

## 既往最大面積雨量データに基づく洪水比流量曲線の推定

Derivation of Flood Envelope Curve from Record Maximum Areal Rainfall Data

○近森秀高\*・吉村祐也†

CHIKAMORI Hidetaka\*, YOSHIMURA Yuya†

**1. はじめに** 起こりうる洪水流量の最大値を推定するために用いられる洪水比流量曲線は、従来、全国各地の河川で記録された既往最大比流量と流域面積との関係を地域別に整理してプロットし、これを包絡する曲線を描くことにより求められてきた。角屋・永井(1979)は、面積雨量-降雨面積-降雨継続時間(DAD)関係式と洪水到達時間式との連立により洪水比流量曲線式を導出した。

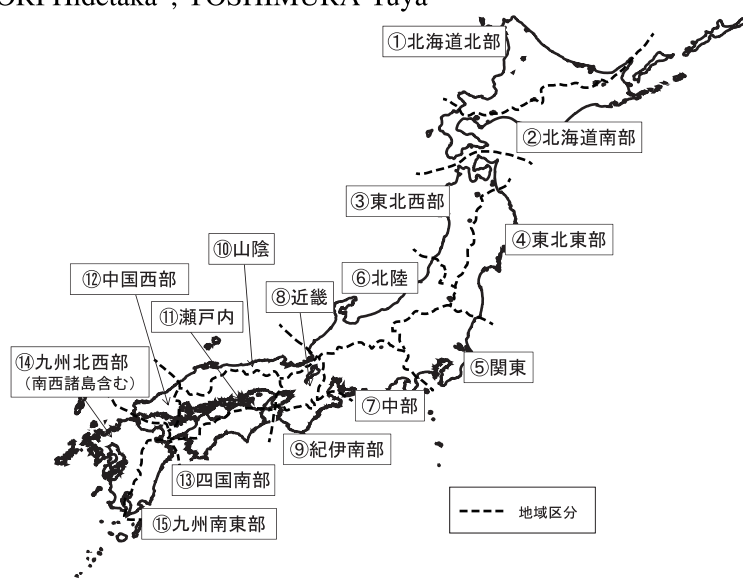


図1 降雨の特性を考慮した地域区分(国土交通省, 2015より改変)  
Regionalization of precipitation characteristics

この式を用いて、地域別に既往最大洪水比流量を包絡する曲線が求めら

れ、ダム設計洪水流量の推定等に用いられているが、理論的には、地上雨量計や気象レーダーから得られる対象地域内の雨量の空間分布情報から洪水比流量曲線を導出できる。本報告では、日本全国の各15地域における既往最大面積雨量のDAD関係に基づいて推定した既往最大洪水比流量曲線を、角屋・永井およびクリーガーによる洪水比流量曲線(式(1)および(2))と比較した結果を述べる。

**2. 解析対象資料** 本報告では、国土交通省水管理・国土保全局による報告書「浸水想定(洪水, 内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法」(2015)で公表された全国の15個の各地域における近年50~60年間の最大面積雨量データに基づいて、流域面積と最大洪水比流量との関係を推定した。これらの地域は、河川の流域界を踏まえ、気象現象に関する既往の地域区分の事例を参考にして、降雨データの統計的解析に基づいて分類されたものである(柳澤ら, 2015)。

**3. 6定数型DAD式の適応とこれに基づく洪水比流量曲線の導出** 角屋・永井(1979)による洪水比流量曲線式(1)は、Horton型の面積雨量-降雨面積(DA)式とSherman型の平均降雨強度-降雨継続時間(DD)式との積によって表される4定数型DAD式と、洪水到達時間式との連立により導出されたが、本報告では、DAD関係の推定精度を改善するために6定数型DAD式(3)を用いた。定数の同定には、大域的最適化手法である微分進化法(Differential Evolution)を用い、平方平均二乗誤差(RMSE)を最小にする定数を全国15地域それぞれについて求めた。図2に、山陰地方について求めたDAD曲線を例示する。

DAD式(3)と洪水到達時間式(4)を連立することにより式(5)が得られる。この式は $r_e$ について

\* 岡山大学大学院環境生命科学研究科, Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

† (株)日化エンジニアリング, Nikka Engineering Co. Ltd

キーワード: 洪水比流量曲線, DAD解析, 水文統計

の陰関数であるので、面積  $A$  の値を変えながらこれに対する  $r_e$  の値をNewton法を用いて逐次計算し、この  $r_e$  から式(6)を用いて洪水比流量  $q$  を求めることにより洪水比流量曲線を求めた。

**4. 6定数型DAD式に基づく洪水比流量曲線の推定** 山陰地域および北海道南部地域を対象として得られた既往最大面積雨量のDAD関係に基づく洪水比流量曲線と、クリーガーおよび角屋・永井によるそれぞれの式から得られた既往最大洪水比流量曲線を図3に例示する。山陰地域では、既往最大洪水比流量曲線は100 km<sup>2</sup>以上の面積の流域でクリーガーおよび角屋・永井の式の曲線を上回っている。また、北海道南部地域では、流域面積にかかわらず既往最大洪水比流量曲線が最大となった。

また、各地域における既往最大洪水比流量曲線を互いに比較すると、中部、四国南部、九州南東部の地域では、流域面積の拡大に伴う既往最大洪水比流量の減少幅が小さく、他の地域に比べて面積が大きい流域で出水規模が大きくなる傾向が見られた。

以上の結果は、降雨の時空間分布特性の経年的変化に伴って最大規模豪雨時の出水特性が変化していることを示唆していると考えられる。

**参考文献** 角屋 睦・永井明博 (1979) : 京都大学防災研究所年報, 19B-2, 143-152 ; 国土交通省 水管理・国土保全局 (2015)

(参照2017.4.19) : [http://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/pdf](http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf)

[/shinsuisoutei\\_honbun\\_1507.pdf](#) ;

柳澤ら (2015) : Report of Japan Institute of Construction Engineering (28), 40-43.

**謝辞** 本研究は、JSPS 科研費 JP26450344 の助成を受けたことを付記する。

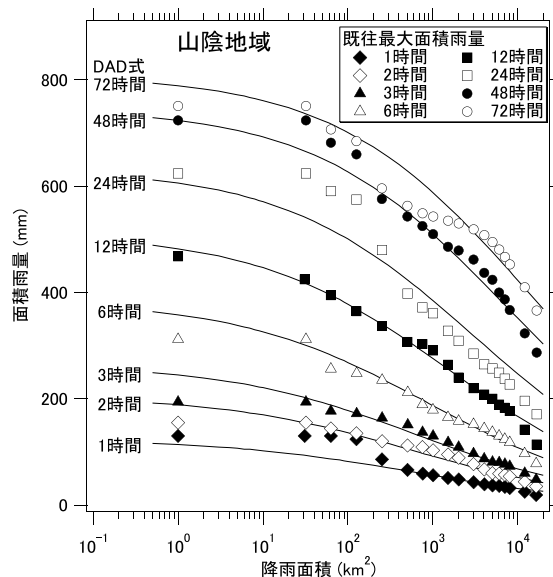


図2 6定数DAD式の適応 (既往最大面積雨量)  
Fitting of DAD equation with 6 parameters to record maximum areal rainfall depth in the San'in region

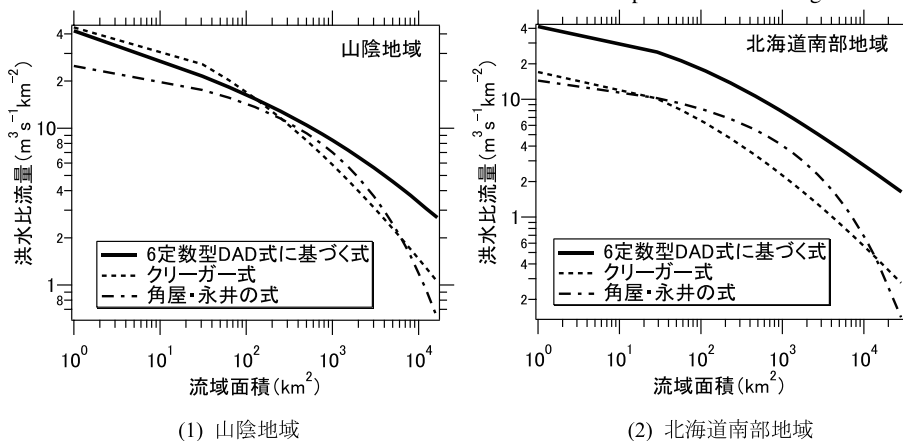


図3 洪水比流量曲線の比較 (山陰地域, 北海道南部地域)  
Comparison of flood envelope curves in the San'in and the Southern-Hokkaido regions

**数式リスト**

洪水比流量曲線式 (角屋・永井) :  $q = K \cdot A^{-0.06} \exp(-0.04A^{0.45})$  (1)

洪水比流量曲線式 (クリーガー) :  $q = C \cdot A^{(A^{-0.05}-1)}$  ..... (2)

DAD式 :  $P = \frac{at}{t^c + kt^d(A - A_0)^\gamma + b}$  ..... (3)

洪水到達時間式 :  $t_p = C_p \cdot A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35}$  ..... (4)

洪水比流量曲線式 :  $C_p^c A^{0.22c} r_e^{-0.35c} + kC^d A^{0.22d + \gamma} r_e^{-0.35d} + b - a \cdot r_e^{-1} = 0$  ..... (5)

合理式 :  $q = \frac{Q_p}{A} = \frac{1}{3.6} r_e = \frac{1}{3.6} f \cdot r$  ..... (6)

ここに、 $q$  : 洪水比流量,  $A$  : 対象面積 (km<sup>2</sup>),  $K$  : 地域係数 (式(1)),  $C$  : 地域係数 (式(2)),  $P$  : 流域内の面積最大雨量 (mm),  $t$  : 降雨継続時間 (h),  $A_0$  : 実用上点最大面積 (km<sup>2</sup>) ( $A_0 \equiv 0$ ),  $a, b, c, d, k, \gamma$  : 定数,  $t_p$  : 洪水到達時間 (min),  $C_p$  : 土地利用係数,  $r_e$  : 洪水到達時間内の流域平均有効降雨強度 (mm/h),  $Q_p$  : ピーク流量,  $f$  : ピーク流出係数 ( $\equiv 1$ ),  $r$  : 洪水到達時間内の流域平均降雨強度。