

■決しているとはいえないチームズの水が、今もロンドン水道の原水となっている。それを可能にしているのは緩速ろ過だ。

緩速ろ過のメツカを訪ねて

中本 信忠

なかもと・のぶただ 信州大学繊維学部応用生物科学科教授／理博

はじめに

日本の水道水は明治以来戦前までは、英国ロンドンの浄水場を見習い緩速ろ過処理によって供給されていた。1960年代から急増する水需要に対応するため急激に急速ろ過処理が普及し、主流となった。しかし近年、水源が悪化し、急速ろ過処理だけでは臭気物質などがとれないことから、市民の間では良質の飲料水を求める声が上がっている。一方、良質の水源が少ない欧米大陸の国では瓶詰めの水を飲む習慣がある。都市部の水道水の水質が悪くなったことに起因してか、日本でも欧米をまねて、瓶詰めの水を飲む習慣が入りはじめているようである。

しかし、日本は海に囲まれた国であり、本来、1年中良質の水が得られる環境である。

長野県上田市は良質の飲料水をつくることのできる緩速ろ過によって水道水が供給されている。この緩速ろ過処理の研究を始めてから、日本の各地を見学した。見学を重ねるうち、緩速ろ過処理のメッカであるロンドンの浄水場を是非見たいと思うようになった。幸いにも、1992年8月末、ロンドンの浄水場を視察する機会を持つことができた。ロンドン市は約700万の人口があり、水道水の大部分を緩速ろ過により供給している。今回の視察を通して、安く良質の水道水を市民に供給することを常に考えて

いる姿勢が肌で感じられた。この感激を読者にも知ってもらいたく筆をとった。

チームス川について

ロンドンには北海に開口するチームス川の入り江に発達した都市で、市の真中をチームス川が貫通している。チームス川の干満の差は約7mと非常に大きい。ロンドン市が発達し、チームスへの有機汚濁物質負荷がだんだんと多くなってきたため、水温が高い夏期は、汚濁物質を分解する水中の微生物の盛んな活動によって、河川水は無酸素になりやすかった。しかも、ロンドン市付近は、感潮域のため水中には硫酸イオンが多く、硫酸還元物質の硫化水素臭が生じやすい環境であ

る。

このような環境からチームス川の水質評価のためにロンドンでBOD法が開発された。BOD値は夏の水温が20℃程度であり、干満により水が停滞しやすいここでは、数日での程度有機物が分解するかを知るための良い指標になる。標準法としてBOD試験を20℃5日間にしたことが納得ができた。

チームス川の汚濁と浄化対策の歴史は古い。リチャードI世が1191年に試みたが、旨くいかなかった。エドワードIII世は1357年「チームスの土手は廃棄物で一杯で悪臭に耐えられない」といっている。19世紀中頃には死の川で臭いはそれほどく、河畔にある国会では

1992年8月末、ロンドンの浄水場を視察する機会を持つことができた。ロン

「水」35巻1号56-58、
1993年（平成5年）
月刊「水」発行所



アシュフォード浄水場の
スマリー削り取り機械

チームス川に面した窓には香水を浸したシートを掛けたとのことである。もしチームス川に落ちたら溺れる前に臭気の毒で死んでしまうとの冗談までがでるほどであった。当時のチームス川は下水道とほとんど同じであった。

1964年市民は汚染源を探り浄化作戦を開始した。多くの工場経営者は工場内でのようにしたら水質浄化できるかを検討し、工場内にろ過装置をつけた。市も下水処理施設をつくるために多額のお金を使った。また、家庭・事務所・店舗からの廃水を浄化し、毎日、船で浮遊汚濁物質を取り除いた。やがて、チームスは浄化された。多くの魚や水鳥が戻り、サケやアザラシまで戻って、チームス川は生命を取り戻したのである。市民はこの浄化作戦を今後も続けなければならぬことを悟った。

ケンプトンパーク高度処理 実験プラント

現在のチームス川の水質は窒素7 mg N / ℓ、リン酸態リン1.4 mg P / ℓ、POC300~1000 μC / ℓである。汚濁が改善されたといっても、日本の水道水源と比べたら本当に汚れた水源である。ケンプトンパーク高度処理実験プラントはこの原水から安全で良質な水道水を経済的につくる研究を行っている。

ケンプトンパークの実験施設では、オゾン処理によって農薬を生物により分解され安い状態に分解した後、緩速ろ過により

近年、ロンドンでも牧場や耕作地に散布された農薬が水道水源となる河川にまで流出してくることが問題になっている。緩速ろ過処理により多少は分解するが、河川にまで入ってくる農薬は生物によって分解しにくいのである。そこで、ケンプトンパークの実験施設では、オゾン処理によって農薬を生物により分解され安い状態に分解した後、緩速ろ過により浄化する研究をしていた。

チームス水道の大部分のプラント実験はこのケンプトンで行われている。この他にロンドンから60マイル離れたスウィンフィールドでは大がかりなクリーン水実験プラントがあるとのことだった。

ケンプトンパークのセミナー室ではトニー・ラチョワル研究主幹以下チームス水道の主だった研究者が一同に集まり、私達3人（筆者と坂井正助手、私の研究室出身の環境科学（株）の新谷朝子室長）のために、実のあるセミを開いてくれた。私も日本での緩速ろ過池の仕事を紹介した。私が考えだしたMBOD法の新しい水質評価法も紹介したところ、大きな関心を示してくれ、何とか使いたいとのことであった。上田の水源水質を紹介したところ、あまりきれいなことに、驚いていた。日本の緩速ろ過管理の例を紹介したら、あまりに早く削り取ってしまったことに、「日本はお金持ちである」と冗談まで言われてしまった。

セミの途中で高度処理の研究をしているマーク・ハイラーの案内でプラントを見学させてもらった。

アシュフォード浄水場

午後はアシュフォード浄水場で砂層表面削り取り機械の操作の実際を見せてもらった。

この浄水場は幅30 m、長さ100 mの緩速ろ過池が32池もありロンドンで一番大きな浄水場である。周囲を自動車で動き回るので落ちないようにガードレールが付設されている。

スマリーという削り取り機械の開発技術者ツレボー・サンダーの説明を受けた。非常に短時間で削り取り作業が完了する。彼は水を抜かないで砂層表面を削り取りをする機械の開発者でもある。それも見せてもらった。チームス水道では落水して削り取り作業をする方式が主流のようだった。

「手作業と比べたらどのように違いがあるか」と質問をしたところ、ロンドンではずっと以前から機械化をしており、手作業は実験プラントやよほど小さな浄水場や発展途上国でしかやっていないのではないかとのことだった。欧米でもほとんど機械で作業をしているとのことである。この現実と比べると、日本は発展途上国のようであり、少し恥ずかしいような気がした。削り取り機械は1000万

現在のチームス川の水質は窒素7 mg N / ℓ、リン酸態リン1.4 mg P / ℓ、

いていた。日本の緩速ろ過管理の例を紹介したら、あまりに早く削り取ってしまったことに、「日本はお金持ちである」と冗

はずと以前から機械化をしており、手作業は実験プラントやよほど小さな浄水場や発展途上国でしかやっていないので



筆者—テームス水道研究施設スペンサーハウスの前にて

2000万円とのことで、私が上田の近くのメーカーに相談して算定していた値段と余り変わりがなかった。

スペンサーハウス

ロンドンからハイウェイM4で西へ30マイル行ったリーディングには真新しいスモークガラス張りのスペンサーハウスがある。まだ移転して1年とのことである。テームス水道（下水を含む）の研究開発センターとしてロンドン市内から新たに移転した。小型無線機を内蔵したキーを持っていないと建物に入れない。また、警備システムにはテレビによる監視装置が備えられていた。

ここでも緩速ろ過の現状について詳しく説明を受けたり、質問をしたりした。私の仕事やMBOD法についても説明をした。

レイスバリー貯水池科学センター

外環状M25ハイウェイのヒースロー空港の側にはテームス水道の大きな貯水池が幾つもある。1971年に完成したレイスバリー貯水池の土手脇にはテームス水道の貯水池科学センターがある。生物屋のロビン・ベイリーにより貯水池管理の概要を説明してもらい、彼の案内で、1974年に完成した一番新しいクイーンマザー貯水池を見学した。ここではヨット遊びができるようになっていた。し

ているようである。彼の話では、エアレーションはお金がかかりすぎるが、ジェット推進で流入水を導入し水を攪拌す

かし、レイスバリー貯水池の方は人が入れないようになっている。この両者の貯水池では湖水循環のいろいろな実験をしているようである。彼の話では、エアレーションはお金がかかりすぎるが、ジェット推進で流入水を導入し水を攪拌するようにすれば廉価で植物プランクトンの繁殖防止ができるとの話である。日本でも検討の余地がありそうな気がする。

むすび

日本では急速ろ過が主流になり、生物処理である緩速ろ過についてよく理解している人が少なくなってしまう。高崎市には大きなビール工場がある。ここには若田浄水場という大きな緩速ろ過施設があるので移転してきたとのことである。水道水の質がよいのだ。

標準ろ過速度は、日本では4〜5 m/日であるとされるが、ロンドンでは12 m/日でもろ過してもそんなに水質は悪くない。削り取り目安の損失水頭は標準化損失水頭で、1.2〜1.5 mであり、時には数mまで使用することがあるとのことである。日本では非常に小さな損失水頭で削り取り作業をしているのが現実で、この辺は余りにも違いがありすぎるように思う。

前述高崎の浄水場では緩速ろ過処理で生物膜を上手に管理すれば夕立などで原水濁度が一時的に100度以上になっても、

ろ過閉塞はしないことが分かっている。ロンドンの緩速ろ過池ではろ過閉塞は水温と逆相関がある。これは貯水池で繁殖した藻類がろ過池に入るからである。そこで前処理として、マイクロストレーナーや荒ろ過をし、緩速ろ過処理をしている。夏期は5週間程度のサイクルで削り取り作業をしている。ただし、プランクトンが繁殖しにくい期間はもっと長らくろ過池を使っているとのことだった。

ダム湖から取水している上田市の緩速ろ過池での実験から、貯水池からのプランクトンによるろ過閉塞もろ過池でろ過膜を上手に発達させれば、ろ過閉塞防止ができることがわかってきた。

日本の水源は大陸に比べ非常に良質である。地下水も河川水もその滞留時間は大陸に比べると非常に短い。浄水場は水圧の関係で上流の郊外に建設する。そこは土地代が安いところである。緩速ろ過によって安全で良質な飲料水を廉価に供給することが可能である。日本に比べ水源水質の悪いロンドンで、緩速ろ過により安全で良質な飲料水を廉価に供給するロンドン水道の姿勢に感激した。今回、テームス水道の研究者達が私達を大変に歓待してくれ、最後に別れるときに、今度はもう少し長く来いといってくれた。今後機会があれば、アシユフォードの緩速ろ過池を私の方法で調べてみたい。

日であるとされるが、ロンドンでは12 m/日でもろ過してもそんなに水質は悪くない。削り取り目安の損失水頭は標準化損失水頭で、1.2〜1.5 mであり、時には数m