

多種類のレーダ雨量データを用いた分布型実時間流出予測システム

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○福井 治 京都大学大学院工学研究科 正員 Kim Sunmin
 京都大学大学院工学研究科 正員 立川康人 京都大学大学院工学研究科 正員 椎葉充晴
 京都大学大学院工学研究科 正員 萬 和明

1 序論 近年,計画規模を上回るような豪雨により,各地で甚大な洪水被害が起きている.我が国では,このような豪雨を迅速かつ正確に観測することを目的に,幾種類かのレーダによるレーダ雨量観測が行われている.しかし,これらのレーダには種類ごとに特性があり,1種類のレーダによる雨量観測では定量的な観測を行うことが難しく,洪水予測の入力データとしては精度が十分ではない.

そこで本研究では,立川ら¹⁾が開発した淀川流域を対象とした分布型実時間流出予測システムを用い,多種類のレーダ雨量データの特性を明らかにし,導かれたレーダ特性に基づいて多種類のレーダ雨量データの活用方法を提案することにより,流出計算の精度向上を図る.

2 分布型実時間流出予測システムの概要 本研究で用いた分布型実時間流出システムは,市川ら²⁾が開発した分布型流出モデルを基本とし,OHyMoS³⁾上で要素モデルの集まりとして淀川本川に位置する枚方地点より上流域を対象に構成されている.実時間予測システムでは,(財)日本気象協会によるレーダーアメダス実況雨量,超短時間予測および気象庁による降水短時間予測を入力データとし,リアルタイムで流出予測を実施している.

3 多種類のレーダ雨量データを用いた流量計算に関する考察

3.1 各レーダ雨量データの特性 本研究で使用する雨量データは,解析雨量,Cバンドレーダ雨量およびXバンドMPレーダ雨量の3種類である.それぞれの時空間解像度は,解析雨量が1km格子・30分,Cバンドレーダ雨量が1km格子・5分,XバンドMPレーダ雨量が250m・1分である.

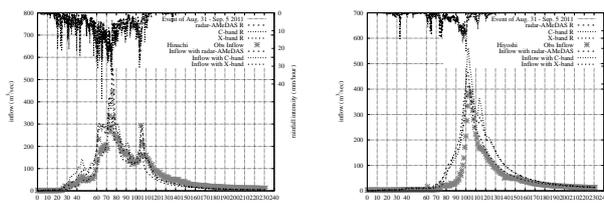
3.2 流出モデルへの適用および各計算流量の特性 本研究では,平成23年に淀川流域で発生した3つの降雨イベント(表1)を対象に流量計算を行った.対象地点を表2に示す.

表1 対象降雨イベント

イベント番号	計算期間	洪水成因
Event1	2011/5/10~5/13	前線
Event2	2011/7/18~7/20	台風6号
Event3	2011/8/31~9/5	台風12号

表2 対象地点

地点	水系	流域面積 (km ²)
比奈知ダム	木津川	75.8
日吉ダム	桂川	283.1
室生ダム	木津川	134.9
布目ダム	木津川	78.6
青蓮寺ダム	木津川	100.7
依那古	木津川	175.4
佐那具	木津川	157.4
草津	鴨川	183.2



(a) 比奈知ダム (b) 日吉ダム

図1 Event3のハイドログラフ

モデルへの入力雨量データは,モデルの原点(135.250, 34.416667)を南西端とした対象流域を覆う格子で表現し,解析雨量およびCバンドは1kmの格子で,Xバンドは250mの格子でそれぞれ表現した.

ここで,総流量が最も大きな値をとっているEvent3の比奈知ダムについて考察する(図1(a)).同図から大きな降雨イベントがあった時にXバンドの観測雨量は過小算定される傾向があり,解析雨量およびCバンドの精度が良い結果となっている.その原因には,Xバンドでは強雨の裏側で電波消散領域が発生していることが考えられる.

一方で,総流量が流域面積に対しそれほど大きくないEvent3の日吉ダムに関しては,図1(b)より,流域平

キーワード 分布型実時間流出予測,重み付き雨量,XバンドMPレーダ,淀川

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂CクラスターC1棟,電話: 075-383-3363

均雨量もそれほど大きな値がない．このような中規模な降雨イベントに対しては，Xバンドの精度が良い傾向にあると言える．

4 分布型実時間流出予測システムへの適用

4.1 重み付き雨量による流量計算の導入 多種類のレーダ雨量データの活用方法として，各レーダ雨量データに重みを乗じ、その重み付き雨量を入力データとした流量計算手法を考案する．

まず，表2に示した7つの対象地点（依那古を除く）における，各レーダ雨量データによる計算流量と観測流量の総流量を用いて，各レーダと観測値との単相関係数を求めた．その結果，Cバンドと観測値との相関が最も高かったので，(1)式により δ が最小となる λ_c を総当りで計算し， λ_c および δ を求めた．

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_{i,j} \lambda_c - O_{i,j})^2 = \delta \tag{1}$$

ここに， $C_{i,j}$: Cバンドによる総流量 (mm)， $O_{i,j}$: 観測流量の総流量 (mm)， δ : 誤差 (mm)， λ_c : Cバンドの重み， n : イベント数 (3)， m : 地点数 (7) である．

次に，3種類のレーダの中から2種類を組み合わせで選び，上記の方法と同様に(2)式(CバンドとXバンドの場合)を用いてそれぞれで λ_c ， λ_x ， λ_d 及び δ を求めた．

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_{i,j} \lambda_c + X_{i,j} \lambda_x - O_{i,j})^2 = \delta \tag{2}$$

ここに， $X_{i,j}$: Xバンドによる総流量 (mm)， λ_x : Xバンドの重みである．

その結果，CバンドとXバンドを用いた場合の δ が最小となり，これはCバンドのみを利用した場合よりも小さな値となったことから，この時の値をレーダ雨量データに乗じる重みとした ($\lambda_c=0.697$ ， $\lambda_d=0.000$ ， $\lambda_x=0.064$)．ここで，3種類のレーダ全てを利用することは，Cバンドと解析雨量の相関が非常に高いことから適切でない判断した．

4.2 重み付き雨量による計算流量の比較 求めた重みを各レーダ雨量に乗じて流量計算を行った．重み付き雨量による計算流量のハイドログラフ (図略) から，ハイドログラフの概形を再現することができた．しかし一方で，ピーク流量の再現は十分でない結果となった．

次に，各レーダ雨量および重み付き雨量による計算流量の観測流量に対する誤差を表3，表4および表5に

表3 総流量の誤差 Event1

地点	解析雨量	誤差 [%]		重み付き雨量
		C-band	X-band	
比奈知ダム	322.8	367.7	168.3	251.3
日吉ダム	24.8	51.4	-27.5	8.4
室生ダム	293.0	399.9	131.3	272.2
布目ダム	174.9	198.9	97.5	128.9
青蓮寺ダム	198.6	237.4	84.1	151.6
依那古	724.5	880.5	424.3	612.8
佐那具	110.8	131.5	13.2	69.3
深草	62.1	104.3	-7.3	46.9

表4 総流量の誤差 Event2

地点	解析雨量	誤差 [%]		重み付き雨量
		C-band	X-band	
比奈知ダム	18.2	28.4	-20.3	-4.9
日吉ダム	33.1	66.6	26.5	22.1
室生ダム	176.1	161.9	50.9	94.8
布目ダム	234.7	174.7	121.6	112.0
青蓮寺ダム	24.3	37.8	-20.8	1.8
依那古	-21.0	-11.0	-33.6	-34.0
佐那具	76.5	91.1	22.0	40.8
深草	167.3	148.8	142.6	86.6

表5 総流量の誤差 Event3

地点	解析雨量	誤差 [%]		重み付き雨量
		C-band	X-band	
比奈知ダム	11.7	17.0	-23.1	-13.1
日吉ダム	59.1	68.1	39.3	24.3
室生ダム	62.1	70.8	-7.1	25.6
布目ダム	121.1	122.3	55.8	66.1
青蓮寺ダム	15.3	19.3	-22.6	-11.5
依那古	-44.5	-40.4	-61.3	-56.3
佐那具	82.0	79.6	17.8	32.3
深草	116.1	119.3	85.8	63.0

示す．これらより，日吉ダムやevent2の比奈知ダム，青蓮寺ダム，event3の青蓮寺ダムのように総流量が大きい時に精度を向上させることができた．一方で，event1のような総流量が小さいところでの精度は向上しない結果となった．

5 結論 多種類のレーダ雨量データをうまく利用することにより，流出計算の精度の向上を図った．各レーダ雨量の特性を調べた結果，解析雨量・Cバンドは大きなイベント時に精度が良く，全体的に過大算定され，Xバンドは小・中規模のイベント時に精度が良く，全体的に過小算定されることが分かった．また，重み付き雨量による流出計算を導入した結果，いくつかの地点で精度を向上させることができたが，ピーク流量の再現ができない等の課題が残った．

参考文献

- 1) 立川康人・佐山敬洋・宝 馨・松浦秀起・山崎友也・山路昭彦・道広有理 (2007): 広域分布型物理水文モデルを用いた実時間流出予測システムの開発と淀川流域への適用, 自然災害科学, 26-2, pp. 189-201, 2007.
- 2) 市川 温・村上将道・立川康人・椎葉充晴 (2001): 流域地形の新たな数値表現形式に基づく流域流出系シミュレーションシステムの開発, 土木学会論文集, No. 691/II-57, pp. 43-52.
- 3) 京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 水文・水資源学分野: 水文モデル構築システム OHyMoS, <http://hywr.kuciv.kyoto-u.ac.jp/ohyomos/index.html> (2012.2.10 確認)