

平成25年度国際研修

専門別研修

報告書

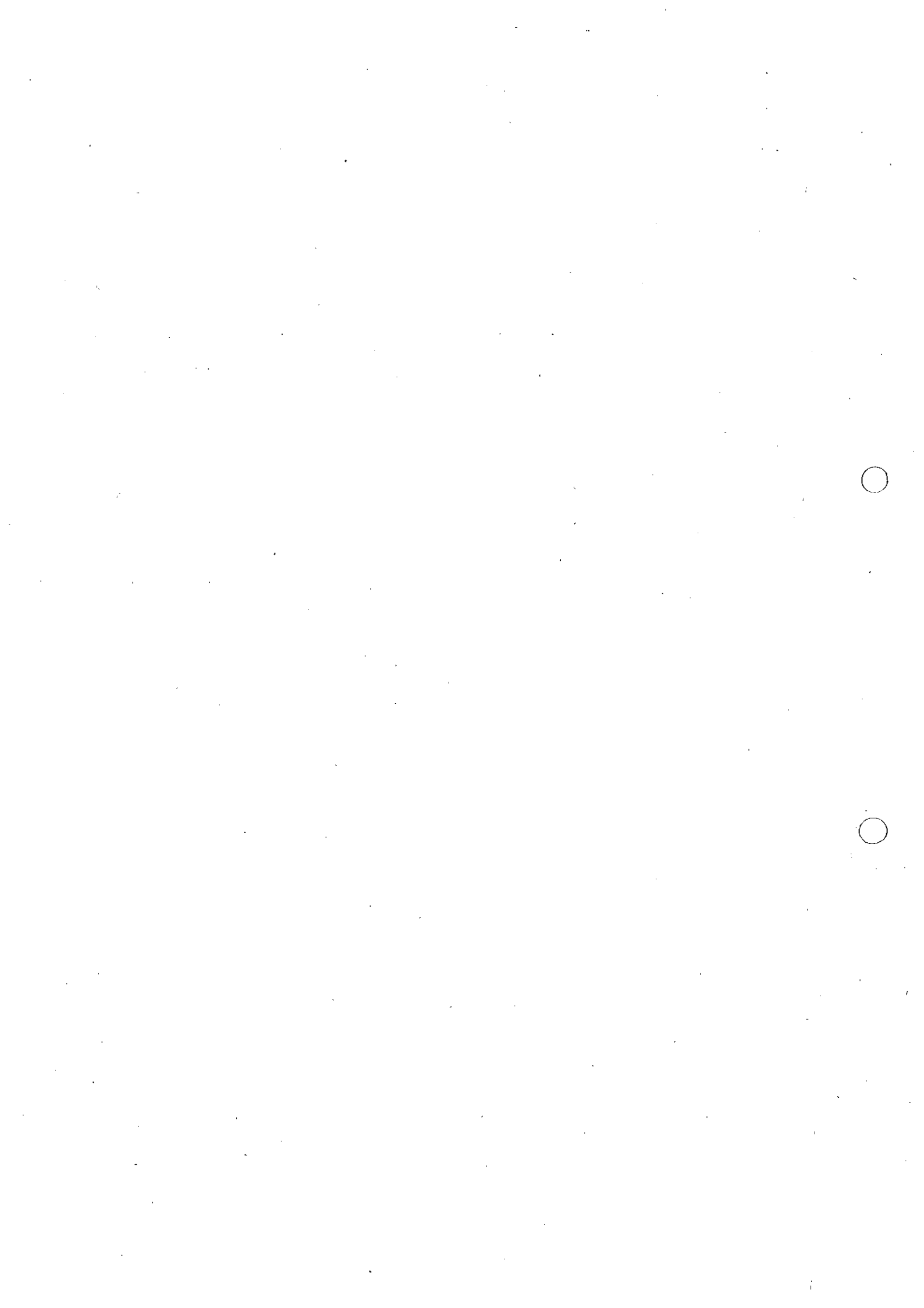
研修員氏名：秋田 啓志

所属先：札幌市水道局給水部施設管理課管理係

研修対象国：アメリカ合衆国、カナダ

研修期間：2013年（平成25年）11月5日（火）～11月16日（土）

報告書作成年月日：2014年（平成26年）1月15日作成



目 次

I	研修の概要	3
1)	目的	3
2)	日程	3
3)	研修先	4
II	研修計画	5
III	研修活動報告	6
1)	研修活動内容	6
①	ロサンゼルス水道電気局	6
②	オレンジ郡水道局	24
③	メトロバンクーバー水道局	28
④	ビクトリア都市圏水道局	40
⑤	ブリティッシュコロンビア上下水道協会 (BCWWA)	45
2)	成果	48
①	ロサンゼルス及びオレンジ郡	48
②	ビクトリア都市圏・メトロバンクーバー・BCWWA	49
IV	総括	49
V	添付資料	51

I 研修の概要

1) 目的

21世紀は「水の世紀」とも呼ばれ、とりわけ飲料水の量と質の確保がますます重要になってくる。

我が国でも水資源の重要性は叫ばれており、国会では超党派の議員連盟が「水循環基本法」の法案策定を進め、成立まであと一步のところまできている。同法の成立で、水循環に係る省庁横断的な組織ができることにより、水源林など水資源の保全に係る施策の推進が期待される。

本市の現状に目を向けると、水道水源域はその大部分が支笏洞爺国立公園内にあり、豊富な雪解け水と豊かな森林の涵養機能により、恵まれた水環境にある。しかし、水源の約98%を豊平川に依存しており、水源汚染・水質悪化などのリスクに対して脆弱である。そのため、水源の分散化や汚染水をバイパスにより回避する対策などを講じているが、将来を見据えると、水量の安定確保と良質な水質の維持のためには、あらゆる対策を今のうちから模索しておく必要がある。


本研修では、水源保全と新たな水源の確保、浄水処理の強化による水源汚染・水質悪化などのリスク回避に係る海外の最新事例を学ぶとともに、技術継承を確実にするための研修プログラムを学び、本市の水道システムに役立てることを目的とする。

2) 日程

日程	行動予定	宿泊先
11月4日(月)	新千歳ー羽田 14:00-15:40 (JL512)	東京
5日(火)	最終打ち合せ 10:30-11:30 日本水道協会	ロサンゼルス
	成田ーロサンゼルス 17:05-9:35 (JL062)	
6日(水)	●ロサンゼルス市水道電気局	
7日(木)	●ロサンゼルス市水道電気局、オレンジ郡水道局	
8日(金)	●ロサンゼルス市水道電気局	
9日(土)	資料整理	↓
10日(日)	移動日	バンクーバー
	ロサンゼルスーバンクーバー 11:35-14:26(DL7171)	
11日(月)	カピラノ水源池ツアー	
12日(火)	●ビクトリア都市圏広域水道局 9:00-9:24(AC8059)	
	20:00-20:24(AC8080)	
13日(水)	●ブリティッシュコロンビア上下水道協会	
14日(木)	●メトロバンクーバー水道局	↓
15日(金)	バンクーバーー成田 12:40-翌日 16:30(JL17)	機中泊
16日(土)	成田ー新千歳 18:35-20:15(JL3049)	

3) 研修先

<アメリカ合衆国>

英語表記	日本語表記
<p>Los Angeles</p> <p>Department of Water & Power</p> <p>Contact : Albert Gastelum</p> <p>E-mail : Albert.Gastelum@WATER.LADWP.com</p> <p>Address : 111 North Hope Street, Los Angeles, CA 90012, U.S.A</p> <p>Tel : +1-213-367-3191</p> <p>Fax : +1-213-367-3297</p> 	<p>ロサンゼルス市</p> <p>水道電気局</p> <p>担当 : アルバート・ガストラム</p> <p>Eメール : Albert.Gastelum@WATER.LADWP.com</p> <p>住所 : 111 ノースホープストリート, ロサンゼルス, カリフォルニア 90012, アメリカ合衆国</p> <p>電話 : +1-213-367-3191</p> <p>Fax : +1-213-367-3297</p>

<カナダ>

英語表記	日本語表記
<p>Capital Regional District</p> <p>Integrated Water Services</p> <p>Contact : Tim Tanton</p> <p>E-mail : jussery@crd.bc.ca</p> <p>Address : 479 Island Highway, Victoria, BC, Canada</p> <p>Tel : +1-250-474-9611</p> <p>Fax : +1-250-474-4012</p> 	<p>ビクトリア都市圏</p> <p>広域水道局</p> <p>担当 : ティム・タントン</p> <p>Eメール : ttanton@crd.bc.ca</p> <p>住所 : 479 アイランドハイウェイ, ビクトリア, ブリティッシュコロンビア, カナダ</p> <p>電話 : +1-250-474-9611</p> <p>Fax : +1-250-474-4012</p>
<p>British Columbia Water & Waste Association</p> <p>Contact : David Icharia</p> <p>E-mail : dicharia@bcwwa.org</p> <p>Address : 221 - 8678 Greenall Avenue, Burnaby, BC V5J 3M6, Canada</p> <p>Tel : +1-877-433-4389</p> <p>Fax : +1-604-433-9859</p> 	<p>ブリティッシュコロンビア上下水道協会</p> <p>担当 : デイビッド・イチャリア</p> <p>Eメール : dicharia@bcwwa.org</p> <p>住所 : 221-8678 グリーンオール通り, バーナビー, ブリティッシュコロンビア V5J 3M6, カナダ</p> <p>電話 : +1-877-433-4389</p> <p>Fax : +1-604-433-9859</p>
<p>Metro Vancouver</p> <p>Watershed Management Division</p> <p>Contact : John Worthen</p> <p>E-mail : Ken.Juvik@metrovancover.org</p> <p>Address : 4330 Kingsway, Burnaby, BC V5H 4G8, Canada</p> <p>Tel : +1-604-432-6429</p> <p>Fax : +1-604-432-6419</p> 	<p>メトロバンクーバー</p> <p>水源管理課</p> <p>担当 : ジョン・ウォーザン</p> <p>Eメール : john.worthen@metrovancover.org</p> <p>住所 : 4330 キングスウェイ, バーナビー, ブリティッシュコロンビア V5H 4G8, カナダ</p> <p>電話 : +1-604-432-6429</p> <p>Fax : +1-604-432-6419</p>

II 研修計画

ロサンゼルス市・オレンジ郡（アメリカ合衆国）

日付	研修内容	調査項目
11/6(水)	<ul style="list-style-type: none"> ロサンゼルス市の水道事業概要 オーウェンズ湖砂埃軽減プロジェクト 水質管理について（関連法規、顧客信頼度調査、法令遵守戦略） 消毒剤の転換に係る取組 シルバーレイク配水池及びイヴァンホー配水池の視察（シェイドボールによる覆蓋） ロサンゼルス導水路浄水場の視察 	水道水量予測、水源水量確保、 水源水質保全、水質に係る顧 客満足度、クロロミン添加の 方法・制御、フッ素添加の方 法・制御 無蓋配水池の問題と対策状況
11/7(木)	<ul style="list-style-type: none"> 地下水涵養システムの計画及び進捗状況 ティルマン水再生工場の視察 オレンジ郡水道局地下水涵養システムの施設概要及び視察 	水源水量確保、水源水質保全
11/8(金)	<ul style="list-style-type: none"> イーグルロック配水池の視察（伸縮膜による覆蓋） 水質試験所の視察 	無蓋配水池の問題と対策状況 水質検査・管理体制

ビクトリア都市圏・メトロバンクーバー・ブリティッシュコロンビア州（カナダ）

日付	研修内容	調査項目
11/11(月)	<ul style="list-style-type: none"> 水源域視察ツアー（メトロバンクーバー） 	水源域の有効活用、水源保全に係る啓発
11/12(火)	<ul style="list-style-type: none"> ビクトリア都市圏水道局水質試験所の視察 スーク水源地及び取水施設の視察 ジャパングルチ紫外線消毒プラントの視察 	水質検査・監視体制、水源水質保全、水源域のセキュリティ対策、紫外線消毒の方法・制御、水質に係る顧客満足度
11/13(水)	<ul style="list-style-type: none"> ブリティッシュコロンビア州上下水道協会の技術研修プログラム 	効果を上げるための研修内容及び方法
11/14(木)	<ul style="list-style-type: none"> シーモア・カピラノ浄水場及び水質試験所の視察 コキトラム水源地及び取水施設の視察 コキトラム浄水場の視察 コキトラム紫外線消毒プラント建設現場の視察 水源保全についてのプレゼンテーション 	水源水質保全、水源域のセキュリティ対策、初期消毒の方法・制御、紫外線消毒の方法・制御、水の安全性確保についての考え方、新施設建設の目的、施設の環境配慮

Ⅲ 研修活動報告

1) 研修活動内容

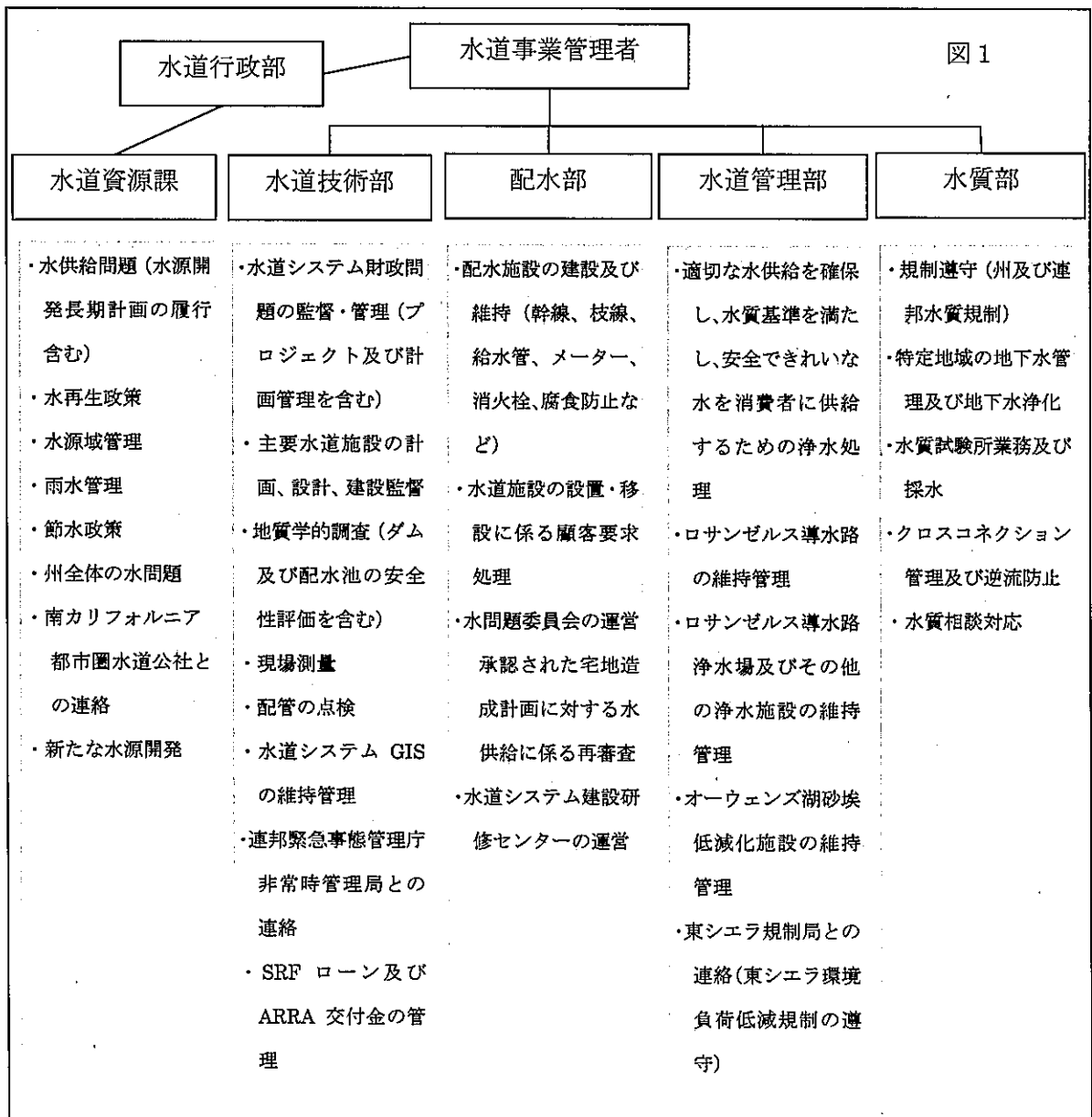
① ロサンゼルス水道電気局

ア) ロサンゼルス水道の概要

ロサンゼルス水道事業は 1902 年に、ロサンゼルス市水道会社が所有していた配水システムをロサンゼルス市が取得したことにより始まった。

20 世紀にロサンゼルスは、油田発見による石油化学工業の発達、航空機産業の発達、ハリウッドに代表される映画産業の発達により飛躍的に発展したため、市街地が急速に発展していき、飲料水、工業用水の確保が急務となった。そのため、1913 年にシエラネバダ山脈の東部を流れるオーウェンズ川と市を結ぶロサンゼルス導水路を建設し、今年に導水路開通 100 周年にあたる。

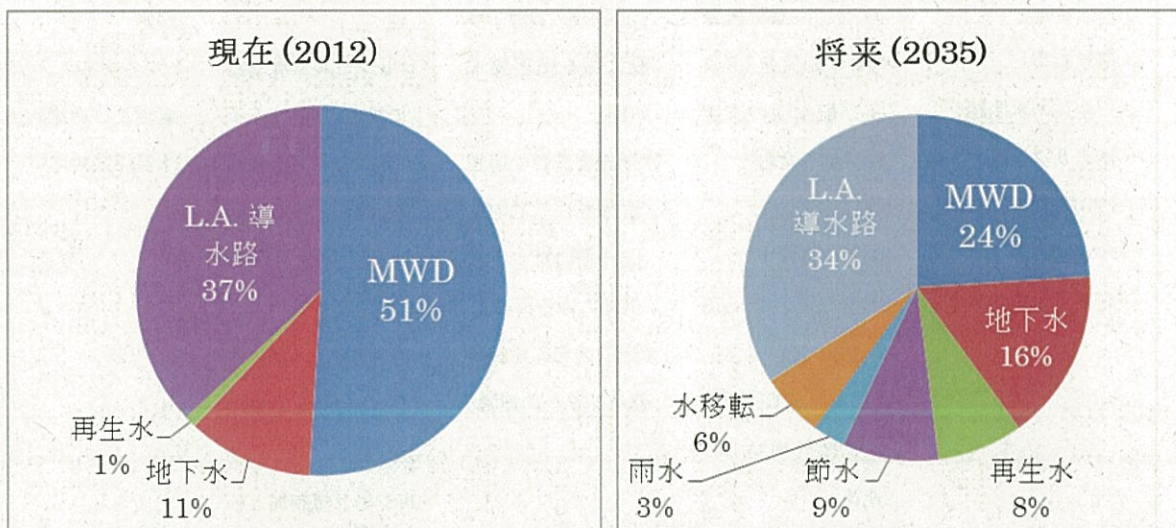
電気事業と水道事業は別会計となっており、水道事業の組織は図 1 のとおりである。



ロサンゼルス水源は、ロサンゼルス導水路、カリフォルニア導水路(州水プロジェクト)、コロラド川導水路(南カリフォルニア都市圏水道公社)、地下水及び雨水、節水及び再生水となっている。



水源の割合は、2012年現在は南カリフォルニア都市圏水道公社からの受水 51%、ロサンゼルス導水路 37%、地下水 11%、再生水 1%となっているが、2035年には地下水と再生水の割合を増やし、ロサンゼルス導水路 34%、南カリフォルニア都市圏水道公社からの受水 24%、地下水 16%、節水 9%、再生水 8%、水移転 6%、雨水 3%とすることを目標としている。



MWD : 南カリフォルニア都市圏水道公社

配水エリアは、ウエストバレー、イーストバレー、セントラル、ウェスタン、ハーバーの5つに分かれており、5つのメンテナンスヤードがある。配水エリアの広さは 1,200km²。配水システムに係る建設やメンテナンスは直営で行っている。

そのほか、配水システムに係るデータは以下のとおり。

- ・配水管延長 11,600km
- ・給水管接続（メーター数）720,000 件
- ・消火栓 60,000 個
- ・年間苦情件数 100,000 件
- ・水圧制御施設 244 箇所
- ・ポンプ場 83 箇所
- ・配水池 114 箇所

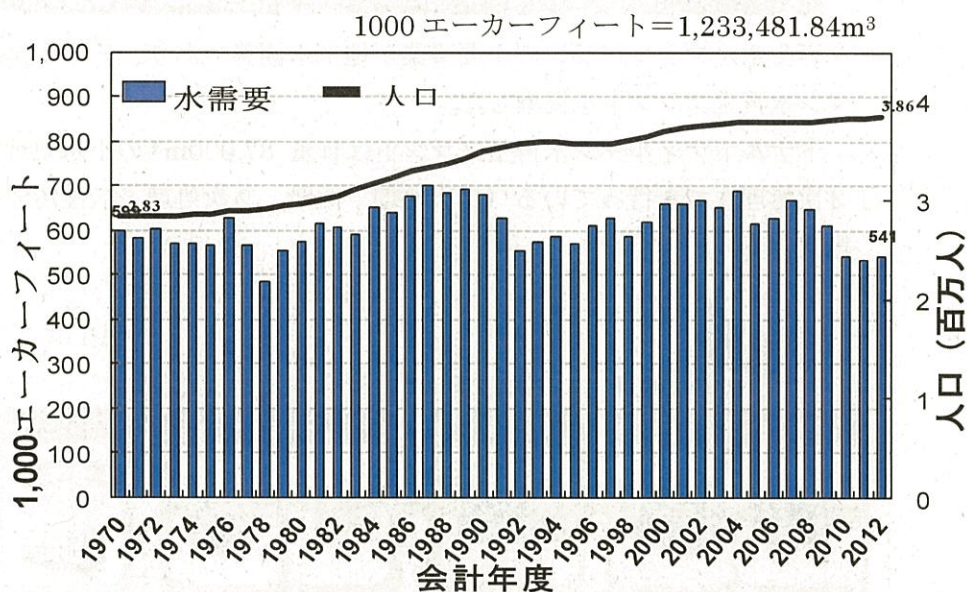
給水量は、冬で日量 734,000～795,000m³、夏で日量 1,162,000～1,223,000m³である。

イ) 節水

ロサンゼルスでは節水に力を入れており、40 年間で人口は約 100 万人増えたが、水需要は 20% の減となっている。

節水プログラムとして、条例によりスプリンクラーに

よる散水ができる日を、住所の末尾が奇数か偶数かで制限したり、節水についてのテレビやラジオ広告を行ったりしている。



ウ) 水のリサイクル

ロサンゼルスでは 30 年以上水のリサイクルを行っており、予測可能な自己水源として重要視しており、2012 年 10 月に再生水マスタープランが完成した。再生水は、灌漑用水や工業用水（パイプを色分けし、再生水は紫色のパイプになっている）、湖・河川環境、地下水の海水汚染バリア、地下水涵養に使っている。

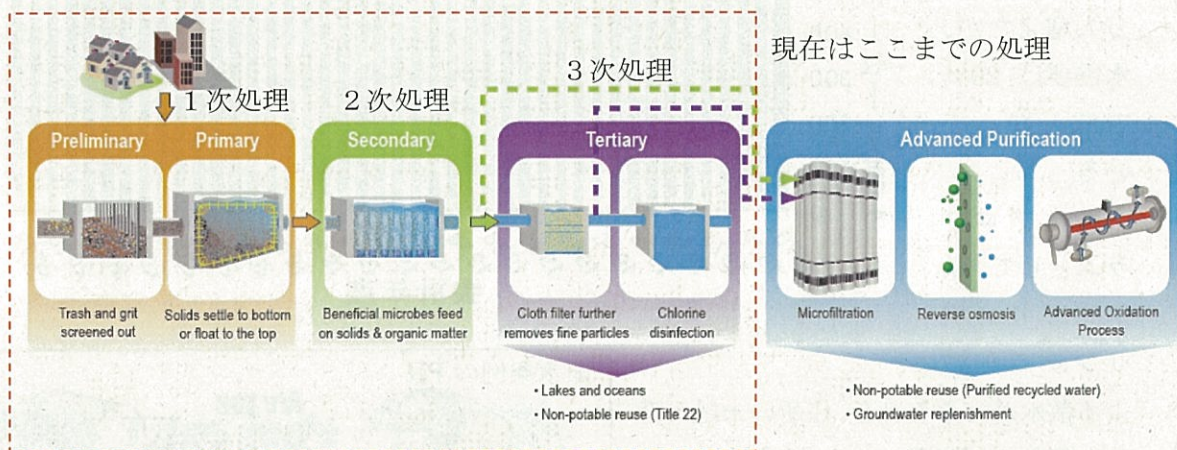


雨水の活用もまた重要な事業であり、雨水を浸透させるための土地を確保したりしている。

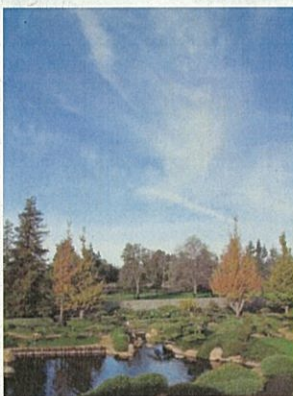


再生水マスタープランの主要事業が地下水涵養であり、その1施設であるドナルドティルマン水再生プラントを視察した。

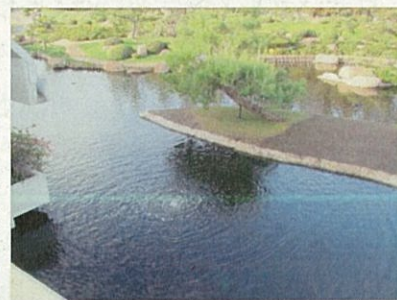
ドナルドティルマン水再生プラントは日量 87,000m³ の下水処理場であり、現在、下水の3次処理までを行っている（1次処理：沈殿、2次処理：活性汚泥処理、3次処理：ろ過・塩素消毒）。



3次処理した再生水は、灌漑用水や工業用水、ロサンゼルス川への放流、地下水の海水汚染バリアとして使用しているほか、隣接する日本庭園の池の水としても活用している。



日本庭園「水芳園 (Garden of Water and Fragrance)」

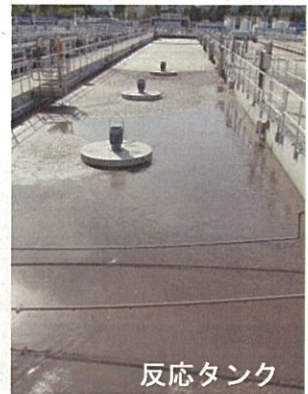




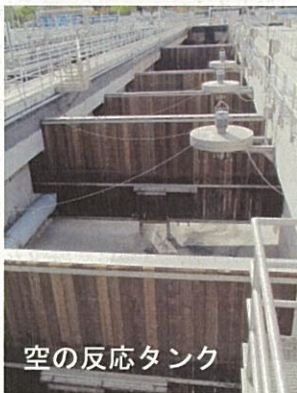
ロサンゼルス水道電気局の
新人研修などと一緒に開催



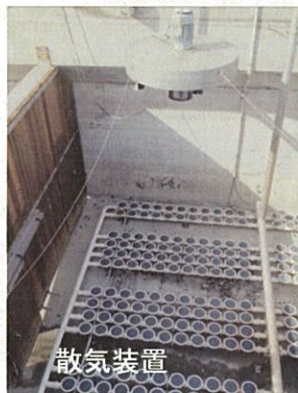
最初沈澱池



反応タンク



空の反応タンク



散気装置



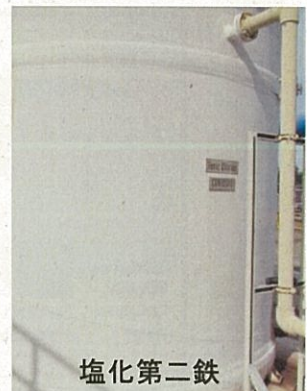
カチオン系ポリマーのタンク



二次反応タンク



空の二次反応タンク



塩化第二鉄

反応タンクは覆蓋化しておらず、発生する窒素分を大気放出している。雨の日は反応タンクがあふれないように流入量を調整している。

塩化第二鉄はアンモニア除去の最終手段であり、非常時にろ過の前に添加している。



ろ過池



塩素接触槽



脱塩設備



残塩計とDO計



亜硫酸水素ナトリウム
(脱塩素剤)

亜硫酸水素ナトリウムで残留塩素を消して、ロサンゼルス川に放流している。処理水の濁度は2NTU程度である。

汚泥は80%を反応タンクに返送し、20%はバイパスラインで別の施設に送って脱水処理をしてトラックで農場等に搬出している。

再生水マスタープランでは、ドナルドティルマン水再生プラントに高度水浄化施設を建設することとしており、2022年までに1,850万m³/年、2035年までに3,700万m³/年の高度処理水を地下浸透させる地下水涵養システムの構築を目指している。

高度浄化施設では、MF膜処理、RO膜処理、紫外線処理を計画中である。

地下水涵養システムの模式図は下図のとおりである。



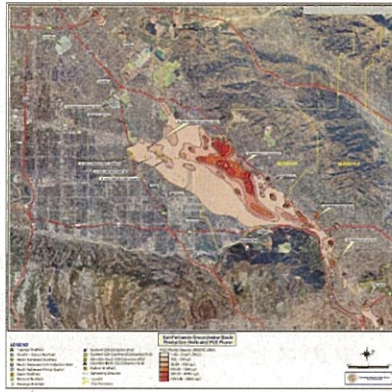
エ) 地下水

重要な自己水源として位置付けている地下水については、第二次世界大戦前にロサンゼルスで盛んだった宇宙産業などの影響により、トリクロロエチレンやテトラクロロエチレンなどの揮発性有機化合物 (VOC) や六価クロムなどに汚染されており、市内に115ある井戸のうち約半数がこれらの汚染を受けている。

地下水の汚染状況についてはアメリカ環境保護庁の調査により明らかになっている。(トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの汚染濃度は最大 5mg/L、六価クロムは最大 1mg/L 以上の汚染)

地下水中の VOC を除去するため、粒状活性炭を用いて地下水の浄化を行っている。

粒状活性炭の交換は 180~365 日に 1 回行っている。これはアメリカ環境保護庁の規制に基づくものであり、その規制値はトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンがそれぞれ 5 ppb 以下であり、将来、「発がん性の VOC が 1 ppb 以下」になる予定である。ロサンゼルスでは危険物質を制御しやすくするという観点から、粒状活性炭は新品を購入している。使用済みの粒状活性炭は再生業者に渡し、再生済みの粒状活性炭は別のところで再利用されている。



トリクロロエチレンの汚染図



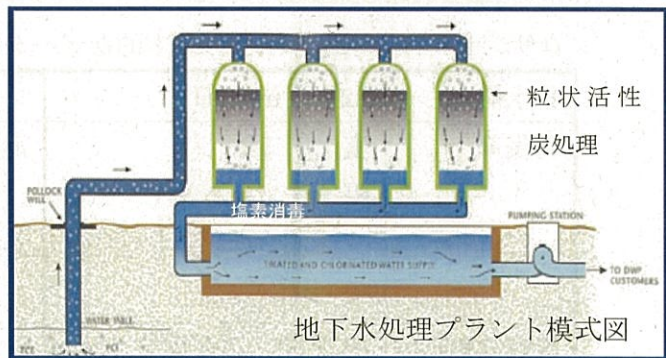
テトラクロロエチレンの汚染図



六価クロムの汚染図



地下水処理プラント



地下水処理プラント模式図

また、ロサンゼルスでは現在 412,300m³/日の地下水浄化施設の建設を計画しており、六価クロム除去のための 2 つの浄化技術の導入を検討している。

1 つは「シングルパス弱塩基陰イオン交換」、もう 1 つは「MF 膜による還元結合ろ過」である。

現在有力な浄化過程は以下のとおりであり、このほか、消毒過程の前に逆浸透膜処理も検討している。

- ・シングルパス弱塩基陰イオン交換または MF 膜による還元結合ろ過 (六価クロム除去工程)
- ・再生可能なイオン交換 (硝酸及び過塩素酸除去)
- ・気相粒状活性炭による曝気 (VOC 除去)
- ・液相粒状活性炭 (VOC 除去の二次バリア)

地下水の新たな除去施設は現在建設許可申請中であり、早くて 2018 年からプラント建設がスタートする予定である。

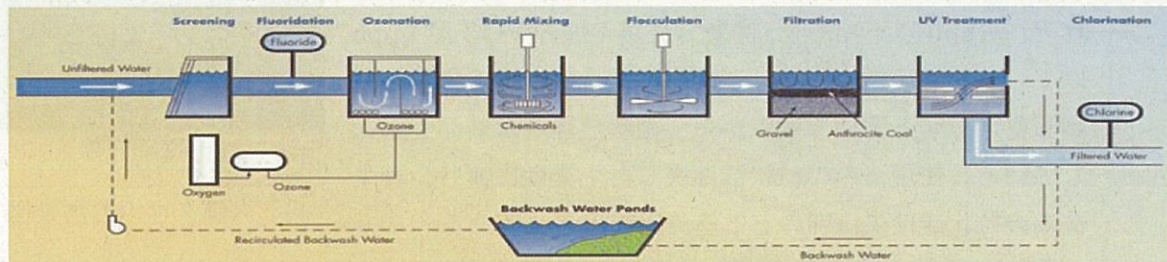
ロサンゼルスは雨が少ないため、地表水で全ての水源を賄おうとすると大きな水源域が必要となるため、地下水に頼らざるを得ない。また、井戸水は地震にも強いため、水源割合として 18%は確保したいと考えている。

ロサンゼルス市内にある井戸はほとんどロサンゼルス市が所有しており、私設井戸はかなり昔から所有しているごく少数に限られている。地下水の汲み上げにあたっては、地盤沈下が起こらないよう、ポンプアップのスピードを制御している。

オ) 浄水施設

ロサンゼルス市で所有している浄水場は、ロサンゼルス導水路浄水場のみである。

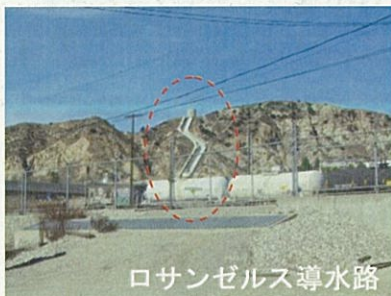
浄水処理工程は、フッ化物処理→オゾン処理→急速攪拌→フロック形成→急速ろ過→クロラミン処理となっている。



ロサンゼルス導水路浄水場の基本的なデータは以下のとおりである。

給水能力	227 万 m ³ /日	フッ化物	ケイ酸フッ素、硫酸フッ素
凝集剤	塩化第二鉄 陽イオン系ポリマー (ポリジメチルジアリルアンモニウム)	消毒剤	塩素ガス 次亜塩素酸ナトリウム
		ろ過砂	アンスラサイト
		原水平均濁度	2 NTU
管理室勤務	24 時間、2 人態勢	浄水平均水温	20℃

水源河川はオーウェンズ川の表流水であり、全長 375km のロサンゼルス導水路で浄水場まで導水している。浄水場管理室のオペレーターは 20 人。





取水場



取水スクリーン



管理室

フッ化物は浄水処理に影響を与えないため、最初に添加している。

原水の濁度は10NTU以下でコントロールしており、10NTUを超えると取水を取水を停止する。



原水濁度計



ケイ酸フッ素タンク

オゾン処理の目的はカビ臭、濁度、有機物、ウィルス不活化である。給水栓水で週1回臭素酸の量をチェックし、臭素酸が発生しすぎないようにオゾン処理量を調節している。



オゾン発生器



オゾン接触池



オゾン計

オーウェンズ川の主な汚染源は、火山活動由来のヒ素を多く含む2つの小河川である（ヒ素濃度約0.1mg/L）。

原水中のヒ素を除去するために塩化第二鉄を



塩化第二鉄タンク

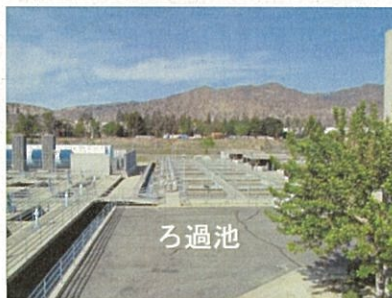


硫酸フッ素タンク

0.5ppm 注入している。塩化第二鉄は工業用であり、純度は60である。浄水のヒ素濃度は0.003mg/L程度であり、ヒ素の除去率は90～95%くらいである。



フロック形成池



ろ過池



ろ過池

ろ過池のアンストラサイトの厚さは 2m で、砂の表面に生物層を形成し、有機物を除去している。原水のマンガン濃度が低いため、マンガン除去工程はない。



ろ過池の逆洗は 18 時間ごとで、空気を混ぜて逆洗している。塩化第二鉄の影響でろ過池が茶色くなるため、月に 1 回ジェットホースを使って人力で洗浄している。ろ速は毎分 546L/m² である。



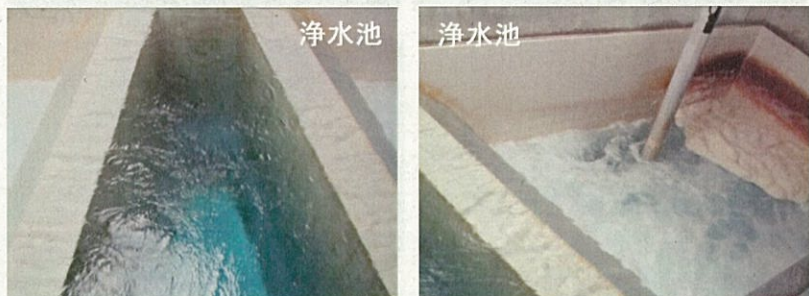
ろ過池逆洗の様子（ポンプ容量の都合で半池ずつの洗浄）

浄水池の上に浮いているスカムは有機物や凝集剤、濁度成分である。

消毒剤は塩素ガスと次亜塩素酸ナトリウムを併用しているが、処理量が多いため処理効率の良い塩素ガスをより多く使いたいと考えている。

消毒副生成物対策のため、塩素剤添加後にアンモニアを添加するクロラミン処理を行っており、市内に 31 カ所ある追加塩素設備を 2014 年の 4 月までに全てクロラミン処理設備にする予定である（クロラミン処理は現在 2 カ所のみ）。

スラッジは天日乾燥で、1～2年に1回搬出して埋立処分している。塩化第二鉄はアルミニウム系凝集剤と比べ水分をあまり含まないため、スラッジの量が少ない。





塩素ガスタンクは鉄道で運搬
(場内まで鉄道が伸びている)



浄水のフッ素計



浄水場日報

カ) 紫外線処理施設

現在、紫外線処理施設を2つ建設予定である(ロサンゼルス導水路、ロサンゼルス配水池)。紫外線処理の目的は消毒副生成物の低減化と病原性の低減化である。国及び州の病原性除去の基準は下表のとおりである。

	ウイルス	クリプトスポリジウム	ジアルジア
国の基準	4 log	3 log	2 log
ろ過による除去	1 log	2 log	0 log
UVによる不活化	3 log	1 log	2 log

ロサンゼルス導水路
浄水場



ロサンゼルス導水路浄水場
紫外線処理施設建設現場

ロサンゼルス配水池

ロサンゼルス導水路浄水場紫外線処理施設は2011年2月に着工し、2014年3月完成予定。総事業費は8,600万ドル(約86億円)。計画水量は227万m³/日、要求UV照射量5.2mJ/cm²、UV透過率90%。UV装置は14機あり、うち2基は予備機。予備機も常時運転するが、処理後はUV処理施設の流入に戻す。UV装置の管は直径1,220mm。

15分間処理を継続できる容量のUPSがあり、軽油燃料の自家発を備え、連続で8時間運転できる容量の燃料タンクを設置する予定である。

UV施設の流出は配水システムに直接向かうものと隣接するロサンゼルス配水池に向かうものの2つに分かれている。

UV処理後に塩素消毒を行って配水する。

ロサンゼルス配水池紫外線処理施設は2015年から建設予定であり、2020年12月から稼働する予定である。



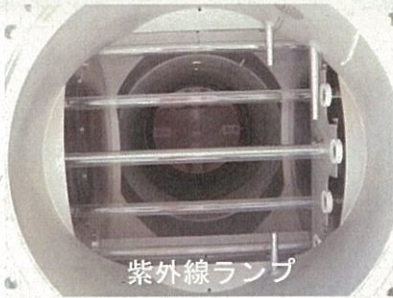
紫外線処理施設建設現場



施設内部



紫外線照射設備



紫外線ランプ



個別制御盤



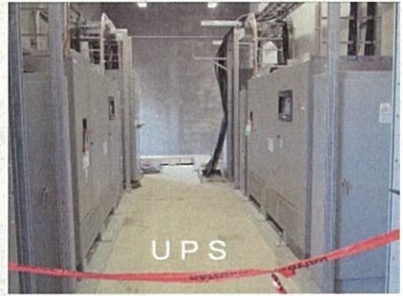
個別制御盤



総合制御盤



電気盤



UPS

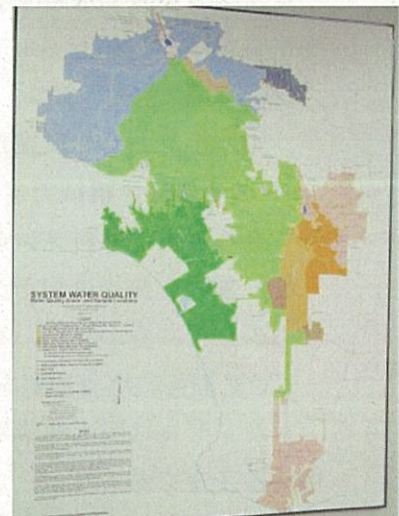


自家発電設置場所

キ) 水質試験所

生物班、化学班、水質保証班、試験所情報管理及びサンプル管理班の4つの班からなり、職員数は42人である。採水から検査まで全て直営で行っており、365日毎日職員が勤務している。

アメリカ環境保護庁及びカリフォルニア州公衆衛生部が定める規則に基づき水質試験を行っており、年間約26,000検体の水質検査を行っている。採水地点は約500地点で、地点によって採水頻度が異なり、365日毎日、平日毎日、週



配水エリアと採水地点

1回、月1回、年1回に分かれており、1日に50から70検体を採水している。

検査項目は、健康に関する水質基準21項目、水の性状に関する水質基準11項目、基準値の無い項目18項目、消毒副生成物10項目であり、1検体につきこれらの項目すべての検査を行っている。ただし、放射性物質の検査は外注して行っている。

検査結果については、年報にまとめてパンフレットを作成するとともにホームページで公表している。なお、検出値は平均値及び検出範囲を公表している。

このほか、クリプトスポリジウム及びジアルジアの検査を行っており、各水源の代表点を選び、週1回または月1回検査を行っている。原水では1～3個検出されている。もし水道水で検出された場合は遺伝子解析ができる緊急用のPCRキットで解析し、ヒトに感染性がある種かどうか判定している。

(PCRキットのHP：<http://www.biofiredx.com/RAPID/index.html>)



検体を受け入れする部屋

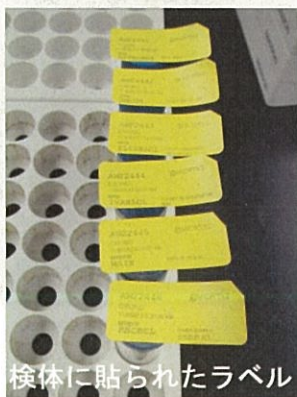
ここで検体の採水データを入力し、ラベルを出力して検体に貼る



検体の前処理部屋



検体の送付表



検体に貼られたラベル



検体の保管に関する一覧表



添加試薬



建物は事務所側と試験室側に分かれており、試験室側の換気は系外に完全排気
 (写真の奥側が試験室側)
 生物試験室、理化学試験室、クリプト試験室、前処理室、GC/MS室、ICP/MS室などに分かれています



検査の進行状況を表すボード



検査結果の入力室



六価クロム定量専用機

検査結果をシステムに入力し、浄水場などですぐに確認できるようになっている



クリプト試験室



クリプト抽出用メンブレン



クリプト抽出用メンブレン



器具洗浄器



硝酸洗浄を行うシンク



オートクレーブ



遺伝子解析用リアルタイムPCRシステム



緊急用のPCRキット



生物班は全員クリプトの検鏡判定ができるようトレーニングしている

ク) 無蓋配水池の覆蓋化

アメリカでは上面が覆われていない配水池（無蓋配水池）が存在し、以前は合法であり一般的であった。

しかし、無蓋配水池は日光による配水池での臭素酸の生成や、鳥類が水面に着水することによる汚染があるため、2005年に水安全法が改正され、無蓋配水池は「使用を中止する」か「覆う」か「流出で再処理する」か、いずれかの対処が必要となった。

そこで、ロサンゼルスでは配水池の使用中止及び覆蓋化を行うこととした。

恒久的な対策としてフローティングカバー（ポリプロピレン製）による覆蓋、臨時的な対策としてシェイドボール（高密度ポリエチレン製、直径 10cm）による覆蓋を行っている。

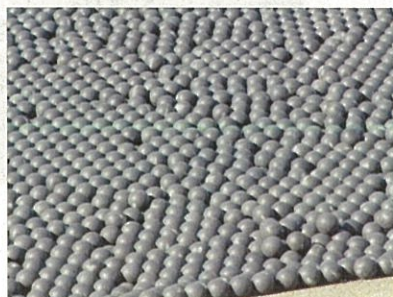
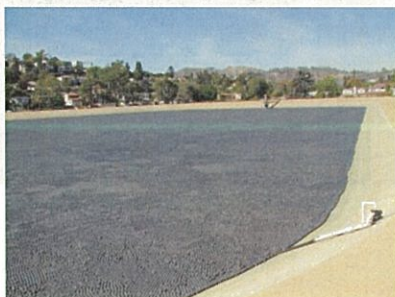
<シェイドボールによる覆蓋>

シェイドボールによる覆蓋化の例として、イヴァンホー配水池及びロサンゼルス配水池を視察した。

イヴァンホー配水池のシェイドボールによる覆蓋化は 2009 年に実施した。イヴァンホー配水池の上流側及び下流側の採水地点で残留塩素の測定を行っている。

ロサンゼルス配水池は市内最大の配水池で、約 1,060 万 m³ の容量があり、市内に 7 日間供給可能である。ロサンゼルス配水池はシェイドボールによる覆蓋化の途中であり、2014 年 6 月に覆蓋化が終了する予定である。ロサンゼルス配水池覆蓋化の予算は 7,000 万ドル（70 億円）である。

シェイドボールの寿命は 10 年である。また、シェイドボールの表面の付着物（インクなど）についても検査し、問題ないことを確認している。



イヴァンホー配水池

ロサンゼルス配水池



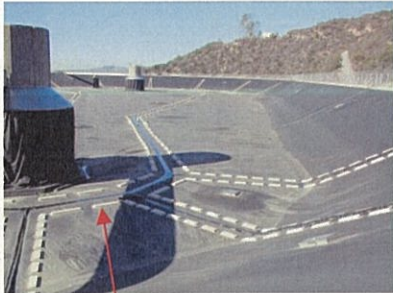
<フローティングカバーによる覆蓋>

フローティングカバーによる覆蓋化の例として、イーグルロック配水池を視察した。併せて、イーグルロック配水池にある追加塩素の設備も視察した。

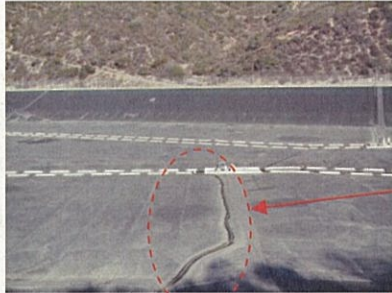
イーグルロック配水池の覆蓋化の予算は 1,000 万ドル (10 億円) である。



池内部を点検するためのハッチ



雨水集水用の溝



雨水排水ポンプ

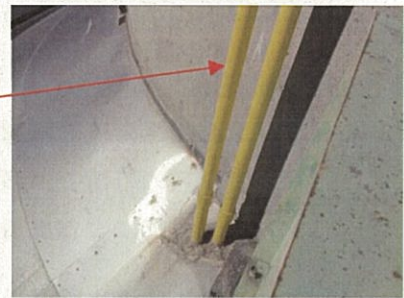
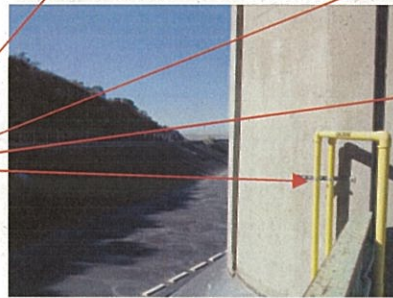




配水池に隣接する追加塩素施設（塩素のみ）



追加塩素の配管



ケ) オーウェンズ湖水位回復プロジェクト

1913年にロサンゼルス導水路が完成して以来、ロサンゼルス導水路の水源であるオーウェンズ溪谷に水道水源の多くを頼ってきた。その結果、1920年代にはオーウェンズ湖が枯渇し、水中に含まれていたミネラルや塩分が結晶化し、河床を覆った。乾いた河床から砂埃が舞い、州の大気汚染法の規制対象となったため、1983年にカリフォルニア州はロサンゼルス市に対し大気汚染の防止策をとるべきである旨の通知を出した。

1998年にカリフォルニア州とロサンゼルス市は砂埃軽減に関する覚書を交わした。その内容は、2001年12月までに約26km²分の砂埃を軽減し、必要であればその面積を増やしていくものであり、現在、その面積は約117km²にも及び、世界最大の砂埃管理プロジェクトである。

砂埃軽減策の3つの柱は、「浅水」「ソルトグラスによる緑化」「砂利」である。総事業費は約12億ドル（1,200億円）であり、維持管理費は年間2,500万ドル（25億円）である。また、浅く水を張るためにロサンゼルス導水路の水を年間1億2千万m³使用しており、金額にすると約5,500万ドル（55億円）である。

3つの軽減策を行っている面積は、浅水が約46km²、緑化が9.3km²、砂利が5.7km²であり、既に池になっているエリアが47km²ある。

次の段階として、ロサンゼルス水道電気局は3つのこと



を検討している。

1つ目は、10億ドル（1,000億円）もの水道料金収入をこの事業に投資する正当性を、国や州などと一緒に模索すること。

2つ目は、この事業の関係者ととも、主要事業の開発を進展させ続けること。

3つ目は、オーウェンズ湖主要事業を「カリフォルニア州環境の質に関する法律」やその他適切な法の下で分析することである。



コ) 顧客満足

ロサンゼルス市民の水道の直飲率は、過去の調査で約40%であった。

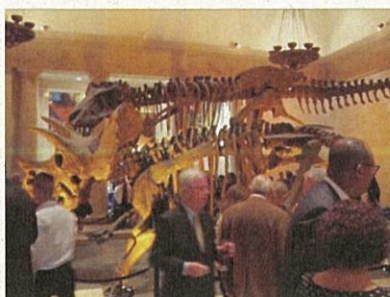
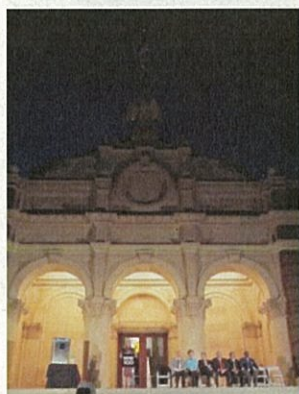
利用者からの苦情で、多いのは臭味と道での漏水である。

フッ化物添加による虫歯予防効果については調査していない。

サ) ロサンゼルス導水路開通 100周年記念事業

今年はロサンゼルス導水路開通100周年にあたり、水道電気局庁舎や街灯に垂れ幕がかかっていた。また、水道電気局庁舎の1階では記念の展示が催されていた。

さらに、ロサンゼルスでの研修1日目の11月6日には、ロサンゼルス自然史博物館&ロサンゼルス導水路開通100周年記念式典が自然史博物館で執り行われ、その式典とパーティーにご招待いただいた。



自然史博物館の前
での式典

博物館の中でカクテルパーティー

100年前のレシピを再現
したディナー



電気水道局庁舎 1 階の記念展示

② オレンジ郡水道局

ア) オレンジ郡水道の概要

オレンジ郡水道局は、オレンジ郡の地下水の管理及び保全を目的として 1933 年に設立された。

現在、南オレンジ郡は南カリフォルニア水道企業団からの受水、北オレンジ郡は地下水を水源としており、この地下水で 240 万人分の水道水を供給している。日配水量は約 141 万 m³ である。

オレンジ郡は半乾燥地帯であり、年間降水量は 330mm しかないが、郡内の人口は増加しており、2035 年までに 30 万人以上人口が増加する見込みである。

そのため、清浄で確かな水源が必要であり、オレンジ郡では 2008 年から下水を高度処理して地下に還元する地下水涵養システムを運用し、自己水源の安定的な確保を図っている。なお、地下水涵養システム導入にあたっては、他から水を購入することも検討したが、コスト的にも地下水涵養システムの方が安価であり、消費エネルギー量も少ないと試算されている。

現在の、地下水の帯水層に水を補充する水源の量と割合は下表のとおりである。

サンタアナ川（基本水量）	123,350,000m ³	32.7%
地下水涵養システム	88,810,000m ³	23.5%
自然回復	74,000,000m ³	19.6%
サンタアナ川（雨水水量）	61,670,000m ³	16.3%
南カリフォルニア水道企業団からの受水	24,670,000m ³	6.5%
その他	4,930,000m ³	1.4%

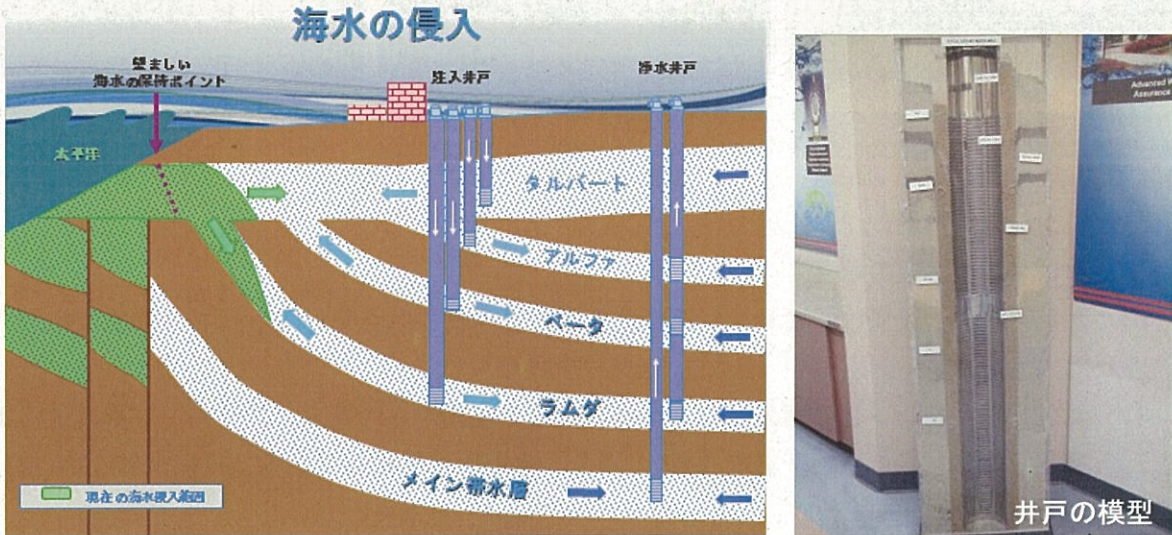
主要水源のサンタアナ川上流には、汚染源として下水処理場が 10 施設ある。

地下水については、地下 600m くらいまでは海水で汚染されている。地下水の帯水層は、タルバート、アルファ、ベータ、ラムダ、メインの 4 つあり、地下 3,000m にあるメイン帯水層以外は海水による汚染がある。

オレンジ郡水道局では、地下水の海水汚染を防ぐため、1970 年代中頃から海水汚染バリアとして注入井戸を設置し、下水処理水を地下に注入していた。数十年に及ぶモニタリングの結果、高度処理水を注入する方がより効果的で安全であるというデータが示されたため、地下水涵養システム完成後は高度処理水を注入している。

地下水涵養システムでは、現在 265,000m³/日の下水を高度処理しているが、これを 379,000m³/日まで処理量を増やす計画である。

2011 年秋から第一次拡張計画が始まっており、38,200,000m³/年（25 万人分）の高度処理施設を建設中であり、2015 年完成予定である（総事業費 1 億 4,200 万ドル（142 億円））。



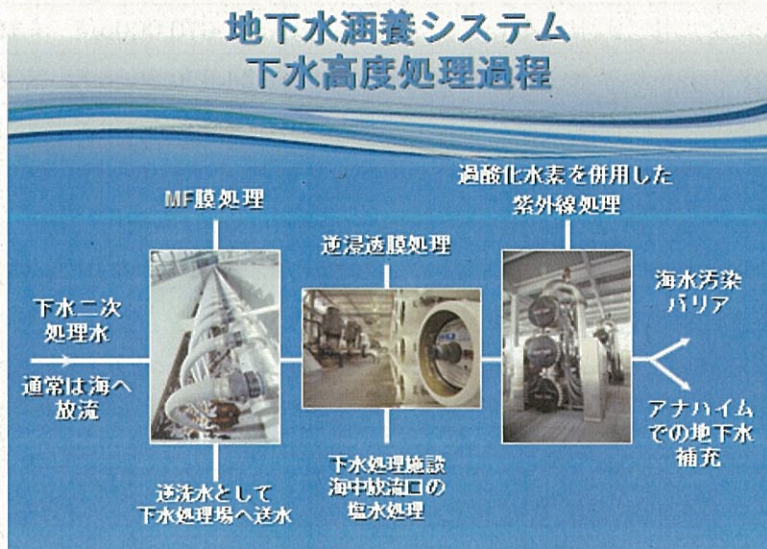
イ) 地下水涵養システム

地下水涵養システムはオレンジ郡下水道局との共同事業であり、下水の二次処理までは下水道局で行い、高度処理は水道局で行っている。

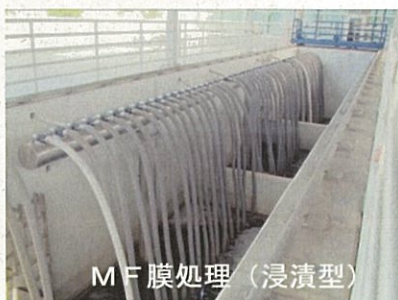
地下水涵養システムの総工費は、48 億 1 千ドル（4,810 億円）である。

高度処理の水量は一定で運転することが望ましいが、下水の処理水量は時間変動があるため、現在、高度処理の前に 57,000m³/日の貯水槽を造り、高度処理施設への流入変動を軽減することを計画中である。

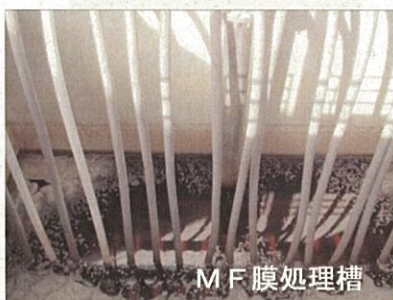
高度処理の工程は、MF 膜処理→逆浸透（RO）膜処理→過酸化水素を併用した紫外線処理であり、高度処理水は半量を地下水の海水汚染バリアに、残りの半量を地下水の補充に使っている。



地下水の補充は、21km離れたアナハイムの地下水補充池までパイプラインでポンプアップして行っている。



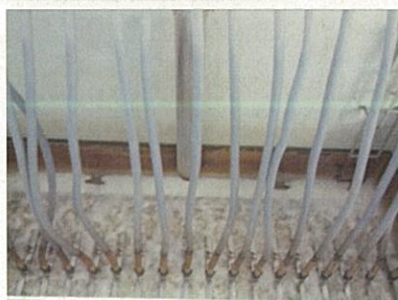
MF膜処理（浸漬型）



MF膜処理槽



MF膜のサンプル



膜の逆洗浄の様子



MF膜の吸引ポンプ

MF膜は22分ごとに逆洗し、21日ごとに薬品洗浄している
薬品洗浄は、2%水酸化ナトリウム溶液で3時間洗浄し、その後、2%クエン酸溶液で3時間洗浄するため、合計6時間かかる

MF膜の寿命は7年



クエン酸タンク



水酸化ナトリウムタンク



RO膜処理棟



RO膜ユニット



RO膜



RO膜処理の解説

RO膜は1つの筒に20枚巻かれて入っている
1つのユニットに150個のRO膜の筒があり、建物の中に15ユニットある



巻かれたRO膜の断面



1枚のRO膜



RO膜の薬品洗浄は9~12ヶ月に1回行っており、薬品は2%トリチオ硫酸ナトリウム溶液と0.2%ドデシルベンゼンスルホン酸溶液の混合液を水酸化ナトリウムでpHを11~12に調整した溶液である



RO処理用ポンプ



1日1回、ノズルから水をバケツに出して処理量を計測している



RO処理水のTOC計

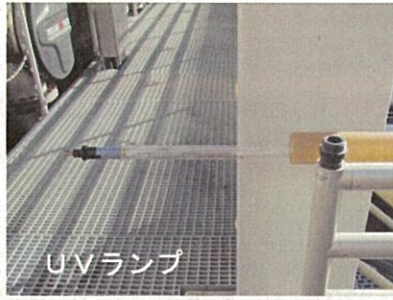


電気伝導率計

ROの前後で測定している
この時は、RO前 8,600 μ S/cm、RO後 47 μ S/cm



UV処理設備



UVランプ



UV透過率計

UV処理の目的は次の4つ

- ・ppt (1兆分の1) レベルまで除去すべき低分子量有機物 (医薬品、パーソナルケア商品、工業用化学物質など) の分解 (UV+過酸化水素で処理)
- ・ニトロソアミンなどの汚染物質の分解 (UVのみで処理可能)
- ・微生物の消毒
- ・高度処理水に対する大衆の信頼性を高めるための補助バリア



消石灰処理施設

高度処理により、処理水のpHが5.5~6.5くらいになってしまい、そのままだと管の腐食やスケールが生じてしまうため、消石灰を加えてpHを7付近に調整している

高度処理施設の管理室には24時間1人常駐して管理している。

高度処理水の水質基準は、pH8.2、電気伝導率95 μ S/cm、塩素1.0mg/L、濁度0.05NTUである。



左：高度処理水 右：MF膜の逆洗後の水
中：高度処理施設への流入水



高度処理水を試飲

各処理工程で行っている水質自動測定項目は下表のとおりである。

MF流入	濁度、電気伝導率、全塩素、pH、水温、酸化還元電位
MF流出	濁度、電気伝導率、全塩素
RO流入	濁度、電気伝導率、遊離塩素、全塩素、pH、水温、TOC
RO流出	濁度、電気伝導率、全塩素、pH、水温、TOC
UV処理後	電気伝導率、pH
消石灰添加後	濁度、電気伝導率、全塩素、pH、水温

③ メトロバンクーバー水道局

ア) メトロバンクーバー水道概要

メトロバンクーバーの水道水源は大きく3つに分かれており、33%がカピラノ水源池(1954

年完成のクリーブランドダムによりできたダム湖)、33%がシーモア水源池(1961年完成のシーモアフォールズダムのダム湖)、残りの34%がコキトラム水源池(1913年完成のコキトラムダムのダム湖)となっている。面積はそれぞれ20,000ヘクタールずつ。

水源域の土地はメトロバンクーバーが所有しているが、その一部は1927年から英国王室御料地を借り受けている。

メトロバンクーバーには、シーモア-カピラノ浄水場とコキトラム浄水場の2つの浄水場があり、ほとんど自然流下で230万人に配水している(英語では「Filtration Plant=ろ過場」であるが、本書では「浄水場」と訳した。)。日配水量は約108万 m^3 である。

シーモア-カピラノ浄水場は、シーモアとカピラノの両水源池を原水としており、日量180万 m^3 の給水能力を有するカナダ最大の浄水場である(2009年完成)。

コキトラム浄水場の原水はコキトラム水源池であり、日量37万 m^3 を生産している。2011年から紫外線処理工程を加える工事を行っており、2014年3月完成予定である。



イ) カピラノ水源池

カピラノ水源池の近くには、グラウスマウンテンとカピラノ吊橋の2つの人気観光スポットがあり、これらとクリーブランドダムをめぐる民間のツアーが催行されている。

グラウスマウンテンからは、クリーブランドダムのダム湖(カピラノ湖)を見ることができ



クリーブランドダムの横は公園になっており、市民の憩いの場となっていた。



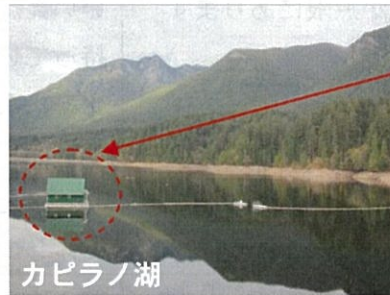
クリーブランドダム横の公園



公園に設置された看板には、公園での犬の扱いに関する注意が記載されており、「赤く示した芝生のエリアに入れてはいけないこと」「犬はリードにつないで黄色で示した歩道を歩くこと」と書かれている



クリーブランドダム堤体



カピラノ湖

湖の上にある小屋は、湖のメンテナンス用ボートの基地

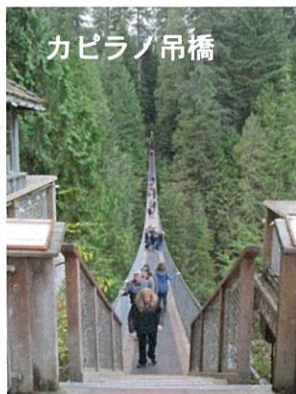


導水ポンプ場



上：立入禁止
下：水道水源をきれいに保とう

カピラノ吊橋には、水に関する看板がいくつか設置されていた。



カピラノ吊橋



水は地球上で最も重要な物質



水は環境の血液

「水の力の発見」と「水の重要性」と題して様々な看板が設置されていた

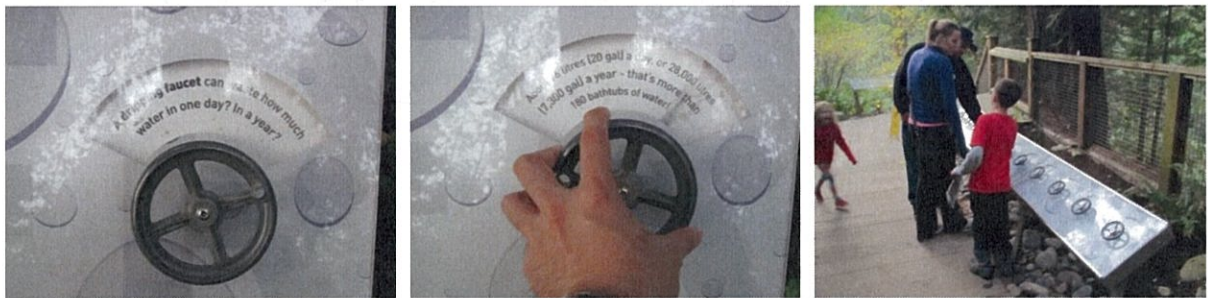
本報告書では水の重要性についての看板を紹介したが、水による侵食作用など「水の力」についての看板もあった



水は再生可能な資源か？



どんな小さな節水も、周りの世界に直接作用する影響力を持つ



節水に関するクイズと答え

節水クイズを子供に出している様子

節水クイズと答えは以下のとおり。

問い	答え
カナダには、きれいな水が無限にありますか？	いいえ。世界のきれいな水の 20%を私たちが持っていますが、その 7%しか使うことができず、また再生することもできません。
人口当たりの水の使用量は、小さな集落より大きな都市の方が多いですか？	いいえ。大都市の水道は、メーターや水量に基づいた価格なので、水の使用量をコントロールして使っているようです。
バスタブの水の量はどれくらいですか？	約 150 リットル (ミルク瓶 40 本分)
典型的な 5 人家族が使う水の量は年間どれくらいですか？	約 1,234,000 リットル (バスタブ 8,000 杯以上)
世界で一番水を使っている国はどこですか？	1 位はアメリカで、2 位はカナダです。平均的なカナダ人は、ヨーロッパ人の 2 倍の水を使っています。
カナダの水の消費は減っていますか？	いいえ。私たちの水消費は、この 10 年間に 25%近くも増えています。一方、アメリカは水消費量が減り始めています。
芝生と水泳プール、どちらがより多くの水を使っていますか？	天候にもよりますが、典型的な芝生はプールの 2～6 倍の水を使います。
車は家で洗うべきですか？それとも洗車場で洗うべきですか？	洗車場では使用する水の多くをリサイクルしており、下水に流す前の洗い水を扱っています。
洗濯機はどれくらいの水を使いますか？	昔の洗濯機は、1 回にバスタブ 1 杯分の水を使います。エネルギー効率の良い洗濯機では、その半分の水の量で済みます。
地球の表面はほとんど水で覆われていますが、実際に使えるのはどれくらいですか？	1%が使用可能で、飲めるのはたったの 0.26%しかありません。
蛇口からしたたり落ちる水は、1日にどれくらいの水を無駄にしていますか？また1年ではどれくらいになりますか？	1日に約 76 リットル、1年で約 28,000 リットルで、これはバスタブ 180 杯分以上です。

ウ) コキトラム水源池

「コキトラム」とは、先住民の言葉で「死んだ魚のにおい」という意味である。その名のとおり、コキトラム川にはサケが遡上し、コキトラム川のまわりでは死んだ魚のにおいが漂っていた。



コキトラムダムは1913年に作られたが、強度に問題があったため現在はその外側にニューダムが造られている。どちらもロックフィルダムである。



コキトラムダムはBCハイドロという電力会社の持ち物である。他の2つのダム（クリーブランドダム、シーモアフォールズダム）はメトロバンクーバーの持ち物。



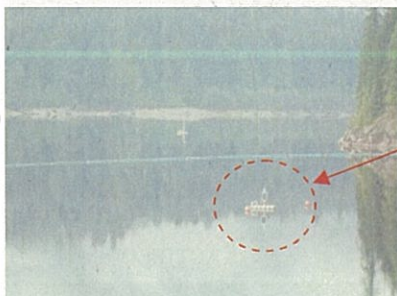
コキトラム湖



取水塔



取水塔から見たオールドダム



水質観測器

コキトラム湖に調査用のボートを浮かべるときは塩素消毒してから湖に入れている

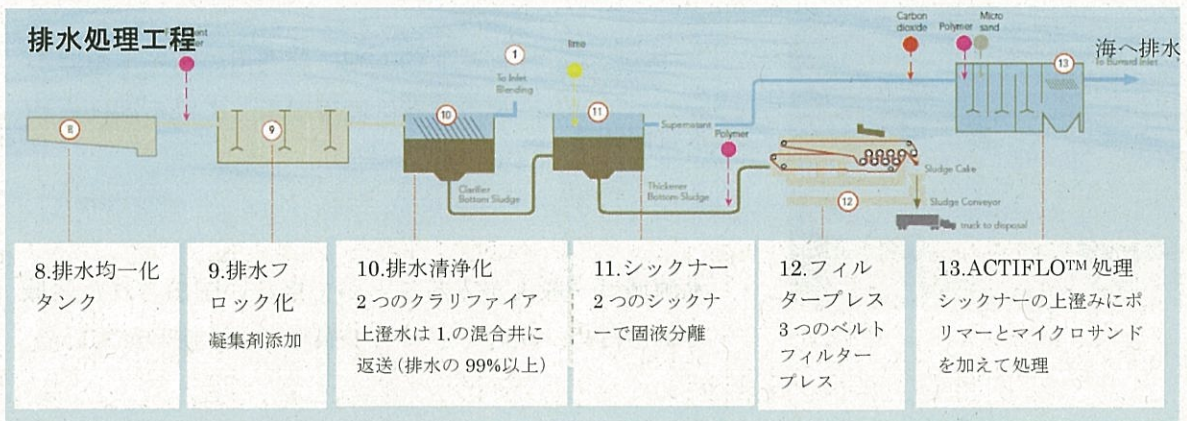
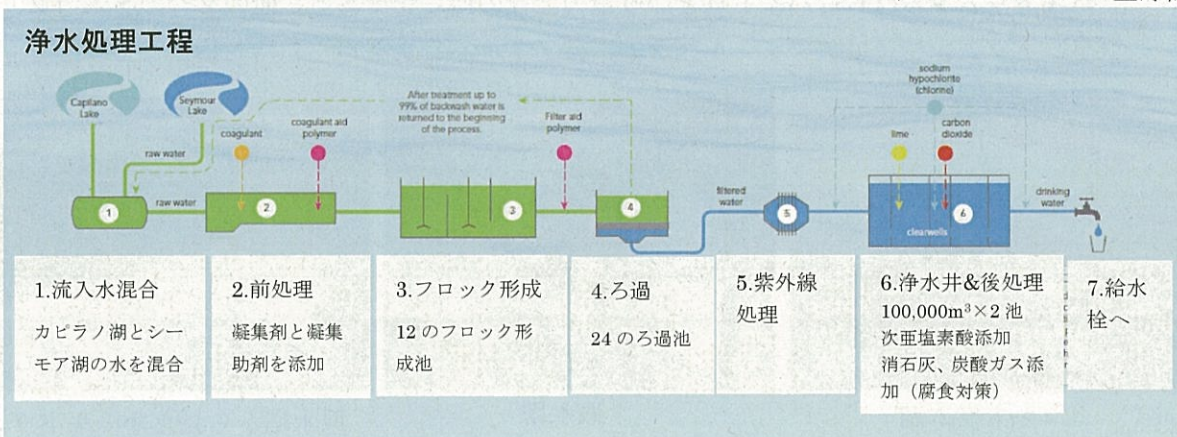
水源域は一般人が入ることができない閉鎖された区域であるため、映画やドラマの撮影によく使われている

エ) シーモア-カピラノ浄水場 (SCFP)

岩盤質のシーモア水源池と、粘土シルト質のカピラノ水源池を水源とする浄水場である。
2010年の冬季オリンピック開催直前の2009年12月に完成し、完成時には国際オリンピック委員会が視察に来た。



ACTIFLO™は VeoliaWater の登録商標





SCFPのゲート

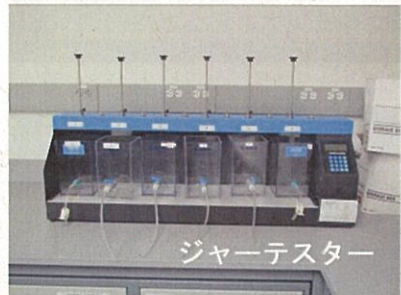


SCFPのエントランス



水質試験所

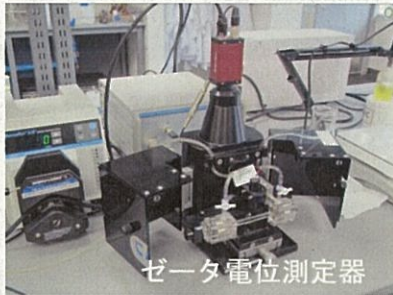
分析機器は濁度計、pH計、
分光光度計、電気伝導率計、
TOC計があった
ほかに細菌検査用機器もあ
った
年間 25,000 検体の水質検
査をしている



ジャーテスター



ゼータ電位測定器

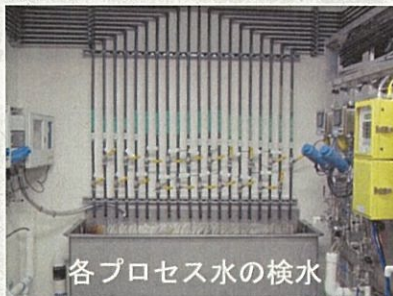


ゼータ電位測定器

凝集剤の注入率を調整する
ため、濁質の電荷を測定す
るための機器



検水室



各プロセス水の検水



pH計



原水のUV245
透過率計



UV透過率計



電気伝導率計



残塩計



TOC計



中央管理室



中央管理室

中央管理室の他に3つのサテライト管理室がある
中央管理室は2人勤務体制
浄水場の職員は50人
100%オートメーション制御である



着水井



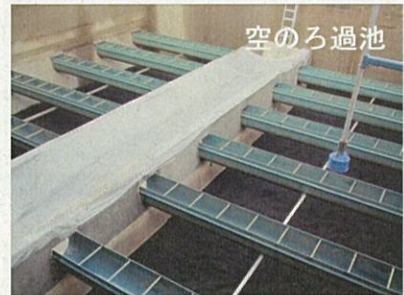
着水井に浮かぶスカム



フロック形成池



フロック形成池



空のろ過池

ろ過砂はアンスラサイト（砂層厚 1.3m）
ろ速は 23.3m/hr



カチオン系ポリマー



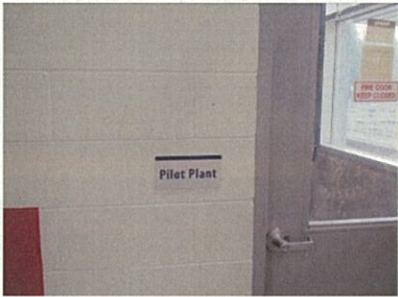
凝集剤注入機



サテライト管理室

浄水場内にパイロットプラントがあり、スモールスケールで実験した結果を基に自動で薬注率を制御している。

パイロットプラント



ろ過筒は実際のろ過池と同じ砂層厚になっている



粒子カウンター



UVランプは1年に1回、酸で洗浄している（汚れ成分はカチオンや鉄分）
ランプを自動で拭き取る機能は使用していない





流量計
(UV流入)



UV透過率計



2MW自家発(ディーゼル)



排水処理棟



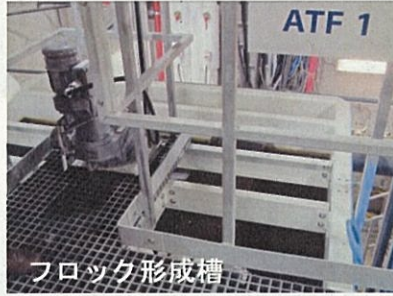
マイクロサンドの注入



マイクロサンド



マイクロサンド(溶解前)



フロック形成槽



フロック形成槽のミキサー



フロック形成槽



排水処理棟の水質試験室



フィルタープレス機



フィルタープレス機



フィルタープレス機



スラッジコンベア



次亜塩素酸ナトリウム補充中



炭酸ガスタンク



ヒートポンプ

シーモアカーピラノ浄水場は、LEED（エネルギー及び環境デザイン米国グリーン建築基準）のゴールドビルディングに認証されている

オ) コキトラム浄水場

コキトラム湖の水質が良好であるため、コキトラム浄水場ではオゾン処理と塩素消毒だけで配水している。オゾン処理の目的は、初期消毒と消毒副生成物の生成抑制である。

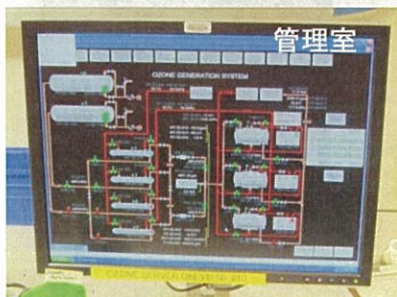
新しいカナダ飲料水質健康ガイドラインの基準を満たすため、コキトラム浄水場に紫外線処理工程を追加する改修工事を行っており、2014年3月完成予定である。



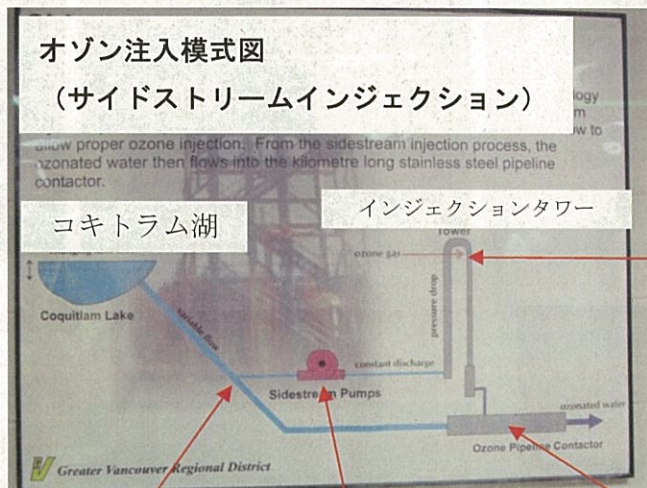
コキトラム浄水場



液化酸素タンク



管理室



オゾン注入模式図

(サイドストリームインジェクション)

For proper ozone injection. From the sidestream injection process, the ozonated water then flows into the kilometre long stainless steel pipeline contactor.

コキトラム湖

インジェクションタワー

オゾンガス注入

原水を分岐

重力で本管にオゾン水を注入

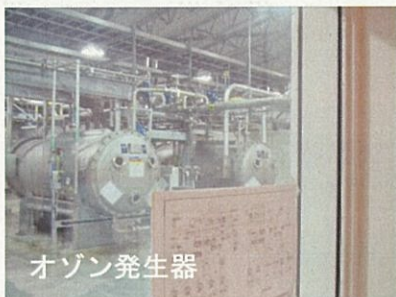
サイドストリームポンプでインジェクションタワーに圧入



インジェクションタワー



オゾン水の注入管



オゾン発生器



オゾン発生器
メンテナンス記録



オゾン量測定キット



塩素処理棟



塩素処理棟管理室



塩素ガスタンク



次亜タンク

消毒剤は塩素ガスがメインで、次亜塩素酸ナトリウムは予備



塩素注入室



pH計



ソーダ灰室

塩素消毒の前に、ソーダ灰（1.5%溶液）を加えて
残留オゾンを除去している



ソーダ灰溶解槽

ソーダ灰添加前のpH6.2が、添加後7.5
に上昇

上昇したpHを炭酸ガスで下げている



濁度計

残塩計



検水コーナー



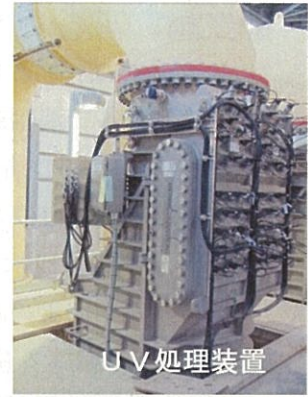
オゾン除去剤のカルライト
も用いている



建設中の紫外線処理棟



UV処理装置



UV処理装置

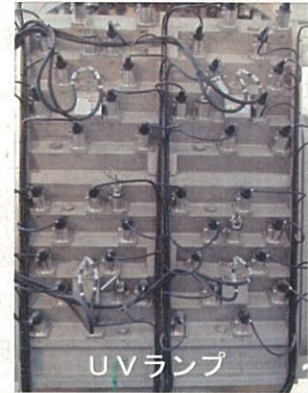
UV処理装置は全部で8ユニット
水需要に応じて装置をオンオフする



UV処理装置制御盤



UV処理装置配管



UVランプ



UV透過率計



建設中のUV処理装置



UV処理棟管理室



自家発



電気自動車の充電スタンド
になる予定

オゾンはUVを吸収してしまうため、現在、塩素処理棟にあるソーダ灰注入点を、UV処理前の地点に移動して、UV処理前にオゾン进行消す

コキトラム湖の水質が良好であるため、オゾン処理による臭素酸発生への心配がなく、また、マンガン除去工程も必要ない。

④ ビクトリア都市圏水道局

ア) ビクトリア都市圏水道概要

ビクトリア都市圏水道は、ブリティッシュコロンビア州で3番目に大きな水道システムで、約34万人に給水している。日配水量は約135,000m³。

水道水源はスークダムによって堰き止められたスーク湖の表流水であり、この水を2つの

消毒施設（ジャパングルチ、スークリバーロード）で消毒して配水している。このほか、バックアップの水源としてゴールドストリーム湖の表流水を非常時に使えるようにしており、ジャパングルチ消毒施設にパイプラインで送水して配水できるようになっている。

スーク湖は1915年から使用しており、ゴールドストリーム湖は1905年から使用している。両水源地の地域は伐木が盛んであり、1993年にはスーク水源地の45%、ゴールドストリーム水源地の80%が伐木された。水源水質悪化への対応として、浄水処理を強化する方法と水源保全を徹底し消毒のみで配水する方法のどちらをとるか検討した結果、後者を選択することとしたため、伐木を廃止し、1999年からビクトリア都市圏が両水源地の土地取得に乗り出した。現在は水源地の約98%をビクトリア都市圏が所有し、植樹を行って森が再生されている。（残りの2%は伐木業者が保有している）

配水池は5つあり、池容量は全て合計すると1億200万m³である。

イ) 水質試験所

水道局庁舎に水質試験所が併設されている。

職員数は20人。採水も直営で職員が行っている。

水源から給水栓水まで年間7,500検体を採水し、検査を行っている。

細菌検査（大腸菌群、大腸菌、従属栄養細菌）、濁度、臭気、味、残留塩素、ジクロロミン、モノクロロミンの検査は平日毎日行っており、そのほかは検査項目によって週1回、月1回、3ヶ月に1回、年2回の検査となっている（検査項目は約300項目）。クリプトスポリジウム検査は外部委託で行っている。

また、スーク湖に生息する藻類、微生物についても監視している。



試験室



紫外線滅菌器



顕微鏡

試験室には、濁度計、分光光度計、細菌検査器具と顕微鏡くらいしか検査機器は見当たらなかった。

ウ) スーク湖

スーク湖は、ビクトリア都市圏の保有する水の約90%を占めている。スーク湖の水で、給水区域のほぼ100%をまかなっている。

スークダムは1915年に完成したが、現在のダムは2003年に完成した高さ20m、長さ530mの新しいダムである。

スーク湖は最大で長さ8.3km、幅1.6km、深さ75mとなり、容量は160,320,000m³になる。そのうち92,700,000m³を取水することができる。

冬場はスーク湖への流入水量より水道の給水量の方が少なくなるため、湖の水位が上昇し、3月から4月くらいに流入と流出のバランスが逆転する。そのため、湖の水位は10月下旬頃

が一番低くなる。



スーク湖のゲート



制限区域看板

ゲート横に水源域の管理人の家があり、そこに居住している

看板には禁止事項として、ハイキング、キャンプ、バイク乗り入れ、狩猟、釣り、車乗り入れ、キノコ狩り、伐木運搬が記載されている

水源域の周り全てにフェンスを回しているわけではないため、ハイカーが迷い込むこともある



水源地には管理用道路が整備されている(昔の馬車道を利用)
道路のメンテナンスも頻繁に行っている

道路幅が狭いため、ポイントごとに走行中であることを無線で作業者に知らせていた

水源域は夏場、火事になりやすいため、スタッフを増員して火が小さいうちに人力で消して回っている

水源域の各所に消火用水のタンクを設置しており、作業者が背中に消火用水を背負って火を消しに行く



消火用水タンク



消火用水タンクに給水するタンク車への給水設備



スーク湖

白いケースは、鹿が植樹した幼木を食べないようにするための保護ケース

ビーバーがダムを作ることもあり、監視している



スーク湖模式図



最大の流入河川



水位計設置小屋



増水時の緊急対応用バケツ

大きな流入河川には堰を設けて流量制御を行っている



スークダム堤体



スークダム堤体

気象監視所
水源区内に6箇所ある
気温、風速、雨量を測定



ダムから見たスーク湖

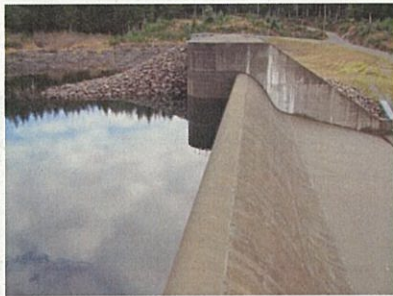


スーク湖と取水塔



取水塔

取水塔のゲートは8mあり、取水位置を変えられる



スークダムの洪水吐き

エ) ジャパンガルチ消毒施設

スーク湖の水源は岩盤地形で土壌が少なく、養分も少ないため湖の濁度が高くない。スーク湖の平均濁度は1 NTUで水質が良好であるため、消毒のみを行って配水している。ジャパンガルチ消毒施設は紫外線処理施設とクロラミン処理施設からなる。紫外線処理施設は、2004年に完成した日量608,000m³の処理能力を持つ施設である。管理室は24時間職員が常駐している。UV処理装置は9ユニットある。



消毒施設の管理室では、市内の減圧弁の水圧もモニタリングしている



UV処理装置制御盤

緑のランプが運転中の装置
オレンジのランプがスタンバイ中の装置を表している
水需要にあわせてUV装置の運転台数を変えている
一昔前のUV装置であるため、ランプの出力調整が細かく設定できない



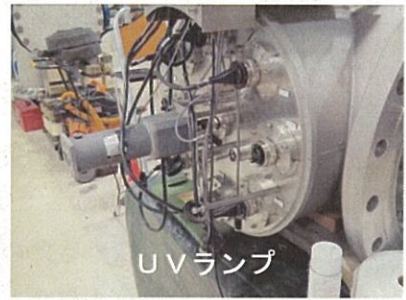
電気盤



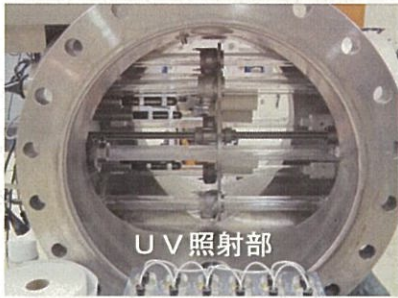
UV処理施設



UV処理装置



UVランプ



UV照射部



濁度計



流量計



UVランプの洗浄装置

月に1回、UVランプの薬品洗浄を行っている



クロラミン処理施設



塩素ガスタンク



塩素ガス漏洩検知器



アンモニアガスタンク



塩素注入点



残塩計

アンモニア添加前の残塩 1.7mg/L

アンモニア添加後の残塩 1.2mg/L

塩素注入率 2ppm、アンモニア注入率 0.65ppm

(塩素 5 : アンモニア 1 くらいの割合で注入している)

ビクトリアは島にあり、大陸と海で隔てられているため、運搬や備蓄などの面から、次亜塩素酸ナトリウムより塩素ガスの方が有利である

⑤ ブリティッシュコロンビア上下水道協会（BCWWA）

ア) BCWWAの概要

BCWWAの親団体はアメリカ水道協会（AWWA）とアメリカ水環境連合（WEF）であり、カナダ上下水道協会には属していない。

元々、ブリティッシュコロンビア州の上下水道事業体はAWWAやWEFに属していたが、地方の存在感を強めるため、40人が集まって1973年にBCWWAを設立した。

現在は、会員数4,700人の団体に成長した。

BCWWAの主要事業は以下のとおり。

- | | |
|---------------|------------------|
| ・年次総会及び上下水道展 | ・水道週間 |
| ・技術研修 | ・クロスコネクション管理 |
| ・協会雑誌発行 | ・ウェブサイト&情報ライブラリー |
| ・ワークショップ&セミナー | ・表彰&ネットワーク構築 |

BCWWAは非営利団体であり、その収入のほとんどは研修参加費である。

協会雑誌は年4回、5,000部発行している。

BCWWAの常勤職員は10人。

イ) 技術研修プログラム

技術研修はBCWWA設立前の1960年から始まっており、50年以上の歴史がある。

ブリティッシュコロンビア州は、1956年当時AWWAの太平洋北西地区に属しており、地区会長がカナダの実情に合った教育研修コース設置を指示したのがきっかけである。

1960年にバンクーバーのブリティッシュコロンビア大学において水道学校が4日間開催され、その後定着し、定期的に行われるようになった。

2012年、オンライン研修コースの要望を受け、7～8講座だったコース数を41講座に増やした。

講師はBCWWAの公認インストラクターが行っており、現在30人が登録されている。公認インストラクターになるためには、養成講座を受講し、試験に合格しなければならない。公認後は更新の必要はない。最近では2011年にインストラクター養成講座に8人受講して以降、インストラクターの数が増えていないことから、2014年に養成講座を2クラス（1クラス8人ずつ）開講する予定である。

講座の実施方法は「座学（In-class）」「オンライン」「実地（On-site）」「自己調達（Self-delivery）」の4種類ある。（自己調達は、自分の事業体に公認インストラクターがいる場合で、テキストのみを購入して実施する講座である。）

講座のメニューは以下のとおり。（上下水共通：18講座、上水：16講座、下水：7講座）

- ・タンク給水【上水】
- ・カナダ及びブリティッシュコロンビアの上下水道に係る規制の骨子【上下水】
- ・塩素ガスの取扱い（基礎）【上下水】
- ・塩素ガスの取扱い（上級）【上下水】
- ・制限区域への入場に係る配慮【上下水】

- ・ダムの点検整備【上水】
- ・緊急対応計画ワークショップ【上下水】
- ・掘削の安全性【上下水】
- ・消火栓維持プログラム【上水】
- ・次亜塩素酸【上水】
- ・上下水道システム入門【上下水】
- ・漏水探知【上下水】
- ・管理者スキル認証プログラムその1：管理者スキル【上下水】
- ・管理者スキル認証プログラムその2：プロジェクトマネジメントスキル【上下水】
- ・管理者スキル認証プログラムその3：コミュニケーション及び財務スキル【上下水】
- ・小規模水道システム管理【上水】
- ・技術者のための数学（レベル1 & 2）【上下水】
- ・技術者のための数学（レベル3 & 4）【上下水】
- ・労働健康安全基礎及び作業場の危険物質【上下水】
- ・水系感染症防止【上水】
- ・配水池管理&清掃【上水】
- ・小規模下水道システム【下水】 ←オンラインあり
- ・小規模水道システム【上水】 ←オンラインあり
- ・水源保護【上水】
- ・技術者のための監督指導スキル【上下水】
- ・UV消毒【上下水】
- ・1方向洗管【上水】
- ・下水集水Ⅰ【下水】 ←オンラインあり
- ・下水集水Ⅱ【下水】
- ・下水集水Ⅲ【下水】
- ・下水処理Ⅰ【下水】 ←オンラインあり
- ・下水処理Ⅱ【下水】
- ・下水処理Ⅲ【下水】
- ・上下水管理【上下水】
- ・配水Ⅰ【上水】 ←オンラインあり
- ・配水Ⅱ【上水】 ←オンラインあり
- ・配水Ⅲ【上水】
- ・上下水の水質及び採水【上下水】
- ・水道公務員のための水道システム【上水】
- ・浄水処理Ⅰ【上水】 ←オンラインあり
- ・浄水処理Ⅱ【上水】

講座の年間受講者数は1,000人。受講者の40～60%が協会の非会員である。

州内には小規模事業者が多いため、「小規模水道システム」講座の人气が一番高い。

オンライン講座は7種類で、座学、実地、自己調達講座は全41種類である。

講座の年間開催数は、座学が 70 回、オンラインが 25 回、オンサイトが 20 回、セルフデリバリーがごく少数である。

受講者にはアンケートを実施しており、講座内容については好評である。アンケート結果はインストラクターに還元している。

講座内容は 2 年に 1 回見直しを行い、最新情報の更新などを行っている。

それぞれのコースの種類と日数ごとに受講料が決まっており、例えばオンラインの 5 日コースは会員が 655 ドル (65,500 円)、非会員が 720 ドル (72,000 円)、2 日コースは会員が 360 ドル (36,000 円)、非会員が 425 ドル (42,500 円) である。

講座価格表

In-class

BCWWA courses are scheduled throughout British Columbia all year round. Week-long "Operator Training Schools" are held several times a year across BC. These schools consist of up to 18 courses running concurrently or back-to-back in one location, providing excellent opportunities for trainers and operators to share their knowledge and skills.

BCWWA COURSE RATES		
Duration	Member	Non-Member
5 Days	\$800	\$885
4 Days	\$760	\$825
3 Days	\$650	\$725
2 Days	\$525	\$590
1 Day	\$275	\$340
1/2 Day	\$140	\$205

- Add HST to all charges
- Exceptions to the 5 day course rates:
 - Chlorine Handling Course is \$850 for members and \$915 for non-members.
 - Each 5 day module of the Management Skills Certificate Program is \$850 for members and \$915 for non-members.

Online

BCWWA is now offering Operator Training online. The online version of the course covers the same material as in-class versions with each 5-day course open for a 12-week period, and each 2-day course open for an 8-week period allowing students the opportunity to progress through the course at their own pace. Visit www.bcwwa.org to demo an online course or to register for one today.

ONLINE COURSE RATES		
Duration	Member	Non-Member
5 Days	\$555	\$720
2 Days	\$360	\$425

- Add HST to all charges
- Additional shipping charges will apply
- Please visit www.bcwwa.org for a full Online Course listing

11 Chlorine handling optional charges. For Chlorine Handling Course there is a case containing various related equipment. These are pieces of equipment; the students can handle and take apart in a low risk environment. BCWWA recommends the inclusion of this equipment with the course. Shipping costs typically range from \$80 each way to \$160 each way depending on location. The exact cost will be calculated when you request the equipment.

On-site

If you are able to provide a venue, BCWWA can deliver training at the following costs:

ON-SITE COURSE RATES					
Length of Course (Days)					
5	4	3	2	1	1/2
\$8,400	\$7,400	\$6,900	\$3,800	\$2,200	\$1,300

- Add HST to all charges
- Additional shipping charges will apply
- Add optional charges for Chlorine Handling Course¹¹
- Exceptions to the 5 day on-site training rates:
 - Chlorine Handling is \$8,900.
 - Each 5 day module of the Management Skills Certificate Program is \$8,900.

- Price Includes:**
- 10 student manuals (for additional students please refer to Cost of Manuals below)
 - Instructor (travel and any accommodation cost will be extra)

Client to provide:

- Venue
- Meals if required

Self-delivery

If you have a BCWWA certified instructor, you may purchase course manuals as follows:

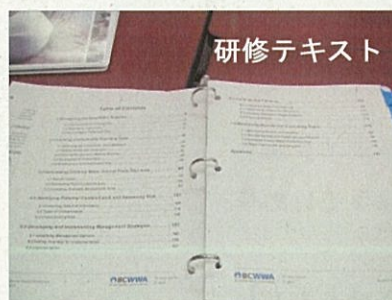
COST PER COURSE MANUAL					
Length of Course (Days)					
5	4	3	2	1	1/2
\$180	\$100	\$150	\$125	\$110	\$80

- CHLORINE HANDLING COURSE MANUALS**
- \$220
- Add HST to all charges
 - Additional shipping charges will apply
 - Textbooks are \$95 + shipping + HST (while stocks last)
 - The client must order a minimum of 10 student manuals and 10 text books¹
 - Extra manuals at the same cost

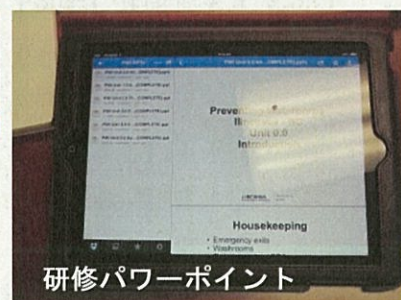
- Price Includes:**
- One time license to use PowerPoint slides of course material
 - Instructor handbook in PDF format



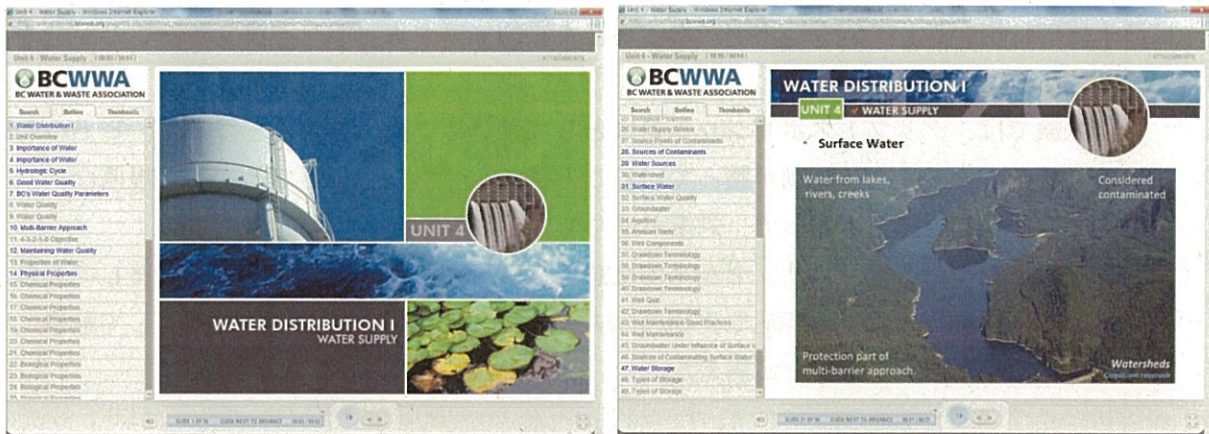
研修テキスト



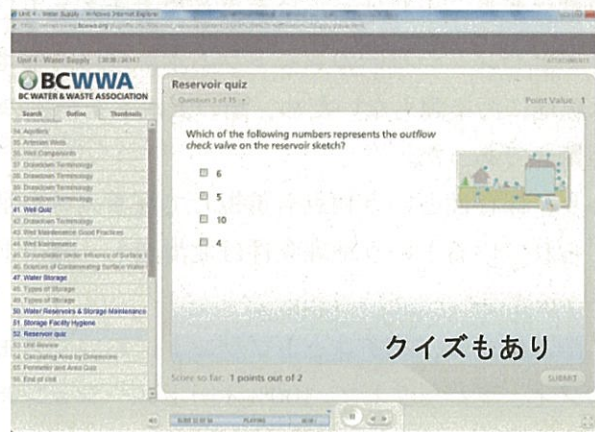
研修テキスト



研修パワーポイント



オンライン講座の例



クイズもあり

2) 成果

① ロサンゼルス及びオレンジ郡

乾燥地帯であるロサンゼルスは安定水源の確保が大きな課題であり、現在5割である自己水源比率を増やすため、節水、地下水涵養、地下水浄化に力を入れていた。

日本人は節水意識が高く、また節水型のトイレや洗濯機が普及しており、日本でやれることは限られていると思われるが、下水処理水のパイプラインを別に整備し、灌漑用水や工業用水に用いるシステムは、今後日本でも実用化に向けて本腰を入れていく時期が近い将来来るのではないかと感じた。

地下水涵養は、下水処理水の高度処理に多くのエネルギーと費用を必要とするため、現状では水源の乏しい地域での導入に限られていると思うが、水源確保の一つの選択肢として非常に参考になるものであった。また、RO膜は日本のメーカーのものが導入されており、今後発展が期待される分野であると思われるため、日本の技術力で世界に貢献できる分野ではないかと思った。

地下水浄化については、六価クロムの浄化処理が検討されていることが大変興味深く、実プラントの稼働が待ち遠しいところである。また、地震災害に強い施設としても地下水浄化プラントの建設を推し進めているようであるが、東日本大震災の時に津波で地下水を水源とする浄水場が被害を受けた経験があるため、地震対策先進国としてロサンゼルスに協力できることがあるのではないかと感じた。

浄水処理では、粒状活性炭処理工程のないオゾン処理と塩化第二鉄が印象的であり、日本で

は浄水処理に用いられていない方法であるが、水質的には導入可能な方法であることが分かった。

水質試験では、クリプトスポリジウム対策として緊急時に遺伝子解析を行って、ヒトへの感染性の有無をチェックする体制が整っていることが驚きであり、世界で最初に大規模なクリプト感染症を経験した国だけあって、対策が進んでいることを実感した。

紫外線処理については、ロサンゼルスでは感染症対策に加えて無蓋配水池対策としても導入されていた。感染症対策では各病原生物の除去率が法令で定められており、国として厳格に感染症対策に取り組んでいることが伺えた。

② ビクトリア都市圏・メトロバンクーバー・BCWWA

両都市とも水源が豊富にあり、水源地の土地を自ら保有することにより水質を良好に保っていた。特に、ビクトリアとバンクーバーのコキトラム水源地は岩盤地帯で濁質の発生や富栄養化が起りにくく、水源地に汚染源もないため、湖の表流水を消毒のみ行って日量 30 万 m³ 以上配水していることが驚きであった。

ビクトリアは島にあり、保存性という利点も重視して塩素ガスを消毒剤として使っている点については、海で隔てられているという地理条件は北海道も一緒であり、非常に参考になるものであった。

シーモア・カピラノ浄水場では、パイロットプラントにおいてスモールスケールで実測した薬注率を実プラントにフィードバックして 100%オートメーション制御するシステムが大変興味深かった。

水源が豊富であるバンクーバーでも節水に関する啓発が行われており、大切な資源として水を守ることは、水道事業を持続可能なものとするために重要な概念であることを改めて感じた。

BCWWAの技術研修は、充実した講座の種類とオンライン講座が特徴的であり、小規模事業体が多いという地域特性に合わせた講座開発、インストラクター認定制度、講座内容の定期的な見直しなど、参考になる点が多くあった。また、講座の受講費用で協会の活動費用のほとんどを賄っていることから、講座の人気度が高く、効果的な研修が行えている証拠だと思った。

IV 総括

本研修では、研修先との交渉から現地視察まで全て自分1人で行わなければならない、非常に大変なものであったが、終了後は自分の成長が実感することができ、大変有意義な研修であった。

今まで、自分の言いたいことをこれだけたくさん英語で表現することはなく、またネイティブの方とやりとりするなかで英語の表現を覚えることができたことは、大きな成果であった。

現地の受入担当者には大変なご苦勞をおかけしたが、快く迎え入れてくれ、私の拙い英語もなんとか理解しようとしてくれたので、非常にリラックスして研修を行うことができた。

研修前はなるべく完璧な英語で文章を書こう、話そうという気持ちでいたが、完璧じゃなくても通じるということを知った。また、英語でのコミュニケーションが上手くできないことをコンプレックスのように感じていたが、現地担当者に「英語上手に話せなくてごめんなさい」

と伝えたところ、「全然問題ないよ。僕らだって日本語全然しゃべれないんだから」と返してくれ、勝手に思い込んで壁を作っていたのは自分の方なんだと気づくことができた。

ロサンゼルスでは、思いがけずロサンゼルス導水路開通 100 周年記念式典にご招待いただいたことは一生の思い出であり、改めてロサンゼルス水道電気局のアルバート氏に感謝を申し上げたい。パーティー会場では、アルバート氏がロサンゼルス水道電気局の偉い方々に私のことを丁寧に紹介していただき、また、恐竜の化石を囲みながらのパーティーや、100 年前のレシピを再現したディナーなど、貴重な体験ができた。

今回の研修では、水源に乏しいロサンゼルスと、水源が豊富なバンクーバーという正反対な 2 つの大都市を訪れたが、両都市とも水の大切さに重点が置かれていた。特に、ビクトリアとバンクーバーでは、水源が岩盤質であるという水道にとっては好ましい条件にあり、さらに、水源の土地を自ら保有し、管理することにより良好な水質を保持することで、表流水を消毒のみ行って配水するというシステムを構築しており、水道事業を営むにあたっては水源水質が良好であることが何より重要であることを強く感じた。

アメリカでもカナダでも、消毒副生成物対策としてクロラミン処理が一般的に行われているが、日本ではカルキ臭の問題からクロラミンがなるべく発生しないような処理を目指しており、消費者の反応により浄水処理方法も大きく異なることを実感した。

北米大陸では、感染症対策は感染原因生物の除去率を指標としており、今後、TPP が締結されることになれば、こうしたスタンダードも共通化される可能性があると考えられる。水道事業体も世界動向に注目し、必要な対策を検討していく必要があるのではないかと思う。

札幌水道では、良質な水道水質の確保、安定した水道水源、水源の分散化、職員数が減少する中での効果的な技術継承などが課題として存在し、本研修ではそれらを解決するヒントを数多く得られたと思う。

世界の現状に目を向けると、途上国の人口増加は加速度を増しており、さらなる水不足がそう遠くない未来に起こるだろうことは容易に想像できる。水道水を輸出する時代もやってくるのではないかと考えられる。本研修で視察した膜処理や紫外線処理がワールドスタンダードになることも考えられるが、これらの技術は日本も強い分野であり、十分世界に通用する技術力を持っている。日本の豊かな自然が生んだ水を最大限生かすとともに、高い技術力を用いて良質な水道水を生み出し世界に送り出すほか、質の高い水道システムを途上国で展開することで、世界の水不足を解決する手助けができるようになりたいと改めて感じる研修であった。

最後に、本研修を快く受け入れてくださったロサンゼルス市電気水道局、オレンジ郡水道局、ビクトリア都市圏水道局、メトロバンクーバー水道局、ブリティッシュコロンビア上下水道協会のご担当者に感謝申し上げます。また、本研修にあたりコンタクトパーソンの紹介など多大なお力添えをいただいた公益社団法人日本水道協会研修国際部のみなさま、快く研修に送り出してくれた職場の上司、同僚のみなさんに感謝いたします。

専門別研修は国際感覚を持った職員を育てるツールとして大変効果的なものであると思いますので、是非今後も継続して実施していただきたいと思っております。

また、研修参加者の座談会を開催し、水道協会雑誌に掲載するなど、研修後のフォローがあると研修生自身の能力向上のみならず、他の水道事業体職員への啓発や、研修への参加を検討

している職員に対するPRや不安の払拭につながると思いますので、ご検討をよろしくお願
いたします。

V 添付資料

ロサンゼルス電気水道局

- ・ WATER SYSTEM OVERVIEW
- ・ L.A.'s Drinking Water Quality Report
- ・ Los Angeles Aqueduct Filtration Plant - Ultraviolet Treatment Plant
- ・ LOCAL, SAFE, RELIABLE WATER FOR THE PEOPLE OF LOS ANGELES
- ・ Recycled Water Master Planning
- ・ GROUNDWATER: A VITAL WATER RESOURCE FOR LOS ANGELES

オレンジ郡水道局

- ・ GROUNDWATER REPLENISHMENT SYSTEM

ビクトリア都市圏水道局

- ・ Overview of the Greater Victoria Drinking Water Supply System

メトロバンクーバー水道局

- ・ Metro Vancouver's Seymour-Capilano Filtration Plant
- ・ Coquitlam UV Disinfection Project

ブリティッシュコロンビア上下水道協会

- ・ BCWWA "the people who keep your water clean and safe"
- ・ BCWWA operator training