

II-6

GMSデータを用いた面的降雨予測と
洪水調節ダム・予備放流操作への適用

日 水 コ ン 正会員○小田 二郎
徳島大学工学部 正会員 端野 道夫
四電技術コンサルタント 正会員 國方美規義

1. まえがき

洪水調節ダムにおける予備放流操作を効率よく行うためには、半日程度先までの良好な降雨予測手法の開発が前提となる。本報告では、洪水調節ダムの予備放流操作での利用を目指すため、中間規模擾乱（11時間移動平均雨量で近似）を予測対象とし、半日程度先までを予測するモデルと、流域平均雨量予測のための面的降雨予測手法を提示し、このモデルによる予備放流操作結果を報告する。

2. 降雨予測モデルの構造

(1) 降雨予測モデル 用いるデータは、地形の影響の少ないGMSデータ（静止気象衛星GMSの赤外面像16譜調表示）、地形の影響を考慮したAMeDAS雨量を採用する。なお、GMSデータは閾値を設定し、元の値から差し引くこととする。降雨予測モデルは、 $\hat{y}_{t+L}$ を現時点 t から L 時間先の予測値、 $r_{k,i}$ を i 地点、 k 次の説明変数、 $a_{k,i}$ を説明変数のパラメータ、 Δt を6時間、 C_L をリードタイム L hr の閾値とし、式(1)の重回帰式を用いる。なお、予測式はリードタイム3時間分を1つのモデルで扱う。

表1 予測モデルの一般化

リード タイム (hr)	閾 値		次 数		
	海	陸	AMeDAS 予測地点	GMSブロッ ク 1, 2	3
1~3	8	4	5	4	1
4~6	8	4	5	3	1
7~9	8	4	5	3	1
10~12	8	4	4	3	1
13~18	8	6	4	2	1
19~24	8	7	3	1	1

$$\hat{y}_{t+L} = a_0 + \sum_{i=1}^{N1} \sum_{k=1}^{K1(i)} a_{k,i} \{r_{k,i}(t-\Delta t \cdot k) - C_L\} \quad (1)$$

また、「一般化に関する検討」において、表1、図1のように予測モデルの一般化を行った¹⁾。予測地点と採用するGMSブロックは図1に示すような位置関係とする。パラメータの同定方法は各リードタイム、各洪水の予測精度の差が少ないモデルとするため、式(2)の評価指標を最小化する手法を用いた。

$$F = \sum_{LHR} \sum_{KOZ} (\sigma_{LHR, KOZ}^2)^2 \quad (2)$$

(2) 降雨の有、無の判断モデル 数量化理論第2類を用いて、6と12時間先の降雨の有、無の判断を行い、降雨ありの場合に2. (1)の降雨予測を行う。数量化は、外的基準として今後6と12時間後の11時間移動平均雨量 1mm/hrを閾値とした降雨有無の2パターンとし、要因アイテムとして予測モデルの一般化結果を用い、カテゴリーとしてGMSデータの輝度値（閾値未設定）を用いて行う。

(3) 面的降雨予測 四国を中心とした多地点（約50km間隔）に2. (1)(2)を適用し、この予測結果をスプライン補間し、面的予測に拡張した。この際、海上(5メッシュ)の雨量はGMSデータから雨量への換算値を予測した。

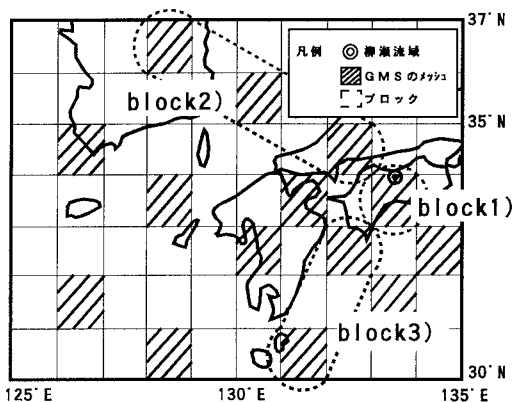


図1 採用地点の一般化

3. 予備放流操作への適用

(1) 基本的考え方 予備放流は、洪水来襲が予想される際に、予め貯水位を下げ、洪水調節容量を確保しようとするものであり、流量が洪水流量に達した時点で、貯水位は予備放流水位まで低下しておくことが定められている。この予備放流操作に降雨予測モデルを組み込み、予備放流実施判断予測を行い、降雨予測モデルの有用性について検証する。なお、想定ダムの諸元は、予備放流容量40mm、洪水調節開始流量10mm/hr（流域面積で水深換算）とし、流量は木村の総合貯留関数を適用し雨量から算定する。

(2) 適用モデル 適用する降雨予測モデルは、現行の予測方法に近いであろうと想定した、過去3時間平均雨量が今後6時間続くとした簡易モデル(モデルA)、2. (1)(2)を用いた一般化モデル(モデルB)、2. (3)の面的降雨予測からThiessen法により流域平均雨量を算定する流域平均モデル(モデルC)の3モデルとする。3モデルを図1に示す愛媛県伊予三島市柳瀬流域に適用し、降雨予測値と実績値の関係を図2に示す。図2より、簡易モデルに比べ、提案したモデルによる予測値は実績値に対してやや小さめの値を示すものの概ね良好である。また、流域平均モデルは一般化モデルに対して予測値のばらつきが抑制されているのが見られる。これ

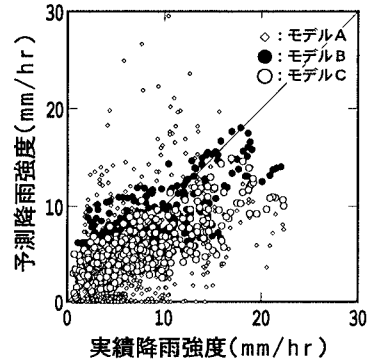


図2 降雨予測値と実績値の関係

は、流域平均モデルでは予測地点近隣の予測結果が予測地点の大きな予測誤差を打ち消すためと考えられる。ここで、予測値と実績値の偏りを示す関係式を期待値計算により導き²⁾、この偏りを補正する補正式を一般化モデルと流域平均モデルに適用する(順にモデルD、モデルEとする)。補正式はモデルによる予測値を $\hat{y}$ 、補正值を $\hat{\bar{y}}$ 、相関係数を ρ 、予測値の平均値を m として式(3)に示す。

$$\hat{\bar{y}}_i = \{\hat{y}_i - (1 - \rho_i^2)m\} / \rho_i^2 \quad (3)$$

(3) 適用結果

以上で述べたモデルA～Eを予備放流操作へ適用した結果を表2に示す。表2によると簡易モデルの判別の中率47.8%に対して、一般化モデルは82.6%、流域平均モデルでは73.9%と明らかに一般化モデルが有用である。また、補正式を用いたモデルD、Eでは見逃しが減少している。特に流域平均モデルに補正式を適用のが効果的である。得点では現行モデルの47.5

表2 予備放流実施判断予測結果（頻度）

判断	予備放流	操作評価	降雨予測モデル				
			A	B	C	D	E
的中	実施	予備放流達成	—	2	—	3	2
	しない	洪水に達せず	11	17	17	15	17
ミス	実施	空振り	6	—	—	2	—
		操作遅れ	6	2	3	2	3
	しない	見逃し	—	2	3	1	1
判断的中率(%)			47.8	82.6	73.9	78.3	82.6
得点			47.5	102.5	72.5	107.5	120.0

注) 判断的中率：{的中洪水数/全洪水数(23洪水)}×100(%)

得点：操作の重要性を考慮した採点表による合計点

点に対して、モデルEでは120点となり、大幅な判断精度向上につながる。これは、3. (2)で示した流域平均モデルによる予測値のばらつきの抑制効果が、精度向上に寄与したと考えられる。

4. あとがき

本報告で、流域平均モデルに補正式を適用することにより良好な予備放流実施判断を得た。今後より密な地点予測を基に補間することで、さらに良好な降雨予測と予備放流実施判断が行えると考えられる。

<参考文献> 1)小田,端野,國方：降雨予測モデルの総合化に関する研究, 水文・水資源学会1994年研究発表会要旨集, 水文・水資源学会, pp.246～247, 1994, 2)國方,端野：時間予測降雨・流量および貯水量の条件付き確率分布関係の誘導とその検証, 土木学会論文集No.497/Ⅱ-28, 土木学会, pp.1～9, 1994