



国立研究開発法人

建築研究所

Building Research Institute

平成30年度 建築研究所講演会

「水害リスクを踏まえた 建築・敷地レベルの 対策の効果」

住宅・都市研究グループ
主席研究監

木内 望

構成

- I はじめに 3
- II 統合的浸水ハザードと浸水リスク評価 7
- III 住宅・事業所の浸水被害リスクと対策の費用対効果の試算 13
- IV 統合的浸水リスク情報に関する意識調査 21
- V まとめ及び考察 25

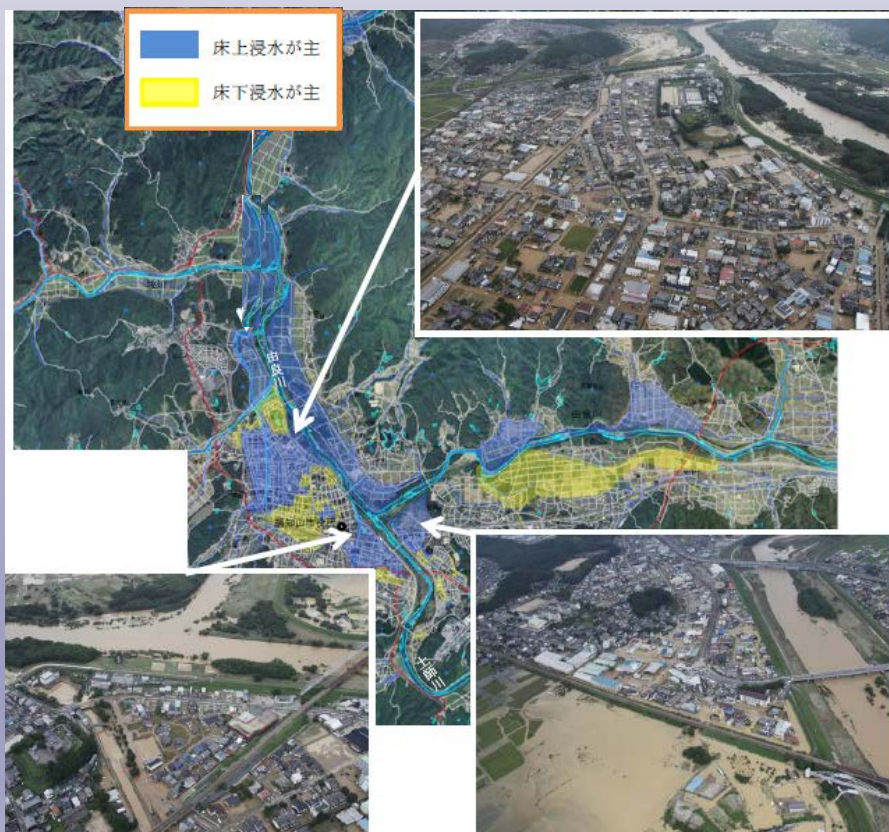
I はじめに

近年の都市大水害

図 1

近年、都市部における水害が相次いでいる。

他に西日本豪雨
(平成30年7月)等



福知山水害 (平成26年8月)

「平成26年8月豪雨災害の記録」平成27年3月福知山市



常総水害 (平成27年9月)

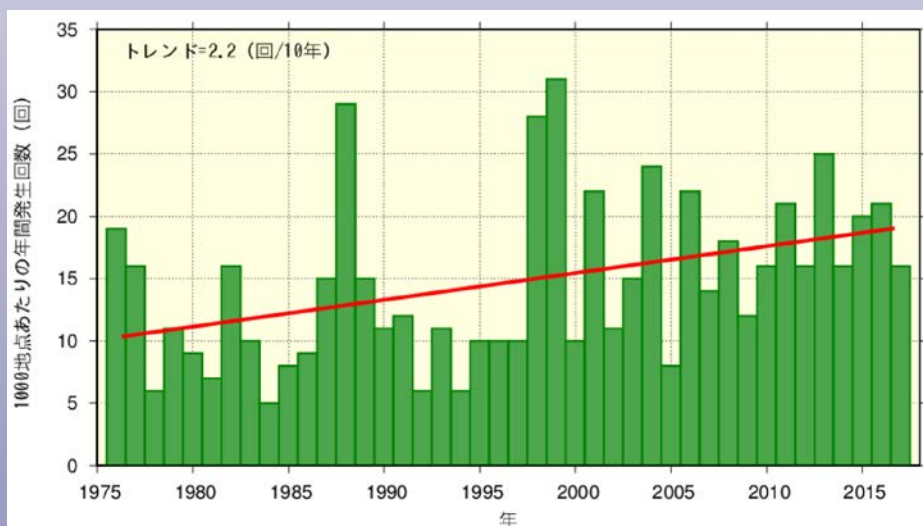
国土交通省水・資源局資料(平成27年9月鬼怒川氾濫)

気候変動影響への危惧

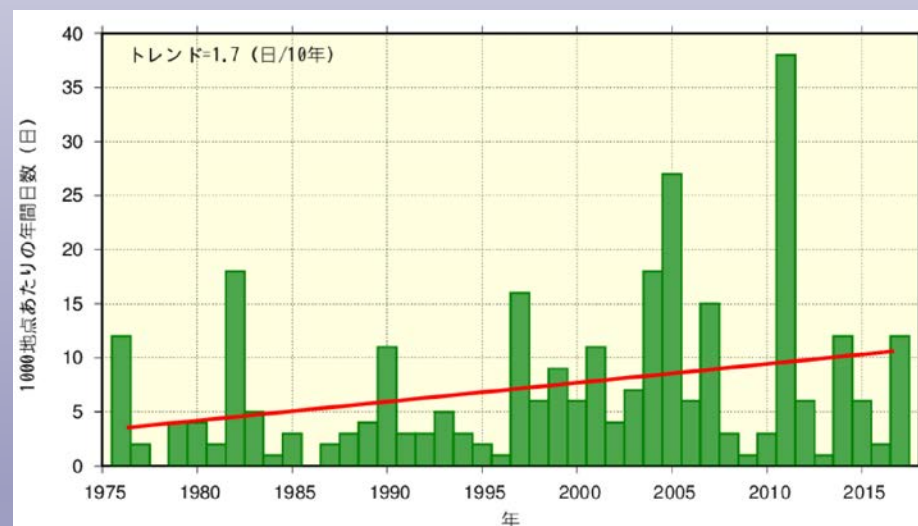
図 1

気象庁「気候変動監視レポート2017」

- ▶ 大雨（日降水量400mm以上）の年間日数は増加
- ▶ 短時間強雨（1時間降水量50mm及び80mm以上）の年間発生回数は増加



〔アメダス〕 日降水量
400mm以上の年間日数



〔アメダス〕 1時間降水量
80mm以上の年間発生回数

氾濫を前提とした都市づくりや建築における対応を求める声も

背景と目的

気候変動下の都市における戦略的災害リスク低減手法の開発

- ◆研究種別 : 事項立て課題 (h27-29年)
- ◆担当組織 : 国総研気候変動研究本部 (河川・下水道・都市等の研究部が参画)
- ◆研究の背景 : 気候変動により今後見込まれる水害リスクの上昇等のため、まちづくりと連携した取り組みが求められている。

統合的浸水リスク情報を踏まえた住民・事業者の浸水対策行動の調査

- ◆調査目的 : 統合的浸水ハザード情報 (確率情報付き想定浸水深) を活用した、資産に関する浸水被害リスクと対策効果の評価手法の検討と、住民・事業者の対策行動を促す、浸水リスクの提示手法の検討

河川研究部
が検討

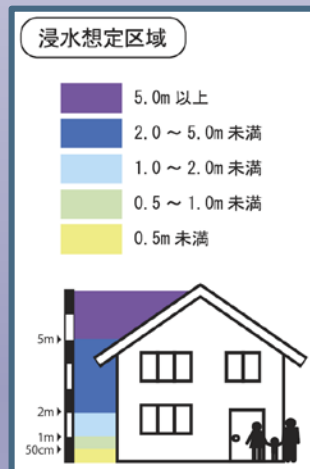
本日は、上記の研究開発内容について、紹介する

Ⅱ 統合的浸水ハザードと 浸水リスク評価

ハザードマップの浸水想定活用の課題①

水防法に基づく洪水ハザードマップの作成と活用が進むが、限界がある。

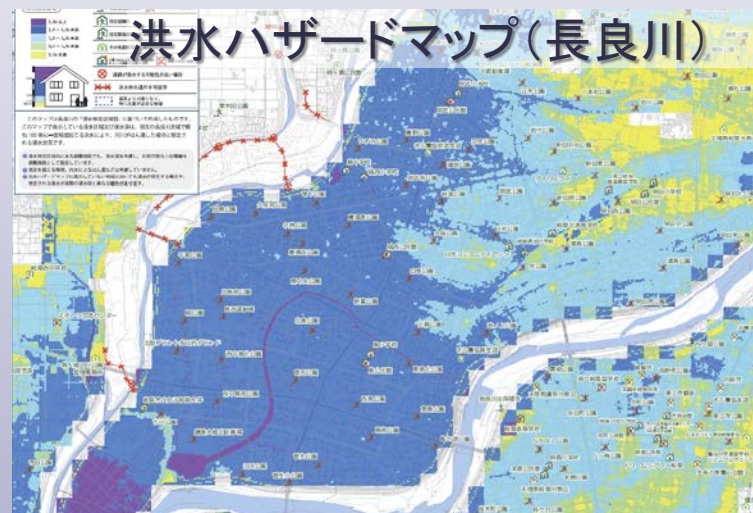
- 河川等の施設管理者の立場から、前提とする降雨事象の頻度（平均して何年に一度発生するか）等の条件が異なるものが提供



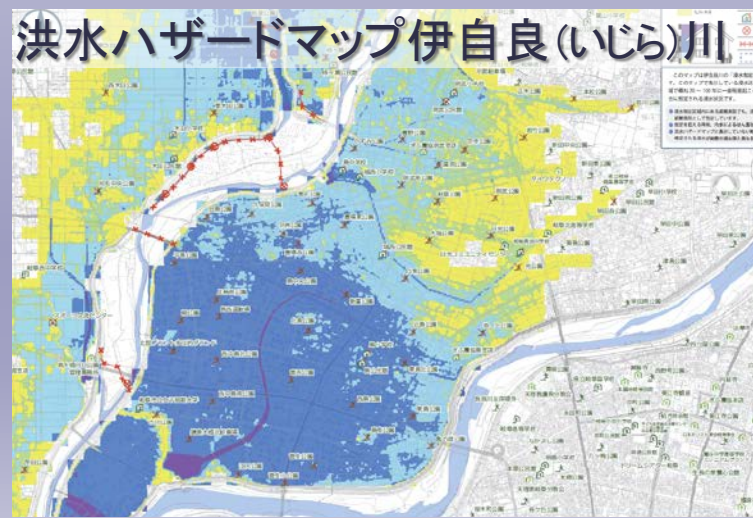
平成2~24年度観測の1時間最大雨量を想定

岐阜市の洪水ハザードマップの例

(「岐阜市総合防災安心読本」日光地区)



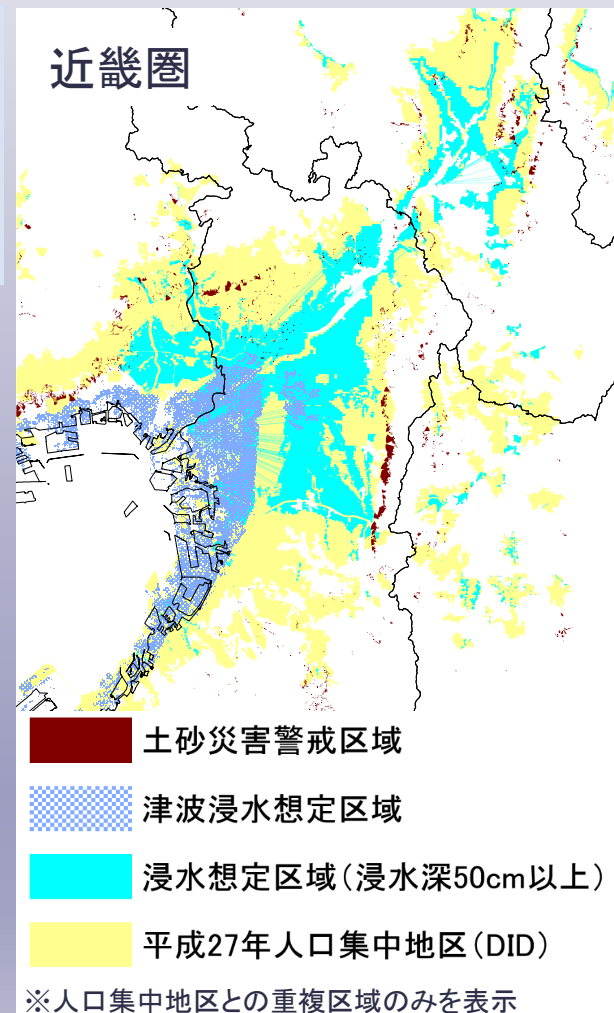
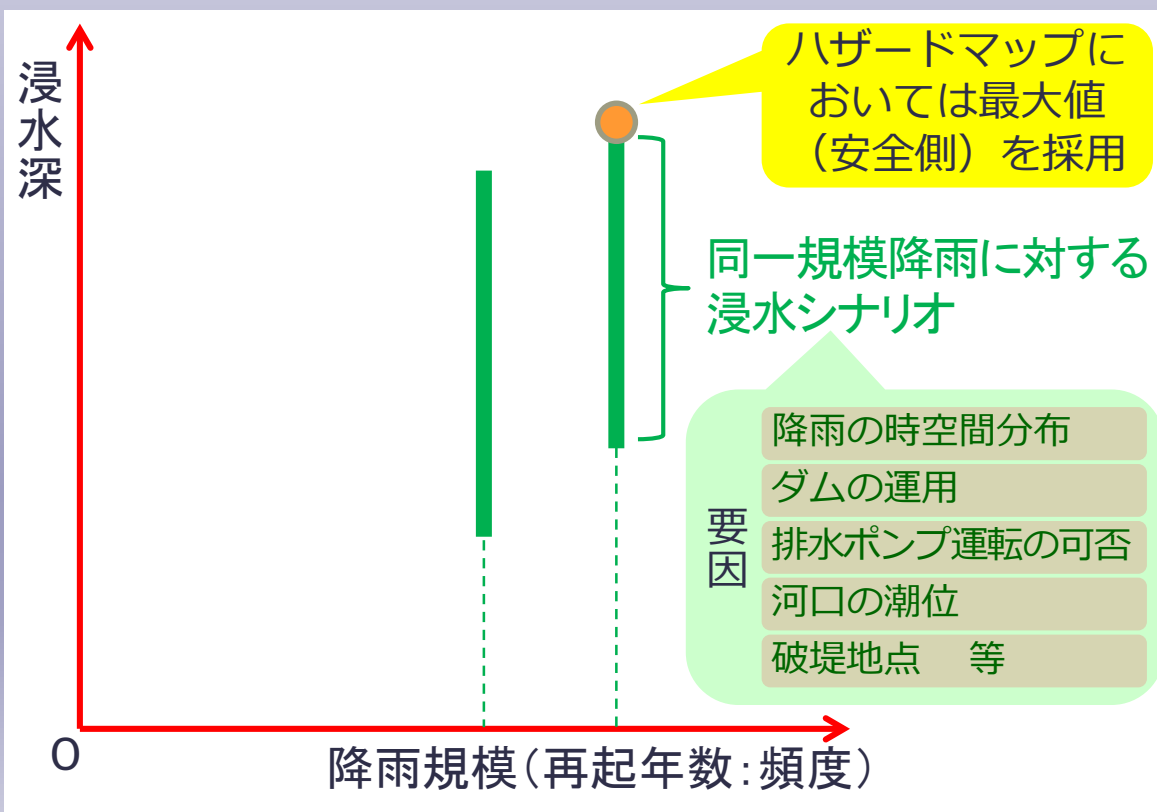
100年に一度程度起こるはん濫を想定



20~100年に一度程度起こるはん濫を想定

ハザードマップの浸水想定活用の課題②

- ▶ 想定する降雨規模について時空間分布等の条件を設定し上で、氾濫シミュレーションを実施。
→条件は「安全側」を採用。
複数の結果の、各地点での最大浸水深を採用



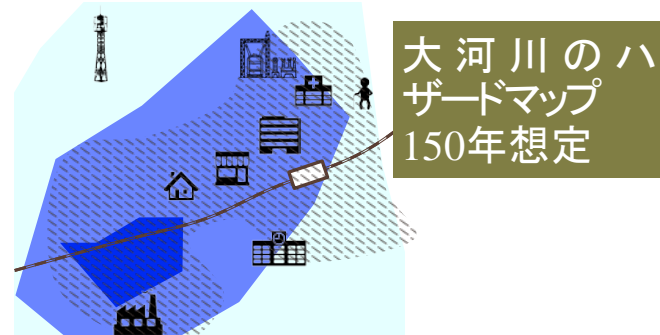
市街地における災害リスク

※国土数値情報より作成

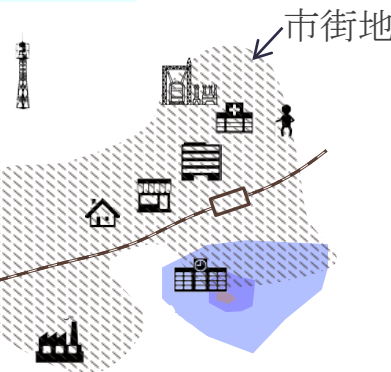
統合的浸水情報と想定される効果

図3

現状の浸水想定の例



中小河川のハザードマップ 50年想定

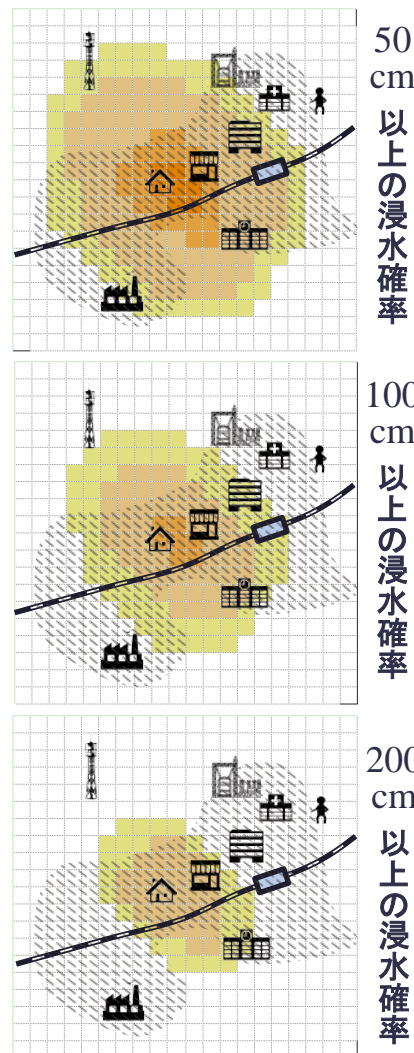


内水のハザードマップ 10年想定



統合的浸水ハザード

異なる浸水深での浸水確率の表示例



統合的浸水情報の効果

住民・事業者が、想定される被害の実態と可能性を踏まえて、建物毎に以下のような対策例を検討することが可能に

住宅: 建物の嵩上げ、1階部分のピロティ化など

工場: 重要高額機器、製品の底上げ設置など

店舗: 冷蔵庫等設備の底上げ設置、防水板準備など

病院: 重要高額機器の底上げ設置、災害時役割の再検討など

老健施設: 居室の2階以上設置

変電所: 移転の検討

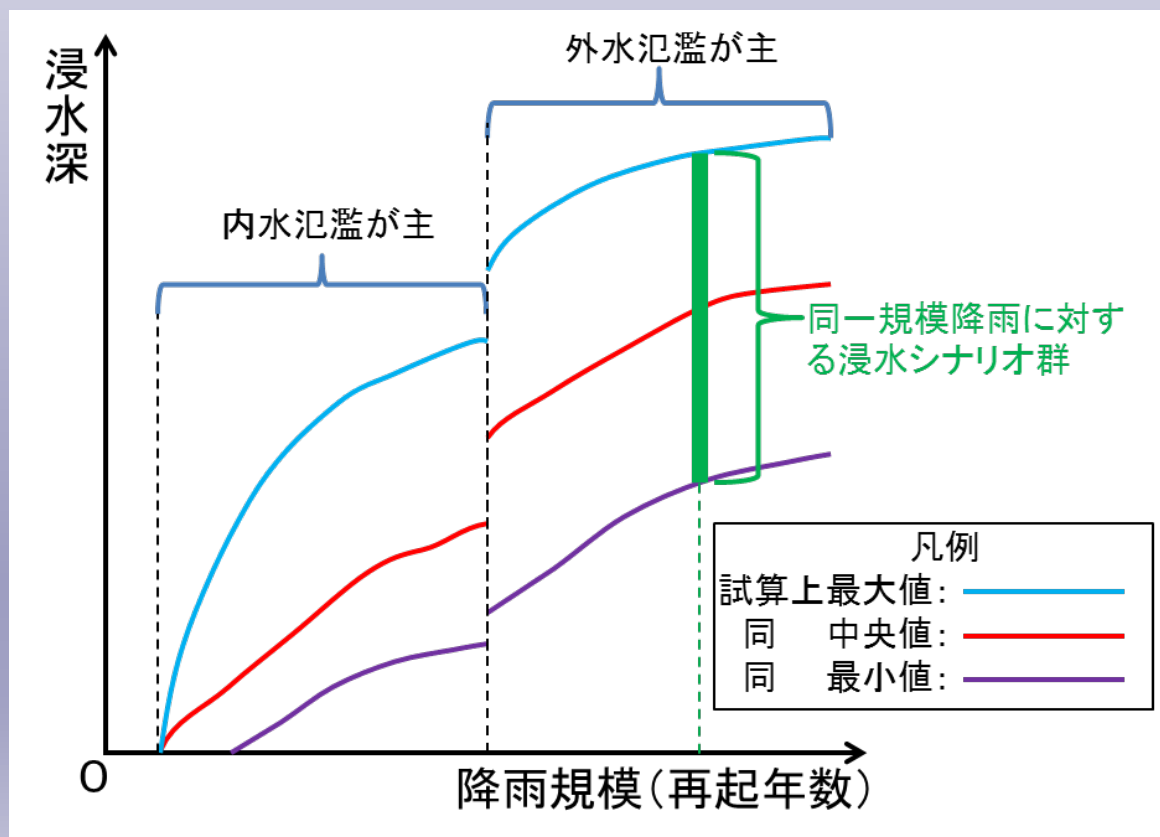
携帯アンテナ: 設備の上部設置

学校: 避難所は3階以上 等

都市計画(立地適正化計画等)の検討に際しても参考となりうるのでは

統合的浸水ハザードの算定 (河川研究部担当)

特定 (想定最大) のシナリオだけでなく、起こりうる浸水シナリオをできるだけ幅広く考慮した上で、試算した浸水深の中央値を再起年数に対する浸水深として採用



資産被害への対策
行動を促す情報と
しての活用を想定

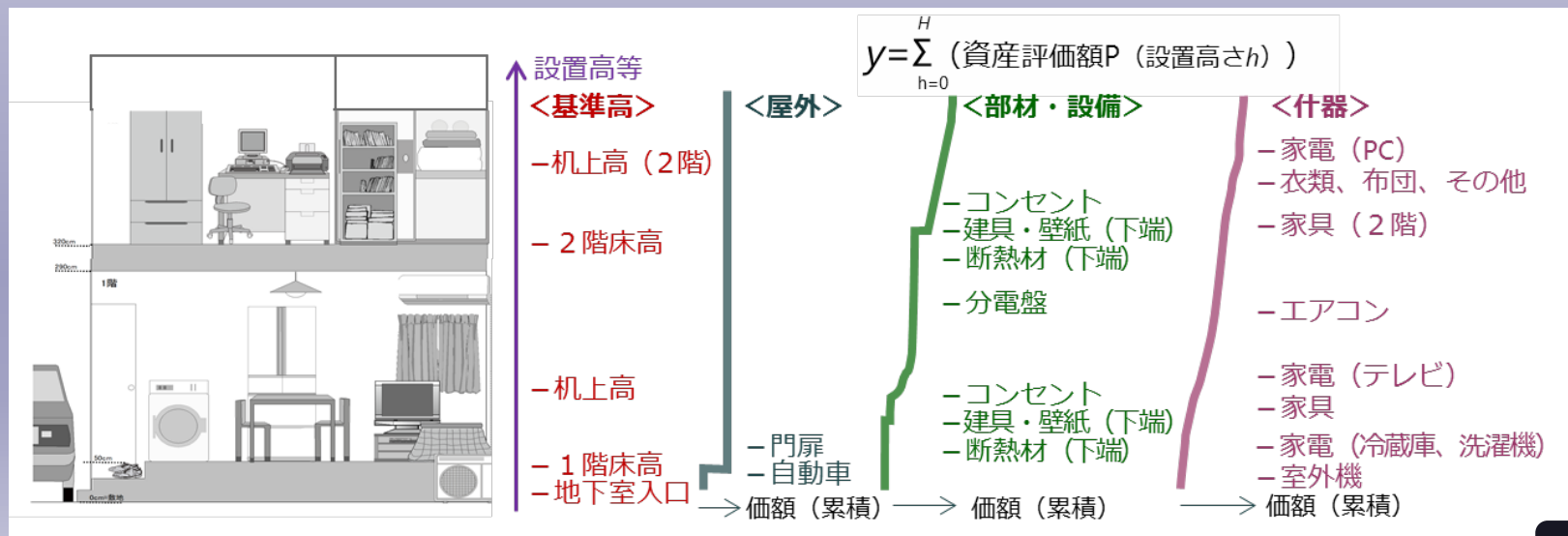
浸水深（ハザード）からリスクへの変換

モデル建物のパターン（用途）毎に資産の鉛直分布を設定

- 正確には、浸水時に被害が生じる建物（部材・設備）及び資産と評価額を、被害が生じる高さ毎にリストアップ
- 建物事例の実態調査と、統計・販売価格等で根拠づけ



浸水深に応じた予想被害額として整理



モデル建物（戸建て住宅）の資産の鉛直分布のイメージ

Ⅲ 住宅・事業所の浸水 被害リスクと対策の 費用対効果の試算

実際の住宅・事業所を対象とした調査

□対象

対象地域内から住宅・事業所を計
13件調査（自治体・団体等から紹介）

No	属性	業種・業態
01	住宅 1	—
02	住宅 2	—
03	住宅 3	—
04	住宅 4	—
05	店舗 1	文具店
06	店舗 2	コンビニエンスストア
07	事務所 1	不動産会社
08	事務所 2	建築設計事務所
09	診療所 1	開業医
10	診療所 2	開業医
11	工場 1	高圧ガス設備製造工場
12	工場 2	鉄鋼製品製造工場
13	福祉施設	特別養護老人ホーム

表 1

□資産の鉛直分布の調査

施設の状況や、建物・設備・什器等の
鉛直分布を調査。資産の概算価格や
浸水リスクへの認識等をヒアリング

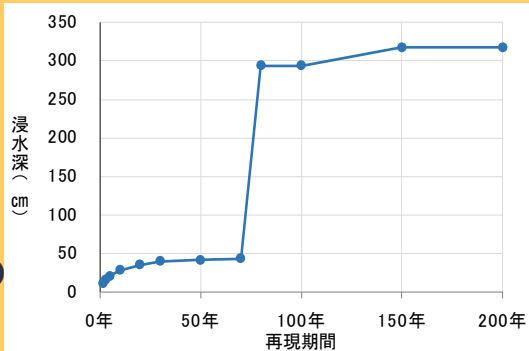


360度カメラを用いた調査

浸水による資産被害リスクの算定 ⑥店舗2

ハザード

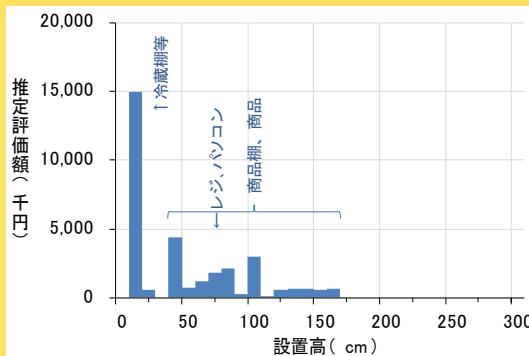
a. 生起頻度別の最大浸水深



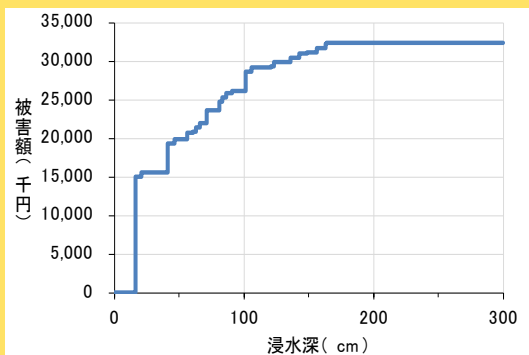
リスク = ハザード × 脆弱性 で算定

脆弱性

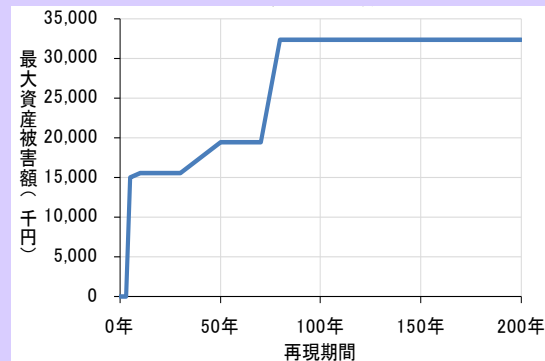
b. 資産の鉛直分布



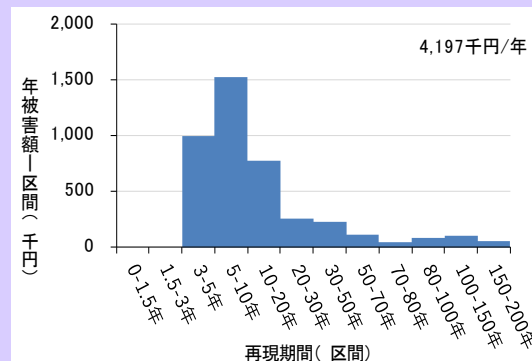
c. 浸水深別の想定資産被害額



リスク



d. 生起頻度別の最大資産被害額分布



e. 年平均期待資産被害額

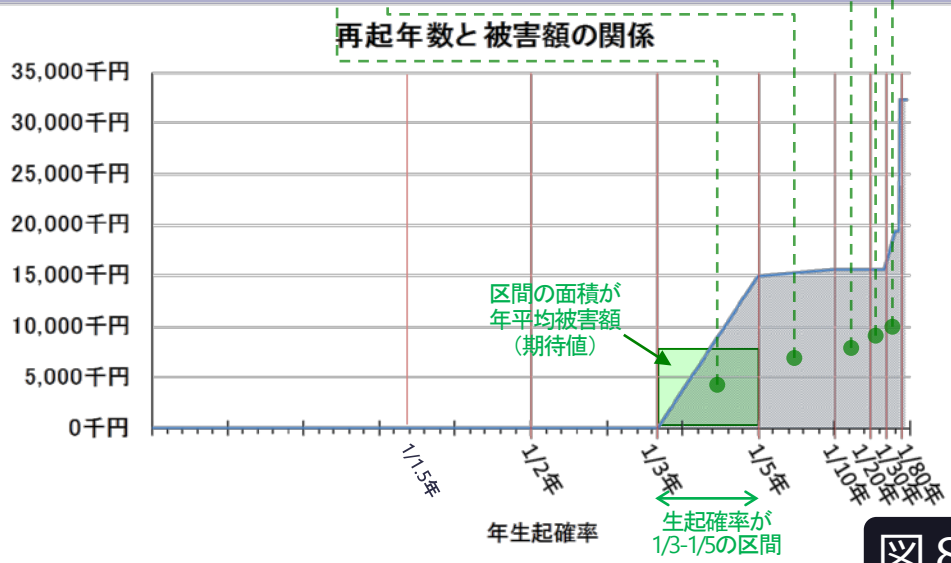
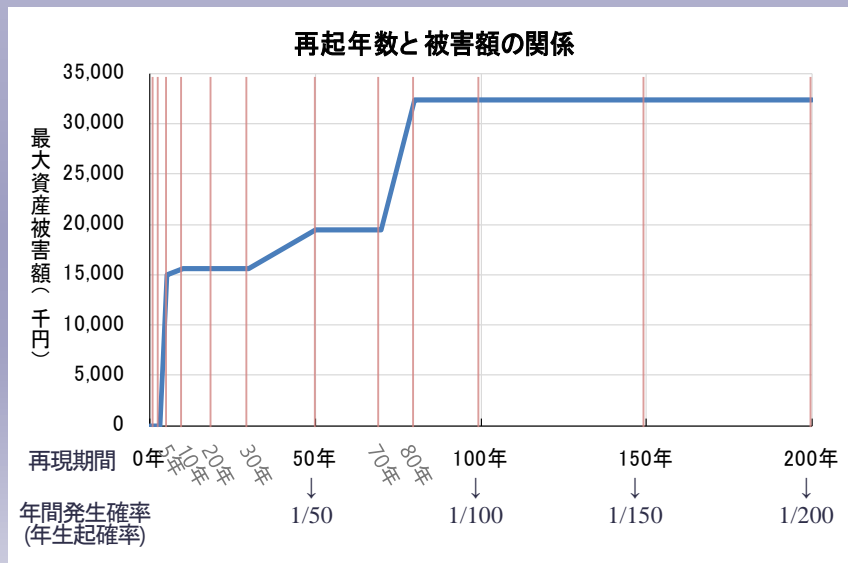
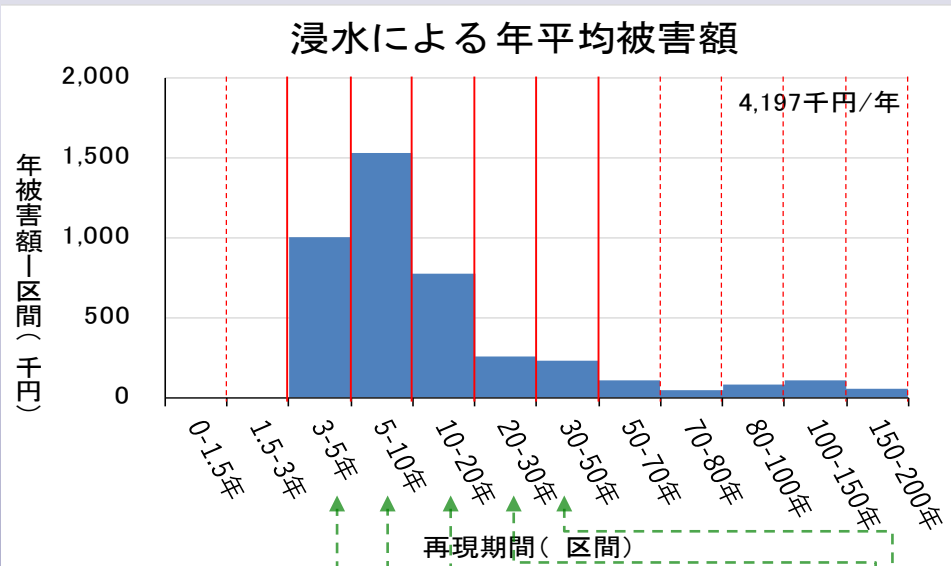
次スライドで解説

年平均期待被害額（区間別）への変換

※ i 番目の確率年を n_i 、被害額を d_i としたとき、 n_{i+1} 年～ n_i 年の区間における年平均被害期待額 i_{i+1} は以下の数式により算定。

$$\text{年平均被害額}_{i+1} = \left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{n_{i+1}} \right) * \frac{d_i + d_{i+1}}{2}$$

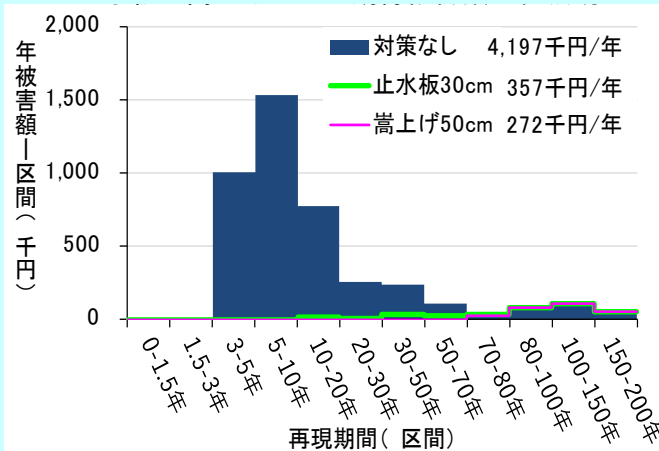
国土交通省河川局「治水経済調査マニュアル（案）」平成17年4月



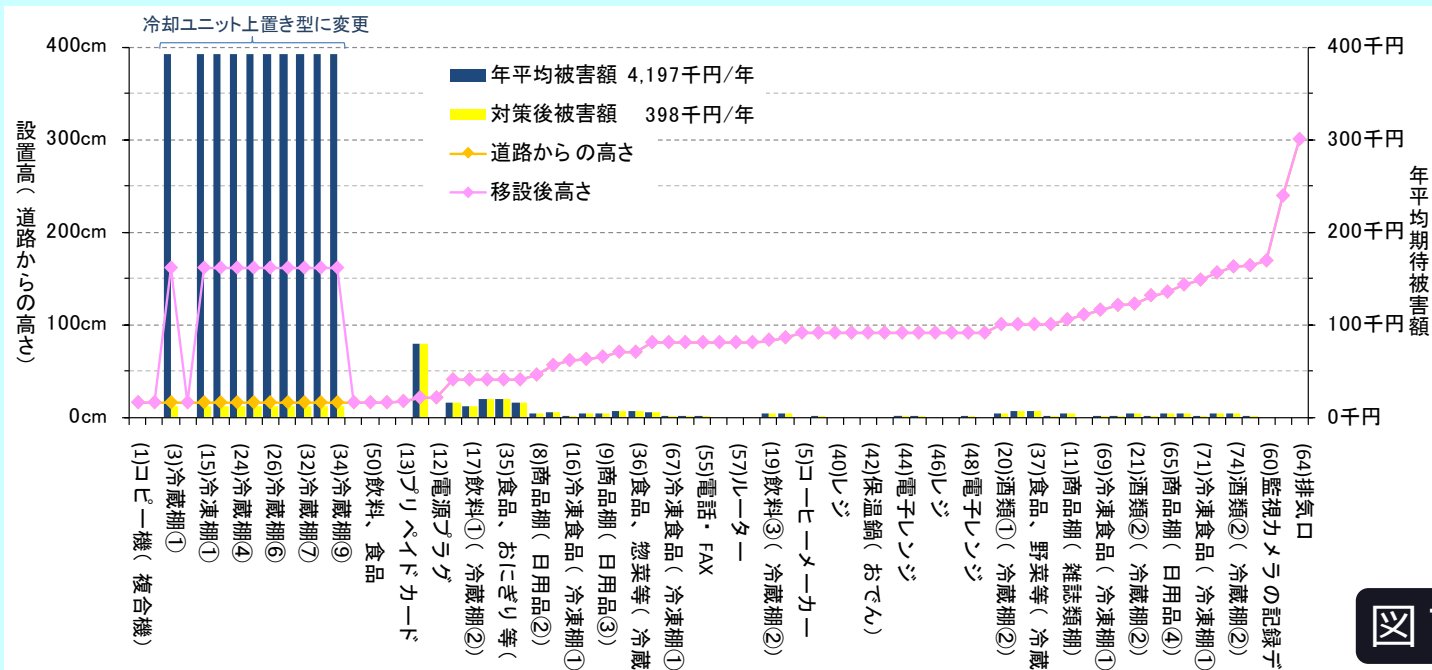
浸水対策効果の試算 ⑥店舗2

調査結果を元に、住宅・事業所ごとに以下を試算

- ① 浸水深と被害資産・被害額の関係
- ② 再起年数と被害額の関係
- ③ 対策による効果の違い



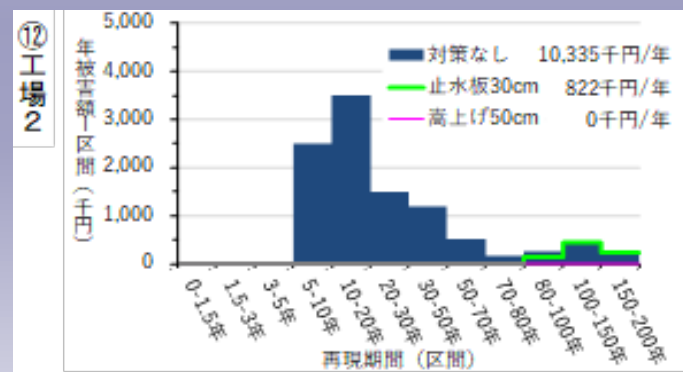
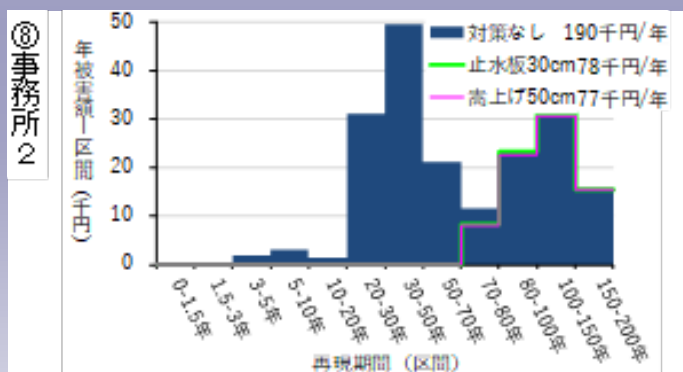
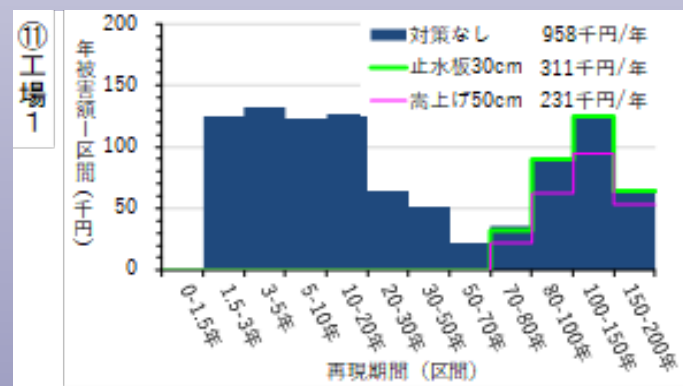
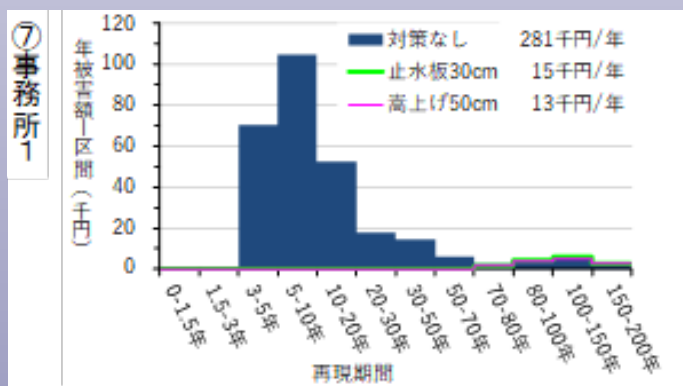
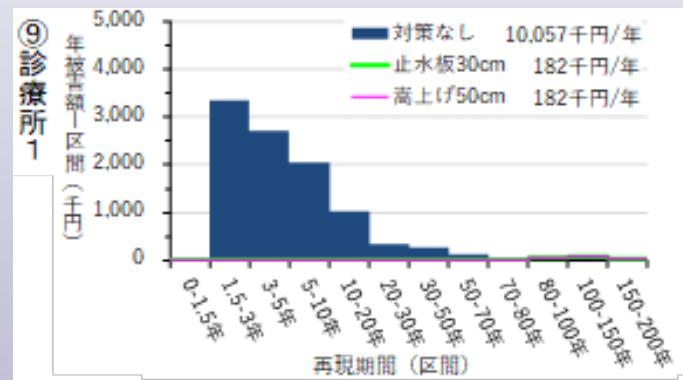
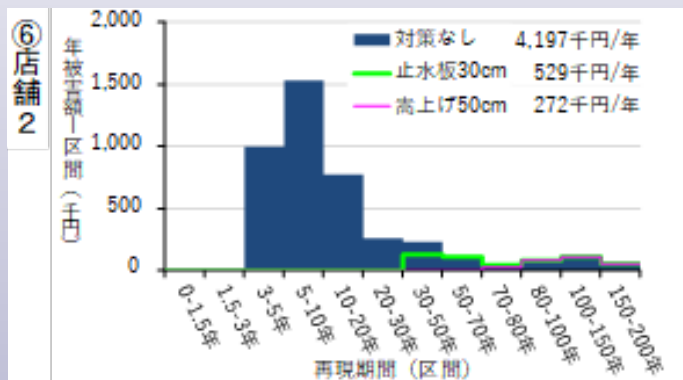
f. 止水板・嵩上げによる期待被害額の低減



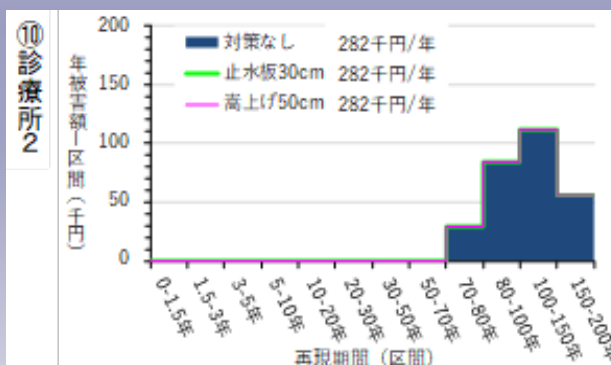
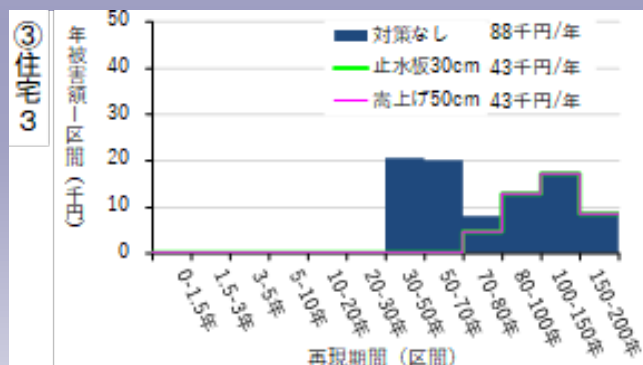
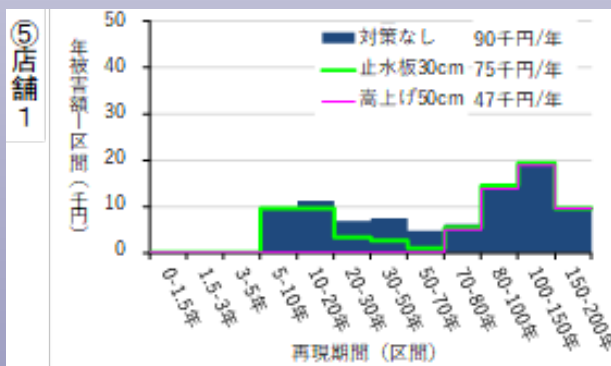
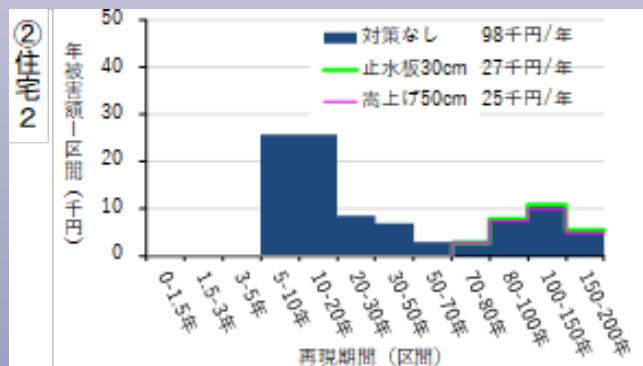
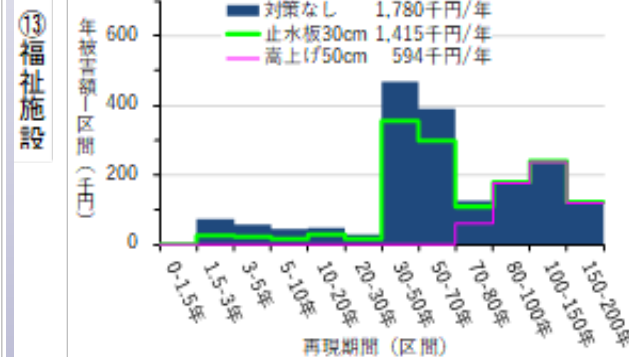
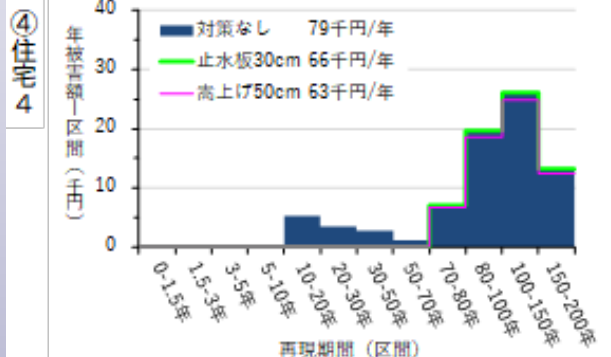
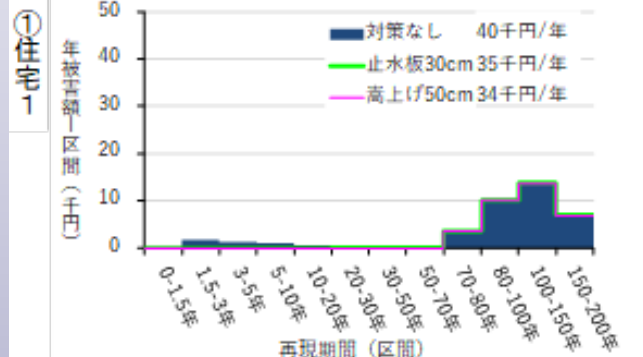
g. 資産の高所移設による期待被害額の低減

対策効果

止水板によるリスク軽減効果が大きい事例



止水板によるリスク軽減効果が少ない事例



建物・資産配置及び浸水特性と、リスク

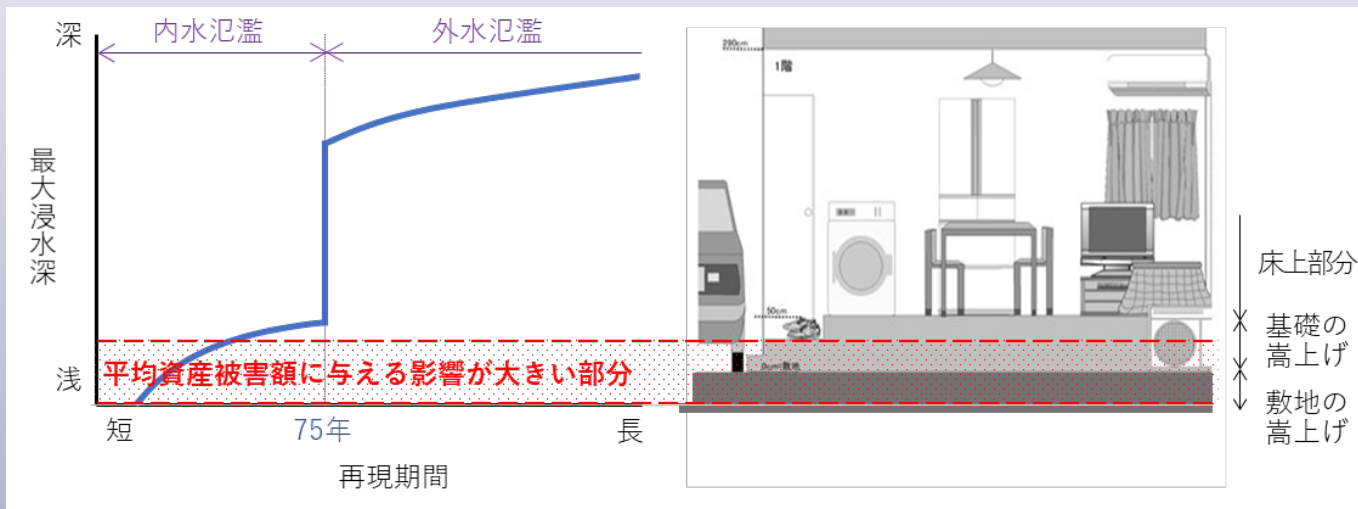
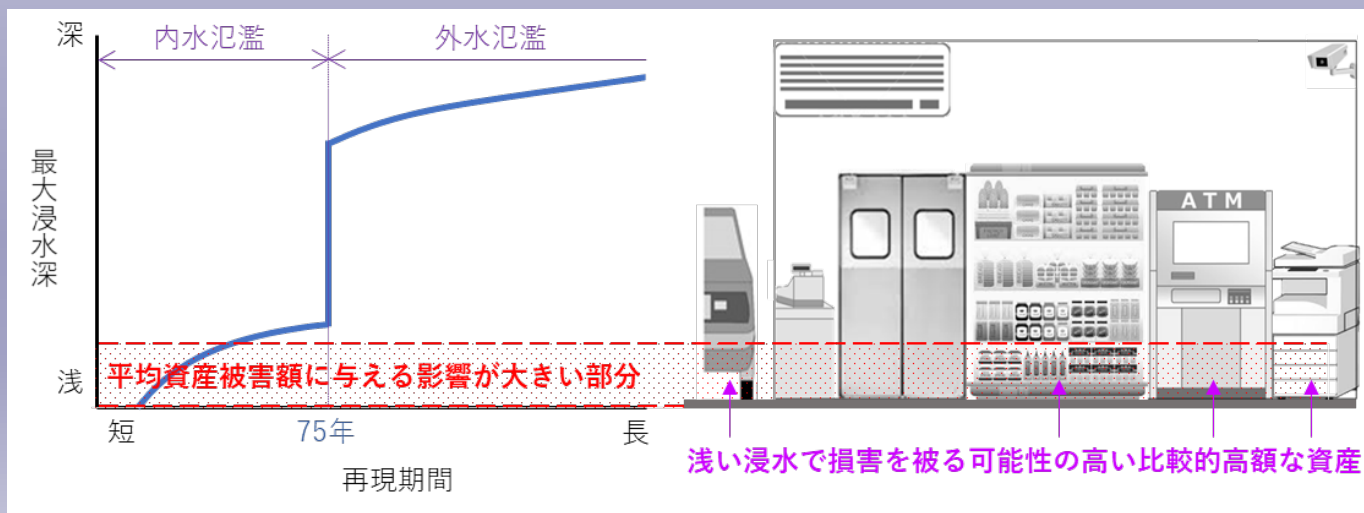


図10

1. 資産被害リスクが低い（年平均期待資産被害額の少ない）パターン例



2. 浸水資産被害リスクが高い（年平均期待資産被害額の多い）パターン例

IV 統合的浸水リスク情報 に関する意識調査

住民・事業者の意識調査の手順

③【対策効果】

■対策①：土のうの設置

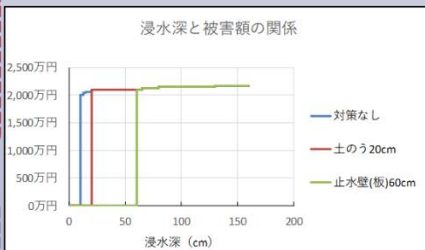
- 概要：建物入口（幅300cm程度）からの浸水を防ぐため土のうを用意する。
- 対策高さ：20cm程度（30年に1回程度に相当）
- 長所：手軽・安価
- 短所：効果が限定的、準備に時間が必要
- 対策費用／年平均被害軽減額（概算）
0.6万円／530万円（設置に効果あり）

■対策②：止水板の設置

- 概要：建物入口（幅300cm程度）からの浸水を防ぐため、簡易止水板を取付可能な工事をする。
- 対策高さ：60cm程度（200年に1回程度に相当）
- 長所：安心（信頼性・効果）・短時間で準備
- 短所：工事が必要、一定の費用を要する
- 対策費用／年平均被害軽減額（概算）
61万円／600万円（およそ0.1年）

■対策③：一部資産の高所設置

■④：何もしない



対象住民・事業者の説明

- ◆ 試算鉛直分布調査結果
- ◆ 浸水深と被害資産・被害額との関係

複数の対策案について説明

- ◆ 具体的な対策内容・位置
- ◆ 対策高さ、到達頻度
- ◆ 対策の長所・短所
- ◆ 費用と年被害軽減額

数事業所に対しては、資産の高所移設の効果と費用を提示

▼機械2を嵩上げて20cm上げたら、
年平均資産被害額が250万から210万に軽減されます！

内水による年平均資産被害額	2,174 千円	
内、頻度の比較的高い水害による年平均資産被害額	0 千円	頻度の比較的高いとは再起年10年以下
“ 中位の “	667 千円	頻度の比較的低いとは再起年20年から40年
“ 比較的低い “	837 千円	頻度の比較的低いとは再起年50年から75年
“ 比較的良好な “	670 千円	頻度の比較的良好なとは再起年100年から200年

《嵩上げ・鉄筋土間コンクリート打ちの費用概算》
設置体積：L10m × W5m × H20cm
単価（10,000円/L1m × W1m × H20cm）× 50=50万

- ◆ 説明等のわかりやすさ
 - ◆ 情報による対策意欲向上
- 等についてヒアリング

ヒアリング結果（抜粋）

- 住宅①**：前面道路では浸水が頻発しているが、住宅部分は2階なので、対策不要。
- 住宅②**：嵩上げ済みで浸水もなく、対策したくない。高齢なので、先の話はなおさら。
- 住宅③**：現実にここで浸水・水害はなく、理論と実際は違う。将来の話は不明。
- 住宅④**：この場所の浸水はなかったし、景観の問題もあるので対策はしない。
- 店舗①**：この店に即した説明でわかりやすい。対策の紹介もあり、取り組みたい。
- 店舗②**：説明はわかったが、被害額には疑問。前面の幹線道路から水が押し寄せた経験もあり、水のうを準備したい。止水板は本社が了解しないと思う。
- 事務所**：近隣で浸水被害の発生もあり、水のうを用意したい。止水板は非現実的。
- 診療所①**：水害の経験もなく、止水板の効果も不明。サーバーの高所移設なら。
- 診療所②**：計算では浸水しないが、ハザードマップ上は浸水区域内なので止水板を設置したい。水のう・土のうでは限界があると思う。
- 福祉施設**：説明が具体的でわかりやすい。「万全な対策」に、これまでこだわっていたと思うが、すぐに取り組みめるものから検討したい。
- 工場①**：説明が具体的でわかりやすく、対策の紹介が良い。期待被害額は理解不能。水害発生前にビニールシート等を用意したい。止水板は自作可能。
- 工場②**：水のうは検討したい。高価な機械の新設の際の床の嵩上げは現実的。

意識調査結果のまとめ

全体としては、提示情報に対して比較的好評

- 各建物の実態に合わせた、リスク情報・対策効果をわかりやすく提示

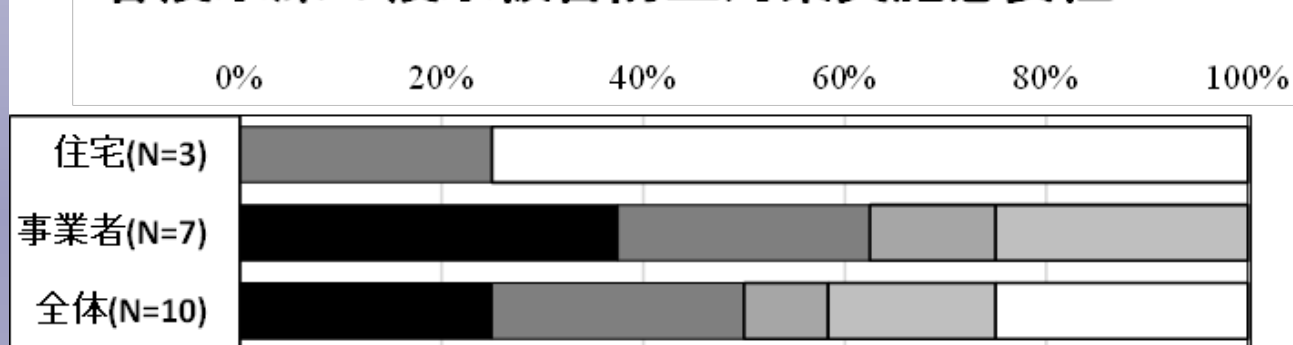
「水のう」による対策に高い評価：特に低床の事業所

- 手軽に用意・設置でき、頻度の高い浅い浸水被害に対応できる
- 対策効果がある事業所で、対策実施の意欲がみられた

低床事業所への内水被害対策の意欲向上に有効な方法論

- 低頻度の大規模な浸水被害への対策には総じて否定的

各浸水深の浸水被害防止対策実施必要性



- 必要性を感じる
- どちらとも言えない
- 必要性を感じない
- どちらとも言えば必要性を感じる
- どちらとも言えば必要性を感じない

V まとめ及び考察

まとめ

- 資産鉛直分布と統合的浸水ハザード情報から、浸水被害リスクの確認し、浸水対策の費用対効果等を検証する手順を提示
- 住民・事業者の対策行動意識にも一定の肯定的影響を確認
- 「想定しうる最大規模」の災害想定は「命を守る」ためには有効だが、希な事象に過剰に光を当てること、一般的な対策の進展にブレーキをかける側面がある。
- 今回のような浸水特性を有する地域では、土地毎の統合的浸水リスク情報の算定・提示により、より身近な被害への対策に住民・事業者等が行動できる可能性を示せた。

はん濫を前提とした 近年の取り組み

水害対応の政策において、これまでのハード整備を中心とした取り組みから、はん濫を前提とした被害の最小化への取り組みを強める傾向がみられる。

想定最大規模降雨に基づく浸水想定

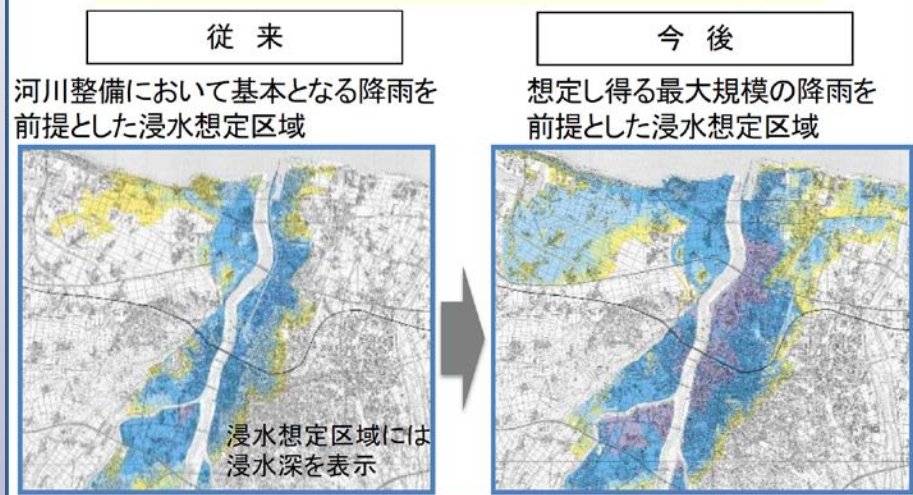


図13

洪水時家屋倒壊危険ゾーンの表示



※国土交通省資料

タイムライン (時系列の行動計画) の策定による対応

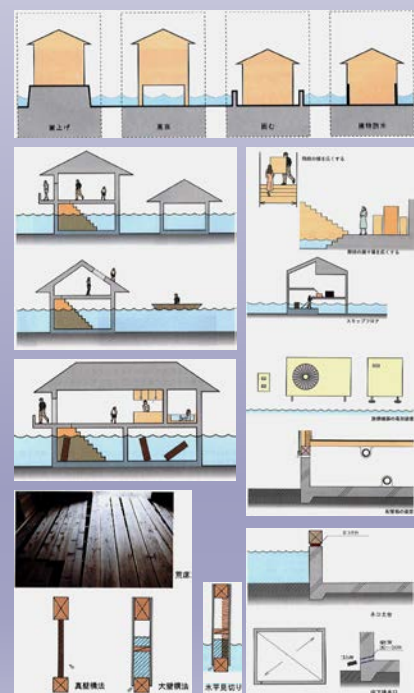
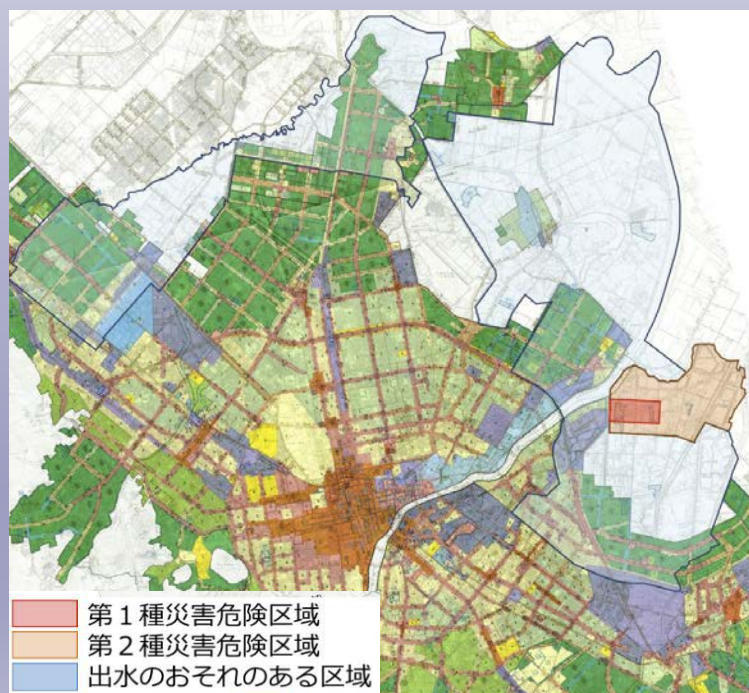
台風に伴う洪水に想定したタイムラインのイメージ(例)

時間	気象・水象情報	国土交通省	市町村	住民
台風上陸まで	○台風情報	○体制の確認 ○施設の点検	○体制の確認 ○資機材の確認	○気象情報の確認
3日前	○大雨洪水警報	体制の早期構築	○休校等の判断 避難所の早期準備	○避難カード確認 ○防災グッズ確認
1日前	○氾濫注意情報	○水防警報(出動) ○リエゾンの派遣	○水防団の出動指示 ○避難所開設準備	要配慮者の避難
-12hr	○氾濫警戒情報	○漏水等の重点監視 ○水位の現地確認	○避難準備情報発表	○要配慮者避難開始 早期の避難開始
-9hr	○氾濫危険情報	○ホットライン	○避難勧告の発令 避難勧告	○避難開始 ○避難完了 屋内での安全確保
-6hr	○堤防決壊	○決壊情報、氾濫予測の発表 ○TEC-FORCEの派遣	○避難指示の発令 避難指示	○屋内安全確保 ○氾濫流到達エリアにおける避難開始
上陸				
0hr				

建築・都市分野における取り組み

建築・都市分野における規制・誘導等による水害対策

- ・ 災害危険区域制度（建基法39条）→被災地や治水整備との連動が中心
- ・ 土砂災害&津波災害：県知事に責任・権限を与えた特別法で指定区域増
- ・ 「家屋の浸水対策ガイドブック」は、場所毎に必要な対策レベルが不明



札幌市における水害対策としての
災害危険区域等の指定
札幌市都市計画情報提供サービスより作成

津波防災地域づくり法及び
土砂災害防止法における警戒区域
家屋の浸水対策マニュアル
(財)日本建築防災協会、H13
国土交通省資料

建築・土地利用の誘導の例

実効性に着目した分類

表 2

分類	国内外の既存事例における考え方の例	対応する、または参考となる制度等
規制誘導	水害リスクのある区域での <u>建築行為を禁止または制限</u>	災害危険区域
	水害リスクのある地域における <u>市街化と開発行為を制限</u>	区域区分・開発許可
	水害リスク対策を含めた <u>地区単位のまちづくりルール</u> に基づいて土地利用や建築行為の内容を制限	地区計画
計画誘導	都市における人口減少・高齢化等を背景に <u>居住を誘導する区域を設定するにあたり水害リスクを考慮</u>	立地適正化計画の居住誘導区域制度等
	地方自治体が議決するルールにより <u>公共と民間が取り組むべき水害対策の内容を規定</u>	自治体の条例
	地方自治体が住民・事業者等の任意の協力に基づき水害リスクに関する情報提供や助言・指導、対策費用の補助等を実施	自治体の要綱
	建築規制の緩和による <u>インセンティブ（誘因）</u> により防災施設の整備等を誘導	総合設計制度等
市場誘導	水害時の財産被害補償の掛け金（保険料）の料率を水害リスクの程度に応じて差異化することでの立地抑制・対策誘導	（保険制度）
	不動産取引時に当該物件における水害リスクの内容を重要な説明事項とすることでの立地抑制・対策誘導	（重要事項説明）
	住宅・宅地の災害時の安全性について共通の評価規準と表示方法を定めて市場取引の参考とする仕組み	（住宅性能表示制度等）

想定する災害リスクの頻度と規模等を踏まえて進展

ありがとうございました。