

# 熱帯アジア気象水文データベースの構築と その応用例：タイ・チャオプラヤ川を対象とした 土地利用変化が河川流量に与える影響の シミュレーション

A CLIMATOLOGICAL AND HYDROLOGICAL DATABASE IN TROPICAL ASIA AND  
ITS APPLICATION TO THE NUMERICAL EXPERIMENT ON THE IMPACT OF LAND  
USE CHANGE ON RIVER DISCHARGE OF CHAO PHRAYA RIVER, THAILAND

安形康<sup>1,2</sup>・金元植<sup>3</sup>・鼎信次郎<sup>4</sup>・沖大幹<sup>5,6,2</sup>・虫明功臣<sup>7</sup>

Yasushi AGATA, Wonsik KIM, Shinjiro KANAE, Taikan OKI and Katumi Musiake

<sup>1</sup> 東京大学生産技術研究所人間社会系 博士研究員 (〒153-8505 東京都目黒区駒場四丁目 6-1)

<sup>2</sup> 科学技術振興事業団戦略的創造研究推進事業(JST-CREST)研究員

<sup>3</sup> 延世大学研究教授 (大韓民国)

<sup>4</sup> 東京大学生産技術研究所人間社会系 助手 (〒153-8505 東京都目黒区駒場四丁目 6-1)

<sup>5</sup> 総合地球環境学研究所研究部 助教授 (〒602-0878 京都市上京区丸太町通河原町西入高島町 335)

<sup>6</sup> 東京大学生産技術研究所人間社会系 助教授 (〒153-8505 東京都目黒区駒場四丁目 6-1)

<sup>7</sup> 東京大学生産技術研究所人間社会系 教授 (〒153-8505 東京都目黒区駒場四丁目 6-1)

## 要旨

熱帯アジアにおける水エネルギー循環の解明のために必要な、現業気象水文データおよび GAME-Tropics プロジェクトにおける集中フラックス観測で得られたデータを使いやすい形で公開する WWW サイトを構築し、同時にそれらのデータを CD-ROM で出版した。近年水不足が顕在化しつつあるタイ・チャオプラヤ川流域(ナコンサワン地点・流域面積約 11 万 km<sup>2</sup>)を対象に、これらのデータおよび水田における水循環プロセスをあらゆる地表面水循環モデル SiB2-paddy を用いて、土地利用の変化に伴って水資源量がどのように変動するかシミュレーションにより検討した。その結果、草地の農地への転換は下流の水資源量を減少させること、畑地と水田とでは水資源の減少が起こる季節とそのプロセスが異なることが明らかになった。

**Key Words:** Hydrological dataset, Chao Phraya River, Water resources, Land use change, Tropical Asia

## 1. はじめに

### (1) 熱帯アジア気象水文研究プロジェクト GAME-T

熱帯地方における水循環の研究は、その流れる水およびエネルギーの多さから、グローバルな水循環・水資源研究の中でもとくに重要視されている。しかし、現在までに行われてきた多数の熱帯気象水文調査の中で、アジア熱帯域を対象としたものは、とくに現地調査に基づいた成果が多くない傾向が続いていた。この大きな理由に、アジアの研究界を束ねて共同研究を行なう組織が欠落していたこと、それに付随してデータ収集組織や統一的なデータセットが存在しなかったことが挙げられる。

この点を克服するために 1990 年代に始まった国際研究計画が GAME(GEWEX Asian Monsoon Experiment)<sup>1)</sup>の領域研究の一つである GAME-T(T は Tropics の略)<sup>2)</sup>である。

GAME は当該分野において、始めてわが国の研究者が世界の学界を主導する立場となっていく国際プロジェクトであった。GAME はいくつかの領域班と、アジアモンスーン域全体を対象とする班(リモートセンシングやモデリングなど)からなり、

GAME-T は、熱帯アジアを対象とする領域班であった。GAME-T のこれまでの活動史と得られた成果については最近出された報告<sup>3,4)</sup>に詳しい。

### (2) GAME-T の活動とデータセット構築

GAME の目標として、現地観測で得られた知見からアジアモンスーン地域の水循環を正しく表現する数値モデルを構築すること、そして、これまで気象水文データが有効な形でまとめられていなかったアジアモンスーン地域を対象として、研究者や現業機関にとって有益なデータベース作りを進めることが挙げられていた<sup>1)</sup>。

GAME-T では、他の領域班と同様に、1998 年 4 月から 9 月までを集中観測期間(Intensive Observing Period, IOP)として設定し、この期間中に高層大気・地表面水熱収支・地域雨量などに関する高密度観測が行われた<sup>5)</sup>。その一部は現在にいたるまで継続している。

その結果、東南アジアで主要な土地利用の一つをなしている水田においては従来の地表面水文過程モデルでは再現できない水熱収支プロセスが成り立っていることが判明し、それらを正しく表現するモデ

ルが新たに作成されるなどの成果<sup>6,7)</sup>が挙げられた。

これらの観測・モデリング以前から、従来世界の気象学・水文学研究者が容易にアクセスできなかった東南アジア各国の現業気象データについて、雨量および河川流量を中心として収集が始まっていた。これらに上記の集中観測データも加わり、その量は2000年はじめには数百メガバイトに達していた。この膨大なデータを2000年ころから筆者らが整理し、Internet上で公開を始めている

(<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/GAME-T/GAIN-T/index.html>)。さらに著者らは、2002年6月にはそれまでに整理公開したデータを「Version 1」とし、CD-ROMにまとめて発行している<sup>8)</sup>。

### (3) 本稿の内容

本稿では、まずGAME-Tデータセットの内容と特色を紹介する。続いて、GAME-T活動により新たに開発された、水田地域に適用可能な地表面水文モデルであるSiB2-paddy<sup>6,7)</sup>について概観する。最後に、GAME-TデータとSiB2-paddyを用いて、タイの重要な水源であるチャオプラヤ川を対象に、流域内部の土地利用変化が河川流量に及ぼす影響をシミュレーションにより検討した結果を報告する。

## 2. GAME-Tデータセットの紹介

### (1) データ内容

GAME-TデータセットVersion 1には、1998年以降のGAME-T領域(特にタイ国内)における集中観測結果と、1998年IOP期間を中心とした東南アジア諸国における現業雨量観測・河川流量観測データがふくまれている。また、観測点については分かりやすい地図が多数作成されている。

GAME-Tデータセットを特徴付けるのが、後者の膨大な現業観測データである。国(データ取得機関)によってデータの時間間隔や観測点密度は大きく異なるが、最低でもIOP期間における日単位の降水量データは全観測点で得られている。収録されている全観測点の分布を図-1に、国毎の観測点数を表-1に示す。

### (2) データ公開

近年におけるネットワーク技術、特にInternetの急速な普及に伴い、デジタルデータの公開は非常に簡便になった。GAME-Tデータセットもその恩恵に浴しており、Internet技術を利用して公開している。

ユーザインタフェースについては、一般的なWWW(World Wide Web)技術を利用した。すなわち、全てのデータを、統一した命名規約によるファイル名をもつテキストファイルの形で一定の場所に格納し、それらをHTMLファイルから参照する形にしている<sup>3)</sup>。

HTMLファイルの送付についてはWWWサーバ側での処理(SSI,CGIなど)は極力行っていない。その結果、Internetで公開している内容とほぼ同じイメージをCD-ROMとして出版することができた<sup>8)</sup>。この種のデータセットは今後諸外国でも広く使われることになると思われるが、ネットワークの帯域幅が不

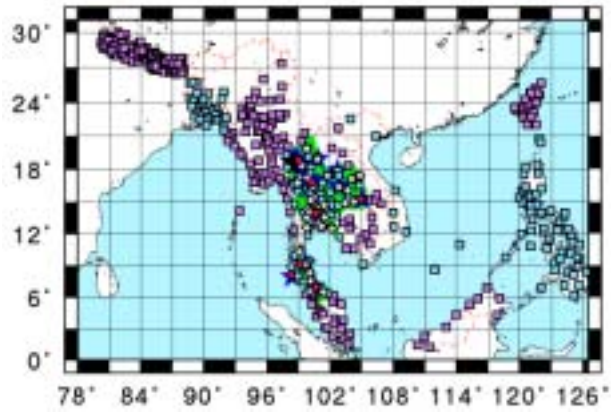


図-1 GAME-Tデータセットに収録されている現業雨量観測点

表-1 GAME-Tデータセットに収録されている雨量観測点の国毎統計

国名	時間単位	公開年度	観測点数
カンボジア	日	1998	12
タイ(気象局)	日	1998-2000	34*
	3時間	1998-2000	83*
タイ(灌漑局)	日	1995-1999	617*
台湾島	日**	1995-2000	29
ネパール	日	1998	201
バングラデシュ	3時間	1998	35
フィリピン	日	1995-2000	56
ベトナム	6時間	1998	9
マレーシア	1時間	1998(IOP)	34
ミャンマー	日	1998-2000	80*
ラオス	日	1994-98	11*

注：\*＝オンラインでは一部アクセス制限がある。  
\*\*＝1998年(IOP期間)のみ3時間データがある

分な地域でもこれらのデータが快適に用いられるように、オンライン版でも配布メディア版でも全く同じデータが同等の使いやすさをもつユーザインタフェースにより得られるような気配りが必要であろう。

### (3) データの利用

GAME-Tデータセットは、研究目的ならば自由に利用することができる。ただしデータ提供機関の要請により、オンライン版に関しては一部のデータファイルに対してパスワード認証がかかっている。一方、CD-ROM版<sup>8)</sup>ではそのような制限はない。

2002年初頭の段階では、月ごとのアクセス数(ユニークIP)は400～500程度であり、その中にはタイなどの東南アジア諸国からのアクセスも含まれている。

## チャオプラヤ川における土地利用変化と河川流出変化のシミュレーション

### (1) 調査流域と水資源の現状

2章で述べたGAME-Tデータセットをはじめとする各種気象水文データを用いて、タイの主要な水資源であるチャオプラヤ川を対象に、土地利用変化が

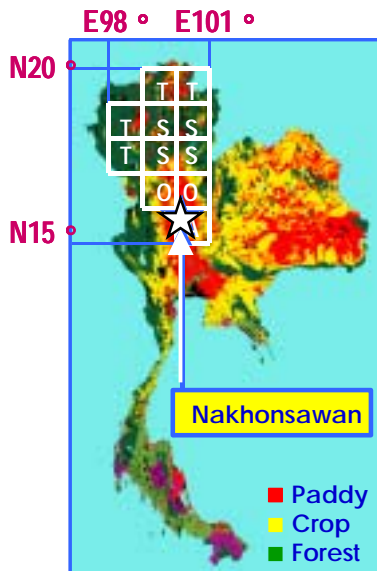


図-2 チャオプラヤ川周辺の土地利用とシミュレーションに使用したグリッドシステム。地図はタイ領土全域を示す。T=森林, S=草原(C4 grassland), O=実験ごとに土地利用を変えるグリッドセル

どのような影響を河川流出に及ぼすか検討する。

チャオプラヤ川(図-2 参照)は、タイ北部を水源とし、四つの大きな支流がナコンサワン地点(図-2の印地点)付近で合流したのち南下し、バンコク市街を貫流する。ナコンサワン地点はタイの水資源管理上重要な流量観測点であり、集水域面積は110569km<sup>2</sup>である。以下はこのナコンサワン地点の流量を元に議論する。

ナコンサワン流域の土地利用は、上流域に森林がひろがり、中下流部には草地・灌木林・畑地・水田が分布する。流域の年降水量は約1200mmであるが、ナコンサワン地点での年流出高は180mm程度に過ぎない。1975年から1990年代後半にかけて、流量は大きく減少した(図-3)。同時期に雨量もやや減少しているが、この時期は森林が大規模に伐採され農地に転換されたこと<sup>9)</sup>、この減少期間において流量の年々変動が著しく小さいことから、貯水池操作や土地利用変化など人為の影響も無視できないことが示唆されている<sup>10)</sup>。しかしながらそのプロセスについては充分解明されているとはいえない。

タイにおいては、今後予想される経済発展・人口増加・ライフスタイルの変化による水資源需要の増大に伴い、チャオプラヤ川における水資源の将来展望を正確に描くことが重要視されている。そのためには上述のような人為の影響による河川流量変化を正しく予測するツールの開発が重要である。

## (2) 水田をも表現できる地表面水文モデル

地表に到達した水およびエネルギーは地表面の植物や土壌により再分配され、水は蒸発・蒸散・浸透・流出などに、エネルギーは潜熱・顕熱などに形を変える。このプロセスを表現するモデルが地表面水文モデル(Land Surface Model, LSM)である。現在、グ

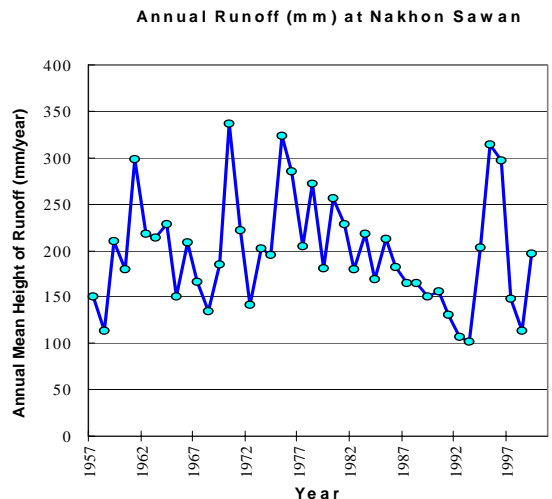


図-3 チャオプラヤ川ナコンサワン地点における年流出高の経年変化

ローバルな水循環研究ではSiB2<sup>11)</sup>、BATS<sup>12)</sup>といった欧米製のモデルが多く用いられている。

これらのモデルでは農耕地も扱えるようになっているが、地表面にはっきりとした水面を有する水田については明示的にモデル化されてはいない。そのため、東南アジア諸国では一般的である水田という土地利用に対してこれらのモデルがどの程度通用するかは未知数であった。

新井ら<sup>6)</sup>、Kimら<sup>7)</sup>はタイ中央部の水田における高精度フラックス観測を元に、SiB2がどの程度そのフラックスを再現できるか検討した。その結果、総量においても日内変化についてSiB2は水田のフラックスを充分再現できないことが分かった(図-4a)。彼らは、その原因が水田の表面にある水体を通じた水・熱のやり取りがモデルに反映されてためであることを見出し、その項を反映するサブモデル(水田スキーム)をSiB2に組み込んだ。その結果、観測フラックスを、量においても日内変動においても高い精度で再現することに成功した(図-4b)。彼らはこのモデルをSiB2-paddyと呼んだ。

## (3) シミュレーションに用いたデータ

著者ら<sup>13)</sup>はチャオプラヤ川流域を対象にSiB2-Paddyを用いてオフライン実験を行ない、土地利用変化をシナリオとして与えたときどのように季節毎水収支が異なってくるか検討した。

まず、図-2に示すようにチャオプラヤ川流域を1度×1度のグリッド(計11個)に分割した。これはISLSCP Initiative Dataset<sup>14)</sup>(以下、ISLSCPデータセット)の気象水文データで用いているグリッドシステムと一致する。SiB-paddyに与えるフォーシングとして、このISLSCPデータセットを利用し、1987~1988年における1時間毎の地表面水文計算を行なった。

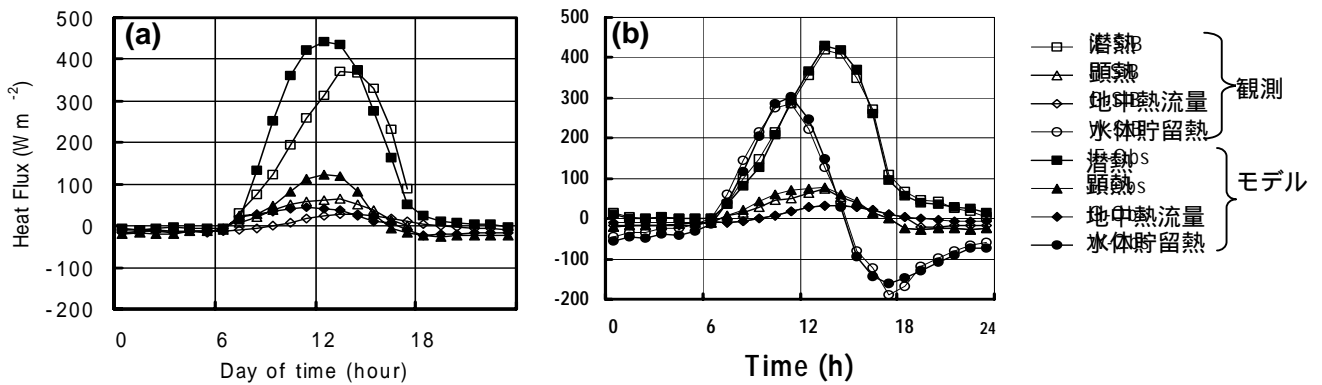


図-4 オリジナル SiB2(a)と SiB2-paddy(b)を用いたときのタイ水田フラックス日変化の観測値とシミュレーションの結果の比較。(a)ではズレが目立った観測(白マーク)とシミュレーション(黒マーク)が(b)では高い精度で一致する。

SiB2 で用いられる多数の土層・植生パラメタは植物および土層の種類によって一意に決める Sellers ら<sup>15)</sup>の方法を用いた。ただし, Sellers らが提示していない水田における各種パラメタは現地実測によって求めた。また, 灌漑取水については特に考慮せず, 天水涵養による農作業を仮定した。なお, これらのパラメタは, 本研究においては特段のチューニングを行なう必要がなかった。

#### (4) 日流量によるモデル検定

まず, SiB2-paddy が, ナコンサワン地点における河川流量を日単位で正しく再現できるか検討した。この場合, 土地利用については ISLSCP データセットのものをそのまま用いた。その結果, この計算では貯水池操作に伴うと思われる流量の変動を正しく再現できないことが判明した。

そこで, チャオプラヤ川支流に存在する大規模な二つのダム(Sirikit ダムと Bhumibol ダム)について, 貯水池流入量と放流量データを用いてこれらのダム操作に起因する流量変動の影響を取り除くことを試みた。すなわち, ある期間においてナコンサワン地点における流量を  $Q_N$ , 二つのダム貯水池への流入量合計を  $\Sigma R_{in}$ , 放流量合計を  $\Sigma R_{out}$  としたとき, この二つのダムが存在しないときのナコンサワン地点の流量  $Q$  を次のように推定する:

$$Q = Q_N + \Sigma R_{in} - \Sigma R_{out}$$

このように求めた  $Q$  (日毎値で計算)と, SiB2-paddy による流出量を比較したのが図-5 である。SiB2-paddy の結果は乾季における流量の低減が早すぎる傾向があるが, 日単位の流量変化を比較的よく表現している。また, 総量は  $Q=175\text{mm/yr}$ , SiB2-Paddy の流出量  $=162\text{mm/yr}$  と 10% 以内の誤差にとどまっている。このことから, 本 SiB2-paddy モデルはチャオプラヤ川における自然状態での水収支をよく再現できていると判断される。

#### (5) シミュレーションシナリオ

実験は, モデルの土地利用を変化させながら四種

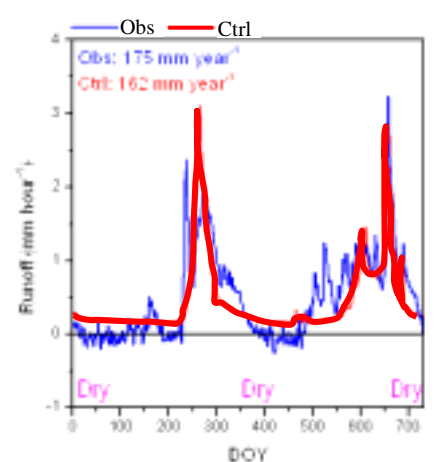


図-5. 貯水池の影響を排除したナコンサワン地点流量  $Q$  と, SiB2-paddy(Ctrl 実験)による流出量の比較。1987 年～1988 年の二年間, 日単位。

類行なった(図-6)。まず基準実験として, ISLSCP データセットで用いている土地利用をそのまま用いてナコンサワン流域における 1987～1988 年の水収支項目を求める実験(実験名 Ctrl)を行なった。続いて,

- ・ 下流部の草地を 2 グリッドセル畑地に
- ・ 最下流部の畑地を 1 グリッドセル水田に
- ・ 下流部の 3 グリッドセルをすべて水田に

それぞれ変化させた実験を行ない, 各実験の名前を A3, P1, P3 とした (A=agriculture, P=paddy の略で, 数字は Ctrl から変化させたセルの数を表す)。

#### (6) シナリオシミュレーションの結果および考察

各シナリオシミュレーションの結果のうち, 水の分配に関する項を通年・雨季・乾季に分けて示したのが図-7 である。

まず流出の総量を検討すると,  $\text{Ctrl} > \text{P1} > \text{A3} > \text{P3}$  となっている。特に A3 および P3 における減少が著しく, P3 では Ctrl の  $180\text{mm/年}$  に対して  $100\text{mm/年}$  と約 45% もの減少が生じている。



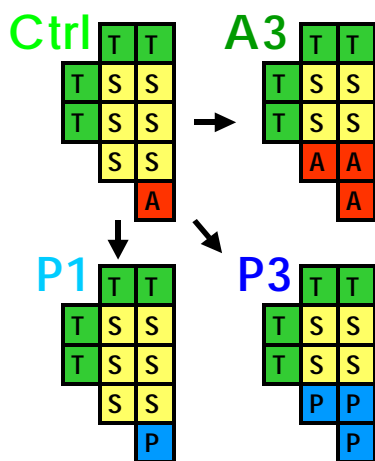


図-6 シミュレーションに用いた土地利用変化シナリオ .各正方形は図-2におけるグリッドセルを表す .T=森林, S=草原(short grass, C4 grassland), A=畑地, P=水 . Ctrl: コントロール実験, A3: 下部の草原を畑地に, P1 最下流部の畑地を水田に, P3: 下部の草原及び畑地を水田にそれぞれ変えた実験 .

各水収支項目の変化は雨季と乾季とで明瞭な違いがある . まず 雨季の水収支の内訳をみると, 顕著に差がみられる項は蒸発である . この値は水田がある場合にのみ大きくなり(A3 と P3 の比較), 水田面積が広がれば増大幅も大きくなる (P1 と P3 の比較) . これは, 夏の間水田に保たれる水面および, 耕作後に残存する多量の土壌水分の影響であると考えられる . 一方, 雨季の蒸散については各実験間で大きな差は見られない .

次に乾季について検討すると, 蒸散について差が大きいのが特徴である . これは Ctrl および P1 の組と A3 および P3 の組の比較において顕著であり, 各組の中では大きな違いは見られない . すなわち, 農耕地が増えることにより乾季の蒸散が増える可能性がある .

乾季において農耕地の蒸散が増大する原因をモデル結果から検討した結果, 次のように考えられた: まず, 乾季は有効放射と飽差が充分大きいので, 土壌水分および気孔コンダクタンスの大小が蒸散に影響を与える . 本モデルでは農作物の気孔コンダクタンスが C4 grassland(図-5 の S で表されている)より高い . そして, 土層の物理特性の違いから, 乾季においては grassland より畑地・水田のほうが草地より根層における土壌水分が高いままで保たれている . 従って農耕地が多いほど乾季の蒸散は大きくなる .

なお, 蒸散が雨季より乾季のほうが大きいという結果は各実験で共通している . GAME-T 領域において行われたフラックス観測において, タイ北部森林地域の KogMa 試験地では乾季の蒸散が雨季と同様に大きく保たれた<sup>16)</sup>がタイ中部渾木林地域の Tak 地点ではそのような変化は見られなかった<sup>17)</sup> . 図-6 に示すように, 森林とみなされるセルは流域全体の半分以下を占めるに過ぎないが, 本モデルの結果は, 流域全体をみても KogMa と同様に乾季において大きな蒸散が見られることを示唆している .

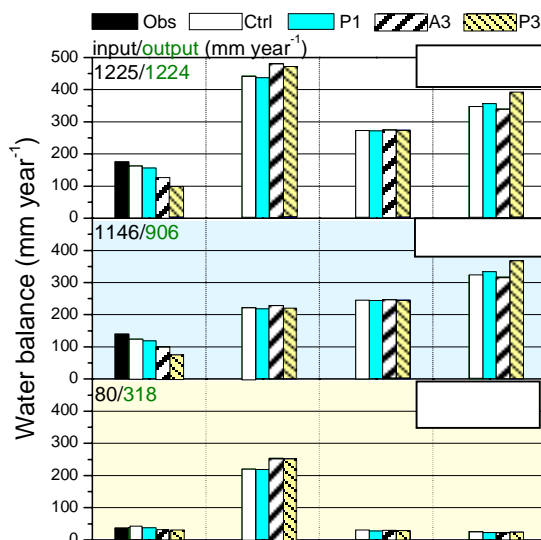


図-7 各土地利用変化シミュレーション結果 (水収支項目) .

以上より, 草地を農耕地にすることによる水収支の変化は次のようにまとめられる . [1]年間流出量は畑地・水田のいずれに転用した場合でも減少し, 転用面積が大きいほどその減少量は大きい [2]乾季の蒸散は増大し, その増大量は農地転用面積が大きいほど大きい [3]水田に転用した場合はさらに, 雨季の蒸散が増大するが, 畑地への転換の場合はそのような効果はみられない .

#### 4. おわりに

本稿では GAME-T プロジェクトで収集・整理・公開されたデータセットを紹介した . そして, 現観測で得られた知見を元にして構築された地表面水文モデルとこれらのデータを含む各種気象水文データセットを用いることにより, 土地利用変化に伴うチャオプラヤ川の流量変化シミュレーションを行ない, 農耕地の拡大が水資源に与える影響を, 畑地と水田とで分けながら抽出し, そのプロセスを考察することができた . 特に, 灌漑取水の影響がなくとも土地利用の変化, それも草地から畑地へという一見大きな違いがないようなもののみで, 下流の使用可能水資源が減少することを示したことは, 本地域の水資源管理にとって重要な示唆を与えるものである .

しかしながら, 本研究で行なった実験は流域のごく一部の草地を農耕地に変えるといったモデレートなものであり, さらに灌漑を一切考慮していない . そのため, 下流の流量算定結果に現れた影響は, 1975 ~ 1995 年に実際に見られたような顕著なものではなかった . かつて起こった流量減少の原因解明のためには, Kanae ら<sup>9)</sup>が示したような流域全体にわたるドラステックな土地利用変化や灌漑取水を反映した実験を行なう必要がある .

アジアの土地利用を特徴付ける水田という地表面

形態を正しく取り扱えるモデルの構築と、これまで地上観測データの流通が不十分だった東南アジアの気象水文データセットの発行により、今後当該地域ひいては世界の水エネルギー循環に関する研究が進展することを期待する。

謝辞：GAME-T データセットは多数の政府機関・研究者の方々から貴重なデータを提供して頂くことにより成り立っている。また、本研究は文部省国際共同研究経費：アジアモンスーン・エネルギー水循環観測研究計画 - 湿潤熱帯地域研究（1996～98年、代表者東京大学生産技術研究所虫明功臣教授）および科学研究費特定研究領域（B）：熱帯エネルギー・水循環過程（1999年～2001年、代表者同）の援助を受けた。ここに記し、深甚なる感謝の意を表します。

#### 参考文献：

- 1) Yasunari, T.: GEWEX Asian Monsoon Experiment (GAME): Current Status and Implementation. A Report to GEWEX SSG, Hamburg, Jan. 6-10, 1997 (available at <http://www.ihas.nagoya-u.ac.jp/game/info/current-status.html>)
- 2) 虫明功臣：GAME 観測計画 I：湿潤熱帯モンスーン地域 - チャオプラヤ流域特別観測を中心に - . 水文・水資源学会誌, vol.7, pp.583-586, 1994
- 3) 沖 大幹：GAME-T の経緯と今後の課題, 気象研究ノート, **202**, 271-301, 2002 .
- 4) GAME-T Review Group: Activity review of GAME-T, GAME Newsletter, No.3, 1-11, 2001 (available at [http://www.ihas.nagoya-u.ac.jp/game/pdfs/GameLetter\\_3.pdf](http://www.ihas.nagoya-u.ac.jp/game/pdfs/GameLetter_3.pdf))
- 5) Yasunari, T.: GAME Intensive Observing Period under way. *GEWEX News*, Vol.8, No.2, pp.8-9, 1998 (available at: <http://www.gewex.com/may98pg8.html>)
- 6) 新井 崇之, 金 元植, 沖 大幹, 虫明 功臣, 2000: 熱帯水田への SiB2 の適用と水田スキームの導入, 水工学論文集, 44, 175-180
- 7) Kim, W., Arai, T., Kanae, S., Oki, T. and Musiake, K.: Application of the Simple Biosphere Model (SiB2) to a paddy field for a period of growing season in GAME-Tropics. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, vol. 79, pp.387-400, 2001.
- 8) Agata, Y. ed.: *GAME-T Dataset CD-ROM Version 1 (2002 Spring)*. GAME CD-ROM publication No.4, Tokyo, 2002
- 9) Kanae, S., Oki, T. and Musiake, K.: Impact of deforestation on regional precipitation over the Indochina Peninsula. *Journal of Hydrometeorology*, Vol. 2, pp.52-70, 2001.
- 10) Tantham, N., Boonyawat, S. and Udomchok, W.: Impacts of land-use development on water balance of Chao Phraya River basin. *Proc. the second Int. Study Conf. On GEWEX in Asia and GAME, Pattaya, Thailand*, pp.295-298, 1995.
- 11) Sellers, P.J., Randall, D.A., Collatz, G.J., Berry, J.A., Field, C.B., Dazlich, D.A., Zhang, C., Collelo, G.D. and Bounoua, L., A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GCMs. Part I: Model formulation., *J. Climate*, Vol. 9, pp. 676-705, 1996
- 12) Dickinson, R.E., Henderson-Sellers, A., Kennedy, P.J. and Wilson, M.F.: Biosphere-Atmosphere Transfer Scheme (BATS) for the NCAR community climate model, *NCAR Technical Note: NCAR/TN-275+STR*, p. 69, 1986.
- 13) Kim, W , Agata, Y., Kanae, S., Oki, T. and Musiake, K.: Hydrological simulation by SiB2-Paddy in Chao Phraya river basin, Thailand, *Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer Schemes and Large-Scale Hydrological Models*, Dolman, H., Pomeroy, J., Oki, T. and Hall, A. eds. , IAHS Publication, 270, pp.19-26, 2001
- 14) Meeson, B.W., Corprew, F.E., McManus, J.M.P., Myers, D.M., Closs, J.W., Sun, K.J., Sunday, D.J., and Sellers, P. J.: *ISLSCP Initiative I-Global Data Sets for Land-Atmosphere Models, 1987-1988. Volumes 1-5*. Published on CD by NASA (USA NASA GDAAC ISLSCP 001 USA NASA GDAAC ISLSCP 005)., 1995
- 15) Sellers, P.J., Los, S.O., Tucker, C.J., Justice, C.O., Dazlich, D.A., Collatz, G.J. and Randall D.A.: A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GCMs part II: The generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from satellite data. *J. Climate*, Vol. 9, pp. 706-737, 1996
- 16) Tanaka, K., Takizawa, H., Tanaka, N., Kosaka, I., Yoshifuji, N., Tntansirin, C., Piman, S., Suzuki, M. and Tangtham, N.: Transpiration over a hill evergreen forest in Northern Thailand in the late dry season is large. *J. Geophys. Res.*, Submitted
- 17) Toda, M., Nishida, K., Ohte, N., Tani, M. and Musiake, K.: Observation of energy fluxes and evapotranspiration over terrestrial complex land covers in the tropical monsoon environment, *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 465-484, 2002

#### ABSTRACT:

The authors arranged Southeast Asian hydrological and meteorological datasets collected in GAME-Tropics (GAME-T) project and published them through WWW and CD-ROM (Contact Address: [agata@iis.u-tokyo.ac.jp](mailto:agata@iis.u-tokyo.ac.jp)). Using this dataset and a revised land surface model (SiB2-paddy), a set of runoff simulation experiments was carried out for Chao Phraya River, Thailand. Each experiment corresponds to land-use change from grassland to cropland or rice paddy field. The results indicated that land-use change from grassland to cropland would decrease runoff to downstream. The decrease of river water at downstream reach will occur without any irrigation water withdrawals.