

3. これまでの取り組み

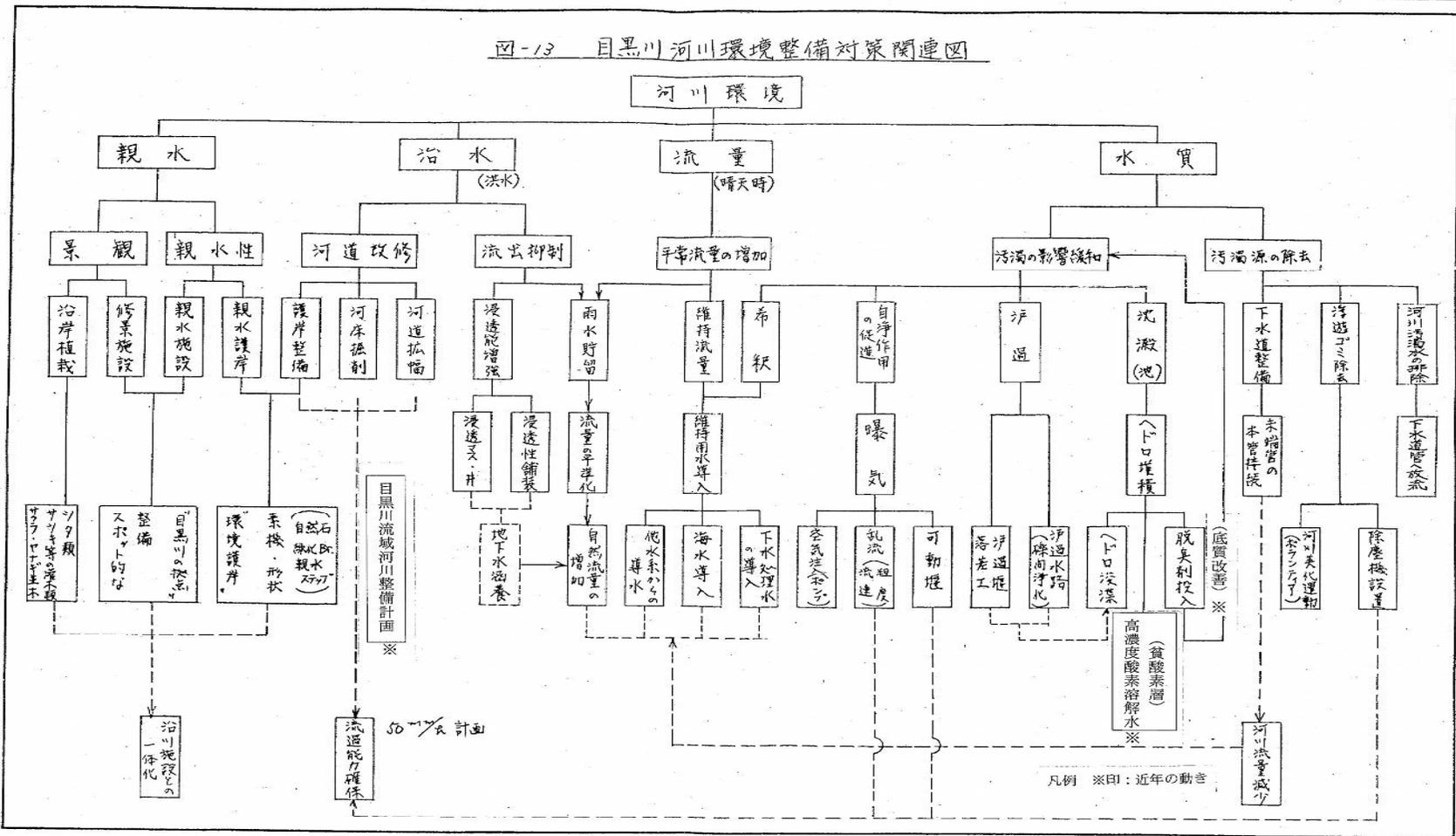
3.1 従来計画

昭和57年に建設省、東京都、品川区、目黒区、世田谷区、学識経験者等でとりまとめ、三区で策定した「目黒川総合環境整備計画」にて親水、治水（洪水）、流量（平常時）及び水質の4つの要素についての環境整備対策を図9のように示している。

将来目標として、「目黒川の当面する課題は、水質の浄化、維持流量の確保、景観の改善、親水性回復等により、目黒川を日常生活の中で人々の潤いを与え安らぎをもたらす、沿川住民はもとより広く都民に親しまれる存在として再生することである。」としている。なお、この計画では具体的な目標値等については設定されていない。

これらのうち、親水については「ふるさとの川モデル河川」の指定や、治水については東京都が中心となって対策を進めてきている。流量（平常時）については「城南河川清流復活事業」により整備が進んだところである。しかし、水質については、平成7年からの落合水再生センターからの高度処理水の送水等により一定の改善はされているものの、悪臭や白濁化等について区民から多くの要望を受けている状況にある。

図-13 目黒川河川環境整備対策関連図



13

※目黒川総合環境整備計画 (昭和57年) に一部加筆

図 9 目黒川総合環境整備計画の関連図

3.2 従来の水質浄化対策

目黒川でこれまでに実施・検討した水質浄化対策を表 3 に示す。

表 3 目黒川におけるこれまでに実施・検討されてきた水質浄化対策

| 水質浄化対策 | | 実施期間 | 概要 |
|-----------|---------------|--------------------------|--|
| 河川内 対策 | 既存対策 (継続中) | 再生水導水 | 平成 7 年度～ 下水再生水を導水し、臭気の原因となる底層水の水面への露出を抑制する。 |
| | | 河床整正・浚渫 (フーチング清掃) | 定期的に 実施 河床に堆積したヘドロ化した有機汚濁物を除去し、堆積しにくいように河床を整正することで、臭気を防ぐ。また、流動を促進し、底層の嫌気化による硫化物の発生を防ぐ。 |
| | 対策実験 (実施済) | 高濃度酸素溶解水 (目黒区・品川区で実験) | 平成 21 年度 ～ 平成 23 年度 河川の底層に高濃度酸素溶解水を供給し、嫌気状態を解消することで、悪臭の原因となる硫化物の発生を防ぐ。 |
| | | 底質改善材 (目黒区で実験) | 平成 28 年度 ～ 平成 30 年度 底質に改善材を散布することで、底層の状態を良好にし、硫化物の発生を防ぐ。 |
| | | 海水導水 (品川区で検討) | 平成 19 年度 海水を放流することによって停滞水域における水交換を促進し、臭気を改善する効果が期待される。 |
| 流域対策 | 雨水浸透 | | 継続的に 拡充中 透水性舗装、浸透柵等の整備により、雨水の下水道流入を抑制し、下水の越流頻度を減らす。 |
| | 下水道 対策 | 初期越流水の 貯留施設の整備 | 継続的に 拡充中 降雨初期の特に汚れた越流水を貯留し、河川へ流出する汚濁負荷量を削減する。 |
| | | 部分分流化 | 継続的に 拡充中 下水道を部分的に分流化し、河川へ流出する越流水の量を抑制する。 |
| | | 吐口からの 流出抑制 | 平成 22 年度 完了 水面制御装置を設置し、吐口からのごみなどの流出を抑制する。 |

3.2.1 河川内対策

(1) 再生水導水

東京都では「城南三河川清流復活事業」として、平成 7 年度より落合水再生センターで処理した再生水を目黒川へ放流している。これらの都市河川は常時水量に乏しく、水量を補うために供給されており、目黒川には、1 日あたり約 3 万 m³の水が送水されている。



再生水送水前の目黒川(上)と、清流が復活した現在の目黒川(右)

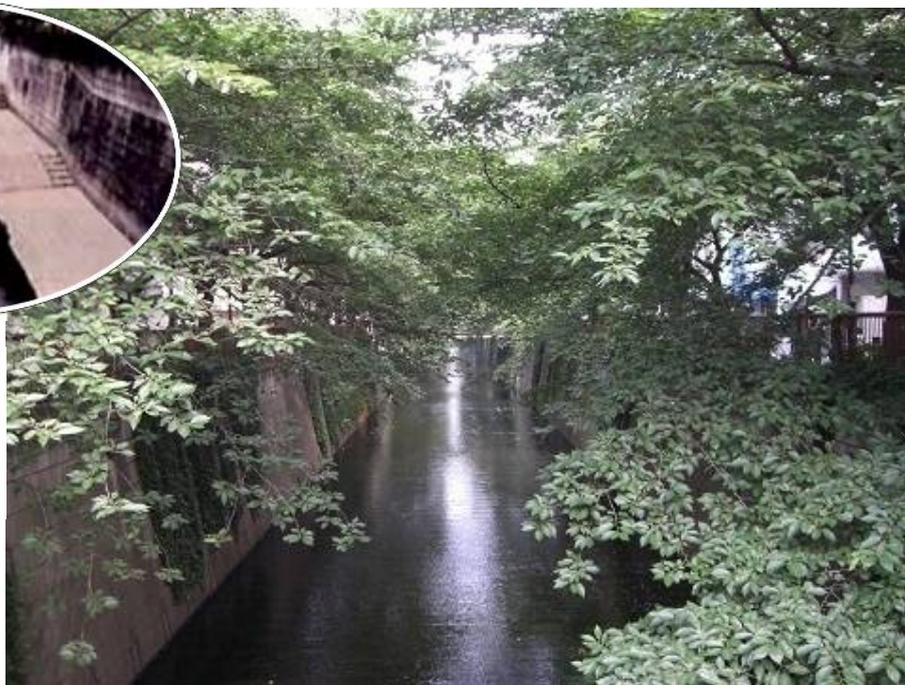


写真 4 導水前後の目黒川の状況

(2) 河床整正・浚渫

目黒区では、田楽橋～目黒新橋間では、毎年、ヘドロ化した有機汚濁物が堆積しにくいように河床を整正している。また、目黒新橋～太鼓橋付近において、毎年河床浚渫を行っている。さらに、平成29年度以降、干潮時に水面上に露出するフーチング等の洗浄も行っている。

太鼓橋下流については、東京都により、定期的に太鼓橋から市場橋の水深の大きい区間（およそ600m区間）で河床浚渫が行われている。最近では平成30年3月に実施された。

また、品川区では、両岸フーチング部について、毎年およそ200m区間の浚渫を順次実施している。

これらの対策により、堆積した有機汚濁物による悪臭の発生を抑制するとともに、流動を促進し、底層の嫌気化による硫化物の発生を防ぐ効果が期待される。



写真 5 河床整正の様子

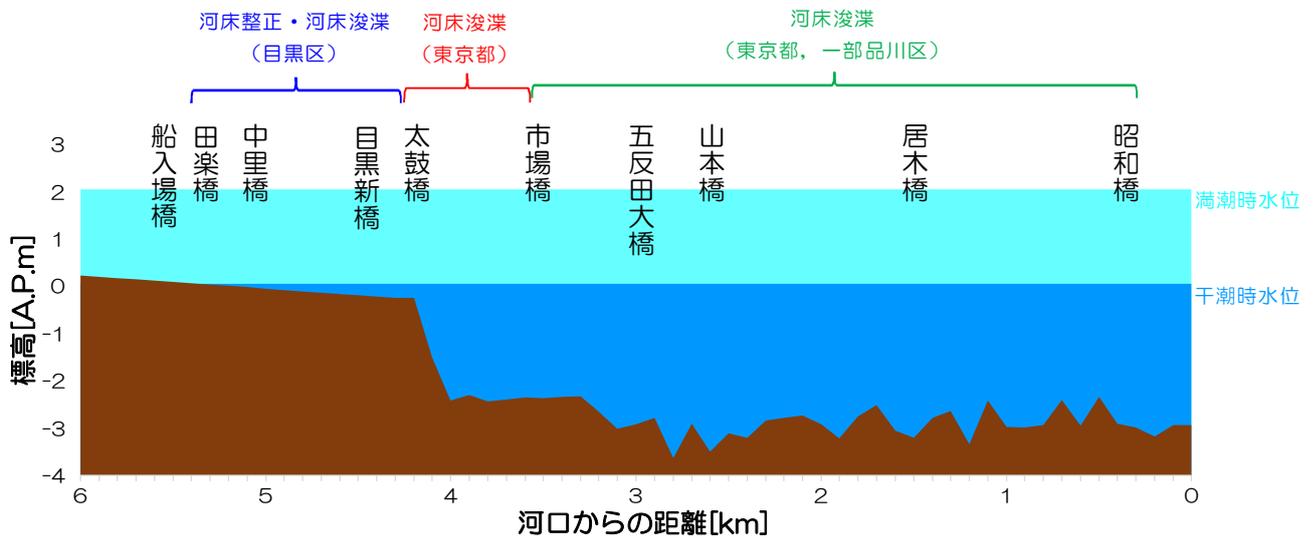


図 10 河床整正・浚渫の実施範囲

(3) 高濃度酸素溶解水の供給（実験）

河川に吐出口を設置し、河川の底層へ酸素を供給することにより水質改善を図る手法である。

1) 水質浄化の仕組み

高濃度酸素溶解水供給施設の概念図を図 11 に示す。まず吸込口から底層の塩水を引き込み、気体溶解設備によって高濃度酸素溶解水を作る。そして、吐出口から元の塩水層へ緩やかに水を戻すことで、貧酸素化した底層に効率良く酸素を供給する。底層の嫌気状態を解消することによって、硫化水素の発生を抑制し、臭気を改善する効果が期待される。

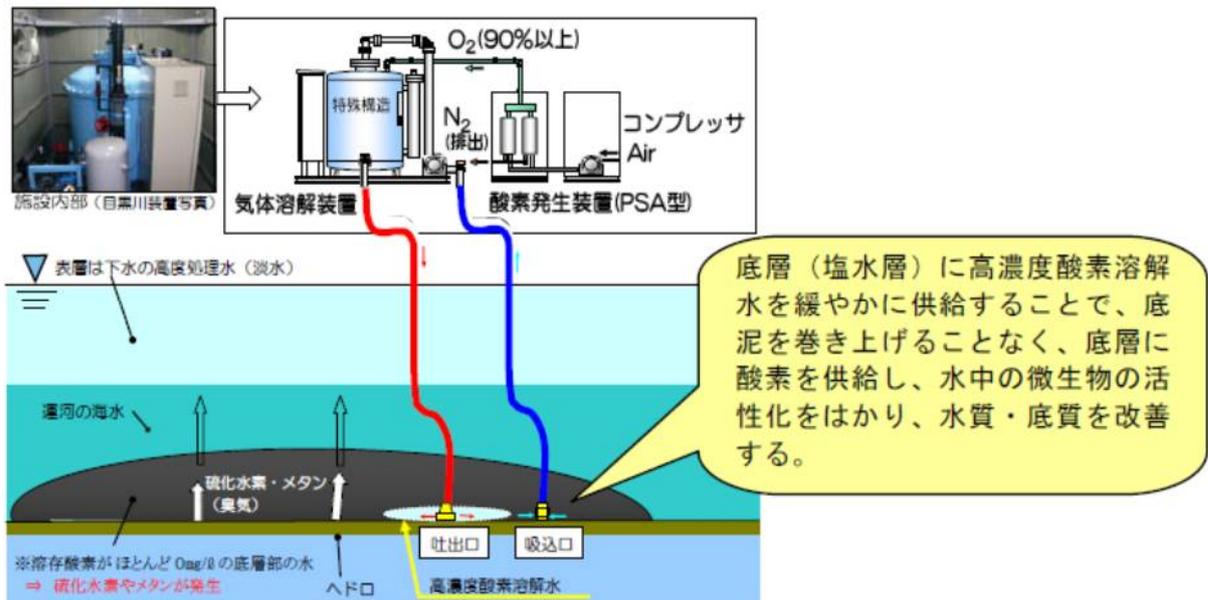


図 11 高濃度酸素溶解水供給施設の仕組み

2) 他の水域での実績

高濃度酸素溶解水供給施設は、10 数年前からダムや沿岸域に設置され、多くのケースで環境改善が認められている。

東京都区部の都市河川では、平成 21 年から平成 23 年にかけて目黒川で高濃度酸素溶解水供給施設の稼働実験を行った。また、立会川（品川区）では高濃度酸素溶解水供給施設が平成 20 年度より本格稼働中であるほか、呑川（大田区）においても現在設置工事が進められている。

3) 過年度の実績

目黒川では平成 21 年から平成 23 年にかけて、現地における高濃度酸素溶解水供給施設の稼働実験を実施した。実施箇所及び実施期間を図 12 に示す。

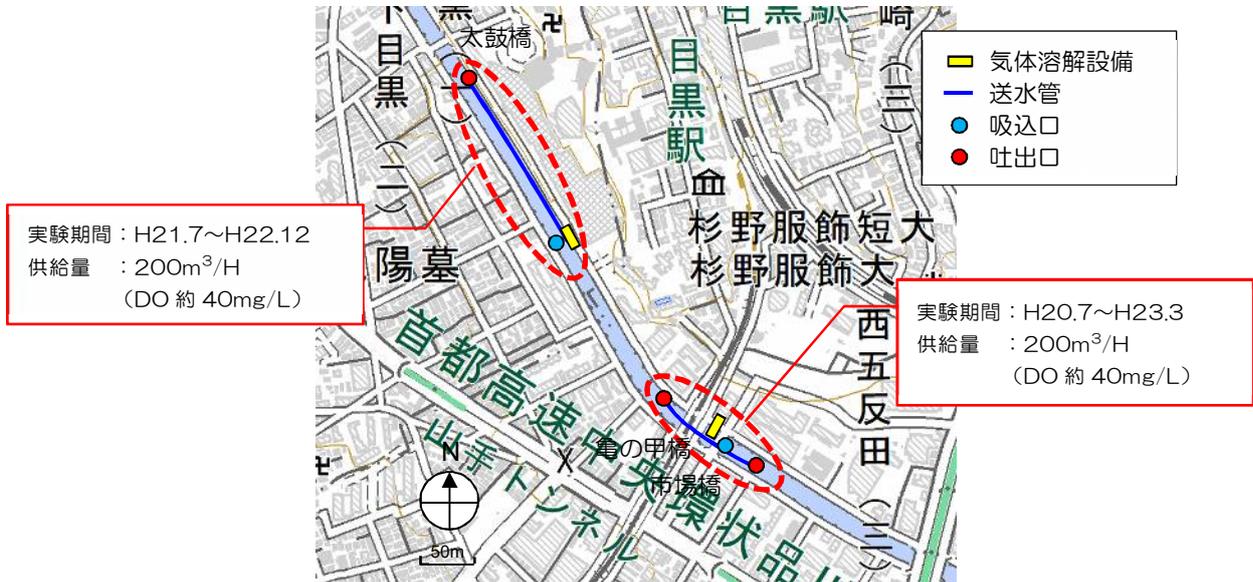


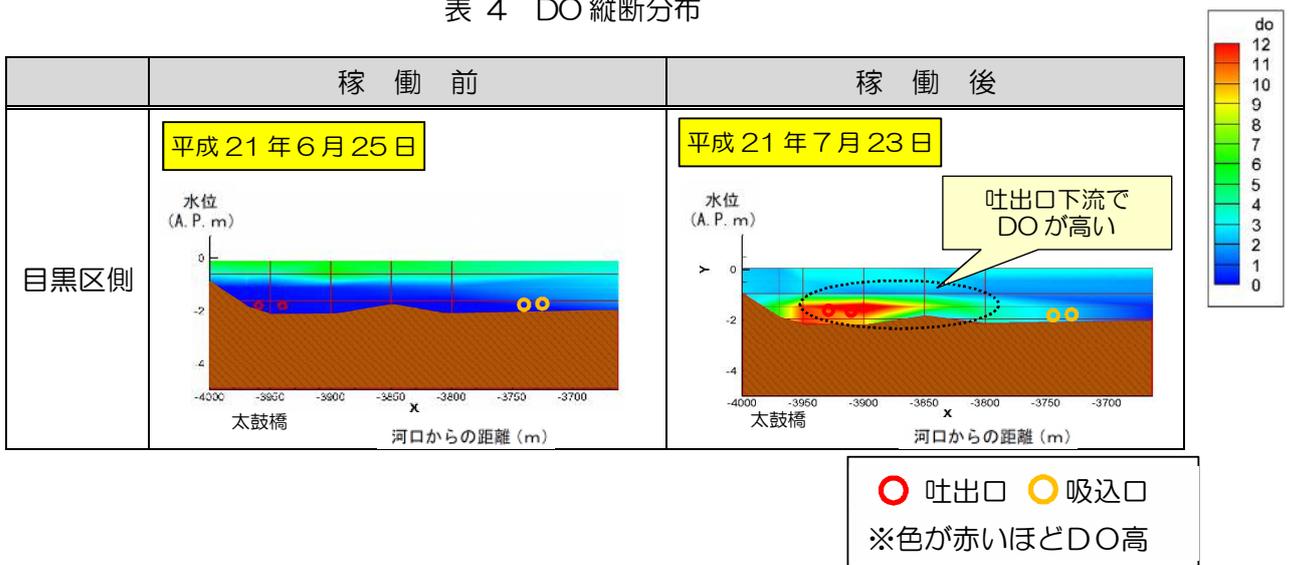
図 12 実験箇所及び実施期間（高濃度酸素溶解水）

目黒区の実験における施設稼働前後の DO 縦断分布を表 4 に示す。結果より、施設を稼働した後、主に吐出口下流で DO が回復していることが確認された。

このことから、底層で酸素が乏しい状態を解消し、臭気の原因となる硫化物の発生を抑制する効果が期待される。

平成 30 年度目黒川水質浄化対策評価委員会においても、悪臭の発生抑制に最も効果が期待できる対策であることが確認されている。

表 4 DO 縦断分布



出典)「平成 23 年度 目黒川水質改善対策検討委託 報告書」(平成 23 年 12 月、株式会社建設技術研究所)

(4) 底質改善材の散布（実験）

平成 28 年・平成 29 年に、目黒区にて底質改善材散布の水槽実験を実施し、その結果を踏まえて平成 30 年 7 月に現場実験を実施した。下記に現場実験の概要を示す。

1) 水質浄化の仕組み

底質改善材（水酸化マグネシウム及び酸化マグネシウム）を水面から散布し、底泥の pH を弱アルカリ性に保つことにより、硫酸塩還元菌等の嫌気性バクテリアの活動を抑えるというものである。その働きによって、硫化水素を抑制し臭気を改善する効果が期待される。

2) 現場実験

現場実験の概要を表 5 に、現場実験の様子を写真 6 に示す。

表 5 底質改善材散布実験の概要

| | |
|--------|---|
| 実施日 | 平成 30 年 7 月 26 日 |
| 実施箇所 | 田道橋～ふれあい橋間（約 100m） |
| 散布量※ | 顆粒タイプ 600kg 微粒タイプ 600kg （合計：1,200kg） |
| 評価方法 | 散布前後の水質の比較 |
| 水質改善目標 | pH8 以上 |

※ 散布量は、業者へのヒアリング、過去の実験結果、他河川（呑川・石神井川）での実績に基づき設定した。



写真 6 底質改善材（左）と散布の様子（右）

散布後、翌日には水質改善効果（pH の上昇）が見られたものの、水質改善目標（pH8）までは上昇しなかった。また散布から 2 週間後に悪臭の発生が確認された。

現場実験の結果、本実験での散布量や散布頻度ではあまり水質浄化効果は確認されず、散布量や散布頻度を増加させることで悪臭を抑制できる可能性はあるが、コストや散布方法の面で課題がある。

(5) 海水導水（検討）

平成 19 年度、品川区において、目黒川に海水を導水する水質浄化対策の検討が行われた。当時の検討では、図 13 に示すとおり、天王洲アイランド第 9 公園に取水施設を設置し、西五反田 3 丁目の公開空地に放流施設を設置するという内容が候補として挙がっていた。運用については、冬季を除く年間 270 日間の稼働（24 時間）、最大 3m³/s の放流が計画されていた。

海水を放流することによって停滞水域における水交換を促進し、臭気を改善する効果が期待される。



図 13 H19 検討における取水・導水施設の配置計画（海水導水）

水質予測シミュレーションにより海水導水の効果を検証した結果を図 14 に示す。計算期間は平成 19 年 8 月 13 日から 1 ヶ月間である。導水（0.5～3m³/s）を行った場合、導水なしと比較すると表層の硫化物が最大で 0.8mg/L ほど減少しており、悪臭の抑制効果が認められる。なお、当時の検討では、目黒川感潮区間全体の底層の嫌気化を改善し、硫化水素の発生を抑制することで悪臭及び白濁化の発生を防止するという高い目標※が掲げられていた。

※本検討では、船入場～市場橋の水質改善を目標としているため、対策規模は小さくなる。

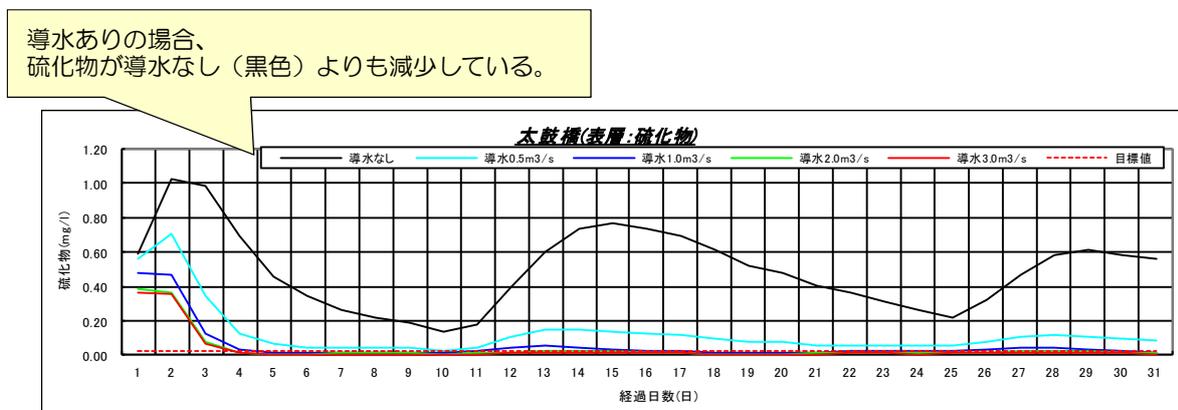


図 14 シミュレーション結果（海水導水）

出典)「平成 19 年度目黒川水質改善対策検討委託 報告書」(平成 20 年 3 月、品川区、株式会社建設技術研究所)

3.2.2 流域対策

(1) 雨水浸透設備の拡充

総合治水対策の一環として、透水性舗装、雨水浸透柵等の整備を進めることにより、洪水対策への効果が期待できる。加えて、下水道への雨水流入を抑制することで、初期越流水の流出を抑制することが期待される。

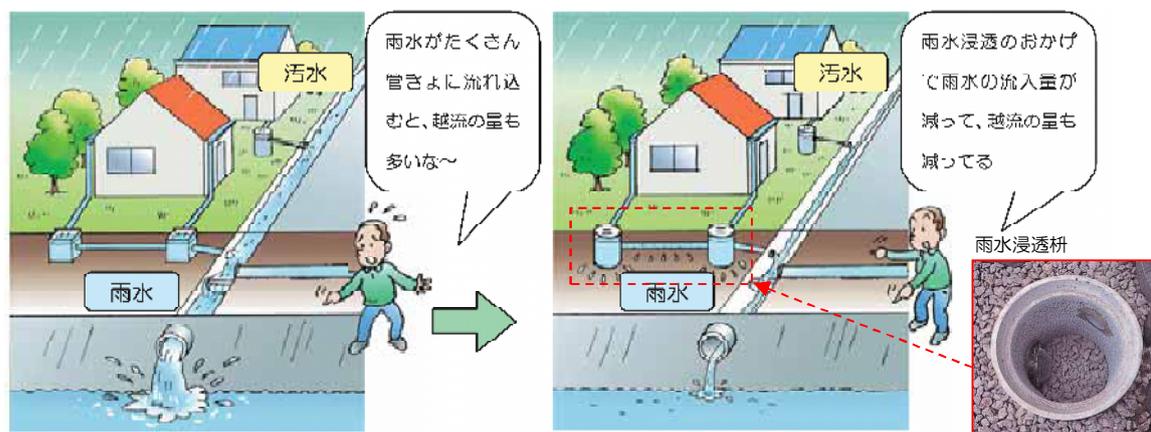


図 15 雨水浸透設備のイメージ

出典) 東京都下水道局ホームページ (<http://www.gesui.metro.tokyo.jp/>)

(2) 合流式下水道の改善対策

合流式下水道の改善対策として、降雨時に下水道から河川に流出する越流水のうち、特に汚れた初期の越流水を一時的に貯留する施設を整備する。貯留した初期越流水は降雨後に、ポンプによりくみ上げて水再生センターに送水して処理する。

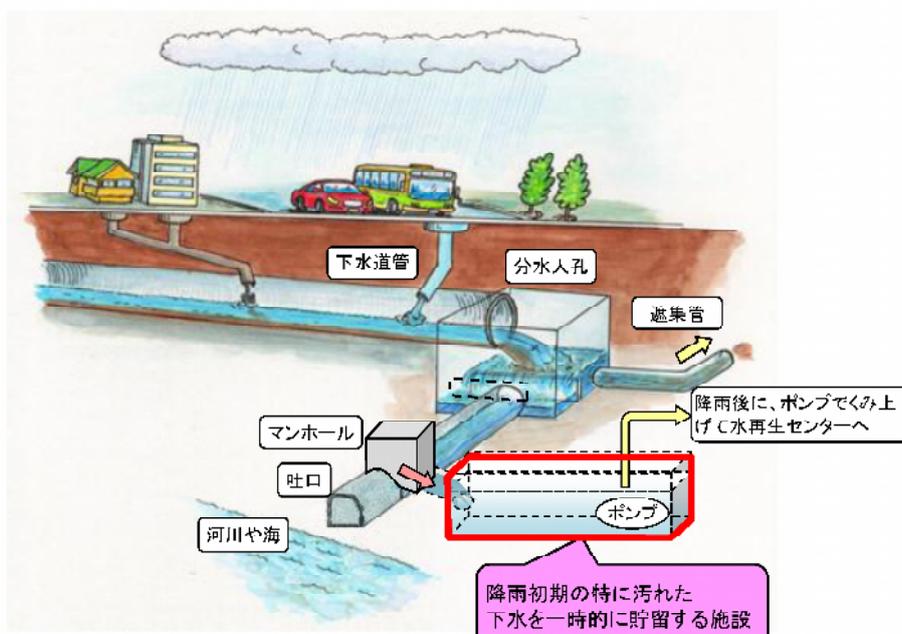


図 16 初期越流水の貯留施設

出典) 東京都下水道局資料

目黒川流域では、表 6、図 17 に示すように、上目黒幹線、北品川5丁目再構築地区及び池尻・新駒沢幹線の整備がすでに完了している。ただし、これらのうち最大の流域面積・貯留量をもつ池尻・新駒沢幹線はこれまで浸水対策に活用しているが、目黒川の河道対策の進捗を踏まえ、初期越流水貯留施設として、令和 2 年度より段階的に運用を開始する。

表 6 初期越流水貯留施設の整備状況

| | 流域面積 | 貯留量 | 備考 |
|-------------|-----------|-----------------------|--|
| 上目黒幹線 | 約 84ha | 9,400m ³ | 平成 22 年度完了 |
| 北品川五丁目再構築地区 | 約 36ha | 2,500m ³ | 平成 26 年度完了 |
| 池尻・新駒沢幹線 | 約 2,988ha | 139,000m ³ | 平成 22 年度完了 ※幹線は整備済みであるが、これまで浸水対策として暫定利用。目黒川の河道対策の進捗を踏まえ、初期越流水貯留施設として、令和 2 年度より段階的に運用を開始 |
| 合計 | 約 3,108ha | 141,900m ³ | |

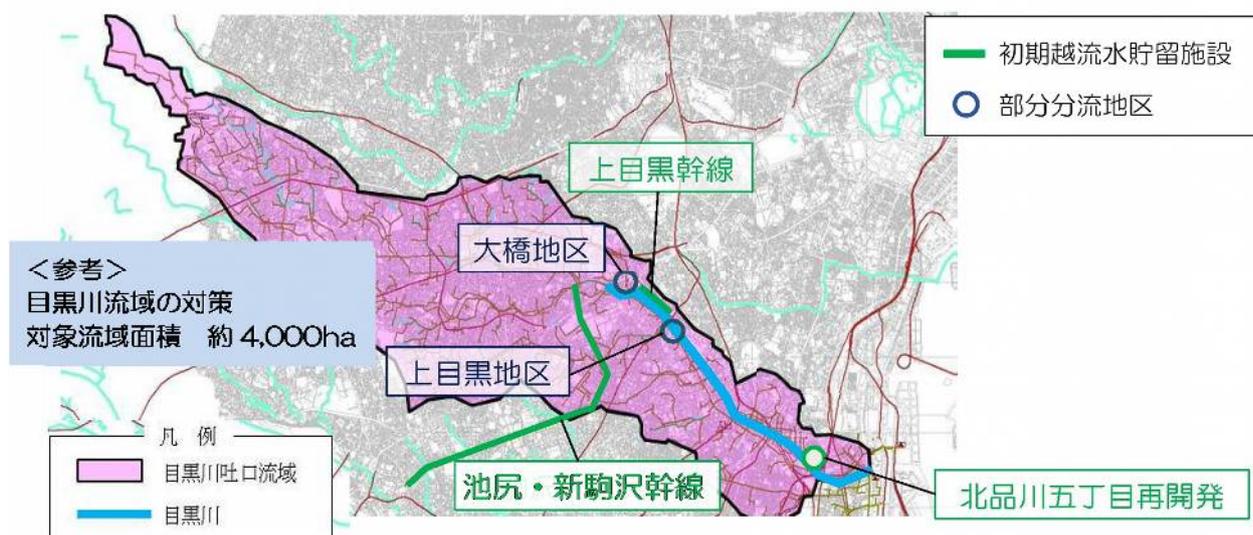


図 17 初期越流水貯留施設の整備状況

(3) 合流式下水道の部分分流化の促進

合流式下水道の改善対策として、下水道の部分分流化（合流式下水道流域の一部を分流式下水道に変更すること）により、河川への越流水の流出を抑制する。

目黒川流域では、表 7 及び前ページ図 17 に示す大橋地区、上目黒地区の 2 か所において整備を完了している。

引き続き、公共施設やグラウンド等の大規模敷地を対象に、部分分流化を推進させる。

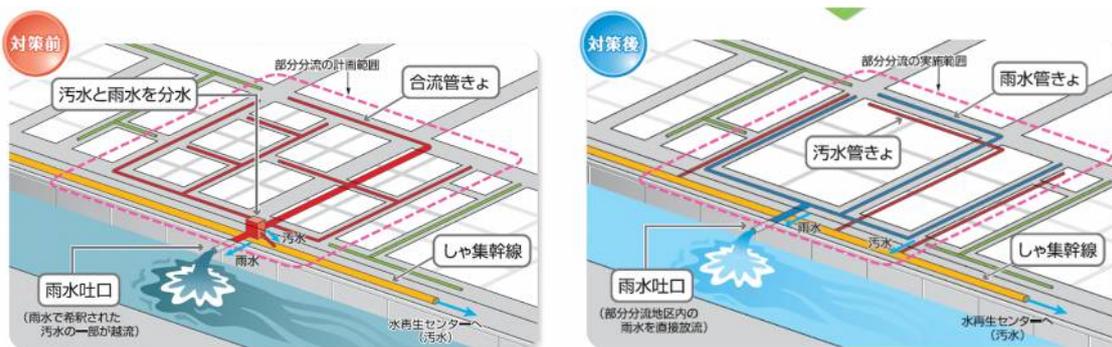


図 18 合流式下水道と分流式下水道

出典) 東京都下水道局ホームページより

表 7 部分分流化の整備状況

| | 流域面積 | 備考 |
|-------|---------|------------|
| 大橋地区 | 約 3.8ha | 平成 24 年度完了 |
| 上目黒地区 | 約 1.4ha | 平成 22 年度完了 |
| 合計 | 約 5.2ha | |

(4) 下水吐口からのごみなどの流出抑制対策

合流式下水道の改善対策として、水面制御装置等を設置することにより、吐口からの有機汚濁物の流出を抑制する。平成 22 年度に全 61 箇所に対策を完了している。

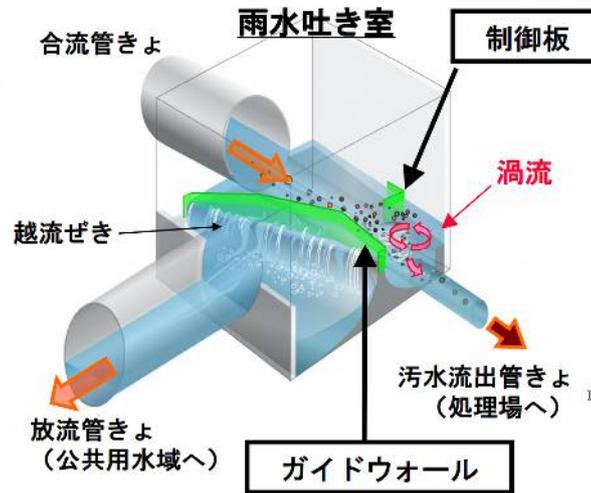


図 19 水面制御装置の概要

出典) 東京都下水道局ホームページより

3.3 水環境問題の発生メカニズムの把握

(1) 水環境問題の発生メカニズム（想定）

想定される目黒川の水環境問題の発生メカニズムを以下に示す。

雨天時に合流式下水道から越流した有機汚濁物が、太鼓橋の下流に堆積する。河床に堆積してヘドロ化した有機汚濁物は、分解の過程で酸素を消費し、底層部を無酸素状態とさせる。

ここで、河口から海水が遡上してくると、海水中の硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）が堆積した有機汚濁物を分解（硫酸還元）するに伴って、硫化物（ H_2S など）が生成される。この硫化物が、悪臭及び白濁の原因である。

さらに、底層の嫌気化が強まると、メタン（ CH_4 ）などの嫌気性ガスが発生し、堆積した有機汚濁物を浮上させ、まれにスカムが発生することがある。

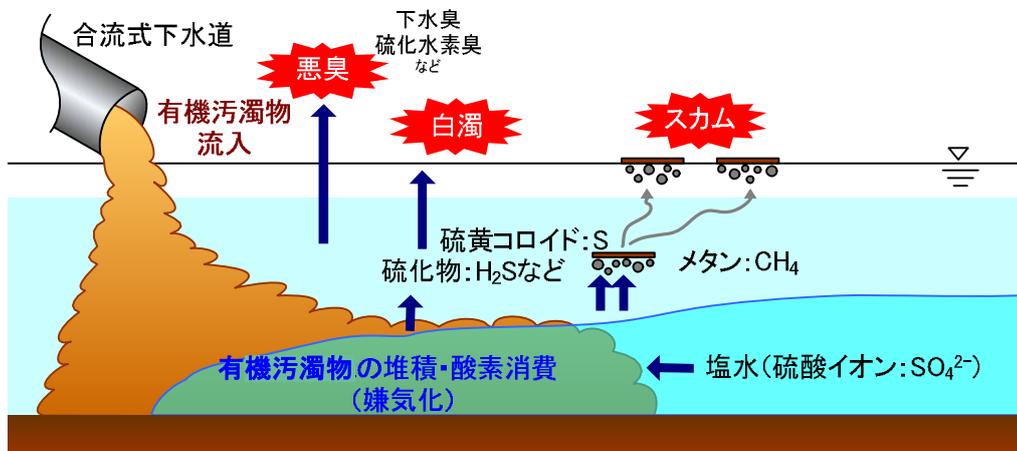


図 20 都市河川における水環境問題

平成 30 年度において、特に問題が顕在化している悪臭と白濁化の発生メカニズムを把握するため、詳細な現地調査を実施した。調査から得られた知見を以下に示す。

(2) 目黒川感潮域の水質特性

目黒川では、特に太鼓橋周辺で悪臭が発生している^{※1}。そこで、太鼓橋地点の深さによる水質の分布及び表層、中間層、底層の 3 層の分析結果を図 21 に示す。この結果から、以下のことがわかる。

- 表層付近は上流からの下水再生水の供給により、溶存酸素が多く塩分の低い淡水層を形成している。一方、底層は下流から流入している海水の影響で塩分が高い貧酸素層を形成している。このように、目黒川の感潮区間は二成層化している。
- 中間層は濁度が他の層と比べて高く、見た目も濁っている高濁度層であった。この層が白濁化の原因であると考えられる。
- 底層の水には多くの硫化物が含まれており、臭気指数が 34 と高く^{※3}、強い刺激臭（硫化水素臭）を放つことから、悪臭の原因となることが推察された。

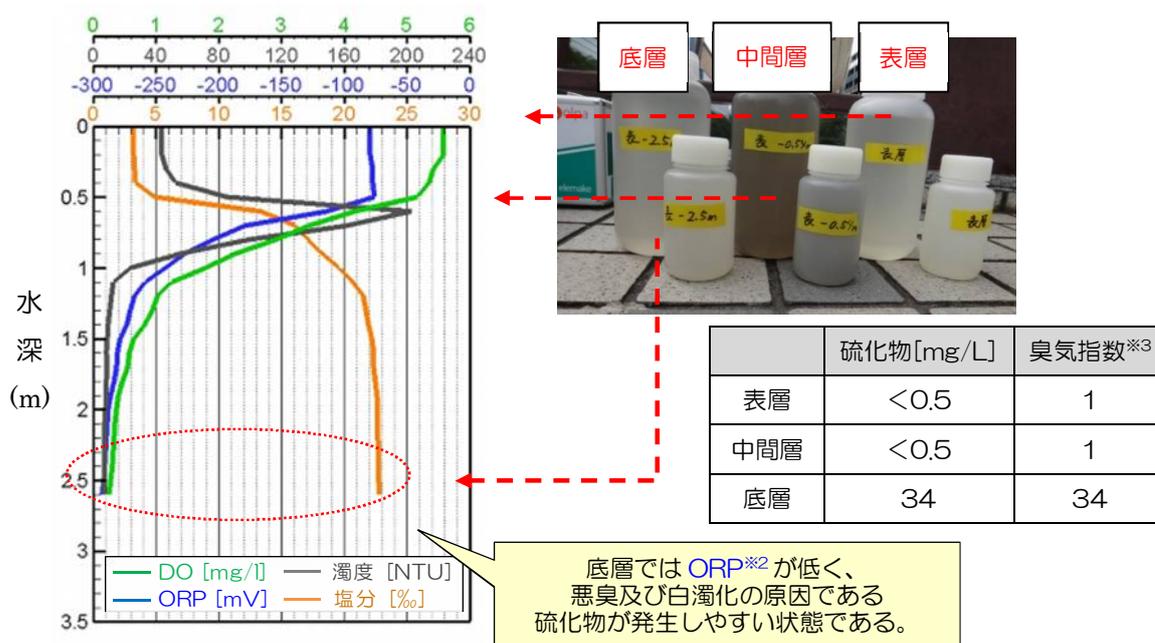


図 21 目黒川太鼓橋地点における深さ方向の水質分布

※1 平成 30 年度「硫化水素濃度連続調査」の結果より、太鼓橋地点で高濃度の大気中硫化水素が観測された。

※2 ORP (酸化還元電位、Oxidation Reduction Potential) : 水の酸化力及び還元力を表し、酸素が十分な環境下では高い値を示す。ORP が低い場合、硫化物が発生しやすい。

※3 臭気指数 : 臭気濃度を対数表示化した値のこと。目黒区の排水基準は臭気指数 26 以下である。

(3) 悪臭・白濁化の発生メカニズム

現地調査より把握された硫化水素に伴う悪臭・白濁化発生メカニズムを図 22 に示す。

- 満潮時には無酸素化した底層水（図 22 左）が太鼓橋上流の浅水部に乗り上げ、干潮時に底層水が水面に露出していたことが想定された（図 22 右）。このように悪臭の発生要因は、硫化物を多量に含んだ底層水が、主に大潮の干潮時に表層へ露出することである。
- 白濁化は、酸素が豊富な表層水と硫化物（ H_2S ）を大量に含んだ底層水が混合したときに生じる硫黄コロイド（S）であると考えられる。

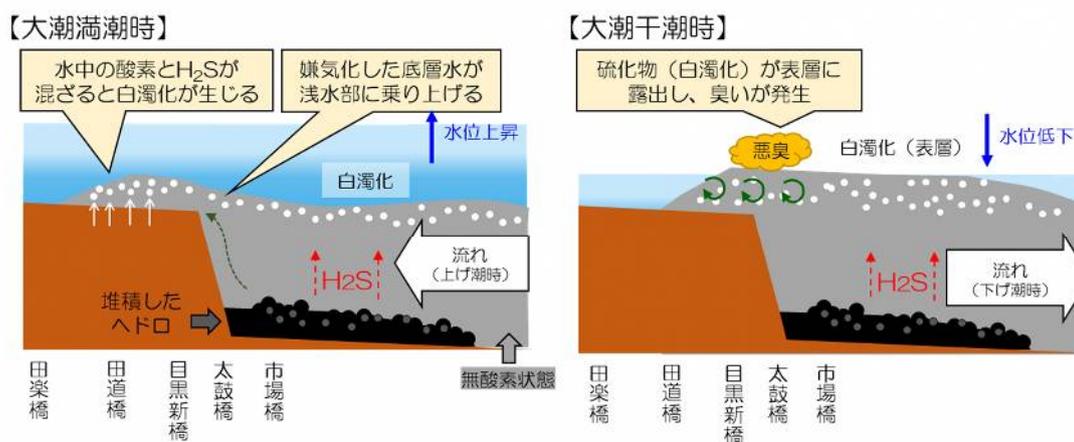


図 22 目黒川で悪臭が発生する仕組み

図 23 に平成 30 年度、令和元年度における硫化水素濃度と白濁化の観測結果を示す。硫化水素濃度は田楽橋、田道橋と太鼓橋の 3 地点の河岸（河川境界の通路等の高さ）において硫化水素濃度計による 10 分毎の観測を実施した。白濁化については、定点カメラにより、田道橋と太鼓橋の 2 地点で 10 分毎の観測を行った。

上段に、雨量（上目黒地点）、気温（アメダス東京）、その下に東京湾潮位を示している。目黒川の感潮区間（船入場～河口）まではほぼ東京湾潮位と同様に水位が上下する。

これらの図を見ると、以下のことがわかる。

- 悪臭の発生した時期をみると、大潮に近く干満の差が大きい時期に発生している場合と、降雨時に生じている場合が多い。
- 大潮期に悪臭が生じる要因としては、上記で説明したように底層部の硫化水素を高濃度に含んだ水が、水位の干満による流動により、表層に露出するためである。このような場合、白濁化も同時に生じていることが多い。また、苦情もこの時期に生じることが多い。
- 降雨時に悪臭が生じる要因としては、洪水警報等により再生水が停止することにより硫化水素を含んだ水が表層に露出すること、出水にともなう流動により、底層水が表層に露出することが考えられる。
- また、上記以外にも硫化水素が観測されている時期があるが、地形的な影響や風などの影響が考えられる。

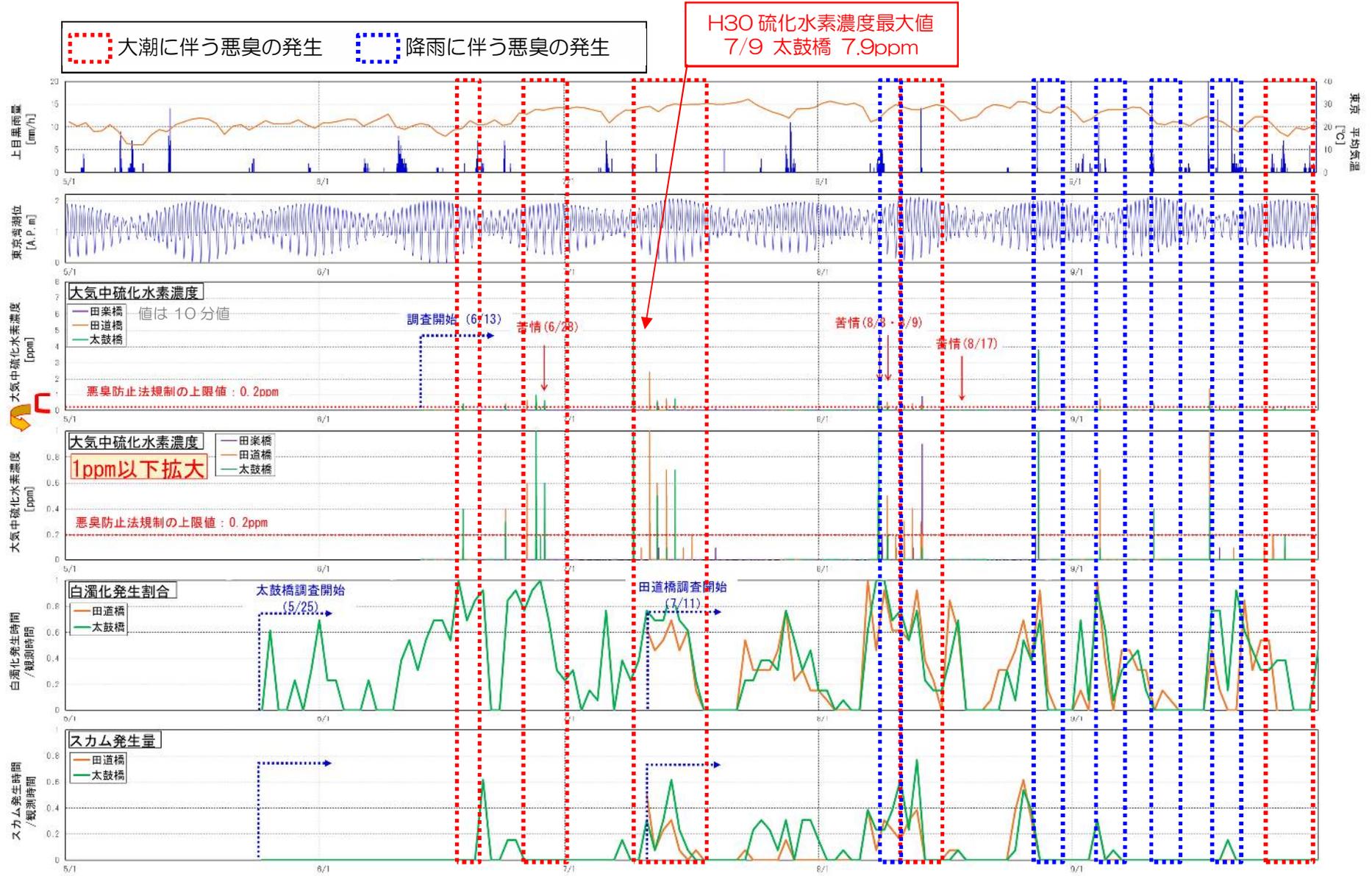


図 23(1) H₂S 臭気及び白濁化の調査結果

硫化水素は強烈な悪臭（卵が腐ったようなにおい）を有しており、表 8 に示すように大気中または水中表層の濃度が高まると、においも強くなる。

平成 30 年度及び令和元年度に行った硫化水素の連続観測では、いずれも最大値で 8ppm 程度を観測しており、“強烈なにおい”が発生した。また、この値は悪臭だけでなく、健康被害も生じかねないレベルとなっている。

表 8 硫化水素濃度とにおいの程度

| 大気中の硫化水素濃度 | においの程度 |
|------------|---------------|
| — | 無臭 |
| 0.0005ppm | やっと感知できるにおい |
| 0.006ppm | 何のにおいか判る弱いにおい |
| 0.06ppm | 楽に感知できるにおい |
| 0.7ppm | 強いにおい |
| 8ppm | 強烈なにおい |

出典)「廃棄物処理生活環境影響調査指針 資料編」(平成 18 年 9 月、環境省)

表 9 硫化水素濃度と症状(参考)

| 硫化水素濃度 | 症状等 |
|----------|-------------|
| 10ppm 以上 | 眼の粘膜の刺激 |
| 20ppm 以上 | 気管支炎、肺炎、肺水腫 |

出典)厚生労働省「なくそう!酸素欠乏症・硫化水素中毒」