

# 応用水理学

## ～洪水氾濫解析の実態～

建設工学課程3年生2学期木曜日4時間目

# 洪水氾濫解析

～工学的に求められる内容～

## ●発生原因

どうして発生したか→原因の削除  
他地域への応用

## ●発生後の挙動

どのように流れたか(流れるか)  
地形・環境の変化量

# 洪水氾濫解析

～解析、予測に用いられる手法～

## ● 水理実験

実際に水を流すのでリアルな現象

挙動を定量的に把握(計測)できない

## ● 数値シミュレーション

任意の場所で挙動を定量把握可能

計算が正しいかの確認が必要

# 洪水氾濫解析 -2

～解析、予測に用いられる手法～

## ● 水理実験

大型水理模型(実地形を縮小)

基礎水理模型(勾配など簡略化)

## ● 数値シミュレーション

1次元モデル(線近似) → 簡易計算

2次元モデル(平面モデル) → 主流

3次元モデル(立体モデル) → 複雑

# 洪水氾濫解析 -3

## 使用する方程式

### ● 流れが連続している(通常)

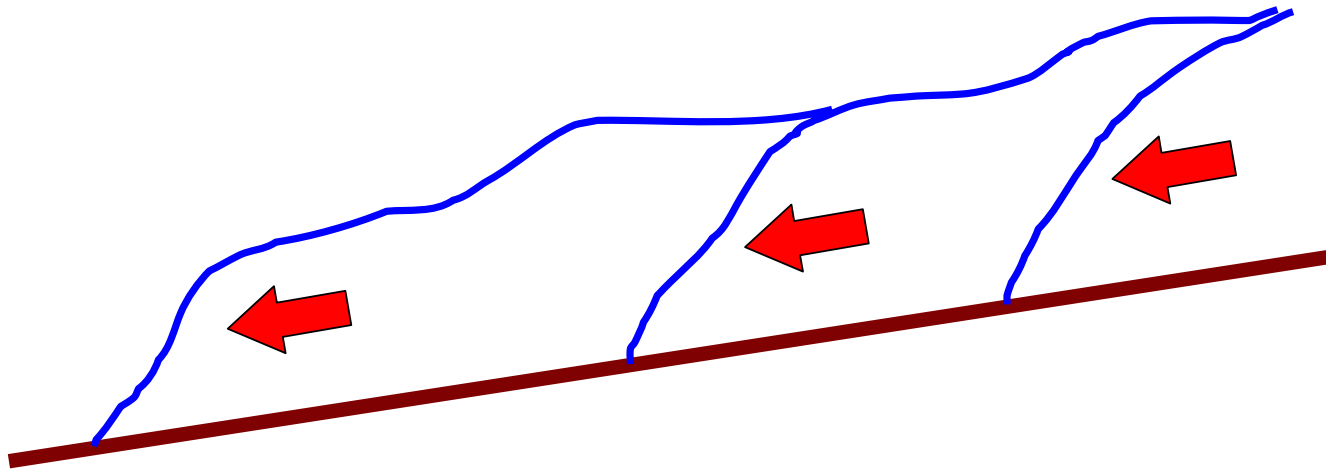
- ・ナビエ・ストークス方程式(運動方程式)
- ・連続式

### ● ダムなど、大きな段差(流れが切断)

- ・越流式

# 越流公式を使う理由

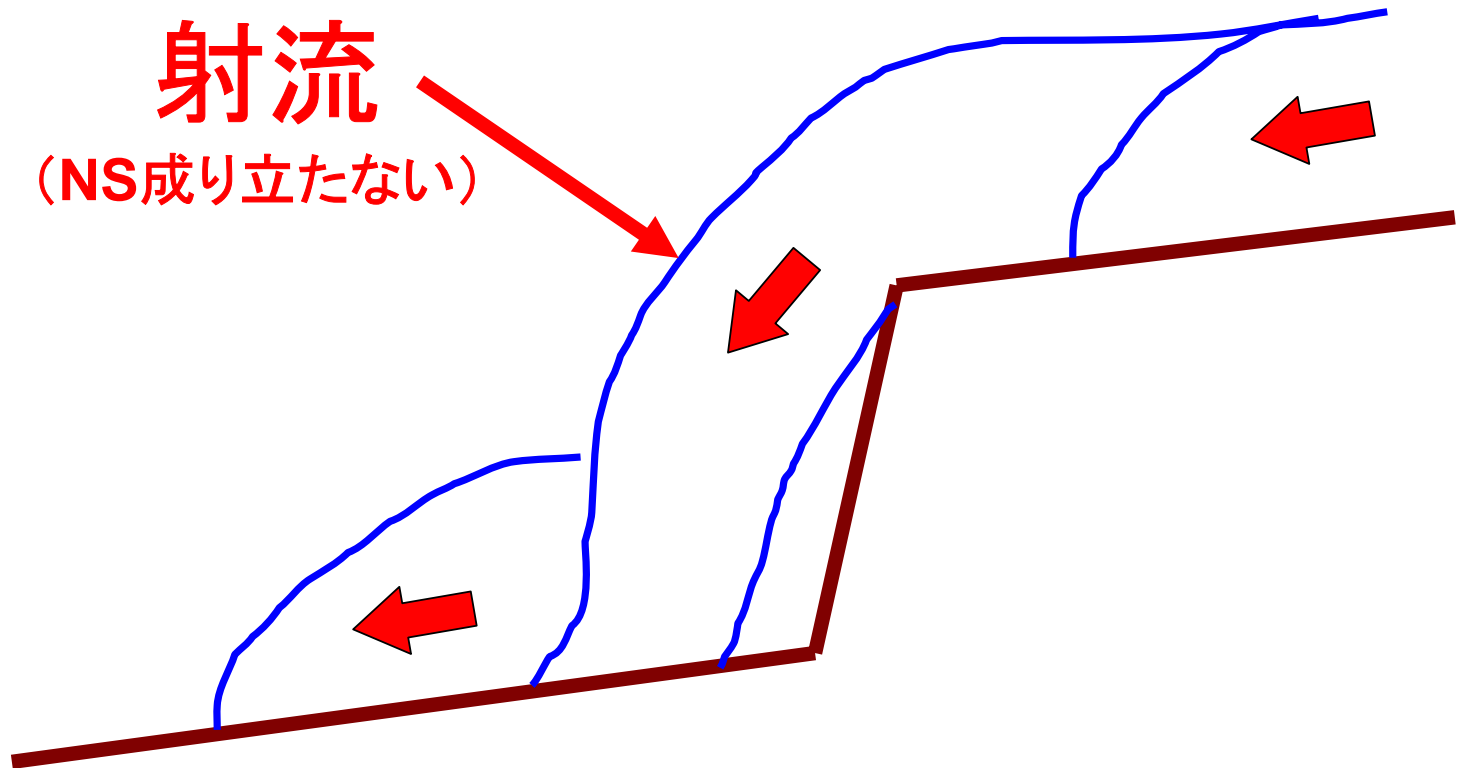
- 流れが連続している(通常)流れ



→ 通常の運動方程式・連続式

# 越流公式を使う理由 -2

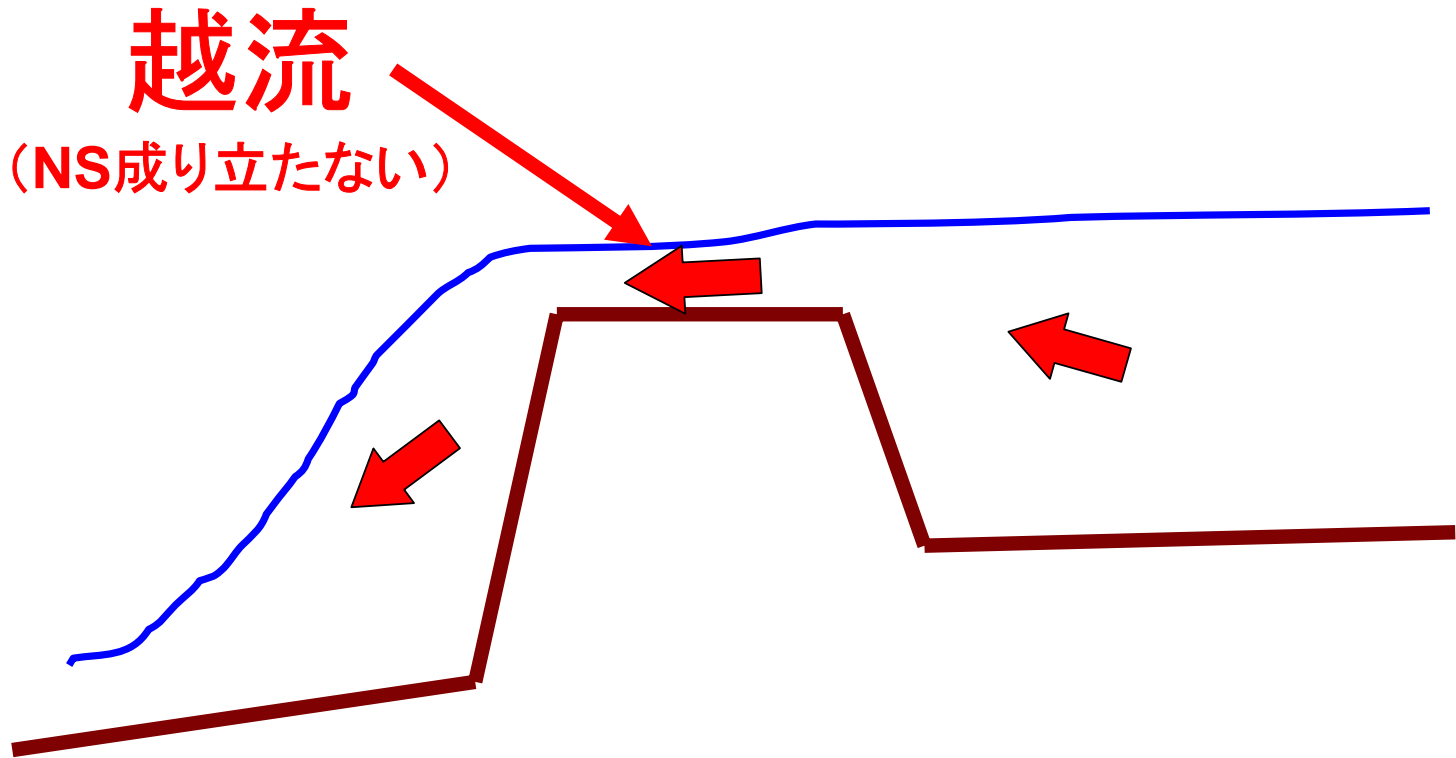
- ダムなど、大きな段差（流れが切断）



→越流公式を使う

# 越流公式を使う理由 -3

- 堤防など、大きな段差（流れが切断）



→越流公式を使う



# 使用する方程式

## ● 流れが連続している(通常)

- ・ナビエ・ストークス方程式(運動方程)
- ・連続式

## ● ダムなど、大きな段差(流れが切断)

- ・越流式

# 使用する方程式-2

- ・ナビエ・ストークス方程式(運動方程式)

$$\begin{aligned} & \frac{\partial M_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{M_i M_j}{h} \right) \\ & = -gh \frac{\partial (z^* + h)}{\partial x_i} + A \left( \frac{\partial^2 M_i}{\partial x_m \partial x_m} \right) - \frac{gn^2}{h^{7/3}} M_i \sqrt{M_m M_m} \end{aligned}$$

# 使用する方程式-3

## ・連続式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M_i}{\partial x_i} = 0$$

# 使用する方程式-4

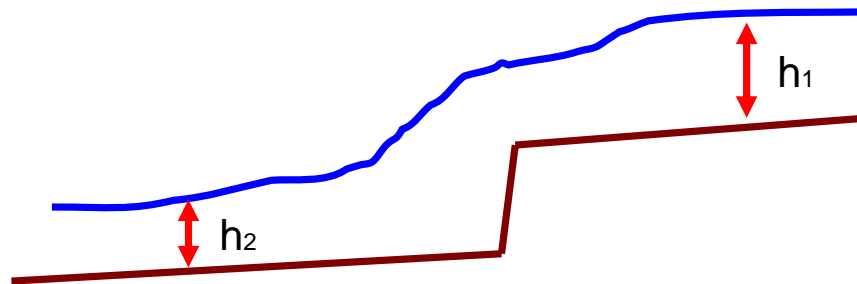
## ・越流公式

- ・  $h_2/h_1 < 2/3$

$$Q = 0.35 \times h_1 \sqrt{2gh_1} \times B$$

- ・  $h_2/h_1 \geq 2/3$

$$Q = 0.91 \times h_2 \sqrt{2g(h_2 - h_1)} \times B$$



# 河川洪水氾濫シミュレーション

## 実例

1. 中越地震による芋川土石流予測計算
2. 7\_13水害による  
中之島氾濫流再現計算

# 河川洪水氾濫シミュレーション

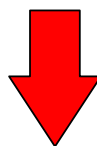
1. 中越地震による芋川土石流予測計算

2. 7\_13水害による  
中之島氾濫流再現計算

シミュレーションをするには  
現場を知る必要がある

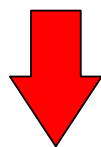
→ 調査

現場、災害の状況を把握する



シミュレーション可能となる

自然科学は実現象を知らないとダメ



外に遊びに出ること！

(学生の間しかできない)



# 中越地震による芋川土石流予測計算

調査場所・内容・年月日

芋川上流域 → 土砂崩壊

山古志村役場～羽黒トンネル～池谷～寺野

(2004年11月17日)

芋川中流域 → 河道閉塞

小松倉集落～東竹沢

(2004年11月13日、20日)

芋川下流域 → 土石流対策

竜光地区

(2004年11月13日)



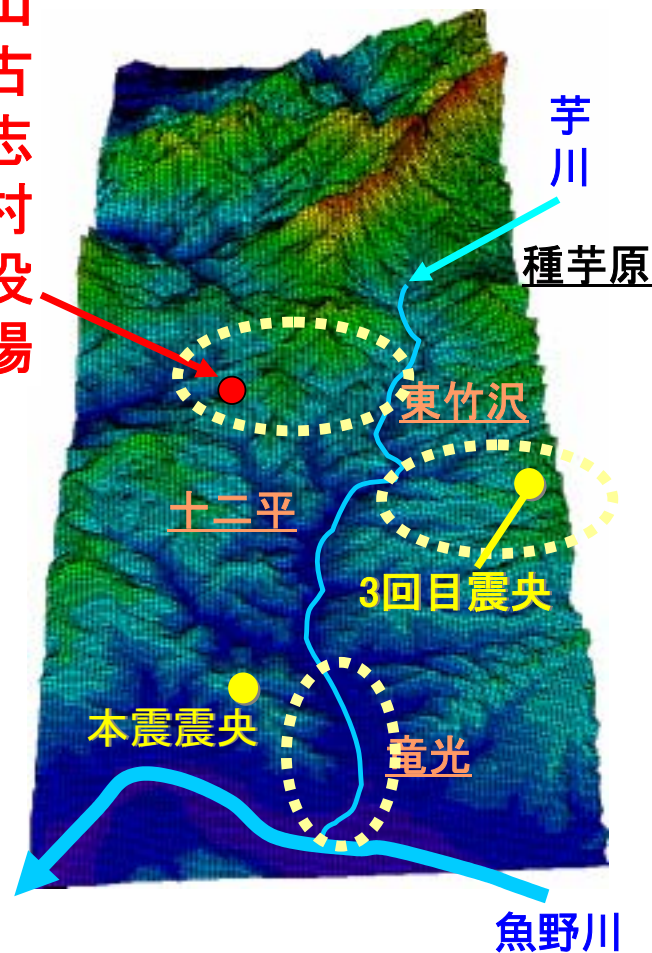




# 芋川流域および調査範囲



山古志村役場



(数値地図50mメッシュ)

# 大久保1



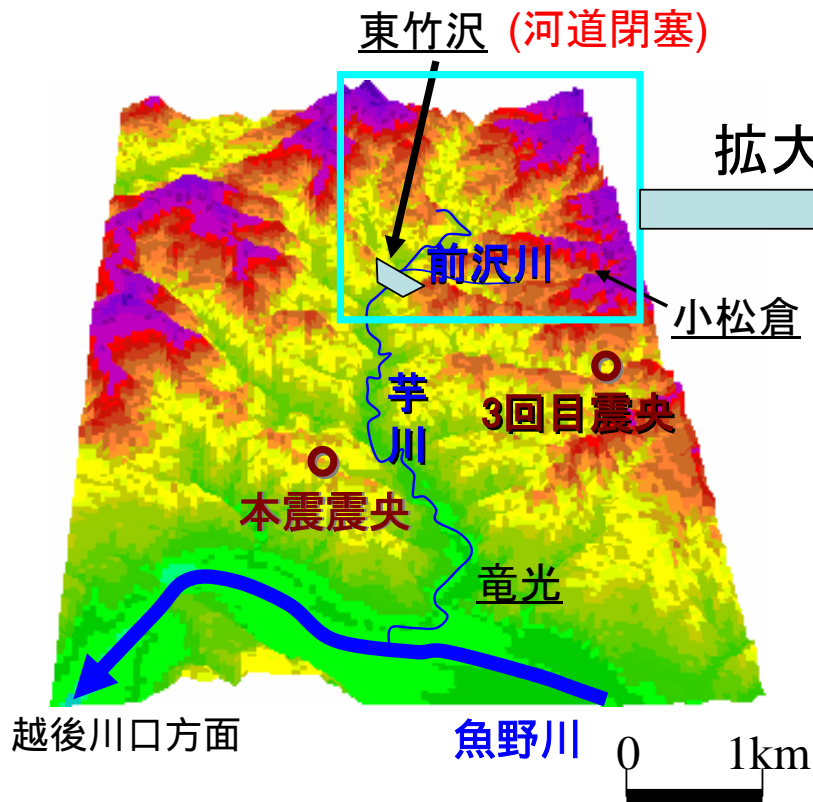
# 池谷→寺野



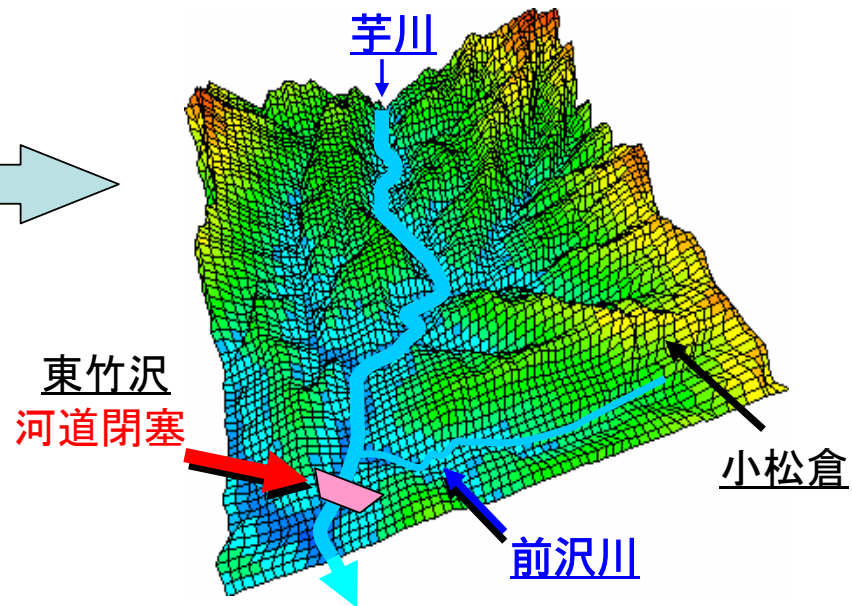
道路崩落でこれ以上進めず

# 東竹沢地区河道閉塞

(N37° 18'07" E138° 54'27")



芋川流域及び東竹沢



東竹沢地区拡大



# 河道閉塞前後の変化



閉塞前(震災前)



閉塞後(震災後)

面積 27万平方メートル  
体積220万立方メートル

# 震生湖(芋川側2)



# 震生湖の規模比較(11月13日 & 20日)

11月13日

11月20日

基準

約1m上昇

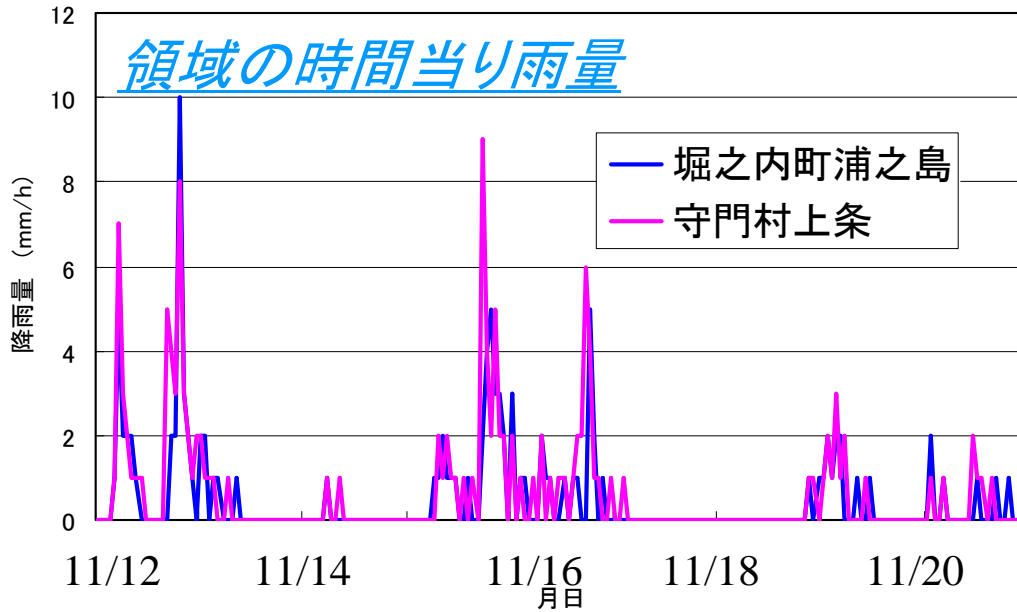
1週間で27万 $m^3$ (4万 $m^3$ /日)増水

基準

約1m上昇



# 周辺の雨量観測値(11月12日～22日)



**土砂ダム上流の融雪、1日10ミリの雨量に相当**

新潟県中越地震で山古志村の芋川がせき止められてできた土砂ダム(天然ダム)の上流で、春の雪解けの時期に最大**1日10ミリの雨**に相当する融雪があることが24日、日本雪氷学会と日本雪工学会で作る雪氷災害調査検討委員会の調べで分った。  
(11/24 20:03, Asahi.com)

**平均雨量** 堀の内 **0.49mm/h**  
(11月12日～22日) 守門 **0.62mm/h**

12mm/日に相当 (約8万 $m^3$ /日・流域)

約4万 $m^3$ /日の排水能力

まだ足りない

東竹沢地区付近の流域面積  
約651万 $m^2$

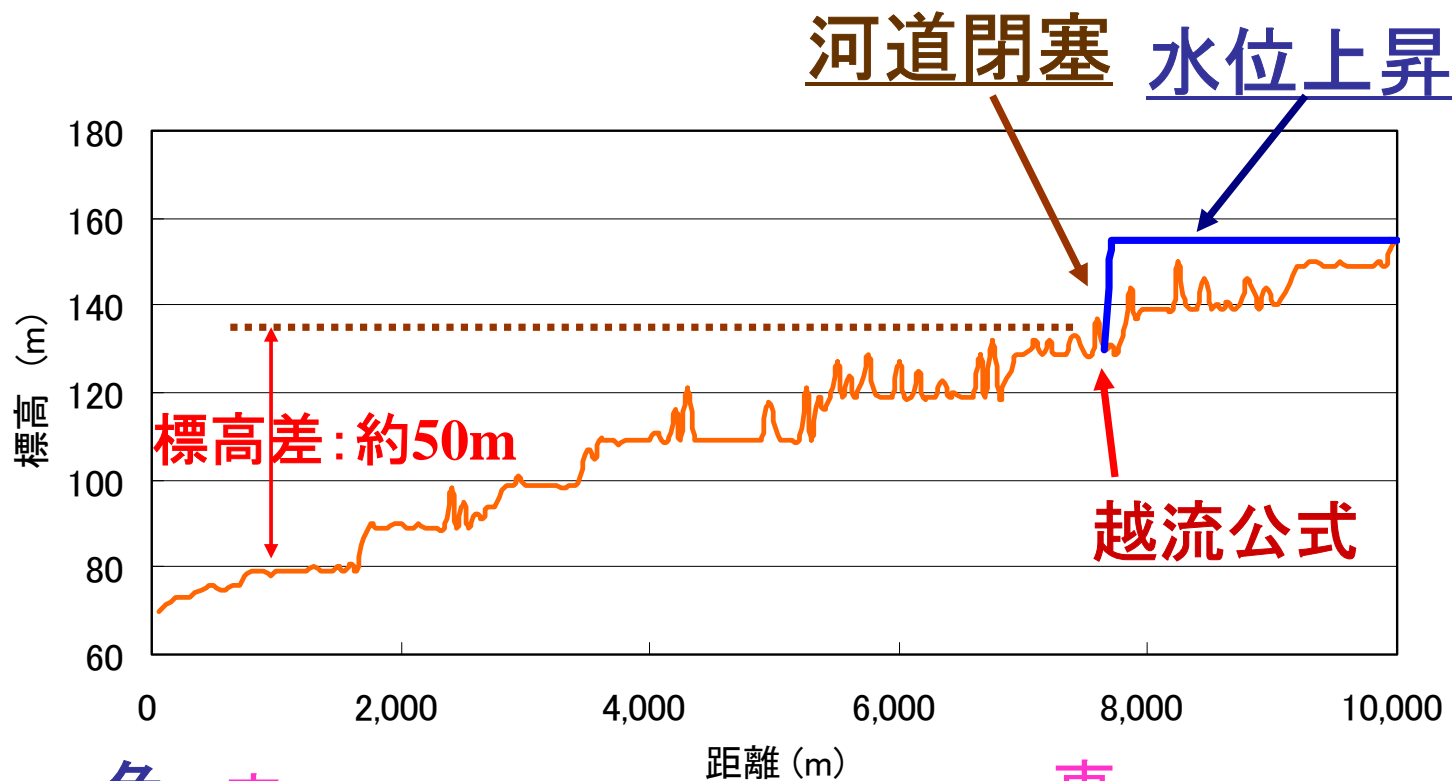
(50m国土数値情報より計算)

融雪期の流域の換算降雨量

約6.5万 $m^3$ /日・流域

**下流の土石流予想必要**

# 芋川の河床断面(魚野川～東竹沢)



魚野川

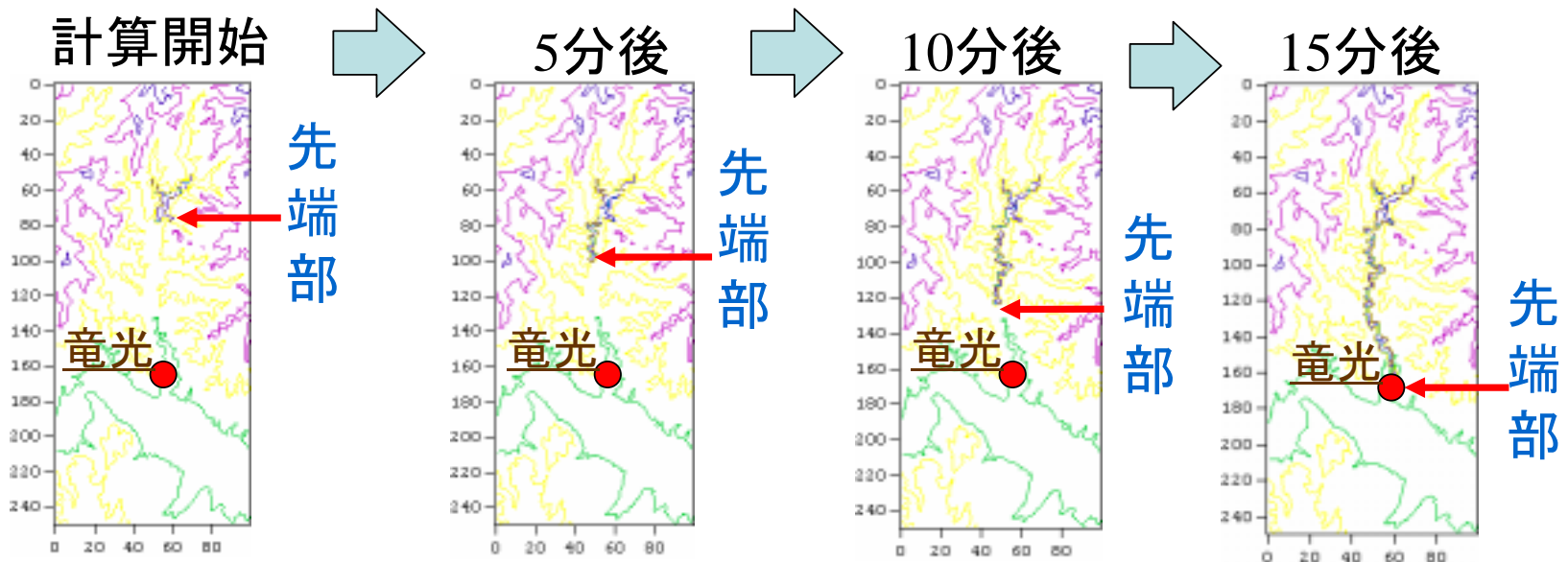
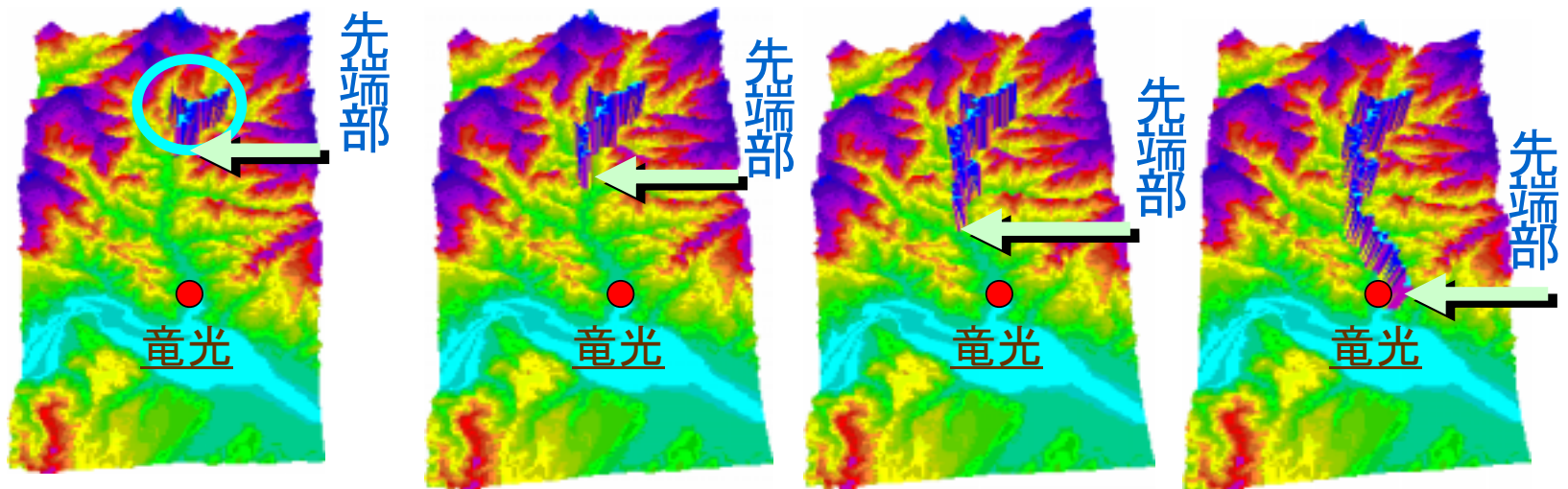
竜光

距離: 約6.4km

東竹沢

平均勾配  
1/128

# 予想洪水氾濫シミュレーション結果



# 竜光地区へ到達する土石流の規模



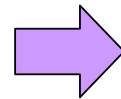
竜光地区

## シミュレーション結果

到達時間 約15分

水位 約4m

(川幅を50mと仮定)



土嚢を1段積んだだけで十分か？

# 河川洪水氾濫シミュレーション

1. 中越地震による芋川土石流予測計算

2. 7\_13水害による  
中之島氾濫流再現計算



# 7\_13水害による中之島氾濫計算

## 被災地域の概況



新潟県広域図

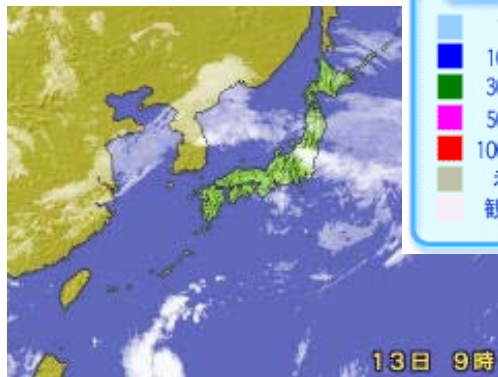


被災地域拡大図

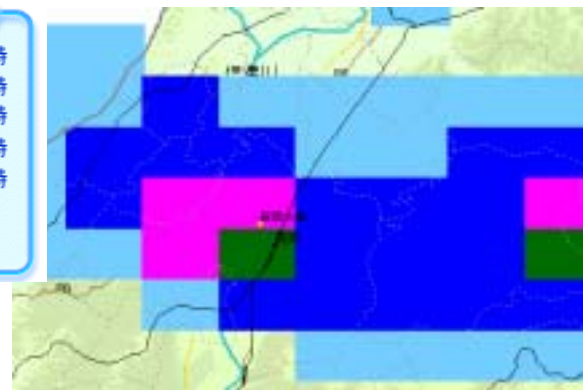
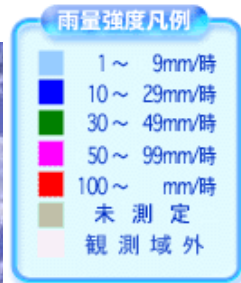
# '04年7月13日の降雨状況



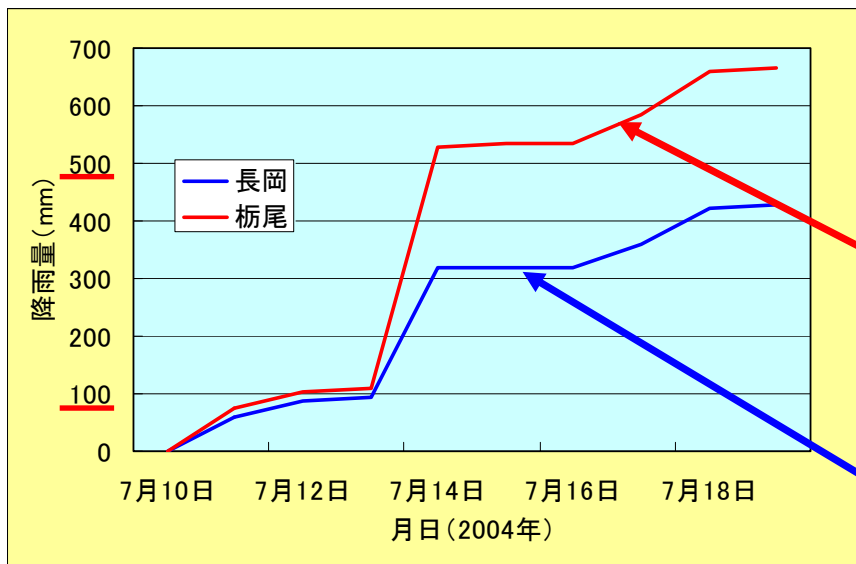
天気図(7月13日9時)



衛星写真(7月13日9時)



レーダ強度(7月13日12時40分)



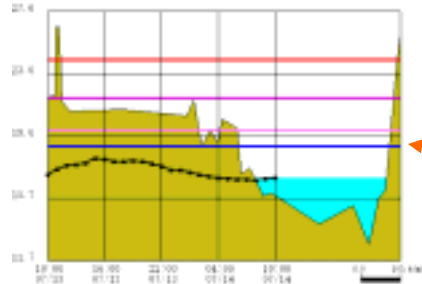
累積降雨量  
(7月10日0時～19日23時)



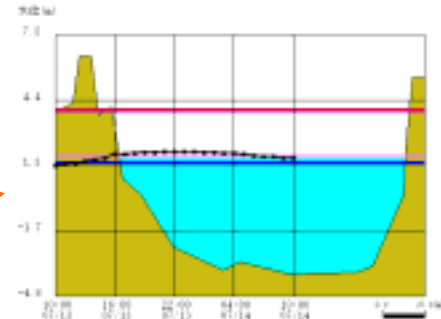
# 県内河川の水位状況 ('04年7月14日10時現在)



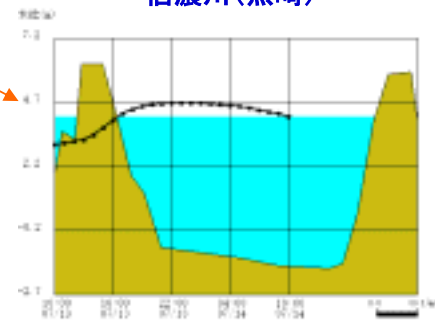
信濃川(大河津)



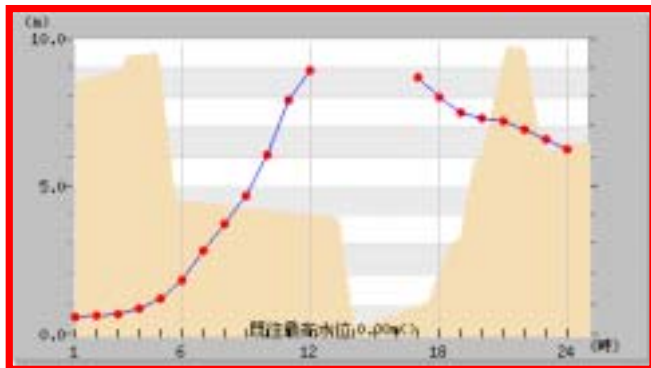
信濃川(長岡)



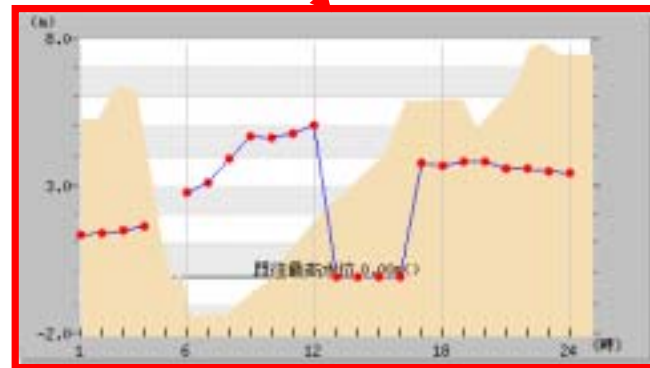
信濃川(黒崎)



中ノ口川



刈谷田川(13日1時~14日0時)



五十嵐川(13日1時~14日0時)

# 五十嵐川被災状況



# 五十嵐川(三条市破堤箇所)



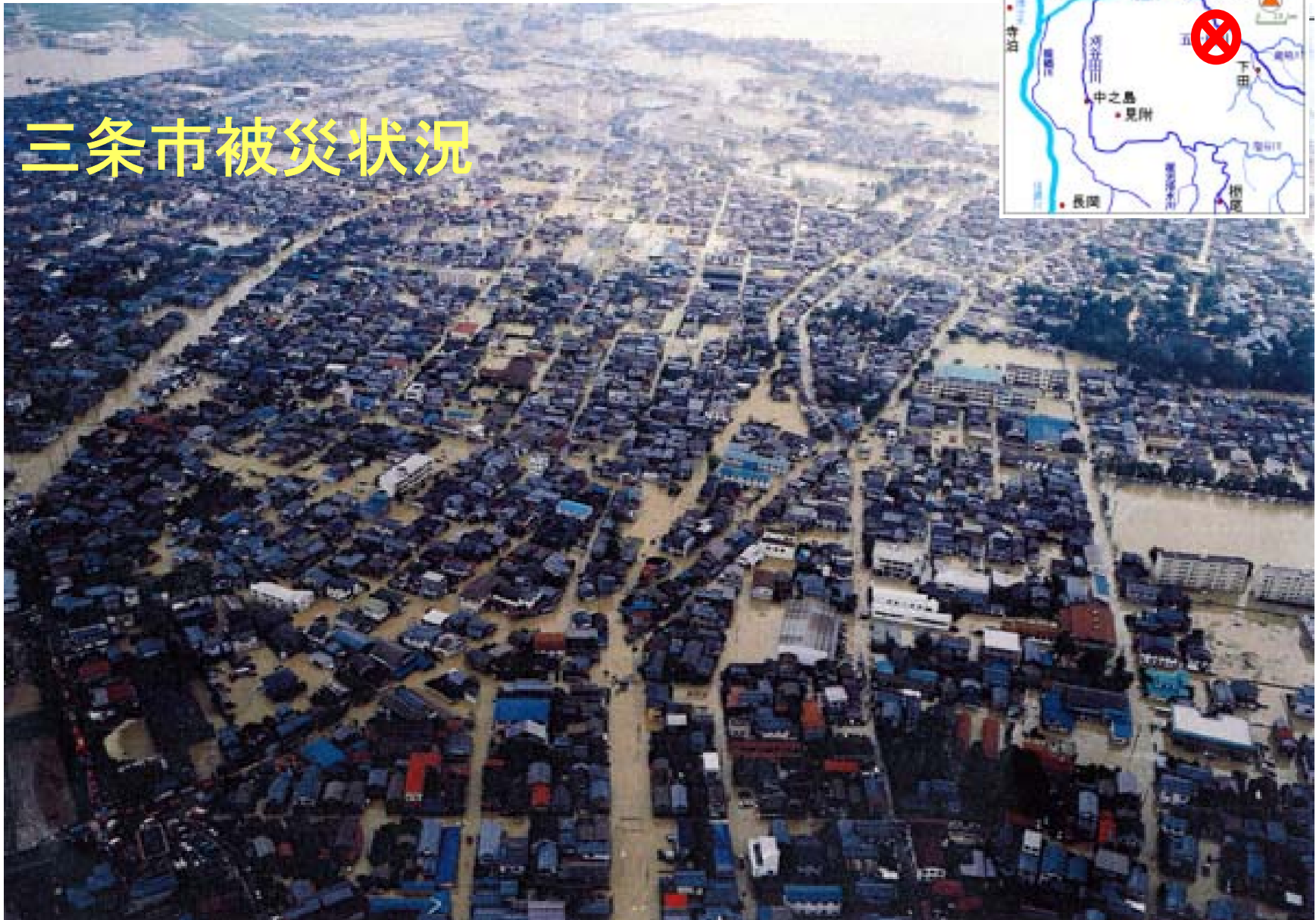
浸水



五十嵐川



# 三条市被災状況









# 刈谷田川被災状況 (中之島町)



# 刈谷田川(中之島町破堤箇所)



刈谷田川



浸水







# 刈谷田川上流被災状況











# 刈谷田川上流被災状況



# 見附市河野町



平成16年7月18日

# 見附市池野島町



# 被災した橋梁



桜明橋  
(平成16年7月22日)



町屋橋  
(平成16年7月18日)

# 刈谷田川下流被災状況



# 中之島町大沼新田



平成16年7月17日

# 猿橋川流域被災状況



# 長岡市富島町

平成16年7月17日







# 長岡市内の河川の状況

## 信濃川および柿川



# 柿川(長岡市旭町)



平成16年7月13日

# 信濃川(越路橋)

平成16年7月13日

# 氾濫シミュレーション結果

## 破堤箇所付近の狭領域(詳細計算)

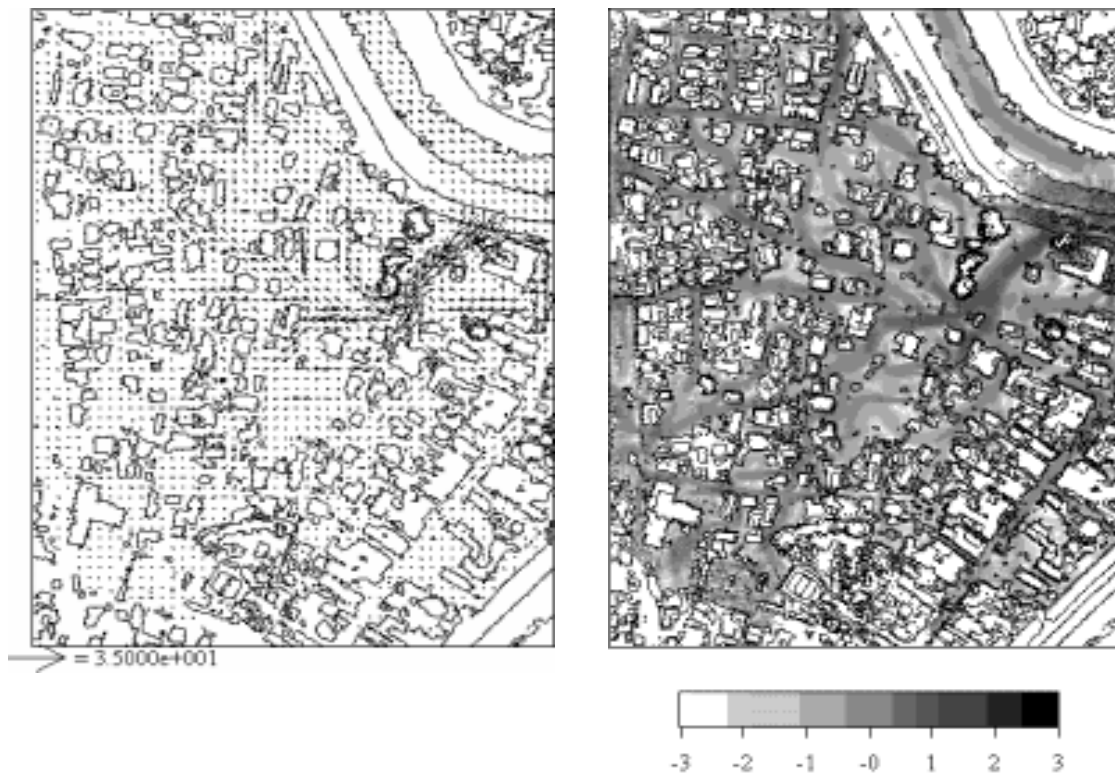
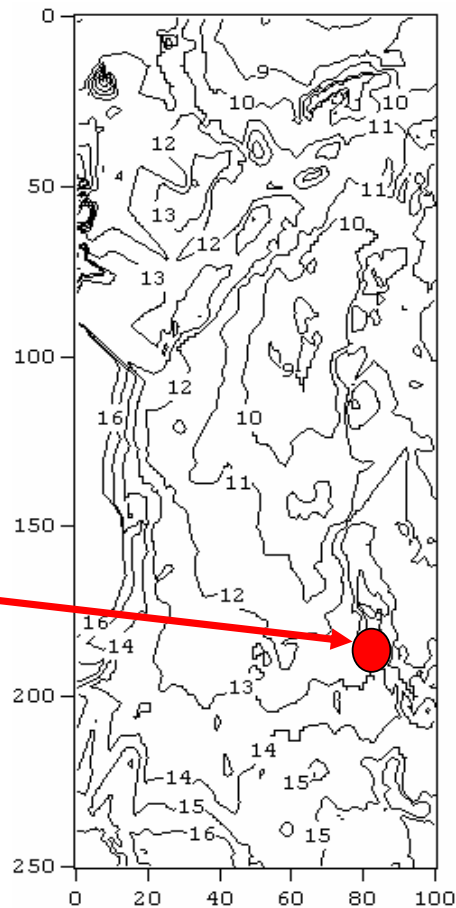
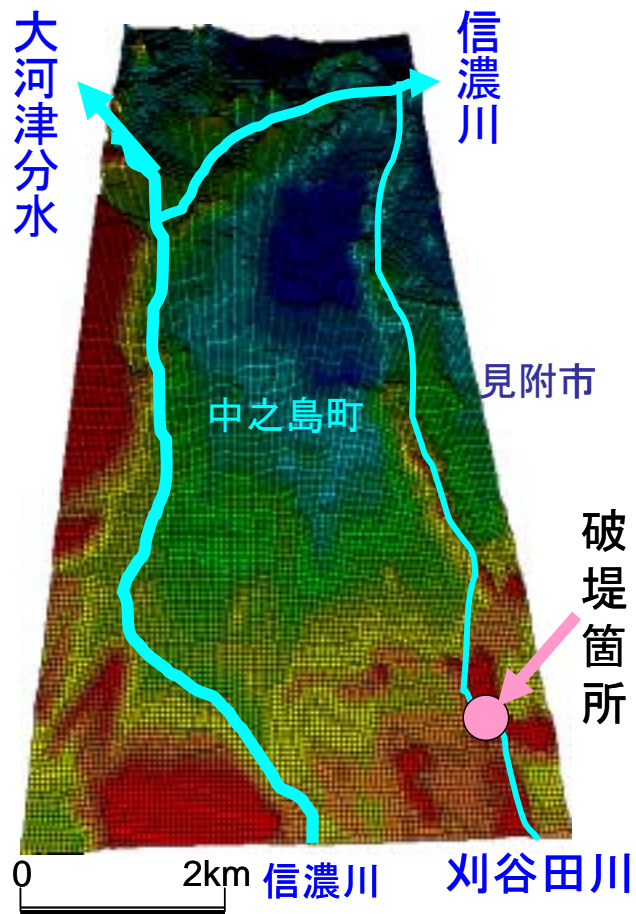


図4-6 破堤直後の氾濫水の挙動 左：線流量ベクトル 右：運動エネルギー ( $\log_{10}(\text{m}^2/\text{s}^2)$ )  
破堤流量  $495\text{m}^3/\text{s}$ 、前ページ上段よりそれぞれ破堤後、108秒、216秒、432秒  
図のスケール：縦451m、横351m

# 破堤下流の広領域の計算



# 氾濫シミュレーション結果

計算開始後  
0-72分

