

人間活動を考慮した  
世界水循環水資源モデルの  
構築に向けて:  
農業生産モデルEPICを用いた  
世界の灌漑水量必要量の推定

安形康 (JST-CREST, 東大生産研)

談国新 (東大生産研)

鼎信次郎 (東大生産研)

沖大幹 (総合地球環境学研究所)

虫明功臣 (東大生産研)

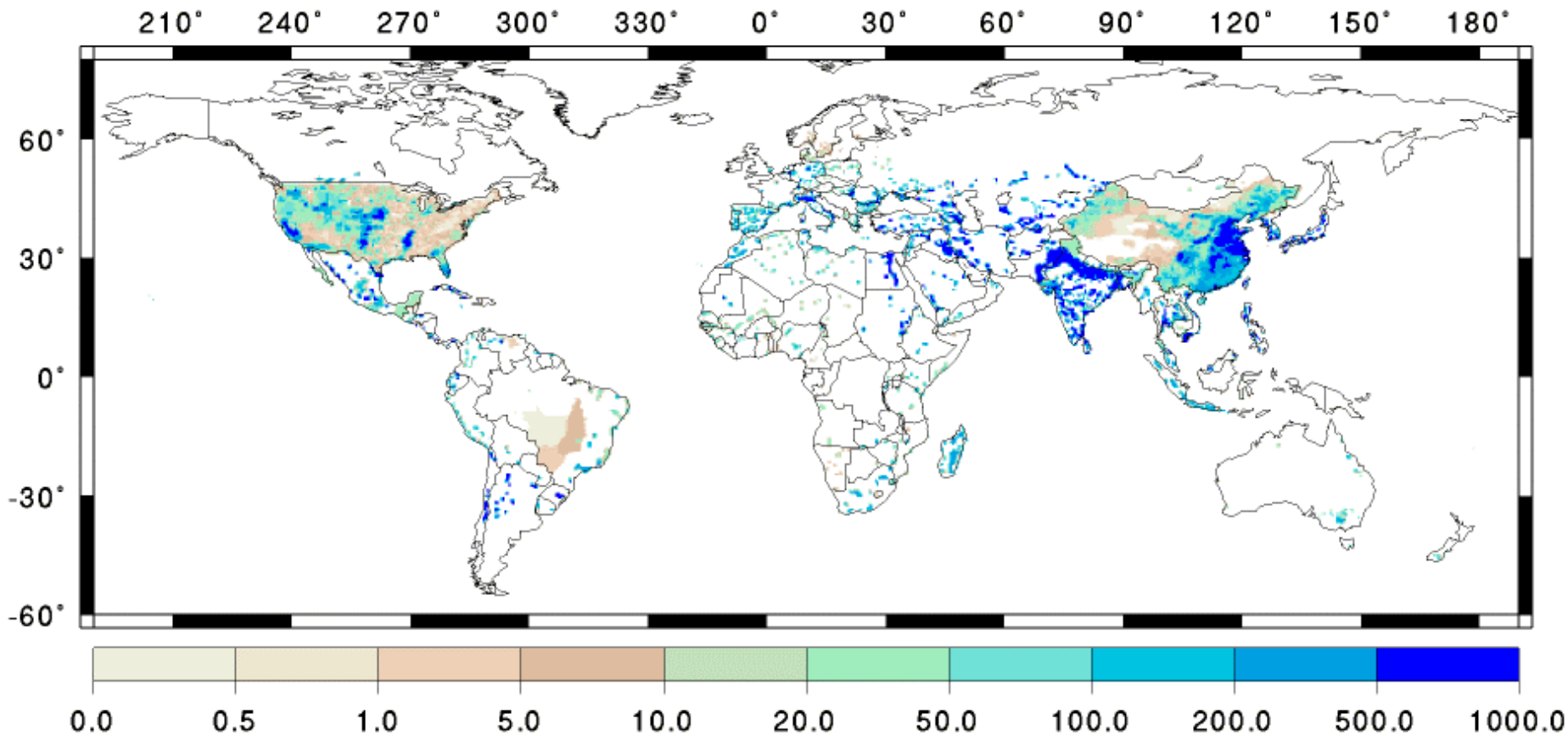
# 世界水資源アセスメント現状

- **今回発表(沖ら, 講演番号98)を参照**
  - 年河川流量40000km<sup>3</sup>, 取水量3800km<sup>3</sup>, 大半が農業用水
- **時間スケール: 年間**
- **空間スケール: 0.5度グリッド陸域全球**
- **世界で4~5グループ程度**
- **東大生産研Ver.1完成 (2000年後半)**
  - **農業用水: 国別統計値を, 各国内のグリッドに灌漑面積比例配分**
  - **Crop種類, CropCalendarなど一切無視**

# 農業用水マップ ver.1

- 「世界水資源アーカイブ」で公開中  
<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/GW/>

1995



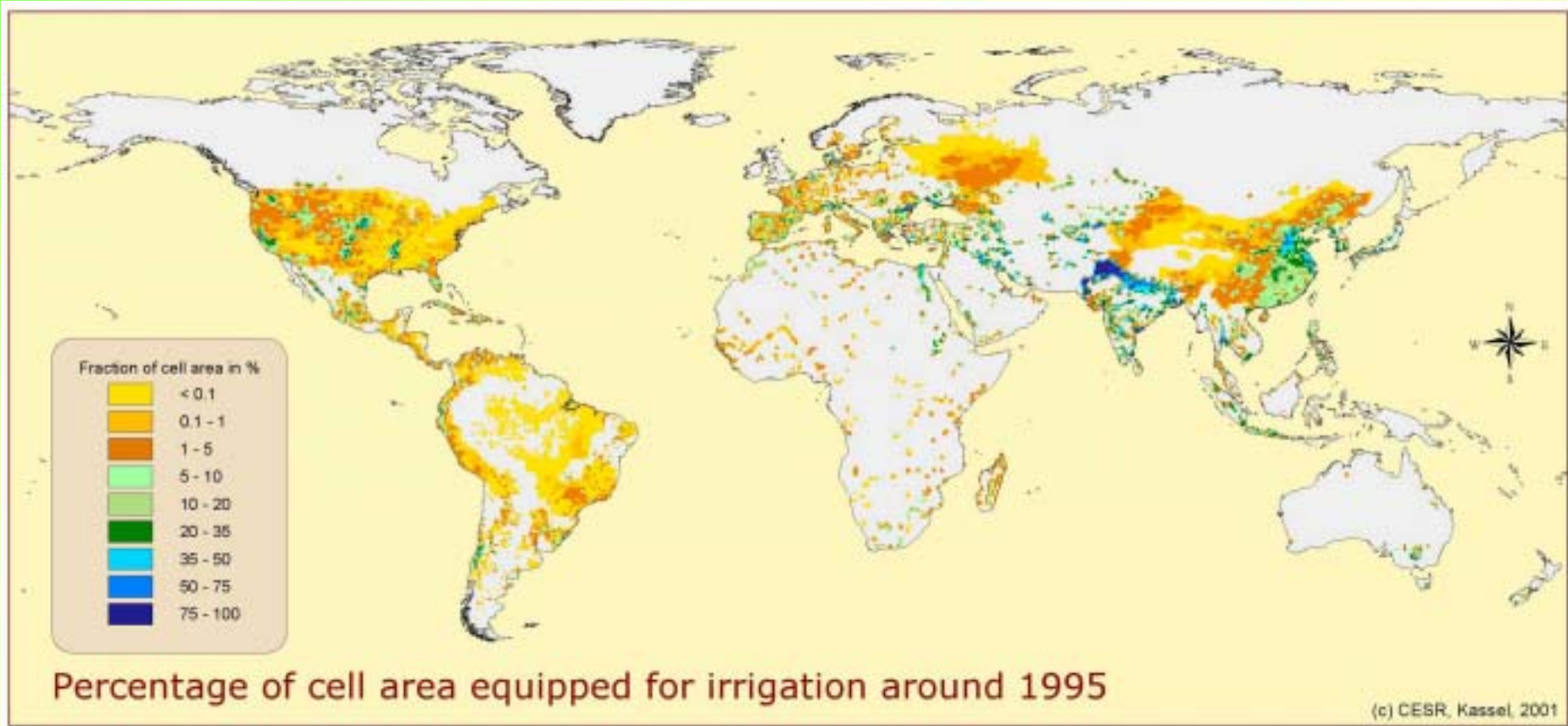
2002年8月2日

第6回水資源に関するシンポジウム

3

# 灌漑面積マップ

- Kassel大学作成 0.5度グリッド
- Petra Döll氏に申し込む



# 世界水資源アセスメントへ本格参戦

- JST/CRESTプロジェクト  
「人間活動を考慮した  
世界水循環・水資源モデル」
- 東大生産研版Ver.1を発展させる
  - 農業用水等各セクタをすべてモデリングし、  
それらを統合する
  - アジアからの寄与をめざす
- 今回は農業モデルのテストランを紹介

# 従来農業用水推定法の問題点

- **空間的**
  - 各国内の穀物種類分布が無視されている
- **時間的**
  - 農事暦が反映されていない
  - 季節・月といった単位のアセスメントが不可能
- **根本的**
  - 現実的な将来推計が原理的に不可能
- 農業プロセスを現実的に反映するグリッドベースモデルが必要      プロジェクトの最初の目標

# 農業(灌漑)用水推定モデル

- 農業用水モデルは，  
世界的には試作品レベル
- しかし独Kassel大学が精力的に開発している
  - Döll and Siebert (2002, W.R.R.) : ver.1
  - 農業データを一切使わず灌漑面積データと  
気象土壌データから算出
  - ゼロからのモデリング作業

# Kassel大の農業(灌漑)用水推定

- 手法: グローバル0.5度グリッドで...
  - 気象データから各グリッド最適播種日を決定
  - 全灌漑面積マップと各国の灌漑稲作面積データから, 気候的に最適であるグリッドに優占的に灌漑農地を割り振ることにより,  
グリッドごとの作物種と農事暦を決定
  - 作物の生育に必要な水量は, 可能蒸発散量から推定
  - グローバルな灌漑用水量を推定
    - 既存データとよく合う



# Kassel大法の問題点と モデル要件

- 穀物種類が二種類(米とそれ以外)
  - 少なくとも**主要四穀物**程度は押さえられること
- 生産量, Yieldでの検証ができない
  - **生産量やYield**も算出でき, 既存データと検証できること
- Crop Calendarの作り方に関する吟味が必要
  - **Crop Calendar**を入力可能,  
ないしCrop Calendar作りを自力で行えること
- 既存農業モデルを援用すれば簡便確実

# ソリューション: EPICの応用

- **EPIC: erosion-productivity impact calculator**
  - **米国などでよく使われてきた農業モデル**
    - 気象や農事暦・作物価格等をInputとし, 日単位以下など細かい時間ステップで, 作物の成長を再現
    - 単位面積あたり収量の算定によく使われる
- 

- **作物の成長に必要な水量がわかる**

それから降水で直接得られる水量を  
さし引けば, **灌漑水量**がわかる

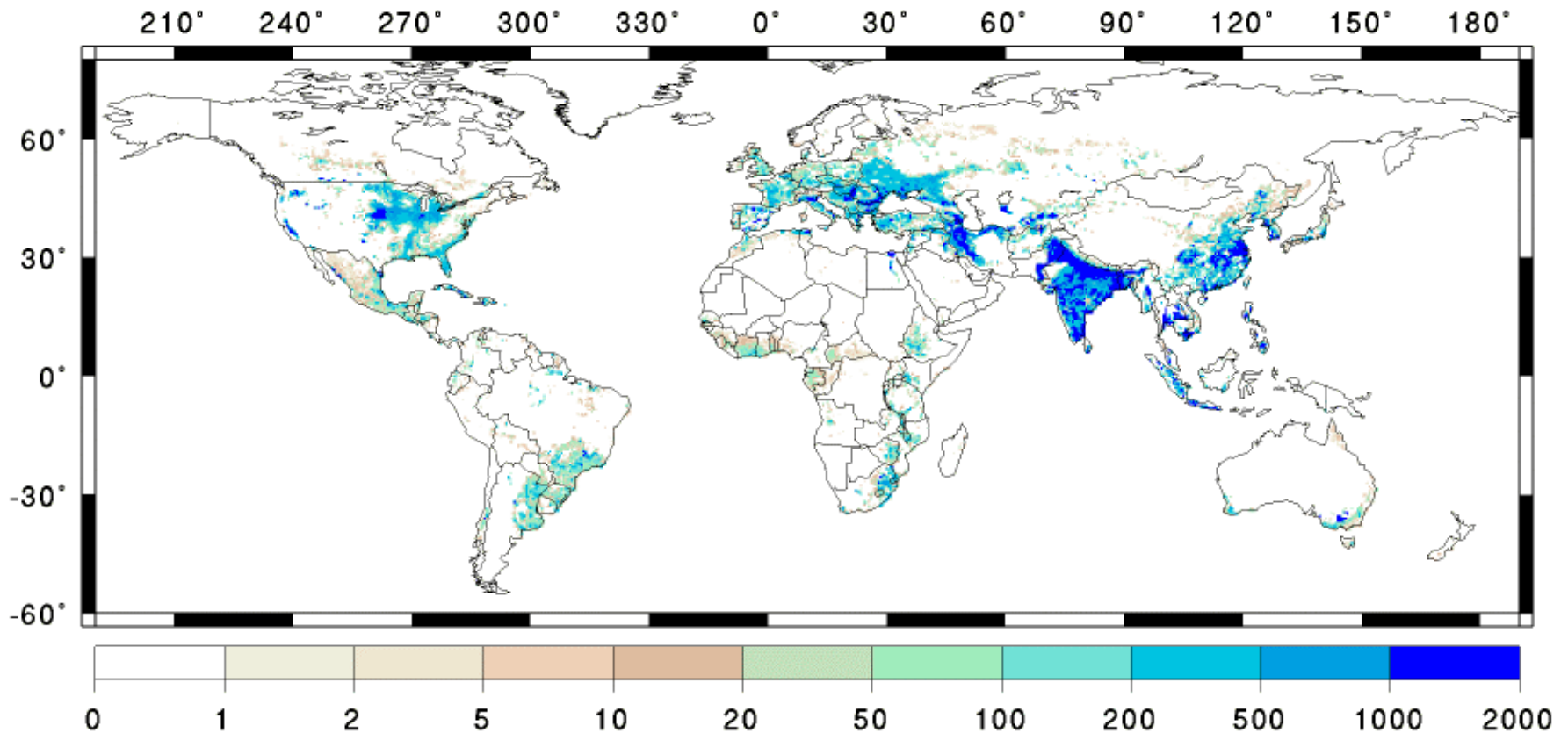
# EPICによる灌漑水量推定の試み

- 0.1度グリッド
- Input
  - 気象:1987年を対象 . グローバルグリッド(Tan and Shibasaki, 2000)
  - 土地利用:USGS LandUseData
  - 作物種と農事暦: Tan and Shibasaki, 2001の Multiple Choice Modelによる
- Simulation & Validation
  - 主要四穀物
  - FAOの国別Yieldにあわせるように耕作マップをチューニング (第一段階)
  - グリッド内の実灌漑面積率一定

# 結果

## Annual Irrigation Water Withdrawal estimated by EPIC [ $10^6 \text{ m}^3/\text{year}/0.5^\circ\text{grid}$ ]

by Dr. Tan



2002年8月2日

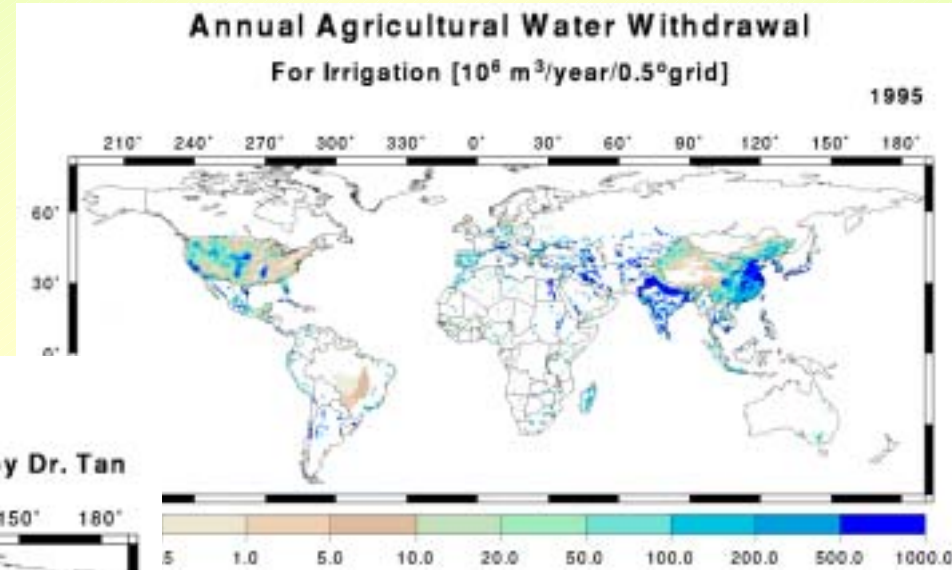
第6回水資源に関するシンポジウム

12

# 結果の比較

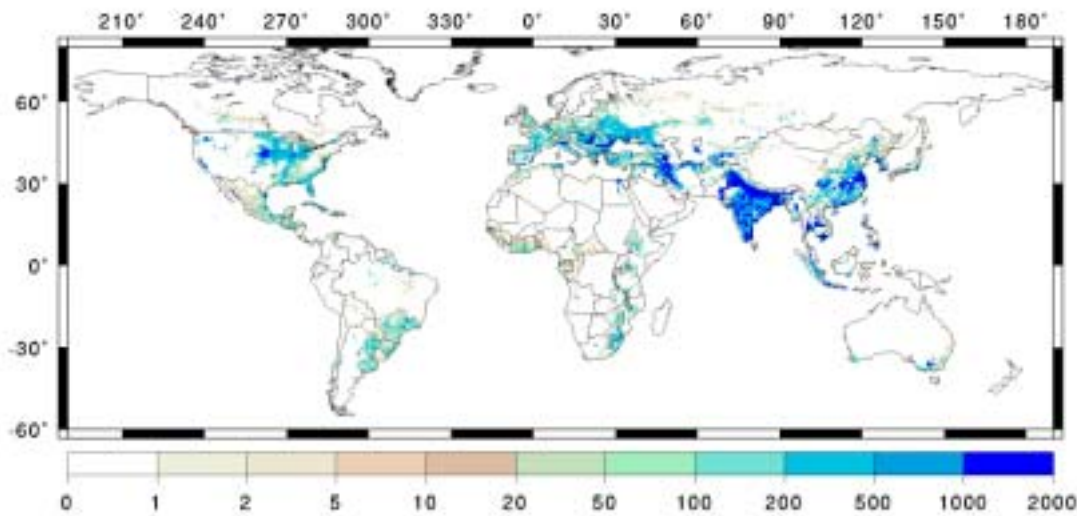
- EPIC版総量: 5000km<sup>3</sup>以上 . 既存値より過大
- 分布も多少異なる (米国内など)

従来版(計約2400km<sup>3</sup>)



Annual Irrigation Water Withdrawal  
estimated by EPIC [10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year/0.5°grid]

by Dr. Tan



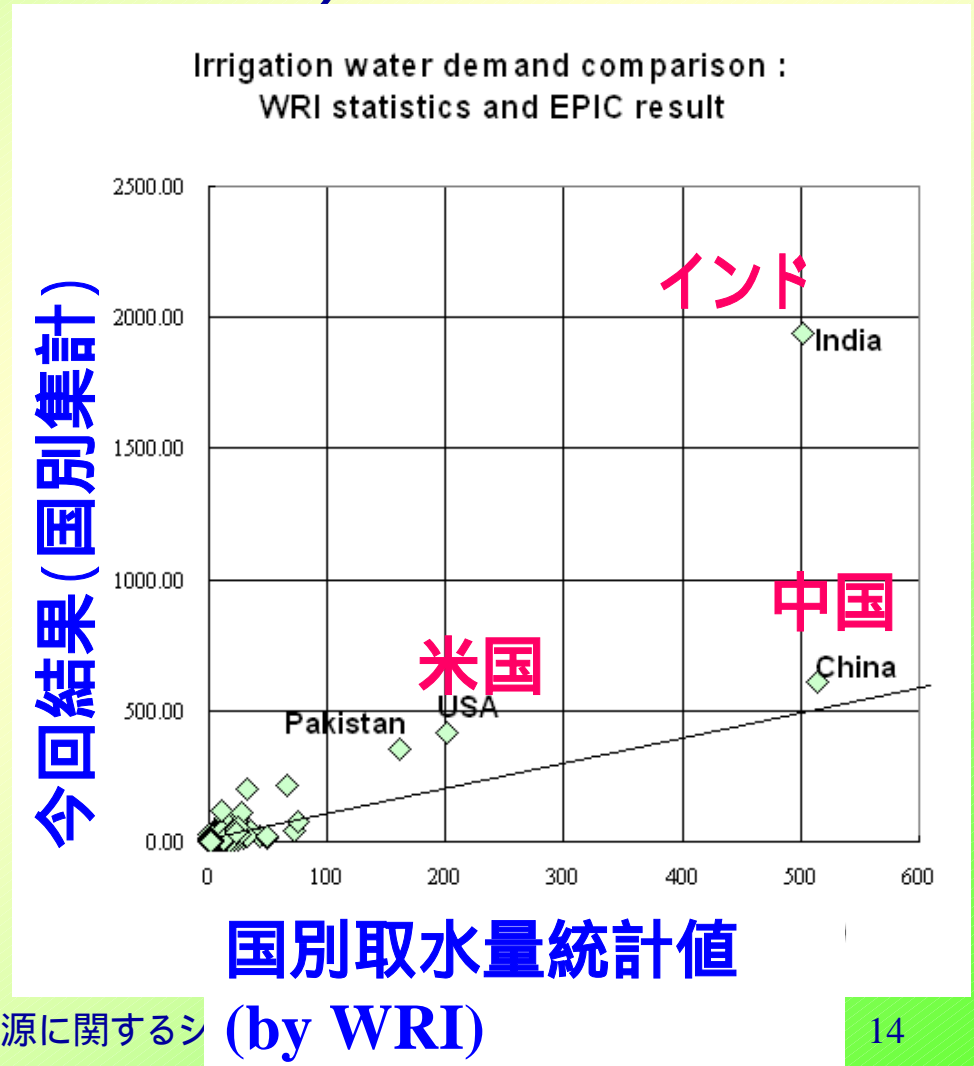
EPIC版(計約5600km<sup>3</sup>)

# どこで問題が起こっているか

- 従来版(国別取水量データ)との比較

- インドが極端に大きな乖離をみせている

- 中国は良好



# インドの農耕

- 米が主力

- 米の実灌漑面積の  
過大評価？

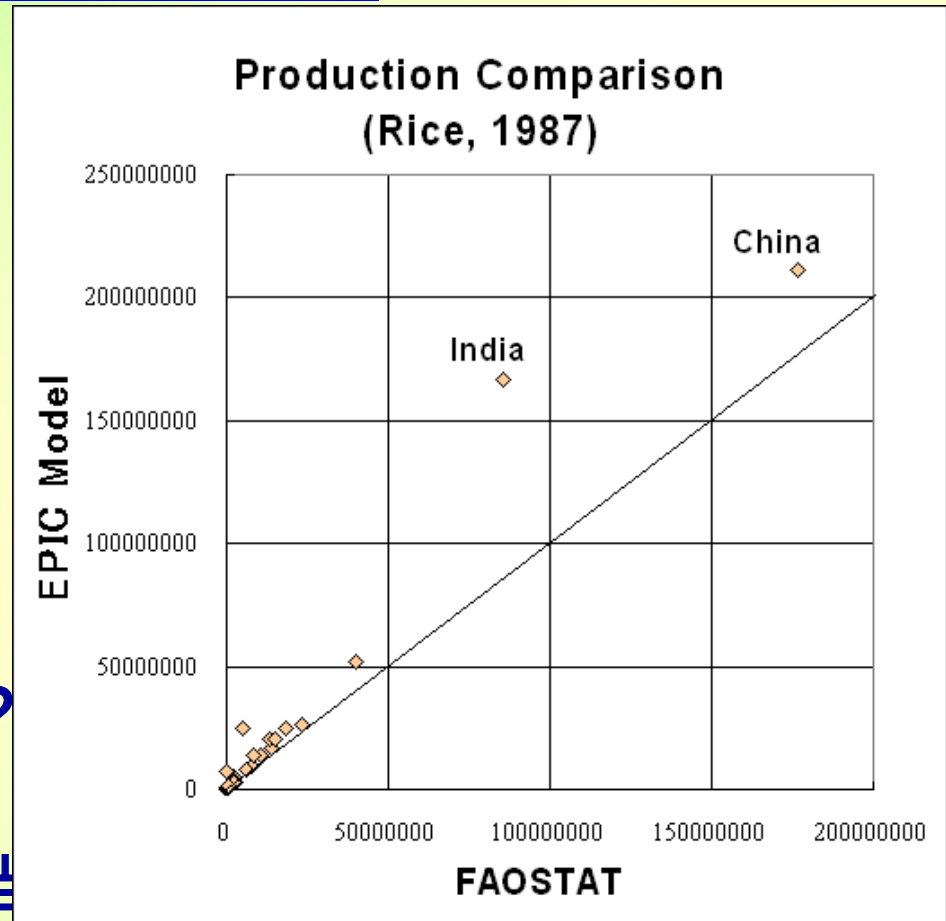
- 灌漑可能面積の全てに  
水が行き渡っている  
わけではない

米	38,806,304
小麦	23,131,200
大豆	1,542,600
トウモロコシ	5,560,900
粟	13,851,100
ソルガム	15,999,400

インドにおける主要作物  
植付け面積(ha) by FAO

# インドの農耕

- 米の生産量：インドのみ極端な過大評価
  - おおよそ2倍
- 原因：面積過大(2倍)
- グリッド内の実灌漑面積率推定値が過大か？
  - インフラ未整備？
  - 今回は50%とするのが妥当



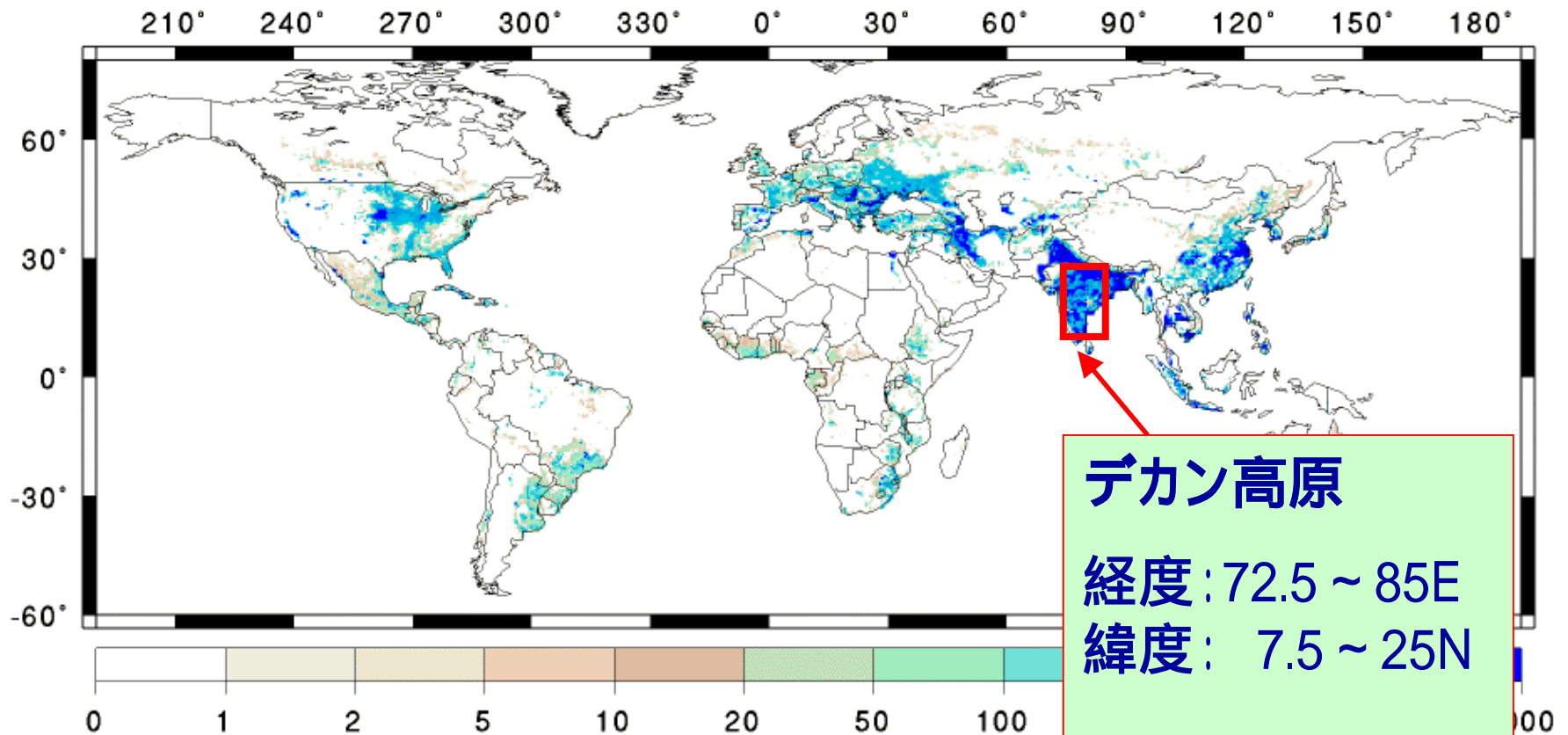
各国の米生産量の比較：  
FAO統計とEPIC結果



# 季節变化の検討

Annual Irrigation Water Withdrawal  
estimated by EPIC [ $10^6 \text{ m}^3/\text{year}/0.5^\circ\text{grid}$ ]

by Dr. Tan



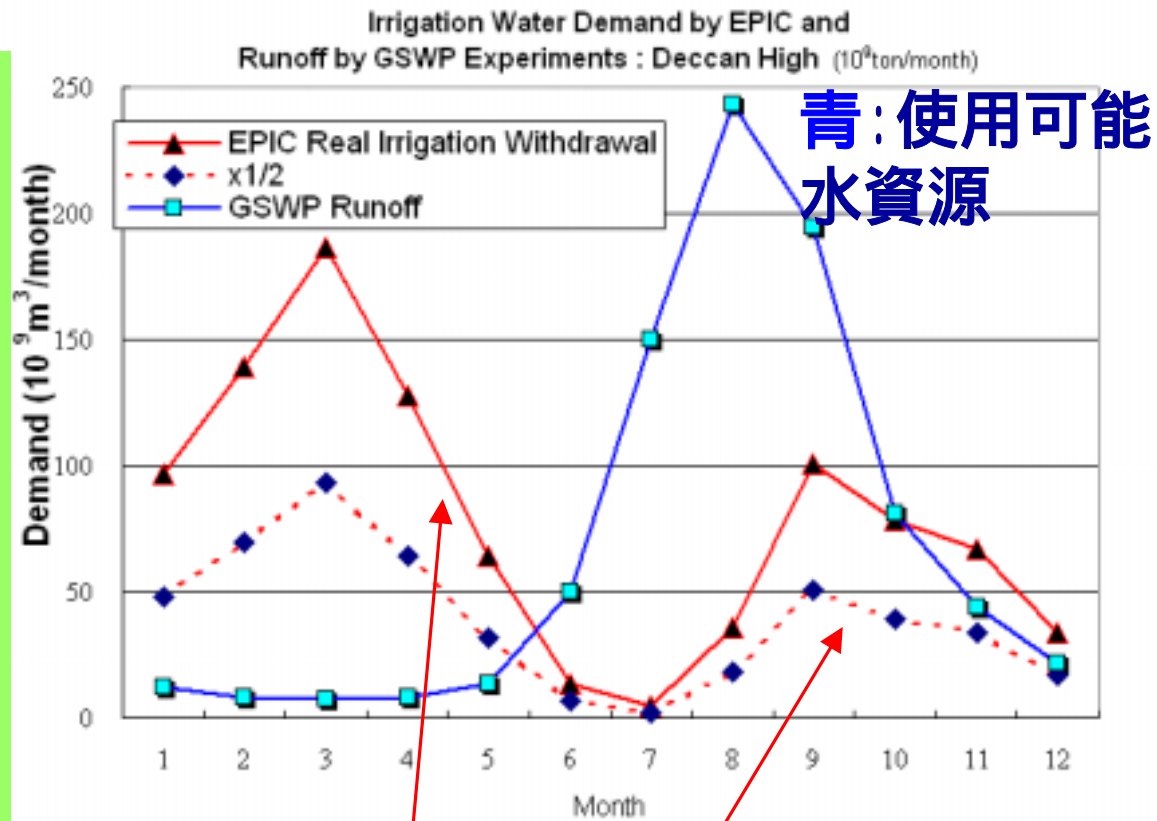
デカン高原

経度: 72.5 ~ 85E

緯度: 7.5 ~ 25N

# デカン高原における 灌漑水量推定値の季節変化

- 春に大きな**需要**  
– 供給不足
- 過剰需要は  
250km<sup>3</sup>
- 一方,  
地下水過剰汲上 >  
133km<sup>3</sup>  
(IWMI, 2001)  
– 貯水池利用などを  
考えれば, 悪くない  
値か?



# まとめ

- 農業プロセスモデルEPICを用いて、グローバル0.5度グリッドで灌漑水量を推定するフレームワークを開発した
- グリッド内実灌漑面積の推定がインドに関して過大であり、灌漑水量推定値も過大となった
- 今回は国別yieldのみでチューニングを行ったが、productionデータも用いて実灌漑面積率を推定する手法も併用する必要がある。