

1. はじめに

平成 16 年 7 月に、米国ハワイ州において「第 3 回日米水道水質管理及び下水道技術に関する政府間会議」が開催され、日米両国の上下水道を巡る最近の課題について和やかな中にも熱心な討議が行われた。16 分野の議題に対して日米双方から 32 編の発表があり、最終日には、討議の総括が行われ、議論の確認と次回の会議を平成 18 年に開催すること等が合意された。

本報告書は、今後の下水道分野における政策研究、技術開発の推進及び国際協力の促進のために、日本の下水道分野から本会議に参加した国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所、日本下水道事業団、滋賀県琵琶湖環境部及び大阪市都市環境局が本会議の概要をとりまとめたものである。なお、水道分野の発表と討議の概要については、とりまとめにあたり国立保健医療科学院の国包部長をはじめとする水道分野の参加者の御協力をいただいた。

2. 経緯

日米両国間の水道、下水道分野の技術交流は、かつて分野毎に実施されてきた。下水道分野では、日米環境保護協力協定（US-Japan Environmental Protection Agreement）に基づき、昭和 46 年より日米下水処理技術委員会（US-Japan Conference on Sewage Treatment Technology）を継続的に開催してきたが、平成元年に開催された第 12 回委員会において、建設省土木研究所と米国環境保護庁研究所を中心とした技術交流のための日米下水道ワークショップへと変更の取り決めがなされた。これに基づき、平成 2 年につくばで第 1 回ワークショップが開催され、平成 7 年までに計 5 回のワークショップが開催された。ワークショップでは、水質汚濁防止、都市流域の水質管理、下水の高度処理、合流式下水道の改善といった課題を中心に、技術交流、意見交換、研究成果の交換が行われた。一方、水道分野では、日米環境保護協力協定に基づく「日米水道水質管理会合」が昭和 62 年から平成 6 年まで計 4 回開催された。

しかし、上下水道をとりまく課題は、流域を一体としてとらえた水量・水質の管理、クリプトスポリジウムや内分泌攪乱化学物質の問題等、共通の課題や共有すべき情報が多く、上下水道関係者が一堂に会して情報、意見交換を行うことが有益である。そこで、両分野の会議を「日米水道水質管理及び下水道技術に関する政府間会議」として統合することとし、第 1 回会議が平成 11 年 7 月に米国コロラドスプリングスにて、第 2 回会議が平成 14 年 10 月に東京にて開催された。本会議は、第 2 回会議における合意に基づき米国で開催されたものである。

3. 会議開催の意義

下水道技術に関しては、病原性微生物や内分泌攪乱化学物質の制御、合流式下水道越流水の対策等の課題が、公共用水域の利用や生態系の保全のためその重要度を増している。また、雨水対策、下水処理水や下水汚泥の再利用は、流域管理の視点が不可欠であり、排出枠調整による流域管理の検討が進められている。さらに、下水道施設の改築更新についても技術開発の果たす役割が大きくなっている。これらの課題を受け、国土交通省下水道部及び国土技術政策総合研究所下水道研究部は「第 3 次下水道技術五箇年計画」を平成 16 年 5 月に策定し、下水道分野における技術開発の方向性及び開発すべき技術を示したところである。

水道水質の管理においては、平成 16 年に WHO 飲料水水質ガイドライン第 3 版が発行され、厚生労働省では水道水質基準の見直しが行われた。この中で、水源の管理、消毒副生成物の問題、クリプトスポリジウム等耐塩素性病原微生物の問題、内分泌攪乱化学物質に関する問題など、多様な問題が提起され

てきていることを踏まえ、微生物や化学物質による健康リスクの評価とその管理の充実・強化を重要な課題として取り組んできている。

一方、米国においても水道水中の微生物や化学物質による健康リスクの評価と管理、雨天時における下水の管理は以前から重要な問題であり、水質取引等、流域管理の一層の推進が求められている。また、危機管理が水道においても最重要課題として取り上げられるようになった他、施設の改築更新や研究の振興が課題となっている。

このように日米両国は、水道水質管理及び下水道技術の分野において、多くの共通の問題を抱えており、相互に情報を交換し、対策について議論することは、両国のみならず国際的にも意義が深く、また、上下水道が連携した流域管理を推進する観点からも重要である。

4. 日程及び参加者

「第3回日米水道水質管理及び下水道技術に関する政府間会議」は、平成16年7月12日～15日の4日間にわたり米国ハワイ州コオロナーで開催された。このうち3日間は発表及び討議が行われ、7月13日午後と7月15日には水関連施設の視察が行われた。本会議には、米国環境保護庁国立リスク管理研究所（National Risk Management Research Laboratory (NRMRL), U.S. EPA）統括部長の Laurence W. Reiter 氏を団長とする17名の米国代表団と、日本国側の高橋正宏 国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部長を団長とする下水道分野9名、柳橋泰生 厚生労働省健康局水道課水道水質管理官を団長とする水道分野10名が参加した。参加者の所属と氏名を表1と表2に示す。また、会議次第を表3に示す。

表1 参加者名簿（日本国代表団）

【下水道分野】	
○高橋正宏	国土交通省国土技術政策総合研究所 下水道研究部長
吉田敏章	国土交通省国土技術政策総合研究所 下水道研究部下水道研究室 研究官
南山瑞彦	国土交通省国土技術政策総合研究所 下水道研究部下水道研究室長
尾崎正明	独立行政法人土木研究所 材料地盤研究グループリサイクルチーム 上席研究員
鈴木穰	独立行政法人土木研究所 水循環研究グループ水質チーム 上席研究員
岡安祐司	独立行政法人土木研究所 水循環研究グループ水質チーム 研究員
須賀雄一	日本下水道事業団 技術開発部 研究員
森野久栄	滋賀県琵琶湖環境部 湖南中部流域下水道事務所 主任研究員
松本広司	大阪市都市環境局 下水道部工務課計画係長
【水道分野】	
○柳橋泰生	厚生労働省 健康局水道課水道水質管理室 水道水質管理官
若山宏	厚生労働省 健康局水道課水道水質管理室 技官
国包章一	国立保健医療科学院 水道工学部長
浅見真理	国立保健医療科学院 水道工学部 生活衛生適正技術開発主任研究官
遠藤卓郎	国立感染症研究所 寄生動物部長
眞柄泰基	北海道大学創成科学研究機構 特任教授
山本和夫	東京大学環境安全研究センター 教授
宮垣融	東京都水道局 玉川浄水管理事務所砒浄水場長
藤原正弘	財団法人水道技術研究センター 理事長
佐藤侃二	社団法人日本水道協会 工務部技術課 副主任

※ ○は団長を示す。所属及び役職は会議開催時点のものである。

表 2 参加者名簿（米国代表团）

○Lawrence W. Reiter	Acting Director, National Risk Management Research Laboratory (NRMRL), U.S. EPA (米国環境保護庁 国立リスク管理研究所 統括部長)
Sally Gutierrez	Director, Water Supply & Water Resources Division, NRMRL, U.S. EPA (米国環境保護庁 国立リスク管理研究所 水道・水資源部)
James A. Goodrich	Water Supply & Water Resources Division, NRMRL, U.S. EPA (米国環境保護庁 国立リスク管理研究所 水道・水資源部)
Kathleen Schenck	Water Supply & Water Resources Division, NRMRL, U.S. EPA (米国環境保護庁 国立リスク管理研究所 水道・水資源部)
Ann Codrington	Standards and Risk Management Division, Office of Groundwater and Drinking Water, U.S. EPA (米国環境保護庁 地下水・飲料水部)
James Hanlon	Director, Office of Wastewater Management, U.S. EPA (米国環境保護庁 下水道管理部)
Claire Schary	Office for Environmental Management & Information, U.S. EPA - Region 10 (米国環境保護庁 第10管区環境管理情報部)
Susan J. Owens	Deputy Director, Research & Scientific Exchanges Division, International Cooperation & Exchanges, Foreign Agricultural Service, U.S. Department of Agriculture (米国農務省 海外農業サービス局)
Al Lopez	Deputy Commissioner, Bureau of Wastewater Treatment, New York City Department of Environmental Protection (ニューヨーク市環境保護部下水道局)
Edmund G. Archuleta	El Paso Water Utilities, Chair, AwwaRF (エル・パソ上下水道局、米国水道協会研究財団)
John Novak	Professor of Civil Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University (ヴァージニア工科大学)
James F. Manwaring	Executive Director, Awwa Research Foundation (AwwaRF) (米国水道協会研究財団)
Martin J. Allen	Director - Technology Transfer, AwwaRF (米国水道協会研究財団)
Jian Zhang	Project Officer, AwwaRF (米国水道協会研究財団)
Daniel Woltering	Director of Research, Water Environment Research Foundation (WERF) (米国水環境研究財団)
Vernon Lucy	WERF, President/Chairman of the Board, Infilco Degremont, Inc. (米国水環境研究財団、インフィルコ・デグレモン社)
Dick Kuchenrither	Senior Vice President, Black & Veatch Corporation (ブラック・アンド・ヴィーチ社)

※ ○は団長を示す。所属及び役職は会議開催時点のものである。

表3 会議次第

第1日 7月12日	
歓迎挨拶	(C. Jamile)
開会挨拶	(柳橋、高橋、L. Reiter)
議題 1: 水道水質管理の概要	(柳橋・若山、S. Gutierrez、A. Codrington)
議題 2: 下水道分野の現状	(高橋)
議題 3: 水道分野における微生物的課題	(遠藤、M. Allen)
議題 4: 水道分野における科学技術の振興	(浅見、J. Manwaring)
議題 5: 水道分野の新技术	(藤原、E. Archuleta)
議題 6: 雨水対策と下水道	(松本、A. Lopez)
議題 7: アジアにおける国際援助	(S. Owens)
第2日 7月13日	
議題 8: 健全な水循環の形成	(山本)
議題 9: 流域管理	(森野、J. Hanlon)
議題 10: 排出枠取引	(吉田、C. Schary)
議題 11: 水道分野における早期警戒システム	(柳橋、J. Goodrich)
視察 [ワイフェ地下水源]	
第3日 7月14日	
議題 12: 水の再利用	(南山、D. Kuchenrither)
議題 13: バイオソリッドの再利用	(尾崎、J. Novak)
議題 14: 内分泌かく乱化学物質	(国包、岡安、K. Schenck)
議題 15: 施設更新	(真柄、須賀、J. Zhang)
議題 16: 臭気問題	(宮垣、V. Lucy)
会議要約への署名	(柳橋、高橋、L. Reiter)
閉会挨拶	(柳橋、高橋、L. Reiter、S. Gutierrez、他)
第4日 7月15日	
視察 [ホノウリウリ下水再生施設、ハラワ水源]	

※ ()内は発表者等を示す。

5. 会議の概要

5.1 開会

現地を代表して、クリフォード・ジャミール（ホノルル水局、管理者兼技監）氏から、日米両国の関係者にハワイの温かい歓迎精神で歓迎の挨拶とともに、海水淡水化と下水処理水の再利用を推進するホノルルの水道に関して、簡単な紹介があった。

続いて、米国環境保護庁国立リスク管理研究所統括部長ローレンス・ライター氏より、「過去に学び、未来に向かう」と題して開会挨拶があった。ひ素の新基準、内分泌かく乱化学物質、早期警告型毒性試験、計算科学を用いたリスクアセスメント手法について研究を進めていく旨、また、持続性、すなわち、環境と経済性の両面から次世代に持続可能性を確保することが強く求められていることなどが紹介された。

次に、柳橋泰生 厚生労働省健康局水道課水質管理官から、本会議の開催に当たり、米国側の尽力に感謝する旨と、日本では、10年ぶりの水質基準の改正、水道ビジョンを発表したところであり、本会議

の成功を期待する旨の挨拶があった。また、高橋正宏 国土交通省国土技術政策総合研究所下水道部長からは、日本では「第3次下水道技術五箇年計画」が策定されたところであり、下水道技術と流域管理の視点が重要である旨、日米の情報交換が重要であり、また、上下水道が連携した流域管理を推進する観点が重要である旨の挨拶があった。

5.2 議題1：水道水質管理の概要

(1) 米国の水道及び水質に関する研究の最近の動向

(米国環境保護庁 サリー・グティアレツ)

「米国の水道及び水質に関する研究の最近の動向」について紹介があった。米国環境保護庁では、水道に関する研究のテーマとして、1) 配水網システム、2) 水源保護（飲料水の水質確保）、3) 微生物の起源探索、4) バラスト水の処理技術の評価に関する研究を行っていることが紹介された。配水網システムに関しては、消毒剤の変更による管壁からの鉛の溶出が見られたこと、水源保護については、流域のノンポイントソースの制御について調査、研究を行っており、水源保護のためのプロジェクトを推進していること、微生物の起源探索については、分子生物学的手法等を用いて、糞便性の汚染の起源探索で、動物種が特定できるようになったことなどが紹介された。

(2) 米国の飲料水に関する規制の紹介

(米国環境保護庁 アン・コーリングトン)

EPA ができる前は、健康省が基準を担当していた。ルイジアナの水道水中に有機化学物質が数多く発見されたことから、水の安全性に関する研究が開始され、特に発ガン性物質に関する検討が始まった。1986年の改正で、基準値の決定方法についても決めるようになった。

基準値の策定において、健康影響と、コスト面における実現可能性、顧客の負担についても考慮し、顧客説明書（CCR: Consumer Confidence Reports）を公表することが求められている。

水質に関する課題としては、ヒ素、ラドン、硫酸、微生物、化学物質の副生成物、地下水管理、ろ過水の逆洗水の再利用などが課題となっている。

健康影響、処理性、分析方法、存在状況を考慮し、基準値が定められている。

ヒ素の基準値超過のおそれがある水道としては小規模水道が多く、小規模水道では地下水を起源とするところが多い。

【討議】

カリフォルニアにおいてクロラミン処理の際に生成するジメチルニトロソアミン（NDMA）が問題となっていることに関して、その検討の進捗状況について質問があり、米国側から、NDMAについては、関心が高いが、毒性や処理性の検討を行っている段階であり、まだ基準値の設定には至っていないと回答があった。また、ヒ素の基準値の改正の時期について質問があり、米国側から、2006年1月に予定されていると回答があった。

(3) 日本の水道の歴史及び日本の水道水質基準の改正について

日本の水道の歴史について（厚生労働省 柳橋泰生）

日本の水道水質基準の改正について（厚生労働省 若山宏）

日本の近代水道は、1987年の横浜の物が最初だが、都市に飲用水を供給するシステムとしての水道は、16世紀には建設されており、江戸時代には100万人以上の人に供給する水道（玉川上水等）が整備された。日本では、前回の水質基準の改正から約10年が経過し、新たな消毒副生成物の問題、耐塩素性病原微生物の問題、進行する水源の水質汚染の問題、WHO飲料水水質ガイドラインの改正等を受けて、水道水質基準の改正を行ったところである。厚生労働省は水質基準の改正に当たり、2002年7月に厚生

科学審議会に諮問し、2003年4月に厚生科学審議会からの答申を受け、同年5月に水質基準を改正し、2004年4月1日から新しい水質基準が施行されたところである。

従来の日本の水質基準は、全国的に問題を生ずるような項目を対象に設定し、地域的な問題や特定の浄水方法などで問題となる項目については、通知による指導で対応するという方法を採用してきた。しかし、今回の改正ではそのような考え方を改め、特定の地域、原水の種類又は浄水方法によらず、人の健康の保護又は生活上の支障を生ずるおそれのあるものについてはすべて水質基準を設定することとした。

水質基準の設定に当たっては、「浄水において評価値（従来の基準値）の10分の1に相当する値を超えて検出され、又は検出されるおそれの高い項目を水質基準とする」こととした。その結果、従来の46項目から13項目追加、9項目削除して、新たな水質基準として50項目を設定した。

また、水質基準とされなかった項目については、一般環境中で検出されている項目、使用量が多く今後水道水中でも検出される可能性がある項目などについて、水道水質管理上留意すべき項目として、水質管理目標設定項目27項目を設定した。この中には国民の関心の高い農薬も含まれ、国内における検出状況や使用量等から101種類の農薬をリストアップし、総農薬方式による評価を導入することとした。

今回の改正においては、全ての水道事業者に水質検査を義務付ける項目は基本的なものに限定し、その他の項目については各々の事業者の状況に応じて省略できるシステムを導入した。ただし、水質検査は水質管理の上で極めて重要な位置を占めることから、これが適切かつ透明性をもって行わなければならない。そのため、水道事業者に対し、水質検査計画の作成・事前公表を義務付ける制度を導入することとした。

厚生労働省では水質基準の見直しに当たっては、一定期間の経過後に水質基準を改正する方式を改め、WHOが取り入れたシステムと同様に、最新の科学的知見に対応して逐次水質基準を見直す逐次改正方式によることとなった。そのため、水質基準の見直しを議論する専門家会議を設置したところである。

【討議】

評価値の10%以下しか検出されない項目のみを水質基準とした場合、定量下限の高い物質は基準に入らないのではないかと質問があり、日本側から、基準値の策定に当たっては、定量下限が評価値の10%以下となっていることを確認してから検討を行ったため、問題とはなっていないと回答した。また、食品安全委員会ができたことによる基準値設定のプロセスに関して、今回の改訂における対応状況について質問があり、日本側から、食品安全委員会ができ、食品安全委員会の毒性評価に従い一日耐用摂取量(TDI: Tolerable Daily Intake)を設定することとなるが、今回の改訂は食品安全委員会の設立前に当たるため、そのプロセスとはなっていないが、次回の改訂では食品安全委員会に諮問を行い、示されたTDIを用いる必要があると回答した。さらに、農薬が基準に入らなかった理由について質問があったが、日本側から、農薬の検出値は極めて低かったため今回の改訂の基準に照らすと基準値には入らなかったが、農薬については国民の関心が高く、多種類の農薬が使われているため、総農薬方式を採用し、また、有機りん系の農薬についてはオキソン体が生成され、神経毒性を示すことがわかっており、現在も調査を継続中であると回答した。

5.3 議題2：下水道分野の現状

(1) 下水道事業、法制の現状と今後

(国土技術政策総合研究所 高橋正宏)

日本では、近年下水道整備が急速に進展したが、ここ数年は行財政改革による公共事業の見直しなどの影響で、投資スピードが落ちている。しかし、下水道事業への期待は多くの方面で高まっており、そ

の重要性を科学的に評価し、広く宣伝することが必要である。我が国の下水道事業は、流域別下水道整備総合計画に基づいているが、本年、下水道法施行令の大幅改正を行い、下水道の環境保全に果たす役割を法的に明確化した。計画放流水質を放流先の状況に合わせてきめ細かく設定すること、および計画放流水質に対応する処理方法を政令で位置づけたこと、合流式下水道の越流水対策を、期限を切って明確化したことなどが重要な改正点である。

また、PRTR法の施行に伴う化学物質管理や、バイオマスニッポン戦略など、新たな下水道の使命に対しても、着実に対応している。

本年、国土交通省と国土技術政策総合研究所は、第3次下水道技術五箇年計画を策定した。本計画は、国土交通省の「国土交通省技術基本計画」に示された5つの主要課題を、下水道技術に対応させて、12の中課題、32の技術開発項目を設定したものである。

【討議】

米国側から災害対策や安全性確保のための費用は誰が負担しているのかという質問がなされ、基本的にそれらは、国の補助金及び一般財源から支出されていると回答があった。また、下水道の処理に関わる費用は、利用者負担が原則であるが、小規模な自治体では建設費、処理費用をすべてまかなうことはできず、一般財源からの充当があることも説明された。

5.4 議題3：水道分野における微生物的課題

(1) 日本のクリプトスポリジウム集団感染事例から学んだこと

(国立感染症研究所 遠藤卓郎)

日本では、これまで、3件のクリプト集団感染が判明している。1994年平塚では461名、1996年の越生では8812名、2002年の淡路では129名の患者数を出している。淡路の事例では、高校生が北海道の旅行中に感染したものと考えられている。越生の事例について、詳細な検討を行ったところ、299名の短期暴露があり、平均5.9日で発症している。そのうち、若い年代で、極めて短期で発症している。

越生での事故については、400m上流に処理場があり、下流の浄水場の処理が悪く濁度が上がったことが原因と見られているが、感染のピークを観察すると、必ずしも濁度と直接の相関関係が見られず、患者数の急激な拡大に関する因果関係が明確とは言い難い。もう一つの因子として、一般的に人間は気温が25度以上になると生水を飲む機会が増えるとされていることから、データを再解析すると、気温が25度を超えた5～6日後に感染者数が急激に増加している。これは、通常の料理等では20mlしか生水を摂取しないところが、気温が25度以上となり200ml程度の生水を飲んだことが急激な感染者数の増加につながったものと考えられる。生水のリスクを考える際には、気温を考慮することも重要である。

(2) 病原性微生物のモニタリングは飲料水の安全確保に有効か？

(米国水道協会研究財団 マルティン・アレン)

病原性微生物のモニタリングには膨大な資源が投入されているが、試験に供される水は極一部である。むしろ、水源管理や、濁度、温度、アルカリ度、降雨、pH、大腸菌、電気伝導度といった代替指標を用いた処理モニタリングが重要である。

水道汚染に係る病原微生物は原虫類（ジアルジア、クリプトスポリジウム）、細菌類（ビブリオ、サルモネラ、赤痢菌、キャンピロバクター、マイコバクテリウム）、ウイルス（培養可能なウイルス類）など多様で、病原体監視の必要性は理解する。しかし、現行の検査方法では迅速性・定量性など技術面（希薄な病原体の検出、その生死判定、培養日数）あるいは、設備を含めた人材面での困難さが付きまとう。微生物検査に代替するシステムとして、危害度分析重要管理点方式（HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point）の導入など、『水源保全・管理と処理の最適化と管理』へ移行を考えるべきであ

る。具体的には、濁度、温度、アルカリ度、降雨、pH、大腸菌、電気伝導度等を指標とし、多数存在する小規模浄水場にも適用できるシステム管理の構築が必要であり、併せて、消費者のニーズへの対応（customer acceptability）が必要である。

他に、ボン・ワークショップ（ドイツ、ボン開催）の紹介が行われた。

【討議】

日本側から、水源の病原性微生物管理はなおもって有効なのではないかという指摘があり、発表者からは、確かに、水源ではある程度有効であるが、コストから考えると、代替指標によるコントロールをすることが有効と考えられる、という回答があった。

また、微生物問題への対応の中で、水源監視に水系の病原体の種類、量（平常時負荷量と異常時の最大負荷量）に関心を示していない点、配水系におけるバイオフィーム対策に触れていない点が問題と思われた。HACCP（Water Safety Plans）概念の導入に際しては、指摘の点に関する情報整備が必須要件であると考えられた。

5.5 議題4：水道分野における科学技術の振興

(1) 水道分野における科学技術の振興

（国立保健医療科学院 浅見真理）

日本では、省庁再編時に内閣府に総合科学技術会議が設けられ、科学技術の振興に当たっている。科学技術関係予算 3.6 兆円のうち、厚生労働省関係予算は 1090 億円のみである。重点分野となっているライフサイエンス、IT、環境等の課題は年々伸びている。厚生労働省についても、厚生労働科学研究費の伸びが著しい。環境分野の中では「健全な水循環の形成に関する研究」が重点課題の一つであり、厚生労働省でも地域内の水循環の確保、家屋内の水循環の確保について研究を行っている。特に水道技術研究センターの e-water, EPOCH 等の重点プロジェクトが進み、膜の導入箇所も増えてきている。

一方、日本の水道全体が置かれている状況を見ると、施設整備費が減少しており、2025 年には、除却費が整備費を上回るおそれがある。産業界では、売り上げの 4%程度が研究開発に使われており、特に伸びが著しい電気、情報関連での投資の高さが研究開発の振興とひいては経済の活性化に貢献している。水道研究発表会のテーマ数は年々増加しており、特に浄水処理技術、水質関連分野が増えている。厚生労働省の進める研究としては、統合的な水管理に関する研究テーマ、化学物質、感染症に関する情報収集が行われている。

厚生労働省では、研究の優先順位付け、緊急性の高い事業での技術の導入、その促進、第三者機関による事業評価を組み合わせ、研究振興の良い循環の形成を図る予定である。

【討議】

健康に関する研究は範囲が広いと思われるが、どのように優先を定めているかについて質問があり、日本側から、厚生労働省の研究範囲は広く、健康上の研究課題との優先順位付けは重要な課題であるが、厚生科学審議会の助言・決定を受けて、厚生科学課が調整を行っているとの回答があった。また、研究費の予算について、民間と公的機関の出資比率はどうかとの質問があり、日本側から、正確な比率は出していないが、民間においては研究経費への出資比率が高いため、民間の研究費の方が大きいと考えられるとの回答がなされた。

(2) 米国水道協会研究財団の戦略的研究計画

（米国水道協会研究財団 ジェームス・マンワリング）

米国水道協会研究財団では、予算は 30 百万\$=33 億円程度であり、850 課題を助成しており、500 の報告書を出している。

残留物、流域管理、水資源、海水淡水化の研究も重要と考えている。水質の向上に関する研究としては、公衆衛生、水質分析とモニタリング、有機、無機、微生物に関する研究を行っている。処理、管理と汚染の最小化戦略、基準遵守、処理後の最終処理も課題となっている。

研究の振興に当たっては、ビジネストrend、社会のtrend、施設のtrendを踏まえることが重要であり、施設の更新が水の有効率を上げること、環境規則の厳格化、市場の再構築、合併、水道の民営化などが、統合的な水資源管理に関係する重要な観点であると考えられる。

その他の研究テーマとしては、環境におけるリーダーシップ、水質改善、臭素酸管理戦略、ハロ酢酸、汚染物候補リスト、大腸菌規則、内分泌攪乱化学物質、赤水対策等がある。

【討議】

日本側から、研究財団の研究課題選択においては、評価委員会により競争的に課題の採択が行われているかについて質問が出され、米国側から、以下の回答がなされた。委員会の討議によりテーマを決定し公募し、競争的にプロジェクトの選択がなされる。15人の評価委員会により、プロジェクトの可否について検討される。また、水道事業体により実施することができるかについても検討が行われる。国内の水道ばかりではなく、大学や海外の研究にも助成を行っている。

また、日本側から大口需要者が、他の水源に変更することができるかについて質問があり、米国側から、州にもよるが、渇水時を除き一般的に他の水源に変更することはできないとの回答がなされた。

5.6 議題5：水道分野の新技術

(1) 日本における水道用膜処理施設の現状と技術開発の動向

(水道技術研究センター 藤原正弘)

日本における水道浄水における膜ろ過施設の普及は、水道用膜処理技術に関する大型の国家的プロジェクトが1991年から実施されたことに始まる。クリプトスポリジウム対策用の技術として膜ろ過技術が国にも正式に認められたことなどにより、その後全国の小規模水道を中心に導入が着実に進んだ。現在では、全国の374施設で採用されており、その処理能力総水量は日量約24万 m^3 となっている。

なお、現在もe-Waterと呼ばれる産官学共同の研究開発プロジェクトにより膜処理技術の新しい技術の研究開発が活発に行われている。

日本における膜プラントの現時点のメンテナンスの状況は次の通りである。物理洗浄については、有機膜で20～120分ごと、無機膜では約6時間ごとに行われているケースが多い。薬品洗浄については、6ヶ月～2年ごとに行われている。膜の交換がどの程度で必要かは、膜プラントの採用が比較的新しいので十分な情報がないが、3年～7年（有機膜）、10～15年（無機膜）と見られる。大まかな膜プラントのコストについては、イニシャルコストは処理水量 1m^3 あたり30～40万円、ランニングコストは処理水量 1m^3 あたり、電気代8円、薬品代1円、薬品洗浄代16円程度である。

これまで日本では膜プラントは小規模な水道浄水施設に採用されてきた。しかし、現在大規模な施設でも膜の導入が検討されている。現在導入が計画されているのは、東京都4～8万トン/日、横浜市10～20万トン/日、鳥取市8万トン/日、福岡市16万トン/日の4つである。

日本では膜プラントの普及のため、施設建設に対する国庫補助制度をはじめ色々な社会的システムが設けられている。膜プラントの装置認定システムもその一つである。JWRCでは、浄水技術評価委員会を設け、この委員会のもとに、メーカーが開発した水道用浄水装置について、評価・認定をする事業（水道用浄水装置性能調査事業）を実施している。このほかに、クリプトのトレーサー開発などを行っている。

海水淡水化に関しては、70 施設が稼働中であり、沖縄以外は小規模である。沖縄の RO 膜は 4 万トン/日の規模である。福岡では、UF 膜-RO 膜 5 万トン/日の規模のものが現在建設中（近く供用開始予定）である。

【討議】

米国側から、廃水、廃棄の処理の費用は含まれているかとの質問があり、日本側から、小規模な施設では排水の規制がないため、含まれていないと回答がなされた。

米国側から、審査の時に何を考慮しているかとの質問があり、日本側から、効率、膜の構造等を見ている。審査にかかる費用は企業が負担しているとの回答がなされた。

米国側から、審査の期間について質問があり、一般的には 6 か月以下であるが、問題があるケースでは 1 年以上かかることがある。四季を通じたパイロット試験結果が必要となることのあるとの回答がなされた。

(2) 汽水の淡水化

(エル・パソ上下水道局、米国水道協会研究財団 エドモンド・アルチュレータ)

El Paso 市はメキシコとの国境で、海拔 4000 フィートのところにある。降雨が極端に少なく、水源確保が課題である。表流水の利用の他、水の再利用が図られている。地下水は塩分を含んでいる。

ヒ素の基準が施行される 2006 年までに施設改善投資に \$76 百万かかる。年率 3.5% の給水区域の増加があり、新しい水源開発が必要である。

1 日あたり 27,500,000 ガロン (27.5 MGD) 規模の汽水地下水の淡水化施設を計画している。これには \$72 百万かかる。

水資源の確保策として、現在の実態は、節水の呼びかけ、水の再生利用、表流水の利用、地下水の利用があげられる。計画中の施策としての汽水地下水の淡水化施設の建設のほか、地下水の輸入も検討中である。水の再利用も進めるが、溶解性の無機物質の集積が、水資源の継続性の点で問題である。膜の値段が下がり、淡水化導入の可能性が増してきた。

汽水の淡水化のためのプロジェクトには井戸、管路、淡水化施設の建設が含まれる。その予定総額 \$72.0 百万の内訳は次のとおりである。

混合井戸	\$13.0 百万
供給井戸	\$6.0 百万
管路	\$15.0 百万
淡水化プラント	\$26.5 百万
廃水（井戸による）	\$11.5 百万

5.7 議題 6： 雨水対策と下水道

(1) 大阪市における合流式下水道の改善—雨天時活性汚泥プロセス—

(大阪市都市環境局 松本広司)

本市では、早くから浸水対策とともに公衆衛生の確保が課題であり、これらの課題に対処するため、合流式下水道を採用して下水道整備を進めた。その結果、現在では下水道普及率はほぼ 100% に達しており、その内 97% が合流式下水道となっている。しかし、合流式下水道からの雨天時越流水が公共用水域の水質汚濁の一因となっていることから、快適な水環境を創出するため合流式下水道の改善対策に精力的に取り組んでいる。

改善対策では、放流汚濁負荷量を「分流式下水道並み」に削減することを目標に、①管渠内堆積物の除去として、マンホール底部のインバート化、管渠の不良勾配の改善、②雨天時下水の貯留として、雨

水滞水池の建設等を実施している。特に、道頓堀川に対する対策では「水の都大阪」の再生に向けて大規模貯留管を建設している。また、③雨天時下水の処理として、本市が開発した雨天時下水活性汚泥処理を導入している。

雨天時下水活性汚泥処理は、下水処理場に流入する晴天時下水量の3倍の流入水(3Q)を活性汚泥法で処理するもので、1Qは通常通り反応タンクの流入端から流入させるが、2Qは反応タンクの最終段へ流入させ、活性汚泥の吸着能力を生かすとともに、最終沈殿池での固形物負荷を極力増加させないようにするものである。実施設を用いて本処理法の処理状況を調査した結果、BOD、SSとも90%以上と高い除去率が得られ、十分良好な処理が行われていることが確認できた。また、放流負荷量の削減効果では、BODで6割、SSで7割とかなり高い割合で削減できることが分かった。

【討議】

米国側から、合流改善の目標は分流式下水道並みであるということであるが、それは放流負荷が分流並みということか、との質問があり、そのとおりであるとの回答があった。また、3Q以上の下水にはどのように対処するのかという質問があり、貯留と3Q法との組み合わせで対処するという回答があった。

(2) 雨水とニューヨーク市

(ニューヨーク市環境保護部下水道局 アル・ロペス)

1987年の水清浄法を受けて、ニューヨーク市下水道局は1998年に州汚濁物質排出削減制度(SPDES: State Pollutant Discharge Elimination System)に取り組むこととなった。このシステムでは、実施プログラム、雨水の採取と監視、対策の評価の3つを行うことが求められている。実施プログラムには、市民への周知、水際の調査と監視、流出事故への対応、雨天時の浮遊物質対策、雨水流出時に緩衝地域を設けるブルーベルト作戦などが含まれている。市の425マイルに及ぶ水際を調査したところ、3,900カ所以上の雨水排出口があり、公共の排出口は700カ所、残りは民間の排出口であった。汚染された雨水を排出する可能性のある事業所に対しても、最適管理手法(BMP: Best Management Practice)の適用を指導している。

これらの結果、ニューヨーク湾内の53カ所の測定点において、溶存酸素濃度はこの30年間で3mg/l程度上昇し、糞便性大腸菌も百分の一に減少した。市内のビーチはシーズン中閉鎖されることが亡くなったし、魚の大量死も最近2年間で起きていない。雨水の流出負荷の72%を捕捉することができるようになった。

【討議】

日本側から、市が実施している各種の事業についてどのような予算配分担っているのか、どのように組織が事業に関わっているのかという質問があり、これら事業は様々な予算の内数となっているため、予算配分を説明することは難しいが、全体で年間3億ドルの予算、9,000人が関与しているという回答があった。また、日本側から全体のプログラムには数値目標はないという説明であったが、その場合、対策手法の選定の根拠となるものは何かという質問があり、EPAマニュアルなどを参照し、BMPを実施しその効果をモニタリングする、結果はEPAにも報告されてマニュアルに反映されるとの回答があった。日本側から日最大許容負荷量(TMDL)を決定するに当たって、面的汚染源をどのように扱っているのかという質問があり、モデル解析を使用するとの回答があった。米国側から、雨水は管渠から排出されるので面的汚濁源としては取り扱わないこと、モデルは1990年代から利用されているが、地域の水環境の実態が研究され、これから新しいモデルを使った見直しが進むものと思われるというコメントがあった。

5.8 議題7：アジアにおける国際援助

(1) 米国農務省のアジアにおける水関係援助

(米国農務省 スーザン・オーウェン)

米国農務省には、海外農業サービス局があり、その中に国際協力開発部 調査学術交流課がある。同課は国際的な調査学術研究の可能性について、優先順位を決定し奨励する役割を担っている。具体的内容としては、国際協力を推進して、食の安全性、持続可能な農業・資源管理、貿易・市場育成などに関する米国と外国との協力を援助している。

現在、中国の黄河流域で水質のリアルタイム観測を行っている米国、中国の諸機関に対する援助を行っている。これは、黄河の流域管理計画の一環である。また、この流域管理計画には、黄河下流域におけるビール排水の膜処理による再利用パイロットスタディーも含まれている。水不足の地域において排水の再利用水を灌漑用水として利用することにより、より清澄な水を必要とする都市用水などに水を回すことができる。

また、米国農務省は2008年の北京オリンピックに向け再生水を修景用水として利用するプロジェクト、および畜産廃棄物を緑化のためのコンポストとして利用するプロジェクトを提案し、中国側と調査している。

現在、農務省は天然資源の開発利用に関する日米会議(UJNR)で水パネルを提案している。これは、日米の専門家が共同してアジアの水問題解決のためのイニシアティブを執ろうという提案である。この共同事業は、米国が行い成功した飲料水、排水再利用、流域管理のデモンストレーションプロジェクトや、中国等との協力関係を基礎として実施することができる。アジア地域での活動としては、米中の共同事業への日本の専門家招請、メコン流域における流域管理の諸活動、北アジアの黄砂、水-土砂管理などを視野に入れた地球環境変動に関する共同研究の立ち上げなどが考えられる。

5.9 議題8：健全な水循環の形成

(1) 自律型分散水システムの活用に向けて

(東京大学環境安全研究センター 山本和夫)

「水危機に直面する地球」の問題は、持続可能な開発における水の問題であり、畢竟、人口爆発による食料不足及び衛生危機の問題である。このような全地球的環境問題に取り組むことに加えて、我が国においては、近い将来に予測される大幅な人口減少の局面にどう対応するかが問われている。高度成長期の都市を支えるために、遠くにダムを建設し水資源を開発してきた時代は過ぎ去り、ダム開発に頼らない水活用社会の実現が力説されている。

確かに、明治以来の近代水道の普及により、全国ほぼ隈なく飲料水として衛生的な水の供給が実現し、水系感染症を激減させた。このことは医療・保健の長足の進歩と相俟って、長寿命国の実現に貢献した。高度成長期に激甚であった未処理の都市生活排水による河川水質汚濁は、近年の急速な下水道の普及により、大きく改善された。しかし、現在の都市の水システムはいささか硬直化している。さらに、都市における水の需要は新しい局面を迎えようとしている。飲料水や雑用水などの従来型需要に加え、様々な潜在的な需要がある。例えばヒートアイランド現象に苦しむ東京などでは水を積極的に都市の熱管理に利用することが有効となるはずである。たとえば、屋根・外壁面或いは路面散水や緑化等、直接間接の蒸発潜熱の利用、水冷冷房方式の復活等々、様々な工夫が可能である。その際、発生するエアロゾルやミスト中に病原体が存在して空気中に飛散しないよう、その安全性を確実に担保する水を作り出す技術が必要となる。

持続可能な水活用社会を実現するにあたって、我々は水システムのあるべき姿として「自律分散持続型」水システムを提案している。自律とは、システムの経営において自律していることであり、技術的には多様な水資源の利用が前提となる。また、自律システム間のネットワーク型の調整が可能な重層的自律システム群が構築されなければならない。分散とは、システムの経営範囲が小規模で分散していることであり、コミュニティーレベルにおける多様なリスクベネフィットに関わる参加型意志決定を可能とし、また重層的システム群においてはシステムリスクを分散することにある。持続とは、持続可能なメンテナンスをシステムとして実現することであり、総体としての自律分散持続型水システムにおいては、3Es (Economy, Environment, Equity) を実現するコミュニティーにおける参加型の経営、維持管理を通じて、地域における持続型の雇用を創出し、さらに重層的システム群の自律的調整により、グローバルな視点での持続可能性を追求する自主的システム改善が継続的に行われるべきものである。このような「理想」水システムを構成することにより、持続可能な水活用社会を実現し、新しい水利用が展開されると考えられる。

終末処理場や大規模浄水場に代表されるような集約型水管理システムはスケールメリットがあることは確かであるが、水を集約し、汚染物質も集約する。一方、都市における排水源は散在しており、また、需要源も都市中に散在する。都市で排出される下水は散在する水資源としてとらえることができるが、その水を利用するためには小型かつ高度な水浄化システムが必要である。また、浄化された水の貯蔵を考えると、浅層地下水を都市における貯留池として考えると分散型のシステムが効率的に機能する。熱管理のための水も分散的に利用してこそ効果を発揮する。

一般に、分散型水システムは維持管理が困難で、かつエネルギー消費が大きくなると考えられている。現状技術のままでは、それは正鵠を射た評価といえる。しかし、家庭用燃料電池の実用化が目前に迫り、未利用エネルギーとしての廃棄物バイオガス化を都市ガス燃料電池システムに組み合わせることにより、例えば、デイスパーザー対応エネルギー節約型高度浄化システムの実現は俄然と現実味を増しているし、太陽光発電などの分散型エネルギー供給と組み合わせるには、分散型水システムの方がむしろ合理的となる。維持管理の問題解決の鍵は、参加型システムの構築にあるが、それも情報技術の革新によりユビキタス社会が到来しようとしており、いわば素人が参加する維持管理を支援する技術群の土壌は醸成されてきている。従って、現在とはともかく将来においては、分散型水システムの「維持管理が困難で、かつエネルギー消費が大きい」という隘路は解消される可能性が大きい。だからこそ、そのための技術開発を推進する必要がある。

【討議】

分散型水システムの構想については、概ね賛同を得た。分散型システムであることの維持管理サービスやモニタリングの方法について議論された。

5.10 議題 9：流域管理

(1) 琵琶湖流域における排水管理

(滋賀県琵琶湖環境部 森野久栄)

琵琶湖は、人口、産業、資産、都市機能が集積した日本の枢要な地域である近畿圏約 1,400 万人の貴重な水資源である。

1972 年から 1997 までの間、国家プロジェクトとして「琵琶湖総合開発事業」が実施され、琵琶湖の水資源の有効利用が促進され、洪水湛水被害の解消など成果があった。

しかし、近年の社会経済情勢、人々の様々な活動様式等の急激な変化により、琵琶湖の水質や自然環境は大きく変貌したことから、琵琶湖を「健全な姿で次世代へ伝える」ためにマザーレイク 21 計画を

2000年3月に策定した。この計画では、「琵琶湖と人との共生」を基本理念として、水質保全、水源涵養、自然的環境・景観保全を3つの柱として、行政、県民、事業者が協力し琵琶湖保全に取り組むこととしている。

マザーレイク21計画においては、これまでの排水処理対策を実施しつつ、2010年には生活排水処理率100%を目指すと共に更なる処理水準の向上を図ることとしている。また、面源対策に本格的に取り組むとともに、自然浄化機能の評価の検証、流入汚濁物質の正確な把握を行うための調査研究を進め、水質保全施策の効果的、効率的な展開を図ることとしている。特に市街地からの初期降雨による汚濁物質の流出を抑制するためのノンポイント対策に取り組み、草津市内においてその施設が稼働している。

近畿圏の貴重な水資源である琵琶湖は、まさに流域の統合的管理が必要である。水資源は、上下流の住民にとって共有の財産であり、全ての受益者、国、地方公共団体、住民がお互いに協力し、その保全に責任を負うことが重要だと考えている。琵琶湖の水質保全のために実施している超高度処理、ノンポイント対策等の下水道事業においても、事業が有する広域的な便益を考慮し、琵琶湖・淀川流域という流域単位の観点から、住民の意見も踏まえ、その位置づけを検討することが必要であると考えている。

【討議】

米国側から環境こだわり農業（ECA）について、その施策は全体の何パーセントを占めているのか、また、環境こだわり農産物を生産する農家に対し補助金はどの程度出しているのかという質問があった。日本側の回答は以下のとおり。該当する栽培面積は、現在では3%程度であるが、3年後には13%を目指している。今年度の補助金は、栽培面積1haあたり平均で51,000円程度である。

(2) 流域管理

(米国環境保護庁 ジェームズ・ハンロン)

流域手法（watershed approach）はプログラムの実施や意思決定のための概念的な手法であり、EPAのプログラムの実施にこの手法を組み入れなければ流域の環境目標を達成することは困難である。飲料水や下水に関わる複雑な課題や、膜処理技術や合流式下水道越流水（CSO）対策等の技術の複雑さが存在するが、個別の問題を流域という場で考えることにより、より適切な解決策を探ることができる。一方、流域手法は、適切なデータと科学に裏付けられたものでなければならない。

米国の約40%の水域は汚濁され、その原因となる汚濁物質は栄養塩類、堆積物、金属、有機物、病原体、温度等、水域によって異なり多岐にわたっている。また、水質に影響を与えるものとして、動植物生息地の変化、侵入種及び汚濁した堆積物がある。汚濁源については、点源、雨水及び非点源に分類でき、このうち点源については1950年代-1970年代に対策が進み、雨水に関するプログラムについてはおおそ過去10-12年間に焦点が充てられてきた。点源負荷をどれほど削減しても環境基準を達成できない水域があることも分かっており、非点源の対策が重要である。

流域に関するプログラム（水質基準、日最大許容負荷制度（TMDL）、モニタリング、全国汚濁物質排出削減制度（NPDES）、水源の保全、非点源対策）は、連邦政府、州政府、地方政府、地域団体等により実施される。流域での役割は規制、誘因、自発性、技術及び事業実施に大別されるが、ステークホルダー毎に関与の形態は異なる。例えば、連邦政府は、基準の策定や経済的誘因について主導的役割を果たす。流域に関するプログラムについても、各々のステークホルダーの関与形態を整理できる。そして、流域手法にはすべての重要なステークホルダーの関与が必須である。

流域管理を支えるEPAの最近の取り組みとして、栄養塩類の基準、モニタリングの向上、雨水プログラム、集中家畜飼養施設（CAFO）、流域ベースの排水許可、水質取引、ケーススタディのための流域補助金、といった資料の発行があげられる。

【討議】

米国では水質の基準は処理水だけに適用されるのかという質問がなされたが、州の水質管理はすべての水が対象となり、特に3マイル内の責任を担っているという回答がなされた。また、いろいろな規制があり、窒素、温度、重金属等は法に基づいたもので規制されていて、どの規制内容にするか及びどの水源を対象にするかを議論し、基準を適合させるとのことである。次に、生物影響化学物質はどのように考えているのかという質問が日本側からなされ、銅などの重金属は守られているが、農業への規制強化や臭いなども防止する必要があるとの回答がなされた。これに対し、日本では生物指標による基準ができたというコメントがなされた。

日本では多くの自治体が流域に関与しているが、米国では水質管理を誰が主導的に行うのかという質問がなされたが、上流・下流とあり、下流の基準も満足する必要があるとの回答がなされた。メキシコの例では、EPAと州とが協議したが、この場合、取扱いや管理は複雑であると付け加えられた。日本側からは、米国における州の存在と日本における中小自治体の存在という相違点が指摘された。最後に、米国側から、州がノンポイント、ポイントも含めて、水質が満足するようにコントロールすると説明がなされた。

5.11 議題 10： 排出枠取引

(1) 流域管理のための経済効率性と費用負担に関する検討

(国土技術政策総合研究所 吉田敏章)

日本の公共用水域の水質管理の分野では、排出枠取引と課徴金制度とを勘案し、経済的誘因を取り入れた制度設計が検討されている。これは、経済効率性、経済的誘引及び費用負担の公平性という3つの観点を踏まえ、規制という枠組みや流域下水道整備総合計画といった流域管理の制度の見直しが求められていることを受けている。

検討、提案された制度は、排出枠調整と名付けられるものであり、水質環境基準を達成するために、その流域内における下水処理場が高度処理の費用の総計が最小化されるように負荷削減が調整され、それに応じて費用負担がなされるものである。より具体的な型として、取引型と課徴金型とがあり、いずれの場合も基金を通じて、下水処理場からの排出負荷量に応じた金銭のやりとりがなされる。

東京湾流域を対象としたケーススタディにおいては、排出枠調整の導入により、高度処理費用が30%以上削減され、追加的に2割程度のCOD負荷削減効果を伴うことが推定された。また、水質取引制度において懸念されるホットスポットの問題は、発生しないと判断された。高度処理の費用負担については、処理水量あたりで評価すると、制度の導入によって均等化されることが確認され、取引型よりも課徴金型の方が均等化の度合いが高かった。

排出枠調整は、費用削減という経済効率性のみでなく、追加的な負荷削減の可能性、費用負担の公平性、流総計画の着実な実施並びに下水処理場のより適切な管理という利点も有するので、前向きに導入を検討していくことが望ましい。

(2) 米国環境保護庁第10管区における水質取引

(米国環境保護庁 クレア・シャーリー)

水質取引に必要な条件は、一般に、市場を推進するものとしての規制、排出者間における費用の違い、負荷削減の技術的能力及び取引を可能とする機会の存在である。米国では、TMDLにより点源と非点源に負荷量の枠があてはめられ、これが取引を推進する規制としての役割を果たす。ここに、点源については発生源毎に負荷量が割り当てられるが、非点源については農業のような範疇毎に割り当てられる。また、非点源は、BMPが推進されるよう州・連邦政府からの補助がある。水質取引の設計における課題

としては、取引が局所的な水質悪化をもたらしうること、非点源対策を強制する手法・権限がないことがあげられる。水浄化法（CWA）は水質取引につき規定していないが、EPA は水質取引の方針を 2003 年 1 月に発行した。同方針は、取引の地理的範囲、推奨する取引水質項目、技術・水質ベース基準と取引との関係等を示している。

EPA 第 10 管区では、水質取引に関する事例として、アイダホ州におけるりんの取引及びオレゴン州における温度の取引がある。アイダホ州の Boise 川流域は、流域内の中心的都市 Boise 市における急激な人口増加等を受け、りんの削減が求められている。農業からのりん負荷量は流域からのりん負荷量の 50% を占めているが、りん削減の規制は流域内の数少ない点源にかけられている。りんの効率的な削減のために、点源と面源間の取引が設計された。取引システムの設計においては、国家汚染物質排水防止システム許可で時間がかからないようにするため動的な市場ベース取引を設計したり、BMP のリストに許容される実践や測定を規定したり、同等の負荷削減効果を達成するため場所に応じた取引比率を設定したり、民間組織が取引システムを監督できるようにする等の工夫がなされている。なお、本取引は、TMDL の策定を待つて今後実行に移される。

オレゴン州の Tualatin 川では鮭のために水温を下げなければならないが、流域内は点源が少なく、州内で最大の下水道事業体である Clean Water Services（CWS）は放流水の温度を 1.5 度（華氏）下げる必要がある。しかし、このためには放流水を冷却しなければならず、5,000 万ドルの設置費と 200 万ドル/年の運転費を要する。そもそも、川の水温の上昇は、下水処理場からの放流水だけでなく、100 年以上にわたり農家が河岸の木を切り倒したことにも起因している。そこで、川の水温の効率的な低下のために、温度の取引が設計され、これは河岸の回復、河川流量の増加及び処理水の再利用からなる。河岸の回復とは、河岸にて土着の植物を植樹して日陰を増やすものであり、太陽光が遮られる面積を元に必要な植樹量が決定される。下水道事業体が植樹を行い、維持管理のための費用を農家に支払うという仕組みである。

また、EPA 第 10 管区は、水質取引の基礎的な情報を提供するために「水質取引評価ハンドブック」を発行した。これは、水質取引の適性に関する判断、環境や経済の分析、取引制度の設計につき、流域内のステークホルダーを指導することを意図したものである。

【討議】

米国側から発表者に「水質取引の開始時に、特定の BMP による負荷削減量のデータベースを構築したり、クレジットの割り当てを行ったりするのか。」という質問がなされ、「農家は負荷削減のために採用した手法を明示しなければならず、これに対し EPA は従うべき方式を伝える。農家はその手法の種類や規模に応じてりんの負荷削減量を計算するが、その計算はどれだけ侵食が抑制され河川へのりんの流出が防げるかということに基づく。」という回答がなされた。また、BMP のモニタリングに関する質問がなされ、以下の回答がなされた。「農家は手法の採用と実践につき月末に報告しなければならず、また、その機能は実証されなければならない。クレジットはその月のみ有効となる。河川でのモニタリングについては TMDL のためには行われておらず、ほとんどの手法は直接的にモニタリングすることはできない。湿地は、直接的にモニタリングできる手法の一つであり、沈殿物の削減量を推定できる。」さらに、動的な市場ベース取引と排出モニタリング補強（DMR: Discharge Monitoring Reinforcement）につき質疑応答がなされた。

日本側からは、「ステークホルダーに含めるために、点源に関するデータベースを EPA は保有しているか。」という質問がなされ、「NPDES 許可に関連し、点源のデータベースを保有しており、州政府と協同して水質取引への興味を各点源に尋ねる。」という回答がなされた。また、抗生物質は水質取引の対象水質項目として検討していないのかという質問がなされ、そのような物質を取引する準備はまだ

できていないと思われるという回答がなされた。さらに、民間組織による取引システムの監督及び取引の遵守につき質問がなされ、「取引の追跡・記録やクレジットの管理など、システムの正確さを保つのが民間組織による監督の内容であり、これは州政府の監査を受けている。遵守については、EPA は州政府と連携して負荷削減がなされているかの検査を行っており、EPA は取引の買い手に対する罰則の規制を有する。」という回答がなされた。

5.12 議題 11：水道分野における早期警戒システム

(1) 日本における水質汚染事故対策

(厚生労働省 柳橋泰生)

水道の水質事故の原因は、人為ミス、自然災害及びテロに分けられる。日本では、水道へのテロは 1978 年に千葉県で発生した。日本の国土は細長く、河川が急勾配であり、大都市は河川下流部に位置する場合が多い。日本の水道は、給水人口 25 万人以上の水道事業体 (74 事業体) が全人口の半分以上に対して水を供給している。水道法では、第 23 条において給水の緊急停止の措置を規定している。水源は表流水が 72% (量) である。水質事故は年間 90 件程度発生している。原因の半分は油である。

厚生労働省では、1997 年に「厚生労働省健康危機管理基本指針」及び「飲料水健康危機管理実施要領」を定め、都道府県等に通知し、飲料水を原因とする国民の生命、健康の安全を脅かす事態に対して行われる健康被害の発生予防、拡大防止等の危機管理の適正を図っている。水道事業体では、30%が水質事故に対するマニュアルを整備している。水道事業体における取組の具体例として大阪府と札幌市について紹介する。大阪府では、コイを用いた生物センサー及びガスクロマトグラフによる連続監視を実施している。札幌市では、水源、給水栓等の遠隔監視システムを稼働させている。

(2) 水道水源の早期警戒システムに関する研究

(米国環境保護庁 ジェームス・グッドリッチ)

水源の監視、保全等のための体系的アプローチを確立することを目的として研究を行った。水源や水道水の水質変化を検知することのできる種々のセンサー技術を評価した。また、早期警戒システムの開発を検討した。

水道水の監視項目としては、塩素、温度、溶存酸素、酸化還元電位、pH、濁度等があり、センサーが開発されている。水源水や工程水についても同様にセンサーがある。これらについて、精度、確度等の評価を行った。

また、水源水質の生物学的監視システムについて研究を行った。銅、カドミウム、ダイアジノン、アトラジン、トルエン及びシアンとミジンコの行動、藻類の蛍光、二枚貝の殻の開き、魚の呼吸等との関係について研究を行った。

【討議】

日本側から、微生物を検知するセンサーはないかとの質問が出されたが、無いとの回答であった。また、生物学的センサーについて、殺虫剤と除草剤ではどちらの感度が高いかとの質問が出され、殺虫剤ではないかとの回答があった。

5.13 議題 12：水の再利用

(1) 日本における下水処理水再利用の現状

(国土技術政策総合研究所 南山瑞彦)

日本の年平均降水量は約 1,700mm で、世界の平均の約 2 倍あるが、国土面積が狭く人口が多いため、人口 1 人当たりの年降水総量は、諸外国より少ない。日本では、1978 年の異常渇水を契機に、都市内に

おける貴重な水資源確保の観点から、福岡市において 1980 年に水洗用水として下水処理水の再利用が開始されて以来、水洗用水、融雪用水、環境用水、工業用水、散水用水等様々な用途に下水処理水が再利用されるようになってきている。平成 13 年度で約 1.9 億 m³ が再利用されており、その重要性は今後益々高まっていくことが予想される。

今後、下水処理水の適切な再利用がより一層重要なものとなると考えられるため、現在、衛生学的安全性、美観、施設機能障害の観点から、下水処理水再利用に関する技術上の諸基準について検討を行っている。検討の一環として、下水処理水再利用の現状調査や、美観に関する基準検討に必要な再生水の外観に関する利用者の意識についてのアンケート調査を実施した。その結果、修景・親水用水としての利用が増加傾向にあり、修景用水では利用先における生態系への悪影響防止の観点から消毒方法としてオゾン消毒及び紫外線消毒の採用率が他の用途に比べて大きくなっていった。また、修景・親水用水利用では他の用途に比べ藻類増殖に関する苦情が多かった。再生水の外観に関する利用者の意識調査では、再生水の色度、濁度、臭気強度が利用者の嗜好に対してどのような影響を与えるかを調査したが、明確な相関関係は見いだせなかった。今後さらに検討を進め、下水処理水再利用の技術的な基準策定のための基礎的な情報の集積に努めることとしている。

【討議】

米国側から臭気の単位に関する質問がなされ、「一定の温度条件（30℃）において、1 単位は無希釈で、2 単位は純水で 1 対 1 に希釈され測定される」という回答がなされた。また、工業分野における再生水利用量が減少した理由及び工業分野での再生水利用を促す誘因の有無について、質問があった。利用量減少の理由は恐らく経済的な理由であり、また、工業分野では再生水利用に誘因はないとの回答がなされた。

再生水の価格は、El Paso 市ではとても高いが、日本での価格について質問があった。再生水の価格や費用は本調査の対象外であり不明であるが、今後の調査課題になるべきだという回答がなされた。また、福岡市では再生水のための費用は高いが、その価格は低く設定されているというコメントが加えられた。

(2) 水の再利用

(ブラック・アンド・ヴィーチ社 ディック・クチェンライザー)

米国の中西部等では水資源が逼迫していることもあり、米国での水の再利用は今後益々増加すると見込まれている。用途は灌漑にとどまらず、工業利用、事業所での水洗用水利用、レクリエーション利用、散水利用等多岐にわたる。再生水の水源も都市下水処理水、工業廃水処理水、雨水等様々である。米国では 1,500 の再生処理施設があり、都市下水の 5% が再利用されている。41 の州で再利用のための規則やガイドラインが定められている。再利用の用途により規則やガイドラインは異なり、非直接飲用や食用作物用農業利用等厳しいものから、環境用水や非食用作物用農業利用等あまり厳しくないものもある。

米国水環境研究財団（WERF: Water Environment Research Foundation）では、水の再利用に関連し、処理方法、微生物検出・リスク評価、化学物質汚染、パブリックアクセプタンスに関する研究を推進している。例えば、処理方法の研究としては膜処理技術等の研究、微生物モニタリングでは、DNA マイクロアレイの開発やクリプトスポリジウムの迅速検出手法等の研究、化学物質汚染の分野では医薬品の挙動やバイオアッセイ等の研究、パブリックアクセプタンスの分野では市民への情報提供の方法等の研究である。再利用の分野ではこれまで 45 のプロジェクトが進められ、総額では 1 千万ドル強となる。

米国では人口増加等により水の再利用は益々重要になると考えられるため、国内外の他機関とも協力しつつ、引き続き再利用のための研究を進めていく。

【討議】

日本での水の再利用はビルディング等でのオンサイトのものが主であるが、米国におけるオンサイトの再生水利用に関する統計データは存在するかという質問がなされた。「米国では、ほとんどの処理場における水の再利用用途は灌漑用水及び処理場内の非飲用水であり、都市部の大規模な処理場ではゴルフコース等への再利用も見られる。また、国家レベルでの統計データは整備されていないであろう。」との回答であった。

次に、「パブリックインボルブメント（PI）が水の再利用を推進するためには重要であるが、分散化（decentralization）はPIを加速化するのではないか」というコメントが日本側からなされた。これに対し「確かにそのとおりであり、小さな処理施設は地域住民の意識をひきつける。PIによっても納得しない少数の住民がどうしても残るが、PIは事業の実施に重要である。」というコメントが米国側からなされた。

また、日本側から、WERFとWateReuse Association（WateReuse）という組織の概要につき、質問がなされた。「WERFは12年前に設立され、年間800万ドル程度の予算を有しており、その多くの割合が米国環境保護庁から来ている。WateReuse Foundationは5年前に設立された組織であり、特に水の再利用に関わる課題に焦点を充てている。EPAはWERF、AwwaRF及びWateReuseとの協力関係を有する。」という回答がなされた。

5.14 議題 13： バイオソリッドの再利用

(1) バイオソリッドの再利用におけるリスクマネジメント

（土木研究所 尾崎正明）

日本では、平成11年にPRTR（Pollutant Release and Transfer Register）制度が導入され、平成15年3月より集計結果の公表が行われている。下水道事業者も、人の健康や生態系に有害な影響を及ぼす可能性のある化学物質について、環境中(大気、水域、土壌)への排出量及び廃棄物に含まれての事業所外への移動量を自ら把握し、行政機関へ届け出ることとなった。

PRTR対象物質のうち重金属について、下水道施設における流入実態と処理過程での挙動を調査した結果、処理できずに処理水中に含まれるもの、濃縮されて脱水汚泥・焼却灰に含まれるもの、水処理系と汚泥処理系を循環しているもの、大きくはこれら3種類に区分されることが分かった。

さらに、汚泥有効利用製品の環境に対する負荷量について、建設資材を対象に検討した結果、溶出液中の濃度は低いものの一定割合で溶出することが分かった。また、熔融スラグ骨材について基準化が行われており、安全性に関する評価が行われていることを紹介した。

【討議】

日本側の委員から、札幌市におけるヒ素の汚染について事例紹介があり、汚泥の再利用について協力してほしいとの要請があった。米国側からは、在来の材料についても安全性に関する基準化が行われているかについて質問があり、日本側から再生品のみ対象とされているとの回答があった。また、リスクマネジメントに関して病原性微生物も対象としているかとの質問があり、日本側から原虫やウイルスについて検討を開始しているとの回答がなされた。

(2) 汚泥／バイオソリッドの再利用

（ヴァージニア工科大学 ジョン・ノヴァク）

バイオソリッドについて農業利用、焼却、埋立が目下の課題である。焼却については、住民から非常に強い反対があり、進む目途が立っていない。また、遠心脱水で病原性微生物が活性化するという非常に興味深い現象があり、嫌気性消化の影響について検討している。

WERF ではバイオソリッドに関して様々な研究を実施している。特に、感染性に関しては関心が高く、来年度のビッグプロジェクトになると考えている。1) 集団感染、ケースコントロール研究、2) 特定の感染性、3) 全国調査、土地利用とバイオソリッドの研究を想定している。

【討議】

日本側から、どのような病原性微生物を想定しているかとの質問があり、米国側からサルモネラ・大腸菌などについて、水処理のグループでも興味を持っており、現在、専門家グループで検討しているとの回答があった。また、微量化学物質についてはどうかとの質問があり、米国側から17β-エストラジオール（E2）、エストリオール（E3）などを想定しており、現在、健康評価グループとともに検討を行っているとの回答があった。さらに、遠心脱水で病原性微生物が再活性化する理由について質問があり、消化によって発生する有機酸がなんらかの影響を与えていることも考えられるとの回答があった。また、再活性化する事例を聞いたことがあるとのコメントがあった。

5.15 議題 14： 内分泌かく乱化学物質

(1) 水道における内分泌かく乱化学物質とその他関連化学物質の挙動

(国立保健医療科学院 国包章一)

フタル酸ジ-2-エチルヘキシル（DEHP）とフタル酸ジ-n-ブチル（DNBP）の浄水処理過程における挙動について、全国の浄水場11ヶ所を対象に調査を行ったところ、原水中のDEHPとDNBPは、いずれも急速ろ過などによってある程度まで除去されること、DEHPはDNBPに比べて、汚泥やスカムにより高濃度に濃縮される傾向があることなどを確認した。さらに、これらの浄水場のうち3ヶ所を選んで、浄水処理及び排水処理過程におけるDEHPとDNBPのマスバランスについて詳細な調査を行い、原水中に含まれているDEHPとDNBPの多くが汚泥中に移行して、ごく一部だけがスカムに蓄積されることを明らかにした。

また、以前に水道で広く使われていたタールエポキシ樹脂塗装管からの、フタル酸エステル類、ノニルフェノール、ビスフェノールA、多環芳香族炭化水素（PAHs）などの溶出特性を明らかにするため、特別に製作した供試管を連続通水実験装置に設置して常時連続的に通水し、一定時間を経過するごとに供試管を取り外して溶出試験を行ったところ、初期にはこれらのうち一部の物質の溶出が認められたが、数ヶ月後には溶出がほとんど認められなくなった。供試管からの溶出が認められた物質のうちの一つであるピレンについては、別の実験により、水中の残留塩素と反応してその塩素化物や、臭素イオンの共存下では臭素化物が生成されること、このようにして生成される一臭素化ピレンは、ピレンよりも高いAhレセプター結合活性を示すことなども明らかにした。

【討議】

通水開始後6ヶ月で化学物質の溶出がなくなったとのことであるが、形成された生物膜によって溶出が抑制されることは考えられないかとの質問があった。これに対して、その後のデータによれば、一部の化学物質では溶出量がむしろ増加しており、取り外しと組み立てを繰り返しているうちに、管に傷が付いたためではないかと考えており、今後もうしばらく実験を続けて、最終的に実験を終了する段階で、生物膜による影響についてもできれば検討したいとの回答がなされた。また、アントラセン類の塩素化により、一部の物質についてはレセプター結合活性が100倍も上昇しているが、溶出物を検討しているのかとの問いについては、Ahレセプターアッセイだけでなく反応経路や生成された化学物質に関する検討を行っているが、標準物質がなく同定には至っていないとの回答がなされた。

(2) 下水処理場における内分泌かく乱化学物質の実態 (土木研究所 岡安祐司)

国土交通省が実施した日本の下水処理場における内分泌かく乱化学物質の実態調査結果と、独立行政法人土木研究所が合わせて実施した組み換え酵母 (Sumpter 株) によるエストロゲン様活性の実態調査結果が示された。これらの調査結果から、下水中のエストロゲン様活性に貢献する物質群として、遊離体エストロゲンの 17β -エストラジオール (E2) およびエストロン (E1)、ノニルフェノール (NP) が抽出された。遊離体エストロゲンは大部分が人畜から排出される際に、エストロゲン様活性が無い抱合体の形態に変換されてから排出され水環境中で脱抱合し、遊離体エストロゲンに変換することが知られている。日本の 20 箇所の標準活性汚泥法を用いている下水処理場の流入下水と二次処理水について、硫酸抱合体、グルクロン酸抱合体について実態を調査し、その結果、流入下水では、これらの物質は遊離体エストロゲンの濃度を大きく上回る濃度で検出され、二次処理水では流入下水に比べてわずかに減少するか、むしろ増加している結果が示された。また、NP に関しては、NP の前駆物質であるノニルフェノールポリエトキシレート (NPEO)、NPEO の分解生成物であるノニルフェノキシ酢酸 (NPEC) について、日本の 12 箇所の標準活性汚泥法を用いている下水処理場の流入下水、二次処理水の実態が示された。結果は、長鎖の NPEO が減少し、わずかな短鎖の NPEC の生成がみられた。NP に関しては下水処理工程で減少したが、最終的な fate については、汚泥への移行が考えられるため、この調査結果からは不明であった。

【討議】

日本側から、下水処理工程を構成する必須工程である消毒工程におけるエストロゲン関連物質、ノニルフェノール関連物質の変化の可能性についての質問があった。塩素を添加する浄水処理の消毒工程では、エストロゲン様活性が上昇する可能性があることが既往の報告で示されているという情報が提供された。また、塩素、オゾン、UV を用いた消毒工程や、急速砂ろ過法などの高度処理工程におけるエストロゲン関連物質、ノニルフェノール関連物質の変化について調査を継続しているという回答があった。

(3) 上水道における内分泌かく乱化学物質の除去技術 (米国環境保護庁 キャサリン・シェンク)

1996 年に内分泌攪乱物質に関する Safe Drinking Water Act が改正されて以降、飲料水源中における内分泌攪乱物質について関心が払われている。米国の河川における内分泌かく乱化学物質の汚染実態は、 17β -エストラジオール(天然女性ホルモン, E2)、エチニルエストラジオール(合成女性ホルモン, EE2)、テストステロン(天然男性ホルモン)、ノニルフェノール (NP) などが検出されている。E2, EE2, エストジオール、プロゲステロン、テストステロン、ジハイドロテストステロンについて、LC/MS を用いた分析方法の確立や、MVLN アッセイによるエストロゲン様活性の評価を実施している。さらに、ベンチスケールの凝集沈殿法、粒状活性炭法、ナノフィルトレーション法を用いた内分泌かく乱化学物質の除去について検討した。粒状活性炭を利用する方法に関連しては、EE2 に関する等温吸着係数、移動係数、拡散係数などの情報が収集され示された。

【討議】

日本側から、粒状活性炭の必要量に関しての質問があった。EE2 のみを除去する場合と、他の有機性物質も含めて除去する場合で必要量が異なると考えられるとの回答があった。米国側からは、凝集沈殿による EE2 の除去特性に関する質問があった。詳細については不明であるが、凝集沈殿による除去効果も大きいと考えられるとの回答があった。さらに EE2 の分析に関して、LC/MS 法による測定結果とバイオアッセイ法による測定結果との相関について質問があり、固相抽出における回収率が低濃度域での不安定さに影響していることが示唆されるとの回答があった。

5.16 議題 15：施設更新

(1) 水道施設の更新に関する意志決定及び資金代替案に関する研究の役割－耐震計画について

(北海道大学創成科学研究機構 眞柄泰基)

水道ビジョンは、水道でしか生活用水や都市用水の確保が出来なくなったわが国にあり、その持続的な発展が不可欠であることから、そのための対策を経営管理、水道技術等広範な対応をとらなければならないことを明らかにしたものである。災害による水道被害のうち、修復費用や被害件数が最も多いのが地震によるものであり、水道ビジョンでも水道施設の耐震化を重要な課題として提起し、そのための目標を設定している。

阪神淡路大震災における被害事例を報告した。その後、厚生省が明らかにした水道施設耐震マニュアル等が策定され、水道事業体に耐震化対策を促し、阪神淡路大震災後 1～2 年は緊急遮断弁等管路施設や緊急貯水槽の整備が積極的に進められた。しかし、現在では、政府が東海沖地震や南海沖地震など危険地域の存在を明らかにしているにもかかわらず、耐震化事業が阪神淡路大震災以前のレベルとなっていることを指摘した。このようなことから、水道ビジョンでは東海沖地震等の危険地域に存在する水道施設の耐震化事業を積極的に進めなければならないとしている。

耐震化にかかる費用と便益分析を人口 10 万人のモデル地域で行った事例を紹介した。この費用便益分析によって、耐震化することによって地震による損失を減少させることは明らかである。しかし、耐震化によって生ずる便益は耐震化に必要なコストを上回ることがない。このようなことから、耐震化事業は水道事業者の水道は地震時でも断水しないあるいは短期間に供水開始するという水道事業に責任を自覚し、水道利用者に耐震化事業を実施するために水道料金を改定せざるを得ないことを理解してもらうような、リスクコミュニケーションが重要であることを指摘した。

【討議】

耐震化にかかるコストは誰が負うべきかの質問があった。水道事業は基本的に独立採算性で実施されているから、国の補助はあっても、そのコストの多くは水道料金で対応しなければならない。費用便益の手法は有効なリスクコミュニケーションのツールであるとの共通理解が得られた。

わが国のみならず、災害発生時には水道事業者も市民も災害対策に熱心であるが、しばらくすると熱意が薄れてくるのは共通であるとのコメントがあった。

(2) 社会基盤の改築更新についての意思決定過程および財源負担方法に関する調査の果たす役割

(日本下水道事業団 須賀雄一)

日本における下水道普及率は 2002 年までに約 65%に達し、1,700 以上の下水処理場が稼動中である。このうち、15 年以上経過して老朽化した処理場の割合は 35%に達しており、施設および機器の改築更新事業への需要が高まりつつある。また、水質規制の強化により、下水処理の高度化が求められており、改築更新事業を実施する場合にも、施設の単純更新ではなく、機能向上を伴う更新が求められている。この問題に対応するために、下水道事業を実施する地方公共団体は多くの財政負担を求められており、財政事情の悪化の要因となっている。

日本下水道事業団は、下水道に関する専門的知識を有する職員の少ない地方公共団体の下水道事業を支援するために 1972 年に設立された組織であり、これまでに多くの下水処理場の計画、設計、建設に関与してきた。改築更新事業についても効率的な改築更新事業実施のための支援、および処理機能の高度化、効率化への技術的支援が求められている。

これらの要望にこたえるために、日本下水道事業団は、地方公共団体の財政計画の策定、劣化診断・耐震診断・処理機能検査等の機能診断、改築基本計画の策定、改築設計・施工を体系化した新しい改築業務マニュアルを作成した。また、膜分離活性汚泥法の実用化や、エネルギー回収型の汚泥処理等、処

理機能の向上に関する技術を開発している。さらに、下水道施設特有の、硫酸によるコンクリート腐食問題を解決し、構造物の耐久性向上を図ることを目的として、耐硫酸コンクリートおよび補修モルタルを開発している。

【討議】

コンクリートの耐硫酸性向上のためにどのような材料を使用しているのかという質問がなされたが、特許出願作業中であり、現段階では公表できないとの回答がなされた。また、日本における下水道施設の標準的耐用年数に関する質問がなされ、土木構造物については50年、設備関係については概ね15年との回答がなされた。

(3) 水道施設の更新決定プロセスにおける研究の重要性

(米国水道協会研究財団 ジャン・チェン)

AwwaRFでは、水道工学・技術的な研究ばかりでなく、水道施設更新のための意志決定支援ツールの開発にも研究の重点を置いている。米国東海岸都市は、水道創設が古く、例えばフィラデルフィア市では配水管の過半数がいまでも普通铸铁管が用いられており管内面が鉄錆こぶにより管径が細くなったり、外面腐蝕による漏水事故が多発している。このようなことから、AwwaRFでは現場ライニング技術を検討し、日本や英国の技術の導入調査等を行ってきている。

米国では多くの水道施設が更新時期に達しており、漏水や水道への信頼性の低下が経済的に負担となっている。このため、今後10年から30年間は施設の改築更新のための多額の投資が求められている。

現在、米国の水道管の延長は、約160万kmであり、铸铁管が使用されている場合が多い。一方、更新される水道管の延長は年間で約8,000kmであり、このペースで水道管の更新事業を進めていくと、全てを更新するまでに約200年かかる計算になる。このため、低コストで効率的に更新事業を行なうための調査の必要性が高まっている。

AwwaRFには、調査のための実用的な手法の確立への先導的役割、国際協力を必要とする調査、豊富な知識や情報を有する人材の蓄積が期待されている。現在実施している調査内容は、現状評価や長期的予測、実態調査等、情報収集に関するものが20課題、改築更新技術に関する調査が8課題、意思決定過程や更新計画のマニュアル化や支援体制に関するものが15課題である。

これらの調査により、全米各地の水道施設の効率的な改築更新事業が実施されており、「社会基盤に関する調査は、正しい意思決定のための保険である」との認識のもとで、AwwaRFの果たす役割は大きい。

【討議】

米国においては、水道および下水道の利用に対する各家庭の料金負担額が、家計支出の0.5%程度ではない点についてその理由は何かとの質問がなされたが、第2次大戦後、施設の整備が十分に行われた結果、新たな施設整備費があまり発生していないためであるとの回答がなされた。また、米国における水道の漏水率についての質問がなされ、約8%であるとの回答がなされた。

5.17 議題16：臭気問題

(1) 高度浄水処理における臭素酸の生成と制御

(東京都水道局 宮垣融)

1992年金町浄水場への高度浄水処理導入以来、カビ臭に関する苦情はなくなったが、オゾン処理による臭素酸の生成が問題となった。

この問題に対し、高度浄水処理が導入されている浄水場で、オゾン処理における臭素酸生成量をコントロールする上で重要な因子を検索・検討した結果、オゾン注入量のコントロールを厳密に行うとともに

に、pH コントロールを併用することで当面は対応できるとした。その上で必要に応じて促進酸化処理を導入することも視野に入れ、酸化促進剤の同時注入の有効性や注入比率調整、また下降管注入方式についての検討を行って一定の結果を得た。

また、消毒用次亜塩素酸ナトリウム中の臭素酸低減化のため、原料塩を臭素イオン濃度の低いものに変更している。

さらに臭素酸の生成は原水中の臭素イオン濃度に依存するため、河川水中の臭素イオンの低減化を国等に求めていく。そのためには、河川水等の臭素イオン濃度の実態調査を進めていく必要があると考えている。

(2) 下水処理場における臭気の検出と制御

(米国水環境研究財団、インフィルコ・デグレモン社 バーノン・ルーシー)

米国では下水道の臭気に関する国民の関心が高まっており、WERF では、放流水質、バイオソリッドとともに臭気問題の改善が同等に重要な課題であると位置づけている。研究ファンドは臭気問題解決のためのプロジェクトを立ち上げており、第一期のプロジェクトで、臭気のアセスメント、測定、制御に関する既往調査のとりまとめを行った。その結果、いくつかの課題の中から、第二期のプロジェクトとして測定や制御技術などさまざまな面で困難な問題ではあるが、汚泥由来の臭気について嫌気性消化ーバイオソリッドの臭気に的を絞って研究することとなった。

フェーズ 2 では処理施設における臭気発生機序の把握をめざし、全米 11 カ所およびカナダにおいて汚泥安定化のため嫌気性消化プロセスにおける臭気に影響する因子の特定を行った。その結果、ケーキ中の生物利用可能タンパク質がより強く発臭していること、脱水方法によって臭気の程度が異なること、臭気は、揮発性全硫黄との相関が高いこと、嫌気性消化の水学的滞留時間 (HRT) を 40 日以上にすることで臭気は低減することなどが明らかとなったが、実施に低コストで適用できる臭気制御法は明らかにはならなかった。

そこで、第三期のプロジェクトとして低コストでバイオソリッドケーキからの臭気を制御できる方法の開発を行うこととした。第三期は開始されたばかりであるが、原理的には嫌気性消化汚泥中の生分解性硫黄化合物を分解すること、または、臭気の原因となる硫黄化合物が揮散しないように汚泥中に固定する方法が検討されよう。実験室規模での成果を実規模まで拡大し、WERF 会員 (自治体) が利用できる手法を提示することが第三期プロジェクトの目的である。

【討議】

下水道の活性汚泥に由来するカビ臭について米国での対応方法が尋ねられ、下水処理場臭気の大気拡散へはカバーでの対応が行われるとの回答があった。日本では、河川が短く下水処理場由来の放線菌によるカビ臭が下流の浄水場に被害を及ぼす例があるが、水への着臭についての方策についてはどうかとの問いに、浄水場によるオゾン処理での対応をしていると回答があった。

また、嫌気状態では細胞の破壊からタンパク質が遊離して臭気となるが、硫黄化合物の固定はどのようにするかとの質問にはアルミ系無機凝集剤を使用しているとの回答があった。これに対して、日本では汚泥の農業利用を考慮して、塩化第二鉄が汚泥処理系の臭気制御のために広く使われているとのコメントがあった。

日本側からバイオソリッドの有効利用として、エネルギー利用の実態について質問があり、ニューヨークでは消化ガス発電を民間会社が行っており、そのほか、ボイラー、マイクロガスタービン、燃料電池、ディーゼルエンジンの動力などでエネルギー利用が行われているとの回答であった。

6. 総括

16 議題、32 編の発表及び討議が終了した後、本会議の総括が行われ、会議概要につき日米両国間の合意が得られた。日米両国間の合意内容は次のとおりである。

- ✓ 本会議は、水道水質及び下水道技術の分野での研究と政策の発展のための情報交換という重要な目的を有しており、水道水、下水並びに流域の適切な管理の重要性は、米国と日本に共通であることが確認された。
- ✓ 参加者は、このような情報交換の重要性に鑑み、今後も相互の活動を継続し、2年後に以下のような課題について合同会議を続けることで合意した。
 - －流域管理
 - －水道水質管理と下水道技術に関する進展
 - －微生物と化学物質汚染に関するリスク評価と管理
 - －浄水処理と下水管理のための新技術
 - －緊急時に対する対応
 - －水の再利用
- ✓ 次回に関する調整窓口は、米国環境保護庁国立リスク管理研究所 キヤスリーン・シェンク氏と日本国厚生労働省国立保健医療科学院 浅見真理氏が務める。

7. 視察の概要

(1) ワイフェ地下水源

7月13日午前ワイフェ地下水源の現地視察を行った。ワイフェ地下水源は、深さ1,500フィート(457m)あり、一日あたり、7百万～9百万ガロン(2万6千～3万4千 m^3)の水を取水している。水文学者が有効な地下水源を見つけたことから1921年に尾根の200フィート(61m)下からほぼ水平に建設された重力式取水管である。

水源の保護の観点から安全な取水量としては、一日あたり5百万ガロン(1万9千 m^3)程度が望ましいといわれており、水源の保護に留意する必要がある。

直径90cmほどの取水管に沿って、数cmの浅い水の中を30分ほど歩き、水路の奥の湧水は火山岩のろ過を受け、水質は極めて良好であり、冷たく甘い口当たりであった。

(2) ホノウリウリ下水再生施設

7月15日午前、ホノウリウリ下水再生施設の現地視察を行った。本施設は、ホノウリウリ下水処理場に隣接しており、同処理場からの処理水をさらに処理し、灌漑用水又は工業用水として周辺地域に供給している。水資源の限られるオアフ島にて、清浄な地下水を保全するために、重要な施設となっている。

オアフ島には多数の小さな下水処理場があるが、同処理場は27MGD(約10万 m^3 /日)の汚水を処理する島内で2番目に大きい処理場である。処理方式については、一次処理後、プラスチック媒体を用いた生物処理を行い、最終沈澱池を経る。処理水は塩素消毒されずに島から2マイル離れた海洋に放流される。また、汚泥はコンポストとしてリサイクルされる。

同処理場から本施設には、処理水質BOD 30mg/l、SS 20mg/lが保たれて、処理水が送られる。同施設の処理はR-1、ROという2種類に分けられ、R-1は急速ろ過・砂ろ過・紫外線消毒からなり、ROはMF膜処理・RO膜処理からなる。R-1、ROによる処理水は、給水管により本施設周辺のゴルフ場、工業団地に送られ、灌漑用水、工業用水として利用される。合計12MGD(約45,000 m^3 /日)の処理能力を

有するが、現在のところ 2MGD (約 7,600m³/日) の再生水が供給される。現在でも供給先拡大のために給水管の建設中である。

(3) ハラワ水源

7月15日午後、ハラワ水源の現地視察を行った。本水源には、地下水を水道原水として汲み上げるために、地上から帯水槽にまで掘られた施設がある。また、本水源の周辺は、耐乾燥植物庭園 (xeriscape garden) として整備され、水資源保全の啓蒙施設としての役割を果たしている。

本施設は斜め立坑 (inclined shaft) であり、1941年から1945年にかけて建設が行われた。地下水は、36インチ (約90cm) のパイプにより 6feet/s (約1.8m/s) の速さで送水される。帯水層の水面は、海面より23フィート (約7m) 高い程度であり、水質を監視するために塩分濃度が測定されている。立坑内は、軌道により動くゴンドラで移動することができ、帯水層の上部をガラス越しに見る機会に恵まれた。なお、9月11日のテロ以降、この立坑に入る見学ツアーは取りやめられており、今回の現地視察はそのテロ以降初めての見学であった。

この xeriscape garden は、1989年から開園され、週2日間 (水曜と土曜) の午前10時から午後2時まで、一般に開放している。desert rose 等水分の消費が少ない植物が多量に植えられており、綺麗な公園として整備されている。多くの地域住民に愛用され、啓蒙効果が高いとのことである。

8. おわりに

今回の会議は、16分野の議題につき日米双方から32編の発表があり、最後まで熱心な議論が行われ、日米双方、水道、下水道双方の情報交換という点では極めて有意義なものであった。発表者と質問者の議論は、休憩時間や昼食時間、レセプションでも活発に行われた。これは、日米の上下水道が直面している課題が共通であり重要であることの証左と考えている。

次回の会議は、平成18年に日本で開催される予定であり、その際には、今回の会議で得られた貴重な情報を有効に活用し、下水道が解決しなければならない諸課題に対する解決策を持ち寄り、報告できることを期待したい。

最後に、本会議の開催にあたり御協力いただいた日米両国の関係各位に厚く御礼申し上げたい。