

アジア・太平洋水サミットと 開発途上国の水問題



千葉大学環境リモートセンシング研究センター
近藤昭彦

<http://dbx.cr.chiba-u.jp/>

第1回アジア・太平洋水サミット アジア太平洋地域の水問題

<http://www.waterforum.jp/jpn/summit/issues/index.html>

- 1. 水供給と衛生**
安全な飲料水、基本的な衛生設備
へのアクセス
- 2. 水と災害**
水災害による死者が集中
- 3. 水と食糧**
農業用水、灌漑農業、食糧の確保

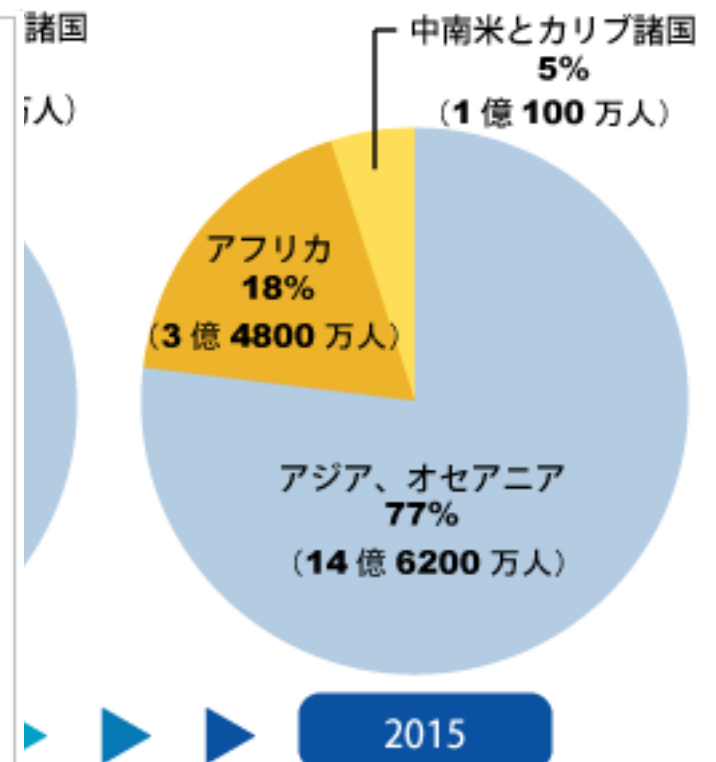
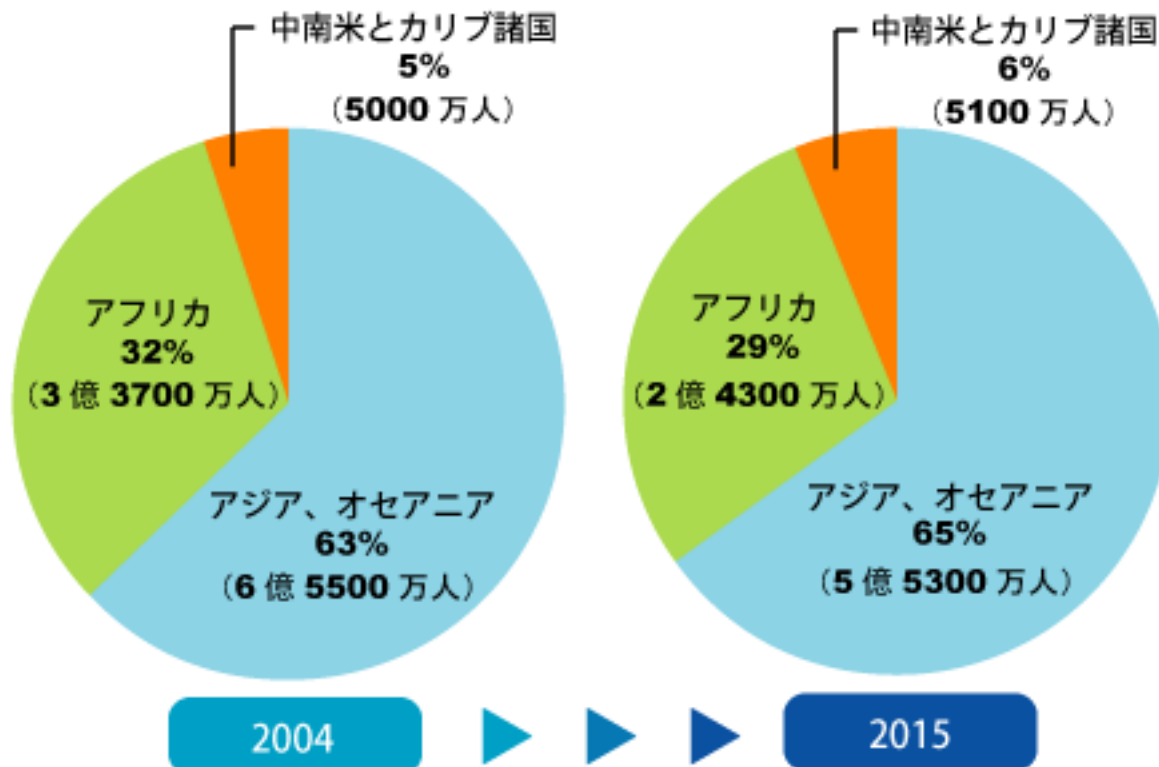
1. 水供給と衛生

安全な飲料水、基本的な衛生設備 へのアクセス

水不足問題

基本的な衛生設備を継続的に利用できない人

安全な飲料水を継続的に利用できない人



作成：日本水フォーラム
UNITATION TARGET THE URBAN AND RURAL CHALLENGE OF THE DECADE

水汚染問題

出典：MEETING THE MDG DRINKING WATER AND SANITATION TARGET THE URBAN AND RURAL CHALLENGE OF THE DECADE

作成：日本水フォーラム

※2015年はミレニアム開発目標達成を仮定

水問題 ・ ・ ・ 水不足、水過剰

1) 水の少ない地域の問題
水不足問題 ・ 水汚染問題

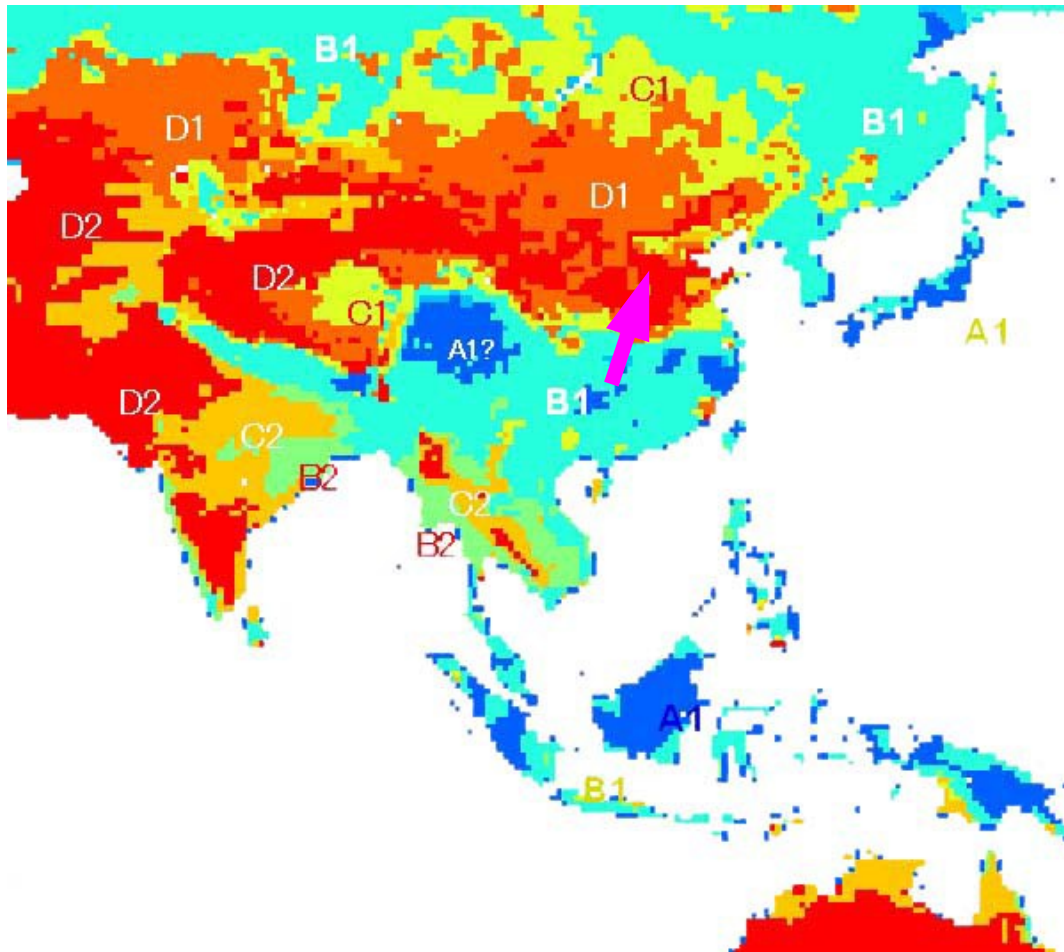
2) 水の豊富な地域の問題
洪水、汚染による水不足問題
→ 水の豊富な地域の水不足問題

3) 仮想水に関わる事項
市場経済との関わり



1) 水の少ない地域の水不足問題

水収支に基づき、モンスーンアジアの水文地域を区分



●暖色系が年間で可能蒸発散量が降水量を上回る地域

水不足地域

●寒色系が年間を通じて降水量が蒸発散量を上回る地域

水余剰地域

モンスーンアジアの特徴は乾燥と湿潤が隣り合っていること
→Too much water issueだけではない

南水北調：南の豊富な水を北に調達



南水北調の三つのルート(西線・中線・東線)

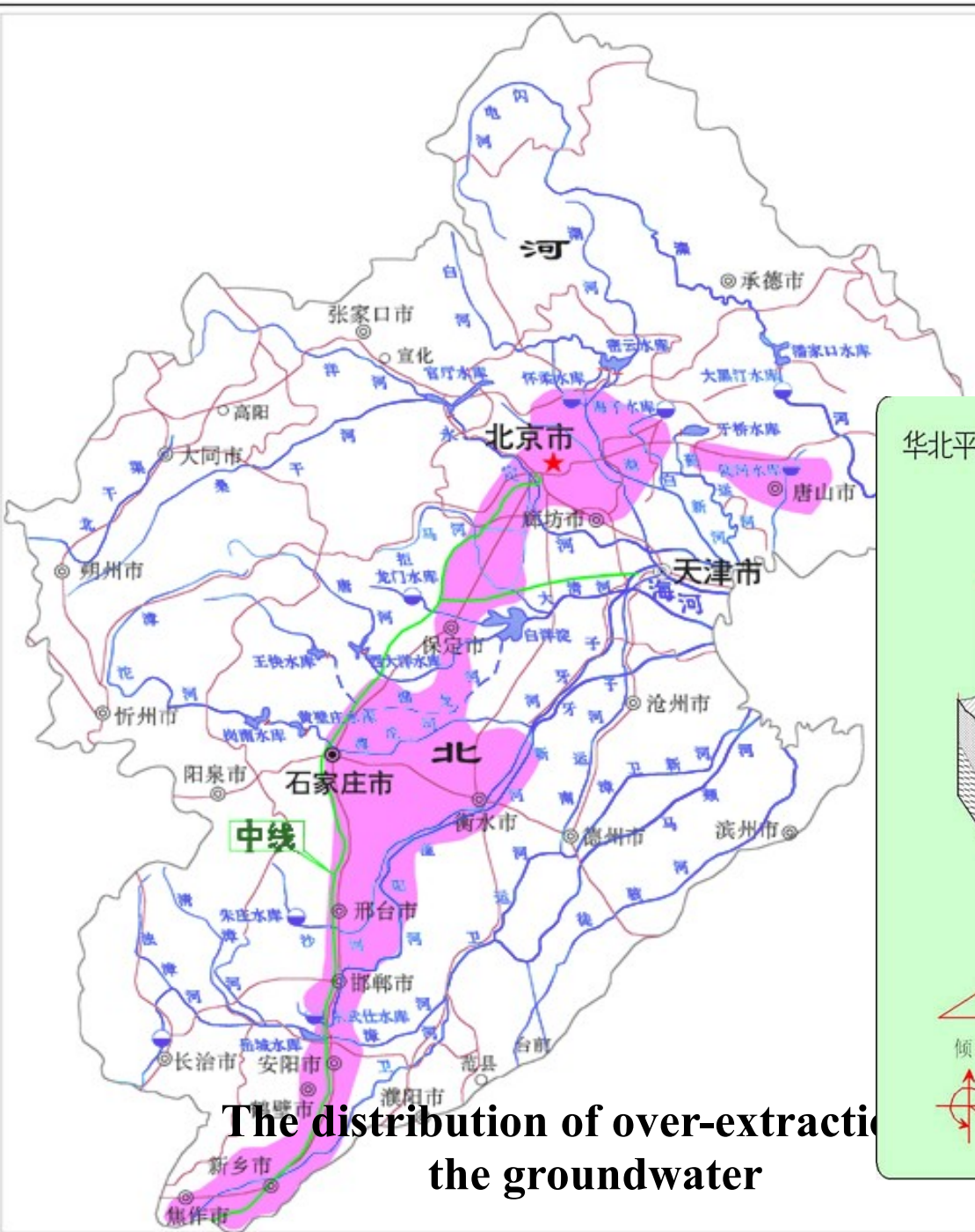
(Courtesy Liu Changming/CAS)

保定付近で工事中の南水北調の水路

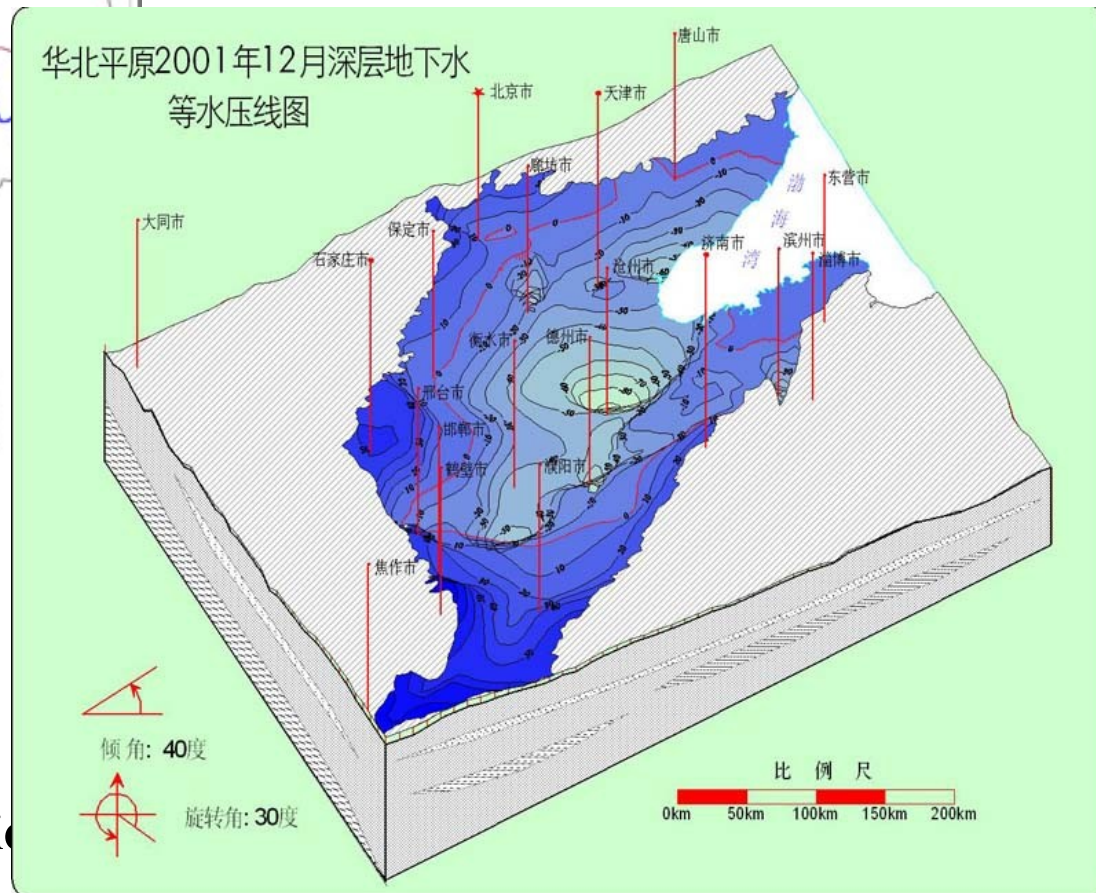


地下水の過剰揚水

Over extraction area in the aquifer of the Haihe basin:
44,000km²

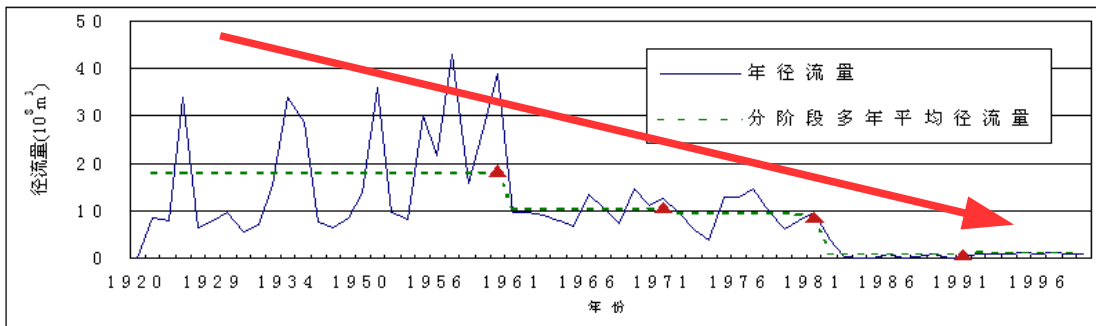
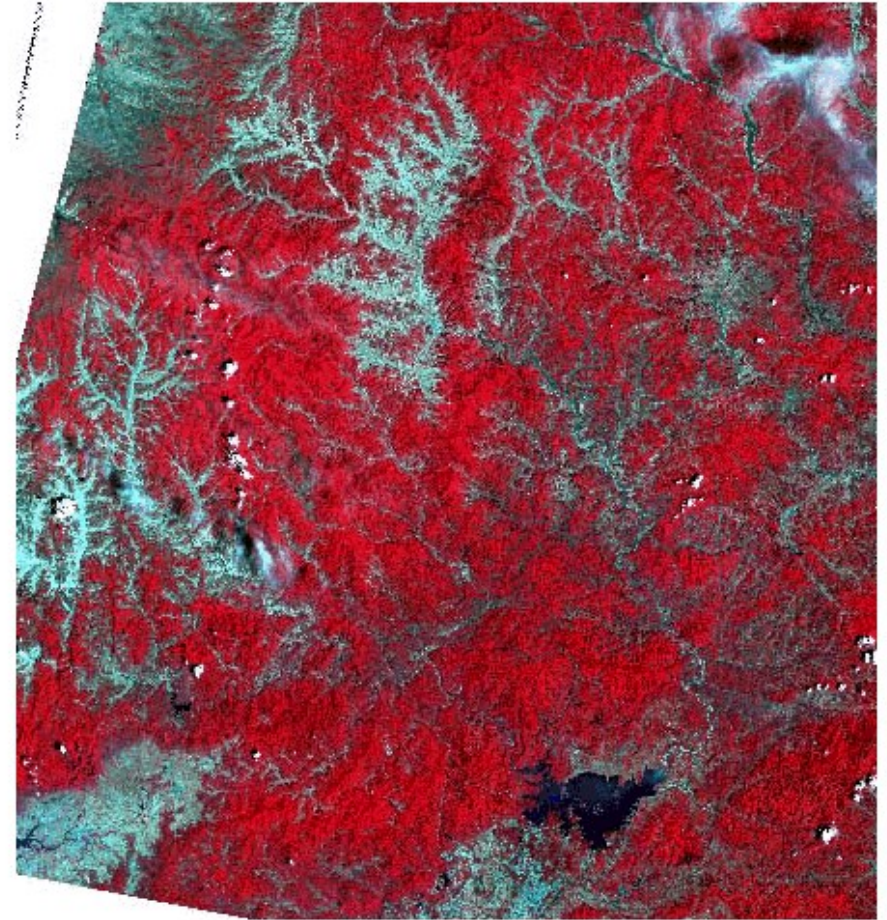
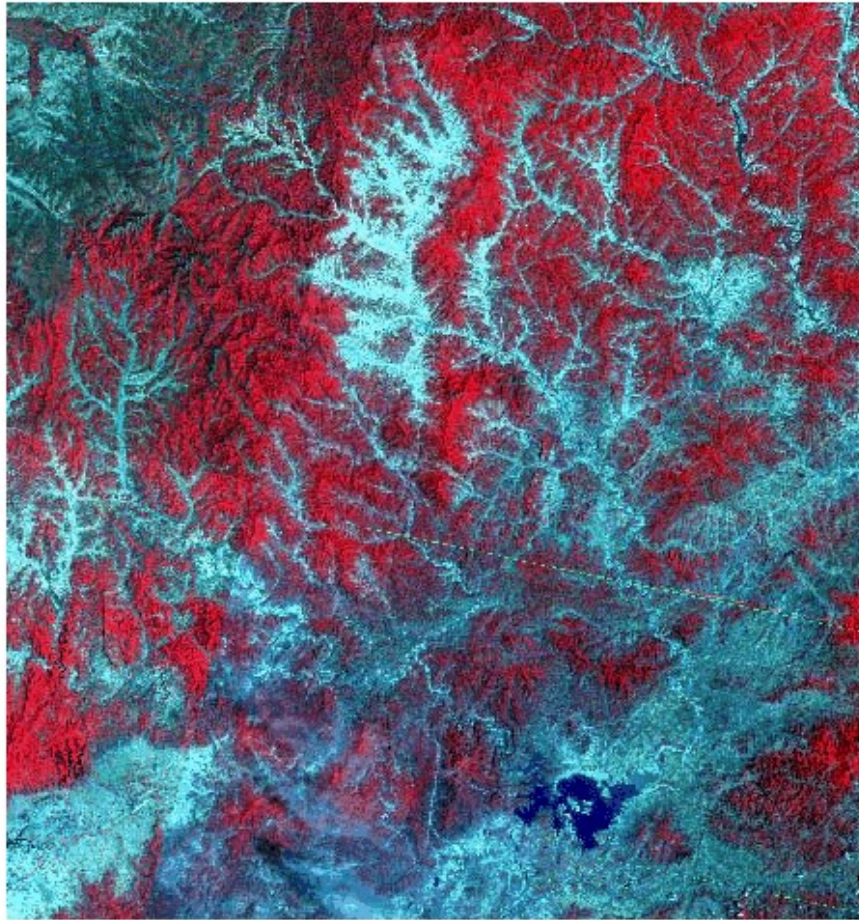


The distribution of over-extraction
the groundwater



(Courtesy Song XianFang/CAS)

衛星データによる燕山山地の森林の回復 from 1976.6 to 1999.6

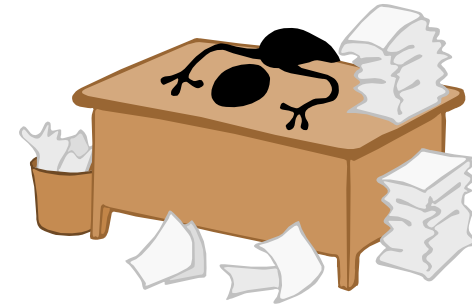


Five Periods of Annual Runoff in Chaobaihe River

(Courtesy Xia Jun/CAS)

どうすれば良いのか：対策は？

- 南水北調
- 節水
- . . .



問題を共有するのではなく、解決を共有する時期

様々なセクターの利害をどう調整するか

2) 水の豊富な地域の問題

水汚染：水の豊富な地域の水不足問題

水が豊富でも、汚染されたら使えなくなる



水汚染

都市排水が十分な処理を
されないまま河川に排水

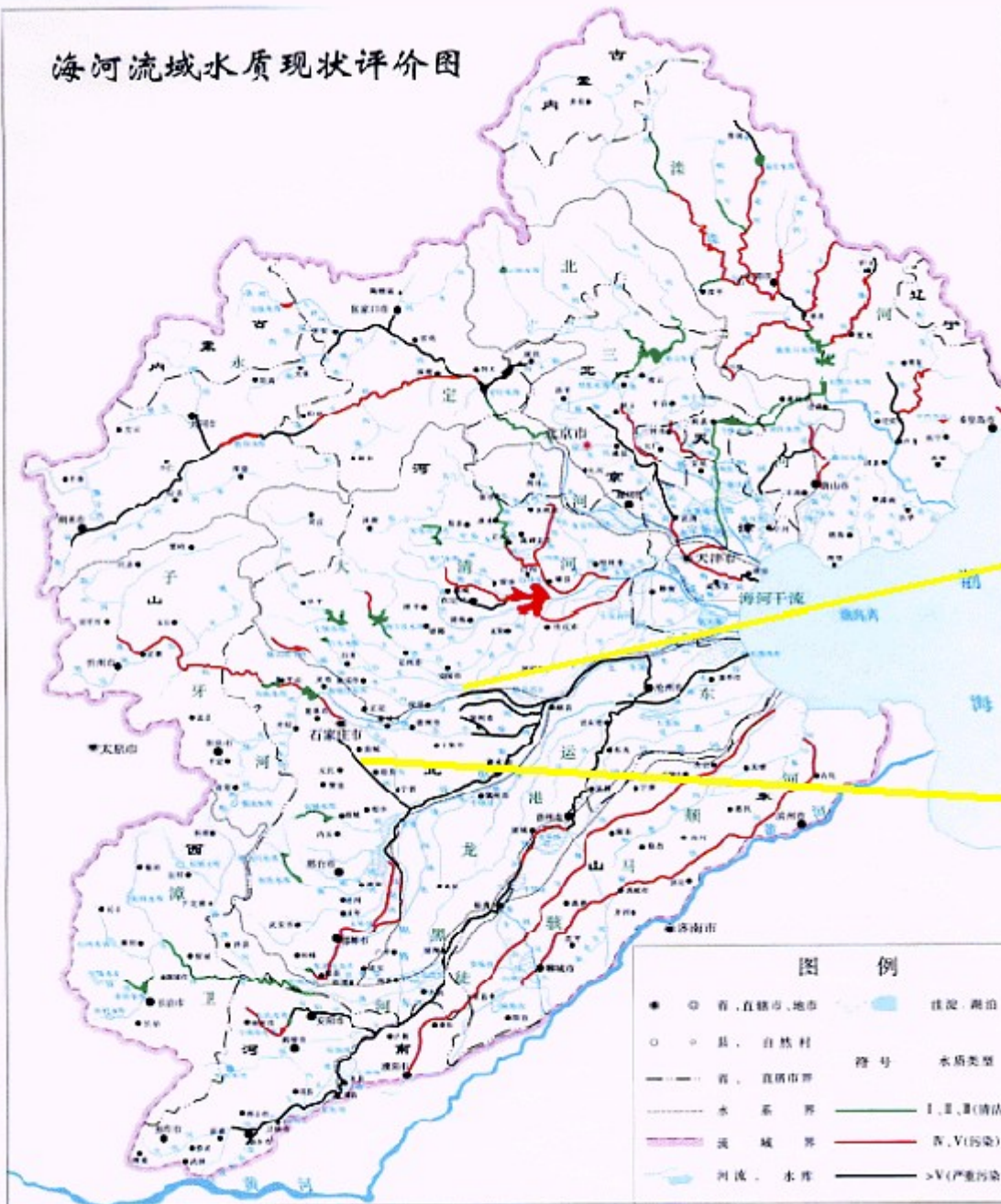


灌漑用水として利用
・汚水灌漑

赤: 汚染
黒: 重度汚染



海河流域水质现状评价图

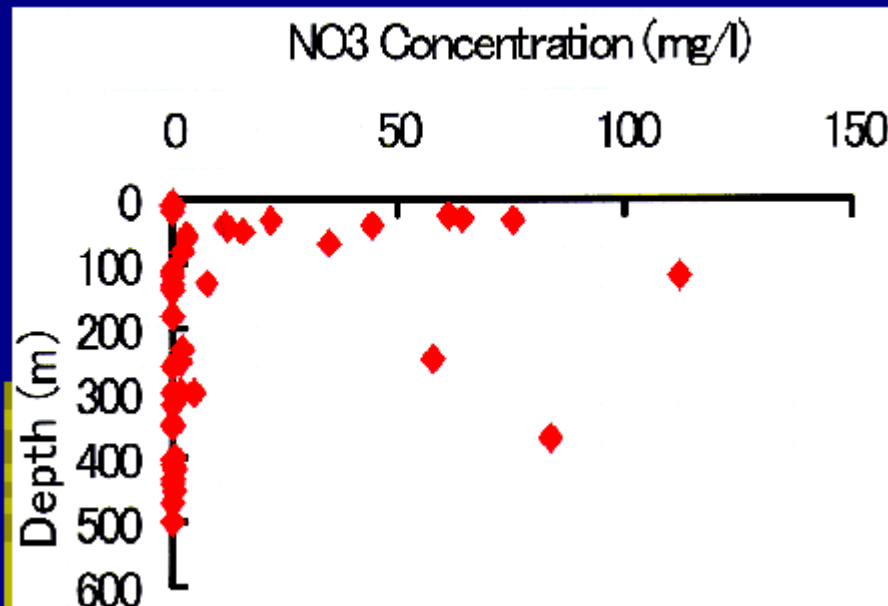
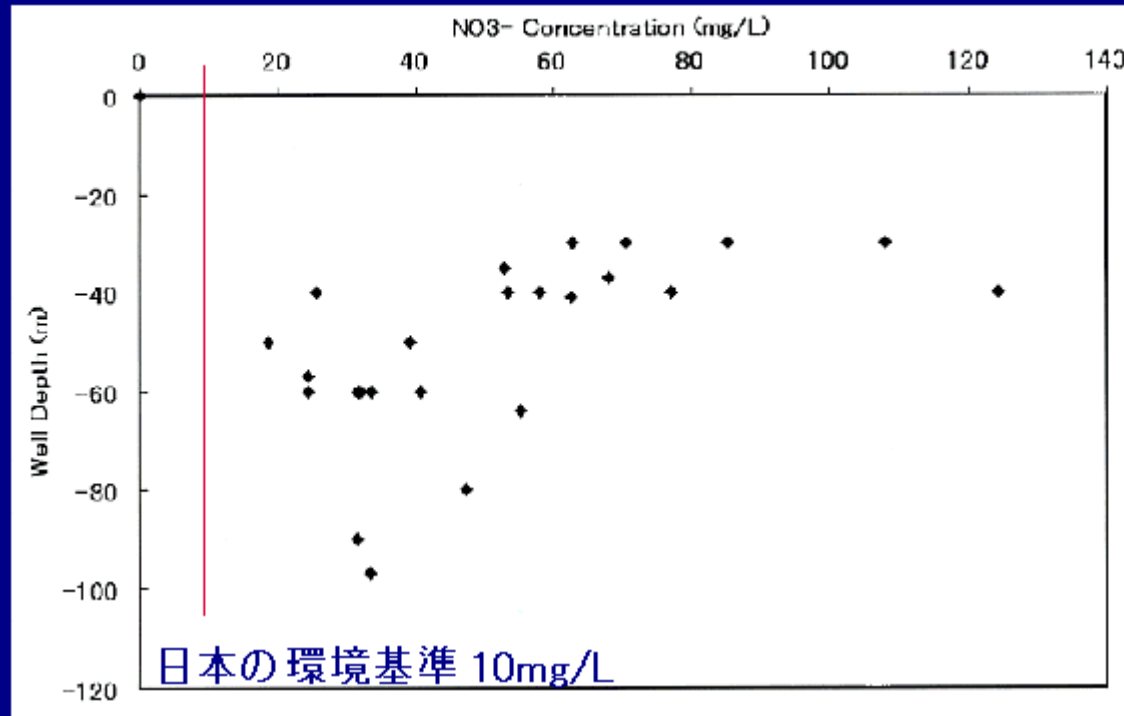


(謝謝 中国科学院夏軍先生)

汚水灌漑

石家庄下流の汚水灌漑を行っている地域の硝酸態窒素濃度と井戸深度の関係

汚水灌漑を行っている地域の濃度は地下水灌漑地域と比べて高い



華北平原(河北省～山東省北部域)における硝酸態窒素濃度と井戸深度の関係

・施肥→河北省経済統計年鑑による解析

千葉県では？



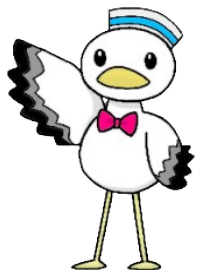
3) 仮想水に関わる事項

ヴァーチャルウォーター

ステレオタイプ：“途上国の水を搾取している”

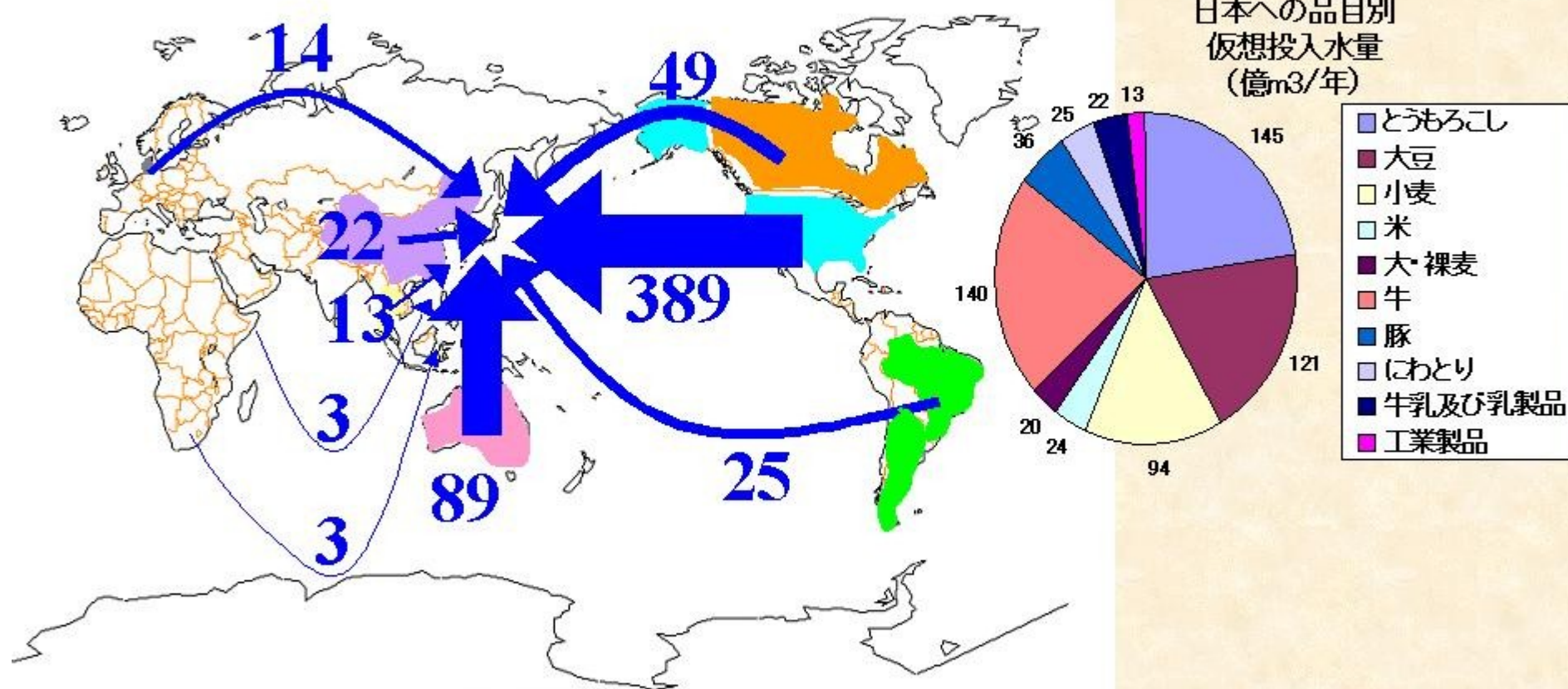
真の背景：市場経済と経済合理主義

もし問題があるとするとも市場経済
のマイナスの側面は
ないか



日本の仮想投入水総輸入量

その他:33



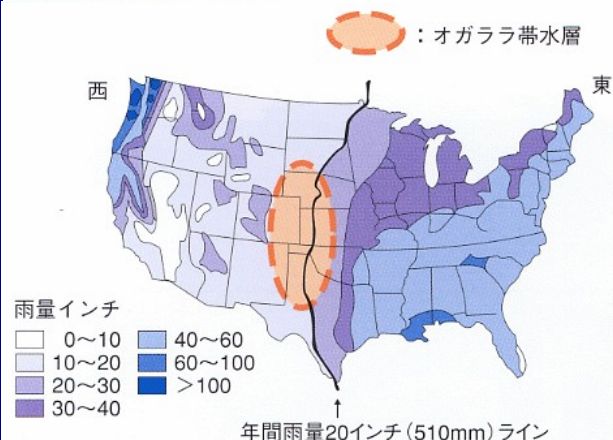
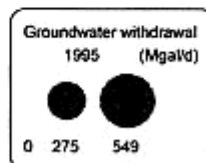
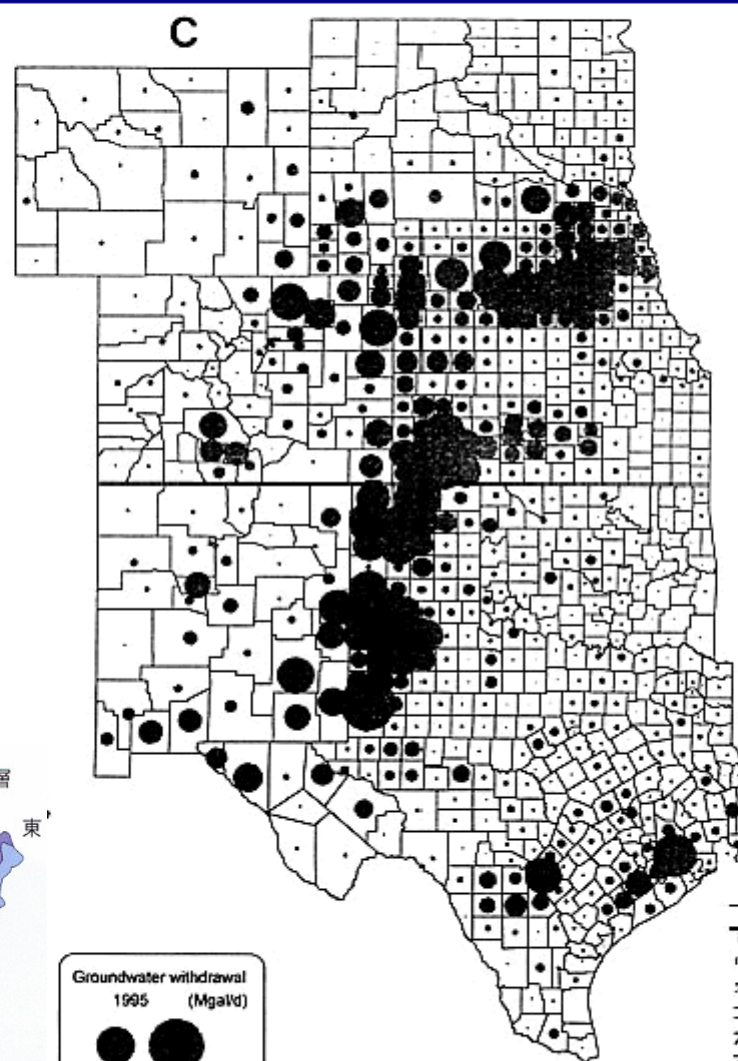
総輸入量: 640億m³/年

日本国内の年間灌漑用水使用量: 590億m³/年

(日本の単位収量、2000年度に対する食糧需給表の統計値より)

(沖大幹ホームページ: <http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/Info/Press200207/>)

アメリカ・ハイプレーンズ地域の地下水利用の 進展と課題



アメリカ西部、ロッキー山脈の東麓に広がるグレートプレーンズと呼ばれる半乾燥地帯は世界の食糧供給基地

いったい、ここで何が起きているのだろうか？

C: 郡(county)別の地下水揚水量の分布(Mgal/d) 1gal=3.8l

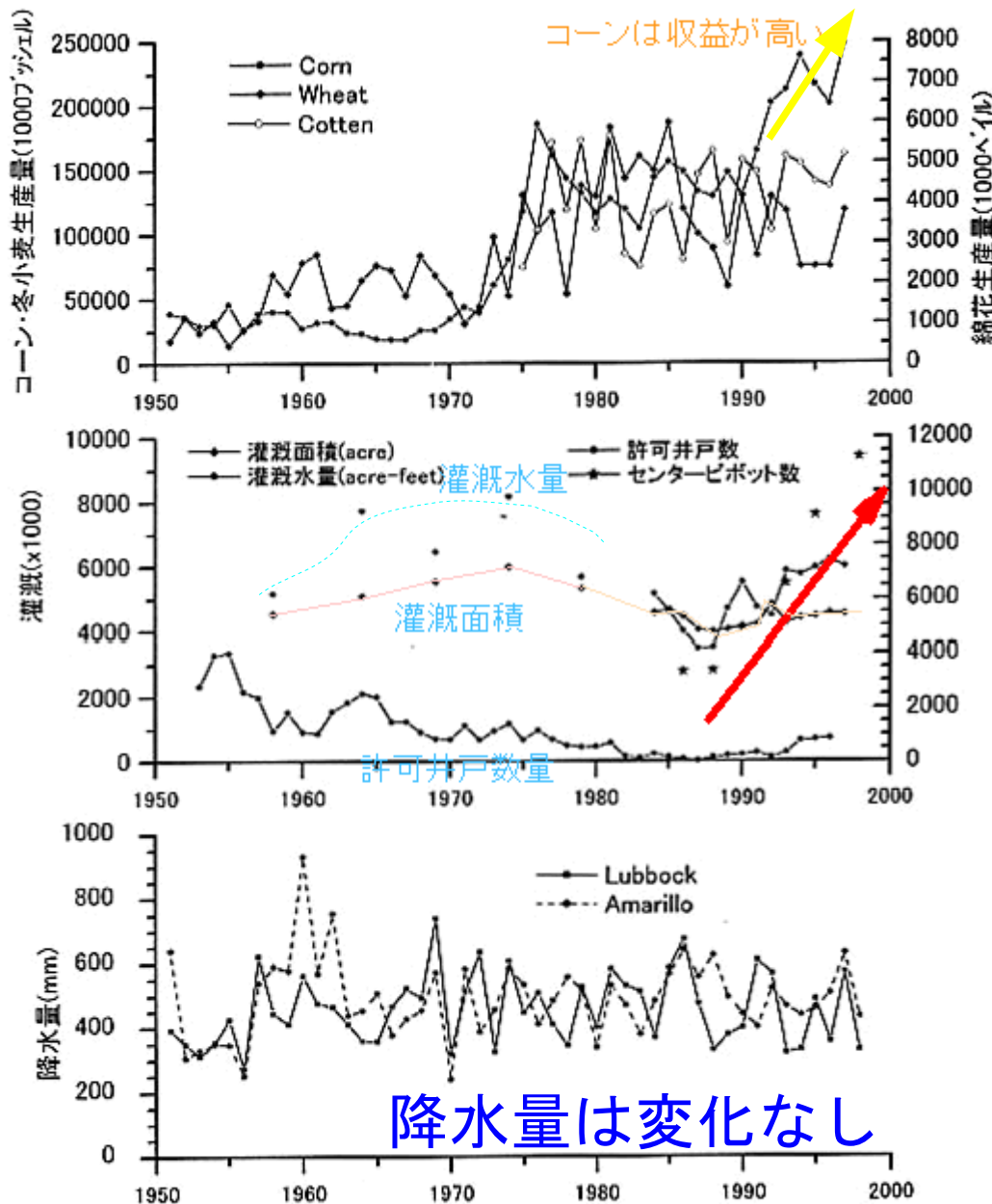
表1 1997年の生産量における各州の全米順位

州	冬小麦	コーン	ソルガム	綿花	肉牛	豚
リウスタコタ		9	7		7	
ワイオミング						
ネブラスカ	0	3	3		2	6
コロラド	5				10	
カンザス	1	8	1		3	
オクラホマ	2		5		5	8
ニューメキシコ			9			
テキサス	4		2	1	1	

空白は11位以下を示す

穀物生産量

灌漑水量



1950年

2000年

地下水利用

上: テキサス州におけるコーン、冬小麦、綿花の生産量

中: テキサス・ハイプレーンズ44州の灌漑面積・灌漑水量とハイプレーンズ地下水保全地区No.1における許可井戸数とセンターピボット数(→)

地下水揚水量は最近再び増加傾向にあるが、それはセンターピボットの増加と調和的である

下: LubbockおよびAmarilloの年降水量





センターピボット
高い灌漑効率

湛水灌漑
低い灌漑効率



トブレ
けた地
に灌漑

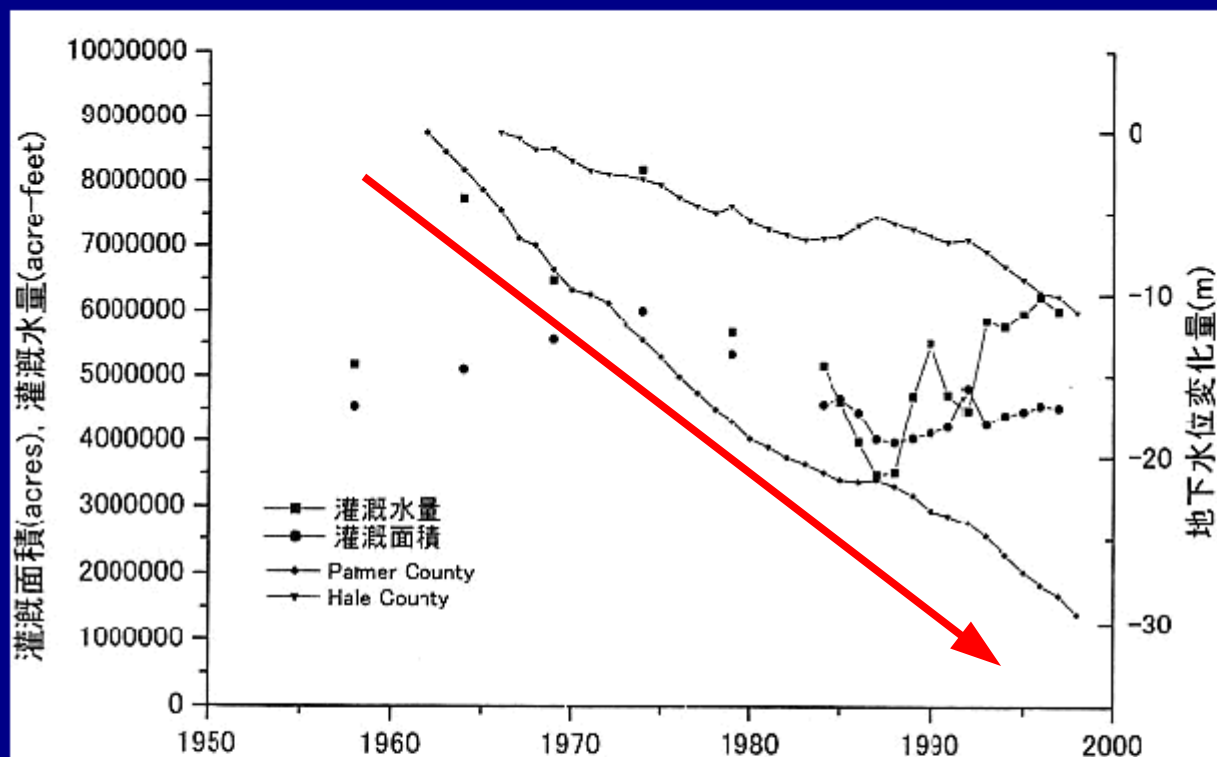
普通農地

約500m

センターピボット農地



灌漑と地下水位



灌漑効率の高いセンターピボット方式→地下水揚水を促進

テキサス・ハイプレーンズ地域の灌漑面積、灌漑水量とParmer郡(1962年以降)、Hale郡(1966年以降)における地下水位変化量

- ・揚水コストの増大
- ・穀物価格への転嫁

どのような対策がとられているか

- ・**節水農業** センターピボット、ドリップ灌漑
- ・保全地域の指定による掘削井戸の許可性
- ・土壌保全保留計画(政府が賃借料を負担し、10年間の休耕)
- ・様々な啓蒙活動



日本はアメリカから水を搾取しているのか？

そうでもない

アメリカの農業は産業

アメリカ農民の伝統的精神

危機があるとしたらそれは？

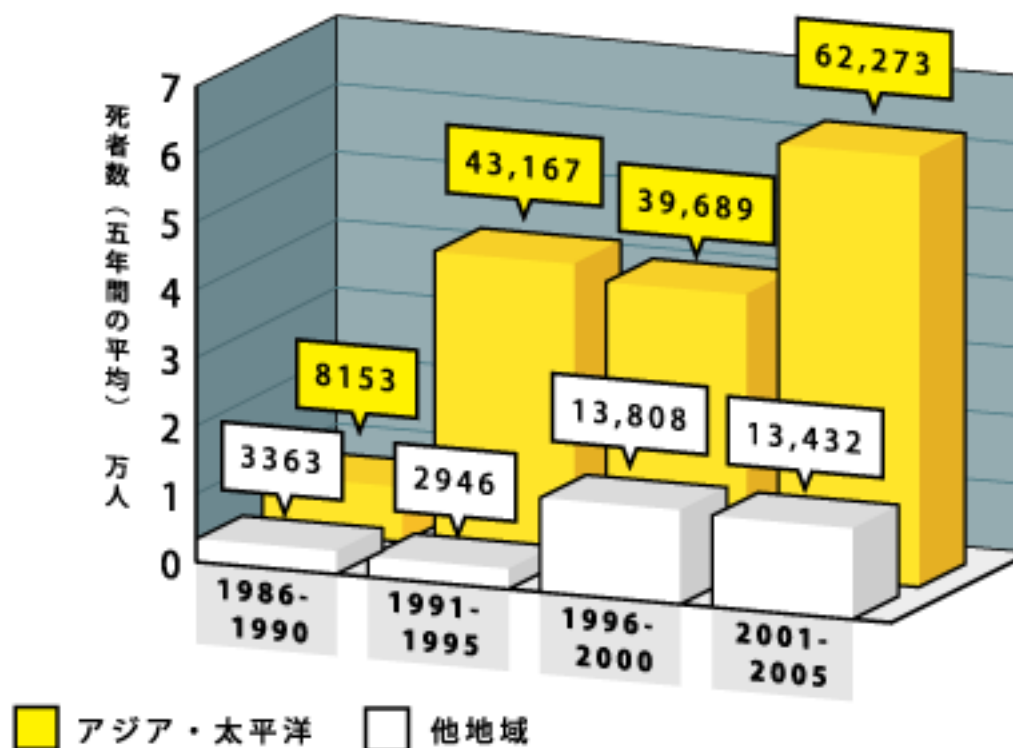
市場経済の必然が. . .



2. 水と災害

水災害による死者が集中

水災害による死者数（5年間の平均）



作成：日本水フォーラム

出典：EM-DAT, The OFDA/CRED International Disaster Database

洪水 Too much water issue



1) 地球温暖化が異常気象をもたらす？

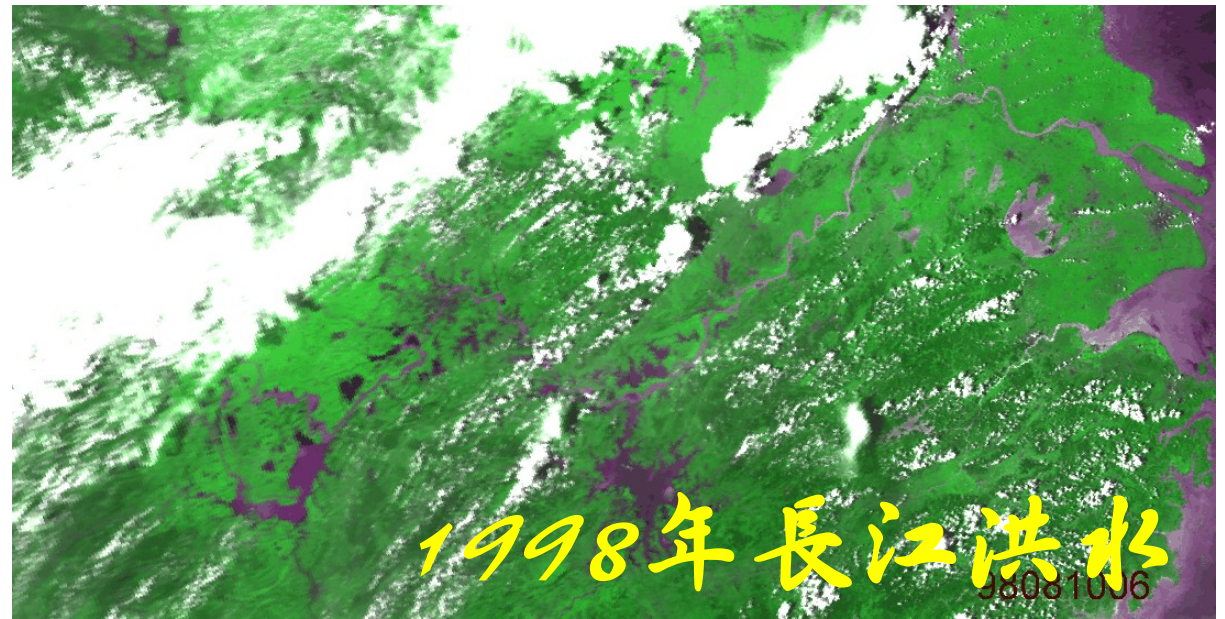
1998年中国長江洪水

2) 地球温暖化が強いハリケーンを？

2005年ハリケーンカトリーナ災害

沖積低地への居住地域拡大

洪水も地球温暖化のせい？



1998年長江洪水は、中国が初めて海外にリアルタイムで報道を行った災害

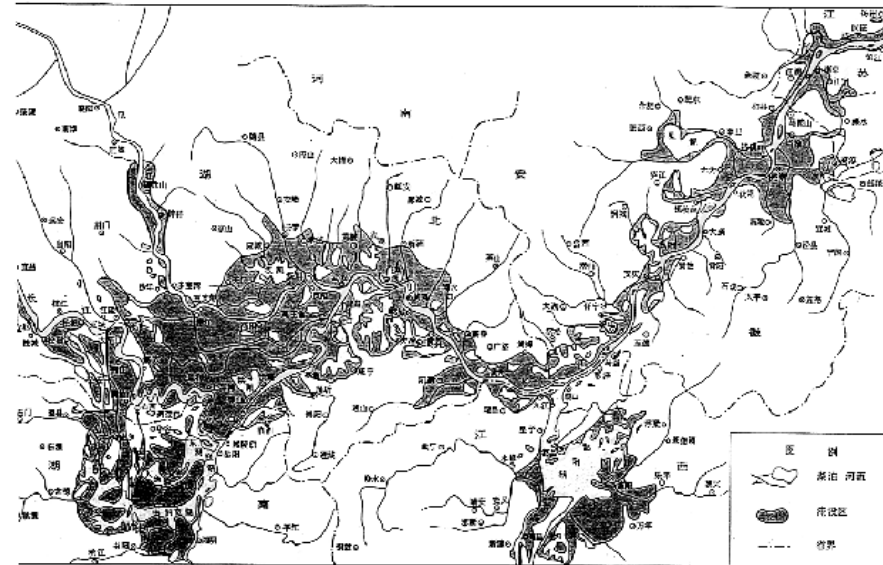


図29 1954年長江中下游洪水淹没区域図

1954年長江洪水

（ニュートンムック：多発する自然災害）



2・20(土)▶2・26(金)



黄赤色の濁流に頭流を失い、11の省、自治区、直轄市を流れ、約300万平方キロメートルの流域面積を持つ長江は、世界第3位の長さを持つ中国最大の川。長江流域には約4億人もの人々が暮らしている。その川が去年8月以来の大雨で歴史的な高水位に達し、100年に一度の洪水に見舞われた。2億3000万人もの人々が被災、経済的にも国家予算の4分の1、およそ2642億元、日本円にして3兆8900億円もの損失を出した。中国有数の穀物生産地である流域一帯では、小麦や大豆、トウモロコシなどの農業被害も深刻化している。この洪水に、政府は延べ500万人の人民解放軍を派遣、堤防を守るために闘った。だが、濁流を鎮静化させるためにいくつかの農村が犠牲になったことはあまり知られていない。番組では、堤防を人為的に破壊して湖北省の大都市・武漢を守るために犠牲となった村・三洲鎮の復興と、そこで長江とともに生きる農民の姿を描いていく。



▲一時は水位が7メートルに達した。▲農家の家が濁る被災民たち。



画像提供/千葉大学環境リモートセンシング研究センター 写真提供/朝日新聞社、朝日新聞社

省都の犠牲になった村

長江はほぼ中心に位置する豊かな穀倉地帯、湖北省にある三洲鎮。大都市・武漢から上流200キロにあるこの村は堤防に囲まれた穀倉地帯で、長江の土砂が堆積した肥沃な土壌に恵まれている。三洲鎮は今回の洪水から省都・武漢を守るために人為的に堤防を破壊し、泥水に沈んでしまった。建物の9割が倒壊、およそ3000人がチャント暮らしを余儀なくされた。被災者は12億円、日本円にして1億8000万円に上るといわれる。

このように、長江とともに生きる人々には土壌から豊かな実りの恩恵を受ける代わりに、時にその流れにすべてを奪われてしまうことがある。それとともに、彼らには運命を辿られるのだ。この地で農業が続けられているのか、それとも……

すべてを奪った洪水は憎いけれど……

「暴れ竜」長江とともに生きる農民の闘い

三洲鎮の農民は一面水没したとてしまえば、この時の収穫はゼロの状態で、政府から支給されるのは1日たった5000円の米と18円の一時金だけ。生活の糧を失った人々は、このまま農業を続けるべきか、雇い手として他業の仕事を始めるべきか、その心は大きく揺れた。そして、「農業をやっても洪水がくれば、またこのように全滅してしまう。これはもう全滅して生計を立てよう」と決意する。

三洲鎮にある田畑は壊滅状態のため、農民たちが食べる野菜すらもまもなくない。そこで付人は隣村で野菜を仕入れ、三洲鎮で売ることを考えた。

初めはほとんどもうけがなかったこの商売だが、今はだいぶ軌道に乗ってきた。ゆくゆくは野菜だけでなくほかの商売もしたい、と付さんは夢を語る。

やばいこの土地やてい

またの田畑が全滅してしまつた付さん(34歳)にとっても、復興の指標となる農作物の収穫は、この土地で農業を続けることを決める。付さんは、長江の堤防を築く。もう一度と洪水が起きないよう、これは農作であるように……付さんを助けて、自分の畑の土を堤防に埋めた。日々、復興の指標となる農作物の収穫は、この土地で農業を続けることを決める。付さんは、長江の堤防を築く。もう一度と洪水が起きないよう、これは農作であるように……付さんを助けて、自分の畑の土を堤防に埋めた。

これが本音の闘い

復興の指標となる農作物の収穫は、この土地で農業を続けることを決める。付さんは、長江の堤防を築く。もう一度と洪水が起きないよう、これは農作であるように……付さんを助けて、自分の畑の土を堤防に埋めた。

三洲鎮の復興と、そこで長江とともに生きる農民の姿

三洲鎮の復興と、そこで長江とともに生きる農民の姿を描いていく。



「洪水を治めたものが国を治める」といわれるほど、中国は大河のはんらんに苦しめられてきた。世界第3位の長さを持つ中国最大の川・長江流域には約4億人もの人々が暮らしている。その川が去年8月以来の大雨で歴史的な高水位に達し、100年に一度の洪水に見舞われた。2億3000万人もの人々が被災、経済的にも国家予算の4分の1、およそ2642億元、日本円にして3兆8900億円もの損失を出した。中国有数の穀物生産地である流域一帯では、小麦や大豆、トウモロコシなどの農業被害も深刻化している。この洪水に、政府は延べ500万人の人民解放軍を派遣、堤防を守るために闘った。だが、濁流を鎮静化させるためにいくつかの農村が犠牲になったことはあまり知られていない。番組では、堤防を人為的に破壊して湖北省の大都市・武漢を守るために犠牲となった村・三洲鎮の復興と、そこで長江とともに生きる農民の姿を描いていく。



BS特集

長江大洪水～復興100日の記録

20

8:00～10:00

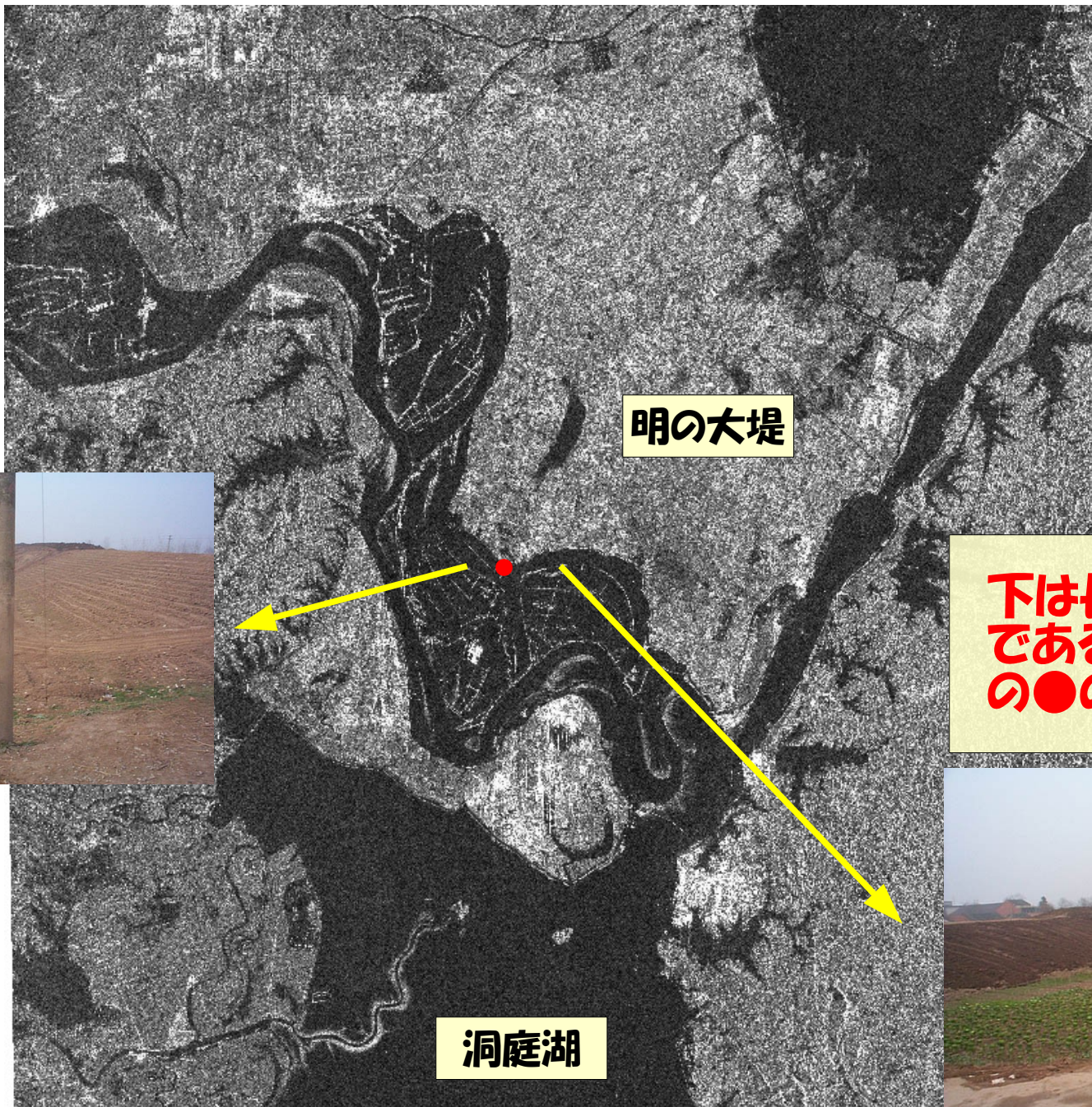
BS1



三洲鎮の復興と、そこで長江とともに生きる農民の姿を描いていく。



レーダー画像では湛水域がよくわかる



下は長江の本堤の写真
であるが、左上の画像
の●の位置



武漢



ここは、最も多くの犠牲者を出した地域。武漢への水勢を緩和するため、わざと蛇行を残しておいた場所、やはり堤外地で破堤…人口問題？

98年長江洪水は決して未曾有の災害ではなかった

報道により、全世界に洪水の実態が知らされ、地球温暖化と関連づけられるようになった



ハリケーンカトリナは何を教えたか

姿を変えたジャズの都

ニューオーリンズはほぼ全域が海面下にある。メキシコ湾岸に漂したときよりハリケーンの勢力は弱えたが、堤防の決壊で街は8割がた浸水した

AP/2005

Special Report

ハリケーン

米南部に襲いかかった
史上最大級の自然の脅威
数々の現地報告から
被害拡大の元凶を検証する

ジャズとカーニバルの都ニューオーリンズから陽気な調べは消えた。市内の8割が水没するという前代未聞の悲劇は天災かそれとも人災か。行政の対応が後手に回るなか、住民は濁流と無法地帯の恐怖に怯え、経済的被害も拡大した悪夢の1週間をドキュメントする。

決して突然の、予想外の事態ではなかった。
「これじゃ、もたんど」。ニュー
オーリンズ市議会のオリバー・ト
ーマス議長がうつぶやいたのは、

8月28日の午後4時。すでにゴン
チャートレイン湖の水位は上がり、
押し寄せる波がコンクリート堤防
の下の手をくぐっていた。
超大型のハリケーン「カトリナ」

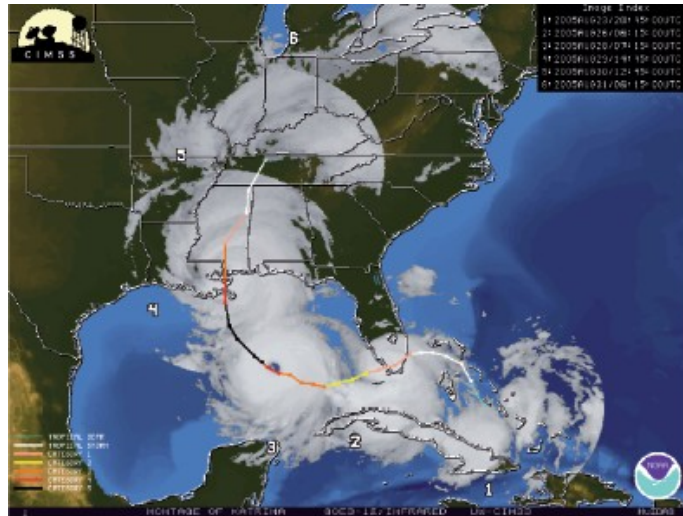
ナ」がニューオーリンズを襲ったのはその14時間後だが、すでに海では潮位の上昇が始まっていた。トーマスは市のハリケーン対策室に戻り、みんなに言った。「今、水が市内に押し寄せてくる」。

地元で生まれ育ったトーマスは、40年前の洪水で自宅の屋根に取り残された記憶がある。暴風になったからも、水害対策に熱心に取り組んできた。だから洪水関係の報告書が山積みされているのも知っていた。しかし、防壁プロジェクト予算がついたためしがないのも知っていた。そして、愛する街を持つ運命にも気づいていた。
カトリナがメキシコ湾岸に上陸した29日の朝、沿岸警備隊の第

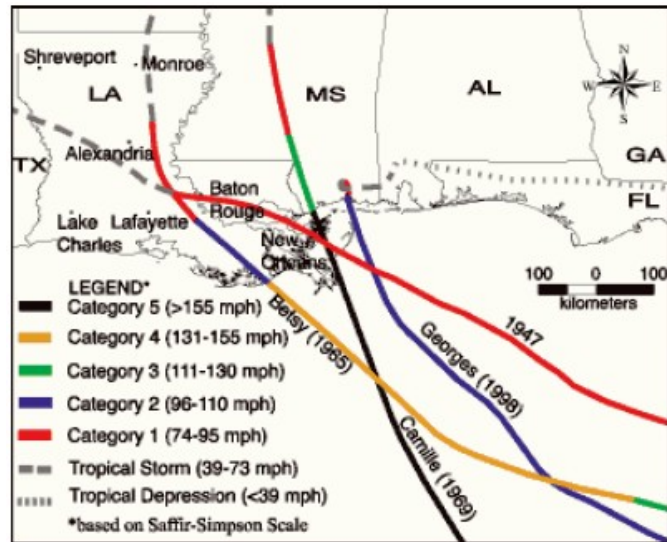
The Lost City

そして街は水に沈んだ

ハリケーンカトリーナは未曾有のハリケーンだったか



カトリーナは最大時力テゴリー5、上陸時にカテゴリー3



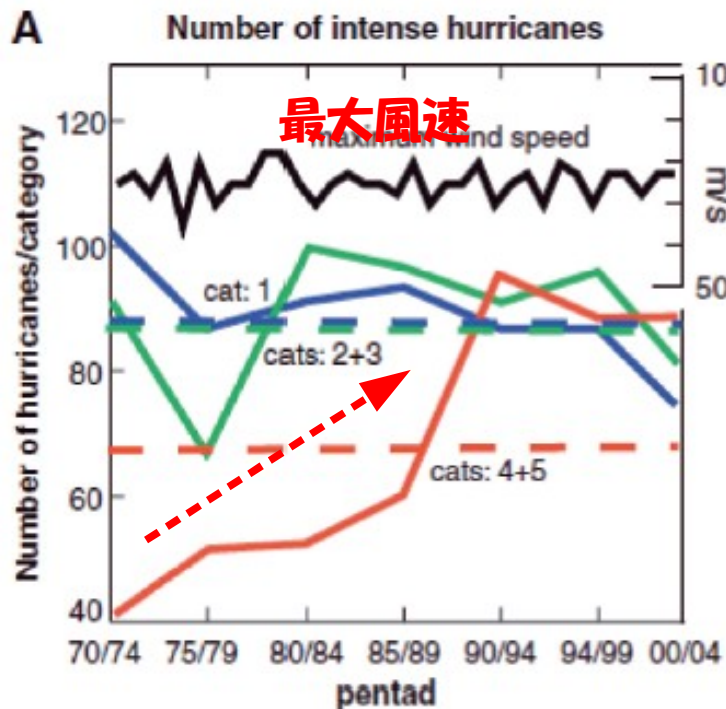
ハリケーンカトリーナの進路(上)と過去の主なハリケーン(下)



	カトリーナ	伊勢湾台風
上陸日	2005年8月25日	1959年9月26日
最低気圧	902hPa	894hPa
上陸時気圧	920hPa	929hPa
最大風速	77m/s	75m/s
上陸時風速	62m/s	45m/s
暴風域半径	180km	350km



木曽川上空より弥富駅方向。下記URLより転載
<http://www.d1.dion.ne.jp/~kwx/isewan.htm>

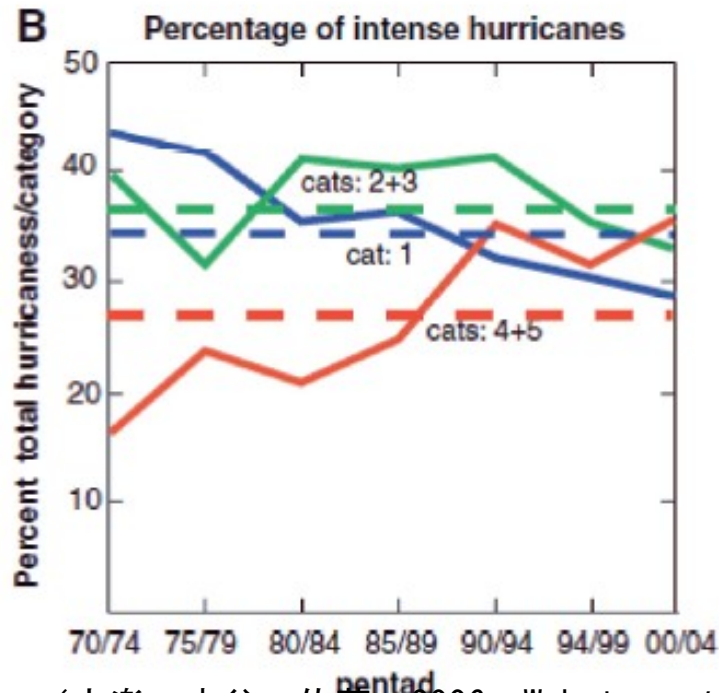


強烈なハリケーンは増えているのか？

80年代まで、カテゴリー4+5のハリケーンの数、割合は増えているが、最大風速は変わっていない
(IPCCでは傾向は認められている)

なぜ、未曾有の災害になったか？

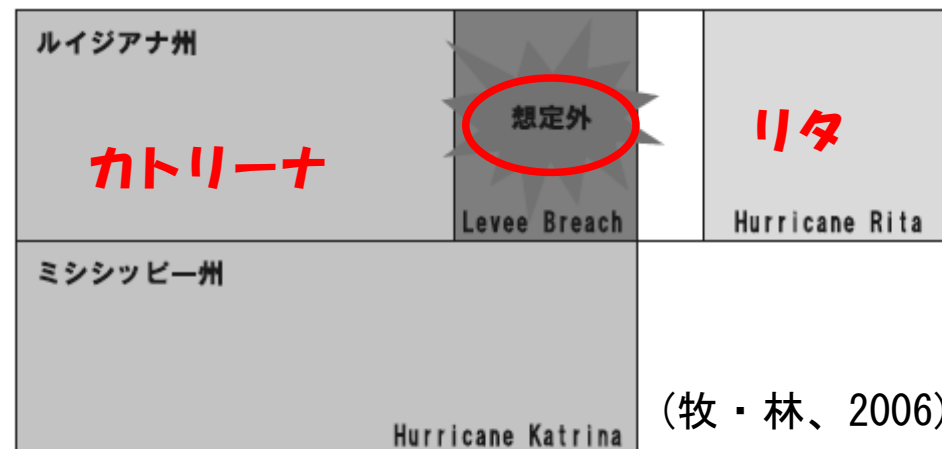
- 堤防が決壊したこと
ただし、堤防はカテゴリー3が基準
- 続いて、ハリケーンリタが襲来



ルイジアナ州とミシシッピ州
— 3つのEventがニューオリンズを襲った —

堤防決壊

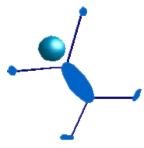
8/23 8/25 8/28 8/29朝 8/29午後 9/18 9/21-22 9/24
発生 FLに上陸 カテゴリー5 再上陸 (LA, MI) 堤防の決壊を認識 発生 避難 上陸



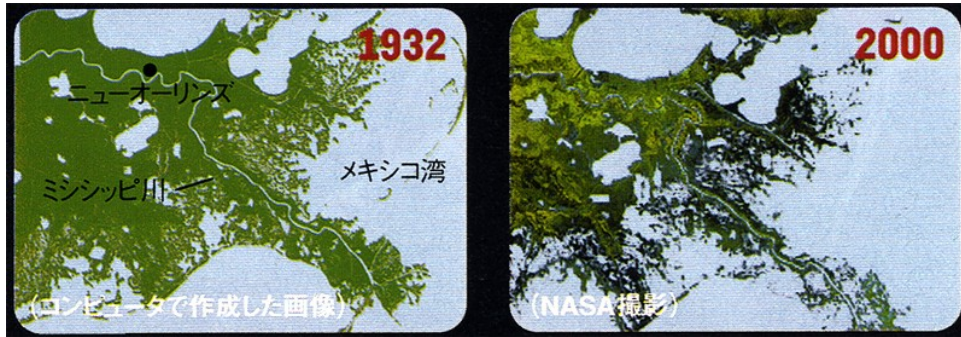
(大楽・水谷・佐藤、2006 ; Webster *et al.*, 2005)

(牧・林、2006)



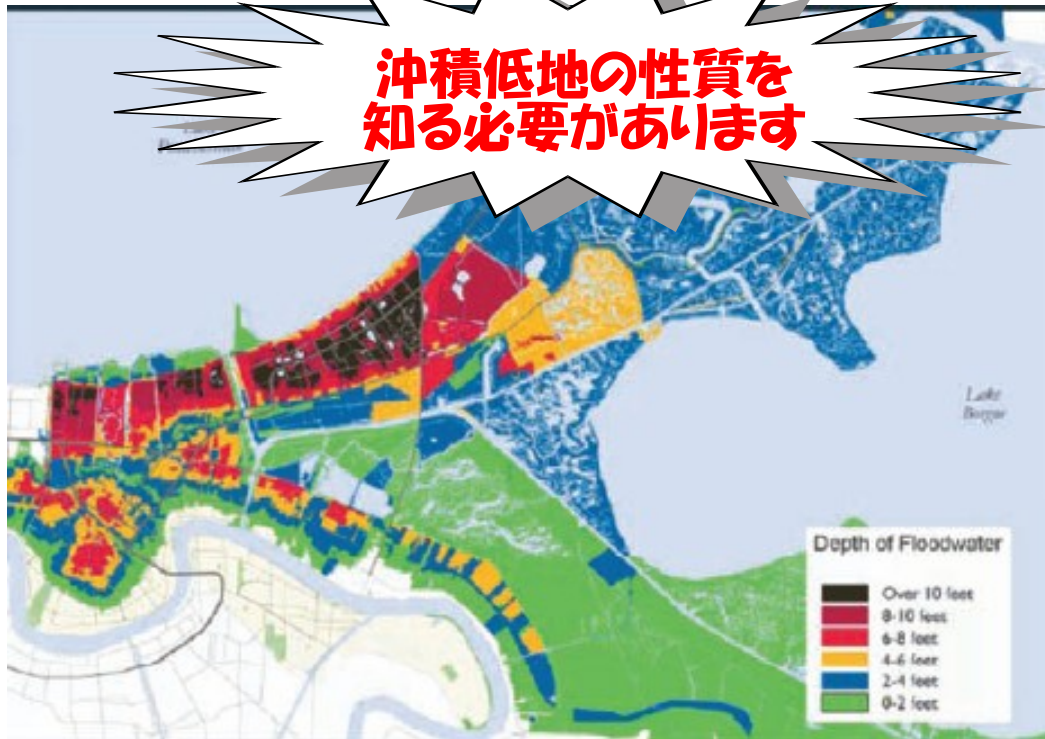


ニューオーリンズは三角州（デルタ）の上に発達した都市 土地の性質を知らなかった．．．

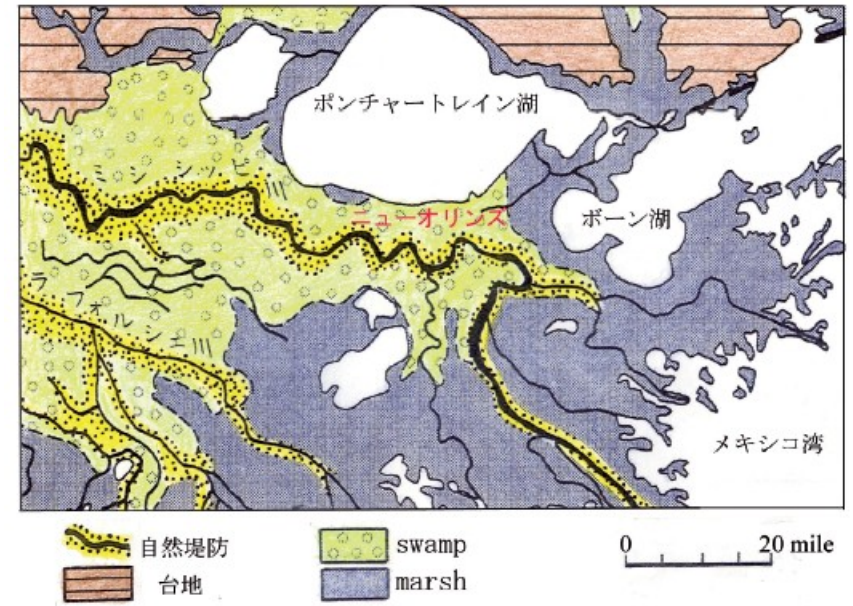


(ニューズウィーク日本版 2005. 9. 14)

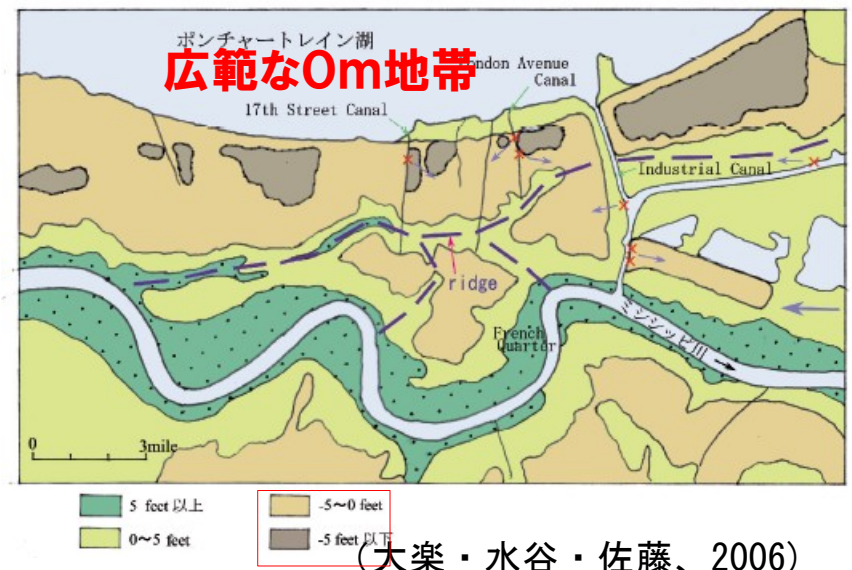
**沖積低地の性質を
知る必要があります**



浸水深の分布(牧・林、2006)



ミシシッピデルタの地形分類(上)と、地盤高分布(下) (水谷武司原図)



(大楽・水谷・佐藤、2006)

ミシシッピデルタ 1976年と2001年

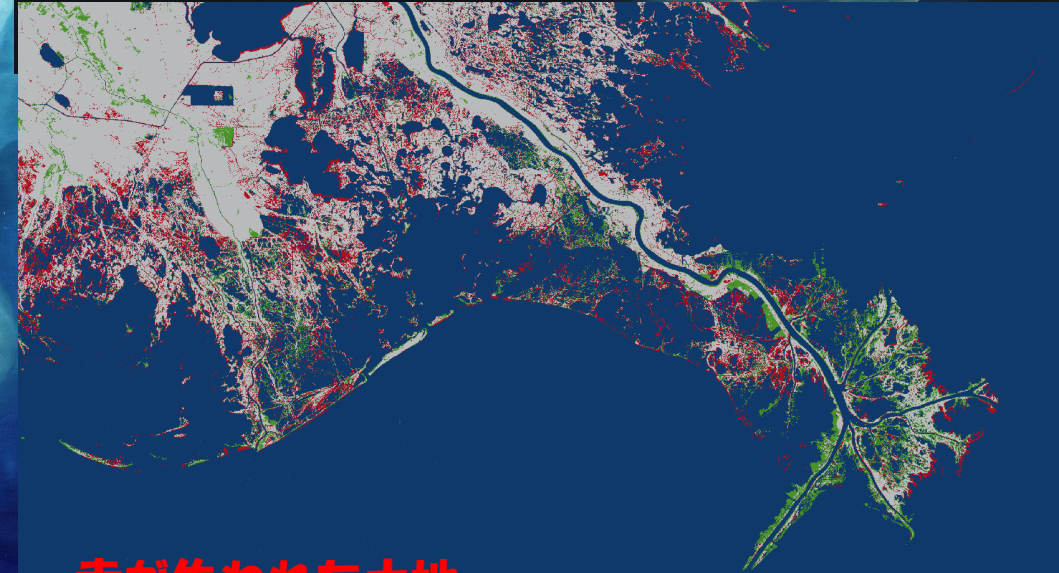
ミシシッピ川は大量の土砂を運ぶ 鳥状三角州
上流に建設されたダムは川の運ぶ土砂を減少 海岸侵食



2001

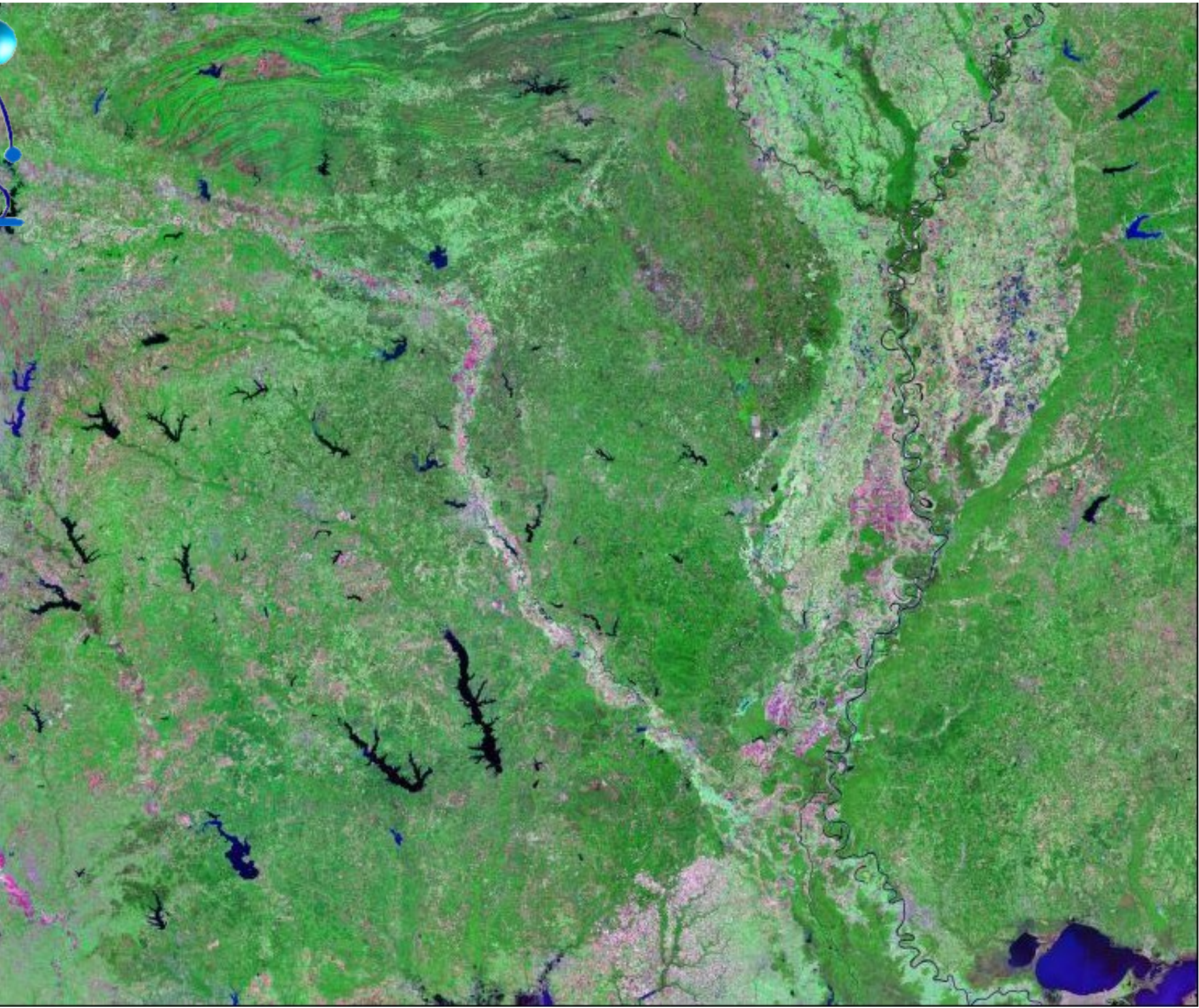


1976



赤が失われた土地

ミャンマー上流のダム群



サイズは6度×5度



東京下町低地は怎么样了のか



(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

東京低地水域環境地形分類図

大矢雅彦ほか、「地形分類図の読み方・作り方」、古今書院、1998。
久保純子、東京低地水域環境地形分類図

ビルに埋め尽くされた都会の下には、もとの地形が隠されており、災害時にはその性質を露わにする

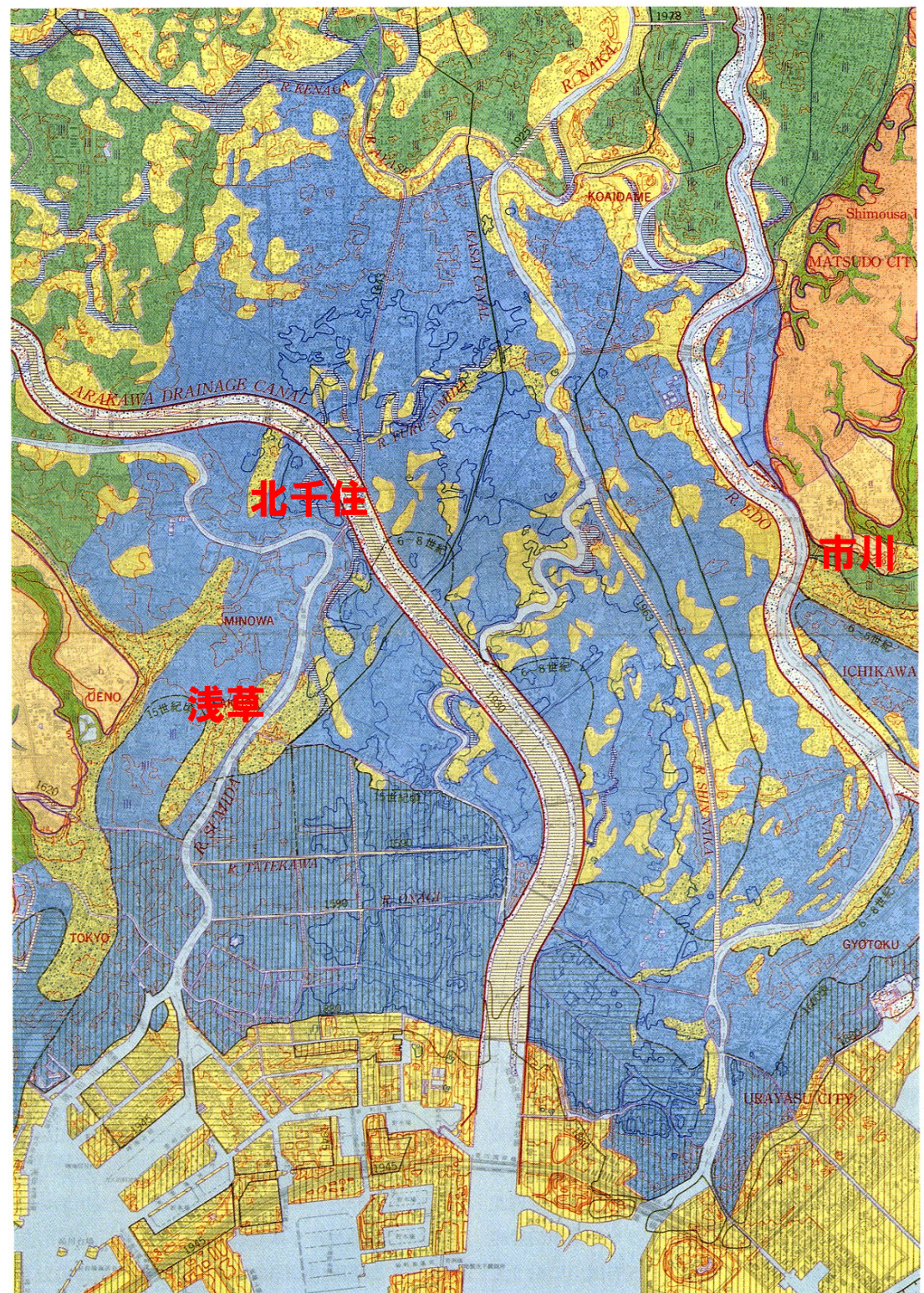
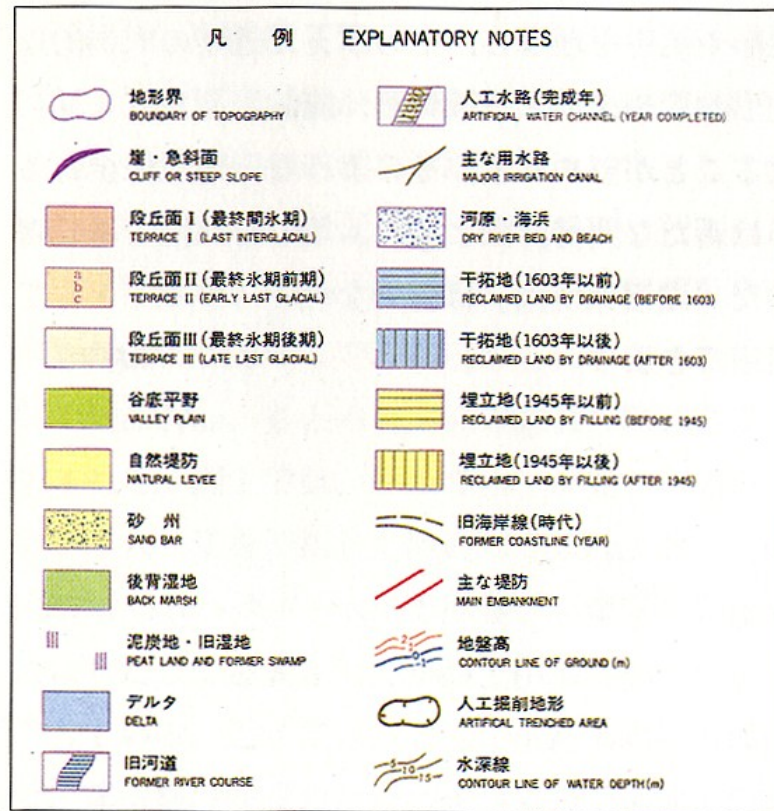
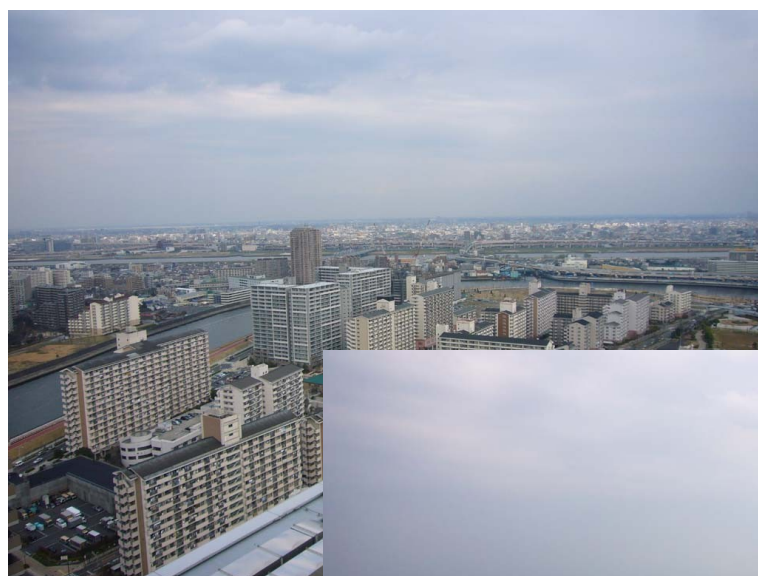


図1 東京低地水域環境地形分類図 (久保, 1993, 中心部分を50%に縮小)

生活基盤を維持するために様々な投資がなされている



白鰭西地区市街地再開発事業（東京都再開発事務所）

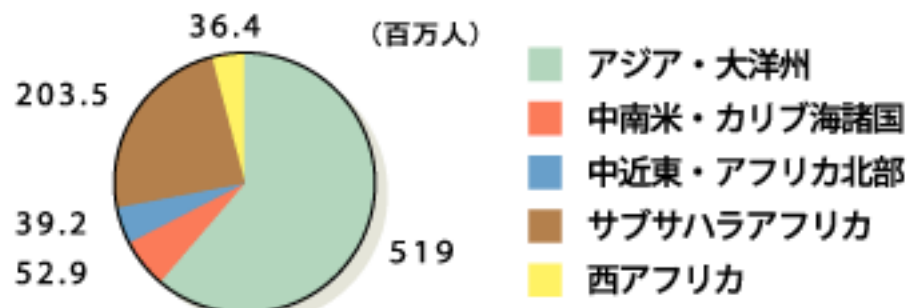
都市に住むということはどういうことか？
コストをかけることができなくなったら？



3. 水と食糧

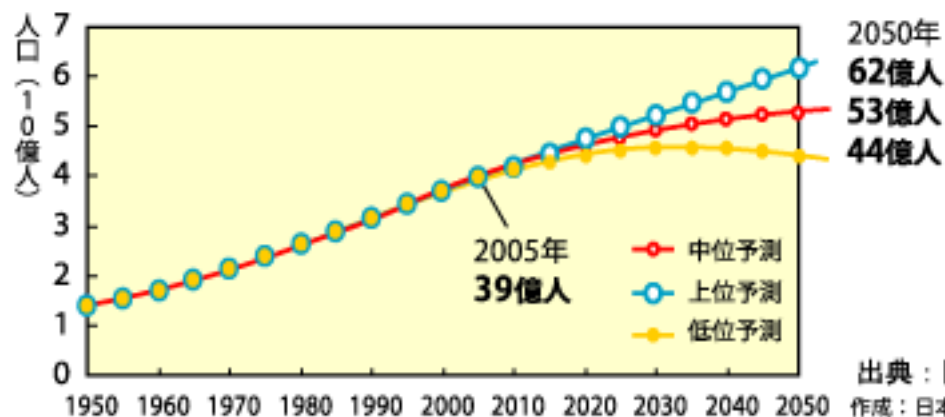
農業用水、灌漑農業、食糧の確保

栄養が十分でない人の数(2000-02)



出典: FAO, The State of Food Insecurity in the World 2005

アジアの人口増加予測



出典: 国連人口局

作成: 日本水フォーラム

新しい地球環境問題 – 水問題 –

■ここで扱う水問題

緑の革命

取水・灌漑技術の進展が農業生産量を飛躍的に増大させたが、水資源、特に地下水の更新性に関する知識の不足により短期の利益の追求が水資源の不可逆的な消費に繋がりがつつある問題

■世界中で同様な背景の元で多発し、影響が国境を越える問題

グリーンウォーター（ヴァーチャルウォーター）と呼ばれる穀物の形に変えた水の輸入が日本人の食を支えている状況から水問題は国境を越えた問題と言える

USAのハイプレーン地域 – 極端な事例 –

地下水過剰揚水による地下水位低下が節水農業の普及に繋がったが、それがさらに大きな水利用、穀物生産を促している → 経済活動を止めることはできない...

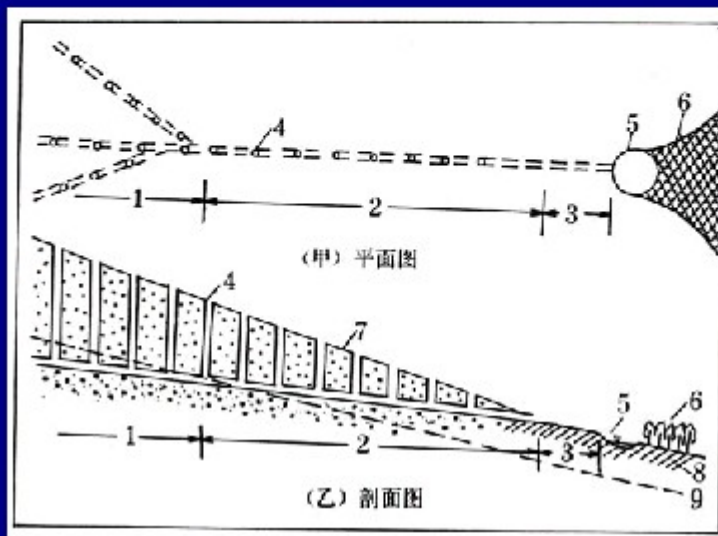
- ◆ **中国華北平原** – レスター・ブラウン著「誰が中国を養うのか」、ダイヤモンド社によって警告 –
地下水利用は1940年代に始まり、小麦とコーンの生産は飛躍的に伸びたが、同時に地下水位は低下を続けている。しかし、灌漑手法は湛水灌漑が多く、まだ節水農業の余地は多く残されている

地域の事例研究ではなく、より大きなフレームワークの中に位置付ける – 比較水文学的立場 –



新疆トルファンの坎儿井(カレーズ)

同じような背景のもとで進行中の地下水問題

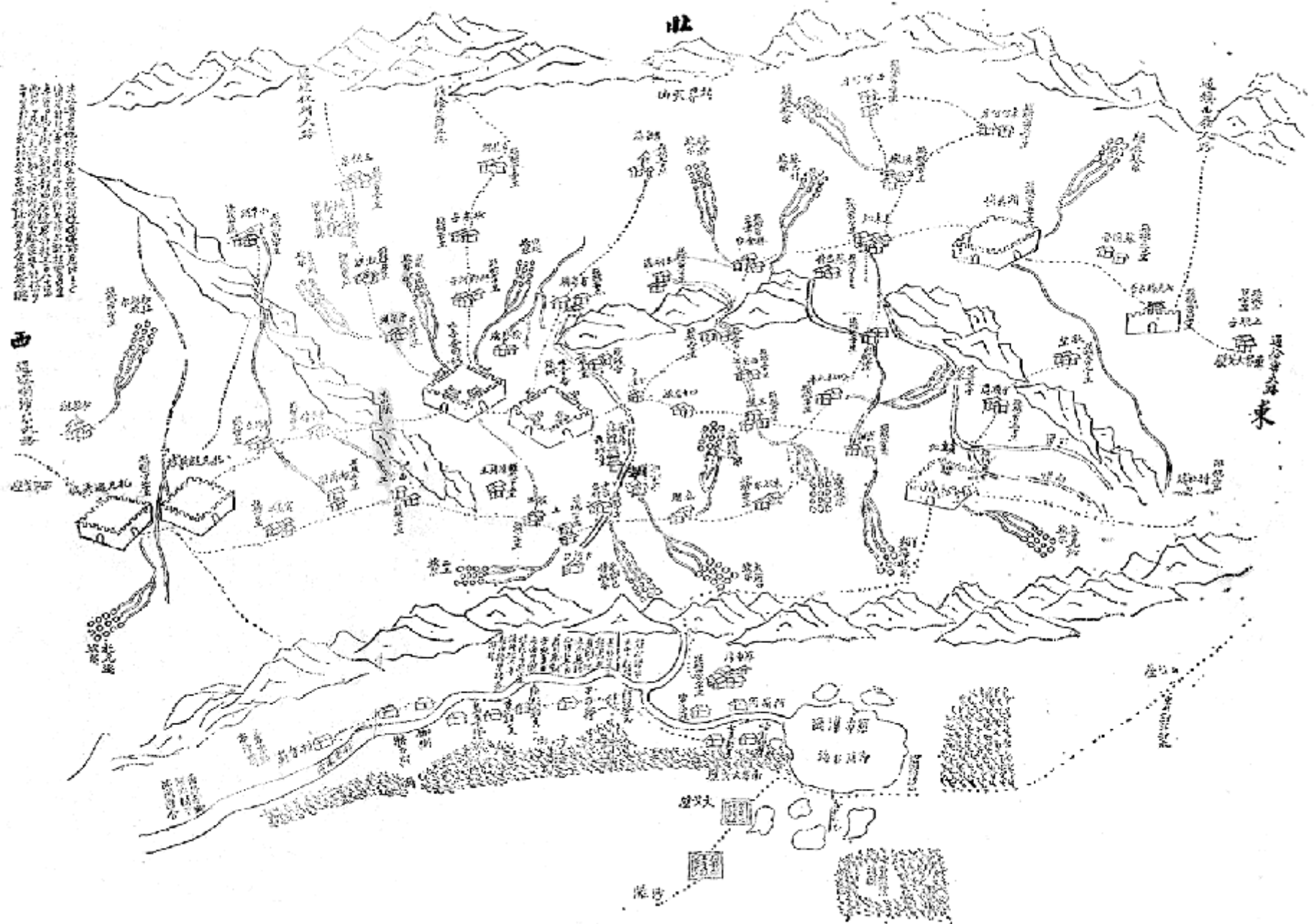


坎儿井は天山山脈の融雪水を源とする扇状地の地下水を長い人工トンネルを穿ってオアシスに導水する伝統的システムである。持続可能なシステムであるが、維持・管理が大変であるため最近では井戸、開水路による導水が盛んに行われ、坎儿井は衰退しつつある。同時に地下水位は低下を続けているという。

左: 爽やかな風が吹く坎儿井の出口、しかしオアシスを一歩出ると、そこは荒涼としたゴビである。

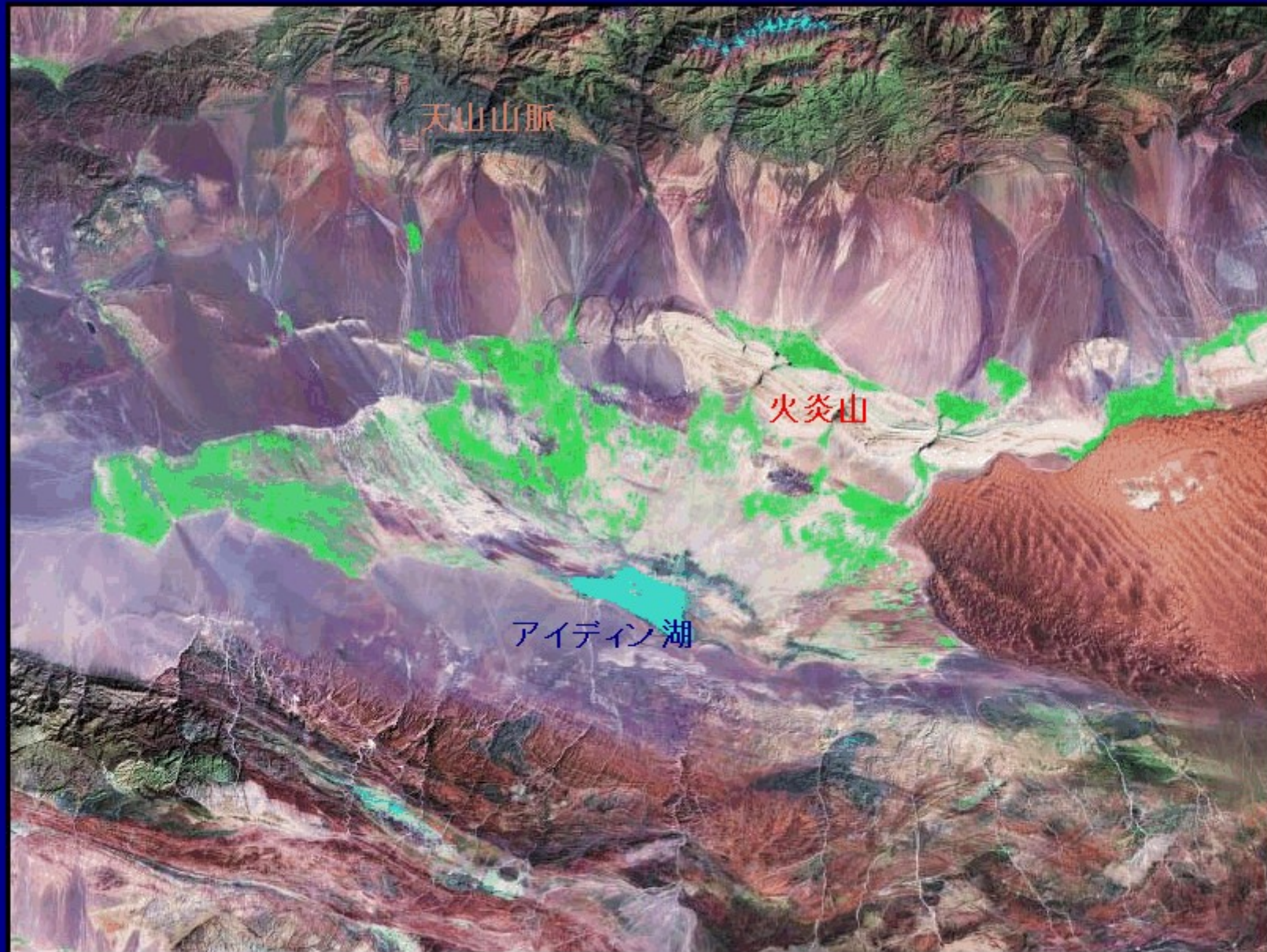
右: 地下水揚水井。資金さえあれば簡単に水が手に入り、維持・管理も楽である。





清朝末期頃のトルファン盆地周辺のカレーズの分布

トルファン盆地 緑色部の大部分は人間により作り出された景観



トルファン盆地の問題点は



- ・扇頂部からの開水路による灌漑水路の建設
→扇状地の水循環における涵養を減少させる→カレーズの水量に影響？

- ・地下水揚水
→扇状地の水循環(およびカレーズによる再循環)を断ち切る水利用

地下水は貯留量が大きいため、影響は時間が遅れて現れる
しかし、循環速度が遅いため、一旦発生した地下水障害はもとに戻すには極めて長い時間がかかる

→世界で同じような背景のもとで発生している水問題

一方で、地球温暖化は徐々に進行しているようである
中緯度の山岳氷河は温暖化に極めて敏感と言われている
トルファン盆地のカレーズの水源はもともと山岳氷河や積雪の融け水



環境問題は知りませんでした、専門が違います、ではすまない

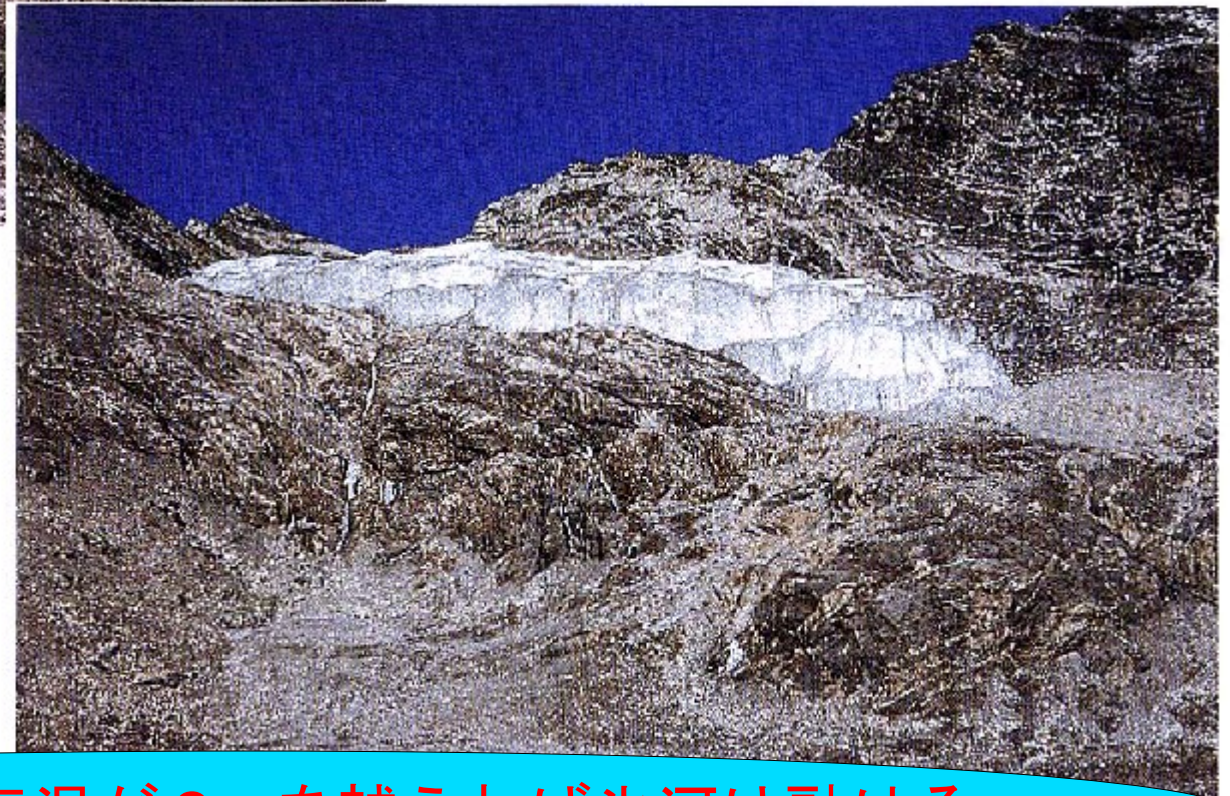


ネパールヒマラヤ、クンブ地域の
コンマ氷河の最近19年間の変化

中緯度では温暖化により雪が雨
に変わると氷河を涵養しなくなる

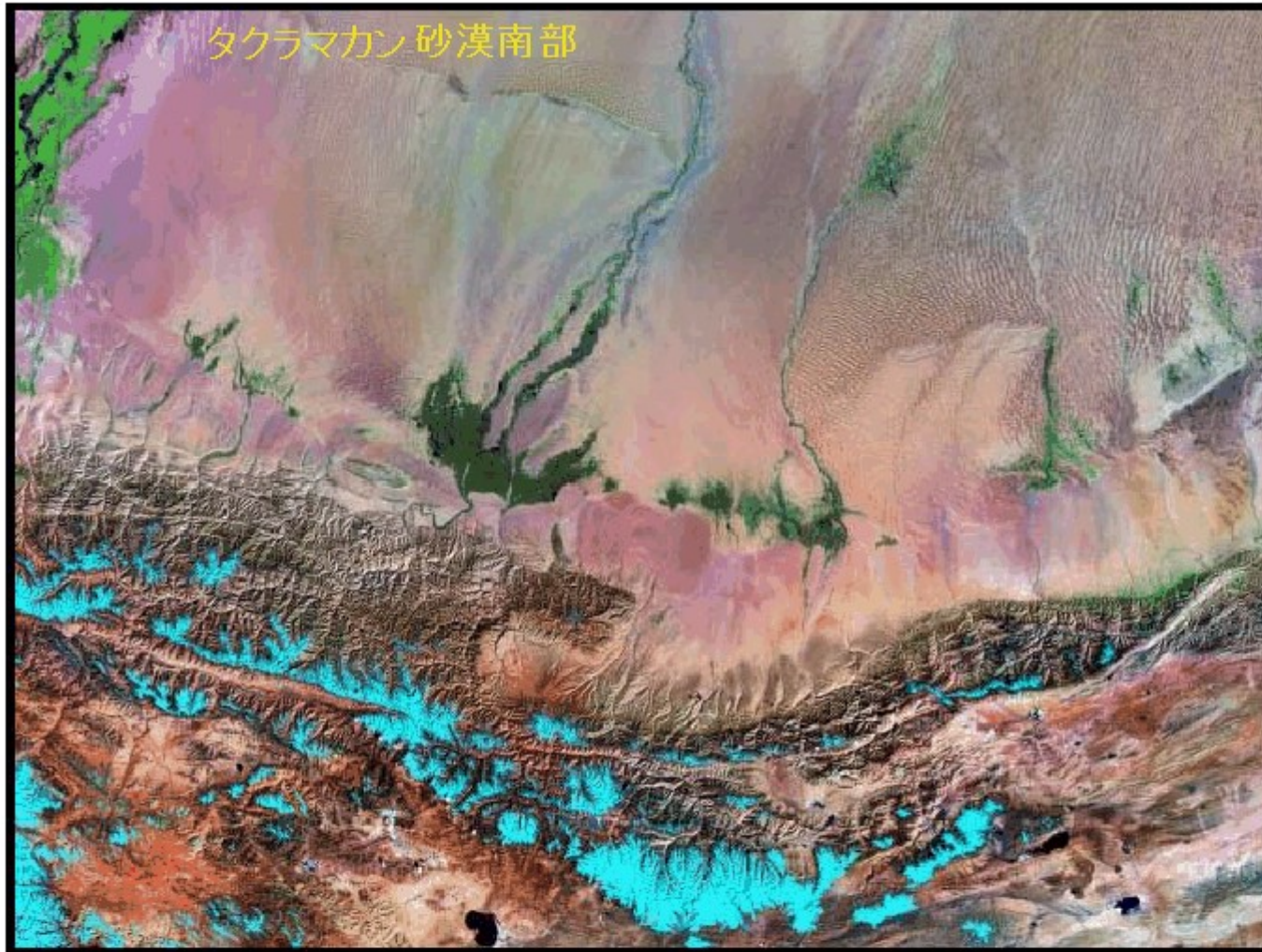
上: 1976年6月
右: 1995年10月
(岩田修二、地学雑誌)

確かに後退している
→ 融けている
→ 河川流量は増えている？



温暖化により、気温が0°を越えれば氷河は融ける

タクラマカン砂漠南部

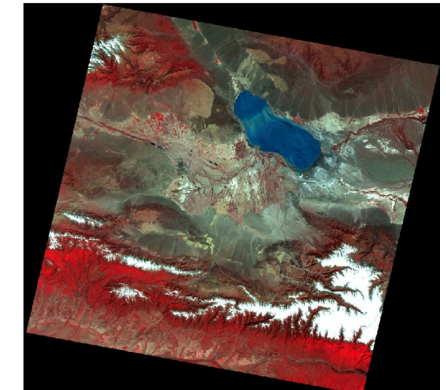
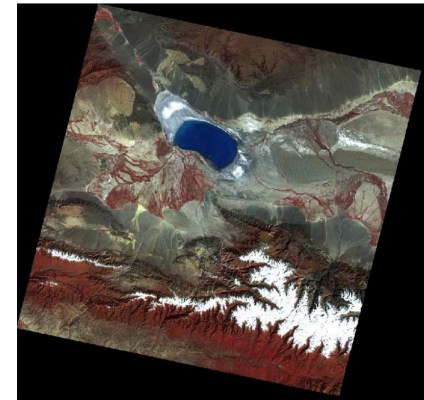
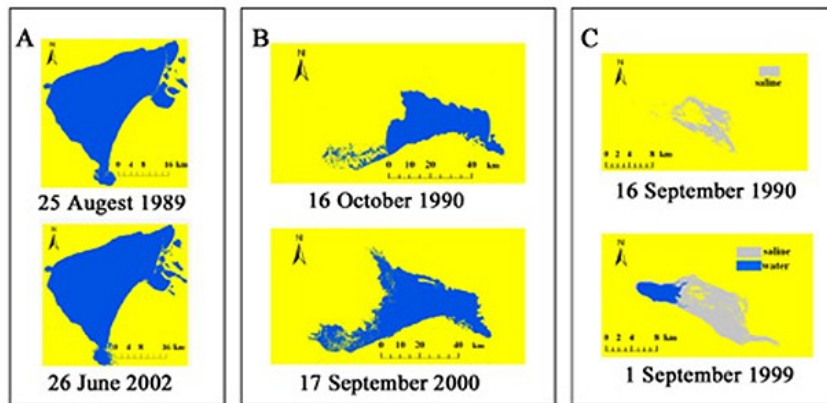


地球温暖化によって
氷河が融けていると
しても、氷河の堆積
には限界があるので、
増えた水資源は
持続的なものではない

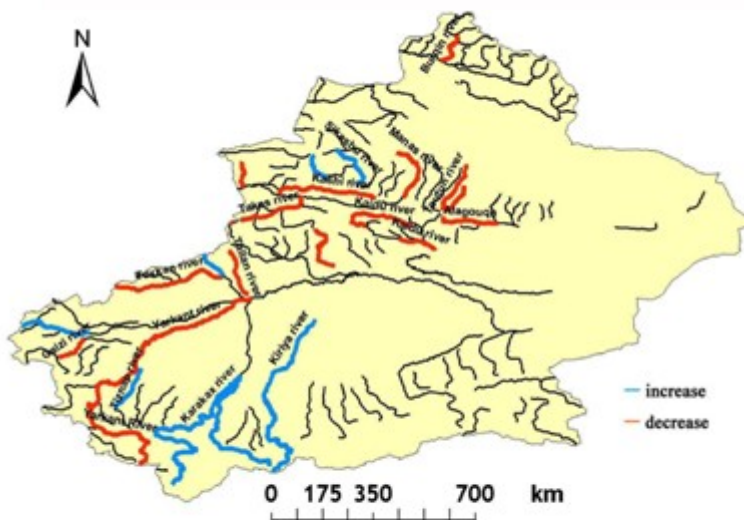
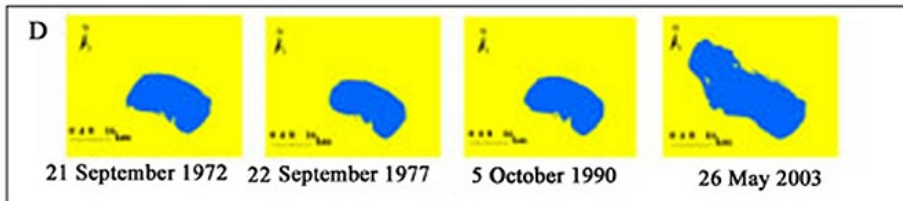


- ・中央アジアの砂漠地域では融雪・融氷水が重要な水資源となっている
- ・最近、山地から平地にでる扇状地の扇頂から開水路による導水による農地開発が増えているように思える
- ・(仮説)河川流量が増えている？

中国新疆ウイグル自治区における最近の水文環境の変化



最近、湖の面積が増えている
エビヌール1972(左)年と2003年(右)



最近、
河川の
流量が
増えて
いる



(A) 1956～1986年、(B) 1987年～2000年の期間における河川流量の変化 (デリヌルMS)

世界各地の水問題・食糧問題 には地域性がある

- 地域性：地域の個性
- 地域性によって対策の仕方が決まってくる

華北平原

■ 華北平原で何が起こっているか？

- 黄河の断流
- 地下水位の低下
- 塩分集積
- 水汚染



Brown and Halweil(1998)

■ 中国の水不足が世界の食糧安全保障を揺るがすのだろうか？

■ 我々に何ができるのか？

- 華北平原における水循環の実態を知ること(平原におけるプロセス研究)
- 結果を知的資産として蓄積すること
- その成果を社会に還元すること

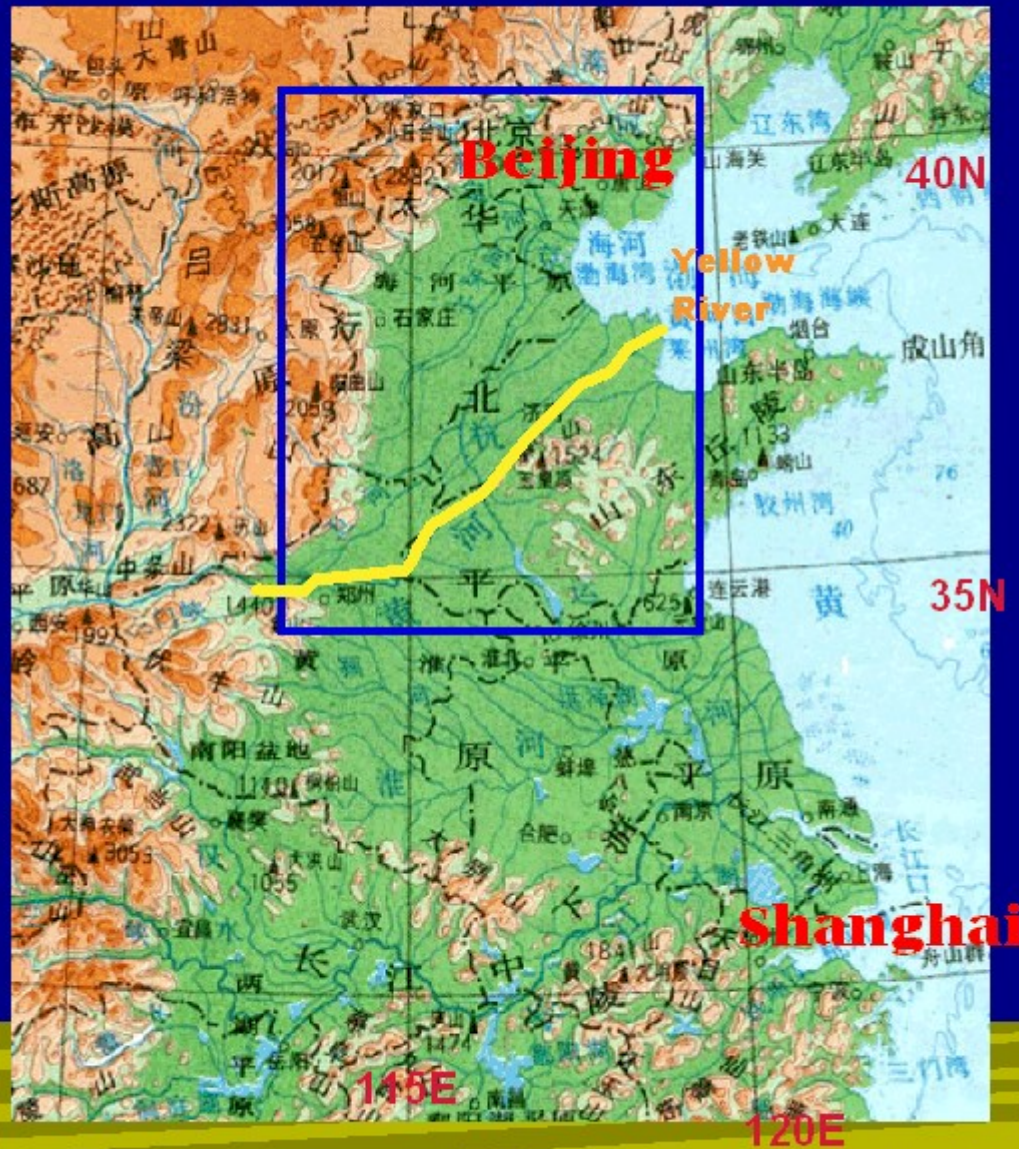
■ 水循環の実態の理解なしに対策なし

- 誤った実態認識からは誤った対策しか生まれない

金で穀物や肉に形を変えた水を輸入しながら、相手国の水問題に無頓着であると国際世論の袋叩きにあう危険性があるとの指摘もされているが、日本という小国が生き残るためには科学的な現象認識、対策に対する経験という点で卓越したものを持ち続けることが必要ではないか

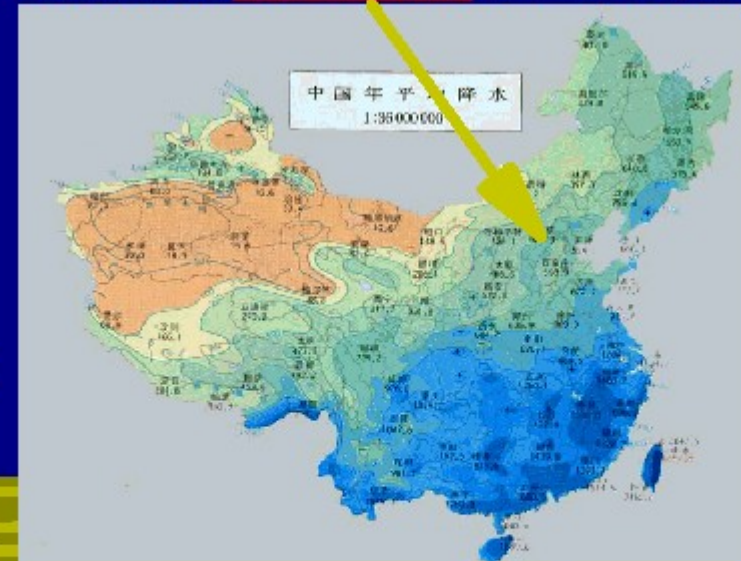


華北平原はどこにあるか



長城の南、太行山の東、淮河の北を華北平原と呼ぶが、中国の水文研究者は黄河の北側を華北平原と呼ぶことが多い。それは黄河の北側で水問題が顕在化しているからである。

年降水量は600 mm/year以下の半乾燥地域。



食糧生産で地球人口の増加を支える半乾燥地域

コーンの生育期間16,Jun. - 30,Sep.の生産量

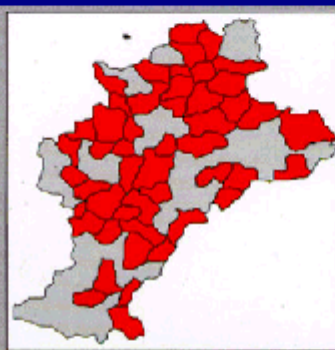
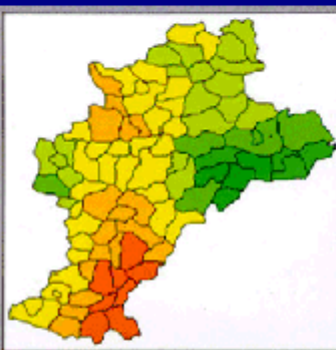
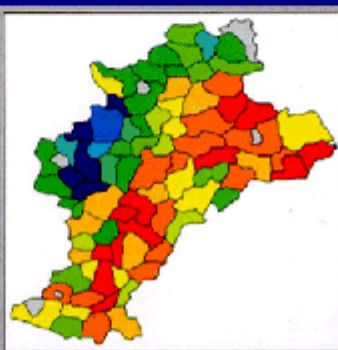
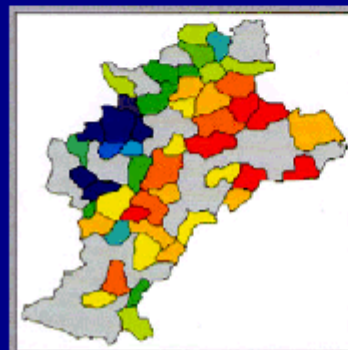
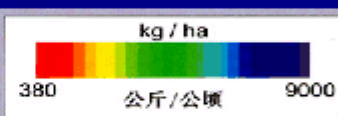
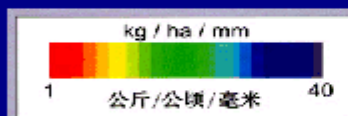
(Courtesy of Zhang Guangluo, Shijiazhuang Institute of Agricultural Modernization, CAS)

水分利用効率
WUE

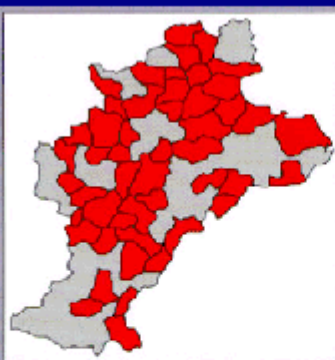
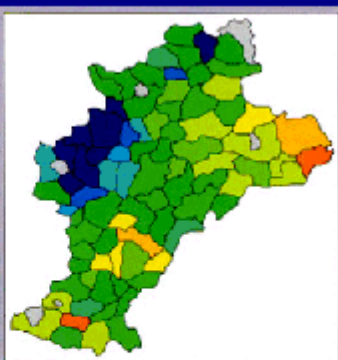
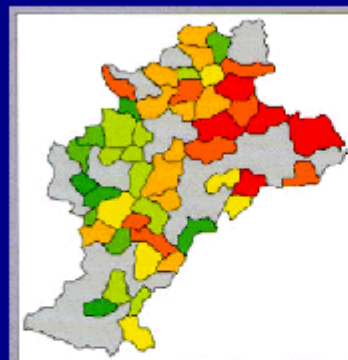
生産量
Production

降水量
Precipitation

灌漑
Irrigation



1992
乾燥年

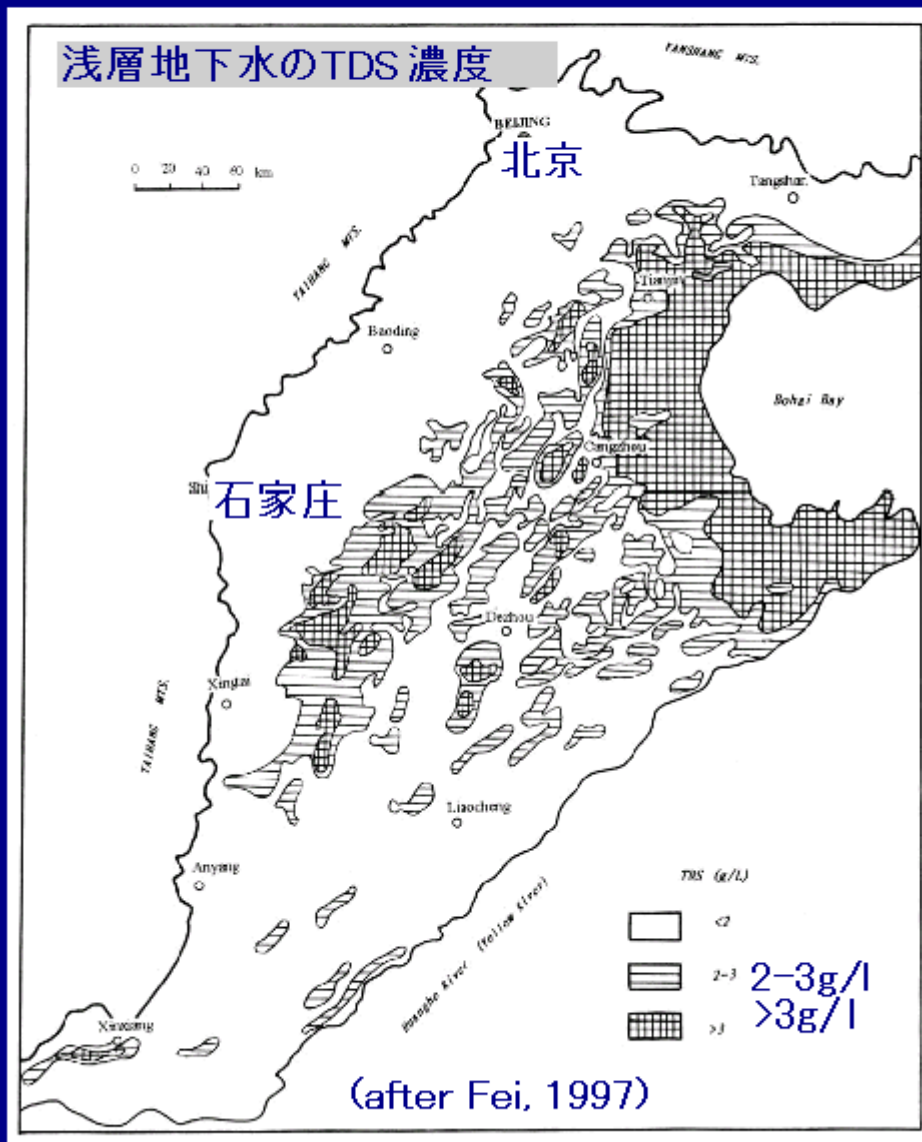


1995
湿潤年

高TDS地下水の分布が穀物の生産に影響を及ぼしている



あくまでも平らな華北平原も
けっして均質ではない



土地の塩性化

渤海湾沿岸と内陸部に浅層地下水のTDS濃度が高い地域がある。
渤海湾沿岸—平原の発達過程で取り込まれた古海水(あるいは広域地下水流動系の流出域)

内陸部—河川地形により形成された局地地下水流動系の流出域



左: 渤海湾近くの塩田



右: 滄州近郊の塩性化した土壌

地下水位の低下により塩分が洗い出されて改善された地域もある

黄河の断流



1997年9月 済南

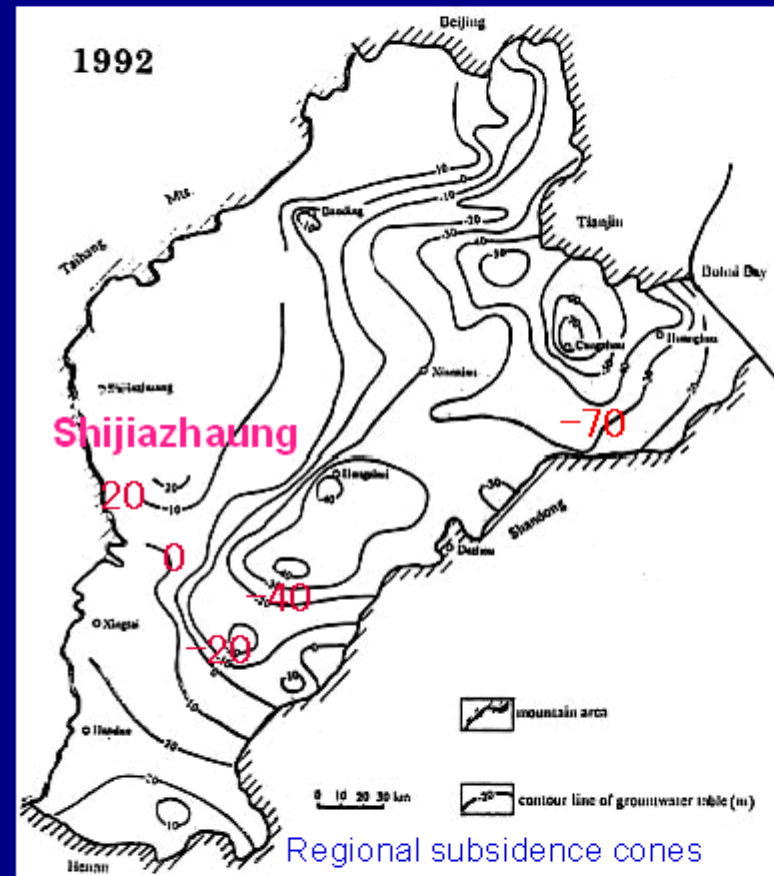
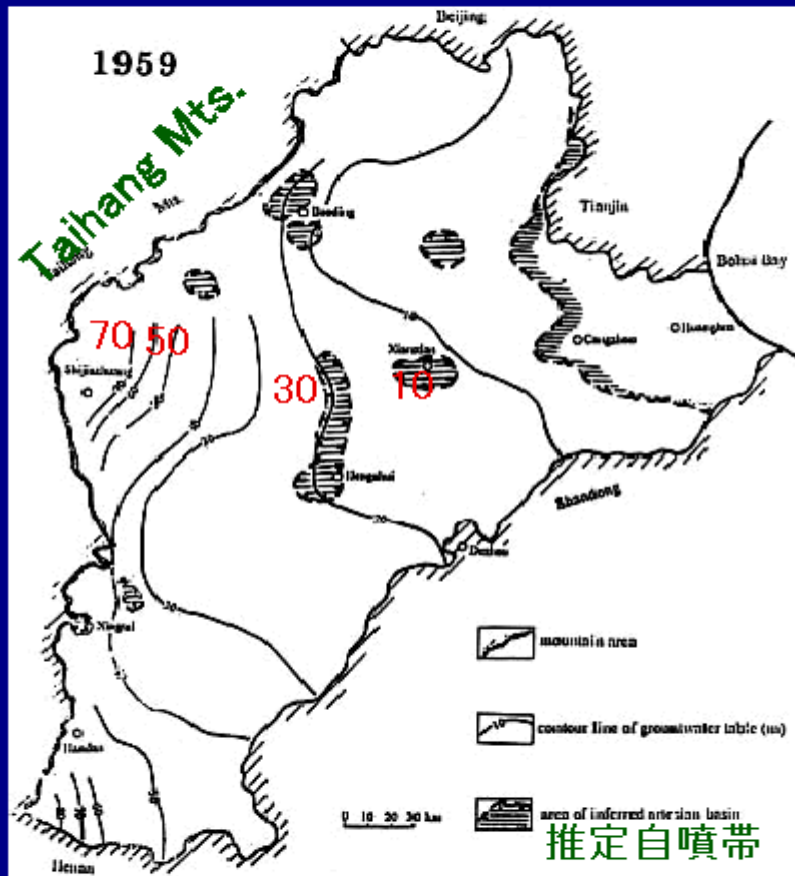
- 1972年に最初の断流が発生した
- 回数は年々増加、95年には干上がった河床の総延長は662kmに達した
- 80年代までは5月ないし6月に断流が発生したが、1990年代には2月から4月に発生するようになり(灌漑期に備えて水の確保)、洪水シーズンの7、8月にも発生するようになった
- 断流の継続時間は徐々に長くなっており、1995年には122日、1996年には136日に達し、河口からの無水区間は上流へ700kmも続いた。1997年には2月7日に断流が始まり、6月は全月断流、7月には17日間の断流が発生した。1998年は長江で大洪水が発生したが、河口に近い利津における断流期間は9月30日時点で124日に達している。

海河流域では太行山麓に建設された数千のダムにより、川に水は無くなった



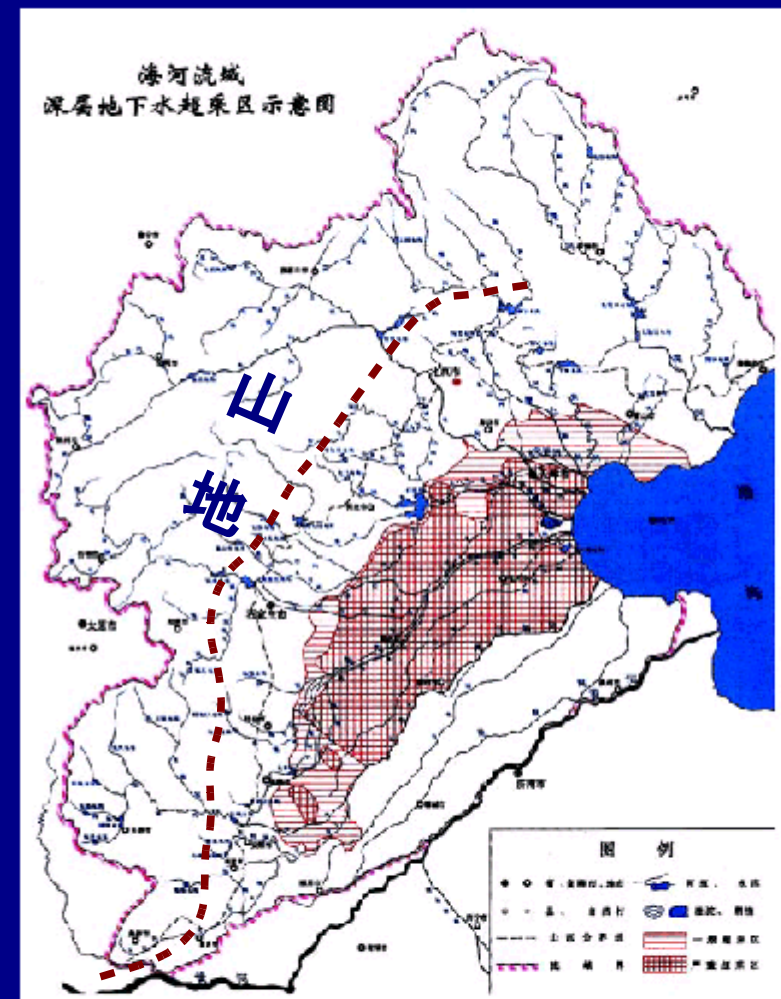
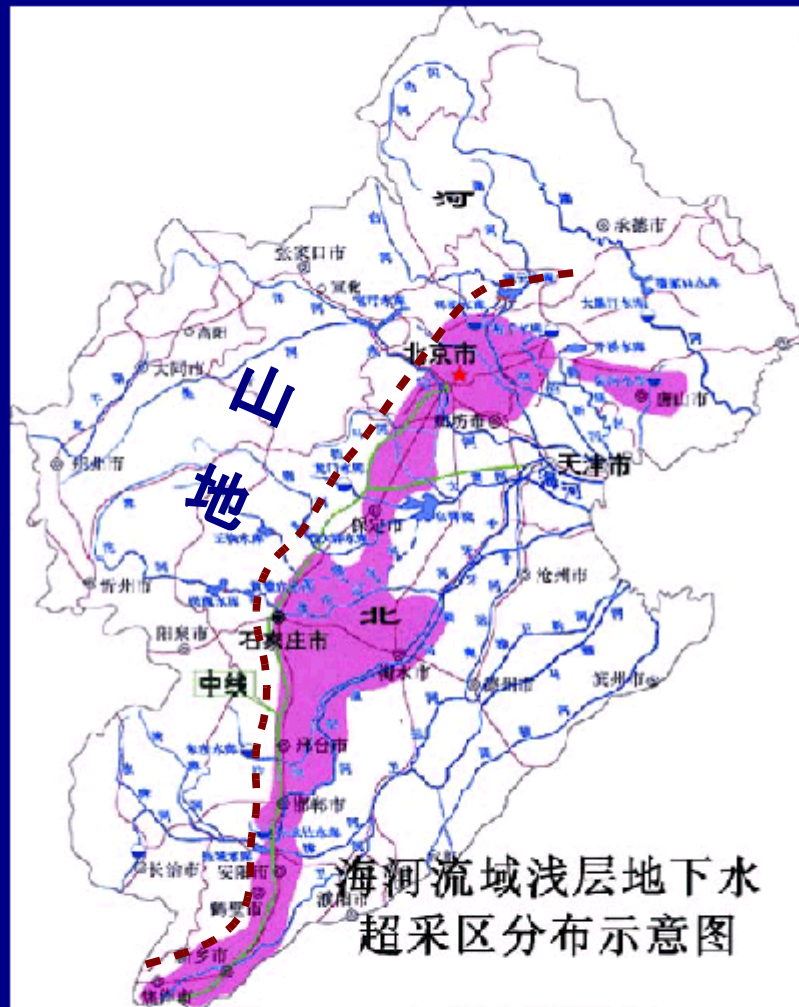
表流水の不足が、地下水の利用を促した

被圧地下水の水頭分布



(Courtesy of Sun *et al.*(1998), Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, CAS)

地下水利用の地域性



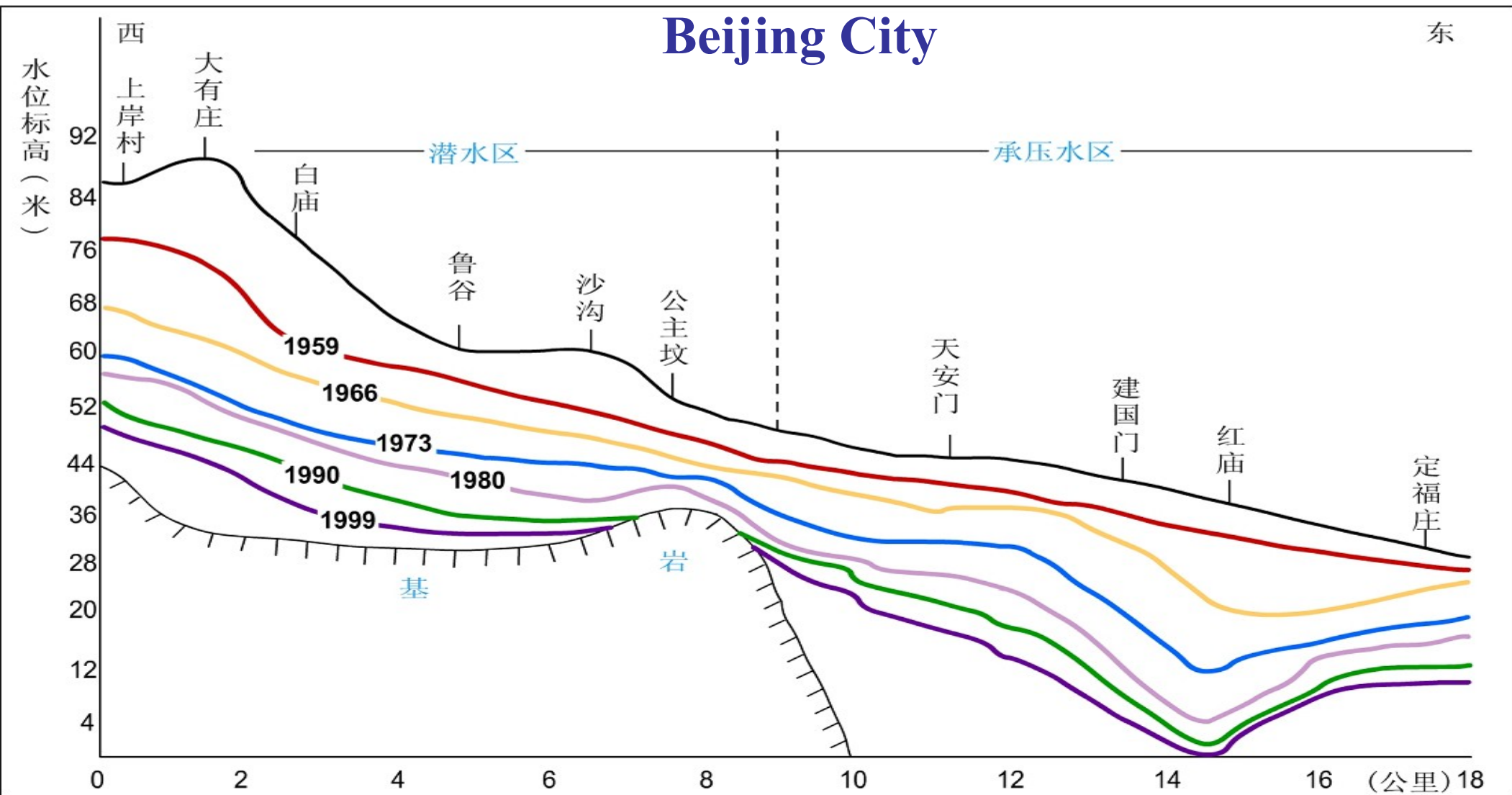
平原東部では浅層地下水のTDS濃度が高くなる
ので、利用は深層地下水が主体となる

(Courtesy of Xia Jun, 2002)

Over-extraction of the Groundwater

From 1980 to Now: 56 to 164

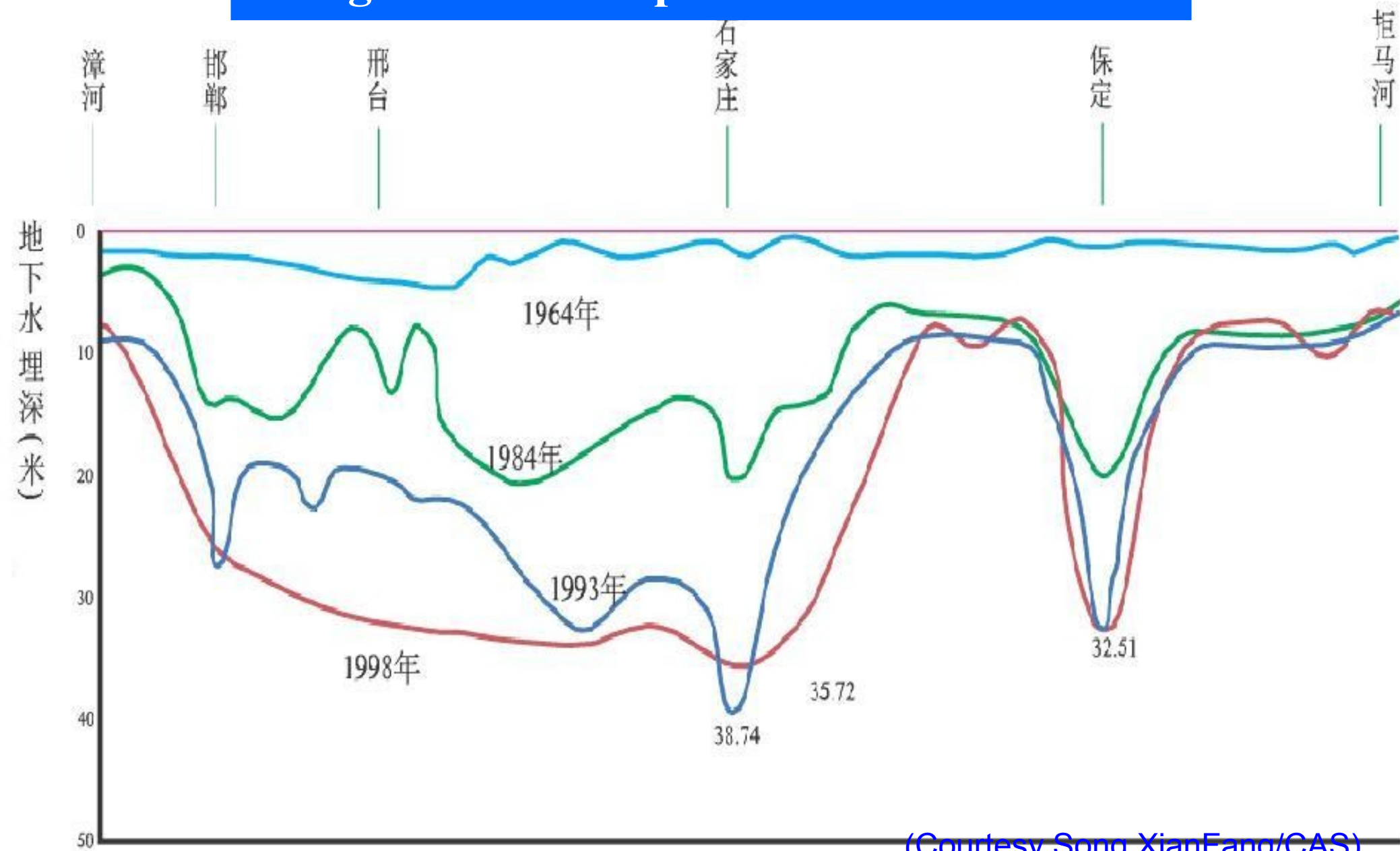
870000KMP² to 180000KMP²



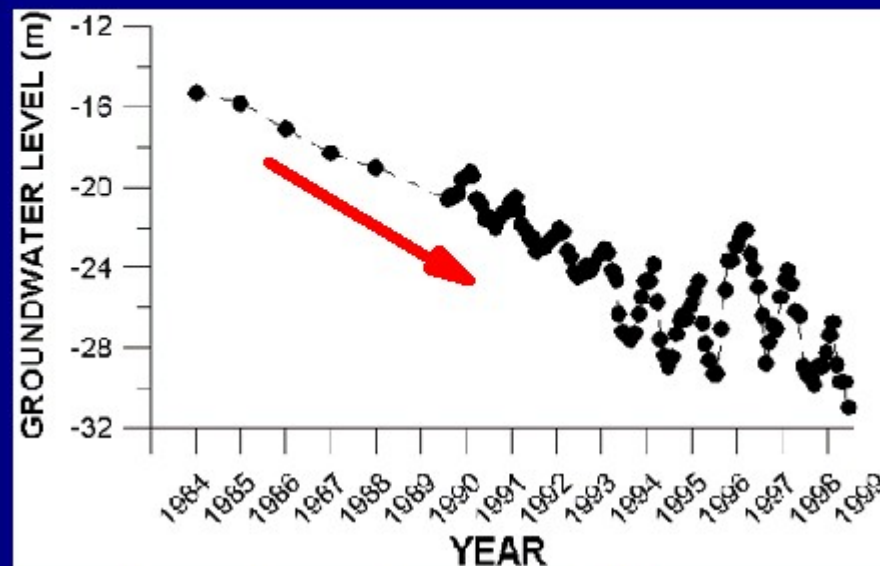
(Courtesy Song XianFang/CAS)

Over-extraction of the Groundwater

Along Water Transport South to North



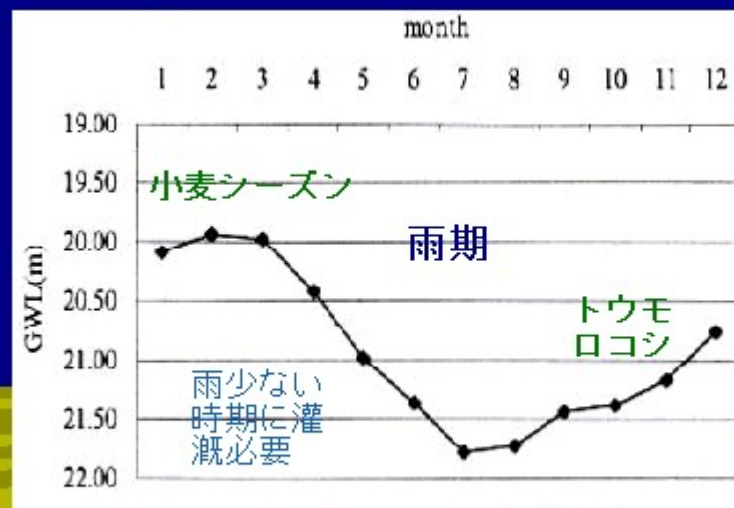
(Courtesy Song XianFang/CAS)



Long time change in GWL

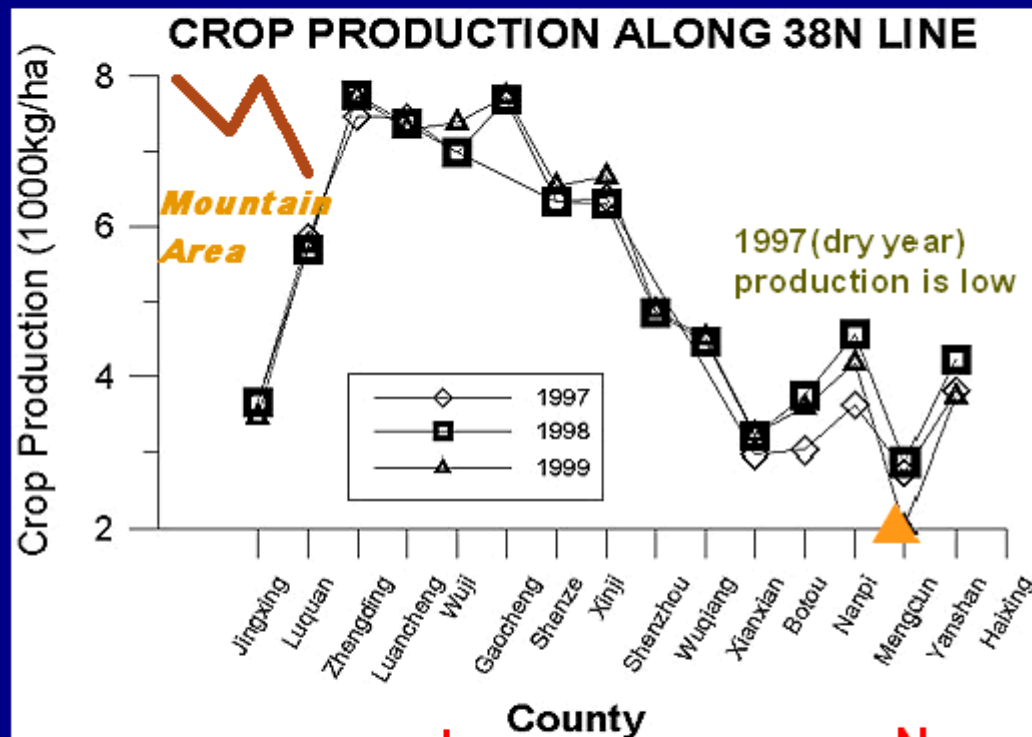


(Wheat field , May,2000)

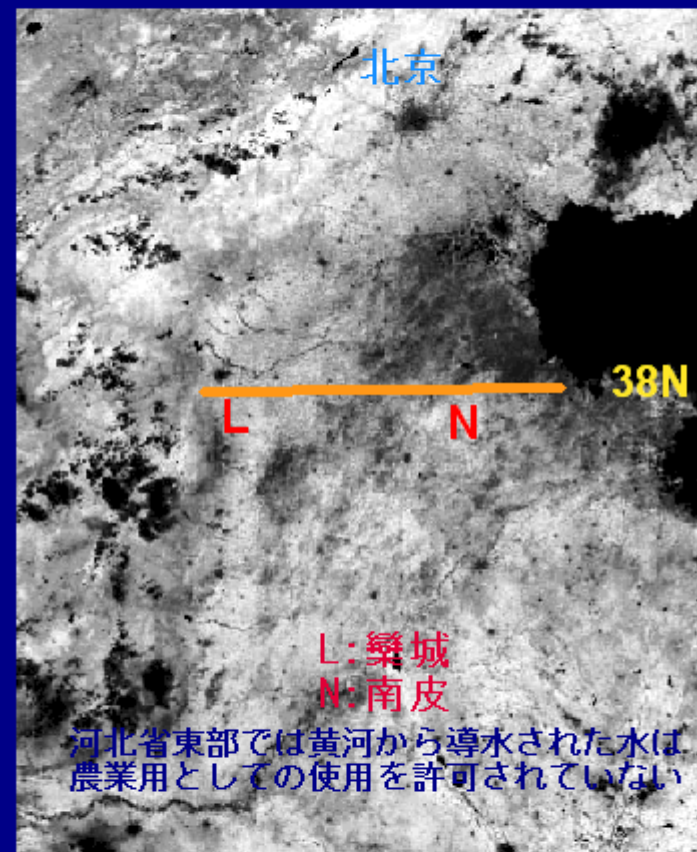


Seasonal change in GWL

北緯38度線に沿った穀物 (小麦+トウモロコシ)生産量



(Data from 河北省經濟統計年鑑)



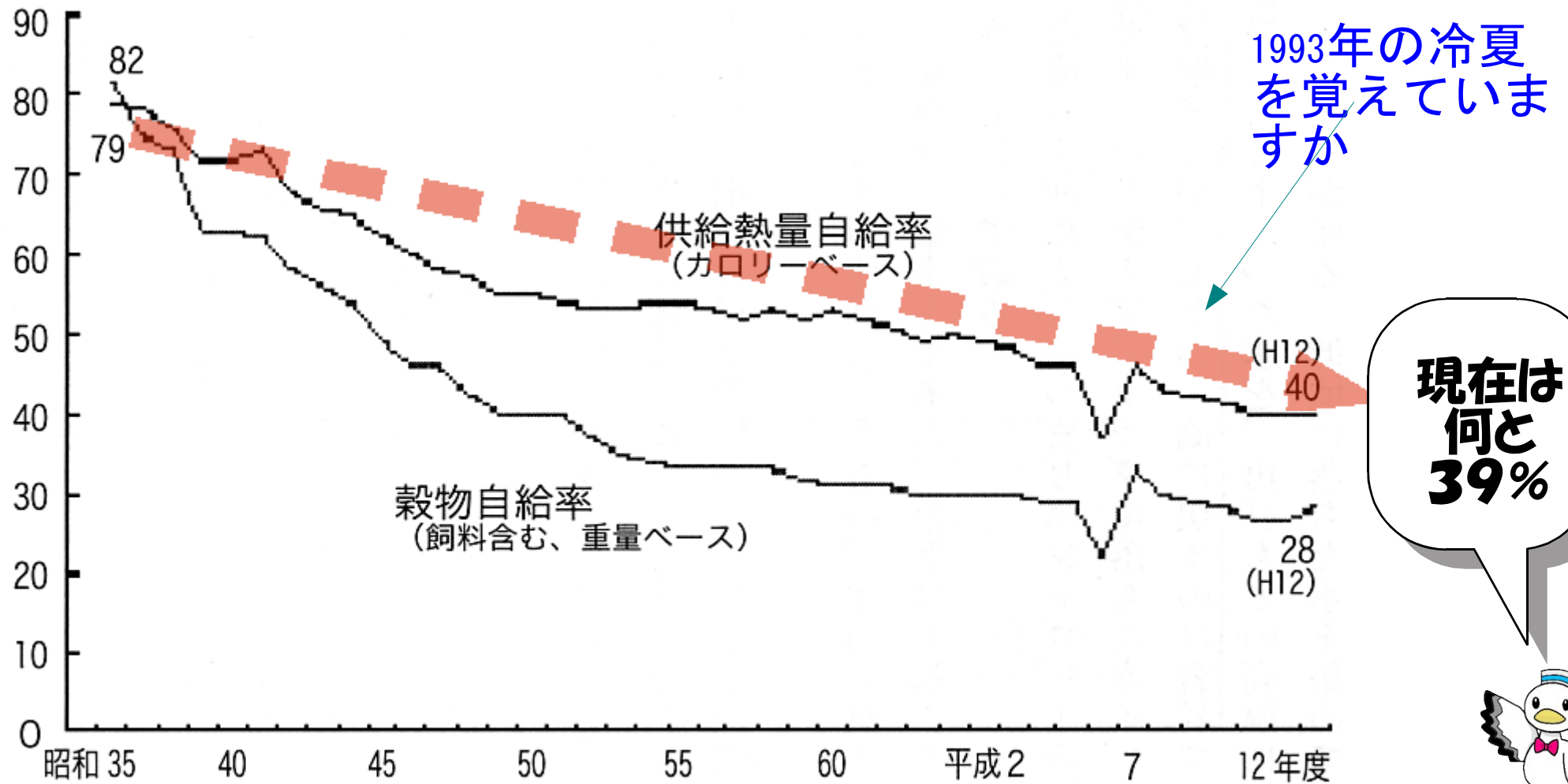
- 山前平原の生産性は高く、旱魃の影響を受けにくい
- 東部、南皮周辺では塩分の影響を受けて生産性が低く、旱魃の影響を受けやすい

水循環によって形成された高TDS帯は食糧生産に影響を与えているが、その状況はリモートセンシングでモニター可能

日本の食糧は大丈夫か？



我が国の食料自給率の推移（％）

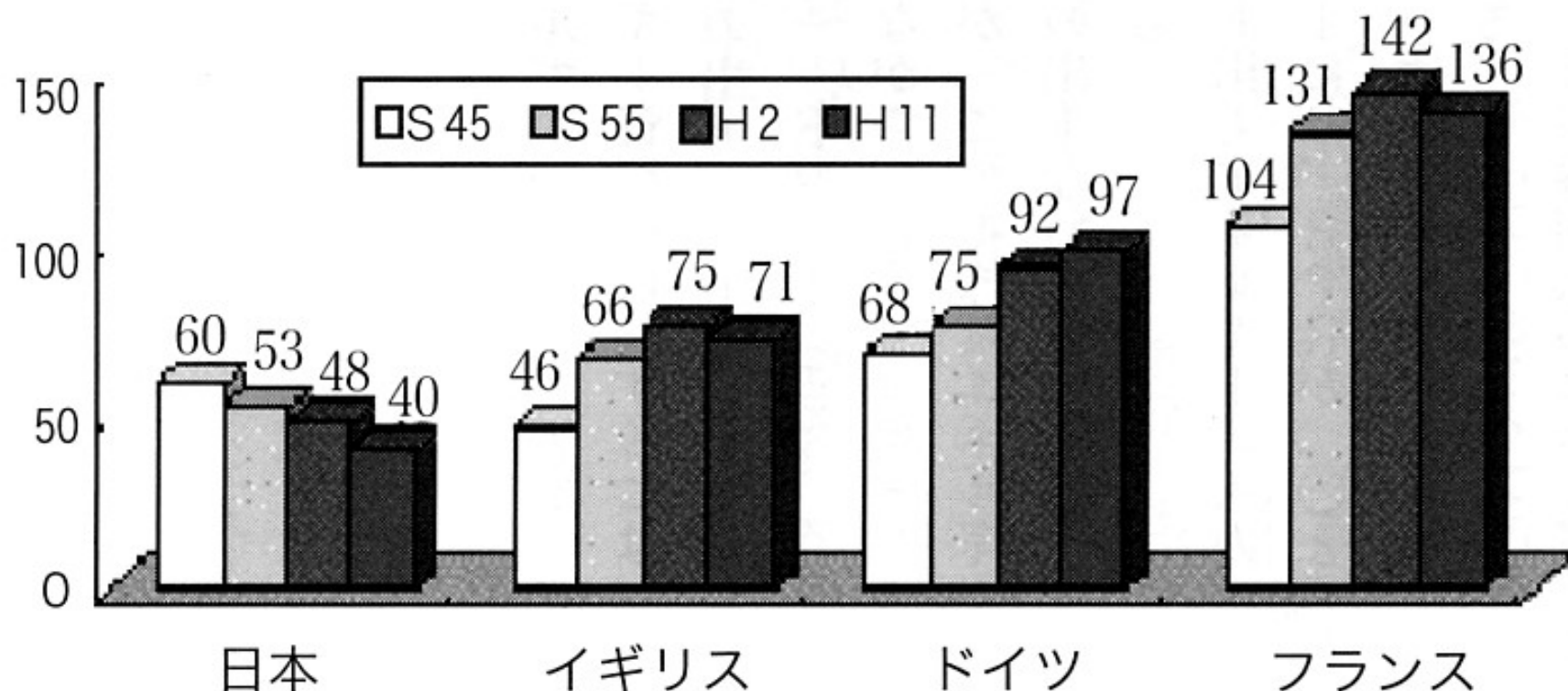


資料：農林水産省「食料需給表」

アメリカやヨーロッパ諸国は食糧自給率100%をほぼ達成



主要先進国の供給熱量自給率の推移 (%)



台湾、韓国も同様

資料：農林水産省「食料需給表」、FAO " Food Balance Sheet " を基に試算

まとめ



1. 水供給と衛生

水の豊富な地域でも水汚染により
水不足問題は起こりえる！
水は大切に！

2. 水と災害

水災害による損害が増えている！
安易に地球温暖化のせいにならないよう！

3. 水と食糧

世界の食糧基地では将来的に水は不足！
食糧は自給自足を旨とすべし！