

持続可能な都市活動を支える下水道 ～東京の取組みを例として～

岡本誠一郎・菅野建城

1. はじめに

1964年に東京で日本初のオリンピック大会が開催されて50有余年が経過し、本年7月には2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会(以下「東京2020大会」という。)が開催される。その間、わが国は高度経済成長から安定成長の時代を経て、都市はさまざまな面に変貌を遂げることとなった。前回オリンピックの当時は、水環境の面では高度経済成長に伴う水質汚染が著しい時代でもあった。その後50数年の間に、国内の下水道整備は大きく進捗し、さらに高度処理などの機能改善も進められ、都市周辺水域の環境は大きく改善している。

本稿では、新旧オリンピックの間の50数年における下水道整備の状況と、それがもたらした水環境の改善を概観する。また、東京2020大会を支えるための下水道事業を例に、都市環境の保全にとどまらず都市の活動・活力をも支える下水道の機能について紹介する。

2. 都市の水質汚濁とその改善

2.1 高度経済成長期の水質汚濁

1964年のオリンピック開催当時は、大都市の河川・海域の汚染は著しく、劣悪な環境による社会的影響が顕在化した時代でもあった。主要都市の河川水質は、多くでBODが100～200mg/Lと、現在の下水処理場への流入下水に匹敵するような水質であった。当時の「要望書」¹⁾には、東京の隅田川について次のような記述がある。

- ・ 隅田川より発する腐敗した卵のような悪臭により起床後頭が痛く、吐気を催し、食欲が鈍く、朝食を取りたくないという気持ちになる。
- ・ 各家庭の窓ネジ、雨樋、水道の蛇口、鍋釜、庖丁、ハサミなどの金属製品が黒変する。
- ・ 隅田川沿岸飲料店・商店街は隅田川の臭気により客足が低下し、営業不振に悩んでいる。

- ・ 隅田川に現在魚貝類は全く棲息せず、水産業は生業として成り立たない状況である 等

現在では想像も困難な凄まじい水質汚濁の影響である。高度経済成長と都市への人口集中がもたらした負の遺産を解消し、持続可能な都市活動を実現すべく、わが国の下水道整備は進められた。

2.2 下水道整備の促進と水質の改善

河川等の水質汚濁対策としては、事業場の排水規制と下水道整備が二大主要施策である。1970年のいわゆる「公害国会」において、水質汚濁防止法の制定や下水道法の大改正が実施され、これらの主要施策が本格的に実施されることとなった。当時の都市内河川では汚濁負荷量に占める家庭排水の割合が高いケースが多く(例えば大和川水域80%、多摩川水域65%)²⁾、下水道の整備は都市の水環境改善の切り札的存在であった。

下水道の整備には多額の投資と時間が必要だが、生活環境の改善、浸水の防除、著しい水質汚濁の改善等への要求は高く、大都市部において先行して下水道の整備が鋭意進められた(表-1)。2018年度末現在、人口100万人以上の大都市の下水道処理人口普及率は99%であり、一応の概成状態に達した。

その結果、都市内の河川水質は顕著な改善を見せており、例えば前述の隅田川では、水質汚濁で1961年に中止された花火大会や早慶レガッタも1978年には復活した。また都市の水環境の回復は人々の水辺への回帰を促しており、東京2020大会ではそれを象徴するかのようによくの競技会場がベイエリアに位置することとなっている。

表-1 下水道普及率の推移³⁾

年度	(処理人口普及率(%))				
	1964	1974	1984	1994	2018
下水道普及率(全国)	8	21	34	51	79
下水道普及率(人口100万人以上の都市)	—	—	78	96	99

2.3 新たな課題とその対応に向けて

(1) 合流式下水道の改善

普及率向上の一方で、依然として残された課題も多かった。その一つが合流式下水道（汚水と雨水を同一の管きょ系統で排除する方式）の問題である。わが国の下水道は、大都市では汚水対策と浸水対策をある程度同時に解決できる合流式下水道を採用している都市が多い。合流式は分流式に比べて施工が容易であり、早期の普及促進に寄与してきた一方で、雨天時に晴天時の一定倍率以上の流入水があると、汚水混じりの雨水が直接河川等に越流してしまう欠点がある。人々が水辺に回帰するなかで、この欠点が次第に顕在化することとなる。2001年に東京お台場海浜公園に下水道由来のオイルボールが漂着したことを契機にこの雨天時越流水は社会問題となり、国としても新たな基準等を制定することとなった(後述)。

(2) 高度処理の推進

下水道に残されたもう一つの課題は、大都市が立地する三大湾や、水源としても重要な湖沼などの水質改善の遅れである。これら閉鎖性水域での富栄養化対策には、下水中の窒素やリンを除去する高度処理の整備促進が必要だった。

一方、平成期前半までは下水道には法令に基づく構造基準が未制定のままであり、放流水質基準にも高度処理に関する規定が無く、高度処理の法的位置づけが曖昧なままとなっていた。このため、前述の合流改善とともに基準化が進められることとなった。さらに既存の標準的処理施設を活用しながら高度処理水質を得る運転の工夫（段階的処理と呼んでいる）を推進するなど、高度処理施設の整備までの暫定対応であっても放流水質の向上を図る取り組みも進められている。

(3) 関連基準の整備

国内の下水道整備が進展する中で残された上記の課題に取り組むために、国交省では各種の事業制度を創設するとともに、各種基準の整備を進めることとなり、2003年には下水道法施行令が改正された。

この改正では、合流式下水道で必要とされる構造や放流水の基準が定められ、施行後10年（大都市では20年）以内の改善が義務づけられた。また、高度処理についても、必要とされる水質レベル別の水処理方法等の基準と放流水質基準が定められた。旧建設省土木研究所からの組織改編間もない国総研及び独法土研（当時）では、この施行令改正に際して、全力で技術的な検討に取り組み、短期間での基準の制定・改定に貢献している。

さらに水質レベル別の処理方法が政令に定められたことにより、今後の新規開発技術を個別に評価する「水処理技術委員会」が設置され、国総研がその事務を担うこととなった。

2.4 街の賑わいを創出する（大阪市の取り組み）

下水道の新たな課題への対応は、単に都市環境を改善させるだけでなく、街の新たな賑わいや観光資源の創出、ひいては都市の活力を生み出す基盤にもなっている。

大阪・道頓堀は多くの市民や観光客に親しまれる水辺だが、1960-70年代頃までは他の河川同様、著しく汚濁した都市河川だった。その後の下水道整備で一定の水質改善は見られたが、合流式下水道の越流水で雨天時は汚濁や臭気が著しい状態が続いていた。大阪市では大規模な雨水貯留管の整備により越流を大幅に抑制するとともに、近隣の下水処理場から再生水を導水するなど、水辺の環境改善に取り組んできた。

これらの対策とともに、現在では水辺に遊歩道「とんぼりリバーウォーク」も整備されて、道頓



図-1 道頓堀の復活と賑わいの創出（大阪市）

堀は散策する人やイベントで賑わっており、関空に降り立った多くの外国人観光客も訪れる大阪を象徴するミナミの中心となっている(図-1)。

3. 東京2020大会を支える下水道

3.1 水質改善対策のスピードアップ

東京2020大会では、お台場海浜公園がトライアスロンおよびマラソンスイミングの競技会場になるなど、東京湾のさらなる水質の改善に大きな注目が集まっている。

このため東京都下水道局では、①降雨初期の特に汚れた下水を貯留する施設整備、②雨天時の下水をより多く水再生センターに送水する幹線の整備③雨水吐口からのごみ流出抑制装置等の設置など、様々な対策を進めている。

その結果、既に約120万m³の貯留施設の整備と、約155kmのしゃ集幹線(雨天時下水を越流前に集水する管)の整備を完了し、雨天時には晴天時の汚水量の3倍程度まで水再生センターに送水し、処理することが可能となっている。

一方、河川沿いの雨水吐口における貯留施設の整備は、用地の確保などが困難な状況であるため、施設の整備にあたっては、潮の干満の影響を受け水が滞留しやすい河川区間や閉鎖性の公共用水域など対策すべき水域を重点化することで、効果的に事業を進めている。

東京2020大会に向けては、累計140万m³の貯留施設の整備に加え、6カ所の水再生センターへ早期に導入可能な高速ろ過施設(後述)の整備を組み合わせることで、対策のスピードアップを図っている(図-2)。



図-2 貯留施設・高速ろ過施設の実施箇所

3.2 お濠の水質改善対策

皇居のお濠は、都心の豊かな水辺空間や桜の名所として多くの観光者に親しまれている。一方で閉鎖性水域であるため、アオコや臭気が発生しやすい環境にある。また、雨天時の合流式下水道からの越流水の影響もあり、お濠の水質は都政における深刻な課題の一つとなっていた。このため、都では、開催都市にふさわしい環境整備を目指して、合流式下水道の改善対策に精力的に取り組んでいる。

内濠においては、対策前には4カ所の雨水吐口から汚水混じりの雨水が放流されていたが、2016年に対策は完了し、内濠への下水の流入が完全に解消されている(図-3)。具体的には、清水濠の1カ所(④)は、雨水のみの放流とするため、当該地区に限り汚水と雨水を分けて流下させる部分分流化を実施した。千鳥ヶ淵の2カ所(①②)および桜田濠の1カ所(③)は、浸水対策も目的の一つとして整備した内径8m、延長2.5kmの第二溜池幹線および接続する主要枝線等の整備により、放流先を隅田川へ切り替えることで、吐口を閉鎖した。1991年から実施した総事業費400億円をかけた事業は、首都中枢部の浸水被害の軽減と内濠の水質改善に大きく寄与している。

外濠については、既にごみ流出抑制装置を全12カ所の吐口に設置して、整備を完了している。また、降雨初期の特に汚れた下水を貯留する貯留管内径2.2m、延長2.3kmの整備を進めており、外濠への放流量の約6割を放流する最大の吐口から先行して取水を予定している。これにより、外

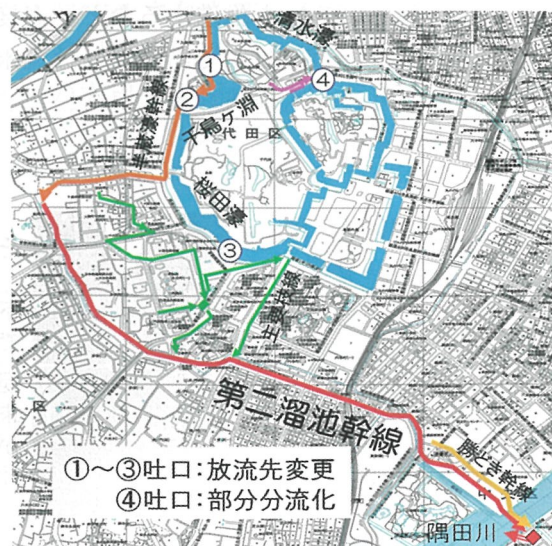


図-3 内濠の水質改善対策



図-4 外濠の合流改善対策施設の整備

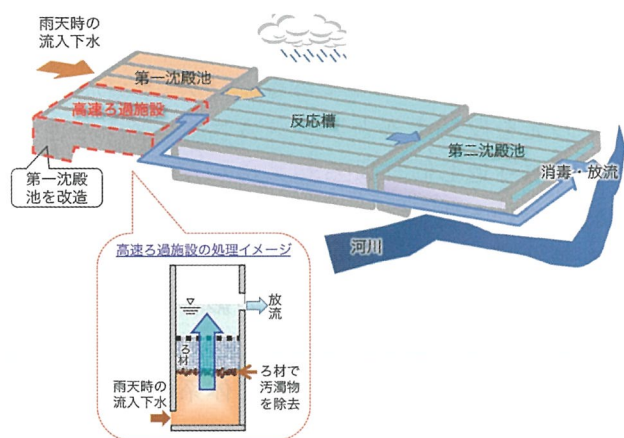


図-5 高速ろ過の整備イメージ図

濠全体で雨天時に下水から放流される汚濁負荷量を半減させるとともに、お濠の水質改善に貢献していく方針である（図-4）。

3.3 水再生センターの高速ろ過施設の整備

高速ろ過施設は、水再生センター内での既存の沈殿施設の改造により早期に導入可能であり、雨天時の汚濁物を効率的に除去できるシステムである（図-5）。高速ろ過システムでの処理は、自然流下方式であるため雨天時の水量変動に対応した安定的な運転が可能である。ポンプにより揚水された未処理の雨天時汚水は、自然流下でろ過池底部に流入し、ろ材層を上向流で通過する際に汚濁物質が除去される仕組みである。高速ろ過のろ過速度は1000m/日程度と非常に高速であり、ろ過性能はBOD除去率60%以上が可能となる。これにより、他系列の水処理施設の負荷軽減とともに、

雨天時放流水質の改善が期待できる。現在、都では葛西水再生センターなど6センターの高速ろ過の導入を目指しており、東京2020大会前の稼働に向けて整備を進めている。

4. おわりに

本稿では、新旧の東京オリンピックの間に都市の水環境改善に果たしてきた下水道の役割と、残された課題への対応の経過を紹介してきた。また、こうした取り組みが環境改善に止まらず、街の賑わいや都市の活動・活力を生み出す基盤となっていることを示した。

東京2020大会の成功に向けて対策を加速させてきた東京都下水道局の取り組みは、そのシンボリックなものになると期待される。同大会では基本理念の一つとして持続可能性への配慮を掲げているという。東京2020大会を契機に、ここで紹介したような下水道の取り組みが「持続可能な都市活動」という新たなレガシーとなることを祈念したい。

参考文献

- 1) 新・下水道と財政、東京都人権擁護委員会連合会長からの要望書を一部改変して引用、pp.107～108、1966
- 2) 同、p.107、日本都市センター、1966
- 3) 日本下水道協会、日本の下水道、各年版をもとに著者が作成

岡本誠一郎



国土交通省国土技術政策
総合研究所下水道研究部
長、博士(工学)
Dr.OKAMOTO Seiichiro

菅野建城



東京都下水道局計画調整
部水質改善事業推進専門
課長
KANNO Tateki