

北大工学部 正星 神山桂一

〇高畑征三郎

(1) 概説 下水処理システムを設計するにあたっては、処理プラントとその処理水を受ける河川との関係を注意深く考察しなければならない。従来、下水処理施設の設計では放流河川の状態には大した関心が払われず、ただ概略的な検討が行われたのみで、定量的な解析は行われなかった。そして、その設計基準は関係官庁により、単に放流水質基準が決められているのみである。しかし、下水処理施設が河川汚濁防止の主目的とする事を考えれば、設計基準を放流水質におくより、河川水質におく方が実際の事であることは明らかである。しかも、河川の自浄作用は有機廃水の安定化に役立つので、河川を下水処理システムの一部と考える方がより妥当である。水質汚濁の程度を表わす指標としてBODを考えよう。図-1のようなモデルを考えた場合には(1)式が成立する。

$$L_{ea} = \frac{L_a(Q_s + Q_e) / \exp(-K_r t) - L_s Q_s}{Q_e} \quad (1)$$

ここで、 $L_{ea}$ : 放流下水の許容BOD濃度、 $L_a$ : 河川の問題としている下流地奥の許容BOD濃度、 $L_s$ : 放流地奥上流の河川BOD濃度、 $Q_s$ : 河川流量、 $Q_e$ : 放流下水流量、 $K_r$ : 河川自浄係数、 $t$ : 河川流達時間である。

(1)式は問題地奥の許容BOD濃度、上流河川BOD濃度、河川流量、下水流量、流達時間および自浄作用係数を与えれば、放流下水の許容BOD濃度が求まることを示している。この $L_{ea}$ が求まれば、ある人間集団より排出さ

れる下水入力(input)に対して、いかなる規模効率をもった処理施設を建設すべきかは求まるであろう。しかし、上述の $L_s$ 、 $Q_s$ ( $L_s$ は $t$ の関数)、 $Q_e$ 、 $K_r$ などは年間を通じて変化するのであり、それ故に、ある $L_a$ の値を決めた場合に、この値に対応する放流下水許容BOD濃度はtime occasionとして存在するのである。これら刻々と変化する変数を考慮して適切な下水処理施設を設計計画するには、プラント-河川システムの動向を研究する必要がある。シミュレーション法は、このようなプラント-河川システムを動的に解析する方法である。

なお、この研究は現在、継続中のものであり、今回はシミュレーション法を適用する方法および入力の1つである降雨の発生方法について述べる。

(2) 解析の方法 シミュレーションの考え方は次のようなことである。すなわち、解析の対象としている実際のシステム(ここでは、下水処理プラント-河川システム)を解析するために、このシステムに作用している現象をできるだけ忠実に模擬する。そして、この模擬システムに入力(原因変数)を入れ、出力(結果)を求めて、その結果を整理して実際のシステムを解析するのである。図-1のようなモデルを考えた場合に考えられる入力および出力は次のようである。入力: 降雨量、汚水量、汚水BOD量、下水放流直前の河川BOD濃度、河川自浄作用係数。出力: 問題とする地奥の河川BOD濃度。また、解析のためのフローシートの1例を図-2に示す。

(3) 時間降雨量の発生 入力の1つである時間降雨量の連続データを単体マルコフ連鎖の考え方

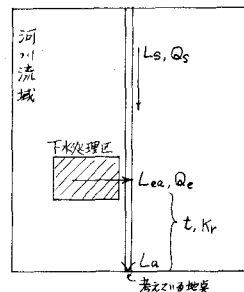


図-1 システムモデル

を利用して発生させた。従来、降雨量は全く、ランダム量として取扱われてきたが、時間降雨量の発生順序には、明らかに何らかの法則性があると考えられる。札幌気象台の昭和31～41年の7～9月の時間降雨データについて、標準正規分布によるランダム性の検定を行ない、このことを確認した。(北大NEAC2203G参照)

ある事象 $E_i$ の次に他の事象 $E_j$ の起る条件つき確率を $E_i$ から $E_j$ への遷移確率という。単純マルコフモデルでは、遷移確率を求めておけば、初期条件を与えれば次々に降雨データを発生させることが出来る。

前記の実測データを使って、時間降雨量の遷移確率

を求めた。(図-3)。なお、降雨量の区分けは $f(\text{mm})$ , 0.0, 0.5, 0.8, ..., 122以上の43通りとしたので、図に示されたような曲線が43本画かれるのであるが、この図では10本しか示していない。この単純マルコフモデルを使って、20000個のデータを発生させ、実測データと比較したのが図-4である。(北大NEAC2203G参照)。図-4を見ると、実測データの各降雨量の生起確率に比べて、発生させたデータのそれは、降雨量の小さい所ではいく分小さく、降雨量が大きい所ではいく分大きく出ている。しかし、この程度の精度で充分使用できると考えられる。

(4) 再び単純マルコフ連鎖を利用した降雨の発生方法については、上記の方法と異った考え方であるが、Chow<sup>(1)</sup>によって研究されている。しかし、彼の研究は、1洪水についてのみの降雨時系列発生であり、これは防災面では利用でき

るが、河川汚濁解析には利用できない。上記の方法によれば、実測データさえある程度得られれば年間を通じての降雨量の時系列を求めることのできる。

なお、この研究は現在、継続中のものであり、現在、発生させた降雨による河川出水および排水区域内出水のモデルを考案中である。大方の御教示をお願いしたい次第です。

参考文献<sup>(1)</sup>

Ven Te Chow "Sequential Generation of Rainfall and Runoff Data" ASCE, HY4, 1965, July.

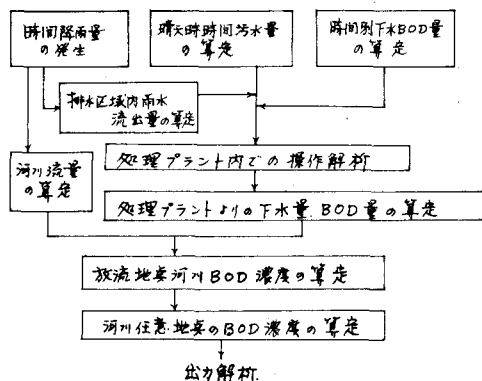


図-2 解析のフローシート

