

京都大学防災研究所 正会員 角屋 睦
 京都大学防災研究所 正会員 田中丸治哉
 阪神高速道路公団 正会員 ○関上 直浩

1. はじめに 河道および流域の洪水伝播効果を考慮して長短期流出両用モデルを大流域に適用する方法、さらに洪水流量の実時間予測に応用する方法を検討した結果を報告する。

2. 対象流域と解析資料 高山ダム流域（流域面積615km²）は、木津川上流名張川最下流に位置し、流域内部に青蓮寺ダム（流域面積100km²）と室生ダム（流域面積136km²）の2つの多目的ダムがある。解析には、流域内外の13地点の降水量の標高別算術平均、および高山ダム流入量、上流2ダムの放流量を用いる。解析期間は、1978年～1987年の10年間である。

3. 遅れ時間 解析には、上流ダムからの放流量を考慮するが、とくに洪水時には洪水伝播時間を考慮する。また残流域自体の流出計算にも流域遅れ時間を導入する。遅れ時間の算定には、kinematic 流出モデルから誘導される次式¹⁾を用いる。

$$\text{河道伝播時間} : T_w = LK^P / I_{in}^{1-P}$$

ここに、 T_w ：河道伝播時間（s）、 L ：河道長（m）、 I_{in} ：ピーク流量（m³/s）、 $K=1.1$ 、 $P=0.7$ 。

$$\text{流域遅れ時間} : T_l = \gamma A^{0.14} r_e^{-0.4}$$

ここに、 T_l ：流域遅れ時間（h）、 A ：流域面積（km²）、 r_e ：ピーク流量（mm/h）、 $\gamma=1$ 。

遅れ時間は出水ごとに変動するが、簡便化のため一定と仮定し、それぞれ青蓮寺ダム、室生ダムからの放流量の伝播時間平均値1.4時間、1.8時間、高山ダム残流域遅れ時間に1.4時間を採用する。

4. モデルの適用 長短期流出両用モデル（図2）の同定には、1982～1983年の2年間の資料を用いた。高山ダム残流域遅れ時間を0として同定したモデルⅠを図3に、流域遅れ時間1.4時間を考慮したモデルⅡを図4に示す。これらと比較すると、モデルⅡは、地表から下層への浸透強度に関する定数 b_1 の値が、モデルⅠより小さくなっている。

また、それぞれの場合での再現性を相対誤差で比較した結果を、表1（長期流出）、表2（洪水流出）に示す。長期流出の再現性はほとんど変わらないが、洪

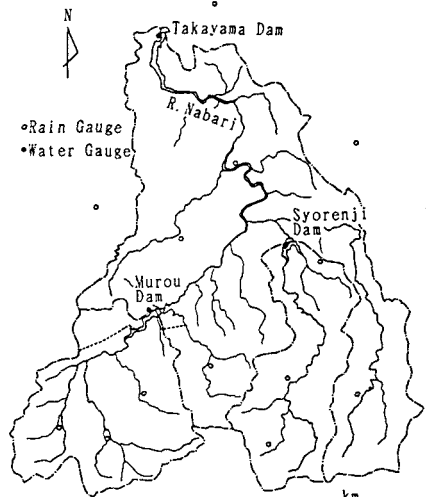


図1 高山ダム流域

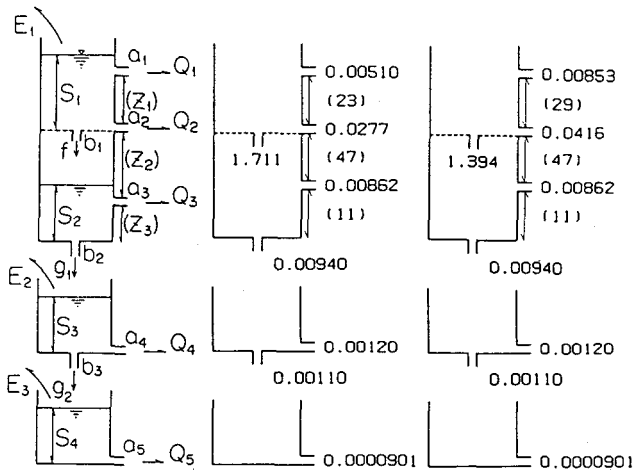


図2 LST-II 図3 モデルⅠ 図4 モデルⅡ

水流出はモデルⅡの方がよい。モデルⅡによる洪水時の再現例を図5に示す。

5. 洪水流量の実時間予測 前述のモデルⅡを洪水流量の実時間予測に応用する。検証計算の結果、遅れ時間を整数値としても、再現性はあまり変わらなかったのも、ここでは青蓮寺ダム、室生ダムからの放流の河道伝播時間にそれぞれ1時間、2時間、高山ダム残流域遅れ時間に1時間を用いることとする。

このモデルに、カルマンフィルタ理論²⁾を適用し、3時間先までの洪水予測を試みる。ここでは、 S_t のみを修正する状態修正法を採用する。予測に用いる降水量は、現時点の降雨強度が継続するとした外挿法を用いる。また上流からの放流量は既知であるとしている。

このような修正モデルと、カルマンフィルタを導入しない非修正モデルについて、洪水流量予測を行った結果を、表3に示す。表示していないが、青蓮寺・室生ではフィルタリングの効果は顕著であったのに対し、ここでは非修正モデルでも十分であったためか、フィルタリングによる改善はほとんど行われていない。

6. 結 び 以上の結果を要約すると、次のようになる。

① 長短期流出両用モデルに遅れの概念を導入することによって、高山ダム流域で十分な再現性が得られ、大流域への適応性が示された。

② このモデルを洪水流量の実時間予測に応用することによって、上流放流量をとまなう高山ダム流域でかなり精度の良い予測ができた。こ

れは、遅れ時間のために一定時間先までの将来の入力が明らかになるためであるが、これにより大流域での予測が有利であることが示された。

[参考文献]

- 1) 杉山博信・角屋 睦・永井明博：総合貯留関数モデルに関する研究，農業土木学会論文集，第134号，pp.69-75，1988。
- 2) 角屋 睦・田中丸治哉・永井明博・金口正幸：愛知川上流域への長短期流出両用モデルの適用と実時間洪水予測，水資源研究センター研究報告，第9号，pp.45-60，1989。

表1 長期流出の再現性

年 度	モデル I	モデル II
1978	20.4	20.2
1979	15.8	15.8
1980	16.3	16.1
1981	13.6	13.4
1982	16.2	16.3
1983	15.4	15.2
1984	18.8	18.8
1985	19.6	19.6
1986	15.1	15.1
1987	17.8	17.6
平 均	16.9%	16.8%

表2 洪水時の再現性

出水日時	モデル I [*] Jre	モデル II [*] Jre
79. 6.26	20 12	15 6
82. 7.18	20 30	16 22
82. 7.31	12 7	9 7
82. 9.10	9 13	10 11
83. 8.15	28 17	28 24
84. 6.21	45 22	29 14
84. 6.25	42 35	41 30
85. 6.24	15 19	14 17
85. 6.29	13 13	10 7
86. 7.20	26 26	26 28
平 均	22% 17%	19% 16%

注) Jreは全データ，Jre^{*}は300m³/s以上で評価

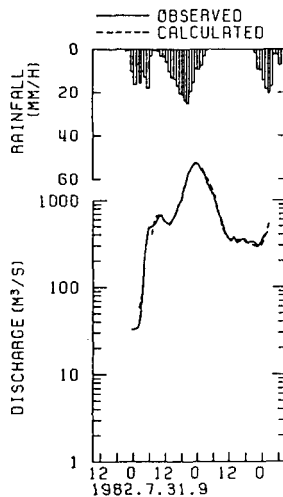


図5 洪水時の再現例

表3 洪水予測の相対誤差評価

予測法	非修正	修 正
出水日時	1h 2h 3h	1h 2h 3h
79. 6.26	5 10 21	7 10 18
82. 7.18	21 21 21	37 40 41
82. 7.31	9 10 12	10 12 14
82. 9.10	8 8 8	8 10 10
83. 8.15	22 22 24	11 13 18
84. 6.21	12 10 10	7 7 8
84. 6.25	28 25 34	12 12 25
85. 6.24	17 18 23	18 19 24
85. 6.29	9 9 9	8 12 11
86. 7.20	26 26 29	16 20 27
平 均	15 16 19	12 14 18

注) 300m³/s以上で評価(%)