

<参考資料 1>洪水同時生起はん濫解析について

(1) 洪水同時生起の基本的な考え方

- 危機管理計画では、大規模河川（嘉瀬川、六角川、筑後川）からの破堤によるはん濫の単独生起での外力を対象としているが、対象外力を上回る被害に留意することを目的に、嘉瀬川のはん濫ブロックにおいて、隣接する2河川（六角川、筑後川）から破堤はん濫同時生起による被害を想定する。

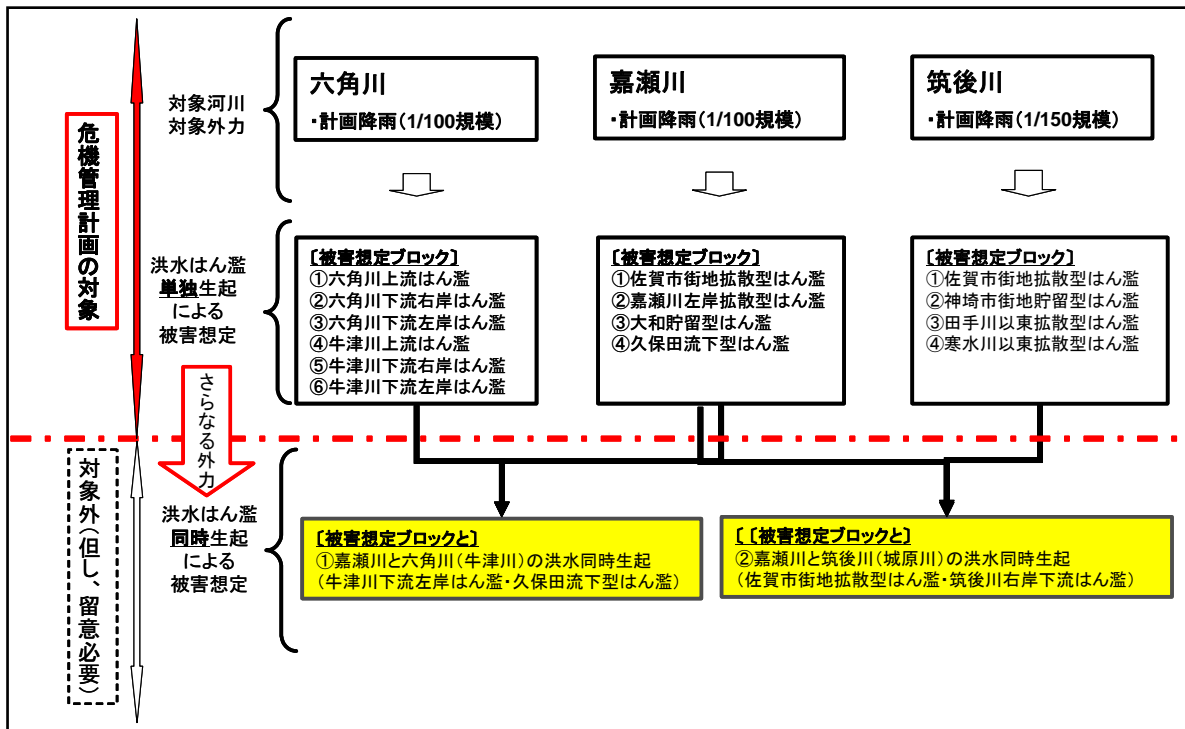


図1 大規模河川の洪水はん濫同時生起による被害想定の方

## (2) 浸水想定の方

- 被害想定対象河川のはん濫ブロックが重複するブロックについては、各対象河川の堤防決壊はん濫が同時生起することで、より一層深刻な大規模浸水被害が発生する恐れがあるため、単独生起で設定したはん濫ブロックを基に新たなブロックを設定する。

- ① 嘉瀬川～筑後川に挟まれるブロック  
(佐賀市街地拡散型はん濫)
- ② 嘉瀬川～六角川に挟まれるブロック  
(牛津川下流左岸はん濫・久保田流下型はん濫)

- 想定する堤防決壊箇所は、対象河川の洪水はん濫が単独生起する時の被害想定時に選定した場所とする。

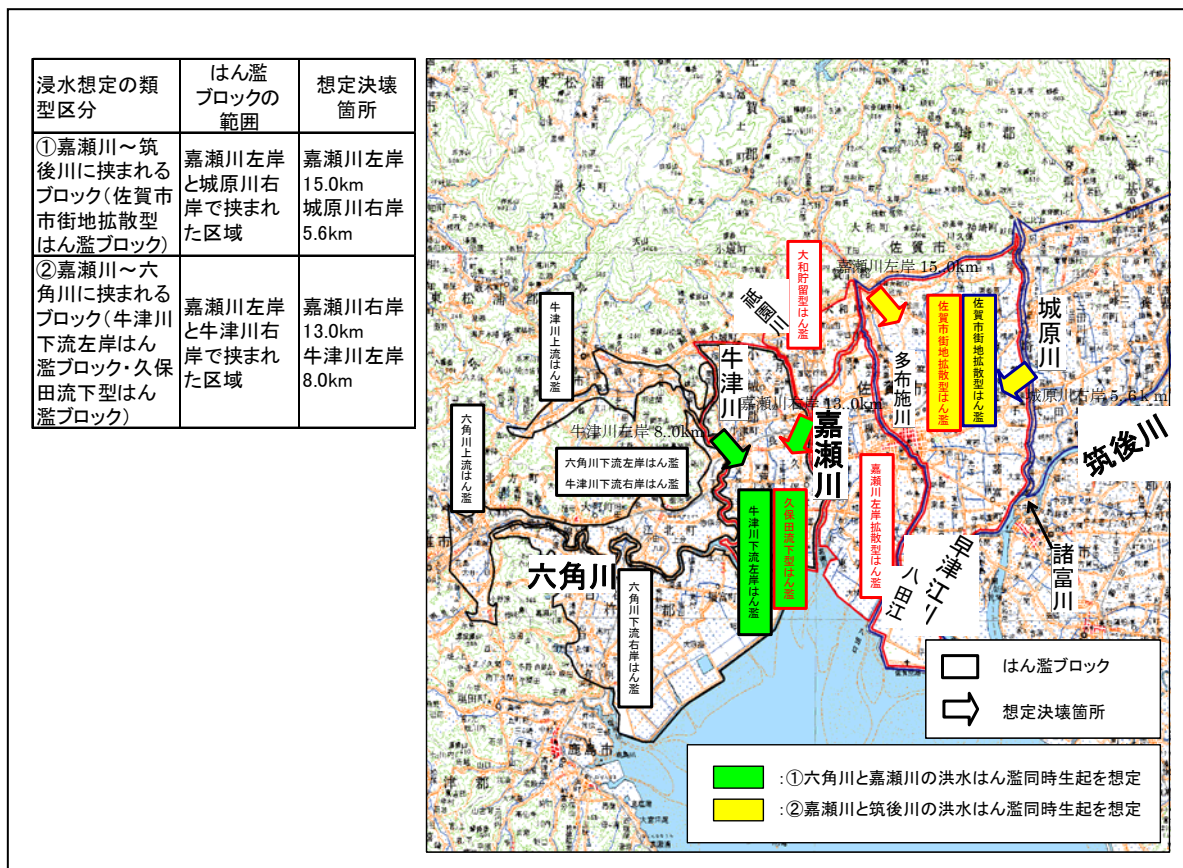


図2 洪水はん濫同時生起によるはん濫ブロックおよび想定決壊箇所

### (3) 洪水はん濫単独生起との被害の違い

〔嘉瀬川左岸（佐賀市街地拡散型はん濫）〕

- ・ 50cm 以上となる浸水区域は約 1.2 倍に増大  
（ブロック内占有率：約 55%→約 70%）
- ・ 孤立者は約 1.2 倍に増大（約 67,000 人→約 82,000 人）
- ・ 使用不可の施設が増大（ex.使用不可避難所：約 4 割→約 5 割）

〔嘉瀬川右岸（久保田流下型はん濫）〕

- ・ 50cm 以上となる浸水区域は約 1.3 倍に増大  
（ブロック内占有率：約 50%→約 65%）
- ・ 孤立者は約 1.7 倍に増大（約 9,000 人→約 16,000 人）
- ・ 使用不可の施設が増大（ex.使用不可避難所：約 2 割→約 5 割）

※1) 浸水深 50cm 以上：床上浸水発生の目安となる値。

※2) 孤立者：避難が困難な浸水深（60cm）以上の浸水区域内の人口

要救助対象者となる孤立者数が増大する一方で、危機管理対応時に使用不可となる施設が増大する（→洪水単独生起時よりも広域的に浸水被害が拡大）。

特に、洪水同時生起による浸水被害が発生するおそれのある地区においては、危機管理行動計画の見直しが今後の課題となる。

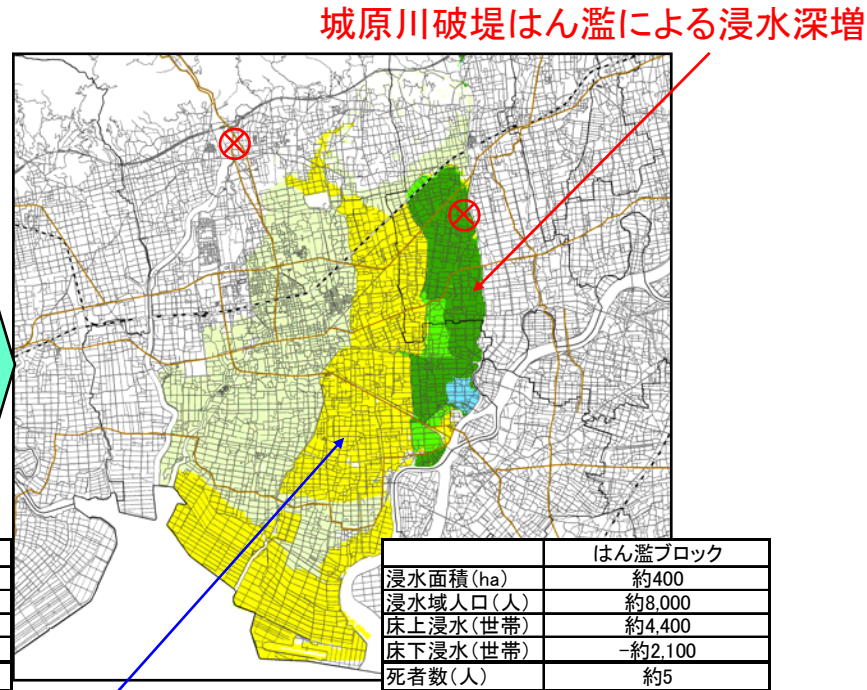
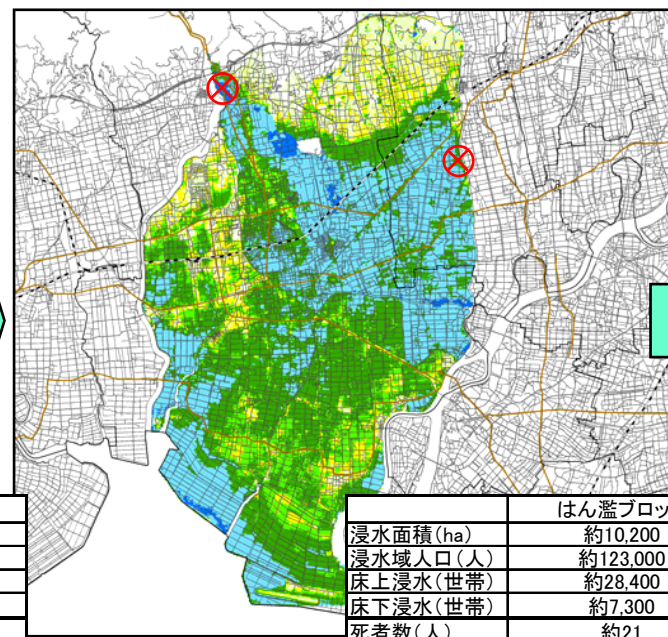
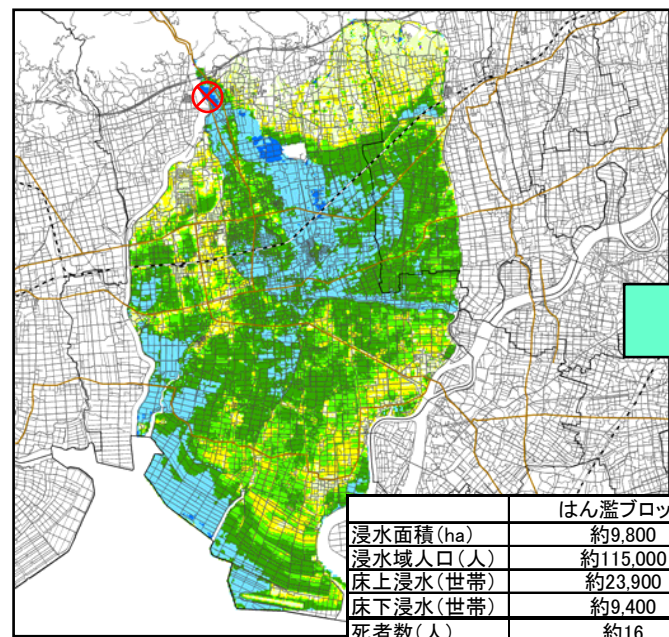
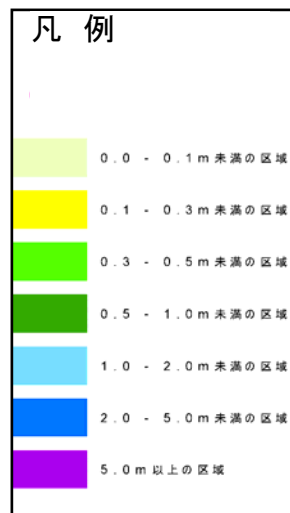


最大浸水深

嘉瀬川単独

同時生起

差分図



筑後川流域での洪水発生に伴う  
佐賀江川やその支川の越水はん濫等による浸水深増

浸水継続時間

嘉瀬川単独

同時生起

差分図

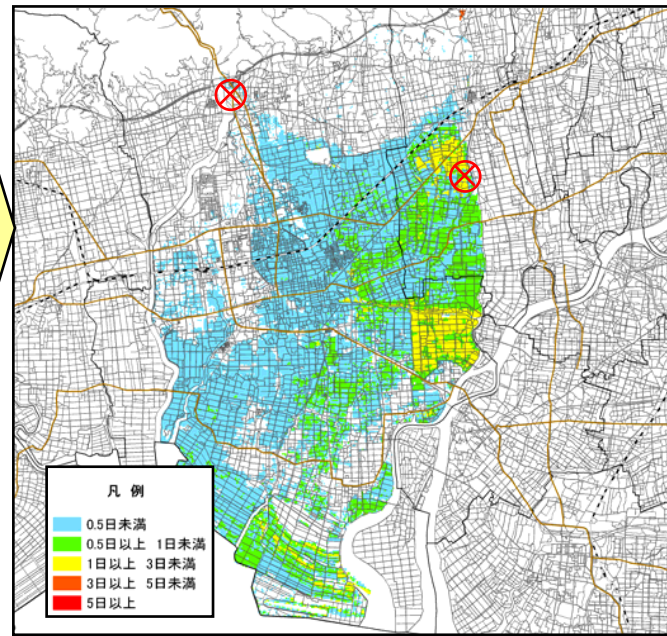
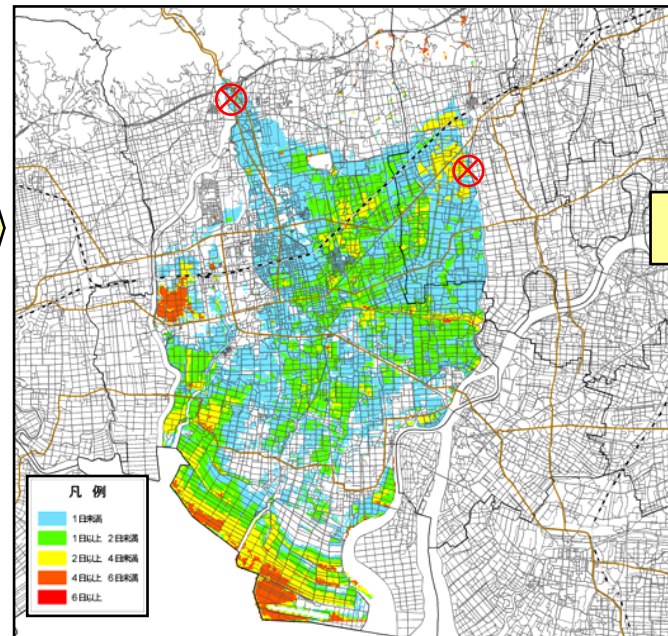
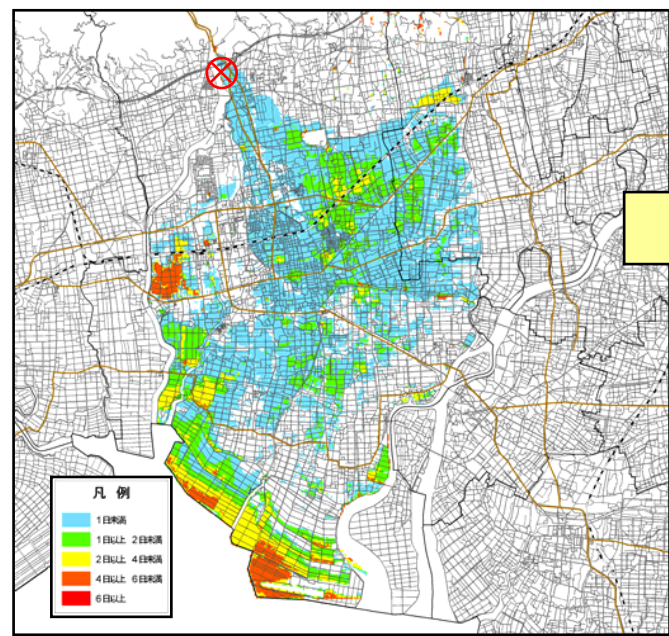
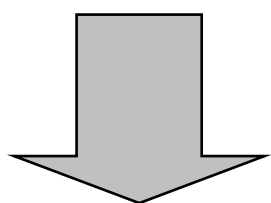


図3(1) 嘉瀬川～筑後川(城原川)に挟まれるブロックにおける被害状況の違い

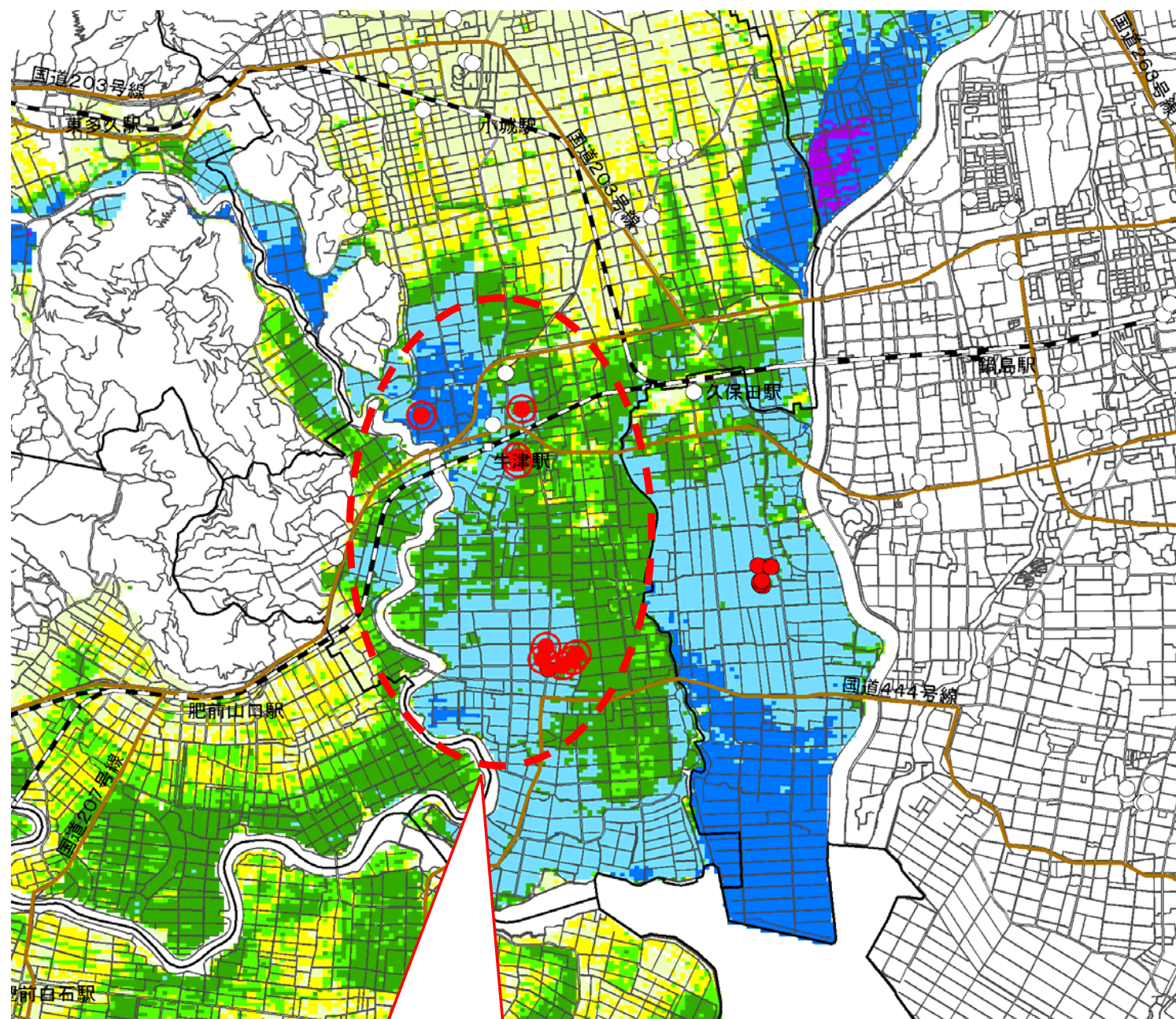


	単独生起時	同時生起時
50cm以上となる浸水面積※1)	68,700ha (55%)	86,700ha (70%)
孤立するおそれがある人数	67,000人	82,000人
使用不可となるおそれがある避難所数※2)	23箇所 (39%)	28箇所 (47%)

※1) 括弧はブロック区域面積(123,900ha)に対する割合  
 ※2) 括弧はブロック区域避難所数(59箇所)に対する割合



- ・50cm以上となる浸水区域は約**1.2倍**に増大  
(ブロック内占有率:約55%→約70%)
- ・孤立者は約**1.2倍**に増大  
(約67,000人→約82,000人)
- ・使用不可の施設が増大  
(ex.使用不可避難所:約4割→約**5割**)



同時生起で新たに使用不可となるおそれがある避難所

- (凡例) 避難所使用不可
- 単独生起時でのみ使用不可
  - 同時生起時で新たに使用不可

図3(2) 嘉瀬川～筑後川(城原川)に挟まれるブロックにおける被害状況の違い

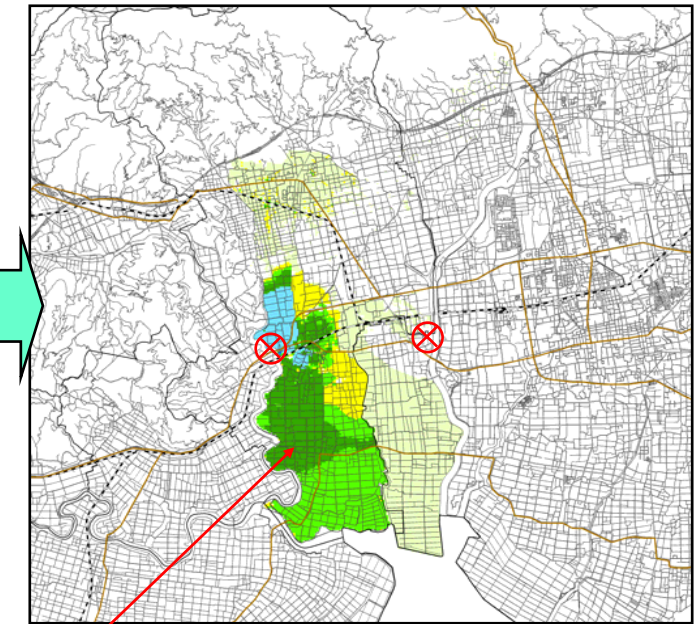
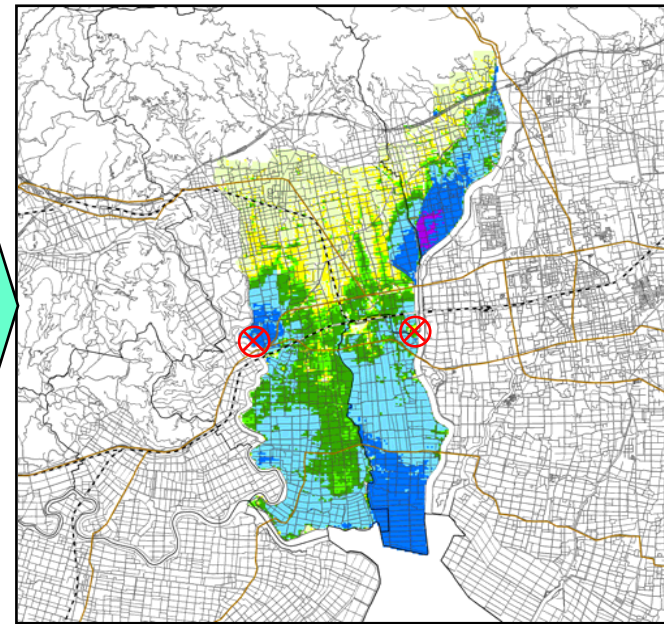
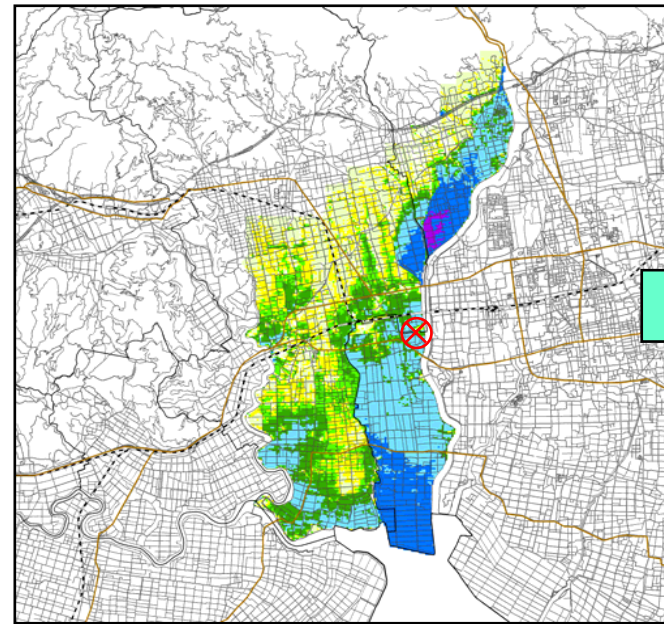
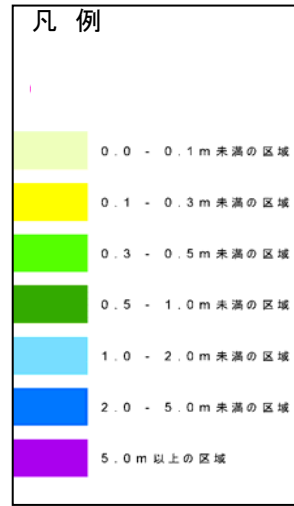


最大浸水深

嘉瀬川単独

同時生起

差分図



牛津川破堤はん濫による浸水深増

浸水継続時間

嘉瀬川単独

同時生起

差分図

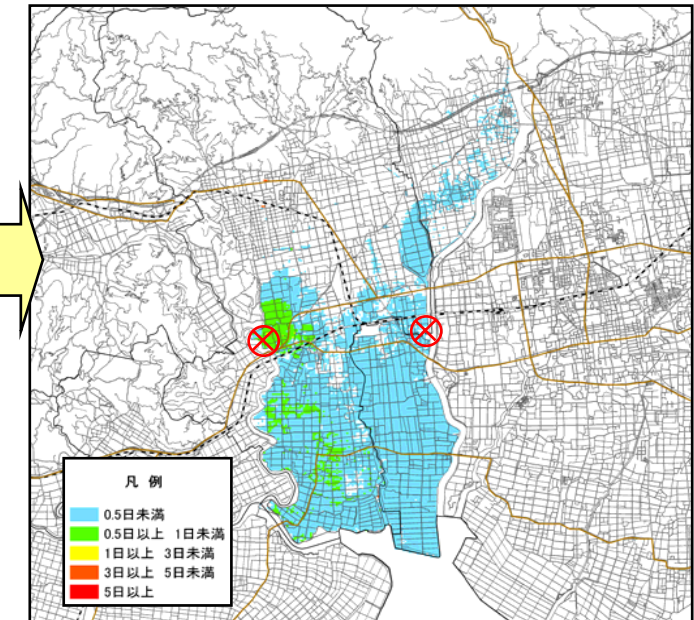
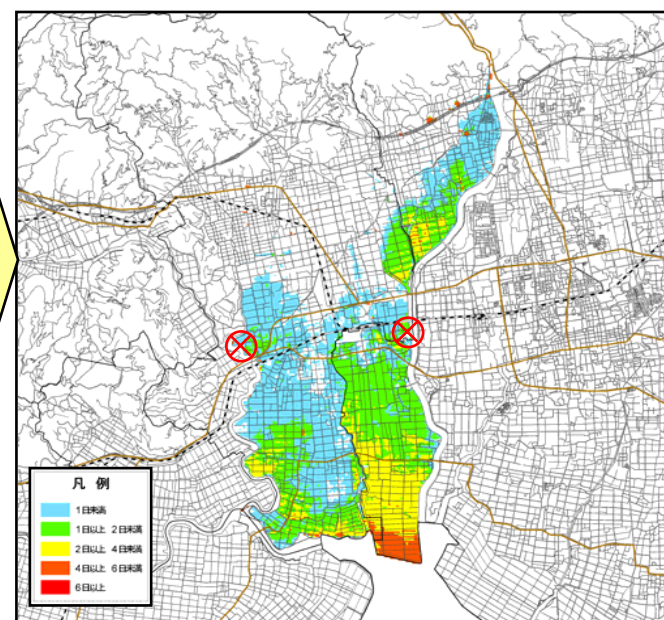
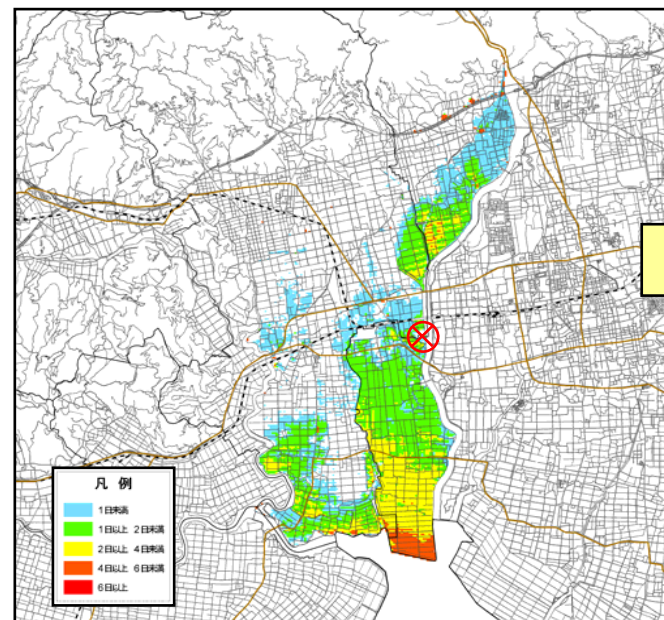
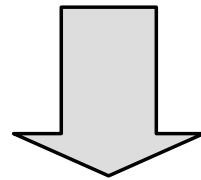


図4(1) 嘉瀬川～六角川(牛津川)に挟まれるブロックにおける被害状況の違い

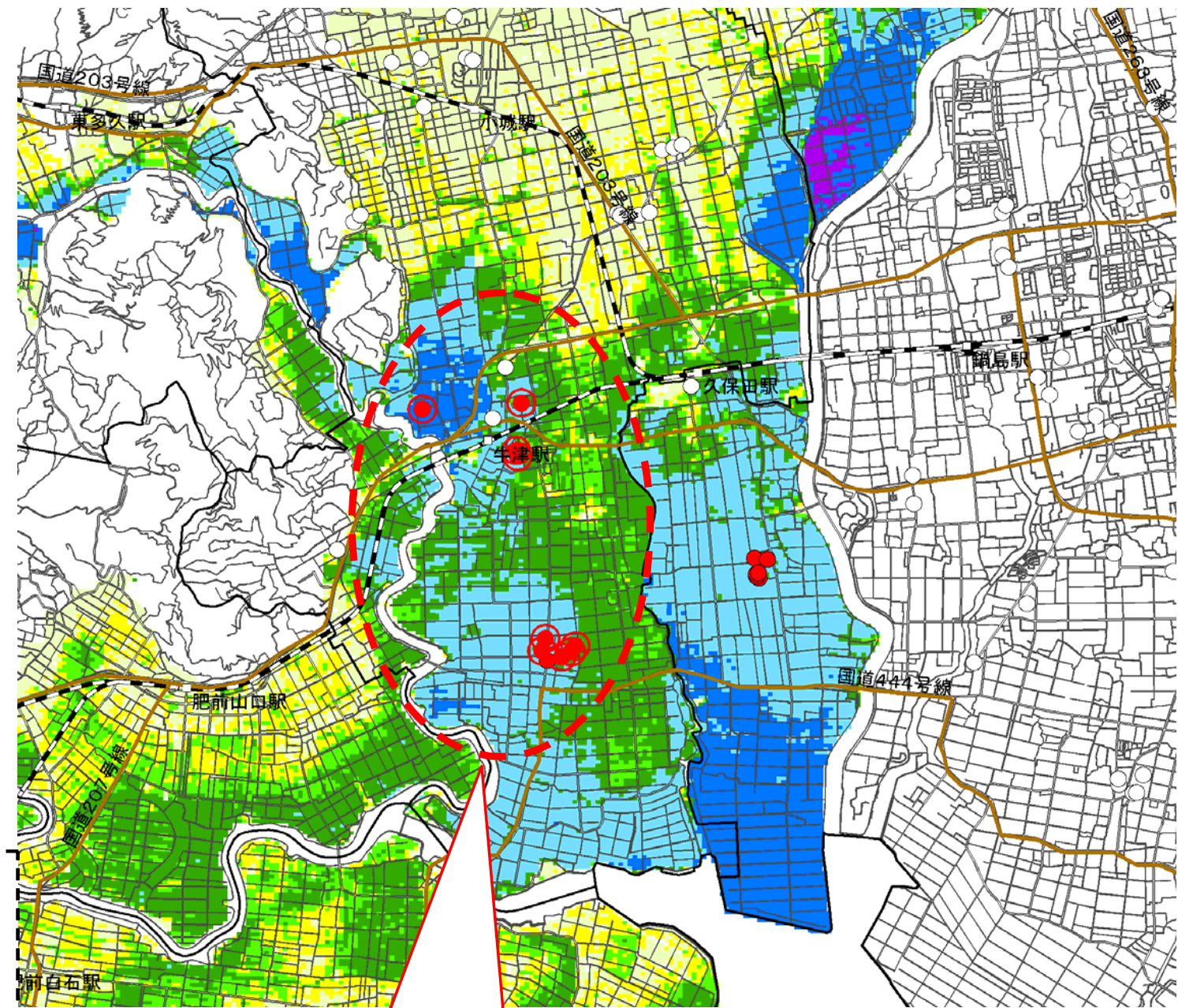


	単独生起時	同時生起時
50cm以上となる浸水面積※1)	24,700ha (47%)	33,900ha (64%)
孤立するおそれがある人数	9,000人	16,000人
使用不可となるおそれがある避難所数※2)	7箇所 (21%)	16箇所 (48%)

※1) 括弧はブロック区域面積(52,700ha)に対する割合  
 ※2) 括弧はブロック区域避難所数(33箇所)に対する割合



- ・50cm以上となる浸水区域は約**1.3倍**に増大  
(ブロック内占有率:約50%→約65%)
- ・孤立者は約**1.7倍**に増大  
(約9,000人→約16,000人)
- ・使用不可の施設が増大  
(ex.使用不可避難所:約2割→約**5割**)



同時生起で新たに使用不可となるおそれがある避難所

- (凡例) 避難所使用不可
- 単独生起時でのみ使用不可
  - ⊙ 同時生起時で新たに使用不可

図4(2) 嘉瀬川～六角川(牛津川)に挟まれるブロックにおける被害状況の違い

## <参考資料 2> はん濫解析モデル

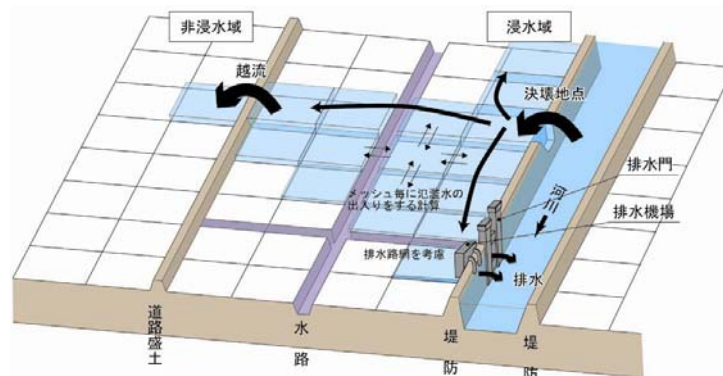
### ■使用するはん濫解析モデル

浸水想定シミュレーションは、外水はん濫（河川の溢水・越水および堤防決壊によるはん濫）と内水はん濫（排水不良による浸水）を一体的に計算できるはん濫解析モデルにより行う。

対象はん濫原の地形は、航空レーザー測量のデータを用い、詳細に表現する。

浸水想定シミュレーションに用いるはん濫解析モデルは以下のとおりである。

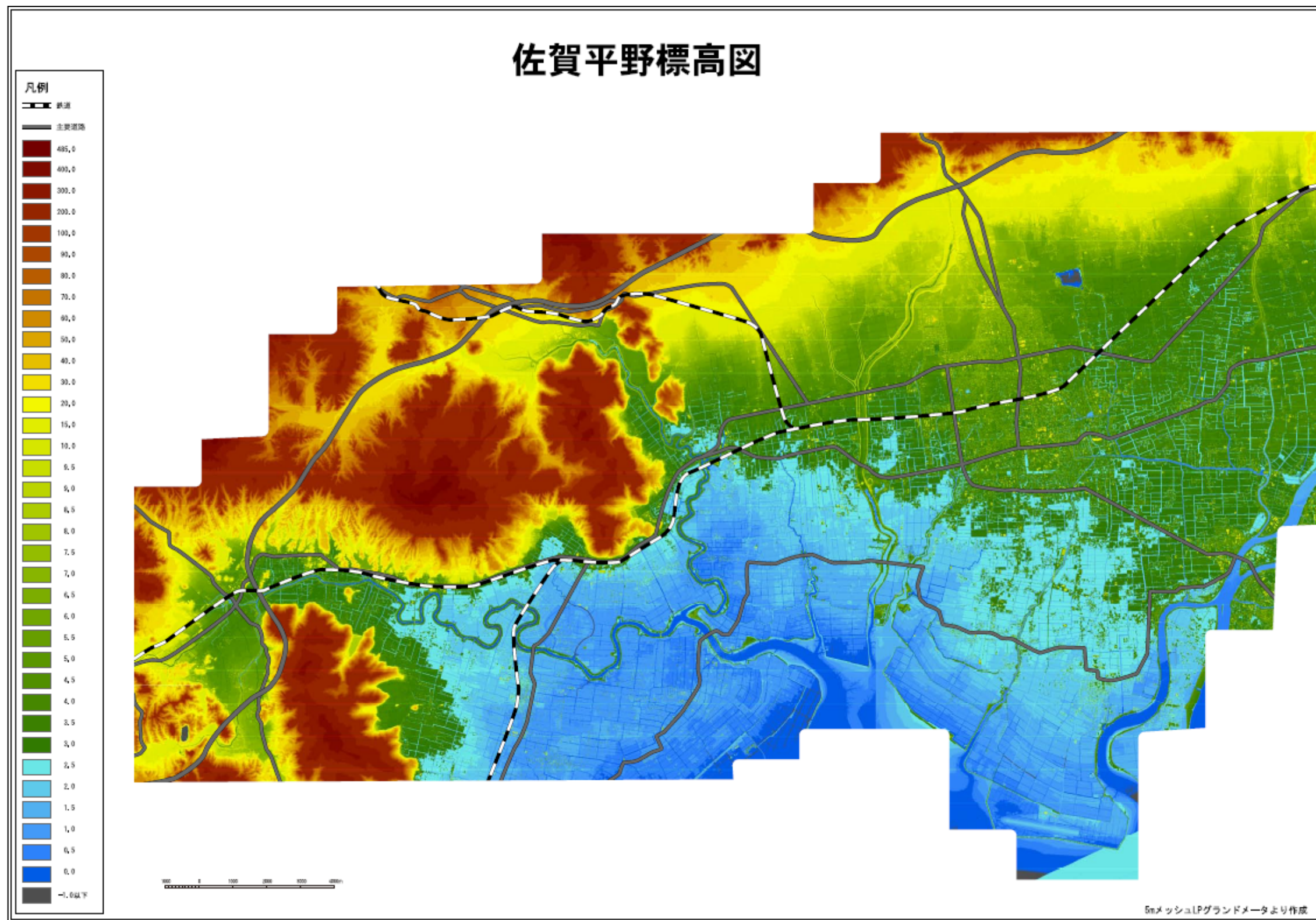
- ① 低地である佐賀平野は、堤防が決壊すると洪水流が広範囲に広がる。また、堤防が決壊しなくても排水不良により浸水が発生する場合もある。このような浸水の特徴を表現できるはん濫解析モデルとする。
- ② シミュレーションを高精度で行うために次の解析モデルとする。
  - ・ はん濫原（平野部）を 50m 四方のメッシュで区切り、その各メッシュに地盤高を与える。
  - ・ 佐賀平野の特徴であるクリークや農業用排水路のほか、雨水幹線等の水路網を詳細にモデル化する。
  - ・ はん濫流の動きに影響する盛土は、比高差 0.3m 程度以上、延長 50m 以上のものをモデル化する。



はん濫解析モデルの模式図

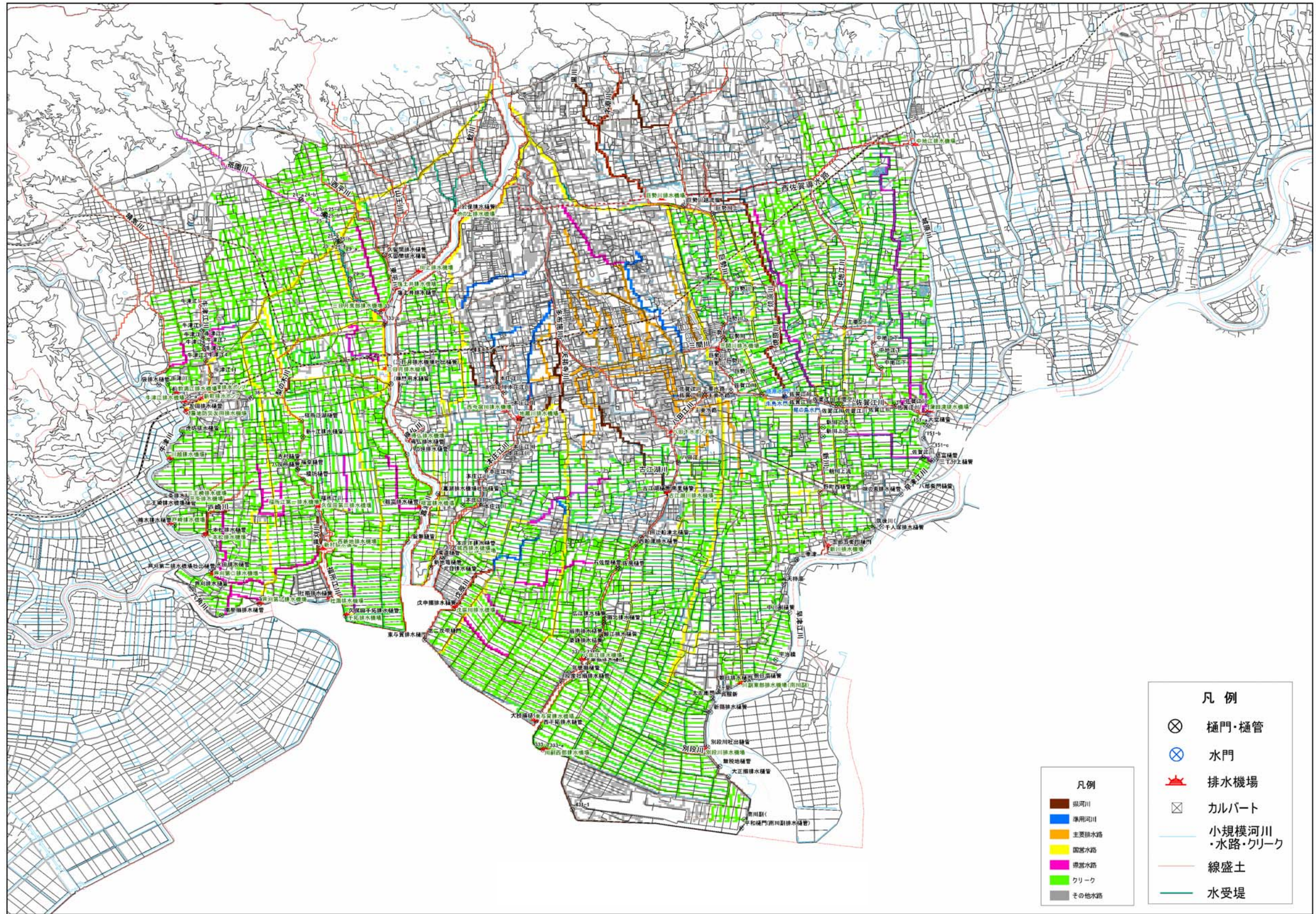
- ③ 緻密な地形を把握できる航空レーザー測量のデータ（LP データ）を使用する。
  - ・ 航空レーザー測量のデータは、航空機から照射するレーザー光により地上の地形を調べる高度な測量方法により計測された標高データである。
  - ・ このデータは、ほぼ数平方メートルに一定の密度（2～5m 毎）で計測され、その誤差は約±15cm 程度である。
  - ・ LP データを活用することにより、高精度な地盤高や小規模な連続盛土等をはん濫解析モデルに反映した。





LP データより作成した佐賀平野地盤高図





凡例

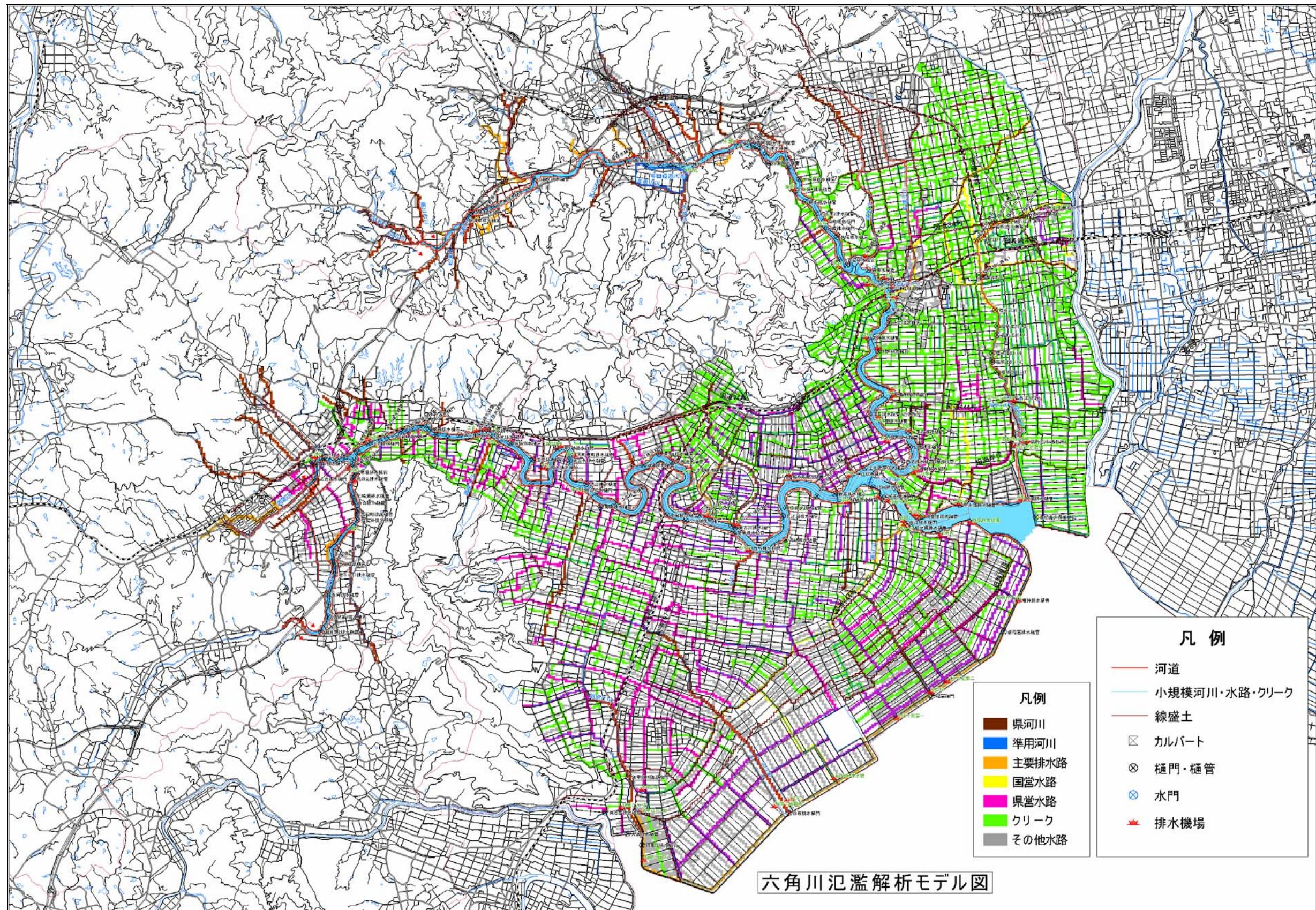
■	県河川
■	準河川
■	主要排水路
■	副排水路
■	溝排水路
■	クリーク
■	その他水路

凡例

⊗	樋門・樋管
⊕	水門
👑	排水機場
⊠	カルバート
—	小規模河川・水路・クリーク
—	線盛土
—	水受堤

嘉瀬川はん濫解析モデル図





六角川はん濫解析モデル図



## <参考資料3> 最大流体力による家屋被害程度の評価方法

### ■算定方法

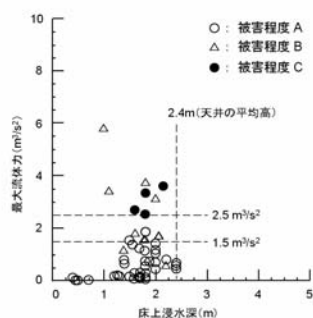
決壊を伴う大規模水害時には、浸水による家屋被害に加えて、流速と水深から規定される流体力の大きさによっては家屋が流失する深刻な被害が発生する恐れがある。

ここでは、堤防決壊に伴う流失等の深刻な家屋被害の危険性を把握するため、はん濫解析結果から得られる最大流体力（流速の2乗と浸水深の積）を用いて、下表に示す知見により、家屋被害程度を評価することとする。

### <参考図> 流体力と家屋被害との関係

#### <流体力と家屋被害との関係について>

佐藤、今村ら<sup>1)</sup>は、氾濫水による流体力は、家屋に作用する力を表す量として、流速の2乗と浸水深との積と定義している。1986年の吉田川氾濫の被害実績と氾濫再現計算結果から、下図のような流体力と家屋被害との関係を示しており、最大流体力が $1.5\text{m}^3/\text{s}^2$ 以上となると家屋に何らかの被害が開始（被害程度B）、 $2.5\text{m}^3/\text{s}^2$ 以上を越えると住居不可能となる家屋が出現する（被害程度A）、としている。



1986年台風10号による鳴瀬川水系吉田川(宮城県)氾濫における最大流体力と家屋被害度との関係

参考文献) 佐藤智、今村文彦、他(東北大学大学院): 洪水氾濫の数値計算および家屋被害について、第33回水理講演会論文集、1989

#### 平成16年7月新潟豪雨: 信濃川水系刈谷田川の堤防決壊の事例

・平成16年7月の新潟豪雨では、信濃川水系の刈谷田川で決壊が生じ、決壊場所付近の家屋等が流失した。

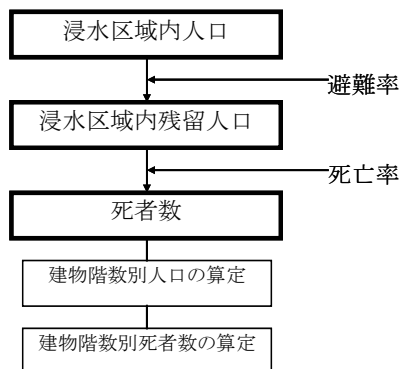




## <参考資料 4> 死者数の算定方法

### ■算定方法

死者数は、浸水区域内残留人口に対して、LIFEsim（ライフシム）モデルより与えられる死亡率を乗じて算出する。



#### <ライフシムモデルの基本的な考え方>

- 1) 床面からの浸水深より死者発生を判定  
⇒ 自宅待機者を対象
- 2) 建物階数別にモデルを設定(例; 平屋モデル)  
⇒ 階数別人口が必要
- 3) 避難可能上限は、65歳以上の方が「建物最上階」、65歳未満の方が「屋根の上」で仮定  
⇒ 被災者の年齢を考慮



### 浸水深別死亡率

最大浸水深 (cm)	1 階建		2 階建	
	65 歳以上	65 歳未満	65 歳以上	65 歳未満
60 未満	0%	0%	0%	0%
60 以上 180 未満	0.023%	0%	0%	0%
180 以上 240 未満	12%	0%	0%	0%
240 以上 330 未満	91.75%	0%	0%	0%
330 以上 450 未満	91.75%	0.023%	0.023%	0%
450 以上 510 未満	91.75%	12%	12%	0%
510 以上 600 未満	91.75%	91.75%	91.75%	0%
600 以上 720 未満	91.75%	91.75%	91.75%	0.023%
720 以上 780 未満	91.75%	91.75%	91.75%	12%
780 以上 870 未満	91.75%	91.75%	91.75%	91.75%

### ■算定条件

死者発生は、洪水はん濫の発生時期に存在する人口、人の避難行動によって大きく変わることが想定される。

死者数が大きく変化する要因となる浸水域内人口、事前の避難率については、以下のとおりで設定する。

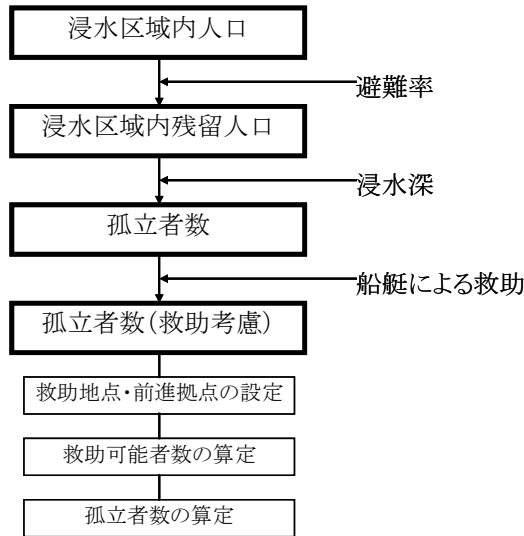
#### 死者数算定に関わる条件

項目	内容	備考
①浸水域内人口	夜間・休日人口 (居住人口)	死者数算定に必要な階数別人口は、人口分布が建物別世帯数に概ね比例することを前提に算定している。このため、人口分布が建物別世帯数に比例する夜間・休日で想定。
②避難率	0%、40%、80%	既往水害時の避難率の最小、中間、最大

<参考資料 5> 孤立者数の算定方法

■算定方法

孤立者数は、浸水区域内残留人口のうち、避難が困難な水深 60cm 以上の浸水区域の人口を孤立者として算出する。その際、救助を考慮するものとし、内閣府中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」が用いた方法により算出する救助者数を差し引いて算出する。



<救助者数の算出方法（内閣府）>

- ① 孤立者を救助する際に用いられるボートの能力、台数を想定
- ② 移動及び救助者の乗下船等に要する時間を算出し、一艇あたりの救助可能人数を算出  
 $救助可能人数(人/時間・台) = 救助者乗船定員数(人/台) \div 1 \text{ サイクルの時間(時間)}$
- ③ 一日あたりの救助可能人数を活動時間を考慮して算出  
 $救助可能人数(人/日) = 救助可能人数(人/時間・台) \times \text{ボート台数(台)} \times \text{活動時間(時間)}$

救助の流れと所要時間\*

移動距離

(※1) 船艇移動速度は手漕ぎを想定  
 (※2) 移動距離は、各時刻の浸水状況における救助地点と最寄りの前進拠点との距離で仮定(上図参照)  
 (※3) ボート数は実態を踏まえて想定

■算定条件

孤立者数が大きく変化する要因となる浸水域内人口、事前の避難率については、前項の死者数と同様に設定する。  
 避難困難水深は、平成 12 年東海豪雨災害時に救助された浸水などを参考に設定されている内閣府採用値 **60cm** を採用する。  
 救助者算定条件となる救助船艇の能力と台数は、嘉瀬川および六角川の洪水はん濫時に出勤可能と考えられる関係機関へのヒアリング結果から下表のように設定する。

嘉瀬川・六角川洪水はん濫時に出勤可能である関係機関へのヒアリング結果

救助機関 (関係省庁)	自衛隊 (防衛省)	警察署 (警察庁)	消防本部 (消防庁)
ヒアリング先	陸上自衛隊(第4特科連隊)	佐賀県警察本部	①佐賀広域消防局(佐賀市・小城市・多久市) ②杵藤地区広域市町村圏組合消防本部(武雄市・白石町・大町町・江北町・鹿島市・太良町・嬉野市) ③神崎地区消防事務組合消防本部(神埼市)
ヒアリング結果概要	・H2.7集中豪雨で、佐賀県(牛津町、小城市、多久市、北方町、武雄市、塩田町、鹿島市)、福岡県(久留米市、高田町、三橋町)において人命救助活動を実施。8艘の船艇により孤立した住民を救助 ・乗船人員: 渡河ポート10名程度、救助用ゴムボート5名程度	・保有台数: 25艇	・保有台数: 全15艇(①9艇、②5艇、③1艇) ・船艇能力: 消防庁の船艇と大きく変わらないため、内閣府設定値程度でよい。
算定条件	【船艇台数】8艇(実績参考) 【船艇能力】内閣府設定値	【船艇台数】25艇 【船艇能力】内閣府設定値	【船艇台数】15艇 【船艇能力】内閣府設定値
・船艇台数は、ヒアリング結果から、最大で投入可能であると考えられる台数で設定 ・船艇能力は、実態を踏まえて設定。自衛隊については、各船艇の保有台数が不明であるため、内閣府設定値を採用(渡河ポート規模を想定)。			



## <参考資料 6> 水中歩行困難範囲の算定方法

### ■算定方法

避難については、事前避難が望ましいが、避難勧告等を受けて避難する場合など、ある程度浸水が生じている状況の中での避難行動も予想される。

ここでは、浸水時の歩行による避難の危険性を把握するため、はん濫解析結果の浸水深および流速を用いて、下表に示す知見により水中歩行困難範囲の時系列変化を求めることとする。

### <参考図> 水中歩行による避難が困難となる領域

■須賀<sup>1)</sup>は、水中歩行実験から、下図の曲線の左下の領域が安全避難可能な水深と流速の範囲である、としている。一方で、右上の領域が安全避難が困難であるとしている。

■なお、曲線は、歩行路面の状況や勾配などによって変化し、歩きやすい場合は右上に、歩きにくい場合は左下に移動する。

参考文献1) 須賀 義三: 水中歩行限界と避難・救助法に関する考察, 水工学論文集, 第46巻, 2002  
参考文献2) 須賀 義三: 利根川の洪水p117, 山海堂, 1995

