

空(地図や空中写真)から眺めた印旛沼

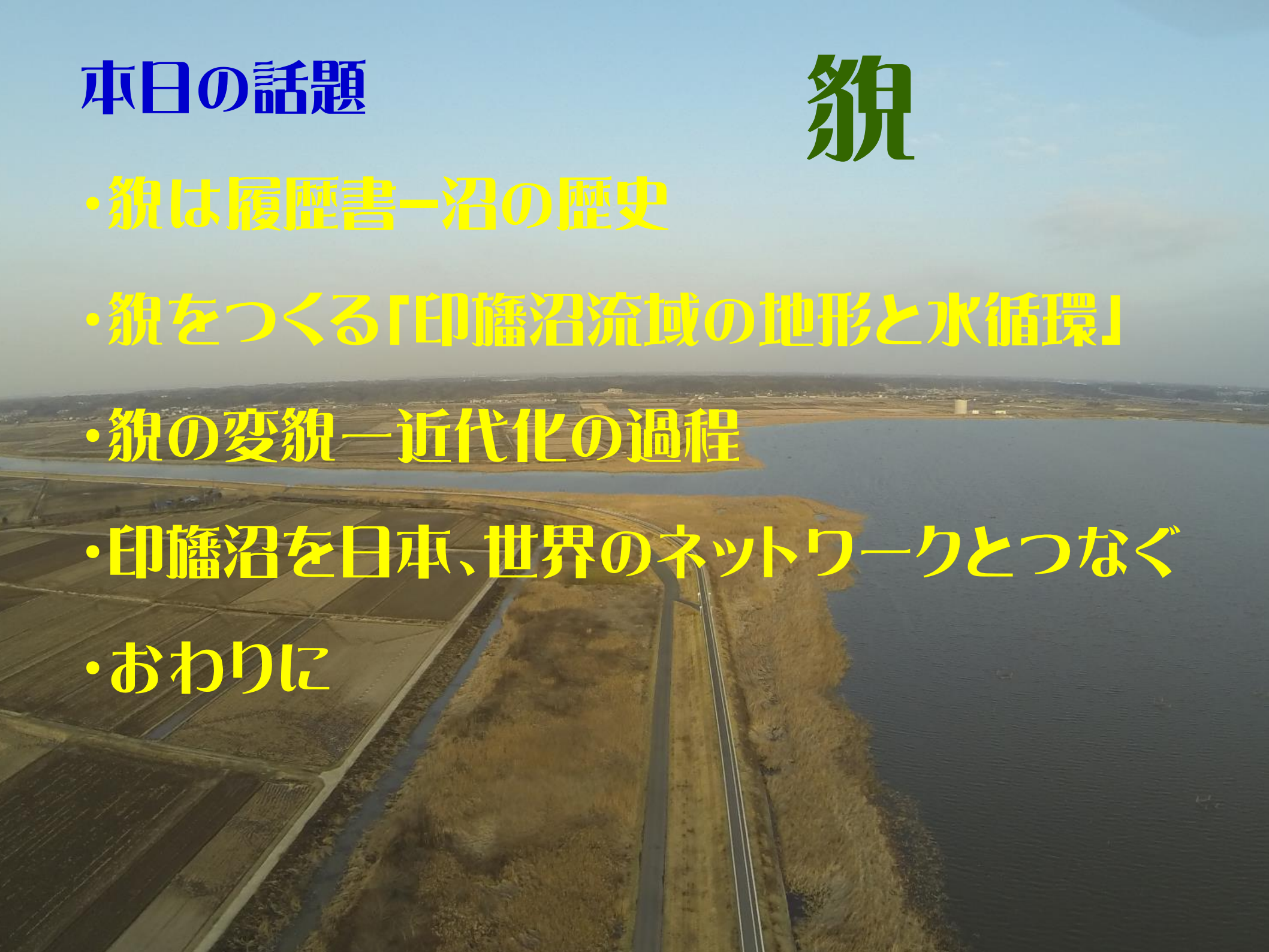
印旛沼の貌

近藤昭彦
千葉大学環境リモートセンシング研究センター

本日の話題

貌

- ・貌は履歴書ー沼の歴史
- ・貌をつくる「印旛沼流域の地形と水循環」
- ・貌の変貌ー近代化の過程
- ・印旛沼を日本、世界のネットワークとつなぐ
- ・おわりに



印旛沼の“貌は履歴書”

- 生まれる前～古東京湾
- 氷河性海面変動(貝塚ダイヤグラム)
- 誕生
- 成長～近代化前夜

台地の景観はどのようなものだったのか
台地の上には人は住んでいなかった？
植生は？

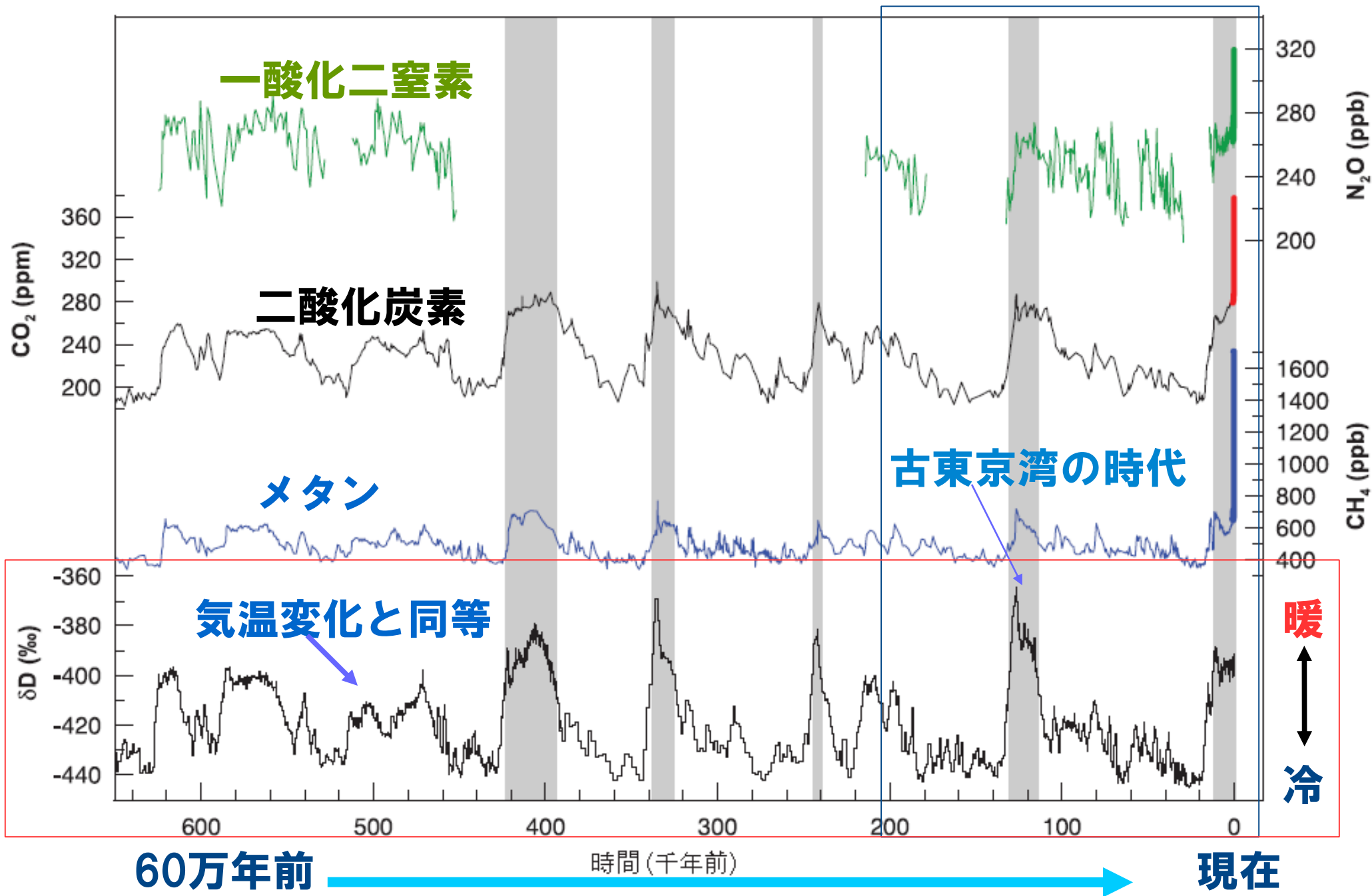


過去の印旛沼流域を理解

- 氷期・間氷期サイクル
- 行基図(拾芥抄)
- 利根川東遷

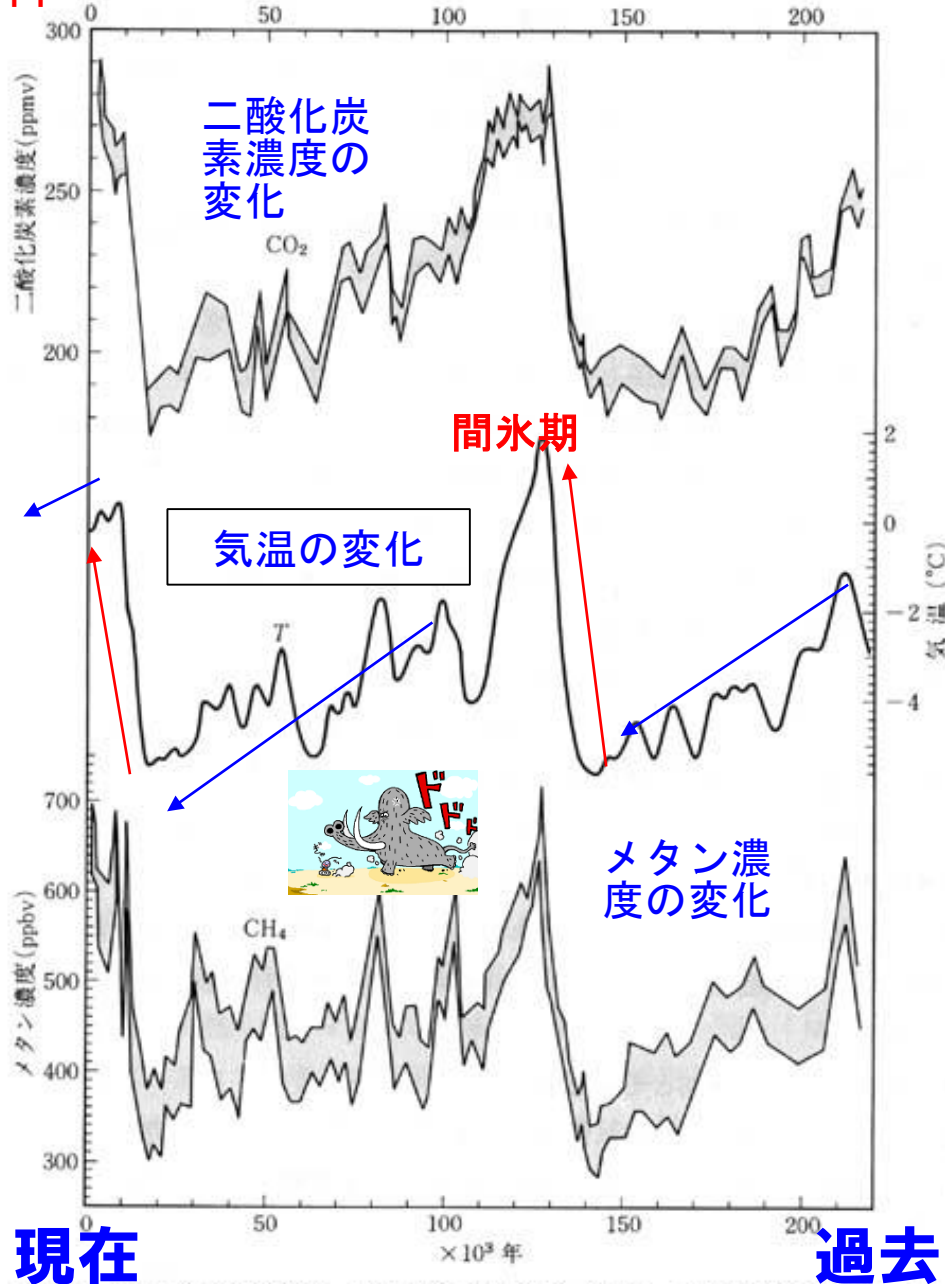
20万年前以降
8世紀頃
17世紀以降

氷期・間氷期サイクルは過去何回も繰り返されてきた



300ppmv

13万年前 20万年前



現在

過去

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

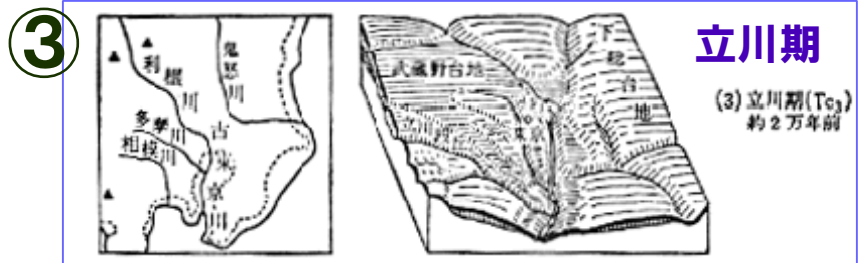
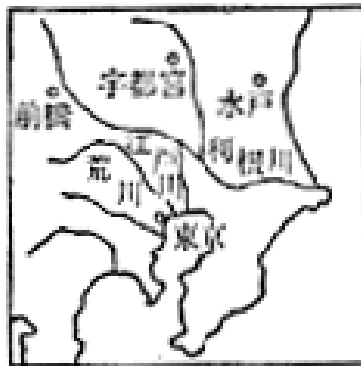
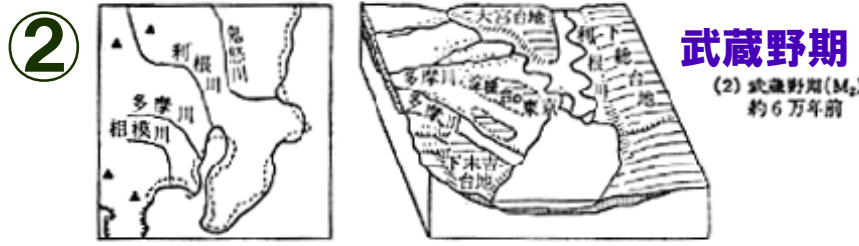
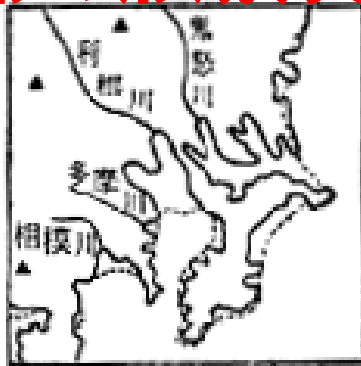
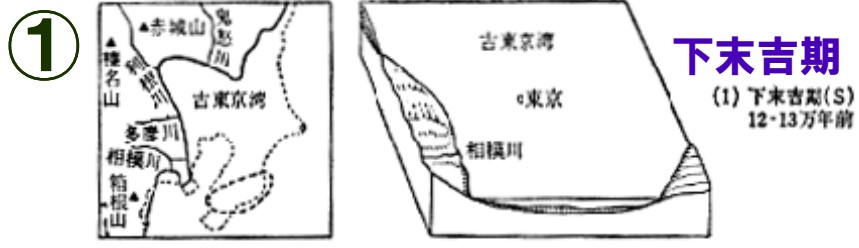
関東の氷期の景観は？



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）

(環境考古学、安田喜憲、NHKブックス)

東京湾周辺の地形の形成(貝塚ダイヤグラム)



- 約13万年前、下総台地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面になった(下末吉面=下総上位面)
- 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

下総台地版をつくりたいものだ！

(貝塚、1977)

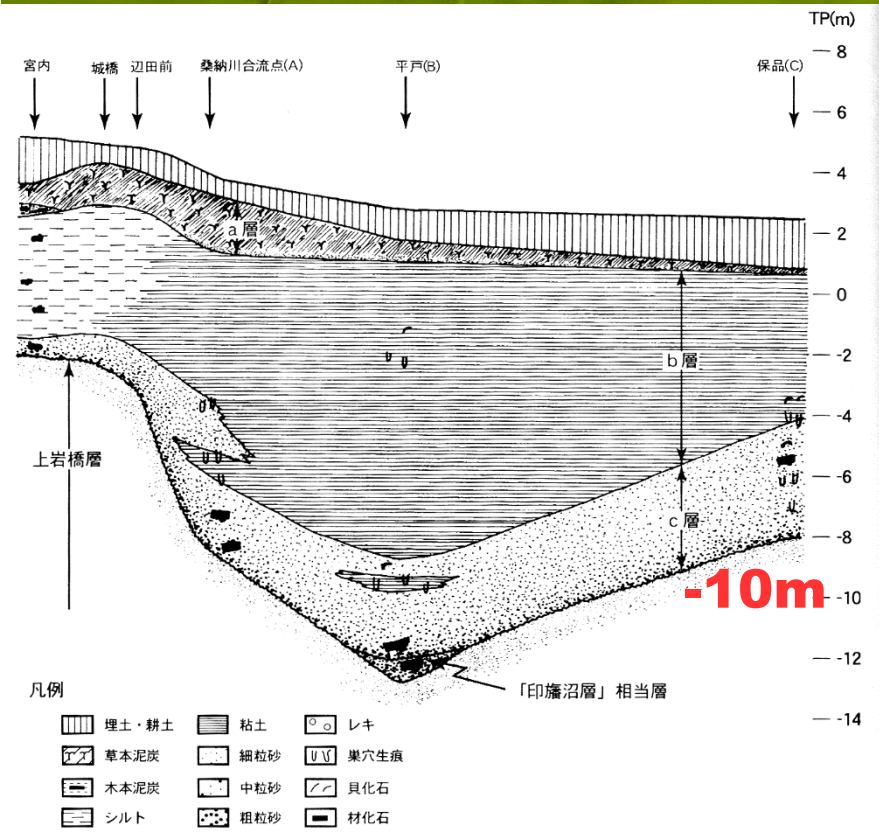
双子公園のナウマン象の親子は何を見ていたのか

氷期の谷を想像してみよう！



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）





新川低地の地質断面図(八千代市、2002年)

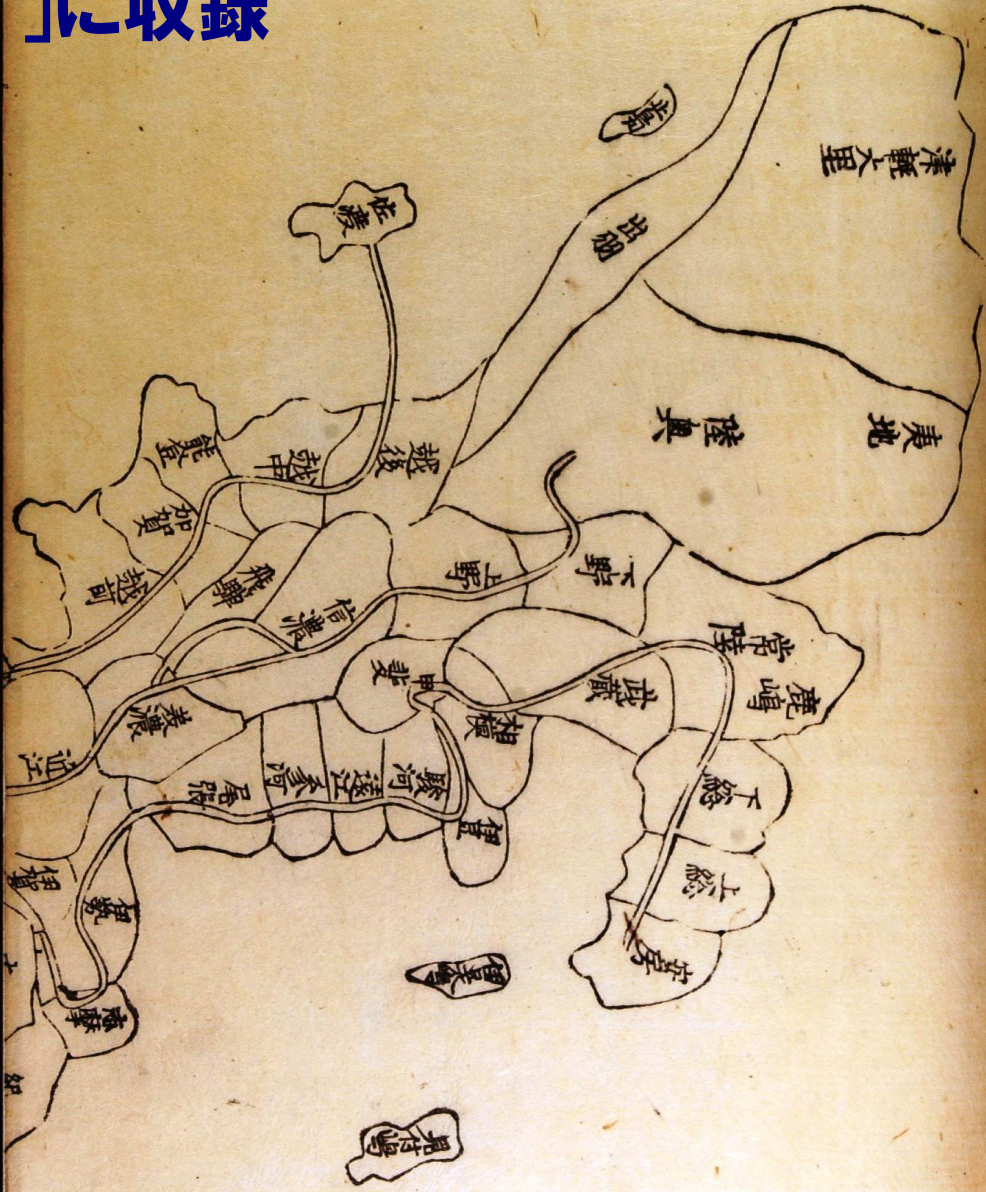
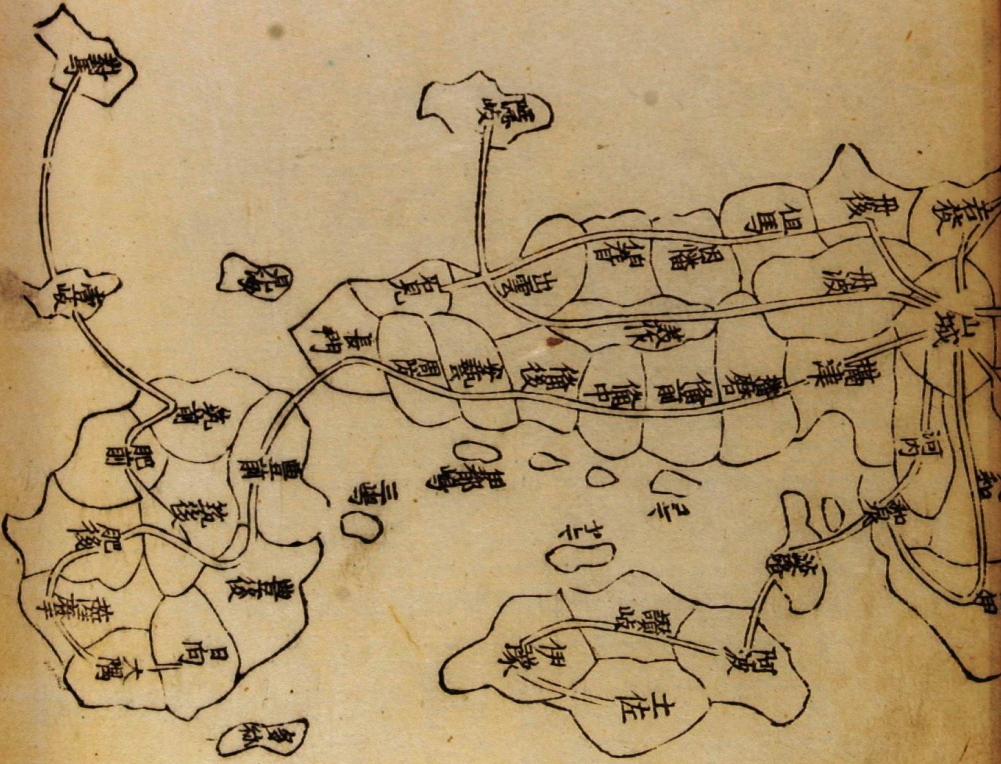
10mくらいの谷が穿たれていた...
あのナウマン像もこの谷を...

図 3-4-16 新川低地の地質断面図(稲田専門調査員の未発表資料)

行基図

現存する最古の日本地図。14世紀初頭に成立した百科全書「拾芥抄（しゅうがいしょう）」に収録

大日本國圖行基菩薩圖也此取如彼鉢頭仍佛法滿盛也
 其政如至形故有金銀銅鐵等珍寶五穀豐稔也 七道州六十
 六内嶋三郡六百四鄉一万三千余。
 自京陸奥陸行程三十五百八十七里 六町為一里定 自京長門西
 濱行程二千九百七十八里 六町為一里定



徳川幕府一利根川東遷事業



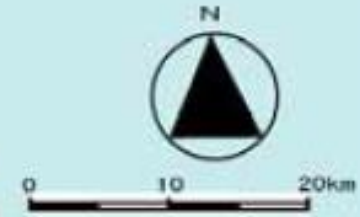
- ・東北の物資を江戸に運ぶため
- ・江戸を水害から守るため



赤堀川開削の様子



明治43年(1910年)8月台風による水害 庚戌(かのえいぬ)の大洪水



利根川の大洪水
明治43年(1910年)
昭和13年(1938年)
昭和16年(1941年)
昭和22年(1947年)
⇒カスリーン台風

東葛飾郡(野田市など8市)
利根川の出水 約18尺
堤防決壊 66箇所
耕地浸水流失 4,390町歩
家屋浸水 2,719戸
家屋流失 53戸
全壊 21戸
半壊・破損 220戸
死者 5人
避難所 14箇所
収容人数 7,085人
出典:千葉県東葛飾郡誌

おばあちゃん、
おじいちゃんたちの
印旛沼の貌は？

香取郡佐原町(香取市)
「筭」島堤防決壊により
家屋水没 1,000戸
稲田浸水 3,000余町歩
罹災民(於佐原小) 921名
出典:佐原市史
家屋浸水 1,190戸
家屋流失 2戸
出典:香取郡誌

明治43年庚戌の大洪水による氾濫域
県境界

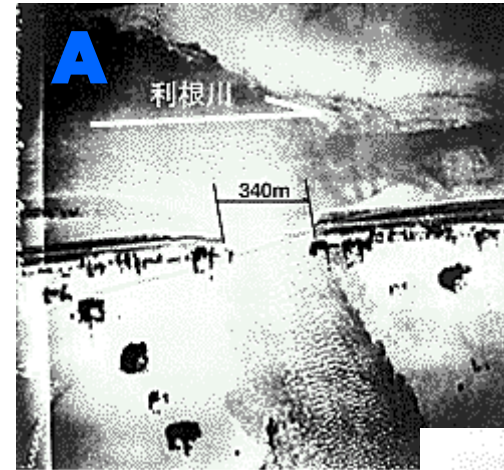
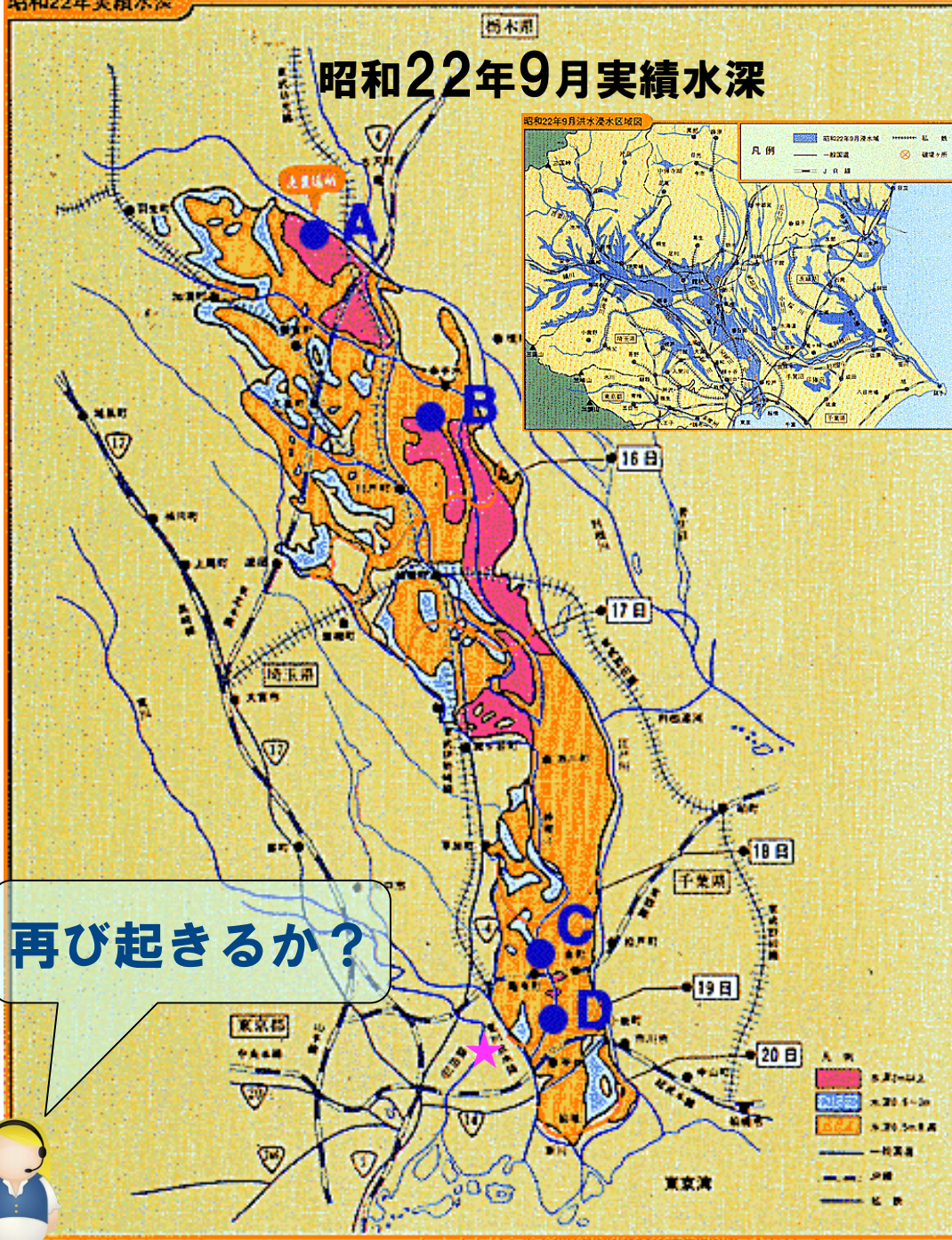
印旛郡布鎌村(印旛郡栄町)
将艦川の堤防決壊により全村が浸水
出典:千葉県立房総のむら提供の絵葉書

4. 明治43年庚戌の大洪水による氾濫域
埼玉県東部から千葉県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んだ。
「利根川治水とその特徴」(宮村、1981 URBAN KUBOTA19)を参考に作図



カスリーン台風－利根川が決壊し、洪水が東京下町を襲う－

昭和22年実績水深



A.埼玉県東村新川通りでは340mにわたり利根川の堤防が決壊した。(埼玉県大利根町)

B.茫然と濁流を見つめる人々(埼玉県幸手市)



C.濁流を見つめる人々(東京都足立区)

D.濁流は都内へ(東京都葛飾区)

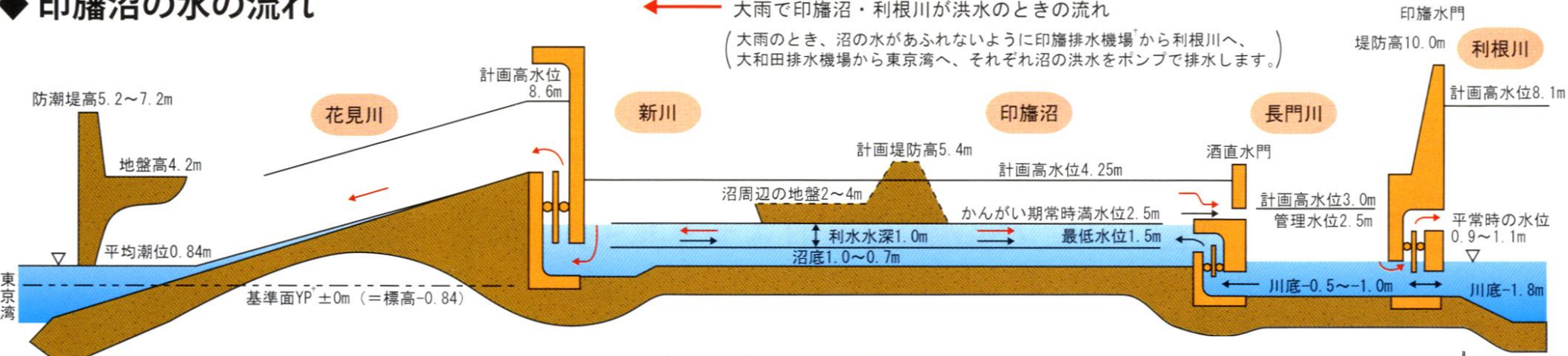


(国土交通省関東地方整備局)

洪水はコントロールされ、高度な水資源利用が計られた。

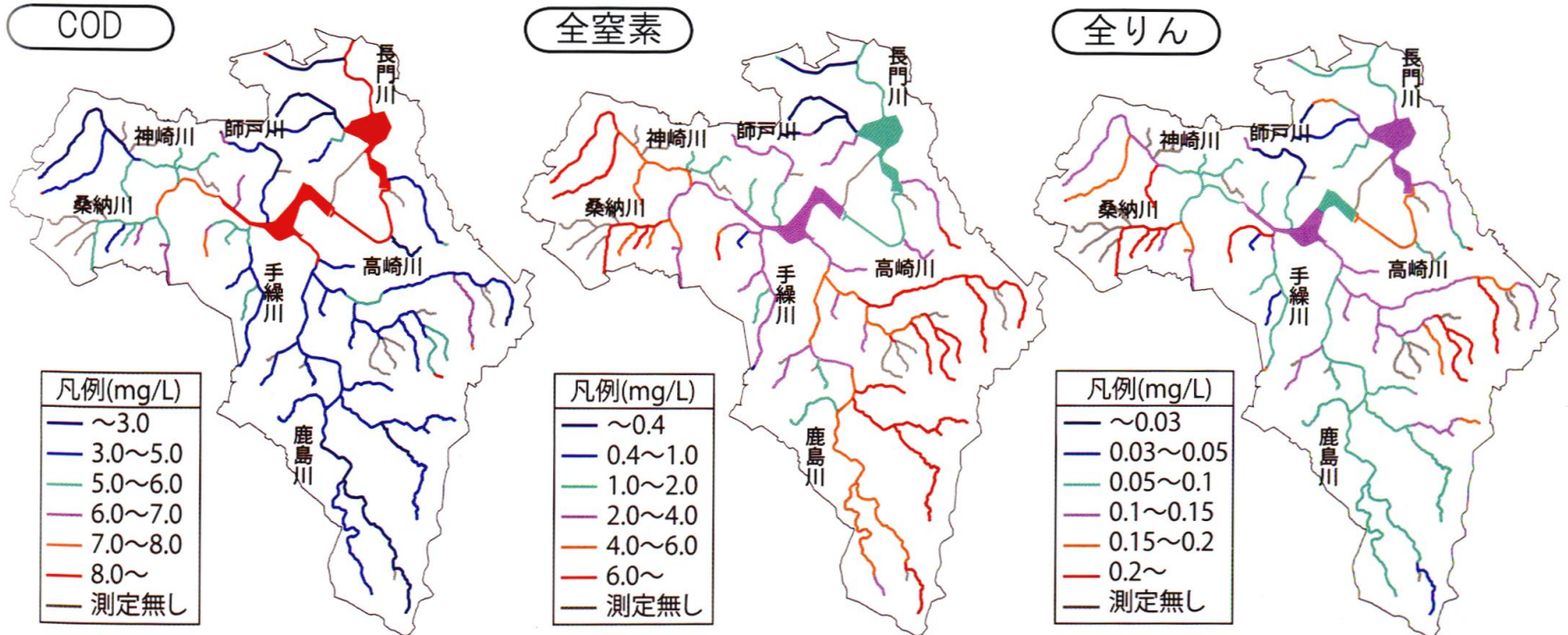
◆ 印旛沼の水の流れ

← 平常時（大雨でないとき）の水の流れ
 ← 大雨で印旛沼・利根川が洪水のときの流れ
 （大雨のとき、沼の水があふれないように印旛排水機場から利根川へ、大和田排水機場から東京湾へ、それぞれ沼の洪水をポンプで排水します。）



印旛沼の水質変化

平成二三年度の印旛沼の水質は全国ワースト1



印旛沼、河川の水質状況（2008（平成20）年度平均値）

出典：千葉県、市町村測定データ

近代化のメリット・デメリット

92m²

“貌”を形成する「印旛沼流域の 地形と水循環」

- 台地(地形面)と、台地を刻む谷
谷を穿ったのは？
- 地下水流動系
湧水のメカニズム、舟形谷底の形成メカニズム
～水と地形の相互作用～

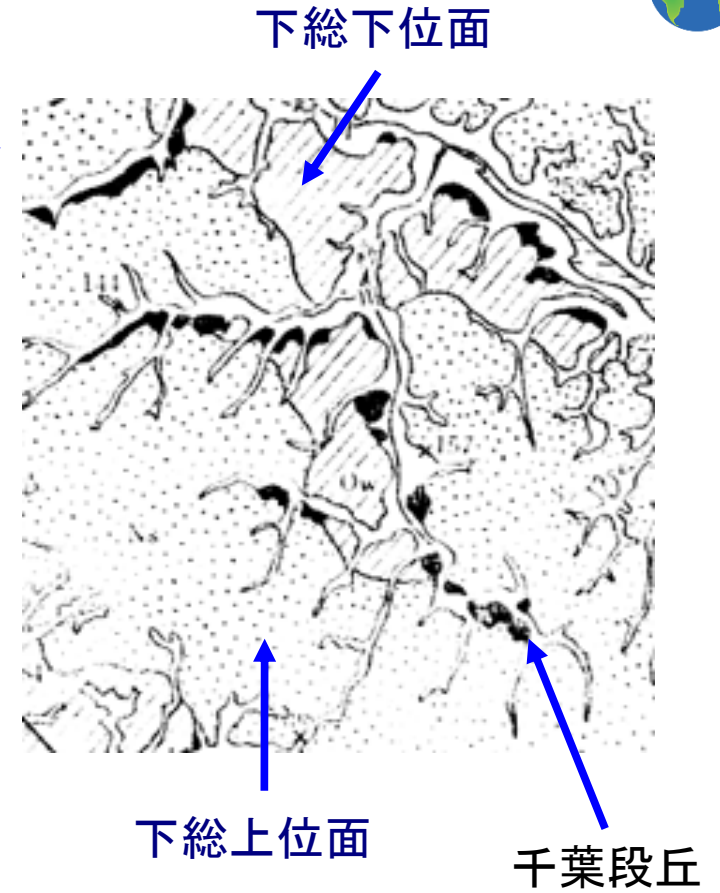


台地を刻む谷の成り立ちと水循環



地形を見ると水循環がわかる

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)によると下総台地は下総上位面と下総下位面および河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)

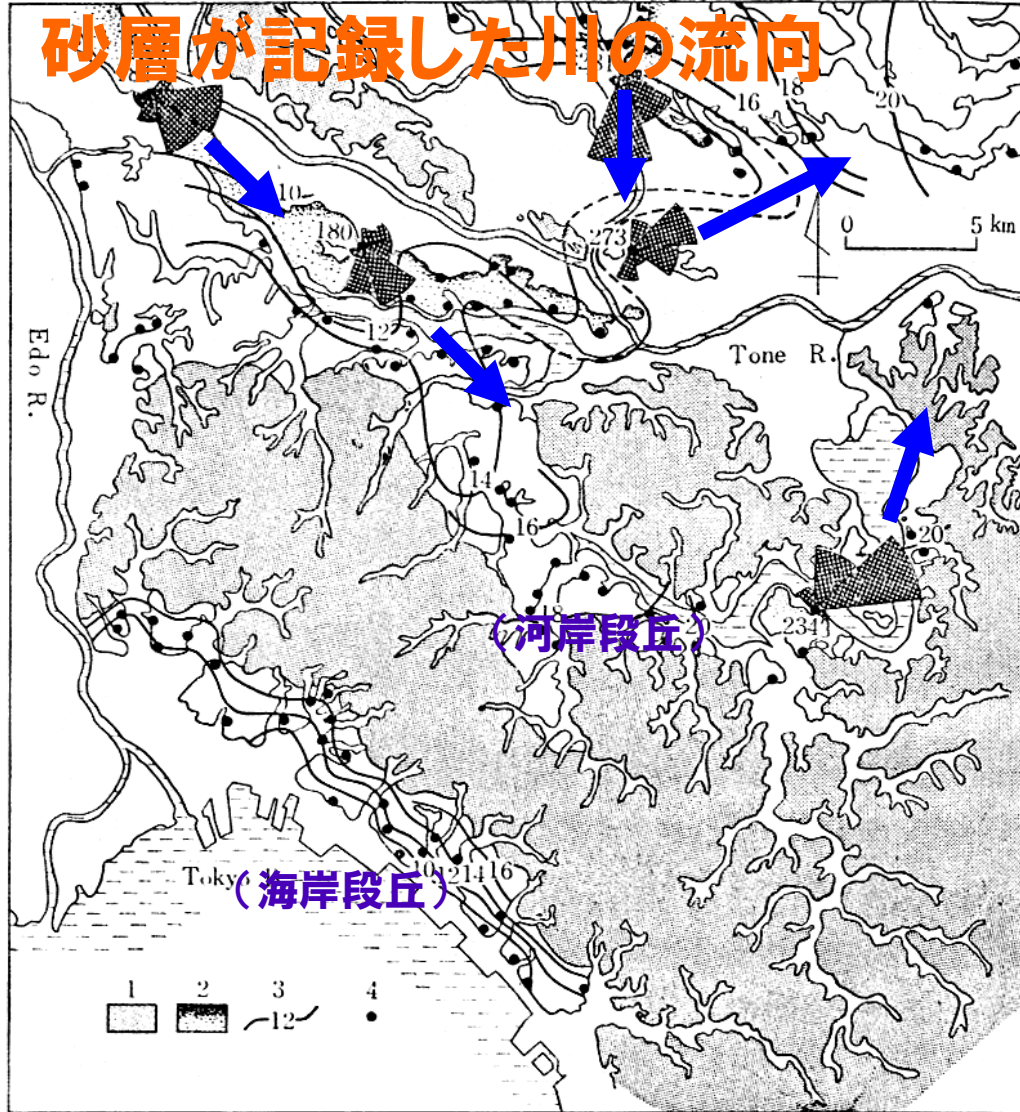
第1図 下総台地西部における地形面の分布

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, Sa: 志津, Sz: 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.

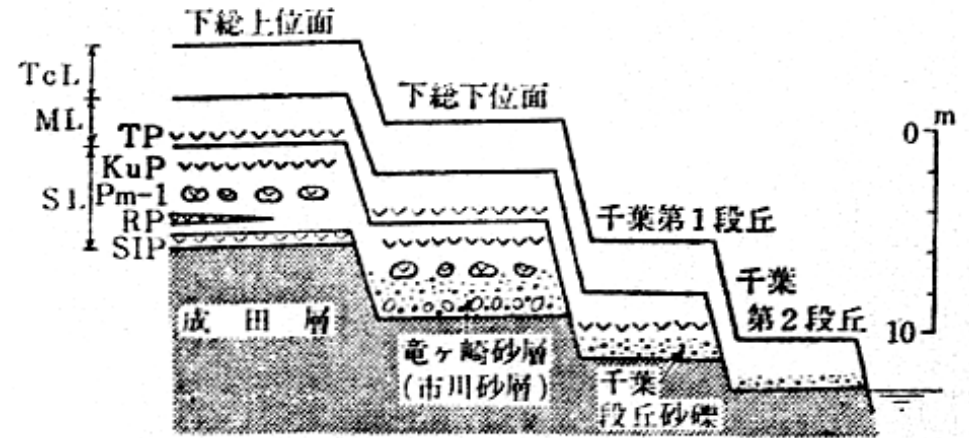
3) 関東ローム研究グループ (1956): 関東ロームの諸問題. 地質雑, 62, 302~316.

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

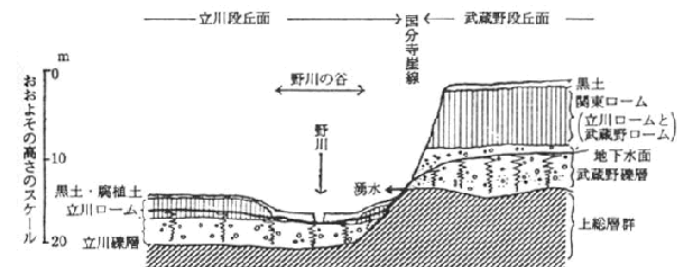
1. 下総上位面, 2. 下総下位面 (黒斑点は竜ヶ崎砂層の厚さが3m+の地域),
 3. 竜ヶ崎砂層の基底面高度 (単位m), 4. 主な露頭観察地点,
- current rose の各扇形の半形は、中心にあたる地点におけるラミナの方向性の頻度に比例させてある。各扇形の半形を合計した長さは100%にあたる。



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。

台地を穿つ舟底型の谷 地形を見れば、地下の水の流れがわかる！ 地下では何が起きているのでしょうか？



台地

谷頭

池

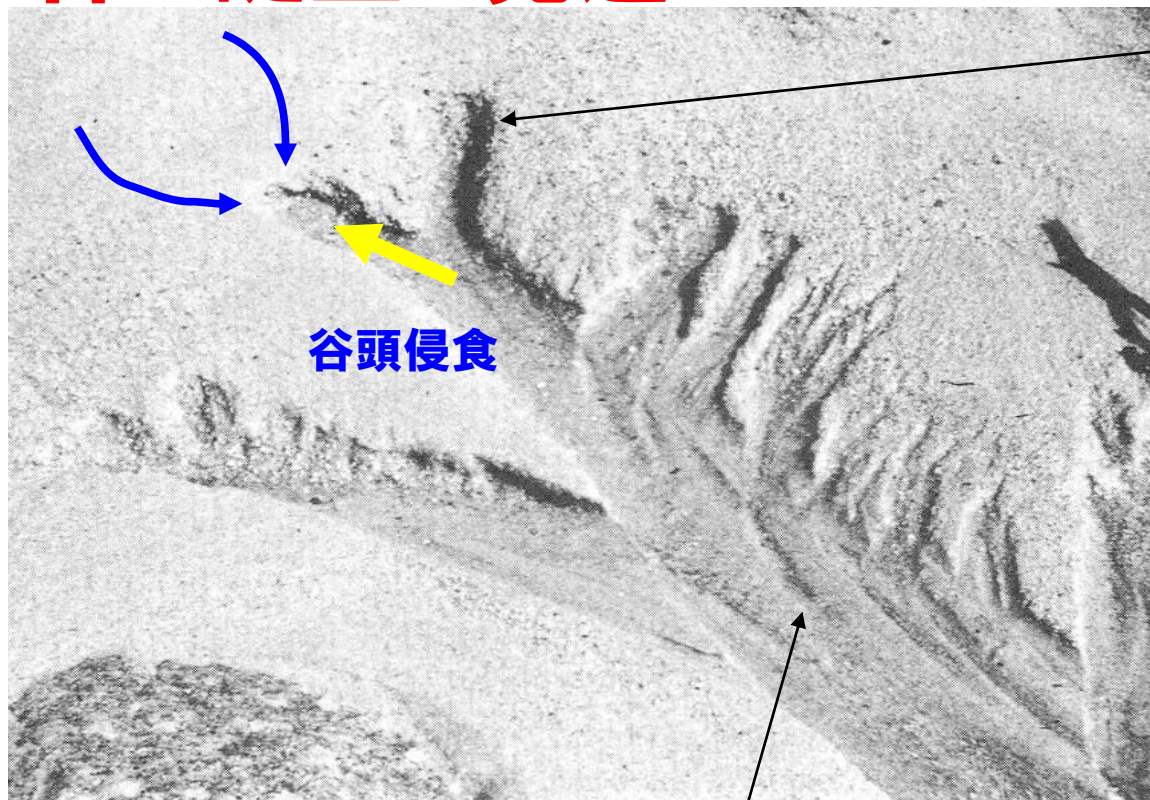
斜面

斜面

谷底

地形面の形成はわかった

谷の誕生と発達



谷頭侵食

谷頭は湧水点
地下水の流れが
最も集中する場所

地形発達と地下水流動系

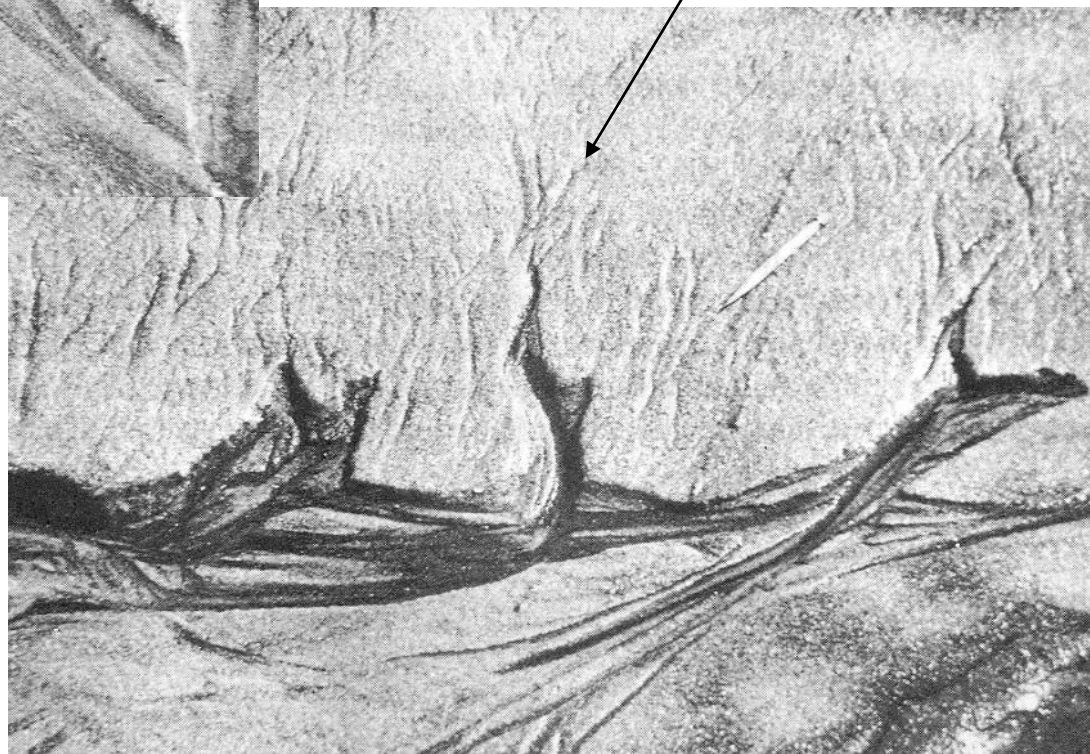
相互作用によって谷が
生まれ、成長していく

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

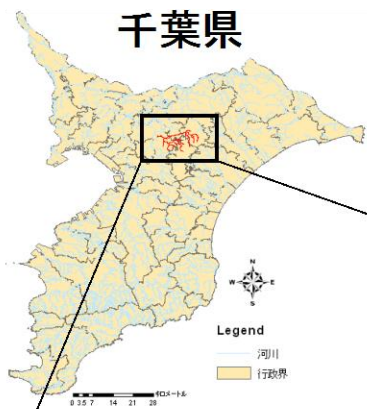
谷底は地下水面
湿地が形成される

台地の谷の発達は地下水の
流れと密接な関係にある

谷は地下水の排水系



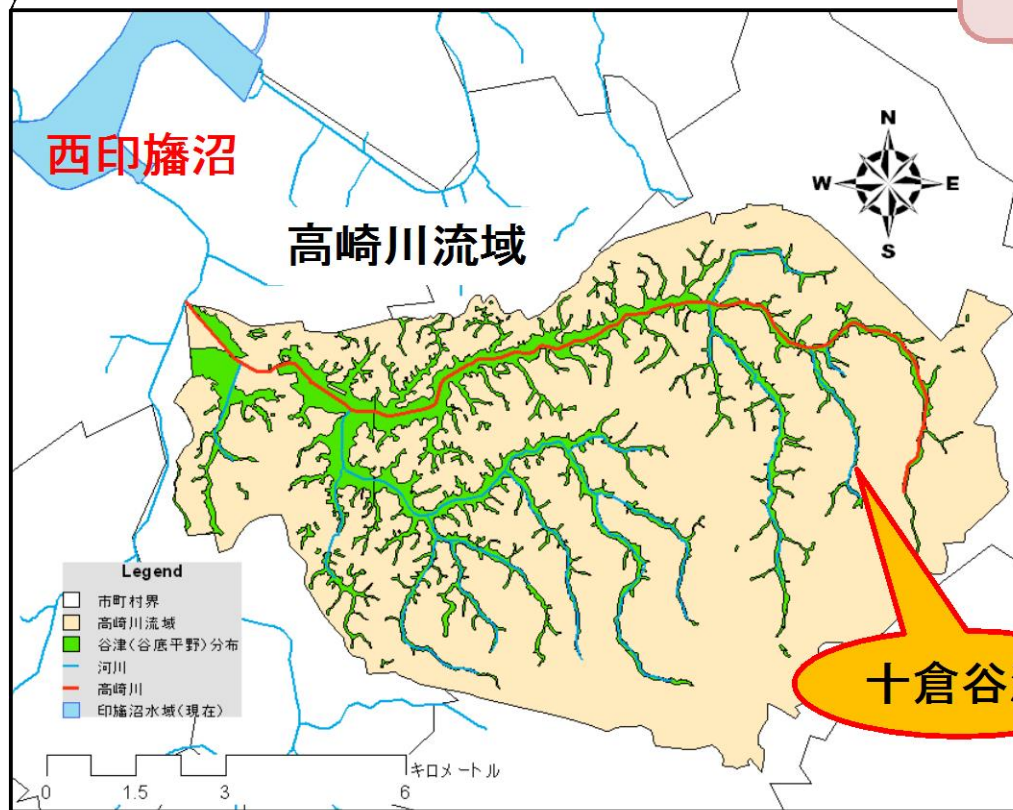
十倉谷津



高濃度の
NO₃-N含有
地下水が流出。



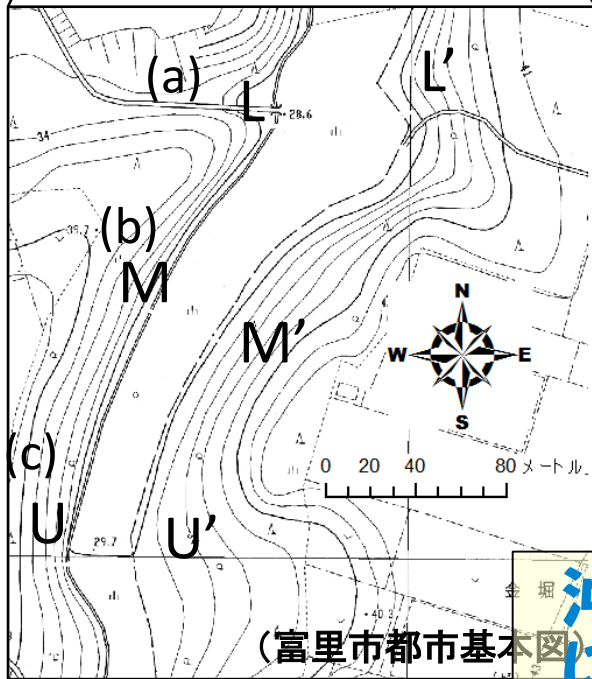
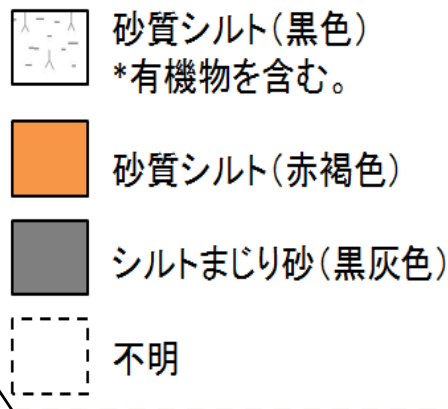
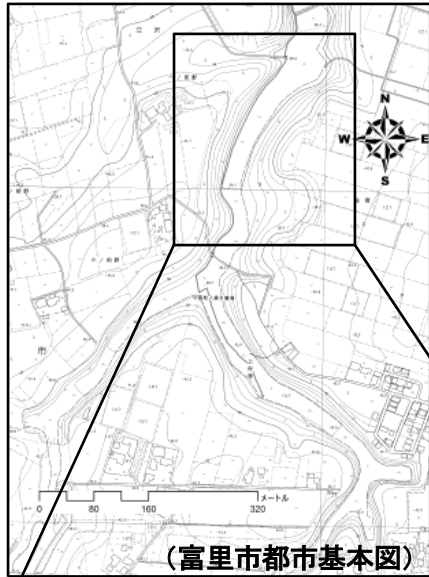
NO₃-N濃度
10mg/l以上
(環境基準値)



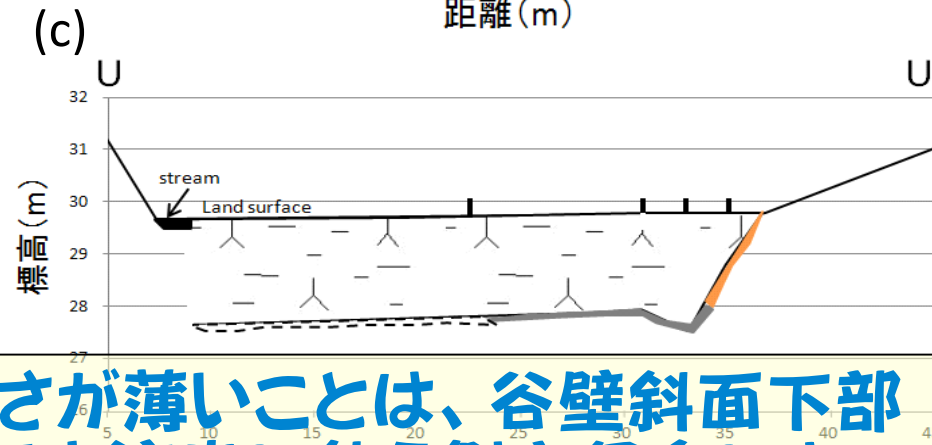
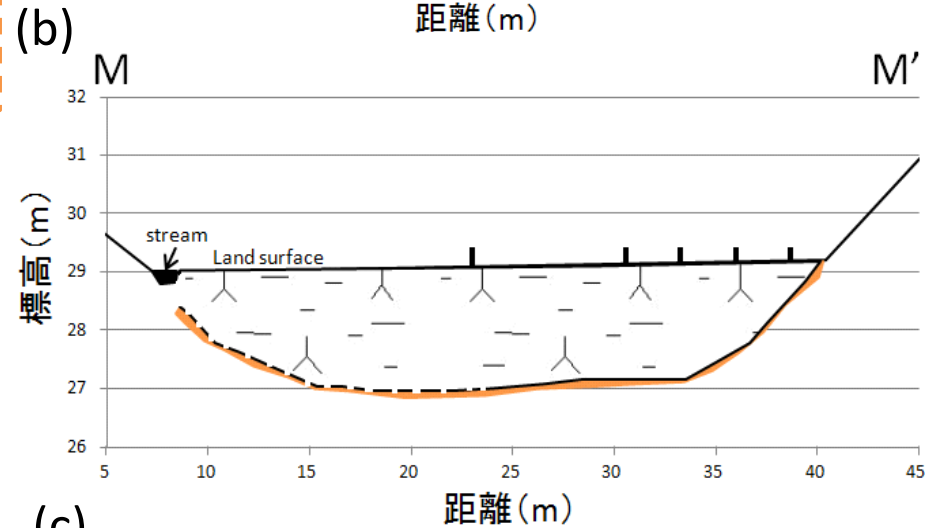
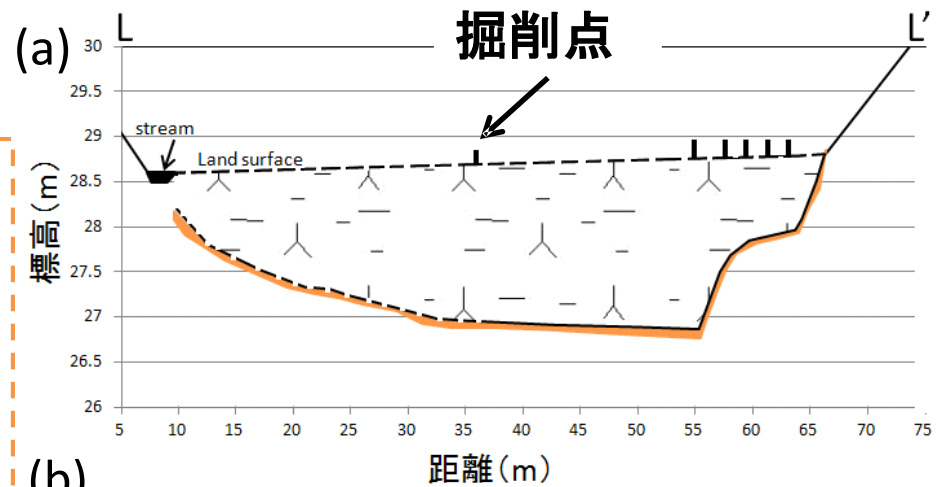
湿地
(約1km)



基盤の形状



① 地側による
地下水の
側方侵食による
谷の平らな底



沖積層の厚さが薄いことは、谷壁斜面下部における地下水流出に伴う側方侵食によって形成されたことを示す

②氷期の海水準低下期に穿たれた谷

川越(1991MS)による下
総台地南東部の事例

注) 最終氷期以降の海
水準変動、水系の争奪
などにより、様々な形
態をとり得る

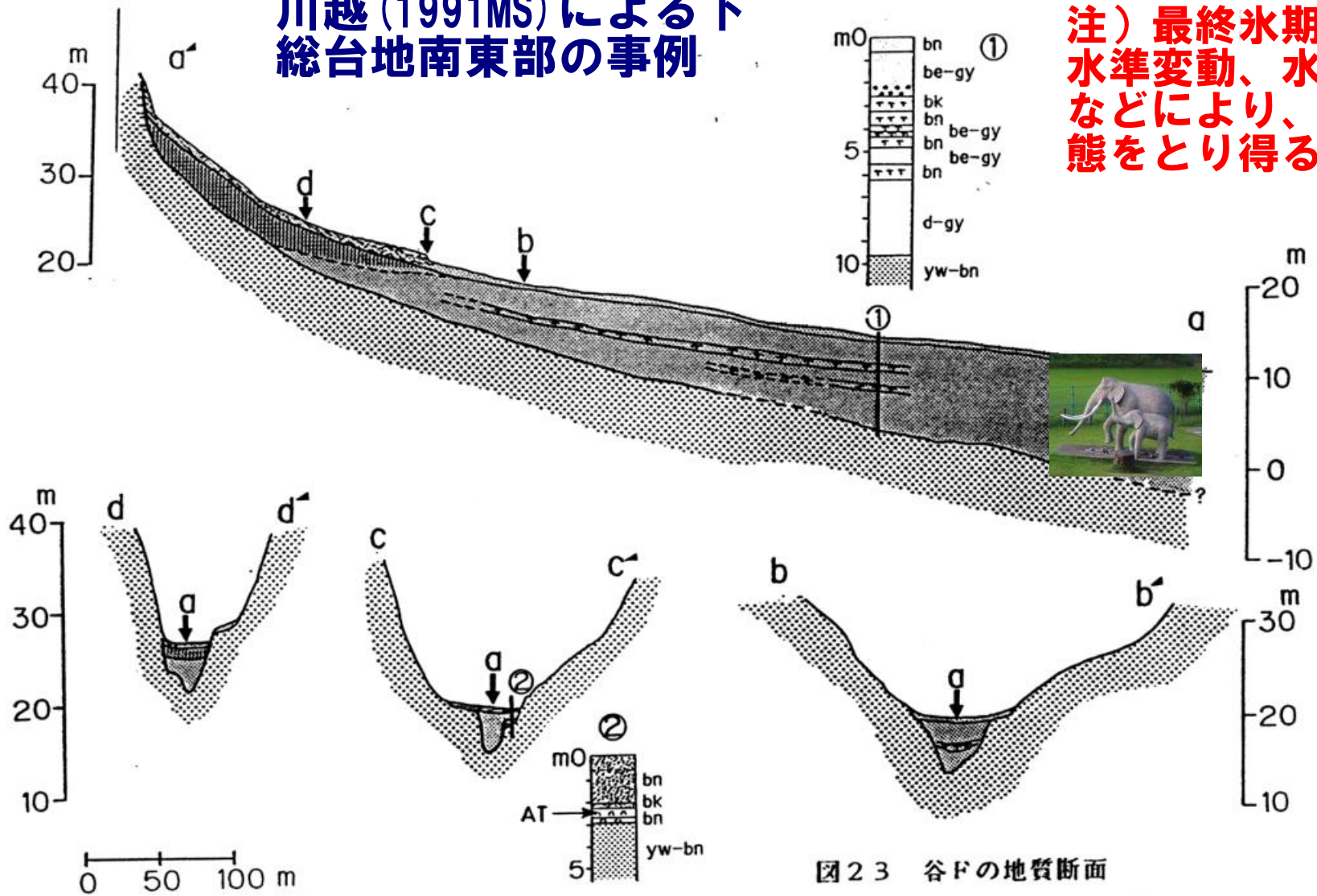
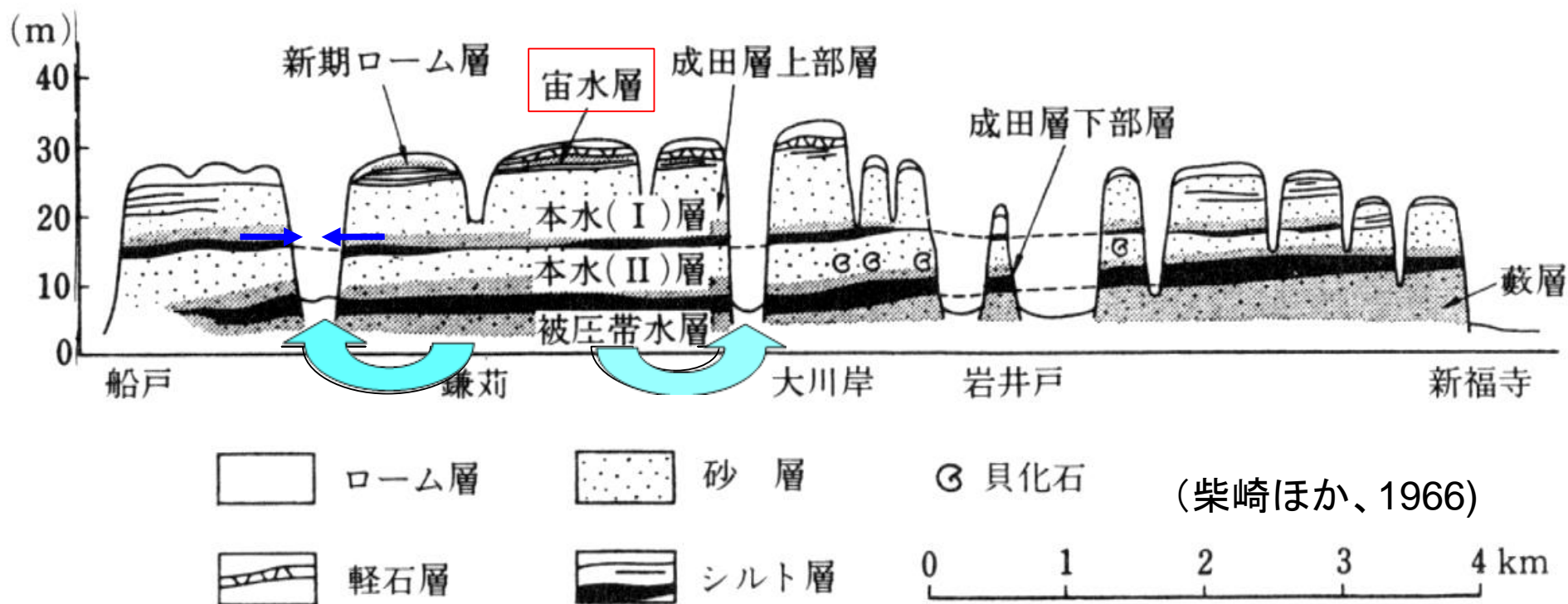


図23 谷Dの地質断面

- 1 [Pattern 1] 2 [Pattern 2] 3 [Pattern 3] 4 [Pattern 4] 5 [Pattern 5] 6 [Pattern 6] 7 [Pattern 7] 8 [Pattern 8] 9 [Pattern 9] 10 [Pattern 10]
- 1:砂層(洪積層), 2:泥層(洪積層), 3:砂(細粒~中粒), 4:砂(粗粒), 5:シルトまたは粘土, 6:シルト質砂, 7:腐蝕層(3~7:下末吉期以降の堆積物), 8:表層土または埋没土壌, 9:風化火山灰(いわゆる関東ローム層), 10:不明
- color: bn:brown, gy:gray, bk:black, gn:green, bc:blue, yw:yellow, d:-dark-
- ↓は他の測線との交点、①は地質柱状図の位置を示す

印旛沼周辺の下総層群（成田層）の構造

地下水は多層構造

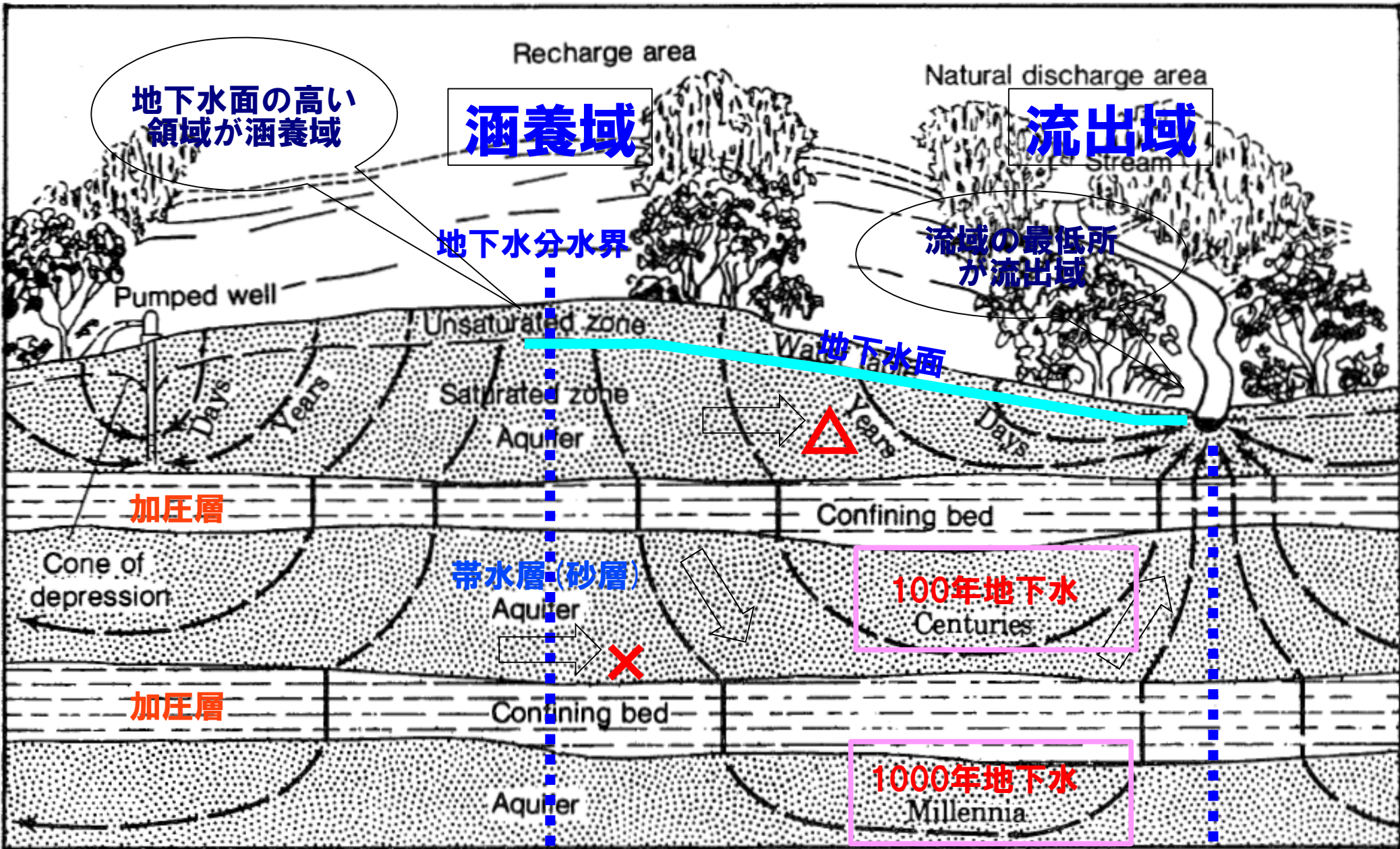


宙水：不透水層の存在によって、連続的な飽和帯である本水と独立に存在する地下水
⇒関東ローム層下位の**常総粘土層**上に対する宙水

本水：連続する飽和帯
⇒上の図の本水Iと本水IIは降水量の多い時期には一連の地下水であった
かもしれない
⇒気候の乾燥化、あるいは地下水位の低下により、本水I（実質的には宙水）と本水IIに分離したかも知れない

河川近傍の地下水の流れの模式図

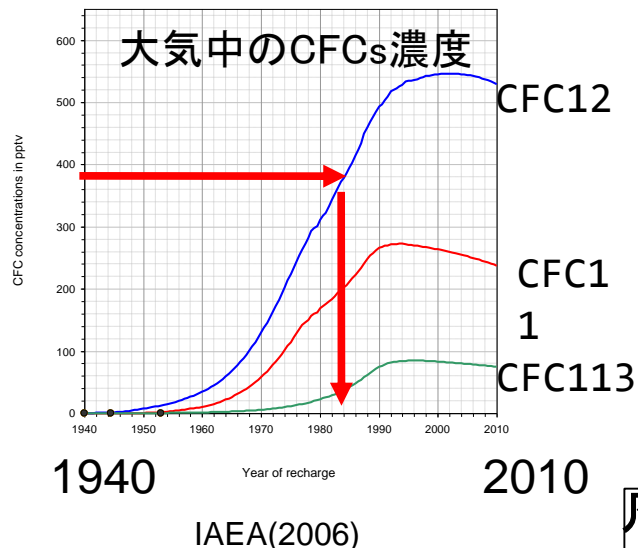
黒い破線は流線



水はポテンシャル（高さ+圧力）の低きにつく

(Tóth, 1995)

フロンによる滞留時間



湧水の滞留年数

20年以上
~40年未満

40年以上 (4 地点)
は上総掘り井戸
(自噴井) ▲



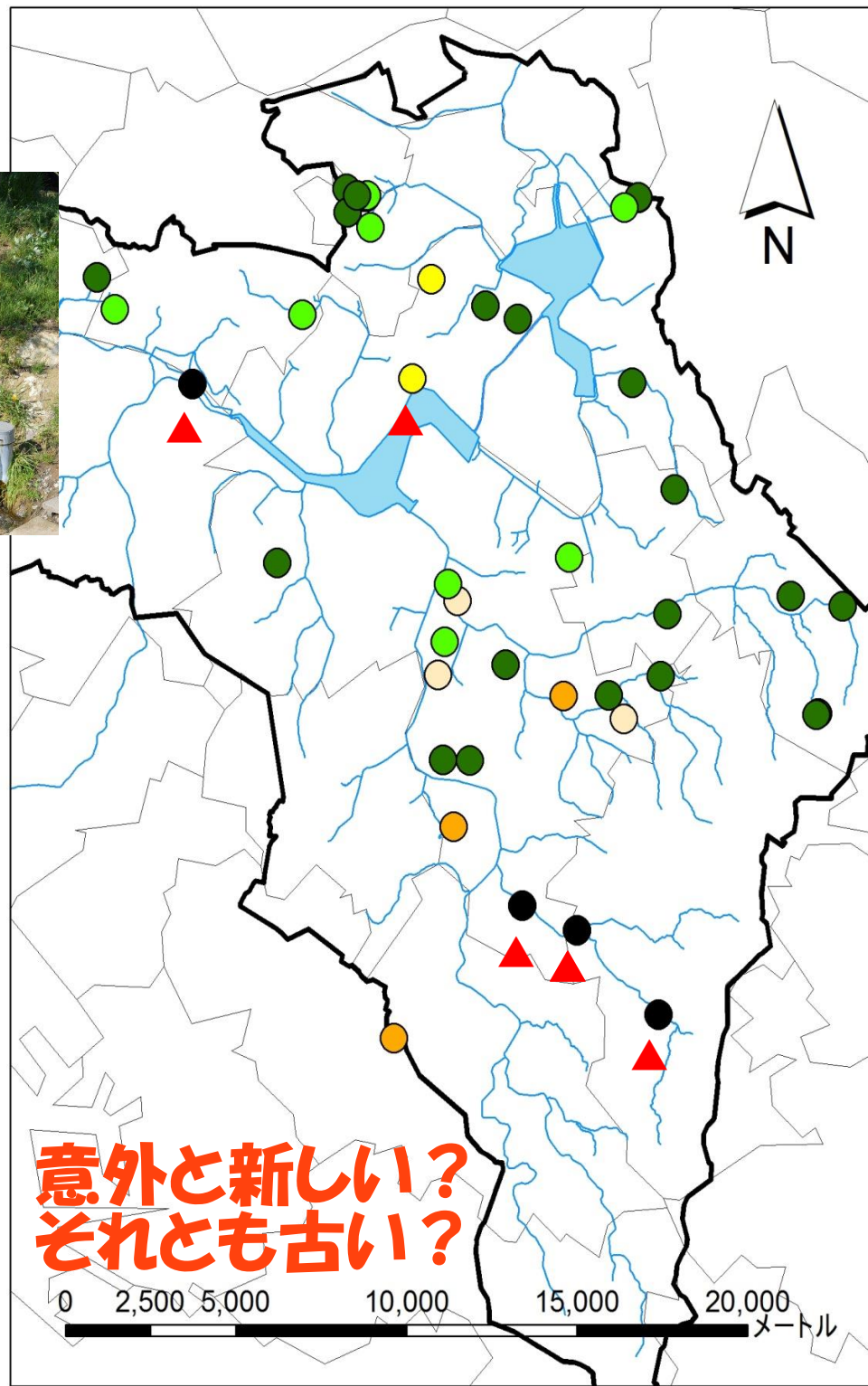
福井貴之
修士論文
(2011)

凡例

CFC12滞留年数

- no data
- 25未満
- 25-29.5
- 30-34.5
- 35-39.5
- 40年以上

- 流域界
- 河川
- 印旛沼水域 (現在)
- 流域界
- 市町村界



印旛沼流域の台地と湧水

- 谷には10数万年の歴史がある
- 谷は水を効率的に排水するために形成
- 地下水を排水するために谷が穿たれる
- 湧水は数十年の地下水の旅の終着点

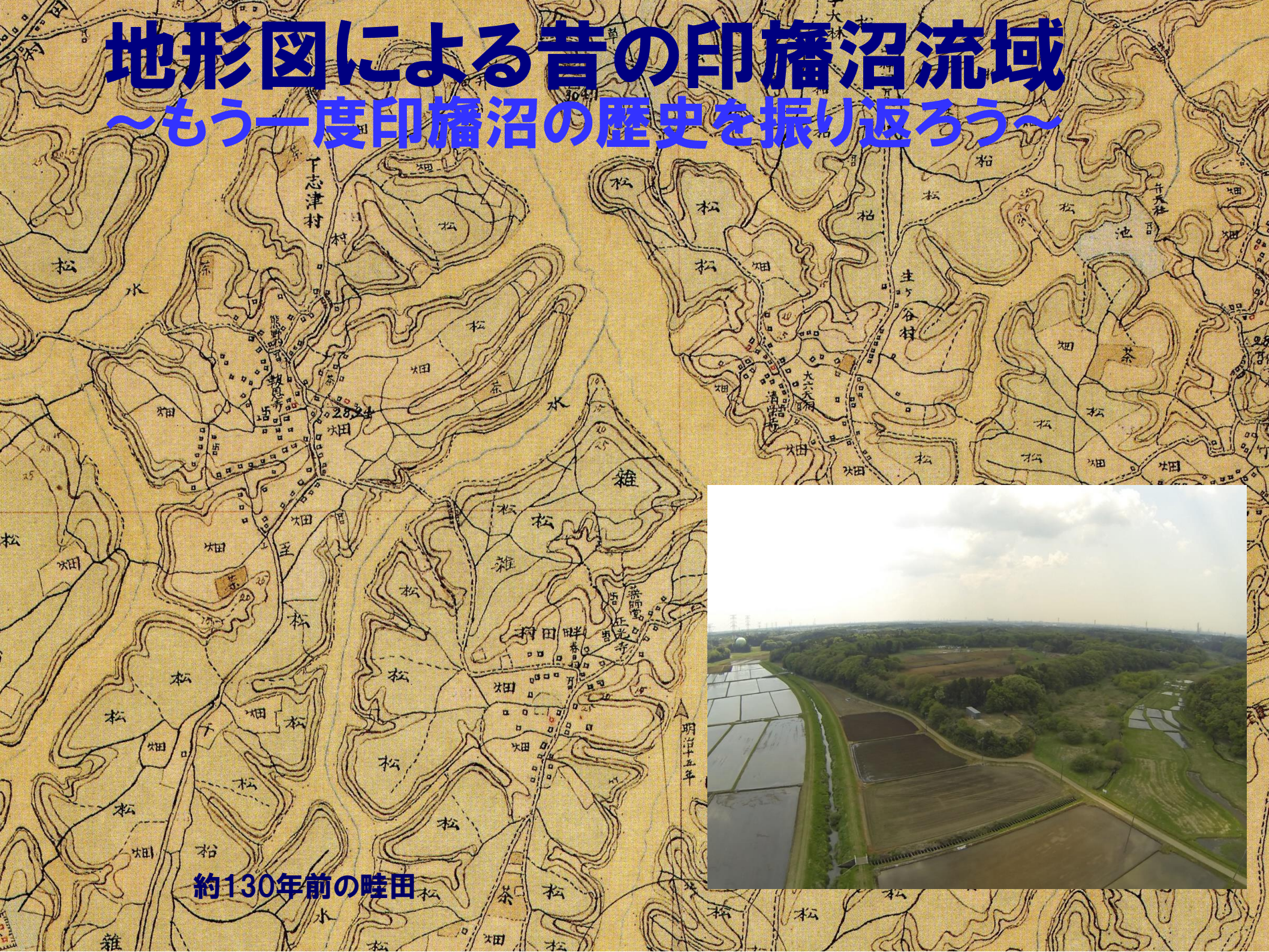


“印旛沼の貌” 近代化の過程

- 昔の地形図
明治以降の近代的な地形図の記録
- 昔の空中写真
戦後の印旛沼流域の変遷
- 古い写真はありませんか
過去の景観と現在の姿



地形図による昔の印旛沼流域 ～もう一度印旛沼の歴史を振り返ろう～



約130年前の畦田



地図作製の歴史

古地図

近代的測量ならびに印刷技術普及以前に作成された地図の総称。
日本では江戸時代までの手書きあるいは木版画の地図を指す。

伊能図（国土地理院）



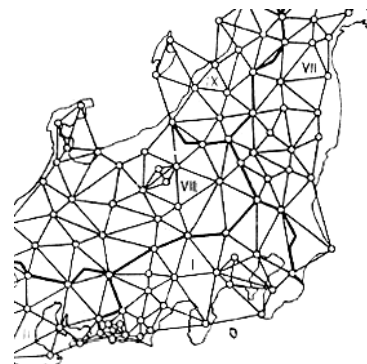
迅速測図（1880年頃～）

明治の初・中期に正式測図に先立ち、正規の基準点測量の成果を使用しないで作製された諸図の総称

- ・初期の彩色フランス式
- ・その後、単色のドイツ式

旧版地形図（1900年頃～）

国土地理院が発行している新刊地図に対して、過去に刊行あるいは作製して絶版になった地図



入手方法

国土地理院 <http://www.gsi.go.jp/MAP/HISTORY/koufu.html>

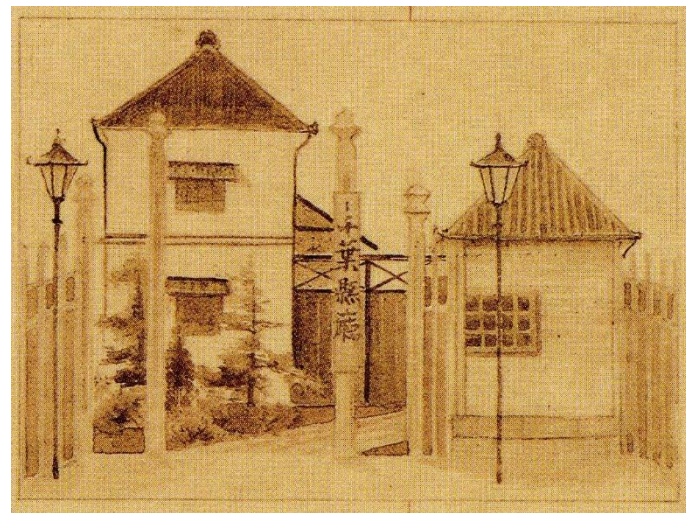
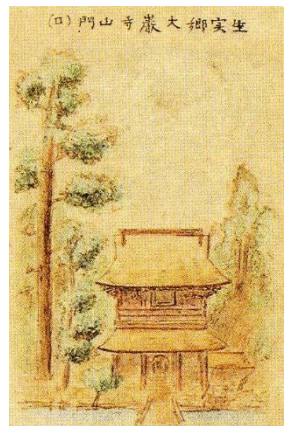
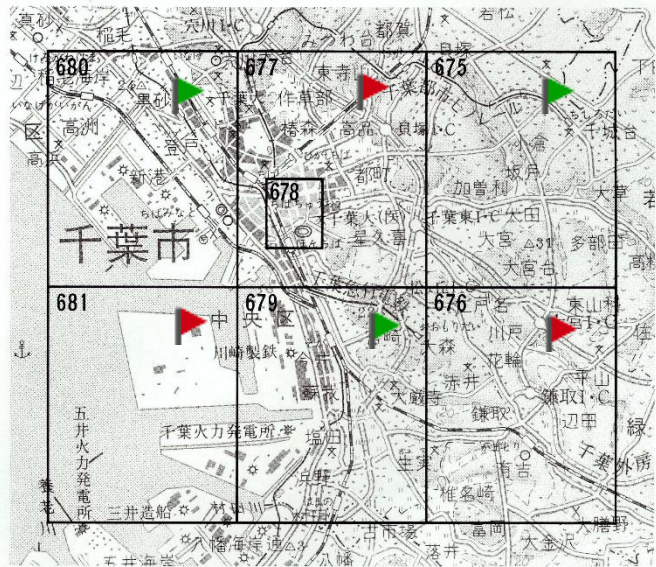
日本地図センター <http://www.jmc.or.jp/>

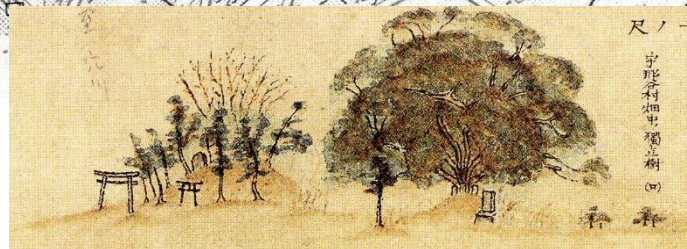
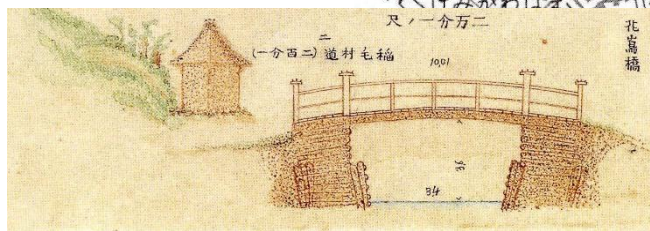
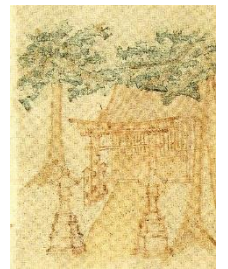
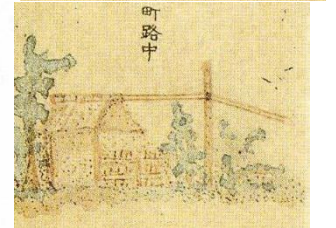
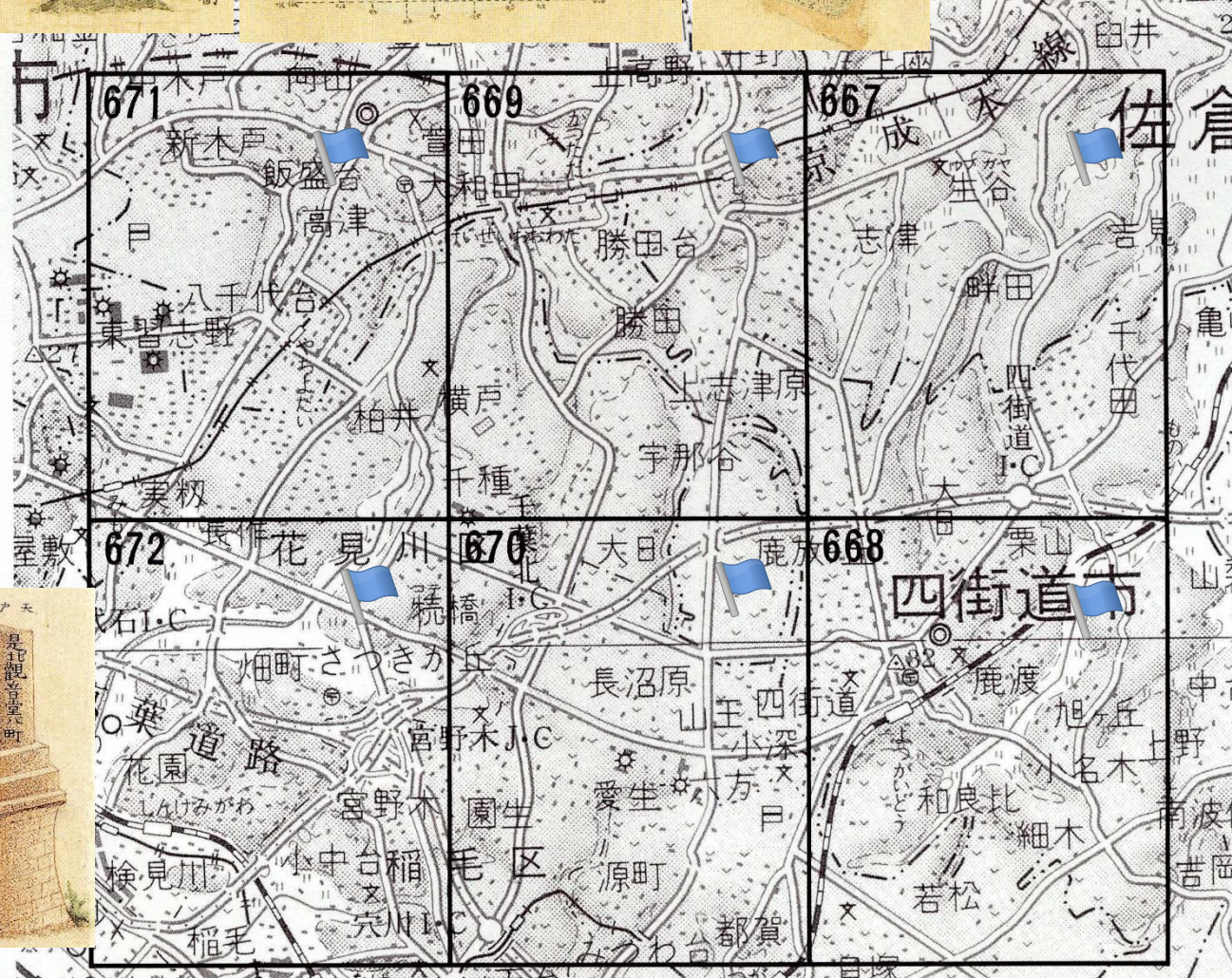
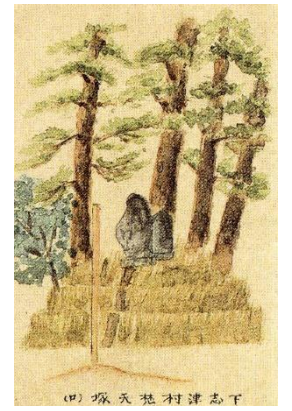
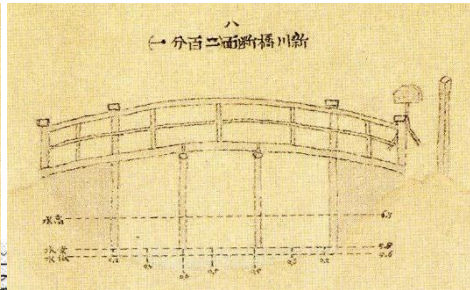


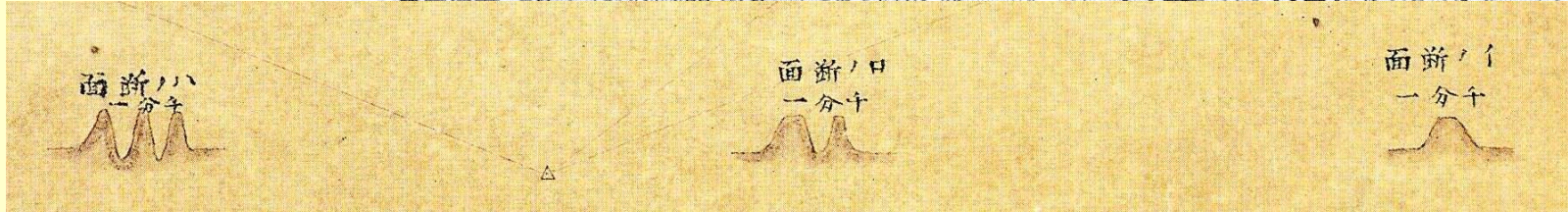
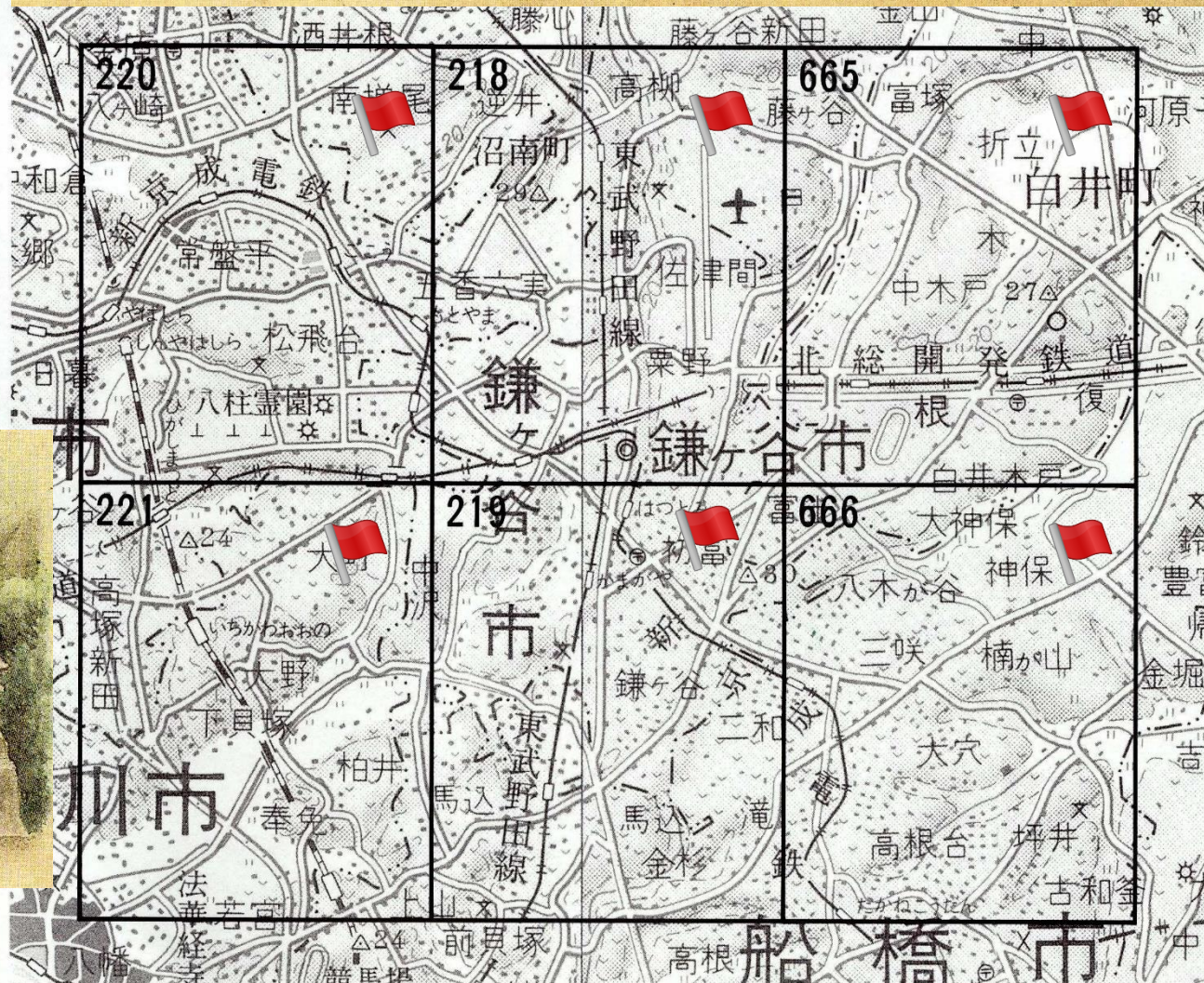
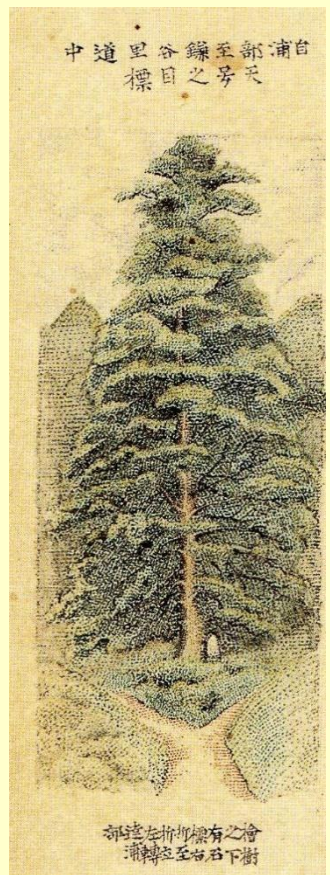
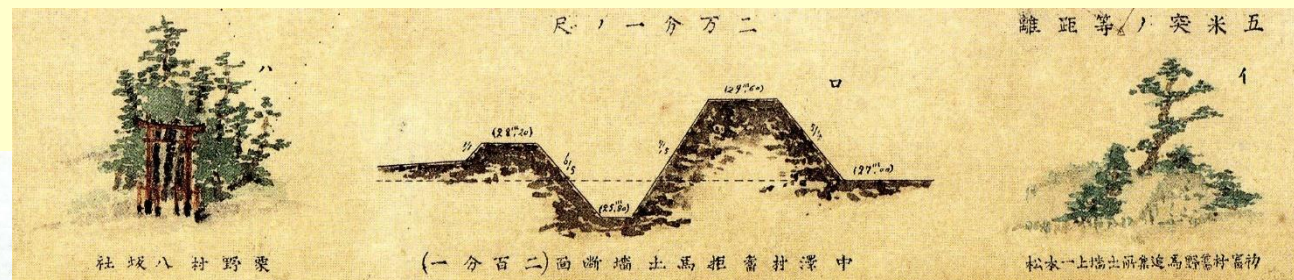
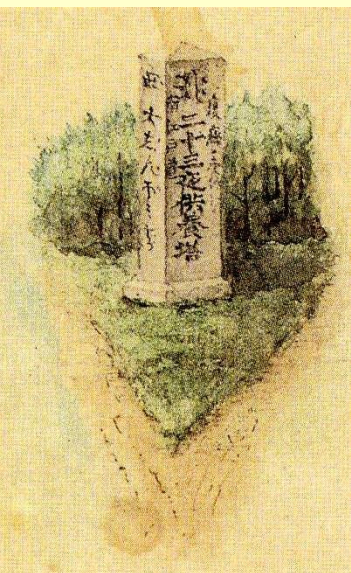
明治前期測量 2万分の1 フランス式彩色地図 —第一軍管地方二万分一迅速測図原図復刻版—



索引図





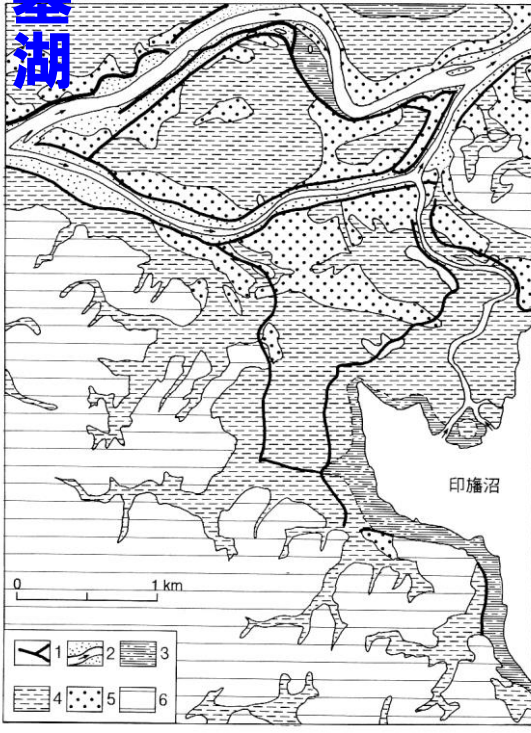
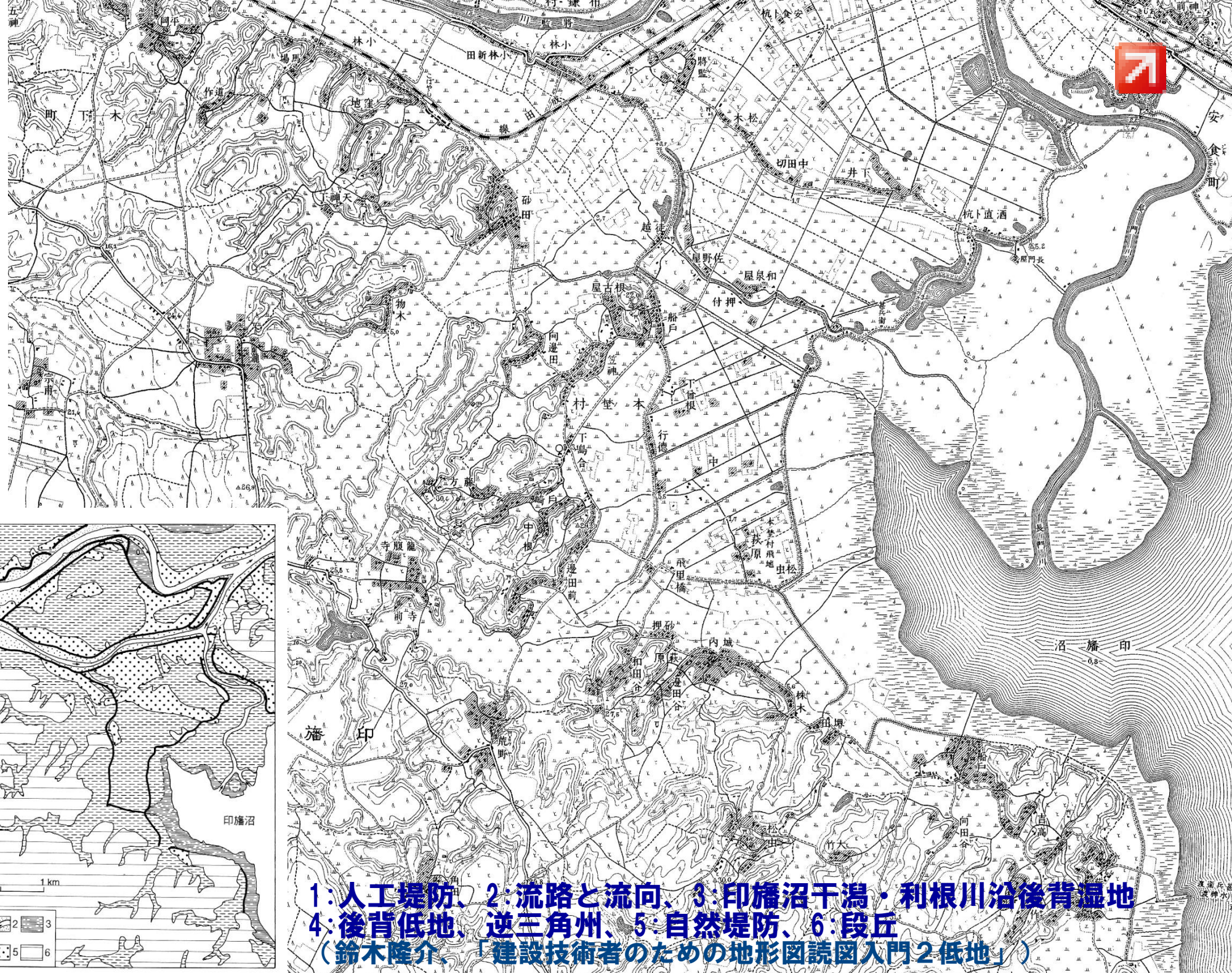


フランス式からドイツ式への変更 昔の地形図から土地の性質に関する情報を 読み取ることができる



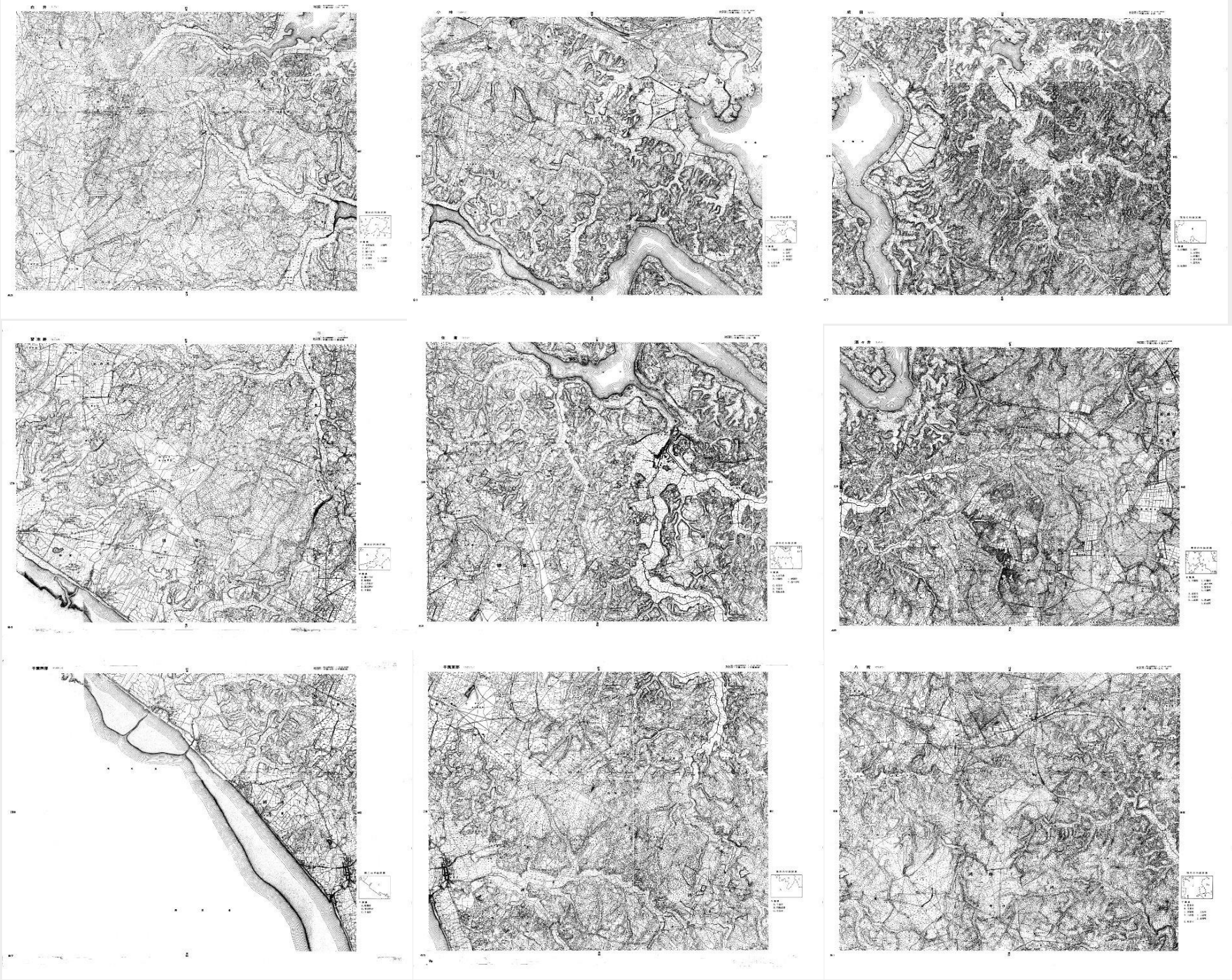
(迅速測図集成図 現竜ヶ崎図郭)

逆三角州の発達する支谷閉塞湖

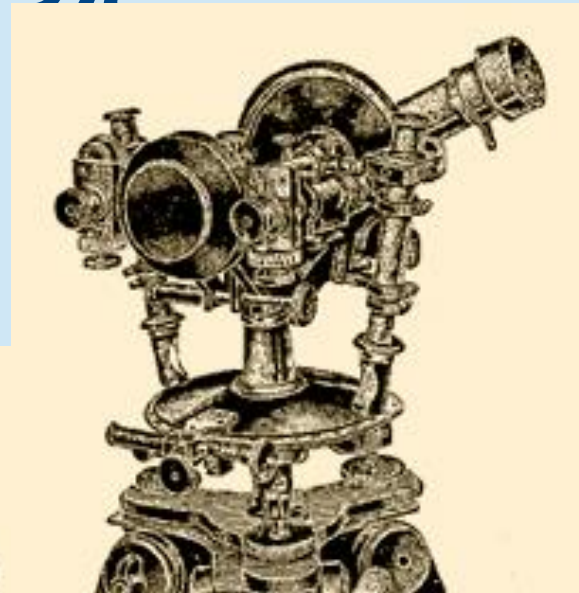
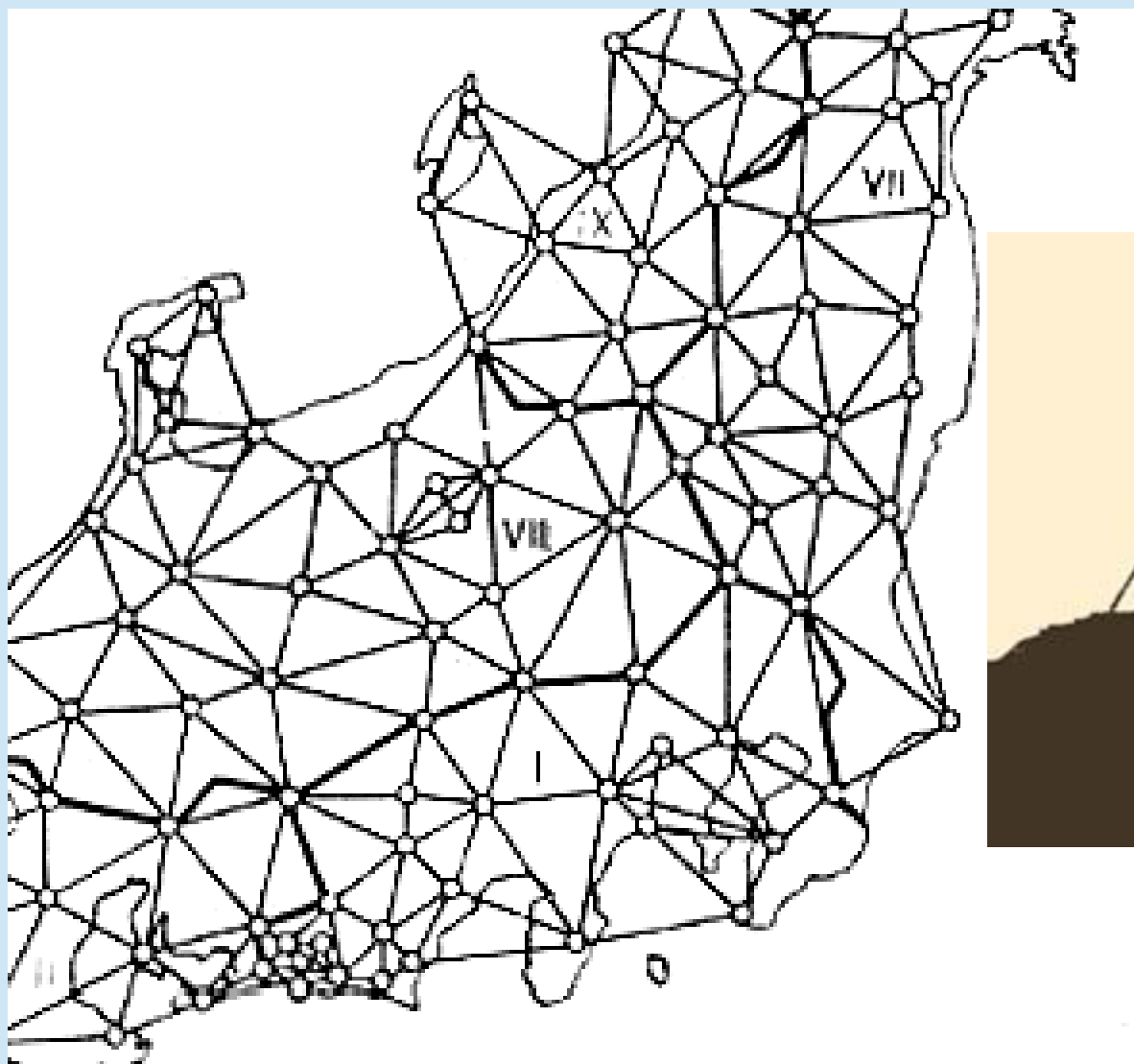


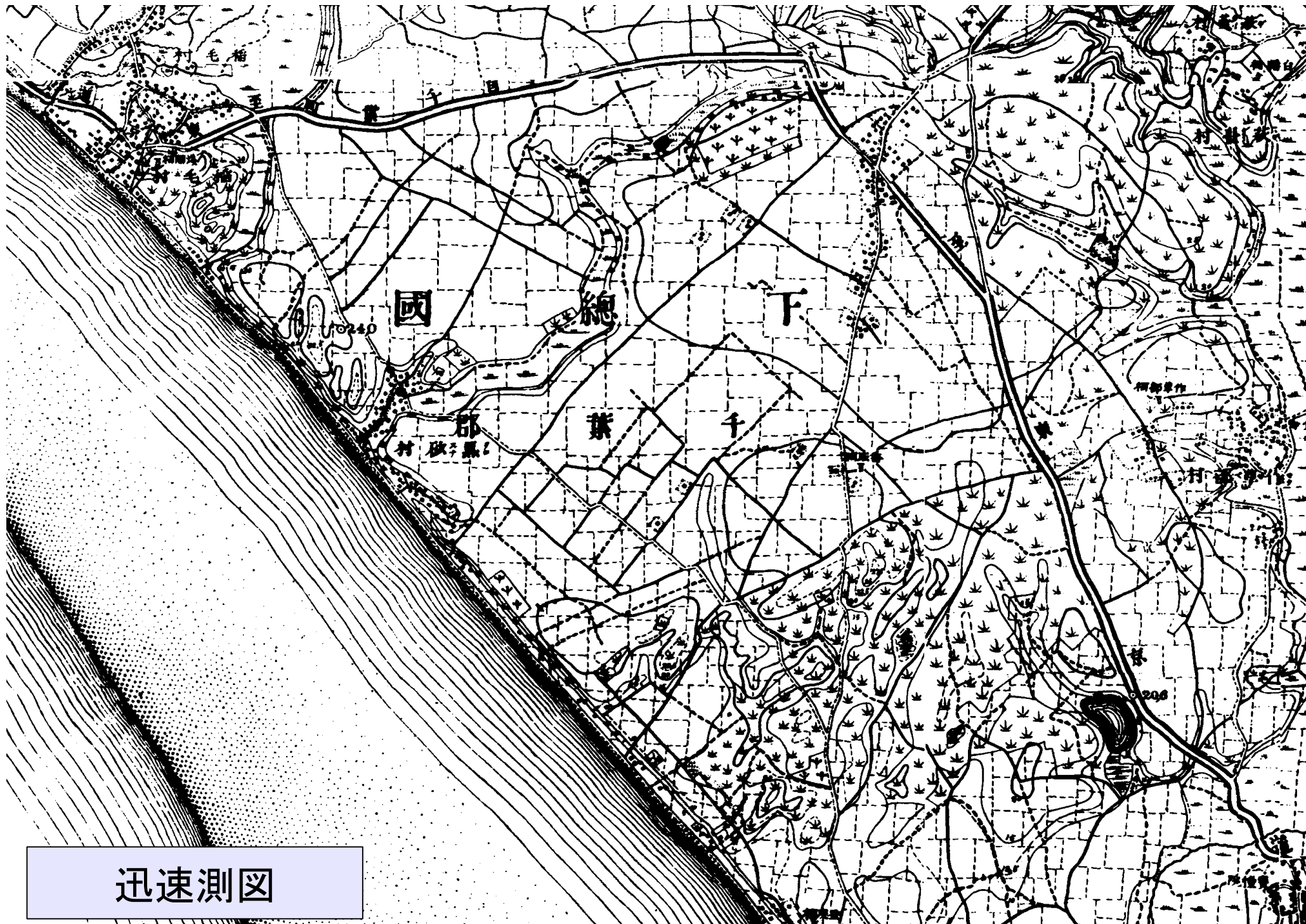
- 1:人工堤防、2:流路と流向、3:印旛沼干潟・利根川沿後背湿地
 4:後背低地、逆三角州、5:自然堤防、6:段丘
 (鈴木隆介、「建設技術者のための地形図読図入門2低地」)

迅速測図集成図

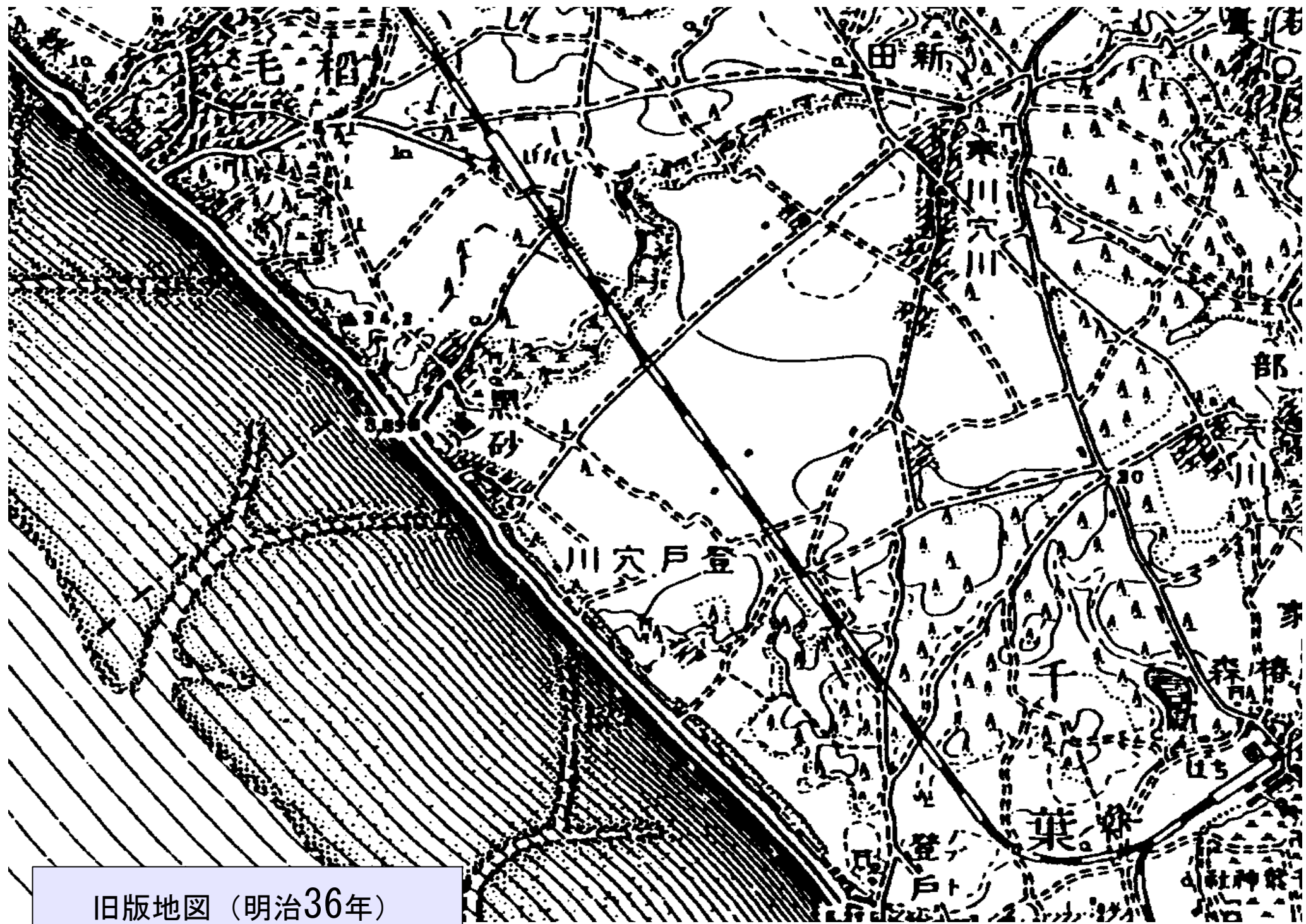


明治中期以降、一等三角点のネットワークが完成 地形図に緯度・経度が入るようになった





迅速測図



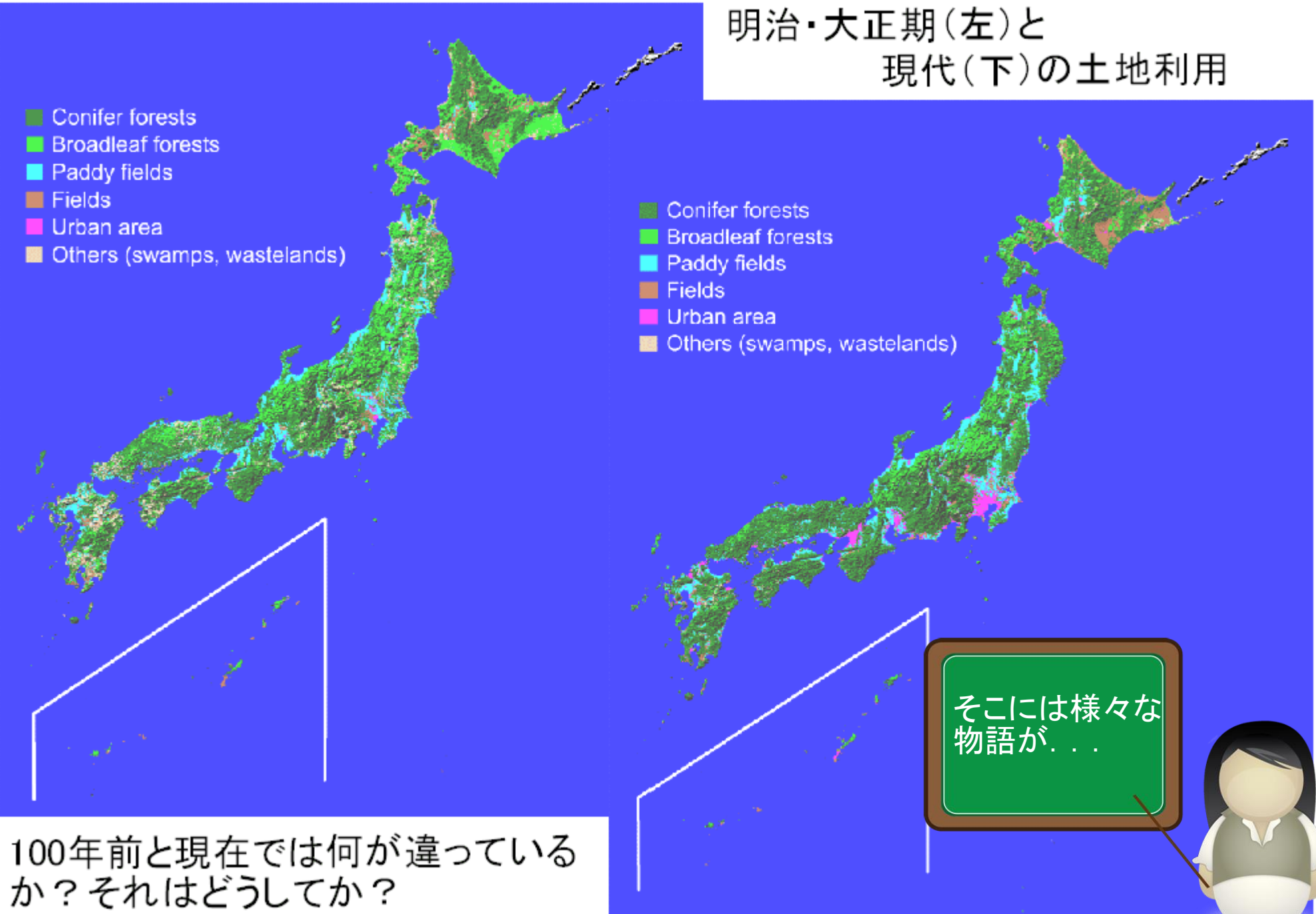
旧版地図（明治36年）

旧版地形図から読み取った土地利用(氷見山、LUIS)

明治・大正期(左)と
現代(下)の土地利用

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

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

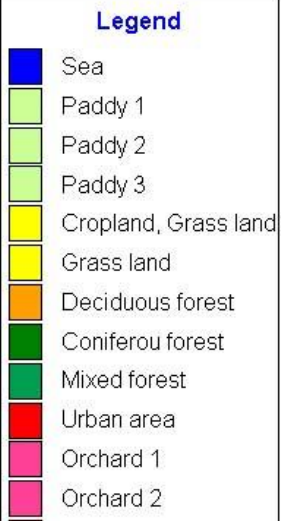
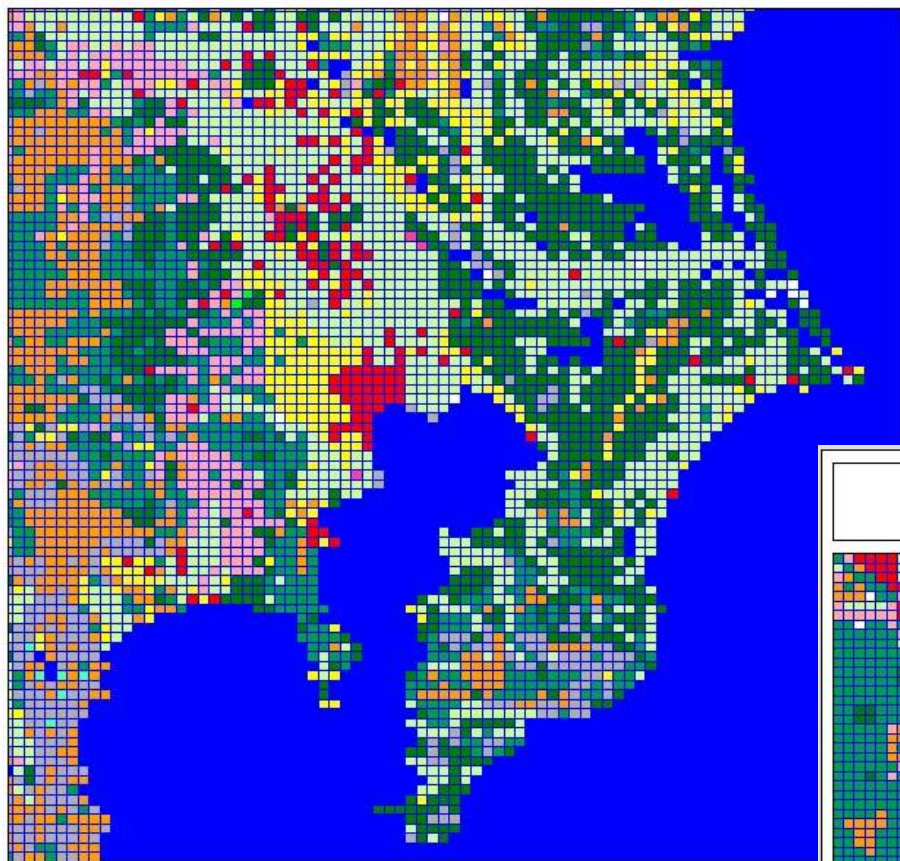


そこには様々な
物語が...

100年前と現在では何が違っている
か？それはどうしてか？



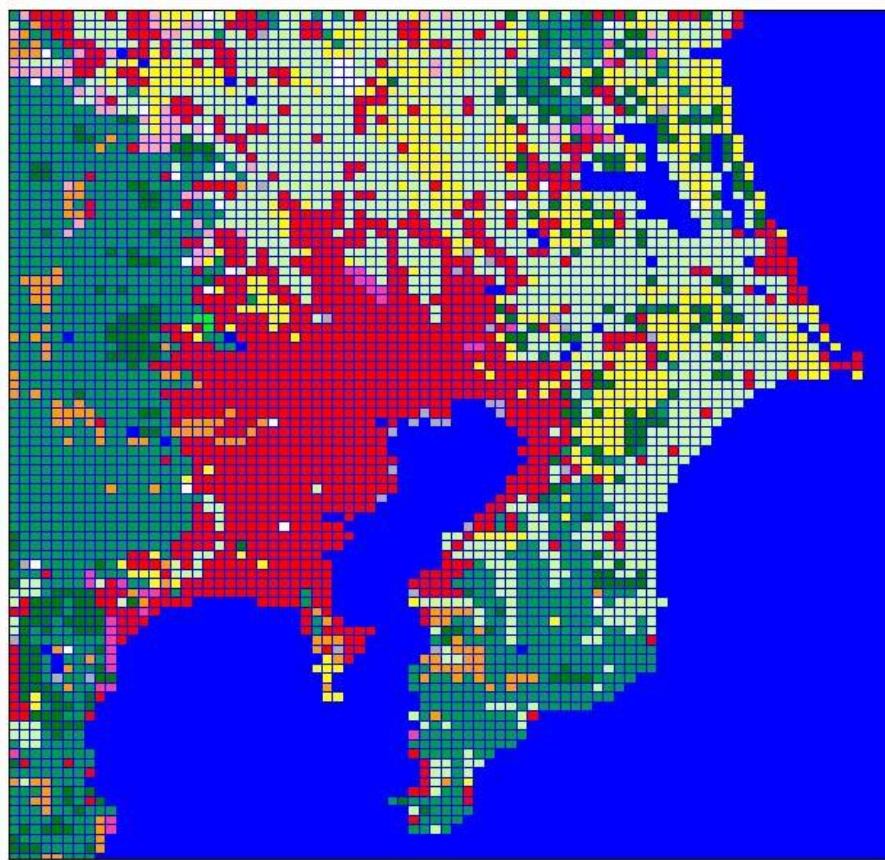
Landuse Map in Meiji-Taisho Era



明治・大正期(左)と平成期(下)の土地利用 2kmメッシュ内の卓越する土地利用



Landuse Map in Heisei Era



- 桑畑
- 落葉樹
- 荒地(茅場)
- 針葉樹
- 混交林
- 水田
- 都市域



(氷見山幸夫、LUIS)



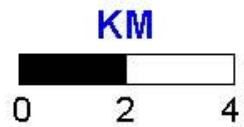
明治36年の千葉市 5万分の1地形図初版に記載された土地利用・植生

100年前の千葉市

Chiba City 1:50,000

Meiji36

- 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)



飛行機の時代がやってきた



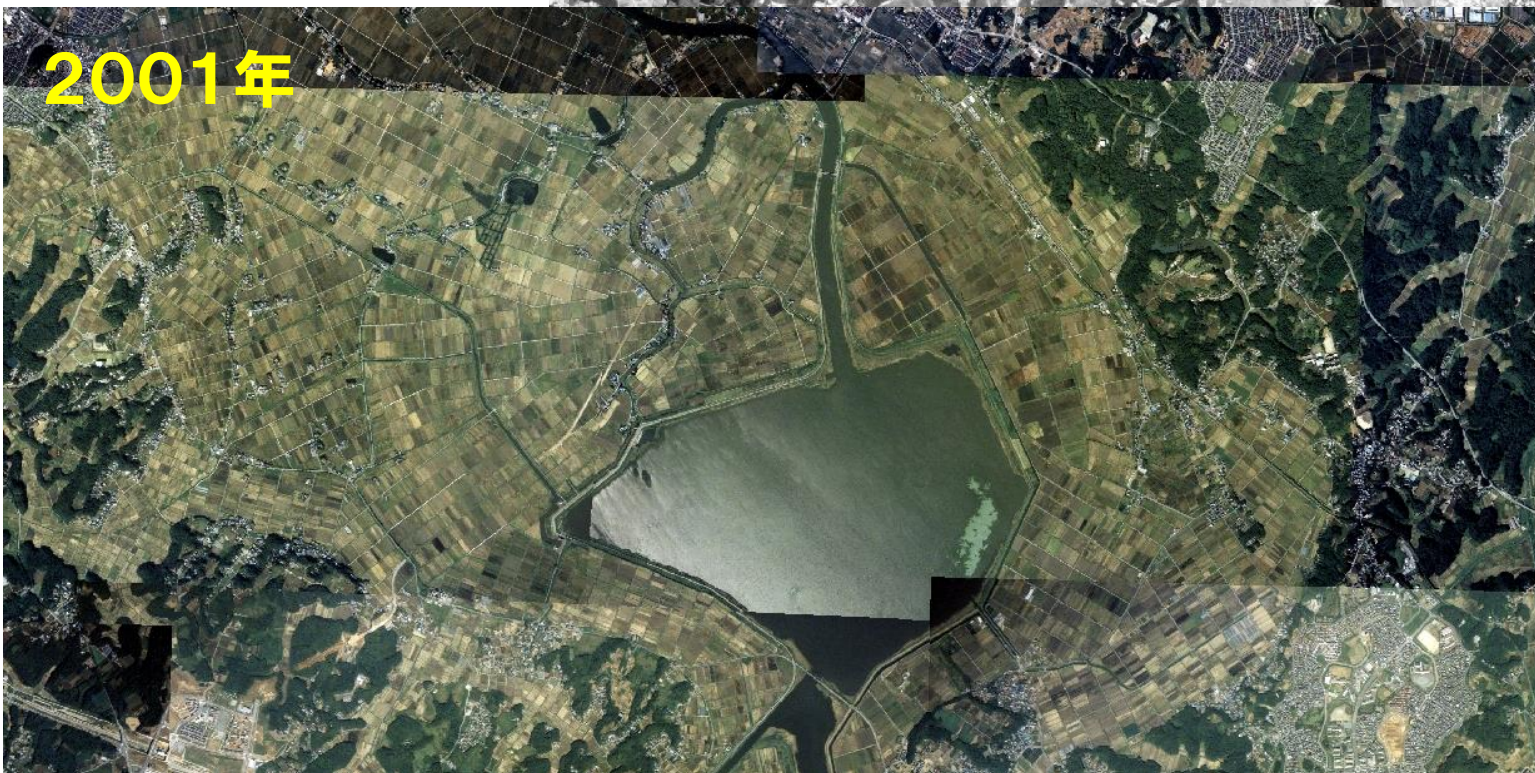
洪水が形成した 印旛沼の逆 三角州

1947年



利根川の大洪水
明治43年(1910年)
昭和13年(1938年)
明治16年(1941年)
昭和22年(1947年)
⇒カスリーン台風

2001年



利根川の洪水時
の水位は約5m



印旛沼の水位は
約2m



洪水時に何が起
こったか？

未来へのメッセージ

今をよくする、ここをよくする
そうすると、未来もよくなる

● 様々な“世界”の存在に気づく

都市的世界と農村的世界の共存

● 人と村(社会)と自然の無事

共生(ともいき)の世界

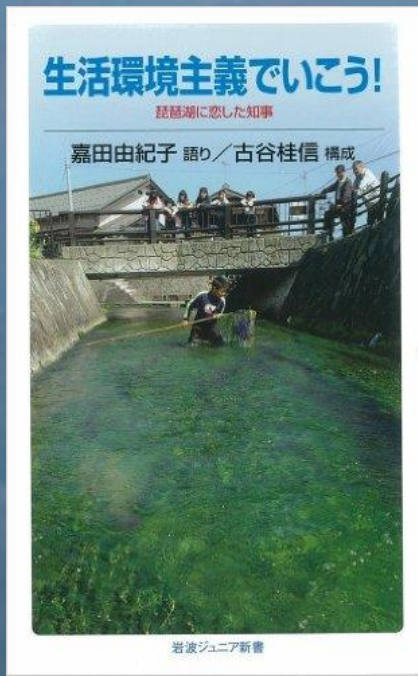
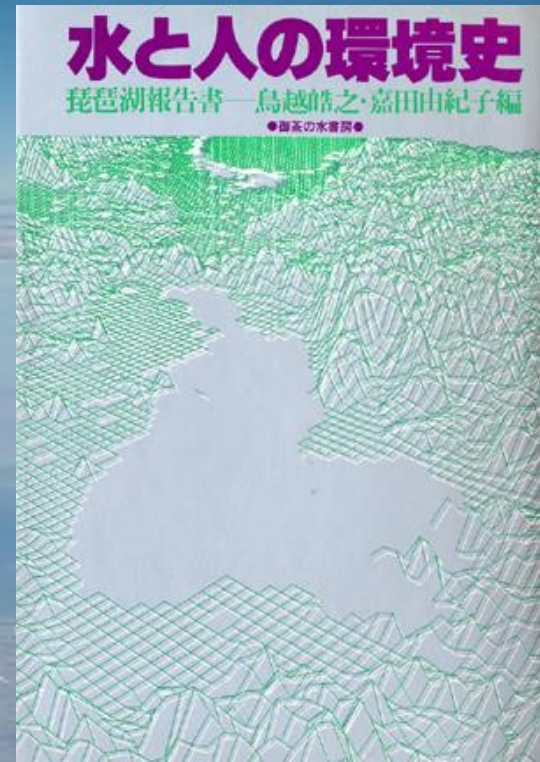
“琵琶湖の話”

印旛沼を日本、世界のネットワークとつなぐ

- 写真プロジェクト
 - 市民水質調査
- 堀田先生の業績を引き継ぐこと



琵琶湖に学ぶ



- 写真プロジェクト
- 市民水調査

一日一写 世界あちこちめぐり

印旛沼とその周辺の暮らし

沼の漁

千葉県中央博H25春の展示

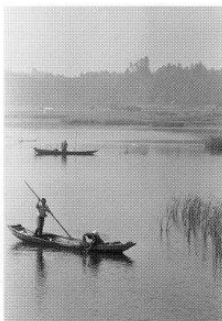
千拓前の印旛沼は、利根川に通じる安食方面へと常に水が流れ、水中のあちこちに湧水もあり、すくって飲めるほどきれいでした。藻がたくさん生育し、ウナギ、コイ、フナ、ナマズ、エビ、またザッコと総称されるセグロ（モツゴ）、モロコ（タモロコ）、ハヤ（ウグイ）、ヒガイなどが捕れました。大雨による増水では、たびたび田畑の被害に悩まされましたが、反面、沼の恵みは無尽蔵で、働けば働いただけの収入が得られたのです。



06



01



03



07



08



09

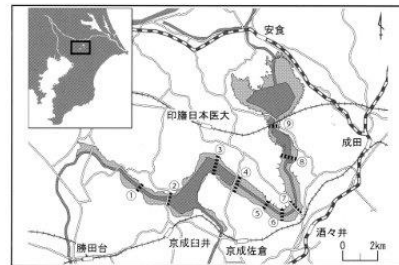


10

- 01 棧橋。漁船の船着き場。(印西市瀬戸・S48)
- 03 置き針でウナギを捕る。(佐倉市 旧舟戸河岸付近・S37)
- 04 網掃除。(佐倉市 旧舟戸河岸付近・S37)
- 06 グレ(糞立て)。(印西市瀬戸)
- 07 サデ網で魚をすくう。(印西市吉高・S48)
- 08 グレの水揚げ。フナ、コイ、ライギョでいっぱい船底。(S48)
- 09 フナ網(フナ専用の巻き網)は夫婦でひくことが多い。(佐倉市 旧舟戸河岸付近・S38)
- 10 フナ網の水揚げを仲買に卸しに行く。(佐倉市 旧舟戸河岸付近・S38)

渡船と行商

対岸との行き来には、渡船が使われました。村や組合が渡船場を営み、船頭は権利金を出して渡船の仕事をしていました。客の集まり具合を見て船を出すというのんびりしたものでしたが、朝夕は通勤や通学の人々の重みで船が沈むこともあったとか。東京への野菜行商が盛んで、重い荷を背負った女性たちが渡船、鉄道と乗り継いで商いに行く姿も、この地域独特のものでした。昭和33年に印旛大橋、38年に舟戸大橋、42年に甚兵衛大橋、43年に中平橋が架橋され、渡船は過去のものとなりました。



印旛沼の渡船

- ①岩戸の渡し ②舟戸(白井)の渡し ③土浮(大川岸)の渡し ④萩山(仲井)の渡し ⑤飯田の渡し ⑥大佐倉の渡し ⑦中川の渡し ⑧下方の渡し ⑨甚兵衛(水神)の渡し



18



22



19



23



20



26

- 18 甚兵衛渡し。(成田市北須賀)
- 19 萩山の渡しと架橋工事中の印旛大橋。(佐倉市・S30頃)
- 20 舟戸河岸。行商の荷を背負って。水の多い季節で周囲がヤチになっている。(佐倉市・S37)

- 22 師戸河岸で船を待つ女学生。(印西市・S30頃)
- 23 舟戸河岸の女船頭さん。水が少ない春先には、船底がつかないように棧橋を使った。(佐倉市・S38)
- 26 行商の帰り途。(佐倉市萩山新田・S30頃)

[解説：小林裕美]

おわりに

世界の流れ

**Future Earthにおける
Transdisciplinarity**

一緒に印旛沼流域の未来を創りましょう

