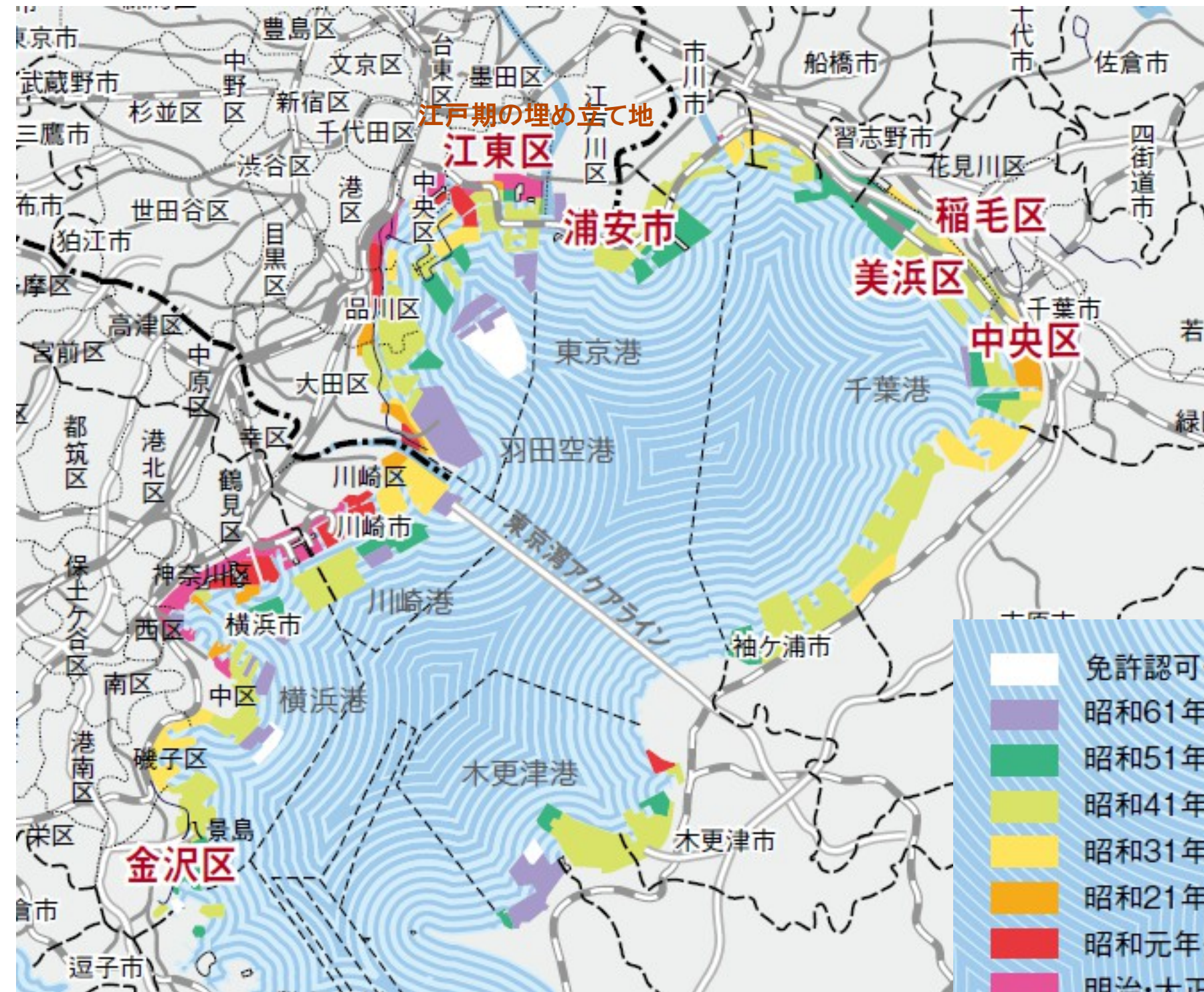


4 地盤災害・海岸侵食

災害の素因と誘因(ハザード)
誘因は地震だとしたら
素因は?
災害の複合化
災害の長期化

東京湾岸の埋立年度



どのようにして埋立
が行われたのか

Chiba City 1:50,000

Meiji36

KM



Legend

- Urban_1
- Urban_2
- Urban_3
- Coniferous forest
- Deciduous forest
- Mixed forest
- Waste land
- Orchard
- Paddy field
- Mulberry field
- Grass land
- Tea field
- Bamboo
- Lake,Pond
- Marsh,Swamp
- Tidal flats
- Sea
- Large river
- Wide road
- Railroad
- Small river,Suigou
- Coast line(Heisei)
- City boundary



(近藤原図)

東京湾東岸の干潟の特徴は？

江東区



E 新木場の歩道でもブロックが持ち上がる **F** 噴砂丘には直径 2.5mのものもあった **G** 車輪の半分が埋まる自転車。堆積厚は30cm前後か。

千葉大周辺



J 住宅地の街灯も木も傾いていた

印旛沼



H、I 北印旛沼ではサイクリング道の一部で、亀裂や崩落、沈下といったことが起きた。

美浜区・稲毛区・中央区



A 電柱が約 1m 沈下 **B** 噴砂に埋もれた車 **C** 盛り上げる歩道のブロック **D** いくつもの噴砂丘が残る

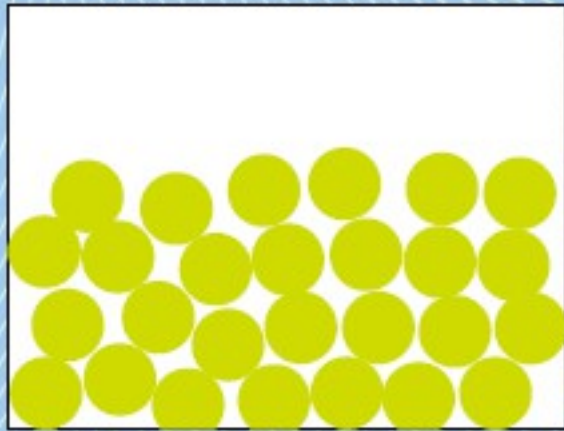
(季刊そら、2011梅雨号)

東日本大震災に伴って発生した液状化は湾岸地域だけでなく、東日本の広範に及んだ。

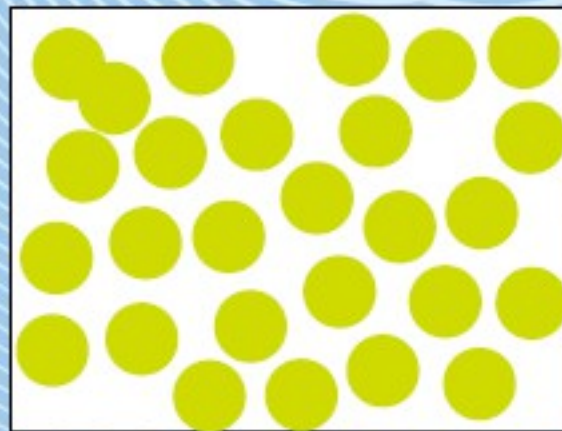
様々な画像、動画がWEBにある。検索して見てみよう。



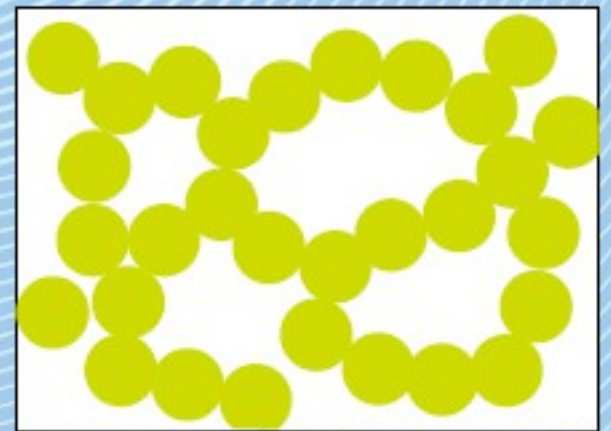
液状化の仕組み



砂粒が沈み表面が液状になる。砂まじりの水が噴出することもある



地震等で結合が崩れると、砂粒が水と空気に浮いた状態になる



平時の地盤は、砂粒同士がゆるく結合し、その間に水や空気がある

- 水と砂粒子からなる地盤に地震動が与えられる
- 間隙水圧が増加
- 砂粒子の固結が緩まる
- 液状化し、地盤の支持力は失われる

(季刊そら、2011梅雨号)



どんな場所が液状化しやすいのか？

⇒ 沖積低地に多い粒径の揃った砂層が水で飽和している場所

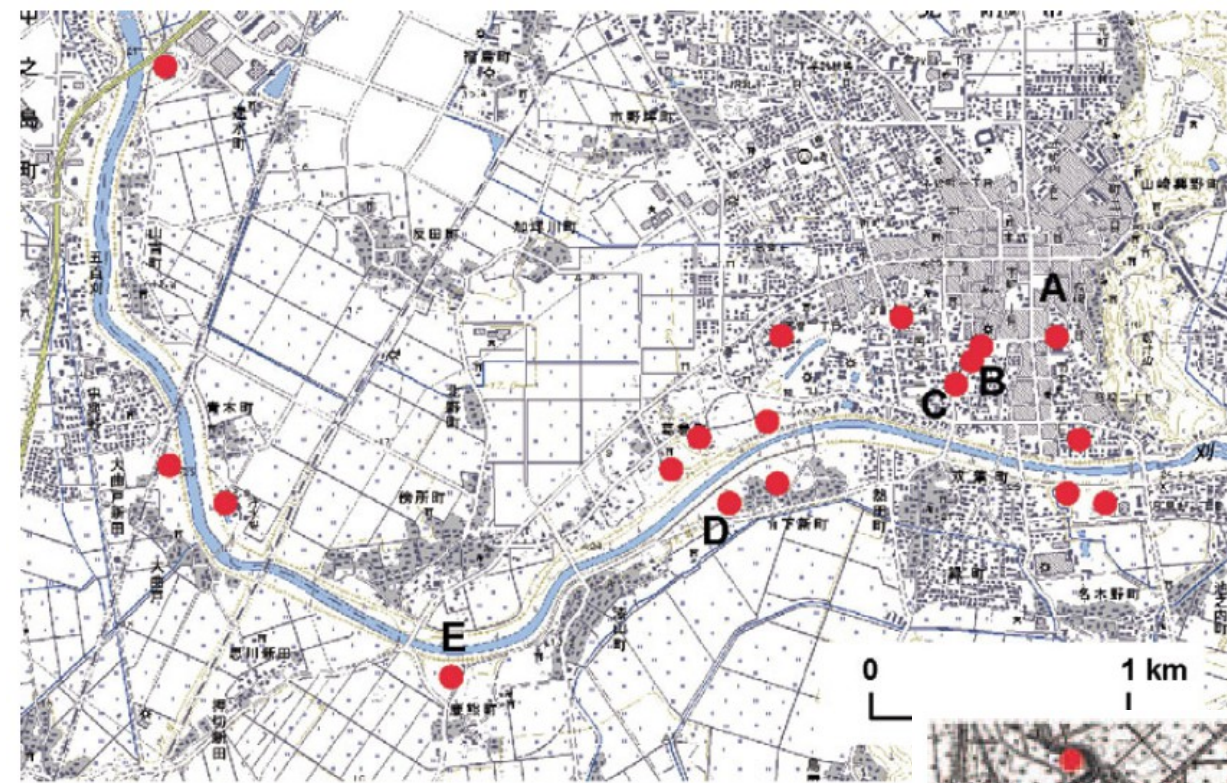
旧河道

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。

2004年を思いだそう



(若松他、2006、土木学会論文集)



見附市付近、1975年空中写真



砂丘

日本海側に多い砂丘地帯では地震に伴い液状化が発生している。
⇒砂丘の基部の地下水面が高い地域

図7-15 日本列島における海岸砂丘の分布
砂丘は一般的に、日本海側に多く太平洋側に少ない。
この理由については今のところ十分な説明はない。
中山隆夫(1980)による。

液状化を伴う震災
を調べてみよう!



1964年(昭和39年)6月16日
新潟地震(M7.5)



(杉谷他、「風景からみた自然地理」、古今書院)

(WEBより収集)

千葉県では...

液状化危険度予測図(平成19年度千葉県地震被害想定調査)

液状化に関する
経験的知識は？

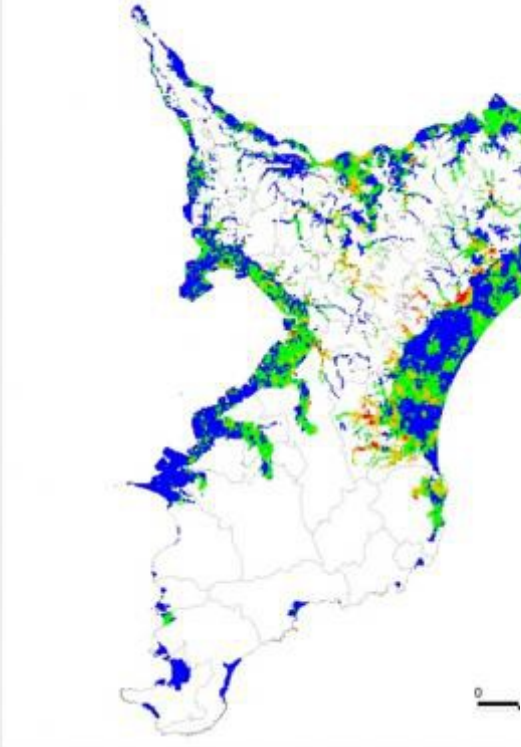


図 液状化分布図
[千葉県東方沖地震]
(千葉県)

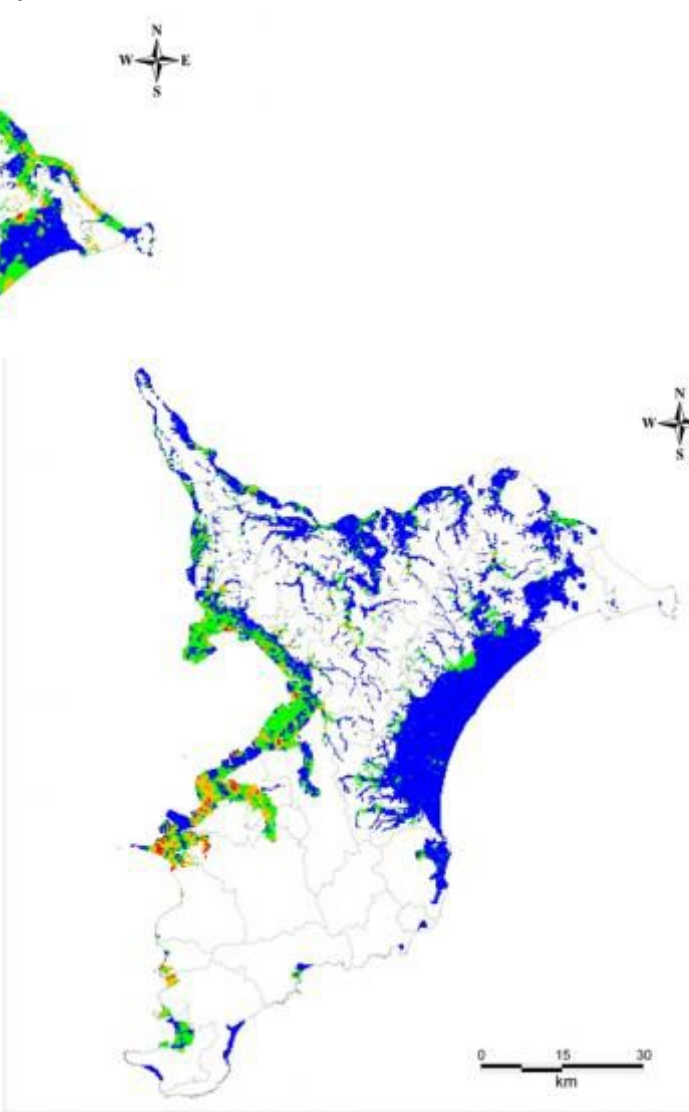


図 液状化分布図
[三浦半島断層群による地震]
(千葉県)

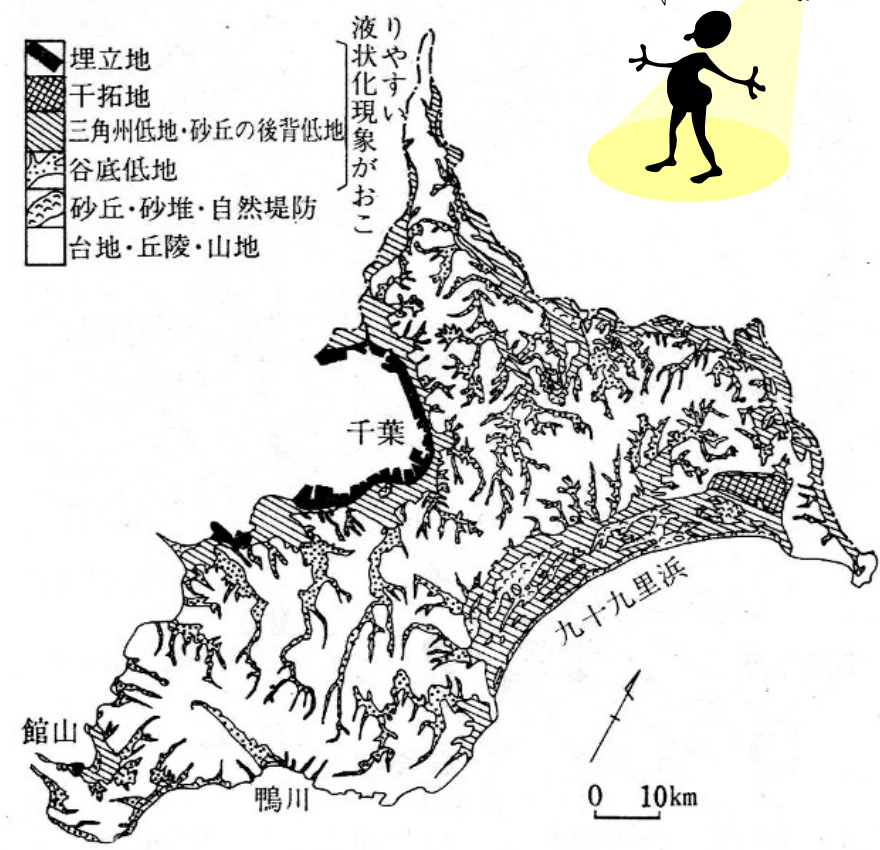


図1.34 千葉県の液状化現象の起こりやすい地域

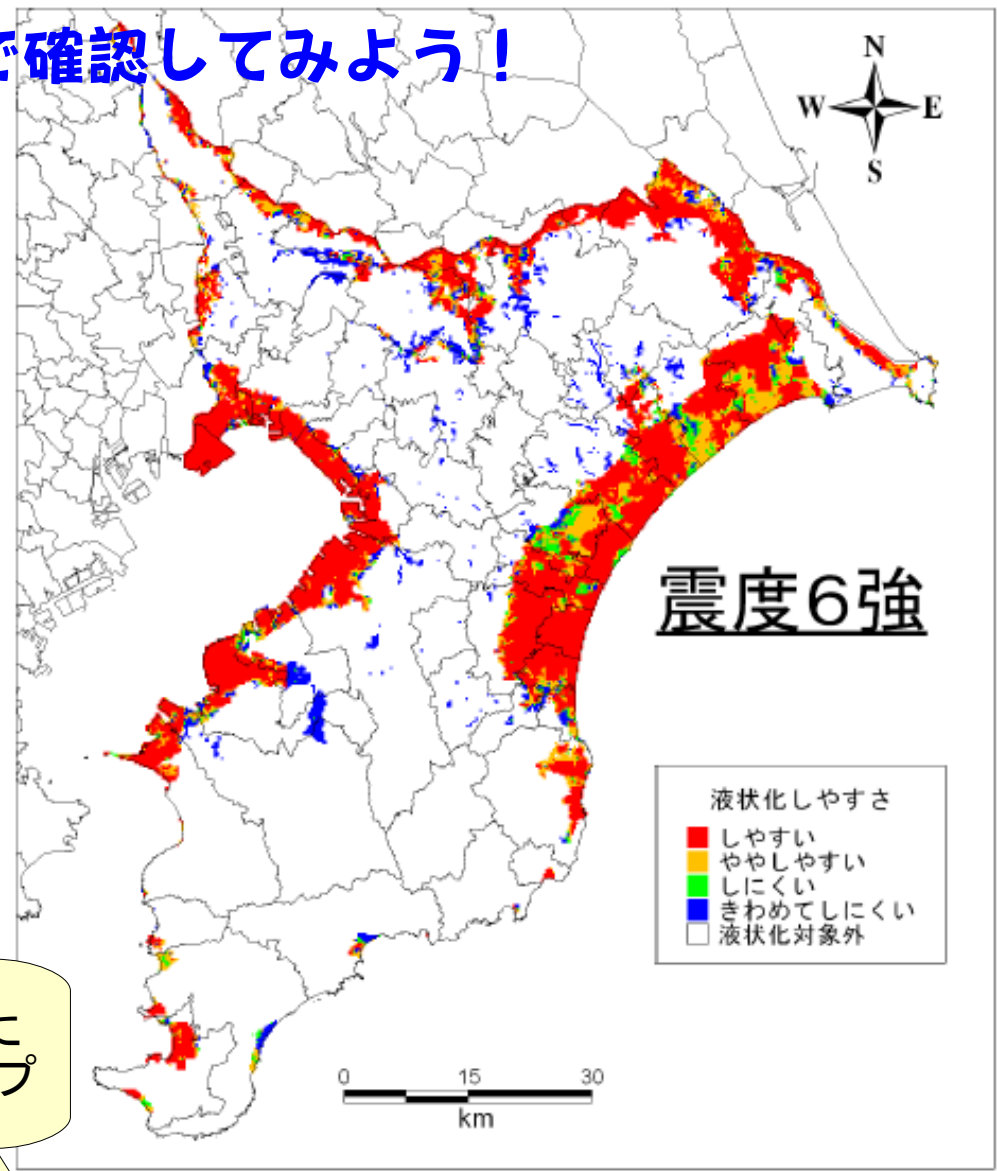
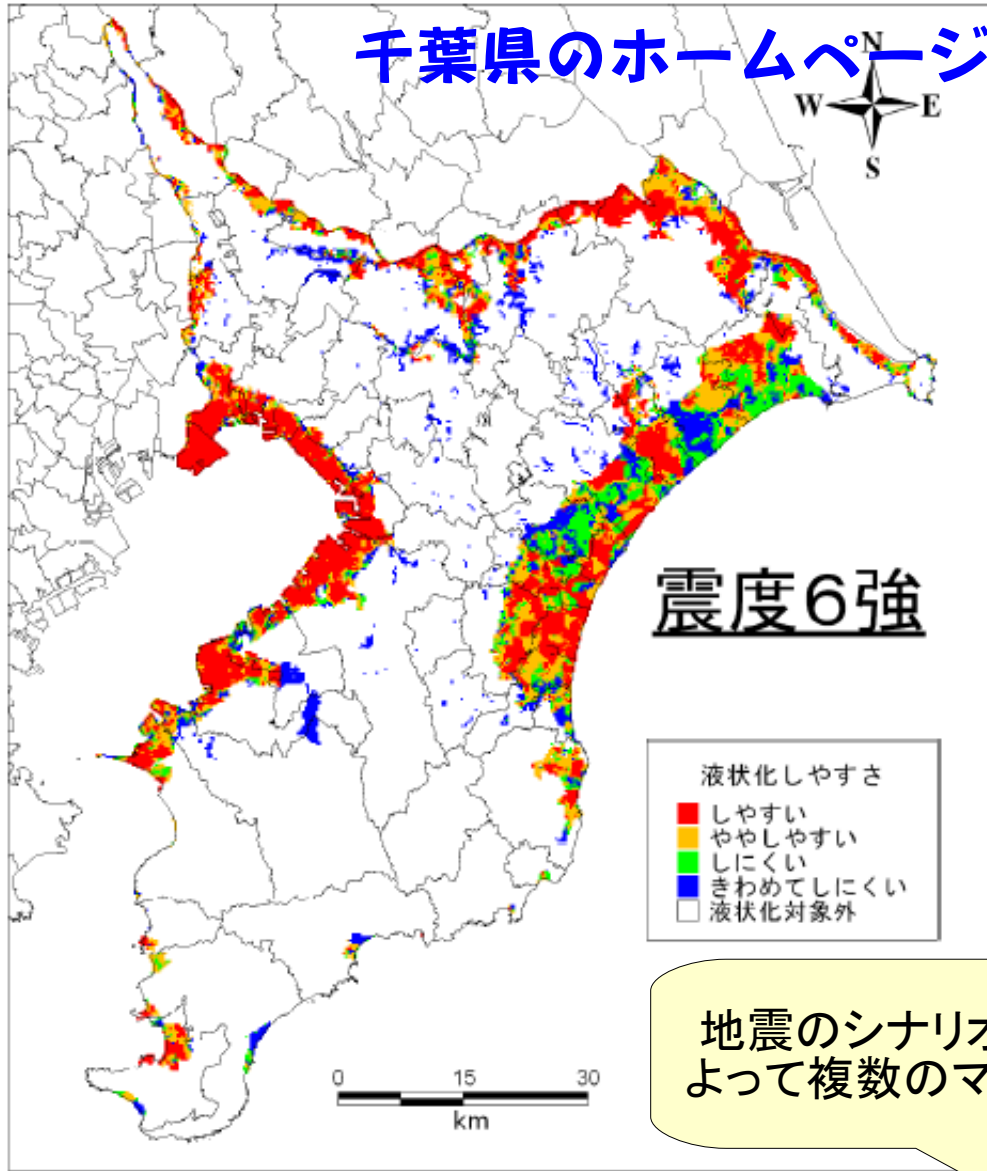
シナリオ地震に
基づく想定

| 液状化可能性 | |
|--------|---------|
| 高い | (241) |
| やや高い | (1563) |
| 低い | (5027) |
| 極めて低い | (16057) |
| 液状化対象外 | (57427) |

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)

液状化しやすさマップ、揺れやすさマップ(平成23年度)

千葉県のホームページで確認してみよう!



地震のシナリオによって複数のマップ

図 液状化しやすさマップ
(通常継続時間地震・震度6強・地表加速度960gal)



液状化対策は考慮していない。



液状化対策は考慮していない。

図 液状化しやすさマップ
(長継続時間地震・震度6強・地表加速度960gal)

盛土 (もりど)

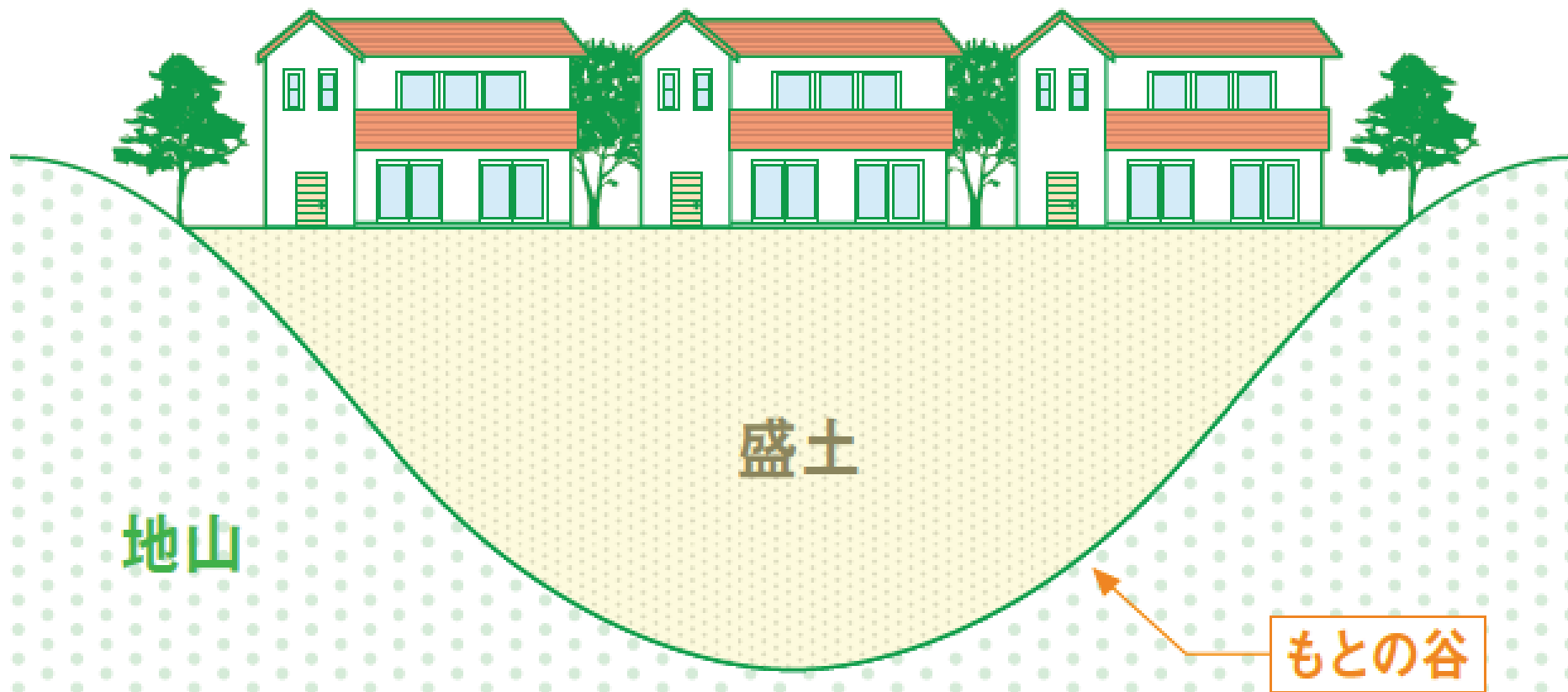
丘陵地の開発
と盛土のリスク



盛土とは何か？

谷埋め型

谷地形に、周辺の斜面を削って出た土を埋め、平坦な土地にしたもので、盛土の面積が 3000㎡以上の大規模な造成地のことをいう。



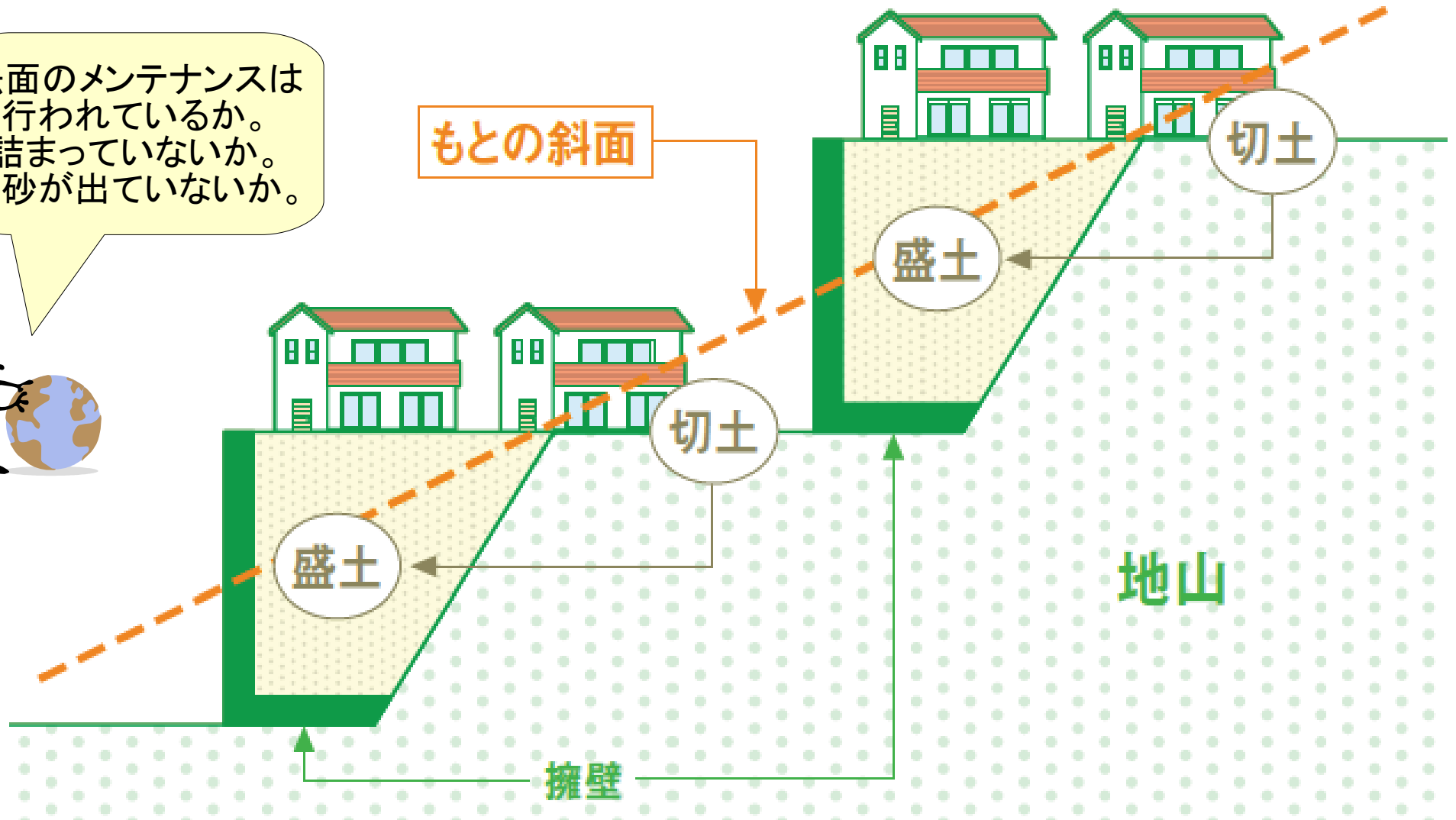
“盛土 = 危険” というわけではない。土地の性質を知り、きちんと対策をとることが大切。少なくとも、“知らなかった” ということはないように。

様々な盛土のタイプを知ろう！

腹付け型

斜面の上に土を盛った造成地で、もとの斜面の角度は 20° 以上と急で、そこに5m以上の盛土をして平坦にしたものをいう。

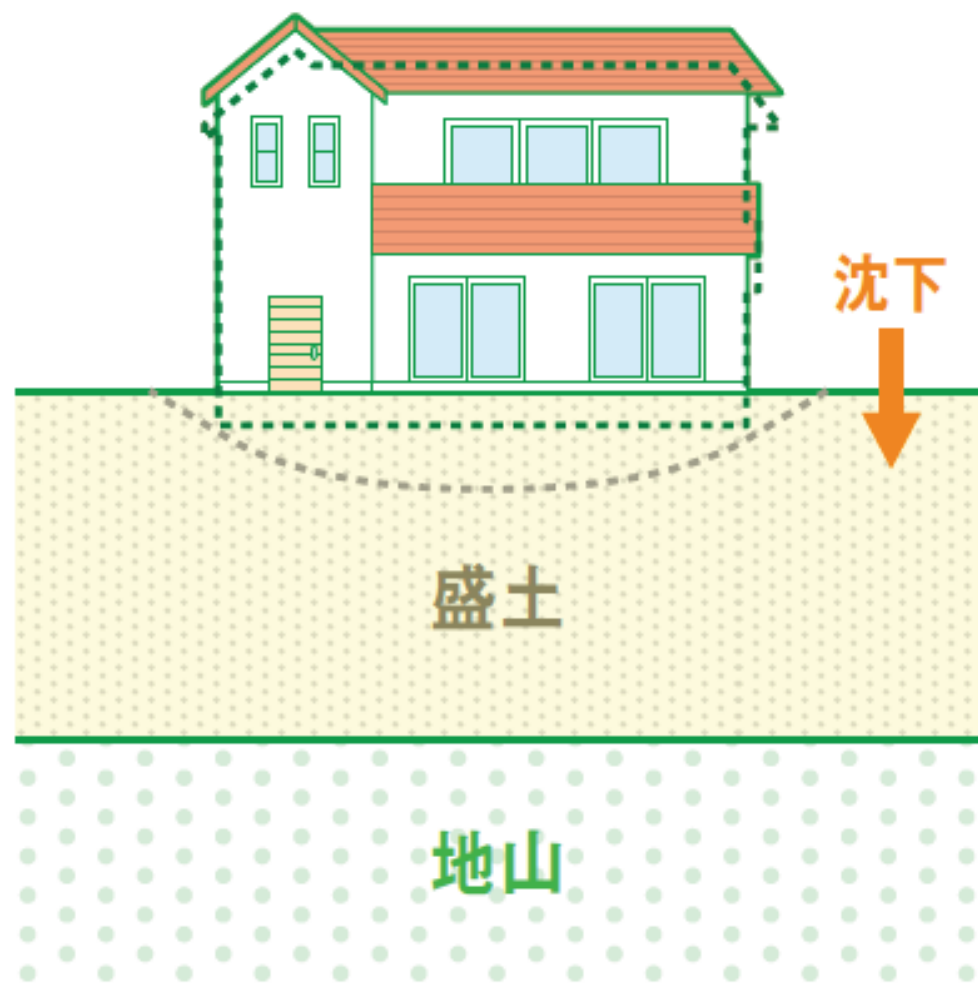
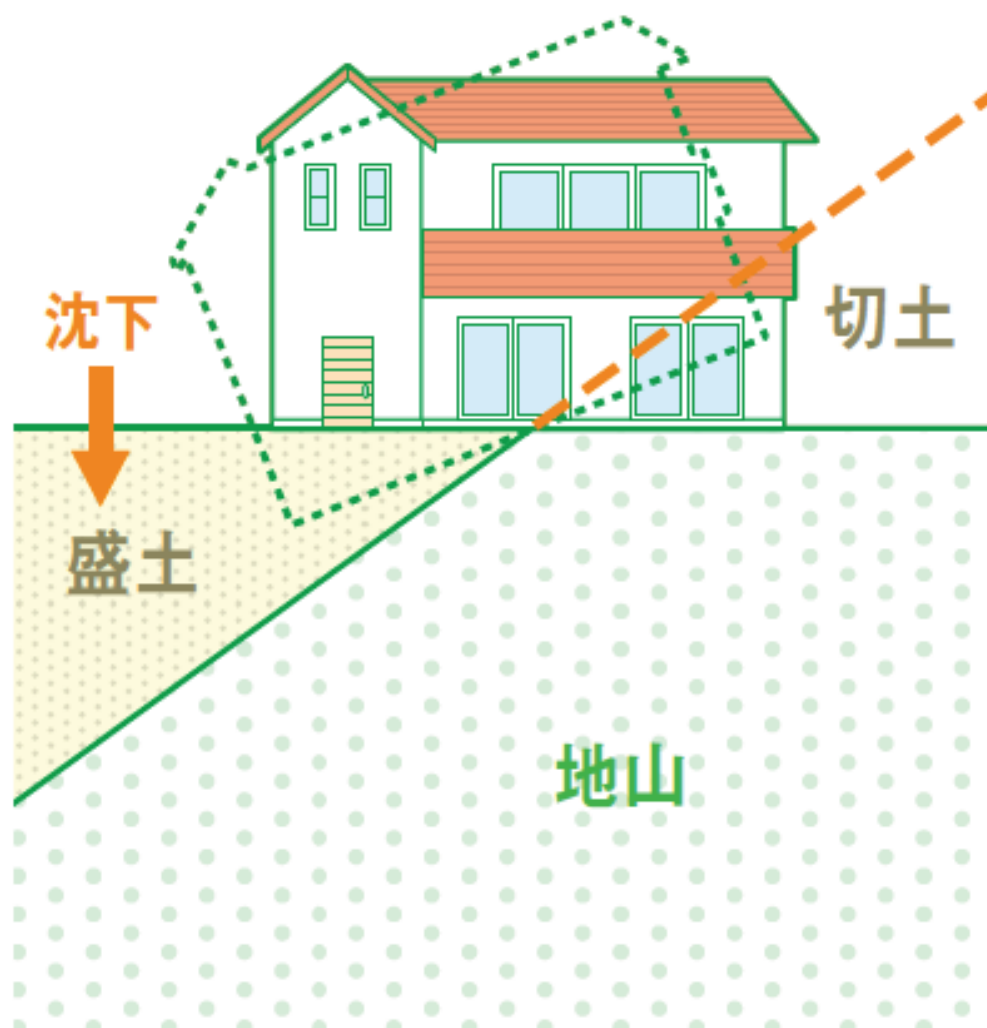
法面のメンテナンスは行われているか。詰まっていないか。土砂が出ていないか。



盛土による被害・災害

不同沈下

切土と盛土の境界部等で、その上の建物が不均一に沈下すること。ドア等の開閉不良や、基礎部のヒビといった被害が発生する。

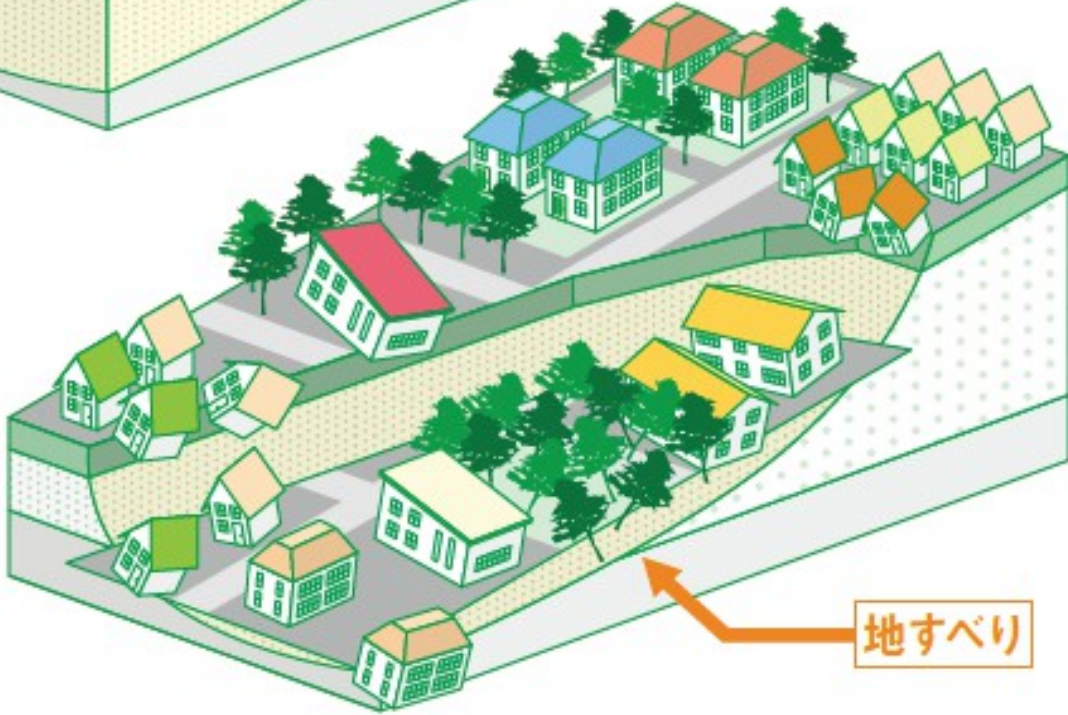




土砂災害

大雨や地震等で盛土全体がすべって崩壊することがある。兵庫県南部地震(1995年)や新潟県中越地震(2004年)でも発生した。

地震発生



地すべり

仙台市(宮城県)の場合

下は仙台市太白区の地形図である。
年代順に見ると土地の変遷(へんせん)がわかる。
かつての丘陵地は1960年代後半以降の大規模な造成で住宅地に変わった。その後も造成地は広がり続けている。

かつては落葉広葉樹林に覆われた丘陵地の谷津に農村と里山が広がっていた。

1978年宮城県沖地震でも



昭和2年2万5千分の1地形図「仙台南西部」の初版



**1928年
(昭和3年)**

昭和初期には落葉樹と針葉樹の混交林で覆(おお)われた標高50~200mの丘陵が広瀬川と名取川の低地の間に広がっており、谷津田(やつた)やため池の存在もわかる。



**1978年
(昭和53年)**

団地が標高150m近くまで達し、切土・盛土により等高線の形状が単純になっている。この年に宮城県沖地震が発生し、谷埋め盛土の変動が複数箇所で見られる。



現在

2011年3月11日に起きた東日本大震災で、再び谷埋め盛土での変動が発生した。しかし、同じ盛土でも動かなかった地域もあり、予測は難しい。



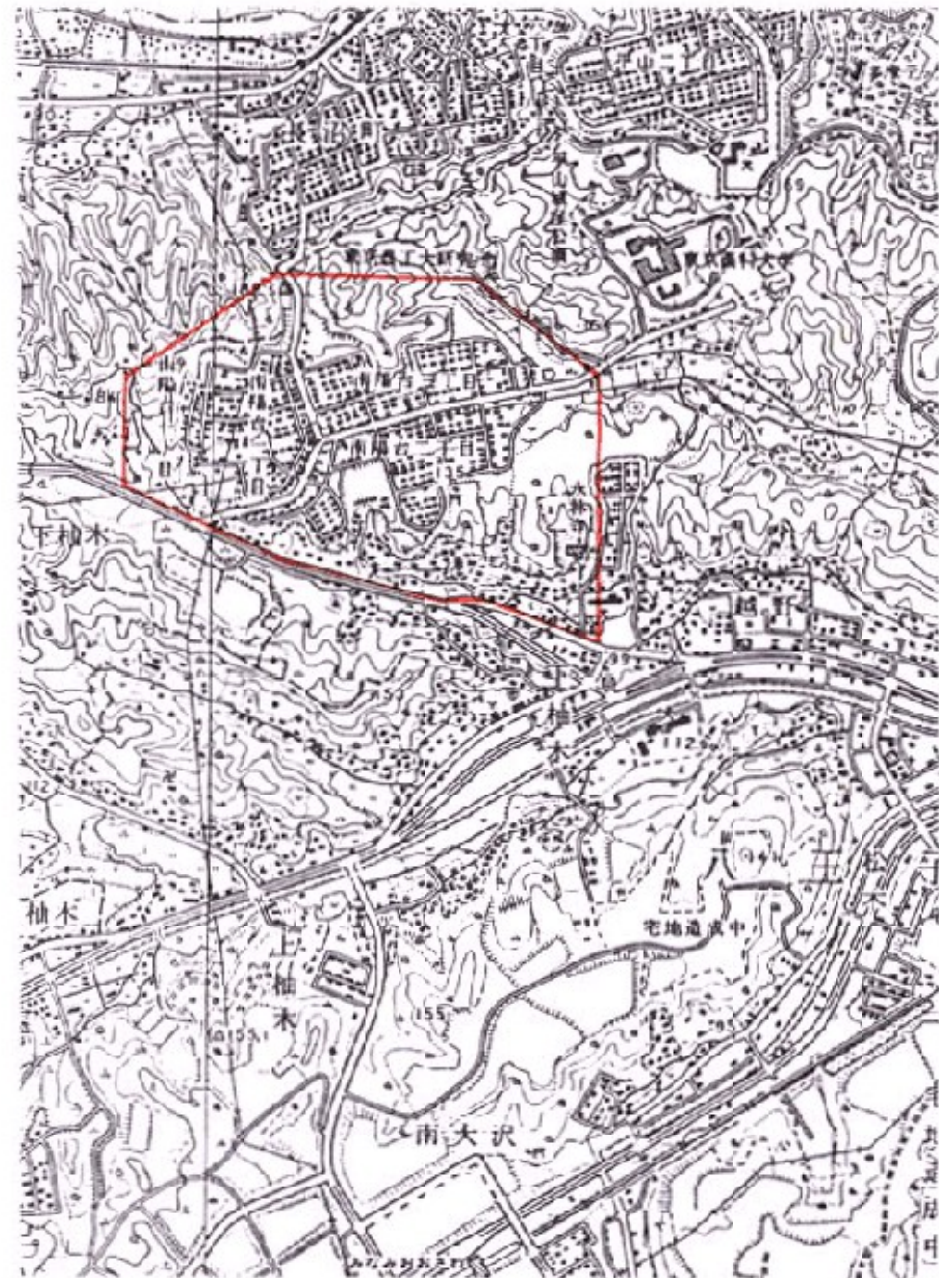
■国土地理院「図解(旧版地形図)」
<http://www.gsi.go.jp/MAP/HISTORY/5-25-index5-25.html>
■国土交通省「カラー空中写真閲覧」
<http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS/>

丘陵地に造成された住宅団地—盛土は身近にある—

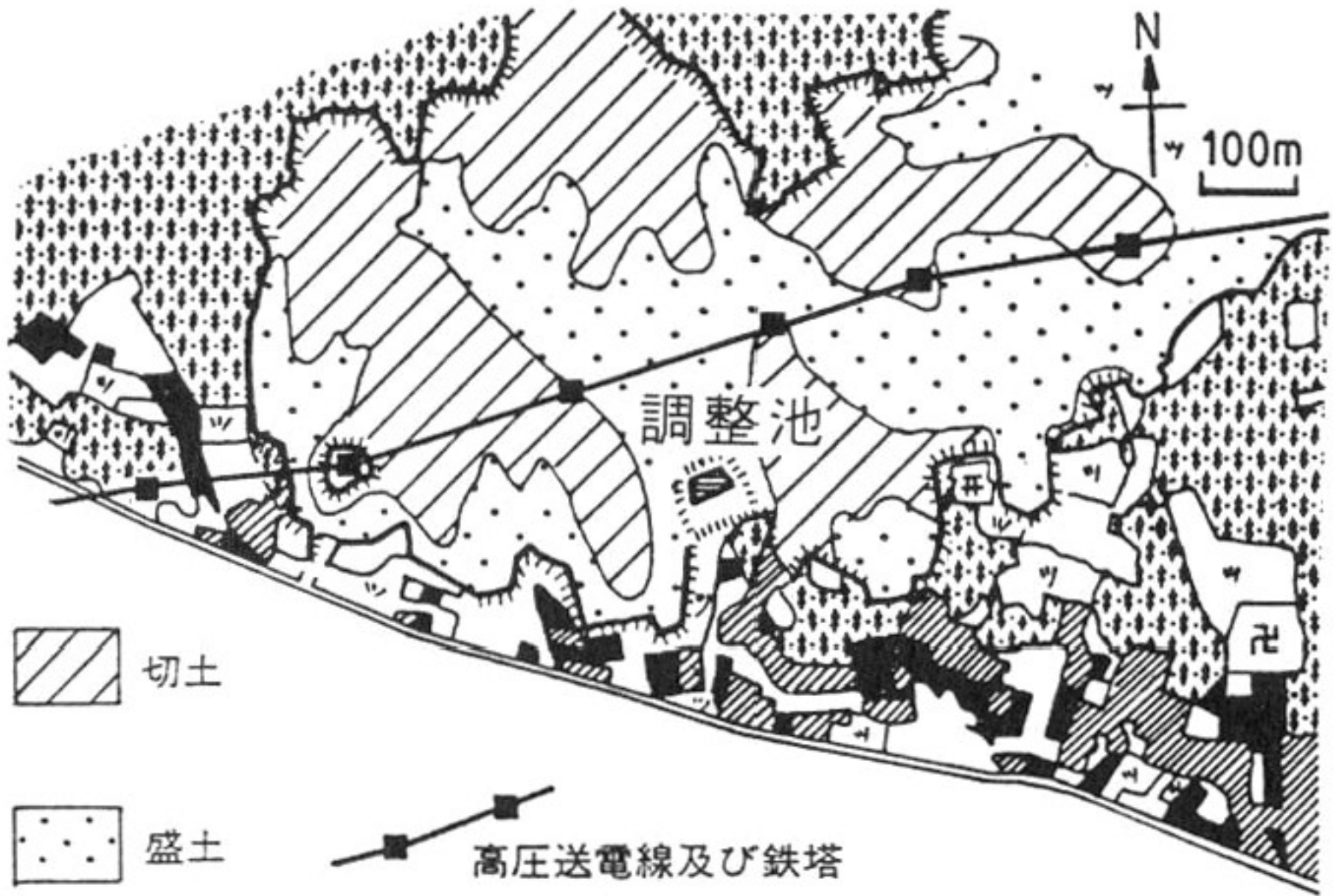
(杉谷他、「風景からみた自然地理」、古今書院)



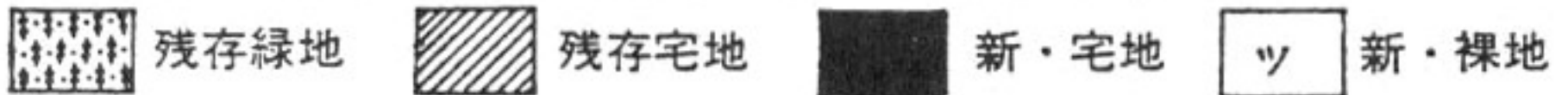
(1947年/1958年)



(1989年)



1956年と73年の土地利用比較において(耕地は白ヌキ)



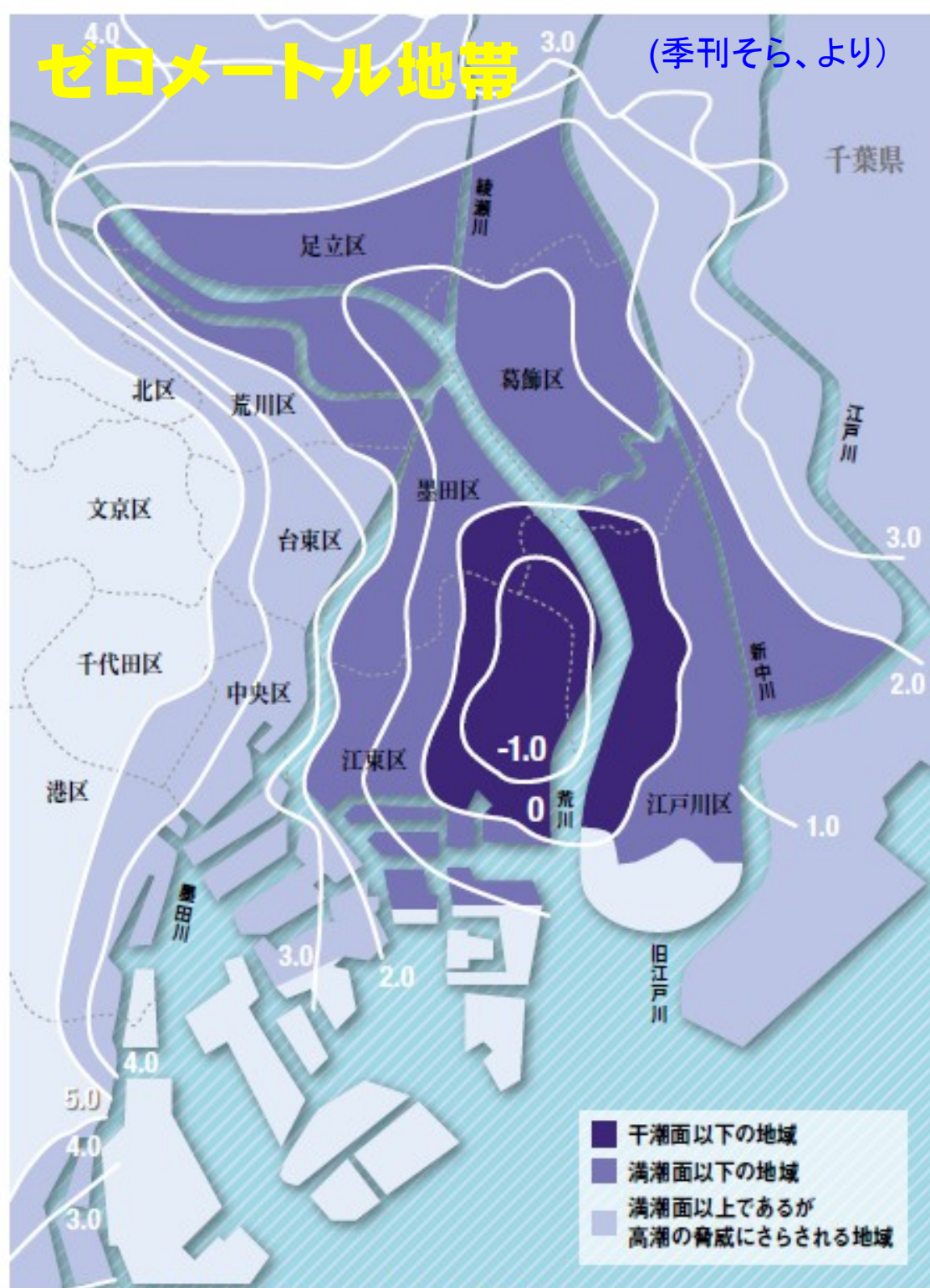
地盤沈下



葛飾区東新小岩1丁目第五建設事務所の抜け上がり井戸ポンプ
<http://ido100.ido-jin.net/tokyo/004.html>

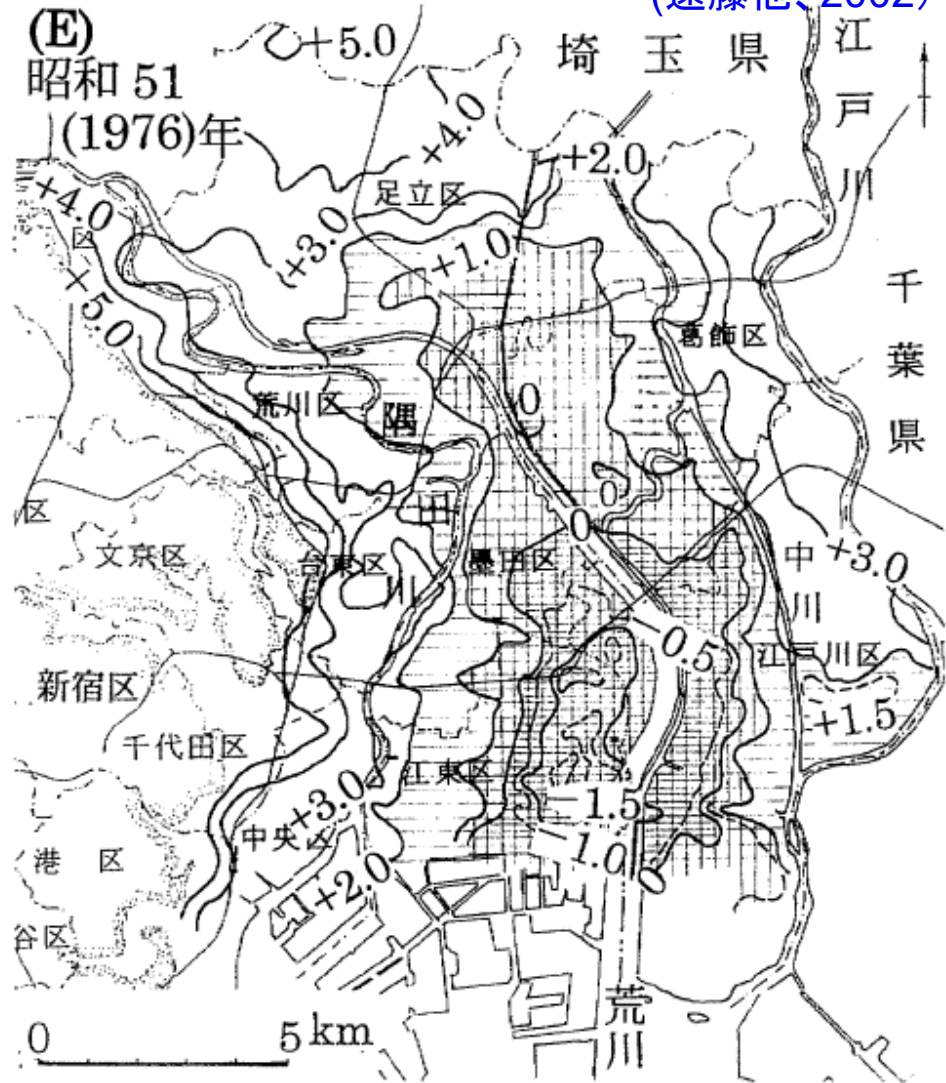
ゼロメートル地帯

(季刊そら、より)



東京都建設局河川部「東京の低地河川事業」をもとに作成

(遠藤他、2002)



A.P.とは？

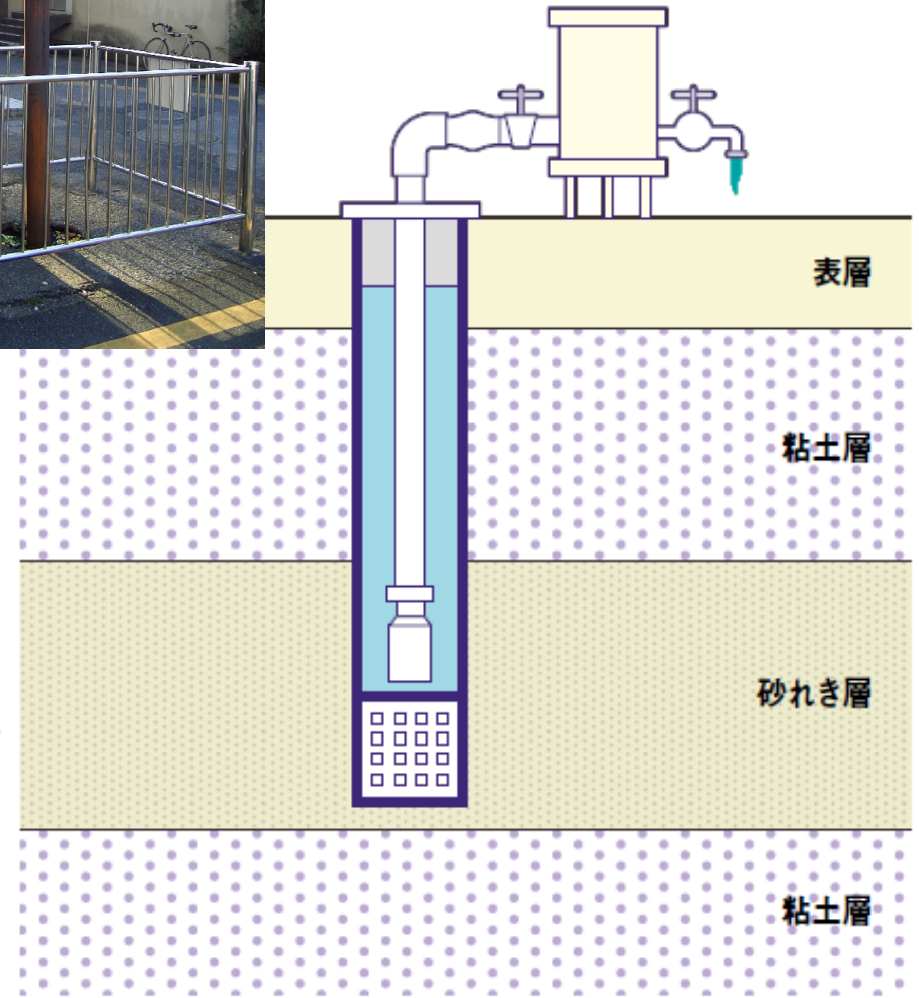
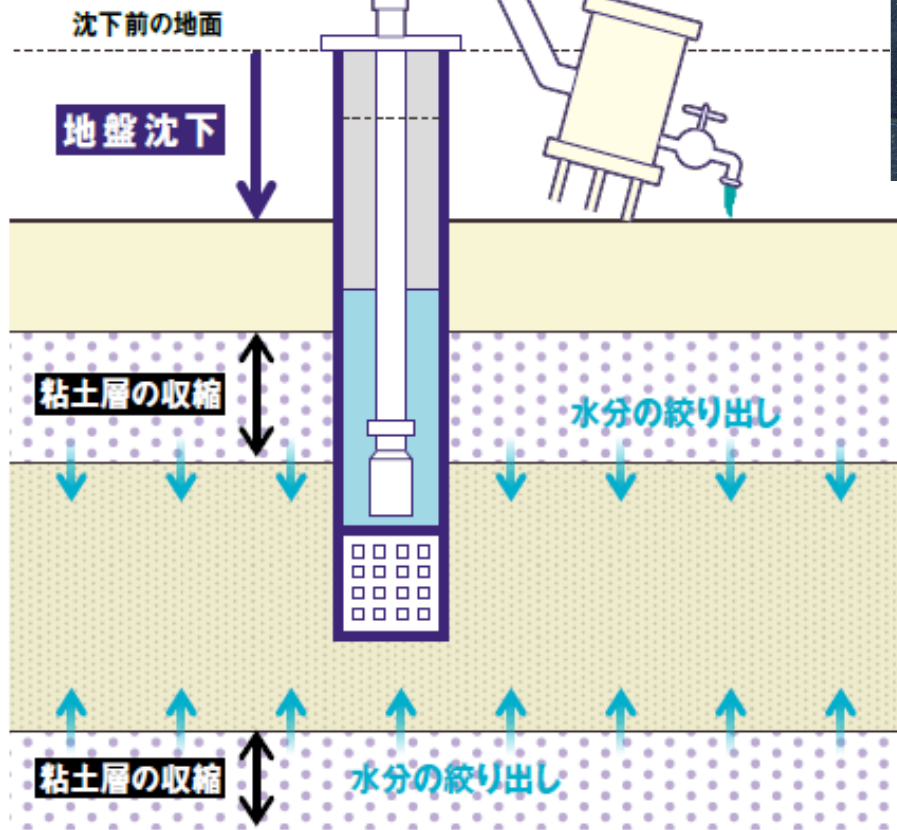


- A.P.: Arakawa Peil(荒川量水標)の略
- A.P.0 m は東京湾平均海面の-1.1344m
- A.P.2.0m : 東京湾のほぼ満潮面
- A.P.1.0m : ほぼ東京湾平均海面
- A.P. 0m : 東京湾のほぼ最干潮面
- A-A' : 図-14 の断面線 (A.P.基準, 単位:m)

地盤沈下は地下水、天然ガス鹹水の揚水によって起こる



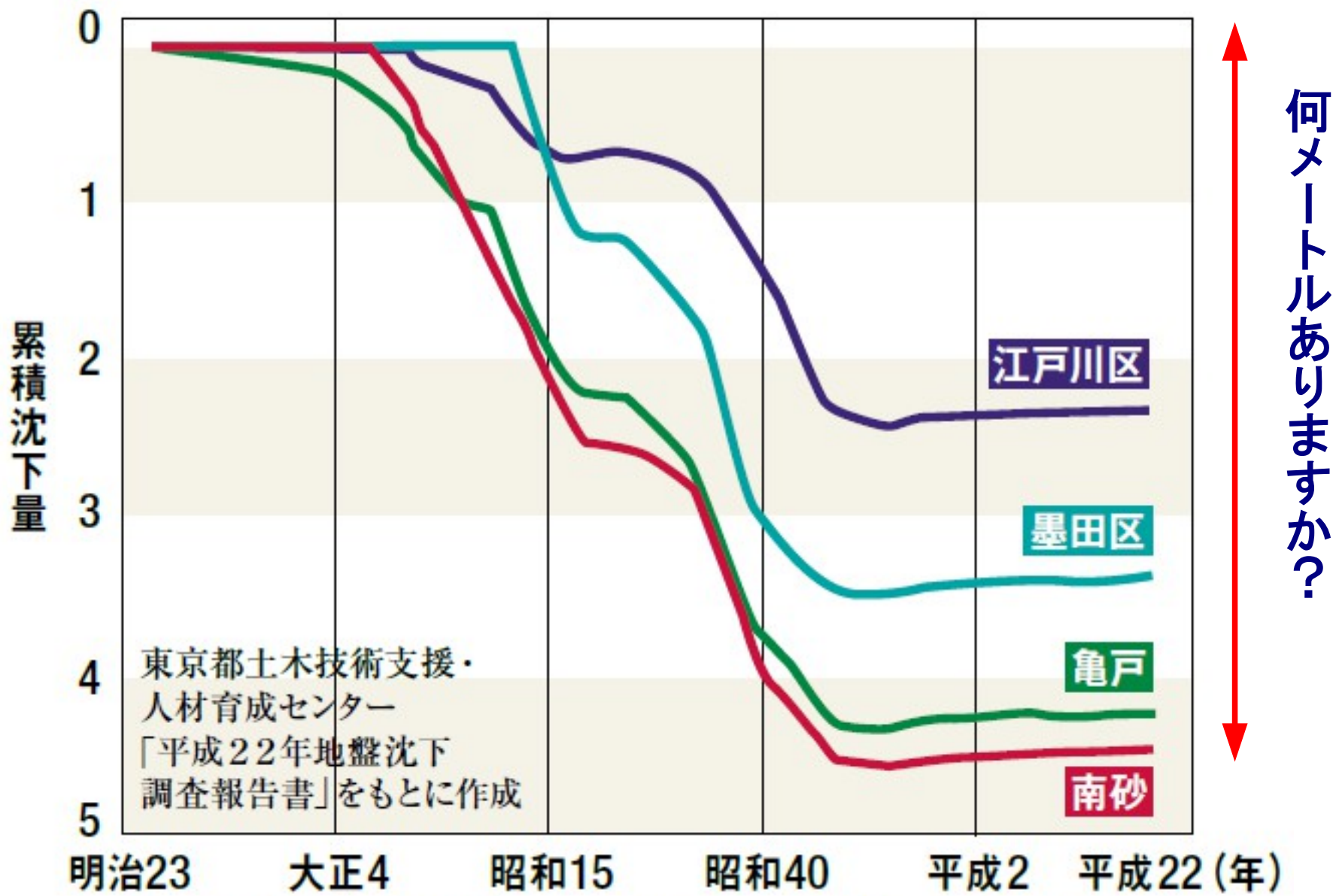
Illustration / Teppel Watanabe



砂れき層の地下水が少なくなると、その不足を補うために上下の粘土層から水分を絞り出そうとする。そのため粘土層が収縮し、地盤沈下が発生する。

（地盤沈下のメカニズム）

地下水は水が豊富にしみ通る砂れき層などからくみ上げられる。その量が地下にしみ込む雨水や河川水などに見合えば、地盤沈下は起こらない。



大正期に始まる地盤沈下は、戦時中の揚水(ようすい)量減少で一時沈静化する。しかし高度経済成長期に再び揚水量が増加。沈下はさらに進行した。昭和30年代後半以降、揚水規制等の法律・条例が整えられ、今は沈下が収まっている。

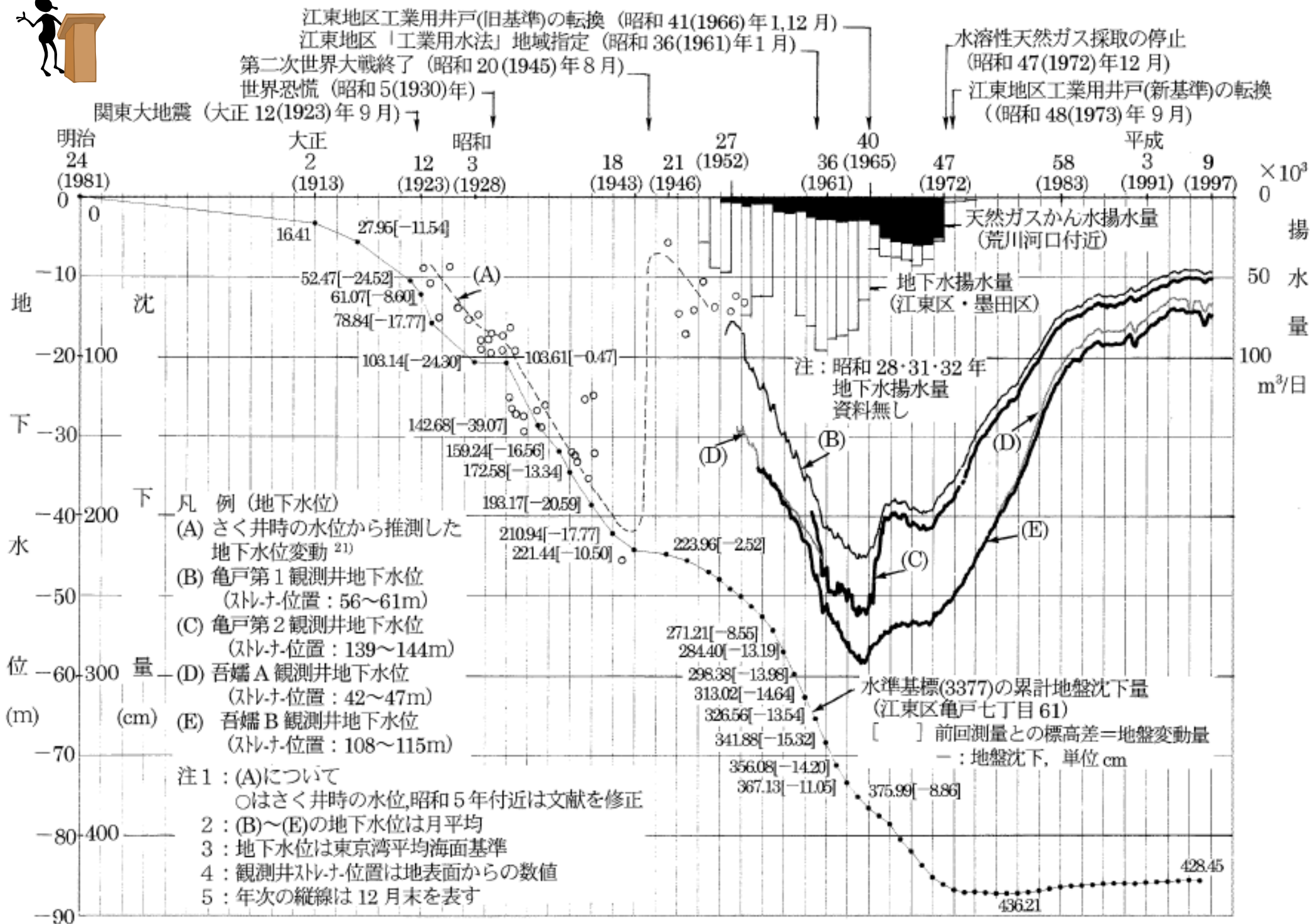


図-2 江東地区の地下水揚水量・地下水位変動および水準基標(3377)の累計沈下量の変せん

地盤沈下が暮らしにもたらす被害は……

1971年9月に太平洋岸一帯で起こった異常潮位により東京のゼロメートル地帯では多数の家屋で浸水被害が発生した。左は江東区の民家の被害である。下は月島川水門。現在、江東区等のゼロメートル地帯には、こうした水門や排水機場等が整えられ、高潮や洪水から人々の暮らしを守っている。



千葉県の地盤沈下

地盤沈下が認められた地域の面積は2,820.5平方キロメートルと、前年(2,653.2平方キロメートル)と比較し増加しました。2cm以上沈下した面積は0.0平方キロメートルと、前年(22.3平方キロメートル)と比較し減少しました。**最大沈下地点は習志野市藤崎にある水準点の2.16cm(前年は八街市八街ろの2.40cm)でした。**

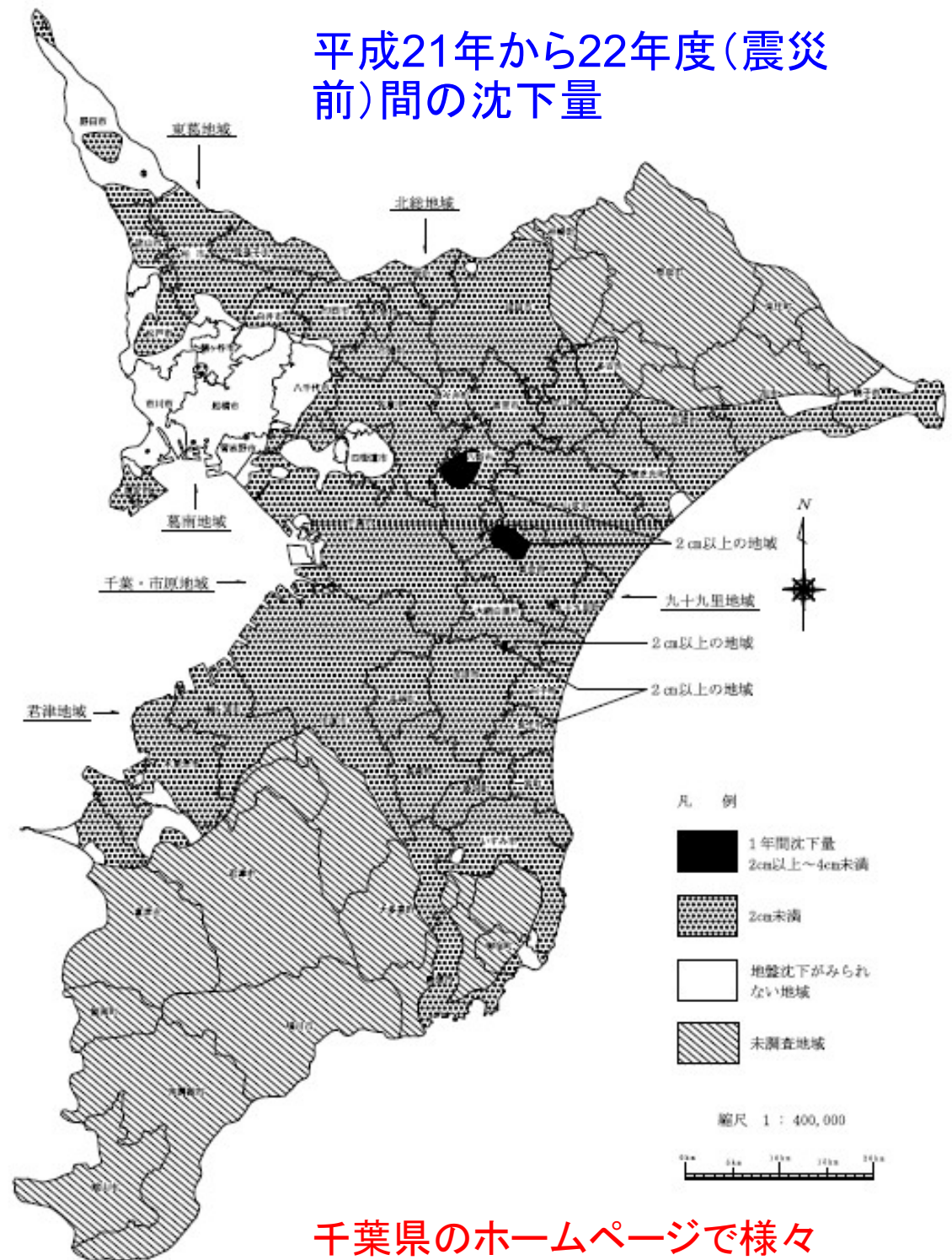
茂原市の地盤沈下

茂原市を含む九十九里地域における主要地点の地盤沈下の状況は、**昭和48年までは毎年10センチ前後沈下**していたものの、同年の天然ガス採取企業と千葉県との間で地盤沈下防止協定による井戸の削減及び天然ガスかん水の地上排水量の削減等により、以降沈下は徐々に緩和の傾向を示しています。

茂原ではこんなことも



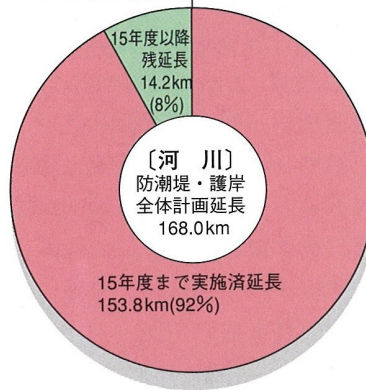
平成21年から22年度(震災前)間の沈下量



千葉県のホームページで様々な調査報告を調べてみよう

都市は守られている!

高潮・防潮堤の配置状況(左)
水門と排水機場の配置状況(下)
(東京都江東治水事務所)



3月の津波は隅田川の高水敷を越えている



この写真を見てどう思うか？

1. 普通の光景だと思った
2. 良い景観とはいえないと思った



海岸侵食 . . . 海岸における環境問題

● 砂浜はどのようにして形成されるのか

河川が排出した砂が沿岸流で再堆積

● 侵食と堆積は動的平衡状態にある

もし、砂の供給が減少したら

・ ・ ・ 侵食が卓越し、砂浜は痩せる

対策として護岸工事をしたら

・ ・ ・ そこから供給される砂が減少し、
遠方の砂浜が痩せる



自然は生態学的、力学的平衡状態に向かって変化する

人間の干渉は平衡状態を壊す

主な海岸侵食地域



海岸侵食に対して鈍感になってないか



Google Earthで日本の海岸線を見てみよう。至る所に、離岸堤やヘッドランドを見ることができるでしょう。



離岸堤: 陸側に砂がつくことになっている(静岡県、牧之原市)



ヘッドランド(人工岬): 岬の間に砂がつくことになっている。ここではヘッドランドは機能していない(九十九里浜、吉崎浜)

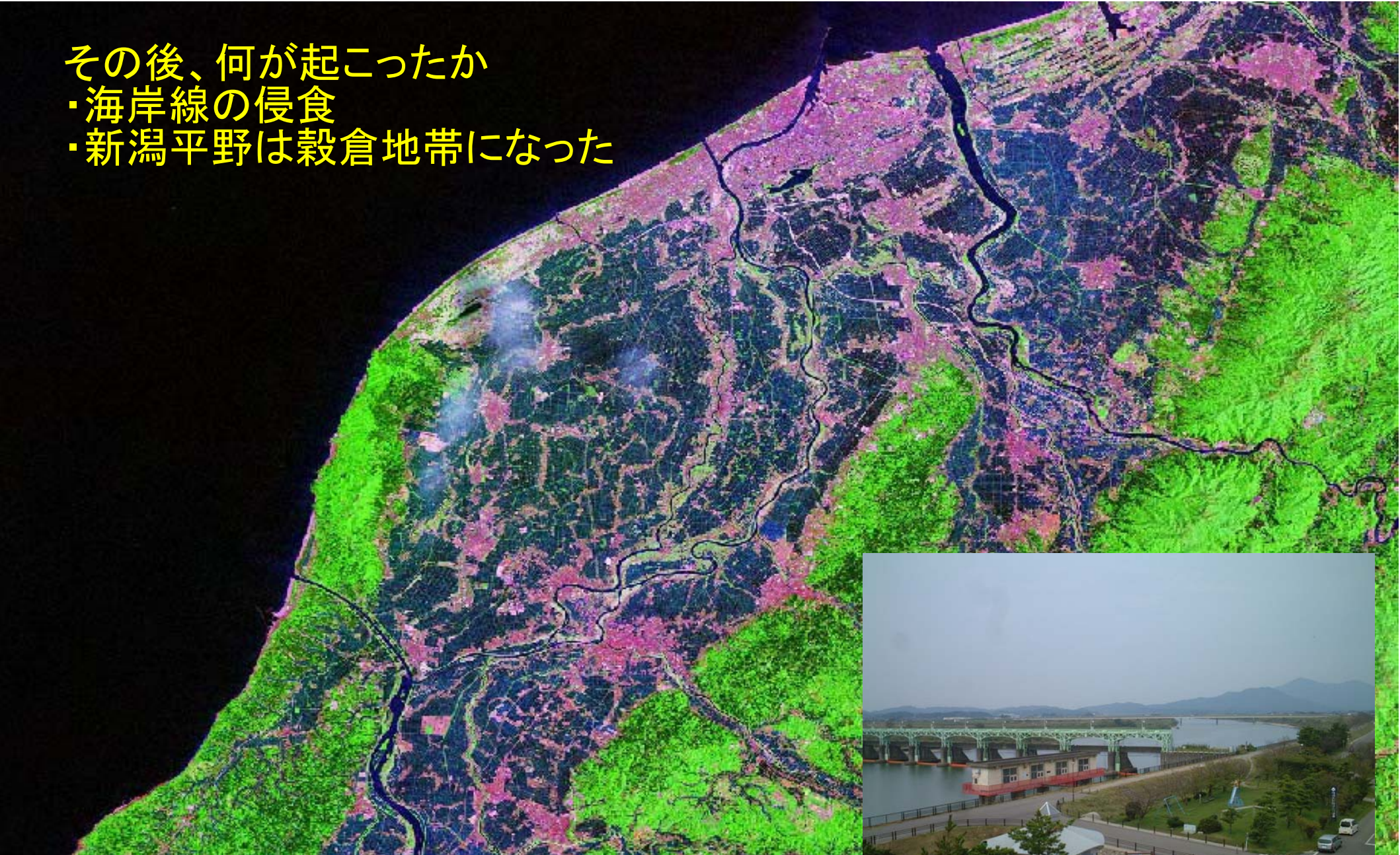
※国土交通省河川局調査(1993年)による
1978年の国土地理院発行の地形図と1991年の国土地理院整備の海岸情報数値データを比較し、年毎の侵食速度を算出

http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai/coastal_protection/right.html

大河津分水 新潟平野を洪水から守るため、困難な工事の末、1922(大正11)年に通水

その後、何が起きたか

- ・海岸線の侵食
- ・新潟平野は穀倉地帯になった





日本三景「天橋立」で何が起きたか

「天橋立」とは

- ・全長3.6km、幅20m～150mの阿蘇の海と宮津湾を仕切る砂州
- ・全域に7000本の黒松

侵食問題が発生

1960年代後半には砂州はやせ細り、松の根元まで波が迫った

なぜ

- ・砂防ダムや護岸工事のため、北の湾口部に流れ込む河川では流出土砂量が減った
- ・砂州北端の江尻に防波堤を持つ漁港が整備され、砂の供給が止まる

対策

- ・突堤建設(ただし、「天の串刺し」になってしまった)
- ・養浜作業

「天の串刺し」! ?

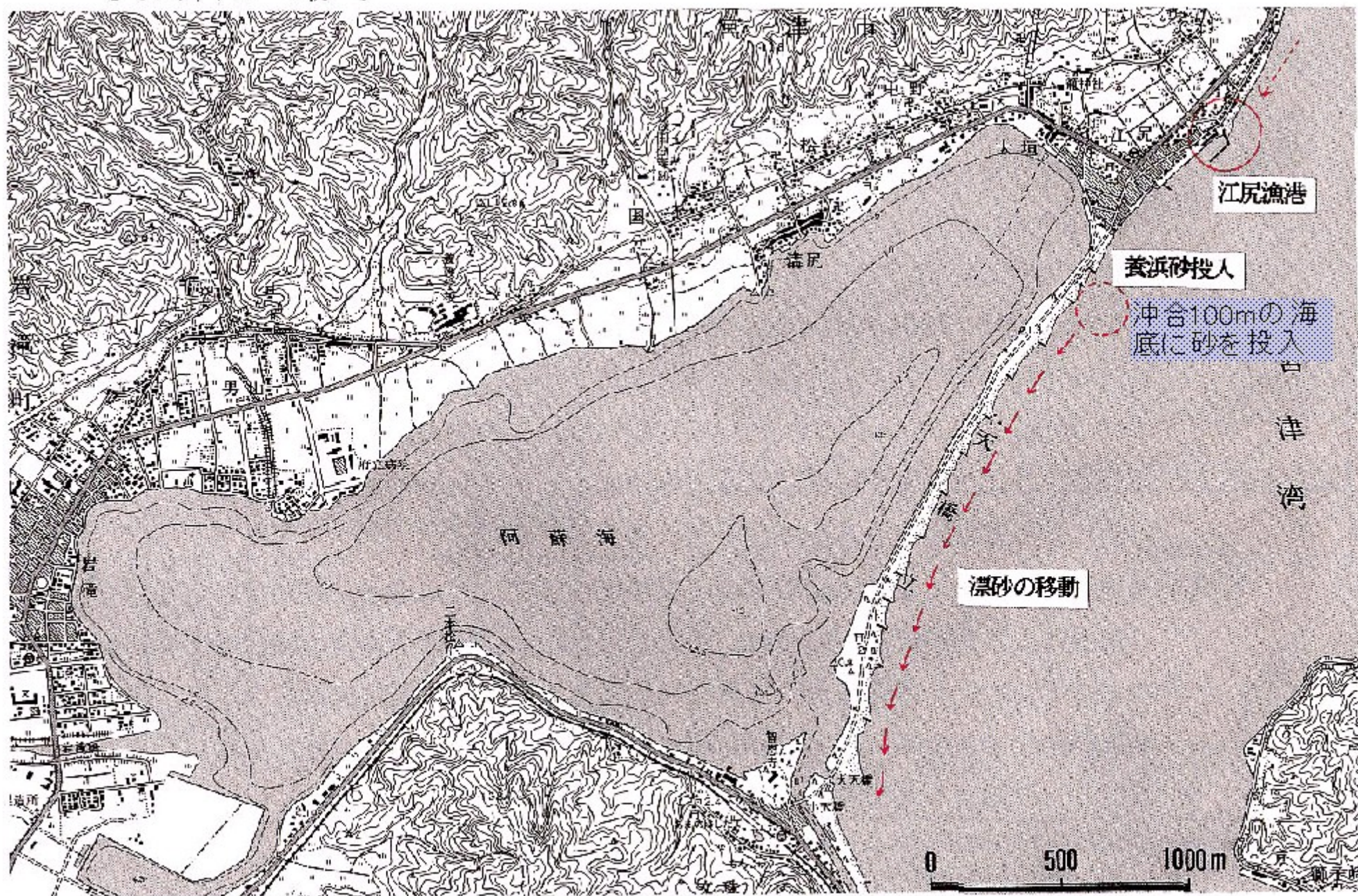


図7-19 日本三景の天橋立にて築かれた侵食防止用の突堤と、1987年から始まった養浜事業
国土地理院1/25,000地形図「宮津」(1992年発行)を使用。

(風景の中の自然地理、古今書院)

九十九里浜の侵食



● 九十九里浜は長さ50 kmにわたって続く砂浜？のはずでした

● しかし、現在ではヘッドランドによって砂浜の連続性は断ち切られています



現在の九十九里浜

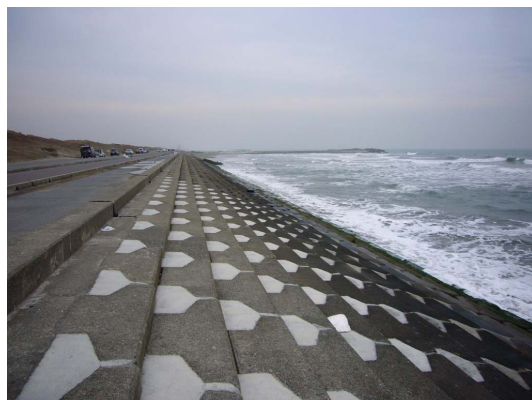


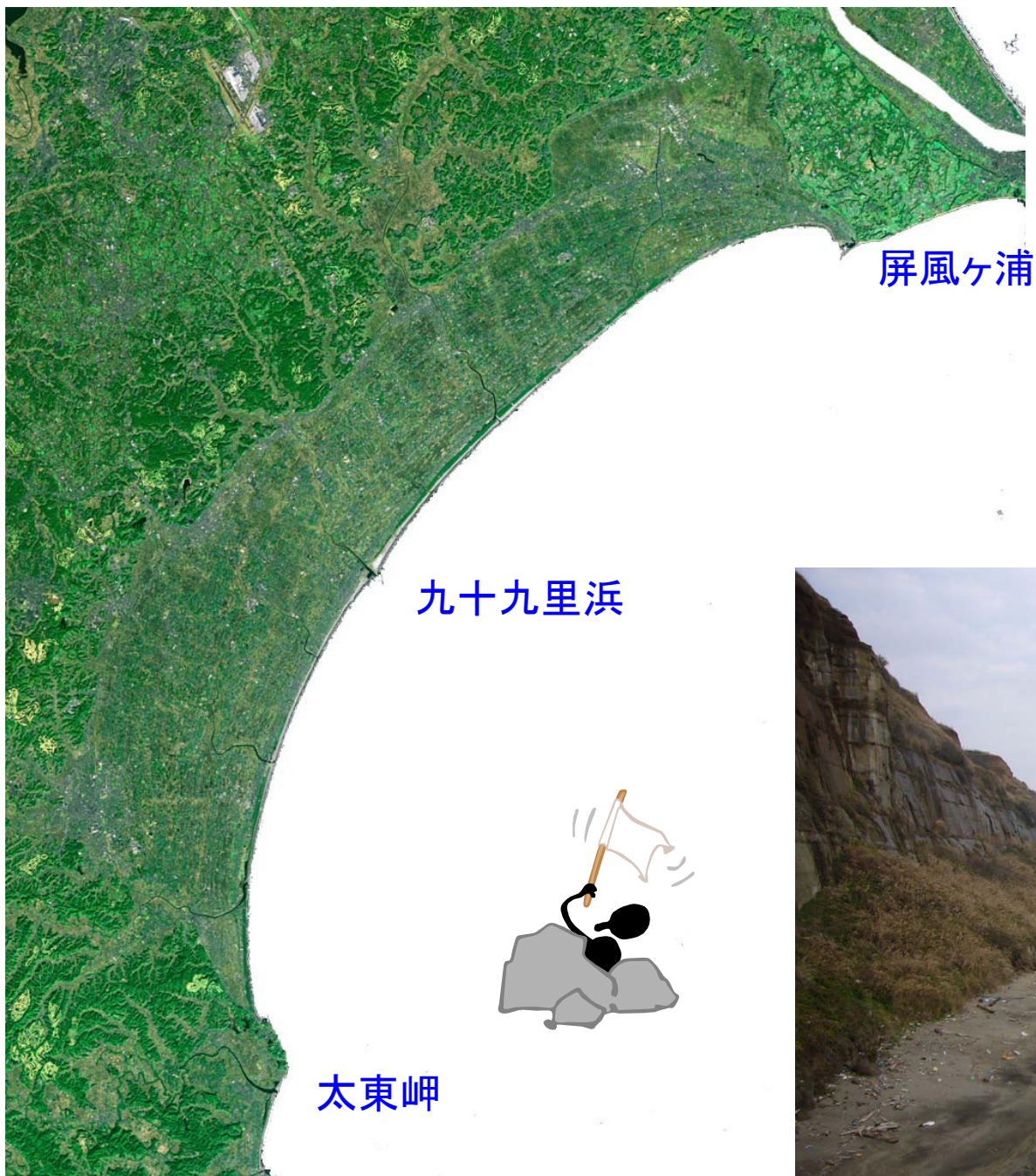
千葉県九十九里海岸一宮海岸のヘッドランド群(第4章参照)

九十九里浜南部と北部
で最近30年ほどの間
に、侵食が進行



千葉県北九十九里海岸のヘッドランド群(第4章参照)



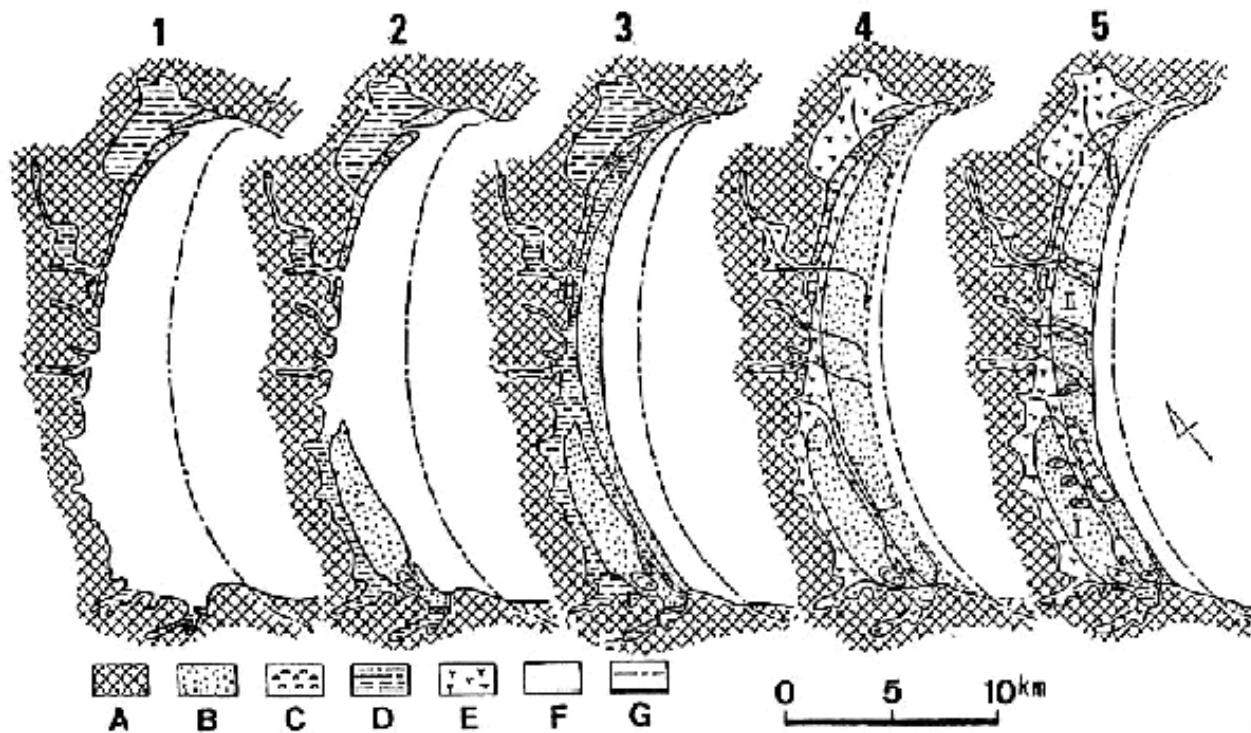


● 屏風ヶ浦と太東岬は侵食が進行する岩石海岸

● 侵食を止めるために護岸工事

● 九十九里浜に供給される砂が減少した





- 1 : 縄文時代初期 (6,000-5,500 年前)
 - 2 : 縄文時代初期-中期 (5,500-4,000 年前)
 - 3 : 縄文時代後期 (4,000-3,000 年前)
 - 4 : 縄文時代後期-弥生時代 (3,000-2,000 年前)
 - 5 : 弥生時代-古墳時代 (2,000 -1,500 年前)
- A : 台地, B : バリアー, C : 砂丘, D : 入江またはラグーン
 E : 沼たく地, F : 海, G : 現汀線, 破線は旧汀線

図 4.8 過去 6000 年間に於ける九十九里浜の発達史 (森脇, 1979)

九十九里平野の発達史と、現在の侵食機構

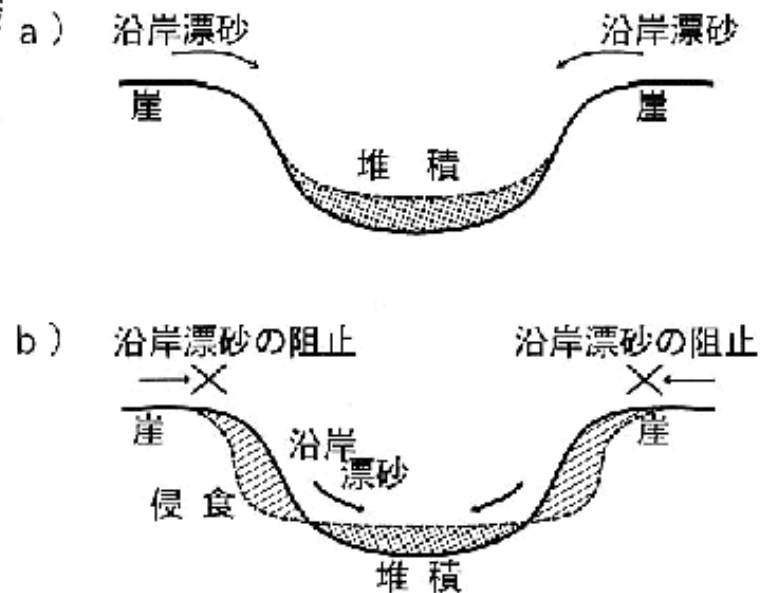


図 4.12 九十九里海岸の侵食機構の要約図

ここで再び、九十九里浜の現状を見る

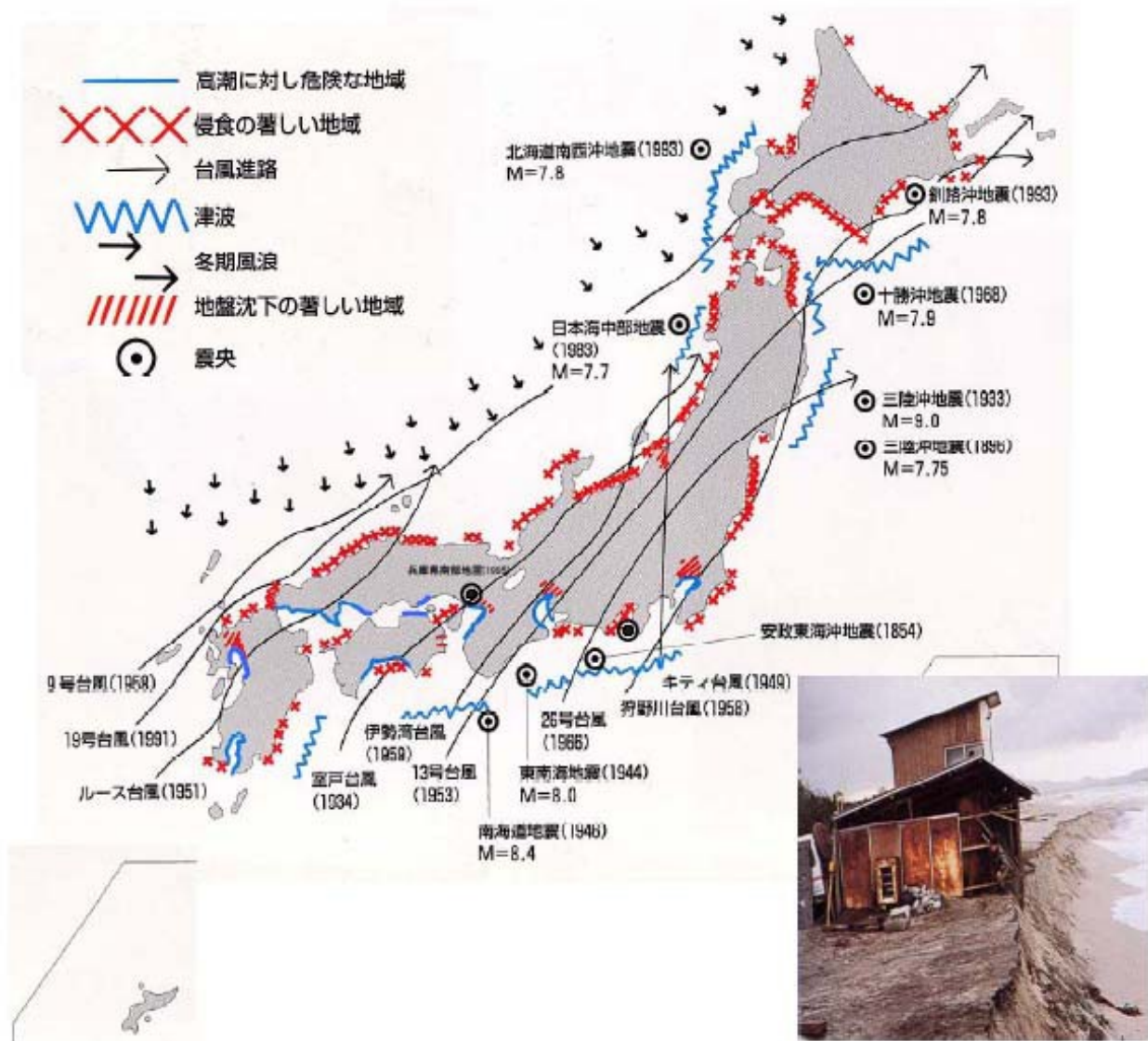
海岸侵食の原因は？



- 河川からの流入土砂量の減少
- 港湾施設の建設
- 護岸の建設

侵食が起きると
どんな問題が？

施設の老朽化
問題！



日本アルプス(隆起地域) 高山帯(山頂現象)



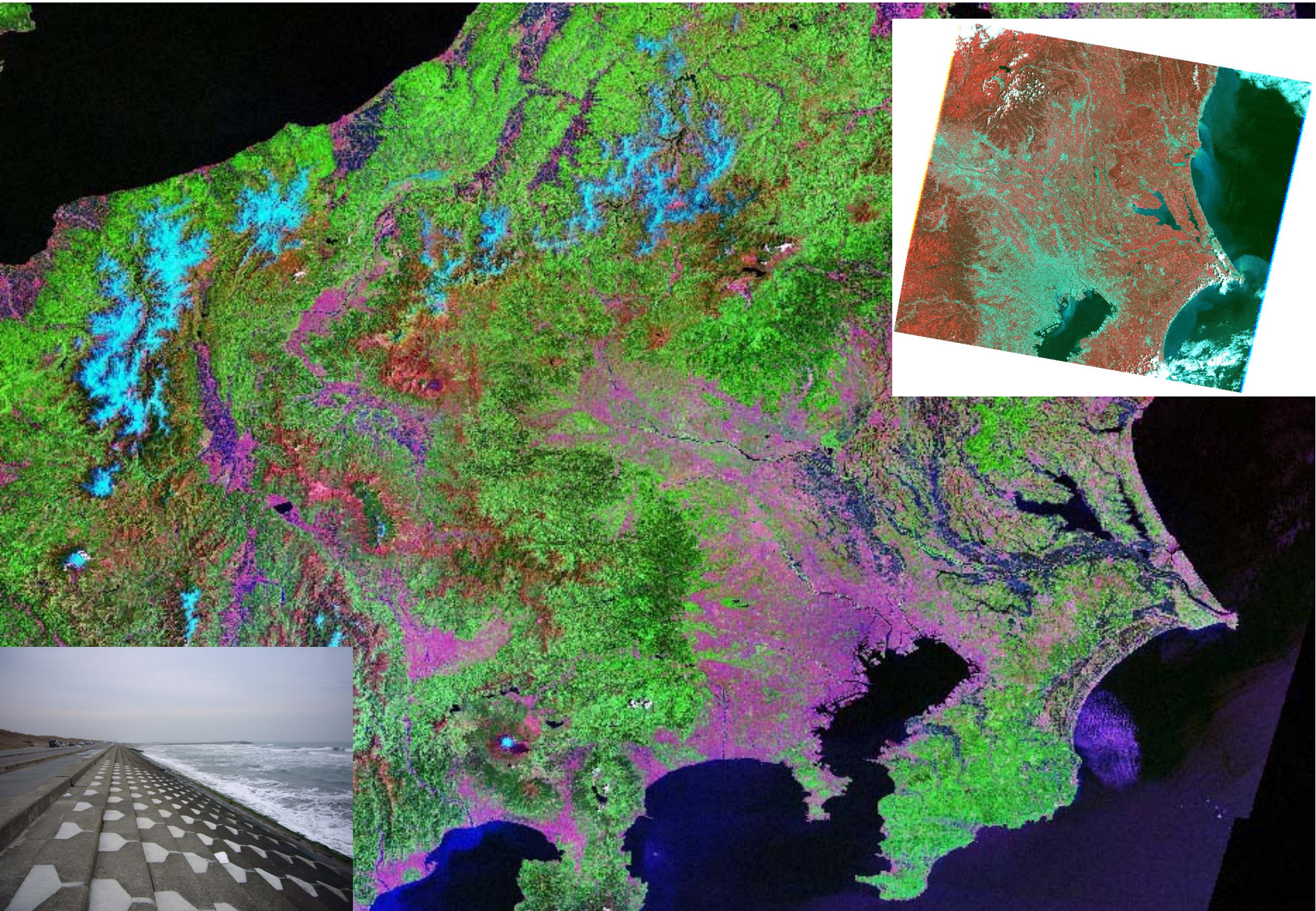
平成16年8月18日発生
北股沢・滑川土石流



映像① 土石流の発生
映像② 土石流を止めた砂防えん堤

(<http://www.sabopc.or.jp/tajimi/namekawa-20040818-4-2.htm>)

陸域からの土砂供給量の減少が海岸侵食の原因の一つとすると、我々の生活との関連は？



かつての里山は高度に利用し尽くされていた

大量の土砂が海に流れ出し、沿岸部では飛砂に苦しめられた...

森林が復活し、土砂が出なくなると、沿岸は侵食で苦しめられている...



口絵A 歌川広重「東海道五十三次」(1833年)より「日坂 佐夜ノ中山」(現静岡県掛川市佐夜鹿)。山中の木々はまばらで、マツしかない。地肌がむき出しの山も見える

森林飽和

国土の変貌を考える

太田猛彦

Ohta Takehiko



NVB

NHK BOOKS

1193

NHK出版



口絵C 明治末(1910年ごろ)の集落と里山(現山梨県甲州市塩山)。村近くの山々は刈り尽くされ、マツの木が1本立つのみである(提供:東京都水道局水源管理事務所)



口絵B 平尾魯仙「暗門山水観」(1862年)より「鬼河辺の郊野に薪材を積む図」。ブナ林で有名な白神山地に接した地(現青森県中津軽郡西目屋村)で、これほどの木材が伐り出されていた。近辺の山々に木は少ない(提供:青森県立郷土館)

明治・大正期

- Conifer forests
- Broadleaf forests
- Paddy fields
- Fields
- Urban area
- Others (swamps, wastelands)



- 常緑樹 (Evergreen trees)
- 落葉樹 (Deciduous trees)

このような歴史を経て戦前までの日本の森林は形成されてきた

昭和中期

- Conifer forests
- Broadleaf forests
- Paddy fields
- Fields
- Urban area
- Others (swamps, wastelands)



荒地 (Barren land)



戦後60年で日本の森林は大きな変貌を遂げた

昭和中期

- Conifer forests
- Broadleaf forests
- Paddy fields
- Fields
- Urban area
- Others (swamps, wastelands)

- 常緑樹
- 落葉樹

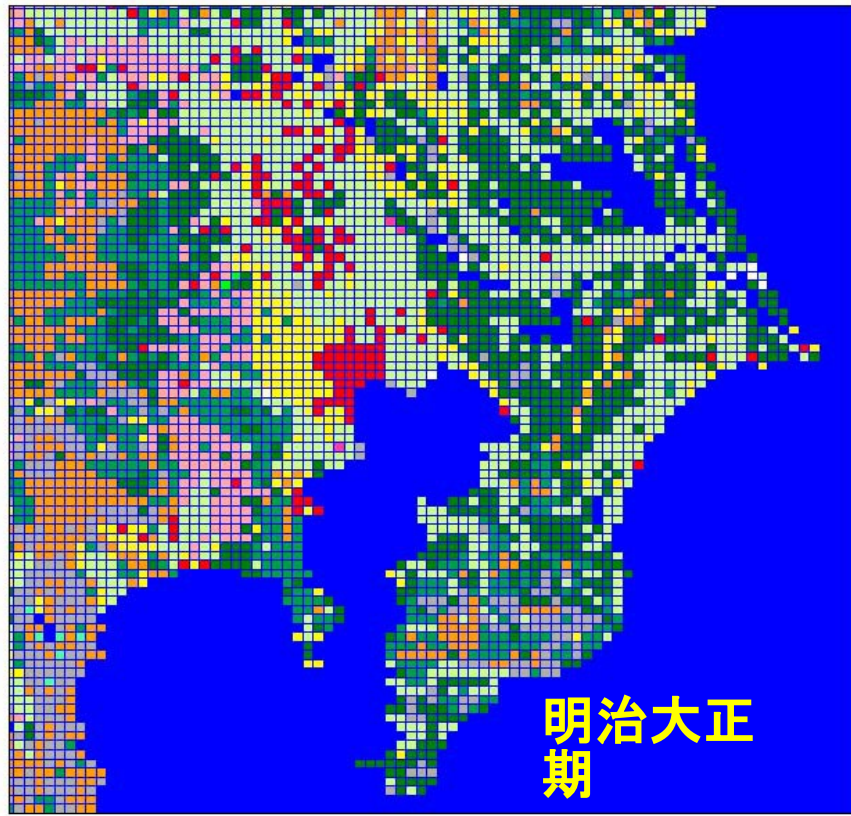
現代

- Conifer forests
- Broadleaf forests
- Paddy fields
- Fields
- Urban area
- Others (swamps, wastelands)

濃い緑色で示される針葉樹（人工林）の分布の拡大に注目！

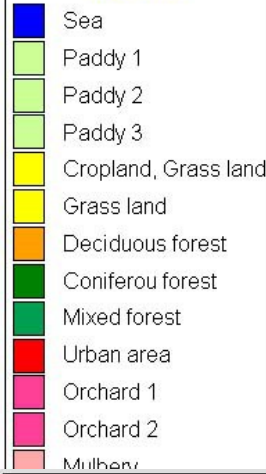
歴史の眼を通して地域を見る

Landuse Map in Meiji-Taisho Era



明治大正
期

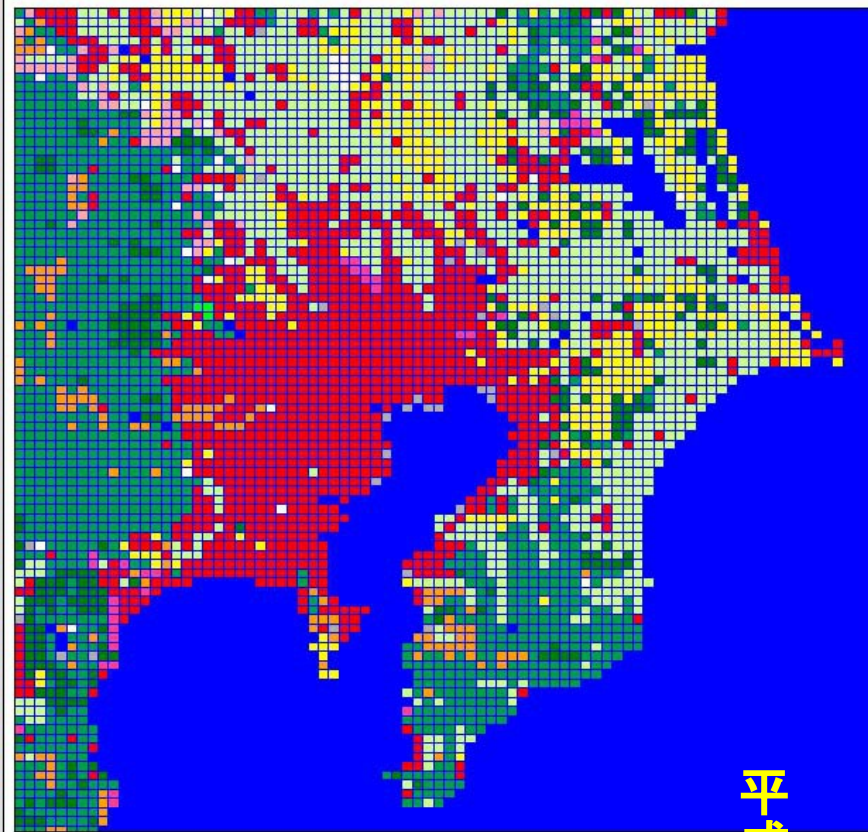
Legend



● 明治大正期と平成期の土地利用

- 山地では広葉樹 ■ から 針葉樹 ■ へ
- 山では荒地 ■ も多かった (茅場)
- 東京大都市圏 ■ の拡大

Landuse Map in Heisei Era



平成

Legend



km

0 20 40

森林の回復
流出土砂量の減少

都市化の進展
計画高水流量の増加

明治33年 3,750

明治43年 5,570

昭和14年 10,000

昭和24年 14,000

(八斗島、 $m^3/秒$)

関連性探求型科学としての災害科学

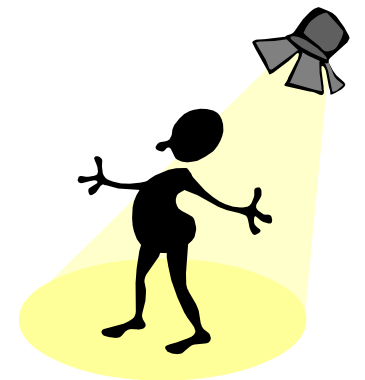
様々な事象(一部は災害)と私たちの暮らしには関連性

この関連性を意識することが安全・安心な社会への一歩

関連性探求型科学 ↔ 普遍性探求型科学

環境学
災害学
地理学
社会学
・
・

物理学
数学
化学
・
・
・



協働

InterdisciplinaryからTransdisciplinaryへ