

グリーンインフラと 流域治水

社会資本整備審議会・交通政策審議会
環境部会・技術部会
第2回グリーン社会WG 話題提供
2021年3月19日

資料2-5



准教授 瀧 健太郎

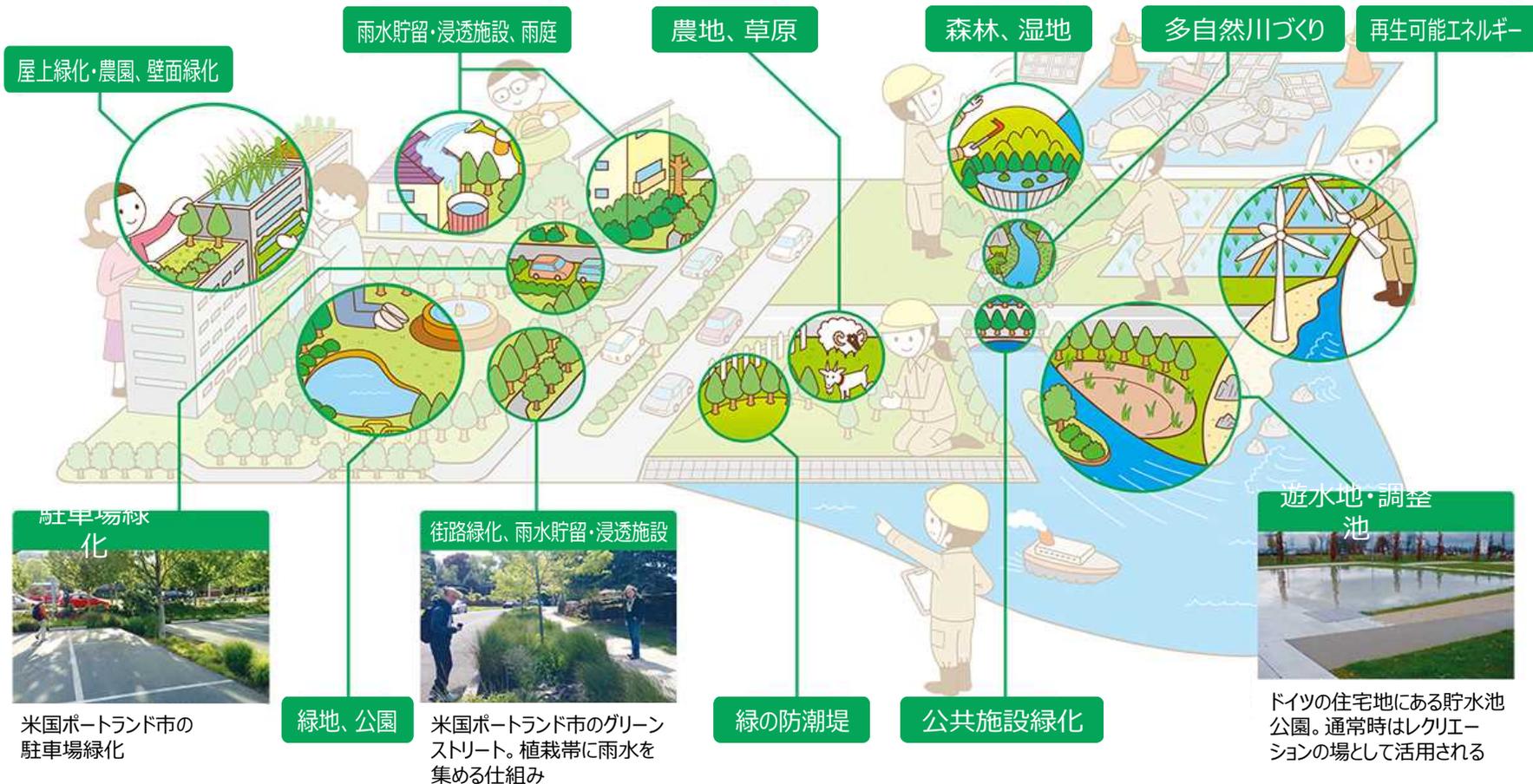
博士（工学），技術士（建設部門）

滋賀県立大学 環境科学部

グリーンインフラの定義と構成要素

グリーンインフラ研究会による定義

自然が持つ多様な機能を賢く利用することで、持続可能な社会と経済の発展に寄与するインフラや土地利用計画



出典) グリーンインフラ研究会・三菱UFJリサーチ&コンサルティング・日経コンストラクション編, 決定版! グリーンインフラ, 日経BP, 2017
特集記事「社会問題を丸ごと解決「グリーンインフラ」, 日経コンストラクション2016年7月25日 (イラスト) 山田タケヒロ (写真) 福岡孝則

あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換

- 気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ、河川の流域のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う治水対策、「流域治水」へ転換。
- 治水計画を「気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの」に見直し、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じ、①氾濫をできるだけ防ぐ対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減・早期復旧・復興のための対策をハード・ソフト一体で多層的に進める。

① 氾濫をできるだけ防ぐ

（ためる、しみこませる） 集水域

雨水貯留浸透施設の整備、
田んぼやため池等の高度利用
⇒ 都道府県
・市町村、
企業、住民

② 被害対象を減少させるための対策

（よりリスクの低いエリアへ誘導） 集水域/氾濫域

土地利用規制、誘導、移転促進
不動産取引時の水害リスク情報
提供、金融による誘導の検討
⇒ 市町村、企業、住民

（被害範囲を減らす）
二線堤等の整備
⇒ 市町村

③ 被害の軽減・早期復旧・復興

氾濫域

（土地のリスク情報の充実）
水害リスクの空白地帯解消、多
段型水害リスク情報を発信
⇒ 国・都道府県

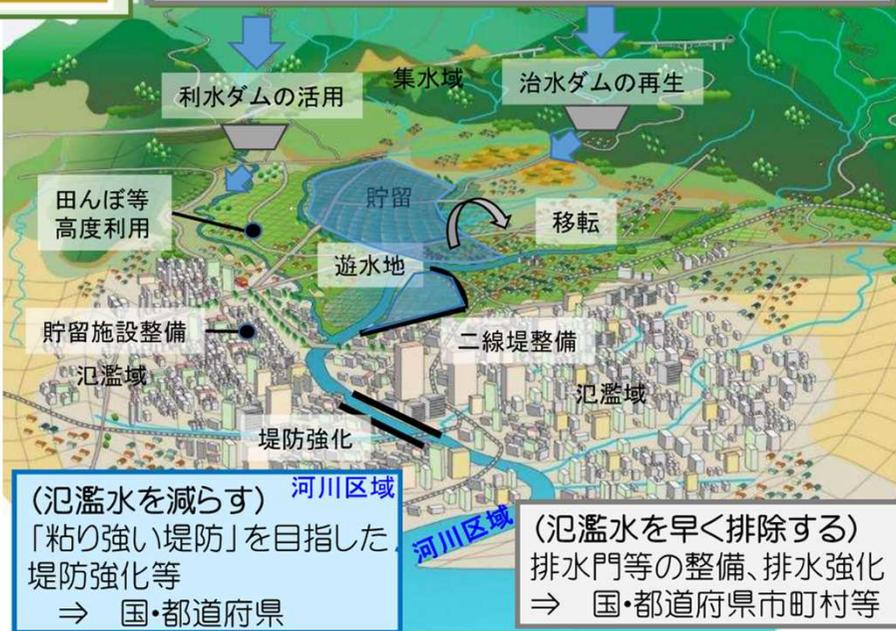
（ためる） 河川区域

利水ダム等において貯留
水を事前に放流し水害対
策に活用 ⇒ 国・都道
府県・市町村、利水者

遊水地等の整備・活用
⇒ 国・都道府県・市町村

（安全に流す）

河床掘削、引堤、砂防堰
堤、雨水排水施設等の整
備 ⇒ 国・都道府県・市
町村



（氾濫水を減らす） 河川区域

「粘り強い堤防」を目指した
堤防強化等
⇒ 国・都道府県

（氾濫水を早く排除する）

排水門等の整備、排水強化
⇒ 国・都道府県市町村等

（避難体制を強化する）
長期予測の技術開発、リアル
タイム浸水・決壊把握
⇒ 国・都道府県・市町村

（経済被害の最小化）
工場や建築物の浸水対策、
BCPの策定 ⇒ 企業、住民

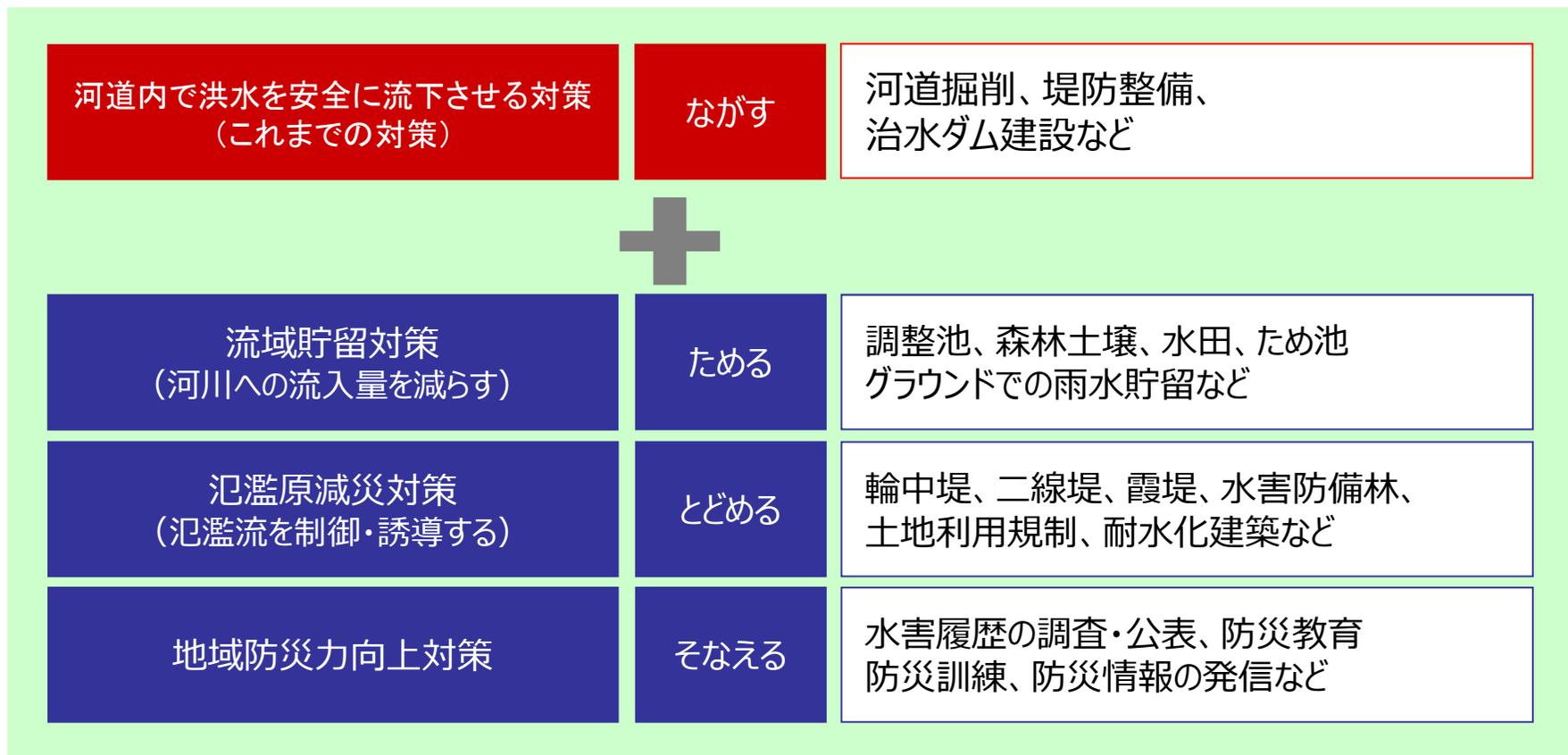
（住まい方の工夫）
不動産取引時の水害リスク
情報提供、金融商品を通じ
た浸水対策の促進
⇒ 企業、住民

（支援体制を充実する）
官民連携によるTEC-FORCE
の体制強化 ⇒ 国・企業

滋賀県流域治水基本方針

～平成24年（2012年）3月 議決～

目的	① どのような洪水にあっても、人命が失われることを避ける（ 最優先 ） ② 床上浸水などの生活再建が困難となる被害を避ける
手段	川の中の対策（堤外地対策）だけではなく、「ためる」「とどめる」「そなえる」対策（堤内地での対策）を総合的に実施する。 多重防御 による取り組みを推進



近代の治水計画の変遷

河川管理から、流域管理、氾濫原管理へ

第1の時代 (既往最大洪水)

既往最大の洪水を、浸水を起こすことなく、河道と貯水池で処理する。

第2の時代 (確率洪水)

治水施設の設計外力を年最大降雨量の超過確率で評価し、一定の確率規模をもつ降雨を計画降雨量として、この降雨から生み出される主種の洪水波形を、浸水を起こすことなく、河道と貯水池で処理する。

第3の時代 (総合治水)

雨水が河道に入った後に処理するという対策に加えて、河道に流入する雨水そのものを減少させるという対策をも、計画の代替案に含める。

第4の時代

洪水氾濫を前提として考え、代替案は、河道－流域施設だけではなく、氾濫原の被害軽減策を考慮に入れる。

(流域斜面と河道が計画対象であった治水計画論を、被災地となる氾濫原を含めた流域全体を対象とするものに拡大)

河川管理の義務的責任範囲

～ 河川法と基本高水、計画高水流量、計画高水位 ～

河川法

- **第16条**（河川整備基本方針）
河川管理者は、その管理する河川について、**計画高水流量**その他当該河川の河川工事及び河川の維持（次条において「河川の整備」という。）についても基本となるべき方針に関する事項（以下「河川整備基本方針」という。）を定めておかなければならない。

省令

- **第10条の2第二項イ**（河川整備基本方針に定める事項）
基本高水（洪水防御に関する計画の基本となる洪水をいう。）並びにその**河道及び洪水調整ダムへの配分**に関する事項

河川管理施設等構造令

- **第18条**（構造の原則）
堤防は、護岸、水制その他これに類する施設と一体として、**計画高水位**（高潮区間にあつては、計画高潮位）**以下**の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とするものとする。

洪水防御に関する責任範囲は
厳密に規定されている

宿命

河川管理の義務的責任範囲

厳格に定められる行政責任

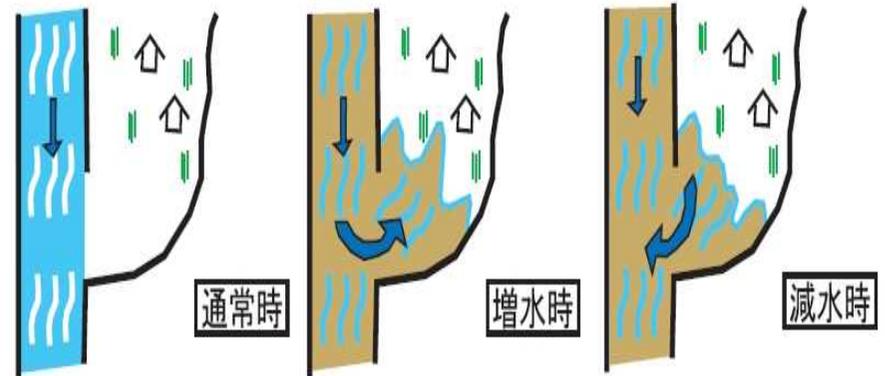
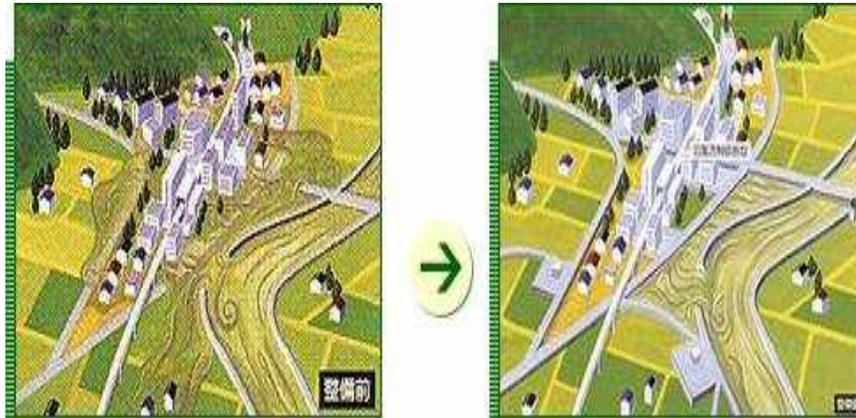
- **整備途上の河川**（大東水害訴訟 昭和59年（1981年）1月26日判決）
 - 財政的・技術的・社会的諸制約のもとでの**同種・同規模の河川の管理の一般水準および社会通念に照らして是認できる安全性をそなえているかどうか**により、瑕疵の有無を決すべき。
 - 自然公物である河川の安全性は過渡的な安全性で足りる。
 - 特段の事由がない限り、**改修がいまだ行われていないとの一事をもって河川管理に瑕疵があるとはできない**と解すべき。
- **整備済みの河川**（多摩川水害訴訟 平成2年（1988年）12月13日判決）
 - **計画規模の洪水における流水の通常的作用から予測される災害の発生を防止するに足りる安全性をいうもの**と解すべき。
- **最近の判例**
東海豪雨裁判での判決
（2007年3月14日、名古屋地裁）
大東水害訴訟判決を踏襲し、国・県による河川管理に落ち度はなかったとして、住民側の請求を棄却。

なるほど！
計画で想定した洪水を河道内で安全に流下させることが、事実上、河川管理者の第一の責務になっているんですね。



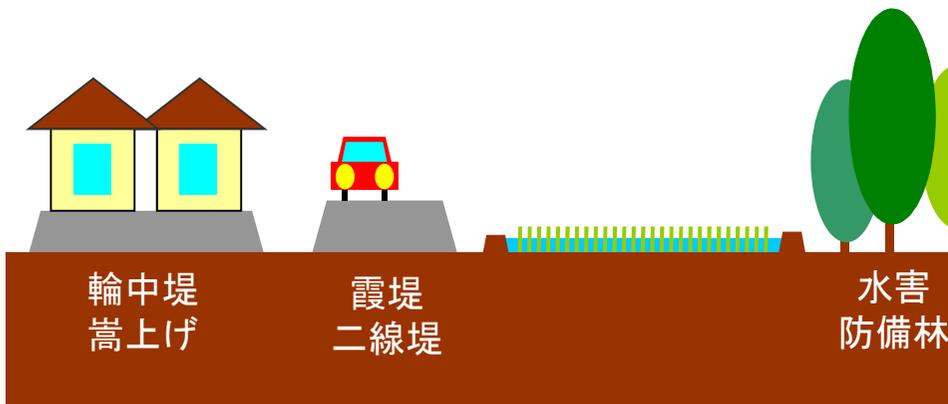
超過洪水も考慮した治水計画

～ 氾濫原管理 と 減災型治水～



川の外での対策 (氾濫原管理)

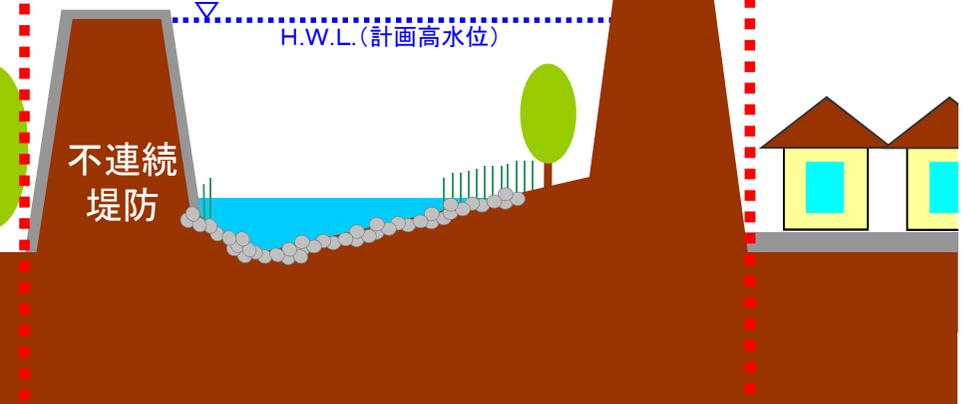
都市計画法・農振法・建築基準法・道路法 他



(氾濫原)

川の中での対策 (河川管理)

河川法 (河川管理者対応)



河川区域

地先の安全度 – 各地点での水害リスクカーブ

～氾濫原のある地点（生活圏）に着目した水害リスク評価～

氾濫原での対応（まちづくり等）を含む治水対策を検討するため、
「河川施設ごとの安全度」ではなく、**「地先の安全度」**を評価。

「地先の安全度」評価用の水理モデルに 求められる機能

- 生活圏を取り囲む河川・水路群からの**複合的な氾濫を考慮**すること。
- 高頻度～低頻度（**複数の発生確率**）の洪水を考慮すること。
 （例えば、T= 2, 10, 30, 50, 100, 200, 500, 1000年で計算）
- **政策単位**（県内全域）で同様に評価できること。

1/ 2 (0.500)	発生頻度				
1/ 10 (0.100)		④			
1/ 30 (0.033)					
1/ 50 (0.020)			③		
1/100 (0.010)					
1/200 (0.005)				②	①
...					
		被害の種類(浸水深・流体力)			
		床下浸水	床上浸水	家屋水没	家屋流失
		0.1m < h < 0.5m	0.5m ≤ h < 3.0m	h ≥ 3m	u ² h ≥ 2.5m ³ /s ²

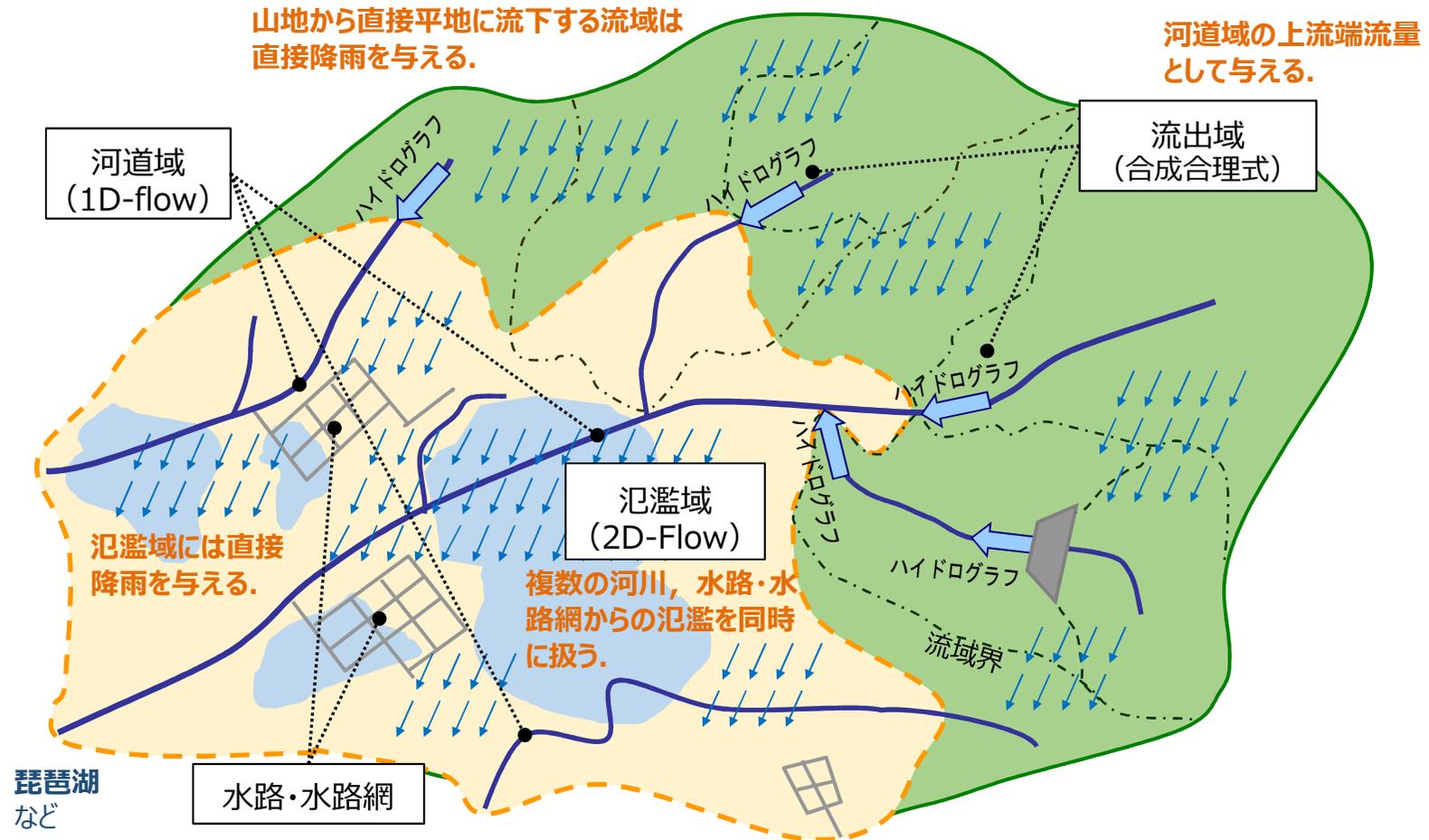


氾濫原管理のための
 (まちづくりでの治水)
 基礎データなんです。



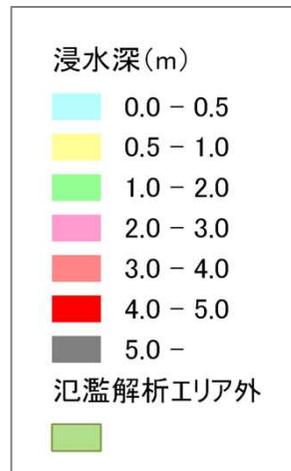
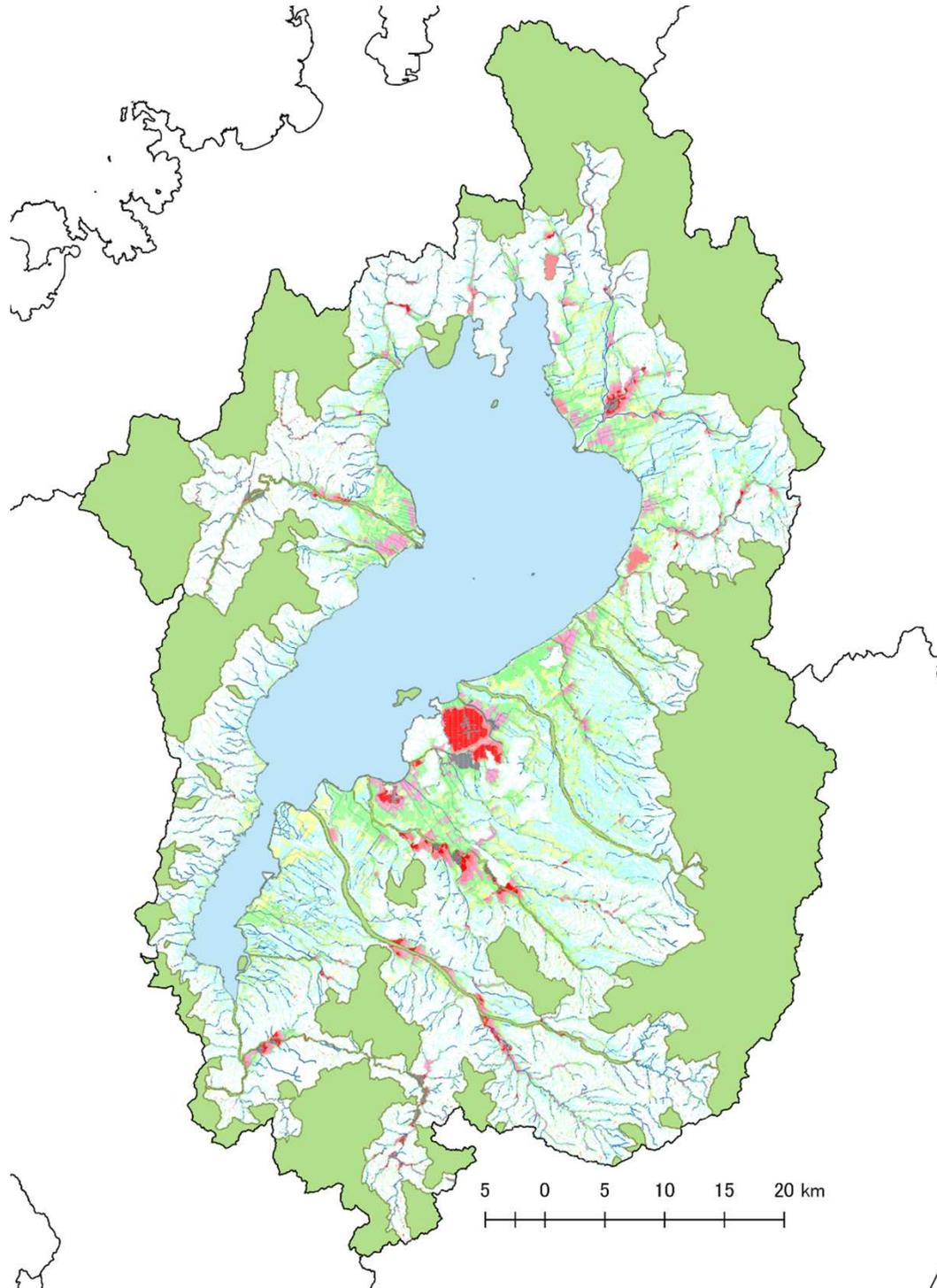
「地先の安全度」計算用 水理モデル

～内外水を同時に考慮～



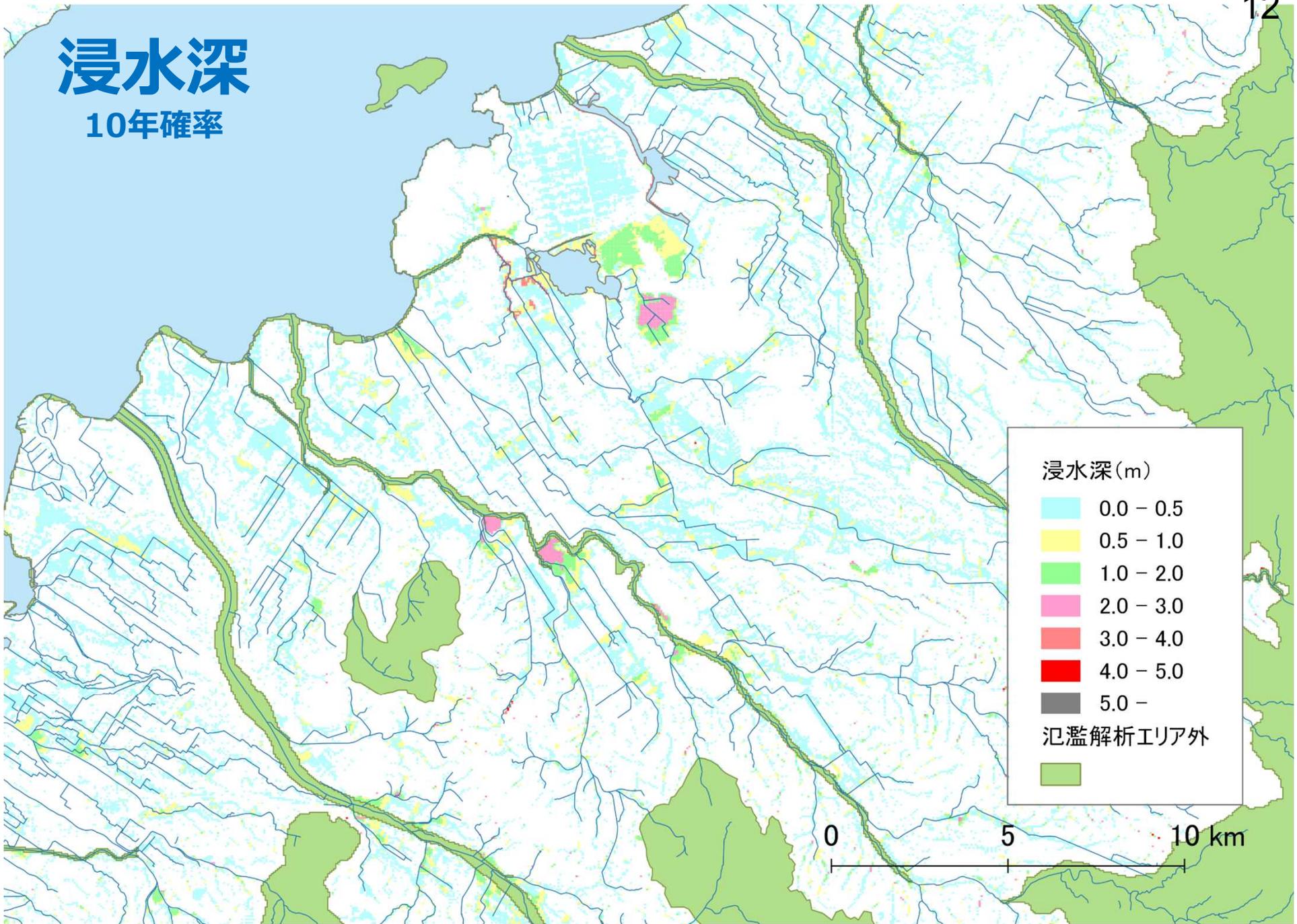
- 河道（約240河川）は一次元、氾濫域は二次元
- 小河川・大規模な水路は等流水路として扱う。
- ほ場整備・下水道（雨水）の実施範囲は、流下能力分の降雨を控除し下流部で合算。

浸水深 1000年確率



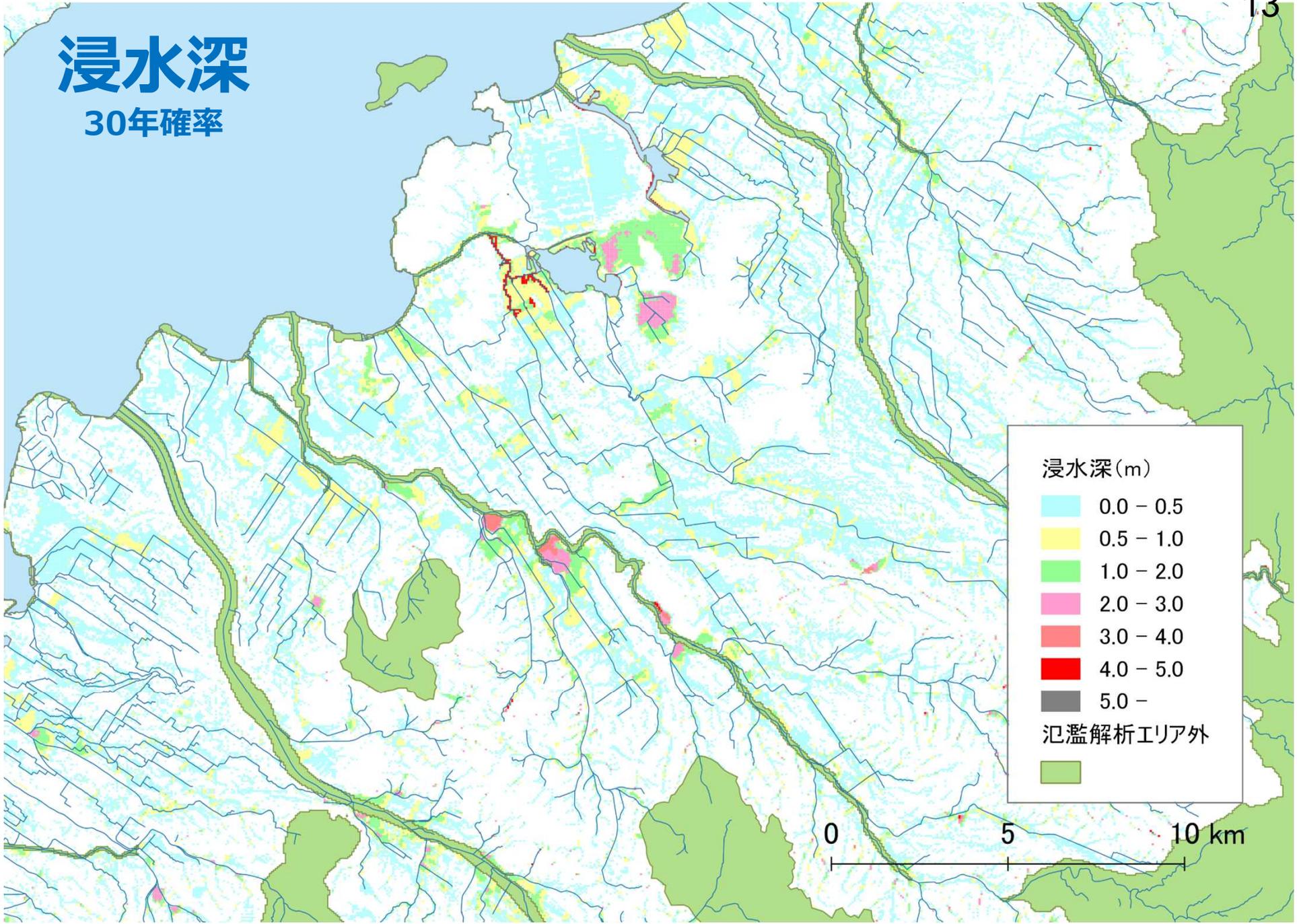
浸水深

10年確率



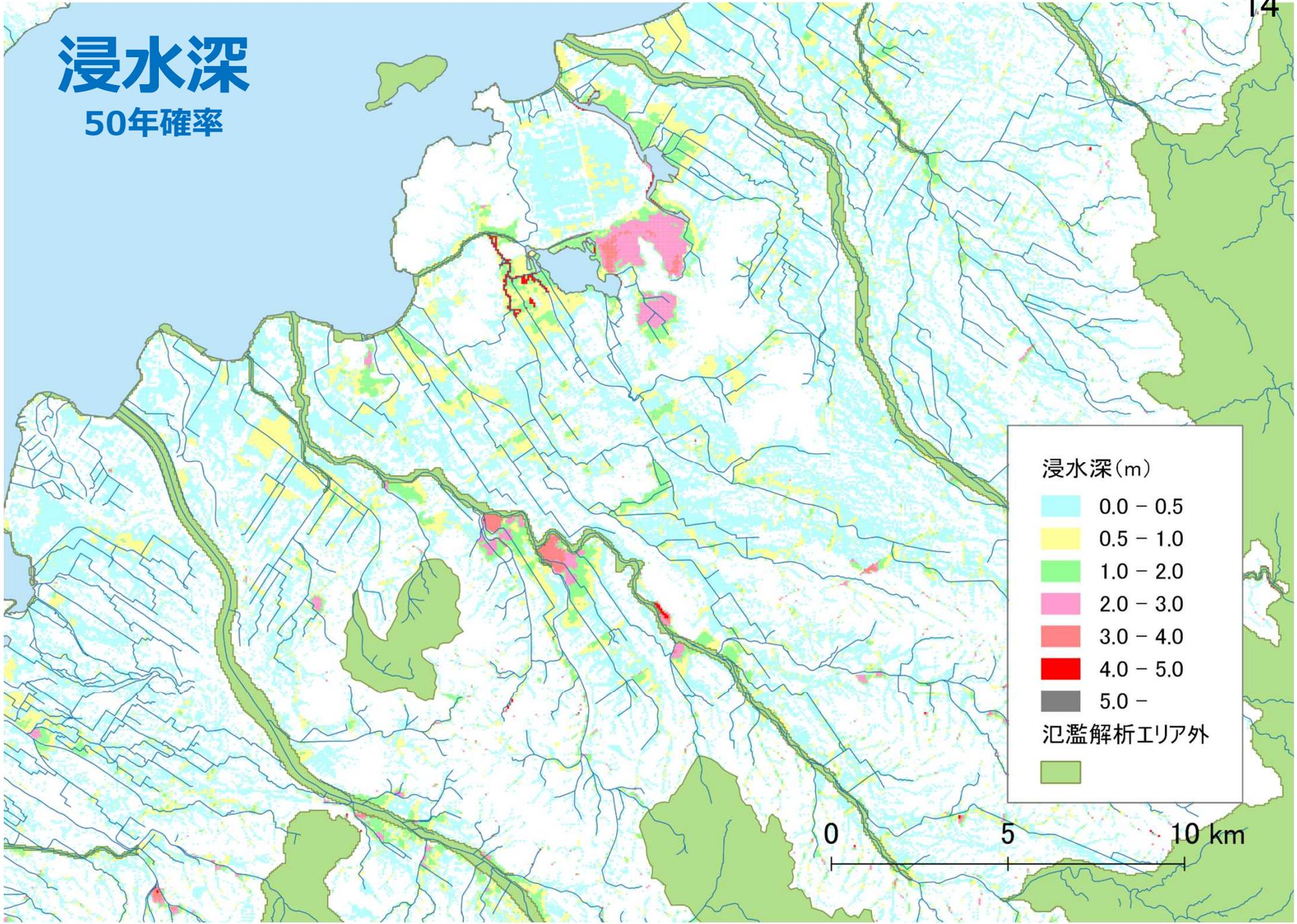
浸水深

30年確率



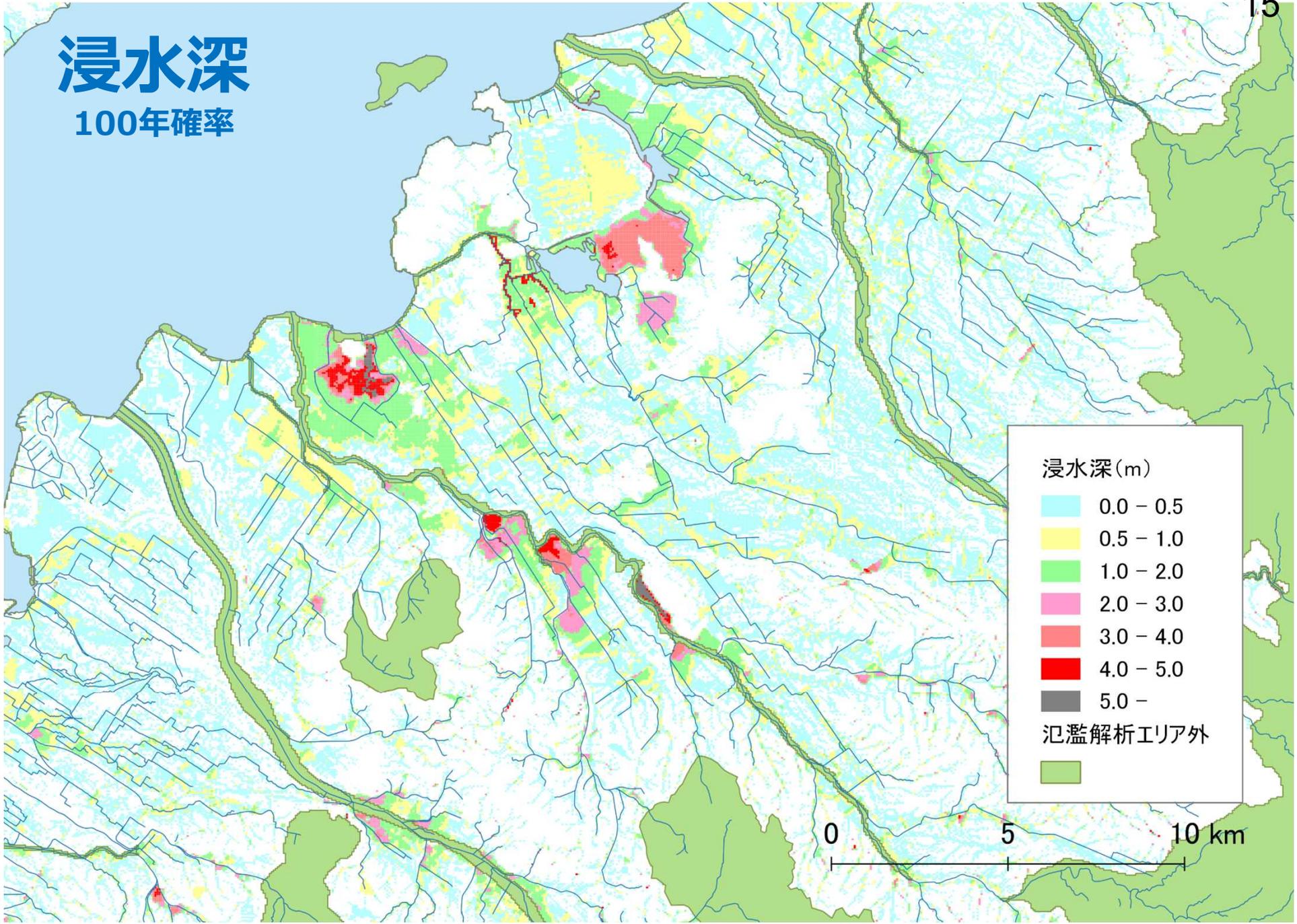
浸水深

50年確率



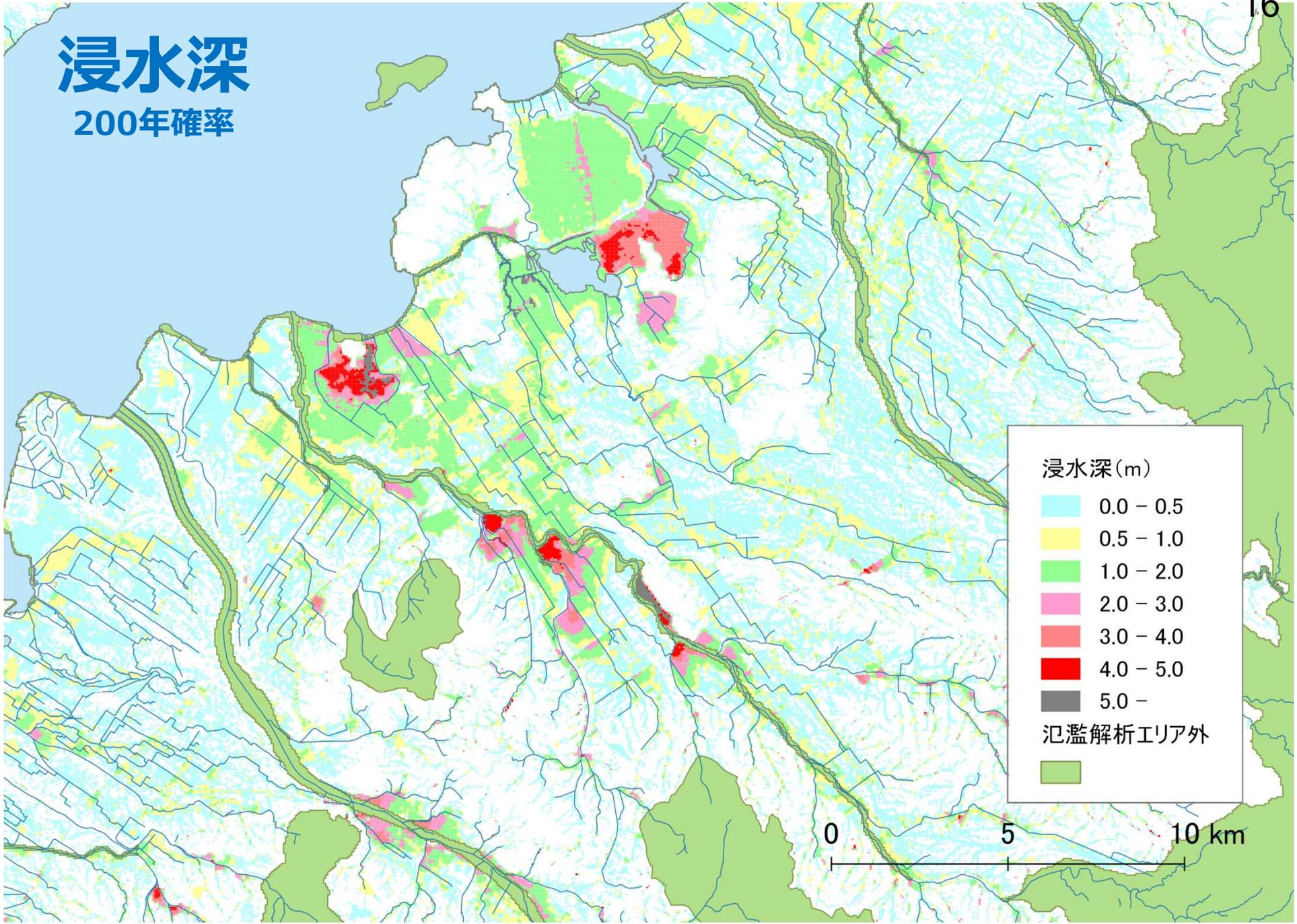
浸水深

100年確率



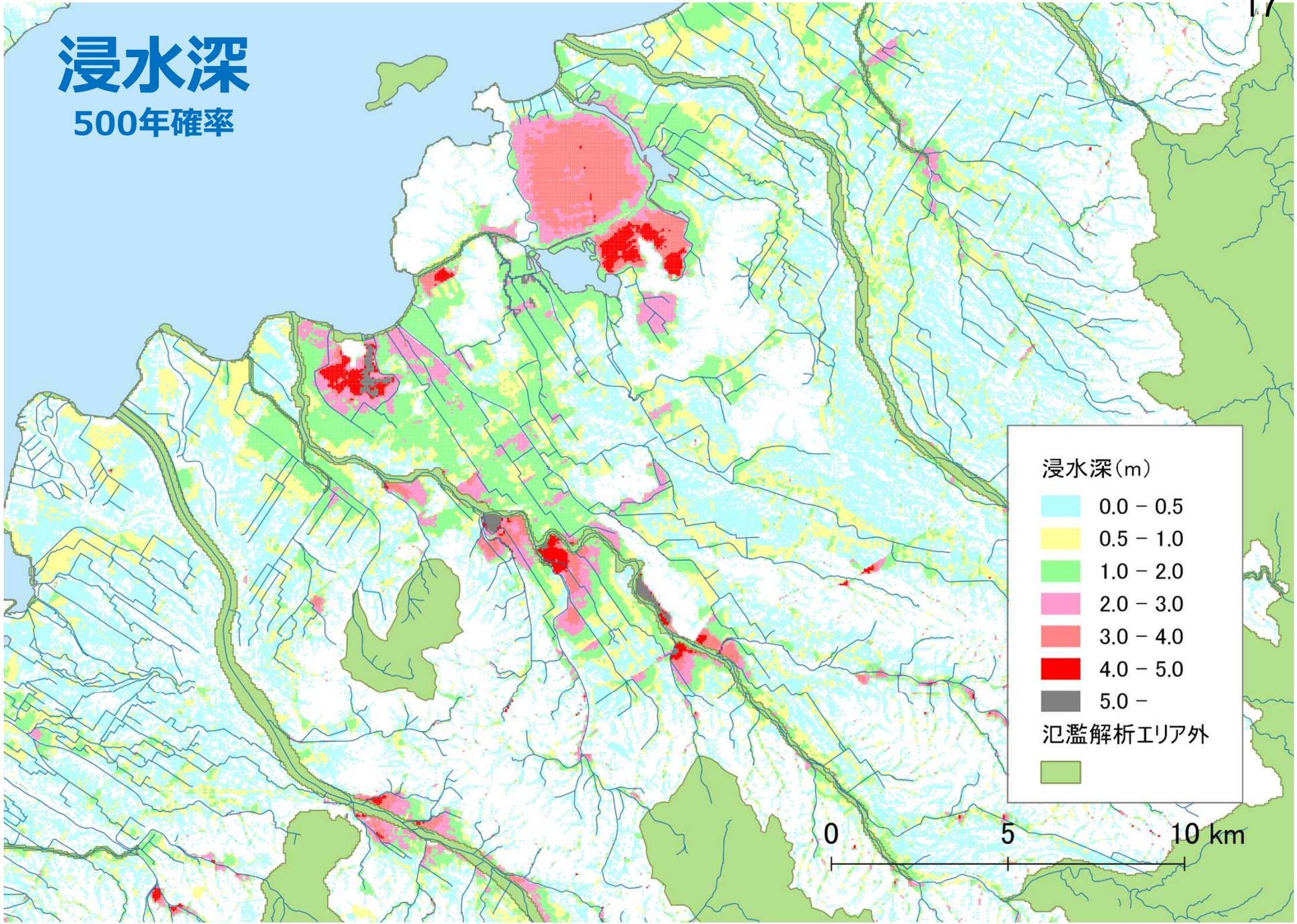
浸水深

200年確率



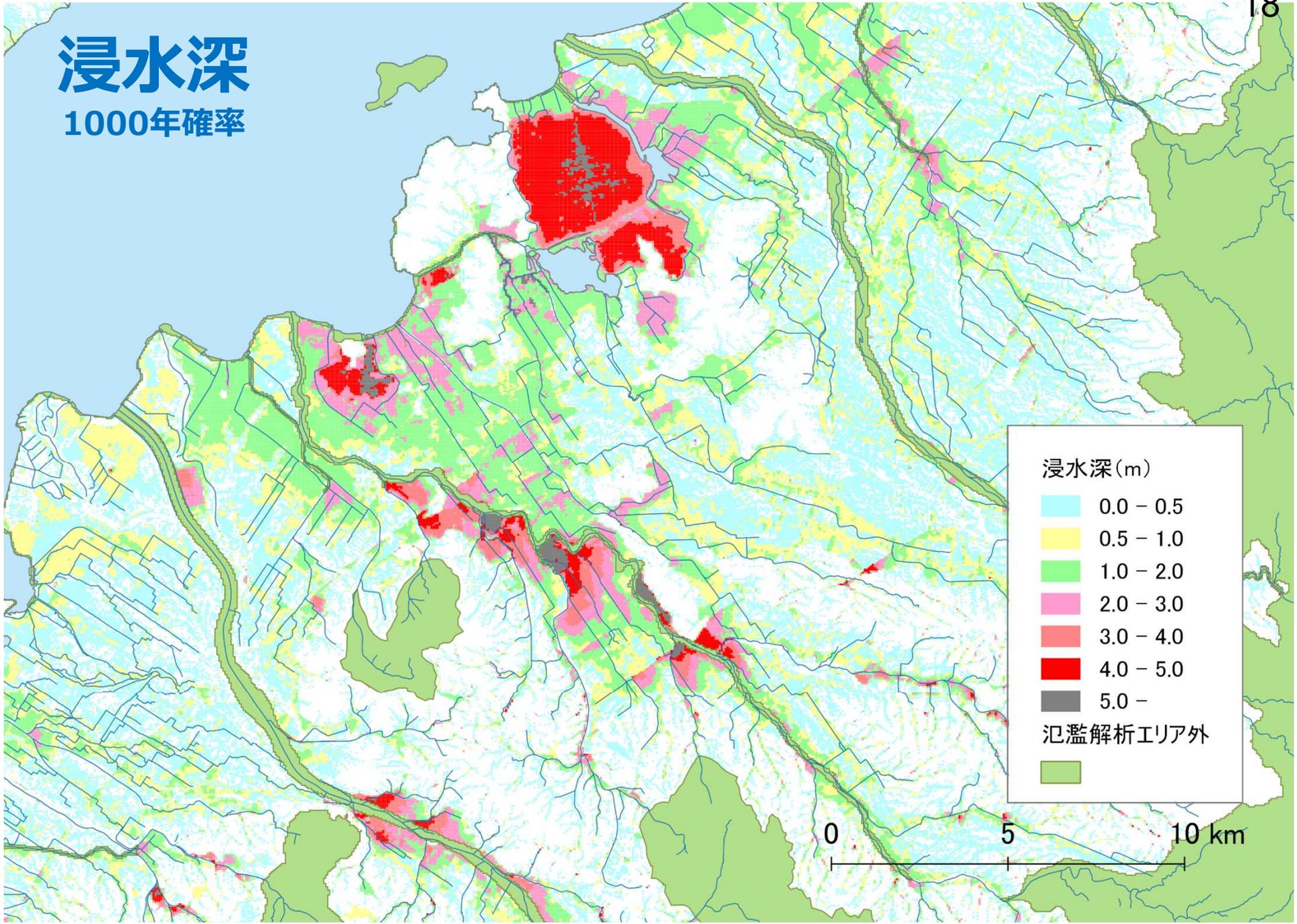
浸水深

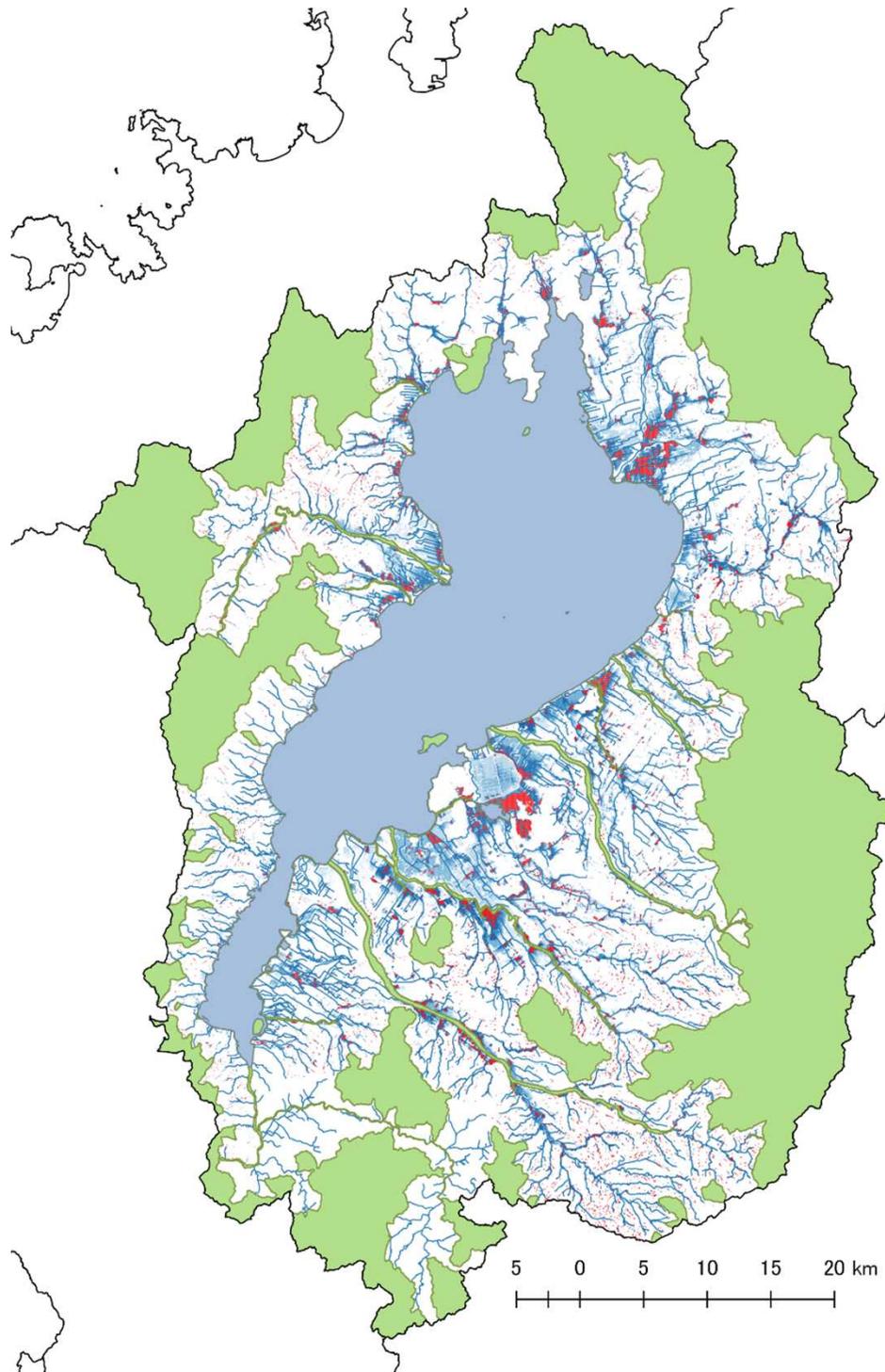
500年確率



浸水深

1000年確率





床上浸水発生頻度

0.5m以上の浸水頻度

床上浸水発生頻度

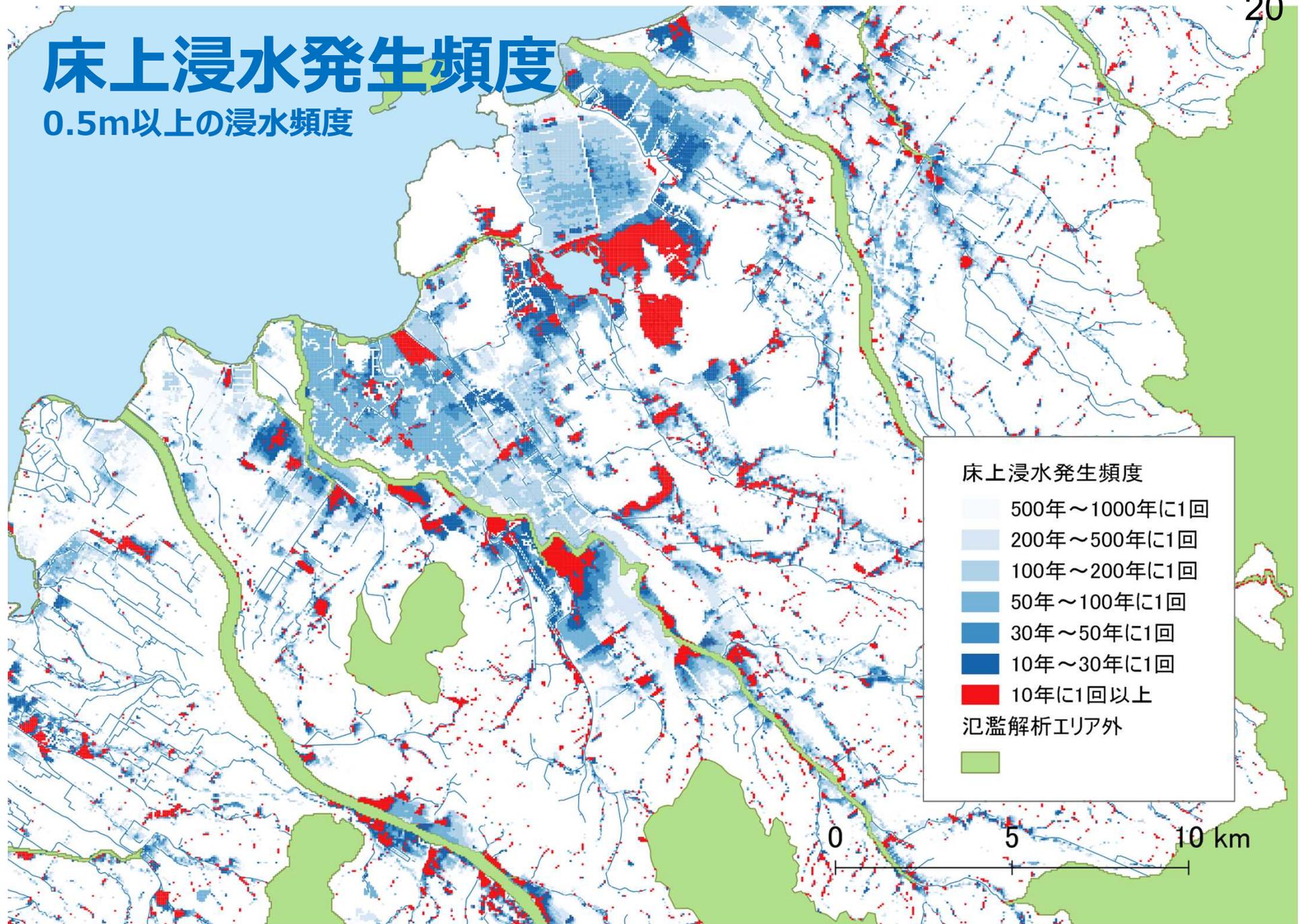
- 500年～1000年に1回
- 200年～500年に1回
- 100年～200年に1回
- 50年～100年に1回
- 30年～50年に1回
- 10年～30年に1回
- 10年に1回以上

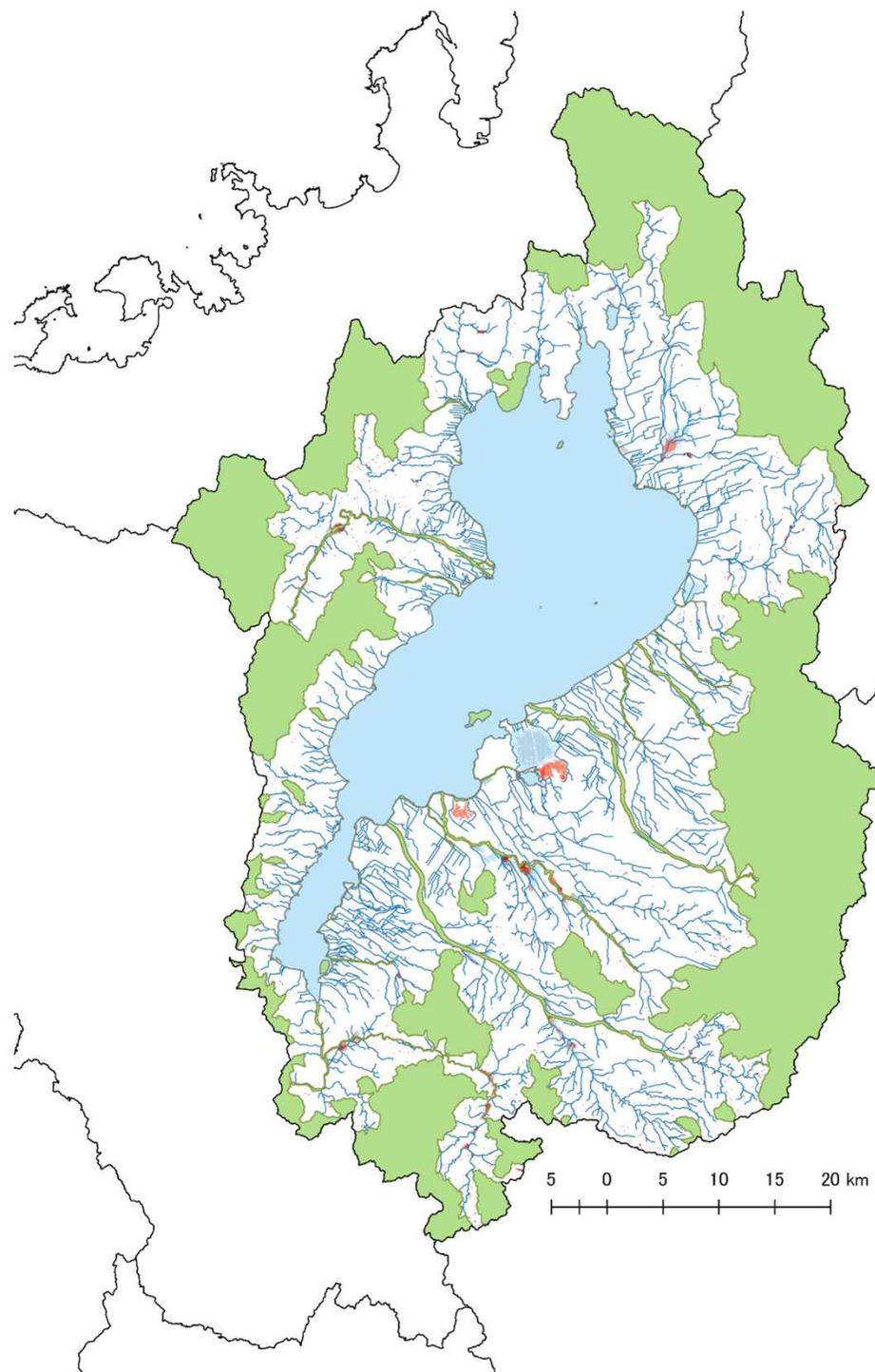
氾濫解析エリア外



床上浸水発生頻度

0.5m以上の浸水頻度





家屋水没発生頻度

3.0m以上の浸水頻度

家屋水没発生頻度

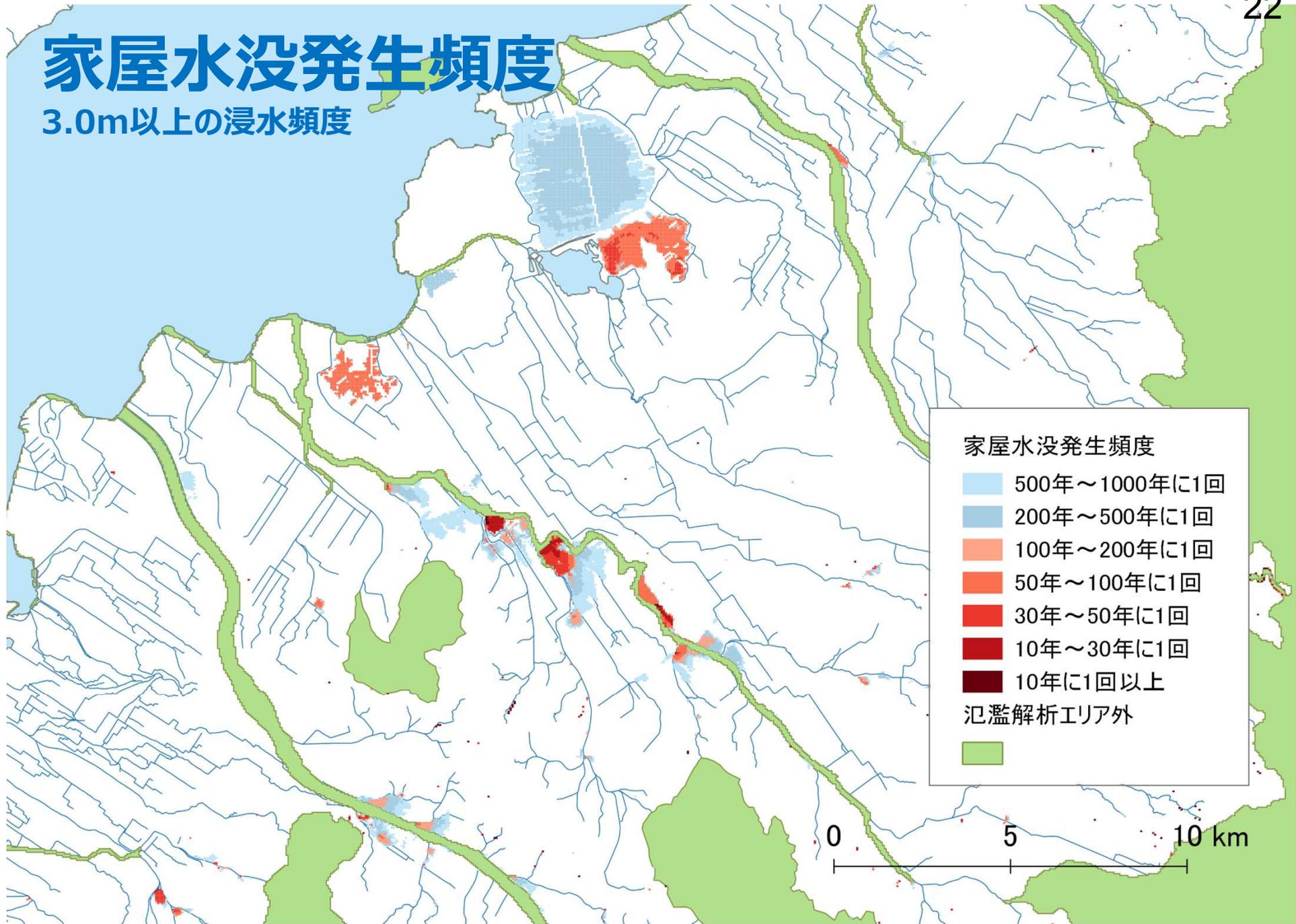
- 500年～1000年に1回
- 200年～500年に1回
- 100年～200年に1回
- 50年～100年に1回
- 30年～50年に1回
- 10年～30年に1回
- 10年に1回以上

氾濫解析エリア外



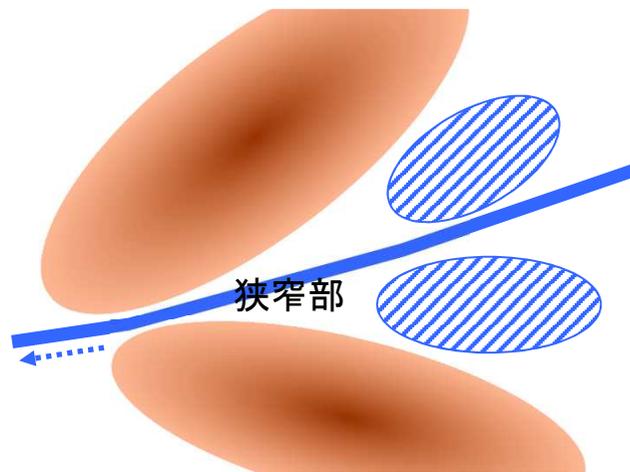
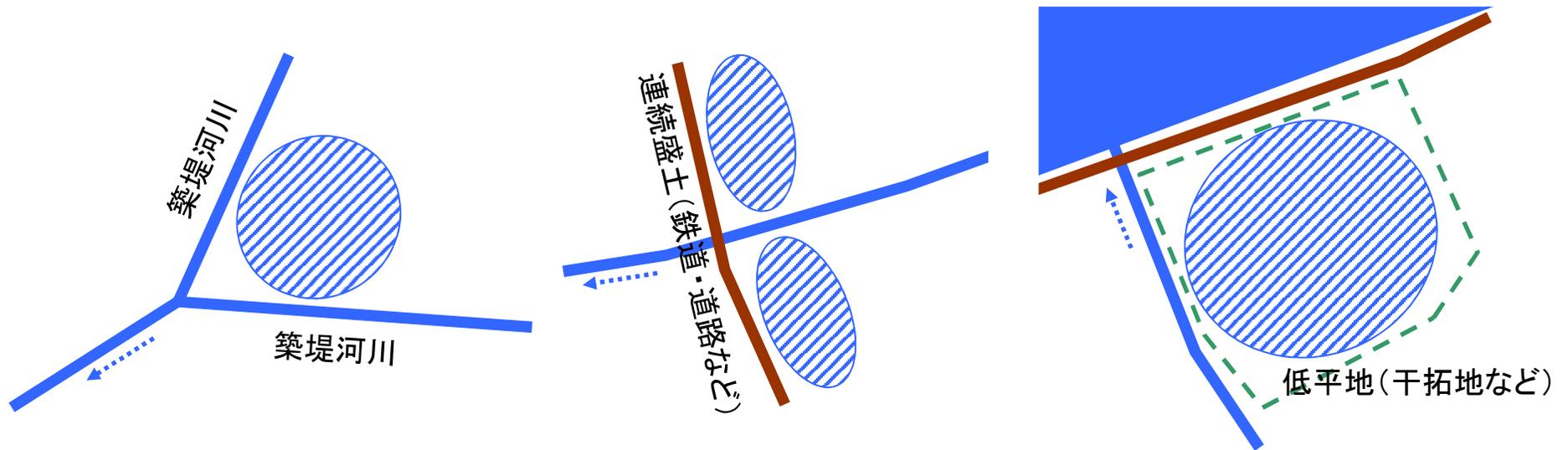
家屋水没発生頻度

3.0m以上の浸水頻度



氾濫時に浸水深が大きくなる地形

～危険かどうかは地形で決まる～



氾濫した時に危険な箇所は、
地形で決まります。
だから溢れたあとのことも考え
てまちづくりをしないと。



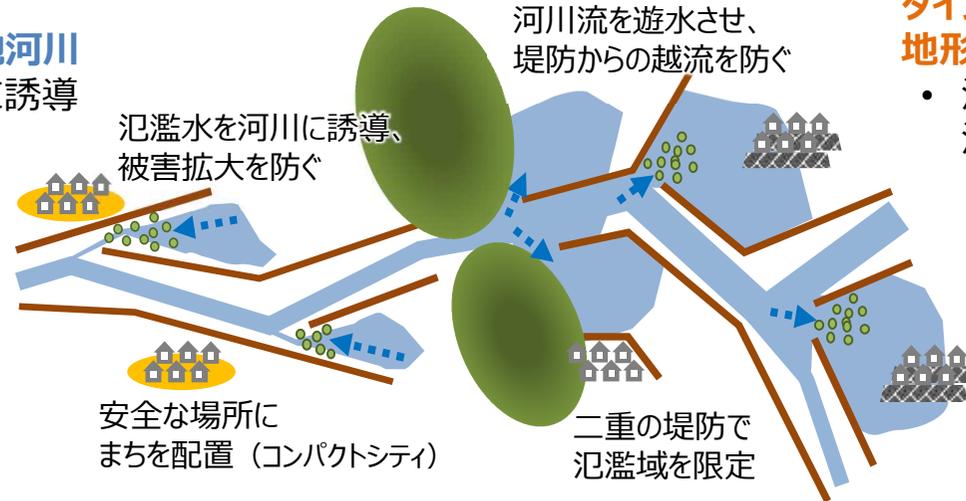
【凡例】

-  河川・水路 等
-  浸水深が大きくなりやすい箇所

霞堤のタイプと機能

タイプ1 地形勾配が大きい扇状地河川

- 内水・氾濫水を河川に誘導して、被害拡大を防ぐ



タイプ2 地形勾配が小さい平地河川

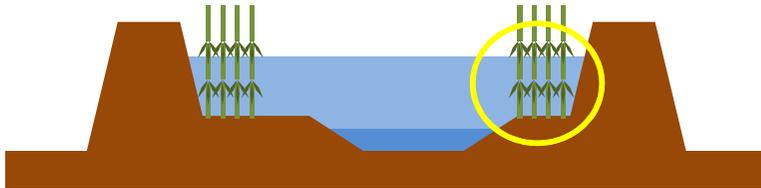
- 河川から洪水を遊水させ、河川の水位上昇を防ぐ

タイプ	A (控堤の重複あり)	B (控堤の重複なし)	C (控堤はなく山付き堤)	D (支川流入)	E (支川合流部無堤)
概念図	<p>水路 本堤 控堤</p> <p>開口部には、水路のあるものとなないものがある</p>	<p>水路 本堤 控堤</p> <p>開口部には、水路のあるものとなないものがある</p>	<p>水路 山(がけ)など 本堤</p> <p>開口部には、水路のあるものとなないものがある</p>	<p>水路 支川堤(控堤の役割) 本川堤 本川</p> <p>下流側本堤と連結する支川堤防のみある</p>	<p>支川 本川堤 無堤部 本川</p>
摘要	霞堤の形態として分類される				支川の合流点処理のための無堤部(本来の霞堤ではない事例が多い)

水害防備林

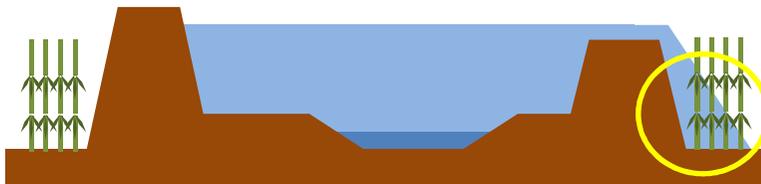
A-1 堤外（堤防の内側）

洪水流を勢いを緩和し、堤防の洗堀を保護する



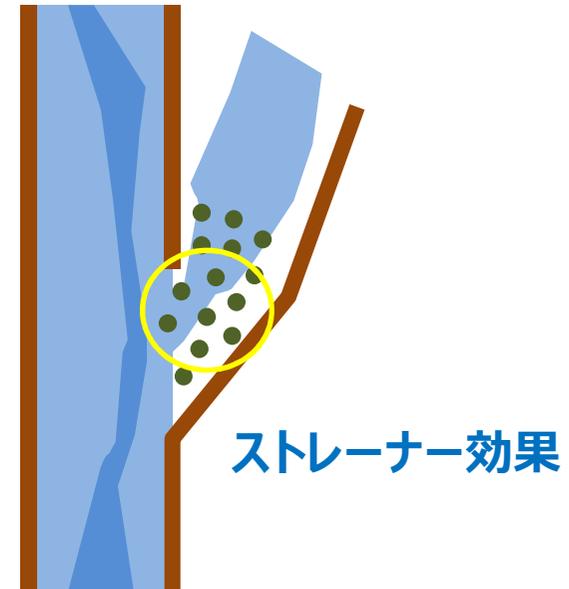
A-2 堤内（堤防の外側）

越水した洪水の勢いを緩和し、堤防の決壊を防ぐ



B 霞堤開口部

遊水地と本川を行き来する洪水流の水勢を弱める。本川から遊水地への土砂やごみの流入を防ぐ。



計画遊水地？ 霞堤遊水地？

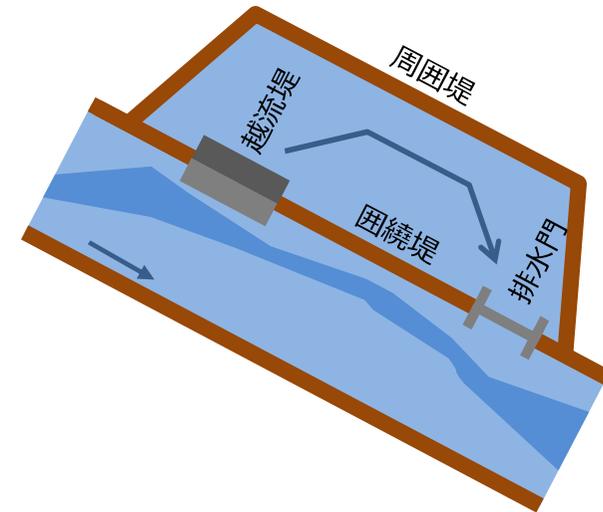
河川計画上の遊水地

越流堤、囲繞堤、周囲堤がある

▶ 遊水範囲が明確

【役割】 計画的に外水を溢れさせて、それ以外の土地を守る

- ・ 溢れること・溜まることを許容している
- ・ 河川の一部



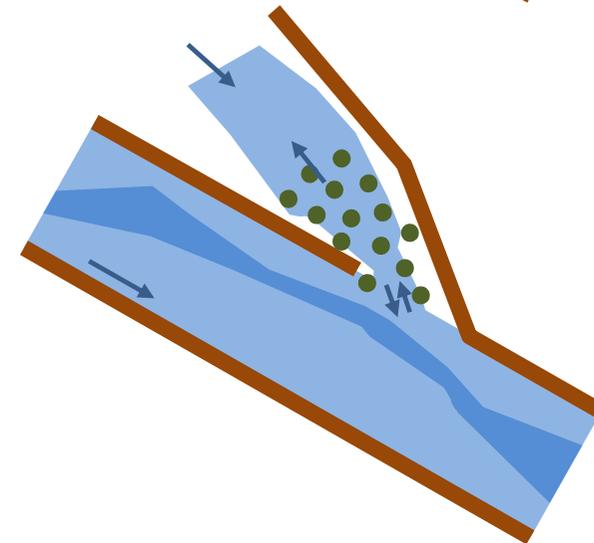
地域に残る霞堤（付帯遊水地・堤内遊水地）

最下流（開口部）と最上流部は無堤

▶ 遊水範囲が明確ではない

【役割】（内水・外水どちらも）溢れてしまった場合に被害を最小にする
（ゆっくり穏やかに受け止め、できるだけ早くかつ穏やかに排水する）

- ・ 溢れること・溜まることを許容していない
- ・ 河川と流域・氾濫原をゆるやかに繋ぐバッファ（曖昧な場所）



河道還元以外の効用

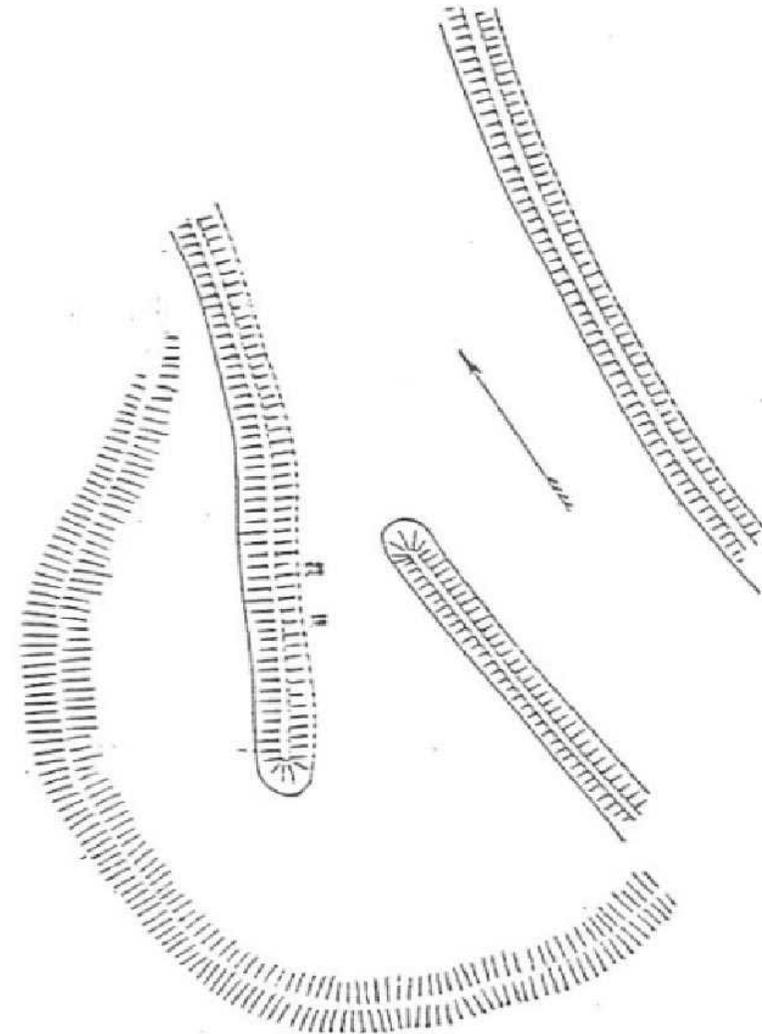
グリーンインフラ・Eco-DRRの可能性

「氾濫水の河道還元」以外の効用

- 洪水時に**霞堤の水溜りの部分に多くの生物が避難**
- 扇状地河川の洪水は激流のため、流れの緩い避難場所がなければ、生物は下流まで押し流されてしまう。
- 洪水時には、**霞堤の水溜り部分で漁やおかず取りが行われていた**との証言
- 一時的に穏やかに**氾濫水が流入した水田には、養分が供給され肥料の節約**となったとの証言



先人たちは重要な食糧源である河川の生物保護のために「霞堤」を考案したのかもしれない



霞堤遊水地での魚類調査

霞堤開口部に近く、
本川との水理学的な
連続性が高い水路ほど、
確認種数が豊富
2020.8.25実施

カマツカ	1
アユ	2
アブラハヤ	4
ニシシマドジョウ	5
ドジョウ	1
スナヤツメ類	2
オウミヨシノボリ	14
ドンコ	2
カワヨシノボリ	2
カネヒラ	2
フナ属	1
アブラボテ	1



カワムツ	4
アブラボテ	12
ドンコ	6
ドジョウ	2
オウミヨシノボリ	1

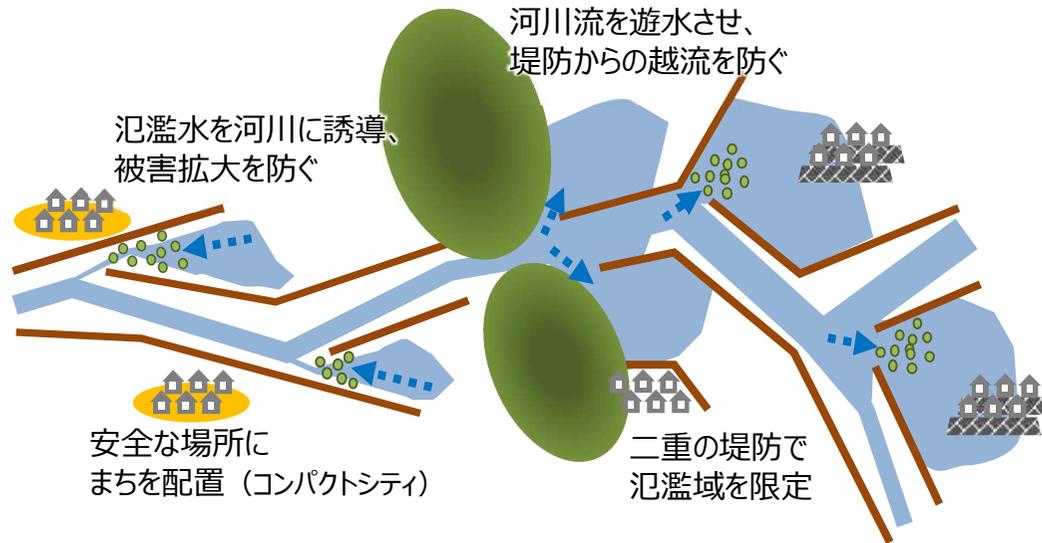
アユ	3
アブラハヤ	3
ドジョウ	10
タカハヤ	2
ドンコ	2





すごいぜ、霞堤

洪水氾濫域を最小化し、まちを守る



農地を守り、生き物を育む

- 緩やかに遊水し、破堤氾濫から農地が破壊されるのを回避
- 洪水時の生き物の逃げ場となり、生息域を拡大。
川の中と川の外の生態系をつなぐ。



民百姓の暮らしを守り、
石高を最大にする戦国武将の知恵

自然の恵み × 防災



霞堤内の宅地開発（昭和40～50年代）

愛知川の事例

新興住宅地、公営住宅
福祉施設・教育施設など 社会的弱者が高リスクに直面



霞堤の閉鎖・撤去に伴う浸水被害の危険性

本川堤防として役割を終えた二番堤の保全



- ・現存する霞堤により、野洲川及び流入する河川からの浸水に対し「とどめる」効果が機能している

霞堤の閉鎖・撤去に伴う浸水被害の危険性

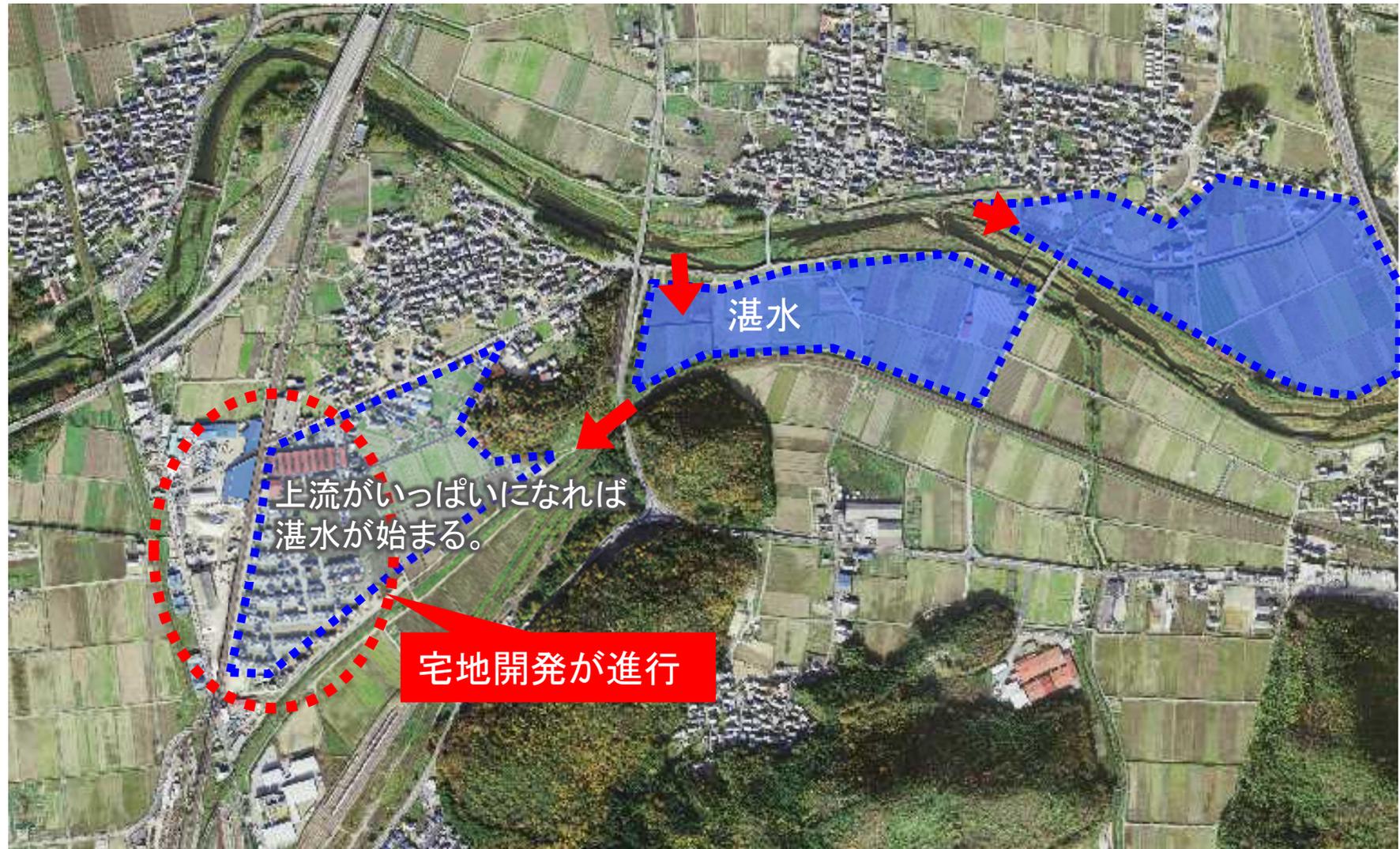


霞堤の「とどめる」
機能が消失した場合

予想される浸
水リスク

- ① 近隣エリアへの浸水の拡大
- ② 他水路への流量増により浸水の拡大

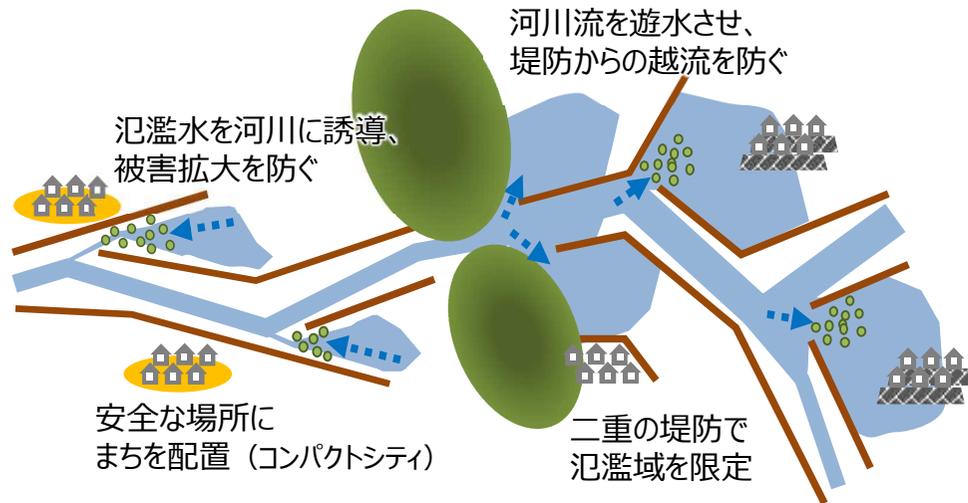
地域の霞堤がどのように守られて来たか？



集落の共有地として、霞堤に付帯する遊水地を保全。
下流を守るためではなく、自らを守るための装置。

日本の伝統工法 ～ 霞堤のEcoDRR機能

洪水氾濫域を最小化し、まちを守る



豊かな生態系、農地を育む



民百姓の暮らしを守り、石高を最大にする戦国武将の知恵

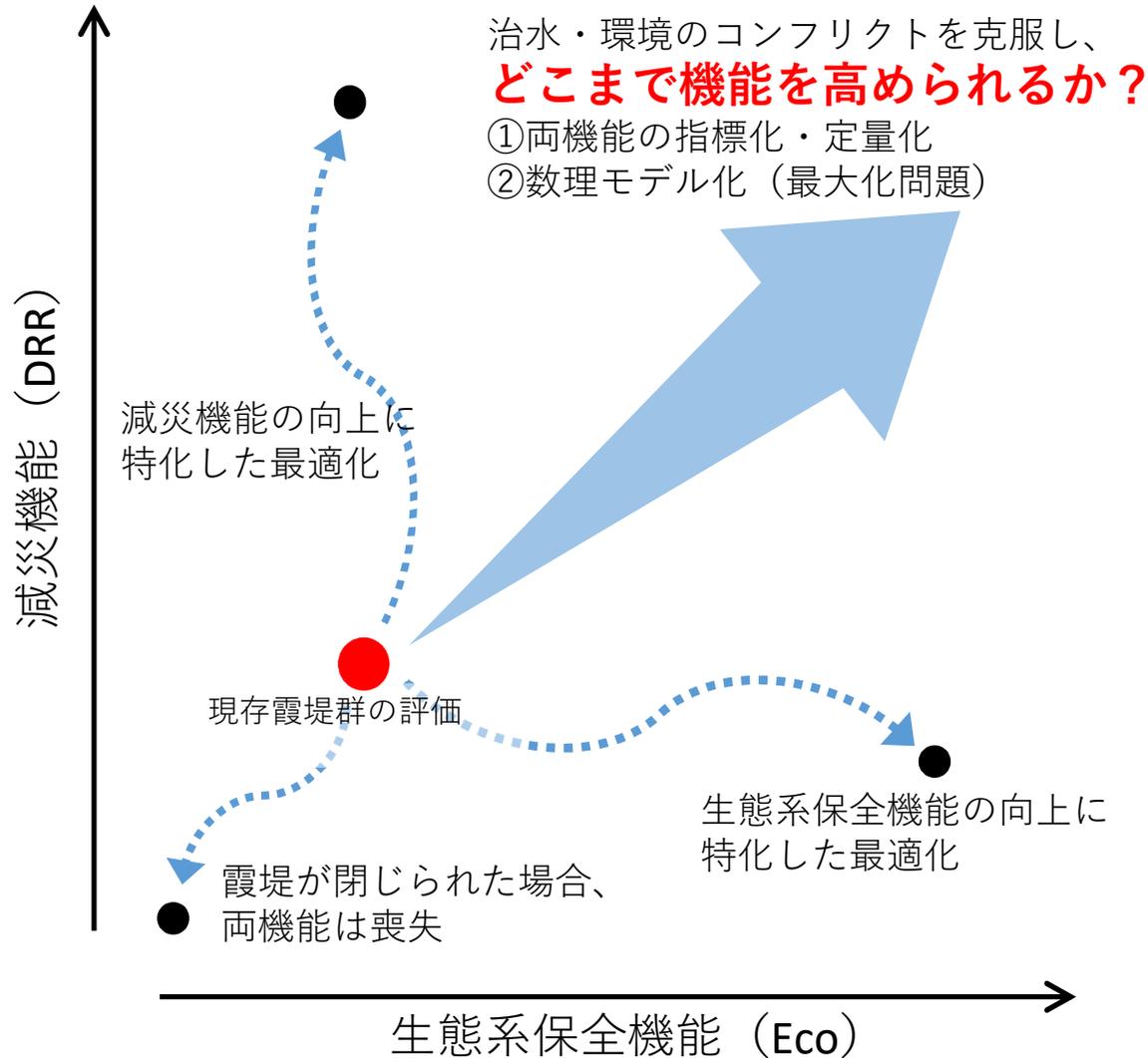
自然の恵み × 防災

わが国の風土を活かした
“伝統的な国土管理”は
世界に誇る “EcoDRR”



霞堤の性能評価

～評価の視点～



霞堤遊水地（流作場）の本来の土地利用



戦国時代

霞堤に代表される不連続な堤防や
片岸のみスペックの高い堤防とするなど「**拠点防御**」

江戸時代初期（百姓伝記） 防御対象でない霞堤遊水地も（流作場として）耕地化していく様子

大川の治水には堤防を二重に築き，河に面した堤と後退して位置する堤防との間は

流作場としてふだんは耕作をし，

洪水により前の堤防で支えきれないときは後ろの堤防で支え，
この間の作物は捨てよ。

たとえ二重に築かなくても川幅を広くとって普段は耕作させよ，
水は広がって流れるときは水勢は弱い。

（現代語訳：安達（1997））

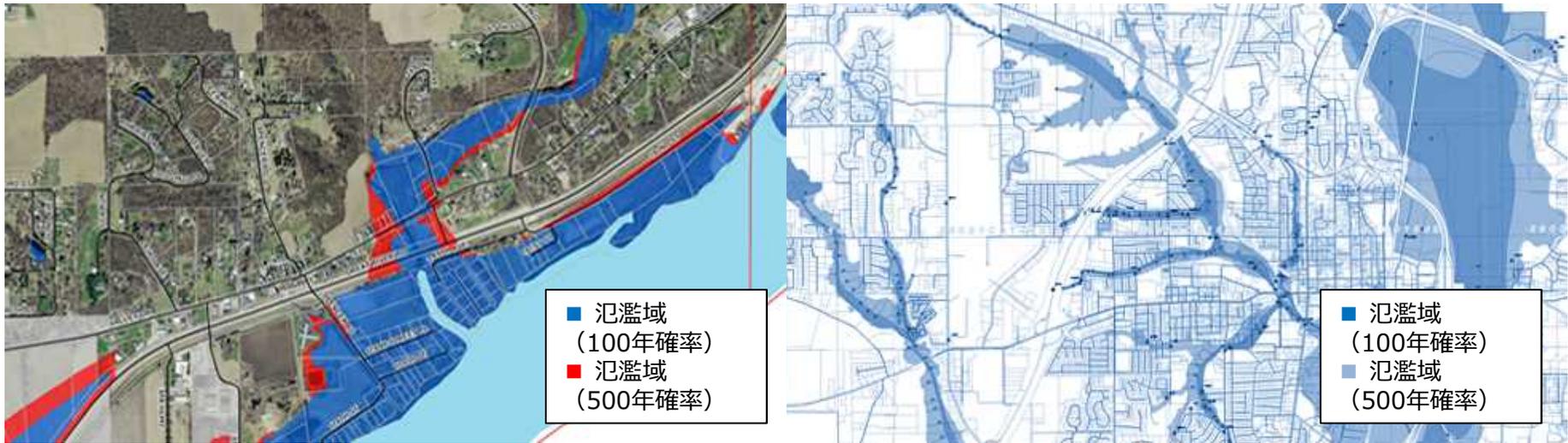
江戸時代中期（甲斐国史） 流作場の検地（正規課税地化）に伴う連続堤防化

酒匂川の改修工事 - **関東流**（井沢氏の治水，不連続堤防） - **住民の反対**
紀州流（伊奈氏の治水，連続堤防） - **破堤で終わる**

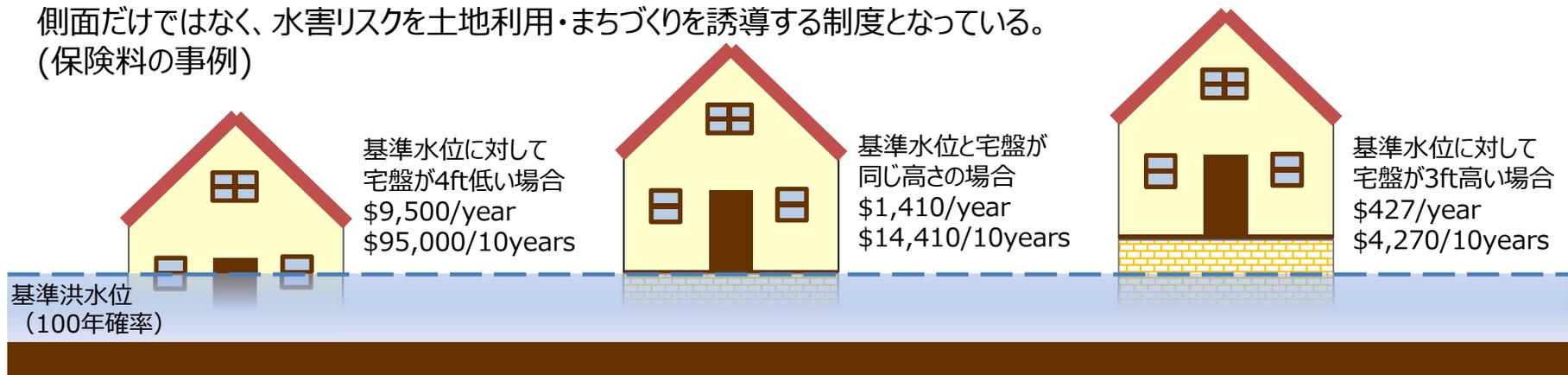
江戸時代後期（河治要録） 連続堤防を前提とした堤防技術・河川技術の集大成

全米洪水保険プログラム – 洪水保険料率図

- **洪水保険料率図 (Flood Insurance Rating Map)** を通じて水害リスクを周知
 - 100年確率洪水、500年確率洪水の氾濫域を設定
 - 内水氾濫も同時に考慮



- 100年確率洪水による氾濫域では、予想浸水面に対する対策（嵩上げなど）レベルで保険料が変わるため、救済措置の側面だけではなく、水害リスクを土地利用・まちづくりを誘導する制度となっている。
(保険料の事例)



出典) FEMA (連邦緊急事態管理庁), 全米洪水保険プログラム ウェブサイト (<https://www.fema.gov>)
全米洪水保険プログラム オフィシャルサイト (<https://www.floodsmart.gov>)

氾濫原管理と湿地保全との連携

～治水と環境のコンフリクトを超えて～

■ 州政府の氾濫原管理エンジニアと湿地バイオロジストが連携して土地利用の許認可（米国ミシガン州）

- 洪水保険の加入が義務付けられるような水害リスクの高い箇所は、生態系にとって重要な湿地である場合が多いことから、土地改変に係る許可申請の様式は、防災担当者向けと湿地保全担当者向けとで共通のものとなっている（部局も同じ）。



U.S. Army Corps of Engineers
Detroit District Office
Phone: 313-226-2218, Fax: 313-226-6763
Website: www.lre.usace.army.mil

Michigan Department of Environmental Quality
Water Resources Division
See staff map on page iii for contact information
Website: www.mi.gov/jointpermit



Joint Permit Application

For Work in Inland Lakes and Streams, Great Lakes, Wetlands, Floodplains, Dams,
High Risk Erosion Areas and Critical Dune Areas

www.mi.gov/jointpermit

What is the purpose of the Joint Permit Application?

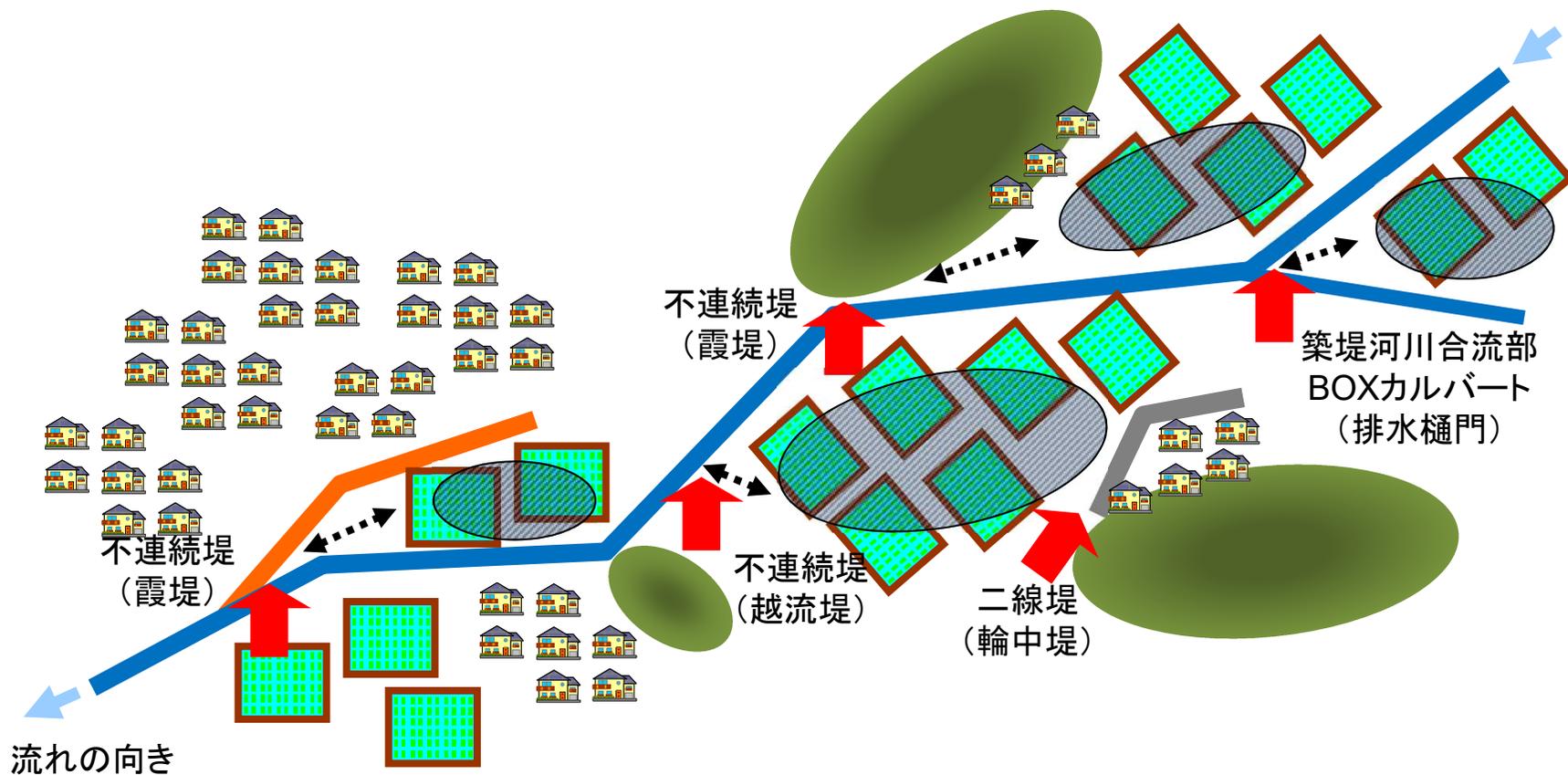
This Joint Permit Application was developed to facilitate the state and federal permit application process administered by the Michigan Department of Environmental Quality (DEQ) and the U.S. Army Corps of Engineers (USACE).

The Joint Permit Application is a multi-purpose application used to describe and quantify proposed activities regulated by the DEQ and/or the USACE. This application is for those activities regulated by the following Parts of the Natural Resources and Environmental Protection Act, 1994 PA 451, as amended by the State of Michigan.

- ~~Part 301, Inland Lakes and Streams~~
- ~~Part 325, Great Lakes Submerged Lands~~
- Part 303, Wetlands Protection
- Floodplain Regulatory Authority found in Part 31, Water Resources Protection
- Part 315, Dam Safety
- Part 323, Shorelands Protection and Management (High Risk Erosion Areas)
- Part 353, Sand Dunes Protection and Management (Critical Dune Areas)

「川づくり」と「まちづくり」が一体となった県土管理 41

川とまち、農地が一体的にデザインされた伝統的風景



大河ドラマ「天地人」(2009)で、伊達政宗が直江兼続に送った言葉：

川の流れ、まちの配置、そのものが国を守り民百姓の暮らしを守っておる。

ここはひとつの小さな天下をなしておる。

※ 慶長6年(1601年)上杉家が米沢に減封。松川の治水に力を注いだ

流域治水とグリーンインフラ

論点整理

河川区域内

(河川法)

洪水防御は一義的責務

と

河川区域外

都市地域・農業地域・森林地域・
自然公園区域・自然保護区域

(都市計画法・農振法・森林法・自然公園法・自然環境保全法)

洪水防御は一義的責務ではない

▶ 都市・森林・農地 など暮らし・生業の舞台（民地）であり、防御対象

治水の観点から土地利用の制限・変更を求める場合

個別法の**主要目的** + **治水目的**（付加的・プラスα）

土地の多目的化・多機能化

グリーンインフラやEco-DRR（生態系を活かした防災・減災）の基本思想に通底



個別法の運用は自治体の役割です。
流域治水の検討には、各自治体の責任
部局の主体的な参加が欠かせません。
(いやいや参加では ×)

部局間調整が円滑に進むよう、
さまざまな制度的・経済的
インセンティブがより
充実するとよいですね。



流域治水

防災 × 自然の恵み 地域資源

多自然川づくり 2.0、かわまちづくり 2.0
Eco-DRR

一石多鳥の土地利用
グリーンインフラ

准教授 **瀧 健太郎**

技術士（建設部門）、博士（工学）

滋賀県立大学 環境科学部

（NPO法人 碧いびわ湖 理事）
（「小さな自然再生」研究会）

phone: 0749.28.8335, cell: 090.6371.1088

email: taki.k@ses.usp.ac.jp (Office)

email: kentaro-taki@shiga-rivers.com



shiga-rivers.com

