

京都大学工学部 正会員 工博 ○末石 富太郎

〃 学生会員 工修 勝 矢 淳雄

〃 〃 弘 元 晋 一

I. 結 論 一般に下水道施設計画の支配因子は、汚水量または雨水量であることが多く、最近ようやく水質要素が処理場の操作面から反映されるようになってきた。これに対し下水道管きよ系統の設計目標は、排水を滞滞なく処理場へ流送することを第一義としたので、水量の大小に対する従属性があまりにも大きい、換言すれば制御性のきわめて低い計画設計となっている。これが結局、地域の開発や変親に弾力的に対処しえない大きな原因であろう。これは、下水道管きよが雨天時に大量の汚水を放流したり、また処理場まで運びきれない多量の汚濁物を堆積している事実からも明らかであるが、このように管きよの機能上の欠陥によって生じた現象も、逆にこれを意図しない制御が行なわれたものと考え、その制御性の変域が拡大できないかとする点が本研究の第一の着眼である。著者らは約10年前から、合流汚水の最適放流計画、雨天時の流出水質に関する研究などを通じてこの問題にアプローチしてきたが、最近の関連技術の進歩を勘案し、より視野の広い計画的な面から下水道管きよ系統の水量・水質要素もとりあげ、放流水域の状況、処理場処理能力などを考慮しつつ、放流せき・滞水池の操作や、さらに管きよ洗浄とか希しゃく氷の要請などを含めた総合的な制御が研究目的である。関連技術として重要なのは、計測と電子計算機によるデータ処理技術の発達であり、本報では、このような点と、下水道施設中最も制御性の高い処理場へ適確な情報を送ることも考慮して、管きよ系の監視機構に重点をおく。しかしこの監視の意味はいわゆるモニタリングではなく、続報(II)で取扱う汚水発生と流下過程の問題の解析をも含めた機構を考えており、従って単に下水道系統だけでなく、河川など大規模水域にも応用可能となれば画期的なものとなる。ただし、特に管きよ中の汚水の流下の問題の解決にはかなりの時日を要すると考えられ、またこの監視機構があるていど条件変化の速い環境下の下水道を対象にすべき点も考慮して、学習的な監視・制御を念頭においた。

II. 計測因子と監視因子 従来の狭義の監視においては、管理に必要な因子を監視するために計測方法が研究対象となるが、計測因子すなわち監視因子であった場合が多い。水量については、水位から流量を解析的に求めるという方法がとられているが、下水道系統では処理場以外での流量の計測ないし監視は、設計上重要な雨天時においてすらほとんど行なわれていない。都市下水水質制御の指標としては、特別の場合を除き主にBOD、SSが用いられる。もしBODの測定に5日間を要することが避けられねば、放流BODを管理し、また流入水質を知って処理操作を動的に制御すること自身に無意味となる。結論に述べたような目標を実現するためには、かな

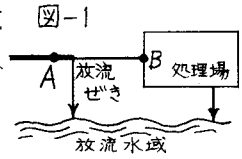
り応答の早い計測—監視が行なわれる必要があり、管きよ中での水量・水質の現象が把握できることに期待して、計測因子=監視因子という制約があるていど解除することによって、意図する監視システム実現の可能性が大きくなる。以上のような発想にもとづき、計測因子を瞬時測定のものに限り、

表-1

監視 計測	水温	水深	流速	pH	電導度	濁度	溶存酸素	DO	SS	BOD	CBOD	総窒素	大腸菌
水温	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
水深	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
流速	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
pH	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
電導度	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
濁度	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
DO	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

多重連関のあることを前提として、監視または管理可能な因子を検討してみたものが表-1である。
○印は現象論的連関が強く、×は確率を取扱いが必要なもの、△はこれらの中間として統計的な考察が可能としたもので、そのうち△印については後に示すように統計的相関を認めた。

III. 監視機構の試案 計測因子と類似の要因として、下水道管系その位置する自然的・人工的環境の情報を含めれば、表-1の連関分析の精度を高められるばかりでなく、環境の変動に應ずる予測制御も可能となる。いま図-1のように簡単な合流式下水道(既設または新設)を例に考え、放流せき上流側の排水区域代表点Aにおいて制御に必要な水深、濁度、電導度などの瞬間測定を行なう。B地点(処理場)



においても定常的な観測や試験が行なわれているが、制御結果を確認する地点として瞬間計測の必要はない。A点の計測値は記録計をへて、その他環境情報とともに電子計算機にオンラインまたはオフラインでインプットされる。表-2は、計算機の記憶が皆無の状態から監視機構の運営を始めるものとし、例外監視に転換可能となるまでの最初のほぼ1年間の、データ収集、計測、計算のパターンを示したものである。雨水の流出をも監視対象に含めるため、晴天および雨天に応じて最低時隔5分および10秒でいどで、監視資料の集積と制御指令の発信が行なえるようにすべきであろう。

表-2

地点	天候	項目	外部関連情報	推定	現在情報	環境情報	データ蓄積	現象説明	計算機利用	測定
システム	有無	有無	○	×	×	×	×	×	×	0
降雨	有無	有無	○	×	×	×	×	×	×	0
A	雨天	流量	○	×	×	×	×	×	×	0
	雨天	水質	○	×	×	×	×	×	×	0
	晴天	流量	○	×	×	×	×	×	×	0
	晴天	水質	○	×	×	×	×	×	×	0
計算	—	—	○	×	×	×	×	×	×	0
B	雨天	流量	○	×	×	×	×	×	×	0
	雨天	水質	○	×	×	×	×	×	×	0
放流域	雨天	被蓄	○	×	×	×	×	×	×	0
	雨天	水質	○	×	×	×	×	×	×	0
希少水	晴天	有無	○	×	×	×	×	×	×	0
	晴天	水質	○	×	×	×	×	×	×	0

IV. 水質推定に関する数値実験 表-1に示した連関のうち△印に注目すると、監視の初期においては現象面について未知であるので、資料数に応じ層別の統計解析を行なう必要があり、計測因子が監視因子を推定しさえすれば、上述の監視機構によって、自然に監視・

制御の精度は上昇してゆくはずである。表-3は京都市内の実際管きよの固定観測点で、ランダムに得た56個の水質試料から因子間の相関係数を求めたものである。このうちSSと濁度については流量の多いほど相関が強くなる。また対象区域の特性が明確なほど相関係数が大きくなることがわかったので、一応BOD試験の遅れを考慮しても7日目以降からは瞬間測定によって、BODなどの推定が可能となる。図-2は全資料をプロットした1例で、図-3は同じ資料によって、日々回帰直線を修正しながら推定した値の実測値に対する誤差率を示したものである。あるていど資料が蓄積されると、逐次古い資料を除いても、水質の低い場合を除けばかなりの精度を維持できることがわかった。ひきつづきデータを増し、表-2をもさらに具体化することを研究中である。

表-3

監視 計測	SS	BOD
電導度	0.450	0.721
濁度	0.444	0.846

図-2

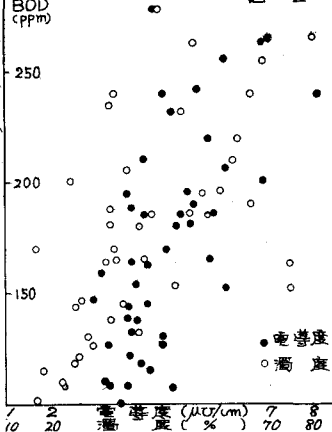


図-3

