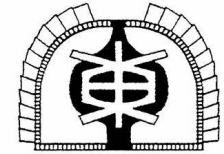




Nagoya Hydraulic Research Institute for
River Basin Management



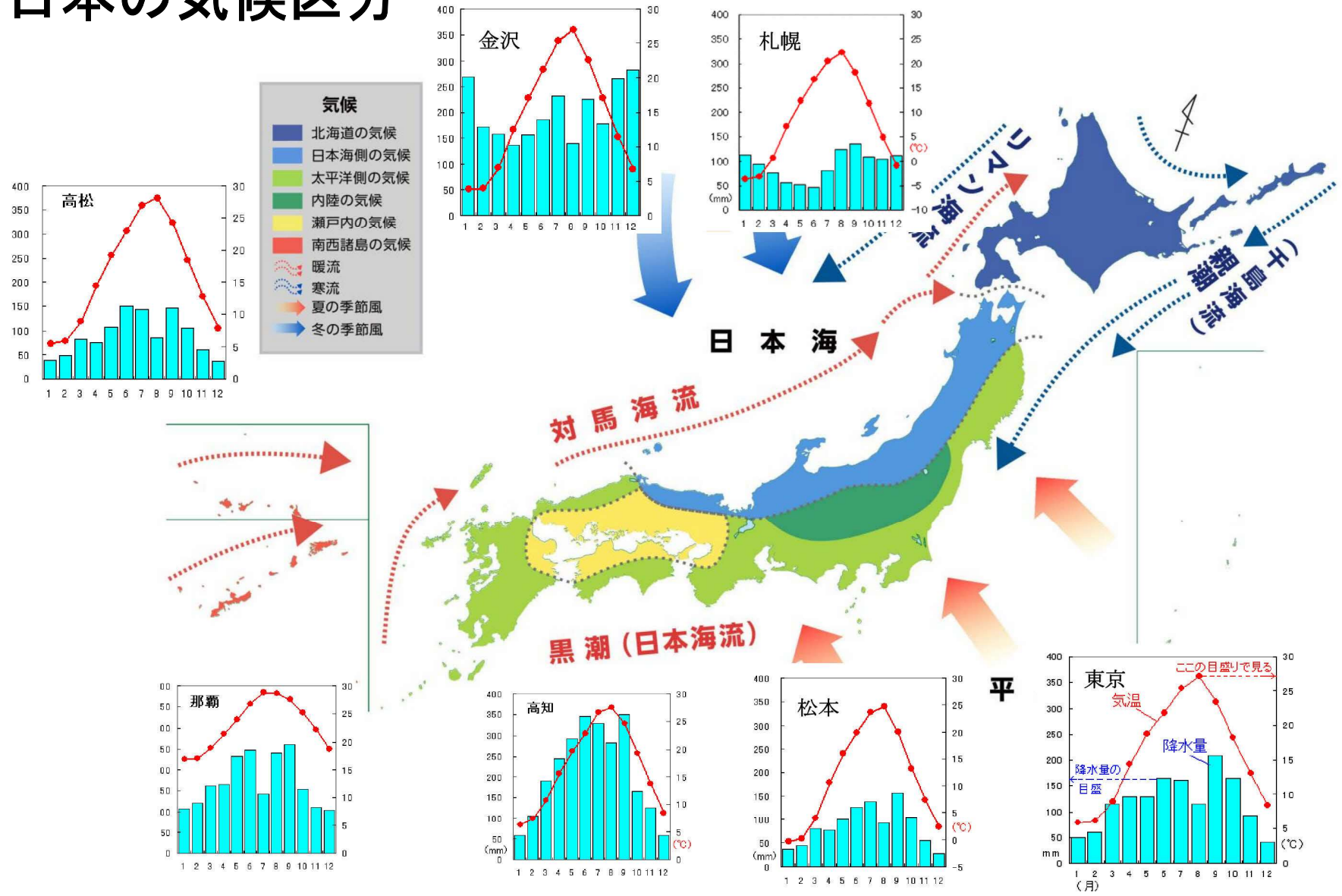
水の惑星 流域～水系～河川

東大寺学園中学3年・理科
2023.6.22

名古屋大学名誉教授

辻本 哲郎

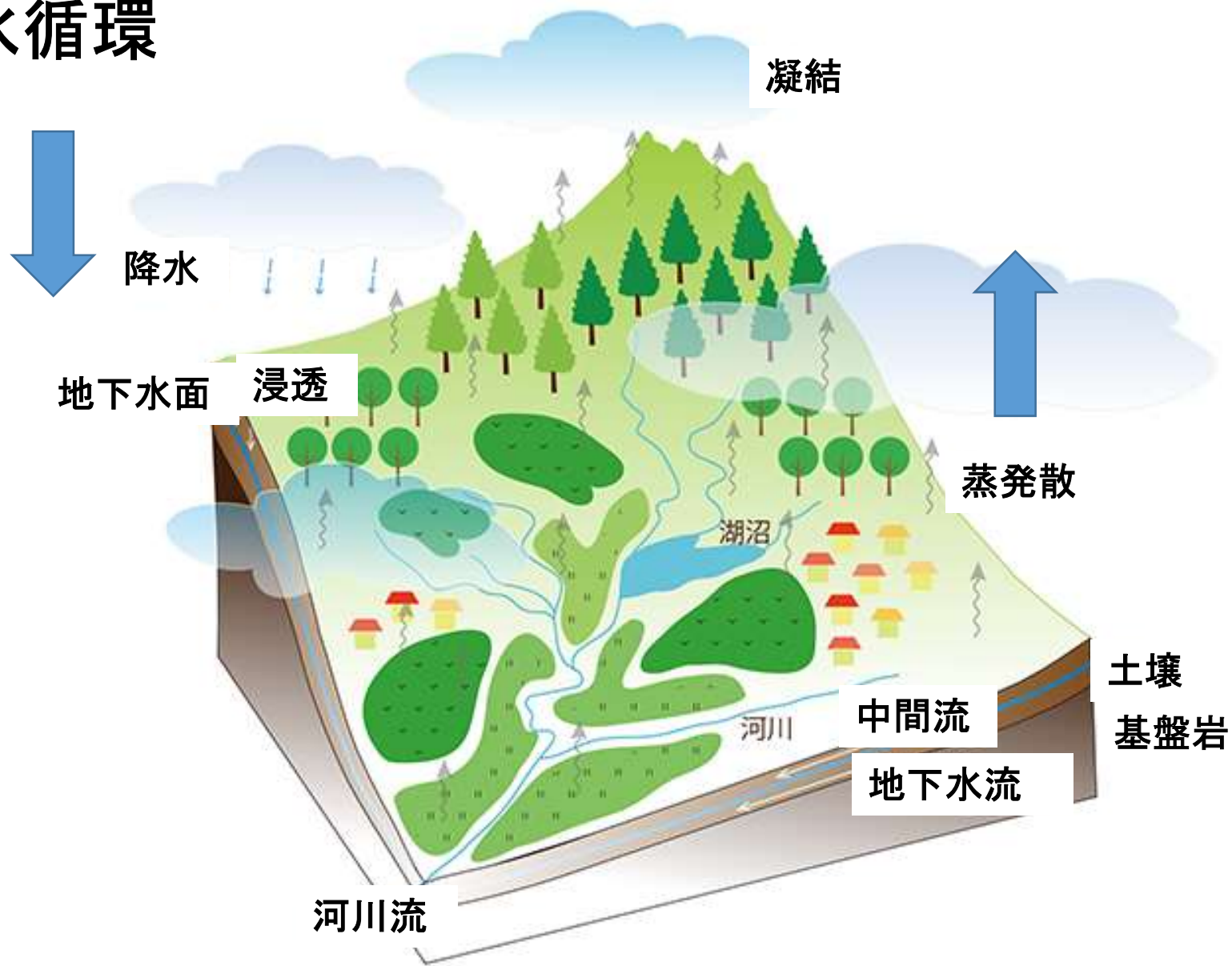
日本の気候区分



日本の地形概略←山脈・山地



水循環



河川 → 水系 (水源 ~ 河口) → 流域 (分水嶺 = 流域界)

本川
支川
派川

集水域・氾濫原
人間活動
生態系



河川地形

溪流

山地河川

谷底平野

扇状地

自然堤防

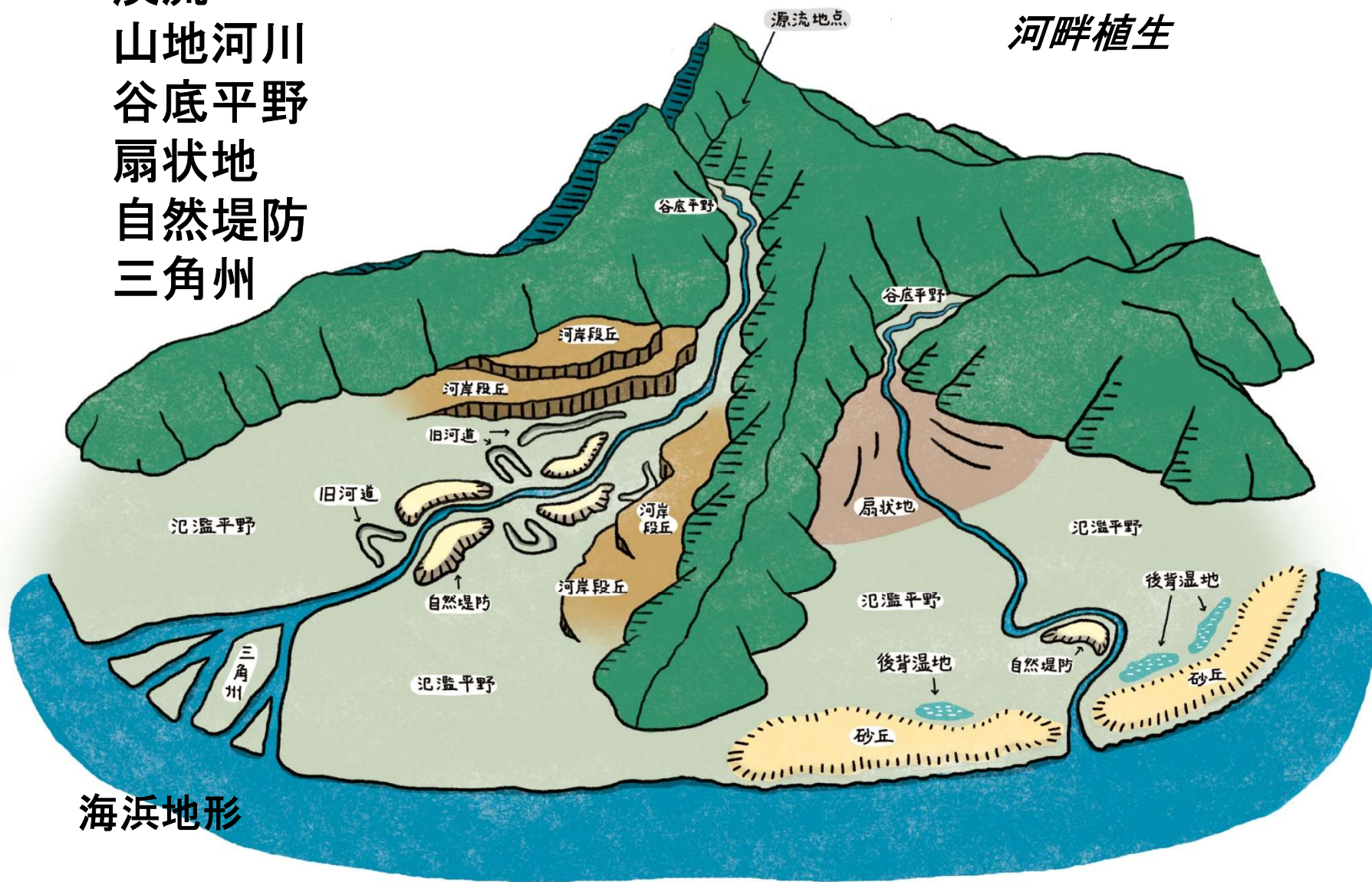
三角州

← 土砂生産・流砂

勾配

河床材料

河畔植生



海浜地形

流域利用：森林・田園・都市・工場地帯・・・

↑

生活・経済・社会 ← 公共

治水
利水
環境

←「水系治水」
←表流水利用
←水質・自然環境・景観

↑

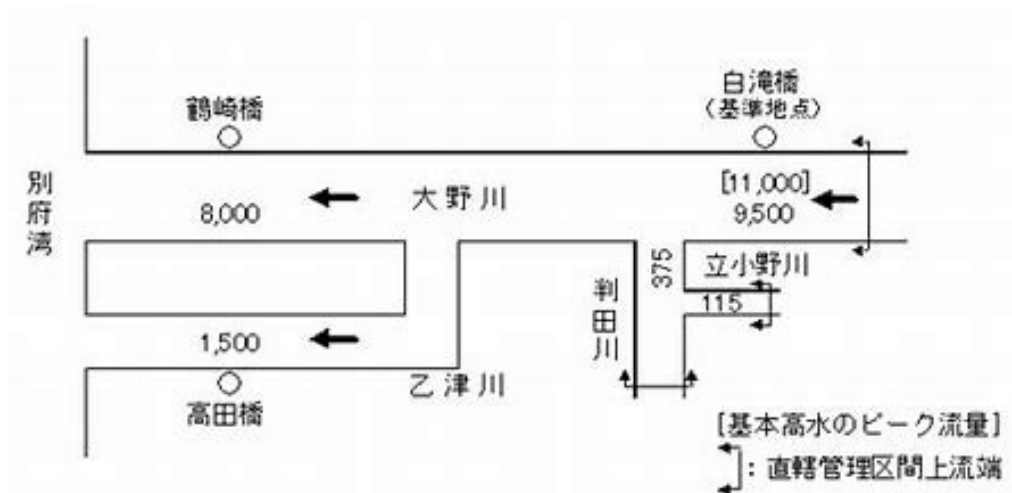
河川管理 + α



洪水に対する安全性 ← 基本姿勢 「水系治水」 ← 降った雨を水系に導く
(雨水排除)

河道(+堤防)
ダム(遊水地)

← 安全に流す
← 洪水調節(貯める)



・洪水 ← 豪雨
氾濫・浸水

川からあふれる → 外水氾濫

← 河川管理(国, 県, 市町村)
流域-水系対応

川(海)まで排水できない → 内水氾濫

← 雨水排除
(下水道・農地湛水防除)
局所対応

治水計画 ←河川管理

- ・河川整備基本方針 水系治水で将来的の確保するレベル
直轄で**1/100~1/200**
- ・河川整備計画 水系治水で20~30年で達成すべきレベル
直轄で戦後(既往)最大 **1/70**レベル

計画規模→**確率年** ←流域平均累積雨量

↓

計画対象降雨 = 実績降雨の時空間構造を計画規模まで「引き伸ばし」

↓ **流出解析(タンクモデル)**

基本高水・基本高水ピーク流量

↓ 洪水調節

→ダム設計

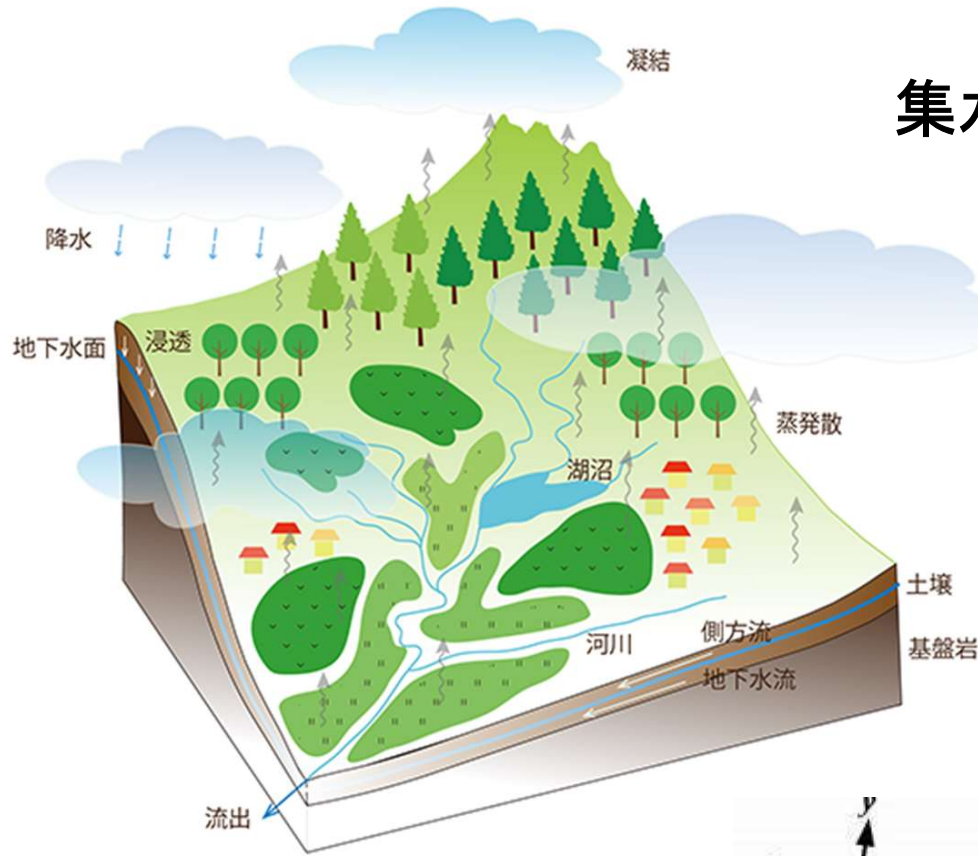
計画高水流量

↓ **水理解析**

→河道設計

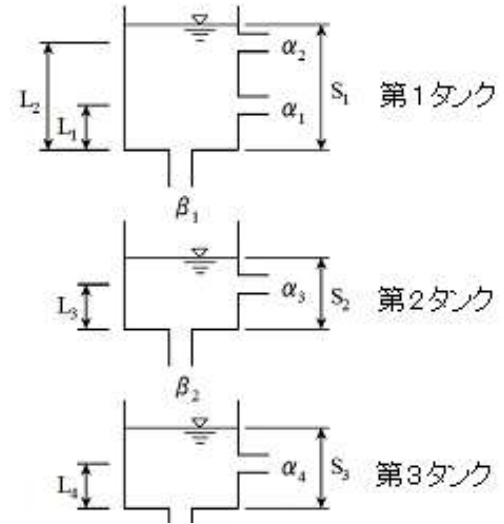
計算水位 < 計画高水位

→堤防設計



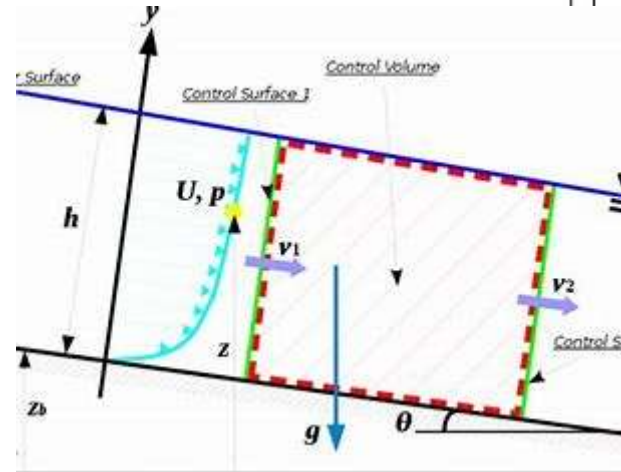
集水域 ← 流出解析

雨量 → 流量



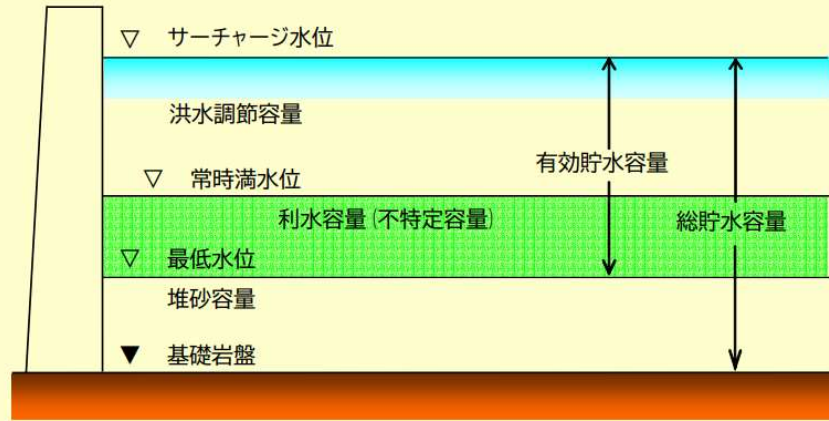
河道 ← 水理解析

流量 → 流速・水位



多目的ダム ⇐治水, 利水

■ダム容量 (模式図)



天ヶ瀬ダム(宇治川)



徳山ダム(揖斐川)

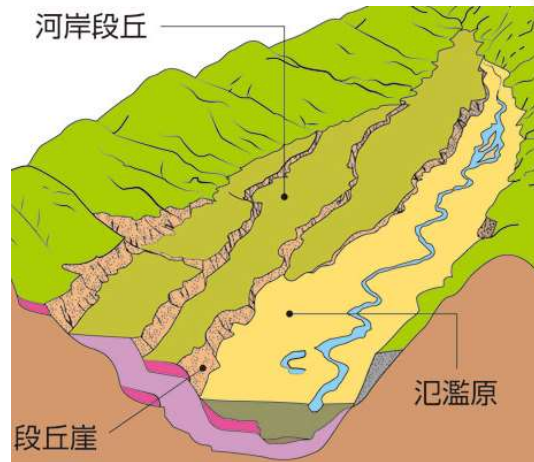


佐久間ダム(天竜川) J-Power

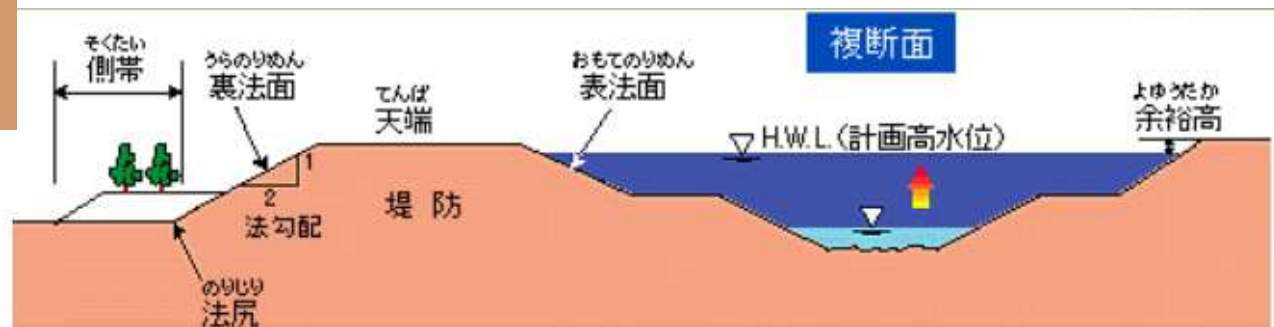
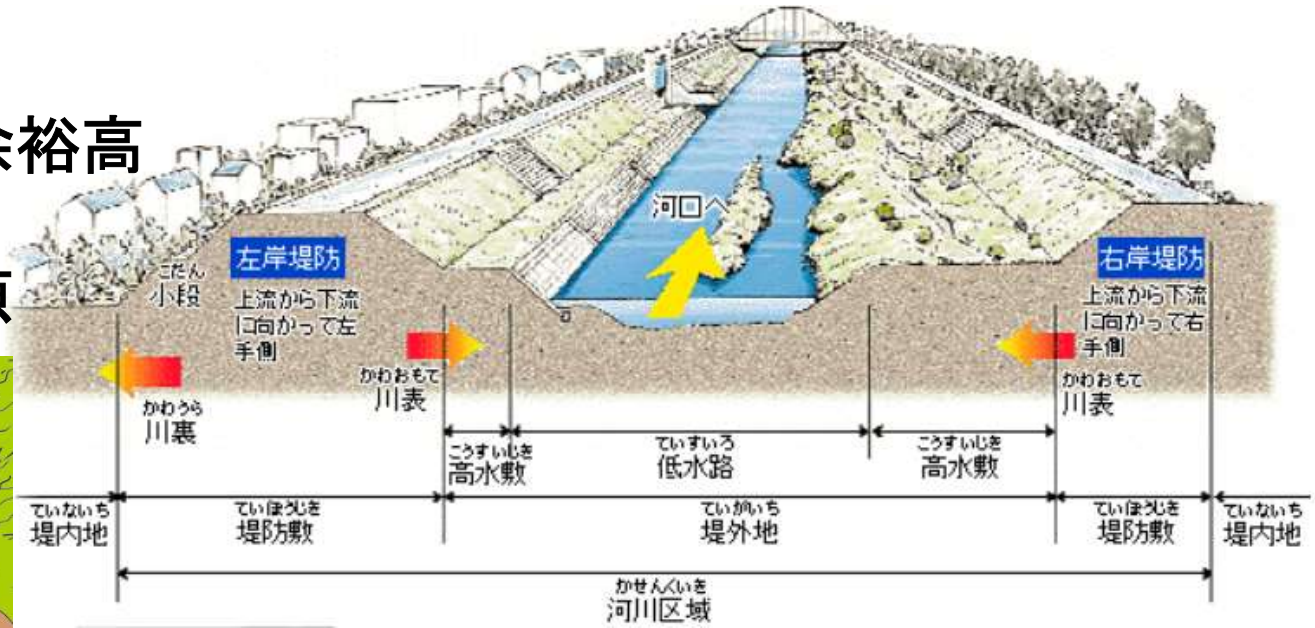
河道

- ・掘込河道
- ・築堤河道

堤防 ← HWL+余裕高
 堤外地 = 河道
 堤内地 ~ 氾濫原



- ・単断面
- ・複断面



堤防「標準断面」

治水の限界

施設の限界 ←計画規模・気候変動

ダム, 河道/堤防
下水道・排水機場

計画の途中段階

整備途上(整備計画でも20~30年)

整備水準の異なるシステムが組合された治水施設

現在の整備水準を超える外力(豪雨)



治水施設の破綻

堤防からの溢流・破堤

ダムの「異常洪水時防災操作」



「激甚な」災害

近年頻発. 激甚化する豪雨・洪水災害

- 2000 東海豪雨(恵南豪雨) 破堤・但書き放流, 都市水害
- 2004 新潟・福島豪雨, 台風10個上陸 破堤
- 2005 ハリケーンカトリーナ スーパー台風 ←FEMA
- 2008 伊賀川(岡崎), 都賀川(神戸) ゲリラ豪雨
- 2011 紀伊半島水害 ←深層崩壊, 庄内川洪水
- 2012 九州北部豪雨(矢部川破堤), 嵐山渡月橋冠水
- 2013 ハリケーンサンディ ⇒タイムライン
- 2014 広島土石流, 梨子沢土石流



伊賀川(岡崎市)

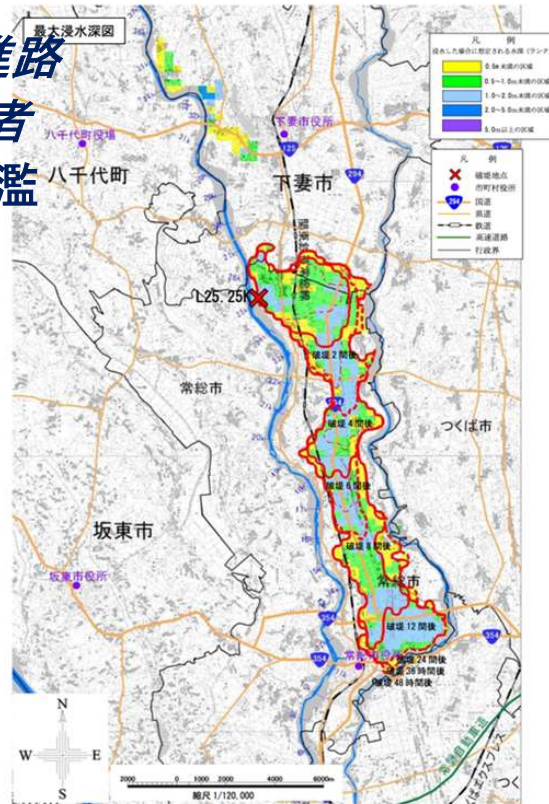
都賀川(神戸市)



2015 鬼怒川水害 → 水防災意識社会再構築, 想定最大規模降雨L2
線状降水帯

2016 北海道 台風の珍しい進路
岩手水害 避難要配慮者

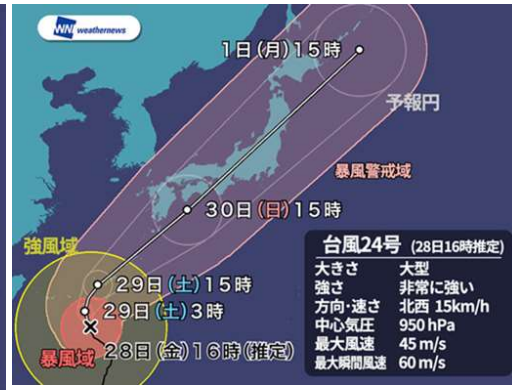
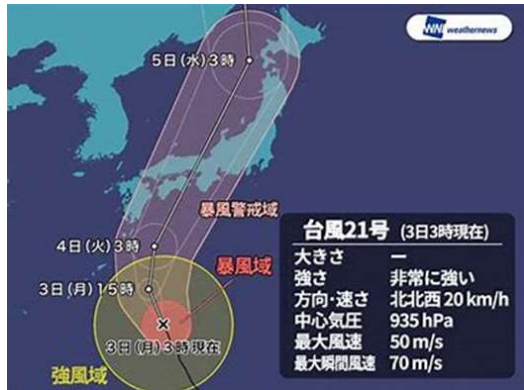
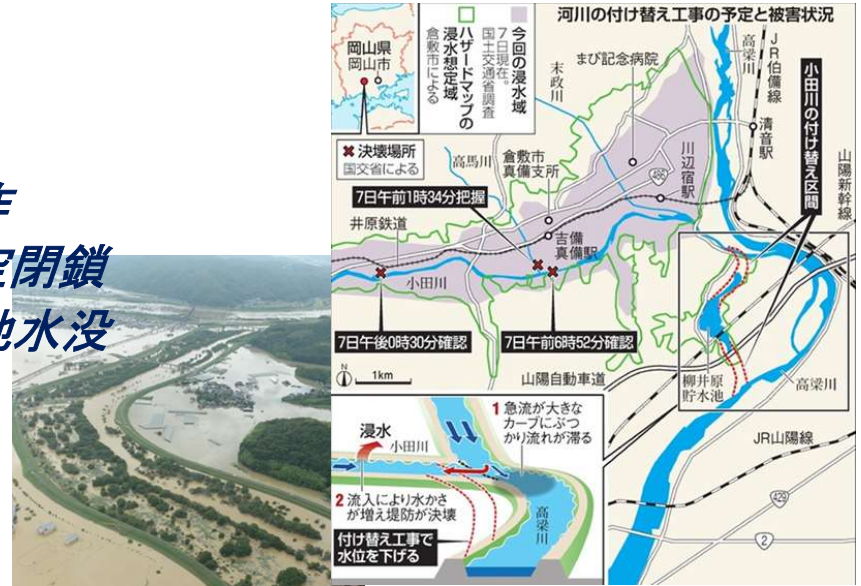
2017 九州北部豪雨 土砂氾濫



氾濫発生情報図 鬼怒川 左岸



- 2018 西日本豪雨 大型線状降水帯
真備町浸水 大規模広域浸水
肱川・野村ダム 異常洪水時防災操作
台風21, 24号 スーパー台風高潮, 関空閉鎖
- 2019 東日本台風 千曲川破堤 新幹線基地水没
- 2020 球磨川洪水 川辺川ダム→流水型
- 2021 熱海伊豆山土石流 盛土規制
- 2021 木曾川・庄内川 氾濫危険水位
- 2022 梯川氾濫 線状降水帯



外力(豪雨・洪水) > 治水能力(洪水調節, 流下能力)



「治水」破綻: 異常洪水時防災操作 → 流量の急増の危険
破堤 → 家屋倒壊・浸水



水防工法の実施 ← 水防団(自治組織 ← 弱体化 → 市町村)

氾濫の恐れのある地域からの「避難」

タイミング 緊急避難
事前避難

【水防災】

超過洪水への備え ←水防／水防災＝避難

整備済治水能力を超える

水防災 危険を回避する行動を支援 ←市町村
計画

ハザードマップ 超過外力に対する浸水の危険性表示マップ
タイムライン 情報時系列への避難(誘導・行動・支援)
↑ の準備, 実施などのタイミング(時系列)

各防災機関(責任者・構成員)・企業・個人

BCP Business Continuity Program

河川管理者の責務

水系の「浸水想定区域図」の作成

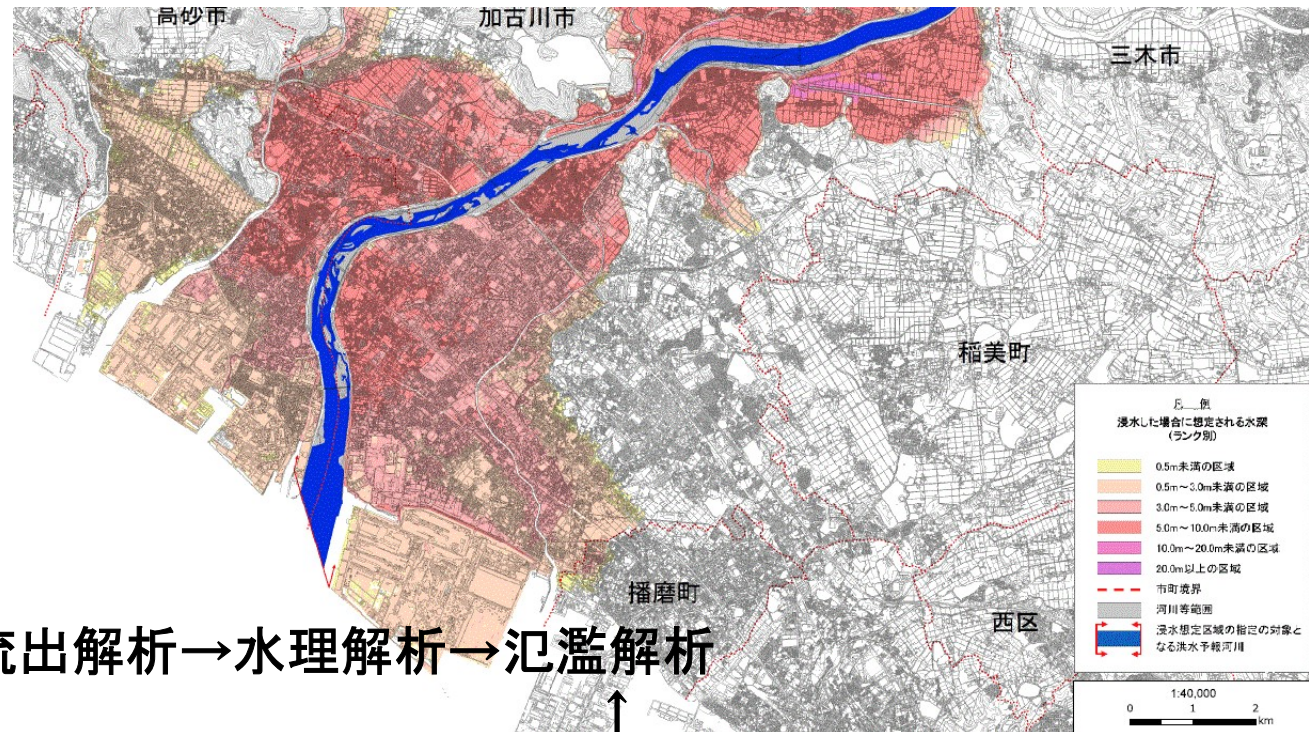
対象外力の豪雨時の河川流量／越流・破堤／氾濫

→浸水深

雨水排除責任者(市町村)

内水による「浸水想定区域図」

浸水想定区域図



対象外力に対して流出解析→水理解析→氾濫解析

↑
破堤点を複数仮定

対象外力:

レベル1(L1) 基本方針レベル 1/100年規模

レベル2(L2) 想定最大規模←水防法で規定 1/1000年規模

↑

(2015改正)

地震での表現に倣った(確率規模相当※)

※確率の考え方は地震と気象災害で全く違う

気象災害: 不規則現象

地震←地殻の歪の蓄積が要因(周期性)

水防災のリアルタイム実施

氾濫の恐れのある地域からの事前「避難」 【水防災】

↑

市町村首長からの「**避難情報**」 →ハザードマップで示される危険エリア
権限・責務 レベル表示 5=命を守る行動
4=「**避難指示**」

↑

「**防災気象情報**」 水位, 雨量 ←気象庁・河川管理者

5=災害発生レベル

4=**発災閾値**

水位☆→氾濫危険水位(堤防天端-余裕高)

3=大雨警報

2=大雨注意報

☆水位現況 ←基準水位観測所

氾濫危険水位

受持ち範囲で一番危険な箇所
あふれる・破堤の恐れ

(天端-余裕高に最も早く達する)



警戒レベル4までに必ず避難

警戒レベル	取るべき行動	市町村長が発令	気象庁が発表*
5	命の危険 直ちに安全確保	緊急安全確保	大雨特別警報 氾濫発生情報
4	危険な場所から 全員避難	避難指示	土砂災害警戒情報 氾濫危険情報 高潮特別警報 高潮警報
3	危険な場所から 高齢者等は避難	高齢者等避難	大雨警報 洪水警報 氾濫警戒情報
2	避難行動の確認	—	氾濫注意情報 大雨注意報 洪水注意報 高潮注意報
1	心構えを高める	—	早期注意情報(警報級の可能性)

警戒レベル相当情報

*警報等の種類の組み合わせや、時間帯、今後の見通し等によって、相当するレベルが変わる場合があります。

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」の実施

タイムラインの実施 「防災情報」 → 避難実施 ← ハザードマップ

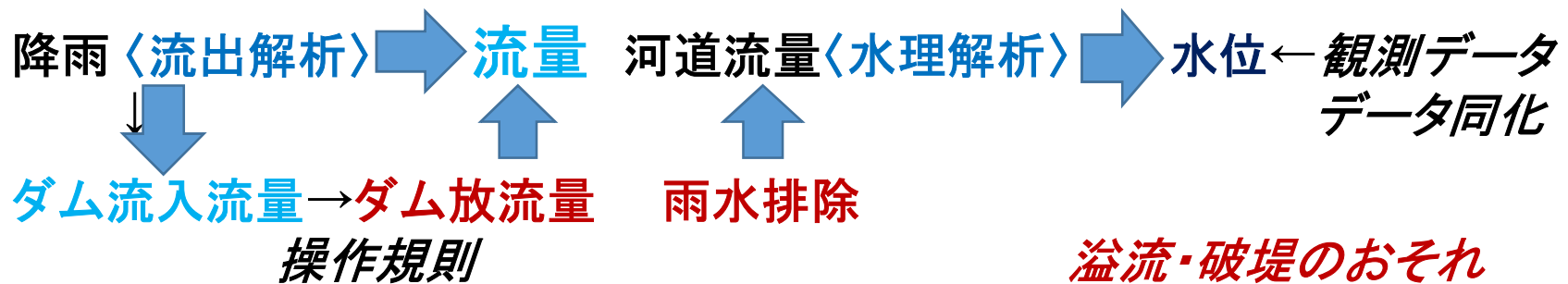


* 水位観測・雨量観測 「防災気象情報」

* リアルタイム洪水予測 ← リアルタイム雨量観測 + 降雨予測

-水防災行動の後押し-

降雨予測 → 水位予測(洪水予測)

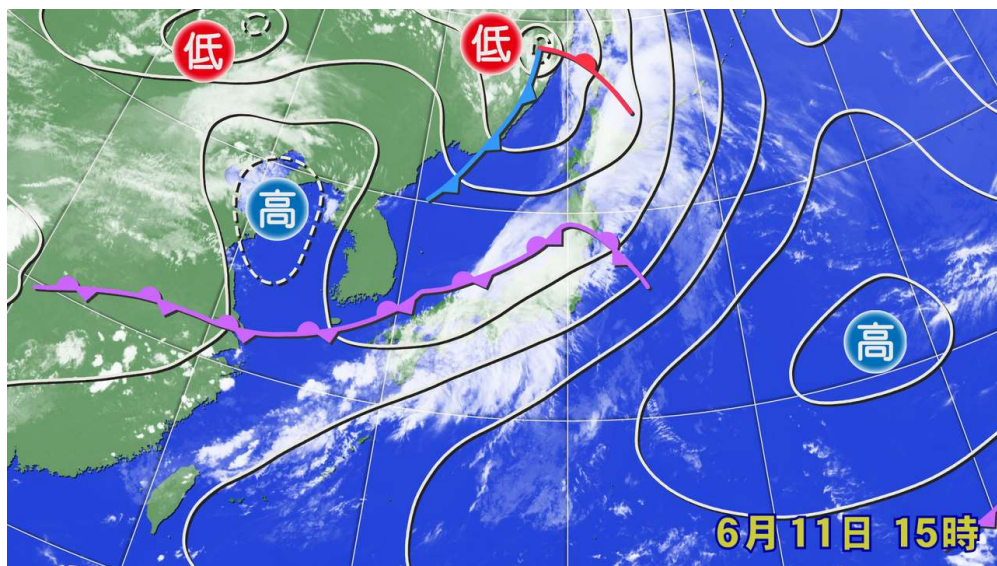


リアルタイム雨量

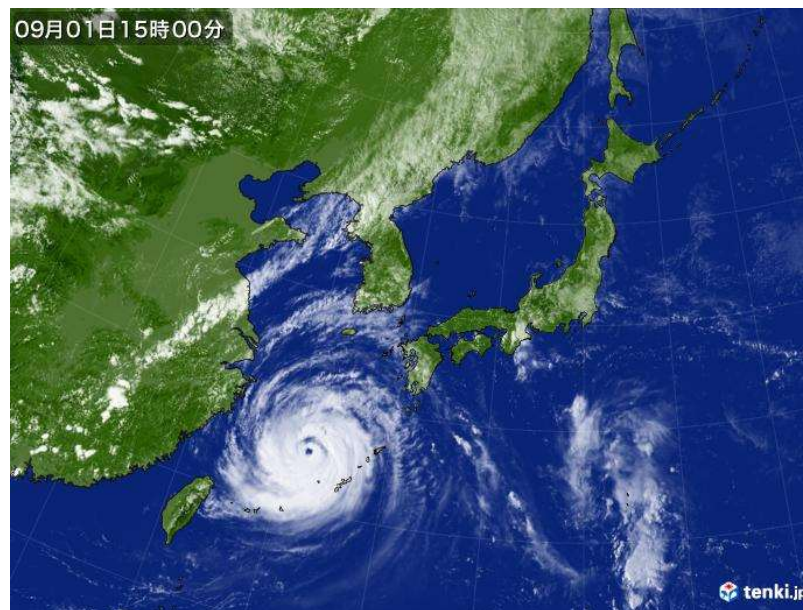
- ・地上雨量計 → AMeDAS 約17kmメッシュ, 10分間隔
Automated Meteorological Data Acquisition System
- ・レーダ雨量計 上空の雨滴量をレーザードップラー計測
XRAIN *eXtended RAdar Information Network*
250mメッシュ, 1～2分間隔
- ・解析雨量(気象庁) AMeDASデータ(精度) + レーダ雨量(空間構造)
1kmメッシュ, 30分間隔(10分毎速報値)観測

降雨予測 ← 気象解析 + 観測値を同化

- ・GSM (*Global Spectral*) 解像度20km, 132時間先まで, 6時間ごと
- ・MSM (*Meso Scale*) 解像度5km, 39時間先まで, 3時間ごと
- ・アンサンブルモデル EPS (*Ensemble Prediction System*)



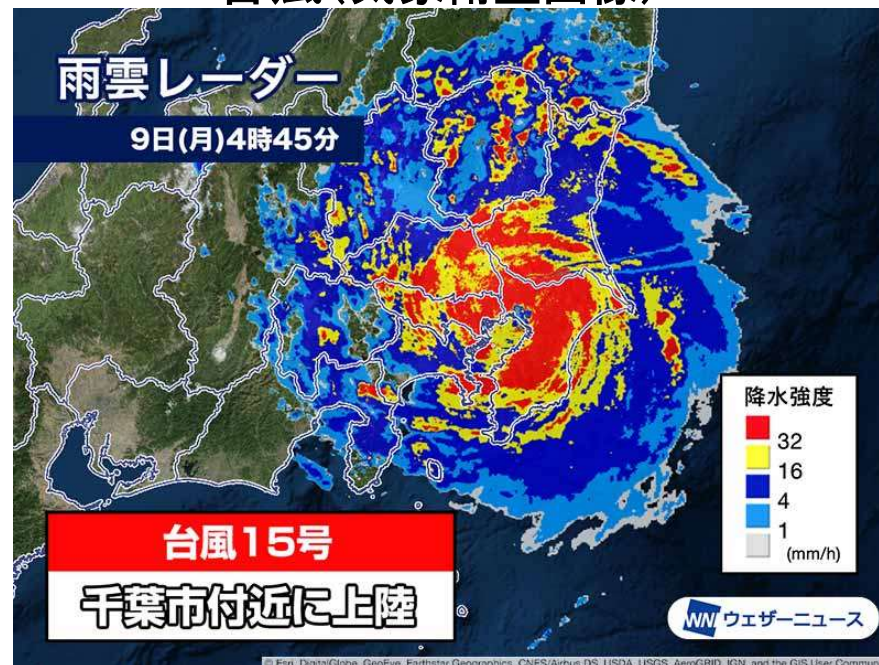
梅雨前線(天気図+気象衛星画像)



台風(気象衛星画像)



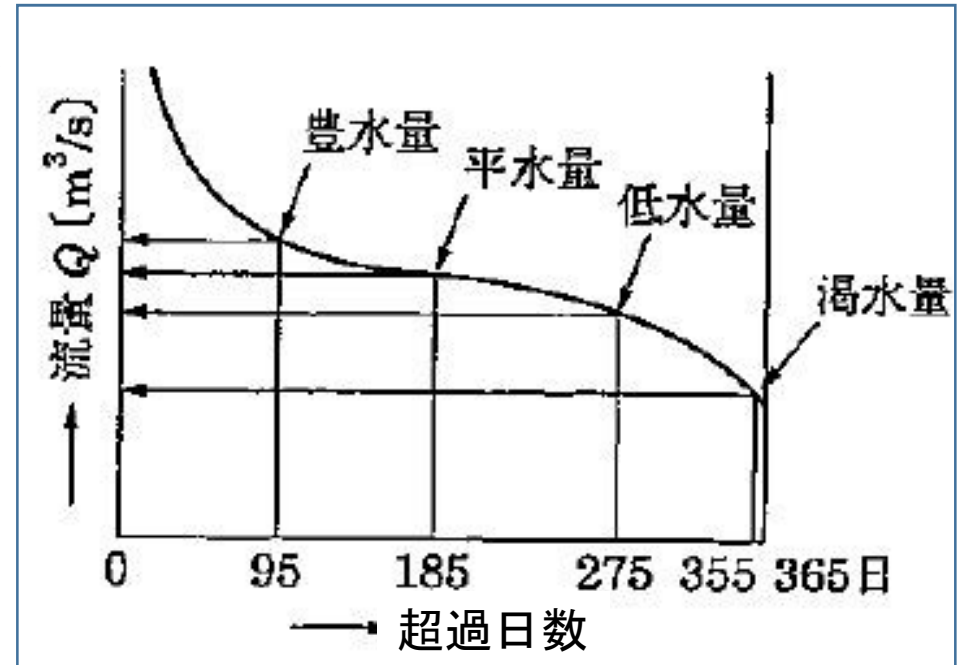
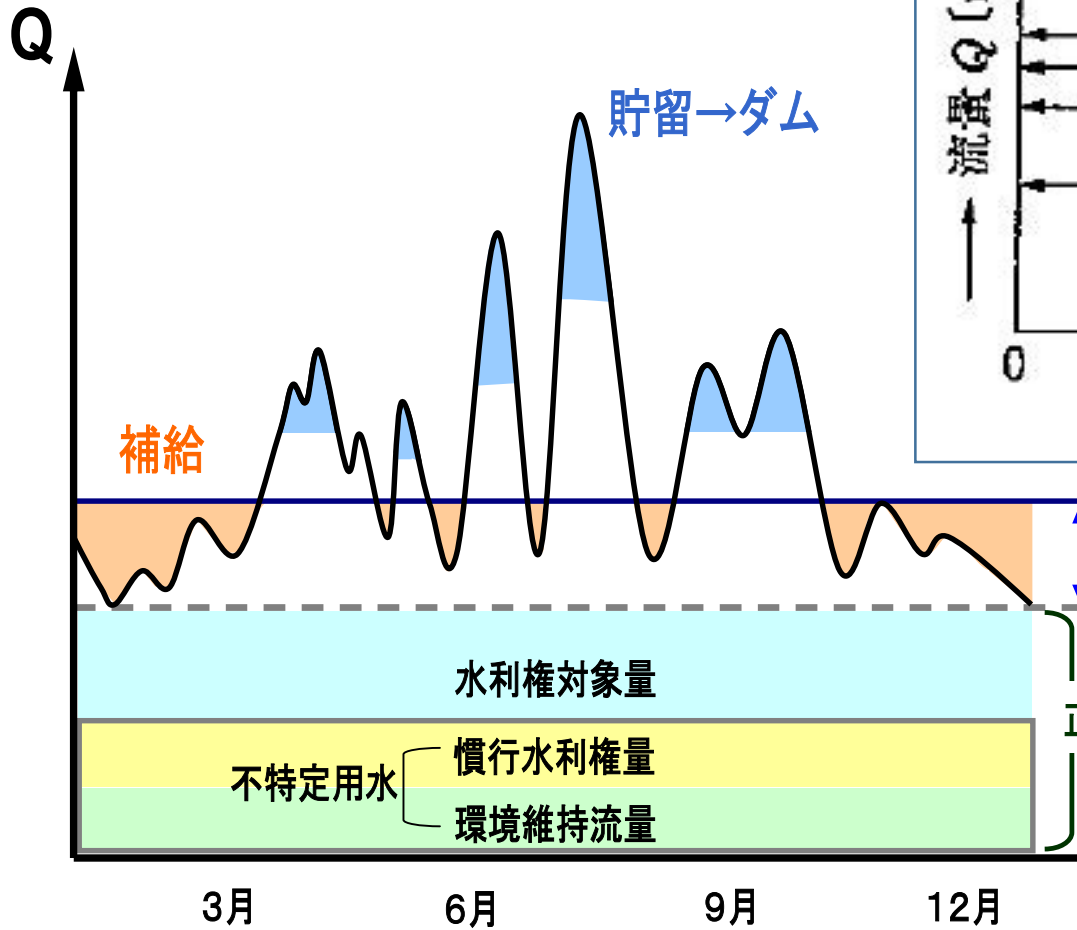
線状降水帯(雨雲レーダー)



台風(雨雲レーダー)

利水【水資源利用】 ←表流水(河川水)利用

対象とする「流況」 ←統計的性質
日平均流量時系列



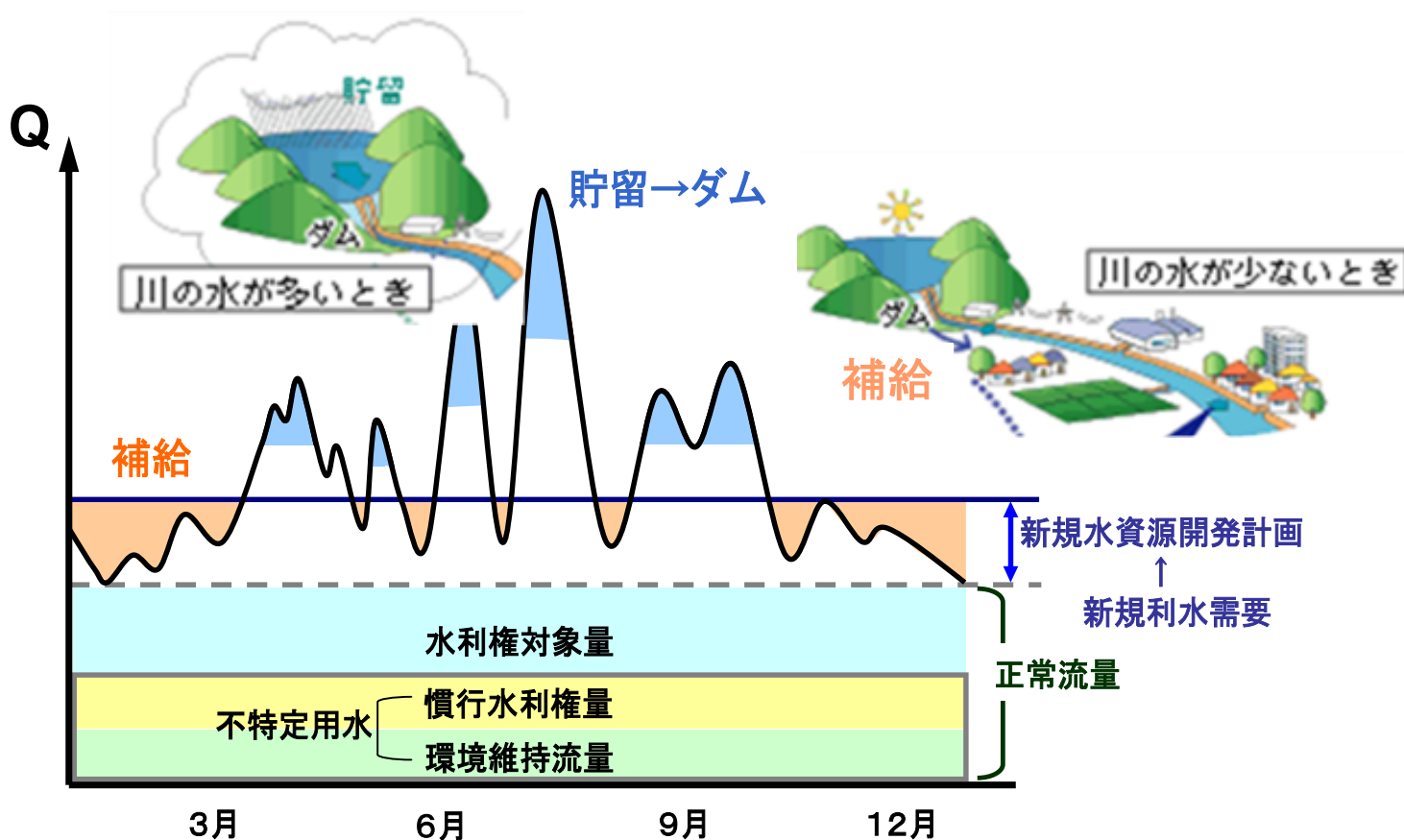
河川管理としての利水

利水者に「水利権」を付与

正常流量 (水利権流量 + 不特定用水) を確保 ← 渇水流量以上

← 既設ダムから補給

新規利水の需要 → 水資源開発 (ダム建設)



河川の環境

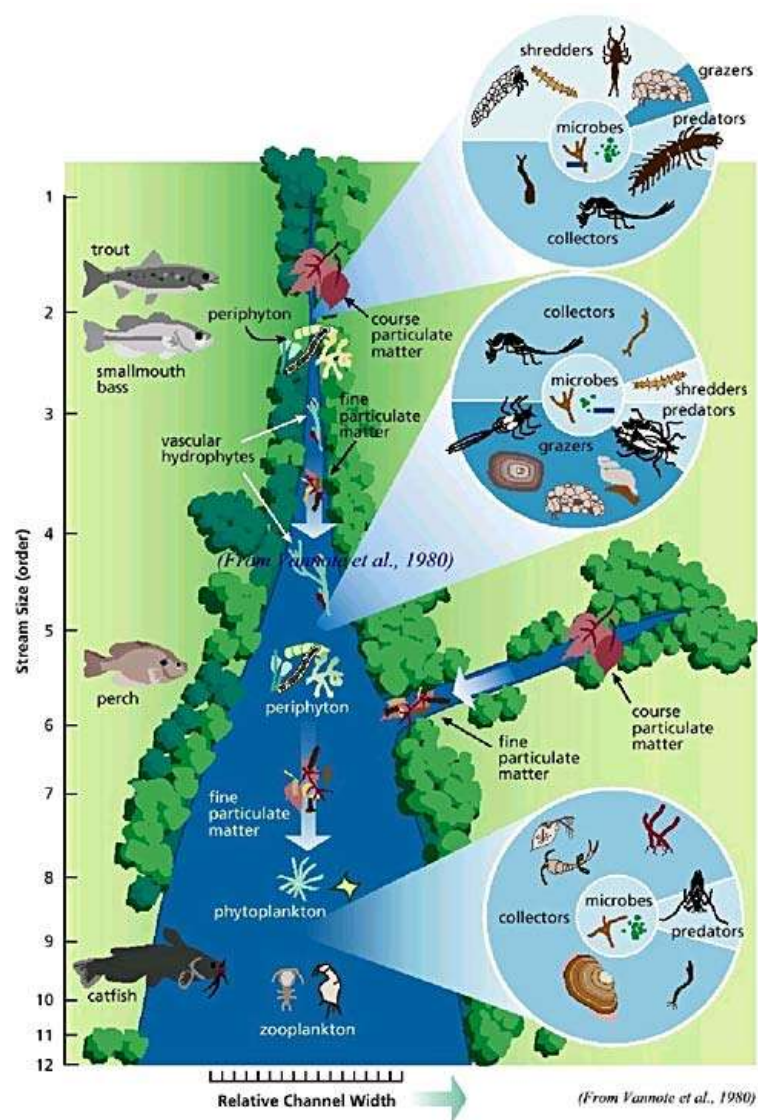
1997年河川法改正以降、
治水、利水とともに環境も
河川管理の内部目的

「河川生態学術研究」 1995～

流域環境の「鏡」
水質～流域負荷
下水道整備

流域の中の生態系の軸(縦断)
上流(水源)～下流(河口)
物理環境の変化
生物種の変化
生態系を支えている

横断的広がり
集水域 → 落葉落枝ほか
氾濫原
↑
農地・都市



気候変動 *Climate Change*

温暖化シナリオ ← IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*

↓ 2°C上昇シナリオ ← パリ協定 (COP21, 2015)

4°C上昇シナリオ ← 無対策

数値解析技術 (全球モデル GCM ← ダウンスケール)

General Circulation Model

↓

d4PDF *database for Policy Decision making for Future climate change*

気候変動適応政策のためのデータベース

全世界および日本周辺領域について、それぞれ60km, 20kmメッシュの高解像度大気モデルを使用した高精度モデル実験出力

数10年間の時系列

アンサンブル

↓

歴史時系列 (観測データの蓄積) に代用して計画を議論

治水 ←豪雨事象の頻発化→計画対象降雨→基本高水, 計画高水流量の改訂
d4PDFを利用した検討

利水 ←異常渇水 ←気候変動
←渇水対策流量 ↑
水利用形態の変化 ←温暖化

環境 生態系の変質

気候変動←地球温暖化

↑

適応策 *adaptation*

緩和策 *mitigation* ←パリ協定

低炭素社会(ノンカーボン・ゼロエミッション)

循環型社会

生物多様性保全～自然共生型社会

持続性 *sustainability* →SDGs

※COP *Conference of Parties* 締結国会議

UNFCCC: *United Nations Framework Convention on Climate Change*

国連気候変動枠組条約