

3 流域管理における水量管理と下水道の課題

北海道大学大学院工学研究科 教授 渡辺 義公

3.1 はじめに

本文では、環境基準（河川水質）を守る意味での下水道の効果と、水量からみた問題点について、札幌市の豊平川の事例を取り上げる。更に、米国における水環境保全への新しいアプローチとしての「Watershed Management」を紹介し、今後の我が国における下水道の課題について考えてみたい。

3.2 札幌市の事例

図-3.1は札幌市の下水道普及率と豊平川（東橋地点）におけるBODの経年変化である。下水道普及率が50%に達した時点（1972年）で環境基準を達成した。それ以降は普及率の増加とともに、僅かずつ水質改善効果が認められる。これは面源の影響を考えると水質改善が限界に達したためと判断すべきである。図-3.2¹⁾は豊平川流域における札幌市の9カ所の下水処理場の位置を含めた流域の水収支である。この図から、札幌市はほとんどが支笏・洞爺国立公園内の集水域から二つのダム集められた清浄な水を水道原水として、下水は全量を下水管に集めて8つの下水処理場で処理し、豊平川下流部、新川、茨戸川へ放流して、札幌市内の流れる豊平川の「水質」を保全するための理想的な水利用を行っていることが分かる。水量のほとんどが下水処理水である新川のBODは6・7 ppmであるが、環境基準（河川類型E）を達成している。豊平川が石狩川に合流する地点においても下水処理水の影響が極めて大きいが、環境基準（河川類型B）は達成している。閉鎖水域である茨戸川へは、豊平川から分流した創成川と伏籠川から創成川の自流量（15万 $\text{m}^3/\text{日}$ ）以上の22万 $\text{m}^3/\text{日}$ の下水処理水が流入している。その結果、河川類型Bに指定されている茨戸川のBODは平成元年以降も改善されていない。しかし、環境基準（水質）の達成の点からは、下水道整備と巧みな下水処理場の配置によって、札幌市における公共水域の水環境は見事に保全さ

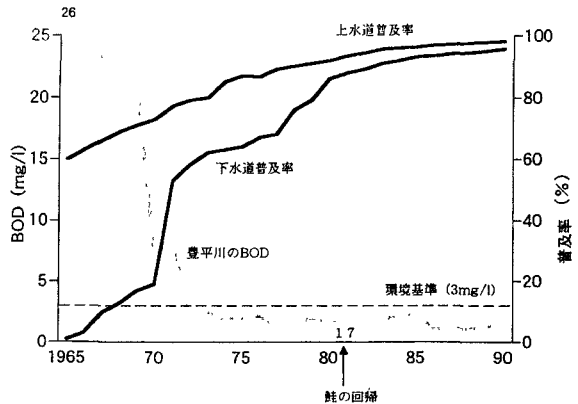


図-3.1 札幌市の下水道普及率と豊平川におけるBODの経年変化

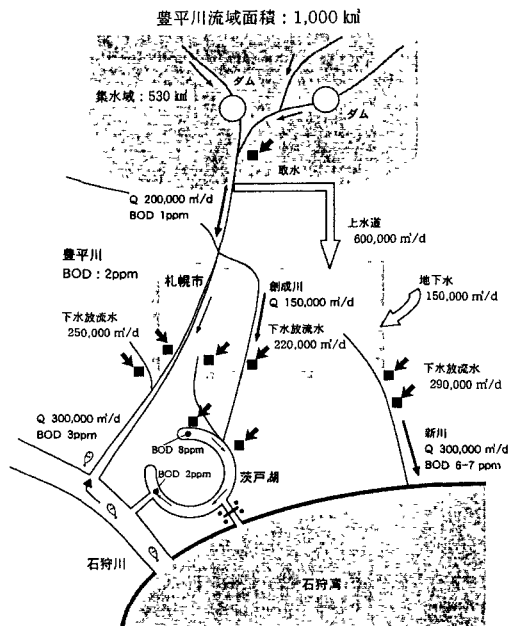


図-3.2 札幌市における水代謝（1993年）

れたと言っても過言ではない。

水質面での改善の裏で、豊平川上流部の藻岩ダムと白川取水堰で合計約60万 $\text{m}^3/\text{日}$ が水道原水として取水され、下水道によって豊平川下流部（石狩川との合流部付近、荻戸川）と新川へ排除されることによって、札幌市内を流れる豊平川の水量は下水道の整備によって著しく減少した。このような例は全国的に見られ、都市内を流れる河川でその傾向が著しい。例えば横浜市中央部を北上し横浜港に注ぐ2級河川である大岡川では、1972年（流域の下水道普及率約20%）に45 ppmであったBODは、1990年（下水道普及率約90%）には3 ppmとなった。一方、河川流量は1972年の3.5 $\text{m}^3/\text{秒}$ 程度から、1990年には0.1 $\text{m}^3/\text{秒}$ 程度へと激減した。その結果河口域は海水の影響を大きく受けて、様々な海の生物が入り込んでいる²⁾。最近実測された豊平川の藻岩下地点（創成川の分岐点の上流）の比較流況によると、7—10月には河川流量と水道取水量はほぼ等しく、12—1月は河川流量が水道取水量を僅かに上回る状況にある。河川機能の維持からみてこれ以上水量を減らすことのできない状況であると言える。さらに、豪雪都市札幌の克雪対策としての流雪溝の建設を考えた場合、冬季間に豊平川から相当量の導水が必要である。札幌市の人口の伸びは鈍化しているものの、近隣の石狩市や江別市を含めて札幌圏の人口は本道の他地域の人口を吸収する形で増加している。石狩市や江別市がフミン質濃度の高い他の石狩川水系の水を水道原水とせざるをえない状況を考えると、良質の豊平川の水を広域札幌圏水道の原水とする案も検討に値する。したがって、水道用に上流部の良質な水を確保し、河川の機能維持と流雪溝のための水量を担保するという矛盾した札幌の将来的課題を解決するためには、現在ほとんどを市外部に排除している下水処理水の活用が必要である。そのために、(1)現在の下水処理場を高度化して処理水を必要な地点まで輸送する、(2)必要な地点に下水管から必要量の下水を取水して高度処理水を造水する「ハイブリッド型下水処理場」を新たに建設する、等の「水量」面から豊平川を支える下水道システムの強化を考えねばならない。

3.3 米国の事例

浅野³⁾は第二次大戦後のアメリカン・サクセス ストーリーの一つに「水環境と下水道」を挙げている。1972年に成立した「連邦水質汚濁法—その後Clean Water Actと呼ばれている」は、水環境保全の方向を決定付けた画期的な基本法で、(1)あらゆる手段を用いて全米の水域を水浴、リクレーション、魚介類および野生動物の生存に適した水環境に保全すること、いわゆる「釣りができて水泳ができる水域 (Fishable and swimmable waters)の確保、そのために、(2)水質汚濁物の水域への流入を全面的に防止すること、が大きなゴールであった。その結果、米国環境保護庁(U.S.EPA)は約620億ドル（1ドル120円とすると、7兆4400億円）の補助金を下水道施設に導入し、各州政府への回転ローン資金として260億ドル（3兆1200億円）を提供し、毎年約30億ドル（3600億円）を新規ローンとしてこの分野に投資している。1996年迄に16,024カ所の公共下水処理場が新設または増設され、その便益を受けている人口は1億9000万人、米国人口の74%と報告されている。米国の水環境保全政策は、先ず高いゴールを掲げて出発し、実情に合わせて改定法を作り規制を進めるやり方である。即ちその特徴は、立法、実施、評価を経て、再び立法（改定法）を行うサイクルである。「Clean Water Act」も成立以来マイナーではあるが12回改定されている。いずれの改定も、水質汚濁防止に対する基本的な考え方を反映した時代のニーズと、目標を達成するための相反する2つの方針のどちらをとるか議論に基づいている。即ち、水環境の保全を公共水域の有益な水利用のための水質によって管理するのか、それとも点源からの放流水質を命令による一律な規制するのか、という議論である。1972年以降は連邦政府が水質汚濁防止政策の推進に積極的に関与したが、1987年の「Clean Water Act」の改定によって、州政府が責任の中心を担うようになった。「Clean Water Act」とその改定法によっても、米国の約40%の公共水域が「釣りができて水泳ができる」基準を達成できていない。その理由は、多くの資金を投入して整備した下水処理施設による点源対策以外の、面源や合流式下水道の雨天時越流水の対策が不十分なためである。特に、人口密度が高い沿岸都市域の水質改善のために、水環境保全のゴールと費用を効果的

にバランスさせるための「統合的流域水質管理(Watershed Management)」が提案されている。1996年に米国環境保護庁は「Clean Water Act」に基づいて、2016年までの今後の20年間の公共下水処理施設の総事業費を15兆3,600億円と見積もった。二次処理、高度処理、雨天時越流水処理の費用は、それぞれ3兆1,800億円、2兆1,000億円、5兆3,600億円である。事業計画完了年である2016年には、下水道普及率は90%になると推定している。次世代の重要な技術的課題として、毒性物質のコントロール、汚泥のマネージメントを挙げている。

3.4 おわりに

我が国の下水道は公共水域の水質保全に大きな役割を果たしてきた。そのために、終末処理場の名称に込められているように、河川水質の保全のために、下水を処理してできるだけ海に近い地点に捨てることが基本的方針であったと思われる。海域では希釈効果によって有機物濃度（COD）でみる限りは現行の環境基準を80%以上達成している。しかし、希釈効果が小さく、富栄養化による内部生産の影響を受ける湖沼では、環境基準の達成率は40%前後で横ばい状態である。本文では、下水道整備による水質改善効果が顕著な札幌市の事例を挙げ、その成果と問題点を概説した。更に、湖沼の環境基準の達成率の向上と札幌市域における将来的問題の解決にとって参考となる、米国の「Watershed Management」についての情報も提供した。そこでの議論、即ち、水環境の保全を公共水域の有益な水利用のための水質（河川では水量も考慮）によって管理するのか、点源からの放流水質を命令によって一律に規制（Technology based requirements）して管理するのかは、今後の我が国の下水道政策にとって極めて重要であることは論を待たない。流域単位の水環境保全の参考書として文献4）、5）を紹介したい。

米国の事例については、カリフォルニア大学デービス校環境工学科 浅野 孝教授の資料をお借りした。使用を快諾いただいた浅野教授に衷心より謝意を表する。

なお、本文は、月刊下水道1999年1月号に掲載した内容を一部修正したものである。

参考文献

- 1) N. Tambo : Civil Engineering for Urban development and Renewal, Proc. of Int. Sympo., JSCE 80th Anniversary, Yokohama, 117-131, 1994
- 2) 工藤 孝浩：大岡川河口の生態系復元、水、第576号、平成11年1月
- 3) 浅野 孝：米国の水環境と下水道一過去25年間の進歩と21世紀への展望、建設月報、1998年12月
- 4) 浅野 孝、渡辺 義公、大垣 真一郎、田中 宏明（共訳）：沿岸都市域の水質管理、技報堂出版、1997年5月
- 5) 高橋 裕、河田 恵照編：水環境と流域環境、岩波講座、地球環境学第7巻、1998年9月