員（アルハルビ氏）からは、処理場に設置されている計測機器が温度、砂などの周辺環境から十分保護されておらず、その対策の実行状況についての報告もあった。サウジアラビアの環境に応じた施設仕様を整理し、共有できるようにすることが重要である。

今回報告のあった処理場のうち、複数の処理場において処理能力以上に下水が流入し、十分な処理ができていないとの報告があった。流入下水は、水量、水質とも変動するものであり、処理能力にある程度の余裕がないと安定した処理の継続は困難となる。水電力省は適正な処理能力確保ができるよう指導するとともに、必要な事業費を確保する必要がある。

今後運転する処理場/下水道施設（福永団員）

### 【市民へのPRと理解】

ナジュラーン州（アルコムサーン氏）では、2009年に予定している下水道の供用開始に向け、下水道整備を鋭意推進している。供用開始後、下水道整備の効果を発揮するためには、市民の理解と協力が不可欠であるため、本邦研修で学んだ北九州市や東京都などの事例を参考に、様々な市民啓発活動を計画している。しかしながら、アクションプランの実施期間を供用開始から1年と設定しているが、具体的な活動までには至っていない状況である。

市民啓発活動には長い期間を要するため、今後のアクションプランの実行にあたり、下記の調査団提案を行った。

- ・ 供用開始前から取り組みを進めること
- ・ アクションプランの実施を1～2年のみの短期間で終わらせることなく、継続して取り組んでいくこと

あわせて、下水道の普及はサウジアラビア全体の課題であるため、国全体で取り組んでいくことについても提案を行った。

### 【事業の進め方】

- ・ アルバーハ州（アルガムディ氏）

アルバーハ州では現在、供用開始に向け下水処理場や管渠網の整備を進めている。整備を進めるにあたり、本邦研修で学んだ事項を関係者に報告し、継続的な勉強会の実施を調整するなど、技術の共有化に努めようとしている。

一方、同州は山地が多く、地形も急峻であり、30ヵ所近くにも及ぶポンプ場が計画されるなど、下水道施設整備には苦勞が多いと思われることから、整備を円滑かつ効果的に進めるため、下記の調査団提案を行った。

先進他都市の過去の経験やノウハウなど、本邦研修で得た知識の共有化を更に進め、多方面に活用していくこと

今回のプロジェクトで培った人的ネットワークを活用し、最新技術などの情報を幅広く収集していくこと

・ハイル州（アルアキール氏）

環境対策として処理水を活用し、市民に公園や憩いの場を提供するための送水管の敷設や貯留池の建設などを進めており、下水道の機能の向上と市民PRに非常に有効である。プロジェクトは計画どおりに進捗しているが、今後は、処理水質の確保をはじめ、貯留池の富栄養化の進行監視など、プロジェクト全体を見据えたきめ細かな対応を行うようアドバイスした。

・アルコラヤート州（アルデワレイジュ氏）

短期間のうちに水路の設計、関係機関への工事の承認、入札事務などの手続きを進めて建設工事に着手し、60%まで工事が進捗している状況であり、プロジェクトを積極的に推進している。しかしながら、設計内容を当初計画から変更して建設工事を進めているため、工事が完了して供用開始した段階で、周辺の状態をよく観察し、支障の有無を確認するよう、調査団から提案を行った。

民営化の影響（河井団員）

リヤド州研修員（アルバラウィ氏）のアクションプランでは、汚泥処理の効率化が報告された。同市には既に大規模処理場があるため、最終処分に関し検討を行い、当面の埋立て処分地確保と将来的に乾燥機を導入する計画について報告があった。そのうち、汚泥乾燥機の導入計画は、見積りを取るまで検討されたが、民営化の検討中であり、高額であるとの理由で保留状態となっているとのことであった。民営化のスケジュールがアクションプランの進捗に影響を与える可能性を念頭に置いて、今後の進捗を注視することも必要である。

人材育成（河井団員）

タブーク州研修員（アルハルビ氏）のアクションプランには、汚泥処理運営管理スタッフの研修が盛り込まれていたが、今回の発表では言及がなかった。処理場の運転効率化や機能の向上には、作業スタッフ等の人材育成も不可欠な要素と考えられる。具体的な方法論を検討する必要がある。

c) 講 評

水電力省（ヤラブ局長）

アクションプラン発表はすばらしく、私も喜んでいる。日本の有識者から講評頂いた点については、今後のアクションプラン実施の際に活用が期待される。

初日、ワークショップを中座したのはサウジアラビア政府の諮問評価委員会に出席し、水電力省として下水道の取り組みに関する話をするためだった。2006年に諮問評価委員会から受けた下水業務の評価はすばらしいものがあった。今回のアクションプラン発表会はビデオにも収めているが、啓発活動を図るため活用していきたい。

水電力省には、様々な案件の要望が寄せられているが、予算が不十分である。財務省において、地区ごとの案件リストを作成し、予算配付の優先順位をつけている。順位が低いものは、現状では予算確保が厳しいが、キャッシュについては水電力省

で何とかしたいと考えている。

JICA調査団（中尾団長）

アクションプラン発表を聞いて、よく取り組んでいることが理解できた。処理場が稼働中の人、処理場がない人では、当然のことながら意見が異なる。運転中の処理場については、スカム、油、汚泥処理、処理水の環境への問題などがあげられるが、それぞれの処理場で工夫されていることが分かった。

今後、処理場を運転するところについては、市民の理解を得ることも重要である。ヤラブ局長から、発表会の撮影ビデオでPRしていきたいという話もあったが、下水は目立たない問題なので、そういった取り組みは大変重要なことだと思う。

処理水の問題では、顕微鏡などの機材設置が不十分なところもあると聞いた。分析のためには機材調達は不可欠であり、また機材の活用ができる人材を育てていただきたいと考える。

今後も、このワークショップ参加者が連絡を取り合って、是非、共に種々の問題に取り組んでもらいたい。さらに、下水道に関するリーダーとなって部下を指導、育成されることを希望する。

#### d) 次回での留意点

ワークショップ開催曜日

サウジアラビアでのワークショップは火・水曜日に実施するのが一般的という情報を得たため、次回も今回同様、火・水曜日の2日間で実施することになると想定される。また、2日間では非常にタイトなスケジュールとなるため、本来であれば3日間にしたいところであるが、地方参加者がいることから2日間に収めざるを得ないのが実状である。

研修員からの事前説明

ワークショップでは10分間のアラビア語による発表と制約があり、これを補うために事前説明を正式に設けることとなったが、研修員が多忙であることと連絡が前広でなかったために、2名からしか直接ヒアリングをすることができなかった。第2回研修時には、これら予定も含めて本邦滞在時に情報提供を行う必要がある。

地方視察のスケジュール

もともとはワークショップ終了後に地方視察で現状を把握する流れとしていたが、結果的に視察を先に行うスケジュールとなったことから、ワークショップ発表を聞く際に団内の理解がより深まった。もし次回、地方視察を予定する場合は、今回同様の構成が望ましい。

しかし、今回の地方視察の移動手段としては、夜遅い時間帯での発着便しか確保することができなかったことに加えて、往路では2時間15分の出発遅延があったこと、また地方入り翌日の日程の変更ができなかったためにかかなりのハードスケジュールとなり、団員の体力消耗が大きかった。夏期休暇で人の移動が多く生じる目的

地と時期であり、また事前の団内調整等に時間を要したため余裕をもって予約ができなかったことの結果であったが、今後、地方視察で国内線利用が生じる場合は、無理のないスケジュールとするためにも、早めに調整を行っていく必要がある。

#### (5) 第2回本邦研修員オリエンテーション

##### 1) 第1回研修員の説明

アルハルビ氏から、経験を踏まえての生活上のアドバイスが行われた。

##### 2) JICA概要DVD(英語)

一部、今回の本邦研修とは関係のない情報が流れたため、研修員に混乱を来した可能性が懸念される。本プロジェクトでは今後オリエンテーションを行うことはないが、以後、事務所において対応する際には留意願いたい。

##### 3) パワーポイント説明

JICA事務所ナショナル・スタッフのジャマル氏によるパワーポイントを用いたオリエンテーションが行われた。DVD内容を補足する形で、JICAの協力概要や本邦研修参加にあたり留意事項を述べた。

##### 4) 研修概要の説明(福永団員)

第2回研修の特長について、下記のとおり紹介した。

- ・ヤラブ局長の「アカデミックな内容にしてほしい」とのリクエストに応え、大学教授による特別講義を組み入れた。
- ・北九州市の実務経験、ノウハウ等の講義に加え、国の機関による下水道の包括的な講義を組み入れ、日本の下水道事業の全体像を把握できるようにした。
- ・調査団の有識者も講師として参加する。
- ・「膜分離活性汚泥法」の実例視察を組み入れた。
- ・日本の下水道界の最大イベントである「下水道展'08横浜」の視察を組み入れた。
- ・前回同様、表敬訪問(北九州市長、国土交通省、日本下水道事業団)を実施する。

#### 3 - 5 参考：民営化について

下水道事業の民営化については、ヤラブ局長表敬時及び現地ワークショップでの水電力省発表にて言及された。導入の理由としては様々あげられているが、事業をより一層効率化することで、世界標準のカスタマーサービスをめざしたいと水電力省は考えている模様。

数年前からサウジアラビア公営企業が民営化に向けて動きつつあり、上水の生産と供給、下水処理を民営化する予定。本調査団が現地入りする数カ月前にナショナル・ウォーター・カンパニー(NWC)が結成され、最高責任者に元の次官(ミニッツの署名者)が就任した。その下に下水処理を扱う企業を含めた13社を置く。大都市(リヤド、ジェッダ、ダンマン/ホバル、メディナ)が優先地域として選定され、ここにNWCの4支社がつくられる。この優先地域から順次、入札、契約手続きを進め、例えば、リヤドでは2007年下半期から2009年第1四半期にかけて入札を行い、2009年第2四半期に契約を締結するものとする。

研修員は、現在国家公務員で、民営化されても国家企業局の職員になり、公務員の立場は失わない。民営化後の下水道事業の所掌については、最終的には水電力省が監督官庁となるが、実際の経営は政府直属の経営委員会を新設し、ここで担当することになる。委員会は最終意思決定機関で、大臣の指示も受けず、国民サービスのレベルアップのために責任をもつ。将来計画や投資なども、民営化された公営企業が実施する。施設建設は仕様を決め、入札する。

この民営化の動きを見ながら事業を進める必要があるため、アルバラウィ氏のアクションプラン発表でも、「リヤド市下水道の民営化を控えて、多額の予算が必要となる機材購入は水電力省から差し止められている」との言及があり、その点では研修員のアクションプラン実施に若干の支障が出ていることが確認された。しかし、研修を受けた国家公務員たちがその身分を失うわけではなく、引き続き下水行政に携わることとなるため、プロジェクトを中止するだけの大きな外部要因とはならないことが判明した。

今後引き続き、流動的な民営化の動きを注視していくことが求められる。

### 3 - 6 団長所感

#### (1) ワークショップについて

ワークショップは、時間の制約と言葉の問題から、前日に発表者から説明を聞き、当日はアラビア語での発表をすることになっていたが、前日の説明は2名しか聞けず、資料も約半数しか事前に提出されなかった。ワークショップは、本来のワークショップとは違い、1人ずつ発表を行い、その都度会場の参加者から発言を求めて日本人有識者からも意見と講評を行う形式をとった。そのためか、会場からの発言が少なかったのが残念なことである。

次回のワークショップは、研修員が15名と今回より多くなることから、時間の配分や発表方法等開催方法については早めに検討をする必要がある。

#### (2) 下水処理場視察について

今回視察したアシール州の処理場は、施設は充実していたが、高度処理した処理水としては見た目では十分浄化されていない状況であった。処理場運転での課題は、処理能力とスカム対策であり、特に、スカムについてはサウジアラビア全体の問題でもあるとのことである。

スカム問題については、本邦研修でも話題となったが対策には様々なトライアルが必要とされることから、日本側からも可能な範囲で技術面でのアドバイスを継続することができればと考える。こうしたフォローアップを行うことで、よりきれいな処理水になることが期待される。

#### (3) これまでの国際協力の成果等について

ヤラブ局長から、表敬訪問時に、第1回本邦研修員の帰国後の発表は大変すばらしく研修成果もあがっており、大臣も喜んでいる旨の発言があった。

ワークショップにおける発表でも、本邦研修時に計画したアクションプランの取り組み状況の説明とともに、日本での研修が勉強になり役に立つものであったとの発言が多くあった。

また、今回のワークショップはビデオに録画しており、国民への啓発・PRに使いたい旨の発言もあった。

ワークショップでの日本人有識者による意見と講評は、発表者へのフィードバックシートとして日本側でまとめることにしており、それぞれの発表者の今後の活動に参考となることを期待する。

#### (4) サウジアラビアの下水関係者について

サウジアラビア側では、ヤラブ局長がすべてを直接仕切っており、実務レベルの部下の顔が見えなかった。アドバイザーが、局長の意向を受けて実務の執行の手伝いをしており、日本の官庁とは事務処理の仕組みが大いに異なっていた。トップの意向が直接聞けることは、日本側としても相手の実情が分かり、今後の取り組みへの参考となるところが大きい。

また、サウジアラビアでは、責任者の年齢が若く、今回の研修はヤラブ局長の発言からも人材育成への期待が大きいようである。日本からの効果ある国際協力としては、技術の移転とともに人材の育成にも配慮した取り組みが期待されている。

#### (5) 調査団について

今回の調査団は、3つの組織から派遣された有識者とJICAの担当者及び通訳で編成されている。それぞれの有識者は、得意とする分野での意見及び講評を行い、日本の技術力の高さと存在感を示せたと思っている。JICA担当者も調査団のスケジュールや現地事務所との調整を適宜行い、調査をスムーズに実施させた功績は大きい。また、通訳も当地の情勢・文化に詳しく、大変力強く感じた。

#### (6) プロジェクトの今後について

今後、プロジェクトは、次の「処理施設の設計」に関する研修とワークショップを新たな日本側の講師により実施することになる。一方で、サウジアラビア側とは、これまでの経緯も踏まえて協議が必要であり、プロジェクトを円滑に進めるため、また相手国との信頼関係を壊さないためにも、JICAの担当者が今後も継続して本案件を担当することとなったことは好ましいことである。

また、ヤラブ局長からは、日本との交流について、北九州市と直接行いたいとの発言もあったが、両国間で更なる協力関係を望んでいることを、今後、日本側がどうとらえるのか課題となっていくのではないかと思う。

国際協力プロジェクトには様々な背景があり、双方の想定どおりに進みにくい面もあるが、是非プロジェクトの終了時には相手国（サウジアラビア）から感謝をされるプロジェクトでありたいと願っている。

## 第4章 第2回本邦研修概要

### 4 - 1 研修目的

日本の汚水処理技術や下水道経営に関する知識をサウジアラビアの下水道事業に活用してもらうため、下水道施設の設計に焦点をあてて、日本における下水道政策、北九州市における先進的な取り組み、高度処理などについてサウジアラビア研修員が学ぶための研修を財団法人北九州国際技術協力協会（KITA）に委託して企画、実施した。第1回本邦研修同様、カリキュラム内容の検討は北九州市の、研修員の表敬訪問・視察受入れに際しては、北九州市に加えて国土交通省、日本下水道事業団、下水道業務管理センター等の協力も得た。

受講対象は、サウジアラビア水電力省が選定した、水電力省及びサウジアラビア各州の下水処理施設の設計に携わる上級技術管理者・職員15名とした（研修員名簿は、付属資料10.参照）。

### 4 - 2 研修内容

#### （1）日 程

2008年7月7日～8月11日を本邦滞在期間（来日日から帰国日）とし、土・日曜日を除く24日間にわたって研修を行った（詳細な研修日程は、付属資料11.参照）。

#### （2）場 所

講義及び発表会は、主にJICA九州国際センター（KIC）にて実施した（研修員の宿泊施設も兼ねる）。その他、表敬や現場視察を伴う内容の実施場所に関しては、研修日程（付属資料11.）を参照されたい。

#### （3）カリキュラムの主なテーマ

カリキュラムのテーマは主に以下4点とした。

下水処理に対する北九州市の取り組みを学ぶことにより、サウジアラビアの問題点を抽出し、その対策検討の足掛かりとする。

日本の下水高度処理技術を学び、サウジアラビアへの採用可否を検討する。

大学教授による高度処理プロセスの機能評価や再利用技術等を学びサウジアラビアへの適用を検討する。

日本で実施されている下水高度処理の施設見学と新技術の方向性を学び、サウジアラビアへの適否を検討する。

#### （4）ジョブレポート作成・発表（7月9日）

第1回本邦研修同様、研修に先立ち研修員に課題を与えて、サウジアラビアの概要をまとめた「カントリーレポート」、各研修員の現在の所掌業務と課題をまとめた「ジョブレポート」及び「問題分析シート」について資料を作成させた。来日3日目に行われた発表会の場で、それぞれの職場で抱える課題や情報を研修講師などの関係者及び他の研修員と共有するとともに、研修講師には今後の研修で研修員からの希望に可能な限り応えていただくよう協力を依頼した（発表資料は、付属資料12.参照）。

発表会の出席者は以下のとおりである。

- ・九州共立大学：森山克美
- ・下水道業務管理センター：河井竹彦
- ・北九州市建設局水環境課：福永泰之
- ・北九州市建設局施設課：森永葉子、父母石寛貴、梅津啓司
- ・北九州市建設局東部浄化センター：小野和幸、柿木康志
- ・KITA：松本健三
- ・KITA環境協力センター：保田晴二
- ・JICA地球環境部：野吾奈穂子、栗元優
- ・JICA九州（KIC）：吉田健太郎、宮崎夏子
- ・JICE：マイサラ・アフィーフィー、古谷野晃

#### （5）講義・視察

第1回研修同様、研修員の理解を促進するため、講義と現場視察を有機的に組み合わせた。講義は、日本の自然的・社会的要素に配慮した下水道整備の基本的な考え方や取り組みなどの政策や、下水処理や汚泥処理の技術など理論的な側面について行い、現場視察は下水処理、汚泥処理、高度処理、除害施設、実験設備などの施設を対象に、実務を中心として行った。

#### （6）アクションプラン作成・発表（8月8日）

研修成果を生かして帰国後に業務に取り組んでもらうため、研修員にアクションプランを作成させ、発表会を開催した（発表資料は、付属資料13参照）。

当初、アクションプランは第1回本邦研修同様に、各研修員が作成する「個別アクションプラン」を想定していたが、準備の過程で研修員と協議した結果、研修員から「今回のコースは設計コースであり、大きなテーマなので個人ごとにテーマ設定できるものではない。したがって、全員で共通テーマとして取り組み、業務は分担して行うこととし、共通テーマに沿ったグループ発表としたい」旨の強い希望があった。そこで、当初の想定とは異なるものの、「下水処理プロセスの問題」、「汚泥処理プロセスとその有効利用」、「臭気コントロール・プロセス」、「家庭のseptic tankの汚水処理」、以上4つを共通テーマとして掲げてグループで発表することとした。

資料作成の準備時間が不足したため、発表時のパワーポイント画面はアラビア語を主体とし、ポイントに日本語訳を付すことで代えた。また、発表の司会・進行も研修の一環であり、時間配分も含めすべてを研修員自らの手で行うことが実習であるとの考え方に基づいて、アルアフマリ氏が担当することとなり、極めて円滑な司会・進行を行った。

総体的に、各サブテーマとも「設計」というメインテーマを念頭に置いて、それぞれのテーマの課題と対策案を上手にまとめて表現していた。一方で、内容は個別具体的ではなくジェネラルなものにとどまったことから、帰国後に職場での議論を踏まえて更なる精緻化を期待するものである。

発表会の出席者は以下のとおりである。

- ・九州共立大学：森山克美
- ・日本下水道事業団：北川一栄

- ・ 下水道業務管理センター：河井竹彦
- ・ 北九州市建設局水環境課：田中傑、福永泰之
- ・ 北九州市建設局東部浄化センター：小野和幸、柿木康志
- ・ KITA：河野拓夫、松本健三、藤重宗夫
- ・ KITA環境協力センター：中藺哲、佐々木恵子、下原健一、保田晴二
- ・ JICA地球環境部：野吾奈穂子
- ・ JICA九州（KIC）：吉田健太郎
- ・ JICE：マイサラ・アフィーフィー、モハメド・クデル

#### 4 - 3 研修総括

##### (1) 研修員からの研修に対する評価

研修員のアンケート（5段階評価）による評価の平均は、設定された到達目標とニーズの適合（3.5）、講師の講義プレゼンテーション（3.9）、テキスト（3.9）、研修機材（4.6）、講義施設（4.6）とおおむね好評であった。しかし、下水処理の一般論を減らして「設計」に特化してほしかった等の意見がかなり出た。

また、研修運営管理については、JICA（4.7）、受入機関（4.7）、コーディネーター（4.9）と非常に高い評価であった。

##### (2) 講師等からの研修員に対する評価

研修員は、真面目で熱心な受講態度、たくさんの質疑など、研修に対する姿勢は極めてよかった。

発表されたアクションプランに対する関係者の評価（10段階評価の平均値）は、以下のとおり高い評価であった。

- |                       |     |
|-----------------------|-----|
| ・ 下水処理プロセスの問題         | 8.0 |
| ・ 汚泥処理プロセスとその有効利用     | 8.1 |
| ・ 臭気対策コントロール・プロセス     | 8.2 |
| ・ 家庭のseptic tankの汚水処理 | 8.3 |

## 第5章 第2回現地ワークショップ概要

### 5 - 1 調査目的

本調査団では、第2回本邦研修（施設設計）の研修員が研修で学んだことをどのように現場で活用し同僚と共有しているかについて、水電力省が主催する現地ワークショップ発表で確認し、研修成果の活用計画を進めるにあたっての課題については各々に対するフィードバックを行った。

### 5 - 2 調査日程

日順	日 時	調査内容
1	11/7（金）	（羽田組）19:50 羽田発 21:10 関空着/23:15 関空発 （福岡組）20:40 羽田発 22:00 ソウル着/23:15 ソウル発
2	11/8（土）	（羽田組） 05:55 ドバイ着 （福岡組） 05:35 ドバイ着 （全員）18:40 ドバイ発 19:35 リヤド着
3	11/9（日）	9:50 JICA事務所打合せ 水電力省表敬 団内打合せ
4	11/10（月）	9:00 水電力省での打合せ及びワークショップ準備 団内打合せ
5	11/11（火）	10:00 ワークショップ第1日 ・開会式 ・帰国研修員発表 18:00 団内打合せ
6	11/12（水）	9:30 ワークショップ第2日 ・帰国研修員発表 15:00 JICA事務所報告 16:00 日本大使館報告
7	11/13（木）	午前 総括セミナー打合せ （全員）21:05 リヤド発 23:40 ドバイ着
8	11/14（金）	（福岡組）03:00 ドバイ発 16:45 ソウル着/18:25 ソウル発 19:45 福岡着 （羽田組）02:50 ドバイ発 16:40 関空着/18:25 関空発 19:35 羽田着 （野吾団員）03:45 ドバイ発 07:20 ブカレスト着

### 5 - 3 団員構成

担 当	氏 名	所 属
総括/団長	森 尚樹	JICA地球環境部 次長
下水道施設	小野 和幸	北九州市建設局 施設部 東部浄化センター 所長
本邦研修企画立案担当	福永 泰之	北九州市建設局 下水道河川部 水環境課 企画係長
施設設計（機械）	北川 一栄	日本下水道事業団 計画設計課 課長代理
施設設計（土木）	荒井 俊博	財団法人 下水道業務管理センター業務部 次長
協力企画	野吾奈穂子	JICA地球環境部 環境管理第二課 調査役
通 訳	石川 義次	財団法人 日本国際協力センター

### 5 - 4 調査概要

#### (1) 現地ワークショップ

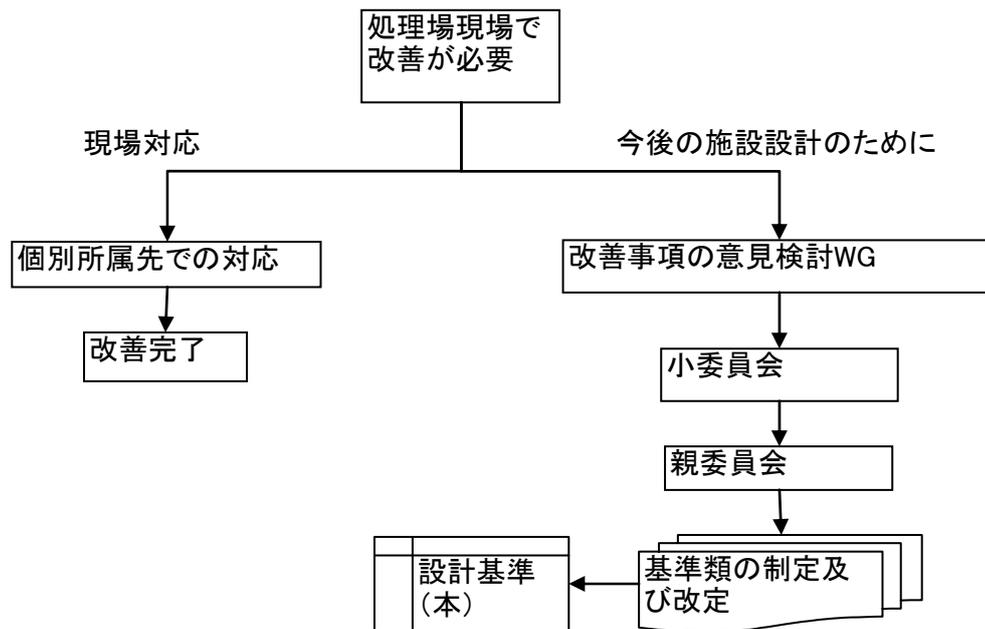
ワークショップには、水電力省をはじめ、第2回本邦研修員15名及び調査団・在サウジアラビア日本大使館・JICA事務所関係者を含む合計60名前後の参加があった。研修員を代表して、4名の研修員がアクションプランの発表を行い、「下水処理プロセスの問題」、「汚泥処理プロセスとその有効性」、「臭気コントロール・システム」、「汚泥処理」のテーマそれぞれに対して調査団からコメントした。帰国後から本ワークショップまでの期間が約3ヵ月しかなく、また長期休暇期間をまたいだことも影響して、研修員によるアクションプランは本邦研修時点から内容面で大幅な進展はみられなかったものの、研修員の意識を持続させるうえで大きな効果を発揮したとの評価がプロジェクト・マネージャーから寄せられた。

以下に、ワークショップにおける調査団からのコメント概要を示す。

#### ➤ 設計全般に関すること

設計は、現場実態を踏まえ、今の施設設計の改善点を確認し、それを設計者が施設設計に反映することが必要である。

現場実態を把握する者の意見が設計者に反映されるために、日本では各種委員会を設け、設計基準の策定を行っている。



「今後の施設設計のために」協議する内容の一例としては、以下が考えられる。

- ・施設改善の必要な処理場の実態（流入水質、量、など）はどうか
- ・その他の地域の処理場で一般論として採用できるか
- ・経済性の比較はイニシャルコスト（耐用年数で年価換算）とランニングコスト（年費用）を用いて行う。

➤ 下水処理プロセスの問題について

- ・油水分離機の大きさを決めるためには、流入してくる油の流入水量に対する割合、油の質を確認する必要がある。
- ・維持管理の方法も併せて検討が必要である。
- ・油の処理方法は、脱水汚泥とともに処分するか、別途、油の処理をするかの検討を行うことが必要。
- ・藻の発生抑制のために実験を行い、有効塩素量を確認しておくことと過大設備の投資抑制になる。
- ・どの程度の水量で泡を消すことができるか実験を行い、スプレーの数量、間隔を決めていくことが必要である。
- ・自動運転のための計装設備の設置について、多くの事例を集約して一般化を進めることが必要。
- ・自動化を進めすぎると、計装機器の維持管理費用、手間が必要となるので、注意が必要である。
- ・補修で停止したときの影響が小さくなるように系列分けを行う。
- ・ブラケットの発生は脱窒促進の結果であるので、反応タンクでの対応を考えるよりも最終沈殿池での汚泥破碎スプレーの設置が効果的である。

➤ 汚泥処理プロセスについて

- ・経済性の比較方法として、以下のような検討がある。

	土中埋設	セメント工場への持込み
イニシャルコスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浸透防止シートの設置費</li> <li>・浸透水処理設備費</li> </ul>	
ランニングコスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運搬費</li> <li>・電力費</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運搬費</li> <li>・処理費</li> </ul>

➤ 臭気に関して

- ・設備能力の決定のためには各臭気物質の原臭濃度の確認を行う必要がある。
- ・また、施設全部を脱臭対象とするのではなく、脱臭対象施設の絞り込みを行うことも過剰設備の抑制のためには重要。
- ・脱臭する風量は1ヵ所当たり最低2m<sup>3</sup>/分として検討している。
- ・処理後の臭気の内容は敷地境界及び設備出口で設定し、それに見合った設備を導入する必要がある。
- ・原臭濃度が高い場合、生物脱臭などで最初に脱臭し、その後、活性炭で処理する方法もある。

➤ 下水汚泥処理処分と有効利用について

- ・下水汚泥の処分・有効利用の計画においては、下水汚泥が永続的に発生するため、サステナブルな処分・有効利用を検討する必要がある。このため、汚泥の流れとは逆に、まず有効利用・処分について検討し、その結果を踏まえ汚泥処理方法を選択していく必要がある。
- ・下水汚泥の有効利用については、コストとともに、リスク回避の観点から有効利用方法及び有効利用先の多様化を図る必要がある。コストの検討においては、建設費のみならず維持管理費も考慮する。また有効利用先とは連絡協議会等を組織し、事前にその量を把握するなど、継続的利用を促すために常時情報共有を行う体制を確立することが必要である。
- ・埋立て処分は、下水汚泥処理処分のみではなく家庭やレストラン、工場等の廃棄物処理処分と連携しながら事業化していく必要がある。  
下水道事業で処分場を建設する場合には、周辺環境へ十分配慮した施設とし、コンクリート・シート等による遮水性を有する構造とするとともに、浸出液処理、モニタリングなどを継続して行っていく必要がある。これについては、環境部局などとも連携をとりながら、指針づくりを行っていく必要があり、日本の下水道法等をアラビア語翻訳したので、活用頂ければ幸甚である。
- ・汚泥処理については、有効利用・処分方法を踏まえ、濃縮、消化、脱水、天日乾燥、焼却などの種々のプロセスから経済性、効率性に優れたプロセスの組み合わせを選択する。

➤ 日本の下水道技術者の育成

- ・日本では、地方公共団体（都道府県、市町村）が下水道の計画、設計、維持管理等の下水道事業を実施しており、国は補助金、交付税等により下水道事業をサポートしている。
- ・下水道技術者の育成（都市部を中心とした下水道事業で集落排水事業、浄化槽を除く）については、国と地方の出資によって設立された日本下水道事業団が、日本下水道事業団法により地方公共団体の下水道技術者への研修事業を行っている。
- ・日本下水道事業団研修センターで行う研修は、計画設計、経営、実施設計、工事監督管理、維持管理の各コースで約40の教科60回の研修を行い、設立以来35年間に5万人の研修員を合宿制で受け入れている。日本下水道事業団職員のほか、国、地方公共団体、民間の職員・社員が講師として、講義、実習、処理場視察などを行っている。
- ・海外からの研修員については、JICAの依頼により北九州市等、先進地方公共団体のほか、財団法人下水道業務管理センターが契約ベースで研修コースを組み立てている。
- ・日本下水道協会では、民間技術者も対象に短期セミナー等を開催し、下水道事業に関するトピックスについての講習会を随時開催している。

(2) 総括セミナー打合せ

2009年1月に開催される「総括セミナー」への調査団派遣をもって本プロジェクトの締めくくりとなるため、タイムテーブル等の素案をあらかじめ作成・翻訳し、現地での協議に持参した。パネルディスカッションの進行など、細かな点においてコメントがあったものの、大枠について合意を得ることができた。

5 - 5 団長所感

(1) 研修の成果

ワークショップの事前会合において、ある研修員から、サウジアラビアにおいては不足する技術を外部から安易に持ち込み、その技術運営も外部委託し、このため技術基準などがまちまちで統一性がないこと、また、マネージャーは現場に出て現状把握に努めることがないことなど、自らの欠点や問題点を率直に提示され、このままでよいのかという問題意識が出された。これは、日本での研修を通じてある種の意識改革につながっているものと考えられ、研修の効果の一端が伺えた。

(2) 今後の協力

サウジアラビアでは限られた水資源の有効利用のため、下水処理水の高度処理とともに、貴重な地下水を保全するためにも下水道から発生する汚泥処理・管理と有効利用に関心が高い。特に、汚泥管理については国王陛下からその早急な対策につき指示が出されているとのことであった。

本プロジェクトの責任者である水電力省担当局長は、訪日研修で終わらず、研修者が現場に戻ってアクションプランを実施するまでフォローアップするJICA方式を高く評価。本プロジェクトをモデルに、今後複数のテーマごとに同様の研修プログラムを実施したいとの考えをもっており、本プロジェクト終了後、その成果を踏まえて新たな研修プログラム

の立ち上げを大臣と協議するとのこと。

同国が2008年以降、開発援助委員会（DAC）リストから外れるため、JICA技術協力を今後新たに立ち上げることはできないところ、同局長としては自ら資金負担のうえで引き続きJICAの協力を得たい、あるいは日本下水道事業団や地方自治体等との間で協力を進めたいとの意向があった。

JICA有償技術協力については、帰国後、関係部と協議することとしたい。日本下水道事業団や地方自治体は法律の関係もあり、現段階では直接の研修員受入れや有識者派遣が困難であり、日本政府（国土交通省）からの依頼を受け、かつ受入実施窓口機関をアレンジするなどの検討が必要である。

今後、日本としてこのような協力を展開していく可能性につき、日本政府とも相談することとしたい。

## 5 - 6 団員所感

### < 小野団員 >

サウジアラビアでの第2回目のワークショップに参加したわけであるが、今回参加しての所感を述べてみたい。まず、サウジアラビア側の準備状況であるが、前回の第1回と同様、準備状況の悪さが目についた。ワークショップ発表の原稿がぎりぎり前日にしか出てこなく、日本側のコメント準備にも支障を来した。ワークショップの参加者は日本での研修に参加しているわけであるが、下水道技術の習得もさることながら、研修期間中の日本での研修の対応の手際よさなど、日本流の仕事のやり方も学んでほしかったと思っている。

ワークショップそのものは発表者各人が研修を基に現状の設計にかかわりのある事例発表を行った。テーマが設計に関することということであったので、研修帰国後、短い時間しかなく、テーマづくりには各人苦勞をしたものと思われる。

一番興味深かったものは、メディナ市下水処理場の曝気槽の改造計画であった。これは休止中の曝気槽を改造し硝化を進めるため、既設の3池単独の曝気槽を直列につなぎ、硝化を進めようというものであった。セミナーの休憩時間にもこのことについてのアドバイスを求められ、北川団員から、処理能力が3分の2になってしまうこと、また水理計算等をきちっとやらなければならないことを伝えた。また、今回の発表のなかで、浄化槽に関するものがあり、会場から浄化槽の仕組み、機能についての質問があり、福永団員からそれらの説明等がなされ、参加者の関心の高さが伺われた。今回のワークショップでの一番の収穫はワークショップ最終日に行われた第1回研修参加者ハウジャー氏による過去2回の研修効果の発現と普及のための提案ではなかったかと思っている。同氏は下水道分野で共通する課題や解決策などの情報を関係者のだれもが閲覧、参照可能なシステムづくり、また同じような悩みを抱えている都市同士の連携を図るためのネットワークづくりを提案した。これは奇しくも日本側の今回のワークショップに向けての情報共有化に対するコメントと一致するものであり、サウジアラビア側が自ら考え、情報共有化の大切さに気づいたことは大きな意義があることである。今後、こうした情報の共有化をめざし問題解決に役立てていけば、更にサウジアラビアの下水道分野の発展に貢献していくものと感じている。

最後に、下水道局長のヤラブ局長はこの下水道の研修が2月に終了以降も日本側と下水

道分野において何らかの関係を持続していくことを希望しておられるようであり、2月に開かれる総括セミナーがそのひとつのきっかけになるのではないかと期待をもち、サウジアラビアでのワークショップにかかわった1人として、2月の総括セミナーの成功、また今後のサウジアラビアと日本との下水道交流の発展を祈念してやまない。

< 福永団員 >

今回の第2回現地ワークショップは、2008年7～8月、北九州市を中心に実施した本プロジェクトの第2回本邦研修の次なるステップとして実施されたものである。

第2回本邦研修は、約1ヵ月間の非常に短い研修期間ではあったが、通常の先進都市の視察のほか、日本下水道事業団（JS）や下水道業務管理センターでの講義に加え、大学教授による特別講義を3コマ盛り込むなど、北九州市としては初めて“ALL JAPAN”の体制を整え、工夫を凝らしながら実施したものである。その研修企画立案者としては、短期間のうちに作成したアクションプランのその後の進捗はどのようになっているか、当該研修の成果がどのように生かされているか、研修員の意識に変化がみられるか、などの視点で、現地の状況の確認を行った。

アクションプランについては、本邦研修からワークショップまでの期間が約3ヵ月しかなかったこと、その時期がラマダンや夏休みと重なるなど、サウジアラビアならではの特殊な事情があったこと、研修テーマが「施設設計」であり、即座に実地に反映しづらいことなどの点から、あまり進捗がみられなかったことは残念であった。しかし、ワークショップでの研修員の言動からは、次のような「今後につながる意識改革の姿」を垣間見ることができた。

- 1) 環境保全に向け、市民とともに目標に向かって進んでいくために必要な環境教育や啓発活動の重要性が、しっかりと認識されているようであった。この点は、官民一体となって環境再生に取り組んでいる北九州市が、研修の際に特に強調している部分であり、本市が研修に携わった意義を確認することができた。
- 2) 技術の導入にあたっては、各地域で同じように進めるのではなく、それぞれの地域の実状に合致したものを取り入れるべきとの提案があった。これは、本邦研修期間中、研修員が兵庫県や滋賀県、東京都などの都市を回り、様々な事例を見たなかで、地域の最適解を見いだす重要性を肌で感じ、そのような姿勢が身についたものと思われる。とかく安易に、どこかで決めた共通仕様の適用に走りがちなかで、自分たちの頭で考え、答を見いだそうとしていることはよい傾向であり、今後の業務に大変有用なことである。
- 3) サウジアラビア全体の下水道のレベルアップを図るため、国と地方、さらには地方同士が緊密に連携し、情報交換を行う体制整備の提案もあった。これについては、本邦研修期間中、国土交通省やJSを訪問し、事業内容に関する質疑応答や幹部との意見交換を行うなかで、日本国全体の下水道の取り組み手法について学んだことによるものと思われる。サウジアラビアをあげて、下水道の普及・改善に取り組んでいこうとする意欲が感じられた。

以上、今回のワークショップでは、アクションプランの進捗はみられなかったものの、サウジアラビアの下水道をよりよい方向に改善していくために必要な関係職員の意識は、改革されつつあることが確認できた。今後サウジアラビアとして、どのようにアクションしていくかに、本プロジェクトの成否は委ねられているが、次回の総括セミナーで、更に成長した姿を見せてくれることを期待したい。

#### < 北川団員 >

本邦研修カリキュラムとアクションプラン、それを踏まえてのワークショップでの発表を聞いて、今回の研修目的である「施設設計概論の理解と導入までの検討手法の習得」はおおむね達成しているように感じた。ただし、設計概論の理解はされているが、なぜその技術を導入する必要があるのか、処理場の特性や条件から必要な技術の選択を行っているのか、など不明な点もあった。

下水処理場の設計の技術基準の統一を図るためには、現存施設の改善点をフィードバックしてサウジアラビアの特性に応じた技術を一般論として段階的に定めていくことが必要になる。アルハドラウィ氏は、「既に設計基準はある」と述べられていたが、おそらく現存施設の設計計算等の寄せ集め（つまり、統一基準ではなく技術書の類であろうと考えてよいと思う）であることが予想される。設計基準類は作成して終わりというものではなく、実態を踏まえて、今後の処理場建設の指針となるべく改定を続けていくものであることを理解してほしいと思った。

また、個別に処理場が抱えている問題点については、具体的な解消までには至っていないことが多いと考える。あくまで解決方法のヒントを提供し、技術概要の説明をただけなので、どこまで研修員の役に立っているのか不明な部分もある。サウジアラビア側の要請に応じて、これらの具体的課題の解決までフォローを行うことが日本の技術援助の成果になるものと思われる。ただし、そのなかでメディナ市における古い曝気槽の改善策については、脱窒処理が可能な施設とするための設計要領を提供することで、引き続き協力できるものと考えている。また、アルヤミ氏の浄化槽技術への関心は、下水道事業からは離れるが、septic tankの課題解決を考えたときに、現実的な対応方法となる可能性はある。技術検討支援を行う（日本では技術論は厚生労働省管轄）方法を検討するべきかもしれない。

全体を通じていえることは、より多くディスカッションをして両者の考えを確認して進みたかったが、時間の制約と言葉の壁があるため納得のいくコミュニケーションは取れなかったように感じた。

日本の技術導入は、東レ、旭化成などのMBR技術を導入検討中とのことで、局長からは、既にコンストラクターとして選定したという発言もあった（実態内容は不明）。そういった点では、日本企業の進出は段階的に進んでいくと考えられる。ただしMBRの技術指針について日本仕様の導入を図るのであれば、東レだけでなく他メーカーの仕様を踏まえた検討を行う必要がある。

人材育成の観点からは、下水道事業団における研修制度の紹介をし、現状は国内だけを対象にしていることを伝えた。それらを是非活用したいというヤラブ局長の考えもあるが、サウジアラビア国内でも同様の制度を構築することを目標（研修センターの創設）にして

いることを考えれば、今後どうやってこのような研修センターを設立して人材育成をしていけばよいのかを助言する機会を設けることが望ましい。

< 荒井団員 >

今回の第2回ワークショップの発表では「高度処理技術・汚泥処理のための処理施設の設計」コース研修者を代表して4名の研修員が、各人の関心・職場での課題に対応したテーマで発表を行った。内容・アクションプランの進捗に違いはあるものの、研修成果活用の意気込みが感じられた。

メディナ市の未利用・旧水処理水槽の活用についてのアクションプラン（新系列の水処理施設の完成とともに未利用となった旧水処理施設を、新系列と同等の性能を確保すると同時に不足する水処理能力の増強に活用）は、研修成果を目下の職場の課題に応用するものである。習得技術の活用の際に若干の自信のなさか、当然の慎重さか、発表前には日本側調査団に対して間違いないかの確認もあり、調査団からは提案に対する別のオプションや注意点などをアドバイスした。残念ながら、実施設計で必要となる基準については準備しておらず提示できなかったが、今後、照会等があれば、必要に応じた対応も可能と思われる。

一方、乾燥機の設置（カシーム地区）、浄化槽（アルアフマリ氏）に関するアクションプランについては、直面する課題を新技术で解決しようとする気概は感じたものの、適切な手法かどうかは発表だけからでは理解できなかった。このため、質疑応答時にその趣旨を示唆するコメントを行っている。

今回の第2回ワークショップでは事前情報が限られ、調査団では試行錯誤の準備となったが、結果的には、水電力省ヤラブ局長の指導をはじめ、サウジアラビア側関係者の協力により、プリンスの財務局長（来賓）、サウジアラビア国内の数十名の下水道事業関係者が集まり、有意義なワークショップとなった。

サウジアラビア側は、今回のプロジェクトの成果を謝するとともに、引き続き日本からの技術援助・技術交流を強く希望している。更なる技術者の養成とともに、研修終了後もその成果の活用の際には、追加情報の提供、注意点のアドバイスが必要となることが多く、引き続き何らかの協力体制が確立されることを期待する。

## 第6章 総括セミナー

### 6-1 調査目的

本調査団では、過去に2回実施された本邦研修の研修員が研修で学んだことをどのように現場で活用し同僚と共有しているかについて、水電力省が主催する総括セミナーで確認・共有するとともに、調査期間中に今後の日本・サウジアラビア2国間協力の方向性に関する意見交換を行った。

### 6-2 調査日程

日順	日時	調査内容
1	1/30(金)	日本発 ドバイ
2	1/31(土)	ドバイ サウジアラビア着
3	2/1(日)	09:00～09:45 JICA事務所打合せ 10:10～11:00 ジャジーラ地区下水処理場概要説明(リヤド近郊) 11:00～11:50 本邦研修総括(アルバラウィ氏) 12:00～12:15 水電力省計画担当次官表敬 12:35～12:40 水電力省大臣表敬 14:30～15:35 ジャジーラ地区下水処理場視察
4	2/2(月)	前日打合せ 09:30～12:15 総括セミナー事例発表者との打合せ 12:30～14:00 パネルディスカッション打合せ 15:00～ 団内打合せ
5	2/3(火)	総括セミナー第1日: アクションプランの進捗状況及び成果 09:30～10:00 登録 10:00～10:50 アクションプランに基づく取り組み事例紹介 (スカム対策) アルカハターニ氏 10:50～11:15 アクションプランに基づく取り組み事例紹介 (油脂対策) アルハルビ氏 11:15～11:30 あいさつ(水電力省・調査団長) 11:30～12:05 本邦研修総括 12:43～13:07 アクションプランに基づく取り組み事例紹介 (汚泥処理) ハウジャー氏 13:07～13:40 アクションプランに基づく取り組み事例紹介 (水質管理) アルギファリ氏 13:40～14:08 第2回本邦研修総括 16:00～ 団内打合せ
6	2/4(水)	総括セミナー第2日: 基調講演・パネルディスカッション 09:00～09:30 登録

		09:45～10:30 基調講演（森山団員） 「処理水と汚泥の再利用と課題（健全な環境の確保とその下での発展のために）」 10:35～12:20 パネルディスカッション 「サウジアラビアにおける今後の下水道整備のあり方と日本の協力」 サブテーマ1：地方の下水道整備促進における中央政府の役割 サブテーマ2：下水道分野の人材育成 サブテーマ3：日本技術の導入及び活用 12:47～13:10 パネルディスカッション閉会 13:15～13:35 閉会式 17:30 日本大使館報告
7	2/5（木）	サウジアラビア発 ドバイ
8	2/6（金）	ドバイ 日本着

### 6 - 3 団員構成

担当	氏名	所属
総括/団長	森 尚樹	JICA地球環境部 次長
高度処理技術	森山 克美	九州共立大学 工学部 環境土木工学科 教授
水処理技術（膜処理）	村上 孝雄	日本下水道事業団 技術開発部長
施設設計（土木）	河井 竹彦	財団法人 下水道業務管理センター 常務理事
下水道実務	福永 泰之	北九州市建設局 下水道河川部 水環境課 企画係長
協力企画	野吾奈穂子	JICA地球環境部 環境管理第二課 調査役
通 訳	石川 義次	財団法人 日本国際協力センター

### 6 - 4 調査概要

#### （1）総括セミナー

水電力省職員のほか、国連開発計画（UNDP）や民間企業も含めた約80名が参加した。水電力省計画担当次官があいさつ、計画局長が司会を務め、参加者は熱心に聴講していた。

本邦研修結果の情報共有として、第1回研修員の1人（リヤド州アルバラウィ氏）が学んだことをスライドで約70枚に整理し、北九州市の下水道の状況、日本の技術内容やその開発背景・経緯、あるいは環境教育、啓発活動などサウジアラビア人の目を通して学んだことを説明した。今後、水電力省内部や他の関連省庁の機関にも説明するなど情報共有することであり、これは評価できる取り組みと考えられる。

また、研修員による訪日後のアクションプランの改訂状況としては、油脂対策、スカム対策といった下水道運営上の対策、また汚泥の有効活用につき、研修後様々な取り組みが実施段階にある。しかし、他の行政機関との調整など必要な事項もあり、成果が出るまで今しばらく時間がかかる模様である。

調査団から研修員への主なコメントと、関連する質疑については以下のとおりである。

## 1) 研修員発表：アルカハターニ氏（スカム対策）

### ➤ 村上団員

研修の成果を生かして様々な対策を考え、実施に向けて非常によく努力されていることに敬意を表したい。共通の問題なので関係者間において情報を共有いただきたい。

なお、スカムはMLSS濃度が低いほうが発生量が少ないとの発表があった。ポイントを突いた指摘。また、一般的に高水温期のほうが低いMLSS濃度での運転が可能である。MLSS濃度を下げるためには、汚泥引抜き量を増加する必要がある。この場合、処理汚泥量と汚泥処理プロセスの処理能力のバランスを検討して適正なMLSS濃度を設定することが肝要である。

さらに、かきとったスカムは汚泥脱水処理プロセスとともに処理しているとのことだが、脱水の濾液の中に戻って処理水に影響を与えることが考えられる。脱水のところで凝集材を最適化して、スカム量を低く抑えることが重要。

微生物は、日本ではあまりスカム中に検出されていない。特有の微生物の可能性もあるため、のちほどアルカハターニ氏に詳細を伺いたい。

油脂対策についても重要なので、取り組みの継続を期待。

### ➤ サウジアラビア側（水電力省・カシーム州出身者）

糸状バクテリアがスカムの発生源とのことだが、バクテリアは世界すべての下水処理場にいるのか。

研修員はそれぞれバックグラウンドが異なるが、研修員が共通で検討した対策は統一的に適用できるものなのか。

4名の発表者の配置が中央から南部に偏っているのではないか。

### ➤ ヤラブ局長

プロジェクトの概要説明（期間、受講人数、目的等）

本邦研修には、バックグラウンドが異なる研修員が派遣された。研修員によるアクションプラン作成を行ったが、第2回については個別には作成していない。今回の発表は、現在の進捗や課題について発表したもの。

最終的な目的は、研修の知識・ノウハウを更に自国に適用可能な形にして全土に普及させること。

なお、カシーム州の研修員が含まれていないことは偶然で、意図したことではない。発表者の選定は進捗状況がよい者を選んだもの。

### ➤ アルカハターニ氏

バクテリアについては、日本でも見られたとの話を聞いた。代表的な菌を紹介したが、これが原因菌と聞いている。

### ➤ 村上団員

日本でも世界でも同様のスカム問題が起こっているし、原理は同じ。クロドニア菌については日本ではあまり知られていない様子。数が少ないが含まれているということか

もしれない。いずれにしてもデータが少ないので、この点についてはアルカハターニ氏と議論したい。

➤ アルカハターニ氏

フロア出席者からの質問に回答。

(生汚泥の処理方法は、との問に対し、)脱水、ベルトプレス、サーマルドライヤー等での脱水・体積縮小を図ってすべての下水処理場でシステム・機器による処理を行っている。日本でも、形は異なるが脱水・乾燥・さらにペレット状にするなどの処理を行っている。

(下水管が詰まって起こる腐敗の対策は、との問に対し、)現状は大きな課題ではないが、処理能力のキャパシティを超える可能性がある。

(処理場のバキュームカーを今後も使用するのか、との問に対し、)バキュームカーで運搬する量はいずれ減少し、今後、処理場の整備が進むものとする。

2) 研修員発表：アルハルビ氏(油脂対策)

➤ 福永団員

発生源対策として、レストランや工場へは油脂トラップの設置という設備面での取り組みが進められているが、今後は更にモニタリングの確実な実施が望ましい。また、一般家庭からも相当の排出があると考えられるため、油を下水へ流さないよう市民への啓発活動も進めるとより効果的である。

油脂トラップの構造は、アルカハターニ氏の取り組みも参考に情報の共有化を図って標準化し、全国的な普及につなげることが効果的と思われる。

➤ 河井団員

6月に聞いたアクションプランから内容がよくなっていると感じた。

処理施設は多くの電子機器で構成されて動いている。センサー類や操作盤はデリケートな電子機器で構成され、砂嵐や直射日光に弱い。重要な機器を保護して長く使用することが維持管理上、重要。標準的図面の紹介もあったが、是非その他の処理場でも活用いただきたい。

3) 水電力省あいさつ(次官が到着、あいさつ)

本日、2007年10月に開始された本プロジェクトの成果を発表し、サウジアラビア王国全土にその成果を伝え、普及させることができる日が参りました。ここに私は本プロジェクトの成功を喜び、成果が公益のために役立つよう祈ります。

本プロジェクトの最も大切な成果は、ノウハウの交換、水電力省傘下の各地の水総局に所属する30名が参加した本邦研修です。

本邦研修は、1回目が下水処理場の運営維持管理コース、2回目が処理場設計コースでした。この2回の研修に参加した研修員は知識を増やし、自分たちが業務遂行における能力のスキルアップ、下水処理場運転効率の向上、課題の克服に大きな役割を果たし、自信をつけることができました。

水電力省はJICAに対しこのすばらしい協力に感謝するとともに、サウジアラビアへの日本からの技術移転に関しJICAが実施している様々な活動、特に下水部門における活動に感謝し、歓迎いたします。

水電力省としましても、将来に向けた様々な分野でのお付き合いとご協力をお願いいたします。

#### 4) 研修総括発表

##### ➤ 福永団員

北九州市での研修がこのような形で紹介でき、光栄。北九州市は環境の町といわれているが、「汚れたものを再生した」ということを最も誇りに思っている。地方自治体なのでなかなか情報を提供する機会がないが、何らかの形で役立てば幸甚。発表者の詳細な紹介に感謝。このような協力関係が続くことを心から祈念。

#### 5) 研修員発表：ハウジャー氏（汚泥処理におけるセメント利用）

##### ➤ 村上団員

汚泥処分はどの国でも大きな問題で、汚泥の有効利用に積極的に取り組むハウジャー氏に敬意を表したい。日本でも建設資材をはじめとして様々な取り組みをしているので、下水汚泥の処理と有効利用の関係を示したスライドを用いて説明したい。

有機物と無機物を利用する方法がそれぞれあり、農業や緑地への利用が考えられる。脱水汚泥の焼却灰は、更に高い温度で溶かすことができる。溶融スラグは建設資材に適用可能。乾燥や炭化という手法もあり、農業やエネルギーへの活用が可能。脱水汚泥も建設資材用セメントの原料になる。つまり、セメント原料となるのは焼却灰か脱水汚泥で、日本では主に前者をセメント工場に持ち込んでいる。焼却灰中の無機物はセメント原料となる。脱水汚泥中の無機物もセメント原料に、有機物はセメント生成の燃料となる。

次に、セメント原料への利用状況を示す。セメントをつくる場合は粘土が必要になるが、汚泥がその代わりとなる。建設資材への適用としては日本で最も成功している例。

次に、焼却灰からレンガをつくる状況を示す。写真は、焼却灰を100%使用してレンガをつくっている様子。15年前から東京、横浜などの大都市で使用されている。技術面は問題なかったが、近年ではレンガの需要が減って生産が減っている。

最後に、道路舗装用に活用した写真を示す。現在でも実施されているが、量としてはさほど多くはない。

#### 6) 研修員発表：アルギファリ氏（汚泥管理）

##### ➤ 森山団員

かなり大きな処理場を立派に運転し、3次処理を行っていることに敬意を表したい。表面曝気を持った旧施設の高度処理への利用案が提示された。図面を拝見するに適切な変更案が提示されており感心したが、平面図形には出てこない運転の適切なパラメーターも検討いただきたい。

旧施設の利用方法として、メディナ特有の活用を提案したい。具体的には、巡礼者が

少ない時期には低負荷の現状の高度処理でもよいし、標準法でもよいと思う。とにかく余裕のある施設も動かして活性汚泥法として運転しておくことで、活性汚泥を維持し、負荷が増加する時期に備えられる。

さらに、余裕のある施設は様々な使い方ができるもので、汚泥の好気性消化として利用することも可能。十分に検討し、最も活用できるものを選択いただきたい。

➤ 河井団員

下水処理の際には汚泥が発生する。一度処理を始めると汚泥の発生はずっと続く。したがって、汚泥をいかに処理・処分するかが重要であり、汚泥の性状を考慮した処理プロセスを選択する必要がある。例えば、ここで使用されている嫌気性消化汚泥は、生汚泥の固形物粒子が細かい。この場合、ベルトプレス型脱水機では効率がわるい。

また、エネルギー利用については、嫌気性消化ガス（メタンガス）が発生する施設になっている。汚泥乾燥機を導入する予定があるようだが、メタンガスの活用を検討してはいかがか。コストと効率を考慮してよい選択肢を選んでいただきたい。

7) 基調講演

森山団員が、「処理水と汚泥の再利用と課題（健全な環境の確保とその下での発展のために）」と題した基調講演を行った。日本の循環型社会の概念について、「消費＝汚染物質や廃棄物の排出」という従来の思考を「資源の利用＝次に役立つ資源の生成」へと転換し、環境への負荷と天然資源の消費を可能な限り低減した社会を紹介し、その基本要件を「適正技術の採用と開発」「環境関連法・制度の拡充」と掲げて、環境に関する好ましい社会のあり方について示唆した。

8) パネルディスカッション

コーディネーターによる開会あいさつの後、ヤラブ局長からサウジアラビア下水道の現状や戦略的計画についての話題提供があった。そのなかで、戦略的計画は地方から中央に上げていくものであり、民営化に進むなかで民間投資を積極的に推進する旨のコメントがあった。引き続き、サブテーマに基づき、調査団員からコメント及びプレゼンテーションを行った。時間の制約もあり、出席者間で議論を徹底的に深めることは難しかったが、参加者の熱心な様子が伺えた。

サブテーマ1（地方の下水道整備促進における中央政府の役割）

河井団員から、中央と地方の役割のあり方についてコメントを行った。

a) 日本では、中央政府が40年以上前から5ヵ年計画を立て、下水道の普及を強力的に推進した。

b) 中央政府は地方を支援する方策として、事務手続きや法令等の解説書の監修、地方都市の担当課長を一堂に集めた会議の開催、設計・積算の適正化の検討、技術的課題の研究開発、下水道事業の最新動向等の情報提供などの取り組みも行っている。

c) サウジアラビアでは、下水処理場への流入水量の増大が施設整備に迫っている。

らず、維持管理が問題になっている。今後、サウジアラビア下水道の戦略的計画の策定にあたっては、都市計画との整合を図っていただきたい。

#### サブテーマ2（下水道分野の人材育成）

河井団員から、日本での人材育成の実例として日本下水道事業団の研修センターの事例紹介を行った。

#### サブテーマ3（日本技術の導入及び活用）

村上団員から、技術面に関するプレゼンテーションを行った。

##### a) 技術導入の意義

日本における下水道事業においては、効率性、経済性などの観点から新技術の開発、導入、実用化などが大きく貢献してきた。新技術の内容は、エネルギーの効率化や資源リサイクル、改築更新など、時代の要請に応じた技術が取り上げられてきた。

##### b) 技術導入の実施機関

新技術の実用化は、旧建設省土木研究所、日本下水道事業団技術開発部、東京都などの指定都市を中心に民間会社と協力しながら行ってきた。

日本下水道事業団技術開発部では、大学の教授など第三者の有識者が参画する技術評価委員会を設置し、新技術の実用化、評価を行ってきており、過去35年間で24技術について評価し、実用化してきた。

##### c) サウジアラビアへの導入技術

サウジアラビアが今後の下水道事業を進めるためには、下水処理水の再利用や汚泥の処理、資源有効利用などに必要な技術導入が望まれると考えられる。具体的には、下水処理水の再利用のための膜分離活性汚泥法、発生汚泥量を減少させるオゾン処理法、下水汚泥の炭化物の燃料利用や農業利用、リン資源回収技術などが有望と考えられる。

##### d) 新技術導入への日本側対応の可能性

現在、日本の下水道界では、国際交流ネットワークの確立、プロジェクト案件の形成などを主な目的とする「下水道グローバルセンター（仮称）」の設置を議論中であり、このセンターを利用した技術移転の可能性はある。

##### e) サウジアラビア側へ望むこと

下水道技術に関する開発普及センターを設置し、新技術受入れの窓口、国内への普及活動、普及後のフォローアップなどの活動が必要である。

また、技術基準の作成も必要となるが、サウジアラビアにおける流入下水の水質や汚泥の性状、放流先の状況・放流基準、汚泥の利用先、処分場の状況など、国内状況に合わせた基準づくりが非常に重要であると考えられる。

## 6 - 5 団長所感

### (1) 人材育成継続の必要性

サウジアラビアでは、上下水道民営化を進める方針を定め、既に動きつつある。これを

成功させる前提として、仕様書の作成や企業の選定、企業の責任を明確に定める契約書の作成と契約履行状況の監視・評価などを的確に行うため、企業に劣らぬ高度な技術力などが必要。したがって、民営化を進めるためにも人材育成はますます重要。しかし、サウジアラビア政府も下水道分野における人材育成の重要性は認識しているものの、具体的な人材育成計画は必ずしも明確ではない。

## (2) 下水処理水の利用促進の必要性

下水処理水の再利用については現段階では需要が少なく、処理水の質を高めるインセンティブが働いていないのが現状。このため、処理水をダム（大小合わせて約130ヵ所）に流し込み、灌漑、水力発電、冷却水等に活用する計画を策定中。この場合、ダムの富栄養化等の問題もあり、下水処理水の管理や処理の高度化が求められる。先方より、同計画の見直しにつき協力依頼があった（調査資金は先方負担）。持ち帰り、国土交通省等とも相談のうえ、対応することとしたい。

## 6 - 6 団員所感

### < 森山団員 >

#### (1) 下水道事業の制度について

日本型の下水道行政機構を念頭に置いて訪問したが、現地にて話を聞く過程で、下水道事業が水電力省下水総局を中心として、13州に配置されたその支局が計画・建設・運転管理を実施しているとのことであった。日本における国道工事事務所による国道の建設・管理、河川工事事務所による一級河川の管理などの国の直轄事業方式に相当する。したがって、サウジアラビアの下水道事業制度自体に特段の問題はないと考える。しかしながら、訪問前の情報として、「流入水量が計画を超えて流入し（容量オーバー）、処理がうまくいっていない。」という事例を報告書その他で見聞きしていた。また、実際に下記のジャジーラ処理場の例がこれに相当していた。このような状態になること自体は、都市計画（都市の面的拡大、都市機能の配置、人口変動予測などの都市の整備基本計画。日本では下水道基本計画の上位計画とされ、地方自治体が策定するので、同じく自治体が策定する下水道計画との整合性が担保されている）と下水道事業の整合にかかわる調整作業あるいは調整制度の運用が機能していないことを示唆している。サウジアラビアでは、下水処理水の大規模な農業利用が想定されており、都市計画のみならず、それらを所掌する省庁との調整・連携等の機能を充実させつつ、下水道事業計画を策定することが重要と考えられる。下水道事業に関連する可能な限りの広範な行政機関との連携を制度化する必要性を感じた。

#### (2) 研修員の帰国後の活動について

##### 1) アクションプランの実施状況と日本での研修効果について

研修員4名のアクションプラン発表内容には、帰国後、真剣に取り組んでいることが感じられた。また、本会議前日の打合せ時のアルギファリ氏のプレゼンテーション内容についての質疑応答でコメントした内容が、翌日の本番では修正され、自立的に思考立案された内容となっており、日本での研修内容が活かされていることが分かった。

ひとつだけ課題と思われたことは、1回目と2回目の研修員のコースが異なっていたが、帰国後にその情報交換がなされていなかったと考えられることである。1回目は「運営維持管理コース」、2回目は「施設設計コース」であり、日本での研修内容が異なる。できることなら、両コースの研修員が、研修内容を相互に教授し合うような会議、活動を水電力省の主催で実施すれば、研修効果が倍増するものと考えられた。

#### 2) 研修内容のサウジアラビア国内への広報活動について

研修員2名（アルバラウィ氏、アルアサド氏）による日本での研修内容を紹介する飛び込みのプレゼンテーションが、非公式の場とワークショップでそれぞれなされた。両者とも相当に力を入れて作成した40～70枚ほどのシートから成る内容であった。日本での研修内容、特に下水処理場の日本とサウジアラビアの違いをサウジアラビア国内の関係者に伝えたいとの思いが強くにじんだ内容と発表態度であった。おそらく、海外の下水道事業として初めて日本の事業を見学したと思われるが、サウジアラビアとの違いで学ぶ点が多かったものと思われる。研修員が日本での経験を国内の多くの同僚へ伝えようとする姿勢は、この研修成果のひとつとして特筆してよいと思われる。この発表が今回以外の場でも繰り返し公表されることを期待したい。

#### (3) ジャジーラ処理場の改善経過発表について

見学対象となったジャジーラ処理場に関して、流入水量増加に伴う処理水質悪化の経緯とその改善策の実施経過が、非公式の場で発表された。水質悪化の経緯、対策プロセスの立案、試験運用、実際への適用等の過程がよくまとめられたプレゼンテーション内容は、すばらしかった。この発表者（アルザフラニ氏）の問題解決能力がサウジアラビア技術者の標準レベルになることを期待したい。また、この所感では、1つだけ惜しまれる点を指摘し、今後のサウジアラビア技術者のもう一段のスキルアップを期待したい。それは、データの解析手法、プロセス性能の評価などについて、普遍化して現象をとらえ、表現するという手法に到達していないことである。この処理場での対処としては成功したが、ほかの処理場でも利用できるノウハウも埋もれているが、それを掘り起こしていないということである。何が根本的な原因であり、この経験を一般化し、サウジアラビア独自の流入水質に応じた処理施設の設計指針などの作成に生かせるような解析をしてほしいということである。このあたりの能力開発が次の段階として必要と考えられた。

#### (4) 今後の支援について

ヤラブ局長が「人材育成は、大きな障壁のように見える。」と発言された。印象的な言葉であった。サウジアラビア全土の下水道普及に対して、大変な熱意をもった人であることが伝わってきた。この熱意の浸透には、実効ある技術と経営ノウハウの伝搬が必要であり、技術・ノウハウをもった多くの技術者の育成は絶対条件であることがこの言葉に込められていることを感じた。

村上団員によるプレゼンテーションで公表された日本の新技術に関するサウジアラビアの強い興味と同様に、河井団員の日本における人材育成システムの紹介もまた大変興味をもたれた。日本が支援できる分野と内容は幅広く、深い。技術と人材育成のバラ

ンスのとれた支援を今後も継続的に行い、サウジアラビアの発展に寄与できれば、日本の環境分野の中東での国際協力としての評価にもつながるものと思われる。

#### < 村上団員 >

2009年1月30日から2月6日にかけて「サウジアラビア国下水処理施設運営管理プロジェクト」調査団に参加した。所感は、以下のとおりである。

##### (1) 総括セミナー準備 (2月1日～2日)

水電力省の表敬訪問時に、全サウジアラビアを対象に上水と排水を包含する「水マスタープラン」を作成中であること、2012年までに下水道普及率80%とすることを目標としていること、人口の少ない地域には分散型処理を適用する方針である等の説明があった。また、事業実施にあたっては、政府出資の民間企業であるナショナル・ウォーター・カンパニー (NWC) を活用する下水道事業民営化の方針を打ち出しており、今後の下水道整備に関して様々な新規政策が考えられている。サウジアラビアにおける今後の円滑な下水道整備のためには、これらの政策をいかに統合的にバランスよく実施できるかという点がポイントであると感じた。また、下水道政策に関しては、水電力省下水道総局ですべてが決定できるわけではなく、計画部門等との調整が必要とのことで、新しい諸政策に十分な実効性をもたせるためには、関係部署間の緊密な連絡・協調が不可欠と思われる。

総括セミナーの準備として、サウジアラビア側より研修成果に基づくアクションプラン実施状況の発表が行われた。筆者がコメントを担当したのは、スカム対策と汚泥再利用であったが、スカム対策については、北九州市での研修を生かして様々な対策を実施して効果が得られており、研修効果のよい事例といえる。活性汚泥処理においては、若干のスカム発生はやむをえない面があるが、サウジアラビア側ではスカムをかなり気にしているようであり、これは清潔好きというサウジアラビア人気質にもよるものと思われる。

また、汚泥再利用については、脱水汚泥を直接コンクリート製品製造時に添加するという誤った適用を行っており、日本での研修における情報伝達に若干の齟齬があったと思われるが、研修で学んだ事項を自ら実施してみようという積極性については高く評価したい。

##### (2) ジャジーラ地区処理場見学

ジャジーラ地区処理場は以前、計画水量を大幅に超える下水水量が流入して処理が悪化し、それに対して様々な対策を試行錯誤的に実施してきたが、現在はロシアから導入した生物膜ろ過プロセスを仕上げ処理として導入し、また、下水水量も当初計画水量程度となっているので、処理に関しては現状では大きな問題はない。しかしながら、施設や設備の老朽化が進んでいること、流量調整池が遊休施設となっているという点を考えると、本施設の運用については、長期的視点に立った施設計画の検討が必要と考える。

##### (3) 総括セミナー

1日目の総括セミナーでは、当初プログラムにはない飛び入りの発表が入った。そのひとつは、日本での研修において見聞した下水道技術の紹介であったが、これは総括セミナーのサウジアラビア側参加者には興味深い情報であったと思われる。

筆者は、セミナー2日目に日本の新技術の紹介を行い、パネルディスカッションに参加したが、全体的に見てセミナーは滞りなく進行し、当初の目的を達成した有意義なものであったと考える。欲をいえば、フロアからの発言がもっと活発であれば、会場の参加者がどのような考えや感想をもっているのかという点について、より多くの情報が得られたであろう。

#### (4) 今後の協力について

本プロジェクトは今回で終了ということで、今後の方針についても打合せが行われた。今後の協力のあり方については、有償で「下水道グローバルセンター」を受け皿にという提案もなされたが、サウジアラビア側は「下水道グローバルセンター」がどのような組織なのかについての判断材料が少ないため、もっと情報が欲しいということであったので、今後はサウジアラビア側に同センターに関する情報を十分に提供することが重要と感じた。

今後何らかの形で下水道技術に関して協力を継続したいものである。また、サウジアラビア側から相談のあったダム湖に下水処理水を導入し、発電に利用したいというアイデアについても、今後の技術協力案件のひとつとなることを願っている。

#### < 河井団員 >

2008年6月にリヤド市で行われたワークショップ、2008年7月から8月の第2回本邦研修の講義とアクションプログラムの発表会、そして今回の総括セミナーに参加した。調査団の団員としての所感は、以下のとおりである。

#### (1) アクションプランについて（総括セミナー第1日目）

今回の総括セミナーで4つのアクションプランに関する取り組みが本邦研修員から発表された。いずれの発表も自らの課題に関する真摯な取り組みが感じられ、進展状況も理解できた。

この4つの発表は、アルカハターニ氏のスカム対策、アルハルビ氏の油脂対策、ハウジャー氏の汚泥処理へのセメント利用対策、アルギファリ氏の既存施設の有効利用、新しい汚泥処理プロセスの採用であった。日本における研修成果を応用した課題解決のアクションプランは、今後の進展を期待したい。

#### (2) 基調講演・パネルディスカッション（総括セミナー第2日目）

森山団員からの基調講演に引き続き、ヤラブ局長から「サウジアラビア王国水電力省下水総局が下水道部門の向上のために果たした努力」と題する発表があり、中央政府の役割についてディスカッションするきっかけづくりが行われた。サウジアラビアにおいては、13州に下水道担当部局が、下水総局の支局として配置され、州内の下水道整備を推進していることが伺われた。

これから下水道整備計画を策定する都市や地域もあるようだが、都市計画など他の計画との整合性を考慮し、維持管理のしやすい施設整備が必要であると感じられた。

### (3) ジャジーラ地区下水処理場

本処理場は、住宅地区の開発に伴って建設された処理場であり、1994年10月に供用を開始し、処理法は、機械式表面曝気方式の長時間活性汚泥法で設計され、設計能力は、3,000m<sup>3</sup>/日である。その後、維持管理が水電力省下水総局へ移管され、エアレーションタンクからの発泡対策に攪拌機のスピードコントロールなどの対策がとられてきた。

しかし、予想以上の人口増加による流入下水水量への対応のために、調整タンクを回分式活性汚泥法(SBR)施設へと改造し、合計4,000m<sup>3</sup>/日の能力となった。さらに流入下水水量が増加したため、砂ろ過槽を一部撤去し、ロシア製のErsh Biological Filters(生物ろ過膜法)を設置し、試験運転中であった。

この生物ろ過膜法は、設計どおりの性能を発揮しているようだが、本処理場の全体計画がはっきりしていないので、計画を見直し、機器等の更新時期に合わせて、効率のよい処理施設へと改造することが必要と感じられた。

### (4) その他

セミナー中に水電力省計画局長アメール・アブラジーズ・アルラジーバ氏からダムへの下水処理水の放流について相談があり、以後、JICA本部で検討することとした。ダムが250カ所あるが、リンもしくは窒素を相当除去しないとダム湖で藻類が発生し、貯留されている水の水質が悪化する可能性が大きいと考えられる。今後の対応は、重要と感じた。

また、2日間の総括セミナーの準備、運営は、大変よくできていたと思った。会場も非常に立派であり、時間進行もしっかりしていたように感じた。参加者のアンケートも行っていたようだが、その結果に大変興味がある。

今後の日本とサウジアラビアとの協力関係として、下水道グローバルセンターを通じた活動もひとつの選択肢と考えられる。

### < 福永団員 >

今回の総括セミナーは、北九州市を中心に2008年に2回実施した本邦研修、及びそれに引き続き実施した現地ワークショップを踏まえ、本プロジェクトの総括として実施されたものである。本邦研修の企画立案に携わり、2度のワークショップにも立ち会った者として、本プロジェクトの成果やサウジアラビア側の評価がどうであったか、確認を行った。あわせて、サウジアラビアの今後の下水道整備の方向性について、日本の地方自治体での経験を基に確認を行った。

### (1) アクションプランについて

維持管理コースのアクションプランは、研修後約1年を経過したこともあり、日本のノウハウを活用し計画にのっとった進捗をみせている事例があった。一方、設計コースのアクションプランについては、直ちに設計内容に反映させることが困難なようで、特段の進捗がみられなかったのは残念であった。しかし、本邦研修での講義を参考に、施設の改良(案)を作成している事例もあり、今後の設計仕様への反映に期待がもたれた。

本邦研修員からは「失敗もあるかもしれないが、日本のノウハウやアドバイスを活用

し、試行錯誤を通じて現状の不備を改善していきたい」とのコメントがあった。また、汚泥処理に関しては「以前は気にしていなかったが、研修後は日々監視するようになり、周辺環境や住民への影響に配慮するようになった」とのコメントもあり、環境保全への意識の高まりが感じられた。

今回の調査のなかでは、時間等の制約から研修員のすべてのアクションプランの進捗を確認できなかった。研修の成果を一過性のものとしないうちにも、何らかの方法で今後も引き続きフォローしていくことが望ましい。

## (2) 総括セミナーについて

森山団員の基調講演では、日本の法体系を切り口として、人の健康と健全な環境を確保するために必要な下水処理のあり方についてプレゼンテーションがあった。とかく実務に目を奪われ、下水道整備や高度処理を行うことが目的化しがちななかで、下水処理の本来の目的を改めて考える機会となり、参加者にとっては非常に有益であったと感じた。

パネルディスカッションでは、河井団員からは日本の人材育成の取り組み事例、村上団員からは日本の最新技術について話題提供があった。パネリストからは、いずれもサウジアラビアの今後の事業展開に大変参考になったとの感想があり、参加者にとっても見聞を広めるうえで意義があったと思われる。

一方、ヤラブ局長からは、サウジアラビアの下水道の将来計画について報告があった。局長のコメントでは、「この計画はトップダウンで進めるのではなく、地方からのボトムアップで全体を見据えながら進める戦略である」とのことであり、今後、国と地方が一体となって下水道事業に取り組んでいく意欲が感じられた。これまでの調査では、将来計画についてあまり言及がなかったため、サウジアラビアの将来構想を知ることができたのは、今後の協力のあり方を考えるうえで参考になった。今後、目標達成のための具体的施策を充実させ、実行に移すことができれば、事業の進展に効果があると思われる。

総括セミナーの進め方については、会場も立派で参加者も多く盛会であったが、研修員が全員招待されていなかったこと、研修員のアクションプランの発表資料が参加者に配布されなかったこと、会場の参加者からコメントをもらう機会が少なかったこと、等の点において不満が残った。本プロジェクトの主役はあくまでも研修員であり、彼らがフロントランナーとなってサウジアラビア国内で情報を共有し、多くの人と議論を交わすことで将来が開けると思う。その意味からも、研修員の今後の取り組みに期待したい。

## (3) プロジェクトの終了にあたって

今回の総括セミナーをもって本プロジェクトは終了するが、サウジアラビアの下水道事業は緒に就いたばかりである。今後、事業を円滑かつ効率的に進めるにあたっては、土木や電気・機械のほか、化学や衛生工学、経営など、幅広い知識の下、先進事例を活用しながら地域の実状に即して実施する必要がある。そのため、本プロジェクトで得たノウハウや人的ネットワークの活用を図り、今後の事業運営につなげていく必要がある。

本プロジェクトの実施により、環境保全に対するサウジアラビア関係者の意識は向上し、下水道事業の礎は間違いなく築かれていると感じる。本プロジェクトを足がかりとして、サウジアラビアの下水道がよりよい方向に進むことを期待している。

## 第7章 今後の日サ間下水道関連協力の方向性

### 7 - 1 サウジアラビア下水道事業に対する提言

#### (1) 民営化の動向と官レベルで担うべき役割

サウジアラビアでは下水道事業は民営化が予定されており、その影響もあって一部事業に予算が配賦されなかったり、水電力省による人材育成・ネットワークの構築が提案されつつも未着手であるなどの事態が発生している。民営化そのものは事業運営等の効率化に資する面もあり、それ自体否定されるべきではないが、政府と民間の間での責任分担を明確にし、政府が自ら責任を負うべき事項についてこれを確実に実施する必要がある。例えば、一部の業務を民間に委ねる場合には、その妥当性を判断し、かつ実施状況を管理するなかで適切でない場合は、これを改善していくことが政府には求められる。そのための人材育成などは政府が責任をもって実施する必要がある。

#### (2) 下水道処理施設の「設計」と「維持管理」は両輪

下水処理に携わる研修員から、「処理場の維持管理を進めるうえで、スカムや汚泥の問題をどのように解決したらよいか」という質問が多く寄せられた。しかし、これら維持管理上の課題は設計を上回る流入負荷に起因する面があるものと理解される。すなわち、人口予測に基づく下水流入量の試算結果から設計された処理場があってはじめて根本的に解決されるものであり、対症療法での解決には限界がある。よって、本プロジェクトで研修を受けた第1回（運営維持管理）・第2回（施設設計）の研修員が有機的に連携体制を深めることで、今後の問題解決に寄与するものである。現地ワークショップ、総括セミナーにおいてその端緒を提供してきたため、今後はサウジアラビアがより主体的に仕組みづくりを検討することを期待する。

#### (3) 人材育成・ネットワークの構築

外国人コンサルタントを備上することで行政面の課題を解決することが多いサウジアラビアにおいては、将来の国づくりのために自国人材を育成することが急務であり、必要性が極めて高く、水電力省幹部もこれを認識している。

プロジェクト終了後は、研修員を水電力省が主体となってネットワーク化し、研修員のつながりで問題を解決する能力を向上させ、人材を育てる環境を醸成することが期待される。日本での実践例として、国と地方都市の「縦」の連携に加え、同じ悩みや課題を抱える都市同士の「横」の連携強化を通じて情報の共有化や中央と地方の人材交流によるノウハウの相互蓄積などの事例もプロジェクトのなかで紹介してきているので、参考にされたい。

### 7 - 2 日本のリソースを活用した今後の協力

総括セミナー調査団の現地滞在期間中に、サウジアラビア水電力省次官、下水局長から、人材育成等においてJICAの継続的な支援の希望が寄せられた。ただし、具体的な協力内容については更にサウジアラビア側で検討すること。

調査団からは、サウジアラビアがODA卒業国となることから、JICAがこれまでと同様に協力

を行うことは困難である旨を説明した。一方で、オール・ジャパンとして取り組むなどの観点から、サウジアラビア側の資金負担を前提とした「下水道グローバルセンター（2009年4月設立予定）」との協力可能性<sup>3</sup>につき説明を行ったところ、先方から、同センターの役割や機能等につき、より明確な情報提供の依頼があった。

これについては今後、日本側関係省庁、機関と相談し、協力可能性につき検討することとしたい。

---

<sup>3</sup> JICA中東・欧州部は、サウジアラビアを含む中東湾岸諸国のODA卒業国に対する援助戦略を作成。このなかで、JICAによる有償技術協力の形ではなく、関係省庁や公益法人等との官民連携によるオール・ジャパンとしての取り組みを優先するとしている。

「下水道グローバルセンター（仮称）」は、国土交通省のイニシアティブの下、下水道に携わる日本の公的機関、地方自治体、民間企業などのネットワークを活用して、案件形成や人材育成等を実施する国際協力を推進する公益機関を想定。現在、組織、業務内容等について検討中であり、JICAにも具体的な協力可能な案件候補につき打診があるところ。

## 付 属 資 料

- 1 . 2007年5月30日付協議議事録 ( M/M )
- 2 . 終了時評価要約表 ( 小規模案件用 )
- 3 . 第1回本邦研修・研修員名簿
- 4 . 第1回本邦研修・研修日程
- 5 . 第1回本邦研修・ジョブレポート発表会資料
- 6 . 第1回本邦研修・アクションプラン発表会資料
- 7 . 第1回現地ワークショップ・処理場視察資料 ( ハミースマシート処理場 )
- 8 . 第1回現地ワークショップ・基調講演資料 ( アルワイリー氏、河井・猪木団員 )
- 9 . 第1回現地ワークショップ・フィードバックシート
- 10 . 第2回本邦研修・研修員名簿
- 11 . 第2回本邦研修・研修日程
- 12 . 第2回本邦研修・ジョブレポート発表会資料
- 13 . 第2回本邦研修・アクションプラン発表会資料
- 14 . 総括セミナー・処理場視察資料 ( ジャジーラ地区処理場 )
- 15 . 総括セミナー・発表資料 ( 研修員4名、森山・村上・河井団員、ヤラブ局長 )

**MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
THE AUTHORITIES CONCERNED OF  
THE GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA  
ON JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR MANAGEMENT OF SEWAGE WATER TREATMENT PLANT  
IN THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA**

The Preparatory Study Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") headed by Ms. Hiroko Kamata, visited the Kingdom of Saudi Arabia from September 29 to October 5, 2006, for the purpose of working out the details of the technical cooperation project named "Management of Sewage Water Treatment Plant in the Kingdom of Saudi Arabia" (hereinafter referred to as "the Project").

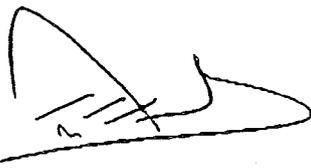
The Team exchanged views and had a series of discussions with the Saudi Arabian authorities concerned with respect to desirable measures to be taken by JICA and the authority concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia for the successful implementation of the above-mentioned Project.

As a result of the discussions, and in accordance with the provisions of the Agreement on Economic and Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Kingdom of Saudi Arabia, signed in Tokyo on March 1, 1975 (hereinafter referred to as "the Agreement"), JICA and the Saudi Arabian authorities concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

Riyadh, 30 May, 2007

中内 清文

Mr. Kiyofumi Nakauchi  
Resident Representative,  
Saudi Arabia Office,  
Japan International Cooperation Agency,  
Japan



Handwritten signature of Mr. Loay Bin Ahmed Al-Musallam, Deputy Minister, Planning & Development, Ministry of Water & Electricity, The Kingdom of Saudi Arabia.

Mr. Loay Bin Ahmed Al-Musallam  
Deputy Minister,  
Planning & Development,  
Ministry of Water & Electricity,  
The Kingdom of Saudi Arabia

## ATTACHED DOCUMENT

## I. COOPERATION BETWEEN JICA AND THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA

1. The authority concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia will implement the Management of Sewage Water Treatment Plant Project in the Kingdom of Saudi Arabia (hereinafter referred to as "the Project") in cooperation with JICA.
2. The Project will be implemented in accordance with the Project Outline, which is given in Annex I.

## II. MEASURES TO BE TAKEN BY JICA

In accordance with the laws and regulations in force in Japan, JICA, as the executing agency for technical cooperation by the Government of Japan, will take the following measures according to the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme.

## 1. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

JICA will provide the services of the Japanese experts, at its own expense. The provision of Article 3 of the Agreement will be applied to the Japanese experts. JICA will bear the costs for dispatching the Japanese experts including the costs of flight, accommodation, and transportation.

## 2. TRAINING OF SAUDI ARABIAN PERSONNEL IN JAPAN

JICA will provide the Training Programs in Japan for the Saudi Arabian personnel connected with the Project. It is conducted by the way of cost-sharing. The Saudi Arabian side bears the flight expenses for the personnel. The training in Japan will be planned based on the following consideration;

- (1) To be of the complimentary nature which could serve to the intent of the Project purpose in a manner of consolidation
- (2) To investigate how wastewater treatment plants in Japan are managed with hands-on experience
- (3) To investigate how the advanced wastewater treatment technology was adopted in Japan according to certain uses and requirements
- (4) To investigate how the sludge management was promoted in Japan according to certain conditions

## III. MEASURES TO BE TAKEN BY THE AUTHORITY CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA

1. The authority concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia will ensure that the technologies and knowledge acquired by Saudi Arabian nationals as a result of Japanese technical cooperation will be utilized for the economic and social development of the Kingdom of Saudi Arabia.

2. The authority concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia will provide the services of Saudi Arabian counterpart personnel and administrative personnel as listed in Annex II.
3. In accordance with the laws and regulations in force in the Kingdom of Saudi Arabia, the authority concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia will take necessary measures to meet the local costs necessary for the Project operation, such as those for holding seminars and workshops.

#### IV. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. Deputy Minister for Planning & Development, Ministry of Water & Electricity, as the Project Director, will bear overall responsible for administration and implementation of the Project.
2. Director General of Waste Water Department, Ministry of Water & Electricity, as the Project Manager, will be responsible for managerial and technical matters of the Project.
3. The Japanese experts will give necessary technical guidance to the Saudi Arabian counterpart personnel on technical matters pertaining to the implementation of the Project.

#### V. MUTUAL CONSULTATION

There will be mutual consultation between JICA and the authority concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia on any major issues arising from, or in connection with the Project.

#### VI. MEASURES TO PROMOTE UNDERSTANDING OF AND SUPPORT FOR THE PROJECT

For the purpose of promoting support for the Project among the people of the Kingdom of Saudi Arabia, the authority concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of the Kingdom of Saudi Arabia.

#### VII. TERM OF COOPERATION

The duration of the technical cooperation for the Project will be fifteen (15) months starting from the date of official approval by JICA Headquarters.

*C*

(73)

## VIII. THE OTHERS

## 1. Schedule before the Commencement of the Project

Signing on the Minutes of Meetings after approval of two authorities concerned of both governments will be considered as final implementation agreement of the Project.

The official request forms, A1, to assign Japanese experts for the short term of technical cooperation will be submitted by the authorities concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia through the official channel.

## 2. Tentative Plan of Operation

The authorities concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia and JICA agreed on the Tentative Plan of Operation as shown in Annex III. The Plan of Operation (PO) will be reviewed, if necessary, by mutual consultation between the authorities concerned of the Government of the Kingdom of Saudi Arabia and JICA.

ANNEX I	PROJECT OUTLINE
ANNEX II	LIST OF SAUDI ARABIAN COUNTERPART
ANNEX III	TENTATIVE PLAN OF OPERATION
ANNEX IV	LIST OF ATTENDANTS



## ANNEX I. PROJECT OUTLINE

### 1 Overall Goal

Reuse of treated wastewater is promoted, management system in wastewater treatment plants is improved, and so effective use of water resource is forwarded in the Kingdom of Saudi Arabia.

### 2 Project Purpose

The knowledge of proper management in the wastewater treatment plants for the purpose of reusing treated wastewater and improving sludge management is enhanced.

### 3 Outputs of the Project

- (1) The knowledge of advanced wastewater treatment technology, which is specific to the reuse of treated wastewater, and the knowledge of effective and efficient sludge management in wastewater treatment plants are enhanced in the level of senior management personnel, who are in charge of designing the treatment plants.
- (2) The knowledge of advanced wastewater treatment technology, which is specific to the reuse of treated wastewater, and the knowledge of effective and efficient sludge management in wastewater treatment plants are enhanced in the level of plants/plant management personnel, who are in charge of operation & maintenance of the treatment plants in 13 districts.

### 4 Activities of the Project

The knowledge about the designing and the operation & maintenance of treatment plants is foundation to attain the above-mentioned outputs. In this regards, the following activities are conducted.

(1-1). Theme of "Designing of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management"; targeting officials and managers of 13 districts, who are in charge of designing the treatment plants, Ministry of Water and Electricity (MOWE)

(1-1-1) To conduct the Training Program in Japan, which focuses on "Designing of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management".

(1-1-2) To hold the seminar in Riyadh on "Designing of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management", organized by MOWE.

(5)

- (1-1-3) To hold the workshop in Riyadh on "Designing of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management", organized by MOWE. The Saudi Arabian ex-participants who have been trained in Japan under this Project make presentations about what they learned in Japan and facilitate the workshop and initiate discussions.
- (2-1). Theme of "Enhancement of Operation & Maintenance of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management"; targeting officials and plants/plant managers of 13 districts, who are in charge of operation & maintenance of the treatment plants, MOWE
- (2-1-1) To conduct the Training Program in Japan, which focuses on "Enhancement of Operation & Maintenance of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management".
- (2-1-2) To hold the seminar in Riyadh on "Enhancement of Operation & Maintenance of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management", organized by MOWE.
- (2-1-3) To hold the workshop in Riyadh on "Enhancement of Operation & Maintenance of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management", organized by MOWE. The Saudi Arabian ex-participants who have been trained in Japan under this Project make presentations about what they learned in Japan and facilitate the workshop and initiate discussions.
- (1-2. and 2-2. in common) To hold the seminar in Riyadh on "Sewage Management Policy & Strategy in Japan and Appropriate Advanced Treatment Technology", which includes Japanese experience of appropriate advanced wastewater treatment technology and sludge management. The seminar is organized by MOWE, targeting Minister, Deputy Ministers, Director General of 13 districts as well as relevant counterpart personnel in MOWE as a whole.
- Note; this activity is conducted, subject to JICA's approval and availability of right lecturers.



ANNEX II. LIST OF SAUDI ARABIAN COUNTERPART PERSONNEL

8/  
11

1 Project Director

Deputy Minister for Planning & Development, Ministry of Water & Electricity

2 Project Manager

Director General of Waste Water Department, Ministry of Water & Electricity

3 Counterpart Personnel

Minister, Deputy Ministers, and Director General of 13 districts, Ministry of Water and Electricity (MOWE)

Personnel who are in charge of designing the treatment plants in Ministry of Water and Electricity (MOWE) and managers of 13 districts, MOWE

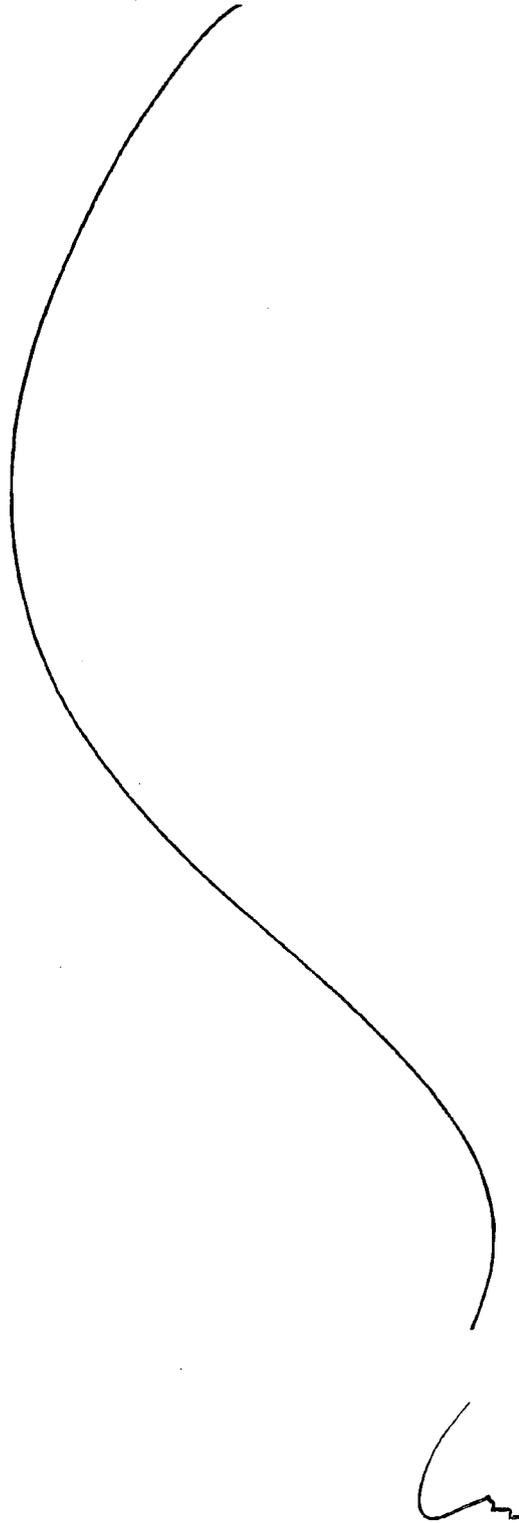
Personnel who are in charge of operation & maintenance of the treatment plants of 13 districts, Ministry of Water and Electricity (MOWE)



ANNEX III. TENTATIVE PLAN OF OPERATION

SA/GE-006

9/11



(10)

## ANNEX IV LIST OF ATTENDANTS

10/11

List of Attendants**(Saudi Arabian Side)**Ministry of Water and Electricity

Mr. Loay Bin Ahmed Al-Musallam	Deputy Minister for Planning & Development
Eng. Yarub A. Khayat	Director General of Waste Water Department
Mr. Ahmad A. Al-Shumrani	Training Head Section
Mr. Waleed Al-Suheil	Waste Water Operation and Maintenance, Riyadh
Eng. Fahd Madi Al-Rubian	Follow up & Designing

**(Japanese Side)**Preparatory Study Team

Ms. Hiroko Kamata	Leader, JICA Preparatory Study Team
Mr. Tadashi Suzuki	Project Planning, JICA Preparatory Study Team
Mr. Yoshihisa Sakamoto	Management and System of Sewerage, JICA Preparatory Study Team

JICA Saudi Arabia Office

Mr. Kiyofumi Nakauchi	Resident Representative
Mr. Yoshio Kanamoto	Program Development Officer
Mr. Ihab M. Al-Sharkawi	Senior Program Manager




ANNEX III. TENTATIVE PLAN OF OPERATION

	4th	1st	2nd	3rd	4th
<p>(1) The knowledge of advanced wastewater treatment technology, which is specific to the reuse of treated wastewater, and the knowledge of effective and efficient sludge management in wastewater treatment plants are enhanced in the level of senior management personnel, who are in charge of designing the treatment plants.</p>				↑	
				↑	
				↑	
<p>(2) The knowledge of advanced wastewater treatment technology, which is specific to the reuse of treated wastewater, and the knowledge of effective and efficient sludge management in wastewater treatment plants are enhanced in the level of plants/plant management personnel, who are in charge of operation &amp; maintenance of the treatment plants in 13 districts.</p>					
<p>The knowledge about the designing and the operation &amp; maintenance of treatment plants is foundation to attain the above-mentioned outputs. In this regards, the following activities are conducted.</p>					

Theme is "Designing of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management".  
Target group are two officials and 13 senior plants engineers of 13 districts, who are in charge of designing the treatment plants.

Theme is "Enhancement of Operation & Maintenance of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management".  
The target group are two officials and 13 plants/plant managers of 13 districts, who are in charge of operation & maintenance of the treatment plants.

The theme is "Sewage Management Policy & Strategy in Japan and Appropriate Advanced Treatment Technology". The target group are Minister, Deputy Ministers, Director General of 13 districts as well as relevant counterpart personnel in MOWE as a whole.

(1-1-1) To conduct the Training Program in Japan, which focuses on "Designing of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management".  
(1-1-2) To hold the seminar in Riyadh on "Designing of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management", organized by the Ministry of Water and Electricity (MOWE).  
(1-1-3) To hold the workshop in Riyadh on "Designing of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management", organized by the MOWE. The Saudi Arabian ex-participants who have been trained in Japan under this Project make presentations about what they learned in Japan and facilitate the workshop and initiate discussions.  
(2-1-1) To conduct the Training Program in Japan, which focuses on "Enhancement of Operation & Maintenance of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management".  
(2-1-2) To hold the seminar in Riyadh on "Enhancement of Operation & Maintenance of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management", organized by the MOWE.  
(2-1-3) To hold the workshop in Riyadh on "Enhancement of Operation & Maintenance of Treatment Plants for Advanced Treatment Technology and Sludge Management", organized by the MOWE. The Saudi Arabian ex-participants who have been trained in Japan under this Project make presentations about what they learned in Japan and facilitate the workshop and initiate discussions.  
(1-2. and 2-2. in common) To hold the seminar in Riyadh on "Sewage Management Policy & Strategy in Japan and Appropriate Advanced Treatment Technology", which includes Japanese experience of appropriate advanced wastewater treatment technology and sludge management. The seminar is organized by the MOWE.  
Note: this activity is conducted, subject to JICA's approval and availability of right lecturers.

Note: Inputs from the Japanese side (experts, training in Japan) is subject to change due to the budgetary limitation of Japanese side.

12

2. 終了時評価要約表（小規模案件用）

小規模案件用「終了時評価表」

1. 案件の概要	
国名：サウジアラビア王国	案件名：下水処理施設運営管理プロジェクト
分野：環境	援助形態：技術協力プロジェクト
所轄部署：地球環境部 環境管理グループ 環境管理第二課	協力金額（評価時点）：5,546万9,000円
協力期間	2007.12.1～2009.2.28
	先方関係機関：水電力省（MOWE）
	日本側協力機関：北九州市、（財）北九州国際技術協力協会
他の関連協力：	
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>サウジアラビア王国（以下、「サウジアラビア」と記す）では、国土のほとんどが砂漠・乾燥地帯であり、水資源の確保こそが国民生活と産業を支える最重要課題である。近年の急激な人口増加と都市化・工業化の進展に伴い水需要も急増しており、この問題への的確かつ迅速な対応を迫られている。</p> <p>現在、サウジアラビアの水供給の57%は再生不可能な化石水に依存しており、再生可能な表流水や浅層地下水は38%、海水の淡水化が4%、下水等の再利用水が1%である。一方、水需要については、90%は農業で利用されており、生活や産業用に10%が利用されている状況である。このような背景の下、2000年5月に下水処理水を灌漑等その他の用途に積極的に再利用する方針を定めた勅令が発令され、稼働中の23カ所の下水処理施設及び計画中の処理場すべてに対し、農業利用にも可能な良質な処理水とするために施設の適正化・高度化を図る必要に迫られている。</p> <p>このため、サウジアラビア水電力省は、全国レベルでの整備方針の策定を早急に進めており、2004年に日本政府に対して、適正な下水処理施設の導入及びその運営管理に係る技術協力を要請した。2006年9月に実施した事前調査の結果、サウジアラビアにおける下水処理施設の設計担当者・運営維持管理担当者を対象に、本邦研修及び運営指導調査団によるフォロー並びにプロジェクトを総括するセミナーを実施することとした。</p>	
<p>1-2 協力内容</p> <p>(1) 上位目標</p> <p>処理水再利用が促進され、下水処理場の管理システムが改善されることで、サウジアラビアにおける水資源の効果的利用が推進される。</p> <p>(2) プロジェクト目標</p> <p>処理水の再利用と汚泥管理の改善を目的とした下水処理場における適切な管理に係る知識が向上する。</p> <p>(3) 成果</p> <p>1) 処理施設の設計を担当する上級技術管理者レベルを対象に、処理水再利用に欠かせない高度処理技術の知識と下水処理場の効果的で実効性のある汚泥管理の知識が向上する。</p> <p>2) 13州処理施設の運転維持管理を担当する処理場技術管理者レベルを対象に、処理水再利用に欠かせない高度処理技術の知識と下水処理場の効果的で実効性のある汚泥管理の知識が向上する。</p>	

1 - 3 投入実績（評価時点）

日本側：

調査団派遣	3回（延べ21名）
研修員受入れ	2回（27名）
在外事業強化費	55万2,000円

先方政府側：

ワークショップ運営費用	会場借料、資料印刷、会議費
ワークショップ運営補助人員	27名（帰国研修員）及び水電力省職員約10名
土地・施設提供	現地セミナー、シンポジウム会場
ローカルコスト負担	消耗品等

1 - 4 プロジェクト活動実績

活動	期間（注）	対象者	人数	目的
<b>研修員受入れ：</b> 第1回本邦研修	2008年1月8日 ～2月9日	水電力省及び13州の 処理場運転維持管理 に携わる技術管理 者・職員	12名	「高度処理技術・汚泥処理 管理技術のための処理施設 の運転維持管理の向上」の 課題に焦点をあてた本邦研 修の受講
<b>調査団派遣：</b> 第1回現地ワ ークショップ	2008年6月19 日～27日	第1回研修員及び水 電力省職員等サウジ アラビア国内下水道 事業関係者	56名	・第1回本邦研修の効果測定 ・第2回本邦研修の来日前オ リエンテーション
<b>研修員受入れ：</b> 第2回本邦研 修	2008年7月7日 ～8月11日	水電力省及び13州の 下水処理施設の設計 に携わる上級技術管 理者・職員	15名	「高度処理技術・汚泥処理管 理技術のための処理施設の 設計」の課題に焦点を置い た本邦研修の受講
<b>調査団派遣：</b> 第2回現地ワ ークショップ	2008年11月7 日～14日	第2回研修員及び水 電力省職員等サウジ アラビア国内下水道 事業関係者	60名	・第2回本邦研修の効果測定 ・総括セミナーの進め方に 関する打合せ
<b>調査団派遣：</b> 総括セミナー	2009年1月30 日～2月6日	第1回・第2回研修員 及び水電力省職員等 サウジアラビア国内 下水道事業関係者	80名	・本プロジェクトの成果共 有 ・今後の日サ間下水分野関 連協力の方向性に関する 協議

注：本邦研修の実施期間の表記は本邦滞在期間（来日日から帰国日）とし、調査団の期間は邦発着日を含めた表記とする。

## 2. 評価

### (1) 妥当性

以下により、本プロジェクトはサウジアラビアのニーズに合致しているだけでなく、日本の援助政策・JICA 国別事業実施計画との整合性があり、また日本による協力の妥当性が高い案件といえる。

- ・ 2003年8月に閣議決定された我が国のODA大綱のなかで、環境と開発の両立が援助実施の原則の第1番目として位置づけられている。また、JICAの対サウジアラビア国別事業実施計画において、援助重点分野である「水資源・環境協力」に合致する。
- ・ サウジアラビアでは、2000年5月に下水処理水を灌漑等その他の用途に積極的に再利用する方針を定めた勅令が発令され、稼働中の23ヵ所の下水処理施設及び計画中の処理場すべてに対し、農業利用にも可能な良質な処理水とするために施設の適正化・高度化を図ることが求められており、ニーズは非常に高い。
- ・ 水質汚濁対策に関する我が国の経験や国内の人的リソース、またJICAの途上国における下水道分野の協力経験を有効に生かすことが可能である。

### (2) 有効性

下水処理場の実務担当者を研修員として招聘したことで、研修で得た知識を帰国後すぐに現場に適用することができた。研修員の学習意欲は高く、作成されたアクションプランも網羅的で、アンケート結果や、カウンターパート（C/P）機関・研修員等からのヒアリングからも本邦研修及び現地ワークショップ並びに総括セミナーを通じて下水処理に関する知識が増えたことを確認することができ、有効性は高いと判断される。これらプロジェクトで提供した知識付与の機会を通じてアクションプランのフォローを行うことで、研修員のみならずサウジアラビアで下水道業務にかかわる関係者への情報共有や、研修員の職務に対する意識の持続、モチベーション向上に貢献した。C/P 機関である水電力省では今後も下水道分野の施策に重点的に取り組むこととしており、研修員に寄せる期待も高い。

また、当初からの協力機関であった北九州市にとどまらず、日本下水道事業団や財団法人下水道業務管理センター等から、日本でも下水道業界を代表する人材が調査団へ参団したことで、研修員をはじめサウジアラビアで下水道業務に携わる関係者に様々な立場から広く日本の経験や技術を指導することができた。

### (3) 効率性

調査団による有識者の派遣タイミング、派遣人数はともにおおむね適切であった。今回必要となる対象分野がサウジアラビアのニーズにより、設計と運営維持管理のほか、汚水の再生利用、膜処理などの高度処理、汚泥処理の資源化など多岐にわたったこともあり、北九州市のほか、日本下水道事業団や財団法人下水道業務管理センター等、各種関連団体からの協力を得たので、包括的な協力につながった。

さらに、本邦研修と調査団派遣の組み合わせによる小規模な投入を行って効果をあげた点は、効率性の観点から評価できる。

### (4) 自立発展性

「妥当性」に記載のとおり水供給が常時課題となる同国において、下水処理及び再利用のニーズは高い。また、サウジアラビアでは、研修とアクションプランのフォローアップという JICA 方式を高く評価しており、自己資金でも研修プログラムを作成し実施していく意思を有し、必要に応じて予算措置をとる方向性を示している。よって、本プロジェクトの政策・制度面での自立発展性は高いと判断される。

### 3. 特記事項（提言・教訓等を含む）

#### (1) 教訓

##### 1) 本邦研修と有識者派遣の効果的な組み合わせ

約1年3ヵ月間という短期間ではあったが、本プロジェクトが研修員の知識増進・モチベーション向上に大きく貢献したのは、本邦研修の効果が発揮されたためである。

自動車産業などの発展から日本は技術大国というイメージがあり、期待は高い一方で、下水道分野での技術導入は専らヨーロッパから盛んである。来日前の研修員は、日本でどのような技術を学ぶべきか具体的なビジョンをもたなかった研修員もいる。

しかし、日本で技術力や国内の状況を目の当たりにすることにより、C/Pの知識吸収意欲が増し、特に汚泥の資源化、膜処理技術、分散型污水处理などに対する高い関心が寄せられた。

このことから、本邦研修が主体となる協力においては、帰国後のフォローに重点を置いた活動が望ましい。研修効果を発揮するために現場での疑問に対して迅速に答えられるような有識者の派遣方法やこれに代わる技術支援の方策、あるいは対象地域を絞り込むことで効果的な投入を行うことも検討する必要がある。

##### 2) 有識者が現地不在のなかで自助努力を引き出す工夫

研修員は総じてまじめに技術習得に取り組んだものの、個人によって学習程度・意欲に幅があり、帰国後の進捗も様々であった。外国人コンサルタントを傭上することで行政面の課題を解決する組織文化が根づいたサウジアラビアにおいては、一般に、研修員が自らノウハウを蓄積する姿勢が乏しい。これを補うために、プロジェクト実施においては、例えば遠隔からの技術支援方策や調査団の派遣回数増加などの工夫を検討しつつ、有識者が現地にいなくとも研修員自らが主体的に活動を展開するための動機づけ等につき、C/Pと事前に十分理解を共有しておくことが必要である。

### 4. 添付書類

・プロジェクト事業完了報告書

### 3. 第1回本邦研修・研修員名簿

LIST OF PARTICIPANTS  
COUNTRY-FOCUSED TRAINING COURSE  
MANAGEMENT OF SEWAGE WATER TREATMENT PLANT

January 8, 2008 to, February 9, 2008

平成 19 年度 第 1 回 『下水処理施設運営維持管理の向上』 国別研修コース研修員名簿  
(受入期間:平成 20 年 1 月 8 日～平成 20 年 2 月 9 日)

独立行政法人 国際協力機構 九州国際センター

No	Photograph 写 真	Country 国 名	Name 氏 名	Present Post 職 業
1		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09598	Mr. <u>ALAQEL</u> Khalaf Khalifah  アルアキール	General Directorate of Water Hail Region, MOWE Head of Technical Department  水電力省 ハイル州水道局 技術課 課長
2		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09600	Mr. <u>ALBALAWI</u> Abdulrahem Salem  アルバラウイ	General Directorate of Water Riyadh Region, MOWE Head of Operation Division & Odor Control Department  水電力省 リヤド州水道局 運営課 課長及び 臭気管理部 部長
3		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09601	Mr. <u>ALGHAMDI</u> Abdulaziz Eid  アルガムディ	General Directorate of Water Albaha Region, MOWE Assistant Manager of Technical Department Affairs and Manager of Sewage Department  水電力省 アルバーハ州水道局 技術部次長及び 下水部 部長
4		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09602	Mr. <u>ALQAHTANI</u> Fares Saleh  アルカハターニ	Sewage Treatment Plant – Khamis Myshit General Directorate of Water in Aseer Region MOWE Manager of Sewage Treatment Plant  水電力省 アシール州水道局 下水処理所 所長
5		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09604	Mr. <u>ALDWAYREJ</u> Khalid Kraim  アルデワイレジュ	General Directorate of Water in Al Qurayat Region, MOWE General Manager  水電力省 アルコラヤート州水道局 局長
6		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09606	Mr. <u>ALHARBI</u> Abdulaziz Rashed  アルハルビ	General Directorate of Water Tabouk Region, MOWE Sewage Treatment Plant Director  水電力省 タブーク州水道局 下水処理所 所長

表記方法は独立行政法人国際協力機構の規定による英文表記とします (Notation in English according to the English notation standard of JICA)  
本研修員リストは研修の実施・運営の目的のみに使用し、JICA の同意無しに他の目的では使用しないよう願います。(This List of Participants shall be distributed only for the purpose of implementation and operation of this JICA training course. It is, therefore, prohibited to distribute it for other purposes or to parties not concerned to this training course.)

LIST OF PARTICIPANTS  
COUNTRY-FOCUSED TRAINING COURSE  
MANAGEMENT OF SEWAGE WATER TREATMENT PLANT

January 8, 2008 to, February 9, 2008

平成 19 年度 第 1 回 『下水処理施設運営維持管理の向上』 国別研修コース研修員名簿  
(受入期間:平成 20 年 1 月 8 日～平成 20 年 2 月 9 日)

独立行政法人 国際協力機構 九州国際センター

No	Photograph 写 真	Country 国 名	Name 氏 名	Present Post 職 業
7		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09607	Mr. <u>ALJAMILY</u> Abdulaziz Sayr  アルジャミリ	General Directorate of Water Qassim Region. MOWE Mechanical Engineer  水電力省 カシム州水道局 機械エンジニア
8		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09612	Mr. <u>ALMAHEL</u> Ali Abdullah  アルマーヘル	Qatif Water Branch, General Directorate of Water in Eastern Region MOWE Chemical Engineer  水電力省 東部州水道局タイプ支所 化学エンジニア
9		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09614	Mr. <u>ALQARNI</u> Hassan Qablan  アルカルニー	General Directorate of Water in Ar'ar Region MOWE Manager  水電力省 アルアル州水道局 局長
10		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09615	Mr. <u>GOMAIRY</u> Hussain Mohammed  ゴマイリー	General Directorate of Water in Jazan Region MOWE Operation and Maintenance Head Engineer  水電力省 ジャザーン州水道局 運営維持管理主任エンジニア
11		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09616	Mr. <u>KHAWJAH</u> Mohammed Yaqoub  ハウジャー	General Directorate of Water in Taif Region MOWE Manager of Sewage Treatment Plants in Taif Water Branch  水電力省 メッカ州水道局タイプ支所 下水処理所 所長
12		Saudi Arabia サウジアラビア D-07-09942	Mr. <u>ALKHOMSAN</u> Hamad Salem  アルコムサーン	MOWE – Najran Branch  水電力省 ナジュラン支局 エンジニア

表記方法は独立行政法人国際協力機構の規定による英文表記とします。(Notation in English according to the English notation standard of JICA)  
本研修員リストは研修の実施・運営の目的のみに使用し、JICA の同意無しに他の目的では使用しないよう願います。(This List of Participants shall be distributed only for the purpose of implementation and operation of this JICA training course. It is, therefore, prohibited to distribute it for other purposes or to parties not concerned to this training course.)

週	月日	曜日	時間	研修項目	担当課	場所
1	1月8日	火	AM			
			PM	来日		JICA九州
	1月9日	水	AM	ブリーフィング	KITA	JICA九州
			PM	プログラムオリエンテーション	KITA	JICA九州
	1月10日	木	終日	カントリーレポート、ジョブレポート発表会	KITA	JICA九州
	1月11日	金	AM	北九州市表敬訪問/下水道河川事業概要	北九州市水環境課	JICA九州
PM			市内視察（紫川、水環境館、環境ミュージアム等）	北九州市水環境課、KITA		
1月12日	土					
1月13日	日					
1月14日	月		祭日			
2	1月15日	火	AM	北九州市の下水道計画	北九州市計画課	
			PM	日明浄化センター、汚泥乾燥施設視察	日明浄化センター	日明浄化センター
	1月16日	水	AM	下水道管渠の維持管理	北九州市保全課	八幡東・西区管渠診断
			PM	維持管理現場視察（管渠、マンホール、ポンプ場等）	北九州市保全課	マンホールポンプ場
	1月17日	木	AM	北九州市の下水処理・汚泥処理の概要	北九州市施設課	
			PM	北九州市の下水処理・汚泥処理の概要	北九州市施設課	
	1月18日	金	AM	北九州市の処理場・ポンプ場の運転管理、維持管理	日明浄化センター	戸畑または神嶽ポンプ場
			PM	北九州市のポンプ場・雨水滞水池等視察	日明浄化センター	
1月19日	土					
1月20日	日					
3	1月21日	月	終日	北九州市の水質管理	北九州市水質管理課	日明浄化センター
	1月22日	火	終日	北九州市の水質管理		
	1月23日	水	AM	汚泥のセメント原料化施設視察	三菱マテリアル	三菱マテリアル九州工場
			PM	高度処理施設視察	宗像市	宗像終末処理場
	1月24日	木	AM	汚泥資源化施設視察	福岡県	御笠川浄化センター
			PM	再生水利用施設、海水淡水化施設等視察	福岡市	海水淡水化センター
	1月25日	金	AM	アクションプラン作成準備	KITA	
			PM	アクションプラン作成準備/中間発表会	国土交通省 下水道部長	
1月26日	土					
1月27日	日					
4	1月28日	月	AM	表敬訪問	国土交通省	国土交通省
			PM	表敬訪問、日本の下水道の最新動向	日本下水道事業団	日本下水道事業団
	1月29日	火	AM	日本下水道事業団真岡実験センター視察	日本下水道事業団	日本下水道事業団真岡実験センター
			PM	日本下水道事業団真岡実験センター視察		
	1月30日	水	AM	再生水施設、スラッジプラント（汚泥炭化施設）等視察	東京都	有明水再生センター
			PM	再生水施設、スラッジプラント（汚泥炭化施設）等視察		新河岸水再生センター
1月31日	木	AM	移動			
		PM	下水処理施設（オゾン処理施設等）視察	京都市	吉祥院水環境保全センター	

週	月日	曜日	時間	研修項目	担当課	場所
	2月1日	金	AM	琵琶湖の高度処理	滋賀県	湖南中部 浄化センター
			PM	琵琶湖の高度処理		琵琶湖博物館
	2月2日	土				
	2月3日	日				
5	2月4日	月	AM	アクションプラン作成	KITA	
			PM	アクションプラン作成	KITA	
	2月5日	火	AM	北九州市の事業場の排水規制	北九州市水質管理課	リーガロイヤル ホテル
			PM	除害施設等視察		九州歯科大学
	2月6日	水	AM	北九州市の下水道経営、広報活動	北九州市 下水道経営課	
			PM	北九州市の今後の下水道政策、ディス カッション	北九州市水環境課	
	2月7日	木	AM	アクションプラン発表会リハーサル	KITA	
			PM	評価会	KITA	
	2月8日	金	AM	アクションプラン発表会	KITA	
			PM	閉講式	KITA	
2月9日	土		帰国			

研 修 員 番 号 : No.1

研 修 員 氏 名 : アルアキール氏 ( Mr. ALAQEL, Khalaf Khalifah K )

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省ハイル州水道局技術課 課長

-----

## 1 . 組織と職務

ハイル地方水総局は、ハイル市民に飲料水を供給し、生活排水を収集、処理、再生する。再生水は、配水システムに戻され、全農作物を対象とする安全な灌漑用水として利用される。

また、上水使用量に課金し、上水使用料と下水道サービス利用料を徴収する。上下水道の運転、維持管理、改善及び雨水排水システムの運営を行う。(雨水は浸水防止を目的に谷に排水される。)

さらに、上下水道及び雨水排水網の新たな構築方法の検討も行う。ハイル地方水総局は、1日に飲料水6万 $m^3$ を供給し、下水道網で収集された汚水4,500 $m^3$ を処理するが、市内一部は下水道網が整備されていない。職員は、政府職員114名、請負業者社員43名で構成されている。

ハイル地方水総局管内の下水処理場マネージャーとしての主な業務は、ハイル下水処理場の運転維持管理を請け負う契約業者の監督である。業務は以下のとおり。

- ・全処理設備の運転管理。
- ・維持管理に必要な予備部品の種類と品質の管理。
- ・処理水の水質管理。
- ・処理に使用する薬品の質と量の管理。
- ・分析結果認定の監督。
- ・下水処理での問題点の協議と解決。

## 2 . 問題点

最大の問題は、BOD<sub>5</sub>の建設設計値200mg/lに対し、流入水の平均BOD<sub>5</sub>が350mg/lとなっており、原水の生物負荷が予想以上に高いことである。設備の設計容量1万2,000 $m^3$ /日に対し、平均流入水量は4,500 $m^3$ /日である。設計者は長時間曝気槽タイプでの処理を考えていたので、BODの3分の1を除去し、溶解ミネラルは除去しない最初沈殿池の設計、建設を行わなかった。また、設計者は、汚泥を安定化して脱臭し、有害微生物の削減条件を満たすための好気・嫌気性消化槽を設置していない。

このような状況では、設計者の意図に沿い、かつ基準を満たす下水処理は困難である。したがって、処理中の曝気槽内の溶存酸素量を増やすこと、そしてバランスのとれた担体を維持するために汚泥量を増やす必要がある。

処分場へ運ばれる汚泥は、種類と量の点で環境問題を引き起こしている。

- ・ 上記問題の解決法

- 曝気槽内の溶存酸素量を増やし汚泥を消化する。

- 汚泥脱水機を増やす。

- 最初沈殿池及び好気・嫌気性の消化槽を建設する。

- 汚泥焼却炉を建設する。

- ・ 問題解決における障害

- 解決法 ~ は水電力省の優先順位のなかで将来のプロジェクトである。

- については、この技術の経験不足が主な障害となっている。

### 3. 本研修に対する期待

本研修での最重要テーマは、汚泥の処分及び日本の最新汚泥処理技術である。ハイル下水処理場で発生する大量の汚泥とその環境への悪影響を考えると、汚泥処理は直視すべき重要課題である。

当省は全国でこの問題を効率的に解決しようと取り組んでいる。

本研修の成果と習得した技術に基づき、特にハイル市内の既存及び今後建設される下水処理場の汚泥問題解決のプロジェクトや提案策定に寄与する。

さらに、本研修によって日本の汚泥処理に関する知識を増やし、日本で近年開発された先端手法を導入する。

また、日本の水質管理、飲料水や処理水の消毒方法にも関心がある。当省は、現在、下水処理場や浄水場で使用されている塩素に代わる新しい消毒方法を模索している。

さらに、水系からの試料採取方法及び試料の保管から分析に至るまでの手順にも興味がある。分析室の試料分析方法と分析機器について豊富な知識が得られることを楽しみにしている。

そして、研修で習得したことを同僚に伝授する。

研 修 員 番 号 : No.2

研 修 員 氏 名 : アルバラウィ氏 ( Mr. ALBALAWI Abdulrahem Salem )

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省リヤド州水道局運営課 課長及び臭気管理部  
部長

1 . 組 織 と 職 務

( 組 織 図 : 別 紙 参 照 )

( 1 ) 組 織 の 主 な 職 務

国民に給水し、汚水の処理を行う政府機関である。リヤド下水道運転・維持管理プログラム(RSOMP)は汚水の収集、処理を担う。

主な目的 :

- ・ 排水処理と大気浄化によって環境を保護する。
- ・ 灌漑等の目的に高品質の水を供給する。
- ・ 水資源を強化する。

RSOMPが運営する主な下水処理場の処理能力は次のとおりである。

( a ) 南部下水処理場

C2: 8万m<sup>3</sup>/日

C3: 12万m<sup>3</sup>/日

( b ) 北部下水処理場 : 20万m<sup>3</sup>/日

( c ) 東部下水処理場 : 20万m<sup>3</sup>/日

( d ) アルジャジーラ下水処理場 : 5,000m<sup>3</sup>/日

( e ) アルカージロード : 10万m<sup>3</sup>/日

平均処理水量 : 1億9,800万m<sup>3</sup>/年

汚泥発生量 : 120 ~ 150t/日

平均再利用処理水量 : 1億2,000万m<sup>3</sup>/年

職員数 : 約1,200名

( 2 ) 組 織 図 ( 別 紙 参 照 )

RSOMPは次の主要部門から成る。

- ・ 総務部 ( 調達 ・ 保管 )
- ・ 処理場運転 ・ 維持管理部
- ・ 輸送部
- ・ ネットワーク運転 ・ 維持管理部

### (3) 担当業務

全処理場の運転と悪臭対策システム(50台)の運転・維持管理に関するすべての管理業務

#### 問題点

##### A. 直面する問題

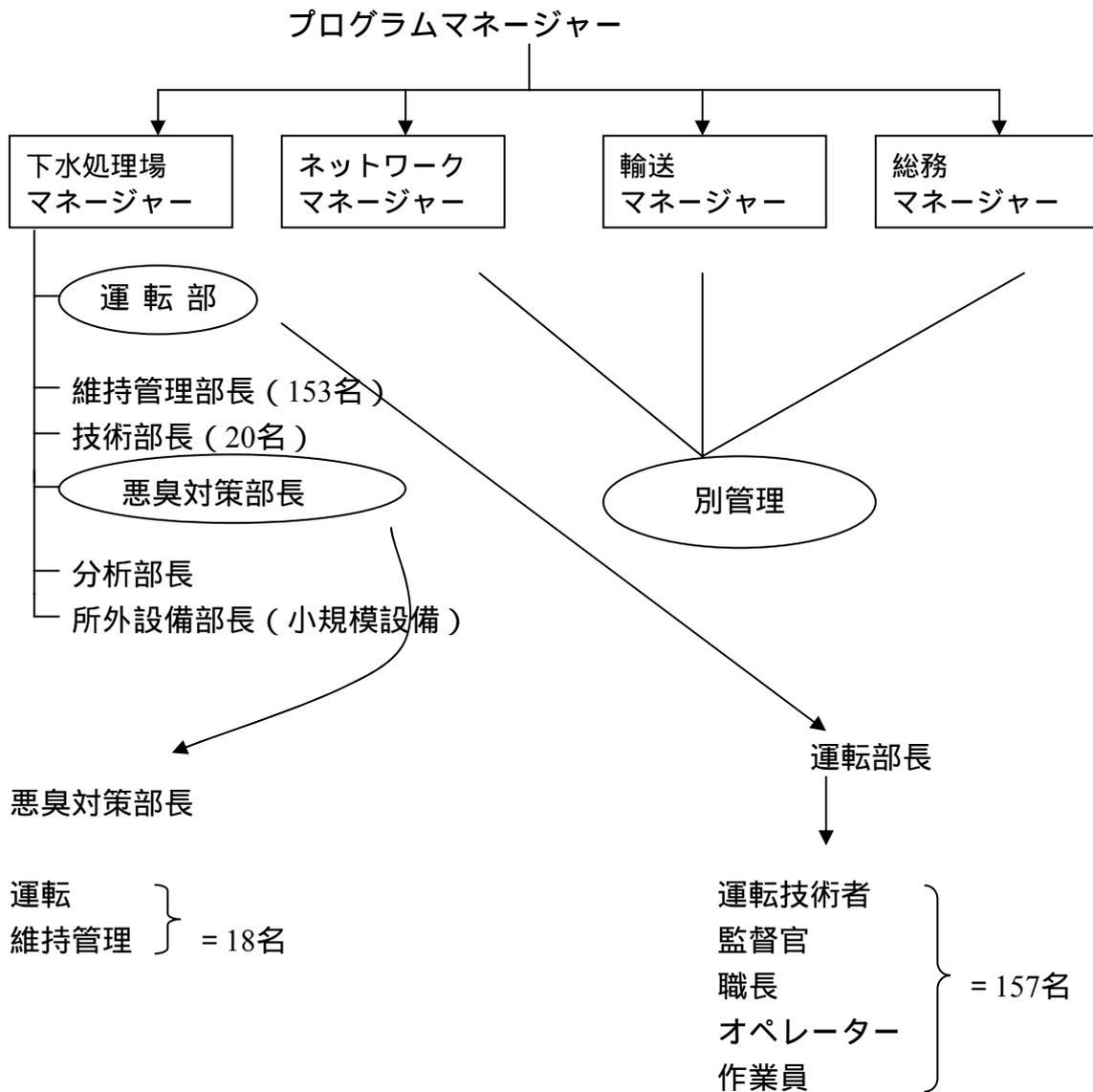
- (a) 汚泥の発生と再利用
- (b) 悪臭源
- (c) 長時間曝気・酸化池(カローセルシステム)の泡の発生
- (d) 頻発する脱水機のベルトの不具合
- (e) 計測装置〔SCADA System(遠隔監視制御システム)〕

##### B. 上記問題の解決法

- (a) 汚泥は請負業者によって下水処理場から別の場所へ運ばれる。
- (b) 多くの箇所を蓋で覆い、悪臭防止装置を装備している。
- (c) エアレーターの手動操作により長時間曝気・酸化池内の溶存酸素を管理している。また、噴霧装置を取り付けている。
- (d) ベルトを頻繁に交換しているが、費用がかかるので検討が必要である。
- (e) 修理はせず部品や道具を常に交換している。

##### C. 問題解決での障害

- (a) 経験不足
- (b) コストと多様な解決策



研 修 員 番 号 : No.3

研 修 員 氏 名 : アルガムディ氏 (Mr. ALGHAMDI Abdulaziz Eid)

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省アルバー八州水道局技術部次長及び下水部 部長

-----

1 . 組織と職務

( 1 ) 組織の主な職務

- ・ 水源確保
- ・ 水道網やタンクによる市民への給配水
- ・ 上下水道網、下水処理場、浄水場の建設

( 2 ) 組織図

別紙参照

( 3 ) 担当業務

- ・ 担当地域の上下水道事業の監督及び事後管理
- ・ 上下水道事業の調査、設計の監督

2 . 所属部署の問題点

( 1 ) 直面する問題

- ・ 担当地域に下水処理場がない。
- ・ 下水処理場が建設中である。

( 2 ) 上記問題の解決法

下水管理についての知識を向上させる。

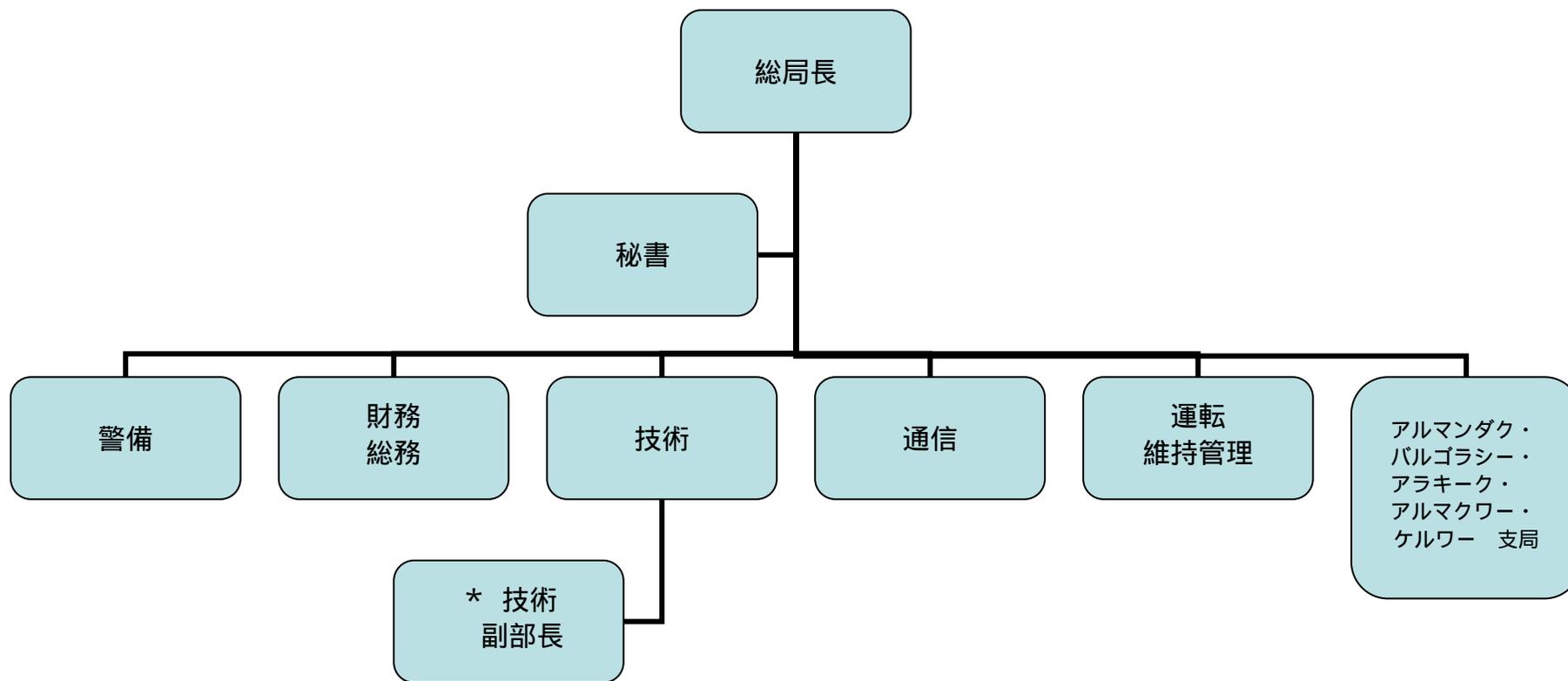
3 . 本研修に対する期待

( 1 ) 最も関心のある科目とその理由

下水の高度処理：処理、最新の処理方法、処理水の再利用について学ぶ必要がある。

( 2 ) 帰国後の適用について

- ・ 研修で習得した技術を同僚に講義、指導する。
- ・ 進行中の事業に習得技術を適用する。



研 修 員 番 号 : No.4

研 修 員 氏 名 : アルカハターニ氏 ( Mr. ALQAHTANI Fares Saleh)

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省アシール州水道局下水処理所 所長

-----

## 1 . 組織と職務

( 組織図 : 別紙参照 )

サウジアラビアは各地区に水電力省の水総局がある。私は国の南西部アシール地方の水総局勤務である。水総局は地域の上下水道の全事業を担う。アシール地方水総局の主要業務は次のとおりである。

- ・ 上下水道施設及び新規事業インフラの設計、建設の管理
- ・ 既存の上下水道事業の運転維持管理の監督
- ・ 地域住民への上下水道サービスの提供及び課金

上記のように上下水道サービスに対し料金が徴収される。水総局は政府機関であるため、年間歳入は上下水道サービスの向上及び新規事業に充てられる。

アシール地方の1日当たりの給水量は13万 $m^3$ 、下水処理場への流入量は7万5,000 $m^3$ である。

私は、アシール地方第二の都市、ハミースマシート市の下水収集システム及び下水処理場の運転維持管理のマネージャーとして、次の業務を担当する。

- ・ 下水収集システム及び下水処理場の運転維持管理の予定表を作成し、計画管理を行う。
- ・ 下水収集システム、ポンプ場、処理場の運転維持管理を監督し、緊急時対応を行う。
- ・ 処理場の処理プロセス管理
- ・ 処理水及び汚泥の分析結果の確認

## 2 . 所属部署の問題点

### ( 1 ) 直面する問題

処理場への汚水流入量が設計値を上回るとオーバーフローが起き、処理プロセスに支障を来す場合がある。また、処理水の水質分析結果が許容範囲を超えることもある。

一方、大量に発生する汚泥や処理水が再利用されていないことも別の問題を引き起こしている。担当する処理場からは1日に700 $m^3$ 以上の汚泥と約3万 $m^3$ の処理水が廃棄されている。また、これらの処分方法が環境に悪影響を及ぼしている。

## (2) 上記問題の解決法

オーバーフロー：連続監視を行っている。また、処理場の流入口と流量計を観察してオーバーフローの有無を確認し、兆候が見られた場合は適切に対処する。放水量を増やす、処理設備間の循環を加速するなどケースバイケースで措置をとる。

汚泥処理と処理水：当処理場では汚泥乾燥用にドライヤーと呼ばれる新しい乾燥機を設置した。この設備により、汚泥は悪臭や有害菌を含まない乾燥汚泥になる。この汚泥と処理水を産業で原料として利用し、収益を得る方法を探るべきである。

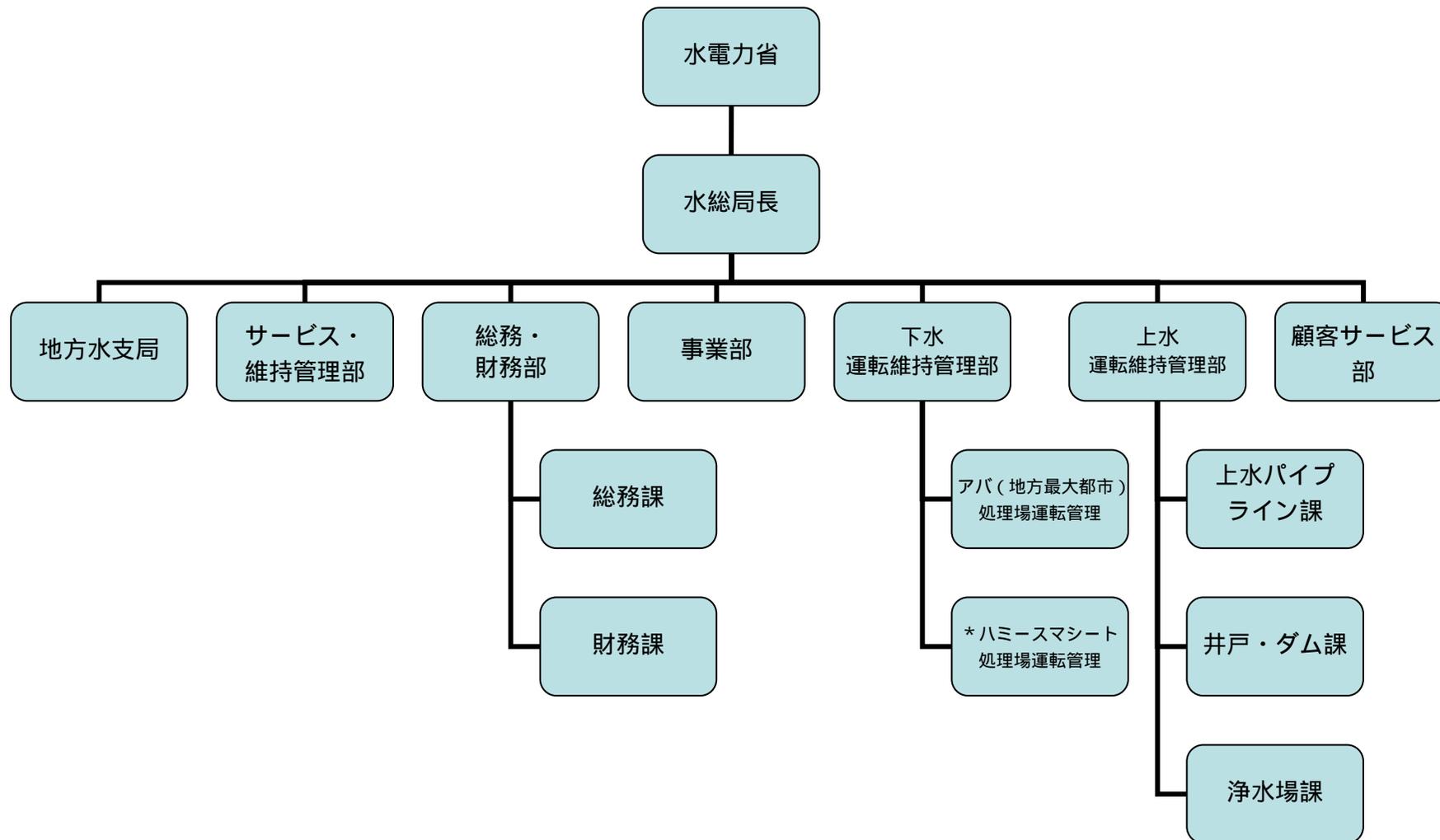
## 3. 本研修に対する期待

### (1) 最も関心のある科目とその理由

- ・ 下水処理及び汚泥処理の最新技術：日本で最先端技術に関する情報を得る。
- ・ 汚泥を利用したセメント工場の見学：汚泥の製造原料としての利用は、重要課題であるとともに環境面及び経済面でもプラスになる。

本研修カリキュラムのほとんどの科目が現場作業に関連している。したがって、新しい技術を学び、本国の下水処理施設の管理、運転、維持を向上させたい。また、科目のなかには母国の施設にとって目新しいものもある。適用技術の取舍選択は研修終了後に判断する。

組織図



研 修 員 番 号 : No.5

研 修 員 氏 名 : アルドワイレジュ氏 ( Mr. ALDWAYREJ Khalid Kraim)

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省アルコラヤート州水道局 局長

-----

## 1 . 組 織 と 職 務

### ( 1 ) ・ 上 下 水 道 建 設 事 業 の 管 理 、 監 督 、 品 質 保 証

- ・ 各契約仕様の設計、使用材料申請の審査及び承認、工事の実施
- ・ 完成した浄水場、下水処理場の運転、維持管理
- ・ 処理水の管理、品質保証：下水処理場処理水の排水基準は、BOD5が20mg/l、SSが20mg/lである。

### ( 2 ) 担 当 業 務

- ・ 技術、材料品質、変更指示に関し、事業実施の最終決定を行う。
- ・ 数量、仕様、設計の契約に沿って、請負業者が提出した支払証明書を確認、承認する。

## 2 . 所 属 部 署 の 問 題 点

### ( 1 ) 直 面 す る 問 題

- ・ 灌漑目的に再利用される処理水が、環境や結実植物を汚染しないという保証がない。
- ・ 下水処理場に汚泥処理設備がない。
- ・ 処理水のBODとTSSの自動制御ができない。
- ・ 生活排水処理は行われているが、工場排水は処理されていない。工業地域区分が未決定である。

### ( 2 ) 上 記 問 題 の 解 決 法

- ・ 砂ろ過機は建設中で、処理水質のオンライン監視装置の設置も予定している。
- ・ 曝気槽(3)、沈殿池(3)、仕上げ浄化池(3)を備えた既存下水処理場での汚泥処理について検討を始めた。
- ・ 工場排水は未だ何ら対策が講じられていない。

### ( 3 ) 問 題 解 決 に お け る 障 害

- ・ 処理水質の測定に役立つ技術情報を現在も収集している。
- ・ 既存の下水処理システムにぴったりの信頼性の高い汚泥処理技術。

### 3. 本研修に対する期待

#### (1) 最も関心のある科目とその理由

下水処理技術：処理水質を改善し、灌漑及び再利用にふさわしい水質にする。また、既存の下水処理場のなかには、悪臭のする処理品質のお粗末な処理場が多い。効果的な下水処理技術を学び、新規事業では導入し、既存処理場は改修する。

#### (2) 帰国後の適用

研修で習得した技術と知識は、事業の仕様及び未実施事業の再設計に応用し、環境に優しい再生水の品質向上を図る。

#### (3) 本研修に対する期待

- ・ 下水処理設備やプロセス計器の納入で頼りになる日本の個人または企業の紹介。
- ・ 下水処理場建設、下水道網、ポンプ場、3次処理、汚泥処理、悪臭防止技術の優れた規格の入手。

研 修 員 番 号 : No.6

研 修 員 氏 名 : アルハルビ氏 ( Mr. ALHARBI Abdulaziz Rashed)

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省タブーク州水道局下水処理所 所長

-----

## 1 . 組 織 と 職 務

### ( 1 ) 組 織 の 主 な 職 務

- ・ 顧客への管路網による給水及びポンプ場を經由して下水処理場までの下水道網による下水道事業
- ・ 下水処理場の年間処理水量 : 3,258万m<sup>3</sup>
- ・ 処理方法 : 砂ろ過 ( 3次処理 )
- ・ 職員数 : 下水処理場、主ポンプ場合計60名

### ( 2 ) 組 織 図 ( 別 紙 参 照 )

当下水処理場は4課で構成されている。

運転課 ( 職員数 : 37名 )

- ・ 槽内の汚水の管理
- ・ 流入水量及び放流水量の日常点検
- ・ 報告書の作成及び提出

機械課・電気課 ( 職員数 : 20名 )

- ・ 全設備の予防保全 ( 日常・月例・四半期・半年・年 )
- ・ 電気機械担当者による事後保全 ( トラブルシューティング )
- ・ 機械課・電気課の報告書作成

分析課 ( 職員数 : 3名 )

- ・ 処理場の流入汚水を分析して汚染レベルを確認することにより、運転課の運転プログラム最適化を可能にする。
- ・ 処理場の放流水を分析して処理水質を確認し、ISOと比較する。
- ・ 各プロセス後の試料を分析し、各設備の効率性を評価する。

### ( 3 ) 担 当 業 務

- ・ 下水処理場及び主ポンプ場のチームワーク管理
- ・ 分析課作成日報に基づいた品質管理
- ・ 緊急故障時の維持管理チームのフォローアップ
- ・ 下水処理場と主ポンプ場の月報を上司に提出する。

## 2. 所属部署の問題点

### (1) 直面する問題

- ・ 請負業者の不備から生じた砂ろ過機本体のひび割れとポンプインペラーの破損により、常に砂ろ過がうまくいかない。
- ・ 汚泥処理が効果的でない。
- ・ 処理場が常にオーバーフローしている。

### (2) 上記問題の解決法

- ・ 当該請負業者とコンサルタントに連絡を取り、現在コンサルタント会社が出した解決策に請負業者とともに従っている。
- ・ 汚泥処理設備を所有していない。
- ・ 処理能力6万m<sup>3</sup>/日に対し、流入水量が7万5,000～8万8,000m<sup>3</sup>/日であるので、処理場の拡張工事を予定している。

### (3) 問題解決における障害

- ・ 請負業者がコンサルタント会社から得た解決策に着手していない。
- ・ 意思決定権は私にはないので、上司に報告書を提出した。
- ・ 事業部の作業が遅れている。

## 3. 本研修に対する期待

### (1) 最も関心のある科目とその理由

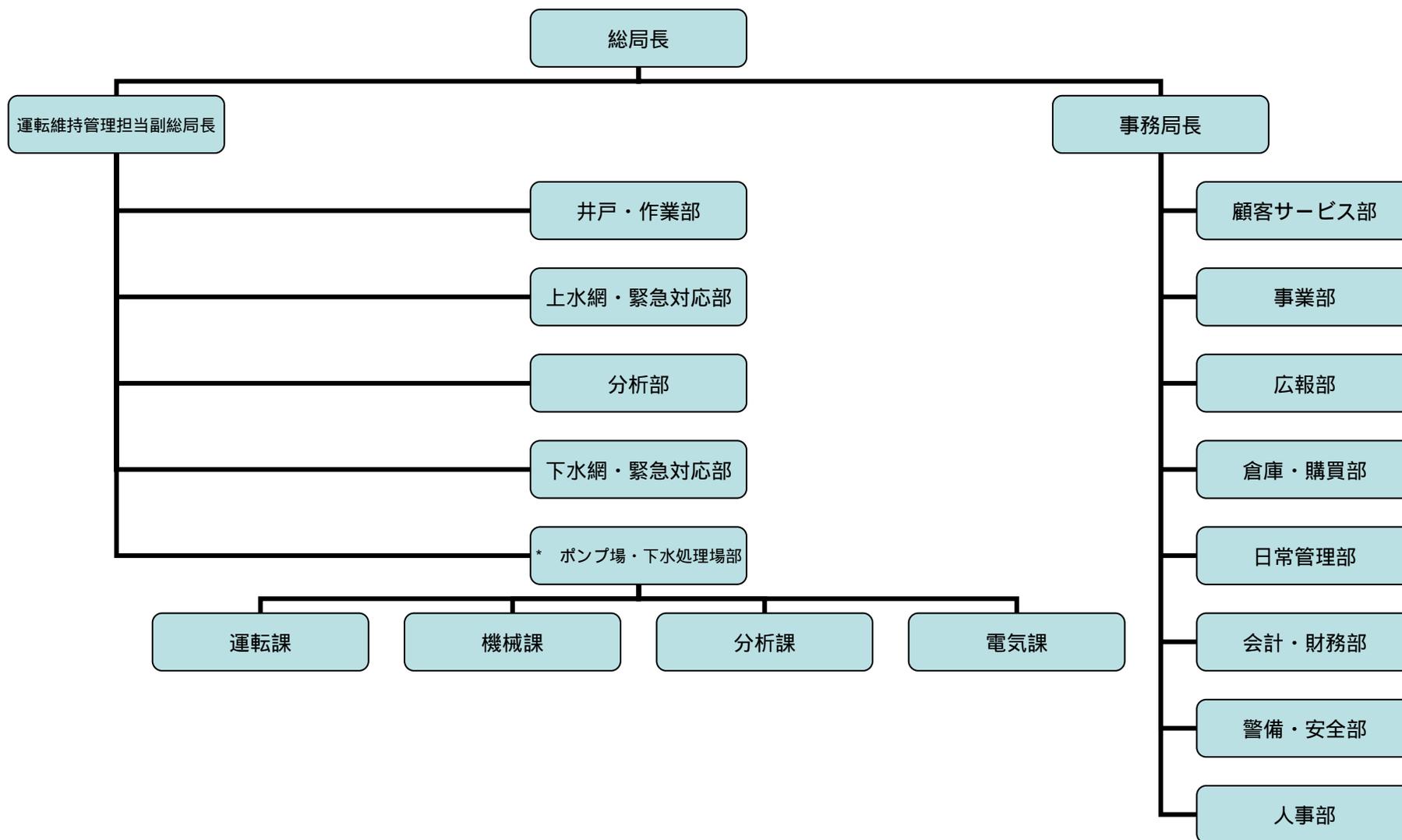
- ・ 下水道管渠の維持管理：当科目について経験が浅い。
- ・ 水質管理：当科目について経験が浅い。
- ・ 汚泥を原料としたセメント工場見学：下水汚泥を利用するセメント工場がない。
- ・ 高度処理設備見学：当科目（窒素除去）の経験が必要である。

### (2) 帰国後の適用方法

- ・ 日本で学んだすべての技術と知識を報告書にまとめ上司に報告する。
- ・ 技術と知識の適用を上司が推奨している。

### (3) その他本研修に期待すること。

なし



研修員番号： No.7

研修員氏名： アルジャミリ氏 ( Mr. ALJAMILY Abdulaziz Sayr)

所属組織及び現職： 水電力省カシーム州水道局 機械エンジニア

-----

## 1. 組織と職務

### (1) 組織の主な職務

(組織図：別紙参照)

基本サービスを提供する国内で最も重要な機関のひとつである。主な職務は次のとおり。

1. 国民への上水、再生水の提供管理
2. 上下水道網の建設、運営、維持管理
3. 浄水場、下水処理場の建設、運転、維持管理
4. 貯水施設の運営による水資源の確保
5. 節水と適切な利水の仕組みに関する市民啓発及び節水器具の提供

### (2) 担当業務

本組織の一員として、上記職務を担当業務の一環として行う。

所属部署(運転/維持管理部)の大多数の任務は、浄水場、下水処理場を上下水道網の運営維持管理に組み込むための契約準備で始まる。通常、新規契約にはベストプラクティスが盛り込まれる。また、浄水場、下水処理場の運転維持管理を評価し、設計に従って処理能力の最適化を図る。さらに、上下水道運転維持管理に充てる年間予算の検討、編成を行う。

## 2. 所属部署の問題

世界中、場所や組織を問わず、現場従事者は多くの問題に直面している。その問題によって、目標達成の遅れや稼働停止が生じる。

### (1) 直面する問題

- ・ 契約上、運転維持管理は、我々の監督下での請負業者の責任である。この点で目下の問題のひとつが、適性に欠ける請負業者である。迅速な対応を必要とする緊急時に、管理能力が脆弱で技術者の技術レベルの低い業者の問題に直面する。請負業者選定方針を変更することで、この問題は部分的に解決される。

- ・ 作業量の問題
- ・ 当業界における経験不足

本研修のような研修によって作業者をうまく成功へ導くことができる。また、経験豊富なグループとの共同作業も解決策のひとつである。

上下水道は新しい分野であり、この分野の技術に特化した研修が必要である。

### 3. 本研修に対する期待

#### (1) 最も関心のある科目とその理由

水質管理：必要に合っている。この重要業務の担当者は、研修を受けた適任者であるべきである。

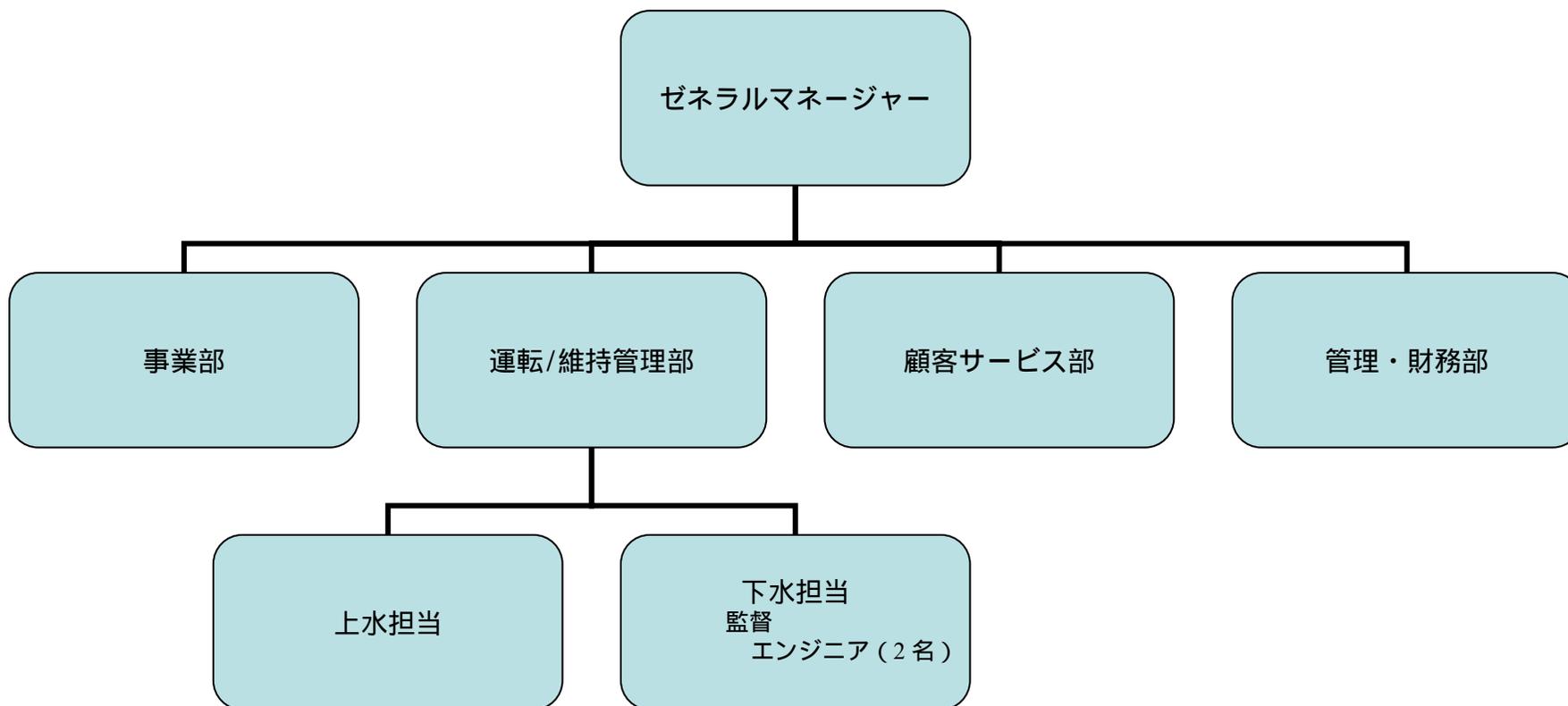
下水処理場、ポンプ場の維持管理：今日、水不足から処理水再利用の要請が高まっている。

#### (2) 帰国後の適用

本研修で得られる技術と知識によって現場のスキルを高めれば、技術、知識の適用に一層ふさわしい状況を創り出せる。また、本研修で他の研修員との交流を図る。

他国のベストプラクティスの実施も期待する。

組織図



本部職員総数は約 130 名

研 修 員 番 号 : No.8

研 修 員 氏 名 : アルマーヘル氏 ( Mr. ALMAHEL Ali Abdullah)

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省東部州水道局タイプ支所 化学エンジニア

-----

## 1 . 組織と職務

( 組織図 : 別紙参照 )

### ( 1 ) 組織の主な職務

安全な水の供給

- ・ 新たな配水網の建設
- ・ 井戸掘り
- ・ 分析による水質監視
- ・ 水の塩素消毒

環境を汚染しない污水収集

- ・ 下水道の建設
- ・ 下水ポンプ場の運転維持管理
- ・ 下水処理場の運転維持管理
- ・ 分析作業による下水処理場管理

### ( 2 ) 担当業務

- ・ 下水処理場の運転維持管理を監督する。
- ・ 塩素消毒設備の運転維持管理を監督する。
- ・ ポンプ場炭素ろ過設備の運転維持管理を監督する。

## 2 . 所属部署の問題点

### ( 1 ) 直面する問題

処理プロセスに支障を来す突発的な過負荷

原因はA-定期点検 B-曝気槽内の曝気装置が1~2個脱落するなど突発的な故障が起きた場合、プロセスから当該タンクを外さなければならない。

特に冬場の汚泥乾燥床では汚泥乾燥に時間がかかる。

下水処理場内の悪臭と虫の発生

### ( 2 ) 上記問題の解決法

拡張計画の迅速化と事前計画策定

汚泥管理の新技术(ベルトプレス)の導入

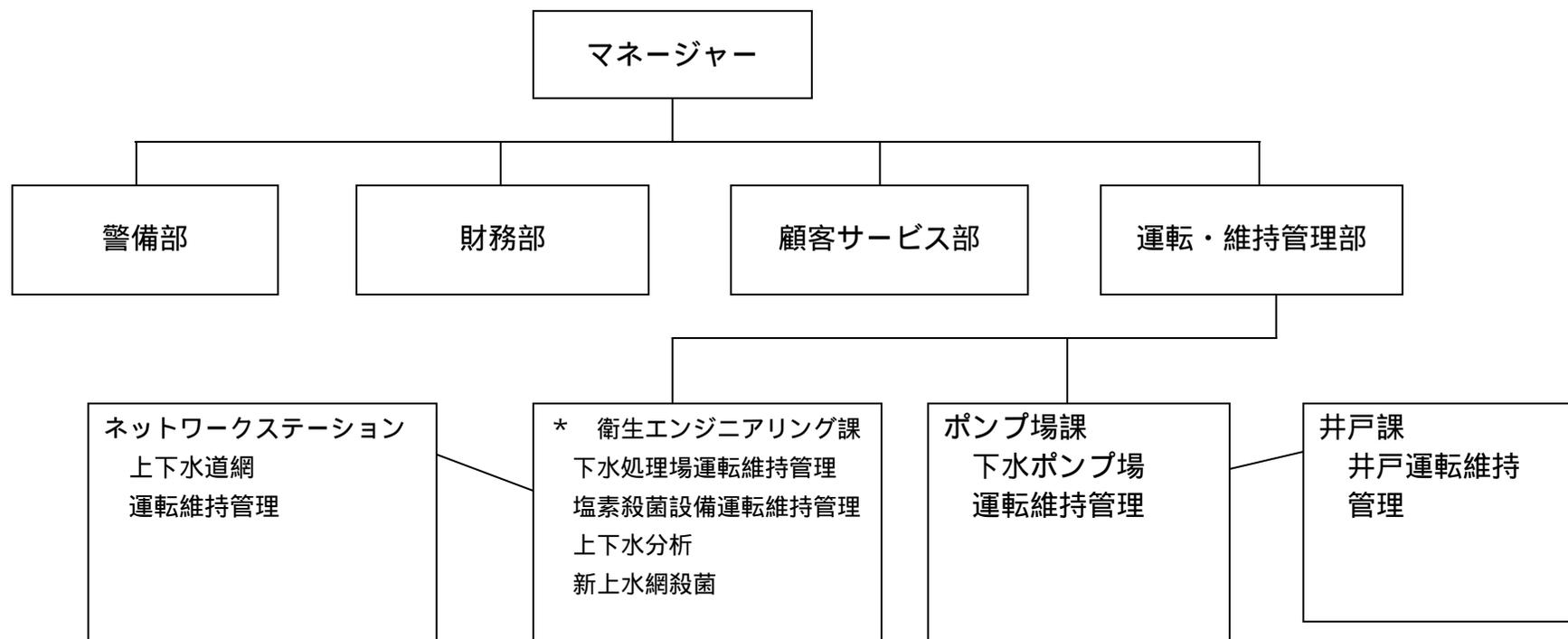
悪臭防止設備のベストシステムの検討

### ( 3 ) 問題解決での障害

解決策を適用するまでの煩雑な手続き

必要な純正予備部品の輸入に時間がかかる。

組織図



研 修 員 番 号 : No.9

研 修 員 氏 名 : アルカルニー氏 ( Mr. ALQARNI Hassan Qablan )

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水 電 力 省 アル アル 州 水 道 局 局 長

-----

## 1 . 組 織 と 職 務 ( 組 織 図 参 照 )

水 電 力 省 の 主 な 職 務 :

- 1 . 市 内 全 域 の 上 水 道 網 の 建 設 及 び 維 持 管 理
- 2 . 市 内 から 下 水 処 理 場 まで の 下 水 道 網 の 建 設 及 び 維 持 管 理
- 3 . ポ ン プ 場 の 建 設 及 び 維 持 管 理
- 4 . 浄 水 場 の 建 設 及 び 維 持 管 理
- 5 . 貯 水 槽 ( 地 下 ・ 地 上 ) の 建 設 及 び 維 持 管 理
- 6 . 下 水 処 理 場 の 建 設 及 び 維 持 管 理
- 7 . ダ ム の 建 設 及 び 維 持 管 理
- 8 . 井 戸 掘 り 及 び 維 持 管 理
- 9 . 貯 水 池 の 建 設 及 び 維 持 管 理

各 部 署 の 職 務 :

- 1 . 事 業 部 : 上 水 道 網 、 井 戸 、 貯 水 槽 ( 地 下 ・ 地 上 ) 、 ダ ム 、 ポ ン プ 場 、 処 理 施 設 、 浄 水 場 、 下 水 処 理 場 な ど の 管 理 及 び 新 規 事 業 計 画 。
- 2 . 運 転 維 持 管 理 部 : 上 水 道 網 課 、 井 戸 課 、 事 務 局 、 下 水 道 網 課 、 下 水 処 理 場 課 、 緊 急 対 策 課 ( 管 渠 破 損 等 の 対 応 ) の 6 課 で 構 成 さ れ る 。
- 3 . 上 水 部 : 農 地 、 建 設 現 場 、 緑 地 及 び 水 道 未 整 備 地 区 に 必 要 に 応 じ て 水 を 供 給 す る 。

## 2 . 所 属 部 署 の 問 題 点

### ( 1 ) 直 面 す る 問 題

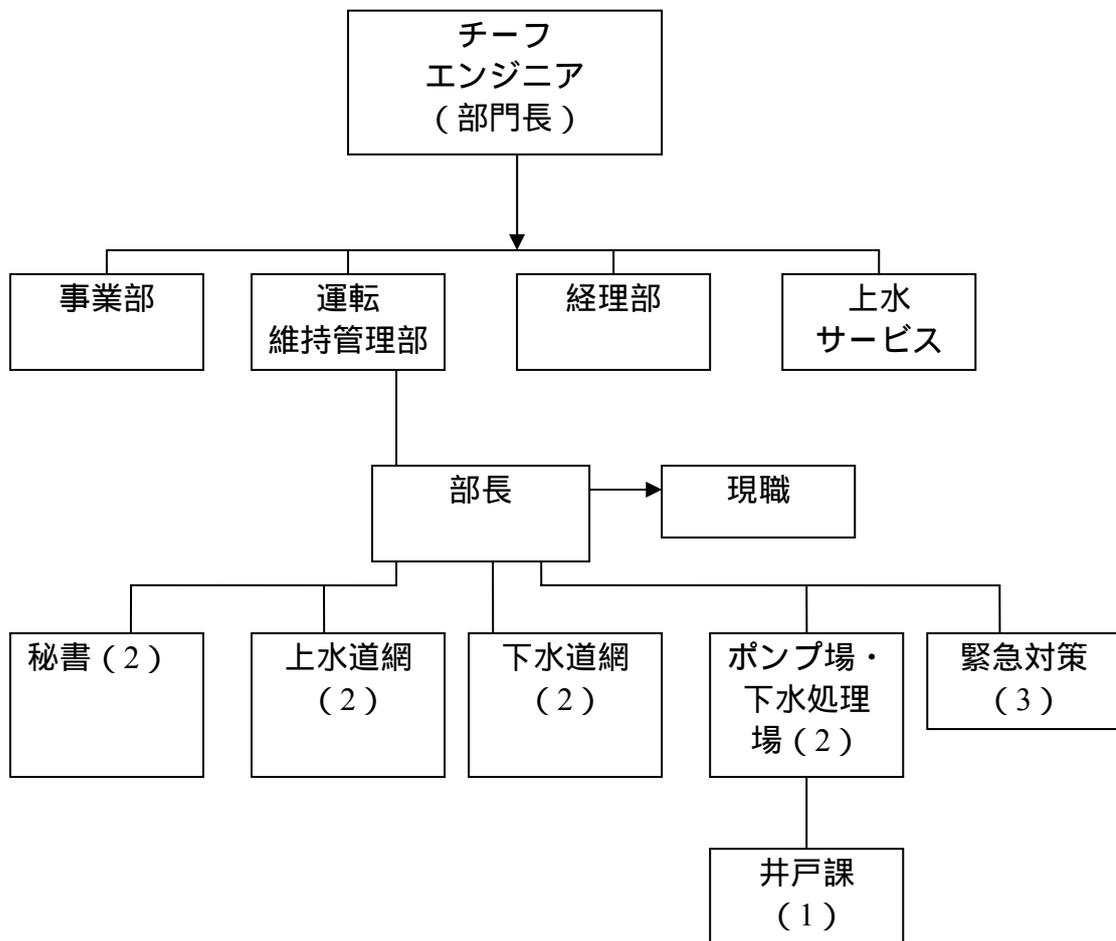
- 1 . 当 市 内 の 下 水 処 理 場 は 建 設 さ れ た も の の 、 住 宅 地 に 隣 接 し 有 害 細 菌 感 染 の お そ れ が あ る こ と 及 び 住 民 感 情 か ら 、 下 水 道 網 と は 未 接 続 で あ る 。
- 2 . ま た 、 市 内 で 最 も 低 い 谷 部 に 位 置 し 、 雨 水 が た ま り 下 水 処 理 プ ロ セ ス に 支 障 を 来 す お そ れ が あ る 。
- 3 . 15 年 前 に 建 設 さ れ た ポ ン プ 場 は 、 処 理 技 術 、 管 理 手 法 が 古 く 、 水 圧 の 問 題 や メ イ ン ラ イ ン の 漏 水 等 、 性 能 が 劣 化 し て い る 。 当 課 で は 、 市 の 発 展 に 役 立 つ 性 能 を も た せ る べ く 、 新 技 術 を 導 入 し た 改 修 を 検 討 し て い る 。
- 4 . 数 年 前 に 建 設 さ れ た 貯 水 槽 ( 地 下 ・ 地 上 ) の 容 量 が 、 市 の 需 要 を 下 回 っ て い る 。

5. 運転維持管理部は、新技術導入や設備のコンピューター化などが必要である。

### 3. 本研修に対する期待

運転維持管理の専門分野での業務を近代的なシステムを用いて、できる限り完璧にこなせるようになる。また、日本の専門家に業務の組織的な進め方を学び、本国と国民に役立つ仕事をする。

所属部門の組織図（部署名または業務内容）



研修員番号： No.10

研修員氏名： ゴマイリー氏 (Mr. GOMAIRY Hussain Mohammed)

所属組織及び現職： 水電力省ジャザーン州水道局運営維持管理 主任エンジニア

-----

1. 組織と職務 (組織図参照)

(1) 組織の主な職務

ジャザーン地方にある下水処理場の運転、維持管理、サービスの提供

(2) 担当業務

下水処理場及び浄水場の運転、維持管理

2. 問題点

下水処理場は運転を開始したばかりで今のところ稼働に問題はない。

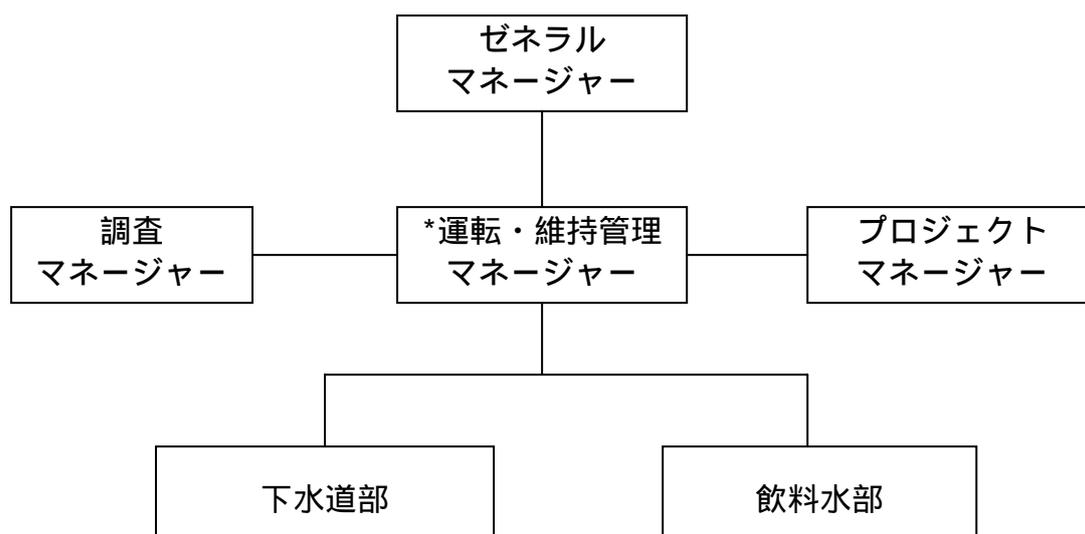
3. 本研修に対する期待

(1) 上記のとおり下水処理場が運転を開始して間もないので、専門知識や見識を深めたい。

(2) 理解を深め運転維持管理業務に適用する。

(3) 本研修で発想を得て実際の処理場にあてはめ、運転に応用する。

組織図



研 修 員 番 号： No.11

研 修 員 氏 名： ハウジャー氏 ( Mr. KHAWJAH Mohammed Yaqoub)

所 属 組 織 及 び 現 職： 水電力省メッカ州水道局タイプ支所下水処理所 所長

-----

## 1 . 組織と職務

( 組織図及び業務内容：別紙 1、 2 参照 )

タイプ支局はタイプ市民に飲料水を供給し、生活排水を収集、処理、再生する。再生水は配水システムに戻され、全農作物を対象とする安全な灌漑用水として利用される。また、上水使用量に課金し、上水使用料と下水道サービス利用料を徴収する。上下水道の運転、維持管理、改善及び雨水排水システムの運営を行う。( 雨水は洪水防止を目的に谷に排水される。)

さらに上下水道網及び雨水排水システムの新たな構築方法の検討も行う。

タイプ支局は飲料水13万m<sup>3</sup>/日を供給し、下水道網で収集された汚水4万8,000m<sup>3</sup>/日进行处理、また処理水4万6,000m<sup>3</sup>/日を非飲料給水システムに配水する。

職員は、政府職員が217名、請負業者社員が848名である。

タイプ支局管轄内の下水処理場マネージャーとしての主な任務は、タイプ下水処理場の運転、維持管理請負業者の監督である。業務は次のとおり。

- ・ 全処理設備の正常運転管理。
- ・ 維持管理に必要な予備部品の種類と品質の管理。
- ・ 処理水の水質管理。
- ・ 処理に使用する薬品の質と量の管理。
- ・ 分析結果認定の監督。
- ・ 下水処理での問題点の協議と解決。
- ・ 環境委員会における貢献。

## 2 . 問題点

### ( 1 ) 直面する問題

最大の問題は、BOD<sub>5</sub>の建設設計値200mg/lに対し流入汚水の平均BOD<sub>5</sub>が350mg/lとなっており、原水の生物負荷が予想以上に高いことである。設備の設計容量6万7,000m<sup>3</sup>/日に対し、平均流入水量は4万8,000m<sup>3</sup>/日である。設計者は長時間曝気槽タイプでの処理を考えていたので、BODの3分の1を除去し、溶解ミネラルは除去しない最初沈殿池の設計、建設を行わなかった。また、設計者は、汚泥を安定化して脱臭し、有害微生物の削減条件を満た

すための好気・嫌気性消化槽を設置していない。

このような状況では、設計者の意図に沿い、かつ基準を満たす下水処理は困難である。したがって、処理中の曝気槽内の溶存酸素量を増やすこと、そしてバランスのとれた担体を維持するために汚泥量を増やす必要がある。汚泥は乾燥床で乾燥後、処分場に廃棄される。汚泥の量が、56床ある乾燥床の容量を上回っており、また雨が降ると乾燥ができない。そこで脱水機を設置したが、膨大な量の脱水汚泥が発生している。処分場へ運ばれる汚泥の種類と量（1日に100m<sup>3</sup>以上の汚泥が発生する）が、公害を引き起こしている。

## （2）上記問題の解決法

曝気槽内の溶存酸素量を増やし汚泥を消化する。

汚泥脱水機を増やす。

最初沈殿池及び好気・嫌気性の消化槽を建設する。

汚泥焼却炉を建設する。

### ・ 問題解決での障害

解決法 ~ は当省の優先順位のなかで将来のプロジェクトである。 については、この技術の経験不足が主な障害となっている。

## 3. 本研修に対する期待

本研修での最重要テーマは、汚泥の処分及び日本の最新汚泥処理技術である。タイフ下水処理場で発生する大量の汚泥とその環境への悪影響を考えると、汚泥処理は直視すべき重要課題である。

当省は全国でこの問題を効率的に解決しようと取り組んでいる。

本研修の成果と習得した技術に基づき、特にタイフ市内の既存及び今後建設される下水処理場の汚泥問題解決のプロジェクトや提案策定に寄与する。

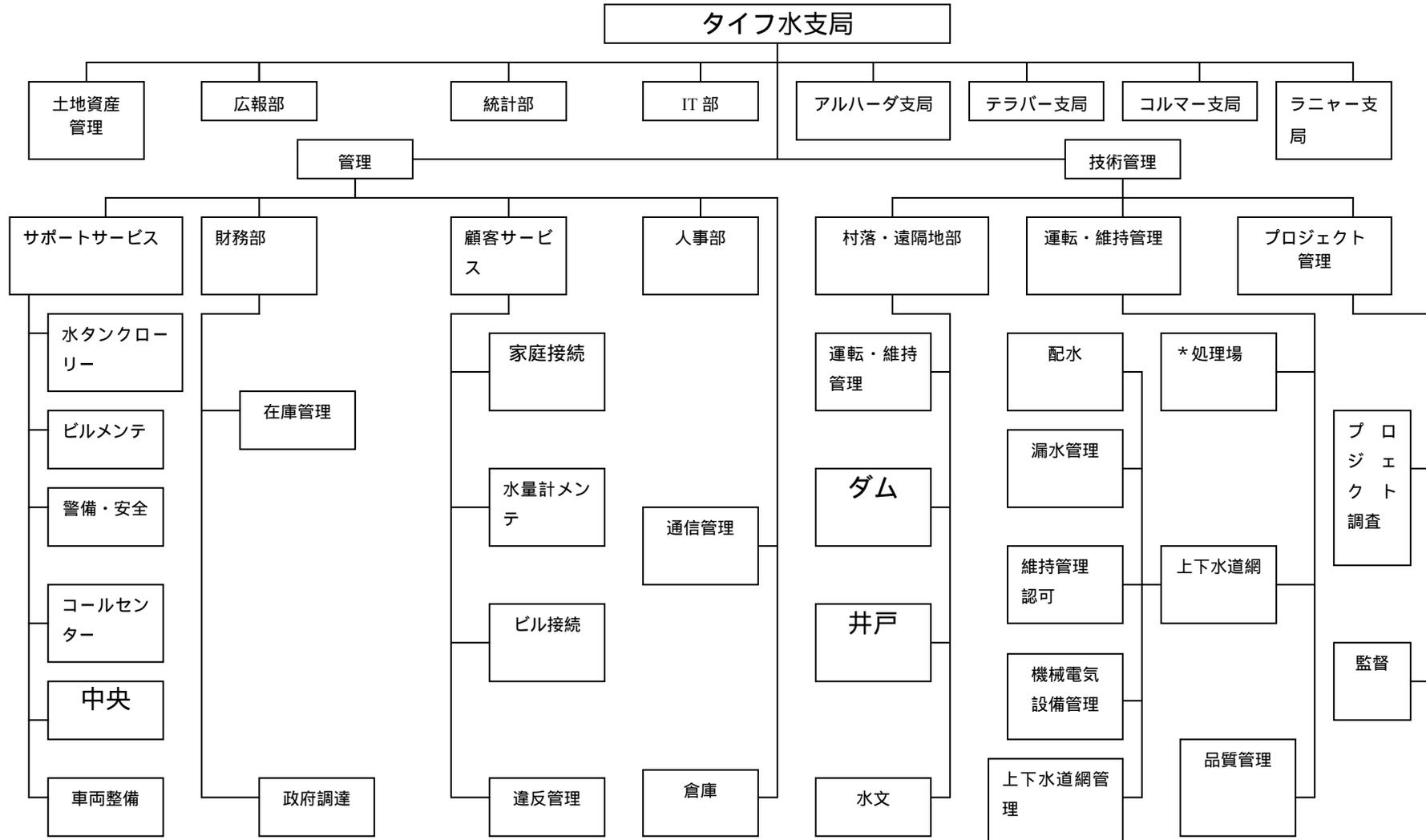
さらに、本研修によって日本の汚泥処理に関する知識を増やし、日本で近年開発された先端手法を導入する。

また、日本の水質管理、飲料水や処理水の滅菌方法にも関心がある。

当省は、現在水処理場や浄水場で使用されている塩素ガスに代わる新しい消毒方法を模索している。

さらに、水系からの試料採取方法及び試料の保管から分析に至るまでの手順にも興味がある。分析室の試料分析方法と分析機器について豊富な知識が得られることを楽しみにしている。そして研修で習得したことを同僚と分かち合う。

組織図



## タイフ水支局

- ・ 土地資産管理部  
タイフ支局の資産管理。
- ・ 広報部  
公式会議の調整と会議での決定事項や提言実施後の調査。
- ・ 統計部  
タイフ支局全業務の文書化及び定期報告書の発行。
- ・ IT技術部  
パソコンネットワークとハードウェアの維持管理、支局の他部署で使用するアプリケーションの開発。
- ・ 技術管理部
  - 村落・遠隔地担当  
水道網外の村落、遠隔地への給水を行う。タンクローリーで水を供給し、当該地域では常に新たな自然水源の調査が行われている。さらに請負業者が行う井戸とダムの運転、維持管理を監督する。
  - 運転・維持管理部  
上水道、下水道網、上下水揚水場、下水処理場の運転、維持管理及び漏水や飲料水の水質監視
  - プロジェクト管理部  
市の上下水配管の需要調査と新規地区への配水、新規事業立ち上げの監督。
- ・ 管理
  - サポートサービス部  
顧客からの断水、水/汚水漏れの苦情に対応する。上水道網未整備の遠隔地に対しタンクローリーで給水する。さらに施設の警備、安全、支局所属車両の整備。
  - 財務部  
支局の予算管理
  - 顧客サービス部  
上下水道接続を希望する家庭からの申し込みに対応する。上水使用量と下水道使用料に課金し徴収する。
  - 人事部  
雇用、給与、昇格、公休を担当する。
  - 通信管理部  
タイフ水支局と他の国内支局間の書類、書簡のやり取りを担当する。
  - 倉庫部  
当支局に供給する重要資材を保管し、必要に応じて各部署へ資材を供給する。

研 修 員 番 号 : No.12

研 修 員 氏 名 : アルコムサーン氏 ( Mr. ALKHOMSAN Hamad Salem)

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省ナジュラーン支局 エンジニア

.....

1 . 組 織 と 職 務 ( 添 付 な し )

2 . 所 属 部 署 の 問 題

( 1 ) 直 面 す る 問 題

- ・ 業 務 分 野 の 専 門 家 と の 接 触 が ない。
- ・ 業 務 改 善 研 修 プ ロ グ ラ ム が 削 減 さ れ た。

( 2 ) 上 記 問 題 の 解 決 法

日 常 業 務

( 3 ) 問 題 解 決 に お け る 障 害

研 修 セ ン タ ー が ない。

3 . 本 研 修 に 対 す る 期 待

( 1 ) 最 も 関 心 の あ る 科 目 と そ の 理 由

全 科 目 に 関 心 が あ る 。 本 研 修 で 経 験 を 積 み 、 業 務 に 生 か す 。

研 修 員 番 号 : No.1

研 修 員 氏 名 : アルアキール氏 ( Mr. ALAQEL, Khalaf Khalifah K )

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省ハイル州水道局技術課 課長

-----  
題 名 : 下水処理水の有効利用

### 概要

サウジアラビア王国は水の利用に大きな進歩を達成している。砂漠が多いため、海水淡水化の利用や地下水による上水の供給ができるようになりました。しかし、これは莫大な費用がかかるため、下水の再利用をすることを考えなければならない。現在下水処理された量の23% (市町村から出ている全体下水量の7%) しか再利用されていません。

この研修で日本の下水経験はよい参考になりました。例えば、下水処理場から河川や海に放流される水の基準 (T-P, T-N) など、または汚泥処理からできた材料を建築資材 (セメントなど) や燃料に使用しています。これは環境を守るだけではなく、経済的にもなります。

現在ハイル州バックア県に下水処理場プロジェクトの建設予定がある。建設業者は既に建設現場において準備の段階に入っています。この処理場は3次処理方法を利用する予定です。

しかし、この処理場を運転開始後に環境問題が起こることが予測されます。

建設される下水処理場は町から11kmしか離れていない。地理的に見るとバックア市は60×60km<sup>2</sup>傾斜地域の一番下の位置にある。そのために雨水はいつも町の周辺 (低場所) に集まります。

下水処理場の運転開始後に放流水は近くの谷に流す予定である。そうなると、放流された水は時間をかけて自然流下で町の周辺に流れ、町の周辺に沼などが出てきます。それは住民の健康や環境に大きな破壊を与えます。したがって、このような破壊が起こる前に、処理場運転開始前に早めに手を打っておいたほうがよいと思います。

この問題を解決するために、3次処理された水の放流は処理場の近くにある公園や道路沿いの木などに再利用すればよいと思います (農業用水として)。

### 目的

町周辺に環境問題防止。

3次処理された水を木や庭園などに農業用水として利用。

- 処理場に近い道路沿い木に灌漑
- 森林に灌漑。処理場から6kmを離れている森林地域までパイプで送る。処理された汚泥を利用する (森林に肥料)。

森林を増やすために利用、また他の地域から森林を処理場周辺に移して、成長させる。

市役所との協力で処理場の近くに森林観光公園をつくる。

## **実施期間**

### 第1段階（6ヵ月）

- 処理場から放流水を運ぶパイプの建設、長さ、直径などについて調査。
- 必要なポンプ数（2～3台）について調査。
- 森林観光公園に排水するシステムについて調査。予定面積は500x1000m<sup>2</sup>。
- 放流水をためるために容量約1万m<sup>3</sup>貯水池の建設設計及び調査を行うこと。生物活性化を防止するためにこの池にためている水に定期的に塩素を足す。池から森林観光公園と道路沿いの木に2つのラインで排水を行う。
- それらの計画や調査はハイル州水道局に提供し、討論する。

### 第2段階（6ヵ月）

- このプロジェクトを実施するために必要な予算や材料を概算する。
- プロジェクトとして入札募集を行う。
- 実施期間中に業者は仕様を満たしているように当方で観察する。実施完了はできるだけ処理場運転開始と同時に行うように設定する。

### 第3段階（長期間）

- 高度処理された放流水は無規制灌漑の基準（BOD, COD, SS, T-N, T-P）に一致しているかどうか観察する。
- 処理された汚泥の質をチェックする。森林や庭園に肥料として使用できるかどうか検査を行う。

## サウジアラビア下水放流水の基準

(水農業省 1987)

基準	最大値 (mg/l)	
	規制がない灌漑	規制がある灌漑
BOD	10 (平均/1月)	25 (平均/1月)
	15 (平均/1週間)	30 (平均/1週間)
SS	10 (平均/1月)	25 (平均/1月)
	15 (平均/1週間)	30 (平均/1週間)
濁り (Turbidity)	5	5
pH	6~8.4	6~8.4
硝酸 (Nを表す)	10	10

## 計画実施予定表

	第1段階						第2段階						第3段階	
	2008						2008						2009	2010
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2-12	1-12
処理場から放流場までの運送パイプ調査	■	■												
ポンプ数及び容量の調査		■												
10,000m <sup>3</sup> 貯水池を建設設計及び調査			■	■										
ワイルド木に排水するシステムの調査					■	■								
必要な予算や材料の概算							■	■						
プロジェクト入札募集									■	■	■			
仕様に従ってプロジェクトを実施												■	■	
放流水の水質のチェック														∞
再利用前に処理された汚泥の質をチェック														∞

研修員番号： No.2

研修員氏名： アルバラウィ氏 (Mr. ALBALAWI Abdulrahem Salem)

所属組織及び現職： 水電力省リヤド州水道局運営課 課長及び臭気管理部 部長

-----  
1. はじめに

国際協力機構により実施された研修プログラムでは多くの貴重な情報や実習の機会を与えられ、研修員に大変大きな成果をもたらした。そのなかから、リヤドの下水処理設備の効率化と性能向上のために適用できることを本アクションプランで言及したい。リヤドの下水処理場で抱えている問題は再利用過程で生じる汚泥の処理とそれに伴うエアレーションタンク内の活性汚泥濃度 (MLSS) の上昇である。故に、研修で学んだ内容を基に、汚泥処理に取り組む所存である。

2. 問題の特定

下水処理により生じる汚泥の処分が不適切である。

3. 問題の原因

- ・ 汚泥乾燥機のいくつかが故障し、部品がないために修理されず、長期間放置された状態にある。
- ・ 汚泥の運搬と処分が円滑に行われていない。そのため、処分場敷地内に投棄される汚泥が山積みとなり、その結果、運搬委託業者との法的問題が生じる。

4. 既存作業に対する提案解決

- ・ 部品の調達と定期点検の詳細とスケジュールを設定する。
- ・ 既存設備を補うために新しい乾燥機を導入する。(第3ユニット乾燥用ガス遠心分離機の設置)
- ・ 環境保全を念頭に、汚泥の運搬と処分の条件と詳細事項を決める。

5. 研修中に学んだ内容を基に行う提案解決

リヤドの下水処理施設から発生する汚泥の運搬とその処分を汚泥乾燥の導入により環境保全に適した形で活発化し、有機肥料としての再利用や埋立て処分を行う。

## 6. 実施

本アクションプランは委託業者が土地とすべての必要な機器や人材を投入し、処理、運搬、運転、維持を行うことで遂行される。資金は水電力省から拠出され、予算は、1,800万サウジアラビア・リヤル必要であると概算される。事業は委託業者と3年の契約で実施される。

## 7. 本アクションプランにおける研修員の責務

- ・ 契約、規格、汚泥量に関する事項の設定
- ・ 入札申込み業者の分析
- ・ 本アクションプランにかかわるすべての必要な行政手続きの遂行
- ・ プロジェクトの実施期間中の監督
- ・ アクションプラン開始時から契約期間中に至る汚泥の運搬と処分の監督

## 8. 期待される成果

- ・ エアレーションタンク内のMLSS濃度が大きく改善される。
- ・ 汚泥の再利用可能を左右する流入汚水の規格改善
- ・ 最終沈殿池と通気の安定

## 9. アクションプラン実施スケジュール

汚泥乾燥による汚泥処分の日程表

プロジェクトの実施段階	2008年												2009年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
契約条件や仕様準備																								
関係者合意のための事務手続き																								
入札募集																								
入札比較及び落札																								
実施開始																								
汚泥運送開始													契約終了まで											
処分過程開始													契約終了まで											

研修員番号： No.3  
研修員氏名： アルガムディ氏 ( Mr. ALGHAMDI Abdulaziz Eid)  
所属組織及び現職： 水電力省アルバー八州水道局技術部次長及び下水部 部長

-----  
**現状**

市の面積：1,000km<sup>2</sup>  
下水道普及区域：200km<sup>2</sup>  
市の人口：10万1,000  
気温：10 (冬) 30 (夏)  
下水道普及人口：0  
下水処理水：0  
幹線管渠：0  
下水処理場：0

**3年後**

下水道普及人口：3万人  
下水処理水：1万6,200m<sup>3</sup>/日  
幹線管渠：75km  
下水処理場：1カ所 (3次処理)

**テーマ**

アルバー八地方では全域をカバーする下水処理場の建設が、建設中のもの、コンサルタント会社と協議中のものを含め進行中であり、2年後には稼働が開始される。

原理と方程式を適用して、以下に述べる目標を生物学的、機械的に達成する。処理場運営はアルバー八地方水道局が管理し、維持管理は請負業者が行う。

**アクションプラン内容**

「下水処理場運営で使用する等式」

**監視項目**

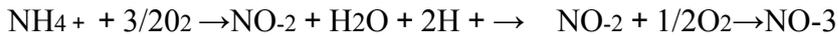
HM(cd,pb,cr6+.hg,as,se), cn, pcb,f, b,有機塩素化合物、ダイオキシン,  
環境項目 [ ph, BOD, cu, zn, fe, ss, フェノール、ノルマルヘキサン ( 油脂 ) ]

**COD計算式**

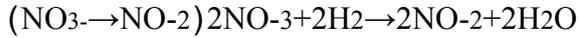
$COD_{mn}(mg/l) = (a-b) * F * 0.2 * 1,000 / \text{サンプル量}(MI)$

1日の総負荷  $L = C * Q * 10kg / \text{日}$

## 生物学的硝化によるアンモニアの変化



### 硝化と脱窒



$$\text{SRT (日)} = \theta = \text{Va} * \text{Xa} / (\text{Qw} * \text{Xw}) + (\text{Q} - \text{Qw}) * \text{Xe}$$

$$\text{SRT (近似方程式)} = \theta_c = \text{Va} * \text{Xa} / \text{Qw} * \text{Xw}$$

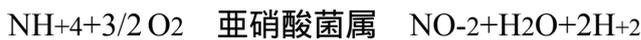
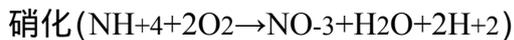
$$\text{BOD負荷量 } \text{Lv} = \text{Q} * \text{Sc} / \text{Va} * 10^{-3} (\text{kgBOD} / \text{m}^3 * \text{日})$$

$$\text{BOD-SS負荷} = \text{Ls} = \text{Q} * \text{Sc} / \text{Xa} * \text{Va} (\text{kg BOD} / \text{kgMLSS} * \text{日})$$

$$\text{HRT(水理学的滞留時間)} = \theta = \text{Va} / \text{Q}$$

$$\text{反応槽のMLSS} = \text{Xa} = \text{R} * \text{Xr} + \text{Sss} / 1 + \text{R}$$

$$\text{返送汚泥率} = \text{R} = \text{Xa} / \text{Xr} - \text{Xa}$$



### 総リン(T-P)試験方法

サンプル適量を分解瓶に採る。水を加える。(20ml溶液を作る。) 10ml加える。(水酸化溶液とペルオキシ二硫酸カリウムの混合溶液) 瓶の蓋をする。オートクレーブに入れる。(120 で30分) 取り出して冷ます。適量の分解液を試験管に移す。(サンプル5ml) 水を加える。(10mlにする。) 混合試薬1ml よく振る。15分後880nmでの吸収度を測る。

$$\text{混合試薬} 100\text{m} = \text{a} + \text{b} + \text{c} + \text{d}$$

### 総窒素(T-N)試験方法

サンプル適量を分解瓶に採る。(総窒素0.3mg以下) 水を加える。(20mlの溶液を作る。) 10ml加える。(水酸化溶液とペルオキシ二硫酸カリウムの混合溶液) 瓶の蓋をする。オートクレーブに入れる。(120 で30分) 取り出して冷ます。適量の分解液を試験管に移す。(サンプル5ml) 水を加える。(25mlにする。) 0.5ml加える ~ [塩酸(1+11)] 強く振る。220nmでの吸収度を測る。

沈殿30分後の懸濁液中のSVI(ml/g)は、

$$\text{SVI} = \text{SV}(\text{vol}\%) * 10 / \text{MLSS}(\text{mg/l})$$

$SRT(\text{固形物滞留時間}) = \text{曝気槽の容積}(\text{m}^3) * MLSS(\text{mg/l}) / RSSS(\text{mg/l}) * \text{余剰汚泥量}(\text{m}^3/\text{日}) + \text{流入水のSS}(\text{mg/l}) * \text{流入水量}(\text{m}^3/\text{日})$

$\text{滞留時間} = \text{タンクの容積}(\text{m}^3) * 24(\text{時間/日}) / \text{流入水量}(\text{m}^3/\text{日})$

$\text{汚泥日齢} = \text{曝気槽の容積}(\text{m}^3) * MLSS(\text{mg/l}) / \text{最初沈殿池からの流出水のSS}(\text{mg/l}) * \text{曝気槽の流入水量}(\text{m}^3/\text{日})$

## 目標

- 1) 公害を防止し、清潔で健康的な環境を保つ。
- 2) 下水処理場の運営維持管理を調整する。
- 3) コスト削減
- 4) 下水処理場の効率化
- 5) 日本の試みを運営維持管理の参考にし、先端技術を活用する。

## 財源

日本の専門機関及び下水管理方法に照らして事業予算編成前に新技術のコストを見積る。

## 人材

新技術について納入業者から提案を聞く。

## 私の役割

- (1) 仕様書など入札書類を準備する。
- (2) スキルを向上させる。
- (3) 新規下水道事業に新技術を適用する。
- (4) 下水道管理改善方法を探る。

## 提言

- (1) 地域に必要な新しい汚泥処理処分技術のカタログを日本から入手する。
- (2) 老朽化した管渠の補修技術を日本から導入する。

研修員番号： No.4

研修員氏名： アルカハターニ氏 (Mr. ALQAHTANI Fares Saleh)

所属組織及び現職： 水電力省アシール州水道局下水処理所 所長

-----  
題名： 活性汚泥方式下水処理場におけるエアレーションタンク及び最終沈殿池内の発泡（スカム発生）の抑制

## はじめに

「下水処理施設の運営維持向上」研修コース参加の研修員間で、各自が1つないし複数の問題をアクションプランで取り上げ研究し、その後、皆で各々の出した解決策を共有するということで合意した。その理由は次のとおりである。

- ・ 皆、水電力省に所属している。
- ・ 抱える問題が類似しているため、各自が1つの問題点に集中したほうがよいと考えた。
- ・ アクションプラン策定の時間が短い。

本アクションプランでは、活性汚泥方式下水処理施設におけるエアレーションタンク及び最終沈殿池内の発泡（スカム発生）の抑制を取り上げる。

## 日本の下水処理施設における発泡抑制

エアレーションタンクや最終沈殿池内の発泡がサウジアラビアの下水処理施設における大きな問題のひとつである。本研修で、日本の下水処理施設における発泡が次の2つの理由で非常にまれであることが分かった。

- ・ 日本では下水設備が住宅地域にかなり高い割合で普及している。サウジアラビアでは、普及率が50%もしくはそれ以下である都市が存在し、下水設備の代わりに腐敗の原因である汚水浄化槽が利用されている。しかし、今後数年で、この問題を解決するための大事業が完了することになっている。
- ・ 日本では、下水処理施設の設計パラメーターに見合わない産業・家庭排水が処理施設に流入しないようにする規制や条件が設けられている。サウジアラビアも同様の規制を設けているので、下水システム整備事業の完了後、適用できる。

日本では、発泡が微量のため、発泡を問題として抱える下水処理施設はないことも研修で知った。

## ハミースマシート（Khamis Myshit）市の下水処理施設の現状

上記のように、発泡がサウジアラビアの下水処理施設では大きな問題である。ハミースマシート市の下水処理施設のエアレーションタンクの気泡は層が厚く、茶色で、絶えず増えている。市の人口は40万人で、下水システムの普及率は約70%である。処理施設の計画汚水量は3万m<sup>3</sup>/日である。2009年末までには、普及率が約90%になり、6万m<sup>3</sup>/日の計画汚水量の新しい下水処理施設の稼働が始まる。これらの新事業により発泡が抑制され、処理後の水の再利用が助長されることが期待されている。

### アクションプランの目的

- ・ 発泡の主な原因の特定
- ・ 発泡を促す物質の下水処理施設への流入を防ぐための排水処理規制の見直し
- ・ 発泡の原因究明のための研究室試験
- ・ 検鏡のための器具設置による下水処理研究室の整備
- ・ 下水処理施設における運転実験
- ・ 発泡の問題とその解決方法を記したサウジアラビアの他の下水処理施設向けパンフレットの作成

### アクションプランの詳細

本研修中、日明浄化センターで発泡抑制に関する情報を得た。十分とはいえませんが、よい指針となった。当浄化センターで学んだ発泡の主な原因は下記表のとおり。

表1：日明浄化センターにおける発泡の原因と対策

発泡（スカム発生）場所	原因	対策
エアレーションタンク	ゴルドナ属微生物（ノカルジア菌：糸状菌）	・ 嫌気性及び好気性処理 ・ 汚泥滞留時間（Sludge Retention Time：SRT）の短縮
最終沈殿池	脱窒	・ SRTの短縮

発泡（スカム発生）を抑制するには、運転実験や、研究室試験、及び規制の見直しを要する。その観点から、本アクションプランは、短期・長期計画で構成されている。

## 短期計画

- ・ 対象下水処理施設における発泡の主要原因を特定するための研究室試験の開始
- ・ エアレーションタンクからの気泡の吸引除去
- ・ 汚泥齢の調整
- ・ SRTの調整
- ・ DO（溶存酸素）の調整

## 長期計画

- ・ オイル・グリース分離機（トラップ）の効率向上もしくは、再建
- ・ エアレーションタンクへの散水システムの設置
- ・ 散水に塩素溶液（最大50mg/l）混入
- ・ 返送汚泥塩素消毒
- ・ 腐敗臭管理（腐敗臭は、汚水が嫌気性になり、嫌気性菌が有機物質を有機酸に発酵されるときに発生）。腐敗臭は浄化槽内及び長い下水道内で管理する。

## 資金

概算と資金源：

計画の大半は下水処理施設の運転維持契約予算内で実施可能である。計画内容のうち次の2つは運転契約予算以外に新たな予算を必要とする。詳細は下記の表のとおり。

表2：新たな予算を必要とする2計画とその推定費用

計画	推定費用
オイル・グリーストラップの修復もしくは建設	SR 50,000 (13,333ドル)
エアレーションタンクへの散水システムの設置	SR 40,000 (10,667ドル)

表2の数字は推定費用であり、変更の可能性がある。資金は新たな事業向け、もしくは、維持計画向けとしてアシール州水道局より拠出されることになる。

人材：

本アクションプラン実施に要する職員は揃っているが、研修が必要である。また、適任でないと判断された場合は職員の変更もあり得る。

本アクションプラン実施に必要な人材は以下のとおり。

- ・ 行程技師
- ・ 作業技師

計画のなかで新たな建設が必要な部分は、委託業者により行われることになる。

年 月		2008												2009											
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
短期計画	研究室実験開始																								
	エアレーションタンクからの気泡の除去																								
	汚泥齢調整																								
	SRT調整																								
	DO調整																								
長期計画	オイル・グリーストラップ整備																								
	散水システム設置																								
	散水塩素消毒																								
	返送汚泥塩素消毒																								
	腐敗臭管理																								

アクションプランスケジュール

研修員番号： No.5

研修員氏名： アルデワイレジュ氏 ( Mr. ALDWAYREJ Khalid Kraim)

所属組織及び現職： 水電力省アルコラヤート州水道局 局長

-----

1. 前書き

先日ジョブレポートでクラヤート支局が抱える諸問題について発表した。本研修中様々な問題の対策について学びましたが、時間の関係で問題を1つに絞って発表する。後の諸問題は日本で得た情報や知識を生かして仕事の現場で直接取り組んでいきたい。

2. 問題の説明

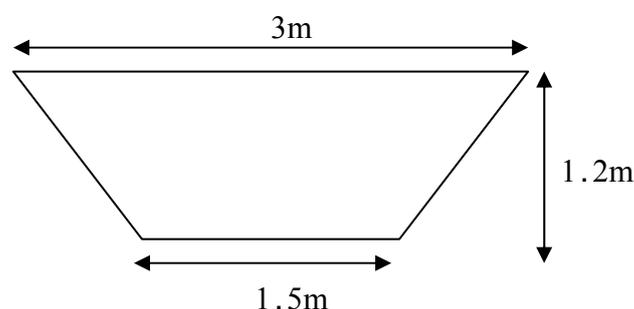
処理場での問題は処理された水が再利用されず、小さな沢（長さ3km、幅80cm、深さ60cm）に放水され、町の近いところの沼に流れ込む。それがゆえに、環境に悪影響を与えていると苦情が殺到する（有害昆虫や悪臭の発生や富栄養化により沢の流れがいつも停滞するという苦情）。

3. 本研修で学んだ問題解決の案

処理された水を運ぶ長さ12kmほどの水路を作り、石材で造られた人工の水門という仕組みで酸素が水に入り、5,000m<sup>3</sup>の貯水池にためる。貯水池の水をクラヤート州全体の公園や道路の植木の水遣りに使い、残った貯水池の処理水を使い、将来住民が遊ぶテーマパークを建設する。

4. プロジェクトの設計

放水路の長さは12kmで、勾配を考え、500mの間隔で、水門ができる設計にする。



## 5. 私の役割

私は県議会の議員でもあり、クラヤート州とその周辺の集落をつくる公共サービス調整委員会の委員です。この問題が毎回毎回、議会や集会の議題にされている。そこで私がプロジェクトのプランや技術的な基準をつくり、委員会の委員たちに提案し、プロジェクトの実行を推薦する。

## 6. プロジェクトのスケジュール

	2008年												2009年						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
プロジェクト基準を決定																			
委員会に提出																			
事務的財務的手続き																			
入札と開札																			
プロジェクト開始																			

研 修 員 番 号 : No.6

研 修 員 氏 名 : アルハルビ氏 ( Mr. ALHARBI Abdulaziz Rashed)

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省タブーク州水道局下水処理所 所長

.....  
アクションプラン ( 1 ): 下水網における油脂管理

アクションプラン ( 2 ): 下水処理場内の全分析機器と制御盤を保護する。

アクションプラン ( 3 ): 汚泥管理

アクションプラン ( 1 ): 下水網における油脂管理

現状

- ・ 普及区域 : 5,000ha
- ・ 普及人口 : 30万
- ・ 普及率 ( 面積 ): 85%
- ・ 普及率 ( 人口 ): 90%
- ・ 管渠総長 : 355km
- ・ 下水処理場 : 1カ所
- ・ ポンプ場 : 1カ所

レストランや大規模ビルから流れ出る油脂から下水網を守るシステムがない。したがって、特に冬場のパイプの閉塞など下水網に多くの問題が起き、下水処理場及び機械設備にとっても厄介である。

目的

レストランや大規模ビル内で汚水から油脂を分離する小さなタンクを使って下水網と処理場を守るシステムを構築する。

計画段階

#### 1 . 情報の段階

レストランを監督するタブーク市に対し、本プロジェクトを説明する必要がある。また、自治体と協力して法を整備し、違反業者への罰則を規定する。

情報の段階には次の作業が含まれる。

- ・ 分離タンクの設計
- ・ 分離タンクの仕様
- ・ 分離タンクの図面作成
- ・ レストラン数
- ・ 費用見積り

2. 試験・評価の段階
3. 実施・フォローアップの段階

#### 財源（概算）

設計、図面、仕様などの事務費用として、1万5,000SR。  
レストラン監視スタッフの年間給与として、12万SR。

#### 人材

- ・ エンジニア（1名）
- ・ リーダー（1名）
- ・ レストランのモニタリング（2名）

#### 私の役割

本プロジェクトのエンジニアとして調査、設計、実施を監督する。

#### アクションプラン（2）：下水処理場内の全分析機器と制御盤を保護する。

##### 現状

タブーク市には下水処理場が1カ所あるが（処理能力：6万m<sup>3</sup>/日）分析機器、計器、制御盤の多くが砂嵐、高温、日光から保護されていない。そのため、DO、T-SS、温度、流量、アンペア、ボルトなど重要項目の表示ミスが起き、処理プロセスに悪影響を与えている。

##### 目的

表面断熱または専用室によって、全分析機器、測定器、制御盤をカバーする。表示ミスがなくなり、処理プロセスが改善される。

##### 計画段階

1. 情報の段階
  - ・ カバーまたは特別断熱室の設計
  - ・ カバーまたは特別断熱室の仕様
  - ・ カバーまたは特別断熱室の図面作成
  - ・ 費用見積り
2. プロジェクトを実施する請負業者との契約  
低価格の請負業者と契約を交わす。
3. 材料納入の段階  
請負業者はカバーの納入に時間がかかる。
4. 実施・フォローアップの段階

## 財源（概算）

設計、図面、仕様など事務費用として、1万SR。  
納入、設置の契約費として、50万SR未満。

## 人材

- ・ 設計エンジニア（1名）
- ・ 契約担当エンジニア（1名）

## 私の役割

プロジェクトの監督

## アクションプラン（3）：汚泥管理

### 現状

当下水処理場では汚泥埋立てプロセスに問題があり、機械、労力を必要とする。RSSS（返送汚泥濃度：Recycle Sludge Suspended Solids）やMLSSなど重要指標を調整し、処理場内で汚泥をリサイクルすることが解決策となり得る。

### 目的

- ・ 廃棄する汚泥の削減
- ・ 設備の維持管理削減
- ・ マンパワーの削減

### 計画段階

1. 情報の段階
  - ・ SRTの測定
  - ・ HRT, MLSS, RSSSの測定
2. 研修・展開の段階  
運営担当スタッフの研修を行う。
3. 実施・フォローアップの段階

### 財源と人材

資金は必要ない。また、運営スタッフの研修はわれわれ自身が行う。

運営スタッフ：37名（エンジニア（1名） リーダー（3名） オペレーター（25名） 作業員（8名））

### 私の役割

監督

### 実施予定表

年		2008年												2009年											
月		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
アクションプラン(1)	情報の段階	■	■	■	■	■	■	■																	
	試験・評価の段階								■	■	■	■	■												
	実施・フォローアップの段階													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
アクションプラン(2)	情報の段階	■	■	■																					
	プロジェクトの契約				■	■	■																		
	材料納入の段階							■	■	■	■	■													
	実施・フォローアップの段階												■	■	■	■	■								
アクションプラン(3)	情報の段階	■	■	■																					
	研修・展開の段階				■	■	■	■																	
	実施・フォローアップの段階								■	■	■	■	■	■	■										

研 修 員 番 号 : No.7

研 修 員 氏 名 : アルジャミリ氏 ( Mr. ALJAMILY Abdulaziz Sayr)

所属組織及び現職 : 水電力省カシーム州水道局 機械エンジニア

-----  
題名 : BOD値の改善

## I. はじめに

下水処理とは、不純物を取り除き、残りの汚水を処理後、安全に河川、海、土に返すことで、自然水系へ再び戻すことである。

処理目的は、汚水から有機物、固形物、栄養物、病原生物、その他の汚染物質を減らす、もしくは除去することである。処理施設は汚染物質の受入れを制限し、施設の劣化を防ぐ必要がある。そのため、各下水処理場はBOD5、浮遊物、大腸菌群、その他の汚染物質の許容範囲のリストを明確にしていなければならない。

生化学的酸素要求量 ( BOD ) は水中の汚染有機物質量を表す最も一般的な指標であり、水中に存在する腐敗性有機物質量を表す。そのため、BODが低いということは、水質がよいということであり、逆に、BOD値が高いと、汚染された水であるということになる。

### ・ 下水処理概念

溶存酸素 ( DO ) は汚水やその他の排水からの有機性物質が大量に水中に存在するときに、細菌によって消費される。DOは水中に溶解された状態で存在する酸素の量を表す。DO値がある一定の水準を下回ると、その水中にある生物は生きのびることができない。つまり、水中への酸素供給が低下すると、水生生物へ悪影響を与える。エネルギーは酸化プロセスで発生する。BOD値は汚水の汚濁レベルを特定する。下水処理において、BOD値が250mg/lから25mg/lになるということは、90%の浄化が行われたことを意味する。

### ・ 現状

アルカシム地区には現在、下水処理施設が5基存在し、処理方法と処理水の質が異なる。上記の概念と現状を照らし合わせてみると、下水処理能力が皆無か弱いことが分かる。

## ．分析結果

下水処理場のパラメーター解析結果を下表に記す。

都市名	処理 タイプ	計画 汚水量	流入量	BOD5		COD		SS		備考
				入	出	入	出	入	出	
Buraydah	3次処理	69,000	58,000	185	6.5	390	19	190	4	
Unaizah	2次処理	10,500	16,000	147	69	335	110	116	48	過負荷
Arrass	1次処理									
Bukayriah	2次処理									
Muthnap	2次処理	8,000	250	183	70	241	130	139	80	

上記表から分かるように、パラメーターの大半が計画範囲を超過している。概念や「はじめに」で記したように、下水処理場の質は酸素の量に左右される。この観点から、下水処理水の質を上げる鍵は、**酸素供給**にある。一般的にみて、溶存酸素濃度が高ければ、水質がよい。溶存酸素濃度が低ければ、生存不可能な有機生物もいる。

## ．適切な対策

まず、この重要な対策において、自分を鼓舞するためにも、所属組織に提案書を提出する。進捗報告も定期的にも局長に行く。下水処理水の質の向上のための対策は次の2段階に分けて行う。

### 1 - 処理場整備

- ・分析器具がきちんと測定できるよう徹底整備する。
- ・過去のデータを収集する。
- ・本対策実施にあたり別々の適切な分析シートを作成する。
- ・ある特殊な機器が必要な場合は、われわれの能力と責任の範疇で、最も容易な方法で備える。
- ・処理場のスタッフに本対策の手順と達成目標を告知する。

### 2 - 対策方法

- ・各処理施設の曝気式ラグーンの酸素供給量を増やす。
- ・供給酸素量の増加は空気混入のスピードを上げる、通気装置を増やす、散気装置を設置するなどして行う。
- ・返送活性汚泥の増量
- ・対策実施結果を事前に準備したパラメーター表に書き入れる。
- ・各パラメーターを前年同期と比較する。

- ・ 対策効果を明示する。

- ・ 資金と人材

- ・ 担当処理施設には予備設備や器具があるので、十分な給気を維持できる。
- ・ 新設備が必要な場合は、処理施設の予算内で調達することになる。
- ・ 処理施設の技師や作業技師は私の監督の下、本アクションプランの完全実施にあたる。

- ・ アクションプラン日程

処理場のスタッフで行われる整備終了後、12ヵ月間、下水流入量と下水処理水量の記録をとる。

- ・ 提案

サウジアラビア王国では、水源が不足している。そのため、新たな水源の確保が肝要である。近ごろでは、将来を見据えて、下水処理水に注目せざるを得ない状況にある。灌漑は、多量の水を消費する。そのため、汚水処理水はこの分野あるいは、飲料水以外の用途に再利用される。下水処理施設からの処理水の質の改善への取り組みがわれわれの水資源確保の最高の方法になるはずである。

研修員番号： No.8

研修員氏名： アルマーヘル氏 (Mr. ALMAHEL Ali Abdullah)

所属組織及び現職： 水電力省東部州水道局タイプ支所 化学エンジニア

-----

題名：下水処理における問題

～バクテリアの種類とスカム・バルキングに及ぼす影響～

## 1. アクションプランの概要

### 1.1 下水処理場の現状

- A. 機械的2次処理
- B. 分析業務も含め請負業者による運営維持管理 (3年契約)
- C. 3次処理設備の運転がまもなく開始される。
- D. 流入量 = 7万9,000m<sup>3</sup>/日
- E. 処理水はほとんどが海に放流される。
- F. 余剰汚泥の乾燥は乾燥床のみを使用する。

### 1.2 処理場の問題点

処理場の問題点は次のとおりであるが、発表は1)について行う。

- 1) スカムとバルキングの問題
- 2) 汚泥乾燥床の問題

### 1.3 目的

本研修で学んだことに基づいて問題点の解決策を探る。

## 2. アクションプランの詳細

### 2.1 問題点 1

「スカムとバルキングの問題」を引き起こすバクテリアの存在を調査する。

#### 2.1.1 問題の内容

スカムとバルキングによって、次の問題を起こすことがある。

- A. スカムとバルキングが処理水のパラメーターに影響する。処理水のほとんどが海に放流されているため、海洋生物に影響を与えている。
- B. 3次処理設備がまもなく運転を開始するので、流入水の計画パラメーター値が必要である。スカムとバルキングがパラメーター値を左右し、その結果、砂ろ過器に影響を受け、ポリマーの消費量が増加するであろう。

### 2.1.2 調査の実施とスケジュール

以下の段階を考慮する。

- 1) スカムとバルキング発生時のバクテリアの種類を調査する。
- 2) 問題解決策を講じる。
- 3) 措置前後の水質を調べ、バクテリアの存在を検証する。
- 4) 年次報告書を作成する。
- 5) 調査終了時に最終報告書をまとめ、結論を出す。

## 2.2 問題点 2

「汚泥乾燥床の問題」

### 2.2.1 問題の内容

余剰汚泥は好気性消化槽、濃縮槽を通った後、乾燥床に圧送される。冬場は汚泥乾燥に時間がかかり、乾燥床の数が十分でないため、濃縮槽に汚泥がたまる。また、完全に乾燥する前に汚泥を床から取り出そうとすると、床の砂層上部が汚泥とともに剥がれてしまう。

### 2.2.2 対策の検討

消化槽から出る汚泥を希釈し乾燥床に圧送される汚泥の量への影響を調べ、汚泥量を削減する。

### 2.2.3 調査の実施とスケジュール

次の段階を考慮する。

- 1) 措置を講じる前に 1日に圧送される汚泥の量、濃縮槽から出る返送液のSS、汚泥の乾燥時間などのデータを集める。
- 2) 汚泥を希釈し、希釈後のデータを取る。
- 3) データの比較を毎年実施する。
- 4) 1年を通して調査し、気候条件を考察する。
- 5) 処理場から出る汚泥の量について、調査終了時に最終報告書と結論をまとめる。

## 3. 財源

当該処理場は請負業者が運営維持管理を行い、上記の調査項目や段階すべてについて毎月請負業者に対して支払っているため、資金を必要としない。

#### 4. 私の役割

- 1) バクテリアの種類や対策などの調査準備
- 2) 調査の監督
- 3) 年次報告書、最終報告書、結論をまとめる。

問題点(1)：スカムとバルキング

責任者：ALMAHEL ALI

国名：サウジアラビア

2008年2月

活動	担当者	1年次											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 調査準備	衛生技術部												
1a バクテリアの種類													
1b 顕微鏡の提供													
1c 対策													
1d 関係者との会議													
2 調査の実施	請負業者： ・処理エンジニア  ・分析室 ・プロセスエンジニア												
2a スカムとバルキングの観察													
2b 試料採取及び試験													
2c 対策													
3 監督と報告	衛生技術部												
3a 年次報告書													
3b 最終報告書と結論													

研 修 員 番 号 : No.9

研 修 員 氏 名 : アルカルニー氏 ( Mr. ALQARNI Hassan Qablan )

所 属 組 織 及 び 現 職 : 水電力省アルアル州水道局 局長

-----  
題 名 : アルアル州下水処理場運転管理及び処理各過程における水質検査実施

## 概要

アルアル州下水処理場は州において最初の建設される処理場である。処理場建設は最近に完成しました。処理方法は分流方式で、2次処理の活性汚泥方法です。容量は1万2,000m<sup>3</sup>で、数月後に運転開始予定です。

下水道のメインパイプ工事は完了していますが、数週間後に各住宅からメインパイプに接続工事が開始する予定です。最初の段階で1,000件がメインパイプ（本管）に接続する予定です。容量として1日に2,500m<sup>3</sup>が流入されることとなります。またメインパイプに接続されていない住宅から専用車で下水を処理場に運ぶ予定なので、総入流量は4,000m<sup>3</sup>となる予定です。住宅からメインパイプへ接続が増加するとともに入流量は増えます。アルアル州下水処理場は運転開始から最適運転状況を達成するまで3～6週間かかると考えます。

下水処理場の検査室は処理場の処理品質にとって大きな役割を果たします。すなわち、処理の各段階の検査により、処理の品質や水質を分析できます。それによって処理の結果がサウジアラビアの下水処理基準に一致しているか否かを判断できます。

したがって、よい下水処理を得るために最新類の検査装置や機器などが必要です。または適当な期間内に最適運転を達成するために様々な下水処理の検査を行うことが必要です。例えば、滞留時間（Retention time）、返送汚泥（RAS）、返送汚泥濃度（RASS）、曝気槽汚泥濃度（MLSS）、流入下水及び放流のBOD、COD、SS、T-Nなどを測ることが必要です。

## 実行計画

### 実行項目順番

1. 下水解析（検査）に適切な方法を選択。
2. 検査に必要な装置や機器などがあることを確認する。
3. 処理場運転に必要な検査項目を指定する。
4. サンプルの回収時間や回収場所を指定する。
5. 検査実施に必要な従業員人数や役割を指定する。
6. 対象となっている検査ができるように従業員を研修させる。研修後に従業員の技能を確認する。

7. 検査結果を記録用のフォームを作成。
8. 運転管理ができるように従業員にパソコンの利用について研修させる。

## **目的**

1. 適当な期間以内に最適下水処理を達成するように各条件(状況)を用意する。
2. 計画を実行する従業員に必要な知識を与える。
3. 運用費を削減する。

## **実施スタッフ(従業員)**

検査室は北境界州の水道局で管理され、局従業員と運転管理の委託業者スタッフと一緒に仕事をします。

計画どおり実行するには下記スタッフが必要です。

- |               |    |
|---------------|----|
| 1. 化学技術者      | 1名 |
| 2. 生物解析技術者    | 1名 |
| 3. バイオ化学解析技術者 | 1名 |
| 4. サンプル回収者    | 2名 |

また、仕事の状況によってスタッフを増やすことができます。

## **実施予算**

実施予算は検査室の装置、機器、化学資材などの種類によって変わります。

運転管理委託契約によるこの計画実施に必要な予算は委託業者が用意することができます。委託業者から出てこない場合は北境界州の水道局長の合意のうえに州の水道局から予算を得ることができます。

## **実施期間**

実施期間は9ヵ月と予測されます。

月 週	3				4				5				6				7				8				9				10				11			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
検査室必要機材 など指定	■	■																																		
必要機材など導 入合意申込み			■	■																																
入札募集					■	■	■	■																												
機材到着									■	■	■	■																								
従業員研修					■	■	■	■	■	■	■	■																								
検査室役割評価																					■	■	■	■												
計画実施開始													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

研修員番号： No.10

研修員氏名： ゴマイリー氏 (Mr. GOMAIRY Hussain Mohammed)

所属組織及び現職： 水電力省ジャザーン州水道局運営維持管理主任 エンジニア

-----  
題名：処理水質（窒素・リン除去）

## 1. はじめに

### 1.1 現状

ジャザーン地方の下水システムは、これまで下水をためる腐敗槽が中心であった。主要都市も同様で、市内には至る所に地域の下水をためる大規模な腐敗槽がある。腐敗槽は1日に3回、市のタンクローリーが汲み取るが、接続されていない世帯は各戸に専用腐敗槽があり、管轄のタンクローリーが汲み取る。村落では各世帯が専用腐敗槽を使用しているが、汚水はほとんどが槽の底から砂に染み込んだり、タンクローリーで収集される。

ジャザーン市には下水処理場が1カ所あり、処理能力は2万m<sup>3</sup>/日、平均流入量は1万m<sup>3</sup>/日、活性汚泥法で、市からの距離は7kmである。タンクローリーが3カ月前に稼働を開始した処理場まで汚水を運ぶが、分析室が未完成のため今のところ試験運転中であり、処理水質は分かっていない。

問題としてT-N（総窒素）とT-P（総リン）が考えられる。処理水は海に放流されるので、放流水に多量の窒素、リンが含有されていれば、海洋環境に影響する。

処理水の貯留槽が1年後に完成すれば、処理水は全農作物用の灌漑に利用される。

市内下水網は建設中で、当処理場に接続される。3年後には砂ろ過を使った3次処理が整備される予定で、現在は設計段階である。ジャザーン地方の他都市の下水網と処理場建設は、現在検討段階にある。

### 1.2 目的

本アクションプランの目的は、処理水貯留槽ができるまで海洋環境を保護すること、また、処理水をどのように全農作物用に灌漑利用するか、処理水の利用にあたって、特に窒素、リンの国の含有基準を満たした水質を確保することである。

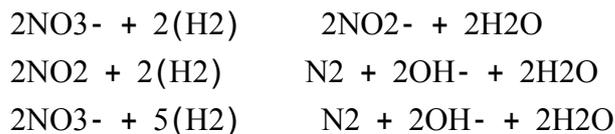
## 2. アクションプラン詳細

### 2.1 窒素除去

アンモニア性窒素は、好気性の条件下で亜硝酸性窒素を硝酸性窒素に硝化することで酸化する。この反応はアンモニア酸化細菌と硝化した酸化細菌によって起こり、この硝化反応は次の式で示される。



アンモニア性窒素の硝化は硝化 脱窒による窒素除去に不可欠である。硝酸性窒素に含まれる酸素（結合酸素）を使って有機物を分解する細菌の脱硝は、たとえ溶液中の溶存酸素(DO)が不足しても起きる。有機物を利用して、亜硝酸性窒素と硝酸性窒素を還元して窒素ガスにする脱窒反応は、生物学的脱窒反応と呼ばれる。脱窒反応は溶存酸素のない状態での通性好気性菌の呼吸作用である（亜硝酸/硝酸呼吸）。



式内の(H<sub>2</sub>)はバクテリア内のメタノールや水素供与体など下水中の有機物質から供給される。これらの反応後は活性汚泥の混合液中に溶存酸素がなくなり、酸化のための目的有機物質だけになる。

### 2.2 リン除去

リンを過剰摂取するバクテリアを含んだ嫌気性の条件下に汚泥を入れると、活性汚泥中の微生物が混合液中にリン酸を放出し、リン酸濃度が上がる。この状態がある程度持続されれば好気性になり、反対に活性汚泥が混合液中のリン酸を吸着するようになる。その結果、混合液中のリン酸濃度が下がり、最終的にゼロに近くなる。この条件で固液分離を行うことで、リン濃度の低い上澄み液が得られる。活性汚泥中の微生物によるリン除去を考えた場合、リンは気体として蒸発しないので、下水道で発生する余剰汚泥に含まれるリンの量は除去されるリンの量と等しいことを覚えておかなければならない。もしもよい結果が得られない場合は、薬品を使用する。

## 3. 実施段階とスケジュール

(1) 処理結果を知るため、3ヵ月間は分析機器、薬品などの作業を行う。

- (2) その結果から溶液の性質、曝気槽の好気性、嫌気性の箇所、薬品の必要性を理解する(1段階後の2ヵ月間)
- (3) 全農作物灌漑に再利用される処理水の貯留池を建設し、貯水池からの配水や揚水について処理水の受益者との合意を結ぶ。

#### 長期目標

- (1) 処理場の3次処理設備整備(設計段階、3年後)
- (2) 全処理プロセスにセンサー設置(3年後)
- (3) 管渠の運営維持管理(カメラ付ロボットの利用・管路取り替えなし)

#### 4. 財源

既存処理場の第1段階(分析室、総窒素と総リン除去にあたっての曝気槽管理と薬品使用、処理水貯留池の建設)には処理場の現維持管理契約から拠出する。長期目標については、第1段階以降政府からの拠出とする。

#### 人材

- ・ 処理場所長(水電力省 ジャザーン地方)
- ・ 技術職員2名(水電力省 ジャザーン地方)
- ・ 分析官1名(水電力省 ジャザーン地方)
- ・ 運営維持管理請負会社スタッフ

#### 私の役割

処理場の維持管理の監督と展開、設計への参加

### アクションプランスケジュール

年		2008年												2009年											
月		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
全リン・全窒素除去	分析業務	■	■	■																					
	曝気槽管理				■	■	■																		
	灌漑用水貯留池の建設	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
設備整備 3次処理	設計 & 建設	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	情報の段階	■	■	■	■	■	■																		
センサー使用	設置の段階							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

研修員番号： No.11

研修員氏名： ハウジャー氏 ( Mr. KHAWJAH Mohammed Yaqoub )

所属組織及び現職： 水電力省メッカ州水道局タイプ支所下水処理所 所長

-----  
題名： タイフ下水処理場で発生する汚泥の削減とセメントを使った汚泥処理

## 1. 概要

### 1.1 現状

タイプ下水処理場は、最先端の処理場である。長時間曝気槽と2槽の処理槽を使った処理方法を採用している。第1処理槽は、ポリマーとアルミニウムによる浮上分離法と多層ろ過によって処理している。第2処理槽は、塩素を高用量使用した酸化と活性炭ろ過による処理である。その後塩素消毒され、灌漑用水網と消火栓に圧送される。

処理場の設計容量は6万7,000m<sup>3</sup>/日で、平均流入量は4万8,000m<sup>3</sup>/日、有機物負荷の設計値は、BODが1万3,350kg/日、流入汚水のBOD平均値が1万6,800kg/日である。

項目	流入水	最終沈殿池からの排水		処理場からの放流水	
BOD <sub>5</sub>	350mg/l	19mg/l	94.6%	1.5mg/l	99.4%
SS	300mg/l	18mg/l	94%	1.6mg/l	99.6%

( 放流水の管理水質 )

設計者は長時間曝気槽での水処理を中心に考えたので、BODの3分の1を除去し溶存ミネラルの除去は行わない最初沈殿池の建設を行わなかった。また、汚泥を安定化して悪臭を防止し、有害微生物を抑えることを目的とした好気性・嫌気性消化槽を建設しなかった。

このような状況では汚水処理は困難であり、設計者から必要な条件を満たすよう提案がなされるべきであった。水処理中は曝気槽の溶存酸素を増やし、バランスのとれた媒体を維持するため汚泥量を増やす必要がある。汚泥は乾燥床で乾燥され、処分場に廃棄される。乾燥床は56床あるが、汚泥量は乾燥床の容量を超えているので雨天では乾燥プロセスが捗らない。そこで脱水設備を建設したのだが、膨大な脱水汚泥が発生している。

発生した汚泥は処分場に運搬されるが、その種類と量 ( 100m<sup>3</sup>/日以上 ) が環境問題を引き起こしている。

現状及び今後の有機物負荷に見合った処理能力の向上に向け、コンサルタント作成の最終設計書が完成した。その新しい設計書には、最初沈殿池、曝気槽、

消化槽、汚泥焼却炉が含まれている。

## 1.2 目的

本アクションプランの目的は、日々の汚泥発生量を削減し、環境に優しい種類の汚泥にすることである。

## 1.3 主な制約

本アクションプラン実施にあたって障害はない。

## 2. アクションプラン詳細

### 2.1 内容

日本の下水処理場運営方法を学び、タイフ下水処理場の処理方法と曝気槽のマスバランス管理に違いがあることが分かった。日本の処理場では、活性汚泥の30%が曝気槽に返送されているが、タイフでは、処理水の水質をよくする目的から、返送汚泥の量は1日の流入汚水の70%を超えている。

タイフ下水処理場の方法では大量の汚泥が発生する。曝気槽への返送汚泥の量を減らし、一方で、水質を損なうことなく、曝気槽内のマスバランス及び操作因子である「汚泥日齢, SVI, F/M」を運転許容範囲内で維持することが必要である。

この作業で、濃縮槽からの汚泥を受け入れ、返送汚泥濃度をベルトプレスの容量に合うレベルにまで下げるためにはまずベルトプレスの作業時間が増える。

日本では汚泥をセメントで固めてから焼却または乾燥し、埋立てたり再利用したということが岸田コースリーダーとの話し合いで分かった。

この知識によって、ベルトプレスから出る汚泥と濃縮槽から出る汚泥をセメントと混ぜて処理する方法が見つかった。様々な濃度を試し、十分な均質性が得られるベストな混合割合を探る。また、自然乾燥で太陽の熱エネルギーを利用する。

運搬しやすく埋立地を最小限に抑えるために乾燥汚泥を型にはめる金属型板も製作する。

### 2.2 長期目標

1. 汚泥からの浸出水を減らす。
2. 汚泥乾燥中の悪臭を抑える。
3. 汚泥が雨水に溶けるリスクを抑える。
4. 型板にはめた汚泥を道路の舗装に活用する。
5. 汚泥の乾燥について、この経験を本国の他の下水処理場に普及させる。
6. 汚泥による環境、特に地下水汚染のリスクを低減する。

### 2.3 資金（概算及び財源）

調査実施の概算は、2万サウジアラビア・リヤルである。タイフ支局職員と協力して合計額を捻出する。試験的に必要なセメントの量1tは、タイフ支局の予算を充てる。

### 2.4 人材

必要な作業員2名は作業の研修を受け、タイフ下水処理場請負業者の運営維持管理部門に所属するものとする。

### 2.5 私の役割

1. 本アクションプラン実施に必要な予算の調整。
2. 本プラン担当オペレーターの研修。
3. 本プランの報告を定期的に行う。

アクションプランスケジュール

年	2008年																																							
	3月				4月				5月				6月				7月				8月				9月				10月				11月							
月																																								
週	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
タイフ支所に アクションプランを提出	■																																							
マッカー地方水道局長に 予算申請を行う。		■	■	■	■																																			
返送汚泥の濃度を下げる。	■	■	■	■																																				
セメントと汚泥混合実験					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
アクションプラン結果を 支所に報告する。																													■	■	■	■								
省下水道部門に提言を 伝える。																																					■	■	■	■
アクションプラン結果の 評価																													■											

研修員番号： No.12

研修員氏名： アルコムサーン氏 (Mr. ALKHOMSAN Hamad Salem)

所属組織及び現職： 水電力省ナジュラーン支局 エンジニア

-----  
題名：下水道の重要性及び下水道維持管理に関する社会への意識啓発

## 概要

### 環境定義

環境にはわれわれの周辺にある様々なことがらが作用している。これらのものは地球上の生物、水、空気、気候、金属などに影響を与える。

### 人と環境

人と環境との関係は非常に密接に作用しあっているが、この関係のバランスが崩れたら、人々の生活や健康に大きな障害が起こる。したがって、人々は自分自身や次の世代を守るために環境を守らなければならない。

### 環境に対しての人間の役割

人間の環境変化や自然の異変に対して対応するには環境は最も重要な要因である。人間は古代から自然のなかにいたし、時代とともに人間と環境の関係は深めることができた。特に産業や技術の発展のため人間はますます環境を変化させており、環境問題は重要である。

### ナジュラーン地域の環境と下水道の概要

ナジュラーンは農業地域で、農水や上水などの70%は地下水（井戸）を利用しています。したがって、この地域に大事な水資源を汚染するおそれがあるので、下水道を整備、管理しなければならない。

ナジュラーン地域では従来、下水処理といえば貯水池に収集後、専用下水タンカーで指定した土壌に埋め立てることであった。

人口の増加で下水処理場が必要になってきた。そのために2次処理（汚泥活性化方法）の下水処理場を建設中である。将来は3次処理（高度処理）に改善する予定を立てている。現在、地域の下水道の40%を完成した。

この研修で日本の下水道の豊かな経験を得ることができた。下水道の機能などを守るために、社会が下水道の重要性に関する知識を得なければならないということがはっきり分かった。

北九州市の女性たちは工場や環境汚染となる原因に対して自らキャンペーンを起こし、環境を守ろうという動きがあった。

これは非常によいことだと思い、ナジュラーン下水処理場を運転開始する前

に下水道に対して地域の人々の知識を高めるためにこのテーマを選んだ。

### **アクションプランテーマ選択理由**

現在サウジアラビアには、たくさんの下水処理場や下水道管がある。しかし、下水道への負荷増加や道管詰まりなど様々な問題が発生している。これら問題の主な原因は家庭やレストランから下水と一緒に流された大量の油などである。家庭やレストランから放流される下水について規制がなく、下水道の役割に対して国民の知識が高くないために発生した現象である。

### **アクションプラン目的**

- 1．下水道の内容や施設維持などに対して国民の知識を高めること。
- 2．このプランはナジュラン地域で成功すれば、サウジ全土で実施するように拡大すること。

### **実施する計画内容**

- 1．下水道の重要性や役割と下水道施設の維持について意識を高めるビラを印刷する。
- 2．小・中・高校で下水道について講義する。
- 3．下水道についてコミュニティの知識を高める展示を実施する。環境を守るスローガンを掲載した記念品を配布する。
- 4．ナジュラン地域の下水道と下水問題についてウェブサイト開始する。
- 5．下水道について知識を高めるためのグラフィックスやパンフレット作成コンテストを実施し、優秀な作品に優秀賞を授与する。
- 6．規制なしで下水を放流しているレストランや工場に対して法律をつくることを早める。
- 7．環境の重要性に対してコミュニティの知識を高める博物館を建設すること。

### **実施予算**

できるだけ少ない予算で上記目標を達成できるように実施する。

### **実施に必要なスタッフ人数**

- 1．この計画を成功するために当支局のすべての社員や社員の家族及び周辺コミュニティの協力が必要である。
- 2．具体的に実施にあたるのは、私と当支局の2社員で十分だと思われる。また、水普及部と合同の実施も可能である。

### **実施期間**

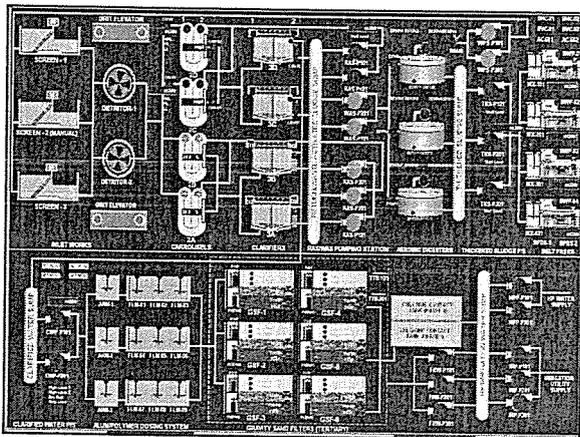
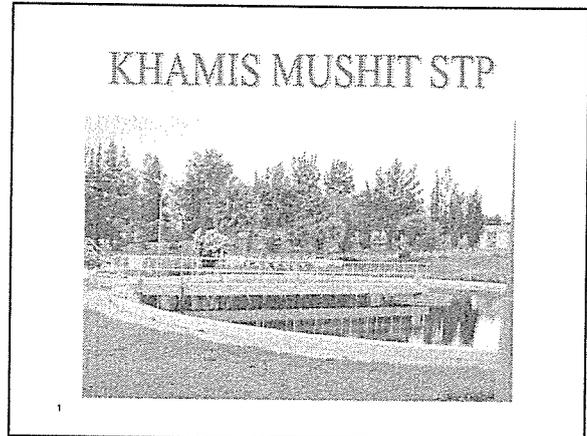
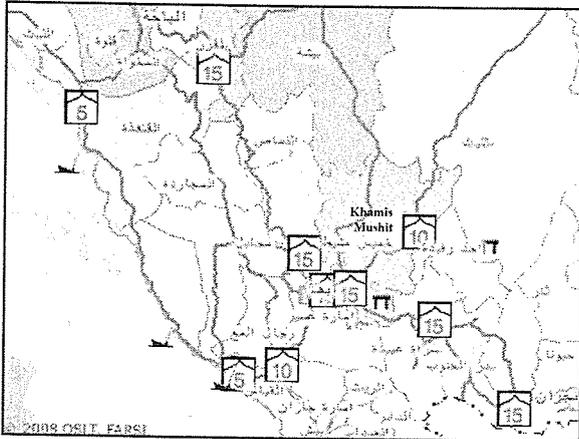
- \* 実施する内容によって定期的に実施する部分がある。
  - \* ある部分が短期で実施することができる。
- 下水処理場の運転開始から12ヵ月で実施できると思われる。

### **実施にあたっての私の役割**

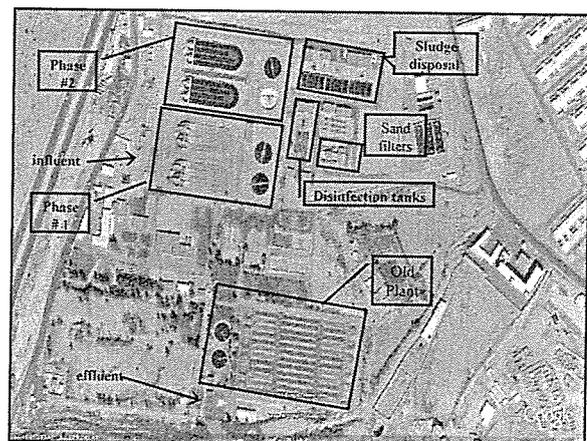
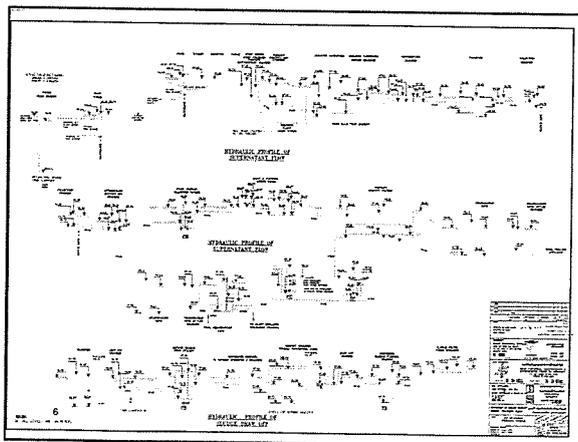
- 1．支局長と会議して、日本の経験の成功を詳しく説明する。是非、このアクションプランを実行できるように局長に進言する。
- 2．上司にアクションプランの報告を提出し、実施について努力する。

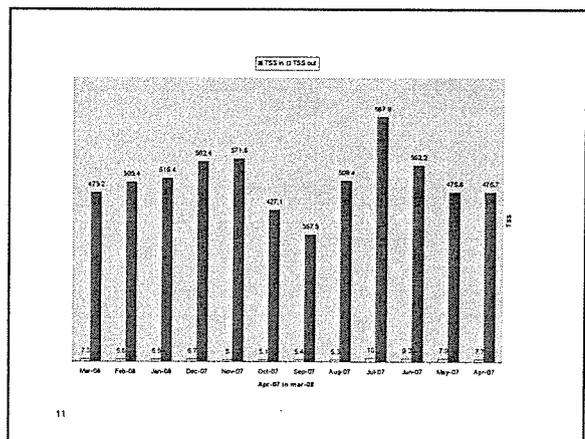
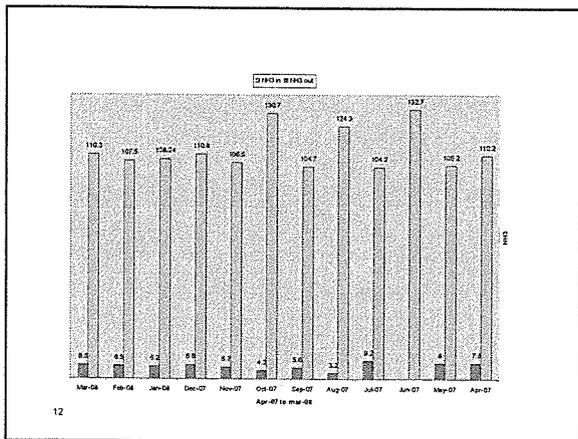
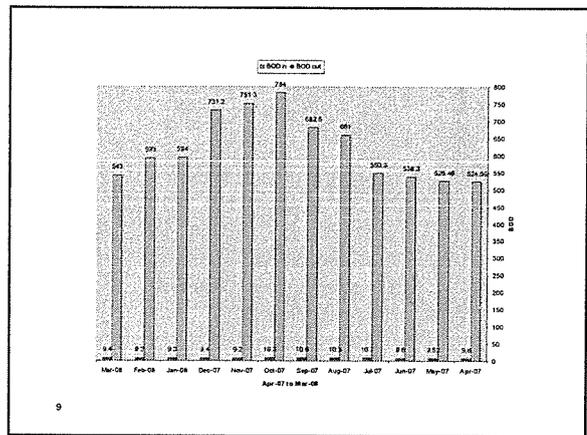
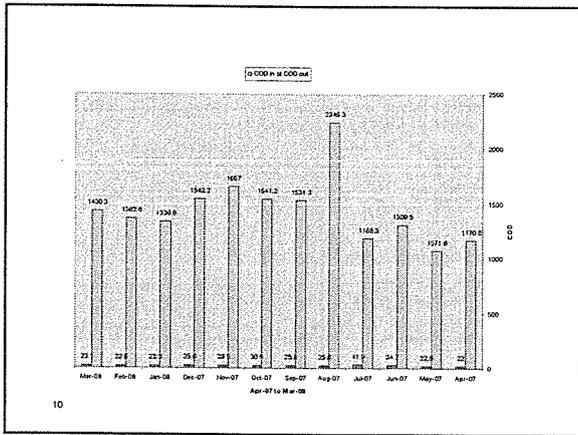
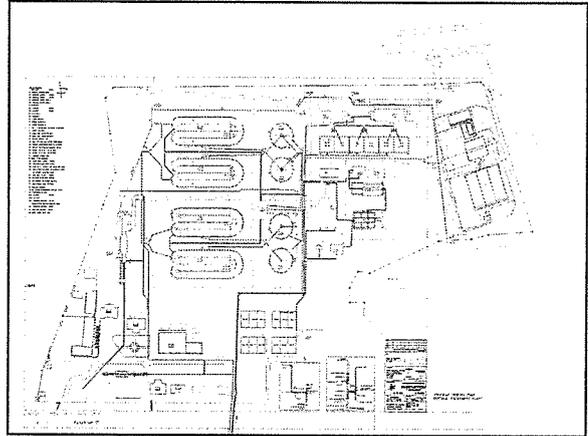
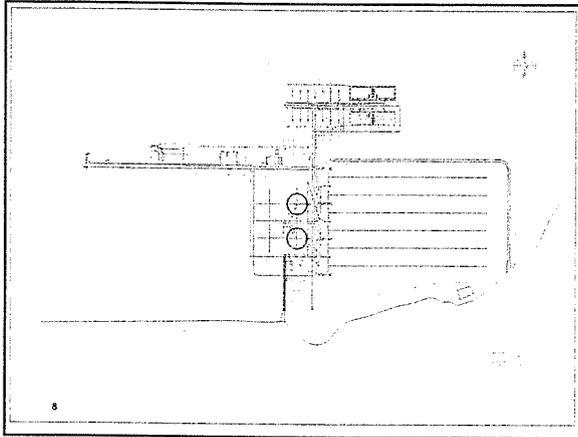
以上

7. 第1回現地ワークショップ・処理場視察資料（ハミースマシート処理場）



Present condition of Sewage Works in Khamis Myshit city	
Total population of the city	4,464,67
Sewered area %	75 %
Population in the sewered area	3,736,08
Ratio of sewered population	83.7 %
Total length of sewer pipes	7,899,15 m= 789 km
Total capacity of TP	30,000 cu m per day
Pump stations	3





8. 第1回現地ワークショップ・基調講演資料（アルワイリー氏、河井・猪木団員）

## Wastewater Treatment Plants Privatization Program in KSA

Date : 24 June, 2008  
Location : Riyadh

Presented by:  
Majed Al-Ruwaily  
Project Manager, Riyadh City WWTP Privatization

### Contents

- Global Issues of Wastewater
- Water and Wastewater Sector Key Challenges in KSA
- Vision and Approach to Privatization
- Business opportunities in Wastewater Treatment plants & Effluent reuse

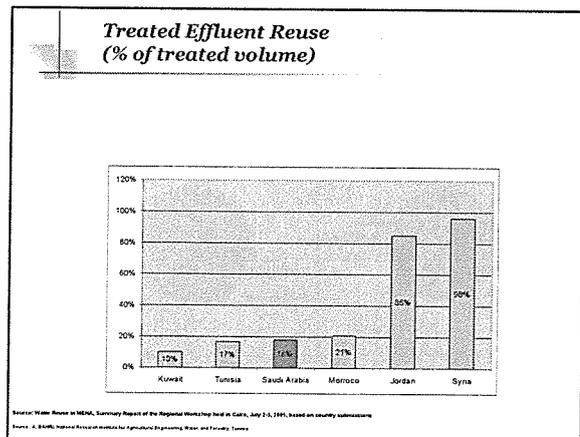
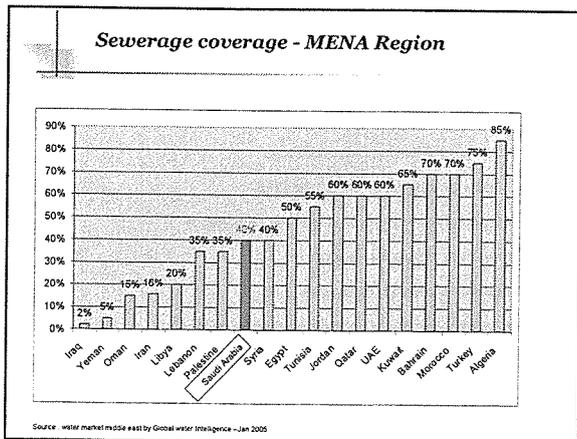
- Global Issues of Wastewater
- Water and Wastewater Sector Key Challenges in KSA
- Vision and Approach to Privatization
- Business opportunities in Wastewater Treatment plants & Effluent reuse

### Global issues of wastewater

- ✦ About 90% of sewage and 70% of industrial wastes in developing countries are discharged without treatment
- ✦ At present, only 10 % of the domestic wastewater in developing countries is collected
- ✦ Beginning of year 2000, 40 % of world population (2.4 billion people) will have no access to sanitation



Source : World Water Week 23rd August 2008 Series Issue Global water supply and sanitation assessment 2000 report



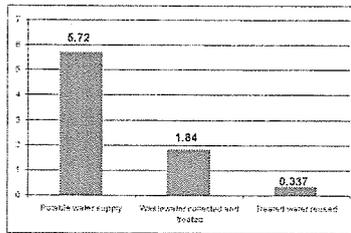
- Global Issues of Wastewater
- Water and Wastewater Sector Key Challenges in KSA
- Vision and Approach to Privatization
- Business opportunities in Wastewater Treatment plants & Effluent reuse

### Key Challenges In the Kingdom

- ❖ Saudi Arabia is listed under "absolute water scarcity category " (i.e. will NOT be able to meet needs in 2025)
- ❖ Due to growing population, and rapid economic growth water demand in the Kingdom is increasing rapidly by 6% annually
- ❖ Water production & transportation costs are the world's highest
- ❖ The Kingdom's sewage collection coverage is only 40 %
- ❖ Treated effluent reuse is very limited
- ❖ Wastewater treatment plants and networks requires huge investments (23 billion USD for next 20 years)

### Wastewater Statistics in KSA

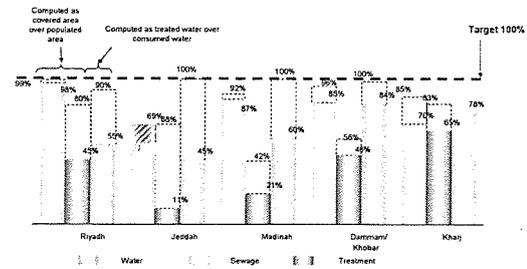
Million M3 / Day



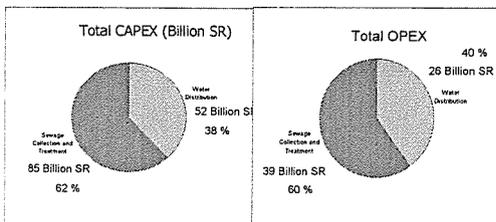
REUSE – 337,000 m3/day= 6 % of potable supply 18 % of treated water

### Current coverage versus a 100% coverage

Water Distribution, Sewage Collection and Waste Water Treatment  
Current and Under Construction Coverage by City



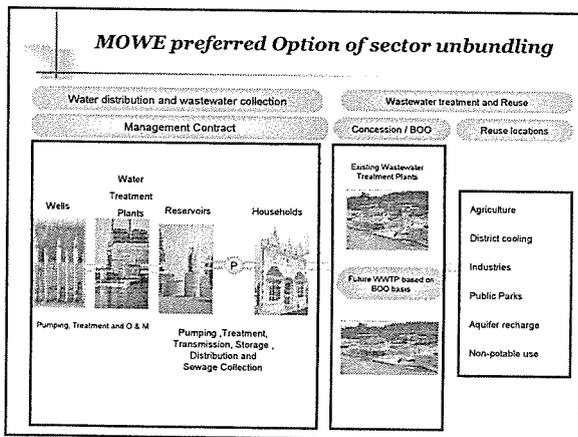
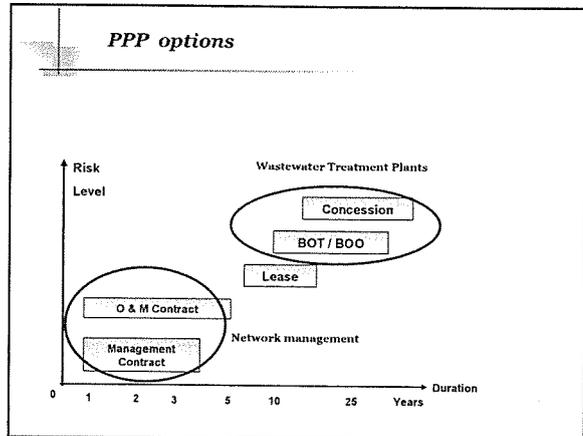
### Requirement for 100 % coverage in KSA for next 20 years



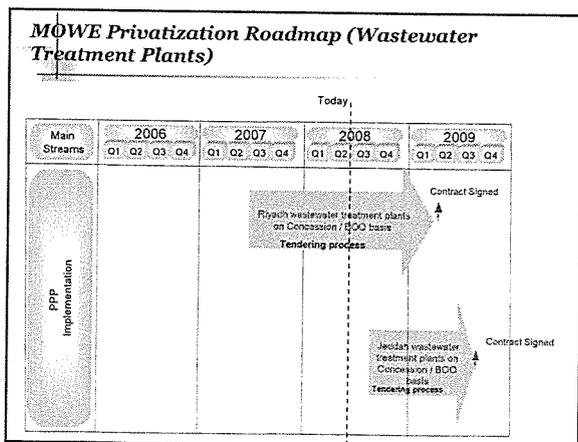
### Why privatization?

- ❖ Adopting international best practices
- ❖ Improved operating efficiency and reduce costs
- ❖ Helps in better management of CAPEX and OPEX
- ❖ Create enabling environment for private sector participation
- ❖ Build Commercially Viable Organization
- ❖ Attract International Investors/ Operators
- ❖ Manpower training, knowledge transfer and capacity building
- ❖ Technology applications like ERP, GIS, SCADA, CRM Asset Management etc.
- ❖ World Class Customer Services

- Global Issues of Wastewater
- Water and Wastewater Sector Key Challenges in KSA
- Vision and Approach to Privatization
- Business opportunities in Wastewater Treatment plants & Effluent reuse



- Why unbundling?**
- Reduces risk and better management
  - To provide equal focus and enhanced services in both water and wastewater
  - Helps in addressing the immediate customer needs
  - Reduces risk and easy to manage
  - To improve and build new infrastructure rapidly
  - Helps in quicker full sewage coverage, collection and treatment
  - Improve level of treatment and disposal methods
  - Involve specialized companies with wastewater treatment as core activity
  - Improve in technical and efficiency of WWTPs
  - Increase reuse of Treated effluent on commercial basis



- Global Issues of wastewater
- Water and Wastewater Sector Key Challenges in KSA
- Vision and Approach to Privatization
- Business opportunities in Wastewater Treatment plants & Effluent reuse

### Details of Wastewater Treatment Plants projects

### WWTP Project Introduction

- ❖ The tender will take place on a "Purchase Price" basis, against a reference Levelised Treatment Cost (LTC)
- ❖ The contract duration could be 25 – 30 years
- ❖ The transaction will form the model for future WWTP transactions in the Kingdom

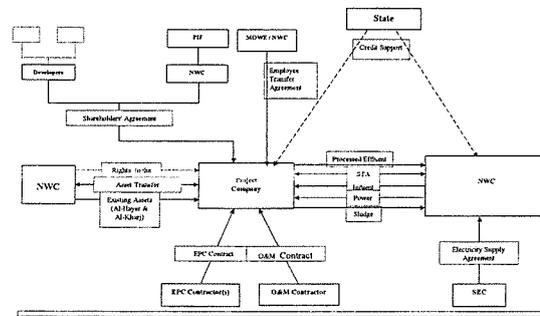
### KSA WWTP Projects in comparison with GCC Projects

The Project transaction (treatment capacity) is of significant scale compared to other tendered / planned GCC offers:

Location	Total Design Capacity
Riyadh (Saudi Arabia)	1,100,000 m3/day *
Jeddah (Saudi Arabia)	1,300,000 m3/day
Wathba/Saad (Abu Dhabi)	365,000 m3/day
Sulaibiya, Kuwait	375,000 m3/day
Samra, Jordan	270,000 m3/day
Muharraq (Bahrain)	170,000 m3/d
Ajman	90,000 m3/day

\*: (Existing 1 plant (100,000 M3/day) + 2 under construction (500,000 M3/day) + 2 future (500,000 M3/day))

### Commercial Contracts Matrix



### Potential Reuse of Treated water

### Why focus on reuse of treated water?

- ❖ Serves as an alternative to expensive desalinated water
- ❖ Eases pressure on expansion of additional potable supply infrastructure investment
- ❖ Helps NWC in generating additional revenue
- ❖ Helps bulk end users like industries, farms, district cooling, etc in obtaining economical water supply against expensive potable water
- ❖ Reduces environmental pollution

**Potential of Treated Water Re-Use**

SI No	Name of City	Estimated Quantity (M3/Day)
1	Riyadh	> 1 Million M3/day
2	Jeddah	> 800,000 M3/day
3	Madinah	> 300,000 M3/day

At present, approximately 30 % of treated water is re-used in Riyadh city for agricultural and industrial applications

**Thank You**

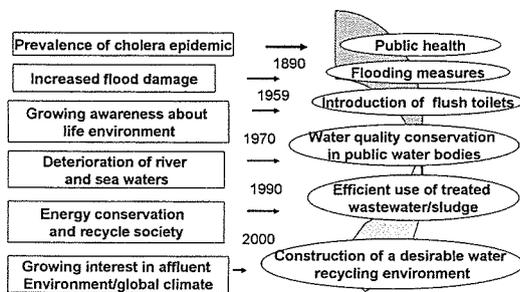
# Sewage Works in Japan

Presented by  
**Takehiko KAWAI**  
 Sewerage Business Management Centre

## Contents

- Brief history of sewage works in Japan
- Necessary challenges in the future

## Evolution of sewerage needs



## Water Pollution of Tokyo in 1970's

Tokyo Bay in 1970's



The Kanda river (Tokyo) in 1970's



Photo Credit: Environmental Bureau of the Tokyo Metropolitan Government

## Factors/events of sewage works promotion in Japan

- Enactment of Water Pollution Control Law and Sewerage Law(1970 amendment)
- Five-year Program for Sewerage Construction (1963-1994, 8 programs)
- Great amount of national subsidy to local municipalities for construction
- In-house engineers of local municipalities
- Support organizations for sewage works

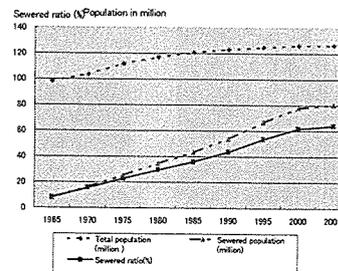
## Japan Sewage Works Association (JSWA)

- Local Governments' interests
- Local Sponsorship
- Standards & Guidelines
- Inspection of the products
- Training and Seminars
- Public Relations
- Set up in 1964

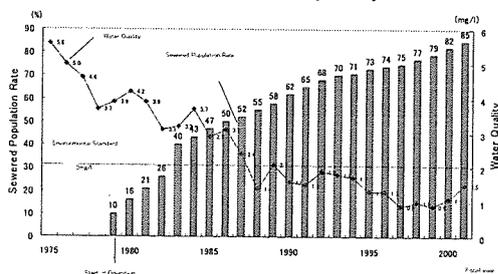
## Japan Sewage Works Agency (JSWA)

- Procurement Agency
- Design & Construction of WWTPs
- Set up in 1972
- Local and Central Governments Sponsorship
- Training of engineers and clerks in local municipalities
- Research and technology development

## Sewered Population Rate in Japan

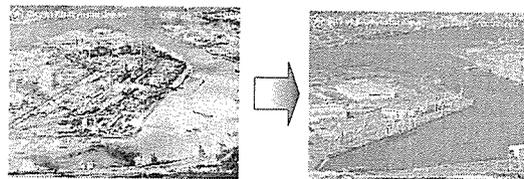


## Improvement of Water Quality in Miya River



## Improved Environmental Situation by Developing Sewage

### Dohkai Bay in City of Kitakyushu, Japan



Dohkai Bay in 1960's

Dohkai Bay in 2000's

## Challenges to future in Japan(1)

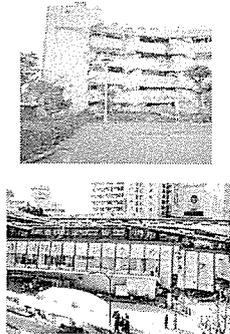
- To promote flood control in urban area
- To enforce sewerage facilities against earthquake
- To renovate/replace old facilities
- To improve combined sewer overflow

## Flood in urban area



台風22号時の溜池交差点付近

## Great Hanshin Earthquake in 1995

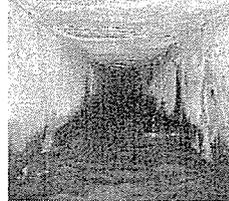


## Example of sewage facilities renewal

### Rehabilitation of the Culvert

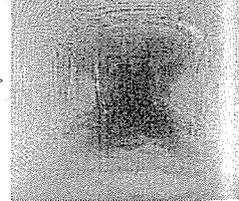
#### カルバートの改築

A culvert installed in the 1920s.  
(Signs of advanced aging)  
1920年代に建設された下水道(老朽化)



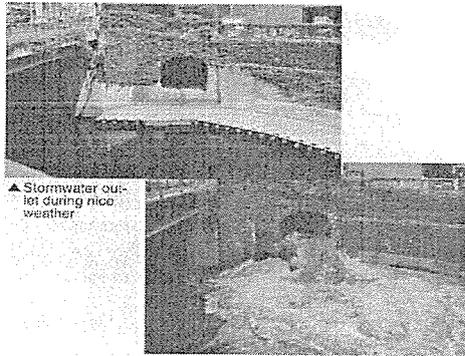
(Before renewal)

The inside of the culvert is reinforced  
by the pipe rehabilitation method.  
管更生工法により管内部を補強



(After renewal)

## Combined Sewer Overflow



▲ Stormwater outlet during nice weather

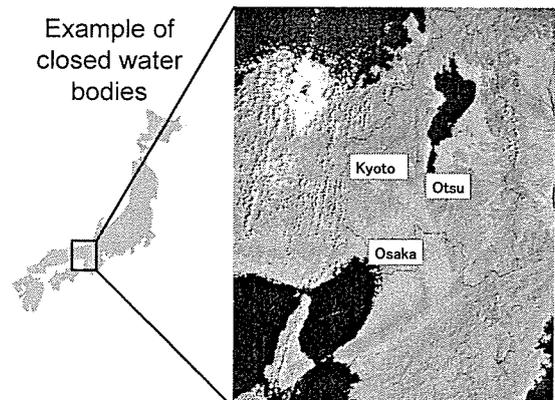
## Challenges to future in Japan(2)

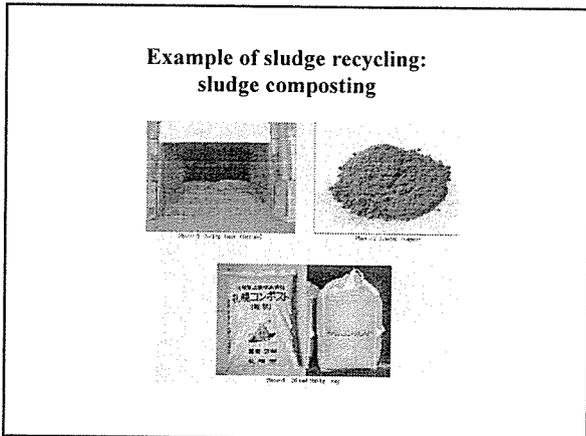
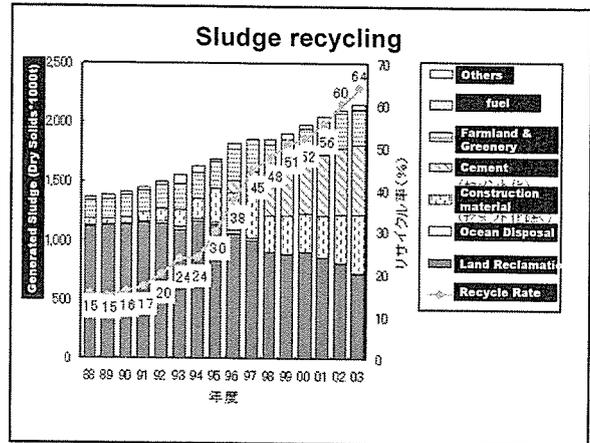
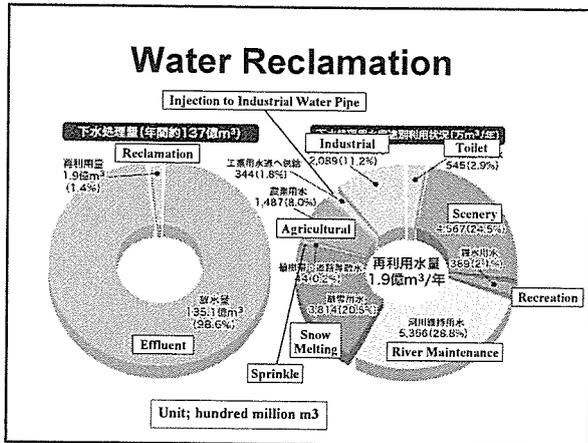
- To increase sewered population rate in small municipalities
- To prevent eutrophication in closed water bodies
- To promote treated wastewater reuse and sludge recycling
- To introduce asset management for sustainable sewage works

Sewered ratio	Population					Total number (10,000)
	Under 100,000	100,000 to 250,000	250,000 to 500,000	Over 500,000	Total	
95%	10%	45%	68.7%	37%	79.5%	
Size of population	Under 100,000	100,000 to 250,000	250,000 to 500,000	Over 500,000	Total	
Total population (in 10,000)	250	150	250	200	2,400	1,050
Sewered population (in 10,000)	240	140	170	180	1,800	850
Total number of cities	11	4	10	24	237	327
Number of cities connecting sewerage works	11	4	10	24	1,000	2,000
Number of cities connecting sewerage works (in 10,000)	11	4	10	24	1,000	2,000
Mean cities	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	-

Sewerage Population Rate Classified by City's Population

## Example of closed water bodies





Thank you very much  
for your kind attention !

# Latest Technology of Sewage Works in Japan

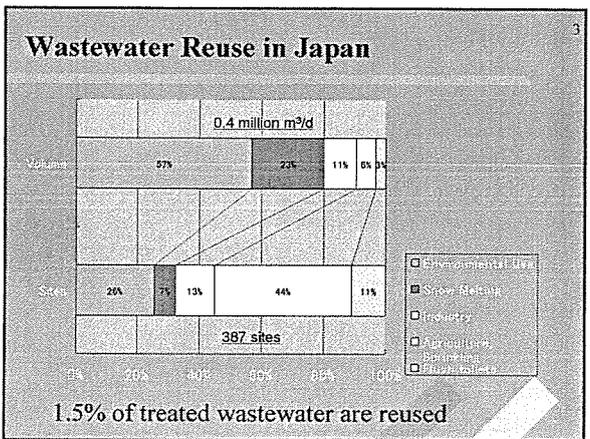
Research and Technology Development division  
Japan Sewage Works Agency  
Hiromasa Inoki

## Contents

- Reuse of treated wastewater
- Sludge Treatment

## Needs of Reclaimed Water in Japan

- Save the water resources
- Needs for environmental water
- Improve urban environment



## Overview of treatment process

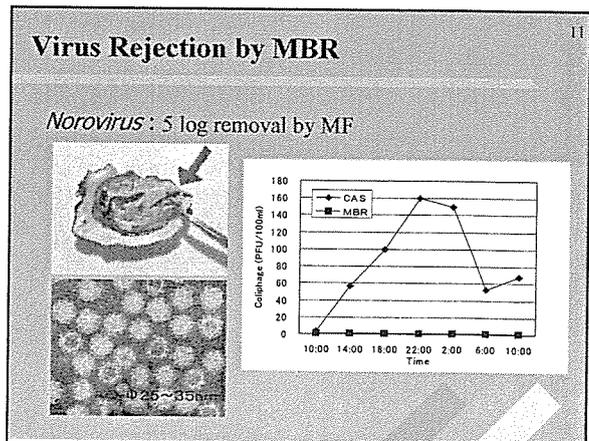
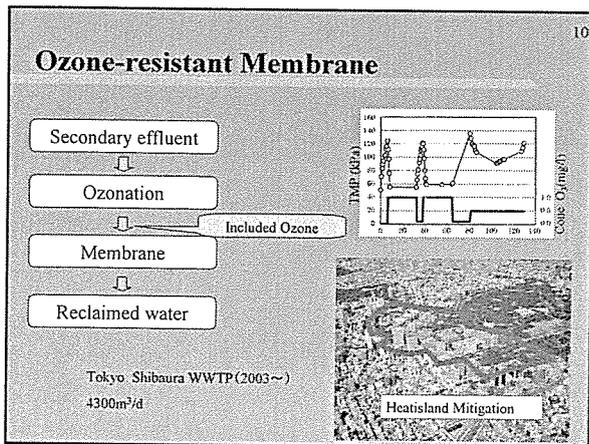
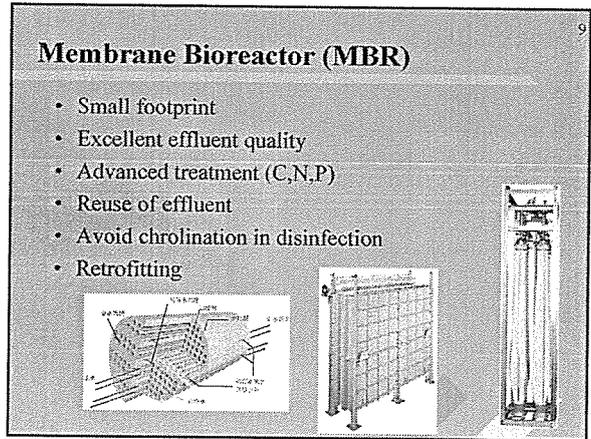
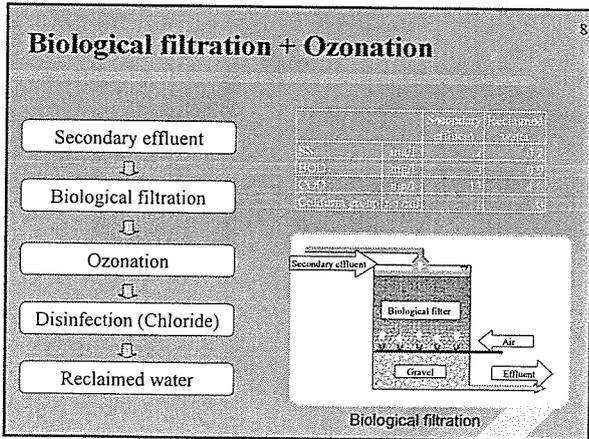
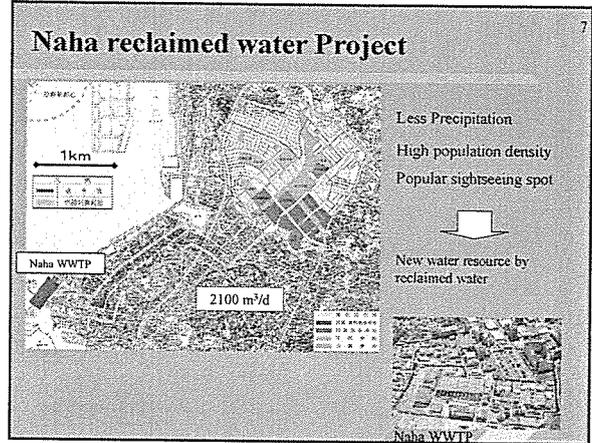
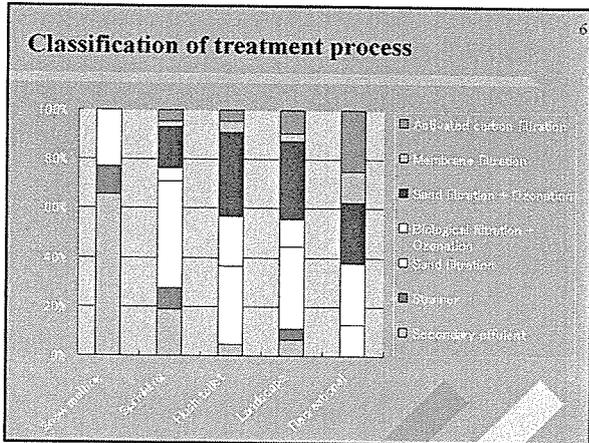
	Biological filtration	Rapid filtration	Chemical precipitation	Chemical filtration	Carbon absorption	Ultra-filtration	Reverse osmosis	Ozonation
Coliform group	○		△	△	△	◎	◎	◎
BOD	○	△	△	△	○	○	◎	
pH			△	△				
Turbidity	○	○	◎	◎	○	◎	◎	
Odor	△				○	△	◎	○
Chromaticity	△		△	△	◎	△	◎	◎
Foaming matter	△				◎		○	△
Inorganic carbon	△						◎	
DO								○
NH <sub>4</sub> -N	○						○	

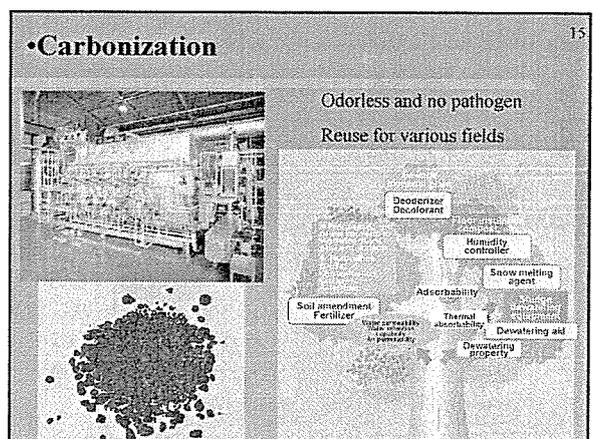
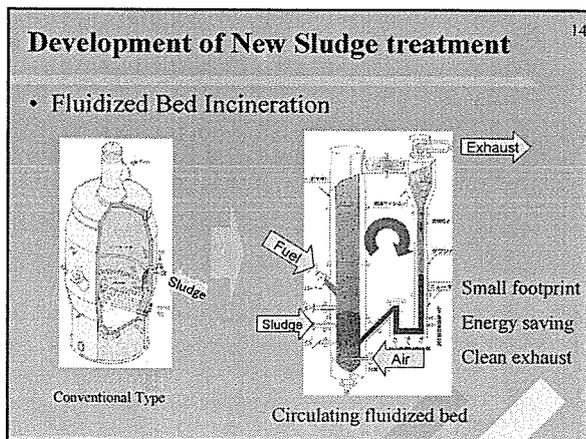
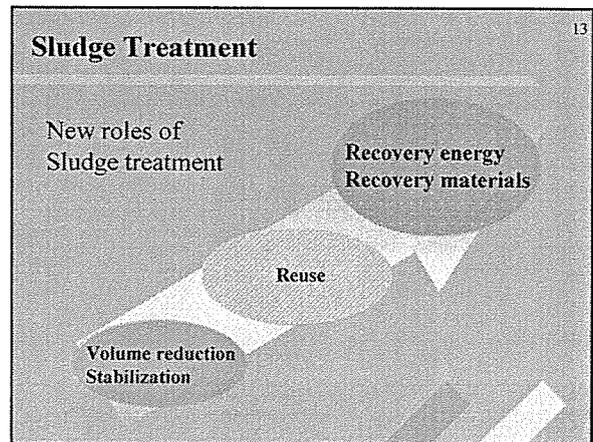
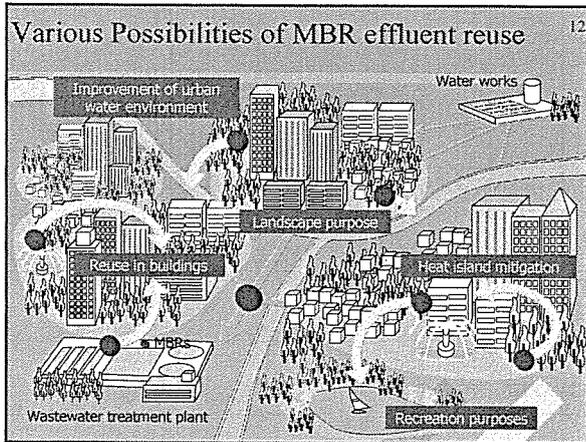
Removal Ratio  
 ◎ > 90%  
 ○ > 50%  
 △ 20~50%

## Water quality for water Reuse in Japan

- Safety
- Appearance
- Anti-Corrosion

	Fluoride ion	Sulfide ion	Disinfection by-product	Parasitic bacteria
Water quality	not detected	not detected	not detected	not detected
Turbidity	< 1 target			< 1
pH	6.5~8.5			
Specific conductance	not measured			
Disinfectant residual	> 2.0			> 1.0
Chlorine	< 0.5 mg/L			
Residual chlorine	> 0.2 mg/L (at tap)			> 0.2 mg/L (at tap)
Temperature	< 20℃			< 20℃





Thank you for your kind attention

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
1	アルカルニー	アルアル	水道局 局長	電気工学	27

## 現地ワークショップ発表内容

### 検査体制について

- ・検査業務委託はアクションプランどおりに進められている。
- ・必要機器の仕様を決定し、入札の準備を進めている。
- ・日常点検結果を記録する様式を作成。

### 普及率の向上について

- ・運転開始はされたが水量不足のため継続的運転がなされていない。

### 油対策

- ・排出元（洗車場からの油）での対策強化を図る必要がある。

### 【課題】

検査機器の不足

処理能力の不足

流入下水が不安定（水量の変化、油脂が多く含まれる、流入の多くがタンク車により搬入されている）

## 調査団コメント

### 【調査団からの提案】

1日も早く継続運転をするためには、流入水量を増やすことだが、そのために人の多く集まる場所（学校やショッピングモール等）の施設からの接続を優先するのもひとつの方法である。また、アルカハターニ氏からの提案である処理水の循環利用（流入側への返送）は、流入水の濃度を薄める利点もあるので有効である。継続運転することにより、職員の能力向上も期待できる。油対策については、今回アルハルビ氏から非常によい提案をしていただいた。油の対策はサウジアラビア全土の課題であり、13州が共同して取り組みを進めてはいかがか。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
2	アルガムディ	アルバーハ	水道局 下水部 部長	熱工学	32

## 現地ワークショップ発表内容

下水道管理方法の検討などを進めているが、現在、下水処理場や管渠網の整備を進めているところであり、供用開始には至っていない。

関係者に研修成果を報告した。継続的な勉強会を調整中。

下水処理場、管渠の建設に、研修で得た知識を活用した。

### 【課題】

現在、下水処理場を建設中であり、一刻も早く供用開始すること。

## 調査団コメント

・アルバーハ州は山地が多く、地形も急峻で、下水道施設の整備には苦勞が多いと思われる。

### 【調査団からの提案】

下水道整備を円滑に進めるにあたっては、他都市の過去の経験やノウハウを活用することが効果的であるため、本邦研修で得た知識を同僚や関係者と共有し、多方面に活用していくことが望ましい。また、今回のプロジェクトで培った人的ネットワークも生かして、最新の技術などの情報を活用してほしい。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
3	アルコムサーン	ナジュラーン	ナジュラーン支局 エンジニア	理工学	26

## 現地ワークショップ発表内容

2009年に予定している下水道の供用開始に向け、下水道整備を推進中である。

これと並行して、市民を対象とした下水道の啓発活動の内容と体制について、北九州市及び日本各地における事例を参考にしながら検討を行った。

子どもを対象にした作文・絵画コンクールや環境ミュージアムなどの市民啓発活動が参考事例としてあげられた。

### 【課題】

処理場が稼働するまで、まだ時間がかかる。

## 調査団コメント

下水道の普及を早急に進めるにあたっては、施設整備を重点的に実施することに加え、市民の理解と協力が不可欠である。そのため、今回のアクションプランにあるような、様々なツールを活用した市民啓発活動を進めることは、下水道事業の推進にとって非常に効果的である。

### 【調査団からの提案】

今後、アクションプランを実行していくにあたっては、次の点に留意することが望ましい。

- ・アクションプランでは、実施期間を下水処理場の運転開始からと設定しているが、市民啓発には長い期間を要すると思われるので、今の段階（運転開始前）から取り組んでいくこと。
- ・今回のプランを1～2年のみの期間で終わらせることなく、継続して取り組んでいくこと。
- ・下水道の普及はサウジアラビア国全体の課題であるので、国全体で取り組んでいくこと。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
4	アルハルビ	タブーク	水道局 下水処理所 所長	機械	28

## 現地ワークショップ発表内容

油分離装置の仕様、点検様式を作成した。装置設置に関する申請書、検査表のサンプルも作成した。

市のレストラン等を所管する部署と調整を行った。

分析機器の砂・埃からの保護については、防護カバーを取り付けることとしており、その仕様が固まったので今後入札を行う。

### 【課題】

通常業務に追われている。

市担当部署との調整に時間がかかり、当初スケジュールどおりにアクションプランを実行できていない。

## 調査団コメント

### 油分離装置

- ・ 設置申請書などの書類は、非常によくできている。
- ・ 市担当部署ほか関係機関と早急に調整し実行に移されたい。

### 防護カバー

- ・ 機器の防護カバーについてはアクションプランどおり進んでいるので問題ないと思われる。
- ・ 調達に関する書類作業に時間がかかるのは我が国も同様である。

### 【調査団からの提案】

- ・ 油の流入が問題となっている全国の処理場との情報共有を進めてほしい。
- ・ 汚泥処理の運営管理スタッフの研修について発表がなかったが、今後取り組みを進められたい。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
5	アルアキール	ハイル	水道局 技術課 課長	土木	28

## 現地ワークショップ発表内容

バックア市に新たに処理場を設計するため、州ではプロジェクトを実施している。  
アクションプランとして、処理水を散水や市街地緑化などに活用し、市民に憩いの場を提供することを計画中。  
導水ルート、調整池の候補地の選定は完了している。  
管渠ネットワークの設置については、地方自治体の協力を得ながら実施中。  
年内に予算の確保を終わらせたい。

### 【課題】

実行にあたって特に支障は生じていない。

## 調査団コメント

環境対策として処理水を活用する一方で、市民に公園や憩いの場を提供することは、大変素晴らしい取り組みである。  
処理水の送水ルートや貯留池の場所を選定するなど、アクションプランどおりにプロジェクトが進んでいることは、大変喜ばしい。今後も引き続き、プロジェクトが円滑に進捗するよう、努めていただきたい。

### 【調査団からの提案】

- ・今後、処理水の水質を良質な水として確保することが必要。
- ・高度処理での水質確保については、農業・散水用と市民が利用する貯水池では基準が違ってくる。特に市民が直接手に触れる親水用水は十分検討が必要である。  
窒素・リン：池の水に利用する場合、十分除去されていなければ富栄養化問題が発生する。  
農業利用では含まれていても問題がない。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
6	アルデワイレジュ	アルコラヤート	水道局 局長	土木	44

## 現地ワークショップ発表内容

導水のための水路の仕様を決定し、建設も既に始めている。

設計内容としては、当初のアクションプランから水路断面のサイズを変更し、かつて市議会で設計した古い仕様を採用している（幅25m、高さ2m、底辺20mと、当初予定よりかなり大きい）。

落差工設置の目的は、曝気による溶存酸素濃度の増加である。

藻の対策のために魚の養殖を検討している。

第2回研修員には、日本での研修を通して現在の水路の改善に貢献することを期待したい。

### 【課題】

実行にあたって特に支障は生じていない。

## 調査団コメント

短期間のうちに水路の設計、工事の承認、入札などの業務を進め、実際に建設工事に着手し、60%まで工事が進捗していることは、大変すばらしい。今後も引き続き、プロジェクトの推進に努めていただきたい。

### 【調査団からの提案】

- ・放流する処理水の規模からすると、水路断面が大きなものになっていると想定される。水路の供用開始後、状況をよく観察し、支障がないか確認しておくことが望ましい。
- ・落差による処理では窒素、リンは除去されない。水路、貯水池で水が滞ると富栄養化による藻の発生が懸念される。藻の発生状況に十分注意しながら事業を進めていただきたい。
- ・市民が水に親しめる環境を整備することは、大変喜ばしいことである。今後、貯留水を灌漑や公園の修景用水として活用するには、水質の検査体制を整え、水質分析を十分に行う必要がある。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
8	アルジャミリ	カシーム	水道局 機械エンジニア	機械	37

## 現地ワークショップ発表内容

3つの処理場に対して、施設に応じた対策を実施している。  
BURAYDAH処理場（リヤド北部）では、処理タンク3カ所のうち1カ所を選んでアクションプランを実施してみることにした。反応槽DOを上げることによりBODを下げる事ができた。污泥処理のベルトプレス脱水機がフル稼働状態なのが課題。  
UNAYZAH処理場で反応槽への流入経路を調整することによりBOD、CODを改善した。  
BUKAYRIAH処理場で曝気時間を調整することによりSSを改善した。

### 【課題】

他にもやるべき仕事が多い。  
処理場の処理能力が不足している。  
外部からのサポートがない。今後もアクションプランの実施にあたり、会議やインターネット等を通じてJICA専門家からの指導を期待するとともに、情報交換できるネットワークが必要。

## 調査団コメント

・ BODの削減をめざし、各処理場で様々な試みを実施していることはすばらしい。

### 【調査団からの提案】

- ・ DOを上昇させる努力をしているが、MLSSも高い。あまり上げすぎるとBOD、SS流出のおそれがある。
- ・ BOD削減を行うと同時にアンモニアが酸化されるため、反応槽の後段の最終沈殿池等で脱窒による污泥浮上が生じ、放流水のSS悪化につながるおそれがあるので、注意しながら実施してほしい。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
9	アルマーヘル	東部	水道局タイプ支所 化学エンジニア	化学工学	40

## 現地ワークショップ発表内容

「スカム・バルキング対策」と「操業データ不足」の2点について発表した。  
バルキングに対するメカニカルな対策として最終沈殿池の汚泥かき寄せ機の修理を行った。  
化学的なバルキング対策として曝気装置の交換を予定しており、12個程度ある装置を今後2カ月で交換する。  
自動採水器を導入し、採水を開始した。  
モニタリングのためオンラインシステムを設置予定。

### 【課題】

表面曝気装置が頻繁に故障するため、DOが減少し脱窒状態になる。  
バルキングの生物学的原因を追究するために必要な顕微鏡等が不足している。

## 調査団コメント

放流水の環境影響に配慮しスカム、バルキング対策を行うことは、サウジアラビア全体の課題解決につながる重要な視点だと思われる。  
具体的な対策として、メカニカル、化学対策が既に実施されているのは評価できる。

### 【調査団からの提案】

#### 発泡対策

- メカニカルな対策は、継続的に実施することが重要。メンテナンスはしっかりとした体制づくりとともに、水電力省としても必要な予算を確実に確保、配分していくことが重要と考える。

#### 検査体制

- 生物対策は早急に顕微鏡を入手するように努力していただきたい。ただし顕微鏡を確保するだけでなく実際に微生物を診断できるような人材またはコンサルタントを育成することが重要。
- 分析により処理状況を把握することは処理場運営の基本であり、このことはすべての処理場において再認識していただきたい。

#### 汚泥処理

- 本日の発表では汚泥処理に関するアクションプランの報告は含まれていなかったが、汚泥処理は水処理と同様、重要なプロセスである。今後は汚泥処理の検討も進めていただきたい。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
10	アルカハターニ	アシール	水道局 下水処理所 所長	土木	26

## 現地ワークショップ発表内容

活動項目を1～5まで設定し、それぞれ一定程度の成果を出している。

活動1（ラボ試験・操業分析） 顕微鏡分析でアクションプラン実施に必要な情報を得ることはできたが、処理場ラボに顕微鏡そのものがないことが課題。

活動2（発泡抑制） 手で散水し、若干の発泡抑制を確認したが逆に泡の発生スピードが上がった。スカム除去装置（散水装置）がない。

活動3（DO調整） 曝気装置の速度を上げ、DO濃度を上げた。

活動4（MLSS調整） 汚泥引抜き量を増やしMLSSを下げた。

活動5（返送汚泥量調整） 返送汚泥量を減らした。

バルキングの原因を追究するため、アブハ大学に検査を依頼した。

今後はラボの改善や油脂トラップの改修、スカム除去装置（散水装置）の設置などにも取り組んでいきたい。

### 【課題】

水量過大によるオーバーフロー

流入水質と設計水質の違い

油分、グリースが大量に流入

オーバーフローが生じるためDOの制御が困難

## 調査団コメント

アクションプランに示された課題を十分に理解され、短期間に様々な試みをされていることは素晴らしいことである。

### 【調査団からの提案】

- ・ 反応槽での発泡対策は全国共通の課題と聞いており、この処理場での取り組み成果は全国処理場で共有すべき。
- ・ 原因の追究、対策の実施には機材や施設の建設が必要になると思われる。州、水電力省におかれても支援、配慮をお願いしたい。
- ・ 流入水量が設計能力を超えていると聞いている。処理施設を増設し施設能力に余裕が生まれると処理水がより安定すると思われる。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
11	アルバラウィ	リヤド	水道局 運営課 課長	土木	32

## 現地ワークショップ発表内容

企業からの提案を検討した結果、乾燥機を導入することとした。  
乾燥機を導入するための仕様等を決定した。  
乾燥機導入までの5年間の暫定的な埋立て地処分の契約を行った。

### 【ヤラブ局長補足】

汚泥処理については、王からの指示で関係省庁が集まって技術面からの検討を行った。ヤラブ局長もその一員である。検討内容は既に内閣府の専門家グループに提出しており、現在、専門家グループからの指示を待っている。

### 【課題】

乾燥機の導入は多額の事業費が必要となるため、リヤド市下水道の民営化を控え事業が止められている。

## 調査団コメント

### 【調査団からの提案】

- ・ 汚泥処分の問題は、リヤド市に下水処理場がある限り永遠に続く問題であり、恒久的な対策を早期に決めなくてはならない。
- ・ 汚泥の処分計画作成についてはコンサルタント任せにしないで、積極的に作成にかかわっていく必要がある。
- ・ 汚泥埋立ては水分が80%程度のものに限定されるが、汚泥、土砂、汚泥というように層状（サンドイッチ状）に埋め立て、最後の層を土砂とすればある程度、臭いの問題は解消されるとされる。
- ・ 埋立て地からの浸出液の問題があれば別途、浸出液の処理装置も必要である。

# サウジアラビア国別研修 第1回研修員フィードバックシート ～「下水処理施設運営維持管理の向上」～

## 研修員情報

No.	氏名	州	所属・役職	専攻	年齢
12	ハウジャー	メッカ	タイフ支所 下水処理場所長	生化学	39

## 現地ワークショップ発表内容

脱水汚泥と濃縮汚泥をセメント混合して処理するための実験を3回実施。  
汚泥とセメントの混合割合を変え、強度が発現する配合条件を検討した。  
砂、石を加え構造が維持できるよう改良した。  
徐々に強度は増したものの、最終実験では枠から外すことができず成功とはいえなかった。  
しかし、今後もよりよい製品を作れるよう引き続き取り組みを続けたい。

### 【課題】

製品の強度及び品質が十分確保できていない。

## 調査団コメント

汚泥にセメントを混ぜ再利用する取り組みは、アクションプランどおり進められている。  
汚泥にセメントを混ぜ廃棄しやすくなったことは一定の成果と考えている。

### 【調査団からの提案】

- ・汚泥にセメントを混ぜてセメント製品を作る実験結果を発表いただいたが、汚泥にセメントを混ぜたり、レンガ等への再利用方法について、日本滞在中に説明不足だったと思うので少し補正しておきたい。
- ・本邦研修で説明があった北九州市で汚泥にセメントを混ぜていた理由は製品を作る目的ではなく、汚泥を埋めた後の土地を固めて、利用しやすいよう強度を出すためである。
- ・日本で視察した汚泥を原料としたレンガ等は、汚泥を焼却した後の燃え殻を原料の一部に混ぜて製品にしたものである。
- ・今回説明した内容を参考に再検討していただき、さらにより再利用の方向をめざしてほしい。

## 全体コメント

中央省庁がかかわるべき全体的なポイントについては、提言として以下の点について水電力省に伝えた。

### No.3 アルコムサーン

- ・下水道の普及はサウジアラビア国全体の課題であるので、国全体で取り組んでいくこと。

### No.4 アルハルビ

- ・油の流入が問題となっている全国の処理場との情報共有を進めてほしい。

### No.8 アルジャミリ

- ・外部からのサポートがない。情報交換できるネットワークが必要。

### No.9 アルマーヘル

- ・分析により処理状況を把握することは処理場運営の基本であり、このことはすべての処理場において再認識していただきたい。
- ・複数の発表者から、顕微鏡がなく、生物の観察ができないとの話があったが、このような13州共通の問題については問題協議の場をもつようにするとよい。

### No.10 アルカハターニ

- ・反応槽での発泡対策は全国共通の課題と聞いており、この処理場での取り組み成果は全国処理場で共有すべき。
- ・原因の追究、対策の実施には機材や施設の建設が必要になると思われる。州、水電力省におかれても支援、配慮をお願いしたい。

### No.11 アルバラウイ

- ・乾燥機の導入は多額の事業費が必要となるため、リヤド市下水道の民営化を控え事業が止められている。水電力省として、早急に方向性を示すことが望ましい。
- ・汚泥の処分計画作成についてはコンサルタント任せにしないで、積極的に作成にかかわっていく必要がある。