

水害発生メカニズムと 治水対策の問題点

谷 誠

(元京都大学農学研究科)

はなしの流れ

問題の所在

水害発生の原因は地球活動にあり、根絶はできない

水害発生メカニズム

森林土壌層の鉛直浸透が大雨時のピーク流量を決める

国の治水対策の問題点

ダムを前提の計画は根拠が乏しく、対立緩和のために見直しが必要

対策の改善方向

既存インフラの維持回復を優先し、利害調整の場の常設が必要

問題の所在

水害とは何か

水害発生の原因・生物との関係

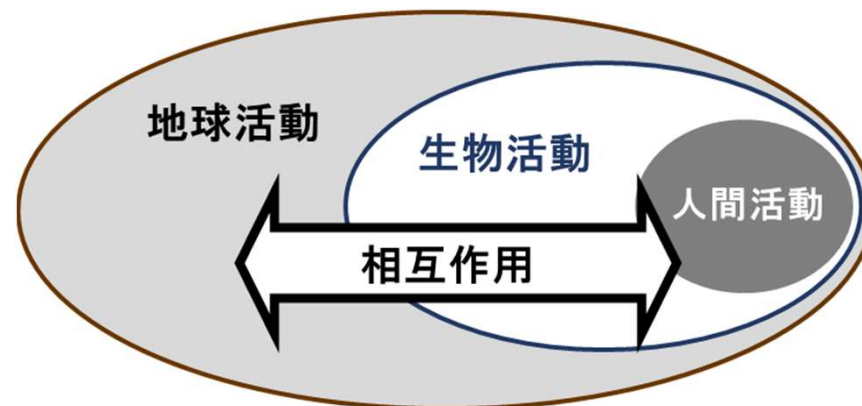
根本原因

地球の水循環の一過程である降雨変動が大きい方向に振れることで起こる
つまり、**地球活動**(大気・水循環と地殻変動による陸地地形形成)が根本原因
従来の水害対策は、この根本原因にインフラで立ち向かった
しかし、**流域治水**によるステークホルダー協力要請は、
「国の公共事業で水害が防げる」という「安全性向上の哲学」の**矛盾が露呈**

生物との相互作用

地球には人間を含む生物が存在するので、その**相互作用**が水循環に影響
この点は、従来、災害対策において軽視・無視されてきた

本発表では、地殻変動帯での山地斜面での**土壌層が相互作用の産物**として
維持されていることを説明する とくに、土壌層の大雨時の流出への影響を紹介



相互作用の限界点超えと水害発生

水害の必然性と目標達成の矛盾

人間の定住以後、陸地表面がモザイク状(住居・農地・森林・川など)に開発
その固定を維持しなければならないので、水害発生は必然
インフラの工学的な**目標達成は水害根絶不可能の現実と矛盾**

人間の相互作用への割り込み

人新世では、地球・生物の**相互作用の維持が限界点超えの破綻**に近づいている
水害対策も、**限界点を超えない**ようにしなければならない

**根絶不可能な水害の目標達成
という矛盾から脱するには
自然の理解による
限界点超えの回避が必要**

**現行の治水事業は
そうなっていない**



水害発生メカニズム

自然を理解する

はなしの流れ

問題の所在

水害発生の本原因は地球活動にあり、根絶はできない

水害発生メカニズム

森林土壌層の鉛直浸透が大時時のピーク流量を決める

国の治水対策の問題点

ダムを前提の計画は根拠が乏しく、対立緩和のために見直しが必要

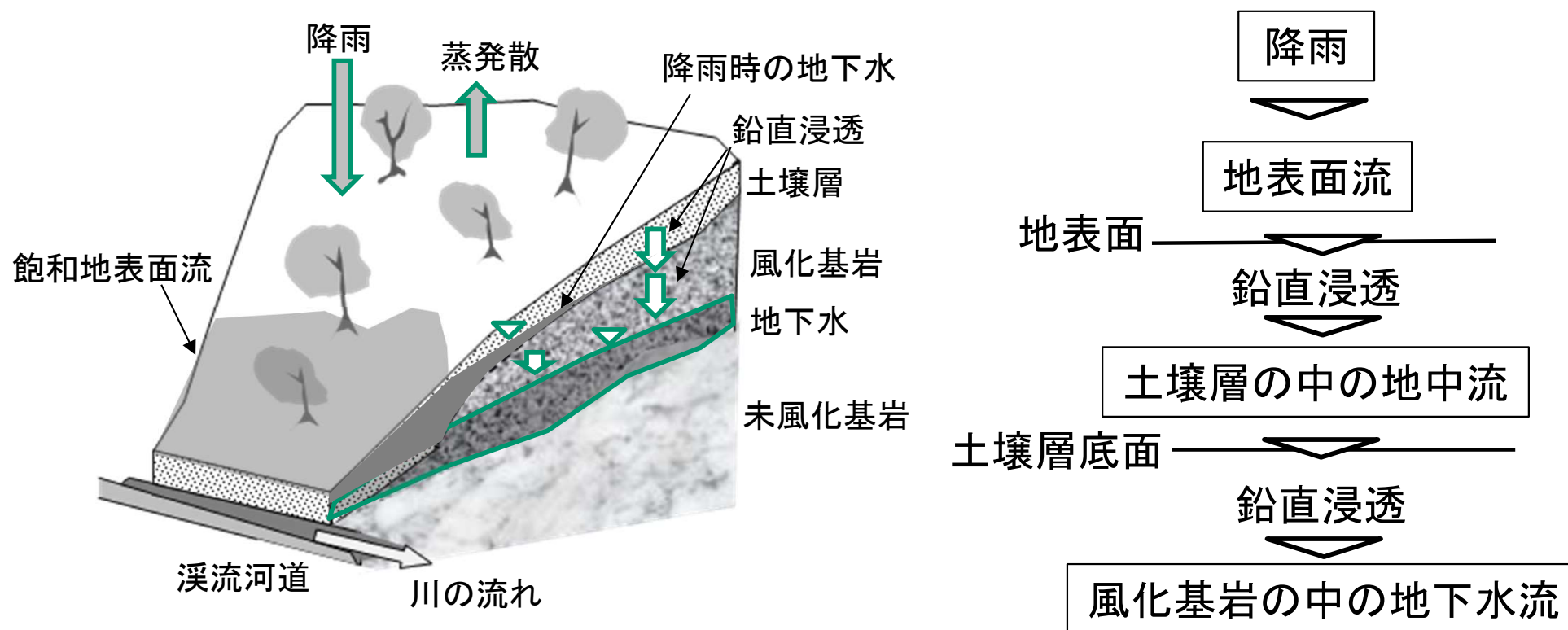
対策の改善方向

既存インフラの維持回復を優先し、利害調整の場の常設が必要

斜面の流出メカニズム

大陸河川と違い日本などの変動帯では、**山地斜面での流出メカニズム**が重要

斜面は岩盤が風化して最終的に土壌となるため
透水性が深さとともに小さくなる結果
降雨時、1、2日で増減する**洪水流**、無降雨期間に流れる**基底流**に分かれる



**大雨になると土壌層が飽和して洪水流になるような気がする（大学でそう習う）
だが意外にも、土壌層は飽和しない！**

降雨から洪水流量の計算

連続雨量200mm程度以上の大雨を考えると、土壌層はほぼ完全に湿潤になる
だが、**排水構造**があると、孔の開いた植木鉢のように、地下水面は上がらない

鉛直浸透により、降雨の時間変動は**速やかに、かつならされながら**伝わってゆく
(排水構造がないと水面が上昇して土壌層が飽和し、あふれて地表面流が発生)

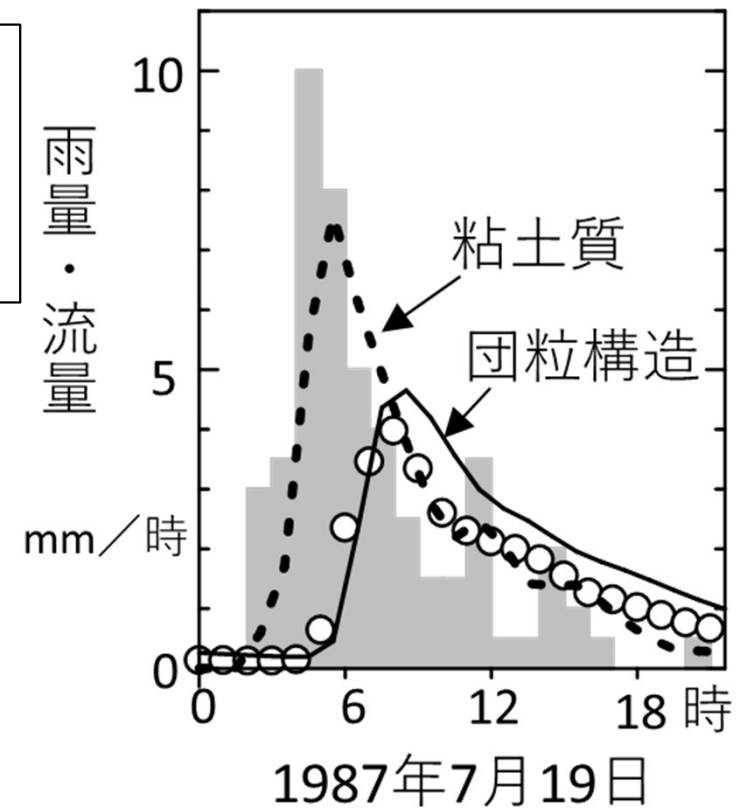
実例を右に示す

竜ノ口山試験地南谷での斜面からの**流量観測値**(○)
鉛直浸透の計算値の比較
(土壌物理学の基礎理論リチャーズ式による)

土壌の性質によって流量の時間変化とピークは異なる
サイズの大きなすきまに富む**団粒構造**は
細かいすきましかない**粘土質**よりもピークが低い

**大雨でのピーク流量を低くする効果は
排水構造によって水面が上がらないので
土壌層の鉛直浸透によってもたらされる**

大雨で土壌層が飽和するのではない
地表面流が洪水流を生み出すのではない



谷、水文・水資源学会誌36(1)、
2023を一部改変

なぜ排水構造があるのか？

滋賀県の花崗岩山地溪流(大戸川左支)
1982年発生 of ゼロ次谷山くずれ跡を調査

崩壊直後: 全体が裸地
国土交通省砂防部 水流の後がみえる

25年後: 島状に草本が侵入、裸地が残る
樹木はまばら

38年後、草本でおおわれる
樹木はまばら



若かりしメンバーは後に、国交省砂防部課長や砂防、
地すべり、水文・水資源、各学会会長を務めた

鈴木雅一 東大名誉教授撮影

1982年



2007年



琵琶湖環境科学センター 鶴田健二氏撮影 2020年

土壌層復活と安定への樹木根と排水構造の重要性

山くずれ時にできたパイプ状
吹き出し口は38年後も残る

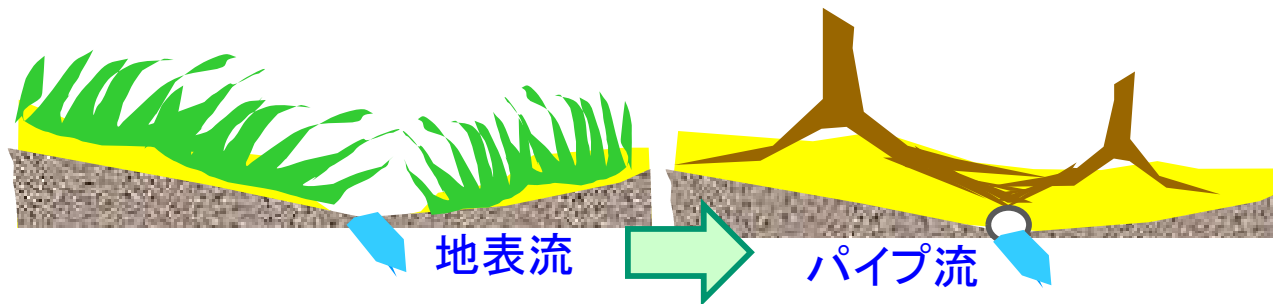


吹き出し口より下側には基岩
水流の侵食のため土壌ができない



草の根では侵食抵抗できず
水流のない部分にしか
土壌層が復活できない

今後、樹木の成長により、根が長く伸び、絡み合うことで、水流の侵食に打ち克って土壌層が復活するが、同じ場所に水流は残り、パイプが形成されるだろう

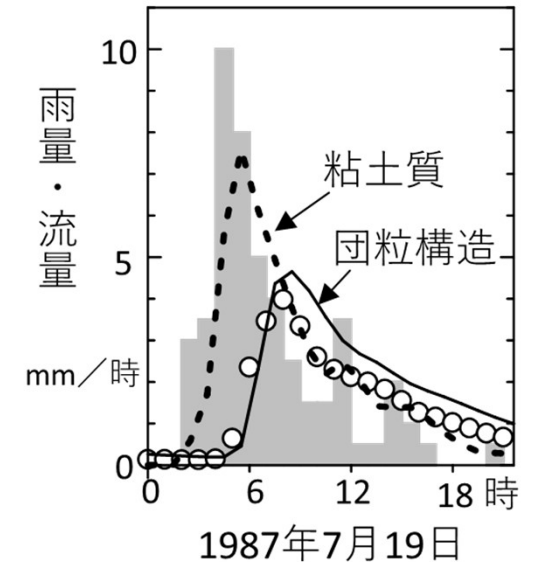
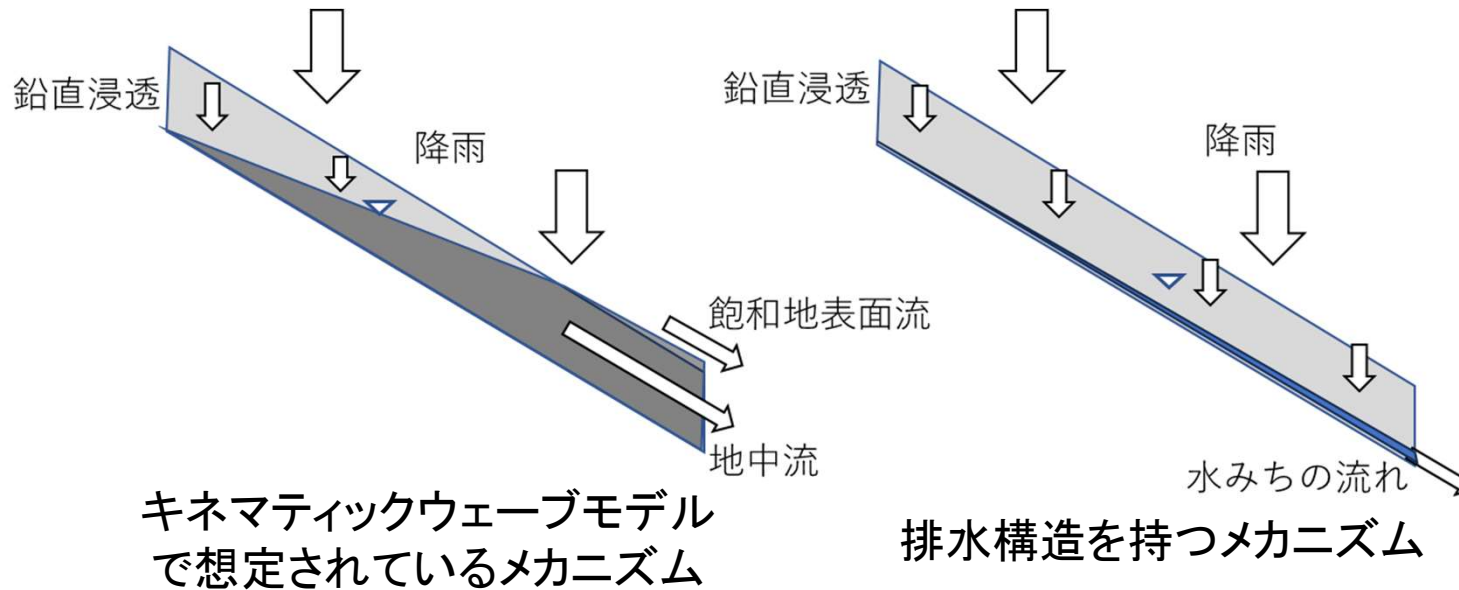


**樹木成長と土壌層の復活はもちつもたれつの関係があり、
同時にパイプのような排水構造が形成され、
土壌層は数百年以上安定を保つ**

流出モデルへの流出メカニズムの反映

土壌層の山くずれ後の復活と長期安定には、**樹木の根と排水構造**が不可欠

そのため、大雨のとき、左図のように水面が上がって土壌層が飽和して地表面流が発生するのではなく、右図のように、**鉛直浸透が継続する**



結果的に、土壌層での鉛直浸透にかかわる、**土壌の性質と土壌層の厚さ**が洪水流量の時間変化をなだらかにし、**ピーク流量を低くする効果**を生み出す

降雨から洪水流量を計算する流出モデル（貯留関数法やタンクモデル）は、土壌層の鉛直浸透のメカニズムを近似している

詳細は、論文*や解説**（個人ホームページ参照）

* Tani et al., J. Hydrology 588, 2020、谷、水文・水資源学会誌36(1)、2023

** 谷、ランドスケープ研究86(1)、2022、谷、水文・水資源学会誌34(2)、2021

水害発生メカニズム

自然を理解する

まとめ

大雨の際の洪水流のピークは、森林土壌が粘土質土壌より、厚い土壌層がうすいものより、低くなる

降雨から流量を流出モデルで計算できる根拠は
森林・排水構造によって作り出される土壌層の鉛直浸透にある

国の治水対策の問題点
対立固定化から脱するために

はなしの流れ

問題の所在

水害発生の原因は地球活動にあり、根絶はできない

水害発生メカニズム

森林土壌層の鉛直浸透が大雨時のピーク流量を決める

国の治水対策の問題点

ダムを前提の計画は根拠が乏しく、対立緩和のために見直しが必要

対策の改善方向

既存インフラの維持回復を優先し、利害調整の場の常設が必要

現行河川整備計画のもたらす対立

二階建ての計画(1997年改正河川法)

河川整備基本方針

水系間**バランス**確保

河川整備**計画**

住民等の意見を聞き**現実的な計画**を決定

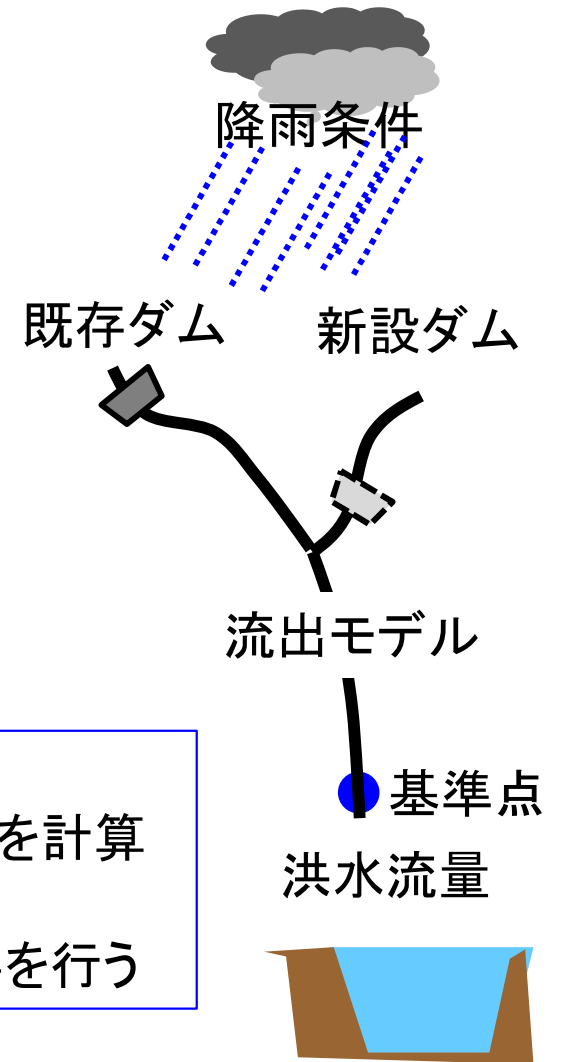
治水の最終目標と
20~30年での工事を
分けている

確率主義の原則(1958年河川砂防技術基準)

- 1 N年超確率等から設計**降雨条件**を決める
- 2 流出モデルで既存**ダム**の**貯留効果なし**の**基本高水流量**を計算
- 3 既存・新設**ダム**の**効果**を入れた**計画高水流量**を決める
計画高水流量が氾濫しないよう堤防や浚渫工事を行う

問題点

- 1 ダムは前提なので、**ダムなし**の計画は許されない
- 2 基本方針・整備計画の**目標**を達成しても**水害**は起こる



ダム用地提供者や環境論者とも水害被害者とも、必然的に対立する

対立固定化の原因(水害裁判)

医療に比較すると、**自然な信頼関係**が築かれにくい難しさがある

(山崎豊子「白い巨塔」で描かれたような重大な過失がない限り、医療裁判には至らない)

水害裁判の特徴(三好規正、山梨学院ロー・ジャーナル、2015)

水害被害者の主張

特定場所で氾濫工事計画に問題があったから

河川管理者に責任ありと主張

河川管理者の主張

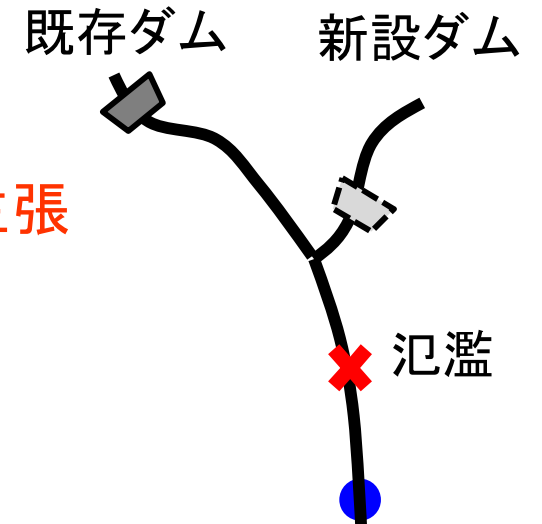
目標未達成の場合:

水系全体の工事の合理性に責任(大東基準)

達成した場合

合理的管理なので不可抗力

瑕疵はないと主張



主張がかみ合わない理由

工事合理性にかかわらず、**必ず水害が起こる事実**を

国は日ごろから説明していないため

この事実を関係者が理解していない

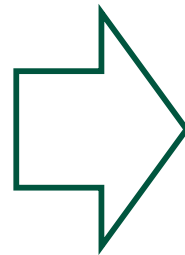
水害根絶不可能性と目標達成との矛盾が共有されていない

対立固定化の原因(ダム反対)

ダムには効果がある **あたりまえ**
加えて、ダムは河川整備計画の**前提条件**

ダムは環境にマイナス **あたりまえ**
加えて、下流利益への犠牲を上流に強いる

あたりまえどうしの対立なので
同じ土俵での議論が**不可能**



**淀川水系流域委員会を
どのように総括するべきか**

なお、淀川水系流域委員会は、97年改正河川法により、住民等の意見を聞くために2001年に近畿地方整備局によって設置
徹底した討議により、ダムの設置への慎重論、堤防強化の優先などで合意(2003年)
しかし、近畿地整は2007年、その合意結果に基づかない河川整備基本計画を決定

対立緩和には基本高水等の計画手法の見直しが必要

対立をもたらす原因の整理

水害被害を受ける住民がもつ
水害がなくなるとの公共事業への過信

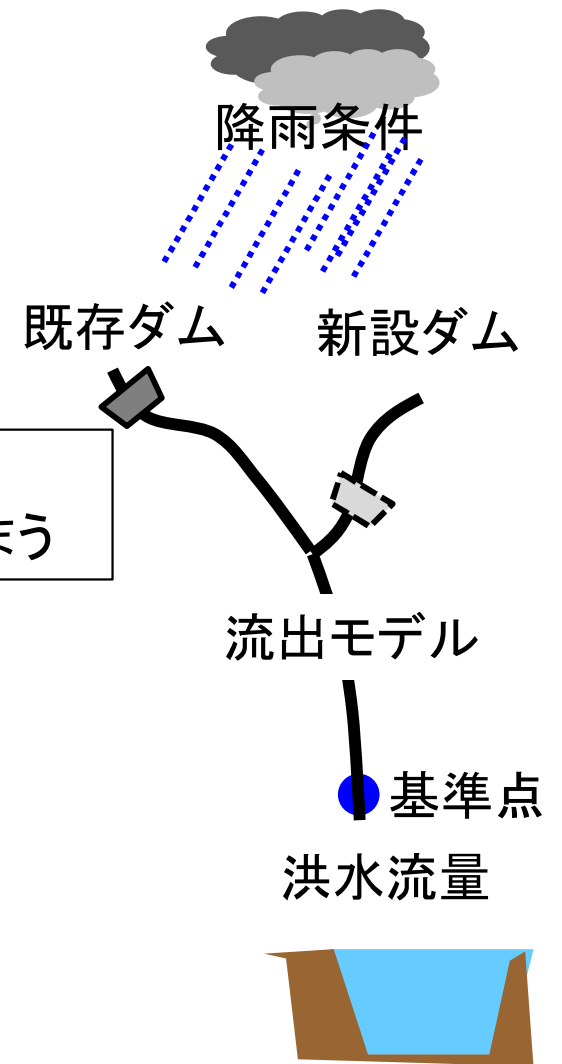
その過信の原因は、関係者の無知によるものではなく、
河川整備計画における「目標達成」からどうしても生じてしまう

河川整備計画における「目標達成」に
根拠があるのか？を検討したい

要するに

基本高水流量 - ダムの効果 = 計画高水流量

という計画の基礎に問題の本質があるのではないか？



基本高水流量の決定手法

総合確率法が用いられる

総雨量が同じでも降雨パターンで流量が異なる

総雨量とピーク流量との関係図(右)を作成

あらかじめ総雨量の超過確率を求めておく

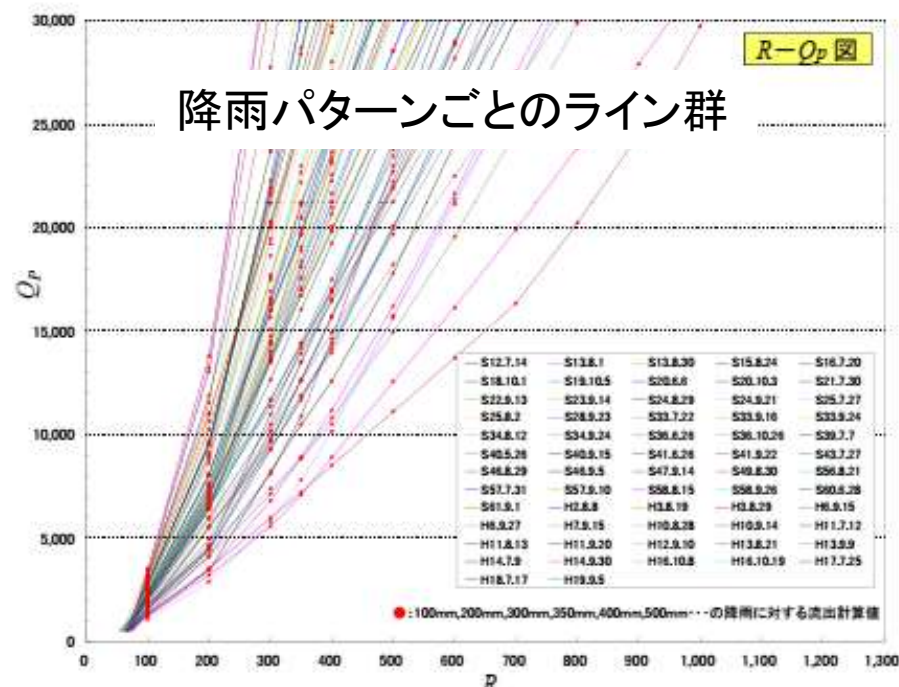
右図で、あるピーク流量に対する総雨量を求める

その超過確率を求め相加平均を、
ピーク流量の値の年超過確率とする

こうして、N年超過確率のピーク流量を求める

こうして総合確率法で計算された
N年確率のピーク流量が
河川整備計画の前提となる

ピーク
流量



総雨量

総雨量とピーク流量との関係を示す図

国交省資料を引用

確率主義に根拠はあるのか？ 利根川の例

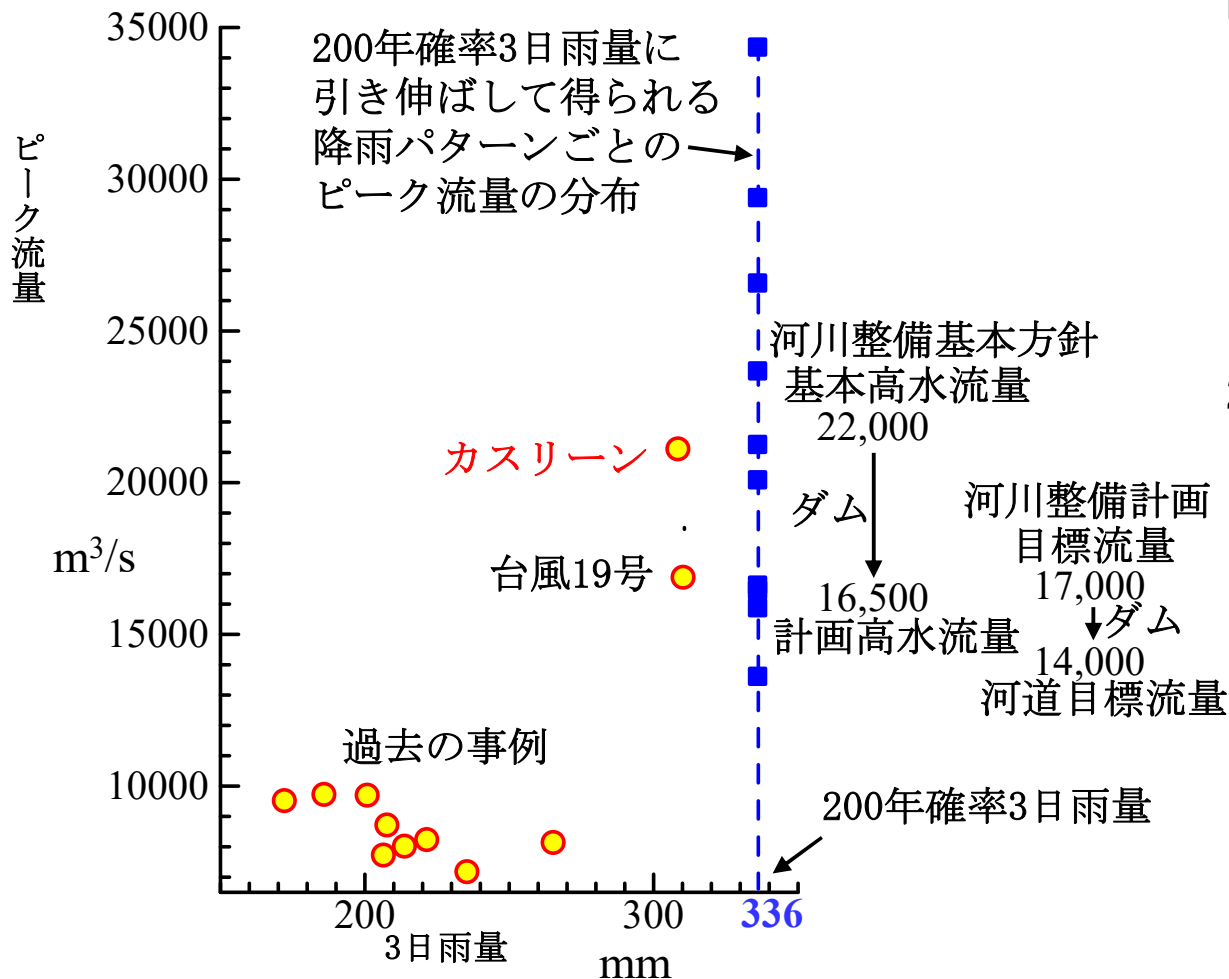
3日雨量(総雨量)とし、ピーク流量との関係図を示す(国交省資料により作成)

1947年のカスリーン台風時が21,100m³/sで最大

多くは10,000m³/sどまりだが、2019年台風19号は16,900m³/s

200年確率流量を基本高水流量とする。200年確率の3日雨量は336mm

総合確率法で22,000m³/sが得られた



しかし・・・

- 1) 3日雨量がわずかに大きい台風19号、カスリーン台風はとびぬけて流量が大きい
- 2) 200年確率の3日雨量では流量が13,620~34,358m³/sと非常に大きな幅に分布

200年確率流量をひとつの値に絞り込むのは苦渋の作業

可能なことを目標とする不条理

- 1) 200年確率を求めるのに70年程度しかデータがない
- 2) 温暖化が進行していて、定常性の前提が担保されない

こうした困難の中、河川整備計画は次のように作成された(関東地整資料による)

- 1) 現状では30~40年確率の流量しか流せない
- 2) **基本高水流量**(200年確率の22,000 m³/s)、**カスリーン台風時の流量**21,100 m³/sを氾濫なく流せるようにすることは、20~30年間で**達成不可能**
- 3) **目標流量**の70~80年確率の値である17,000 m³/sであれば、20~30年で**ダム新設すれば達成可能**

**基本高水流量は達成できないなのでできることをやる
だったら、目標をひとつの値に無理に絞り込むこと
に何の意味があるのか？**

**無理にひとつの値に絞り込んだ目標を前提とすることは
流域治水に必要な協働を否定し、対立固定化をもたらす**

対策の改善方向
人新世における対策

はなしの流れ

問題の所在

水害発生の原因は地球活動にあり、根絶はできない

水害発生メカニズム

森林土壌層の鉛直浸透が大雨時のピーク流量を決める

国の治水対策の問題点

ダムを前提の計画は根拠が乏しく、対立緩和のために見直しが必要

対策の改善方向

既存インフラの維持回復を優先し、利害調整の場の常設が必要

対立から協働への改善方法

河川整備計画の基礎

基本高水流量－ダムの効果＝計画高水流量

は、現状では氾濫するので、「計画高水流量に引き上げること」を目標に、工事を進める考え方である

しかし、基本高水流量を無理にひとつの値に絞り込む科学的根拠は乏しい

では、どうするべきなのか？

最も重要なことは

**国が決めた計画を住民等利害関係者に理解を求めるのはない
(科学的根拠の乏しいものを強制できない)**

専門家が科学的根拠を提示して、関係者が広い視野から検討する必要がある

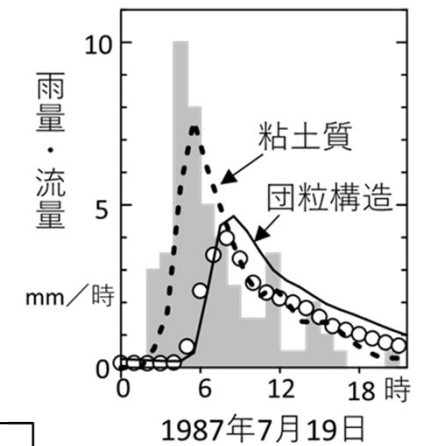
メカニズムと治水対策をつなぐ まとめ

水害発生メカニズム

森林土壌層の鉛直浸透が大雨時のピーク流量を決める

国の治水対策の問題点

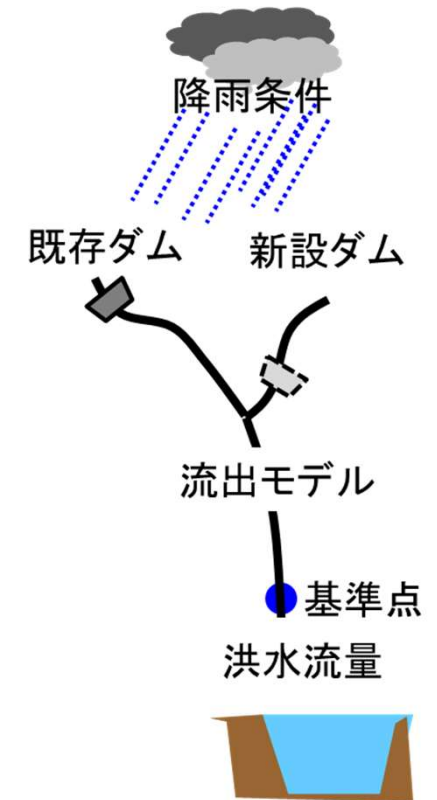
ダムを前提の計画は根拠が乏しく、対立緩和のために見直しが必要



両者をつなぐことで、次のことがわかる

洪水ピーク流量を低くするためにはダムしかない
との考えを改めるべき

降雨条件を大きくする**温暖化の抑制**
土壌層の保全に必要な**森林管理**を
治水対策として考慮しなければならない



矛盾の水害対策

新泉社より、11月中旬に出版予定

本発表の内容は、11月新刊の拙著

「矛盾の水害対策—公共事業のゆがみを川と森と人のいとなみからただす—」
に詳しく書いている

第一部 対立固定の歴史

江戸時代の大和川付け替え、淀川水系浚渫、河川砂防技術基準、大東水害裁判、97年河川法改正、ダム・河口堰問題、淀川水系流域委員会、学術会議での基本高水検討などを振り返り、残念な対立がなぜ生じたか、考える

第二部 自然の理解

治水事業のかかえる「水害根絶不可能と目標達成との矛盾」が川の工学的設計に起因するので、自然の理解から水害(渇水も)を見直すすなわち、自然を地球・生物・人間の活動の相互作用として把握し、森林の水害・渇水害に及ぼす影響を(政治的ではなく)厳格に科学的に理解する

概説である本発表では、**自然の理解**を「水害発生メカニズム」として先に述べ、**対立固定の歴史**についての一部を、「国の治水対策の問題点」で解説した

矛盾の水害対策

新泉社より、11月中旬に出版予定

対策の改善方向は、

**「矛盾の水害対策—公共事業のゆがみを川と森と人のいとなみからただす—」
で次のように提起している**

第三部 望ましい水害対策

治水公共事業を、「改良追及事業」と「維持回復事業」の共存としてとらえたうえで、

- 1 人新世の現代では、アクセル・ブレーキの同時踏みになる前者を控え、既存のインフラ劣化を防ぐ後者を優先すること
- 2 立場の違いに基づく利害対立は不可避なので、調整議論の場を常設すること

こうした「望ましい水害対策」は、絵に描いた餅に見えるが、

第三部後半では、「必然的にこうした対策が実現される」その根拠を説明する

**詳しくは拙著をお読みください
要旨はホームページ**

<https://hakulan.com/wp> に載せました

おわりにかえて

人新世の現代では、下図の「地球活動と生物活動の相互作用の限界点超え」は、地球全体の限界点超えを意味している

どこまでも「改良追及欲求」に基づく「アクセルふかし」は、水害対策という暮らしにとって不可欠の公共事業においてさえも避けなければならない

維持回復に努めることが、縮小社会への軟着陸を可能にする

相互作用の維持を重視した水害対策には、根絶不可能という事実を河川管理者とステークホルダーで共有することが出発点だろう

