

# 衛星画像と地図からみた千葉県

—様々な小さな地域が世界をつくる—

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

# 自己紹介

私は何者?

1980 千葉大学理学部地学科卒

「不圧地下水の賦存機構－武蔵野台地における関東ローム層中に帯水する不圧地下水について」

1985 筑波大学大学院博士課程地球科学研究科  
地理学・水文学専攻修了

同位体水文学

「Three-Dimensional Groundwater Flow System Estimated by Numerical Simulation and by Distribution Pattern of Tritium Concentration in Groundwater」

1985-1987 筑波大学文部技官

RSに出会う

1987-1993 東京都立大学地理学教室助手

RS/GIS 利用研究の開始

1993-1995 筑波大学地球科学系講師

地球環境に関する研究

1995- 現在 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

- ・ リモートセンシング 情報（技術）から環境（応用）へ
- ・ 環境問題 地域における人と自然の関係に関する問題の理解と解決



- ・ 環境学としての「地理学」への回帰
- ・ 地域を研究
- ・ 普遍性をベースに個別性を理解



# その1. 考え方



- **地図の上で考えよう**

**地域には地域の特徴、地域性がある  
地域には誇りがある！**

- **歴史を理解しよう**

**地域を作った歴史がある**

**数万年の地球の歴史が形成したものの  
数百年の人の歴史が作ったもの**



# 多様性と関係性

## ●多様性を理解しよう

- 環境は様々な構成要素から成り立っている

## ●関係性を受け入れよう

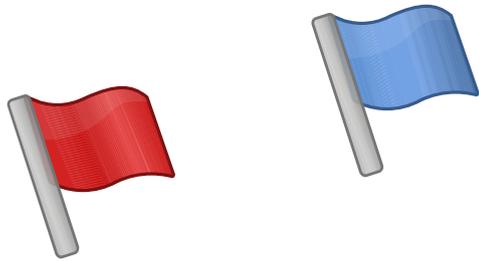
- 要素間に関連性がある
- 関係ないや、と思っても関係はある

千葉県は  
八ッ場ダム  
の水利権を  
使っている



# その2. 知っておいてほしいこと

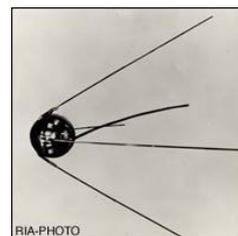
## ● 地形図の歴史



迅速測図



## ● 衛星観測の歴史



# 地図作製の歴史



伊能図（国土地理院）

## 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。

## 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

## 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

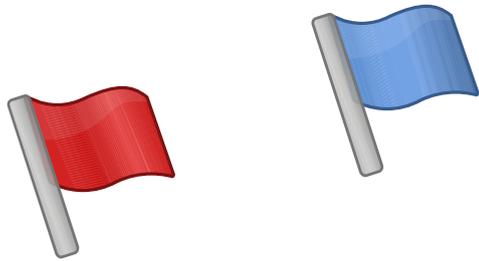
国土地理院 <http://www.gsi.go.jp/MAP/HISTORY/koufu.html>

日本地図センター <http://www.jmc.or.jp/>



# その2. 知っておいてほしいこと

## • 地形図の歴史



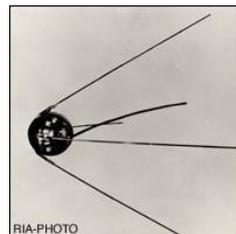
明治 13 年迅速測図



## • 衛星観測の歴史



1957 年

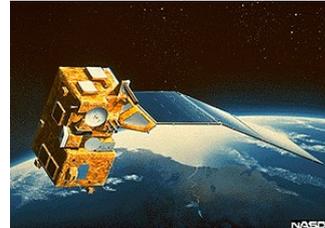
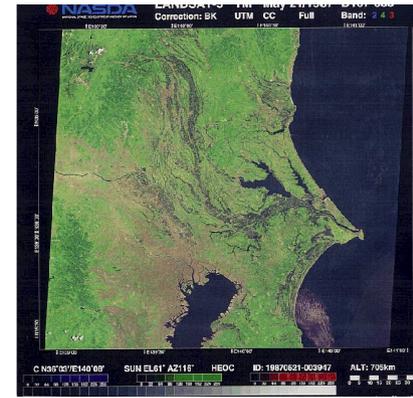


1972 年



# 地域スケールの環境変動モニタリング

## 40年以上も観測を続けている その間に様々な変動が起こった



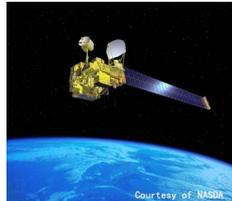
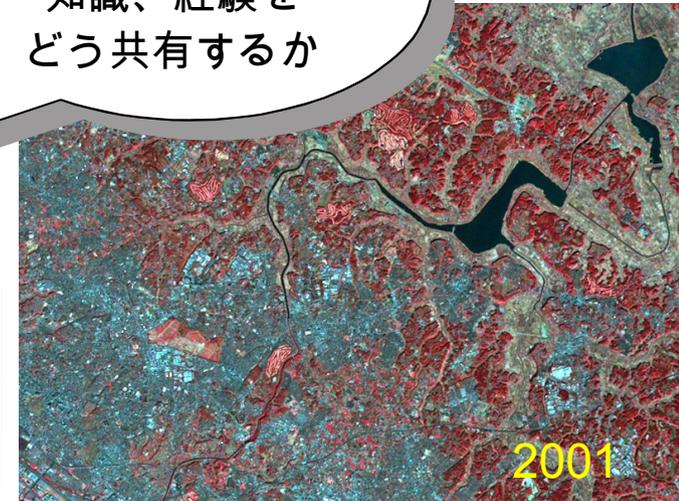
- 1972 ランドサット1号
- 1986 もも1号 (海洋観測)
- 1992 JERS-1 (資源観測)
- 1996 みどり1号 (地球環境観測)
- 2002 みどり2号 (地球環境観測)
- 2006 だいち (地図作成、災害観測)

まだまだ  
たくさんある



- 1972 国連人間環境会議 (ストックホルム会議)  
人間環境宣言
- 1992 リオデジャネイロ環境サミット  
持続可能な開発のための行動計画  
「アジェンダ21」  
**地球温暖化、生物多様性**
- 2002 ヨハネスブルク環境サミット  
持続可能な開発に関する世界サミット

小さく、深い地域の  
知識、経験を  
どう共有するか



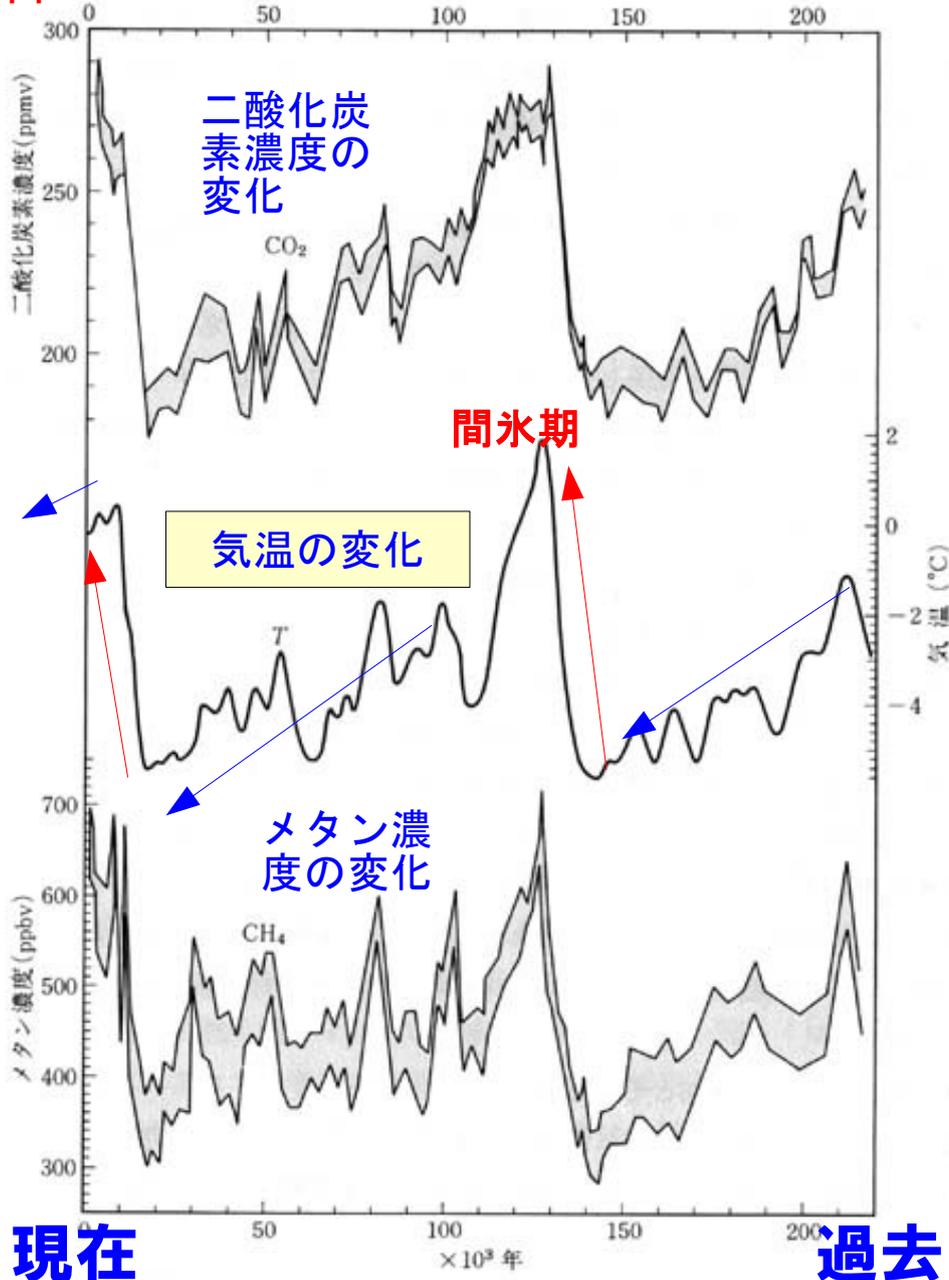
# その3. 歴史のコンテクストで 千葉県を理解

- 氷期・間氷期サイクル
  - 行基図(拾芥抄)
  - 利根川東遷
  - 海岸線の埋立(東京湾)
  - 海岸侵食(九十九里浜)
- 20万年前以降  
8世紀頃  
17世紀以降  
高度成長期  
高度成長期



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CO<sub>2</sub>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

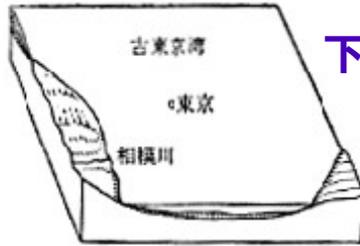
## 気温の変化⇒海水準の変化



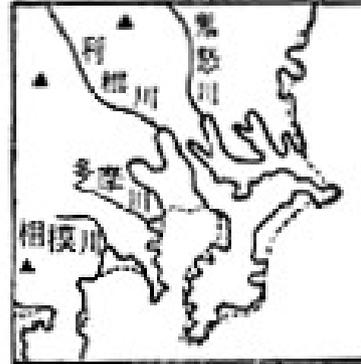
図13 旧石器時代の関東平野の原風景画（関東ロームの花粉分析の結果にもとづいたこの復元図は近く大きく変更されるかもしれない）

(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



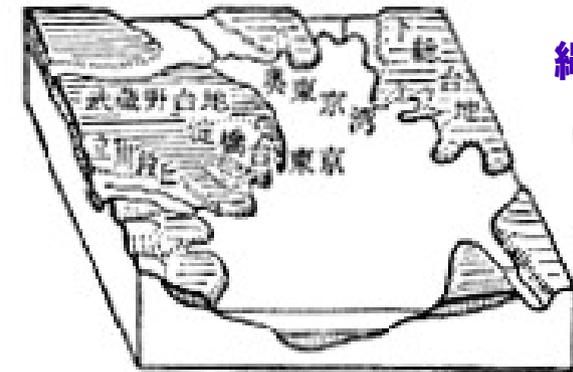
**下末吉期**  
(1) 下末吉期(S)  
12-13万年前



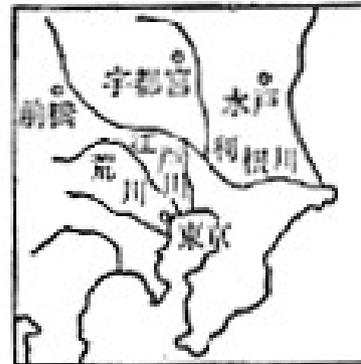
**武蔵野期**  
(2) 武蔵野期(M<sub>2</sub>)  
約6万年前



**立川期**  
(3) 立川期(T<sub>03</sub>)  
約2万年前



**縄文前期**  
(4) 縄文前期  
約6000年前



**現在**  
(5) 現在

(貝塚、1977)

- 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

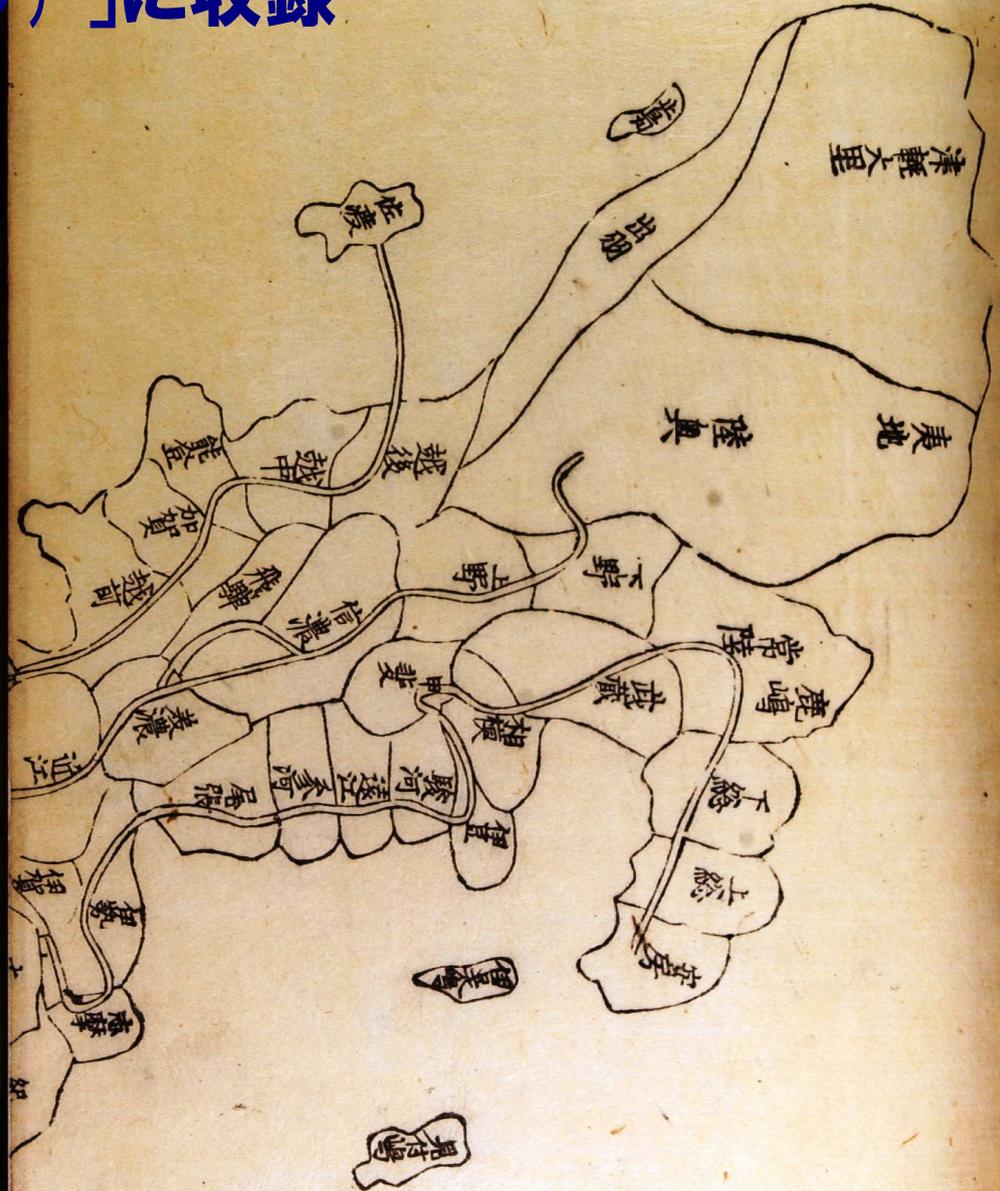
- 氷期が約1万年前に終わりを迎え、海水準は上昇し、約6千年前に現在より約3mほど高くなり、台地を刻む谷は溺れ谷になった
- その後、海水準は現在のレベルまで低下し、沖積低地が形成された

**海水準の停滞期には地形面が形成される**

# 行基図

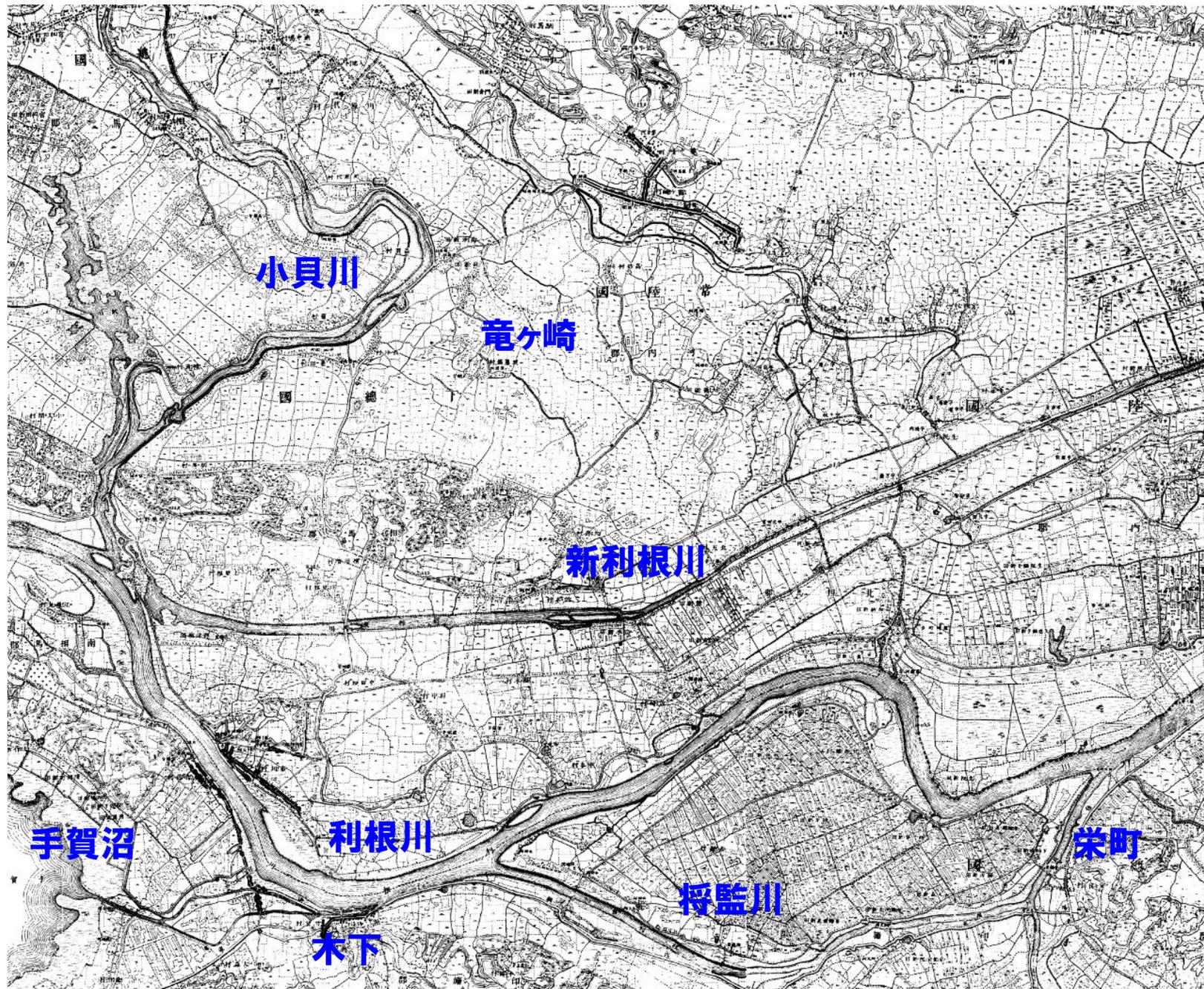
現存する最古の日本地図。14世紀初頭に成立した百科全書「拾芥抄（しゅうがいしょう）」に収録

大日本國圖行基菩薩圖也此取如彼諸頭乃佛法滿盛也  
 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 自京長門西  
 濱行程二千九百七十八里 六町為 一里定





# 利根川東遷により、利根川下流域(旧鬼怒川流域)では何が起こったか



(迅速測図集成図 現竜ヶ崎図郭)

# 洪水が形成した 印旛沼の逆 三角州

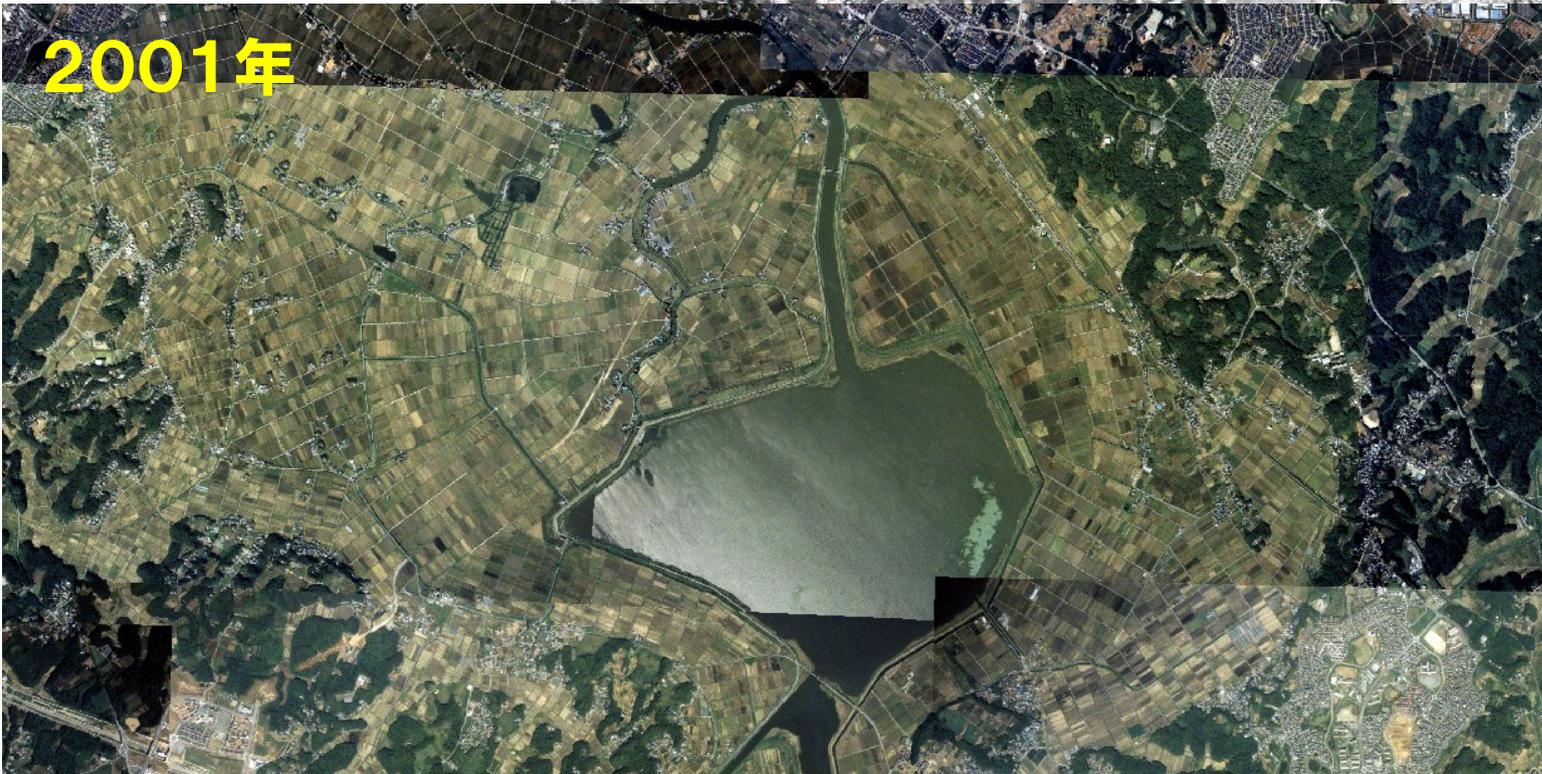
1947年



## 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 5 m

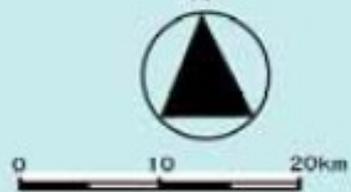


印旛沼の水位は  
約 2 m



洪水時に何が起  
こったか？

# 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

**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

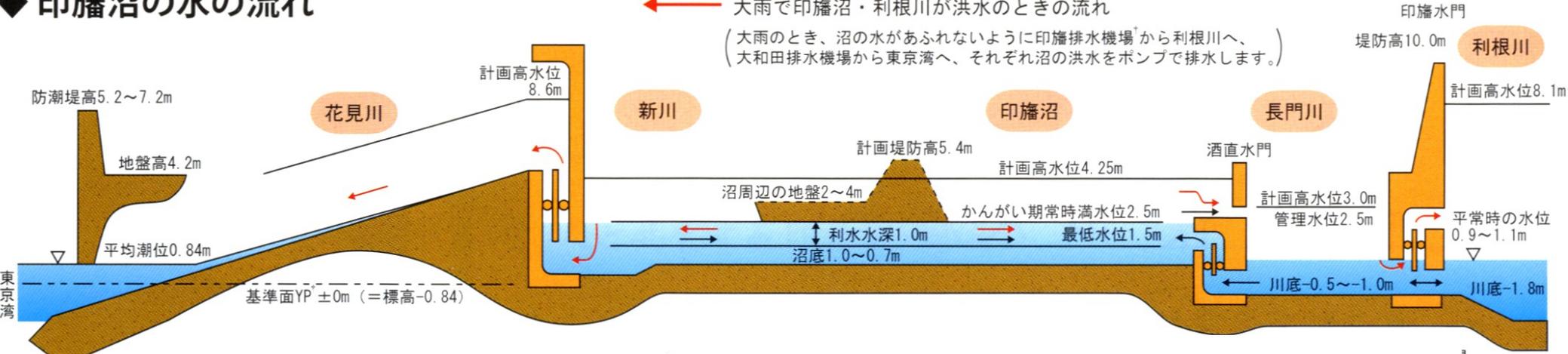
**印旛郡布鎌村(印旛郡栄町)**  
 将艦川の堤防決壊により全村が浸水  
 出典:千葉県立房総のむら提供の絵葉書

**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

# 洪水はコントロールされ、高度な水資源利用が計られた。しかし、...

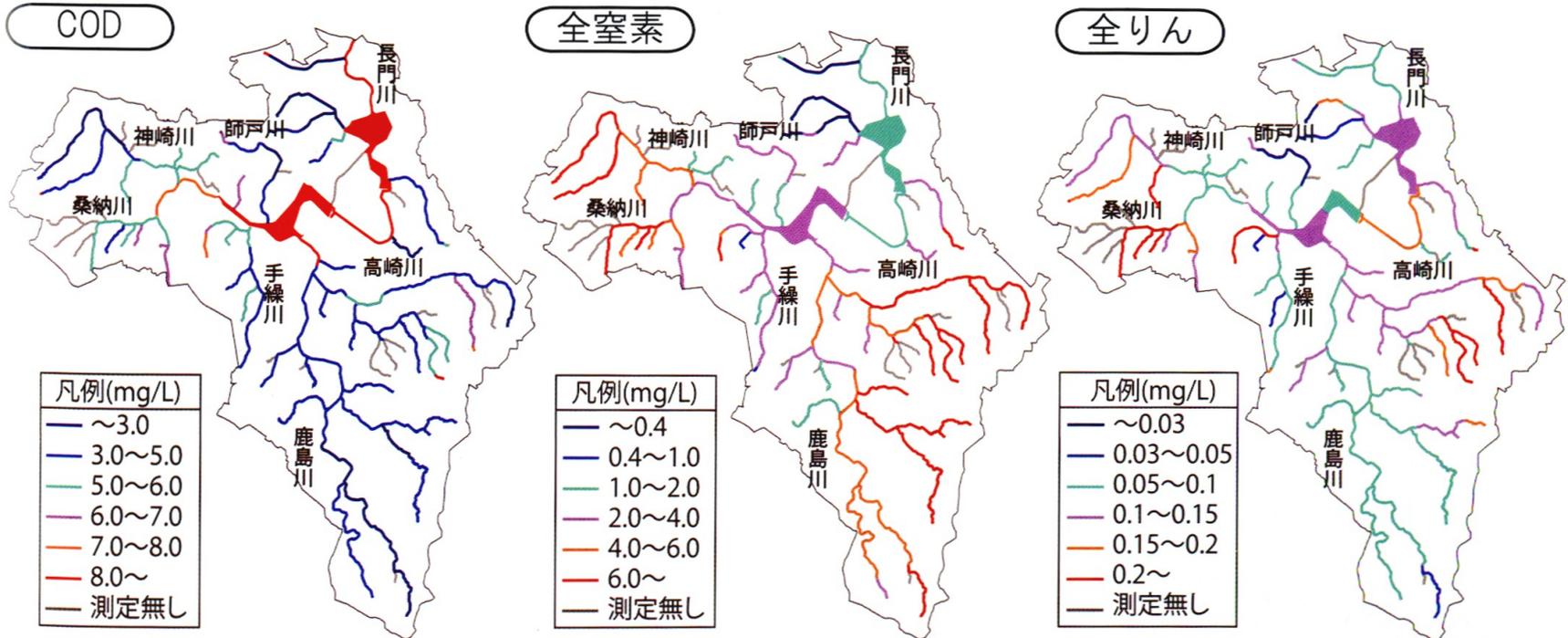
## ◆ 印旛沼の水の流れ

← 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



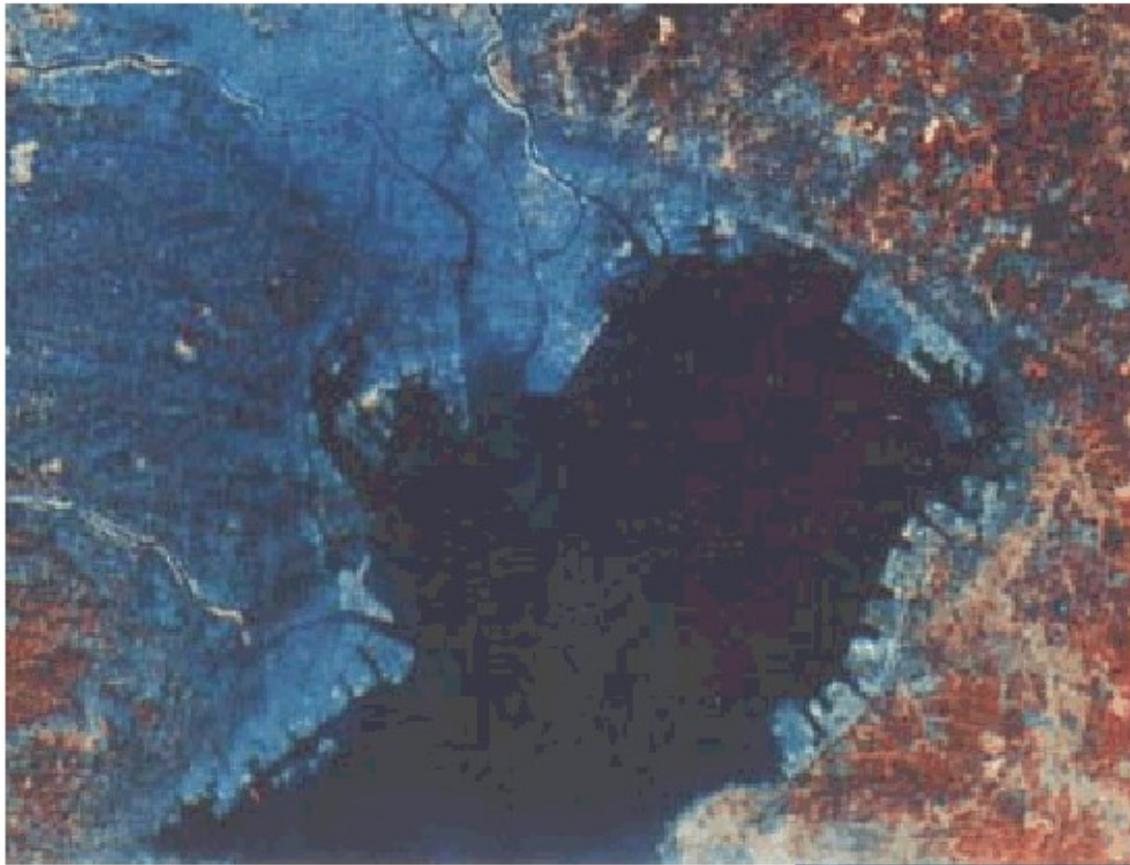
印旛沼、河川の水質状況（2008（平成20）年度平均値）

出典：千葉県、市町村測定データ

様々な関係性に気づいて！

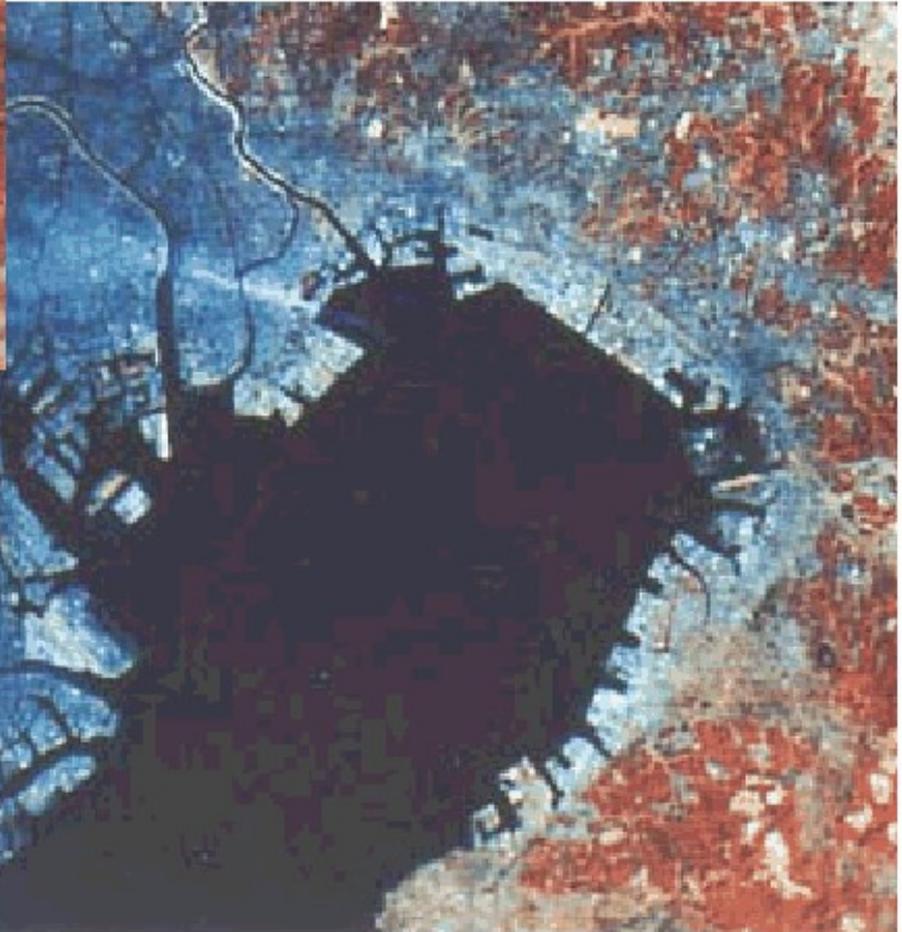


# 海岸では何が起きていたか？



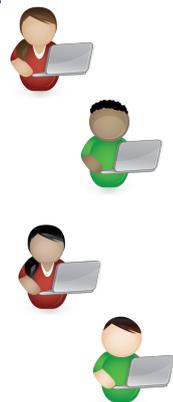
東京湾の海岸線はどのように変化したか

左 1972年ランドサット1号  
下 1985年ランドサット5号



地形図で見ると

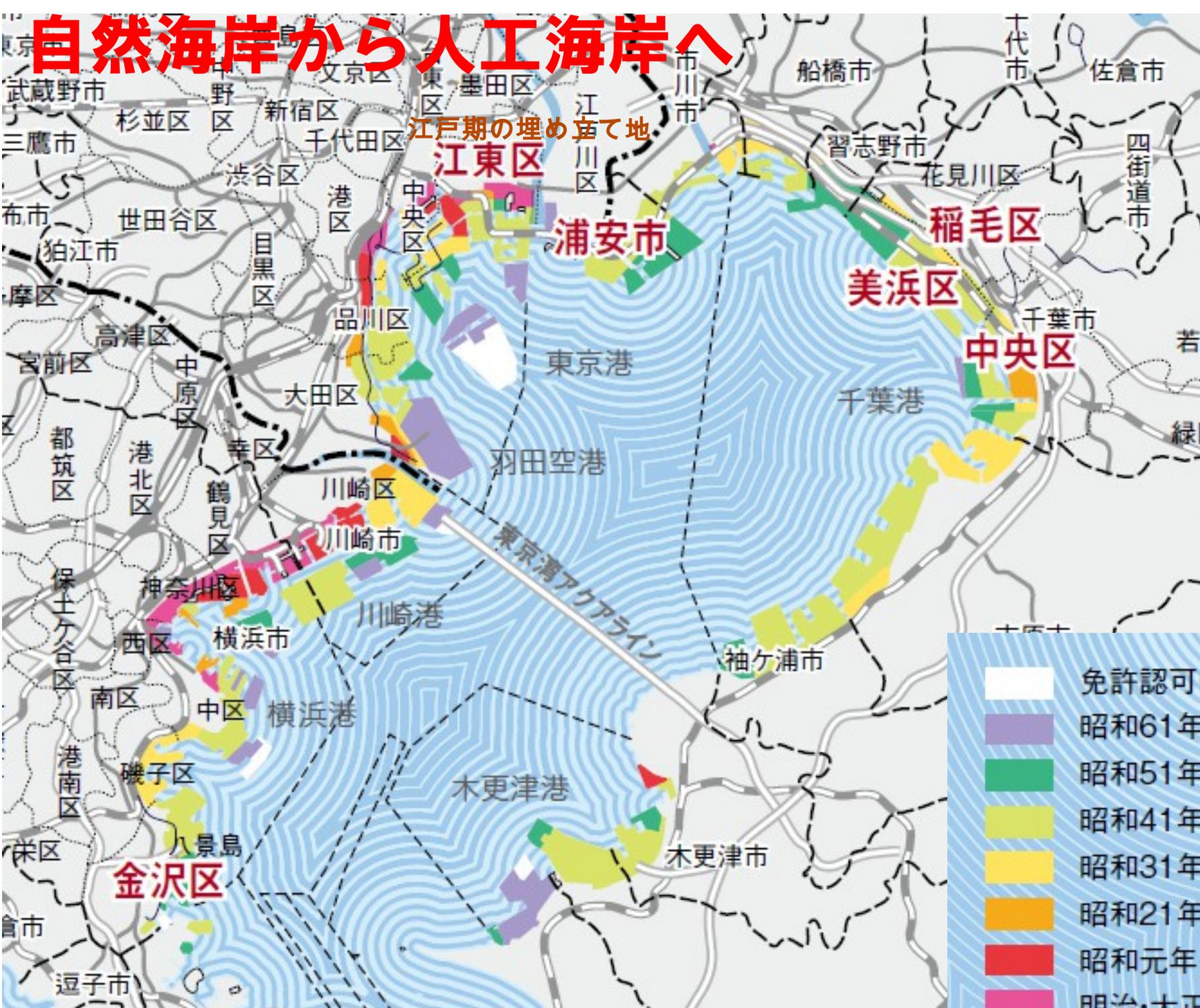
船橋 迅速測図  
平成



浦安 迅速測図  
平成

# 自然海岸から人工海岸へ

## 東京湾岸の埋立年度

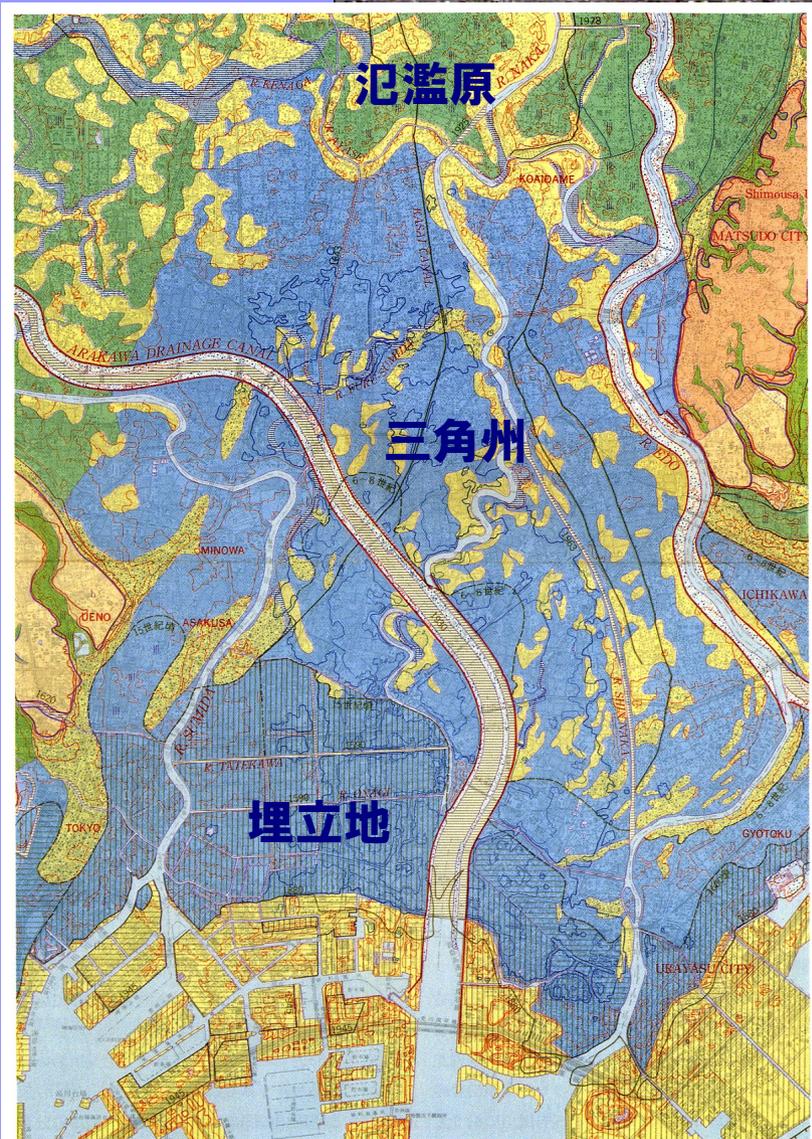


(季刊そら、2011 梅雨号)

# 東京下町低地の海岸線の変遷



(てこな、市川市HP)



東京湾の過去の海岸線  
 赤 : 6 ~ 8 世紀  
 緑 : 15 世紀頃  
 青 : 1600 年頃  
 紫 : 1880 年  
 黄 : 1945 年

(久保純子、「東京低地水域環境地形分類図」より)

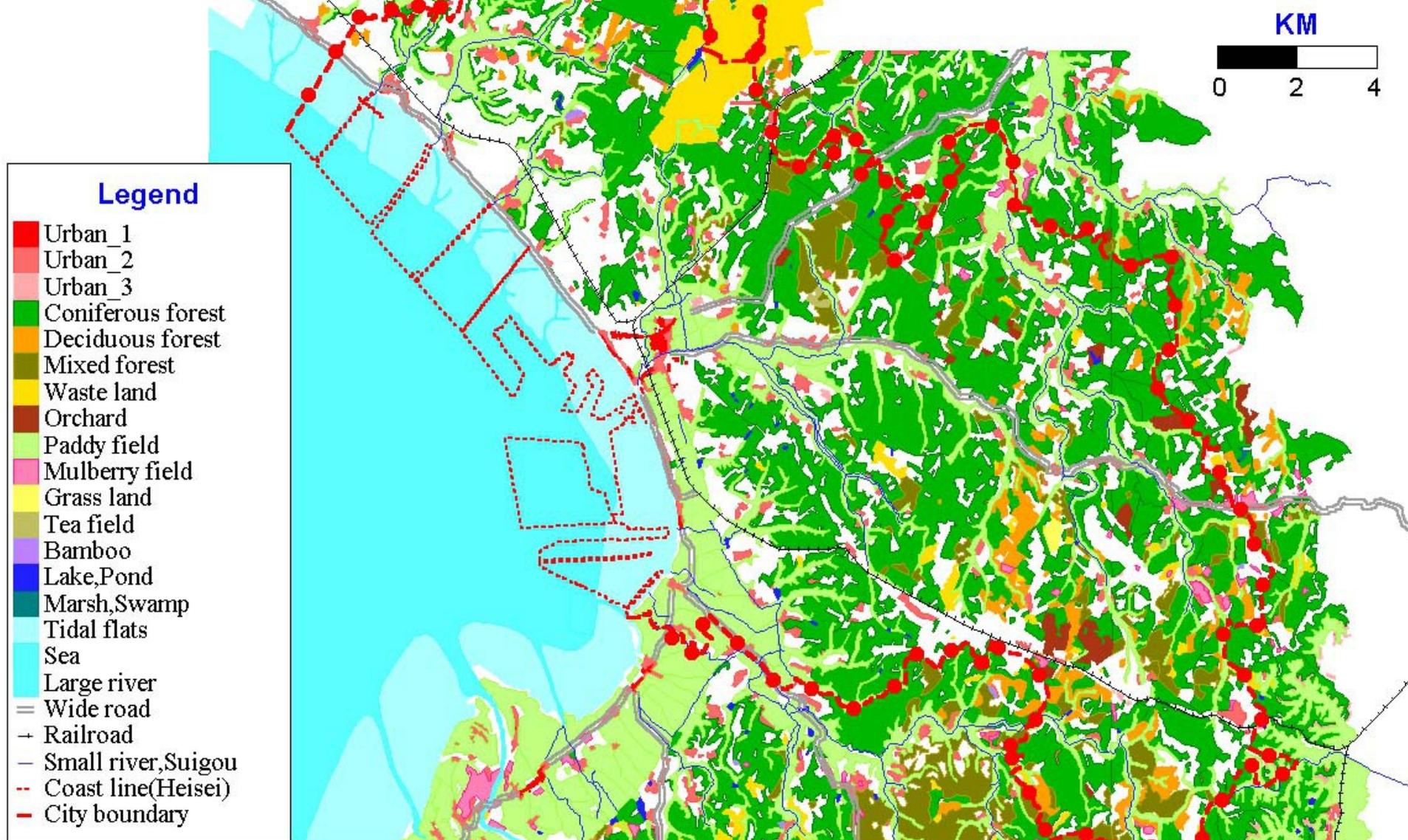
図1 東京低地水域環境地形分類図 (久保, 1993, 中心部分を 50% に縮小)

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

どのようにして埋立が行われたのか

Chiba City 1:50,000

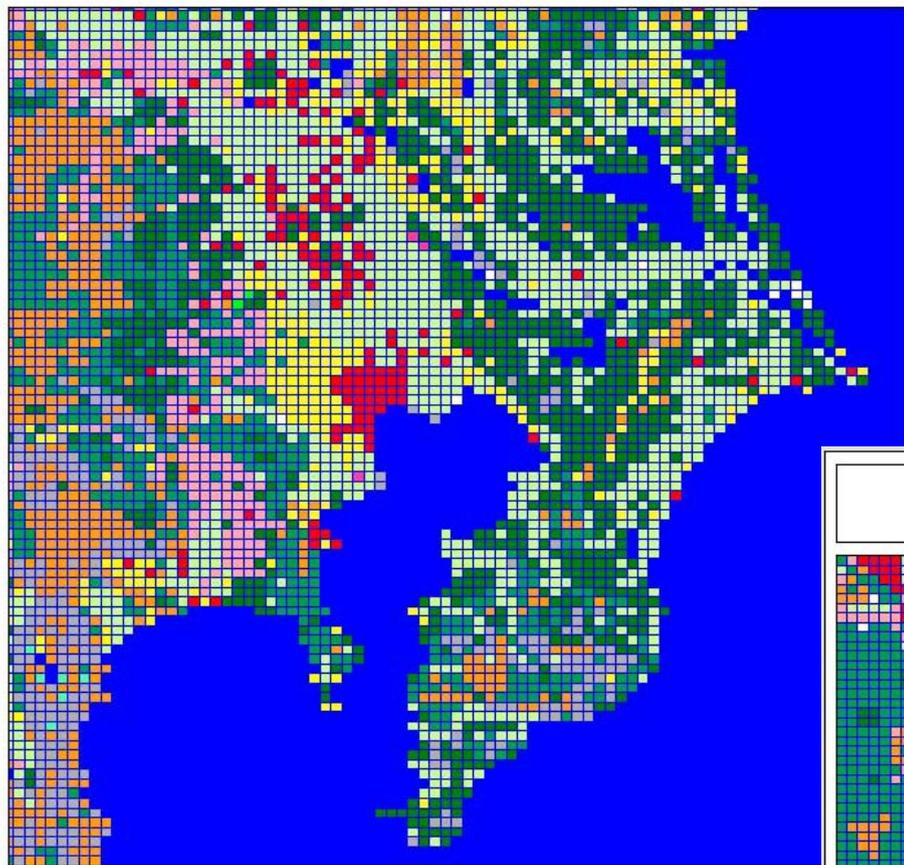
Meiji36



(近藤原図)



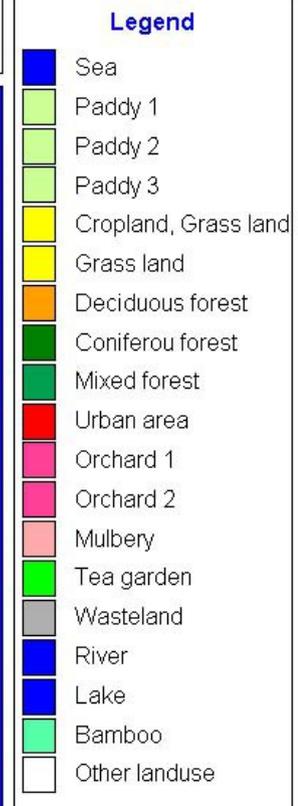
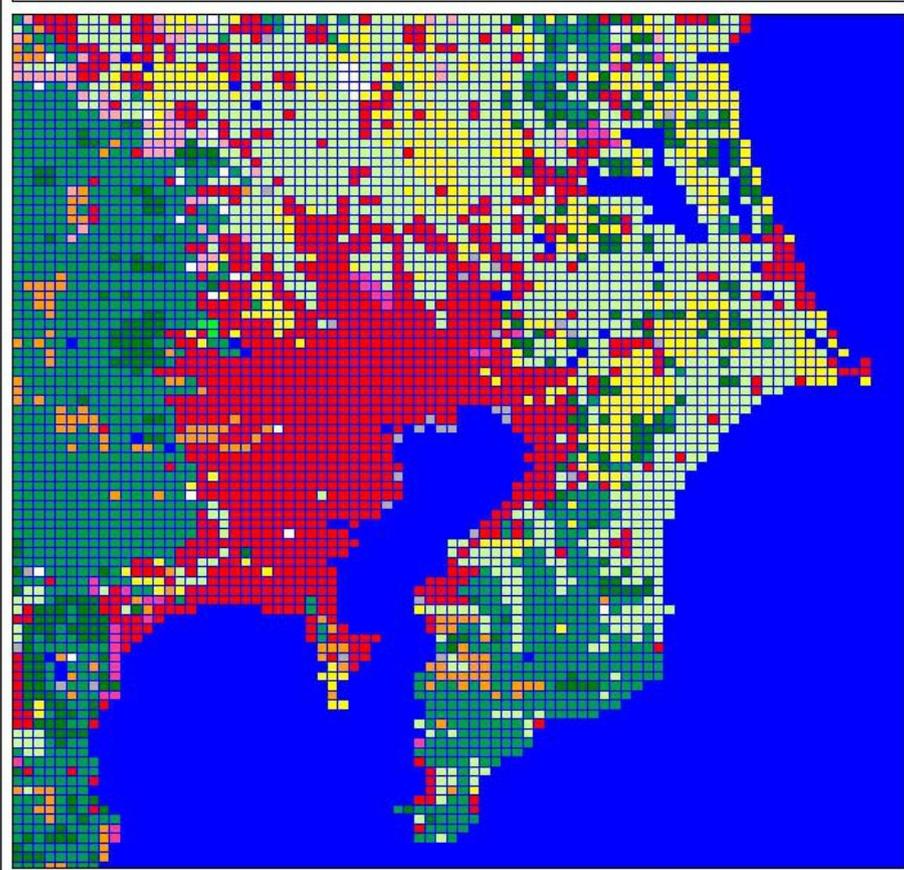
## Landuse Map in Meiji-Taisho Era



## 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



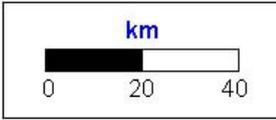
## Landuse Map in Heisei Era



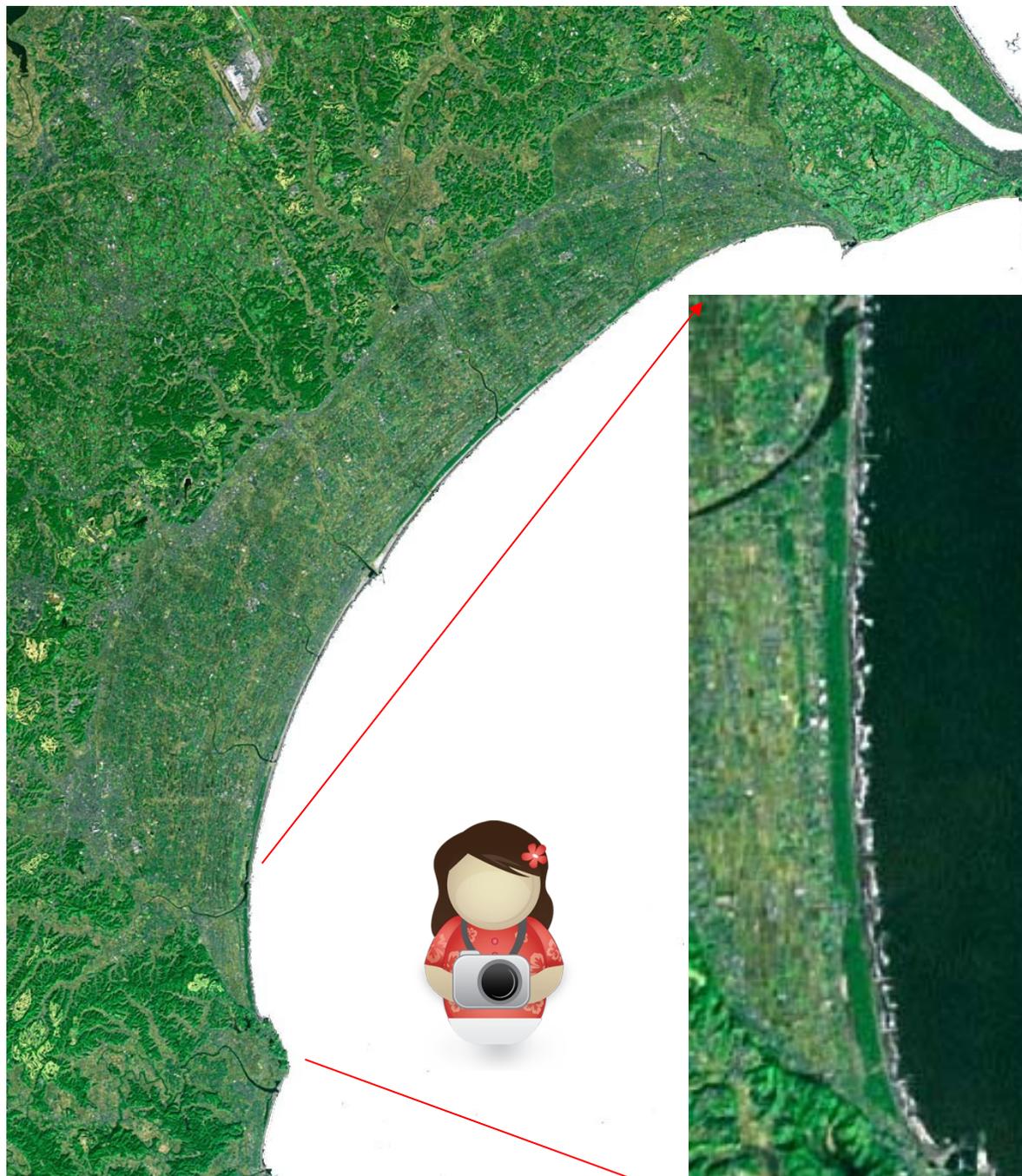
- 桑畑
- 落葉樹
- 荒地(茅場)
- 針葉樹
- 混交林
- 水田
- 都市域



(氷見山幸夫、LUIS)



# 海岸線の変化は埋立だけではない・・・九十九里浜の侵食



● 九十九里浜は長さ50km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

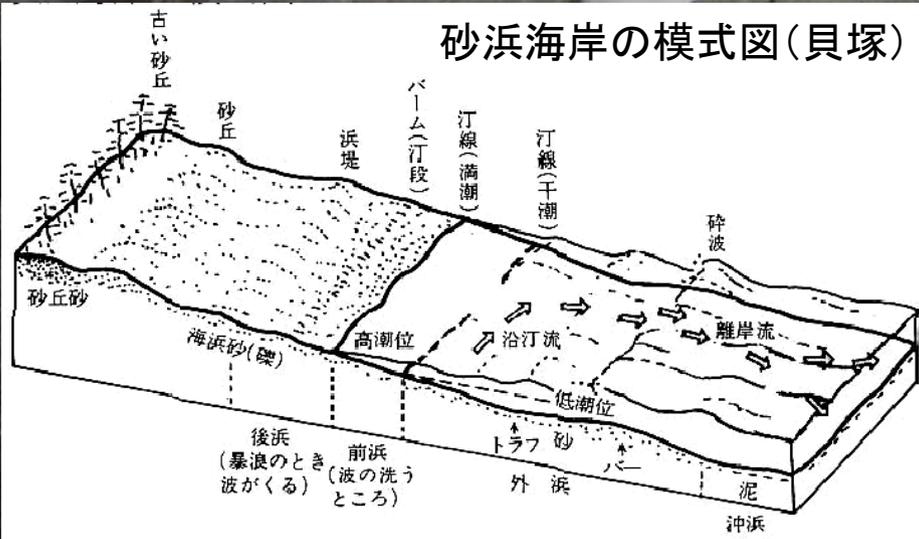


(LANDSAT-7, TM, 2001.11.26)

# 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



砂浜海岸の模式図(貝塚)





屏風ヶ浦

九十九里浜

太東岬



● 屏風ヶ浦と太東岬は侵食が進行する岩石海岸

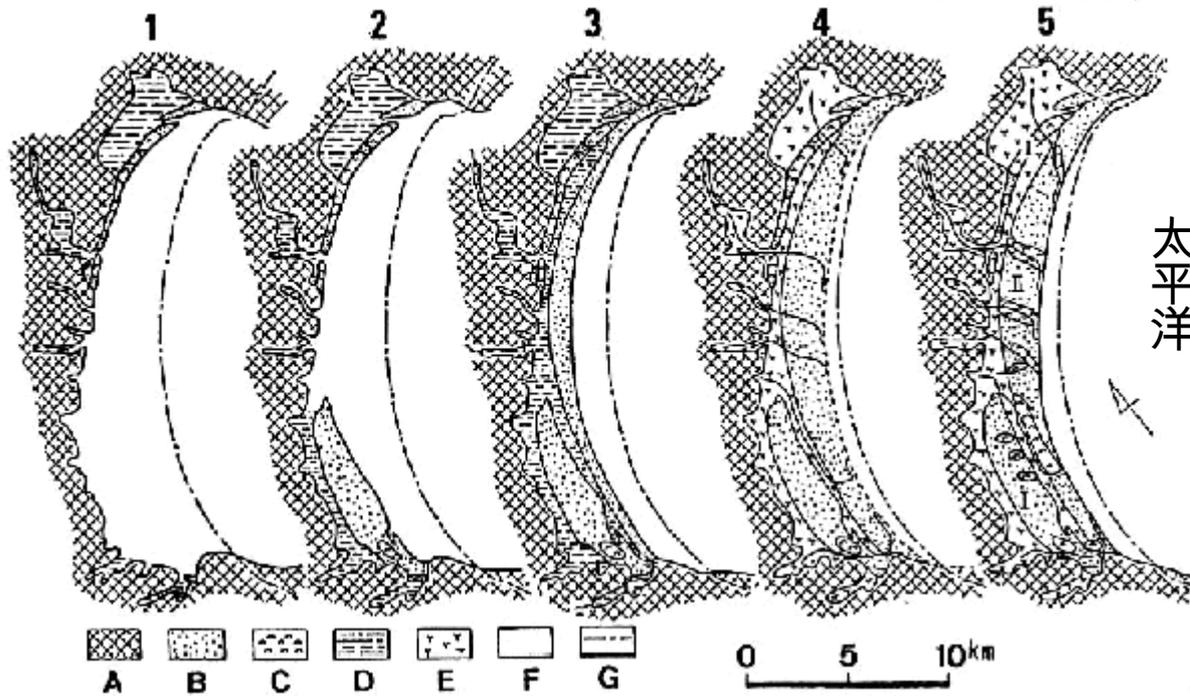
● 侵食を止めるために護岸工事

● 九十九里浜に供給される砂が減少した



# 縄文時代

# 弥生～古墳時代



- 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 : バリヤー, 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 年間にお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

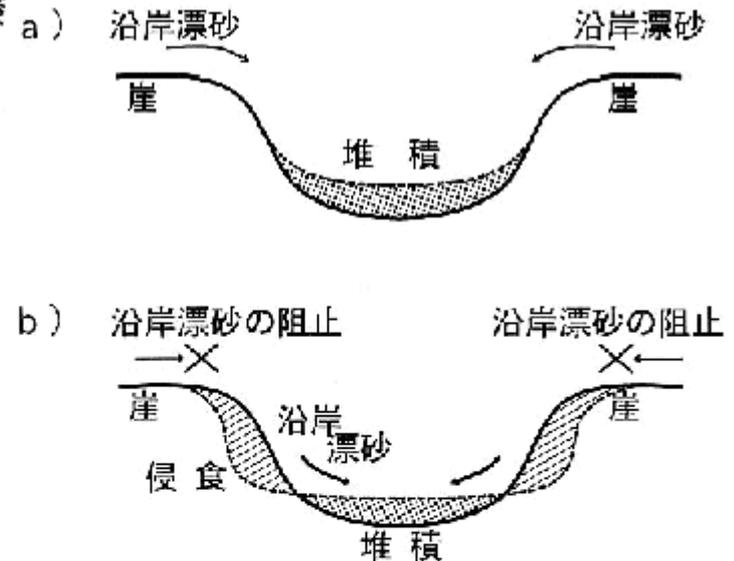
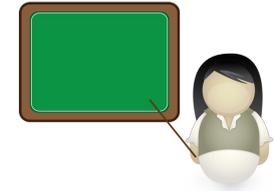


図 4.12 九十九里海岸の侵食機構の要約図

**よかれと思ってやったことが、思わぬ遠方に影響を及ぼしている！**  
**砂浜海岸線の位置は“動的平衡”、砂の供給が減れば侵食！**

# その4. 房総の自然 衛星画像から何が見えるか

- ゴルフ場銀座
- 鹿野山の形成  
山砂の採取、ダンプカー街道
- 地形の逆転
- 鴨川地溝帯
- 嶺岡地すべり  
大山千枚田



# その5. 都市化がもたらしたものの

- 緑地の減少
- ヒートアイランド
- 水質汚染
- ...

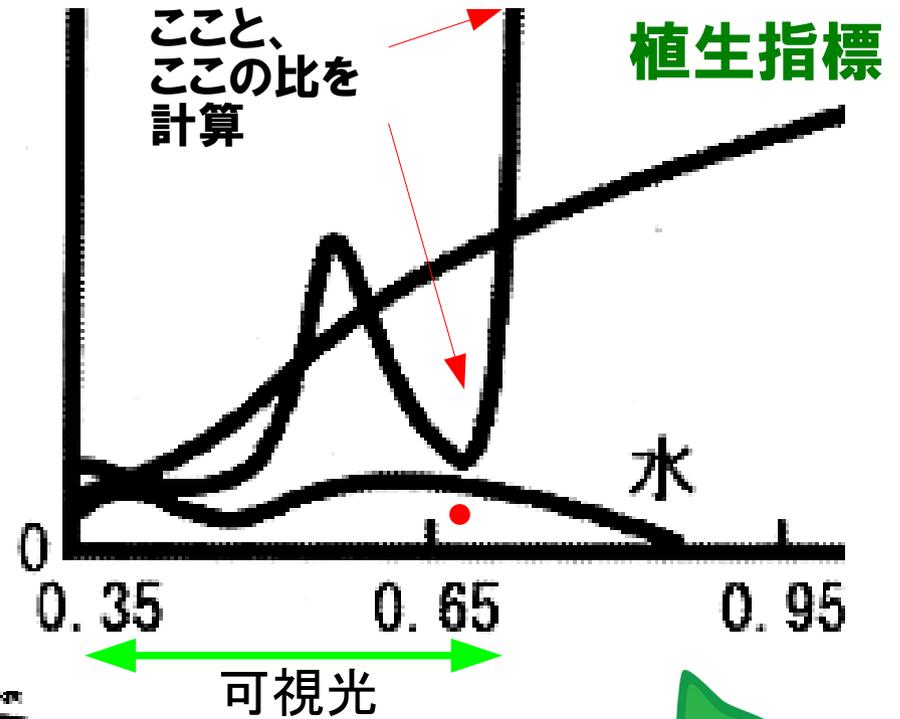
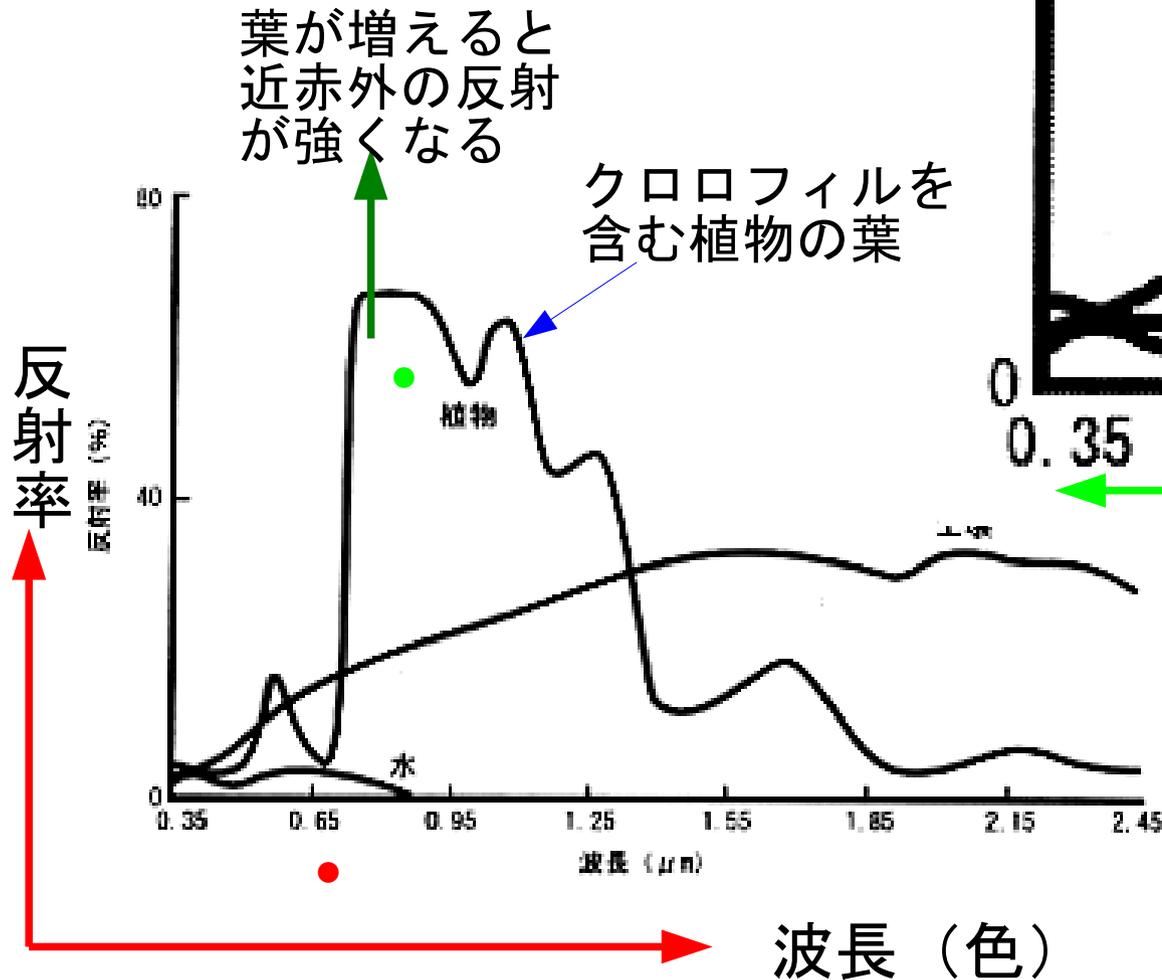


# 衛星による植生観測の原理



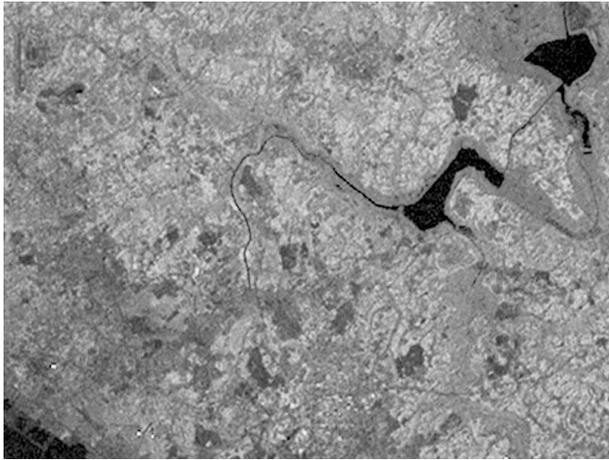
なぜ、衛星で植生のことがよくわかるか？

- 赤の光を吸収
- 近赤外の光を反射



葉っぱがいっぱいついているほど近赤外の反射が大きい

# 1972年、1985年、2001年の変化を植生指標（NDVI）画像とフォールスカラー画像（BGR=GRNir）で見てみよう



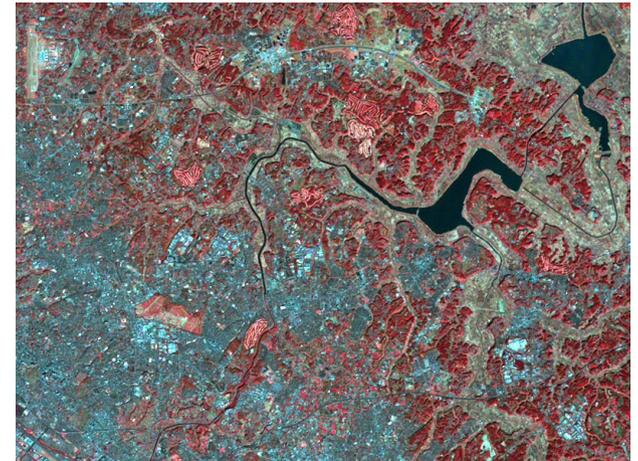
1972



1985



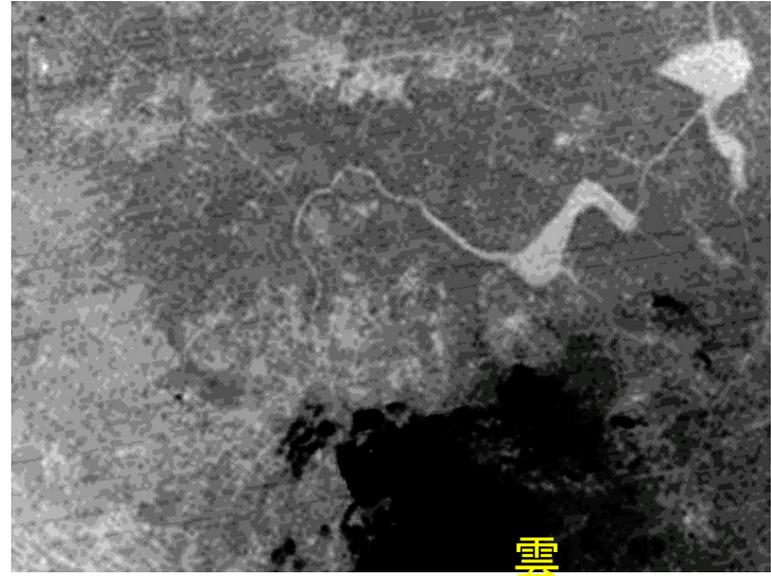
2001



- 都市化の進行を、植生域の減少として捉えることができます
- このような変化が何をもたらしたか→**これが環境研究**

# 都市化は温度環境を変化させている ローカル・ウォーミング

(10年も働き続けてちょっとセンサーが劣化しています)



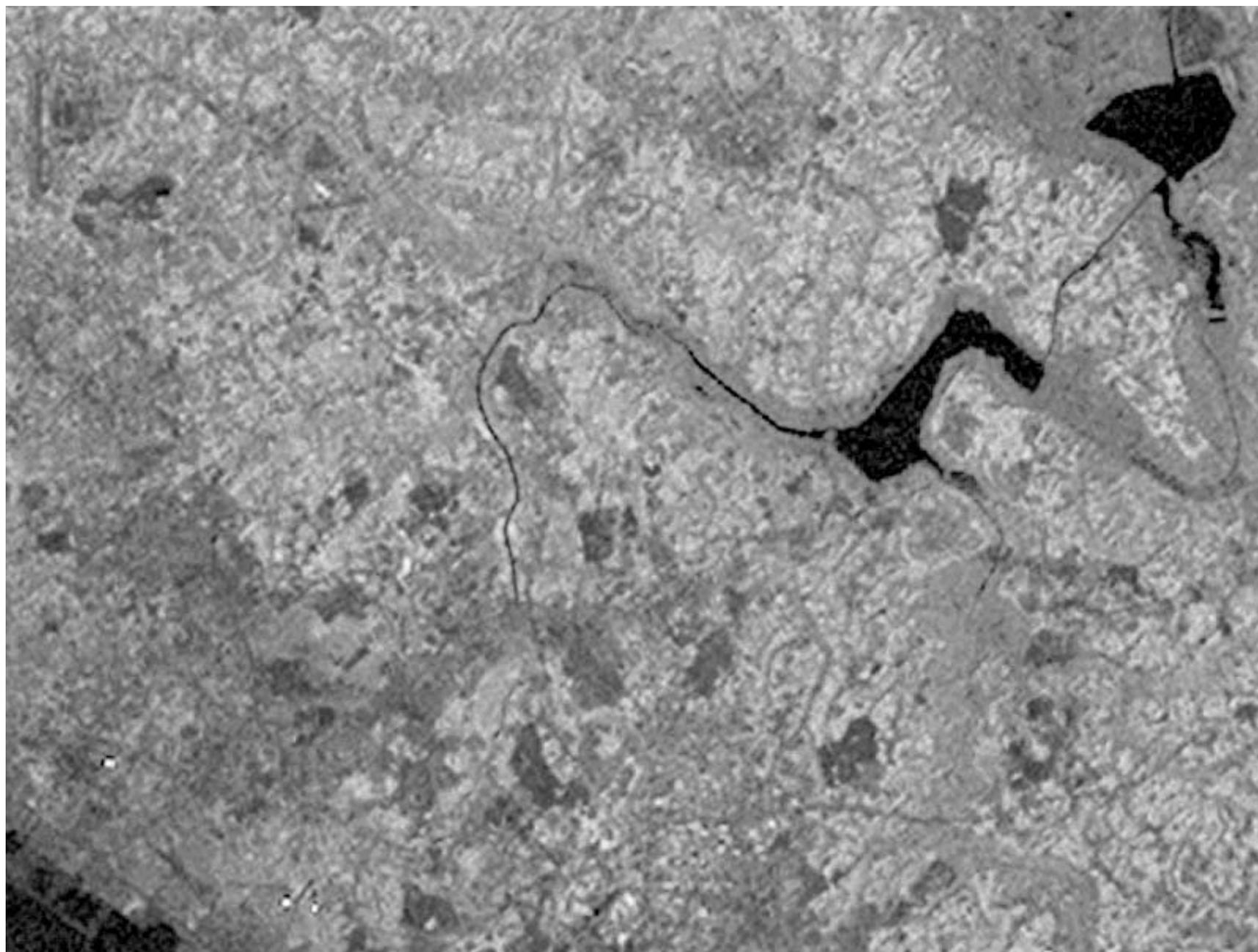
1984年8月14日(左)と1994年8月10日(右)のランドサット5号による夜間熱赤外画像(午後9時頃)



- 左の画像は1985年1月23日のNDVI画像
- 左上の同時期の熱赤外画像と比べてみよう

地表面温度と植生分布の関係はどう見えますか

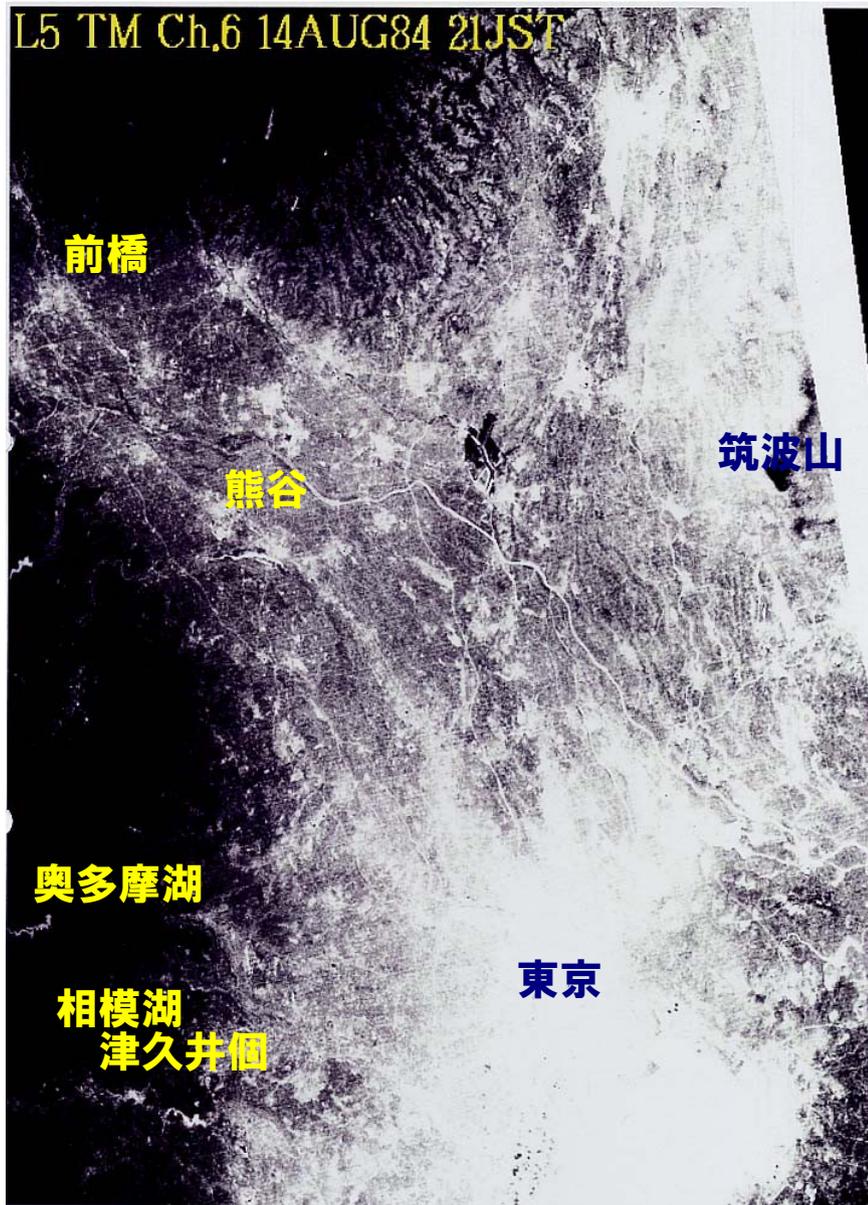
# 1972年11月26日の八千代付近のNDVI画像（L1-MSS）



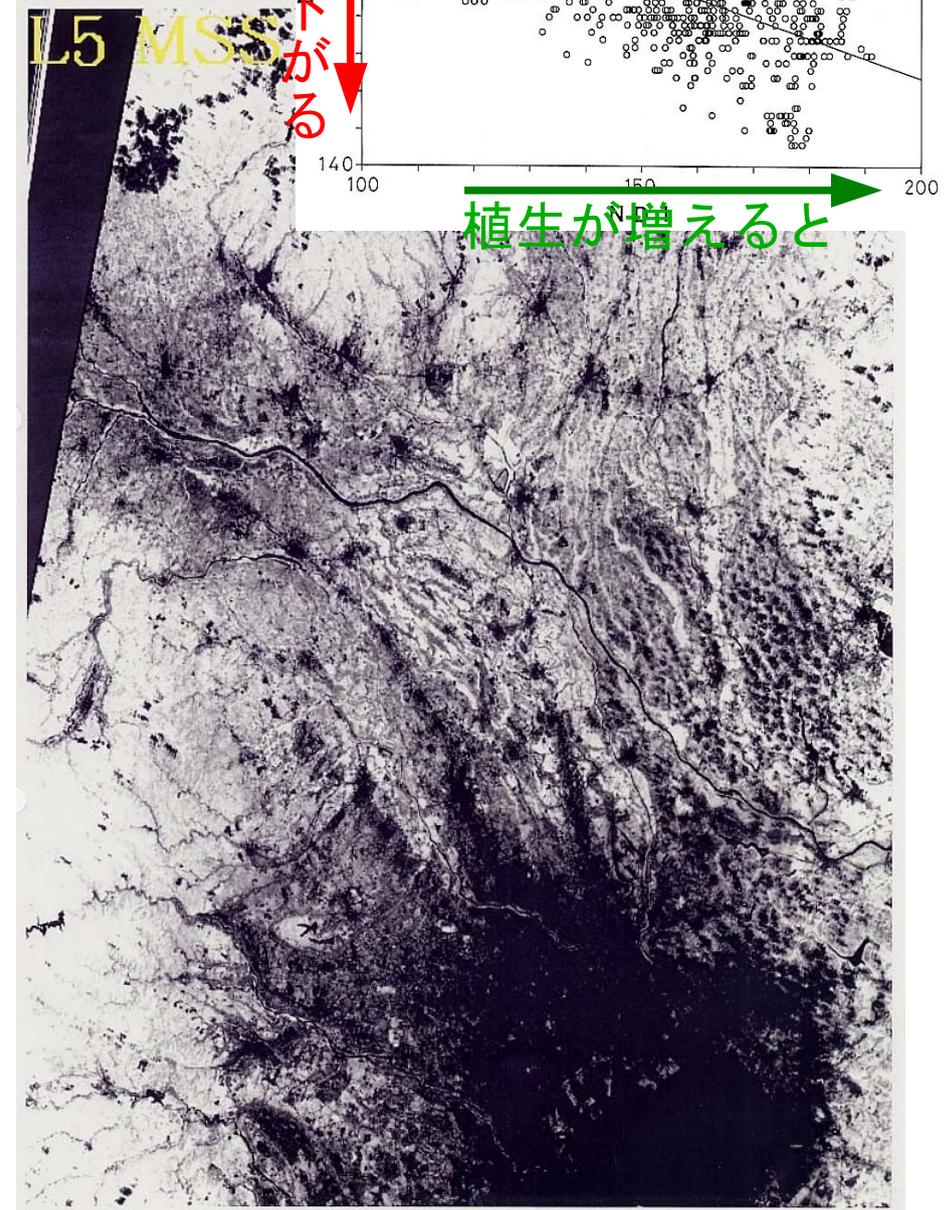
# 2001年11月27日の八千代付近のNDVI画像（L7-ETM+）



# 地表面温度（左）と植生指標（右） の画像はまるでポジとネガ



地表面温度：明るい⇒高い



植生：明るい⇒多い

# その6. 健全な人と自然の関係性

- 千葉県の価値に気づく
- 様々な“世界”の存在に気づく
- 人と村（社会）と自然の無事



● 千葉県の価値に気づく

我が地域に誇りを持つ

● 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

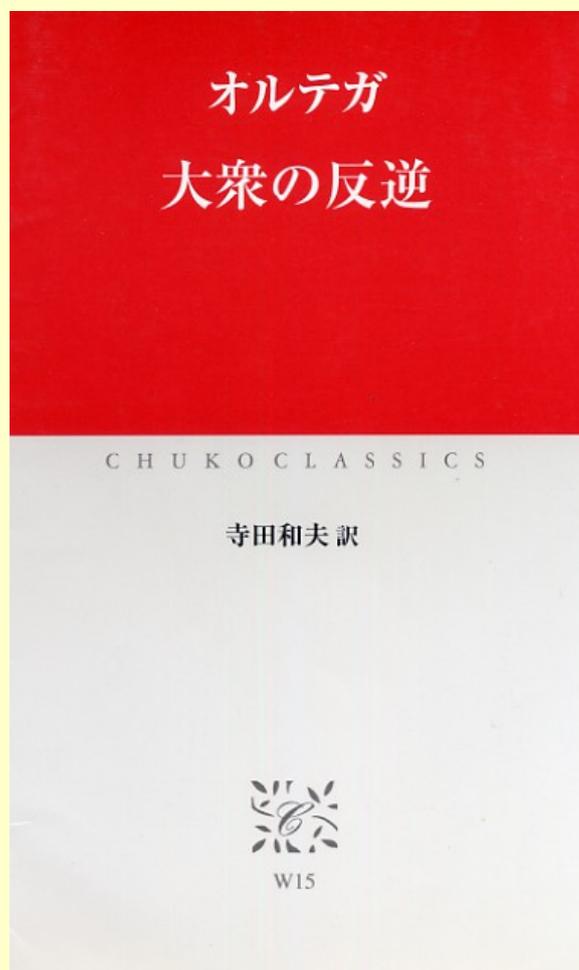
我々は生き物である



何を信じていいかわからない  
おれは文系だからわからない

近代文明の衰退

## 文明社会の野蛮人(オルテガ、小林信一)



近代文明が誰のどんな努力によって成り立っているのか、どのような仕組みで動いているのか、どんなコストを払っているのか...これがわからなくなると文明は衰退する

原子力の恩恵を受けるためには原子力について正しく知っていることが近代文明人としての正しい態度ではないか。しかし..



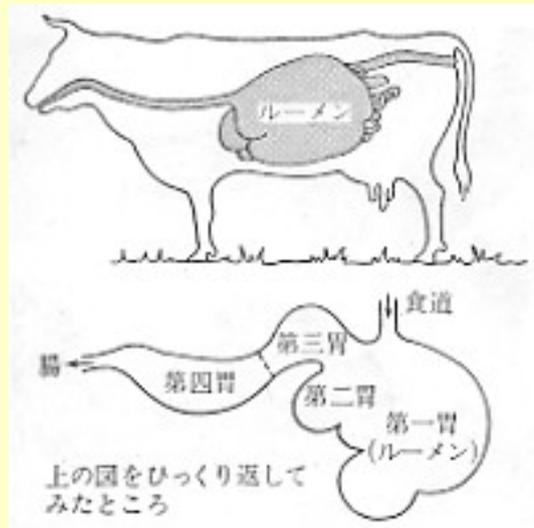
どんな社会をめざすか



# 栗原 康 著 有限の生態学—安定と共存のシステム— 岩波新書 949 (絶版)

共栄のシステム	牛のルーメン	石油文明
共貧のシステム	フラスコの中のミコロコズム	農村的世界
緊張のシステム	惑星間航行宇宙船	都市的世界

我々はどちらを選ぶべきか？  
共貧のシステムと緊張のシステムの共存は可能か？



二つの世界を行き来できる精神的態度—学問の力で

# イマジン “わがこと化”

人と自然の関係に関する問題を解決するために必要な三つの観点

**合理性**

科学的合理性を  
もって問題解決

**理念**

どういう社会を創  
るのか。それは人  
の持つ“世界”の  
広さに関わる。

**共感**

“わがこと化”そして  
人の幸せを最終目  
的とする