

非線形写像による航空レーザ測量データの 幾何補正とそれに基づく2014年広島豪雨 災害での崩壊土砂量の推定

三浦弘之(広島大学)
弓真由子(朝日航洋)

2014年8月20日の広島土石流災害について



死者:74名

負傷者:44名

住家被害

全壊:133棟

半壊:122棟

一部損壊:175棟

床上浸水:1301棟

床下浸水:2828棟

計:4559

避難対象者(最大)

約166,000人

広島市の人口(2014年時点)

:約120万人

土石流による家屋被害

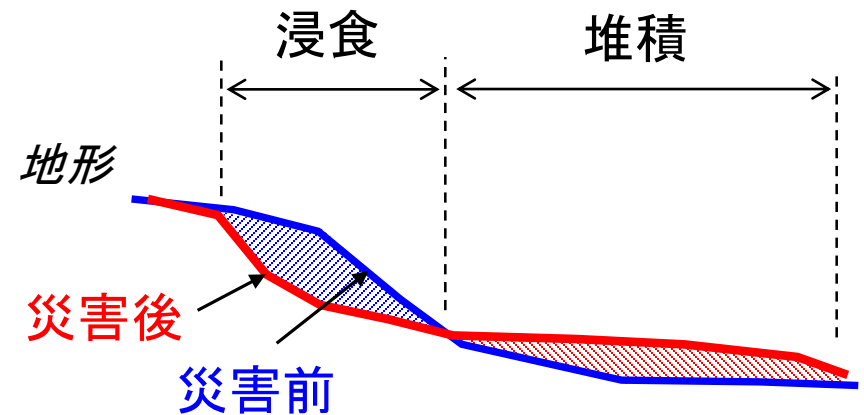


土石流発生箇所における 土砂の浸食と堆積

土砂の移動

上流側：浸食（細く深い）

下流側：堆積（広く浅い）



災害直後の迅速な応急対応活動
や復旧計画の立案のためには、
崩壊した土砂量の把握が重要



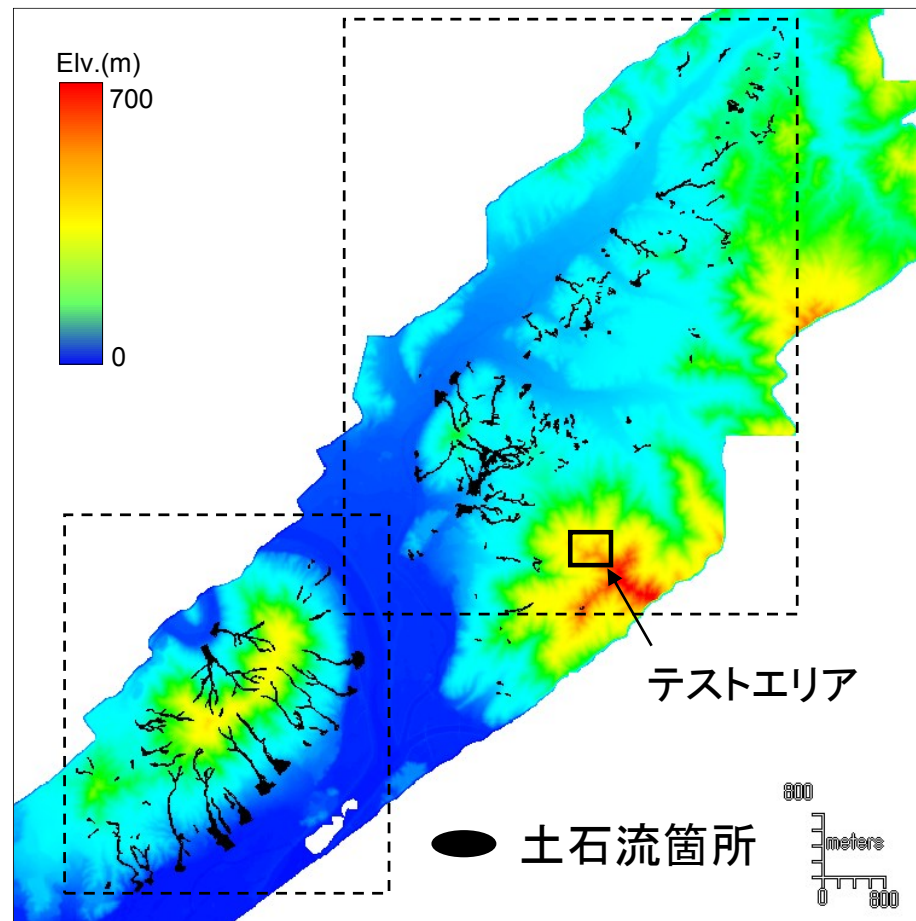
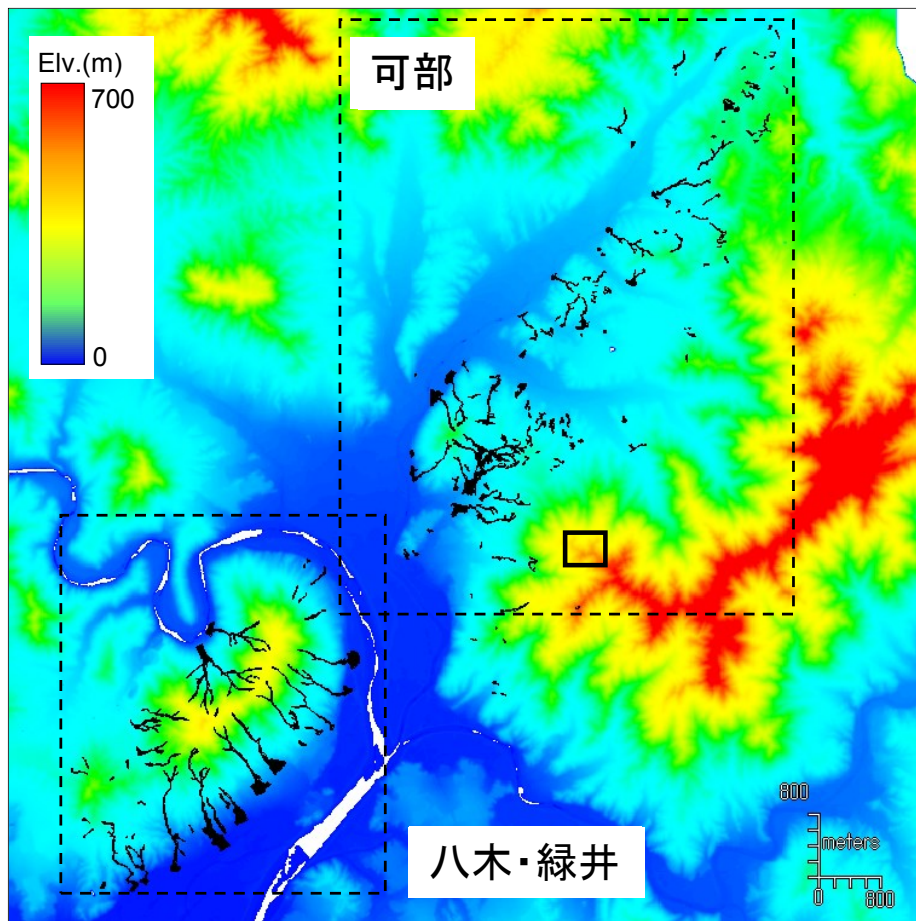
本研究の目的

- ✓ 災害前後に計測された航空レーザ測量に基づく数値標高モデル(DEM)を用いた崩壊土砂量の推定
- ✓ DEMの位置合わせにおける非線形写像法の適用
- ✓ 災害前後の標高差分布図に基づく土石流発生箇所の地形的特徴の検討

本研究で用いた災害前後のDEM

災害前

災害後



国土地理院(2013年計測)

地表分解能:5m

=> 共一次内挿法により1m分解能へ

朝日航洋株式会社により計測

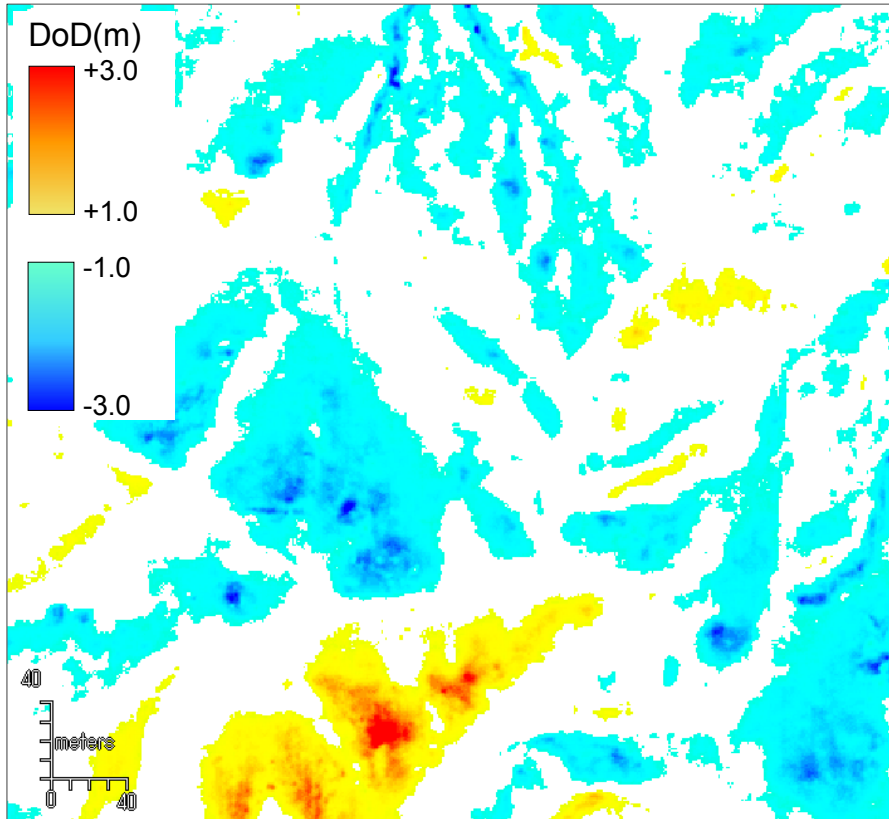
計測日:2014/8/27-28

地表分解能:1m

テストエリアの未補正データによる標高差分布

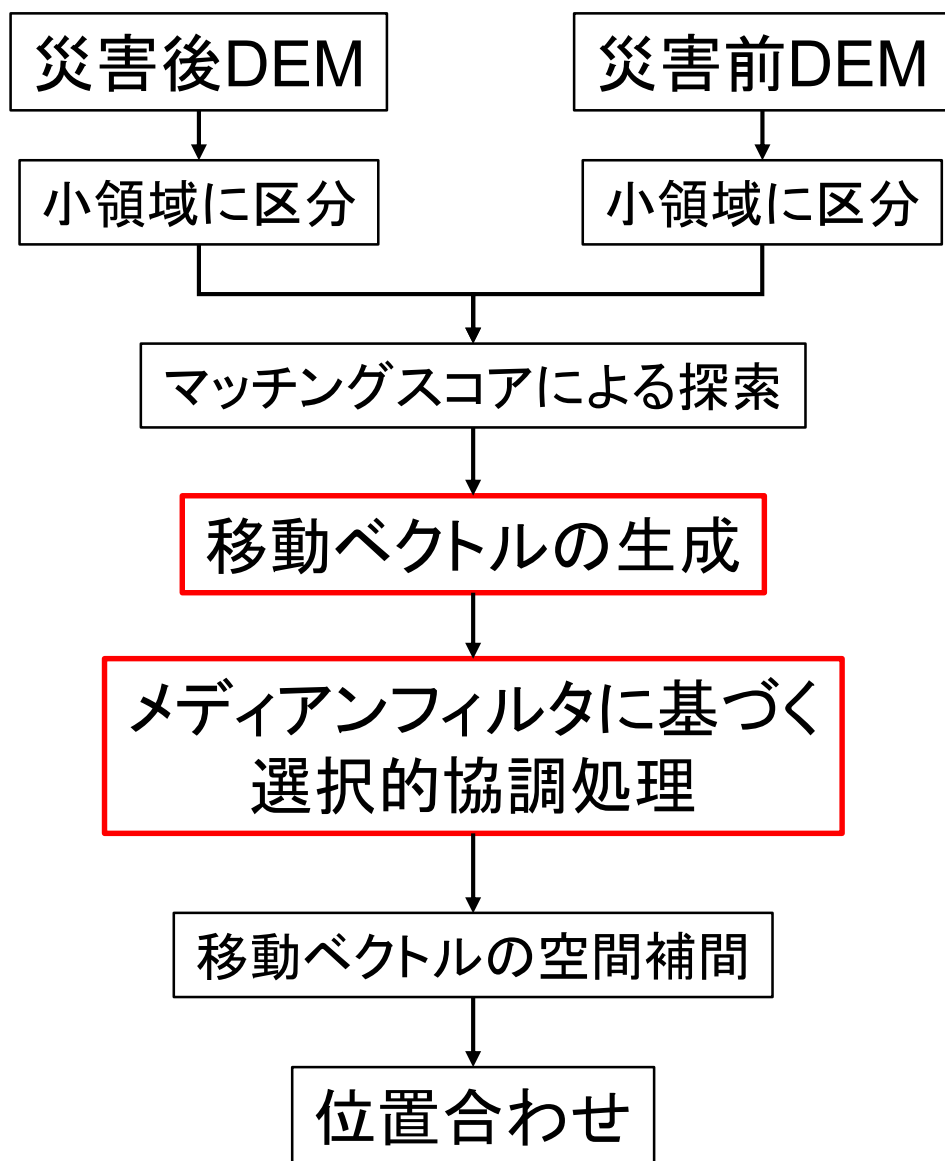
標高差(災害後-災害前)

災害後の航空写真



- ✓ 未補正のデータでは、災害による影響のない地域でも大きな標高差が存在
- ✓ 主な原因として、GPSに起因する計測誤差、地物除去のフィルタ処理の違い(平川2006等)、元データの分解能の違い

非線形写像法による位置合わせ



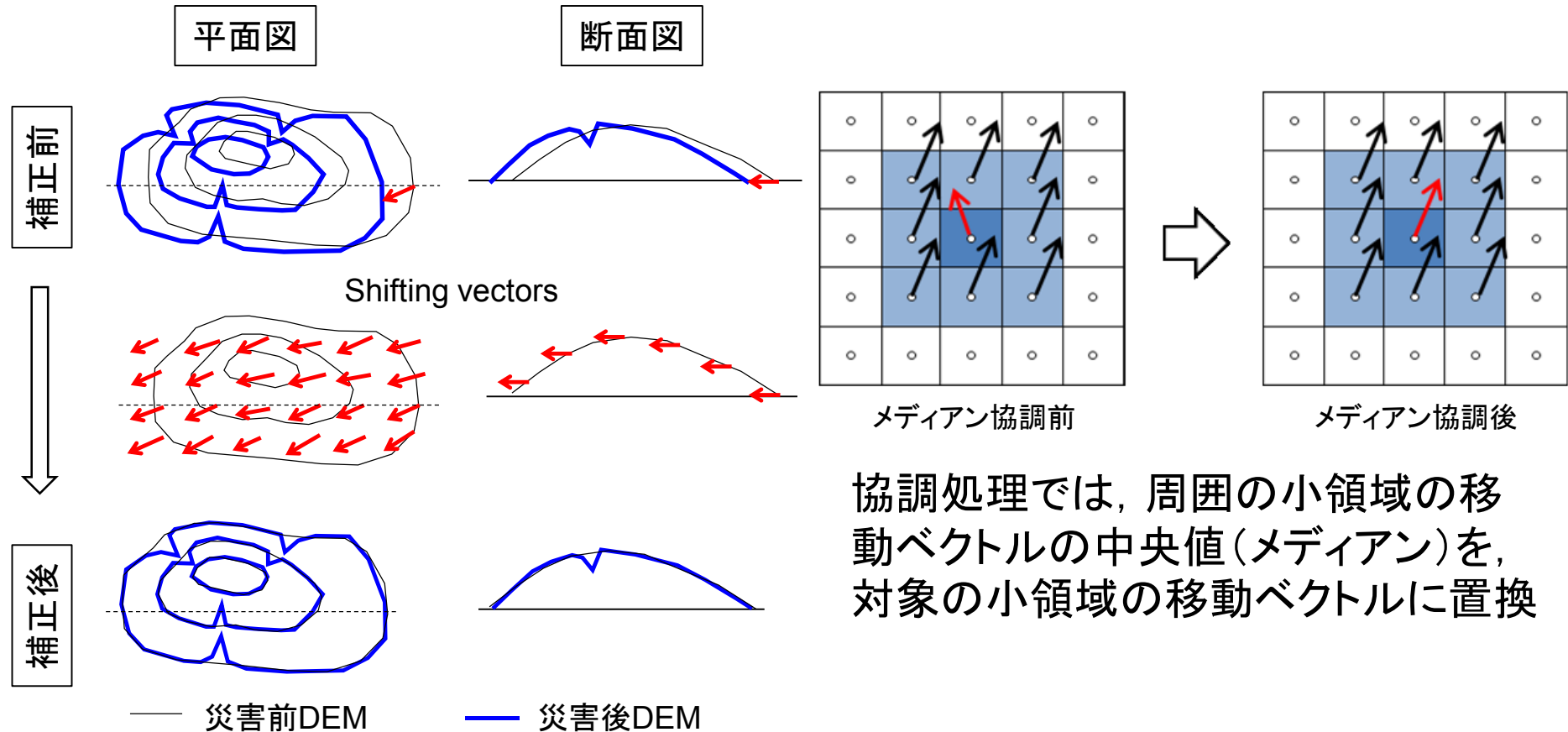
中村・他(2002)の手法

- 局所的に変動する(非線形な)水平誤差を補正可能
- 周囲に比べて異常な移動ベクトルに対しては協調処理

解析に必要なパラメータ

- ✓ 小領域の大きさ(31×31)
- ✓ 探索範囲(10×10)
- ✓ 協調処理の範囲(7×7)

移動ベクトルの生成と協調処理の模式図



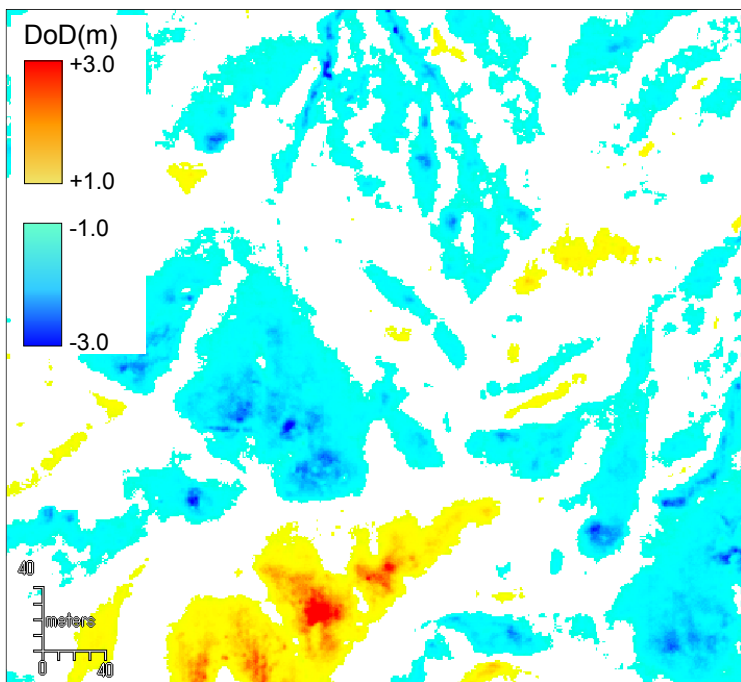
協調処理では、周囲の小領域の移動ベクトルの中央値(メディアン)を、対象の小領域の移動ベクトルに置換

マッチングスコアdが最小となるベクトル(dx, dy)を探索

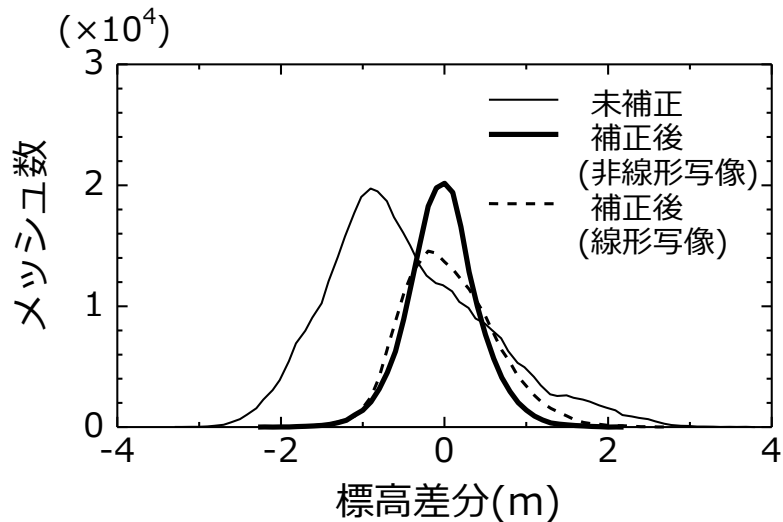
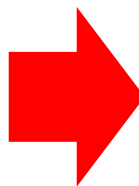
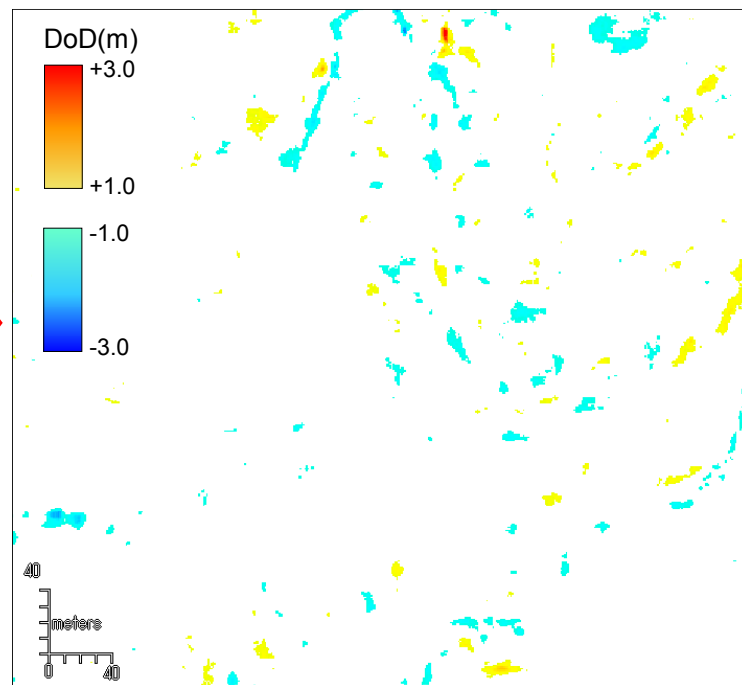
$$d = \frac{1}{N^2} \sqrt{\sum_{j=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} \sum_{i=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} \left\{ \underbrace{e_1(i_c + i, j_c + j)}_{\text{災害後の標高}} - \underbrace{e_2(i_c + i + dx, j_c + j + dy)}_{\text{災害前の標高}} \right\}^2}$$

非線形写像法による補正後データの標高差分布

未補正データによる標高差

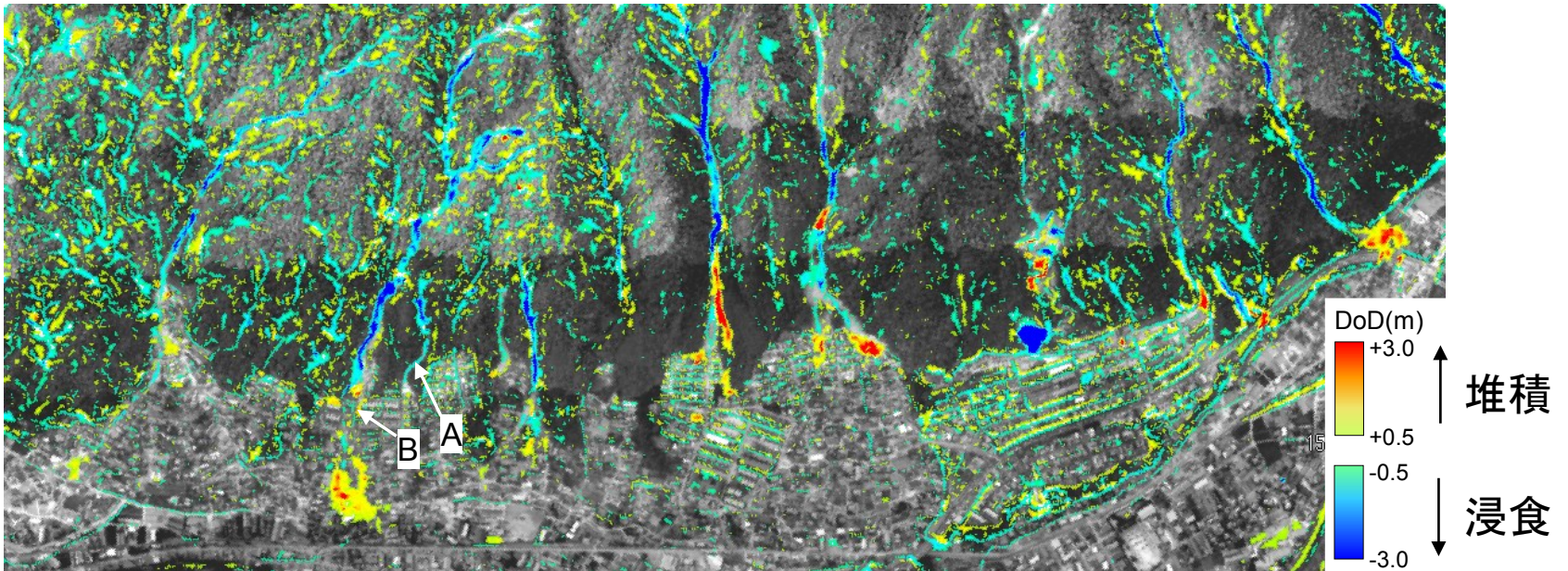


補正後データによる標高差

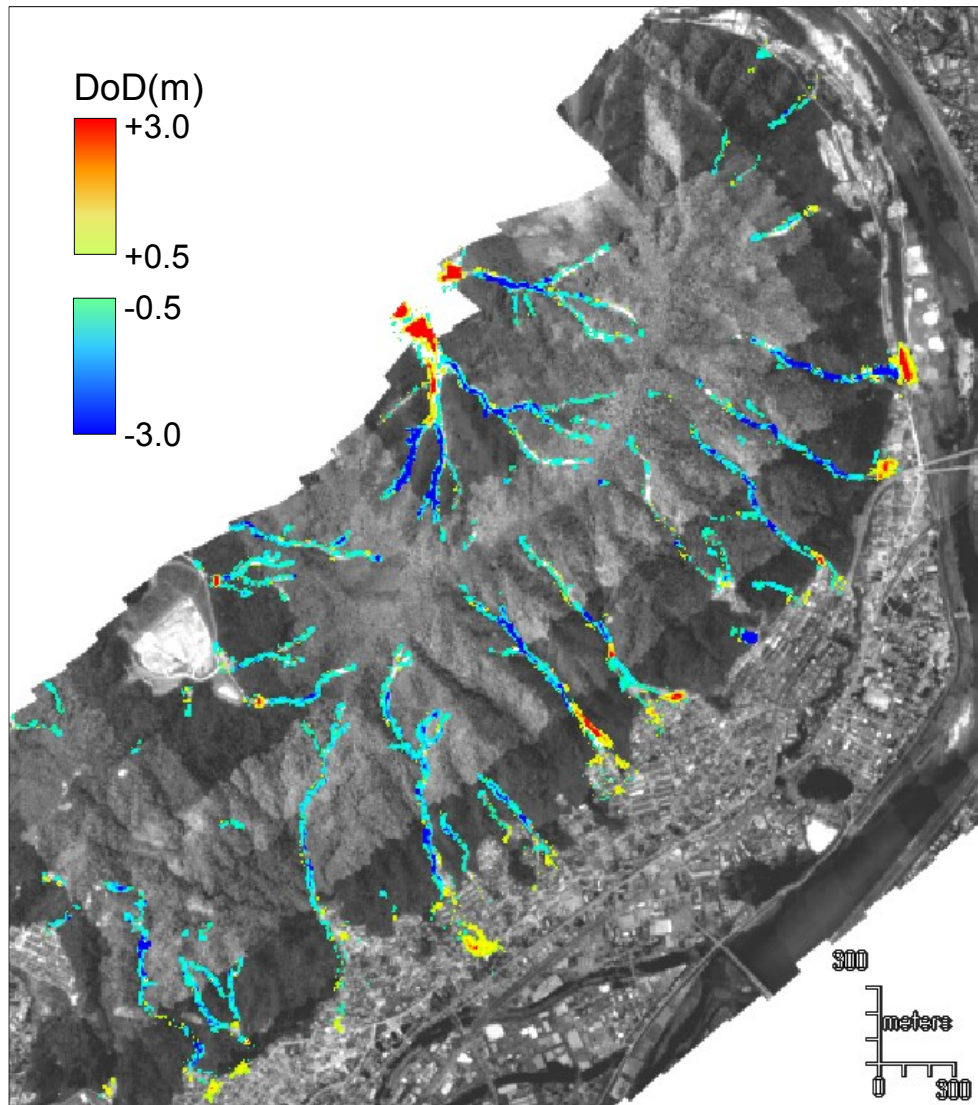


データ全域で単一の移動量を与える既往の手法(線形写像)と比較しても、本研究による補正後データの方が、誤差が小さくなることを確認した

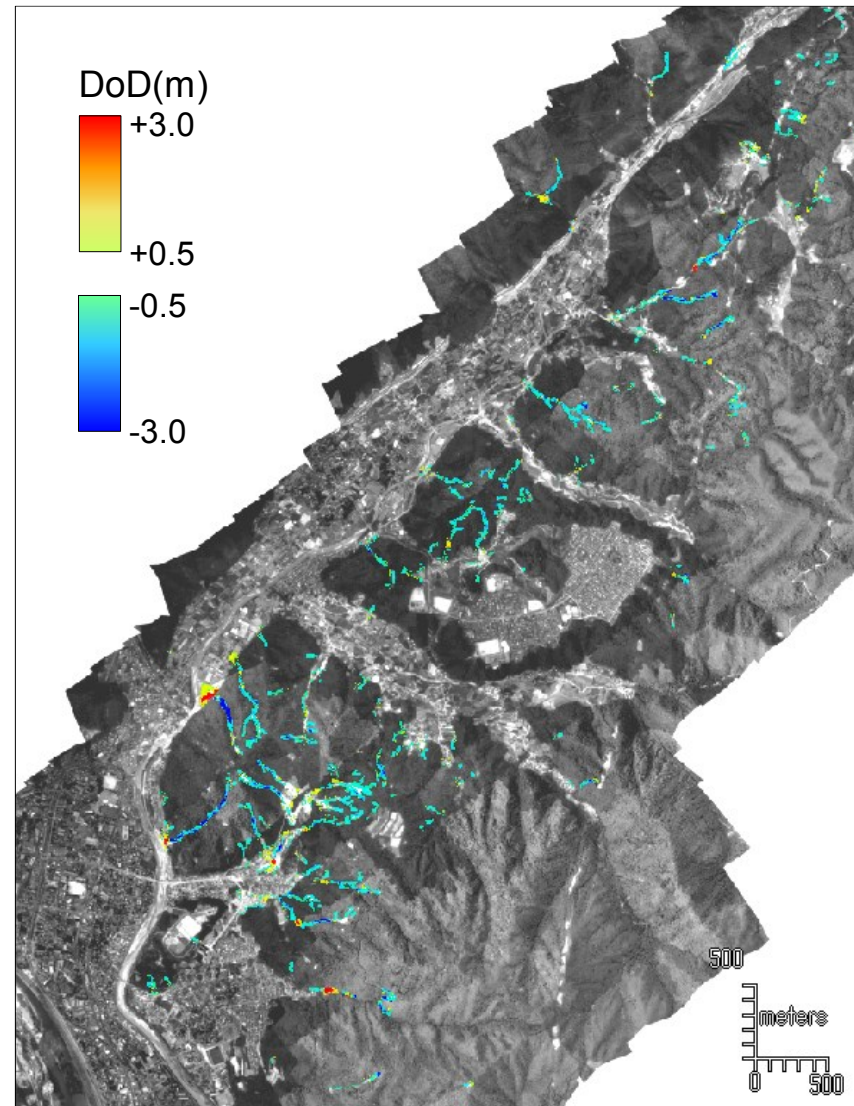
八木・緑井地区における標高差分布



土石流発生箇所における標高差分布



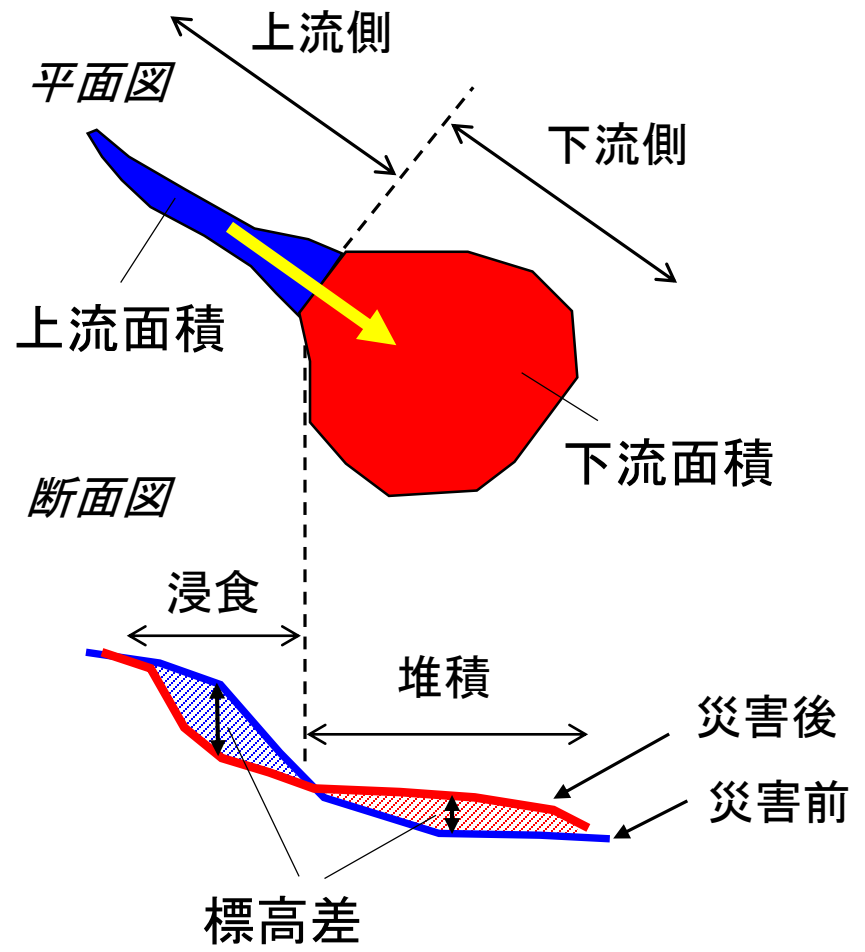
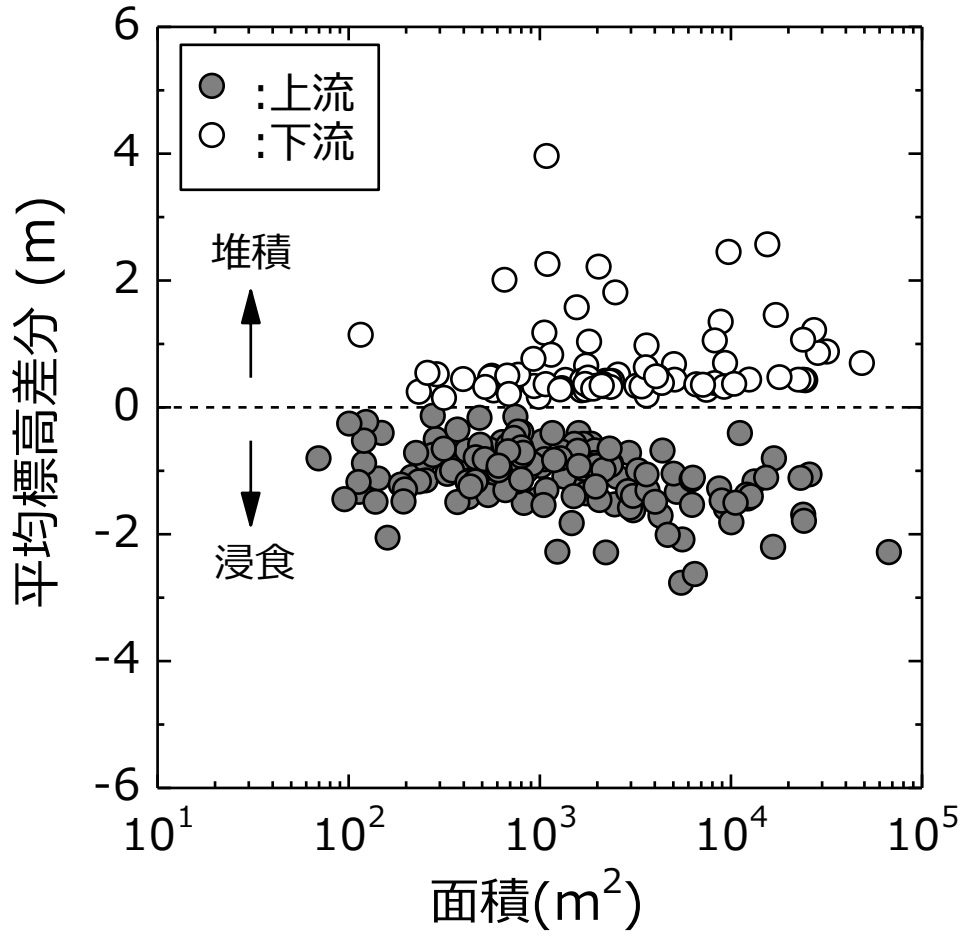
八木・緑井地区



可部地区

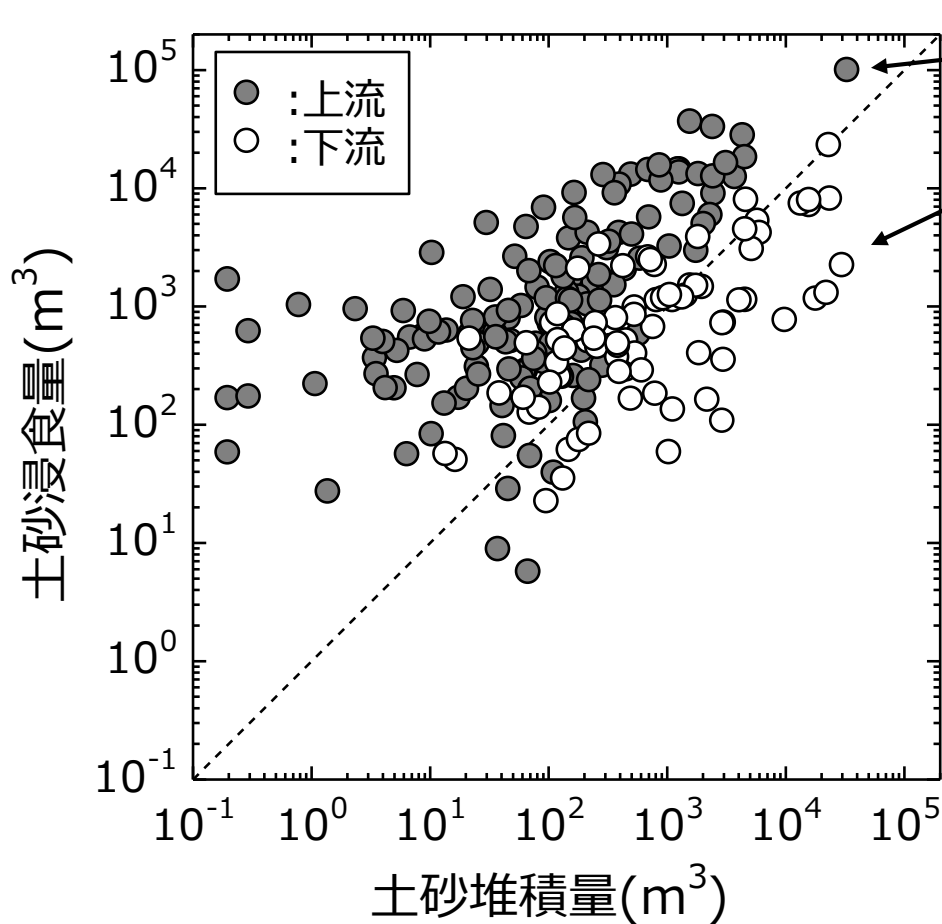
最大浸食深さ=-7.6m, 最大堆積深さ=+5.8m

土石流発生箇所での平均浸食・堆積深さ



平均浸食深さ=約1m, 平均堆積深さ=約0.5m
平均浸食深さに土石流の面積依存性はみられない

土砂の浸食量と堆積量



最大浸食量 = 100,000m³

最大堆積量 = 30,000m³

土砂量の合計

	浸食量(m ³)	堆積量(m ³)	収支(m ³)
上流側	-562,487	91,750	-470,736
下流側	-133,818	256,746	122,928
合計	-696,305	348,496	-347,809

崩壊した
全土砂量

流出・撤去された
土砂量

700,000m³

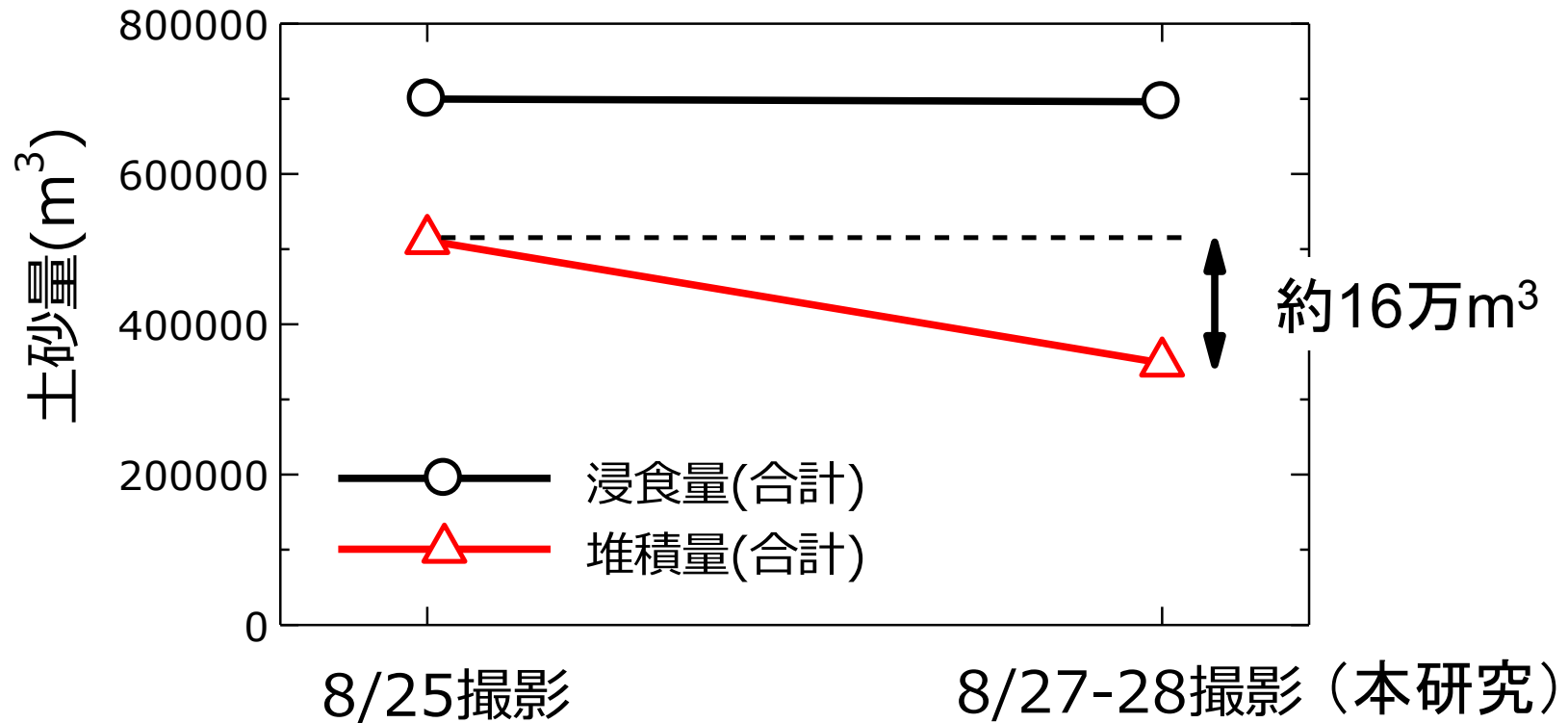
350,000m³

計測日の異なるデータとの比較による土砂量の変化

中国地方整備局(2014)による土砂量との比較

災害前: 2009-2010年計測(1m分解能)

災害後: 2014年8月25日計測(1m分解能)



2~3日間で約16万m³の土砂が流出範囲外へ撤去された

結論

- ✓ 2014年広島土砂豪雨災害前後のDEMに対して、非線形写像法による位置合わせを行い、未補正のデータと比較して、データ間の位置誤差を顕著に軽減できることを示した。
- ✓ 補正後のDEMによる標高差分布から、土石流発生箇所での浸食・堆積深さ、崩壊土砂量を推定した。
- ✓ 撮影時期の異なる標高差分布から推定した崩壊土砂量と比較して、災害後に撤去された土砂量を推定した。