

茨城県の河川と海岸の防災

武若 聡（たけわか さとし）

筑波大学

-
- 茨城県の最近十年の大きな水災
 - 河川の防災
 - 海岸の防災

■ 専門： 土木工学

|
水工学

|
河川工学 / 海岸工学



■ 研究

- 神栖市・港湾空港技術研究所・観測栈橋
- 霞ヶ浦 など

■ 行政との関係

- 茨城県・河川課

河川整備計画検討委員会
牛久沼越水対策検討委員会
海岸保全基本計画検討委員会 など

- 国交省・常陸河川国道事務所
霞ヶ浦河川事務所
霞ヶ浦導水工事事務所

那珂川, 久慈川 リバーカウンセラー
霞ヶ浦導水環境委員会 など

■ 茨城県の最近十年の大きな水災

2011年 東日本大震災
津波浸水, 港湾・海岸施設の被害
河川堤防の被害 (沈下, 崩壊など)

2015年 平成27年9月関東・東北豪雨
鬼怒川の破堤・氾濫 (常総市)

2019年 令和元年東日本台風
那珂川水系, 久慈川水系
破堤 (多数), 氾濫等の広域被害

2023年 令和5年梅雨前線 & 台風第2号
牛久沼越水

令和5年台風第13号
県北地域の河川氾濫

水災の都度,

- ・ 河川整備計画
- ・ 海岸保全基本計画

の見直しが行われてきた

■ 河川の防災

河川に関する事業：河川整備計画

茨城県の河川（一級河川，二級河川）

内水氾濫と外水氾濫

治水

沖積平野の形成と河川

流域治水

■ 河川に関する事業：河川整備計画に沿って行われる

河川を整備するために策定される計画

河川の治水，利水，環境を総合的にとらえる

河川の将来のあるべき姿を想定する

河川管理者（一級河川：大臣，二級河川：知事）

河川整備のあり方 河川整備基本方針（大目標）

基本方針に沿って30年程度の期間で実施すべき整備の具体的な内容を 河川整備計画 として策定する（中期目標）

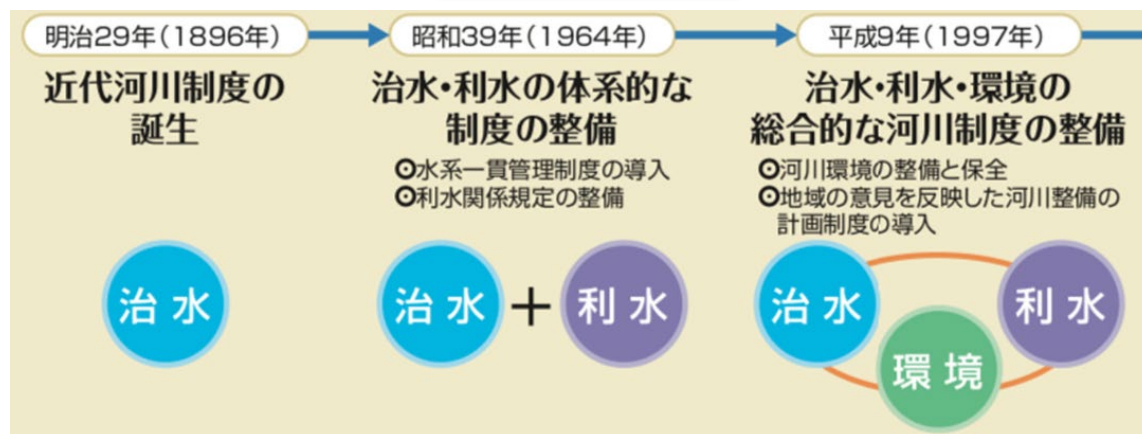
河川整備計画の観点

治水

利水

河川環境保全

河川法



■ 河川に関する事業：河川整備計画に沿って行われる

河川整備計画策定の流れ

河川整備基本方針

内容：基本方針⇒基本高水、計画高水流量等

河川整備基本方針案の作成

河川整備基本方針の決定・公表

河川整備計画

内容：河川整備の目標⇒河川工事や河川の維持の内容

原案の作成

学識経験者の意見

住民の意見

河川整備計画案の作成

地方公共団体の長の意見

関係機関の意見

河川整備計画の決定・公表

河川工事・河川の維持

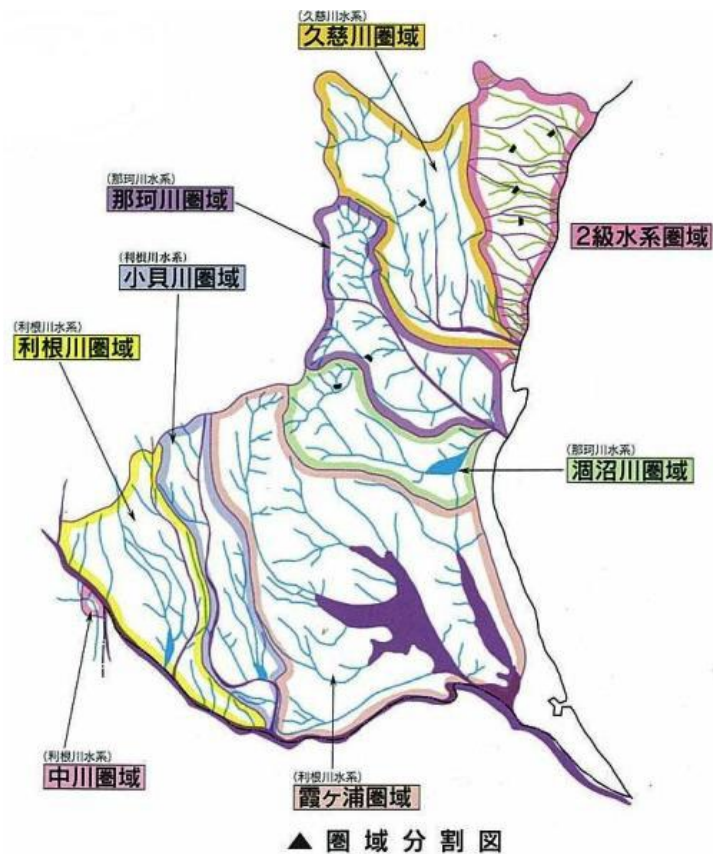
那珂川水系

那珂川圏域河川整備計画
(変更)

令和2年10月

茨城県

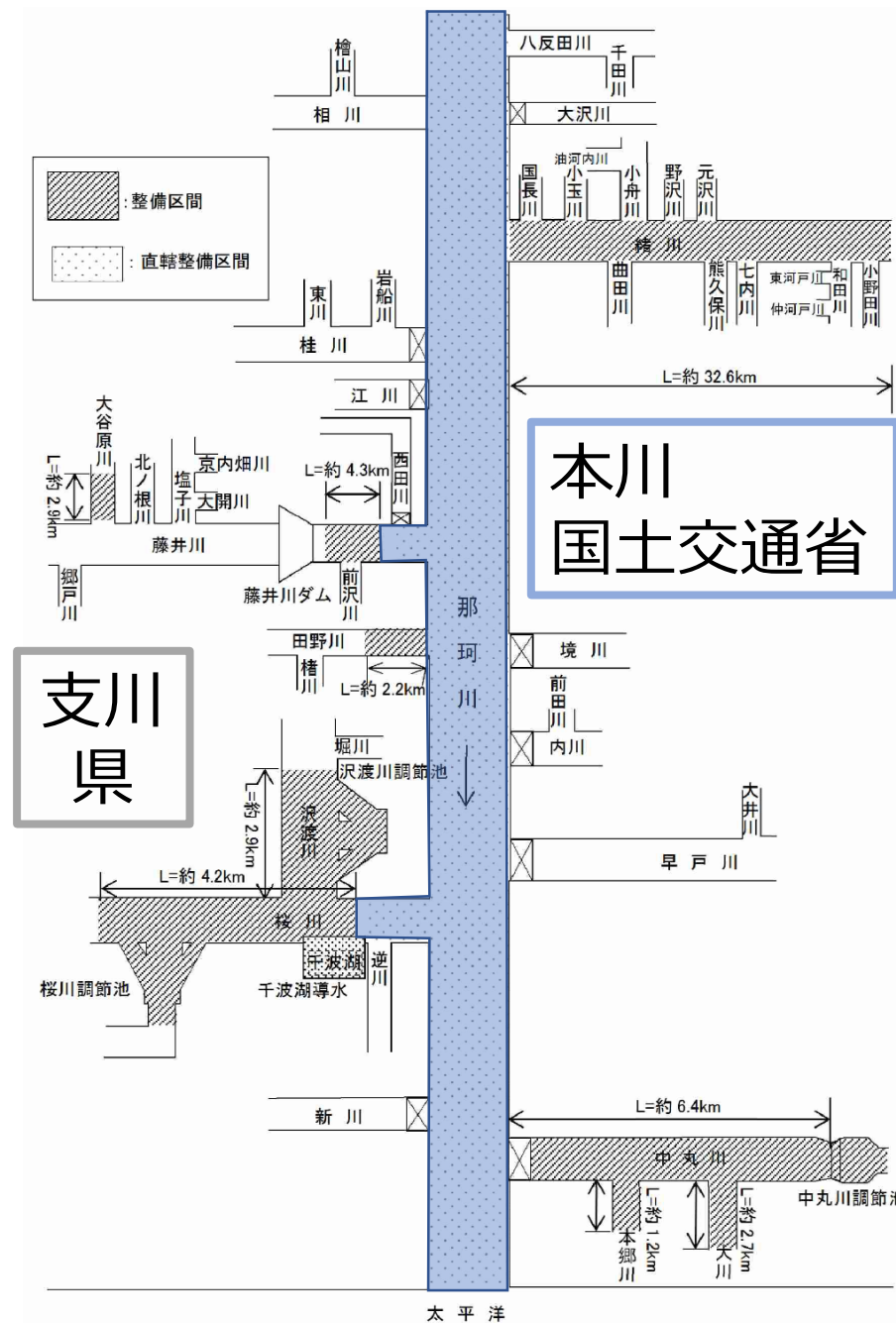
茨城県の河川 (一級河川, 二級河川)



河川課：圏域 (8) に分けて管理

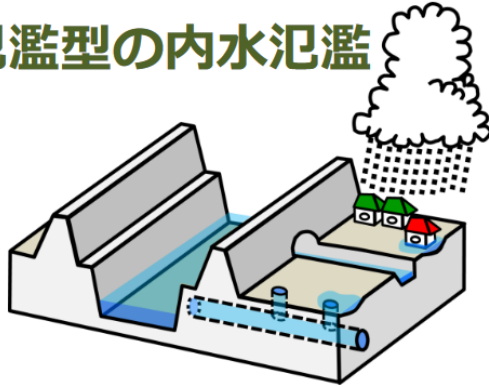
一級 188本 総延長 1,470 km
 二級 28本 総延長 189 km

築堤など + 維持管理



■ 河川の防災： 内水氾濫と外水氾濫（ないすい/がいすい）

氾濫型の内水氾濫

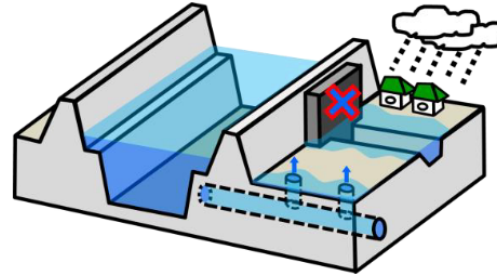


- ✓ 短時間強雨等により雨水の排水能力が追いつかず、発生する浸水。
- ✓ 河川周辺地域とは異なる場所でも発生する。

河川の増水によらない

担当：下水道課 河川課

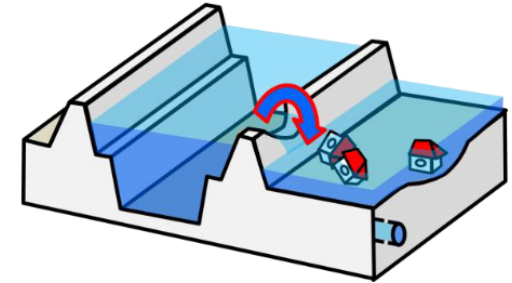
湛水型の内水氾濫



- ✓ 河川周辺の雨水が河川の水位が高くなったため排水できずに発生。
- ✓ 発生地域は堤防の高い河川の周辺に限定される。

河川の増水に起因

外水氾濫

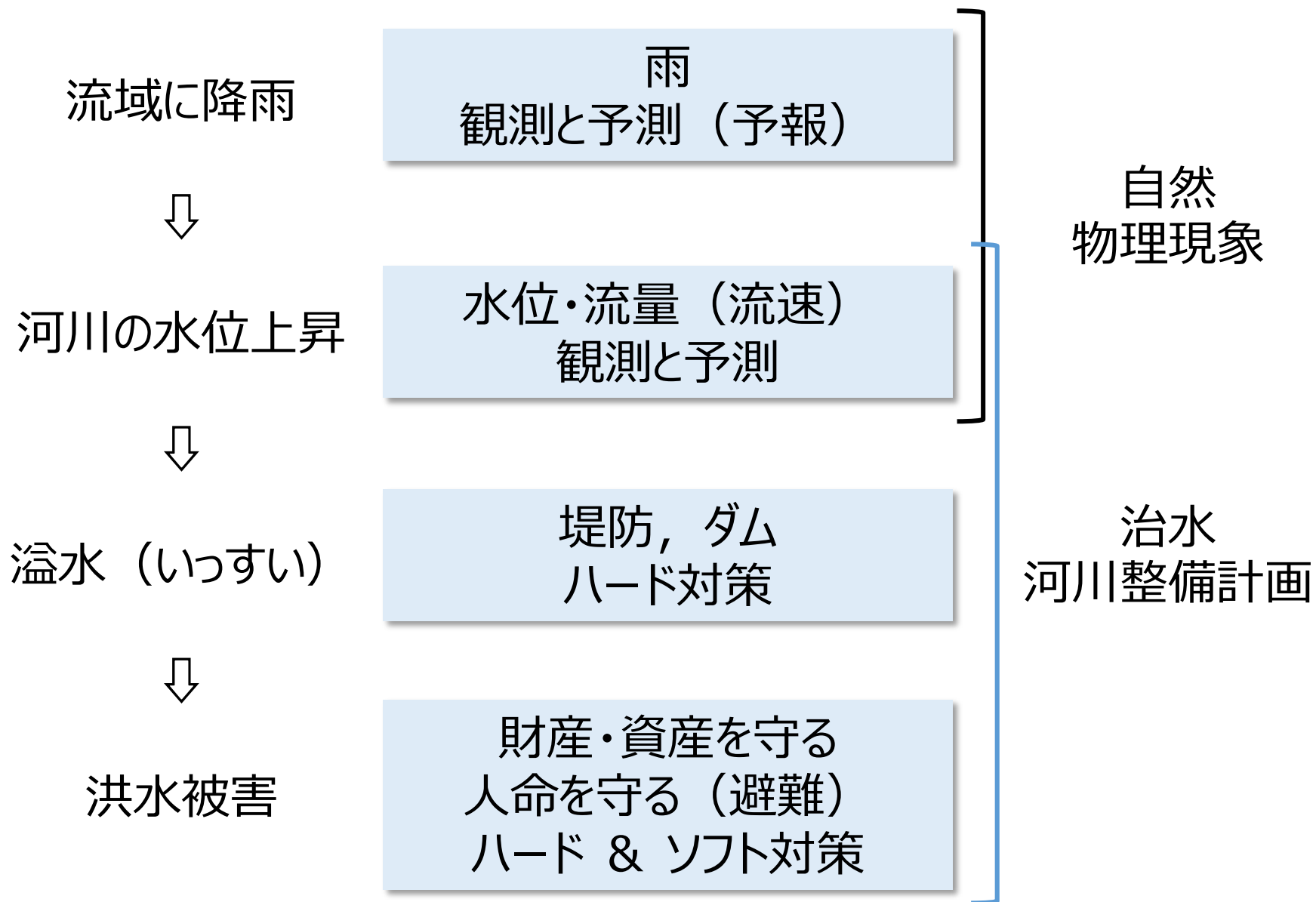


- ✓ 河川の水位が上昇し、堤防を越えたり破堤するなどして堤防から水があふれ出す。

河川課

被災された方にとっては 内水 / 外水 はさほど重要でない
行政担当者にとっては重要

■ 河川の防災（治水）



■ 河川の防災（治水）

降雨

ランダム現象（相当に複雑な現象，不明なことも多々ある）

「100年に1度の記録的な大雨」

「これまで経験したことのない大雨」

「観測史上最大の雨」

観測記録に基づく分析 → 極値統計

- ・ これまでに経験した現象
- ・ それらを超える規模の現象

→ どれぐらいの 頻度・強度 で発生するかを統計的に推定する

■ 河川の防災（治水）

降雨

茨城県

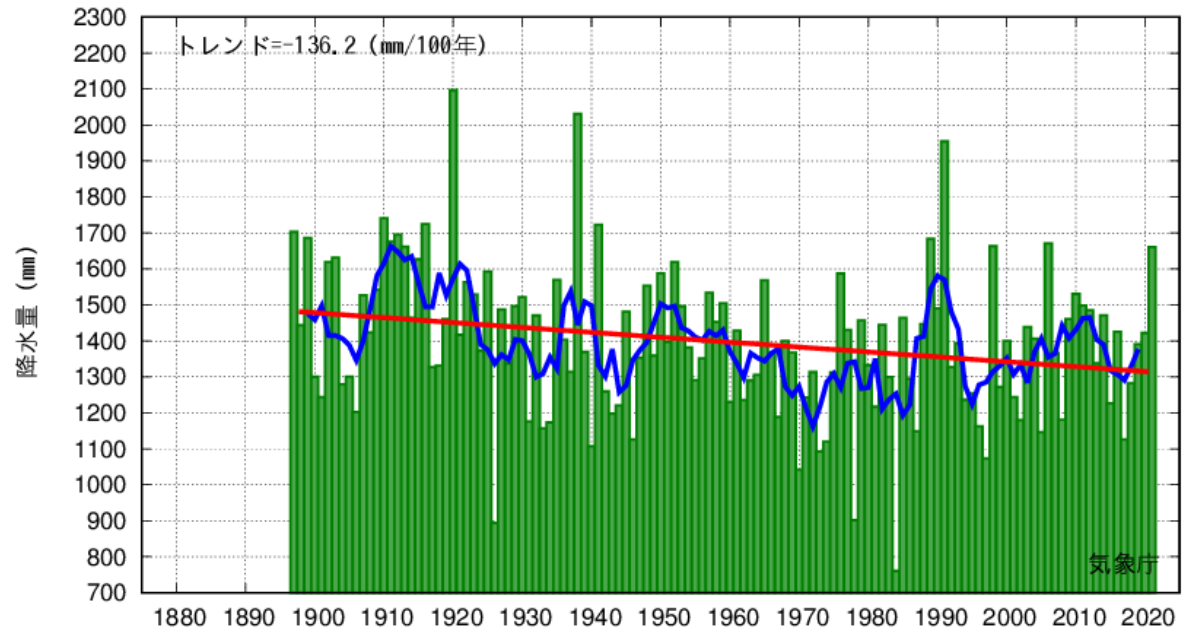
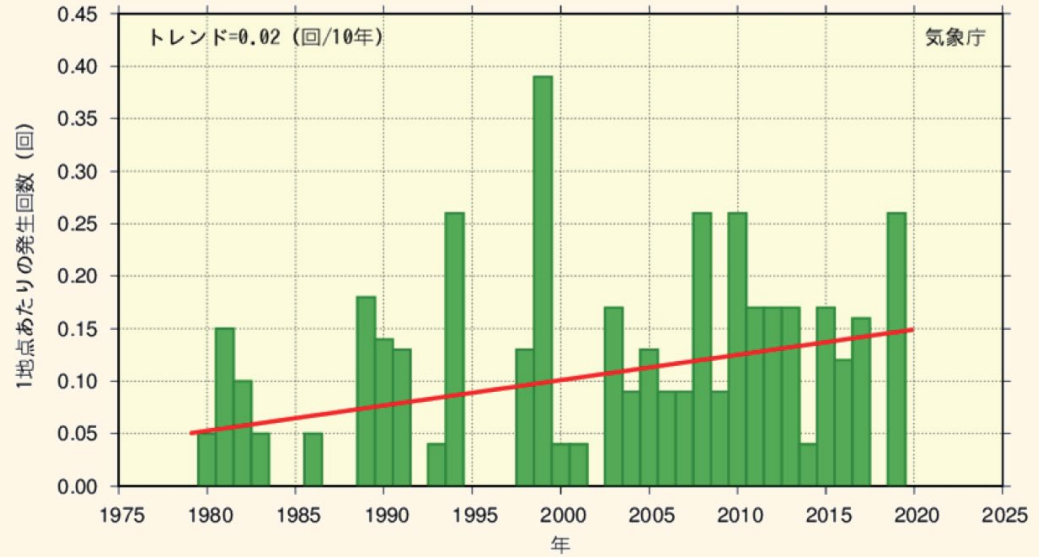
50mm/時間を超える降雨

かなり強い雨

傘は役に立たない

水戸
年降水量

茨城県の1時間降水量50mm以上の発生回数変化



■ 河川の防災（治水）

極値統計： 再現期間（頻度），再現期待値（強度）を推定

十分にデータの蓄積がある事象が対象となる（記録長 ～ 長い）

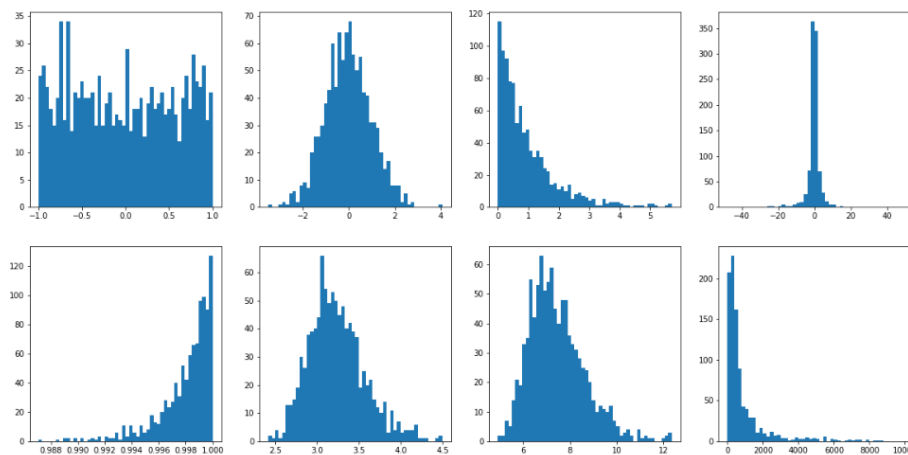
- 降雨量，風向・風速，台風等
- 例えば，100年間の記録より，200年間に発生しそうなことは？

過去の観測データから統計的な特徴（ヒストグラム）を調べ，確率分布とそのパラメータを定める

予測（推定）項目

- 頻度（再現期間）
- 強度（再現期待値）

「XX年に1回の降雨は yyミリ」

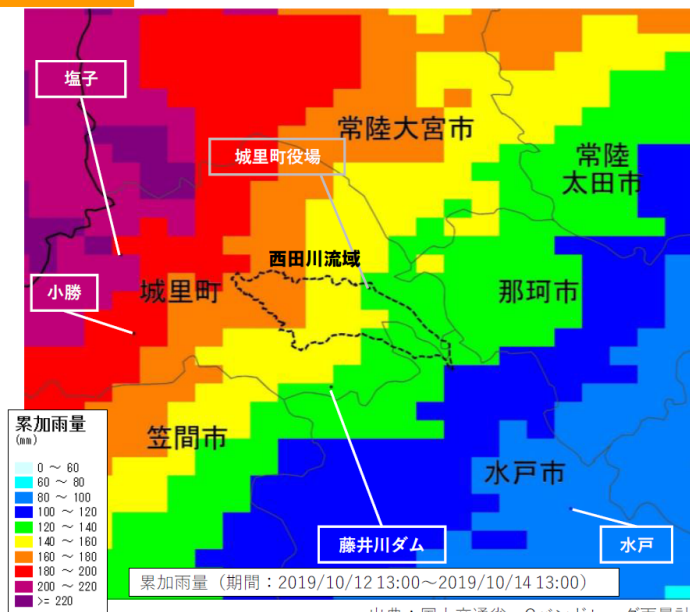


河川の防災（治水）

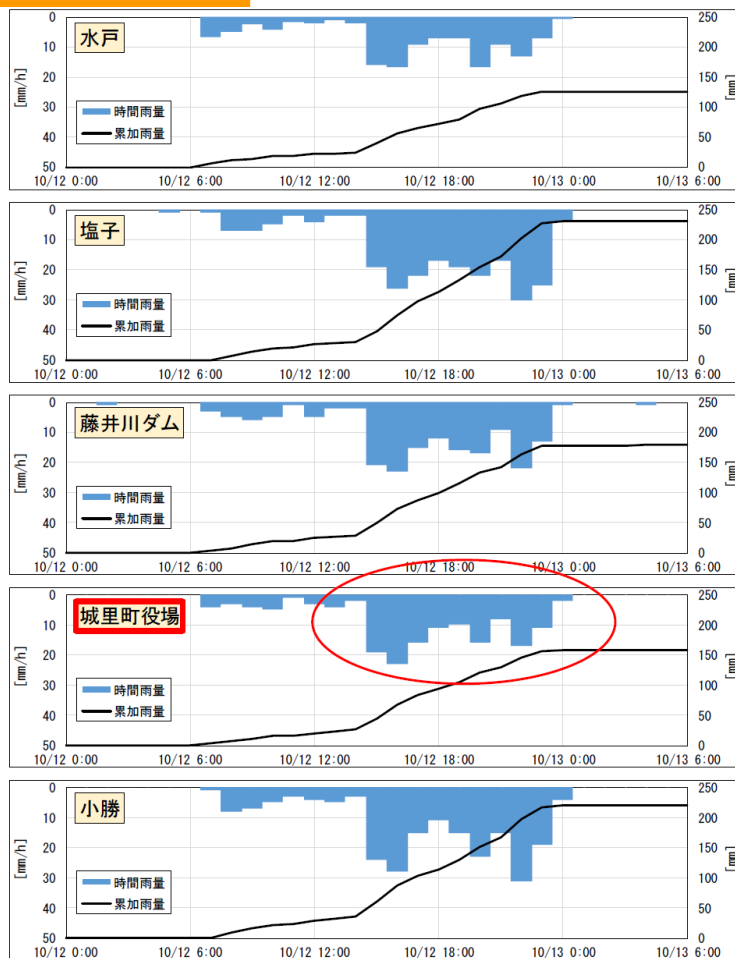
令和元年東日本台風における降雨の状況

- 西田川流域の累加雨量は120mm～180mmの降雨分布。上流域ほど累加雨量が多い。
- 平成23年に次いで過去2番目に大きい日雨量159mm(城里町役場)
- 時間最大雨量は22mm/h程度であるが、10mm/hr以上の降雨が約9時間継続

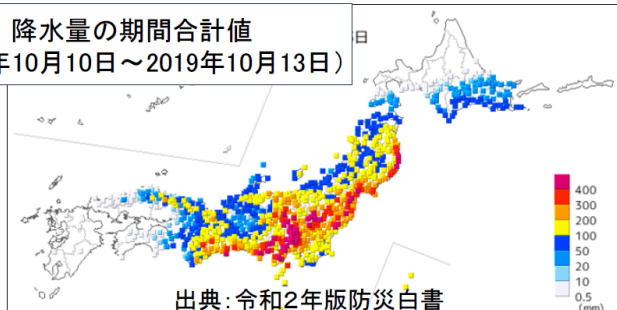
降雨分布図



地点雨量ハイトグラフ

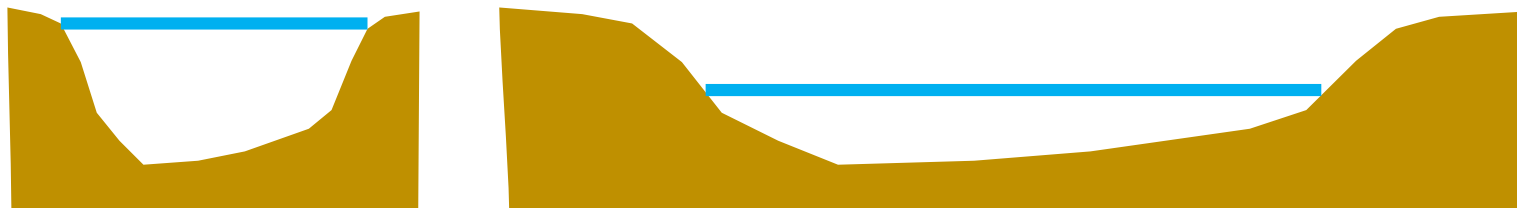
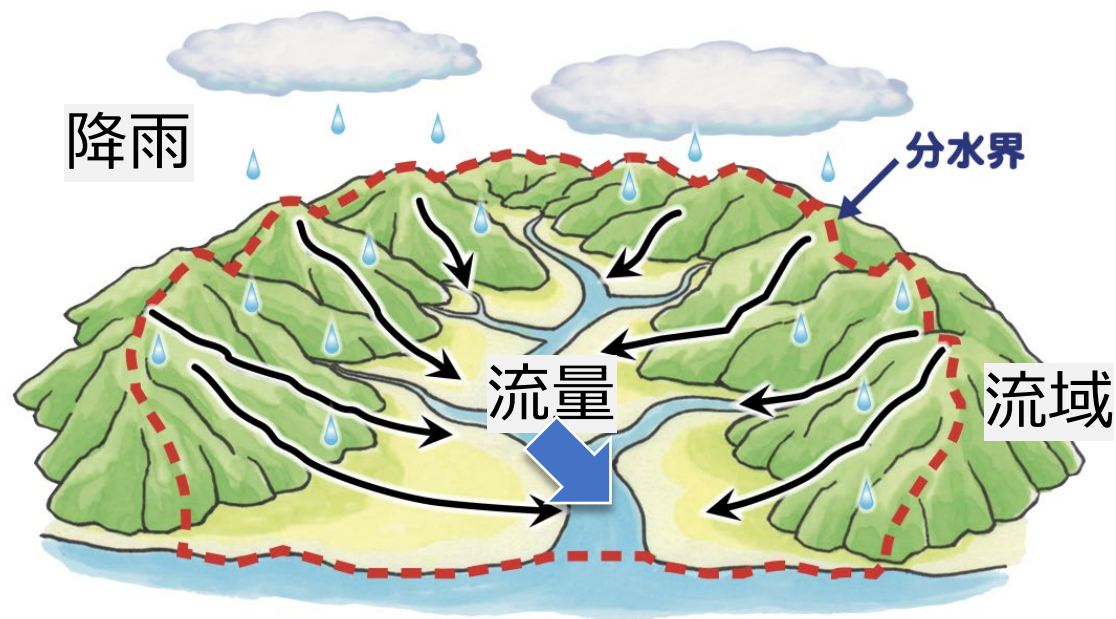


降水量の期間合計値
(2019年10月10日～2019年10月13日)



■ 河川の防災（治水）

流出解析 → 流域に降った雨から河川の流れを予測する
流量・水位・流速



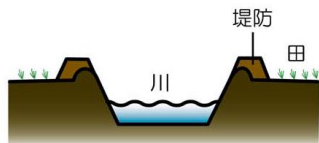
同じ流量：水位と流速は河川断面による

■ 河川の防災（治水）

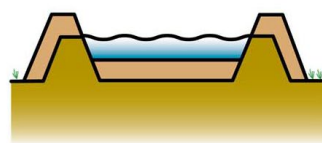
ハード対策： 河道内に水を収める

溜める ダム, 調整池 / 遊水地

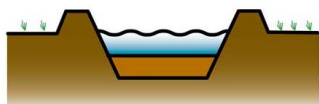
溢れさせない 堤防（原則：整備は下流から順次）
河積の確保



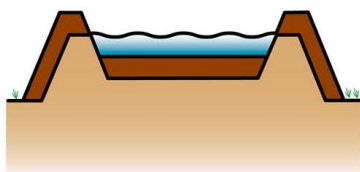
1 川がいつも同じところを流れるように堤防をつくる。



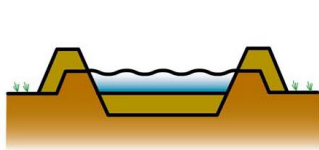
4 さらに川底が高くなり、堤防をもっと高くする。



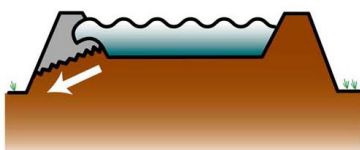
2 土砂がたまって川底が高くなる。



5 これをくり返しているとまわりの土地より高くなり、天井川となる。

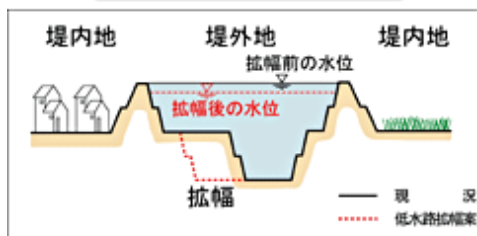


3 川底が高くなるため堤防を高くする。

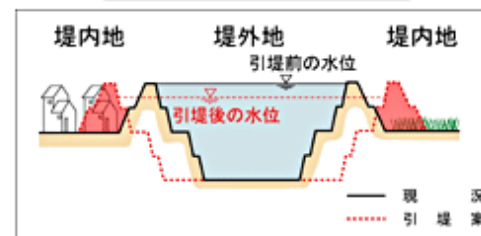


6 天井川になると、洪水がおこったときの被害が大きくなる。

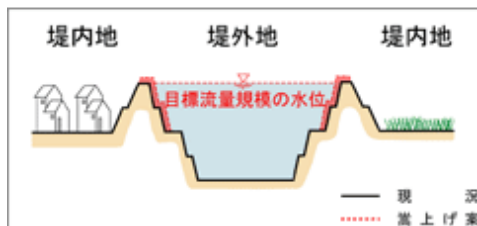
河川敷を削る



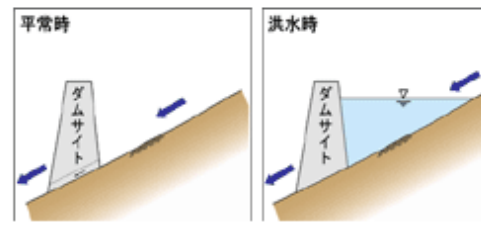
川幅を広げる



堤防を高くする



ダムを新設する



てんじょうがわ
どうして天井川になるのか？

■ 河川の防災（治水）

自然災害への対応方針 → 計画論

- あらゆる大きさの外力に耐えるように設計する？
【重要度を考える：例えば，原子力発電所の被災は許されない】



ゼロリスク

- 想定した外力よりも大きい場合は壊れることも許容する？
想定する外力の設定は？



リスクの受容

- 人命
- 壊れた時の影響の大きさ（社会のダメージ）
- 経済性

よく引き合いに出されるのは，社会における自動車の受容

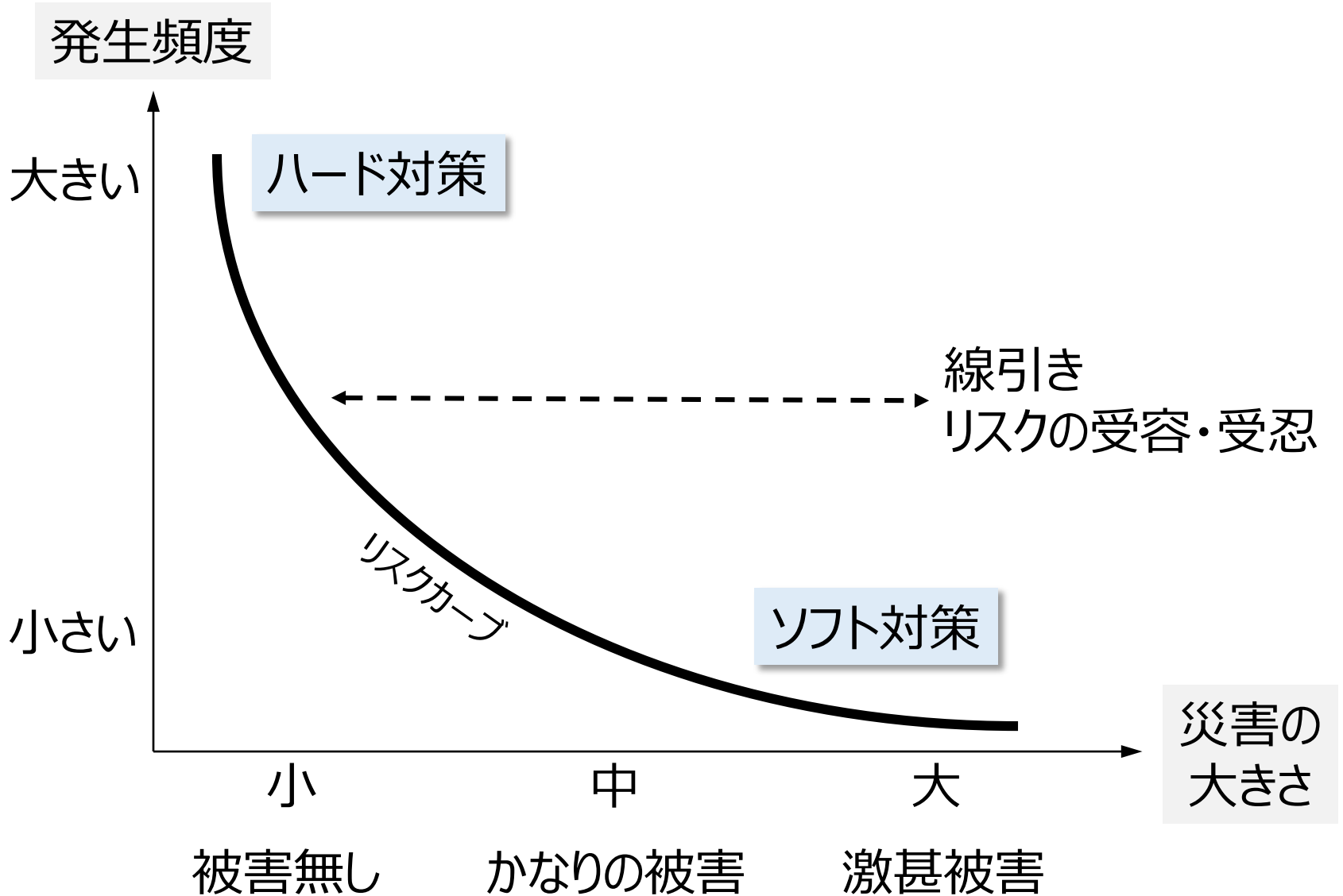
- 利便性 vs 交通事故

目標

人命を守る
財産・資産を守る

■ 河川の防災（治水）

自然災害への対応



■ 河川の防災（治水）

堤防の設計：高さをどのように定めるのか？

- 過去におけるできるだけ多くの記録を集めて，水位の最大値をとる
【既往最大】
- 過去の記録を統計的に処理
超過確率を推定し，目的別に定める
【統計的に考える：XX年に1回の水害に備える】

河川の重要度（河川砂防技術基準）

- 洪水防御計画の目的に応じて流域の大きさ
- その対象となる地域の社会的経済的重要性
- 想定される被害の量と質
- 過去の災害の履歴などの要素など → 重要度を定める

■ 河川の防災（治水）

日本における治水計画の規模の長期目標〔対応する洪水規模〕

| | | |
|-------------|---------------|---------------------------------|
| 大都市部の河川 | 150 - 200年に1度 | 利根川 霞ヶ浦 那珂川 鬼怒川 小貝川 |
| 大河川（都市・農村部） | 100 - 150年に1度 | |
| 中小河川（都市部） | 50 - 100年に1度 | |
| 中小河川（農村部） | 10 - 50年に1度 | 小野川 蓮沼川 |
| 小河川（農村部） | 10年に1度以下 | |

■ 河川の防災（治水）

年超過確率： 1年間にある量以上の降雨が発生する確率

Q 確率10年に1回の規模の降雨は10年に1回ずつ起こるのか？

A そうではありません。「再現期間10年の確率降水量」とは「長い期間を平均した場合に10年に1回起こる降雨」という意味で、実際にはある10年の間に2回起こることもあれば1回も起こらないこともあり得ます。

サイコロに例えると、サイコロを6回振った場合に「六」の目が1回も出ないこともあれば6回続けて出ることもあります。しかし、何百回とたくさん振れば「六」の目は平均して6回に1回の頻度で出ます。

出典：気象庁ウェブ

■ 河川の防災（治水）

ハード対策 と ソフト対策

関係者の中で使われる言い回し
世間での認知も得つつある

ハード対策

ダム, 貯水池, 堤防, 機場（ポンプ）など

（長所）長年の河川事業に実績がある

（短所）高額, 時間がかかる

ソフト対策

浸水危険の周知（ハザードマップ）

避難方法の検討（マイ・タイムライン）

警戒システム（観測網 → 住民に周知）

気象現象の高度な予測

ハード対策の限界

- ・ 気候変動
- ・ 社会情勢



流域治水

■ 河川の防災（治水）

流域治水の推進（国土交通省）

『気候変動に伴い頻発・激甚化する水害・土砂災害等に対し、防災・減災が主流となる社会を目指し、「流域治水」の考え方に基づいて、堤防整備、ダム建設・再生などの対策をより一層加速するとともに、集水域から氾濫域にわたる流域のあらゆる関係者で水災害対策を推進します。』

『ハード・ソフト一体の水災害対策「流域治水」の本格的実践に向けて、特定都市河川浸水被害対策法に基づく特定都市河川を全国の河川に拡大し、ハード整備の加速に加え、国・都道府県・市町村・企業等のあらゆる関係者の協働による水害リスクを踏まえたまちづくり・住まいづくり、流域における貯留・浸透機能の向上等を推進していきます。』

（ポイント） 流域のあらゆる関係者で行う

■ 河川の防災（治水）

流域治水

● 総合的

- 溜める
- 制御された氾濫
- 住まい方
- 避難

● 懸念

- これまでと真逆
- 経験が乏しい
- 多岐の関係者

霞堤・輪中堤・引堤
霞堤の仕組み

通常時、堤防の内側の水が流れる

増水時、堤防の切れ目から水が逆流し、下流に流れる水の量を減らす

田んぼダム

田んぼの排水溝に調整板を取り付けるなどして、排水量を減らし、水を貯留。下流の洪水被害を軽減

遊水地

排水門 越流堤

洪水前は公園や駐車場などに利用

洪水時、水が上流側の越流堤から遊水地内に流れ込む。洪水後、排水門から川に流す

ダムの事前放流

降水前に放流し、水位を下げて容量を確保する

大雨の水が流入

住宅地のかさ上げ・高台移転

川に近く、洪水しやすい低い土地の住宅地

かさ上げ 高台移転

ワンコイン浸水センサー

価格の安い浸水センサー(○)を多く設置する

センサーから送られてくるデータを解析

リアルタイムの浸水マップを作成 避難に生かす

雨水貯留施設

狭い大都市の地下に貯留槽を設置

垂直型は広大な敷地を必要としないので、開発が進んだ地域でも設置が可能

河川や下水道の排水施設の強化

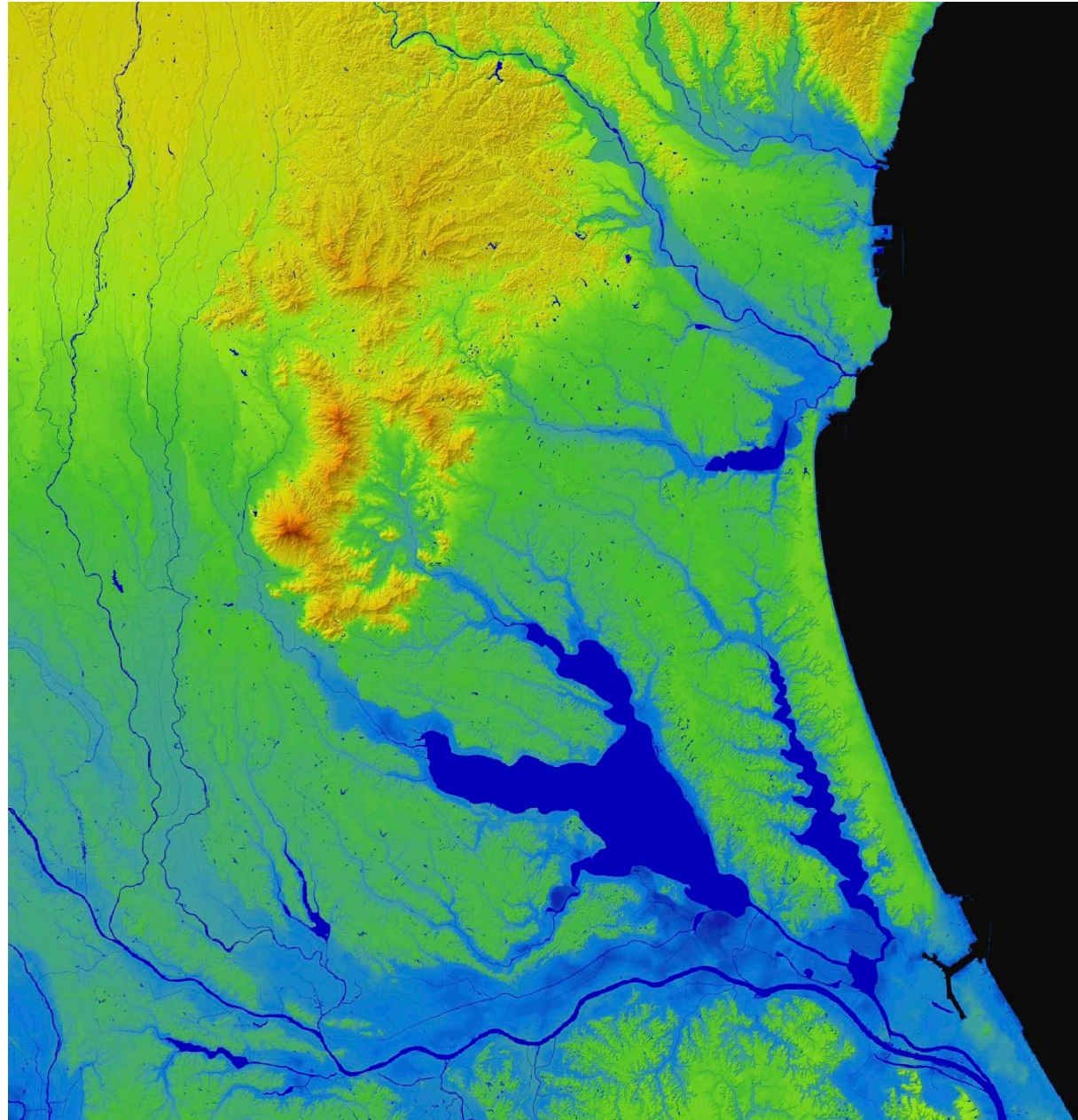
河川が増水すると、雨水の排水が出来なくなる

ポンプを使って、大きな川へ排水を行い、内水氾濫を防ぐ

■ 沖積平野の形成と河川



沖積平野
河川が運ぶ土砂が堆積





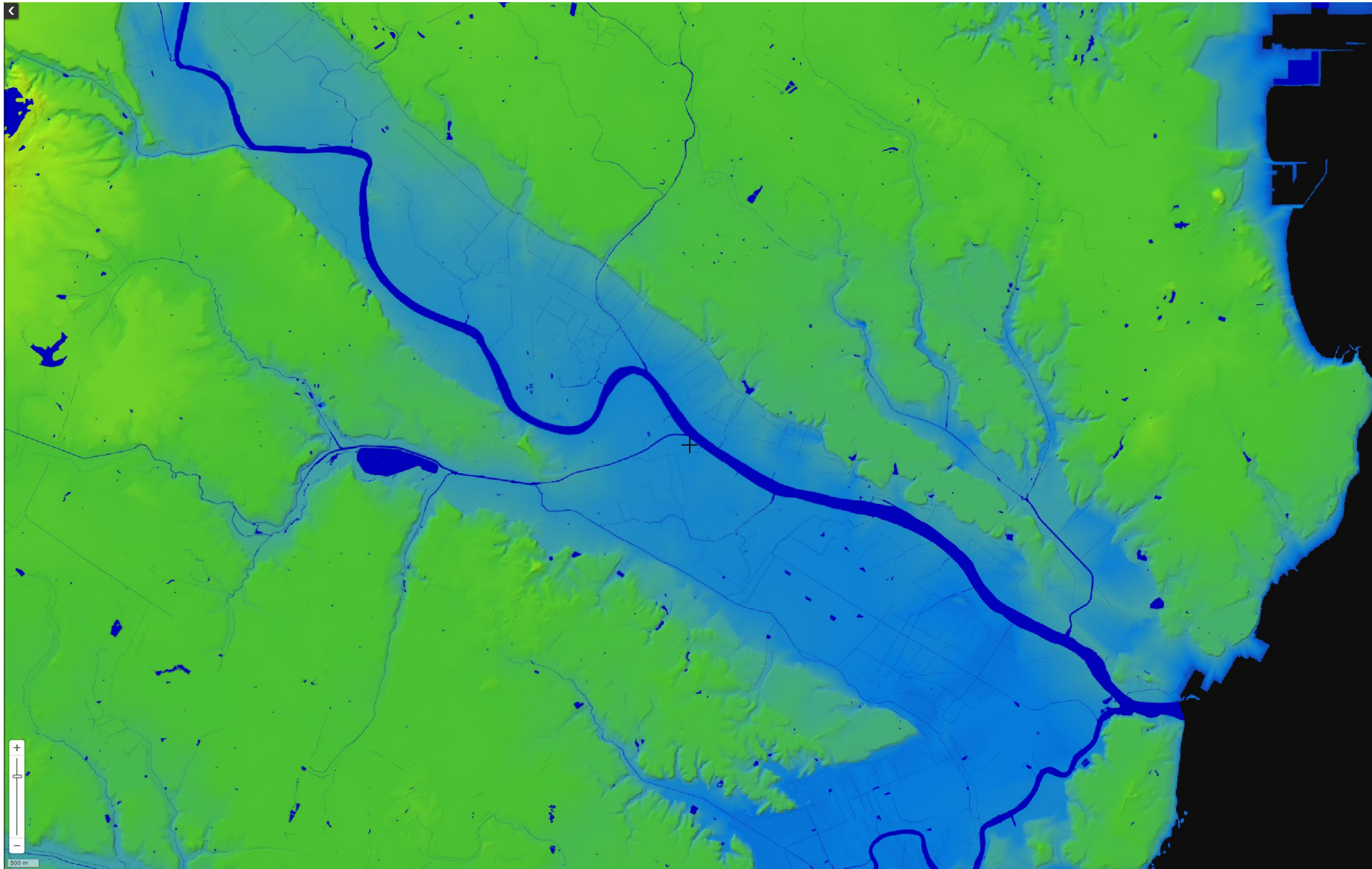
■ 沖積平野の形成と河川

標準地図



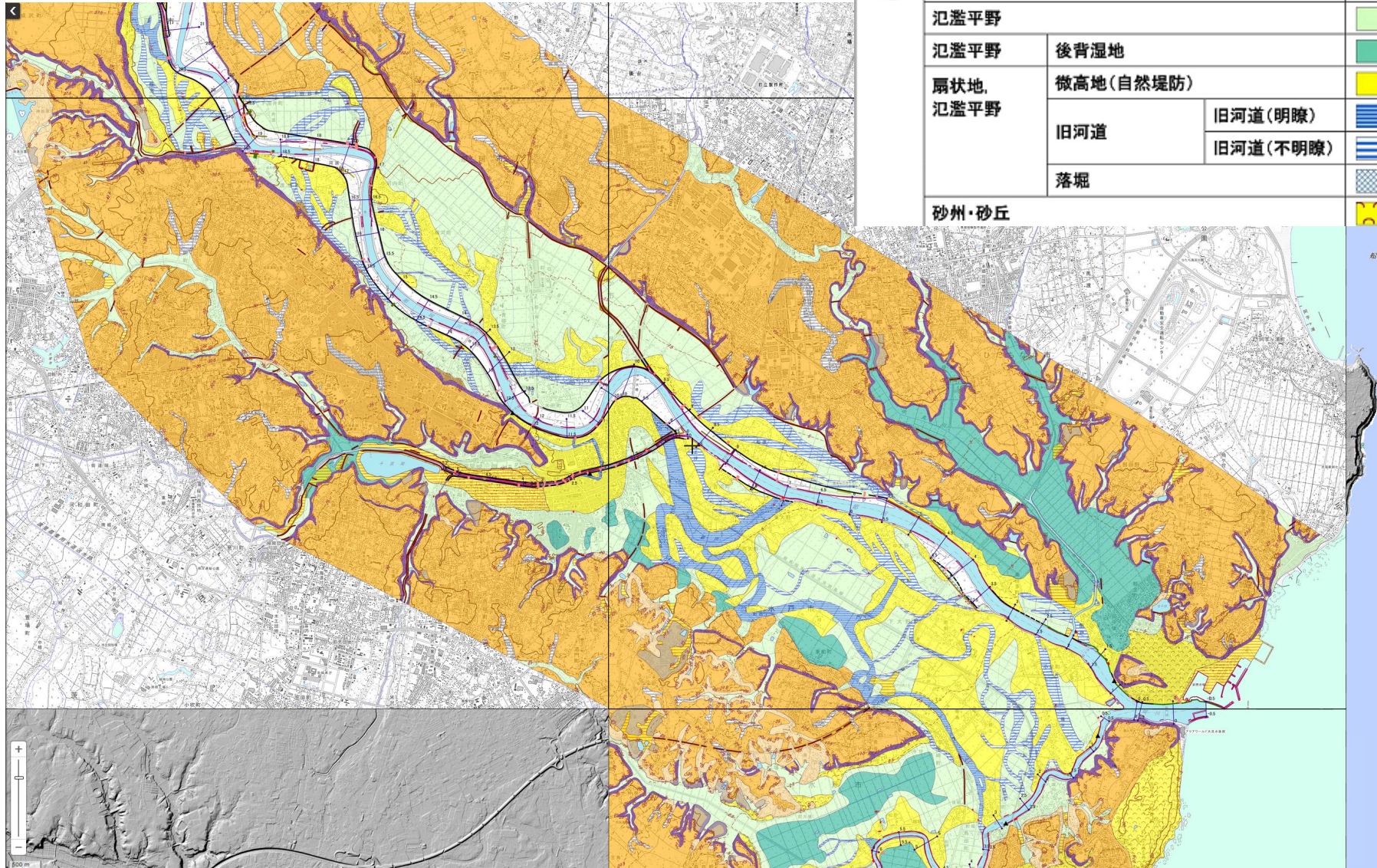
■ 沖積平野の形成と河川

標高



■ 沖積平野の形成と河川

治水地形分類図



| | | | |
|-------|-----------|---------------------|------------------|
| 台地・段丘 | 段丘面 | [Orange] | |
| | 崖(段丘崖) | [Purple] | |
| | 浅い谷 | [Light Green] | |
| 低地 | 山麓堆積地形 | [Brown] | |
| | 扇状地 | [Yellow] | |
| | 氾濫平野 | [Light Green] | |
| | 氾濫平野 | 後背湿地 | [Green] |
| | 扇状地, 氾濫平野 | 微高地(自然堤防) | [Yellow] |
| | | 旧河道 | 旧河道(明瞭) |
| | 旧河道(不明瞭) | | [Blue] |
| | | 落堀 | [Blue with grid] |
| | 砂州・砂丘 | [Blue with circles] | |

■ 河川の防災： 流域治水

流域治水（国土交通省）

これまでの治水

河川管理者
河道内に水を収める
不利益を減らす

整備を進めるほど
河道を流れる水は増える



流域治水

河川管理者 + 住民 + 行政・民間の関係者
河道外にも水が及ぶ
不利益の配分もある（これまでの方針と真逆）

流域
上流 vs 下流

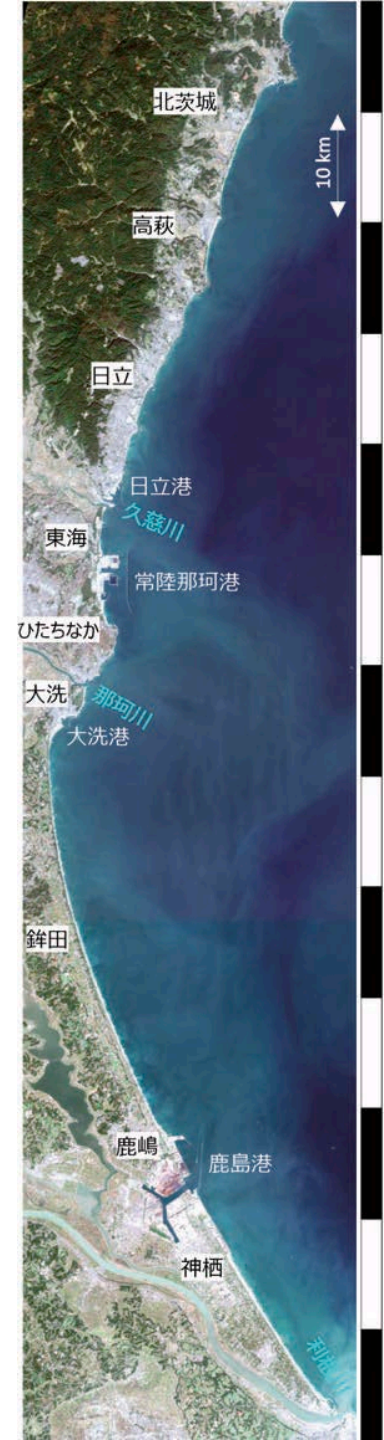
■ 海岸の防災

茨城沿岸

ハザード： 高波， 津波， 海岸侵食

海岸に関する事業

対策



■ 海岸の防災

海岸線： 延長約 190 km

港湾（茨城港，鹿島港）

漁港（10港）

海岸（砂浜，崖，岩礁など）

海岸防災で対象とする事象

高波・高潮（低気圧，台風など）

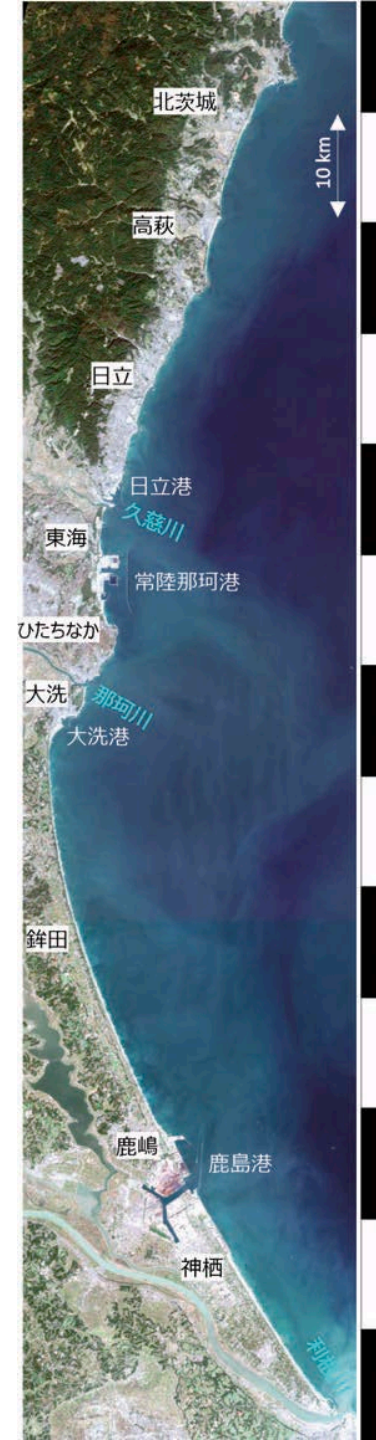
津波（近地津波，遠地津波）

→ 海水の背後域への浸水を防ぐ

海岸侵食

→ 海岸線の維持

海岸保全基本計画に基づく海岸防災事業の実施



■ 海岸の防災

海岸防災で対象とする事象

高波・高潮（低気圧，台風など）

津波（近地津波，遠地津波）

→ 海水の背後域への浸水を防ぐ

【平 時】



【暴浪時】



写真5.1.1 越波状況（小木津地区海岸 日立市 2006年10月撮影）

■ 海岸の防災

海岸防災で対象とする事象

海岸侵食

→海岸線の維持

砂浜の機能

海辺らしさの象徴
来襲する波を減衰
魚貝類の生息場



砂浜は保持したい

- 技術上の課題
- コスト



写真5.2.2 離岸堤

高萩市有明海岸。離岸堤の長さは約140 m



写真5.2.3 ヘッドランド

銚田市 (旧大洋村)

■ 海岸の防災

海岸保全基本計画

- 防護・利用・環境 を考えた海岸管理
管理者：知事
 - 確率的に強度を考える
 - ・ 高波（高潮） 50年に一回程度
 - ・ 津波 100年に一回程度
- ※ 2011年津波：数百年に一回程度

茨城沿岸海岸保全基本計画
平成28年3月



茨城県

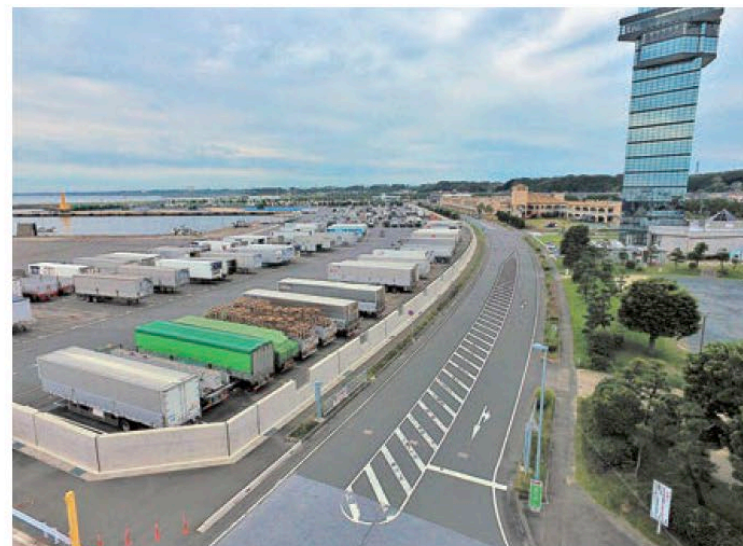


写真5. 1.2 海岸保全施設の整備状況

(左：下桜井地区海岸 北茨城市 2017年2月撮影、右：大洗港区海岸 大洗町 2018年9月撮影)

■ 海岸の防災

海岸侵食の原因

- 大戦後の社会発展と共に顕在化
- 流域開発：河川からの土砂減少
- 海岸崖の崩落保全
- 海域の港湾・構造物の設置による土砂移動の阻害など
 - 現在の社会・経済活動などを支える営為
否定はできない



対処方法

- 局所的：海岸構造物の設置、養浜
 - 高コスト、一層の推進，継続は困難か？
- 根本的：土砂の流れを回復させる
 - 技術開発，関係者間の連携，効果の発現まで長い時間
- 人口減が進み、海岸背後地の土地利用が放棄されたら？

- 茨城県の最近十年の大きな水災
- 河川の防災
- 海岸の防災

ありがとうございました

