

横浜市中部水再生センターの処理水質 60 年の歩み

横浜市 ○北島良一

1. はじめに

横浜市は 2022 年に近代下水道導入 150 年、下水処理開始 60 年の節目の年を迎えた。中部水再生センターは横浜市初の下水処理場として出発し、施設の増強や水質規制の強化を受けながら、処理水質の向上に努めてきた。今回の発表では、過去 60 年の横浜市下水道の発展と水質規制強化に対してどのような対策を取り、水質が改善されたか、中部水再生センターの処理水質の変遷を見ながら紹介し、今後を展望する。

2. 中部水再生センターの概要

中部水再生センターは、横浜市の中心部である中区の大部分と南区の一部を処理区域（中部処理区）としており、この区域には山下公園や中華街等の観光地を有する。流入する下水幹線は、第三ポンプ施設に入る新山下幹線（合流式）と第二ポンプ施設に入る小港幹線（分流式）があり、晴天時の流入下水量は前者が約 50,000 m³/日、後者が約 5,000m³/日である。ポンプ施設に入った下水は混合後、A系とB系に分配される。A系は最初沈殿池 6 池・反応タンク 4 池・最終沈殿池 4 池、B系は各々4池で構成される。各系の最終沈殿池から流出した高級処理水（以下処理水）は、接触タンクで塩素消毒した後、各放流口から東京湾に放流される。

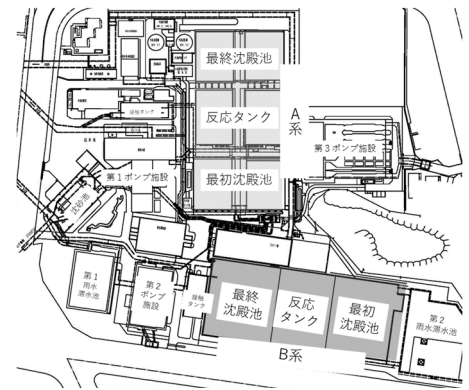


図-1 中部水再生センター平面図

3. 中部水再生センターの歴史

中部水再生センターは当初「本牧下水処理場」と呼ばれた。1959 年度から 3 か年の工期で 1961 年度末に竣工。1962 年 4 月に通水し、同年 7 月本格運転を開始した。供用開始時の下水処理施設は A 系の半分（A-1 系）のみで処理能力は 32,400m³/日。水洗化の普及に伴い 1967 年 11 月に A-2 系が運転を開始し、処理能力 64,800m³/日に増強された。施設としては負荷量増減に対応容易なステップエアレーション法を採用し、散気装置はスウィングディフューザーとサラン巻き散気筒を設置。最終沈殿池の汚泥引抜には、全国でも数少ない走行サイフォン式汚泥採泥機が導入され、現在も A 系で採用されている。

汚泥処理施設は当初 A 系に隣接しており「中部浄化場」と言われ、1962 年 8 月に運転を開始した。消化タンクは加温式単槽 2 段直列

（一槽容量 2,700m³）で 2 系列設置してあり、初期は汲み取りし尿と下水汚泥の混合汚泥を投入し、35℃前後で 30 日消化を行った。消化汚泥は処理水による洗浄工程を経て薬品注入され、脱水処理を行った後、埋立て処分を行った。しかし流入下水量の増加により下水汚泥の投入量が増え、し尿を受ける余裕がなくなったため 1972 年にし尿

表-1 中部水再生センターの歴史

年	主な出来事	※
1962 昭和37年	4/1 A-1系運転開始 処理能力 32,400m ³ /日	
1967 昭和42年	11月 A-2系運転開始 処理能力 64,800m ³ /日に増強	①
1970 昭和45年	水質汚濁防止法制定（全国一律排水規制の導入）・下水道法改正	
1972 昭和47年	4月 消化タンクへのし尿の直接投入停止	②
1978 昭和53年	水質汚濁防止法改正（汚濁負荷量による総量規制等の導入）	
1981 昭和56年	7/1より東京湾COD総量規制実施。UV計による放流水連続測定開始。	
1984 昭和59年	中部→南部の送泥管完成（錦・磯子線）中部の汚泥を一部南部にて処理	
1985 昭和60年	窒素、りんが規制項目に追加。雨水排水中の油性スラムが問題になる。	
1988 昭和63年	3月 B系施設増設 処理能力96,300m ³ /日。初の全面曝気導入。第一雨水滞水池の建設・稼働（8400m ³ ）	③
1989 平成元年	10月から磯子P経由で南部汚泥処理センターへの圧送開始。第二雨水滞水池の建設	
1990 平成2年	12/17から南セに全量送泥。	④
1991 平成3年	第二雨水滞水池供用開始（容量 29,720m ³ ）	
1993 平成5年	環境基本法の制定。海域における窒素・りんに係る環境基準の設定	
1997 平成9年	A系反応タンク設備更新（全面曝気）（～1999）	
2000 平成12年	第3P施設稼働。新山下場、千代崎第2幹線P施設廃止	
2005 平成17年	A系反応タンク疑似AO法開始（～2006）	⑤
2007 平成19年	B系反応タンク疑似AO法開始（～2008） 10月 山下ポンプ場 雨水滞水池設備稼働	⑤
2015 平成27年	B系反応タンク疑似AO法を導入（～2018）	
2017 平成29年	A系反応タンク散気装置等改良工事（メンブレン）（～2020）	

※図-②のグラフ中番号に対応

投入を停止した。その後 1984 年中部水再生センターから南部水再生センターへの送泥管が完成し、調整汚泥の一部を送泥し処理を行った。最終的に 1989 年 11 月に南部汚泥処理センター（現在の南部汚泥資源化センター）が竣工し汚泥集約処理が開始。1990 年 12 月に中部水再生センターの全量送泥を開始した。

1986 年 3 月には処理区域拡大により B 系が増設され、処理能力 96,300m³/日の全施設が完成した。B 系は全面曝気を導入し、反応タンクの風量制御は D0 一定制御を主に行われるようになった。さらに 1997 年度に A-2 系、1999 年度に A-1 系も全面曝気を導入した。2000 年 11 月、新山下幹線の供用開始に併せて、第三ポンプ施設が稼働開始した。2017～2020 年度には A 系反応タンクの散気装置を順次メンブレンに変更した。

4. 流入下水と処理水質の変遷

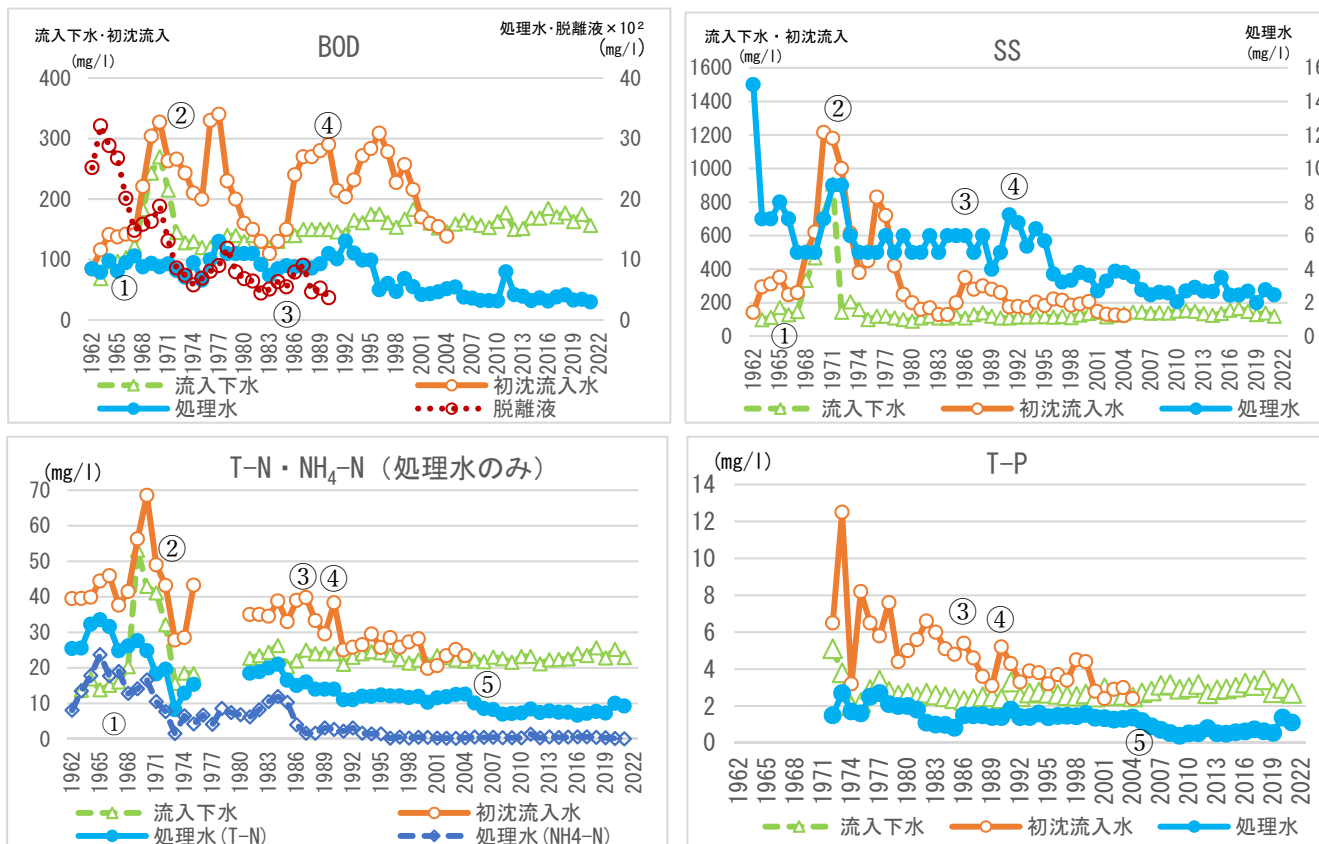
(1) 流入下水の水質

流入下水の濃度は緩やかに上昇傾向にある。その理由としては、開設当初から 1990 年頃までは、下水道普及率の上昇（1962 年：11%→1989 年：99.9%）により、それ以降については、処理区域内の人口の増加（1994 年：85,765 人→2020 年現在：113,720 人）により合流幹線の汚水の割合が増えたことや、節水が普及したこと、雨水滞水池の設置により初期汚濁を取り込めるようになったことが考えられる。

(2) 処理水質

1) A 系稼働時：1962～1986 年

汚泥処理施設は運転開始から 1990 年まで稼働し、消化タンクで発生した脱離液は最初沈殿池（以後初沈）前に流入していたため、処理水にも影響を与えた。運転初期は消化タンク内部に汚泥が堆積しやすく、堆積汚泥による有効容量の減少により脱離液の性状が悪化した（1962～1971 年までの 10 年間は TS:1.2～2.6%、BOD:1300～3200mg/L）。この影響で初沈流入水質は悪化の一途を辿り、10 年間で SS が 140 から 1200mg/L、BOD が 85 から 260mg/L（最大：1970 年 330mg/L）、T-N が 40 から 49mg/L（最大：



備考 1) 1968～1971 年の流入下水濃度が異常に高い理由は、採水場所を沈砂池に変更した際に濃縮タンクの越流水・汚泥洗浄排水等が混入した影響。1972 年に沈砂池前に人孔を設置し採水場所を変更。

2) T-N：1985 年まではケルダール窒素と NO₂-N と NO₃-N の総和、1986 年以降は紫外線吸光度法による値

図-2 流入下水と処理水質の変遷 (BOD・SS・T-N・NH₄-N・T-P)

1970年 69mg/L) に上昇した。また処理水はSSが1971年に9mg/Lに上昇、大腸菌群数が1970年に3,800mg/Lまで上昇した。対策として1972, 73年に消化タンク内を強制攪拌させることにより、堆積汚泥を破壊し脱水ケーキとして除去、また同年にし尿の直接投入も停止したため、初沈流入水の濃度は低下した。さらに1975～1979年に消化タンクの浚渫工事を行い浚渫後はさらに低下したが、処理水のBOD・T-Pがやや高くなった。

2) B系稼働後：1986～2004年

B系が1986年6月に稼働開始し処理能力が増えたことで、BOD-SS負荷は0.38から0.17に低下した。またB系に全面曝気を導入し、反応タンクの風量制御をDO一定制御で行うことで硝化も進み、1985年度から2年間で処理水のNH₄-Nは10から1.6mg/L、NO₃-Nは2.3から12mg/Lになった。

初沈流入水は、1990年の南部汚泥資源化センターへの全量送泥開始後、脱離液の影響がなくなったが、2000年までは余剰汚泥を初沈前に戻していたため、BODは高くなる影響があった。

1996年を境に処理水のNH₄-Nはほぼ0.5mg/L以下、NO₂-Nは0.2mg/L未満となり、BOD・COD・SSは大きく低下、透視度は100度近くまで上昇するようになった。従来の完全硝化を目指した硝化促進運転を心がけ、バルキング発生時に次亜塩素酸ナトリウムの返送汚泥への添加等の対処療法によりバルキングを解消することができたことも一因である。

3) 窒素・りん規制への対応：2005年以降

1993年に、閉鎖性海域における富栄養化対策として水質汚濁防止法が改正され、窒素・りんに係る排水基準が設定された。窒素・りん除去を進めるため、既存の反応タンク1池4槽のうち1槽目の曝気風量を抑制した疑似AO法をA系は2005～2006年、B系は2007～2008年に導入。この頃からT-Nは10mg/L、T-Pは1mg/Lを下回るようになった。2015～2018年にはさらなる窒素除去を図るため、B系で反応タンクの3槽目も疑似嫌気にした疑似AOAO法を導入し現在に至っている。

5. 油性スカム対策

処理区域内には観光地として多くの繁華街を抱えているため、大雨時には油性スカムを含んだ雨水排水が放流される恐れがある。このため、放流水質改善の対策として以下の対応をとった。中華街管渠清掃開始・放流口オイルフェンス設置(1985年度)、第一雨水滞水池(8,400m³)供用開始(1986年度)、第二雨水滞水池(29,720m³)供用開始(1991年度)、山下橋伏せ越浚渫(1993・1995・1999年度)、放流先海域の油性スカム24時間体制の除去作業契約(2002年度)、山下ポンプ場雨水滞水池(5,500m³)稼働開始(2007年度)。その他、雨水滞水池からの返送水中の油性スカムは、初沈のスカムスキマで取り効果的に分離できるスカム分離機で捕捉している。

6. 将来の中部水再生センター

中部水再生センターの処理方式は標準活性汚泥法ではあるが、散気装置に膜を使用し、疑似AO法・疑似AOAO法を導入することで比較的良好な水処理がされている。しかし施設の老朽化が目立つようになり、施設の再構築を図る必要に迫られている。敷地がないため、現在の計画ではB系でまず担体投入型活性汚泥法を導入して能力増強を図った後、A系の再構築を行う予定である。いずれにせよ長期の年月を要するため、再構築までの間、現有施設をどのように長寿命化し水質を維持するかも課題となっている。さらに油性スカムの問題では過去に様々な対策を行ってきたが、現在高速ろ過設備を導入するための工事を行っている。また新しい課題として、今後脱炭素の取り組みも必要になってくる。更新は約50年で必ず巡ってくるのでこれを見据えた設計が必要であり、今後の規制強化に対応できる余裕も必要と考える。

参考文献：横浜下水道史 横浜市下水道局 平成5年3月発行

問合せ先：横浜市環境創造局下水道施設部下水道水質課 北島良一 TEL 045-621-4343

住所：〒231-0803 横浜市中区本牧十二天1-1 E-mail yo00-kitajima@city.yokohama.jp