

日本水道新聞社の月刊雑誌：

水道公論 60 (9) : 68-79, 2024 年 9 月号

雑誌の印刷は白黒。写真を元のカラーへ、追記もした。

生物屋の緩速ろ過池研究

その36 名古屋市は緩速ろ過で世界へ

信州大学名誉教授 中本 信忠

病原菌が除ける英国式の緩速ろ過は日本にも広まった。

1 日本の近代水道の普及は 英国人の指導で行われた

幕末から明治にかけて、コレラなどの伝染病が流行した。外国との港町横浜に病原菌が除けるといふ評判の英国式緩速ろ過を導入するために、神奈川県知事は英国人技師パーマー（Henry Spencer Palmer）を顧問に迎え、1887（明治20）年10月17日に日本初の近代水道として給水を開始した。パーマーは日本の近代水道、公衆衛生や消火技術の向上など、都市の発展に大きく貢献した。

また明治政府はお雇い外国人技師として英国人技師（上下水道技術者、写真家）バルトン（William Kinnimond Burton）（1856年5月11日スコットランド・エジンバラ生まれ）を招聘した。

横浜に水道が完成した1887（明治20）年5月26日バルトン（当時31歳）は来日し、明治政府の内務省衛生局のただ一人の顧問技師として東京市の上下水道取調主任および帝国大学工科大学（のちの東京大学工学部）衛生工学講座の初代教授として何人もの上下水

道技師を育てた。

バルトンは1899（明治32）年8月5日43歳の若さで亡くなった。バルトンの命日には毎年、多数の上下水道関係者が東京青山墓地のバルトン碑に墓参している。また2009（平成21）年9月にはスコットランドのエジンバラのナピア大学に記念碑を建立した。その記念碑については日本水循環文化研究協会（日本下水文化研究会法人化20周年記念誌所収）「W・K・バルトンの来日」1. W・K・バルトンの来日 2. バルトン先生が築いた業績 3. バルトン記念事業 2009年9月ナピア大学記念碑訪問 <https://npo-jade.com/wp-content/uploads/2022/09/%E3%83%90%E3%83%A8%E3%83%88%E3%83%B3.pdf> あるので参考になる。私も建立した翌年2010（平成22）年5月に訪問した（図1）。

バルトンは1894（明治27）年、ロンドンの出版社から「The



図1 エジンバラのバルトン碑

日本水循環文化研究協会（日本下水文化研究会法人化20周年記念誌所収）「W・K・バルトンの来日」1. W・K・バルトンの来日 2. バルトン先生が築いた業績 3. バルトン記念事業 2009年9月ナピア大学記念碑訪問 <https://npo-jade.com/wp-content/uploads/2022/09/%E3%83%90%E3%83%A8%E3%83%88%E3%83%B3.pdf> スコットランド、エジンバラ、ナピア大学記念碑 中本訪問 2010年5月

都市への給水
W・K・バルトンの研究
平山・金出 訳 2015年
中央公論美術出版

<https://iiif.wellcomecollection.org/pdf/b20392953>

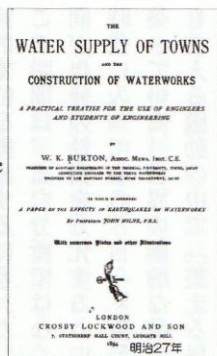


図2 都市への給水1894

Water Supply of Towns and the Construction of Waterworks』都市への給水—水道施設の建設』を出版した。日本で亡くなる5年前で38歳の時であった。この本は日本各地での水道施設の建設に助言をした経験を元に、帝国大学教授として教育的な視点で書かれてある。この本には東京市を始め浄水施設に関連する図面が多数あり現在でも参考になりネットで見ることができる（図2）。2015（平成27）年に日本語訳本が出版され、解説も追記されている。

広島市の水道は1945（昭和20）年8月6日の原子爆弾投下による壊滅的な被害を受けた際にも断水しなかったのが有名である。この広島市の水道もバルトンが指

日本の近代水道はスコットランド人のバルトンの教えによった。

バルトンは、日本の経験の多くを取り入れた『都市の水道』をロンドンで出版。現在はネットでみることができる。日本語訳本も出版されている。

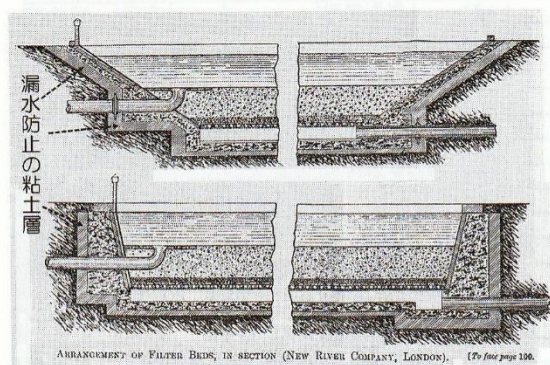
名古屋もバルトンの助言で基本設計を行った

2 名古屋市水道もバルトン
が助言した

犬山取水場
木曾川
大正3(1914)年
昭和44(1969)年
春日井浄水場
入鹿池 1632完成、日本で2番目の大きさの農業用溜池
明治26(1893)年
鳥居松沈殿池
増圧ポンプ所
配水池
名古屋駅
名古屋城
鍋屋上野浄水場
大正3(1914)年給水開始
配水池
増圧ポンプ所
配水池
増圧ポンプ所
配水池
増圧ポンプ所

3 水道需要が高まり浄水場の拡張

鍋屋上野浄水場は1914（大正3）年に完成した当時は2879平方メートルの過面積のろ過池が8池であった。そのろ過池は、斜め壁のろ過池であった。日本各地の戦前に建設した緩速ろ過の浄水場のろ過池の壁は斜めがほとんどであった。それはバルトンの本『都市への給水』に掲載しているろ過池を見習ったものと思われる（図



5)。
名古屋市は水道需要が多くなり
1928(昭和3)年に東側にろ
過池を6池増設した(図6)。狭い
敷地を有効活用したためか、増設
したろ過池の壁は垂直壁で、ろ過
池とろ過池の間隔も狭かった。
ろ過池は砂面の削り取り作業時
には砂面上の水を抜く必要があつ
た。その際、隣の満水のろ過池か
らの圧力があり、垂直のろ過池の
コンクリート垂直壁には亀裂が入
り漏水していた。またろ過池のコ
ンクリート垂直壁には温度変化で

最初に建設されたのは、斜め壁（左側）、右側に増設したのは、面積効率が良いように垂直壁であった。

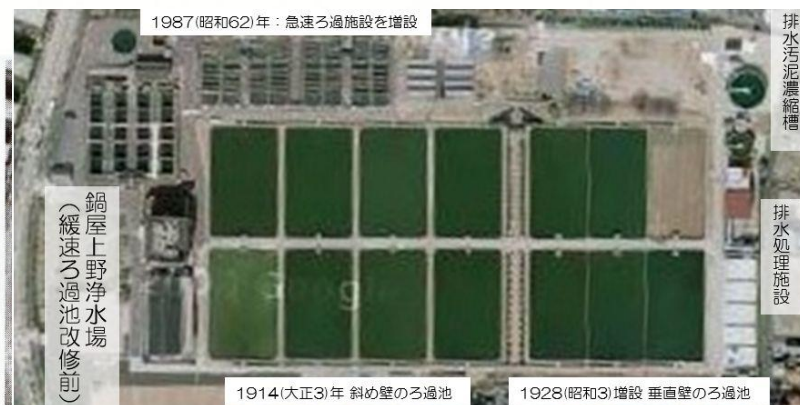


図6 増設した鍋屋上野浄水場

の伸縮を吸収するためのゴムの収材（パッキン）があるが、その場所からも漏水があった（図7）。またろ過池で繁殖した藻が水面に浮上しスカムが風下に集積し排出されにくいので困っていた。

私は名古屋市の戦前の京都山科浄水場に設置してある越流管は30センチ上下可動できたのを知らせた（図8）。その後、越流管を20センチ

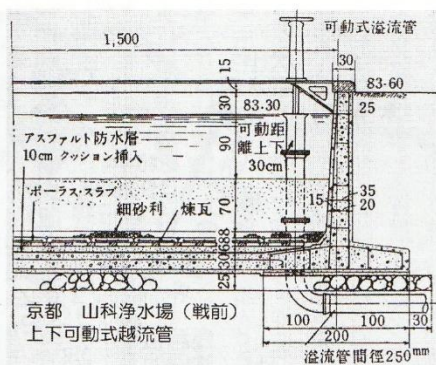


図8 上下可動式越流管

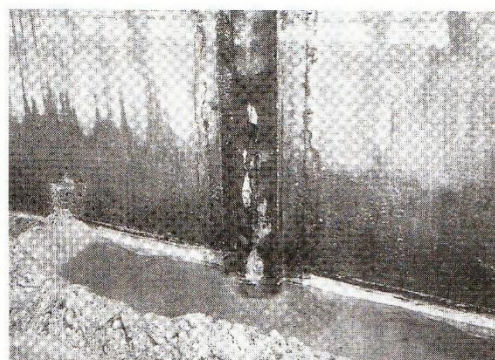


図7 垂直壁は漏水しやすい

垂直壁は、亀裂や漏水がしやすかった。

上下可動できるように改良した（図9）。

名古屋水道100年の機会に2010（平成22）年度から20



図9 改良した越流管

上下可動式の越流管にした。

14（平成26）年度の鍋屋上野浄水場の緩速ろ過池更新工事を行い（図10）、ろ過池の長さ70メートル、面積3500平方メートルで、砂層90センチ、砂利層35センチのろ過池を12池にした。ろ過池の隅は丸くし隅に浮上したスカムが集積しにくい構造にした。また上下可動式の越流管をろ過池の4隅に設置した（図11）。さらに漏水対策で創設当時のろ過池の様に斜め壁にした（図12）。創設当時のろ過池の底面と側面の下には漏水防止のために厚い粘土層があり、その上がコンクリートブロックだった。



図11 改良した越流管

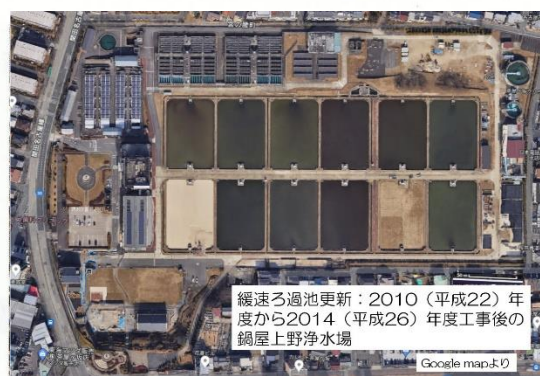


図10 現在の鍋屋上野浄水場

創設した当時のろ過速度は1日に10尺（3メートル）であった。英国式の緩速ろ過のろ過速度は1日に4・8メートルが普通だったが、更新後のろ過速度は1日に4メートルであった。また鍋屋上野浄水場の周囲の空

戦前の京都山科浄水場には、越流管が上下可動式だった。

水道100年の機会に、今後100年も使えるようにと全ての緩速ろ過池を作り直した。越流管も改良した。

ろ過池の壁も改良した。

き地には増大する水道需要に対処するために急速ろ過施設を1987(昭和62)年に増設した。パンフレットによると緩速ろ過では1日14万立方メートル、急速ろ過では15万立方メートルである。

名古屋市西部に給水するために一宮市朝日で木曽川の表流水を取

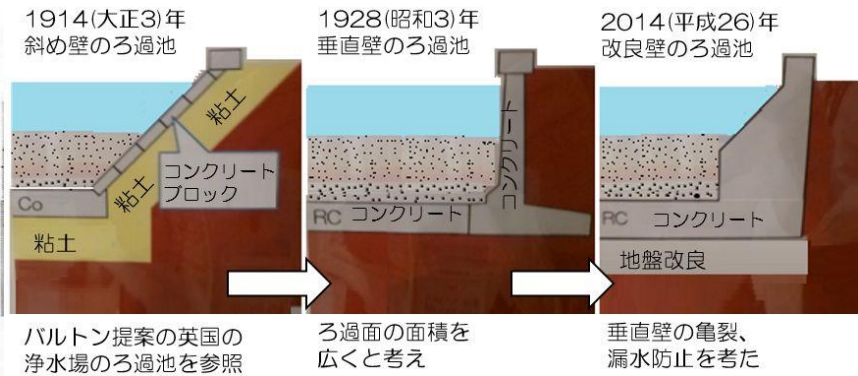


図12 ろ過池壁の変遷

1923(大正12)年の上水道統計を見ると都市の水道はほとんどが緩速ろ過で濁り水対策では、自然沈殿であった。最後に塩素殺菌処理をしていたのは大都会だけであった(図13)。また緩速ろ過のろ過速度は1日10尺(3メートル)が多かった。

第二次世界大戦後、日本は進駐

4 戦後、進駐軍の監視で塩素殺菌が義務づけられ、アメリカの最新技術の急速ろ過を導入

京都市の蹴上浄水場ではアメリカ式の急速ろ過処理を1912(明治45)年に日本で初めて完成させた。

水し名古屋市西部に隣接する愛知県海部郡大治町に急速ろ過処理の大治浄水場を建設し、1946(昭和21)年3月から給水開始した。現在の給水能力は1日54万4000立方メートルである。

また犬山取水から鳥居松沈殿池の間の春日井市に急速ろ過処理の春日井浄水場が1969(昭和44)年に完成し、現在は給水能力59万立方メートルである(図4、参照)。

水源及び浄水法並水質試験表(日本水道史より抜粋)

大正12年12月発行上水道統計及報告書

水 源					
浄 水 法					
名称	水源	沈澱法	ろ過法	濾過速度 (尺/日)	滅菌法
東京市	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	塩素
京都市	湖水	薬物沈澱	緩速濾過	20.0	塩素
大阪市	河水	自然沈澱	緩速濾過一部急速	12.0/400	塩素
神戸市	溪流	自然沈澱	緩速濾過一部急速	8.0/390	
横浜市	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	
名古屋市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
函館市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
小樽市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
渋谷町	伏流水	—	緩速濾過	15.0	
峰山町	溪流	—	緩速濾過	—	
堺市	河水伏流水及び井	自然沈澱一部薬物	緩速濾過一部急速	10.0/400	
横須賀市	河水地下水	—	—	—	
川崎市	河水伏流水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	
尼崎市	伏流水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	
長崎市	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	
新潟市	河水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	
高崎市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
宇都宮市	河水	自然沈澱	緩速濾過	13.0	
奈良市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
甲府市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
長野市	溪流	—	緩速濾過	12.0	
上田市	伏流水	—	緩速濾過	12.0	

水 源					
浄 水 法					
名称	水源	沈澱法	ろ過法	濾過速度 (尺/日)	滅菌法
上諏訪町	湧水	—	—	—	
松本市	地下水	—	—	—	
仙台市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
塩釜町	湧水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	
郡山市	河水池水伏流水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
平町	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
青森市	河水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	
山形市	伏流水	—	—	—	
秋田市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
鳥取市	溪流	—	緩速濾過	10.0	
松江市	河水	—	緩速濾過	10.0	
岡山市	河水	—	緩速濾過	12.0	
広島市	河水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	
下関市	溪流	—	緩速濾過	10.0	
高松市	伏流水	—	緩速濾過	15.0	
福岡市	溪流	—	緩速濾過	10.0	
大牟田市	井	—	キャンデー式急速ろ過	—	
門司市	溪流	—	緩速濾過	12.0	
小倉市	溪流	—	緩速濾過	10.0	
若松市	河水	—	緩速濾過	8.0	
別府市	溪流	—	緩速濾過	8.0	
佐賀市	井	—	キャンデー式急速ろ過	—	
鹿児島市	湧水	—	—	—	
玉川水道	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	塩素

図13 戦前の主な浄水場

大正12年当時、ほとんどの浄水場は緩速ろ過だった。

ろ過水への塩素殺菌は大都会だけだった。

当時のろ過速度は、1日に10尺(約3m)だった。
緩速ろ過は遅い方が良く考えていた。

水道水への塩素殺菌は、戦後、アメリカ軍の強制で行われた。



図14 戦後米軍の監視で塩素殺菌

世界の水道関係者が水道水への塩素殺菌、化学薬品処理に対し疑問をもちだしたのは1962（昭和37）年に出版されたレーチェル・カーソンの『沈黙の春』である（図15）。人間には安全と思っていた殺虫剤、除草剤が生物濃縮で想定外の生物にまで影響を及ぼしているのを警告した。有機塩素化合物が問題であった。世界保健機構（World Health Organization : W

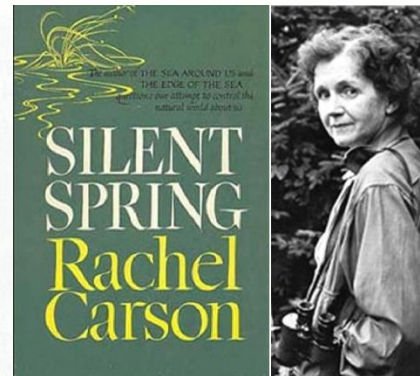


図15 沈黙の春

塩素添加、薬剤添加で発癌物質トリハロメタンの生成を指摘された。

戦後の日本は、アメリカの濁り対策での化学薬品処理の急速ろ過が最新技術で良いと思ひ、盛んに導入してきた。急速ろ過池の逆洗行程で濁質が通過する問題があった。また化学薬品処理、塩素添加での発癌物質の生成、凝集剤の開発、死んだ藻から異臭味を生じるという問題もあった。そこで化学

H₂O）は1974（昭和49）年に化学薬品を使わない安全な浄化処理として『緩速ろ過指針』を出版した（図16）。同じ年の1974（昭和49）年にはアメリカのロバート・ハリスらが消費者報告として化学薬品処理の急速ろ過、塩素殺菌で、発癌物質を生成する危険性を指摘した（図17）。

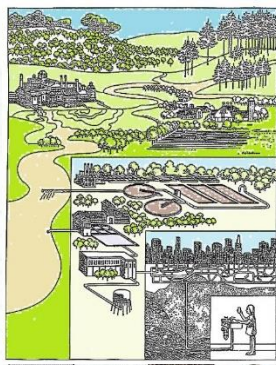


図17 飲み水は安全か

IS THE WATER SAFE TO DRINK?
飲み水は安全か
ハリス 消費者報告
1974年6月
 $\text{Cl}-\text{C}-\text{H}$
有機物と塩素添加で発癌物質生成の危険性指摘。

Huisman & Wood 1974
緩速ろ過指針 WHO
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38974/9241540370.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

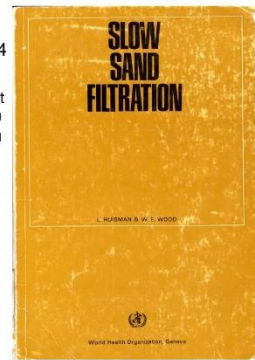


図16 緩速ろ過指針1974

薬剤の開発、沈殿処理の改良を常にしてきた（図18）。急速ろ過処理は最後の急速ろ過池が目詰まりするので逆洗行程が

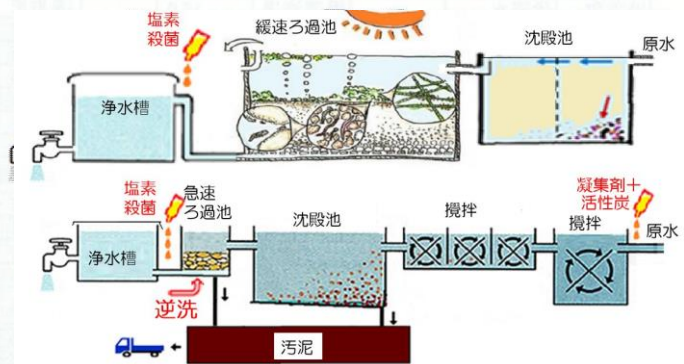


図18 緩速と急速

あり、どうしても濁りが通過するので最後に塩素で殺菌が必須であった。日本の浄水濁度基準は2度で、多少濁りが通過しても塩素殺菌するので安全と考えていた。しかし1993（平成5）年のアメリカでの塩素でも殺すことができなかったクリプト原虫による40万人という大規模集団下痢事故があり、その後、日本でも埼玉県越生町でのクリプト原虫による集

「沈黙の春」で殺虫剤、除草剤の危険性を指摘された。

薬を使わない緩速ろ過指針がWHOから出版。

緩速ろ過は生物群集による浄化であった。

基準は、誰が提案し決めるのかな。

急速ろ過の水と緩速ろ過の水、基準の濁度は急速ろ過に合わせているとしか思えない。



図19 浄化処理と濁度

団下痢事故が1996(平成8)年6月にあった。これらの事故は急速ろ過処理での事故であった。そこで日本の水道水の浄水濁度基準2度であったが、厚労省は急速、1998(平成10)年「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」を策定した。ろ過池またはろ過膜の出口の濁度を0・1度以下に維持することが可能なる過設備(急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過等)を整備すること。その後、厚労省は2000年(平成12)年に制定した「水道施設の技術的基準を定める省令」で「ろ過水濁度を0・1度以下を維持すること」を規定している。

0・1度以下を維持すること」を通過した(図19)。その結果、各地の浄水場にも精密濁度計が導入された。上田市の染屋浄水場のろ過水濁度は常に0・000度で、スーパークリーンの水である。

現在の日本では水道水の消毒は水道法第22条に基づく水道法施行規則(厚生労働省令)により「給水栓(俗に言う蛇口)における水が、遊離残留塩素を0・1ミリグラム/リットル(結合残留塩素の場合は0・4ミリグラム/リットル)以上保持するように塩素消毒をすること」と規定されている。

緩速ろ過の水はスーパークリーン

緩速ろ過処理は汚染された都会の河川水を浄化するには無理で、地方の汚染されていない水に向いていると言われてきた。しかし緩速ろ過処理が開発された2000年前のロンドンのテムズ河は1832年の風刺画に描かれているように下水で汚染された水だった(図20)。この水でも病原菌が除けた安全な水にすることができた。

化学薬品を添加することで発癌物質が生成することがわかり、世界中で化学薬品を使わない安全な浄化処理の緩速ろ過が見直されだした。

緩速ろ過処理は汚染された都会の河川水を浄化するには無理で、地方の汚染されていない水に向いていると言われてきた。しかし緩速ろ過処理が開発された2000年前のロンドンのテムズ河は1832年の風刺画に描かれているように下水で汚染された水だった(図20)。この水でも病原菌が除けた安全な水にすることができた。

化学薬品を添加することで発癌物質が生成することがわかり、世界中で化学薬品を使わない安全な浄化処理の緩速ろ過が見直されだした。

近年はロンドンのレストランではピッチャーに入れた水道水を出してくれる(図23)。テムズ水道で

私は「戦前の緩速ろ過の水では塩素を入れないで問題が無かった。この残留塩素の規定は急速ろ過処理の水から病原菌が検出されないための処置」と思っている。

なお、現在の水道法で一般細菌の水質基準値は「1ミリリットル中に100個以下であること」とされている。無菌である必要がない。この基準は世界保健機構WHOの基準と同じで、無菌にする必要がない。

5 都合で決めた基準でなく、生物の本来の感性を信用したい



図20 産業革命時代のテムズ河

下水で汚れた河川水を人工的に河原での湧水をつくった。それを緩速ろ過 Slow Sand Filter と言った。生物群集の活躍で浄化していたとは思っていなかった。

殺菌のための塩素で、金魚は死ぬのに、安全と言う。
おかしいと思わないのかな。



図21 金魚が死ぬ水



図22 おいしい水道水

は、ろ過水に殺菌のために塩素を添加するが蛇口で塩素を検出しないうようにしているの、市民は蛇口からの水道水を直接に飲む人が多くなってきた。

日本では水道水は飲む水という事になっているが、蛇口からの水道水を飲む人が少なくなり、スーパーからペットボトル入り天然水やお茶を買って飲むのが一般

寒い地域では、冬、ろ過池水面が凍結するので、ろ過池を覆っていた。

的になってしまった。

6 水道局が上下水道局になり生物処理の緩速ろ過の理解が深まる



図23 ロンドンのレストランで水道水が

欧米や日本でも、冬季に厳寒になる地域では、緩速ろ過池の砂面の削り取り作業が大変なので、ろ過池の凍結防止のため覆い緩速ろ過池がある(図24・25)。覆い緩速ろ過池では日射が当たらないので藻が繁殖できず、砂層表面での生物群集の活躍は目立なかった。それでも安全な水を供給されていた。その結果、緩速ろ過処理は細かな砂での機械的な篩いる過が主と思われ、生物群集の活躍が浄化の鍵

とは思われにくかった。戦後の高度成長期以降は急速ろ



図25 小樽市の覆い緩速ろ過池

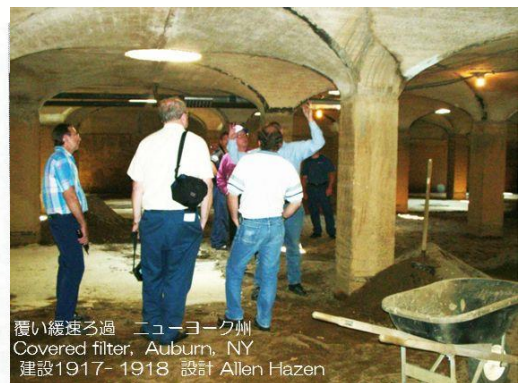


図24 ニューヨークの覆い緩速ろ過池



図26 下水で汚れた水

過の導入が盛んであった。水道の浄水処理を研究する技術者は生物屋でなく化学屋が主になり水道局職員の中に生物現象を理解しようとする人がいなくなった。産業革命時代のテムズ河は下水で汚れ1923年の風刺画に描かれているようにグロテスクな生物がいてモンスターズと言われた(図26)。下水を河川にそのまま放流していたが自然ときれいになり、下水も生物群集が分解する事を理解するようになった。

名古屋市は1912(大正元年)

英国ではレストランでピッチャの水道水をだしてくれた。

顕微鏡でみないとわからない、生物が活躍していた。

生物が嫌がる薬で、生物が活躍できない。生物が反応する物質がろ過池を通過するので、濁りが除けるが溶けている物質は、通過する。

緩速ろ過は生物群集の活躍による浄化。

11月15日に下水道の供用を開始した。1930（昭和5）年10月に「堀留下水処理場」が運転開始をした。下水に空気を吹き込み、微生物群集の活躍で水の汚れを分解する「標準活性汚泥法」を日本で初めて導入した。下水処理を担当していた職員は生物群集が上手に活躍できるように常に考えていた。

下水処理に関わる経費は、下水道の使用水量を基に住民から徴収した。上下水道に関わる経費が大きくなり、上水道と下水道を一緒にしたらという動きがでてきた。

名古屋市は2000（平成12）年に水道局と下水道局が統合し上下水道局として発足した。

生物群集による下水の浄化を考えていた職員が生物処理と言われる緩速ろ過も担当するようになった。緩速ろ過は生物群集の働きによる浄化とも言われていたので、その仕組みを理解しようとした。

下水処理を担当していた職員は緩速ろ過池で活躍する生物について考え、薬剤と生物について考えだした（図27）。上水道と下水道と一緒にになり、緩速ろ過が生物処理であるとの理解が進んだ。

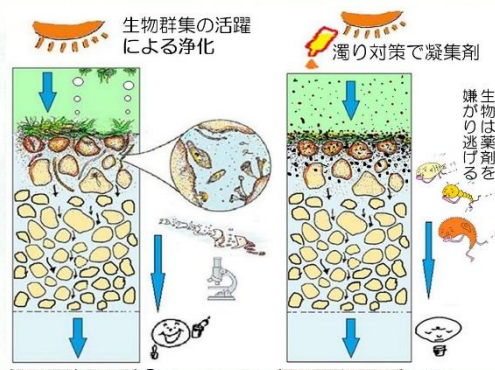


図27 生物群集の活躍による浄化

7 都市の発展は水道整備、名古屋市のノウハウをスリランカから世界へ

名古屋市の鍋屋上野浄水場は1914（大正3）年から緩速ろ過処理で水道水をつくっていた。

名古屋水道局から下水道局が発足した1971（昭和46）年に山田雅雄さんは名古屋下水道局へ入所し処理場・ポンプ場の設計、雨水対策や合流式下水道の改善などで活躍した。日本下水道事業団へも出向し、下水道の高度処理法の発展に寄与した。また名古屋市の

のまちづくり指針「名古屋新世紀計画2010」に寄与した。

名古屋市は2000（平成12）年に水道局と下水道局が統合し上下水道局として再編成した。山田さんは2003（平成15）年に、上下水道局長に就任した。水道、下水道の両面から木曽川上流域から伊勢湾に至る流域の全体を見渡した「水の総合的管理」を推進した。その後、2007（平成19）年4月名古屋市副市長に就任した。水源から伊勢湾まで流域全体での幅広い交流に尽力した。山田さんは都市の発展に上下水の整備が必須と考えていた。

山田さんは名古屋市の水道の発展のノウハウを海外へ技術移転を考えた。2009（平成21）年6月に「水のいのちとものづくり中部フォーラム」（略称：中部フォーラム）を発足させた（図28）。中部地域の産・学官が連携し、異業種の企業同士が地域に根ざした水技術や経験を活かし、世界的な水問題の解決と水ビジネス展開および国際貢献につなげることを目的とした。

一方、名古屋出身の山村専房



図28 産官学で中部フォーラム

さんは1976（昭和51）年に厚生省に入省し英国ロンドン大インペリアル・カレッジに留学し世界の水道について学んだ。その後、国際協力機構（JICA）専門家などで水道および環境行政にも従事した。厚生省は2001（平成13）年に厚生労働省になり山村さんは水道課長を3年間務め2008（平成20）年8月に退官した。山村さんは「これからは水と環境の時代」

名古屋、中部地区で、「水のいのちとものづくり」と産官学を共同する団体が設立した。

名古屋は、緩速ろ過で世界へ貢献しよう動きだした。それなら、まず初めに、スリランカ・コロンボだと考えた。

Points of NAGOYA WATER Project Background of the Project	
名古屋の水プロジェクトの背景	
May 2011	Japanese Study Team sponsored by JICA was organized through the technical cooperation of Nagoya City Waterworks & Sewerage Bureau. MOU on the feasibility study was exchanged between Japanese Study Team and NWSDB Start of feasibility study in Sri Lanka
2011 - 2012	Study Team conducted feasibility study with assistance of Ministry and NWSDB
April 2012	Study Team submitted the proposal to NWSDB for water supply in unserved 3 area in Sri Lanka
JICA支援での名古屋市上下水道局とスリランカ上下水道公社との水供給予備調査	

図29 JICA支援のスリランカ上下水道局との予備調査

と、W&E (Water & Environment 水と環境) 研究所をつくり活動を始めた。そこで山田さんは山村さんに声をかけた。

「中部フォーラム」の豊田通商(株)と名古屋市上下水道局はスリランカ民主社会主義共和国における3年間の「協力準備調査 (BOP (Bottom of the Pyramid))」をJICAに申請し採択内示を2011 (平成23) 年1月に受けた。そこでスリランカ国家上下水道公社 (NWSDB: National Water Supply and Drainage Board) と同年5月から協議をした (図29)。

山田さんは2011 (平成23) 年3月に名古屋市を定年退職し、

同年9月から中部大学客員教授として活躍するようになった。

スリランカ・コロンボは1951 (昭和26) 年1月にイギリス連邦外相会議が開かれ場所であった。その会議で開発途上国援助のために「技術協力でアジア太平洋地域諸国の経済・社会開発を促進し、その生活水準を向上させる」ことが提案された。翌年から「アジア及び太平洋の経済社会開発のためのコロンボ・プラン」として活動を始めた。事務局はスリランカ・コロンボにあった。

当初イギリス連邦のみを加盟国としていたが、その後、各国も加わり加盟国は増加した。日本も1954 (昭和29) 年に加盟国として参加した。

日本は1962 (昭和37) 年に海外技術協力事業団 (OTCA: Overseas Technical Cooperation Agency) が発足し海外からの研修員の受け入れ、専門家の派遣という政府ベースの技術協力を開始した。これが日本のODA Official Development Assistance (政府開発援助) の始まりで、OTCAは1974 (昭和49) 年にJICA (国

際協力事業団 Japan International Cooperation Agency) になり、2003 (平成15) 年には独立行政法人の国際協力機構になった。

国際的なセンスがある山田さんは、まずスリランカと考えたと思われる。山田さんは2013 (平成25) 年10月に一般社団法人「名古屋環未来研究所」を設立し山田さんは代表理事になった (図30)。



図30 名古屋環未来研究所

8 スリランカ・コロンボで緩速ろ過の勉強会

2011 (平成23) 年10月25日にスリランカ上下水道公社との最

新の緩速ろ過に関する勉強会をJICA (国際協力機構) からの資金を得てコロンボ・ヒルトンで開催することになった。この活動をジェトロ (日本貿易振興機構)、JICAスリランカも協力した。

アジア・アフリカへの空調、給排水などを手掛けている(株)新日本空調の拠点がスリランカ・コロンボにあった。丸山和秀さんはこの会社の技術者で長い間、海外を担当し、コロンボ支店の支店長であった。

JICA無償資金協力でスリランカの国立病院の改修で水道施設の更新もあった。私はスリランカの人だけでも維持管理できるようにと考え、濁り対策での最新の上向流粗ろ過を導入した緩速ろ過施設 (図31) を勧め、2000 (平成12) 年に完成させるのに協力した。熱帯河川の細かな濁りを手動のバルブ操作だけで除く仕組みである (図32)。なお完成して10年後に、この浄化施設がどうなっているかを確かめに行ったところ、病院長は「何も問題なく稼働している」と言ってくれた。

スリランカでは新日本空調のコ

名古屋環未来研究所を設立した。

発展途上国の発展に貢献しよう英連邦会議がスリランカ・コロンボで開かれた。それがコロンボ・プランだった。

熱帯の泥水河川水を水源とし、沈殿池と上向流粗ろ過で濁りを除き、最後に緩速砂ろ過で安全な水道水をつくる施設を2000年に完成するのに協力した。

ロンボ支店の人達に大変にお世話になった。丸山さんは名古屋市がロンボで緩速ろ過に関する活動を展開し、その勉強会をするなら中本さんが講演するのが最適と助言してくれた。

コロンボ・ヒルトンでのスリランカ上下水道公社との勉強会では(図33)、この事業を推進してきた名古屋市長であった山田雅雄さんが挨拶し、厚労省の水道課長であった山村尊房さんが日本および世界の水の動向について、名古屋市からは鍋屋上野浄水場の歴史や概要について解説をした。スリランカ側からはスリランカの現状

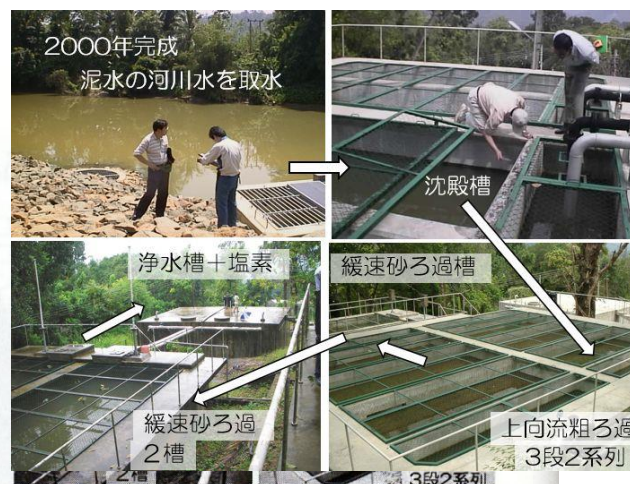


図31 上向流粗ろ過導入の浄化施設

の話をしてくれた。私は「緩速ろ過の新しい動き、緩速ろ過の新しい概念と新しい名前、生物浄化法」と題して基調講演をした(図34)。丸山さんも生物浄化法の実践について解説をしてくれた。山武(現：アズビル株式会社)の安河内さん

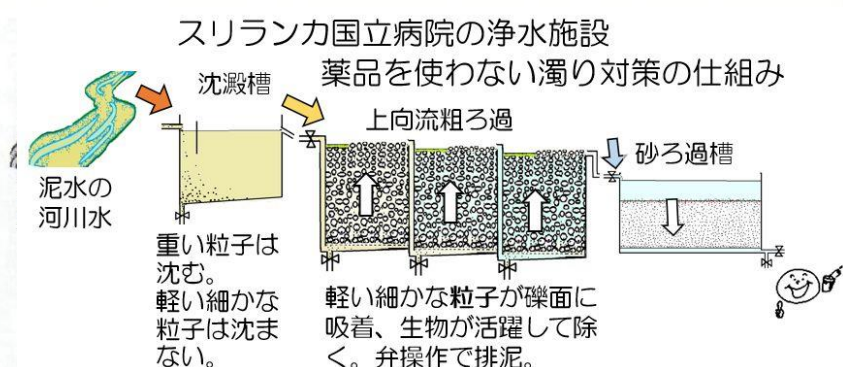


図32 濁り対策の仕組み

は最新の水道メーターについて解説をした。私はコロンボで前副市長の山田さんと初めてお会いし、親しくな

One Day Seminar on Water Supply			
25 th October, 2011 15:00-19:00 @ Hilton Residence, Conference Hall			
Jointly organized by NWSDB, JICA Study Team and JETRO			
Opening	15:00-15:05	Organizer's greetings	to be nominated, NWSDB
	15:05-15:10	Greetings on behalf of Japanese side	Masao Yamada, Executive Adviser, Life of Water, Chubu Forum, Former Vice Mayor, Nagoya City
	15:10-15:15	Opening remarks	Dinesh Gunawardena, M.P., Minister of Water Supply & Drainage
Session 1 Interim	Report of JICA Study	Moderator: to be nominated	
15:15-15:25	Outline of JICA Scheme	JICA Sri Lanka	
15:25-15:40	Outline of the Study	Sombo Yamamura	
15:40-16:10	Outline of the Proposed Water Facility	Kenichi Watanabe	
16:10-16:40	Findings from Social Survey	Tomoko Tamura	
16:40-16:50	Schedule for the Future	Shunji Oda	
16:50-17:00	Comments from NWSDB	NWSDB	
Coffee break (10 minutes)			
Session 2 Slow Sand Filtration		Moderator Ranjith Wirasinha	
17:10-17:15	Organizer's greeting	JETRO Colombo	
17:15-17:45	Latest Trend of Slow Sand Filtration	Nobutada Nakamoto	
17:45-18:00	The Outline of Nabeyaueno Water Purification Plant	Kimio Yamada	
18:00-18:15	Case Study in Sri Lanka	NWSDB	
Session 3 Recent Developments on Water Technology		Moderator Ranjith Wirasinha	
18:15-18:35	Practical Demonstration for the Ecological Water Purification System	Kazuhide Maruyama	
18:35-18:50	Latest Control Technology & Water-meter for Water Works	Akihiko Yasukouchi	
18:50-19:00	Comments from NWSDB	NWSDB	
Closing Remarks		GM, NWSDB (to be confirmed)	
Closing Greetings		Shunji Oda, Team Leader of JICA Study Team	

図33 勉強会プログラム

薬を使わないで、維持管理が簡単だった。

2011年10月25日、コロンボヒルトンで、緩速ろ過の勉強会を開催した。

中本は緩速ろ過の新しい動向、生物浄化法を解説した。



図35 参加者グループ写真

New Trend of Slow Sand Filtration

New Concept and New Name of Slow Sand Filter Ecological Purification System

緩速ろ過の新しい動き：緩速ろ過の新しい概念と新しい名前：生物浄化法



<https://www.youtube.com/watch?v=KIEi7ksb4Tk&t=210s>

4分57秒 英語だが、日本語での解説が最後にある。



完成時に現場説明

図34 緩速ろ過最新動向

緩速ろ過の国際会議は、1988年ロンドンで開催された。第3回は、1966年にロンドンで。

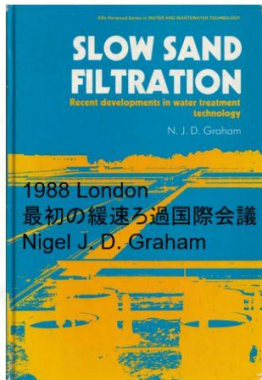


図36 1988年の最初の国際会議

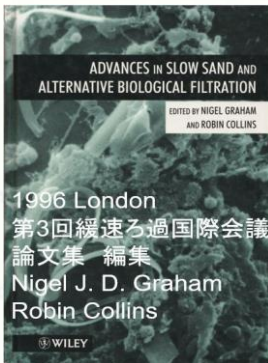


図38 1966年第3回の国際会議

私は地方の信州大学で定年退職も近く、当時の日本では緩速ろ過

を」と言われた(図39)。
私は1988(昭和63)年に最初の緩速ろ過国際会議(図36)を開催したロンドン大インペリアル・カレッジのグラハム(Nigel J. D. Graham(当時は講師)に連絡し、1994(平成6)年から2年間、テムズ水道の緩速ろ過池の藻類被膜の発達を調べていた(図37)。3回目の国際会議を1996(平成8)年に再びロンドンで開かれ(図38)、私は上田市での糸状珪藻の発達とその役割について発表した。この時、「次は日本で開催を」と言われた(図39)。

水道公論 2022年10月号
58(10) 93-104.
生物屋の緩速ろ過池研究
その13 テムズ水道のろ過池を調べる

1994-1996



<https://youtu.be/zbxjUdFdKTK>

図37 テムズ水道調査はグラハムのお蔭



を研究している大学の研究者はいなかった。また緩速ろ過の浄水場を持つ自治体で国際会議を好意的に引き受けてくれそうもなかった。そこで私は「日本では無理」と返事をしていた。
私はスリランカで、山田さんや

THANKS FOR THE EFFORT YOU MADE TO BE A PART OF THE CONFERENCE. I ENJOYED YOUR PRESENTATION.
Michael R. Klein 25 April 1996.

With my good wishes and looking forward to future cooperation.
Nigel Graham

Good to see you over again and look forward to you attending the 4th Conference in Tokyo!
Mike Bann

図39 次は東京でと書かれた

山村尊房さんは1976(昭和51)年に厚生省に入省し英国へ留学した先がロンドン大の同じグラハム先生であった。山村さんと山田さんは、それなら名古屋市で国際会議を考えようかという事になった。
早速、私はこれまで緩速ろ過国際会議を取り仕切っていたグラハ

山村さんらに「私がテムズ水道のろ過池を調べたのはロンドン大のグラハム先生のお蔭」と話をして「2014(平成26)年は名古屋市水道100年なので緩速ろ過国際会議を名古屋市で開催したらどうですか」と打診した。

次の国際会議は東京(日本)で言われた。

中本が1974年にサンパウロ大に、ダム湖生態系利用の指導で出かけたのも、コロombo・プランだった。サバンナ地帯のダム湖で、乾期から雨期の移り変わりの時にでかけた。

流入河川とダム湖では繁殖する生物が異なっていた。栄枯盛衰があった。

ムとアメリカのニューハンプシャー大のコリンズM. Robin Collinsに「2014年に名古屋市中で開催の可能性はある」とメールしたところ「日本では無理と言っていたが、やっとか」と返事が来た。山村さんはフランスでの会議に行く用事があり、早速、ロンドンに寄り、留学時代のグラハム先生に会いに行ってくれた。名古屋市中で第5回の緩速ろ過国際会議開催に向け動きだした。

10 コロンボ・プランとの縁

ブラジルのダム湖で植物プランクトンが大繁殖していた。食物連鎖を利用して魚を増やし食料生産を考えたサンパウロ大学の先生がいた。日本でのクロレラ培養の研究が世界的に有名であった。植物プランクトンの繁殖と培養ならと考へ、日本から藻類培養を教わろうと考へ、1973（昭和48）年に日本政府へ専門家要請をした。私は大学院で植物プランクトンの繁殖と栄養塩の関係を研究し、海洋やダム湖でも調査をしていた。私は藻類培養とダム湖生態系利用というプロジェクトなので行つて

水道公論 2022年7月号58(7)71-80

生物屋の緩速ろ過池研究

その10 ルーツは生物経済学

<https://youtu.be/803waoqg1Dg>



図40 コロンボ・プランでブラジルへ

みようと思った（図40）。派遣要請書にはコロombo・プランと書かれてあった。南米なのに何でコロomboなのかと違和感があった。7章で解説したようにスリランカ・コロomboでイギリス連邦外相会議が開かれ、開発途上国援助のために「技術協力でアジア太平洋地域諸国の経済・社会開発を促進し、その生活水準を向上させる」ことが提案されたのがコロombo・プランであった。その後、対象国は世界中へと拡大し南米も対象国になったことが分かった。私はサンパウロ大（USP）サ

ンカルロス分校衛生工学科とサンカルロス連邦立大学（UFSCA）生物科のスタッフへ藻類培養とダム湖調査を指導した。ブラジルで生物群集は乾期には休眠状態で繁殖できる環境になるのを待っていて、雨期になると生物が一斉に活躍しだすのに気づいた。ハングリー状態は普通であるのに気づいた。また河川から湖に栄養塩は入り、新しい環境では、その環境に適した生物が繁殖し、沿岸部の境界領域では生物の栄枯盛衰があった（図41）。私は帰国後、信州大学繊維学部へ就職し、菅平ダム湖を調査し、その水を使う緩速ろ過池を調査した。緩速ろ過池では糸状珪藻が繁殖し、食物連鎖にも注目した。生物群集の食物連鎖が浄化の鍵と気づいた。その後、何度かブラジルに行き、数年後にサンパウロ大衛生工学科のベルナルドが上向流粗ろ過実験をしていたのを知った（図42）。1974（昭和49）年に教えた学生がベルナルドの実験を手伝い、ロンドン大へ留学しテムズ水道の貯水池のプランクトンの研究をして

私は2011（平成23）年に名古屋市の人達と、スリランカに行き、私のブラジルもコロombo・プランであった。ブラジルの大学で指導してきたことが、緩速ろ過の研究につながり不思議な縁を感じている。

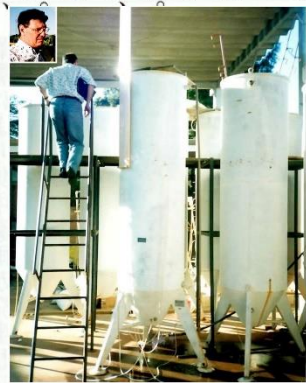
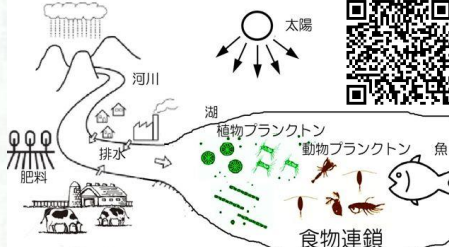


図42 上向流粗ろ過実験装置

水道公論 59(4):66-76,2023

生物屋の緩速ろ過池研究 その19

ブラジルでハングリー状態は普通と気づいた



https://www.youtube.com/watch?v=jYV6U_mAAzw

図41 ハングリー状態が普通と気づく

1974 年に行ったサンパウロ大のベルナルドが、薬を使わない上向粗ろ過を研究し、1980 年に修士の学生が発表していた。

乾期から雨期になると、一斉に生物が活躍しだした。