

1. まえびき

一般に“流域の力学的最遠点に降った雨水騒乱が最下流端に伝播する時間”と定義される洪水の到達時間は、洪水調節計画を含まない中小河川計画において合理式等でピーク流量を推定する際の有効降雨の継続時間に用いられることが多く重要な概念である。すなわち合理式等も適用する場合、有効降雨強度と洪水到達時間、降雨継続時間と有効降雨強度の両関係を満足させる解を得る必要があるわけであるが、Rzikaの式や建設省流出試験地調査結果にみられるように洪水到達時間も山腹斜面を流下する時間を無視し河谷を流下する時間ののみを考慮したり流域^{特性}のみを主要パラメーターとして求められることが多い。ここでは、前述の両関係を満足する解を得る必要上から有効降雨強度と洪水到達時間の関係を明確にして提案された角屋の洪水到達時間推定式にふれたところ、この推定式と比較的流域面積の大きい北上川ダム流域に適用した結果を報告する。

2. 洪水到達時間推定式¹⁾

角屋は合理式適用における洪水到達時間の概念の扱い方の重要性をあげ、次のように実用推定式を提案している。

有効降雨強度が時間的に様々ないしは平均量としての取扱いが可能とすれば、次式で洪水到達時間を表しうる。

$$t_p = t_s + t_c = \frac{B P}{(2r_e)^{1-P}} + \sum_i K_i \left(\frac{Q^P - Q_0^P}{g} \right)_i \quad (1)$$

ここに、 B : 斜面長、 m : 降雨強度を流量単位に換算する係数、 r_e : 到達時間内平均有効降雨強度
 B, P : 斜面表流水深 h と流量 g の関係も $h = B g_s^P$ としてときの定数で Manning 型表面流
 を仮定したときは、 $P = 3/5$ $B = (N / \sqrt{\sin \theta})^P$
 θ : 斜面勾配、 N : 等価粗度

Q, Q_0 : 河道分割区間上、下流端流量、 g : 河道単位長当り横流量

K, P : 流積 $W = K Q^P$ と仮定したときの定数

(1) 式第1項 t_s 、第2項 t_c はともに特性方程式より求められるものであるが、それぞれ、斜面上の伝播時間、河道伝播時間を表している。丘陵山林地域では、 t_s が支配的であり、第1項だけを重視すると実用的には次式を想定しうる。

$$t_p = C A^\beta r_e^\beta \quad C, \beta: \text{定数} \quad A: \text{流域面積} \quad (2)$$

いくつかの流域についての検討から、 $B = C_B A^{0.57}$ C_B : 定数 (3) を得るとともに

$$t_s = \beta_s t_p = \beta_s C_B r_e^{-0.05} t_p \quad \beta_s: t_s \text{ の } t_p \text{ に示める割合} \quad (4) \quad \text{とおくと}$$

$$(2) \text{ 式の } C, \beta \text{ は } \beta = -0.55 \quad \beta = 0.22 \quad C = \left(\frac{N}{\sqrt{\sin \theta}} C_B \right)^{0.6} / 60 \beta_s \theta^{0.4} \quad (5)$$

と導かれる。この式は Manning 型の流れを想定しても当然肯定できるし、Hack の法則よりも肯定できる。 C はこの式をみてわかるように土地利用形態に依存する係数である。実測データより丘陵山林地域では、 $C = 290$ を得、それより放牧地、ゴルフ場、 $C = 200$ 、宅地 $C = 60 \sim 90$ と推定できる。

3. 北上川ダム流域への適用

角屋による前述の推定式は小さな丘陵山林地域を対象として導かれ、求められたものであり、北上川ダム流域のように大きな流域についての適用は興味深いものである。今回適用したダム流域は(図1) そのおかれた位置や山系年代の差による山地勾配をはじめとする流域形状、降雨、流出特性に差異はあるものの、丘陵山林系

域として、流域面積150~240km²への推定式の適用に都合がよいと考えられる。検討した洪水はダム完成後流量、降雨記録のしっかりした最近の中小洪水を対象とした。洪水到達時間については、図2より求めることとした。有効降雨強度については図2のbにて求めることが知られているが、 $Y_e = f_p Y$ (f_p : ピーク流出係数)と表現できれば、観測波形からも同じ手法で読みとれる。有効降雨強度は、 $Q_p = (\frac{1}{3.6}) Y_e A$ より求め、複数ピーク波形については移動平均あるいは波形をならみ合せ、ピーク流量の影響のない小波形もねぐり求めた。結果を図3に示すが、このように大河川支流流域についても推定式の適用の可能性を示唆する結果となった。

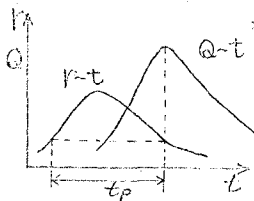


図2

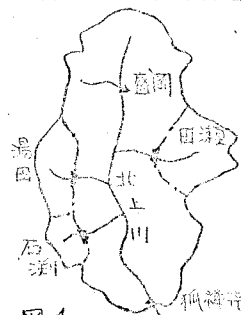


図1

4. あとがき

中川河川計画において重要な洪水の到達時間について角屋の実用推定式を北上川ダム流域にも適用し、比較的流域面積の大きい大河川支流流域への適用可能性の方向を得た。この結果は河川計画ばかりでなく洪水予報、ダム管理上に有効な示唆を与える。たとえば、気象台予報等より、今後の概略の雨量と継続時間を得れば、有効降雨強度を概算し、最も危険側の到達時間、ピーク流量を計算時間、手間を要せず何より早く把握できダム操作、洪水予報の必非を予測し、体制をとらるこことになる。最後に本報告全体が参考文献(1)の焼き写し的なものになったことにおわびする。

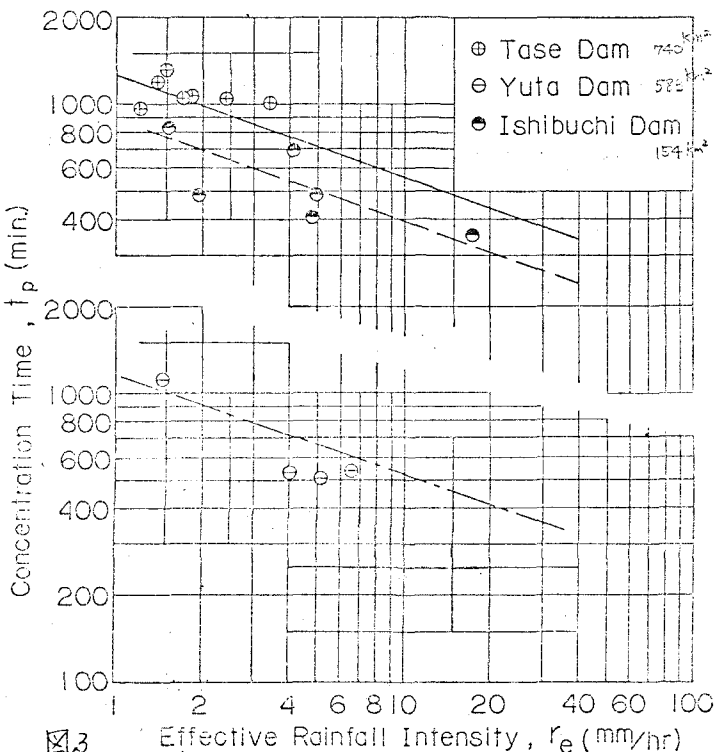


図3

- 参考文献 1) 角屋、福島 : 中川河川の洪水到達時間 災害科学シンポ(1975)
 2) 石原誠、石原敏、高梅、頼 : 由良川の出水特性に関する研究 京大防災年報第5号A (S37. 3)