



気候変動下において実施可能な 水・土砂災害適応策

九州大学

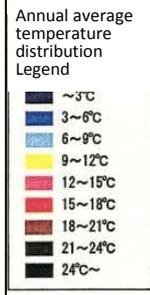
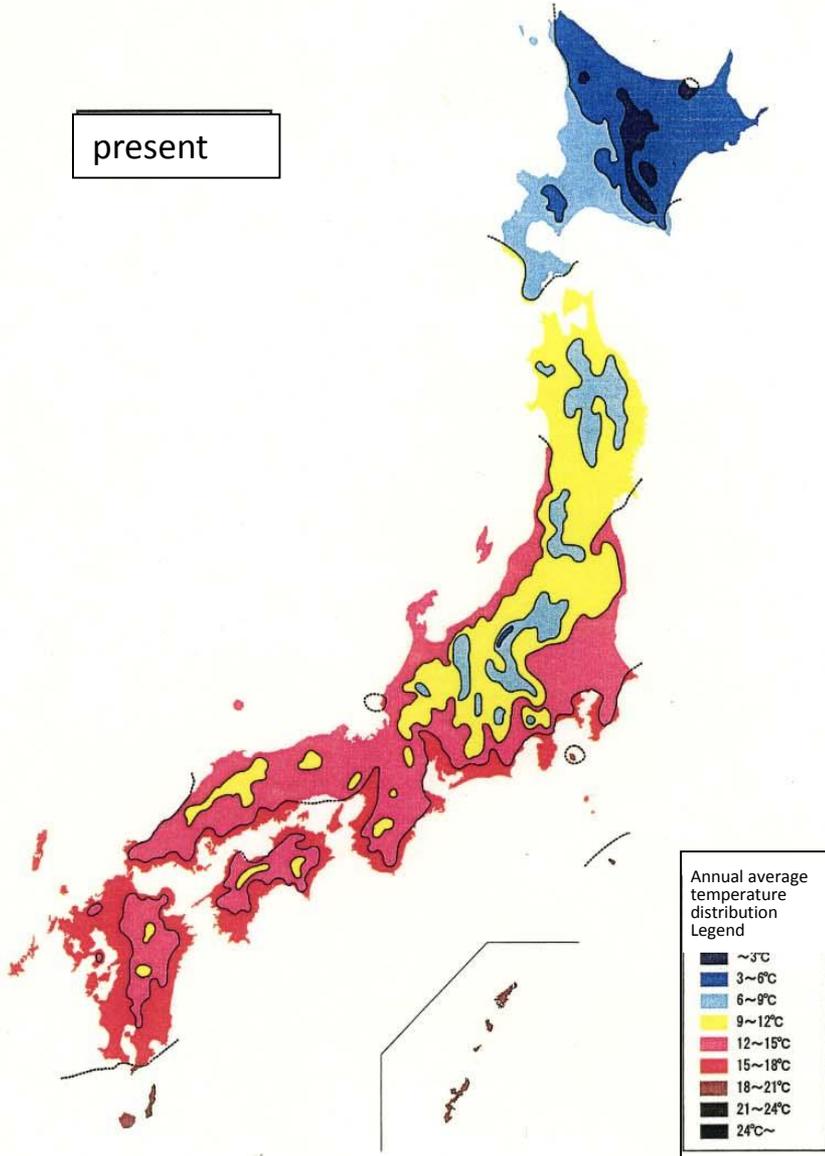
小松利光

鬼怒川堤防決壊(平成27年9月関東・東北豪雨 2015.9.11)

年平均気温分布図

Period average temperature distribution map

present

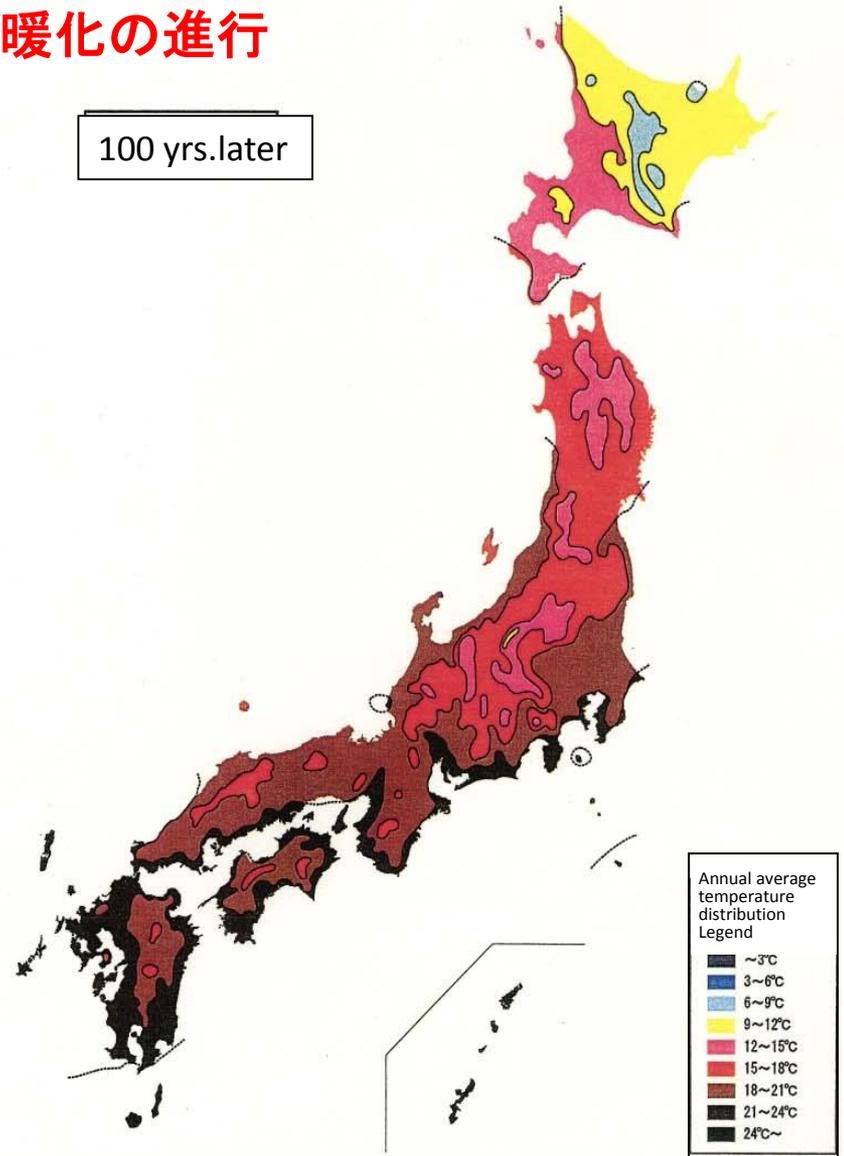


(竹村公太郎氏提供)

Period average temperature distribution map

温暖化の進行

100 yrs.later



Source : Japan Meteorological Agency "Japan Climatic Map 1990" ("Nihon Kikozu 1990")

It is predicted that after 100 years, annual average land temperature will have risen by 3.5 to 5.5°C
 From Influence of Global Warming on Japan 2001 ("Chikyu ondanka no Nihon e no eikyo 2001"),
 Global Warming Exploratory Committee Impact Statement Working Group ("Chikyu ondanka mondai kento iinkai")

世界における異常気象の増加

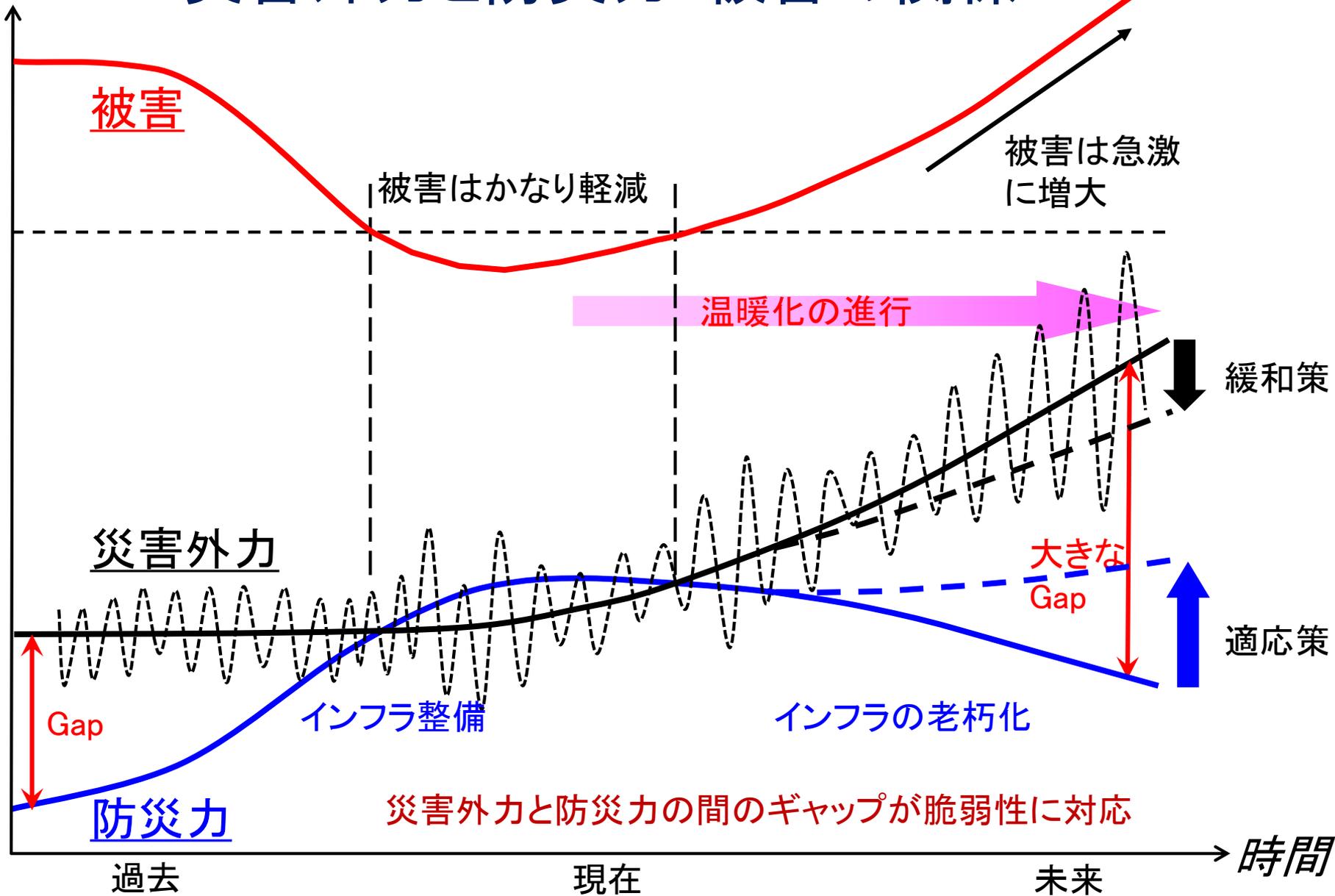
台風、ハリケーン、サイクロンの大型化

熱波、干ばつ、森林火災

大雨、洪水、土砂崩れ



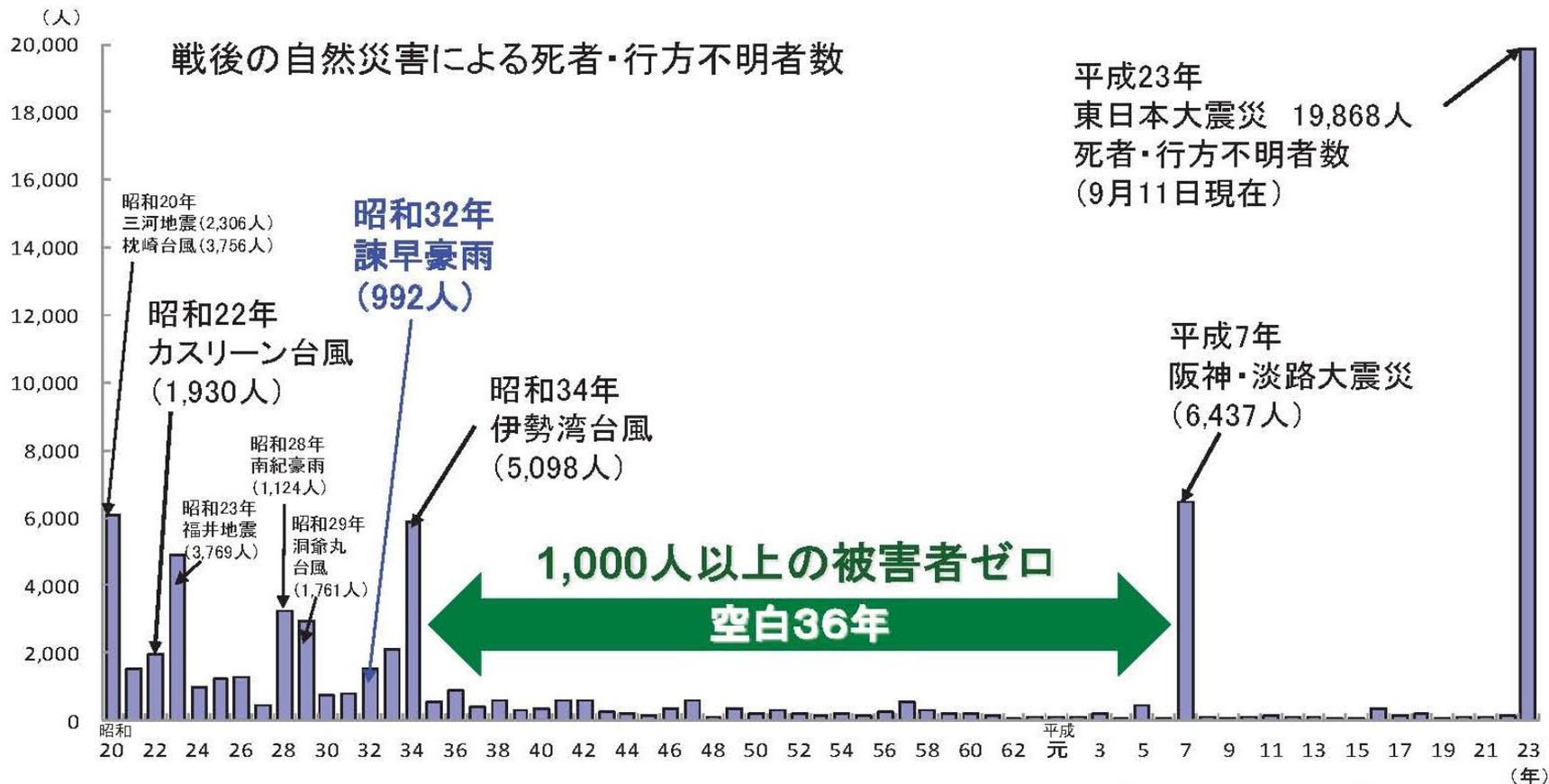
災害外力と防災力・被害の関係



叩かれっぱなしだけど、何がどうなるか見えた

叩かれっぱなし. 更に災害の様相が見えない! (想定外のことが起こる)

戦後の日本の発展⇔自然災害の空白期



平成23年
東日本大震災 19,868人
死者・行方不明者数
(9月11日現在)

資料: 昭和20年は主な災害による死者・行方不明者(理科年表による)。昭和21年~27年は日本気象災害年報、昭和28年~37年は警察庁資料、昭和38年以降は消防庁資料による。

注: 平成7年の死者のうち、阪神・淡路大震災の死者については、いわゆる関連死919名を含む(兵庫県資料)。

平成22年の死者・行方不明者は速報値。平成23年の死者・行方不明者については、東北地方太平洋沖地震のみ(緊急災害対策本部資料)

出典: 大石久和先生資料「平成23年版 防災白書」を元に作成



広島市の土砂災害(2014. 8. 20)

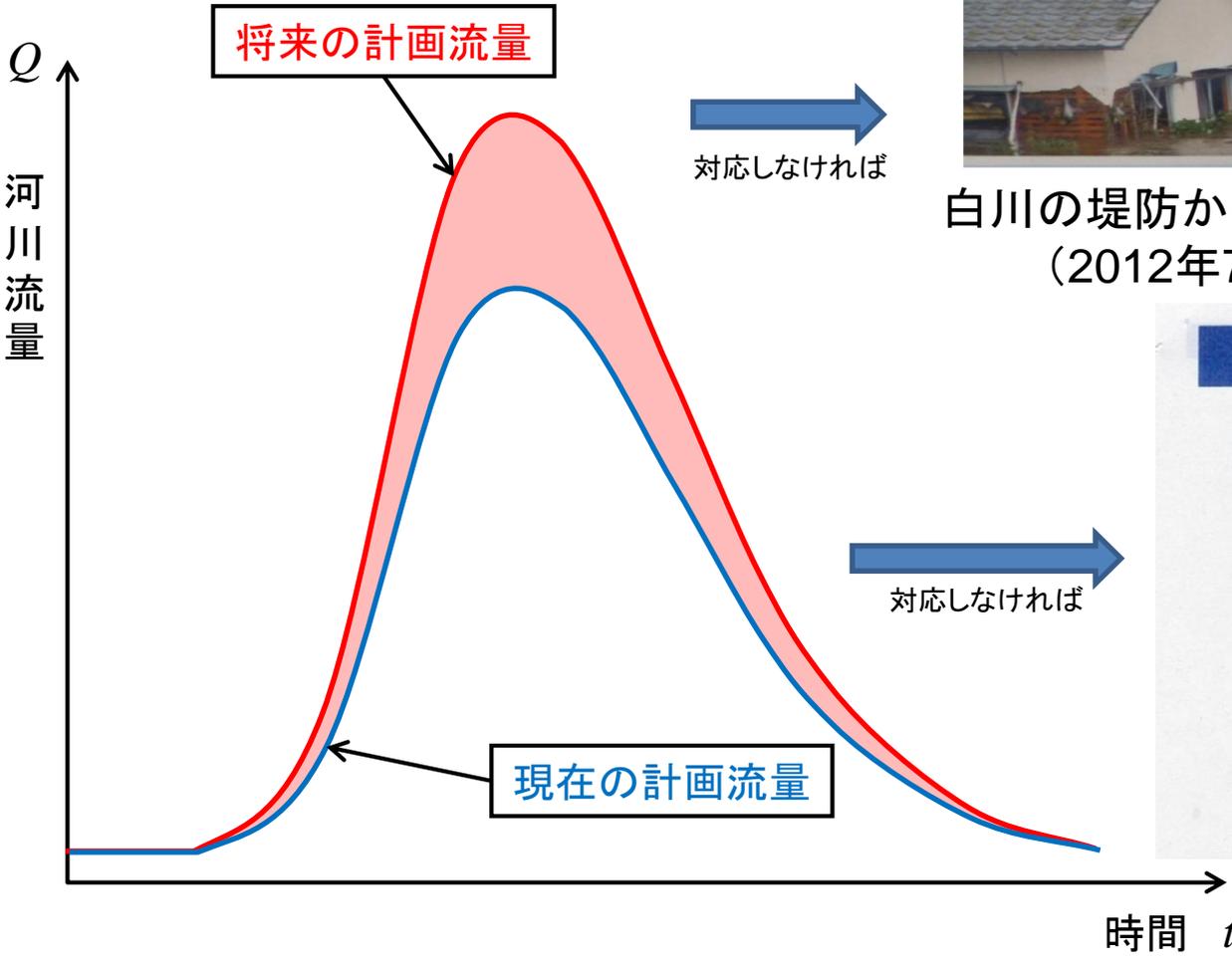
鬼怒川堤防決壊(関東・東北豪雨 2015.9.11)

この土砂災害や洪水災害が起こるか起こらないかで
地域にとっては **All or Nothing** となる

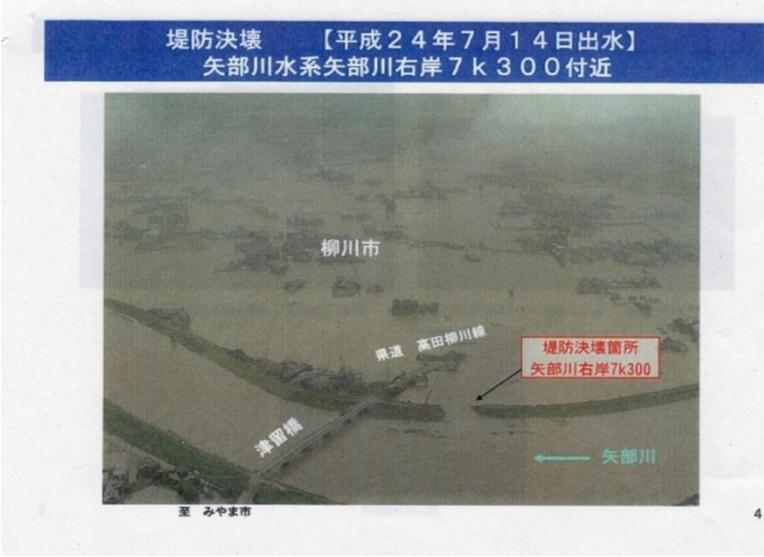
それぞれのサイトに固有の**閾値(限界値)**があつて、災害外力がそれ以下だと持ちこたえて被害は軽微であるが、それを超えるとカタストロフィックに大災害となる

気候変動による災害外力の増大は、容易にこの一線を越えさせることになる

将来の洪水増加分への対応



白川の堤防から溢れ住宅地に流れ込む洪水
(2012年7月 九州北部豪雨災害)



矢部川の堤防決壊
(2012年7月 九州北部豪雨災害)

現在および将来のハイドログラフ



矢部川決壊箇所(越水なしに破堤)
2012年7月14日15:30頃



矢部川での堤内地における噴砂

**堤防で確認された孔
矢部川決壊地点上流**



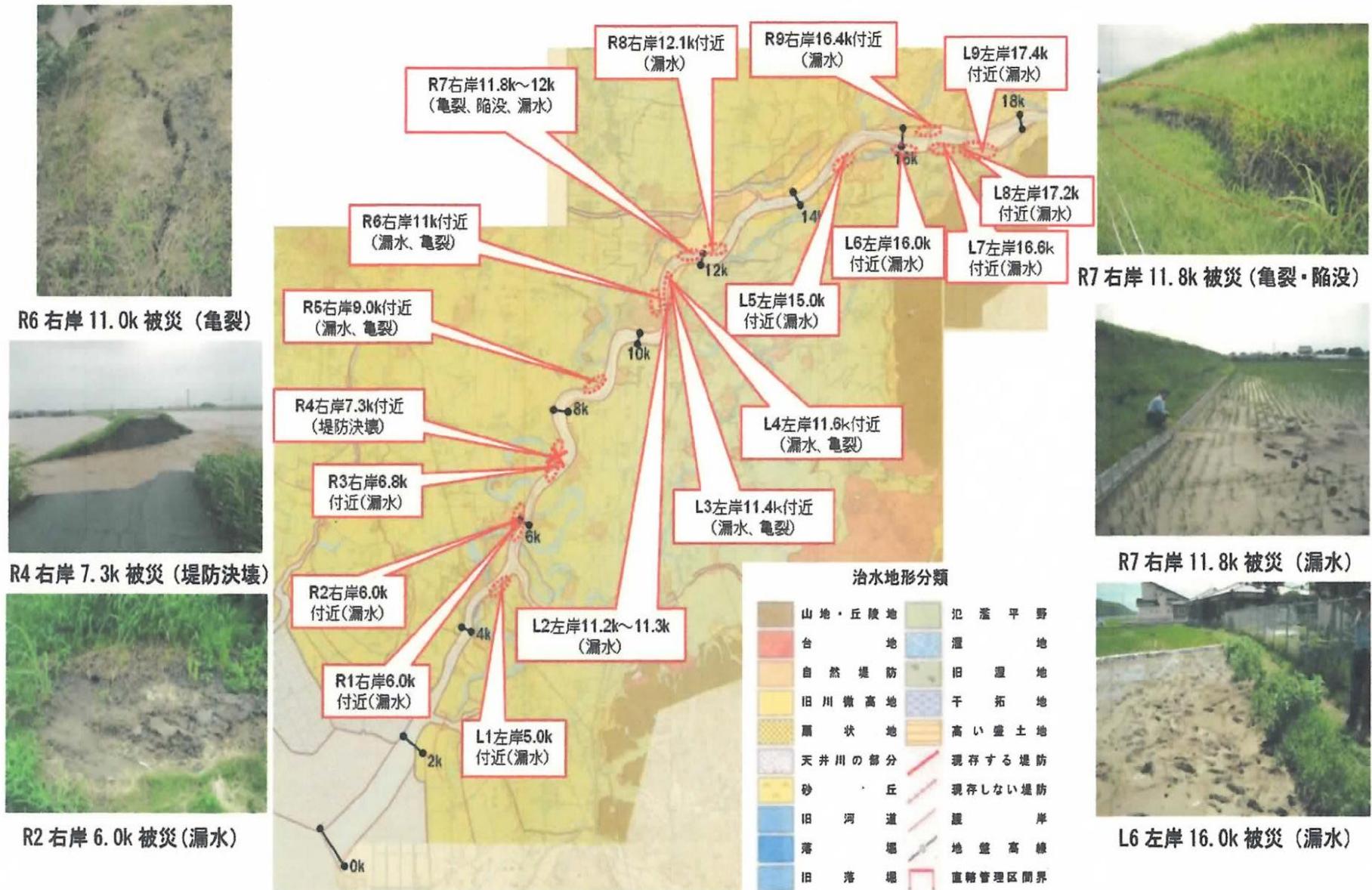


図 2.3.2 被災箇所位置図

*治水地形分類図は、国が管理する河川の流域のうち平野部を対象として明治期、大正期の旧版地形図（迅速図）や航空写真を基に扇状地、自然堤防、旧河道、後背低地などの詳細な地形分類及び河川工作物等を表示したもので、ボーリング調査などの地質調査結果を反映したものではない。

出典：国土交通省資料

堤防の脆弱性

■ 漏水対策状況

このスライドは茨城
大学・村上先生作成

鬼怒川:21箇所, 東仁連川:2箇所, 向井堀川:1箇所



(地理院タイル (標準地図)を加工して作成)



鬼怒川も同じ状況

近年の水害で破堤・噴砂・孔など

堤防の脆弱性が明らかになってきた

従って早急な堤防強化が必要

しかしながら堤防強化は、総延長距離、コスト、時間、環境面等から困難



このままでは、これ以上堤防には頼れない

内水対策上の問題

降雨量や降雨強度の増加は**外水水位・内水水位両方の水位の上昇**をもたらす。

内水対策の主流は**ポンプ排水**であるが、

**河川水位(外水水位)が高いと
ポンプ排水の継続が困難となる**

それでもポンプ排水を無理やり
継続すると



破堤して外水氾濫の原因となる



大水害の発生

内水氾濫・外水氾濫を共に防
ぐためには**河川水位(外水水
位)の上昇は許されない**



(堤内側に降った雨による)内水氾濫



(河川堤防の破堤による)外水氾濫



更に、橋梁部に流木が集積すること
によって引き起こされる洪水氾濫

(九州北部豪雨災害 平成24年、山国川流域)

洪水時の河川水位の上昇



橋桁や橋脚への流木を集積



洪水氾濫

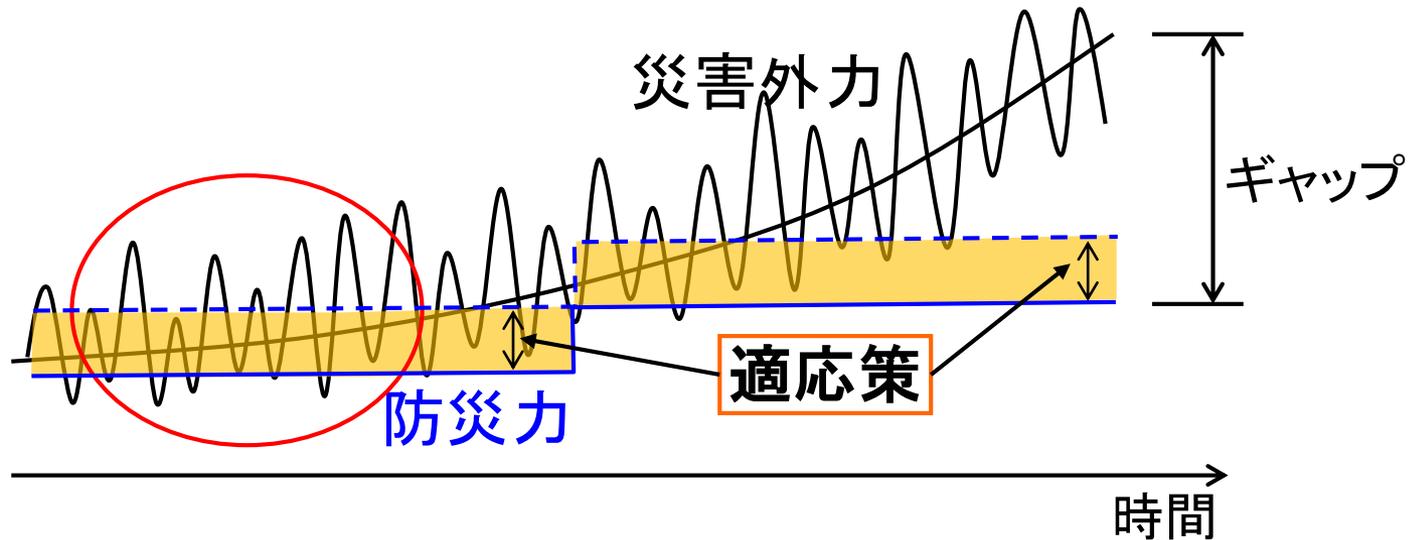
従って、流木に起因する洪水氾濫災害を避ける
ためにも、河川水位の上昇は許されない



**ハードインフラによる洪水
災害の防護は極めて困難**



災害外力増大下での順応的適応策の重要性



順応的適応策 (Adaptive adaptation)

温暖化の進行



災害外力の上昇幅の評価

このプロセスが重要



必要な適応策の決定とその適応策の実施



良い形のサイクルを作る

増大する災害外力の下で災害の様相が変わってきた。従って**柔軟でダイナミックな対応**が要求されるようになってきた。

災害外力の上昇下では、単なる**適応策**ではなく、『**順応的適応策**』が求められている



熊本白川(2012 九州北部豪雨災害)

。

順応的適応策の為の技術としては、

- (1) 周辺の自然環境と調和できる。
- (2) 順応的適応策のため**柔軟で調整可能な技術**。
- (3) 必要であれば後戻りすら可能な技術
- (4) 非常に効率的で経済的な技術。
- (5) 積み重ねが可能な技術、 **が求められている。**

洪水災害適応策として



従来型ダムの新設・嵩上げ



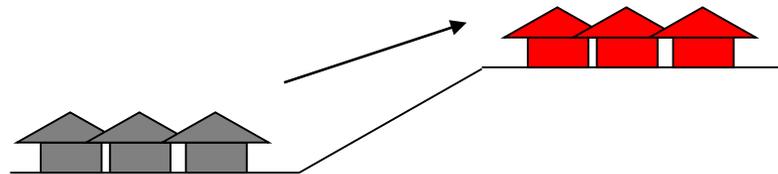
堤防の強化・嵩上げ



遊水地の新設



自主防災組織等(自助・共助)の強化



高地への集団移転

その他、河床掘削・引き堤・ショートカット・分水路などが考えられる

災害外力増大下の治水対策

堤防の強化や嵩上げ等は線対応(膨大な総延長距離)となることから極めて難しい。一方、引き堤や河床掘削などの対策、遊水池等もコスト、環境面、時間的制約等から容易ではない。

一方、**点**で洪水制御を行える**ダムは効率的で現実的かつ有利な対策**と言える。

但し、ダムは嫌われもの、環境的にも問題、自然へのインパクト



これらの問題を解決する必要



自然と調和できる**流水型ダム(穴あきダム)**の適用、特に**オーストリア方式のアースフィルダム**の導入



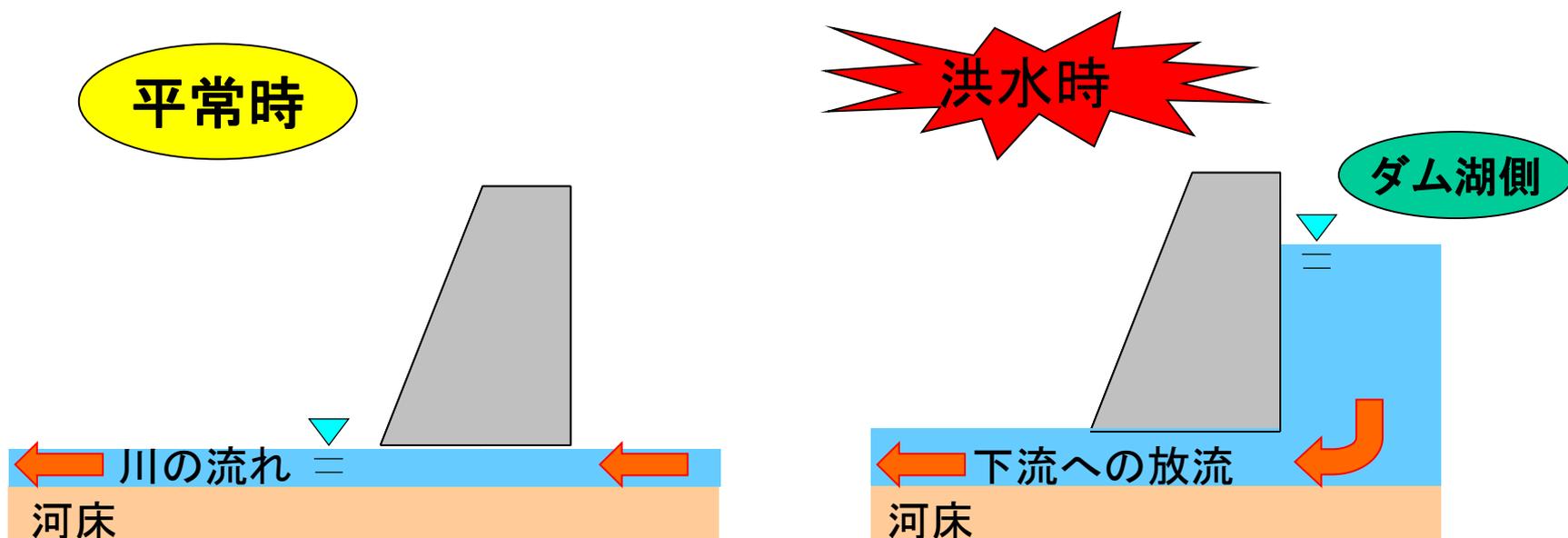
更なる技術開発による機能の拡大

小規模流水型ダム群のネットワーク化

小規模ダム群、カスケード方式、貯留方式、天然ダム崩壊対策

流水型ダムの特徴[流水型(穴あき)ダムとは・・・]

ダムの堤体下部に常用洪水吐きに相当する穴が開いていて、通常は水を溜めない洪水調節に目的を特化したダムのこと。



- ・洪水時にある程度まで流入量が増加したときに貯水が始まる。
- ・流入量の減少とともにダム湖の水位は低下し、通常の状態に戻る。
- ・ダムでの貯水はあくまで一時的。

穴あきダムの特長

- a) 河床とほぼ同じ高さに設置された穴を通して水は常時流れるため、通常は水は貯まらない。従って土砂や魚類も通過する。通常はダムがないのと同じ状態なので**環境への負荷が少ない**。
- b) 安全のための治水専用ダムなので**住民の合意が得られ易い**。
- c) 洪水自然調節方式のダムの場合管理の必要がなく、**人為的なダム操作が入らない**。人為的ダム操作が「ダムが洪水の原因」という誤解を下流住民に与える原因となっており、この誤解を回避できる。(例えば、球磨川水系市房ダム，川内川水系鶴田ダム・・・)

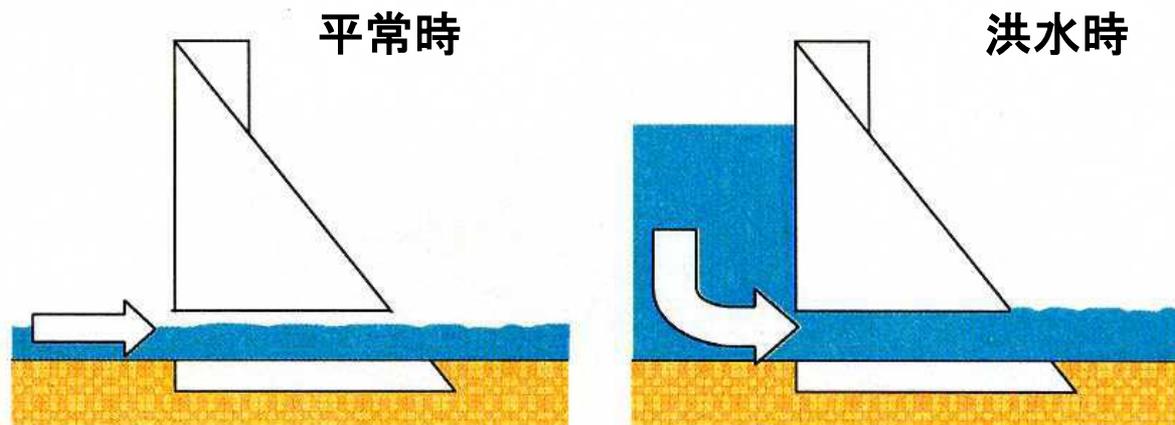
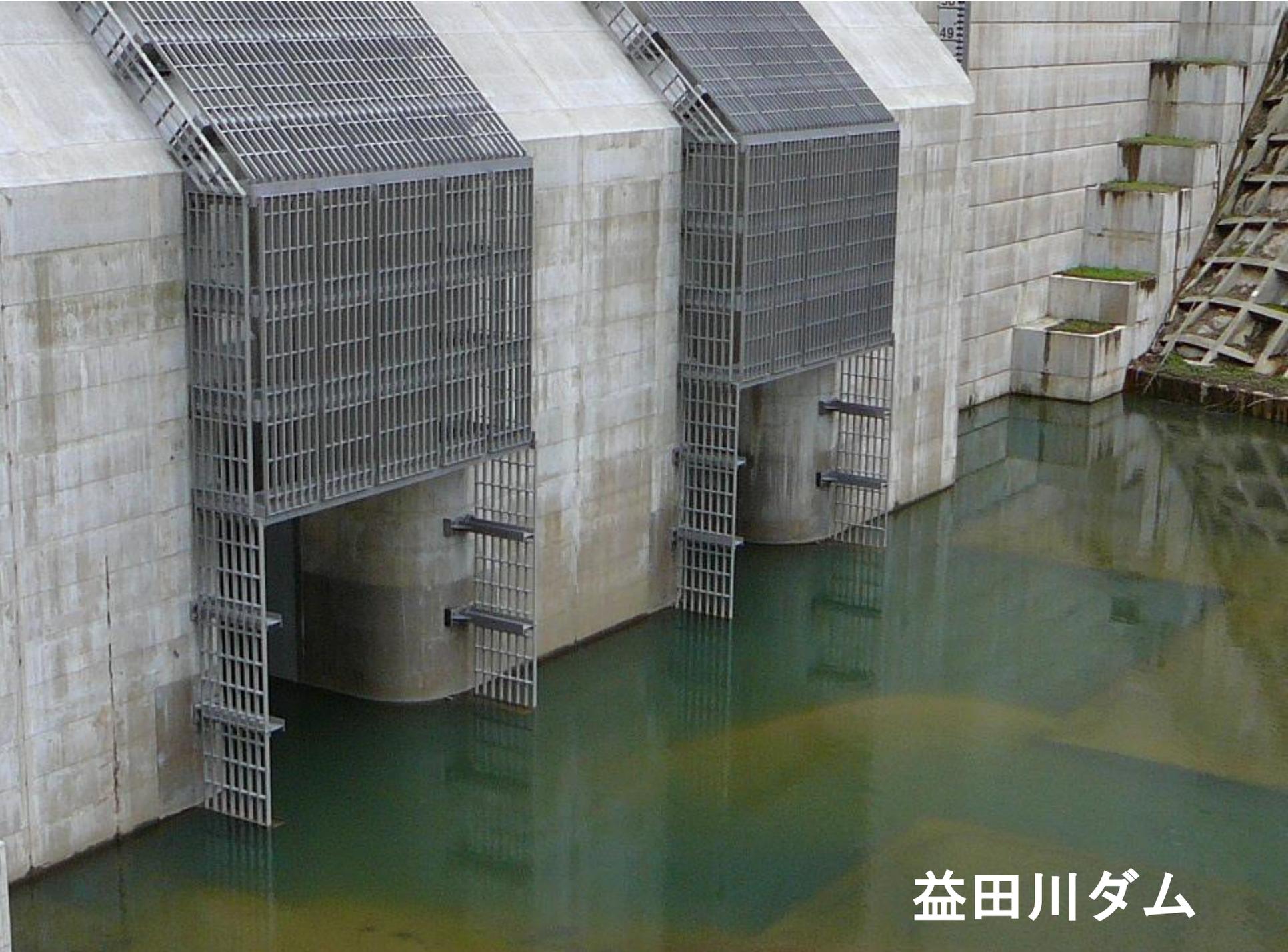


Fig. 治水専用穴あきダムの概略図

益田川ダム (下流側)





益田川ダム



益田川ダム上流側（ダム湖側）の河川へのアクセス道路

過去に例を見ないような豪雨に見舞われると



写真 厚別川流域の崩壊地状況

(平成15年8月13日, 北海道開発局防災ヘリコプター
「ほっかい」による撮影, 厚別川支川元神部川付近)

大崩落(深層崩壊)後の河道閉塞と決壊、河道再形成



宮崎大学
杉尾名誉
教授提供

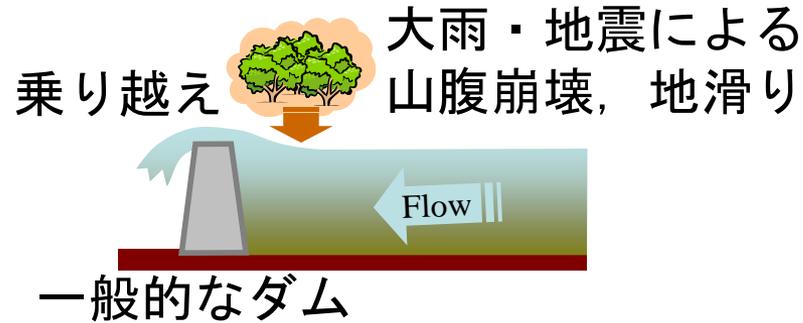
宮崎県

流水型ダムによる段波対策技術

現状: Case1



現状: Case2



下流市街部



大災害!

段波

下流側へ段波の襲来

流水型ダムの
クッション効果

流水型ダム

段波

被害を格段
に軽減!

流水型ダム

Flow

流水型ダムは通常時は水を貯めないなので環境に優しい



オーストリアの小規模穴あきダム

ダム貯水池側から見たダム堤体
(自然の丘に似てる)

自然の中に溶け込み、自然と共生している

特に穴あきダムは普段水がないので、堤体がむき出しとなる。アースフィル等による緑の修景が望ましい。



直列配置された流水型ダム群の治水能力の強化

大規模ダム・巨大ダム → 小規模ダム群による治水

上流の山間部でのダム越流をある程度許容できる箇所に、複数のダムが直列配置された場合に、

‘ダムが満杯になって溢れることを許容する’

…新しい治水の概念

従来の考え方

個々のダムで計画高水流量を定め、それぞれのダムが溢れないように洪水処理を行う。 → **従来型**

本研究で検討される新しい考え方

上流のダムが満杯になって溢れることを許容し、最下流のダムのみが溢れないように洪水処理を行う。 → **越流型(カスケード方式)**

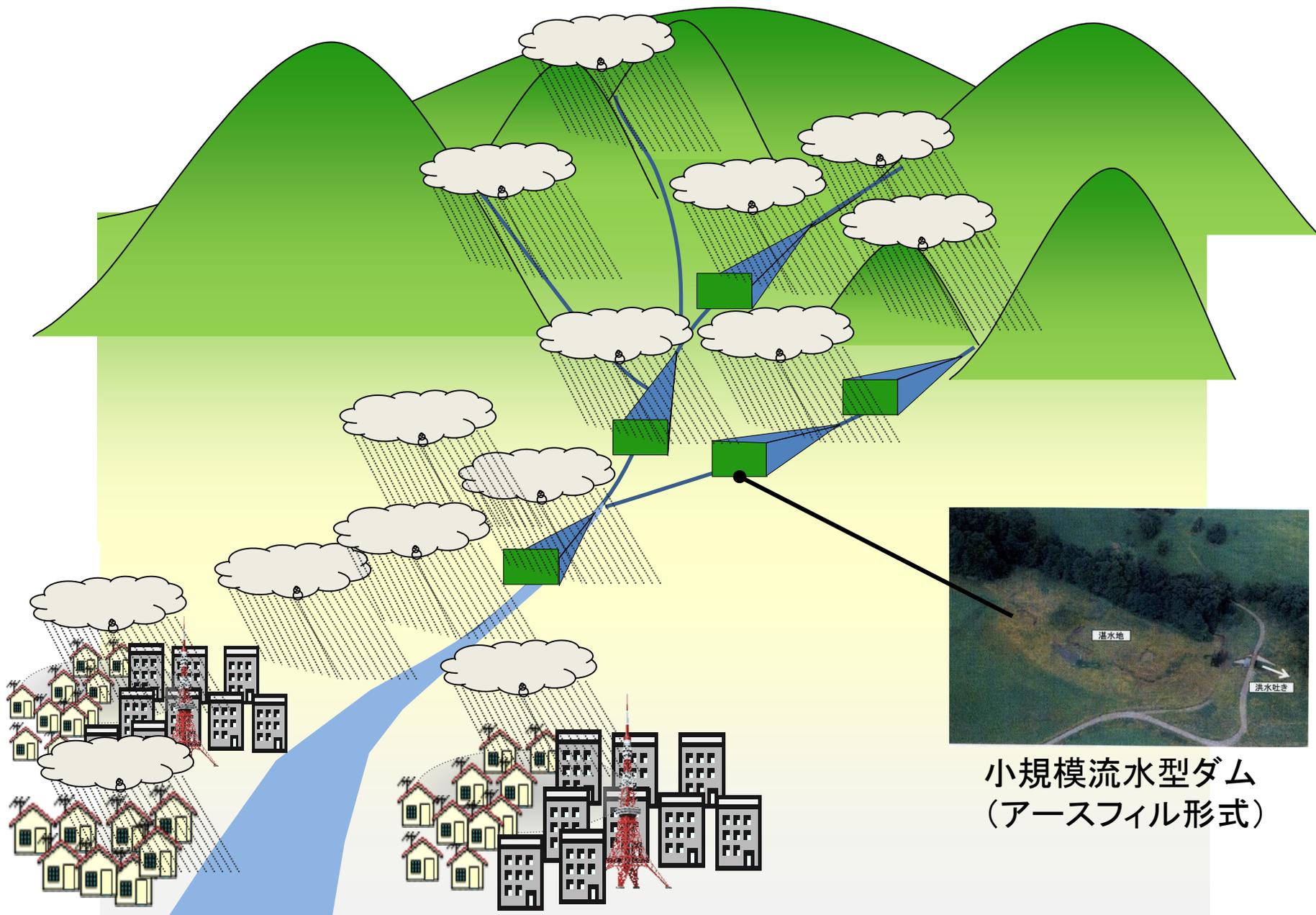
将来に備えて

もし将来コントロールが必要な洪水量(河道が受け持てる流量以上の流量の総和)が気候変動により1.1~1.2倍(環境省予測)に増えたら、**線型の性質**を利用して現在の治水システムの上流側に増加分の0.1~0.2倍分だけを受け持てる容量を持つ**穴あきダム**を構築して**カスケード方式で流す**ようにすれば良い。



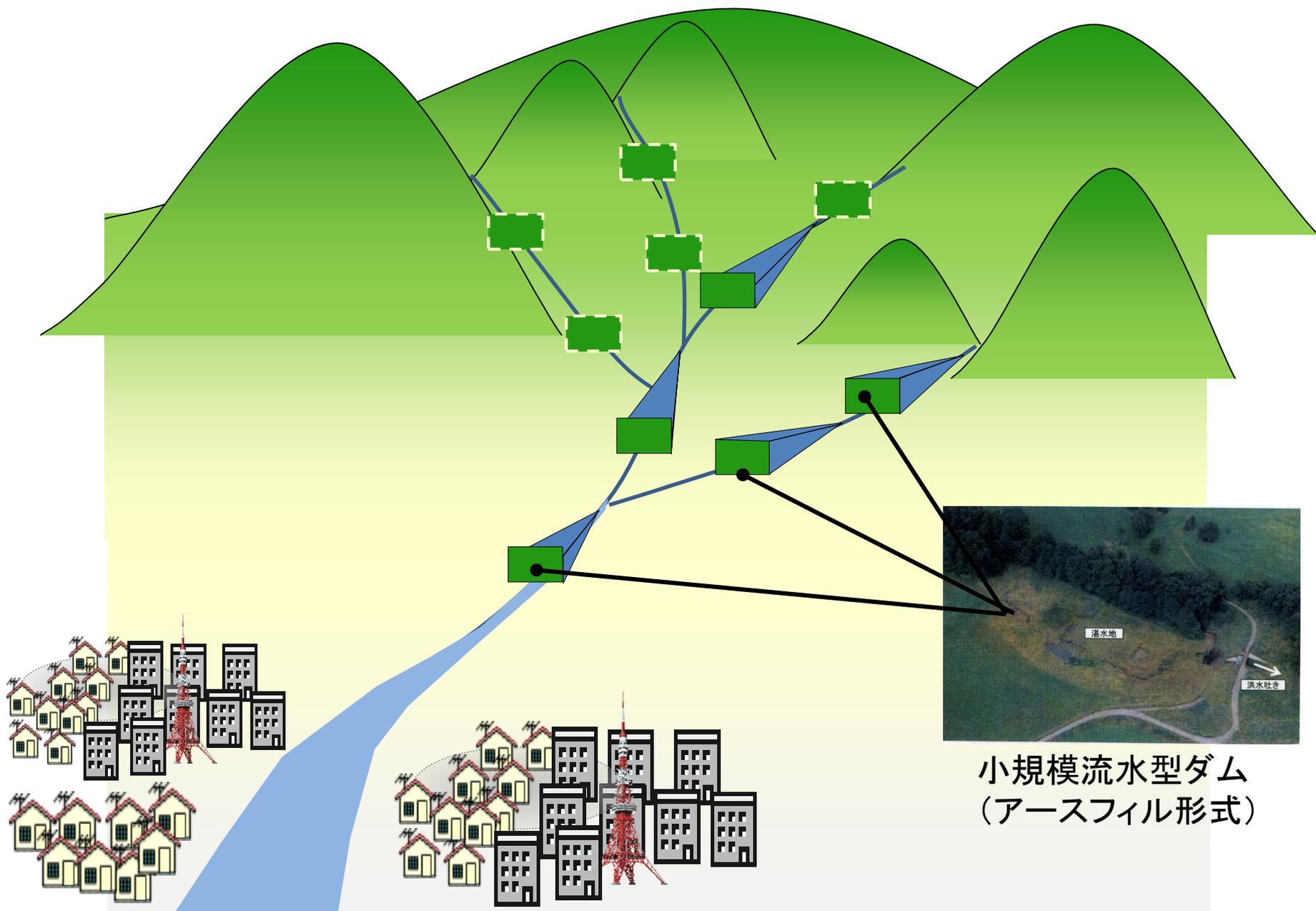
災害外力の増加に対応して、順応的に適応すれば良い

小規模ダム群による順応的治水



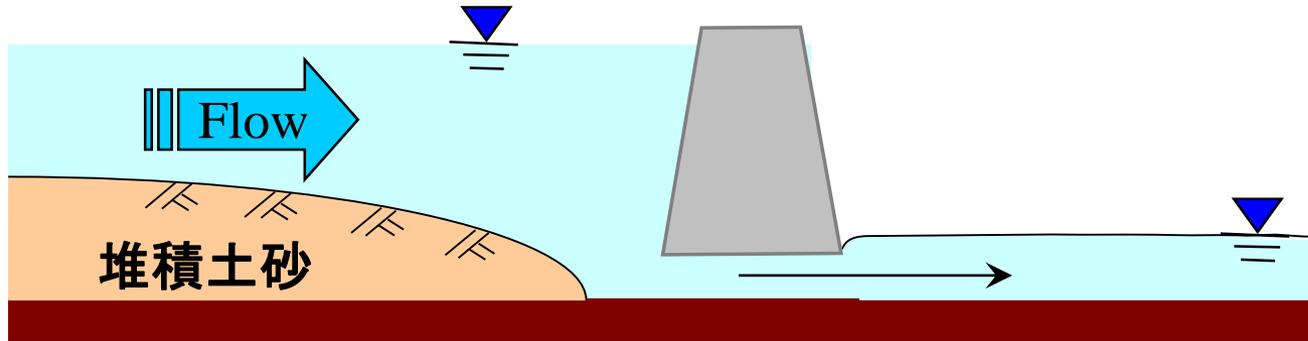
小規模流水型ダム
(アースフィル形式)

小規模ダム群による順応的治水

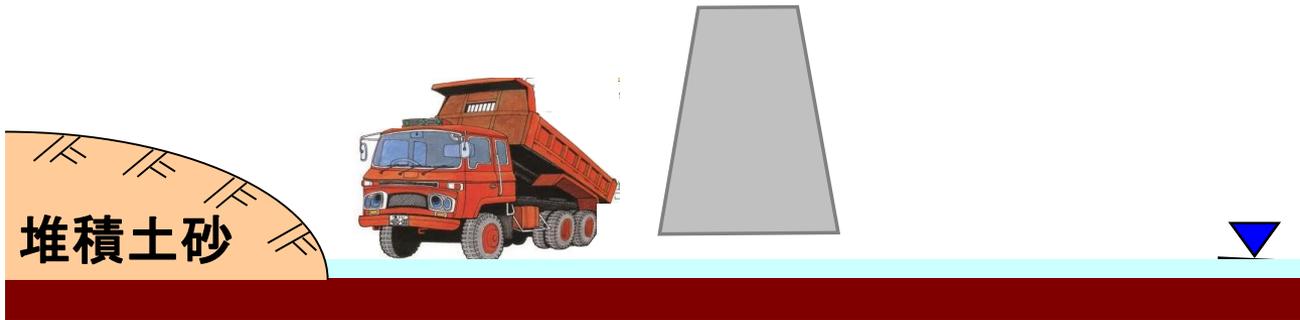


小規模流水型ダム
(アースフィル形式)

深層崩壊により大量に河道に供給される土砂の処理



洪水時



洪水後

洪水後ダム上流に堆積した土砂の採取

土砂捕捉施設としての流水型ダムを活用

(ダム堤体の中程にコンジットゲートを持つ流水型ダム) 洪水吐きからの越流

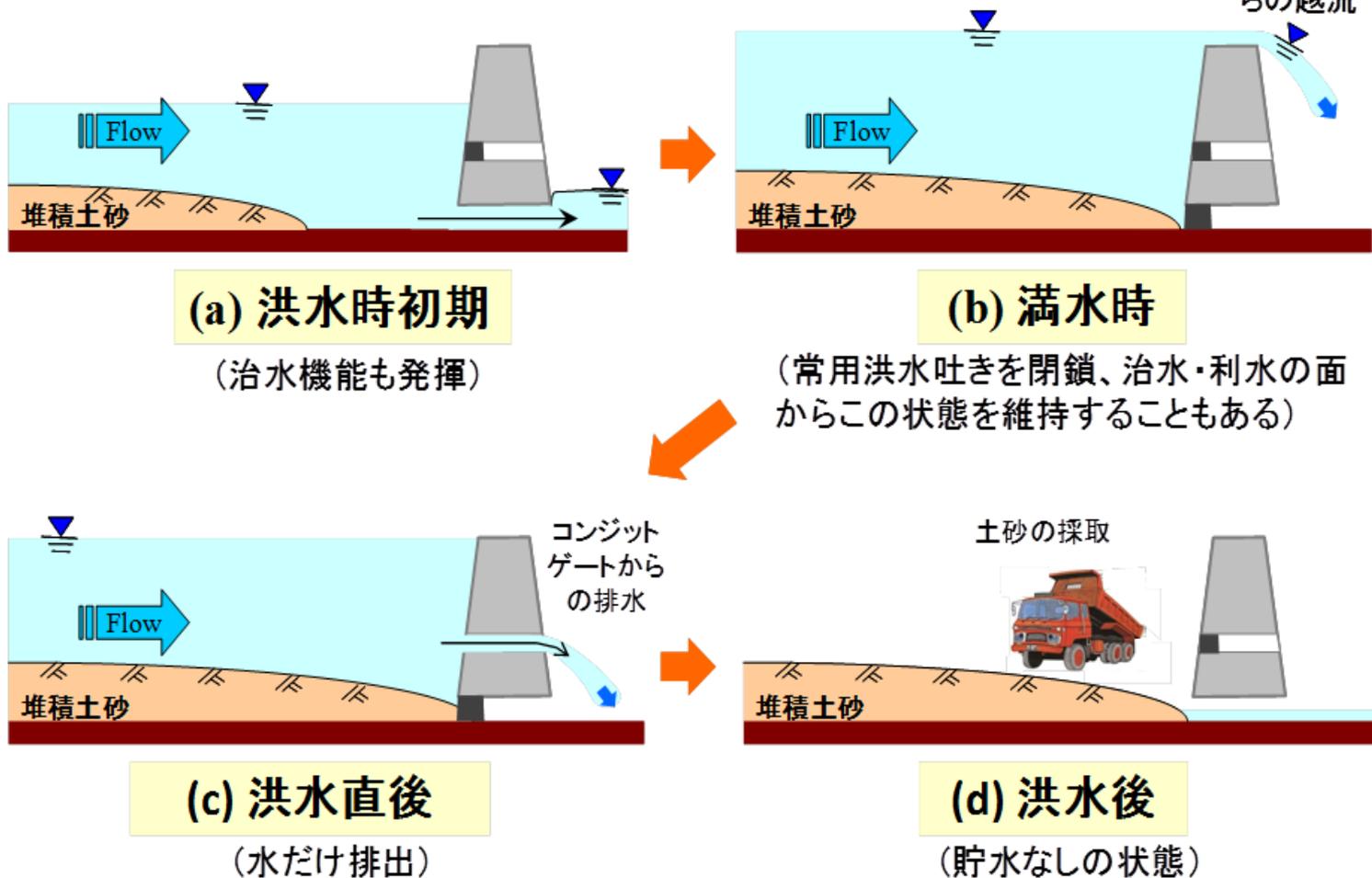
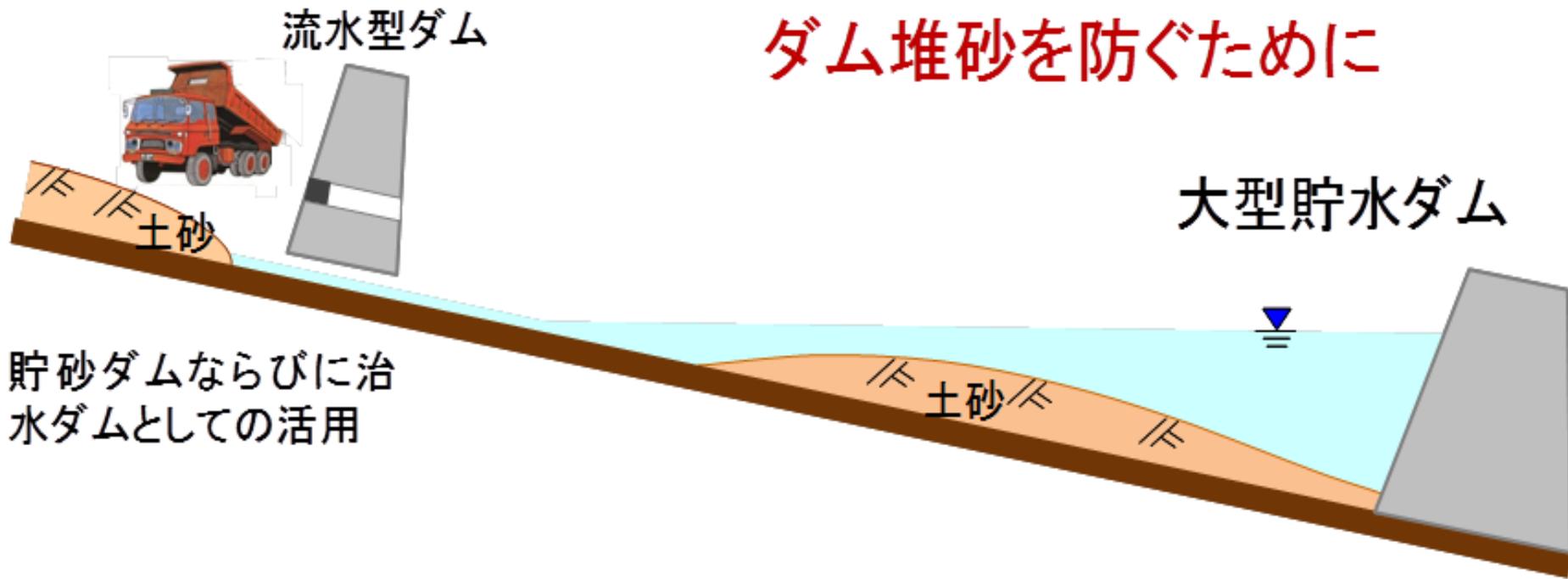


図-13 土砂捕捉施設としての流水型ダムの活用

大型貯水型ダムの堆砂防止のための流水型ダムの活用



ダム堆砂を防ぐために

大型貯水ダム

貯砂ダムならびに治水ダムとしての活用

縦列配置の治水ダムとしても機能

まとめ

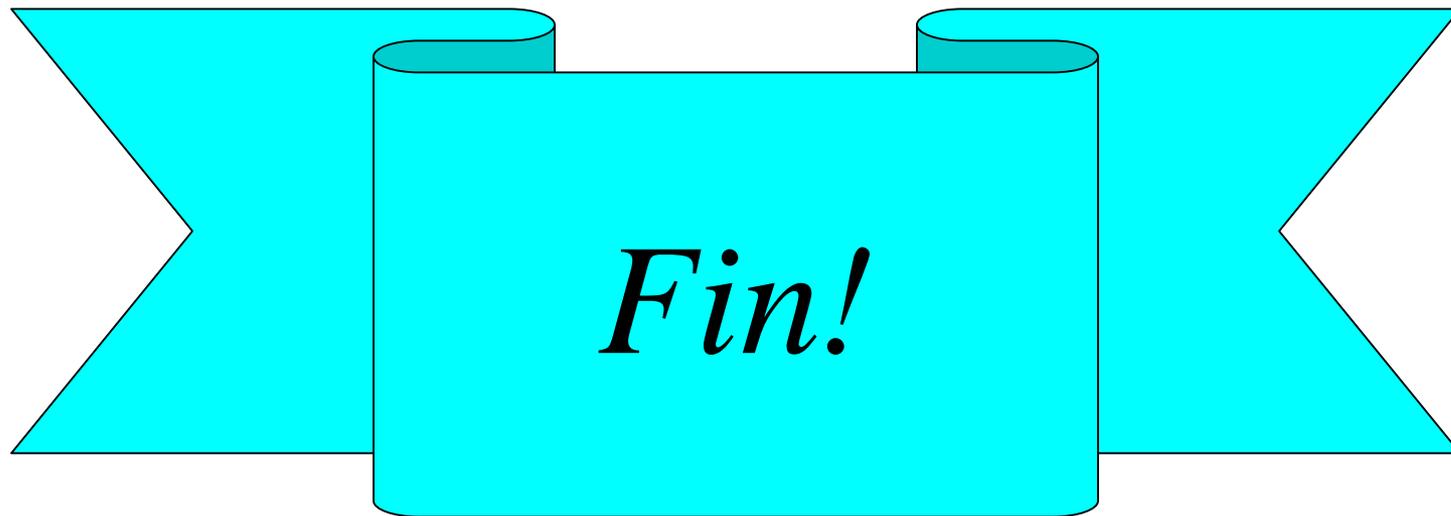
- (1) 地球温暖化の影響によると思われる災害外力の増大が明らかとなり、水・土砂災害の激甚化が進んでいる。これに対する早急な対策が喫緊の課題となっている。
- (2) 近年の洪水氾濫災害から河川堤防の脆弱性が明らかとなってきているが、早急な堤防の強化が極めて困難なことから、今後河川堤防へのこれ以上の負担はかけられない。
- (3) 内水氾濫の危険性も今後ますます増大してくるが、ポンプ排水を内水対策とすると河川水位の上昇は許されない。
- (4) 河川水位の上昇を有効に抑えるのは、ダムが最も有効であるが、自然環境との調和、インパクトの軽減等を考慮すると**流水型ダム(穴あきダム)**が最も適している。
- (5) **オーストリア方式の小規模アースフィル型流水型ダム群**で、かつ新しく開発されたカスケード方式等を用いることで環境に優しくかつ効率的な洪水制御が可能となる。
- (6) **既存の貯水型ダムを穴あきダムと連動させて操作することも可能で、柔軟で調整可能な洪水制御技術**となっている。
- (7) 近い将来降雨予測の一層の精度向上が期待されるが、ダムの能力を120%発揮させるためにも、新しいダムには**堤体の低い位置に排水ゲートを設置しておく等の将来を見据えた配慮**が求められる。

"Tomorrow I will live, the fool dose say: today
itself's too late; the wise lived yesterday."

American sociologist Charles Horton Cooley

“明日は何とかなると思うのは愚か者。今日でさえもう
遅すぎるのに。賢者は昨日のうちに済ませている。”

米国の社会学者 チャールズ・クーリー



ご清聴、ありがとうございました