



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	アメリカ下水処理施設調査 (1) 南タホ下水処理場
Author(s)	玉井, 義弘; 松並, 壯; 濱田, 規久二
Description	第4回衛生工学シンポジウム (平成8年11月7日 (木) -8日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 事例報告 . P7-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 4, 281-286
Issue Date	1996-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7865
Type	departmental bulletin paper
File Information	4-7-2_p281-286.pdf



7 - 2

アメリカ下水処理施設調査

① 南タホ下水処理場

玉井義弘 (日水コン)
○松並 壯 (三祐コンサルタンツ)
濱田規久二 (東 芝)

(社)日本技術士会水道部会の公式ミッションとして派遣された“アメリカ高度処理施設調査団”のマザーレポートより纏めたものである。調査団名簿は末尾に示す。

視察調査の主たる目的は世界で初の高度処理施設であり、かつ下水道に関わる多くの方々が訪れたアメリカのタホ湖は今どうなっているであろうか?ということであった。

1. タホ湖とその周辺

四半世紀前迄は、多くの見学者により、多数の文献や雑誌に紹介されたタホ湖である。然し、ここ 20 年間タホを訪れた日本人はほとんどいない。近年になって、ロシア、ニュージーランド、オーストラリア等のエンジニアが見学に訪れているとのことであった。日本人にとって忘れられた「タホ」について、改めてそのアウトラインをまとめてみる。

タホとは、インディアン語で、「大きな水」の意味である。タホ湖は、カリフォルニア州とネバダ州の境界にあるシラネバダ山脈の標高約 1,800m の高地にある。ロシアのバイカル湖とオレゴン州のクレイター湖と並び、世界で最も清澄、かつ美しい淡水湖の一つであり、湖水の透明度は、波がないという条件のもとで、水面から約 40 m の深さに沈めた磁性白色円板 (直径 20cm) を見ることができるほどである。

湖の保全に対して、ネバダ州、カリフォルニア州の住民をはじめとして、米国民の関心はきわめて高く、これまでその美しい湖を守るため多くの人々の努力が払われてきた。この努力により現在の湖水は 1873 年当時の水質と同程度に保たれているという。

タホ湖は、長さ 35 km、幅 19 km、水面積約 500k m²あり、その水量はカリフォルニア州の全域を水没させるほどの量である。タホ湖の周辺の行政区域は、1,300k m²ありこのうち 800k m²は陸地で、500k m²がタホ湖の水面になっている。下水道行政については、6つの公共事業区があり、この中の3つはネバダ州に、あとの3つはカリフォルニア州に属している。この公共事業区の中でも南タホ公共事業区 (以後 S.T.P.U.D とする) が最も大きく、活発に活動している。この公共事業区は、特に地域開発が著しく、その上レジャーやレクリエーションの好適地であるため、人口や観光旅行者が増大し、他のタホ湖周辺地区と比較にならないほど発展している。

2. 経 過

タホ湖はネバダ州、その他で飲料水用水源として利用されている。タホ湖の水質汚濁を完全に防止するには、住民や地方、州、連邦政府のすべての機関は、湖周辺の下水とその他の汚濁物を湖に直接流すべきではないという見解を昔から持っている。

S.T.P.U.D は 1951 年に組織された。S.T.P.U.D により最初に建設された下水処理施設は 2つの腐敗タンクである。1960 年には、下水量 9,500 m³/日の活性汚泥処理施設が建設され本格的に運転が開始された。

同時にタホ湖に対して原則として処理水を、放流しないで、陸地の森林にかんがい散布処分するという対策が講じられた。その後、更にタホ湖とその支流に二次処理水を放流してはならないという州の法令に基づき、二次処理水をさらに高度処理して、より良好な水質の処理水を得るための検討が開始された。

そして、1年後の 1961 年の秋には、次のような湖の水質保全対策が打ち出された。

- ① 1961年より数年の間は、現在のまま二次処理水を森林にかんがい散布する。
- ② タホ湖の集水域に発生する汚水を高度処理し、この処理水を流域外に排出する具体的な計画を立案する。新たに河川や人造湖に排出するため、その水質は飲料水と同一レベルの水質にすることを目標にする。

S. T. P. U. D は、この方策を達成するために、凝集沈殿、ろ過、活性炭吸着等の高度処理技術の開発が行われた。これら一連の研究成果に基づいて、1963年の末、パイロットプラントによる実験が開始された。そして翌、1964年には、従来の、簡易処理、二次処理施設に加えて、計画汚水量 9,500 m³/日の高度処理実験施設の建設が開始され、1965年には、運転操業された。

しかし、運転開始間もない1965年の夏期に、設計水量の約50%増の15,000 m³/日が流入し、施設の運転は不可能になった。そこで1966年の夏には、高度処理施設をさらに計画水量 28,000 m³/日の施設に拡張する計画が立案された。この増設計画には、リンの吸着除去、窒素除去、活性炭による溶解性有機物の除去という水質関連の施設ばかりではなく、活性炭の再生炉と汚泥固形物の焼却炉、消石灰の再生炉といったリサイクルプロセスの施設も組み込まれていた。また、この増設施設の建設と同時に、高度処理水の輸送のためのポンプ場、パイプライン等の施設の建設も開始された。1968年4月にパイプラインが完成し、新規増設施設の運転が開始された。ついで、同年11月にアンモニアストリッピングプロセスの運転も開始された。

以後10数年にわたり、運転が継続されたが、度重なるトラブルの発生と、ランニングコストの上昇に伴い、1985年に施設の見直しの検討を開始した。その結果、既設の物理化学処理による高度処理施設は、砂ろ過塔を除き解体し、活性汚泥法による安定した二次処理水を得るべきとの結論が出された。そして、即時設計が開始され、現状の施設が1989年に完成した。4年に渡り工期がかかったのは、既存の施設の運転を継続しながら、改造工事を進行させたためである。施設の計画流量は16,000 m³/日、最大処理能力は29,000 m³/日である。以後、今日まで安定した処理水質を得ている。また、同時期、Indian Creek に代わる処理水の受け皿である Honey Place Dam も完成した。30年前、世界の高度処理施設のメッカとして一世を風靡し、バイカル湖に次ぐ透明度の高いタホ湖を守るために多額の資金を投入し運転されていた高度処理施設はいつの間にか全くその姿を変えていた。

3. 施設の概要 昔、今

A. 当初の施設

1965年に運転が開始された高度処理施設は、世界初の実験用としてはいるが、全ての二次処理水を処理できる施設であった。

1968年にアンモニアストリッピングプロセスも含めた拡張工事が行われた。その概要フローシートをに示す。(図-1) 通常の二次処理施設に付加された高度処理施設の特徴としては次のようなものが挙げられる。

- ① 凝集剤としては、アンモニアストリッピングプロセスへの Ph 調整も兼ねて、消石灰を用いている。
- ② 消石灰は、焼却炉により再生され循環利用されている。焼却炉の発生ガスも、再炭酸化用ガスとして用いられている。
- ③ アンモニア態窒素はストリッピング塔で大気放散している。
- ④ 凝集沈殿アンモニアストリッピング水は、砂ろ過され最終的には活性炭吸着処理されている。
- ⑤ 活性炭は、再生炉により復活され再利用されている。
- ⑥ 高度処理水は、かんがい用水として約 43Km 離れてタホ湖の集水区域外のアルパイン郡に建設されたインデアックリークダム貯水池まで送水され、利用されている。

以上の特徴を持ち華々しく運転がスタートしたわけである。その後、1970年度にかけてメッカ巡礼のごとくタホ湖に世界各地からの下水関係者が視察に参じたのである。中でもその記録によれば、日本人の訪問者がダントツであった。

しかし、その後、我が国でも各所に於いてパイロットプラントによる実験が開始されるとともに、わざわざタホ湖を訪れる人も少なくなり今日に至ったものである。

B. 現在の施設

基本的には、標準活性汚泥法処理施設に、既設の高度処理施設の一部として使用していた砂ろ過塔が高度処理施設として残されたものである。施設の概要フローシートをに示す。(図-2)

(1) 流入施設

流入汚水は、施設にポンプ揚水され、前塩素処理、沈砂池、スクリーンを経てパーシャルフリュームにて計量される

(2) 最初沈殿池

31 m径 × 2.4 m深 × 2池

総面積 1,500 m² 総容量 3,500 m³

水面積負荷 11 m³/m²・日

滞留時間 5.3 時間

(3) 中間流量調整池

3,300 m³ × 3池 9,900 m³

滞留時間 15 時間

(4) 曝気槽

52 m長×9.2 m幅×4 m深×3槽 = 5,700 m³

滞留時間 9 時間

ブロー

100 m³/min × 200 馬力

0.4 m³・Air/m³・H r

(5) 最終沈殿池

31 m径 × 3.1 m深 × 3池

水面積負荷 7.3 m³/m²・日

滞留時間 10 時間

(6) ろ過流量調整池

3,800 m³ + 4,600 m³ = 8,400 m³

滞留時間 5.7 時間 + 6.9 時間 = 13 時間

(7) 砂ろ過

3 m径×12 m長×1.2 m深×2系統×3セット

アンスラサイト、砂、ざくろ石の三層ろ過

約5 mg/ℓの硫酸バンドをライン注入

(8) 汚泥処理

活性汚泥は、加圧浮上装置によって濃縮される、この濃縮汚泥と最初沈殿池より汚泥の混合汚泥にポリマーを加え、

1,800rpm × 300 ℓ/min × 2台の遠心脱水機にかけて脱水し、水分

約80%の汚泥脱水ケーキとして、これを立型多段焼却炉にて、焼却処分している。焼却灰は埋め立て処分される。

(9) 非常時用ポンプ

3800 m³/日容量のディーゼルエンジンポンプが装備されている。

(10) 非常用貯水池

22万m³、平均流入量に対し、約14日分の処理水用貯水池が設置されている。この貯水池はピークカット用にも用いられている。

4. 運転状況について

4月のデータによると、設計流量に対し日最大流量は、ほぼ同じであり、平均流量はそれに対し約80%と、流量的には問題のないものと思われる。

しかし、当地区は標高が高く、またスキー場もありその融雪水のためか、水温は10.8℃～13.2℃、平均12.1℃と低く、生物処理にとっては、必ずしも好条件下にあった訳ではなかった。

① BOD、COD、DOについて

BOD/COD(重クロム酸カリウム法による)の割合は、最初沈殿池まで、ほぼ約40%で、分解性有機物の比重がかなり高いものと思われる。最終処理水で、約20%になっていることと、DOのレベルを考えれば、活性汚泥は、この温度でも十分に活性を保っているものと思われる。これは、曝気槽への流量コントロールが、完全に行われているためであろう。ろ過水のBODが、5.6mg/ℓ～10mg/ℓ、平均7.6mg/ℓという値は、当地におけるかんがい用水としては十分満足できるものとしている。

② 浮遊物質(SS)、電気伝導度(EC)、蒸発残留物(TDS)について

EC、TDSを見れば、流入汚水は、きわめて、均質なものである。SSは、濃度にかかわらず約50%が、最初沈殿池で除去され、ろ過水では、7.3mg/ℓ～1.8mg/ℓ、平均3.7mg/ℓと良好な水質となっている。

③ リン(P)、窒素(N)について

当処理場においては、従前のN、P除去の高度処理ではなく、牧場用かんがい用水を供給するという目的のため、活性汚泥に取り込まれるN、Pのみ減少しているように思われる。硝化は全く行われていない。

④ MLSS等について

各水質を見れば明らかであるが、活性汚泥の濃度コントロールは、極めて安定して行われている。MLSS 1,400mg/ℓ～1,600mg/ℓ、平均1,500mg/ℓ、返送汚泥濃度 5,100mg/ℓ～6,500mg/ℓ、平均5,800mg/ℓを見れば一目瞭然である。SVIも120～220、平均160となっている。

5. 処理水の輸送システム、貯水ダムについて

下水処理場内の移送ポンプは3台設置されている。ポンプは450馬力、6変速の垂直タービンポンプであり、1台は予備として、2台が交互運転されている。場内ポンプは、17km離れたLuther Passポンプ場へと処理水を移送する。Luther Passには、5,900m³の貯水槽が2つ設置されている。ポンプとしては1000馬力、700馬力のポンプが各2台、計4台が設置され、それらは貯水槽の水位により自動的に運転されている。ポンプは処理水を7kmの距離を380m揚水している。Alpineの頂上からは、自然流下でHarvey Placeダムに運ばれる。Harvey Placeダムと貯水池は、1989年に地域の新たな貯水池としてIndian Creek貯水池にとって代わった。このダム及び貯水池は、洪水時の最大流量に耐え得るように設計され、合わせて処理水のかんがい用水路も建設されている。貯水量は、470万m³である。それらは、370万m³の通常貯水池と、100万m³の洪水貯水池とで成り立っている。処理水のほとんどは牧草のかんがい用水として使われている。ダムの水は、勿論、かんがい土壌についても下水処理場とカリフォルニア州双方が、その安全性を常時監視している。今までの貯水池であった、Indian Creek貯水池は完全な人工湖となっている。湖には、年間約7トンの魚が放流され、フィッシングレジャー湖として夏場はにぎわっている。

6. 高度処理のメッカから、U・S・Rated No. 1の下水処理場へ

1994年、米国環境保護局(E.P.A)はS.T.P.U.Dに対し全米一の栄誉を与えた。(図-3)に、薬品費の推移を示すが、1988年より、わずか6年で83%と驚くべきコストダウンを達成した。それらは、EPAの定める環境基準を破ることは勿論、いかなる管理違反を犯さないで、達成されたものである。

EPAの高い評価につづき、S.T.P.U.Dは“環境プラント・オブ・ザ・イヤー”(カリフォルニア

州水汚染管理協会及びカリフォルニア州水質汚濁防止協会)や“メンテナンス賞”(シェラ地区)を得た、更に、下水処理場そのものが、カリフォルニア州エネルギー委員会によって“Energy Efficiency Show case Plant”としても選ばれるに至ったのである。

7. まとめ

出発前に資料があったのは南タホ下水処理施設のみであった。それも20年以上前のものである。しかし、それら資料は既に過去のものとなっていた。しかし、タホ湖は昔と変わらず美しい姿のままであった。この美しい自然を守ってきたのは、やはり人々の努力であろう。

今回我々がはっきり認識できたことは、“タホ湖の美しい姿は、もともと汚水の放流先の流域変更によるものが大きい。”ということである。

我が国においても、最近水質保全に水処理プロセスシステムの重要性が論議されている。それらの検討に当たっては、各地域に適した論議をすべきであるが、ダイバージョンの可能性も含めて検討する必要があるものと思われる。

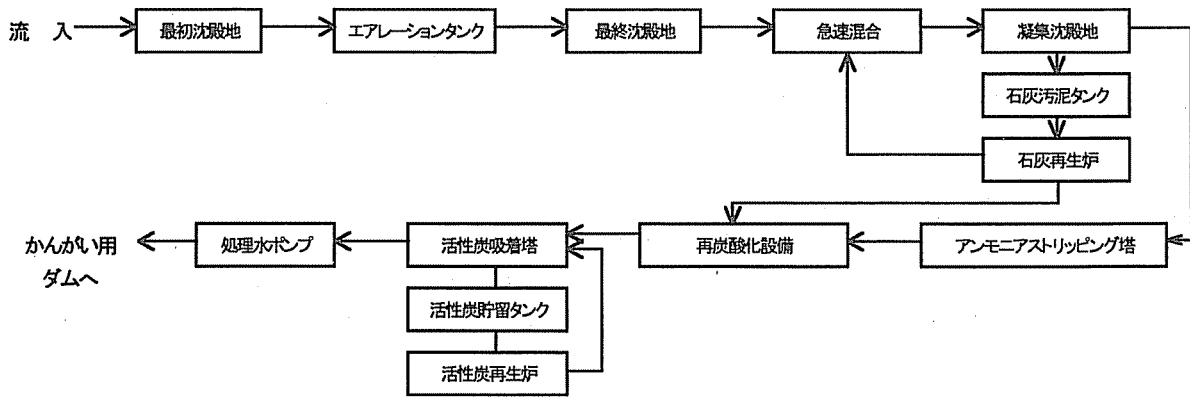
8. 謝 辞

この視察がごく短い準備期間で実施できたのは、カリフォルニア大学に研究員としておられた、船水尚行博士(北海道大学工学部衛生工学科助教授)のご尽力のたまもので厚く感謝の意を表します。

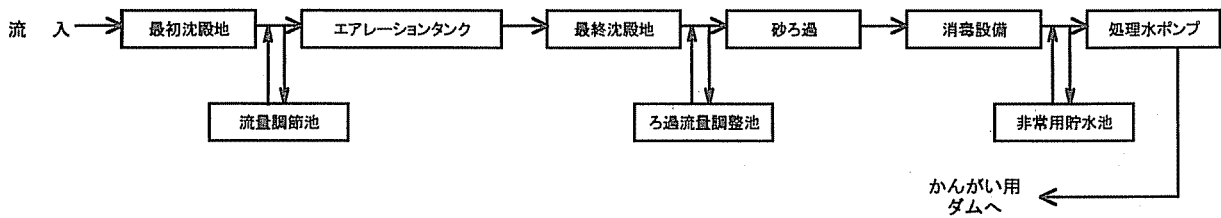
調査日時：1996年5月25日～6月2日

調査団員

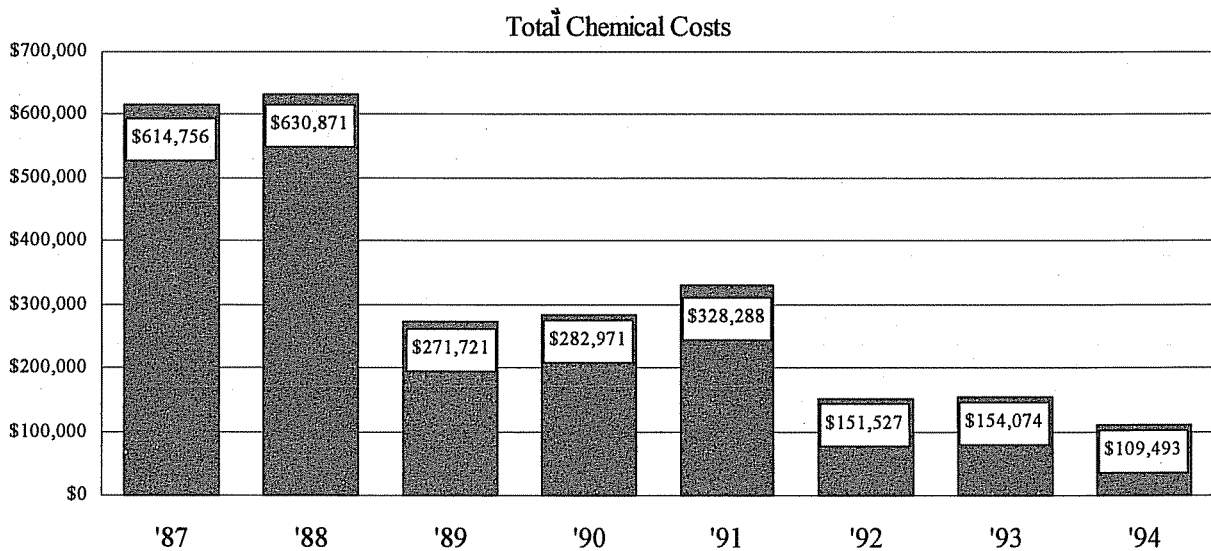
氏 名	事 務 所	登 録 番 号	備 考
玉 井 義 弘	(株)日水コン	28506	団長
厚 見 安 宏	住友重機械工業(株)	14673	
井 上 祥 一 郎	(株)エステム	16228	
上 原 義 昭	基礎地盤コンサルタント(株)	13343	
奥 野 博 史	水道機工(株)	18263	
金 川 護	荏原エンジニアリングサービス(株)	10587	
木 村 弘 子	毛管浄化システム(株)	27270	
篠 田 猛	日立プラント建設(株)	26729	
中 田 洋 輔	(株)中部総合コンサルタント	13294	
氷 上 克 一	(有)氷上技術士事務所	10781	
村 上 雅 亮	日本上下水道設計(株)	16010	
森 顕	(株)アイ・エヌ・エー	21790	
松 並 壯	(株)三祐コンサルタンツ	12817	幹事
濱 田 規 久 二	(株)東芝	賛助会員	補佐



(図-1) 南タホ下水処理場水処理フローシート(昔)



(図-2) 南タホ下水処理場水処理フローシート(現在)



(図-3) 薬品コストの推移