

都市中小河川実流域降雨流出ベンチマークデータセットの特性

東京都立大学 都市環境科学研究科 学生員 ○三井 峻平
 東京都立大学 都市環境科学研究科 正会員 河村 明
 東京都立大学 都市環境科学研究科 正会員 天口 英雄
 建設局 土木技術支援・人材育成センター 正会員 高崎 忠勝

1. はじめに

近年、都市域を流れる中小河川では、局地的な集中豪雨により河川の氾濫や内水による浸水被害が頻発している。そのため、精度よく都市域の降雨流出を再現すべく様々なモデルが開発され、その精度が検討されてきている¹⁾。しかし、中小河川において河川流量の観測が行われている箇所は限られており、また各モデルが対象とする河川や洪水がそれぞれ異なるため、モデル間の優劣を適切に判定することは困難であった。そこで、著者らは降雨流出モデルの性能向上を図るための共通データとして、降雨流出ベンチマークテストに向けた都市中小河川実流域データセットを構築した²⁾。本報では、本ベンチマークデータセットの降雨特性、流量特性、そして降雨・流量相互特性について検討した。

2. ベンチマークデータセットの概要²⁾

ベンチマークデータセットの流量観測地点は、図-1に示す荒川水系神田川の上流域に位置する東京都杉並区の佃橋であり、その流域面積は5.2 km²である。佃橋下流側に東京都防災総合情報システム（以下、水防災システム）の水位観測所が設置されている。また図-1に示すように流域周辺には水防災システムの雨量観測所が6箇所あり、図中にその雨量観測所のティーンセン比を示している。データセットには表-1に示すように、6雨量観測所の1分間雨量(mm/min)およびそれらのティーンセン分割流域平均雨量(mm/min)、そして佃橋地点の1分間隔水位(m)およびそれを次式のH-Q式で換算した流量(m³/s)などの項目が含まれている。

$$Q = 0.479(H - 37.260)^{3.000} (H < 38.154) \quad (1a) \quad Q = 14.816(H - 38.154)^{1.366} + 0.342 (H \geq 38.154) \quad (1b)$$

ここに、 Q : 流量 (m³/s), H : 水位 (A.P.m)

本ベンチマークデータセットは、1999年4月から2010年12月の期間で抽出した上位100洪水イベントから成っている。この場合、洪水イベントの抽出においては、6地点の雨量観測所全てが180分連続で無降雨となった場合を別イベントとしている。そしてこれらの100洪水イベントを時系列順にEv1~Ev100と表す。なお、データセットは次のURL (<http://www.comp.tmu.ac.jp/suimon/kanda/>)よりダウンロード可能となっている。

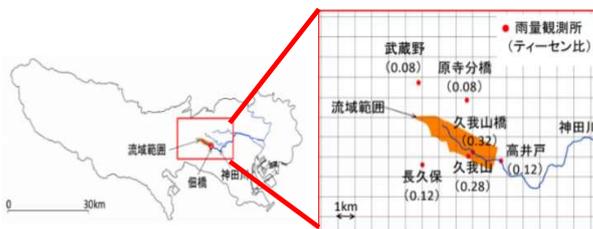


図-1 対象地点

3. ベンチマークデータセットの特性

(1) 降雨特性

全イベントの10分最大雨量、30分最大雨量、60分最大雨量および総降雨量を図-2に示す。そして、全イベントの1分、5分、10分、30分、60分、90分、120分における最大雨量を降雨強度に換算し、60分最大雨量を基準に降雨強度が大きい方から上位4イベントと25, 50, 75, 100番目のイベントを抽出した降雨強度曲線を図-3に示す。図-2より10分最大雨量が大きい場合、30分最大雨量および60分最大雨量も大きくなっていることが分かる。また、東京都の中小河川の目標整備水準である75mm/hを超えているのはEv46のみであり、その60分最大雨量は92.4mmと大幅にその水準を超えている。従来の目標整備水準である50mm/hを超えているのは、Ev46の他にはEv33(50.6mm/h)である。次に図-3より、Ev46(1番目)は継続時間120分においても降雨強度は約80mm/hをキープしており、2番目以降の降雨イベントに比べ倍以上の降雨強度となっている。また、Ev29(3番目)は継続時間10分まではEv46に並ぶ降雨強度特性を示している。

表-1 データセットの項目

項目1	イベント番号	項目7	前1分雨量 原寺分橋(mm)
項目2	時刻	項目8	前1分雨量 武蔵野(mm)
項目3	水位(A.P.m)	項目9	前1分雨量 長久保(mm)
項目4	前1分雨量 久我山(mm)	項目10	前1分雨量 流域平均(mm)
項目5	前1分雨量 高井戸(mm)	項目11	流量(m ³ /s)
項目6	前1分雨量 久我山橋(mm)	項目12	流出高(mm/min)

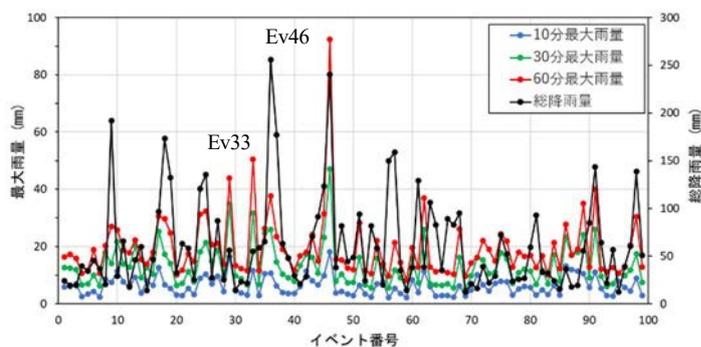


図-2 各分最大雨量および総降雨量

キーワード 都市中小河川実流域, 降雨流出, 降雨特性, 流量特性, 降雨・流量相互特性

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学 E-mail: mitsui-ryohei@ed.tmu.ac.jp

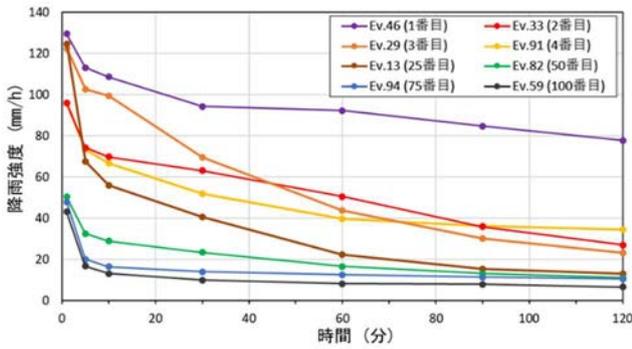


図-3 降雨強度曲線

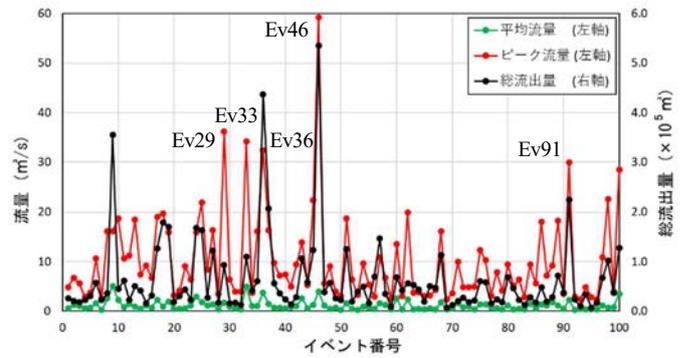


図-4 ピーク流量、平均流量および総流出量

(2) 流量特性

図-4 に、全イベントのピーク流量、平均流量および総流出量を示す。図-4 より、ピーク流量の上位 5 イベント (Ev46,Ev29,Ev33,Ev36,Ev91) は 60 分最大雨量のイベントと同じ (ただし、順序は異なる) であるが、総流出量は必ずしも上位イベントとはなっていない。これは各イベントの降雨継続時間や流量ピークの数に依存するためと考えられる。例えば、総流出量の小さいピーク流量 3 番目の Ev33 (60 分最大雨量 2 番目) の降雨継続時間は 755 分で 1 ピークであるのに対し、総流出量の 1, 2 番目に大きい Ev46, Ev36 (それぞれピーク流量 1, 4 番目) のそれは 2084 分 1 ピーク, 1086 分 10 ピーク程度となっている。

(3) 降雨・流量相互特性

図-5 に、100 洪水イベントの流出率 (総雨量に対する総流出量の割合) を示す。なお、総流出量は降雨終了後 180 分までの流出量としている。また、表-2、表-3 にはそれぞれ 6 雨量観測所における 10 分、30 分、60 分最大雨量および総雨量に対するピーク流量および流出率の相関係数を示す。なお、表中では相関係数が 0.9 以上を紫、0.8 以上は赤、0.7 以上は黄色の欄で示している。

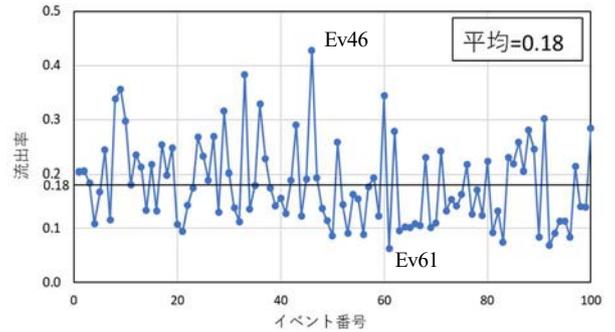


図-5 流出率

表-2 雨量と流出率

	10分最大雨量	30分最大雨量	60分最大雨量	総雨量
久我山	0.713	0.795	0.747	0.319
高井戸	0.580	0.689	0.692	0.290
久我山橋	0.699	0.794	0.748	0.321
原寺分橋	0.566	0.612	0.678	0.333
武蔵野	0.474	0.564	0.611	0.257
長久保	0.556	0.582	0.601	0.288
流域平均	0.740	0.790	0.760	0.300

表-3 雨量とピーク流量

	10分最大雨量	30分最大雨量	60分最大雨量	総雨量
久我山	0.711	0.911	0.941	0.578
高井戸	0.589	0.757	0.802	0.526
久我山橋	0.758	0.909	0.942	0.590
原寺分橋	0.593	0.687	0.798	0.586
武蔵野	0.530	0.693	0.795	0.515
長久保	0.706	0.774	0.845	0.579
流域平均	0.810	0.930	0.960	0.580

図-5 より流出率は最大が Ev46 の 0.43, 最小が Ev61 の 0.06 であり、平均は 0.18 となっている。表-2 より、流出率は 30 分最大雨量との相関が最も高く、観測地点としてはティーセン比の大きい久我山および久我山橋との相関が高くなっており、60 分最大雨量も同様の傾向にある。また、総雨量との相関はかなり低くなっている。次に表-3 より、ピーク流量との相関は流出率の相関に比べ全体的にかなり高くなっており、特に流域平均の 60 分最大雨量との相関が最も高く 0.96 となっている。30 分最大雨量との相関も同様の傾向であり、また流域平均最大雨量との相関の方が久我山や久我山橋での相関よりも高く、ピーク流量には流域全体の雨量が効いてくるものと考えられる。

5. むすび

本報では、都市中小河川降雨流出ベンチマークデータセット 100 洪水イベントの降雨特性、流量特性、そして降雨・流量相互特性について検討した。その結果、東京都の中小河川における目標整備水準を大幅に超える洪水イベント (Ev46) が 2005 年に生起しており、10 分最大雨量が大きい場合に、30 分、60 分最大雨量も大きくなっていった。また、流量特性としては雨量強度が大きいイベントでピーク流量も大きくなる傾向があるが、必ずしも総流出量は大きくはならない。次に、流出率は平均 0.18 と小さく雨量強度や総雨量との相関も低いことが示された。さらに、ピーク流量は特に流域平均 60 分最大雨量との相関が非常に高くなることが分かった。今後 AI などを活用した降雨流出モデル等の精度確認を行う場合に本ベンチマークデータセットを活用していただければ幸いである。

参考文献

- 1) 高崎忠勝, 河村明, 天口英雄, 村井雅姿, 石原成幸: 降雨流出ベンチマークテストに向けた都市中小河川実流域データセットの構築, 第 28 回土木学会地球環境シンポジウム講演集, pp75-80, 2020
- 2) 高崎忠勝, 河村明, 天口英雄, 石原成幸: AI 降雨流出ベンチマークテストに向けた都市中小河川実流域データセットの作成, 水文・水資源学会 2019 年度研究発表会要旨集, 2019