

山口大学大学院 学生会員○八軒啓彰
山口大学工学部 非会員 姫野佑介
山口大学大学院 正会員 朝位孝二

1. はじめに

平成 25 年 7 月 28 日に発生した山口・島根県豪雨は広範囲で河川氾濫、洪水や土砂災害など多くの災害をもたらした。また、この豪雨は山口県にある須佐川において大規模な氾濫を引き起こした。河川改修や今後の豪雨への対策検討のためにも須佐川の河川流出流量を把握する必要がある。その際、タンクモデルを用いた流出解析を行うが、タンクモデルには幾つかのタンクモデル定数の同定が必要である。須佐川におけるタンクモデルの構造やモデル定数は決まっていない。

本研究は、大域探索モデルの中でも比較的簡易に解析を行うことが可能である粒子群最適化法(PSO 法)に着目し、須佐川におけるタンクモデル定数の同定を目的とするものである。

2. 解析手法

2, 1. 大域探索モデル PSO 法, タンクモデル

本研究で用いた PSO 法のフローチャートを図 1 に示す。PSO 法とは鳥や魚など群れを成して移動する生物の行動パターンを最適化に応用したものである。計算の流れとして、解空間の中に m 個の粒子をランダムに置き、生物の行動パターンを用いて動かし最適解を探させ記憶させる。 m 個の粒子の中で最も良い最適解をグループの最適解として記憶する。次に新しい解空間を作り同じ操作を行う。前の解空間と現在の解空間を比べ、グループの最適解がより良い方をグループの最適解として記憶する。このステップ数を $n1$ 回繰り返すことで、より精度の高い最適解を求めることができる。本研究では、PSO 法で得られた優秀粒子位置を PSO 法の初期配置に加えて再計算をする工夫を行った。このステップ数を $n2$ 回としている。解析に用いたタンクモデルを図 2 に示す。

2, 2. 計算条件

本研究ではケース 1~4 のタンクモデルを用いてそれぞれ計算した¹⁾。PSO 法の中でのタンクモデル定数の探索範囲を $0 \leq \alpha, \beta \leq 0.5, 0 \leq L, H \leq 200$ 粒子の個数 m を 100 個、ステップ数 $n1, n2$ を 100 回、10 回にそれぞれ決定した。この計算を 100 回

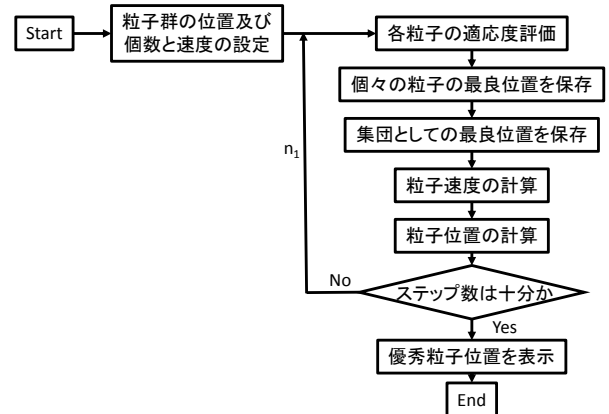


図-1 PSO 法のフローチャート

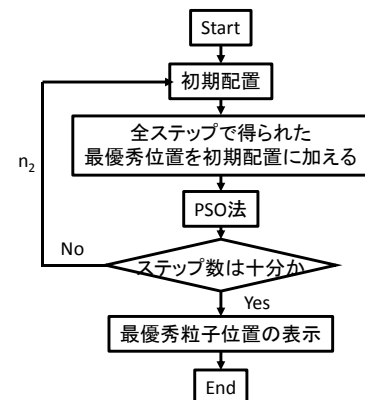


図-2 本研究で用いる探索フローチャート

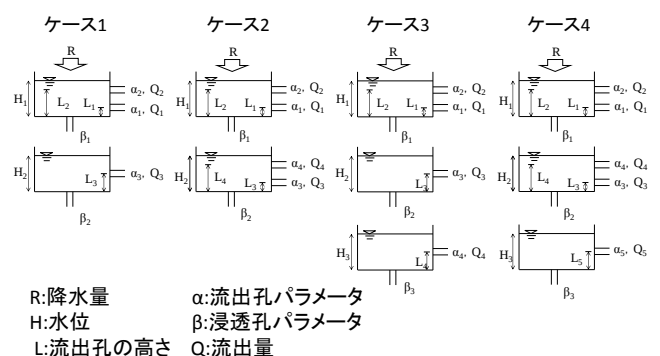


図-3 タンクモデルの構造

計算し、評価が最もよいものを計算結果としている。計算結果の評価方法は平方残差和を用いる。

表-1 降雨イベント

降雨イベント1	2005年7月
降雨イベント2	2006年7月
降雨イベント3	2008年8月
降雨イベント4	2009年7月
降雨イベント5	2013年7月

表-2 タンクモデル定数

α_1	0.0371	α_5	0.00455	L_1	132	L_5	29.0
α_2	0.123	β_1	0.00140	L_2	170	H_1	71.9
α_3	0.157	β_2	0.275	L_3	29.0	H_2	5.99
α_4	0.254	β_3	0.406	L_4	34.8	H_3	168

2, 3. 降雨イベントの説明

須佐川の降水量と流量を降雨イベントとして5つ決定した。降雨イベントを表1に示す。降雨イベントは降水量が多い月を選んでおり、山口・島根県豪雨は降雨イベント5に含まれている。

3. 解析結果と考察

ケース1～4を比較するとケース4が最も比流量を再現していたのでケース4を解析結果として用いる。

計算で求められたタンクモデル定数を表2に示す。降雨イベント1～5の中から降雨イベント1, 4, 5を図3, 4, 5にそれぞれ示す。それぞれの降雨イベントにおいて計算値が観測値に沿っていることから精度のよい計算ができていた。

降雨イベント1, 4では誤差が少なく、比流量を再現できた。降雨イベント3ではピーク時における比流量の計算値が過大評価になっており、他の部分では誤差が少ない結果が得られた。降雨イベント2, 5ではピーク時における計算値が過小評価になっており、他の部分では誤差が少ない結果が得られた。これは降雨イベントを1ヶ月単位で決定していることが考えられる。ピーク時の2日間など短い降雨イベントに決定することでピーク時の誤差が少なくなると期待できる。

4. まとめ

本研究ではそれぞれの降雨イベントでの比流量の再現性が高いものであり、比較的精度の高いタンクモデル定数が得られたといえる。しかし、それぞれの降雨イベントにおいて、比流量のピーク時に過大評価や過小評価になっている部分もあったため、より再現性のある解を得るにはさらに改善の余地が考えられる。また、PSO法の中でのタンクモデル定数

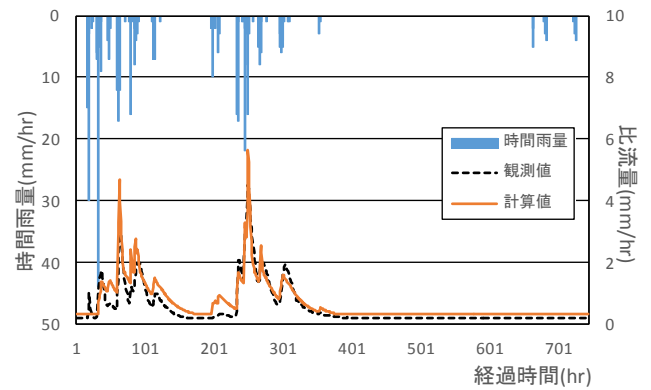


図-4 降雨イベント1の結果

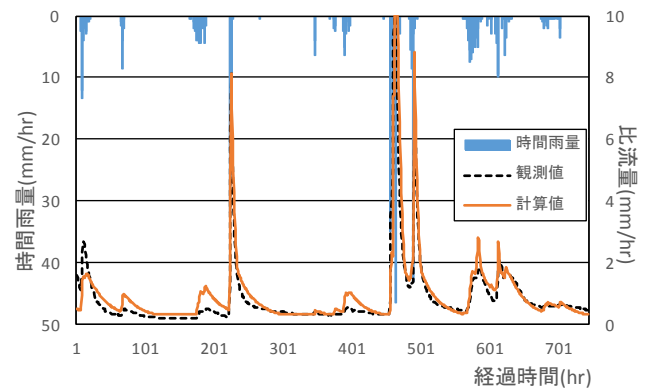


図-5 降雨イベント4の結果

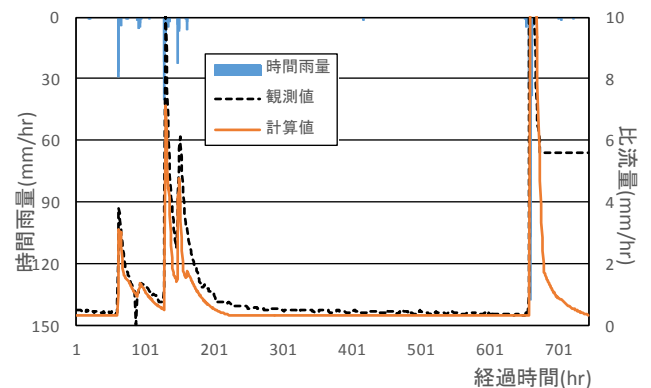


図-6 降雨イベント5の結果

の探索範囲を調節することでより再現性の高いタンクモデル定数を同定することが期待できる。

参考文献

1) 杉原成満・福田慎哉・倉本和正・荒木義則・朝位孝二・古川浩平：SCE-UA法を用いたタンクモデルの構築とそれを用いた土砂災害発生危険基準線の設定 土木学会論文集 F6, Vol. 67, No. 1, pp. 1-13, 2011. 6