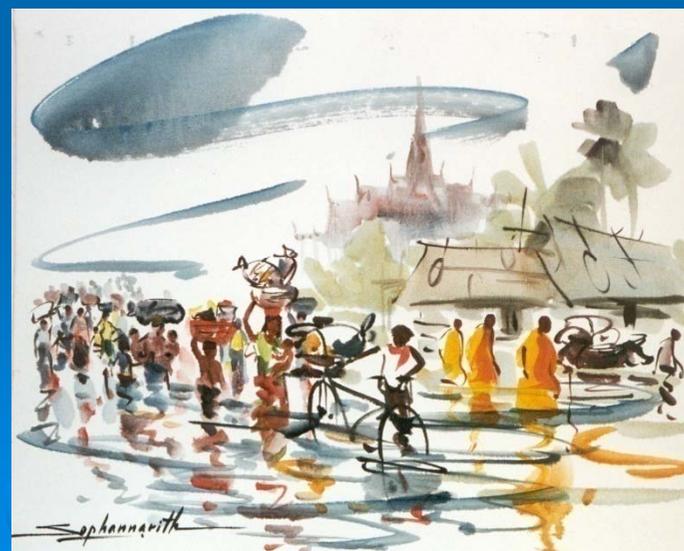


# 「気候変動に灌漑や農業は どの程度耐えられるか」

農研機構 農村工学研究所

増本隆夫



# 内容



- 1) 環境省:政府全体の「気候変動適応計画」(H27年度)
  - ・7つの分野(食料、水環境・水資源、自然災害)
  - ・各省庁が分担し、境界の検討は**おろそか**
- 2) 水循環:「水循環基本法」が今年3月に成立
  - ・水資源:**農業水利用**は重要な役割
  - ・**農業水循環**＝複雑
- 3) 要因:気候変動(極端現象)、**食料問題**、大震災・  
解決法:「**境界部分**」の検討を通して、諸問題にどのように対処するか？

[話題の構成:概要、Part1(モデル)、Part2(評価)、Part3(適応策)]

# 背景



- **水田稲作** = 気候・風土に適合、地域資源を有効利用の**持続的で環境に優しい経済活動**  
(例: 中国では7,000年前の稲作の痕跡)

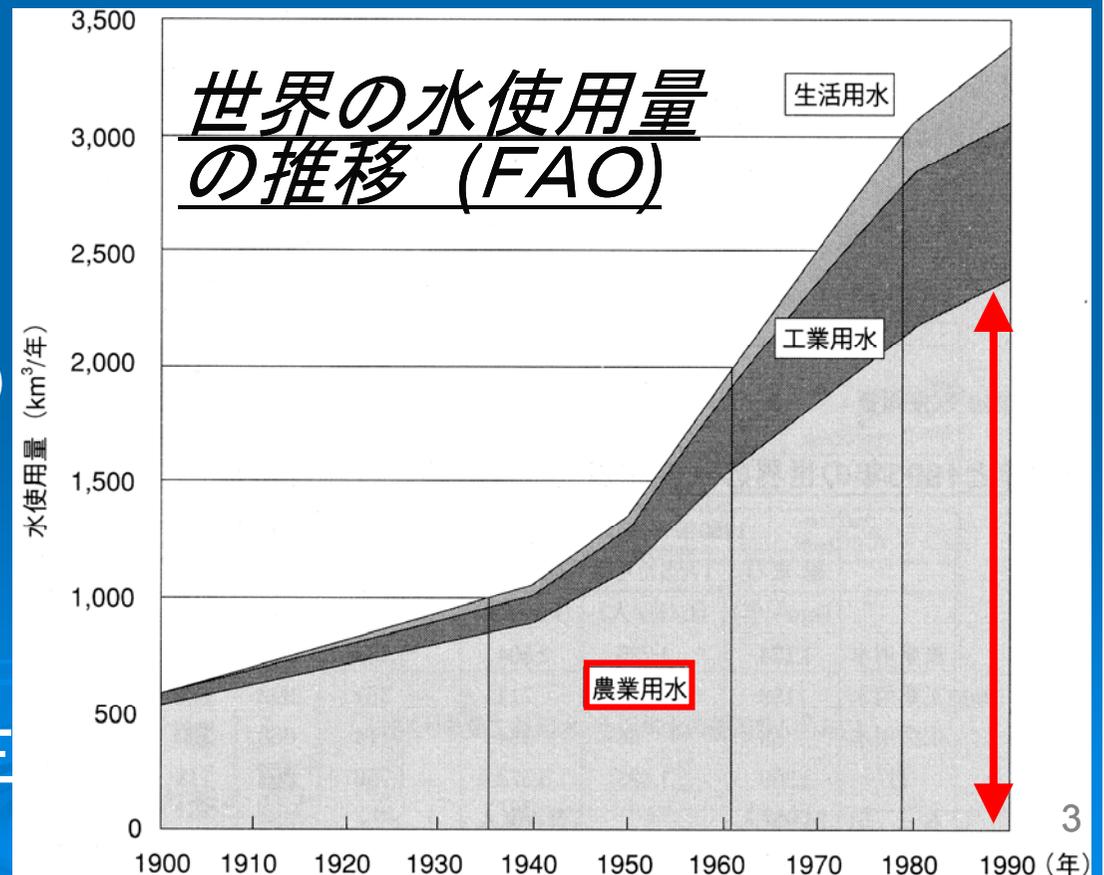
- 農業用水利用の占める割合 → **7割**

- **多様性が存在**

- 明確な雨季と乾季  
(変動大、早ばつと洪水)
- 様々な水田灌漑様式

- **農業** → **人為的活動**  
→ **人為的改変**

- **農地(水田)** → **水田主体の典型例**



# 任意の流域の具体例(関川流域)



➤ 流域面積1,140km<sup>2</sup>、川長54km

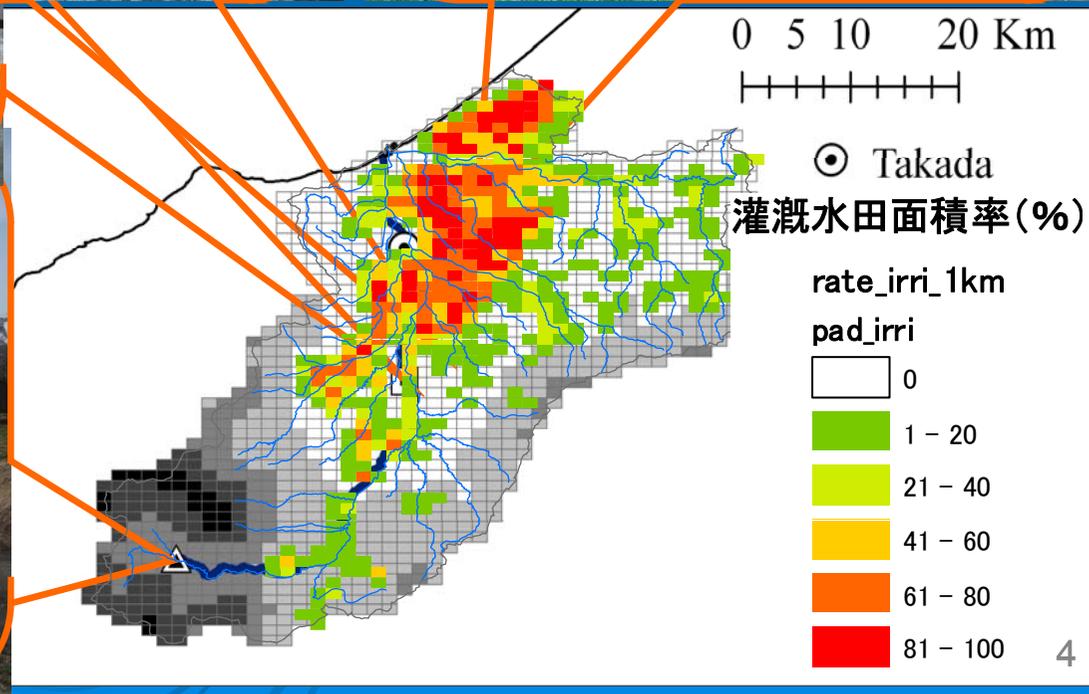
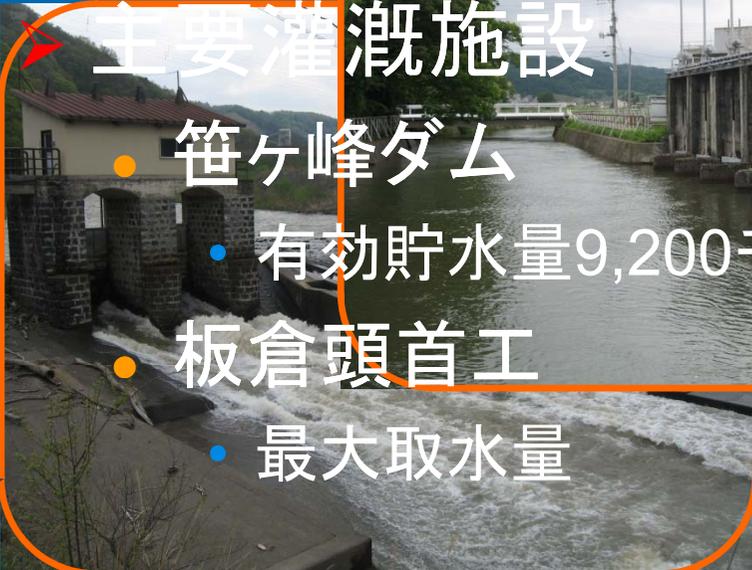
➤ 主要灌漑施設

- 笹ヶ峰ダム

- 有効貯水量9,200千m<sup>3</sup>

- 板倉頭首工

- 最大取水量

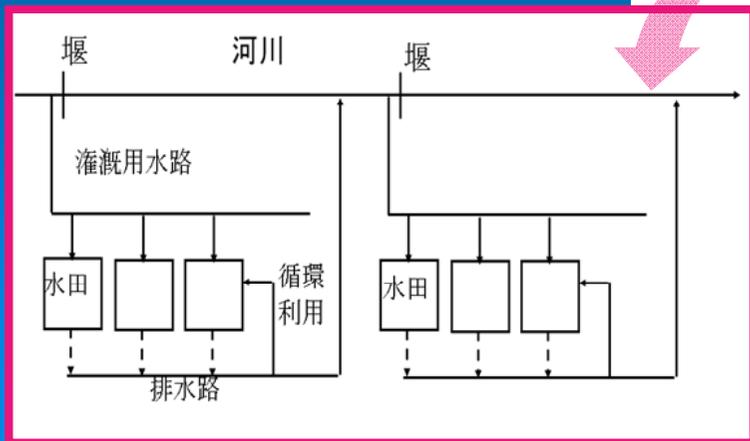
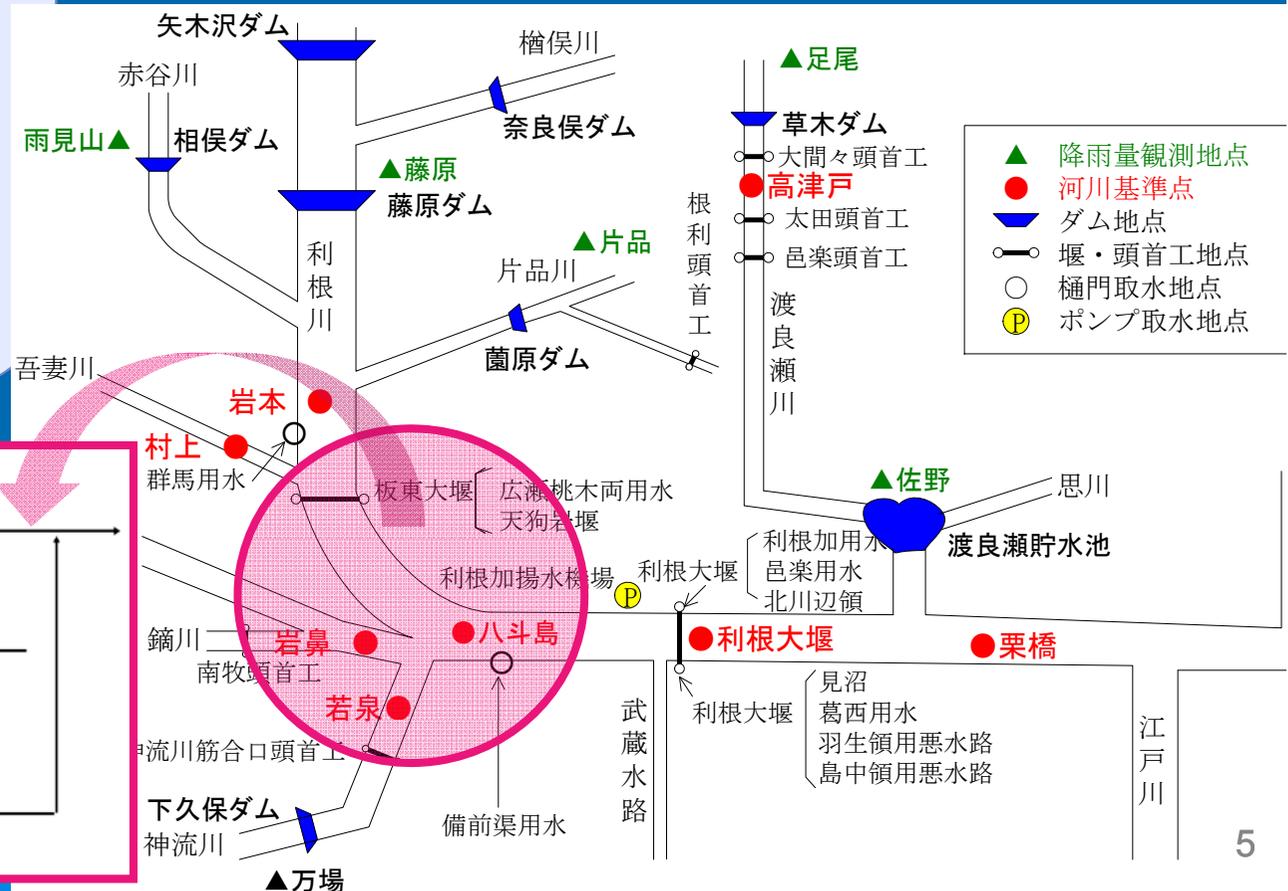


# 複雑な農業水利用(利根川の例)



- 灌漑の多様性  
(各種の灌漑方式→様々な施設)
- 乾燥地(畑地)と湿潤地(水田)の違い
- 灌漑水の反復利用

● 複雑な水利用下での水循環予測は困難  
→「人為的水循環の把握」



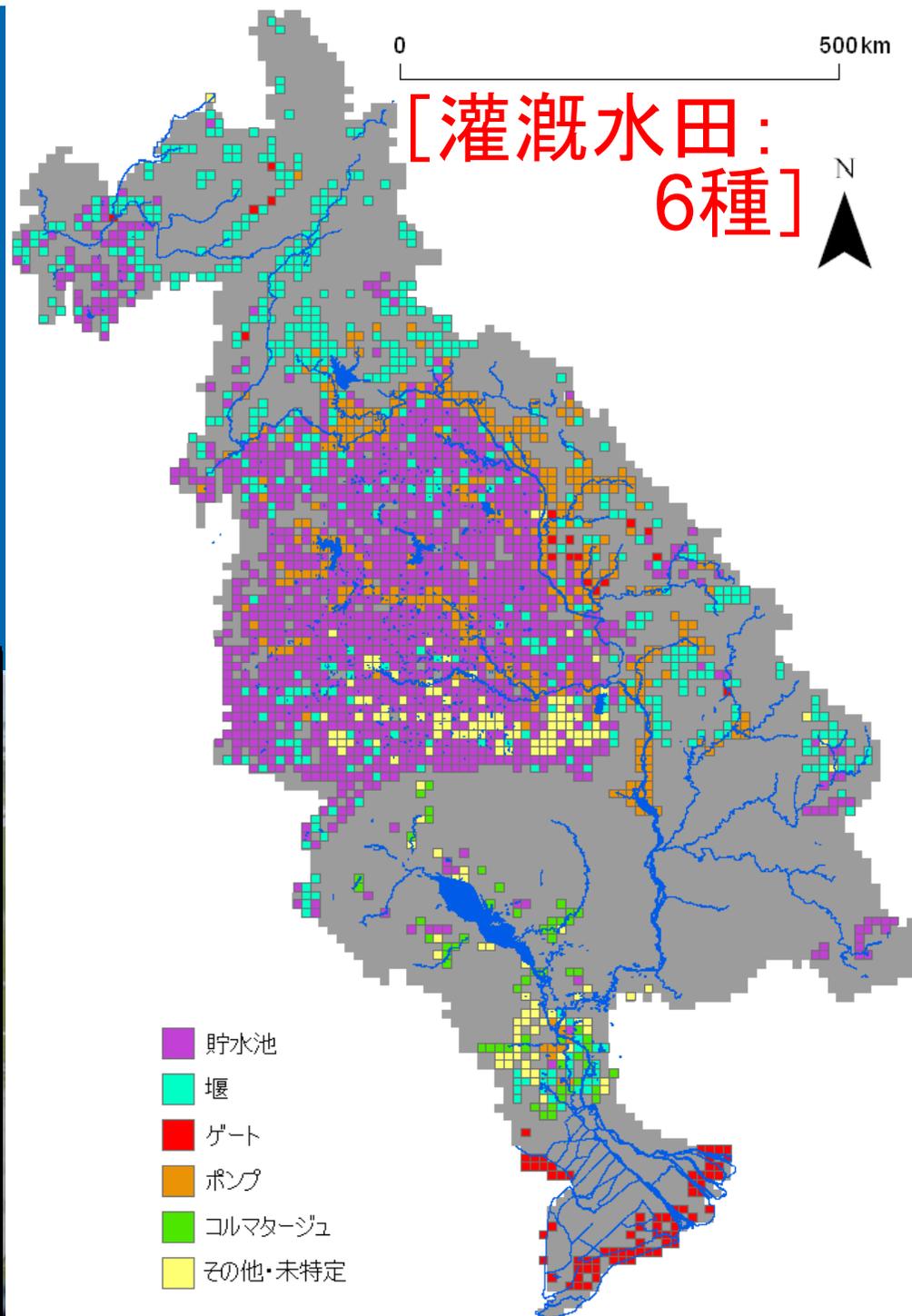
# 農地水利用 の多様性

[天水田: 3種]

完全降雨依存  
小ため池利用  
洪水利用

灌漑の有無・灌漑方式の分類

灌漑水田	地表水 灌漑	堰
		ポンプ
		貯水池
		コルマタージュ
	干潟灌漑	
地下水灌漑		



# Part 1 人為的活動(灌漑・農業) のモデル化

# モデル化の過程



## i) 流域規模の流出過程

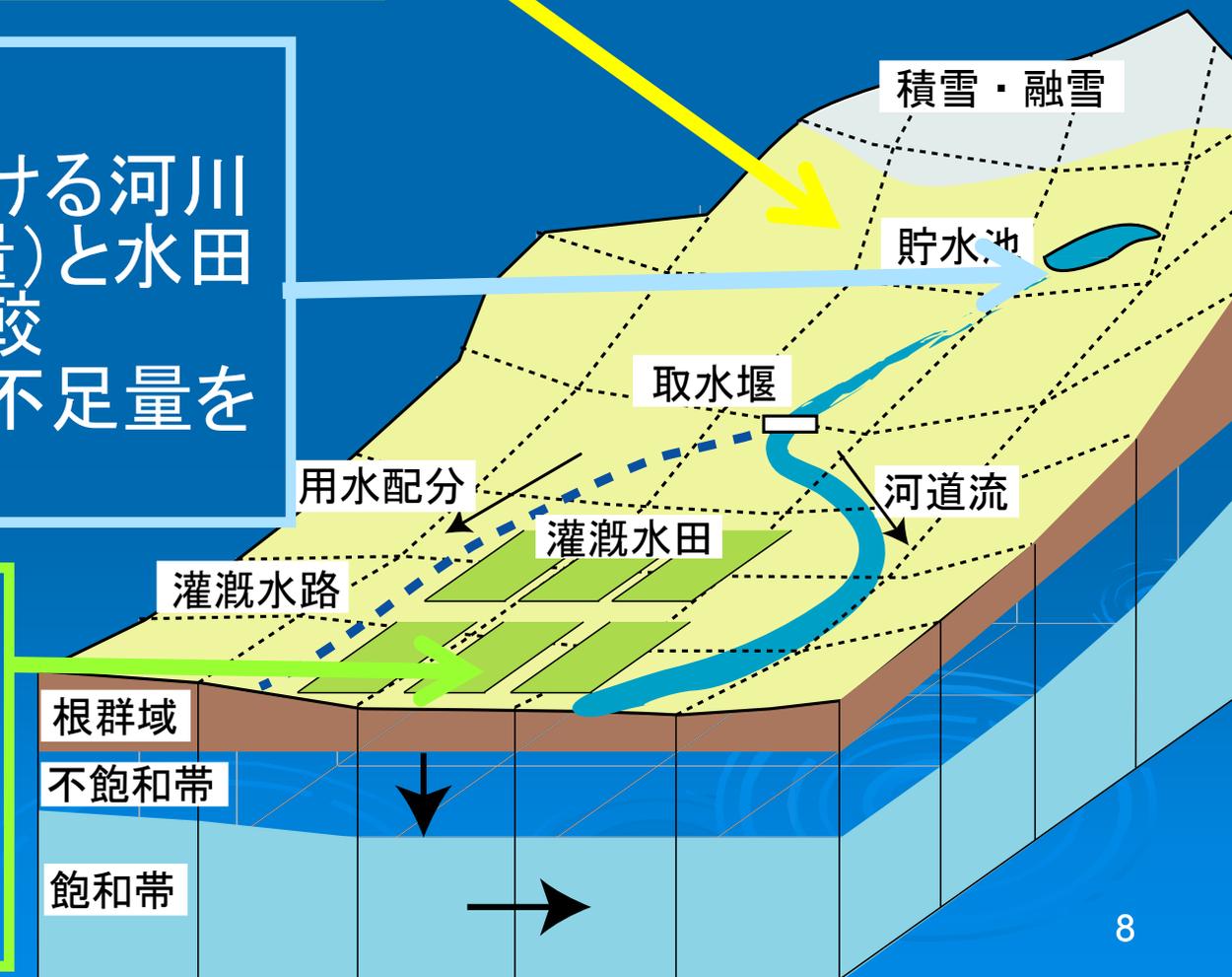
- DWCM-AgWU Model

## ii) 貯水池管理

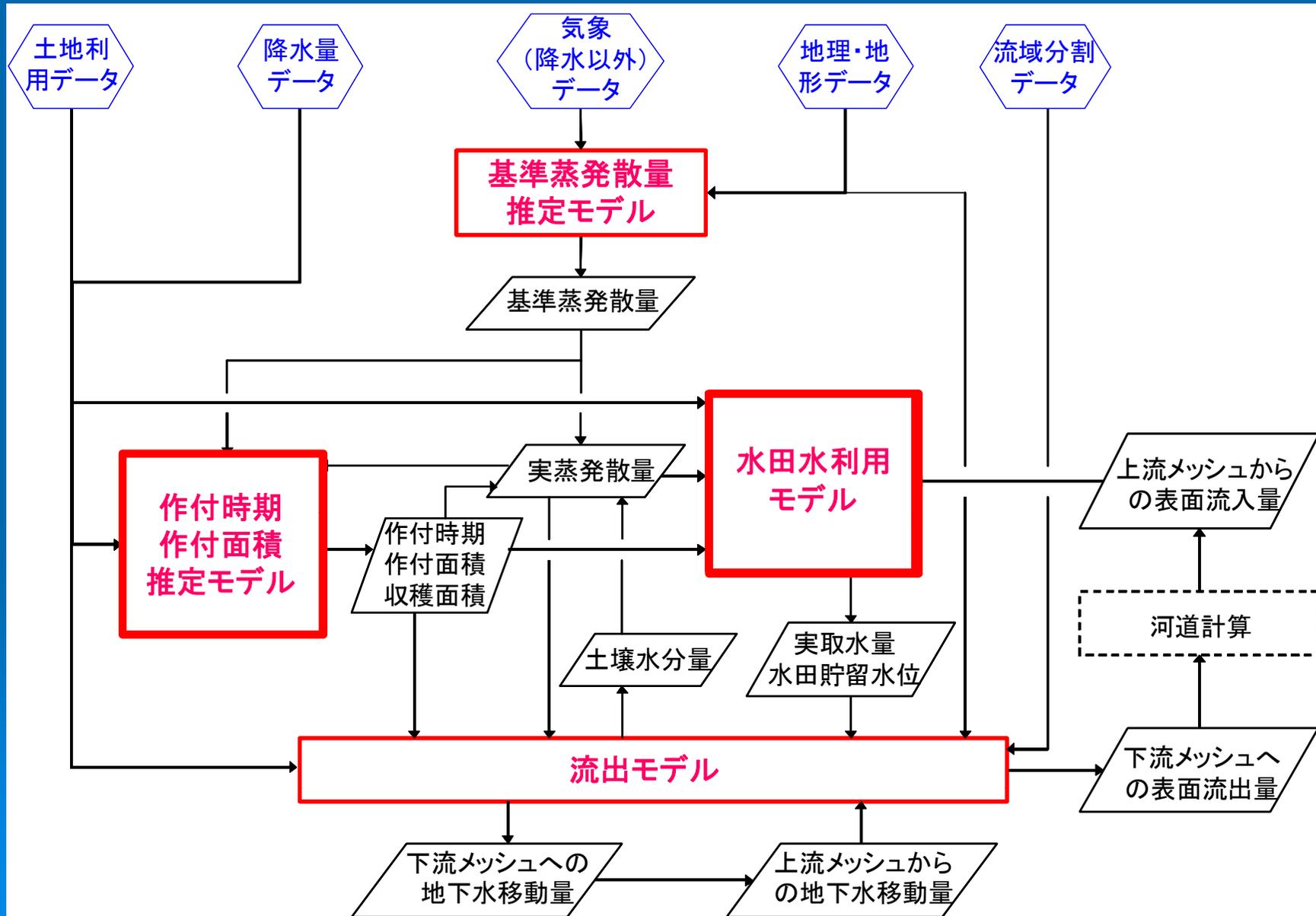
- 頭首工地点における河川留量(利用可能量)と水田域の要求量を比較
- 頭首工地点での不足量を放流

## iii) 水田域の水配分・管理

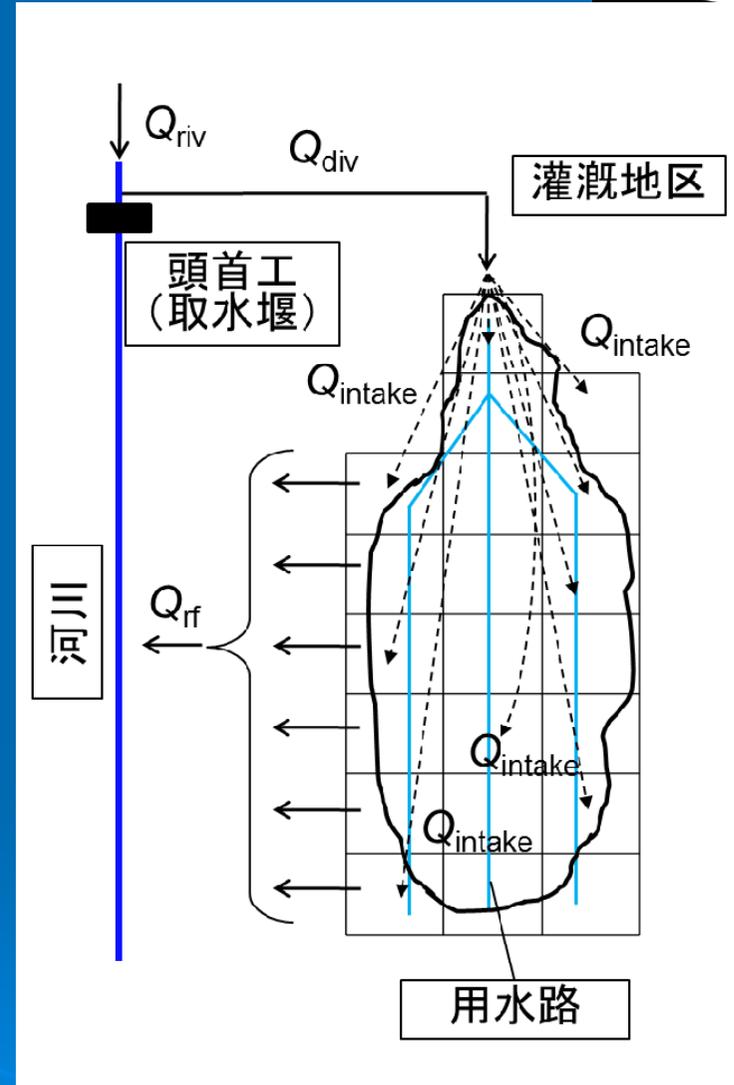
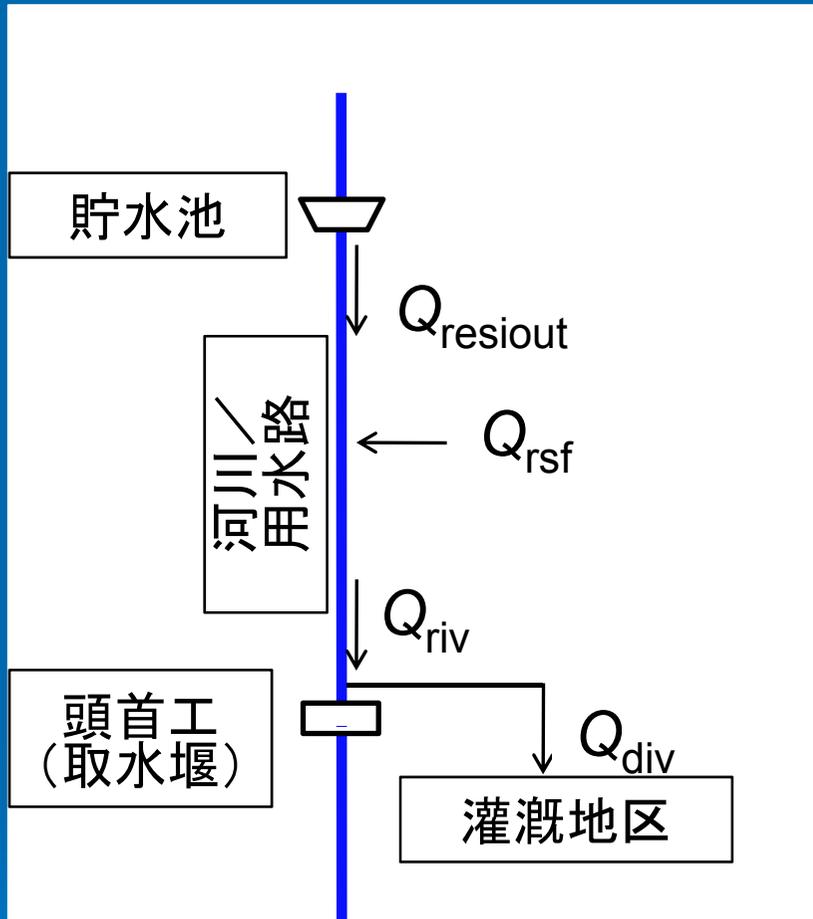
- 取水, 配水, 浸透, 配水過程を決定



# DWCM-AgWU (分布型水循環モデルの)構成

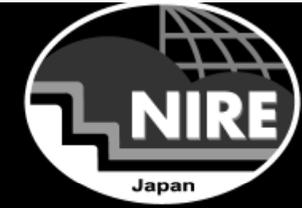


# 灌漑放流と水配分・管理のモデル化



$Q_{resiout}$  : 灌漑用放流量  
 $Q_{rsf}$  : 残流域からの流出  
 $Q_{riv}$  : 河川における流量  
 $Q_{div}$  : 頭首工での取水量  $(Q_{resiout} + Q_{rsf})$

$Q_{div}$  : 頭首工取水量,  $Q_{intake}$  : 配水量,  
 $Q_{rf}$  : 還元量,  $Q_{riv}$  : 河川流量

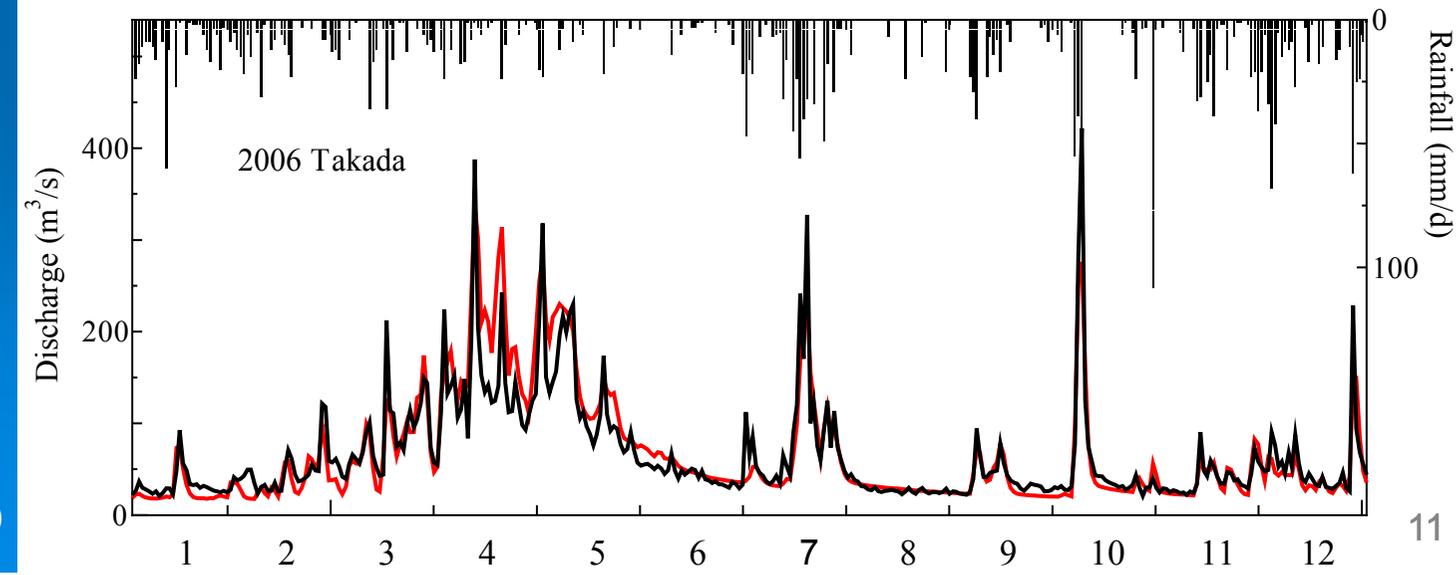
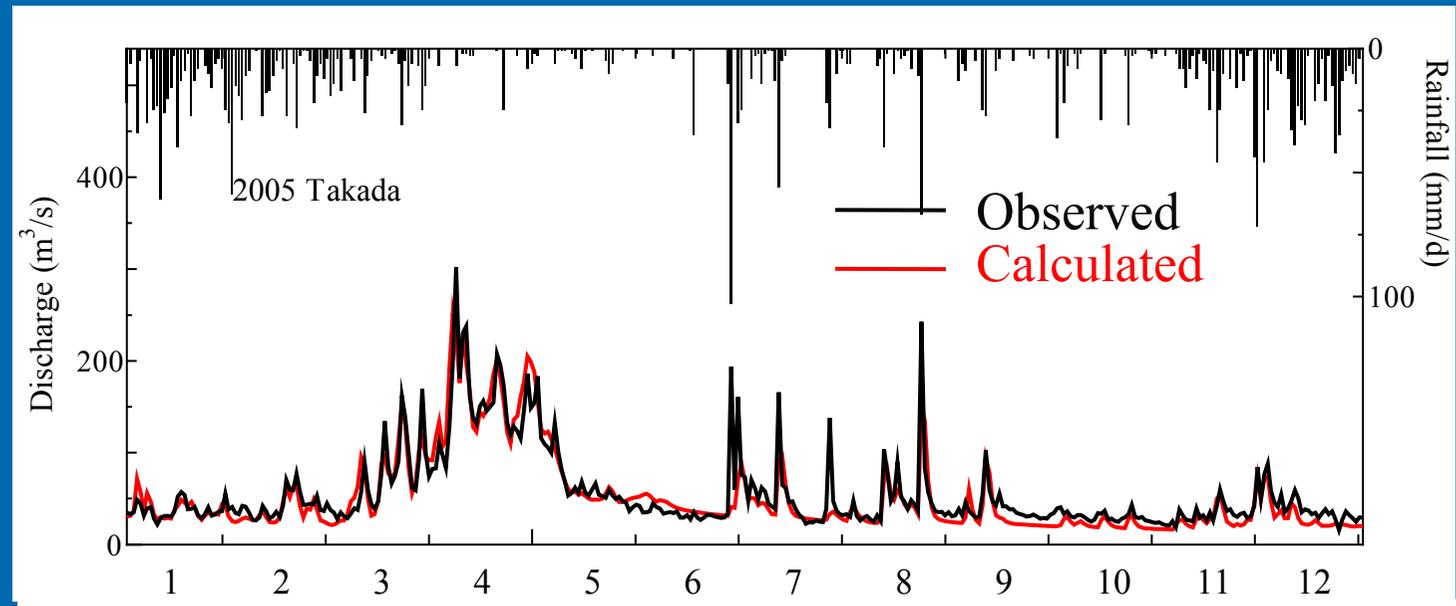


# i) 自然流出過程・ii)ダム水管理・iii)水配分の導入による流量の再現性向上(改良モデル:検証)

• 2005~2006年  
(高田地点)

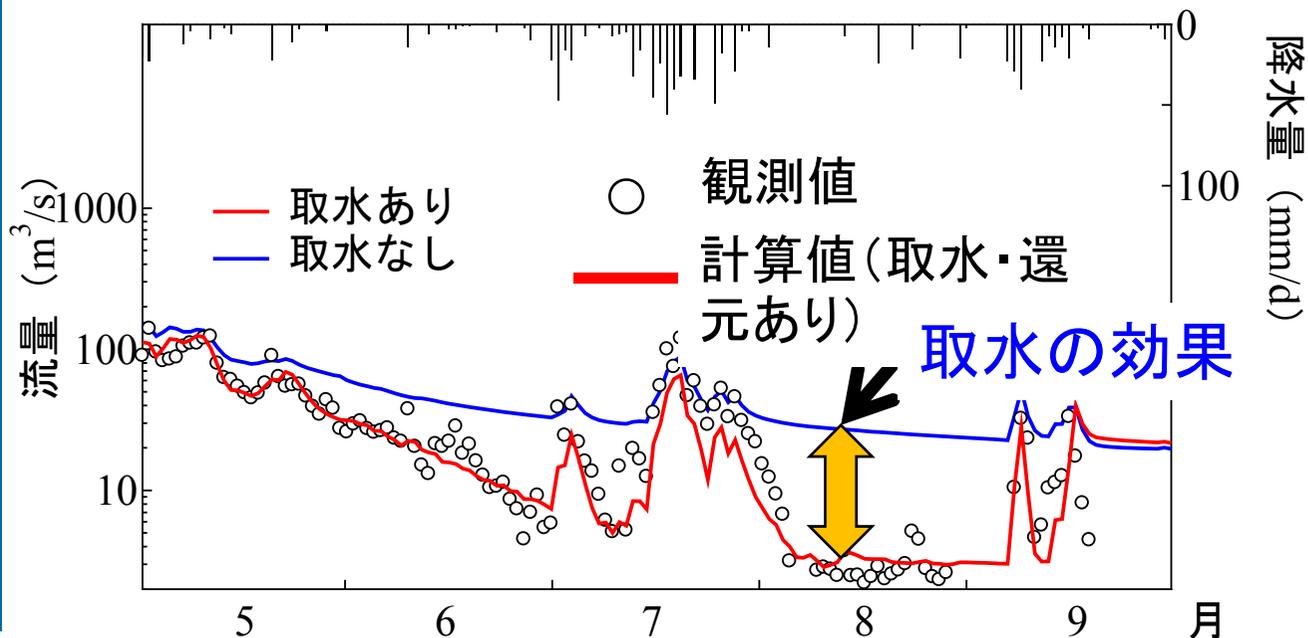
相対誤差の向上

最終:25%

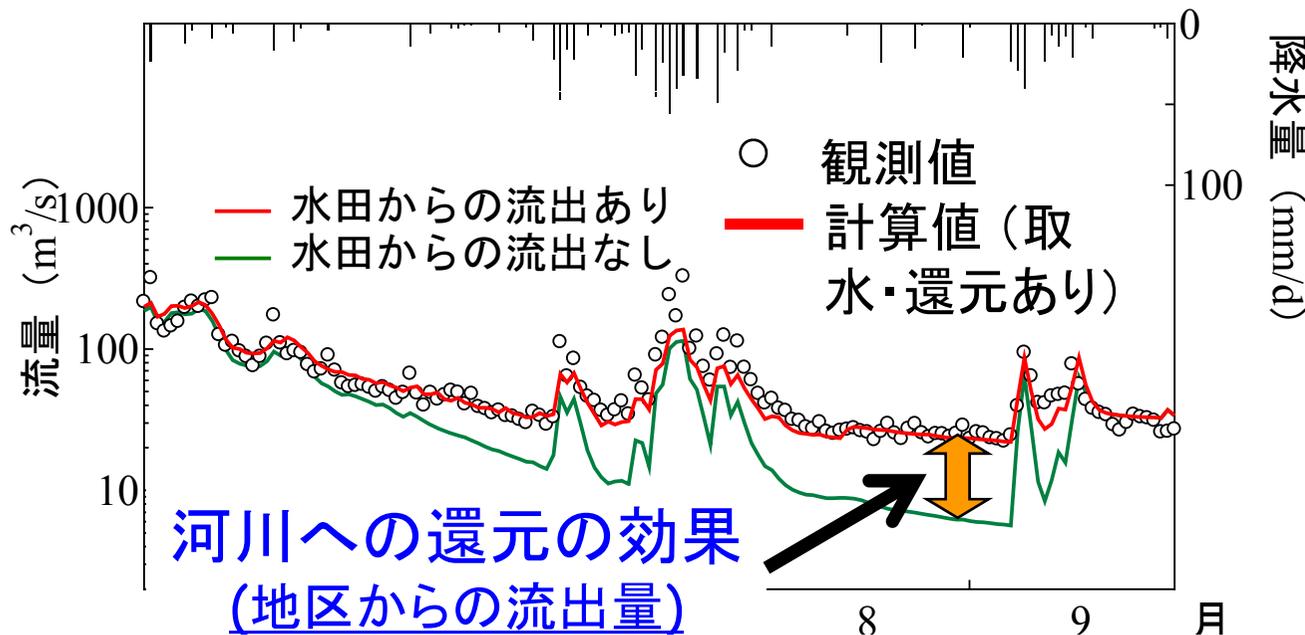


# 取水・還元の効果

取水直下



最下流

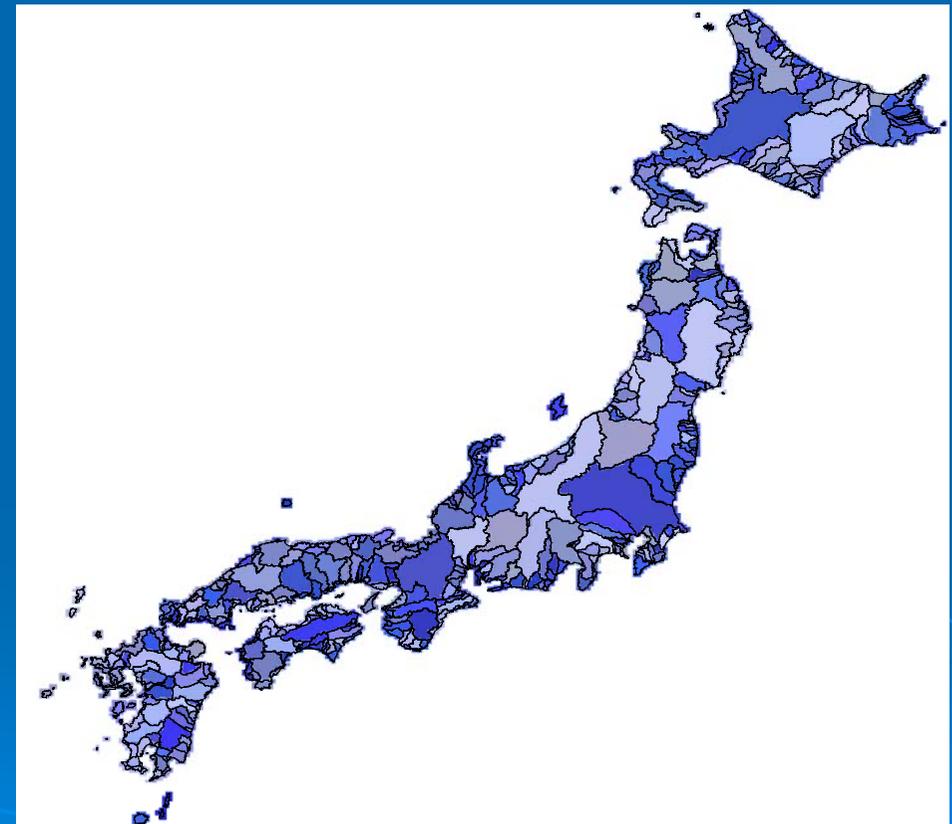
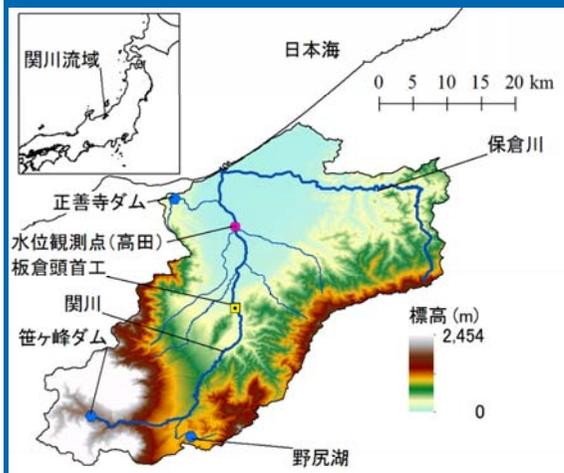


灌漑の寄与分

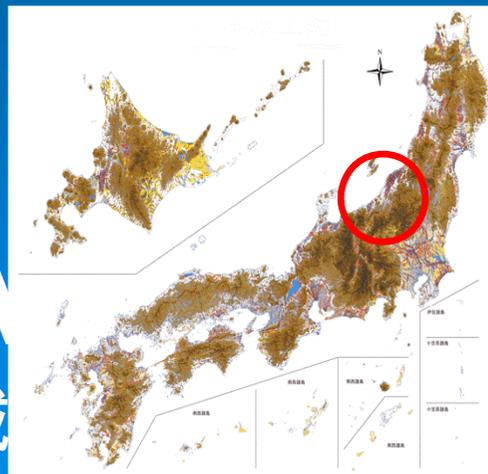
河川上流で大量の水が取水され、利用後最下流で河川に戻っている。

# 国内全流域

- 全国の流域に、気候変動の食料・農業用水・灌漑施設への影響評価が可能



(c) 関川流域



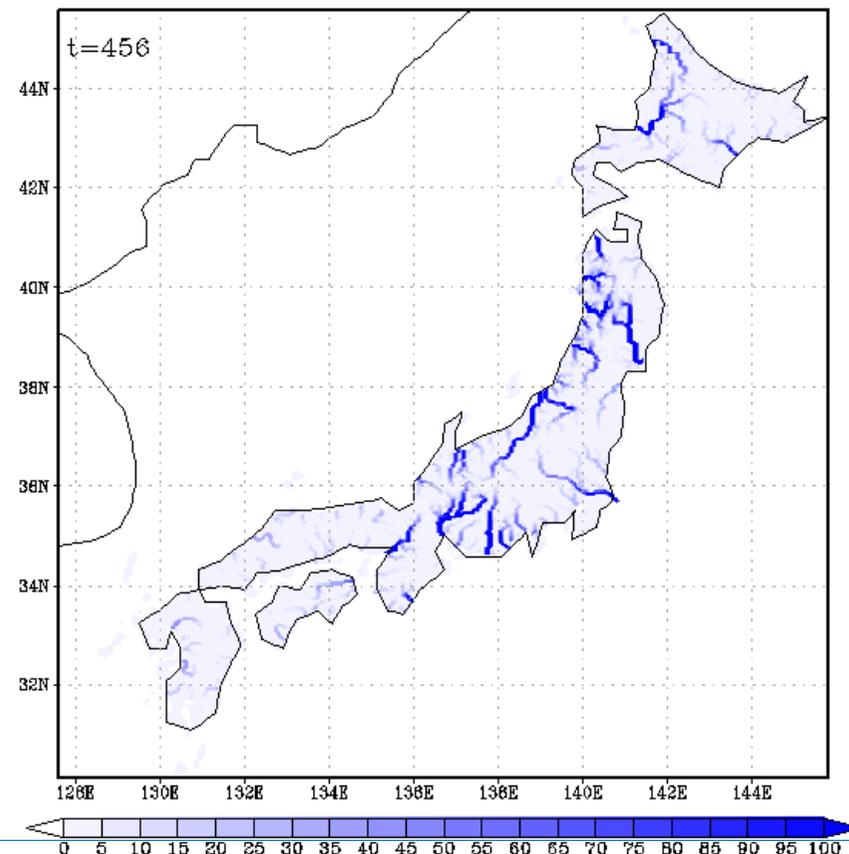
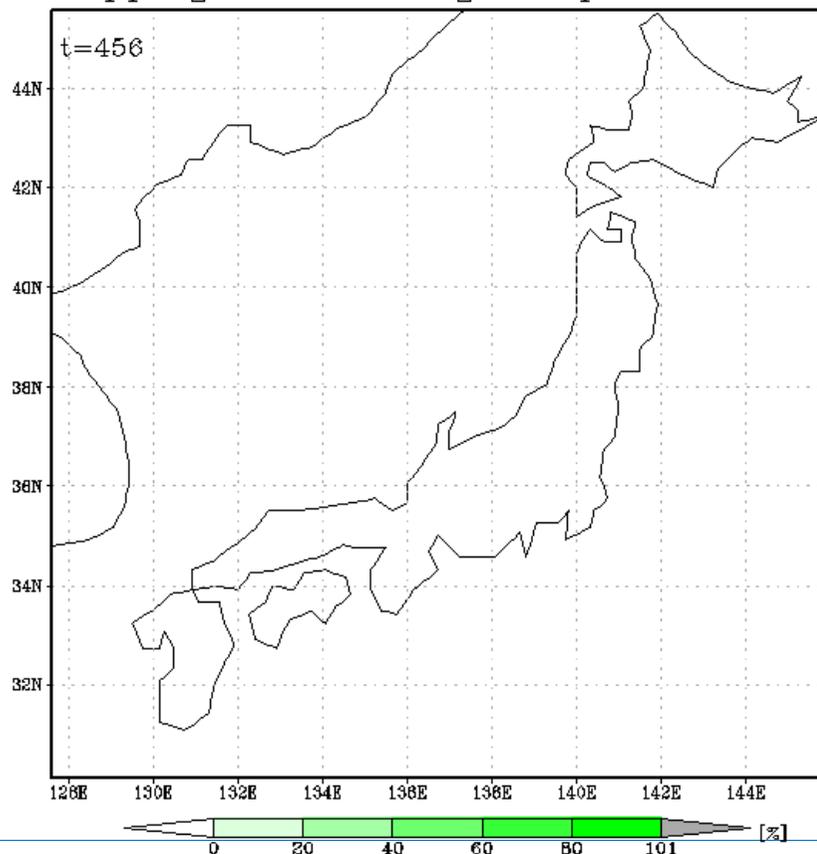
(b) 全国流域

(a) 1~5kmメッシュ分割  
(全国336流域)

# 広域水配分・管理モデルの全国適用

## 5kmメッシュの日単位推定

Cropping area of irrigated paddies



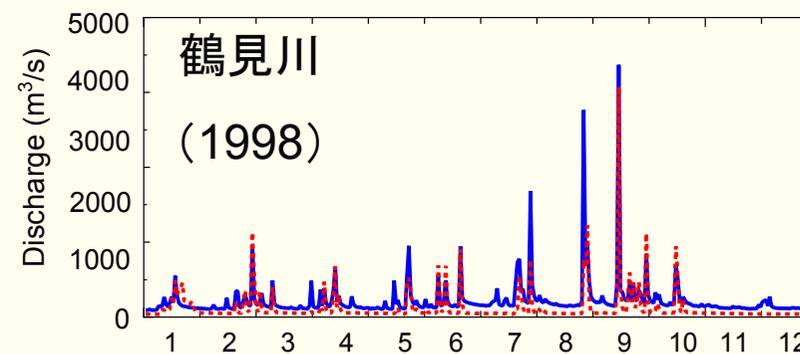
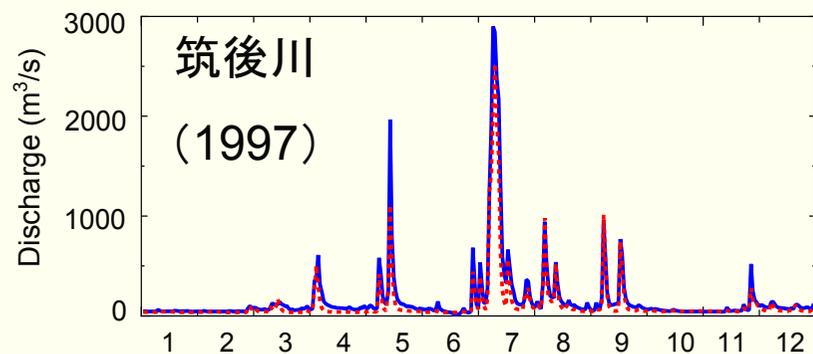
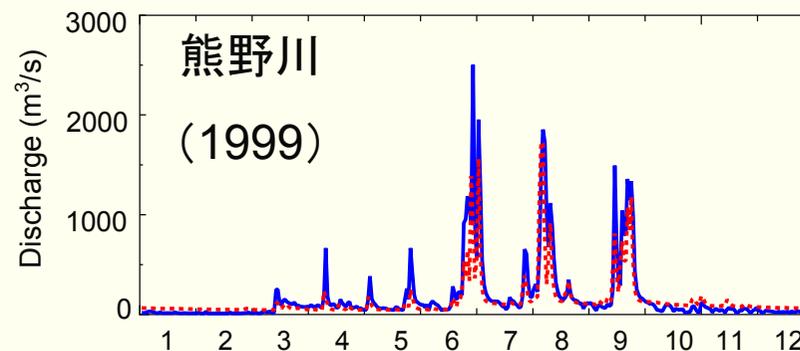
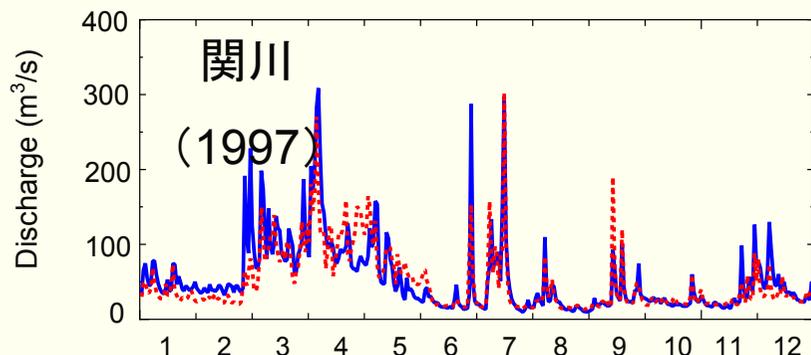
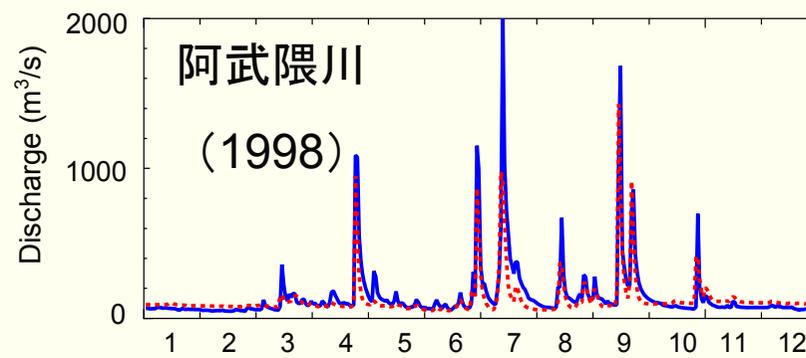
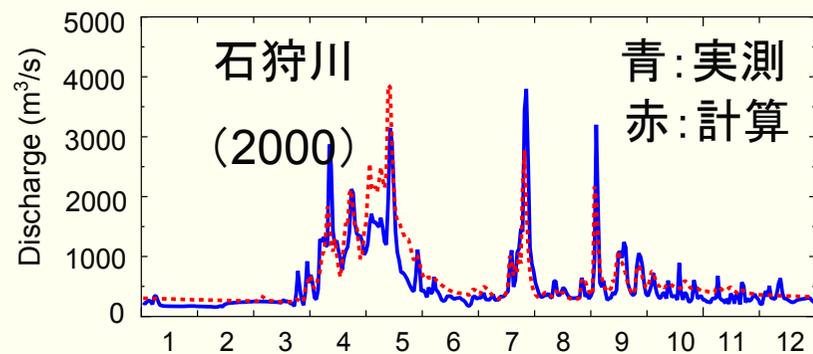
### 水田作付状況(面積: %)

開始・中止: 耕種期日と灌漑・降水量からの圃場の水分状況から決定

### 河川流量

河川任意地点の計算流量推定(メッシュ内流出量と上流流入量の合計)

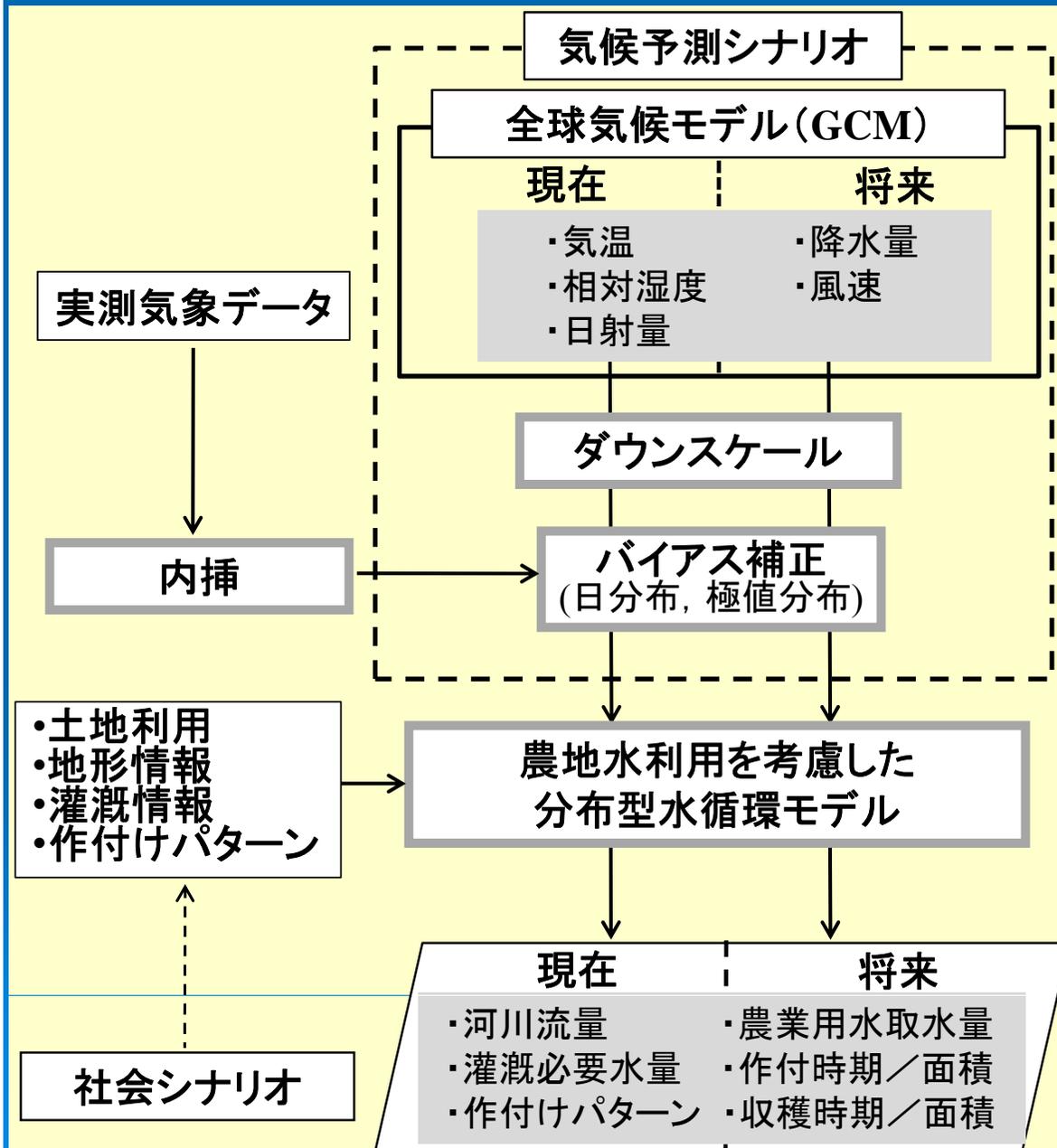
# 全国流域における推定値の検証



- 良好な推定結果
- 都市主体流域の工業・水道用水の下水流出等の推定課題

# Part 2 灌漑と農業への影響 評価

# [基盤技術]気候変動（定量的評価法）



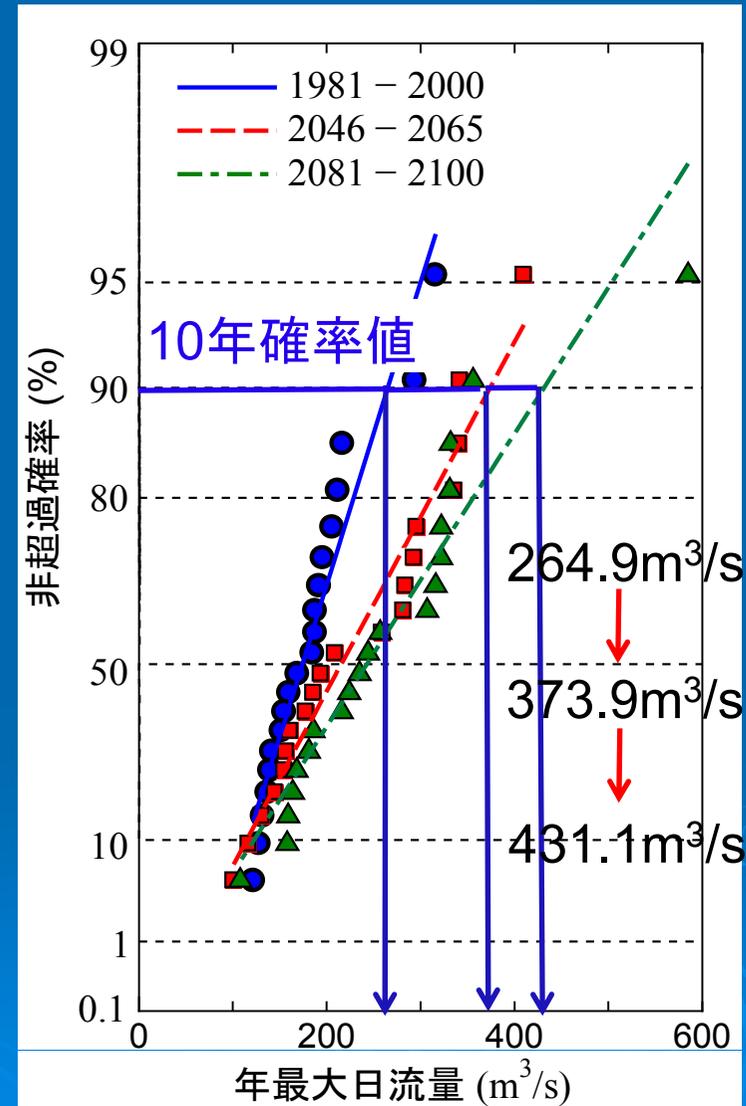
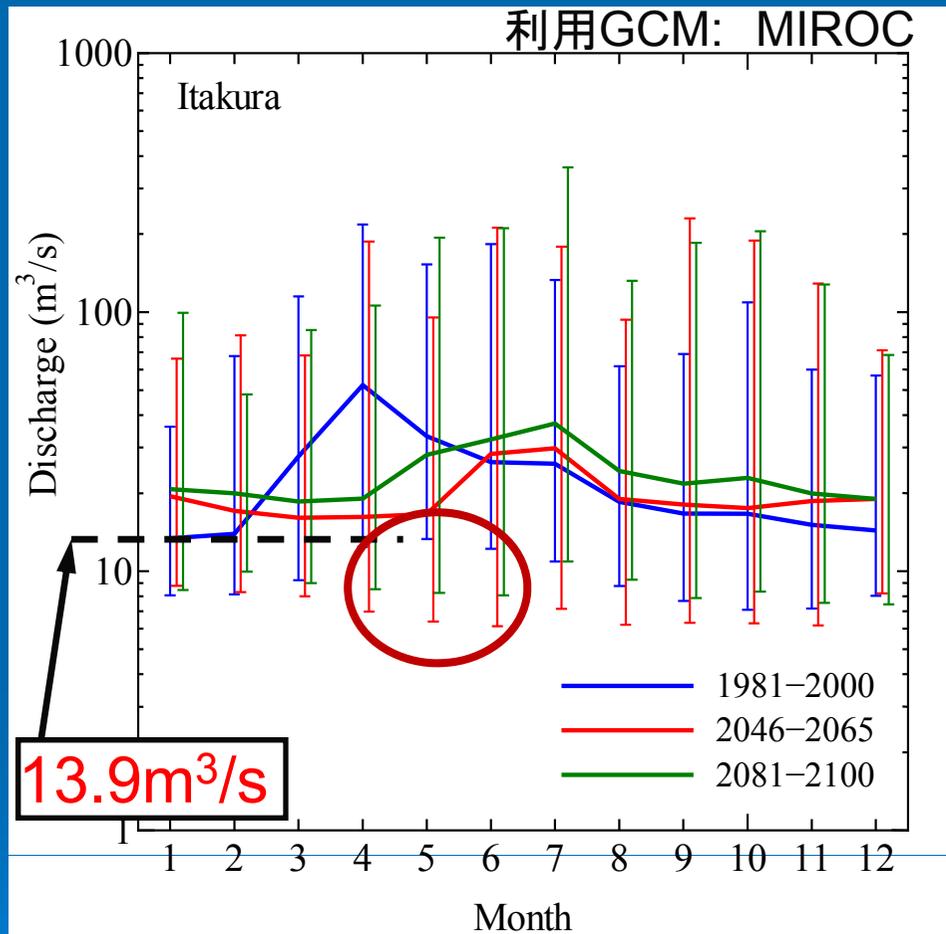
## バイアス補正

- 確率分布が一致するよう補正(平均, 分散)
- 極端事象に対して, 極値分布を利用

## 特徴

- 任意の時間と場所で定量的影響評価が可
- 様々な社会シナリオのもと, 河川取水量, 灌漑水量, 作付時期/面積, 収穫時期/面積, 等の推定可

# 極端現象への影響評価 (灌漑、洪水:板倉取水堰)



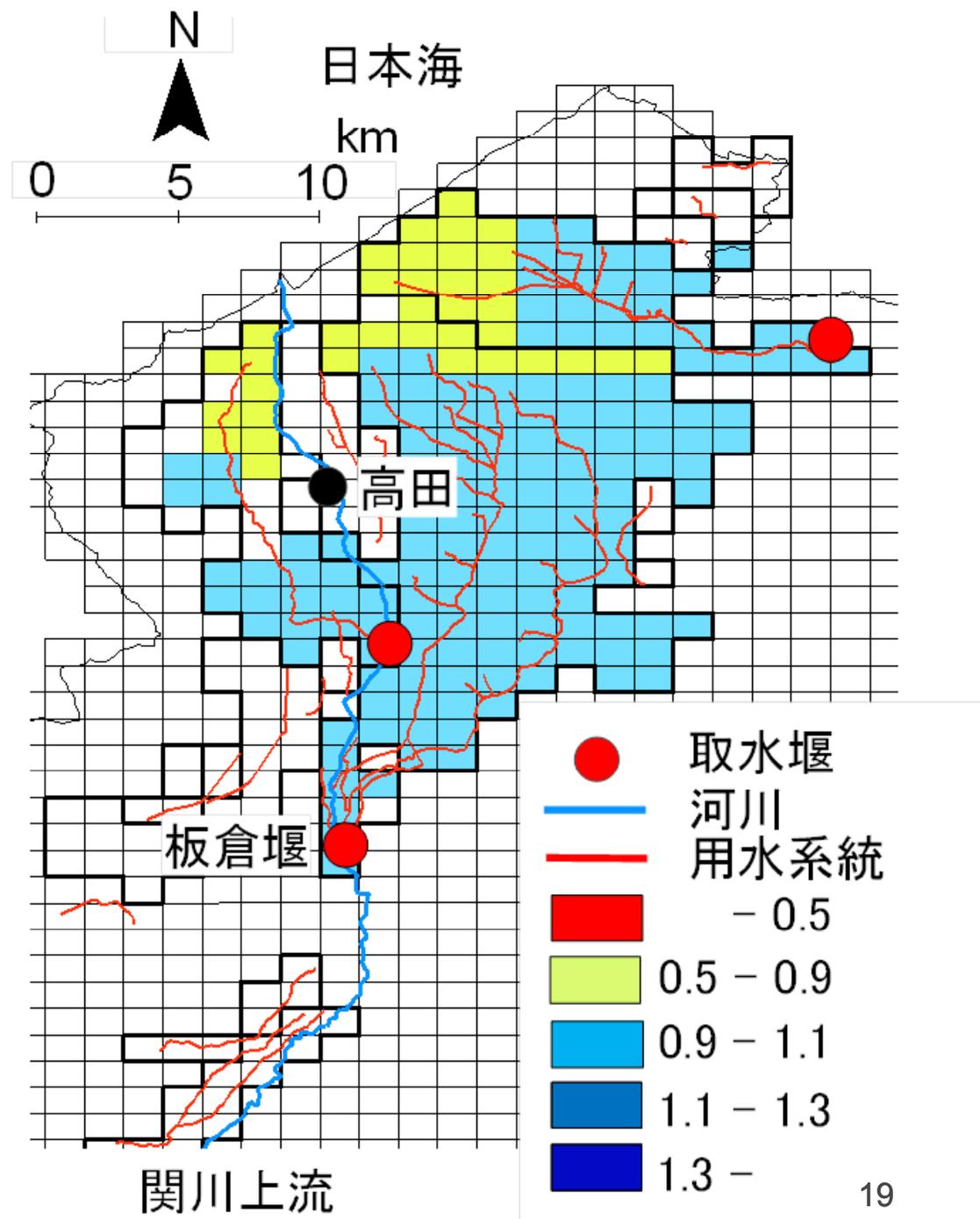
将来、水利権量を取水でき  
ない可能性 (○→△)

年最大日流量大きく増加 (→×)

# 水田供給水量 の将来変化

(現在[1981-2000年]に対する21世紀末[2081-2100年]の比率、例えば、代かき時期5月の予測例)

CCへの耐性  
→ 上流△、  
下流×



# 渇水への影響

(SRESシナリオ→RCPシナリオ)

渇水：将来的な農業用水不足地域

必要な農業用水量に対する取水可能水量の割合(充足率)を算定

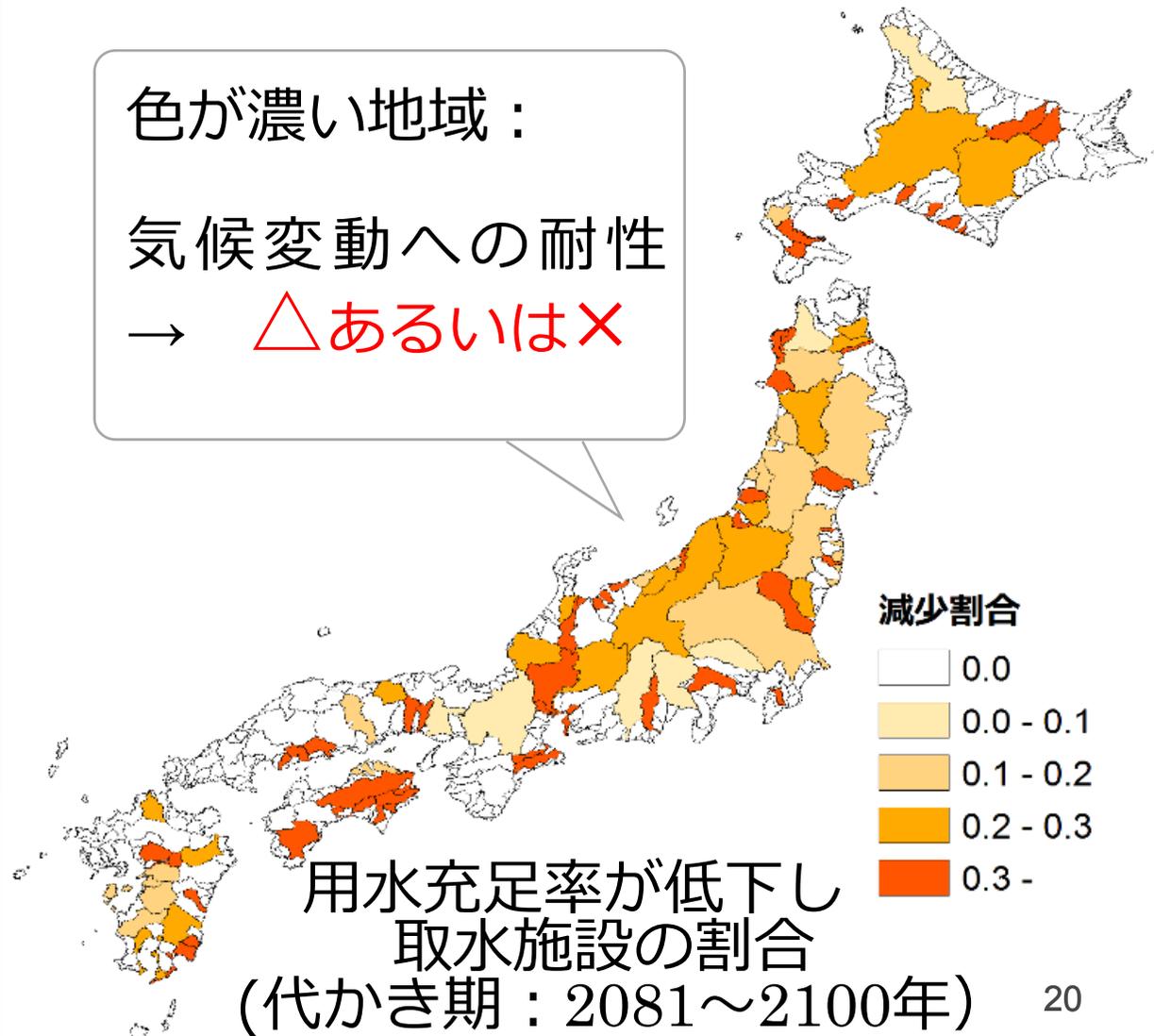


将来変化[水稻の作付面積や米の収穫量が減少]

色が濃い地域：

気候変動への耐性

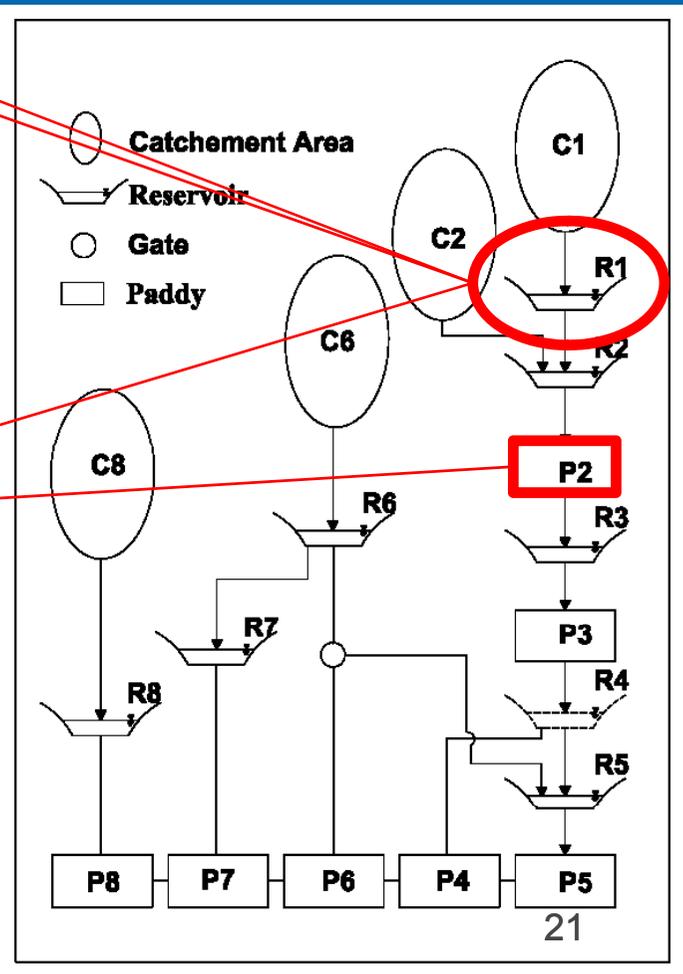
→ △あるいは×



# [評価法の応用] 基礎データ不足による無秩序な整備の結果



i) 無秩序計画 → ii) 破堤発  
→ iii) 下流は甚大な氾濫被害



- 低水と洪水の同時解析等が必要
- 評価法を利用した「流域灌漑」

# 気候変動実験結果の切り出しと影響評価

現在： 1979～2003  
 近未来：2015～2039  
 21世紀末：2075～2099

## 気象要素

- ✓ 日降水量
- ✓ 日最低・日最高・日平均気温
- ✓ 比湿・風速(6時間毎)
- ✓ 海面校正気圧(6時間毎)

「気象研MRI-AGCM20」のメコン川流域の計算域の切出し

↳ 0.1° 内挿、バイアス補正

↳ 影響評価法による算定

## 高分解能大気モデルによる気候変動実験

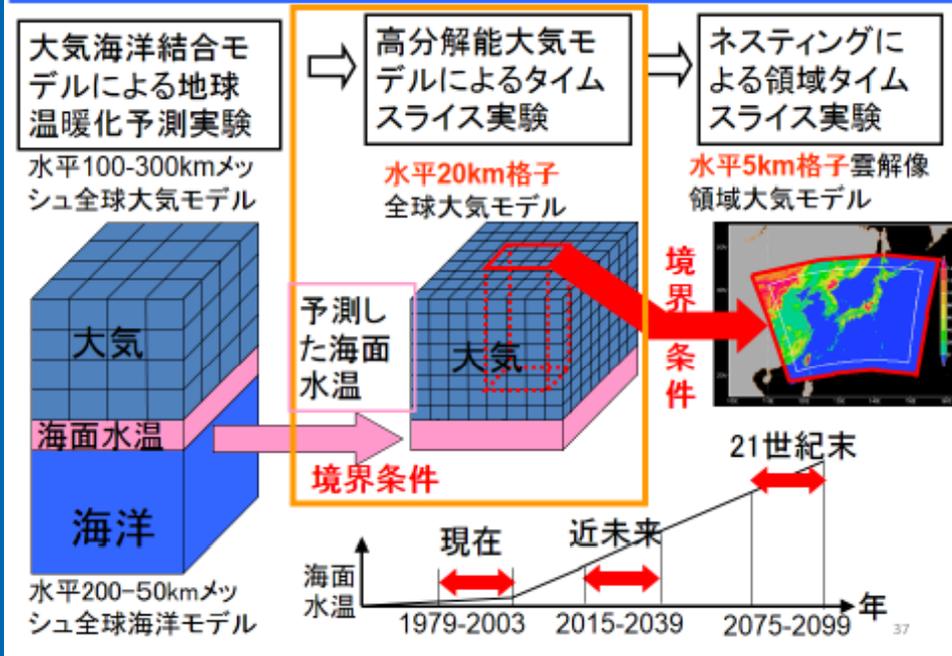
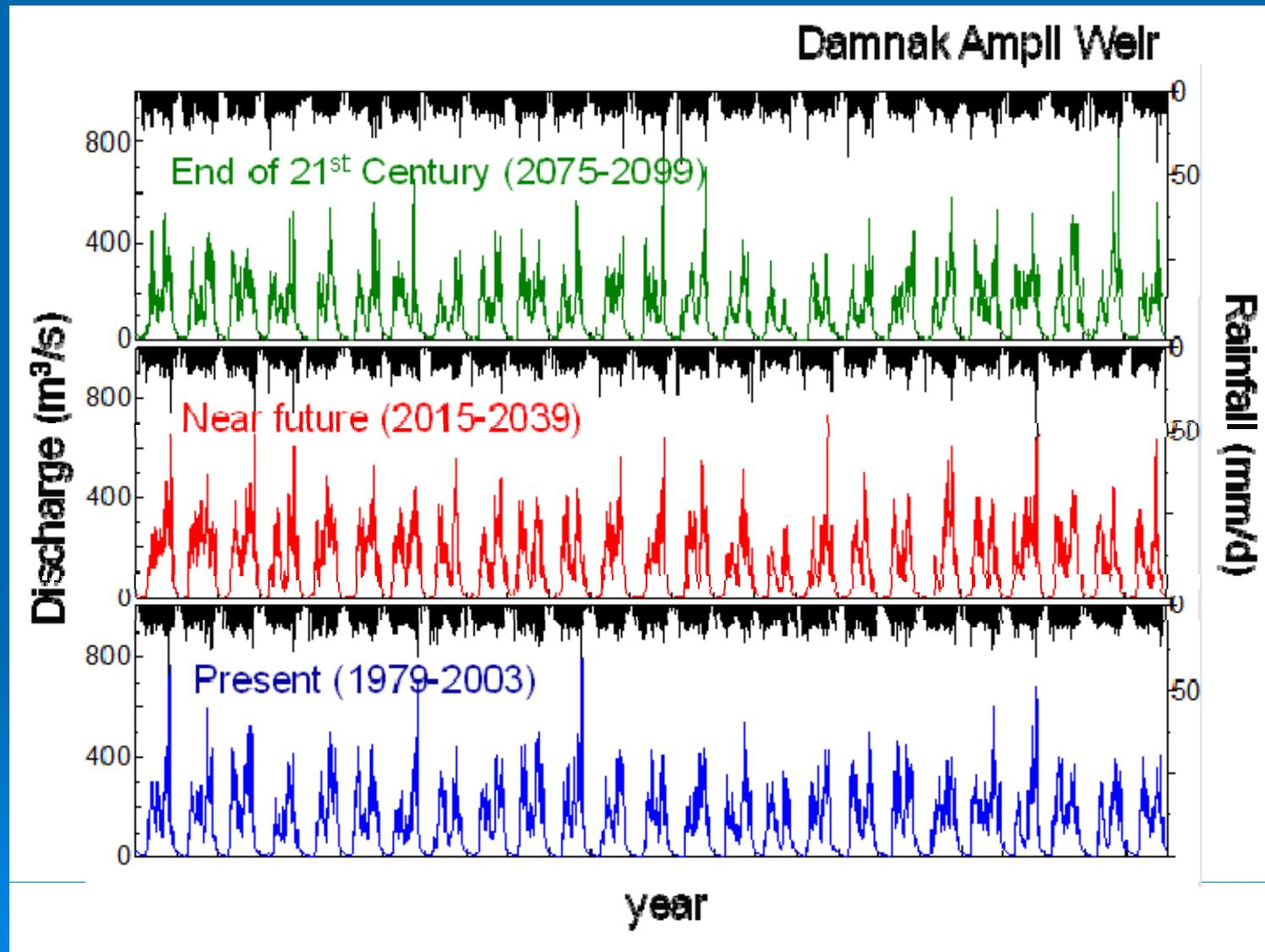


図 GCM20の計算領域

茶点: GCM20計算点

# 流域灌漑方策による長期擬似観測データ作成 水循環解析→疑似観測データの模擬発生(？→+)



(例) プルサット川全流域における25年間のシミュレーション

# Part 3 灌漑・農業と「水資源」 や「自然災害」の境界 部分を強調した適応策



# 適応策の検討をしている流域

## ● 適用を試みている流域

日本(新潟五十嵐川・刈谷田川流域) (2004洪水、2011)

メコン河全流域

カンボジア国プルサット川流域

(観測データが極端に不足する地域の灌漑開発)

ラオス国ナムグム川

(ダム水力発電のための新規水資源開発)

ラオス国セバンファイ川流域

(下流域の毎年の水田域氾濫)

タイ国ムン・チー川流域

(大規模・中規模ダムによる灌漑と稲の作付面積)

タイ国チャオプラヤ川流域 (2011年洪水と灌漑用水利用)

## ● モンスーンアジア全域への適用 → 全世界

# [実例 1] 農業用施設が都市氾濫 軽減に役だった例



i) 7.13新潟豪雨、  
421mm/日 [栃尾] (400~500年確率)

ii) 堤防越水→浸水・湛水  
・の2箇所**の破堤**

- 中之島地区 (33km<sup>2</sup>)
- 主に**自然排水**



三条市内



中之島町内

- 刈谷田川右岸地区  
機械排水(農業用)  
[1/15年規模] (67km<sup>2</sup>)

# 水田氾濫量の時間推移



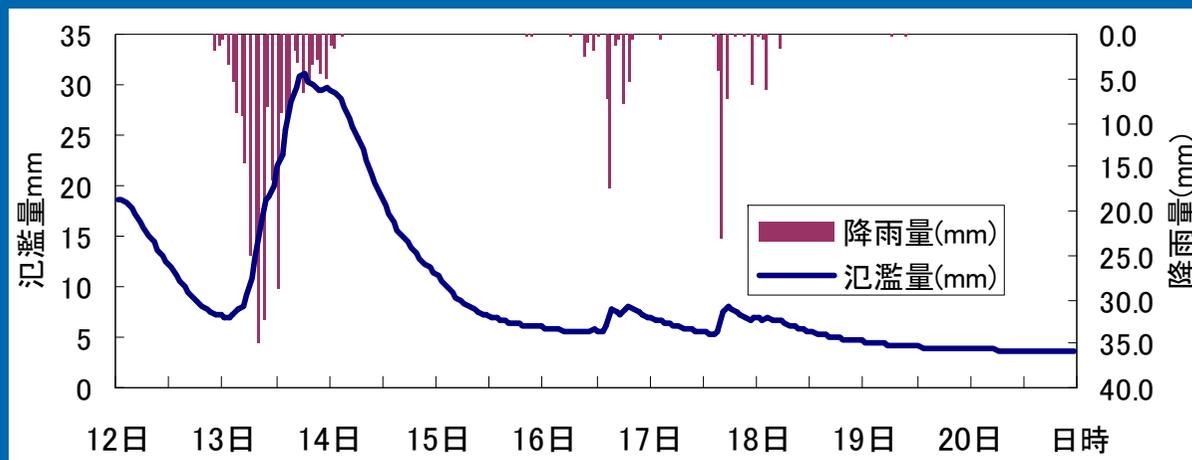
氾濫水の排除

刈谷田川右岸地

区: 約4日間

中之島地区:

約7日間



刈谷田川右岸地区 (機械排水主体)

氾濫のピーク後、

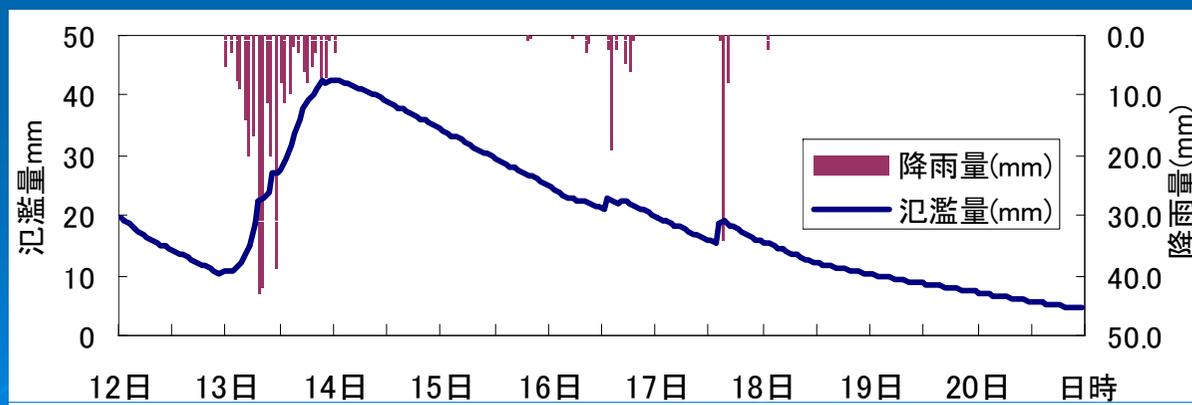
氾濫水の大部分が

低標高の農地に

貯留

排水施設による排

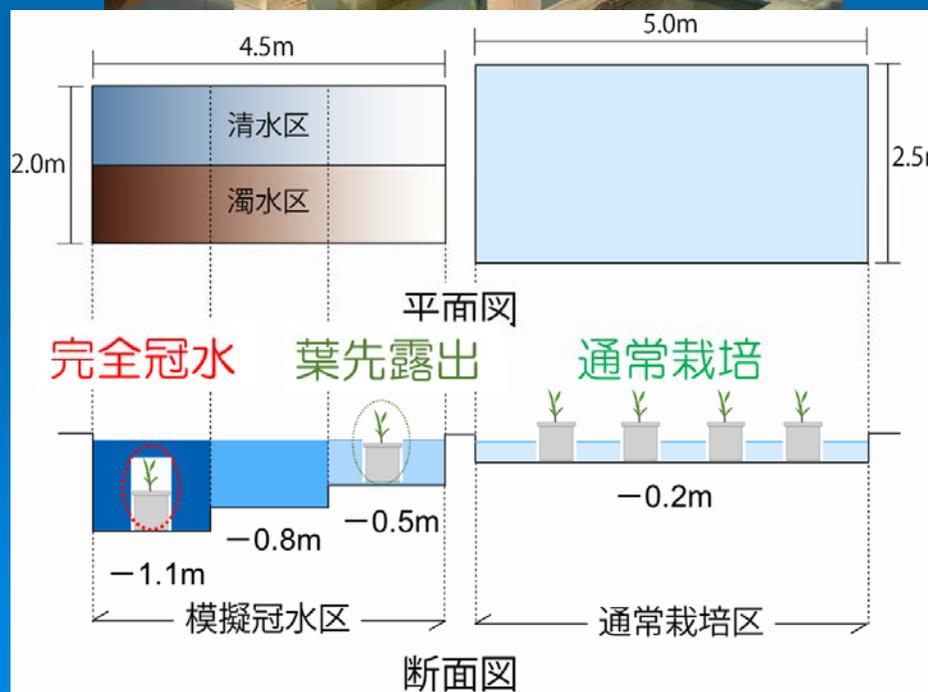
水は最大限発揮



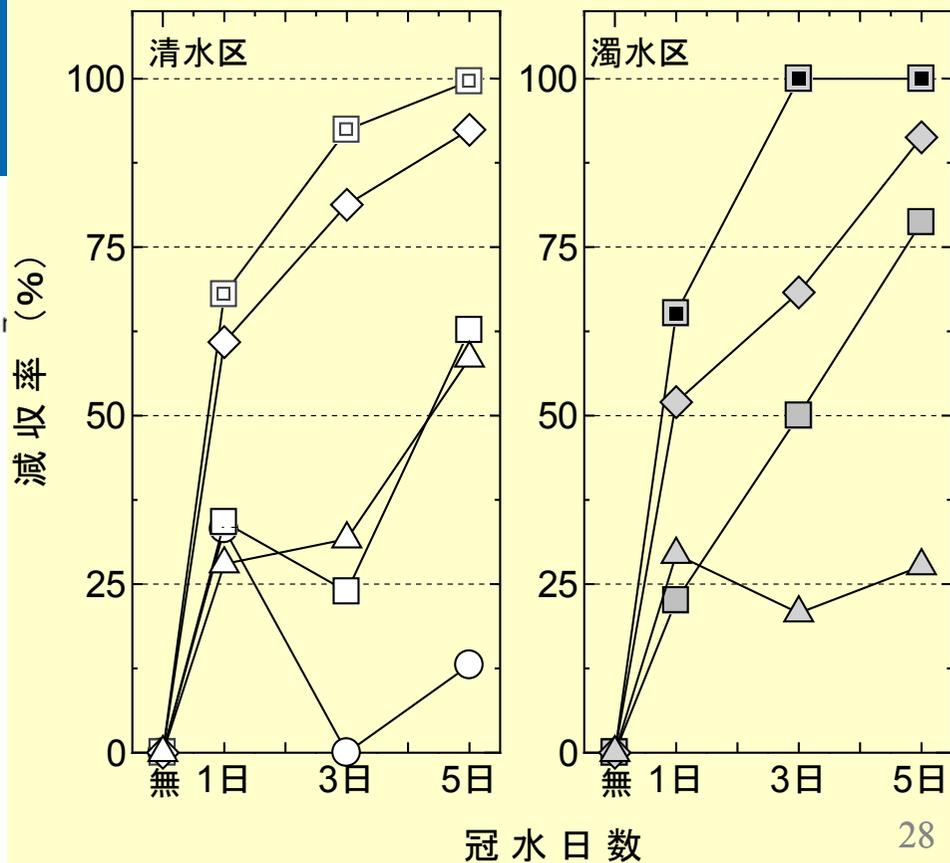
中之島地区 (自然排水主体)

CC耐性: × → +

# 水稲が氾濫にどれだけ耐えられるかの試験



- 分けつ期 (完)
  - 穂ばらみ期 (露)
  - ◻ 穂ばらみ期 (完)
  - ◇ 出穂期 (完)
  - △ 成熟期 (完)
- 穂ばらみ期 (露)
  - ◼ 穂ばらみ期 (完)
  - ◆ 出穂期 (完)
  - ▲ 成熟期 (完)



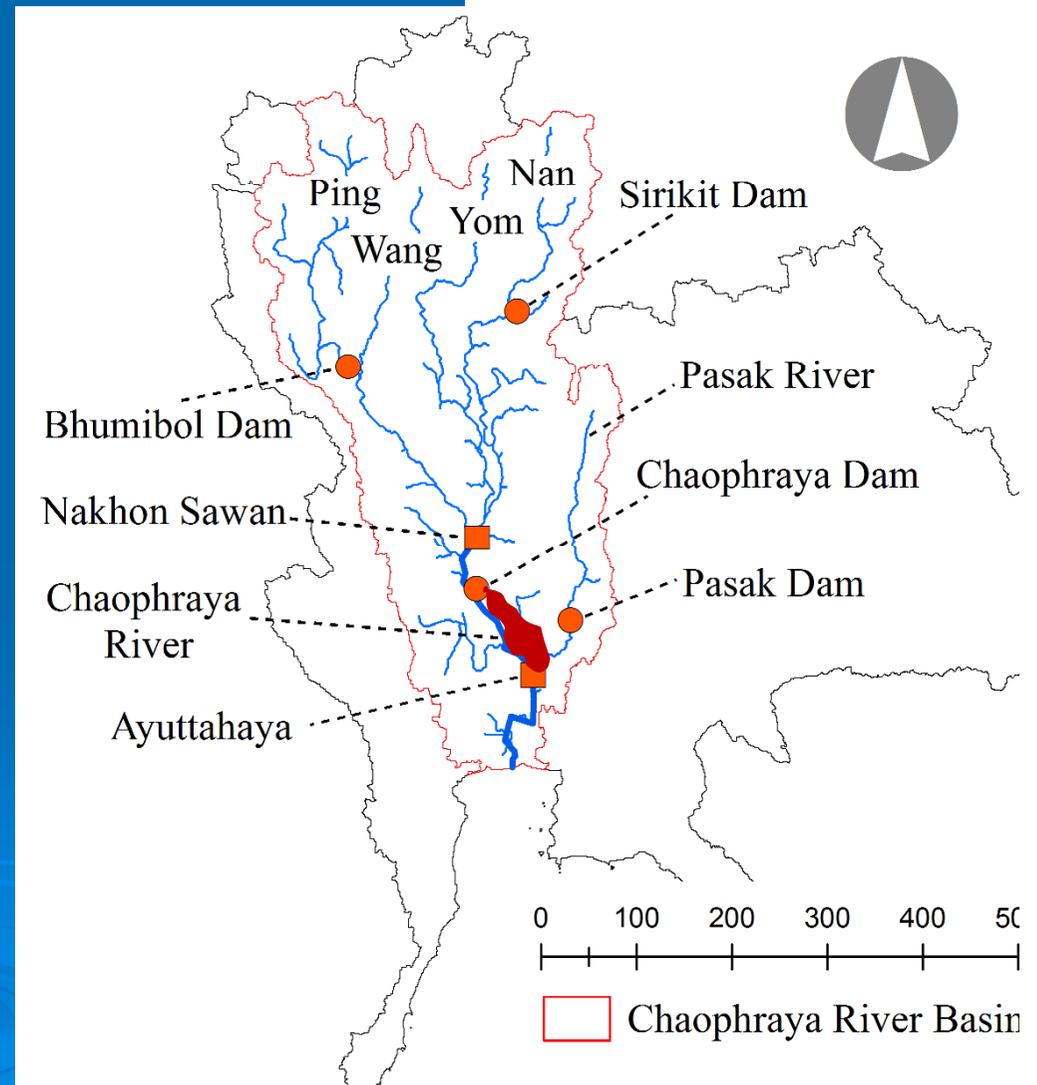
# [実例2] 巨大都市の氾濫軽減に寄与した水田貯留の例



## チャオプラヤ川流域と2011年豪雨

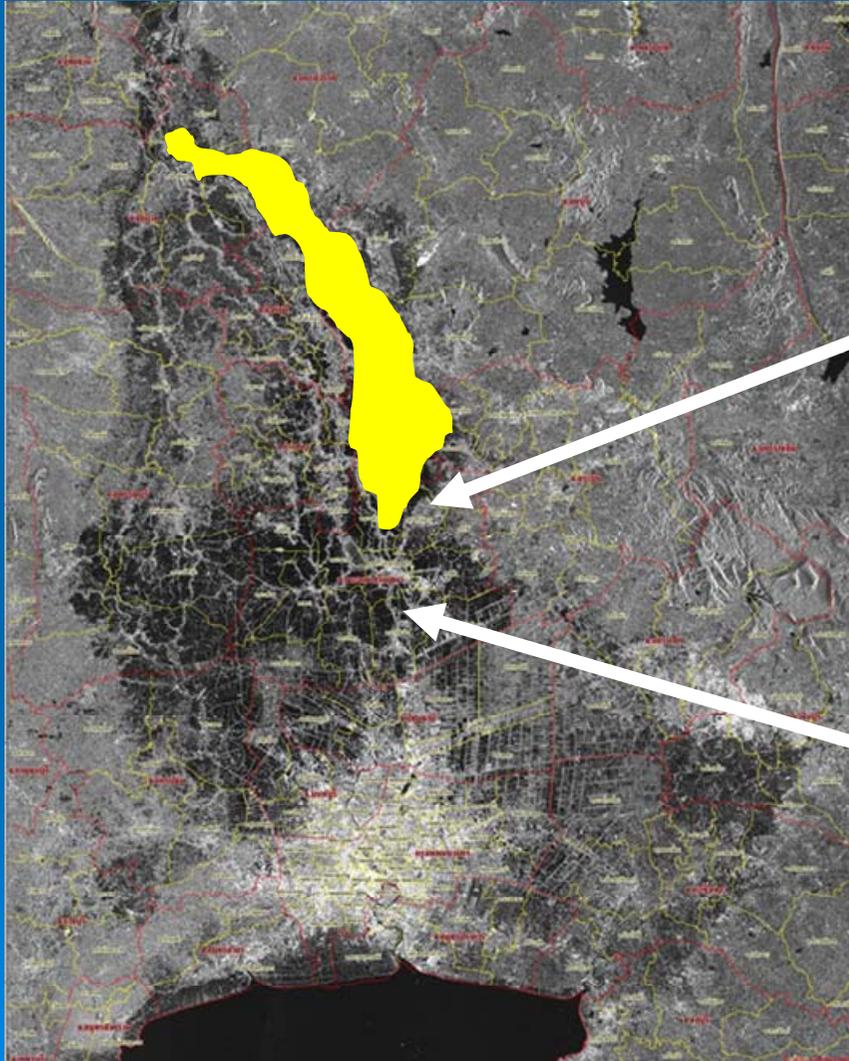
流域面積：16万km<sup>2</sup>

- i) 上流ピン・ワン・ヨム・ナン川がナコンサワンで合流、下流は標高20m以下のデルタ地帯
- ii) プミホンダム(貯水量135億m<sup>3</sup>)、シリキットダム(同95億m<sup>3</sup>)の経年貯留型の巨大ダム(灌漑目的)
- iii) 豪雨の状況：連日の低気圧性降雨と例年より1ヵ月早い降雨開始



# チャオピヤ川下流氾濫域の 状況(バンコク北部～周辺)

国道  
1号線  
沿い



黒っぽいところが水域

日本企業の集中する工業団地<sub>30</sub>

# 対象水田地域と氾濫の特徴

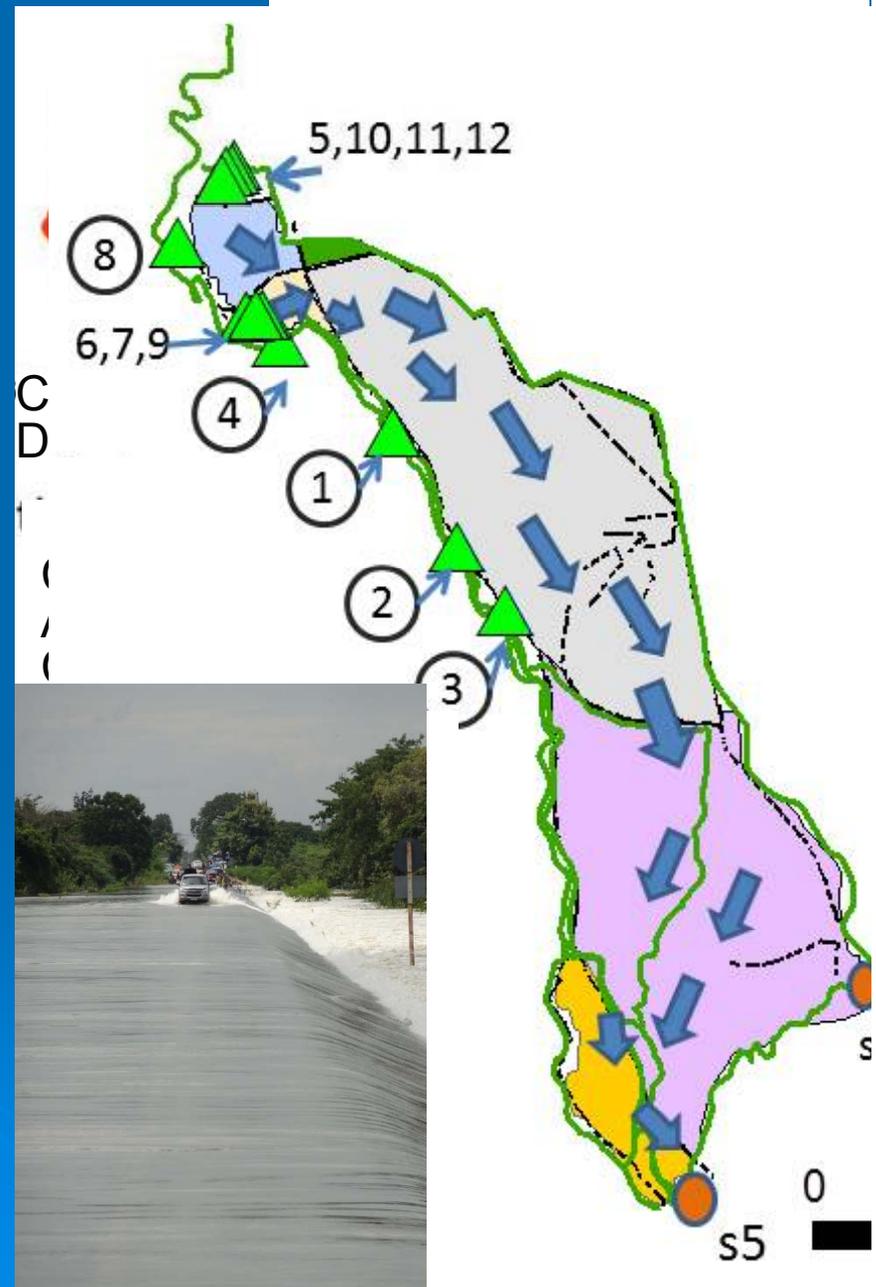
対象地区：2,500km<sup>2</sup>

## 灌漑過程：

- i) チャイナーート地点にダム(大堰)、灌漑と洪水管理
- ii) チャイナーートーパサク水路と本川に囲まれた5つの灌漑区の優良灌漑水田地帯(2,260km<sup>2</sup>)

## 氾濫過程(70年1回規模)：

- i) 破堤後の氾濫水は、主要幹線道路や河川堤防(兼道路)で分割農地に貯留
- ii) 1つ水田域が満杯→下流側道路上の堰流れ→流下



# 水田地帯の氾濫過程とバンコク周辺 氾濫の関係



i) 最大氾濫量 = 3,660MCM

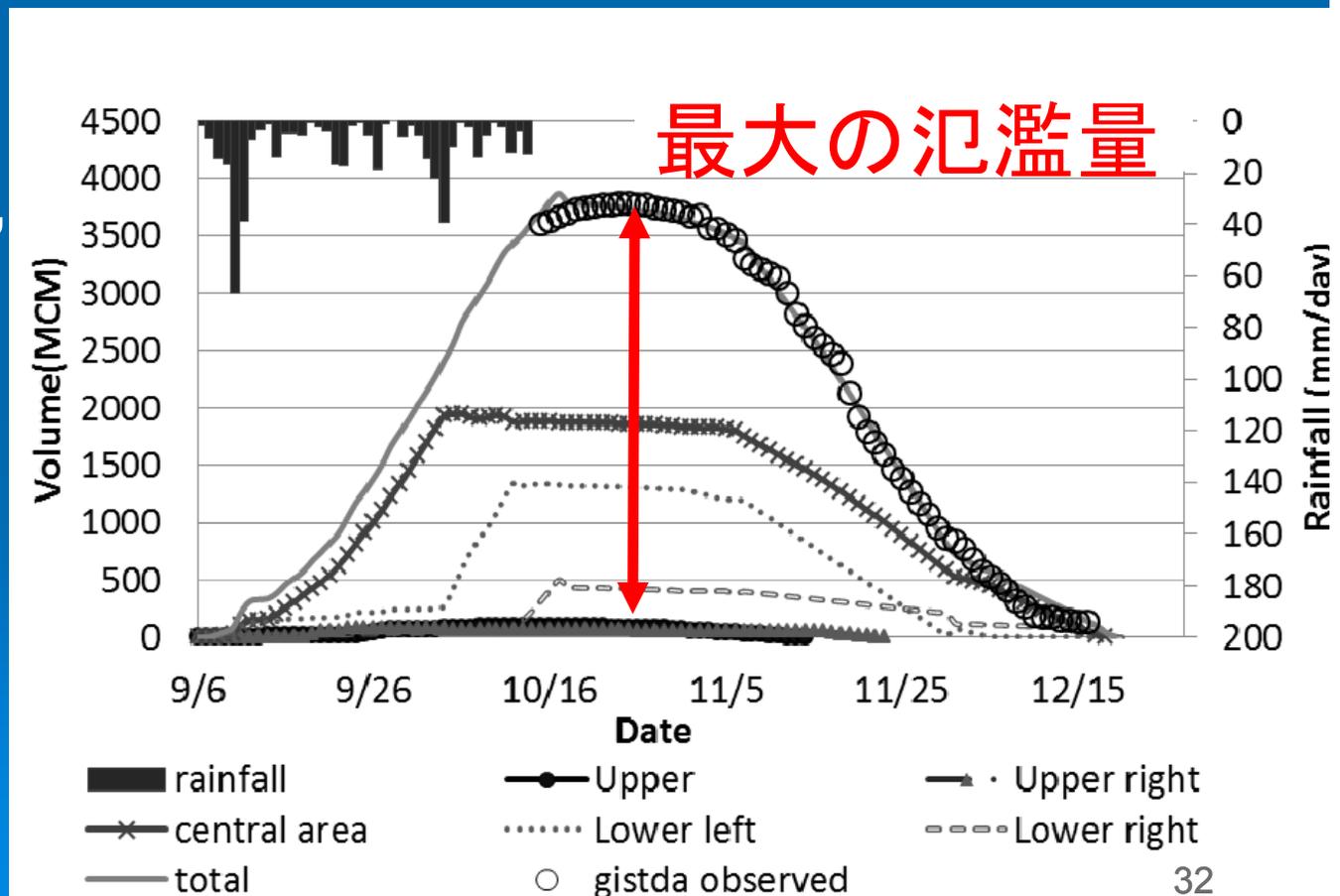
ii) 平均氾濫水深 = 1.68m

iii) 各ブロックの  
満杯時間

U: 8日, UR:3日,  
C: 20日, LL: 10  
日, LR: 5日

iv) 全土での最大  
洪水氾濫量  
= 10,000MCM  
(水田洪水貯留  
の役割: × → +)

・水田の氾濫過程と  
貯留量推定



# [主張]流域単位での順応型適応策



気候変動の概念  
変動幅、極端現象の増大



安心社会の実現：  
流域内での総合的策定



● 灌漑・農業の役割：気候変動に対し○△×から**プラス（+）**の効果発揮へ

# おわりに



1) 気候変動に灌漑・農業はどの程度耐えられるか → 食料と水資源、災害などの**境界部分の検討**が重要

2) 方法：複雑な農地水利用・水循環のモデル化

→ **人為的活動の組み込みが最重要**

内容：モデル化

影響評価や適応策の実例から気候変動にどの程度耐えられるかチェック

→ **灌漑と洪水を一体で！**

**The End**  
Thank you for your attention.