



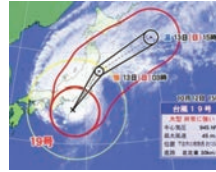
治水と水防災の連動に向けた 河川情報の的確な適用

第25回河川情報取扱技術研修, 2019.10.15

(一財)河川情報センター
河川情報研究所長

辻本 哲郎

2019年10月台風19号



千曲川稲保地区左岸破堤



千曲川上田電鉄別所線橋梁(上田市)



北陸新幹線長野野車両センター(赤沼地区)

水災害

気象→ 豪雨→内水氾濫
↓
↓ 洪水→外水氾濫
台風 高潮
地震→ 津波

施設対応

雨水排除 下水道
治水 水系治水(ダム・連続堤防)
海岸堤防

施設防災の限界→避難・災害対応 ←水防災

近年の気象の激化→暴雨・洪水災害の頻発化・激甚化

↑
温暖化による気候変動

治水(施設防災)と水防災(避難～救援・復旧)の連携

↑
河川情報の的確な適用

River & Basin Integrated Communication
河川・流域 情報の統合化・双方向化

河川情報の的確な適用

River & Basin Integrated Communication
河川・流域 情報の統合化・双方向化

目的: 治水(安全), 利水(水資源利用), 環境(水質・生態系保全, 水辺利用)

対象: 水循環 Hydrological Cycle

・地球水循環
・流域水循環 降水量～蒸発
河川を流下→流域でのさまざまな関与(安全・資源利用・環境)(流量)

豪雨・洪水災害←治水・水防災

気象→降雨 →内水氾濫
↓
河川流(流量・水位) →越流・破堤→外水氾濫
↑ ↑
洪水調節 堤防

浸水被害
←避難
(生命・財産)

治水・水防災のプロセス

治水

計画 計画年限・治水機能レベル(確率年)
(基本方針・整備計画)
↓
設計 河道・堤防/ダムの設計
↓
工事 計画年限内の段階整備
↓
維持管理 途中段階の安全性能の確保

情報

← 流域特性
降雨・洪水履歴
施設の機能
進捗状況
維持管理レベル

水防災

水防災計画 ハザードマップ・タイムライン
↓
リアルタイム水防災
↓ 避難行動
復旧/救援・支援

浸水想定
← 洪水予測 ← 気象状況・予測
← 水位情報
居住・避難状況
被害状況

近年の激甚な豪雨・洪水災害から見える課題

・治水施設の破綻

破堤 破堤口拡大過程←越流破堤(新川2000, 五十嵐・刈谷田2004, 鬼怒川2015)
浸透破堤(矢部川2012)

ダムの但書き放流 ←矢作ダム(2000),
(異常洪水時防災操作) 野村・鹿野川ダム(2018),
日吉ダム(2012, 2018)

↓
水防災体制の確立 ←洪水予測～水防災情報
～治水・水防災の連携～

・河川改修の進捗に時間がかかる
庄内川2011
小田川2018
・維持管理の不十分 (小田川2018)
・ダム下流の県管理区間など管理主体の違い(矢作川ダム下流)
・超過洪水(計画規模を超える)



岡山ダム 午後10時から緊急放流

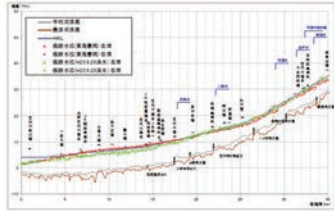


河川改修工事の進捗状況



庄内川

2000東海豪雨
下流部で軒並みHWL超過
新川への過大な分派→新川破堤
↓
激特
河川整備基本方針・整備計画
洗濯改革(新川分派流量の軽減)
下流部から河川改修
2011年洪水(同規模流量)
下流部痕跡<HWL<河川改修
上流部痕跡>HWL 志段味で越流
↓
八田川青水で越流/新川への過放流
上流部未改修, 河道維持管理の不徹底



高梁川・小田川

2018洪水
高梁川高水位→ 堰上げ青水→小田川高水位 支川青水
↑ ↑
掘削計画未着工 背割堤破堤 河道樹林化放置
↑ ↑
工事の段階的進捗対応 河川維持管理不十分
←緊急対策(国土強靱化3ヵ年)



治水(高水)

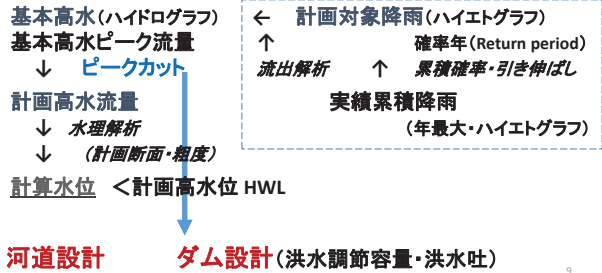
水系治水 ←連続堤防・洪水調節施設(ダム・遊水地等)
洪水が河川を安全に流下
(堤内地にこぼれることなく)
溢流・破堤

- ・洪水時の水位<計画高水位(HWL)
 - ←流量制御 ←ダム等管理
 - ←水位制御(縦断勾配・河積・粗度) ←河道設計 ←河道維持管理
- ・計画高水位以下の洪水→「堤防」が機能
 - ←堤防設計 ←堤防の維持管理
 - 護岸・水制等 ←維持管理

治水対象洪水=計画洪水に「備える」

河川整備基本方針=望ましい整備レベル
←社会資本整備審議会
河川整備計画=20~30年で達成すべきレベル
←「流域委員会」

河川計画



河川整備計画策定

設計

・河道設計

断面形・縦断勾配・粗度
← 計算水位<計画高水位

・ダム設計

洪水調節容量・洪水吐
← ピークカット

・堤防設計

定規断面(天端幅/相似形状, 余裕高)
照査←浸透破堤(円弧すべり・動水勾配)
←計画高水位の外水, 降雨
洗掘破堤 ← 水衝←河道水理

↑
対策工: 遮水工/水制・護岸
=====
工事(河川改修) ← 維持管理
=====
整備途上 → 整備完了 → 整備計画改定 → 基本方針

維持管理 ←性能保持

獲得された治水安全度 ←常に認識する必要

流下能力を有する河道

↑ ←現況断面・粗度 ←植生・土砂堆積...
水理解析(準2次元不等流)

堤防断面(定規断面)の確保 ←形状, 欠陥

照査→モニタリング
浸透防止対策
護岸・水制

ダムの維持管理 洪水調節機能・構造の安定性

←基本的には基本方針レベル※

洪水調節容量 ⇔ ダム堆砂 →河道動態への影響
洪水調節施設 ゲート等

※河道の治水機能に応じたダム操作~本来の性能※

← 河道無害流量→洪水調節開始

維持管理

・日常点検

それまでの整備によって確保できた「治水機能」の維持
←出水時の現象/老朽化

視点: 洪水防御

洪水水位<河積・地形変化・粗度・植生
堤防の質<氾濫危険水位(HWL)までの安全性確保

出水時の監視(浸透破堤等の兆候)の可能性確保

・出水中の監視

河道・堤防の能力を優す状況の確認
→水防活動 ← 水位/法面崩れ, バイピング, 填砂など
→水防災対応(避難支援)

・出水後の変状確認

河道動態・植生・粗度(河床材料)の変化
← 測量/レーザープロファイラー・UAV
→出水後の流下能力(氾濫危険水位に達する流量)の確認
←水理解析(準2次元不等流)

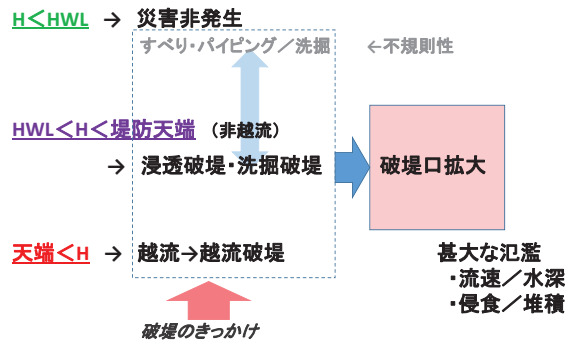
水防災 水防災計画

治水の現状能力の把握 ← 工事進捗・維持管理
基本方針レベルの外力作用時に「守られていない箇所」存在
 (整備途上/整備計画実施後でも)

水位 > 堤防天端-余裕高 (計画高水位)
 ↓ 水位観測点で「**氾濫危険水位**」を定義(カバーする範囲)

破堤【想定】
 ↓ (河道→堤内地への流れ→破堤口の拡大)
氾濫 → 浸水深・流速 → **浸水想定区域図** → **ハザードマップ**
 (河川管理者) (自治体)
 ↑
氾濫解析
 ↑ 可能性のある破堤点からの氾濫現象
 破堤(点)の想定

破堤の想定



2019.10 台風19号による千曲川(穂保地区)破堤



背割堤を利用した破堤実験(千代田実験水路)

高さ4m, 天端幅5m, 河道幅8m, 氾濫原幅80m, 流量70m³/s



Experiment on 27/06/2018
 Photo by T.Tsujimoto

破堤現象の把握

→ 破堤口発達過程 → 氾濫解析 (これまでのマニュアルのあいまいな仮定を改める)
 → 荒締切・復旧シナリオ
 荒締切戦略
 復旧資材見積もり
 ↑
 最終破堤幅・落堀地形

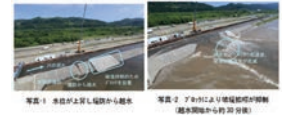


写真1: 実況の上流し編成から取水
 写真2: 下流側より堤防破綻の箇所 (堤防破綻から約200m)

水害: 降雨 → 洪水流量 → 水位 > 堤防天端-余裕高
 Hazard
 ↓
 氾濫・湛水 Hazard
 Exposure (人口・資産・人間活動) ← 土地利用
 ↓ 治水経済評価マニュアル
 水害 Risk → Damage

治水の条件 ← 計画の規模/事業の進捗/適切な維持管理
H < 堤防天端-余裕高
 水位を小さく 氾濫危険水位を高く(→HWL) ← 治水事業 B/C

水防災 = 現状での被害最小化 ← 治水機能が破綻したとき
 ・水防活動
 ・避難 (一時的なExposureの最小化)
 ← 避難情報(避難勧告・避難指示等) 避難所・避難経路
 ↑
 河川情報 H(t) ~ 氾濫危険水位 ハザードマップ

外力 → 被害



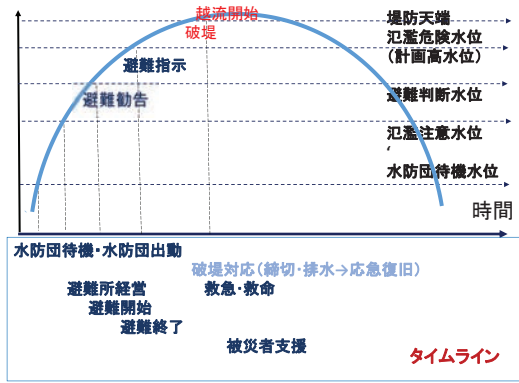
水防災計画＝水防災対応の基本

水位ハイドロ(想定) ← 観測(水位周知河川)
 予測(洪水予報河川)
 水防活動にかかわる基準水位
 避難にかかわる基準水位
 ↓
 基準水位に達するタイミング・リードタイム＝発令
 (避難指示までに確実な避難)

情報伝達

河川情報(水位) 河川管理者→自治体
 ↓
 避難情報 自治体→住民 ←ハザードマップの認識
 避難準備情報/避難勧告/避難指示
 ※情報伝達手段も(情報の質のみならず)重要
 ↑
 今後の推移(水位変化) ←「洪水予測」←気象情報(観測・降雨予測)
タイムライン＝時間軸上にタスク・役割を明示したもの

河川水位～水防基準水位



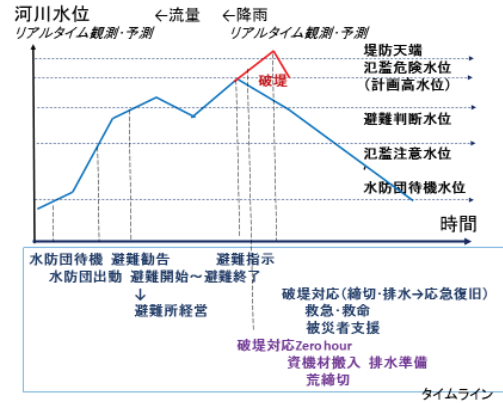
水防災計画

計画流量ハイドロ(基本方針外力)
 ↓ 現況河道での水理解析
 各地点の水位ハイドロ ⇔ 水防基準水位
 → 避難情報発令のタイミング **タイムライン**
 H > HWL (天端高-余裕高)
 ↓ 「破堤シナリオ」
 氾濫計算(平面2次元解析) → 浸水想定図 → **ハザードマップ**

リアルタイム水防行動

実測水位ハイドロ+予測
 洪水伝播 ← 上流観測点水位ハイドロ
 降雨流出 ← 降雨の流出
 (これまでに降った分の流出+今後の雨の流出)
 ↑ 時間差 ↑
 レーダー雨量(XRAIN) 降雨予測

リアルタイム水防災 ←リアルタイム水情報



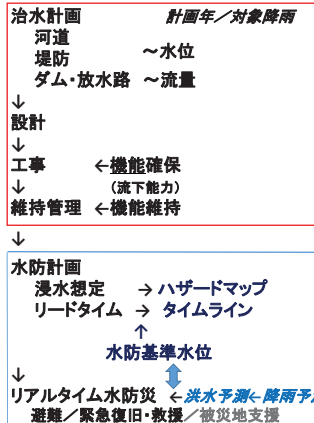
水防災計画において(ハザードマップの対象となる)浸水想定区域図作成のための水防災標的洪水

- ① 計画洪水 L1 ← 計画対象降雨(計画の確率規模)(基本方針レベル)
- ② 想定最大規模降雨 L2 ← 水防法改正 2017
 ↓ ※算定手法も大臣告示
 「大規模氾濫減災協議会」の設置 ←「水防災意識社会再構築ビジョン」2015.12

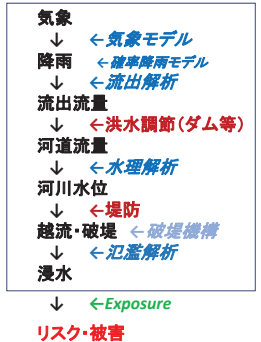
■【水防法改正により作成・公表することとされた洪水想定区域図等】

	今回改正	従前	内容と目的
1.洪水想定区域図	想定最大規模降雨(1/1000以上)	計画規模降雨(1/50~1/100年)	(内容) 浸水範囲と浸水深さ (目的) 県民の主体的避難や市町防災計画の策定等支援
2.浸水継続時間	新規	-	(内容) 浸水深0.5m以上が継続する時間 (目的) 避難方法(垂直or水平)の選択等
3.東海圏等氾濫想定区域図	新規	-	(内容) 氾濫浸又は河床侵食により家屋の流出・倒壊のおそれがある範囲 (目的) 水平避難の必要性の判断等

治水・水防災の一連のミッション



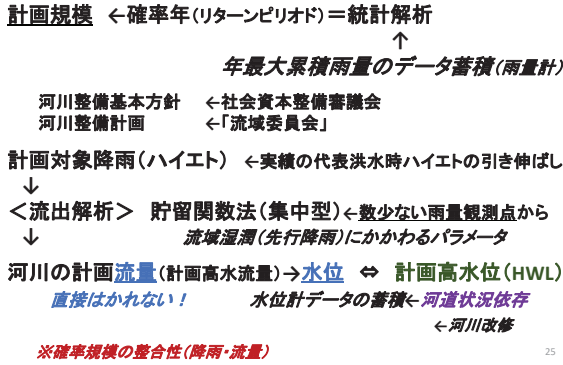
気象・水文現象の系統



★現象(経過)の扱い～各ミッションでどう異なるか？

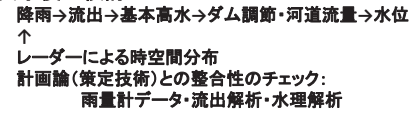
降雨・流出解析

計画論

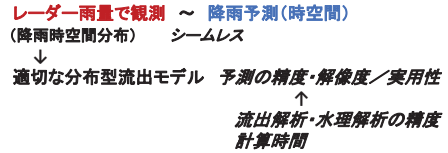


維持管理段階での降雨流出

出水後の検討



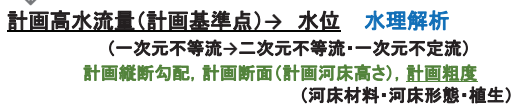
リアルタイムの防災対応での降雨流出



河川水理解析

計画論

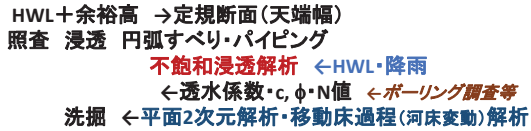
流出解析



↑

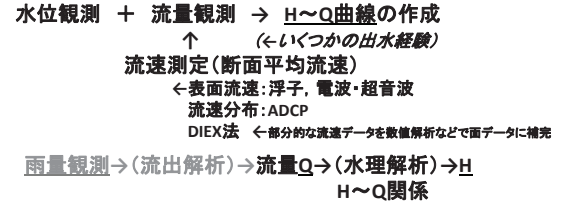
河道設計

堤防設計



河道維持管理

洪水観測



H~Qの水理的性質 = 履歴性(ヒステリシスループ)
 同じ水深でも増水期のほうが減水期に比べて流量が大きい
 ← 流速・水深関係にはエネルギー勾配(～水面勾配)が寄与
 同じ流量でも増水期に比べて減水期には水位が高い ← 抵抗が高い
 (河床波残存)
 ← 増水期のデータが少ない

河道維持管理

洪水観測

対象洪水の評価



洪水再現 ← 痕跡調査

↑

水理解析 ← 流量ハイドロ

(河道・粗度・植生などの現況値 ← 計画値からのずれ)
 あるいは整備完了

↑

維持管理(治水機能)

まとめ

河川整備・管理の各ステージ

計画 基本方針・整備計画

設計 河道・ダム

維持管理

水防災(計画・リアルタイム対応)

いずれも、降雨 → (流出解析) → 流量 → (水理解析) → 水位 →
 → (破堤・氾濫解析) → 浸水
 のプロセスを扱っている。

同じ量であるのに、扱う段階・目的で質(←観測技術)が違うし、
 それらにかかわる解析技術が異なる。

同じプロセスを見ているのに
 どうして異なる質や扱い方をするのかを認識すること。

各段階で見ているプロセス・量の間には矛盾がないこと。