



# OVERSEAS

海外で活躍する建設コンサルタント技術者が、独特の目線で各国を紹介するコーナーです。

## 海外事情

### 海外主要都市の水源及び生活用水施設回想記



網野 信重 AMINO Nobushige  
株式会社三洋開発/顧問

#### 北アメリカ地区の上下水道施設

広大なアメリカ大陸を2ヶ月余りかけて、北はアメリカのアンカレッジから南はメキシコのメキシコシティに至るまで、およそ30都市を歴訪し、14の行政機関の23上下水道施設を単独で視察・調査した。訪問先は、北アメリカの主要都市の上下水道事業とその施設、カナダマニトバ州立大学とアメリカテキサス州立大学の研究所、アメリカ政府内務省研究機関等である。

北アメリカ地区の上下水道施設や水源の殆どは、比較的規模の小さい湖沼やクリークと呼ばれる小河川である。原水の水質は良好で、透明度や硬度がともに高いが、水質調査には力が注がれ大規模な水再利用施設も建設されている。したがって日本の浄水処理方式と規模の概念には基本的に異なる(写真1)。

どこの国でも古くより水問題が存在するが、アメリカでも年間降水量300mmのラスベガスやトゥーソン等の中西部では砂漠化が広がり不毛の地と言われていた。

ラスベガスは人口増加に伴い水資源不足となり、地下水源開発が行

われ(写真2)、後にラスベガスの南東約50kmのコロラド川ブラックキャニオンにフーバーダムが建設された(写真3)。高さ221m、堤頂長379m、貯水量352億m<sup>3</sup>の重力式アーチダムは、ネバダ州とアリゾナ州方面への二つの取水口を有し、水力発電、

洪水調節、灌漑用水、生活用水等の多目的に使用されている。このダムによって堰き止められてミード湖ができた。

トゥーソンの人口集中による水資源不足の解消は、水の有効利用や使用規制では間に合わず、コロラド



写真1 カナダ・ウィニペグの水質コントロールセンター



写真2 アメリカ・アリゾナ州の砂漠での地下水調査



写真3 ラスベガスへの供給水を蓄えるフーバーダム



写真4 シドニーの筆者自宅



写真5 NSW州立大学の研究室

川からの導水を実施した。コロラド川を水源とする水は、赤茶けていて硬度や塩分濃度が極めて高いことが特徴的で、灌漑用水や生活用水等には直接使用できない。カリフォルニア州南部のオレンジ郡では、その水を1,000km以上導水し、通常処理後に地中還元し、ポンプアップしてオレンジやナッツベリー等の栽培用水としている。

シカゴ大都市圏衛生管理区では、ミシガン湖を基にした上下水道施設が形成されている。つまり、浄水場の原水も、下水処理水の排出先もミシガン湖なのである。したがって、湖の水質管理には神経を尖らせている。ミシガン湖に流入する河川のうち水質の良くない河川は、河川改修などを行っており、シカゴ川の途中に堰を設けて逆流させるなどして、ミシガン湖への流入を防いでいる。

渇水都市への資源化サイクルは、基本的には①地下水還元、②処理水の河川放流・再取水といった「自然水系サイクル」である。アメリカでもこれを理想とし、処理水を直接「経口」することを避ける文化的概念は日本人同様一般化している。

#### オーストラリアの上下水道施設

オーストラリアは約3年間の家族

同伴の中年留学であったが、ほぼ1年間は大学研究室に籍を置き、上下水道事業体(Sydney Water Board)からの委託研究費によりシドニーの水道水源を調査した。それを論文にまとめてニューサウスウェールズ(NSW)州立大学と上下水道事業体に提出し、大学よりHonours Master of Engineeringの学位を授与された。

大学と上下水道事業体、民間企業のそれぞれに短期在籍し、オーストラリアの水道施設設計管理等への知見を深めた。そのため3度も転居し、子供たちには現地校を小中高で3度転校させてしまい、忙しく少々可哀そうな想いをさせた(写真4、5)。

なお、オーストラリアは世界でも有数の毒蛇や毒蜘蛛の多い国であり毎年犠牲者が発生しているが、自然を大切に作る気風から、それらも殺すことはできない。そのため、各家庭では定期的に消毒を行ない、万が一噛まれた場合のことを想定

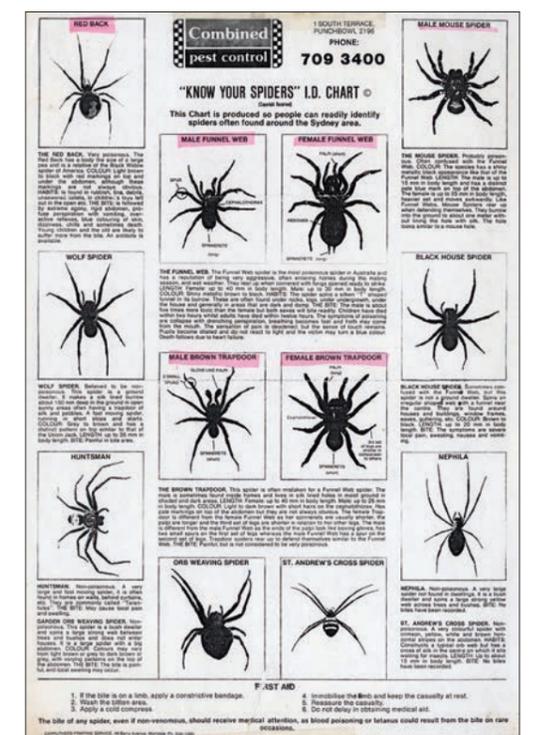


図1 各家庭に貼られている毒蜘蛛の標本図

し、血清対策用として「毒蜘蛛の標本図(図1)」が貼られていた。

NSW州の上下水道施設は水委員会法が1994年に制定され、現在ではシドニー水道公社が設立されている。公社の株式は100% NSW州政府が所有している。広大なエリアは、シドニー、イラワラ、ブルーマウンテンの3地域に分けられ、水資源は南



写真6 シドニー水道局スタッフ

部イラワラ地域の南北に連なる約10基のダムからなり、シドニー市域に点在する10か所の浄水場から市域へ給水されている。ダム群はそれぞれ導水トンネルにより連絡され、季節変動等による湖水の水質状況により適宜選択取水される。

水源はほぼ全て湖沼水であるため、水質の課題は主に藻類発生と鉄やマンガンの溶出である。ダム群近くの大学研究室に詰めて、水温躍層(急激に水温が変化する水面近くの層)と、鉄やマンガンの溶出調査及び対策について、大学講師とシドニー市水道局職員らとともに(写真6)ほぼ10ヶ月間行った。その際、シドニー南部のエイボンダムの放流口を重点的に調査した(写真7)。

オーストラリア国内における浄水処理プロセスの主流は「直接ろ過方式」であるが、近年は多くの水質問題の発生により見直されている。そのため、近郊には1日300万m<sup>3</sup>の処理能力を誇るプロスペクト浄水場が、高度な「凝集+高速ろ過+クロラミン」処理方式として計画された。当時これらの計画は、日本ではまだ耳新しい設計委託方式であったが、

オーストラリアでは既にプロポーザル方式が一般的となっていた。

当該事業は規模が大きいだけにオーストラリア国内外の企業が参画しており、応募企業はプロポーザルの作成には多大な時間と経費をかけていた。企業には体力が必要であり、また、仕様に基づく所定の性能が確認されない際には保証問題が発生し、場合によっては、企業は倒産するという厳しい側面を有する。

オーストラリア人の歴史や文化的背景など、国民性は日本人とは大きく異なるように思える。大自然を愛し各所に点在する退役軍人用施設などを利用し、民族的にもユニークでquality of lifeが定着した生活を楽しんでいるように思える。

上下水道施設面においても、国家初期から今日に至るまでの技術や施設を歴史的遺産として残し、それらを各種広報誌や州公衆衛生局の指針等に掲載している。シドニーでも初期の給水は水桶による水売りから出発している。また、初期の下水道施設についてもNSW州政府

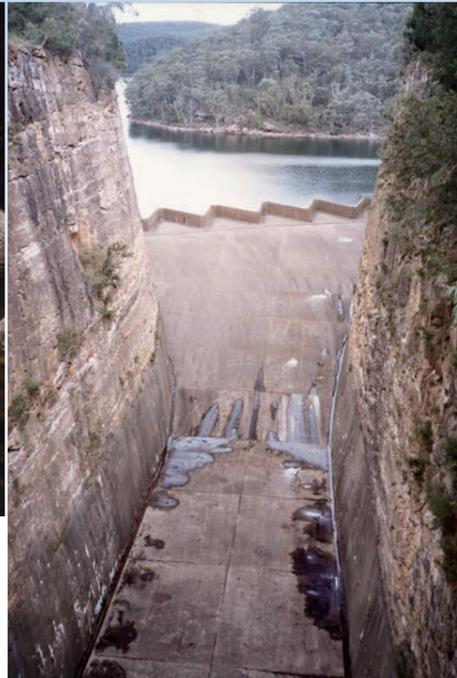


写真7 エイボンダムの放流口

の設計仕様書にはトイレの模範的構造が記されている(図2)。

### 中国の水事情と上下水道施設

中国へは上下水道技術の技術指導者として、現地の自来水公司(水道事業体)等に数回派遣された。一度の派遣期間は2か月程度で、延べ半年程を費やして北京市を中心に数都市を視察・研修・指導した。一般的に言えることだが、中国の河川や湖沼の水は透明度を欠き、微粒子を多く含み赤茶けていて、通常の浄水処理方式ではなかなか難しいのが実態である。

自来水公司との打合せは何時もパターン化していた。印象的なのは、何処の事業体に行っても歓迎されたことだ。正門入口には「熱烈歓迎」の横断幕が掲げられ、その地域の踊りや餃子パーティーが催される。公司職員らの手作りで、卵にキャベツ、白菜がベースの水餃子はとても

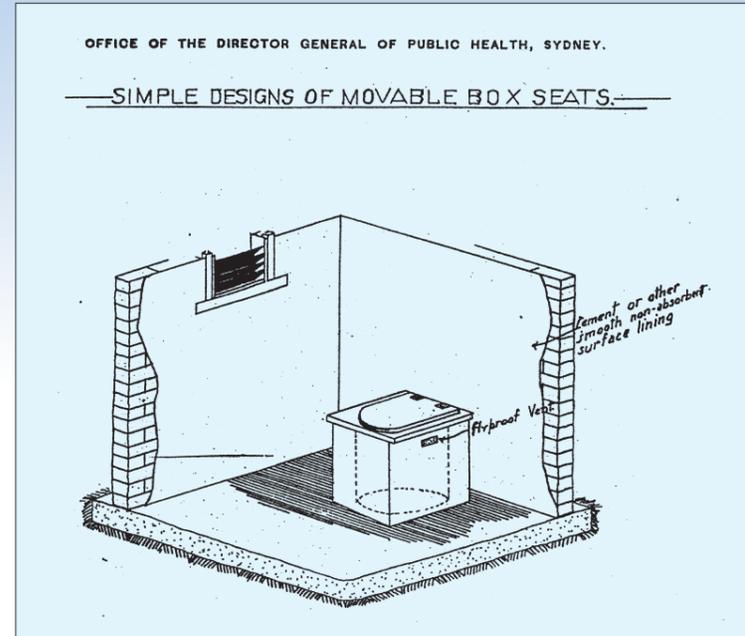


図2 シドニー初期の便器の設計図(NSW公衆衛生局)



写真8 十三陵水庫のモニュメント

珍味である。滞在時期は、一般に8月下旬から11月頃までであり、丁度「月餅」の季節で美味しい饅頭を食べるチャンスでもあった。訪問先では各種交流会が行われた。観光も含めて印象に残った施設は、北京市の水源として1958年に完成した十三陵水庫(写真8)、発掘途中の兵馬俑、歴史建造物である永定河に架かる石造りアーチの盧溝橋(写真9)であった。

技術指導といっても、中国の現状を理解するところから始めた。手順は、①現地(現状)調査、②業務体制調査、③技術レベルや内容等に触れ、結果として今後の方向性やビジョンを打ち出し、研修会などを行なった(写真10)。業務体制は夫婦共稼ぎが一般的で、日本の現状は「働き方改革」に揺れているが、中国でも同様にこのような議論は絶えない。

北京市の水資源対策の歴史は古い。もともと水源は地下水であったが人口増に伴い、南水北調政策に



写真9 永定河に架かる石造りの盧溝橋

よって水資源を河川水である永定河や揚子江支川の遠方に求めるようになった。この政策は、北京市の水源を約1,400km南の長江支流である漢江の丹江口ダムから、北京市の世界遺産である頤和園隣の团城湖まで導水している。導水路は跨道橋が1,000橋、跨川橋が200橋で構成され、流達時間は12日である。北京市が求めた水源としての永

定河は既に汚染されていたため、新設する浄水場は「オゾン+活性炭」を用いた高度浄水処理方式となっていた。その後、北京オリンピックなどの水需要増加に伴い、浄水処理施設が次々と建設されていった。最初に第9浄水場が建設され、続いて郭公莊浄水場が増設された。ここから北京の新空港「大興国際空港」へ送水されている。これらの導水や



写真10 北京市自来水公司での技術講習会

浄水には多額の費用がかかることは歴然としていることから、北京市の水政策における苦難が理解できる。

現在の中国は、経済や技術面でも長足の進歩を遂げた。欧米各国からの技術も取り入れ、日本は技術革新の勢いでも後塵を拝しているところがあるかも知れない。

### 国際会議出席とイギリスの上下水道施設

FIDICとはフランス語であり、英語はInternational Federation of Consulting Engineersである。日本では「国際コンサルティング・エンジニア連盟」と訳され、1913年に設立された。スイスのジュネーブに本部を置き、世界で100近い団体が加盟している。日本では一般社団法人海外コンサルタンツ協会が代表加盟している。

今回参加したFIDIC会議はイギリスのエジンバラにて開催された(写真11)。FIDICの活動は、業界における国際的な業務の質やサステナビリティの向上、ビジネス倫理の

促進、若手技術者の育成などを目的としているが、最も有名なのは国際的なインフラプロジェクトにおける契約約款等の作成である。

日本同様、多くの国々も企業の業務範囲や職業的能力を拡大し、他分野にまで手を広げるマルチサービスの段階に入っている。我々も既に、環境やソフト開発といったエンジニ



写真11 エジンバラでのFIDIC会議

アリングに関連する異分野にまで業務範囲を広げている。また、欧米諸国のメンバーには弁護士などの法務担当者が存在することが多い。世の中は既に訴訟社会と言っても過言ではなく、日本も見習うべき点が多い。

FIDIC終了後、チームウォーターが運営するウォルトン高度浄水処理場を視察した。ロンドン中央を流れるテムズ川(写真12)を水源とする浄水処理

量約20万t/日の高度浄水処理場だ。省力化と施設管理(セキュリティ)の考え方は、かなり徹底していて驚きを感じる。大規模の浄水施設でありながら管理職員は2交代制で5~6名、日本では到底考えられない効率化と省力化を達成している。正面ゲートには防犯カメラや各種センサーが設置され、監視室(写真13)



写真12 テムズ川の流れ



写真13 ウォルトン浄水場の監視室

ではそれらの情報を数台のパソコンでモニターし、ろ過池等の浄水施設全体は大きな建屋で囲われ、外部からの侵入を二重三重のセキュリティによって防いでいた。

### 上下水道施設の将来

各国の水源及び生活用水施設の技術や管理面について、現代に至る

までの歴史的変化への対応は各国共通の課題であるが、同時に著しい発想の違いも存在する。

日本の1970年代の建設ラッシュ時代は土地利用の効率化が要求されたのに対して、アメリカや中国等では土地利用の効率化は殆ど関係なく設計し建設されている。これが約半世紀を経て都市施設の老朽化

がはじまり、更新期を迎えているが、水資源開発は依然として継続されている。施設の更新方法についても、日本では人口減少もあって「都市の規模縮小」を主張するのに対して、諸外国ではコンパクトな集落であれば、集落ごとそっくり新しい場所に移設したり、老朽化した配水管網であれば、部分的修理は行わずに配水主管全体を深さを変えて埋設し直したりする場合もある。

上下水道施設については、①新規ユニットプロセスを含む高度な上下水道技術を維持・研究し伝承すること、②今以上に現技術を発展させること、③そしてビジネス化することが大切である。このためには、物事を常にグローバルベースで考えなければならぬ。これらを整理することで対外的にも、①スピード感の重要性を認識すること、②急性期にはワンチームとなる意識を持つこと、③相対的に「効率化」を考え続けることが重要である。そして、その根底には、これまで以上に歴史的遺産として歴史的施設を残し、これらの歴史的選択から将来のあるべき水利都市構造を捕外し、その延長線上に我々の将来が待ち受ける水環境問題、人口変動問題、適正な都市づくり等をグローバルベースで俯瞰し、併せて技術者の養成に努めるべきと考えた。

#### <参考文献>

- 1) 世界のダム全項目表インデックス、ダム便覧2019、日本ダム協会
- 2) Sydney Water Board「Upper Avon Destratification」、Dept.of Civil and Mining Engineering Dr.M.Sivakumar, Nobushige Amino
- 3) The University of Wollongong、「Destratification of a Portable Water Reservoir」、Nobushige Amino, Sep.1990
- 4) Simple Aids to Sanitation, Office of the Director General of Public Health, New South Wales
- 5) FIDIC'97国際コンサルティング・エンジニア協会総会 エジンバラ大会出席報告書