

CommonMP モデルを用いた実時刻流量予測のための粒子フィルタ法の適用性検討

(株)建設技術研究所 正会員 ○岡峰奈津美

(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 箕浦 靖久

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。

近年、想定を上回る規模の外力に対する危機管理体制の向上が喫緊を要するなか、ダム管理において簡易に使用できる実時刻流入量予測は有効なツールと言える。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は増加しているが、そのほとんどはオフライン使用を前提としたものであり、リアルタイム運用には粒子フィルタ法・CommonMP とともに主に演算時間が課題と考えられる。

そこで、京都大学の開発による CommonMP に適用した粒子フィルタプログラム²⁾をもとに逐次補正による予測精度を確保し、さらに「汎用性」と「演算時間」の向上を目的としたプログラム開発を行った。本稿では、そのプログラムの実時刻流量予測における適用性評価について報告する。

2. 粒子フィルタプログラムの汎用化

京都大学が開発したプログラム²⁾をもとに、CommonMP と親和性の高い C#プログラム言語を採用し、様々な CommonMP 要素モデル、流域、逐次補正対象パラメータへの適用を可能にした。また、出力結果の可視化には CommonMP のハイト・ハイドロ描画ツールで表示可能な仕組みを付加した(図-1)。

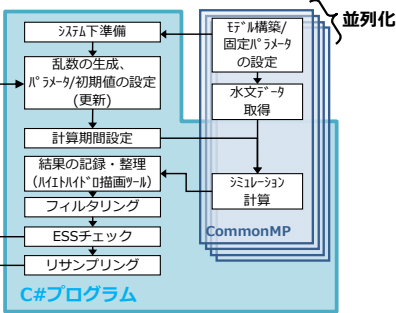


図-2 CommonMP と粒子フィルタ法の接続フロー

3. 実流域における適用性検証

(1) CommonMP による流入量算定プロジェクト構築

日吉ダム流域(流域面積 290km²)で CommonMP タンクモデルの流出モデル(図-3)を構築し、粒子数とシステムノイズの係数 β を複数組合せて検証を行った。実時間流量予測への適用を前提として、入力降雨は CommonMP の水文水質データベース取得ツールから取得するプロジェクトとした。

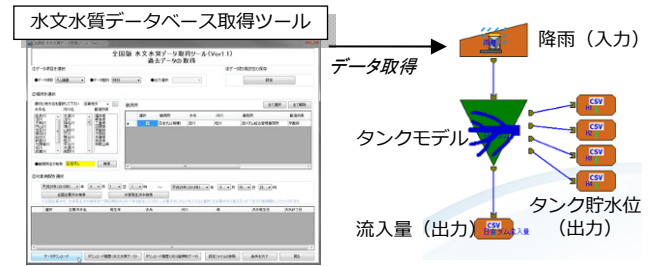


図-4 日吉ダム流入量算出プロジェクト

(2) 粒子フィルタ法適用による精度検証

タンクモデルの中で短期流出に感度の高い1・2段目タンクの6種のパラメータを逐次補正対象として、日吉ダムの流入量予測精度を検証した。システムノイズの係数 β は5~20%の4パターン、粒子数は30~1,000の4パターンで検証した結果、表-1に示すようにシステムノイズを推定流量の10~15%付加し、粒子数300以上としたケースで高い補正効果を得た。良好なケースのハイドログラフを図-3に示す。

表-2 ノイズと粒子数の設定による精度評価

β	粒子数	Nash				RMSE			
		現時刻	1時間先	2時間先	3時間先	現時刻	1時間先	2時間先	3時間先
0.05	30	0.86	0.33	-0.26	-0.32	190.79	425.38	582.13	596.46
	100	0.95	0.86	0.68	0.41	121.36	191.96	292.58	397.81
	300	0.95	0.83	0.59	0.30	112.95	216.67	331.92	435.01
	1000	0.98	0.88	0.68	0.45	75.06	182.80	291.19	383.66
0.10	30	0.89	0.56	-0.02	-0.59	173.92	344.92	522.79	653.71
	100	0.94	0.68	0.25	-0.11	127.95	291.82	448.32	545.53
	300	0.95	0.73	0.43	0.01	117.86	268.49	392.65	515.53
	1000	0.98	0.90	0.73	0.49	73.40	160.86	270.12	368.79
0.15	30	0.89	0.55	0.11	-0.23	171.30	347.05	489.68	574.33
	100	0.94	0.76	0.47	-0.07	131.21	252.44	376.26	536.56
	300	0.97	0.93	0.80	0.60	87.50	136.54	231.26	328.25
	1000	0.96	0.86	0.63	0.29	100.06	195.40	315.93	436.70
0.20	30	0.85	0.42	-0.05	-0.47	201.90	393.99	530.21	628.71
	100	0.94	0.82	0.58	0.30	122.20	222.32	334.93	433.41
	300	0.95	0.70	0.39	-0.03	116.23	285.18	405.15	525.11
	1000	0.97	0.82	0.52	0.12	94.53	218.66	358.19	487.27

■：最も評価の高いケース

キーワード 水・物質循環解析ソフトウェア共通基盤, CommonMP, ダム流入量予測, 粒子フィルタ
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

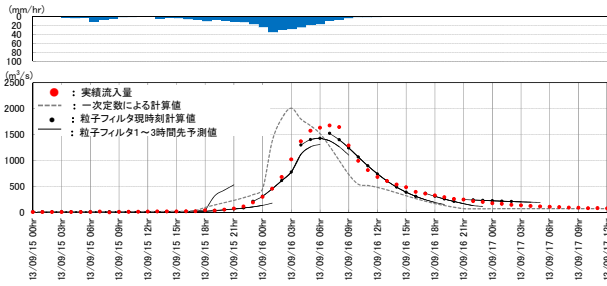


図-3 結果① (ノイズ 0.15 粒子 300)

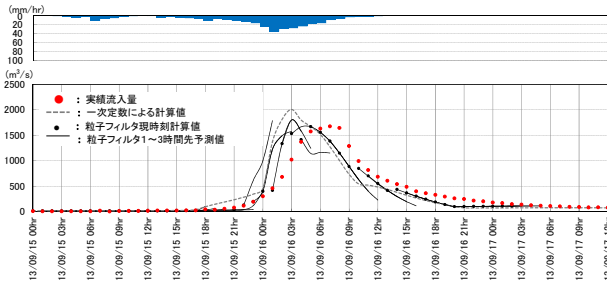


図-4 結果② (ノイズ 0.20 粒子 30)

(3) 実時刻流入量予測のための演算時間の高速化

粒子フィルタ法を適用した CommonMP プロジェクトの演算時間を細分化し、各粒子の hymco.exe の”起動”と”終了”が大きく占めることを確認した。これを踏まえて 51 分の演算時間を要する流出計算プロジェクト（流域面積 150km²、粒子数 100、更新回数 10 回、Windows7 64bit 4Core8 スレッド PC 環境）を対象に、①～③による演算速度の向上効果を検証した。

①並列化：複数スレッドの並列処理

hymco.exe 実行オプション (-p オプション) の実装で、並列最大 16 により 51 分から約 11 分に低減した。

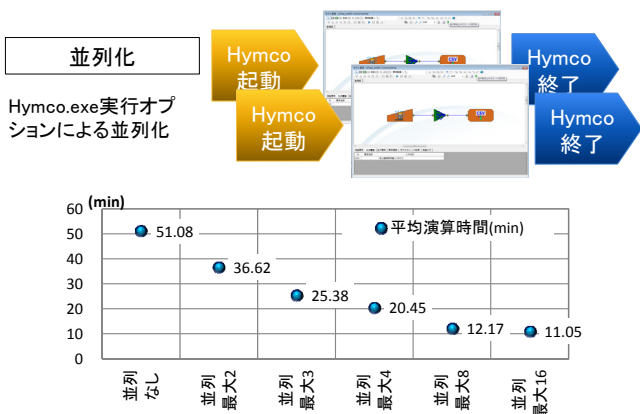


図-5 並列化による演算の高速化

②複製化：起動・終了回数を削減する工夫

構造定義ファイル内のプロジェクト複製により、hymco.exe の起動・終了回数を削減する方法を実装した。複製化 50 により 51 分から 2 分程度への高速化が可能となった。（図-6）

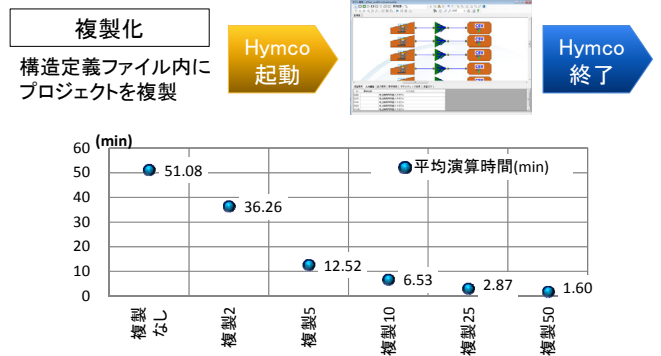


図-6 複製化による演算の高速化

③並列化と複製化の組合せ

上述の並列化と複数化の組合せにより、1 分以下の演算完了が可能になった（表-2）。同手法は、演算時間がボトルネックとなる場合の粒子フィルタ法や CommonMP の活用において、リアルタイム化の実現に向けた一助になると考えられる。

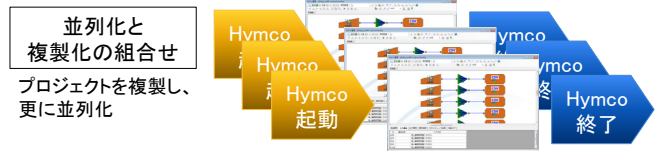


図-7 並列化と複製化の組合せのイメージ

表-2 複数同時演算による演算時間の短縮

複製数	並列数	演算時間(分)
なし	なし	51.08
50	なし	1.60
50	2	0.87

4. おわりに

本稿の CommonMP を用いた粒子フィルタ法の適用プログラムにより、実時刻流量予測の実流域への適用および実用化への取り組みが重要である。また、幅広い河川技術者が CommonMP 演算プロジェクトやプログラムを相互に活用することにより、より一層の技術力の向上を図るとともに、業務および研究の効率化への貢献が期待される。

5. 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²⁾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)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