

CommonMP による貯留関数・準二次元不等流計算プロジェクト

および機能拡張ツールの構築

(株) ニュージェック ○ 藤 田 暁

(株) ニュージェック 福 神 和 興

論 文 要 旨

CommonMP は、河川の水理・水文に関するさまざまな解析をパソコン上で容易に行うことのできる水理・水文シミュレーションの基盤ソフトウェアであり、国土交通省国土技術政策総合研究所が中心となり、開発されてきた。

本論文は、この CommonMP を用いて、近畿管内の 6 水系を対象とする貯留関数法モデル、および、7 水系を対象とする準二次元不等流計算の計算プロジェクトを構築するという業務を通じ、得られた知見について取りまとめたものである。

また、本論文で対象とした計算プロジェクトのうち、貯留関数法の計算プロジェクトについては、入力データとして流域平均雨量のデータが必要となる。そのデータ作成を容易に行えるよう、雨量観測所の座標と流域界データに基づき、ティーセン法で流域平均雨量を算定することのできる、CommonMP の機能拡張ツールの開発も、合わせて行った。

キーワード：CommonMP, 貯留関数法, 準二次元不等流計算, ティーセン法

ま え が き

CommonMP は、パソコン上で、準二次元不等流計算などによる水理解析や、貯留関数法などによる水文解析を行う際に、その具体的な計算モデルを構築したり、あるいはその構築した計算モデルを実行して結果を画面上に表示することのできる、水理・水文シミュレーションの基盤ソフトウェアである。

CommonMP のユーザーは、CommonMP の画面上で、各種の水理・水文演算を行う要素モデルや、インプットデータをファイルから読み込む入力要素などを自由に配置、接続し、さまざまな水理・水文のシミュレーションモデルを作成することができる。

このような CommonMP およびその要素モデルは、国土交通省国土技術政策総合研究所のウェブサイトから無償でダウンロードでき、誰もが自由に利用可能なものとなっている。図-1に、CommonMP の画面を示す。

従来、こうした水理・水文シミュレーションを行うためのソフトウェアは、わが国では各研究機関や企業ごとにバラバラに開発されることが多かったが、今後は、CommonMP を用いることにより、河川の計画・管理に関わる関係者が同じ計算ツール・計算データを共有し、それにより、互いにかみ合った、より有意義な議論ができるようになることが期待されている。

また、CommonMP は、プログラミングに詳しくない人

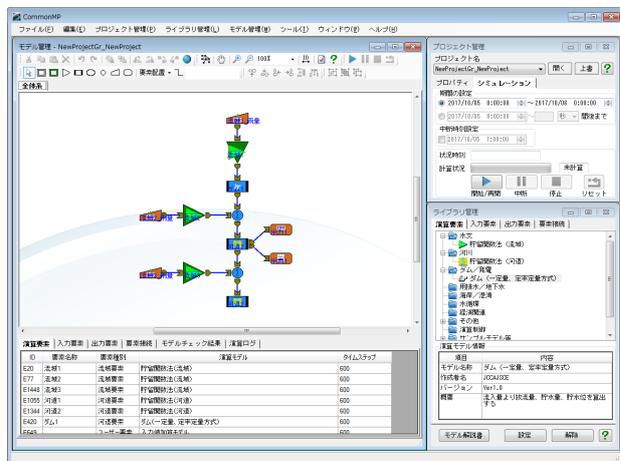


図-1 CommonMP の画面

も扱うことができるため、水理・水文現象の把握や、その計算に対する理解を深める上でも役立つものとなっている。

本論文は、近畿地方整備局水災害予報センターからの委託により、上述の CommonMP を用いて、近畿管内の 6 水系を対象とする貯留関数法モデル、および、7 水系を対象とする準二次元不等流計算の計算プロジェクトの構築を行い、その業務を通じて得られた知見についてとりまとめたものである。

河川管理者においては、河川整備計画等に基づいて事業

を実施したり、河川維持管理計画に基づいて河川の状況を把握する際に、流出解析や水位計算のシミュレーションが必要となる場合があり、そのような場合に CommonMP を利用することで、シミュレーションを簡便に実行できるようにすることが、本論文における計算プロジェクト構築の主たる目的となっている。

1. CommonMP 貯留関数プロジェクトの構築

CommonMP による貯留関数プロジェクトの構築は、下記の6水系を対象に行った。

対象水系：新宮川、加古川、揖保川、円山川、由良川、北川

また、これらの各水系ごとに、計算プロジェクトは表-1に示す2種類を作成した。

表-1 構築したCommonMP貯留関数プロジェクト

計算プロジェクト	① 河川整備計画モデル	② 現況モデル
計算条件(河道)	整備計画河道	現況の河道
〃(ダム)	整備計画の操作ルール	現行の操作ルール
対象洪水	整備計画の対象洪水	近年の代表的な実績洪水

図-2に、CommonMP による貯留関数プロジェクト構築の模式図を示す。

この図に示すように、CommonMP の貯留関数プロジェクト構築は、ほぼ元の貯留関数法のモデル図のとおり流域モデル、河道モデル、ダムモデル等を配置することにより行っている。また、各流域に対して、CSV ファイルから雨量データを入力するための入力要素を接続し、基準地点に対しては、計算結果を CSV ファイルに書き出す出力要素、および、画面上にグラフ表示する出力要素を接続した。

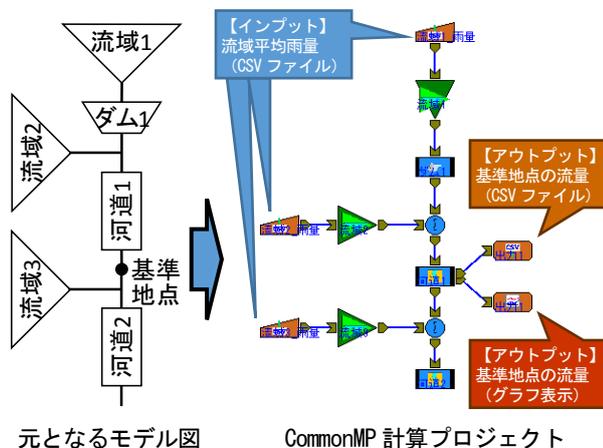


図-2 貯留関数プロジェクト構築の模式図

この図-2のような貯留関数プロジェクトを構成するにあたって、要素モデルとして、貯留関数法(流域、河道)、

および、ダムのモデルが必要となる。

それらの要素モデルは、CommonMP のウェブサイトにおいて、自由にダウンロードできるものが公開されているが、今回対象とする各水系の河川整備計画等で用いられている計算方法を確認したところ、それらの公開されている要素モデルでは対応できない計算も含まれていることが分かった。その主な内容について、表-2に示す。

表-2 CommonMP の既存の要素モデルの計算方法と各河川の計算方法の主な違い(貯留関数法)

	既存の要素モデルにおける計算方法	各河川で用いられている計算方法
一次流出率の扱い(流域モデル)	流域を流出域・浸透域に分ける方式のみを採用している。	流域を流出域・浸透域に分ける方式と、雨量に一次流出率を掛けて有効雨量とする方式がある。
二段河道の対応(河道モデル)	定数 K, P は1段のみであり、2段の K, P には対応していない。	溢水して氾濫原と一体になり流下する河道は、2段の K, P を用いる場合がある。
遅滞時間 T_L の制約(流域モデル・河道モデル)	遅滞時間 T_L が、計算時間間隔 Δt の整数倍になっている必要がある。	計算時間間隔 Δt の整数倍ではない、きりの悪い遅滞時間 T_L も多く用いられる。
ダムの種類(各種ダムモデル)	定率定量方式、自然調節方式の要素モデルが用意されている。	バケットカット方式、遅らせ操作方式など、左記以外のダムもある。

計算プロジェクトを構築するにあたり、表-2のような既存の要素モデルで対応できない計算処理については、新規の要素モデル¹⁾を作成することで対応した。

作成した要素モデルは、貯留関数法(流域および河道)、各種のダムモデル、霞堤モデル等である。

それらの要素モデルを用いて、CommonMP で各水系の貯留関数プロジェクトを構築し、計算を実行したところ、従来の計算結果を概ね再現することができた。

すなわち、大半の河川においては従来の計算結果とハイドログラフがほぼぴったり一致し、また、それ以外の河川においても、ピーク流量の誤差率にして2%程度の高い再現性を得ることができた。

2. 準二次元不等流計算プロジェクトの構築

CommonMP による準二次元不等流の計算プロジェクトの構築は、下記の7水系の直轄管理区間を対象に行った。

対象水系：新宮川、加古川、揖保川、円山川、由良川、北川、九頭竜川

また、これらの各水系について、計算プロジェクトは表-3に示す2種類を作成した。

表-3 構築したCommonMP準二次元不等流計算プロジェクト

計算プロジェクト	① 河川整備計画モデル	② 現況モデル
計算条件	整備計画河道	現況の河道
対象洪水	整備計画の対象洪水	近年の代表的な実績洪水

図-3に、CommonMPによる準二次元不等流計算プロジェクト構築の模式図を示す。

この図に示すように、CommonMPの準二次元不等流計算プロジェクトは、本川や支川といった1本ずつの河川ごとに1個の準二次元不等流計算要素モデルを置き、その左側には出発水位や流量配分の入力要素を、また右側には、水位縦断分布の計算結果をCSVファイルに書き出す出力要素、および、画面上にグラフ表示する出力要素を接続している。

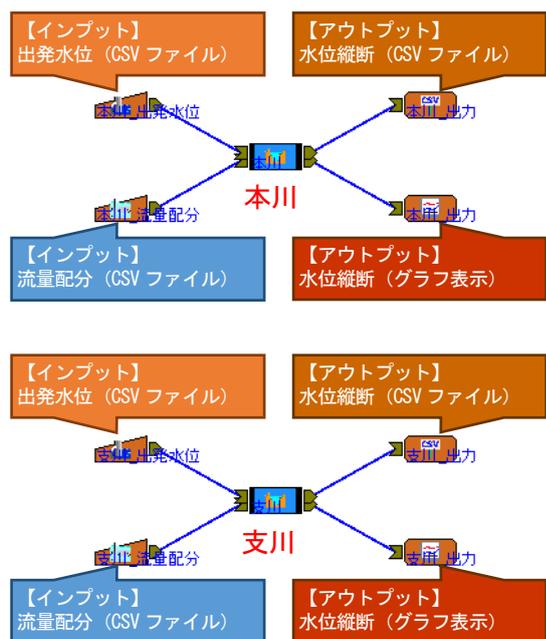


図-3 準二次元不等流計算プロジェクト構築の模式図

この図-3の計算プロジェクトを構成するにあたり必要となる準二次元不等流計算の要素モデルは、CommonMPのウェブサイトにて、自由にダウンロードできるものが公開されているが、今回対象とする各水系の河川整備計画等で用いられている計算方法を確認したところ、その公開されている要素モデルでは対応できない計算も含まれていることが分かった。その主な内容について、表-4に示す。

表-4 CommonMPの既存の要素モデルの計算方法と各河川の計算方法の主な違い(準二次元不等流計算)

	既存の要素モデルにおける計算方法	各河川で用いられている計算方法
境界混合係数	樹木が無い区間で境界混合係数を用いない。	樹木の有無にかかわらず、境界混合係数を考慮する。
射流の判定	フルード数が0.95を超える場合は限界水深とする。	フルード数が1.0以上の場合は限界水深とする。
砂州等による水位上昇量	自動計算される(値の指定ができない)。	河川により設定方法に違いがある。

計算プロジェクト構築にあたり、表-4のような既存の要素モデルで対応できない計算処理については、新規の準

二次元不等流計算要素モデル¹⁾を作成することで対応した。

なお、前述の貯留関数法の際には、流域と河道の各モデルについて、それぞれ1個の新規要素モデルを作成することで、それを全河川に適用することができたが、準二次元不等流計算については、表-4に示す以外にもさまざまな計算方法の違いが河川ごとにあり、全河川に適用できるような統一的な要素モデルの作成は困難であった。このため、各河川ごとに、専用の準二次元不等流計算要素モデルを作成するものとした。

それらの要素モデルを用いてCommonMPで各水系の準二次元不等流計算プロジェクトを構築し、計算を実行したところ、従来の計算結果との水位差は5cm以内に収まり、概ね従来の計算を再現できたと評価できる。

3. 流域平均雨量算出ツールの作成

上記で構築した計算プロジェクトのうち、たとえば貯留関数プロジェクトは、今後、対象水系で大雨が発生した場合に、流出現象の再現計算をするのに用いることができる。

しかし、貯留関数プロジェクトにおいては、雨量のインプットデータとして、各部分流域の流域平均雨量を与える必要があり、あらかじめ、テレメーターやレーダー等のデータを元に、各部分流域の流域平均雨量を算出しておかなければならない。

CommonMPのウェブサイトでは、流域平均雨量算出の要素モデルが公開されており、ダウンロード可能であったが、この要素モデルは、あらかじめ別途計算されたティーセン係数を用いるものであり、ティーセン係数を計算するツールを持たない場合には、流域平均雨量の算出ができず、このため貯留関数法の計算プロジェクトも使うことができないということが起こりうる。

このため、本論文で構築した貯留関数プロジェクトを有用なものにするためには、ティーセン係数を計算して流域平均雨量を算出するツールも合わせて用意することが必要と考え、そのようなツールの構築を行った。

構築した流域平均雨量算出ツールの機能について、以下に示す。

(1) 欠測状況に応じたティーセン係数の算出

流域平均雨量を算出するためのインプットデータは、雨量観測所で観測される地点雨量データとし、計算方法はティーセン法を用いるものとした。

また、計算の際に、ティーセン係数データはあらかじめ用意しておくのではなく、雨量観測所の座標データと流域界の座標データをもとに、毎回ティーセン分割を自動的に実施して算出するものとした。これにより、各時刻毎に、データの欠測状況に応じた流域平均雨量をつねに適切に算出することができる(図-4)。

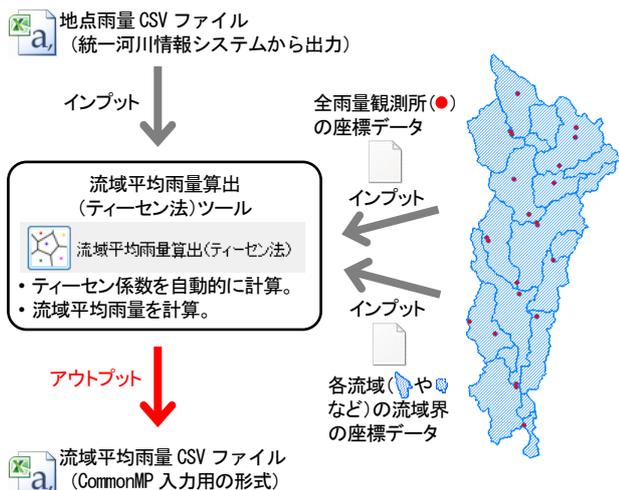


図-4 流域平均雨量算出ツールとその入出力ファイル

コード	6 91 E+11				
観測所名	深田港	岸和田水門	池田	池田	地真
分轄	深田港	深田港	池田	池田	池田
統み	ふけこ	ぎしわだすい	いけだ	ちおう	ちおう
水系名	近畿その他	近畿その他	淀川	淀川	淀川
河川名	その他	その他	播磨川	野間川	野間川
標高					
所在地	大阪府泉南郡岬町	大阪府岸和田市	大阪府池田市	大阪府池田市	大阪府池田市
管理区分	自治体	自治体	自治体	自治体	自治体
所管	港湾局	港湾局	池田土木	池田土木	池田土木
種別					
雨量	雨量	累加雨量	雨量	累加雨量	雨量
警戒値				20	50
注意値					
2015/08/1				0	0
2015/08/2				0	0
2015/08/3				0	0
2015/08/4				0	0
2015/08/5				0	0
2015/08/6				0	0
2015/08/7				0	0
2015/08/8				0	0
2015/08/9				0	0
2015/08/10				0	0
2015/08/11				0	0
2015/08/12				0	0
2015/08/13				0	0
2015/08/14				0	0
2015/08/15				0	0
2015/08/16				0	0
2015/08/17				0	0
2015/08/18				0	0
2015/08/19				0	0
2015/08/20				0	0
2015/08/21				0	0
2015/08/22				0	0
2015/08/23				0	0
2015/08/24				0	0
2015/08/25				0	0
2015/08/26				0	0
2015/08/27				0	0

図-5 インพุットデータ(統一河川情報システムから出力される形式の地点雨量 CSV ファイル)

HySCSVFileData	Ver1.0				
Time	Data0	Data1	Data2	Data3	Data4
2011/8/31 1:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 2:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 3:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 4:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 5:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 6:00	0.86	1.229	0	0	0
2011/8/31 7:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 8:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 9:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 10:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 11:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 12:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 13:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 14:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 15:00	4.587	3.073	3.055	1.935	0.1
2011/8/31 16:00	0.86	1.229	0	0	0
2011/8/31 17:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 18:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 19:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 20:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 21:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 22:00	0	0	0	0	0
2011/8/31 23:00	0	0	0	0	0
2011/9/1 0:00	0	0	0	0	0

図-6 アウトプットデータ
(CommonMP で用いられる様式の CSV ファイル)

(2) 入出力ファイルの様式

ツールへのインพุットデータ(地点雨量データ)は、統一河川情報システムから出力される形式の CSV ファイル(図-5)を用いるものとした。

また、ツールからアウトプットされるファイル(流域平均雨量)は CommonMP で定められる CSV ファイルの様式に従った(図-6)。

雨量観測所の座標データ、および、流域界の座標データは、CSV 形式、SHP 形式の2種類を使用可能とした。このうち CSV 形式のデータは Excel 等で編集できるという利点があり、また、SHP 形式のデータについては CommonMP-GIS 上で表示、編集することができる(図-7、図-8)。

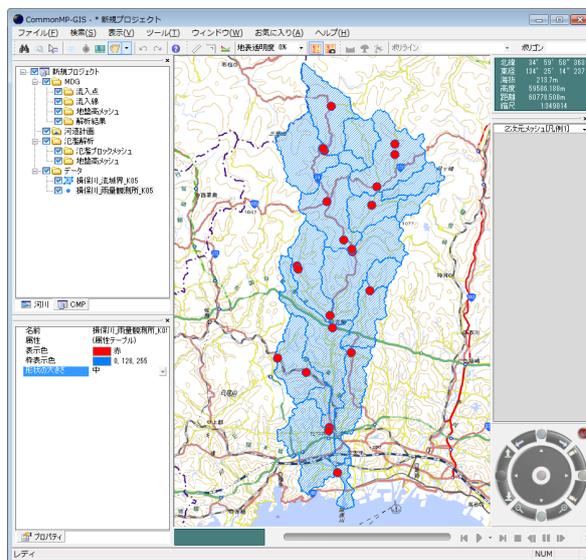
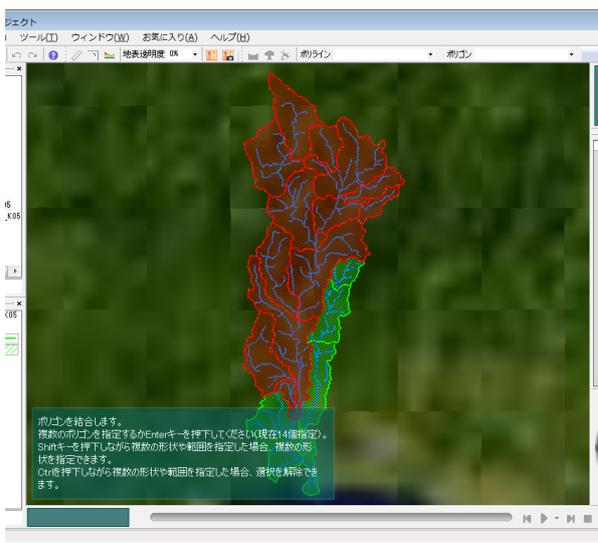


図-7 CommonMP-GIS による雨量観測所、流域界データ (shp 形式) の表示例



(流域を結合し、基準地点より上流を一つにまとめた例。このように上流域を一つにまとめた流域データを作成することにより、基準地点上流の全体的な流域平均雨量の算出等も行うことができた。)

図-8 CommonMP-GIS による流域界データ (shp 形式) の編集の例

(3) 入力雨量データの確認機能

流域平均雨量計算ツールでは、インプットデータ(地点雨量データ)を読み込んだら、その雨量を地点ごとにグラフ表示させられるものとした(図-9)。これにより、各地点ごとにデータに異常が無いかを確認でき、さらに、異常なデータのある雨量観測所については、流域平均雨量の算定から除外できるシステムとすることができた。

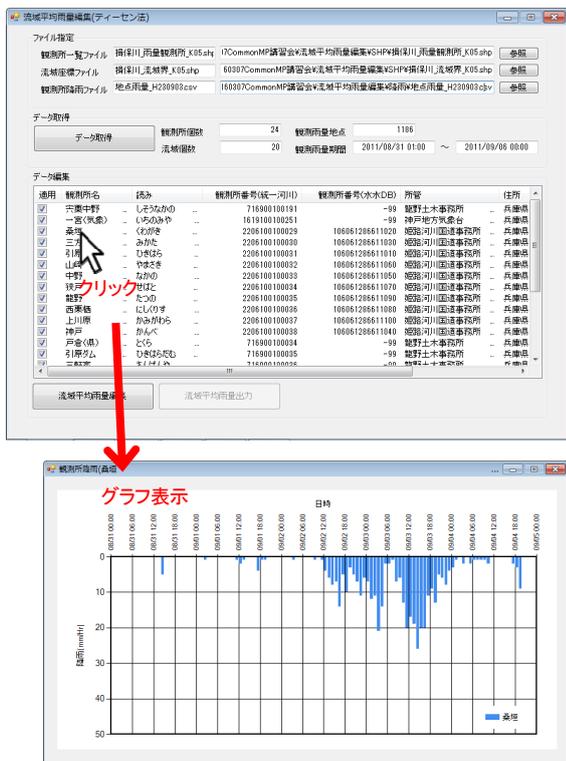


図-9 入力雨量データの確認

(4) ツールの構築方法

流域平均雨量計算ツールは、CommonMPの機能拡張ツール²⁾として動作するよう、構築した(図-10)。

これにより、本ツールの配布やインストールを行いやすくなることができた。

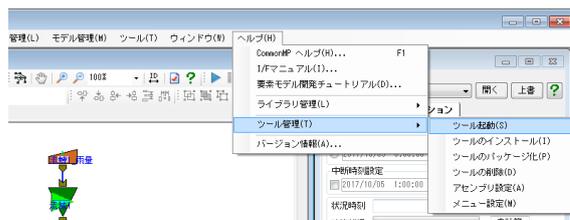
4. 本研究の成果

本研究では、CommonMPを用いて、近畿管内の6水系を対象とする貯留関数法モデル、および、7水系を対象とする準二次元不等流計算の計算プロジェクトを構築し、それぞれ、各水系における従来の計算結果を概ね再現することができた。

また、貯留関数プロジェクトの入力データとなる流域平均雨量のデータを作成できるよう、雨量観測所の座標データと流域界データに基づきティーセン法で流域平均雨量を算出するCommonMPの機能拡張ツールを作成した。

これらのCommonMP計算プロジェクトおよび機能拡張ツールにより、図-11に示すように、今後、対象水系で

① CommonMPのメニューで「ツールの起動」を選択。



② 機能拡張ツールのランチャーが現れ、その中に「流域平均雨量算出(ティーセン法)」のアイコンがある。



③ ランチャーから、「流域平均雨量算出(ティーセン法)」を選択すると、ツールが起動する。

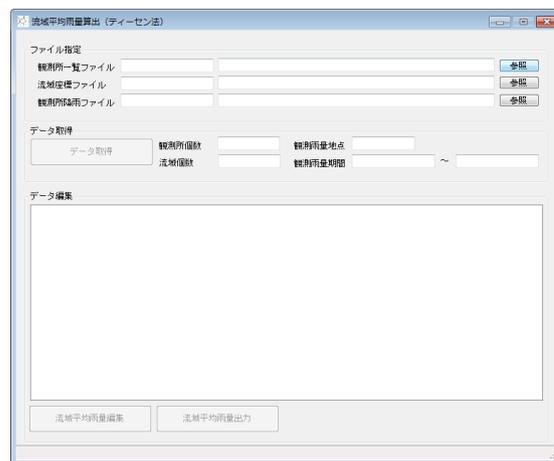


図-10 流域平均雨量計算ツールの起動

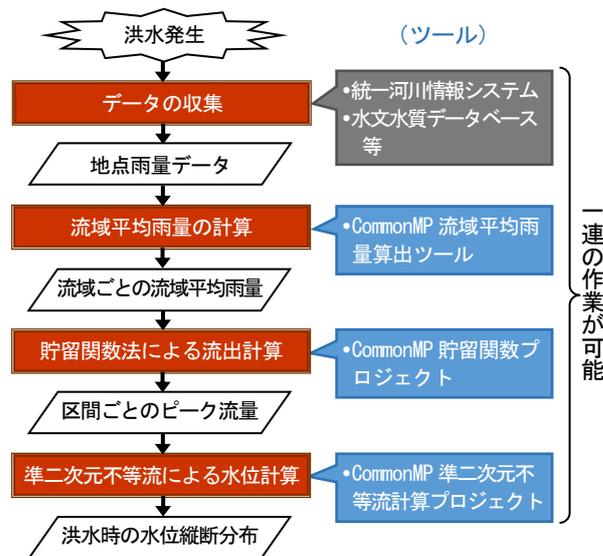


図-11 洪水の水位の再現計算の流れ (CommonMP計算プロジェクトおよび機能拡張ツールの利用)

大雨が発生した場合等に、その流出現象の再現計算、および、河川水位の再現計算を行うことのできる一連のツールを整備することができた。

あ と が き

本論文で構築した CommonMP 要素モデルや機能拡張ツールについては、その内容をさらに洗練させ、今後の CommonMP の発展、普及に寄与することができれば幸いである。

本研究を実施するにあたり、国土交通省近畿地方整備局水災害予報センター、および、各河川事務所より、貴重な資料を提供していただきました。記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 要素モデル開発チュートリアル Ver1.5, <http://framework.nilim.go.jp>
- 2) 機能拡張ツール開発解説書, <http://framework.nilim.go.jp>