

人間活動を考慮した世界水循環水資源モデル ●



平成13年度採択
研究代表者

沖 大幹
(東京大学生産技術研究所 教授)

// 研究目的

主に途上国における人口のさらなる増加と経済発展に伴う世界的な水需要の増大危機、食料需給の逼迫、それらに関わる紛争の勃発等の懸念がここ数年世界的に喧伝されている。今後そうした水に関する問題が国際社会の枠組みで非常に重要になることは間違いないと思われるが、本研究課題の開始前にはそうした水危機に関する情報はほぼ全て欧米からの発信であった。

これに対し、特にアジアの地域性、とりわけアジアモンスーン気候と稻作文化が水資源・水問題に深く関わっている点を考慮した上での広域の水資源アセスメント・将来予測が国際社会における日本の役割・情報戦略として重要である。たとえば、米作地帯では水と穀物生産との関係がより緊密であり、その水利用に関する実態解明と将来予測が必要不可欠である。

また、欧米では渴水問題のみに重点が置かれることが多いが、アジアモンスーンの米作地帯では洪水による被害も大きく、今後の人口増加・人口集中が想定される状況下では、洪水に起因する農業生産減等の被害も水問題の中での大きな要素として視野に入れておく必要がある。

上記のようなアジアの特性を充分に考慮しつつグローバルな水問題の現状と将来展望について日本から情報を発信するべく、水循環と水利用に関するデータベースの構築と自然系・人間系を統合した水循環・水資源シミュレーションシステムの構築を行い、世界をリードする枠組みでの世界水資源アセスメントを行う研究を構想した。

// 研究概要

本研究では、気候モデルと親和性の良い陸面水文植生モデルの水循環過程の高度化によるグローバル水循環モデルの構築、水需要・水利用と土地利用とのカップリング、気候変化や適地選択と直結した農業生産モデルの開発、水田分布の推定等稻作への配慮、生態系や環境用の水需要の導入、最先端のIT技術を利用した大規模データベースとモデルシミュレーションとの結合及び可視化等を行った。そして、農耕地の拡大や過剰灌漑、あるいは、大河川における

流量の長期減少傾向や断流等がアジア、グローバルにおいてどのように推移するのか、それらが環境生態系にどのような影響を及ぼすか、さらにはIPCC/SRESに則ったシナリオにおいて、現在と将来にどれ程の人口が水ストレスのある状況に置かれているか、などを予測した。

それらのうち、好ましくない予測を実現しないようにするために、統合的国際水資源管理を行うための支援ツールを構築する必要がある。本研究の成果である世界水資源アセスメントは、WCRP(世界気候研究計画)、IGBP(地球圏-生物圏国際共同研究計画)、IHDP(地球環境変化の人間社会的側面国際研究計画)、IHP(UNESCO国際水文学計画)などの国際プロジェクトを通じて、技術的にはインターネット等IT技術を最大限に利用して、世界に発信されている。

// 研究体制

本研究では大きく分けて、人間活動を考慮した利用可能な水資源量の算定、水需要(土地利用・食糧需給推定、環境用水、農業用水、生活・都市・工業用水)の算定、人口分布などの共通基本データの構築、情報基盤技術整備・開発と研究コンポーネントを分割しそれぞれ研究開発を進め、最後に全コンポーネントを統合した「世界水循環水資源モデル」を構築し、現時点と将来の水資源アセスメントを行った。

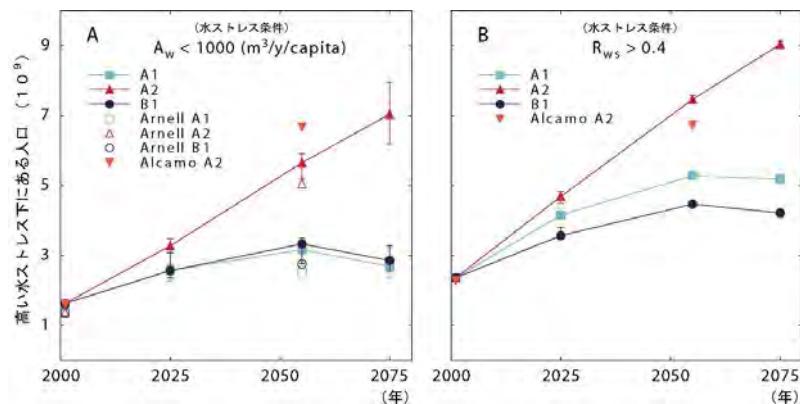
// 成果と今後の取組み

全球における貯水池操作、灌漑を含む農業用水需要、環境用水需要、都市・工業用水需要及び土地利用が、人口及び経済状況の変化と気候変化に沿って動的に変動する様子を表現する「世界水循環水資源モデル」が構築された。世界水循環水資源モデルによると、現在は約20億強の人口が水ストレスのある状況に置かれているが、SRESに則ったシナリオにおける将来(2055年頃)には40-70億人に増加するということが明らかになり、アメリカの科学雑誌サイエンス誌から発表された(図1)。

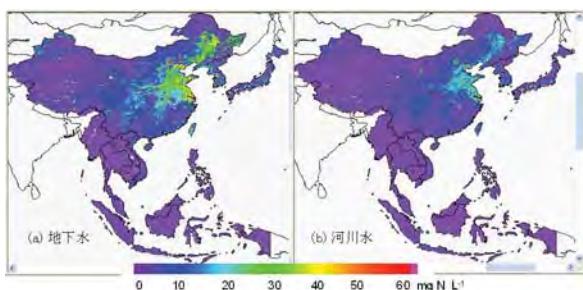
礎となった各コンポーネントでも、例えば窒素による環境汚染に関するモデリング(図2)、国際交易による食糧需給の調整や都市域



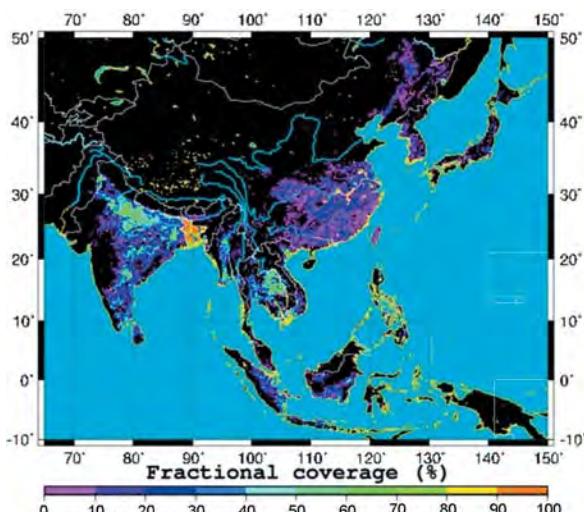
西表島



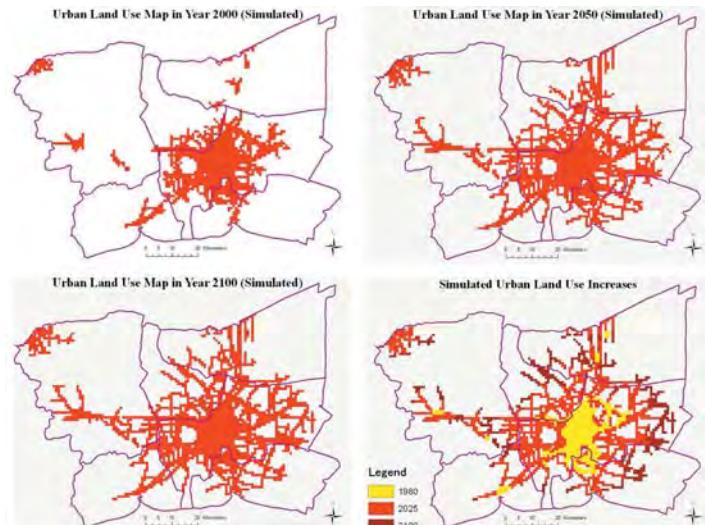
【図1】3つのシナリオ(SRES A1/A2/B1)に対応して推定された現在から将来にいたる高い水ストレス下にある人の数。高い水ストレスかどうかの閾値は(A)水混雜度指標 $A_w = Q/C < 1000 \text{m}^3/\text{year}/\text{人}$ 、(B)水不足指数 $R_{ws} = (W-S)/Q > 0.4$ とし、ここに、Q、C、W、Sはそれぞれ、再生可能水資源量、人口、取水量、海水淡水化による水資源量である。エラーバーは6つの気候モデルによる再生可能水資源量の推計に対応した高い水ストレス下にある推定人口の最大値と最小値である。2010-39年平均を2025年に、2040-69年平均を2055年に、2060-89年平均を2075年にプロットしている。



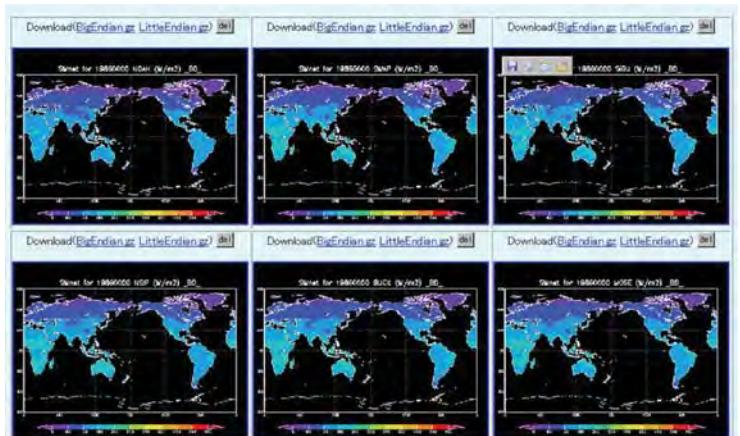
【図2】地下水(a)、及び河川水(b)の窒素濃度推定値の空間分布(2000年、単位mgN L⁻¹)



【図4】アジアの水田面積比率画像。画像の濃淡は、各画素における水田の面積比率を表しており、1画素の大きさは500m四方に相当する。



【図3】都市の拡大モデルによるバンコクでの都市域推定。左上から2000年・2050年(右上)・2100年(左下)の推定値であり、右下は、1980年からの差分を色で表現している。



value	model	layer	date	Display Area
Net shortwave radiation	<input checked="" type="checkbox"/> Multimodel <input type="checkbox"/> BUCKETBIS <input type="checkbox"/> LaD <input type="checkbox"/> MODE <input type="checkbox"/> NSIP <input type="checkbox"/> SIEUC <input type="checkbox"/> VISA <input type="checkbox"/> SWAP <input type="checkbox"/> NOAH <input type="checkbox"/> CLM2 <input type="checkbox"/> CISBA <input type="checkbox"/> ORCHIDEE <input type="checkbox"/> GFDL <input type="checkbox"/> MIROC <input type="checkbox"/> HYSIS	<input type="checkbox"/> 0	Year-Month Day Experiment	size: C1 C2 F3 F4 Lat[70°S - 50°N] (all 0E - 360E) Lon[10°W - 10°E] (all -90N - 90N) Submit result
Direct for 18800000, DNET (W/m²)				
Direct for 18800000, BUCK (W/m²)				
Indirect for 18800000, DNET (W/m²)				
Indirect for 18800000, BUCK (W/m²)				
Cloud for 18800000, DNET (W/m²)				
Cloud for 18800000, BUCK (W/m²)				
Cloud for 18800000, DNET (W/m²)				
Cloud for 18800000, BUCK (W/m²)				

【図5】GSWP2 ICC-Data Visualization on Scratch Pad