

II-56

都市河川における雷雨性集中豪雨の流出解析について

宇都宮大学 学生会員 荻 田 利 一
足利 銀行 正会員 手 塚 孝 幸
宇都宮大学 正会員 長谷部 正 彦

1. はじめに

宇都宮市内のような都市化された地域を流域にしている中小河川が、雷雨性を伴う集中豪雨によって、しばしば洪水氾濫している。しかも洪水氾濫の発生件数も都市化に伴い増加の傾向を示めており、また、このような洪水の原因について考えてみると（釜川の場合）、昭和40年代までの洪水の洪水氾濫の原因は、主に台風等によるものであったのに対し、昭和50年代からのそれは、雷雨性の集中豪雨によるものへと変化してきている。本報告では、この洪水例をタンクモデル法により流出解析して雷雨性の集中豪雨の流出機構を検討しようとしたものである。

2. 対象流域

解析対象流域である釜川の流域面積は、6.4 km² で、利根川の一支出であり宇都宮市内中央を流れる都市河川である。解析水文資料は、昭和57年6月21日（洪水 NO.1）、同年8月1日、2日、3日、25日（洪水 NO.2, NO.3, NO.4, NO.5）の雷雨性集中豪雨である。洪水 NO.1 の ハイドログラフとハイトグラフを図-1に示す。

3. 雷雨性集中豪雨（洪水 NO.1）

この洪水をもたらした雷雲の面積は、レーダーによる雷雨分布図から求める。なを、この面積は、レーダー雨量強度値の最大の領域の部分であり、この面積が時間とともにどのように変化していくかを表-1に示す。表-1より雨域面積は、14時20分をピークに急激に減少していることがわかる。一方、面積は、14:00～14:10分迄の10分間に40mmの降雨強度があり、雷雲の雨域面積の減少と概ね対応している。

また、雲頂は、11000 m であり、雷雲として最大級のものであり、雷雲の中心の移動速度は、レーダーの雨量分布の時間変化から、約150 km/h と推定された。このように、この日の豪雨は雷雨を伴う降雨強度の強い雨であったことがわかる。10分間での40mmの降雨量は、10分間雨量としては、既往最大雨量の32mmを上まわっている。

4. タンクモデル法

二段の線形タンクモデルを考える（図-2）。

このタンクモデルの構造、運動方程式（1）式と

$$\left. \begin{array}{l} S_1 = K Y_1 \\ S_2 = K Y \end{array} \right\} \text{----- (1)}$$

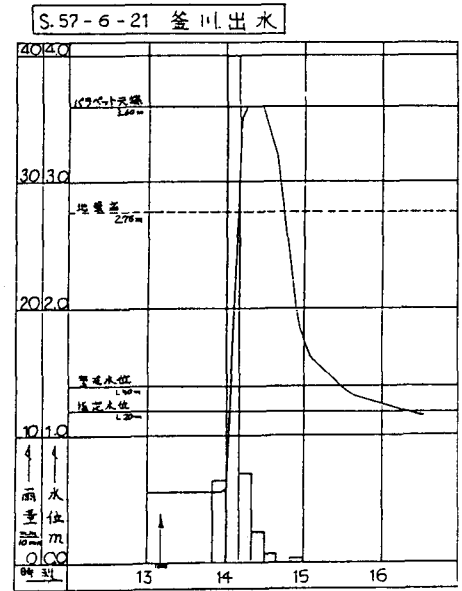


図-1 ハイドログラフ&ハイトグラフ

時間	面積(km ²)
14:15	210
14:20	220
14:30	160
14:40	90

表-1 雨域面積の変化

連続式（2）式

$$\frac{dS_1}{dt} = X - Y_1 \quad \text{and} \quad \frac{dS_2}{dt} = Y_1 - Y \quad \text{----- (2)}$$

から成り立っている。ここに、S：貯留量、X：降雨量、Y：流出量、K：貯留係数。（1）、（2）式より、二階の線形常微分方程式となり、この系の応答関数は、次式で求められる。

$$h(\tau) = \frac{\tau}{K^2} \exp(-\tau/K) \quad \text{----- (3)}$$

また、流出量の逓減部を指数関数（ $=y_0 \cdot e^{-m\tau}$ ）に近似すると、貯留係数Kと時定数の逆数mとは、次式の関係が得られる。

$$K = 1/m \quad \text{----- (4)}$$

貯留係数Kは、逓減部の流量のセミログのプロットにより、時定数の逆数mを求め、（4）式から求まる。

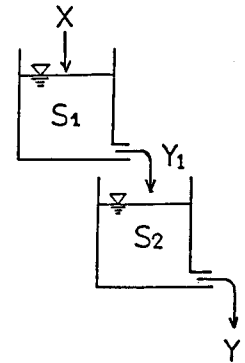


図-2 タンクモデル

5. 流出解析

洪水 NO.1 の解析を行う前に、雷雨性集中豪雨の洪水 NO.2に上記のタンクモデルを適用した結果を図-3に示す。他の洪水 NO.3, NO.4 及び NO.5でも同様な結果を得たので、洪水 NO.1 にも、既に述べたようなタンクモデルの構造を適用する。洪水 NO.1 での出水は、ピーク流量の付近では、溢水氾濫して流量は、不明である。上記のタンクモデルの適用した結果は、図-4に示す。流量の上昇部及び逓減部では良い再現性を示めている。ピーク流量の付近の実測値と計算値との違いが溢水氾濫量と推定できる。なを、この溢水量とレーダ雨量計と雲の降水密度とにより推定した流出量とは、ほぼ一致していた。

6. あとがき

雷雨性集中豪雨というのは、短時間内に記録的な大雨を降らすことがしばしばある。これが都市に降れば、都市化の進展に伴って、都市河川ののう溢水氾濫の原因となることが予想される。本研究は、単純な二段の線形タンクモデルの構造により良い結果が得られた。今後、他の同規模な流域をもつ雷雨性の集中豪雨にも適用するとともに、雷を伴うような洪水の入力である降雨の雷雲の気象学的構造をも検討していきたい。

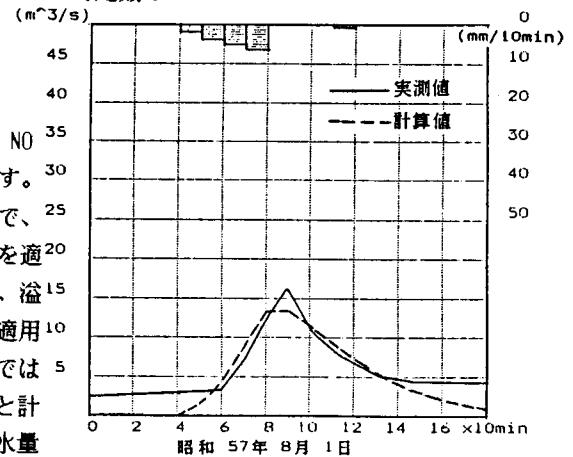


図-3 洪水 NO.2 の適用結果

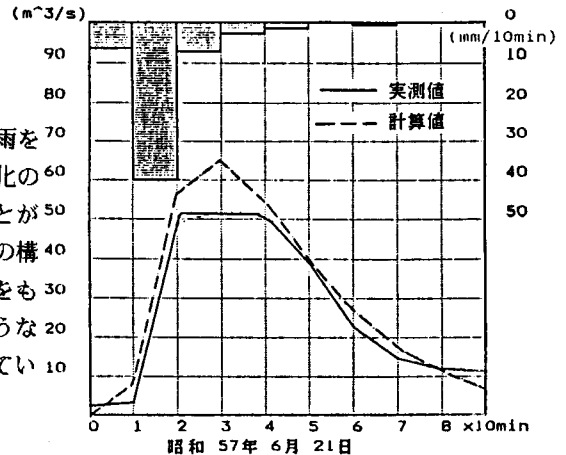


図-4 洪水 NO.1 の適用結果

参考文献

- (1) 田野辺、富澤、須賀、長谷部；雷雨性集中豪雨による都市河川の流出について、第5回自然災害科学学会学術講演会要旨集、1986
- (2) 蒔田、手塚、長谷部；都市河川における雷雨性の集中豪雨のタンクモデルによる流出解析について、第14回関東支部講演会、1987