

青字 : 記述に関する解説

現象の予想の方法

記載例 1 : 流出解析・河道追跡を用いた予想

記載例 1

1. 予報対象区域

(予報対象河川の流域図を示し、解析範囲、予報対象区域、考慮する洪水調節施設等を示してください。)

予報対象区域の概要を図 1 に示す。

予報対象区域は X 水系 X 川の支流である A 川下流の本川合流点～13.0km 区間である。A 川流域では、予報対象区間の上流に洪水調節機能を有する B ダムがあり、洪水時には下流への放流量を制限するなどの洪水調節を行っている。また、区間内に C 遊水地があり、洪水時には A 川を流れる水を一定量貯留する。

そのほか、A 川下流は本川である X 川に合流しており、A 川下流区間は、本川の水位の影響を受ける背水区間となっている。

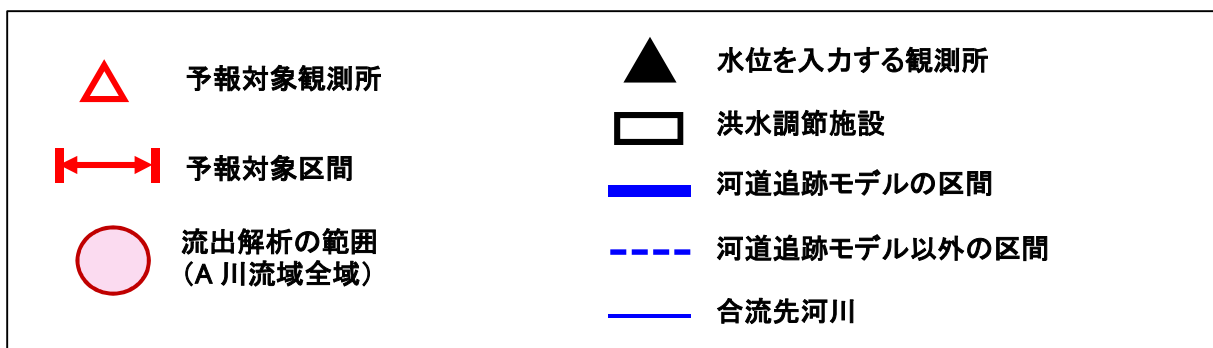
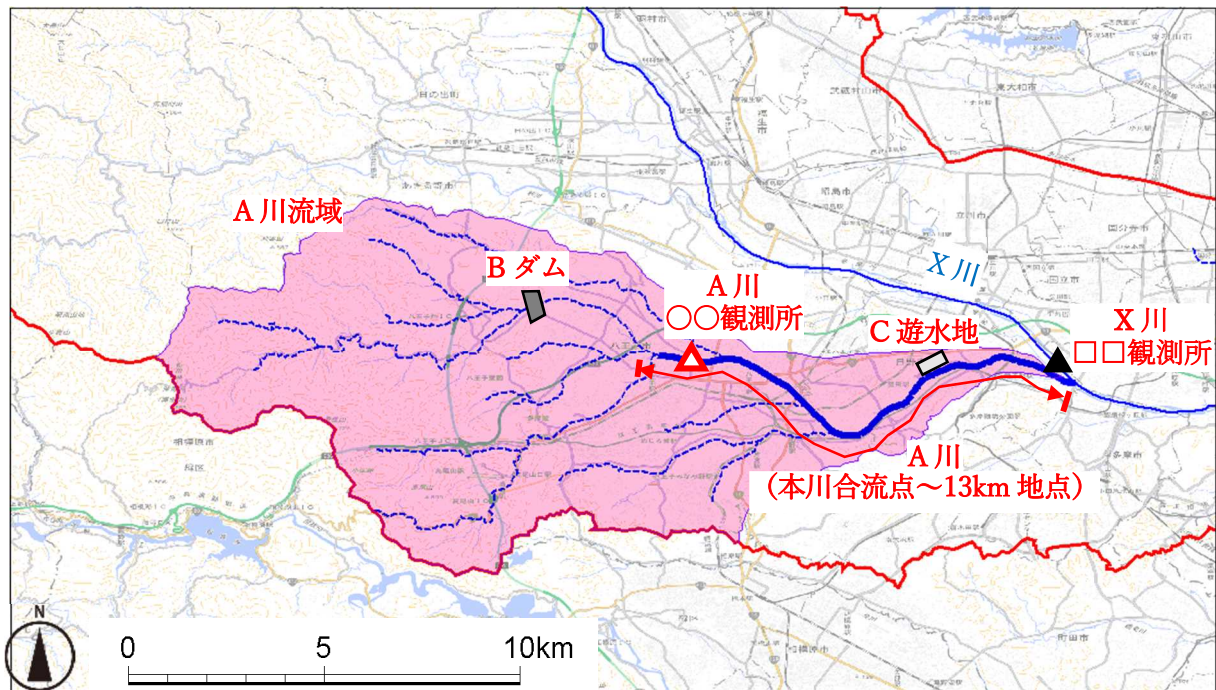


図 1 予報対象区域

2. 予想の方法（物理的方法）

2.1 使用する解析手法

（予想の方法について、その種別を「物理的方法」又は「統計的方法」で示すとともに、使用する解析手法のモデル、考慮する洪水調節施設、入力データ等の全体像を示してください。）

予想水位を算出するまでの解析フローを図 2 に示す。本予想では、解析手法として「物理的方法」の「流出解析」「河道追跡」を組み合わせたものを使用する。また、予想精度を向上させるために、データ同化及びスライド補正を行っている。

- ①流出解析では、観測及び予測降雨量を入力データとして、B ダムの操作規則を基に洪水調節効果を考慮し、分布型モデルを用いて河道への流出量を推定する。
- ②河道追跡では、A 川の下流（本川合流点～13.0km 区間）において、①の流出量を上流端および横流入境界条件としてデータ入力し、一次元不定流モデルを用いて時間と場所ごとに水位を計算する。また、区間内にある C 遊水地について、越流堤高、越流幅、貯水容量(H-V データ)を基に貯留効果を考慮するとともに、A 川の下流端に合流先となる X 川の□□観測所の実績水位を与えることで、背水現象を考慮する。
- ③データ同化等では、②で計算した A 川○○観測所の計算水位に対し、同地点の観測水位を基に粒子フィルタによるデータ同化を行った後、スライド補正を実施する。

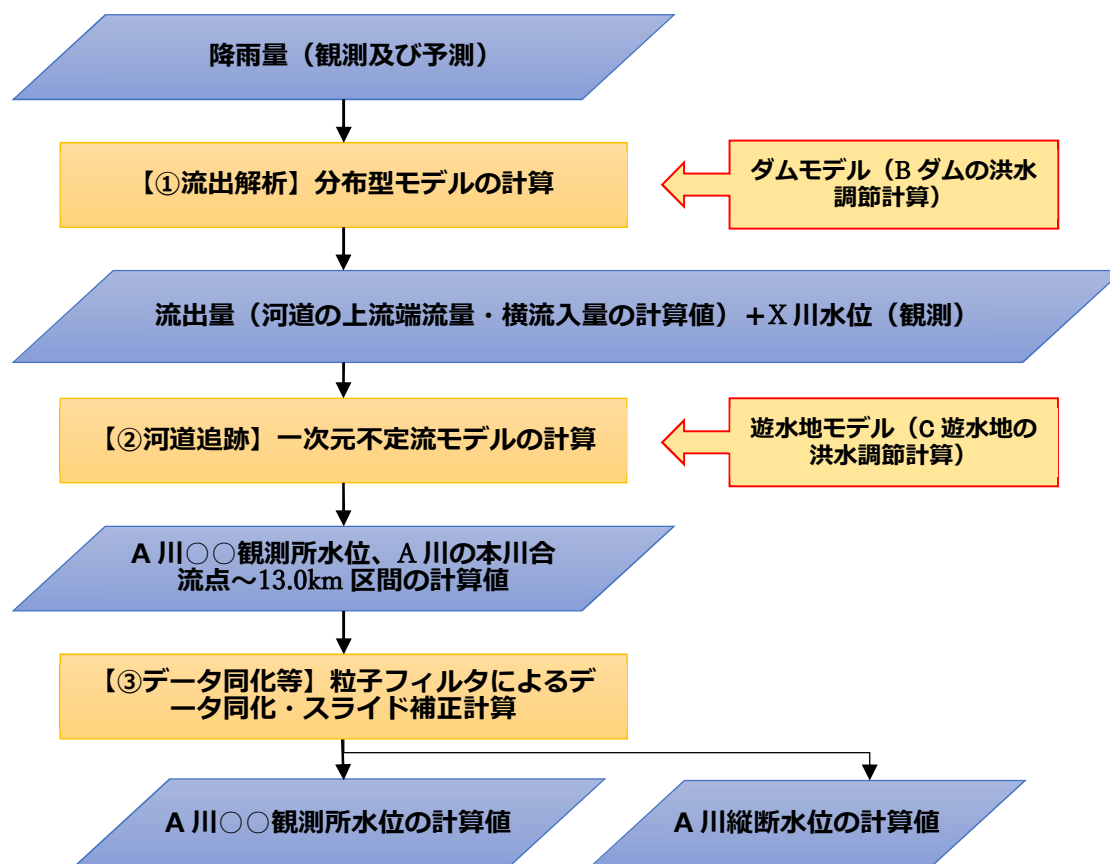


図 2 解析フロー

(計算モデルの概要について、一般に認められている専門的な知見に基づくものであることを簡潔に示してください。引用した又は参考とした資料についても、参考文献として示してください。)

2.2 流出解析

流出解析では、解析区域内にある洪水調節機能を持つダムについてもモデル化を行い、ダムの洪水調節効果を考慮した河道への流出量の予想を行う。

(1) 計算モデル概要

流出解析手法については、計算速度が速く、A流域と同等の流域規模の河川での適用実績が多いことに加え、レーダ雨量を高い解像度で反映できるという理由から、分布型モデル（出典：「分布型流出モデルの開発と実流域への適用」、土木技術資料、Vol.32-10、pp.54-59、1990）を用いる。

分布型モデルは、図 3 に示すようにメッシュごとに標高や土地利用情報を与え、降雨の浸透や斜面方向の移動を個別に表現できるグリッド型分布モデルである。流域を矩形メッシュに分割し、入力データとして表層モデルの各矩形メッシュに降雨データを与え、メッシュ間の水分移動は鉛直方向の層モデル（表層モデルと地下水モデルの 2 層構造）と河道モデルで表現する流出モデルである。

(2) モデル構築に用いる地形データ等

各メッシュの諸元となる標高データは「国土地理院 基盤地図情報 数値標高モデル」、土地利用は「国土交通省国土数値情報土地利用細分メッシュデータ（令和 3 年）」、土壌と表層地質の情報は「国土交通省国土数値情報土地分類メッシュ第 1.1 版（昭和 54 年）」を用いた。

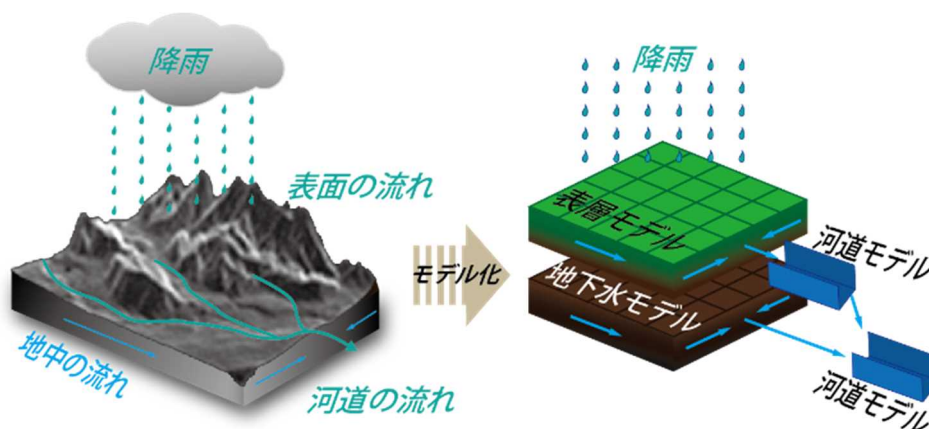


図 3 分布型モデルのイメージ図

(3) 基礎式

図 4 に 1 メッシュあたりの分布型モデルの構造および基礎式を示す。

モデルの構造は、表層モデルにより表面流と早い中間流出を表現し、地下水モデルにより不圧地下水流と被圧地下水流を表現し、河道モデルにより河道流量を表現するものである。

雨量は表層モデルに貯留され、表層モデルから流出する表面流 Q_{sf} は Manning 則が成り立つものとし、流出量は表層モデルにおける時々刻々の貯留高 $h(m)$ から表層流の発生高さ $S_{f2}(m)$ を差し引いた高さの 5/3 乗に比例する。早い中間流出量は貯留高 $h(m)$ に比例するものとする。不圧地下水流と被圧地下水流からなる地下浸透は Darcy 則に従うとし、浸透量は貯留高 $h(m)$ に比例するものとする。

地下水モデルの構造は、横の穴から 1 番目は不圧地下水流の穴で、2 番目が被圧地下水流の穴である。地下水モデルの流出量は被圧地下水流が貯留高 $h(m)$ に比例し、不圧地下水流が貯留高 h -不圧地下水流出発生高さ $S_g(m)$ の 2 乗に比例すると考える。

表面流と早い中間流出は次のメッシュの表層モデルに、不圧地下水流と被圧地下水流は次のメッシュの地下水モデルに流出する。河道モデルに隣接する場合、表面流から被圧地下水流までの全てが河道モデルへ流出し、河道モデルの境界条件となる。

河道モデルは、Kinematic Wave 法により解析する。

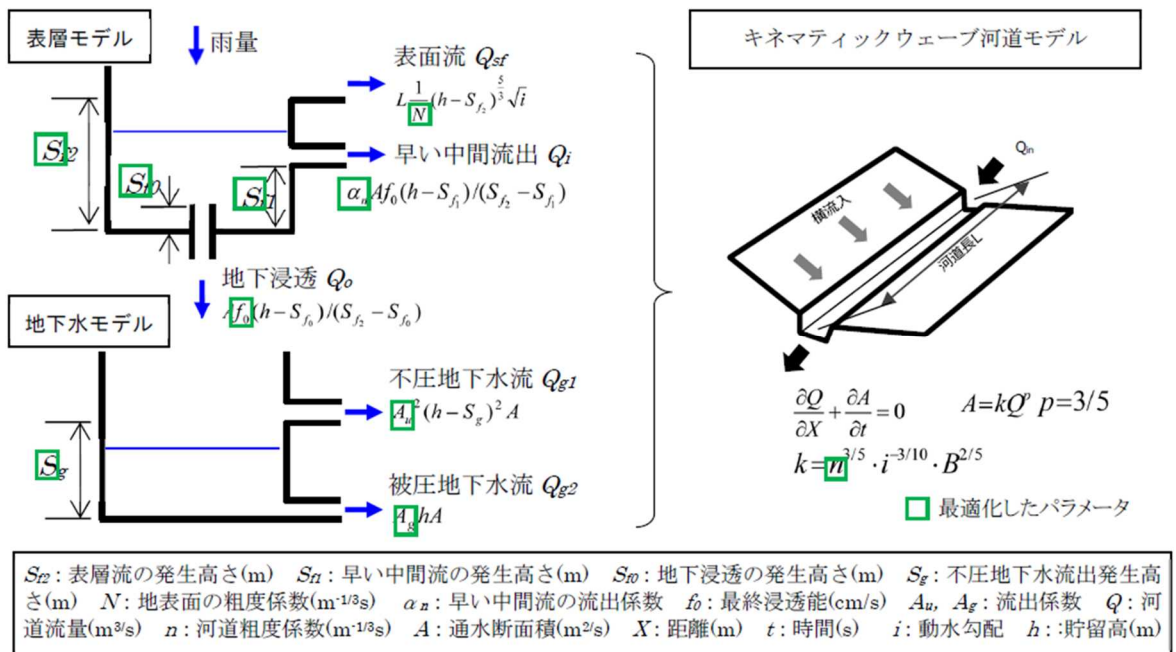


図 4 分布型モデルの基礎式

ここで、地表面の粗度係数 N は、メッシュ内の最も支配的な土地利用に対して最適な値となるように設定した。同様に、表層モデルのパラメータは支配的な土壌、地下層モデルのパラメータは支配的な表層地質に対して設定した。

さらに、図4に緑の枠で囲んだパラメータについては、予報対象区間の観測値を再現できるように最適化したものを設定した。A川流域における過去の3洪水（○年○月台風○、○年○月梅雨前線、○年○月秋雨前線）において、○○観測所の実績流量との比較において RMSE が最小となるように、遺伝的アルゴリズムを用いた大域的探索手法である SCE-UA 法により、最適化した。

SCE-UA 法は、多数のパラメータの効率的な最適化に優れている大域的探索手法であり、探索出発点の良否に依らず大域的な解を求めることができる。とされている。(出典：Duan ら, Effective and efficient global optimization for conceptual rainfall-runoff models, Water Resources Research, Vol.28, No.4, pp.1015-1031, 1992)

以上により、全メッシュにおいて表層モデル、地下水モデル、河道モデルによる流出過程を計算し、標高データを基に近接するメッシュ間の流出量を受け渡すことで、A川の河道追跡の解析区間における流出量を推定する。

(4) 対象流域図及びメッシュサイズ

A川流域を図5に示すように、250mメッシュに分割した。ここで、青で示す河道及び格子は、2.3河道追跡において解析を行う区域である。

なお、メッシュサイズは河道追跡モデルを200m測線間隔で設定するため、メッシュからの横流出量を河道追跡モデルの各測線に接続するために、同等サイズの250mメッシュを設定した。

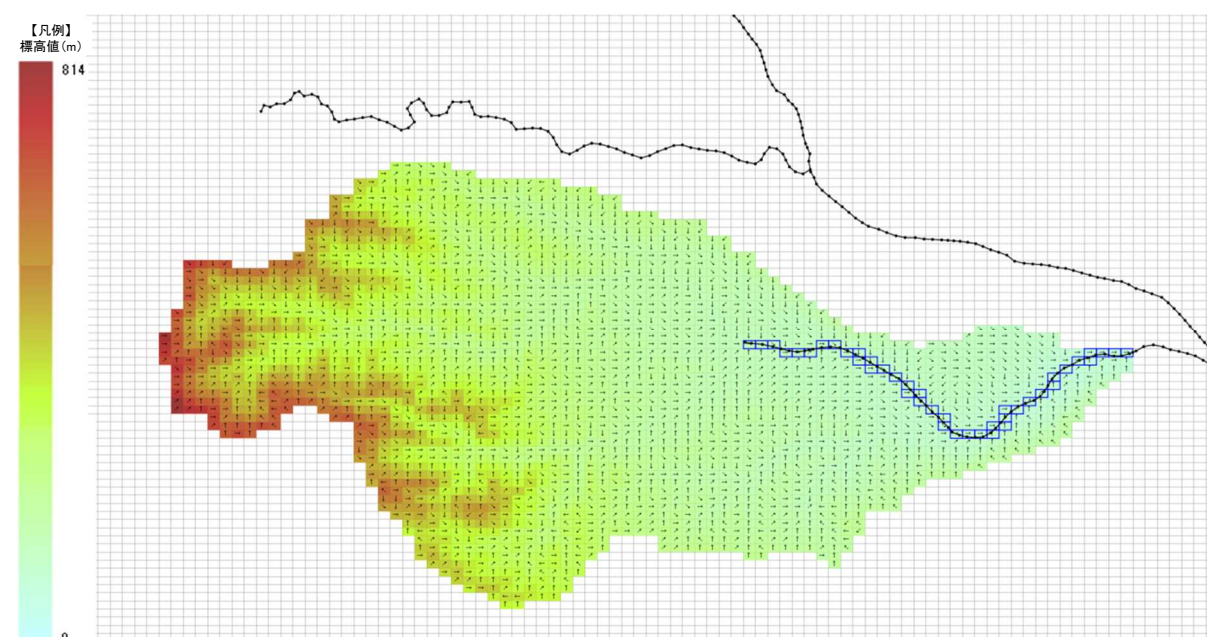


図5 A川流域のメッシュ標高図

(5) 洪水調節施設の考慮

流域内には B ダムがあるため、操作規則に基づきダムモデルを構築し洪水調節機能について考慮する。流出解析においては、B ダムが位置するメッシュにダム集水域からの流出量が集まるため、当メッシュの算定流出量を B ダムの流入量とし、操作規則に基づいて計算した放流量を B ダムが位置するメッシュの一つ下流のメッシュに与える。

B ダムは一定量放流による操作規則により運用されるダムであるため、図 7 に示す放流操作をモデル化する。図に示すようにダム地点の流入量が洪水量●m³/s を超えた場合、●m³/s を下流へ放流し、それ以上の流入量はダムに貯留するものとする。

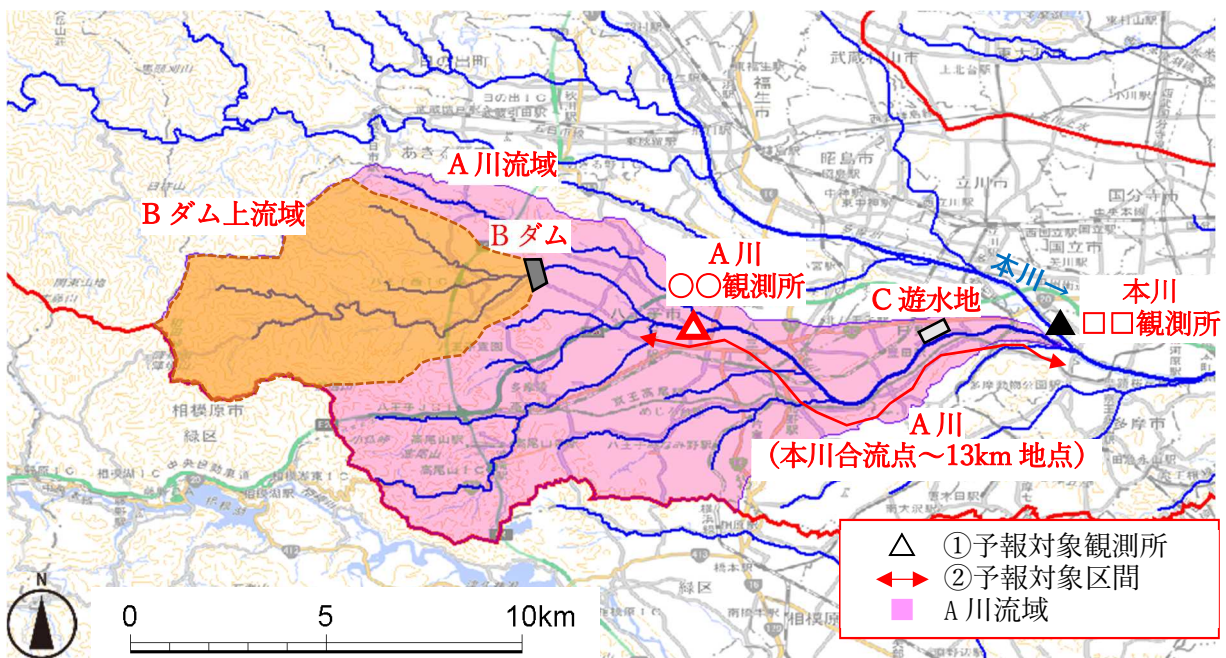


図 6 B ダム流域

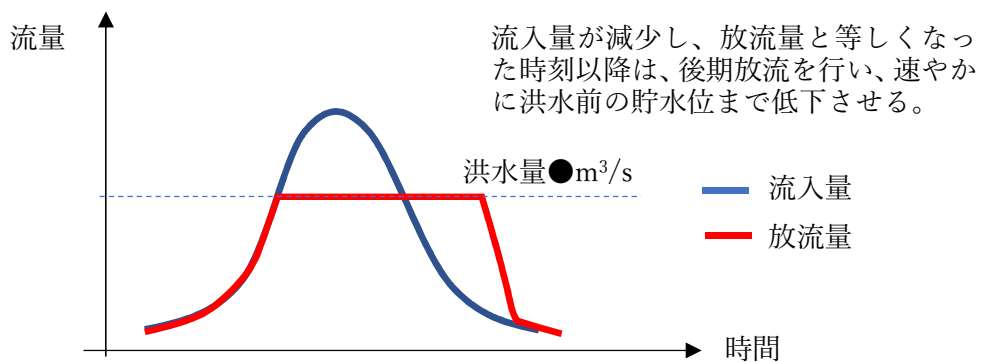


図 7 B ダムの洪水調節機能の概要

(6) 入力データ

図 5 に示すように、A 川流域全域を包含したエリアを 250m メッシュに分割し、各格子に、降雨量を分布型モデルのメッシュに与える。図 8 に示すように、レーダ雨量は 1km、分布型モデルは 250m メッシュでありメッシュサイズが異なるため、重なる位置の 250m メッシュに 1km メッシュのレーダ雨量を与える。また、(5)において B ダムを考慮した解析を行うため、B ダムの放流量データを取得する。

予報期間は 6 時間先までであり、入力データも 6 時間先までのデータを与える。

なお、本予想の計算は毎時刻行っており、各メッシュ内の水分量等は前時刻での計算値から引き継がれる。

1) A 川流域 (B ダム上流域を含む)：降雨量

(観測データ) C バンドレーダ雨量計：1km メッシュ

データ間隔：10 分間

現時刻までの降雨量

(予測データ) 降水短時間予報：1km メッシュ

データ間隔：10 分間

現時刻から 6 時間先までの予測降雨量

2) B ダム：放流量、貯水位

(観測データ) 放流量、貯水位

データ間隔：10 分間

10 分前から現時刻までの放流量、貯水位

※ 予測放流量は、(5)の操作規則に基づくダムモデルにおいて算出

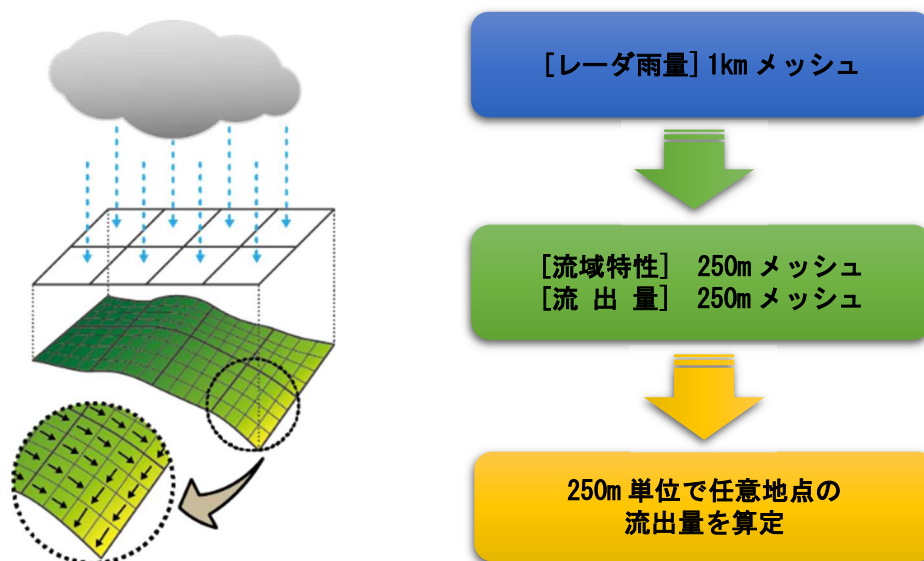


図 8 入力データ降雨量の与え方のイメージ図

(7) 出力データ

流出解析による出力データは、A 川への流出量として次の河道追跡の境界条件とする。

1) A 川の本川合流点から 13 km地点まで : A 川への流出量

データ間隔 : 10 分間

現時刻から 6 時間先までの流出量

河道追跡を行わず、流出量から観測所や測線ごとの水位に換算する場合は換算方法について記述してください。

流量から水位に換算する場合 :

分布型モデルで算出した予報対象観測所の流出量を同観測所の HQ 式※で換算して水位を算出する。HQ 式は、河川管理者 (国土交通省) を通じて入手したものを用いた。

※HQ 式の具体は次のとおりである。

$$Q = a(H + b)^2$$

ここに、Q : 流量[m³/s]、H : 水位[m]、a, b : 観測流量と観測水位から最小二乗法により求めた係数

2.3 河道追跡

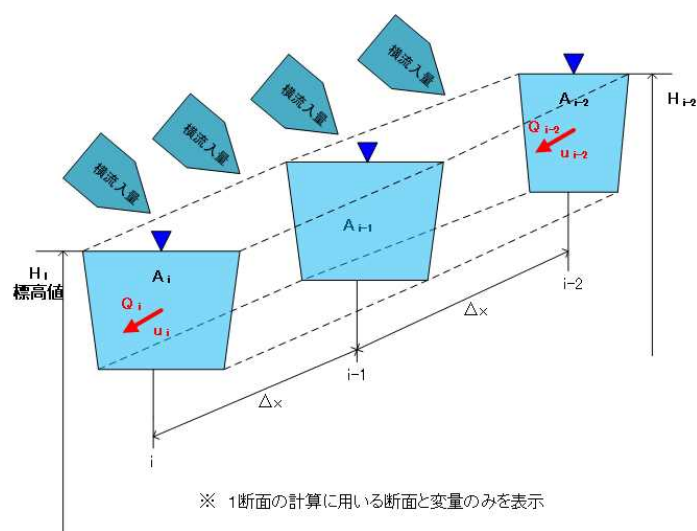
対象区間に対して、2.2 の流出解析による流出量を基に、河道断面形状を考慮した一次元不定流モデルによる河道追跡を行い、河川の流れを計算して水位と流量を時間と場所ごとに算定する。また、解析対象区間内にある C 遊水地について、越流堤高、越流幅、貯水容量(H-V データ)をもとに遊水地のモデル化を行い、遊水地の貯留効果を考慮した水位予想を行う。なお、A 川下流は合流先の X 川の水位の影響を受ける背水区間となっているため、水位を一次元不定流モデルにより表現することとした。

(1) 計算モデル概要

対象区間について、図 9 に示す一次元不定流モデルを構築し、2.2 の流出解析による流出量を上流端および横流入境界条件として河道追跡を行う。一次元不定流モデルは、下流端境界条件に合流先の水位データを与える事で、バックウォーターによる背水現象を表現できる特徴がある。

(2) 河道断面データ

河道断面データは、令和●年に実施された○○河川事務所による定期横断測量に基づき、LP データから作成した断面データを使用する。測線間隔は 200m 間隔である。



Δx : 流下方向の測線間隔 u_i : i 地点での流速(m/s) H_i : i 地点での水位 (標高) (m)
 A_i : i 地点での河積(m²) Q_i : i 地点での流量(m³/s)

図 9 河道追跡モデルのイメージ図

(3) 基礎式

次に示す基礎式（出典：「水理公式集」2018年版 p58）により河道追跡を行い、河川の流れを計算して水位と流量を時間と河道断面データの測線間隔である 200m ごとに算定する。

（運動方程式）

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\alpha}{2g} \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2}{R^{4/3}} u|u| = 0 \quad \text{数式 1}$$

（連続式）

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_L \quad \text{数式 2}$$

t : 時間(s) x : 流下方向の座標 u : 流速(m/s) H : 水位(m) A : 河積(m²) Q : 流量(m³/s) R : 径深(m) q_L : 河道単位長さあたりの側方横流出量(m²/s) n : マニングの粗度係数(m^{-1/3}s) g : 重力加速度(m/s²) α : 流速分布による係数

運動方程式に与える、河積 (A)、径深 (R) は、河川断面データによって予め設定し、 Manning の粗度係数 (n) は、水理公式集に掲載されている一般的な値である 0.030 に設定した。流速分布による係数 α は 1.0 を用いた。

(4) 予報対象区間の本支川の合流や下流端の考慮

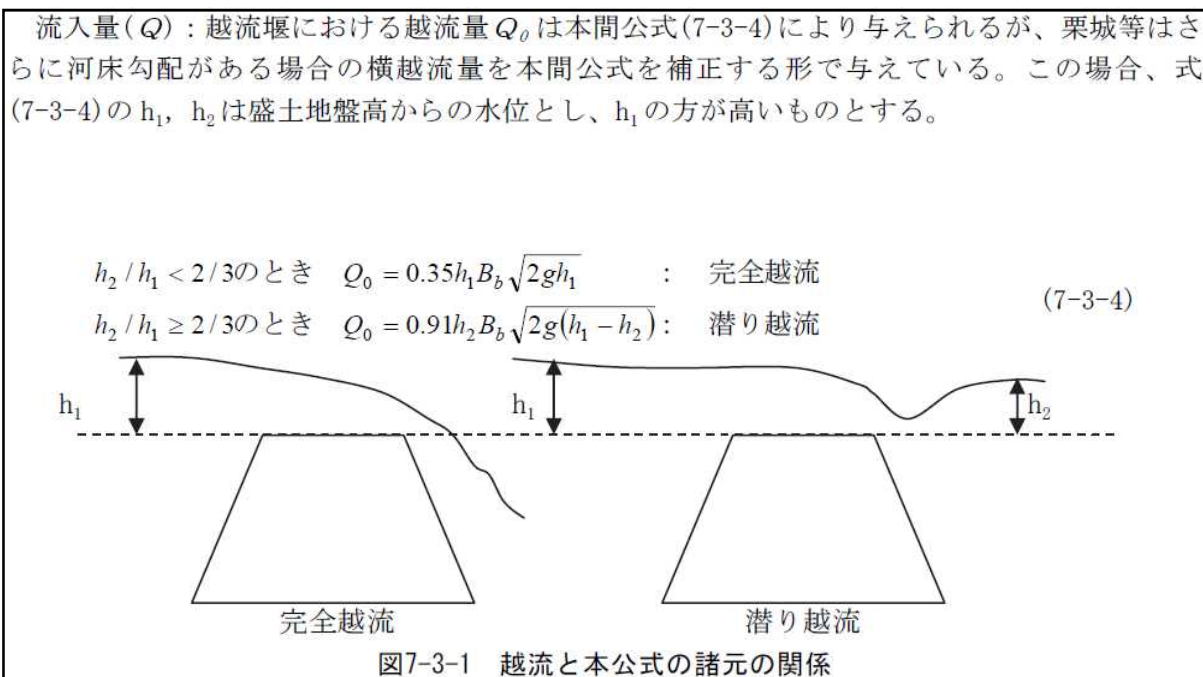
予報対象区間に対する支川の合流については、2.2 の流出解析による流出量を横流入量として入力する。

予報対象区間の A 川下流区間は、本川 X 川の背水の影響を受けるため、予報対象区間の下流端境界条件として、合流点近傍に位置する X 川□□観測所水位をモデルに与える。なお、観測所水位は、現時刻までは観測水位を取得し、6 時間先まで現時刻水位を継続して使用する。

(5) 洪水調節施設の考慮

予報対象区間内にある C 遊水地について、一次元不定流モデルにおいて遊水地の越流堤高、越流幅、貯水容量(H-V データ)をもとに遊水地のモデル化を行い、遊水地の貯留効果を考慮する。越流堤高、越流幅、貯水容量(H-V データ)は、遊水地の管理者から入手した。

越流量は河川水位(h_1)と越流先水位である遊水地の水位(h_2 :越流量の累加と貯水容量(H-V データ)をもとに随時計算)をもとに本間の公式に基づき算定している。



ただし B_b : 越流幅

g : 重力加速度

h_1 : 河川水位、 h_2 : 越流先水位

Q_0 : 越流量

出典：河川砂防技術基準 調査編 平成 26 年 4 月 第 7 章第 3 節-5,6

(6) 水位上昇による溢水・越水の考慮

本方法では A 川の水位上昇による溢水・越水は考慮せず、計算水位が堤防高以上となった場合であっても河道から水が溢れない壁立て条件の下で水位を算出する。

溢水・越水を考慮しない理由は、堤防高までの水位上昇の予想により、氾濫の可能性は把握できることと、溢水・越水を考慮することで氾濫解析も必要となり、演算時間が長くなり発表時刻の遅れが長くなるためである。

(7) 入力データ

入力データは、2.2 流出解析による計算流量を上流端 (A 川 13km) 及び横流入量として入力する。ここで、10 分前からのデータを入力しているのは、データ同化で用いるためである。

1) 上流端流量と横流入量

2.2 流出解析による計算流量(本川合流点～A 川 13.0km の対象区間で 250m
メッシュ間隔)

データ間隔：10 分間

10 分前～現時刻～6 時間先までの計算流量

2) 下流端境界条件：本川合流点□□観測所水位

10 分前～現時刻：観測水位を与える

現時刻～6 時間先：現時刻水位を継続した値を与える

2.4 データ同化等

本予想では、河道追跡で求めた水位の計算結果に対して、粒子フィルタによるデータ同化とスライド補正を行っている。

(1) 粒子フィルタによるデータ同化

2.3 の河道追跡による A 川〇〇観測所の 10 分前から 6 時間先までの計算水位に対して、現時刻における水位の差を縮減し、予想精度を向上させるため、A 川〇〇観測所水位を用いて粒子フィルタによるデータ同化を行う。粒子フィルタは、国による洪水予想において採用されている図 10 に示す手法を採用する。各粒子の現時刻の計算値と観測所水位を用いて正規分布を仮定した尤度計算を行い、各粒子の計算水位のアンサンブル平均（尤度に応じた重み付け平均値）をデータ同化後の計算水位とする。

【粒子フィルタの条件】

- 粒子数は 32
- 補正対象とする状態量は、10 分前の分布型モデルの A 川〇〇観測所上流域の表層タンクの水深 h に乗ずる係数 k とする。
- 尤度は、以下の式により算定

$$\text{水位差の尤度 } R(y_t | x_{t|t-1}^{(i)}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \exp\left(-\frac{(y_{t,cal}^{(i)} - y_{t,obs})^2}{2\sigma_y^2}\right)$$

- $R(y_t | x_{t|t-1}^{(i)})$: 粒子 $x_{t|t-1}^{(i)}$ の尤度
 $y_{t,cal}^{(i)}$: 時刻 t の i 番目の粒子の観測推定値
 $y_{t,obs}$: 時刻 t の観測値
 σ_y : 観測値の標準偏差であり、HQ 換算流量に 5% 程度の観測誤差があるものとした。

【現時刻の観測所水位が欠測の場合】

- 現時刻の観測水位が欠測の場合は、データ同化を行わず、計算水位をそのまま予想水位とする。

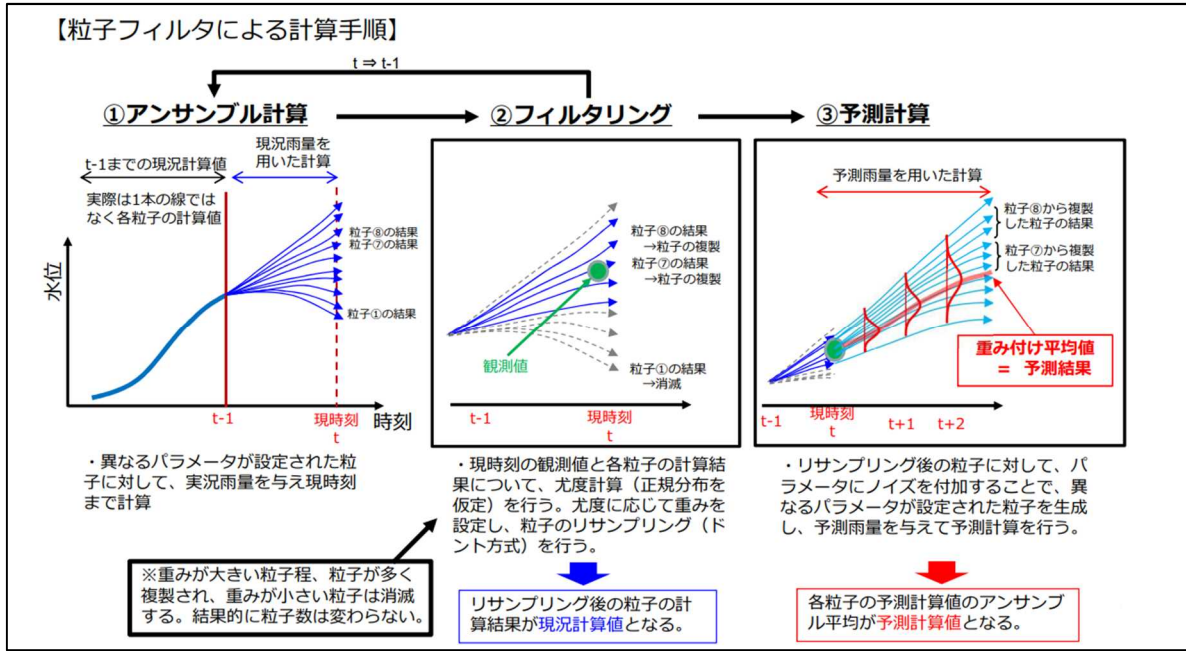


図 10 粒子フィルタによるデータ同化のイメージ図

（出典：「洪水及び土砂災害の予報のあり方に関する検討会」第 3 回資料 3-1 「国による洪水の予測技術について」

https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/kentoukai/arikata/part3/siryous3-1_3.pdf

(2) スライド補正

粒子フィルタによるデータ同化後の計算水位に対して、図 11 に示す水位スライド補正を行い、A 川〇〇観測所の観測水位と現時刻で水位が一致するように、計算水位を一律に補正する。スライド補正することにより、計算水位がもつ現時刻の水位差を解消し、6 時間先までの水位差を縮減することが可能になる。この結果を、A 川〇〇観測所予想水位とする。

【スライド補正の条件】

- ・ 使用データ：A 川〇〇観測所の計算水位と観測水位
- ・ 同化手法：水位スライド補正手法

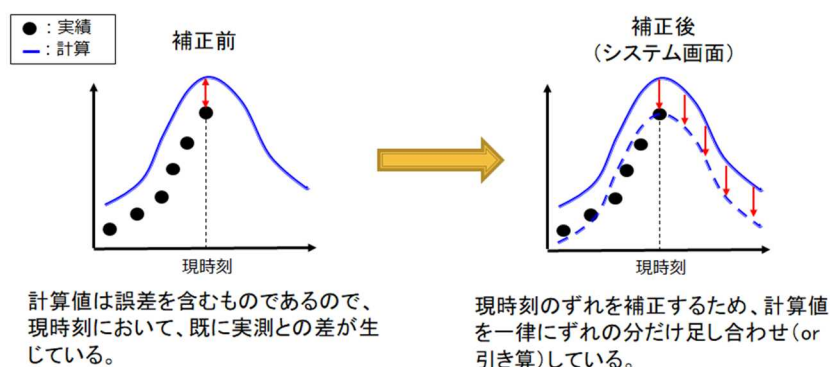


図 11 スライド補正のイメージ図

【現時刻の観測所水位が欠測の場合】

- ・ 現時刻の観測水位が欠測の場合は、スライド補正を行わず、計算水位をそのまま予想水位とする。

2.5 計算時間と計算時間間隔

具体的に13時を初期時刻とする解析の流れは、次のとおりである。

- ① 13時を初期時刻とする予測データを13時10分までに収集
- ② (最新の)13時時点の観測資料を、13時05分までに収集
- ③ (6時間先までの)シミュレーションを、13時10分に演算開始し、13時15分までに演算終了する。
- ④ (演算の終了後に)シミュレーションによる予想結果を、13:15までに予報として発表する。

表1 予想のタイムテーブル

発表時刻	日本時間	12	13	14	備考
13時00分の予想	<収集する予報資料> A川流域 降水量:降水短時間予報 <収集する観測資料> A川流域 降水量:○バンドレーダ雨量計 A川○○観測所:水位 X川□□観測所(本川合流点付近):水位 <シミュレーション> 計算の対象期間 演算する時間帯 計算結果の発表時刻				13:00から6時間先までの予報資料(1時間値)を、13:10までに入手。 13:00までの過去10分間の観測資料(5分間値2時刻分)を、13:05までに入手。 13:00までの過去10分間の観測資料(10分間値)を、13:05までに入手。 13:00までの過去10分間の観測資料(10分間値)を、13:05までに入手。 13:00から6時間先まで 全ての予報資料、観測資料の収集後に演算開始し、5分以内に演算終了する。 演算終了後に、予報を発表する。
13時10分の予想	<収集する予報資料> A川流域 降水量:降水短時間予報 <収集する観測資料> A川流域 降水量:○バンドレーダ雨量計 A川○○観測所:水位 X川□□観測所(本川合流点付近):水位 <シミュレーション> 計算の対象期間 演算する時間帯 計算結果の発表時刻				13:10から6時間先までの予報資料(1時間値)を、13:20までに入手。 13:10までの過去10分間の観測資料(5分間値2時刻分)を、13:15までに入手。 13:10までの過去10分間の観測資料(10分間値)を、13:15までに入手。 13:10までの過去10分間の観測資料(10分間値)を、13:15までに入手。 13:10から6時間先まで 全ての予報資料、観測資料の収集後に演算開始し、5分以内に演算終了する。 演算終了後に、予報を発表する。
～間時刻 省略～					
14時00分の予想	<収集する予報資料> A川流域 降水量:降水短時間予報 <収集する観測資料> A川流域 降水量:○バンドレーダ雨量計 A川○○観測所:水位 X川□□観測所(本川合流点付近):水位 <シミュレーション> 計算の対象期間 演算する時間帯 計算結果の発表時刻				14:00から6時間先までの予報資料(1時間値)を、14:10までに入手。 14:00までの過去10分間の観測資料(5分間値2時刻分)を、14:05までに入手。 14:00までの過去10分間の観測資料(10分間値)を、14:05までに入手。 14:00までの過去10分間の観測資料(10分間値)を、14:05までに入手。 14:00から6時間先まで 全ての予報資料、観測資料の収集後に演算開始し、5分以内に演算終了する。 演算終了後に、予報を発表する。

3. 予想の妥当性について

3.1 確認方法

(1) 確認方法

本予想では、A川の氾濫の危険性を把握することを目的とするため、特にピーク水位を精度よく予想できることを重視している。よって、ピーク時刻付近において再現計算結果と実績水位の差を比較した。

確認は、予測雨量ではなく実績雨量を入力データとして用いて、ピーク時刻の前後1時間の期間における予想水位と実績水位の差を求めた。

このほか、NASH係数、RMSE、ピークの生起時間差、縦断水位図など、妥当性の確認の参考になるものがあれば、示してください。

(2) 確認地点・項目

A川〇〇観測所の水位

(3) 確認対象洪水

近年で氾濫危険水位を超過した洪水であるA年10月及びB年10月、避難判断水位を超過したC年9月の3洪水を選定した。なお、A年10月の事例は当モデル構築のためのパラメータ調整の対象とした洪水であり、B年10月、C年9月の事例はパラメータ調整に使用していない洪水である。

3.2 確認結果

本システムによる観測所ごとの予想の妥当性の確認結果の一覧を表2に示す。過去の主要な出水事例において、本システムにより予想されるスライド補正適用後の6時間先までの予想水位と実績水位との比較は、図12～図14のとおりである。パラメータ調整に使用していないB年10月洪水、C年9月洪水もA年10月洪水と同等の精度を確保しており、妥当な予想モデルと考えられる。

確認結果は下記のとおりである。

- ✓ 実績水位に比べて、予想水位の上昇・下降傾向が概ね一致している。
- ✓ ピーク時刻の前後1時間の期間における予想水位と実績水位の水位差は0.7m以下※である。
- ✓ 検証した期間の全体を通して、数値振動、数値発散などが見られず、安定した予想を実施している。

表2 予想の妥当性の確認結果

水系・河川名	① 水位観測所名	② 予報期間(時間)	③ 平水位(m)	④ 計画水位(m)	⑤ 天端高(m)	検証洪水	⑥ 予想水位-実績水位(m)		
							実績ピーク水位時刻の1時間前時刻	実績ピーク水位時刻	実績ピーク水位時刻の1時間後時刻
X川水系A川	○○	6	1.5	3.6	4.8	A年●月●日	0.38	-0.48	-0.63
						B年●月●日	-0.21	0.24	0.24
						C年●月●日	-0.24	-0.57	-0.56
	△△								
(妥当性の確認を行った観測所が複数ある場合は、それぞれの観測所について確認結果を示してください。)									

※ 予想の目標とする水位（例えば、ピーク水位など）の付近の予想水位と実績水位との差（目安として、目標水位到達時刻の前後1時間の範囲で大きくても±2m以内であること等）により妥当性を確認してください。

なお、平常時と洪水時の水位変動幅が小さい河川や急激な水位上昇を伴う河川については、河川特性や出水特性なども勘案の上、適切に妥当性を確認してください

【表 2 の解説】

- ①水位観測所名：観測所名を記載。
- ②予報期間：対象とする予報期間について記載
- ③平水位：1年を通じて185日はこれを下回らない水位。ウェブサイト（国土交通省 水文水質データベースの観測所諸元）により確認。記録がない場合は概ねの河床高を記載。不明な場合は不明と記載。
- ④計画高水位：ウェブサイト（国土交通省 水文水質データベースの観測所諸元、川の防災情報等）により確認。不明な場合は不明と記載。
- ⑤天端高：左右岸の堤防高（堤防がない場合は、背後地盤高）の低い方を記載。ウェブサイト（川の防災情報）等の観測所断面図等により確認。不明な場合は不明と記載。
- ⑥予想水位－実績水位：水位比較の確認は、以下を参考に記載。

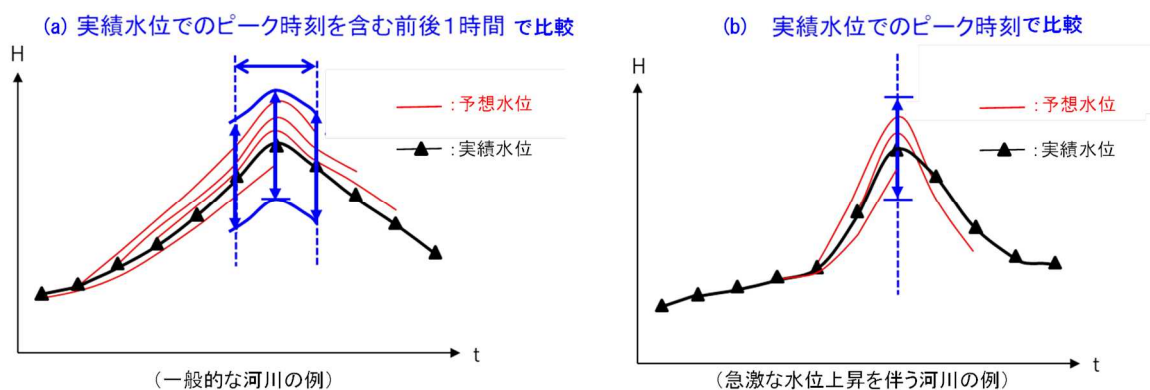
(a)一般的な河川の場合

予報期間が実績ピーク水位観測時刻を含む予想に対して、以下の3時刻の水位差を確認し、それぞれ差の最大値を記載。

- ・実績ピーク水位観測時刻における実績水位と予想水位との差
- ・実績ピーク水位観測の1時間前時刻における実績水位と予想水位との差
- ・実績ピーク水位観測の1時間後時刻における実績水位と予想水位との差

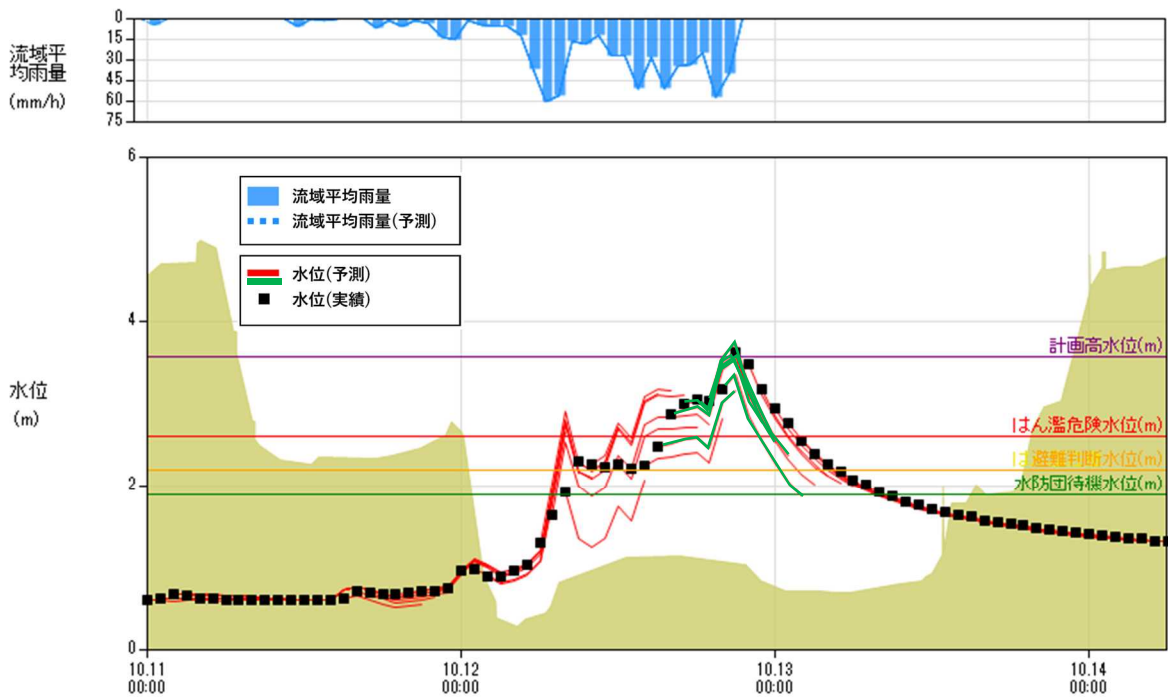
(b)急激な水位上昇を伴う河川の場合

予報期間が実績ピーク水位観測時刻を含む予想に対して、実績ピーク水位観測時刻の水位差を確認し、実績水位と予想水位との差の最大値を記載。



<補足事項>

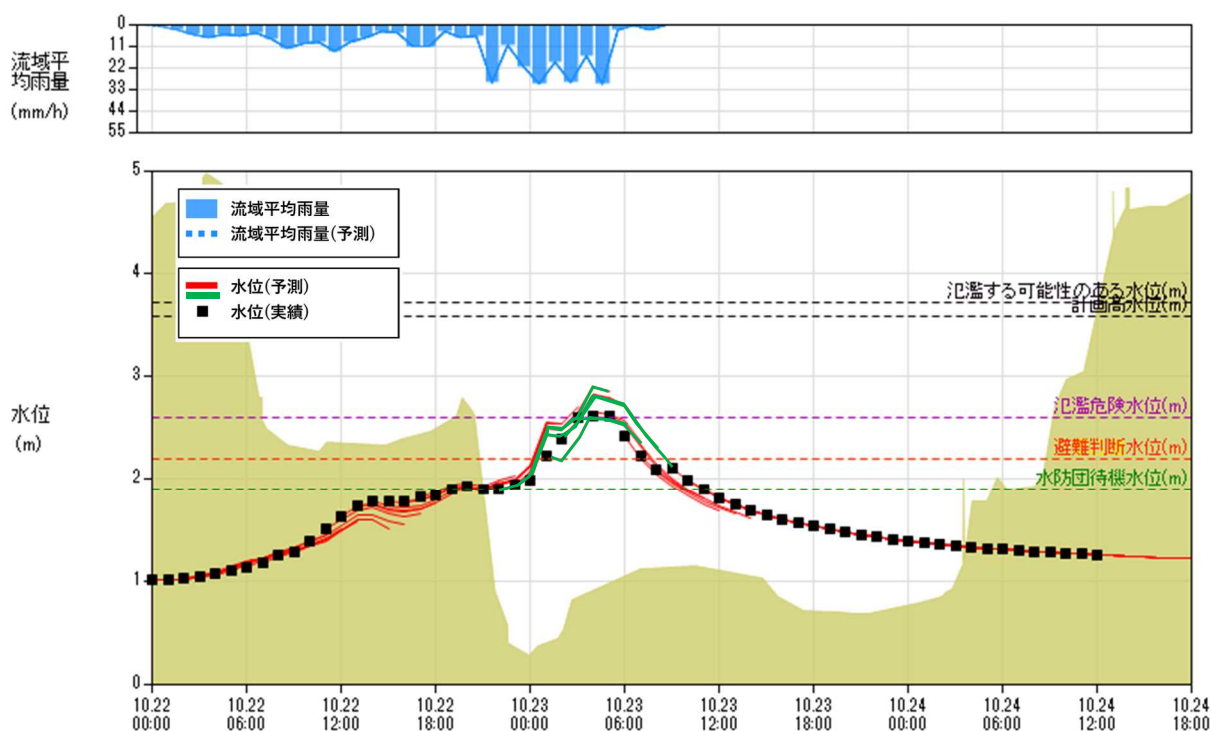
- ・記入した値は「標高値 (TP)」か「任意の0点に対する読み値」かの違いが分かる様、標高の場合は TP○●m と記載。
- ・③～⑤いずれも単位は m 単位とし、小数第1位まで記載。



実績ピークの前後 1 時間における実績水位との差の検証

水位 (m)		1 時間前	実績ピーク時刻	1 時間後
		20:00	21:00	22:00
実績		3.17	3.63	3.48
予想	実績ピーク時刻から 6時間前の予想	3.01	3.15	—
	5時間前の予想	3.40	3.55	3.04
	4時間前の予想	3.47	3.63	3.11
	3時間前の予想	3.48	3.64	3.13
	2時間前の予想	3.55	3.71	3.20
	1時間前の予想	—	3.34	2.85
実績と予想との水位差		-0.63m~+0.38m		

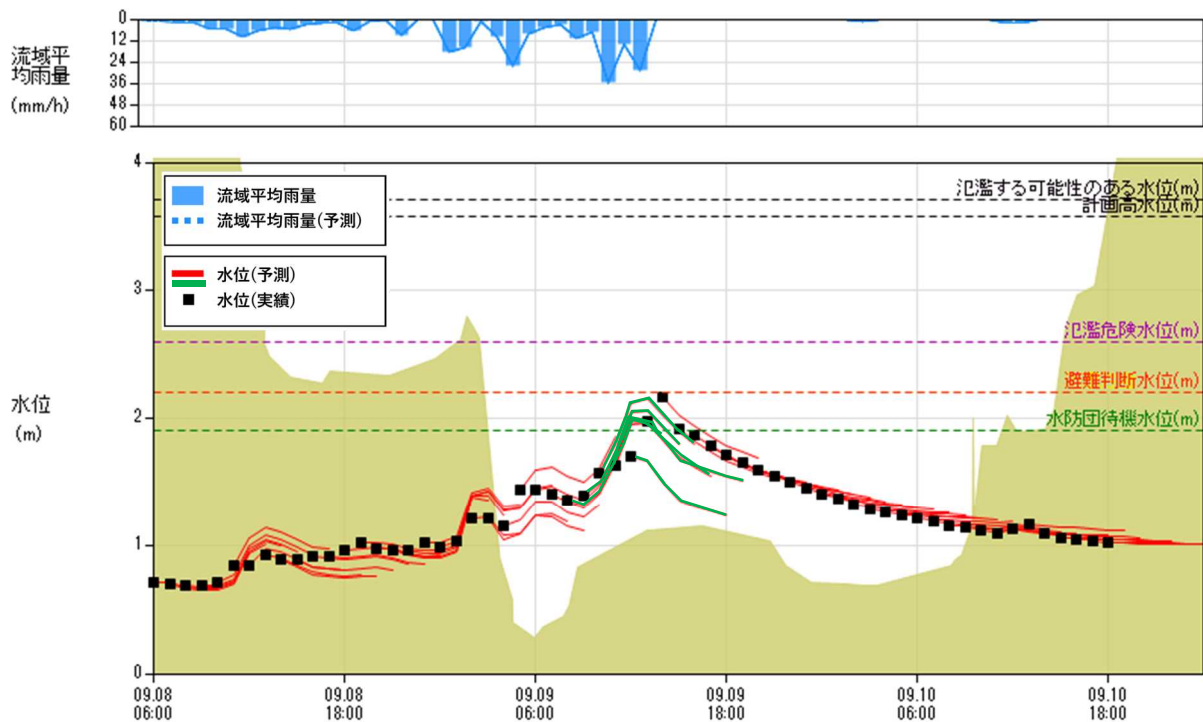
図 12 ○○観測所の水位再現計算結果と実績水位の比較による確認結果 (A 年 10 月洪水)



実績ピークの前前後 1 時間における実績水位との差の検証

水位 (m)		1 時間前	実績ピーク時刻	1 時間後
		3:00	4:00	5:00
実績		2.59	2.65	2.61
予想	実績ピーク時刻から 6時間前の予想	2.64	2.88	—
	5時間前の予想	2.65	2.89	2.85
	4時間前の予想	2.57	2.82	2.78
	3時間前の予想	2.38	2.65	2.63
	2時間前の予想	2.57	2.81	2.78
	1時間前の予想	—	2.82	2.78
実績と予想との水位差		-0.21m~+0.24m		

図 13 ○○観測所の水位再現計算結果と実績水位の比較による確認結果 (B 年 10 月洪水)



実績ピークの前々1時間における実績水位との差の検証

水位		1時間前	実績ピーク時刻	1時間後
		13:00	14:00	15:00
実績		1.98	2.17	1.92
予想	実績ピーク時刻から 6時間前の予想	2.00	1.84	—
	5時間前の予想	2.05	1.92	1.79
	4時間前の予想	2.10	2.02	1.88
	3時間前の予想	1.96	1.83	1.70
	2時間前の予想	1.75	1.60	1.36
	1時間前の予想	—	1.82	1.68
実績と予想との水位差		-0.57m~+0.12m		

図 14 ○○観測所の水位再現計算結果と実績水位の比較による確認結果 (C年9月洪水)

4. 利用にあたって留意すべき事項

本予想を利用するにあたり、以下の留意事項について、利用者に説明する。

4.1 予想の妥当性

過去の3洪水における実績雨量を用いた水位の再現計算を行い、〇〇水位観測所におけるピーク時刻付近での水位差をもとに概ね合致していることを確認した。(⇒3.2 確認内容及び結果)
確認結果は下記のとおりである。

- ✓ ピーク時刻の前後1時間の期間における予想水位と実績水位の水位差は0.7m以下である。

4.2 利用にあたっての留意事項

- 洪水の予想は、入力データ（降雨量、水位等）の精度や解析モデルの再現性の限界などにより、予想結果が実際の水位等と異なる場合がある。特に、パラメータの設定に使用した洪水事例に対し、規模やハイドロ波形が大きく異なる洪水に対しては予想精度が低くなる可能性がある。
- 予報対象区間の上流に洪水調節機能を持つBダムがあり、操作規則に基づいた洪水調節効果を見込んでいる。(⇒2.2(5)洪水調節施設の考慮)
なお、ダムについては事前放流や異常洪水時防災操作については解析に見込んでおらず、予想結果と実際の水位が異なる可能性がある。例えば、実際にはダムが事前放流が実施された場合、下流の河川の予想水位が実際の水位より低くなる場合がある。
- 予報対象のA川下流区間は本川(X川)の背水の影響を受けるため、下流端境界条件として、本川合流点□□観測所水位をモデルに与えることとしている。□□観測所水位は、現時刻までは観測水位を取得し、6時間先まで現時刻水位を継続して使用することとしている。(⇒2.3(7)予報対象区間の本支川の合流や下流端の考慮)
そのため、本方法では予報期間において本川(X川)の水位変動が考慮されておらず、A川下流区間において、予想結果と実際の水位が異なる可能性がある。特に、本川の実際の水位が上昇した場合に、予想結果は実際の水位より低くなる場合がある。
- 本方法では水位上昇による溢水・越水は考慮しておらず、計算水位が堤防高以上になったとしても氾濫はせず、下流に洪水が伝搬する(壁立て)計算としている。
そのため、実際に予報対象区間の上流の水位が堤防高以上となった場合は、予想結果と実際の水位が異なる可能性がある。

5.現象の予想の方法の維持管理について

予報業務の運用後は、予想結果について引き続き確認し、以下の対応方針に従い予想の方法を適確に維持管理する。

5.1 データの保管

本予想で使用する入力データ及び出力結果については、モデルの検証や改善に用いるため、全てデジタルデータとして保存する。

5.2 予想結果の妥当性の確認

毎年、A川〇〇観測所の水位の予想結果の確認を行う。予測雨量ではなく実績雨量を入力データとして用い、予想水位と実績水位のハイドロ波形を図示し、比較することでモデルの妥当性を確認する。

5.3 実績データの収集を踏まえた対応

以下の点を参考に、予想精度向上に向けた対応を記載してください。

- ・予報後の実績データを踏まえた、モデルのパラメータのチューニング方針
- ・ダムや河道整備後のモデルへの反映方針
- ・モデルに用いている地形、測量データ等の更新方針