

宮崎大学工学部 正員 石黒政儀 ○正員 渡辺義公

1 はじめに 河川水質に関する研究は、①河川水質の長年に亘る経年的変動を追求して、将来水質の予測、汚濁防止対策や水資源の確保に資するアプローチ、②短期間の水質変動、たとえば、ひと雨ひと洪水による水質変動を解析して水質管理や水利用施設の設計や運転の合理化を目指すアプローチの2つに大別される。

表流水も水源とする浄水場を考えると、①のアプローチは浄水場の規模や薬品費等の維持管理費の算定のために必要であり、濁度の出現頻度やある濁度が継続して生ずる確率の研究等はこの分類に入る。②のアプローチは浄水場の合理的な操作運転のため情報を提供し、降雨に伴う流出や濁度予測はこの種の研究^(1,2,3)に属し、日単位ではなく時間単位の観測資料が必要である。浄水場へのinputは流量 Q は一定であるが濁度は自然条件によって変動し、その変動中は $10^0 \sim 10^3$ のオーダーにわたるものが通常である。したがって、浄水システムを構成する個々の単位操作の特性が定量的に明らかにされても、inputとなる濁度の予測を正確に行なわなければ浄水システムの合理的な運用はなし得ない。本文では、河川中の濁度変動を②の立場から解析し、降雨、流出、濁度予測と浄水システムを連結する研究についてその第一報を報告する。

2 自然河川における濁度予測法 河川中の濁度発現の原因はBed-material loadとWash loadである。この2つの中で降雨によって直接河川中に流出して来るのは主として後者であると考えて良いので、ここでは一応Wash loadのみを考え洗掘等によるBed-material loadの影響は考えない。この場合にはHydrographと同様の水文学的手法によって降雨に伴う汚濁時間曲線(Pollutograph)を得る事ができる。比較的広い流域を考える場合は、流域内の降雨分布が問題となるがここでは簡単のために全流域内一様に降雨がある場合を考える。本文では、HydrographとPollutographの基本型として突

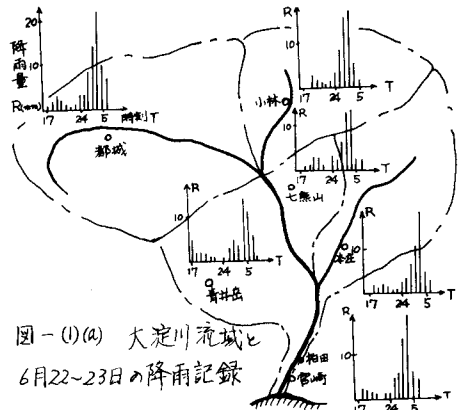


図-1(a) 大淀川流域と
6月22-23日の降雨記録

測値を参考とした結果、式-(1)の非対称曲線式の対数正規型を採用する。

$$Q = \frac{\sum \delta \log e \cdot f_0}{3600 \sqrt{\pi} \sigma} \cdot e^{-\frac{(\log \frac{Q}{f_0})^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

ここで、 t : 継続時間(hr),
 $\sum \delta$: 総流出量(10^3 m^3), f_0 :
 t_0 : 突測データより求める定数
(無次元) $\cdot (\text{hr})$.

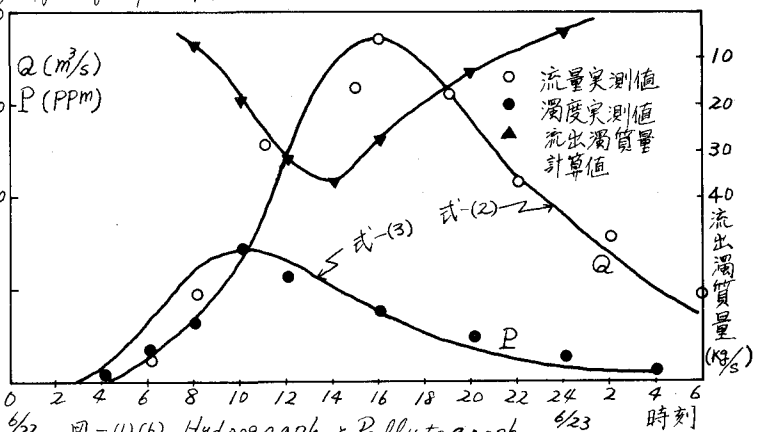


図-1(b) Hydrograph & Pollutograph

Pollutographについては式-(1)の Q を P ($\text{g/m}^3 = \text{PPM}$) $\sum \delta$ を $\sum P$ と置くと良い。

3 突測値への適用例 1973年6月22日~23日と9月21日~22日の宮崎県大淀川流域柏田地点(図-1参照、流域面積約2000 km^2)での1時間毎の観測資料を解析した結果が式-(2), (3)と図-1(1) 式-(4), (5)と図-2である。式-(2)~(5)はいずれもbaseの流量の濁度を差し引いて計算したものである。

6月22日~23日

$$Q = \frac{5680}{t} e^{-17.7 \left(\log \frac{t}{16.8} \right)^2} \quad \text{--- (2)}$$

$$P = \frac{1500}{t} e^{-12.1 \left(\log \frac{t}{14.4} \right)^2} \quad \text{--- (3)}$$

7月21日~22日

$$Q = \frac{2900}{t} e^{-7.8 \left(\log \frac{t}{14.4} \right)^2} \quad \text{--- (4)}$$

$$P = \frac{1250}{t} e^{-11.0 \left(\log \frac{t}{8.9} \right)^2} \quad \text{--- (5)}$$

図-(1), (2)より2つの注目すべき点に分かる。すなわち、①柏田地点では流量のピークと濁度のピークが一致せず、後者の方が時間程早く流出濁質量のピーク時間はほぼ両者の中間にある。②同一流量においても濁度の値は異なり、流量が増加傾向にある時には急激な濁度の増加が見られ、流量が減少するにつれて濁度も徐々に減少する。しかし、①に付いては降雨特性(降雨量と分布)によって変化し、その関係は定性的に図-3のようになる。

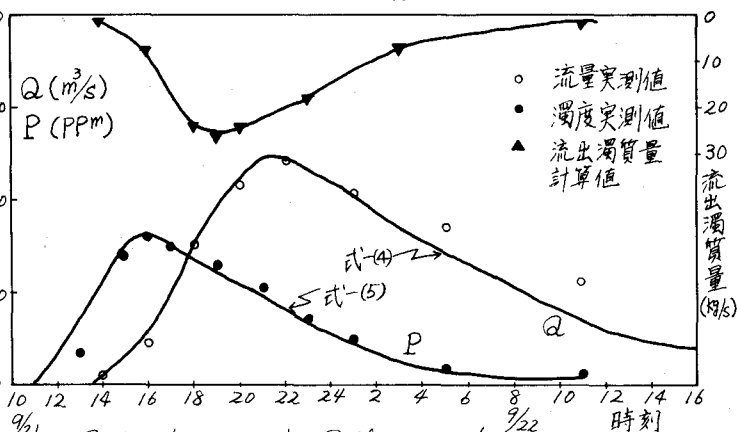


図-(2) Hydrograph & Pollutograph

4 降雨特性と濁度流出の関係

降雨特性を次の4つに分類する。I型：全流域に一樣に降雨、II型：主に上流域に多量降雨、III型：主に下流域に多量降雨、IV型：1降雨後Qの減少中に前期より少量の降雨。I~IV型についてQとPの大略の傾向を把握するため、1972年1月~12月の1日1回測定資料を用いて図示すると図-(3)~図-(6)のようになる。図-(3)はI型であり、全流域に降雨があるため濁度のピークが流量のピークより早く出現する。図-(4)はII型であり、上流域の多量降雨のため上流の多量の濁度が流出して来る時点と流出のピークが出現する時点が一致する。図-(5)はIII型であり、形はII型と類似しているが下流域に多量の降雨があるために濁度出現時期が早くなり立ち上がりの傾きが急になる。I, II, III型はすべて右廻りのループを描く。それと水入りの特性をより定量的に把握するには時間単位の資料を用いて解析しなければならない。

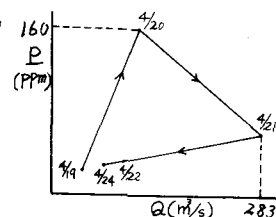


図-(3) I型

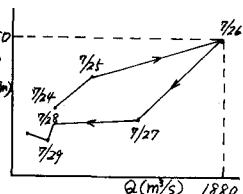


図-(4) II型

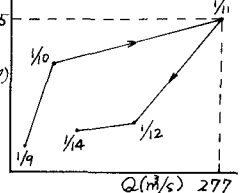


図-(5) III型

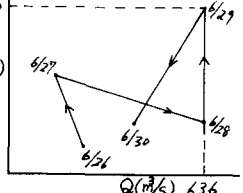


図-(6) IV型

5 おわりに 本文では、浄水場の合理的な操作運転のため濁度予測について雨と濁水における濁度変動を解析し、流量曲線と汚濁曲線とを原形は対数正規型で表現が可能であり、しかも、河川水の濁度は流量と流域の降雨特性と密接に関係する事を明らかにした。最終的目的である降雨からの濁度予測は図-(7)のような共軸相関図を作成する事によって可能となる。濁度の計でなくBOD, COD等他の水質項目をも含めてより定量的な結果を得るための研究を継続中である。最後に各種資料を提供頂いた宮崎市水道局、宮崎県公害課、建設省宮崎工事事務所および資料の解析に協力頂いた本学卒業生野田和彦(現宮崎県庁)、坂田節男(現山口県庁)の諸氏に深謝申し上げる。

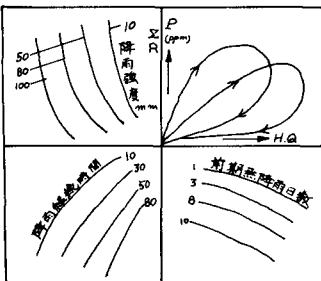


図-(7) 共軸相関図

参考文献 1)丹保等、濁度予測に関する研究 第5回紀生学研究会論文集、2)中川、水文学的手法による汚濁流出機構の解析、第18回水理講演会、3)半谷、水質調査法