



治水と水防災の連動に向けた 河川情報の的確な適用

第26回河川情報取扱技術研修, 2020.10

(一財)河川情報センター
河川情報研究所長

辻本 哲郎

近年の豪雨・洪水災害の克服に立ち向かう治水・水防災

現象の理解(一連の素過程):

気象



←気象学

降雨



流出

←水文学

流量 ←洪水調節(ダム・遊水地)



河川水理 ←河道

←河川水理学

水位 ←堤防

河川工学



溢流・破堤

氾濫 Hazard



浸水・経路分断



←曝露 *Exposure* ~ *Protection*

生命の危険 / 生活・経済活動阻害 (*Risk* → *Disaster*)

水災害への対応

- ・水系治水 (Protection)

降水を水系に集め安全に流下(一部ダム等で貯留)

- ・「流域治水」

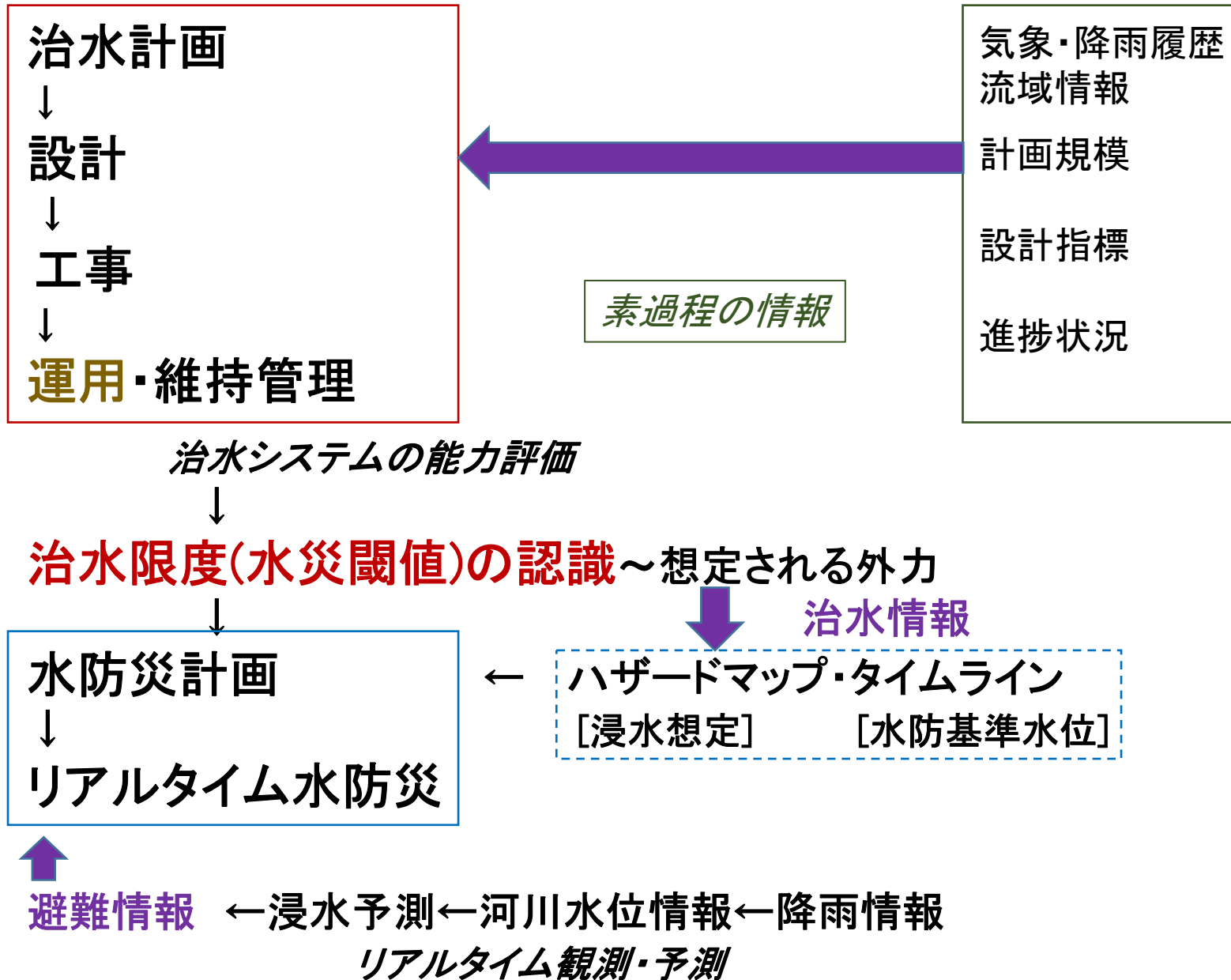
流域での浸透・貯留／氾濫許容・氾濫流制御←土地利用



発災閾値(治水の限界)

- ・水防災 (Preparedness) 水防・避難行動

水災害対応へのミッションの連携



治水計画

基本方針(長期計画)と整備計画(中期計画)の2階建て←1997河川法改正

○基本方針 ←社会資本整備審議会(全国的視野)

計画規模～確率年 ←降雨の統計資料

↓ ←累積分布のあてはめ ←一雨流域平均累積雨量の年最大値の統計解析
計画雨量(流域平均一雨累積雨量)

↓ ←実績降雨の時空間分布に引き伸ばし
計画対象降雨(ハイエトグラフ)

↓ ←流出解析
基本高水(基準点ハイドログラフ)

↓ ←様々な手法と比較/既定計画踏襲
基本高水ピーク流量 = 計画高水流量(河道分担) + 洪水調節流量(想定ダム)

↓ ←水理解析
計算水位 < 計画高水位HWL

○整備計画 ←基本方針への途中段階, 20~30年で達成 ←「流域委員会」等

対象降雨 ←既往最大など代表的洪水 対応確率規模

↓ ←流出解析
基本高水・基本高水ピーク流量

↓ ←計画時点の治水整備状況での河道水位計算
流下能力不足(計算水位 > HWL)

→ メニュー提示: 洪水調節/河道整備・堤防整備
←計画高水流量(河道分担流量)

計画規模～確率年：年最大雨量(一雨累流域平均)

- ↑
- ・数10年以上 地上雨量観測点 ←Thiessen分割
 - ・累積分布 分布形のあてはめ (対数正規分布など)

基準 → 大都市：200年に一度，県庁所在地：150年に一度など

代表的実績降雨の時空間構造を引き伸ばし

計画対象降雨(ハイエトグラフ)

流出解析

流域分割・流出域 ←タンクモデル，貯留関数
+
河道 ←Kinematic model1，貯留関数

流域情報
*地形・地質
土地利用*

基本高水(ハイドログラフ)

基本高水(ハイドログラフ)



基本高水ピーク流量 → 計画高水流量 + 洪水調節

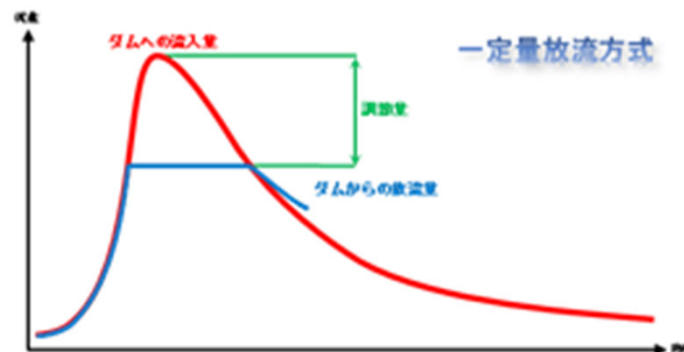


河道計画(水位 < HWL)

↓
最大放流量・洪水調節容量

計画河道

流水断面積
勾配
粗度・抵抗



☆基本方針

☆河川整備計画

河道計画

- ・河道
- ・堤防

ダム計画

- ・機能: 洪水吐
貯水池
- ・構造: 形式

計画規模

既存データにもとづく推計 ← 定常な統計母集団

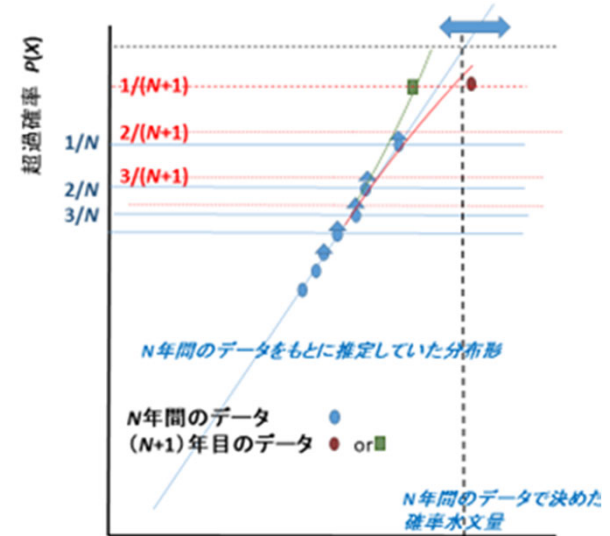
- ・ 限られたデータ～新しいデータ

限られた地点雨量

流域平均累積雨量 → 【引き伸ばし】 → 時空間構造

↓

レーダ雨量による時空間データ蓄積 統計的意味？



温暖化による変貌 ~これまでの計画での「確率規模」
「合意」…….「約束」？

気候変動に関する科学的議論

← 温暖化シナリオ + GCM(全球)

↓

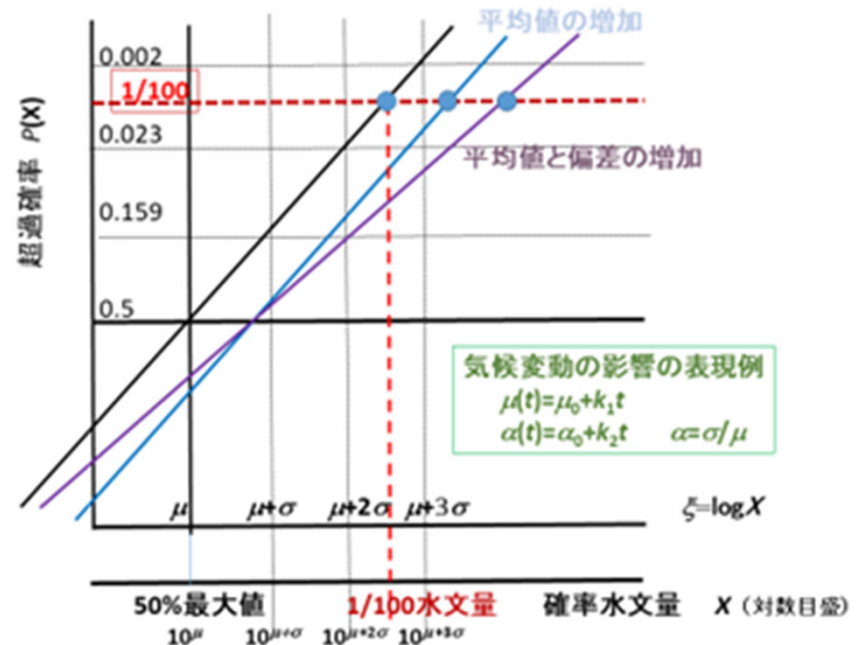
ダウンスケーリング

↓

アンサンブルデータ

↓

D4PDF Database for Policy Decision
for Future climate change



設計

河道設計 ← 計画高水流量を計画高水位以下で流す

↑
河道断面
縦断勾配
粗度・抵抗

← 河川水理解析

堤防設計 ← 計画高水位までの洪水を安全に流下(破堤しない)

↑
定規断面 (HWL+余裕高, 天端幅, 2割勾配) + 照査

越流破堤
洗堀破堤
浸透破堤
(裏法沁り, パイピング)

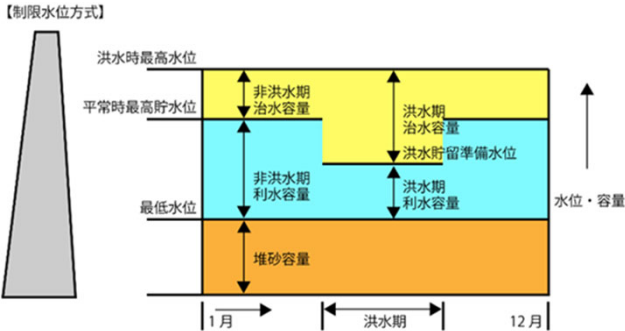
← 河床変動

← 不飽和浸透～安定性

← 堤防・基盤
土質性状

ダム設計

※多目的ダムの容量配分



工事

← 進捗とともに治水安全度向上

供用

ダムの操作 ← 操作規則

防災操作 放流量 ← ダム地点水位
流入量 ← 貯水位変化

・ 通常操作 ← 操作規則

・ 異常洪水時防災操作

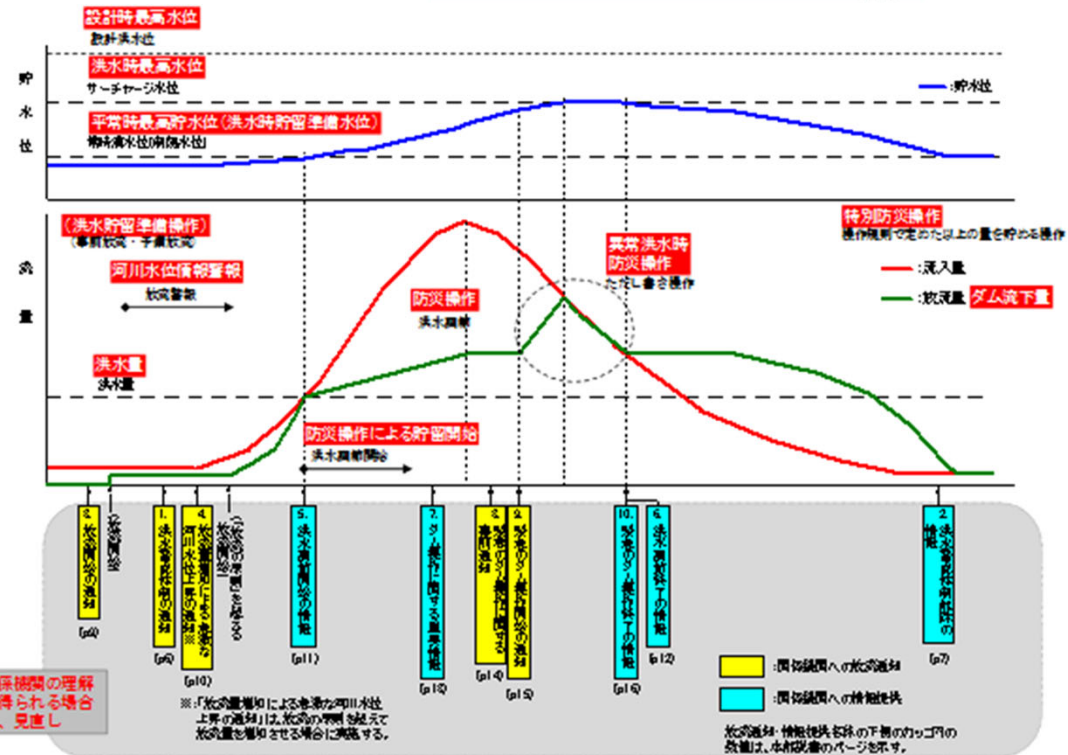
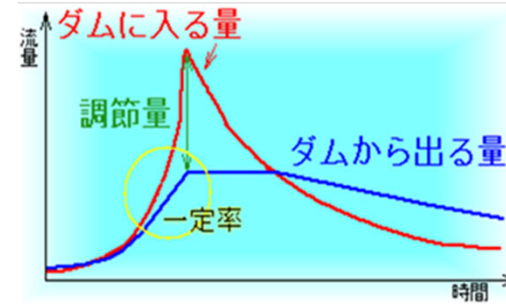
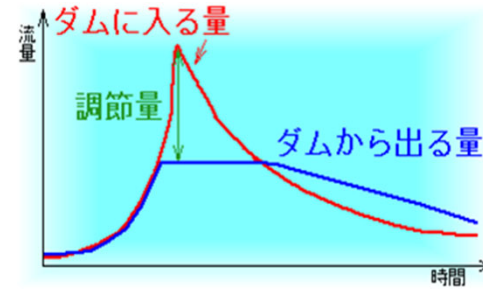
← 「但書き操作」

* サーチージ水位を越さないように、
流入 = 放流にすりつけ

・ 特別操作

事前放流

洪水貯留



維持管理

・河川維持管理

平常時管理 ← 巡視・点検・**評価**

堤防・護岸

維持管理目標流量

河道 ← 堆積・樹林

↑

RiMaDIS *River Management Data Intelligent System*

洪水時

洪水時巡視 → 水防活動・避難行動

←「重要水防箇所」

洪水流観測(流量観測) $H \sim Q$ → 洪水流量確定

治水計画点検

洪水後

締切・緊急復旧・排水

←「堤防決壊シミュレーション」

痕跡調査 → 治水計画点検(粗度)

被害調査 → 治水経済評価資料

・ダム維持管理

洪水調節容量 ← 貯水池堆砂 → 堆砂対策

水防災計画

ハザードマップ【市町村】 ← 浸水想定区域図【河川管理者】

↑
避難対象
避難場所
避難経路

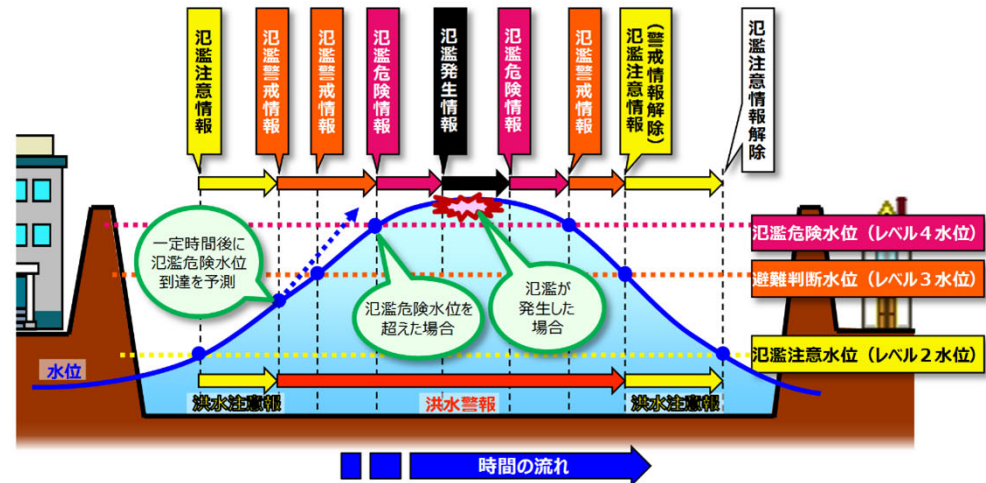
↑
対象降雨ハイエト※ → 現状の治水整備状況での河道
1次元(準2次元)不定流解析
+ 破堤氾濫モデル ← 破堤箇所想定
+ 氾濫解析(平面2次元)

タイムライン

基準水位観測所のモデル水位ハイドロ

相対時刻 ←

水防基準水位～行動



水防災における想定外力

基本方針＝施設整備（水系治水）での対応の「約束」
当面、それが完備するまでは、ソフト対応（避難←地先防災） ←治水の「補填」
↑
ハザードマップ←浸水想定図 ←基本方針外力 L1

大規模氾濫の頻発とそれによる犠牲者増
鬼怒川水害
西日本水害→真備町

「想定外」？の浸水 ←どういう事情か？
・ 外力の過小評価による ←**確率規模**・**気候変動** →治水計画の見直し
・ よりセンセーショナルな氾濫想定
←「危機管理」

「**想定最大規模**」 L2**豪雨**による浸水想定

↑
「水防法」で規定（水防法改正2015）

浸水想定

- ・ 地域（流域）によっては確率的に稀な事象
- ・ 流域平均累積雨量を計画対象降雨パターンで引伸ばし（水系治水計画の手法）
- ・ 個別の流域ごとに対象降雨パターンが異なる。
- ・ 異なる河川の氾濫域が重複

L2 浸水想定

L2 想定最大規模降雨

水防法改正 2015

当該河川に過去に降った雨だけでなく近隣の河川に降った雨が当該河川においても同じように発生すると想定 → 日本を降雨の特性が似ている15地域分割、それぞれで過去に観測された最大の降雨量により設定

対象流域平均雨量として、各小流域のハイトグラフを引延し

↓
流出解析・水理解析

↓
越流・破堤シナリオ→氾濫計算

これまでの治水の基本方針の計画対象降雨を対象にした流量を現在の整備状況下で河道に流下させ、これまでの浸水想定(計画外力L1対象)と同じ手法で計算

① 浸水想定区域図 ← 最大浸水深のオーバーレイ

② 浸水継続時間 ← 浸水深0.5m以上の継続時間

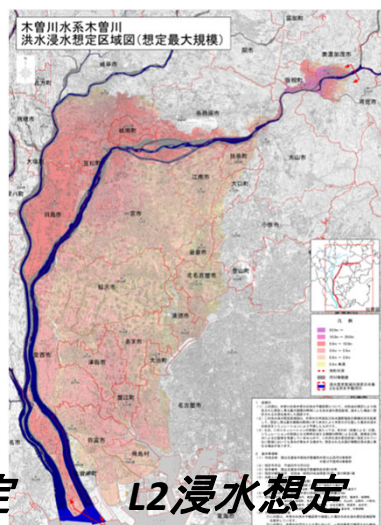
③ 家屋倒壊等氾濫想定区域図

← 氾濫流または河岸侵食で家屋流失・倒壊の恐れ

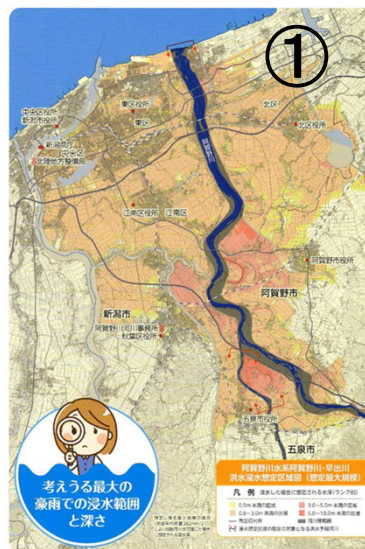
→ ②, ③については水平避難(事前避難)



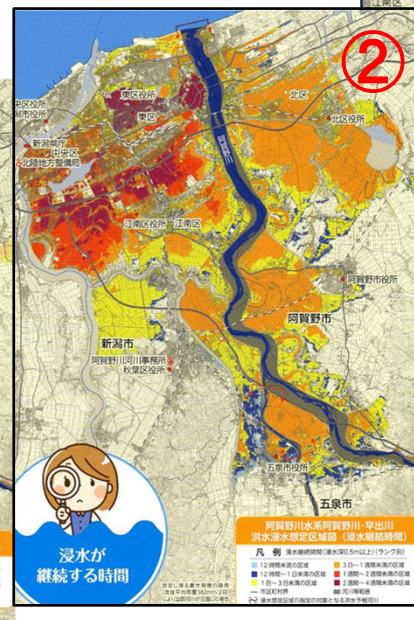
木曽川
L1 浸水想定



L2 浸水想定



①
考える最大の豪雨での浸水範囲と深さ



②
浸水が継続する時間

阿賀野川の例



③

リアルタイム水防災

水防災実施体制 ← 避難情報(準備, 勧告, 指示) / 避難所経営 / 避難経路



基準水位観測所(受持ち範囲)水位 ~ 勧告等行動規範
氾濫危険水位(最も危険な箇所) リードタイム

リアルタイム情報提供 ~ 水位周知, 洪水予報河川



リアルタイム観測:

観測水位 ← 基準水位観測所, 危機管理型水位計 → リスクライン

観測雨量 ← XRAIN (eXtended RAdar Information Network)

予測:

降雨予測: 6時間予測, アンサンブル予測

↓ (流域・気象に応じた時空間スケール)

洪水予測: 流出解析 + 水理解析 + **データ同化**

分布型タンクモデル 一次元不定流 粒子フィルター法

まとめ

・一連の素過程＋一連のミッションのつながり

ミッション	学	水系治水			水防災		
		計画	設計	工事	供用・維持管理	計画	実施
素過程		→					
気象	気象学	気候変動				気象・降雨型	気象観測
↓							
降雨	降雨予測 水文統計	計画雨量				想定外力 (L1, L2)	降雨予測
↓							
流量	流出解析	計画流量 洪水調節	ダム		洪水流観 防災操作 貯水容量・堆砂対策	想定外力	洪水予測
↓							↑
水位	河川水理 破堤機構	計画高水位	河道		水位観測 痕跡水位調査	タイムライン	洪水予測 避難勧告
↓							
氾濫	氾濫水理	費用便益解析	堤防 護岸・水制		水防重点箇所 (脆弱さ指標)	破堤想定	水防活動
						ハザードマップ	避難対象 避難所

・つながり ← データのやりとり

素過程間 Input→Output ←適切な精度

ミッション間 データが行動規定

↑ ←適切な伝達

同じ事象がミッションによってとらえ方・表現に差