



カタラクトダム

The Upper Nepean Water Supply Scheme delivers fresh water

# 新鮮な水を届ける「アッパー・ネピアン・ウォーター・サプライ・スキーム」 オーストラリア、シドニー郊外

Special Features / Civil Engineering Heritage XIV

特集  
土木遺産 XIV  
オセアニア 入植とともに育まれてきた土木技術

会誌編集専門委員会

## 飲める水道水

2000年に夏季オリンピックが開催されたオーストラリアのシドニー。夏はさほど暑くならず、冬も高緯度の割には気温が下がらず過ごしやすい。南半球のため季節は日本と逆になるが、時差が少なく車は左側通行、比較的治安も良いことから日本からの観光客も多い。

オーストラリアは乾燥大陸で雨季がない。長期間、雨が降らないこともある。実際にシドニーでは1934年から8年間、干ばつに襲われている。それでも水道水をそのままぐどぐどと、美味しく飲むことができる数少ない都市の一つだ。なぜ、水道水を飲むことが出来るようになったのだろうか。

## 水源地の変遷

シドニーの歴史は1770年、イギリスのジェームズ・クック船長がシドニー郊外のボタニー湾に到達し、ニュー・サウス・ウェールズと命名した時から始まった。そして

1788年1月26日、初代総督アーサー・フィリップら千数百人がシドニー湾に上陸したのである。この地からイギ

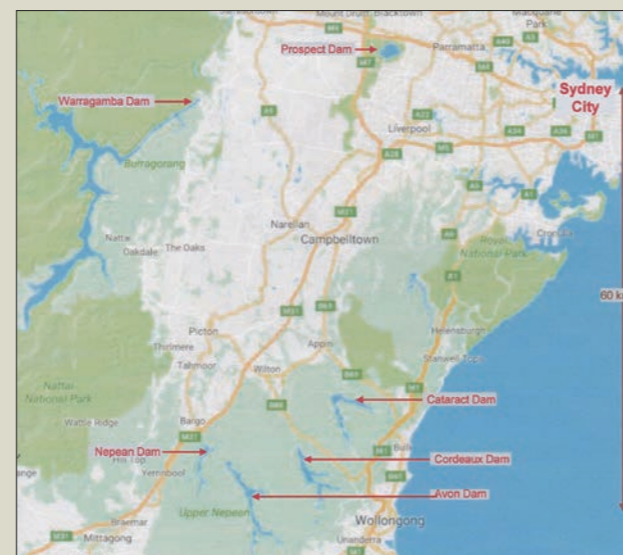


図1 施設の位置図



写真1 木製水路と給水馬車 (1858年までの水源)

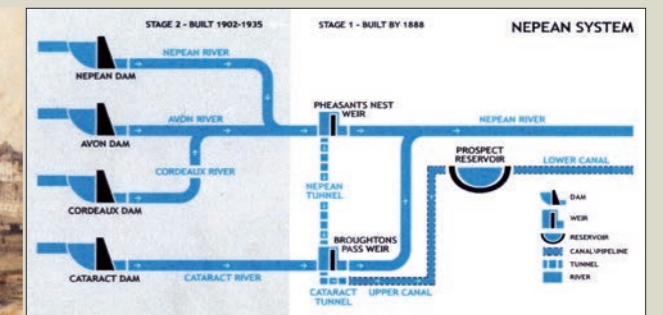


図2 スキームの概要

リス人の入植が始まったのは、現在のサーキュラー・キー辺りになるシドニー・コープに淡水の流れがあったからだ。長さ1.5km程の流れの集水エリアは小さく、湿地を水源地としていた。しかし、この流れに沿って多くの家が建ち始めたことで、生活雑排水やごみなどが流れ込み汚染されてしまった。そのため、1826年には水源地としての使用が禁止されてしまったのである。

次の水源地は南東に4km程の湿地に決まった。この場所からは、囚人たちにトンネルを掘らせて街まで水を運んだ。担当エンジニアは囚人たちが怖くて指示を出せず、好き勝手に掘られた結果、トンネルは曲がり、水路勾配も付けられなかった。トンネル以外には木製水路を造って、最後は給水馬車で水が配られた。1837年から使い始めたが、1858年の大干ばつにより、新たな水源地を探すこととなった。

第3の水源地であるボタニー湿地の給水場は蒸気機関で水を汲み上げていた。1859年から給水していたが、シドニーの人口増加に伴い給水量不足となり、1890年には終了せざるを得なかった。そしてまた、新たな水源地を探さなければならなくなったのである。入植者たちは、常に雨が降り、川が流れるイギリスから来たため、水の保全や保存の知識が乏しく、水源地を汚染から守ることの重要性についても認識していなかった。そのため、街は断続的に水が尽きる状況となっていた。

## 独創的な発想

1867年、人口増加や度重なる干ばつ、水供給への住民不安に対応すべく、将来のシドニーへの水供給を検討する委員会の委員5名が知事から任命された。2年の調査が終わった1869年に委員会は、現段階では最悪であるシドニーを、オーストラリアの中で最も水に恵まれた都市とし、住民たちに健康、快適さ、そして繁栄をもたらすために、アッパー・ネピアン・ウォーター・サプライ・スキーム (Upper Nepean Water Supply Scheme) を推奨したので

ある。これはシドニーの南西に位置し、頻繁に雨が降るネピアン川上流の1,000km<sup>2</sup>の集水域から水を引き、大きな貯水池に貯える計画であった。

この独創的な発想は、委員の一人であった公共事業部門のチーフ・エンジニアだったエドワード・オープン・モリアーティが計画した。その後の調査に時間がかかり、1880年になってようやく工事が始まった。水路勾配を小さくしつつ、水を自然流下で街まで流す計画のため、トンネル、運河、水路橋の敷設には高い技術が要求された。

1824年、アイルランド生まれのモリアーティはダブリンのトリニティ・カレッジで教育を受けた。1843年に家族とともにシドニーに到着し、コンサルティングエンジニアと測量技術者を務めた。エンジニアとしての経験を積んだ後の1859年、ニュー・サウス・ウェールズ (NSW) 州の公共事業部門のチーフ・エンジニアに任命され、1862年に道路とエンジニアの責任者に就任した。1865～1866年にはピルモント橋の建設監督をした。1867年にはシドニーへの水供給を検討する委員、1875年には公共事業入札委員会と下水道衛生委員会のメンバーになった。1888年末に引退してイギリスに渡り、1896年に70余年の生涯を閉じた。

## スキームの仕組み

ネピアン川にはカタラクト川、コルドー川、エイボン川という3つの支流がある。アッパー・ネピアン・ウォーター・サプライ・スキームの仕組みは、まずコルドー川とエイボン川がネピアン川に合流後、高さ3mのフェーザント・ネスト堰で分岐され、延長7kmのネピアン・トンネルを通り、カタラクト川にある高さ3.5mのプロートンズ・パス堰に水が送られる。この堰から分岐された水が、総延長19kmのトンネルと合計1kmの水路橋部を含む延長64kmのアッパー運河を自然流下してプロスペクト貯水池に運ばれる。このアッパー運河は現在でもほぼ変わら



写真2 今も流れるアッパー運河



写真3 プロスペクト貯水池



写真4 自転車専用道となった元ローア運河用地



写真5 ブースタウン水路橋



写真6 建設中のカタラクトダム

ず使用されている。

シドニーの西35kmに位置する1888年に完成した堤高26m、堤頂長2.2km、貯水容量5,020万m<sup>3</sup>のプロスペクト貯水池は、オーストラリア初のアースフィルダムだ。ダム天端は1898年に50cm嵩上げされ、今も給水システムにおける重要な施設である。

この貯水池からはローア運河を自然流下してパイプヘッドと呼ばれる浄水場に送られる。ここで浄化された水は、配水管で都市部に供給される。これらは1888年に運用を開始し、同年、水供給と下水道のインフラを管理する委員会が設けられた。今日ではシドニー・ウォーター社がその管理に当たっている。

延長7.7kmに及ぶローア運河の高低差77cmは勾配1/10,000で、当時、注目すべき技術であった。また途中にある幅225mの溪谷を、22連の煉瓦造りアーチ形式のブースタウン水路橋が水が渡っていた。しかし1890年代に橋の構造的問題が発覚し、漏水が発生するようになってしまった。そのため、1907年に溪谷の下に造った落差3mのコンクリート製の逆サイフォンに替わっている。さらにローア運河は、1990年代にパイプラインに置

き換えられた。その際に廃止された細長い土地は、ブースタウン水路橋も含め自転車専用道として2003年に一般開放された。

### 緊急の施設

アッパー・ネピアン・ウォーター・サプライ・スキームが完成する少し前の1885年、シドニーが深刻な干ばつに見舞われた。この段階ではプロスペクト貯水池が完成していなかった。そのため、民間会社に緊急で水の供給施設を造るよう依頼した。この時はパイプラインや木製水路を使って、ボタニー湾の湿地から水を運んだのである。

わずか6カ月の作業期間で、ハドソン・ブラザーズ社はアッパー運河に沿って16の小規模なコンクリートダムを建設し、1,200本もの巨大な鋳鉄パイプを並べて8つの小川に架橋し、そして線路を横断させた。1886年1月に通水を開始し、アッパー・ネピアン・ウォーター・サプライ・スキームが完成する1888年まで、この一時的スキームは稼働を続けた。

表1 ダムの諸元

名称	完成年	構造	堤高	堤頂長	貯水容量
カタラクトダム (Cataract Dam)	1907年	表面遮水壁型 (直線)重力式	56m	247m	9,430万m <sup>3</sup>
コルドーダム (Cordeaux Dam)	1926年	表面遮水壁型 (曲線)重力式	57m	405m	9,364万m <sup>3</sup>
エイボンダム (Avon Dam)	1927年	表面遮水壁型 (曲線)重力式	72m	223m	21,436万m <sup>3</sup>
ネピアンダム (Nepean Dam)	1935年	表面遮水壁型 (曲線)重力式	82m	216m	7,017万m <sup>3</sup>

### ダムの建設

しかし、これでも一時しのぎに過ぎなかったことが明らかになる。1901～1902年にかけて、またシドニーに大干ばつが訪れたからだ。そのため、4つの川の上流にそれぞれカタラクト、コルドー、エイボン、ネピアンのダムを造る計画に至った。1902～1935年の間に建設されたこれらのダムに水を貯え、供給出来る水量を約9倍に増やしたのである。

4つのダムはコアに砂岩ブロックを使った巨石積みで造られている。それらは兩岸のタワーからケーブルを張って運んだ。重さ約10tの運搬が可能なケーブルはアメリカから購入し、同時にエンジニアも来て設置した。

これらのダムのうち、カタラクトダムの上流面遮水壁がプレキャストのコンクリートブロックとなっているほかは、上下流面遮水壁はコンクリートからなる。コルドーダムとエイボンダムの監査廊入口は、当時の人々がエジプト学(エジプトロジー)に魅了されていたことから、エジプト様式となっている。エイボンダムにあるジグザクの洪水吐きは、流入長を長くして多量の水を放流させるためである。ネピアンダムでは兩岸の移動のために吊り橋が架けられた。

それぞれのダム建設作業員のために、当初はテント村だったものを町として造り換えた。町には学校、ホール、病院や救急車が備わっていた。ダムが完成するたびに建設装置と建物が解体され、多くの作業員と共に次のダム現場へ移動した。1995年、カタラクトダムはその建設の偉業を称え「ナショナル・エンジニアリング・ランドマーク」に認定された。

### 人口増加に伴って

シドニーの人口は1888年の約30万人から、1939年にはその5倍の150万人へと増大していた。そして1934～1942年の8年の間、シドニーは再度干ばつに見舞われることになった。これによりワラガンバダムの建設が進



写真7 ワラガンバダムと補助洪水吐き

んだのである。1948年に建設が始まり1960年に完成した重力式コンクリートダムで、堤高142m、堤頂長351m、貯水容量20億m<sup>3</sup>。「ヒューズ・プラグ」と呼ばれる土と岩石で出来た補助洪水吐きは、水が越流する程になると、この土と岩石も一緒に流れ落ちる。ダム本体の損傷を防ぐ役割を持ち、日本には無いシステムだ。

小規模の水力発電所も併設されているワラガンバダムは、シドニーとその近郊に住む370万の人々に美味しい水を供給している。これが建設されたことで4つのダムからの水は、シドニー近郊の小さな町への供給に変更されたが、今でもシドニーの水の平均20%を供給し、最大40%までの供給が可能だ。さらに、ワラガンバダムのメンテナンス等の際には、バックアップ機能として活躍している。

(文 塚本敏行)

#### <参考資料>

- 1) [Celebrating 125 years of the Upper Nepean Scheme] Sydney Catchment Authority
- 2) [DAMS OF GREATER SYDNEY AND SURROUNDS Upper Nepean] WaterNSW
- 3) [Sydney's Upper Nepean Water Supply System] Sydney Catchment Authority
- 4) [Upper Nepean] & [Warragamba] WaterNSW 2015
- 5) [WaterNSW ホームページ] (<http://www.watnsw.com.au/home>)
- 6) [NSW Office of Environment and Heritage (OEH) ホームページ] (<http://www.environment.nsw.gov.au/heritageapp/ViewHeritageItemDetails.aspx?ID=4580004>)

#### <取材協力・資料提供>

- 1) Engineering Heritage Sydney (Michael Clarke/Stephen Lockhart/Jon Breen/Guy Boncardo)
- 2) Tomoko Namiki (通訳)

#### <図・写真提供>

- 図1.2、写真1.2.3.6 WaterNSW/Sydney Water/Engineering Heritage Sydney P24上 塚本敏行  
写真4 大角直  
写真5 箕輪知佳  
写真7 茂木道夫