

治水システム理解の深化と 気候変動適応

平成26年11月18日

国土交通省 国土技術政策総合研究所
気候変動適応研究本部 副本部長
深見 和彦

我が国の気候風土のもとで 歴史的に形成されてきた治水システム (本講演での定義)

洪水外力：
アジアモン
スーン特有の
極端な豪雨
ハザード

治水システム

(河川施設整備＝
堤防・ダム・遊水地等
＋ 維持管理・運用
＋ 水防活動 による
洪水防御システム)

人間社会への
リスク：
人的被害、
社会・経済的
被害、...)

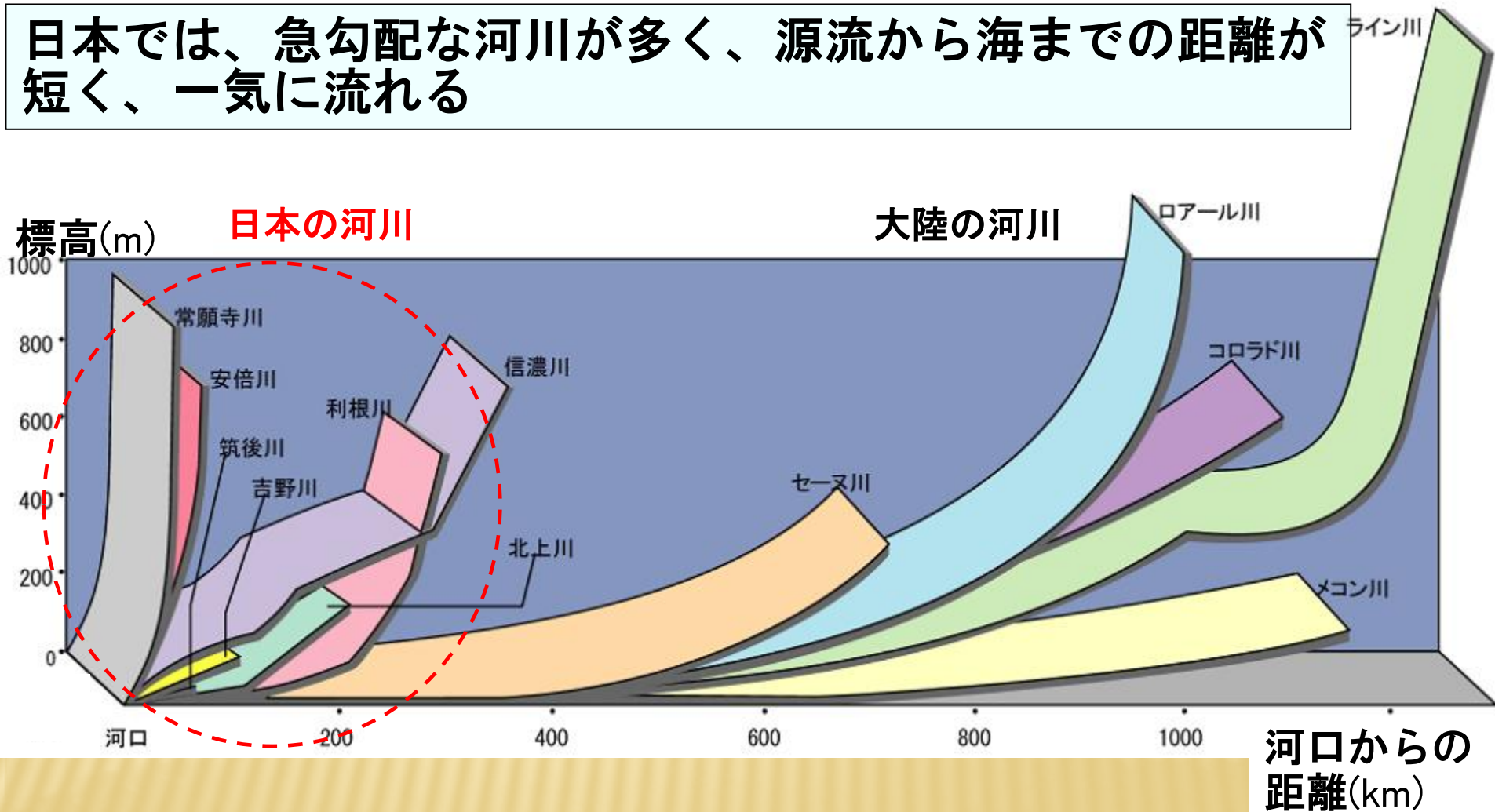
変動帯に属する脆弱な自然条件
急峻な地形、脆い地質、急流河川、
短い洪水到達時間、激しい土砂輸送

我が国の社会・経済
沖積平野への人口・資産の集積

我が国土

日本の河川は急勾配

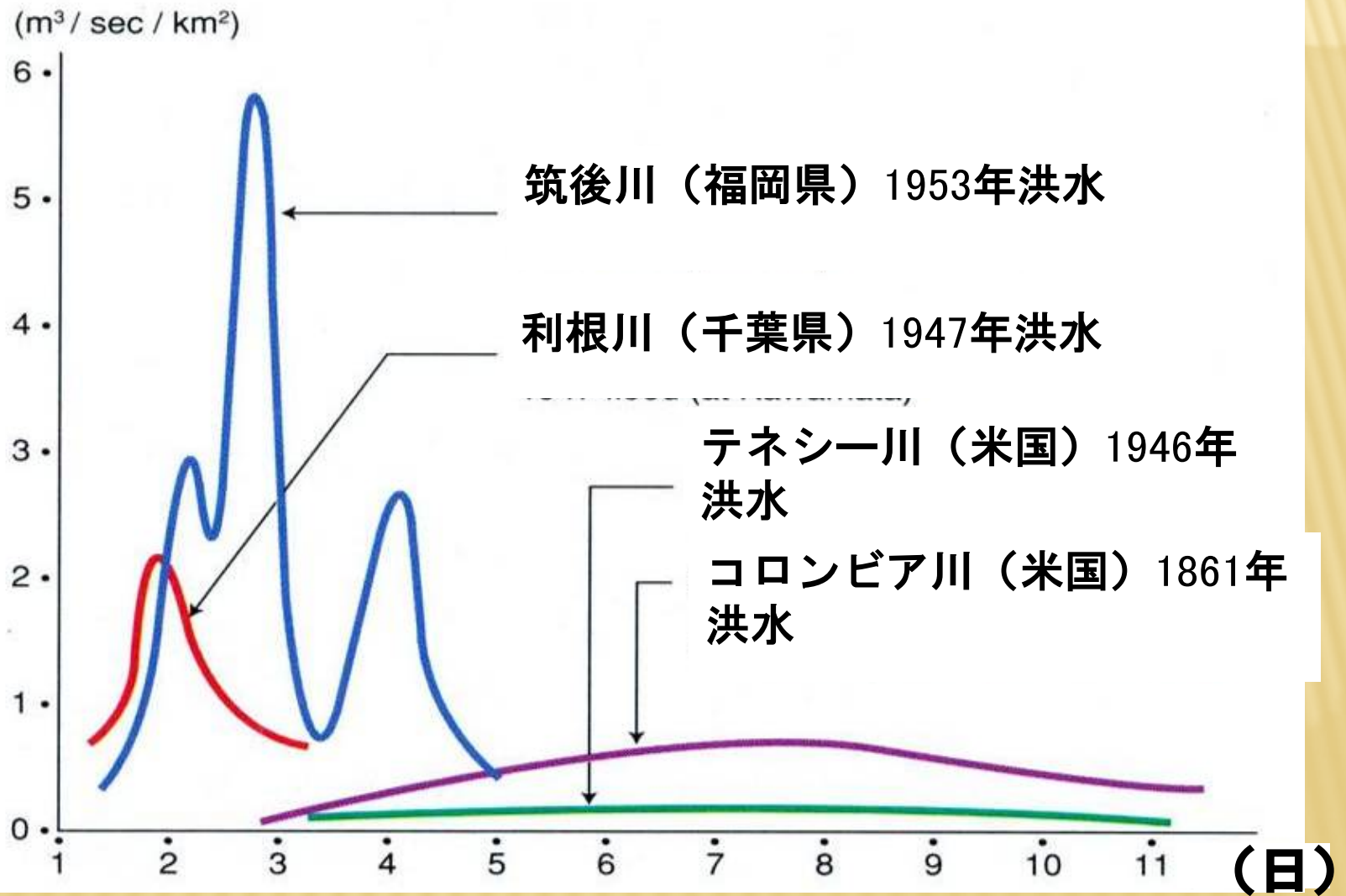
日本では、急勾配な河川が多く、源流から海までの距離が短く、一気に流れる



日本の河川は急激に水位上昇する

流域面積当たりの洪水流量の時間変化

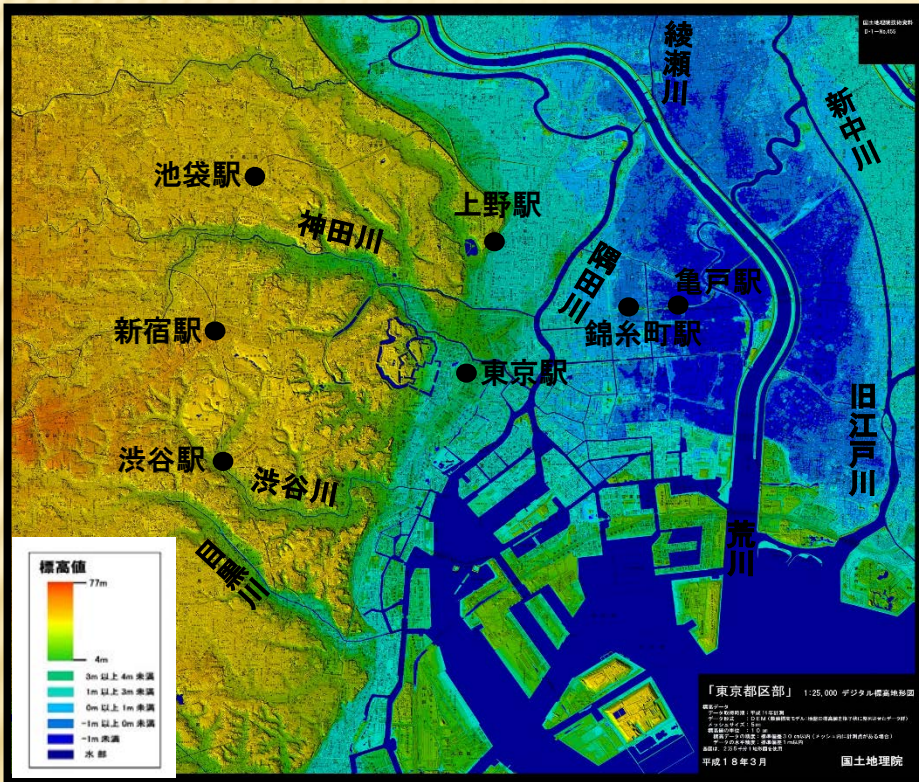
流域面積当たりの洪水流量



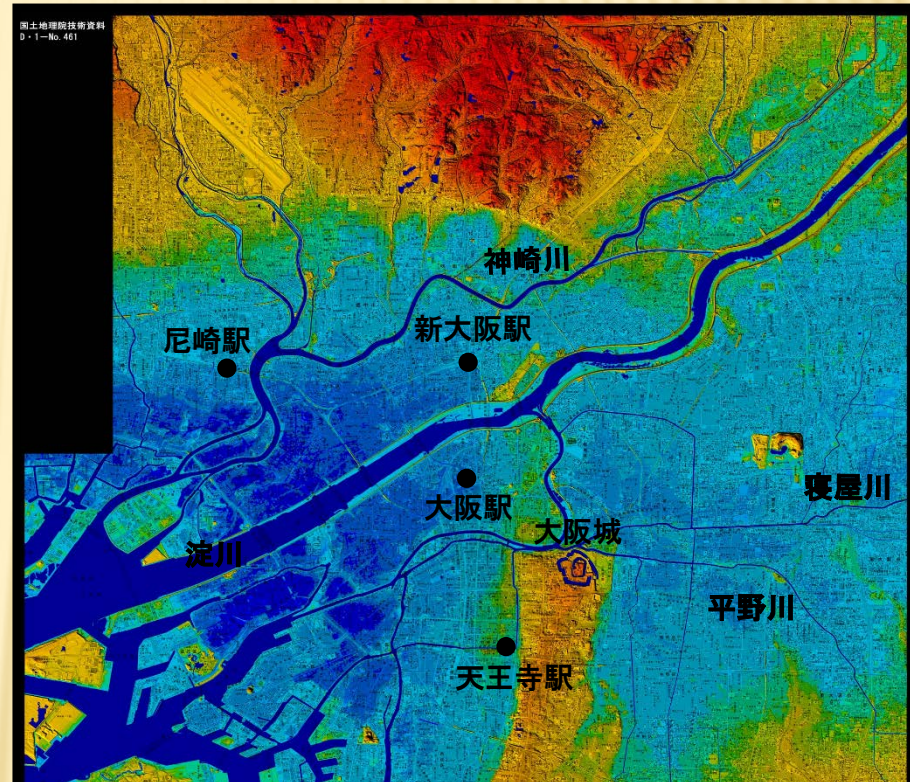
低平地に集積する人口・資産

関東地方

近畿地方



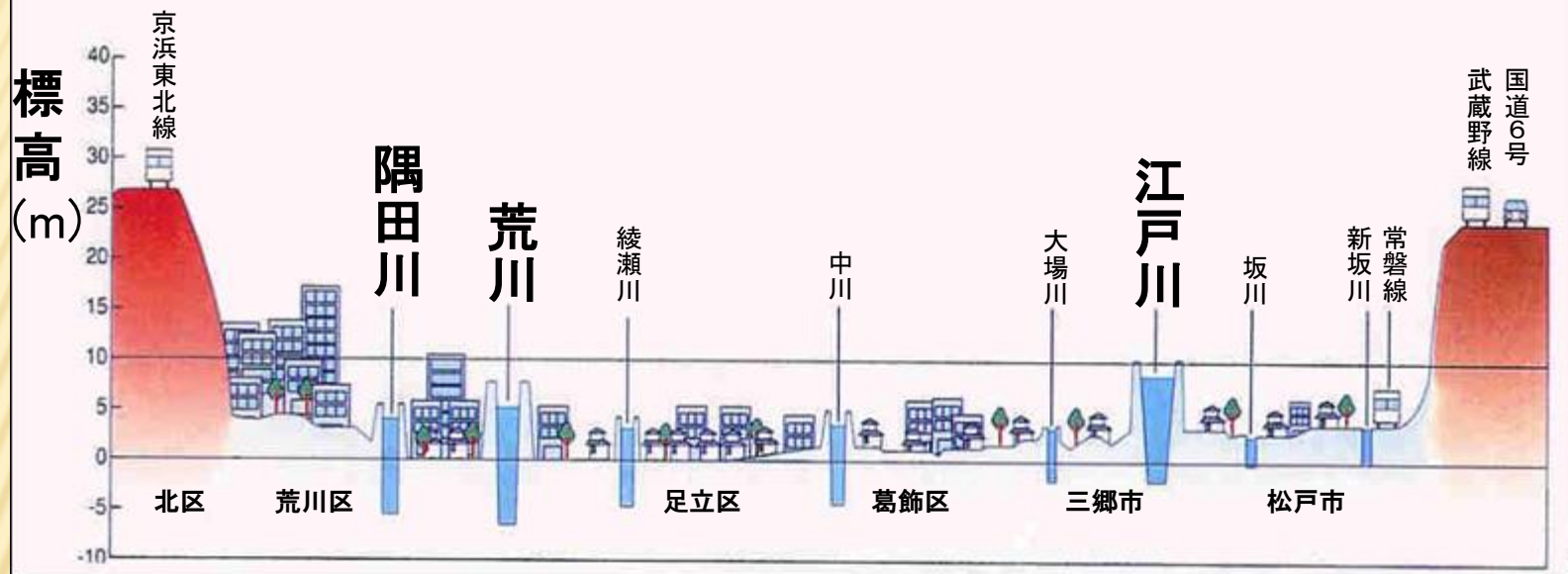
(出典) 国土地理院作成資料



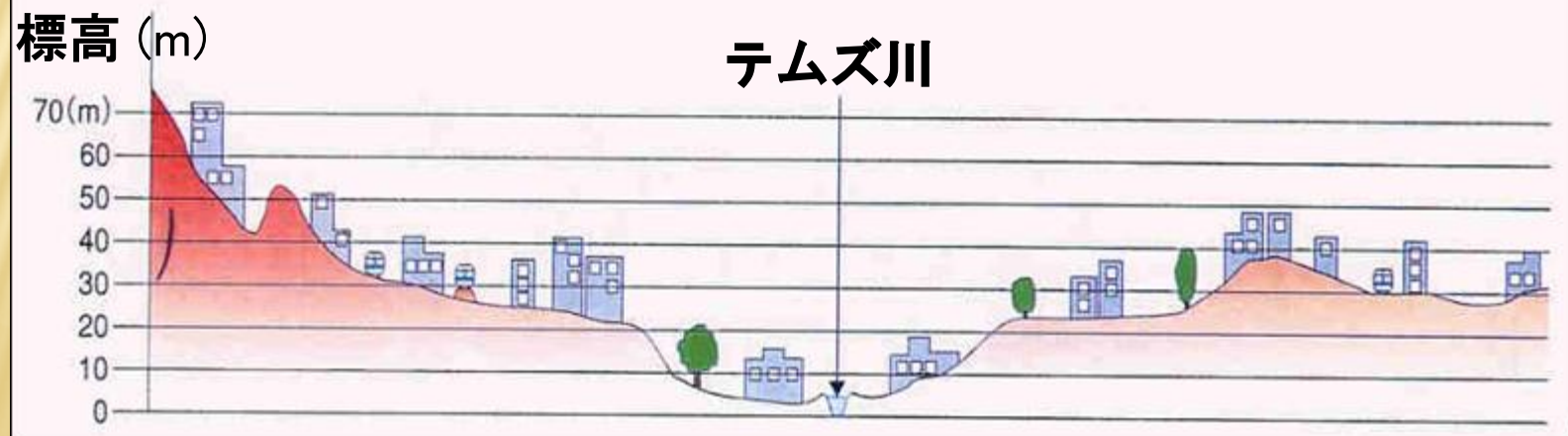
我が国は、洪水時の河川水位より低い
約10%の土地に
約50%の人口と
約75%の資産を抱えている。

東京とロンドンにおける洪水時の河川水位の比較

東京と江戸川、荒川、隅田川



ロンドンとテムズ川



日米英蘭四カ国の洪水防御レベルの比較

—日米英蘭四カ国共同報告書（2011）より

Annex 2: Characterization of Flood Risk in Each Country

2A. Country Comparisons

日本	オランダ	英国	米国
□長期的な目標は100～200年に1回. □整備進捗の現状は、首都圏を流下する関東の荒川でも40%程度.	□法律による防御レベル：250年～1250年～10000年に1回. □ライン川水系など重要な河川の防御レベル：1250年に1回. →近年の洪水を踏まえ増やされた計画洪水流量に対応するための河川整備が2015年に完了予定.	□リスクおよび諸状況から決定.	□目標防御レベルは状況に応じて. □氾濫危険度が100年に1回を越える場所については洪水保険加入が求められる. □重要施設は、氾濫危険性が500年に1回以下の場所にすることが連邦政府の政策として提示されている.

危険事象（豪雨、洪水）のレベルが元々非常に高い。

洪水の力を弱めるための制御
（ダム、遊水池、河道改修）

洪水氾濫を防ぐための
防護施設

これらを精力的に総合的に整備。
しかし目標に未達。



→ハザード（外力）と防御システム（耐力）が高いレベルでせめぎ合っている！

危険事象（豪雨、洪水）のレベルが元々非常に高い。

洪水の力を弱めるための制御
（治水施設・治水対策）

ハザード（外力）の
増加の予測情報だけでは、
とるべき適応策を判断できない。

これらを精力的に総合的に整備。
しかし目標に未達。

治水システムの現状（・将来）
についても、
適切に理解した上でないと
判断不可能。

→ハザード（外力）と防御システム（耐力）が高いレベルでせめぎ合っている！

技術的課題の整理

- 洪水外力（ハザード）はどの程度変化するか？
それは、我が国の治水システム整備にとって
どの程度深刻なのか？
（超過洪水リスクはどの程度増えるのか？）
その不確実性はどの程度か？
- 気候変動影響により高頻度化が懸念される
超過洪水の氾濫被害を想定したとき、
どのような施策メニューを拡充し、
組み合わせて行くべきか？

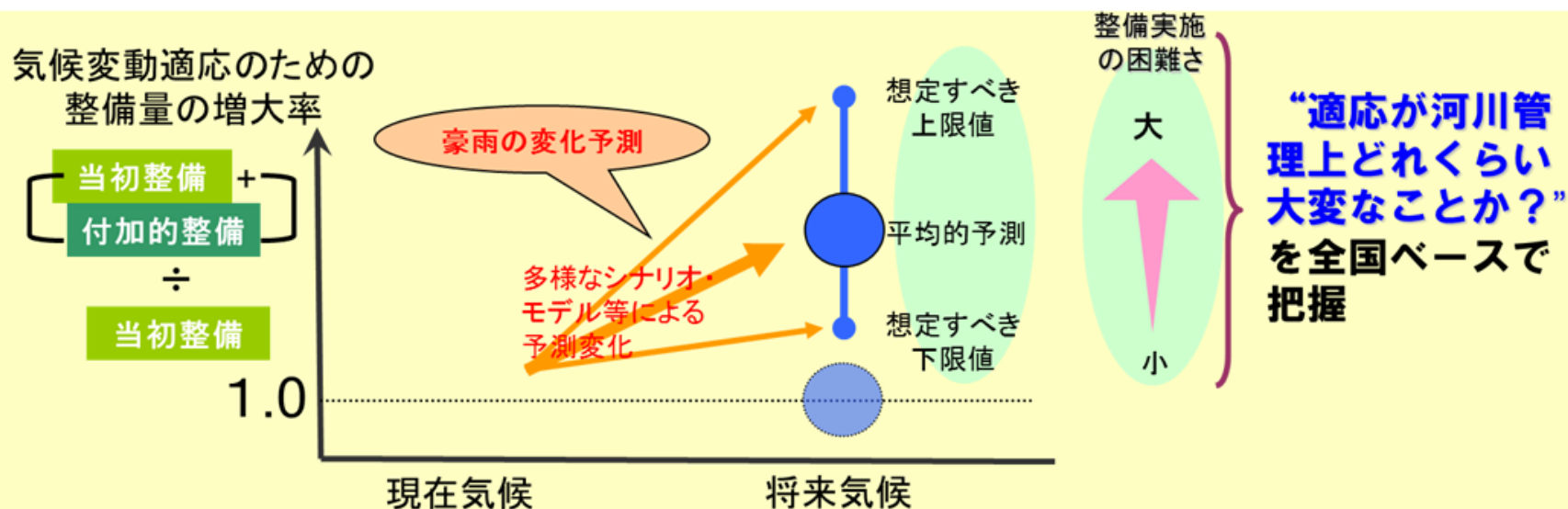
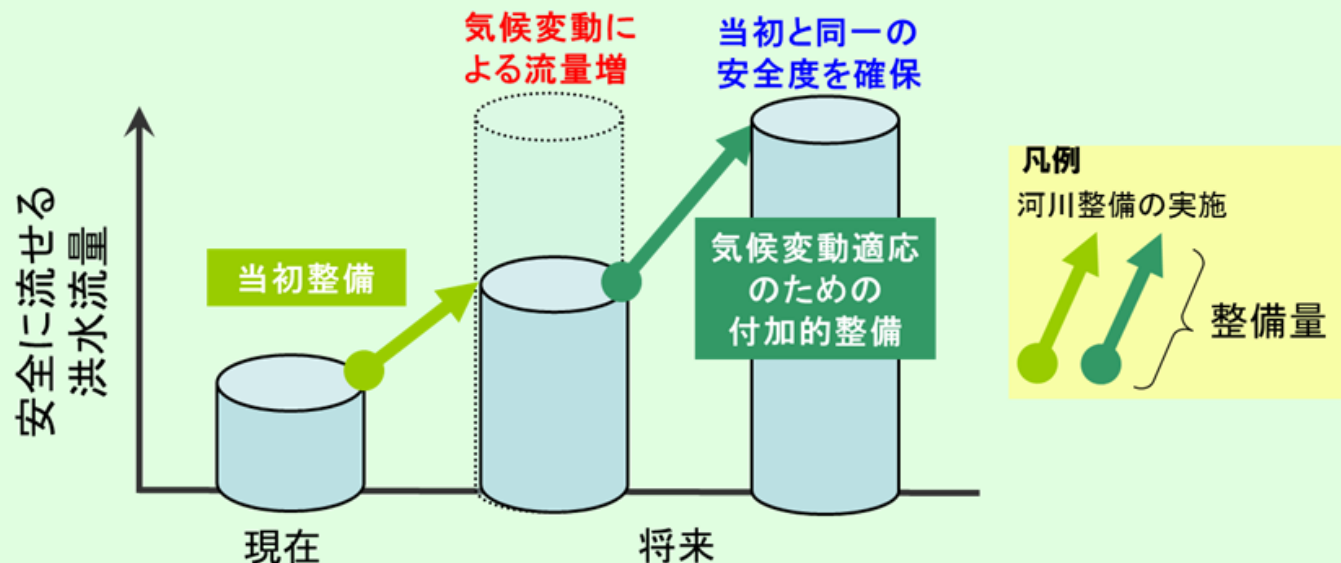
1.

**洪水外力（ハザード）は
どの程度変化するのか？**

**それは、我が国の治水システム整備にとって
どの程度深刻なのか？
（超過洪水リスクはどの程度増えるのか？）**

その不確実性はどの程度か？

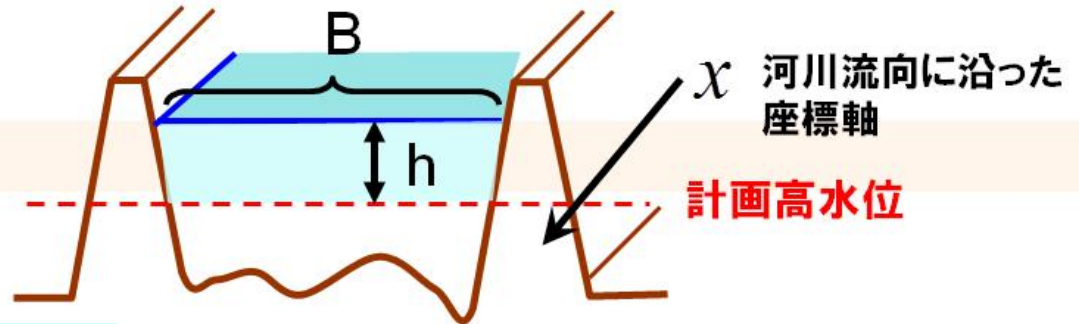
気候変動適応のために必要となる付加的整備 (すべてを治水システムのグレードアップのみで対応する場合)



気候変動が治水事業に与える影響のマクロな評価手法

整備労力指標Vの定義

$$V = \int_{\text{管理区間}} Bh dx$$

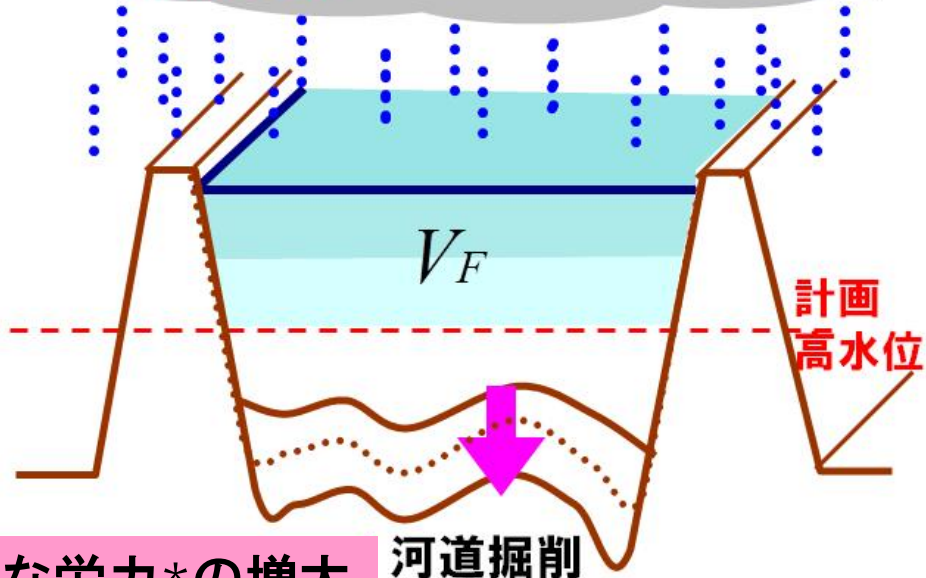
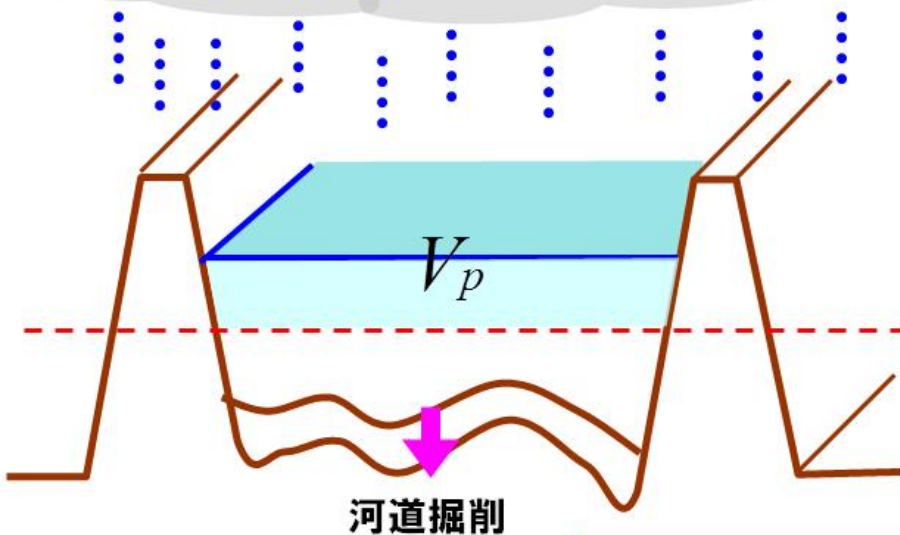


河川整備労力倍率 V_F / V_P

河川整備方針における計画規模と同一の生起確率年の降水量の増大

現在気候での降水量 r_p

将来気候での降水量 $r_F = \alpha r_p$

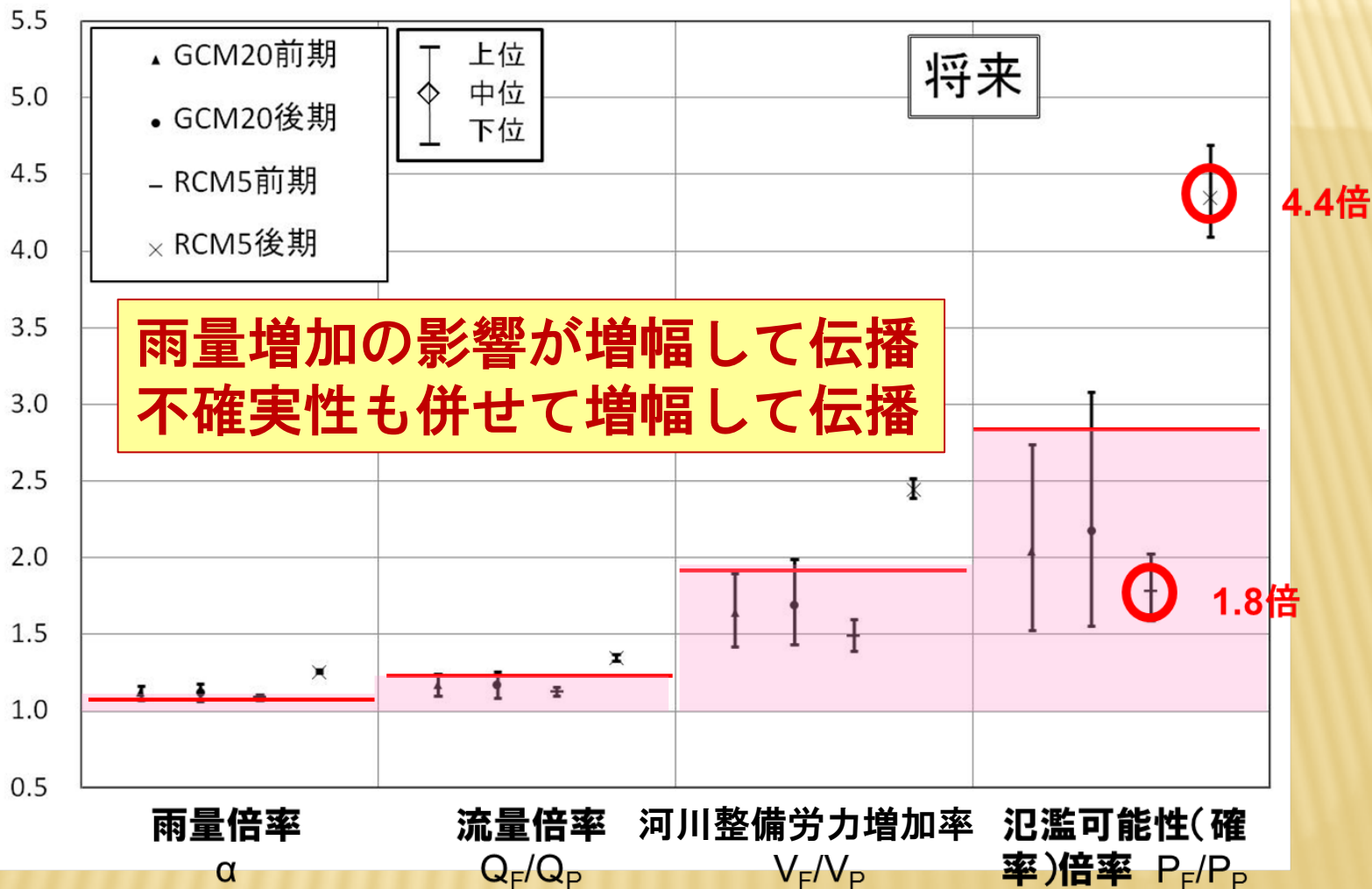


水位を下げる追加的な労力*の増大

*)このイメージ図では河道掘削の大きさとして必要量を表記 → 引堤・ダムなど流量調節施設に置き換え可能

各気候モデルの α , Q_F/Q_P , V_F/V_P , P_F/P_P (全国一級水系中央値, 将来)

各指標値 (全国一級水系中央値)



2.

**気候変動影響により高頻度化が懸念される
超過洪水の氾濫被害を想定したとき、
どのような施策メニューを準備・拡充し、
組み合わせて行くべきか？**

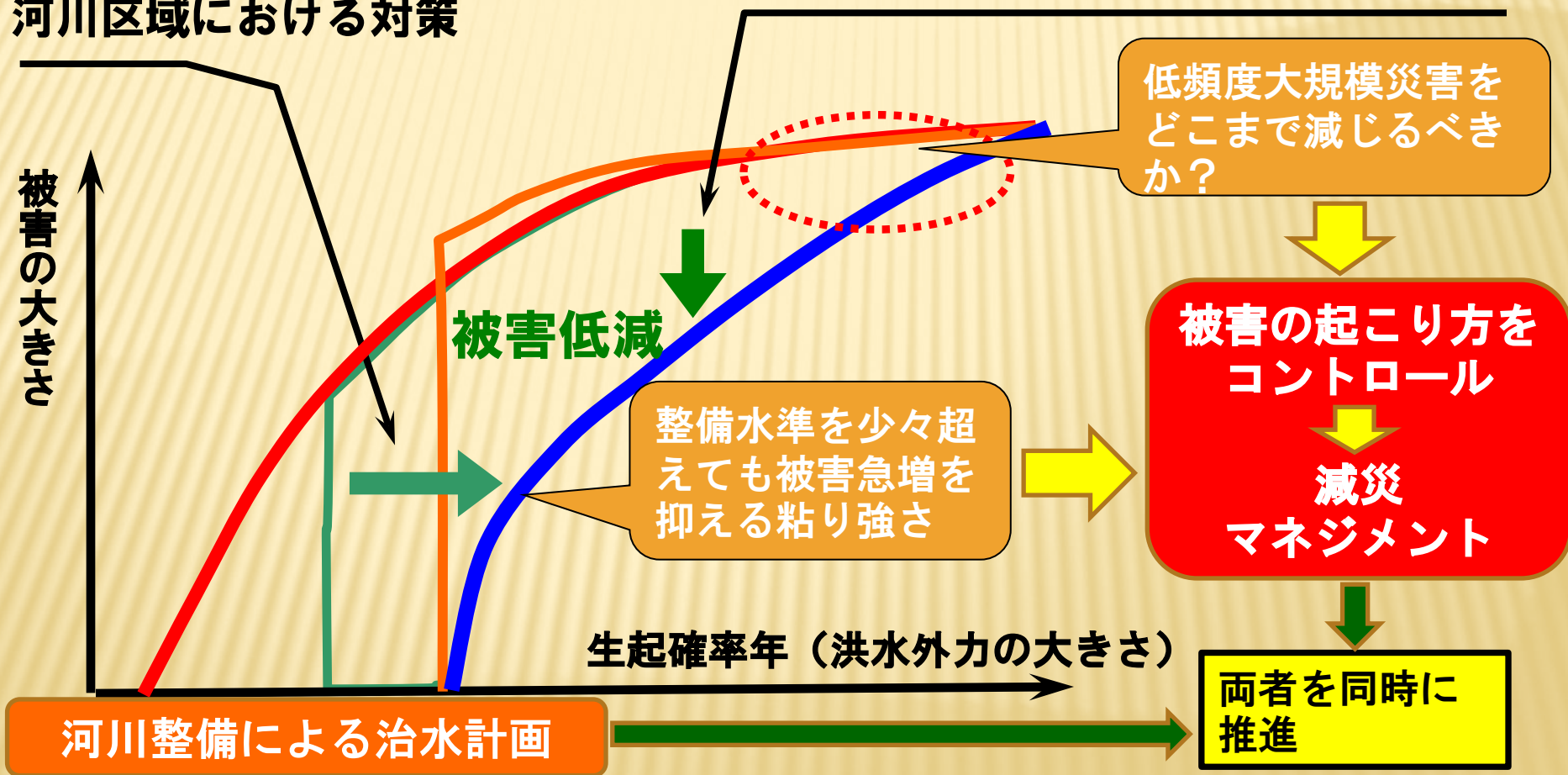
河川整備水準を超える超過洪水発生時の被害低減に向けた 施策メニュー群の選択・組み合わせの検討フレームの提案

発生頻度を減じる適応策

主に河道掘削やダムなど
河川区域における対策

被害の大きさを減じる適応策

主に高規格堤防、流域に踏み出した対策



— 対策なし

— 現状の整備水準

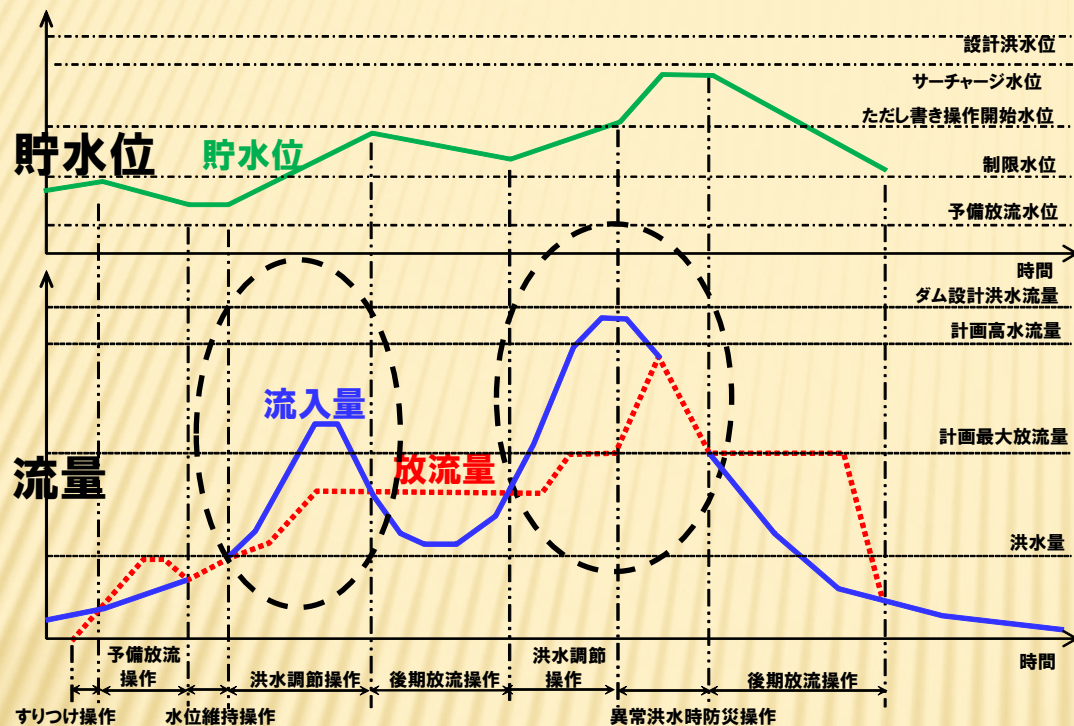
— 既往対策

— 各種対策組み合わせ

更なる拡充・体系化を検討すべき適応策メニュー

- 既存施設を最大限活用する方法の体系化
 - 河道改修・管理に被害制御の視点を組み込む手法
 - ダムにおける洪水調節手法の高度化
- 流域における洪水流出量を低減させる手法
 - 雨水浸透・貯留 等
- 氾濫しても深刻な被害が起こりにくい土地・施設状況を構築
 - 遊水機能の保全、輪中堤、二線堤 等
- 氾濫しても深刻な被害が起こりにくい「人間・組織の行動」を根付かせる
 - リアルタイム洪水予測・観測情報の整備・充実：
 - ー 局地的・突発的豪雨の探知システムの開発（XバンドMPレーダ）
 - 現実的避難行動を前提にした救命性向上策：
特に大都市の市街地構造の反映

現在のダム洪水調節方式



ダム洪水調節の基本原則

- ① **確実性**（確実な操作を行い、
確実な効果を発揮）
- ② **安全性**（放流に対する下流の
安全、ダム等施設の安全を
確保）
- ③ **即応性**（洪水変化に即応した
行動、臨機の処理）
- ④ 洪水ごとの適応操作（上記①
から③を確保した上で効果の
最大化を図る）

本則操作（固定ルール調節）：ダム流入量に応じて自然調節、
一定量、一定率一定量等で放流

ただし書き操作（適応化操作）：ダム貯水位に応じて
計画高水流量・設計洪水流量を
想定し放流

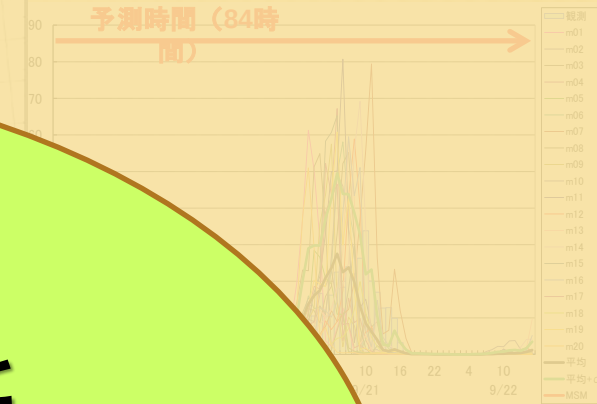
適応施策オプションの拡充1：（既存施設最大活用の例） — 降雨予測情報を活用したダム操作の高度化

洪水予測の信頼性（予測の幅）を評価するため「アンサンブル予測」を導入。降雨予測更新ごとに予測の信頼性とダム操作の考慮し、効果を最大。調節操作の判断。

台風経路図 [2011年09月20日03時(JST)]

降雨量アンサンブル予測

予測時間(84時間)



**気候/気象予測分野と
土木/水工分野の
更なる連携を通じた、
予測精度向上への取り組みが
重要**

操作ケース No.	最大放流量
1	1,000
2	920
3	840
4	760
5	680
6	600
7	520
8	440
9	360
10	280
11	200

下流基準点に
最適操作とし、
操作する。

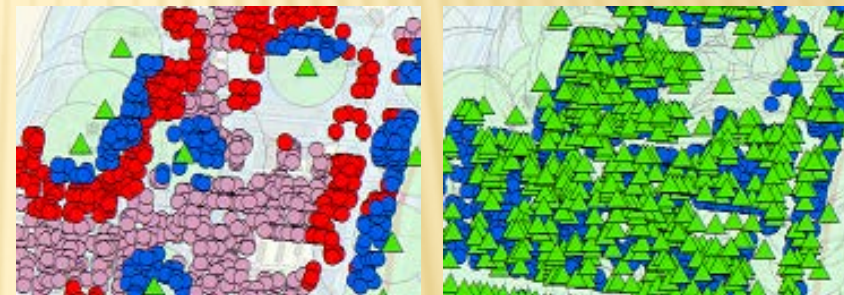
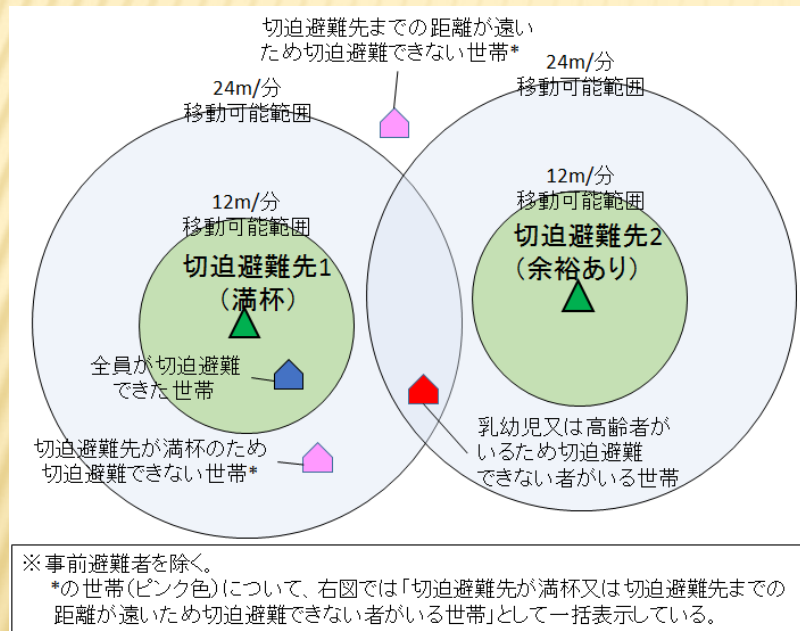


アンサンブル予測を活用した
ダム洪水調節操作の試算例

施策オプションの拡充2：現実的避難行動を前提にした 救命性向上策 ～ 特に大都市の市街地構造の反映

将来の避難率に不確実性が大きい。避難実態、都市構造が人的被害に影響。

避難実態・都市構造を反映した人的被害軽減対策効果の算定手法（←現実に即した切迫避難を前提に都市構造を反映した避難モデル）を開発



民間ビルを切迫避難先として指定した効果
(左：民間ビル指定せず、右：同指定)

凡例

- ▲ 切迫避難先
- 全員避難できた世帯
- 一部避難できなかった世帯(65歳以上又は乳幼児のため)
- 避難できなかった世帯(避難先満杯又は距離が遠いため)
- 切迫避難先から60mの円
- 切迫避難先から120mの円

- 避難場所整備（民間ビルの活用、展望台等高所）の被害軽減効果を評価
- 切迫避難可能時間の拡大による被害軽減効果を評価

施策オプションの拡充2：現実的避難行動を前提にした 救命性向上策 ～ 特に大都市の市街地構造の反映

将来の避難率に不確実性がある。市街地構造が人的被害に影響。

避難実態・都市構造を踏まえた
即時的切迫避難を前提に
現実的に

1) 避難や地域の実態を踏まえた
対策立案の重要性

→ 土木／水工部門と都市部門の連携

2) リアルタイム洪水・氾濫情報

3) 治水システムの粘り強さ

の

重要性を再認識

※事前避難者を除く
*の世帯(ピンク色)
距離が遠いため切迫避難

- ・ 避難場所整備（民間ビル等の活用、屋上・地下等
台等高所）の被害軽減効果を評価
- ・ 切迫避難可能時間の拡大による
被害軽減効果を評価

- 避難できなかった世帯（65歳以上又は乳幼児のため）
- 避難できなかった世帯（避難先満杯又は距離が遠いため）
- 切迫避難先から60mの円
- 切迫避難先から120mの円

その他、適応策メニュー拡充
研究成果の詳細については、
「土木技術資料12月号」
気候変動適応特集号を
ご覧ください。

さらに詳しい情報は、

国総研気候変動適応研究本部における中間成果
報告書（国総研資料No.749、2013/8）：

[http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/
tnn0749.htm](http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0749.htm)

国総研気候変動適応研究本部HP:

<http://www.nilim.go.jp/lab/kikou-site/index.htm>

土木技術の
総合情報誌 **土木技術資料**
CIVIL ENGINEERING JOURNAL



2012年7月九州北部豪雨災害（矢部川）
2010年10月毫末豪雨災害（住用川）
2011年9月台風12号紀伊半島水害（相野谷川）
2013年11月台風30号フィリピン・ラニード島水害

頻発する風水害～気候変動適応においては、防災施設能力を超える災害外力への備えが必要となる。

特集 気候変動適応研究本部における5年間の
取組み

- 編集協力 国土交通省国土技術政策総合研究所
独立行政法人 土木研究所
- 発行 一般財団法人 土木研究センター

No. **12**
Vol.56 DECEMBER 2014

（未定稿、印刷中）

起こり得る
大規模洪水

Q_f

気候変動影響

Q_p

洪水外力

被害の起こり方
のコントロール

整備手段の拡充

従来の整備手段
の上乗せ

河川整備
〔計画〕

河川整備
〔既実施〕

気候予測のみ
ならず、
施策効果の
不確実性にも
留意
→ 今後の課題

治水整備
進捗度

減災マネジメント

河川整備による
治水計画

まとめ

気候変動による施設整備水準を超える洪水（超過洪水）による氾濫被害リスクに対する適応策を確立するために、

- 流域での被害を低減させる治水の原点に立ち戻り、**気候予測の不確実性**と**治水システムの現状**に対する的確な理解を踏まえつつ、可能な施策を総動員していくことが重要。
- 適応施策オプション群の組み合わせを検討するための枠組みとして、**河川整備を着実に進める**と同時に**減災マネジメント**を組み合わせることで**被害の起こり方をコントロール**する観点が重要な鍵となる。
- **気象**部門や**都市**部門をはじめとする様々な防災関連分野との連携と研究の深化が必要であり、**土木／水工**技術者はその中心的役割を果たす必要がある。

国土技術政策総合研究所からのポスター発表のご案内

【国土・防災】

- ・ 治水システム理解の深化と気候変動適応
- ・ 気候変動に向けてどう変わる ー土砂災害とその対策ー
- ・ 日本沿岸の平均海面水位の長期的な変動とその要因はどうなっているの？

【まちのCO₂・みどり】

- ・ 道路整備は自動車からの二酸化炭素排出量をどう変化させるか
- ・ 身近な樹木が固定するCO₂の量は？
- ・ 都市のみどりの3次元での把握と、みどりの環境改善効果

【地域のエネルギー消費】

- ・ 再生水利用システムに係るエネルギー消費をどれだけ減らせるか
- ・ ビルの省エネ設計を誘導するエネルギー消費性能予測ツールの開発

ご清聴ありがとうございました