

確実な避難を支援する洪水予測技術の開発

平成29年度土木研究所講演会

平成29年10月19日

国立研究開発法人土木研究所
水災害リスク研究グループ (ICHARM) 澤野 久弥



1

(洪水予測結果に影響する要素)

- 降雨の精度(観測密度・方法、予測(ゲリラ豪雨・線状降水帯))
- 流出予測モデルの精度

(中小河川での課題)

- 複合した現象(洪水＋流砂＋流木)
→混合した流体と変化する河道
- 変化の速さ(短い降雨流出時間)

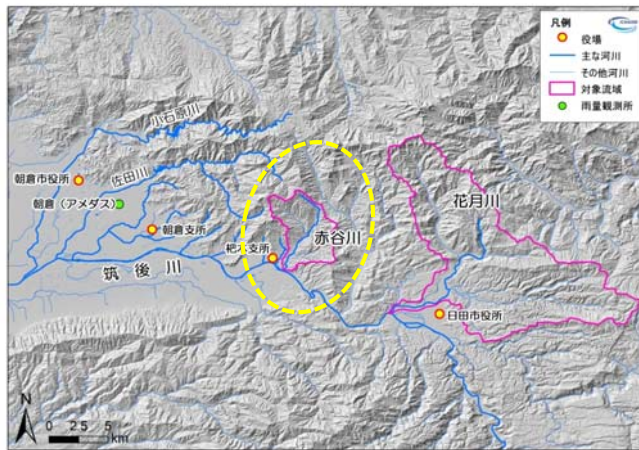


中小河川では、危険度(リスク)評価(河川水位、氾濫エリア・水深等)を短時間に行って確実な避難につなげる手法が必要

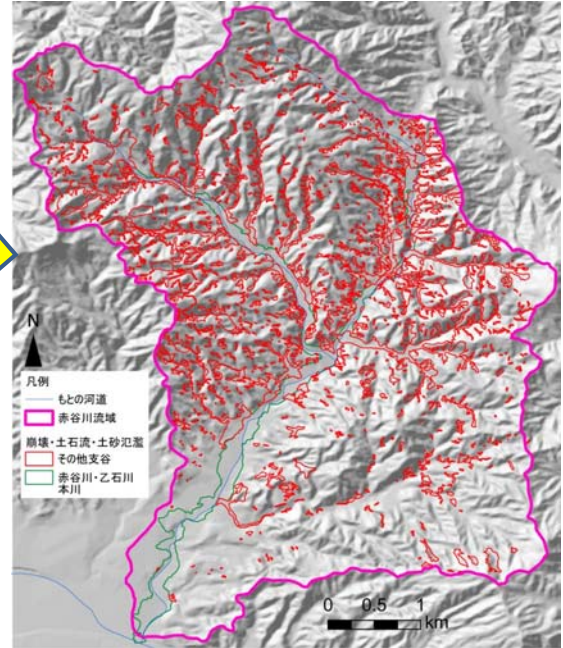


2

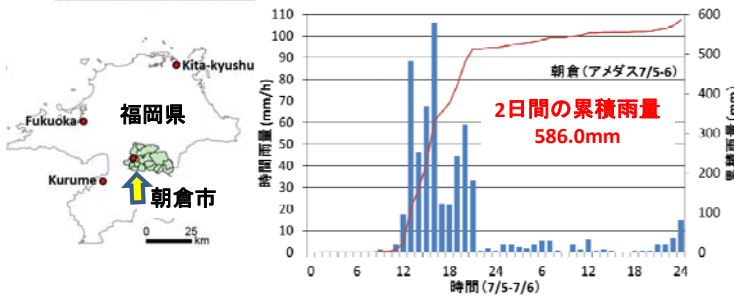
中小河川の洪水(平成29年7月九州北部豪雨)



赤谷川 流長: 約8km 流域面積: 約20km²

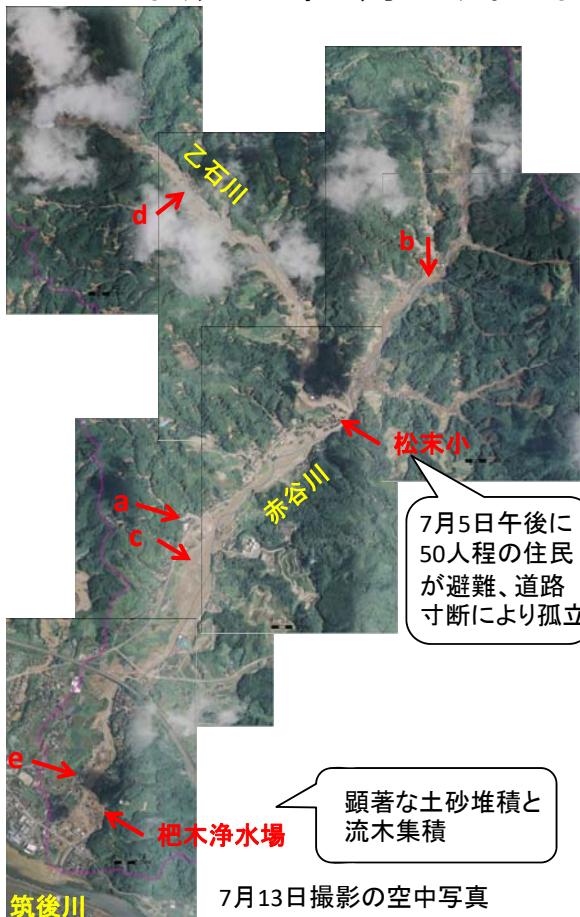


赤谷川流域の崩壊地・土石流、及び土砂氾濫域



- ◆7月5日午後から洪水・土砂氾濫が発生(史上記録を塗り替える雨量)
- ◆山地部で崩壊、土石流が発生し、赤谷川に大量の土砂が流入
- ◆赤谷川では土砂流入と流木集積により、河道位置を変化させながら広く氾濫

平成29年7月九州北部豪雨による土砂の流出・氾濫



7月5日午後
50人程の住民
が避難、道路
寸断により孤立

顕著な土砂堆積と
流木集積

7月13日撮影の空中写真



a: 赤谷川支谷の土石流跡



b: 赤谷川の土砂氾濫



c: 赤谷川の土砂氾濫



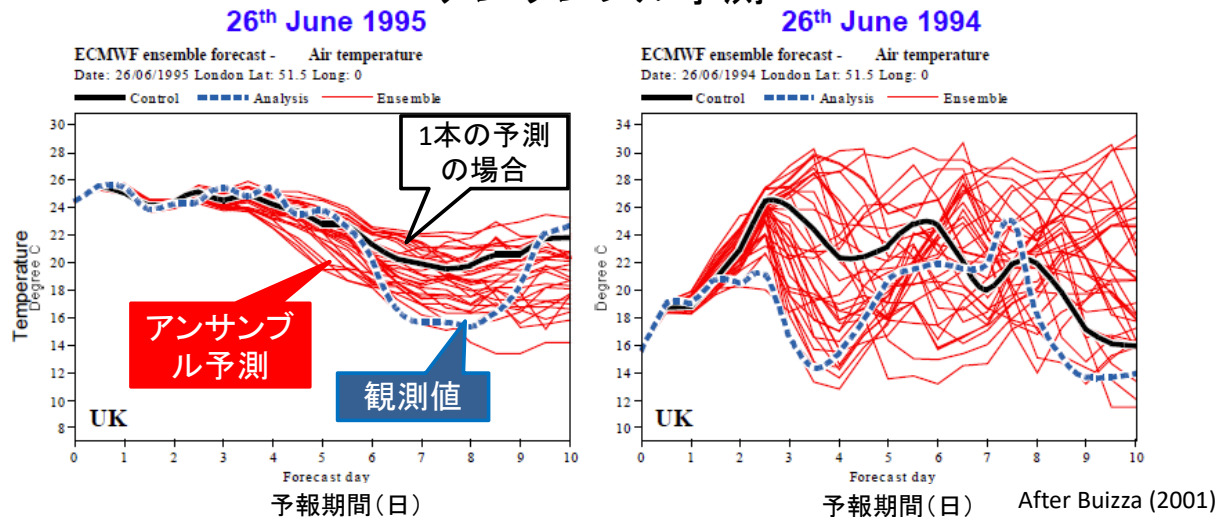
d: 乙石川の土砂氾濫



e: 赤谷川のもとの河道

1. 降雨・流出の予測

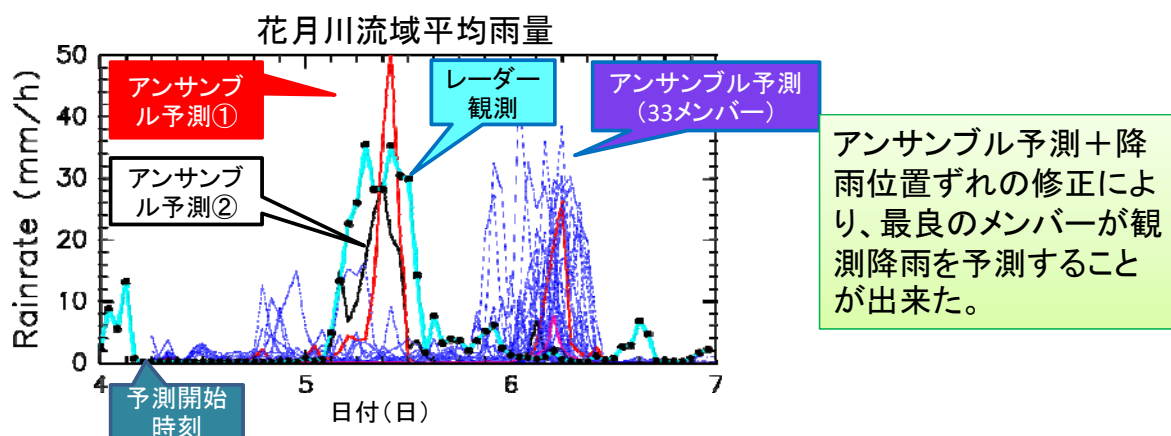
アンサンブル予測



アンサンブル予測は、わずかに異なる初期値(風・気温・気圧・湿度)から予測計算を行う手法である。
初期値は、アンサンブル予測の広がり(アンサンブル)が真値を外さないように、適切に設定される。
(上の図は、ロンドンの気温の予測を行った例)

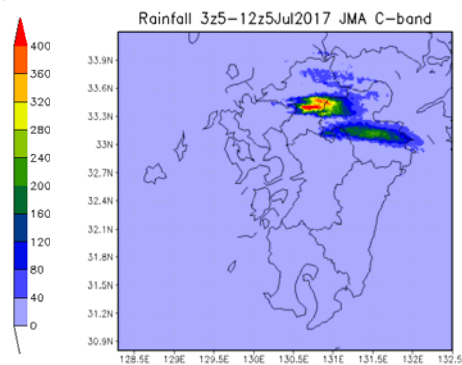
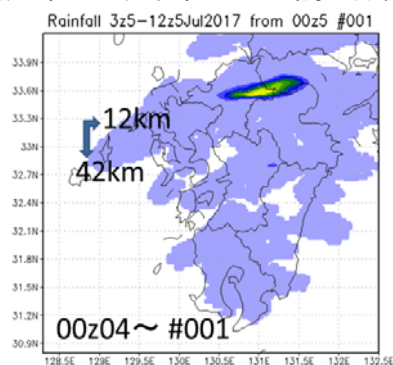
- ◆ アンサンブル予測からは予測精度や信頼性情報が得られる。
- ◆ 一般に、アンサンブル予測の平均値の方が、1本の予測よりも予測精度が高い。
- ◆ 極端な事象が起こる可能性を予測することができる。

WRF-LETKFを用いたアンサンブル降雨予測



アンサンブル降雨予測結果の調整
(矢印は下図位置からの調整距離)

同期間のレーダー雨量



RRIモデルによる流出の予測

RRIモデルとは・・・

降雨(Rainfall) – 流出(Runoff) – 氾濫(Inundation) ➡ RRIモデル

降雨を入力として、河道流量・水位から洪水氾濫までを流域スケールで一体的に解析できるモデル

(ICHRAMで開発、H25国土技術開発賞受賞)

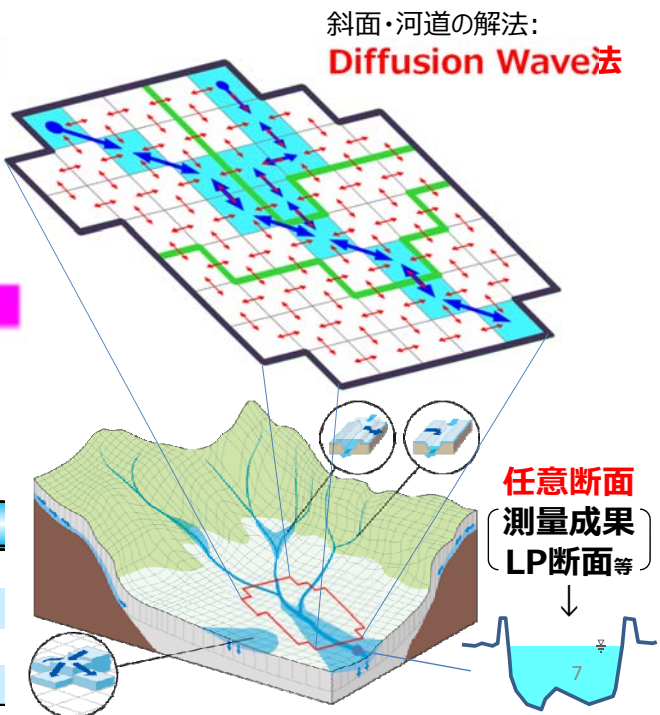
計算の迅速性・安定性に主眼を置いているため、リアルタイム氾濫予測を実現できる。

<数値計算アルゴリズム>

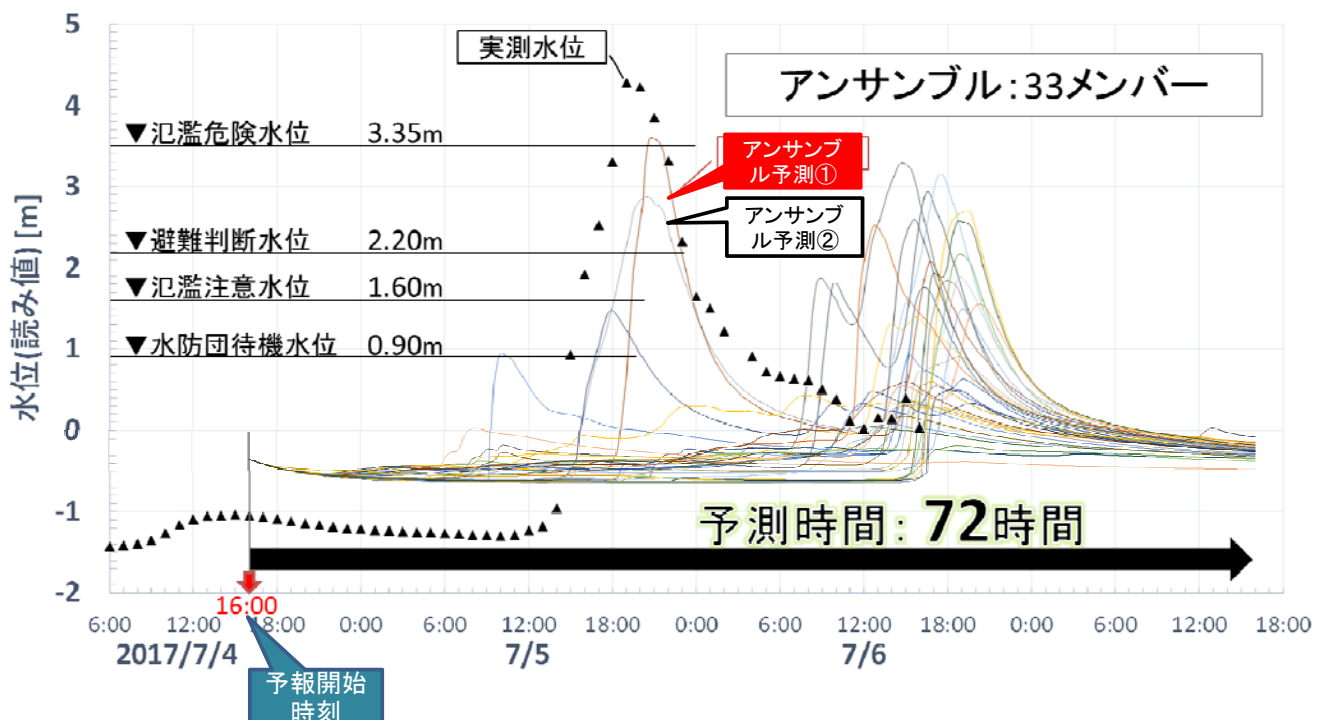
- ・適応時間ステップルンゲクッタ法の適用
- ・OpenMPIによる並列化プログラミングの実装

▼海外河川での適用事例

対 象 河 川	国	研究時期
イラワジ河デルタ地帯	ミャンマー	2010年～
ソ 口 川	インドネシア	2011年～
インダス川	パキスタン	2011年～
チャオプラヤ川	タイ	2011年～

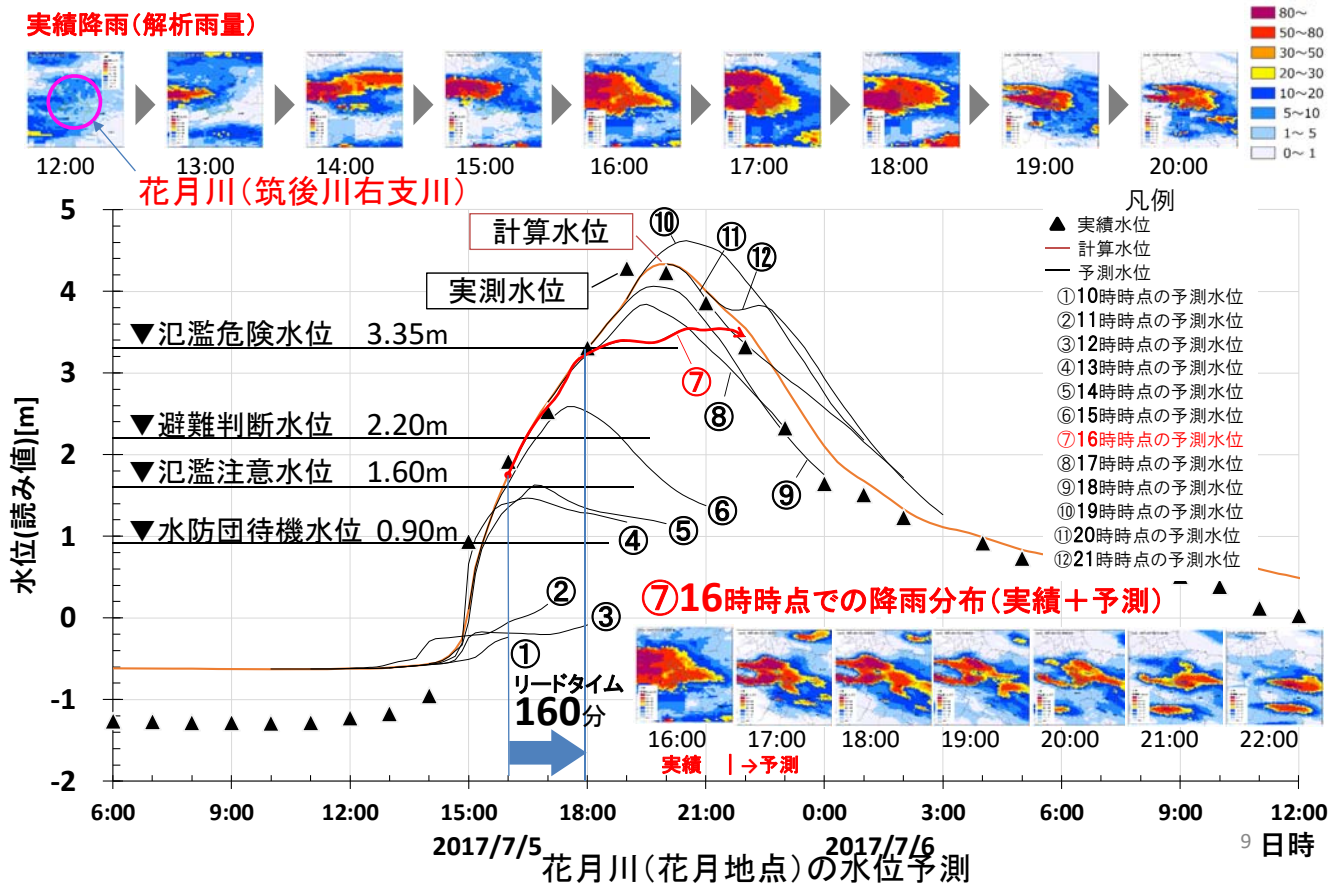


RRIモデル×領域アンサンブル予測を用いた予測結果



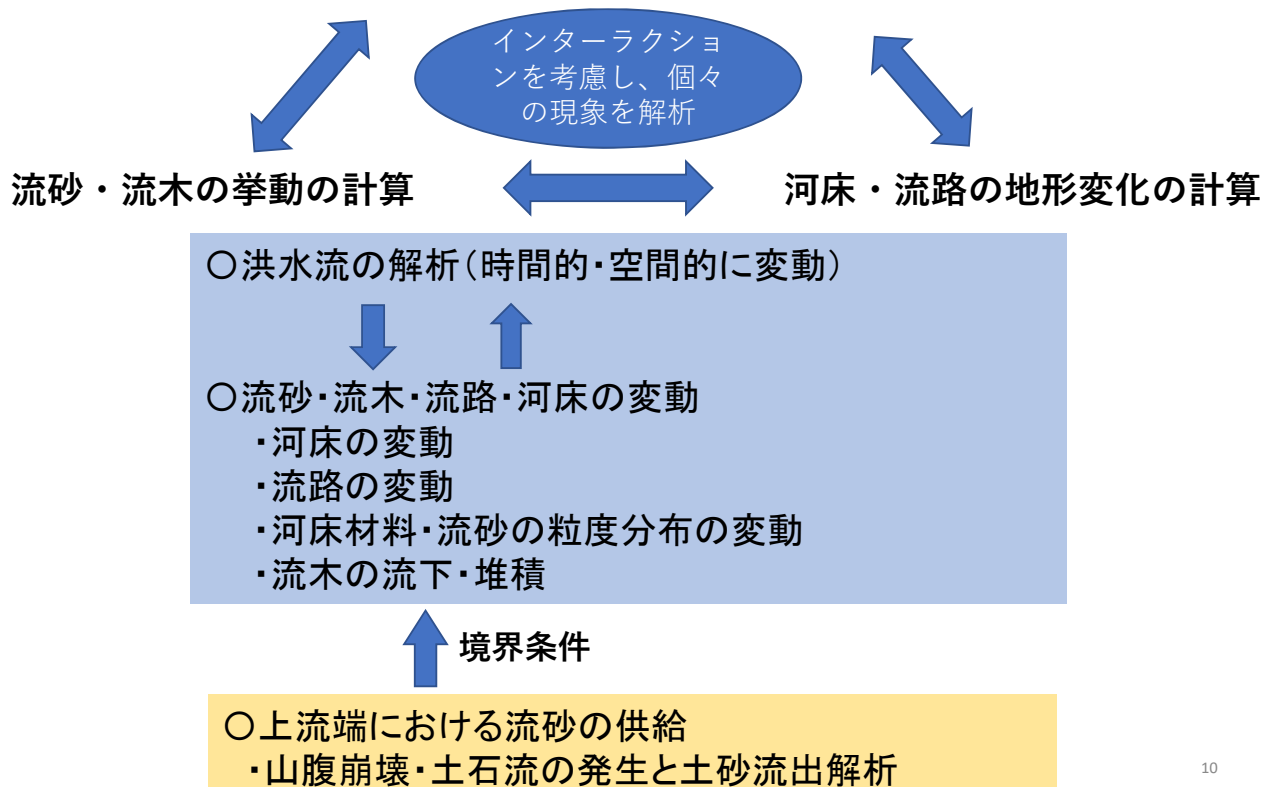
花月川(花月地点)の水位予測

RRIモデル×降水短時間予報(気象庁)を用いた予測結果

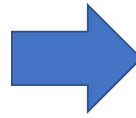
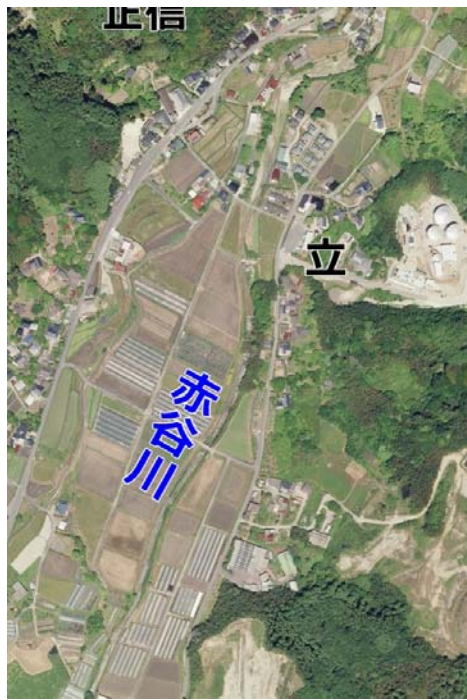


2. 流砂・流路変動を伴う洪水流の解析・予測

二次元不定流による洪水流れの計算



洪水前後の赤谷川流路・河床等の変動状況



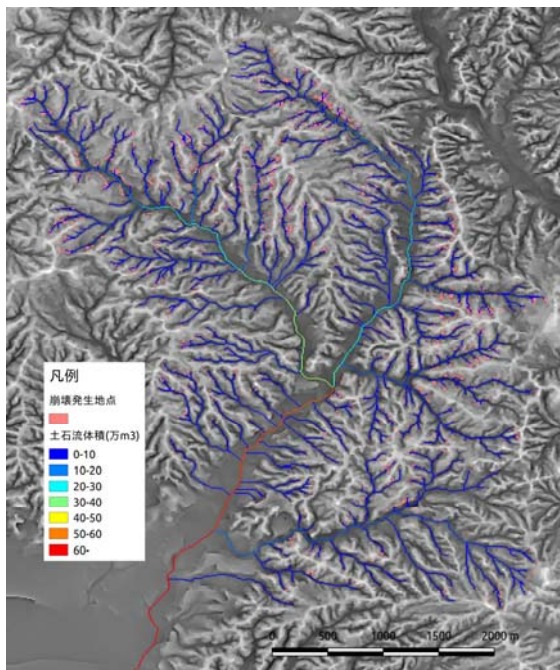
写真は国土地理院HPより

2017年九州北部豪雨 赤谷川

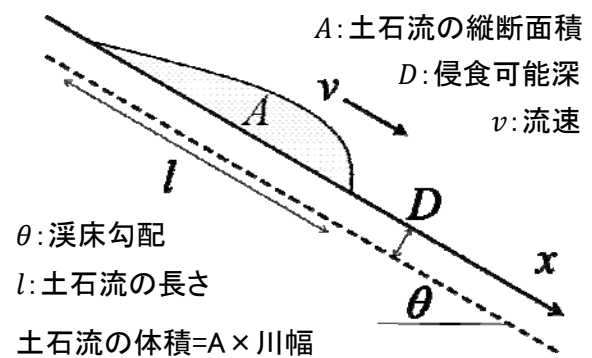
- ・ 多量の土砂流入による流路そのものの変化
- ・ 大量の流木が流入し、流れに影響

11

流出土砂量の空間分布の予測



赤谷川流域における崩壊発生地点と
流路網における土石流の体積の推定結果



崩壊発生空間分布の推定結果に加えて、崩壊地点から流路網を流下していく土石流の支配方程式を解析する。

これより、流域の任意地点における土石流の体積が得られる。

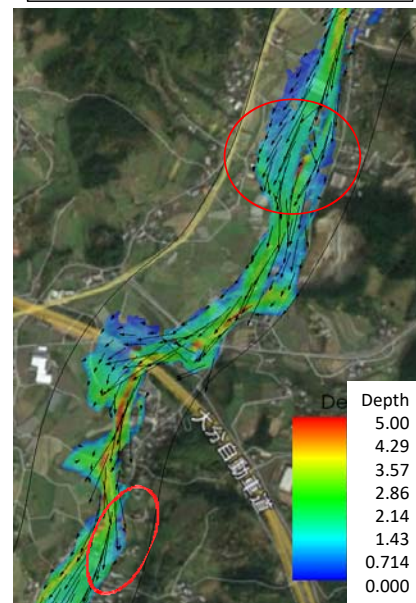
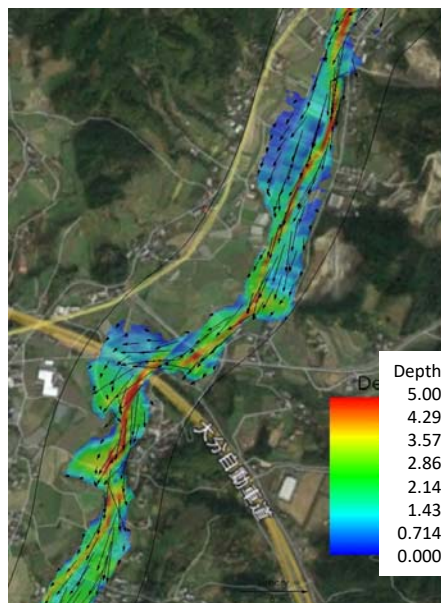
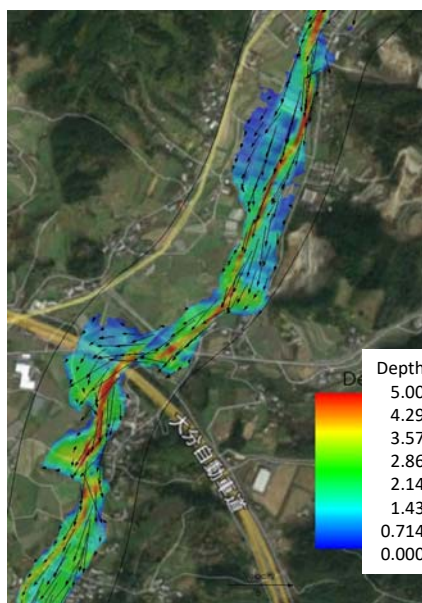
12

解析ケースによるピーク時流況の違い（水深コンター図）

固定床
(洪水流のみ)
Case1

移動床
(洪水流のみ)
Case2

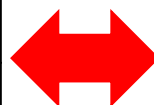
移動床
(細粒分の供給、
流木あり)
Case3



13

3. リスク・コミュニケーションの課題

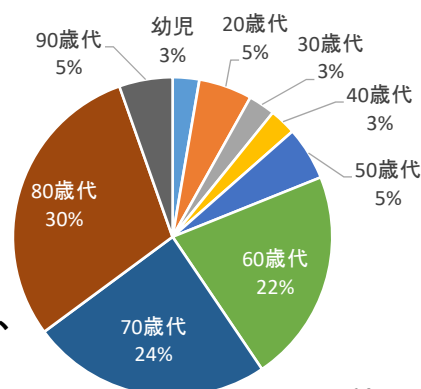
市町	発災前の活動
福岡県 朝倉市	・ コミュニティー放送の戸別受信機 約1500世帯に設置 ・ 全地区で自主防災マップ作成
福岡県 東峰村	・ 全世帯に戸別受信機を整備
大分県 日田市	・ 光ケーブル式の戸別受信機を整備



被災状況
・ 死者31名 ・ 行方不明者4名
死者3名
死者3名 2017.9.7現在

今回の課題：

- ・ 高齢者の犠牲者が多かった。
- ・ 避難していない、もしくは避難が遅れた犠牲者が多かった。
- ・ 情報通信機器のトラブルがあった
(戸別受信機の中継基地の故障や光ケーブルの断線、屋外スピーカーの故障等)



犠牲者の年齢構成

14

予測情報をもとにしたリスクコミュニケーションの強化による確実な避難行動や事前対策の推進

研究課題：

- ・ 災害リスクの評価
- ・ 災害の危険性を伝える可視化技術
- ・ 不確実性を含む予測情報での意思決定
- ・ 避難等の行動に至る心理プロセスを踏まえた情報の提供・活用

15

まとめ

ICHARMでは、

○地球温暖化の進行等により水災害の激甚化が懸念される中、災害への対応に資するため、

1) 降雨と流出の予測

2) 水・土砂・流木が一体となった流下・氾濫現象の予測の研究を行っている。

○さらに、不確実性を有する1)、2)の予測情報を活用した

3) 水災害リスクの評価及びリスクコミュニケーションに関する研究に取り組んでいる。

16