

2015年関東・東北豪雨災害 土木学会・地盤工学会合同調査団関東グループ 速報会
主催：土木学会水工学委員会，土木学会地盤工学委員会，土木学会関東支部，地盤工学会
日時：平成27年12月15日（火）13：30～16：30
場所：主婦会館7Fカトレア

河川堤防周辺被害： 落堀・破堤現象の解釈とその規模について



埼玉大学大学院

○ 教授
准教授

田中 規夫
八木澤順治

1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの

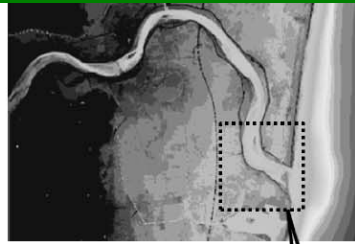
(1) この複雑な洗掘形状はどのように形成されたか： 破堤前の現象との関連に着目して

第3回 鬼怒川堤防委員会資料
資料に加筆修正

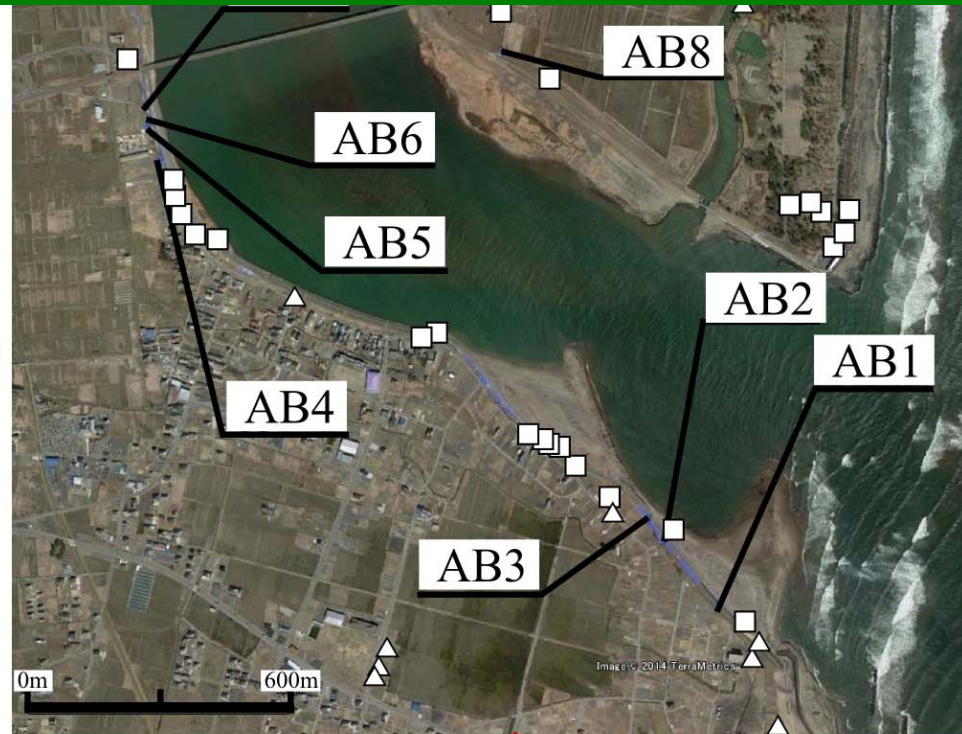


破堤前の洗掘現象は破堤後の流れの集中など、被害に大きく影響するので、本整理では、破堤前にできた洗掘はどの程度かを推定する。

1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの (2)東日本大震災時の阿武隈川沿い氾濫(破堤していない箇所) の落堀



Region E

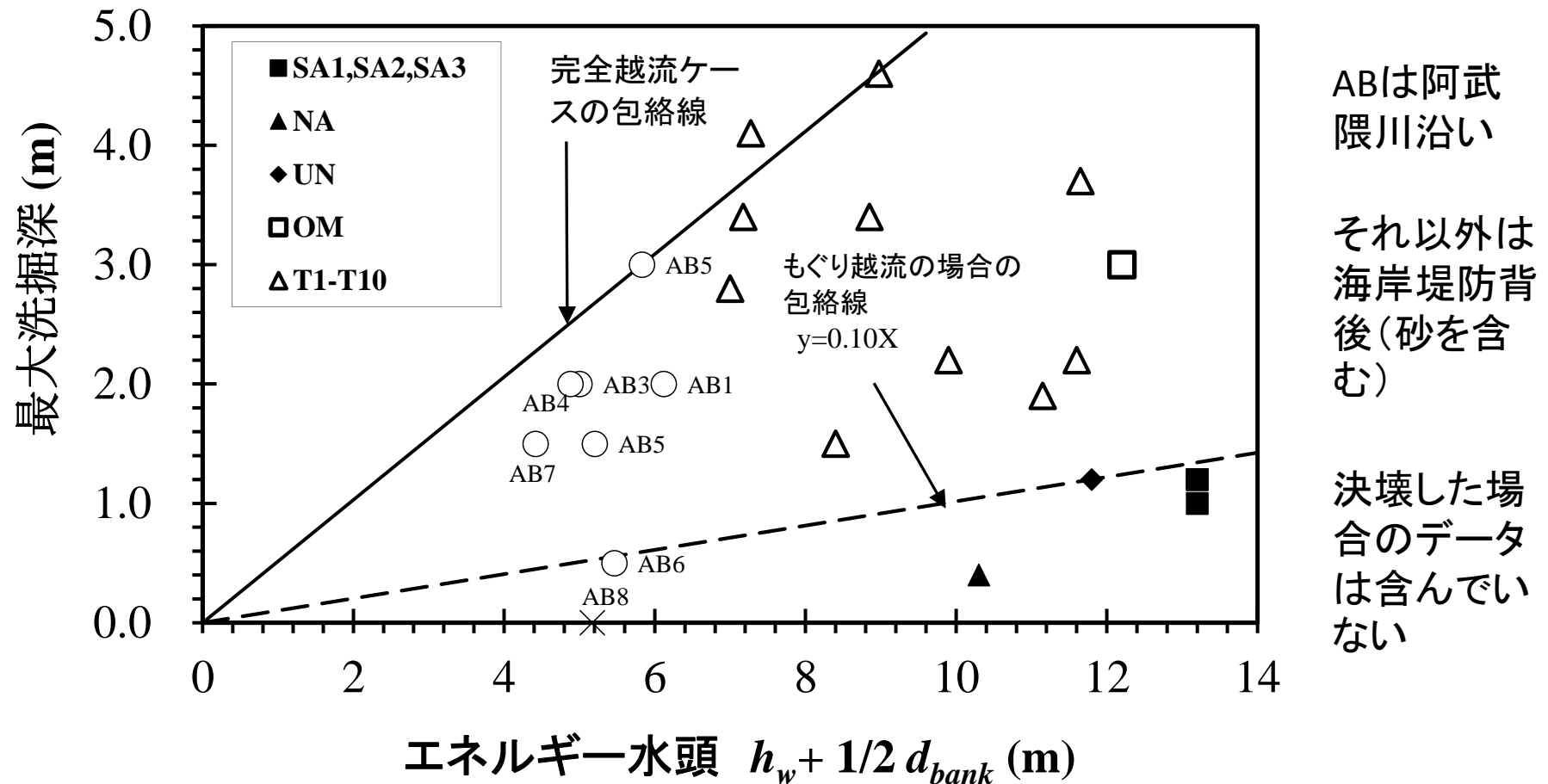


Tanaka and Sato(2015)
Ocean Engineering 109,
72-82.



1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの

(3) 東日本大震災時の阿武隈川沿い氾濫と海岸堤防越流後の落堀深さとの比較



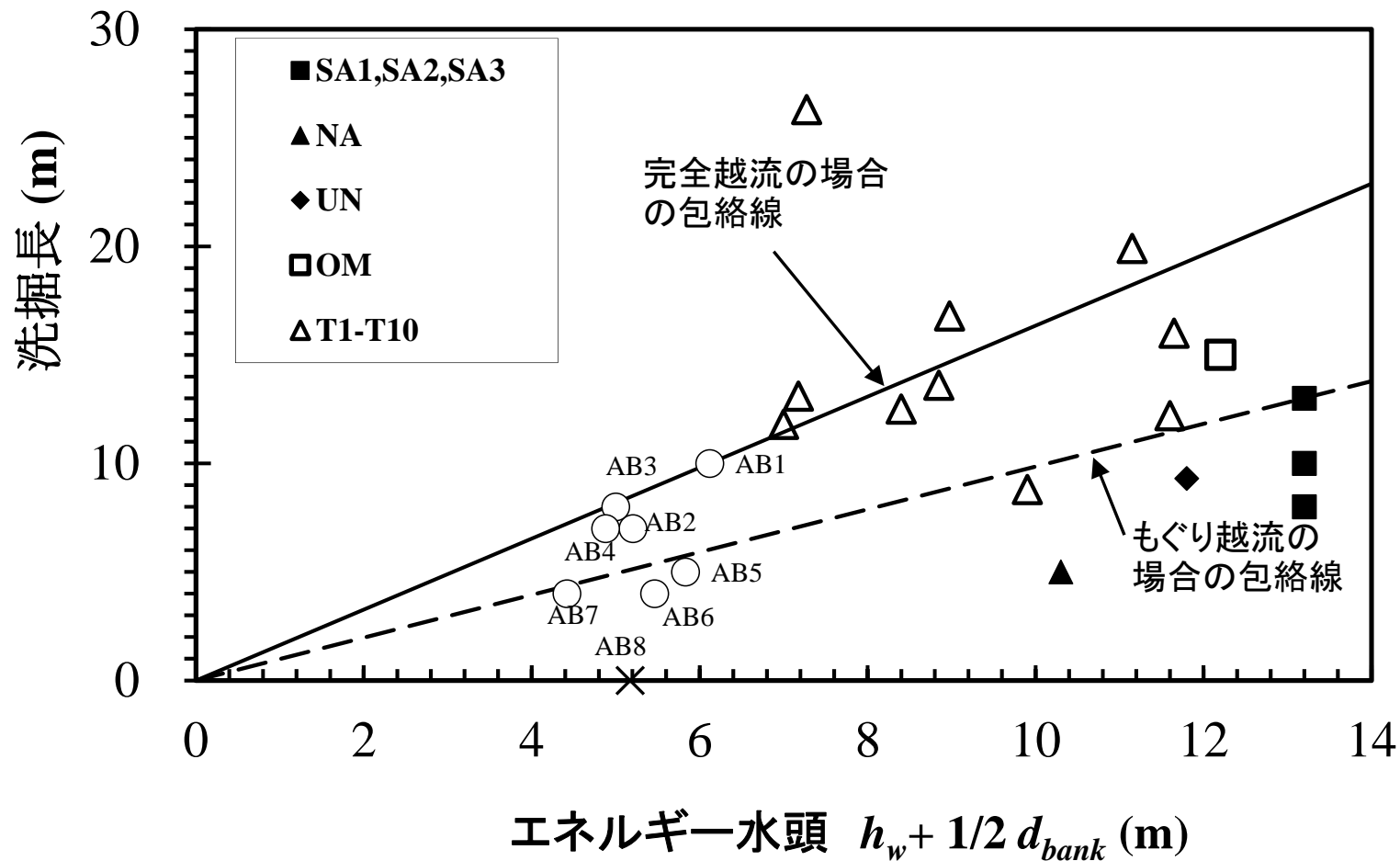
Tanaka and Sato(2015) Ocean Engineering 109, 72-82.

H_w : 水面の高さ(堤内地から)、 d_{bank} : 越流水深、今回のケースでは、横軸が3.3-4.3mに相当

→決壊前の洗掘深さは、1.6-2.2m程度。最終深さ(最大5m)とは大きな差がある。

1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの

(4) 決壊しない場合は、落堀の長さは10m以内と推定される



Tanaka and Sato(2015) Ocean Engineering 109, 72-82.

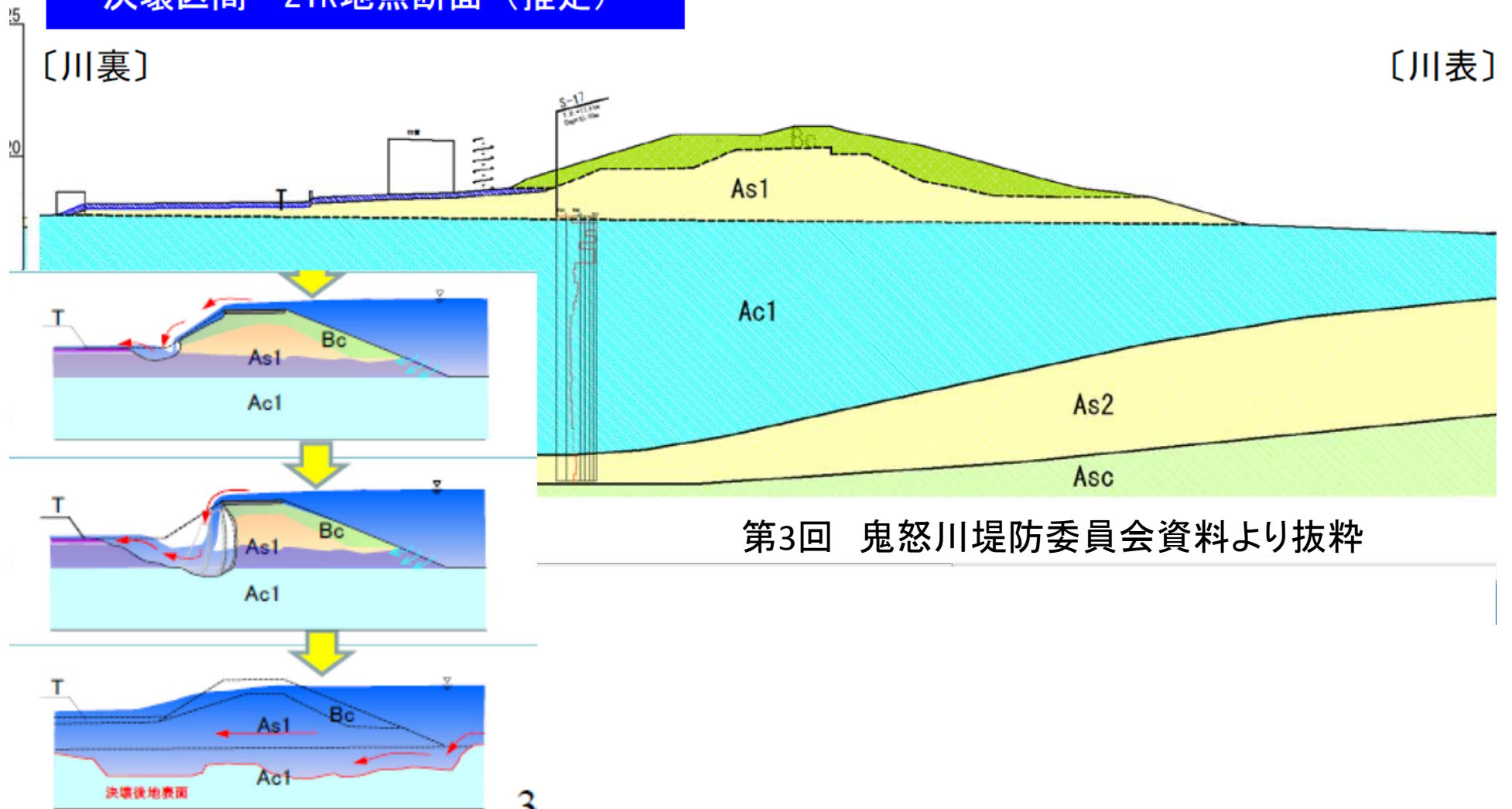
H_w : 堤防高(堤内地から)、 d_{bank} : 越流水深、今回のケースでは、横軸が3-4mに相当

→ 決壊前の落掘長さは、10m弱。類似の規模のものは、堤防周辺の痕跡にも存在する。

1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの

(5) 場所によって地質が大きくことなるが2mの洗掘深の場合、Ac1にも到達

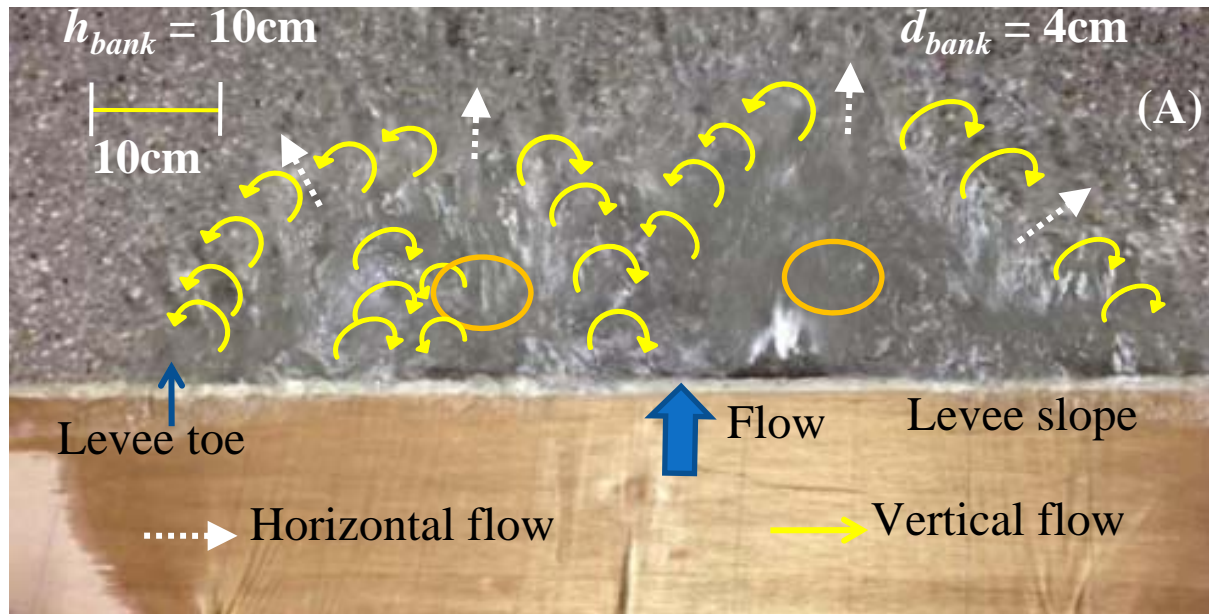
決壊区間 21k地点断面 (推定)



第3回 鬼怒川堤防委員会資料より抜粋

1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの

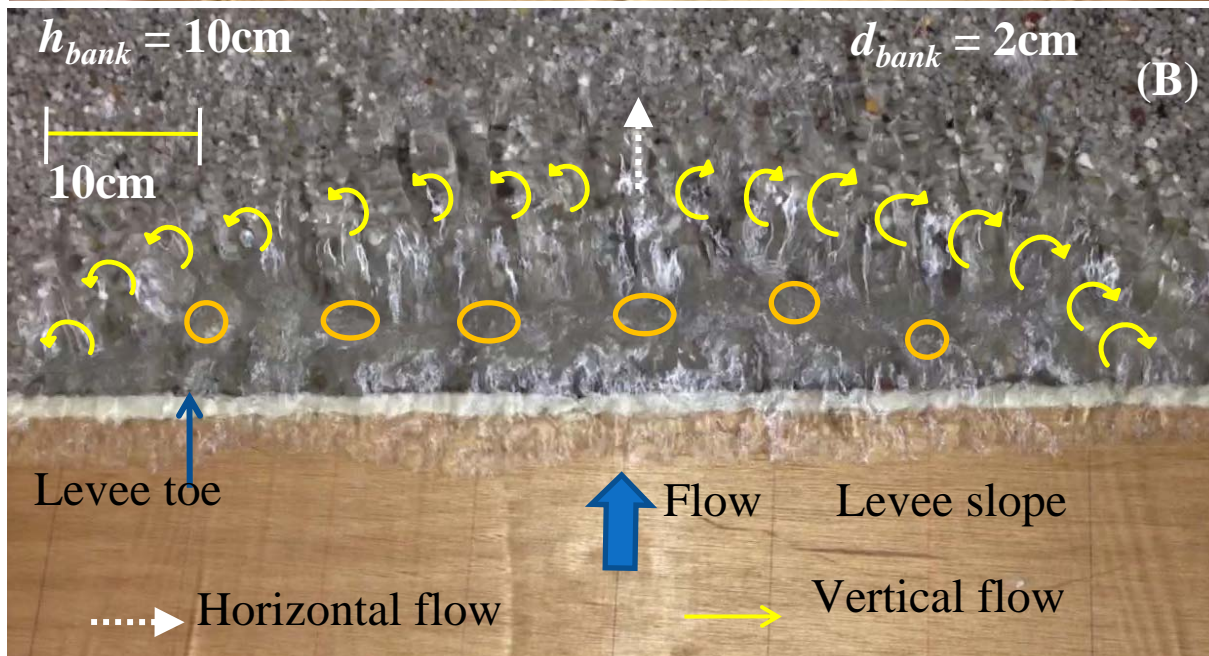
(6) 横断方向の落堀個数



Sazia et al.(投稿中)に加筆

越流水深が大きい
(2m程度)

3. 11の阿武隈川
河川沿い氾濫のケース
→ひょうたん型



越流水深が小さい

台風18号

鬼怒川氾濫

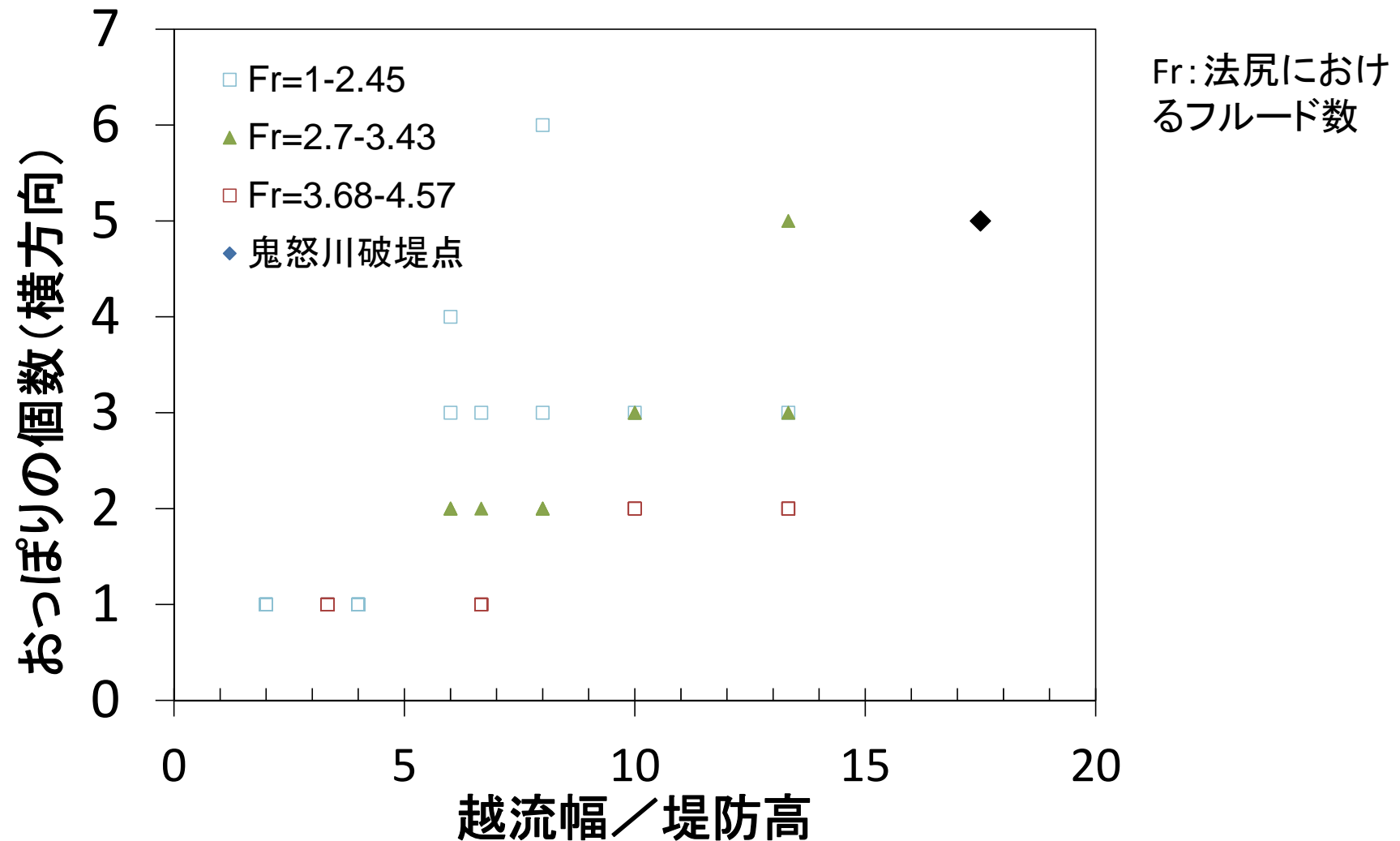
決壊前のケース

→小さい洗掘孔が越流部の
横断方向(河川堤防沿い)
に複数形成される

1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの

(7) 越流部に横断方向(堤防沿い方向)の落堀個数

横断方向落堀個数 (Sazia et al.(投稿中)に鬼怒川データ追加)



1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの

(8) 決壊前のおっぽいと関連しているか: 落堀個数

鬼怒川

出典: 第1回鬼怒川堤防委員会資料
に加筆修正

決壊幅 L=約200m

21k

倉庫

GS

県道357号線

青点線前後のあたりが決壊直前にできるおっぽいの位置



1 災害痕跡としての落堀から読み解けるもの

(9) 横断方向個数、流下方向

第3回 鬼怒川堤防委員会資料に加筆修正

約80mに5個程度この周辺のもの、初期おっぽりが成長したものと考えられる。



堤防があった位置の一番川表側や、堤防から堤内地側に離れた洗掘箇所は、決壊後の洗掘と考えられるが、初期落堀の横断方向個数に影響を受けている可能性もある。(それ以外に、家屋周辺の局所流も加わって、洗掘形状が複雑)

2 災害タイプと破堤幅 (1) 鬼怒川氾濫の影響を受けて決壊した八間堀川

氾濫流の進行方向の判断材料

① 植生の倒伏方向・ゴミの付着方向



② 堤内地のフェンス等構造物の倒伏方向



③ 堤防法面のガリ・落堀の形成の有無



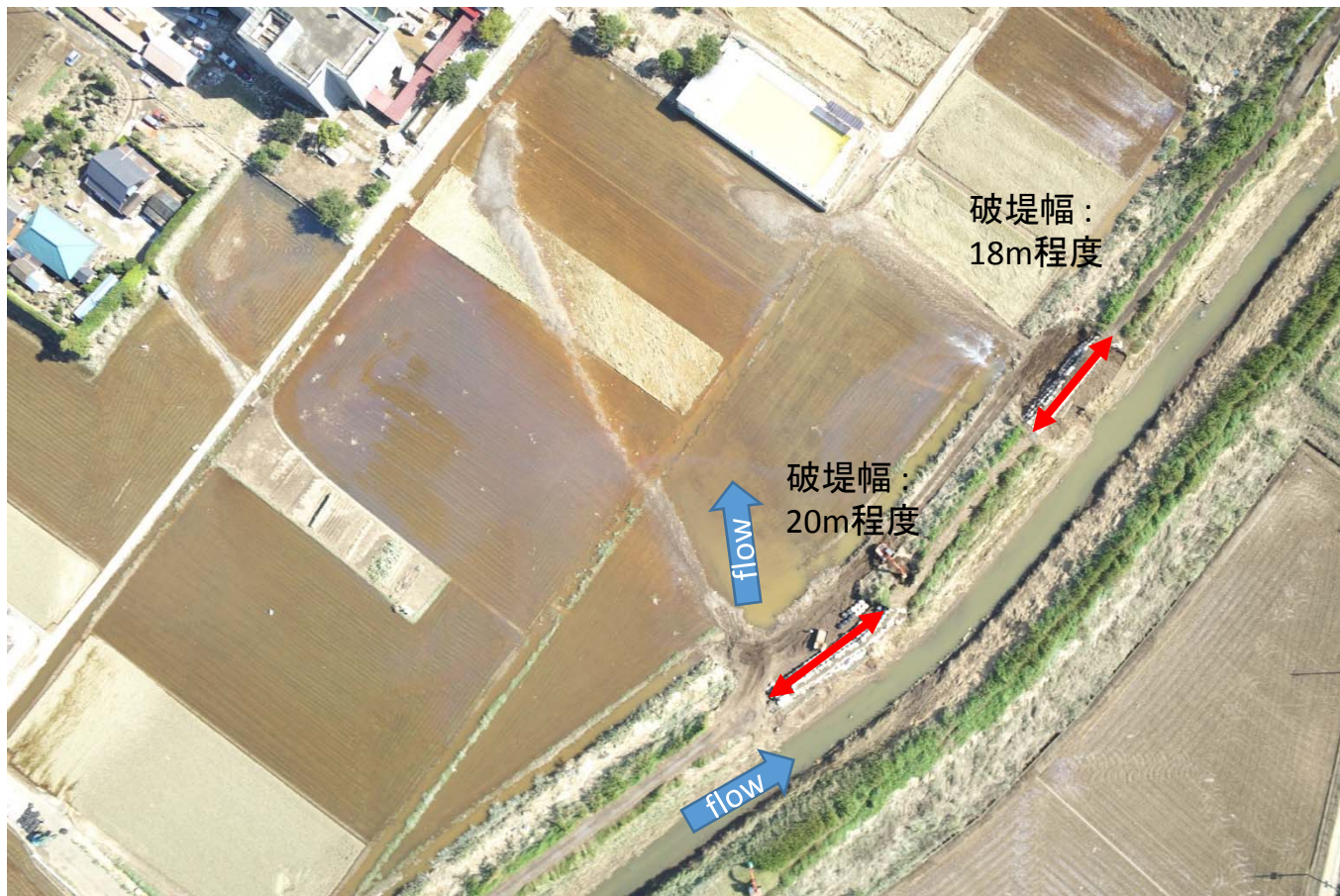
破堤地点を境に左岸側堤内地の浸水深が増加



2 災害タイプと破堤幅 (2)八間堀川 破堤点(大橋付近)

八間堀川 (大橋)

川幅 : 15m程度、破堤2箇所20m程度、18m程度



UAVにより、自分たちで撮影

2 災害タイプと破堤幅 (3)八間堀川 破堤点(大橋付近)

八間堀川左岸
(大橋下流)

川幅 : 15m程度



赤矢印や赤丸は島状地形

八間堀川左岸
(大橋上流)

2 災害タイプと破堤幅 (4)八間堀川 破堤点(上大橋付近)

八間堀川 (上大橋) 川幅 : 15m程度



赤丸は島状地形

2 災害タイプと破堤幅 (5) 宮戸川航空写真



2 災害タイプと破堤幅 (6)西仁連川航空写真

西仁連川:大地の縁を通る。左岸側が
決壊すれば氾濫は広域に及ぶ。

取水に適した位置



西仁連川2887

排水に適した位置



Google earth をもとに作成

© 2015 ZENRIN

2 災害タイプと破堤幅 (7)二河川の破堤点付近



宮戸川の決壊



西仁連川の決壊

大地の縁を流れる河川(農業にとっては取水に便利)が決壊し、氾濫原(その中央に排水河川がある)に広域に広がった。

破堤点近傍に家屋がなかったため家屋被害、人的被害がなかった。

決壊時のインパクト大:流域という視点に加え、取水排水システムという単位も重要

2 災害タイプと破堤幅 (8)宮戸川 破堤幅



宮戸川
堤間幅 : 10.5m程度

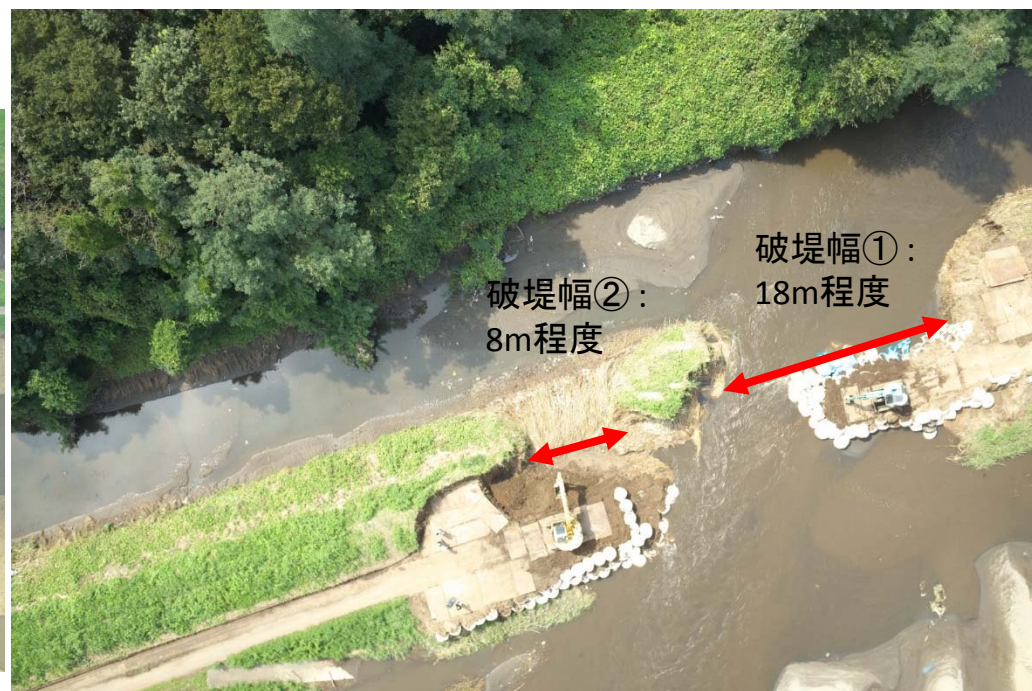


2 災害タイプと破堤幅 (9)西仁連川 破堤幅

川幅：18m程度



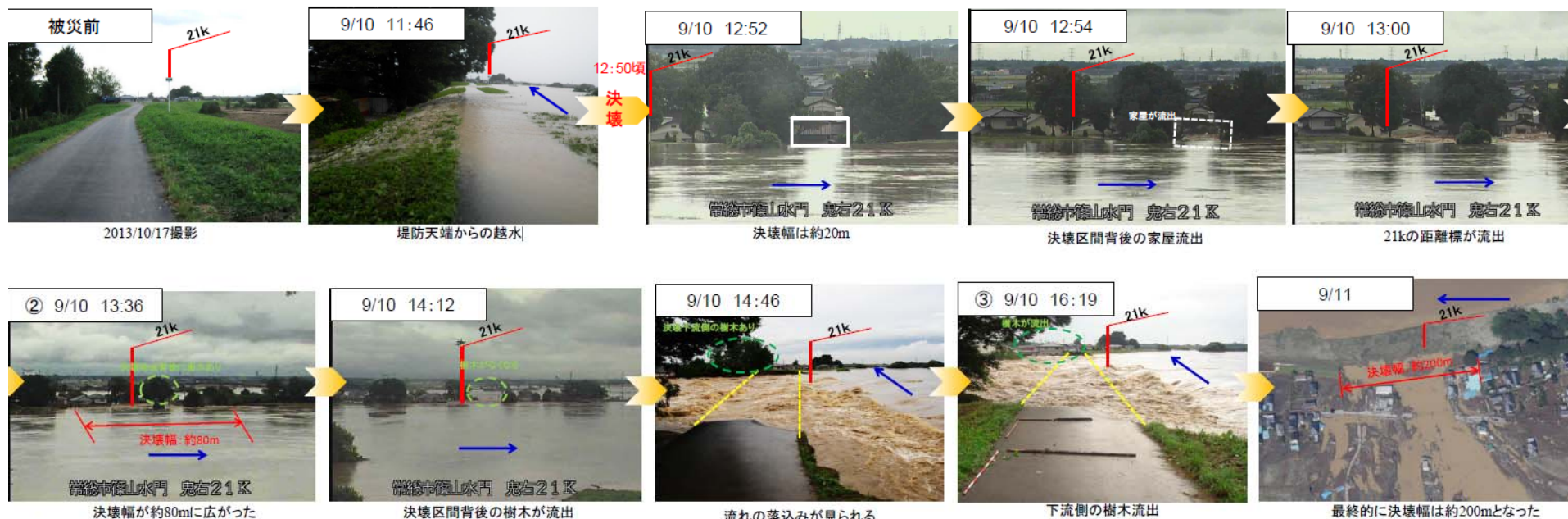
赤丸は島状地形



UAVにより、自分たちで撮影

2 災害タイプと破堤幅 (10)あらためて鬼怒川の破堤現象を見てみると

- 鎌庭地点 (27.34k) の水位のピークは12時頃である。決壊区間は鎌庭地点から6kmほど下流に位置し、決壊時刻は12:50頃である。
- 11:46には越水があり、12:50頃に決壊。時刻が経過するごとに決壊幅が広がっていき、最終的に約200mに達した。

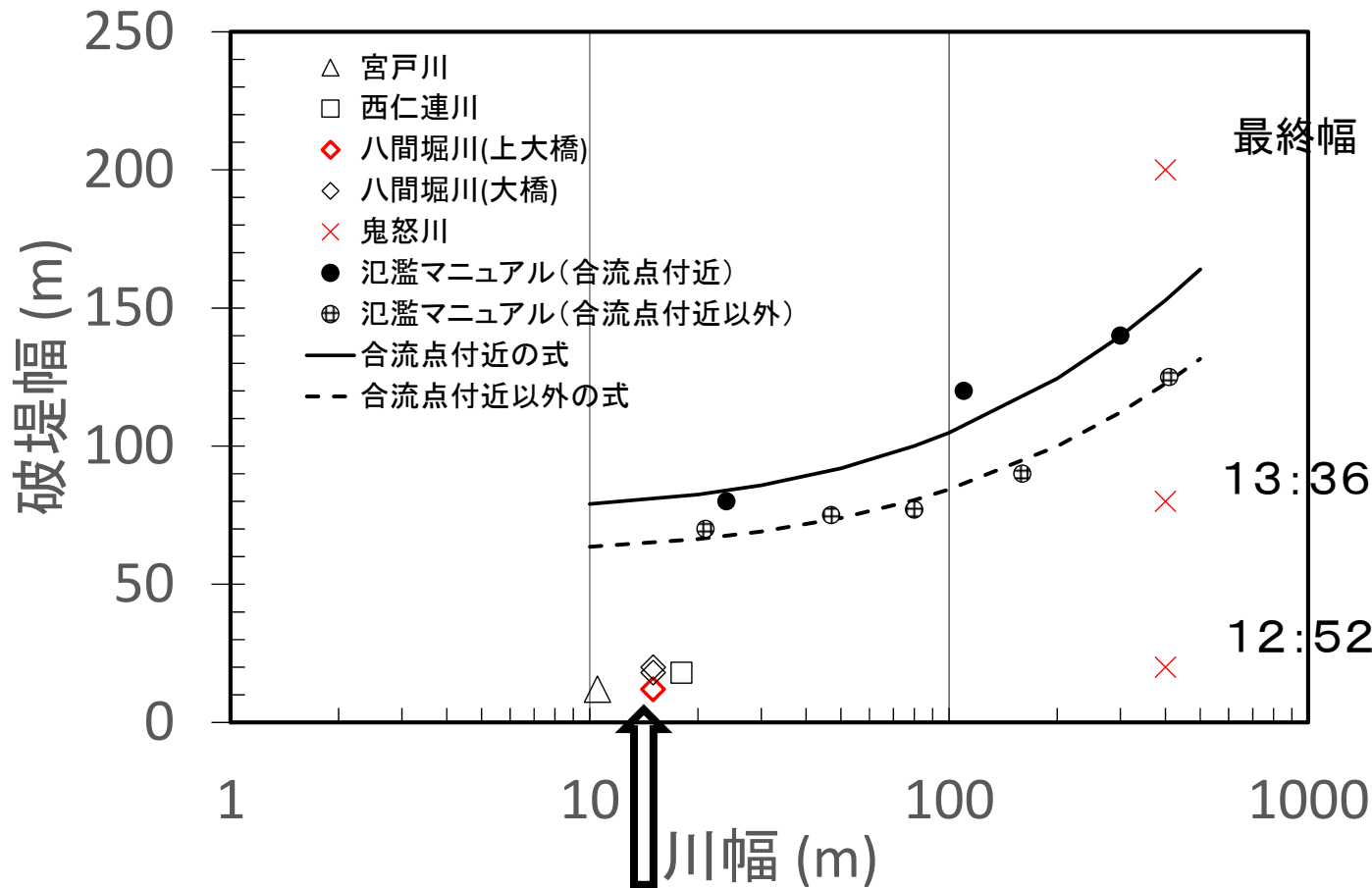


出典: 第1回鬼怒川堤防委員会資料より抜粋

11:46の画像では同じような二股の越流が確認できる(間が残れば島状地形になる)

12:52の破堤直後は越流は1箇所からだが、13時には2箇所から越流しているように見える
13:00-13:36の間で、島状地形もなくなり、決壊幅も大きく広がる

2 災害タイプと破堤幅 (11) 既往知見(氾濫シミュレーションマニュアル案に記載されているデータ・式)との比較



堤外側水位の低下速度、供給される水量の差から、決壊幅の時間的進行に大きな違いが生じた

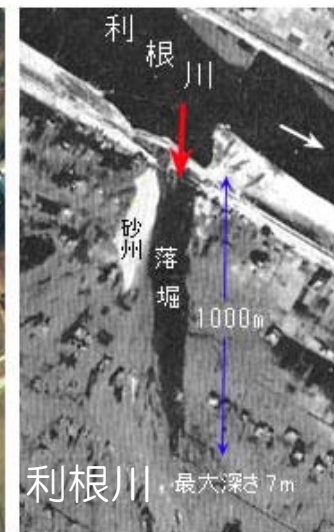
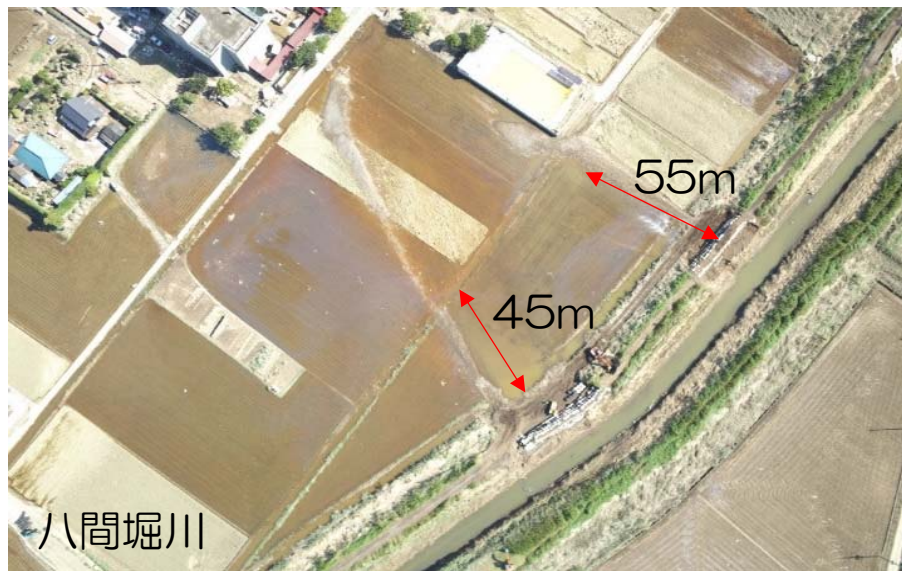
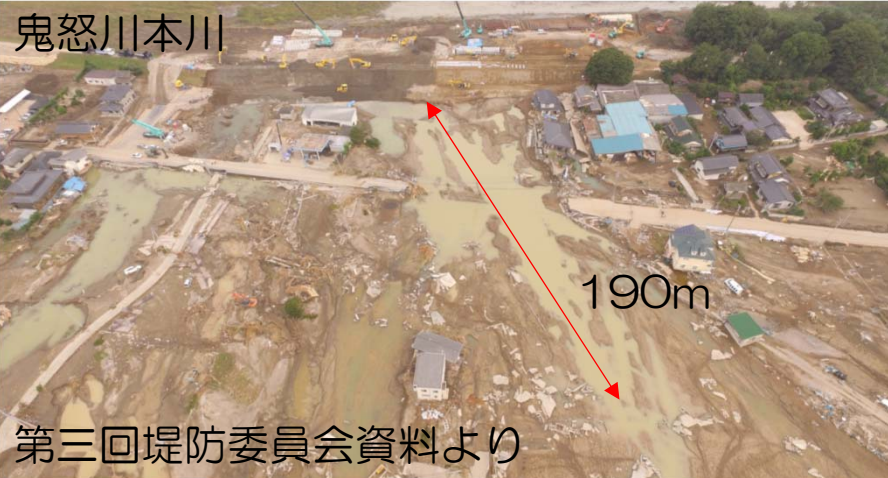
12:52の初期決壊幅は支川と類似した20m

破堤点の間の島状地形が飛んでしまった場合はこの倍程度になるが、それでも小さい。河川流速が遅くよどんでいたときの共通した特徴か

背水影響を強く受け、破堤点で逆流の痕跡が確認された宮戸川・西仁連川
鬼怒川の氾濫水が流入し、破堤した八間堀川は破堤幅は傾向としては小さい。
鬼怒川の破堤幅は大きめである。

2 災害タイプと破堤幅 (12) 決壊が生じたときの洗掘長

今回の災害で見られた破堤後の落堀

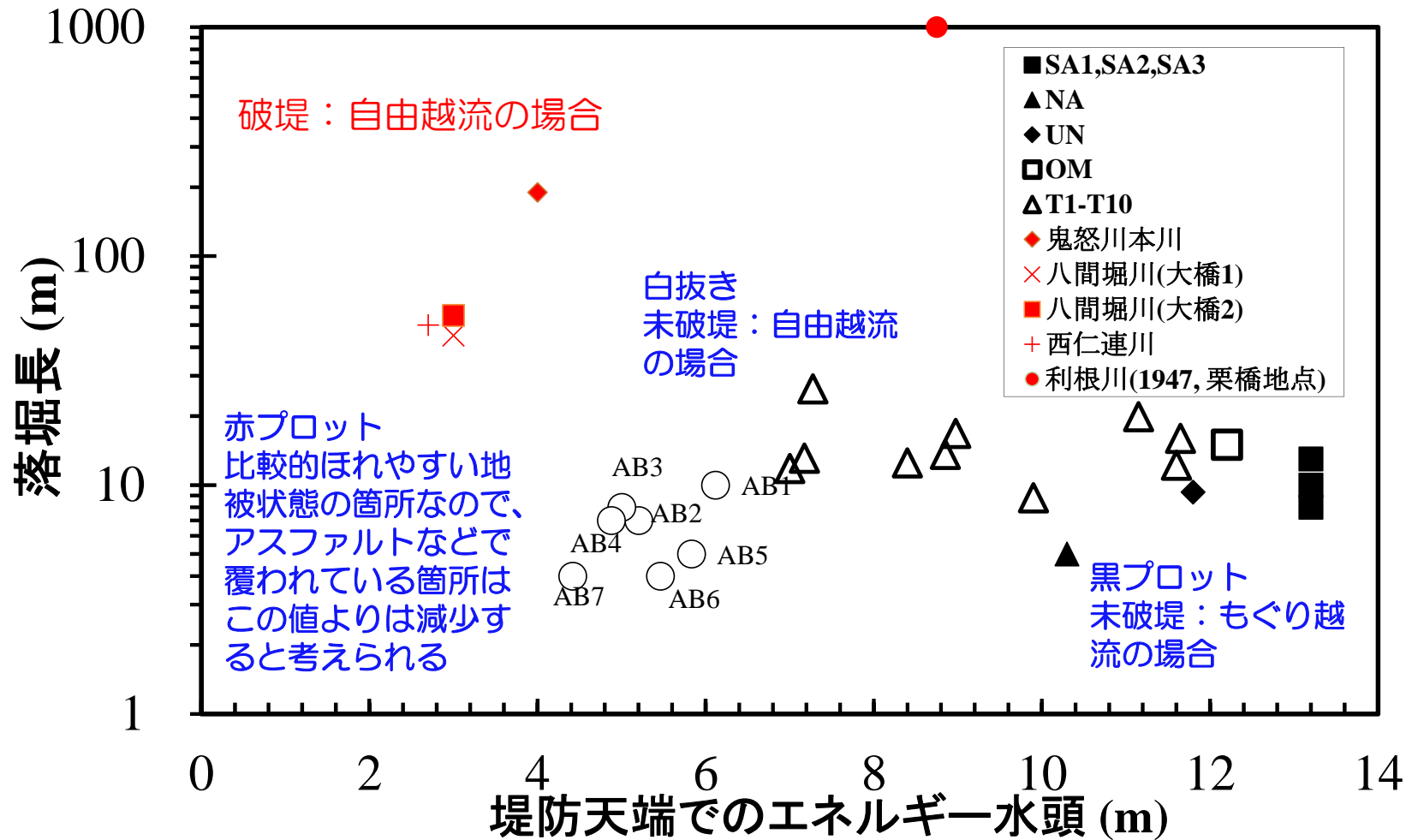


利根川は下館市役所のHPを参考
※小貝川は越水ではない

2 災害タイプと破堤幅 (13) 決壊が生じたときの洗掘長

洗掘で家屋が流されてしまう可能性のある長さ

東日本大震災時に破堤しなかった堤防で得られた落堀長と比較 (1オーダー長い)



※Tanaka and Sato(2015) Ocean Engineering 109, 72-82 に加筆・修正

※1947利根川破堤のエネルギー水頭は、左記より推定 http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunnokeishou/rep/1947-kathleenTYPHOON/pdf/5_chap1.pdf

おわりに

1. おっぽり(ここでは破堤後の流れによる洗掘領域も含む)

- ・鬼怒川の破堤点付近の破堤前の現象は、ひょうたん池が出来るような越流水深ではなかったため、**越流部の横断方向(堤防の長手方向)に複数の小規模な洗掘領域(既往研究との比較では、2m前後の深さ、長さは10m弱)**が生じた。個数は、既往研究との比較で5個程度であり、航空写真の個数とも類似している。
- ・決壊後に形成された地形もそれと類似した数の流路が形成されている。洗掘領域が川側にほれながら移動したこと、堤内側に流れが集中し流路が形成されたと解釈される。

2. 破堤現象

- ・宮戸川、西仁連川、八間堀川、鬼怒川ともに**越流が二股に分かれる現象**が確認された。**流速が遅くよどんだ状態での決壊**の共通した現象として注目される。鬼怒川の初期決壊幅も類似した値であった。
- ・破堤幅は鬼怒川を除いて、小さめの値となった。鬼怒川は**越流・決壊の過程で間の島状地形は消滅**したこと、河川からの氾濫水の供給が続いたため、破堤幅は他地点と比べて大きめの傾向であった。
- ・決壊で生じた洗掘領域の長さは、非決壊のおっぽりより1オーダー長い