

■緩速ろ過は富栄養化した水の処理にも向いている。生物処理の可能性は広い。

続・テムズ水道緩速ろ過池見聞記 テムズ水道の緩速ろ過から学んだもの

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

1 はじめに

「緩速ろ過処理は原水水質が良い場合には向いているが、原水水質が悪くなると無理ではないか」と考えられているのが日本では一般的である。しかし日本各地と欧米の緩速ろ過処理を視察し調べた結果、生物処理の緩速ろ過処理は生活廃水などで汚染された原水を処理するのに向いていることに気づいた。日本では生物処理の緩速ろ過処理について誤解されているようである。こうした知見についてはこれまで緩速ろ過処理について解説(中本1993、1995a)や欧米での現状(中本1995b,c)を発表させて

もらってきた。

この春先(1995年3月)、糸状珪藻メロシラのブルームが著しいにテムズ水道の緩速ろ過池を再び調べることができた(図1)。本文ではテムズ水道の浄水場から学んだこと、欧米での砂層表層汚泥削り取りの機械の写真を紹介し、日本での緩速ろ過処理への理解と技術開発の参考を提供したい。今回は、娘二人が同行した。採水の手伝いと記録・写真を取ってもらい、おおいに助かったので付記する。

なお、テムズ水道での農薬除去に関する情報については海賀(1995)が紹介をしているので参考にしてもらいたい。

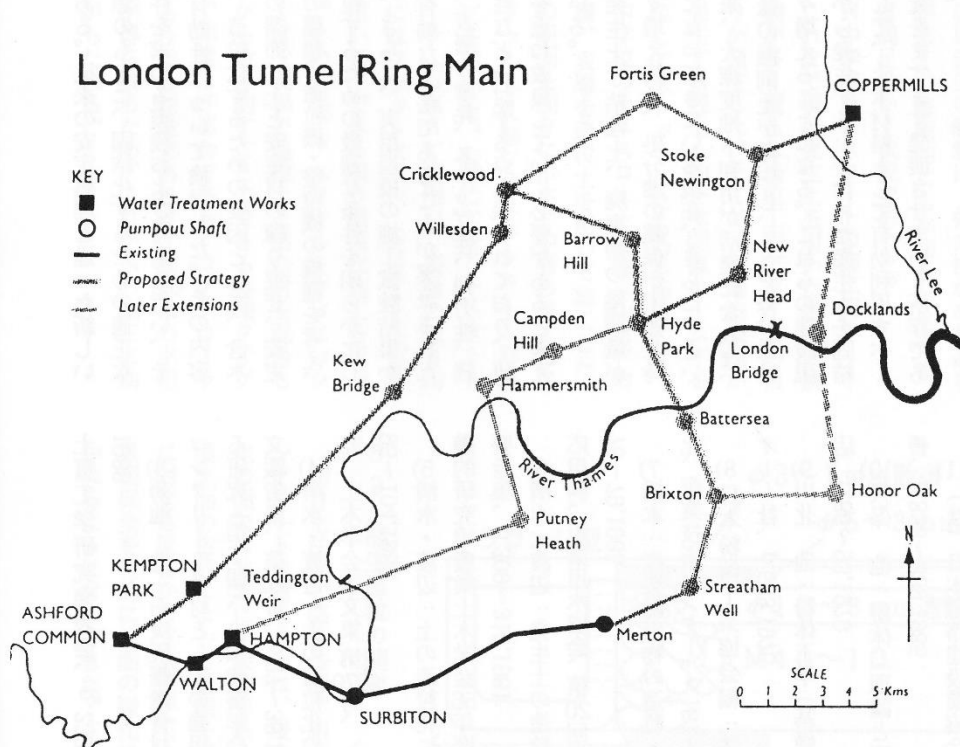


図1 テムズ水道の浄水場と送水幹線
ロンドン市を横切るテムズ川とその支流リー川から取水している。緩速ろ過が採用されている。

2 春先のロンドン見聞記

出発の直前3月20日(月曜)は地下鉄サリン事件があり落ちつかない気分であった。3月22日(水曜)成田発ロンドンヒースロー空港行きの直行便JALの座席はジャンボ機の2階で外の景色が見え

て良かった。ロンドンは晴で気温12℃と温かい気候であった。道路脇の道端では黄色の水仙と桜の花が咲き始めて、長野県上田より東京の気候に近い感じがした。でも1昨日はみぞれが降り、この季節のロンドンでは1日の中に四季があり、レインコートがあると良いとのことである。スプリングコートやトレンチ

コートが必需品であることに納得した。23日(木曜)は約束の10時に王立カレッジのグラハム先生の研究室を訪問した。昨年10月の予備調査の結果や今後の予定の打ち合わせをした。彼は昼は別の会議があり、午後は別の用事が、夕方はユーロトンネルを抜けてパリまで行き、27日(月曜)まで戻らないとのことであ

った。

今回は1974年発行のWHOの指針(Huisman他1974)にチームズ水道のカッパーミルズ(Coppermills)浄水場(1972年に落成、100m×34mのろ過池が34池、浄水能力49万m³/日、図2、3)には落水しないで汚泥の除去作業をする装置の写真が掲載されていたので、是非この浄水場も見たいと連絡しておいた。

アッシュフォード・コモン(Ashford Common)浄水場(1958年落成、100m×30mのろ過池が32池、浄水能力41万m³/日)は24日(金曜)と31日(金曜)の2回、カッパーミルズ浄水場は28日(火曜)に調べられるように手配してくれていた。午後は大学の購買部で本を買い、その後、ロンドンで最初に緩速ろ過処理による水道水を給水したウェストミンスター教会地区を見物した。

24日(金曜)は地下鉄でヒースロー空港まで行き、タクシードームズ水道のレイズバリー研究室まで行った。昨年の予備調査の結果を手短に説明した。研究室のフィル・レントン(Philip Renton)と一緒に仕事をしている生物屋のマーク・バトラー(Mark Butler)が彼の自家用車で浄水場のサンプリングに付き合ってくれた。

アッシュフォード・コモン浄水場は3度目であるので気楽であった。昨年10月るときも白鳥がいたが、3月末でもまだ白

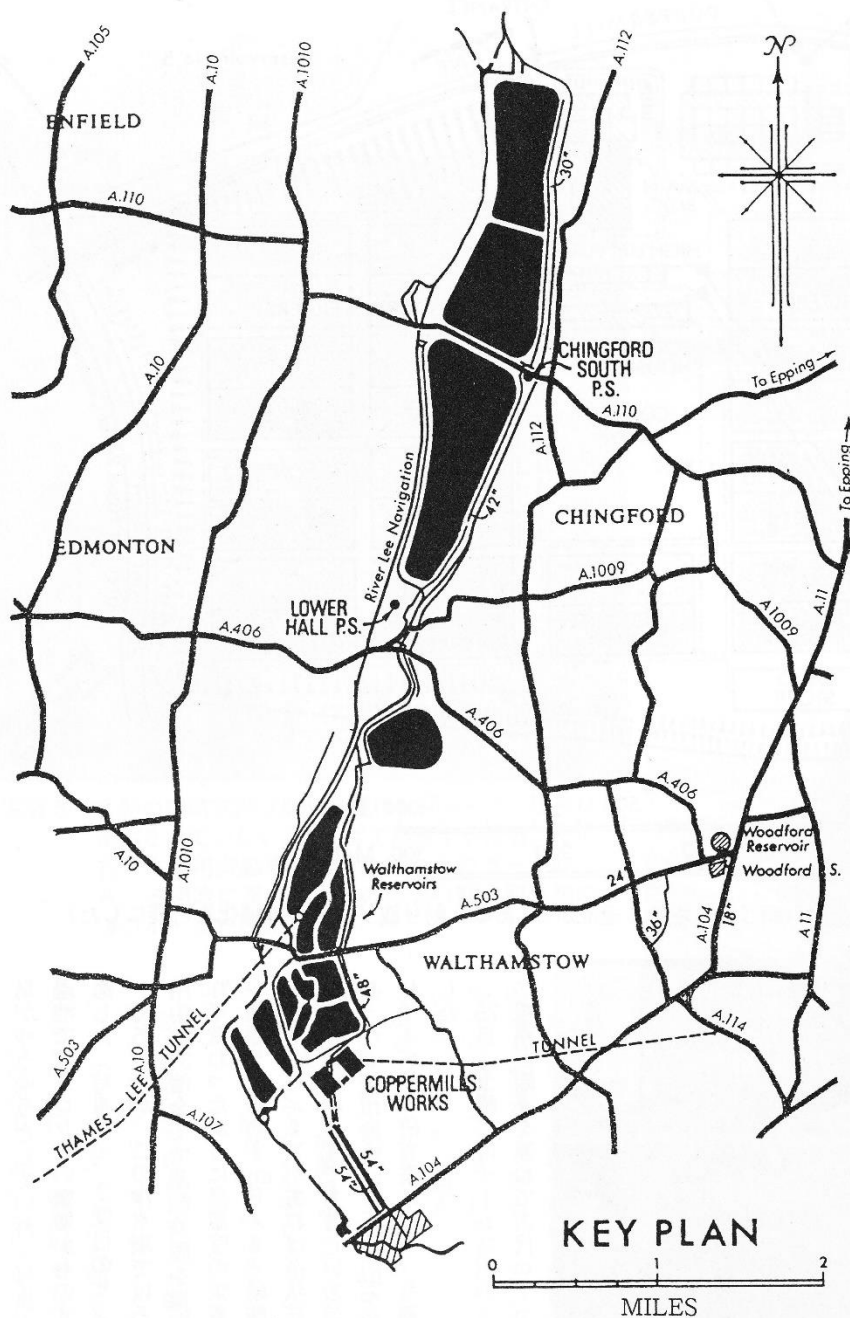


図2 カッパーミルズ浄水場とリー川の谷間に連なる貯水池群ロンドン市北部に位置する。

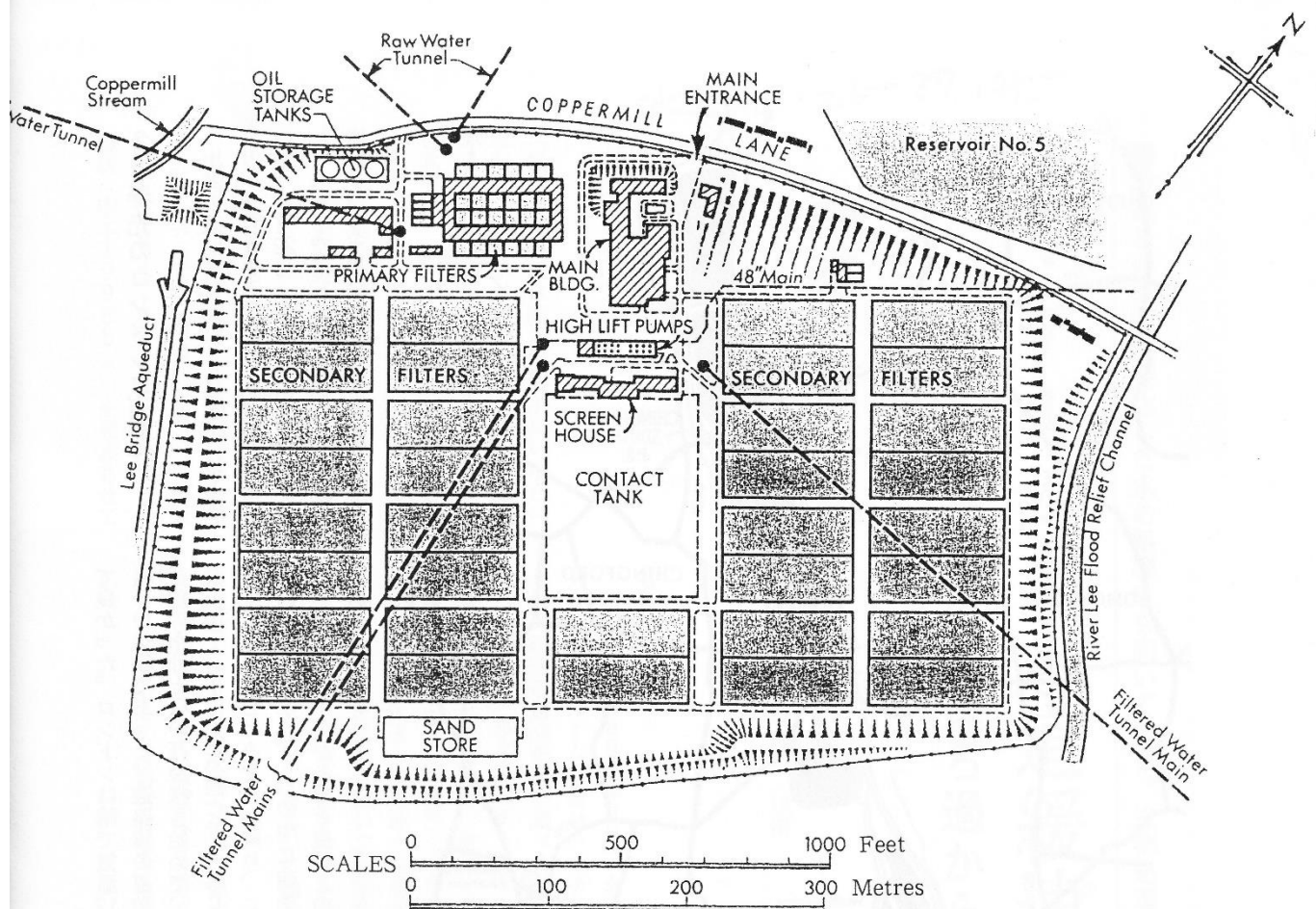
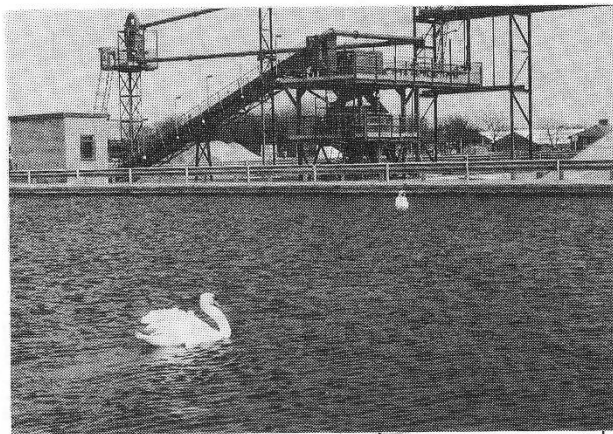


図3 カッパーミルズ浄水場平面図（同じ大きさのろ過池が34ある。削り取り作業の機械化を可能にした）



鳥がゆうゆうとしていた（写真1）。ろ過池ではメロシラの繁殖がものすごく感激した（写真2）。2度目のサンプリングであったが、この浄水場ではろ過池使用中の31池全てで藻類被膜を採取した。昨年教わったように高濃度の栄養塩（リン酸態リンは約1mg P/l、硝酸態窒素が約7mg N/l）があれば糸状珪藻メロシラの繁殖が春先でも著しいのは本当であった。藻類被膜の定量採取を終わり、レイズバリー研究室に戻り、ろ過処理をした。

25日（土曜）はテームズ川の上流地域の視察と観光を兼ねて古代ローマ時代の



写真1 アシュフォード・コモン浄水場のろ過池—白鳥がゆうゆうと遊んでいる（上）
写真2 糸状珪藻メロシラがブルーム状態のろ過池。手製の道具で糸状藻類被膜を採取した。

都市バースにかけた。やはり、上流地域でも丘陵であり、どこでも牧場、農耕地である。川筋にはところどころ都市がありテームズ川は牧草地や耕作地から肥料の流出と都市からの廃水で富栄養化したのであろうと思われた。
バースに着いて、まず、観光巡回ツアーバスに乗り、町全体を把握した。ローマ時代の温泉。ローマ帝国の影響の大きさ、歴史について考えた。ロンドンだけでなく、どこでもレンガ造りの古い家が多い。後に親類の英国人キースと話しをしたら、日本は木造の家が多いが、英国では簡単にレンガができるので、レ



写真5 大型の機械式削り取り装置移動用レール（現在は使用されていない）のそばで調査する筆者。その右は作業用自動車落ちないためのガードレール。ろ過池に浮いているのは吸引削り取り船の吸引ホースである。

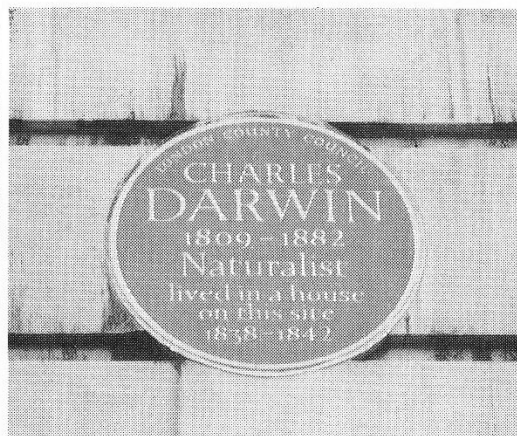


写真3 種の起源の「チャールス・ダーウィンが1838年から1842年に居た」と標記されている（ロンドン大学ユニバーシティ・カレッジの生物教室建物）

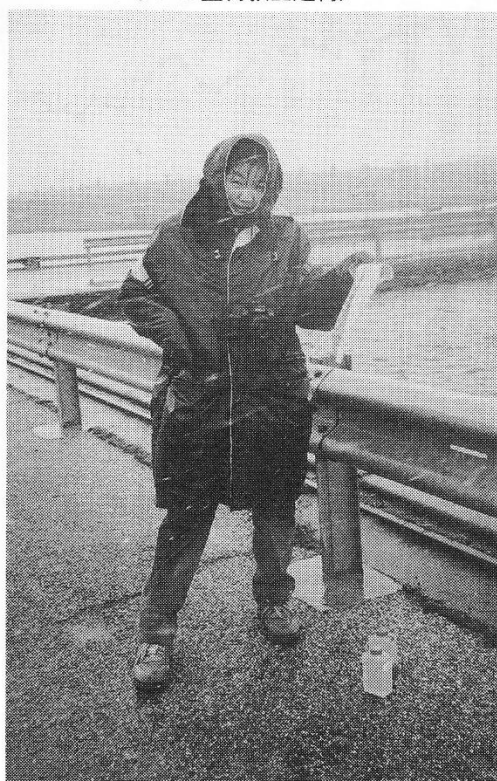


写真4 吹雪状態のカッパーミルズ浄水場
吹雪のためか藻類被膜は浮いていなかった。

ンガ造りの家が一番廉価であるとのことであった。木造は地震にも強いので地震国日本には適していると言われた。町の中を流れるエーボン川の水質汚濁が著しいようであった。観光バスガイドの説明では途中の運河でチームズ川と結ばれているとのことである。チームズ川は最上流に行っても清流はなさそうであった。秋にはレンタカーを借りチームズ川を逆登りながら採水して確かめようと思った。

26日（日曜）はロンドン名物、カムデントウンのフリーマーケットを見物した。フリーマーケットは時間をかけて掘だしものを探すのは良いかも知れないが、時間がもったいないような気がする。

その後ロンドン大学の隣のユニバシティ・カレッジの種の起源で有名なダーウィン建物を見せた（写真3）。私はダーウィンが住んでいたという看板を見せ、科学の歴史を実感させたかった。大英博物館を見学し、大英帝国の華やかであったときの収集品を見た。27日（月曜）はチームズ川見学を兼ねてロンドン塔とタワー橋を見学した。緩速ろ過処理が採用された1829年のロンドンには既に大都会であったことに気づいた。

28日（火曜）は寒い日であったが、チームズ水道のマーク・チェンバース（Mark Chambers）が宿まで迎えに来てくれた。彼は生物屋で気持ちが良いので話しやすいかった。カッパーミルズ浄水場はロンドン市中心に近かった。チームズ川の支流リー川の水を緩速ろ過処理により浄化して給水している。小さな貯水池の道を通り抜けて浄水場へわざわざ案内してくれた。事務所で許可をもらい、サンプリングを始めた。雪が降りだし吹雪状態になった。カップを着ての作業であった。それでもビショ濡れになった（写真4）。マークは34池全てを採取するのかと心配していたが、娘二人の助手がいたので短時間で全てのろ過池で採取できた。娘たちは「寒い」と悲鳴を上げていたが、素直に手伝ってくれた。ろ過池は吹雪のためか、どうかは判らないが、メロシラは浮いていなかった。アシユフ

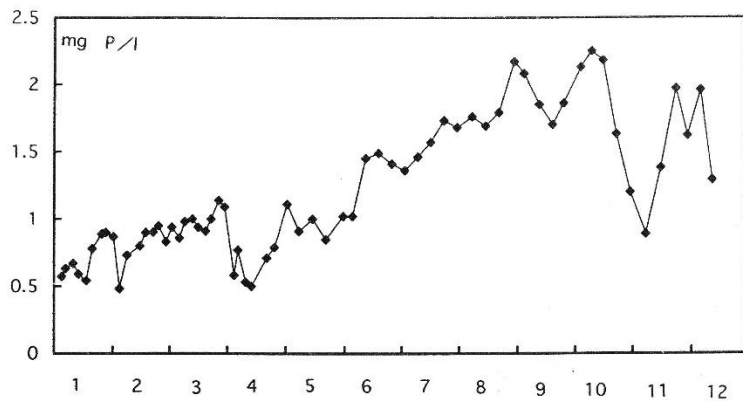


図4 テームズ水道カッパーミルズ浄水場貯水池原水（リー川）のリン酸態リン濃度の季節変化（1994）

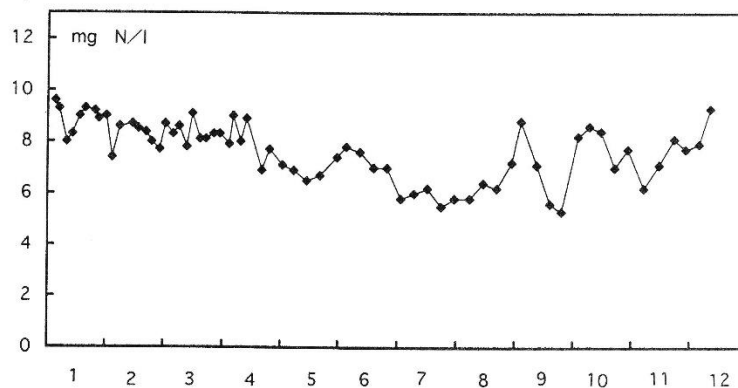


図5 テームズ水道カッパーミルズ浄水場貯水池原水（リー川）の硝酸態窒素濃度の季節変化（1994）

オード・コモン浄水場とカッパーミルズ浄水場の両浄水場ともにそれぞれのろ過池の大きさが全て均一で、ろ過池の端にレールがあった（写真5）。建設した当初は、汚泥の取り除き作業は、落水しないで大型の橋渡し機械による吸引汚泥取り除きをしていたものと考えられた。両浄水場とも、現在は落水して削り取るか、または吸引削り取り船を浮かべて作業をするかである。

どうやら大型の移動ゲート式の吸引機械は壊れると容易には補修などがうまくいかないためらしい。WHO指針に掲載されていた大型機械について質問したところ「昔一度壊れて沈んだことがあり、それ以来止めた」とのことである。ろ過膜採取後、ウッドフォード（Woodford）の研究室に行き（写真6）、ろ過作業などをした。やはり室内での作業は楽であった。作業が終わり、地下鉄の駅まで送った。

でももう途中のバーガーキングで食事をした。そこでマークに上田での結果や昨年の結果を説明した。彼は目を輝かせて感心してくれた。

少し早いので国立絵画館を見学した。レンブラントやレオナルド・ダ・ビンチなどの絵を観賞した。娘は最初は案内書に書かれている日本で有名な絵を見たが、案内書で解説されている絵の解説は書いた人の主観で書かれていることに気づいた。自分で判断することの重要性に気づいたようである。重い荷物を担いでの見学であったが文句を言わずに楽しんだ。これで、今回の目的の8割りは終了したので私も少し安心した。宿に戻り、前回と同様にろ紙を乾燥させる処理をした。

29日（水曜）はユニバーシティ・カレッジのロージャー・ウットン（Roger Wotton）を訪ね、昨年の結果を見せて緩速ろ過処理における藻類と動物の関係の議論をした。1996年4月の国際シンポジウムでは小人数でさらに突っ込んだ緩速ろ過に関する議論をしようと思気統合した。30日（木曜）は再度アシュフォード・コモン浄水場で採水しようと考えていたが、24日の採取が良くできたので写真を撮り確かめることを中心にした。レイズバリー研究室でテムズ水道の水質などの分析データをもらった。

確かにリン酸態リン濃度や硝酸態窒素

写真6

テムズ水道のウッドフォード研究室（リー川、貯水池、浄水場をテーマにしている）



濃度が一年中高いことに驚いた（図4、5）。栄養塩の高濃度の原因について質問したら、下水処理廃水が主要因であるとのことである。そのため、貯水池が過栄養であり、貯水池を通過しても栄養が充分あり冬期でもろ過池で糸状珪藻メロシラが繁殖することができた。夏期はユスリカがメロシラを捕食するためにユスリカに捕食されない糸状緑藻クラドホラが繁殖することがわかった。このクラドホラについて本年9月に来るときに採取して良く調べたい。31日（金曜）は再度王立カレッジのグラハムを訪ね、日英共同の研究費申請のための打ち合わせをした。4月1日（土曜）はケンウッドの屋敷を見学した後、ロンドン橋まで行き、テムズ川を遊覧船でグリニッジ天文台



写真8 削り取り車=スマーリー= (アシュフォード・コン
ン浄水場)



写真9 旧式の削り取り車=ウィッカム=



写真10 カッパーミルズ浄水場で活躍しているウィッカムの
改良車



写真7 パブでのスナップ=英国人
の社交場になっている

まで下った。川幅の広さに感心した。次回はチームズ川下りもしようと思った。天文台では子午線0度をまたいで楽しんだ。帰国する2日(日曜)は親類のキース夫妻が郊外のパブに連れていってくれた(写真7)。ロンドンに到着したときは桜が咲き始めであったが、もう散りだした。水仙やチューリップも美しい季節であった。

帰路JALの機内ではオーム関連の雑誌記事を読みあさり、浦島太郎になった気分であった。

3 英国チームズ水道での機械 による汚泥削り取り

小島貞男博士(1984)が述べているように、チームズ水道では30年も前に既に機械により削り取り作業をしている。WHOの指針にも各種の機械による表層汚泥削り取り作業機械を紹介している。削り取り作業車は最初はキャタピラーを使用していたようであったが、現在は幅広タイヤを使用した作業車を使用

している。アシュフォード・コンン浄水場ではスマーリーと呼ばれる比較的大きな最新の作業車を使用していたが(写真8、9)、カッパーミルズ浄水場ではスィーパーと呼ばれる別のタイプの作業車などを使用していた(写真10、11)。現在はアシュフォード・コンン浄水場では全てのろ過池に後付けでコンクリート・スロープをつけ(写真12)作業車による作業によっていた。しかし、カッパーミルズ浄水場では削り取り機械の昇降には一部のろ過池では移動式鉄製のス



写真12 ろ過池のコンクリートスロープと砂運び
運搬車（アシュフォード・コモン浄水場）



写真11 削り取り車＝ボブキャットスウィーパー＝
（カッパーミルズ浄水場）

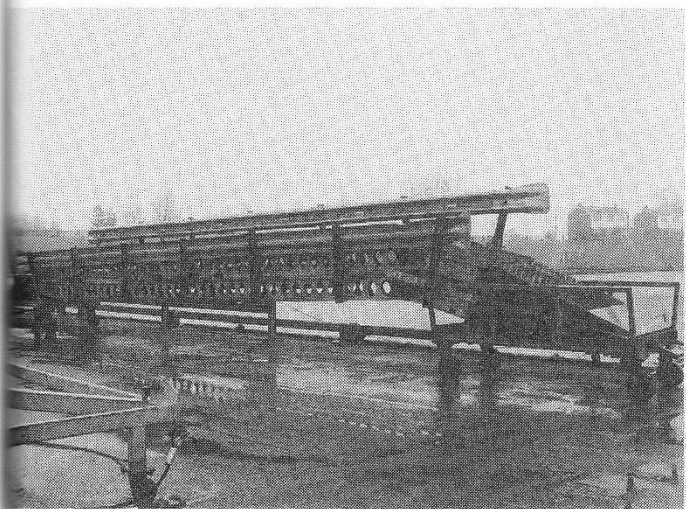


写真14 荷台に載せた移動式スロープ



写真13 使用中の移動式スロープ（カッパーミルズ
浄水場）

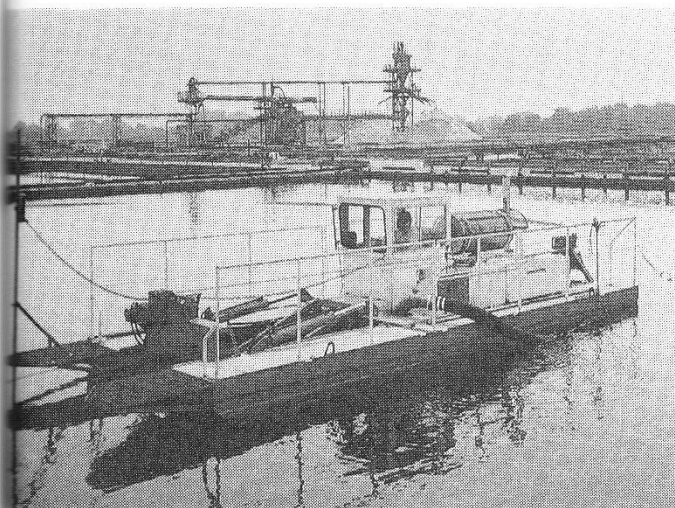


写真16 吸引式削り取り船



写真15 削り取り車
米国オレゴン州のコンバインを改造したも
のだという。3輪の幅広タイヤを持つ。

ロープを使用していた(写真13、14)。

また、昨年は米国の緩速ろ過池を見る機会があった。ここではコンバインの改良車(写真15)により削り取りをしていた。

チームズ水道では落水しないで水中掃除機をつけた作業船(suction dredger)をろ過池に浮かべての作業も行われていた(写真16、17、18)。チームズ水道の研究者によると落水しないでの作業の方がろ過を中止しないので効率が良いと行った。

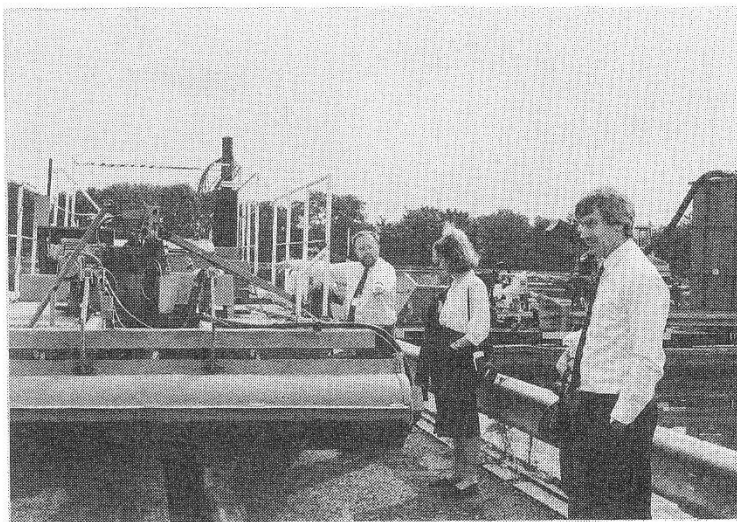


写真17 改良吸引式削り取り船



写真18 カッパーミルズで活躍していた大型の吸引削り取り船

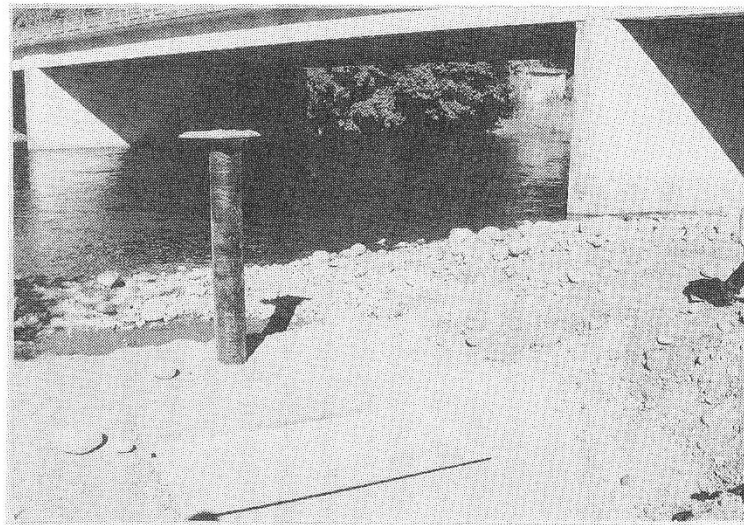


写真19 緩速ろ過池用の集水埋渠(米国オレゴン州の河川敷に建設中)

ていたが、アシュフォード・コモン浄水場では全て落水しての作業が一般的のようであった。

日本では砂層表面の汚泥の削り取りをほとんど人力に頼っているが何だか日本だけが取り残されているように思える。

4 緩速ろ過処理の普及の歴史

緩速ろ過処理の歴史について表1にまとめてみた。緩速砂ろ過処理は河川の伏

流水を即席に人工的に造る方法として英国スコットランドで1804年に開発され、濁り水がない清澄な良質の水道として評判になった。1807年にはグラスゴー市ではクライデ川の河川敷に集水埋渠を付設して良質の水道水を得ることをした。当時の英国は1774年にワットが蒸気機関を発明し、大規模の近代的な紡績工場が建設され、大量の良質の水が必要であった。この方式は1829年にロンドン市に、1850年代には欧州大

陸へ普及した。この時は、まだ病原菌まで除けていることは知られていなかった。1872(明治5)年には米国にも伝わったが、米国の大陸河川はBOD物質は少なく細かい無機懸濁物質が多いことがあり、緩速砂ろ過ではこの濁りのためにろ過閉塞しやすく普及しなかった。米国では1882(明治15)年に懸濁物質を凝集沈澱剤により除く急速ろ過処理が開発され評判になり普及していった。

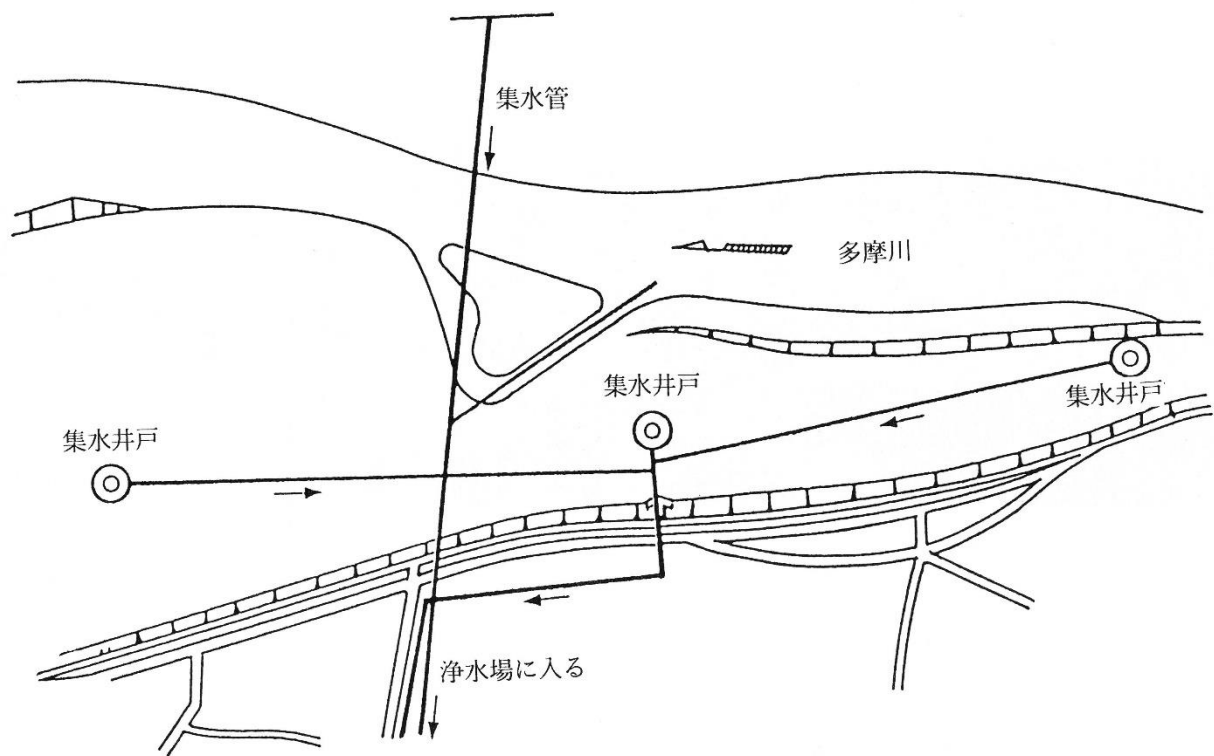


図6 東京都砒浄水場は多摩川の河川敷に付設した集水井と集水埋渠による河川伏流水を取水するので洪水時でも濁らない

1892 (明治25) 年ドイツのハンブルグで緩速砂ろ過をしない水道水を給水していた住民の間でコレラによる死者が多数だったが、同じ原水を緩速砂ろ過をし給水していた隣のアルトナ市ではほとんど死者がなかった。このことから病原菌も緩速砂ろ過により除去されていることが証明され欧州では緩速ろ過が信頼され普及していったことは有名な話である。一方米国では1898 (明治33) 年に塩素ガスによる消毒が開始され急速ろ過処理でも細菌学的に安全な水道水を造ることができ、急激に急速ろ過処理が普及した。日本でも戦後は米国の影響で塩素消毒が必須の急速ろ過処理が普及した。

ところが、1974 (昭和49) 年のミシシッピ川河口のニューオルリンズで癌と水道水中の発癌物質の関係が発表され、塩素処理により発癌物質トリハロメタンが生成することがわかり、大問題になった。それ以来、米国環境保護庁や米国道協会が研究を重ね、化学薬品を使わない生物処理の緩速ろ過処理が見直された。米国では1980年代になり生物処理の緩速ろ過処理による浄水場が続々と建設されている (中本1995c)。

日本では、この緩速ろ過処理について理解している人がほとんどいなくなってしまい、原水水質の悪化に対しては高度処理により対処しようとしている。その

ため生物活性炭などの高度処理の研究が盛んである。

5 生物処理の緩速ろ過処理は汚濁した原水に向いていた

原水水質が良い水から水道水を造るには急速ろ過処理でも緩速ろ過処理でも同じように良質の水道水を造ることができ。しかし、原水水質が悪い場合は急速ろ過処理だけでは緩速ろ過処理のような良質の水道水を得られないことがわかっている。生物処理の緩速ろ過処理は生物が必要な栄養があることが最低条件である。

生物処理の緩速ろ過は米国に伝わったが原水水質が良かったために、砂層表面で微小生物が活躍できず、砂層表面が土壌の団粒構造のようにならなかった。そのため流入してきた懸濁物質は砂層表面の空隙をすぐに埋めてしまいう過閉塞したのである。しかし、産業革命以降のヨーロッパの大都市の河川はもうすでに家庭から排出される下水などで水質汚濁は進行していた。この水を原生動物等が活躍できる速度 ($5\text{m}/\text{d}$; $20\text{cm}/\text{h}$) で砂ろ過したので、砂層表面に生物被膜ができ、懸濁物質は生物群集により捕捉され、溶存の有機物質も微生物により分解され良質の水が造られたのである。

緩速ろ過池の砂層の構造と機能は河川

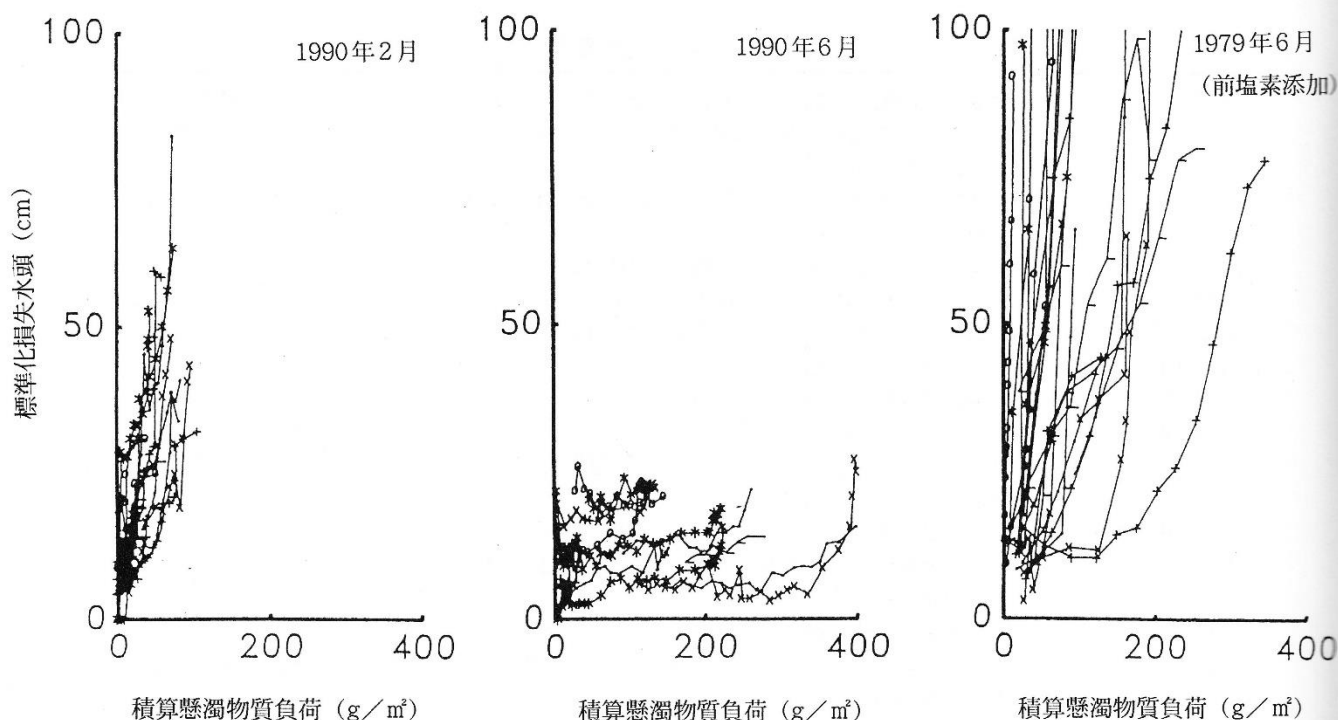


図7 上田市染屋浄水場における流入懸濁物質の単位面積当たり積算負荷量に対する標準化損失水頭（標準ろ過速度の4.8m/dでろ過した場合に換算した損失）で表したろ過抵抗の関係
(Sasaki and Nakamoto 1994)

河川表流水を取水している。冬期は流入栄養塩が少ないので糸状藻類繁殖しにくく、すぐろ過閉塞をするが、夏期は農耕地から肥料成分が河川に流入し栄養塩濃度が高くなるのでろ過池で糸状藻類が繁殖するのでろ過閉塞がしにくい。しかし前塩素添加処理をした1979年6月はろ過池で藻類繁殖がなくろ過閉塞しやすい。

の伏流水を人工的に造ることと同じであり、森林土壌の構造と機能に近似している。豊かな森林から流出する小川の水質は栄養も少なく、濁りもほとんどない。それは森林土壌中であらゆる生物群集が活躍しているからである。生物が利用できる物質を自然界の生物群集が上手に利用するのである。

このことに気がついたのは、上田市の浄水場で水源水質が悪くても生物が活躍できる条件がありさえすればろ過閉塞しないことを確かめたからである。またロンドンのテムズ水道の原水の悪さを実感したからでもある。日本で言われている原水が悪化したから生物処理の緩速ろ過処理が向かないとは一方向的な誤解であった。

大正から昭和初期に建設された東京都水道局の砧上および砧下の両浄水場の取水方式は多摩川の河川敷に集水管を埋設し洪水時でも懸濁物質が流入しないようにしている（図6）。この取水方式はグラスゴーで1807年に開発された集水埋渠方式と同じである。米国で見学した現在建設中の緩速ろ過処理の施設の取水方式は河川敷に集水管を付設していた（写真19）。このようにすれば、流入懸濁物質によりろ過閉塞はしない。また多摩川のように原水水質が悪い場合は、栄養塩が豊富であり、ろ過池の底で糸状藻類が繁殖する。底で藻類繁殖が盛んである

と光合成によってできた気泡により藻類被膜は水面に浮いてくる。この浮いてきた藻類被膜は自動的にスクラム排出用の越流口から流出する構造になっている。

しかし、藻類が繁殖することを悪いと誤解し、塩素により殺藻する目的で、急速ろ過処理と同様に前塩素処理やろ過池に塩素を添加する処理をしている浄水場が現在でもある。塩素添加処理をすれば砂層での微生物による浄化作用がなくなる。また、ろ過池の底に充分の光が到達しないようにろ過池を深くし藻類を繁殖させないようにしたり、アルミシートでろ過池を覆い藻を繁殖させないような試みをしている浄水場もある。

上田市でもろ過池で藻類を繁殖させないよう1970年代は前塩素処理をしていた。その後、トリハロメタン事件以降にこの処理を止めた。そのため、昔はろ過池で藻類繁殖はほとんど見られなかったが、最近の夏は糸状藻類の繁殖が著しくなり、ろ過閉塞しにくくなることがわかった（図7）。

ろ過池で藻類を繁殖させ栄養塩を取り除き、栄養塩の少ない清澄な河川上流の伏流水を生物の力で造ることに大きな意義があると思われる。日本では生物処理は生物を繁殖させることによる浄化であることについて現在でも誤解されている。藻類や微小生物が活躍できて初めて良質の水道水ができるのである。繁殖し

と光合成によってできた気泡により藻類被膜は水面に浮いてくる。この浮いてきた藻類被膜は自動的にスクラム排出用の越流口から流出する構造になっている。

しかし、藻類が繁殖することを悪いと誤解し、塩素により殺藻する目的で、急速ろ過処理と同様に前塩素処理やろ過池に塩素を添加する処理をしている浄水場が現在でもある。塩素添加処理をすれば砂層での微生物による浄化作用がなくなる。また、ろ過池の底に充分の光が到達しないようにろ過池を深くし藻類を繁殖させないようにしたり、アルミシートでろ過池を覆い藻を繁殖させないような試みをしている浄水場もある。

表1 緩速ろ過の歴史

1804	緩速砂ろ過開始（英国スコットランド、グラスゴー郊外ペイズリー）、（砂ろ過は河川の伏流水を人工的に造る原理の応用）濁りが無い清澄な水を洗濯、漂白屋が造った。余った水を売り、評判になる。
1807	グラスゴー市水道、クライデ川の河床に集水埋渠を使用（ジェームズ・ワットが水中継ぎ手を提供）
1829	ロンドンで緩速砂ろ過方式採用（清澄な水道）
1839	ロンドンの5水道会社が緩速ろ過処理採用
1852	ロンドン市は水道会社に「砂ろ過」を要請
1850年代	欧州大陸で緩速ろ過開始
1872（明治5）	米国最初の緩速ろ過（ニューヨーク）
1878（明治11）	コレラ大流行「飲料水注意法」
1882（明治15）	急速ろ過開発（米国ニュージャージー）、凝集沈澱剤により濁り除去（清澄な水道）、（当時は細菌学的安全性の知識はない）
1883（明治16）	神奈川県英人パーマーに横浜水道の調査設計依頼
1886（明治19）	コレラ全国に流行死者108,409人、腸チフス患者66,224人
1880－1900	病原菌発見の時代
1887（明治20）	横浜水道（緩速ろ過）完成
1892（明治25）	ドイツ、エルベ河下流ハンブルグでのコレラ患者とアルトナでの不流行（緩速ろ過により水系伝染病細菌も除去できるのを証明）
1898（明治31）	東京、緩速ろ過（淀橋浄水場－1965年まで、跡地は新都心の敷地に転換）
1910（明治33）	米国、塩素ガスによる消毒開始（消毒により細菌学的に安全に、急激に普及）
1912（明治45）	京都水道（急速ろ過）蹴上浄水場完成
1945（昭和20）	駐留軍の監視下、塩素消毒指示（塩素消毒の習慣、過度の信頼）
1962（昭和37）	多摩川下流玉川浄水場の給水地区の児童にカシンベック病と発表（腐植物質による幼児の骨の発育不全）
1968（昭和39）	東京オリンピック
1969（昭和44）	琵琶湖かび臭発生
1970（昭和45）	玉川浄水場取水停止
1972（昭和47）	ロッテルダム（ライン川下流）水道水にクロロフォルム含有発表
1974（昭和49）	米国ニューオルリンズ（癌と水道水中の発癌物質の関係発表、塩素処理とトリハロメタン生成）
1979（昭和54）	米国、トリハロメタン規制
1980年代	欧米で緩速ろ過の見直し、米国各地で緩速ろ過処理による浄水場建設中
1986	米国、環境保護庁、安全飲料水法
1988.11.23－25.	ロンドン、緩速ろ過処理に関する第1回国際会議
1989	米国、表流水処理規制
1991.10.27－30.	米国、緩速ろ過処理の第2回国際会議
1992.2.	米水道協会雑誌、緩速ろ過再認識を特集。
1994.9.26－27.	米水道協会、緩速ろ過研修会
1996.4.22－24.	ロンドン、第3回国際緩速ろ過会議

た藻をロンドンでは肥料にしているが、日本でも肥料や魚介類の養殖用の飼料として販路があるので越流した藻を捕集し有効利用したい。

米国では原水水质が悪くなり、トリハロメタン騒ぎ以降最新技術の見直しが進み、生物処理に再度注目しこのことに気がついたようである。しかし、欧米では私が主張しているろ過池での糸状藻類の連続培養による栄養物質除去、懸濁物質除去、酸素生産により従属栄養微小生物活動の補助という機能までは気がついていなかった。筆者はこの藻類について自動除去者（automatic eliminator）と称したが、米水道協会の小規模水道主任のツル・ディー・レイ（Trude Lay）は自動浄化者（automatic purifier）と修正してくれた。

6 助成金について

緩速ろ過処理を研究するとしても本場ロンドンの浄水場を自分の目で確かめたい。1991年8月に国際水学会がスペインで開催される機会に、チームズ水道の研究者に連絡をとり視察をした（中本1993）。その後どうしても自分の手でチームズ水道の緩速ろ過処理による浄水場を調べたいとなり、英国政府科学部へ助成金を申請し、昨年1994年10月にチームズ水道のアシュ

フォード・コモン浄水場の緩速ろ過池の藻類被膜を予備的に調べることができた(中本1995)。この時、長野県上田市での緩速ろ過池での糸状珪藻メロシラの役割などを説明したところ、ロンドンでは春先の2・3月に上田と同じようにメロシラの藻類被膜が著しいことを教えてくれた。そこで、3月にどうしても再度確かめたいと思い、王立カレッジのグラハムと相談し、ロンドンに本部があるグレイト・ブリテン・ササカワ(GBS)財団に助成金を申請したところ、幸いにも援助を得ることができた。

昨年の英国政府の助成金は英国大使館から直接に私の銀行口座へ送金されてきた。この助成金額の算出基準は廉価な飛行機代で廉価なホテルに滞在することが基本で最少の実費のみで保険は自費で負担することであった。昨年の初夏に英国政府の助成金で来日した英国の研究者にどの飛行機会社を利用して来たかたずねたら、英国政府は最低料金の飛行機を利用しなさいとのことで、彼は片道35時間の飛行時間を掛けて来日した。

今回補助をしてくれたGBS財団は笹川良一氏が日英間の文化交流のために英国にお金を寄付したもので、ロンドンに本部がある。この財団の東京事務所を通じて助成金を申請したが、東京事務所の予備審査の段階では助成してくれるかどうかあやしいことであった。それで

も書類はロンドンに送られ〇が着いて戻ってきたのでこの調査が実現した。

GBS財団の助成金は日英の文化交流のための資金で、若者に英国の文化を肌で感じてもらいたい主旨もあった。そこで、この助成金を筆者の研究室員が中心の緩速ろ過研究会の仲間が英国に行き文化交流をするための旅費を援助するために使わせてもらうことにした。この助成金は、申請したプロジェクトの旅費費用の全額を負担するものでなく、全費用の一部を負担し、残りは自費や他の資金で補填して支出をしなさいとのことであった。援助や助成とは、プロジェクトの全額を賄うものでなく一部を補助するものであるということも勉強させられた。それでも補助金がもらえ、英国へ行けるのはうれしかった。

この3月は研究室では緩速ろ過池へ栄養塩を添加し、生物活性を高める実験をする計画があり、皆が忙しかった。研究室の学生等にロンドン行きの声をかけたが一部補助ではまだ肌寒い春先ではと希望がなかった。私としては調査するとき手伝いが欲しかったので、筆者の娘2人を連れて行くようにした。飛行機代が高いJALしか切符が取れず、3月22日から4月3日までの13日間の英国行きになった。GBS財団の助成金を受け今回も1994年10月と同様に実り多い旅行ができた。また、このGBS財団の助成

金により9月末にも6名が10日間、ロンドンへ行き、チームズ水道の緩速ろ過池の調査とチームズ川を逆登って河川水質の過栄養の原因を探る予定である。

最後に欧米では生物処理の緩速ろ過処理に熱い目が向けられ出した。米国水道協会のレイ主任が「人は新しい技術が好きだが、古くても現代でも通用する技術がある。それは緩速ろ過だ。」と言っていた。自然界での生物現象を利用した緩速ろ過処理を日本でも再評価したい。

参考文献

- Huisman & Wood 1974 : Slow Sand Filtration, WHO Geneva
- 海賀信好 (1995) : テームズウォーターにおける21世紀への戦略、水道協会雑誌64(4) : 22-32
- 小島貞男 (1984) : おいしい水の探求、日本放送協会
- 中本信忠 (1993) : 緩速ろ過のメカを訪ねて、水35(1) : 56-58
- 中本信忠 (1995a) : 生物処理の緩速ろ過処理について、水37(3) : 20-29
- 中本信忠 (1995b) : テームズ水道緩速ろ過池見聞記、水37(8) : 23-30
- 中本信忠 (1995c) : アメリカ水道界の緩速ろ過処理に対する再評価、水道協会雑誌64(5) : 18-22