関東・東北豪雨による鬼怒川氾濫域の浸水状況・氾濫解析

大槻　順朗　　東京理科大学理工学部　助教

M.A.C. Niroshinie　東京理科大学理工学部　研究員

二瓶　泰雄　　東京理科大学理工学部　教授

永野　博之　　東京理科大学理工学部　助教

調査解析内容

① 痕跡浸水深，浸水位分布調査

- 浸水域全域において，浸水深を計測（307箇所）
- RTK-GPSを用いて地盤高を計測し，浸水位に変換（133箇所）
- 京大防災研（佐山准教授）の調査結果の追加．浸水位，浸水深の空間補間（佐山先生）

② 家屋被害調査

- 浸水域全域において，1/25,000地形図をもとに被害状況を調査．
- 破堤地点近傍：41箇所，溢水地点近傍：339箇所

③ 河道水面縦断形の調査

- 鬼怒川（0k～45k；川島地区），小貝川（0k～41k）の河道内痕跡水位計測

④ 氾濫解析

- iRIC（Nays2D Flood）を用いた2次元氾濫解析
- MIKE FLOOD(MIKE by DHI)を用いた，1次元河道・2次元氾濫カップリングモデルによる数値シミュレーションを実施，八間堀川の効果を考慮．

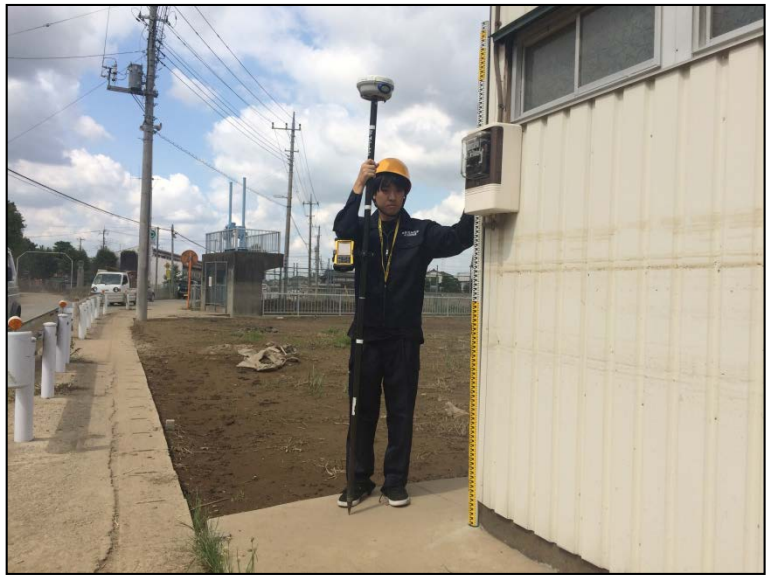
痕跡水深・浸水位分布調査

- 浸水域全域において，浸水深を計測（**307箇所**）
- RTK-GPSを用いて標高・浸水位に変換（**133箇所**）
- 調査日

  東京理科大：9/15，9/16，10/14

  （鹿島建設，建設環境研究所と共同）

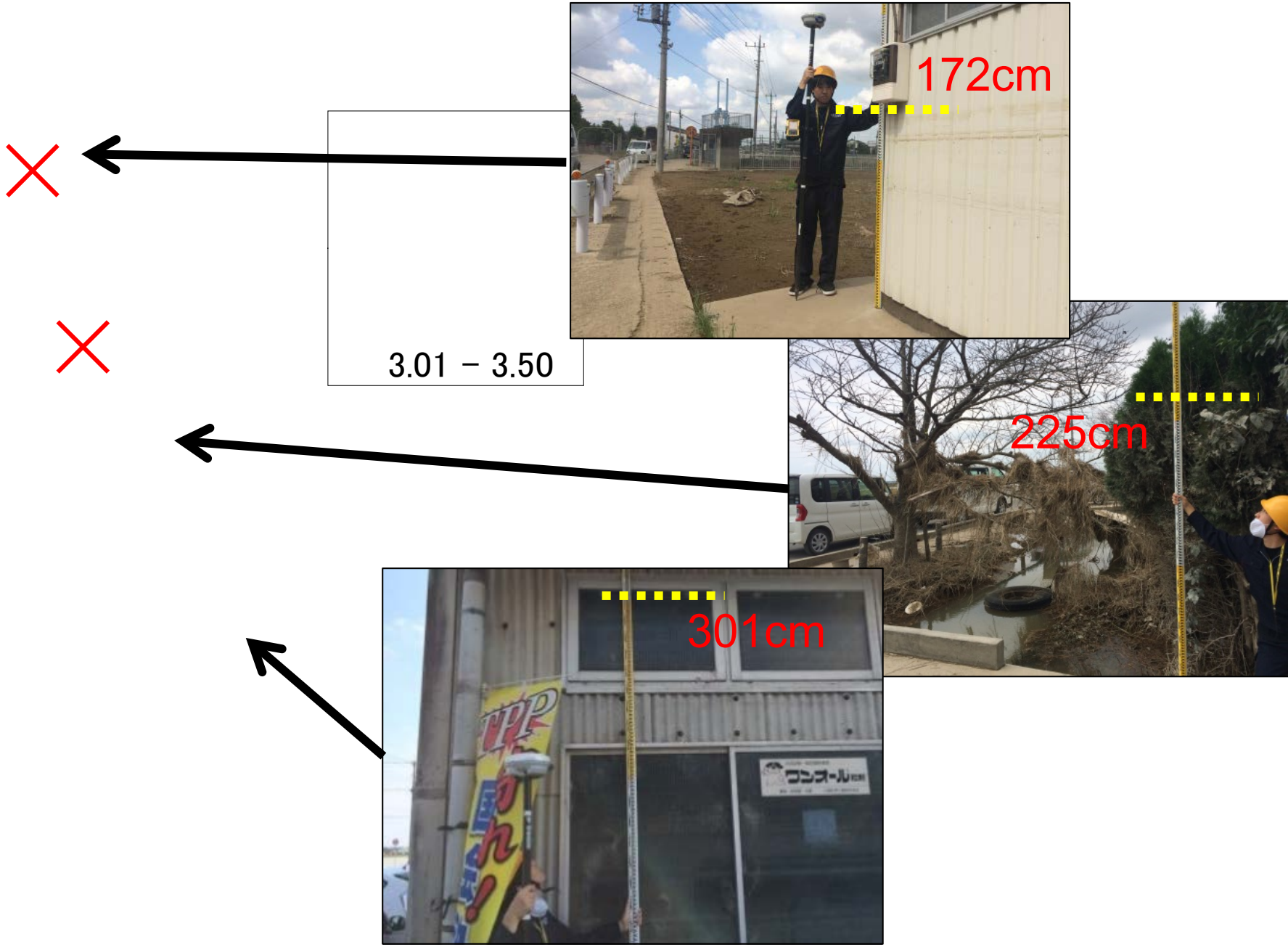
  京都大：9/15



観測の様子

浸水深調査の様子

浸水深分布

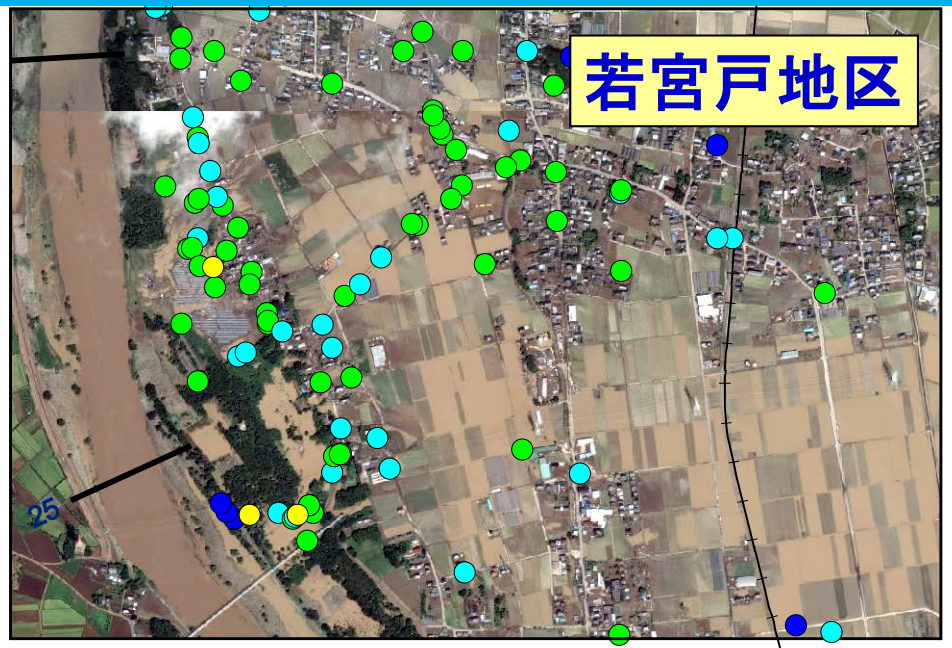


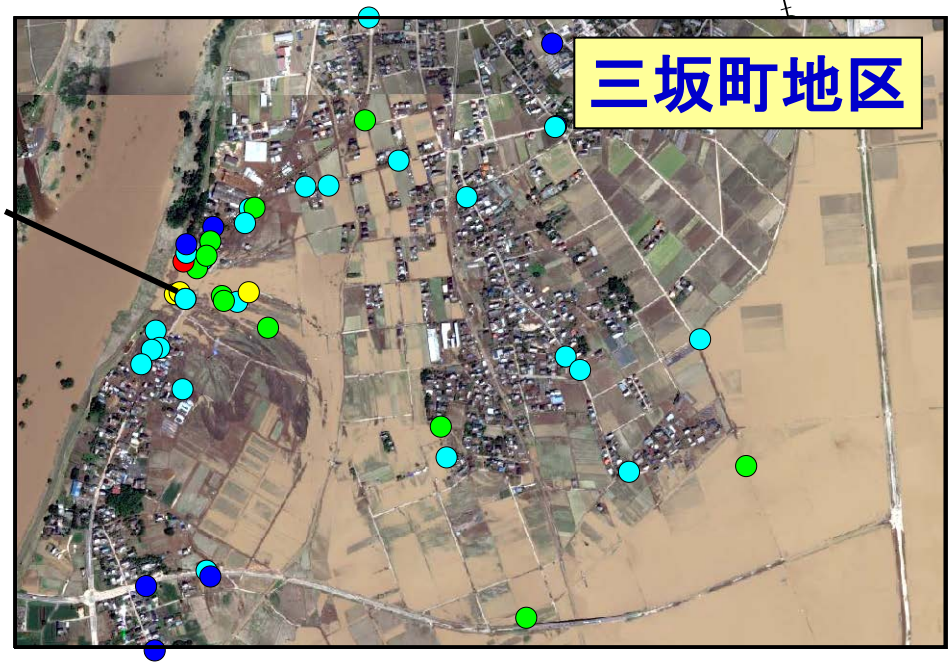
浸水深分布

溢水

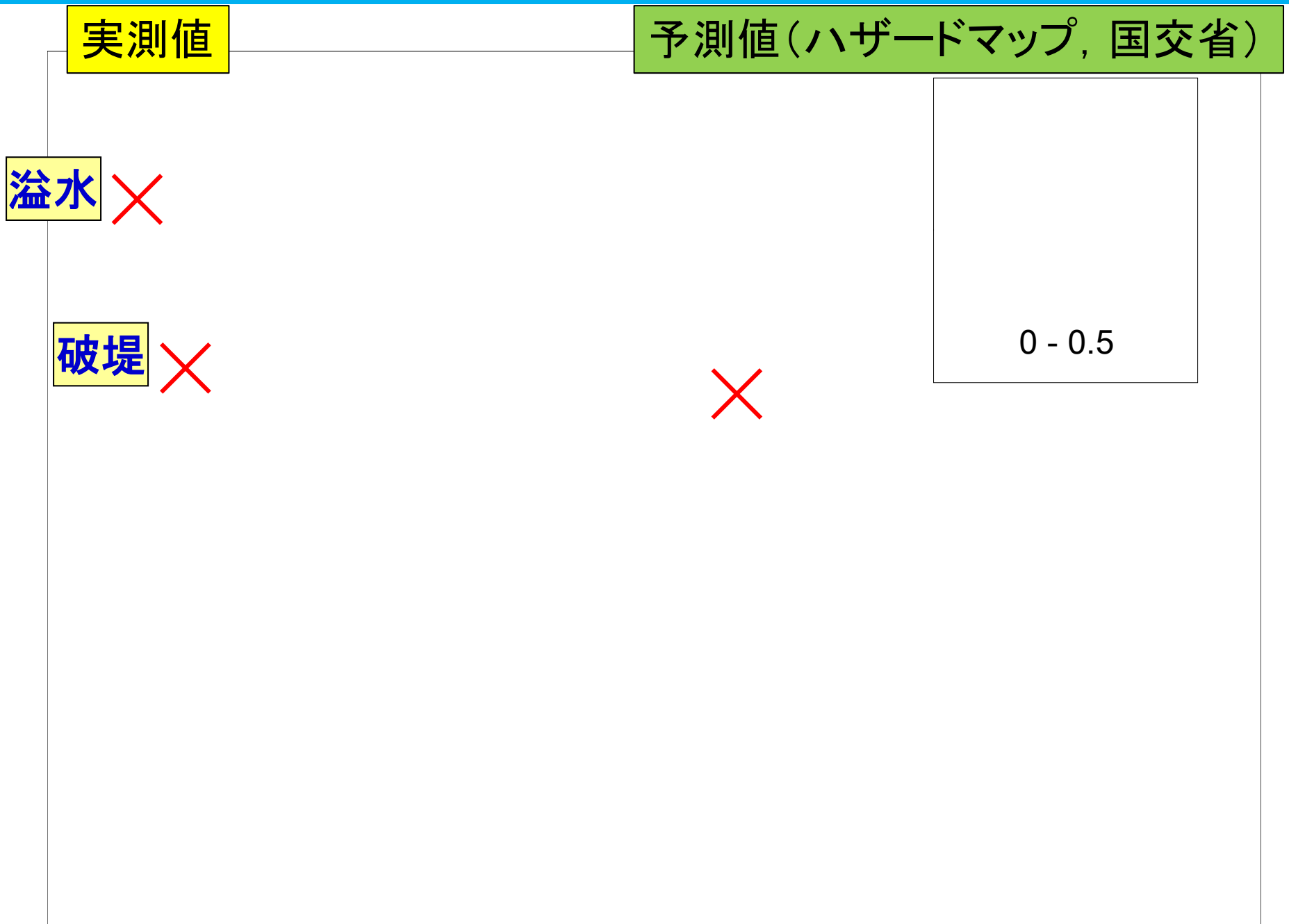
決壊

3.01 － 3.50





浸水深の実測値と予測値の比較



浸水深の空間補間方法（京大・佐山先生）

http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/news/6105/

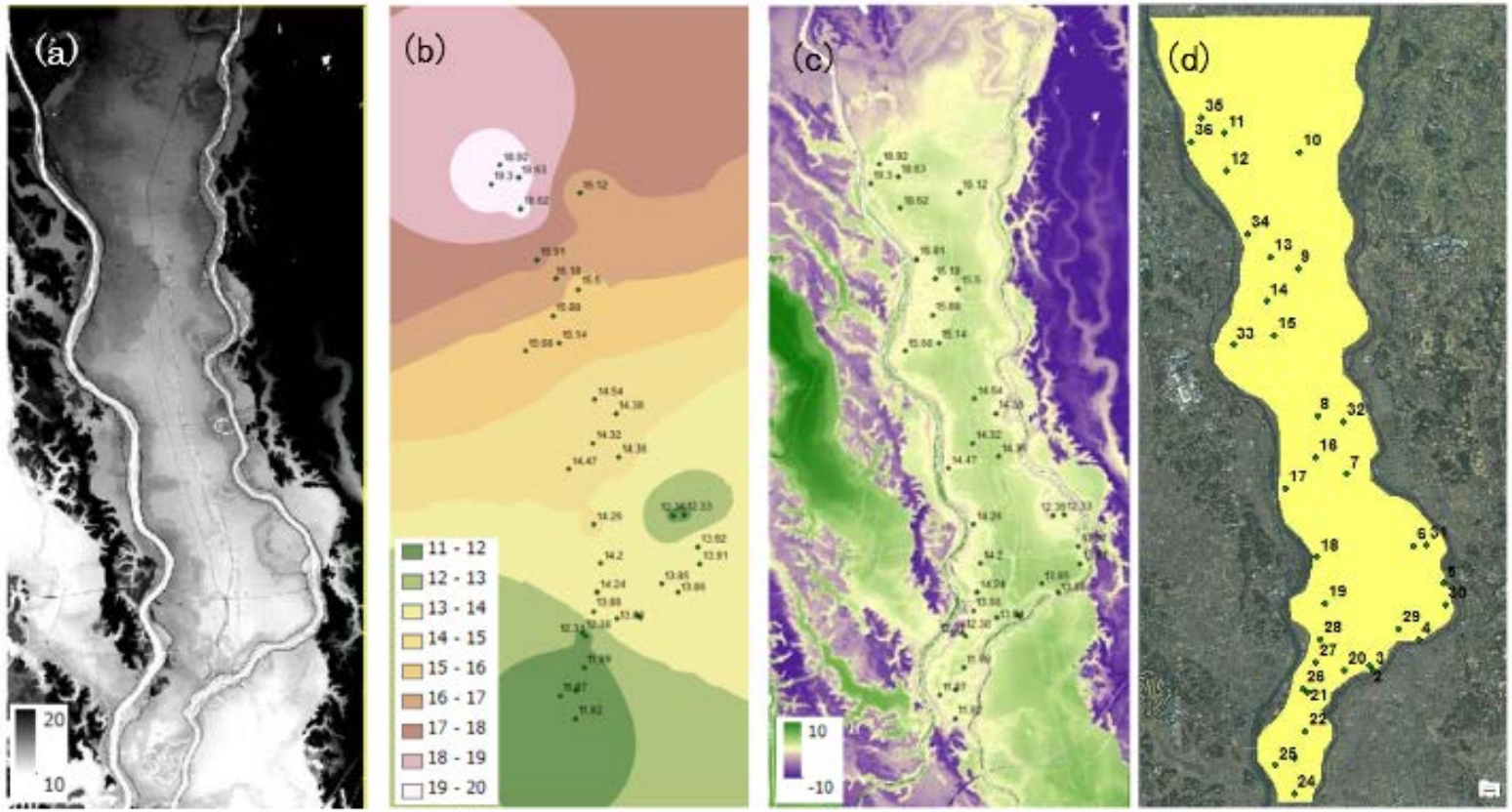


図１　浸水深分布の推定手順：(a) 5m 空間分解能の数値標高モデル、(b) 35 地点の計測浸水位とその空間内挿、(c) 浸水位－標高（単位はいずれも[m]）、(d) 本解析の対象領域マスク

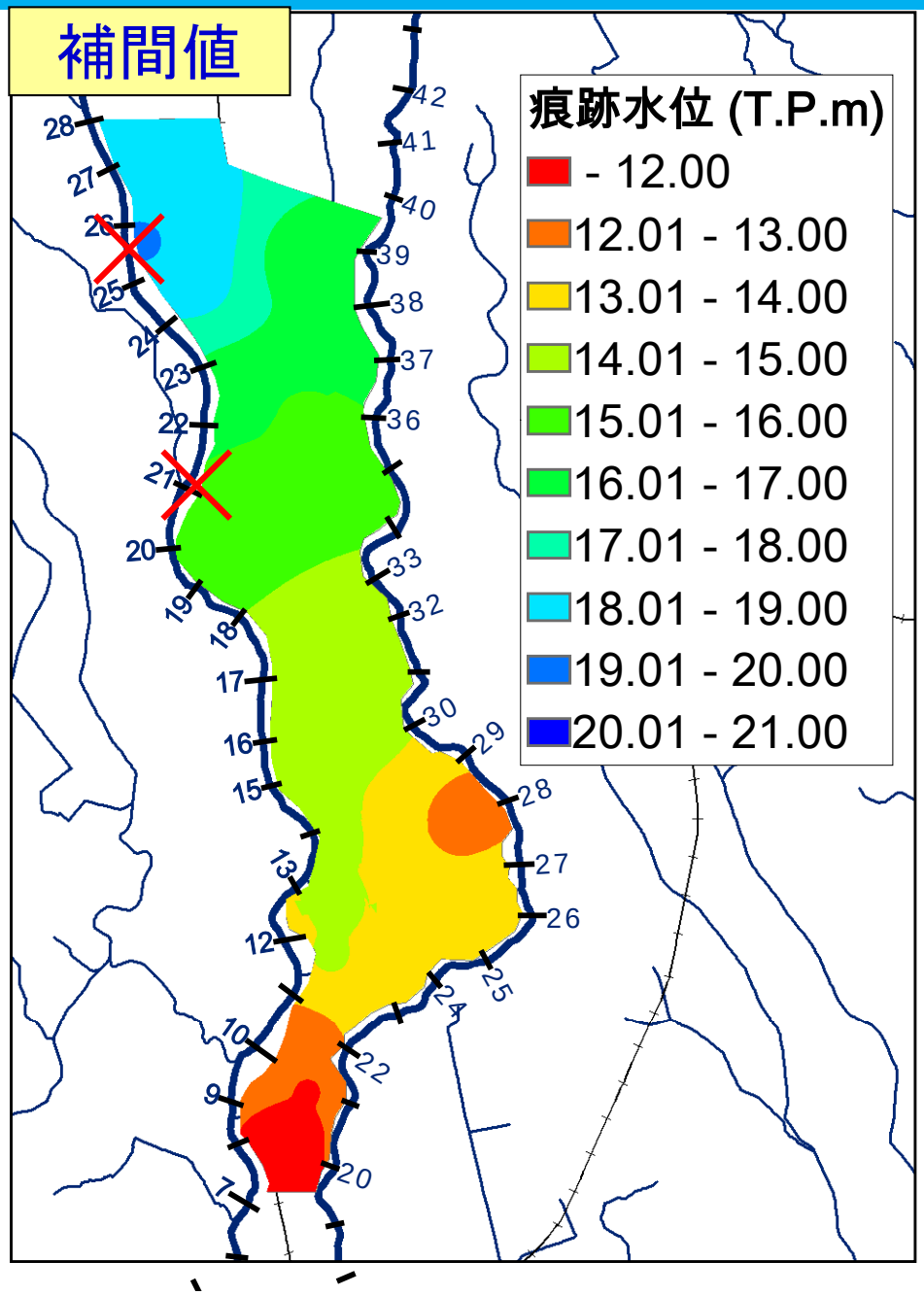
浸水位を空間補間．5mDEMをもとに浸水深に変換

浸水位分布（京大佐山先生）

観測値

20.01 - 21.00

補間値

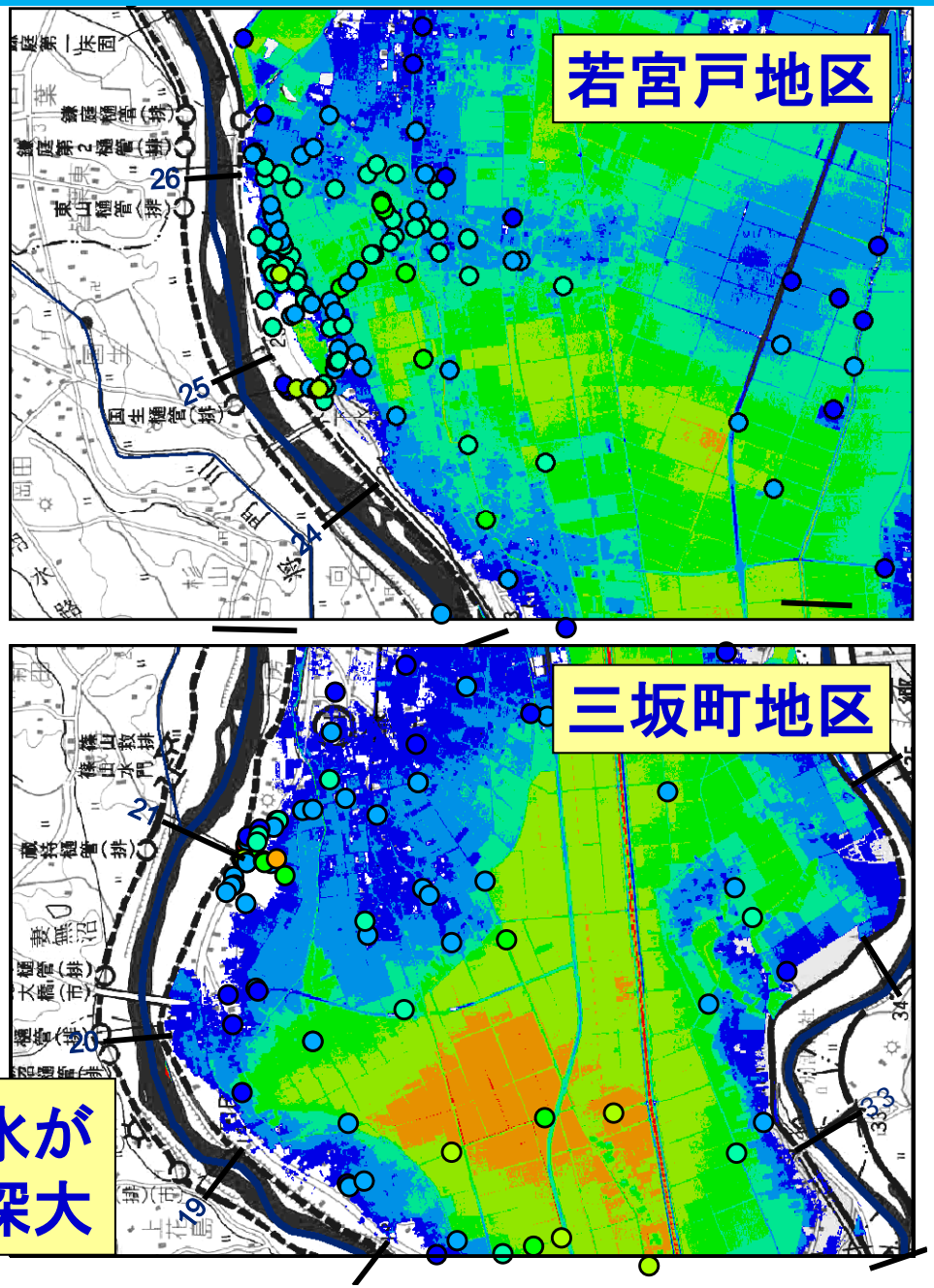


浸水深の空間補間

溢水 ×

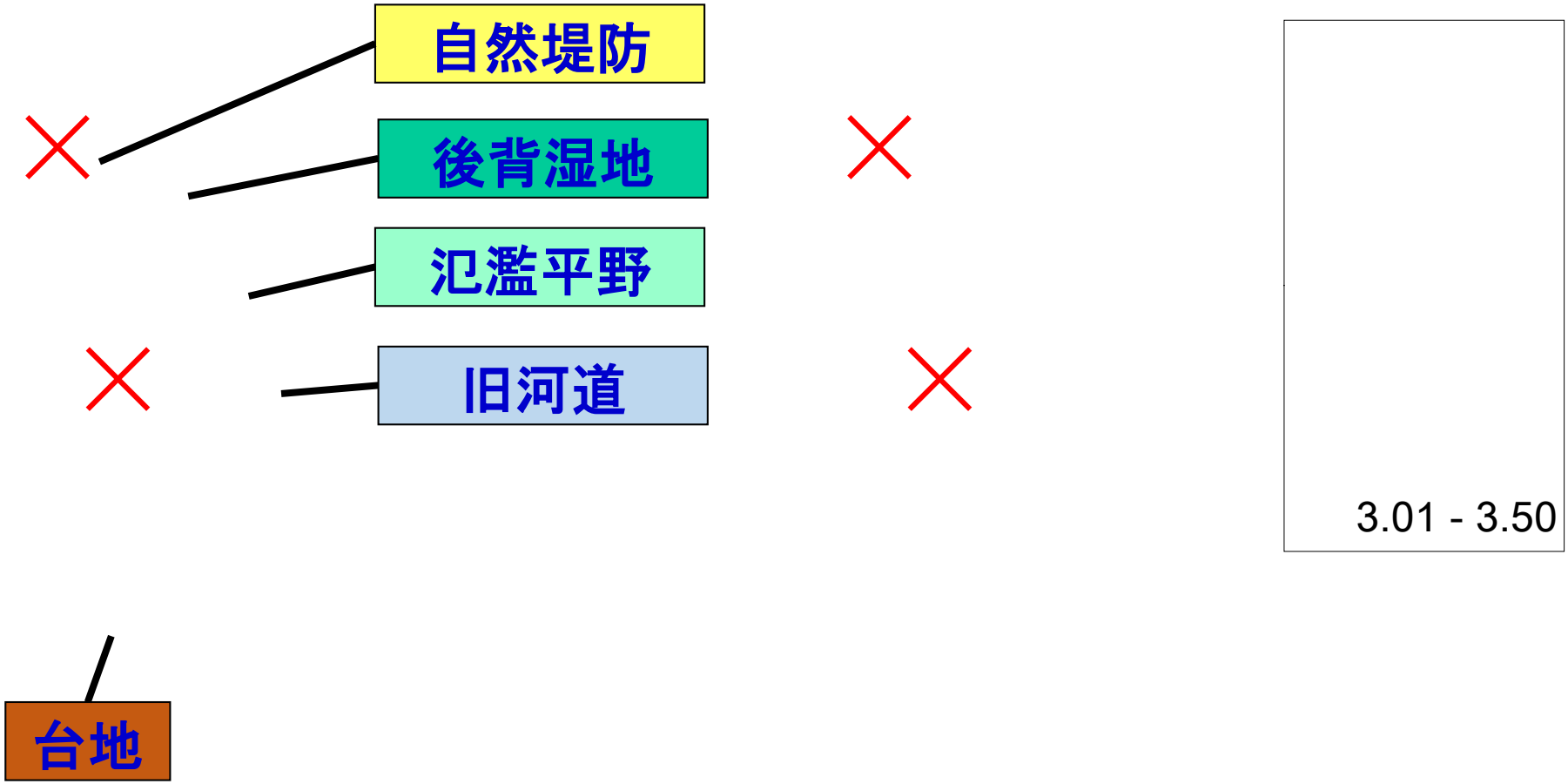
破堤 ×

3.01 - 3.50



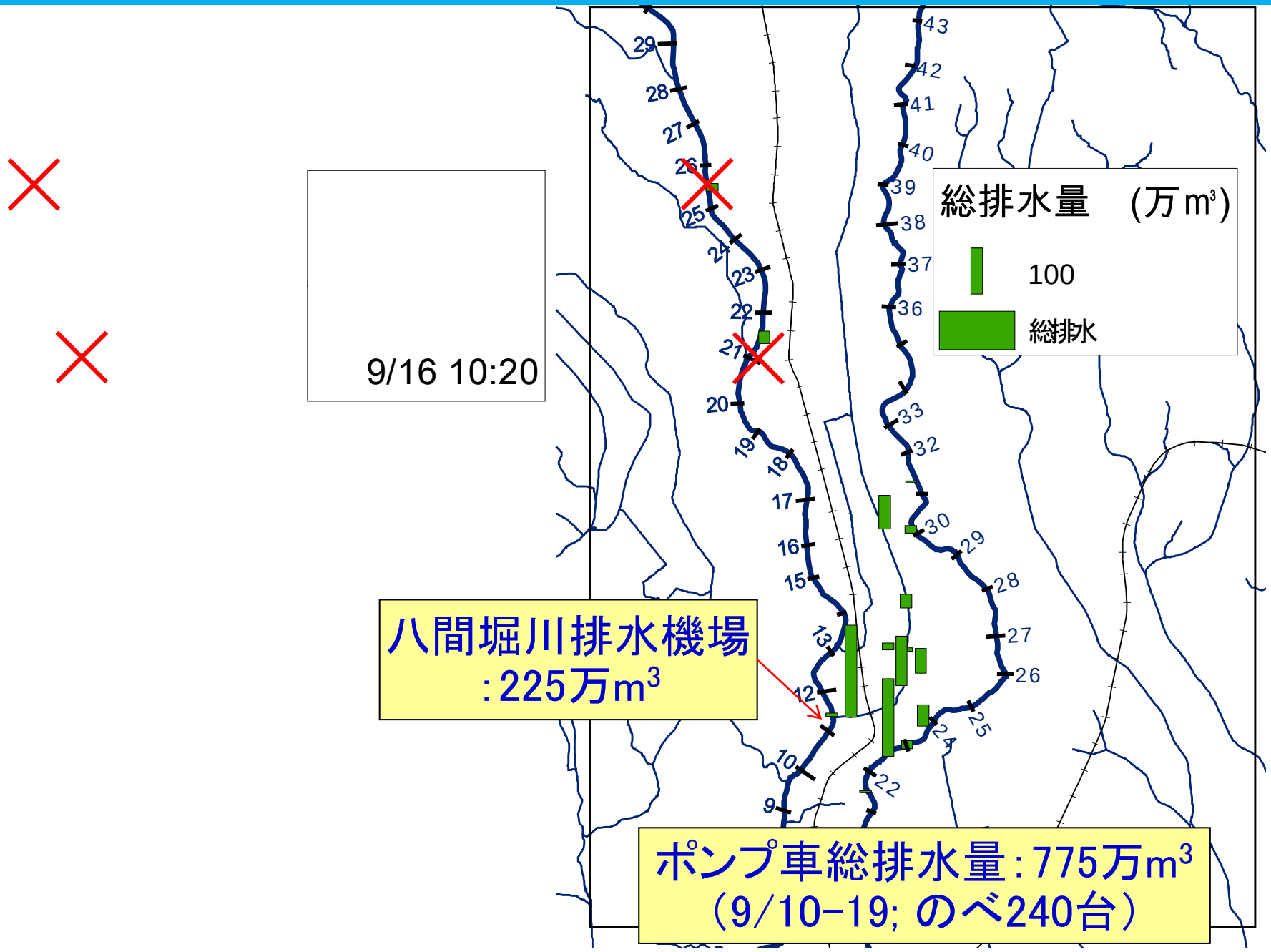
氾濫域下流で排水が
追いつかず浸水深大

地形条件と浸水状況



自然堤防から溢れ，
氾濫源を流下．

浸水範囲の変化


9/16 10:20
総排水量 (万m³)
100
総排水
八間堀川排水機場
:225万m³
ポンプ車総排水量:775万m³
(9/10-19; のべ240台)

家屋被害調査

- 1/25,000地形図をもとに被害状況を調査.
- 破堤地点近傍:41箇所, 溢水地点近傍:339箇所

全壊

半壊大

半壊小

レベル	建物の損傷・変位	可住	浸水
全壊	元の場所にない	不可	床上
半壊大	損傷大 元位置にある	不可	床上
半壊小	損傷小 元位置にある	可能 暫定的	床上
浸水のみ	損傷なし	可能	床上
浸水なし	被害なし	可能	床下

家屋被害の様子

家屋被害調査

三坂町地区

21

若宮戸地区

25

堤防越流・破堤箇所の
近傍に集中

被害が比較的広範囲
局所的な家屋の流出散見

洪水氾濫シミュレーション

解析の背景

- 常総市水海道地区（氾濫域下流）では，昼過ぎに膝下程度の浸水があった
- ポンプの稼働により水位の上昇が一旦収まった.
- 19時ごろから再度急激に水位が上昇した.
- これらのことが影響してか，水海道地区では，避難所に避難していない住民が多いようであった.

↓

八間堀川により，浸水深が二段階で上昇したのではないか？

↓

河道と氾濫域のやり取りを
1次元計算（八間堀川）と2次元計算（氾濫部）を
カップリングして解析する

東京新聞　茨城版　10/31

http://www.tokyo-np.co.jp/article/ibaraki/list/201510/CK2015103102000191.html

八間堀川逆流　小貝川付近でも水害

ツイート　B! 0　シェア 4　G+1 0

2015年10月31日

常総市で九月十日、市内を流れる八間堀川が鬼怒川との合流点近くで逆流した問題で、小貝川との合流点近くでも、八間堀川の逆流による浸水被害が発生していたことが分かった。八間堀川は当時、出口がせき止められ、あふれやすい状態だった。　（妹尾聡太）

八間堀川は県の管理河川で、下妻市から常総市に流れる。常総市の南部で分岐して、それぞれ鬼怒川、小貝川と合流する。分岐点には小貝川への流れをせき止める水門があるが、十日は開いたままで両方に水が流れ込んでいた。

住民や市によると、午後二時ごろ、小貝川に近い水海道諏訪町と淵頭町で、八間堀川から逆流した水が住宅地の排水路からあふれ、一部の家屋が浸水した。川とつながる排水路のゲートを閉じると、被害の拡大は収まったという。

当時は、鬼怒川と小貝川から八間堀川への逆流を防ぐため、それぞれの合流点にある水門は閉じてあった。八間堀川の水量を減らすため、ポンプで鬼怒川に排水していたが、鬼怒川が満杯状態になり、午後一時に排水を中断した。これらの対応により、逆流や鬼怒川のさらなる決壊は防げたが、八間堀川は出口をふさがれた形になり、水の行き場がなくなった。

午後四時半ごろ、小貝川側の水門を開けたが水位は下がらず、夕方から翌朝にかけて八間堀川はところどころで越水し、三カ所で堤防が決壊した。決壊した鬼怒川の水も流れ込み、八間堀川氾濫の詳しい経緯は分かっていない。県河川課は「災害復旧後、関係機関と課題を検証して改善に取り組む」と説明する。

各施設の管理者は、鬼怒川側の水門などが国土交通省、小貝川側の水門が常総市（国が委託）、分岐点の水門が下妻市に事務所がある江連八間（えづれはちけん）土地改良区（県が委託）。

小貝川側には昭和二十年代に設置された小型の排水機場もある。管理者の同土地改良区は十日午後七時四十分に排水を始めたが、場内に水が入り、作業員が感電するのを防ぐため一時間で止めた。普段は川の水量が極めて少なく、稼働させたのは二十数年ぶりだったという。国交省の河川関係の職員は「排水能力が小さいため、運転を続ければ被害が軽減したとまでは言えないのではないか」とみている。

氾濫解析モデルの概要（１D+２Dカップリング）

MIKE by DHI
MIKE 11（流出・一次元河道）
MIKE 21（二次元氾濫）
MIKE FLOOD（11と21の結合）

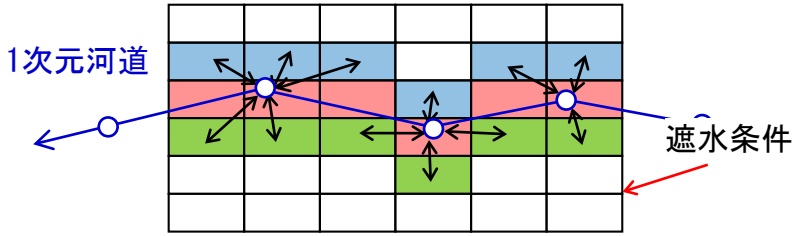
対象期間：2015/9/10 5:00～9/11 8:00
計算時間間隔：Δt=1[sec]

流出 MIKE11・RRモジュール　URBANモデル

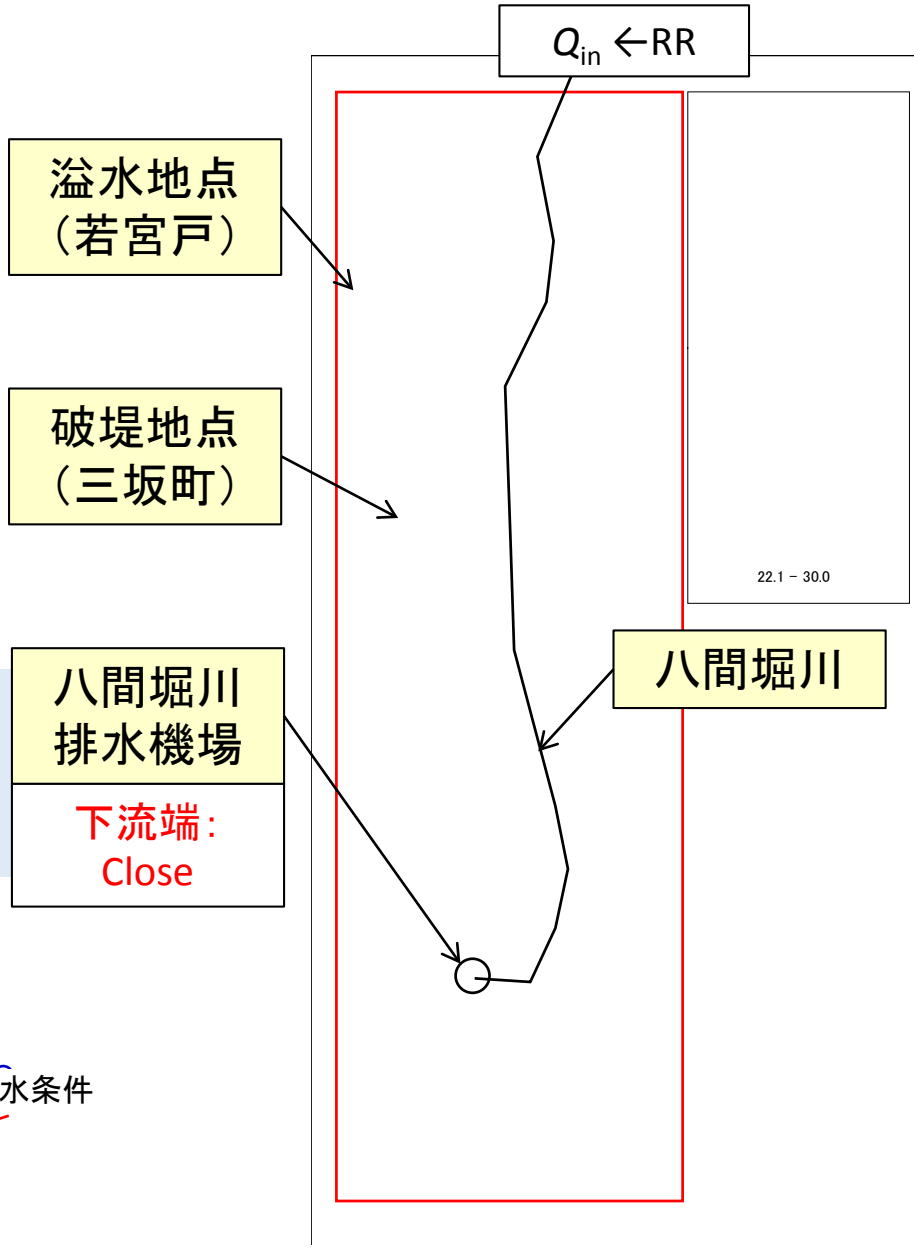
河道 粗度係数：0.035[$m^{-1/3}s$]
下流端水位：閉条件　断面形：DEM+実測値

氾濫 計算格子：50m*100m
地形：5mDEM平均，道路部は最大値-0.4m
粗度係数：市街地：0.12，その他：0.08[$m^{-1/3}s$]

結合

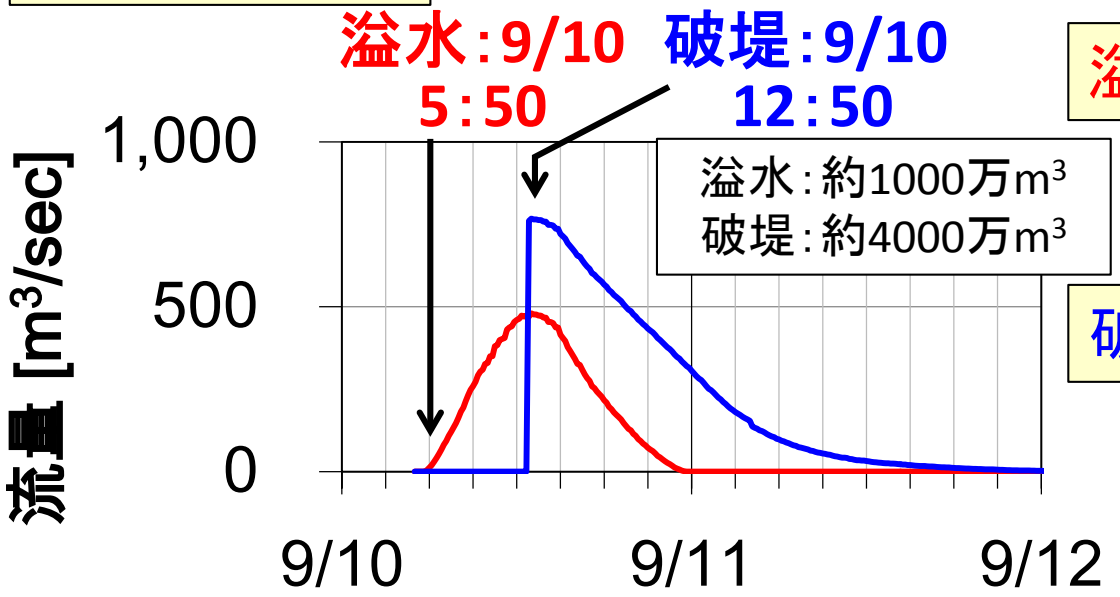


ノード-リンクメッシュ間水位差と本間の式を用いてボリュームを計算

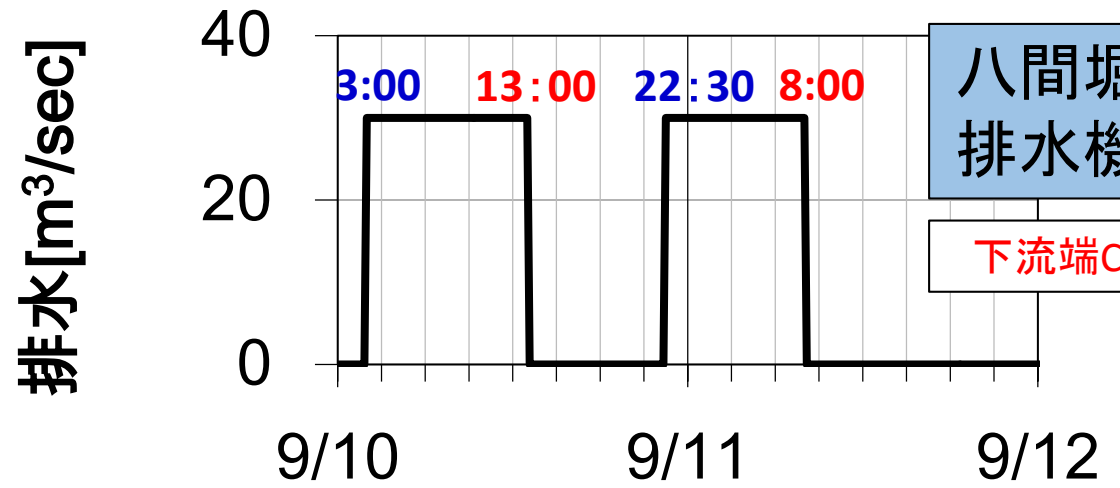


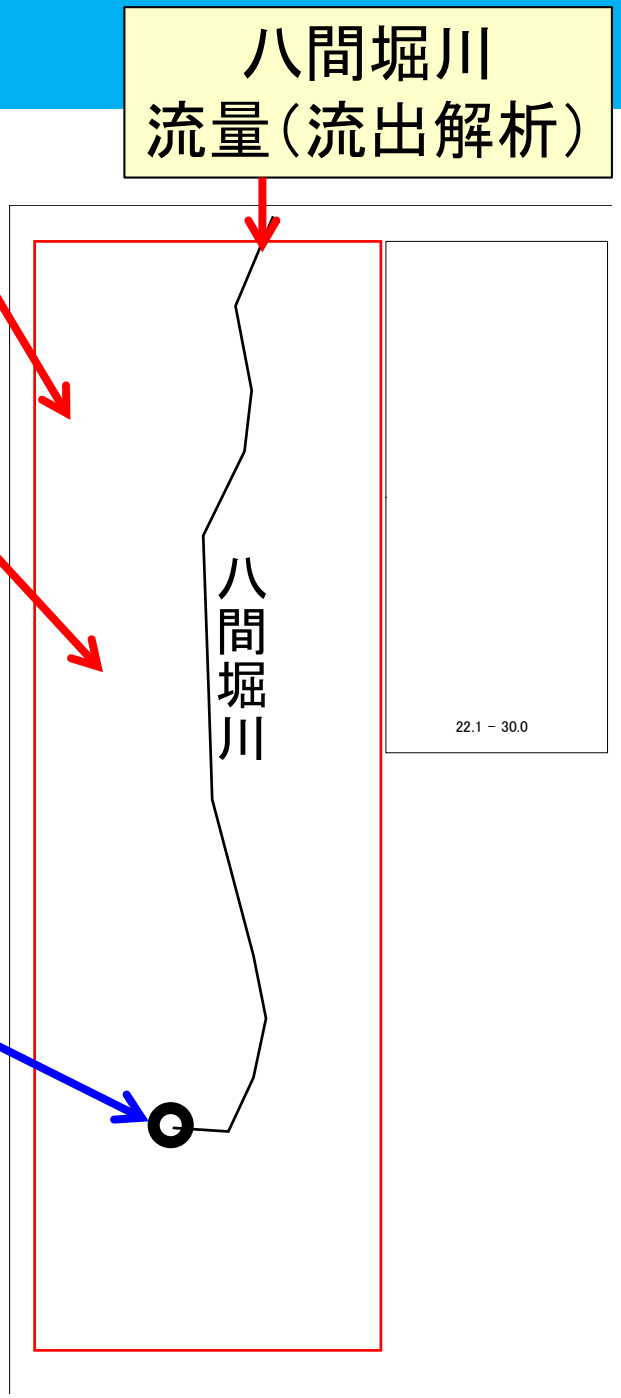
計算境界条件

氾濫流量



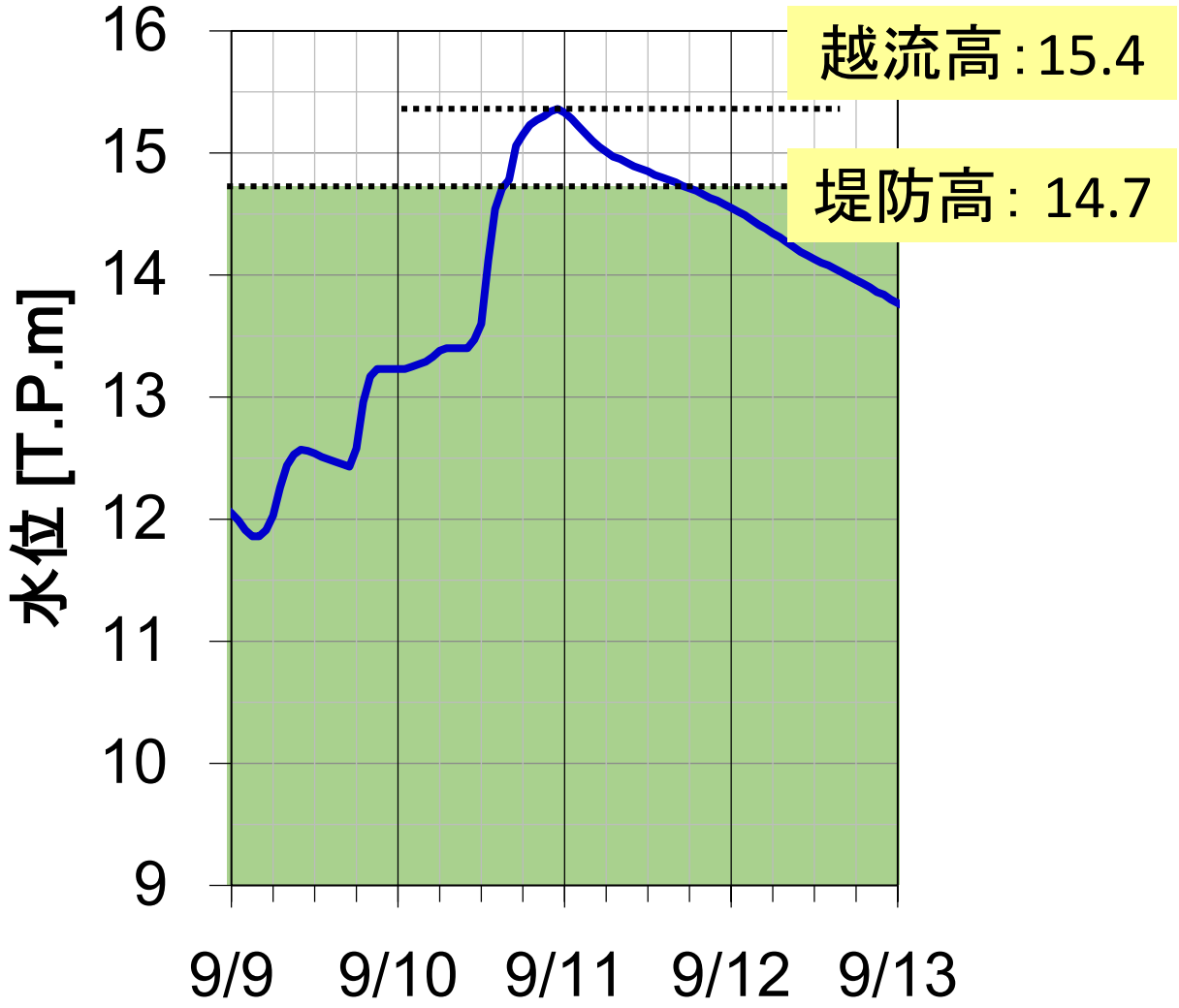
排水流量

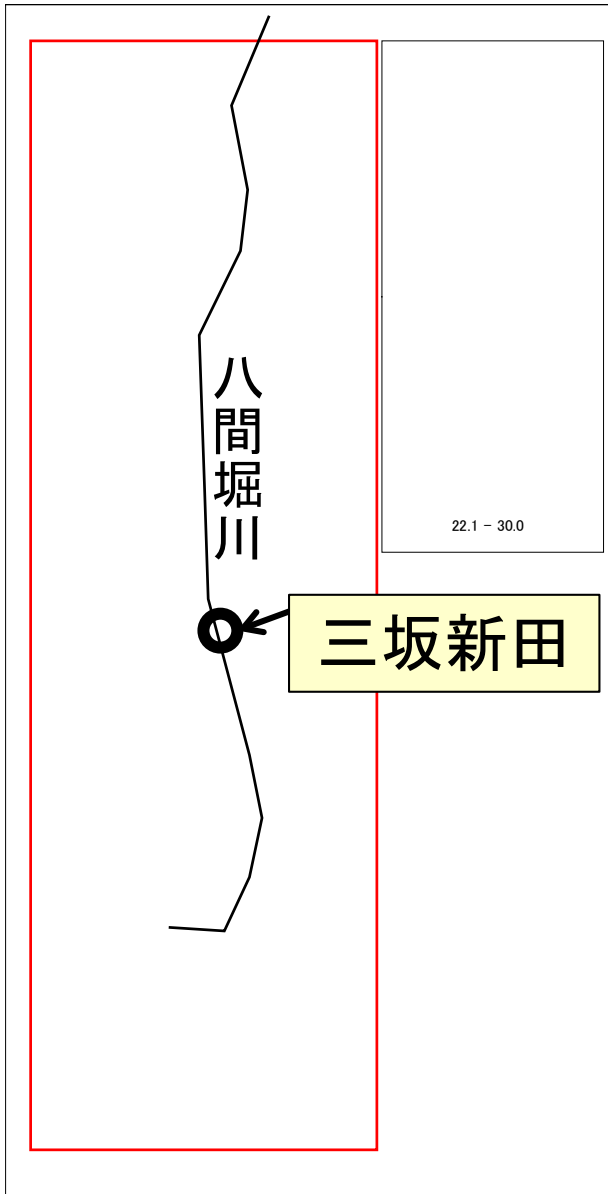




八間堀川の水位時系列変化

三坂新田観測所の水位
（鬼怒川合流点から6.9km）

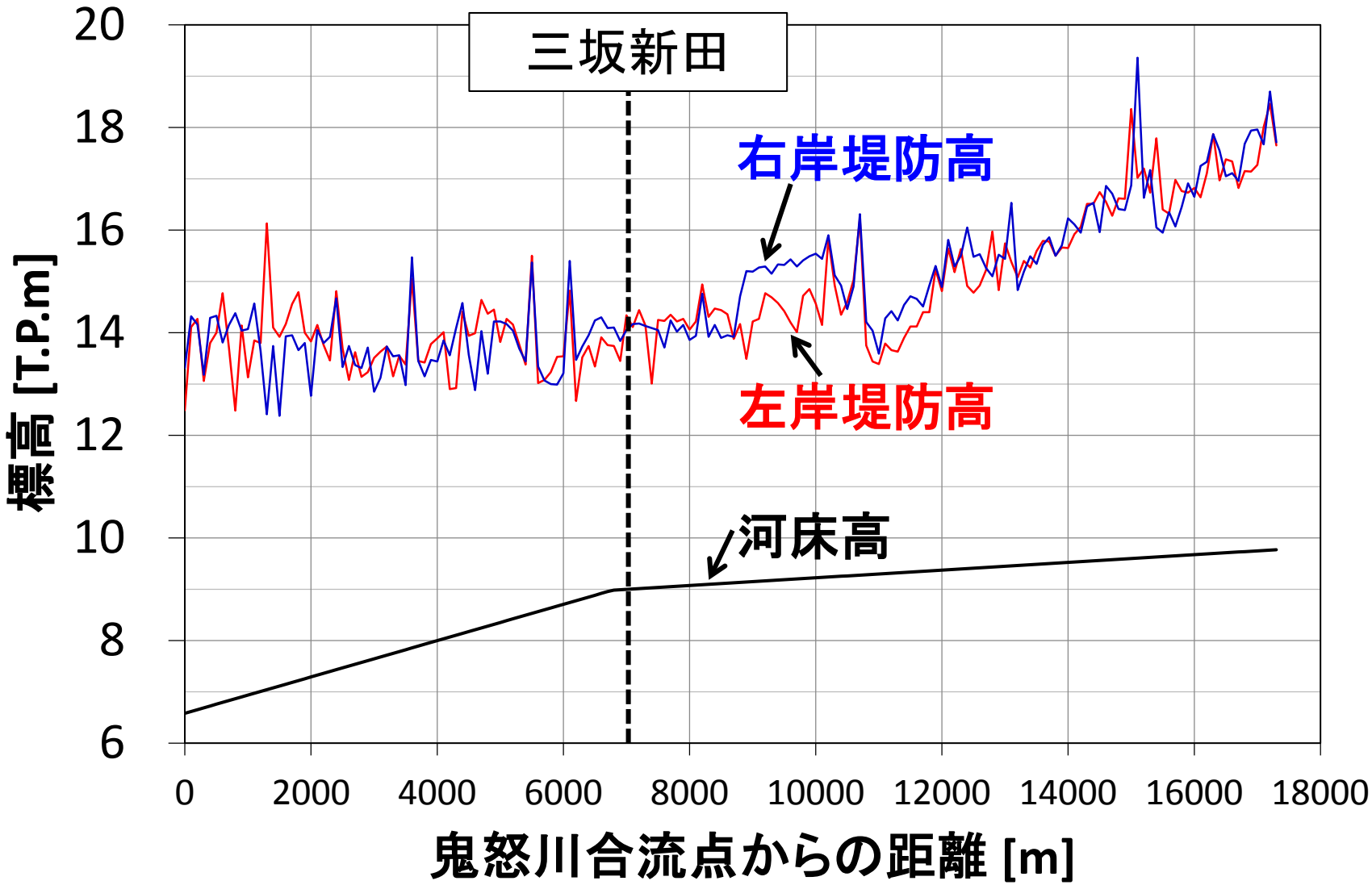




三坂新田水位観測所付近の様子

断続的に越流痕が
見られた

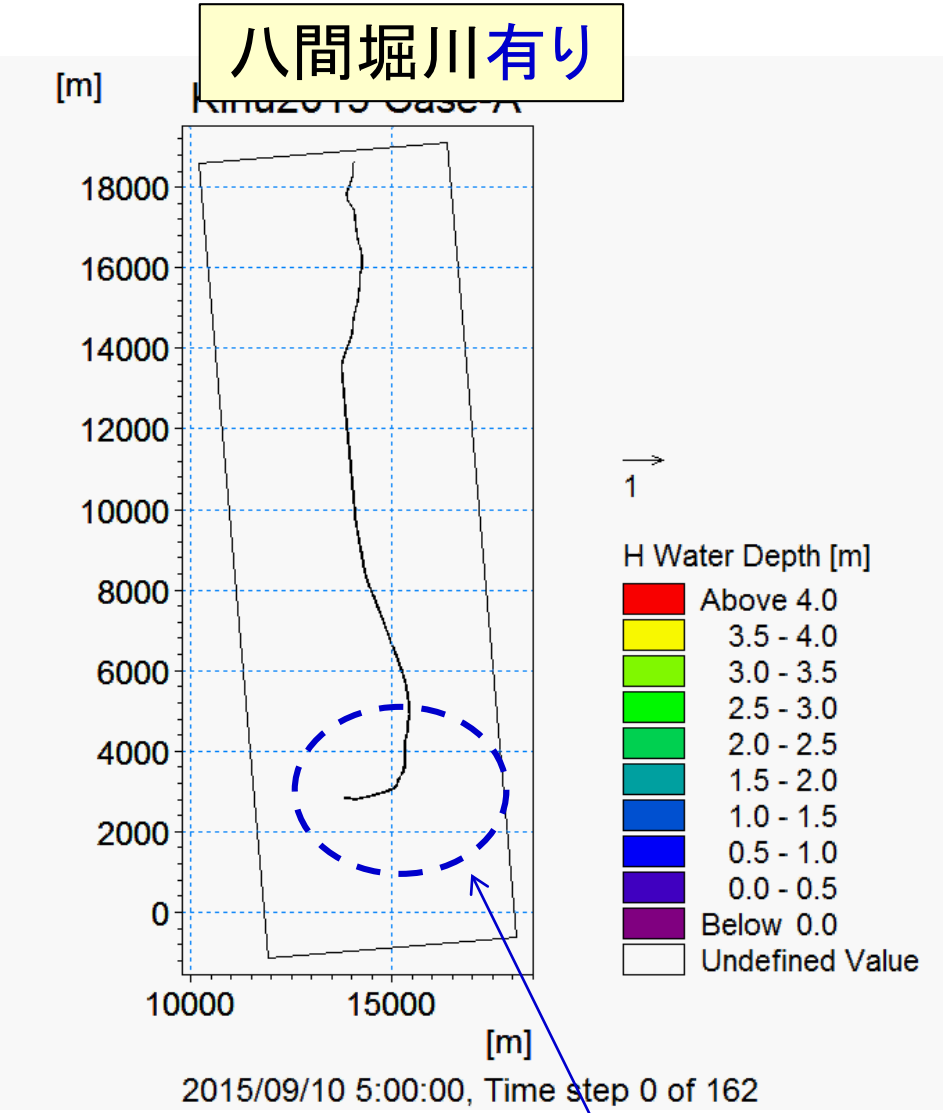
八間堀川における河床・堤防高の入力値

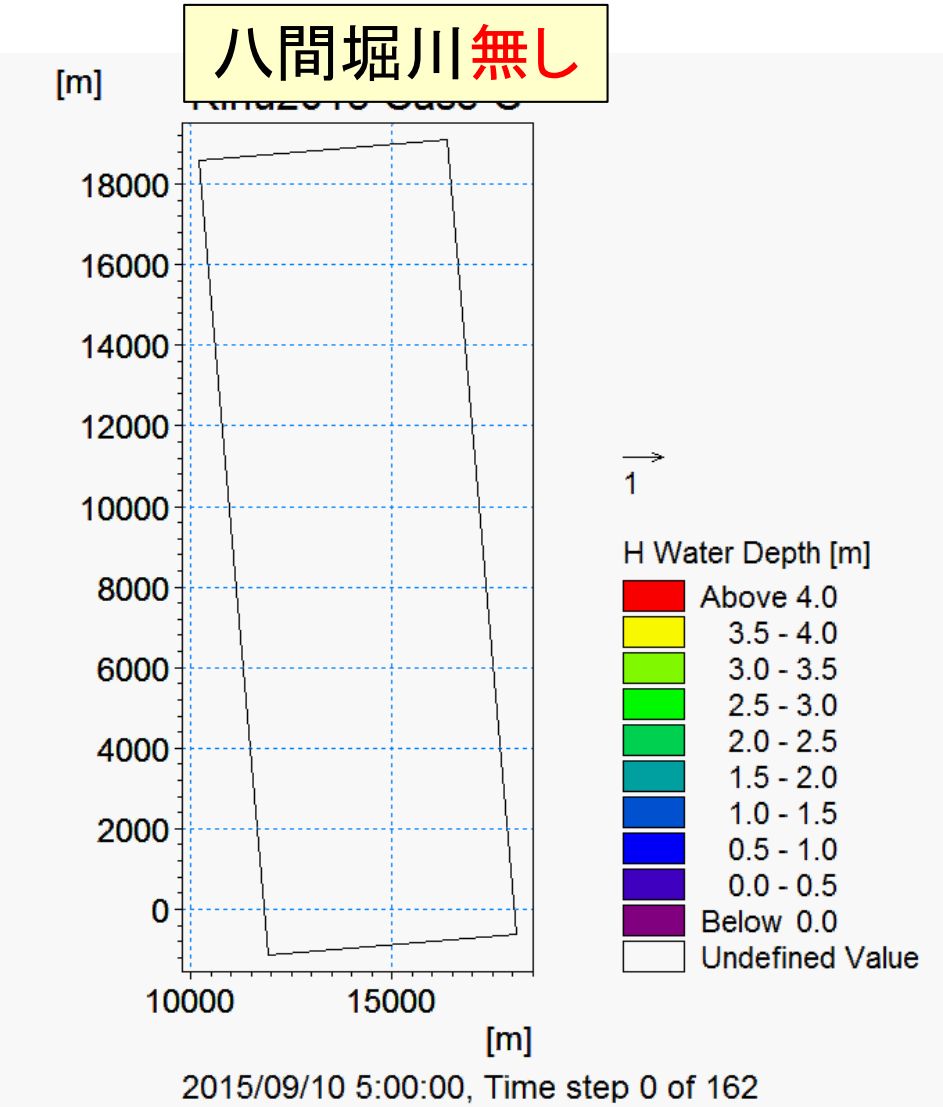


堤防高→5mDEMから抽出

河床高→実測値から補間

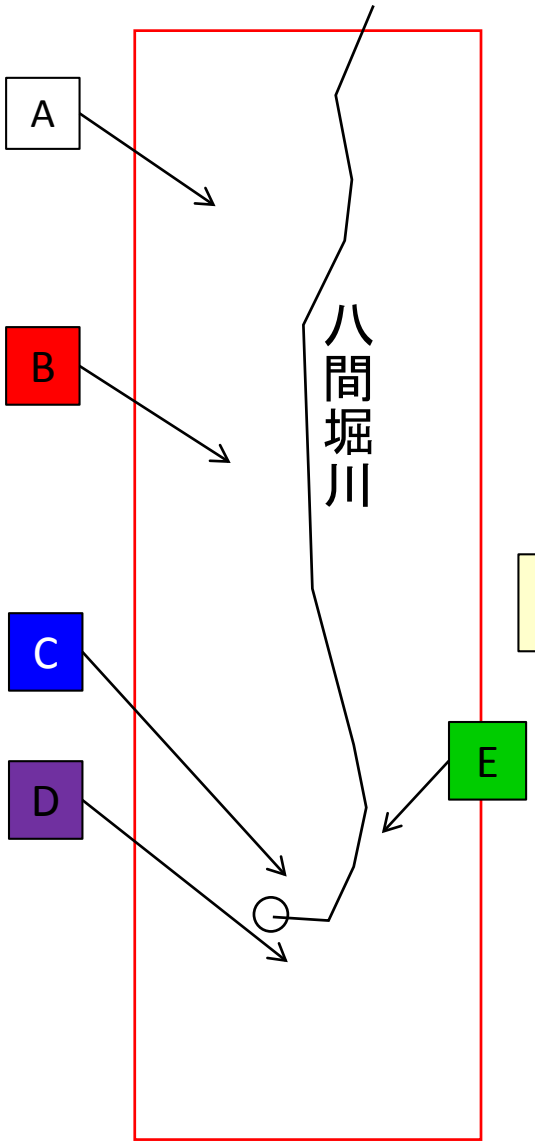
浸水深の時間変化（動画）

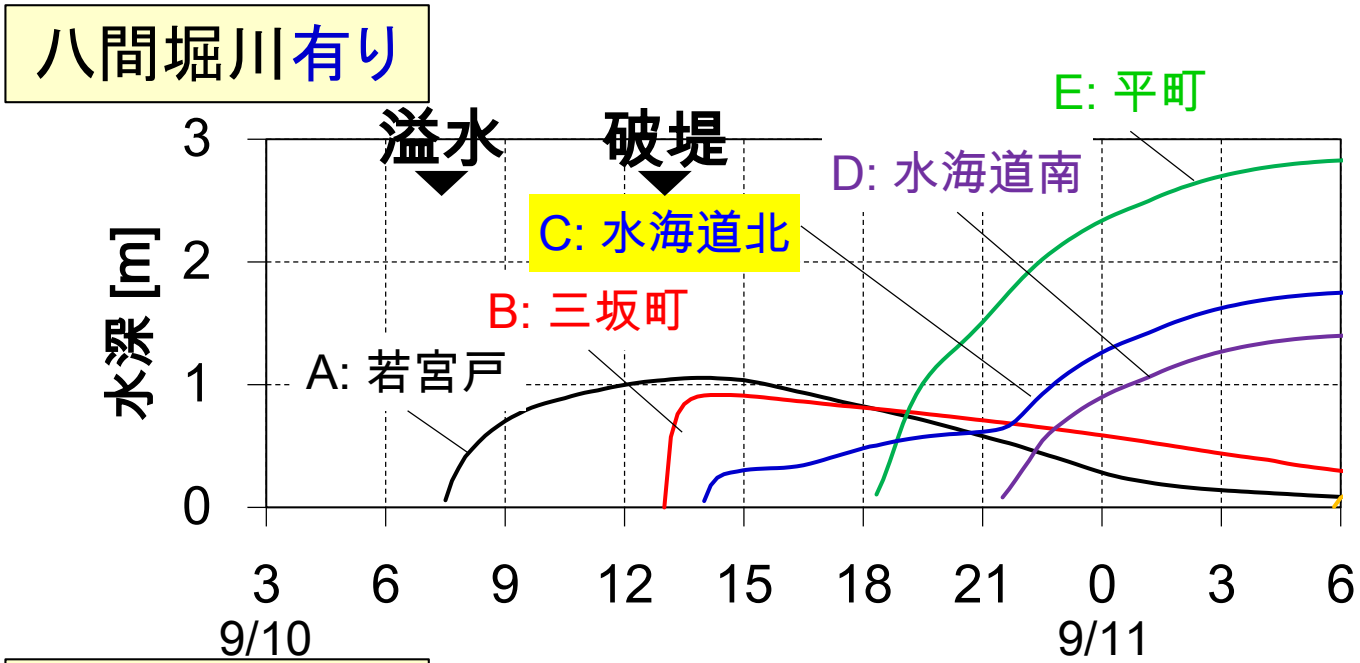


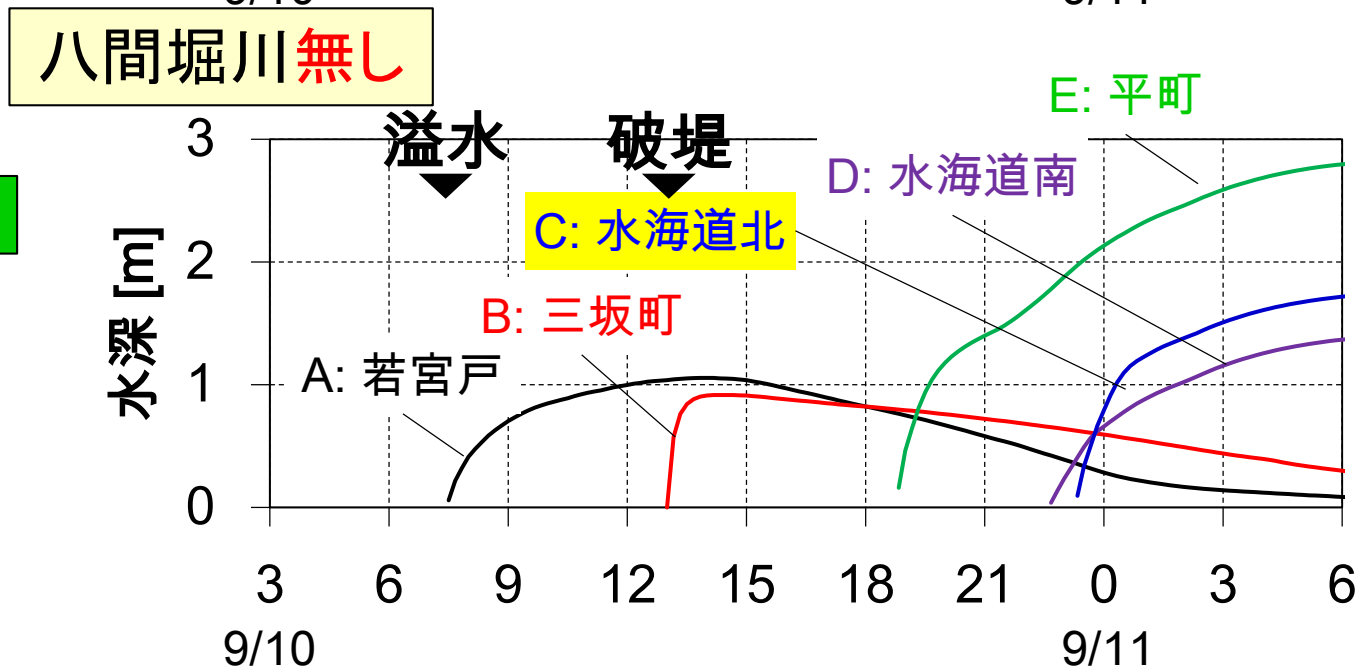


水海道地区では氾濫本体の到着の前に浸水

水位の時系列変化

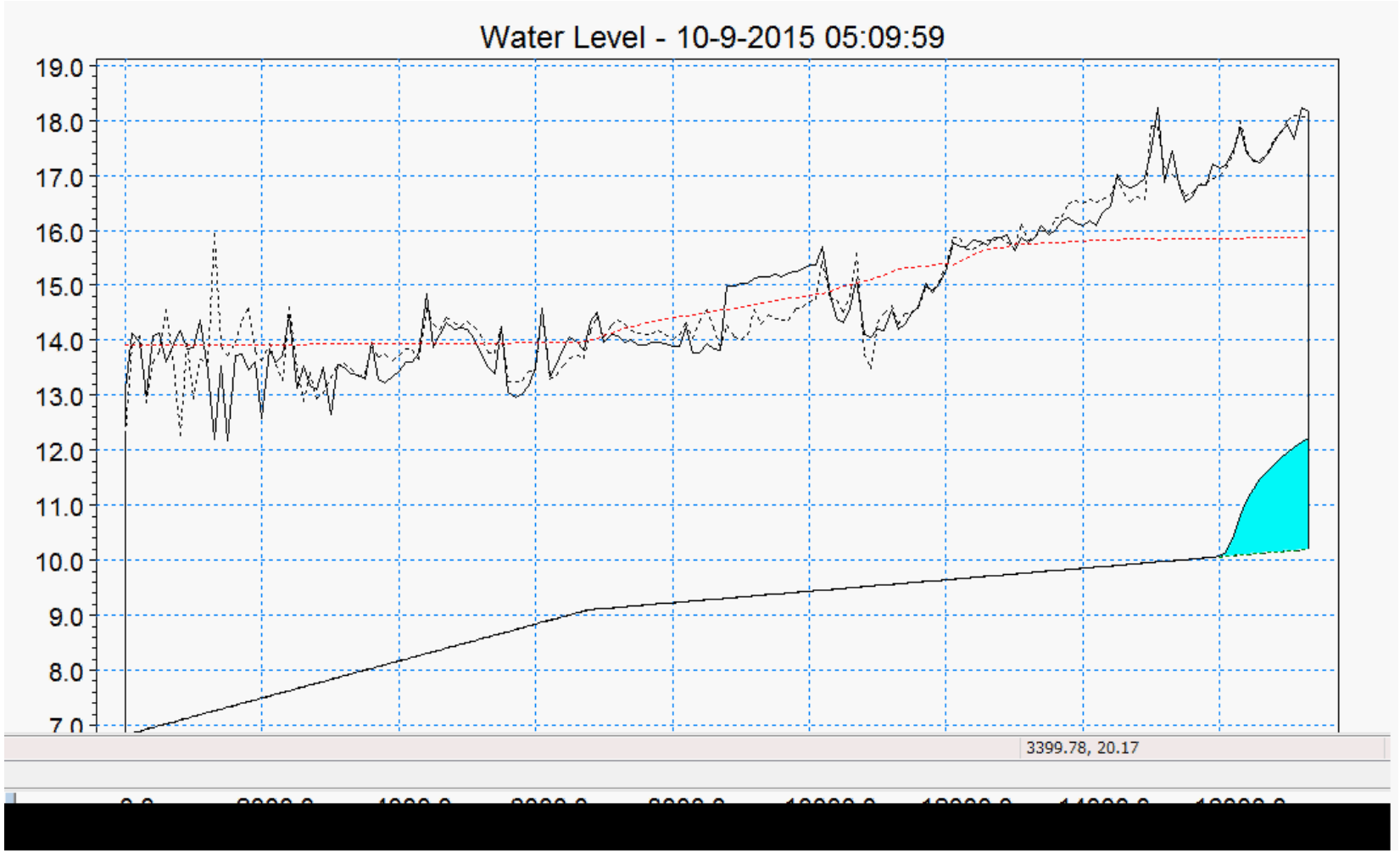

A
B
C
D
E
八間堀川


八間堀川有り
溢水
破堤
E: 平町
D: 水海道南
C: 水海道北
B: 三坂町
A: 若宮戸
水深 [m]
3
2
1
0
3
6
9
12
15
18
21
0
3
6
9/10
9/11


八間堀川無し
溢水
破堤
E: 平町
D: 水海道南
C: 水海道北
B: 三坂町
A: 若宮戸
水深 [m]
3
2
1
0
3
6
9
12
15
18
21
0
3
6
9/10
9/11

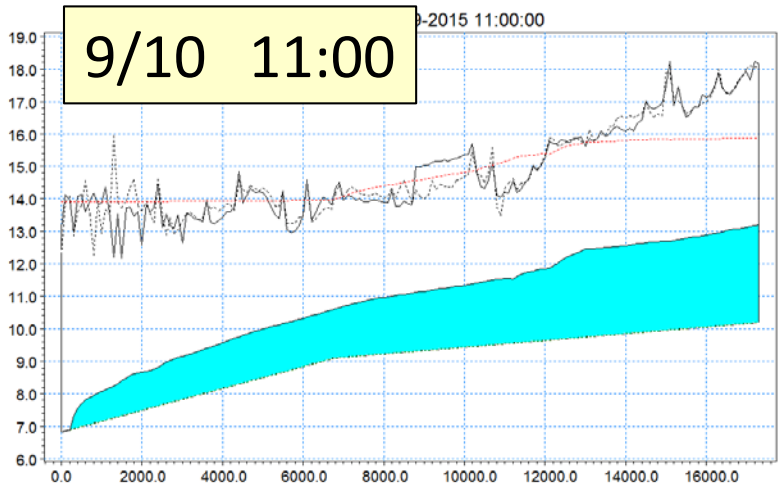
八間堀川水位の時系列変化

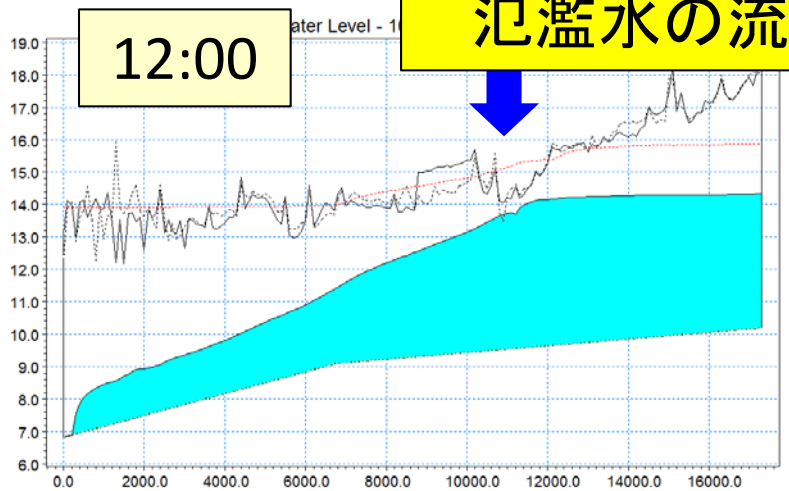
八間堀川有り

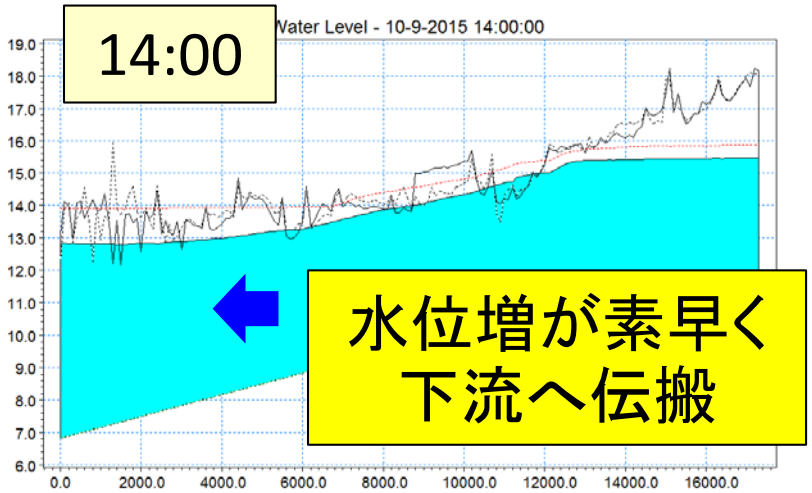


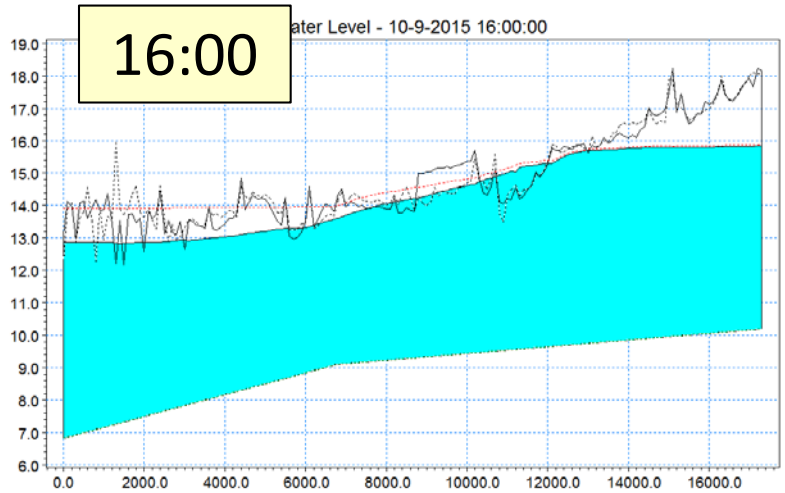
八間堀川水位の時系列変化

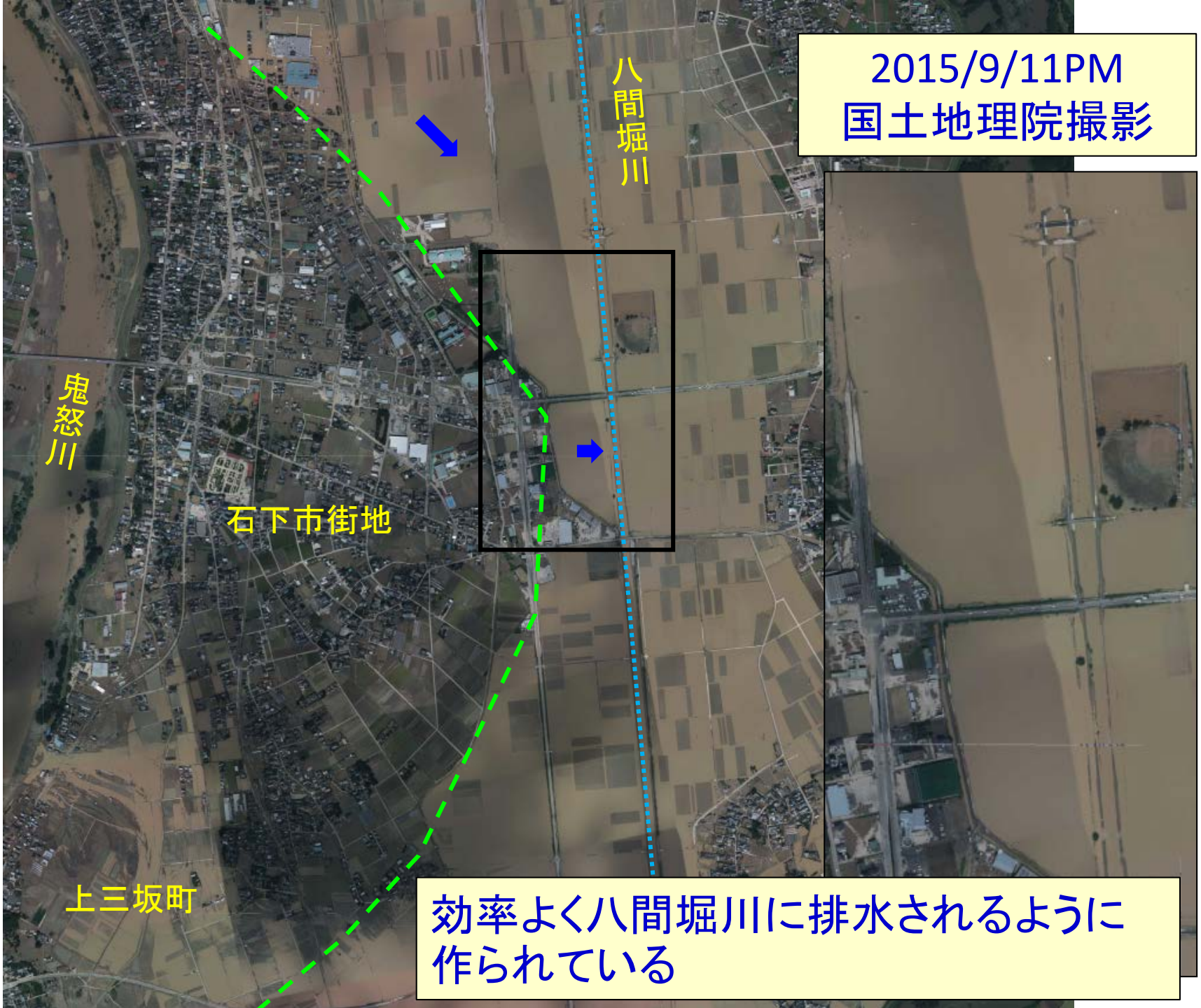
八間堀川有り



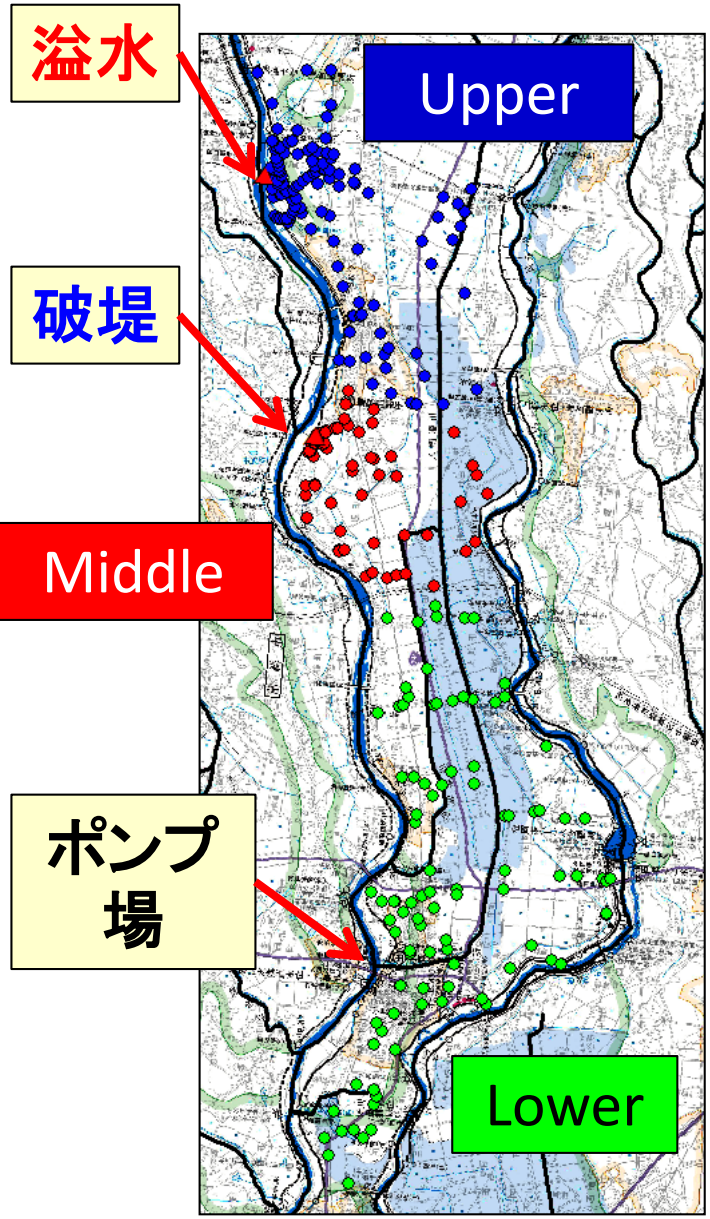


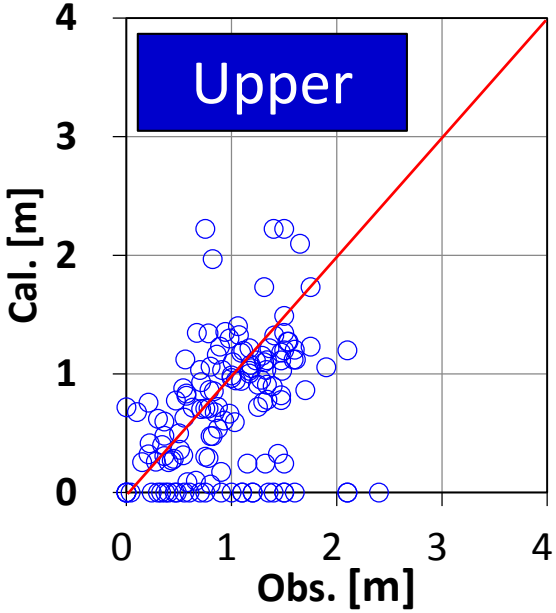


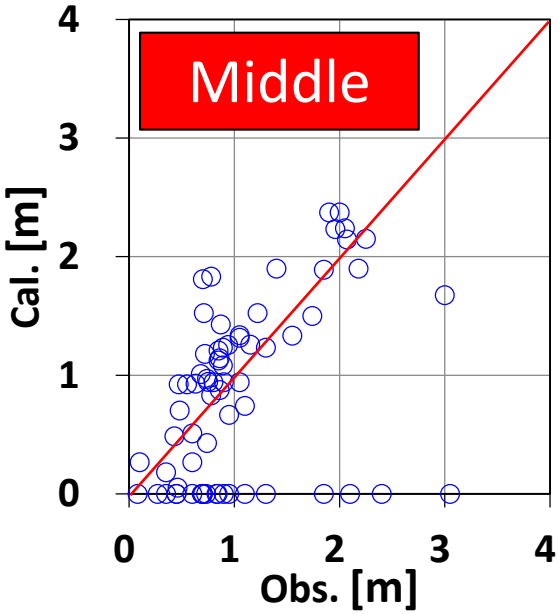


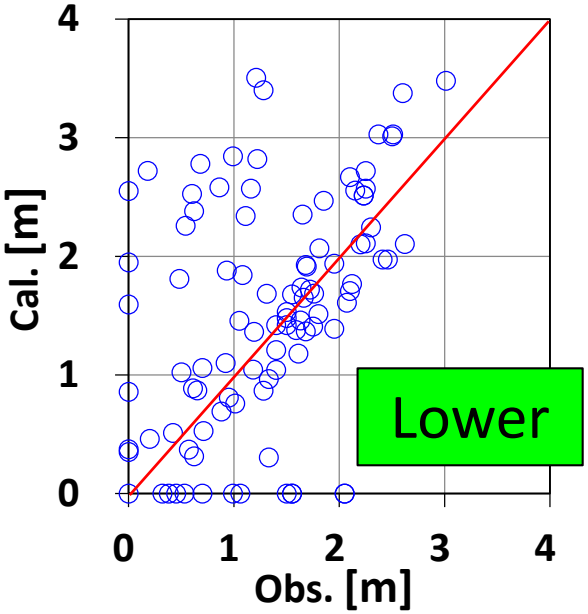

2015/9/11PM
国土地理院撮影
八間堀川
鬼怒川
石下市街地
上三坂町
効率よく八間堀川に排水されるように
作られている

浸水深の観測値と解析値の比較（八間堀川あり）









シミュレーション結果と住民の証言

- 自然堤防上で溢水（若宮戸地区，9/10 6:00ごろ），破堤（三坂町地区，12:50ごろ）が生じ，洪水が氾濫原を流下した.
- 溢水地点からの氾濫水が八間堀川に流入（9/10 11:00ごろ），破堤地点からの氾濫流も合わさり，八間堀川の水位が急激に上昇した.
- 氾濫流が八間堀川を高速で流下し，下流の水海道地区で氾濫が生じた（15:00ごろ）
- 浸水深の上昇が落ち着き（ひざ下程度），住民は「今回の洪水はこんなものか」と安心して家にいた.
- その後，鬼怒川の氾濫水の本体が到着し（21:00ごろ），水深が1m以上となり，既に避難できない状況となった.
- 常総市役所も冠水し，取り残された人が多数生じた.

まとめ

- 洪水外力の増加が見込まれることを背景に，氾濫をある程度許容する「減災」の考え方が徐々に広まっている.
- しかしながら，溢水・破堤した際に氾濫域で起こる水理現象は必ずしも整理されていない．今回の八間堀川は「排水」を目的とした施設であるが，結果としては，住民の孤立を助長する方向へ機能してしまった.
- 水路や道路など，氾濫現象に影響を与える施設を適切に考慮しながら，地域の氾濫に対する脆弱性等を議論できるようにすることで，より高度な「減災」対策に結びつく.

ご静聴ありがとうございました