

PSO 法による CommonMP モデルを対象としたパラメータ同定手法の適用性検討

(株)建設技術研究所 正会員 ○箕浦 靖久
 (株)建設技術研究所 正会員 米勢 嘉智
 (株)建設技術研究所 正会員 岡峰奈津美
 国土技術政策総合研究所 正会員 菊森 佳幹

1. 目的

CommonMP¹⁾は、国土交通省 国土技術政策総合研究所が中心となって開発している水理・水文モデル等の汎用プラットフォームである。これにより、様々な水理・水文解析モデル（要素モデル）を組み合わせることで河川流域の複雑な水・物質移動をシミュレーションすることができる。

近年、全国で CommonMP の様々な流出モデル等を適用したプロジェクト構築事例が増えている。これらに対して貯留関数法の Rsa など、簡易に流出モデルのパラメータ同定を行える手法が導入されることにより、洪水直後の治水効果の把握などが容易に実現する。そこで、Particle Swarm Optimization (PSO) 法によって CommonMP の流出モデルのパラメータ同定が可能なプログラム開発を行っている。本稿では、そのプログラムの適用性評価について報告する。

2. PSO 法の概要

パラメータ同定手法の一つである PSO 法は、鳥や魚などの群れを形成して行動する生物の習性をモデル化し、粒子群において群が経験した最良位置を共有し最適解に収束させる手法である (図-1)。既往研究²⁾のタンクモデルへの適用においては SCE-UA 法と同等以上の再現精度を持つことが示されている。

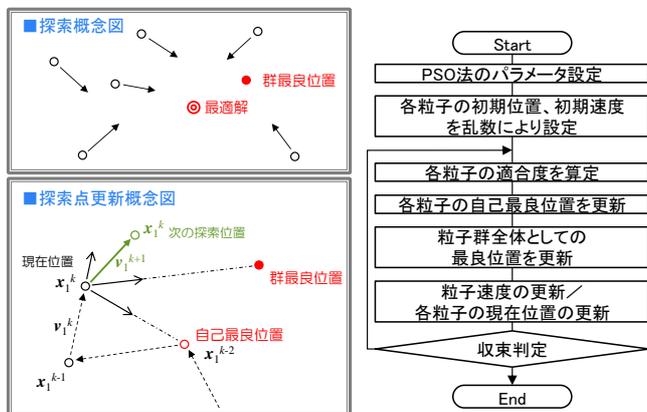


図-1 PSO 法の探索概念図とフロー図

3. CommonMP に適用した PSO 法プログラムの開発

PSO 法は多数の粒子に対して演算を行い、各粒子の尤度を参考にパラメータを更新する点で粒子フィルタに類似するため、別途開発した粒子フィルタ制御プログラムの枠組みを活用して開発した。(図-2)

4. CommonMP モデルを対象とした適用性検証

(1) 仮想流域モデルにおける双子実験

PSO 法の探索効果を検証するため、流域3, 河道1, ダム1を含む仮想流域の流出計算プロジェクトを構築 (図-3) し、3つの貯留関数モデルの各 Rsa を対象として双子実験を実施した。

ここでは、3流域の Rsa の真値を 60 (流域①), 200 (流域②), 80 (流域③) に設定し、流出計算を行った下流端流出量を厳密解とした。また、PSO 法の適用条件を表-1 に示す。

探索を実施した結果、図-4 のように 3 流域の Rsa は探索開始直後から真値に近づく傾向を示し、20 数回の試行により収束した。また、試行 50 回の下流端流量は、図-5 に示すとおり厳密解と概ね一致しており、高い再現精度が示された。

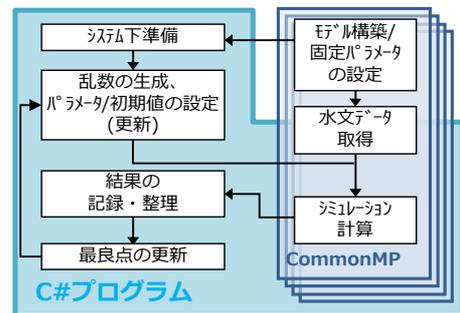


図-2 PSO 法制御プログラムのフロー

表-1 PSO 法適用条件

パラメータ	仮想流域	実流域
粒子数 n	100	100
試行回数	50	30
同定対象	3 流域の各 Rsa	6 流域の各 Rsa
Rsa の探索範囲	0 ~ 500	0 ~ 500

キーワード 水・物質循環解析ソフトウェア共通基盤, CommonMP, パラメータ同定, PSO 法
 連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1 日本橋浜町 F タワー 株式会社建設技術研究所 TEL03-3668-4195

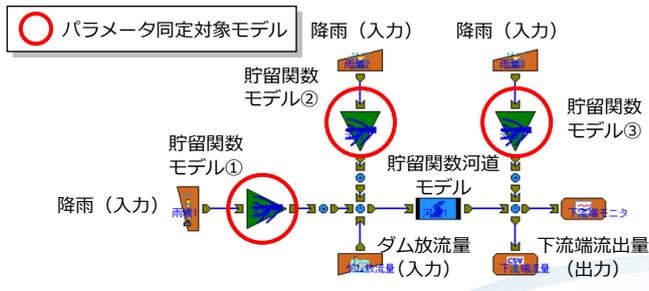


図-3 仮想流域の CommonMP プロジェクト

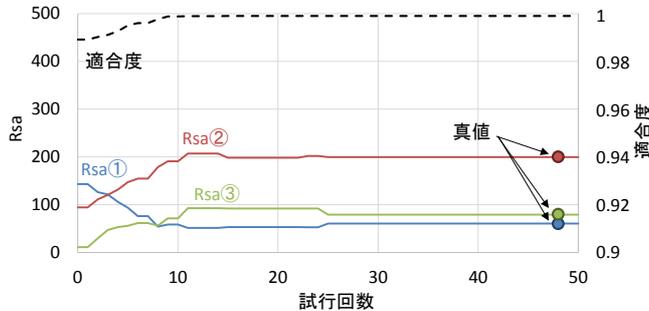


図-4 同一粒子の最適パラメータ・適合度の変遷

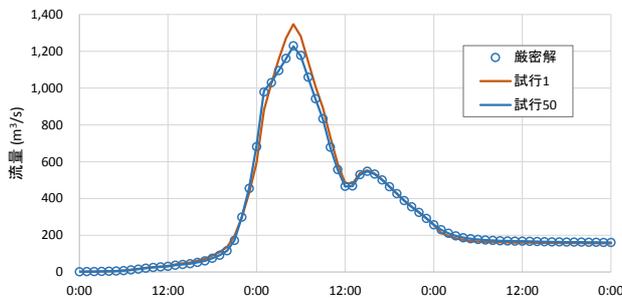


図-5 仮想流域における下流端流量

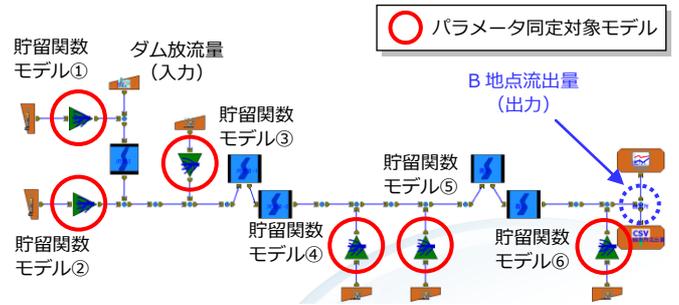


図-6 実流域 A の CommonMP プロジェクト

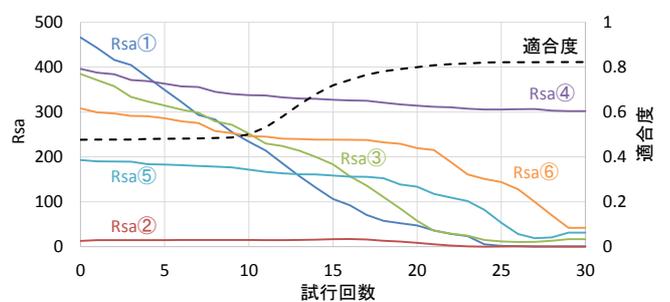


図-7 同一粒子の最適パラメータ・適合度の変遷

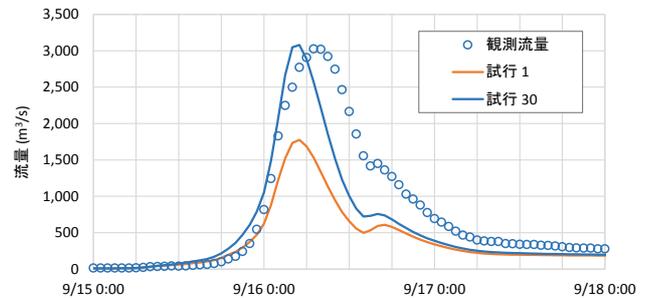


図-8 B 地点の観測流量と探索による流量

(2) 実流域における適用性検証

実流域 A 川 (流域面積 1,100km²) に含まれる 6 流域の Rsa を対象に下流 B 地点の観測水位を再現するパラメータ同定を実施した (図-6)。その結果、試行 1 回目からパラメータは徐々に変動し (図-7)、下流 B 地点の流出計算結果は試行 30 回目で洪水ピーク誤差 50m³/s 程度で再現された。(図-8)

(3) 演算の高速化の工夫

筆者らは CommonMP に適用する粒子フィルタプログラムの改良事例において、演算速度向上方策を検討している。その仕組みを PSO 法の制御プログラムに適用した結果、表-2 に示すとおり、演算時間を大幅に短縮できた。

5. おわりに

本稿の CommonMP を用いた PSO 法によるパラメータ同定プログラムにより、CommonMP を使用した様々なプロジェクトのパラメータ同定が可能となる。

表-2 PSO 法の演算時間

対象流域	粒子数	試行回数	演算所要時間 (min)	
			高速化前	高速化後*
仮想流域	100	50	350	18
実流域	100	30	450	240

※ 構造定義ファイル内のプロジェクト複製 : 25 複製
CommonMP オプションによる並列数 : 4 並列

これによって流出計算のみならず、河道追跡、氾濫解析など多様なモデルの精度向上や、洪水後の治水効果検証など様々な業務の効率化が期待される。

謝辞

本報告は、京都大学で開発された粒子フィルタプログラム³⁾の貸与を受けた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) CommonMP : <http://framework.nilim.go.jp/>
- 2) 多田 毅 : PSO アルゴリズムによる流出モデルパラメータの最適化, 水文・水資源学会誌, Vol.20, No. 5, pp.450-461, 2007.
- 3) 立川康人 : 粒子フィルタ法を用いた水位流量曲線および洪水追跡モデルの同定とリアルタイム水位予測, 2015.3.