II-13　洪水比流量曲線へのアプローチ

京大防災研究所　正 員　○角屋 睦・永井明博
京 大・大 学 院　学生員　野口美具

1. <u>まえがき</u>　大水害の主因となる集中豪雨は，必ずしも特定地点に多く発生するものではなく，気象・地形条件の類似するかなりの広範囲の地域のどこかに，ゲリラ的に起きやすい。したがって重要河川構造物の安全設計のためには，特定地点の既往最大もしくは確率洪水よりも，ある広がりを持つ面的最大について考慮を払う必要があり，地域別洪水比流量（包絡）曲線の概念は，その一つの解決策として有用である。本研究は，この曲線がどのような関数形を持つべきかを，理論的実証的に攻究しようとするものである。

2. <u>洪水比流量曲線の関数形</u>　洪水比流量曲線としては Creager の経験式が著名である。これは簡単巧妙な式であるが，理論的根拠に乏しく，わが国の既往観測最大値包絡曲線として用いると，小流域にはきわめて過大な値を与える欠点がある。この難点を解決するためには，関数形の持つべき意義を十分考える必要がある。これを理詰めに攻究するためには，問題は，(1) 式における洪水到達時間内の流域平均最大有効降雨強度 r_e の推定に帰一することに意を払えば十分である。その一原型を従来の研究成果を用いて考察すると次のようである。

$$q = Q_p / A = r_e / 3.6 \qquad (1)$$

q：洪水比流量，Q_p：ピーク流量（m^3/s），
A：流域面積（km^2），r_e：有効降雨強度（mm/hr）

i) 点雨量と面積雨量（DA）式，　Horton型修正式：　$P/P_0 = \exp[-\alpha(A-A_0)^\beta]$　(2)

ii) 点最大降雨強度（DD）式，　田中・角屋式：　$I = a/(t^c + b)$　(3)

iii) 洪水到達時間推定式，　角屋・福島式：　$t = C_p A^{0.22} r_e^{-0.35}$　(4)

ここに，P_0, P：点及び流域平均最大雨量ないし強度，A_0：$P = P_0$ の面積，I：点最大降雨強度，α, β; a, b, c; C_p：定数。いま r_e は，ピーク流出係数 f を用いて流域平均降雨強度 r より推定できるものとすると，DAD式は (5) 式，さらにこれを (4) 式と組合せると (6) 式を得る。これが一原型を与えるが陰形式であるので，さらに区間近似により $b=0$ とおけるものとして再整理すると，(7) 式が得られる。

$$r_e = f a (t^c + b)^{-1} \exp[-\alpha(A-A_0)^\beta] \qquad (5)$$

$$r_e = \frac{f \cdot a}{C_p^c A^{0.22c} r_e^{-0.35c} + b} e^{-\alpha(A-A_0)^\beta} \qquad (6)$$

$$q = K A^{-\varepsilon} \exp[-\delta(A-A_0)^\beta] \qquad (7)$$

$$\left.\begin{aligned} K &= (1/3.6)(fa/C_p^c)^{1/(1-0.35c)} \\ \varepsilon &= 0.22c/(1-0.35c) \\ \delta &= \alpha/(1-0.35c) \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

(7) 式が洪水比流量曲線の実用的関数形の一形式である。この式の exp の項は流域のDA特性の表現に外ならないから，(2) 式以外のDA式が用いられればこの項のみ変ると予想される。すなわち洪水比流量曲線式の一つのポイントは，DA特性の表現法にあるともいえる。

3. <u>小畑川・十津川流域のDA特性</u>　京都市西南山地を含む小畑川上流域（24 km^2）の昭44～51の8年間，有数の多雨域の一つ，南紀十津川上流域（718 km^2）の昭29～50の22年間の年最大級豪雨を対象とする。流域を細分割し，各ブロックの1～8時間雨量を，小畑川流域では等雨量線法，十津川流域はさらにティーセン法を併用して求めた後，ブロック雨量の大きい順に連結して P～A曲線を求め，特定面積 A_*（小畑川 2.7, 5, 12, 24 km^2，十津川 100, 200, 400, 718 km^2）の流域平均雨量を内挿的に推定し，A_* ごとの雨量の第1位，または 1, 2位の平均値をDA解析の対象にした。図1，2に小畑川，十津川流域の例を示す。小畑川流域では，

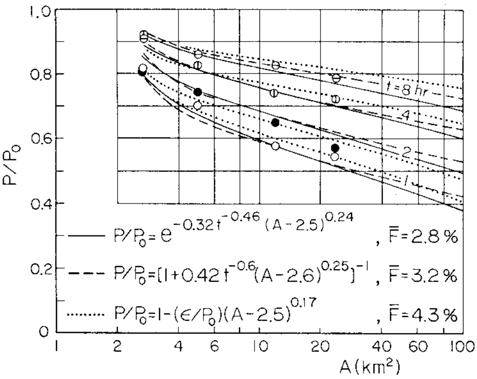

図1　小畑川上流域のDA特性（1, 2位平均）

係数αが継続時間の関数となるに対し，十津川流域ではαは定数かつ $A_0=0$ となっている。

4. 地域別洪水比流量曲線　それぞれの流域の継続時間別点最大降雨強度に，(3)式の $b=0$，すなわち Sherman 型DD式をあてはめた後，(7)式を求めた。小畑川流域ではαが時間の関数であるので，(4)式及び $f=1$ とした(5)式に種々の t を与えて q～A 曲線を画き，その交点群に対し，$\beta=0.24$ として(7)式を最小二乗法的に定めた。その結果を図3，4に点線で示す。

さらにこれら地方の既往観測最大値を包絡するように，上述結果を上方に平行移動し，地方別洪水比流量包絡曲線を求めると，図3，4の実線が得られる。同図に併示されたCreager換算曲線(破線)よりもすぐれた適合性を持つことが理解されよう。また紀州南部の結果をそのまま四国南部九州南部の洪水比流量曲線に転用すると，図5が得られる。これもまた，Creager曲線よりもはるかによい適合性を示すことがわかる。

5. 結び　ここでは，従来あいまいな理解しか持たれていなかった洪水比流量曲線の関数形を，合理的に誘導提案するとともにその有用性の実証例を示した。これに関連したいくつかの問題点を記すと，i) 洪水比流量曲線の決定にはDA特性の解明が重要なポイントである。ii) これには長期間の高密度観測網による雨量データが必要であり，同一地域内のいくつかの流域でのチェックが必要であるが，さらに時間がかかりそうである。iii) (2)式以外の数種のDA式を吟味したが大差はない。iv) 同一地域内豪雨のDD特性の吟味も必要である。

本研究には近畿地建河川管理課・奈良県河川課・電源開発その他多くの関係者の協力を得たことを謝し，本報告は昭和52年度科学研究費(試験研究)による研究成果の一部であることを記す。

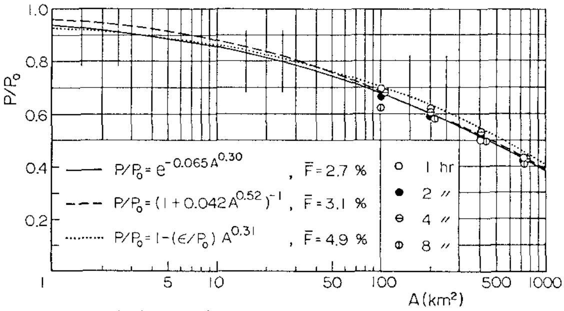

図2　十津川上流域のDA特性(第1位)

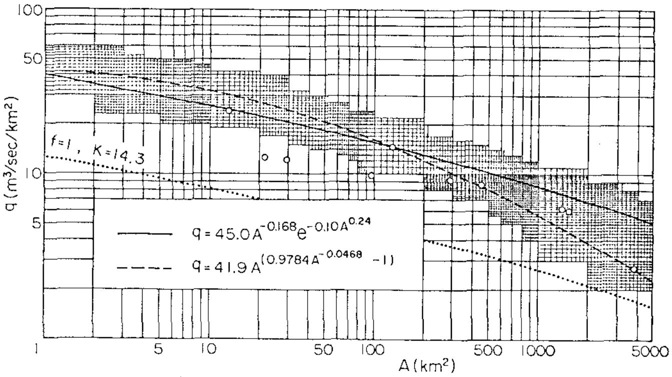

図3　近畿地方洪水比流量曲線

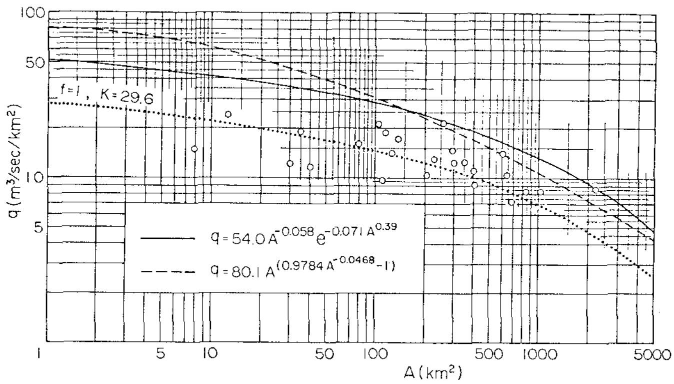

図4. 紀州南部の洪水比流量曲線

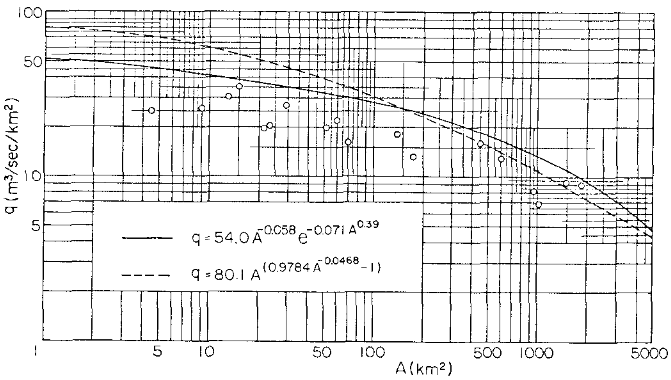

図5　四国南部・九州南部の洪水比流量曲線