

横浜市合流改善事業事後評価における 雨天時の水質調査手法及び評価方法について

横浜市 ○小橋 江里

1. はじめに

本市では、市内全 9 処理区約 40,000ha のうち 7 処理区（北部、神奈川、中部、南部、港北、金沢及び栄処理区）の約 10,862ha で合流式下水道を採用しており、下水道事業計画区域の約 3 割を占めている。

合流式下水道は、汚水及び雨水の対策を同時に進められるメリットがある一方、雨水で希釈された汚水の一部が直接公共用水域に排出されるため、水質の汚濁及び悪臭の発生等による公衆衛生上の課題となっている。本市では、これらの課題に対して、合流式下水道の改善事業（以下、「合流改善」とする。）として雨水吐における堰の改良やスクリーンの設置、雨水滞水池の整備、ポンプ井のドライ化等の対策を進めている。特に雨水滞水池は昭和 51 年から取り組んでおり、全国に先駆けて保土ヶ谷ポンプ場雨水滞水池の建設に着手した。

令和 4 年度からは、事後評価としてこの取組の効果を確認するためのモニタリング調査を順次行っている。モニタリング調査では、雨水吐室、水処理施設（水再生センター）、雨水滞水池、ポンプ場の実施設を対象に雨天時の水質調査を行っており、今後は水質分析の結果や降雨データを用いて対策の効果を確認する。本稿では、雨天時の水質調査の手法やそこから得られた知見及び評価の方法について報告する。

2. 横浜市合流式下水道緊急改善事業の概要

平成 15 年度に下水道法施行令が改正され、令和 5 年度までに合流式下水道に係る改善対策を完了させることが義務付けられた。これを受け、本市は平成 16 年度から令和 5 年度にかけて第 1 期から第 4 期までの横浜市合流式下水道緊急改善計画を策定している。計画目標を表 1 に示す。

令和 3 年度時点において、汚濁負荷量の削減については全ての処理区において既に目標達成済みであり、他 2 つの目標についても令和 5 年度末までに目標達成見込みである。

表 1 本市計画目標

項目	目標内容
① 汚濁負荷量の削減	年間 BOD 放流負荷量を分流式下水道と同程度まで低減する。
② 公衆衛生上の安全確保	全ての吐き口に対して放流回数を半減させる。
③ きょう雑物の削減	全ての吐き口に対してきょう雑物流出の極力防止に努める。

3. 雨天時における水質調査

本市の事後評価は 7 処理区を対象としていることから、複数年に分けて調査を実施することとし、表 2 に示すとおり、令和 4 年度は 2 処理区において調査を実施した。

(1) 調査回数と調査の実施日

下水道法施行令に基づく雨天時モニタリング方法に従い、総降雨量 10 mm 以上 30 mm 以下の降雨時に流量・水質のモニタリング調査を行う。降雨は自然現象であり、年間を通して対象となり得る雨が降る確率は低いことが想定されたことから、土日を含む 24 時間体制で調査を行い、年間の調査回数は 2 回とした。

表 2 採水施設

処理区	採水施設	調査日	
		1回目	2回目
金沢	雨水吐室	10月7日	11月23日
	金沢水再生センター		
	金沢ポンプ場 (雨水滞水池)		
栄	栄第二水再生センター		

また、評価を処理区単位で行うため、各処理区における全採水施設の調査を同日に実施した。

(2) 調査場所

1) 雨水吐室

本市における対象の雨水吐室は 146 箇所あり、全ての雨水吐室で同日に採水調査を行うことは困難であるため、各処理区において代表となる雨水吐室を 1 箇所選定した。代表とする雨水吐室の選定基準を表-3 に示す。

表-3 代表とする雨水吐室の選定基準

一次選定	合流改善における雨水吐室の対策が完了している
	遮集倍率が3Q以上
	流域面積が10ha以上
二次選定	流域面積や遮集倍率が各処理区内において平均的であるもの
三時選定	安全かつ確実に現場での採水作業ができるもの

2) 水再生センター

水再生センターにおいて雨天時に流入する下水は、図-1 のように時系列ごとの流入量に応じて①高級処理、②貯留、③簡易処理、④直接放流の各処理方式に配分されるため、汚濁負荷量を評価するためには、流入から放流までの処理工程ごとに水質調査を行う必要がある。そのため、流入水を最初沈殿池流入部(a)、簡易処理水を最初沈殿池流出部(b)、高級処理水を最終沈殿池流出部(c)において調査を行うこととした。各採水場所については、自動採水器の設置が可能な場所であり、かつ安全に作業ができる場所を選定した。雨水滞水池においては、池の深さが非常に深く自動採水器での採水は吸引能力が足りず不可能と判断した。そのため、雨水滞水池への流入水は、最初沈殿池への流入水質と同等のものと考えられるため、最初沈殿池流入部(a)において行った。なお、採水のタイミングは、雨水滞水池に流入が始まるタイミングを制御室で確認した。

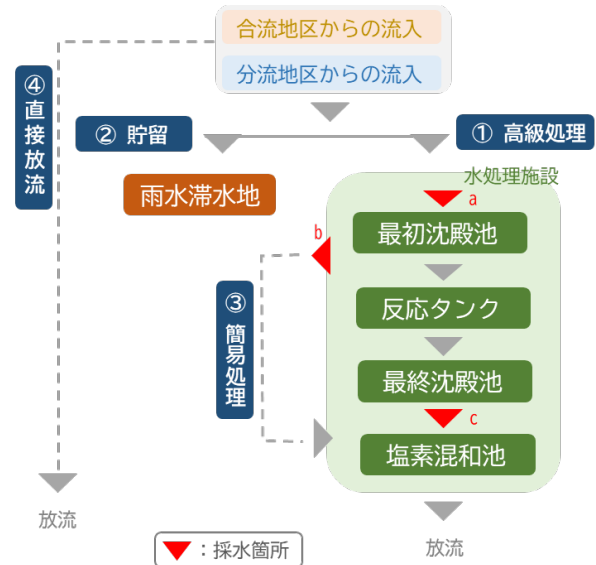


図-1 水再生センター処理フロー

3) ポンプ場

ポンプ場に設置された雨水滞水池についても水再生センターと同様に自動採水器での採水は不可能と判断したが、他の採水地点において代替ができないため、転落防止対策を講じたうえで手酌での採水とした。なお、採水のタイミングについては、水再生センターと同様にポンプ場内の制御室で確認した。

(4) 晴天時の水質調査について

今回調査を行う水再生センターは、分流地区と合流地区の汚水を同じ処理工程で処理している。合流式下水道の改善効果を適切に評価するためには、合流地区と分流地区とを切り離して検討する必要がある。そのため、晴天時における 24 時間の水質調査を実施し、分流地区と合流地区の流域面積比率により分流地区のみの汚水量を算出し、晴天時における水質から分流地区の汚濁負荷量を算出する。合流地区から分流地区の汚水量及び汚濁負荷量を差し引くことで適切に合流式下水道の改善効果の検討が可能と考えた。

(3) 調査体制および調査実施内容

各施設の調査体制は表-4 のとおり、各調査箇所において 2 人体制とした。

表-4 調査体制

待機場所		配置人数
水再生センター	総括	1
	最初沈殿池流入部	2
	最初沈殿池流出部	2
	最終沈殿池流出部	2
雨水吐き室	遮集管	2
	放流管	2
金沢ポンプ場	雨水滞水池流入部	2

調査実施内容は表-5のとおりである。簡易処理の放流や雨水滞水池へ流入するタイミングは制御室にて確認し、各待機場所への連絡を行うこととした。雨水吐室における採水開始のタイミングは、合流改善対策前の遮集量 2.2Q に達した時点としている。本調査における雨水吐室は自動採水器をこの水位で起動するように設定した。

表-5 雨天時水質調査における実施内容

施設名	採水地点	採水項目	採水判断	採水方法		採水間隔				調査日	
			開始時期	手汲み	自動採水	採水開始 ~1h	~1.5h	~降雨終了	降雨終了~	1回目	2回目
金沢 水再生 センター	最初沈殿池流入部	流入水	降雨開始	2検体	2検体目~	5分	10分	30分	1時間	10月7日	11月23日
		雨水滞水池流入水	流入開始	-	全て	5分	10分	30分	1時間		
	最終沈殿池流出部	簡易処理水	簡易処理 放流開始	-	全て	30分	30分	30分	1時間		
		高級処理水	降雨開始	-	全て	30分	30分	30分	1時間		
金沢 ポンプ場	雨水滞水池流入	雨水滞水池流入水	流入開始	全て		5分	10分	30分	1時間		
	雨水吐室		降雨開始 2.2Q水深		全て	5分	10分	30分	1時間		

4. 評価について

次年度以降、水質調査を実施した処理区を対象に、合流改善計画の対策効果を確認する。水再生センターにおける対策の評価については、水質調査結果の平均水質から雨水滞水池の貯留水を含めた高級処理、及び簡易処理の雨天時除去率を設定し、水質調査時の運転実績や算定に基づき高級処理水量、簡易処理水量、雨水滞水池流入水量、未処理放流量を設定する。以上の設定を踏まえ、図-2のとおり対策前後における放流負荷量の削減効果に対する評価を行う。雨水吐室及びポンプ場では、図-3のとおり対策前後の遮集量を設定し、合流改善の対策前後における放流負荷量を推定して、その効果の度合いを算定する。続いて、今回の水質調査における削減効果と本市の合流改善計画の対象降雨のうち今回の調査と類似している降雨における削減効果を比較する。

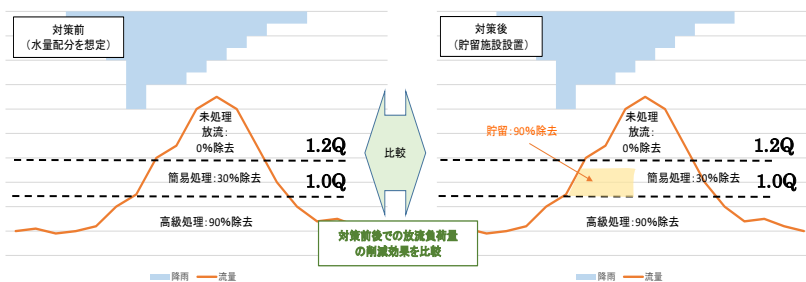


図-2 処理場における対策前後の放流負荷量の評価

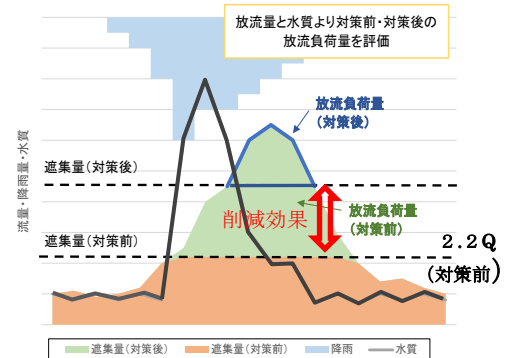


図-3 対策前後の評価

5. おわりに

金沢及び栄処理区を対象に雨天時におけるモニタリング調査を行い、調査の手法や今後の事後評価の方法について検討した。年間を通して対象降雨の回数が非常に少ないため、調査は24時間体制で行う必要があることや、水再生センターの処理工程によっては、晴天時における調査が必要であることがわかった。また、今回は降雨が長引いていたため、水質が目標とする分流式下水道と同程度まで下がっていると判断した時点で調査を終了としている。降雨が長引く場合、継続して調査を行うと汚水の影響を受け、合流改善による影響の判断が難しくなるため、どの時点で調査を終了とするのか事前に決めておく必要がある。次年度以降はこれらの課題を他の処理区の水質調査に活かしつつ、今年度の結果を用いて評価を行い、合流改善における対策施設の効果を確認する。