

流出モデルを用いた簡便なため池貯水位予測手法の開発

Development of the simple technique to predict water level of irrigation ponds using runoff model

○吉迫 宏* 井上敬資* 正田大輔* 堀 俊和*

○YOSHISAKO Hiroshi INOUE Keisuke SHODA Daisuke HORI Toshikazu

1. はじめに

事前放流や低水位管理による減災対策に向けた貯水位予測システム開発の一環として、谷池に適用する流出モデル定数等のパラメータに関する簡易な決定・補正法を提案する。

2. 流出モデルの選定とパラメータ等の決定・補正

豪雨時におけるため池貯水池の水位変化、すなわち貯水位ハイドログラフを求めるためには流出モデルを用いて流域からの流出量を求め、これに基づき貯水量の変動を計算する必要がある。谷池の洪水流出成分は河川流出と同様に直接流出が卓越すること(吉迫ら, 2011)やため池貯水池に貯留関数モデルを適用した先行研究(吉迫ら, 2012)を踏まえ、計算精度やモデル定数決定の容易さ、モデルの普及度合等の観点から、貯水位予測システムでは流出モデルに貯留関数モデルを選定した。

貯留関数モデルでは、モデル定数と有効雨量を求める必要がある。しかし、大多数のため池では水位計が設置されておらず、観測データに基づくモデル定数の決定はできない。有効雨量についても、ため池防災・減災に携わる現場技術者が自ら雨水保留量曲線法等に基づいて求めることは一般に困難である。また、谷池流域は一般に小面積であり、標高等の地形情報から求めた流域面積と実際に貯水地への流出が発生する流出寄与域は相違することが考えられる。

そこで、モデル定数の決定には中小河川やダム貯水地を対象に提案されている図1に示す定数推定法を適合度と実用性の観点からため池に適するものを選択した上で適用する。有効雨量は1次流出率と飽和雨量を用い、かつ中小河川計画検討会(1999)を参考に一定値(1次流出率0.5、飽和雨量50mm)を設定する。また、貯留関数モデルで計算されるのは流出高であり流域面積を乗じて流出量を求めることから、流域面積と流出寄与域面積の相違に関しては補正係数を設定し、これを流域面積に乗じて補正する。補正係数はピー

図1 モデル定数の推定式

Estimated equation for the coefficients

【リザーブ定数を用いた方法】¹⁾
 $K=43.4 \cdot C \cdot I^{-1/3} \cdot L^{1/3}$
 $P=1/3$
 C: 流域粗度 (自然流域C=0.12、敏流域C=0.012)
 I: 流域最遠点(流域界)から流量算出地点(支流流域の場合は本川合流点)の標高差を流路長(L)で割ったもの
 L: 流域最遠点(流域界)から流量算出地点(支流流域の場合は本川合流点)までの主流路の距離(km)

【等価粗度を用いた方法】¹⁾
 $K=7.35(NL/I^{1/2})^{0.6}$
 $P=0.6$
 L: 流域斜面延長(km)
 I: 流域斜面の平均勾配
 N: 等価粗度係数(m^{-1/3}S)

【表面波モデル定数から推定する方法(簡略化した推定式)】²⁾
 $K=\beta A^{0.14}$
 $P=0.6$
 β : 山林地5、開発域1、市街地0.5
 A: 流域面積(km²)

【洪水到達時間式から推定する方法】²⁾
 $K=CA^{0.22}/90$
 $P=0.6$
 C: 土地利用係数
 (例: 山地・丘陵地≒290、造成農地≒100)
 A: 流域面積(km²)

※貯留関数モデルの基礎方程式
 $S=kq^p$
 $dS/dt=r_e-q$
 S: 見かけの貯留高
 q: 流出高
 r_e : 有効降雨強度
 k, p: 係数

表1 A池の諸元
Value in A Pond

満水面積	4,670m ²
総貯水量	691m ³
堤高	2.9m
流域面積	0.24km ²

*(独)農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, National Agriculture and Food Research Organization(NARO) 土構造物の解析 洪水流出 ため池

ク水位を観測し、これと計算値が整合するよう設定する。

3. 検証作業

広島県東広島市のA池を対象に、水文観測データを用いて定数推定法の選定と提案方法の検証を行った。A池の諸元を表1に示す。検証作業ではA池下流の棕梨川楊杓橋地点でピーク比流量 $1.5\text{m}^3/\text{skm}^2$ 以上の一連降雨時の観測貯水位・雨量を用い、貯水位の計算は開発した貯水位予測システムを用いた。流域面積は縮尺レベル25000の基盤地図情報から求め、補正係数(0.15)は最大のピーク比流量を観測した2010年7月14日降雨において求めた。

4. 結果と考察

定数推定法に関する比較結果を図2に示す。4つの推定法とも適合度に大きな差がないことから、最も簡便に計算が可能で実用性に優れる「表面波モデル定数から推定する方法(簡略化した推定式)」を選択した。

補正定数による補正結果については一連降雨に伴う水位変動幅に関する観測値と計算値の差を表2に示す。両者の差は10cm程度以内に収まっており、ピーク水位に関しては概ね良好な精度となった。

観測貯水位と計算値を比較した貯水位ハイドログラフの内、両者の波形が乖離した結果

(2005年7月2日降雨)を図3に示す。2005年7月2日降雨は旱天が長期間続いた後の降雨であり、このような場合には貯水位が過大に計算されるものの、降雨が一定時間継続した時点では観測値と計算値は整合することがわかる。先行降雨が少ない場合における短時間・集中的な豪雨に対する貯水位の再現性は留意する必要がある。

5. おわりに

提案した方法は概ね実用的な精度を備えていると判断できる。但し、提案した方法はあくまで観測データに基づく貯水位ハイドログラフが得られない場合の簡便法であり、得られた計算結果を過信してはならない。

参考文献

- 1) 中小河川計画検討会(1999): 中小河川計画の手引き(案), 62-64
- 2) 永井ら(2003): ダム管理の水文学, 森北出版, 39-40
- 3) 吉迫ら(2011): 谷池型ため池の水文流出仮定, システム農学, 27(別号), 51-52
- 4) 吉迫ら(2012): 小規模ため池の越流リスクと減災対策の評価, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 555-556

表2 検証結果 Results of examination

降雨	総雨量(mm)	ピーク比流量 $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$	水位変動幅(m) (観測値)	計算値(補正)と 観測値との差(m) (観測値基準)
2005年7月2日降雨	289.0	2.18	0.59	0.07
2005年9月7日降雨	201.0	2.49	0.30	0.07
2008年8月29日降雨	128.5	1.51	0.23	0.11
2010年6月26日降雨	171.0	1.84	0.16	0.07
2010年7月14日降雨	301.0	4.15	0.31	(基準降雨)
2011年9月3日降雨	115.0	1.75	0.27	0.10
2013年9月3日降雨	145.0	2.02	0.38	0.07

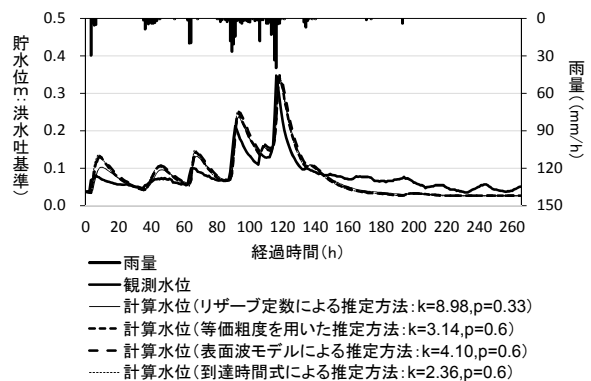


図2 貯水位ハイドログラフ(2010年7月14日降雨)
Hydrograph of water level

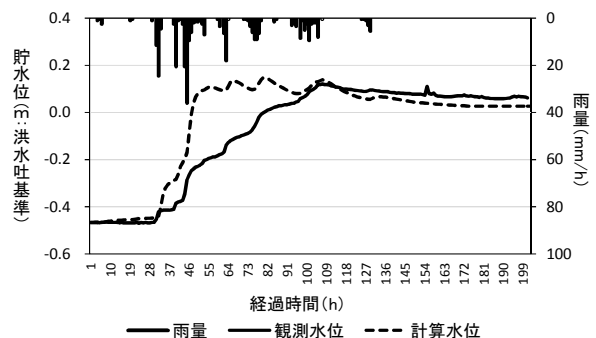


図3 貯水位ハイドログラフ(2005年7月2日降雨)
Hydrograph of water level