

100 Years' History

東京都区部下水道・下水処理100年史



東京都下水道局

100 Years' History

The graphic features a large, bold, black serif number '100'. Inside the two zeros, there is a light gray silhouette of the Tokyo skyline, including the Tokyo Tower, the Rainbow Bridge, and several industrial buildings. Below the number, the words 'Years' and 'History' are written in a smaller, black serif font, with 'Years' on the top line and 'History' on the bottom line.

東京都区部下水道・下水処理100年史



近代下水処理発祥から 100年を迎えて



近代下水道は、明治10年頃から都市部を中心にコレラが流行し、これを契機に下水道の必要性が認識されるようになったことから、整備が始まりました。

そして、わが国最初の近代下水処理施設である三河島污水処分場が1922（大正11）年に運用を開始してから本年度100年という節目の年を迎えます。これはひとえに諸先輩をはじめ関係者の皆様の努力の賜物と深く感謝いたします。

この間の歴史を振り返りますと、震災や戦災、財政事情などから下水道整備の停滞や頓挫を余儀なくされた時期もありましたが、多くの困難を克服して、今日の下水道の礎を築いてまいりました。

近代下水道は、汚水処理による生活環境の改善、雨水排除による浸水の防除を基本的な役割として整備が進められてきましたが、昭和40年代の公害問題の発生などを受け、公共用水域の水質保全に寄与することも下水道の役割として加わりました。

下水道局は下水道の整備に全力を挙げて取り組み、1994（平成6）年には東京23区での100%汚水処理普及概成に至りました。また、高度処理の導入や合流式下水道の改善などを進め、都市化の進展により悪化した東京の河川や海の水質は着実に改善されてきました。

さらに、近年では、再生水や下水熱など下水道が持つ資源・エネルギーの有効活用や下水道施設の上部空間の利用などにより、良好な都市環境を創出するという新たな役割も担っています。

一方、現在の下水道事業は、時代の大きな変化に伴い、新たな課題が顕在化しています。初期に整備された下水道施設の老朽化対策、気候変動に伴い激甚化・頻発化する豪雨対策、首都直下地震などの地震や津波への備え、東京湾における赤潮の発生要因の一つである窒素・リンのより一層の削減、さらにエネルギー・地球温暖化対策の推進などの課題に適切に対応していく必要があります。

こうした状況の中、下水道の基本的な役割を担い続けるとともに、長期的な視点に立って下水道サービスの更なる向上を図るため、様々な事業を着実に推進してまいります。

東京下水道は次なる100年に向け、近代下水処理発祥の地である三河島污水処分場から始まった100年の歴史を継承しながら、時代の変化に対応すべく新しい技術を果敢に取り入れ、「暮らしを支え、東京の未来を創る^{あす}下水道」という役割を果たし続けるよう、職員一丸となって全力で取り組んでまいります。

令和4（2022）年3月

東京都下水道局長

神 山 守

「東京都区部下水道・下水処理100年史」

巻頭言

近代下水処理発祥から100年を迎えて
東京都下水道局長 神山 守

目次

第1章

下水処理のしくみと歴史

1 下水道の役割とは	01
2 下水処理のしくみ	03
3 下水道・下水処理100年のあゆみ	05
4 下水処理方式・技術の発展	09
5 汚泥処理方式・技術の発展	11
6 下水処理の新たな役割	13
7 東京都(23区)の水再生センター	15
8 下水処理フォトアルバム(大正～昭和)	17
9 下水処理フォトアルバム(平成～令和)	19

第2章

下水処理100年の歴史

2-1 下水処理の歴史	
1 下水道計画の歩み	23
2 下水処理方式・技術の変遷	35
3 汚泥処理方式・技術の変遷	53
4 運転管理の変遷	63
5 技術開発の進展	67
2-2 下水処理の新たな役割	
1 汚泥の有効利用	77
2 再生水の利用	85
3 下水熱の利用	91
4 施設の上部利用	97
5 施設見学等の変遷	101
2-3 これからの下水処理	
1 これからの下水処理	109

第2章

2-4 インタビュー	
1 近代下水処理発祥の地	115
三河島水再生センターにおける技術変遷と重要文化財 (流域下水道本部技術部長 小団扇 浩氏)	
2 三河島水再生センターの歴史と共に	119
(元三河島水再生センター勤務 石井 茂雄氏)	
3 下水処理技術の発展に向けて	121
(元森ヶ崎水再生センター所長 竹島 正氏)	

第3章

データからたどる下水処理の歴史

1 データからたどる下水処理の歴史	129
-------------------	-----

第4章

水再生センターの歴史

1 三河島水再生センター	141
2 砂町水再生センター	147
3 芝浦水再生センター	153
4 みやぎ水再生センター	157
5 落合水再生センター	161
6 新河岸水再生センター	165
7 森ヶ崎水再生センター	169
8 小菅水再生センター	175
9 葛西水再生センター	179
10 中川水再生センター	183
11 有明水再生センター	187
12 中野水再生センター	191
13 浮間水再生センター	195

巻末資料

年表	199
----	-----

水再生センターの表記について

東京都における水処理施設である水再生センターは、年代により名称が改められています。
本書では下記の通り表記します。

1922 ～ 1951年	汚水処分場（処分場）
1952 ～ 2003年	下水処理場（処理場）
2004年～	水再生センター

01

第1章

下水処理のしくみと歴史



東京都区部下水道・下水処理100年史

下水道の役割とは

- 1 家庭や工場から排出された汚水を処理して、快適な生活環境を確保します。
- 2 道路や宅地に降った雨水を速やかに排除して、浸水から街を守ります。
- 3 下水を処理し、きれいにした水を川や海に放流することにより、その水質を改善し保全します。
- 4 下水道が持つ資源・エネルギーの有効活用などにより、良好な都市環境を創出します。

川や海

水再生センターできれいにされた水は、川や海へ返されます。

下水道管

汚れた水や雨水を集めて、水再生センターまで運びます。水が自然に流れるよう、斜めに少しずつ地下深く下がっていくように作られています。

街

わたしたちが生活する中で使った水や降った雨は、下水道管へ流れていきます。

ポンプ所

地下深くまで流れていった下水を一度くみ上げてから、もう一度下水道管に流し、水再生センターまで自然に流れるようにしています。

水再生センター

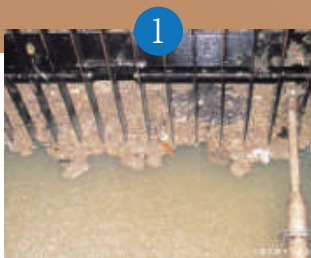
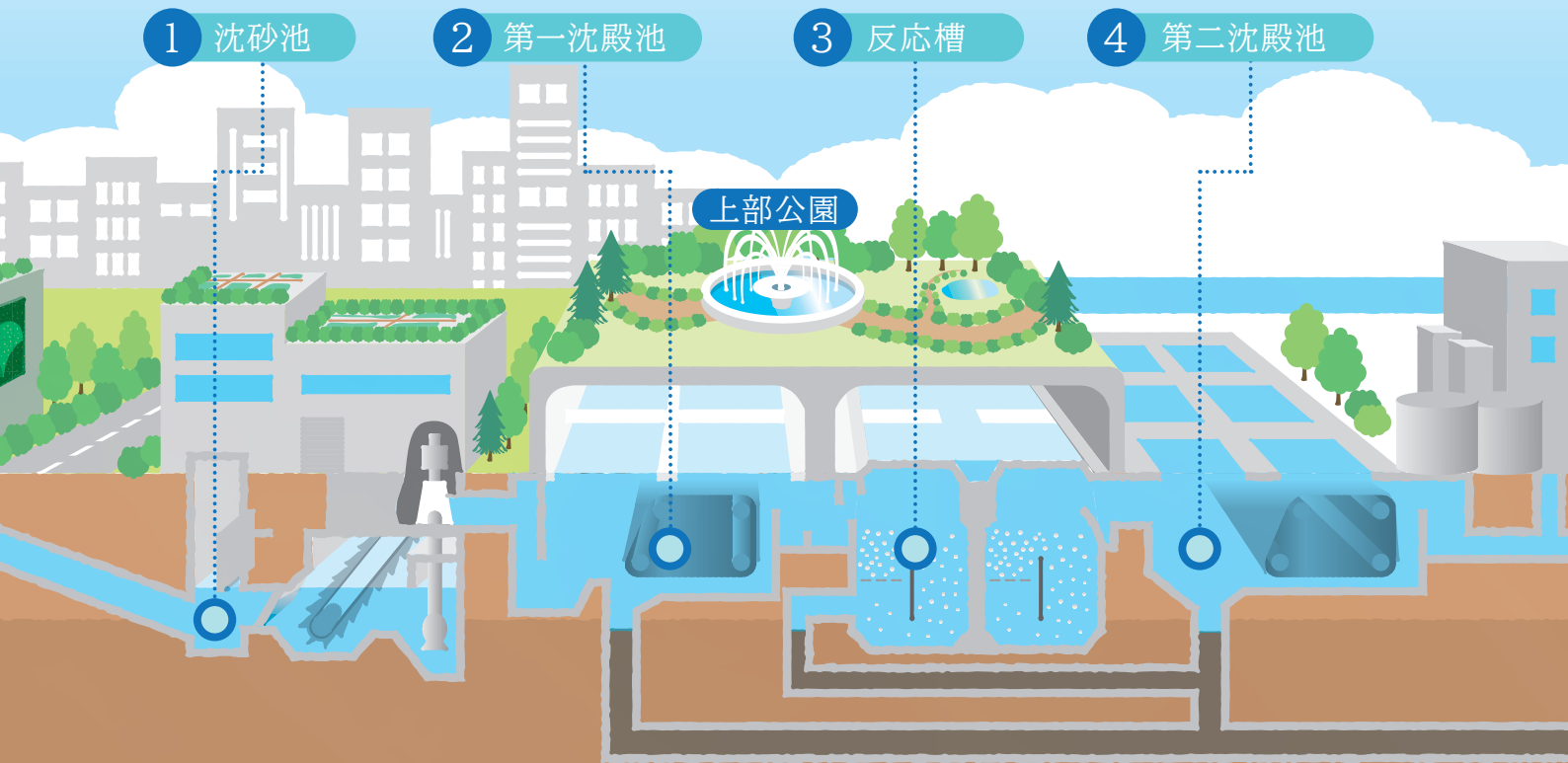
下水を処理してきれいな水によみがえらせる施設です。



下水処理のしくみ

水再生センター（水処理施設）

下水を処理してきれいな水によみがえらせ、川や海に放流しています。



沈砂池

下水の中にある大きなゴミや砂などを沈めて取り除きます。



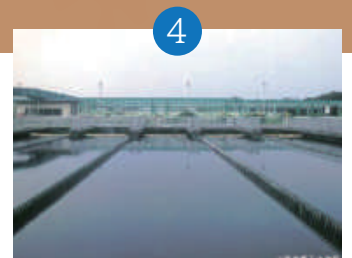
第一沈殿池

細かい汚れを2～3時間かけてゆっくり沈めて、取り除きます。



反応槽

微生物の働きにより汚れを分解、吸着させ、沈みやすい汚れを沈殿させます。微生物が活発に働けるよう、空気を送っています。(6～8時間)



第二沈殿池

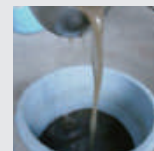
反応槽から流れてきた汚泥をさらに3～4時間かけて沈殿させ、処理水と汚泥に分離します。



処理水量・汚泥処理量

1日あたり 約445万 m^3
(東京ドーム約3.6杯分)の下水を処理
1日あたり 約16万 m^3
(東京ドーム約0.1杯分)の汚泥を処理

下水汚泥(水分99%)



容積比

1

汚泥処理施設

汚泥の水分を取り除き、焼却します。焼却灰は、セメントなどの原料として可能な限り資源化し、残りを埋立処分します。



塩素接触槽

きれいになった処理水をさらに塩素で消毒し、川や海に放流します。



濃縮機

脱水しやすくするため、沈殿池から引き抜いた低濃度の汚泥を濃縮します。



脱水機

焼却しやすくするため、濃縮汚泥を脱水します。



焼却炉

脱水した汚泥を焼却して灰にします。

濃縮汚泥(水分97%)



容積比

$\frac{1}{3}$

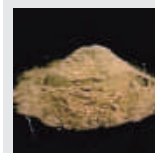
脱水汚泥(水分75%)



容積比

$\frac{1}{25}$

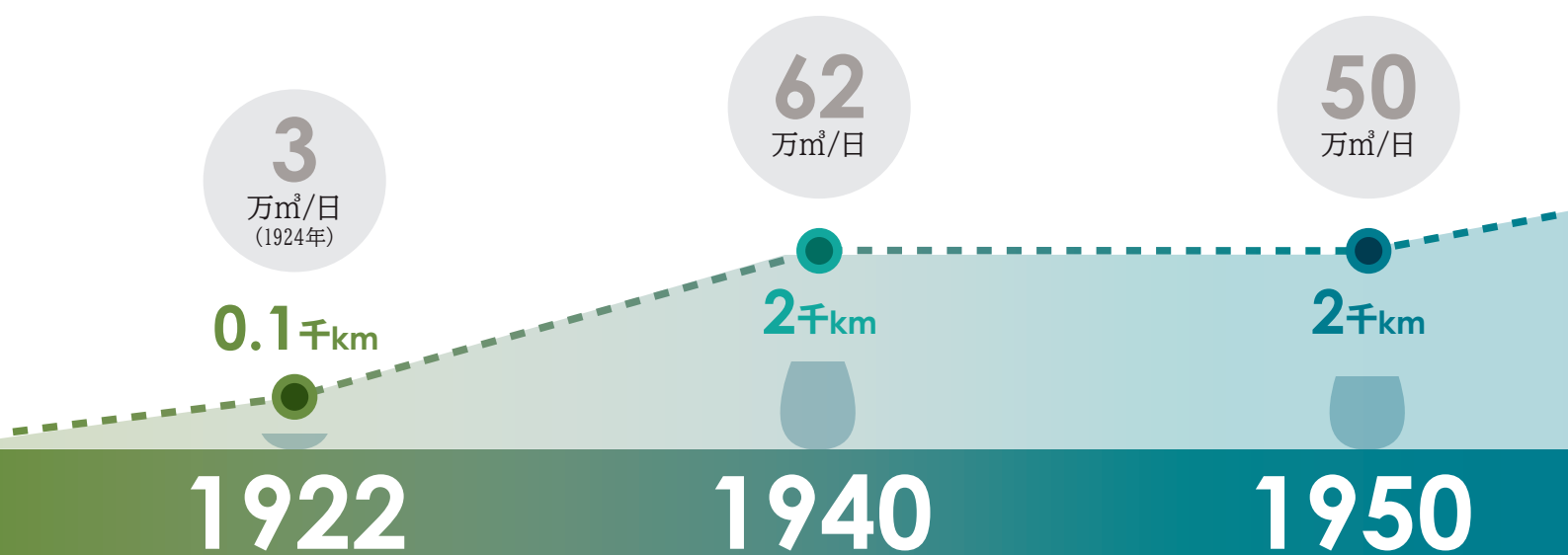
焼却灰(水分0%)



容積比

$\frac{1}{400}$

下水道・下水処理100年のあゆみ



1922
三河島
汚水処分場
運転開始



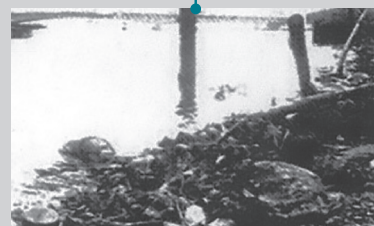
1922
日本初の近代下水処理施設
となる三河島汚水処分場
運転開始

1930
砂町
汚水処分場
運転開始

1931
芝浦
汚水処分場
運転開始



1934
三河島汚水処分場で
活性汚泥法による
水処理を導入



1961
水質悪化のため
隅田川花火大会中止

1962
東京都
下水道局発足



下水処理量



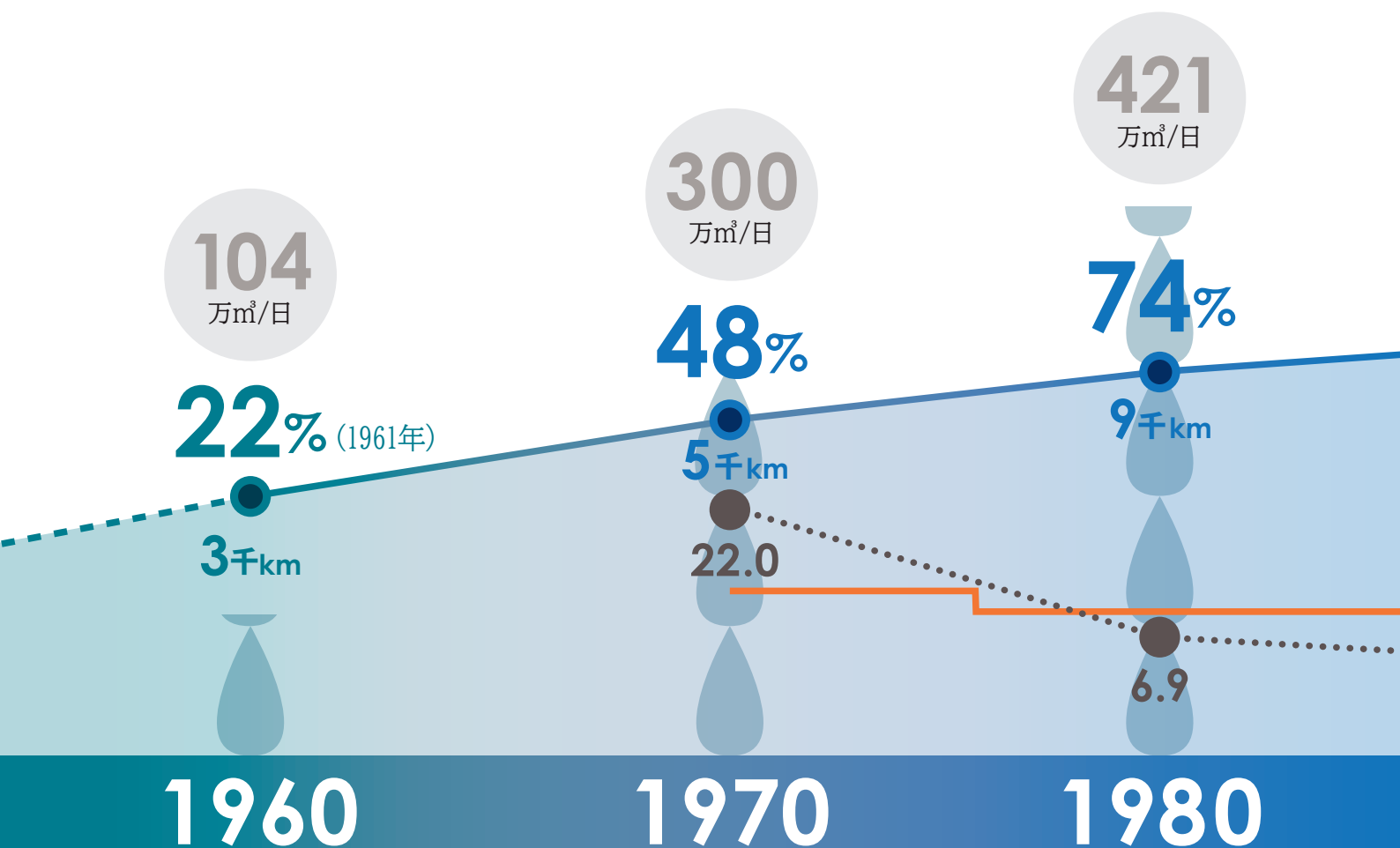
下水道普及率
下水道管延長



隅田川水質
(BOD・mg/L)



環境基準
(BOD・mg/L)



1960

1970

1980

1962

小台下水処理場
(現:みやぎ水再生センター)
運転開始

1964

落合
下水処理場
運転開始

1966

浮間下水処理場
(現:新河岸水再生センター)
運転開始

1967

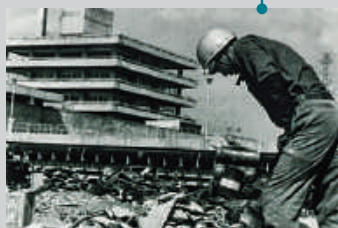
森ヶ崎
下水処理場
運転開始

1977

小菅
下水処理場
運転開始

1981

葛西
下水処理場
運転開始



1960年代-
下水道管・下水処理場の建設
が急速に進む



1967
小台処理場で日本最大規模
(当時)の汚泥焼却炉運転開始

1964

1964年東京オリンピック・
パラリンピック開催



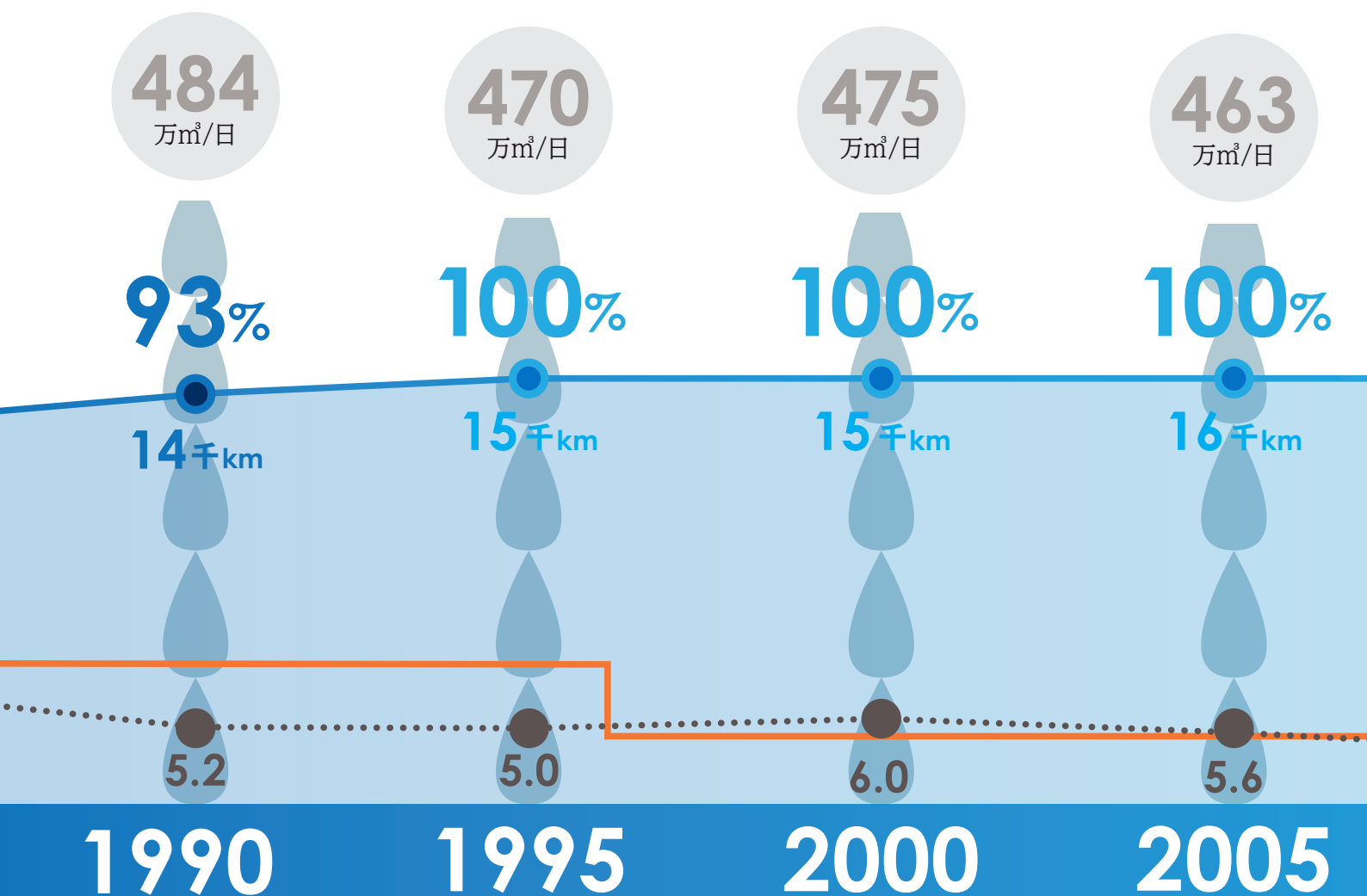
1978

水質改善が進み、
隅田川花火大会
再開

1970

公害国会開催

下水道・下水処理100年のあゆみ



1990

1995

2000

2005

1984

中川
下水処理場
運転開始

1995

有明下水処理場
運転開始

中野下水処理場
運転開始

2001

新河岸東下水処理場
(現：浮間水再生センター) 運転開始

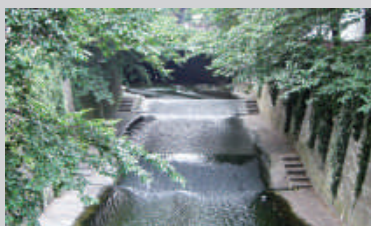
2004

地域に愛され親しまれる
下水処理場を目指し
「水再生センター」に名称変更



1994

区部下水道の普及概成
100%達成



1995

再生水を利用して渋谷川・古川、
目黒川、呑川に清流を復活



1995

全量高度処理(A₂O法)を
導入した有明処理場が運転開始



下水処理量



下水道普及率
下水道管延長



隅田川水質
(BOD・mg/L)



環境基準
(BOD・mg/L)

460

万m³/日

100%

16千km

3.4

2010

459

万m³/日

100%

16千km

2.8

2015

445

万m³/日

100%

16千km

1.8

2020



2008

下水道技術研究
開発センター完成

2007

旧三河島污水処分場
ポンプ
唧筒場施設が
重要文化財に指定



2015

芝浦水再生センター上部を利用したビル
「品川シーズンテラス」オープン

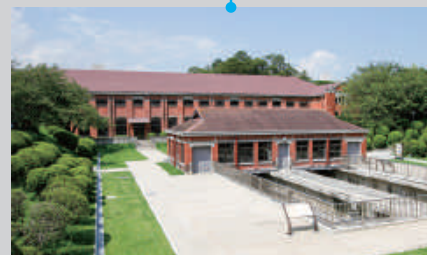


2010

葛西水再生センターで
太陽光発電設備が稼動

2021

東京2020
オリンピック・
パラリンピック開催



2022

三河島污水処分場
運転開始100周年

下水処理方式・技術の発展

多くの水を効率的・衛生的に処理



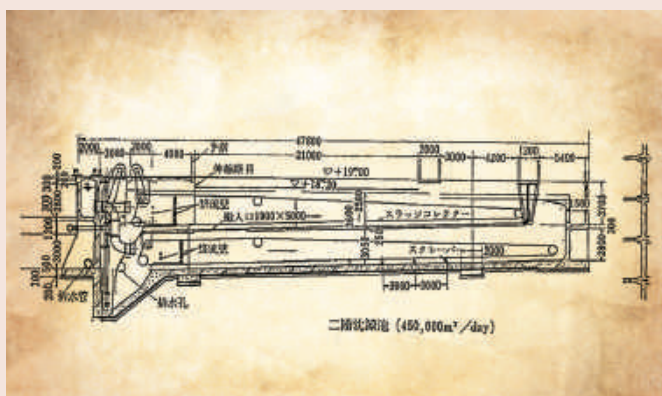
散水濾床法（1920年代）



促進汚泥法：パドル式（1930-1970年代）

明治時代におけるコレラの流行を機に、下水道整備・処理場での集約処理が行われるようになった。日本初の近代下水処理施設「三河島汚水処分場」では、海外から得た知見をもとに、当時最新の処理方式「散水濾床法」を導入した。これは、砂利等のろ過材に下水を散布しろ過するとともに、表面に形成された生物膜で汚れを分解するものであった。

少ないスペースで多くの水を処理



2階層式沈殿池（1964年-）



深槽反応槽（1975年-）

当局は戦後、下水道の普及人口増加が進む中、限られた土地で多くの下水を処理するため、沈殿池を2階層にすることで同じ敷地面積で処理水量を2倍に増やせる2階層式沈殿池（1964年）、反応槽を深くすることで処理水量を増やすことができる深槽反応槽（1975年）を開発した。これらの技術は、処理場用地の不足に悩む他の大都市においても広く採用されている。

日本における近代下水処理は、1922年に稼働した日本初の近代下水処理施設である三河島污水処分場に始まる。東京の下水処理方式・技術は、公衆衛生の保持や都市の人口増加、河川等の水質改善、下水道資源の有効活用など様々な課題に直面しながら、発展を続けてきた。



促進汚泥法：シンプレックス式（1930-1970年代）



標準活性汚泥法：散気式（1950年代-）

その後、空気を送り下水中に存在する微生物の働きを活性化させることで汚れを分解する促進汚泥法（現在の活性汚泥法）が導入される。水車で下水をかき回すパドル式、人工的に対流を起こすシンプレックス式、水槽底部から空気を送る散気式など様々な方式の運用を経て、現在では所要面積が少なく、処理水質に優れる散気式が採用されている。

水をよりきれいに処理・活用



高度処理等の導入（1970年代-）



下水処理水の有効利用（1980年代-）

1970年代以降、河川や東京湾の水質改善のため、通常の下水处理に加え、窒素やりんなどをより高度に除去する処理施設の導入を開始した。また、1980年代からは処理した水にろ過や殺菌を施した「再生水」を、水量の少ない河川などに供給する清流復活やビルのトイレ洗浄用水に利用し、都市の貴重な水資源として有効利用している。

汚泥処理方式・技術の発展

汚泥を濃縮



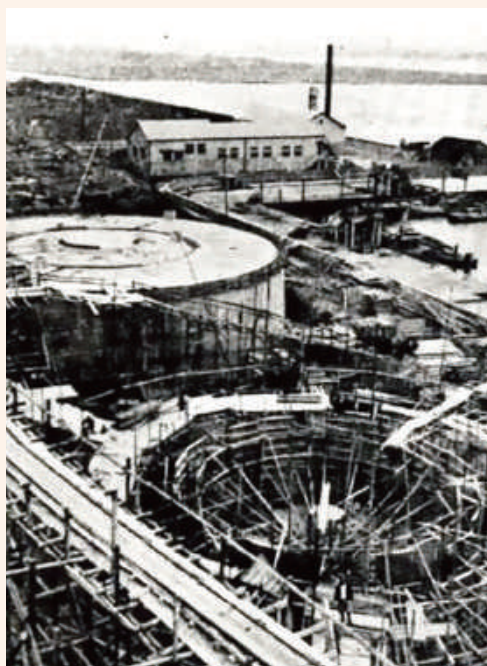
さいさそう
滓渣槽 (1944年)



ベルト濃縮機

「濃縮」は、下水処理で発生した汚泥を水分と濃縮汚泥に分けるもので、その後の工程を効果的に機能させる。戦時中には天日乾燥により肥料化することもあったが、現在は衛生的・効率的な処理法として、重力を利用して沈殿させる重力式や、遠心力で固体と液体を分離させる遠心式など様々な方式を利用している。

汚泥を消化



消化槽の建設 (1955年)

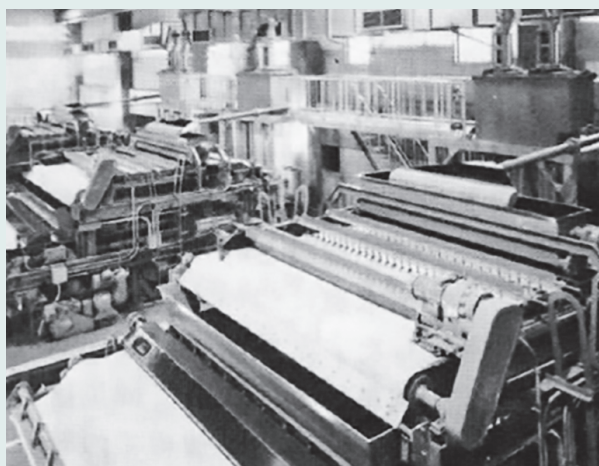
「消化」は微生物の働きで汚泥中の有機分を分解し、汚泥を安定化・減量化させるもので、1960年代に脱水工程と共に導入された。なお、消化工程には多くの用地が必要となるため、現在では森ヶ崎水再生センターでのみ採用されている。消化の過程で発生した消化ガス（メタンガス）は発電に利用している。



消化槽

下水処理の過程で発生する汚泥を減量化し衛生的に処理する「汚泥処理」は、下水道の普及と足並みを揃えて発展を続けてきた。現在、濃縮・脱水工程などに焼却工程を加え、全量焼却体制を確立している。

汚泥を脱水



ベルトプレス式脱水機（1987年）



遠心式脱水機

「脱水」は、水分を取り除くことで乾燥・焼却を行いやすくするもので、1960年代に高度経済成長に伴い汚泥発生量が増え、高効率で臭気の少ない処理方式が求められたことから導入された。遠心力を利用する遠心分離式や、ベルトなどに挟んで圧力を加える加圧式など様々な方式がある。

汚泥を焼却



汚泥運搬船（1922年）



流動式焼却炉



多段式焼却炉（1967年）

近代下水処理が始まった1920年代は海洋投棄、その後埋立により処分されていたが、1960年代後半から導入された「焼却」により、汚泥中の有機分を燃焼させ、安定化・大幅な減量化を行うことが可能となった。区部で発生する汚泥は2003年から全量焼却されている。

下水処理の新たな役割



汚泥の有効利用



汚泥をセメント原料や建築・土木用骨材などに有効利用



再生水の利用



下水処理水にろ過等を施してさらにきれいにした「再生水」を、清流復活やビルのトイレ洗浄用水などに活用

水再生



下水熱の利用



下水の温度特性を再生可能エネルギーとして利用し、冷暖房の熱源に活用



再生可能エネルギーの活用



太陽光発電や小水力発電等を導入し、温室効果ガス排出量を削減

下水処理は汚水をきれいにするだけでなく、都民生活や都市活動を地下で支え、快適な水環境を創出し、東京のまちづくりに多面的に貢献している。



水再生センターの上部利用



水再生センター上部を、地域に親しまれる公園やスポーツ施設、まちづくりの核となる商業施設として提供

センター



水再生センターの見せる化



地下などにある
見えにくい施設を
ARで可視化

普段目にすることが少ない下水道の仕組みや下水道が果たしている役割などについて、ARなどのデジタル技術を活用しお客さまに分かりやすく説明

東京都(23区)の水再生センター



芝浦処理区	中川処理区	砂町処理区	葛西処理区	新河岸処理区
三河島処理区	小台処理区	小菅処理区	落合処理区	森ヶ崎処理区

1962年
運転開始



みやぎ水再生センター

1977年
運転開始



小菅水再生センター

1984年
運転開始



中川水再生センター

1930年
運転開始



砂町水再生センター

1995年
運転開始



有明水再生センター

1967年
運転開始



森ヶ崎水再生センター

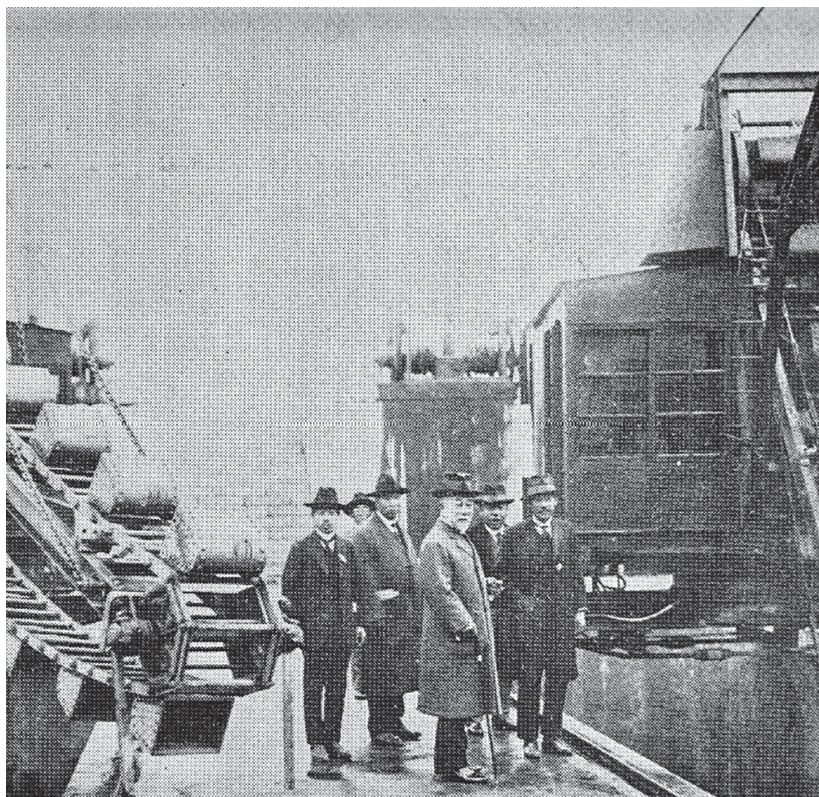
1981年
運転開始



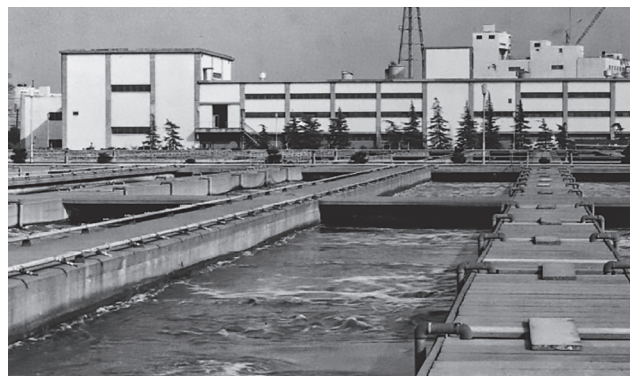
葛西水再生センター



下水処理フォトアルバム（大正～昭和）



三河島污水処分場沈砂池前（大正11年）



芝浦処理場散気式曝気槽（昭和40年代）



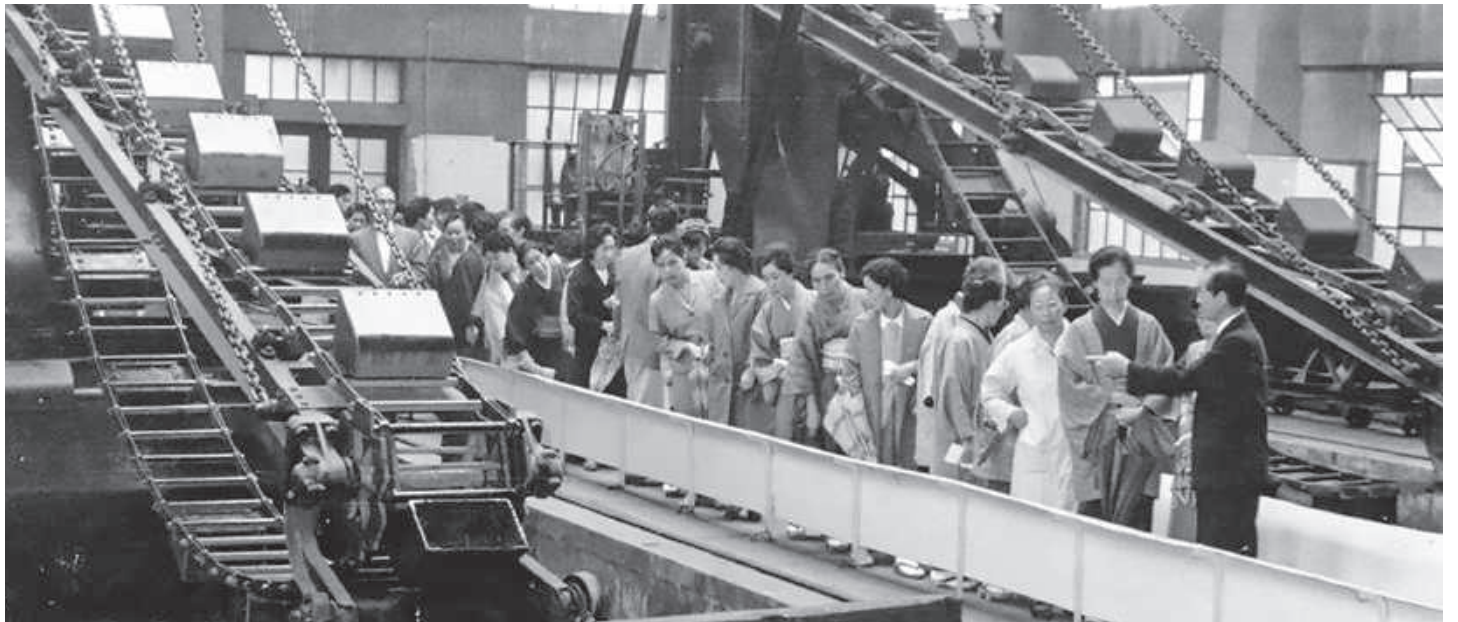
小台処理場中央管理室（昭和39年）



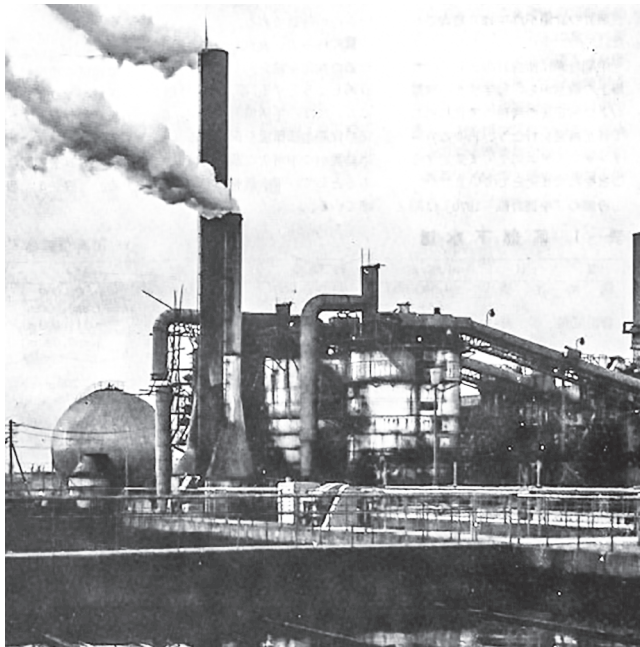
三河島污水処分場パドル式曝気槽（昭和9年）



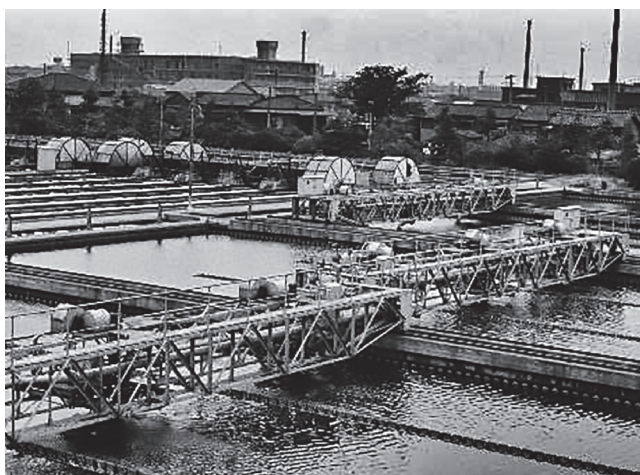
芝浦污水処分場シンプレックス式曝気槽（昭和13年）



芝浦処理場施設見学会（昭和中期）



砂町処理場汚泥焼却炉（昭和45年）



三河島処理場沈殿池（昭和37年）



落合処理場上部公園（昭和44年）

下水処理フォトアルバム（平成～令和）



再生水による野火止用水清流復活
（平成7年）



メトロレンガにより舗装した歩道
（平成10年頃）



森ヶ崎水再生センター上部で
抱卵するコアジサシ（令和元年）



砂町水再生センター上空から（令和3年）



砂町水再生センター中央監視室



葛西水再生センター焼却炉（平成29年）



小菅水再生センター放流渠（平成30年）



（平成30年）



森ヶ崎水再生センター焼却炉（令和元年）



三河島水再生センター上空から（平成28年）

02

第2章

下水処理100年の歴史



東京都区部下水道・下水処理100年史

2-1 下水処理の歴史

1

下水道計画の歩み

～下水道普及率 100%、さらにその先を目指して～

明治初期、東京府の人口は80万人ほどであった。明治維新後、東京が首都としての落ちつきを取り戻すにつれ、地方から労働者が職を求めて流入し、下町を中心に定着して過密化した居住地区が形成されていった。急速に人々が都市に集中したことにより衛生環境が悪化し、コレラにより多くの死者が発生したことから、上下水道などの衛生施設の改良促進を求める世論が急速に高まり、東京の近代下水道の歩みが始まっていった。

東京下水道のはじまりと神田下水

1872（明治5）年、銀座大火によって、銀座から築地にかけて100ha近い区域が焼失し、政府は銀座を耐火構造の西洋風のレンガ街に改造する計画を定めた。これがきっかけとなり、東京の下水道は、掘割下水¹を溝渠²に改めることから始まっていった。翌年から新しい街づくりの工事が始まり、1877（明治10）年には、赤レンガとセメントのモダンな銀座通りが誕生した。

一方、1877（明治10）年頃から都市部を中心にコレラの流行があり、全国で10万人を超える患者が出たことにより、衛生施設整備のため、1883（明治16）年に明治政府は東京府に「水道溝渠等改良ノ儀」を示達した。これにより東京府は、1884（明治17）年から神田の一部にレンガ積み暗きよの下水道を敷設し、東京の近代下水道の始まりである「神田下水」が整備された。



神田下水（第一期工事、第二期工事）の位置図



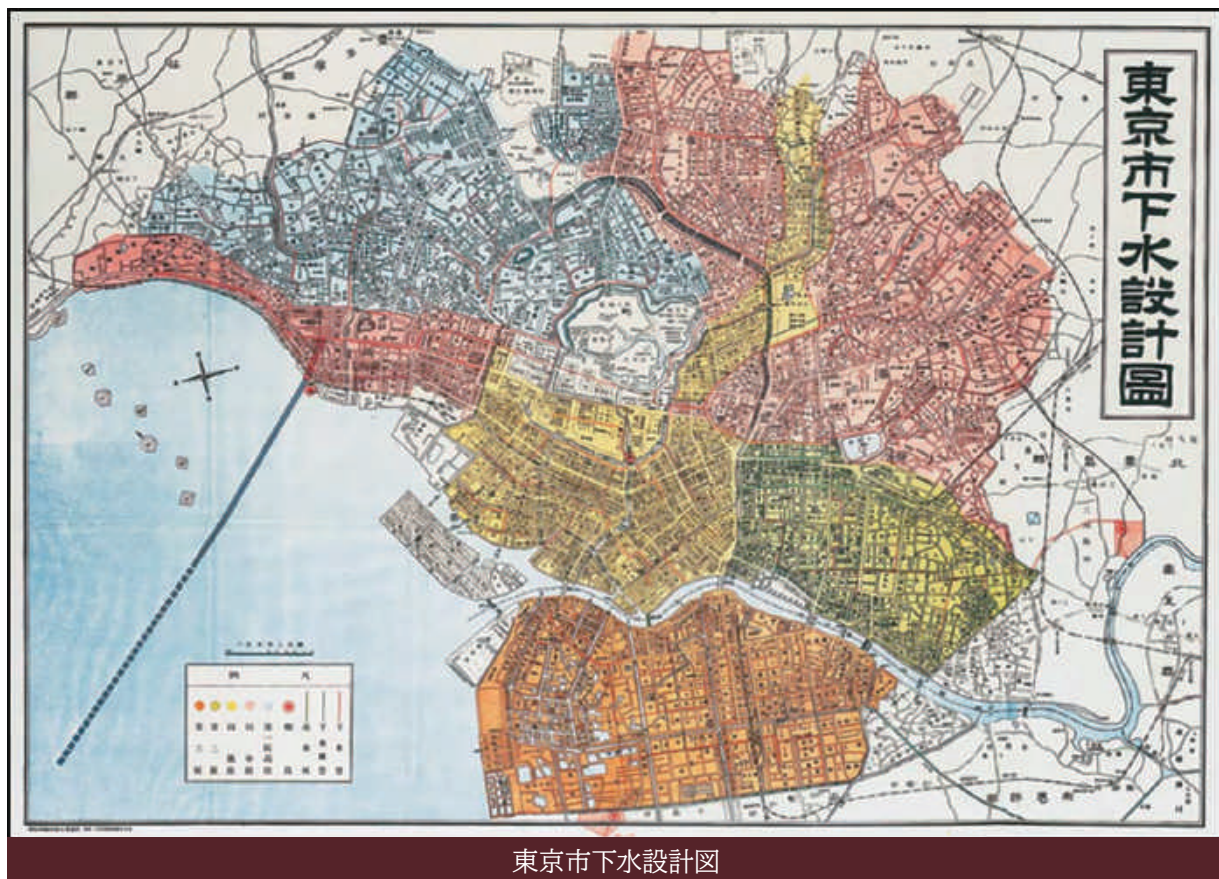
現在も使用されている
神田下水

1.掘割下水：地面を掘ってつくられた下水。明暦の大火後に、江戸幕府により整備され、湧水や雨水の排水路として使用されていたが昭和初期に埋め立てられている。
2.溝渠：給水や排水のためにつくられた水路の総称。その形状によって名称が細分化され、水路に蓋がされているものは暗渠、蓋がされていないものは開渠と呼ばれる。

東京市の設立と下水道計画のはじまり

1888（明治21）年に「東京市区改正条例¹」が交付され、東京市区改正委員会が設置された。そして1889（明治22）年には市区改正委員会をもとに「上水下水設計調査委員」が設置され、排水人口を151万人とする最初の設計案が作成された。しかし財政難と公衆衛生・消防水利確保の観点から、水道事業が優先して整備されたため、下水道計画は延期された。

1900（明治33）年には、コレラの流行や浸水問題を背景に、土地を清潔に保つことを目的とした日本最初の下水道に関する法律である「旧下水道法」が制定された。この頃には東京の都市整備が進んできたが、江戸時代から市中に張り巡らされていた水路、濠、運河などが埋め立てられたことによって雨水の吐け場が失われたことや、人口増加により郊外地が開発され、雨水を貯留する機能が失われたことにより、市街地で浸水が頻繁に発生するようになっていた。そこで東京市区改正委員会は、1906（明治39）年に東京大学中島鋭治工学博士に東京市下水道設計の調査を委嘱した。



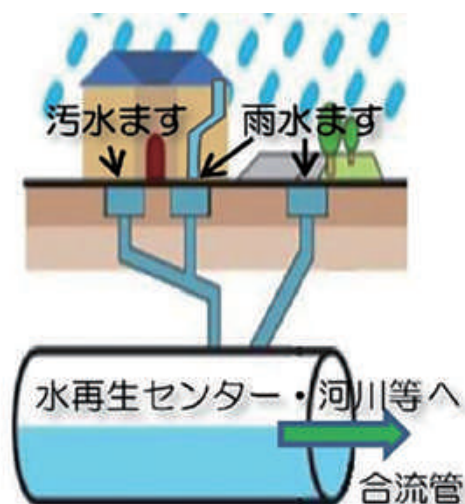
1. 東京市区改正条例：道路、上下水道など都市基盤の整備のために、内務省により交付されたものであり、現在の都市計画に該当する。

中島氏は調査を進め、①コレラが終息しつつあったこと、②水道が普及したこと、③浸水問題が深刻化したこと、④財政が厳しいことなどを考慮して、1907（明治40）年に合流式¹による下水道設計案を作成し、1908（明治41）年に市区改正委員会の決定を経て「東京市下水道設計」として内閣の認可を得た。この計画は、市の予定人口を300万人とし、地勢上、排除区域を三つに区分（第一区：芝浦系統、第二区：三河島系統、第三区：砂町系統）し、川や海に放流しようとするものであり、現在の芝浦・三河島・砂町の3系統はこの計画によって誕生の基礎が築かれた。また、雨水の排除による浸水防除と、汚水排除による生活環境の改善を考慮した計画であったため、今日の東京下水道の基礎となっている。

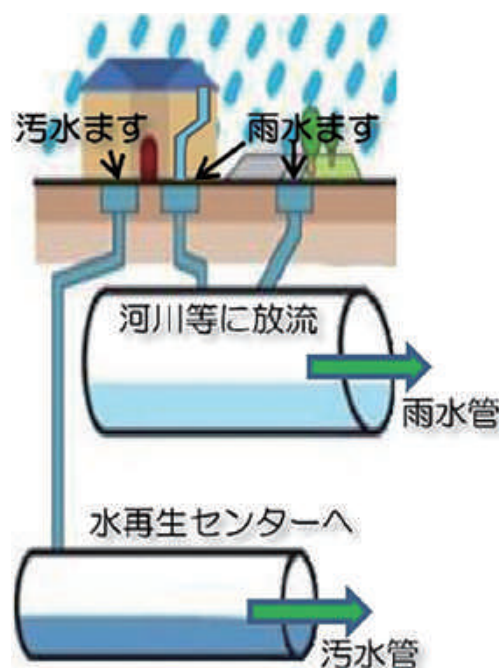
下水道計画の変更と下水道工事のはじまり

1911（明治44）年に東京市区改正委員会は、「東京市下水道設計」に基づいて、第二区（浅草区の全部及び下谷・神田両区の一部）の地域について、第一期下水道改良工事として実施することを決定し、内務・大蔵両大臣の認可を得た。

東京市は事業を推進するため、下水改良事務所を設置し、事業実施における問題点等細部の調査を行ったところ、原設計を変更する必要性が生じた。このため、新たに下水道工事顧問会を設置し、①一部地域を分流式²とする、②降雨強度を31.7mm/時から50mm/時に引き上げる、③工期を1911（明治44）年から1918（大正7）年までの8カ年継続事業とする等の設計変更を行った。そして1913（大正2）年に「東京市下水道設計」変更案が、内閣に認可され、第二区（三河島）から最初の下水道工事が始まった。



合流式下水道



分流式下水道

1.合流式：汚水と雨水を一つの下水道管で集める方式
2.分流式：汚水と雨水をそれぞれ別の下水道管で集める方式

下水処理施設の誕生

第二区以外の下水道事業は着手が遅れていたが、第一区（芝浦）のうち雨水氾濫等のため緊急整備を要する箇所については、1916（大正5）年から「下水渠一部促成工事」とし、急激な発展をとげた区域（日本橋、丸の内、京橋等）については、1920（大正9）年から「第二期下水道改良事業」として工事が行われていった。

そして処分場施設の工事が1914（大正3）年から着手され、1922（大正11）年に三河島污水処分場が稼働した。計画人口¹40万人、処理能力67,720m³/日、散水ろ床法²による国内最初の本格的下水処理施設の完成により、東京の下水道はいよいよ実用の段階に入っていた。

なお旧三河島污水処分場^{ポンプ}唧筒場施設は日本初の近代下水処理施設である旧三河島污水処分場の代表的遺構として、高い歴史的価値が認められ、2007（平成19）年に下水道分野の遺構では初めての、国の重要文化財（建造物）に指定されている。



三河島污水処分場

関東大震災と帝都復興

1923（大正12）年9月1日に発生した関東大震災によって、東京市では瞬時にして1万余戸の建物が倒壊し、続けて起こった大火災と併せて壊滅的な打撃を受けた。これにより、下水道改良工事は第一期工事が完成を目前に、第二期工事は20%の進捗で中止を余儀なくされた。

そこで、復興に向けて、同年9月27日に後藤新平を総裁とする「帝都復興院」が設置され、12月には復興計画の根拠法となる「特別都市計画法³」が公布された。そして近代的な都市計画手法を取り入れた復興計画が定められ、復興事業は急ピッチで進められていった。



東京復興計画一般図

江戸東京博物館所蔵

1. 計画人口：都市の発展状況を想定して算定される計画目標年次の計画区域内における人口

2. 散水ろ床法：「下水処理方式・技術の変遷」参照

3. 特別都市計画法：関東大震災により被災した都市の復興を促進するための法律

東京都市郊外地域の下水道計画

東京府は1921（大正10）年に5郡32町、約1万1千haに及ぶ地域の下水道調査設計に着手した。調査開始後は関東大震災など多くの困難に遭遇したが、約8年の歳月をかけて29町村の調査設計を完了させた。

一方、関東大震災後に設置された帝都復興院の後続組織である復興局は、別途1927（昭和2）年に郊外地域の下水道調査に着手し、1929（昭和4）年に東京市郊外41町村を一体とする下水道計画案が策定された。この計画案は東京府の計画修正案というべきものであり、この案をうけて東京府は郊外下水道計画案を特別都市計画委員に付議し、1930（昭和5）年に東京都市計画郊外下水道が告示された。

また、各町村は必要に応じて個別に計画をたて、下水道事業を実施していたため、東京の下水道は「都市計画東京市下水道」、「都市計画郊外下水道」、「12町の各町別の都市計画下水道」の三計画で実施されていった。

戦中、戦後の下水道整備計画

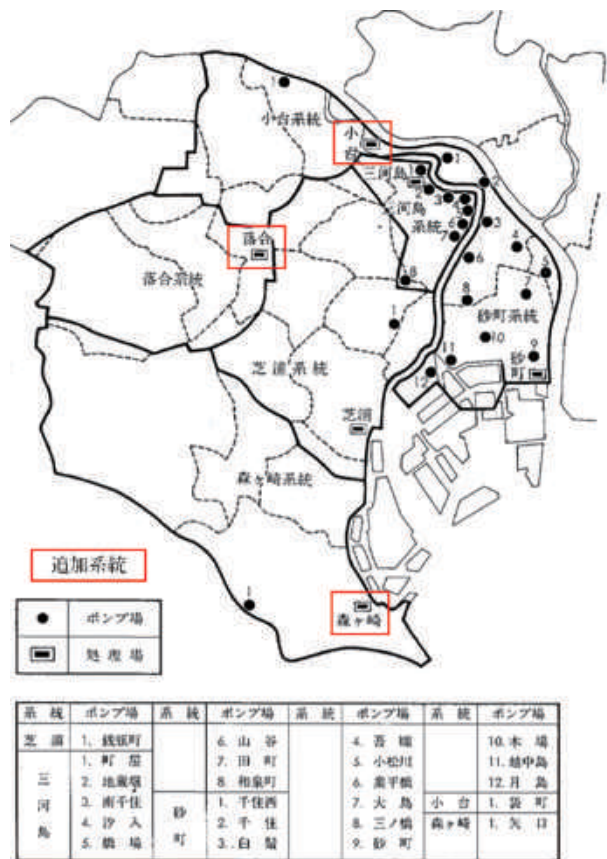
東京市は、「都市計画東京市下水道」、「都市計画郊外下水道」、「12町の各町別の都市計画下水道」の三本立ての下水道計画により事業を進めてきた。既定の三計画は互いに交錯しており、この計画を統合した新計画を策定するため、東京市、東京都と変遷する中で調査が続けられ、1943（昭和18）年に認可申請が行われた。しかし1941（昭和16）年の太平洋戦争の開戦とともに下水道事業は受難の時代に入り、1944（昭和19）年に全面的に事業は打ち切られた。当時の普及状況は旧市域の80%と新市域の一部となっており、下水道管延長1,948km、10ポンプ所、3処理場であった。

終戦を迎え、戦後の下水道事業は戦災の復旧から始められた。戦争による下水道施設の損傷は比較的軽微であり、施設の全般的機能が停止することはなかった。直接的な戦災施設復旧も終わり、ようやく、下水道が文化的・衛生的な都市建設に果たす役割への認識が強まっていった。東京都復興都市計画の一環として、戦前からの懸案である基本計画の統合を含めた下水道計画策定は戦後直ちに図られ、1947（昭和22）年に下水道課に調査班が設けられた。

調査は、戦前の三本立て計画の統合に戦後の諸状況を加味し、人口、汚水量、降雨量、排除方式、排除系統、処分場の位置等について詳細な検討が加えられ、計画人口を630万人、計画1人1日最大汚水量320リットル（従前は167リットル）、降雨強度は早急な下水道整備を図るため40mm/時（ただし特定区域の旧東京市域その周辺は50mm/時）とした。排除方式は、地勢に応じて合流式または分流式とする戦前の計画のうち、三河島系統の分流区域を合流式区域に変更、芝浦系統番町排水区に加えて新たに上水道水源への配慮から多摩川の調布取水堰より上流域を分流式区域とした。

また地勢や地域の発展などを考慮し、小台系統、落合系統、森ヶ崎系統が追加変更され、調査が完了した約3万6千haの区域を芝浦、三河島、砂町、小台、落合、森ヶ崎の6系統として、系統ごとに処分場を設置するとした計画案を作成した。

計画案は、1949（昭和24）年の東京都市計画地方審議会に上程された。同審議会は、これを詳細に審議するため、特別委員会を設置した。ところがこの案が一般の住民に伝わると、新設処分場である小台・落合・森ヶ崎の地元住民や区議会の猛烈な反対運動が起きた。特別委員会は1年余前後10回の会議を開き、地元の反対をはじめ計画案を詳細に検討し、敷地の縮小や付近への影響軽減の努力を求める付帯決議をつけて可決され、1950（昭和25）年に建設省告示がなされた。なおこの計画は事業費360億円と30か年の期間が見込まれていた。これによって、既定の「都市計画東京市下水道」、「都市計画郊外下水道」、「12町の各町別の都市計画下水道」は廃止することとなった。



下水道計画概要図
(1950年7月決定)

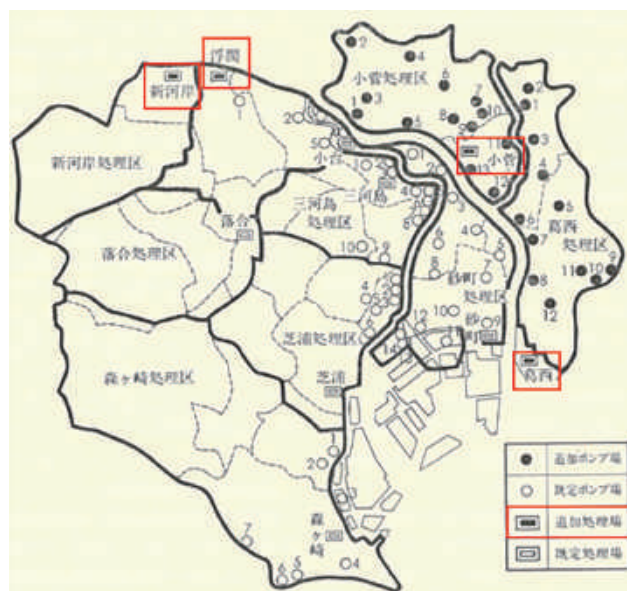
高度経済成長期の下水道整備計画

昭和30年代に入ると、東京は人口の激増、使用水量の増大、都市計画区域の変更、さらには極度の地盤沈下、集中豪雨の浸水被害など、下水道計画の見直しが必要となる事象が発生した。また隅田川をはじめとして都内各河川の水質が悪化したこと、生活環境改善についての都民意識が高まり、下水道整備促進要望が年々強くなったことなどにより、事業規模の拡大が必要となってきた。このため、1962（昭和37）年に下水道計画が変更された。主な変更内容は、①都内の源頭水源¹を有しない桃園川など13河川を下水道幹線化すること、②設計降雨強度を40mm/時から50mm/時に引き上げ、1970（昭和45）年度までに区部70%の普及を目指すというものであった。

23区全域普及に向けた下水道計画の決定

既定計画は、荒川以西の地域が対象で、区部全域の約30%にあたる荒川以東の葛飾区及び足立区、江戸川両区の大部、並びに練馬区の大部、板橋区の一部は除外されていた。30年代末期になり、国政レベルでも積極的に下水道整備促進に取り組むようになったこと、集中的投資がされたオリンピック関連地区の整備も終了の時期にきたこと、さらに未決定地域の人口や事業場の増、汚水や雨水の排水悪化などを勘案し、1964（昭和39）年には、計画面積52,853ha、計画人口950万人、9処理場で23区全域をカバーする「東京都市計画下水道」が定められた。

市郡合併により東京市が拡張して以来32年、ようやく23区全住民が、地域の環境を保全する行政サービスを受ける計画となった。しかしこの時点では計画決定のみに留まり、事業認可は既認可分に未執行が多いことや、財政事情から見送りとなった。



下水道計画概要（1964年2月変更）

1. 源頭水源：河川などの流れが生まれる地点となっている水源地

環境の悪化と公害対策の推進

1960年代に本格化した高度経済成長は、日本に豊かな経済社会をもたらした一方で、大気汚染、騒音、水質汚濁など、公害による生活環境や自然環境の悪化を引き起こした。1960年代後半に入ると環境の悪化を放置できない状況となり、公害対策が重要かつ緊急の課題となっていった。

このような中で、東京都は1966（昭和41）年に、毎年度、緊急かつ継続的に実施しなければならない基本的、根本的な事業を示す「基幹的重要事業実施計画」を策定した。この中で下水道は道路整備とともに最重点施策として位置づけられ、1968（昭和43）年度末の下水道目標普及率は40%とされた。また1970（昭和45）年には都独自の「公害防止計画」、1971（昭和46）年には都の公害対策行政の基本計画となる「都民を公害から防衛する計画」が策定され、両計画において下水道事業は重要な柱となった。

このような中、下水道基本計画は人口や産業の集中、土地利用の高度化、公共用水域の水質保全上の役割などによって、抜本的な改訂が必要となってきたため、1972（昭和47）年、下水処理水量を979万 m^3 /日（既定531万 m^3 /日）とする、水質環境基準達成に向けた計画を策定した。



河川の汚染（昭和30年代の多摩川）



芝浦処理場の建設（1957年）

景気低迷と都の財政危機

1970（昭和45）年に区部の下水道人口普及率を1978（昭和53）年度末までに100%とする事業計画が策定され、下水道事業への投資額は増大していた。1971（昭和46）年度の区部事業費は800億円とほぼ前年度の2倍に達し、同年末には人口普及率も50%を超えた。

これらの投資により、1972（昭和47）年時点の区部の事業費は1,000億円を超えたが、1973（昭和48）年から1974（昭和49）年にかけて起きた石油危機（オイルショック）による建設資材の大幅な高騰、建設公害に対する住民意識の高揚などにより、1978（昭和53）年度末100%普及の目標は後退せざるを得ない状態になった。その結果、1974（昭和49）年4月に策定した「都民を公害から防衛する計画」では、1978（昭和53）年度末普及率を80%に改定するとともに100%普及時期を『早急』へと改めることになった。

水質改善を推進する上位計画の策定

1970（昭和45）年の下水道法改正により、下水道の目的に「公共用水域の水質保全」が付与されることになった。このため都は1973（昭和48）年度より首都整備局（現都市整備局）が事務局となって、河川、海域等の公共用水域の水質環境基準の達成・維持に必要な下水道の整備を効果的に実施するため、「流域別下水道整備総合計画」（以下、流総計画）の策定に取り組んだ。そして、1978（昭和53）年に「多摩川・荒川等流域別下水道整備総合計画」を策定、1980（昭和55）年に建設大臣から承認を受けた。これにより、島しょ地域を除く区部及び多摩地域全域を対象とする流総計画が、個別の下水道計画の上位計画として策定された。

都市化の進展と都市型水害の増加

東京都では都市化の進行によって地下に雨水が浸透しにくくなり、短時間に川へ集中して流れ込むなど、雨水流出係数¹が増大した地域での「都市型水害」の発生が顕著になってきている。1981（昭和56）年7月22日の集中豪雨では1万棟の家屋に浸水被害、同年10月の台風24号では4万棟を超す家屋に浸水被害が生じるに至った。

雨水流出係数はこれまでの計画あるいは施設設計基準の中で見直されていたが、これを用いて下水道を整備した地域でも、その後の急激な都市化の進行により、既設区域全般について雨水流出係数の改定、管路やポンプ場計画の見直し、再整備などが必要となった。このため、既設区域内の現状調査と将来予測などを行い、1982（昭和57）年に「雨水再整備計画」が策定された。



1981年7月豪雨 神田川（新宿区）



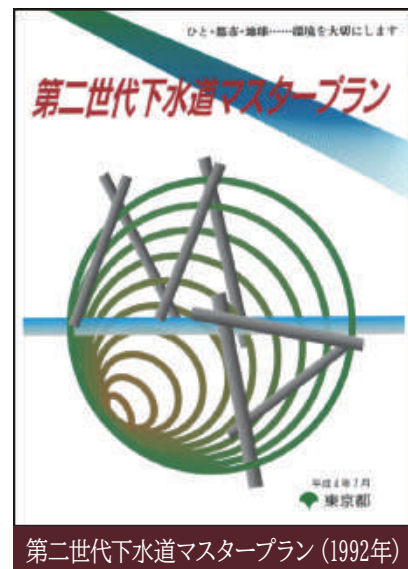
蔵前ポンプ所建設着手（1986年）

1. 雨水流出係数：降雨量に対して地表面を流れる水の割合であり、一般的に舗装面が多い都市部では高い値となることから、下水等流れ込む雨の量が多くなる。

区部下水道100%普及概成と21世紀に向けた下水道

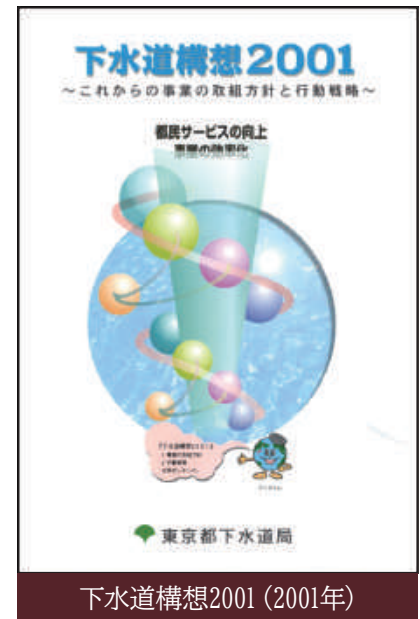
このような積極的な事業推進により下水道の普及に目途がついてきた1989（平成元）年、普及概成後の下水道事業の新たな展開のあり方を検討するため、「21世紀の下水道を考える懇談会」が知事の諮問機関として設置された。懇談会の中で、『下水道が完全に普及する21世紀には、下水道は都民生活により密接な都市施設として快適な水環境の創出など重要かつ多面的な役割を担っていかなければならない』と報告を受けた。これを受け、東京都下水道局では1992（平成4）年に「第二世代下水道マスタープラン」を策定した。当プランでは、これまで普及を中心として整備が進められてきた第一世代下水道の役割を一層充実するとともに、新たな視点から多面的に展開する各施策を体系化し、今後の進むべき方向性とその内容を示している。

そして1994（平成6）年度末、汚水の排除・処理による生活環境の改善を目指して、1884（明治17）年に「神田下水」から始まった区部の下水道整備はついに100%普及概成を迎えた。あわせて「第二世代下水道マスタープラン」に基づく事業展開がスタートし、老朽化施設の再構築、浸水対策、高度処理などの着実な実施とともに、下水の持つ貴重な資源の有効利用の促進、下水道施設の適正かつ効率的な維持管理の実施など、現在に繋がる多面的な事業が展開されていった。



50年先を展望した東京の望ましい将来像の実現に向けて

マスタープランで示した施策の具体的な整備目標を示すため、1998（平成10）年に「これからの下水道事業の展開」を策定し、施策の実現を着実に推進する一方で、下水道経営を取り巻く環境は企業債の元利償還や、老朽化した施設の維持管理などにより、年々厳しさを増していく状況にあった。このような状況下においても、安定した下水道事業運営を図るため、都民サービスの更なる向上、より一層の事業の効率化・重点化の観点から事業全般の進め方を見直し、2001（平成13）年に50年先を展望した下水道事業の取組方針を示す「下水道構想2001」を策定した。



経営計画の策定とこれからの事業運営

2004（平成16）年、「下水道構想2001」に基づき下水道事業を着実に展開し、3年間にわたる計画期間内の事業運営の指針を示すとともに、施策内容をお客さまである都民に明らかにする「経営計画2004」が策定された。また、経営計画のスタートに合わせて、下水道事業により親しみを持ってもらえるよう処理場の名称を『水再生センター』に変更した。

これ以降、計画期間ごとに事業の運営指針となる経営計画を順次策定し、2021（令和3）年には「経営計画2021」を新たに策定した。当計画では、三つの経営方針『お客さまの安全を守り、安心して快適な生活を支える』、『良好な水環境と環境負荷の少ない都市の実現に貢献する』、『最少の経費で最良のサービスを安定的に提供する』を掲げ、これに基づき下水道事業を将来にわたり安定的に運営し、お客さまである都民の皆さまに質の高い下水道サービスの提供に取り組んでいる。

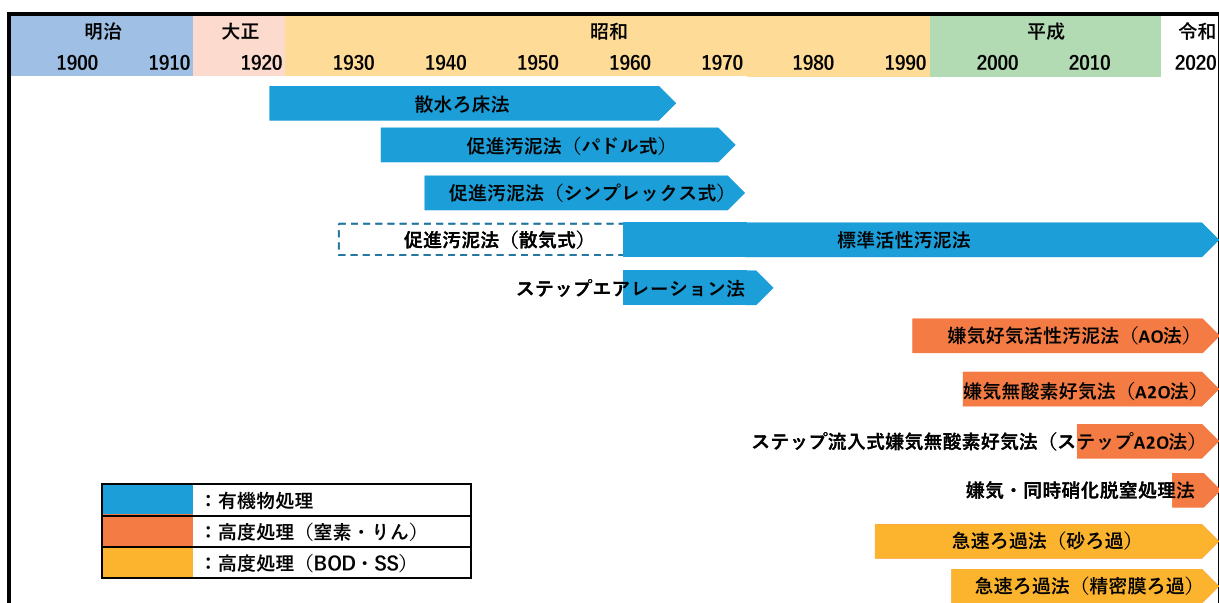
東京の下水道は1884（明治17）年から整備が始まり、130年以上もの間、重要な都市基盤施設として、都民生活と都市活動を支え続けてきた。引き続き、都民の安全と安心を確保するため、更なる財政基盤の強化に努めるとともに、これまで長年にわたり培ってきた技術力を継承、発展させ、下水道サービスの更なる向上を目指し、職員一丸となって、全力で取り組んでいく。



2

下水処理方式・技術の変遷 ～時代の要請に応じた水処理の進化～

東京における下水処理方式・技術の歩み



近代下水道整備以前は、し尿は便槽に貯留したうえで主に肥料として利用し、汚水は河川へそのまま排除されることが一般的であった。明治時代になり、コレラ等の伝染病が流行するなど衛生面が大きな問題となったことから、し尿や汚水は下水道を整備して処理場に集約し処理するよう変化してきた。しかしながら、欧米に比べ日本は下水処理技術に関する知識は乏しく、海外から多くの技術を取り入れていくことになる。

日本における近代下水処理は、1922（大正11）年に稼働した日本初の下水処理施設である三河島汚水処分場において採用された散水ろ床法に始まる。その後、都市部の著しい人口増加に伴い、下水道建設が本格化する中、衛生的かつ施設面積が散水ろ床の4分の1で済む促進汚泥法¹（現在の活性汚泥法）が注目され、大都市では散気式を含め様々な実験に取り組んでいった。

昭和30年代に入ると、産業の急速な発展の一方で、工場等の排水によって全国の河川で水質汚濁が拡大し社会問題化した。このような背景から、1970（昭和45）年の下水道法の改正などにより、公衆衛生の向上及び浸水防除というこれまでの下水道の目的に、公共用水域の水質保全が加わることとなった。

都心では下水道の普及により、1978（昭和53）年の早慶レガッタや隅田川花火大会の再開など河川の水質改善が進んだものの、赤潮など東京湾でのいわゆる富栄養化が顕著となり、赤潮発生の一因とされる窒素やりんを多く除去する嫌気無酸素好気法（A₂O法）などの高度処理の必要性が高まった。

1.促進汚泥法：浮遊微生物により下水を処理し、沈降分離した上澄み水は川などに放流し、沈降した微生物は繰り返し処理に使用する。

また、温室効果ガス排出量に起因する地球環境問題から、省エネルギーの観点により求められるようになり、高度処理の推進における取組についても、東京都では従来の高度処理と比べて省エネルギーである嫌気・同時硝化脱窒処理法などを開発し順次導入するなど、省エネルギーとの両立を図っている。

近年では、高度処理により得られる下水処理水（以下、「処理水」とする。）を都市における貴重な水資源として有効利用する自治体や民間企業も増加している。東京都では、砂ろ過や精密膜ろ過といった急速ろ過法を導入しているが、他自治体などでは同等のろ過能力を持つ膜分離活性汚泥法（MBR）が導入され始めている。

日本における近代下水道の草創期

～生物処理のはじまり～

明治時代におけるコレラ大流行を機に、東京市は下水道改良事業に着手する。その際、海外から得た知見を元に、当時の最新の処理方式を導入する。

セプティックタンク処理法 ～嫌気性微生物によるし尿処理～

1888（明治21）年、東京を日本の首都にふさわしい街並みとして整備すべく市区改正条例が交付された。明治30年代、東京市区改正条例の公布から10余年が経つと道路整備や水道の普及も一段落し、東京の市街地は都市としての形が整いつつあった。市区改正委員会は、1904（明治37）年、臨時委員に東京帝国大学教授中島鋭治博士を招聘し、東京市の下水道設計を依頼した。

中島氏は排水区域を3区に分類し、排除方式は、分流式と比較して初期投資額の低い合流式とした。汚水の処分方法は、第一区（芝浦系統）は芝浦沖に放流し、第二区（三河島系統）と第三区（砂町系統）は処理を行った上で隅田川及び中川に放流する計画とした。



中島鋭治氏

そして、中島氏は処理方式についても欧米各国の海外経験を基に検討を重ねた。氏が西洋から持ち帰った当時の処理方式は、河海放流法、土壤灌漑法、ろ過浄法、化学的沈澱法、セプティックタンク（Septic Tank）処理法の5方式であった。

土壤に汚水をまいてろ過する土壤灌漑法は、パリ、ベルリン、モスクワ等で採用されていたが、広大な土地を必要とする。ろ過浄法は、ろ過池を洗浄するため土壤灌漑法の10分の1の敷地で済むが、それでも東京市での採用は現実的ではないとした。石灰石などを用いた化学的沈澱法は、グラスゴー、ブリストル、フランクフルト等で採用されていたが、薬品代が高く、しかも沈殿物の処理にも高額な経費を要する。

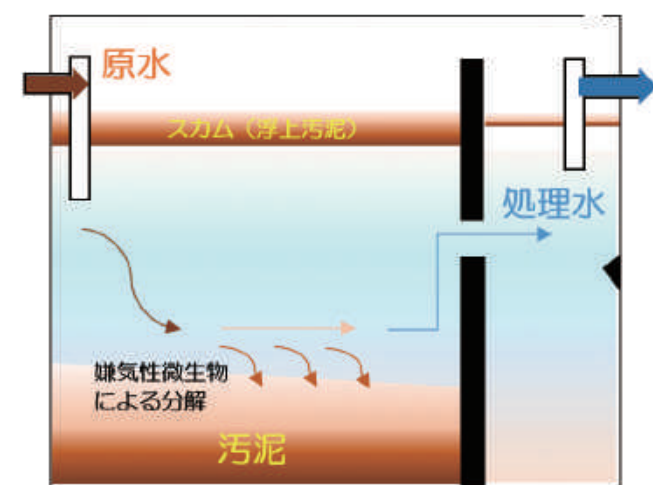
そこで、第一区（芝浦）については、希釈する河海放流法を採用することとし、汚水を一旦、芝浦に集め、芝浦沖に汚水を放流するとした。第二区（三河島）と第三区（砂町）は、多くの工場が立地し、人口が過密なため汚水の濃度が高く、地形からも河海放流法が採用できないため、十分な浄化が可能なセプティックタンク処理法を採用し、さらにろ過池を通過させることとした。そしていよいよ着工が目前となってきた頃、東京の下水道のあるべき姿を調査するため、欧米視察に派遣されていた米元晋一氏が帰国した。

○セプティックタンク処理法（嫌気性微生物によるし尿処理）

セプティックタンク処理法は、空気を吹き込まない腐敗槽（タンク）内での嫌気性微生物を利用した処理法であり、英国技師のDonald Cameronが1895（明治28）年に開発したとされる技術である。

セプティックタンク法は、2室以上の処理槽を連結した構造で沈殿分離及び嫌気性微生物によって有機物を分解する。当時のBOD¹除去率は約50%程度だったといわれている。

嫌気性微生物は、好気性微生物と比べて増殖速度が遅く、タンク内での長い滞留時間を要するため、多くの汚水を処理するには広大な敷地が必要なほか、凝集性及び沈降性が劣るといった特徴がある。



セプティックタンク処理法図解

1. BOD（生物化学的酸素要求量）：水中の有機物が細菌などの微生物によって好氣的に分解されるのに必要な酸素量。水の汚濁状態を表す一般的な指標のひとつ。

散水ろ床法 ～東京下水道草創期の処理方式～

帰国後の米元氏は、三河島污水処分場の設計に着手した。当初計画の処理方式はセプティックタンク処理法であったが、欧米においては、既にこの方式の効果や操作性等について批判があった。特に英国の下水処理研究は大陸を上回って盛んであり、米元氏は、中でもバーミンガムで行われていた散水ろ床法に注目して帰国した。同法は、土壤灌漑法に比べて処理効率が良く、建設面積が格段に少なくて済む利点があった。

中島氏に意見を求められた米元氏は、欧米の最新方式である散水ろ床法の採用を進言した。その結果、セプティックタンクは第一沈殿池へ変更、さらに第二沈殿池を追加することになり、1914（大正3）年に三河島污水処分場の建設に着手した。

そして1922（大正11）年に、1900（明治33）年の下水道法施行以降、日本初の下水処理施設であり、計画処理人口約40万人となる三河島污水処分場が稼働を開始した。



米元晋一氏

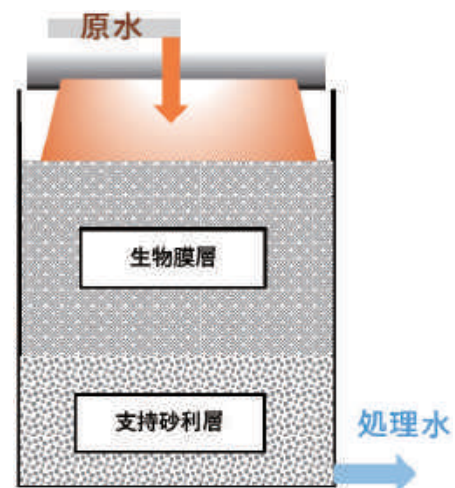


三河島污水処分場の散水ろ床

○散水ろ床法（ろ過及び生物膜による分解）

散水ろ床法は、間欠的または連続的に下水をろ過材（ $\phi 35 \sim 100 \text{mm}$ の碎石または砂利）表面に散布し、下水がろ過材間の空隙を流下する過程で、ろ過材表面に形成された生物膜と接触反応させる処理法である。

米国のローレンス研究所で1888（明治21）年から1890（明治23）年にかけて研究され、有機物が92%除去されることが明らかになった。1893（明治26）年の英国シェフィールドをはじめ、米独にもプラントがつくられており、当時としては実用的で最高の処理法であった。



散水ろ床法の図解

都市化の進行と昭和の激動期

～活性汚泥法の導入～

人口増加に伴い、東京では芝浦や砂町においても事業に着手した。大都市で本格化した下水処理において、注目されていた活性汚泥法の調査を開始する。

促進汚泥法 ～現在の活性汚泥法の先駆け～

東京帝国大学教授草間偉氏は、1918（大正7）年に欧米に派遣され、米英仏独を巡り、1920（大正9）年に帰国した。この時、草間氏は主に英国のシェフィールドやマンチェスターでの促進汚泥法（現在の活性汚泥法）という新技術を持ち帰り、1921（大正10）年の土木学会講演にて初めて日本に紹介した。日本の大都市も下水道建設に本格的に取り組もうとしており、建設面積が散水ろ床法の四分の一で済む促進汚泥法は全国の注目を浴びることになった。

この時代、東京の人口は増加し続け、市街地は郊外部へも拡大していった。昭和になり下水道事業は都市計画事業として行うことになり、旧市街と郊外町村を一体的に整備することとなった。

三河島污水処分場における検討では、別途污水処分場を計画するか否かが大きな懸案となった。この時点において、三河島污水処分場の敷地56,000坪のうち、既定計画で46,000坪を使用していたため、施設の拡張に利用できる余裕は少なかった。そこで東京市は、施設拡張及び砂町污水処分場の将来計画の準備として、三河島污水処分場内に促進汚泥法の実験設備を設けた。

実験は、後に三河島污水処分場の場長も経験した柴田三郎氏等が中心となり、1926（大正15）年からパドル式（機械攪拌式）、1927（昭和2）年から散気式、1931（昭和6）年からシンプレックス式について開始され、1936（昭和11）年までおよそ10か年継続された。これにより得られた多くの実験結果を基に、促進汚泥法の採用にあたっては、三河島污水処分場の拡張ではパドル式、芝浦污水処分場にはシンプレックス式がそれぞれ導入された。

○三河島污水処分場において実験した促進汚泥法の種類

空気（酸素）を槽内底部から送風する散気式に対して、パドル式及びシンプレックス式の処理方式は、反応槽の混合液を機械的に水面で攪拌して空気と接触させる、いわゆる表面曝気式という点が大きな違いである。

パドル式の水車は、駆動軸に固定された直径3m、幅1mの鋼製攪持翼6機が毎分15回転するものであったが、酸素溶解効率が悪いため、散気式の3倍の敷地面積を必要としたほか、機械部分の故障や騒音の発生等が顕著であったといわれる。



シンプレックス式は、円筒の頂部に取り付けた回転翼を急速に回転して円筒底部から下水を上昇させるとともに、周囲にはね飛ばしてエアレーションを行う。攪持翼で酸素溶解効率を高める反面、強力な回転により活性汚泥のフロック¹が破壊されやすく、また、回転軸が長いので軸受けが損傷しやすいなど、機械的なデメリットも抱えていたといわれる。

一方、散気式は、所要建設面積や処理水質とも優れており、将来採用が見込まれる方法と考えられていた。しかし、当時はエアレーションに必要な電力や余剰汚泥の増大、海外製であった散気板が高価であった点など、直ちに採用するうえでは厳しい状況があった。

海外では、英国ウィジントンにおいて、散気式の実用施設が1918（大正7）年に初めて建設された。国内では、1930（昭和5）年に名古屋市の堀留処理場が初めて採用しているが、東京で散気式が採用されたのは、芝浦処理場の1959（昭和34）年であった。

○三河島污水処分場

三河島污水処分場の散水ろ床法では、ろ床バエの大量発生に悩まされていた。また、当方式では将来拡張用地が不足することが判明していた。

三河島処理区は家庭下水が主であるが、料理屋等が多く存在し、工場もあることから下水濃度は高い。そこで、拡張の際には促進汚泥法とし、電力量が少なく、水深の浅い沈殿池からの転用が可能であったパドル式を採用した。これは1934（昭和9）年から1971（昭和46）年まで稼働している。



パドル式曝気槽※（三河島）

※現在の反応槽

1. フロック：活性汚泥法で活躍する微生物の塊を指す。反応槽で大きくなったフロックが沈殿することで清澄な処理水となる。

○芝浦污水処分場

1931（昭和6）年、東京市下水道設計で計画された第1区において、芝浦ポンプ場が稼働した。当時は、汚水をポンプアップして第一沈殿池に導き、一旦貯留後、芝浦沖に放流されていた。

1933（昭和8）年、芝浦ポンプ場の拡張が決定された際に「芝浦污水処分場」へ名称変更するとともに、促進汚泥法の導入を決定し、操作及び維持管理が容易なシンプレックス式を採用した。これは1939（昭和14）年から1971（昭和46）年まで稼働している。

なお、パドル式は、三河島污水処分場において池の構造から短い時間で水が流出する事象が生じる課題があった。また、シンプレックス式は、芝浦污水処分場において当初からバルキング¹（汚泥膨化現象）に悩まされた。



1.バルキング：活性汚泥の塊に増殖する糸状性微生物の割合が多くなり、固液分離が十分にできなくなる現象を指す。糸状性微生物の増殖は、反応槽の高負荷時に生じやすく、溶存酸素の不足などの要因も関係する。

高度経済成長期から現在

～活性汚泥法の進化のあゆみ～

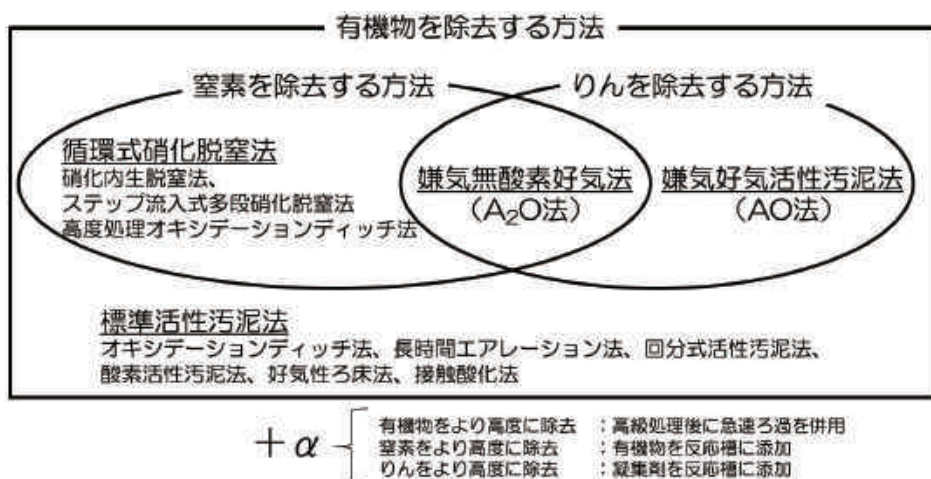
高度経済成長期の時代、産業の活性化に伴う大都市河川の水質汚濁も深刻化する中、東京においても下水処理場が続々と新規稼働していく。活性汚泥法は、省スペース化や処理の効率化、高度処理を目的に進化していく。

高度経済成長期は、昭和30年代から40年代まで続くいわゆる「神武景気」から「いざなぎ景気」と称される時代であり、これまでの時代と比べようもないほどに、東京をはじめとする大都市では人口増加や河川海域の水質汚濁が顕著となり、下水道の普及と合わせて下水処理場におけるより効率的、高度な処理が一層注目されるようになった。

さまざまな活性汚泥法

下水処理において、除去する項目と主な処理方法の関係を下図のように示すことができる。有機物の除去が主体である標準活性汚泥法から、嫌気好気活性汚泥法などの技術革新により窒素やリンの除

去という機能が付加されたほか、有機物をより高度に除去できる急速ろ過といった方法についても、処理水質の一層の向上が可能である。



(全国)

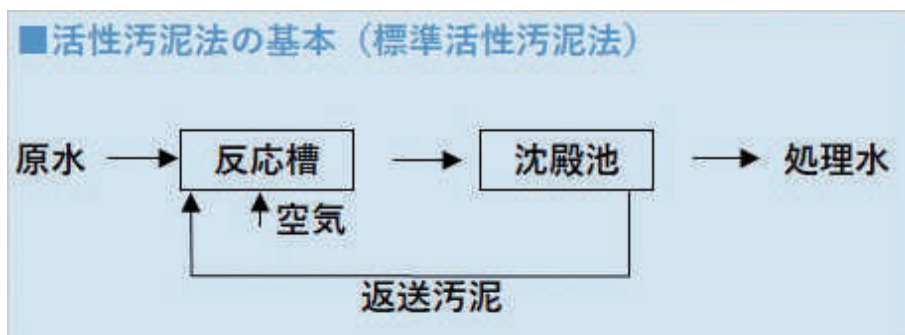
活性汚泥法は、時代背景や技術革新とともに様々な形で発展し、東京都においても、随時その方式を取り入れ、日々改良を重ね、今日までの公共用水域の水質保全に貢献している。

		導入系列数
活性汚泥法 (浮遊生物法)	標準活性汚泥法	846
	ステップエアレーション法	8
	酸素活性汚泥法	13
	長時間エアレーション法	52
	オキシデーションディッチ法 (OD法)	1,029
	循環式硝化脱窒法 (窒素除去)	50
	嫌気好気活性汚泥法 (りん除去)	55
	嫌気無酸素好気活性汚泥法 (窒素・りん除去)	87
	回分式活性汚泥法	72
固着生物法 (生物膜法)	接触酸化法	13
	好気性ろ床法	25
主な活性汚泥法の種類		

注) 導入系列数は下水道統計 (平成28年度) より当局が作成

標準活性汚泥法 ～活性汚泥法のスタンダード～

活性汚泥を用いた排水処理の方法を一般に活性汚泥法と称する。活性汚泥は、下水中に存在していた微生物が、有機物や酸素の供給（曝気）により爆発的に増殖を行うことにより生じる。活性汚泥法は、この活性汚泥の働きにより、下水中の有機性汚濁を減少させ、分離処理により清澄な処理水が得られるという仕組みである。



活性汚泥法（当時は促進汚泥法と呼ばれる）は、1921（大正10）年に日本に初めて紹介された。前述した三河島污水処分場での実験のように、散気式が活性汚泥法の中で最も評価され、今日では標準的な方式として全国に普及している。

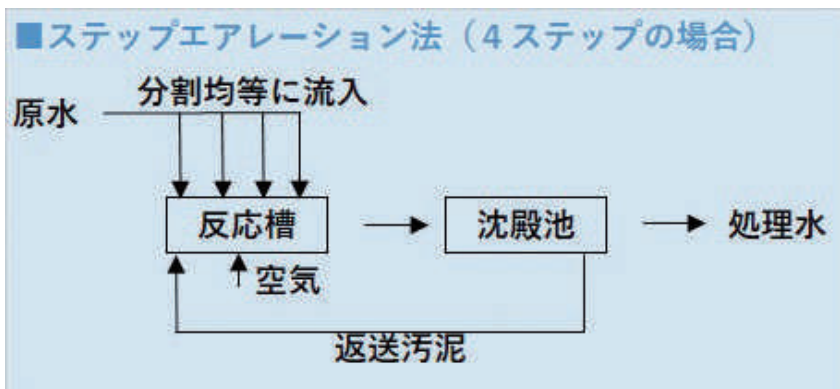
ステップエアレーション法 ～活性汚泥法の実用運転の試み～

昭和30年代から40年代まで続く高度経済成長期では、一人当たりの計画汚水量が昭和初期の167リットルから1955（昭和30）年の320リットルへ増加するなど、戦後の著しい人口集中に対応するべく、芝浦処理場の能力増加が求められた。

1956（昭和31）年、東京都水道局下水部（東京都下水道局の前身）は職員を海外派遣し、活性汚泥法のひとつであるステップエアレーション法という新技術の知見を得た。

国内では、1959（昭和34）年の名古屋市西山水処理場のほか、大阪市や広島市、北九州市などで続々と採用が決定していった。東京都においても、1959（昭和34）年芝浦処理場の拡張に際して、ステップエアレーション法の検討を重ねながら実用運転に入っていた。

ステップエアレーション法は、分注法とも呼ばれ、反応槽へ分割均等に流入させる処理方式である。槽内の負荷を均一にすることにより、反応槽の容量を小さくできるメリットがあり、反応槽のHRT（滞留時間）は標準活性汚泥法が6～8時間であるのに対して、同法の場合は4～6時間になる。



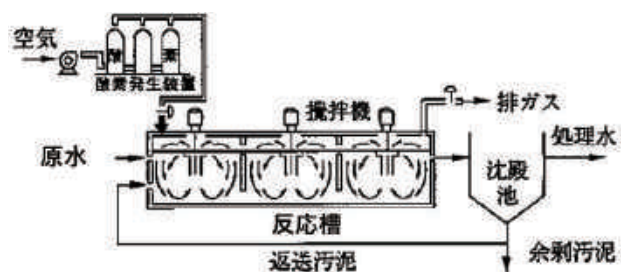
なお、芝浦処理場に続いて、落合・砂町・小台の各処理場で実施したステップエアレーション法は、バルキングを起こしやすく、処理水の透視度の低さなどの欠点が明らかになってきた。当時はまだ下水量に対する処理能力が不足し、反応槽はバルキングが生じやすい高負荷の状況であった。

標準活性汚泥法と並んでステップエアレーション法は全国的にも普及したが、有機物の除去が主体の処理法であり、後に高度処理の必要性が高まったことにより、同法の採用数は減少している。

その他の活性汚泥法について、以下に簡潔に述べる。なお、これらの活性汚泥法は東京都において採用例はない。

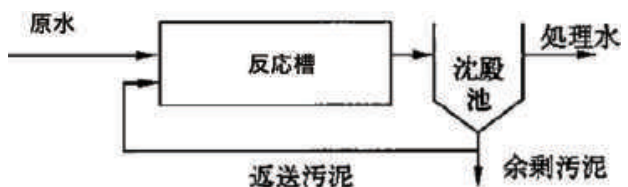
酸素活性汚泥法

密閉した反応槽に純酸素を吹き込む処理方式。HRT（滞留時間）を標準活性汚泥法の半分以上に抑えられるため、設備の設置面積を小さくできる利点があるが、窒素・りんの除去は不向き。



長時間エアレーション法

下水を24時間程度滞留させて安定した処理を目指す小規模向きの方式。維持管理が容易。



オキシデーションディッチ法

循環水路を用いた小規模向きの方式。通常、前段の沈殿池を必要としない。小規模処理場では最も採用例が多い。



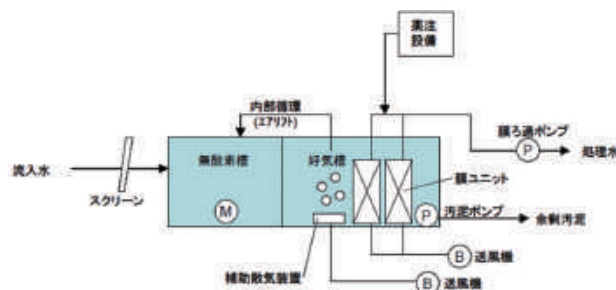
回分式活性汚泥法

ひとつの反応槽で生物処理と固液分離の工程を交互に行う小規模向きの方式。



膜分離活性汚泥法 (MBR)

生物処理後の処理水と活性汚泥との分離を、従来の沈殿池に代えて精密なろ過膜を使って行う方式。処理水の有効利用として同法を採用する事例が全国的に増えている。



○窒素・リンの除去 (高度処理)

日本では、昭和40年代に公害対策基本法 (1967 (昭和42) 年)、水質汚濁防止法 (1970 (昭和45) 年) が施行され、下水道整備等の進捗により河川の水質は改善されてきたものの、東京湾では水質環境基準が未達成であり、赤潮の発生も慢性化していた。

2003 (平成15) 年に下水道法施行令が改正され、窒素、リンを放流水質基準に追加するなど基準が強化されるとともに、下水道管理者が放流先の状況等を考慮しながら自ら計画放流水質を定めることとされた。また、2005 (平成17) 年の下水道法及び下水道法施行令の改正では、都道府県は、下水道整備の計画の際に、終末処理場からの放流水に含まれる窒素及びリンの削減目標とその方法を定めなければならないとされた。このように、法的な位置づけが明確化されたことから、高度処理の計画的な導入がさらに進められることになった。



東京湾における赤潮発生の様子

標準活性汚泥法やステップエアレーション法は、主として有機物の除去を目的としており、窒素やリンの除去能力は低い。これに対して、1960年代に循環式硝化脱窒法が開発され、窒素除去機能が付加されることになった。また、1970年代にはリン除去機能を持つ嫌気好気活性汚泥法 (A0法) が開発された。さらに、窒素とリンの同時除去が可能な嫌気無酸素好気法 (A_2O 法) へと活性汚泥法の機能が拡大された。

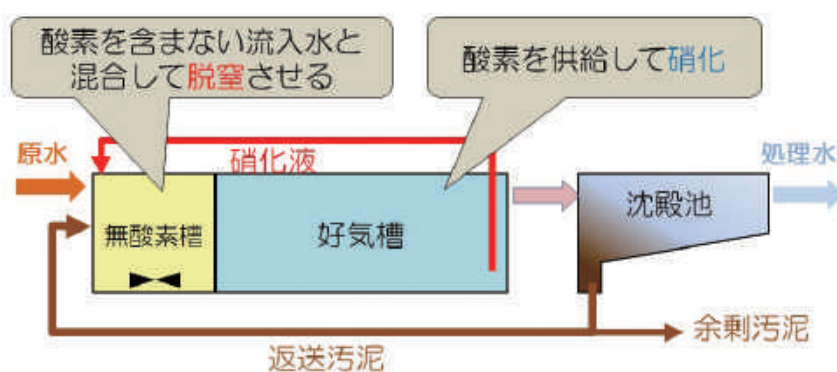
都における高度処理の取組としては、嫌気好気活性汚泥法は1990 (平成2) 年に三河島処理場へ、嫌気無酸素好気法は1995 (平成7) 年に有明処理場へ初めて導入した。また、当局が技術開発したステップ流入式嫌気無酸素好気法は2007 (平成19) 年に流域下水道の八王子水再生センターに初めて導入した。

なお、高度処理施設の建設には、窒素やリンの除去機能を合わせ持つ反応槽や関連設備を追加する必要があるため、多くの敷地や時間、コストを必要とする。そのため、近年では、標準活性汚泥法の既存施設の改造により窒素やリンの除去機能を持たせる段階的¹高度処理¹の考え方が国から示されている。東京都においても、擬似A0法といった早期に一定の水質改善が可能な高度処理方式の整備にも取り組んでおり、水質改善のスピードアップを図っている。

循環式硝化脱窒法（窒素除去）

生物学的に窒素を除去するため、反応槽を無酸素槽（脱窒槽）－好気槽（硝化槽）の順に配置し、好気槽の硝化液の一部を無酸素槽へ循環する処理方式である。

無酸素槽では攪拌のみを行い、好気槽ではエアレーションを行う。下水中の有機態窒素やアンモニア性窒素は、好気槽において硝化菌の働きで硝酸性窒素に変化していく（硝化）。さらに、この硝酸性窒素は無酸素槽に循環すると、脱窒菌の働きで窒素ガスに変化し、下水中から空气中へ除去される（脱窒）。

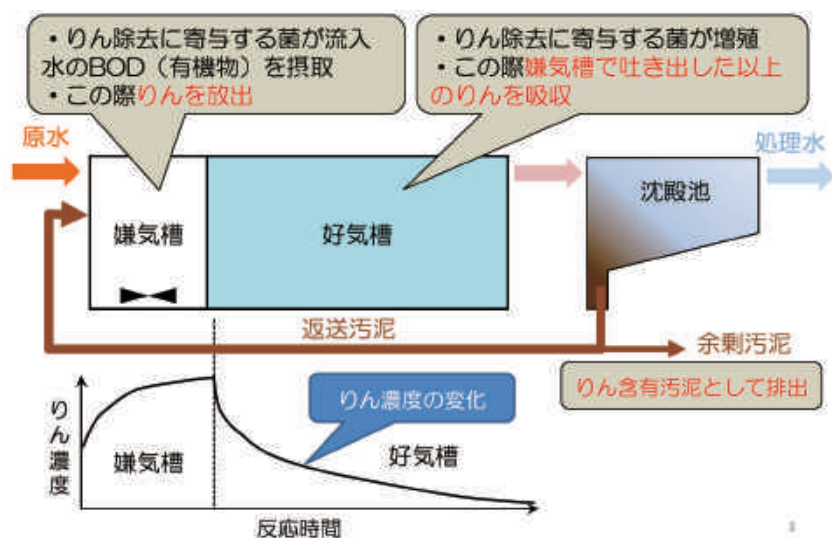


1. 段階的¹高度処理：高度処理の導入に際して、耐用年数や費用等の問題から全面的な増改築が当面見込めない処理場が多数あることを踏まえ、国土交通省は『水域の早期水質改善に向けて、既存施設の一部改造や運転管理の工夫により段階的に高度処理化を図る手法』を段階的¹高度処理と定義し、早期かつ安価な高度処理化による早期の水質改善の取組を推進している。

嫌気好気活性汚泥法（A0法）（りん除去）

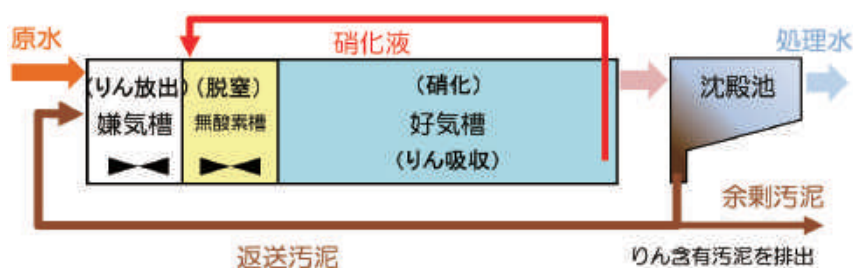
生物学的にりんを除去するため、反応槽を嫌気槽－好気槽の順に配置し、攪拌のみを行う嫌気槽では活性汚泥中のりん除去に寄与するりん蓄積細菌からりん酸が吐き出され、好気槽では吐き出した以上のりん酸が取り込まれる。

りん酸を多く取り込んだ活性汚泥を余剰汚泥として系外へ排出することにより、下水中のりんを除去することができる。



嫌気無酸素好気法（A₂O法）（窒素・りん除去）

生物学的に窒素・りんを除去するため、反応槽を嫌気槽－無酸素槽－好気槽の順に配置し、好気槽の硝化液の一部を無酸素槽へ循環する処理方式である。前述した循環式硝化脱窒法と嫌気好気活性汚泥法を組み合わせたものであり、窒素とりの同時除去が可能である。

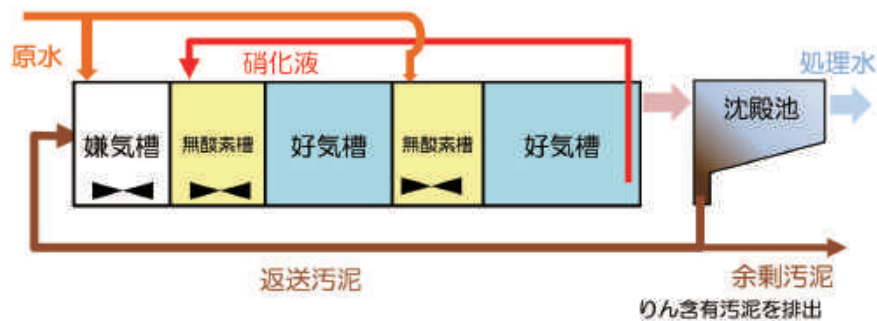


ステップ流入式嫌気無酸素好気法（ステップ A₂O 法）（窒素・りん除去）

ステップ流入式嫌気無酸素好気法は、嫌気無酸素好気法（A₂O法）とステップ流入式硝化脱窒法を組み合わせた処理法であり、それぞれの機能を最適化することにより、効率的な窒素・りんの除去を達成する。

当処理法は、東京都下水道局（以下、「当局」とする）が民間企業との共同研究により平成12年度に技術開発した処理法であり、窒素処理工程が2段あることにより、特に窒素の除去が向上している。

また、反応槽への原水の流入を分注（2段のステップ流入）することにより、嫌気無酸素好気法と比較して反応槽のHRT（滞留時間）の短縮や、硝化混合液量の削減を図ることが可能となる。



東京都下水道局キャラクター
「アースくん」

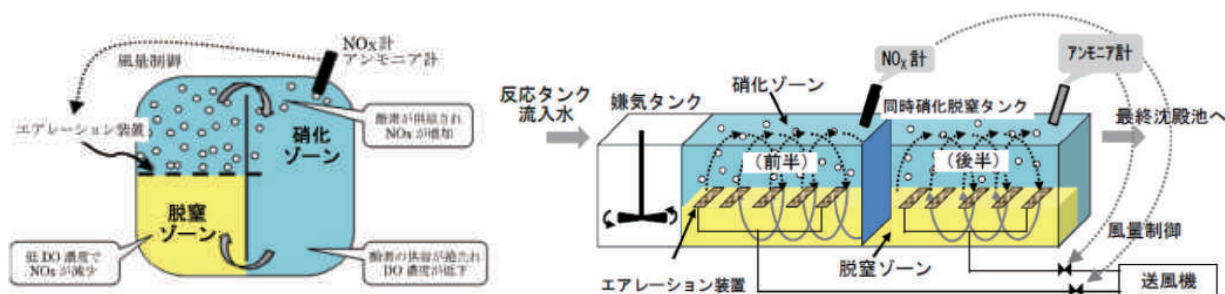


嫌気・同時硝化脱窒処理法（窒素・りん除去）

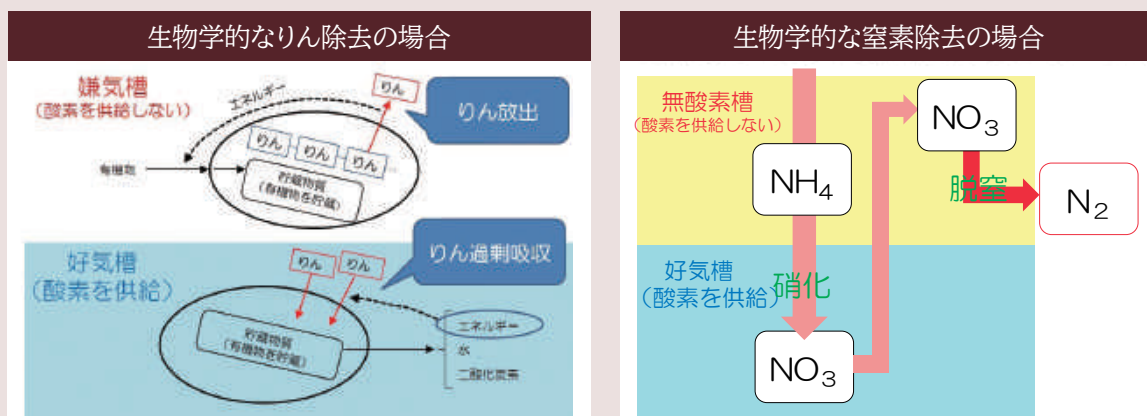
嫌気・同時硝化脱窒処理法は、りんを除去するための嫌気好気活性汚泥法（A0法）と同様の嫌気槽－好気槽の配置であるが、好気槽での適切な送風制御により、旋回流内で脱窒に必要な無酸素ゾーンを形成する。このことにより、好気槽内で硝化と脱窒を同時に行うことが可能となることから、嫌気無酸素好気法（A₂0法）と同様の処理原理といえる。

本法は、当局が民間企業との共同研究により2013（平成25）年度に技術開発した処理法であり、現在まで、葛西水再生センターや流域下水道の浅川水再生センターなどに導入されている。

また、本法は嫌気無酸素好気法で用いる硝化液循環ポンプを必要とせず、無酸素槽の攪拌装置が不要であるため、嫌気無酸素好気法（A₂0法）に比べて消費電力を低減することが可能である。



【参考】反応槽における「嫌気槽」と「無酸素槽」の違いについて



反応槽内での「嫌気槽」及び「無酸素槽」は、高度処理における窒素、りんの除去にそれぞれ必須の処理工程である。ともに酸素（空気）を供給しない状態をつくることで、嫌気槽ではりんが吐き出され、無酸素槽では窒素ガス（N₂）に変換（脱窒）される作用が生じる。なお、ともに酸素はまったく存在しないように思えるが、無酸素槽の場合は、好気槽から送られる硝化液に亜硝酸（NO₂）・硝酸（NO₃）のように窒素に結合している酸素が存在し、脱窒の際に、脱窒菌がその酸素を利用する。

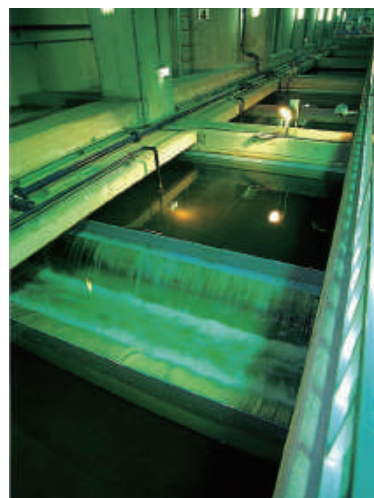
急速ろ過の導入 ～河川の水質環境基準の適合に向けて～

1973（昭和48）年、当面多摩川の水質環境基準をクリアすることを目標として、下水道局長の諮問機関である「三次処理調査委員会」が設置された。

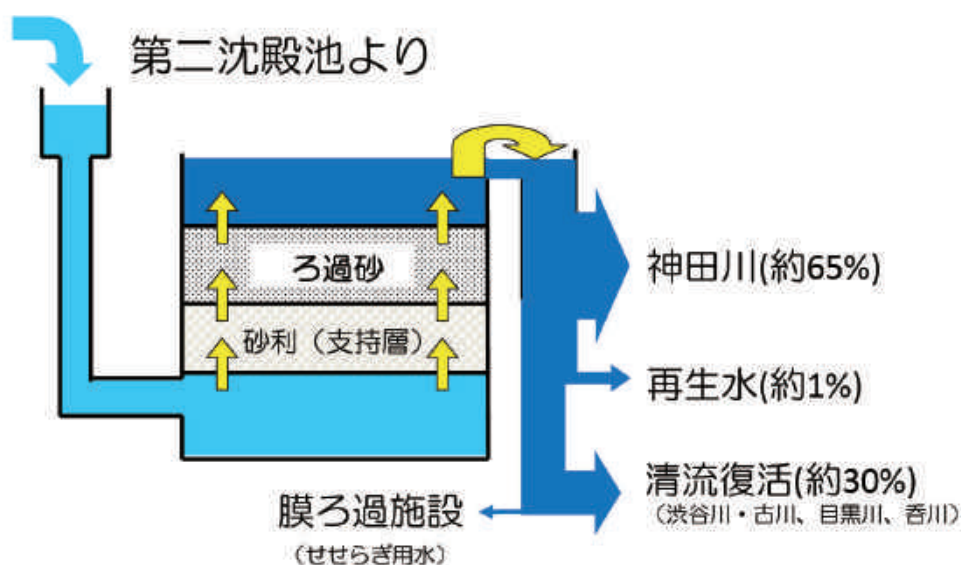
当局では審議と並行して、南多摩処理場に凝集沈殿＋急速ろ過＋塩素注入＋活性炭吸着という実規模の高度処理実験施設を建設している。

急速ろ過池は下向流方式で、ろ層はアンスラサイトと珪砂からなる複層方式を採用した。この実験は1979（昭和54）年まで行われ、他機場での実験結果と合わせて急速ろ過法の技術を確認した。

1970（昭和45）年に神田川の水質環境基準がBOD10mg/Lに決定された際には、落合処理場の処理水の全量进行处理する急速ろ過池を1986（昭和61）年に整備した。これは、落合処理場の放流量が放流先の神田川の流量の大部分を占めていたためである。



落合処理場砂ろ過水



落合処理場砂ろ過図解

注）清流復活への活用は1995年3月以降

急速ろ過の導入 ～処理水の有効利用へ～

都心の人口集中とともに、東京都の水需要は年々増加し、特に高度経済成長を背景にした1960（昭和35）年から1970（昭和45）年にかけては5年ごとに給水量ベースで日量120万 m^3 もの大幅な増加を記録した。さらには、東京オリンピック・パラリンピックを控えた1964（昭和39）年の夏には、当時の主力水源であった多摩川水系が大渇水に見舞われ、一部に時間給水の事態が発生した。

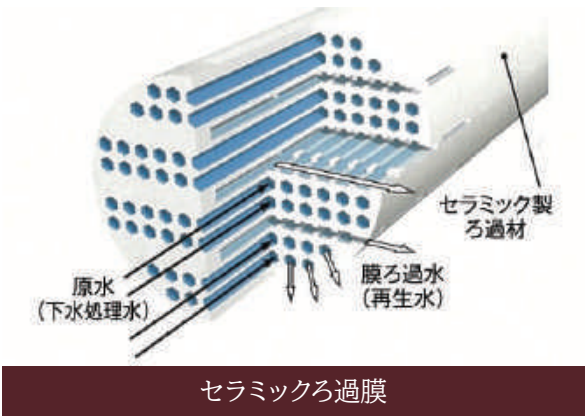
高度に都市機能が集中している東京においては、渇水等による水不足が生じた場合、都民生活や都市活動への影響が計り知れないほど大きい。このような背景から、節水やリサイクル社会への機運が高まっていった。

当局では、1984（昭和59）年から、処理水にろ過等を施した再生水を流域下水道の多摩川上流水再生センターや区部の落合水再生センターなどで造水し、現在、下水処理量全体の約1割に当たる日量約51万m³をトイレ用水や清流復活事業などへの都市の貴重な水資源として有効利用している。

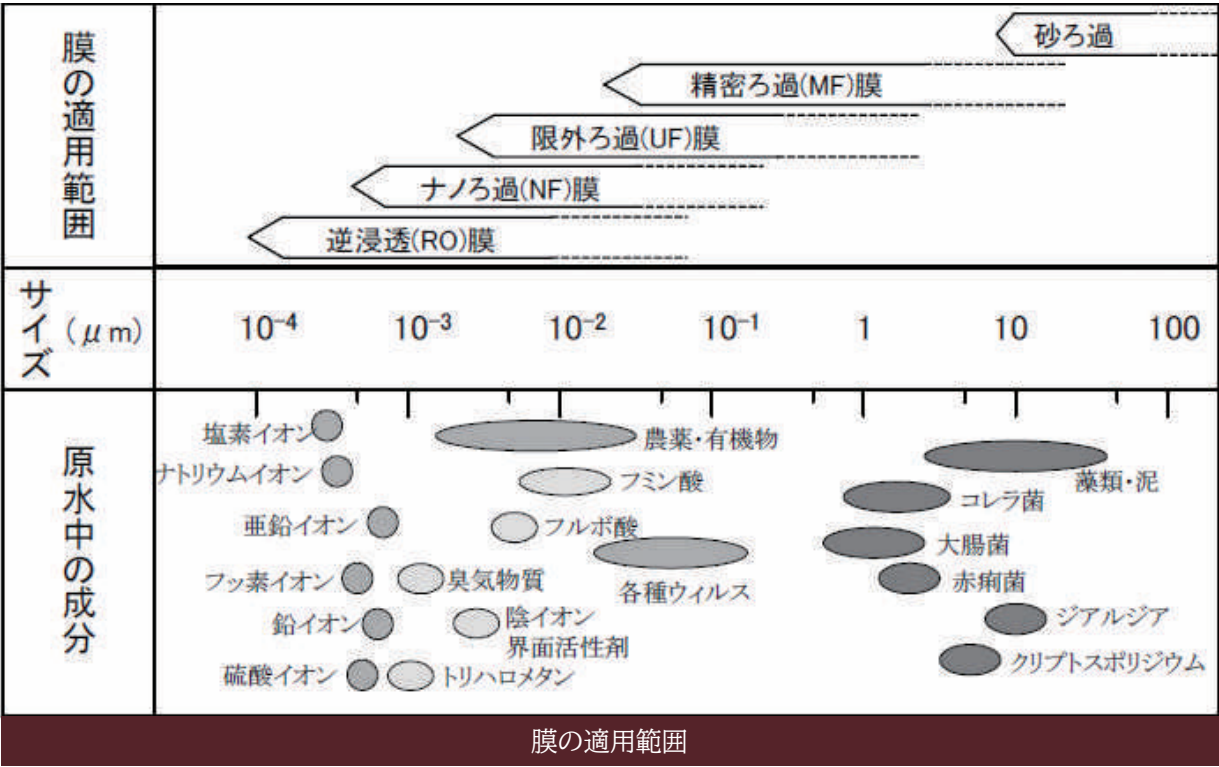
導入設備の例として、落合水再生センターでは、限外膜（UF膜）ろ過及び逆浸透膜（RO膜）ろ過によるせせらぎ用水としての利用や、芝浦水再生センターでは、民間企業と共同開発したセラミック膜（MF膜）ろ過によるトイレ用水や修景用水の利用を行っている。



清流復活事業（野火止用水）



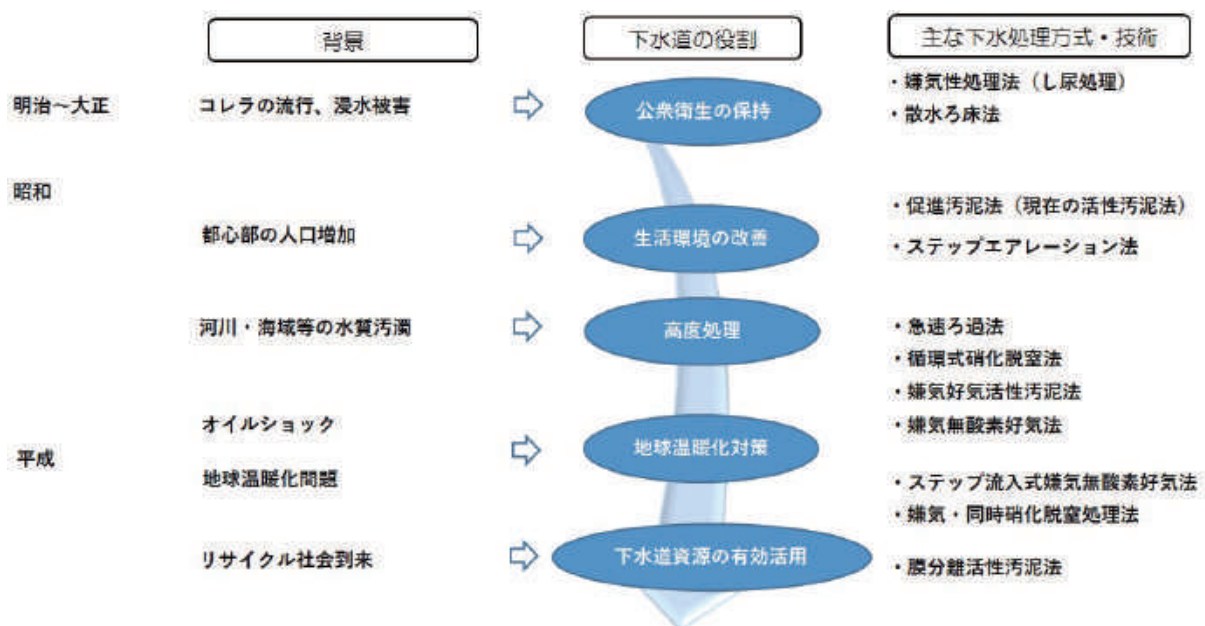
セラミックろ過膜



膜の適用範囲

出典：下水道への膜処理技術の導入のためのガイドライン（第2版）
（下水道膜処理技術会議、2011年3月）

下水処理技術の更なる発展に向けて



下水処理は、下水道事業を24時間365日運営していく上で、一日たりとも欠かせないものである。

日本における下水処理技術は、約100年前の三河島污水処分場の散水ろ床法から始まり、時代の要請とともに技術者が日々試行を重ね、衛生的かつ高度に処理する手法を取り入れながら、今日まで発展してきた。

当局は時代の要請に応えるべく、引き続き安定的な下水処理を行い、処理水質の向上に努めることで、公共用水域の水質保全へ貢献するとともに、高度処理施設の省エネルギー化や、高度処理水の有効利用にも積極的に取り組んでいく。



三河島污水処分場 促進汚泥法試験設備（1932年）



水辺で楽しむ人々（お台場海浜公園）

3

汚泥処理方式・技術の変遷

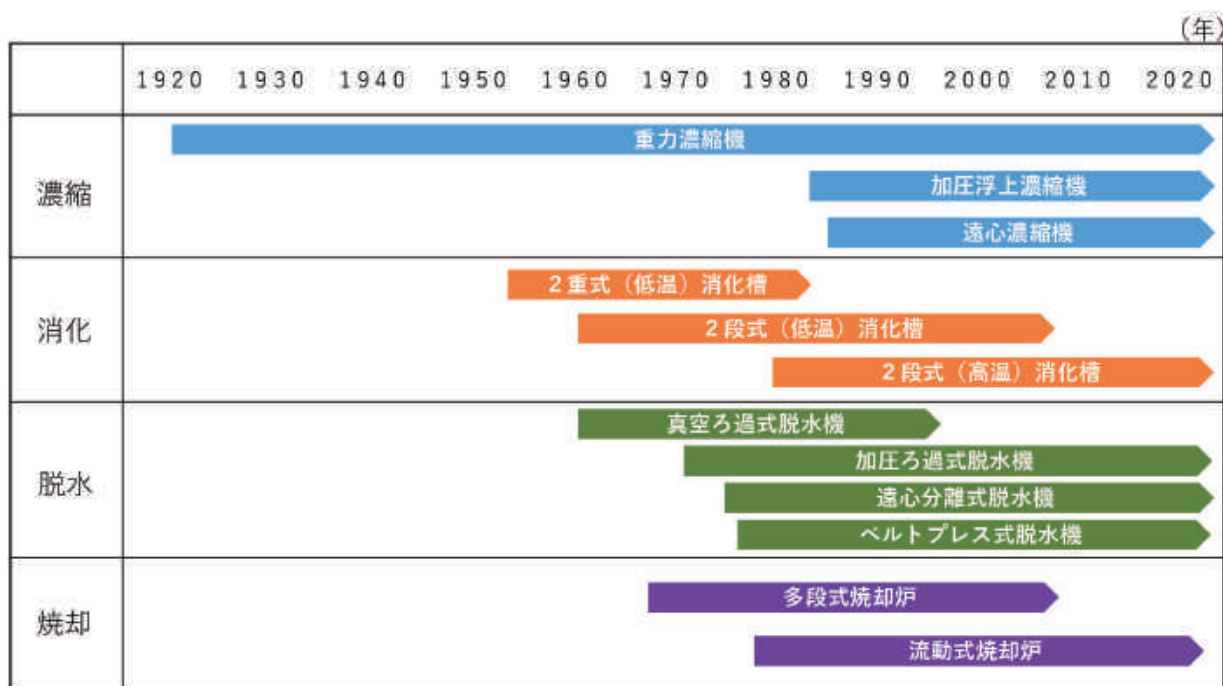
～下水道の普及と共に高度化を遂げた汚泥処理～

汚泥処理方式・技術の歩み

1922（大正11）年に稼働した三河島污水処分場を皮切りに整備された初期の污水処分場において、最初に汚泥処理施設として導入されたのは、重力を利用して生汚泥¹を「濃縮」する工程であった。濃縮後の汚泥は、有機肥料が乏しい時代には天日乾燥により肥料として利用していたが、大部分が海洋投棄や埋立により処分されていた。

戦後、下水道整備が進み下水道の普及が進展した結果、汚泥量は急激に増加していった。そこで、汚泥を効率的に減量するための方策が必要になり、機械で人為的に汚泥を脱水する「脱水」、汚泥を発酵させて有機分を分解し、衛生面で安全性を向上する「消化」という工程が導入された。

昭和後期、埋立処分地の確保が難しくなったことから、限りある埋立処分場の延命化を図るため、汚泥を焼却して減量化する「焼却」工程が汚泥処理の基本プロセスとなった。2003（平成15）年には、区部の全量焼却体制を確立していくことになる。



1.生汚泥：汚泥処理工程を経ない、沈殿池等から引き抜かれた汚泥

有価物から廃棄物に転じた『し尿』

江戸時代から明治時代まで、し尿は下肥¹として農家に売却され、農地還元処理されるのが一般的であった。しかし、大正時代になり都市への人口集中に伴いし尿排出量が増大する一方、都市拡大による近郊農地の宅地化や金肥²の普及などによりし尿の農地利用が少なくなったことで、需要と供給のバランスが崩れた。その結果、有価物として売却していたし尿は、無料汲み取りから一転して、料金を支払って処理する廃棄物へと変わっていった。

都市の進展によるし尿処理問題は、近代都市を構築する上で行政の課題となった。そのような状況下、1921（大正10）年に「東京市下水道条例」が策定され、翌年、三河島污水処分場が稼働することとなった。

汚泥処理の先駆けとなった汚泥濃縮：濃縮—海洋投棄

1922（大正11）年3月、散水ろ床法による日本初の近代下水処理施設である三河島污水処分場が稼働した。下水処理施設で発生した低濃度の汚泥は、滓渣槽（現在の汚泥濃縮槽）で、重力で水分を分離する濃縮が行われた。貯留槽底部に沈殿した汚泥は、ポンプにより運搬船に積み込み海中に散布された。これは、自然の浄化能力が大きい時代に可能な方法であった。



滓渣槽（三河島污水処分場）



汚泥運搬船（三河島污水処分場）

1. 下肥：未加工の人間の廃物である、人糞・人尿を腐熟させた肥料

2. 金肥：農家がお金を出して購入する肥料。干鰯・鰯粕などの魚肥や菜種油・胡麻油・綿実油などを生産する時に生じる油粕など

応急策として活躍した天日乾燥：天日乾燥—肥料

戦時中の1942～1943（昭和17～18）年になると、船舶用の油の配給がなくなったうえ、軍による運搬船の徴用、空襲による運搬船の焼失沈没もあり、汚泥の海洋投棄は停止せざるを得なくなった。このため1944（昭和19）年から、三河島污水処分場では発生した汚泥は汚泥濃縮槽に送らずに、生汚泥のまま天日乾燥床で肥料化されることとなった。天日乾燥床は太陽光を利用する手法であり、広い土地が確保できるとともに、周囲への影響が懸念されない場所でなければ採用が難しい手法であった。天日乾燥床で生成された乾燥汚泥は、有機肥料として農村に還元された。戦後も肥料需要は増加し、芝浦・砂町処分場においても乾燥汚泥の生産が行われた。



天日乾燥床（三河島污水処分場）

汚泥の減量化への第一手：濃縮—消化—脱水—埋立処分

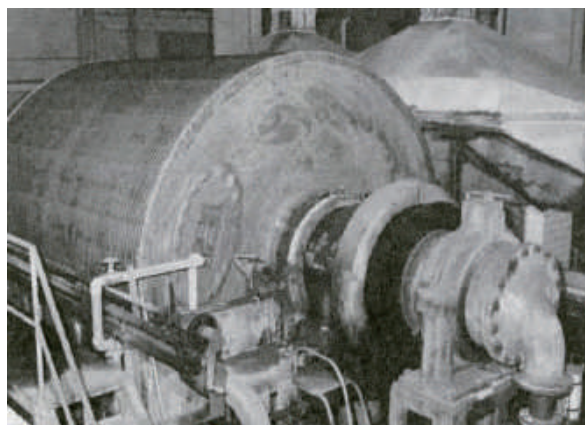
1961（昭和36）年以降、高度成長期に入ると、下水道の普及により汚泥発生量が増える一方、処理場周辺の宅地化により乾燥時の臭気やハエの発生などが問題とされるようになり、汚泥乾燥床の増設はほとんど不可能となった。高効率で臭気の少ない処理方式が求められたことから、これまでの濃縮工程に追加して、消化工程と脱水工程を組み合わせた、本格的な機械処理方式が芝浦処理場で始まることとなった。「消化」とは汚泥の有機分を、嫌気性微生物の働きで低分子化、液化及びガス化するものであり、腐敗防止、病原菌や寄生虫卵死滅など、汚泥性状の安定化を図るものである。

消化・脱水工程の導入により、汚泥に含まれる水分量が低下するとともに減量化・軽量化されることで、汚泥の運搬などの取扱いが容易となった。

一方、汚泥の処分は、化学肥料の普及により、乾燥汚泥（肥料）の需要が低下したことから、新たに汚泥を埋立処分する方法が取られることになった。当局における埋立は、1962（昭和37）年に芝浦処理場で発生する脱水汚泥を大井埠頭埋立予定地に工事残土とともに処分したことが始まりである。



汚泥消化槽が並んだ様子（砂町処理場）



ドラム型真空脱水機（芝浦処理場）

汚泥の減量化の切り札の登場：濃縮—消化—脱水—焼却—埋立処分

1955（昭和30）年代後半に入ると埋立処分先の確保が難しくなり、増大する汚泥を前にやがて限界がくることは目に見えていた。このため、汚泥の減量化の切り札として焼却処理が導入されることとなった。焼却工程を導入することで、汚泥中の水分を蒸発させ、有機分を燃焼させることにより、焼却残渣として無機物である灰しか残らなくなるため、汚泥の減量化と安定化を図ることが可能となった。1967（昭和42）年、東京都下水道局として初となる、日本最大規模の汚泥焼却炉（立形多段炉100t/日）が小台処理場に完成した。さらに、1973（昭和48）年には当時、東洋一の大型焼却炉（立形多段炉300t/日）となる炉が砂町処理場に完成した。これ以降、焼却炉の整備が積極的に進められ、2003（平成15）年には、区部で発生する汚泥全量を全量焼却する体制が確立された。



汚泥焼却炉（小台処理場）

消化プロセスの消失：濃縮—脱水—焼却—埋立処分

1985（昭和60）年代、汚泥処理施設を有している7つの処理場（芝浦・森ヶ崎・新河岸・小台・砂町・小菅・葛西）のうち、4つの処理場（芝浦・森ヶ崎・小台・砂町）において、消化工程が導入されていた。導入している処理場においては、汚泥全量ではなく濃縮された汚泥の約30～70%を消化している状況であった。このような中、多くの汚泥処理施設が更新時期を迎え、汚泥処理工程の見直しが図られた結果、下記の理由により消化工程の更新が見送られることになった。

- ①区部のような高密度な土地利用がなされているところでは、消化施設用地の確保が困難であり、省用地化が図れる方式の採用が必要である。
- ②消化工程から発生する脱離液¹の性状は悪く、水処理に対する負荷が大きくなる。
- ③汚泥中の有機物含有率の上昇や、高分子凝集剤²を使用した脱水により汚泥が保有する単位体積当たりのエネルギーが向上し、汚泥焼却に際し、補助燃料³が不要となった。
- ④建設費、維持管理費を加えたライフサイクルコストで比較すると、消化工程を導入しない方が安価となる。

この消化工程を外した「濃縮—脱水—焼却—埋立処分」の汚泥処理方式は、現在でも当局が採用する汚泥処理の基本フローとなっている。なお、森ヶ崎水再生センターでは、隣接する羽田空港の高度制限により焼却炉の建設ができないことや、消化施設用地の確保ができることから、消化方式が一部採用され、現在も使用されている。

1.脱離液：消化タンク底部の濃厚な消化汚泥と水面近くの浮遊固形物を多く含んだ層との中間にある浮遊物質分の少ない液相のこと。脱離液は水処理施設に返送して処理

2.高分子凝集剤：微粒子を沈降や脱水することは困難なため、微粒子を結着させ、大きいフロックを形成させ、効率的に分離除去させる薬剤

3.補助燃料：下水汚泥を焼却するために必要な都市ガス・重油などの燃焼材

安全な埋立処分の確立：中防ミキシングプラントの誕生

1978（昭和53）年に入ると、中央防波堤内側埋立地を経て、中央防波堤外側埋立処分場へ埋立処分を開始した。本処分場における埋立処分にあたり、含水率の高い脱水汚泥や、土砂に比べて比重の小さい焼却灰を直接埋立すると、埋立後の地盤が軟弱となることから、埋め立てる汚泥等の強度を一定まで高める必要があった。また、汚泥等に含まれる六価クロムなどの重金属類¹による埋立地の汚染などの公害問題にも対応する必要が生じていた。

このため、中央防波堤内側埋立地に中防ミキシングプラントを建設し、脱水汚泥や焼却灰に特殊セメントを加えて混練固化させ、一定の圧縮強度をもたせたのちに埋立処分することとなった。これにより、埋立地盤の強度の確保と、重金属類の溶出防止による安定化を図ることができた。

その後、2003（平成15）年に汚泥の全量焼却体制が確立し、脱水汚泥の埋立は終了した。2006（平成18）年には、中央防波堤内側埋立地の開発計画に併せて、中防ミキシングプラントを撤去したが、現在も南部スラッジプラントに移転した混練施設において、混練固化を行った上で埋立を行っている。



汚泥の海面埋立（1975年頃）



中防ミキシングプラント
（中央防波堤内側埋立地）

更なる汚泥処理技術の発展に向けて

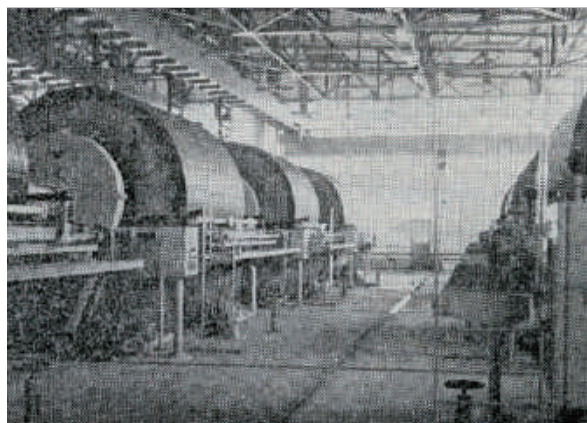
汚泥処理は、下水道事業を24時間365日運営していく上で、下水処理と同様に一日たりとも欠かせないものである。汚泥処理技術は、時代の要請とともに汚泥を安定的・衛生的に処理する手法を取り入れ、発展を遂げてきた。近年では、汚泥が潜在的に持つ有機分に着目し、エネルギー資源として有効活用することで、明治以降、廃棄物として敬遠されていた汚泥の価値が再び見直されるきっかけとなっている。今後とも当局は、将来にわたって安定的に汚泥を処理していくとともに、汚泥の有効利用を推進していく。

1.汚泥等に含まれる重金属類：工場等から排出される下水に含まれるクロム、鉛などの重金属。下水汚泥が各汚泥処理工程で濃縮され、焼却灰に含まれる重金属は、特に高濃度となる。

濃縮

濃縮工程は、汚泥処理施設で発生した低濃度の汚泥を濃縮し、その後に続く汚泥消化や汚泥脱水を効果的に機能させることを目的としている。以下に各種方式を示す。

方式	概 要	特 徴	導入開始
重力式	・タンク内に汚泥を滞留させ、重力を利用して汚泥濃縮	・濃縮汚泥濃度2～4% ・タンク内の汚泥が上昇流によって持ち上げられないことや、固形物質が単位時間に沈降する水面積を有することが必要	三河島処分場 (1922年)
加圧 浮上式	・汚泥中の固形物表面がマイナスに帯電しているため、プラス電荷を持った凝集剤を添加し、気泡と固形物を電気化学的に吸着させて、浮上濃縮	・濃縮汚泥濃度4～5% ・起泡助剤と空気を混合した水を攪拌することで、常圧化で微細気泡生成	小台処理場 (1984年)
遠心式	・高速で回転する機器の中に汚泥を投入し、その遠心力で固液分離を行い、汚泥を濃縮	・濃縮汚泥濃度4～5% ・回転本体とスクリーンからなり、投入された汚泥が回転本体内で遠心力を受け濃縮	砂町処理場 (1985年)
ベルト 濃縮式	・汚泥に凝集剤を添加後、空隙を持ったベルト上に凝集汚泥を投入し、重力ろ過・濃縮	・濃縮汚泥濃度4～5% ・ベルトが駆動する構造となっており、スクレーパーにより汚泥を剥離	葛西水再生センター (2012年)



遠心濃縮機（砂町処理場）



重力濃縮槽（砂町水再生センター）

消化

消化工程は、微生物による汚泥中の有機物の分解・安定化を目的としている。以下に各種方式を示す。

方式	概 要	特 徴	導入開始
2段式 (低温)	・ 2段に分かれた消化槽で、1次処理槽を加温し攪拌。2次処理槽は、加温せず静止状態にして固液分離を図る方式	・ 消化温度30℃消化日数30日が標準。 ・ 長期間、消化日数を要するため、広大な用地が必要	芝浦処理場 (1961年)
2重式 (低温)	・ 原理は2段式と同様。ふたつの同心円を重ねた平面構造で、内側が第1次消化槽・外側が第2次消化槽に対応	・ 2段式消化槽に比べて加温のエネルギーが少ない。 ・ 1次槽と2次槽が同一構造内にあるため、同時に運転休止が必要	砂町処理場※ (1953年) ※し尿処理施設
2段式 (高温)	・ 一段タンクで生物反応を行い、二段タンクで固液分離	・ 消化日数が短くても多量の汚泥消化が可能。消化温度55℃、消化日数9日。 ・ 二段式は、汚泥濃度が低い場合に採用。汚泥濃度が高い場合は、一段式(生物反応工程のみ)を採用	森ヶ崎処理場 (1980年)



2重式(低温)消化槽(砂町処理場)

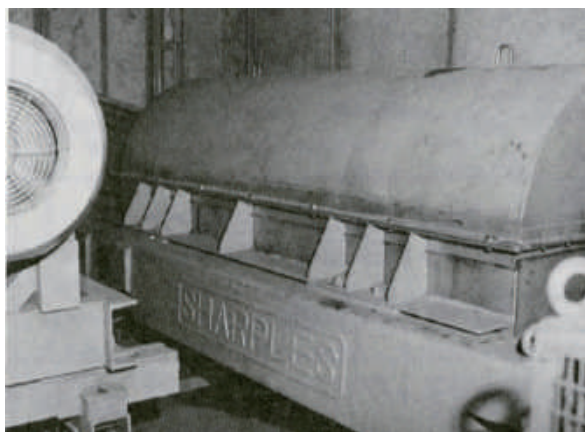


2段式(高温)消化槽(森ヶ崎水再生センター)

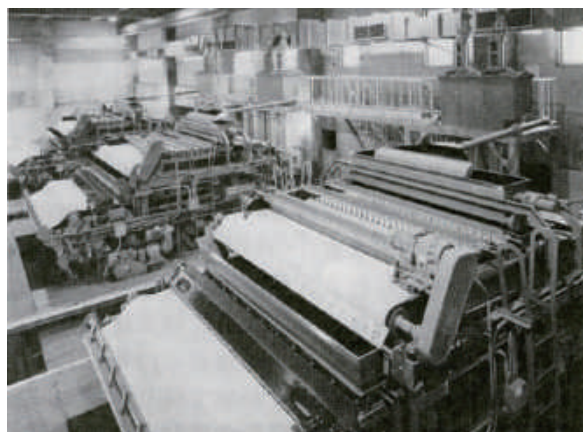
脱水

脱水工程は、焼却等の次の工程のために汚泥の水分を取り除き、含水率を低下させることを目的としている。以下に各種方式を示す。

方式	概 要	特 徴	導入開始
真空ろ過式	・ドラムを多数の部屋に分割し、弁の自動切替え操作により、汚泥を吸着・ろ過・剥離	・導入当時、脱水効率が高く(1.2~2.0m ³ ケーキ/時・台)、凝集剤の少ない脱水機として導入	芝浦処理場 (1961年)
加圧ろ過式	・汚泥打込ポンプにより一定の圧力をかけてろ室内で押し込み、圧搾脱水	・難脱水汚泥に対して脱水ケーキの水分を低く抑えることができ、補機類も少なく、維持管理が容易	南多摩処理場 (1971年) ※流域下水道
遠心分離式	・濃縮汚泥を高速回転する円筒ボウル内へ投入し遠心力によって固液分離し脱水	・連続的脱水・少ない臭気・薬注設備が簡易的で補機が少ない。 ・固形分回収率が高い。	新河岸処理場 (1976年)
ベルトプレス式	・濃縮汚泥を連続走行するろ布で重力ろ過後、2本のロール間に挟み込み圧縮脱水	・産業界でパルプ回収に利用されていた。高分子凝集剤の開発により下水汚泥に対しても利用可能となる。	砂町処理場 (1978年)
二重円筒加圧式	・回転する内外筒スクリーンと固定されたスパイラル板によって汚泥に強い圧搾力を加え、上方に汚泥を搬送しながら脱水	・密閉構造、現地でオーバーホールが可能、洗浄水量が少ない、低騒音・低動力	葛西水再生センター (2009年)



遠心脱水機（新河岸処理場）



ベルトプレス脱水機（砂町処理場）

焼却

焼却工程は、焼却炉において脱水汚泥を高温で燃焼させるもので、減量化と安定化が主な目的である。以下に各種方式を示す。

方式	概 要	特 徴	導入開始
多段式	・ 階段状の火格子及びびれんが炉壁天井より構成。火格子は固定段と水平往復動を繰り返す可動段を交互に配置し階段状になっている。 ・ 投入した汚泥は、可動段の往復動によって格子上をゆっくりと降下しながら乾燥焼却され、灰化されて炉下段より排出	・ 操作が確実で故障頻度が少ない	小台処理場 (1967年)
流動式	・ 流動空気及び流動媒体により流動層を形成し、投入された脱水汚泥を完全に燃焼させ、灰分は上昇する排ガスにより排出	・ シンプルな構造、臭気の酸化分解、間欠運転が容易、燃焼用空気量が少ない	小菅処理場 (1979年)



多段焼却炉（砂町処理場）



流動焼却炉（砂町水再生センター）

遠方監視制御の軌跡

近代下水処理の先駆けといわれる、三河島污水処分場の当時の運転方法は、現在のような中央監視室からの遠方監視操作ではなく、機械周辺に人員を配置し、作業員が自ら止水扉¹を人力で操作するなど手動施設が主流であった。

その後、電動化施設の開発に伴い、現地操作盤で制御する方式を経て、制御系統を中央監視室に集約することによる集中監視が可能となった。また、光ファイバーケーブルなどにより大容量の情報を瞬時に伝達できるようになったため、離れたポンプ所においても遠方操作ができる遠方監視制御システムの構築が可能となった。

こうして格段の技術の進歩により、近代から現代にかけて下水道施設は、人員自らが作業する時代から電動化が進む設備を監視員が操作する（動かす）時代へと変遷を辿ってきた。

	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
運転管理方式				運転管理・点検			集約化・中央監視制御				
	人力による機械現地操作・修理							遠方監視制御			
									修理業務の民間委託の進展		
計装技術											
	現場での機器操作				アナログ機器での監視			デジタル技術の導入・拡大			
集約・省スペース											
					アナログ計器類の集約化		CRT（デジタル化）	液晶パネル			
高速・大容量・信頼性											
					アナログ信号による集約化		光ファイバー導入	ネットワーク化			

人力作業を中心とした運転・維持修繕

下水道における運転管理は、1922（大正11）年三河島污水処分場、続いて1930（昭和5）年に砂町污水処分場、1939（昭和14）年芝浦污水処分場に始まる。当時の処分場やポンプ所では、機械設備は下水道用として試作された機器が多く、沈砂池の粗目ろ格機²は人力作業でゴミ等を除去、細目ろ格機²はワイヤー式のため乱巻きなどの故障も多く、自ら補修を行っていた。



ろ格機とインクライン

沈砂池から除去された砂などは鍋トロ（横転式土運車）に積み込み、インクライン（電動式輸送設備）により地上まで運びあげられた。地上部の輸送は人力で捨て場まで運んでいた。

1. 止水扉：ポンプ所、水再生センターの流入箇所には設けられ、下水の流れを遮断したり、流量を制限するための扉

2. 粗目、細目ろ格機：下水中に含まれる夾雑物を除去するスクリーン。大き目の夾雑物を除去するものを粗目、小さいものの除去は細目と呼んでいる。

また、ポンプ類は汚水中の布やゴム製品が絡みつくななどしたため、人力による現場作業が多く、労働環境は好ましいものでは無かった。

半自動化機器の導入、現地作業から現地運転操作へ

昭和30年代まで、国内に計装技術¹はほとんど無く、他産業でも欧米から輸入した計器を使用するような状況であった。また、下水道の機械も現在のような電動化や自動化とは程遠いもので、機械の運転は現場で状況を確認しながら起動・停止を行った。そのため、現場にはその機械を熟知したベテラン職員が必要となっていた。

また、当時は一般の民間工場でも、自分の扱う機器は自分で分解して修理する時代であった。三河島污水処分場でも、保全業務²については敷地内の工場において、出来る限り直営³で修繕を行っていた。

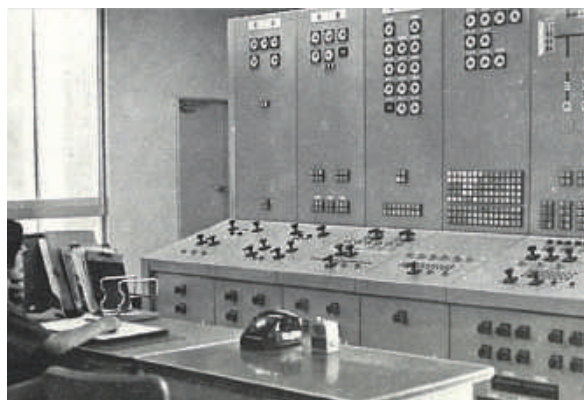


当時の沈砂池ろ格

アナログ制御の時代

昭和30年代後半から昭和50年代にかけて、東京都の下水道建設の進展や普及率の上昇に伴い、ポンプ所や処理場の施設が急激に増加した。

同時に、日本は高度経済成長期に入り、さまざまな分野で技術革新した時期でもあった。特に維持管理に当たっては、アナログ計装を駆使し、中央監視制御で集中管理する効率的な管理体制が整えられた。



監視盤（アナログ制御⁴）

維持管理の業務は、運転と保全に分けられる。運転においては、中央監視室において運転操作が可能となるよう集約された。これにより、職員は監視室に設置された多数のプロセス計装機器（指示計、記録計、積算計、調節計など）から得られる情報などより、広範囲の下水処理プロセスの監視制御が行えるようになった。

保全業務においては、水処理施設に加え、汚泥処理施設として汚泥濃縮槽、脱水機、焼却炉、資源化施設などの新たな施設が次々と建設されたため、巡視点検する対象機器や点検内容が著しく増加した。その業務では、機器の故障の対応に加え、スカム（下水中の浮遊物）の

1. 計装技術：語源は「計器を装備する」とも言われている。本項では計器の計画・設計から、設置、運転制御、保守管理までの総合的な技術

2. 保全業務：稼働している施設の点検や修理を行うこと

3. 直営：職員自らが作業を実施するもの

4. アナログ制御：取り扱うデータを数値化せず、電流や電圧で扱い、電気回路を組んで使うもの。機能の追加や複雑な処理を行うと大型化するデメリットがある。

除去、給油、ポンプのグランドパッキン¹の取替え、計装配管の水抜き、計装記録計のインクの補充、記録紙の交換など、作業量が多く、日常の保全作業に占める割合も多かった。

当時の保全業務は、機械化や自動化が不十分な部分を補い、プラント全体のシステムが円滑に稼働するための作業が主であった。従来は機械の故障などは工作場で修理していたが、機械の種類が多くなり、かつ精密化が進んだため、修理は専門メーカーに依頼することが多くなった。そのため、技術面でも効率面でも民間の専門メーカーで修理することが有利と判断し、局の工作場の組織は昭和50年代後半以降縮小されることとなった。

デジタル化の進展による集中監視へ

昭和60年代から平成に入ると、下水処理場やポンプ所の集中監視制御は、アナログ計装から分散制御システムによるデジタル計装が主流となり、オペレーションは数台の監視盤での操作が中心となった。また、処理場内の各機器や降雨情報システムから多量の情報が集められるようになり、オペレーターはより複雑な判断が求められるようになった。

機械設備の保安全管理については、自動化や集中監視制御に対応するため、機器の種類がより多く、高度な保全技術が必要となってきた。

一方、電気設備は、コンピュータを中心とした制御装置主体となり、収納する部屋の温度・湿度のコントロール、腐食性ガスや粉じんの侵入防止等、環境管理が重要になった。

これらの機械・電気設備の保守点検は施設の安定稼働のために必要不可欠な作業であり、信頼性を確保、安定的な運転を行うために、従前にも増した高度な保全技術を必要とされるようになった。



監視盤 (CRT²)

1. グランドパッキン：ポンプなどの内部で圧力のかかった流体がポンプ軸の回転などで外部に流出するのを防ぐためのシール・ゴム製品
2. CRT(cathode ray tube)：陰極線管のこと。日本では、発明者の名前を取ってブラウン管と呼ばれることが多い。

大容量情報処理による高度な集中・遠方監視制御の実現へ

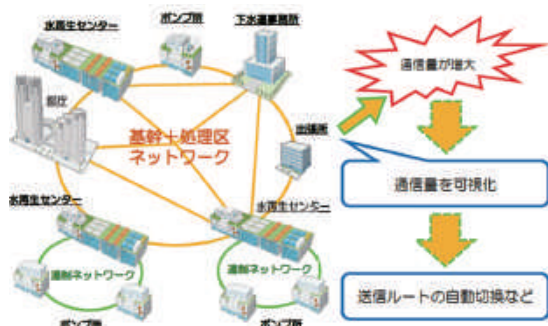
平成から令和の時代にかけて、中央監視室においては、大型ディスプレイを併用した集中監視が行われるようになった。また、下水道光ファイバー通信網が整備され、大容量の情報伝達が可能となった。これにより、水再生センターからでもポンプ所の遠方監視制御が可能となり、センターの中央監視室にあらゆる情報が集約されることで、従来の手動操作から自動併用監視へ移行してきている。



中央監視室監視盤（大型ディスプレイ）

光ファイバーケーブルの実用化に伴い、1989（平成元）年度湯島ポンプ所～後楽ポンプ所の光ファイバー導入による遠方監視制御が始まった。また、1992（平成4）年には第二世代マスタープランが策定され、下水道光ファイバー通信網「ソフトプラン」（Sewer Optical Fiber Teleway Network PLAN）の整備を開始した。これは下水道管内に敷設した独自の通信網であり、大容量の情報通信が可能になるとともに、セキュリティが高く、地震にも強い。これにより各下水道施設間での遠隔制御が可能となり、2021（令和3）年4月現在、総延長は約828kmに及び、81か所の遠方監視制御を行っている。合わせて、バックアップ回線を整備し、信頼性の向上及び安定運用に最適なネットワークの構築を進めるとともに、テレビ会議システムや携帯端末から現場映像を収集する装置の設置拡大を進め、災害時の現場状況はもとより日常的な点検業務等における情報収集手段の充実を図っている。

一方、豪雨の頻発による雨水ポンプの運転操作や、停電時のガスタービン発電機の起動など、緊急時の対応には熟練した運転技術が必要となっている。また、高度処理施設の増加に伴う緻密な運転管理や、温室効果ガス排出量削減や省エネルギーに寄与するため、水処理施設の運転や焼却炉の温度管理などの多くの情報を利用した運転管理も新たに求められるようになっている。



光ファイバー通信網の信頼性確保

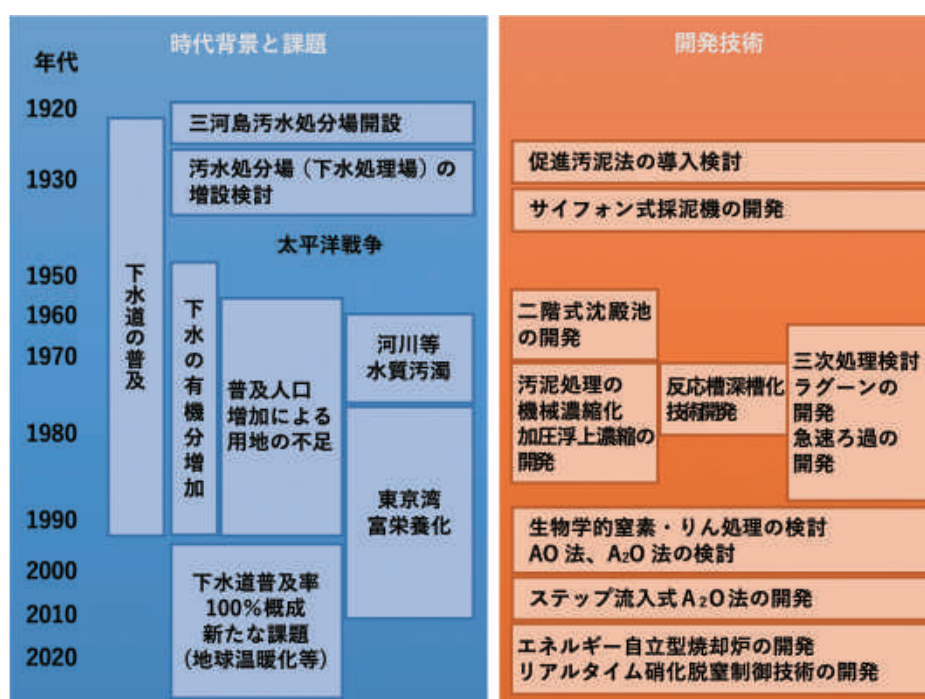
水再生センターの運転管理は下水道事業を365日運営していく上で、一日たりとも欠かせない。処理場に流入する汚水は水質・水温など春夏秋冬異なっており、雨天時の運転対応も必要である。このように、下水をきれいな水にして川などに返すため、的確な運転管理が求められている。

東京都下水道局では、長年の間、職員に培われてきた専門的な知識や経験により運転を行ってきたが、監視技術の進歩や情報通信の大容量化でいわゆる自動化・遠方監視制御などが進んできている。その一方、豪雨の頻発や高度処理の導入など、従来に加え、より高度な技術＝運転操作が求められている。

今後とも、安定した下水処理を図るべく、技術進展に応じて新たな技術を導入しながら、的確な運転管理を担っていく。

時代の要請に応じてきた技術開発

当局の技術開発は、日本より先行していた海外技術の導入からはじまる。戦後、下水道の普及と人口増加が進む中、都内の限られた土地で下水処理場の新設や処理能力増強が求められ、省スペースでより効率的な水処理法が開発された。また、高度経済成長の一方で公共用水域の水質汚濁が顕在化したことから、河川、海域の水質汚濁に係る環境基準¹達成に向け、下水処理技術の高度化に関する技術開発が進んだ。近年では、世界共通の課題として地球温暖化対策が急務となっており、温室効果ガス排出量の削減につながる技術の開発が進められている。



普及黎明期（戦前）の技術導入・技術開発

それまで国内に導入されたことのなかった下水処理技術を導入するために、海外の技術を汚水処分場内等で実証試験し、効果的な改良を加え、必要に応じて後述するサイフォン式採泥器など、新たな技術を開発することで整備を進めてきた。

1. 水質汚濁に係る環境基準：環境基本法による、河川や海域等で、人の健康の保護及び生活環境を保全するうえで維持することが望ましい水質汚濁に係る基準

高級処理技術の検討

三河島污水処分場には日本初の下水処理施設として散水ろ床法が導入されたが、臭気・ろ床バエ¹の発生や、施設の所要面積が大きいなどの課題があった。そのため、拡張施設や芝浦・砂町污水処分場の新たな建設については、安価で効率的に処理でき、臭気等の発生を抑制できる処理法を検討する必要があるがあった。そこで、1926（大正15）年から1936（昭和11）年にかけて、三河島污水処分場内に試験施設を設け、海外で導入されていた最新の促進汚泥法²における三つの方式（下水と多量の微生物が存在する反応槽に、微生物の呼吸と攪拌のための空気を送る方式）を比較した。

- ・パドル式：水車で槽の水面を掻きまわして空気に触れさせる方式
- ・散気式：槽底部の散気板から供給した微細気泡に触れさせる方式
- ・シンプレックス式：円筒頂部の回転翼を急速に回し、底部の下水を上昇させて周囲にはね飛ばすことにより空気に触れさせる方式



パドル式



散気式



シンプレックス式

その結果、促進汚泥法は三方式とも散水ろ床法よりも高価だが、より少ない面積で高品質の水処理が可能であることが分かった。また、三方式間の比較では、それぞれの施設導入に必要な面積は大きい順に、パドル式、散気式、シンプレックス式、必要動力は大きい順に散気式、パドル式、シンプレックス式であることが分かった。

各污水処分場には、地域特性等に応じ、三河島污水処分場には1934（昭和9）年にパドル式、芝浦污水処分場には1939（昭和14）年にシンプレックス式、砂町処理場には戦争の影響などによりかなり遅れることとなったが1960（昭和35）年に散気式を導入した。

第二沈殿池の技術開発

第二沈殿池は、当初三河島污水処分場に導入した散水ろ床法では処理水を濁らせる固形物を沈殿分離して除去することが目的であったが、促進汚泥法の導入により沈降分離した固形物（活性汚泥）を再び反応槽へ戻すという大きな役割が加わった。それにより、多量の活性汚泥を効率よく回収し、反応槽の入口側へ送るシステムを考える必要があるがあった。人口が集中する

1.ろ床バエ：チョウバエの俗称。トイレなどで見かける不快害虫。4mm程度の大きさで、分類上ハエよりも蚊に近い。

2.促進汚泥法（現在の活性汚泥法）：浮遊微生物により下水を処理し、沈降分離した上澄み水は川などに放流し、沈降した微生物は繰り返し処理に使用する。

東京の污水処分場は、敷地を広くとれないことから、第二沈殿池の施設形状は用地効率がよい矩形¹のものが都合良かったが、沈降した活性汚泥の回収方法は、中央にかき集めることができる既存の円形とは違うため、別の方法を考える必要があった。そこで、当時の東京市は汚泥回収技術として走行サイフォン式採泥機を技術開発した。この方式は「東京型」と呼ばれており、沈殿池底部から沈んだ汚泥を直接吸い上げる設備を掲載したトラス橋²を施設上部で自走させ、汚泥を掻き寄せることなく直接堆積位置から吸引する仕組みとなっており、沈殿池における技術開発第1号といわれている。1936（昭和11）年に三河島污水処分場に導入した。真空が切れて汚泥が排出できずに滞留したり、雪により機械が滑って人力で押したりと保守に難があったが、現在も活用されている技術である。



サイフォン式採泥機（三河島処分場）

普及拡大期（戦後）の技術導入

海外では戦前から活性汚泥法（促進汚泥法）の改良法が生み出される中、東京都では、戦後、新たに小台・落合・森ヶ崎処理場などの新規施設の稼働にむけて様々な導入技術の検討を進めた。検討にあたっては、狭い敷地の中で処理効率が高い技術や、イメージの悪い下水処理場を都民に受け入れられるようにする必要性があった。また、昭和40年代に入ると高度経済成長にともなう河川等の水質悪化が顕著となり、今まで以上の水質改善につながる下水処理技術が求められるようになった。これらの既存技術では対応できない課題に対応するため、新たな技術開発が進められた。

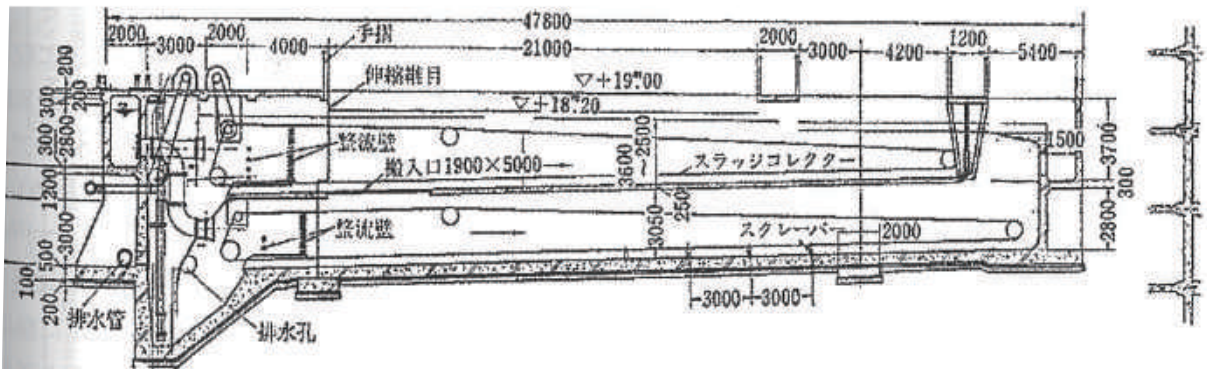
限られた敷地の利用検討 ～2階層式沈殿池～

都心の住宅密集地に下水処理場を建設するには、都民に受け入れられる工夫が必要であった。1950（昭和25）年に計画決定された落合污水処分場に関しては、地元より都心地の処理場建設の不当性が訴えられていた。下水道局は地域環境に悪影響を及ぼさない施設設置を確約し、臭気やハエなどが外に漏れないよう反応槽を建屋で覆う対策を施すこととした。また、用地の制約上、第二沈殿池は敷地面積を小さくする必要があった。そこで、沈殿池の垂直方向の中間に壁を設置して上下2階式とし、それぞれで汚泥を沈殿させることで処理水量を同じ敷地面積で2倍に増やすことを検討した。当技術の導入にあたっては、沈降した汚泥の回収方法が課題であった。これまでのサイフォン式は構造的に適用不可能であったが、沈降した汚泥を

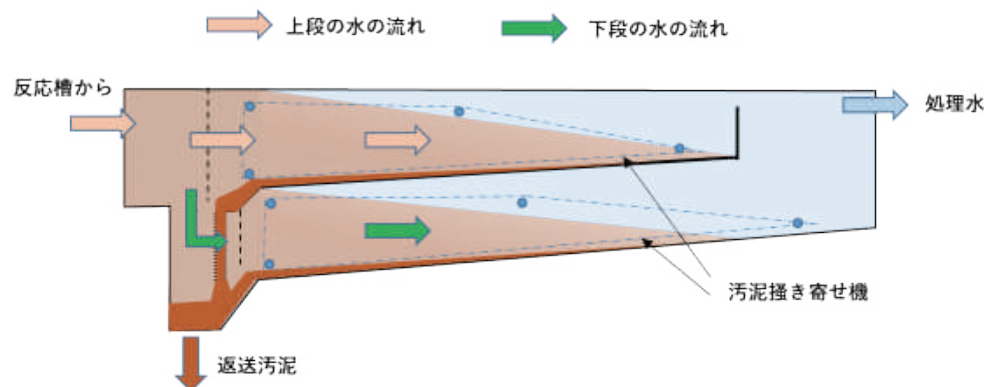
1. 矩形（くけい）：長方形のこと。ここでは上からみた形を示す。

2. トラス橋：桁部分にトラス構造を使った橋。トラスとは細長い部材を両端で三角形に繋いだ構造のことで、それを繰り返して橋桁を構成したもの

掻き寄せて回収するチェーンフライト式が普及しはじめていたことから、その技術を適用することで解決を図った。また、下側沈殿池の処理水は池末端部で上部に向かって流出することから、越流堰の長さを十分とるために、排水溝の両側に堰を設けるなどの工夫をした。ここに1964（昭和39）年に我が国最初の覆蓋¹式下水処理場、我が国最初の2階層式沈殿池が落合処理場に誕生した。これらの技術は大都市の下水処理場の手本となり、以降普及拡大した。



2階層式沈殿池断面図（落合処理場）



2階層式沈殿池（イメージ図）

限られた敷地の利用検討 ～深槽反応槽～

敷地利用の効率化は、反応槽についても必要であった。昭和40年代後半には、反応槽の水深をこれまでよりも深くして容積を増やすために、深槽反応槽の開発を進めた。深くなると上層と下層で水圧に大きな変化が生じ、活性汚泥微生物にどういった影響が生じるかが未知数であった。そこで、深槽曝気槽（現在の反応槽）に関する調査を1971（昭和46）年から開始し、調査の中で芝浦水処理実



深槽反応槽の調査（芝浦実験場）

1. 覆蓋（ふくがい）：臭気拡散防止、寒冷対策、周囲との環境調和などの目的で設置する、第一沈殿池、反応槽などの上に設ける建屋などの施設

験ヤードに直径4m、水深18m（一般に使用している槽の4倍の深さ）の実験水槽を設置して実証試験を行った。その結果、水圧が水処理に悪影響を及ぼすことが無いことは分かったが、散気装置を深い位置に設置すると水圧が高いため空気中の窒素が溶け込みすぎて、水圧が低くなる第二沈殿池で気泡が発生し、本来沈ませるべき汚泥に気泡がついて浮いてくるといった問題が生じた。これに対し、①散気装置の設置水深の工夫、②空気中の窒素量を少なくした純酸素曝気、③反応槽と第二沈殿池の間に脱気槽設置、の検討を行った。結果は、動力費や敷地効率等から①で反応槽深さ10m程度、散気装置の設置水深を5m程度とすることが最も有効となることが分かった。この結果は、森ヶ崎、芝浦処理場を皮切りに1975（昭和50）年以降に建設した反応槽にも適用され、用地不足に悩む大都市でも広く採用されるようになった。

汚泥処理の機械化 ～機械濃縮の開発～

汚泥処理については、当初の海洋投棄から、戦前戦後には天日乾燥・肥料化が進められた。昭和30年代には化学肥料の普及したことや、臭気の問題から、嫌気性消化処理、機械脱水、埋立処分が標準化された。埋立処分地の確保が困難となった昭和40年代は、処分量の減量化として汚泥焼却が開始された。この間、生物処理で発生する余剰汚泥の重力濃縮処理が困難になり、所定の濃縮効果が得られなくなってきた。これは調査によ



加圧浮上濃縮槽（小台処理場）

り、都民の食生活の変化などが起因と考えられる下水中の有機分が上昇したため、それに伴い余剰汚泥の有機分も上昇し、濃縮処理を困難にしていることが分かった。そのため、これまでの重力濃縮に代わり、機械濃縮が検討されるようになった。1978（昭和53）年に小台処理場で小型のプラントによる加圧浮上濃縮技術の調査を開始した。本技術は、汚泥の粒子に気泡を付着させ、気泡の浮力により汚泥を浮上分離させるものである。「東京型」となる本技術の開発のポイントとして、気泡を発生させる方法に工夫があった。加圧した汚泥を混合器から槽に吹き込むと、炭酸飲料の蓋を開けた際に気泡が発生するのと同じ原理で汚泥に気泡が付着する。その吹き込む際のノズルの形状、水圧などを工夫して、汚泥に気泡が付着しやすくしたり、詰まりが防止されるような対策を施した。本技術を適用した濃縮機は、1984（昭和59）年に小台処理場に導入した。

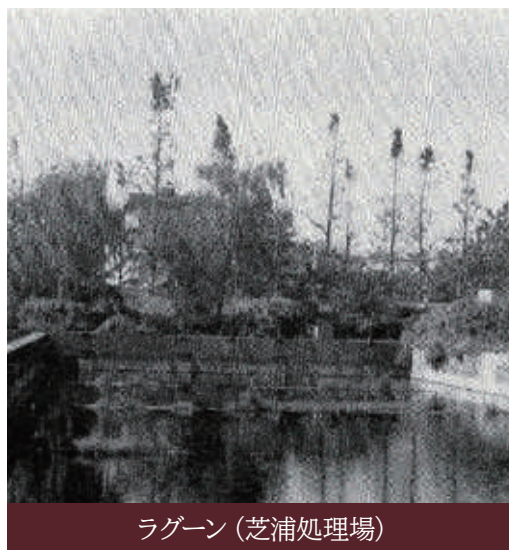
放流先の水質改善 ～高度処理～

昭和40年代から顕著となった河川の水質汚濁などの問題から、1970（昭和45）年のいわゆる公害国会を経て、下水道法の目的に新たに公共用水域の水質保全が加わった。都内の河川は下水処理水（高級処理水）が水量の大部分を占めることから、水質環境基準の達成にはBODや浮遊物質等を高度に処理できる三次処理技術の開発・導入が求められていた。当初の検討では、なるべく自然の浄化サイクルを利用することや簡便性からラグーンを検討した。ラグーンとは、大きなため池に二次処理水を貯め、微生物や藻類などに浄化させる技術である。

1970（昭和45）年に芝浦処理場に導入して実証試験を行い、その結果処理水質は良好であったが、敷地が極めて広くなるため実施の導入には至らなかった。

1973（昭和48）年には、多摩川の環境基準達成を目標として流域下水道の南多摩処理場に高度処理実験施設を設置した。BOD・SS除去を目的とした急速ろ過池にりん処理を目的とした凝集沈殿池をろ過池の前処理とする系統を付加して調査を実施した。更に同じ南多摩処理場でCOD除去として活性炭吸着法、窒素除去としてブレイクポイントクロリネーション法¹を試みた。実験は1979（昭和54）年度まで行い、BODと浮遊物質除去方法として急速砂ろ過法の技術が確立されたが、りん、COD、及び窒素除去法については処理コストが高く、りん除去法は汚泥が大量に発生することなどが明らかになり、導入には至っていない。これらの結果から、下水処理水が占める割合が高い神田川を放流先としている落合処理場では、BOD・浮遊物質除去率を向上するために二次処理水全量を処理する砂ろ過施設を1987（昭和62）年に導入した。

なお、落合処理場の三次処理水は再生水として清流復活事業やビルのトイレ用水利用のために、新宿にある水リサイクルセンターを介して広域循環利用している。さらに子供達が直接水に触れる親水利用について、安全性を調査し、二次処理水を精密膜ろ過²と逆浸透膜ろ過³二つのろ過施設を組み合わせ処理した水を「せせらぎの里公苑」に親水用水として供給している。



ラグーン（芝浦処理場）



逆浸透膜ろ過施設（落合処理場）

1. ブレイクポイントクロリネーション法：塩素の強い酸化力を利用し、アンモニアをクロラミン→窒素に処理して大気に放出する方法

2. 精密膜ろ過：精密ろ過膜（MF：Microfiltration Membrane）によるろ過で、概ねの微生物は透過しないがウイルスは透過する0.05～10μm程度の孔径のもの

3. 逆浸透膜ろ過：逆浸透膜（RO：Reverse Osmosis Membrane）によるろ過で、水は透過するが、精密膜ろ過では透過するイオンや塩類なども透過しない。

生物学的窒素処理、りん処理の検討

昭和50年代になると、東京湾は赤潮の発生による水質汚濁の問題が顕著となってきた。赤潮は植物性プランクトンが多量に発生したもので、主に生活排水等に含まれる窒素、りんが海に流れ込み、湾内が富栄養化となることが要因である。東京湾や東京湾に流入する河川に排出される生活排水は、ほとんどが下水処理場で処理されるが、窒素、りんの除去については二次処理では不十分であった。これらを除去する三次処理技術が検討される中、昭和50年代後半にコストや汚泥の発生量の観点から生物学的窒素りん同時処理に着目するようになった。

生物学的窒素処理の原理は、下水に含まれるアンモニア性窒素を硝化菌により硝酸という形にまで変化させ、更に脱窒菌により気体の窒素にまで変化させるものである。気体の窒素であれば、空気中の大部分を占めている気体であり、そのまま大気に放出できる。この技術は既に昭和50年代初期から小台処理場や森ヶ崎処理場に実験施設を設けて実用化のための研究を重ねていた。

生物学的りん処理の原理は、りん蓄積細菌の性質として反応槽の前段に空気を送らないようにして溶存酸素をゼロ（嫌気）にすると、その時はりん蓄積細菌からりんが吐き出されるが、そのあと酸素供給が開始されるとりんを過剰摂取できるためりん除去性能が向上するというものである。この前段に空気を送らない手法は、たびたび下水処理水質悪化の原因となった糸状菌¹によるバルキング²の対策としても有効であった。昭和50年代中ごろから芝浦処理場で実証調査を行ったが、流入水の水質によってはりん処理が不安定となり、除去率が変わることがわかった。

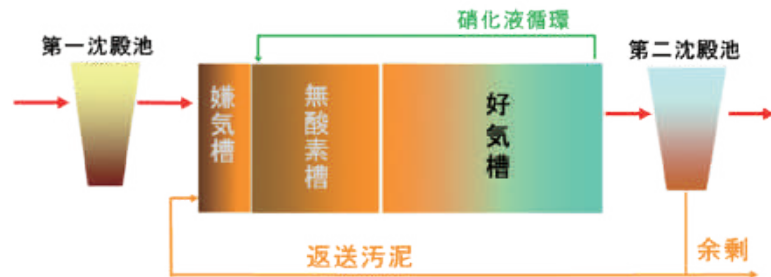
最初に実機が導入されたのは、生物学的りん除去の方であり、1990（平成2）年、三河島処理場に嫌気好気法施設を導入した。主目的はバルキング対策であったが、今後の他の処理場への展開も考え



て、りん処理に係る知見も合わせて得ることができた。本法は薬品コストが低い画期的な処理方法であったが、雨の影響などで水が希釈されるとうまく処理できないことがあり、凝集剤添加のバックアップが必要なことも分かった。

- 1.糸状菌：空気中、水中などの様々な場に生息している菌類。菌糸と呼ばれる管状の細胞から構成されている。
- 2.バルキング：活性汚泥中の糸状菌などが多量に発生し、沈降性を悪化させる現象

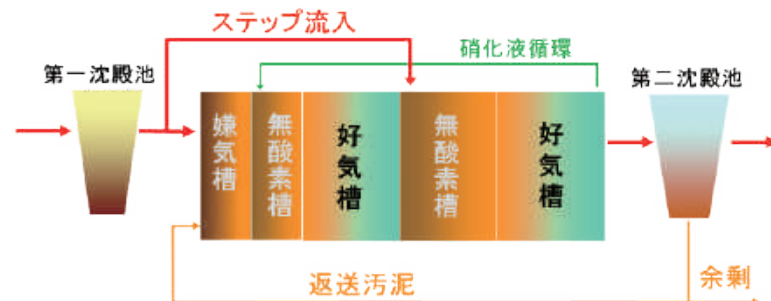
このように、これまでの実験や実機の検証から生物学的窒素処理と生物学的りん処理の知見を得ることができた。そこで、既に米国で開発されていた窒素りん同時処理が可能な嫌気無酸素好気法



嫌気無酸素好気法フロー

(A_2O 法) を、東京都で1994 (平成6) 年に中川処理場の一部の系列に試験的に導入し、実機としては1995 (平成7) 年に新規稼働した有明処理場に初めて導入した。なお、 A_2O 法は標準活性汚泥法の2倍 (16時間) のHRT (滞留時間) を要することが、敷地不足に対する大きな難点となっていた。それに関しては既存のステップ流入式多段硝化脱窒法のノウハウからステップ流入とすることで同じ水処理能力で槽容量を小さくできることが分かっていた。

そこで、1998 (平成10) 年に芝浦水処理実験ヤードに、HRT (滞留時間) を12時間程度とすることができる技術として、ステップ流入式嫌気無酸素好気法のパイロットプラントを設置し、民間会社との共同研究による開発に取り組んだ。



ステップ流入式嫌気無酸素好気法フロー

開発のポイントとしては、無酸素槽容量を無駄なく設計できるようにすることであり、実態に近い脱窒速度を反映することで容量縮減を可能とした。共同研究の成果として2002 (平成14) 年に設計マニュアルを作成し、2007 (平成19) 年に実機として流域下水道の八王子水再生センターに初めて導入した。

新たな課題解決に向けた技術開発

1994（平成6）年に区部では下水道普及率100%概成を達成し、普及から老朽化対策として再構築の時代に入った。技術の開発も普及促進に向けたものから、運転管理上の課題解決に向けたものに移行してきた。新たな課題の一つとして、1995（平成7）年の気候変動枠組条約締約国会議（COP-1）の開催にみられるような地球温暖化問題の背景から、下水道施設からの温室効果ガス排出量の削減に係る技術開発が求められるようになった。

焼却電力を全て賄うエネルギー自立型焼却炉の開発

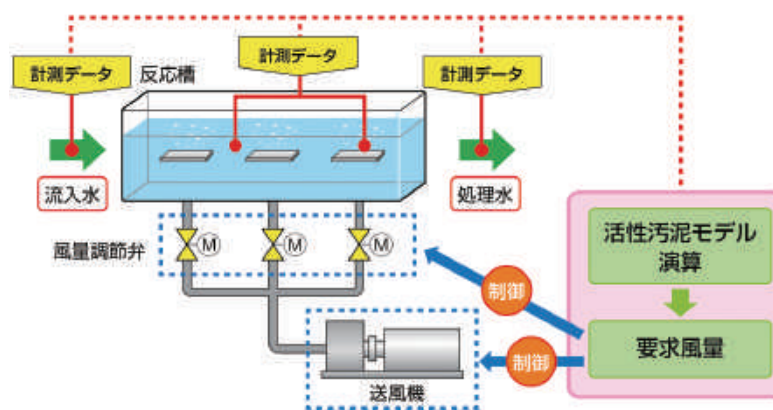
汚泥焼却炉から排出される温室効果ガスは、高温焼却炉やターボ型流動焼却炉の導入により N_2O 発生量や補助燃料の使用による CO_2 排出量の削減を図ってきた。ただし、電力使用による CO_2 排出量は横ばいであった。そのような背景の中、2015（平成27）年に超低含水率型脱水機で水分量を一層削減した脱水汚泥を焼却し、焼却廃熱を最大限利用して発電を行うエネルギー自立型焼却炉を開発した。本技術は、焼却炉における使用電力量を発電電力量で全て賄うと共に、補助燃料を必要としない。本技術を採用した焼却炉は、2021（令和3）年度に新河岸水再生センターで工事完了予定、その後、他の水再生センターにも導入予定である。



エネルギー自立型焼却炉

デジタル技術を活用した送風量制御技術の開発

平成時代の反応槽内の活性汚泥に送る空気量制御は、反応槽の末端に近い箇所の溶存酸素濃度やアンモニア性窒素などの水質を自動測定した結果から、空気量が多いか少ないかを判断して調整する方法が主流であった。この方法の欠点は、流入水の状態が変化した場合に変化を処理の後の方で捉えることになるため、制御空気量の指示が遅れて過不



リアルタイム硝化脱窒制御技術

足が生じることである。そこで、新たな送風量制御技術としてリアルタイム硝化脱窒制御技術の開発を2016（平成28）年から始めた。本技術は、水質センサー技術やデジタル技術の向上により、流入水質の測定やその結果から必要な空気量をシミュレーションにより即時的確に算出できるようになってきたことに着目している。開発目標としては演算結果により過不足なく反応槽に送風することと、処理に余裕があるときは空気をほとんど送らない無酸素槽をつくり、脱窒による窒素除去の向上を図ることとした。流域下水道の南多摩水再生センターでの実証機による試験などを経て、2020（令和2）年に分流式の水再生センターに限定などの制約はあるが、実用化技術として局内で評価を得た。以降は、雨の影響による流入水質の変化が大きい合流式の水再生センターへの適用を目指した調査を行っている。

未来の下水道に向けて

東京下水道は、初めて三河島に污水処分場が稼働した100年前から、その時々課題を乗り越えるために技術開発を重ね、その成果により技術的に下水道事業の発展を支えてきた。今後も事業をとりまく様々な課題を解決するため、これまでのノウハウや、新たにAIを含むデジタル技術などの最先端技術を積極的に活用し、将来を見据えた幅広い視野を持って、下水道技術の開発に取り組んでいく。

東京都下水道局キャラクター
「アースくん」



2-2 下水処理の新たな役割

1

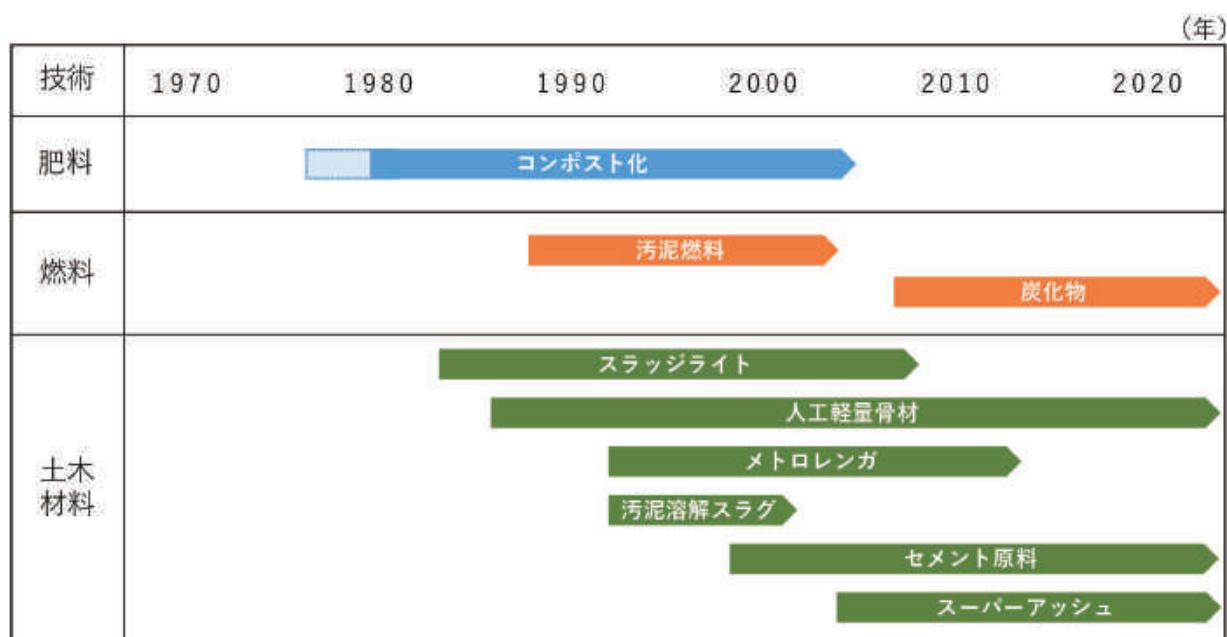
汚泥の有効利用

～ゼロエミッションのさきがけ～

汚泥の有効利用の歩み

従来、下水汚泥は下水処理過程で発生する不要物として取り扱われてきた。歴史的には、一部をし尿と同じように肥料として農地還元していたものの、大部分は埋立処分されていた。その一方、都市部において埋立処分場を確保することは難しく、永続的に埋立処分を行うことは将来的に困難である。そこで、「汚泥を捨てる」という視点から「資源として有効利用する」という視点に切り替えることが必要とされた。

しかし、毎日大量に発生する汚泥を安定的かつ安全に処理処分しなければいけないという極めて困難な課題への対応は容易ではなかった。東京都下水道局では、1970年代後半以降、汚泥の有機分等を利用した肥料をはじめ、無機成分を利用した土木資材（路盤材）、無機成分を利用しそれを加工した建築・土木用骨材（人工軽量骨材）など、様々な汚泥利用法について調査研究が進められた。その結果、コンポスト化を皮切りに近年の炭化物の製造まで、時代の最先端となる資源化施策を多数実施し、資源化（リサイクル）率の向上に向けて不断の努力を進めてきた。



社会情勢に応じて変革が求められた汚泥処分

1970年代になると、区部の下水道普及率が6割を超えるとともに、東京湾における汚濁負荷量の総量規制の導入により高度処理の対応が迫られ、発生する下水汚泥は増大する一方、汚泥処分地の不足が課題となっていた。こうした状況下、1977（昭和52）年に下水道局により設置された下水道汚泥処理調査委員会が1979（昭和54）年12月にまとめた答申¹「下水汚泥の処理処分等について」により、下記のように東京の下水汚泥処理の将来について提案を受けた。

- (1) 下水汚泥の処理・処分と資源化の双方を考慮した場合においても、汚泥の減量化を短時間で行うことができ、かつ施設面積が比較的小さくて済む、焼却方式の導入が有利である。
- (2) コンポスト化（非焼却）と軽量骨材化（焼却）を比較検討すると、①焼却施設が汚泥処理工場に既に併設されている施設が多いことから、軽量骨材化が有利である。②コンポスト²化は、需要が地域的に限定されること、施設用地が大きいことなど、東京都ではコスト的にも不利な要素が多いので、補助的とならざるを得ない。
- (3) 資源化の移行にあたっては、需給の安定が汚泥処理の安定化となるから、数種類を併用するのが望ましい。

これを受け、当局では複数の手法から汚泥の資源化を積極的に進めることになった。

下水汚泥の有効利用の火付け役：コンポスト化

1970年代に入ると、有機農業への回帰意識の高まりやオイルショックの影響による省エネルギーへの社会的要請を背景に、汚泥処分にあって大量の石油を使用する焼却処分ではなく、下水汚泥のコンポスト化が求められた。このため、流域下水道の南多摩処理場において、1977（昭和52）年の1m³/日規模の実証実験を経て、1980（昭和55）年に処理能力10m³/日規模の実証プラント建設を行った。

これは、発酵槽に通風を行い、2日に1回原料を攪拌し、10日間発酵させコンポスト化するものであった。このコンポストは農業利用に加えて、葛西臨海公園や若洲海浜公園などの公園の緑化事業に使用された。1994（平成6）年にはコンポスト施設用地が多摩川衛生組合の新清掃工場の建設用地となったことから休止となったが、1999（平成11）年に生産を再開した。しか



深槽反応槽の調査（芝浦実験場）

1. 答申：行政庁の求めに応じ、または自ら進んで調査審議を行い、行政庁に対し参考となるべき意見を陳述する権限を持つ諮問機関から行政官庁に対して意見を述べること

2. コンポスト：下水汚泥中の易分解性有機物を好氣的条件下で微生物によって分解又は発酵させ、緑農地に肥料として利用可能な形態・性状にまで安定化した汚泥

し、汚泥コンポストは、他の製品が安価で生産されたことに加え、コンポストの大量使用は一年のうち春先だけに限られるなど、毎月大量に発生する汚泥を資源化するための対策としては不十分であった。このような経緯もあり、2004（平成16）年には廃止に至っている。



汚泥コンポストを使った野菜作り

新しい建築資材：スラッジライト（人工軽量骨材）

コンポスト化には課題が多かったことから、他の利用策として、建築資材として注目されている人工軽量骨材を汚泥焼却灰から作り出す技術開発が進められた。人工軽量骨材の一種の軽量細骨材は、汚泥の焼却灰に少量のアルコール工場排水と水を加えて直径0.6～3mmの粒状にし、多段噴流炉で焼成・製造されるものである。1983（昭和58）年、小台処理場に製造能力12t/日のスラッジライト施設が建設された。1984（昭和59）年から1989（平成元）年までに約3,000tの骨材を生産し、軽量ブロック・断熱パネル・遮音パネル・浸水タイル・防滑タイル・人工土壌等に利用された。その後、小台処理場から南部スラッジプラントへ移転したため施設は一時休止し、1996（平成8）年度から再開したが、施設の老朽化などを理由に2008（平成20）年度をもって製造休止となった。



スラッジライト



屋上緑化材として活用（南部スラッジプラント）

焼却灰の民間供給による資源化：人工軽量骨材原料

資源化メニューの多様化を図るため、1986（昭和61）年に人工軽量骨材を製造する民間会社に焼却灰を供給し、原料として処理を委託している。人工軽量骨材は、破碎機や粉砕機により粒度調整された原石に焼却灰等の廃棄物と水を混練し、ペレット状に成型した後に、ロータリーキルン¹により焼成してできたものである。高層の建築物や橋梁の軽量コンクリートの骨材として使用され、現在も焼却灰の供給を継続している。

人工軽量骨材原料化



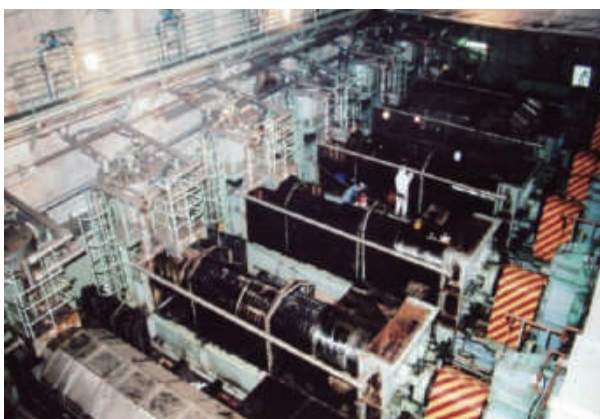
粗骨材



粗骨材造粒品（断面）

汚泥のエネルギー利用：汚泥燃料

汚泥燃料は、焼却灰汚泥中の可燃分が持つ発熱量に着目するものである。汚泥中の水分を除去し、固形燃料化することで、低品位の石炭・褐炭と同じ燃料価を持つようになる。1989（平成元）年に、南部スラッジプラントで事業（50DS-t/日）を開始し、この汚泥燃料により発電が可能となった。1997（平成9）年に4,509t/年の燃料を生産するとともに、累計約420万kWhを発電し、一定の成果を得ることができたが、実績・経済性等を評価した上で休止となった。2003（平成15）年には、休止のまま廃止に至っている。



汚泥燃料化システム（南部スラッジプラント）

1.ロータリーキルン：筒状の炉が水平に対してわずかに勾配（こうばい）をつけて設置され、緩やかに回転させながら、上方より原料を供給し、下方に設けられた燃焼装置から火炎を送る構造

公共工事で重宝された：メトロレンガ（圧縮焼成ブロック）

メトロレンガとは、下水汚泥の焼却灰のみを原料として、金型に入れプレス成形したのち、1,050℃前後で焼成することで製造する圧縮焼成ブロックである。1991（平成3）年に、南部スラッジプラントに生産量10t/日の施設が完成し、生産を開始した。当事業は、メトロレンガを東京のまちづくりの中で利活用していくことで、都民や民間企業に下水道が抱えている課題や資源化の必要性などを理解してもらうとともに、汚泥処理処分の円滑化や民間の技術開発の促進や協力体制の整備を目的としており、メトロレンガは公共事業等において広く利用されてきた。しかし、2003（平成15）年度には公共工事の低迷で需要が減少し、生産コストが上昇してきたことから、2004（平成16）年3月をもって施設を休止し、2013（平成25）年に廃止に至っている。

製造されたブロックは、今でも当局施設などで使用されており、事業の足跡を垣間見ることができる。



メトロレンガの生産（南部スラッジプラント）



メトロレンガにより舗装した歩道（臨海副都心）



汚泥中の無機分を溶融：汚泥溶解スラグ

汚泥溶解スラグとは、脱水ケーキを乾燥・粉碎したものを旋回流式溶解炉内に噴霧し、1,400～1,500℃程度の高温で加熱することで、有機分を熱分解すると同時に、無機分は流動性のある溶解スラグとして取り出し、冷却・固化するものである。1991（平成3）年、南部スラッジプラントに32DS-t/日（スラグで8～10t/日）の施設が完成し、事業を開始した。製造した汚泥溶解スラグは、加熱アスファルト混合物の骨材原料として民間のアスファルト混合物製造会社に販売するとともに、中央防波堤外側埋立地における仮設道路の路盤材などに利用された。

最大5.2t/日製造したが、製造コストが著しく高く、2001（平成13）年をもって休止した。2002（平成14）年には、休止のまま廃止に至っている。



旋回溶融炉主要部（南部スラッジプラント）

廃棄物の有効利用：セメント原料

汚泥のセメント原料化とは、金属等の異物を除去した汚泥焼却灰等の廃棄物と石灰石、粘土、けい石、酸化鉄のセメント原料をロータリーキルンにより焼成して、セメントを生成する技術である。焼却灰の使用率は、原料全体の数％以下に抑えているため、セメントの品質に影響はない。1997（平成9）年から、セメントを製造する民間企業に焼却灰の搬出を開始し、現在も焼却灰の搬出を継続している。



汚泥を原料とするセメント

コンクリート二次製品の材料：スーパーアッシュ（粒度調整灰）

スーパーアッシュ（粒度調整灰）は、下水汚泥の焼却灰を粉砕加工したもので、粒子を調整することにより、土木用建設資材の代替材として利用することができる材料である。本製品は、焼却灰をセメントと混合することにより、強度が増加するなど優位な特性を持っており、コンクリート二次製品の細骨材として利用されている。2003（平成15）年に葛西水再生センターに12,000 t/年の施設が完成し、事業を開始した。2004（平成16）年度の東京都環境物品等調達方針（公共工事）には、土木工事の使用する環境物品等として、「スーパーアッシュ（粒度調整灰）」を用いたコンクリート二次製品及び土木材料を調達可能な場合に使用する。」と規定され、公共事業への利用が拡大されている。事業は現在も継続し、多くの製品に利用されている。



スーパーアッシュ製造施設
（葛西水再生センター）



スーパーアッシュ

下水道管コンクリート二次製品の活用例



コンクリート管



ボックスカルバート



シールドセグメント

石炭の代替燃料：炭化物¹

炭化物とは、乾燥機で脱水汚泥に含まれる水分を約3分の1程度になるまで乾燥し、炭化炉で1時間程度蒸し焼きにすることで、燃料となる炭化物を製造するものである。これにより、下水汚泥の資源化を推進すると同時に、汚泥焼却時に発生する温暖化ガスの削減を図ることができる。生産した炭化物は、火力発電所において石炭の代替燃料として活用される。2007（平成19）年に東部スラッジプラントに4号炉（300wet-t/日（100wet-t/日×3系列））、2013（平成25）年に5号炉（300wet-t/日（100wet-t/日×3系列））が完成し、事業を実施している。焼却炉の建設・維持管理にあたっては官民連携手法を活用し、DBO方式によって民間事業者が建設・維持管理を担っている。



汚泥のさらなる有効利用に向けて

汚泥の有効利用は、1970年代のコンポストの実証実験から様々な製品開発を経て、現在では建設資材としてセメント原料化や軽量骨材原料化、コンクリート二次製品に使用される粒度調整灰が主力となり、汚泥の資源化率の向上に貢献している。これらの取組が実を結び、2010（平成22）年までに資源化（リサイクル）率は約70%まで向上してきたが、東日本大震災を起因とした汚泥中の放射性物質の影響により一部資源化が停止したことで、2012（平成24）年には数%まで低下した。現在は、放射性物質の影響が少なくなってきたことから、資源化率は約60%まで回復している。

当局は、今後も引き続き資源化率の向上を目指し、限りある埋立処分場の延命化を図るとともに、汚泥中の有機物から生成される熱エネルギーを有効利用することで、地球温暖化防止や低炭素社会の構築に寄与していく。

1.炭化物：火力発電所等で石炭燃料の代替となるもので、下水汚泥が持つ保有エネルギーを有効利用したもの

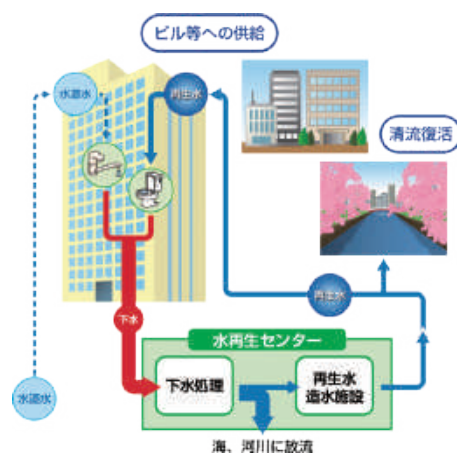
2

再生水の利用

～循環型社会を形作る 水のリサイクル～

再生水とは

再生水は、下水処理水（以下、「処理水」とする。）を再利用するため、ろ過処理や消毒処理など、更に高度な処理を施した水である。現在、流域下水道含め、芝浦水再生センターなど4か所の水再生センターで造水し、7地区約200施設のビルのトイレ洗浄用水や、水量の少ない河川の清流復活事業に再利用しており、限られた水資源を有効に使う、循環型の都市づくりに貢献する事業である。



ビルのトイレ用水などへの再生水の活用

再生水利用の始まり

東京都の水需要は、都市化の進展とともに年々増加を続けてきた。特に高度経済成長期である1960（昭和35）年から1970（昭和45）年にかけては、給水量ベースで日量240万 m^3 もの急激な増加を記録している。さらに、1964（昭和39）年の夏には、東京オリンピックを前にして、当時の主力水源であった多摩川水系が大渇水に見舞われ、一部に時間給水の事態が発生した。

高度に都市機能が集中している東京においては、渇水等による水不足が生じた場合、都民生活や都市活動への影響が計り知れないほど大きい。このことから、安定した水の供給が重要な課題となっていた。

東京都では1972（昭和47）年度から、渇水対策として処理水に着目し、トイレ洗浄用水などの用途に再利用するための検討を開始した。これ以前にも、処理水の一部が工業用水に再利用されていたが、利用範囲を広げるために、供給先に求められる水質や、それに必要な処理方式、水道水との混入防止策などを検討する必要がある。検討の末、用途はトイレ洗浄用水とすること、配管を色分け等で区別することなどが定められた。



節水キャンペーンのため町中を走る広報車

新宿副都心への再生水供給

最初の供給先には、超高層ビルの建設が続いていた新宿副都心地区を選定し、「新宿副都心水リサイクルモデル事業」として事業を実施した。供給する水は、近隣の落合下水処理場の処理水を、さらに急速ろ過で処理したものである。新宿副都心の一角に、中継地点となる新宿副都心水リサイクルセンターを建設し、1984（昭和59）年10月から供給を開始した。

その後、1991（平成3）年に完成した都庁舎のトイレでも再生水が使用されている。また、落合処理場で造られた再生水はさらに膜ろ過処理を行い、同処理場上部に設けた親水公園「せせらぎの里」へも供給している。



落合処理場と新宿副都心（1996年）



親水公園「せせらぎの里」

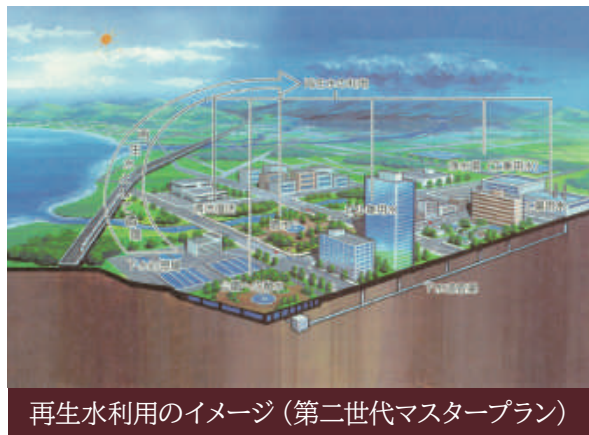
快適で安全な水環境の創出に向けて

1992（平成4）年の「第二世代下水道マスタープラン」では、下水道の新たな役割の一つに再生水を位置づけ、次のような長期目標のもと、利用拡大を進めることとした。

人間と環境が調和する都市の形成をめざし、以下の観点から再生水の総合的な利用をはかる。

- (1)高度処理の導入により生み出される豊富で質の安定した再生水を、大切な資源として最大限に有効利用をはかる。
- (2)多様な用途に利用することにより、快適で安全な都市生活に貢献する。
- (3)都民が親しめる水辺環境づくりに貢献する。
- (4)新たな水リサイクルにより環境を大切にする。

<第二世代下水道マスタープラン（東京都、1992（平成4）年）より>



再生水利用のイメージ（第二世代マスタープラン）

再生水供給先の拡大

新宿副都心地区に続いて、新たな街づくりが行われる臨海副都心地区においても、当初から再生水の供給が計画された。地区内の有明下水処理場（新設）で造られた再生水が、1996（平成8）年から供給されている。この地区では、水洗トイレ用水のみでなく、洗浄用水や、公園緑地への散水用水としても利用されている。

その後も供給先の拡大を続け、1997（平成9）年の品川駅東口地区を皮切りに、芝浦下水処理場からも再生水の供給を開始した。現在は、大崎地区、汐留地区、永田町・霞ヶ関地区、八潮・東品川地区を追加し、3つの水再生センターから7つの地区へ再生水を供給している。

近年では、清掃工場の冷却用水や、屋上緑化や樹木の散水用としても利用され、再生水利用の場を広げている。また、東京2020大会の競技会場となった有明アリーナ等の水洗トイレ用水としても供給し、東京2020大会に水循環の面から貢献した。

広域循環方式による再生水供給地区



現在の再生水供給地区



有明アリーナ

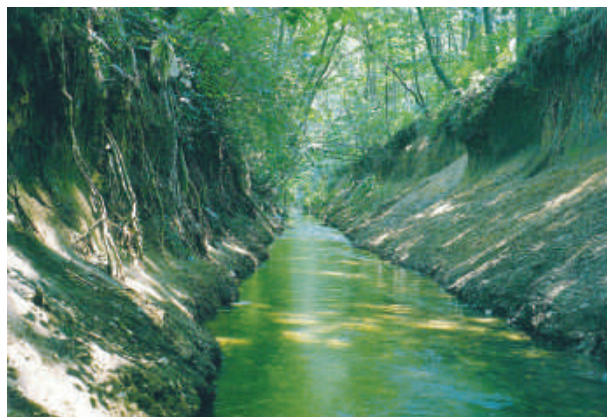
水辺のうるおいを取り戻す清流復活事業

渇水対策とともに、河川環境の課題として、都市化の進展により、流れ込む水が激減し、枯渇した河川が見られるようになっていた。そこで東京都下水道局では、うるおいのある水辺環境を取り戻すため、再生水を流すことにより、水の流れを復活させる清流復活事業を推進している。



清流復活事業の位置図

多摩地域では、浄水場への導水という役割を終えて枯渇していた水路へ、多摩川上流水再生センターから再生水を送水している。1984（昭和59）年8月から野火止用水に、1986（昭和61）年8月からは玉川上水へも送水しており、現在は合わせて日量24,800m³を送水している。



清流が復活した玉川上水（左：通水前、右：通水後）

区部では、水量の減少していた城南三河川（渋谷川・古川、目黒川、呑川）に、落合水再生センターの再生水を送水している。地下に送水管を敷設する工事を経て、1995（平成7）年から供給を開始し、日量86,400m³を送水している。このうち渋谷川では、区や民間事業者と連携して、2020（令和2）年から壁泉への送水を開始し、新たな水辺空間を創出している。



壁泉への再生水の活用（渋谷川）

再生水の様々な役割

再生水は都市の貴重な水資源として、トイレ洗浄用水や清流復活事業以外にも、様々な場面で活用されている。

一例として、夏季にヒートアイランド対策として実施されている打ち水への提供があげられる。また、災害時等には消火用水としても利用できるようになっている。



打ち水への再生水の活用

持続可能な都市づくりに向けて

渇水対策として始まった再生水は、下水道の新たな役割として拡大を続け、循環型社会の実現を推進してきた。また、高度処理された再生水をお客さまに提供することで、汚水の印象が強い下水道事業のイメージアップを果たしてきた。今後も、都市の重要な水資源として、持続可能な都市づくりを支えていく。

<再生水利用のあゆみ>

1984（昭和59）年	「野火止用水」の清流復活事業を開始（流域下水道） 下水処理水循環利用（水リサイクル）モデル事業として、落合処理場から新宿副都心地区に再生水供給開始 「新宿副都心水リサイクルセンター」開所
1986（昭和61）年	「玉川上水」の清流復活事業を開始（流域下水道）
1989（平成元）年	「千川上水」の清流復活事業を開始（流域下水道）
1995（平成 7）年	城南三河川（渋谷川・古川、目黒川、呑川）の清流復活事業開始
1996（平成 8）年	有明処理場から臨海副都心地区に再生水供給開始 落合処理場からの再生水供給先を拡大し、西新宿・中野坂上地区に名称変更
1997（平成 9）年	芝浦処理場から品川駅東口地区に再生水供給開始
1998（平成10）年	芝浦処理場から大崎地区に再生水供給開始
2002（平成14）年	芝浦処理場から汐留地区に再生水供給開始
2004（平成16）年	御成橋から目黒川へ再生水の放流を開始
2007（平成19）年	芝浦水再生センターから永田町及び霞が関地区に再生水供給開始
2008（平成20）年	芝浦水再生センターから東品川地区に再生水供給開始
2010（平成22）年	芝浦水再生センターから八潮地区に再生水供給開始



東京都下水道局キャラクター
「アースくん」

3

下水熱の利用

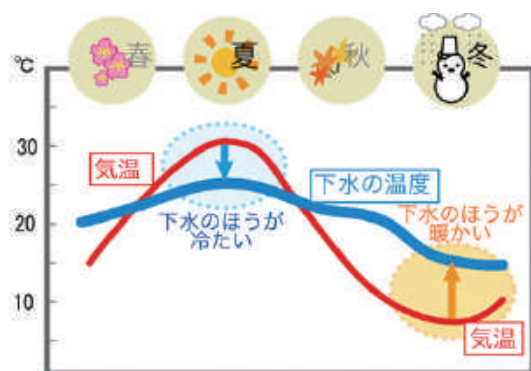
～下水の持つポテンシャルを活用し、温室効果ガス排出削減に貢献～

下水熱とは

下水は「外気温に比べ、夏は冷たく、冬は暖かい」という温度特性を持っており、下水熱はこの温度差を冷暖房の熱源等として利用することで、化石燃料の消費を減らし、温室効果ガスの削減に効果を発揮する。

また、下水熱は、都市内にも安定的かつ豊富に存在している再生可能エネルギーとして注目を集め、海外においてもヨーロッパ諸国を中心に下水熱の利用が広まりつつある。

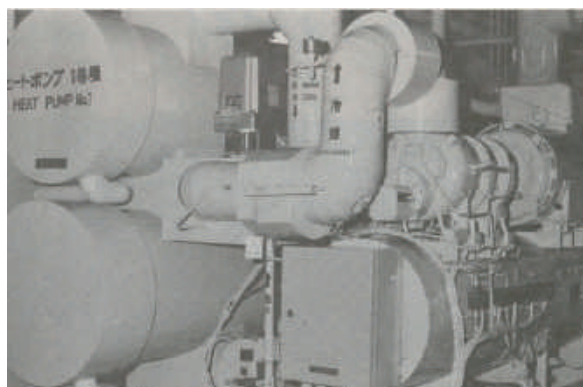
東京都下水道局（以下、「当局」と呼ぶ）における下水熱利用は、30年以上にわたって順次拡大を進め、当局は日本で最も多くの地域における下水熱利用事業を実施（令和2年時点で日本国内32件、うち東京都は5件）しており、都市の温室効果ガス排出量の削減に貢献している。



下水の温度と気温の比較

下水熱を利用した処理場内冷暖房の導入（アーバンヒート）

局内での下水熱利用は、1984（昭和59）年から水再生センターの下水処理水（以下、「処理水」とする）を熱源とする空調システムの開発に取り組んだことに始まる。従来は下水・処理水と気温の温度差が小さいためエネルギーとして活用が進んでいなかったが、社会的な省エネルギー志向、及びヒートポンプなどの技術的な進歩により、下水熱が利用可能になったものである。1987（昭和62）年に処理水熱利用システムが完成し、都市の熱を有効活用することから、本システムは「アーバンヒート」と名付けられた。当初は実証設備として落合処理場の管理棟に設置され、実際に冷暖房を行いながら、有効性を実証した。現在では、区部12か所の水再生センターにアーバンヒートを設置している。



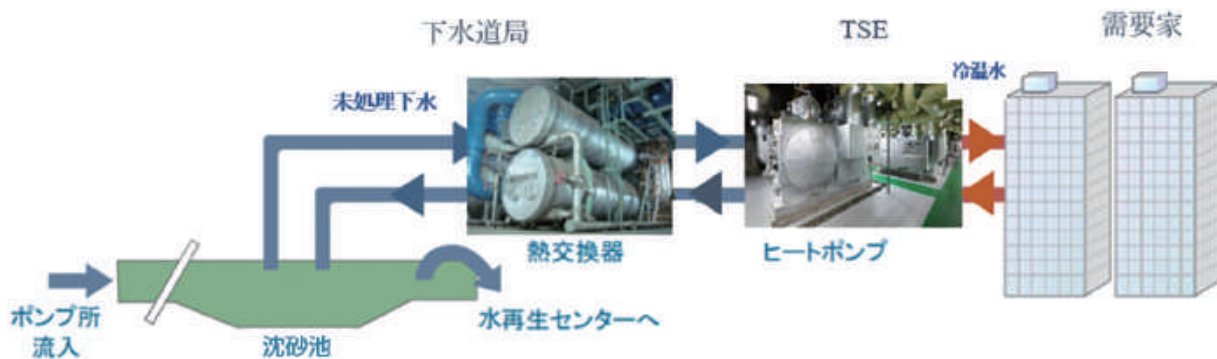
落合処理場に初めて導入されたアーバンヒート

近年では、各部屋やフロア毎にきめ細かい温度制御ができるよう改良を加え、更なる省エネルギー化を図った空調システム「ネオ・アーバンヒート」を開発し、設備の更新等にあわせて順次導入を進めている。

地域全体で下水熱を冷暖房に活用（地域冷暖房）

下水熱の局外利用について、下水や処理水を熱源として熱供給プラントで冷水・温水を製造し、複数の建物に供給する地域冷暖房等の事業を実施している。

当局での最初の地域冷暖房事業は、1994（平成6）年に開始した国内初の未処理下水を熱源とする後楽一丁目地区（文京区）事業である。本事業は下水のみを熱源とする国内唯一の地域冷暖房事業であり、後楽ポンプ所へ流入する未処理下水3,600m³/時（最大）を熱源として、東京ドームホテルなど7施設へ熱を供給している。



後楽一丁目地区の地域冷暖房

また、2002（平成14）年から新砂三丁目地区（江東区）において、都有地に建設された高齢者福祉・医療複合施設等5施設に、砂町水再生センターの処理水2,000m³/時（最大）及び污泥焼却廃熱を熱源とした温水を供給している。

さらに、2015（平成27）年から、芝浦水再生センター再構築に伴う上部利用事業により建設された業務・商業ビル「品川シーズンテラス」へ、処理水3,100m³/時（最大）を熱源として供給している。

これらの事業実施にあたっては、地域冷暖房等による熱供給を目的として、1992（平成4）年に東京都と民間企業が共同出資し設立した東京下水道エネルギー株式会社（以下、「TSE」とする）が熱供給をしている。現在、TSEが下水熱を供給している施設の

延床面積は約50万m²（東京ドーム約11個分）にのぼり、温室効果ガスの削減効果は年間約4,800t-CO₂に相当する。



江東区新砂三丁目地区の地域冷暖房

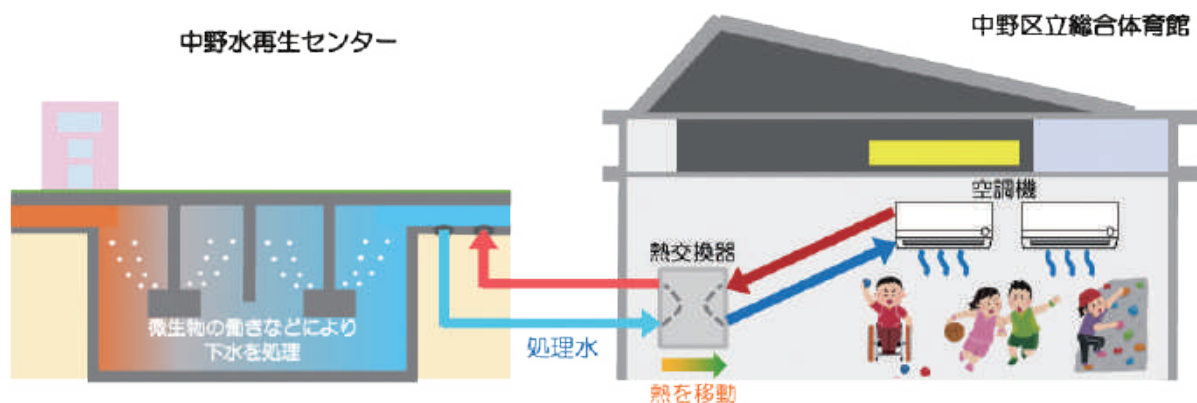
利用施設への熱源の提供（処理水の供給）

地域冷暖房による熱利用以外にも個別施設で下水熱を利用できるよう、空調熱源として処理水を水再生センターから需要者へ供給する取組を実施している。本方式の初の事例では、2006（平成18）年より芝浦水再生センターから民間のオフィスビルへ処理水を供給し、オフィスの冷暖房の熱源として利用されている。

また、2020（令和2）年8月からは新たに中野水再生センターに近接する中野区立総合体育館へ処理水の供給を開始し、体育館の冷暖房の熱源として利用されている。これにより、体育館では一般的な空調と比較して温室効果ガスを約3割（年間約85t- CO_2 ）削減することが可能となり、環境負荷低減の面から中野区のまちづくりに寄与している。



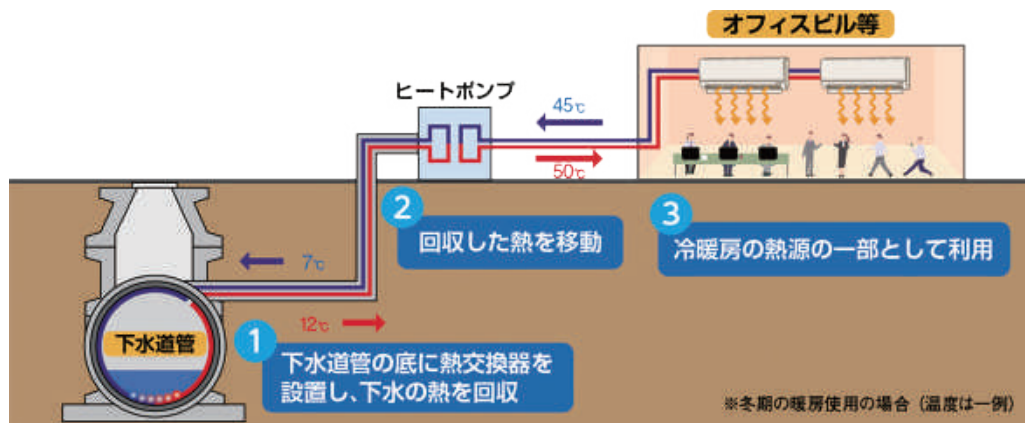
中野区立総合体育館



中野区立総合体育館における下水熱利用

下水熱利用のさらなる拡大に向けて（下水道管からの下水熱利用）

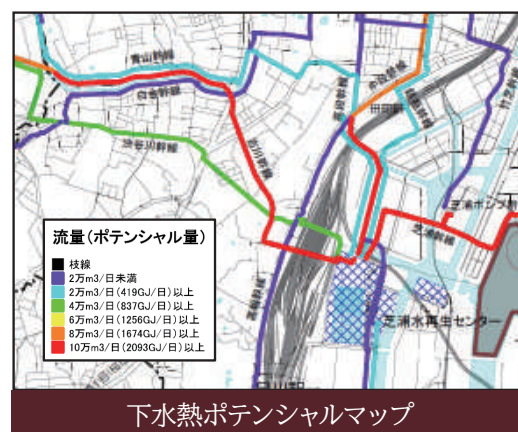
これまでの下水熱利用においては、熱源から利用施設までの距離が離れるほど効果が減少することから、下水熱を利用できるエリアが水再生センターやポンプ所周辺に限定されてきた。このような状況を受け、2015（平成27）年5月に下水道法が改正され、下水道管理者の許可を受ければ、民間事業者等が熱交換器等を下水道管内に設置できることとなった。



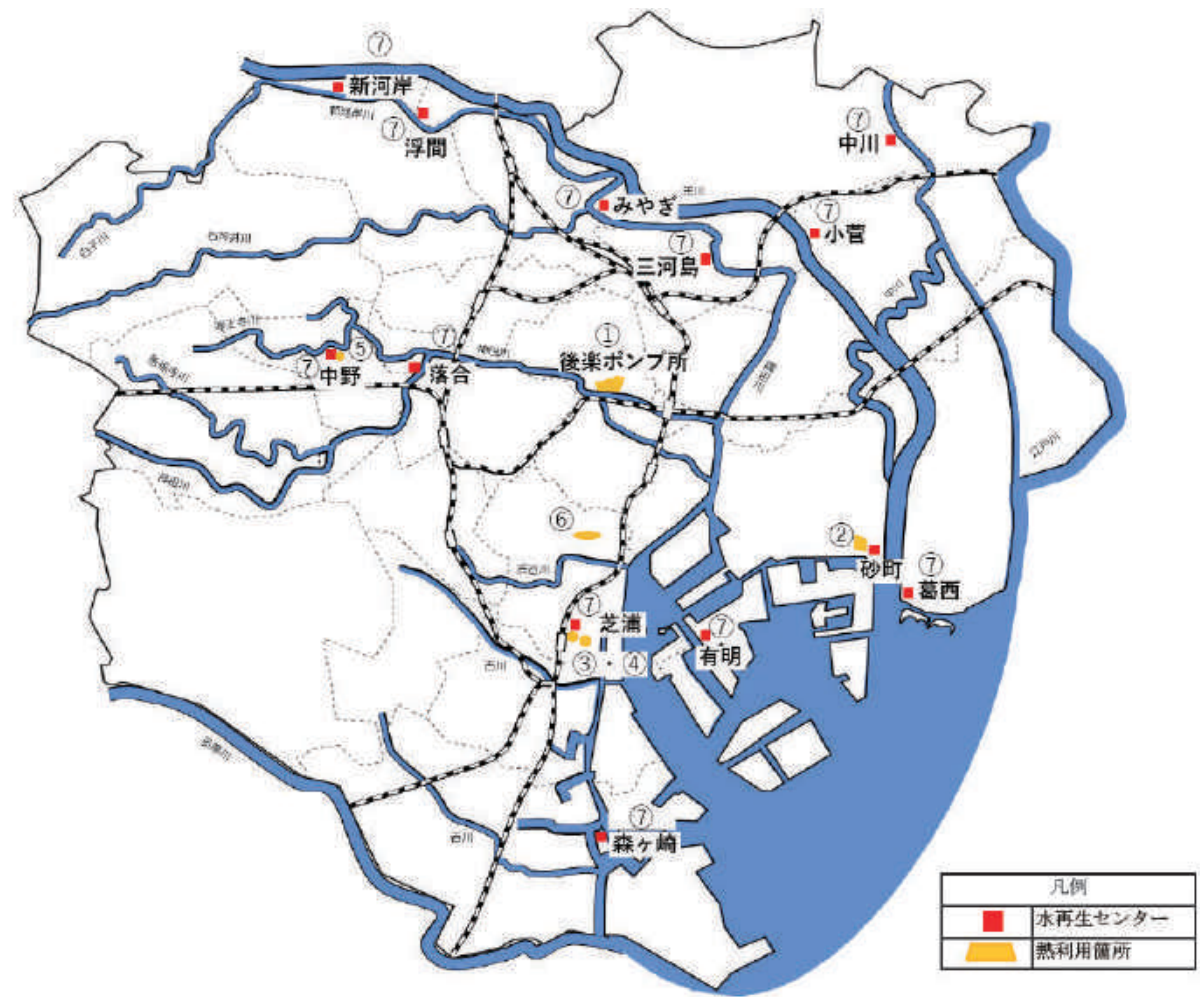
下水道管からの熱利用

当局では法改正を踏まえ、下水道管からの熱利用を促進するため、2019（令和元）年6月から民間事業者等から熱利用の受付を開始し、申請手続きのプロセスや許可基準などを示した「下水熱利用ガイド」と下水道幹線ごとの熱量の目安を示した「下水熱ポテンシャルマップ」をホームページで公表している。

そして、東京都初の下水道管からの熱利用事業として、2021（令和3）年6月に虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社と虎ノ門・麻布台地区第一種市街地再開発事業（虎ノ門・麻布台プロジェクト）における下水熱利用事業開始に向けた協定を締結した。本事業は、事業者が下水道管の底部に熱交換器を設置し、下水の熱を回収し、エリア内のオフィスビル等の冷暖房の熱源の一部として利用するものであり、地域冷暖房の熱源の一部に下水道管から回収した下水熱を利用する事業として、国内初の事例となる。



今後も、下水道事業全体での温室効果ガス排出量の更なる削減を目指し、エネルギー・資源の利用に大きな影響力を持つ東京の責務として、様々な民間事業者等と連携しながら、率先して下水熱の利用を推進していく。



(下水熱利用の取組箇所一覧)

番号	項目	実施箇所
1	地域冷暖房等	後楽一丁目地区
2	地域冷暖房等	新砂三丁目地区
3	地域冷暖房等	品川シーズンテラス
4	処理水供給	民間オフィスビル
5	処理水供給	中野区立総合体育館
6	下水道管からの熱利用	虎ノ門・麻布台プロジェクト※令和5年開始予定
7	局内利用	水再生センター（アーバンヒート）12カ所

東京都下水道局キャラクター
「アースくん」



上部利用のはじまりと歩み

東京都下水道局（以下、「当局」と呼ぶ）は、水再生センターにおける上部利用のパイオニアとして、様々な上部利用の形を創設し、地域や地元貢献してきた。

下水道の普及とともに、各地には水再生センターが建設されてきたが、臭気や騒音などの懸念のため、時には地域住民から強く反対を受けることもあった。そのような中、周辺環境との調和や地域における水と緑の空間を整備する観点から、世界に先駆けて1964（昭和39）年に落合処理場の上部を公園として地域に開放した。

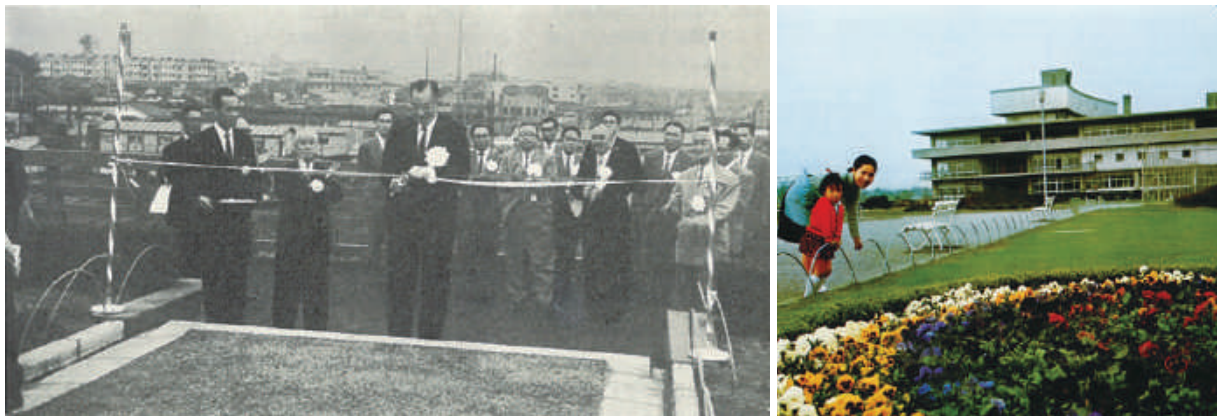
その後、様々な課題に直面しながらも、水再生センターの上部は、公園、スポーツ場など公共性の高い施設の建設を進めてきた。さらに、下水道施設の再構築に合わせ、まちづくりの核となる商業ビル等と連携した整備など新たな取組に挑戦し続けている。

世界初の水処理施設上部利用

当局における施設の上部利用の歴史は、落合水再生センターの覆蓋から始まる。

1950（昭和25）年、落合污水処分場として都市計画決定が行われたが、新宿区の市街地の中に臭い、汚い印象のある污水処分場が建設されることは、生活環境の破壊と地元の発展を阻害するものだと付近の住民から強い反対があった。しかし、当局は住民に対して、処分場を建設するにあたりこの地が神田川沿いの低地で污水処分場の立地条件としては最適であり、沈殿池と反応槽に覆蓋を行うことで臭気を抑えることなどを説明した。さらに、区と協力して、覆蓋の上部を運動場、公園として一般に開放することを条件とし、住民との妥結を得た。

その結果、1964（昭和39）年、落合処理場として世界で最初の覆蓋式処理場が稼働した。稼働に際し開催された式典には、雨模様の中、都知事をはじめとして500人近くの方々が参列し、盛大に執り行われた。



開園当時の落合処理場（右：1964年、左：1969年）

落合処理場での成功事例を機に、全国各地でも処理場に覆蓋式が採用され、覆蓋上部の利活用が進展した。

多岐にわたる利用形態

落合処理場の上部利用以降、処理場上部は多くの用途に利用されることとなった。

1988（昭和63）年4月には、芝浦処理場東系列水処理施設の上にテニスコートとゲートボール場が作られ、若者からお年寄りまで利用できる憩いの場を創造している。また、1989（平成元）年9月には葛西処理場の上部に江戸川区臨海球技場が完成し、完成式典では、地元の少年野球・少年サッカー・少年ラグビーチームの選手入場で始まるなど、青少年のスポーツ活動の場として期待され、これまでラグビー・ラクロス・アメフト等多くの方に利用されている。



芝浦処理場上部（1989年）



葛西処理場臨海競技場（1989年）

1995（平成7）年の下水普及100%普及概成記念処理場イベントでは、処理場の見学などが行われたが、それに合わせて、砂町、森ヶ崎、葛西処理場の覆蓋上部のサッカー場を利用し、元Jリーガーらを招いた子供サッカー教室が開催され、大きな反響を得た。



砂町処理場上部（1995年）



中野区立総合体育館（2020年）

近年では、中野区立総合体育館の老朽化に伴い、中野水再生センターの上部を利用して体育館の建替えを行い、2020（令和2）年9月に「麒麟レモンスポーツセンター」として開所した。この体育館は、2021（令和3）年にはオリンピック・パラリンピック東京2020大会の卓球の公式練習会場として利用された。

水再生センターは、古くは臭気や騒音などの理由から、周辺住民から建設を懸念されていたが、多くの協議の中でその意義を唱え、住民の理解を得ることで建設が進行した。その中で、上部利用は、水再生センターに子供から老人まで楽しんで利用できる住民還元施設という付加価値を生み出し、下水道事業の発展に非常に大きな役割を果たしてきた。

新たな上部利用の形

このように、水再生センターの上部は、地元の要望や下水道施設のイメージアップ、地域の防災力向上を目的に、主に公園やスポーツ広場などとして開放してきた。

その中で、2015（平成27）年に芝浦水再生センターで、地域の発展と経営基盤の強化という「新たな上部利用の形」を取り入れた上部利用事業を開始した。

芝浦水再生センターは、1931（昭和6）年に移働した区部で3番目に古い水再生センターで、一部の施設で老朽化が進み、更新時期を迎えていた。一方、品川駅周辺は東海道新幹線や羽田空港など、日本各地と世界をつなぐ交通の結節点として重要な役割を果たすことが期待されていた。

他方、2000（平成12）年に都市計画法の一部改正がなされ、これまで下水道の事業用地は他用途の建築が制限されていたが、下水道施設の機能を確保しながら上部空間を下水道以外の建築用途として複合的に活用できることとなった。

そのため、芝浦水再生センターでは、老朽化の著しい施設を再構築するとともに、上部を利用した業務・商業ビル及びオープンスペースを整備することとし、2015（平成27）年2月に敷地内に「品川シーズンテラス」がオープンした。その際、当局は、民間事業者に借地権設定の対価として、等価交換契約により、上部ビルの区分所有権を取得し、民間事業者に一括賃貸することで安定的に収入を確保している。

これに引き続き、銭瓶町ポンプ所の再構築では、老朽化したポンプ所の再構築にあたり、東京駅日本橋口前の常盤橋街区での再開発プロジェクトに地権者として参画し、地区全体のまちづくりに貢献するとともに、2027（令和9）年度には、再開発ビルの権利床を民間事業者に貸し付け、収入の確保に努める予定である。

水再生センターの上部は、建設や再構築にあたり、地域住民に親しまれる場の提供か



芝浦水再生センター上部ビル
（品川シーズンテラス）

ら、下水道事業の安定的運営に寄与する収入源まで、多くの役割を果たしている。当局は、今後とも水再生センターの上部利用の先導者として、新たな取組を模索しながら、まちづくりの核となる施設を創造し、お客さまである都民の皆さまの生活向上に取り組んでいく。



(出典) Mitsubishi Jisyo Sekkei Inc.



東京都下水道局キャラクター
「アースくん」

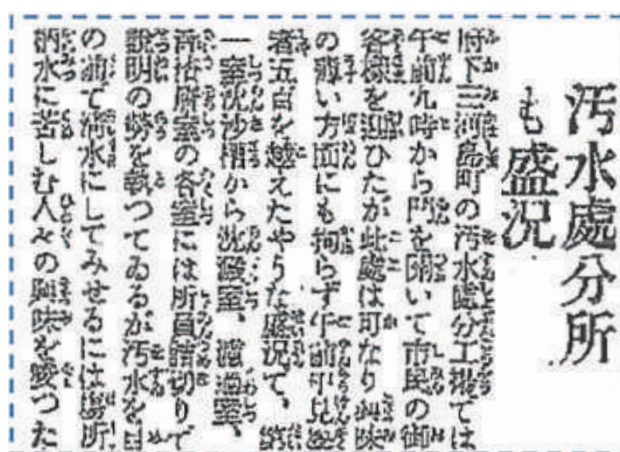
下水道施設と地域との関わりあいを紐解く

下水道施設の多くは地下にあり、水再生センター・ポンプ所はお客さまの目に見える数少ない施設である。東京都区部では水再生センター・ポンプ所等をあわせて98施設があり、地域のお客さまとの交流を深めるため、三河島水再生センターのつつじ観賞会や森ヶ崎水再生センターのホタルの夕べ等地域ごとの特色を活かした施設見学会などを開催しており、地域との交流を深めている。

東京下水道の持続可能な事業運営のためには、下水道事業に対するお客さまのご理解とご協力が必要であり、そのためには地域との関わりあいが不可欠である。そこで、近代下水処理発祥の地である三河島污水処分場における地域住民との交流を足掛かりにして、下水処理や下水道事業推進における広報活動の取組や地域住民との交流のあり方を見ていく。

下水道施設建設黎明期の取組

日本初の近代下水処理施設である三河島污水処分場は、1922（大正11）年3月26日に運転を開始しているが、当時の下水処理技術では、処理工程上臭気が発生していた。このため、污水処分場内にある臭気抜き煙突からの臭気問題が発生し、地元住民の反対運動が起きた。そこで、地域住民への理解促進と普及啓発活動の一環として、1922（大正11）年10月1日に処分場の施設見学会が実施された。翌10月2日付けの東京朝日新聞に当時の様子が記されている。



1922年10月2日付け
東京朝日新聞（一部抜粋）

污水処分所も盛況

府下三河島町の污水処分工場では午前九時から門を開いて市民のお客さまを迎えたが、ここはかなり興味の薄い方面にもかかわらず、午前中見学者500人を越えたような盛況で、第一室沈砂槽から沈殿室、濾過室、滓渣槽室の各室には所員詰切りで説明の勢を執っているが、污水を目の前で清水にしてみせるには場所柄水に苦しむ人々の興味を唆った。

汚水処分場稼働後の地域との関係

1922（大正11）年の施設見学会が好評を博したことから、三河島汚水処分場では、定期的に施設見学会が行われていた。1932（昭和7）年から1935（昭和10）年の事業年報には、施設物参観として「下水道事業が市民の日常生活に直接かつ重大な影響を及ぼすことから、施設見学希望者が増加傾向にあるのは、下水道事業に対する知識・保健衛生思想の普及発達に喜ばしいことである」ため「随時見学研究の便宜を図っている」と記載されている。

当時の施設見学者の属性を見ると、学生・生徒が見学回数や参加人数も一番多く、次いで、青年団・区町有志者が多くなっている。これは、施設見学の場が、知識向上のための学習の場であるとともに、下水道普及に向けた啓蒙活動の一翼を担っていたためである。これらの取組により、1935（昭和10）年には年間約2,000人から4,000人が三河島汚水処分場の見学に訪れていたことが記録として残っている。

また、三河島汚水処分場以外にも、当時運転を開始していた芝浦汚水処分場も随時見学者を受け入れていた。ポンプ場においては、常時公開されていた木場^{ポンプ}唧筒場や、銭瓶町、三之橋、業平橋の各^{ポンプ}唧筒場は、10月1日の自治記念日と3月26日の帝都復興記念日に毎年一般公開していた旨の記載があり、定期的な施設見学は恒例行事になっていた。



1954年8月
主婦連合会幹部による見学 芝浦処理場

下水道事業拡充期における広報活動

太平洋戦争により下水道工事は中断されていたが、戦後、復興工事も順調に進み、首都圏整備法等に基づき下水道拡張計画が策定された。

1958（昭和33）年に新下水道法¹が制定され、下水道事業は、国の重点事業となった。東京都では、東京オリンピック・パラリンピックに向け下水道拡張10ヵ年計画が大幅に改訂され、下水道事業関係の事業量が増大していた。発展期を迎えた下水道事業の執行体制の拡充を図

1. 新下水道法：1900（明治33）年公布された旧下水道法を全面的に改正し、1958（昭和33）年4月公布。新しい下水道法では、技術的基準、下水道の設置管理主体、財源等が定義、明確化された。

るため、1962（昭和37）年に下水道局（以下、「当局」と呼ぶ）が発足した。

局発足後、学識経験者や新聞社、民間企業の役員で構成されていた都財政懇話会^{こんわかい}の委員や地方制度調査会委員の視察などが行われている。このような視察を通じて、有識者に下水道整備の重要性や公共性などについて理解を深めてもらうことにより、下水道整備に向けた機運醸成の一助となった。

1962（昭和37）年9月時点の都政世論調査の中間報告では、都政に対する要望事項の4位に下水道整備が入るなど、当時、急激な人口増加に伴い下水道の未整備によるし尿処理問題、水質汚濁や悪臭問題などが喫緊の課題となっていた。これらの解決に向けて、下水道に対する都民の関心と下水道事業の拡充に対する理解促進を図るため、積極的に施設見学等を実施していた。

1962（昭和37）年以降、下水道促進デー（現 下水道の日（9月10日））のイベントとして「主婦の施設見学会」の名称で、下水道施設見学会を実施し、好評を博した。また、中学生の施設見学会なども開催し、様々な方に下水道への理解を深めてもらう機会を提供した。

見学会以外にも、広報用映画（「急げ下水道」（企画制作：全国下水道促進会議、後援：建設省、厚生省）が制作され、当局にも一部常備された。工事説明会や施設見学会などで同映画が上映され、下水道整備の緊急性とその効果を広く多くの都民に周知することが可能となった。その後、当局自ら制作したPR映画の上映会の開催や、テレビなどのマスメディアを活用し、下水道の有用性などをPRするなど広報活動を実施していった。



1962年6月
中学生の施設見学会 砂町処理場



1962年10月
主婦の施設見学会 芝浦処理場

普及概成を見据えた新たな課題と広報活動

昭和60年代になると、区部の下水道普及率は80%を超え、100%普及に向けて、より一層の事業推進を図るとともに、下水道施設の維持管理及び更新、高度な下水処理、雨水対策など、新たな施策が求められるようになった。

これら新たな施策は、トイレの水洗化のように都民の実感として感じにくい事業であることから、事業の必要性や効果を正しく知ってもらい、下水道のイメージアップを図ることが必要となる。このような下水道事業を取り巻く環境の変化を受けて、従来の下水処理場の施設見学会とは別に、上部公園の開園式典などで来場者に苗木や汚泥コンポストを頒布するなど、下水処理が新たに果たす役割を通じて、地域との交流の輪を広げていった。

また、新都庁舎への移転を契機とした都のCI推進事業¹の取組として、当局では、“親しみアップ下水道”を局統一テーマに掲げ、1988（昭和63）年から1990（平成2）年にかけて下水道局CI運動を実施した。この3ヵ年の取組において、地域にマッチした個性ある施設づくりなどを展開し、処理水を利用したせせらぎの整備や、春の「お花見」や夏の「ホタルの夕べ」イベントなどが始まり、地域に親しまれる水再生センターのイベントとして、現在も定着している。



1982年9月
下水道デーイベントでのコンポスト配布



1991年6月
落合下水処理場でのホタルの里イベント

1. CI推進事業：1986年 新都庁舎建設を契機に新しい東京、21世紀の東京のイメージを確立するため、CI（コーポレートアイデンティティ）の導入を決定し、CI推進計画が策定された。併せて各局においても推進テーマとCI事業の取組みが求められた。

地域に愛され、親しまれる下水道施設を目指して

1952（昭和27）年以降、当局の水処理施設の名称として「下水処理場」を使用していたが、2003（平成15）年に「下水処理場」と名付けて50年の節目を迎えたことから、地域や環境との結びつきが強くなった下水処理場にふさわしい名称に見直すとともに、処理場のさまざまな役割を踏まえて、名実ともに処理場のイメージアップを図るため「地域に愛される下水処理場検討委員会」が設置された。検討委員会では、「処理場の名称見直し」「下水道のPRについて」の2項目について答申を得た。

「処理場の名称見直し」については、検討委員会で答申された6つの候補（水再生ステーション、水再生センター、水質保全ステーション、水循環ステーション、みずのもりパーク、さいすいパーク）から、現在の「水再生センター」に決定し、2004（平成16）年4月より名称を変更した。



2003年
地域に愛される下水処理場検討委員会



2004年
浮間水再生センターでの名称変更記念式典

また、「下水道のPRについて」では、各水再生センターの特徴を活かし「地域に愛され、親しまれる」ための様々な取組を推進することにより、長期的展望のもと、緑と潤いとやすらぎの空間をつくりだすことに努力されたいと答申を得た。この答申を受け、お客さまへの効果的なPRと職員の意識高揚を図るため、2004（平成16）年3月から9月末までの約半年間を「水再生センター」PR強化期間と定め、地域やNP0と連携しパートナーシップの強化を図り、環境学習や総合学習の場として水再生センターを活用することで、下水道事業への理解促進とイメージアップに取り組んだ。

下水道施設を活用した積極的な広報展開

2013(平成25)年は、4月に下水道施設で初めて国の重要文化財に指定された旧三河島污水処分場^{ポンプ}唧筒場施設の一般公開に始まり、東京都虹の下水道館がリニューアルオープンしている。

特に東京都虹の下水道館は、館内の「レインボータウン」を舞台に、お客さまが普段目にすることが少ない下水道管やポンプ施設、中央監視室、水質検査室で下水道に関する仕事を体験することが出来る施設となっており、現在も多くのお客さまにご来場いただいている。

これらの広報施設の整備により、水再生センター以外でも下水道や環境への理解を深めていただける機会の提供を行っている。

またこの年は、局発足50周年となるため、局の新たな半世紀のスタートに向け「キックオフイヤー2013」と題し、下水道の日々の取組を「見える化」することで、広く下水道事業への理解を深めていただけるよう、半年にわたり地域のお客さまとの交流を深める取組を実施した。



2013年4月
虹の下水道館リニューアルオープン

2017(平成29)年からは、「見える化」の取組を体系的な取組へと深化させ、東京下水道の役割や課題、魅力をお客さまに積極的に発信していく「見せる化」の取組を行うこととした。

同年4月に「見せる化」の基本的な方向性を示した「東京下水道 見せる化マスタープラン」、2018(平成30)年3月には3年間を計画期間とした実施計画である「東京下水道 見せる化アクションプラン2018」を策定し、小学生を対象にした下水道教育事業、若者向け東京下水道発信事業やデジタル技術を活用した施設整備、水再生センター等での施設見学会を行うなどの取組を実施した。

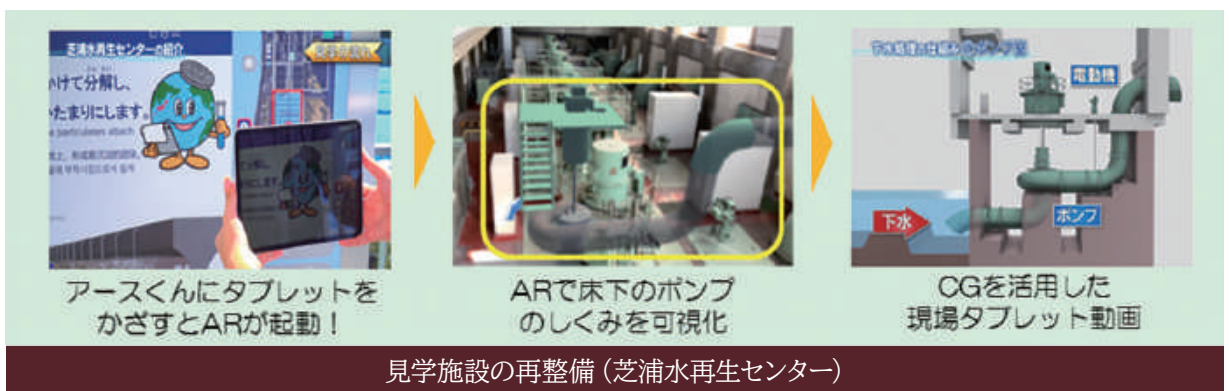
また近年は、お客さまの情報入手経路が多様化していることから、従来のマスメディア等を活用した広報活動とともに、SNSや動画等のデジタルメディアも併せて活用を図ることで、受け手側であるお客さまの反応を捉えた広報活動を実施している。



東京下水道VR



東京地下ラボ応募告知バナー



見学施設の再整備（芝浦水再生センター）

下水道施設建設黎明期から拡充期を経て現在まで、当局は下水処理や下水道事業をご理解いただくため、どのようにしたらお客さまである都民のみなさまに届くのか、試行錯誤し、場合によっては見直しを図りながら広報活動を展開してきた。

将来にわたって安定的で質の高い下水道サービスを提供し続けるために、お客さまの理解と協力が得られるよう、引き続きお客さまへ下水道事業の認知度向上を図り、理解度向上、イメージアップに向けた広報活動を実施していく。

東京都下水道局キャラクター
「アースくん」



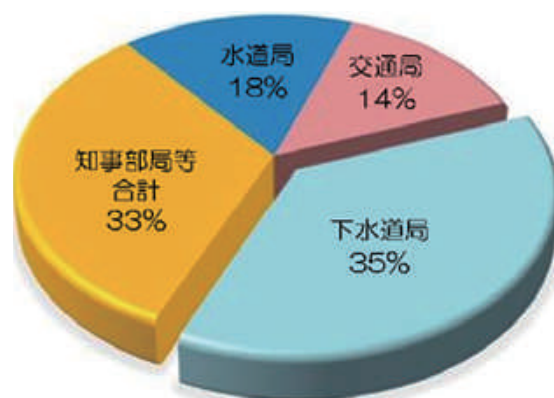
2-3 これからの下水処理

1 これからの下水処理

東京都の下水道事業は、日々の暮らしや都市活動で発生する汚れた水をきれいにして海や河川に放流することで、都市の水環境を保全する重要な役割を担っている。下水道事業では大量のエネルギーを必要とすることから、環境負荷の少ない都市を実現するためには、エネルギー・地球温暖化対策を推進していかなければならない。また、これからの東京では人口減少による労働力不足が見込まれていることから、将来にわたり安定的に下水を処理するためには、下水道事業を担う人材の確保と育成に努めていかなければならない。

持続可能な都市づくり

下水道事業は、都内における年間電力使用量の約1%に当たる（約10億kWh）電力を消費し、温室効果ガス排出量は都庁全体の35%（約80万t-CO₂）にのぼることから、地球温暖化対策にも大きな責任を負っている。一方で、処理水質の向上や浸水対策などの下水道機能向上の取組により、エネルギー使用量や温室効果ガス排出量が増加する見込みとなっている。そのため、エネルギー使用量や温室効果ガス排出量の削減に向けた取組を進めている。

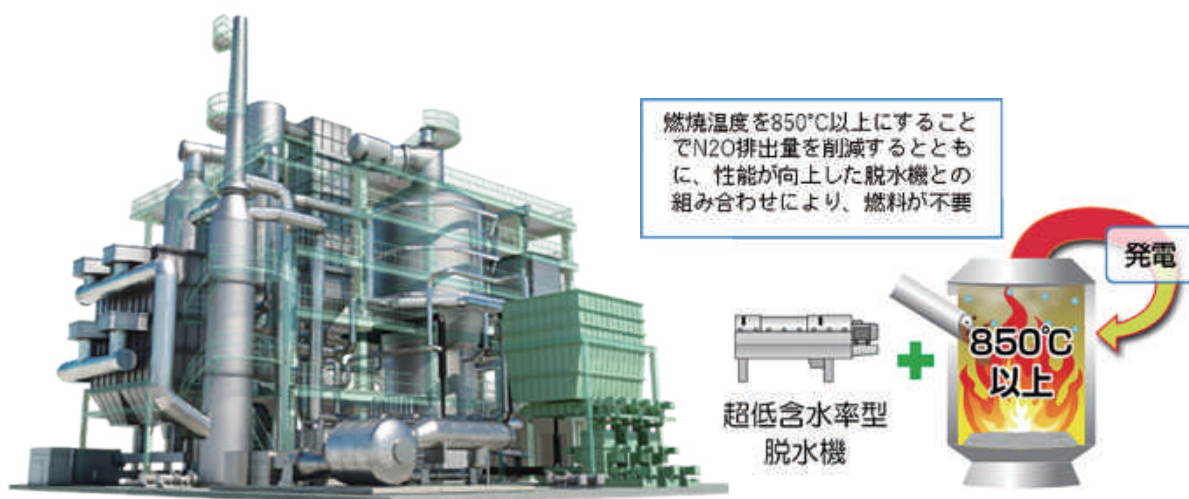


都庁の事務事業活動における局別温室効果ガス排出量の割合（2018年度）

下水汚泥の持つエネルギーの活用

下水処理により発生する汚泥の焼却には重油などの補助燃料を大量に消費することから、これまでも環境負荷の低い汚泥焼却炉の開発を進めてきた。今後は省エネルギー化を目的とした「省エネルギー型焼却炉」や焼却廃熱により発電し焼却炉で使用する電力を自給する「エネルギー自立型焼却炉」の導入を進め、汚泥焼却工程における温室効果ガス排出の削減を進めていく。

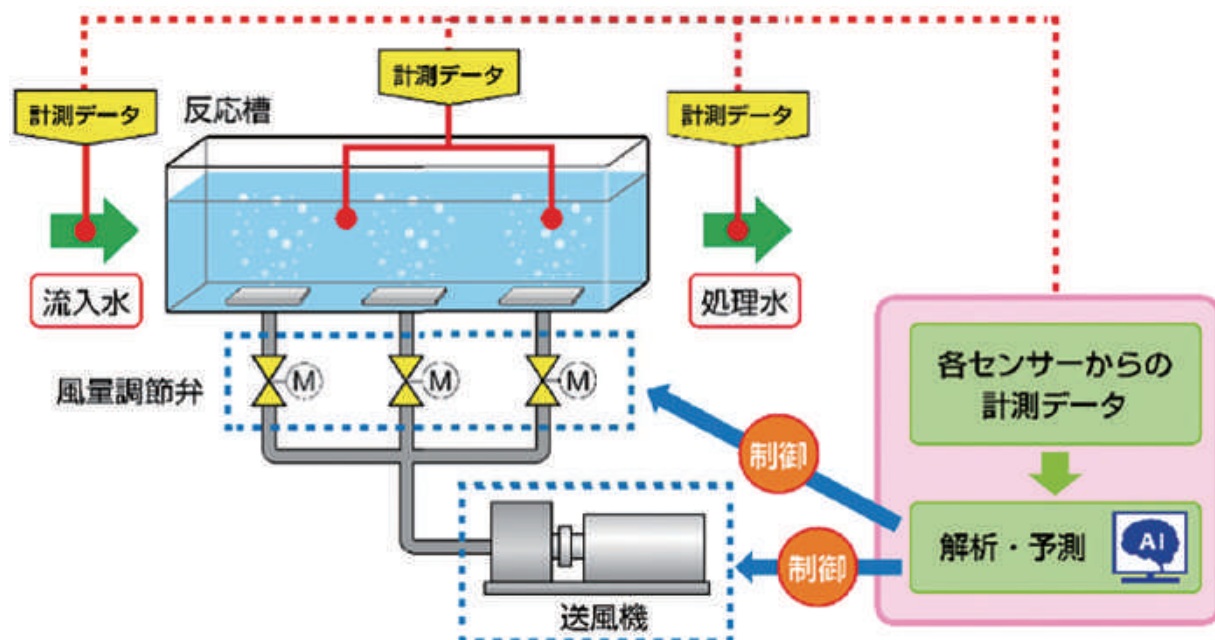
また、更なる環境負荷低減に向けて、焼却炉で使用する電力以上に発電し、汚泥処理施設や水処理施設にも電力を供給する「エネルギー供給型焼却炉」の技術開発に取り組むことで、外部から購入する電力を削減し、温室効果ガス排出量を削減していく。



エネルギー自立型焼却炉（イメージ）

デジタル技術を活用した温室効果ガス排出量の削減

水再生センターに流入する水量と水質には変動があることから、変動に合わせた送風量の制御が必要となっている。これまでも機器の省エネルギー化を行ってきたが、更なるエネルギー削減のため、流入量や水質をAIが解析・予測して、最適化した機器の運転を行うことによって電力使用量を削減する制御技術の検討を行う。



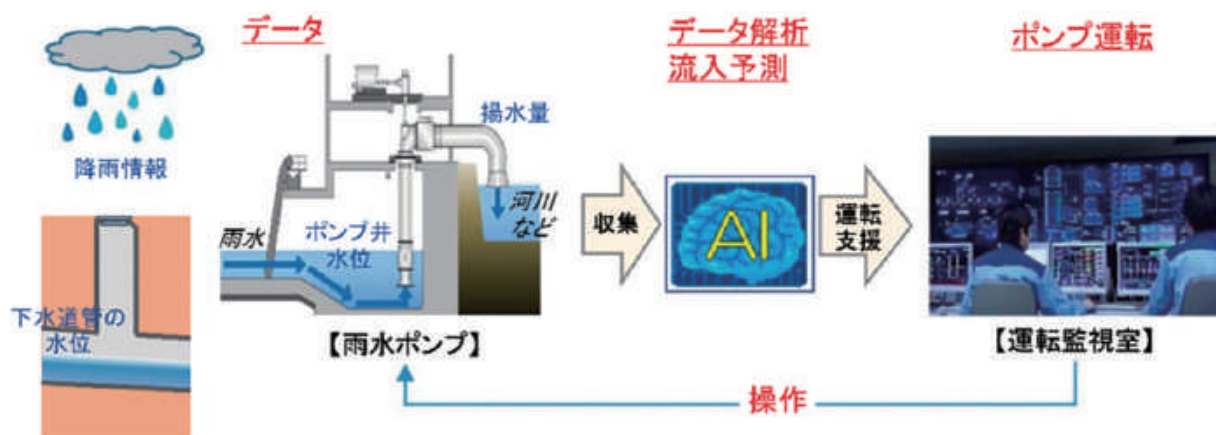
AIを活用した送風量制御技術（イメージ）

人口減少・働き方改革への対応

下水道業務は、下水道施設に関わる専門性の高い知識が必要であるため、現場に精通した職員の経験に支えられてきた。これまで培ってきた技術を確実に継承するとともに、誰もが活躍できる柔軟な働き方を実現するために、暗黙知を見える化する技術の開発や最先端のロボット技術などを活用することで、下水道の働き方改革を推進していく。

AIを活用した運転操作支援

近年頻発する集中豪雨では、短時間で大量の雨水がポンプ所等に流入することから、雨水ポンプ等の起動及び停止を短時間で的確に判断できる熟練した職員が必要となっている。そのため、AIが降雨情報などから判断の一部を担い、経験の浅い職員でも適切なタイミングで確実に雨水ポンプ運転を行うための技術開発を推進していく。

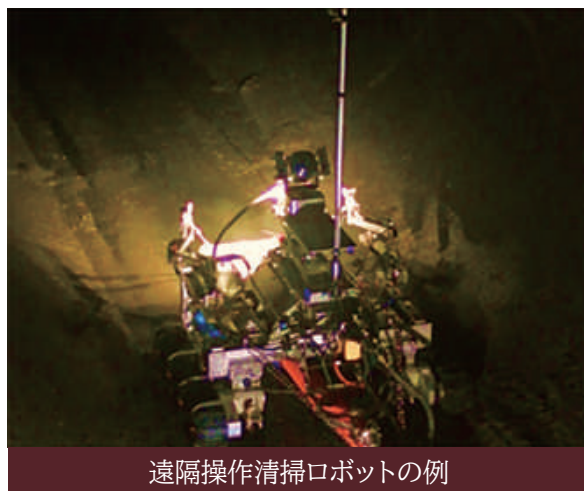


AIを活用した雨天時のポンプ運転イメージ

ロボットを活用した作業環境の改善

管路内の定期的な清掃を人力清掃で行う場合、硫化水素¹の発生や雨天時の緊急避難など、大きな危険が伴う作業となっている。また堆積した土砂の運搬には大きな労力と時間が必要となることから、作業員が地下に入らずに、遠隔操作により清掃を行うロボットの開発を進めている。

また下水汚泥の焼却炉の煙道閉塞²を防止するために、現在は防護服を着用した職員が人力で焼却灰の採取を行っているが、採取作業をロボットアームにより自動化することで、作業環境の改善を目指している。



遠隔操作清掃ロボットの例



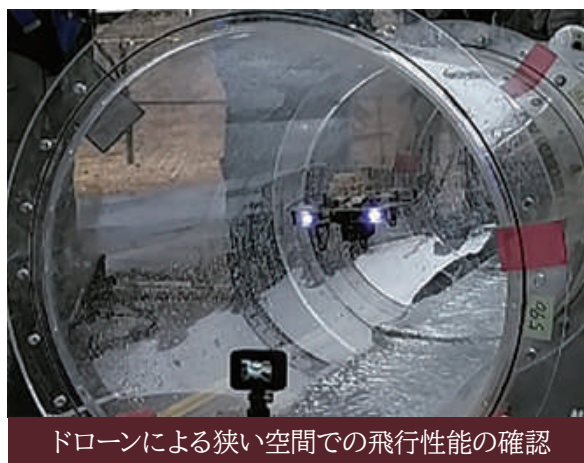
焼却灰の採取作業



実験中のロボットアーム

ドローンやロボットを活用した困難箇所の調査

水位が高く流れが速い下水道管や硫化水素濃度が高い下水道施設では点検や調査が困難である。そのため下水道管内で安定して飛行できるドローンや船型ロボットを遠隔操作して下水道管内の鮮明な映像を撮影することで、点検、調査を実施できる技術の開発を推進していく。



ドローンによる狭い空間での飛行性能の確認

1. 硫化水素：臭気の原因になる有害ガスであり、下水中に溶存している。

2. 煙道閉塞：りん含有率が高い汚泥を焼却した場合に生じる焼却炉の煙道が閉塞する事象

東京の生活環境と水循環を支えつづける下水道

下水道は都民生活や東京の都市活動を支えるためになくてはならない重要な基幹インフラである。明治時代に始まった東京の下水道事業は130年以上歩みを重ね、1922（大正11）年にわが国最初の近代下水処理施設として三河島污水処分場が稼働してから、2022（令和4）年で100年の節目を迎える。

東京都下水道局は、これまでも歴史の各時代において、多くの技術を取り入れ、長年の経験や下水道に携わる技術者の創意工夫を組み合わせることで、様々な課題を乗り越えてきた。これからも東京の暮らしを支える下水道を担い続けるため、将来を見据えて解決すべき課題等を克服し、お客さまサービスの更なる向上を目指して取組を推進していく。



水再生センターでの水処理

東京都下水道局キャラクター
「アースくん」



2-4 インタビュー

近代下水処理発祥の地

三河島水再生センターにおける技術変遷と重要文化財

流域下水道本部技術部長（元三河島水再生センター長） 小団扇 浩氏

旧三河島汚水処分場^{ポンプ}唧筒場施設の重要文化財指定に必要な保存計画策定中にセンター長であった小団扇技術部長（在職期間：2005（平成17）年7月～2007（平成19）年5月）に話を聞きました。

Q 着任時の様子や、記憶に残る話などについて教えてください。

- A
- ・2005（平成17）年7月にレンガ造りの正門をくぐり、当時プレハブ作りの管理棟2階に上がると、他には見られない歴代センター長の銘板が壁に飾られているのを見て、三河島のセンター長になったことの重みを実感しました。
 - ・戦前から稼働したことを実感した話として、植栽業者が手榴弾のようなものを主ポンプ室前で発見したとの話がありました。
 - ・警察に見分してもらったら、戦時下、練習用に作られたもの（鉄の塊）だと分かり、皆でホッとしたことが思い出されます。

Q 地域との交流については、如何でしたか。

- A
- ・毎年、さくら観賞会を開催して、多くの住民の方々に楽しんでいただきました。
 - ・三河島は、桜の名所として有名ですが、これは先人が、地域に喜んでいただけるように、多数の桜を植樹したと聞き、桜を守っていくことの使命感を持ちました。
 - ・また、上部公園に、新東京百景に選ばれている荒川自然公園があります。夏に荒川区が行う「ほたる鑑賞の夕べ」等にも協力しました。



三河島汚水処分場^{ポンプ}唧筒場施設と馬蹄型下水渠

Q 三河島の技術変遷について伺います。

- A
- ・三河島は、近代下水処理発祥の地として、渦巻きポンプや走行サイフォン式採泥機などの当時の最新技術を採用し、その施設配置などの仕組みもよく考えられています。これらは現在技術の先駆けとなっています。
 - ・例えば、主ポンプ設備の起動は、手動操作であり、ベテランが音や目で確認しながらの運転管理でした。
 - ・また、予測できない降雨に対応するため、機械全体の様子が見られるところに作業員の控室が設けられており、緊急の際はすぐ対応できるようになっていました。
 - ・一方で、現状に満足することなく、例えば、下水処理方法においては、当初の散水ろ床法を皮切りに、1934（昭和9）年には、パドル式活性汚泥法、1961（昭和36）年に散気式標準活性汚泥法を採用し、その後も高度処理である担体添加ステップA₂O法や、東尾久浄化センターによる砂ろ過設備等を採用するなど技術向上に努めています。
 - ・こうした過程を経て、技術力が向上し、現在の局の技術力につながったと思います。

Q 三河島の技術は、他センターにどのように展開していったのでしょうか。

- A
- ・江戸時代には、し尿は田畑の貴重な肥料として取り扱っていましたが、明治時代に都市化が進み、「処理」という概念が入ってしてきました。
 - ・そのため、処理することへの抵抗が非常に大きかったと聞きます。それを最初に実施したのが三河島水再生センターになります。
 - ・1911（明治44）年に欧米調査を行い、当時、最も新しい技術として「散水ろ床法」が採用されています。
 - ・その後、活性汚泥法の技術が開発されましたが、既に散水ろ床法の変更が難しい段階であったので、そのまま建設されています。
 - ・しかしながら、広い敷地を必要とする等の散水ろ床法の課題を踏まえて、1926（大正15）年から1935（昭和10）年頃にかけて、三河島水再生センターで活性汚泥法の実用化実験を行っています。パドル式、シンプレックス式、散気式の3つに分けて実施しており、三河島にはパドル式、芝浦はシンプレックス式、砂町は散気式が採用されました。



三河島污水処分場 パドル式活性汚泥法

Q 三河島の技術が全国に及ぼした影響はいかがでしょうか。

A ・いち早く導入した下水処理の仕組みや処理法など、後世や全国に与えた影響は多数ありますが、ハード以外にも、例えば、水質汚濁防止法省令中放流水の水質基準にある「大腸菌群数3,000個/cm³」は、当時の三河島の下水処理が適正管理されている時の処理水中の大腸菌群数を参考に定められています。

Q 技術が進展する中、他のセンターでは再構築が進みました。何故、主ポンプ室は壊されなかったのか教えてください。

A ・下水道の建設の時代から、1994（平成6）年度の100%普及概成により維持管理の時代となり、老朽化した施設を順次再構築していきましたが、次のように聞いています。

- ・一つは、三河島水再生センターの主ポンプ室は、近代下水道施設のセセッション様式¹を採用した皆が認める美しい重厚な施設であり、赤レンガの施設に手を加えないとの現場の思いの結実がありました。
- ・もう一つは、様々な理由が重なり、主ポンプへ流入する浅草幹線からの受水量が、戦前から休止するまで殆ど変わらなかったことが挙げられます。
- ・その他、経済成長等に伴い、古い施設が失われていくことに対する危機感が日本全体で高まり、1993（平成5）年に重要文化遺産の分類に「近代化遺産」が新設されるなど、文化的価値のあるものを残すとの社会的潮流もあったと思います。
- ・以上を通じて、三河島水再生センターには、他のセンターにはない、「貴重な遺産の保存と新しい技術の導入を共存する」という独特の文化が残っていると思います。

Q 旧三河島汚水処^{ポンプ}分場唧筒場施設の重文指定について聞かせてください。

A ・下水道局には、技術を大事にする文化があります。

- ・そうした雰囲気の中、局内に旧三河島汚水処^{ポンプ}分場唧筒場施設を保存すべきとの意向が根強くあり、1997（平成9）年度設置の「文化的資産保存検討委員会」等で議論されることとなりました。
- ・その結果、1999（平成11）年、主ポンプ室の保存を局長決定し、また、保存検討委員会で主ポンプ室以外の施設等も一連のシステムとして保存する方向を決定しています。
- ・そして、2003（平成15）年3月には、「三河島処理場旧主ポンプ室及び関連施設」が東京都指定有形文化財（建造物）として指定されました。
- ・その後、「重要文化財（建造物）保存活用計画策定指針（文化庁制定）」に基づき保存活用計画の策定に向けて、2006（平成18）年6月に「三河島処理場旧主ポンプ室及び関連施設の保存計画策定に関する委員会」を設置し、専門家も含めた議論が交わされました。
- ・こうした中で、インクライン²に使用した軌道の跡等を発見しています。

1.セセッション様式：19世紀末ドイツ、オーストリア各都市に興った芸術運動で、ウィーン分離派の工芸作品を特徴づける幾何学的意匠や渦を巻く植物模様がみられる様式を意味する。

2.インクライン：沈砂、し渣を場内地面（標高差約3.4m）まで運びあげる電動式の設備

- A ・保存計画が2007（平成19）年3月に策定され、2007（平成19）年12月4日に、下水道分野では初めて、国の重要文化財（建造物）に指定されました。

Q 国指定・重要文化財となった理由について教えてください。

- A ・「旧三河島汚水処^{ポンプ}分場唧筒場施設」は、わが国最初の近代下水処理施設である旧三河島汚水処分場の代表的遺構として、高い歴史的価値が認められること。
- ・また、唧筒場施設だけでなく、阻水扉室、沈砂池などの一連の建造物が旧態を保持しつつまともに残っていることが挙げられます。



三河島汚水処分場 阻水扉室上屋より望む

Q 最後に、旧三河島汚水処^{ポンプ}分場唧筒場施設への思いをお聞かせください。

- A ・重要文化財等の話を通じて、下水道事業への愛着や責任への想い、時代が求める技術開発、効率性のみだけでなくデザインやアートの視点を踏まえた仕事など、今日、私たちに求められている仕事の進め方等に類似していると感じています。
- ・PC等の導入により、当時より業務のスピードが増していますが、現在でも通じる先人の知恵を、未来へ繋いでいきたいと思います。

三河島水再生センターの歴史と共に

元三河島水再生センター勤務 石井 茂雄氏

三河島処理場での維持管理などの業務や、ご退職されてからの旧三河島污水処分場^{ポンプ}唧筒場施設に関する歴史的価値のある資料の調査など、長く三河島処理場に関わっていただいている石井茂雄氏に、当時の様子や^{ポンプ}唧筒場施設で行われた式典での思い出をお聞きました。

石井 茂雄氏

1961(昭和36)年～1972(昭和47)年 三河島処理場在籍

2007(平成19)年～現在 東京都下水道サービス(株) アーカイブス事業に従事

Q 三河島水再生センターに勤務していた当時の様子や維持管理等を行う中で印象に残った出来事を教えてください。

A 私は1961(昭和36)年4月2日(月)、台東区小島町にあった水道局下水道本部北部下水道管理事務所から三河島下水処理場の尾久系処理施設運転要員として、新規採用者5名とともに配属されました。

場長に引率され最初に目にしたのは、赤煉瓦風の古めかしい正門の門柱と巡視が目を光らせていた守衛室でした。場長室には大きな掛け時計がありました。大きな主唧筒室に続き、第一沈殿池は矩形から円形に改造(1938(昭和13)年頃)した痕跡が残っており、パドル式曝気槽(現在の反応槽)では^{かくはんしゃ}攪拌車が心地よい回転数で下水を^{かくはん}攪拌し、第二沈殿池では沈殿した汚泥の回収にサイフォン作用を利用した採泥機がゆっくり走行していました。散水ろ床では止まっている散水機のガーターに百舌鳥が休憩していたのが印象的でした。

当時、主唧筒室では、通常、毎週土曜日の午後に沈砂池の切替えを行っていました。ある日、先輩から次回の通水に備えて指示があり、ベンチュリ管¹のストレーナや環状管を掃除しました。ベンチュリ管に乗りプラグを上下しましたが、『もっと早く』との声がかかり、強く引いたところ、プラグが抜けて顔面に污水をまともに受けてしまいました。これをきっかけに、短期間で職場に溶け込むことができました。



旧三河島污水処分場^{ポンプ}唧筒場施設



ベンチュリ管の頭部環状管とプラグ

1.ベンチュリ管：流入する下水の計量器。瓢箪の様な形をしており、太い部分と細い部分の圧力水頭の差をベンチュリレコーダで機械的に換算して流量を算出する。

Q 重要文化財指定までの印象的な出来事を教えてください。

A 2007（平成19）年4月から東京都下水道サービス株式会社に採用され、アーカイブス担当を仰せつかりました。その年の6月19日、東京都公文書館へ重要文化財の申請に必要な資料を探しに行ったところ、偶然「事務所及附属家外五廉工事」（施工年月日：1924（大正13）年9月2日～1925（大正14）年3月12日）の設計書を発見しました。この工事は、当時の土木局建築課へ委託したもので、工事内容を確認すると、守衛室が唯一現存していることが分かりました。このことはすぐに施設管理部施設保全課へ連絡しました。



門衛所

この発見により、当初、東京都指定有形文化財（建造物：2003（平成15）年3月）に入っていなかった守衛室が、重要文化財指定申請に滑り込み、文化財の一部「門衛所」として附指定されました。

実は、私は1966（昭和41）年度に守衛室の塗装工事の監督をしていた縁があり、喜びも無上のものでした。

Q 旧三河島汚水処^{ポンプ}分場唧筒施設で行われた式典での思い出を教えてください。

A 2013（平成25）年4月5日に行われた旧三河島汚水処^{ポンプ}分場唧筒施設の一般公開の式典で、都知事の施設案内を小川健一下水道局長が務められました。その際、私は説明の補助役でしたが、小川局長から『詳細は石井が説明せよ』と指示があり、知事に直接説明し、幾つか質問を受けたことはよい思い出となりました。

また、式典後に始まった一般公開では、三河島水再生センターの近隣の方々が大勢来場され、『何十年も住んでいるが、こんな素晴らしい建物があつたことをいままで知らなかった』という嬉しい言葉を大勢の方から聞きました。特に高齢の男性からは、小さい頃、インクライン脇の斜路に雪が積もり、竹ソリで滑った話やトロッコを転がして乗った話もされ、この話は見学案内に使わせてもらっています。

Q 最後に、旧三河島汚水処^{ポンプ}分場唧筒施設への思いをお聞かせください。

A 三河島水再生センターでは、毎年、センター内にある約300本の桜を楽しんでいたける「さくら観賞会」、沈砂池周りを主体にした「つつじ観賞会」、文化財ウィーク期間には「キャンドルナイト in 三河島」が行われています。この重要文化財は、下水道の発祥の地として下水処理の歴史を体現するものであり、東京都ばかりでなく広く日本全国自治体の宝であります。今後とも、イベント等を通じて住民の方々に親しんでいただきながら、未来へ繋げられるよう大切に保存していかなければならないと思います。

下水処理技術の発展に向けて

元森ヶ崎水再生センター所長 竹島 正氏

長きにわたり技術開発課で水処理技術の開発にご尽力されてきた竹島正氏に、当時の様子や技術開発に携わる人へのメッセージをお聞きました。

竹島 正氏

1974 (昭和49) 年～1985 (昭和60) 年 技術開発課在籍

2000 (平成12) 年～2001 (平成13) 年 技術開発課長

Q ご在籍当時の技術開発課の様子について教えてください。

A 私は入都後すぐの11年間を技術開発課で過ごしました。当時は、職員が直接調査を実施する「直営調査」がメイン業務であり、芝浦処理場内の実験場には水深18mもある大型の実験用水槽や作業小屋が並んでいました。

当時は確立された分析方法や分析機材も少ないため、もっぱら分析は手分析で行い、必要があれば自分たちで分析装置を組み立てたりしていました。また、インターネットもなく情報も限られていた時代だったため、海外雑誌を翻訳して課内で回覧するなどし、常に最新の情報を入手するように努めていました。

当時の各処理場には、各々歴代の先輩達から引き継がれた伝統があったように思います。実験場があった芝浦処理場では初代の水質管理係長の海老名さん以来、厳密な分析手順が伝わっており、同じ水質職（現在の環境検査職）としていろいろ教わる機会も多く、お世話になりました。

技術開発課は少ない人数の職場だったこともあり、先輩は新人の面倒をよく見てくれ、サンプルの採取方法など基礎的なことも一から教えてもらいました。自分はそれまで水処理に携わったことがなく、サンプルの入った瓶をこぼしてしまうなど失敗もありましたが、身をもってサンプルの重要性を再確認するなど、失敗体験を通じて様々なことを学ぶことができたと思います。



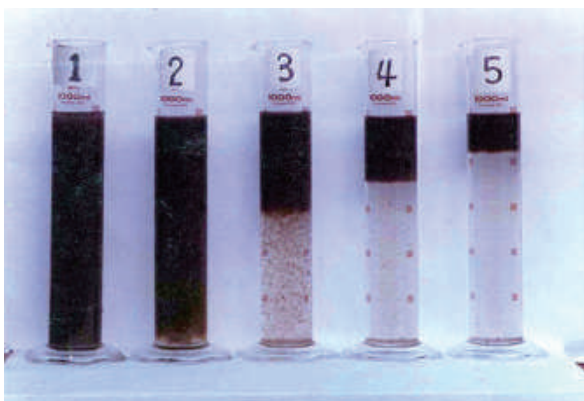
当時の芝浦実験場（芝浦水再生センター内）

Q 昭和 50 年代の当局が抱えていた課題、そしてその解決に向けた技術開発についてお聞かせください。

A 当時は、下水道への需要が増大する一方、処理場用地は限られていました。そこで、水深が深く、同じ敷地でもより多くの汚水を処理することができる深槽曝気槽¹が導入されることになったのですが、運用にあたって、処理したはずの活性汚泥が浮上する「汚泥浮上」による処理水質の悪化が問題になっていました。そのため、この原因究明と解決策の確認にあたることになりました。

調査の中では、様々なトラブルもありました。水深18mもある実験槽底部から曝気したところ第二沈殿池で汚泥が一斉に浮上してしまった時には、人力で対処にあたることになり大変苦労しました。また、原因となる汚泥に含まれる窒素濃度を分析する必要があったのですが、従来の測定手法ではうまく計測することができず、それまで使われていなかった気相パージ法を利用するなど様々な工夫を重ねることで、ようやく分析することができました。その結果、活性汚泥に過剰に含まれる窒素を放散させるため、脱気槽を設置して通水するという手法が、浮上汚泥の抑制に有効であることを確認することができました。

また、深槽曝気槽が普及する中で、散気水深²と酸素移動効率³の関係性について理論的な検証を行いました。調査のため、独自の気泡径自動測定装置を考案したり、散気板の水深等各種条件を変化させながら酸素移動効率を算出できるように、局の電算機の空き時間を利用して計算プログラムを流すなどして、検討作業を進めました。その結果、「散気水深を深くすると、どの程度の酸素移動効率の上昇が見込めるか」という課題について関係性を導き出し、『理論的な答えを出すことができた』と考えています。



深槽曝気水槽での汚泥浮上 (1974年)



通常の汚泥 (沈殿している様子)

1. 深槽曝気槽：現在は深槽反応槽と呼ぶ。反応槽は、空気を吹き込み活性汚泥中の微生物により下水を処理する槽。浅槽の深さは4～6mに対し、深槽は10m程度

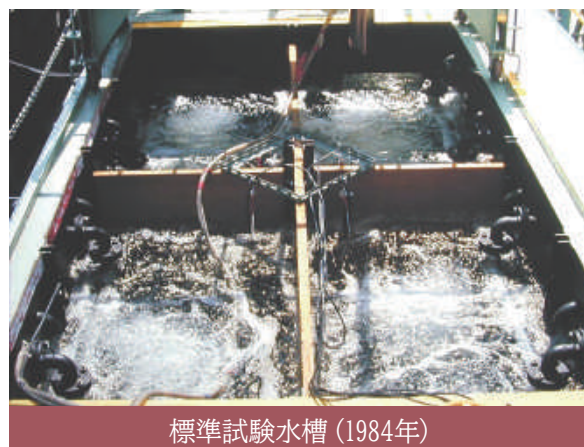
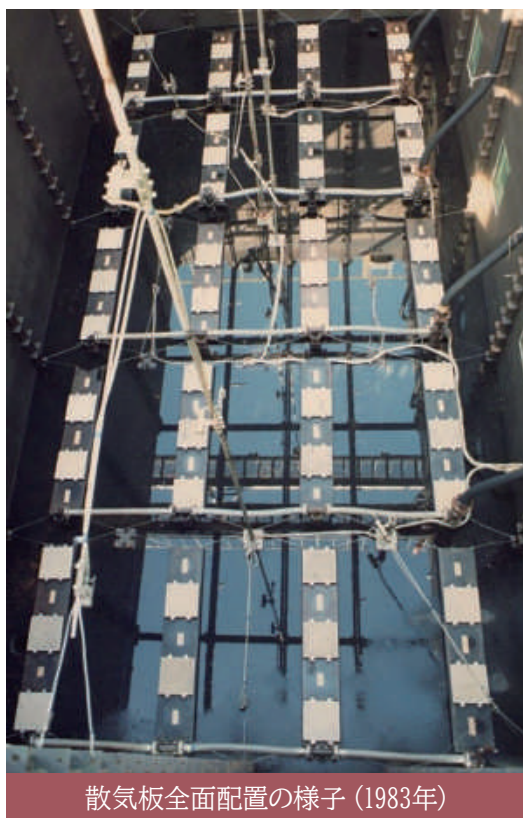
2. 散気水深：散気装置の水面からの深さ。一般に、水深が深いほど酸素が溶けやすくなる一方、散気に必要な電力は増加する。

3. 酸素移動効率：水への酸素の溶けやすさの指標。吹き込んだ空気中の酸素のうち、水に溶解した酸素の比率で表す。

Q 昭和 53 年の第二次オイルショックを契機に、当局でも処理場運転の省エネルギー化が求められるようになりました。当時の処理場運転の省エネルギー化にあたり、当局が抱えていた課題について、お聞かせください。

A 当時、省エネルギー対策として処理場電力の過半数を占める送風機電力の削減を図るため、散気装置の効率化が求められていました。そこで、エアレーションの効率化調査として、散気板の配置様式を変更することで省エネルギー化を達成できないか確認することになりました。

調査したところ、日本での研究報告事例は無かったのですが、古い文献に、はじめて活性汚泥法を導入した都市である米国ミルウォーキーで散気板の配置形式による移動効率の変化について実験した結果が報告されていました。そこで、1982（昭和57）年の局海外研修にてミルウォーキーを訪問し、現地で当時の実験担当者に会い、貴重な資料を頂戴することができました。その結果、浅槽曝気槽では散気板を底部に全面配置することで、20%の動力削減が可能なることを確認しました。この手法は、砂町や小台の曝気槽に直ちに導入されることとなりました。



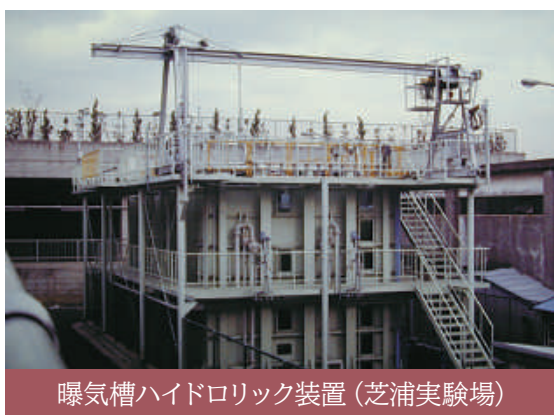
また、当時、省エネルギー型散気装置として市場に出てきた新しい散気装置と既存の散気装置との性能比較調査を行い、従来型の散気板を用いたままでも配置方式を変更することで、十分な効率化が図れることを立証しました。

Q 水処理技術の開発について、印象深い出来事をお聞かせください。

A 技術開発では、調査の結果実用化には至らなかったなど、いわゆる失敗といえるようなこともありましたが、担当者にとっては得難い経験だったと考えています。

深槽曝気槽における純酸素曝気¹の可能性調査を実施した際は、処理水質に課題が多く、実用には至りませんでした。ですが、pH低下の課題に直面して急遽アルカリの自動注入装置を手作りしたり、処理水質低下の原因を調査するためシミュレーションを行うなど、対応を積み重ねることで、次に向けて大きな経験を得ることができたと思います。

また、曝気槽の水流調査では、芝浦実験場に幅5m、長さ10m、有効水深5mの鋼製水理実験槽を建設することになりました。水槽の建設では、芝浦本施設の返送汚泥送泥管をまたいでの杭打ちとなり緊張しましたが、実際の施工に初めから立ち会えたことは良い経験となりました。また、大型実験槽では転落防止などの安全対策を講じなければならないなど今までに経験のない苦労もありましたが、完成すると、他都市から装置見学者が来るほど大きなインパクトのある実験施設となりました。残念ながら、大型実験槽建設の発端となった「水深24mクラスの深槽曝気槽」は直接実用化することはありませんでしたが、この時に設置した大型実験槽は、エアレーションの効率化調査など、後の技術開発調査に大きく貢献しました。



曝気槽ハイドロリック装置（芝浦実験場）



曝気槽ハイドロリック装置槽内作業

「失敗経験」は、実績や報告書など形には残りづらいものですが、次に向けてのヒントとなります。失敗を事実として受け止め、組織で原因・経験を共有することが、次の課題解決に向けて、大きな財産となるはずです。

1. 純酸素曝気：通常は空気を反応槽に吹き込むのに対し、純酸素を吹き込む方法。水中の酸素濃度上昇により、微生物の処理活性が高まるという利点がある。

Q 最後に、今後の下水処理技術・技術者に期待することをお聞かせください。

A ぜひとも、若い頃に「直営調査」の経験を持っていただきたいと思います。迅速な対策提案に向けて「委託調査」も必要ですが、自分で考え、実感した経験は、仕事の進め方、安全対策、結果の残し方等も含め、本人の貴重な「財産」となります。

また、下水道事業者として、下水処理プロセスの基本である活性汚泥法については、今後も携わって行く若手研究者が居て欲しいと思います。合わせて、下水処理の様々なプロセスに興味関心を持ってもらいたいです。私が調査してきた『深槽曝気』ひとつとっても、単に『散気水深を深くする』というテーマですが、関連して様々な問題が発生します。最近でも、1963（昭和38）年当時に落合処理場の初代場長の藤井英夫氏が、処理槽の覆蓋化を進めるにあたって「果たして活性汚泥への光の効果があるのではないか。覆蓋化を進めて大丈夫か」という懸念について、約60年後の現在、「光（紫外線）によって放線菌スカムの繁殖が抑制される」ことを明らかにすることが出来ました。このように、ひとつの課題に対して様々な処理プロセスから原因を解明し、対策技術を確立する為には、長い年月がかかることもあるのです。

そして、若い技術者には、日頃の業務の中で感じた問題や疑問点を大切にしてほしいと思います。日常の維持管理の中で当面する問題や疑問点は開発テーマの種でもあります。問題解決のためには、さまざまな処理プロセスに関心を持つとともに、過去の文献にあたり、英語で海外文献を読むなど海外の情報収集にも努める必要があるのではないのでしょうか。また、自分の担当分野だけではなく、現場での困りごとの相談に乗り、解決策を提案することができるようになることで、他部署との信頼を築き、連携して課題を解決することができるようになると思います。

今後も下水処理に係る様々な課題解決に向けて、たゆまず技術開発を進めていただくことを期待しています。



1976年 技術開発課グループ
（芝浦実験場・深槽曝気実験）※一番左が竹島氏

東京都下水道局キャラクター
「アースくん」



03

第3章

データからたどる下水処理の歴史



東京都区部下水道・下水処理100年史

データからたどる下水処理の歴史

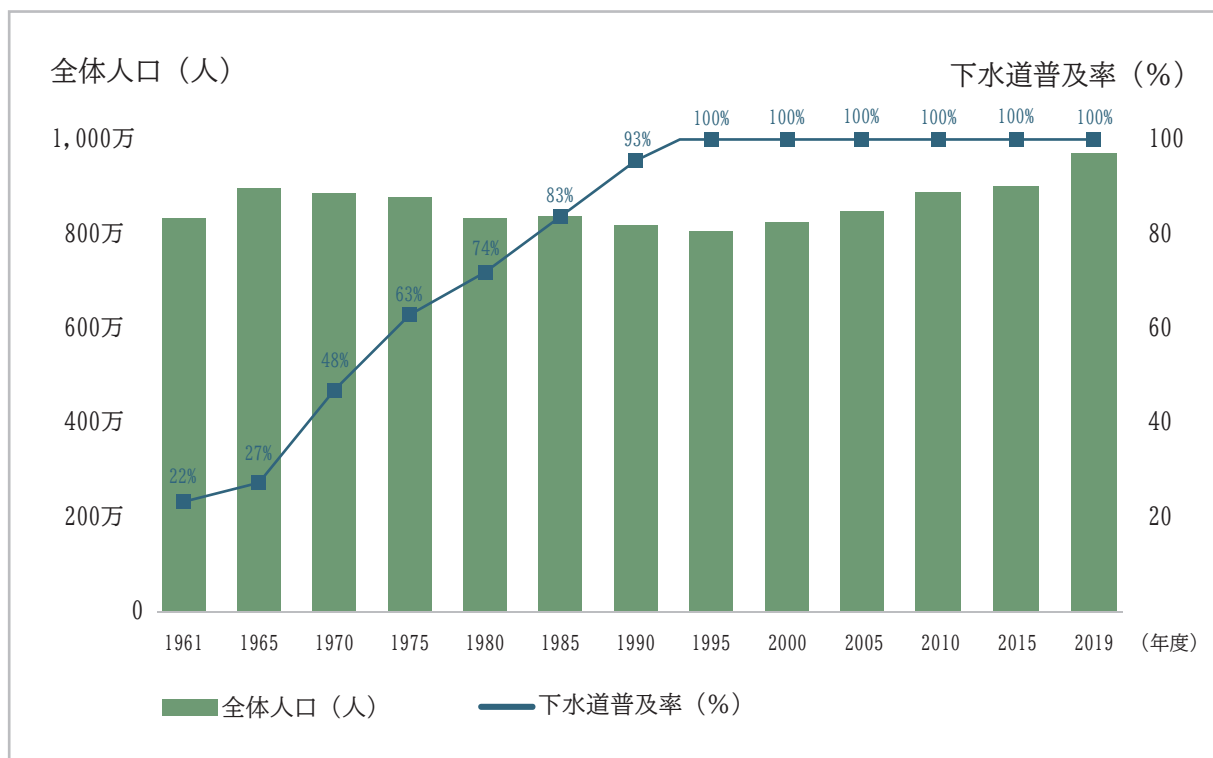
本章では、東京都下水道局発足の前年1961（昭和36）年度から発行している下水道事業年報等のデータを用いて、区部の下水処理の歴史をたどります。

本章で使用したデータについては、下水道局のホームページでオープンデータとして公開していますので、だれでも使用できます。



QRコードを読み取ると、
下水道局のホームページ
をご覧ください。

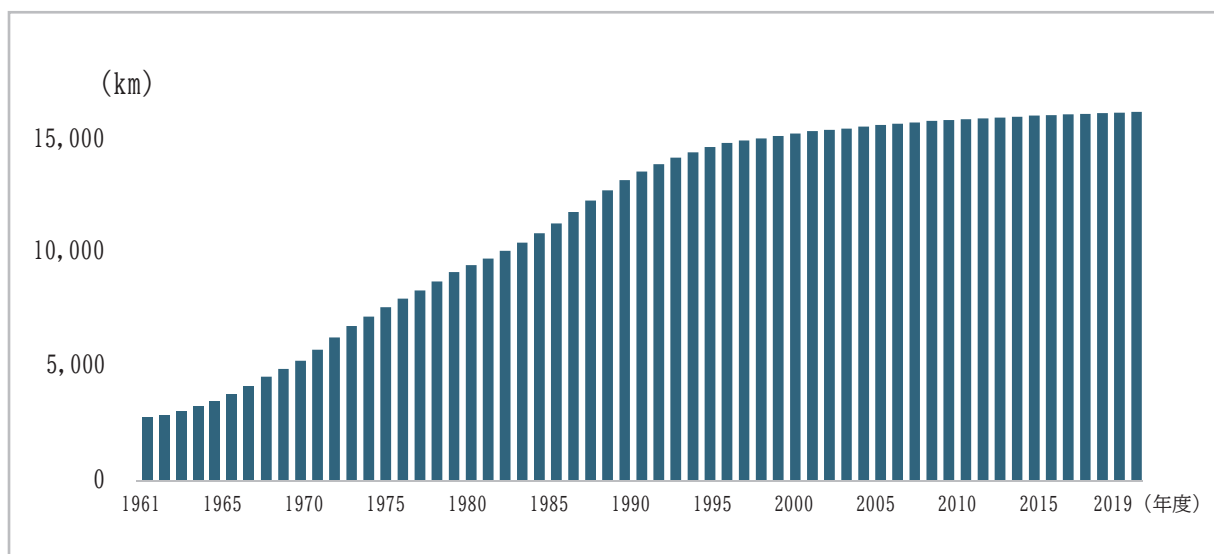
1 下水道普及率・人口



下水道局が発足した1961（昭和36）年度には22%であった下水道普及率は、33年後の1994（平成6）年度に100%概成¹を達成した。

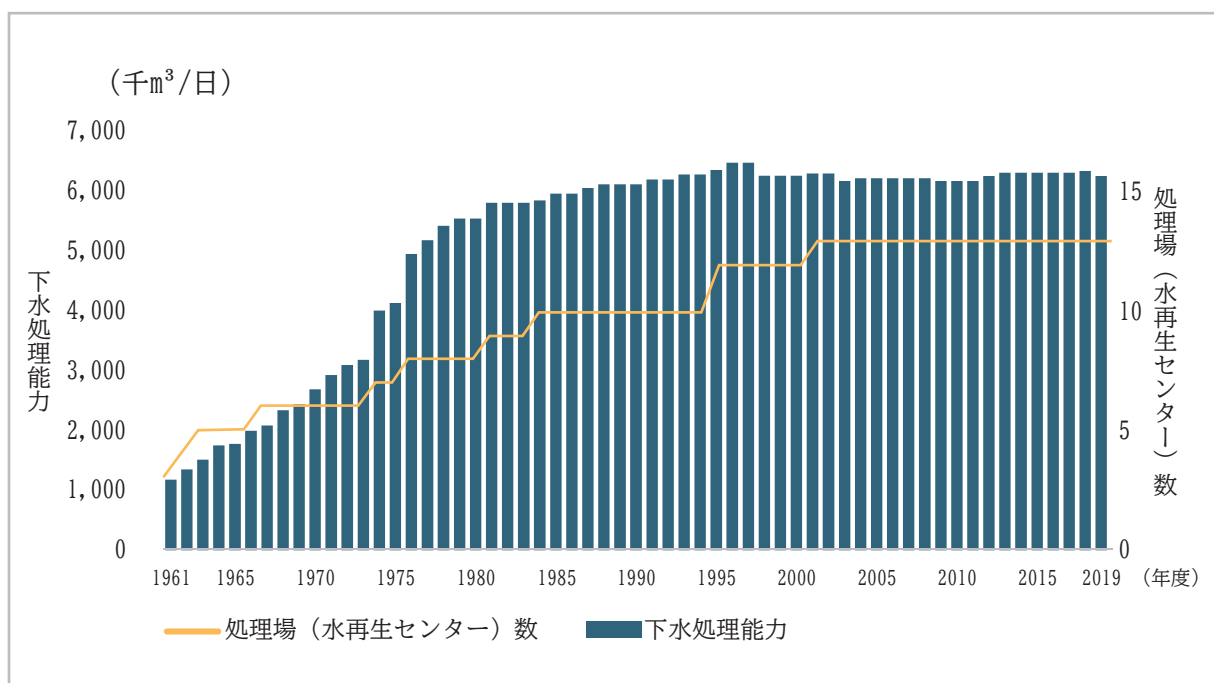
1.100%概成：下水道の人口普及率99.5%以上を100%概成としている。

2 管渠^{きよ}管理延長



下水道の普及と歩調を合わせ、下水道管渠延長も増大してきた。現在の管渠管理延長は約16,100kmに及び、これは東京とシドニー間を往復する距離に相当する。

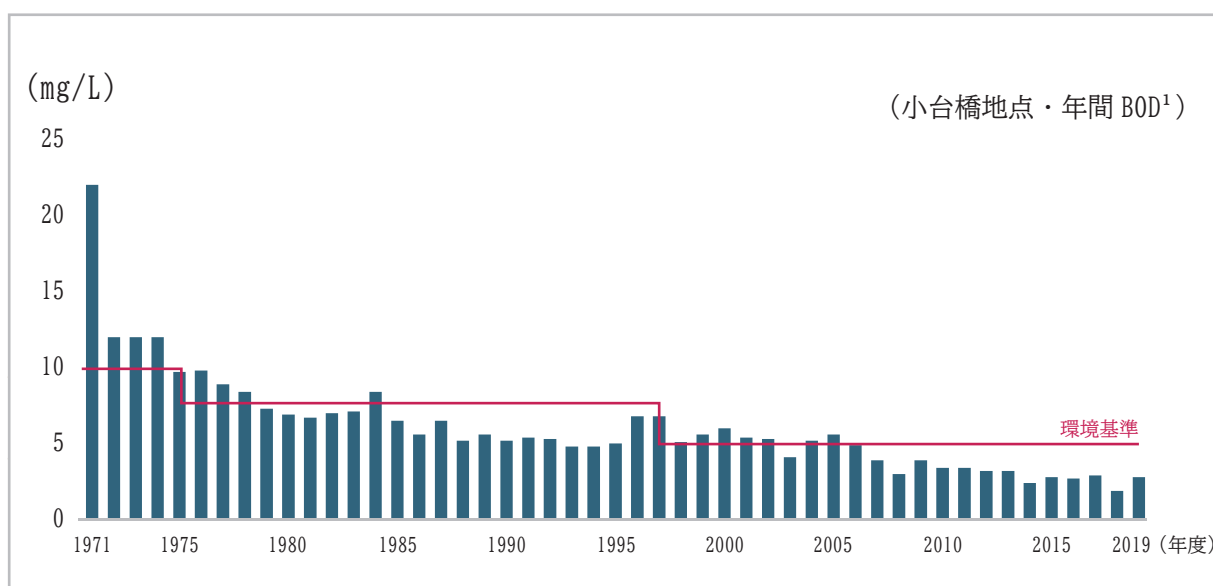
3 下水処理能力の推移、水再生センター数



下水道の普及と歩調を合わせ、水再生センター（処理場数）及び処理能力も増大してきた。現在の処理能力は約630万m³/日に及び、1961（昭和36）年当時の処理能力約120万m³/日の約5倍に相当する。

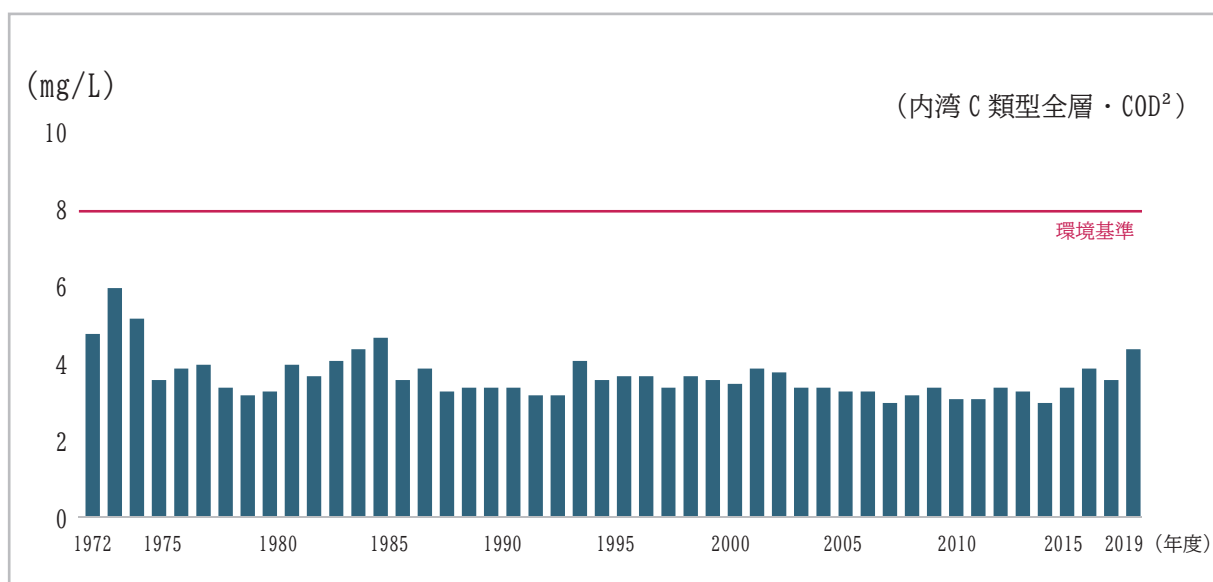
4 公共用水域の水質

○隅田川の水質



下水道普及率の増加に伴い、隅田川の水質は向上してきた。水質悪化により1961（昭和36）年に中止していた隅田川花火大会は、1978（昭和53）年から再開となった。また、都内の河川のBODはほとんどの箇所環境基準を達成しており、2006年度以降、90%以上の高い達成率を維持している。

○東京湾の水質

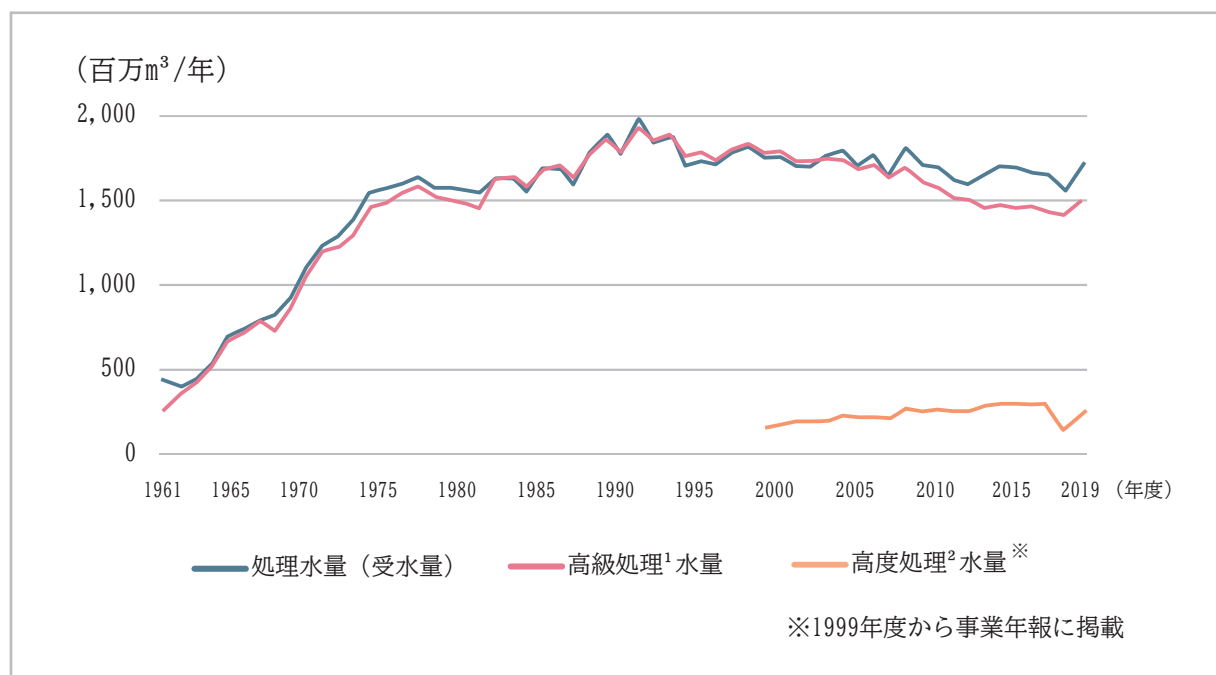


東京湾の水質は環境基準が制定された1972（昭和47）年度から1980（昭和55）年度頃までは、海域のCODは改善されたが、その後は横ばいの傾向となっている。水質改善には流域全体での取組も重要であるため、東京都では、国や関係自治体と共同しながら対策を進めている。

1. BOD：生物化学的酸素要求量。水中の有機物が細菌などの微生物によって好気的に分解されるのに必要な酸素量。水の汚濁状態を表す一般的な指標となる。
2. COD：化学的酸素要求量。水中の有機物などを化学的に酸化分解するのに要した酸素量。BODと同様、水の汚濁状態を表す一般的な指標となる。

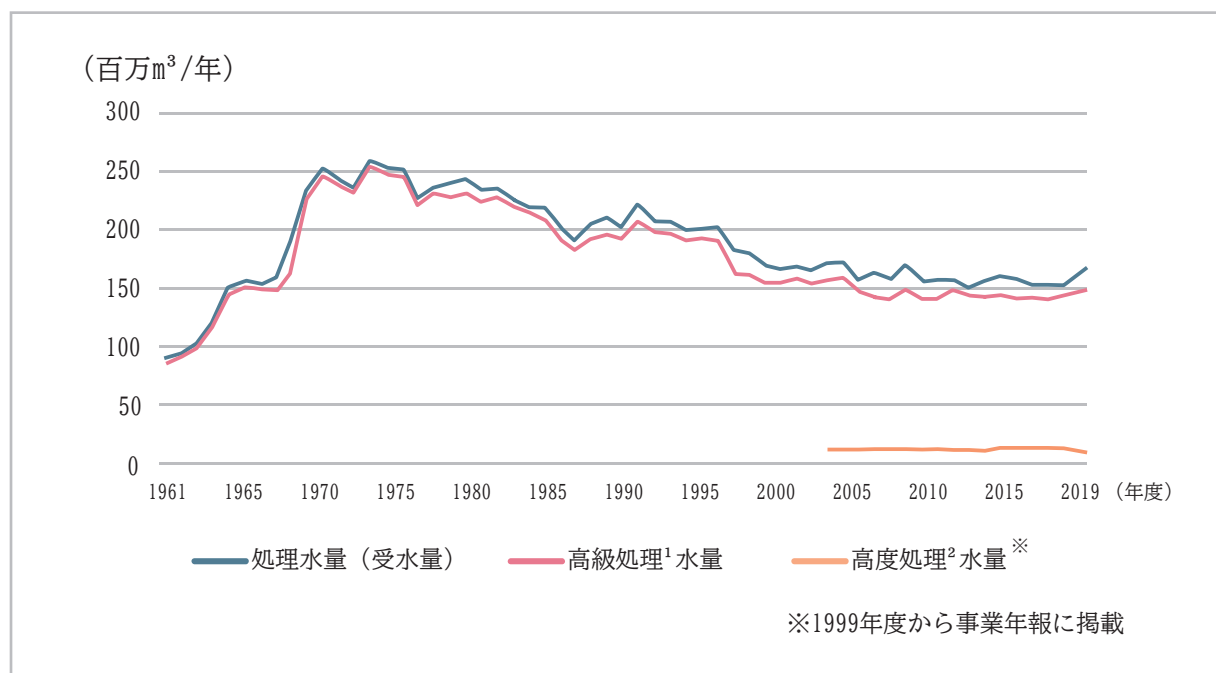
5 処理水量

○処理水量（区部計）



処理水量は1961（昭和36）年度以降増加を続け、1991（平成3）年度にピークに達し、近年は横ばい傾向となっている。1980年代以降の高度処理¹設備の導入に伴い、処理水量に占める高度処理水量の割合は増加している。

○処理水量（三河島水再生センター）

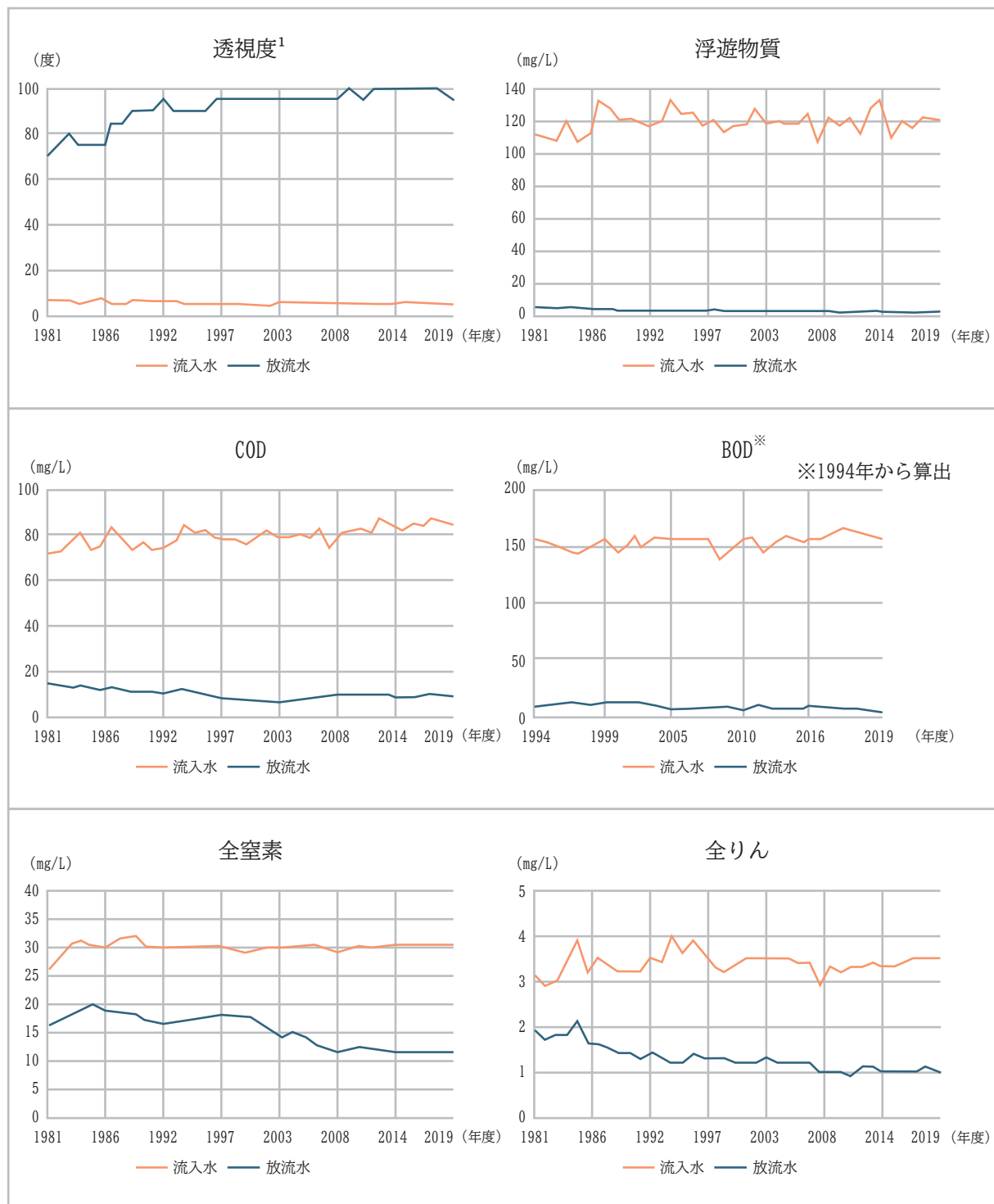


1.高級処理：二次処理とも呼ばれ、活性汚泥により有機物を分解・除去する。
2.高度処理：三次処理とも呼ばれ、二次処理からさらに窒素やりん等を除去する。

処理水量は1961（昭和36）年度以降増加を続け、1974（昭和49）年度にピークに達し、近年は減少傾向となっている。

6 水質

○全水再生センター平均

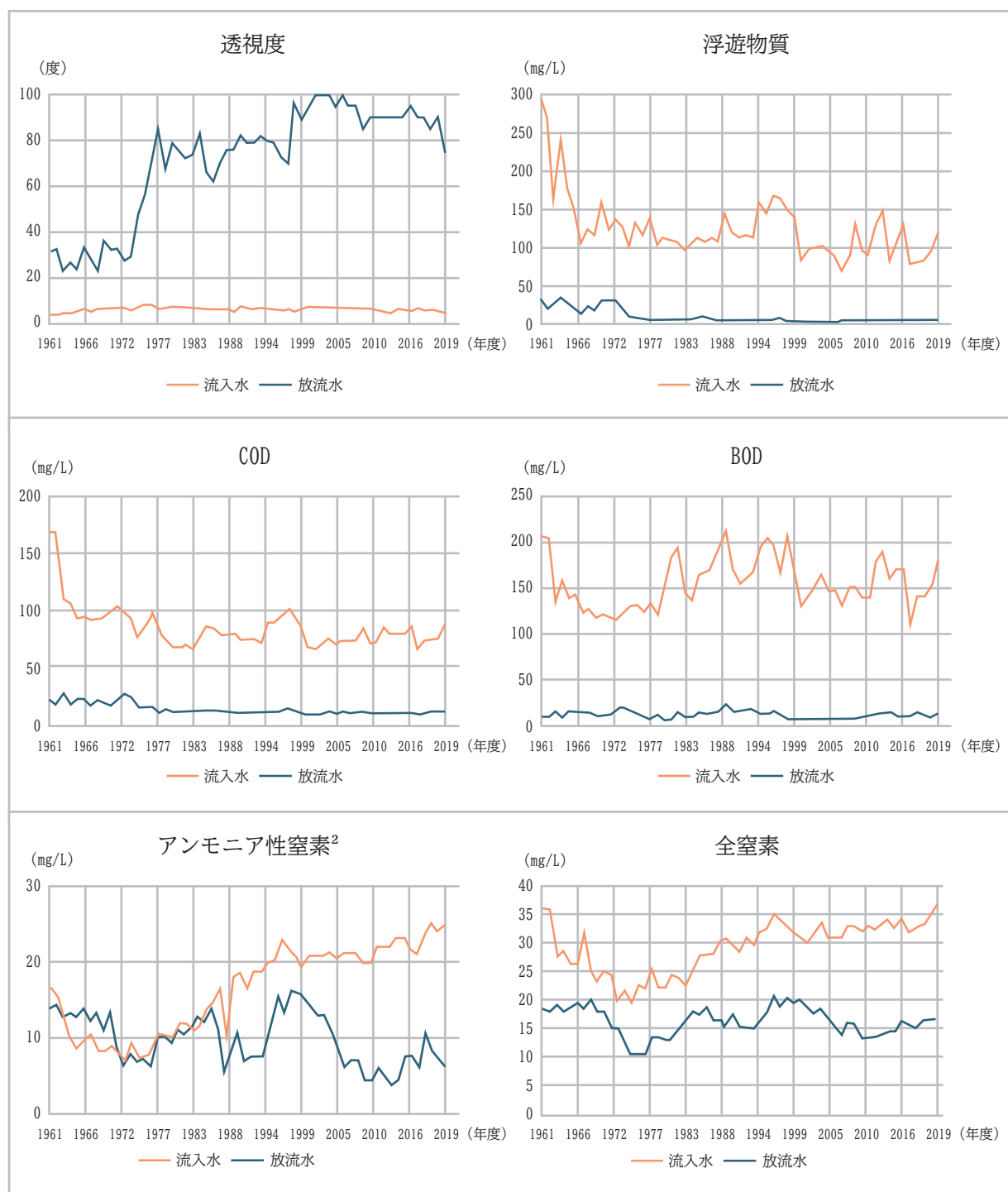


1.透視度：水の汚濁状態を表す指標

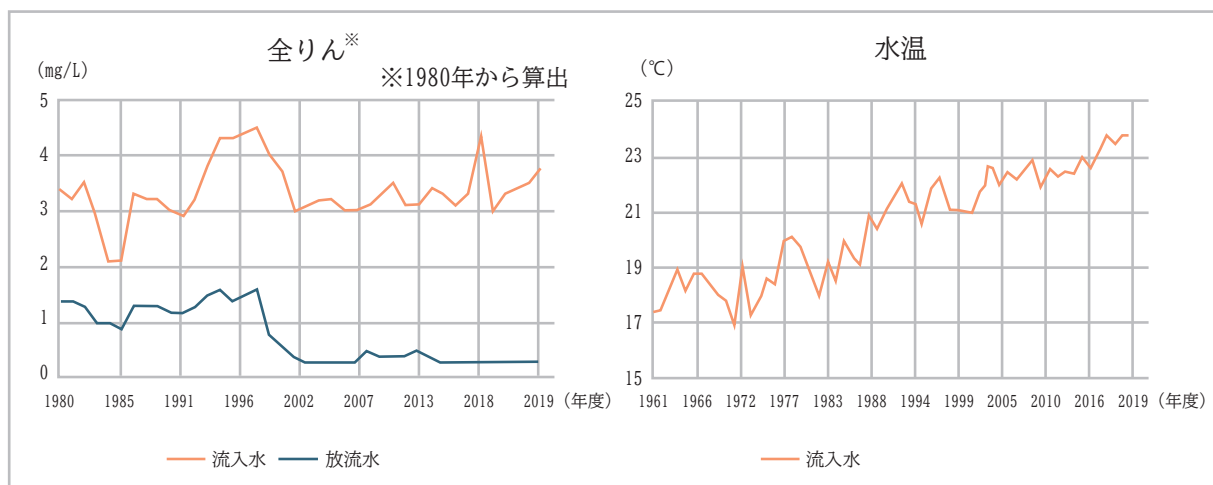
流入水の水質は概ね横ばいであるが、放流水の水質はどの項目においても施設整備及び処理技術の進展により改善を続けている。一方、東京都内湾では赤潮¹の発生が慢性化しており、特に夏場は赤潮状態が定常化している。窒素やりんは東京湾における赤潮発生要因の一つであるため、今後もこれらを削減できる高度処理の導入を進めていく。

※透視度は全センターの単純平均値。それ以外の項目は1994（平成6）年度に単純平均値から水量加重平均値に変更。

○三河島水再生センター



1. 赤潮：プランクトンの異常増殖により海面が赤く染まる現象。陸域から排除される下水処理水に含まれる窒素やりんはその発生要因のひとつとされている。
2. アンモニア性窒素：窒素成分の形態の一つで、流入水の窒素の大部分はアンモニア性窒素である。放流先において水生生物への毒性や溶存酸素の消費が懸念されるため、通常、反応槽で別の形態（硝酸性窒素や窒素ガス）に変換する。



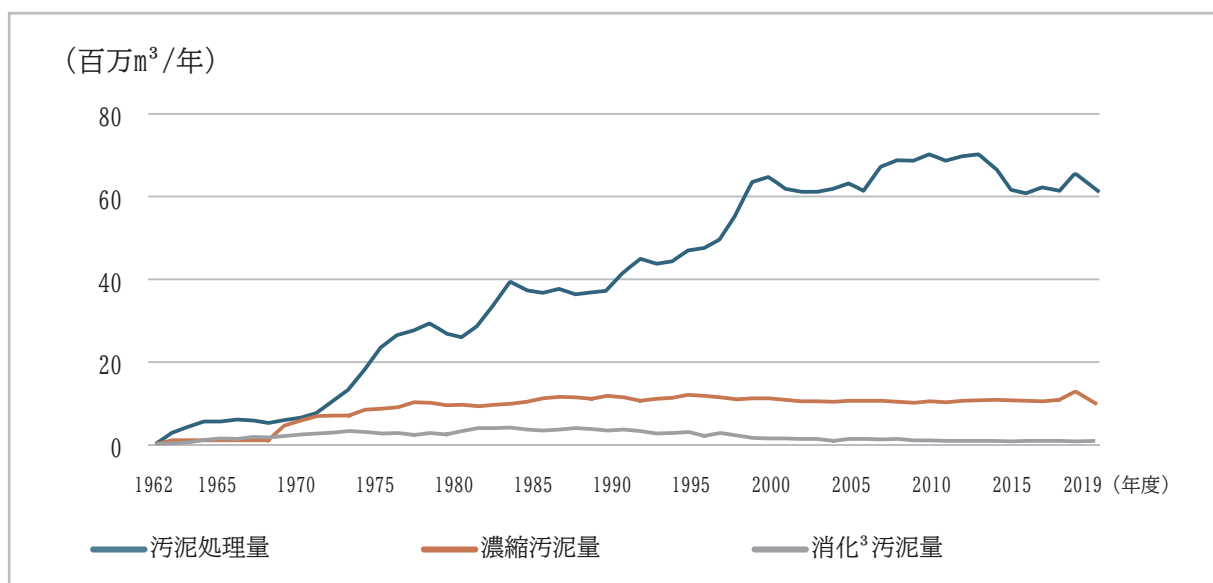
流入水の水温は上昇傾向であり、温水の使用量の増加等が影響していると考えられる。流入水の水質は1960年代に改善し、それ以降は概ね横ばいであるが、全窒素及びアンモニア性窒素は若干上昇傾向が見られる。

放流水の水質は、全系列が散気式活性汚泥法となった1972（昭和47）年度以降に透視度や浮遊物質に大幅な改善が見られている。また、窒素は硝化の進行に伴いアンモニア性窒素が低下している。全りんは、バルキング¹対策やりん対策として擬似嫌気好気運転²を積極的に行うようになった結果、2000（平成12）年度頃から大幅に低下している。

※流入水及び放流水の採水箇所は年度により変更あり

※CODは1975（昭和50）年度から分析方法を変更している。

7 汚泥処理①



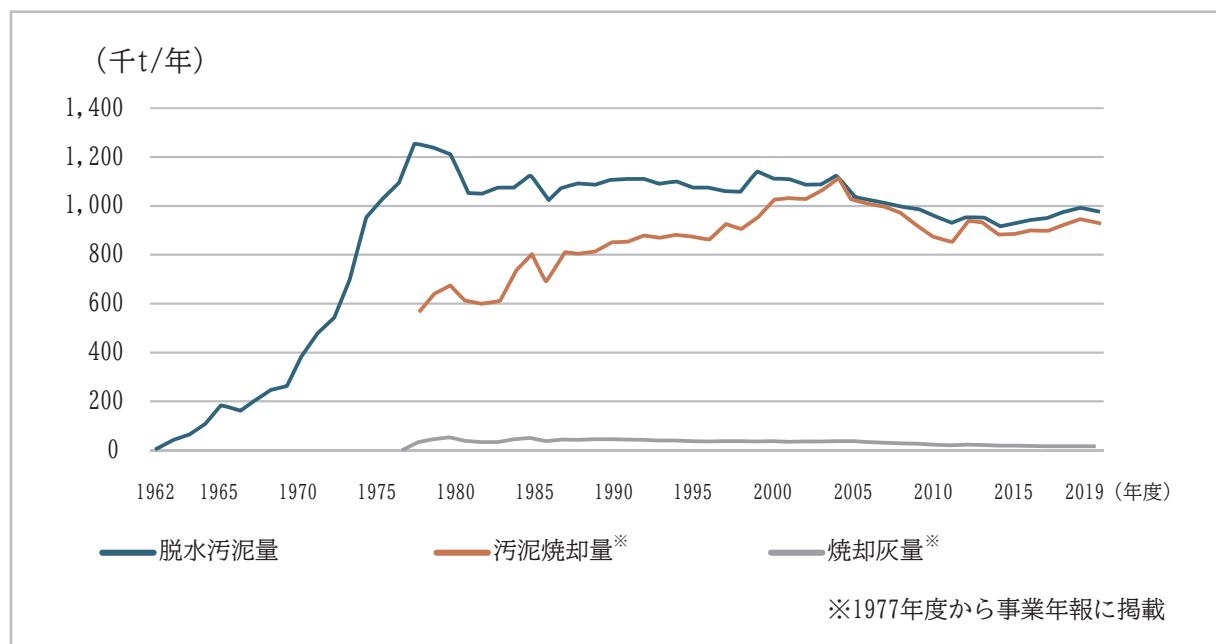
処理水量の増加と合わせて、汚泥処理量・濃縮汚泥量は増加傾向にある。一方、1970年代以降、消化工程を経ずに焼却処理を行うプロセスが主流となってきたため、消化汚泥量は減少している。

1.バルキング：糸状性細菌が増殖し、活性汚泥の沈降性が悪くなること。第二沈殿池から汚泥が流出しやすくなり、放流水の水質悪化につながる。

2.擬似嫌気好気運転：反応槽の上流部において、空気の吹き込みを絞って嫌気状態（酸素がない状態）に近づけた運転方法。放線菌の抑制やりん蓄積細菌の増殖に効果がある。

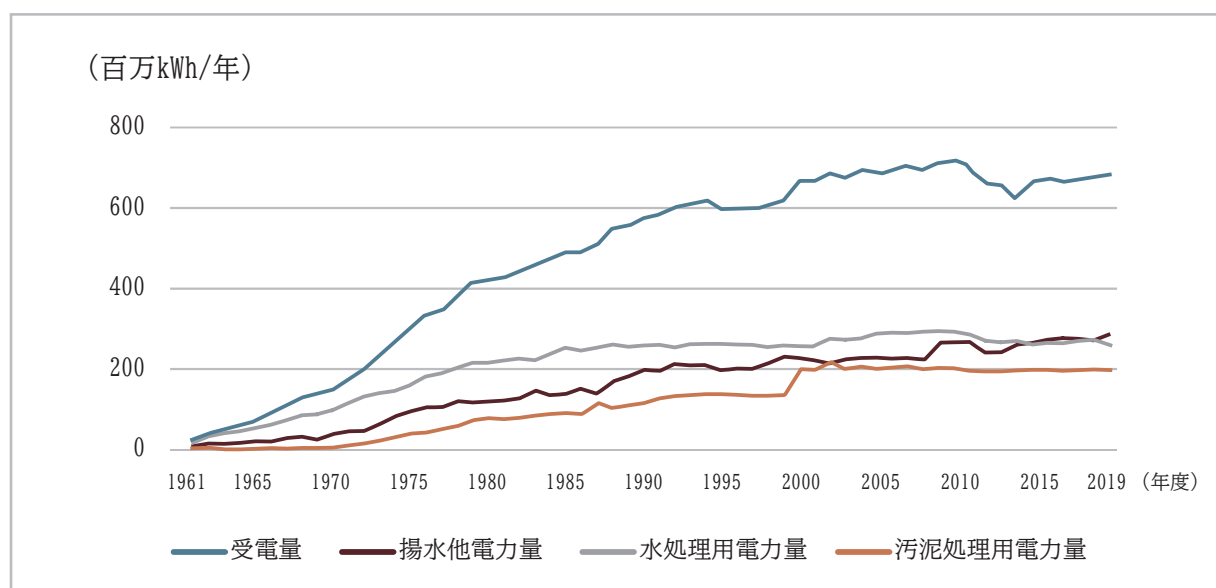
3.消化：嫌気性細菌などの微生物によるタンク内での汚泥処理。汚泥を分解することにより、汚泥の減容化やメタンガスの有効活用といった効果がある。

8 汚泥処理②



1967(昭和42)年度以降、汚泥埋立量の減量化のため汚泥焼却を開始したため、汚泥焼却量が増加している。近年では、炭化炉などにより資源化する汚泥以外は、全て焼却処理を実施している。

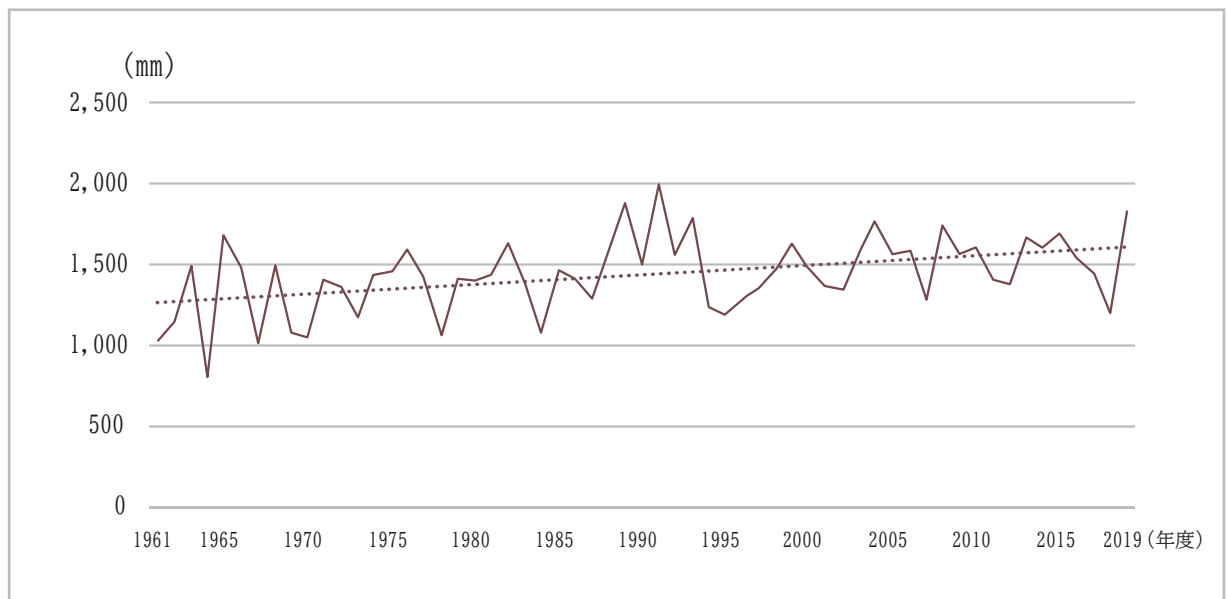
9 電力量



下水処理量・汚泥処理量の増加や処理水質の向上のため、電力量は増加傾向にあったが、省エネルギー化の徹底・再生可能エネルギーの活用により、近年は横ばい傾向となっている。

10 降雨状況

○年間降雨量・合計（三河島水再生センター）

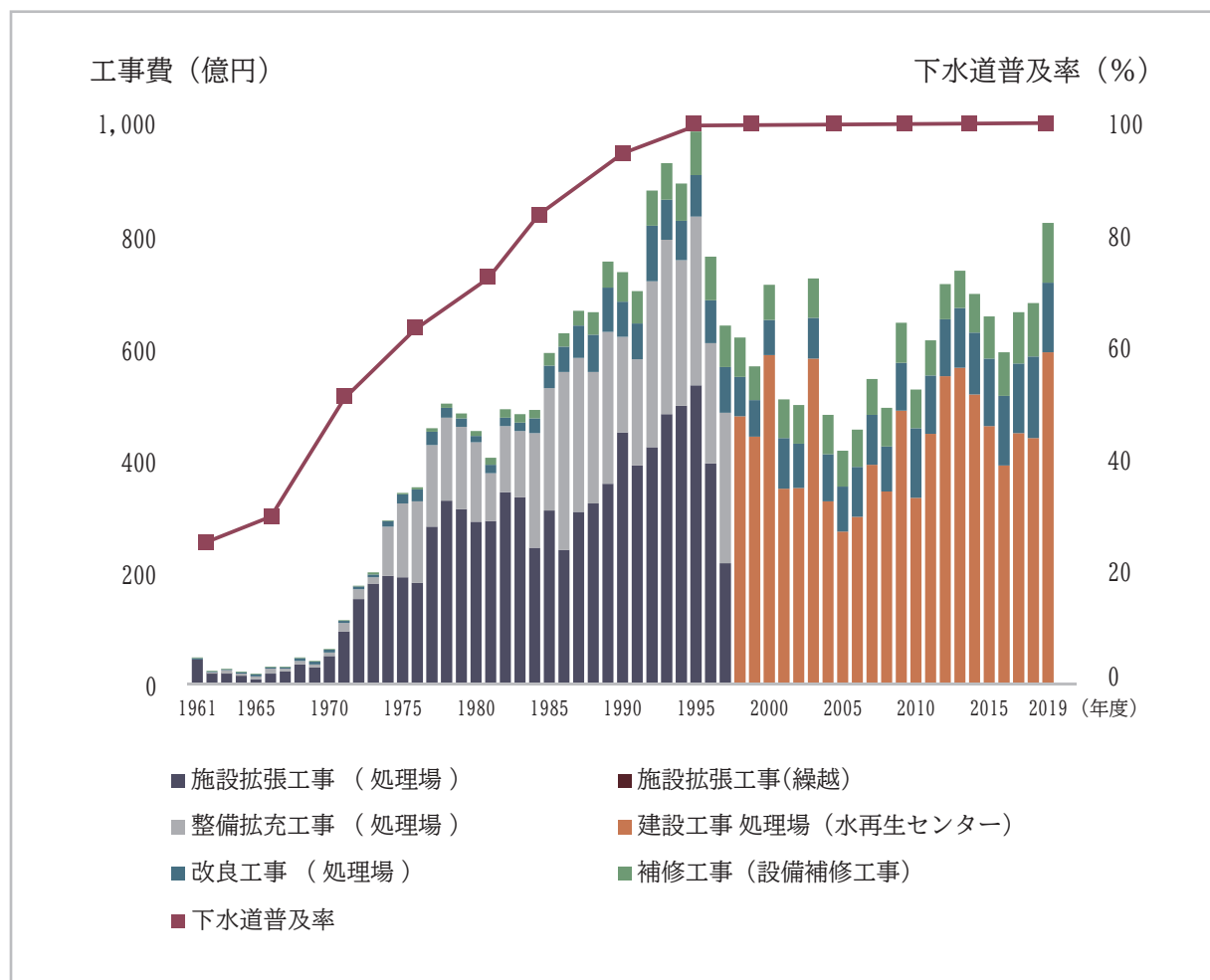


三河島水再生センターでは、累年降水量は増加傾向となっている。



東京都下水道局キャラクター
「アースくん」

11 工事費



1994（平成6）年度の下水道普及率100％に向けて工事費は増大してきた。普及概成達成後も、老朽化対策と合わせて施設の機能向上を図る再構築、計画的な補修による維持管理を適切に進めている。

※1998（平成10）年度から施設拡張費と整備拡充費の区分を廃止し、下水道建設費に一本化

（出典）

東京都下水道局「東京都下水道事業年報」（昭和36年度～令和元年度）

東京都下水道局「水質試験年報」（昭和36年度～令和元年度）

東京都環境局「公共用水域及び地下水の水質測定結果」（令和元年度）

東京都総務局「住民基本台帳による東京都の世帯と人口」

04

第4章

水再生センターの歴史



東京都区部下水道・下水処理100年史

三河島水再生センター

1922 (大正11) 年 運転開始



現在 (2018年) と稼働当初 (1922年) の三河島水再生センター

三河島水再生センターについて

三河島水再生センターは、荒川・台東区の全部、文京・豊島区の大部分、千代田・新宿・北区の一部を処理区とする三河島処理区 (3,936ha) から発生する下水を処理し、隅田川に放流している。

また、三河島水再生センターで処理した下水処理水 (以下、「処理水」とする。) の一部は、東尾久浄化センターでろ過し、さらにきれいにして隅田川に放流するほか、三河島水再生センター内の機械の洗浄・冷却などに使用している。

三河島水再生センターは、1914 (大正3) 年に建設工事を開始し、1922 (大正11) 年3月に日本初の下水処理施設「三河島污水処分場」として運転を開始した。

運用開始当初から1999 (平成11) 年3月まで約80年間使用された旧三河島污水処分場^{ポンプ}唧筒場施設は、旧三河島污水処分場の代表的遺構として高い歴史的価値が認められ、国の重要文化財として2007 (平成19) 年12月に指定を受けた。阻水扉室、沈砂池などの一連の構造物が、旧態を保持しつつまとめて残っており、近代下水処理場^{ポンプ}唧筒場施設の構成を知る上でも重要な文化財となっている。

また、処理施設の上部利用として、1974（昭和49）年から1979（昭和54）年、1995（平成7）年と段階的に公園施設を開放し、荒川自然公園と呼ばれ新東京百景のひとつに選ばれている。公園内には池や水辺広場、遊歩道のほか、野球場やテニスコート等のスポーツ施設を整備し、荒川区が管理している。

基本情報							
敷地面積	197,878m ²						
処理能力	665,000m ³ /日						
水処理施設	沈砂池 第一沈殿池	21池 18池	反応槽 第二沈殿池	14槽 32池			
雨天時貯留池	11,710m ³						
流入・放流水質	(単位:mg/L)						
	項目	流入水			放流水		条例による 放流水の 水質基準
		尾久系	藍染系	浅草系	総合放流水	東尾久	
	BOD	140	180	180	13	4	25以下
	COD	78	96	89	12	8	—
	全窒素	32.3	38.5	36.8	16.6	16.3	30以下
	全りん	3.2	3.7	3.8	0.3	0.1	3以下
	(令和元年度24時間試験平均値)						

年 表	
年	主な出来事
1914（大正 3）年	三河島污水処分場 建設着工
1922（大正11）年	三河島污水処分場 運転開始
1934（昭和 9）年	パドル式活性汚泥法 運転開始
1961（昭和36）年	藍染系ポンプ所 運転開始 散気式標準活性汚泥法 運転開始
1963（昭和38）年	中央系（藍染中央系）施設 運転開始
1964（昭和39）年	創設当時から稼働していた散水ろ床 運転停止
1967（昭和42）年	西系（浅草系）施設 運転開始
1971（昭和46）年	パドル式活性汚泥法 運転停止
1974（昭和49）年	荒川自然公園 開園（藍染中央系上部）
1977（昭和52）年	東系（藍染東系）施設 運転開始
1994（平成 6）年	第二地藏堀系ポンプ所 運転開始
1999（平成11）年	旧三河島污水処分場唧筒場施設 施設停止 東尾久浄化センター 運転開始
2003（平成15）年	北系（藍染北系）施設 運転開始
2007（平成19）年	旧三河島污水処分場唧筒場施設 重要文化財指定
2014（平成26）年	第二浅草系ポンプ室 運転開始

水処理の変遷と現状

三河島水再生センターは、1922（大正11）年3月に東京府北豊島郡三河島村に「三河島污水処分場」として創設された日本で一番古い下水処理施設であり、処理能力は一日約67,000m³であった。創設時の下水処理は、当時、欧米でも新しい処理方式であった散水ろ床法であり、表面に生物膜が形成されたろ材に散水を行い処理する方式であった。この頃の第一沈殿池には汚泥掻き寄せ機がなく、汚泥が溜ると池を干すという原始的な作業が行われていた。

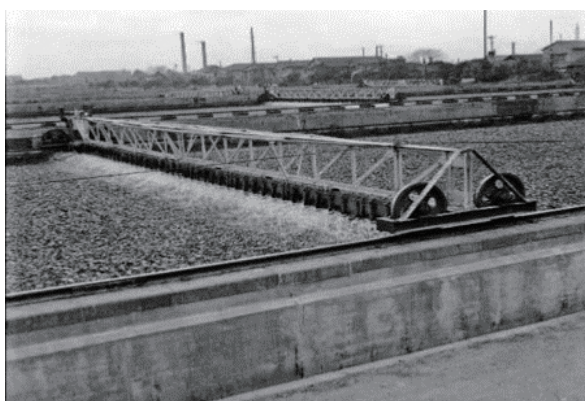
散水ろ床法においては、臭気など衛生面の課題があり、また、この方式では排水区域を拡大した際に用地が不足することが判明していた。このため、用地の節減が可能であり、処理水質の向上が可能となる活性汚泥法を採用することとし、この活性汚泥法の中でも、パドル式、散気式、シンプレックス式の3つの方式を検討した。施設がシンプルで操作が容易であること、安価であることなどから鋼製の水車を回転させて空気を取り入れるパドル式活性汚泥法を採用することとし、1934（昭和9）年に運転を開始し、1971（昭和46）年まで運転した。

1961（昭和36）年には、現在も使用されている散気式標準活性汚泥法が稼働した。散気式は、パドル式と比較し、水深を深くできるため、面積を小さくでき、また、他の方式より騒音、機械の故障が少なく、処理水質が優れているため、採用に至った。

老朽化した施設の更新と処理能力増強のため整備拡充を実施し、1994（平成6）年に第二地蔵堀系ポンプ所、2003（平成15）年には北処理施設の一部が完成し、高度処理施設を導入している。

2012（平成24）年からは、浅草系、藍染系処理施設に、既存施設の改造により導入が可能である準高度処理（A0法、擬似A0法）を段階的に整備している。

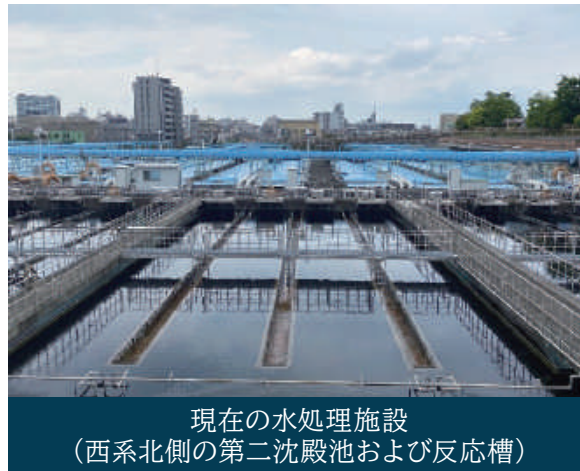
また、三河島水再生センターの高度処理施設として東尾久浄化センターが、1999（平成11）年度に一部稼働し、2000（平成12）年度からは本格稼働を開始した。また、2014（平成26）年度には第二浅草系ポンプ室が一部稼働し、沈砂池棟稼働後に本格稼働する予定となっている。さらに、2020（令和2）年度には、合流改善施策として54,000m³/日の高速ろ過施設が稼働し、現在に至っている。



散水ろ床法
（1922年から1964年まで運転）



パドル式活性汚泥法
（1934年から1971年まで運転）



現在の水処理施設
(西系北側の第二沈殿池および反応槽)

汚泥処理の変遷と現在

発生した汚泥について、1922（大正11）年の稼働当時は、汚泥槽で濃縮した後、汚泥運搬船で運搬していた。汚泥の質的安定化を図るため、汚泥を消化する研究が1928（昭和3）年頃から三河島污水処分場で開始され、140m³の消化槽のパイロットプラントが設置された。1940（昭和15）年から汚泥の投入を開始したが、燃料不足のため、1947（昭和22）年に運転を中止した。

太平洋戦争中は、汚泥運搬船も軍に徴用され、また、空襲により運搬船2隻が消失沈没したため、応急策として、三河島処理場の拡張用地に急きょ汚泥乾燥床を築造し、天日乾燥することとした。

増大する下水量に対処するため汚泥処理施設の設置が必要となったが、用地に余裕がなかったため、発生した汚泥を砂町に送泥することとし、1954（昭和29）年から砂町に送泥が開始された。汚泥乾燥床は、藍染系の水処理施設の計画が策定されたことから、1959（昭和34）年から撤去された。

三河島水再生センターで発生する汚泥は、現在も砂町水再生センターへ送泥している。



汚泥乾燥床（1940年から1962年まで使用）

三河島水再生センターの特色

旧三河島污水処分場^{ポンプ}唧筒場施設

1922（大正11）年3月の設立当初から稼働した赤いレンガ造りの^{ポンプ}唧筒室は、水再生センターのシンボリック施設であったが、約80年間使用された後に1999（平成11）年3月に別系統の^{ポンプ}施設に切り替えられ、引退した。

建物の建築様式は、セセッション（分離派）と呼ばれ、関東地方に数例しかない現存する貴重な建物であり、高い意匠的価値を有している。これは、大正初期以前の建物に多く見られる曲線をつけたり装飾を施して建物の美観を強調するデザインに対して、水平線や垂直線、また平面という抽象的な要素の組み合わせのデザインを用いた建築史上の転換期に建設されたという意味で価値を有している。

また、本施設は東京の近代都市発展に寄与した歴史的価値にとどまらず、わが国最初の下水处理場として整備された記念的价值を有しており、阻水扉室、沈砂池、濾格室、量水器室、^{ポンプ}唧筒室など集水から揚水までの一連の構造物が旧態を保持しつつまとめて残っている。このことから、大正期以降の水処理システムの発達を示す技術史的な価値も有しており、旧三河島污水処分場の代表的遺構となっている。

当局では、1997（平成9）年度に設置された下水道の文化的資産保存検討委員会の報告を受け、1998（平成10）年度に東京都指定文化財の指定を目指すことを決定し、^{ポンプ}唧筒室及び関連施設を一体として保存していくこととした。日本初の近代下水処理施設として高い歴史的価値が認められ、かつ、教育の場として都民への公開等の活用を図り、下水道事業の進展に貢献するため、各施設の保存修理事業を経て本施設は、2003（平成15）年に東京都指定有形文化財となった。また、2007（平成19）年には下水道分野の遺構では初めて国の重要文化財の指定を受けた。

文化財として指定される以前から、春の桜、つつじの開花に合わせた一般公開を行ってきたが、現在は通年の一般公開を行っている。また、2015（平成27）年から「キャンドルナイト in 三河島」を開催しており、当^{ポンプ}唧筒場施設にキャンドルを並べ、一般開放している。





さくら鑑賞会の様子 (2019年3月)



キャンドルナイト in 三河島の様子
(2015年12月)

荒川自然公園

三河島水再生センターの水処理施設の上部空間を荒川区の公園として開放している。公園開放は段階的に実施し、1974（昭和49）年には藍染中央系処理施設の上部に野球場やテニスコートなどのスポーツ施設を、1979（昭和54）年には浅草系処理施設の上部に池や水辺広場遊歩道などの自然公園を、1995（平成7）年には藍染北系処理施設の上部に交通園を開放している。



荒川自然公園

これらは、北側、南側あわせて61,100m²の面積を有し、荒川自然公園として整備され、レクリエーションの場として都民に開放されており、新東京百景のひとつに選ばれている。

東尾久浄化センター

東尾久浄化センターは、三河島水再生センターで高級処理した水をさらに高度処理し、隅田川へ放流する施設であり、1999年（平成11）年から運転を開始している。三河島水再生センターから流入する水は、微生物膜を形成したろ材を有する砂ろ過施設（生物膜ろ過）で処理しており、処理水の一部は三河島水再生センターへ返水され、機械の洗浄・冷却などに使用している。



東尾久浄化センター

砂町水再生センター

1930（昭和5）年 運転開始



現在（2018年）と過去（1945年頃）の砂町水再生センター

砂町水再生センターについて

砂町水再生センターは、1930（昭和5）年に稼働した東京で2番目に古い水再生センターである。隅田川と荒川に囲まれた通称「江東デルタ地帯」である墨田区と江東区の全部、中央・港・品川・足立・江戸川区の一部を処理区とする砂町処理区（6,153ha）から発生する下水を有明水再生センターと共同で処理し、東京湾に放流している。

砂町水再生センターは、江戸時代から「砂村」と呼ばれた現在地に、1925（大正14）年から人工島造成の埋め立てが始まり、1930（昭和5）年に「砂町汚水処分場」として処理を開始した。人工島の名残りから3辺は水辺に囲まれており、西側は「東京湾マリーナ」、南側は「夢の島マリーナ」、東側は「荒川右岸遊歩道」に相對している。

また、砂町水再生センターには、東部スラッジプラントが併設され、砂町・三河島・有明・落合・中野・みやぎ水再生センターの水処理過程から発生する汚泥を処理している。

基本情報				
敷地面積	827,033m ² （砂町水再生センター） 129,465m ² （東部スラッジプラント）			
処理能力	658,000m ³ /日			
水処理施設	沈砂池 第一沈殿池	46池 21池	反応槽 第二沈殿池	24槽 20池
汚泥処理施設	濃縮機 貯留槽 焼却炉	12台 7槽 3基	濃縮槽 脱水機 炭化炉	7槽 10台 2基
雨水貯留池	33,000m ³ （ポンプ棟）・55,000m ³ （旧木場系）			
雨天時貯留池	85,600m ³			
流入・放流水質	（単位：mg/L）			
	項目	流入水	放流水	条例による放流水の水質基準
	BOD	180	5	—
	COD	100	10	35以下
	全窒素	33.7	9.9	30以下
	全りん	4.0	1.4	3以下
（令和元年度24時間試験平均値）				

年 表	
年	主な出来事
1926（昭和元）年	砂町污水処分場 建設着工
1930（昭和5）年	砂町污水処分場 運転開始
1962（昭和37）年	汚泥処理工場 運転開始
1973（昭和48）年	国内初の多段式汚泥焼却炉 運転開始
1982（昭和57）年	砂町水処理センターに名称変更
1987（昭和62）年	東陽Ⅰ、Ⅱ系施設運転開始、新砂運動場開園
1997（平成9）年	東部スラッジプラント 運転開始
2002（平成14）年	新砂三丁目地区地域冷暖房事業開始
2004（平成16）年	水再生センターに名称変更
2006（平成18）年	南砂雨水調整池 運転開始
2007（平成19）年	東部スラッジプラント汚泥炭化施設 運転開始
2008（平成20）年	下水道技術研究開発センター開設
2008（平成20）年	東陽Ⅲ系施設 一部運転開始
2013（平成25）年	下水道技術実習センター開設
2019（令和元）年	下水道技術研究開発センター リニューアルオープン

水処理の変遷と現状

砂町水再生センターの前身である「砂町汚水処分場」は、東京で2番目の処理場として建設され、1930（昭和5）年に運転を開始した。現在の町名は「江東区新砂」であるが、創設当時は「東京府葛飾郡砂町」であり、砂町の南方海上を埋立て、約500mの専用道路で陸地と結ばれていた。

当初の処理方法は、引き潮を利用し、沈殿池の上澄み水をゲートを開けて海に放流する簡易処理方式であった。その後、散気式による高級処理施設が建設されることになったが、戦時下における財政難から、下水を第一沈殿池で沈殿処理した後、塩素滅菌を行う簡易処理を行って荒川放水路沖に放流していた。1958（昭和33）年度から財政措置がなされ、高級処理施設の建設に着手した。方式は散気式によるステップエアレーション法で、曝気槽（現在の反応槽）、第二沈殿池それぞれ4槽であり、1960（昭和35）年に完成し、同年7月から稼働した。

現在、施設は、「砂系水処理施設」と「東陽系水処理施設」に分かれており、1987（昭和62）年には、東陽系水処理施設（Ⅰ、Ⅱ系）が完成、2008（平成20）年には、東陽系水処理施設（Ⅲ系）にステップ流入式嫌気・無酸素・好気法（ステップA₂O法）の高度処理施設が稼働し、処理水質の向上を図っている。2020（令和2）年には合流改善施設として、高速ろ過が稼働している。

砂町水再生センターには、砂町処理区から発生する汚水を水処理施設へ送るポンプとともに、江東区の一部の雨水を東京湾に放流する雨水ポンプがある。雨水は砂町北運河に、下水処理水（以下、「処理水」とする。）は砂町運河にそれぞれ放流していたが、放流時の水質汚濁が課題であったことから、2008（平成20）年度より、雨水の放流先を荒川へと変更する雨水放流きよの整備に着手し、2014（平成26）年度に稼働した。



1956年当時の砂町水再生センター



ステップエアレーション法の
曝気槽（1960年頃）

汚泥処理の変遷と現状

東部スラッジプラントは砂町、三河島両処理場で発生する汚泥を処理するための施設として1981（昭和56）年に都市計画決定され、その後、有明、落合、中野、みやぎの水再生センターからの汚泥も受け入れるように計画変更し、1997（平成9）年に、東部スラッジプラントが稼働した。

本施設は濃縮・脱水設備、炭化設備及び焼却設備が整備され、汚泥の減量化を図るとともに全量を炭化・焼却処理をしている。

焼却炉は、流動層式焼却炉を3基整備している。焼却炉から出る排ガス（約850℃）の廃熱をボイラーで回収、蒸気を発生させ、蒸気タービン発電機へ供給し発電を行う設備を備えており、本設備で、汚泥焼却設備で使用する電力の約40%をまかなっている。また、炭化炉を2基整備し、2007（平成19）年度からバイオマス資源である下水汚泥から炭化物を製造し、国内で初めて石炭火力発電所における石炭の代替燃料として利用する汚泥炭化事業を開始している。



焼却炉（流動層式）



東部スラッジプラント全景

砂町水再生センターの特色

南砂雨水調整池

南砂雨水調整池は、江東区砂町地区など約500haにも及ぶ地域に降る雨を貯留し、浸水被害の軽減を図るための施設である。貯留された雨水は、晴天時に砂町水再生センターに送水し、処理してから東京湾に放流している。また、施設を有効に利用するため、調整池上部は集合住宅や駐輪場などの公共施設として利用されている。



南砂雨水調整池

新砂三丁目地域冷暖房事業

江東区新砂三丁目地区の江東高齢者医療センター等では、砂町水再生センターの処理水及び焼却炉や炭化炉の廃熱を、給湯や冷暖房の熱源として活用している。こうした未利用エネルギーを活用することで、化石燃料からつくられた電気やガスを使用するよりもCO₂の排出量が抑えられ、地球温暖化防止に寄与している。



新砂運動場

東陽系水処理施設の上部空間は、周辺との環境の調和及び福祉の向上を図るため、運動場や広場などを設け、江東区の新砂運動処理場として地域の皆さまに開放している。



砂町水再生センターの環境整備

正門を入った左側の「おひさま広場」には、せせらぎ等、ビオトープがあり、「新砂大滝」の前には処理水を循環利用した池があり、コイなどが泳いでいる。敷地内には約200種類、約80,000本の草木があり、その中には30年～50年に一度だけ花を咲かせるアオノリュウゼツランや丸の内旧都庁舎から移植した銀杏などがある。また、センターでは、桜の開花時期にあわせ、鑑賞会を開催し、地域の皆さまに楽しんでいただいている。



下水道技術実習センター

下水道技術実習センターは、下水道界の人材の育成と技術の継承を図る日本初の下水道技術専門の大規模実習施設で、実習棟及び屋外に33種の実習施設を配置している。実習施設は、「見て」、「触れて」、「体験して」を基本的考えとし、可能な限り現場の施設を再現しており、様々な分野の実習や疑似体験などが可能となっている。また、民間事業者や他の自治体の方々も利用可能となっており、下水道界全体の人材育成に貢献している。



下水道技術実習センター



マレーシア大臣の視察（2019年）

下水道技術研究開発センター

下水道技術研究開発センターは、実際の現場では実施が困難な水処理に関する実験や検証が実施できる施設として、2008（平成20）年に砂町水再生センターに開設され、令和元年にリニューアルオープンしている。センターには、一般では入手できない汚水等の配管があり、大量かつフレッシュな材料を用いた実験が可能で、下水道局との共同研究などで民間企業や大学も使用することが可能となっている。



下水道技術研究開発センター



水処理実験の様子（実験プラント・実験棟）

芝浦水再生センター

1931 (昭和6) 年 運転開始



現在 (2018年) と過去 (1958年) の芝浦水再生センター

芝浦水再生センターについて

芝浦水再生センターは、1931 (昭和6) 年に稼働した東京で3番目に古い水再生センターである。千代田・中央・港・新宿・渋谷区の大部分と品川・文京・目黒・世田谷・豊島区の一部の計6,440haから発生する下水を処理し、東京湾 (運河) へ放流している。

1997 (平成9) 年、下水処理水の一部を再生水として品川駅東口地区に供給開始しており、その後も大崎地区、汐留地区、永田町及び霞が関地区、東品川地区、近年では2010 (平成22) 年から八潮地区へと、順次供給範囲を拡大している。

2015 (平成27) 年には、公共用水域の水質改善に貢献する雨天時貯留池の建設に合わせ、合築手法により上部空間を利用し建設されたビルである品川シーズンテラスが開業した。また、水処理施設の上部には、住民の憩いの場として、テニスコートやフットサルコートなどが設けられている。

基本情報						
敷地面積	199,127m ²					
処理能力	830,000m ³ /日					
水処理施設	沈砂池 14池 第二沈殿池 24池 第一沈殿池 9池 高速ろ過 2系列 反応槽 17槽					
雨天時貯留池	94,600m ³					
流入・放流水質	(単位:mg/L)					
	項目	流入水		放流水		条例による 放流水の 水質基準
		本系	東系	本系	東系	
	BOD	220	190	13	8	—
	COD	110	110	13	11	35以下
	全窒素	47.4	44.5	16.3	16.2	30以下
	全りん	4.7	4.3	0.7	0.3	3以下
(令和元年度24時間試験平均値)						

年 表	
年	主な出来事
1925（大正14）年	芝浦ポンプ場 建設着工
1931（昭和 6）年	芝浦ポンプ場 運転開始
1934（昭和 9）年	芝浦污水処分場に改称
1950（昭和25）年	都市計画決定
1953（昭和28）年	都市計画法事業認可
1959（昭和34）年	下水道法事業認可
1972（昭和47）年	芝浦実験場創設
1977（昭和52）年	西系施設 運転開始
1980（昭和55）年	芝浦中央公園開園（西系・中央系処理施設上部）
1982（昭和57）年	芝浦水処理センターに名称変更
1989（平成元）年	東系施設 運転開始
1997（平成 9）年	再生水供給開始（品川駅東口地区）
1998（平成10）年	汚泥を全量南部スラッジプラントへ送泥
2002（平成14）年	高速ろ過施設 運転開始
2006（平成18）年	下水熱利用事業開始
2015（平成27）年	品川シーズンテラスがグランドオープン、雨天時貯留池 運転開始

水処理の変遷と現状

芝浦水再生センターの前身である「芝浦ポンプ場」は、三河島、砂町の両処分場に次いで、1931（昭和6）年3月に都心の芝、麻布、赤坂、麴町、四谷、牛込、小石川、本郷、神田、日本橋、京橋の旧11区からの下水の処分場として運転を開始した。創設時は日量20万m³の下水を沈殿処理できるのみであったが、下水量の増加を背景に拡張工事が進み、1933（昭和8）年には高級処理を実施する計画を決定し、1934（昭和9）年に「芝浦污水処分場」と改称している。

1939（昭和14）年には8池のシンプレックス式曝気槽（現在の反応槽）が設置され、また1938（昭和13）年にはサイフォン式採泥機を取り入れた第二沈殿池4池も稼働を開始しており、現在の高級処理方式が出来上がった。

昭和30年代、戦争を経て減少していた受水量が再び増加に転じ、また東京オリンピック・パラリンピックの開催が決定したことを契機に、芝浦処理場では拡張期を迎えることになる。1961（昭和36）年には芝浦処理場の処理区が現在の港区の全部、千代田、中央、新宿、渋谷の大部分等に変更され、1962（昭和37）年までにサイフォン式第二沈殿池と散気式曝気槽が増設されている。これにより揚水量の86%を高級処理することができ、芝浦処理場における高級処理化が大きく進んだ。

その後、昭和40年代から50年代にかけ、都心部からの受水量の更なる増加や、公共水域の水質汚濁防止に関する社会的要請の高まりを踏まえ、連続水平流二階層式第一沈殿池や連続水平流二階層式第二沈殿池、主ポンプ室など現在に至る処理施設が整備されている。また、1977（昭和52）年には西系が整備されたほか、1989（平成元）年には東系が稼働を開始している。



シンプレックス式曝気槽
（1939年から1971年まで運転）



現在の水処理施設（中央系反応槽）

以降、水処理施設の拡張は一段落したもの、放流水質の改善に向け、擬似A₂O及び擬似A₀法の処理方式の導入を進めているほか、雨天時の合流改善施設として、2002（平成14）年には高速ろ過が、2015（平成27）年には品川シーズンテラスとあわせて整備された雨天時貯留池が運転を開始している。

2017（平成29）年頃より、老朽化した中央系水処理施設の一部を撤去し、新たな水処理施設を建設する再構築事業に着手している。

芝浦実験場

1972（昭和47）年に、反応槽の深槽化による送気量の削減を実験目的とし、深槽曝気実験槽を芝浦処理場内に建設した。その後、1981（昭和56）年から嫌気



雨天時貯留池（76,000m³）



芝浦実験場（1979年）

好気法の実験を開始、1996（平成8）年には、高度処理の実験を開始するなど、各種水処理施設の実験を行った。芝浦水再生センターの再構築工事に伴い実験場が支障となることから、砂町水再生センターに新たな開発拠点（下水道技術研究開発センター）を整備し、移転した。

再生水利用事業

芝浦水再生センターでは、1997（平成9）年から再生水の供給を開始し、2010（平成22）年からは、国内で初めてろ過材にセラミックを用いた再生水製造施設が稼働している。ろ過の過程に耐久性の高いセラミックを用いることで、長期的に見て安定的かつ低廉なコストで再生水を製造でき、従来から供給しているオフィスビル内のトイレ用水や道路散水などの需要増に対応している。



セラミック膜ろ過による再生水製造施設

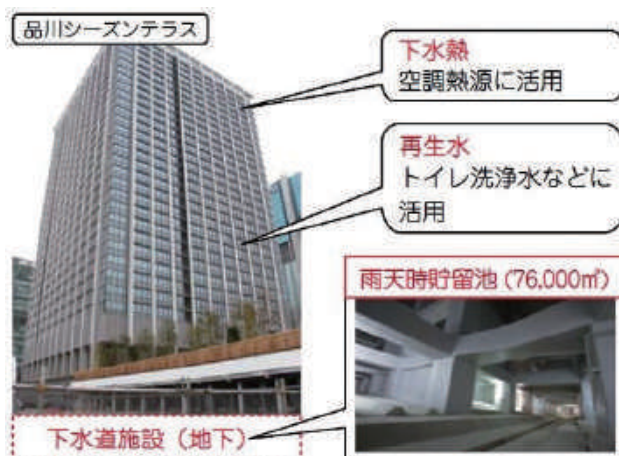


修景用水として利用（目黒川御成橋）

貯留池上部に高層ビル～上部利用事業～

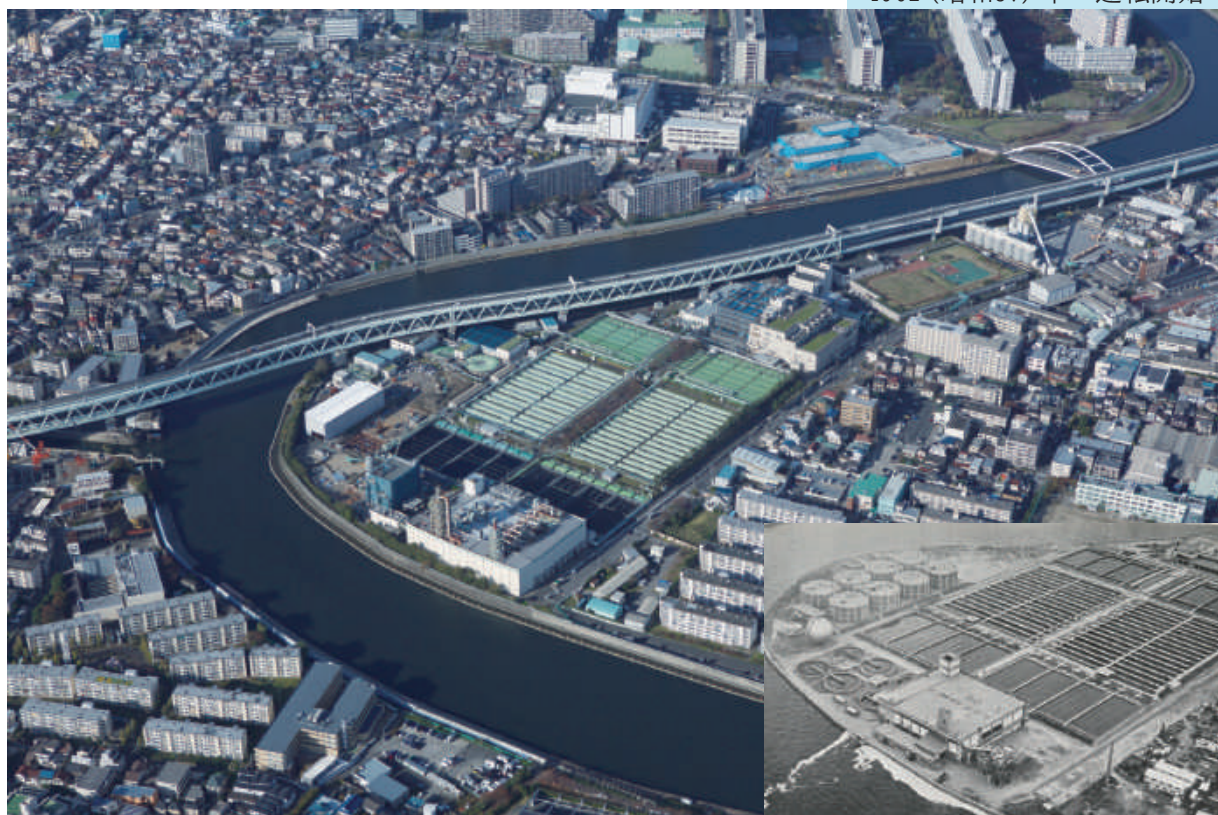
芝浦水再生センターは、東京都が策定した「品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン」において、環境モデル都市形成の中核的な役割を担う拠点として優先整備地区に指定されていた。また、本センターが位置する品川駅周辺は、リニア中央新幹線の開業や、羽田空港の発着枠拡大が見込まれる中、世界と日本各地をつなぐ交通の結節点として重要な役割を果たすことが期待されていた。

このような状況を背景として、本センターでは、水処理施設の再構築事業の一環として実施した雨天時貯留池の建設に合わせ、その上部空間を利用し、民間に貸し付ける業務・商業系ビル（品川シーズンテラス）及びオープンスペースを整備した。同施設は、事業者公募の段階で、建築物総合環境性能評価システムで総合評価Sランクの取得を計画することを義務づけた他、下水熱や再生水を芝浦水再生センターから供給し、空調熱源やトイレ洗浄用等に利用するなど、環境負荷軽減と快適な室内環境を両立した環境モデルビルとして2015（平成27）年に竣工している。



みやぎ水再生センター

1962 (昭和37) 年 運転開始



現在 (2018年) と稼働当初 (1967年頃) のみやぎ水再生センター

みやぎ水再生センターについて

みやぎ水再生センターは、北区の大部分と板橋、豊島、足立各区の一部地域の下水を処理し、隅田川に放流している施設である。処理した水の一部は、砂ろ過した後、センター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水などに使用している。発生した汚泥は、センター内で焼却処理するほか、一部は東部スラッジプラントへ圧送し、処理している。

1962 (昭和37) 年に小台処理場として施設稼働し、2004 (平成16) 年には、地域の方々との話し合いのなかで、足立区宮城にあることと、親しみやすいイメージが出るようにということからみやぎ水再生センターに名称変更している。2005 (平成17) 年には東系水処理施設が稼働し、覆蓋化された上部空間は、現在、多目的広場やアクティブスポーツ広場として利用されている。

基本情報						
敷地面積	112,492m ²					
処理能力	350,000m ³ /日					
水処理施設	沈砂池 第一沈殿池	9池 9池	反応槽 第二沈殿池	12槽 12池		
汚泥処理施設	濃縮槽 焼却炉	6槽 1基	脱水機	3台		
雨天時貯留池	10,500m ³					
流入・放流水質	(単位:mg/L)					
	項目	流入水		放流水		条例による 放流水の 水質基準
		石神井系	飛鳥山系	西系	東系	
	BOD	170	190	4	3	25以下
	COD	100	90	8	9	—
	全窒素	30.3	28.7	8.8	8.2	30以下
	全りん	3.3	3.2	0.1	0.7	3以下
(令和元年度24時間試験平均値)						

年 表	
年	主な出来事
1958（昭和33）年	小台処理場 建設着工（西処理施設）
1962（昭和37）年	小台処理場 運転開始（西処理施設）
1967（昭和42）年	多段式汚泥焼却炉 運転開始
1982（昭和57）年	加圧浮上濃縮設備導入
1983（昭和58）年	軽量細粒材施設 運転開始
1986（昭和61）年	流動焼却炉 運転開始
1988（昭和63）年	消化ガス発電施設 運転開始
2004（平成16）年	小台処理場からみやぎ水再生センターへ名称変更
2004（平成16）年	東処理施設上部利用公園（宮城ファミリー公園）開園
2005（平成17）年	東処理施設 運転開始
2020（令和 2）年	ターボ型流動焼却炉 運転開始

水処理の変遷と現状

みやぎ水再生センターの前身である「小台下水処理場」は、戦後の下水道拡張計画の第一歩として計画された小台、落合、森ヶ崎の3つの処理場の1つである。1950（昭和25）年に小台処理場として都市計画決定され、1958（昭和33）年に工事着手し、1962（昭和37）年から一部運転を開始した東京で4番目の下水処理場、戦後としては1番目の新設処理場である。

当時としては全国で初となる集中管理制御方式を採用したのが特徴で、施設近代化の先駆となる処理場であった。さらに、散気式による下水処理を一層効果的にするため、全国初の前曝気槽を導入した処理場でもあった。以降は施設拡張工事等を経て、1965（昭和40）年からは、現在でいうところの西処理施設が本格稼働した。

その後は、隣接用地を購入し、1991（平成3）年から拡張用地にて東処理施設の建設工事に着手し、2005（平成17）年から東処理施設が稼働を開始している。



小台処理場中央監視室
（1964年）



曝気槽（現在の反応槽）
（西処理施設・1965年）



反応槽
（東処理施設・2021年）

汚泥処理の変遷と現状

小台処理場（現在のみやぎ水再生センター）は、水処理施設と汚泥処理施設が同時に稼働した戦後初の処理場でもある。稼働当初、汚泥は汚泥濃縮槽において濃縮調整し、その後消化槽を経て、真空脱水機により機械脱水を行っていた。脱水汚泥の一部については、肥料として農地還元などを行っていた。

一方で、汚泥処分地不足が深刻な課題となる中で、汚泥の減量化に努めるべく1967（昭和42）年から小台処理場において東京で初めての立型多段式汚泥焼却炉（100t/日）の運転が開始され、1970（昭和45）年には2号炉が建設された。

1982（昭和57）年には、加圧浮上式の濃縮設備が設置され、1983（昭和58）年には、汚泥資源化施策として軽量細粒材（スラッジライト）化設備の運転が開始された。



多段式汚泥焼却炉

さらに、1988（昭和63）年には、小台処理場に嫌気性消化ガスを燃料としたガス発電機が稼働した。また、ガス発電機の排ガスを利用して嫌気性消化槽の加温にも利用していた。



加圧浮上濃縮槽



汚泥処理工場のガスタンク（1980年頃）

みやぎ水再生センターの特色

ターボ型流動焼却炉

現在のみやぎ水再生センターの汚泥焼却炉は、2020（令和2）年に設置され、燃焼排ガスによりターボチャージャー（過給機）を駆動し、それにより外気を燃焼空気として焼却炉に自給する燃焼システムを採用した省エネルギーで省スペース、環境配慮にも適合した汚泥焼却炉となっている。



焼却炉（外観）



焼却炉（本体）

宮城ファミリー公園

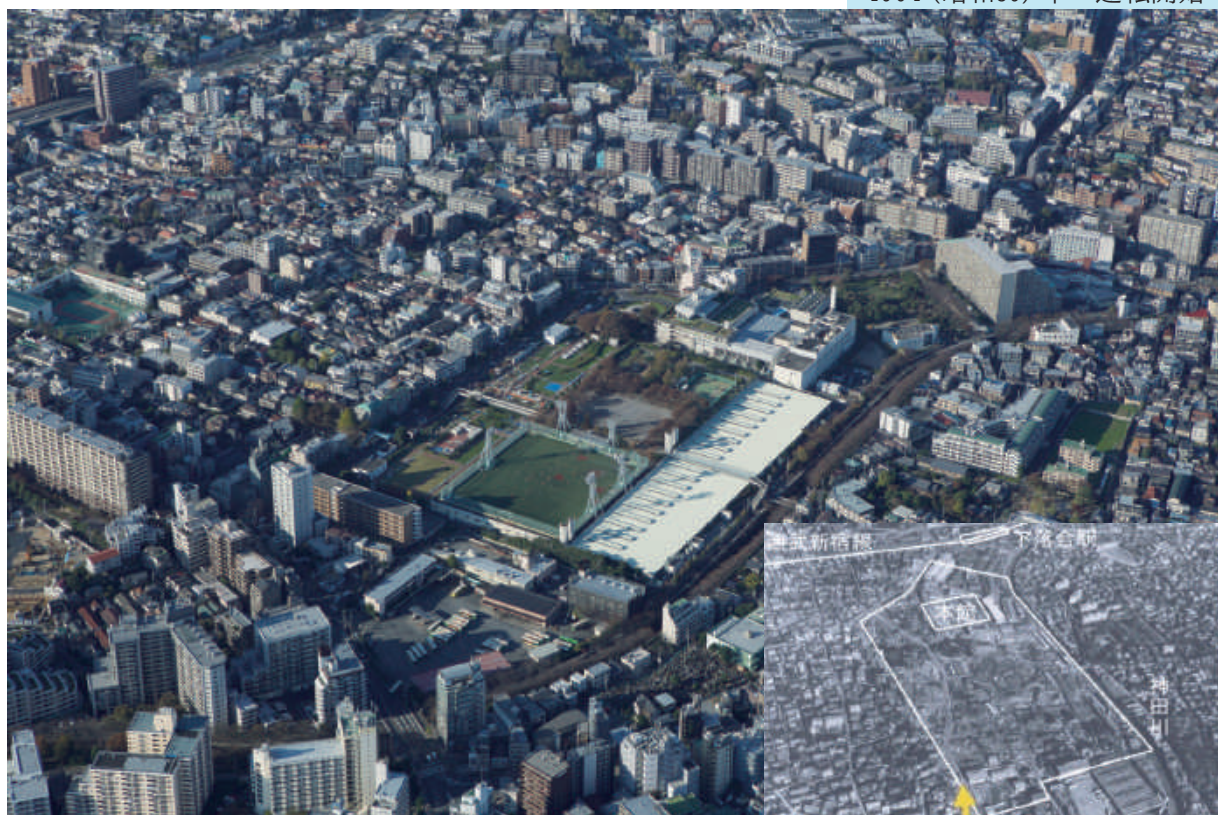
東側の水処理施設の上部空間には、足立区の宮城ファミリー公園が2004（平成16）年から開園しており、グランドゴルフ、ゲートボールなどができる多目的広場、バスケットなどが楽しめるアクティブスポーツ広場がある。



宮城ファミリー公園

落合水再生センター

1964 (昭和39) 年 運転開始



現在 (2018年) と建設工事中 (1962年) の落合水再生センター

落合水再生センターについて

落合水再生センターは、新宿副都心に極めて近く、住宅地に囲まれた水再生センターである。

1964 (昭和39) 年に稼働開始し、落合処理区 (約3,506ha) のうち、中野・新宿・世田谷・渋谷・杉並・豊島・練馬区の一部から発生する下水を処理し、神田川に放流している。また、発生した汚泥は、東部スラッジプラントへ圧送し、処理している。

落合水再生センターでは、神田川の水質改善を図るため、全下水処理水 (以下、「処理水」とする。) を砂ろ過法により高度処理している。高度処理した水の一部は、再生水として新宿副都心地区や中野坂上地区のビルのトイレ用水や城南三河川の清流復活事業に活用するなど、水資源の有効利用を行っている。また、日本で初めて水処理施設の上部空間を公園として整備し、野球場、テニスコートなどとして、地域に親しまれる施設を提供している。

基本情報					
敷地面積	85,143m ²				
処理能力	450,000m ³ /日				
水処理施設	沈砂池	8池	第二沈殿池	12池	
	第一沈殿池	10池	高速ろ過池	1池	
	反応槽	10槽	砂ろ過池	33池	
雨天時貯留池	13,000m ³				
流入・放流水質	(単位:mg/L)				
	項目	流入水		放流水	条例による 放流水の 水質基準
		超低段	高段	砂ろ過水	
	BOD	270	180	1	25以下
	COD	110	97	7	—
	全窒素	38.1	33.8	13.6	30以下
	全りん	4.3	3.4	2.0	3以下
(令和元年度24時間試験平均値)					

年 表	
年	主な出来事
1960（昭和35）年	落合処理場 建設着工
1964（昭和39）年	落合処理場 運転開始 落合中央公園開園
1984（昭和59）年	新宿副都心地区へ処理水を供給開始
1987（昭和62）年	北側施設及び高度処理施設完成 せせらぎの里公苑開園 新宿副都心地区への供給水を再生水に切替
1995（平成 7）年	城南三河川へ再生水を送水開始
1996（平成 8）年	中野坂上地区へ再生水を供給開始
2007（平成19）年	雨天時貯留池（2,500m ³ ）完成
2020（令和 2）年	高速ろ過施設及び雨天時貯留池（10,500m ³ ）完成

水処理の変遷と現状

落合水再生センターは、新宿副都心に程近い住宅密集地に位置する。この地は、神田川沿いの低地で水再生センターの立地条件として最適であること、また、当時、下水道の急速な整備を必要とする区域であったことから、1950（昭和25）年の都市計画決定により設定された。

一方で、住宅密集地に建設することから、都民に受け入れられる下水処理場造りが重要であった。そのため、処理場は臭い、汚いというイメージを返上し、むしろ美しい都民の憩いの場として共感をもって迎えられとともに、技術的飛躍を施策した新しい処理場を追求して設計された。

南側施設は、当時日本で初めての試みとして、反応槽の上部を鉄筋コンクリートで覆蓋し、その上部を全面緑地公園化して都民のリクリエーションの場として開放した（落合中央公園）。さらに、第一沈殿池を地下密閉式とし、その上を緑の芝生と花壇で美化した。また、狭隘な敷地要件から、施設のコンパクト化を図るため、日本で初めて二階層式の第二沈殿池を導入した。このように、落合水再生センターは数々の新しい技術や工夫を採り入れ、東京オリンピック開催半年前の1964（昭和39）年に、我が国最初の覆蓋式下水処理場として稼働した。

その後、1987（昭和62）年には、処理水量の増大に対応するための北側施設が完成するとともに、神田川の水質改善を図るための高度処理施設が完成した。北側施設の覆蓋上部についても、水路や池を有した親水公園「せせらぎの里」を整備し、一般に開放している。



鉄筋コンクリートで覆蓋された沈殿池



覆蓋上部の落合中央公園
（開園当初・1964年）



第一沈殿池上部の緑化

落合水再生センターの特色

落合中央公園及びせせらぎの里公園

落合中央公園は、1964（昭和39）年に日本で初めて水処理施設の一部を利用して作られた公園である。公園内には野球場、テニスコートなどもあり、多くのお客様に利用されている。

北側施設の一部空間はせせらぎの里公園としてお客様に開放している。公園内には、遊具を備えた子ども広場などがあり、水路や池には高度処理水をさらに膜ろ過処理した親水用水が流れて、快適な水辺環境を提供している。



せせらぎの里公園

清流復活事業

渋谷川・古川、目黒川、呑川の三河川は、水の流れがほとんどなく、河川環境が悪化していた。1995（平成7）年より、落合水再生センターで高度処理した再生水を放流して水量が増えたことにより、うるおいのある水環境がよみがえっている。



きれいになった目黒川

再生水利用事業

1984（昭和59）年より、落合水再生センターで高度処理した再生水を新宿副都心水リサイクルセンターに送水している。再生水は、西新宿や中野坂上地区のビルのトイレ洗浄用水等として活用され、水資源の有効利用に貢献している。



打ち水への再生水の活用

新河岸水再生センター

1966 (昭和41) 年 運転開始



現在 (2018年) と稼働当初 (1974年) の新河岸水再生センター

新河岸水再生センターについて

新河岸水再生センターは、練馬・板橋・杉並区の大部分と中野・北・豊島・新宿区の一部を処理区とする新河岸処理区 (10,474ha) から発生する下水を浮間水再生センターと共同で処理し、新河岸川に放流している。本センターは、荒川と新河岸川に挟まれた工場地帯に位置しており、新河岸川の下流は隅田川となっている。

新河岸水再生センターには、練馬及び蓮根幹線から高島平団地に代表される大規模団地からの排水が流入し、浮間幹線からは、産業排水が多く流入している。また、当センターの特徴として、センター内に汚泥処理施設も設置していることから、水処理から汚泥焼却までの一貫した運用を行っている。

1974 (昭和49) 年に新河岸処理場として施設稼働後、すでに40年以上が経過しており、この間、1983 (昭和58) 年には、反応槽の覆蓋上部に陸上競技場やテニスコートを整備し、地域に親しまれる施設を提供している。

基本情報					
敷地面積	184,626m ²				
処理能力	670,000m ³ /日				
水処理施設	反応槽	24槽	沈砂池	17池	
	第一沈殿池	9池	第二沈殿池	15池	
汚泥処理施設	濃縮機	6台	濃縮槽	4槽	
	貯留槽	4槽	脱水機	10台	
	焼却炉	3基			
雨天時貯留池	14,000m ³ （北側）・59,000m ³ （南側）				
流入・放流水質	（単位：mg/L）				
	項目	流入水		放流水	条例による放流水の水質基準
		浮間・練馬幹線	蓮根幹線		
	BOD	180	130	7	25以下
	COD	84	84	8	—
	全窒素	25.8	28.3	12.3	30以下
	全りん	4.1	3.0	1.3	3以下
（令和元年度24時間試験平均値）					

年 表	
年	主な出来事
1965（昭和40）年	浮間処理場 建設着工
1966（昭和41）年	浮間処理場 運転開始
1971（昭和46）年	汚泥焼却炉（1号炉）汚泥焼却開始
1974（昭和49）年	新河岸処理場（南施設）運転開始（浮間処理場を併合）
1979（昭和54）年	同（北施設）運転開始
1983（昭和58）年	新河岸三丁目公園開園（テニスコート、陸上競技場等）
2011（平成23）年	多層型流動炉運転開始
2014（平成26）年	ターボ型流動炉運転開始

水処理の変遷と現状

新河岸水再生センターの前身である「浮間処理場」は、昭和30年代以降の高度経済成長に伴って水質汚濁が全国的に深刻化するなか、隅田川汚濁の最大原因といわれた新河岸川を浄化するため、河川周辺にある工場排水を共同処理する目的で建設され、1966（昭和41）年に運転を開始した。しかし、時代とともに工場排水に対する規制の強化が進んだこともあり、その役割を終え、新たに水処理施設を備えた「新河岸処理場」として、1974（昭和49）年に運転を開始した。



昭和40年代の浮間処理場

その後、特高変電所の新設や水処理及び汚泥処理施設の増設を実施し、1999（平成11）年には、合流改善の一環として南系雨天時貯留池、2006（平成18）年に北系雨天時貯留池の運転を開始した。

汚泥処理の変遷と現状

新河岸水再生センターの前身となる浮間処理場では、1966（昭和41）年から荒川上流の河川敷に脱水汚泥の埋立処分を行ってきたが、汚泥の減量化を図るため、1971（昭和46）年から汚泥焼却を開始している。

また、2001（平成13）年に浮間水再生センターが運転開始してからは、同水再生センターから送られてくる汚泥と合わせて脱水、焼却処理を行っている。

新河岸水再生センターの特色

隅田川の浄化と浮間処理場

戦後、高度経済成長期の人口増加や産業集中に伴う生活排水・工場排水の影響により、東京都内の生活環境や自然環境の悪化が進んだ。隅田川については、昭和30年代にBODが約50mg/L近く、硫化物は60mg/L以上も検出され、深刻な水質汚濁から一時は「死の川」とも呼ばれるようになった。

そこで1964（昭和39）年の東京オリンピック・パラリンピック開催を前に、国や都など関係者が連携し、隅田川浄化対策を実施することとなった。隅田川の最大の汚濁源は、新河岸川へ直接放流される工場排水と考えられたため、下水道局は新河岸川流域の複数の工場排水を共同で処理する浮間処理場（後の新河岸水再生センター）を急ピッチで建設し、工場排水の前処理を目的に作られた唯一の処理場として、1966（昭和41）年に運転を開始した。また、流域の工場に対して排水規制・指導に取り組むとともに、下水道の普及を着実に進めることで、水質保全に向けた取組を推進した。なお、浮間処理場は1974（昭和49）年にその役割を果たし、新河岸処理場に併合されている。



昭和30年代の隅田川



浮間処理場の建設

これらの取組が実を結び、隅田川の水質は改善し、1978（昭和53）年には長らく休止されていた隅田川花火大会と早慶レガッタが再開された。その後も流域の下水道施設整備を進め、現在の隅田川は、水上バスが観光客を乗せて走り、川沿いの親水テラスで住民がくつろぐ、人々の憩いの場となっている。



汚泥焼却炉

新河岸水再生センターは汚泥処理施設を有しており、水処理から汚泥焼却まで一貫した運用を行っている。発生した汚泥は、浮間水再生センターから送られてくる汚泥と合わせて脱水、焼却処理している。

2号炉は多層型流動炉、3号炉はターボ型流動炉という種類の焼却炉を採用している。多層型流動炉は、炉の中段部に燃烧用空気を供給することで、広範囲で高温領域を形成することが可能である。また、ターボ型流動炉は、炉内に加圧空気を供給することにより、炉内が圧力状態になり、燃烧速度が上がることで、高温領域を形成することが可能である。いずれの焼却炉も、高温領域での燃烧により、補助燃料使用量の削減が可能となる他、 N_2O の分解が促進され、温室効果ガスの排出量が抑制できる。

また、2021（令和3）年度完成予定の4号炉は、電力と燃料の使用量を実質ゼロ、 N_2O の排出量を半減するエネルギー自立型焼却炉を導入している。これは、超低含水脱水機により水分量を一層削減した脱水汚泥を供給することで、燃烧温度の高温化が図られ、 N_2O 排出量が大幅削減され、補助燃料も不要となるとともに、焼却炉からの廃熱を発電に利用することで必要な電力を自給することができるものである。



森ヶ崎水再生センター

1967 (昭和42) 年 運転開始



現在 (2018年) と過去 (1980年) の森ヶ崎水再生センター

森ヶ崎水再生センターについて

森ヶ崎水再生センターは、主に水処理を行う東西二つの施設と汚泥処理を行う南部スラッジプラントからなっており、わが国最大の水再生センターである。処理した水は東京湾に放流しており、また、その一部を砂ろ過してセンター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水に使用するほか、大田清掃工場にも供給している。

南部スラッジプラントは、芝浦水再生センターと森ヶ崎水再生センターの水処理過程から発生する汚泥を処理している。濃縮・脱水設備、焼却設備では汚泥の減量化を図るとともに、全量を焼却処理している。また、焼却灰を埋立処分するための焼却灰混練施設がある。

基本情報						
森ヶ崎水再生センター						
敷地面積	415,309m ²					
処理能力	1,540,000m ³ /日					
水処理施設	(西処理施設)					
	沈砂池	28池	第一沈殿池	11池		
	反応槽	12槽	第二沈殿池	24池		
	(東処理施設)					
	第一沈殿池	18池	反応槽	11槽		
	第二沈殿池	20池				
汚泥処理施設	濃縮機	4台	濃縮槽	3槽		
	消化槽	4槽	洗浄槽	1槽		
雨水貯留池	26,000m ³					
雨天時貯留池	118,000m ³					
流入・放流水質	(単位:mg/L)					
	項目	流入水		放流水		条例による 放流水の 水質基準
		大森幹線	大田幹線	西系	東系	
	BOD	130	110	3	6	—
	COD	74	68	7	8	35以下
	全窒素	29.9	26.8	11.3	11.0	30以下
	全りん	3.3	3.0	0.8	1.6	3以下
	(令和元年度24時間試験平均値)					
南部スラッジプラント						
敷地面積	72,013m ²					
汚泥処理施設	汚泥濃縮設備	4槽	汚泥濃縮設備	15台		
	汚泥脱水設備	15台	汚泥焼却炉	6基		
焼却灰混練施設	混練設備 3基					
発電設備	ガスエンジン 1基					

年 表	
年	主な出来事
1962 (昭和37) 年	森ヶ崎処理場 (西処理施設) 建設着工
1966 (昭和41) 年	森ヶ崎処理場 雨水排除開始
1967 (昭和42) 年	森ヶ崎処理場 (西処理施設) 運転開始 (水処理)
1975 (昭和50) 年	森ヶ崎処理場 (東処理施設) 運転開始
1980 (昭和55) 年	森ヶ崎公園 開園
1983 (昭和58) 年	南部スラッジプラント 運転開始 森ヶ崎水処理センターに名称変更
1989 (平成元) 年	処理水を大田清掃工場へ供給開始
2002 (平成14) 年	コアジサシ営巣に対する整備
2004 (平成16) 年	下水道として国内初のPFIによる常用発電事業を開始
2005 (平成17) 年	小水力発電事業開始
2006 (平成18) 年	南部スラッジプラントで焼却灰混練施設 運転開始
2016 (平成28) 年	太陽光発電設備稼働 南部スラッジプラントでガスエンジン発電機を導入

水処理の変遷と現状

森ヶ崎処理場（現森ヶ崎水再生センター）は、戦後の新しい下水道計画である「東京特別都市計画下水道」に基づいて、1950（昭和25）年に都市計画決定された。森ヶ崎処分場は計画当初から地元住民の反対意見が多く、建設予定地が戦前は行楽地であったこと、処理区域が他の処理区と比較して極めて大きいこと、さらに芝浦処分場の発生汚泥の大部分が送られてくることなどから、地元住民の反論を呼んだ。それに加え、23区外の三鷹・武蔵野両市、とくに汚水処分場計画をもたない武蔵野市の汚水を収容することもあり、住民の強い反発を招いた。反対運動は都市計画決定後も続き、特に昭和30年代に入って処分場建設段階で反対運動は再燃した。これに対して、大田区との間で、施設上部の覆蓋化や大田区内の下水道整備を処理区内他区より優先させるといった調整が図られた。

1962（昭和37）年に西処理施設の建設に着工し、1967（昭和42）年に西処理施設が稼働を開始し、1975（昭和50）年には東処理施設が稼働を開始している。処理区域は、品川・目黒・大田・世田谷区の大部分、渋谷・杉並区の一部で、面積は14,696haであり、これは区部全体の面積の約4分の1にあたる。また、多摩地域の野川処理区等の下水も受け入れている。

森ヶ崎処理場は45万 m^3 /日进行处理する西処理施設と、105万 m^3 /日の東処理施設の2施設で計画された。西処理施設の沈殿池は、中間整流壁式第二沈殿池であり、当初計画は76万 m^3 /日とされていたが、完成時には150万 m^3 /日と予想されていたため、各処理ユニットの効率をいかに向上させるかが大きな課題となり、中間整流壁式が採用されている。この方式は、その後に小菅処理場や流域の処理場で採用されている。また、1975（昭和50）年に稼働した東処理施設では、深槽反応槽や2階層式沈殿池など、最新の施設が導入された。

2008（平成20）年4月から東処理施設の一部に高度処理施設（ A_2O 法）が稼働している。また、下水処理水（以下、「処理水」とする。）の一部は砂ろ過処理し、大田清掃工場などへ供給している。



森ヶ崎処理場建設現場



大田清掃工場への処理水供給

汚泥処理の変遷と現状

1965（昭和40）年から下水道局は汚泥の減量化を図るため、焼却炉を導入してきた。しかし、既存の処理場は今後、焼却施設を拡張するにしても、新たに用地を取得することは極めて困難であり、また環境対策も以前よりもレベルを高くすることが求められており、事実上各処理場ごとに対応することが難しい状況になっていた。そのため、既存施設の焼却能力を超える汚泥を処理する施設として、臨海部に汚泥処理プラントを建設し、汚泥を集中処理する計画を策定した。そして、1983



南部スラッジプラント汚泥燃料化施設建設工事

（昭和58）年に「南部スラッジプラント」が稼働した。このスラッジプラントは、送泥管による汚泥の集約化によって、大量の汚泥を資源化できるようになったこと、新規の資源化施設の建設スペースの確保を容易にしたことなど、多くのメリットをもたらし、汚泥資源化を推進する原動力となった。以来、大方の資源化施設はスラッジプラントに設置されるようになった。

現在、送られてきた汚泥は、プラント内で濃縮、脱水、焼却処理される。焼却灰は可能な限り資源として有効利用し、有効利用されなかった焼却灰は、焼却灰混練施設に搬送され固化処理の後、埋立処分される。

南部スラッジプラントでは、1991（平成3）年7月からメトロレンガ施設が稼働した。メトロレンガ技術は、下水汚泥の焼却灰のみを原料として焼却灰のを圧縮成形し、都市ガスを燃料としたレンガ焼成炉で約1,000～1,200℃の温度で8～9時間焼成し、レンガを連続的に製造するものである。メトロレンガは、歩道、コミュニティ道路、広場、公園などの舗装材などに使え、うるおいとやすらぎのある都市空間を作り出すことに寄与した。現在ではメトロレンガ事業は廃止され、その役目を終えている。

2006（平成18）年4月には、焼却灰混練施設が稼働した。この施設は、焼却灰の飛散防止、安定化を図るため、セメントと水を混ぜて混練灰にする当局唯一の施設である。現在、処理された混練灰は中央防波堤外側埋立処分場で埋立処分している。また、2016（平成28）年9月には、森ヶ崎水再生センターから送られてきた汚泥の処理機能の安定確保を目的として、ガスエンジン発電機（発電出力7,800kW）を導入している。



レンガ焼却炉（1995年頃）



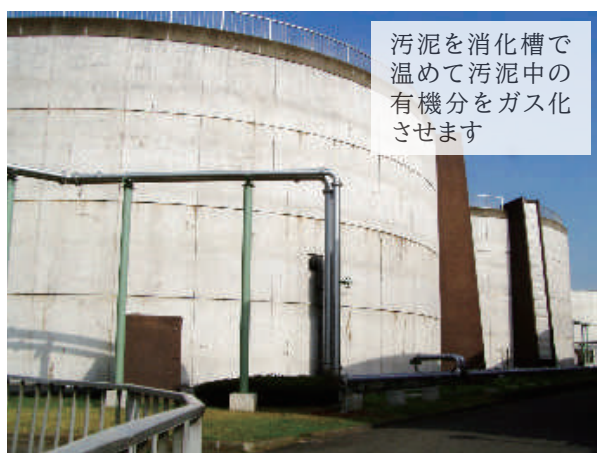
焼却灰混練施設

森ヶ崎水再生センターの特色

メタンガスを利用した発電事業

水処理工程で発生した汚泥を汚泥消化槽で温めると、汚泥中の有機分がガス化（メタンガス）し、汚泥量を減らすことができる。このバイオマスエネルギーであるメタンガスを発電設備の燃料として活用し、年間2,280万kWhの発電を行っている。（バイオマス発電）

発電設備の設置及び運営については、下水道事業としては国内初となるPFIを2004（平成16）年より導入した。これにより、事業効果として施設の建設費や維持管理費の削減を図ることが可能である。また、バイオマス発電によるクリーンなエネルギーとしての環境価値については、グリーン電力証書システムを通じて第三者に譲渡している。



汚泥を消化槽で温めて汚泥中の有機分をガス化させます

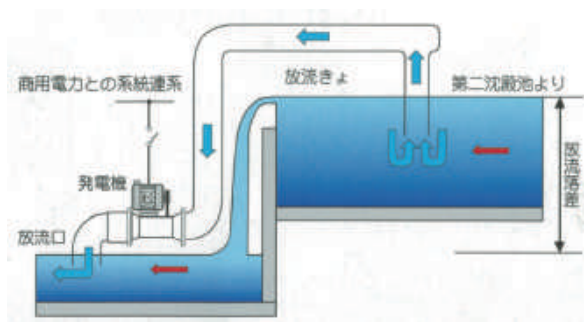


発生した消化ガスを活用し、発電します

消化ガス発電（消化槽・発電機）

小水力発電

処理水の放流きょは、高潮などにそなえて海面より数メートル高い位置に設置されている。2005（平成17）年より、この放流落差を利用した水力発電機を5基設置し、年間約80万kWh（一般家庭の約220世帯分に相当）の発電を行っている。水力発電は太陽光発電や風力発電と比べて発電電力が安定している。



小水力発電の仕組み



小水力発電

太陽光発電

森ヶ崎水再生センター東処理施設では、周辺に高い建物が無いため、反応槽の臭気・転落防止用の覆蓋上部に太陽電池モジュール250W×4,480枚を設置し、最大1MW、年間発電電力量約115万kWh（一般家庭の約320世帯分に相当）の発電を2016（平成28）年より開始している。



太陽光発電

絶滅危惧種コアジサシの保護活動

森ヶ崎水再生センターの屋上では、絶滅危惧種に指定されている渡り鳥コアジサシの営巣を春から夏にかけて見ることができる。2001（平成13）年に、東処理施設覆蓋上部において、コアジサシの営巣が確認されたことにより、地元自然保護団体等から、同上部を営巣地としての整備を依頼する要望書が大田区及び下水道局に提出された。その後、大田区は、区が利用する東処理施設覆蓋上部において、コアジサシの営巣整備を区の全体利用計画に位置づけた。これによって、下水道局では基盤整備の一環として営巣対策に協力している。営巣対策にあたって、人工地盤の改良材として汚泥資源化製品を積極的に利用することにより、汚泥資源化製品の新たな利用用途としてPRしている。



コアジサシ（飛来・抱卵の様子）

小菅水再生センター

1977 (昭和52) 年 運転開始



現在 (2018年) と過去 (1979年) の小菅水再生センター

小菅水再生センターについて

小菅水再生センターは、荒川と綾瀬川が近接する地点に位置し、綾瀬川をはさんで東西二つの施設からなっている。処理区域は、葛飾・足立区の一部で、面積は1,633haである。処理した水は、荒川及び綾瀬川へ放流しており、一部はろ過してセンター内で機械の洗浄・冷却やトイレの洗浄などに使用している。発生した汚泥は葛西水再生センターへ圧送し、処理されている。

覆蓋された施設の上部には、1983 (昭和58) 年4月に小菅西公園が、1988 (昭和63) 年10月には小菅東スポーツ公園が開園し、周辺住民の憩いの場として開放している。

基本情報						
敷地面積	140,300m ²					
処理能力	200,000m ³ /日					
水処理施設	沈砂池 第一沈殿池	17池 6池	反応槽 第二沈殿池	8槽 6池		
雨水貯留池	152,800m ³					
雨天時貯留池	28,500m ³					
流入・放流水質	(単位:mg/L)					
	項目	流入水		放流水		条例による 放流水の 水質基準
		西系	東系	西系	東系	
	BOD	98	100	3	2	25以下
	COD	59	62	9	8	—
	全窒素	24.2	24.9	7.6	7.8	30以下
	全りん	2.8	3.0	0.2	0.1	3以下
(令和元年度24時間試験平均値)						

年 表	
年	主な出来事
1967（昭和42）年	小菅処理場（西処理施設）建設着工
1973（昭和48）年	小菅処理場（西処理施設）運転開始（雨水排除）
1977（昭和52）年	小菅処理場（西処理施設）運転開始（水処理）
1978（昭和53）年	小菅処理場（東処理施設）建設着工
1979（昭和54）年	汚泥焼却炉（1号）運転開始
1982（昭和57）年	東処理施設運転開始（水処理）
1983（昭和58）年	汚泥焼却炉（2号）運転開始
1983（昭和58）年	小菅西公園開園
1988（昭和63）年	小菅東スポーツ公園開園
1996（平成 8）年	汚泥処理施設運転停止

水処理の変遷と現状

小菅処理区は、荒川・中川とJR常磐線に囲まれた低地帯を抱えることから、浸水対策に緊急を要し、処理場開設に先立ち、雨水ポンプ設備の運転を1973（昭和48）年に開始した。

水処理施設は、西処理施設が1977（昭和52）年に、東処理施設は1982（昭和57）年に運転を開始しており、大部分は準高度処理施設となっている。



雨天時貯留池

さらに、合流改善対策として、1992（平成4）年度から西処理施設の雨水沈殿池、2005（平成17）年度から西処理施設の高速凝集沈殿処理施設、東処理施設の雨天時貯留池を運用している。

汚泥処理の変遷と現状

1979（昭和54）年に汚泥焼却炉（1号）が稼働を開始し、その後、1983（昭和58）年に汚泥焼却炉（2号）が稼働を開始した。1996（平成8）年より小菅水再生センターの汚泥は、中川水再生センターと合わせて葛西水再生センターで処理することになり、現在、小菅水再生センターの発生汚泥は、全量を葛西水再生センターに送泥し処理している。



汚泥処理施設（1996年まで）

小菅水再生センターの特色

上部公園

覆蓋された施設の上部は、公園として利用されており、1983（昭和58）年4月に小菅西公園が、1988（昭和63）年10月には小菅東スポーツ公園がそれぞれ開園している。

小菅西公園は14,000m²の広さを持ち、花時計や展望台が設置されており、特に、トリム遊具は子供達に人気であり、多くの来園者のオアシスとなっている。さらに2016（平成28）年には、葛飾区によってフットサル場が開設され、周辺住民のスポーツ振興に貢献している。

小菅東スポーツ公園は、34,000m²の広さを持ち、日本庭園、芝生広場、テニスコートなどが整備されている。



小菅西公園



小菅東スポーツ公園



東京都下水道局キャラクター
「アースくん」

葛西水再生センター

1981 (昭和56) 年 運転開始



現在 (2018年) と稼働当初 (1981年) の葛西水再生センター

葛西水再生センターについて

葛西水再生センターは、荒川河口の東京湾埋立地（葛西沖地区）に位置し、首都高速湾岸線を挟み南北の施設からなっている。処理区域は、荒川と江戸川に囲まれた江戸川区の大部分と葛飾区の一部で、面積は4,893haである。処理した水は東京湾（荒川）に放流している。また、その一部を砂ろ過してセンター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水などに使用している。処理区内には8か所のポンプ所があり、そのうち4か所は葛西水再生センターから遠隔監視運転を行っている。

水処理施設の上部空間には、夜間照明設備をもった臨海球技場が造られている。多くのお客さまが野球、サッカーに利用しているほか、震災時には避難場所として活用することとしている。

基本情報				
敷地面積	361,744m ²			
処理能力	400,000m ³ /日			
水処理施設	沈砂池	18池	第二沈殿池	10池
	第一沈殿池	10池	高速ろ過	1池
	反応槽	10槽		
污泥処理施設	濃縮槽	4槽	濃縮機	7台
	脱水機	18台	焼却炉	3基
雨水貯留池	69,000m ³			
雨天時貯留池	87,300m ³			
流入・放流水質	(単位:mg/L)			
	項目	流入水	放流水	条例による放流水の水質基準
	BOD	120	3	—
	COD	68	9	35以下
	全窒素	24.7	8.9	30以下
	全りん	2.7	0.9	3以下
(令和元年度24時間試験平均値)				

年 表	
年	主な出来事
1976 (昭和51) 年	葛西処理場 (北処理施設) 建設着工
1981 (昭和56) 年	葛西処理場 (北処理施設) 運転開始
1986 (昭和61) 年	葛西処理場 (南処理施設) 建設着工
1989 (平成元) 年	上部公園 開園
1992 (平成 4) 年	葛西処理場 (南処理施設) 運転開始
2002 (平成14) 年	粒度調整灰製造施設 運転開始
2010 (平成22) 年	太陽光発電設備 運転開始
2014 (平成26) 年	ターボ型流動焼却炉 運転開始

水処理の変遷と現状

葛西水再生センターの前身である葛西処理場は、1964（昭和39）年に都市計画決定された。当時の計画能力は、日量24万 m^3 と現在の計画より小さく、用地面積も現在の3分の1程度で、首都高湾岸線の北側に立地するのみであった。しかし、その後の生活様式の変化に伴う使用水量の増加等に対応するため、1972（昭和47）年に計画予定地の葛西沖開発の基本計画成立に合わせて計画変更を行い、用地面積も首都高速湾岸線を挟んで拡大することとした。

一連の都市計画変更を経て、1976（昭和51）年に建設工事に本格着手し、1981（昭和56）年9月、区部で9番目の処理場として北処理施設の一部稼働（日量16万 m^3 ）を開始している。その後も段階的に整備を進め、1992（平成4）年には南処理施設が稼働し、現在に至る処理施設が概ね完成した。

水処理施設は北1・2系、南3系からなり、稼働当初から標準法が採用されている。近年は、放流水質の改善に向け北処理施設に疑似A0法を導入するとともに、2017（平成29）年度には、嫌気・同時硝化脱窒処理法を導入している。また令和元年には、合流改善施設として高速ろ過が稼働している。



反応槽



第二沈殿池

汚泥処理の変遷と現状

本センターでは、場内で発生した汚泥のほかに、小菅・中川水再生センターから送られてきた汚泥を合わせて処理を行っている。下水処理の過程で発生する汚泥は、汚泥処理工場で濃縮・脱水等の処理をした上で焼却し、発生した焼却灰は細粒骨材、セメント原料のほかに粒度調整灰の製造を行う等、100%資源化を目指し、港湾地区の埋立処分場の負荷軽減に努めている。

焼却炉は、従来より流動層式焼却炉が稼働してきたが、2014（平成26）年、新たに焼却炉内を圧力状態にして燃料効率を高めることができるターボ型流動焼却炉を導入しており、エネルギー使用量と N_2O 排出量の大幅な削減を図っている。



焼却炉全景

葛西水再生センターの特色

太陽光発電

2010（平成22）年、南処理施設において太陽光発電設備を設置している。発電設備は、周回道路北側に固定タイプを200kW、下水処理施設上部に一軸追尾タイプを290kW設置し、下水処理施設の空間を有効利用している。この一軸追尾タイプは、太陽方位に合わせて太陽光パネルの角度が変化し、パネルに太陽光が効率的に照らされることで発電量が増加するものであり、稼働設備としては当時国内初の事例であった。

一年間の発電電力量は59万kWhにのぼり、一般家庭の約160世帯分に相当する。本設備で発電した電力をセンターの下水処理に活用することで、年間220t-CO₂の温室効果ガスを削減している。



太陽光発電（一軸追尾型）

ターボ型流動焼却炉

ターボ型流動焼却炉は、焼却炉から排出される排ガスを有効利用し、焼却炉内を圧力状態にすることで燃焼速度を上げ、従来より高温領域で汚泥を燃焼する焼却炉である。具体的には、排ガスにより過給機のタービンを駆動させ、圧縮空気を生成して焼却炉の燃焼空気として供給するものである。

高温領域での燃焼により、補助燃料使用量の削減が可能となる他、N₂Oの分解が促進され温室効果ガス排出量が抑制できる。また、燃焼排ガスのエネルギーを有効活用しターボチャージャーを運転することで、従来の焼却炉に比べて一部の送風機が不要になり、電力量を削減することが可能となる。

圧力状態で下水汚泥を焼却するのは世界初の技術であり、環境負荷の軽減に様々な効果を発揮している。



焼却炉（ターボ炉）

中川水再生センター

1984 (昭和59) 年 運転開始



現在 (2018年) と稼働当初 (1985年) の中川水再生センター

中川水再生センターについて

中川水再生センターは、足立区中川5丁目に位置し、足立区の大部分と葛飾区の一部（おおむね常磐線以北）を区域とする中川処理区（4,442ha）から発生する下水を処理し、中川に放流している。

この区域は荒川、中川、江戸川などの河川に囲まれているため、中川水再生センターが稼働するまでは浸水の起きやすい地域であった。この区域の大部分は雨水と汚水を別々の下水道管で集め、雨水は川へ放流し、汚水は水再生センターで処理する「分流式下水道」として整備されている。また、当センターは汚泥処理施設を有しておらず、発生した汚泥は葛西水再生センターに圧送し、処理している。

1986（昭和61）年には、水処理施設の覆蓋上部に都立中川公園が整備され、地域に親しまれる施設として利用されている。

基本情報				
敷地面積	311,240m ²			
処理能力	225,000m ³ /日			
水処理施設	沈砂池	10池	反応槽	12槽
	第一沈殿池	6池	第二沈殿池	6池
汚泥処理施設	—（葛西水再生センターへ圧送し処理）			
雨天時貯留池	26,000m ³			
流入・放流水質	(単位:mg/L)			
	項目	流入水	放流水	条例による放流水の水質基準
	BOD	170	3	25以下
	COD	89	8	—
	全窒素	27.8	5.4	30以下
	全りん	3.2	0.3	3以下
(令和元年度24時間試験平均値)				

年 表	
年	主な出来事
1976（昭和51）年	中川処理場 建設着工
1984（昭和59）年	中川処理場 第2系列 運転開始
1986（昭和61）年	都立中川公園 開園
1988（昭和63）年	中川建設発生土改良プラント（土づくりの里） 暫定稼働
1994（平成 6）年	中川処理場 第1系列 運転開始
2021（令和 3）年	中川建設発生土改良プラント（土づくりの里） 再構築事業着工

水処理の変遷と現状

中川水再生センターの前身である「中川処理場」は、従来小菅処理場の区域であった、足立区、葛飾区にまたがる市街化を抑制されていた「緑地地域」が廃止され、新たに市街地として開発整備されることとなったため、将来人口及び将来汚水量の大幅な増加に対応し、小菅処理場での処理能力を補う目的で計画・建設された。1972（昭和47）年に都市計画決定を行い、1976（昭和51）年に建設工事に着手した。

1984（昭和59）年に現在の第2系列である当初の処理能力15.0万 m^3 /日として運転を開始した。その後も水処理施設の建設を進め、1994（平成6）年に現在の第1系列7.5万 m^3 /日が追加され、処理能力となる22.5万 m^3 /日を有する処理場となった。また、より多くの窒素やりんを除去するため、一部施設において高度処理（ A_2O 法）を導入している。



水処理施設覆蓋（1984年）



反応槽（2021年）

中川水再生センターの特色

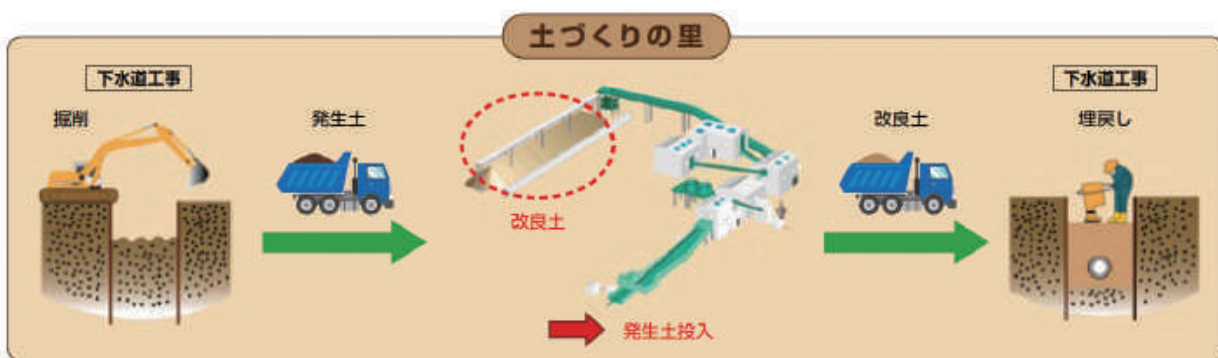
中川建設発生土改良プラント（土づくりの里）

下水道の普及促進及び土のリサイクルを図る目的で当センターの水処理施設建設予定地を活用して、建設発生土の改良プラントを1988（昭和63）年に暫定的に稼働した。現在の計画では、資源化施設として恒久的に稼働することとしている。

2021（令和3）年度より建設発生土改良プラントを一時休止し、施設の再構築の一環として、覆蓋新設工事に着手している。



土づくりの里



都立中川公園

中川水再生センターは、都立公園と重複して都市計画決定を取っており、水処理施設の上部に覆蓋を設けて、その覆蓋上部を都立中川公園として開放している。

新たに整備される中川建設発生土改良プラント（土づくりの里）の覆蓋上部にも公園が整備される計画となっている。



都立中川公園

有明水再生センター

1995 (平成7) 年 運転開始



現在 (2018年) と建設工事中 (1994年) の有明水再生センター

有明水再生センターについて

有明水再生センターの処理区域は、砂町処理区の一部である臨海副都心 (448ha) とその周辺地域 (245ha) であり、観光施設や集客施設が多く、イベント開催時には多数の人が訪れる地域である。1988 (昭和63) 年に「臨海部副都心開発基本計画」が策定され、当センターが整備されることとなった。

有明水再生センターは、有明北地区のクリーンセンター内と有明テニスの森公園の一部地下を利用している。台場・青海・有明北・有明南の各地区から発生する汚水は、ポンプ所までは自然流下とし、ポンプ所から水再生センターまでの幹線は共同溝内に設置された幹線を利用した圧送式としている。

東京臨海副都心における下水道事業は、1989 (平成元年) 度に新たに創設された「未来都市下水道モデル事業」の第1号として指定されており、現在までに、高度処理水の再生水利用や下水道施設の上部空間利用など、新しい副都心にふさわしい、下水道のもつ様々なメリットを活用した高次元のサービスを提供している。

基本情報				
敷地面積	46,600m ²			
処理能力	30,000m ³ /日			
水処理施設	沈砂池	2池	第二沈殿池	3池
	第一沈殿池	3池	生物膜ろ過池	6池
	反応槽	2槽		
流入・放流水質	(単位:mg/L)			
	項目	流入水	放流水	条例による放流水の水質基準
	BOD	150	1未満	—
	COD	99	9	15以下
	全窒素	44.1	8.4	20以下
	全りん	4.4	0.2	1以下
(令和元年度24時間試験平均値)				

年 表	
年	主な出来事
1988（昭和63）年	「臨海部副都心開発基本計画」発表
1989（平成元）年	「臨海副都心開発事業化計画」発表、有明処理場 工事着手
1995（平成 7）年	有明処理場 運転開始
1996（平成 8）年	有明地区で再生水利用事業開始
1997（平成 9）年	有明処理場見学者説明室（現 東京都虹の下水道館）開館
2013（平成25）年	東京都虹の下水道館 リニューアルオープン

水処理の変遷と現状

有明水再生センターは分流式污水处理施設であり、下水処理は周辺水域環境の保全及び水資源の有効利用を図るため、稼働当初よりA₂O法（嫌気－無酸素－好気法）と生物膜ろ過法という高度処理方式を採用し、下水処理水（以下、「処理水」とする。）は東京湾（有明西運河）に放流している。また、その一部はオゾン処理によってさらにきれいにし、センター内での機械の洗浄・冷却や修景用水等に使用するだけでなく、再生水として近隣施設のトイレ用水等に供給されている。

当初の計画能力は120,000m³/日であったが、都市博の中止、その後の社会情勢の変化等により、2000（平成12）年度に計画水量が見直され60,000m³/日となり、うち30,000m³/日の水処理施設が稼働している。

有明水再生センターの敷地内には汚泥処理のためのスペースがないこと、処理能力が都内の処理場としては規模が大きくないため汚泥処理施設を設けることは経済的ではないことから、当センターから発生する汚泥については東部スラッジプラントへ圧送している。



有明水再生センターの特色

臨海副都心地域への再生水供給

有明水再生センターでは、処理水を高度に処理した水の一部を再生水として臨海副都心地域へ供給している。再生水は臨海副都心のビルなどのトイレ用水や、東京臨海新交通臨海線（ゆりかもめ）の車体洗浄用水などに利用されている。

また、東京2020大会では、国際放送センター・メインプレスセンターとして利用された東京ビックサイトに加え、有明アリーナ、有明体操競技場及び有明テニスの森の3つの競技会場に新たに再生水の供給を開始した。



ゆりかもめ車両基地



有明アリーナ

施設上部のスポーツ施設

有明水再生センターは、処理施設の大部分を地下式としている。管理棟、高度処理棟の上部には、東京都虹の下水道館のほかに江東区の体育館、温水プールなどがあり、水処理施設の上部には、有明テニスの森が設置され、多くの皆さまに利用されている。



江東区有明スポーツセンター

東京都虹の下水道館

有明水再生センター内には、東京都下水道局の広報施設である東京都虹の下水道館が開設されており、下水道の役割や水環境の大切さを楽しみながら学べる体験型施設となっている。館内の「レインボータウン」は、普段入ることのできない下水道管やポンプ所、中央監視室、水質検査室で下水道の仕事を体験し、下水道に携わる人の思いや工夫に気づくことができる施設となっている。



東京都虹の下水道館

中野水再生センター

1995（平成7）年 運転開始



現在（2018年）と稼働当初（1995年）の中野水再生センター

中野水再生センターについて

中野水再生センターは、中野刑務所跡地に建設された水再生センターである。落合処理区に配置された二つ目の水再生センターであり、落合水再生センターの処理能力を補完する施設として建設された。

1995（平成7）年に稼働を開始し、落合処理区（約3,506ha）のうち、中野・杉並区の一部地域の下水を処理し、妙正寺川に放流している。処理した水の一部は、砂ろ過した後、センター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水などに使用している。発生した汚泥は、東部スラッジプラントへ圧送し、処理している。

また、水処理施設の上部空間は、周辺地域とあわせ、中野区立の防災公園「平和の森公園」として、地域の方の憩いの場として利用されている。

基本情報				
敷地面積	63,000m ²			
処理能力	100,000m ³ /日			
水処理施設	沈砂池 第一沈殿池	2池 2池	反応槽 第二沈殿池	5槽 5池
雨天時貯留池	6,400m ³			
流入・放流水質	(単位:mg/L)			
	項目	流入水	放流水	条例による放流水の水質基準
	BOD	140	2	25以下
	COD	98	7	—
	全窒素	32.6	10.1	30以下
	全りん	3.2	0.4	3以下
(令和元年度24時間試験平均値)				

年 表	
年	主な出来事
1983（昭和58）年	中野刑務所廃止
1987（昭和62）年	中野処理場 建設着工
1995（平成 7）年	中野処理場 一部運転開始
2017（平成29）年	中野水再生センター 処理能力増強
2020（令和 2）年	中野区立総合体育館 開所

水処理の変遷と現状

昭和50年代、落合処理区で発生する汚水量は、再開発などによる土地利用の高度化や生活様式の近代化により増加することが予測された。しかし、計画処理水量増加に対し、当時の落合処理場では周辺地域が住宅等の密集地域であったため、拡張用地の確保が困難な状況であった。そこで、1980（昭和55）年、移転が決定した中野刑務所跡地に、落合処理場を補完する処理場として「中野処理場」が都市計画決定された。



中野刑務所（1980年頃）

中野処理場の建設予定地は、中野刑務所内で発見された遺跡や隣接地に先行建設された「平和の森公園」の調査結果により、多数の遺跡があることが想定されたため、1984年から87年（昭和59年から62年）までの3年間は、工事に先立つ遺跡発掘調査等が行われた。

その後、1987（昭和62）年に建設工事が着工し、約7年を経て1995（平成7）年に施設の一部稼働を開始した。水処理施設の特徴としては、用地の効率的利用と周辺環境との調和のため、2階層式沈殿池や深槽曝気槽（現在の反応槽）などを採用して施設のコンパクト化を図り、半地下構造とすることで周辺住宅街との標高差を出来るだけ抑えることとした。さらに、放流先である妙正寺川の整備状況や汚濁負荷量削減の観点から雨天時貯留池が設けられた。

2017（平成29）年度には、処理能力を増強するための整備工事が完了し、現在の処理能力は1日当たり、10万 m^3 （これまでは4.6万 m^3 ）となっている。

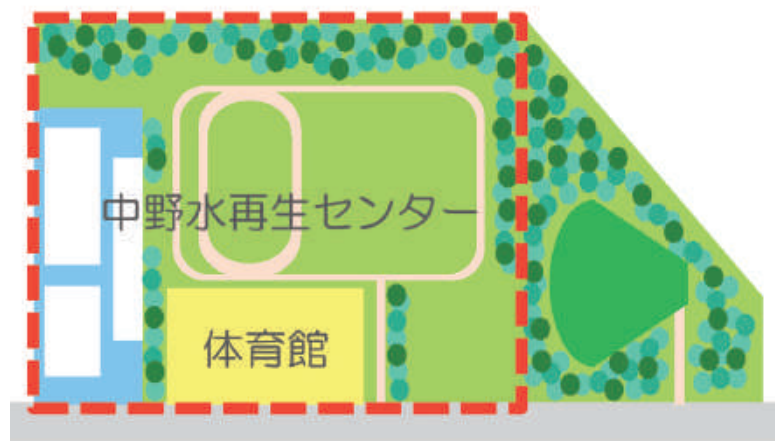
なお、水処理施設の上部空間の3.22haと周辺地域をあわせた5.5haは、中野区立の防災公園「平和の森公園」として、地域の方の憩いの場として利用されている。



復元された竪穴式住居（現在は撤去）



沈殿池



水再生センター上部は、平和の森公園の草地広場や体育館として活用されている。



平和の森公園・中野区立総合体育館

中野水再生センターの特色

周辺の歴史（遺跡発掘と中野刑務所跡地）

中野水再生センターの建設予定地では、「新井三丁目遺跡」が発見されたため、1984（昭和59）年から約3年を費やし遺跡発掘調査が行われた。

この遺跡調査により、多数の土器や竪穴式住居の集落跡などが発掘された。これらは、約1,700年前の弥生時代後期のものであると推定されている。

また、水再生センターの敷地は、1910（明治43）年に設置され、昭和の歴史を刻んだ思想犯や政治犯が収監されていた中野刑務所用地（旧豊多摩刑務所）として使用されていた。現在、その正門は文化財として、隣接する法務省研修所内に保存されている。



中野刑務所正門

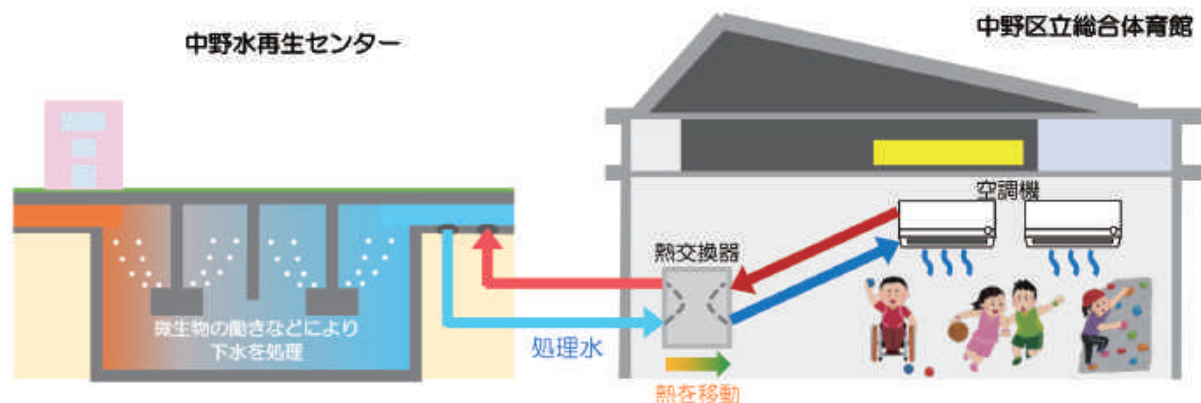
中野区立総合体育館（上部利用・下水熱利用）

中野区立総合体育館は、既存体育館の老朽化に伴い、新たに中野水再生センターの下水道施設上部を有効利用して建設された施設である。地下には中野水再生センターの機械室を合築するなどし、水再生センターの機能向上も図られている。

また、中野水再生センターから中野区立総合体育館へ下水処理水を供給し、中野区が体育館の冷暖房用の熱源として活用する下水熱利用事業を行っている。下水熱は、冷暖房の熱源として、後楽一丁目などにおける地域冷暖房や個別施設で利用されており、本事業は個別施設での熱利用として、都内2例目となる。下水熱の利用により、一般的な空調と比較して、CO₂排出量を約3割（年間約85t）削減している。



中野区立総合体育館
（愛称：キリンレモンスポーツセンター）



中野区立総合体育館における下水熱利用

浮間水再生センター

2001(平成13)年 運転開始



現在(2018年)の浮間水再生センター

浮間水再生センターについて

浮間水再生センターは、練馬・板橋・杉並区の大部分と中野・北・豊島・新宿区の一部を処理区とする新河岸処理区(10,474ha)から発生する下水を新河岸水再生センターと共同で処理し、新河岸川に放流している。

浮間水再生センターは、2001(平成13)年に北系水処理施設の運転を開始し、2012(平成24)年には汚水量の増大に対応するため、南系施設の一部を運転開始し、いずれも高度処理施設(A₂O法)で稼働している。また、処理した水の一部は、砂ろ過し、センター内で機械の洗浄・冷却やトイレ用水などに使用し、併せて下水処理水の熱をセンター内の空調に活用している。

浮間水再生センター水処理施設の上部は、北区及び板橋区によりサッカー場、野球場、テニスコート、芝生広場等が整備され、地域の触れ合いの場となっている。

基本情報				
敷地面積	134,225m ²			
処理能力	165,000m ³ /日			
水処理施設	沈砂池 第一沈殿池	14池 3池	反応槽 第二沈殿池	9槽 6池
雨水貯留池	21,000m ³			
雨天時貯留池	17,000m ³			
流入・放流水質	(単位:mg/L)			
	項目	流入水	放流水	条例による放流水の水質基準
	BOD	160	1	25以下
	COD	71	8	—
	全窒素	27.2	8.6	20以下
	全りん	2.8	0.1	1以下
(令和元年度24時間試験平均値)				

年 表	
年	主な出来事
1987（昭和62）年	新河岸東処理場（北系施設） 建設着工
2001（平成13）年	新河岸東処理場（北系施設） 一部運転開始
2001（平成13）年	新河岸東処理場（南系施設） 建設着工
2003（平成15）年	新河岸東右岸ポンプ室（流下貯留雨水ポンプ施設）完成 新河岸東公園（北系施設上部）開園
2004（平成16）年	新河岸東処理場から浮間水再生センターに名称変更
2012（平成24）年	浮間水再生センター（南系施設） 一部運転開始
2014（平成26）年	新河岸東公園（南系施設及び砂ろ過施設上部）開園

水処理の変遷と現状

浮間水再生センターは、1980年代に小台、新河岸の両処理場（現：みやぎ水再生センター、新河岸水再生センター）が増大する汚水量、雨水量の対応に苦慮していたことから、両処理場の能力不足分を補う目的で計画され、1981（昭和56）年に都市計画決定を行った。

1987（昭和62）年から工事着手し、2001（平成13）年に処理能力5万 m^3 /日の高度処理施設（ A_2O 法）が稼働を開始した。その後、処理施設の増設を行い、計画水量（処理能力）42万 m^3 /日に対し、現在16.5万 m^3 /日の水処理施設が稼働している。

また、同センターは、稼働当初より志村ポンプ所の遠制監視を行っており、2003（平成15）年には、板橋坂下ポンプ室が稼働したことから、こちらも遠制監視を開始した。

浮間水再生センターは汚泥処理施設がないため、発生した汚泥は新河岸水再生センターへ全量送泥している。



反応槽

浮間水再生センターの特色

太陽光発電

浮間水再生センターでは、地球温暖化対策として太陽光発電設備を導入し、同センターが使用する電力の一部を補っている。発電能力の合計は約550kW、年間発電量は一般家庭の約150世帯分に相当する。



太陽光発電

新河岸東公園

施設の一部空間を有効に利用し、北区や板橋区の公園やスポーツ施設として地域に開放している。公園内には、サッカー場、フットサルコート、野球場、テニスコートがある。



新河岸東公園

東京都下水道局キャラクター
「アースくん」



年表

年	(和暦)	内外の動きなど	下水処理等の変遷	新たな役割
1883	明治 16	・ コレラの流行(明治10年代) ・ 内務卿より「水道溝渠改良ノ儀」示達		
1884	明治 17	・ コレラ対策として神田下水の建設開始		
1900	明治 33	・ 旧下水道法制定		
1908	明治 41	・ 東京下水道の基本計画である東京市 下水設計の策定	・ 三河島汚水処分場にセプティックタ ンク処理及び雨天時下水の処理を計 画	
1913	大正 2	・ 東京市下水設計の計画変更 ・ 本格的に下水道管の敷設工事始まる	・ 三河島汚水処分場の処理方式をセプ ティックタンク処理から散水ろ床法 へ変更	
1921	大正 10	・ 東京市下水道条例の制定		
1922	大正 11		・ 三河島汚水処分場が稼働 。散水ろ床 法による水処理開始	
1923	大正 12	・ 東京市が自主的に下水試験法を定める		
1926	大正 15		・ 活性汚泥法の実験に着手	
1930	昭和 5		・ 砂町汚水処分場運転開始。パドル式 ばっ気方式による水処理。	
1931	昭和 6		・ 芝浦汚水処分場運転開始。シンプ レックス式ばっ気方式による水処 理。	
1934	昭和 9		・ 増大する下水量に対応するため、三 河島汚水処分場に活性汚泥法を導入	
1938	昭和 13	・ 水道協会が「放流水の水質標準 および下水汚泥試験法」を定める		
1951	昭和 26			・ 三河島処理場で処理水を再利用する ための実験に着手
1958	昭和 33	・ 浸水防除、生活環境の改善に向けて 下水道法の改正。水質基準を設定		
1959	昭和 34	・ 1964年東京オリンピックの開催決定		
1961	昭和 36	・ 水質悪化のため隅田川花火大会、 早慶レガッタ中止		
1962	昭和 37	・ 下水道局発足	・ 下水道による新河岸川浄化対策の実施 ・ 小台処理場運転開始	
1964	昭和 39	・ 1964年東京オリンピック・パラリン ピック開催	・ 2階層式沈殿池を持つ落合処理場が 運転開始	・ 初の上部利用として落合処理場上部 公園開設
1966	昭和 41		・ 浮間処理場運転開始	
1967	昭和 42		・ 汚泥減量化に向け初めての焼却炉が 小台処理場に完成 ・ 森ヶ崎処理場運転開始(水処理)	
1969	昭和 44	・ 東京都公害防止条例の制定		
1970	昭和 45	・ 公害国会、公害対策基本法、下水 道法の改正により、下水道の目 的に「公共用水域の水質保全」が 加わる		
1971	昭和 46	・ 下水道局流域下水道部設置		
1972	昭和 47		・ 芝浦処理場で曝気槽(現在の反応槽) の深層化に着手	

年	(和暦)	内外の動きなど	下水処理等の変遷	新たな役割
1973	昭和 48		・ 下水道三次処理調査委員会の設置 ・ 森ヶ崎処理場において急速砂ろ過法の実験に着手	
1974	昭和 49	・ 流域下水道本部発足		
1977	昭和 52		・ 小菅処理場運転開始(水処理)	
1978	昭和 53	・ 水質改善が進み隅田川花火大会、早慶レガッタ再開 ・ 水質汚濁防止法の改正により閉鎖性水域における水質総量規制を導入	・ 森ヶ崎処理場において接触脱りん法の実験に着手 ・ 汚泥混練処理に向けたミキシングプラントが稼働	
1979	昭和 54	・ 総量規制制度の導入		・ 下水汚泥処理調査委員会が埋立地延命化のため汚泥資源化の取組方針を提言
1980	昭和 55	・ 区部計画汚水量1,015万m ³ /日、全処理場に三次処理施設設置	・ 中野刑務所跡地に落合処理場の能力不足を補完する中野処理場の都市計画決定	・ 第二次オイルショックを受け、技術管理委員会に省資源・省エネルギー対策部会を設置、省エネルギー対策を推進 ・ 南多摩処理場で汚泥コンポスト化工場の運転開始
1981	昭和 56	・ 総量規制基準を全処理場に適用第5次下水道整備5箇年計画決定、公害防止計画と総量削減計画への対応が重点課題	・ 蔵前国技館跡地に三河島処理場の能力不足を補完する蔵前処理場の都市計画決定 ・ 小台処理区の西半分を新河岸処理区に編入、新河岸処理場の不足分の処理施設と新河岸処理区の三次処理施設として新河岸東処理場を都市計画決定 ・ 小台処理場の三次処理施設として小台浄化センターを都市計画決定 ・ 葛西処理場が運転開始し荒川以東の普及が進むとともに、区部10処理区すべてで水処理開始	
1982	昭和 57	・ 東京湾富栄養化対策指導指針の施行	・ 中川処理場が稼働し荒川以東の普及進む	
1983	昭和 58		・ 東尾久浄化センターを含む三河島処理区の計画変更 ・ 汚泥集約化に向け南部汚泥処理プラントが稼働	小台処理場で軽量細粒材施設が稼働
1984	昭和 59		・ 中川処理場運転開始	・ 新宿副都心水リサイクルモデル事業開始 ・ 多摩川上流処理場の処理水を利用して野火止用水に清流を復活
1986	昭和 61		・ 汚水量・雨水量増大に対応する新河岸東処理場の建設に着手	・ 多摩川上流処理場の処理水を利用して玉川上水に清流を復活
1987	昭和 62		・ 汚水量増大に対応する中野処理場の建設に着手 ・ 落合処理場において全量を対象とする急速砂ろ過施設が稼働	・ 落合処理場において下水熱を利用した冷暖房アーバンヒートシステム完成
1988	昭和 63			・ 小台処理場において消化ガス発電施設が稼働 ・ 多摩川上流処理場の処理水を利用して千川上水に清流を復活
1990	平成 2	・ 21世紀の下水道を考える懇談会報告	・ 三河島処理場に嫌気好気活性汚泥法(A0法)施設を初めて導入	・ 南部スラッジプラントで汚泥燃料化施設が稼働
1991	平成 3			・ 南部スラッジプラントでメトロレンガ施設が運転開始
1992	平成 4	・ 第二世代下水道マスタープランの策定		・ 南部スラッジプラントで汚泥熔融スラグ施設が稼働
1993	平成 5	・ 神田川にアユの遡上の報道		・ 北多摩一号処理場で焼却灰圧縮焼成レンガ製造施設運転開始 ・ 南多摩処理場で汚泥コンポスト化工場の事業休止

年	(和暦)	内外の動きなど	下水処理等の変遷	新たな役割
1994	平成 6	・ 区部下水道の普及概成100%		・ 落合処理場の処理水を利用して城南三河川(渋谷川・古川、目黒川、呑川)に清流を復活 ・ 後楽ポンプ所の未処理下水を熱源とし、後楽一丁目地区の地域冷暖房事業を開始
1995	平成 7		・ 中野処理場の運転開始 ・ 全量高度処理 (A ₂ O法 + 生物膜ろ過)を導入した有明処理場が運転開始	・ 再生水利用事業を有明地区、中野坂上地区で開始
1996	平成 8			・ 南部スラッジプラント軽量細粒材施設の運転開始
1997	平成 9		・ 東部スラッジプラントの運転開始	・ 有明処理場見学者説明室 (虹の下水道館)が開館 ・ 品川駅東口地区で再生水利用事業を開始 ・ 汚泥焼却灰の全量資源化を達成
1998	平成 10			・ 大崎地区で再生水利用事業を開始
1999	平成 11		・ 東尾久浄化センターの運転開始	
2000	平成 12			・ 汚泥焼却灰入り鉄筋コンクリート管等の採用を開始
2001	平成 13	・ 下水道構想2001の策定	・ 全量高度処理 (A ₂ O法)を導入した新河岸東処理場が運転開始	・ 葛西処理場にNaS電池を導入
2002	平成 14			・ 砂町水処理センターの処理水及び汚泥焼却廃熱を活用する新砂三丁目地区地域冷暖房事業を開始 ・ 汐留地区へ再生水の供給を開始 ・ 中川建設残土改良プラントを更新し、「土づくりの里」稼働 ・ 南部スラッジプラント汚泥溶融スラグ施設休止
2003	平成 15		・ 汚泥の全量焼却達成 ・ 環境局、港湾局と連携しお台場海浜公園で海域浄化実験を開始	・ 葛西水再生センターで粒度調整灰 (スーパーアッシュ) 製造施設の運転開始 ・ 南部スラッジプラント汚泥燃料化施設休止
2004	平成 16	・ 地域に愛され親しまれる処理場をめざし「水再生センター」に名称を変更 ・ 経営計画2004の策定 ・ アースプラン2004の策定		・ 森ヶ崎水再生センターで下水道事業として国内初のPFIによる常用発電事業を開始 ・ 南部スラッジプラントメトロレンガ施設休止
2005	平成 17		・ みやぎ水再生センター東系処理施設の運転開始	・ 森ヶ崎水再生センターで小水力発電を開始
2006	平成 18			・ 芝浦水再生センター下水熱利用事業開始
2007	平成 19	・ 経営計画2007の策定	・ 八王子水再生センターにステップ流入式嫌気無酸素好気法 (ステップA ₂ O法)施設を初めて導入	・ 永田町及び霞が関地区へ再生水の供給を開始 ・ 旧三河島污水処分場 ^{ポンプ} 筒場施設が重要文化財に指定 ・ 東部スラッジプラント汚泥炭化施設の運転開始
2008	平成 20	・ 下水道技術研究開発センターの完成		・ 東品川地区へ再生水の供給を開始
2009	平成 21			・ 南部スラッジプラント軽量細粒材施設休止
2010	平成 22	・ 経営計画2010の策定 ・ アースプラン2010の策定		・ 葛西水再生センターで太陽光発電設備が稼働 ・ 八潮地区へ再生水の供給を開始
2013	平成 25	・ 経営計画2013の策定		・ 虹の下水道館リニューアルオープン
2014	平成 26	・ スマートプラン2014策定		

年	(和暦)	内外の動きなど	下水処理等の変遷	新たな役割
2015	平成 27			・ 芝浦水再生センター上部ビル「品川シーズンテラス」オープン
2016	平成 28	・ 経営計画2016策定		
2017	平成 29	・ アースプラン2017策定	・ 芝浦水再生センターに嫌気・同時硝化脱窒処理法施設を初めて導入	
2020	令和 2			・ 中野区立総合体育館にて下水熱利用開始
2021	令和 3	・ 経営計画2021策定 ・ 東京2020オリンピック・パラリンピック開催	・ デジタル技術を活用した送風量制御技術を開発	



東京都下水道局キャラクター
「アースくん」

写真・資料提供者

江戸東京博物館
エヌジェーエス・コンサルタンツ 西堀 清六
株式会社三菱地所設計
東京都下水道サービス株式会社
中野区
三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社
森ビル株式会社
(50音順・敬称略)

ご協力いただきました皆様に深く感謝申し上げます。

令和4年3月発行

令和3年度
規格表第4類
登録第42号

東京都区部下水道・下水処理100年史

編集・発行 東京都下水道局計画調整部計画課
所在地 〒163-8001 東京都新宿区西新宿二丁目8番1号
電話 03-5320-6698
下水道局HP <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/>
印刷 株式会社パットンファイヴ

100 Years' History

東京都区部下水道・下水処理100年史

 東京都下水道局