

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「気候変動の適応又は緩和に資する研究」領域)

## 気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システムの構築

(タイ)

平成 23 年度実施報告書

代表者：沖 大幹

東京大学 生産技術研究所・教授

<平成 20 年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

本研究は、タイ国カセサート大学らと連携して、水災害リスク評価並びに気候変動や土地利用変化に伴う水循環変動の継続的監視のための水文気象観測網を強化し、水災害予測や統合的水資源管理支援のための水循環・水資源モデルを設計開発し、これら観測とモデルを統合して、効果的な水資源管理・水災害管理・水環境管理にも役立つ水循環情報統合システムをタイ国に構築し、水分野における気候変動への適応策立案・実施支援システムを確立することが目的である。

水文気象観測網の強化に関しては、タイ気象局および王立灌漑局と強化すべき点を検討し、山間地域などの観測空白域に GPRS 規格を利用した準リアルタイム水文気象観測所を展開した。また、水循環情報統合システムに関しては、システムに関する仕様検討を行い、カセサート大学に水循環・水資源モデルの統合を担うデータ統合システムを、タイ気象局およびタイ王立灌漑局に観測データの統合を担うデータ集積システムを構築した。今後、テレメトリサーバとの統合およびインタフェースの開発に取り組む予定である。研究活動に関しては、タイ国における本プロジェクトの効果的な進め方を協議し、総勢 49 名のタイ側研究者と 16 名の日本側研究者とともに 21 チームの日タイ共同研究チームを確立した。そして、それぞれの共同研究チームで具体的な成果目標および研究計画をチーム毎に共同設計し、メソ気象モデルによる面的雨量推定、人間活動を考慮した水循環・水資源モデルの開発、熱帯豪雨下での土砂災害ポテンシャル推定といった、共同研究活動を行っている。

また、昨年はチャオプラヤ川で既往最大級の洪水が発生したのを受け、2011 年 10 月にプロジェクト内に洪水調査チームを立ち上げ、洪水調査に取り組んできた。さらに、JICA よりチャオプラヤ川マスタープランに関わる協力の依頼を受けた。次の洪水被害に備え、根本的な対策を練るにあたっては、今回の洪水の規模をしっかりと把握し、洪水の原因を探ることが重要であり、今後、実用的な洪水防災技術に関する新たな共同研究チームを立ち上げる予定である。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### 1. 「気候変動を考慮した地球観測の実施」グループ

#### ① 研究のねらい

「気候変動を考慮した地球観測の実施」グループでは、「人間活動も考慮した水循環・水資源モデル」グループの水循環・水資源モデルに用いるデータの取得、そして気候変動に関する長期観測データの取得を行う。前者では、Hind cast (過去の再現)、Now cast (現況の推定)、Forecast (将来予測)を行うため、衛星観測による面的雨量推定、地上レーダー観測と雨量計網による面的雨量推定、そしてメソ気象モデルによる面的雨量推定を研究全期間で行う。後者は、水災害リスク評価のための準リアルタイムモニタリングと気候変動に伴う水循環変動に関する情報収集を行う。具体的には、1) 気候変動・土地利用変化が水循環変動に与える影響評価、2) 気候変動による水循環変動が作物生産へ与える影響評価、3) 気候変動下の季節進行の変動に関する研究が挙げられる。これらの観測のベースとなる装置一式を開始2年で整える。初期における体制作りとその後の観測体制の維持には、カセサート大学を中心とするタイ研究機関・現業機関と協働して強力で推進する。この「気候変動を考慮した地球観測の実施」グループによる結果を用いて、「人間活動も考慮した水循環・水資源モデル」グループの水循環・水資源モデルの検証と「水循環情報統合システム」グループの水循環情報統合システムへの入力が行われる。

## ②研究実施方法

本年度は、昨年度準備したテレメトリ観測装置およびフラックス観測装置一式を展開し、準リアルタイムによる地球観測システムの試験観測を開始する。また、当該流域での境界層内乱流観測や農耕地での乱流観測においては、得られたフラックスデータの不確実性の解析を行い、データ品質に資する研究に取り組む。衛星による面的雨量推定に関しては、昨年度に引き続き、複数の研究機関で開発されている衛星降水マップを収集し、共通のフォーマットでの整備を継続する。とくに山岳域において、衛星降水マップ相互の比較および衛星降水マップと地上観測の比較を行い、推定値の差とその原因について衛星観測の原理をふまえて考察する。レーダー雨量による面的雨量推定に関しては、引き続き気候変動状況を調査するための基礎資料として、雨量計を含む地上気象観測資料と地上レーダー観測資料の収集とデータセットの作成を実施するとともに、これまでに収集した資料を用いて、観測資料を用いた面的雨量推定の精度向上を図る。また、タイ側にこれら地球観測資料を利用するための実習を実施し、現地研究機関への知識移転を引き続き実施する。さらに、メソ気象モデルを用いた豪雨発生機構の研究を実施する。山地流域の雨量推定に関しては、新たにテレメトリ雨量計を設置し、山地流域における準リアルタイム降雨観測網の整備に着手する。また、山岳地域における近年のプレモンスーン期およびモンスーン開始初期における降雨の増加傾向について、普遍性を確認し、増加期の降雨強度、継続時間、頻度について検討する。さらに、山岳地域から流出する土砂量の推定手法に関する研究、渇水と土地被覆変化や水利用との関係についての研究を推進する。

## ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

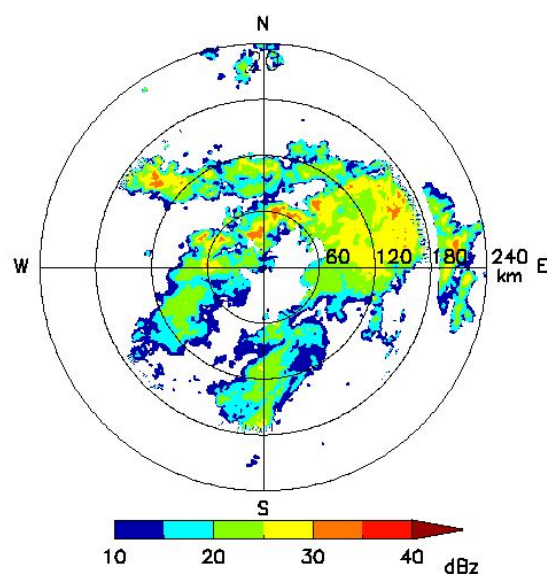
メソ気象モデルによる面的雨量推定に関しては、最終的な目的である気候・水文モデルを用いた水文気象諸量の予測精度の向上に向け、これまで領域気候モデル(以降、WRF)を用いた過去の豪雨イベントの再現性の検討や環境場の特徴について以下の検討を行った。

- I. 2011年3月下旬にタイ南部で発生した豪雨イベントを対象に、4種類の積雲パラメタリゼーションを用いた再現実験を行い、得られた結果を16地点の現地観測データと比較および検証した。積雲パラメタリゼーションの違いによる降雨や大気諸量の挙動について分析を行い、今後WRFをタイに適用する上で再現精度の高い積雲パラメタリゼーションについて議論を行った(Kamol et al. 2011a)。
- II. WRFを用いた数値シミュレーションを行い、2011年3月中旬にタイで発生した豪雨イベントと季節風の物理的な関係について解析を行った。得られた結果について降雨レーダや人工衛星による観測結果との比較を実施し、上記豪雨イベントの発生要因や環境場について検討を行った。

以上2項目は査読付きプロシーディングにまとめられ、国際会議で発表された。その他、WRFによって得られた結果を水文モデルに適用するため、必要となる陸面データの整理を行った。一連の研究成果として以下の論文がタイの国内雑誌において発表された。

衛星観測による面的雨量測定に関しては、日本で開発された全球降水マップ GSMaP の利用法をタイ側に技術移転し、タイでは静止気象衛星搭載可視赤外放射計 FY2-C/E の生データから雨量推定までを自動化して行うシステムの構築が進められた。GSMaP および FY2-C/E による推定値は、タイ国内の雨量計による観測値との比較を通して検証した。その成果は、2011年12月にバンコクで開催されたワークショップで発表された。また、干害予測モデルの開発・検証のために必要な基礎データとして、スペクトロメーターを用いた現地観測を行った。

地上レーダー観測と雨量計網による面的雨量推定および季節進行変動の解明に関しては、タイ気象局から面的雨量推定システムのプロトタイプ開発に使用する 5 地点のレーダーサイトのサンプルデータおよびレーダー観測範囲内の地上雨量計データが提供された。ただし、Pitsanulok のみ 1 年間のレーダーデータが提供された。提供を受けた地点及び期間は以下の通り。提供された雨量計データは、タイ全国 1128 地点の 2009 年 6 月 1 日～2009 年 10 月 31 日までの 5 ヶ月間のである。現在、Sakonnakorn レーダーについて、レーダー観測範囲内の雨量計とレーダー反射強度から推定される降水量とを比較検討し、レーダーによる精度良い面的降水量推定手法を開発中である。さらに、Petchabun レーダー観測範囲に設置してある雨量計の内の 42 台について実地検査を実施し、幾つかは 2011 年の大洪水で動作不良になっていること、幾つか設置個所の近くには建物や高い樹木があって雨量計測に誤差が生じる懸念があることが判明した。また、Petchabun レーダーデータ及び雨量計データをアスキー形式に変換して、今後処理を行う準備を整えた。衛星からの降水量推定値と地上レーダーや雨量計による降水量データとの比較を通じて面的降水量推定精度向上を行うため、2009 年 1 月～2011 年 6 月までの TRMM による降水量推定値、2009 年と 2011 年の 5 月～10 月の Phitsanulok レーダーデータ、2009 年 1 月～2010 年 12 月までのタイ全国の雨量計データをデータベース化し、さらに GIS に入力する前処理を行った。そのデータベースを用いて、まずナン川流域について TRMM データと雨量計データとの比較を開始した。数値モデル実験については、2007 年の上陸台風の事例に加えて、2011 年度のタイ大洪水の現象解明のため、雨期全期間を通して水平解像度 6 km での計算を実行しつつある。高解像度の計算結果を使って降水システムの特徴が捉えられるものと期待している。

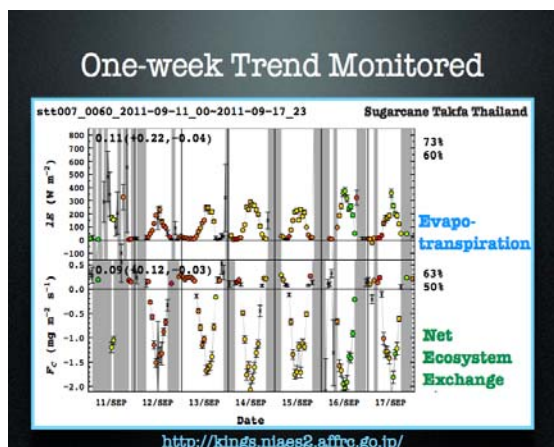


Sakonnakorn レーダーの反射強度。2009 年 6 月 16 日 20:30LST, 高度 2km の CAPPI で示す。

## 提供されたレーダーデータ

地点	レーダー波長帯	観測半径	期間
Rayong	C	240 km	2009.06.27-28, 2009.07.11-12, 2009.07.30-31, 2009.08.01-03, 2009.08.30-31, 2009.09.14-16, 2009.09.22-24
Phitsanulok	C	240 km	2009.01.01-2010.01.01
Sakonnakorn	C	240 km	2009.06.16-17, 2009.06.26-28, 2009.07.04-06, 2009.07.29-30, 2009.08.07-13, 2009.09.21-22, 2009.09.28-30
Chumphon	C	240 km	2009.07.11-13, 2009.07.21-23, 2009.08.03, 2009.08.17, 2009.08.19, 2009.08.28, 2009.08.31, 2009.09.01, 2009.09.04-06, 2009.09.30, 2009.10.01-02, 2009.10.06, 2009.10.10
Phuket	C	400 km	2009.06.02-04, 2009.06.15-16, 2009.07.11-12, 2009.07.21-23, 2009.08.22-25, 2009.09.01, 2009.09.04-05, 2009.09.25, 2009.09.30, 2009.10.01, 2009.10.05-06, 2009.10.10, 2009.10.25

気候変動・土地利用変化が水循環変動に与える影響評価に関しては、気候変動が陸上生態系の物質循環に及ぼす影響を解明するためには高い精度でのフラックス測定を実現する必要があり、これまでの観測データを用い測定されたフラックス値に含まれる不確実性の評価を行った。また、タイ側研究者と観測場所を選定し、チャオプラヤ川流域で専有面積の大きい天水田、サトウキビ畑、キャッサバ畑にフラックス観測システムを導入した。今後年間を通じて各土地利用形態の水循環変動の特徴が捉えられるものと期待している。



サトウキビ畑における蒸発散フラックス  
および二酸化炭素フラックスの経時変化



新設したサトウキビ畑の  
フラックス観測システム

熱帯山地の面的雨量推定手法の開発に関しては、山地源流域およびその周辺において地上観測された長期の降水データの整備は順調に進捗している。チャオプラヤ川流域の主要な支流のひとつピン川の主要な支流の一つであるメーチャム流域においては 15 個の地上雨量計からなる観測システムが稼働中であり、降水量データが順調に取得されている。さらに、テレメトリスシステムからなる準リアルタイムモニタリングシステムを、山地源流域内の 4 地点に実装し、降水量の準リアルタイムモニタリングを開始した。また、タイ王立灌漑局 (RID) によってこれまで観測されてきた、チャオプラヤ川上流域における長期降水量データの整理を開始し、メーチャム流域で検出された降水量の長期トレンドが、どの程度の空間代表性を持っているか、経年変動を説明する気象学的な主要因は何かを検出する作業に着手した。また、気候変動による山岳地域の降水量変動の将来予測を行うための準備として、過去の GCM のアウトプットをダウンスケールしたデータと、現地で観測されたデータと突き合わせて、バイアスを除去したデータセットを構築する作業に着手した。

観測不足地域におけるデータ転送システムの開発に関しては、通信環境が整っていない山間部でのリアルタイムモニタリングやフラックスなどの大容量データの転送を実現するために、現地携帯電話を利用した、GPRS (General Packet Radio Service) 方式のテレメトリスシステムの仕様の検討を行った。そして、上述したフラックス観測サイトおよびメーチャム流域にテレメトリスシステムを試験導入した。また、通信環境が全くないクラビ県カオパノンにおいて斜面崩壊モニタリングを行うためのテレメトリスシステムの開発に取り組んでいる。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況 (日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

メソ気象モデルによる面的雨量推定に関しては、タイ側の主なカウンターパートであるタイ気象局 (Thai Meteorological Department; 以降 TMD) とは年に 2, 3 回程度の打ち合わせを実施してきた。平成 23 年度には 8 月、12 月の両初旬において、研究の進捗状況の確認および今後の研究計画について打ち合わせを行った。また、メールによる情報交換も頻繁に行い、気候モデルを用いた水文気象予測研究や必要となる関連データについての情報交換がなされた。平成 24 年 3 月には 1 週間程度、タイ側のカウンターパートが北海道大学に滞在し、本研究テーマに関する講義やトレーニングを受ける予定である。

衛星観測による面的雨量測定に関しては、全球衛星降水マップ GSMaP の利用法についての講演および実習を、段階的に複数回実施した。(2009 年 11 月バンコク、2010 年 6 月東京、2011 年 3 月バンコク)

地上レーダー観測と雨量計網による面的雨量推定および季節進行変動の解明に関しては、タイ気象局で気象学的な早期警戒システム作成を念頭に置いた導入的な研修講演を行い、レーダーデータの利用と領域気象モデルを用いたシミュレーションに関する解説と、レーダーデータを研究のために現地研究機関自らが加工・利用するための基礎ソフトウェアおよびその利用例についての解説を行った。また、日本側でタイ気象局所有レーダーを読み取る際の基礎情報である、レーダーのタイプ、所在地、制御ソフト等の情報提供を受けた。さらに、タイ気象局レーダー解析担当者を対象に、レーダーデータの初歩的な解析手法の原理を説明し実習する研修を行った。ナレスワン大学及びタイ気象局のカウンターパートを京都大学および筑波の JAXA に派遣し、TRMM および GSMaP に関する研修を 2011 年 8 月 28 日～9 月 3 日まで約 1 週間実施した。

気候変動・土地利用変化が水循環変動に与える影響評価に関しては、フラックス観測システムに適する観測場所を共同で調査し、また観測システム共同で設置する作業を通じて、水文気象観測の基礎技術を技術移転した。新設したフラックス観測システムのメンテナンスはタイ側研究者に任せており、毎月のメンテナンスを通じて観測技術のさらなる向上および観測のノウハウの技術移転に努めている。

熱帯山地の面的雨量推定手法の開発に関しては、メーチャム流域にて 15 個の地上雨量計からなる観測システムからデータを吸い上げする作業、雨量計を維持管理する作業をタイ人カウンターパートと共同で行っており、精度の高い降水量データを長期的に取得するための一連のノウハウを技術移転してきている。またテレメトリスシステムからなる準リアルタイムモニタリングシステムを実際に現場に設置する作業をタイ人カウンターパートと共同で行い、テレメトリスシステムの構造、現地に設置する際の注意点、作業のノウハウを現場で技術移転してきている。

観測不足地域におけるデータ転送システムの開発に関しては、観測技術の移転を進めるとともに、月に一度ビデオチャットシステムで研究会を設け、新技術の開発に共同で取り組んでいる。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

メソ気象モデルによる面的雨量推定に関しては、平成 23 年にタイ国に未曾有の被害をもたらした豪雨災害(以降、平成 23 年タイ豪雨災害)の発生要因の特定やその再現性の向上を本グループの新たな研究対象とすることになった。これまでは平成 23 年タイ豪雨災害の背景や降雨の地域特性についてカウンターパートとの議論が打ち合わせやメールでのやり取りにおいて実施された。

衛星観測による面的雨量測定に関しては、2011 年秋に発生したチャオプラヤ川流域における大規模な洪水を受けて、雨量観測に使うマイクロ波センサを活用した洪水域検出手法について、基礎的な検討を行った。

地上レーダー観測と雨量計網による面的雨量推定および季節進行変動の解明に関しては、タイ気象局では複数のレーダーを新規に運用開始しており、制御ソフトもこれまでとは違ったものを使用していた。幸いこちらで対応可能な書式で保存されていたので、問題は発生していない。

## 2. 「人間活動も考慮した水循環・水資源モデル」グループ

### ①研究のねらい

「人間活動も考慮した水循環・水資源モデル」グループでは、ダム・貯水池操作モデルの開発と水循環・水資源モデルの構築の2つを行う。これらの2つの研究を開始4年目には終了し、「21世紀気候変動予測革新プログラム」や気象研究所によるGCM の出力結果を利用し、観測データとの検証を行い、モデ

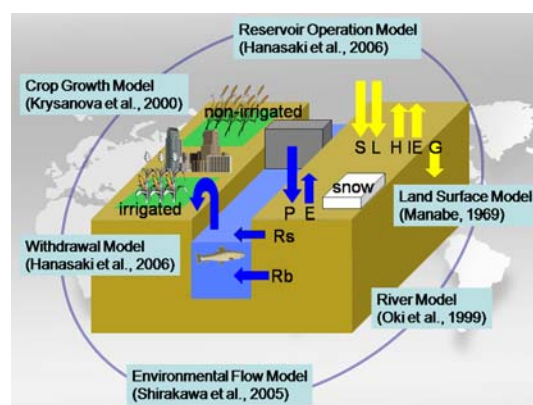
ル改良を進める。これらの結果を用いて、「気候変動を考慮した地球観測の実施」グループのデータを用いた解析を行い、「水循環情報統合システム」グループの水循環情報統合システムへの入力・予測を行う。

## ②研究実施方法

昨年度は、既に全球規模で整備されている標高や土壌、植生分布等の地理情報を活用して、チャオプラヤ川全流域を対象とした水循環モデルの大枠を構成した。本年度では、タイ国灌漑局や現地研究者の協力のもと、2大ダム以外の中規模ダムに関して、その位置や貯水容量に関する情報を、大規模な灌漑水路に関してはその受水面積や水路の疎通能に関するデータを収集し、可能な限り現実的な水循環モデルを構成することを目指す。特に、洪水の再現計算のため、2006年と2010年の水文データを収集する。さらに、タイ側研究者との共同研究として、農事暦のモデル化に取り組み、水循環・水資源統合モデルの試用および感度実験を行う。また、地下水解析モデル(MODFLOW)との結合に関する研究に着手し、利用可能な地下水位データを用いてモデルの動作テスト、キャリブレーションを行う。

## ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

人間活動を考慮した水循環・水資源モデルの開発に関しては、全球水循環・水資源モデル H08 では、モデルを改変することにより、チャオプラヤ川全流域を対象にした5分解像度の水循環モデルを構築した。気象グリッドデータ、地理グリッドデータは SiBUC モデルチームが開発したものを利用した。農業・水利用・ダム操作に関する現地データは集まりつつあり、学会投稿や論文投稿において検証データとして利用している。現在は 1980 年から 2004 年の長期シミュレーションを実施し、雨季初期・雨季末期の流出生成の違いに留意しつつ、水文パラメータの同定を行っているところである。



人間活動を考慮した全球水循環・水資源モデル H08 の概念図

全球水循環・水資源モデル SiBUC では、気候変動下における水需要、地下水涵養量、土砂輸送量を推定するために、30 年分のデータを用いて 2011 年の洪水について解析を開始した。また、気候変動下における土砂供給量変動と海岸線の変化の推定に関しては、7 月下旬に Ping 川、Wang 川、Yom 川、Nam 川、Chaophraya 川の 5 つの河川でフィールド調査を実施し、河川の土砂輸送量観測地点を 8 つ選定した。そして、10 月下旬に Rajamangala 大学チームの協力を得て土砂輸送量観測を実施した。海岸線変化については、利用可能な航空写真と衛星データを全て取得し、これまでの海岸線の変化の様子を再現した。また、海岸域過程には POM (Princeton Ocean Model) を、タイ湾上部の風浪には SWAN (Simulating Waves Nearshore) を用いることを決めた。

上流域における地下水涵養ポテンシャルマップに関しては、流域の地下水涵養量や雨水貯留量をタイ国の山地流域で算出し、同国の乾季の水資源の有効利用や雨季の地下水涵養量を把握することを目的としている。現在までに、(1)算出手法の確認、(2)算出手法の習得、(3)対象流域の選定を行った。具体的には、算出手法として Kirchner(2009, WRR)の手法を採用することにした。これを習得するため、2011



年 10 月に福島大学にてトレーニングコースを実施し、宮ヶ瀬ダム流域を対象として算出手法の理解と演習を実施した。さらに、対象流域として、チャオプラヤ川上流部に位置する Pin 川流域に位置する P4A 流域を選定した。また、イギリスの小流域で開発された Kirchner (2009, WRR)の手法を気候・地理条件が全くことなるタイの流域に適用する際に発生すると考えられる問題点を整理し、その対処法について検討した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

人間活動を考慮した水循環・水資源モデルの開発に関しては、2009 年 12 月、2010 年 12 月、2011 年 8 月、2011 年 10 月と 4 回にわたり、H08 モデル利用講習会を開催し、カウンターパートへの H08 および UNIX コンピュータ環境利用に関する技術移転を行った。また頻繁な Eメールのやり取りを通じ、研究実施や学会発表、論文投稿のアドバイスをを行っている。

上流域における地下水涵養ポテンシャルマップに関しては、2011 年 10 月に技術移転のためのトレーニングコースを以下の通りに実施した。

- (1) 流域の雨水貯留量の推定モデルの解説・演習・現地適用上の検討課題の抽出
- (2) 福島県の水源涵養林の見学
- (3) 防災科学技術研究所, 気象研究所, ICHARM, 国土地理院での講義・見学

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

人間活動を考慮した水循環・水資源モデルの開発に関しては、2011 年の洪水を受け、JICA よりチャオプラヤ川マスタープランに関わる河川流量計算の依頼を受けた。これは、上記の研究実施方法にはほぼ含まれるものであるが、計算結果が今後の河川開発における重要な基準値として利用される可能性があること、半年間という締め切りがあること、から制約がより厳しくなり、プレッシャーを感じている。

### 3. 「水循環情報統合システム」グループ

#### ①研究のねらい

「水循環情報統合システム」グループでは、「気候変動を考慮した地球観測の実施」グループの地球観測データと「人間活動も考慮した水循環・水資源モデル」グループの水循環・水資源モデルとからの入力と、動水勾配データおよび災害事例に基づく土壌災害ポテンシャル推定情報、河川流出情報に基づく洪水・渇水ポテンシャル推定情報からの入力、チャオプラヤ川による土砂供給の変化も考慮した海岸浸食推定情報など、水循環に関する情報を統合的に取り扱う。これまで研究代表者のグループはいくつかのデータセンターなどの管理システムを構築・運営しており、日本側研究者がカセサート大学と協働して設置に対応する予定で、準備はすでに万端である。3つの各災害ポテンシャル推定は、5年目に可能とする。

#### ②研究実施方法

本年度は、土砂災害ポテンシャル推定に関しては、降雨量分布データの作成と斜面崩壊の実績データの収集を行う。実績データと降雨データをもとに、地中流モデルによる地下水勾配の推定を行い、確率統計的手法により土砂崩壊ハザード推定を試みる。海岸浸食推定に関しては、海岸の砂浜勾配の広域データ収集を行い、海岸侵食モデルの構築を行う。水循環情報統合システムに

関しては、現地現業機関であるタイ気象局およびタイ王立灌漑局にデータアーカイブシステムを、またカセサート大学に統合システムのプロトタイプを設立し、水関連情報統合システムの基盤整備をする。

### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

熱帯豪雨下での土砂災害ポテンシャル推定に関しては、当初の予定通りにタイ国の降雨分布データならびに極値降雨の分布データの作成を行った。これは、APHRODITE プロジェクトのプロダクトによる分布データをタイ国の観測データによって、高度による降雨の増加を補正しながら作成された。さらに極値降雨と平均降雨の関係から極値降雨の分布図を作成した。また、2011 年 3 月に生じたクラビ県カオパノンの斜面崩壊現場を踏査し、地質、土地利用、被害などのデータを収集した。これらのデータは、次年度の斜面災害リスクモデルの開発の基礎データとして利用される。

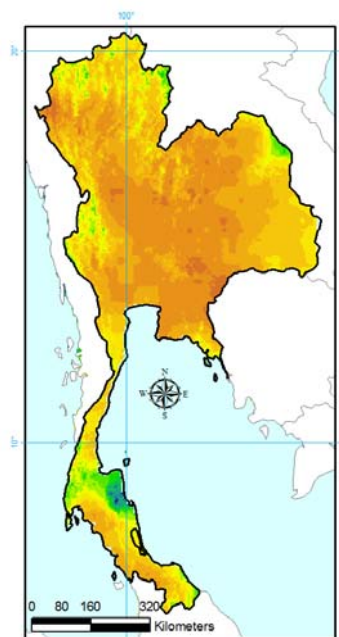
将来の水資源影響評価に関する研究は、人口や生活用水、灌漑取水量といった基礎データの収集をチェンマイ県においてすすめ、さらに穀物ごとに必要とされる水の量から農業用水の推定手法の開発を行った。その結果、これまでのグローバルな水資源影響評価から地域別の影響評価を実施するための準備を整えた。

熱帯豪雨下での洪水・渇水ポテンシャル推定に関しては、基礎技術として衛星データによる浸水域抽出手法の開発を行った。

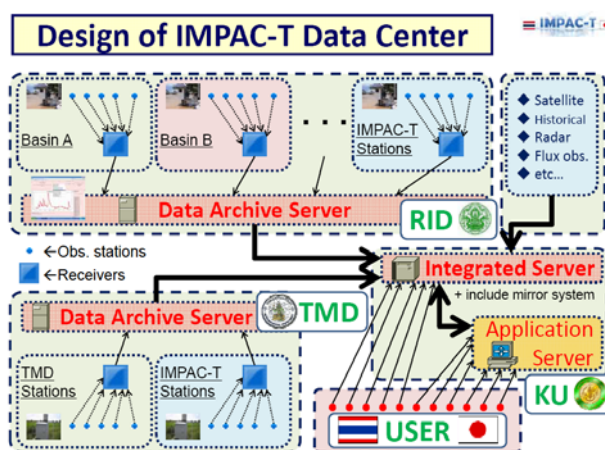
気候変動による水循環変動が作物生産へ与える影響評価に関しては、食料およびバイオ燃料の原料として重要であるサトウキビを主とした農作物の気候変動条件下における収量を、特に極端現象の変動下における値を、気候モデルおよび収量モデルを応用して推定するものである。また、この目的のために PRECIS 地域気候モデルによる将来気候シナリオ作成を行うことも計画の一部である。約一年前に開始が決まったトピックであり、この約一年間は現地コンピュータシステムにおいて地域気候モデルの試運転と収量モデルの試運転を行うことが最大の課題であった。これらは無事に成功、終了し、順調な進捗といえる。また、来年度以降の本計算のためのシナリオ設定やデータ収集も進められた。

海岸侵食評価に関しては、タイ全国の 23 砂浜における現地調査により地形・底質粒径データを取得し、解析を行った。また、タイにおける過去数十年間のサイクロン特性およびタイ全国の 27 地点における過去数十年間の潮位変化特性の解析を行った。今後はこれらの解析結果を総括し、簡易モデルを用いて海面上昇による砂浜消失面積の予測を行う予定である。

水循環情報統合システムの構築に関しては、システムに関する仕様検討を行い、カセサート大学に水循環・水資源モデルの統合を担うデ



作成した極値降雨の分布図



水循環情報統合システムの概念図

ータ統合システムを、タイ気象局およびタイ王立灌漑局に観測データの統合を担うデータ集積システムを構築した。今後、テレメトリサーバとの統合およびインタフェースの開発に取り組む予定である。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

熱帯豪雨下での土砂災害ポテンシャル推定に関しては、現地災害調査資料やタイ国降雨データ等の斜面災害のデータは広く共有されている。斜面崩壊リスクモデルについては、タイ国と日本での全体ワークショップを通じて説明されている。

気候変動による水循環変動が作物生産へ与える影響評価に関しては、地域気候モデルによる将来気候シナリオ作成のためには、全球的な将来シナリオの決定が必要である。これに関して、日本側の先端知識をベースとして、日本側とタイ側とで情報を整理し、議論を開始した。また、地域気候モデルおよび収量モデルは日本側が準備したものではないものの、それらについて相互協力のもと、無事試運転が終了した。また収量モデルについては他テーマで利用される H08 も利用可能であり、それについては日本側での計算体制が整い、タイ側の収量モデルと将来的に比較を行うことが可能となった。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

熱帯豪雨下での土砂災害ポテンシャル推定に関しては、カセサート大学がカオパノン地区の斜面災害の防災ワークショップを現地住民に対して行い、早期警戒システムの導入について説明を行った。これにあわせて将来には、当研究成果としてハザードマップの提供が期待されている。

水循環情報統合システムの構築に関しては、王立灌漑局より灌漑局で管理しているチャオプラヤ川流域のテレメトリデータを統合してほしいという依頼を受けた。国の管理するデータにかかる重要な仕事であることから制約がより厳しくなるが、タイ国に貢献できる統合システムを構築できるよう努める所存である。

### 3. 成果発表等

#### (1) 原著論文発表

① 本年度発表総数(国内 2 件、国際 24 件)

② 本プロジェクト期間累積件数(国内 4 件、海外 46 件)

③ 論文詳細情報(著者名、発表論文タイトル、掲載誌)

- 1) Kim, W., J. Cho, D. Komori, M. Aoki, M. Yokozawa, S. Kanae, T. Oki, 2011: Tolerance of eddy covariance flux measurement. *Hydrological Research Letters*, 5:73-77.
- 2) Kim, W., D. Komori, and J. Cho, 2011: Characteristics of fractional uncertainty on eddy covariance measurement. *Journal of Agricultural Meteorology*, 67:163-171.
- 3) Keisuke Ono and So Kazama, 2011: Analysis of extreme daily rainfall in southeast Asia with a gridded daily rainfall data set, Hydro-climatology: Variability and Change. *IAHS Publication 344*, pp.169-175.
- 4) K. Ono, T. Akimoto, L. N. Gunawardhana, S. Kazama, and S. Kawagoe, 2011: Distributed specific sediment yield estimations in Japan attributed to extreme-rainfall-induced slope failures under a changing climate. *Hydrology and Earth System Science*, Vol.15, pp.197-207, 2011.

- 5) Satomura, T., K. Yamamoto, B. Sysouphanthavong, and S. Phonevilay, 2011: Diurnal variation of radar echo area in the middle of Indochina. *J. Meteor. Soc. Japan*, **89A**, 299-305.
- 6) Yoshiyuki Yokoo, Murugesu Sivapalan, 2011: Towards reconstruction of the flow duration curve: development of a conceptual framework with a physical basis. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 2805-2819, doi:10.5194/hess-15-2805-2011.
- 7) Yoshiyuki Yokoo, So Kazama, 2011: Numerical investigations on the relationships between watershed characteristics and water balance model parameters: searching for universal relationships among regional relationships, *Hydrological Processes*, doi: 10.1002/hyp.8299.
- 8) 横尾善之, 2011: 降水量の年々変動に河川流量が敏感になる気候条件に関する理論的検討. *土木学会論文集 G(環境)*, Vol.67, No.5, (地球環境研究論文集 第19巻), I\_55-I\_60.
- 9) Kamol P.N. Skolnakohon, Somkuan Tonjan, Tomohito Yamada, 2011: WESERLY WAVES AND SEVERE THUNDERSTORM IN THAILAND. *Proceedings of the first EIT conference on water resources engineering*, pp.56-71.
- 10) Kamol P.N. Skolnakohon, Somkuan Tonjan, Tomohito Yamada, 2011: NUMERICAL SIMULATION OF HEAVY RAINFALL IN THE SOUTH OF THAILAND WITH CUMULUS PARAMETERIZATIONS SCHEMES AND RUNOFF FORECASTING. *Proceedings of the first EIT conference on water resources engineering*, pp.163-176.
- 11) Butsawan Bidorn, Seree Chanyotha, Suphakorn Sirapojanakul, Vanisa Mama, 2011: WIND AND WAVE HINDCASTING IN NORTHWEST UPPER GULF OF THAILAND. *Proceedings of the first EIT conference on water resources engineering*. pp.78-83.
- 12) Adisorn Champathong, Santi Sumdin, Chatchai Chaiyasaen, Chaiwat Ekkawatpanit, Naota Hanasaki, 2011: Assessment of rice yields in the Upper Chao Phraya River Basin using H08 Model. *Proceedings of the first EIT conference on water resources engineering*, 141-148.
- 13) Chaiwat Ekkawatpanit, Somkid Saphaokham, Jaray Thongduang, Adisorn Champathong, Naota Hanasaki, 2011: Evaluation of GSWP2 Global Meteorological Dataset and H08 Hydrological Simulation in the Upper Chaophaya River. *Proceedings of the first EIT conference on water resources engineering*, 149-155.
- 14) Budhakooncharoen, S., 2011: Flood Based Rising Sea Water Level Under Global Warming? : Pathway for Clear Vision. *2nd National conference on Thailand and Global Climate Change*.
- 15) Budhakooncharoen, S., 2011: Water Resources Engineering and Drought Crisis in Thailand. *National Civil Engineering Conference*.
- 16) Chaiwat Ekkawatpanit, Adisorn Champathong, Somkid Saphaokham, Thada Sukkapan, Jaray Thongduang, Santi Sumdin, Chatchai Chaiyasaen, Naota Hanasaki, 2011: Sensitivity Analysis of Land Surface Parameters Using H08 Model. *Oral Presentation Proceedings of the 9th international symposium on Southeast Asian water environment*, 145-151.
- 17) Suseno Dwi Prabowo Yuga, Tomohito J. Yamada, 2011: Cloud type classification for improving storm rainfall estimation with satellite based infrared information. *Oral Presentation Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*.
- 18) Keisuke Ono and So Kazama, 2011: Extreme daily rainfall in Thailand using a gridded daily rainfall

- dataset: A frequency analysis with 6 types of plotting position formulae. *Oral Presentation Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*, pp.57-64.
- 19) Amano, A., Kazama, S., Nagai, K. and Chanin, T., 2011: Effective use of flood water for agriculture by inundation ponds in the lower Mekong River basin, *Oral Presentation Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*, pp.81-88.
- 20) Ritphring, S., Pucharapitchakon, K. and Udo, K., 2011: Coastal erosion and sea-level change in the Lower Gulf of Thailand. *Oral Presentation Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*. pp.241-246.
- 21) K. Suwanprasert, S. Seto, S. Kaewrueng, 2011: Validation of GSMaP rainfall estimates with local rainfall gauge in Thailand. *Oral Presentation Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*, pp.65-72.
- 22) Daisuke KOMORI, Wonsik KIM, Amnat CHIDTHAISONG, Montri SANWANGSRI, Vanisa SURAPIPITH, Wilaiwan SOMPOON, Korakod NUSIT, Panya POLSON, 2011: Data quality control and assurance (QCQA) on eddy covariance flux measurement by the fractional uncertainty analysis. *Oral Presentation Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*, pp.153-160.
- 23) Kensuke HAGIWARA, Naota HANASAKI, Shinjiro KANAE, 2011: Assessment of energy crop potentials at a global scale and in Southeast Asia. *Oral Presentation Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*, pp.161-167.
- 24) Taikan OKI, Nontawat JANJAROEN, Somchai BAIMOUNG, Phonchai KLINKACHORN, Daisuke KOMORI, Masashi KIGUCHI, 2011: New Challenges on Hydro-Meteorological Prediction and Adaptation to Climate Change in Thailand. *Oral Presentation Proceedings of the 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment*, pp.263-270.
- 25) Yokoi, S., Y. Nakayama, Y. Agata, T. Satomura, K. Kuraji, and J. Matsumoto, 2012: The relationship between observation intervals and errors in radar rainfall estimation over the Indochina Peninsula. *Hydro. Processes*, 26, 834-842.
- 26) 横尾善之, 小林秀平, 川崎雅俊, 2012: 日本の山地流域における貯留量変化および貯留能の推定に向けた基礎的検討. *土木学会論文集 B1(水工学)*, Vol.68, No.4, I\_475-I\_480.

## (2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

## 4. プロジェクト実施体制

### (1) 「気候変動を考慮した地球観測の実施」

- ① 研究者グループリーダー名: 里村 雄彦 (京都大学大学院理学研究科・教授)
- ② 研究項目
- メソ気象モデルによる面的雨量推定
  - タイ全土における衛星データを利用した面的雨量推定

- 地上レーダー観測と雨量計網による面的雨量推定
- 気候変動下における季節進行の変動に関する研究
- 気候変動・土地利用変化が水循環変動に与える影響評価
- 熱帯山地の面的雨量推定手法の開発
- 観測不足地域におけるデータ転送システムの開発

(2)「人間活動も考慮した水循環・水資源モデル」

①研究者グループリーダー名： 田中 賢治（京都大学防災研究所・准教授）

②研究項目

- 雨季・乾季の明瞭な地域での水循環モデルの開発に関する研究
- 人間活動を考慮したダム・貯水池操作モデルの開発
- 上流域における地下水涵養ポテンシャルマップ

(3)「水循環情報統合システム」

①研究者グループリーダー名： 風間 聡（東北大学大学院工学研究科・教授）

②研究項目

- 将来の水資源影響評価
- 熱帯豪雨下での洪水・濁水ポテンシャル推定
- 熱帯豪雨下での土砂災害ポテンシャル推定
- 気候変動による水循環変動が作物生産へ与える影響評価
- 海岸侵食評価
- 水循環情報統合システムの構築

以上