

初級技術者のための地下水講座③災害と地下水



近藤昭彦（千葉大学名誉教授）

地域の災害を知る－地理学の観点から－

- ①地理学の観点とはなにか
災害を知り、備えて暮らすためには
- ②千葉県の災害履歴を知る
⇒新潟県の事例も適宜紹介します
- ③遠隔地の災害から学ぶ

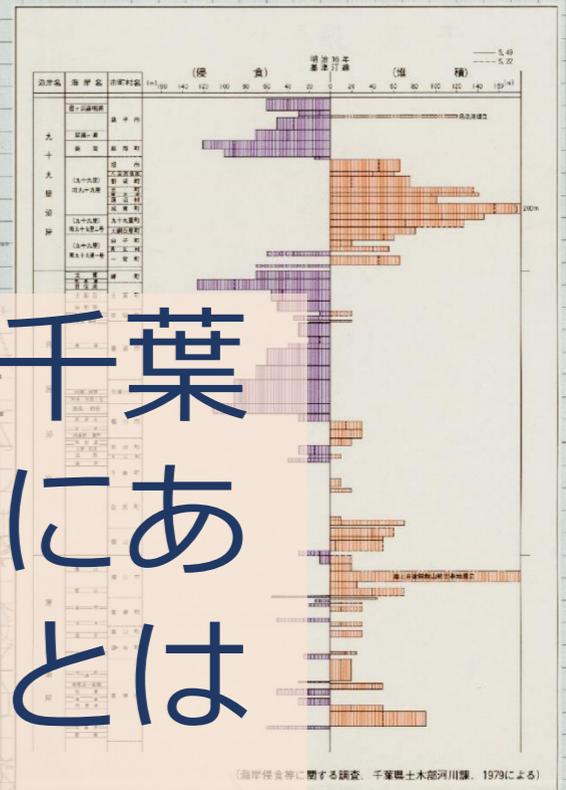
(2019年10月26日撮影：佐倉ふるさと広場から鹿島川を望む)

①地理学の観点とは何か

- 全体を見ながら地域ごとに考える
⇒総合的、包括的に地域を理解
- 多数の要因ごとの関係性を考える
⇒人間的側面も含めて
- 空間的・時間的に形成されてきた地域の特徴を捉える
⇒場所によって異なる、歴史によって異なること

②千葉県の災害履歴を知るー災害履歴図

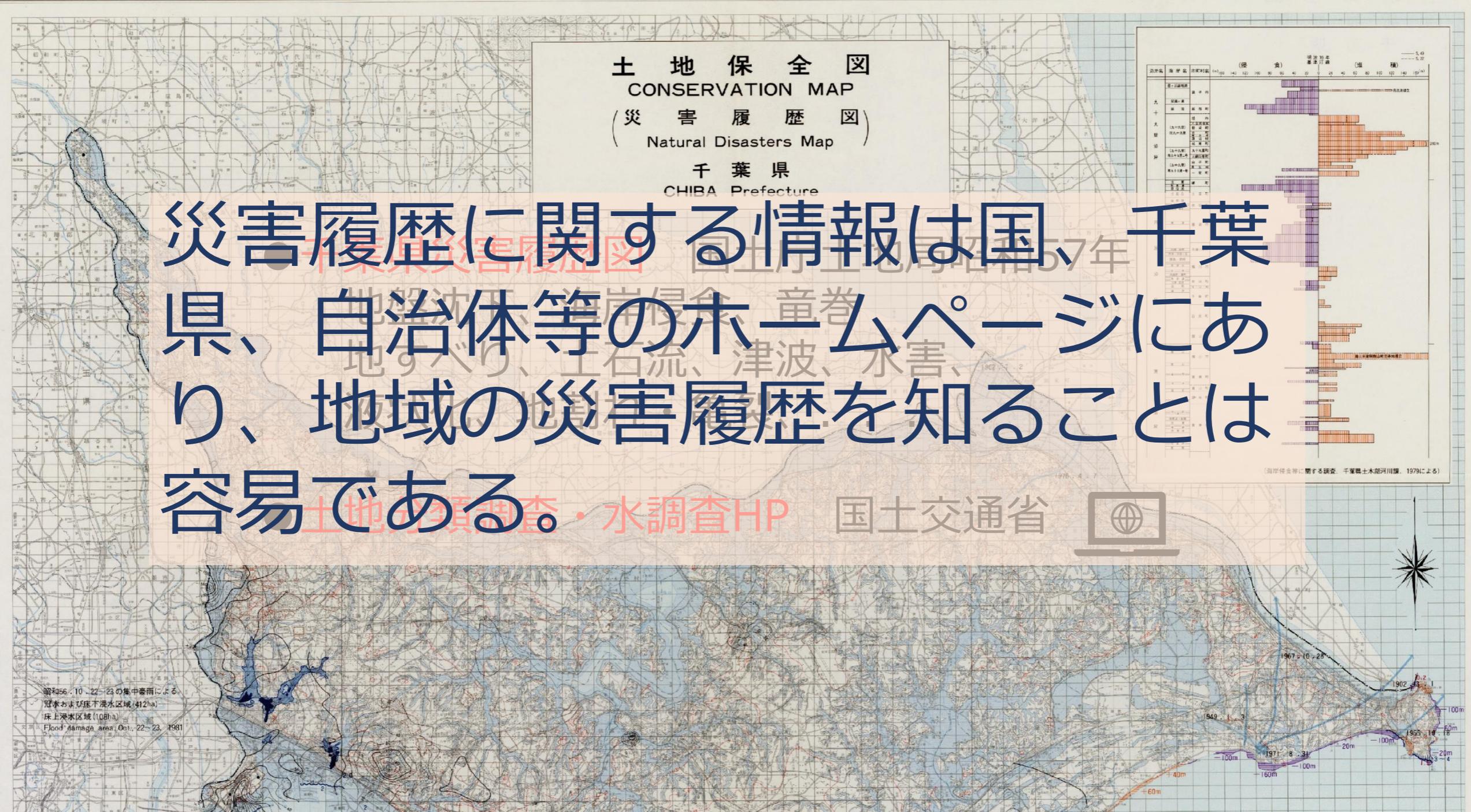
土地保全図
CONSERVATION MAP
(災害履歴図)
Natural Disasters Map
千葉県
CHIBA Prefecture



災害履歴に関する情報は国、千葉県、自治体等のホームページにあり、地域の災害履歴を知ることが容易である。

国土交通省 

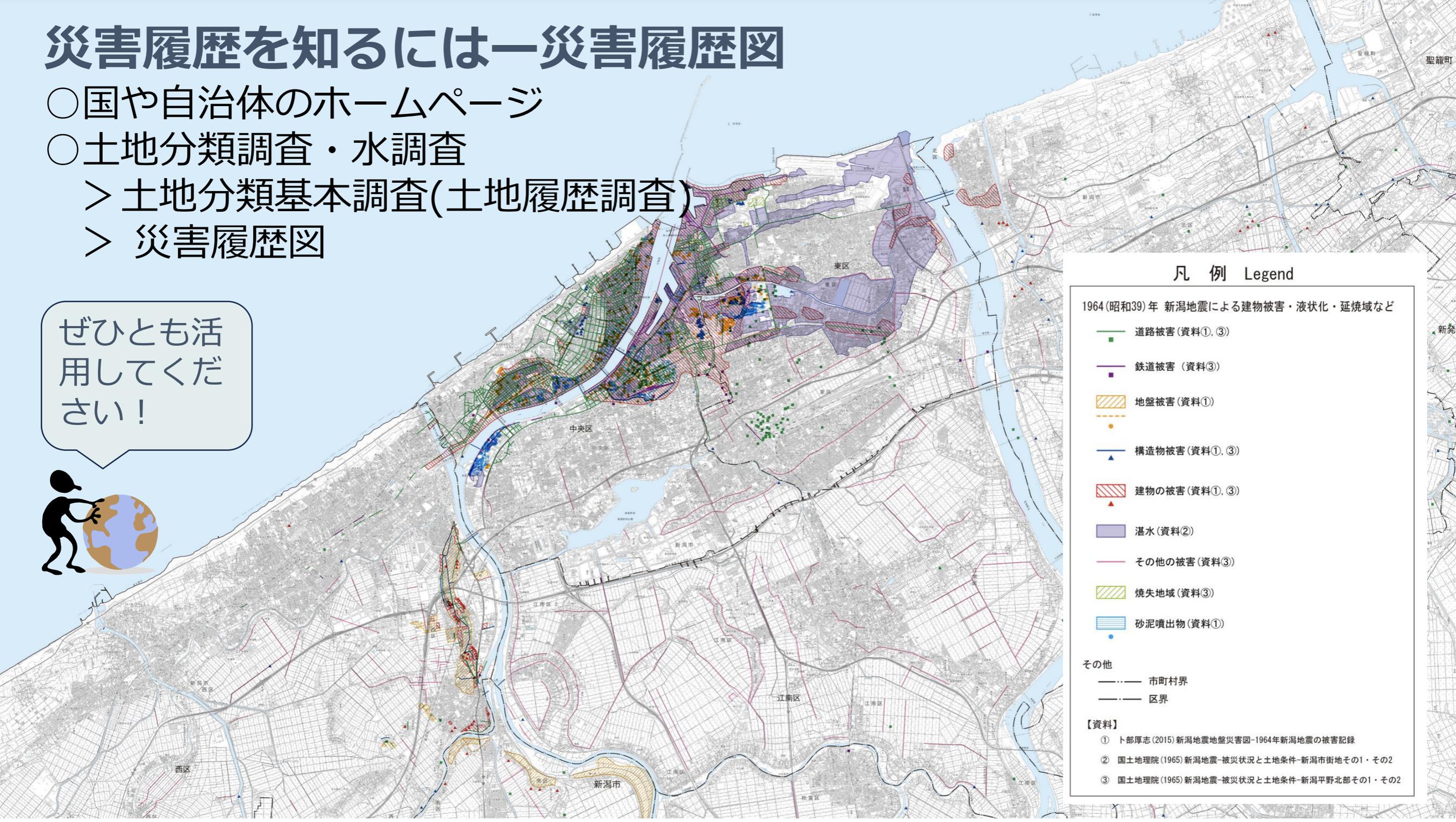
昭和56.10.22-23の集中豪雨による
冠水および床下浸水区域(412ha)
床上浸水区域(108ha)
Flood damage area, Oct. 22-23, 1981



災害履歴を知るには一災害履歴図

- 国や自治体のホームページ
- 土地分類調査・水調査
 - > 土地分類基本調査(土地履歴調査)
 - > 災害履歴図

ぜひとも活用してください!



凡例 Legend

1964(昭和39)年 新潟地震による建物被害・液状化・延焼域など

- 道路被害(資料①, ③)
- 鉄道被害(資料③)
- 地盤被害(資料①)
- 構造物被害(資料①, ③)
- 建物の被害(資料①, ③)
- 湛水(資料②)
- その他の被害(資料③)
- 焼失地域(資料③)
- 砂泥噴出物(資料①)

その他

- 市町村界
- 区界

【資料】

- ① 卜部厚志(2015)新潟地震地盤災害図-1964年新潟地震の被害記録
- ② 国土地理院(1965)新潟地震-被災状況と土地条件-新潟市街地その1・その2
- ③ 国土地理院(1965)新潟地震-被災状況と土地条件-新潟平野北部その1・その2

③遠隔地の災害から学ぶ

令和6年1月1日能登半島地震：何が起きたか

能登半島地震における犠牲者の方々には謹んで哀悼の意を表します

- 地震動
- 液状化
- 津波
- 地盤変動
- 斜面災害（地すべり・崩壊）
- その他

⇒千葉県を顧みる

（新潟県も）



国際航業株式会社

(C) 国際航業株式会社・株式会社パスコ

令和6年能登半島地震の震度分布

震源域では震度大、離れた地域にも震度の大きい地域が！

防災クロスビュー: 令和6年能登半島地震

bosai X view[®]



凡例

面的推定震度分布 正式版
(防災科研,2024/1/1 16:11)

R-20240101161115-0285-00003-GIS_M250.tif

- 震度3以下
- 震度4
- 震度5弱
- 震度5強
- 震度6弱
- 震度6強
- 震度7

**遠方で揺れが大きい場所は沖積層
最新の地質時代に形成された軟弱な地層**

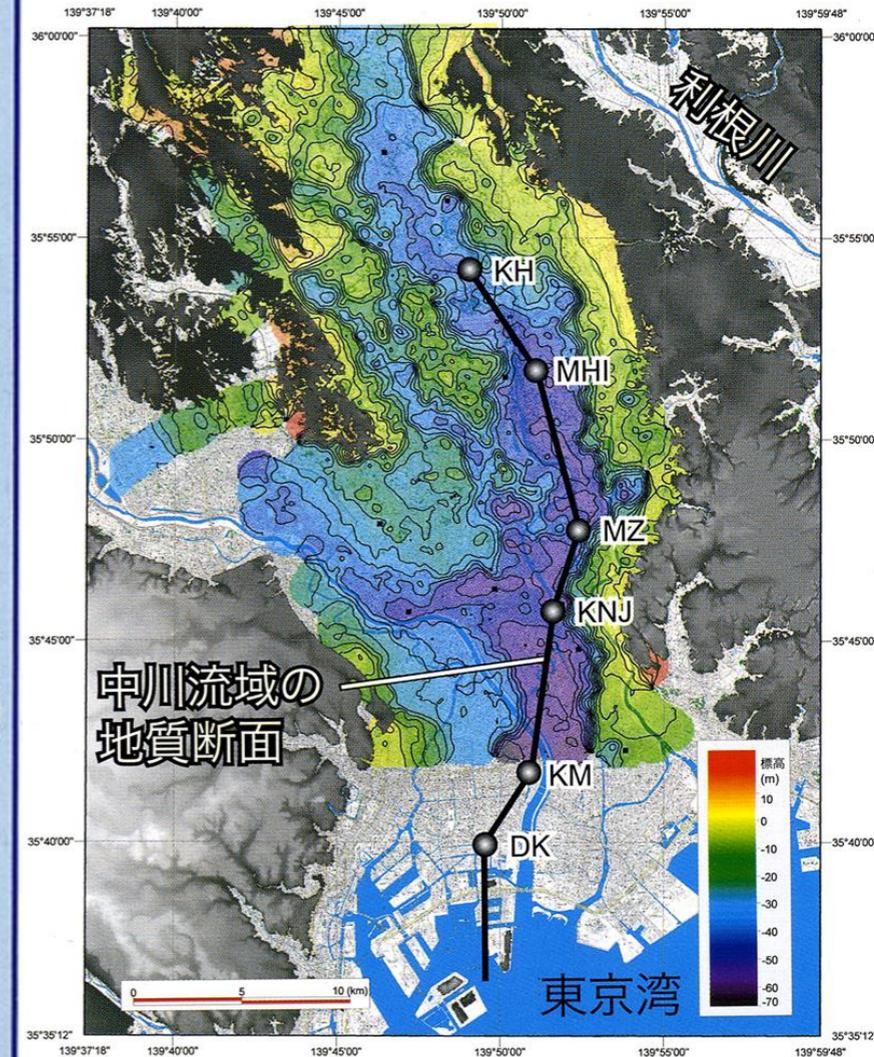
関東、千葉県ではどうか 大正関東地震の震度分布図（武村、2003）

- 震源域から離れた荒川、中川低地で大きい⇒厚い沖積層
- 100年前、千葉県では沖積低地の開発が進んでいなかったことに注意したほうがよいかも
- 震源域によっても異なることにも注意⇒ゆれやすさマップ（千葉県）を参照



沖積層の厚い地域で震度が大！

中川低地の沖積層の厚さ



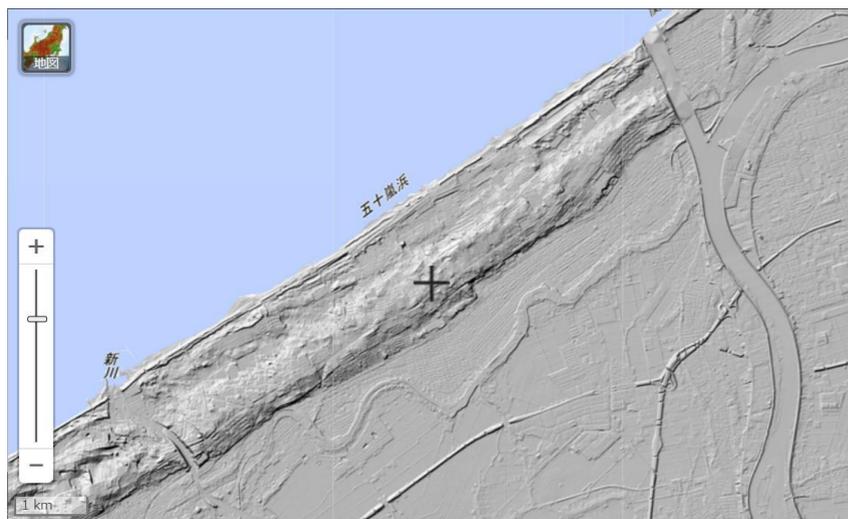
(産業技術総合研究所資料)

地震に伴う地盤の液状化

- 粒径の揃った砂（水や風が運んだ砂）が水で飽和している場所



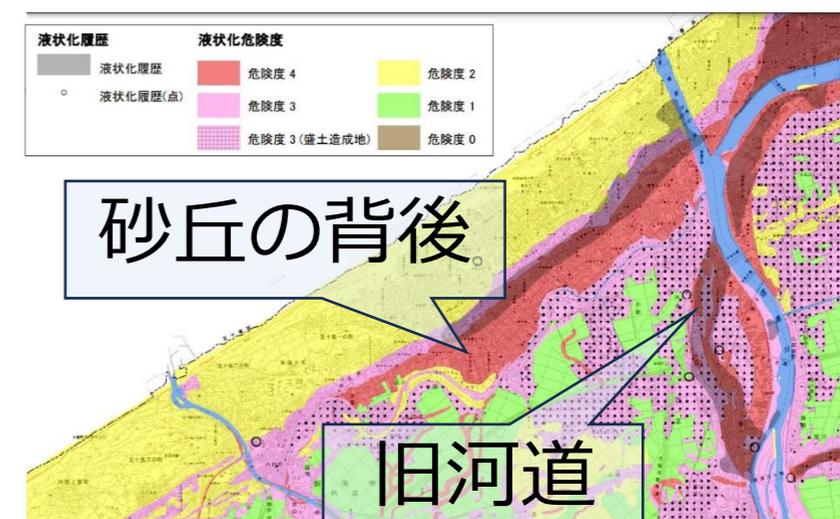
新潟市西区の地盤液状化 **起こるべくして起こった** (ある災害専門家)



地盤の標高分布 (地理院地図)



地形分類図 (地理院地図)



液状化しやすさマップ (新潟県)

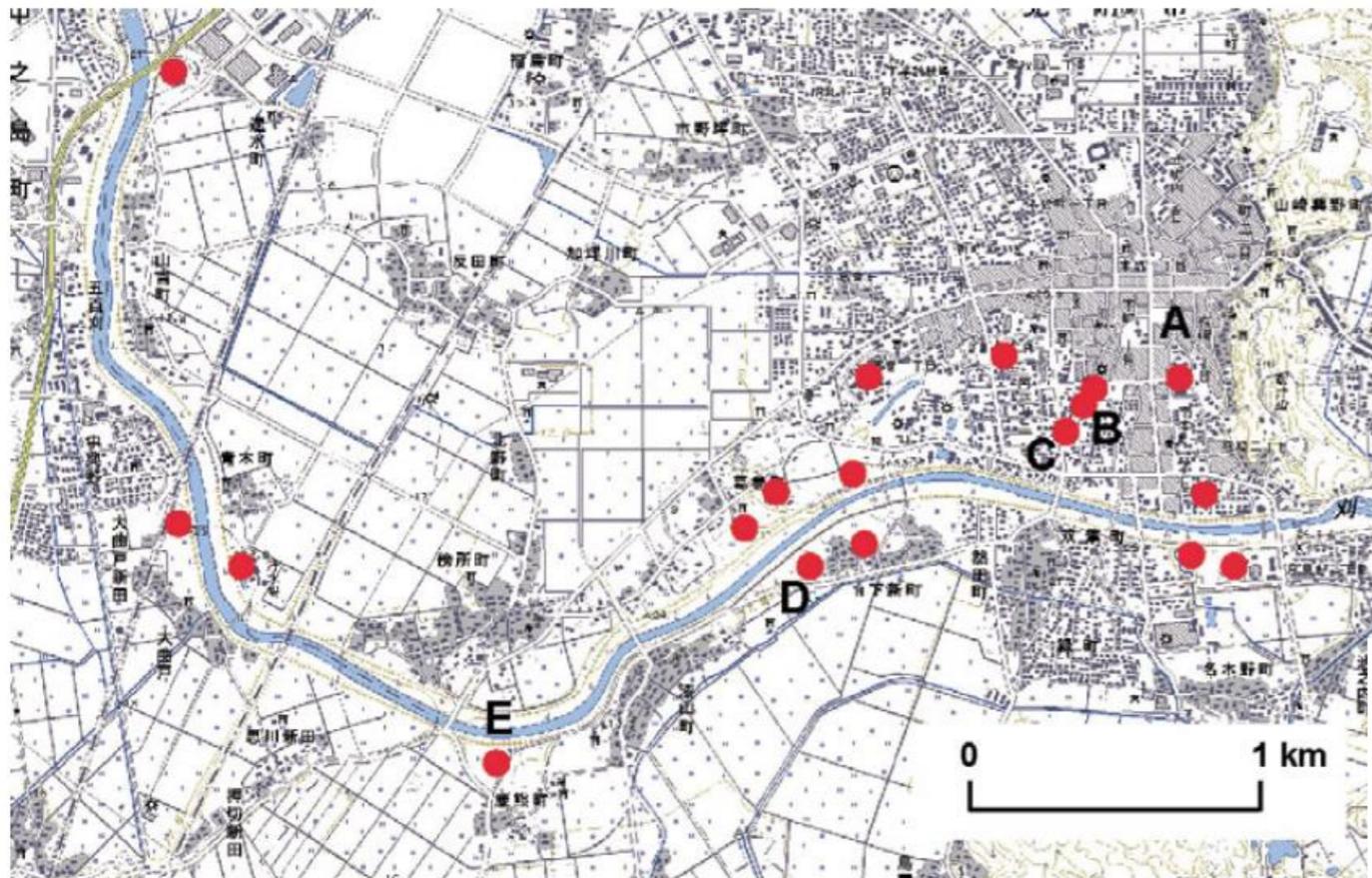
1964年の新潟地震では津波の被害もあったが、液状化の被害が甚大であり、その後の液状化研究の契機となった。



旧河道 見附市谷田川中越地震

河川改修により河道は直線化されたが、かつての河道跡には砂が堆積しており、地震時に液状化しやすい。

(若松他、2006、土木学会論文集)



見附市付近、1975年空中写真

2004年、中越地震で液状化が発生した地点(●)の分布図
⇒発生地点を旧版地形図に重ねると!

旧河道で発生!



千葉県液状化 避けることはできるのか

経験的知識



図1.34 千葉県の液状化現象の起こりやすい地域

実際の経験 1987年

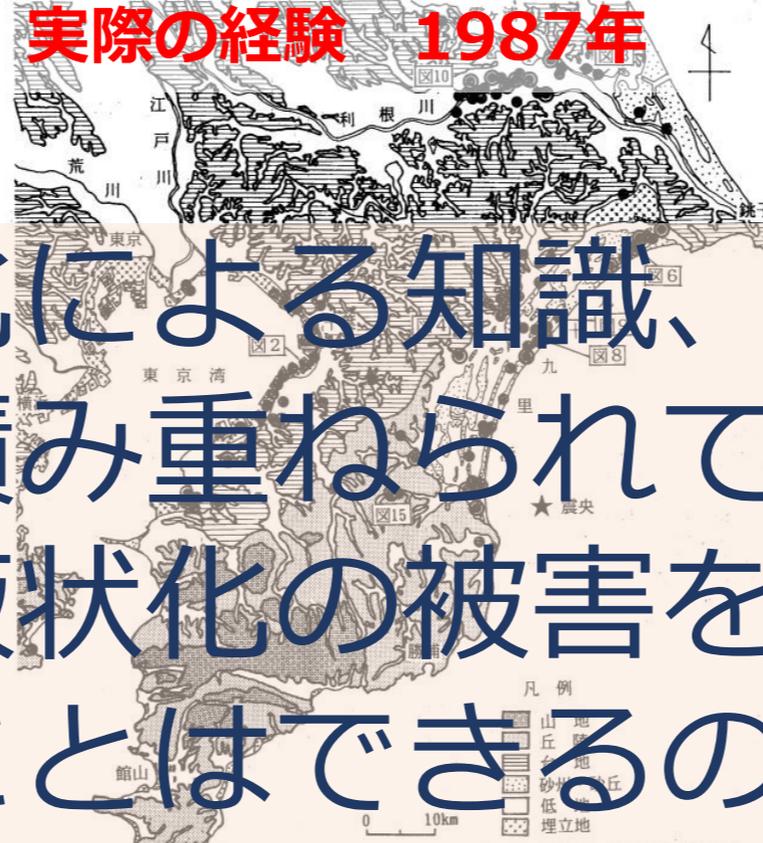


図1-1 千葉県東方沖地震による液状化発生地点と建物被害地点



液状化による知識、経験は積み重ねられている。液状化の被害を避けることはできるのか
 ⇒おなじことは新潟県でも

千葉県の液状化現象の起こりやすい地域
 守屋喜久夫著「災害の地理学」BLUE BACKS(1984)

千葉県東方沖地震(1987年)による液状化発生地点と液状化による建物被害地点
 若松(1991)

千葉県地震防災地図(平成28年度作成)による大正型関東地震を想定した液状化しやすさマップ(千葉県)

津波

過去の記憶を継承しよう



元禄地震(1703年12月31日)

九十九里地域の元禄地震津波伝承碑と犠牲者数

図8 九十九里地方の津波供養碑

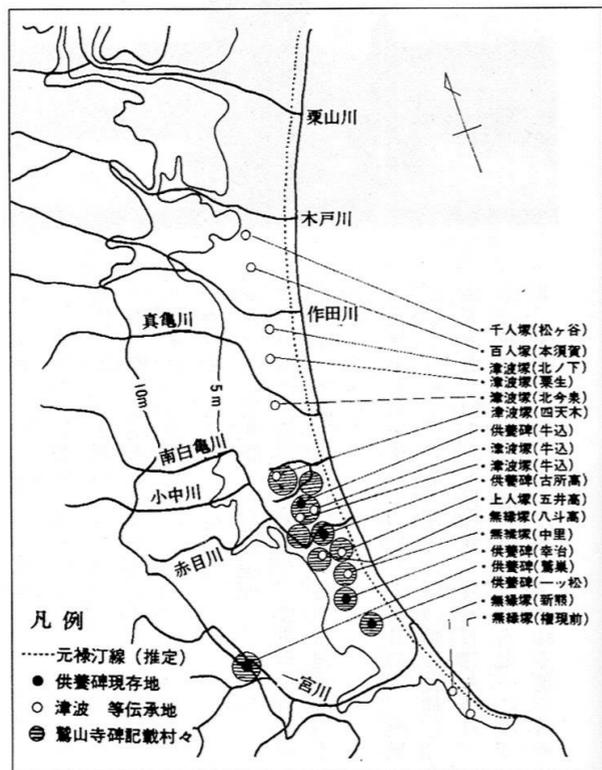
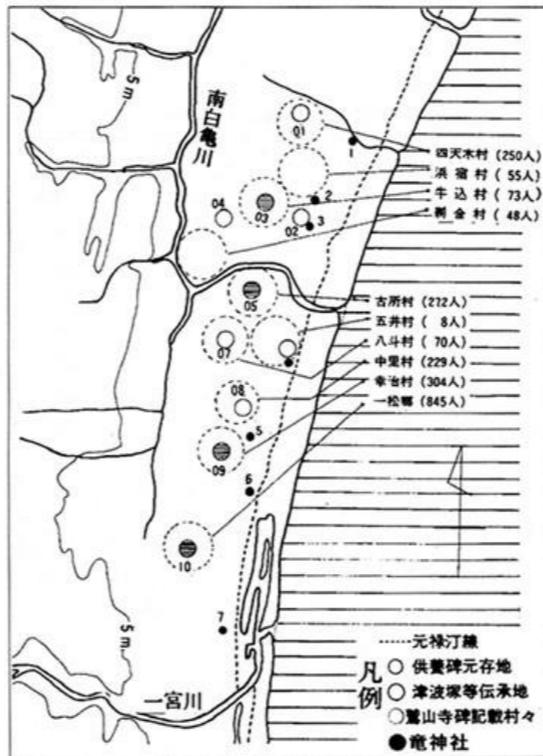


図9 九十九里浜における津波の犠牲者



我々は何度も津波を経験している。予見して備えることはできるのか。ようやく、それができる時代が来たのか。



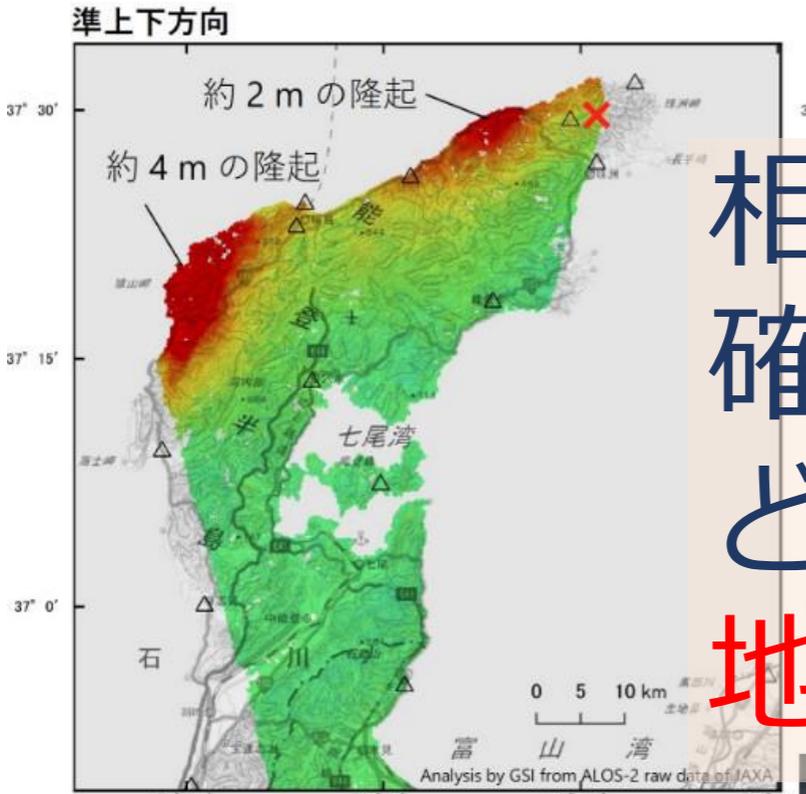
(地理院地図：災害伝承碑)

千葉県の海岸沿いに設置されている元禄津波供養碑。過去帳から犠牲者数を数えたら千人塚、百人塚はほぼ名称通りの数の犠牲者がいた。伊藤一夫(1983)「房総沖巨大地震—元禄地震と大津波」(菴書房)



地盤変動 地震にともなう地盤の隆起・沈降

令和6年能登半島地震では半島北岸で4m以上の隆起が発生、港の機能に影響
千葉県では隆起は起きるのか？大正関東地震では房総半島南端で約1.8m！



参照点 電子基準点「高岡」付近
△ 国土地理院GNSS観測点
× 震央 2024-01-01 16:10
深さ16km M7.6 (気象庁発表)

沈降 隆起
-2 0 2
準上下方向の変動量 [m]
※スケール以上の変動は一律に青/赤で表示されます

ALOS2衛星搭載SARによる地盤
変動分布：国土地理院資料

相模トラフの大地震は
確実に予見できる
どのように備えるか？
地震は再来するのだ！



地盤隆起を伴う大地震は過去繰り返し発生していた



港の隆起：産総研資料



館山市西部（上方が洲崎）の複数段の海岸段丘

斜面災害：崩壊

令和6年能登半島地震では各地で斜面上の不安定土砂が地震動により崩壊した（**表層崩壊・深層崩壊**）。
金沢市の事例のように**地すべり性崩壊**も発生した。



金沢市崖端が崩れて転倒した住居（国際航業・パスコ）



珠州市国道249号線沿の崩壊（国際航業・パスコ）

令和6年能登半島地震に伴う斜面崩壊・堆積分布図② 令和6年1月19日作成 (珠洲地区、輪島東地区、輪島中地区、輪島西地区、穴水地区、七尾地区)

- この情報は、国土地理院が1月2日、5日、11日、14日及び17日に撮影した空中写真(正射画像)を用いて、令和6年能登半島地震によって生じたと考えられる斜面崩壊地や土砂堆積箇所を判読したものです。
- 現地調査は実施していないことから、実際に崩壊等のあった箇所でも表示できていない箇所や、今回の地震による崩壊地等以外の箇所を表示している場合があります。
- 斜面崩壊・堆積分布は、個々の範囲がおおむね100平方メートル以上のものを表しています。

0 5 10 km



凡例

 斜面崩壊・堆積範囲

 震による土砂堆積範囲



地震に伴う崩壊 千葉県事例

1987年千葉県東方沖地震では上総丘陵地域で崩壊が多発した。

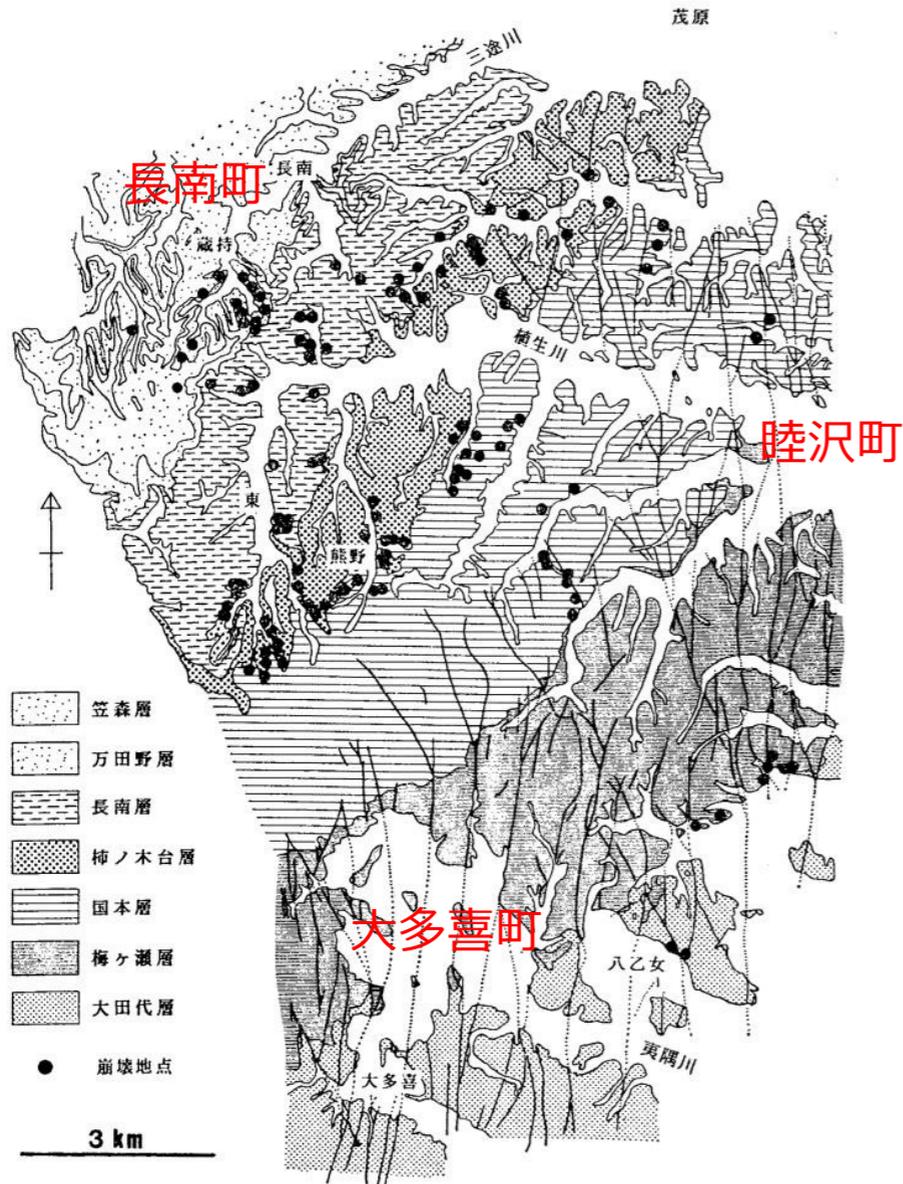
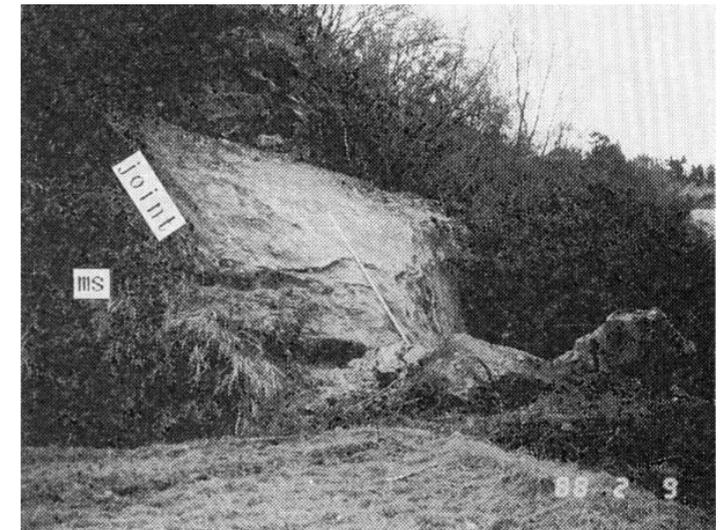
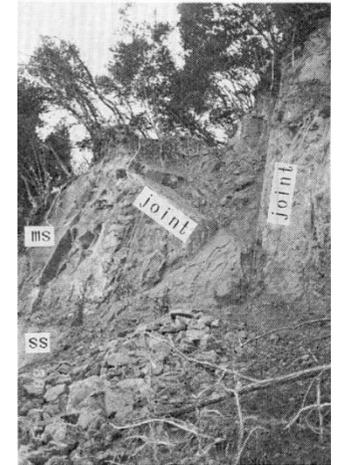
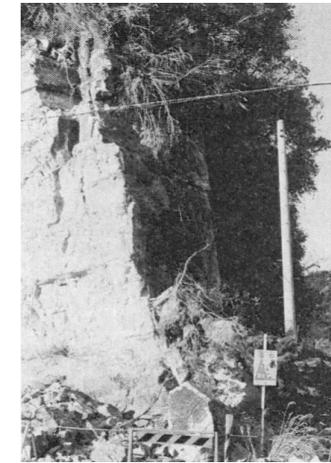


図-2 地質図⁴⁾及び崩壊の分布

- 地震による揺れは、斜面の不安定化をもたらし、崩壊を引き起こす。
- これは自然の地形変化の一過程でもある。

Volume of mass movement	10 ¹	10 ²	(m ³)
Mechanism typology	Influence of tension stress		Influence of geological structure
fall			
sliding on joint or bedding plane			
toppling(?)			

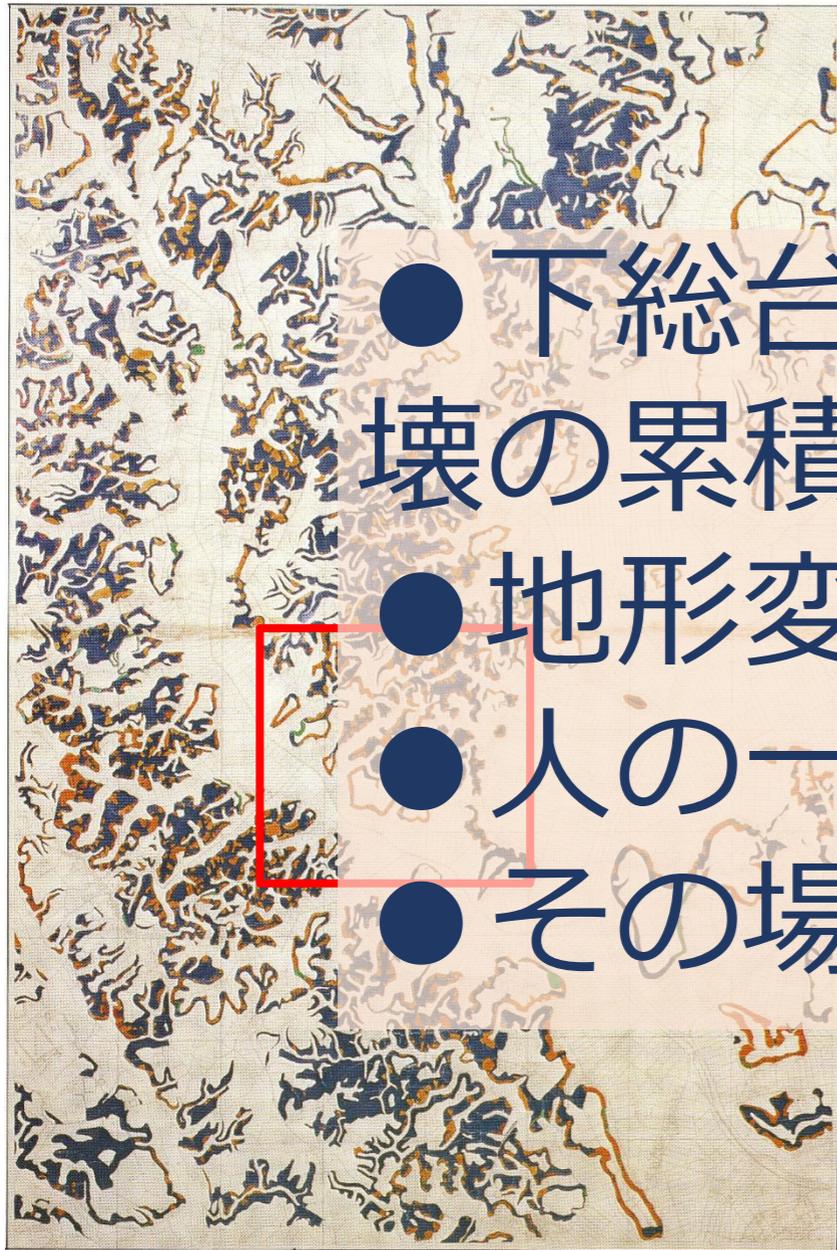
図-4 上総丘陵で発生した斜面崩壊の分類



釜井・野呂(1988)、釜井(1989)：「1987年千葉県東方沖地震による上総丘陵の斜面崩壊」、応用地質29巻4号、地すべり26巻1号

豪雨による崩壊：昭和45年・46年の集中豪雨による崖端崩壊

－崩壊の免疫性、砂質斜面の緩みの進行、周期的な崩壊の発生－



第4図
崩壊地分布図
崩壊地

- 崩壊により不安定土層は除去されると、再び崩壊が発生するまでに時間がかかる（崩壊の免疫性）
- 台地の砂質斜面では、経時的に斜面の緩みが進行。

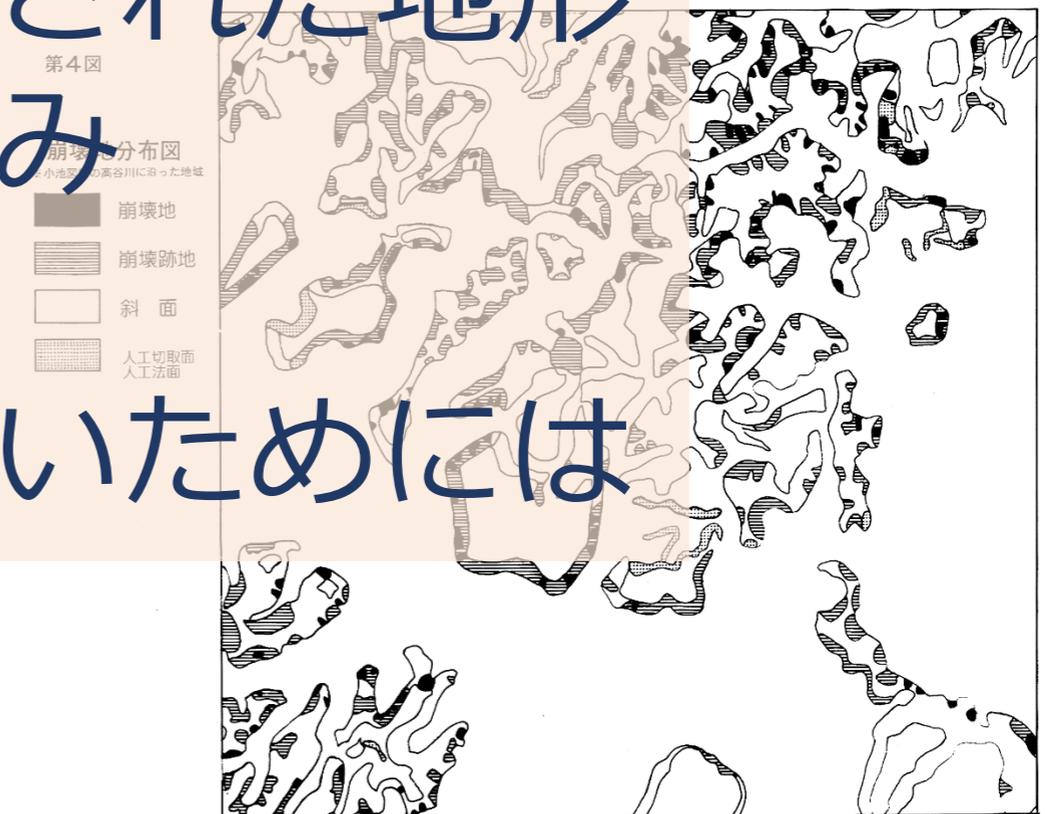
●下総台地の崖端斜面や谷津は崩壊の累積によって形成された地形

●地形変化は自然の営み

●人の一生は一瞬

●その場に居合わせないためには

過去の調査でわかったこと
●斜面の傾斜角が大きくなるほど崩壊発生密度が高くなる
(1971)とは異なる。地下水侵食による洪積台地の特徴
●崩壊跡地に発生した崩壊が全体の約70%だったが、崩壊跡地の再崩壊は約30%だった



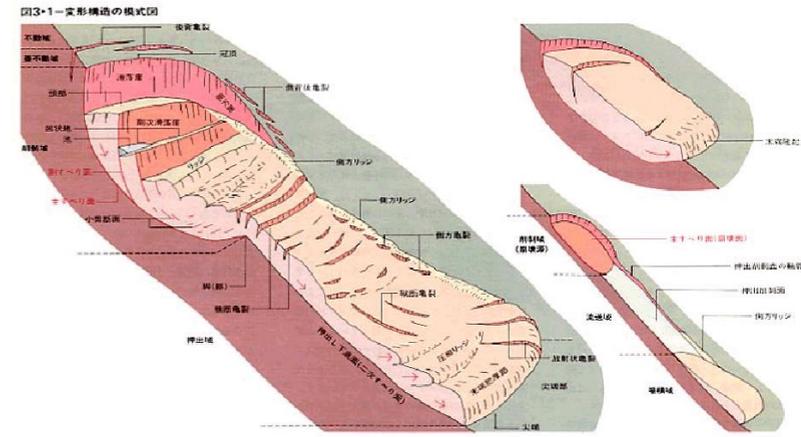
- 崩壊跡地の面積と崩壊の発生は正の相関
- 竹林、針広混交林、伐採地、草地、裸地で崩壊発生が多い。

斜面災害：地すべり

【NHKニュース】石川輪島 大規模な地滑りの兆候で避難指示

2024年1月8日 0時44分

- 地すべりの発生および滑動は地震が引き金になることが多い。例：中越地震の旧山古志村
- 能登半島には地すべり地帯が広く分布し、一部で運動が始まる兆候が発生。



地すべりの模式図

J-SHIS地すべり地形分布図



1964年に滑動した富山県氷見市胡桃地すべり

斜面災害：千葉県への地すべり

- 房総半島南部の嶺岡丘陵は蛇紋岩が粘土化しやすいため、地すべり地帯を形成。

- 昭和27年曾呂村(現鴨川市)で大規模な地すべり発生。

- 景観がすばらしく、観光資源ともなっている。

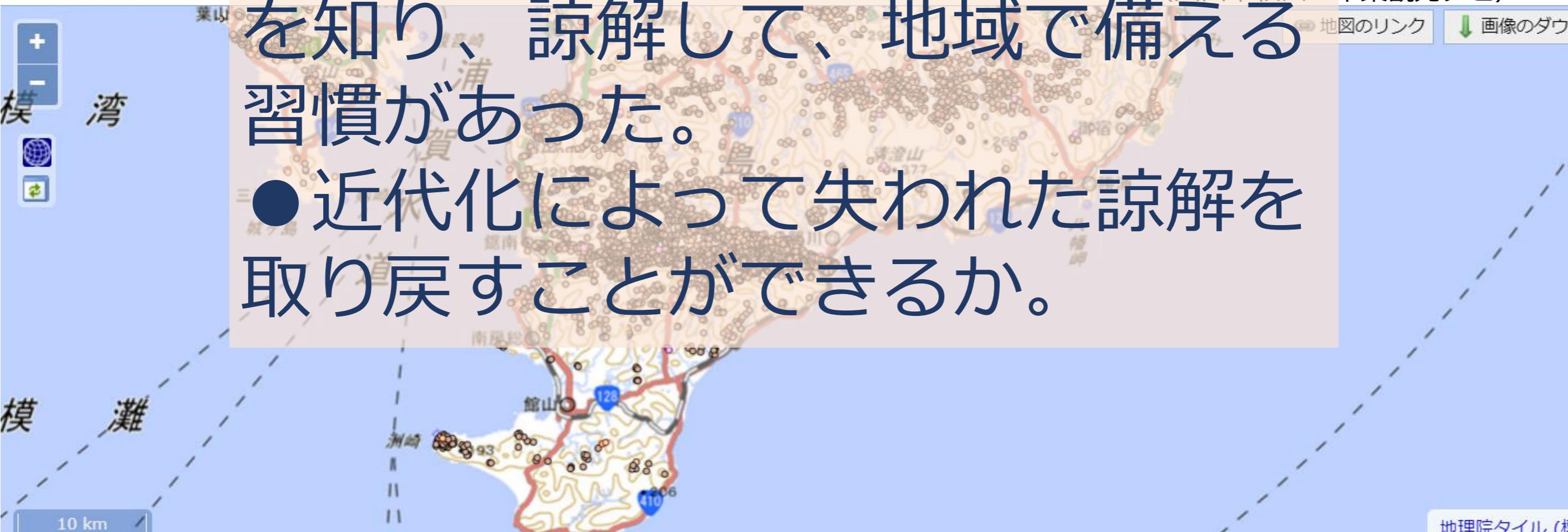
●地すべり地帯では、そのリスク

を知り、諒解して、地域で備える習慣があった。

●近代化によって失われた諒解を取り戻すことができるか。



(大山千枚田：千葉観光ナビ)



2004年10月23日中越地震による地すべり

もうすぐ10年



(C) 古今書院

- 旧山古志村は地すべり地帯
- 地すべりに適応した生活
- 災害復旧工事が進む
- 人口が戻らない
- それでも復旧
- 人の故郷だから
- 復旧を進めることができるのは、日本の誇り
- でも、人の住まないところに予算をかけなくても、という考えも...
- 包括的に、総合的に考えてみよう



旧山古志村 東竹沢地区の河道閉塞（天然ダム） 2006年近藤撮影



(旧山古志村商工会ホームページより)

富山県氷見市胡桃地すべり

1964年7月16日に発生、地すべり土塊下部から順に滑動、幅0.5km、約70haに及ぶ地域が3時間で崩れ落ちる、87戸が全戸移転、しかし、人的被害は皆無

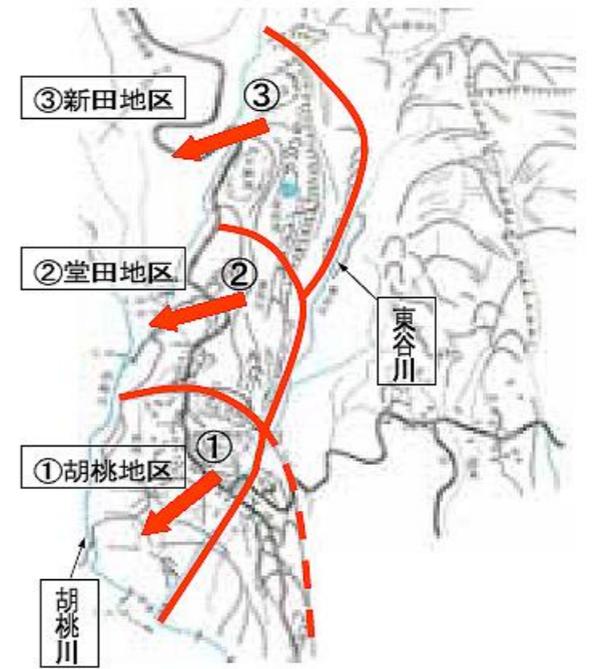
- 集落としての互助意識があった、自然態で相互に情報を共有し、組織的に避難
- 地すべりに対する理解と警戒感があった

この地域をどう再生していくか

- ・2世、3世の意識は？
- ・中山間地の未来は？

花岡ほか、「激甚な地すべり災害が地域社会に与えた影響」
<http://www.ist-ls.com/topics/happyo/pdf/200502.pdf>

ふるさとにひとは還る
都市域で災害が発生したら？
都市域こそ連帯が必要な地域



水害：2019年10月の水害

2019年は千葉県では3回の風水害に見舞われました



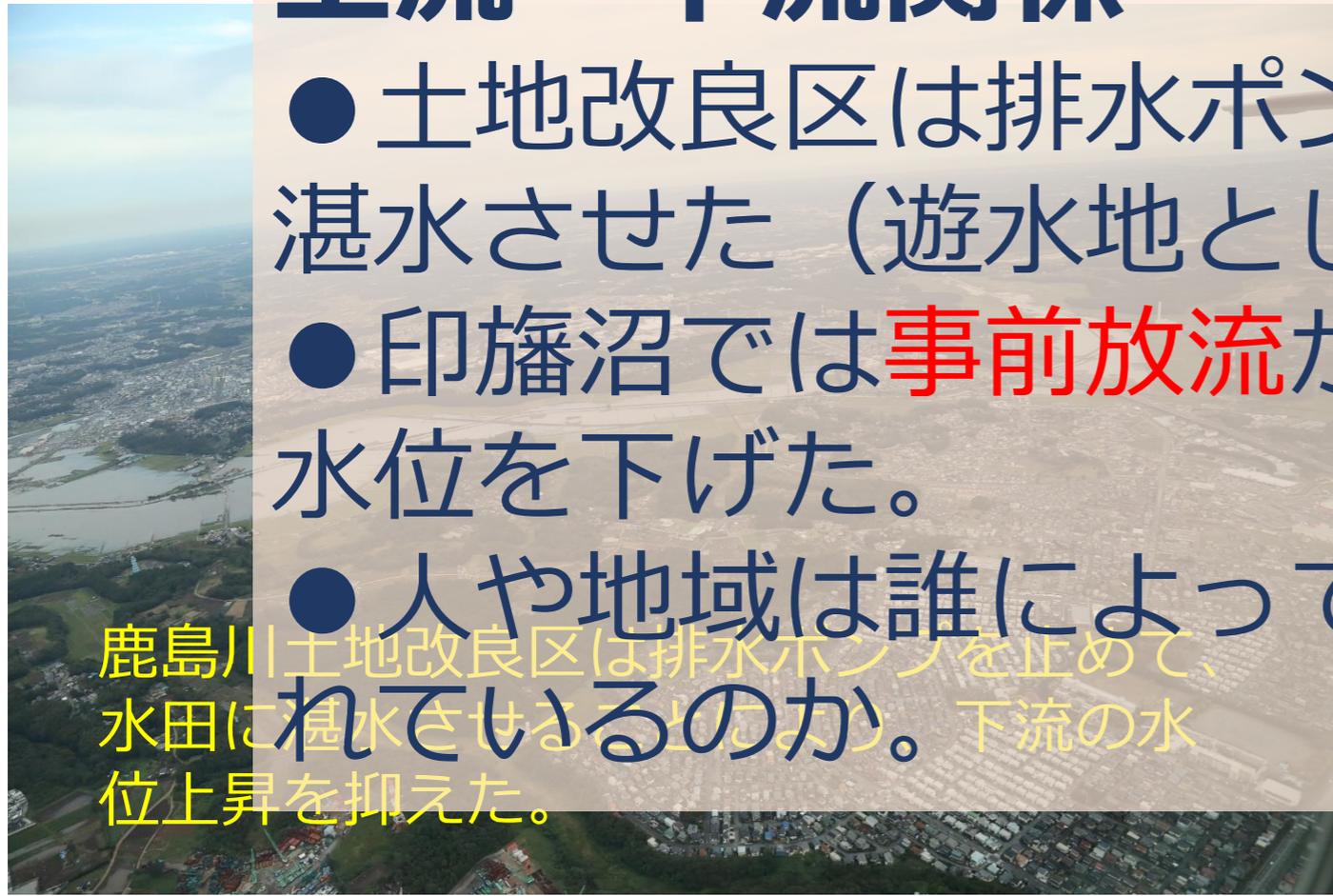
浸水した鹿島川の低地は100年前の大水害を彷彿とさせた。

しかし、状況は100年前とは変わっていた。

上流・下流関係

- 土地改良区は排水ポンプを停止し、水田に湛水させた（遊水地として機能）。
- 印旛沼では事前放流が行われ、あらかじめ水位を下げた。
- 人や地域は誰によって、何によって、守ら

鹿島川土地改良区は排水ポンプを止めて、水田に湛水させているのか。下流の水位上昇を抑えた。



4. 明治43年庚戌の大洪水による氾濫域
埼玉県東部から東京都東部に広がる中川低地と利根川の中流域では広範囲にわたって氾濫しました。千葉県では印旛沼流域の上流である富里市や八街市まで洪水被害が及びました。
「利根川治水の成立過程とその特徴」(宮村, 1981 URBAN KUBOTA19) を参考に作図

印旛郡布鎌村(印旛郡栄町) 将艦川の堤防決壊により全村が浸水
出典：千葉県立房総のむら提供の絵葉書

2019年10月26日国土地理院撮影。手前の四街道から鹿島川、佐倉方面を望む。

想定されていた浸水 2019年10月高崎川氾濫



HMポータル

佐倉市 洪水ハザードマップ

1/25000

浸水想定範囲及び浸水想定深について

洪水ハザードマップに示されている浸水が想定される範囲と
通過及び干渉等で作成された浸水想定区域図を
示す。対象となっている河川は印旛沼や鹿島川・
高崎川・手線川等の市内の河川のほかに、利根川が氾濫した場合に
想定される浸水想定範囲も示しています。想定浸水深は各河川
の浸水想定区域図を重ねて、最も深くなる浸水深を表示しています。



雨量・水位



浸水するJR佐倉駅

- いまやほとんどのハザードによる事象は想定されている。
- 知って、どのように備えるか。



<https://usagi-syufulife.com/2019/10/25/3534>



写真はTwitterから

2004年、新潟・福島豪雨—刈谷田川—

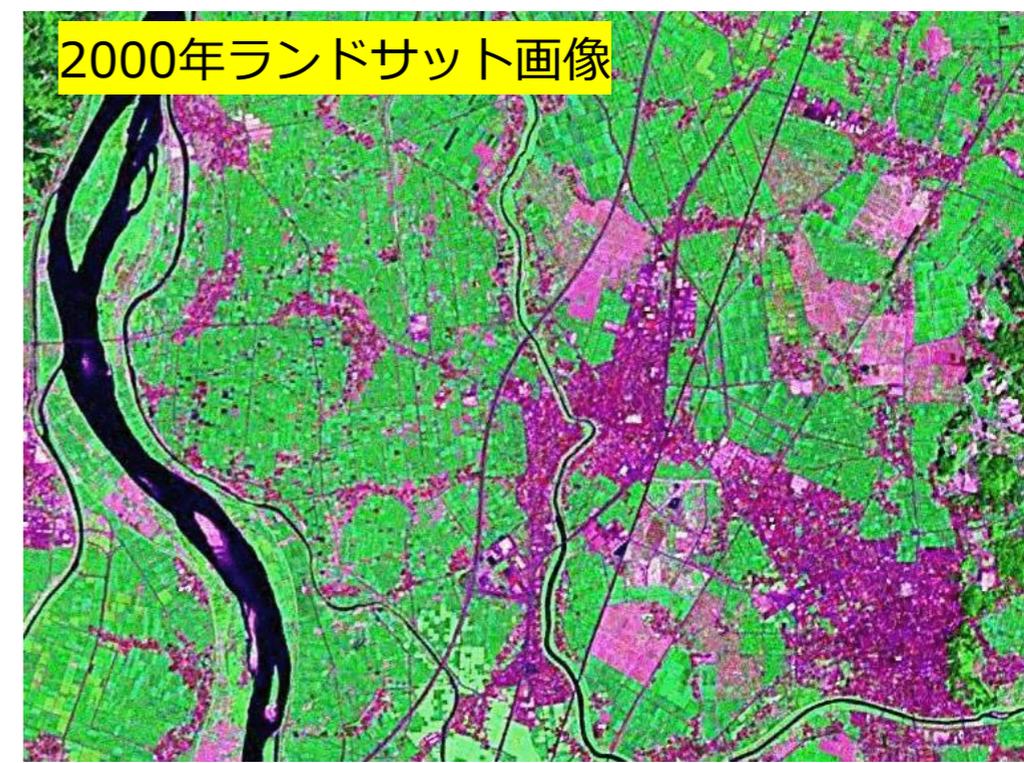
自治体がハザードマップの作成に苦しんでいる時期に発生した水害

- 新潟では1998年にも大きな豪雨災害
- 栃尾では60年代に日雨量300mm超を記録
- 日本の住民の大部分は沖積低地に居住
- 普段から沖積低地の特性や、災害事例を学んで減災を達成しよう！



(撮影：牛山素行)

2000年ランドサット画像



大正3年(1914年) 発行旧版地形図



昭和50年(1975年)撮影空中写真



土地分類基本調査・地形分類図



● 災害を通して何を考えるべきか

○ 土地条件の理解と、そこで“暮らすこと”の諒解の形成

- ・ 自然との関係を取り戻す 教育（2022年高校「地理総合」必履修化）
- ・ ふるさとに誇りを持ち、ここで生まれ、暮らし、そして、死んでいく、という諒解

○ ハザードをやり過ごすことができる社会の構築

- ・ 都市集中型社会か、地方分散型社会か
- ・ 都市型社会と農村型社会の共存
- ・ 自然の恵みを活用する社会（グリーンインフラ、EcoDRR）
- ・ 再生可能エネルギーの地域資源化

○ 文明社会のあり方

- ・ 人と自然の関係性の中の科学技術
- ・ 資本主義の組み直し？

