

# マルチハザードに対応可能な建築とまちづくり

日本学術会議主催学術フォーラム

「気候変動と社会変化を迎える今、

国土の未来をどう考えるか

豪雨災害からの安全と豊かな暮らしを実現するために」

2026年5月29日

久田嘉章(日本学術会議連携会員/工学院大学)

謝辞: 本調査費は京都大学防災研究所共同研究、および、特別研究促進費25K21634  
「2025年大船渡市山林火災の総合調査研究(代表: 桑名一徳・東京理科大教授)」の  
助成を頂いています。

# 概要

## ○近年の災害にみるマルチハザード/複合災害

- ・気候変動と社会の変化

震災・水災・土砂災害・林野火災・・・⇒複合災害

人口増・市街地拡大⇒少子高齢化・人口減

- ・従来のシングルハザード対策の限界

L1(計画規模)想定:公共事業、L2(最大規模):避難

- ・近年の建築物の耐震・耐火＋耐複合災害性能の向上

## ○マルチハザードと建築・まちづくりによる対策

- ・津波、土石流、洪水の被害と建築的な対策事例

- ・マルチハザードを考慮したリスク対応型アプローチ

# 2024年1月能登半島地震・奥能登豪雨による複合災害



輪島市河井町: 老朽家屋の倒壊、大津波警報、延焼火災、道路閉塞で初期消火・救援・避難困難



志賀町立富来病院 (拠点病院) からの患者搬送



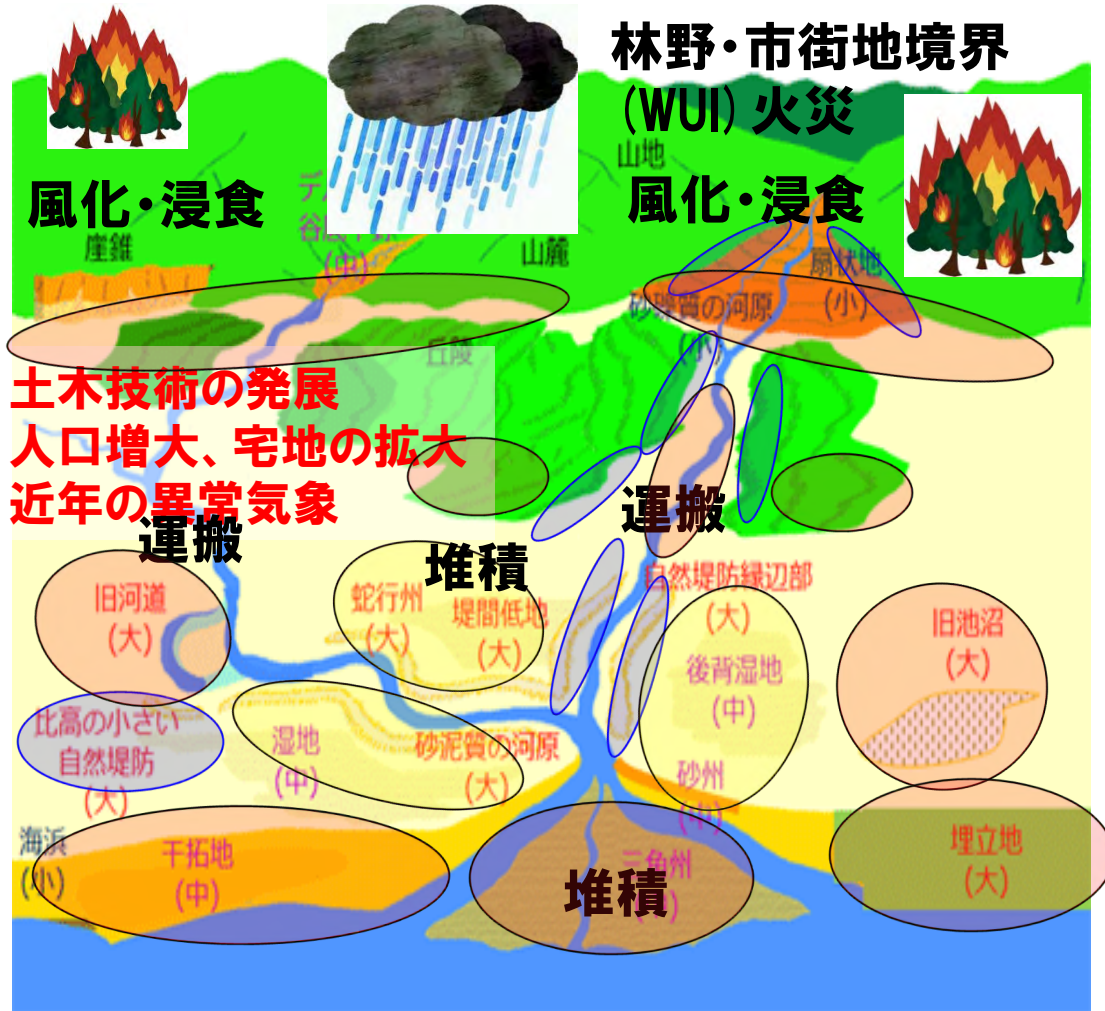
輪島市里町: 国道249号線の崖崩れ (孤立集落)



珠洲市三崎町: 支援困難と避難所SOS

⇒ 海域の活断層帯大地震(M7.6)、震度6強以上の激しい揺れ、最短数分で大津波、老朽家屋倒壊、延焼火災、土砂災害、拠点施設・ライフライン・幹線道路等の機能停止、同年9月奥能登豪雨による洪水・土砂災害、復旧の遅れ・・・

# 水害・土砂災害対策：自然現象と自然災害の違い



## 自然現象と国土の形成

- 風化(土壌形成)
- 浸食(地すべり・がけ崩れ)
- 運搬(洪水・土石流・高潮)
- 堆積(平野・海岸形成)

## 自然現象から自然災害へ

- ・地震・液状化・津波 ⇒ 震災
- ・洪水・高潮 ⇒ 水災
- ・地すべり・がけ崩れ・土石流 ⇒ 土砂災害
- ・林野火災 ⇒ 市街地火災
- ⇒ 本来は居住が困難な場所に市街地が拡大
- ⇒ 土木：自然現象を抑制・抑止!?
- ・近年の異常気象と少子高齢化
- ⇒ 自然現象にはできるだけ逆らわない対策が必要では

微地形からみた液状化の可能性(日本建築学会・復旧・復興支援WG「液状化被害の基礎知識」)

防災・危機管理eカレッジ(総務省消防庁) 土砂災害対策  
(監修:岩松暉 鹿児島大学) :

# 従来のシングルハザード(水害)の対策

L1(計画規模:再現期間10~200年程度): 土木公共事業等のハード

L2(想定最大規模:再現期間1000年程度): 警戒避難体制等のソフト



一般財団法人 日本ダム協会  
治水ダム



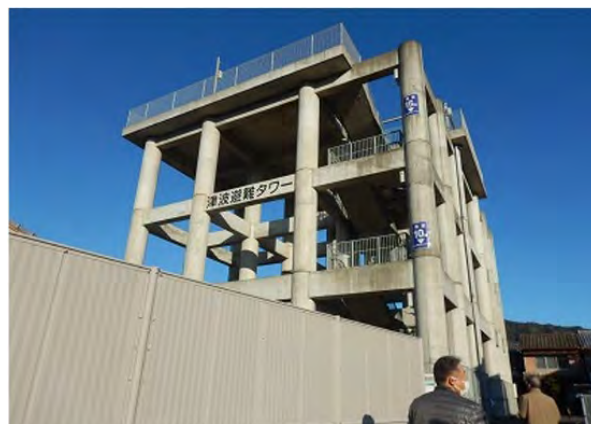
産経フォト 巨大防潮堤  
防潮堤(宮古市女遊戸地区)



日本経済新聞(2020/3/5)  
盛土嵩上げ(陸前高田市)



指定緊急避難場所(L2対応)



津波避難タワー(L2対応)  
(徳島県・海陽町)



L2に対応せずに指定解除され  
た旧避難タワー

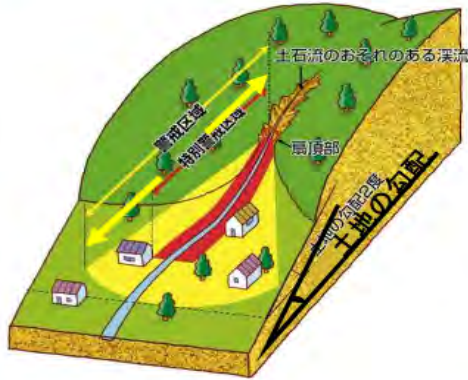
⇒公助に過度に期待、少子高齢化社会で持続可能性は困難

# 従来のシングルハザード(土砂災害)の対策

⇒レッド・イエローゾーンの指定(土木的ハード対策+避難などソフト対策)

## 土石流

※山腹が崩壊して生じた土石等又は  
渓流の土石等が水と一体となって流下する  
自然現象



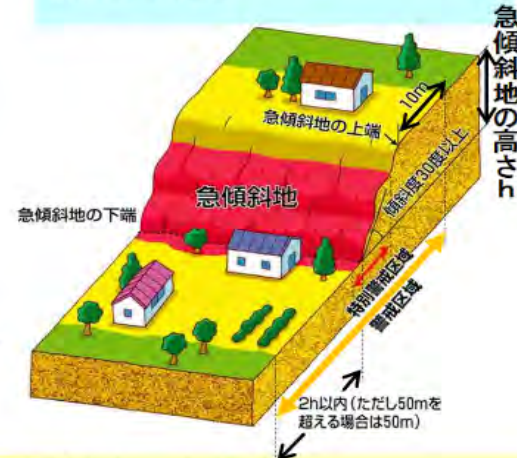
## 地滑り

※土地の一部が地下水等に起因して滑る  
自然現象又はこれに伴って移動する  
自然現象



## 急傾斜地の崩壊

※傾斜度が30°以上である土地が崩壊する  
自然現象



国土省 [https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/koreisha\\_hinan/pdf/siryoku1-7.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/koreisha_hinan/pdf/siryoku1-7.pdf)



広島市

砂防えん堤(土石流)



備前市

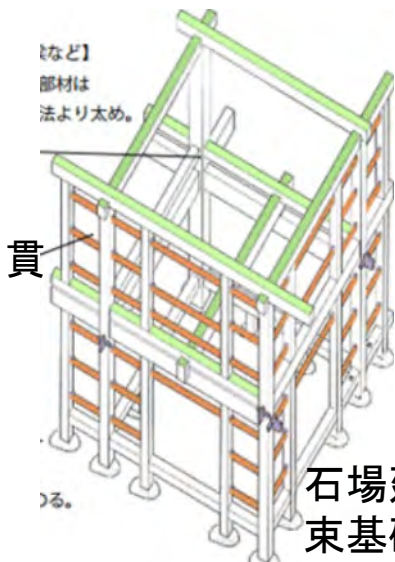
法枠・法面工(崖崩れ・地すべり)



笠岡市

擁壁工(崖崩れ・地すべり)

# 木造建物の耐震・耐火+耐複合災害性能の向上



## 1981年耐震基準

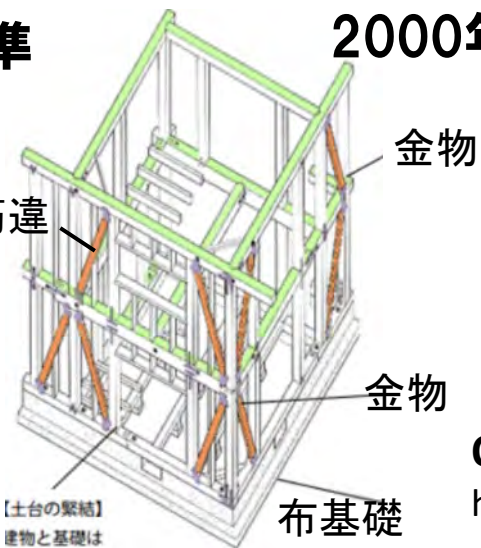
職人がつくる木の  
家ネットより転載  
(宮越喜彦氏など)

伝統構法を無形  
文化遺産に!  
<http://dentoh-isan.jp/hikaku>

石場建て  
束基礎

### 伝統木造(柔構造)

⇒2000年品確法(耐震等級1:2000年基準、等級2:1.25倍、等級3:1.5倍の耐震性)



## 2000年基準

### 在来木造(柔・剛構造)



## 2025年基準

### Quohome

<https://quohome.com/story/?p=9119>

### 壁式木造(剛構造)



2016年熊本地震地震  
(断層直上の住家)



撮影:安田・東京電機大名誉教授

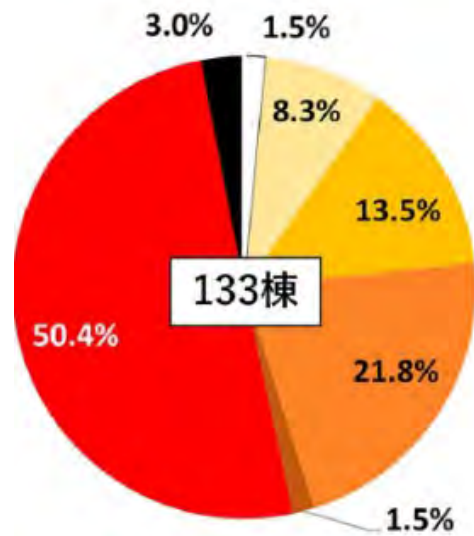
2024年能登半島地震  
(液状化地盤上の住家)



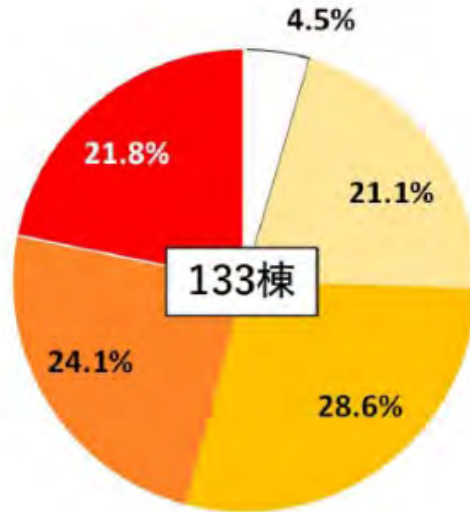
2025年大船渡林野火災  
(焼け残った住家)

2000年基準は耐震・耐地盤災害性能が劇的に向上(耐震等級3では震度7でもほぼ無被害) 7

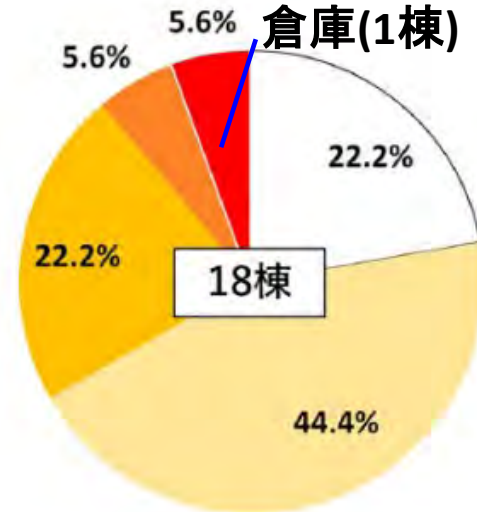
# 2024年能登半島地震による珠洲市鶴飼地区の建物被害調査 (片野・久田ほか, 日本地震工学会大会、2024)



非常に古い(旧耐震)



古い(新耐震)



新しい(2000年基準)

- 無被害
- 小破
- 中破
- 大破
- 移動
- 倒壊・流失
- 焼失



2024年能登半島地震(珠洲市)

2011年東日本大震災



巨大津波の場合  
は津波避難ビル  
など

津波避難ビル(町営松原住宅: 渋木、2011)

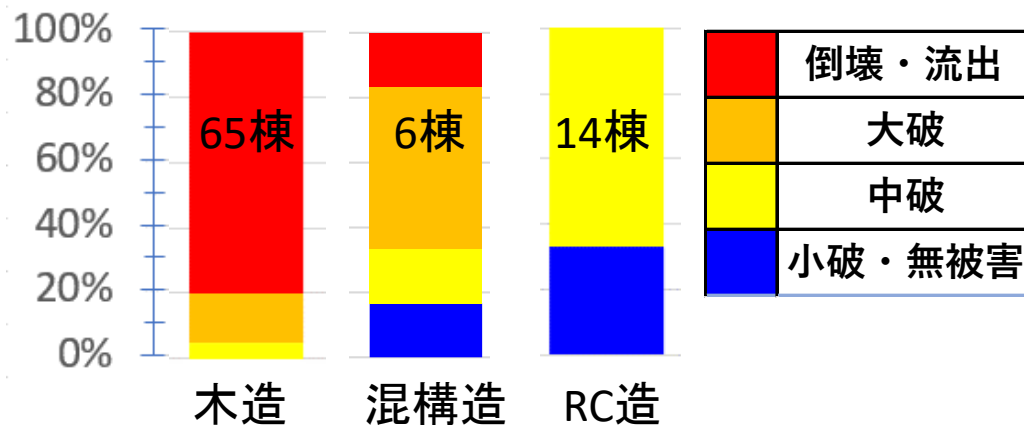
⇒震度6強・7の強震動と最大で3mの浸水深の津波でも2000年基準住家は残存 8

# 土石流：2021年7月熱海市土砂災害による建物被害調査（146棟） （久田・藤内：日本建築学会技術報告集、2023）

・盛土崩壊で死者・行方不明者29名、家屋損壊128棟、被災地域はイエローゾーン



全14棟のRC造は全て残存、生存空間確保



土砂厚2m程度以上の建物の被害程度



盛土とS造ピロティ混構造（軽微な被害）



耐震等級3相当の軽量S造（流失せず）

⇒盛土・高床・ピロティ・RC造の流入防止壁や躯体など建築的対策は可能

# 2014年8月広島豪雨による土石流災害（死者77名）

- ・扇状地の新興住宅地、砂防堰堤が未整備、土砂災害警戒区域が未指定（住民合意困難）、深夜の記録的集中豪雨、災害後の避難勧告（前兆現象あり）



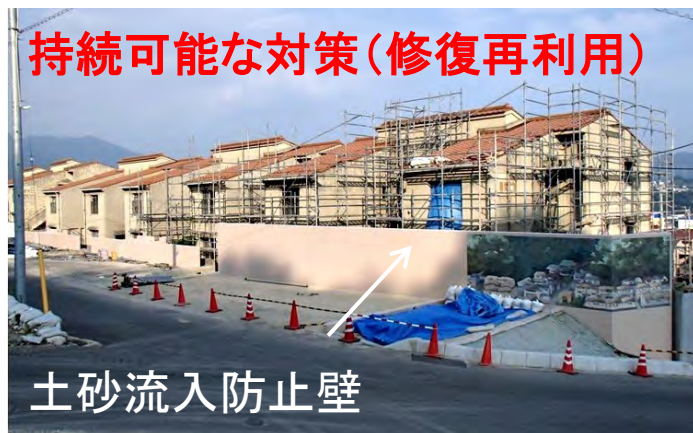
安佐南区八木3丁目地区の土石流



県営緑丘団地集会所（平屋RC造：後に移転）



県営緑丘団地5号館（RC造）の被害（左：西側住戸、右：修復中：福正建設HP）



土砂流入防止壁

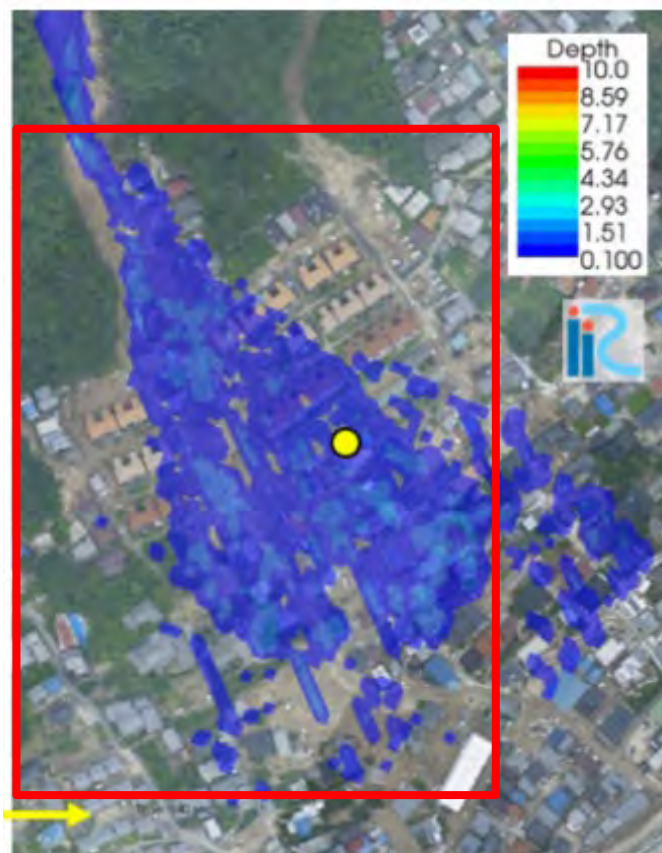
⇒木造住家は甚大な被害、RC造建物は修復再建可能な被害、下流の住家を守った

# 2014年8月広島豪雨による土石流災害

## 広島市安佐南区八木三丁目の土石流数値シミュレーション



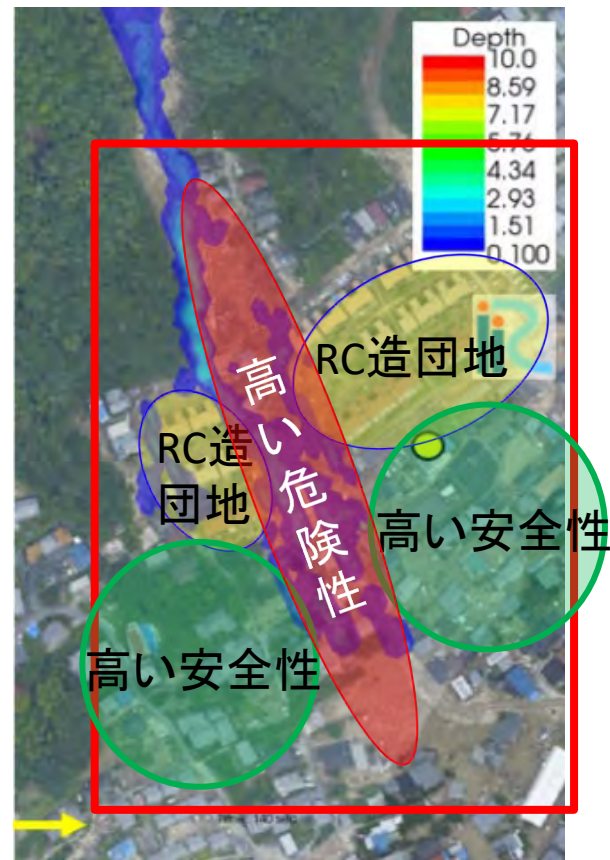
被災後(国交省)



土石流の数値シミュレーション

家屋の存在を無視した場合

家屋の非破壊構造とした場合



⇒土石流に対して建築的・まちづくり対策は可能！

中本・竹林他：家屋の破壊過程を考慮した土石流の数値シミュレーション  
(土木学会論文集B1・水工学、Vol.74、No.4、2018)

# 2014年8月広島豪雨土砂災害からの復興事業 (30溪流・砂防堰堤40基完成：2020年8月・約230億円)

**緑井・八木**

**自然現象を抑制？  
持続可能!?**

297(鳥越川支川1) L=45m,H=10.0m (H28.12完成)

1006-2(梅林沢) L=85m,H=9.0m (H29.2完成)

1006(上美地川) L=96m,H=14.5m (H31.3完成)

306(八木梅林沢)上流 L=100m,H=14.5m (R2.3完成)

1010(鴨1) L=109m,H=7.0m (H31.2完成)

29(大栗川)上流 L=112m,H=14.5m (H30.9完成)

1003(梅林川支川) L=84m,H=5.5m (H28.10完成)

303(上山川) 上流堰堤 L=94m,H=14.5m (R2.3完成)

304(小原山川) L=59m,H=12.0m (H29.2完成)

306(八木梅林沢)下流 L=180m,H=11.0m (H28.12完成)

1010(鴨1) (鴨沢)

28(迫田川) L=64m,H=14.0m (H28.11完成)

29(大栗川)下流 L=83m,H=4.5m (R2.1完成)

296(梅林川) L=48m,H=7.5m (H30.10完成)

1005(梅林西沢) L=118m,H=8.0m (H28.6完成)

1009a(別所川) L=44m,H=8.5m (H29.5完成)

1009b(別所川) L=64m,H=11.5m (H28.3完成)

1004(鳥越川支川2) L=80m,H=9.0m (H28.3完成)

299(鳥越川) L=88m,H=12.5m (H28.12完成)

27(五反田川本川)上流 L=130m,H=6.5m (H27.9完成)

27(五反田川本川)下流 L=141m,H=8.0m (H27.9完成)

296(古川支川) L=48m,H=10.0m (H28.12完成)

294(宮下川)上流 L=50m,H=14.5m (H28.1完成)

1001(岩谷川) L=28m,H=7.0m (H28.7完成)

1007(太田川支川) L=82m,H=11.5m (H28.11完成)

1008(五反田川) L=106m,H=9.5m (H30.1完成)

294(宮下川)下流 L=100m,H=8.5m (H30.12完成)

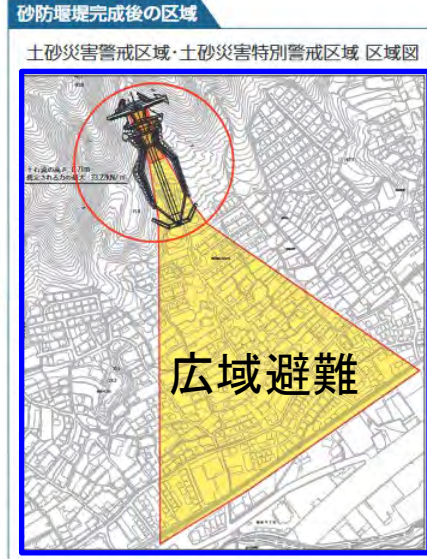
1001(岩谷川) L=28m,H=7.0m (H28.7完成)

307(山手川)下流 L=103m,H=9.0m (R1.9完成)

307(山手川)中流 L=85m,H=14.5m (H28.5完成)

307(山手川)上流 L=73m,H=14.5m (R2.5完成)

# 砂防堰堤で土砂災害特別警戒区域が解除、避難可能？



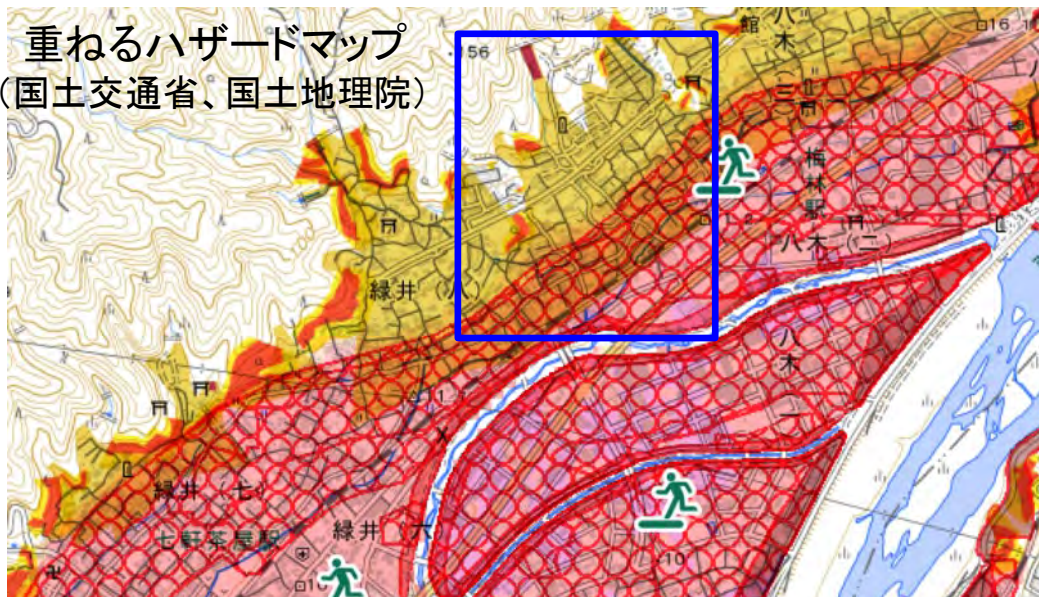
砂防施設完成後  
速やかに区域の変更・解除を実施

凡例	土砂災害警戒区域	広域避難	
土砂災害特別警戒区域	土石流の高さが1mを超え		
建築規制	土石流の高さが1m以下の		

国交省

[https://www.cgr.mlit.go.jp/hiroshima\\_seibu\\_sabo/pamphlet/pdf/pamph\\_disaster\\_201408-3.pdf](https://www.cgr.mlit.go.jp/hiroshima_seibu_sabo/pamphlet/pdf/pamph_disaster_201408-3.pdf)

重ねるハザードマップ  
(国土交通省、国土地理院)



凡例

	20m ~
	10m ~ 20m
	5m ~ 10m
	3m ~ 5m
	0.5m ~ 3m
	0.5m ~ 1m
	~ 0.5m
	~ 0.3m

家屋倒壊等  
氾濫想定区域

氾濫流 河岸侵食

浸水想定区域(想定最大規模)

土砂災害

急傾斜地の崩壊

土石流

**赤:特別警戒区域**

**黄:警戒区域**

⇒想定最大の複合災害では広域避難は困難、建築・まちづくり的な対策が必要

# 輪島市のマルチハザード(津波・洪水・土砂災害)


重ねるハザードマップ ~自由にリスク情報を調べる~

例: 茨城県つくば市北郷1 / 国土地理院



重ねるハザードマップ(国土交通省、国土地理院)

- ⇒ 複合災害時に広域避難は困難
- 注: 各種ハザードは避難対策を前提とした想定最大規模
- ⇒ 災害対策は「大は小を兼ねない」



 指定緊急避難場所 (津波)

河井町

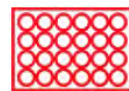
塚田川流域  
久手川町  
堂山地区

浸水想定区域 (想定最大規模 ⇒再現期間は1000年程度以上)

凡例

	20m ~
	10m ~ 20m
	5m ~ 10m
	3m ~ 5m
	0.5m ~ 3m
	0.5m ~ 1m
	~ 0.5m
	~ 0.3m

家屋倒壊等  
氾濫想定区域




氾濫流



河岸侵食

土砂災害

 急傾斜地の崩壊

 土石流

 地すべり

**赤: 特別警戒区域**

**黄: 警戒区域**

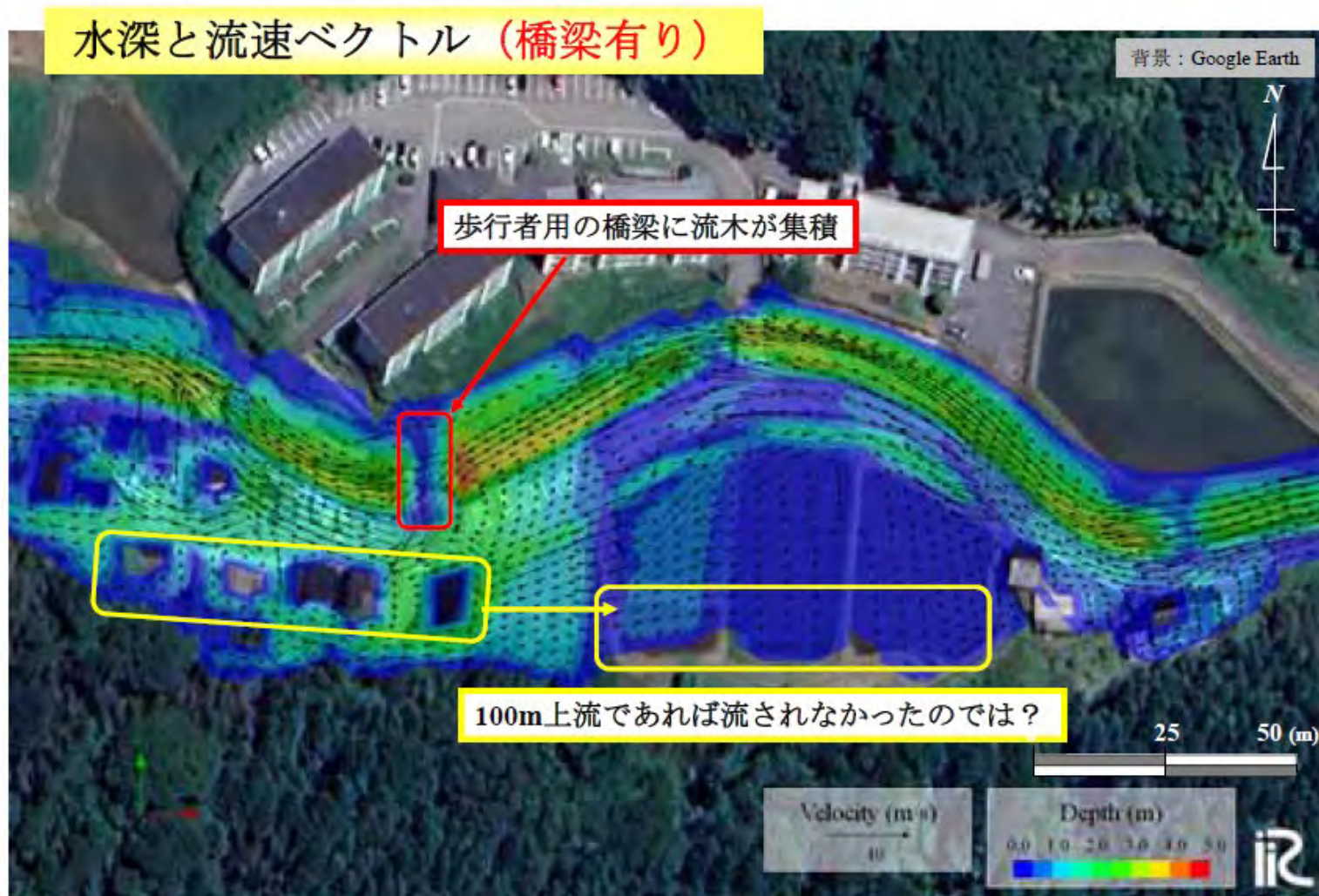
# 氾濫流：2024年9月奥能登豪雨による輪島市・塚田川 における氾濫と流失を逃れた木造住家



塚田川の氾濫・迂回流で被災した輪島市久手川町堂山地区（2棟を除き、木造家屋・倉庫が流失）

流失を逃れた古い木造家屋は（上流側のRC造の塀や堆積流木等により流失を逃れ、2階に生存空間、下流の隣接家屋も残存）

# 洪水氾濫シミュレーションによる再現(京大・竹林教授)

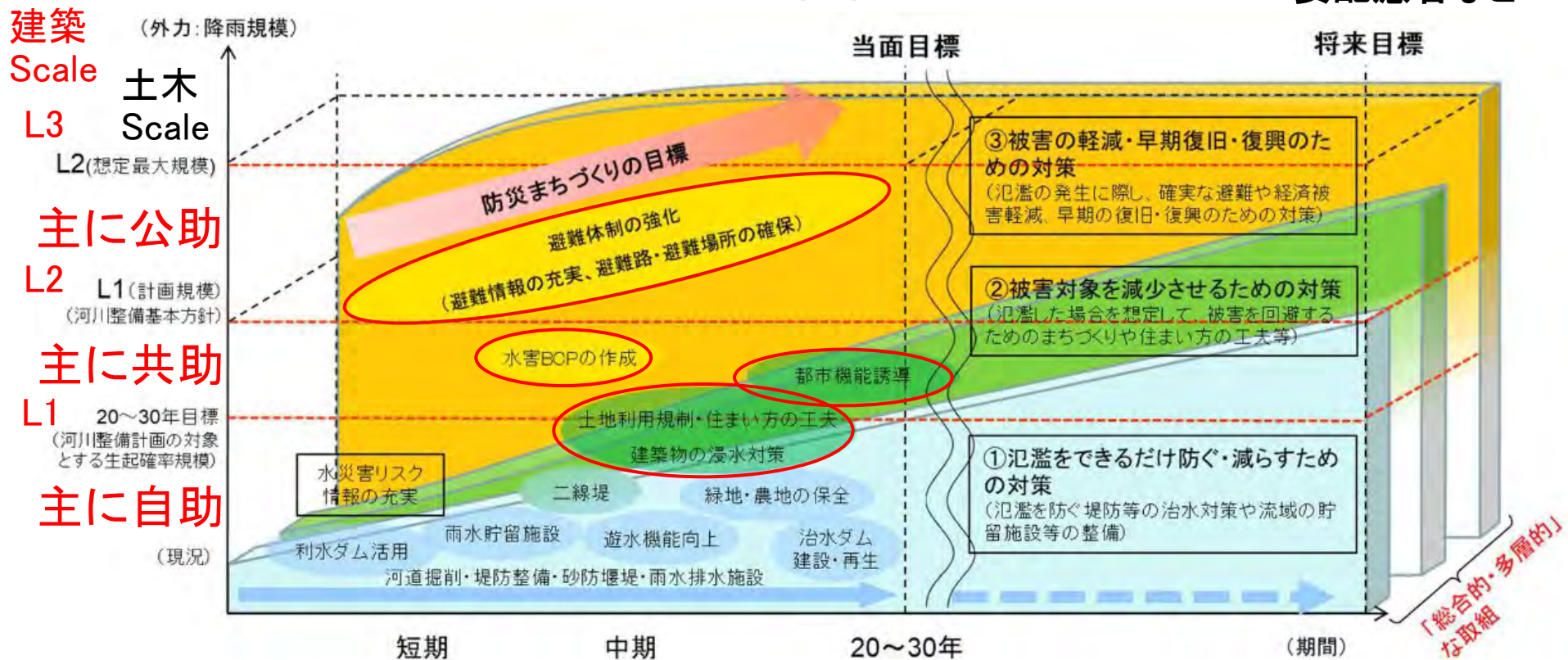


- ・橋梁での流木集積対策
  - ・宅地への迂回流の制御(導流堤など)
  - ・建物の止水・防水
  - ・避難ビル・避難場所・避難路
  - ・立地適正化(移転など)
- ⇒流体シミュレーションや水理実験で導流堤など建築的対策の効果を確認中

# 従来はシングルハザードのL1で公共事業、L2で避難 ⇒ リスク対応型アプローチ(Risk-Based Approach:RBA)

$$\text{水災害リスク} = \left( \text{ハザード} \times \text{発生確率} \right) \times \text{暴露} \times \text{脆弱性}$$

(全てのリスク共通) リスクの評価式 建物・人口など 低層・旧耐震  
要配慮者など



防災まちづくりにおける総合的・多層的な取組のイメージ  
 災害リスクを踏まえた防災まちづくりのガイドライン(国土交通省、2021)

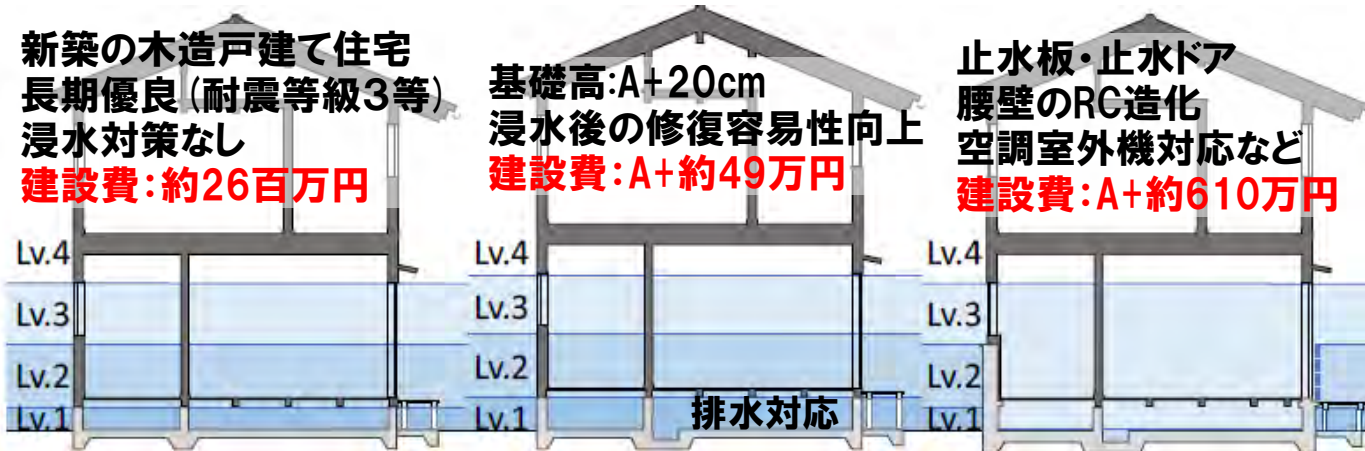
# RBA事例：木造住家の浸水対策と費用対効果

(木内 望、中野 卓：建築研究報告、No.153, 2023)

新築の木造戸建て住宅  
長期優良(耐震等級3等)  
浸水対策なし  
建設費：約26百万円

基礎高:A+20cm  
浸水後の修復容易性向上  
建設費:A+約49万円

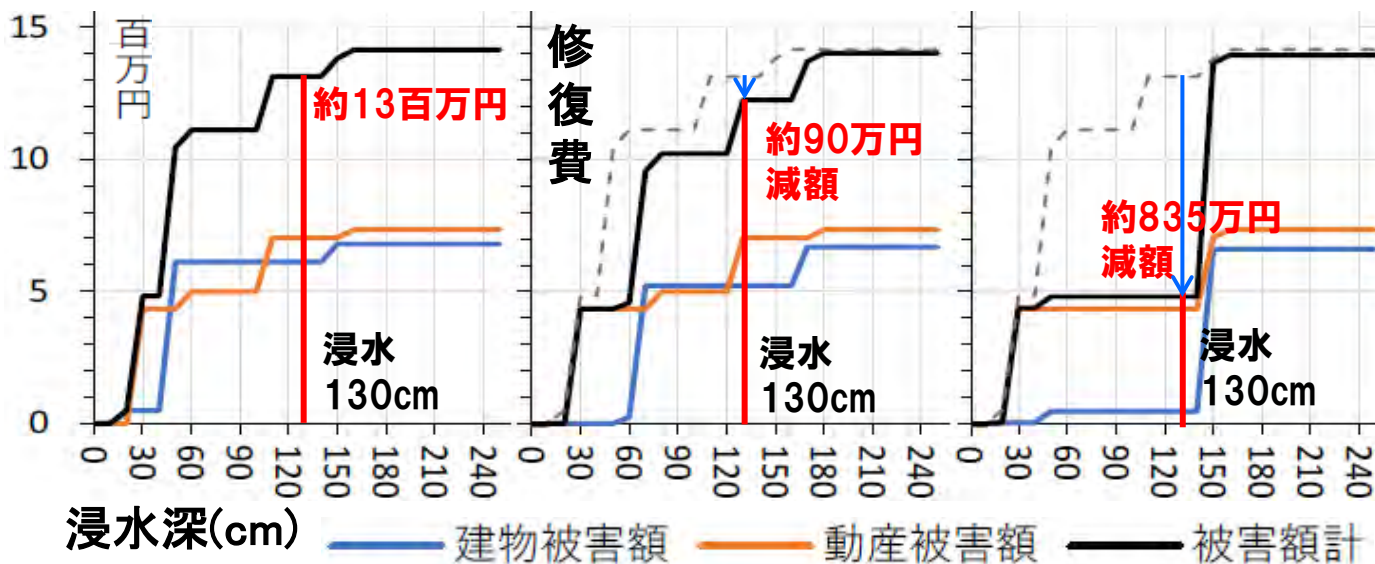
止水板・止水ドア  
腰壁のRC造化  
空調室外機対応など  
建設費:A+約610万円



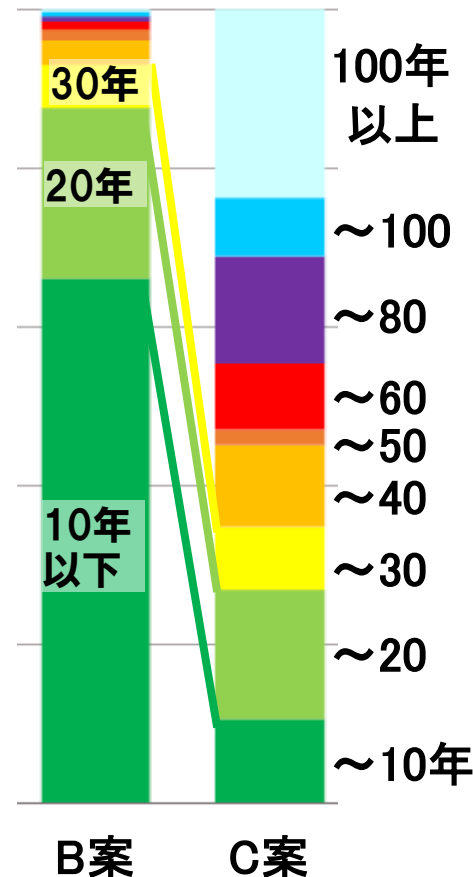
A. 基準案

B. 修復容易化案

C. 建物防水化案



浸水対策の有無による浸水深と被害額(建物・動産の修復費)



対策費用の平均改修年数別のメッシュ割合 (滋賀県：地先のハザードマップ)

# 気候変動と社会変化(少子高齢化・人口減)

## ⇒ 立地適正化・逆線引きなど(公共の福祉×財産権)

### 人口減少社会と災害リスク対応

平地の市街地では人口の減少に伴い、公共交通の減便や商店の撤退で利便性が低下。空き家の増加による治安悪化などの恐れも

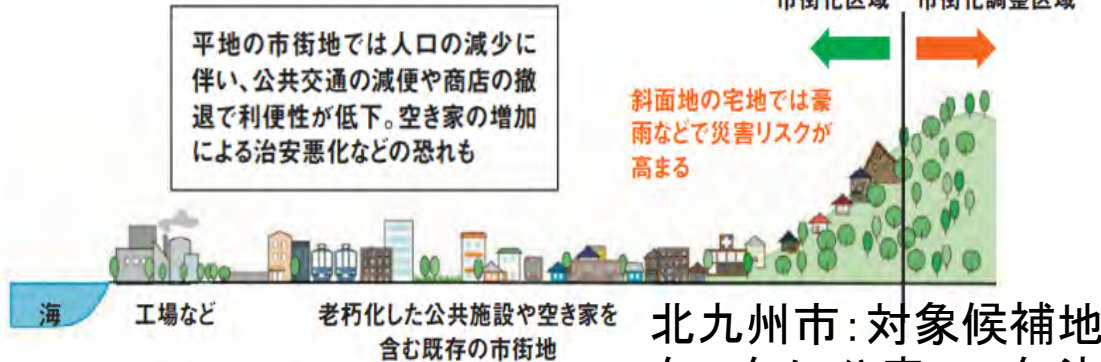
### 建築推奨

市街化区域

### 建築規制

市街化調整区域

斜面地の宅地では豪雨などで災害リスクが高まる



2020年はこちらなる

斜面地を市街化区域から外す都市計画案を住民に説明する政令市が現れる

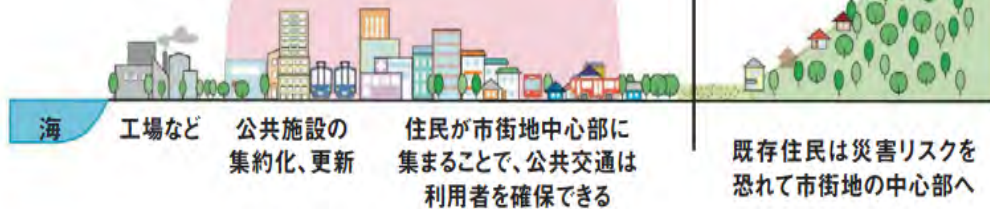
北九州市:対象候補地を19年に公表、21年決定を当初に計画

市街化区域

市街化調整区域

公共交通の利便性が高い市街地中心部に都市機能を集約し、住民の居住を誘導

### コンパクトシティ化を推進



工場など

公共施設の集約化、更新

住民が市街地中心部に集まることで、公共交通は利用者を確保できる

既存住民は災害リスクを恐れて市街地の中心部へ

### 土砂災害危険地の開発抑制策

逆線引き:都市計画で定める区域区分を、市街化区域から市街化調整区域(抑制)に変更



2018年西日本豪雨の土砂災害

・「資産価値が下がる」、「補償がない」といった住民が反発

・2022年4月21日、市は「逆線引き」に関して、候補地を当初案の30%弱に縮小すると発表。候補地の人口は当初案の1%強(約3.5万人から205人)

⇒土木・建築・都市計画分野だけでは対応不可能(法律・経済・社会学・)

# おわりに

## ○近年の災害にみるマルチハザード/複合災害

- ・気候変動と社会の変化

震災・水災・土砂災害・林野火災・・・⇒複合災害

人口増・市街地拡大⇒少子高齢化・人口減

- ・従来のシングルハザード対策の限界
- ・近年の建築物の耐震・耐火＋耐複合災害性能の向上

## ○マルチハザードと建築・まちづくりによる対策

- ・津波、土石流、洪水の被害と建築的な対策事例

⇒従来の公助依存のシングルハザード(L1/L2) 想定による対策は持続可能が困難。今後はマルチハザードを考慮したリスク対応型アプローチによる分野を横断した建築・まちづくり対策へ