



ヤンゴン市水道と JICA 専門家としての活動

松岡 賢
福岡市水道局

松岡賢さんは2012年4月から3年間 JICA 専門家として福岡市水道局からミャンマー国ヤンゴン市開発委員会水衛生局(YCDC)に赴任し、大活躍され、最近、帰国しました。2002年から2004年まで、阪神水道企業団の長塩大司さんが最初の JICA 専門家としてヤンゴン市に赴任して以来、松岡さんは8年ぶりの派遣でした。



松岡 賢さん

ミャンマーは近年、民主化され、国際社会がその発展に注目するところ、日本においても ODA はじめ民間企業が、ミャンマーの開発に参入し、一種のブームといっている状況を示しています。東南アジアで一番開発の出遅れたミャンマーが大きく変わろうとしている今の状況を、帰国間もない松岡さんに WaQuAC-NET 九州支部総会でお話ししていただきましたが、今回その内容を会報用にまとめました。

(WaQuAC-NET 事務局 文責 山本)

I. ヤンゴン市水道の現状

1. 一般情報

表-1 国及びヤンゴン市の一般情報

	ミャンマー国		ヤンゴン市
人口	約 5,142万人 (2014)	人口	約 521万人 (2013)
面積	約656,578km ²	面積	約599km ²
GDP	429億 US ドル	年平均降水量	2,681mm
一人当り GDP	702US ドル	年平均気温	最高 32.3 °C 最低22.6°C
首都	ネーピードー	気候	熱帯モンスーン
公用語	ビルマ語		

* 松岡さんが作成された表から会報用に編集

2. ヤンゴン市の水道

1) 地理的特性: ヤンゴン市は大きな河川に囲まれているのですが、塩水遡上の影響があるため、河川水をそのまま水道に使用できません。また、概ね平坦な地形のため、水源を確保するには市街地から遠く離れたところにダムを建設する必要があります。年平均降水量は福岡市より大きいですが、乾季の11月から4月まではほとんど降水量がなく、年間を通して安定的に供給するためには比較的大きな貯水池が必要となります。このようなことから、ヤンゴン市は福岡市と同様、水道水源に恵まれない都市と言えます。

2) 水道施設: 水道の歴史は古く、100年以上経った貯水池や水道管も現役で活躍しています。最近建設された浄水場はいずれもヤンゴン市が自ら設計、施工して完成させ、自ら運転もしています。図-1、表-2 参照

26号 目次

・ヤンゴン市水道と JICA 専門家としての活動……	1
・海外会員のインタビュー……	5
・新会員自己紹介……	6
・第7回九州支部総会報告……	6
・Q & A 無収水率の削減……	8

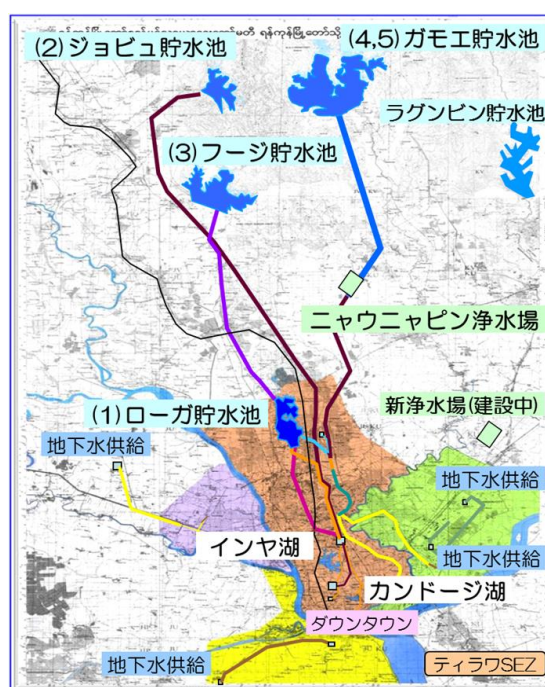


図-1 水源と浄水場の位置

表-2 主な貯水池と浄水場

	年	水源	m ³ /日
	1842	タウン30カ所の井戸	
	1879	カンドー湖	使用中止
	1884	インヤ湖	使用中止
(1)	1904	ローガ貯水池	64,000
(2)	1940	ジョビュ貯水池	123,000
(3)	1989	フージ貯水池	245,000
(4)	2005	ガモエ貯水池～ ニャウニャピン浄水場-1	205,000
(5)	2013	ガモエ貯水池～ ニャウニャピン浄水場-2	205,000
		地下水	91,000
		計	933,000

* 現在 JICA により新規浄水場建設支援と送配水施設の円借款事業が進行中。水源は既存のラグンピン貯水池、処理能力は182,000m³/日、浄水の1/4はティワラ経済特区へ配水予定。

表-3 ヤンゴン市水道基礎データ

人口	514万人
給水人口	192万人
普及率	38%
施設能力	932,000 m ³ /日 (2013)
漏水率	50%
家庭用1人1日 平均使用水量	95 リットル
給水戸数	メーター付 188,014戸 (72%) その他 (定額、無料、閉栓中) 73,509戸 計 261,523 戸
塩素消毒	未実施
水道料金 (20m ³)	1,860kyat (約186円)

出典: JICA 上下水道 マスタープラン(2011)

3. 現状と課題

1) 経営計画が策定されていない: 単年度の事業実施計画は作られています、水道事業が独立採算でないなどの理由で、複数年にわたる経営計画のようなものは策定されていません。水道料金については、メーター制では毎月検針されており、以下の従量料金制が採用されています。

(ミャンマー通貨単位: kyat(チャット)、100kyat=10円)

100kyat(基本料金) + 88kyat/m³

定額制の所では1,875kyat/月となっています。本当かど

うかわかりませんが、水道料金の徴収率は100%と説明されました。

2) 施設整備が計画的でない: 配水池の数が足りず、水源/浄水場から直接お客様に供給されているため、配水量・水圧の管理が難しくなっています。また、給水区域はブロック化しておらず、複数の水源/浄水場から無計画に布設された配水管により給水されているため、配水施設の維持管理が難しくなっています。水圧が低く、水量が不足する地域では各家庭で増圧ポンプを取りつけています。さらには、地下水の管と水道の配水管が接続していたり、タコ足のように沢山の給水管が地上に数百メートルにわたって配管されているところもありました。



写真-1 タコ足のように地上に伸びる給水管

3) 低い水道普及率: 2011年の普及率は38%で、1日平均給水時間は7.8時間でした。2013年にはニャウニャピン浄水場フェーズ2が供用開始され、現在は改善されています。未普及地区では、住民はヤンゴン市水道局が管理する池から230リットル約40円で水を買って、その無処理の水を汲んで家まで運んだり、屋根に降る雨水を樋を通してタンクに貯めたりして使っています。



写真-2 池の水を汲んで売る水売り

4) 高い無収水率: 無収水率は66%、東南アジアの主要都市とくらべて極めて高いです。その主な原因は送配水管や給水管からの漏水、盗水、メーターの故障や性能の悪いメーターの使用、メーター検針のミス、料金徴収プロセスにおける多くの手書き帳票によるヒューマンエラー等が考えられます。



写真-3 送水管の漏水修理中

5) 消毒がおこなわれていない: 唯一の塩素消毒設備は故障中で、現在供給されている水道水は全く塩素消毒されていません。

II. 専門家活動

1. 無収水率削減に向けた配水管理技術の指導

専門家としての活動は多岐にわたりましたが、主な仕事を紹介いたします。

1) 送水管パトロール: 仕切弁・空気弁等の位置確認と漏水・違法接続の調査のために**送水管パトロール**を実施しました。調査した送水管はジョビュ貯水池系で、1940年から使用されている口径1400mm、全長68kmの地上配管です。GPS機能付きデジカメ持参で貯水池から配水池まで送水管の上を9日間かけて歩き、撮影した施設はGoogle map上に図示しました。その結果、仕切弁9カ所、ドレン37カ所、空気弁60カ所、漏水89カ所、違法接続95カ所が特定されました。



写真-4 パトロールメンバー

課題(1) 推定漏水量は約610m³/日、毎分423リットル(表-4 参照)、漏水率は約 0.5% と推定されました。数字だけ聞くと、小さく感じるだろうと思ったので、その量は約

6,100人に供給できる水量ということ、また、年間約200万円の損失になっていると説明して危機感を持ってもらうようにしました。対策として定期的なパトロールで漏水を早期発見し即修理することを提案しました。

表-4 推定漏水量

	箇所数	推定漏水量	
		リットル/分	m ³ /d
バルブ	1	1.00	1.44
ドレン	11	94.96	136.74
空気弁	29	63.04	90.78
継ぎ手	7	19.51	28.09
本管	3	80.00	115.20
枝管	30	129.15	185.98
水圧計	4	22.02	31.71
ポンプ場	3	13.65	19.66
計	89	423.83	610.32



写真-5 地上に68km 伸びる送水管

課題(2) 違法接続による使用水量は推定59,000m³/日で年間約1億9000万円の損失となります。対策として、定期的なパトロールで違法接続の早期発見、メーターを設置して、使用水量に応じた料金を徴収することを提案しました。

2) 無収水削減モデル事業の実施: 無収水削減に向けた配水管理技術の指導を目的とし、ヤンキンタウンシップの一部地区でモデル事業を実施しました。事業前の当地区は給水戸数約300戸、流入水量約75,000m³/月で、無収水率は 約75%、料金損失は約49.5万円/月、年間約594万円と推定されました。

まず、将来の水需要を予測し、標高や管路延長などの基礎データを収集、配水管網の設計をおこないました。フリーソフトの EPANET を用いて、口径を変え、水圧・流速をシミュレーションして適正口径を決め、また将来の維

持管理(充水や断水)を考慮してバルブ類を配置しました。将来の日本企業の参画も考慮して、水道メーターや仕切弁等の資機材の仕様書を作成し、JICA ミャンマー事務所から総額1,600万円の予算を新たに確保して、φ150mm ポリエチレン管1,200m、φ75mm ポリエチレン管4,700m、仕切弁、消火栓、φ20mm 水道メーター300個などの必要資機材を調達しました。配水管布設工事(バットフュージョンによるポリエチレン管の接合)はYCDC が担当しました。工事完成後の給水状況の確認、事業の検証(使用水量調査)をおこなったところ、漏水率は約75%から15%~20%まで下がりました。

現在の無収水量の多くは宗教施設への無料での供給によるものと推定されます。この後、YCDC は本事業を参考にして、他の地域でも水道管網整備を進めていくことになり、うれしく思っています。

3) 送配水施設の設計支援: 配水池の必要性や有効容量を理解してもらうため、福岡市の一日の配水量変動グラフを用いるなどして説明しました。

YCDC から依頼された未普及地域解消プロジェクトを実施するために、指導した職員といっしょに送水管、配水池、配水幹線、配水管網の設計をおこないました。

4) 配水管網図の作成と漏水地点の記録: 配水施設の適切な維持管理を目的として、新しい配水管網図を作成しました。全市で同じ縮尺とし、A1サイズの紙ベースの地図と色鉛筆・フリクションペンを配布し、管路の口径ごとに色分けをし、管種、布設年度、バルブなどを記載してもらいました。管路の新設や更新時にも随時更新して、最新情報が分かるようなやり方としました。

また、市内の漏水傾向を把握し、配水管更新や漏水調査を実施する際の優先順位付けに活用するため、A1サイズの地図と4色シールを配り、送水管漏水個所にはピンク、配水管は緑、バルブ類は黄色、給水管はオレンジのシールを貼ってもらうようにしました。

さらに市内の漏水修理記録を蓄積して、今後の技術改善に活用するため、漏水修理報告書の様式やミャンマー語での作製例を作って配布しました。

5) 給水管・メーターの現状把握のための実地調査: 無収水量のうち、漏水以外のロスの削減を目的に、以下の活動をしました。①水道料金徴収フローの改善、②顧客データベースの作成、③市内全域の給水管・メータ

ーの現状を把握するための実地調査。

2. ヤンゴンの生活と今後の協力

3年間ミャンマーで暮らして最も印象に残ったのは、ミャンマーの人たちの温かさです。困っていると自然に助けてくれますし、男女を問わず素朴で純粋な笑顔には癒されました。



写真-6 ミャンマーの笑顔



写真-7 ミャンマーの魅力

私の滞在がきっかけで、2014年5月にヤンゴン市と福岡市が「まちづくり協力・支援に関する覚書」に署名し、両市の協力関係が構築されました。

日本の水道分野の協力については、無償資金協力、円借款、技術協力プロジェクトが始まっていますし、私の後任が福岡市からヤンゴン市の水・衛生アドバイザーとして間もなく出発するなど(8月2日に派遣)、協力の輪が確実に広がっています。私も引き続き何らかの形でミャンマー・ヤンゴンの水道分野の改善に関わっていきたいと思っています。



写真-8 カウンターパートの皆さんと

海外会員インタビュー

Dr. Chea Visoth

プノンペン市水道公社
副総裁



海外メンバーを代表して、カンボジア国 プノンペン市水道公社 (PPWSA) の副総裁 Dr. Visoth に話を聞きました。Dr. Visoth は WaQuAC-NET 設立時からメンバーとして時々メールをいただいている会員です。

(インタビュアー: WaQuAC-NET 事務局 鎗内美奈)

Q; 海外メンバーからの意見は貴重です。WaQuAC-NET に期待していること、活動についてのご意見をお願いします。

A; WaQuAC-NET に期待している海外メンバーは多いと思います。ただ、なかなか事務局に対して質問を送れないのではないかと考えます。私たちアジア人は初めての人に連絡をするのを遠慮しますから。英語で何か発言する

事務局から一言



Dr. Visoth はカンボジアの多くの幹部と同様に、海外で学んでいます。彼の場合はドイツで学び、博士号をとったあと、水処理関係の民間会社に10年近く務めました。カンボジアに帰国後はPPWSAに入り、エクソンチャン総裁の知恵袋としてPPWSAの発展に貢献しました。

敬虔な仏教徒で、アルコール類はたしなまず、普段はもの静かな紳士ですが、2011年10月、JICAアジア地域水道事業幹部フォーラムに出席のために来日した時、WaQuAC-NET 無茶メンバーが、新宿西口駅そば“某横町”に、連れだしました。そういう飲み屋街に足を踏み入れるのは初めてということでしたが、当惑するどころか大変興味を持って周りを探検していました。高校生の時の同級生で共にドイツで過ごされた奥様と3人の娘さんの良き夫/父親でもあります。(KY)

のが恥ずかしいというメンバーも多いでしょう。事務局としては、海外メンバーをどう活発に関与させるかということを考えてはいかがでしょうか。

例えば会費は無料であり事務局は質問やコメントを歓迎しているということを知らせて、会報発送の機会などに、最近のあなたの事業体の課題は何かという具体的な質問を投げかけてみる。このようにして、活動に関心のあるメンバーの意識を高めることができると思います。また、時々会報にあるように現地の報告記事を依頼すること。これはとても良いと思います。全体に呼びかけるのではなく、個別に働きかければ、多くのメンバーは記事執筆の依頼を喜んで受けるでしょう。そして最終的には、上がってきた質問に対して、海外メンバーからも回答を募集すること。このステージが WaQuAC-NET が目指している姿だと思います。

会報を読んだり Web サイトを見る受け身なメンバーもいますが、積極的に関与できるメンバーを確保することが重要でしょう。WaQuAC-NET は一方通行ではなくネットワークとして機能するところが魅力だと思います。ぜひ、海外メンバーも積極的に参加するようになってもらいたいと思います。



2014年8月 「上下水道技術・管理の視察型研修」のため来日。南房総のお寺で

* * * * *

[illegible]



疑問・解決コーナー

Q: 無収水率が 50% 近くありますが、20% くらいまで下げるにはどうすればいいでしょうか。(S.K. Bangladesh)

A: 無収水削減対策とは

1) まず水道事業体の上層部が、自分の事業体では無収水率が高く、無収水が水資源やエネルギー、経営に大きな影響を与えていることを認識する必要があります。

私が関わったプロジェクトでは、「私たちの水道公社には地上漏水はない、地下漏水もない」と発言した部長がいました。JICA の専門家チームが漏水箇所を図面に表示、写真を見せても納得しない部長もいました。動画まで見せて地上漏水の多さを納得させ、漏水による水資源の無駄、お金の無駄、エネルギーの無駄を説明し、無収水削減の重要性を納得してもらいました。

2) 無収水削減を実施する体制が整ったら、無収水の内訳を知る必要があります。国際水協会 (IWA) による配水量の分析表 (表-1) 等を使って、どこで水が無駄になっているかを理解します。

違法接続水量 (盗水、未公認使用水量)、地上漏水量、地下漏水量等を精査してゆきます。

水道メーターについては、日本の場合計量法で $\pm 2\%$ の器差 (誤差) が認められていますが、途上国では制度化されていない国が多いので協議する必要があります。

違法接続水量 (盗水) ですが、メーター検針時、漏水調査時に顧客とコミュニケーションを図り、調査の意義を説明して調査する必要があります。私の経験では職員が違法接続を発見して顧客に説明している時に警察が来て職員が逮捕されたこともあります。高級官僚・大金持ちの家族ほど盗水が多いと聞かされました。

地上漏水を調査する時に、日本では配水管の取り出しから水道メーターまでの給水管を水道局が管理していますが、途上国では給水管からの地上漏水は、顧客が修理するという話を聞くことがあります。水道事業体と顧

表-1 配水量分析表

(source: Standard IWA /AWWA methodology of balancing consumption and water losses)

送配水施設に配水した水量	公認の使用水量	料金を請求した使用水量	検針により請求した使用水量	収益となる使用水量
		請求しないが公認されている使用水量	メーターが無く推定で請求した使用水量	
	損失水量	見掛け上の損失	検針したが請求しない使用水量	無収水量 (NRW)
			請求しない推定の使用水量	
		実際の損失水量	未公認の使用水量 (盗水)	
			精度の悪いメーターやデーター処理エラーによる水量	
			送配水本管の漏水	
			貯水タンクの漏水やオーバーフロー	
			メーター上流部のサービス管の漏水	

既設水道施設では、DMA (District Metered Area) を作成し、その DMA 内のベースライン調査を行う必要があります。夜間使用水量の少ない午前2時～午前4時の2時間で夜間最小流入量調査を計測します。この流入水量は損失水量です。この数値を基準にしてどのような削減対策を行うか計画し、作業を進めていきます。水道事業体が浄水場や配水管網で使用する水量 (請求されない推定の使用水量)、水道メーターによる不感水量、

客の水道施設の管理区分が明らかでない事業体が多いか、あってもそれを理解していない職員が多いのです。

3) 今後、人材育成が重要ではないかと思います。

配水管網の維持管理をする職員を研修等で教えることが必要です。毎月、または2カ月に1回、水道メーターの検針を実施している職員や契約している民間検針員が正確に検針するために、また不正を防ぐためにも人材育成が重要です。

水道メーターの数字の表示方法にも問題があります。たとえばm³まで表示、100ℓまで表示、10ℓまで表示など様々です。3種類以上の水道メーターがDMA内に設置されているところがあります。水道メーターの形式の統一化が必要ですが、それぞれの国の事情がありますので、なかなか進みません。

4) 地上漏水、地下漏水調査は給水している時間にやらないと意味がありません。

漏水調査計画書を作成して計画的に漏水調査を実施してる国は少ないです。例えば、2時間給水(午前5時～午前7時)を実施してる事業体では午前10時過ぎに現地調査を実施しても給水していないので、道路面が乾燥して跡形もない状況です。そこで、地上漏水は無いとの発言がでできます。

地下漏水ですが、漏水調査を実施する機材がない。あっても漏水調査機材の取り扱いが出来ない水道事業体が多く、埃が機材全体に積もっており、ケーブル線のひび割れ、バッテリー交換が出来ない、市販されていない等で使用されていない状況がありました。

5) 適切な資機材の確保と維持管理が重要です。

途上国では、PVC管とかアスベストセメント管を使用していますが、継手からの漏水が多いです。そして、修理しても、しっかり修理していないので、数年後には再度漏水が発生します。インドネシアでは日本の漏水探知機が機材供与されていますが、PDAM(水道公社)の職員から地下漏水を発見することが出来ない、どうしたら発見できるのかとよく質問されます。供与された探知機ではPVC管等の樹脂管の漏水は発見できません。それで、樹脂管に適用した漏水調査機材を使わないと発見できないと説明しています。「漏水調査は、耳の感と経験が重要」と言われています。最近、PVC管(樹脂管)に適應できる機材、アナログとデジタルの表示できる漏水調査機材が開発されていますので、それぞれの国に適應した機材を使い、漏水調査計画書を作成して漏水調査を実施することが重要です。

6) 配水管等の記載された図面がない水道事業体も多いです。図面作成も無収水削減対策では重要です。配水管の位置や口径、管種、布設年度などの情報が得られないと計画的な漏水対策を立てられません。

7) 無収水率を下げるのに効果があるのは、老朽管の布設替えとその時の配水管・給水管種の選定です。

古い配水管・給水管を使用し続けることは、漏水箇所を修理して漏水を止めてもすぐに漏水の復元現象が起こり、無収水削減対策には貢献しない状況になります。漏水を繰り返す老朽管は布設替え費用が高いですが、修繕ごとに掘削、補修又は管の一部取り替え、道路補修という費用を繰り返し使うことを考えると、布設替えで長期的に使用できる給配水管材料を使用することで、漏水発生率の削減を図ることができ、コスト的にもメリットがあると思います。また、継手部が少ない管種、腐食を防止する工法などは無収水率の削減に大きく寄与します。漏水する可能性を排除することで、安全な水道水を顧客に給水でき、顧客が満足し、更には顧客の増加につながるという大きな改善につながります。

8) 今後、日本でも、途上国でも100年先を計画したLCC (Life Cycle Cost: 生涯費用) について考慮する必要があります。

LCCの表を作成して、材料や機材の比較をし、耐用年数の長い配水管・給水管材料を使用することにより、初期費用は高くても、長い目で見れば、安くつくものを選ぶことが重要だと思います。

9) 結論として無収水(NRW)を削減するためには以下の事が必要です。

- * 無収水の現状の理解・無収水削減担当組織の創設
- * 配管網図の管理
- * DMAで夜間最小流量調査、ステップテストを実施
- * メーター管理とメーターの交換
- * 関係する職員や建設業者の人材育成
- 漏水探知、修理、管接合の研修
- * 日常的な資機材の管理
- * 老朽管の布設替え
- * LCCの考慮



回答者 中之蘭賢治さん・瀬川進太さん
(横浜ウォーター株式会社)

WaQuAC-NET 会報 第26号

発行: 2015年9月9日

WaQuAC-NET 事務局

連絡先: waquac_net@yahoo.co.jp (鎗内)

URL: <http://www.waquac.net>

今後の活動予定

9月11日 大阪集会

9月25日 ミニツド「アフリカの水、アジアの水」

9月30日 Newsletter vol. 26(英語) 発行