

## 西日本豪雨災害における広島県の被害について —「相乗型豪雨災害」とその特徴—



広島大学大学院工学研究科社会基盤環境工学専攻  
広島大学防災・減災研究センター長  
土田 孝

Hiroshima Univ. Geotechnical Engineering lab.



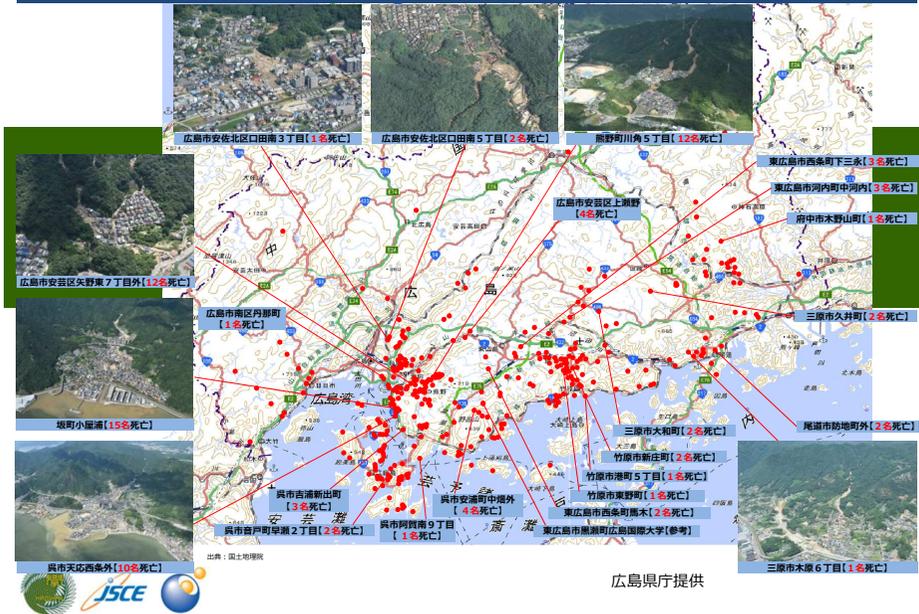
## 広島県における土砂災害の概要

市町の名前	土砂災害の発生箇所数	土砂災害による死者	本災害による死者・行方不明者	負傷者数	全死者・行方不明者に対する土砂災害による死者の割合r (%)
広島市	211	20	25	30	80
呉市	182	20	25	22	80
竹原市	134	4	4	5	100
三原市	145	5	9	9	56
尾道市	53	2	3	6	67
福山市	90	0	2	4	0
府中町	24	1	2	0	50
東広島市	91	8	13	20	62
安芸高田市	6	0	3	0	0
海田町	6	0	1	4	0
熊野町	10	12	12	4	100
坂町	69	15	17	12	88
その他	48	0	0	9	-
計	1242	87	116	125	75

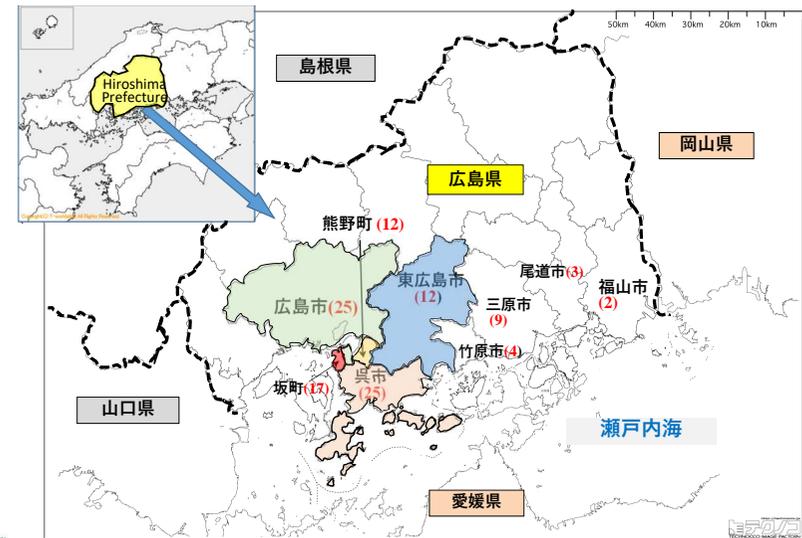
### 近年の広島県における土砂災害による死者

1999年6月29日の災害: 死者・行方不明者32名  
2014年8月20日の災害: 死者75名

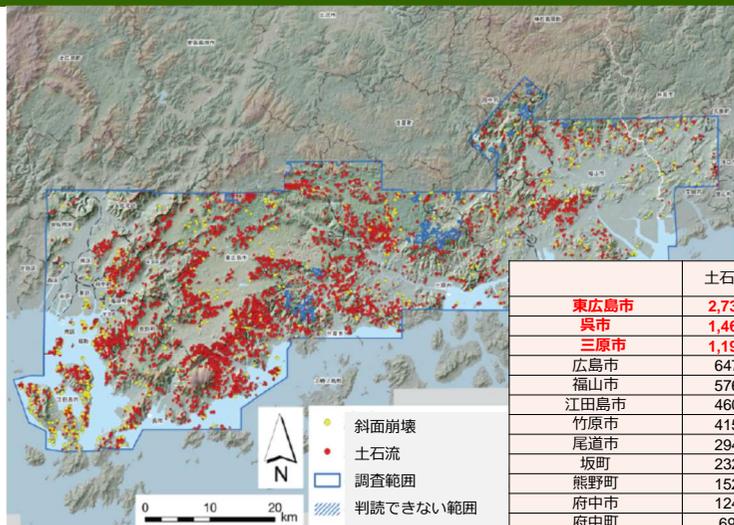
### 広島県における土砂災害の発生状況 H30.8.13 13:00時点 (災害対策本部最終報)



## 広島県の地図と災害による犠牲者数



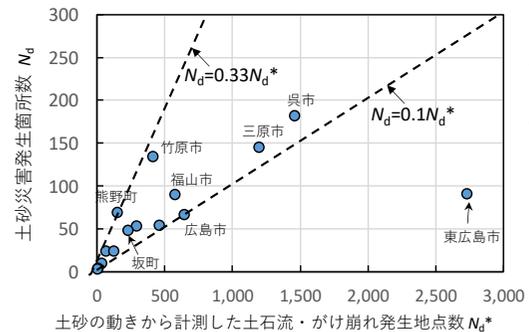
## 広島県内の土石流発生地点と斜面崩壊地点（土砂の動きから計測）



	土石流	斜面崩壊
<b>東広島市</b>	<b>2,730</b>	<b>125</b>
<b>呉市</b>	<b>1,460</b>	<b>68</b>
<b>三原市</b>	<b>1,198</b>	<b>86</b>
広島市	647	91
福山市	576	87
江田島市	460	171
竹原市	415	19
尾道市	294	53
坂町	232	26
熊野町	152	2
府中市	124	5
府中町	69	13
海田町	38	1
世羅町	8	0
神石高原町	5	0
<b>合計</b>	<b>8,408</b>	<b>747</b>

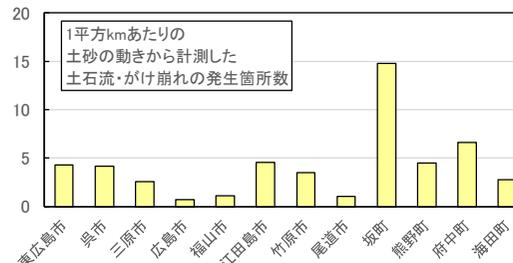
後藤ほか 広島大学地理学グループ (2018)

## 土砂の動きから計測した土石流・がけ崩れ発生箇所数と土砂災害発生箇所数との関係

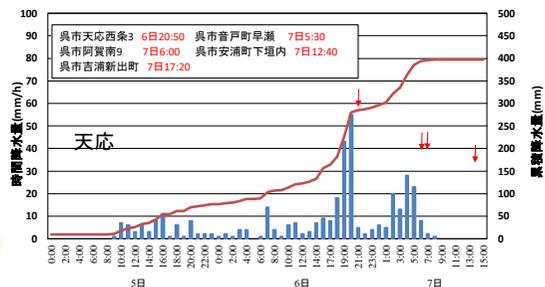
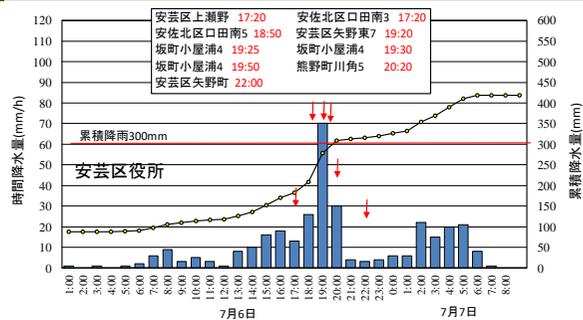


土砂災害発生箇所は土砂の動きから計測した土石流・がけ崩れ発生箇所数の1/10から1/3となっている。

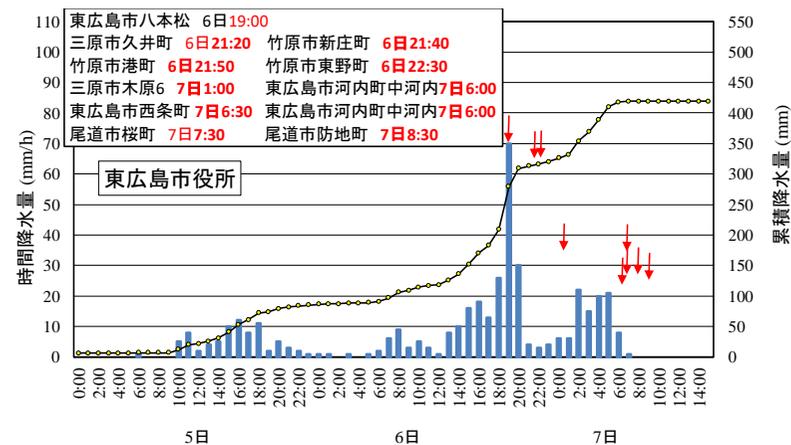
\* 東広島市については計測数2854か所に対し、土砂災害発生箇所数91は少なすぎるように思われる。



## 広島県における降雨の状況と発災時刻（広島市安芸区、坂町、熊野町、呉市）



## 広島県における降雨の状況と発災時刻（東広島市、竹原市、三原市、尾道市）



## 地盤災害の観点からの広島県の土砂災害の特徴

1. 土石流による道路・水道・ため池など**様々なインフラにおける被害**
2. 土石流が河道を閉塞し洪水氾濫を助長するといった**土砂災害と洪水の相乗効果による被害の拡大**
3. 溪流の基礎調査の予測（特別警戒区域）を上回る流出土砂量、コラストーンによる被害拡大など**外力としての土石流の巨大化**
4. 河川周辺における大規模な**地盤陥没**による交通途絶の多発

1と2に当てはまる典型的な事例として、広島市安芸区矢野町県道34号線沿いにある昭和入口交差点周辺の調査結果を紹介する。



9

## 地盤災害の観点からの本災害の特徴 観点1

### 広島市安芸区矢野町 昭和入口交差点付近における土砂洪水災害による道路利用者の被災



10

## 調査箇所 | 広島市安芸区・昭和入口交差点



Googleマップより



11

## 調査箇所 | 広島市安芸区・昭和入口交差点

実施日：7月14日，8月3日  
参加者：土田，橋本，他学生4名（広大）

- 矢野，熊野町，焼山の結節点。
  - 県道34号が矢部川と**昭和入口交差点**にて交差した後，広島熊野道路の高架をくぐり，並行して北へと下る複雑な場所。
- ✓ 7月6日夜に交差点で**信号待ちをしていた複数台の車**に大量の土砂（濁流？）が流れ込んだ。
- ✓ 被災箇所は交差点から広島熊野道路の高架下カーブまでの約300mの下り坂区間。



Googleマップより



12

## 道路上の車両の被災状況①

坂の上方（左奥）からの土砂、流木に押し流された車両



13

## 道路上の車両の被災状況②

押し流された後、倒れた電信柱に引っかかっている車両



14

## 道路上の車両の被災状況③

カーブのガードレールを突き破り広島熊野道路の高架に挟まっている車両



15

## 土砂の流出状況

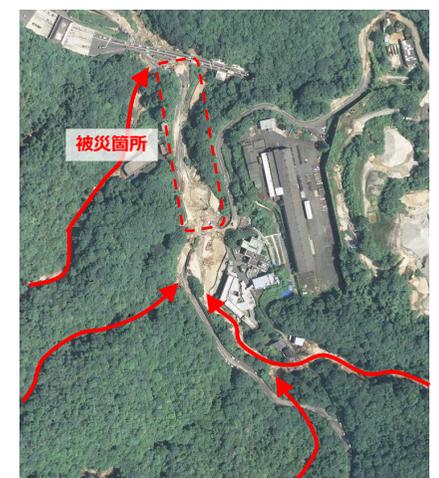
被災前



Googleマップより



7月11日時点の航空写真（国土地理院）



16

## 土砂災害警戒区域・特別警戒区域との関係



広島県防災Webより

7月11日時点の航空写真（国土地理院）



17

## 昭和入口交差点周辺の土砂の流れ

交差点には大きく分けて**二つの流れ**があったと推察される。

A. 溪流②の土砂が焼山方面の道を流下



B. 溪流③④の土砂が矢部川沿いに流下



18

## A. 焼山方面の道路上の土砂の流れ



土石流が防音壁を破壊しているの  
と同時に土砂が道路沿いを下った  
跡が見られた。

19

## A. 焼山方面の道路上の土砂の流れ



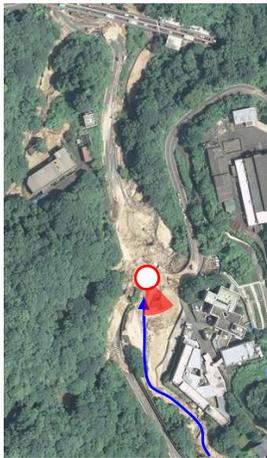
- 流下した先には土砂で埋  
まった車両も見られた。
- そのまま交差点を通過し  
北へ下ったと考えられる。



20

## B. 矢野川沿いの土砂の流れ

交差点から上流を見ると付近の病院の駐車場一面に上流から土砂が堆積していた。



21

## B. 矢野川沿いの土砂の流れ

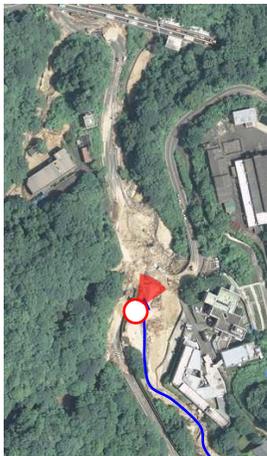
- 実際には、元々存在していた深さ5m程度の河道が完全に土砂で閉塞していた。
- 結果的に数千m<sup>3</sup>程度補足されていたと推察される。



22

## B. 矢野川沿いの土砂の流れ

- 川は交差点で道路の下のカルバートを通して流れていた。
- 災害当時は閉塞して、流入する水や後続の土砂は道路上へ溢れ出たと推測される。



23

## 推定される被災メカニズム



24

## 参考 | 下流（矢野東方面）の水路



ほぼ直角に曲げて道路の下を通している。



25

## 参考 | 下流（矢野東方面）の水路



既に土砂は一部撤去されていたが、ここでも水路が埋まっていた跡が見られた。

26

## 参考 | 下流（矢野東方面）の水路



ここでも道路の下を通る管路の入口で土砂の閉塞が生じたと推察される。

カルバートなど地下に設置した水路は、土石流の発生により閉塞しやすい

河道が閉塞すると、土砂を含む水は道路上を流下する。



27

## 国道2号線西条バイパスにおける土石流の道路への流出

八本松周辺 土石流位置図

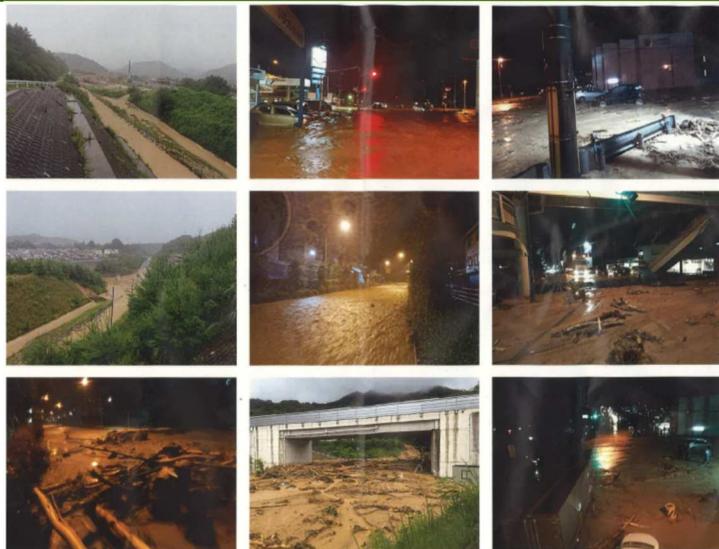


提供：中国地方整備局広島国道事務所

28



## 国道2号線西条バイパスにおける土石流の道路への流出



提供：中国地方整備局広島国道事務所

29

## 国道2号線西条バイパスにおける土石流の道路への流出

土石流が発生した溪流のひとつ



溪流の出口から流出した流木と土砂と水  
(9日, 森脇武夫広島工業大学教授提供)



大量の土砂が堆積した2号線溝迫交差点付近  
(9日, 森脇武夫広島工業大学教授提供)



土石流の出口の前の橋梁工事現場。掘削箇所に3000m<sup>3</sup>程度の土砂が堆積したと推定される。



30

## 山陽自動車道志和トンネルへの土石流の流入

山陽自動車道志和トンネルの東広島側入口付近。大規模な表層崩壊により、土砂がトンネルの上下線に大量に流入した。



トンネル内監視カメラの映像。流木と土砂で形成された「流木・土砂ダム」が、トンネル内をゆっくりと出口に向かって移動している。



提供：NEXCO西日本

31

## 呉広島道路の盛土崩壊

土石流が発生した溪流の出口

崩壊箇所の山側の溪流では土石流が発生し、2,000m<sup>3</sup>程度の土砂が流出した。発生時期は6日夜7時頃から7日午前の間と考えられる。

土石流により山側の排水工は完全に閉塞し機能を失った。

山側から流れた雨水が盛土内に浸透し、盛土内の水位が上昇して崩壊した。



盛土の崩壊は主要な降雨が終わって約1日経過した7月8日午前8時頃に発生した。



32



## 土石流によるインフラ施設の被害

- 土石流・土砂洪水氾濫により道路上の車両が被災した災害はこれまでに例がなく、今後、同様のリスクを抱える地点の抽出、道路利用者への危険の周知、早期の通行規制を検討する必要がある（たとえば落石のように）。
- 道路上を土砂・濁流が流れた要因として土石流の道路への流出に加え、河道が道路と交差するカルバート部で完全に閉塞したことによる土砂の溢流および洪水氾濫があったと推察される。中小河川と並行し土石流の流出の可能性がある道路は同様のリスクを抱えている。
- 山陽自動車道でも土石流による道路の被害が多発したが、降雨が基準に達しており、交通を規制していたため、人的被害は発生しなかった。しかし、土石流対策は重要な課題である。
- JR山陽線も土石流による路盤の流出など大きな被害を受けた。水道設備も土石流により被災し、断水が発生した。
- さまざまな社会基盤施設で土石流対策を検討する必要がある。



33

## 今後の課題1:インフラ施設の土石流対策・土砂洪水氾濫対策

1. 土石流によって**様々なインフラにおける被害が同時多発的に発生した**。道路・高速道路・ため池・ダムのほかJR山陽線も土石流による路盤の流出など大きな被害を受けた。水道設備も土石流により被災し、断水が発生した。**さまざまな社会基盤施設で土石流対策を検討する必要がある**。
2. 道路上を土砂・濁流が流れた要因としては、**土石流の道路への流出**、河道が道路と交差するカルバート部での閉塞による**溢流および洪水氾濫**があった。中小河川と並行し土石流の流出の可能性がある道路は同様のリスクを抱えていると考えられる。
3. 同様のリスクを抱える地点の抽出、道路利用者への危険の周知、早期の通行規制を検討する必要がある。
4. 土石流の後に、**大量の細砂粒径の土砂を含む水が氾濫する土砂洪水氾濫**が発生した。地盤工学の観点からも、土砂洪水氾濫の発生メカニズム、その対策について研究する必要がある。



34

## 地盤災害の観点からの本災害の特徴 観点2

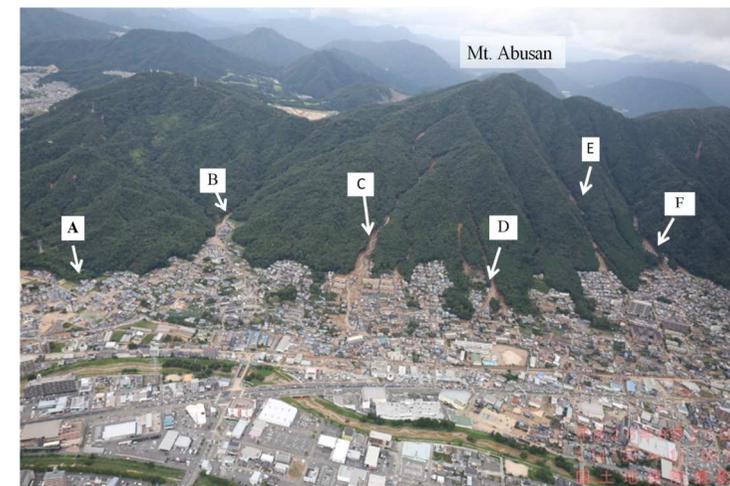
### 広島における土石流による住宅被害の特徴

基礎調査で想定した流出土砂量・被害の規模と実際に発生した土砂量の関係について



35

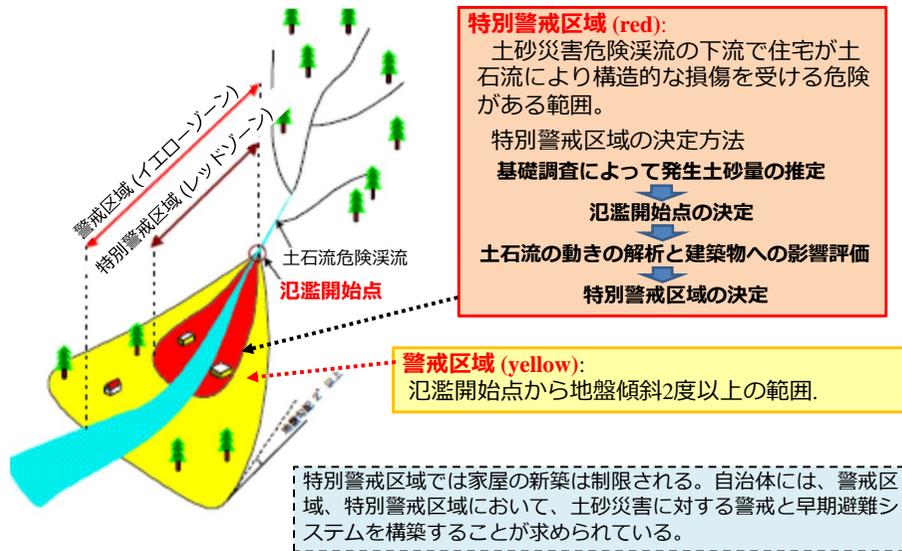
2014年広島市の土砂災害における住宅被害（安佐南区緑井・八木地区）



- A: Stream over Midori-i 7-Chome
- B: Stream over Midori-i 8-Chome
- C: Stream over Midorigaoka prefectural apartments (Yagi 3-Chome)
- D: Stream over Mitsuhiro Shrine (Yagi 3-Chome)
- E: Stream over Abu-no-Sato Housing Complex (Yagi 3-Chome)
- F: Stream over Yagigaoka Housing Complex (Yagi 4-Chome)

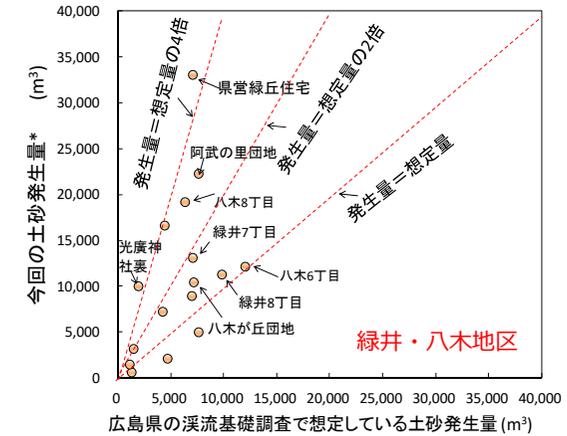
36

## 土石流に対する警戒区域・特別警戒区域の指定 土砂災害防止法 (2000)



37

## 2014年の土石流で発生した土量と危険渓流の基礎調査で想定されていた土量の関係 (安佐南区 緑井・八木地区)

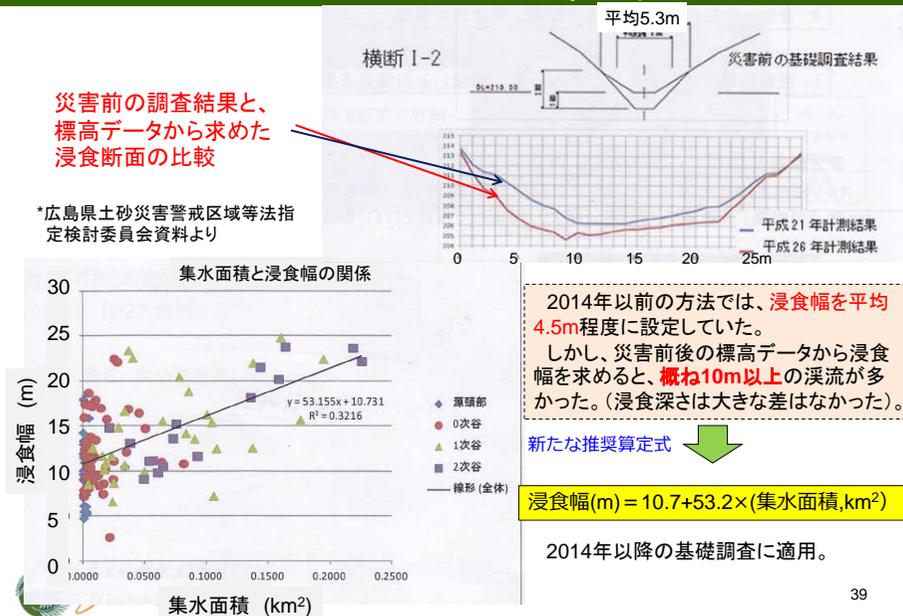


- ・緑井・八木地区の16の渓流のうち12の渓流で調査時の予測を上まわる量の土砂が流下した。
- ・特に被害が大きかった八木3丁目の渓流は、予測量の3~5倍発生した。



38

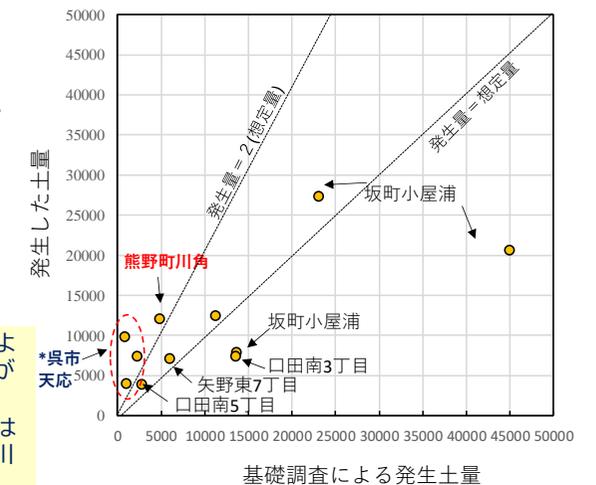
## 浸食幅と浸食深さの検証 (被災前後のGISデータ) と見直し 広島県土砂災害警戒区域等法指定検討委員(2014)



39

## 今回の土石流で発生した土量と危険渓流の基礎調査で想定されていた土量の関係 (広島市・呉市・東広島市・三原市区)

- ・呉市天応だけは、計算方法改定前の2012年の基礎調査による数字である。発生量は4~10倍となっている。
- ・呉市天応を除くと、発生量と想定量の相違は小さい。ただし、熊野町川角だけは発生量は想定量の2倍以上となっている。



- ・2015年以前の基礎調査による想定量は過小の可能性が高い。
- ・2015年以降は土砂量の差は縮小している。(熊野町川角を除く)

ただし、土量がほぼ一致しても被害状況は一致しない!



40

## 矢野東7丁目梅河ハイツにおける土石流と区域図（予定）の関係



## 熊野町川角5丁目大原ハイツにおける土石流と区域図の関係



## 今後の課題2：危険溪流の基礎調査の問題と限界

1. 2014年の広島災害後に危険溪流から流出する土砂の計算法を改定した。この改定により、基礎調査で予測した土砂流出量と発生量の差は縮小したと考えられる。
2. 改定前の予測土砂流出量が過小であることが確認できた。2014年以前の基礎調査の数字については、緊急の見直しが必要。
3. 矢野東7丁目の梅河団地の溪流では、土量の差は小さいが、甚大な被害を与える範囲は拡大した。この原因は、横の溪流からの土砂流入、氾濫開始点の予測と実際の差が考えられる。先行する土石流が治山ダムを埋め、後続の土石流がダムを通過して落下後に氾濫を開始した可能性がある。
4. 土石流の氾濫開始点のずれ、さらに熊野町川角団地のように、複数の溪流の土砂の合流で予測を大きく超える土砂が発生するなど、基礎調査の問題と限界にどう対処するかを今後検討する。

## 地盤災害の観点からの本災害の特徴 観点3

### 河川周辺における大規模な地盤陥没による交通途絶

- ・瀬野川沿いの国道2号線の崩壊
- ・県道34号線における道路の大規模な陥没
- ・都市内河川と平行する道路における陥没の多発

## 都市内河川の河岸・道路の大規模な陥没の多発



国道2号線 瀬野川河岸の陥没により15日間の通行止め (写真: 中国地方整備局)



県道34号線の陥没



沼田川沿いの県道33号線、山陽本線の崩壊

河岸の大規模な崩壊により主要な道路・鉄道の途絶

↓  
孤立する地域の発生  
被害の長期化

## 今後の課題3: 河川周辺の大規模な地盤陥没による交通途絶

1. 増水した河川周辺において大規模な地盤陥没が発生し、河川と並行している交通路が途絶した。
2. 瀬野川沿いの国道2号線は2か所において陥没が発生して途絶した。幹線道路の途絶によって被災後の復旧・復興における大きな支障となった。本道路の下には重要な光通信ケーブルが埋設されており、断線の危険があったが、かろうじて断線は免れた。断線した場合には、情報ネットワークサービスに重大な支障が発生していた可能性があった。
3. JR山陽本線も沼田川沿いで発生した浸食と陥没によって線路が流出し、復旧・運転再開に85日を要した。
4. 増水した河川における地盤陥没のメカニズムを明らかにする必要がある。重要な交通・通信施設を支える地盤については、河川増水時の陥没に対する強靱化方策を検討する必要がある。

