

下総台地の成り立ちと水循環



千葉大学環境リモートセンシング研究センター
千葉大学大学院地球生命圏科学専攻地球科学コース
近藤研究室

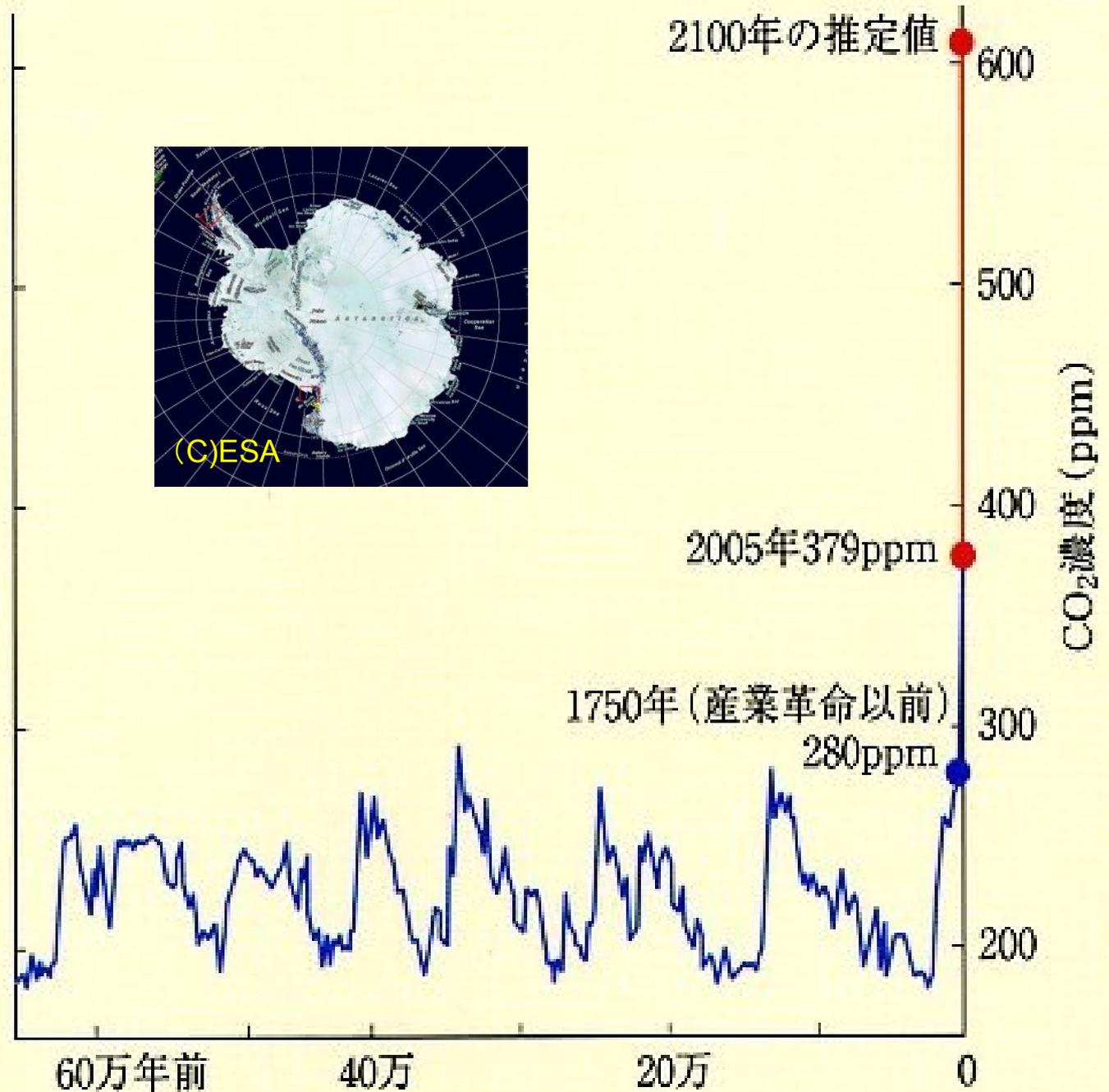
(C)Google



氷期—間氷期サイクルによる気温変動に
応答して大気中のCO₂濃
度は規則的な変動を
繰り返してきた。

ところが、近年のCO₂
濃度は過去60万年で
経験したことがないレ
ベルまで上昇し、西暦
2100年にはこれまでの
2～3倍に達するとい
う。

これが谷田武西の地
形の形成とどのように
関連しているのだらう
か。



300ppmv

20万年前

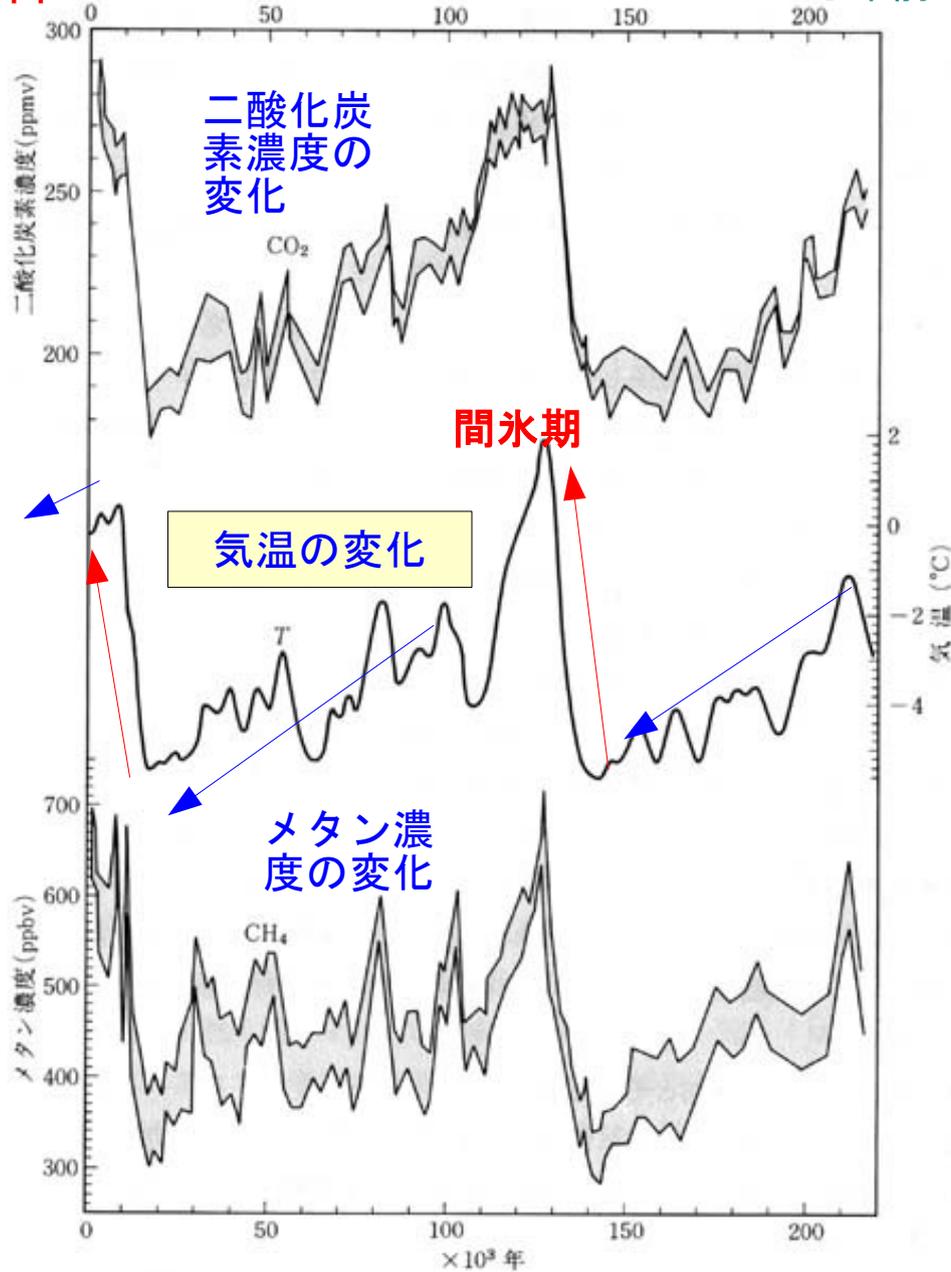


図 5.3 過去 22 万年にわたって生じた CO₂ 濃度、気温、メタン濃度の変化。南極のポストーク基地での氷床コアの分析による (IPCC, 1990)。

過去20万年前以降の気候変化

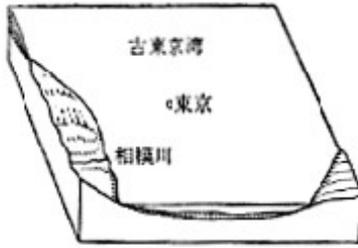
- 氷期・間氷期サイクルの気温変化は急激な温暖化、短い間氷期、長期の寒冷化
- 約2万年前に最終氷期は突然終わり、急激な温暖化が始まった
- 現間氷期で、最も温暖な時期はすでに過ぎ去った



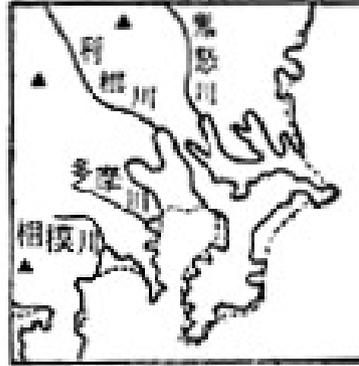
図13 旧石器時代の関東平野の原風景画（関東ロームの花粉分析の結果にもとづいたこの復元図は近く大きく変更されるかもしれない）

(安田喜憲、「環境考古学事始」)

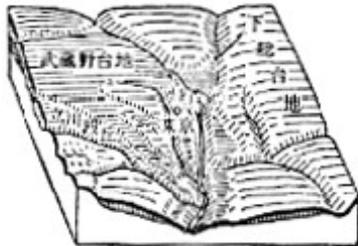
東京湾周辺の地形の形成



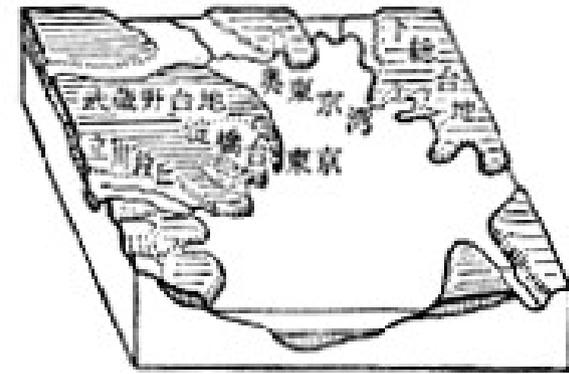
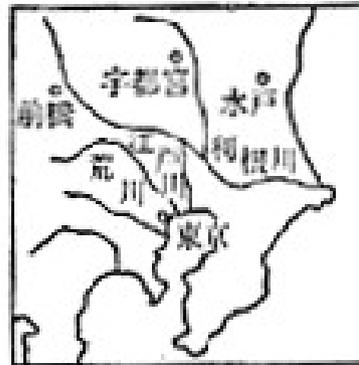
(1) 下末吉期(S)
12-13万年前



(2) 武蔵野期(M₂)
約6万年前



(3) 立川期(Tc₃)
約2万年前



(4) 縄文前期
約6000年前



(5) 現在

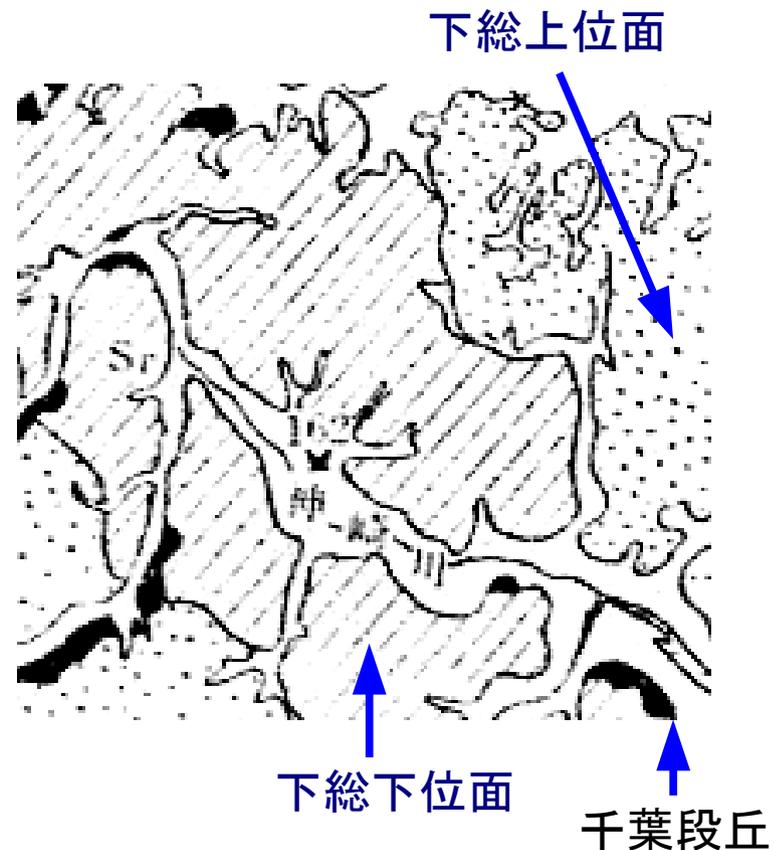
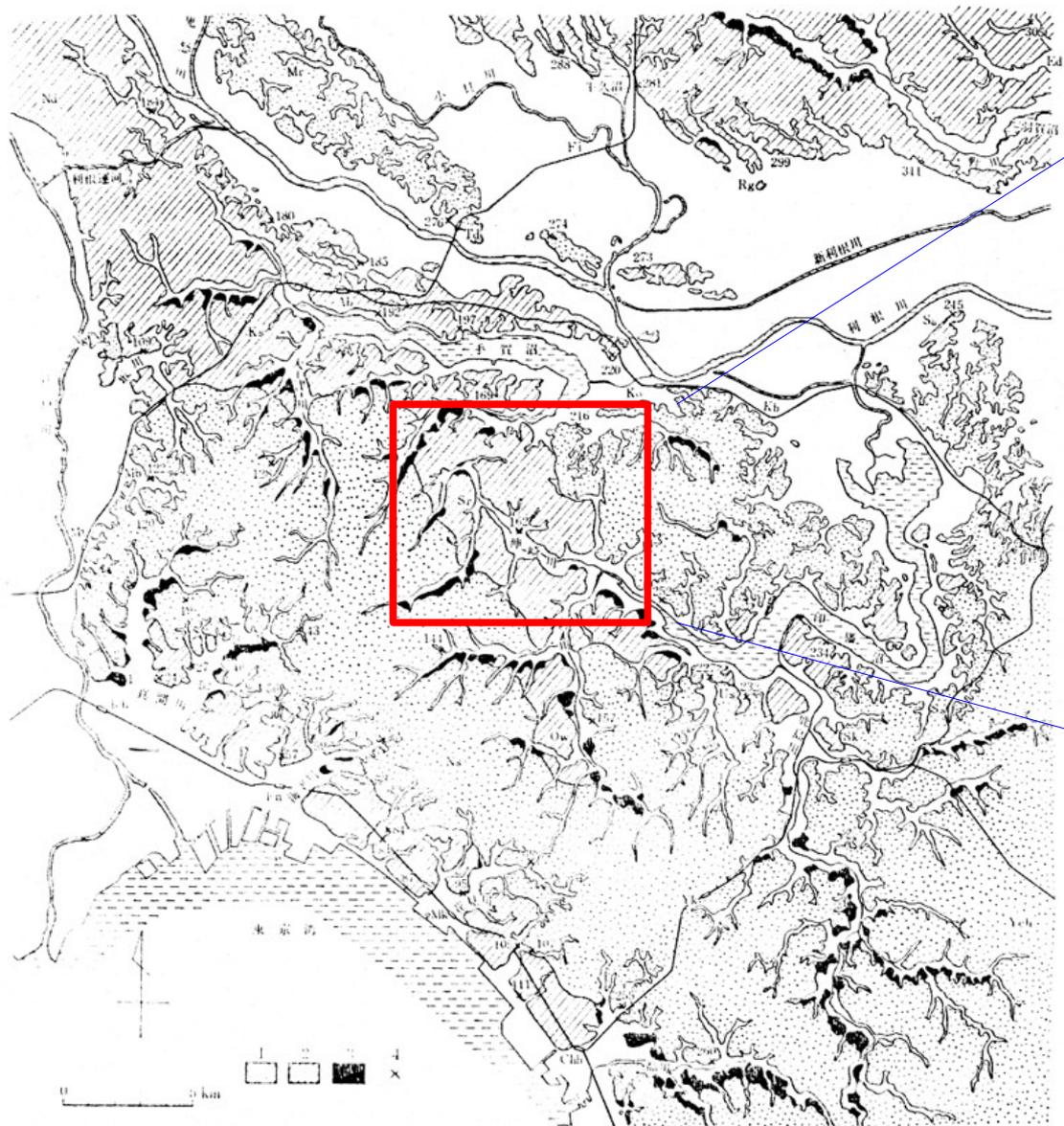
(貝塚、1977)

- 約13万年前、谷田武西地区は古東京湾の海底だった
⇒この海底が隆起して現在の台地になった(下末吉面)
- 約6万年前の海水準の停滞期に下末吉面の下位に武蔵野面と呼ばれる地形面が形成された
- 約2万年前の最終氷期最寒冷期に海水準は100mほど低下し、古東京川が形成された

- 氷期が約1万年前に終わりを迎え、海水準は上昇し、約6千年前に現在より約3mほど高くなり、台地を刻む谷は溺れ谷になった
- その後、海水準は現在のレベルまで低下し、沖積低地が形成された

氷期-間氷期サイクルにより海水準は変動し、海水準の停滞期に地形面が形成される

杉原重夫(1970):下総台地西部における地形の発達、地理学評論、43、703-718.



杉原(1970)によると谷田武西
周辺の台地は下総上位面と下
総下位面および神崎川沿いの
千葉段丘から構成される

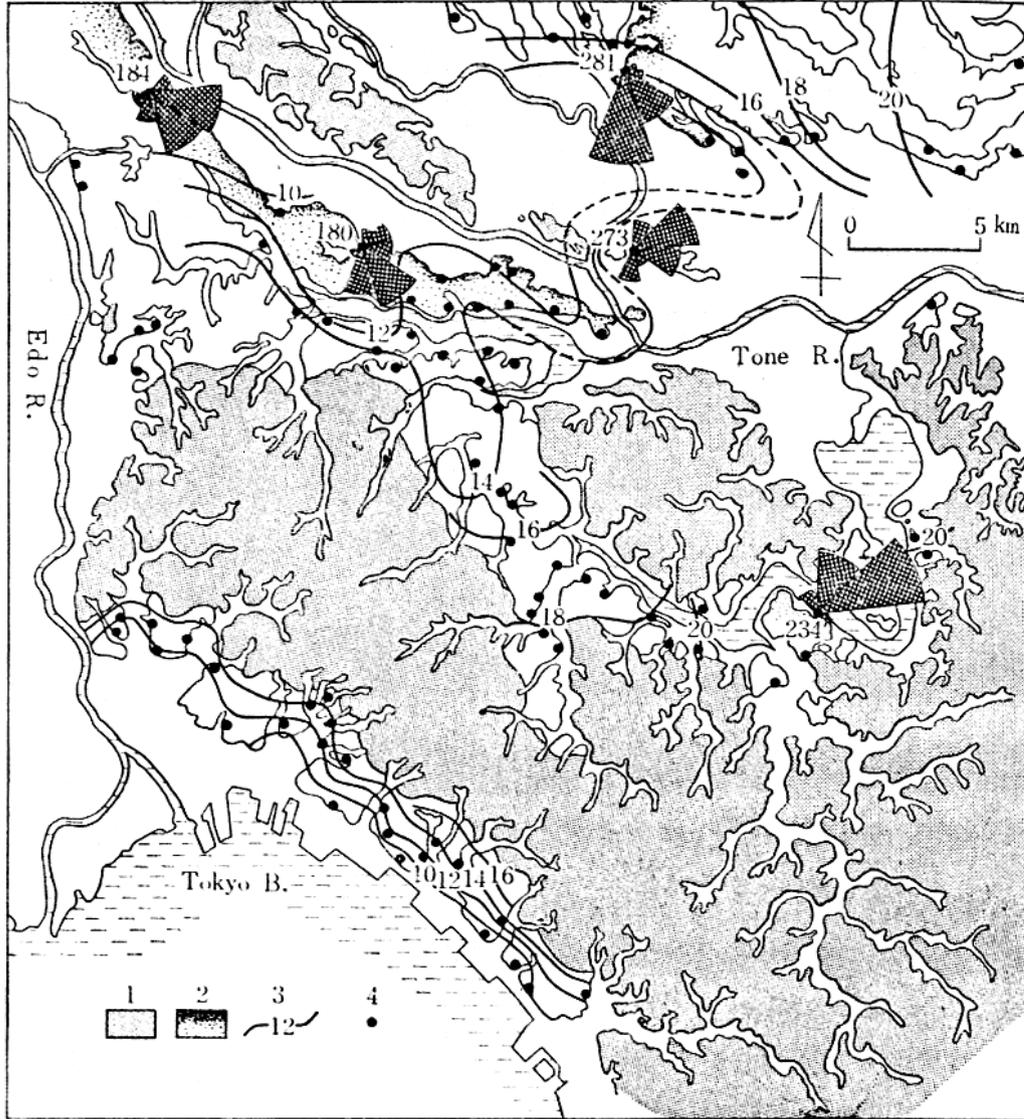
下総上位面 = 下末吉面 (約13万年前)
下総下位面 = 武蔵野面 (約6万年前)

第1図 下総台地西部における地形面の分布

1. 下総上位面, 2. 下総下位面, 3. 千葉段丘, 4. 主な露頭観察地点,
Ab: 我孫子, Chb: 千葉, Ed: 江戸崎, Fj: 藤代, Fn: 船橋, Ich: 市川, Kb: 小林, Km: 鎌ヶ谷, Ko: 木下, Ks: 柏,
Mb: 馬橋, Mk: 幕張, Mr: 守谷, Mt: 松戸, Nd: 野田, Ng: 流山, Nr: 成田, Ns: 習志野原, Ow: 大和田, Rg: 竜
ヶ崎, Sz: 志津, Sa: 栄町, Sk: 佐倉, Sr: 白井, Ss: 酒々井, Tsd: 津田沼, Us: 臼井, Ych: 八街, Yk: 四街道.

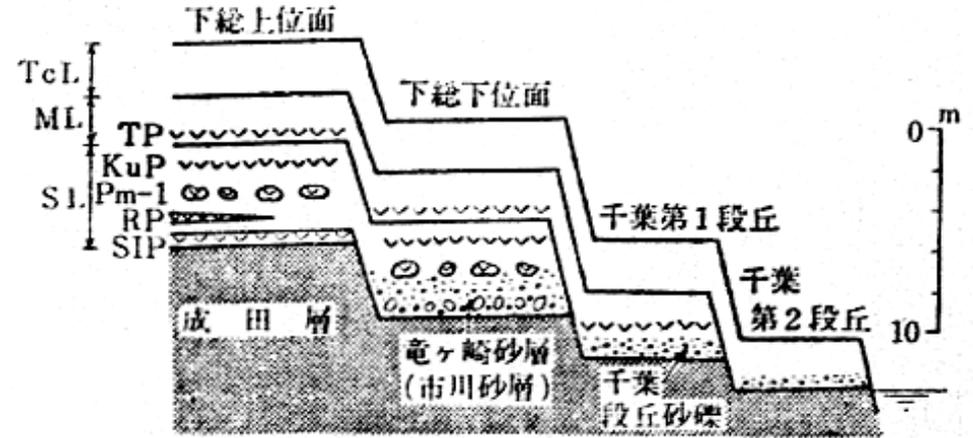
3) 関東ローム研究グループ (1956): 関東ロームの諸問題. 地質雑, 62, 302~316.

下総下位面には関東ローム層と成田層の間に**竜ヶ崎砂層**を挟む (武蔵野面)



第11図 竜ヶ崎砂層の基底面高度とそのcurrent rose

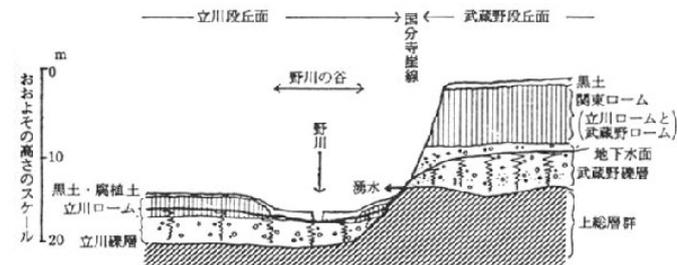
1. 下総上位面, 2. 下総下位面 (黒斑点は竜ヶ崎砂層の厚さが3m+の地域),
 3. 竜ヶ崎砂層の基底面高度 (単位m), 4. 主な露頭観察地点,
- current rose の各扇形の半形は, 中心にあたる地点におけるラミナの方向性の頻度に比例させてある. 各扇形の半形を合計した長さは100%にあたる.



第10図 下総台地西部の地形：地質概念図
軽石層の記号は第2図と同じ.

約6万年前の海水準停滞期に東京湾側では**海岸段丘**、利根川（鬼怒川）側では古鬼怒川の**河岸段丘**として下総下位面が形成された

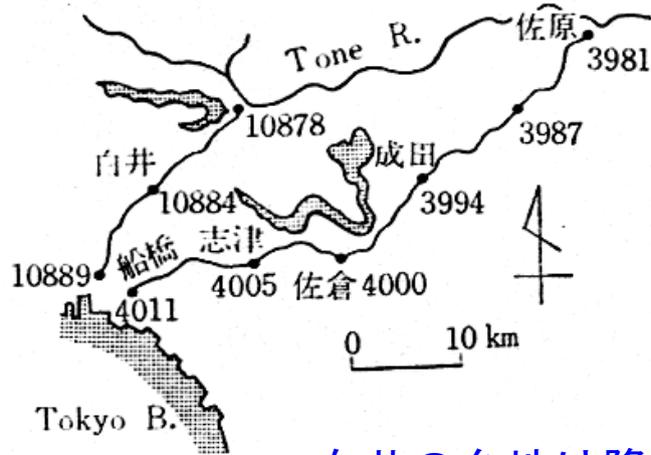
竜ヶ崎砂層と湧水の関係は？
(武蔵野台地では武蔵野礫層が湧水の源)



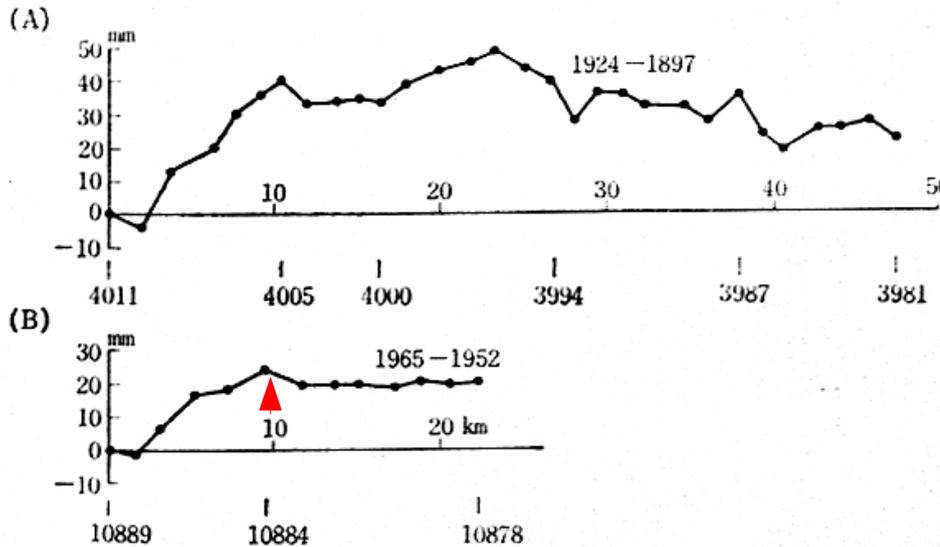
(注) ギザギザの記号は, 地下水で飽和していることを示す.

関東造盆地運動と台地の地形

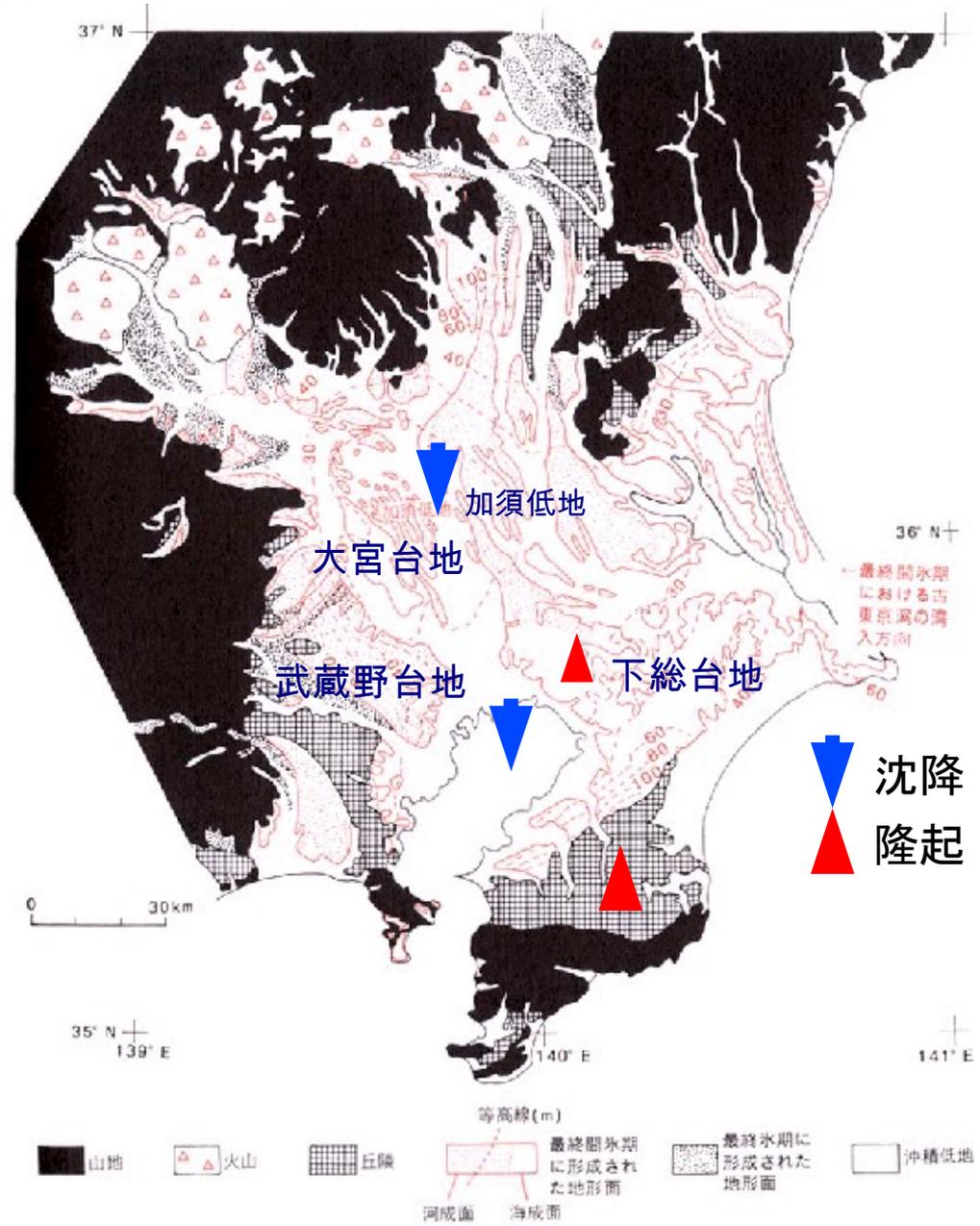
(I)



(II)

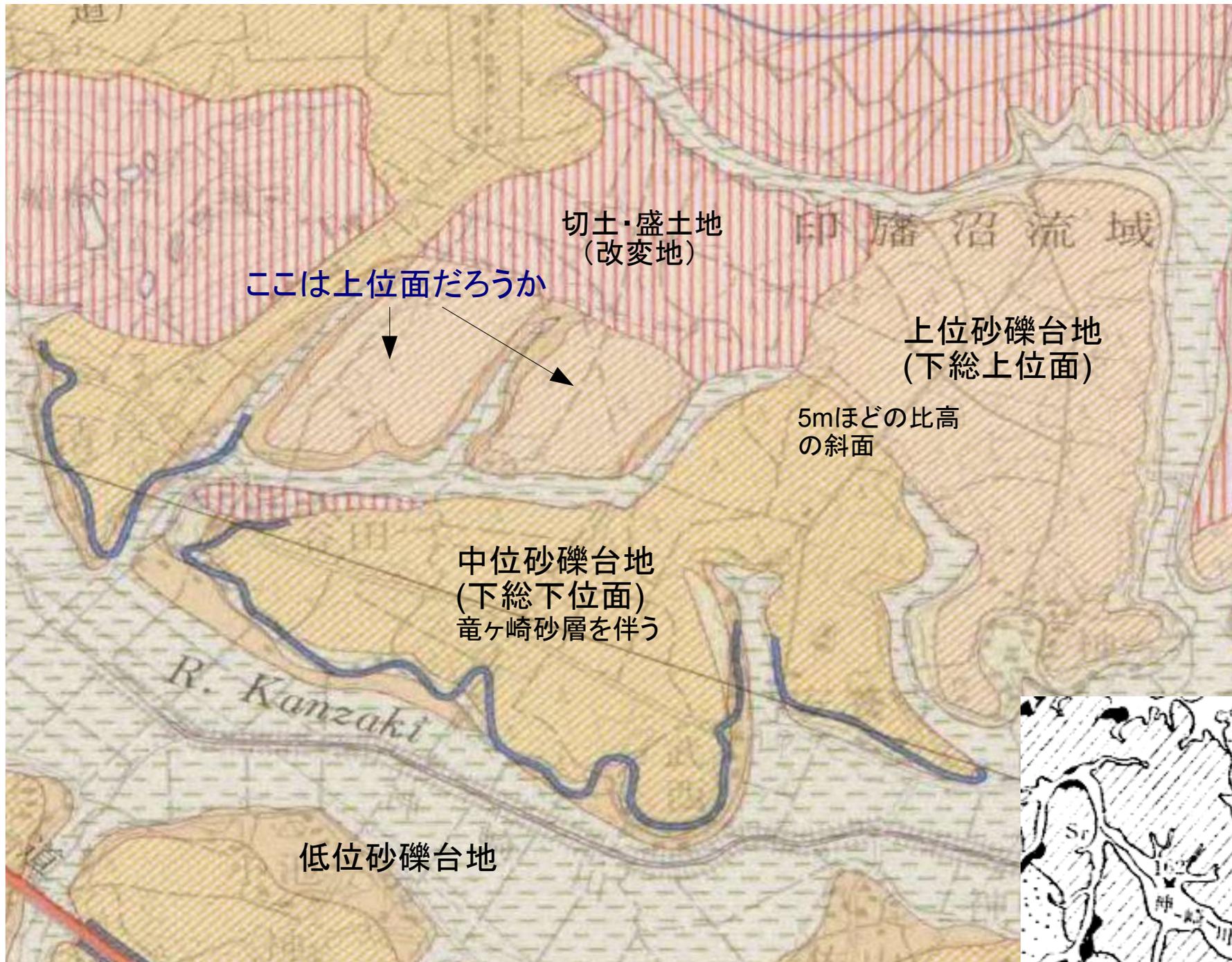


第12図 水準測量の路線 (I) と水準点変位量 (II)
 (A) は船橋～佐原間, (B) は船橋～印西町間, 水準点番号 4011, 10889 を不動点とみなしてある。



沈降
隆起

国土調査による地形の説明-佐倉図幅(1981年発行)



調査者によって地形の解釈が少し異なる

地下水の流れの考え方

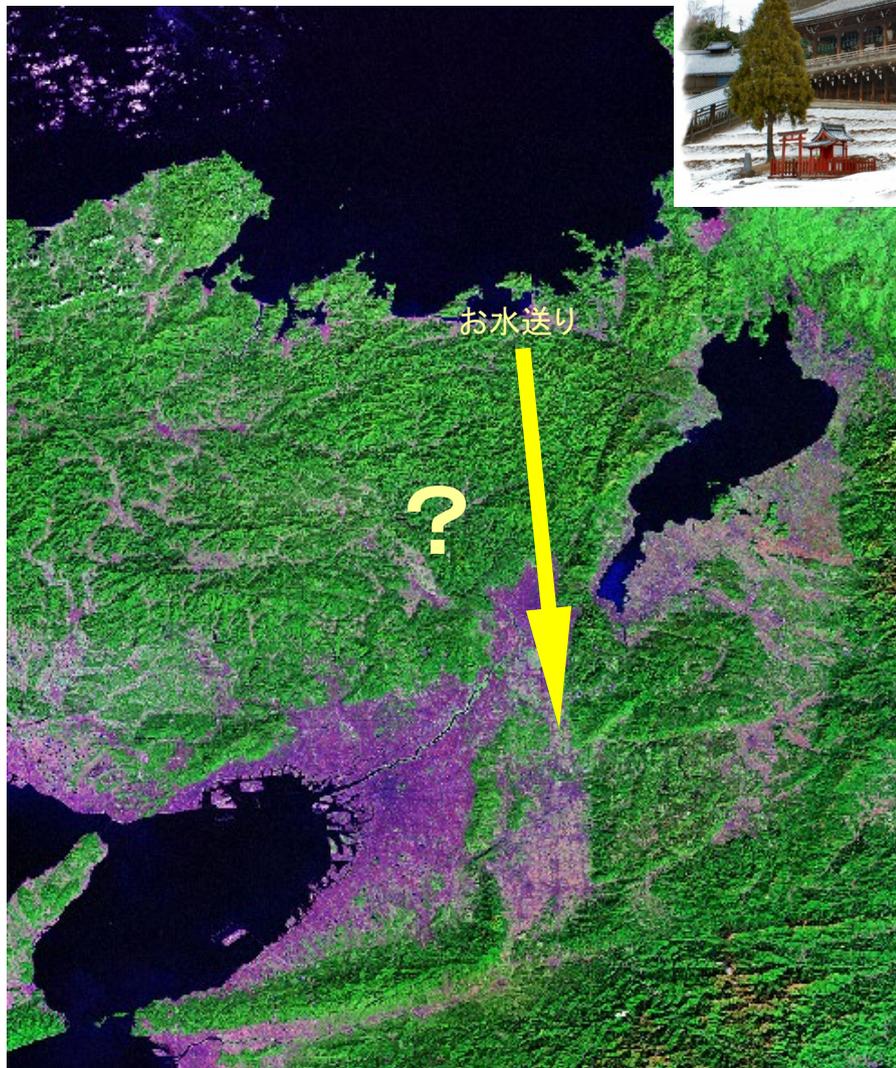
水は低きにつく

お水取りの水を汲む若狭井の水は若狭から来た？

東大寺二月堂(東大寺HPより)

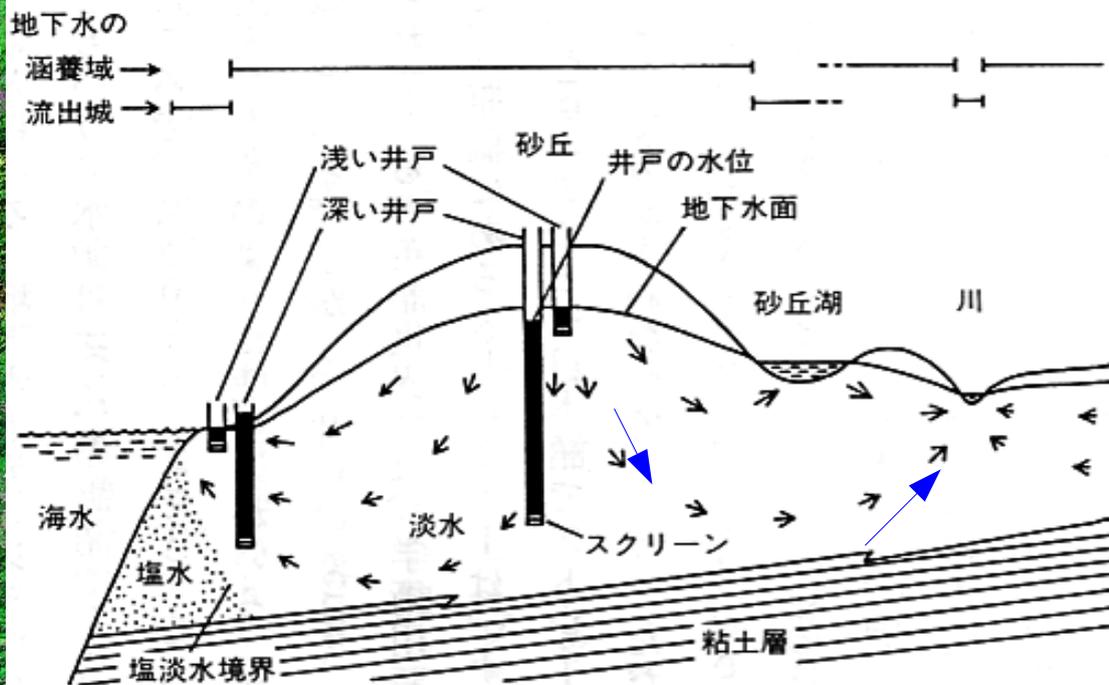


水脈? **△リ!**



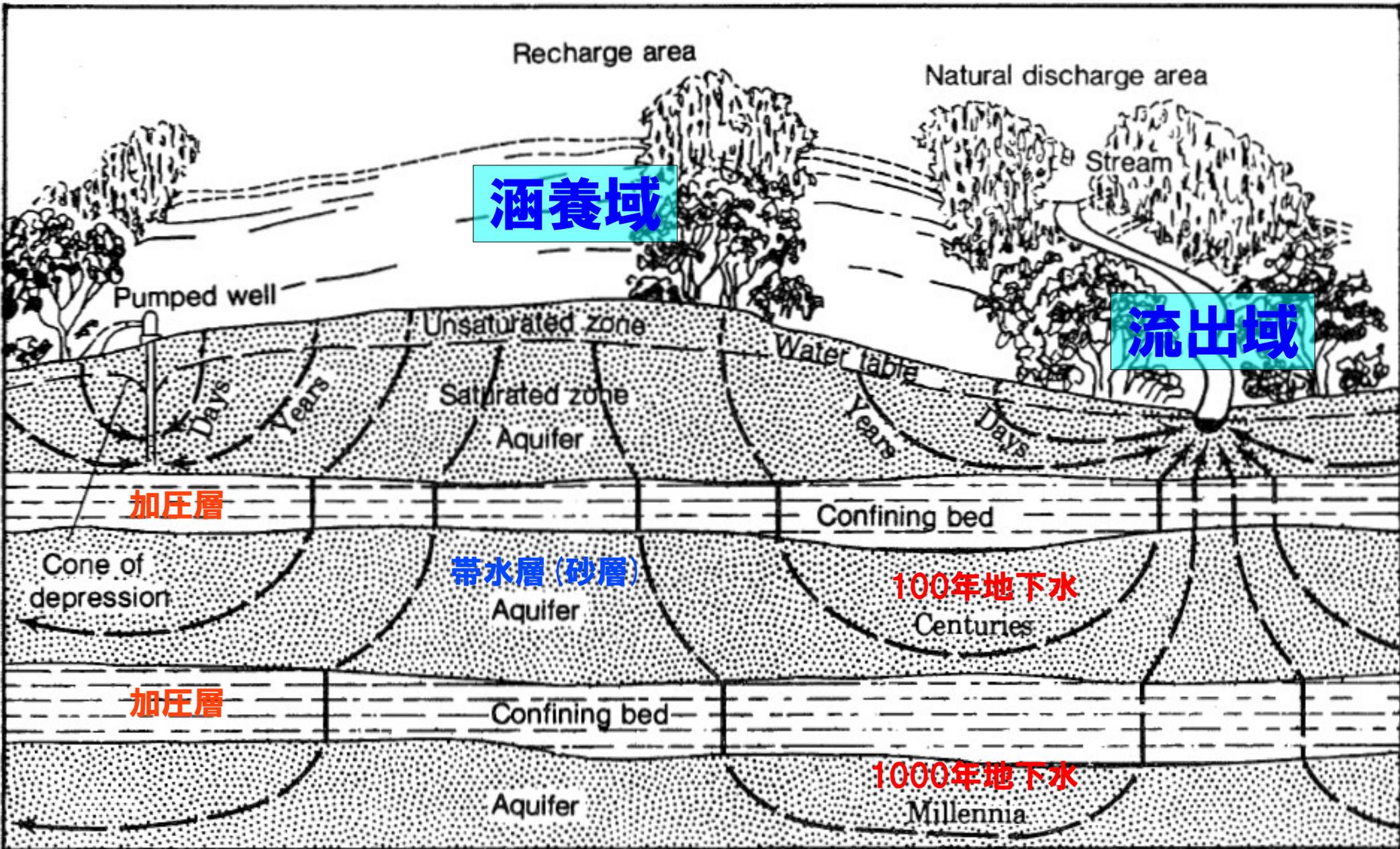
- 何が低いのか
- ポテンシャル
- ポテンシャル = 高さ + 圧力

砂丘の地下水循環を示す模式図



注) 井戸にはスクリーンから地下水が入る。涵養域では深い井戸ほど井戸の水位は低く、流出域では高くなる。(榎根勇、「地下水の世界」、NHKブックス)

河川近傍の地下水の流れの模式図



水はポテンシャル（高さ + 圧力）の低きにつく

(Toth, 1995)

下総台地の地下水—養老川流域



市原市

台地

台地

低地

養老川下流域の台地—低地系では
どのような地下水の流れがあるか

© 2008 Europa Technologies
Image © 2009 Digital Earth Technology
© 2008 ZENRIN

© 2007 Google

5° 27'49.00" N 140° 07'10.84" E 高度 8m

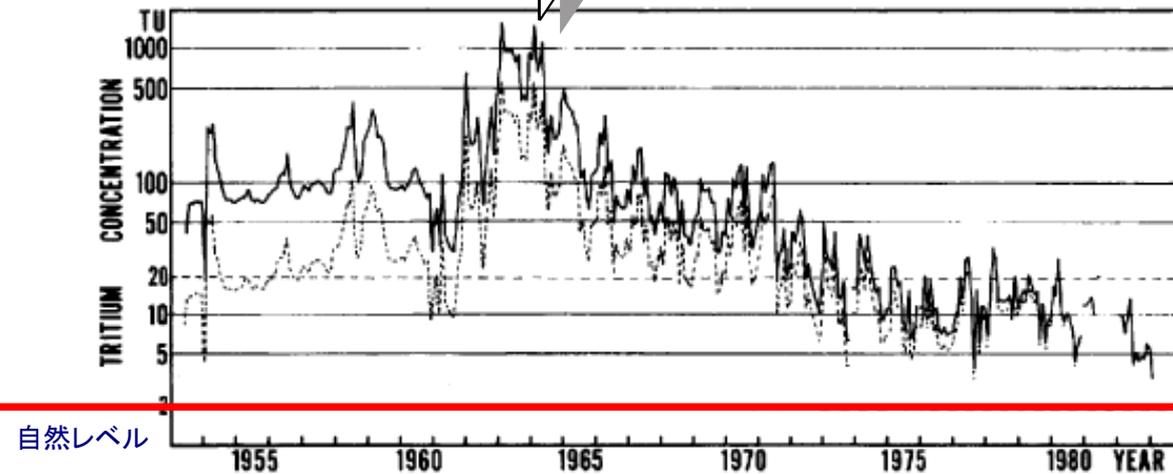
ストリーミング 100%

上空

地下水の年齢は？ いつの雨なのか？ トリチウム(^3H)による地下水の年代測定

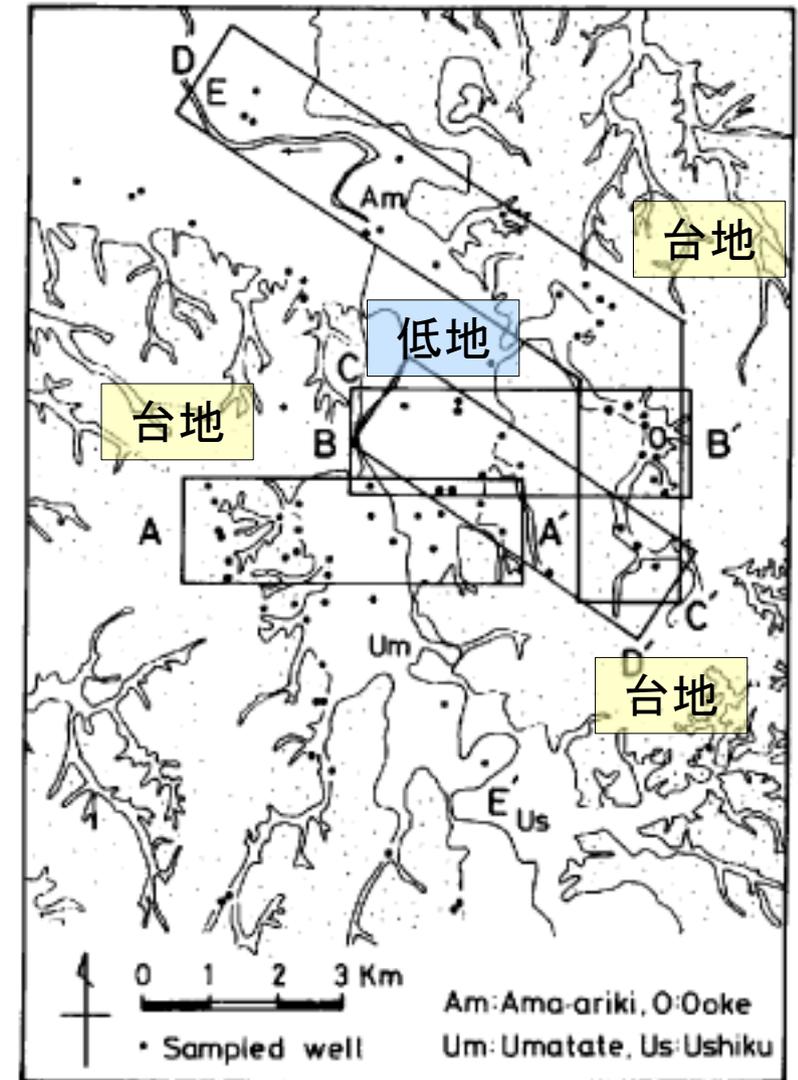
東京および筑波における降水のトリチウム濃度

1963年に濃度ピーク
雨に濡れると禿げる!?



- 1950年代に開始された水爆実験により、大量の水素の放射性同位体が大気中に放出された
- 水分子の一部を構成し、水循環に加わった
- 放射性なので半減期12.26年で減衰する

人為的に放出されたトリチウムを地下水中に追跡することによって、地下水の流動の実態がわかる



養老川下流域の台地—低地—台地の地形の連鎖

- 台地で涵養された地下水は低地に流出する—水は低きにつく—
- 地下水の流れはきわめて遅い この場所では、年間100m程度

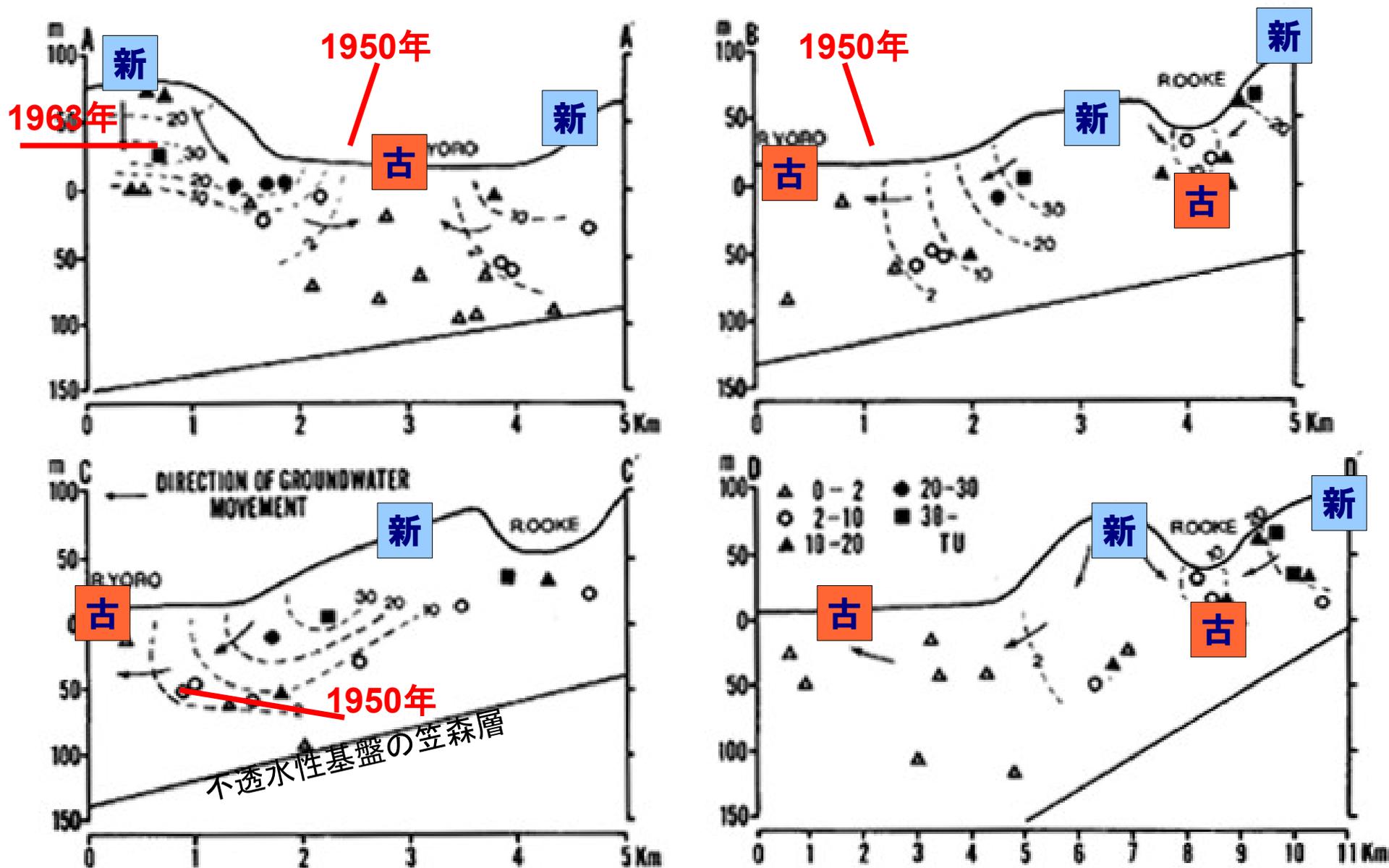


Figure 13 Estimated directions of groundwater movement based on Figure 12.

(近藤、1985)

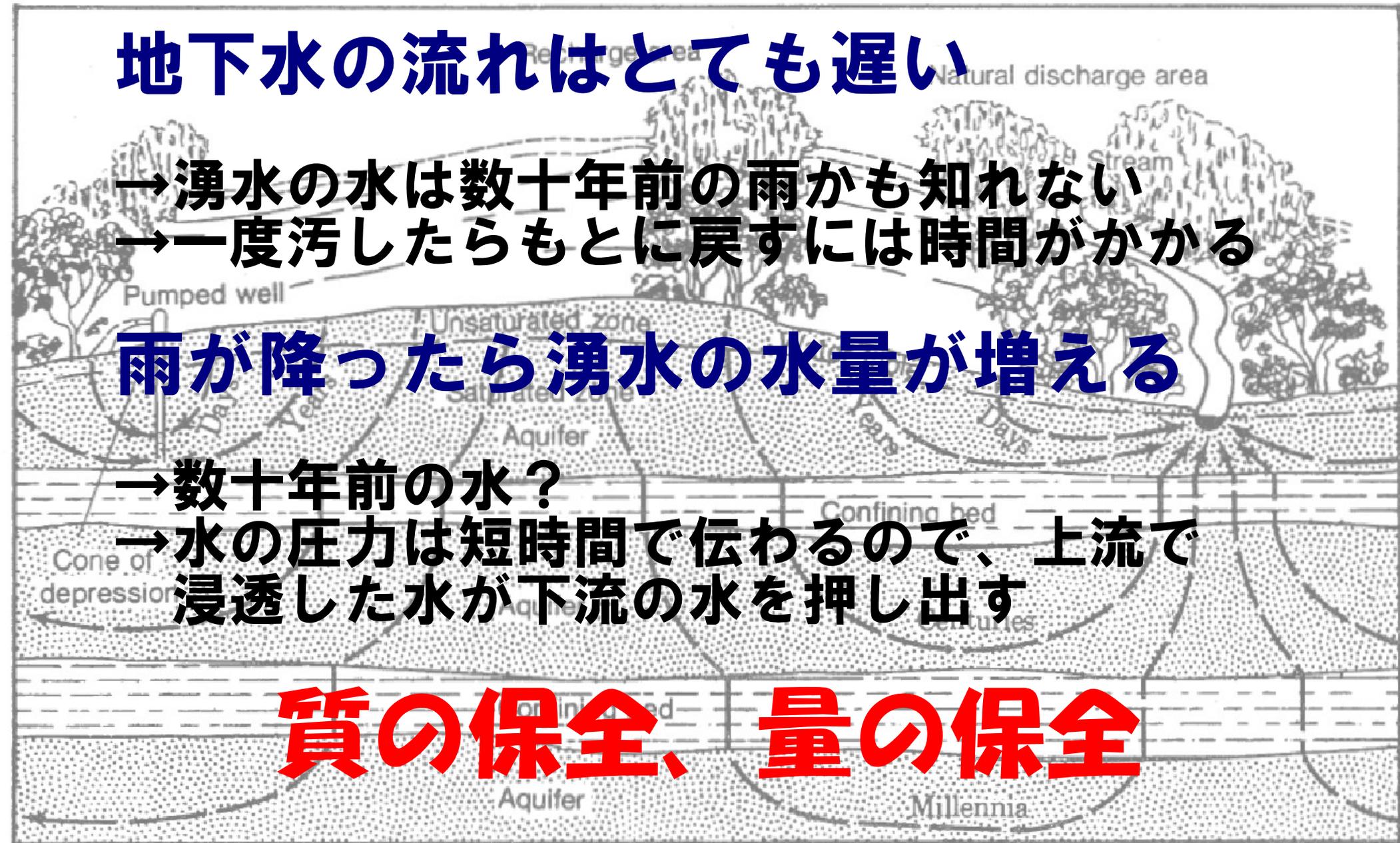
地下水の流れはとても遅い

- 湧水の水は数十年前の雨かも知れない
- 一度汚したらもとに戻すには時間がかかる

雨が降ったら湧水の水量が増える

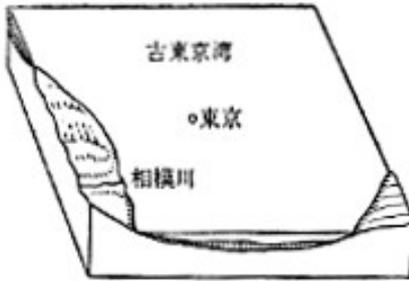
- 数十年前の水？
- 水の圧力は短時間で伝わるので、上流で浸透した水が下流の水を押し出す

質の保全、量の保全



台地の地形変化

人が関われば災害
人がいなければ、地形変化



(1) 下末吉期(S)
12-13万年前



(2) 武蔵野期(M₂)
約6万年前



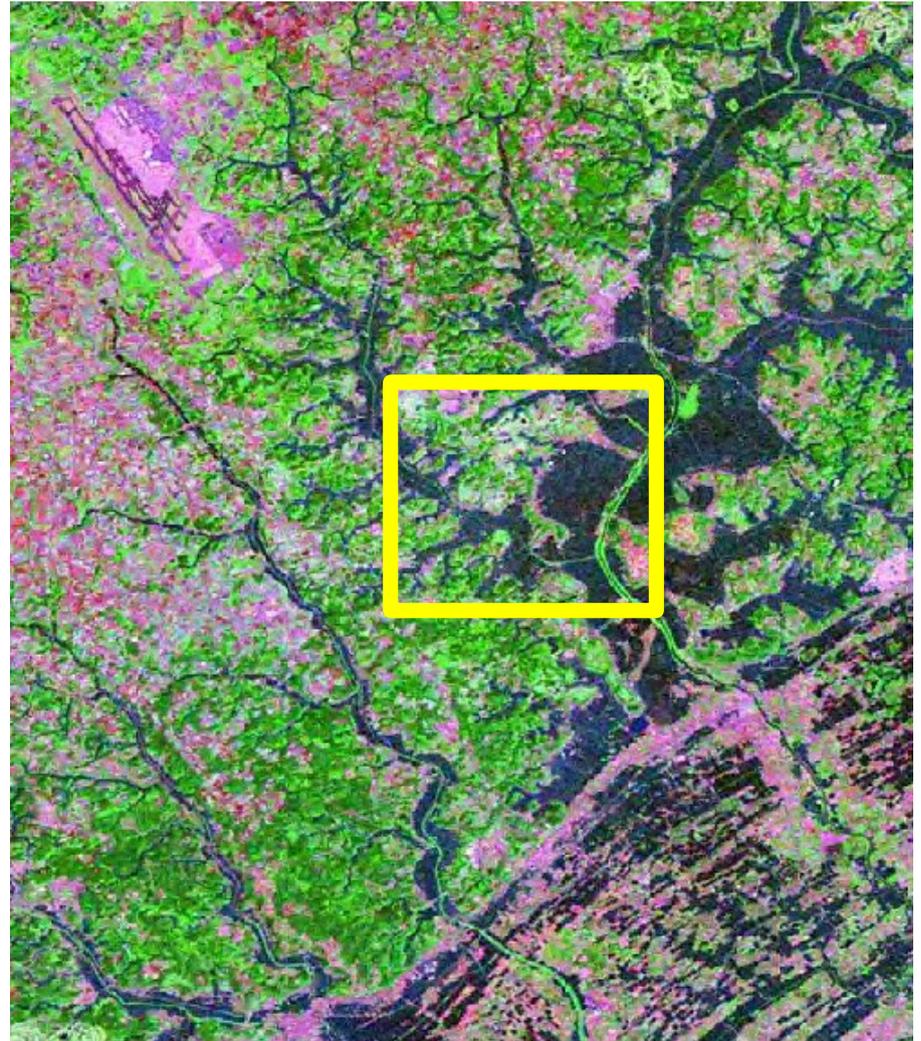
(3) 立川期(Tc₃)
約2万年前



(4) 縄文前期
約6000年前



(5) 現在



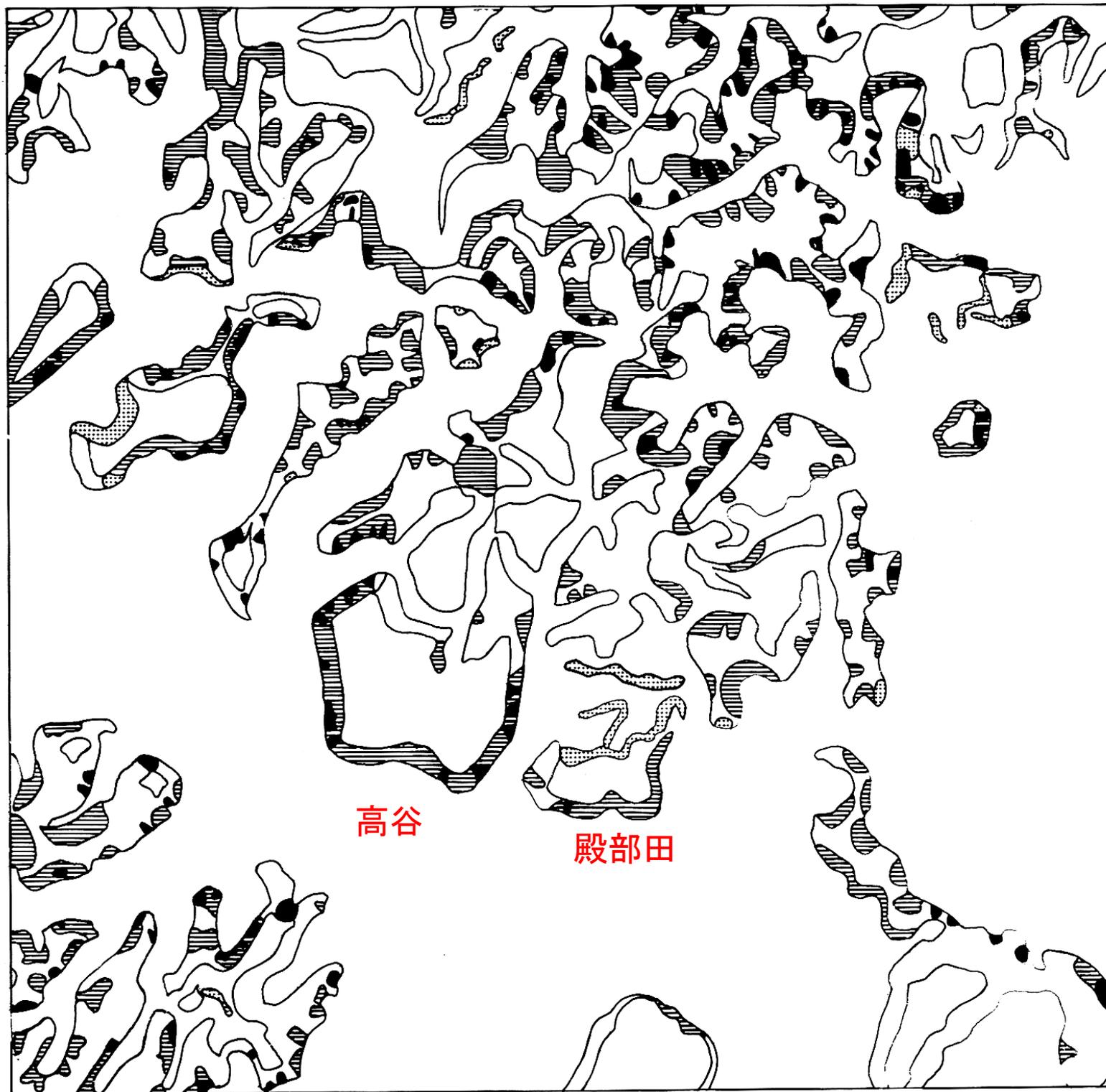
(貝塚、1977)

第4図

崩壊地分布図

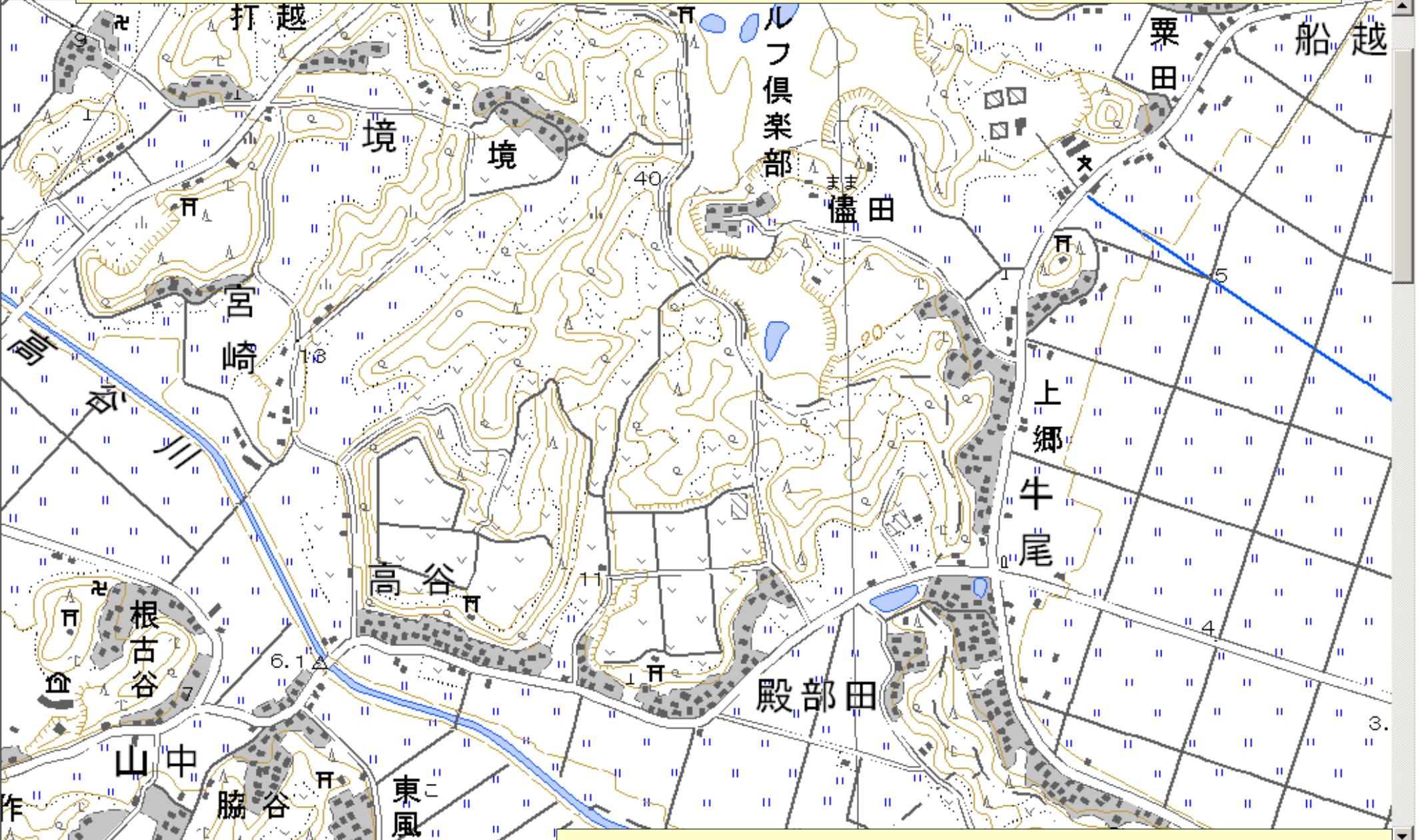
※小池図幅の高谷川に沿った地域

- 崩壊地
- ▨ 崩壊跡地
- 斜面
- ▤ 人工切取面
人工法面



空中写真の判読により、
台地の地形を行くと、
斜面の崖端分類
ほとんどが崩壊跡地

例えば、高谷、殿部田の集落背後の斜面はすべて崩壊跡地



台地の主要な地形変化過程は崩壊

地形発達と地下水流動系

谷頭は湧水点
地下水の流れが
最も集中する場所

崩壊を起こす要因は？

台地の上には、主谷が
形成される前にあった谷
が残っている

谷底は地下水面
湿地が形成される

**台地の谷の発達は地下水の
流れと密接な関係にある**

養老川下流

千葉県市原市牛久

比流量は隣り合った流域でも異なる
⇒地下水流域の争奪

谷に遷急点の存在
⇒古い時代の谷

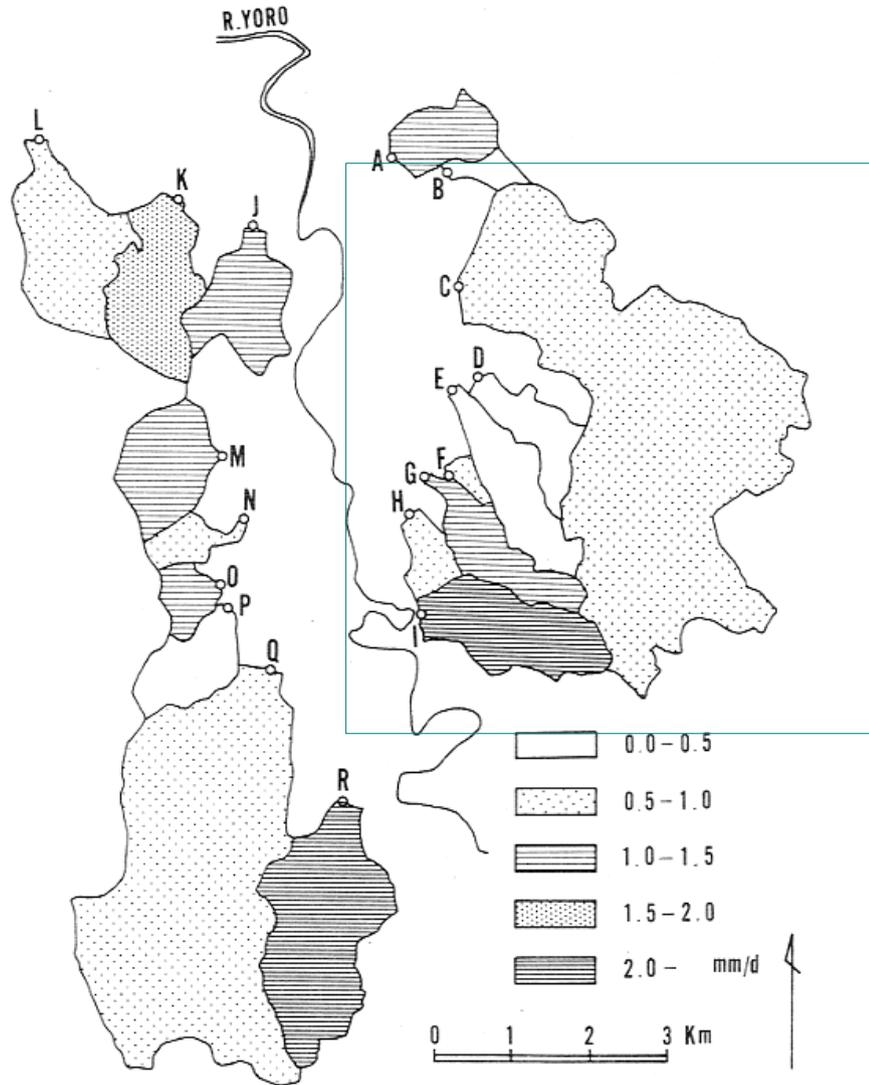


Fig. 3 Daily discharge in mm H₂O in dry season.

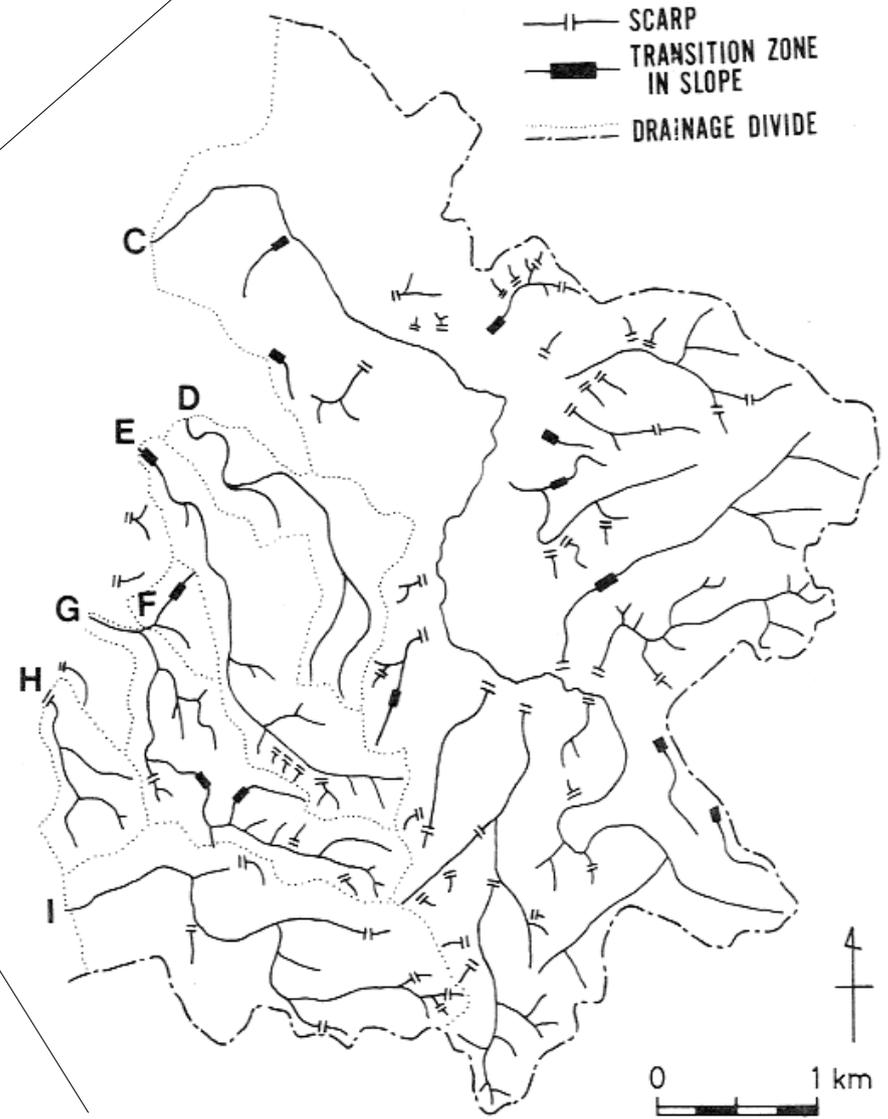


Fig. 7 Drainage pattern in south-east part of the study area.

谷田武西の地形をよく観察してみよう



谷は地下水の排水系

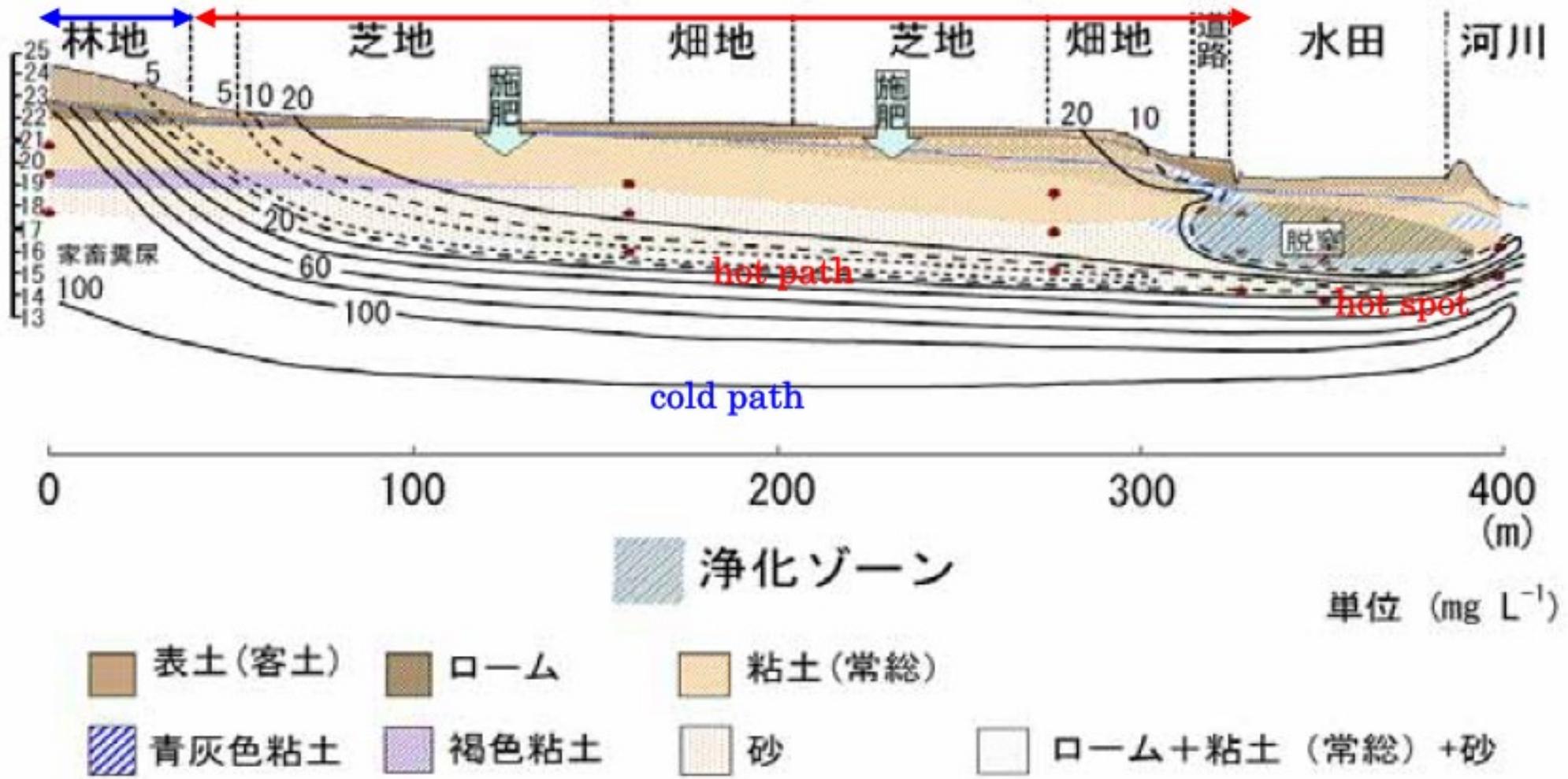
(C)Google

水の流れが想像できるだろうか



1974年、京葉測量

- 谷津の湿地には生態系サービス機能がある
生態系の保全、健全な水循環の持つ調節サービス機能
- 硝酸態窒素を浄化する機能
湿地は地下水の流出域⇒還元的環境⇒脱窒



先神谷津湧水を思いだそう！

(田瀬則雄、筑波大学、TERC電子モノグラフより)

台地には歴史がある

・・・地史的歴史、人間の歴史

台地の地形は機能を持ち（地形変化、水循環）、その機能は歴史の中で変遷してきた

台地は水循環の場であり、生物の生息する場を作る

自然の恵みを享受するためには、ひとは場の機能と水循環のあり方をよく知り、その機能をなるべく損なわないように配慮しながら、人間システムをその場に埋め込まなければならない