

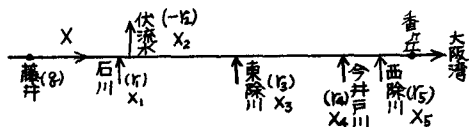
アナログコンピュータによる河川汚染解析 (大和川を例として)

京大工学部 正員 岩井重久, 井上頼輝
学生員 〇松井三郎

1. 概要

河川水中の溶存酸素平衡を解析するため、現在では Streeter-Phelps の基本式から発展して多くの諸方法が主として用いられている。Streeter-Phelps は、河川水中の有機汚染物質の指標としての BOD の 1 次反応式に従うとし、またこの BOD 反応と結びつて河川水中の DO (溶存酸素量) が消費され、一方で河川曝気等による酸素供給によって DO が補給され、この両者の DO が平衡をなす場合の基礎微分方程式を提示し、これを解いて DO の垂下曲線を求めている。この方針に従って実際の河川の汚染解析を進めると、とくに流入河川の多い場合、流入による水量、水質の変化によって初期条件がかわり、意外に複雑な計算を要する。そこでこの点を改善するためアナログコンピュータなどの利用が試みられてきたが、本研究では、図-1 に示す大和川の将来水質の予測を例として、こうして流入支川の多い河川の場合、コンパレータ-の利用による演算の単純化を試みることにした。またこうして計算結果から、大阪府下の範囲での大和川水系沿岸の広域下水道計画を進める場合、大和川水の最重要の利用目的である堺市工水道の水源地水質を確保する為には、まず西除川、今井川に排水する松原市を中心として下水道の整備が、優先的に実施されるべきならばならないことがわかった。

図-1 大和川水系(大阪府下)の模式図



2. アナログコンピュータ-のプログラム

アナログコンピュータ-で演算するとき、計算機の演算時間と実際の河川の流下時間とを対応させる必要がある。そのためプログラムを図-2 に示す。このプログラムは、河川流水断面積を函数器 (FG) にかけ、これに対して、図-1 に示す大和川水系の模式図の流入支川の流量、次流水としての流出量を乗じて、平均流速を求め、積分器から流下距離 (流下時間) を求める。ここでコンパレータ-の R1 ~ R5 を使用して、図-3 に示す BOD₅ 値の変化と DO 値変化とを求め回路に接続させると、流入河川による初期条件変化に基づく計算のやり直しをうけることができた。図-3 の上段のブロックは、BOD₅ 値を求める回路で、 $\square$ として演算結果を取り出す。さらにその下段は、上段より得られた種々の BOD₅ 値に対して、河川曝気によって供給される酸素量 (光合成によるものは省略する) を加えて溶存酸素量平衡式の回路となり、 $\square$ として対応する DO 値が求まる。なお河川曝気係数は、河川を適当な区間に分け、各区間に対して O'Connor-Dobbins 式からその値を求め、函数発生器に導入した。

3. 大和川の水質の予測に対する適用

大和川水系は、現在多数の水源地があるが、とくにその流末には、堺市 40 万市民の飲料水のうちの大半を占める水源地がある。一方、大和川の汚染は年々進行しており、

1) Lloyd L. Falk, "Analog Computer - A Modern Tool in Water Pollution Control" ASCE, SA 6, 1962, Nov.

堺市工水道の旧取水渠はすでに数年前に取水不能となり、現在上流側に新取水渠を設置しているが、ここにおいても水質上の限界に達しつつある。そこで大和川水質の将来を予測するため、まず、S.39年度を基準として、大和川水系全般の流域人口と工場排水負荷量との増加を推定した。人口推定に当っては、大阪府地方計画の資料と系官果についての近畿圏整備本部の資料とを利用した。工場排水負荷量の推定には、将来の工場出荷額の伸びを基礎とし、経企庁全国調査による全国平均工場排水水量水質標準値表を利用した。以上の算出結果を流入支川別にまとめ、

S.39年のBOD₅値とDO不足量との流向方向分布を計算機により求め、観測値と比較したところ、かなり良好な一致を見出した。そこでS.45年とS.50年とに訂する推定資料を用い、BOD₅の将来推定を行なった。図-4の計算結果を見ると、堺市工水道省ヶ丘取水渠に対して、今井戸川、西除川の汚染が及ぼす影響を与えていることがわかる。上記の結果から、当面、松原市を中心とする今井戸、西除両系統の下水道整備が急務であることがわかる。またS.45年とS.50年とにおいて、下水道整備の進捗により、汚染源が漸次除去される場合、大和川水質がどのように改善されるかをCase 1～5を設定し、この流域ごとの合理的な下水道整備計画を立てることが可能になる。

図2 大和川の流下距離Xの関数発生プログラム

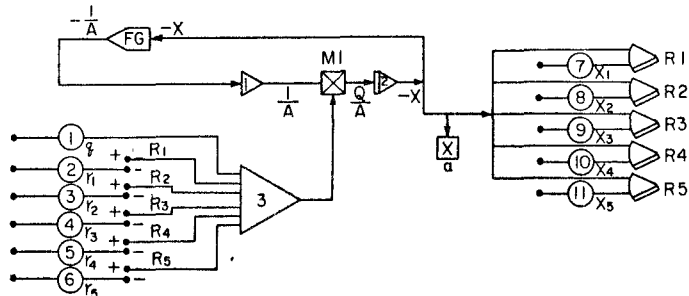


図3 大和川の水中溶存酸素垂下線式のプログラム

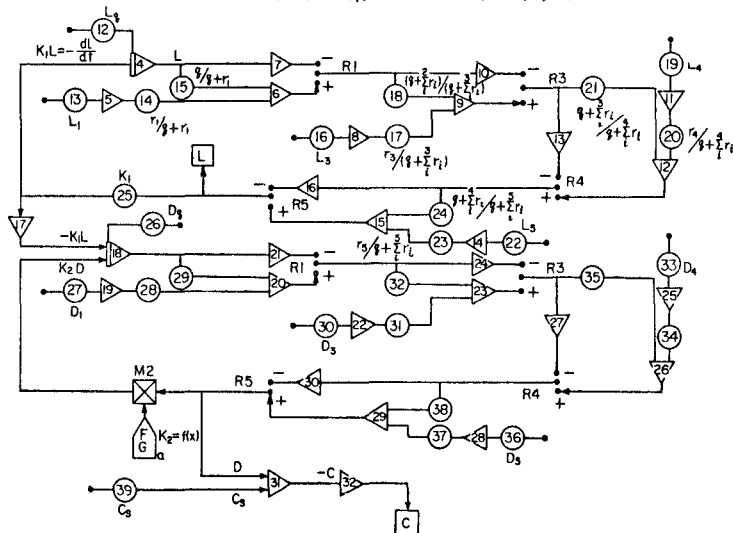
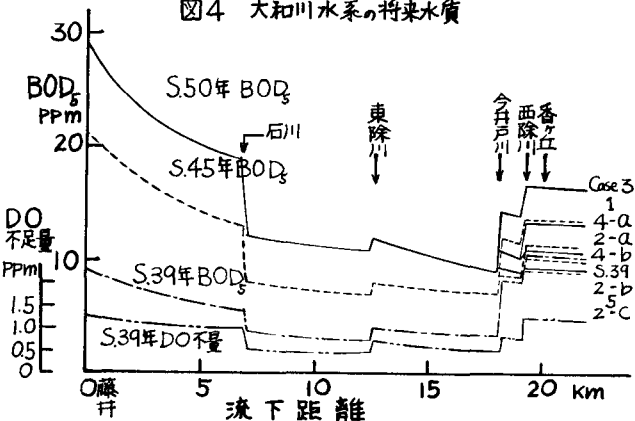


図4 大和川水系の将来水質



和川水質がどのように改善されるかをCase 1～5を設定し、この流域ごとの合理的な下水道整備計画を立てることが可能になる。