



都市を襲った洪水・流砂災害

2012年京都府南部豪雨災害で
発生した水理現象と得られた教訓

竹林洋史

京都大学防災研究所流域災害研究センター

はじめに

2012年8月13日から14日にかけて近畿中部で発生した豪雨によって、河川の増水や住宅の浸水が発生し、大阪府で死者1名、京都府で死者2名となったほか、斜面崩壊による土砂流入により、京滋バイパスで通行止めとなる等、甚大な被害が発生させた。本調査は、京都大学防災研究所流域災害研究センター災害調査団として、2012年8月14日～22日に現地調査を実施し、その調査結果の概要を示すものである。

主な調査地を図1に示す。調査地は、宇治市志津川・三室戸・五ヶ庄・京滋バイパス等であり、水及び土砂の氾濫、斜面崩壊、河岸浸食などが発生していた。

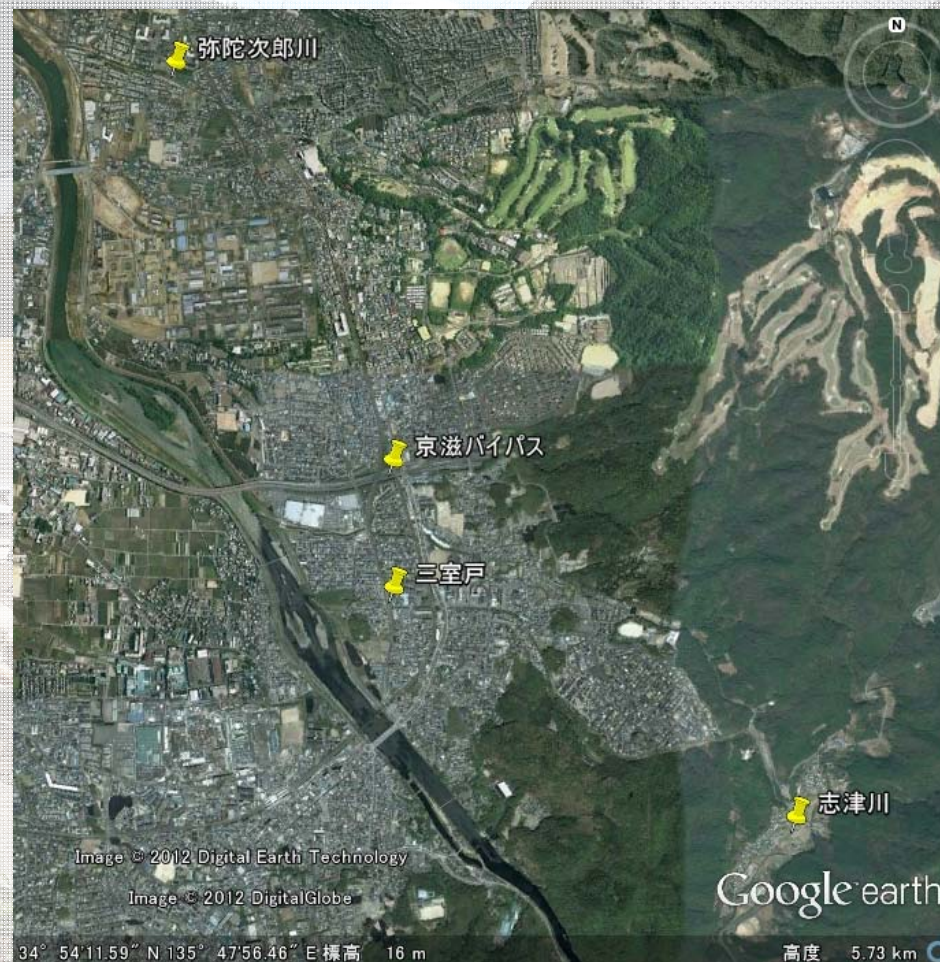


図1 主な調査地点

気象条件

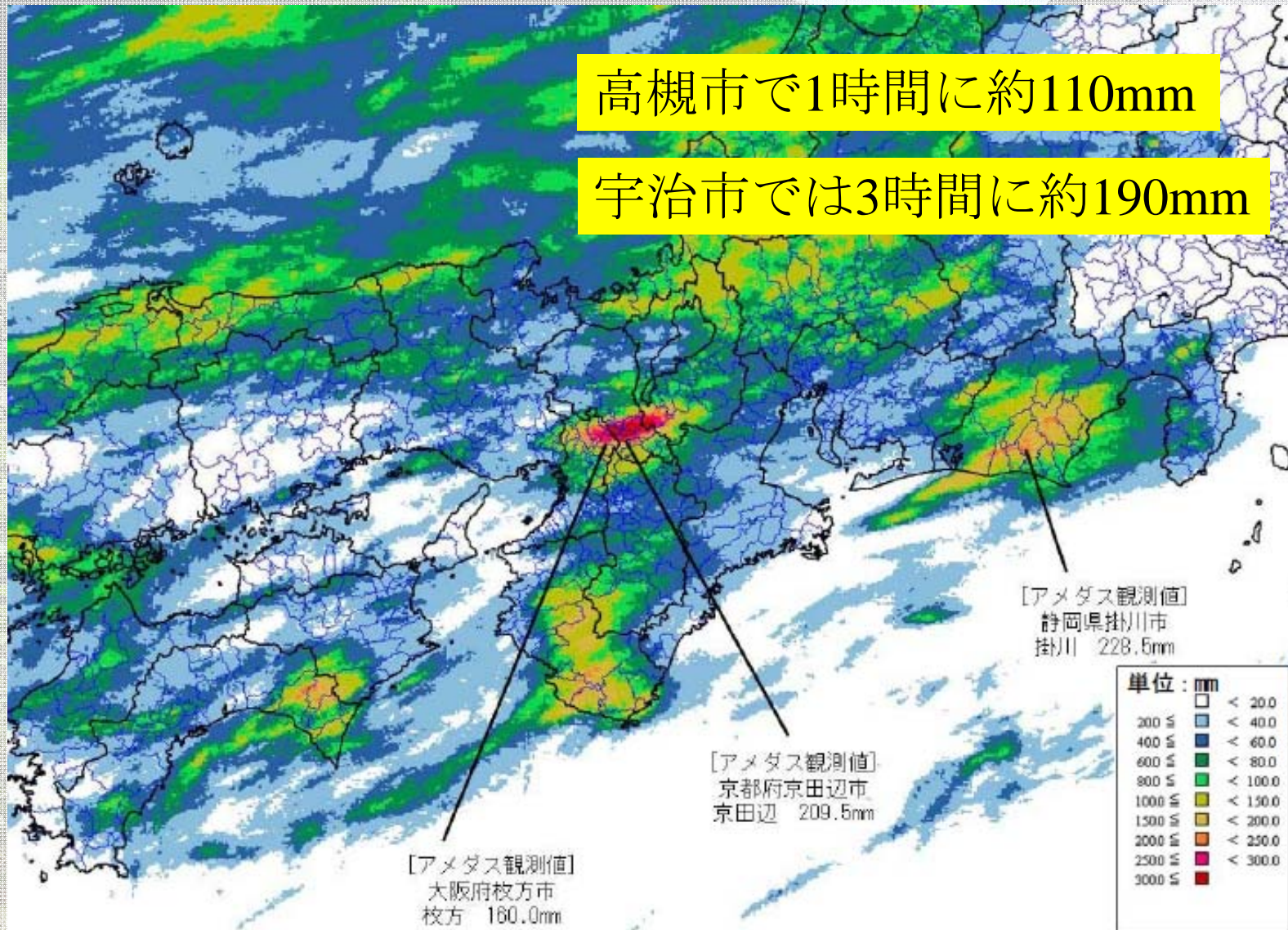



図2 8月13日00時～8月14日24時の近畿地方における解析雨量による期間降水量分布図（気象庁）



志津川地区

前川橋



橋を迂回する「迂回流」が発生

図1 主な調査地点



いくつかの疑問・・・

なぜ、迂回流が発生したのか？

なぜ、左岸側の家屋のみが流出したのか？

前川橋



(a) 被災前の前川橋

前川橋



(b) 被災前の前川橋下流の様子

図5 被災前の前川橋及び前川橋下流 (梅原孝氏より提供)

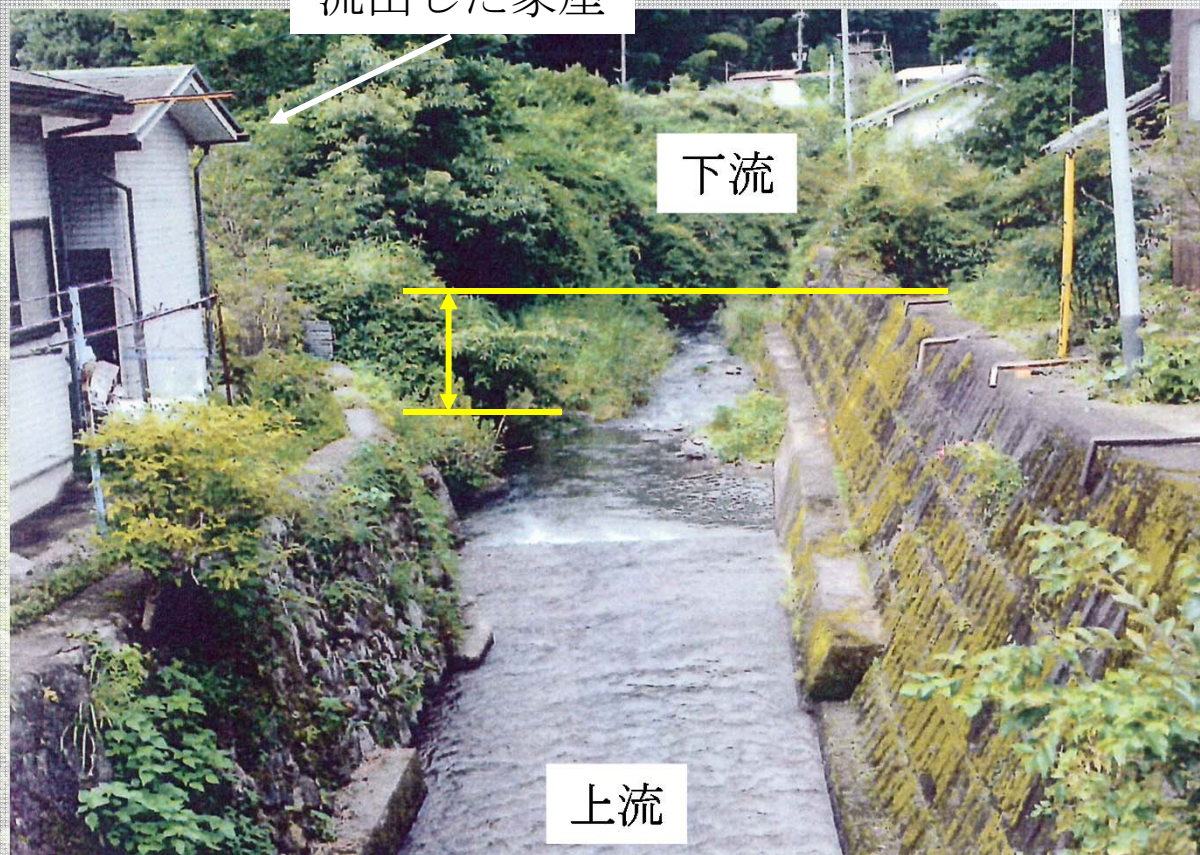
橋梁下の河積が小さい

欄干がある



上流から流れてきた流木やゴミなどが引っかかりやすく，河川が橋梁設置箇所で閉塞しやすい

前川橋



左岸の方が数10cm低い！



左岸側に流れの方が強い！

前川橋



前川橋上流域の河道が反時計回りの湾曲形状



左岸側に流れが集中？

前川橋



護岸

前川橋

(e) 残存した護岸 (左岸)



上流

流出した家屋

下流

Google earth

高度 332 m

前川橋



(c) 傾いた小屋 (右岸)



近隣住民からの情報

流失は数分以内の非常に短い時間で発生した

右岸側の家屋の小屋が傾き出したのが家屋流失時刻よりも遅く、
5時30分～6時の間に発生している

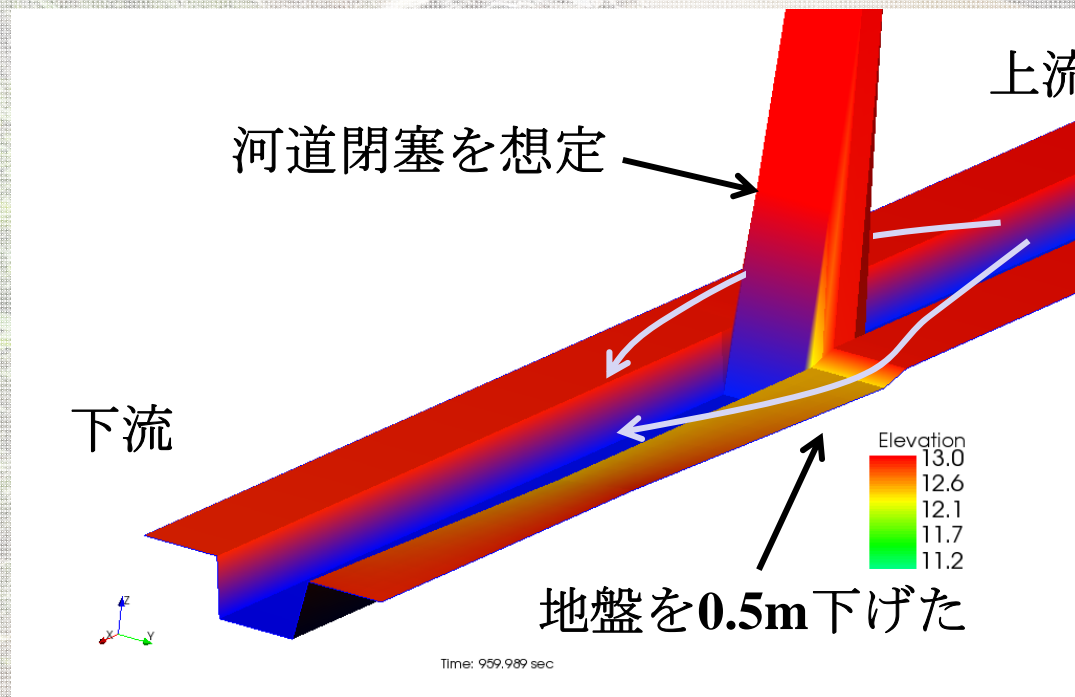


家屋の流出は、迂回流によるもの。
迂回流は、右岸側よりも左岸側の方が強かった。

解析法

基礎方程式は，平面二次元流れの浅水流方程式

解析条件



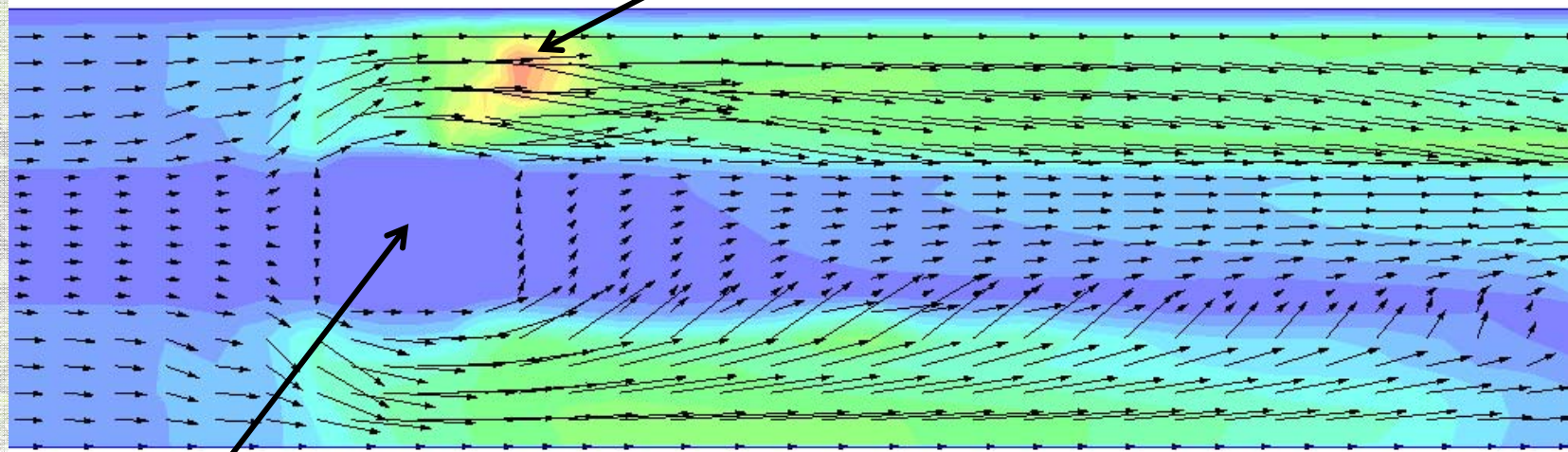
川幅：5m
氾濫原幅：4m
河床勾配：1/1000
流量：10m³/s

解析結果

上流

左岸の流速が速い

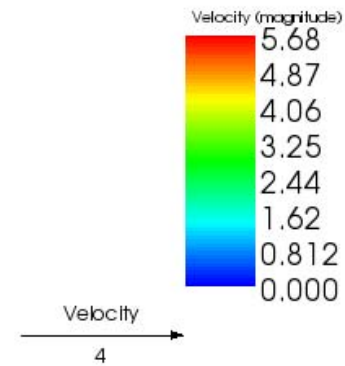
下流



河道閉塞



Time: 1199.999 sec

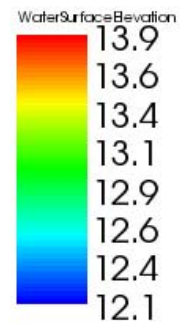
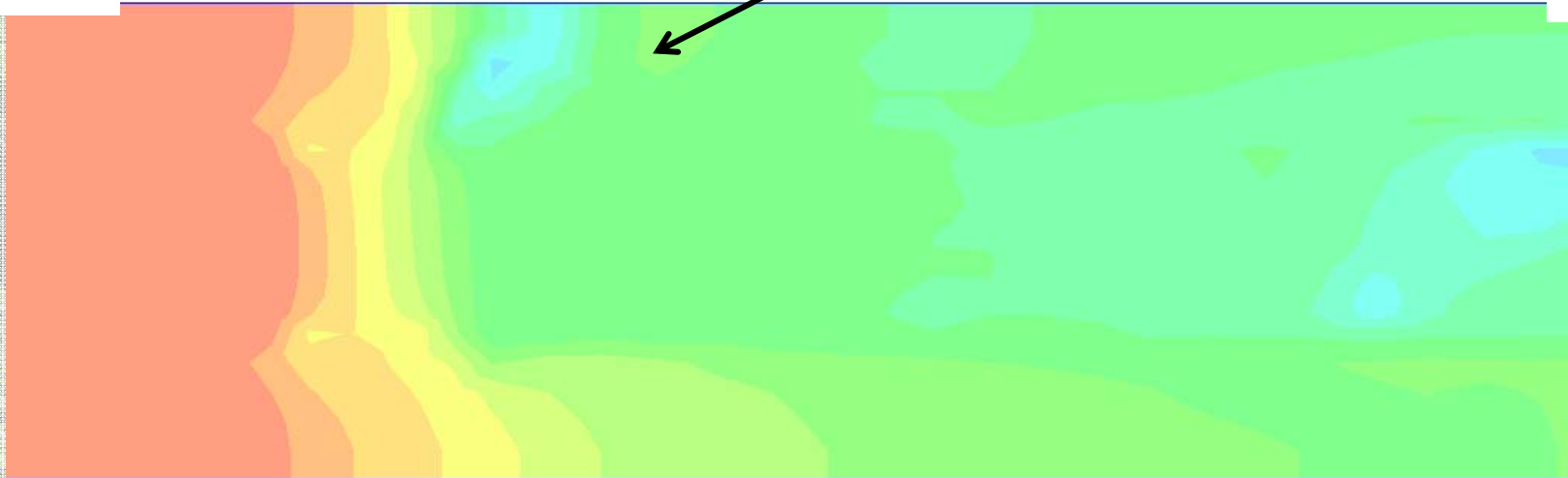


解析結果

上流

左岸の水位が低い

下流



Time: 959.989 sec

2011年紀伊半島水害での橋梁関連の災害（熊野市五郷町）



2011年紀伊半島水害での橋梁関連の災害（那智川）



図1 主な調査地点

2011年紀伊半島水害での橋梁関連の災害（那智川）



(d) 河岸浸食により破壊された護岸



交互流れ



河岸浸食

河岸浸食無し

河岸浸食

橋梁周辺の洪水危険性について

橋梁は、川幅の狭い所に架橋することが多い。また、河道内に橋脚等があり、流出物が引っかかり、河道閉塞が発生しやすい。

計画以上の洪水が発生すると、橋梁上部工が流水を阻害し、橋梁上流域における越流流量を増加させる。



橋梁周辺の住民は、
他の地域の住民よりも早めの避難が必要

橋梁の設計について

計画高水位以上の流れが発生すると、橋梁には流木や植生が引っかかり、河川流を大きく阻害するものとなり、洪水氾濫を助長する

さらには、橋梁そのものも破損したり、落橋する



特に流下能力が小さい断面に位置する橋梁については、計画高水位を上回る場合の河川流の阻害の程度を事前に把握し、洪水氾濫の予測に役立てることが重要

落橋が発生すると災害復旧が大幅に遅れてしまうため、橋梁の設計サイドからも治水弱点部の橋梁や交通の要となっている橋梁については、河川の流れや地形特性を考慮した落橋対策を検討することが重要

池ノ尾川



(a) 池ノ尾川で発生した湾曲外岸部の河岸浸食



(b) 喜撰山ダムへ通じる道路の破壊

図8 池ノ尾川上流域の被災状況

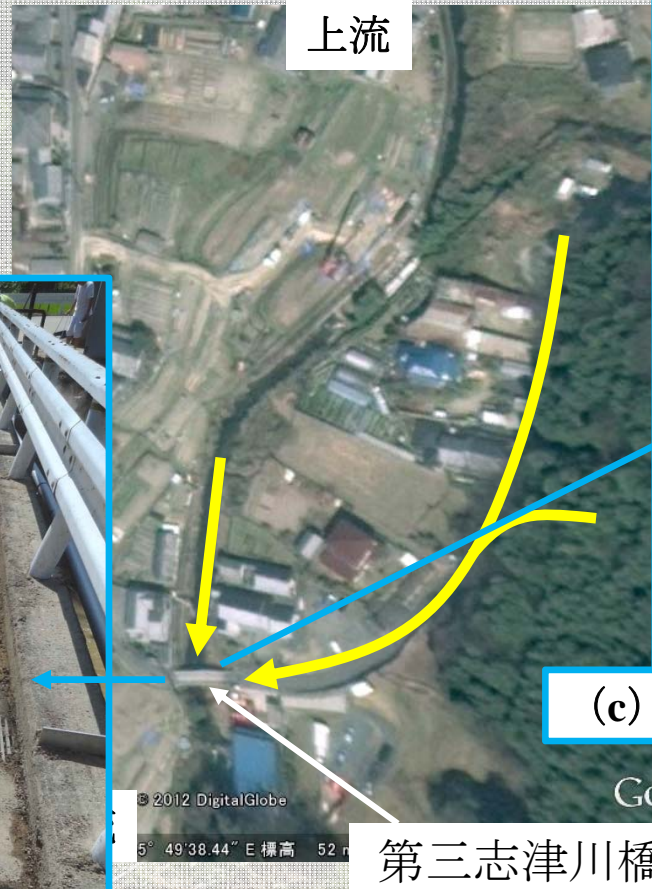
第三志津川橋

上流



土砂の堆積

(b) 第三志津川橋



第三志津川橋



曲がったパイプ

(c) 第三志津川橋横の曲がったパイプ

第三志津川橋



流れが非常に集中する場所であるにもかかわらず、浸水深が非常に低かった

第三志津川橋



第三志津川橋

家屋が橋梁から少し上流に位置していたため、道路や山からの水の流れは、庭を通過して河川へ流入



上流

下流

第三志津川橋

第三志津川橋



橋脚の直上流左岸側の護岸が敷地側に窪んで川幅が広がっているため、敷地内の水位が低くなったと考えられる。また、左岸側の窪みが、顕著な河道閉塞の抑制に寄与したと考えられる。

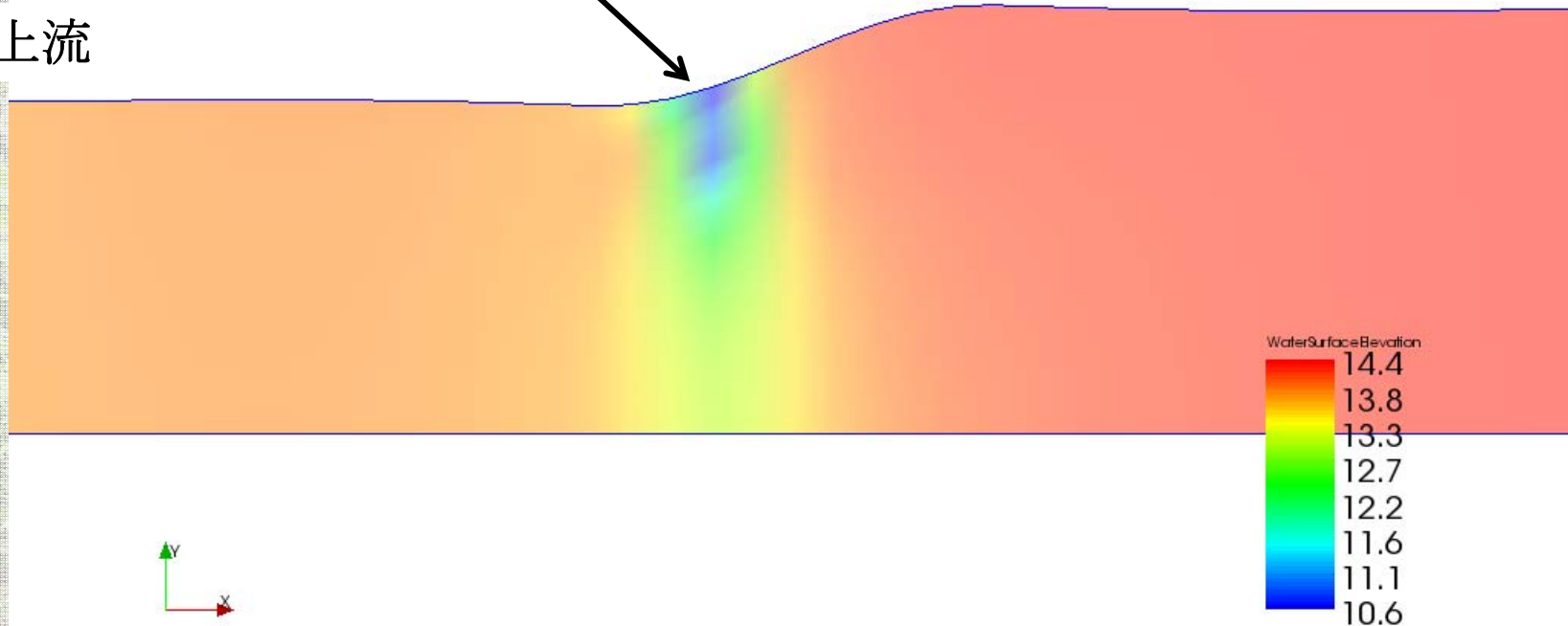
解析条件と解析結果

川幅（上流）：10m
川幅（下流）：13m
河床勾配：1/1000
流量：200m³/s

拡幅部で水位が下がる

上流

下流



Time: 539.999 sec

宮ノ前橋



蛭橋下流



下流

湾曲外岸の浸食

上流

蛭橋左岸側



農地への土砂の流入

志津川区民運動場



斜面崩壊による土砂と流木

第二志津川橋



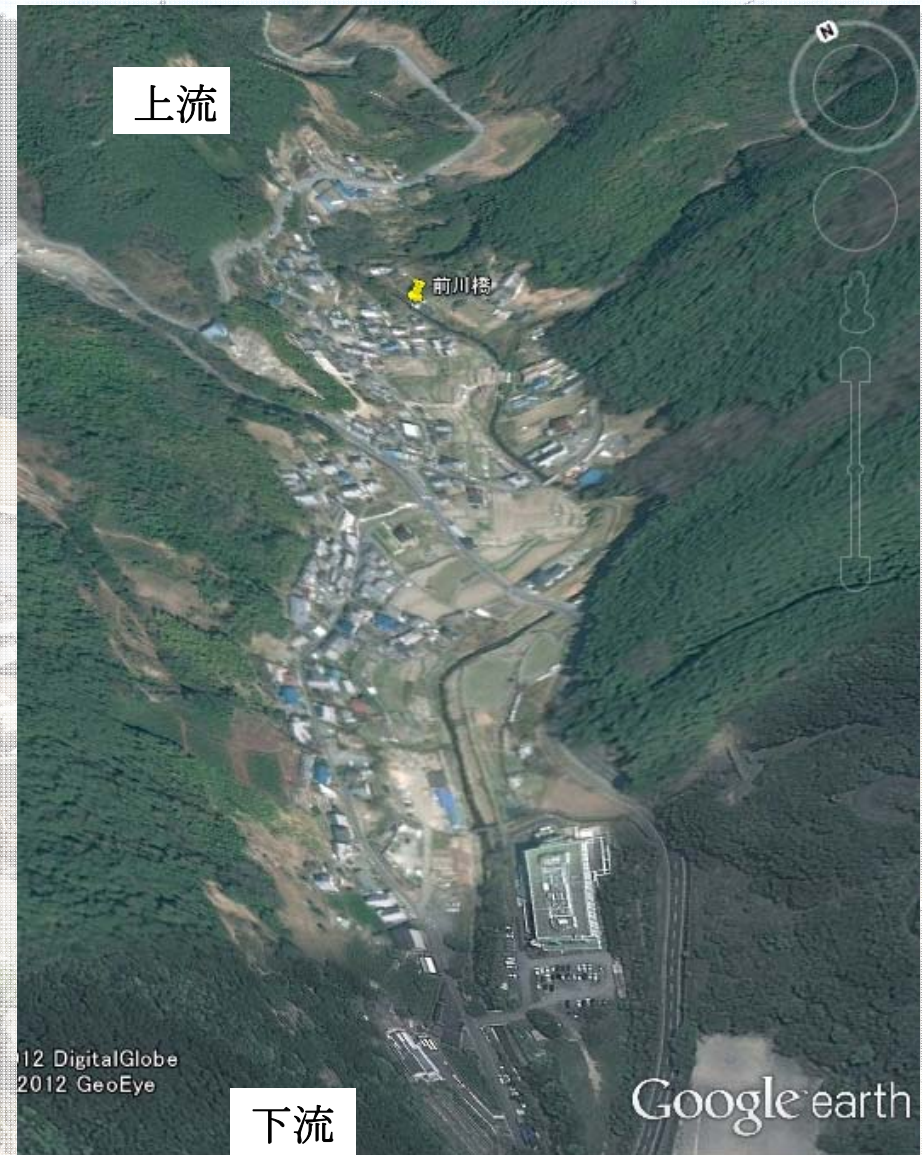
下流

上流

地形について

住民によると、志津川地区は台風などが来ても避難行動をあまりとらないとのことであった。これは、志津川地区が盆地に位置しており、台風が来ても風が非常に弱いいためとのことである。

しかし、志津川地区は、下流端の谷幅が非常に狭くなった谷底平野の中に位置しており、水が集中・貯留しやすい地形であり、氾濫が発生しやすいと考えられる。





弥蛇次郎川

弥陀次郎川

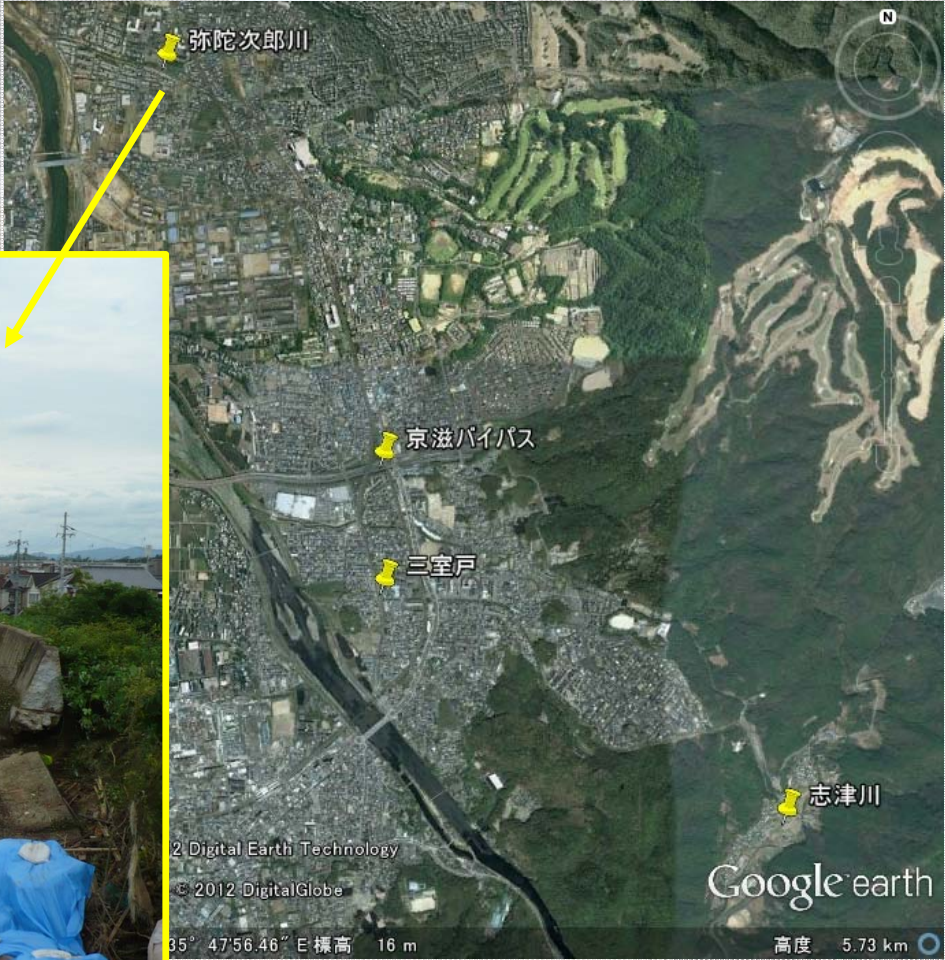
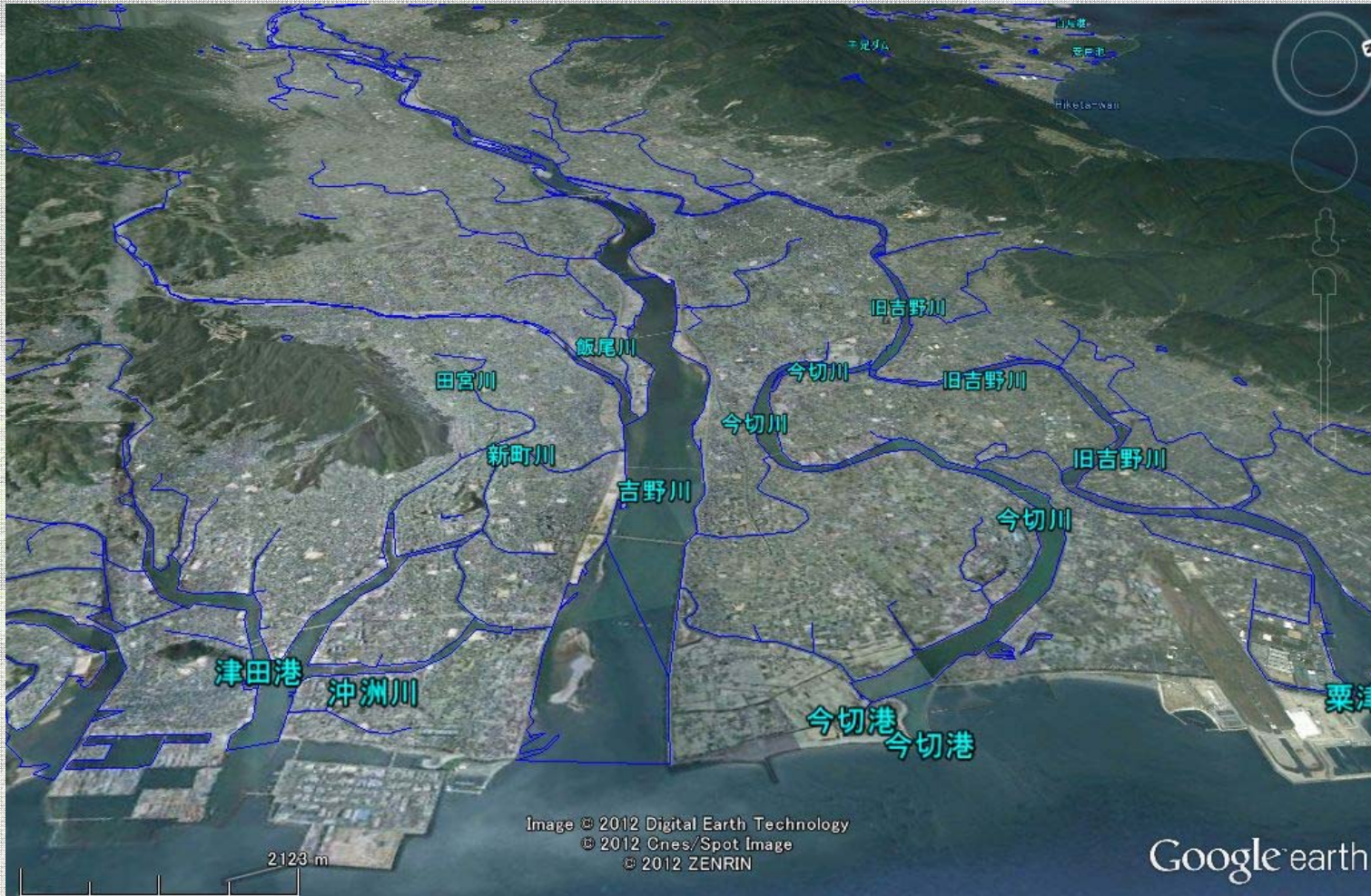


図1 主な調査地点

沖積平野



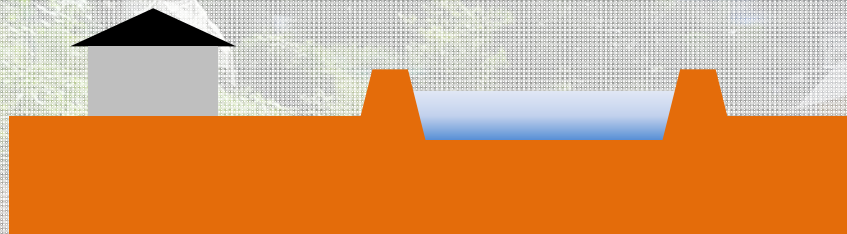
徳島県吉野川下流域

洪積台地

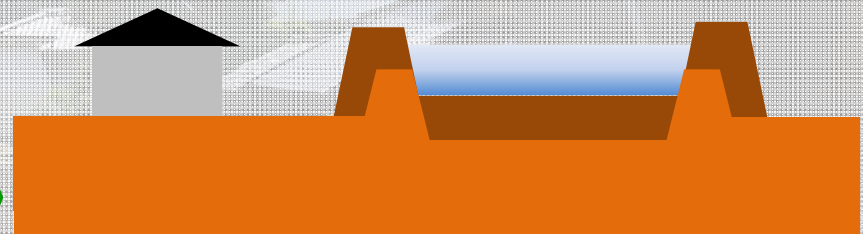


ニューヨーク・ハドソン川下流域

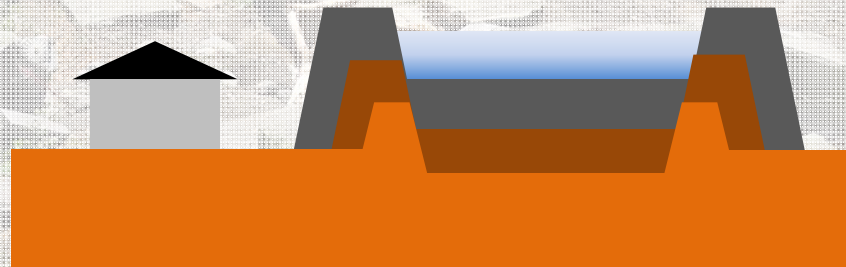
天井川の形成プロセス



(a) 最初の河床位は堤内地の地盤よりも低い



(b) 土砂が河床に堆積. 氾濫を防ぐために堤防を嵩上げ.



(c) さらに土砂が河床に堆積. 氾濫を防ぐために堤防をさらに嵩上げし, 河床位が堤内地の地盤よりも高い天井川となる.

耐氾濫構造の家屋



1階を駐車場にした家屋
(アイフルホームHPより)



アマゾン川氾濫原の家

水害に強い町づくり (家づくり) も重要！

まとめ

- (1) 橋梁周辺は、橋梁による水位上昇や流木などによる河道閉塞によって河川流が氾濫しやすく、迂回流などの流速の大きな流れが形成され、非常に危険である。そのため、橋梁周辺の住民は、河川の流量が少ない状態であっても避難を開始する必要がある。
- (2) 橋梁は、超過洪水時には橋桁が河川流を大きく阻害するため、洪水氾濫を助長すると共に、落橋の危険性が高まる。そのため、治水弱点部の橋梁や交通の要となっている橋梁については、河川の流れや地形特性を考慮した落橋対策が必要と考えられる。
- (3) 河川湾曲部の外岸には、河川表層の速い流れが衝突するため、河岸が浸食されやすく、危険である。

A background image showing a rural landscape. In the foreground, there is a field with some structures, possibly a farm or a small settlement. In the middle ground, a traditional Japanese house with a tiled roof is visible. The background features rolling hills and mountains under a clear sky. The overall scene is peaceful and scenic.

まとめ

- (4) 日本の多くの人口は平野に集中しており，それらの平野は河川流と土砂が氾濫することによって形成された地形である．そのため，水と土砂を河道内に閉じ込める築堤を継続した結果，多くの天井川が形成されている．
- (5) 河川流及び土砂の氾濫は，自然地形の形成プロセスの一つである．そのため，住居の一階の利用の仕方などを工夫し，河川流及び土砂の氾濫を許容した家造り・まちづくりも考えていくことが重要である．

The background image shows a scene of destruction. In the foreground, there is a large pile of debris, including what appears to be a collapsed roof or wall, covered with some green plants. In the background, a building with a dark roof is visible, and the sky is overcast. The overall tone is somber and reflective of the aftermath of a disaster.

謝辞

本調査では、宇治市の皆様には、被災からの復興にお忙しい中、親切にご対応頂き、被災時の詳細な情報をご提供頂いた。ここに記して、関係各位に御礼申し上げます。



ご清聴ありがとうございます