

洪水予測システムチェックリスト（平成21年度版）

【案】

●チェック項目（全5頁）

- 1, 既存モデル検証時のチェックリスト
- 2, 既存モデル改良時のチェックリスト
- 3, 分布型モデルのチェックリスト
- 4, システム環境のチェックリスト
- 5, 運用体制のチェックリスト

目的：洪水予測システムの精度向上のため、改良が必要な項目を確認する（見つけ出す）ために用いる。

1. 既存モデル検証時のチェックリスト

事前に収集する資料

近年の洪水記録(実績)
 ハイドログラフ(全予測地点)
 観測雨量
 地点雨量
 レーダ雨量(解析雨量)
 水位・流量観測データ
 現行のHQ, A, Vのグラフ
 近年のHQ, A, Vのグラフ

予測に用いた水文データ
 観測雨量(算出した流域平均雨量についても)
 実況水位

既存システムの演算結果
 全予測地点の予測結果
 (フィードバック計算結果含む)

検証項目

① 予測精度の具体的な目標設定(※詳細説明参照)
 洪水予測の目的を明確にし、予警報や水位区分(基準水位)等の観点から設定する。
 (例)・3時間先の予測水位の標準偏差が±30cm以内
 ・基準水位超過時刻差が0.5h以内等
 ・ピーク時刻の適合度(ピーク出現時刻差: $-1h \leq tp \leq 0.5h$ 等)
 ・ピーク水位の適合度(絶対誤差 $E \leq 30cm$ 、誤差率 $R \leq 5\%$ 等)
 ・流出総量の適合度(誤差評価指標 $E \leq 0.03$ 等)
 ・波形立ち上がり時の適合度(誤差評価指標 NS, EP)

② 水位・流量観測の検証
 <水位・流量>
 水文観測業務規程に従っているか
 予測代表地点として適切か
 水位・流量観測点が水防上の重要箇所を代表しうるか
 <HQ式>
 現行のHQは正しく設定されているか
 (近年のHQ, A, Vのグラフを重ね、変化やずれがないか確認する。)
 HQ式の比較(※補足説明参照)
 河床形態の分類による抵抗則の確認(※補足説明参照)
 HQの更新状況の確認
 不等流計算によるHQ式の検証を行っているか

③ 観測雨量の精度検証
 <流域平均雨量>
 レーダ雨量計による流域平均雨量と地上雨量計から算出した流域平均雨量とを比較
 流域平均雨量は降雨特性を表現しているか
 <テレメータ地上雨量>
 水文観測業務規程に従っているか
 オンライン地点雨量計数は足りているか
 オンライン地点雨量計数の配置状況は適切か
 データ欠測時の対応を行っているか
 <レーダ雨量>
 複数の性質の違う降雨を対象に、地上雨量計との相関係数、総雨量比を算出し精度検証を行う。
 データ欠測時の対応を行っているか

④ ハイドロ・流出率・水収支の検証
 <ハイドログラフ>
 洪水立ち上がりの適合度
 警戒水位・指定水位付近の立ち上がり勾配
 減衰勾配の再現性
 ピーク時刻の適合度
 ピーク水位の適合度
 ピーク流量の適合度
 流出総量の適合度

<流出率>
 流域平均雨量流出率 = 流域平均雨量の総量($\sum r(t)$)/総流出高($\sum q(t)$)
 (異常のときHQ式又は水位観測データのチェックが必要である)
 同様にレーダ雨量の積算による洪水流出率
 時刻毎の流出率(毎時間毎に上記演算をプロットした図)
 流域平均雨量
 レーダ雨量
 <水収支>
 流量ハイドロの縦断方向重ね合わせ図
 (異常のときHQ式又は水位観測データのチェックが必要である)

⑤ 流出モデル全体の精度検証(複数洪水により検証)
 実績計算結果(実際に予測した計算結果)と降雨完全予測による計算結果(降雨予測値を実績降雨で置き換え降雨予測誤差をなくしたものの)との比較

留意事項

出水規模の大きい出水(大規模流域
 変更が行なわれた場合はそれ以降)
 や、出水の立ち上がり急な洪水(防
 災対策上留意)を選定

可能な限り精度の高いデータを用いて
 検証するため、予測に用いていない水
 文データも収集する。

NS: Nash and Shtchiffe
 EP: Erich J. Plate
 ※各誤差評価指標の算出方法は補足
 説明参照を参照

近傍観測所との相関を確認するととも
 に、異質な点があれば観測にミスや誤
 りがないかチェックする。

毎年のHQ式を収集し、予測する段階の
 HQ式と当該年の出水後のHQ式を比較
 して、特に大きな流量時に水位の差が
 ないか確認する。

樹木の影響や左右岸水位差などを反映
 させる必要がある場合、準2次元不等
 流計算により、HQ式(左右岸別)を算出
 する。

流域平均雨量の算出方法としては、
 降雨を平面的に捉えることができるこ
 とや10分毎のオンラインデータが得ら
 れることなどから、レーダ雨量の使用
 が望ましい。

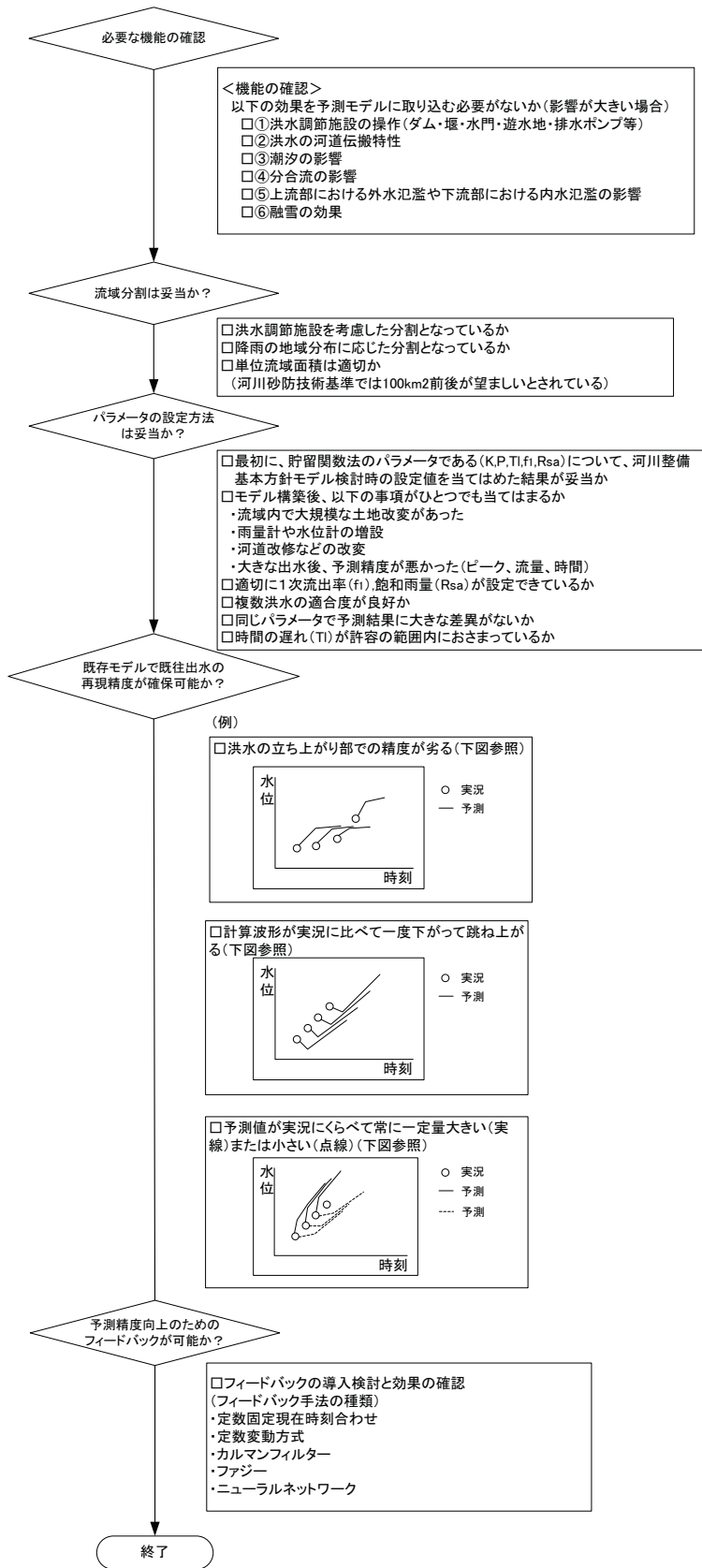
必要に応じて、現在の地上観測局の
 配置状況を見直し、雨量計数が足りな
 い場合、新規設置や他機関観測デー
 タを取り込みの検討を行う。

データ欠測時に備え、複数の実測及
 び予測雨量を取得し、優先順位をつけ
 て利用することが望ましい。

①で設定した目標を満たしているか

同じ条件のもと、降雨完全予測による
 結果では精度がよく、実績計算結果
 では精度が著しく悪い場合、予測雨
 量の精度の見直しが必要。

2. 既存モデル改良時のチェックリスト (貯留関数モデルの場合)



留意点・対策

①利水ダム等が下流の予測結果に影響をおこす場合、モデルに取り込む必要がある。

②河道の縦横断特性、平面形、河道延長、粗度係数、高水敷・河岸の植生などを考慮する。

③潮位が河川水位に影響する区間ではHQ式の適用は不適切であり、不定流による河道計算の必要がある。

④合流による水位上昇や分流による水位低下の効果を取り入れ、背水計算などの事前検討による検証を行う。

・貯留関数法のパラメータである、(K,P,TI)の再設定が必要。

・貯留関数法のパラメータである、(fi,Rsa)の再設定が必要。

<考えられる原因>
 ・基底流量やHQ式の設定に問題があるので見直しが必要。

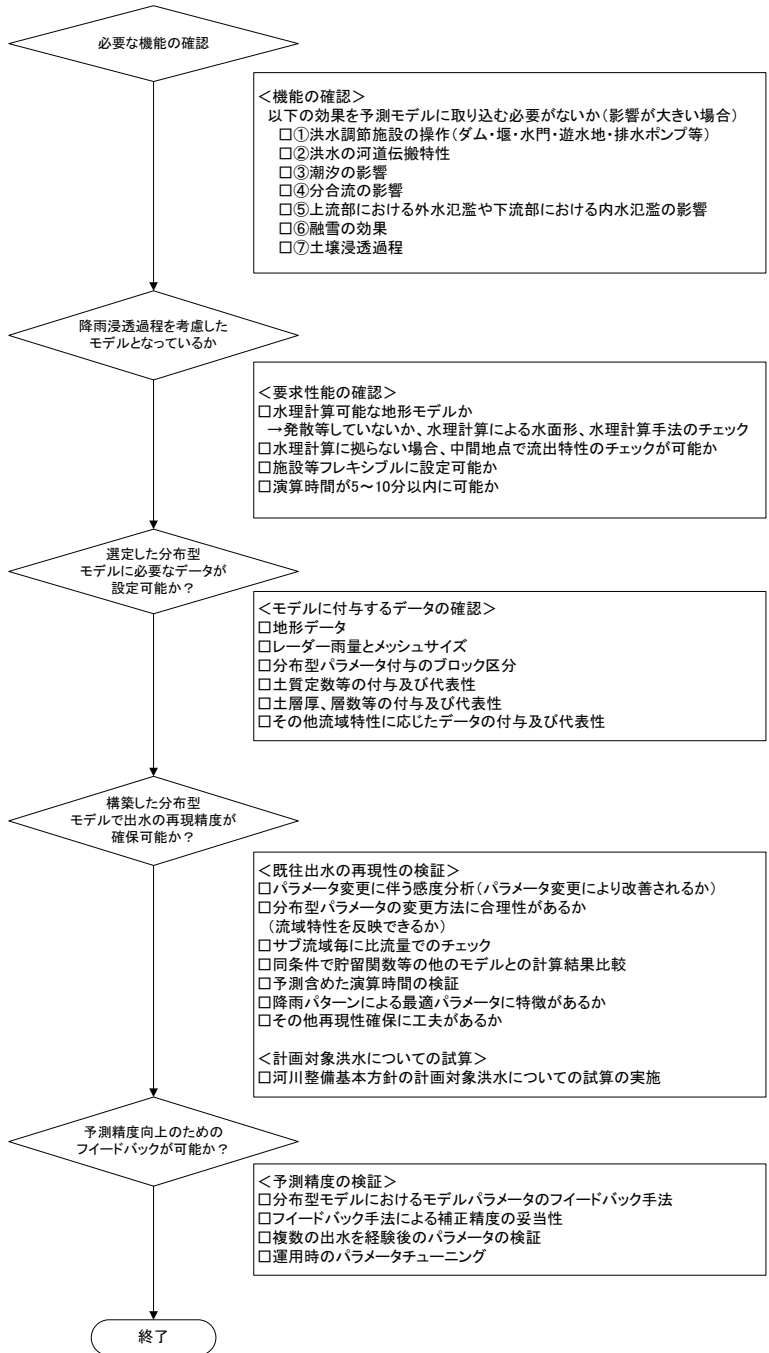
<考えられる原因>
 ・フィードバック処理(現在時刻合わせ)の見直しが必要。
 ・河道の遅延時間が過大となっている可能性があるため見直しが必要。

<考えられる原因>
 ・流量の収支に問題があるため、時間のずれ(TI)や流出特性(K,P)の見直しが必要。
 (実線)予測地点の流量に比べて上流流量が大きい。
 (点線)予測地点の流量に比べて上流流量が小さい。

ハイドロ毎の特徴、流域の特徴により、フィードバックによる計算精度が左右されるため、複数洪水による評価を行い、適した手法を用いる必要がある。

<考えられる精度向上策>
 以下の方策について検討する。
 ・洪水規模に応じた貯留関数パラメータ(K)の設定
 ・有効降雨モデルの導入
 ・流量の絶対量だけでなく傾きも同時に適合させるフィードバック手法の適用
 ・フィードバックのタイミング

3. 分布型モデルのチェックリスト



留意点

①利水ダム等が下流の予測結果に影響をおこぼす場合、モデルに取り込む必要がある。

②河道の縦横断特性、平面形、河道延長、粗度係数、高水敷・河岸の植生などを考慮する。

③潮位が河川水位に影響する区間ではHQ式の適用は不適切であり、不定流による河道計算の必要がある。

④合流による水位上昇や分流による水位低下の効果をとり入れ、背水計算などの事前検討による検証を行う。

・Kinematic Waveを採用する場合、地形データが等適切でないKinematic Shockが生じる場合がある。水理解析手法とあわせ、適切な水理計算がなされているか検証する。

・物理モデルでない流出解析手法を用いている場合は、中間地点の検証ポイントが十分確保できているか、流出解析手法を含めてチェックする。

・分布型モデルは、モデルパラメータの空間付与が可能であるが、一方でその代表性や付与エリアの妥当性検証が重要である。

・一方で、パラメータの操作という細部のチューニングのみに作業が偏らないよう、実用性の観点から全体的なモデルのバランスに留意する。

・将来的に改良やデータの入手等考慮し、汎用性拡張性のあるモデルを選定する。

・分布型モデルは多数のパラメータの変更が可能であるため、偶然による再現が生じる可能性がある。感度分析等で、主体的なパラメータを把握する等パラメータアナリシスを実施して、確実な再現性確保が重要である。

・実用性の観点から、精度とチューニングの手間のバランスをみた再現モデルの構築に留意する。

・分布型モデルは、パラメータを多数有し、特に空間的な付与が可能のため、フィードバック自体が難しい。複数パラメータの最適化手法や、感度分析に応じたパラメータ変動を考慮したフィードバック手法を検討する。

・適当なフィードバックが難しい場合、ファジー理論やニューラルネットワーク手法等、パラメータ最適化や学習機能等検討することが望ましい。

4. システム環境のチェックリスト

計算方法

- 自動計算の有無(必要な場合)
- 複数モデルによる計算の有無(必要な場合)
- 氾濫計算機能の有無(必要な場合)
- 分布型モデルの場合、24時間連続運用できるか

計算時間

- 計算時間が10分以内に終了するか

データ保存

- 出水期のデータを保存しているか
- 過去の予測計算結果の再現機能があるか
- 予測計算結果の精度を評価するメニューがあるか
- 既往洪水データの帳票の保存

パラメータ調整

- モデルパラメータを職員が変更することができるか

入力機能

- 必要なデータがオンラインでシステムへ入力されているか
- オンラインシステムがダウンした場合の手動入力機能を確保しているか
- ダム放流量の手動入力ができるか

操作性

- 洪水予測結果を複数の職員で共有することができるか
- 判断に必要な情報をすぐに取得することができるか。情報の煩雑化がおきていないか
- ユーザインターフェースが整っているか
- アラーム出力の機能があるか
- 氾濫予想エリア・水深の表示ができるか(機能がある場合)
- 異なるモデルによる予測を行っている場合、結果を比較できる表示画面となっているか
- 水位予測結果を印刷できるか(プリンタは接続されているか)

メンテナンス機能

- 雨量観測所名の変更ができるか
- 基準水位の変更ができるか
- 河川断面形状の変更ができるか
- HQ式の変更ができるか

システム障害等

- 停電時や可変情報データの通信異常時なども稼働させることができるか
- 簡易予測手法によるバックアップシステムは整備されているか

システム連携

- 統一河川情報システムと接続し、他機関等の情報が取得できるか
- ダムの放流量データや流入量データをオンラインで取り込んでいるか

対応策

自動計算機能、複数モデルでの計算と演算結果比較機能、氾濫計算機能を実装

アルゴリズムの見直し(高速化) 高速な演算マシンの導入

データ保存機能、再現機能、評価機能、出力機能を実装

モデルの検証ができるよう、モデルパラメータを職員が変化させることができる機能を実装

CommonMPへの対応を見越したインターフェースの改善

必要に応じた機能の実装

CommonMPへの対応を見越したインターフェースの改善

メンテナンス機能の実装

非常用電源への接続 伝送路の多重化 バックアップシステムの導入

統一河川情報システムとの接続

5. 運用体制のチェックリスト

□システム運用のためのリソース整備

- ①24hrオペレーションルームの有無
- ②交代要員の有無
- ③職員訓練の有無
- ④防災訓練等における平常時の活用の有無
- ⑤マニュアルの有無
- ⑥マニュアル改訂の有無
- ⑦障害時の連絡先が定められているか

□災害対策要領等への位置づけ

- 防災業務計画や災害対策要領にシステム利用のタイミングや運用スケジュールに関する記述はあるか
- 関係機関と情報の取り扱いに関する協定等を締結しているか(免責事項の記述など)
- 関係機関が受信した際の着信確認を行なう体制となっているか
- 夜間・休日における担当職員への情報伝達にかかる時間を把握し、代行などを想定しているか

対応策

- ①24時間利用可能なオペレーションルームでの操作
- ②長時間対応可能な交代要員の確保
- ③職員向け操作訓練計画の立案
- ④防災訓練等での活用
- ⑤⑥操作マニュアルの整備
- ⑦障害時の連絡先(導入メーカー)とのサポート契約の締結

防災業務計画や災害対策要領に以下の事項を記述する

- ・システム利用のタイミングや運用スケジュール
- ・着信確認
- ・夜間・休日の連絡体制

関係機関との協定の締結