

(2) 家屋流失の危険性が高いエリアを評価する手法

目次

○近年の水害における家屋流失事例について

○土砂・流木による河道閉塞を考慮した家屋流失箇所の評価

- ・大河川における家屋倒壊等氾濫想定区域の設定方法について
- ・1次元不等流計算を用いた家屋流失評価の試行
- ・現状の課題の整理

○家屋流失事例分析に基づく定性分析

近年の水害における家屋流失事例について

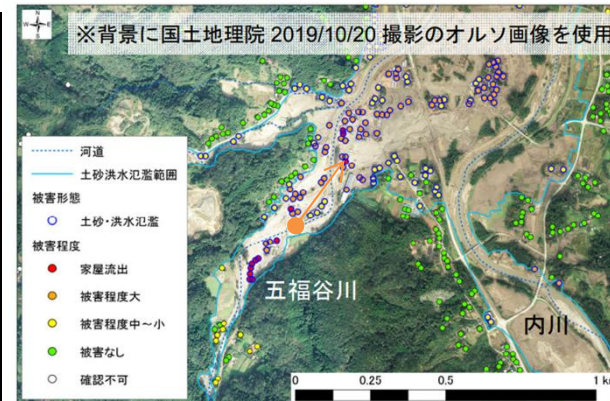
- 近年の水害における家屋流失事例を調査したところ、多数の被害事例が確認された。
- 家屋流失が発生した場合には、人的被害が発生する可能性も高いため、リスク周知を図ることが重要である。
- 国管理河川等においては、家屋倒壊等氾濫想定区域としてリスク周知を図っているところであるが、小規模河川では示せていない。

近年家屋被害が生じた豪雨イベント一覧

年	異常気象名	月日	全壊・流失	半壊	土砂洪水氾濫が生じた主な河川
H26	①豪雨	8.13-8.26	202	214	
	②台風12号・11号及び豪雨	7.29-8.12	25	385	
	③梅雨前線豪雨及び台風8号	7.6-7.12	18	12	
H27	①台風18号及び豪雨	9.6-27	96	6728	
	②台風11号及び豪雨	7.15-7.23	7	24	
	③台風15号	8.22-26	0	0	
H28	① 台風10号	8.28-8.31	1213	3258	小本川（岩手県）
	②梅雨前線豪雨	6.18-7.5	30	55	
	③台風16号及び豪雨	9.17-9.21	2	49	
H29	① 梅雨前線豪雨	7.5-7.13	409	1374	赤谷川（福岡県）
	②台風21号	10.19-10.24	15	215	
	③台風18号及び豪雨	9.14-9.18	6	514	
H30	① 梅雨前線豪雨及び台風7号	6.26-7.9	7361	10071	大屋大川（広島県）
	②豪雨及び台風24号	9.27-10.1	7	10	
	③台風21号及び豪雨	9.3-9	2	3	
R1	① 台風19号	10.11-10.15	3166	17611	五福谷川（宮城県）
	②豪雨及び秋雨前線豪雨	8.25-8.29	188	62	
	③台風21号	10.25-10.26	10	90	
R2	① 梅雨前線豪雨	6.30-7.14	2407	4795	川内川（熊本県）
	②梅雨前線豪雨	7.23-7.31	8	62	
	③梅雨前線豪雨	7.12-7.19	5	73	
R3	① 豪雨及び秋雨前線豪雨	8.7-9.10	52	1639	下馬沢川（長野県）
	②梅雨前線豪雨	6.27-7.15	58	114	
	③梅雨前線豪雨	5.14-5.22	0	0	
R4	①台風15号	9.22-9.24	9	2079	
	②台風14号及び豪雨	9.14-9.24	20	181	
	③豪雨	7.26-8.7	36	408	
R5	①梅雨前線豪雨	07.11-07.20	14	2479	
	②豪雨及び台風第2号	05.30-06.05	27	743	
	③梅雨前線豪雨	06.26-07.11	39	231	

- * H26～R5の水害統計調査より、各年の家屋被害数が多い豪雨イベントを整理。
- * 着色した豪雨イベントには土砂洪水氾濫により生じた家屋被害も含まれている。

五福谷川の事例(R1)



出典：令和元年台風19号豪雨の土砂・洪水氾濫による家屋被害範囲の地形的特徴、2020年度砂防学会研究発表会概要集、p103-104
土砂・洪水氾濫による家屋被害の実態把握と地形分析、土木技術資料 63-1(2021)、p30-35

塚田川の事例(R6)



目次

○近年の水害における家屋流失事例について

○土砂・流木による河道閉塞を考慮した家屋流失箇所の評価

- ・大河川における家屋倒壊等氾濫想定区域の設定方法について
- ・1次元不等流計算を用いた家屋流失評価の試行
- ・現状の課題の整理

○家屋流失事例分析に基づく定性分析

大河川における家屋倒壊等氾濫想定区域の設定方法について

- 大河川で用いられている「洪水浸水想定区域図作成マニュアル(第4版)平成27年7月」では、氾濫流や河岸侵食による家屋の流失・倒壊の危険性のあるエリアを算出する手法が示されている。(本検討会では氾濫流によるものを対象)
- 具体的には、平面2次元計算結果に基づく流体力と、木造2階建て家屋を想定した耐力及び自重との関係から、家屋の倒壊・滑動・転倒限界時の流速・水深を示している。

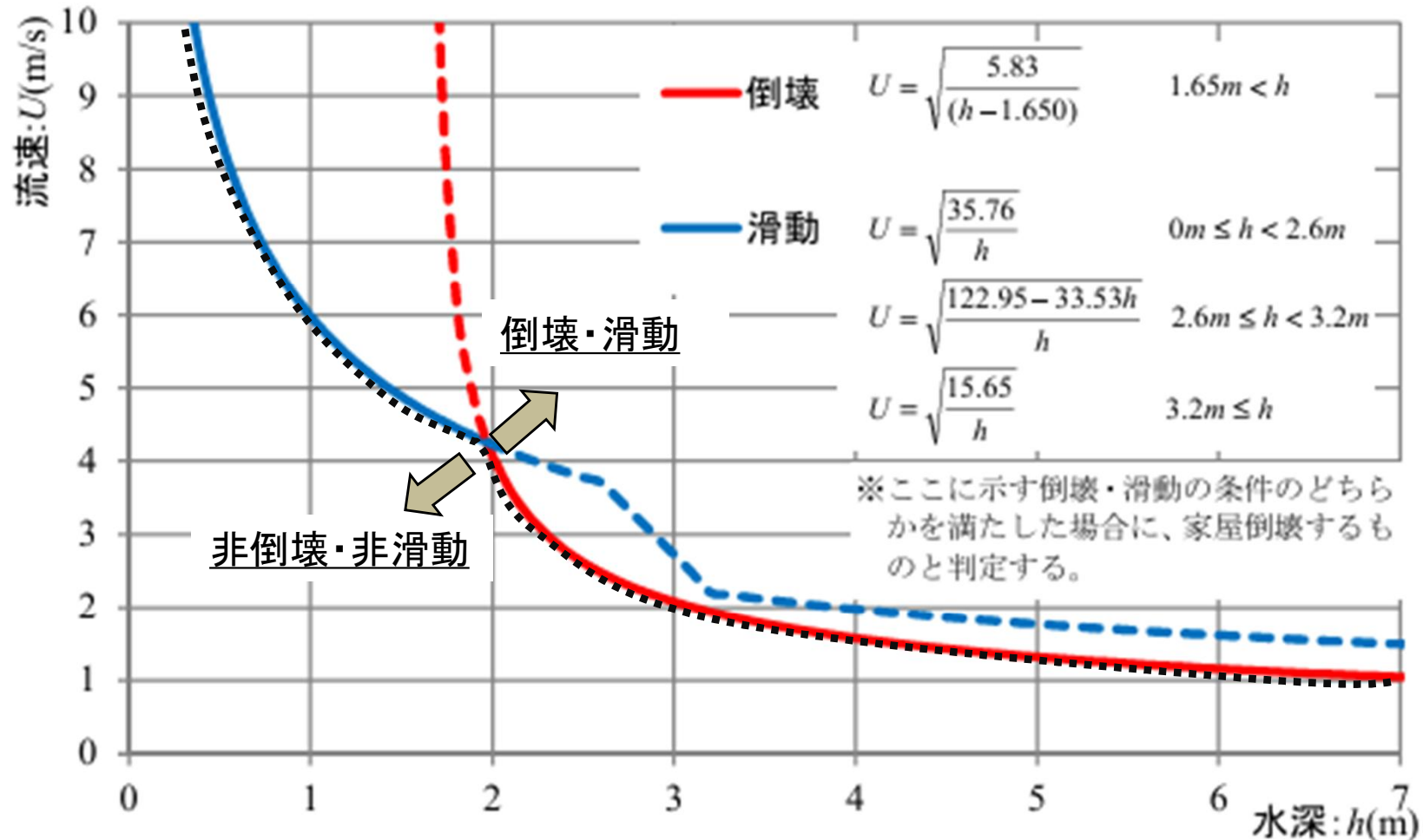


図-4.2-2 木造家屋の倒壊等限界の試算例 (一部加筆)

家屋流失箇所の評価の試行(赤谷川)

○家屋流失事例が多く、資料2-2でも扱った赤谷川を対象に、前頁で示した判定手法で、家屋流失の定量的な評価を試みた。

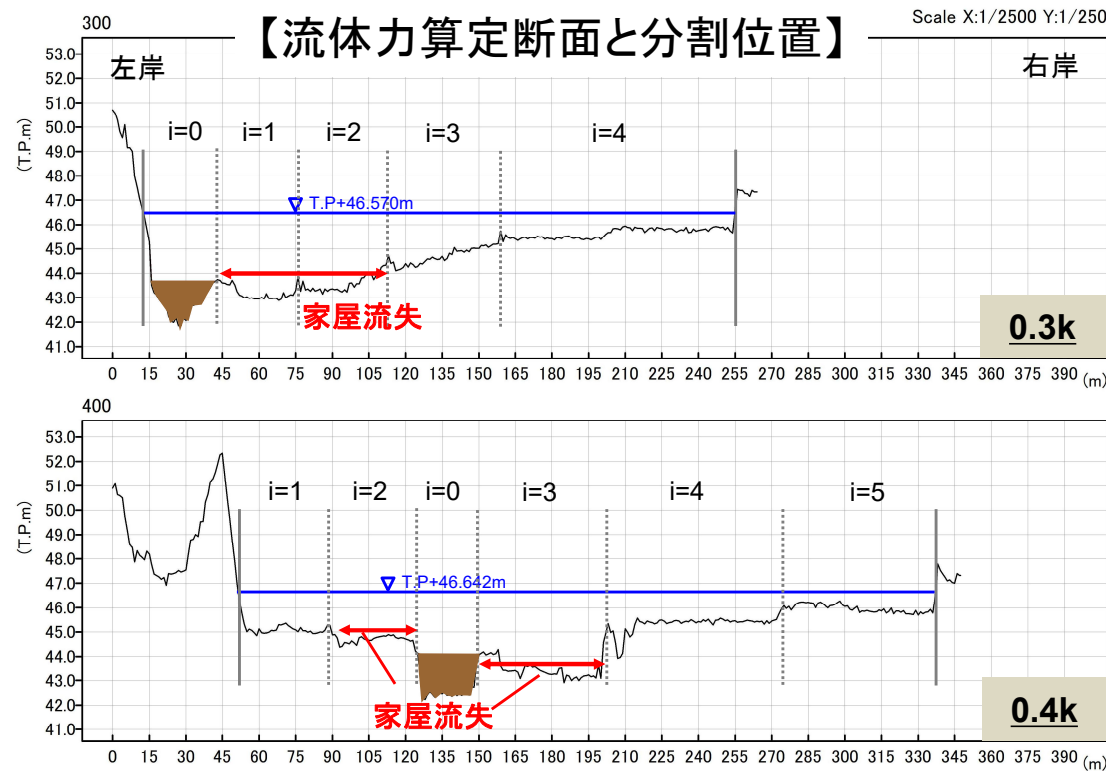


● 家屋流失

家屋流失箇所と1次元不等流計算に基づく水理量の関係①(赤谷川)

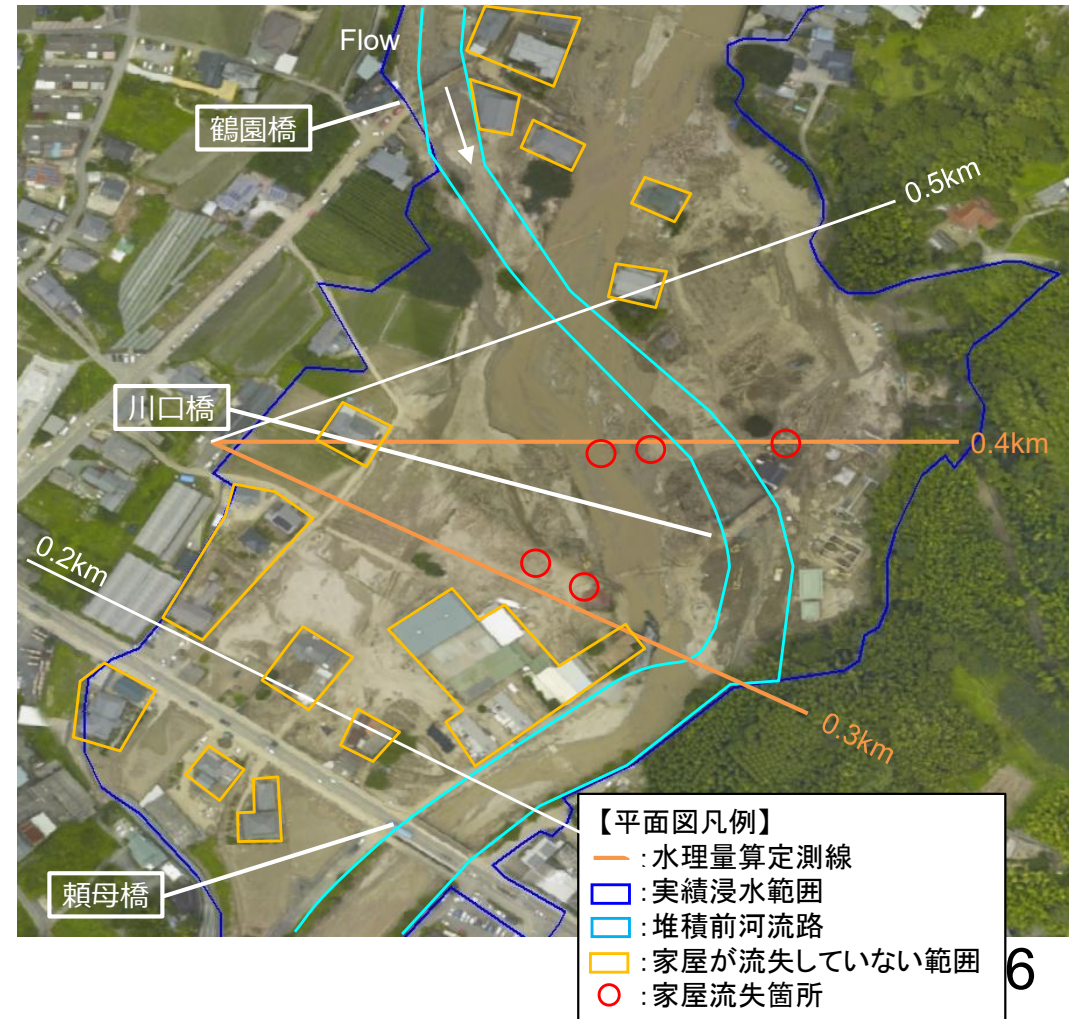
- 資料2-2で検討した1次元不等流計算結果より得られる水深・流速を用いて、家屋流失・倒壊を評価できるかについて、検討を行った。
- 1次元不等流計算では、水深・流速の横断分布は計算されないため、各測線で断面を分割した上で、各分割面の水深・流速を推定し、流体力の算出を行った。

<検討結果> ポイント: 1次元不等流計算で各断面毎に得られる \bar{Q} 、 \bar{V} 、 \bar{h} \Rightarrow 分割面毎に Q_i 、 V_i 、 h_i を $\sum_{i=1}^n Q_i = \bar{Q}$ となるように算出。



※ 分割断面添え字の*i*は、堆積前流路上を0とし、左岸側を1とし順番で振り分けている。

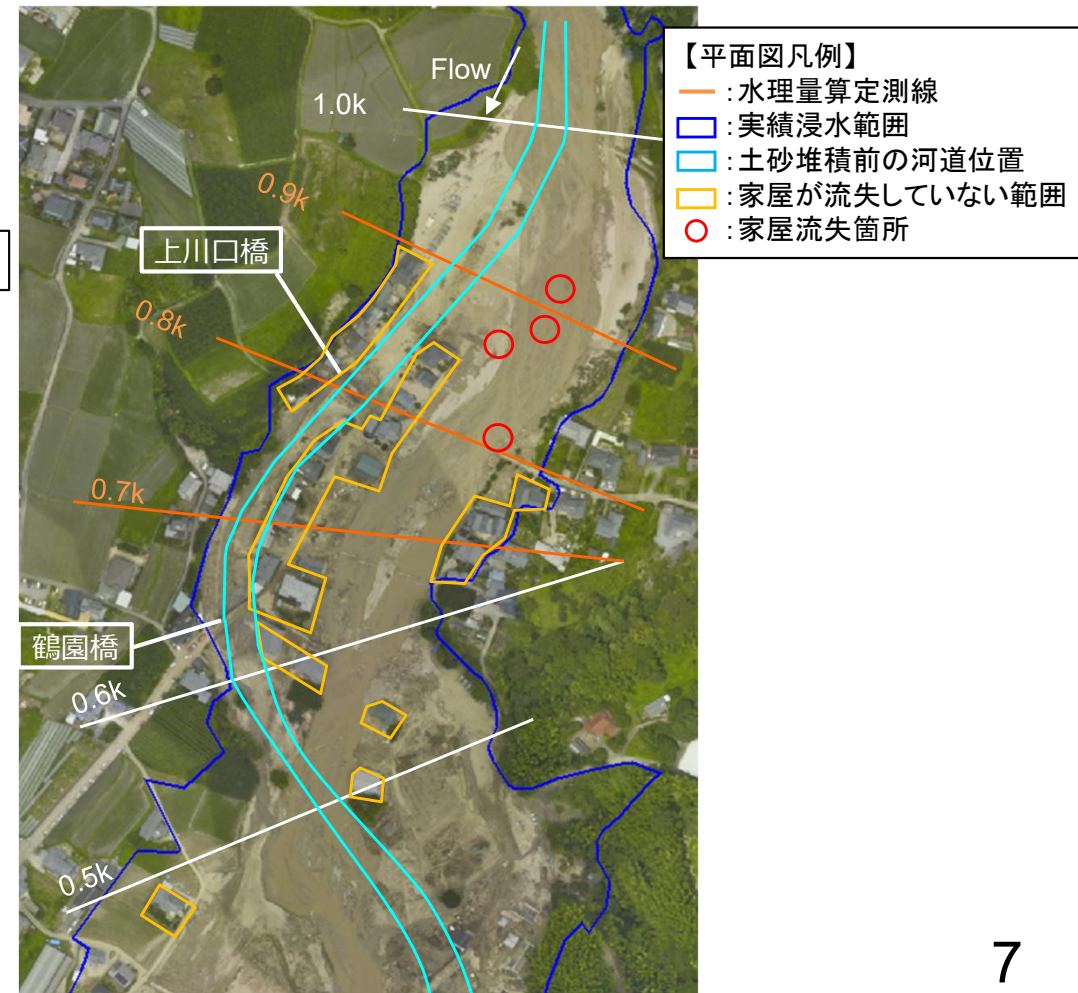
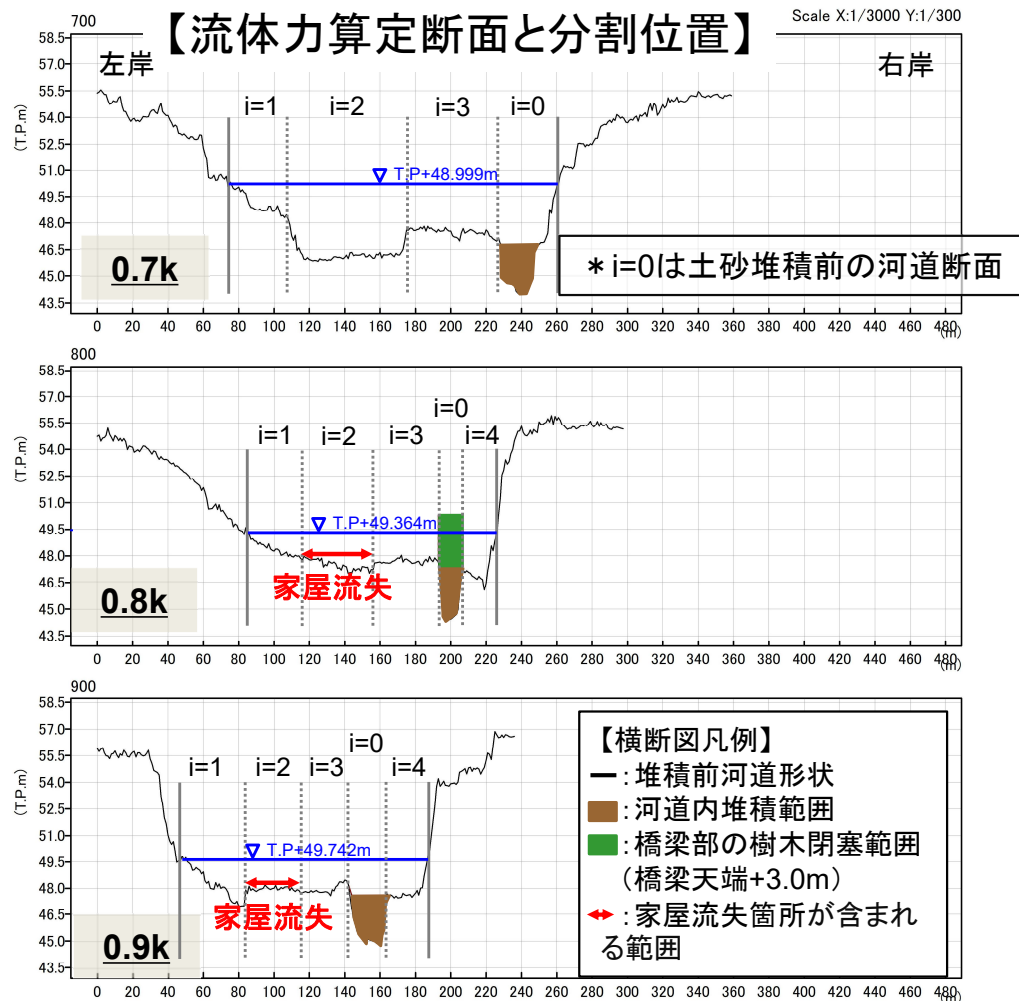
- 【横断面凡例】
- : 堆積前河道形状
 - : 河道内堆積範囲
 - : 橋梁部の樹木閉塞範囲 (橋梁天端+3.0m)
 - ↔: 家屋流失箇所分割



家屋流失箇所と1次元不等流計算に基づく水理量の関係②(赤谷川)

- 資料2-2で検討した1次元不等流計算結果より得られる水深・流速を用いて、家屋流失・倒壊を評価できるかについて、検討を行った。
- 1次元不等流計算では、水深・流速の横断分布は計算されないため、各測線で断面を分割した上で、各分割面の水深・流速を推定し、流体力の算出を行った。

<検討結果> ポイント: 1次元不等流計算で各断面毎に得られる \bar{Q} 、 \bar{V} 、 \bar{h} \Rightarrow 分割面毎に Q_i 、 V_i 、 h_i を $\sum_{i=1}^n Q_i = \bar{Q}$ となるように算出。

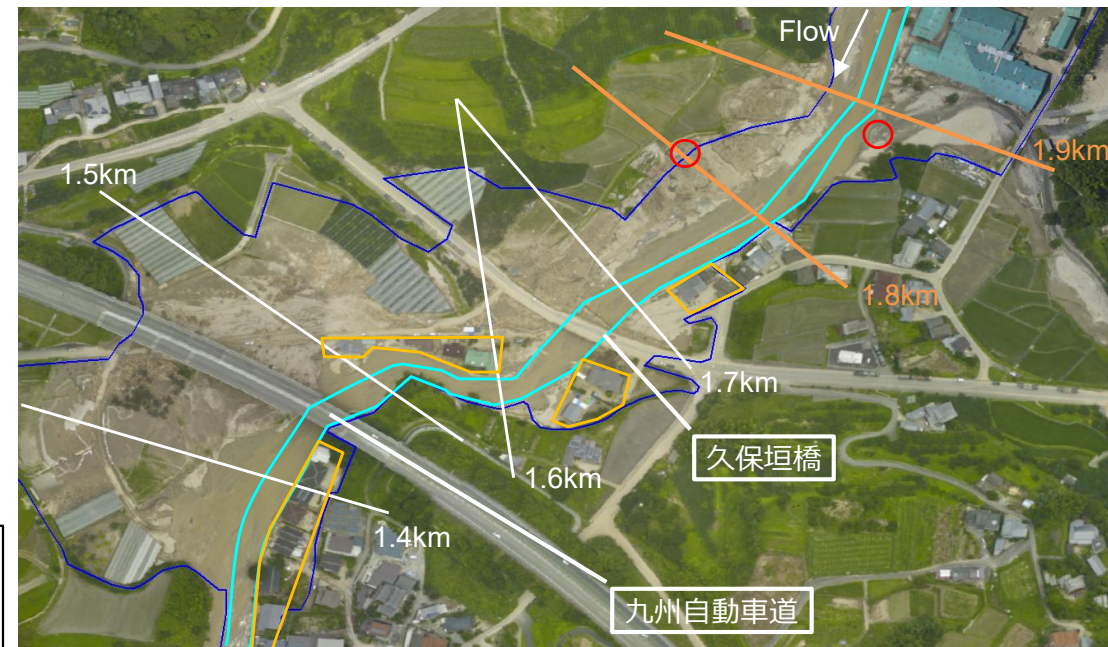
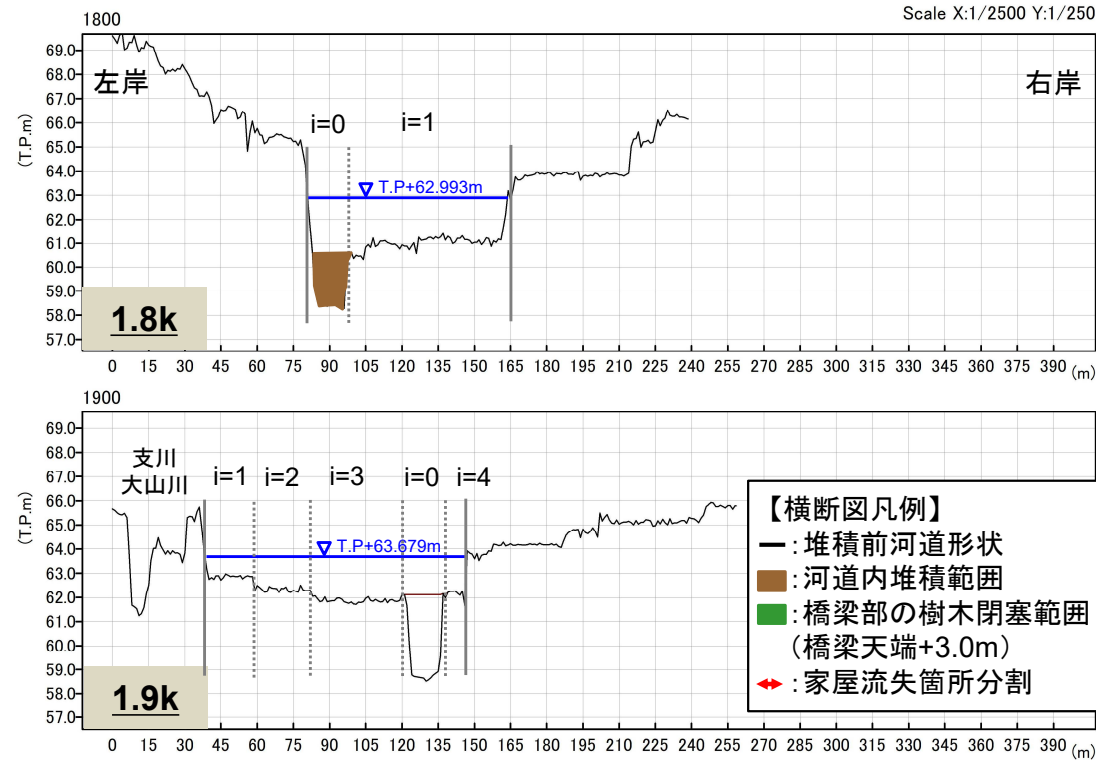


家屋流失箇所と1次元不等流計算に基づく水理量の関係③(赤谷川)

- 資料2-2で検討した1次元不等流計算結果より得られる水深・流速を用いて、家屋流失・倒壊を評価できるかについて、検討を行った。
- 1次元不等流計算では、水深・流速の横断分布は計算されないため、各測線で断面を分割した上で、各分割面の水深・流速を推定し、流体力の算出を行った。

<検討結果> ポイント: 1次元不等流計算で各断面毎に得られる \bar{Q} 、 \bar{V} 、 \bar{h} \Rightarrow 分割面毎に Q_i 、 V_i 、 h_i を $\sum_{i=1}^n Q_i = \bar{Q}$ となるように算出。

【流体力算定断面と分割位置】



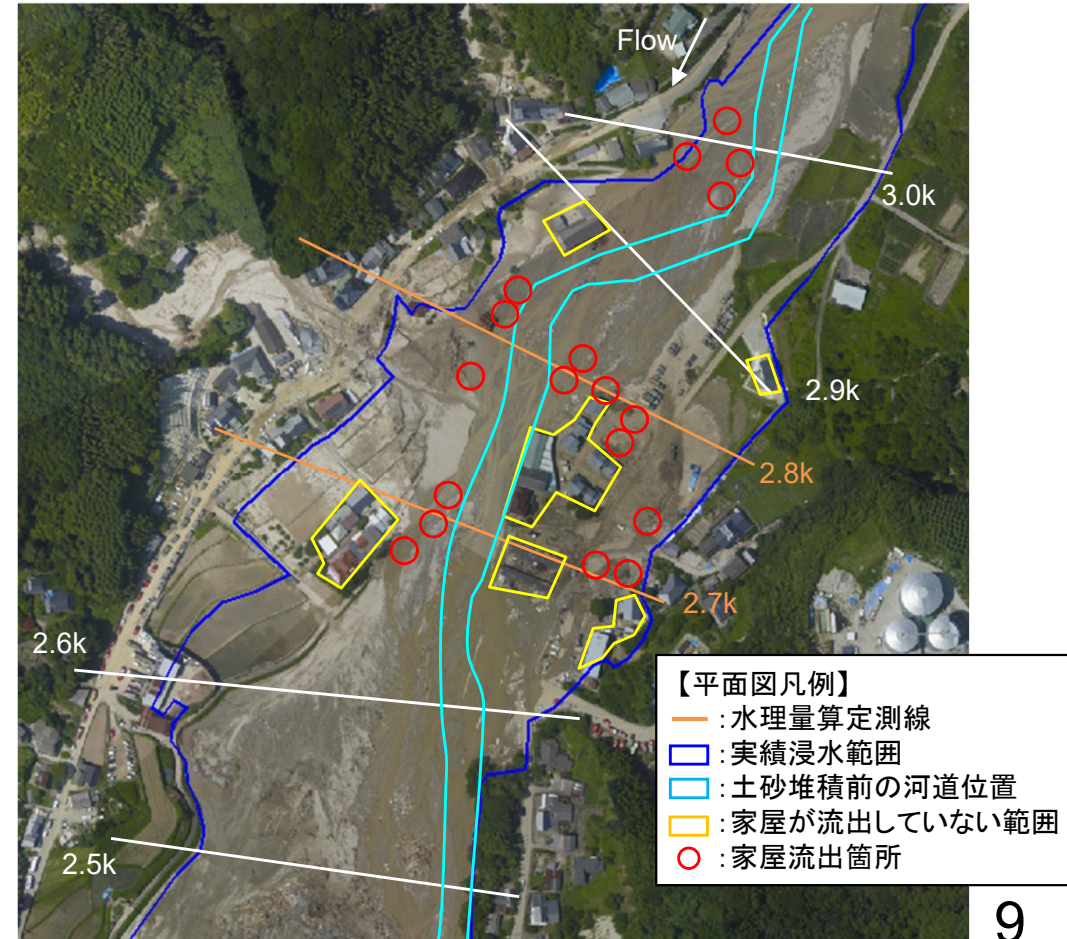
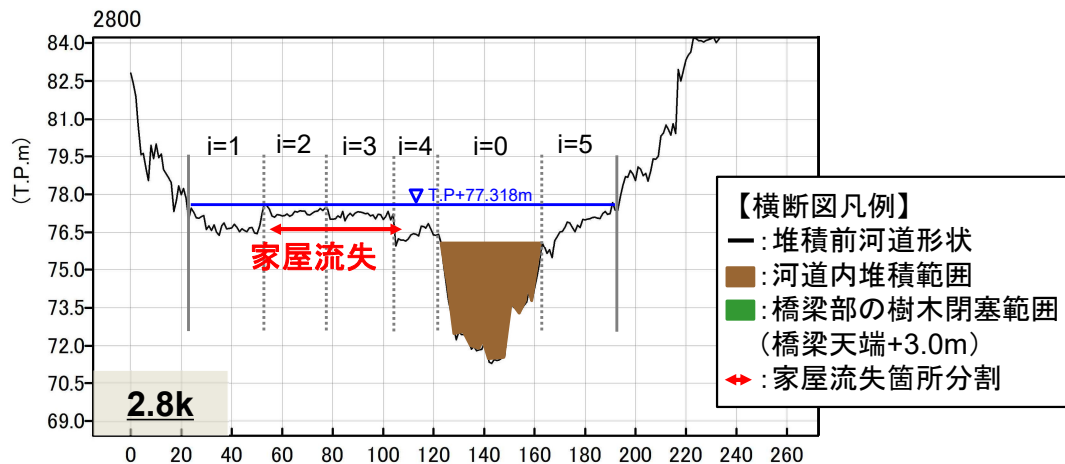
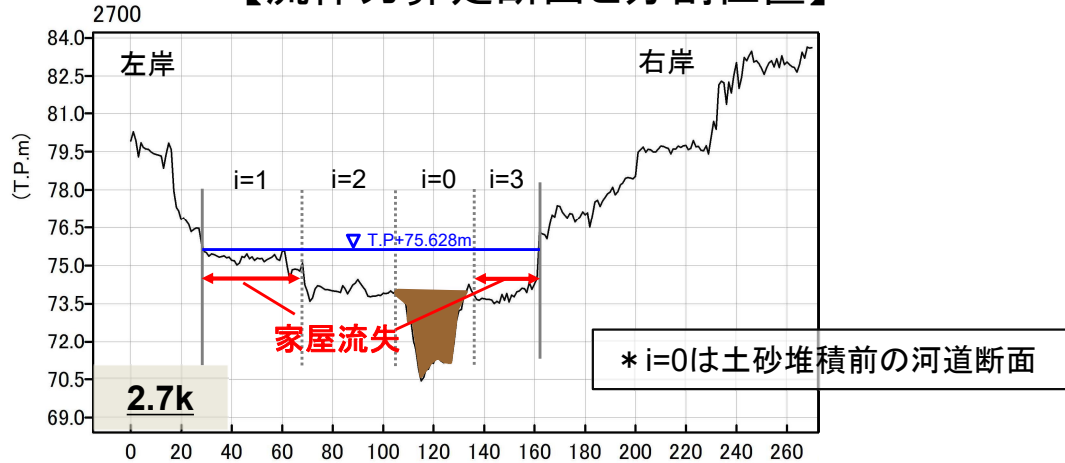
- 【平面図凡例】
- : 水理量算定測線
 - : 実績浸水範囲
 - : 堆積前河路
 - : 家屋が流失していない範囲
 - : 家屋流失箇所

家屋流失箇所と1次元不等流計算に基づく水理量の関係④(赤谷川)

- 資料2-2で検討した1次元不等流計算結果より得られる水深・流速を用いて、家屋流失・倒壊を評価できるかについて、検討を行った。
- 1次元不等流計算では、水深・流速の横断分布は計算されないため、各測線で断面を分割した上で、各分割面の水深・流速を推定し、流体力の算出を行った。

<検討結果> ポイント: 1次元不等流計算で各断面毎に得られる \bar{Q} 、 \bar{V} 、 \bar{h} \Rightarrow 分割面毎に Q_i 、 V_i 、 h_i を $\sum_{i=1}^n Q_i = \bar{Q}$ となるように算出。

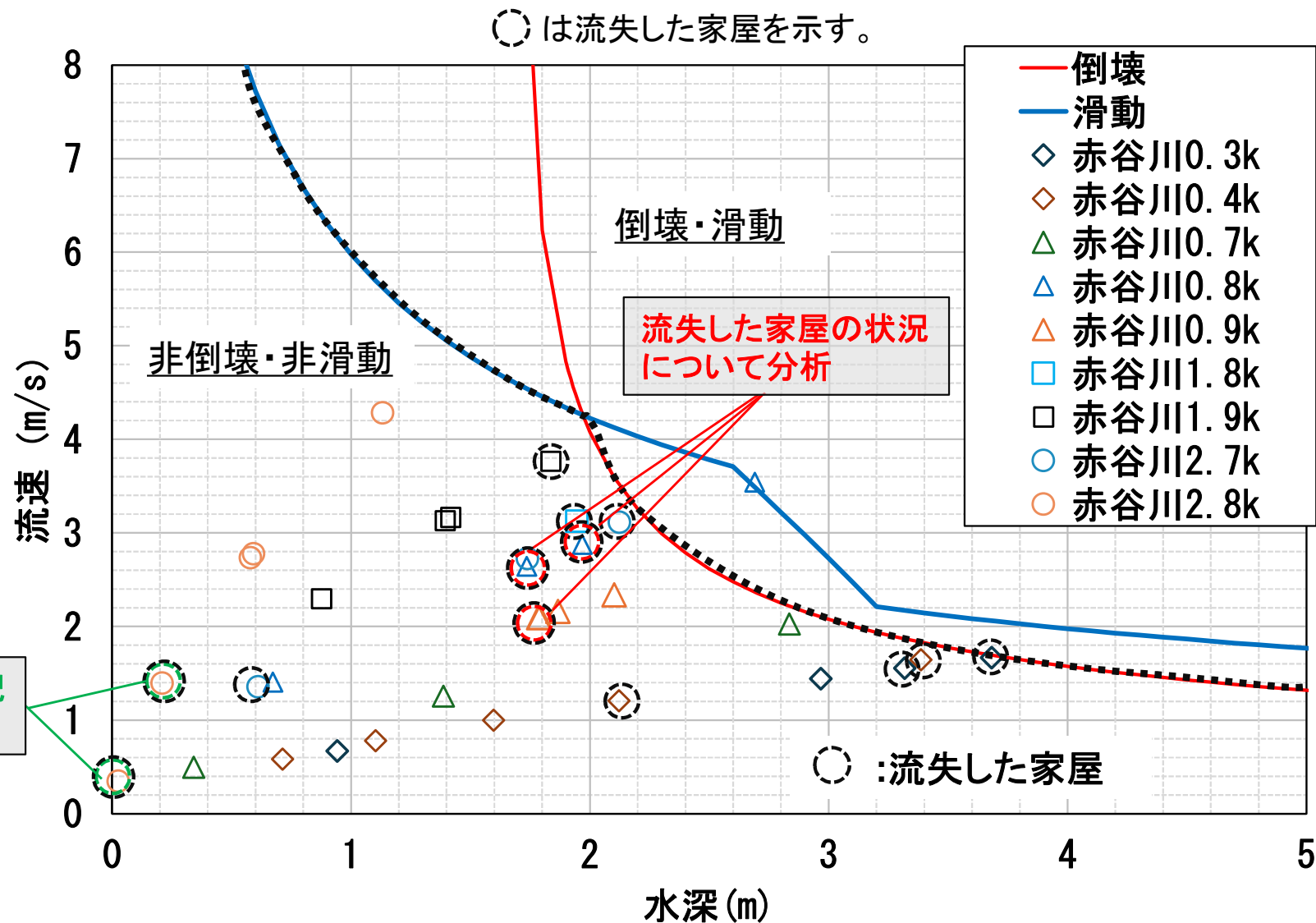
【流体力算定断面と分割位置】



家屋流失箇所と1次元不等流計算に基づく水理量の関係

○赤谷川における分析の結果、1次元不等流計算結果から算出した水理量では、実際に家屋流失した箇所のほとんどが非倒壊・非滑動と判定される結果となった。

<検討結果>



家屋流失箇所の考察(0.8k~0.9k)

規約 第4条 第5項に則り非公開

家屋流失箇所の考察(2.8k)

規約 第4条 第5項に則り非公開

氾濫原での地形の洗掘に伴う家屋流失の可能性

規約 第4条 第5項に則り非公開

家屋流失範囲の評価における現状の課題について

＜本検討で得られたこと・今後の課題＞

- ・河道を埋塞させた条件による1次元不等流計算結果を用いて既存の家屋倒壊評価を行ったところ、家屋流失した範囲は、ほとんど非倒壊・非滑動の判定となる領域にプロットされ、1次元不等流計算では家屋流失を評価することは困難であることが示唆された。
- ・今後は、まず流量ピークの条件でかつ、河道を埋塞、橋梁断面では流木の堆積を考慮した河道地形とする固定床条件の平面2次元計算を行い、家屋流失を定量的に評価可能か否か、確認を行う。
(ただし、河道の湾曲部や屈曲部における局所的な水位上昇区間からの氾濫流を適切に表現できない為、定量的な評価が難しいと想定)



中小河川における家屋流失範囲を定量的に評価することは、技術的課題が少なからず残されている。次ページ以降で、家屋流失しやすい地形的特徴について分析を試行した。

＜中長期的な課題＞

- ・氾濫原での移動床現象(滯筋部の形成)による氾濫主流部の変化や、家屋周りの地盤の洗掘等が家屋流失にもたらす影響の把握・知見の蓄積が必要。
- ・家屋構造や家屋周辺の状態(ブロック塀・生垣等)と被災メカニズムとの関係。

目次

○近年の水害における家屋流失事例について

○土砂・流木による河道閉塞を考慮した家屋流失箇所の評価

- ・大河川における家屋倒壊等氾濫想定区域の設定方法について
- ・1次元不等流計算を用いた家屋流失評価の試行
- ・現状の課題の整理

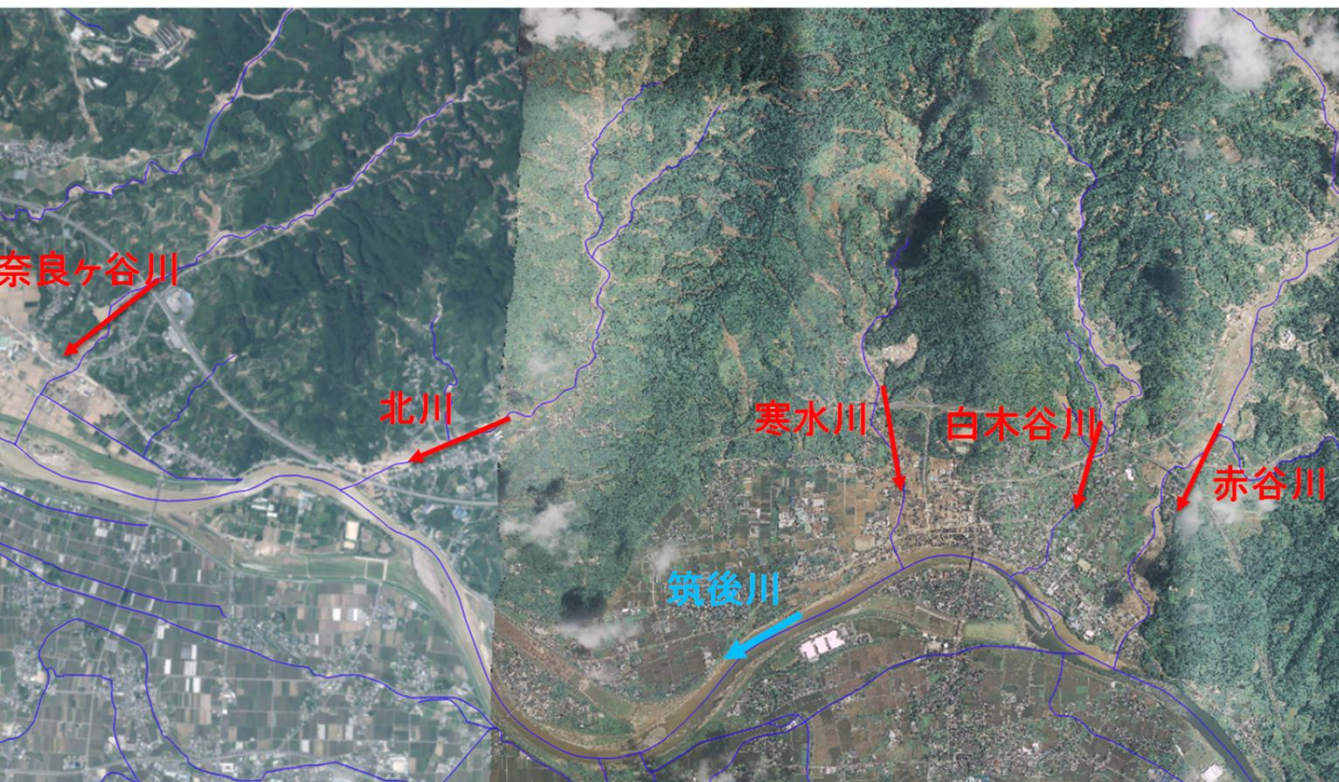
○家屋流失事例分析に基づく定性分析

筑後川右岸域の事例に基づいた家屋流失ケースの定性分析

- 過去の事例を基に、家屋流失ケースの地形的要因の定性分析を行い、定性評価ができないか検討を行った。
- 多数の家屋流失が見受けられたことから、平成29年九州北部豪雨での筑後川右岸域を対象として、豪雨前後における航空写真の比較等から、地形的特徴の定性分析を行ったところ、7個のパターンに分類された。

※被災前後の航空写真から、元の家屋が置かれていた場所に家屋がない状態のものを家屋流失事例とした。

対象河川



地形的特徴

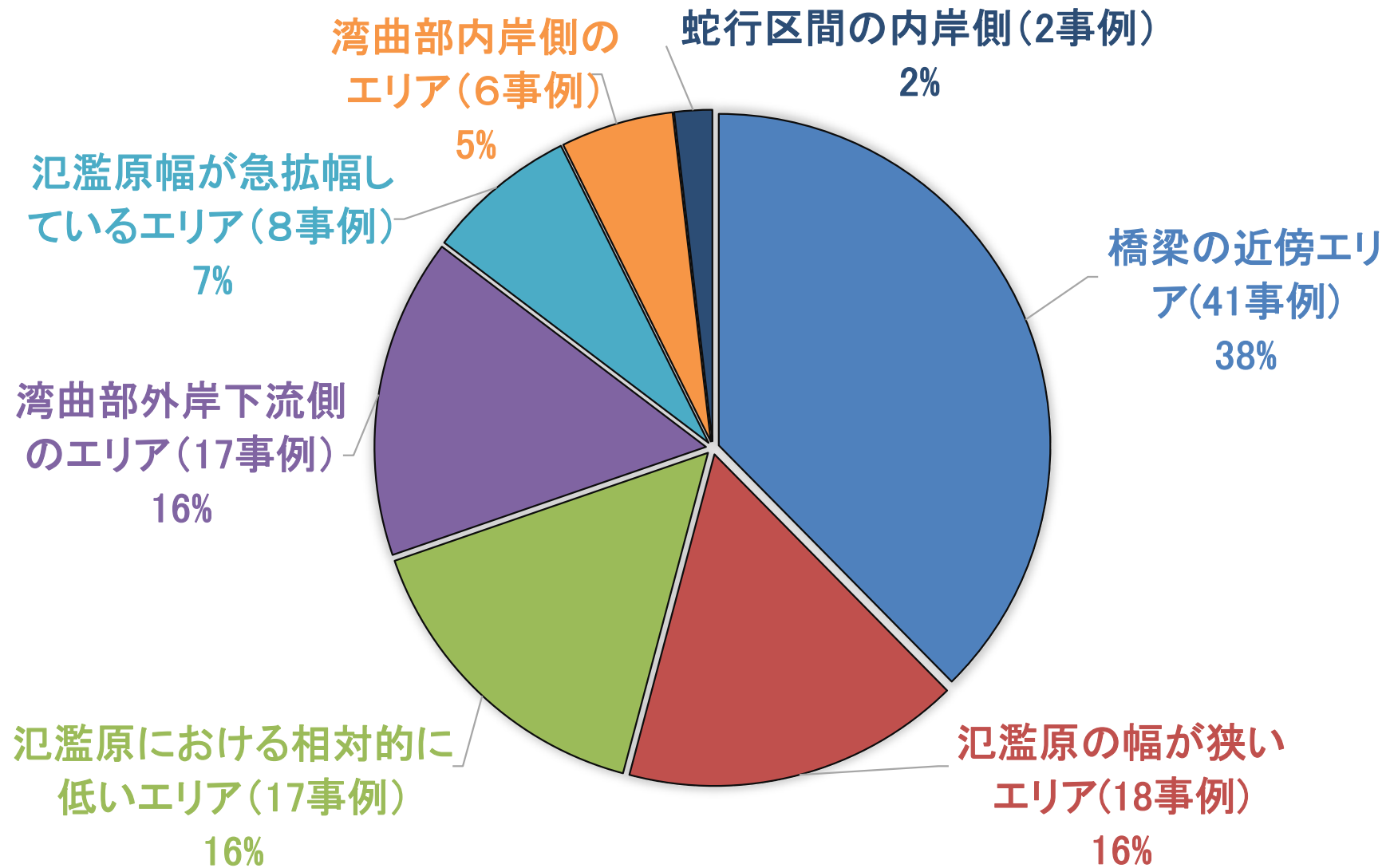
- A 橋梁の近傍エリア
- B 氾濫原の幅が狭いエリア
- C 氾濫原における相対的に低いエリア
- D 湾曲部外岸下流側のエリア
- E 氾濫原幅が急拡幅しているエリア
- F 湾曲部内岸側のエリア
- G 蛇行区間の内岸側のエリア

- * 様々な特徴が重なって被災している事例が多い
- * 側方浸食によって家屋流失した事例あり
- * 河道での土砂・流木堆積の程度によって、家屋流失が生じるような強い氾濫流の範囲も異なる。

筑後川右岸域の事例に基づいた家屋流失ケースの定性分析

○平成29年九州北部豪雨での筑後川右岸域を対象とした全家屋流失事例(N=51事例)について、先述した7パターンで分類すると、以下のような内訳となった。(全51事例を対象とし、各事例について複数の地形的特徴が重複している)

＜筑後川右岸域での全家屋流失事例における被災要因毎の内訳(N=51事例)＞



【分類A】橋梁の近傍エリア(赤谷川)

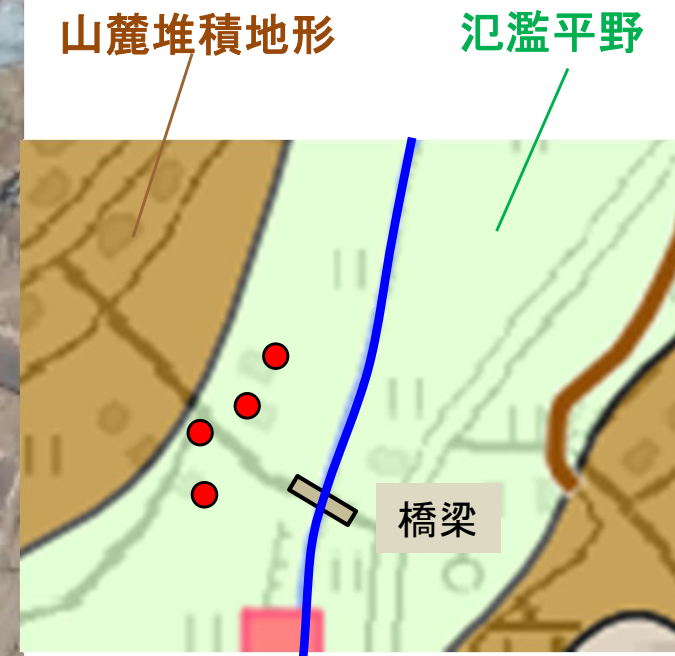
豪雨前



豪雨後



治水地形分類図

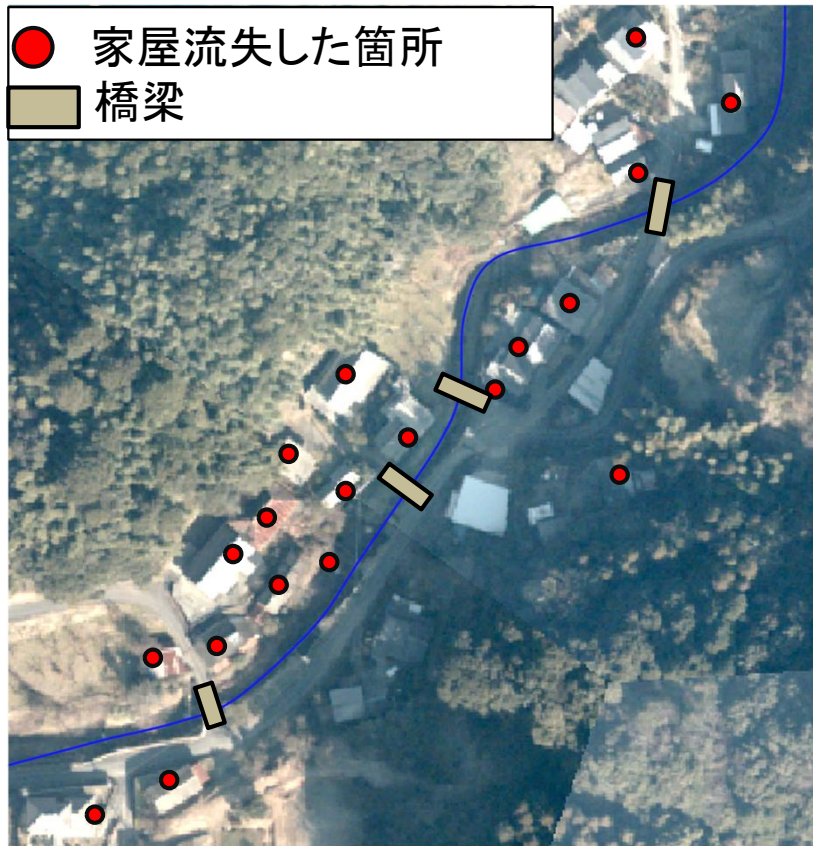


◎: 地形的要因の中でも影響が大きいと考えられるもの
○: 地形的要因の1つと考えられるもの

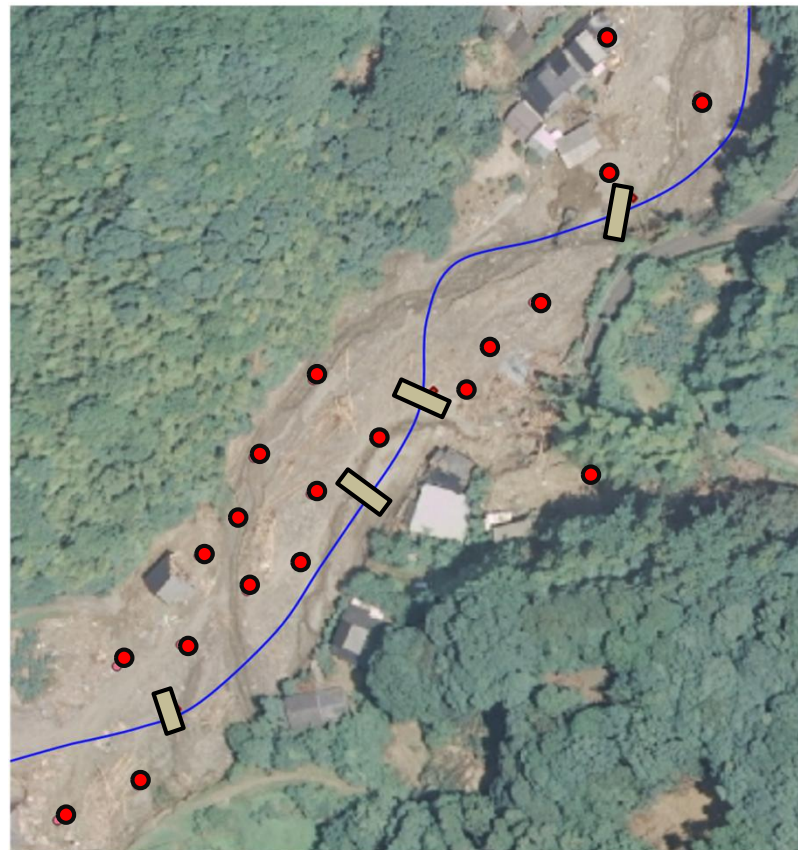
地形的特徴	
◎	橋梁の近傍エリア
○	氾濫原における相対的に低いエリア

【分類B】氾濫原の幅が狭いエリア

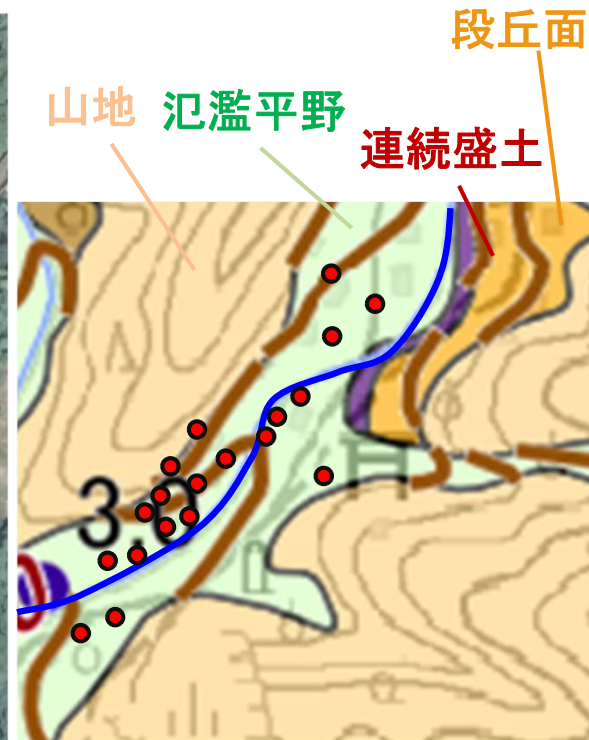
豪雨前



豪雨後



治水地形分類図

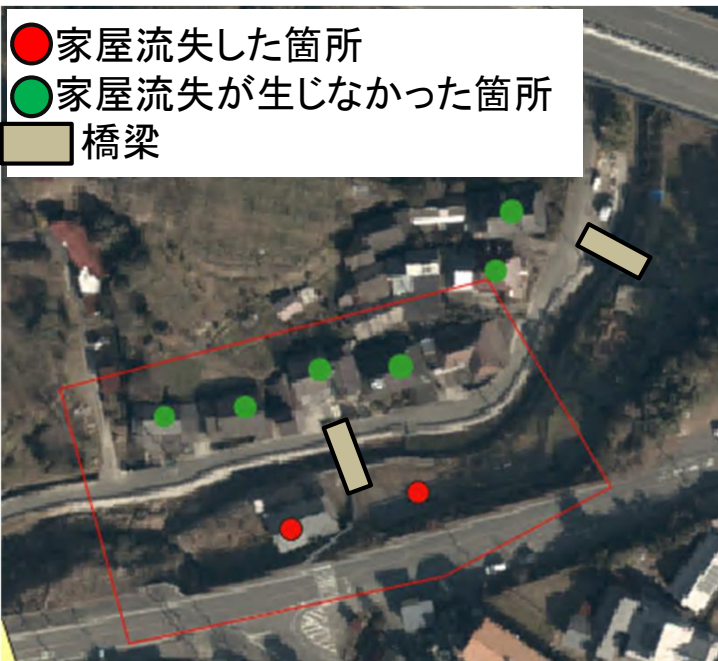


◎: 地形的要因の中でも影響が大きいと考えられるもの
 ○: 地形的要因の1つと考えられるもの

地形的特徴	
◎	氾濫原の幅が狭いエリア
○	橋梁の近傍エリア

【分類C】氾濫原における相対的に低いエリア（白木谷川）

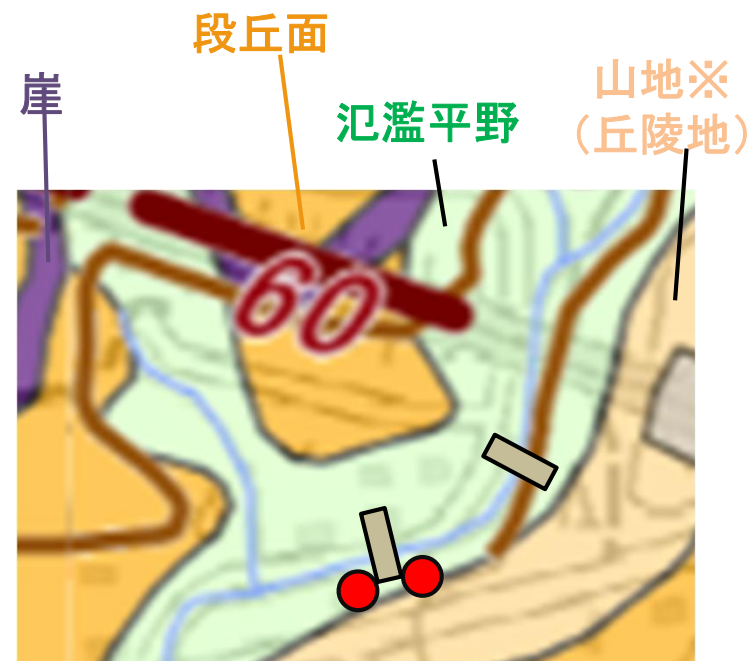
豪雨前



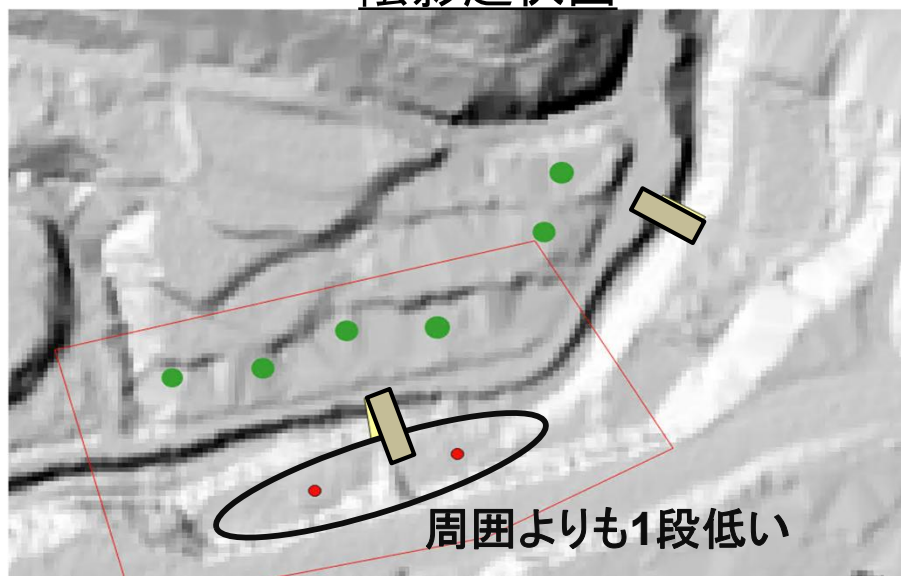
豪雨後



治水地形分類図



陰影起伏図



- ◎：地形的要因の中でも影響が大きいと考えられるもの
- ：地形的要因の1つと考えられるもの

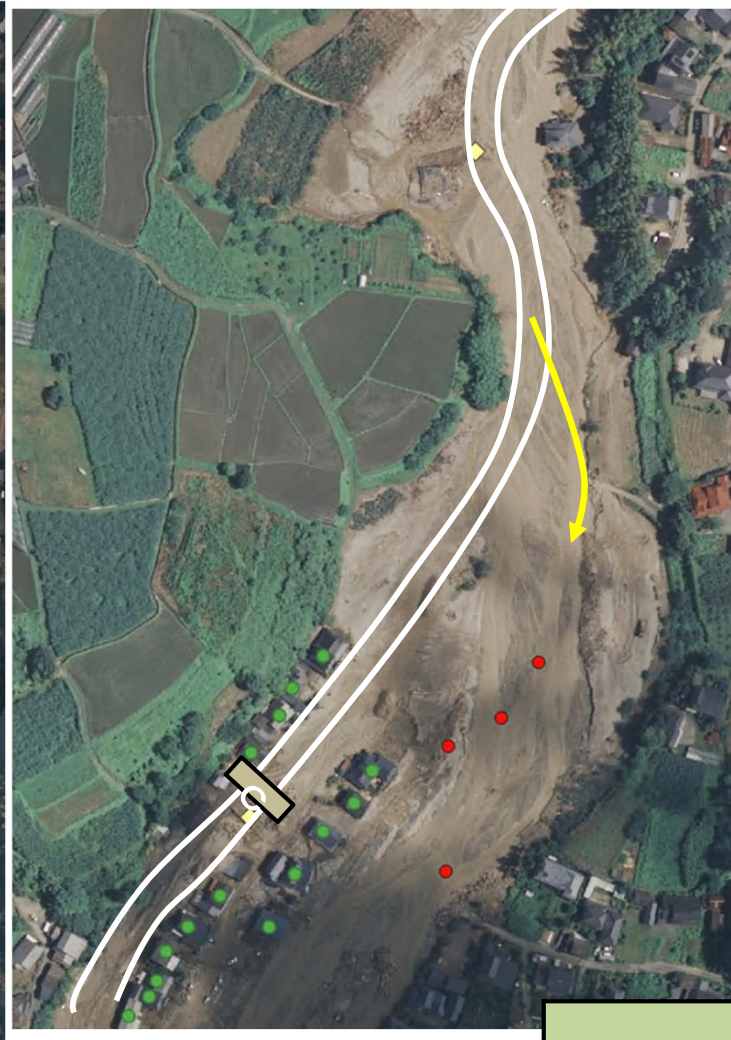
地形的特徴	
◎	氾濫原における相対的に低いエリア
○	橋梁の近傍エリア
○	湾曲部外岸下流側のエリア

【分類D】湾曲部外岸下流側からの氾濫

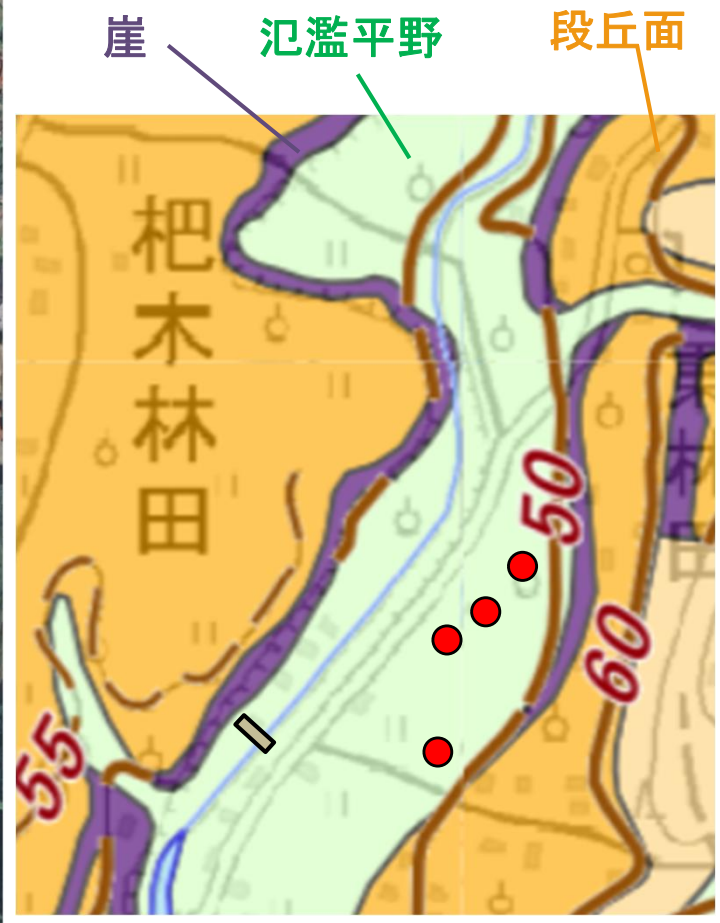
● 家屋流失した箇所
 ● 家屋流失が生じなかった箇所
 □ 橋梁

豪雨前

豪雨後



治水地形分類図



◎: 被災要因の中でも影響が大きいと考えられるもの
 ○: 被災要因の1つと考えられるもの

地形的特徴

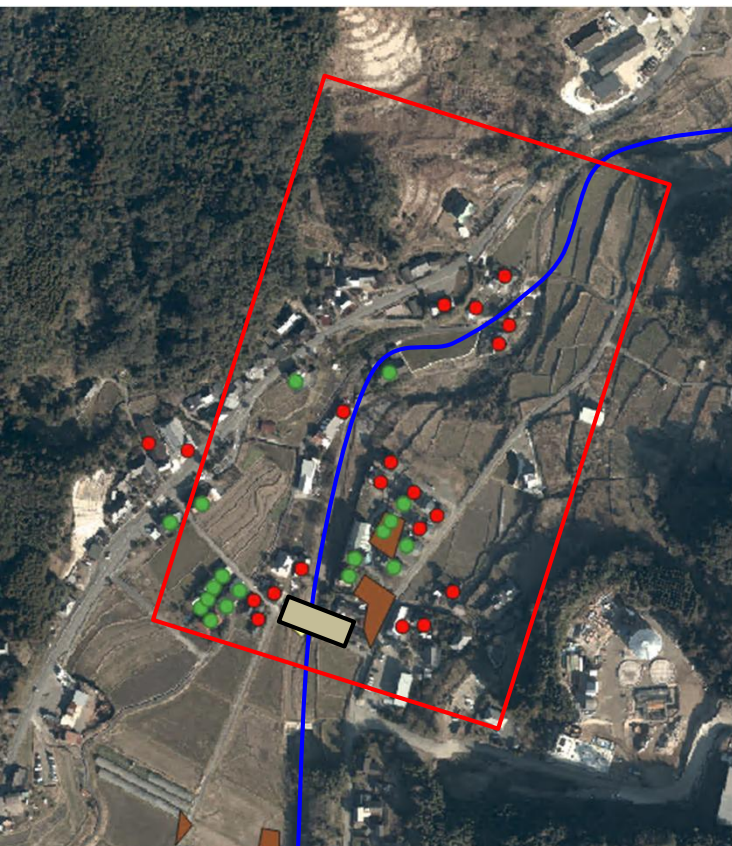
◎: 湾曲部外岸下流側のエリア
 ○: 橋梁の近傍エリア

【分類E】氾濫原の幅が急拡幅しているエリア

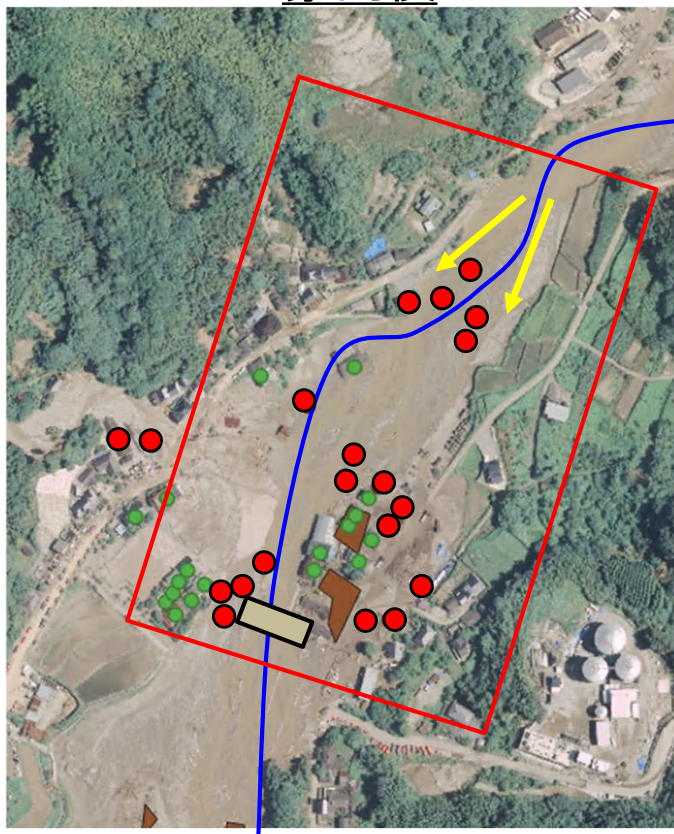
- 家屋流失した箇所
- 家屋流失が生じなかった箇所
- 橋梁

□ 氾濫原の幅が急拡幅している範囲

豪雨前



豪雨後



治水地形分類図

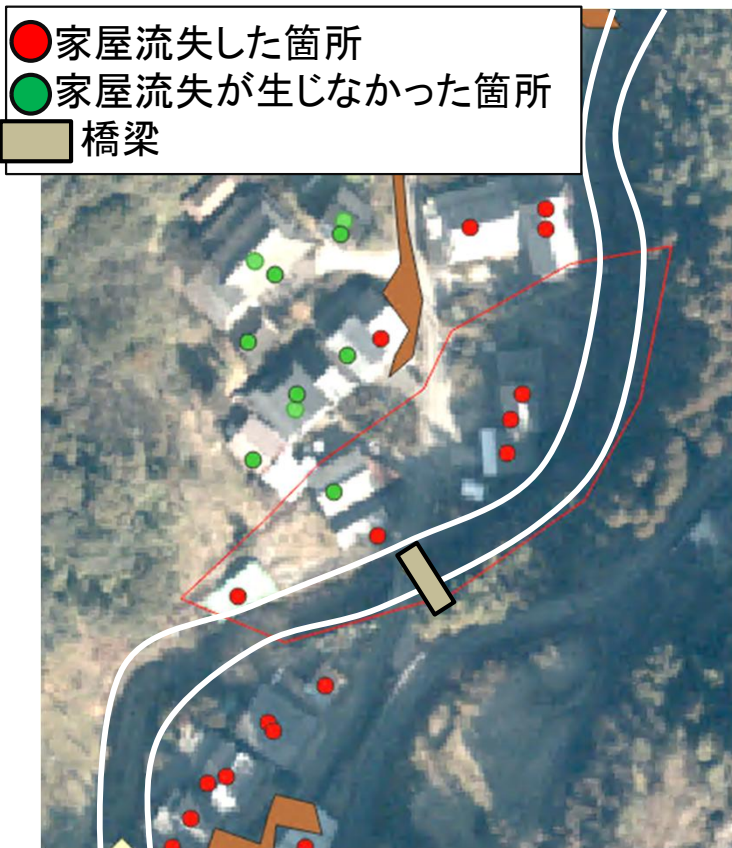


◎: 地形的要因の中でも影響が大きいと考えられるもの
○: 地形的要因の1つと考えられるもの

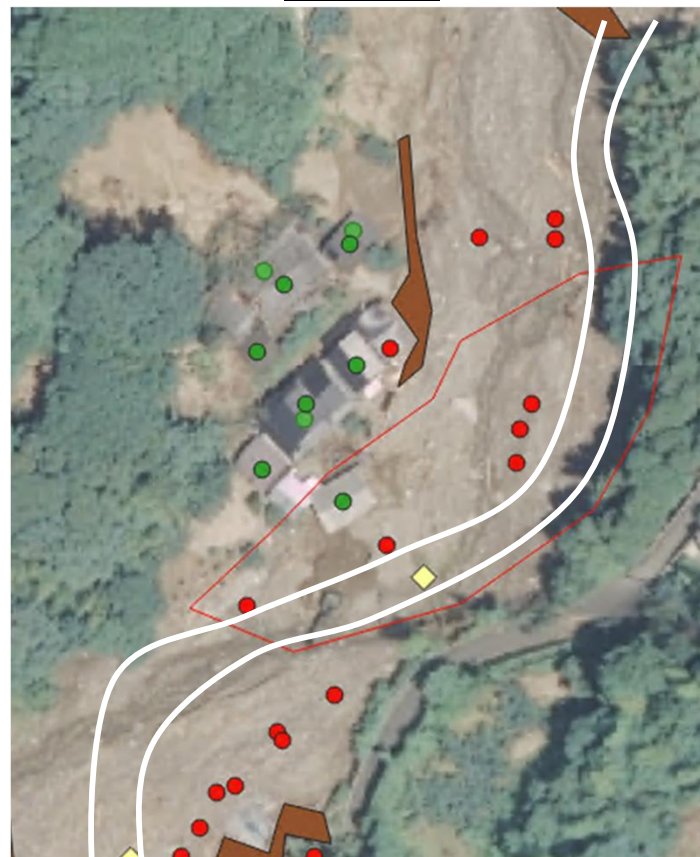
地形的特徴	
◎	: 氾濫原幅が急拡幅しているエリア
○	: 橋梁の近傍エリア
○	: 氾濫原における相対的に低いエリア
○	: 湾曲部の内岸側のエリア

【分類F】湾曲部内岸側のエリア

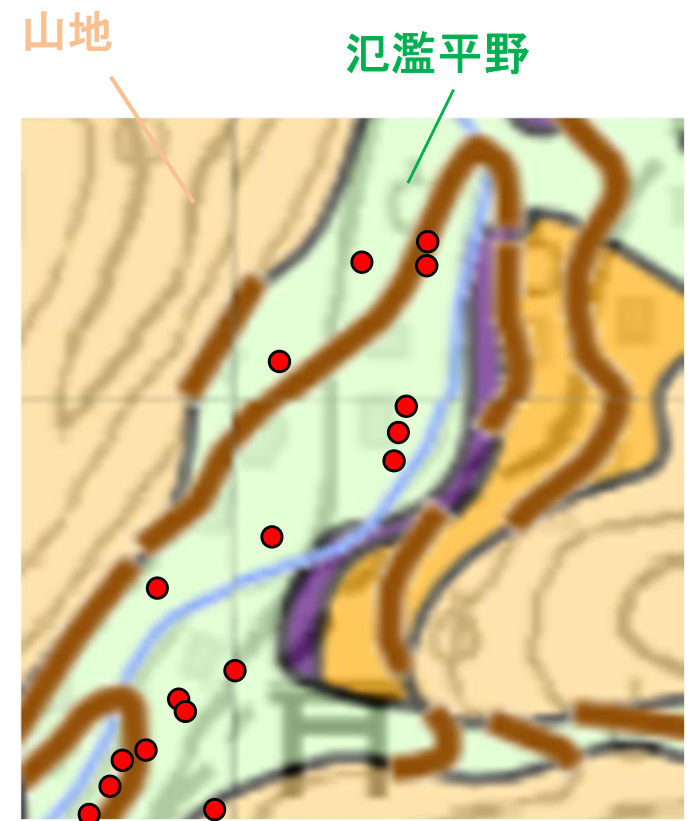
豪雨前



豪雨後



治水地形分類図



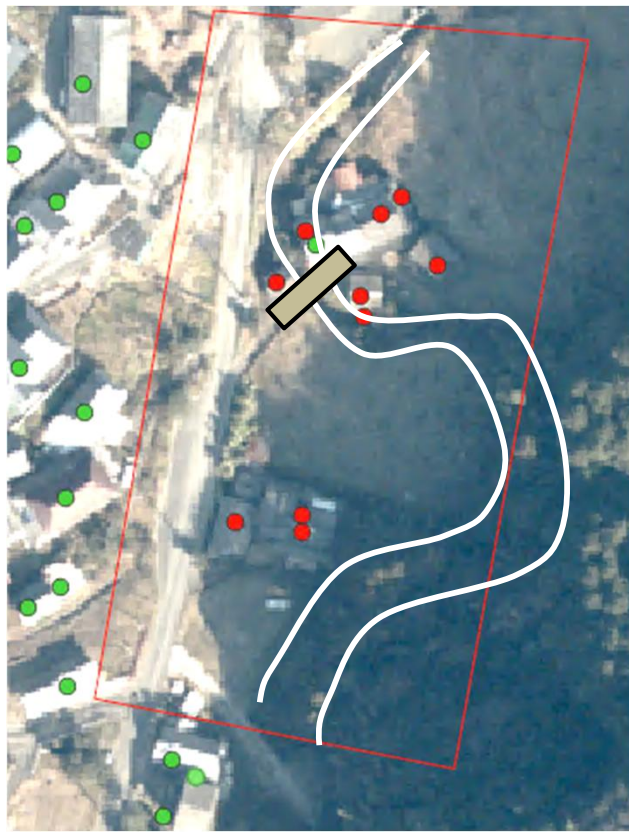
◎: 地形的要因の中でも影響が大きいと考えられるもの
○: 地形的要因の1つと考えられるもの

地形的特徴	
◎	湾曲部内岸側のエリア
○	橋梁の近傍エリア
○	氾濫原における相対的に低いエリア

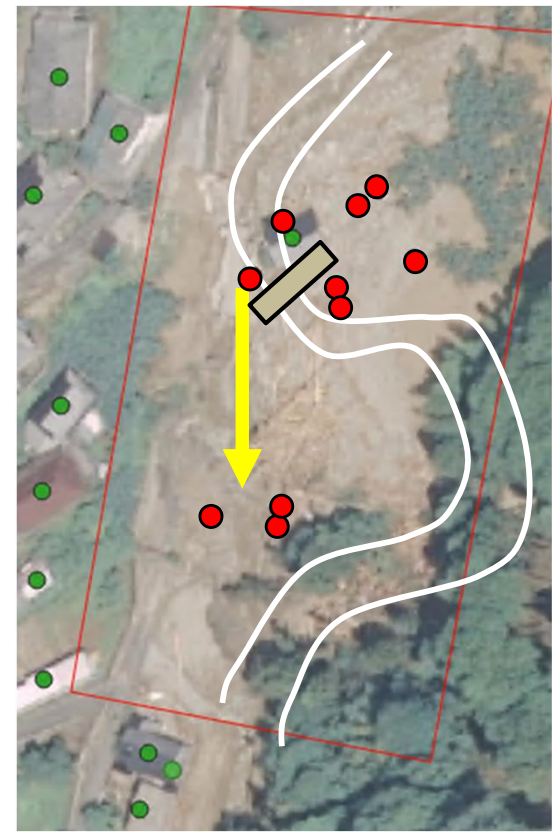
【分類G】蛇行区間の内岸側

- 家屋流失した箇所
- 家屋流失が生じなかった箇所
- 橋梁

豪雨前

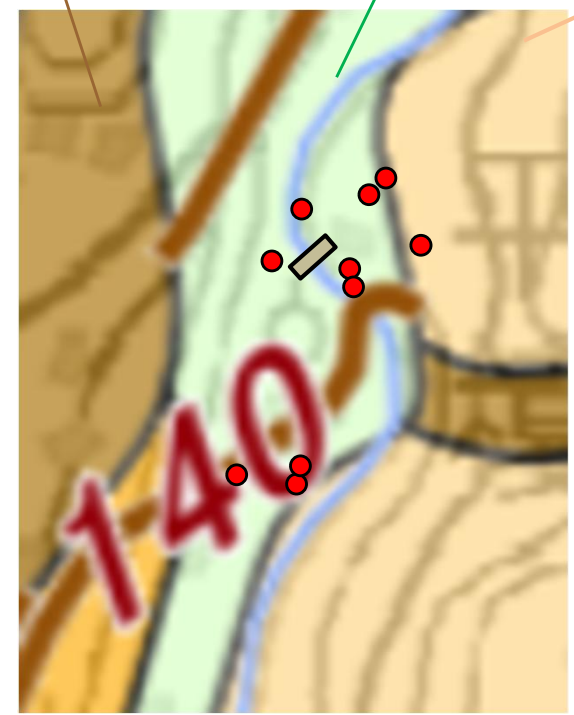


豪雨後



治水地形分類図

山麓堆積地形 氾濫平野 山地



- ◎ : 被災要因の中でも影響が大きいと考えられるもの
- : 被災要因の1つと考えられるもの

地形的特徴	
◎	蛇行区間の内岸側のエリア
○	氾濫原の幅が狭いエリア
○	湾曲部外岸下流側エリア

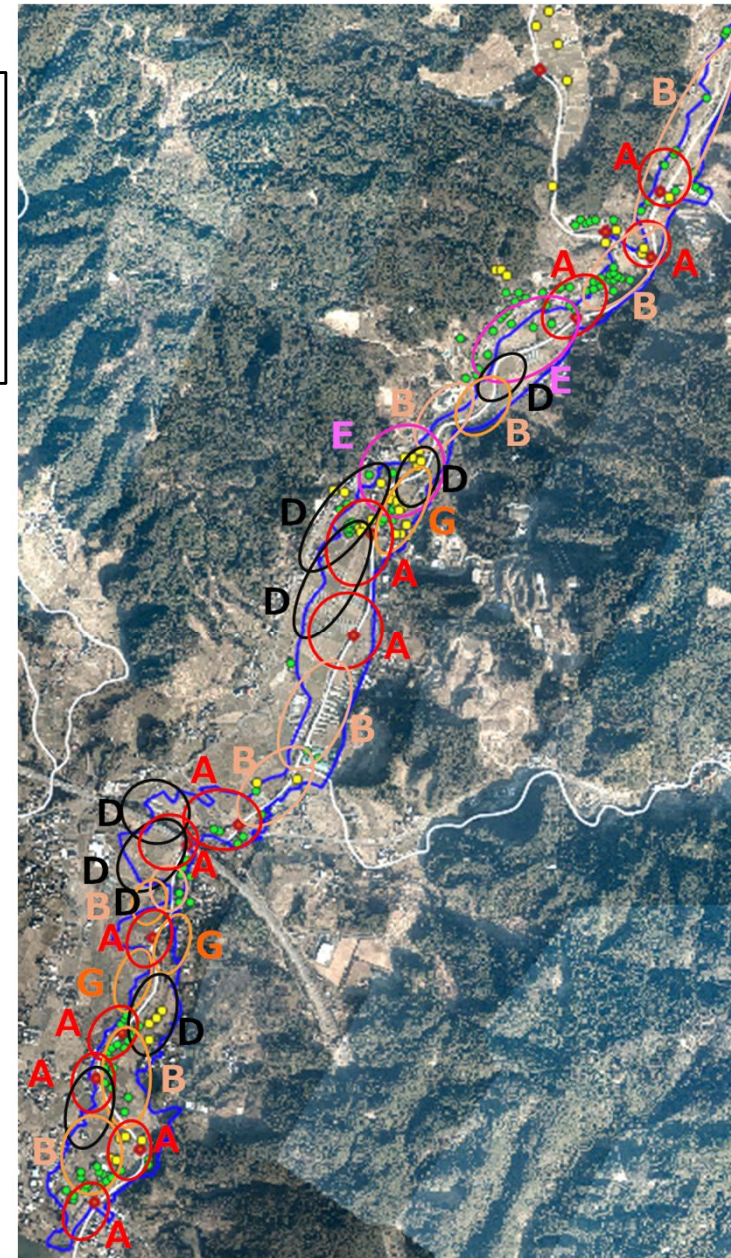
定性分析の結果に基づいた家屋流失危険範囲の推定

○前頁までの議論を踏まえ、定性分析を赤谷川に適用し、推定した家屋流失危険範囲と、実績浸水範囲・家屋流失箇所を比較した結果、実績浸水範囲域内のほぼすべての場所で、家屋流失する恐れがあると考えられる。

<定性分析結果を赤谷川に適用した結果>



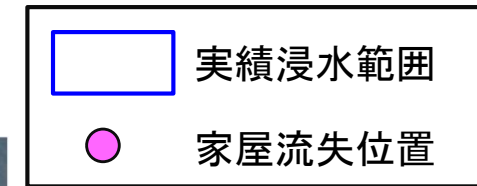
地形的特徴
A 橋梁の近傍エリア
B 氾濫原の幅が狭いエリア
C 氾濫原における相対的に低いエリア
D 湾曲部外岸下流側のエリア
E 氾濫原幅が急拡幅しているエリア
F 湾曲部内岸側のエリア
G 蛇行区間の内岸側のエリア



定性分析の結果に基づいた家屋流失危険範囲の推定

○同様に、定性分析を塚田川にも適用し、推定した家屋流失危険範囲と、実績浸水範囲・家屋流失箇所を比較した結果、実績浸水範囲域内のほぼすべての場所で、家屋流失する恐れがあると考えられる。

<定性分析結果を塚田川に適用した結果>



地形的特徴
A 橋梁の近傍エリア
B 氾濫原の幅が狭いエリア
C 氾濫原における相対的に低いエリア
D 湾曲部外岸下流側のエリア
E 氾濫原幅が急拡幅しているエリア
F 湾曲部内岸側のエリア
G 蛇行区間の内岸側のエリア