

下水道による都市内排水の管理 ～歴史的変遷、そして今後の研究～

鈴木 穰



1. はじめに

日本の都市においては、明治期以降、悪疫発生や都市への人口集中に伴う水関係の問題が発生したことから、下水道を建設して都市内排水の管理が行われるようになった。

本稿では、主に東京を対象に、下水道による都市内排水管理の歴史的変遷¹⁾を概観し、社会条件の変化との関係を振り返るとともに、近年の社会的要請から求められる今後の研究課題について考察を行った。

2. 下水道による都市内排水管理の変遷

2.1 下水道建設の契機

江戸時代には、し尿は汲み取り便所に蓄えられたのち、農家により肥料として有価物として取引され、都市から農村への還元がシステムとして成り立っていた。雨水の排除については、浸透面積の比率も高かったと想定され、既存の水路や掘り割りでの排水で、大きな問題はなかったと考えられる。

明治に入り、海外との交流が活発になったことも影響し、明治10年にコレラの集団感染が発生した。人家密集地域で溝渠の流通が悪い神田区鍛冶町あたりで患者の発生数が多かったことから、明治17年に下水道の敷設が計画され、現在も残る神田下水として建設された。その効果は、明治21年に「神田区中ニ於テ下水ヲ改正セルヤ、近傍ノ湿地忽チ乾燥シ、地価頓ニ騰貴シ・・・」というように、効果が述べられている。興味深いのは、土地が乾燥することが重要であったことであり、その当時の東京は、まさに汚水・雨水が滞留して不衛生な場所が存在する都市であったことが伺える。

2.2 汚水収集の下水道計画

その後、明治22年には、イギリス人技術者バルトンによる東京市下水設計第一報告書が作成された。これは、東京市15区（現在の千代田・中央・港・文京・台東区、および、新宿・墨田・江

東区の一部；計画人口151万人）を対象とし、汚水（ただし、し尿を除く）だけを収集し、海域等に放流（一部はろ過処理後に放流）する計画であった。し尿は、農家の肥料として価値が高く、回収システムが成立していたことから、下水道に流入させないものとし、雨水の排除は、既存の水路や濠を使うものであった。

この計画は、西洋の下水道を模倣するのではなく、その当時の日本の汚水・雨水事情をよく反映したものであった。しかしながら、上水工事の方が優先されたため、この計画が実際に着工されることはなかった。

2.3 合流式下水道の計画と建設

下水道敷設が本格的に着手されるようになったのは、上水工事が一段落し、明治40年に東京市下水設計調査報告書が出されてからであった。この報告書が前出の第一報告書と異なるのは、汚水に加えて雨水も収集する合流式としたことである。東京市15区の人口変化を見ると、明治19年に99万人であったものが、明治41年には159万人に増えており、都市化が進展して不浸透面積が増加し、排除すべき雨水量が増えたことが原因と考えられる。

なお、合流式が採用された理由として、分流式が汚水と雨水をそれぞれ別の管渠で収集するのに比べて、合流式の場合は一条管であることから、建設費が低廉であったことが上げられている。

また、し尿は肥料として農村に還元されていたことから、下水道には流入させず、雑排水のみを収集する考えであった。しかし、そのころ水洗便所が徐々に普及し始めていたようであり、上記原則には反するが、「之（水洗便所排水）ヲ（下水道に）収容スルモ支障ナシ」とされ、また「管中不潔ノ度ニ大差ナキハ、欧米ノ实例ニ徴シテ明カナリトス」と理由づけられ、し尿の下水道排出が容認された。

2.4 さらに都市化進展の影響と対策

大正に入ると、人口増加に伴う下水水量増加により、河川の水質汚濁が顕著になったことから、大正12年に初めて下水の生物処理が行われるよう

になった。

また、近郊農村の宅地化と化学肥料の普及により、し尿の肥料としての需給バランスが崩れ、し尿の回収が停滞する事態となった。このため、下水処理場の建設と、それを待っての水洗便所の普及施策が対策として取られるようになり、し尿の積極的な下水道への排除が進展することとなった。

2.5 分流式の採用

戦後の高度経済成長期になると、汚濁負荷の高まりにより、河川の水質汚濁が顕著になったことから、下水道の水質汚濁防止機能、即ち下水の浄化、が重視されるようになった。このため、雨天時に汚水が水域に排出される合流式に替わり、昭和40年代半ばからは、汚水と雨水を別々に収集して処理・処分する分流式下水道が建設されるようになった。

2.6 水質の高度化と持続性確保

その後の下水道普及により、河川の水質汚濁は大幅に改善されたが、閉鎖性水域の富栄養化が進行したため、原因物質である栄養塩を除去する高度処理法の適用が進んだ。また、下水処理の結果発生する汚泥の量が膨大になり、処分場がひっ迫したため、汚泥の有効利用が進展した。

表-1 下水道による都市内排水管理の歴史の変遷
(赤字は新たにシステム等が変更になったものを示す)

時代	排水の種類ごとの排除・処理方法		
	(し尿)	(雑排水)	(雨水)
江戸	農地還元	近傍水路	
明治初期 (計画)	汚水の滞留、疫病の発生		
	農地還元	汚水管渠	近傍水路
明治後期	都市化進展、雨水排除の必要性		
	農地還元	合流式管渠	
大正	都市域拡大、し尿の需給バランス崩れ		
	合流式管渠+下水処理場		
高度成長期	河川水質汚濁		
	汚水管渠+下水処理場		雨水管渠
安定成長期	閉鎖性水域の富栄養化、最終処分場のひっ迫		
	汚水管渠+下水処理場 (高度処理・汚泥有効利用)		雨水管渠

以上の、下水道による都市内排水管理の歴史の変遷を単純化してまとめると、表-1のようになる。その時々々の必要性に応じて、可能な知識を動員し、社会的制約も受けながら、下水道での対策が取られてきた。下水道システムの変遷は、社会条件の

変化に対応する改良の歴史でもあった。また一方で、都市化の進展や河川水質汚濁等の社会的変化を前もって予測することは困難であったことが分かる。

3. 現在の社会的要請と今後の研究

現在の社会的要請はどうであろうか。まずは、水循環において汚水のほとんどを収集して処理するようになった下水道が、水域に適した水質管理を行うことである。微量化学物質や病原微生物に関する水質リスク管理に加え、放流先の水産生物への栄養塩供給も念頭に置いた水質管理を行うことが求められる。また、エネルギー大口需要者である下水道が地球温暖化防止に寄与するため、エネルギー効率の向上を図るとともに、下水汚泥エネルギーを有効利用し、さらに他の有機性廃棄物も組み込んで、エネルギー生産の方向へ進むことが求められる。この他、頻発する局所的豪雨から有効に都市や人を守ることも重要である。

以上の要請は、現在の下水道システムについて、これを介した水・物質・エネルギーフローの適正化・効率化を求めるものと捉えることができる。下水道構造物の適切な維持・更新に関する課題も加えて、これらの課題は現在の研究において対応しつつあるものであり、着実な成果が求められる。

上記に加えて、下水道システムの変化を引き起こすような大きな条件変化についても、少し想像の翼を羽ばたかせておくのが良いかもしれない。社会的には、極端な人口減少、厳しいエネルギー使用規制などであろうか。都市の構造がどう変化するのか、また変えざるを得なくなるのかが、下水道システムに大きく影響する可能性がある。また、自然条件としては、温暖化による都市の顕著な高温化や世界的食糧危機が考えられる。そのとき、現在は十分利用されていない下水処理水の蒸発潜熱利用や、し尿の有する肥料成分の全体的回収が求められるかもしれない。

将来の変化は昔の賢者でも見通せなかったことであり、予測可能な範囲は限られるが、過去からの変遷を振り返りつつ、少し先のことに思いをはせ、研究要素をピックアップするなどの備えをしておきたい。

参考文献

- 1) 日本下水道協会 (昭和63年)、日本下水道史一技術編一