

中小河川河道閉塞時の氾濫被害に関する研究
-河川地形の影響-

京都大学 工学研究科 水理環境ダイナミクス分野
助教 岡本隆明

岡本隆明 (1984.3.21)

滋賀県大津市出身
洛南高校卒

H14 京都大学工学部地球工学科 入学

H18 京都大学工学部地球工学科 卒業

H20 京都大学大学院社会基盤工学専攻博士前期課程 修了

H22 京都大学大学院社会基盤工学専攻博士後期課程 修了

H22 宇都宮大学工学部建設学科 助教

H23 京都大学大学院社会基盤工学専攻 助教

現在に至る

実験水路

全長10m・全幅40cm

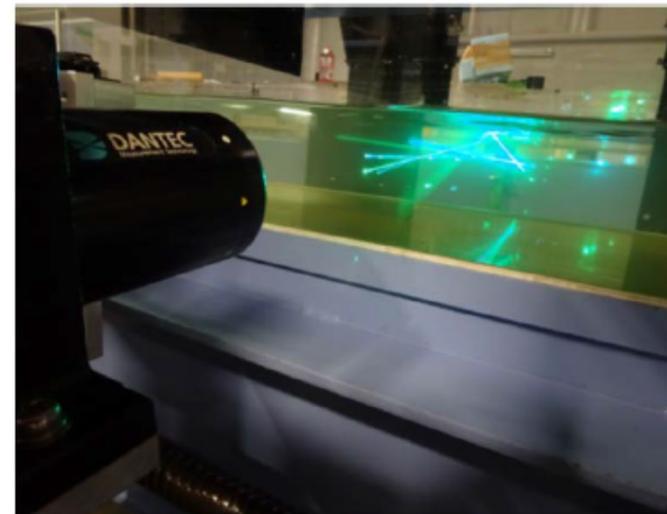
- ・特注ジャッキにより
最大1/10の急こう配を実現
- ・3方向強化ガラス構造
- ・滑面開水路乱流や
高速射流現象の解明に使用



LDA計測

メインシステム：Dantec製2成分後方散乱型LDA×5
光源：水冷Arレーザー×3、空冷Arレーザー×3

開水路流れにおける壁面・界面近傍の高精度計測と乱流構造の解明に大きく貢献。

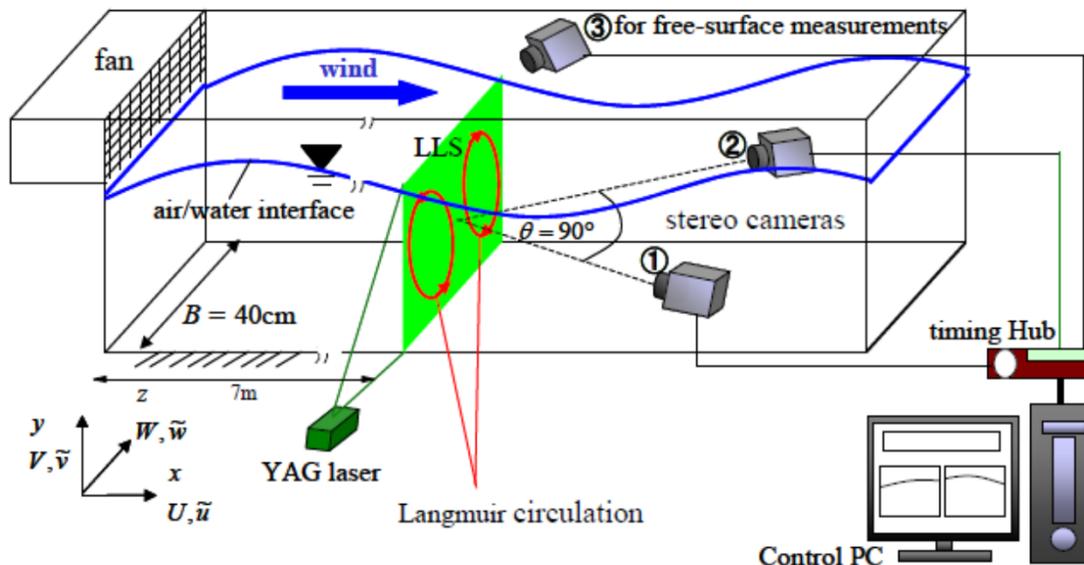


PIV画像計測計測

高速流の可視化計測が可能なダブルパルスYAGタイプの
PIVシステムを2機保有
タイミングハブによるステレオ計測可能

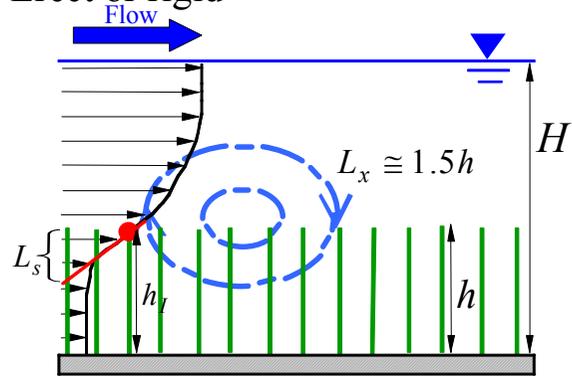
カメラ：IDT製MotionPro

光源：New Wave Research製 および Quantel製

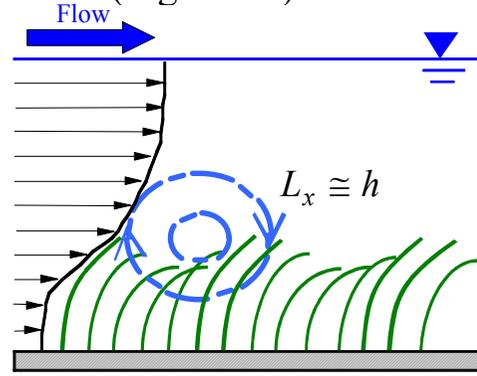


植生乱流

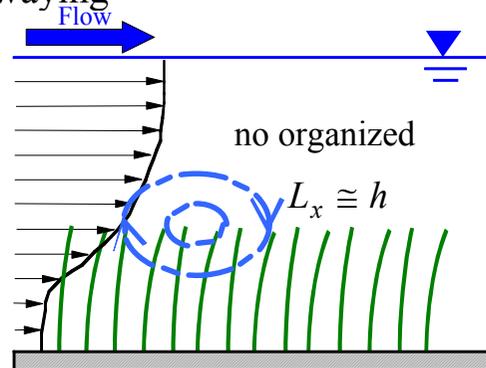
a) Erect or rigid



c) Monami (organized)



b) Swaying



d) Prone

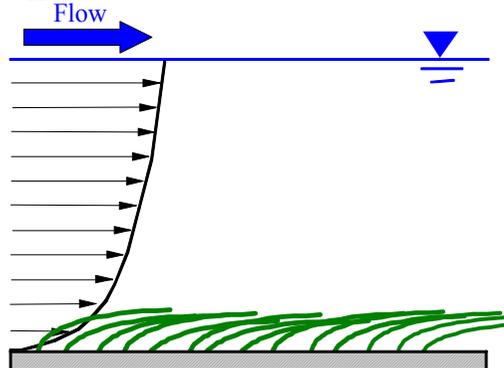


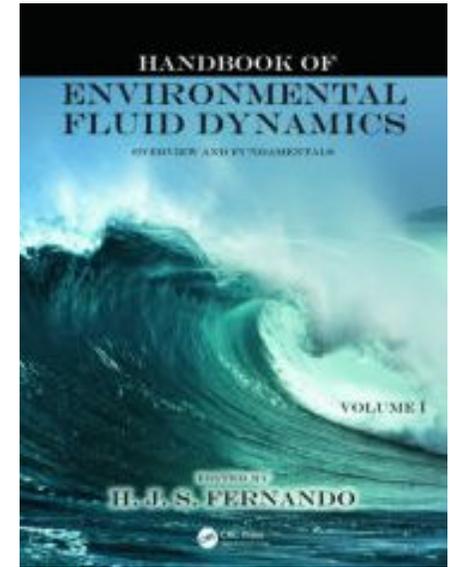
写真- 1 河道内に繁茂する樹木と高茎草本

植生乱流

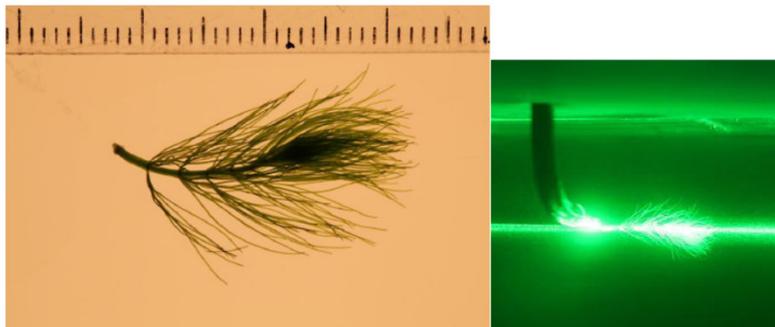
○ Nezu, I. and Okamoto, T. (2012)

Hydraulics of Vegetated Canopies

Hand book of Environmental Fluid Dynamics, Taylor & Francis Books



✓ New Myriophyllum /new Set-up (Myrio 3 (leaf) and Myrio4 (its wake))



The Pictures of the notes taken during the experiments (Stuart) are attached to the following pages.

Run	Time	Notes
100_001	12.34	leaf leaf pos
100_002	12.30	leaf position
100_003	12.42	
200_001	12.53	
300_001	12.59	
300_002	13.06	
400_001	13.12	
400_002	13.19	leaf position change
500_001	13.25	leaf position
500_002	13.47	
500_003	13.56	
600_001	14.03	
600_002	14.12	
600_003	14.20	
700_001	14.34	
700_002	15.06	
800_001	15.12	1000_004 15.51
800_002	15.13	1000_005 16.09
800_003	15.24	1000_006
900_001	15.34	
900_002	15.45	

目次

1. 研究目的
2. 中小河川地形計測
3. 中小河川の氾濫流計測(水路実験)
4. 中小河川の氾濫流による家屋被害(抗力計測)
5. 結論
6. 今後の課題
7. 樹木群落管理への応用

目次

1. 研究目的
2. 中小河川地形計測
3. 中小河川の氾濫流計測(水路実験)
4. 中小河川の氾濫流による家屋被害(抗力計測)
5. 結論
6. 今後の課題
7. 樹木群落管理への応用

頻発する集中豪雨災害

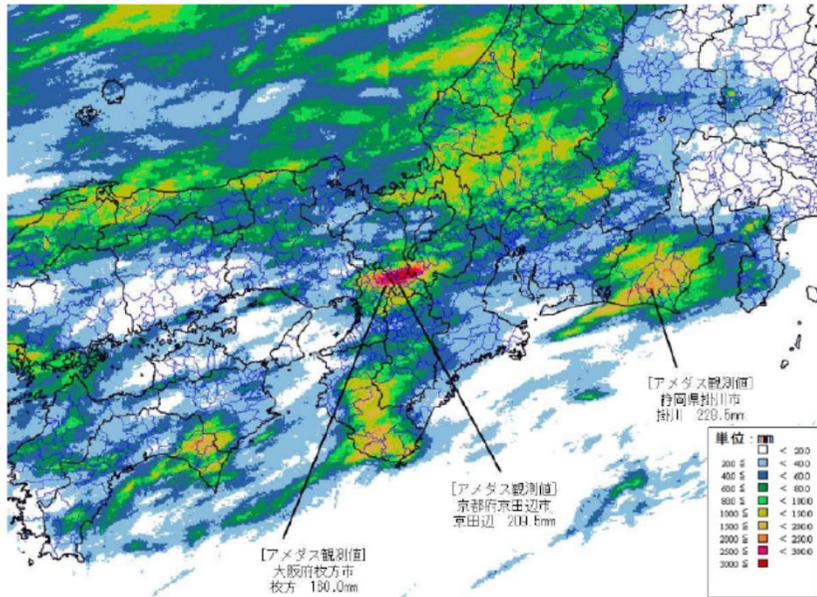


図2 8月13日00時～8月14日24時の近畿地方における解析雨量による期間降水量分布図

2012年8月宇治水害

近年、気候変動の影響により50mm/hr以上の降雨頻度が増加傾向にあり、都市型ゲリラ豪雨による都市型水害が頻発している。都市域の中小河川では上下流のバランスや経済的な事由から川幅の拡張が困難な場合が多く洪水に対して極めて脆弱であり、計画規模を上回る洪水に見舞われる可能性が高い。

特に流下能力が小さい断面に位置する橋梁部では、橋脚に流木やごみなどが引っかかり河道閉塞し、河川から増水した水が橋梁を迂回する氾濫流が発生する。

家屋流出被害



宇治市志津川地区



家屋の流出は迂回流によるもの: **非常に短時間で流出**

迂回流は右岸より左岸の方が強かった

2012年 8月宇治水害調査速報

橋梁部での迂回氾濫流



(a) 被災前の前川橋



(b) 被災前の前川橋下流の様子

宇治市志津川地区



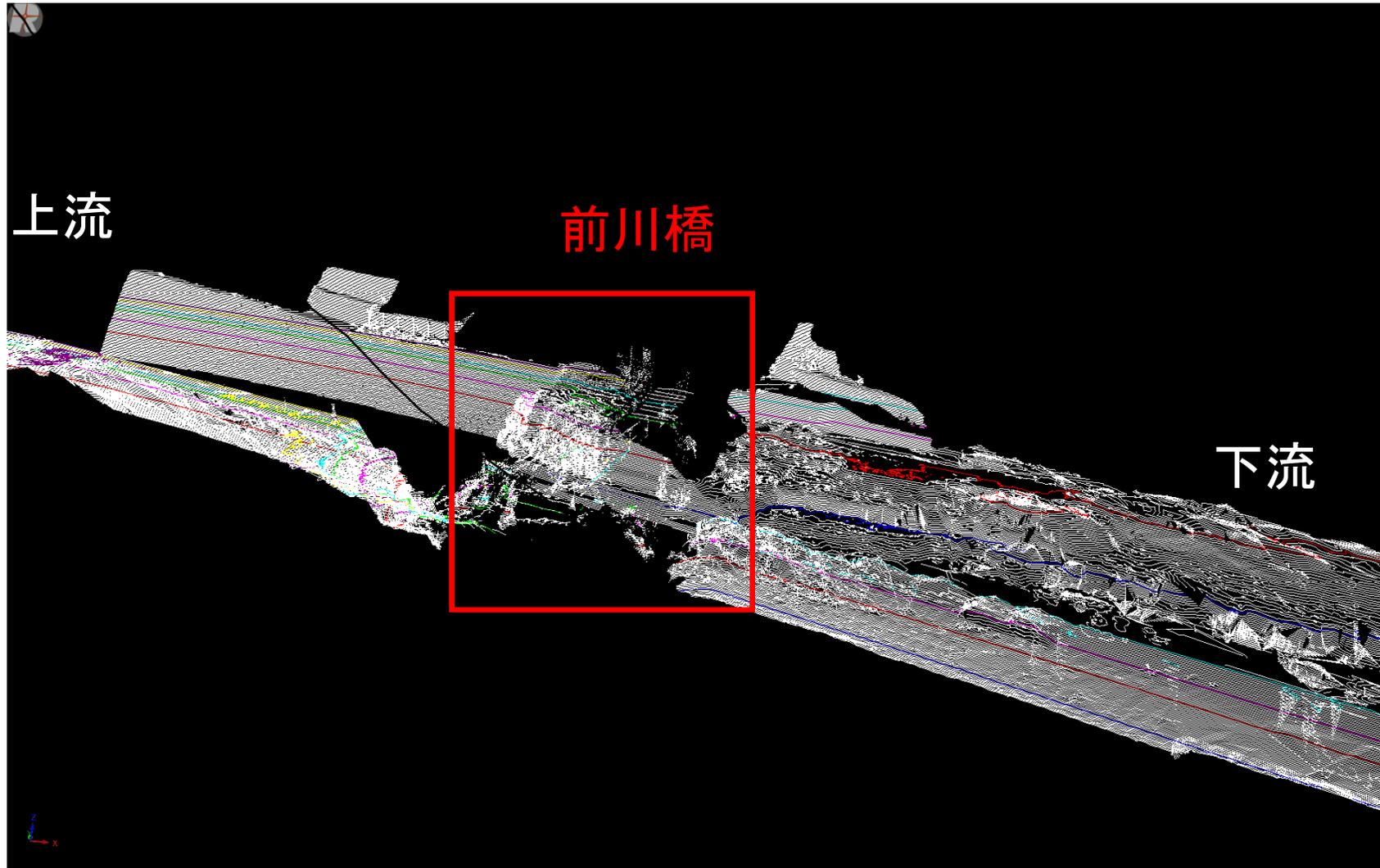
三重県五郷町

2012年 8月宇治水害調査速報

目次

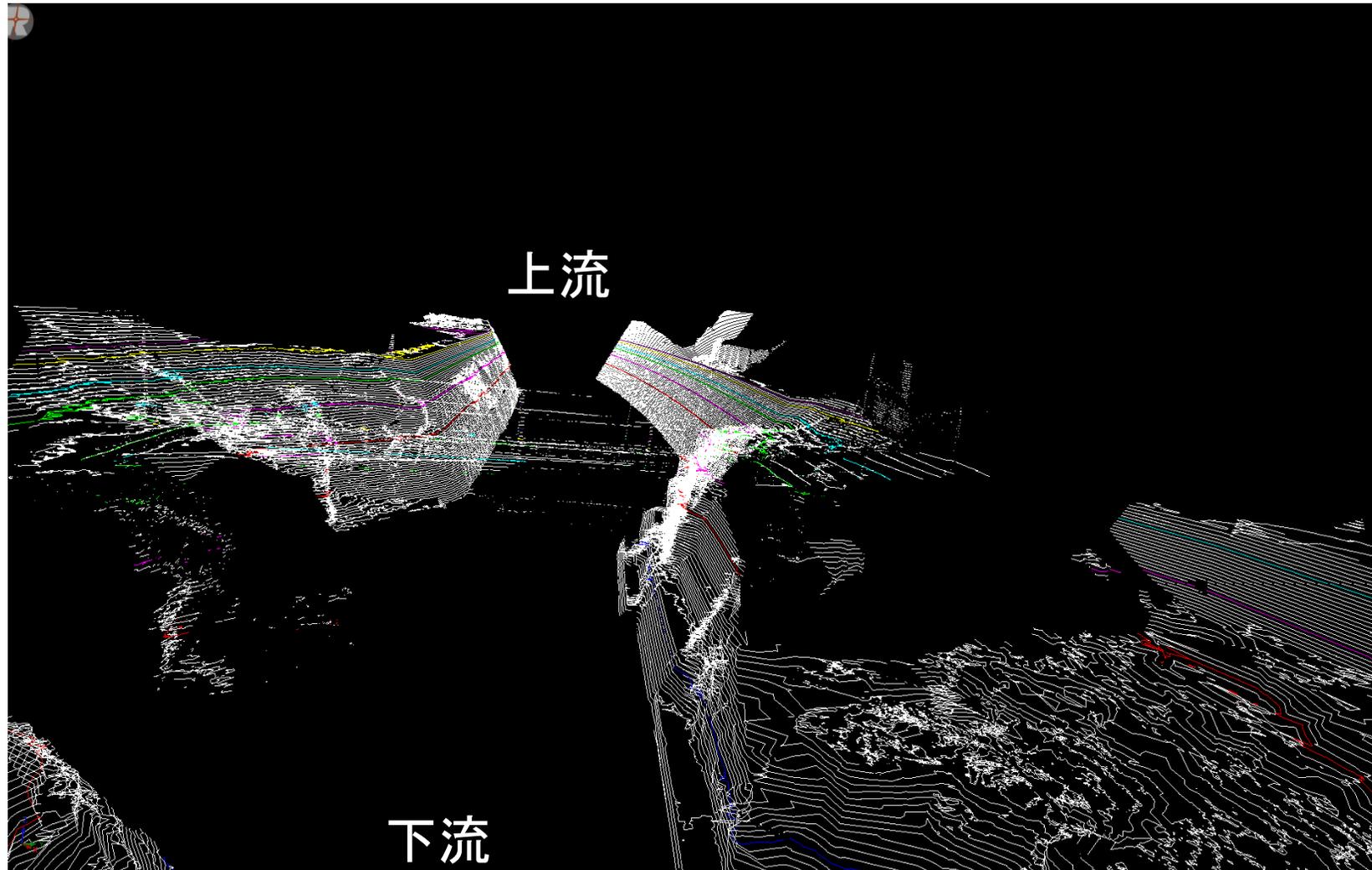
1. 研究目的
2. 中小河川地形計測
3. 中小河川の氾濫流計測(水路実験)
4. 中小河川の氾濫流による家屋被害(抗力計測)
5. 結論
6. 今後の課題
7. 樹木群落管理への応用

河川地形の計測(志津川地区)



橋の上流側では両岸に高低差はない, 橋の下流側で高低差

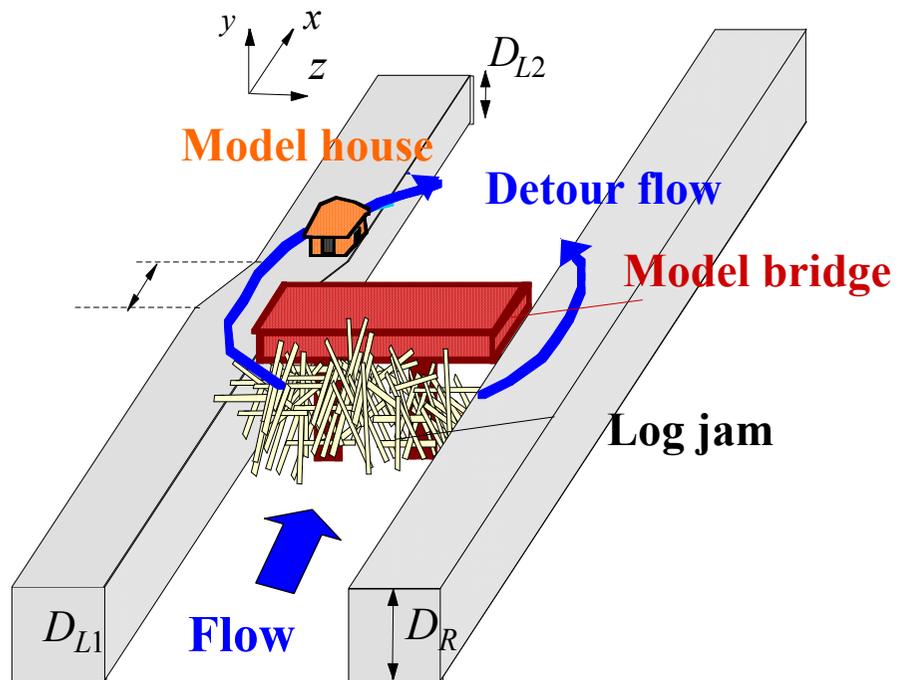
河川地形の計測(志津川地区)



目次

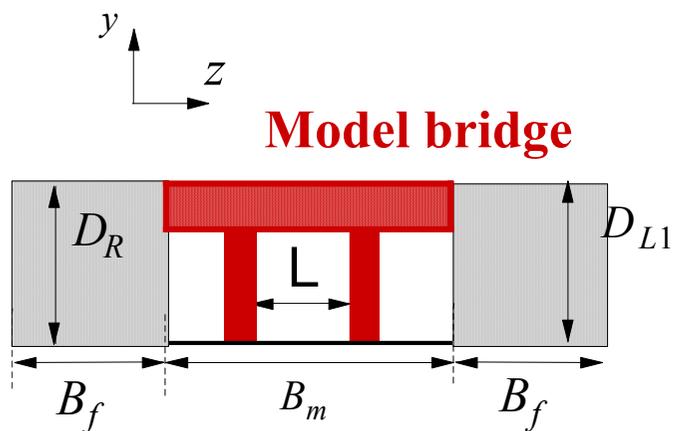
1. 研究目的
2. 中小河川地形計測
3. **中小河川の氾濫流計測(水路実験)**
4. 中小河川の氾濫流による家屋被害(抗力計測)
5. 結論
6. 今後の課題
7. 樹木群落管理への応用

流木閉塞実験



水路上流側から流木模型(L=6, 9, 12cm)を投入し, 橋梁捕捉効果について調べる

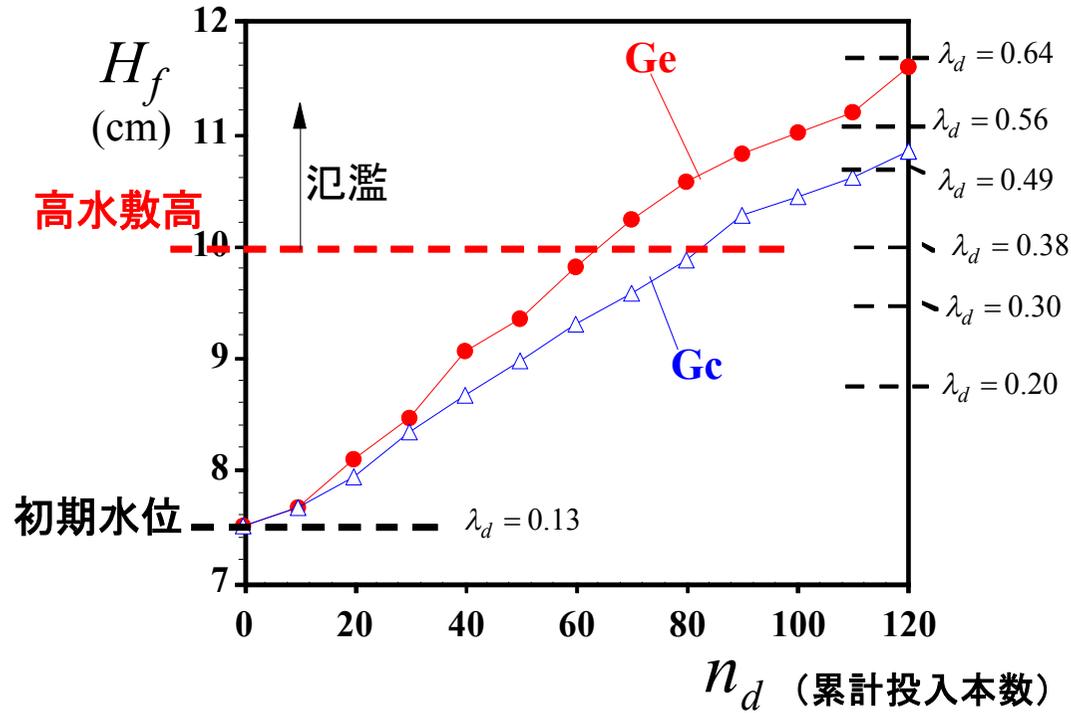
- ・流木捕捉の確率
- ・流木閉塞時の堰上げ水深効果
- ・流木長の影響



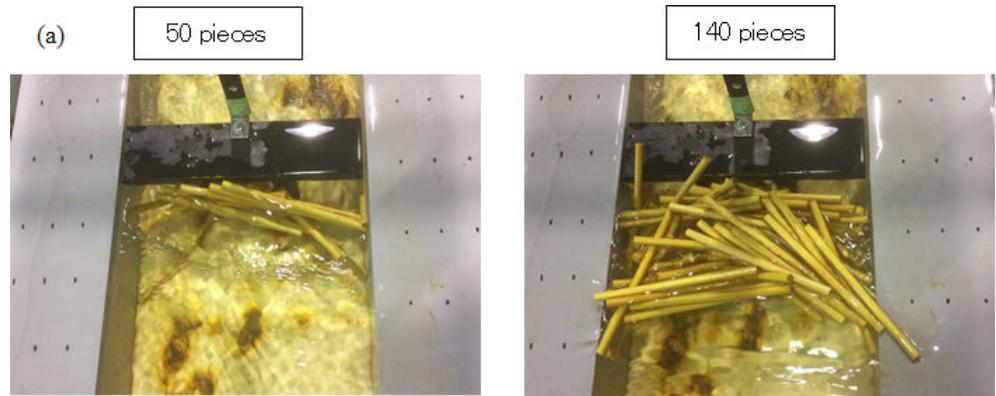
流木除去後, 遮蔽率 A_b/A が既知のポーラス板を設置して水深を計測する

流木閉塞によって河道閉塞率 A_b/A がどこまで高くなるかを検証する

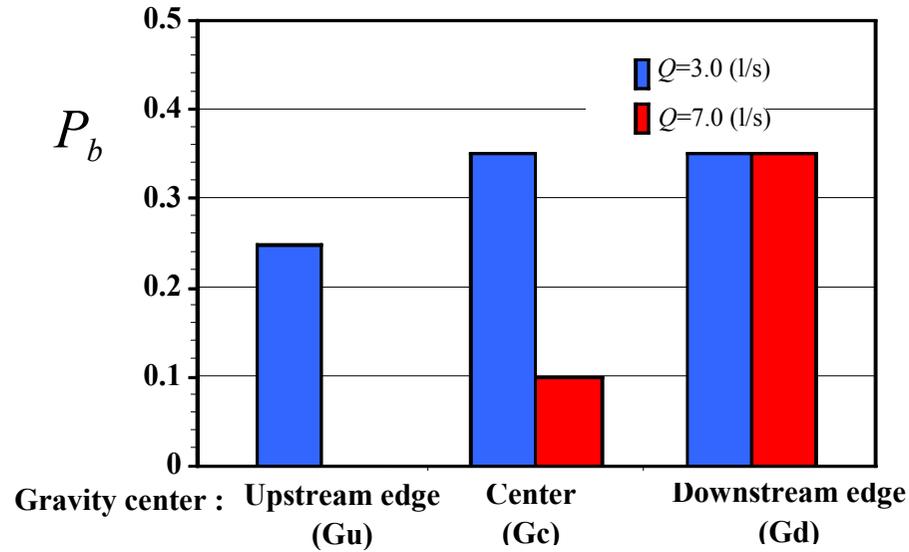
流木閉塞実験(堰上げ水深効果)



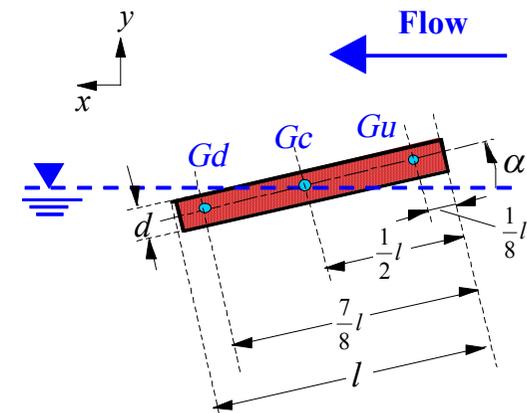
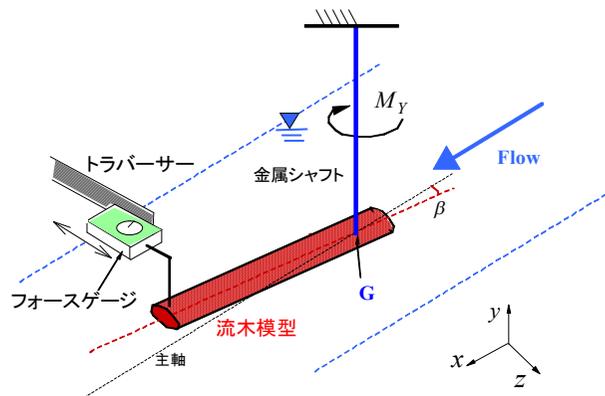
堰上げ水深を比較した結果,
 流木閉塞による河道閉塞率
 $A_b/A=0.56-0.64$



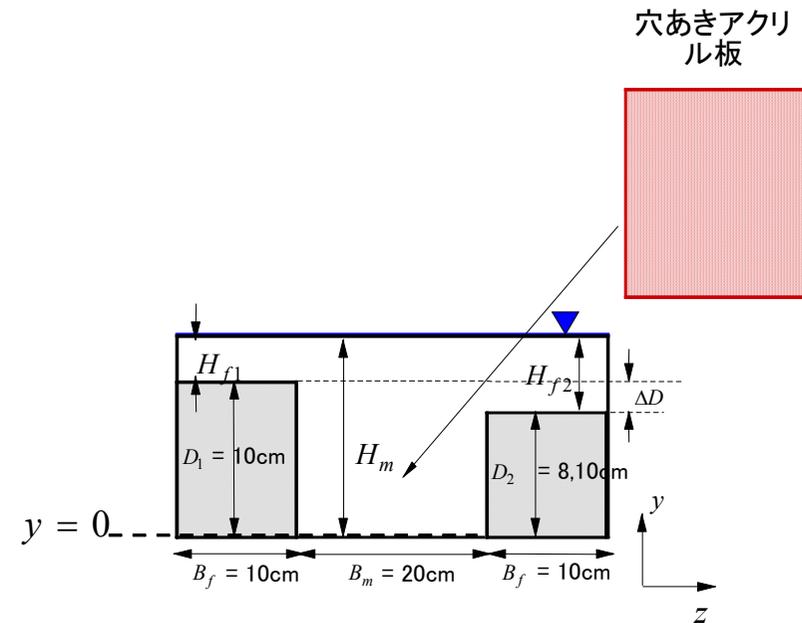
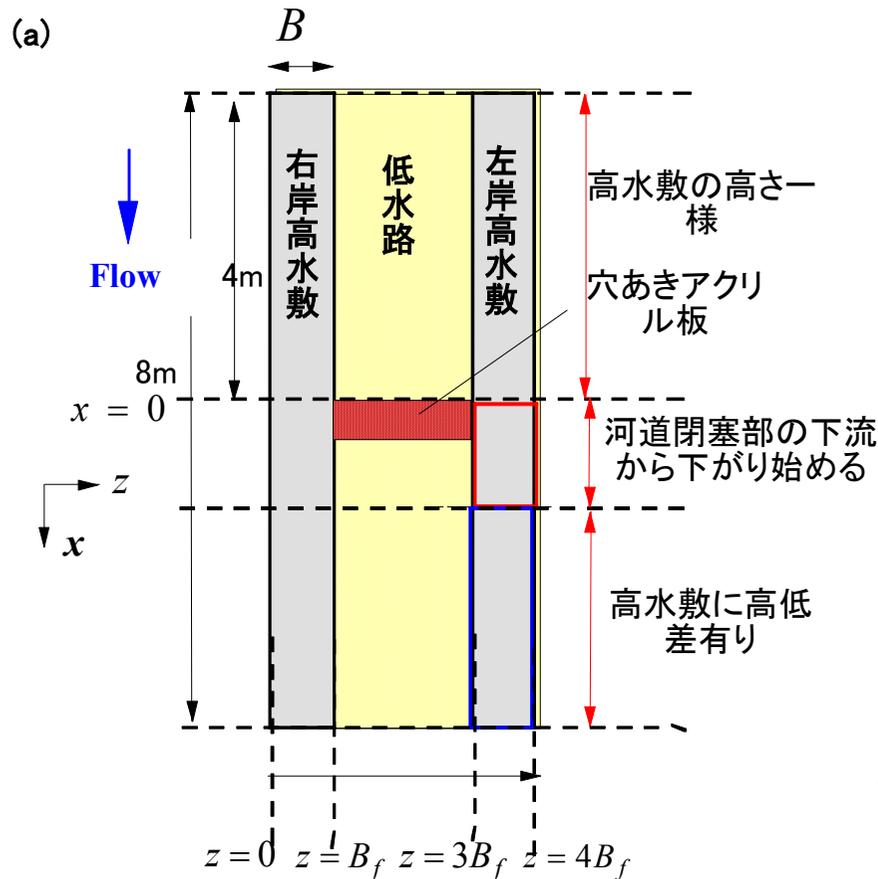
流木閉塞実験(重心位置の影響)



重心が偏心しているとヨーイングモーメントが作用し、重心が上流側を向くので捕捉率は減少する



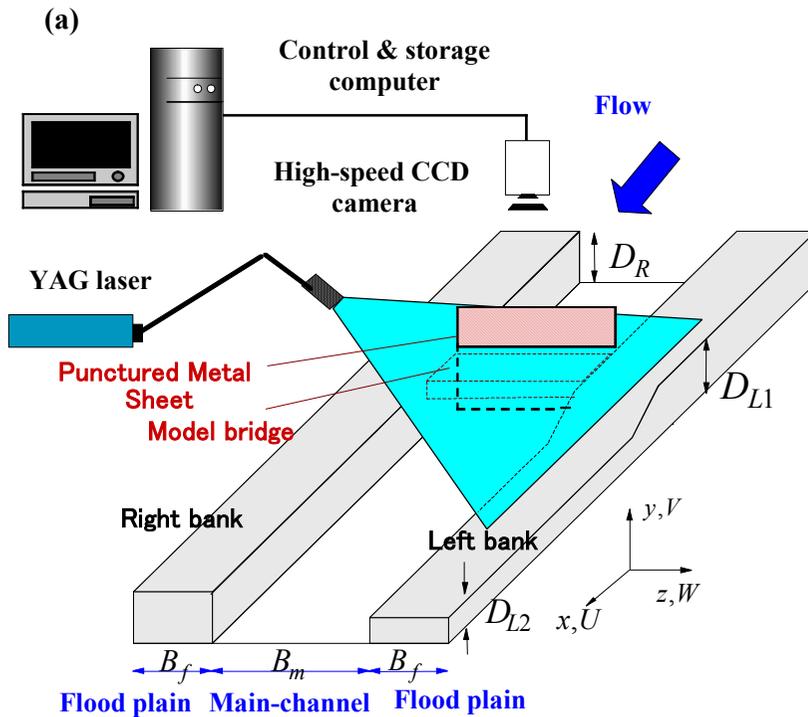
中小河川河道閉塞時の氾濫流の計測(水路実験)



水路実験を行って、**氾濫原地形が氾濫流の挙動に与える影響**について考察する

- ・水路両側には氾濫原模型を設置
- ・低水路中央には橋模型を設置
- ・志津川地区を想定して**右岸と左岸の高さを変化させる**

中小河川河道閉塞時の氾濫流の計測 (PIV法)



流木閉塞実験をもとに遮蔽率を決定し、ポラス板を設置して河道閉塞を再現する

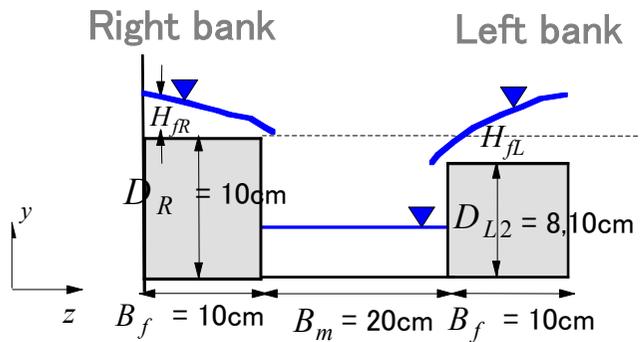
河道閉塞時の流速計測にはPIV画像計測法を用いる

レーザーシートを照射して高速カメラで撮影し、流速計測する

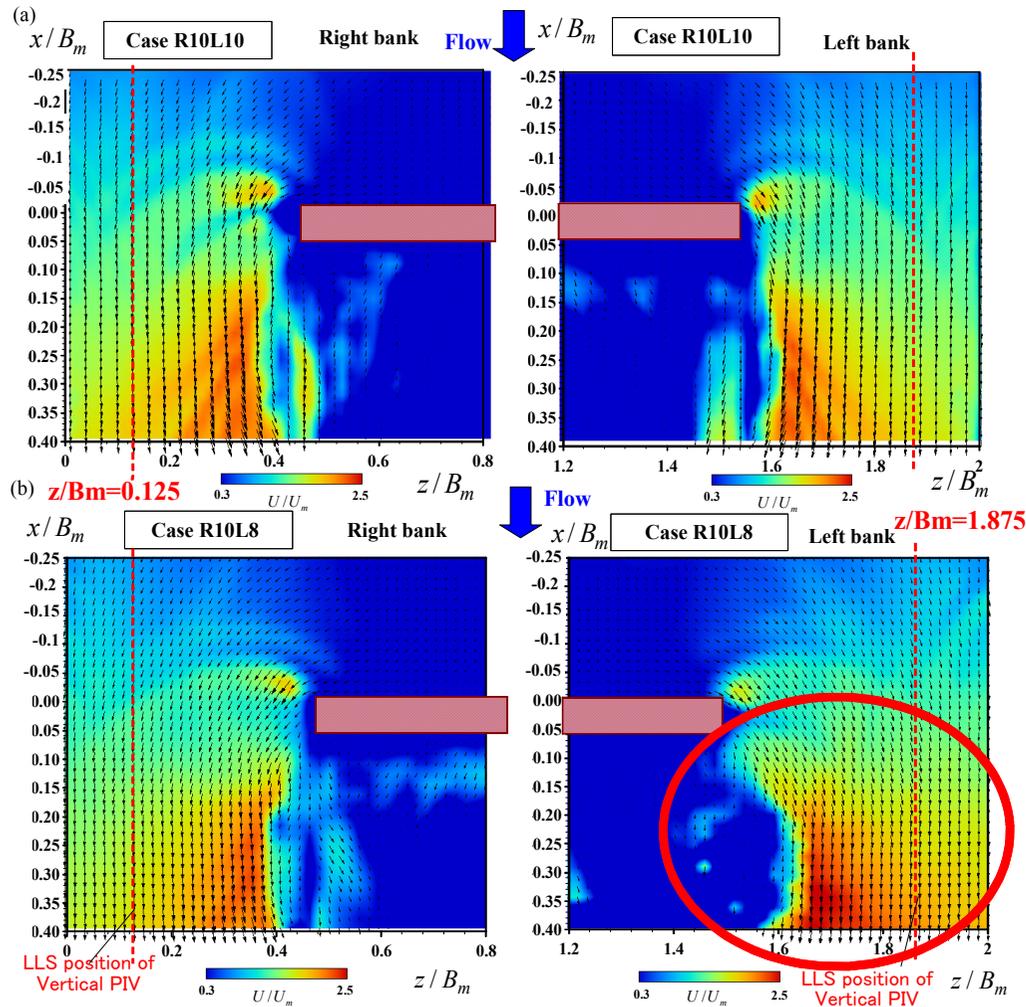
- ・水平面PIV
- ・鉛直面PIV

PIV計測の利点:

レーザー光を使うので流れ場を乱さずに流速計測できる



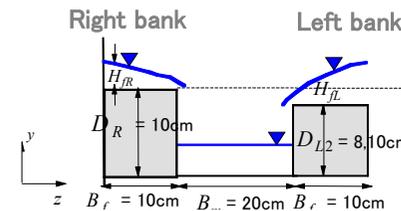
中小河川河道閉塞時の氾濫 流速水平面コンター



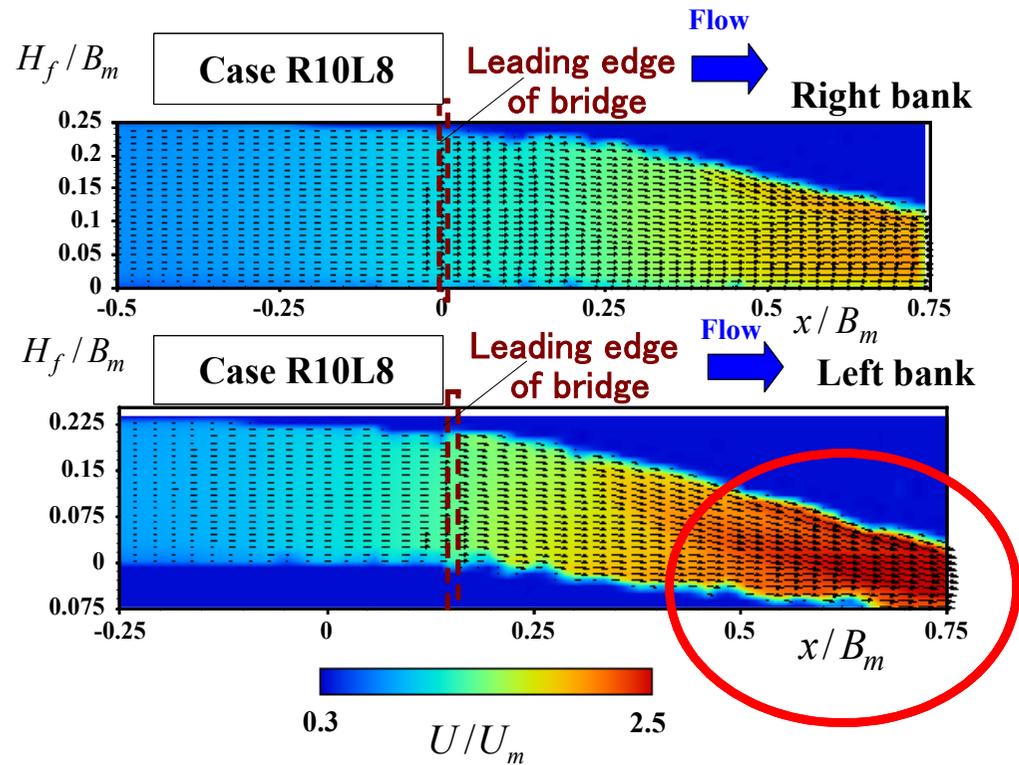
右岸と左岸で高低差があるケースでは氾濫流が左岸側に集中

両岸で橋梁を迂回する氾濫流がみられた

氾濫流速は下流に進むにつれて増加している

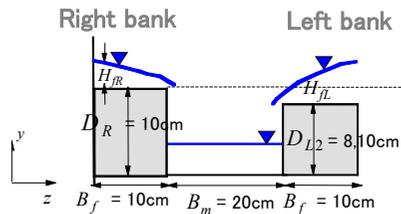


中小河川河道閉塞時の氾濫 流速鉛直面コンター



右岸と左岸で高低差があるケースでは氾濫流が左岸側に集中

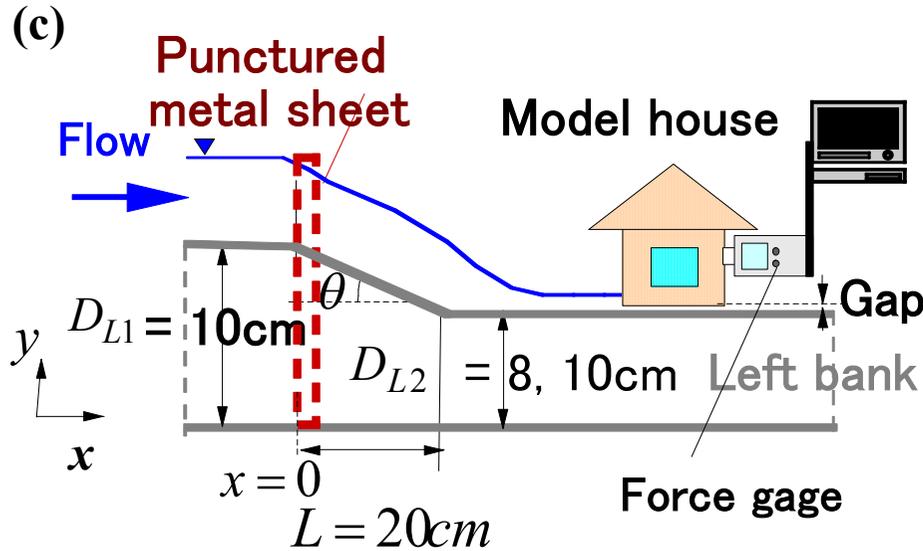
$x/B_m=0.5-0.75$ の領域で流速差が顕著にみられた



目次

1. 研究目的
2. 中小河川地形計測
3. 中小河川の氾濫流計測(水路実験)
4. 中小河川の氾濫流による家屋被害(抗力計測)
5. 結論
6. 今後の課題
7. 樹木群落管理への応用

中小河川河道閉塞時の氾濫 家屋抗力計測

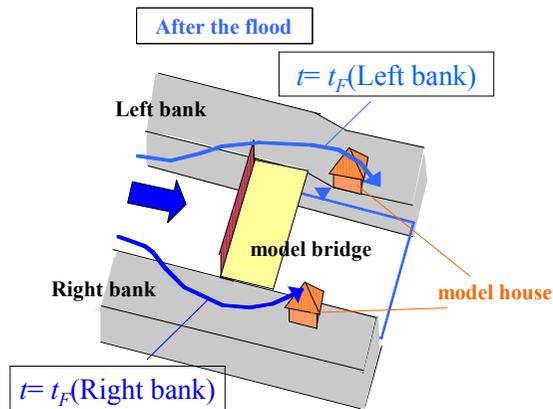


氾濫流被害について考察するため
氾濫原家屋にかかる抗力を計測する

抗力値はフォースゲージで家屋を1-
2mm浮かした状態で計測する

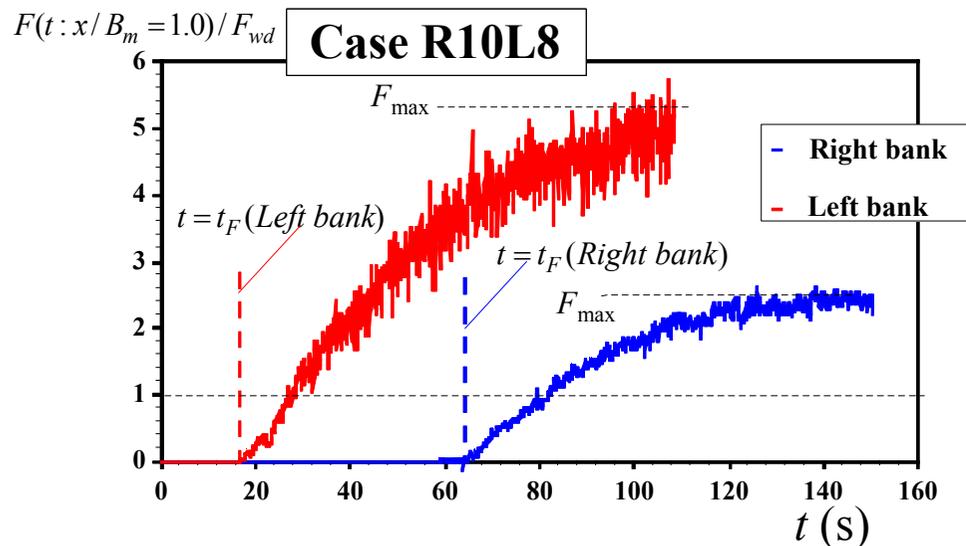
家屋は6cm × 6cm × 6cm (1/80スケール)

木造家屋の破壊基準値1.06tf/mと比較
して家屋流出被害について調べる



$$F = \frac{1}{2} \rho C_D U_s(x)^2 A_x$$

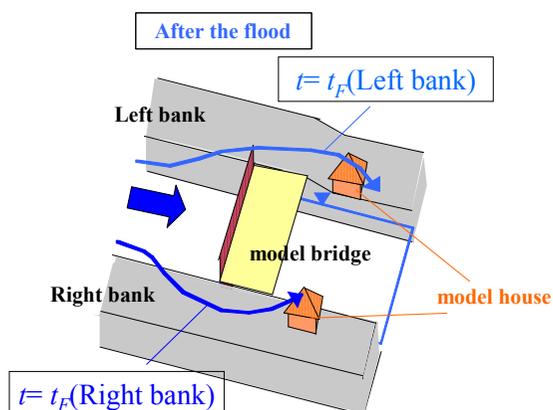
中小河川河道閉塞時の氾濫 抗力時系列データ



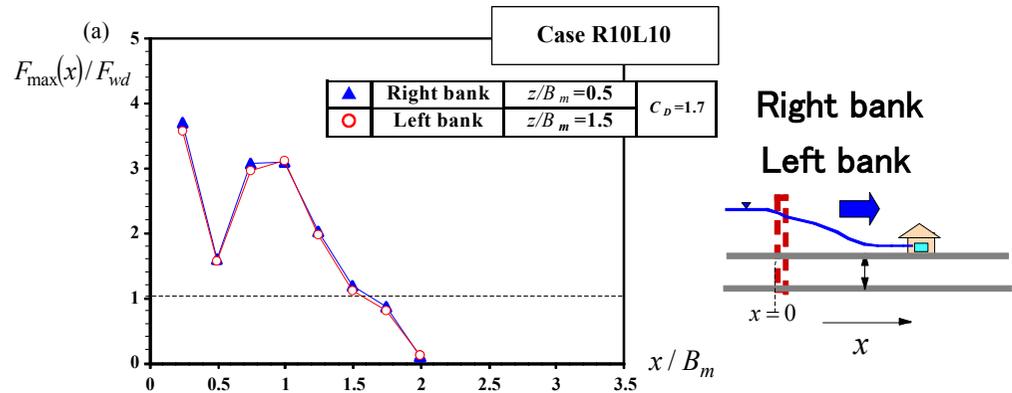
右岸と左岸で高低差があるケースでは左岸側の家屋抗力が大きくなっている

また木造家屋の破壊基準値に $t=20s$ で達し、非常に短時間で家屋が流出

家屋抗力値は木造家屋の破壊基準値 F_{wd} で無次元化

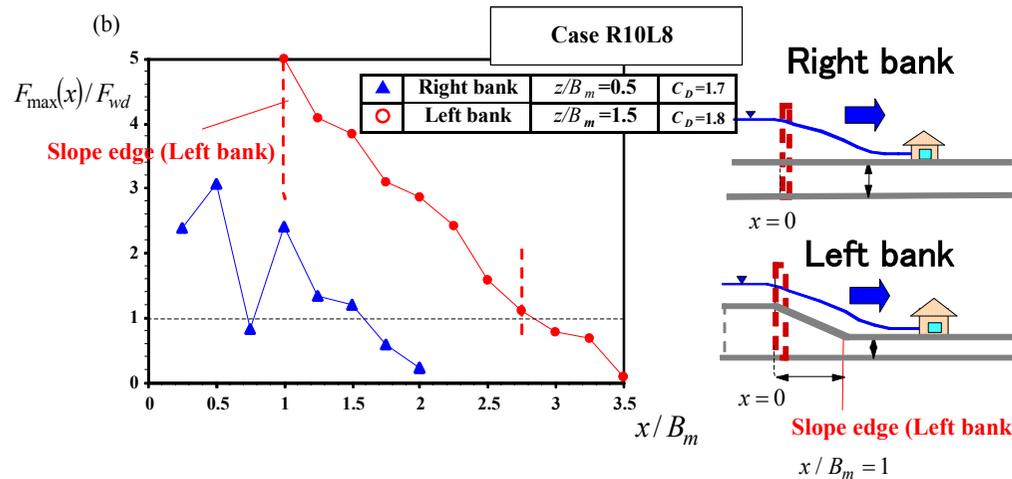


中小河川河道閉塞時の氾濫 抗力計測結果

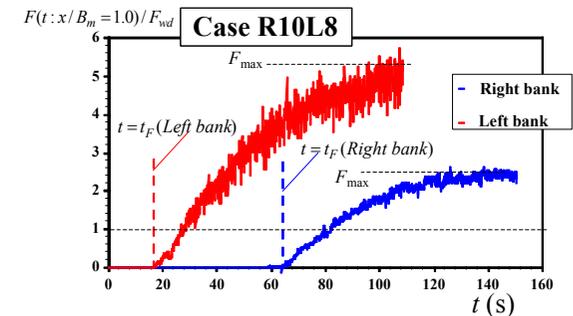


右岸と左岸で高低差があるケースでは左岸側の家屋抗力が大きくなっている

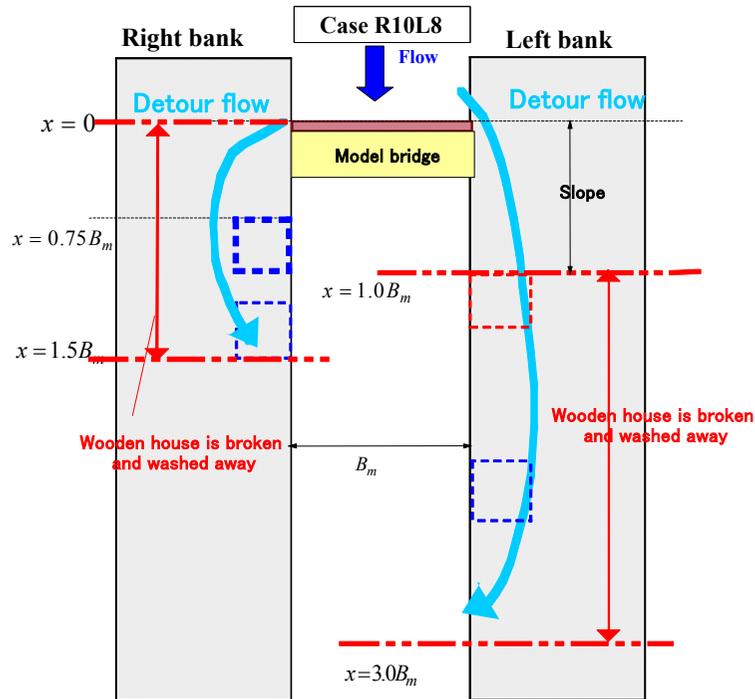
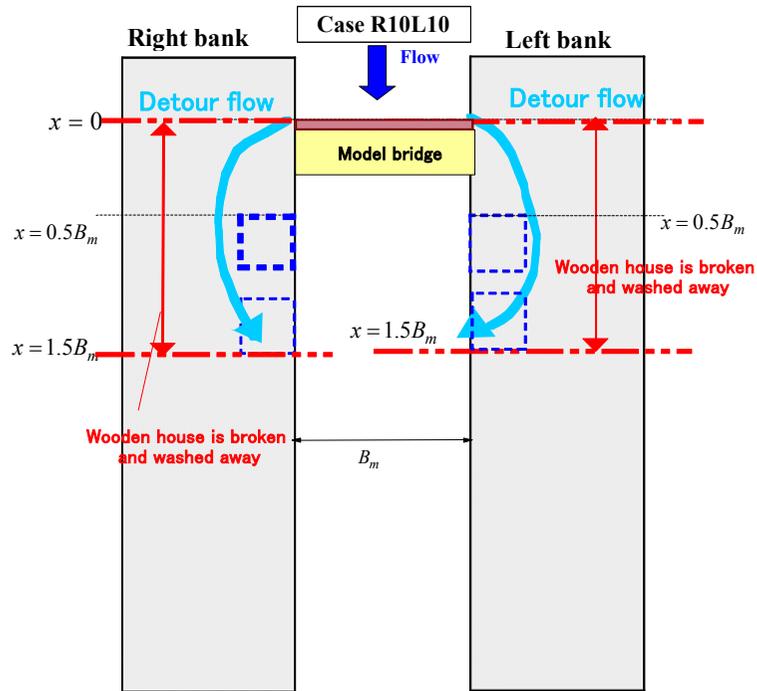
最大値は木造家屋の破壊基準値の5倍に達している



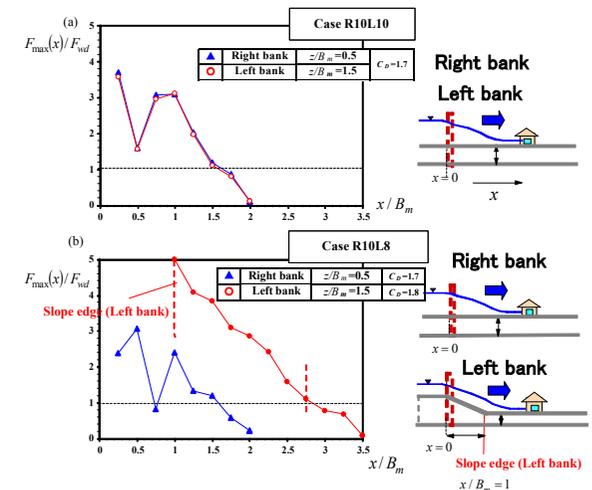
家屋抗力値は木造家屋の破壊基準値 F_{wd} で無次元化



中小河川河道閉塞時の氾濫 氾濫被害域



右岸と左岸で高低差があるケースでは左岸側の家屋流出被害領域が $x/B_m=1.0-3.0$
 右岸側家屋流出被害領域が $x/B_m=0-1.5$



目次

1. 研究目的
2. 中小河川地形計測
3. 中小河川の氾濫流計測(水路実験)
4. 中小河川の氾濫流による家屋被害(抗力計測)
5. **結論**
6. 今後の課題
7. 樹木群落管理への応用

結論

- 1) 中小河川の氾濫流は氾濫原地形形状の影響を大きく受けることがわかった。すなわち、左岸と右岸に高低差がある場合は低い方の氾濫原に迂回流が集中するため、迂回流の流速が非常に大きくなる。左岸側では閉塞部の下流側 $x/B_m=0.5-0.75$ の領域で流速が急激に増大し、越流前の低水路流速の約2.2倍もの流速($U/U_m=2.2$)の高速迂回流が発生している
- 2) CaseR10L10では両岸で迂回流が発生し、河道閉塞部の下流側($x/B_m=0.0-1.5$)で家屋にかかる抗力 F が木造家屋の破壊基準値 F_{wd} を超えているため、家屋流出の危険があることがわかった。CaseR10L8では左岸側に氾濫流が集中して家屋にかかる抗力が大きくなり、 $x/B_m=1.0-3.0$ で家屋流出の危険があることがわかった。
- 3) 氾濫原家屋模型にかかる抗力の時系列データから、左岸と右岸に高低差のあるケースでは左岸側では右岸側に比べて迂回流による家屋流出被害が非常に短時間で発生することがわかった。



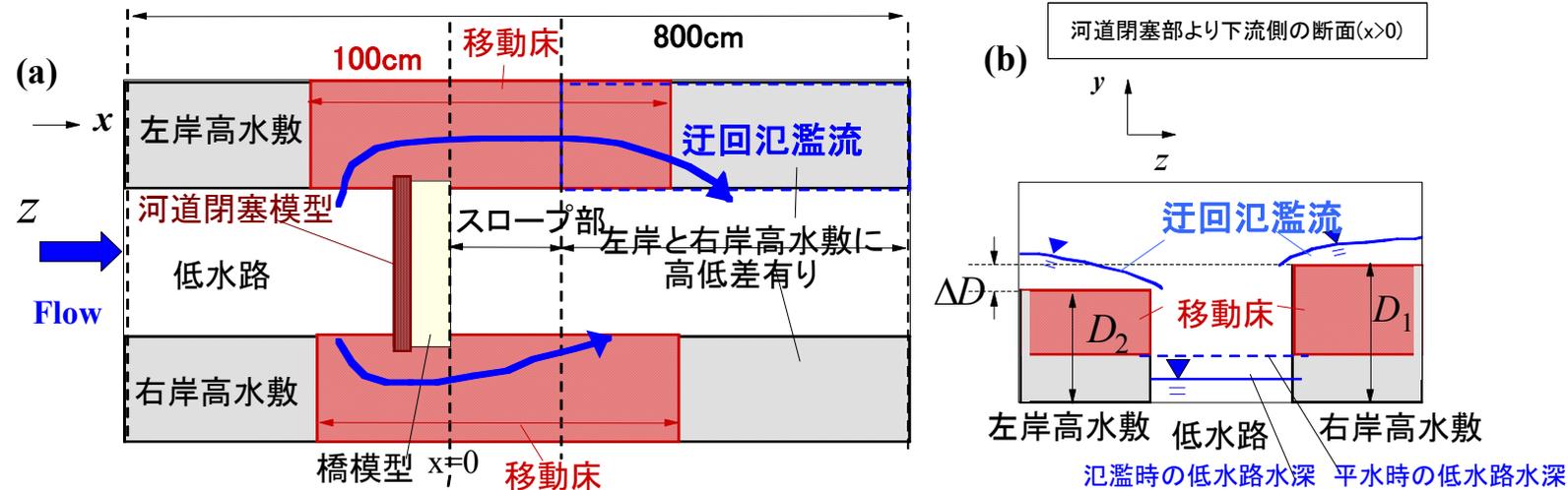
集中豪雨は増加傾向にあり、中小河川の水害が頻発している(2012宇治, 2016北海道, 岩手)

中小河川の水害は河川地形の影響を受けやすいため、より高度な測量技術を駆使して河川地形を正確に把握しておくことが重要

目次

1. 研究目的
2. 中小河川地形計測
3. 中小河川の氾濫流計測(水路実験)
4. 中小河川の氾濫流による家屋被害(抗力計測)
5. 結論
6. 今後の課題
7. 樹木群落管理への応用

橋梁迂回流による河岸侵食実験



河岸の一部を移動床にして河岸侵食実験を行った
レーザー距離計(Bosch社)で河岸形状の時系列データを計測できる