

# 2018年7月豪雨災害による広島県での被害調査速報

2018年10月1日

一般社団法人 日本建築学会中国支部

## 目 次

1. 2018 年 7 月豪雨災害による広島県での被害の概要と各種空間データによる土石流災害 の評価	…1
	三浦弘之（広島大学）
2. 2018 年 7 月土砂災害（土石流・崖崩れ）による住戸の被害について	…9
	山本春行（広島大学）
3. 災害ボランティアセンター活動支援のための GIS 活用に関する実践研究 -平成 30 年 西日本豪雨災害における復旧に向けた実践を通じて-	…13
	田中貴宏（広島大学）

# 2018年7月豪雨災害による 広島県での被害の概要と 各種空間データによる土石流災害の評価

広島大学 三浦弘之

1

## 1. 広島県での被害の概要(1/2)

### 人的被害

死亡:108人, 行方不明:6人, 重傷:36人, 軽傷91人, 計241人

### 住家被害

全壊:1029棟, 半壊:2888棟, 一部損壊1898棟

床上浸水:2926棟, 床下浸水:5009棟, 計13750棟

### 医療施設の被害

医科 浸水:34件, 土砂流入:4件, 休止中:3件

歯科 浸水:30件, 土砂流入:2件, 休止中:6件

### 社会福祉施設の被害

被災施設数:110件, 休止施設数:17件

### 公立学校の被害

土砂流入, 法面崩壊, 冠水・浸水など:計71校

## 本報告の構成

### 1. 2018年7月豪雨災害による広島県での被害

#### 1. 1 被害の概要と分布

#### 1. 2 主な被害地域における現地調査結果

#### 1. 3 被害地域と土石流警戒区域

### 2. 各種空間データによる土石流災害の評価

#### 2. 1 DEMを用いた土石流氾濫シミュレーション

#### 2. 2 土石流氾濫シミュレーションと衛星画像解析 による崩壊土砂量の推定

2

## 1. 広島県での被害の概要(2/2)

### 土砂災害

土砂災害による死者:87名, 発生箇所:624箇所(調査中)

### 浸水被害

破堤した河川:12河川, 越水した河川:82河川

### ため池の被害

決壊:23箇所, 損壊:90箇所

### 避難者数

対象者数(最大):2,169,609人(964,573世帯)

避難所開設数(最大):702箇所

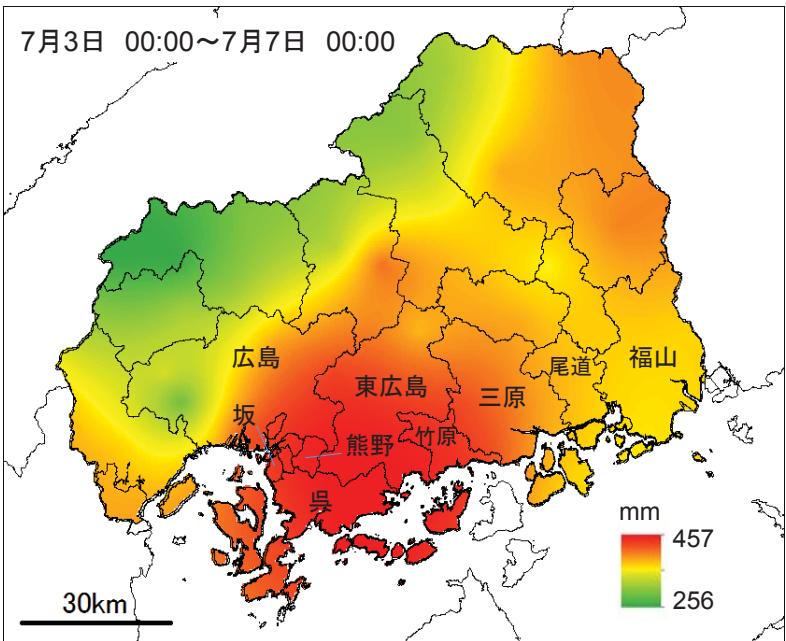
避難者数(最大):17,379人(3,395世帯)

### 廃棄物量

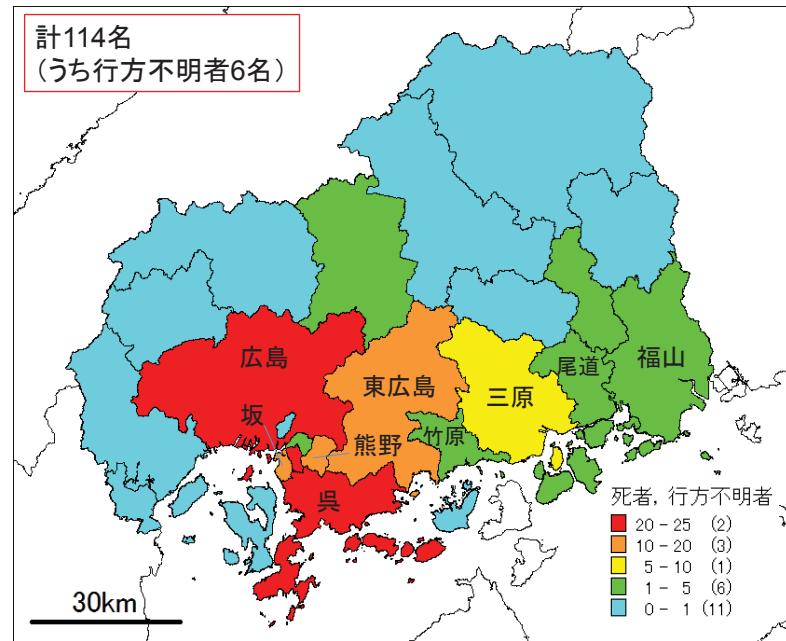
土砂:約184万トン, 流木:1.7万トン,

建設解体・廃家財:10.5万トン

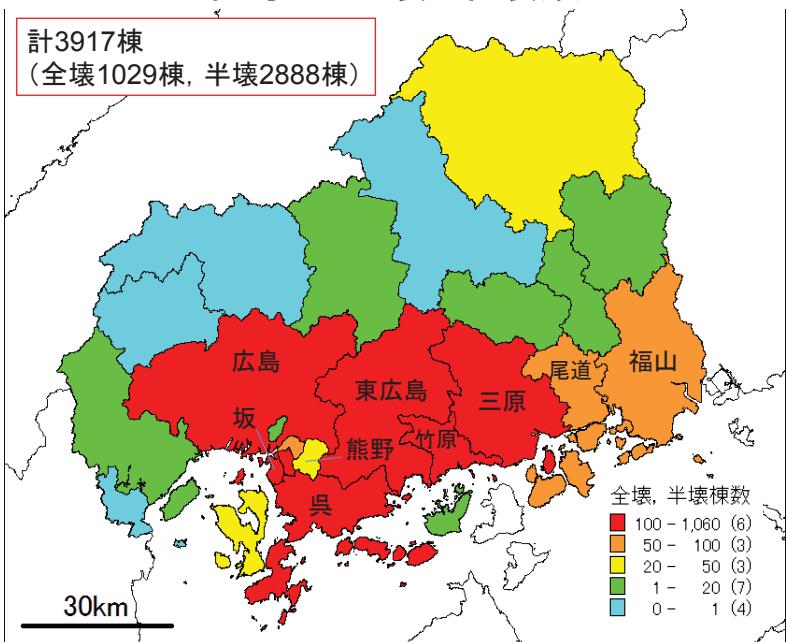
## 2018年7月豪雨による広島県での降雨量(96時間)



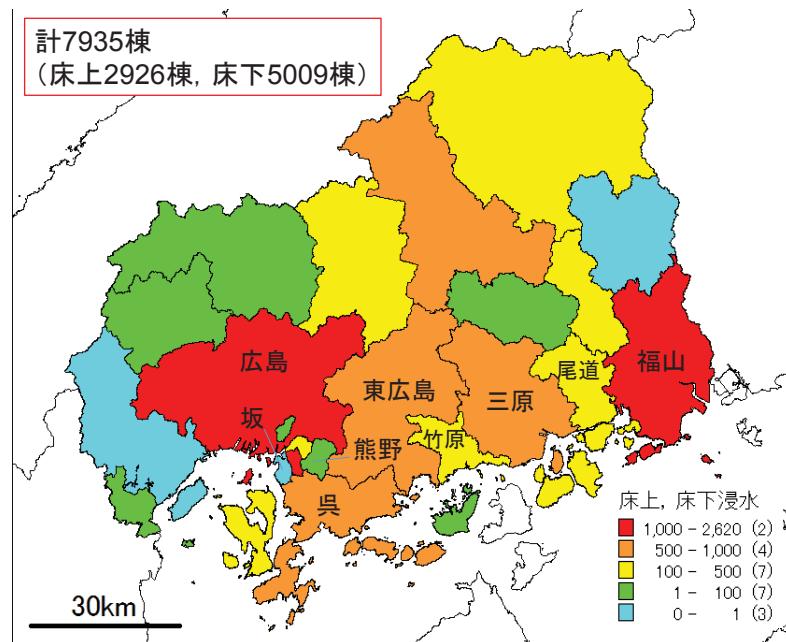
## 広島県での死者・行方不明者



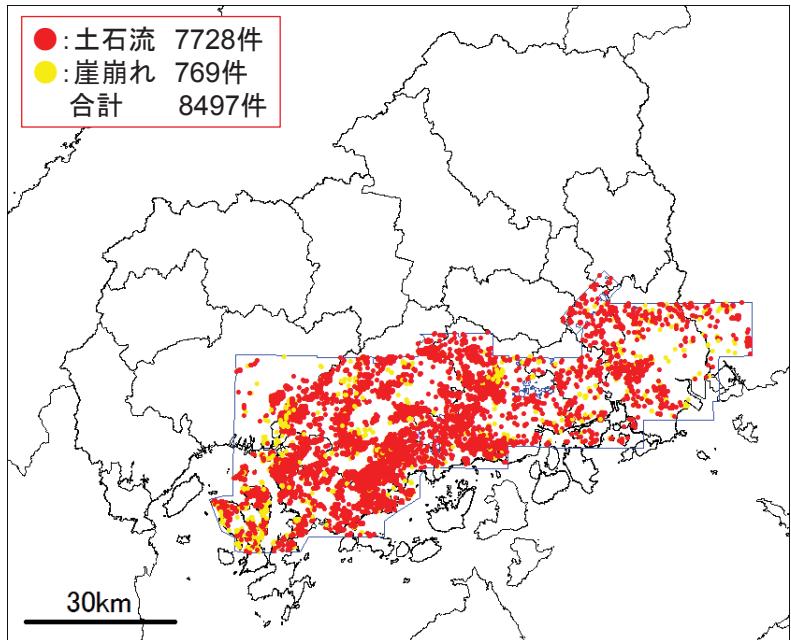
## 住家の全壊・半壊数



## 床上・床下浸水数

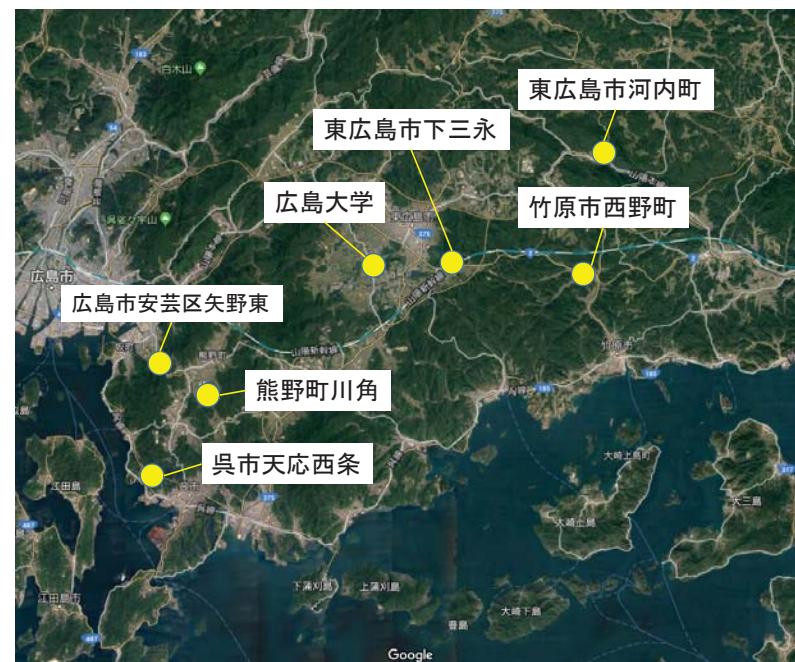


## 斜面崩壊発生箇所



広島大学平成30年7月豪雨災害調査団(地理学グループ)の斜面崩壊分布図(8/2公開) 9

## 主な調査地点



10

## 被災地の様子(東広島市～竹原市)



11

## 被災地の様子(呉市天応西条)



12

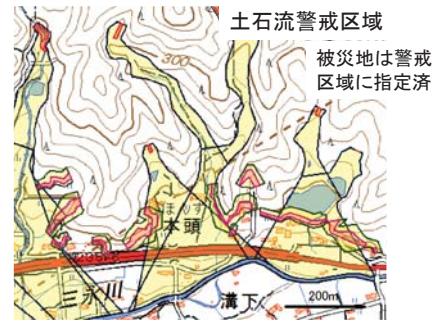
## 被災地の様子(熊野町川角5丁目)



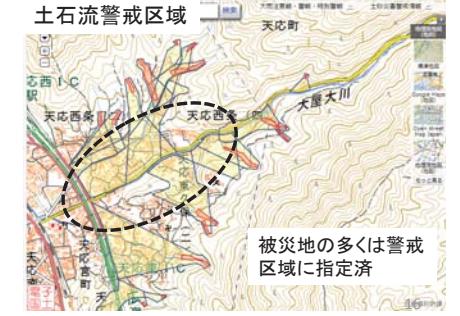
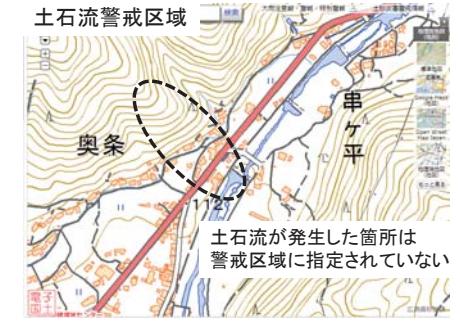
## 被災地の様子(広島市安芸区矢野東周辺)



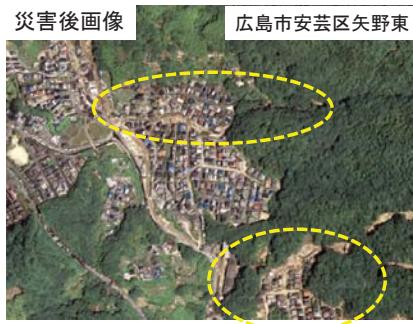
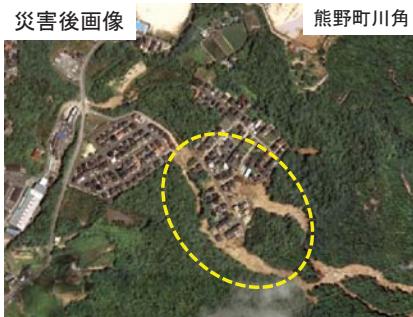
## 航空写真と土石流警戒区域の比較(東広島市)



## 航空写真と土石流警戒区域の比較(東広島市～呉市)



## 航空写真と土石流警戒区域の比較(熊野町～安芸区)



## 2. 数値標高モデル(DEM)による 土石流氾濫シミュレーション

- 災害後の対応を考える上で、迅速な被害範囲の把握が必要
- 土石流氾濫域を把握するには、航空写真などのリモートセンシング画像のみから判読するのは容易ではない
- 情報が限られた条件下では、入力データが比較的少なくて済む簡便なシミュレーションの利用も有効であり、その有効性が示されれば、将来の土石流災害への対策にも利用可能
- 数値標高モデル(DEM)に基づく土石流氾濫シミュレーションを実施した

## 1. 被害の概要と現地調査のまとめ

- 2018年7月豪雨では、広島県南部を中心として約8500箇所で斜面崩壊が発生し、住家等に甚大な被害が発生した。斜面崩壊箇所のうち約90%は土石流であった。
- 東広島市西条町周辺、河内町、安芸津町、竹原市、呉市、熊野町、広島市安芸区における土砂災害を調査した。
- 呉市天応西条での土石流では、大屋大川上流から運ばれた大量の土砂が流出し、住宅地で1m程度堆積していた。
- 熊野町川角での土石流では、3m程度の巨石が流出し、土砂が直撃した住家は完全に流出していた。
- 土石流発生箇所と既存のハザードマップによる土石流警戒区域を比較したところ、多くの被災箇所は警戒区域に指定(ないし指定中)されていたが、警戒区域外でも土石流が発生していた。

## 土石流氾濫シミュレーションの計算条件

- 崩壊開始点から推定される土石流氾濫域を計算
- 使用したデータ：国土地理院5mメッシュDEMを10mメッシュにダウンサンプリングしたデータ(計算負荷低減のため)
- 計算に使用したソフト：Flow-R (Horton et al. 2013)

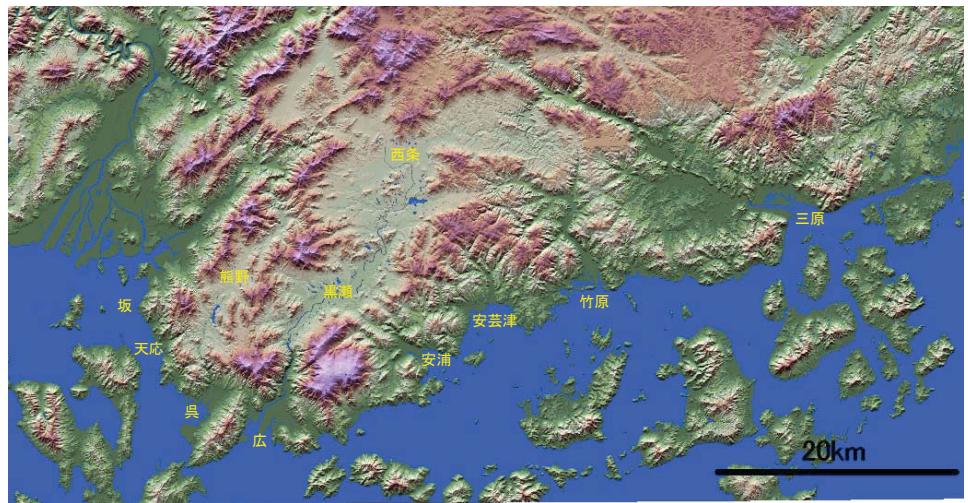
### 計算の仮定

- ✓ 広島大学地理学グループにより航空写真から判読された土石流発生源(約6500箇所)を入力
- ✓ 崩壊土砂量は考慮していない(できない)=想定される最大の氾濫域を推定
- ✓ DEMに現れない構造物(砂防ダム、建物など)や樹木の影響、土砂の堆積による流路の変化は考慮しない
- ✓ 河川や池などの水域は周囲と同じ標高をもつ地盤と仮定
- ✓ 計算に使用するパラメータは、三浦・日朝(2017)によるものを使用(2014年広島土石流災害の氾濫域を概ねカバーするように設定したもの)

### 参考文献

- Horton et al. : Flow-R, a model for susceptibility mapping of debris flows and other gravitational hazards at a regional scale, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 869-885, doi:10.5194/nhess-13-869-2013, 2013.  
三浦弘之、日朝健太：数値標高モデルによる経験的な土石流氾濫域の予測手法の都市域に対する適用性の検討、地域安全学会論文集、No.31, pp.309-318, 2017.  
広島大学平成30年7月豪雨災害調査団(地理学グループ)：平成30年7月豪雨災害による広島県の斜面崩壊分布図(第四報), 2018.

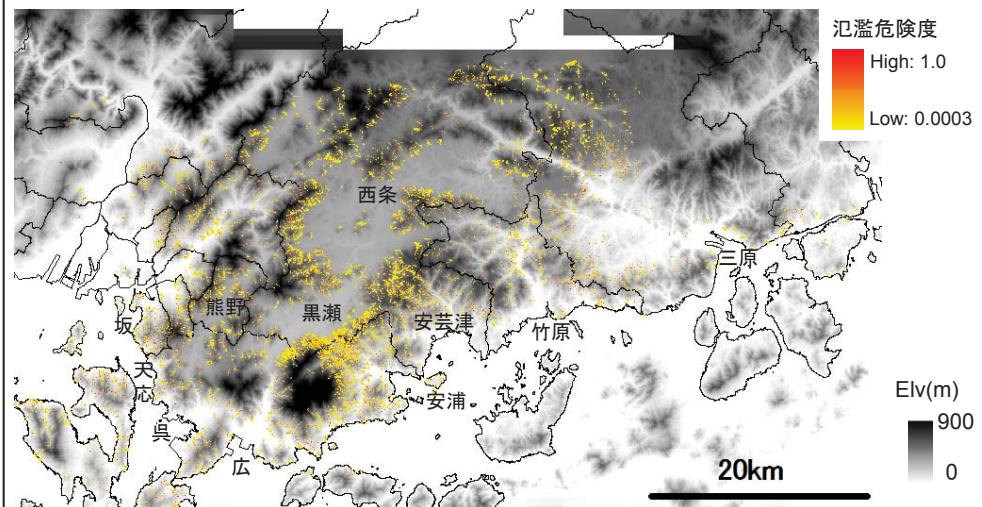
## 広島県の主な被災地における標高段彩陰影図



国土地理院 基盤地図情報による数値標高モデルを使用  
5mメッシュ(レーザ測量+写真測量のデータをモザイク処理)

21

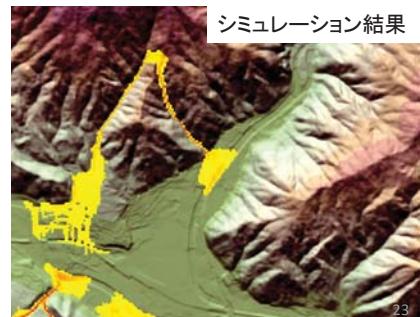
## Flow-Rにより推定された土石流氾濫域の分布



黄色～赤色で示した範囲が推定された土石流氾濫域を表す。  
氾濫危険度の大きさは、氾濫しやすさ(集水性の高さ)を表す相対的な値で、絶対的な確率値ではない

22

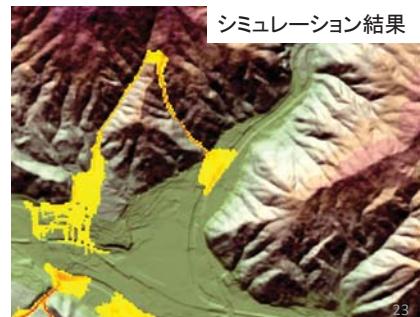
## 航空写真と氾濫シミュレーション結果(東広島市)



災害後画像  
(Google Map)

広島大学周辺  
(ブルーバール沿い)

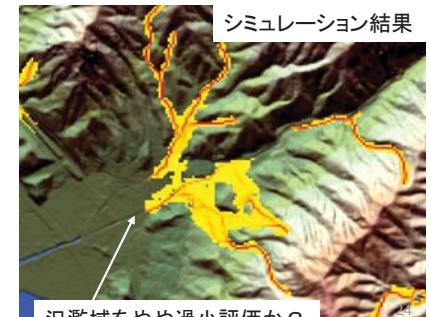
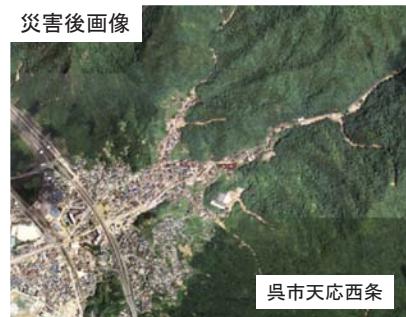
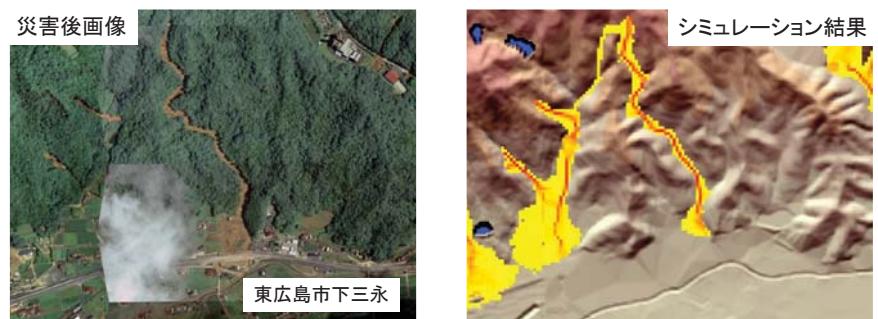
シミュレーション結果



東広島市河内町

23

## 航空写真と氾濫シミュレーション結果(東広島市～呉市)



災害後画像

東広島市下三永

シミュレーション結果

呉市天応西条

氾濫域をやや過小評価か？

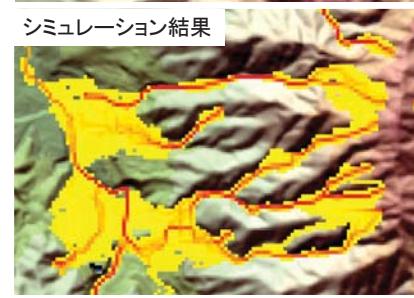
## 航空写真と氾濫シミュレーション結果(熊野町～安芸区)



熊野町川角



広島市安芸区矢野東



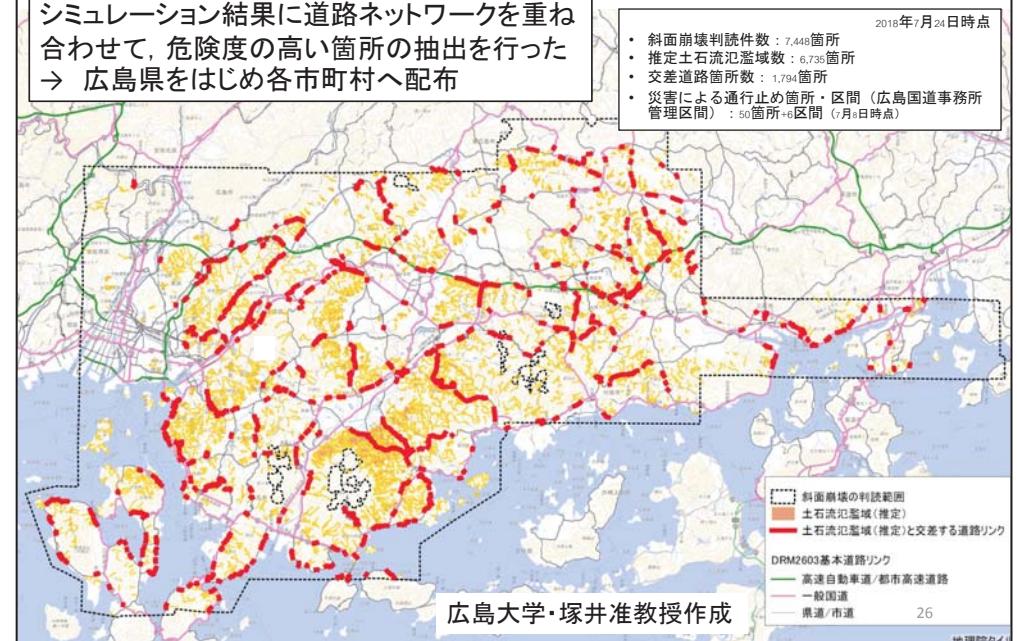
全体として、氾濫域を過大評価する傾向にあるが、被災地を概ねカバーできている

## 推定された土石流氾濫域と道路ネットワーク

広島大学平成30年7月豪雨災害調査団作成

2018年7月24日時点

シミュレーション結果に道路ネットワークを重ね合わせて、危険度の高い箇所の抽出を行った  
→ 広島県をはじめ各市町村へ配布



広島大学・塚井准教授作成

## Landsat画像による植生域の変化抽出



2018/4/20撮影

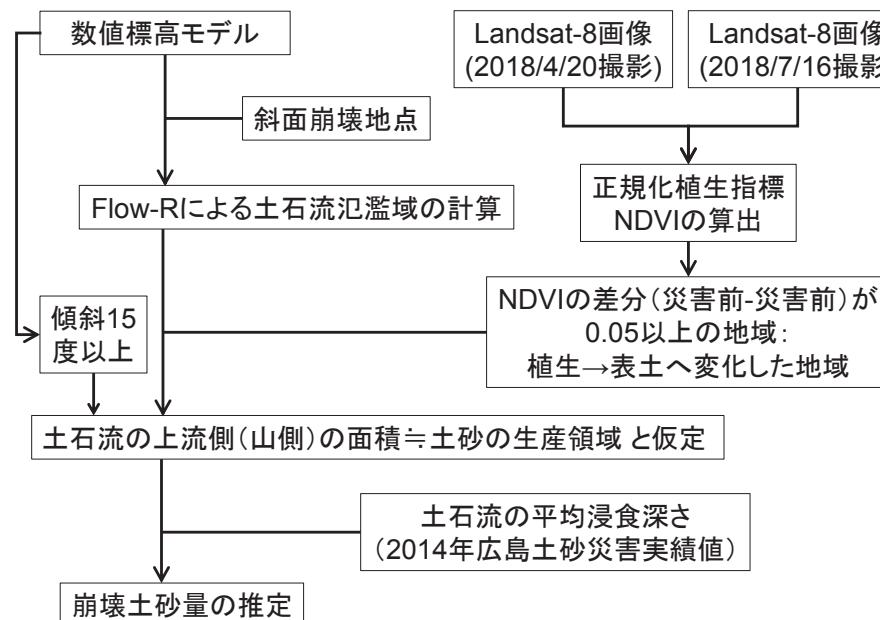


2018/7/16撮影

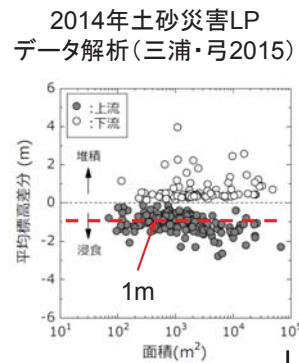
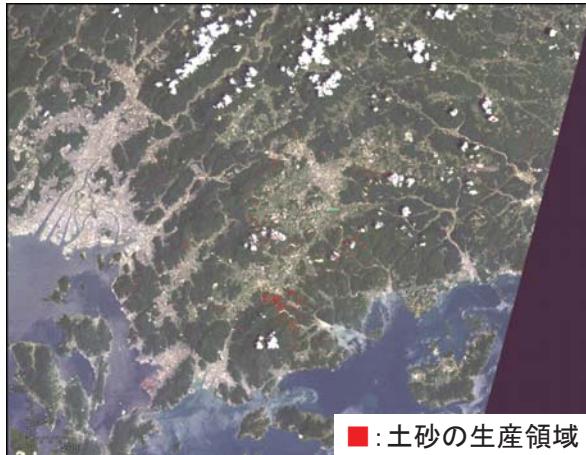


NDVI: 正規化植生指標  
(災害前NDVI - 災害後NDVI)  $\geq 0.05$   
の地域を植生が減少した地域(土砂災害が発生した可能性の高い地域)として抽出

## 推定された土石流氾濫域に基づく崩壊土砂量の推定



## 崩壊土砂量の推定



$$\text{土砂の生産領域(推定)} = 48,308 \text{pixels} \times 100 \text{m}^2/\text{pixel} = 4,830,800 \text{m}^2$$

土石流の上流側の平均浸食深さ=1m と仮定

推定される崩壊土砂量=約480万m<sup>3</sup>

(参考:2014年広島土砂災害:約50万m<sup>3</sup>)

≒ 約620万t

(単位換算係数:1.3t/m<sup>3</sup>と仮定) 29

## 推定値と公表値との比較

	推定値	公表値	備考
崩壊土砂量 (m <sup>3</sup> )	約480万m <sup>3</sup>	約400万m <sup>3</sup> *	公表値は、衛星画像等の分析(パスコ)による推定値。対象範囲が異なる可能性あり
土砂量 (t)	約620万t 崩壊土砂量から推定	約180万t**	公表値は処理すべき土砂量を表す。一般に、土石流は河川等へ流出するので、処理すべき土砂量は、崩壊土砂量よりも少なくなる
住家被害等による廃棄物量 (t)	約20.4万t	約10.5万t**	公表値は8/8時点のものであり、住家被害数が過小評価されている可能性あり

\* 國土交通省による推計値(例えば、中国新聞:2018年8月2日記事)

\*\* 広島県による推計値:<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/322564.pdf>

## 広島県の住家被害と推定される廃棄物量

8/13時点

被害	棟数		発生原単位 (t/棟)*		廃棄物量(t)
全壊	1,029	×	116.9	=	120,290.1
半壊	2,888	×	23.4	=	67,579.2
一部損壊	1,898	×	(不明)		-
床上浸水	2,926	×	4.6	=	13459.6
床下浸水	5,009	×	0.62	=	3105.6
合計	13,750				約20.4万t

\*平山・大迫:環境衛生工学研究(2014)  
平山・大迫・林:地域安全学会論文集(2017)

30

## 2. 各種空間データによる土石流災害の評価のまとめ

- DEMを用いて、Flow-Rによる土石流氾濫シミュレーションを実施した
- 計算結果と実際の氾濫域を比較すると、全体的に計算結果は過大評価の傾向にあるが、実際の氾濫域をカバーする結果が得られた
- ただし、呉市天応地区のように、流れ込んだ土砂が河川の水路を塞ぎ、溢流した土砂や水が広範囲に流出した(いわゆる土砂洪水氾濫)地域では、計算で現象を再現できず、氾濫域を過小評価していた
- シミュレーション結果と衛星画像解析を組み合わせることで、目視判読に頼らずに簡便に崩壊土砂量を推定する方法を検討した。その結果、公表値と概ね対応する値が得られた

謝辞:

国土地理院による数値標高モデル、土砂災害ポータルひろしまのハザードマップおよび広島県提供の航空写真データを使用しました。

32

2018年9月28日

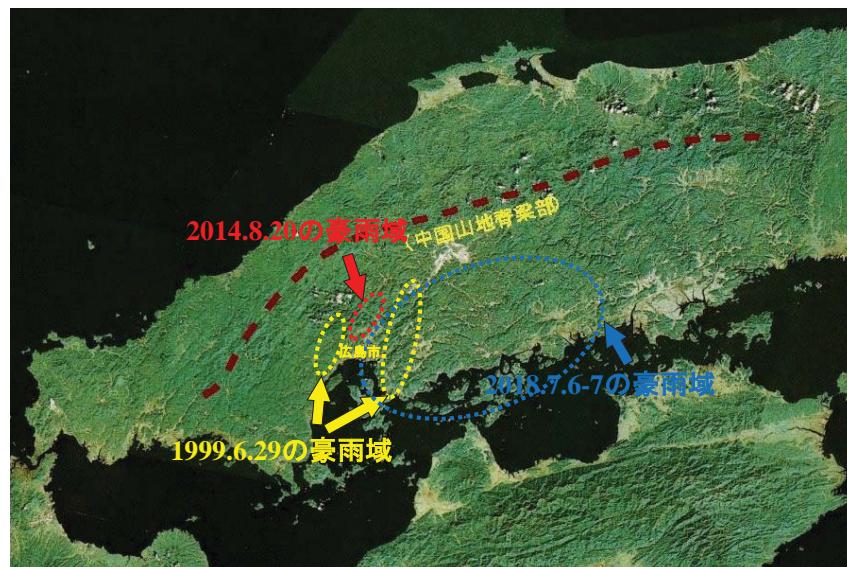
## 2018年7月土砂災害(土石流・崖崩れ)による住戸の被害について

広島大学 山本春行



1

岡山平野・出雲平野を除けば連続した平野はほとんど無い。



3

## 背景

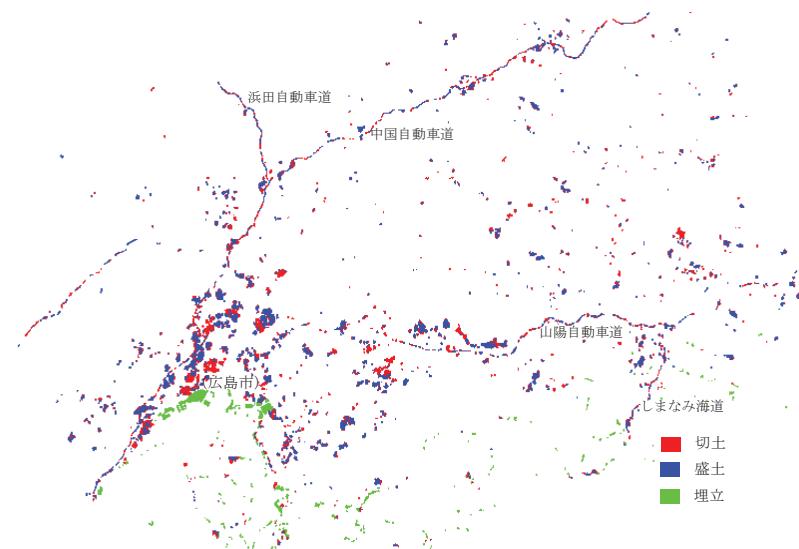
土石流あるいは崖崩れの直撃を受けると通常の戸建て住戸は崩壊と流出を免れない。そもそも地震に対しては人命を損なわないことを第一に考え、本当に大地震でも崩壊が生じないかどうかはさておき、大地震においても崩壊させないことを前提にした耐震設計がなされているが、耐土石流設計は現在存在しない。

するとお手上げで、そのような危険な場所に住むことを否定されることとなるが、高度成長期以来、広島県内には平地が少ないため山際の住宅団地が供給され続け、危険な宅地に住戸が大量に存在している。

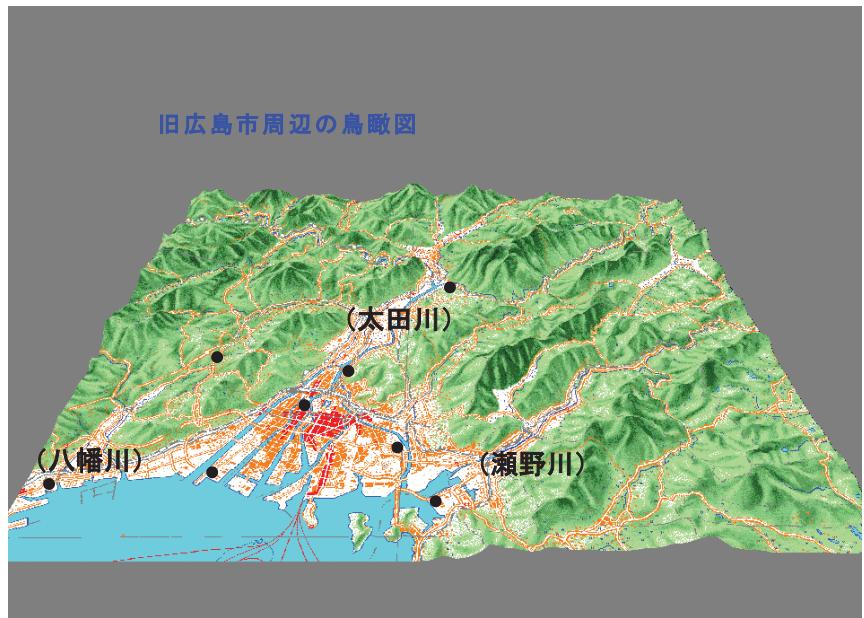


2

## 広島県全域の土地改変分布



4



## 災害素因

平野が少なく周辺丘陵地の山裾まで住宅団地を造成。

広島県は比較的平地が少ないため近郊丘陵地の造成により宅地開始が進み、その多くは背後に斜面地をかかえているので急傾斜危険地箇所数が全国一多いという非常に有り難くない状況にある。加えてマサ土地帯が広く分布しており、表面の強風化した部分はそれほど苦労なく造成できるということも丘陵斜面地へ大量の宅地を進出させている原因と考えられる。また、強風化部分はそれなりの粘着力を有しているので、通常かなりの勾配でも安定しているように見えるが、限界以上の豪雨を受けると土砂災害が発生することとなる。記憶に新しい平成26年8月20日の広島土砂災害にしても、また平成11年6月29日の広島豪雨災害にても言うまでもなく災害誘因は局所的に留まった集中豪雨であるが、災害素因は至る処に存在している。するとこれまでたまたま集中豪雨を受けなかっただけで、次は自分の住んでいる宅地かもと考えるべき。

## 山裾の住宅団地



## 土砂災害(土石流・崖崩れ) による住戸の被害パターン

**全壊** : (1) 土砂と共に流出崩壊 (土石流)  
(2) 原位置で倒壊 (転倒・層崩壊)

**半壊** : 全壊と一部損壊の中間の状態

**一部損壊** : 壁・窓・屋根・床・柱等の一部損傷  
**家屋の埋没** : 流れ下った土砂に埋没

### 地震時の被害との違い :

- (1) 地震時作用力は建物各層に作用するのに対して、下層の一部に作用
- (2) 地震時の繰返し作用力に対して、一方向のみに作用
- (3) 広範囲に作用する地震力に対して非常に局所的

## 全壊：(1) 土砂と共に流出崩壊した例



9

## 全壊：(2) 原位置で倒壊（転倒・層崩壊）の例



10

## 半壊：全壊と一部損壊の中間の状態



11

## 一部損壊：壁・窓・屋根・床・柱等の一部損傷



12

## 流下土砂に埋没



## 団地内の水路沿いの住宅被害の状況

上流: 傾斜がきついので堆積土砂は少ない。  
土石流の直撃による崩壊事例が多い。

中・下流: 傾斜がゆるくなり堆積土砂が多くなる。  
横断する小橋に流下物がつかえ越流被害発生  
斜め横断橋では越流被害発生が多い傾向あり

水路曲部: 外側へ土砂が押し出され堆積・埋没家屋。

個々の被害は凄まじいものであるが、被害状況を詳細に観察すると、必ずしも偶然とは言えない被害を免れたケースが存在する。



山頂近くから大量の土砂と立ち木が流れ下っているが、途中のアスレチック器具により一部の流化が留められ、コンクリート製の高床基礎を有していたので直下の管理棟は無被害であった。

上側にわずかな小段地があったので土石流の直撃を免れてほとんど無被害であったが、直下の家屋は回り込んだ土石流により崩壊寸前。

統計的には数百年に一度の記録的豪雨と言われているが、場所は異なっているものの平成11年6月29日の広島豪雨災害、平成26年8月20日の広島土砂災害と同様の豪雨災害が最近は頻発している。

豪雨により土石流が発生すれば、直撃を受けると考えられる住宅団地は各所にしかも大量に存在するので、抜本的な対策が必要。

## 災害ボランティアセンター活動支援のためのGIS活用に関する実践調査

—平成30年西日本豪雨災害における復旧に向けた実践を通じて—

田 中 貴 宏  
(広島大学)

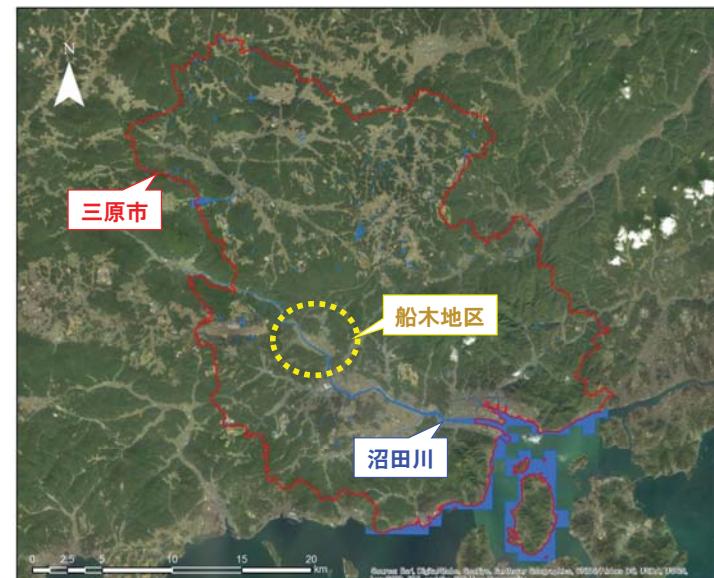
1



(7月10日撮影)国土地理院より

3

## 三原市全域



2

## 船木地区

## 三原市の被害概要

- 人的被害(7月22日時点)
  - 死者:8名
  - 負傷者:10名
- 建物被害(7月31日時点)
  - 浸水:2575棟
  - 土砂災害:399棟

三原市災害対策本部資料より

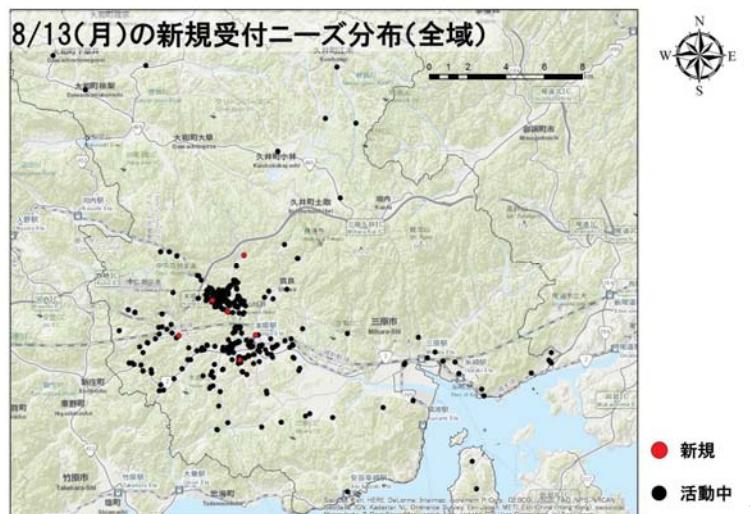
4

## 災害ボランティアセンターでの地図関連ニーズ

- ・被害の全体像を把握したい。
- ・寄せられるニーズと、それに対する対応状況の全体像を把握したい。
- ・特定場所までの紙地図をつくりたい。
- ・(被害があったであろうエリアにおいて)ニーズが届いていない住宅を知りたい。
- ・---

5

## 作成した地図の例 (全域のニーズ分布)

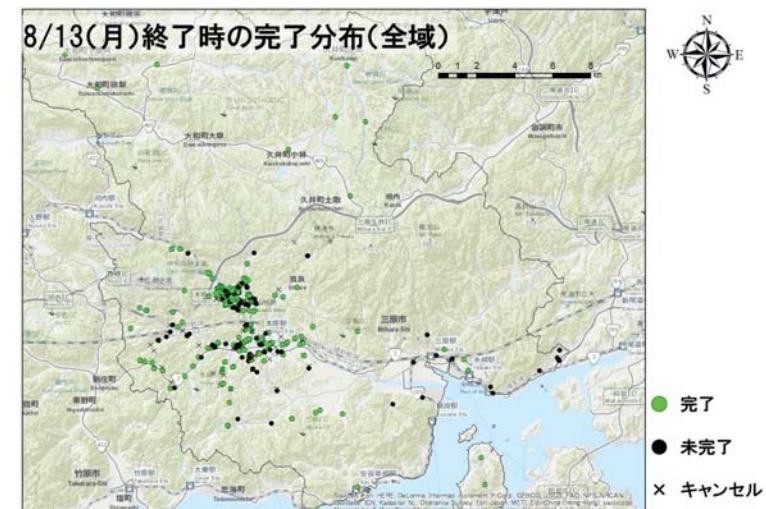


## 経緯

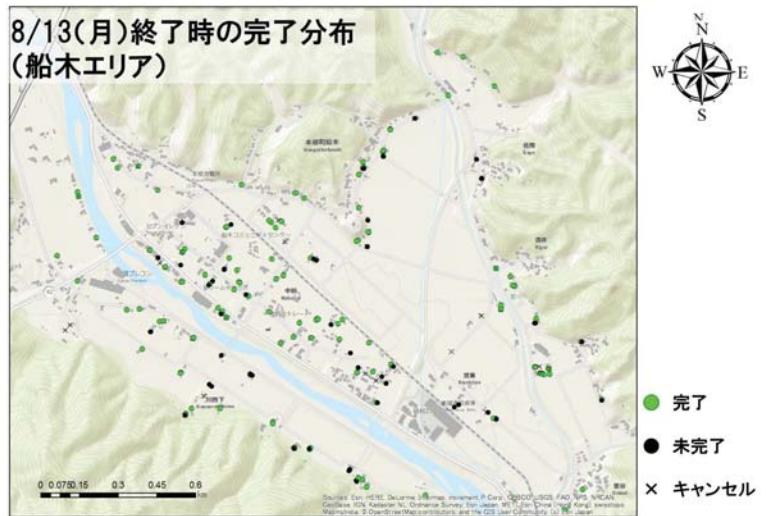
- ・センター立ち上げ: 7月10日
- ・GISによる支援活動開始: 7月12日
- ・現在も継続活動中



## 作成した地図の例 (ニーズ対応状況)



## 作成した地図の例 (船木地区のニーズ対応状況)

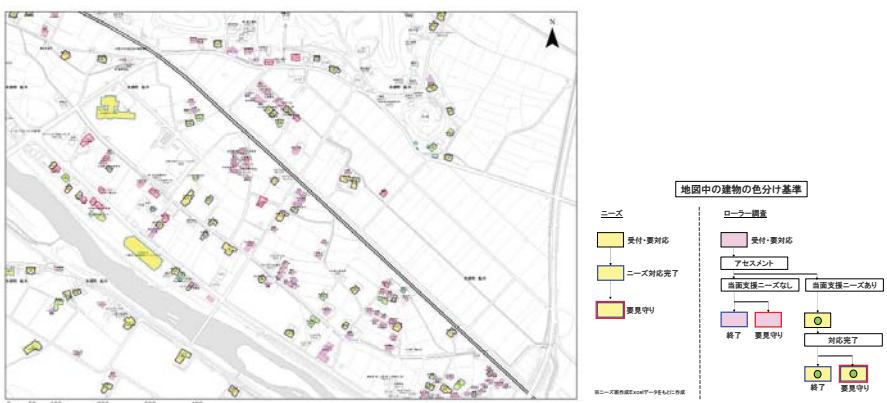


## 地図活用の様子



10

## 今後の見守り活動に向けた地図作成 (現在の主な活動)



11

## 今後の予定

- ボランティアセンター閉所まで
    - 地図データの更新作業を継続
  - ボランティアセンター閉所後
    - 災害ボランティアセンター活動支援のためのGISデータベースの体系化  
→今回は場当たり的に対応してきたので…
    - 被害程度別の必要人数の分析
    - ニーズに時系列の変遷分析
    - 他のボランティアセンターの調査
    - 復興検討のためのデータベース活用
    - ...
- 次の災害における更なる効率化にむけた提案

12

15