

# 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 24 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。そして、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を行った。

研究活動に関しては、21 チームの日タイ共同研究チームを確立し、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、先の中間評価での指摘を受け、新たに研究成果を社会実装するための共同研究チームを立ち上げた。

さらに、昨年に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 のチャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクトへの協力依頼を受けて、流出解析、氾濫解析やマスタープランの検討の支援を行っている。

2012 年 4 月に行われた JST 主体による中間評価では、所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できるということで A+ の総合評価をいただいた。また、2012 年 2 月に行われた JICA 主体による中間評価で提案いただいた課題に関してはすぐにとりかかり、例えば社会実装チームの新設、リーフレットの作成、洪水セミナーの開催など、順調に進めている。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### 2.1. 「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、引き続き得られたフラックスデータの不確実性の解析を行い年間水収支の評価として耐えうるデータ品質に資する研究に取り組む。

メソ気象モデルによる面的雨量推定に関しては、本年度は以下の2つの研究に取り組む。1つ目はタイを含むアジア広範囲における時空間方向に高解像で雲分類データを作成し、雲から見たタイ国の水文気象場を明らかにする。具体的な例を述べると、本研究において抽出された雲情報はタイ国における大気陸面相互作用の分析並びに降水強度推定、さらには気象予測モデルにおける初期情報としての活用が挙げられる。2つ目は既存の全球気候モデル(MIROC AGCM)と Hanasaki et al. (2008)や Pokhrel et al. (2012)において開発された人間活動の影響(地下水くみ上げを含む灌漑全般の効果、家庭・工業用水を目的とした水利用、ダム操作、河川の環境維持用水)を考慮した陸面過程モデルとの熱水相互作用を可能とする全球水循環モデルによるタイ国を含む東南アジアにおける水文気象場の再現及び予測可能性の解明である。衛星による面的雨量推定に関しては、昨年度開発した干害モデルに衛星降水マップ (GSMaP)を適用して実用化を目指す。レーダー雨量による面的雨量推定に関しては、引き続き雨量計等の地上気象観測資料および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観測資料を用いて面的雨量推定の精度向上を複数のレーダーについて実施する。また、面的雨量推定を行う期間を雨期全体まで拡大し、その時間スケールでの推定精度向上も目指す。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、1つ目の研究項目に関しては、人工衛星MTSATの近赤外放射データ(IR1及びIR2)を用いた雲分類アルゴリズムを開発し、作成された雲分類アルゴリズムを用いて空間解像度5km、時間解像度1時間で1996年から2011年における雲分類データを作成した。雲分類データの検証には日本を中心とした西太平洋域において存在する気象庁雲分類格子情報(空間解像度25km)との相互比較を実施した。本研究における雲分類データを用い、タイ国における積乱雲を中心とした雲の出現頻度に関する分析を行った。豪雨年である2011年と平年値とを比較したところ、2011年の積乱雲の出現頻度は海南島からタイ北部において4~6割程度増加していた。これは同年に台風を含む5個の熱帯低気圧(平年では年間1~2個)の軌道と重なるものであり、降雨量に関しても同様に4割程度平年値よりも高いものであった。雲分類データによって得られる雲頂輝度情報と降雨強度との関係にGPS観測による可降水量データと気象モデルによる鉛直不安定度情報を加味した降雨強度推定手法を開発した。使用可能なデータの関係から日本を対象に同降雨強度推定手法の開発を行った。一方、タイ国気象局を中心に領域気象モデル(WRF)を用いた過去の水文気象場の力学的ダウンスケーリングの長期データを作成した。このデータは地上観測や衛星観測データとの比較・検証を経て、タイにおけるこれまでの水文気象場を解明するために使用される予定である。2つ目の研究項目は、人間活動の影響を考慮した陸面過程モデルと全球気候モデルの相互作用による水文気象場の予測可能性及び大気陸面作用に与える人間活動の影響を分析することである。まず、陸面過程の初期情報にのみ人間活動の影響を考慮し、

全球気候モデルを用いた準季節予測スキルの検討を行った。次に全球気候モデルへの人間活動を考慮した陸面過程の導入を図った。人間活動を考慮した陸面過程モデルを全球気候モデルにそのまま適用すると、灌漑要求水量や地下水の汲み上げ量が過大となり、灌漑地において不自然な蒸発散量の増大から地表面気温が減少しすぎるとの結果が得られた。そのため、Koirala et al. (2012)における灌漑要求水量の制限を行った。それに加え、人間活動を考慮した陸面モデルに衛星観測による降水データや大気データを時々刻々与えることによって推定される地下水くみ上げデータを全球気候モデルにおける地下水くみ上げ量の最大値として与えることを可能とした。その結果、人間活動の影響を考慮した全球気候モデルにおいて前述の気温の過大な低下が防がれるようになった(Yamada et al. in prep.)。タイ国のチャオプラヤ川流域は、ブミポンダムやシリキットダムなど世界的な大ダムを抱える。そのため、同流域において安定的な水資源量の把握並びに予測を行うためには、人間活動の影響を考慮した全球気候モデルを用いた水資源量の予測及び再現が将来の水資源計画を行う上で重要な手段となろう。

衛星観測による面的雨量測定に関しては、タイ気象局(TMD)から提供された雨量計データを用いてチャオプラヤ川流域を対象に面的な雨量データを作成し、衛星降水マップ(GSMaP)による雨量推定値と比較を行った。また、雨量計データとGSMaPから月別のチャオプラヤ川流域平均雨量を計算し、大きな洪水の発生した2011年を他の年と比較することで、衛星観測から洪水を早期に検知する可能性を検討した(下図)。1999年までは雨量計、2000年以降はGSMaPを使った結果である。雨量計とGSMaPの推計値にはバイアスがある。さらにGSMaPでも2009年までに用いた再解析版と2010年以降の実時間版の間にはバイアスがあるとみられる。これらの定量的な補正は必要であるが、2010年と比較すると、2011年の雨量は雨期の初めからつねに前年より高くなっており、衛星観測雨量を用いて大きな洪水の発生危険性を予測する可能性が示唆されている。さらに、雨量計データとNDVIから、干害の深刻さを推計する統計モデルを作成した。

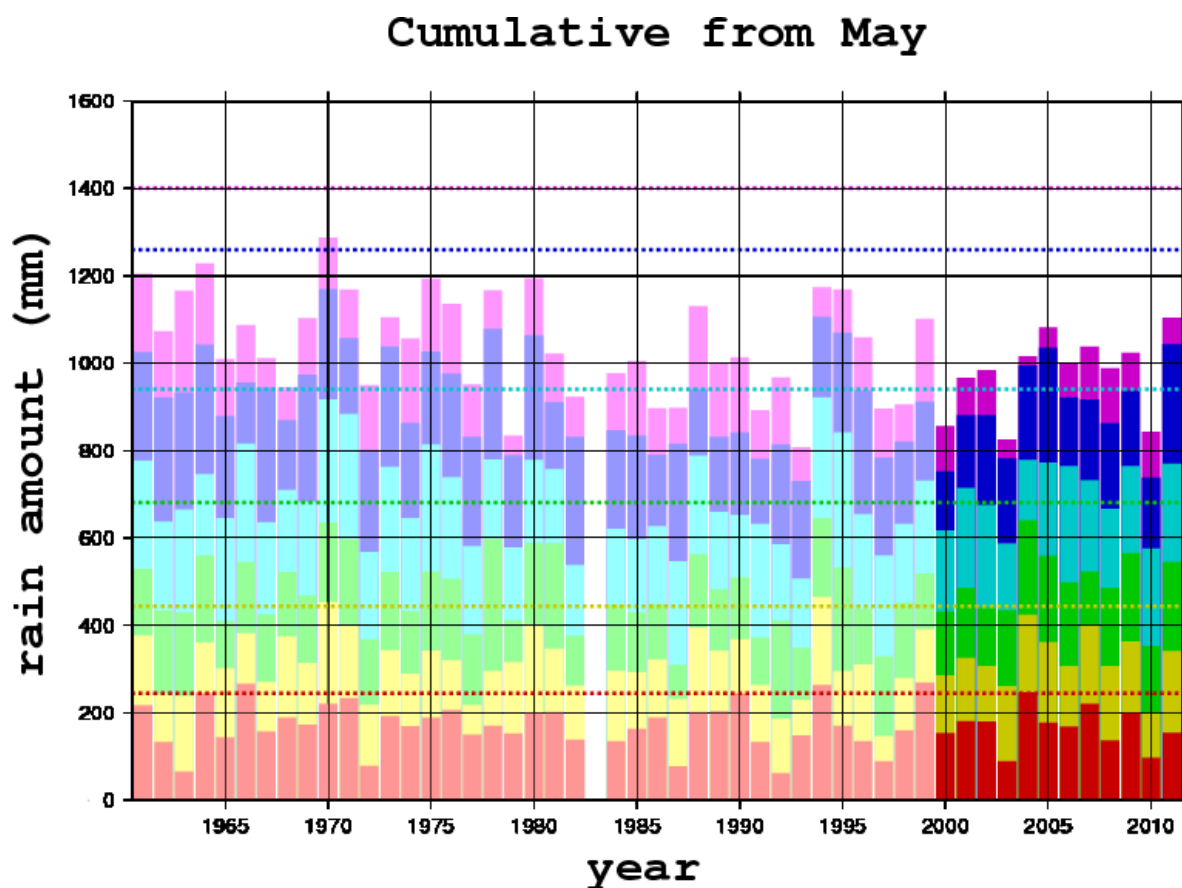
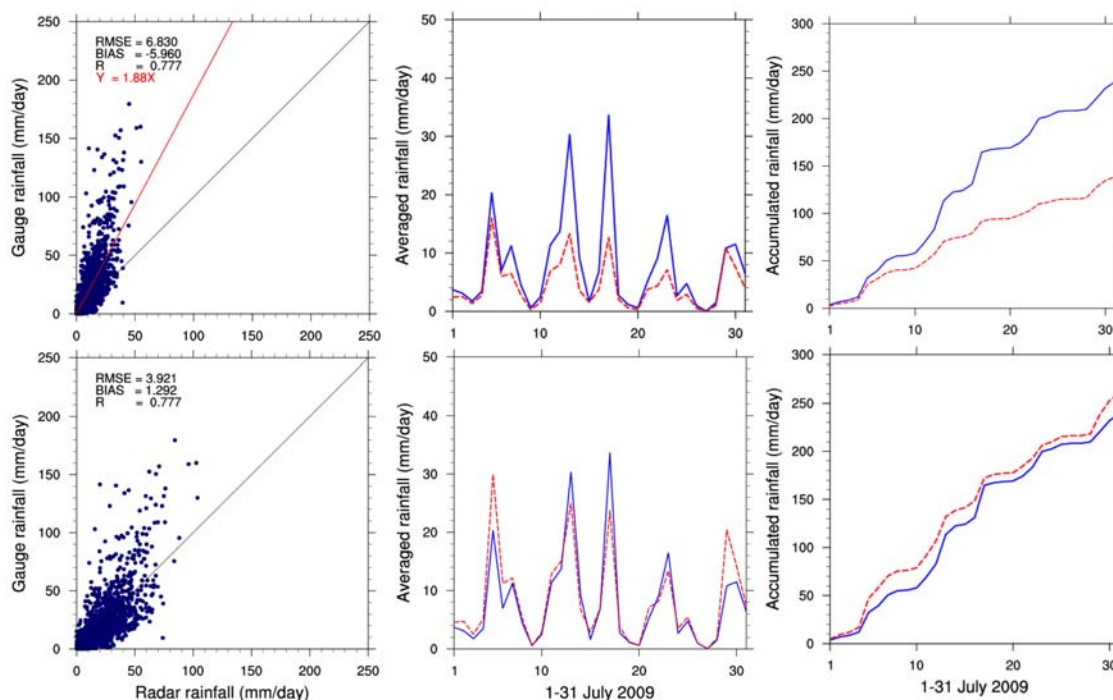


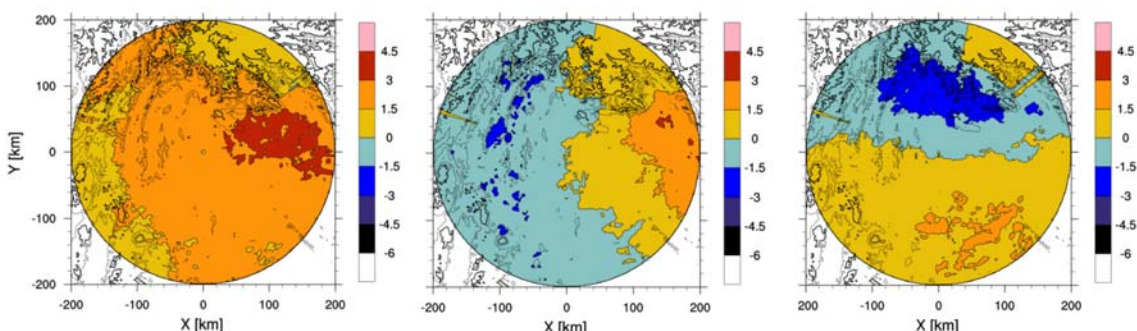
図 チャオプラヤ川流域平均月別雨量(赤 5 月、黄色 6 月、緑 7 月、水色 8 月、青 9 月、紫 10 月)。1999 年までは雨量計データの面的推定値、2000 年～2009 年は GSMaP 再解析版、2010 年～2011 年は GSMaP 実時間版による。

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2010年雨季の地上雨量計データの提供を新たに受けた他、2009年及び2010年についてLamphunレーダー、Petchabunレーダー、Suwanabhumi空港レーダーのデータの提供も受けた。さらに、Petchabunレーダーについては、2011年の雨期の観測値について雑音の除去、CAPPIの作成、データ書式のUFへの変換を行った。また、同レーダー観測範囲内の地上雨量計の品質検査も行った。複数年について面的雨量の解析を進めるため、2009年と2010年について面的日雨量の推定精度向上を行った。下図に2009年7月1ヶ月間について、Vientianeレーダーを用いた推定結果を示す。



上段は標準のZ-R関係を用いた場合、下段はレーダーから推定した日雨量に一定の倍率(この場合は1.88)をかけた場合を示す。図の左から、地上雨量計(縦軸)と同じ地点のレーダー雨量(横軸)の散布図、観測範囲内全雨量計平均の日降水量時間変化(青線:地上雨量計、赤線:レーダー雨量)、積算降水量時間変化(青線:地上雨量計、赤線:レーダー雨量)を示す。

各月毎に一定の倍率をかける較正によりレーダーを用いた雨量推定が定量的にできることが分かったので、較正されたレーダー雨量にEOF解析を適用して特徴的な降水パターンの抽出を行った。下図は、左から2009年及び2010年を通したVientianeレーダーによる日降水量の第1主成分、第2主成分、第3主成分のパターンを示す。これら3主成分の合計で約40%の降水パターンを説明できている。



これらの降水パターンの顕著な日について気象場の合成を行って検討した所、第1主成分については観測範囲全域が正の渦度場に覆われており、かつ南西風が卓越して山脈の風上側に多量の降水をもたらしていること、第2主成分については西風が卓越しているためにレーダー観測範囲の西に存在する山脈の風下側の降水減少効果および観測範囲東側の山脈風上側の降水増加効果が見えていることなど、特徴的な気象場と地形による降水増加・減少効果とで多量の降水が発生する地域を特定でき、それが降水パターンの半数近くを占めることが分かった。

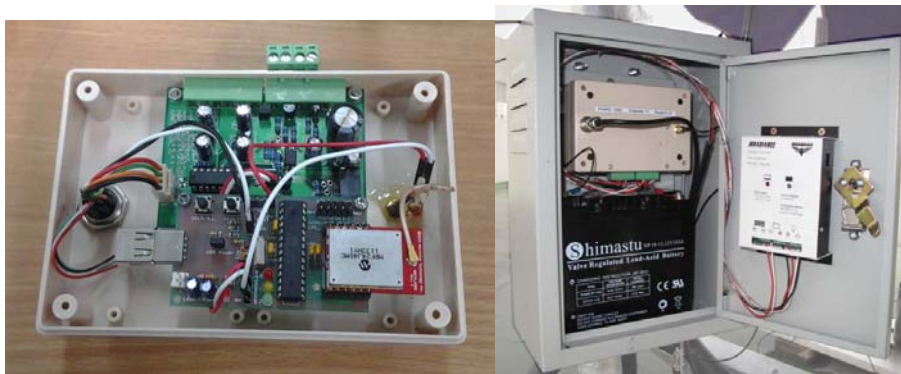
気候変動・土地利用変化が水循環変動に与える影響評価に関しては、気候変動が陸上生態系の物質循環に及ぼす影響を解明するためには高い精度でのフラックス測定を実現する必要があり、引き続きこれまでの観測データを用い測定されたフラックス値に含まれる不確実性の評価を行った。また、タイ側研究者と新たに落葉樹森林帯を選定し、45m観測タワーの建設を進めた。来年度にはフラックス観測システムの導入し落葉樹森林帯の水循環変動の特徴が捉えられるものと期待している。



Ratchaburi 天水田観測サイト Takfa サトウキビ畑観測サイト Tak キャンサバ畑観測サイト

熱帯山地の面的雨量推定手法の開発に関しては、水災害リスク評価に重要な山岳地帯における降雨量の準リアルタイムモニタリングを実現するため、メーチャム流域において整備された準リアルタイムモニタリングを運用した。また同流域に展開した15地点の雨量計網の観測を王立灌漑局、気象局、国立公園野生生物管理局と協働して行った。また、ここで得られた長期降水量データを用いて、気候変動下の季節進行の変動に関する研究を進めた。

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を実現するために、無線を利用したハイブリッドでリダンダントなテレメトリシステムを開発し、クラビ県カオパノンにおいて斜面崩壊モニタリングの実用試験を行った。実用試験から、周辺環境（樹冠内、降水時）により信号強さが変わることが明らかとなったため、雨の影響を受けにくいバンド帯を使い試験運用を行っている。



開発した無線を利用したテレメトリシステム 開発した斜面崩壊モニタリングシステム

#### 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、メールによる研究進捗状況の確認により情報交換を図っている。2012年7月14日には北海道大学においてLinuxを用いた領域気象モデルの使い方や解析方法の技術供与を行った。2013年3月26日～3月28日はタイ気象局の研究者が来日し、北海道大学において前日の気象モデルによるダウンスケーリング結果の解析方法等の技術移転を行う予定である。

衛星観測による面的雨量測定に関しては、これまで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) 今年度は、日本側からは衛星雨量データとその利用法についての知見を提供し、タイ側からは衛星雨量データの検証データとして雨量計データの一部が提供されている。

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、これまで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。学術振興事業団の国費外国人留学生制度の SATREPS 枠で支援いただき京都大学に技術習得も兼ねて博士課程に留学しているカウンターパートのナレスアン大学講師の Nattaporn 氏も来年で課程 3 年目となり、順調に技術移転が進んでいる。

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。今年度は 11 月初旬に農業環境技術研究所で研修を行い、不確実性の評価手法の講義と各タイ側研究者が残り 1 年間で達成する成果目標を設定した。以後、3 ヶ月毎にタイ側研究者で定期的に研究会を行っている。

熱帯山地の面的雨量推定手法の開発に関しては、山岳地帯における降雨量の準リアルタイムモニタリングシステムと雨量計網の維持管理について、王立灌漑局、気象局、国立公園野生生物管理局からなるカウンターパートたちと現場に行き指導した。王立灌漑局の職員がタイ国の奨学金を得て農学共同研究員として 3 か月間日本に滞在し、共同研究を推進した。

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、観測技術の移転を進めるとともに、2 週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。



## 2.2. 「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

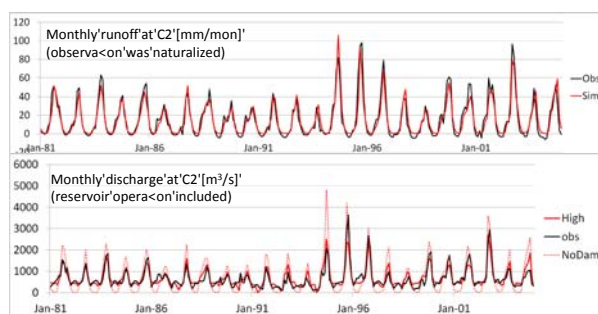
「人間活動も考慮した水循環・水資源モデル」グループでは、ダム・貯水池操作モデルの開発と水循環・水資源モデルの構築の2つを行う。これらの2つの研究を開始4年目には終了し、「21世紀気候変動予測革新プログラム」や気象研究所によるGCM の出力結果を利用し、観測データとの検証を行い、モデル改良を進める。これらの結果を用いて、「気候変動を考慮した地球観測の実施」グループのデータを用いた解析を行い、「水循環情報統合システム」グループの水循環情報統合システムへの入力・予測を行う。

### ②研究実施方法

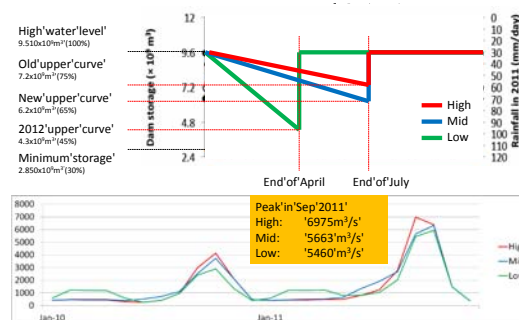
本年度では、一昨年度のチャオプラヤ川洪水を受けて実施されているJICAチャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクトへの支援も含めて、チャオプラヤ川全流域を対象にした5分解像度の水循環モデルの実用化を目指す。特に、洪水の再現計算のために大規模ダム貯水池操作を検討し、洪水緩和と渇水緩和のトレードオフ関係を明らかにしつつ、2011年の既往最大洪水での洪水緩和効果を検討する。さらに、タイ側研究者との共同研究として、農事暦のモデル化に取り組み、水循環・水資源統合モデルの試用および感度実験を行う。また、地下水解析モデル(MODFLOW)との結合に関する研究に着手し、利用可能な地下水位データを用いてモデルの動作テスト、キャリブレーションを行う。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、相手国の治水および利水の両面に貢献できる可能性がある流域の地下水涵養ポテンシャルの算出に向け、流域の雨水貯留量変動の算出を行う。具体的には、相手国の水源地域における毎時の雨量および河川流量データを用いて、河川流量と流域スケールの貯留量の関係を明らかにする。これによって、河川流量から流域の雨水貯留量を常時推定し、洪水・渇水・土砂災害に備えるための基礎情報を発信する。

### 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、平成23年度後半にJICA緊急対応への支援として、2012年4月26日までに水資源モデルH08のチャオプラヤ川版のソースコードを完成させた。過去24年の月流量の良好な再現を確認したのち、洪水被害を低減するための貯水池操作の代替ルールを検討するシミュレーションを実施した。今年度は、一連のシミュレーションを追試するためのマニュアルの整備を行い、2012年7月9日～12日にバンコクのカセサート大学で講習会を行った。これにより、タイのカウンターパートがシミュレーションの実施手順を理解し、追試したり、改良したりすることが可能になった。また、JICAチャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクト(洪水管理システム構築支援)にて、財団法人河川情報センター(FRICS)との共同開発した早期洪水予警報システムにH08のソースコードを提供し、技術的な支援を行った。これに基づき、FRICSはリアルタイムシミュレーションシステムを構築している。12月17～21日かけて、タイのカウンターパートを日本に招へいし、信濃川と江戸川の視察を実施した。カウンターパートは日本の先端的な遊水地や排水ポンプ施設の事例を理解することができた。12月21日には東京大学生産技術研究所にて、International workshop of IMPAC-T: Advancing hydrological simulation in the Chao Phraya Riverというワークショップを実施し、タイと日本の専門家・実務者を集めて、タイにおけるリアルタイムシミュレーションの実現について集中的な議論を行った。



Nakhon Sawan での過去長期流量計算



大規模貯水池操作を考慮した流量計算

全球水循環・水資源モデル SiBUC では、24 年分のデータを用いて過去の水文諸量の算定を行った。特にチャオプラヤ川流域のように、長い乾季が存在し、かつ、大規模貯水池を活用し雨季に貯めた水を乾季の稲作に利用しているような流域においては、水収支に占める蒸発散の割合が極めて高くなり、流出率は 10～20 パーセントと低い値になる。このように流出率の低い流域における水循環シミュレーションでは、入力降水量データの精度が特に求められる。表1は2つの降水量プロダクトを用いて陸面過程モデル SiBUC によりナコンサワン上流域の長期間平均の水収支を算定した結果である。ここで、降水量以外の気象強制力は共通であり、降水量データの差は長期平均で 139mm 程度である。一

表 入力降水量の違いによる水収支の差

|        | 降水量  | 蒸発散 | 流出量 |
|--------|------|-----|-----|
| Data A | 1005 | 892 | 113 |
| Data B | 1144 | 949 | 195 |

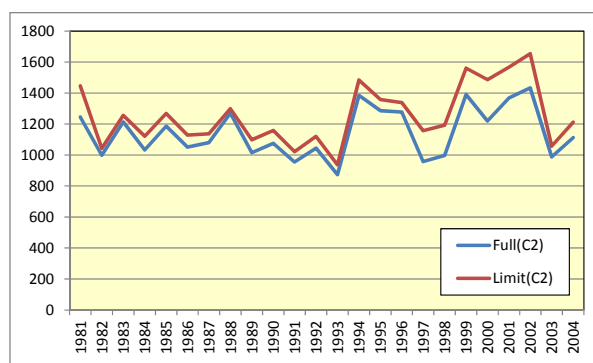


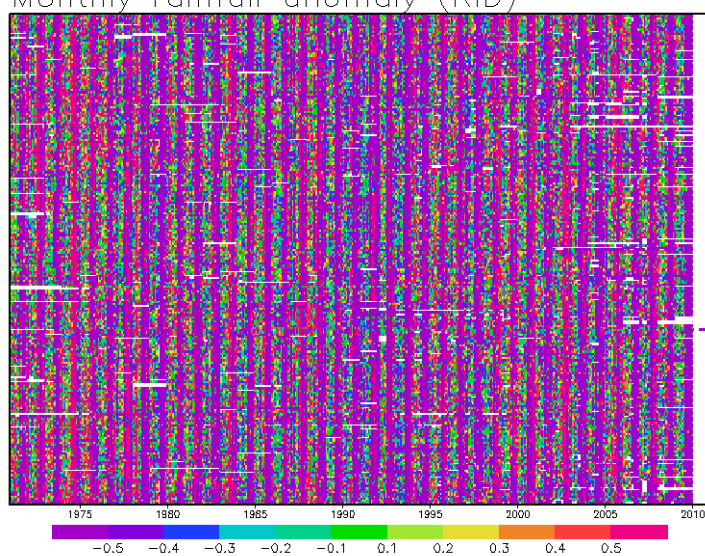
図 空間内挿に用いる観測データの違いによる流域平均降水量の差

方、算定された蒸発散量と流出量の差はそれぞれ 57mm、82mm となり、2 つの水循環計算における降水量の差の大部分が流出量の差として現れている。降水量が増加することで、土壌水分が増加し、蒸発散も少し増えるが、蒸発散に使えるエネルギー量は同じなので、降水量の増分に見合うだけ蒸発散が増える訳ではなく、降水量の増分の大部分が流出量に回ることになる。表の例では、14%の降水量の増加に対し、流出率が 50%増加している。

一方、JICA 緊急対応への支援として 2011 年の大洪水の解析を開始した。上図は GAME-T データベースにより観測情報が豊富な 1981 年から 2004 年の期間について、ナコンサワン上流域の平均雨量を利用可能な全ての観測点のデータを用いて算定した場合と、JICA 緊急対応用に提供された観測点のデータだけを用いて算定した場合を比較したものである。この図から、用いる観測点の数が違うと、ナコンサワン上流域という広い範囲の平均値においても 10%前後の差を生み出すことが示された。このわずか 10%程度の降水量の差は、流出量にはその何倍もの差として現れるので、このままでは 2011 年の洪水の再現確率を正しく評価することは困難であった。そこで、これらの初期解析の結果を元に、8 月に開催されたワークショップにおいて、TMD と RID にできるだけ多くのデータ提供を依頼した。一般的には、利用するデータが多ければ多いほど、降水量プロダクトの精度は高くなるものであるが、タイでの降水量観測には

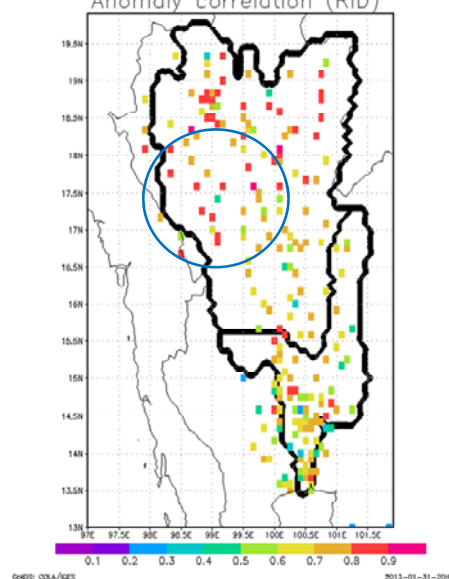
様々な方法があり、全ての観測点に対して品質保証ができるわけではない(データ整理の際に品質チェックをしていない)ということがタイ側との議論を通じて判明した。そこで、多くの観測点のデータを集めた上で、各観測点の品質チェックを進めている。左図は各観測点の月雨量の偏差(その観測点の月別の気候値に対する偏差成分)を横軸は時間、縦軸は各観測点として示したものである。図全体として縦の縞模様状になるのは、豊水年や渇水年などにおいて、多くの観測点で同じ偏差傾向を示すからである。細かく見て行くと全体とは違う挙動を示す点も見受けられる。そこで、そのような特殊な偏差パターンを示す観測点を抽出するために、各観測点の偏差とその観測点の周囲 100km 以内の観測点の偏差の平均値との相関を計算した。右図は各観測点の相関係数を示しており、図中の円の中心付近の観測点はその周囲の観測点とは異なる偏差パターンを示した結果、相関係数が低く算定されている。このような観測点は観測精度に問題がある可能性が高く、降水量グリッドデータ作成時に解析から除外することになるであろう。

Monthly rainfall anomaly (RID)



左図 月降水量の偏差(縦軸:観測所、横軸:時間)

Anomaly correlation (RID)



GHD: CDA/IGES

2013-01-31-2009

右図 各観測点の周囲 100km 以内の観測点の偏差の平均に対する相関

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、相手国における毎時の降水量および河川流量データの収集を完了させる予定であったが、データ収集には時間がかかり現在もデータ収集に取り組んでいる。このため、地下水涵養ポテンシャルの計算に向けた流域の雨水貯留量の計算自体に着手ができていない。このため、相手国側のデータを利用する際に直面すると思われる問題点を事前に想定し、それを解決する方法論の検討を日本側では進めた。具体的には、河川流量を降雨に対する応答特性の違いによって成分分離した上で、貯留量変動を算出する方法論を日本の流域で検討し、現在のところ良好な結果を得ている。

#### 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)

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。今年度は、7月にカセサート大学で講習会を

行い、12月には日本で国際ワークショップを行い、チャオプラヤ川と信濃川の現地比較調査を行った。モデルの運用とシミュレーションの実施に関する技術移転は極めて順調に進んでいる。

全球水循環・水資源モデル SiBUC では、IMPAC-T アプリケーションサーバー上に SiBUC をインストールし、共同で作業を進めている。また、2013年3月に京都大学において、入力データの作成方法やシミュレーション結果の処理方法について技術移転を行った。

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、地下水涵養ポテンシャルマップの作成の基礎となる流域の貯留量変動計算方法については、2011年の福島での講習時に技術移転を行った。現在は、計算に必要な毎時の雨量および流量データの収集を相手国側で行っている状況である。日本側では、河川流量の成分分離を行った上で流域の貯留量変動計算を行う方法を開発し、2013年中の技術移転の準備を進めている。

#### 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)

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、JICA チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクト(洪水管理システム構築支援)への支援、つまり、日本の第三者機関に対してソースコードの提供を行うことは、当初想定されていなかった。しかし、財団法人河川情報センターが大規模に事業を展開することで、やはり当初計画以上の高度なリアルタイムシミュレーションや早期警戒システムが構築されつつある。

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、相手国における毎時の降水量および河川流量データの収集を完了させる予定であったが、データ収集には時間がかかり現在もデータ収集に取り組んでいる。このため、地下水涵養ポテンシャルの計算に向けた流域の雨水貯留量の計算自体に着手ができていないが、相手国側のデータを利用する際に直面すると思われる問題点を事前に想定し、それを解決する方法論の検討を日本側では進め、現在のところ良好な結果を得ている。

### 2.3. 「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

昨年構築した土砂災害ポテンシャル推定モデル用いて、再現期間5年の豪雨に対するタイ国全土のハザードの推定を行う。タイ側では、このモデルをタイ王立灌漑局に移植し、典型的な降雨に対してハザードの推定を行う。カセサート大学は、昨年設置したクラビ県のカオパノン山においてリアルタイムに土石流を知らせるシステムのテスト運用を継続する。さらに、このモデルに対して CMIP5 の 3 モデル

(MIROC5、MRI-cgcm3、GFDL-esm2g)、各 5 シナリオ (hs1、261、451、601、851) の GCM データを用い、現在気候、近未来、中未来、遠未来気候として、1900-2006、2006-2035、2036-2065、2066-2095 年の時期をそれぞれ用いて解析を行う。将来の水資源影響評価に関する研究は、人口や生活用水、灌漑取水量などの基礎データの収集をチャオプラヤ川上流域に範囲を広げて実施し、将来の水逼迫度の算出のための準備を整える。熱帯豪雨下での洪水・渇水ポテンシャル推定に関しては、衛星画像を利用した広域洪水・渇水ポテンシャル推定手法の開発のために、衛星データからの浸水域抽出と渇水指標の作成を試みる。また、その際、気象データを組み合わせることで広域洪水・渇水ポテンシャル推定手法を開発する。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、気候変動によりサトウキビの生産量がどのように変化するかを推定するために、領域気候モデルの実習を行い、必要となる将来気候変動の水文気象データを作成する。海岸侵食評価に関しては、カセサート大学ではブルン式をタイ国全土に適用し、将来の海浜侵食を評価する。また、東北大学では、クラビとパタヤ周辺の海岸において、継続詳細海浜計測を実施し、侵食の傾向を把握する。水循環情報統合システムに関しては、カセサート大学に構築した水循環・水資源モデルの統合を担うデータ統合システムと、タイ気象局およびタイ王立灌漑局に構築した観測データの統合を担うデータ集積システムの統合およびインタフェースの開発に取り組み、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、当初の予定通りに土砂災害ポテンシャル推定モデルをタイ国全土に適用した(右図)。全ての GCM において現在、近未来、中未来、遠未来を比較した場合、南部のマレー半島において変化が見られた。斜面災害記録を検証するとタイの斜面災害は北部と南部で生じている。南部であるマレー半島中央部において、全てのモデルで程度の差はあるが、発生確率が変化している。発生確率 70%以上が示された危険度の高い地域は、北部山岳域(チェンマイ県、パヤオ県、ナーン県)、中西部山岳域(ターク県、カンチャナブリ県)、マレー半島西部(ラノー県、パンガー県)、マレー半島中央部(ナコーンシータンマラート県)である。危険度が高い地域を中心として、その周辺地域も将来的な降雨の増加に伴い発生確率が増加する傾向にある。今回の結果から将来降雨の増加に伴い発生確率が増加することが確認できた。

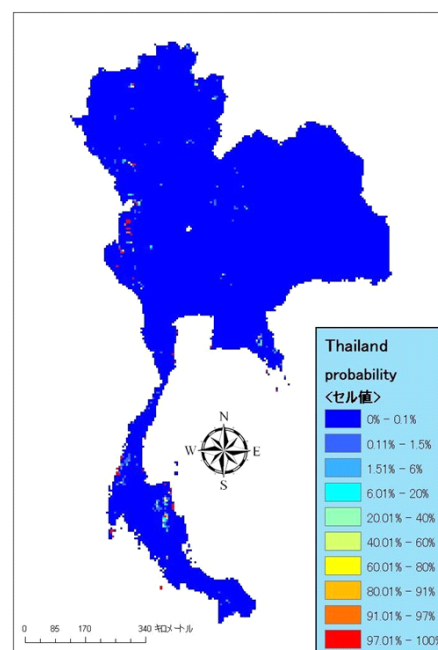


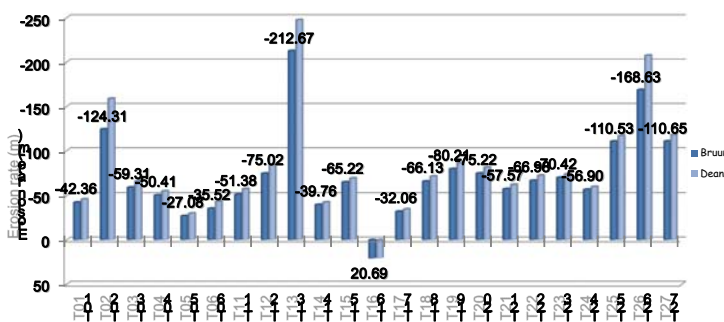
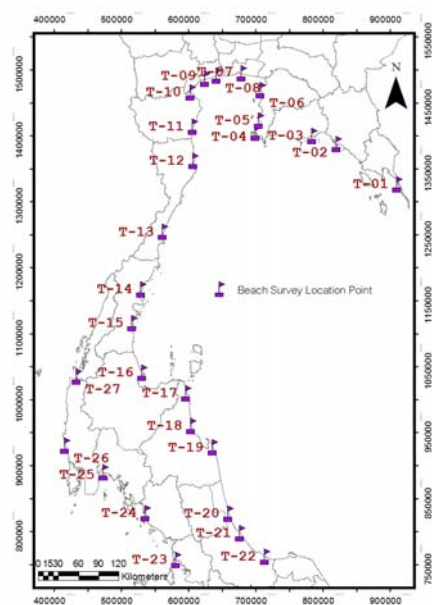
図 面崩壊発生確率分布(再現期間 5 年、MIROC5、近未来)

将来の水資源影響評価に関する研究は、人口や生活用水、灌漑取水量などの基礎データの収集をチャオプラヤ川上流域に範囲を広げて実施した。また、使用可能な水資源量の推定のために必要となる雨量などの気象データを将来予測モデルの出力値をダウンスケーリングしその値の妥当性を評価した。さらに土地利用の変化を推定し、灌漑取水量の推定手法の改良を行った。その結果、将来の水逼迫度の算出のための準備を整えた。

熱帯豪雨下での洪水・濁水ポテンシャル推定に関しては、本年度は、衛星データによる浸水域抽出手法の開発とともに、気象データによる濁水ポテンシャルを評価するための濁水指標を作成した。今後は、衛星データと気象データによる洪水・濁水指標を組み合わせることで広域推定手法を開発する。

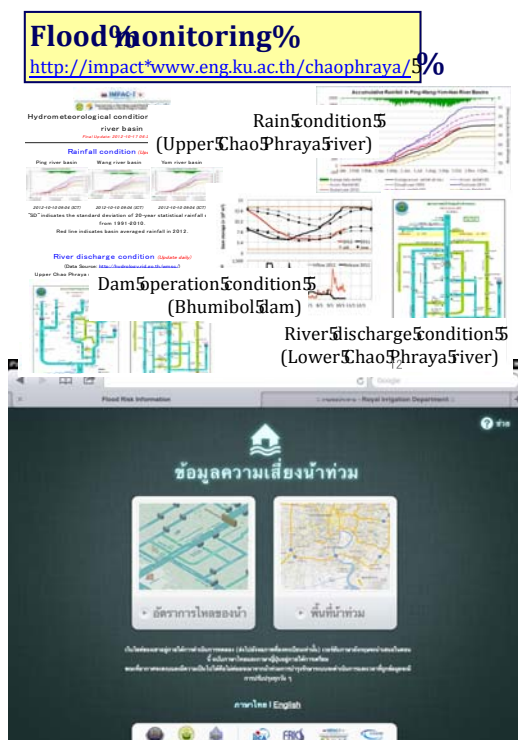
気候変動による水循環変動が作物生産へ与える影響評価に関しては、気候変動によりサトウキビの生産量がどのように変化するかを推定するために必要な将来気候変動の水文気象データを作成した。

海岸侵食評価に関しては、海浜侵食モデルを予定通りにタイ国全土に適用した。年 1.2mm の海面上昇と波浪、沿岸土砂のデータから 100 年後の海岸後退長さを求めた(下図)。その結果、Baan Groom Beach(T13)、Thai Muang Beach(T26)の侵食の大きいことが明らかになった。また地盤沈下の影響が大きいことが示された。



左図 モデル対象地域。 右図 海面上昇 1.2mm 年(IPCC 2007)による 100 年後の沿岸侵食量(m)

水循環情報統合システムの構築に関しては、カセサート大学に構築した水循環・水資源モデルの統合を担うデータ統合システムと、タイ気象局およびタイ王立灌漑局に構築した観測データの統合を担うデータ集積システムの統合およびインターフェースの開発に取り組み、試験使用を開始している。今後、新たにサーバを投入するとともに、気候変動データアーカイブシステムの開発に取り組み、最終成果物である水情報統合システムを完成させる予定である。また、2011 年チャオプラヤ洪水で明らかになった問題は、例年の洪水とは違う、という点に気づくのが遅れたことであったことより、週積算雨量、日流量、ダム操作状況を目視できるリアルタイム洪水モニタリングシステムを開発した。さらに、JICA チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクトにて河川情報センターと連携して早期洪水予警報システムを開発した。今後、土砂災



害などの早期災害予警報システムの開発に取り組み、最終成果物である早期災害予警報システムを完成させる予定である。

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、タイ王立灌漑局にタイ国の降雨データを地図化するツール、降雨に対するタイ全土の斜面災害ハザード推定ツール、画面出力ツールを移植した。また、タイ国と日本で行ったワークショップを通じて、利用の仕方や改良点について情報交換をした。

熱帯豪雨下での洪水・濁水ポテンシャル推定に関しては、衛星画像に対する解析技術を移転した。

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、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。

海岸侵食評価に関しては、カセサート大学の研究者を招へいしブルン式のモデルの指導を行い、2度の訪タイでは現地観測を実施し、モデルの精度向上に努めた。

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、2011年チャオプラヤ洪水で明らかになった問題は、例年の洪水とは違う、という点に気づくのが遅れたことであったことより、週積算雨量、日流量、ダム操作状況を目視できるリアルタイム洪水モニタリングシステムを開発した。さらに、JICA チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクトにて河川情報センターと連携して早期洪水予警報システムを開発した。

### 3. 成果発表等

#### (1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 6 件、国際 7 件 内 accepted 1 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 11 件、海外 52 件)
- ③ 論文詳細情報

- 1) P. Polsan, D. Komori, S. Patamatamkul, M. Aoki, W. Kim. 2009: Practical Estimation of Evapotranspiration in Rice Cultivation in Thailand. *Hydrological Research Letters* 3: 41-44.
- 2) Ito, M. and T. Satomura, 2009: The interannual variation of intraseasonal oscillation linked with the Indian Ocean Dipole Mode. *SOLA*, 5, 69-72.
- 3) Wonsik Kim, Daisuke Komori, and Jaeil Cho. 2009: The characteristic of relative error in eddy covariance measurements and its application to data quality control in rainfed paddy field. *Journal of Agricultural Meteorology*, 65, 201-207.
- 4) 横尾善之, 沖大幹, 2010: 流域の気候・地形・土壌・地質・土地利用が河川の流況に与える影響. 土

木学会水工学論文集, 第 54 卷, pp.469-474.

- 5) D. Thanapatay and S. Malaikrisanachalee, 2010: Development of Data Logger Based on Embedded System with Wireless sensor Network for Hydrological Monitoring System. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 5-12.
- 6) C. Jaikaeo and T. Srinark, 2010: Sensor Network Architecture and Its Applications in Telemetry Systems. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 13-15.
- 7) V. Surapipith and Hansa Vathananukij, 2010: Upper Air Profiles in Thailand Eastern Seaboard 2010. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 19-26.
- 8) S. Tonjan and H. Vathananukij, 2010: An Investigation of Participation Prediction Results of the Public Domain System Model (WRF). *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 27-34.
- 9) C. Ekkawatpanit and B. Buranet, 2010: Assessment of The Climate Change Effect on Annual Runoff. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 35-40.
- 10) K. Suwanprasert and H. Vathananukij, 2010: Spatial Analysis and Drought Risk Determination in Thailand. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 41-47.
- 11) S. Budhakooncharoen, 2010: Impacts of Climate and Land Cover Changes on Hydro-meteorological Tendency. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 49-56.
- 12) S. Tantanee, 2010: GIS Based Probability Technique for Z-R Relationship Analysis. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 57-63.
- 13) B. Bidorn and H. Vathananukij, 2010: The Discrepancy of Overland Wind and Overwater Wind. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 65-70.
- 14) S. Seto, 2010: The Algorithms and Application for Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMap). *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 71-78.
- 15) N. Hanasaki, 2010: A Brief Review of Development and Application of H08, A Global Water Resources Model. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 79-90.
- 16) T.J. Yamada, M.I. Lee, M. Kanamitsu and H. Kanamaru, 2010: Diurnal Characteristics of Summertime Rainfall over North America using the Regional Spectral Model to Dynamically Downscaling. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 91-96.
- 17) M. Sugino and T. Satomura, 2010: Long-live Typhoons over Indochina. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 97-104.
- 18) W. Kim, D. Komori and J. Cho, 2010: Long-term Analysis and Averaging Timescale Analysis of Fractional Uncertainty on Eddy Covariance Measurement. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 105-112.
- 19) S. Kanae, T. Homdee, Y. Iseri, Y. Shibuo and K. Pongpu, 2010: A Review of Bias Correction Methods for The Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources in Thailand. *Journal of Research in Engineering Technology*, Vol. 7 (3), 113-118.
- 20) K. Ono, S. Kazama, S. Kawagoe, 2010: Analysis of the risk distribution of slope failure in Thailand by the use of GIS data. *Environmental Hydraulics*, Vol.2, pp.1189-1194.
- 21) Nobuaki Tanaka, Koichiro Kuraji, Chatchai Tantasirin, Hideki Takizawa, Nipon Tangtham and Masakazu Suzuki, 2011: Relationships between rainfall, fog and throughfall at a hill evergreen forest



- site in northern Thailand. *Hydrological Processes*, 25(3), 384-391.
- 22) Watanabe, S., D. Komori, M. Aoki, W. Kim, S. Boonyawat, P. Tongdeenok, S. Prakarnrat, and S. Baimoung, 2011: Estimation of daily solar radiation from sunshine duration in Thailand. *J. Meteor. Soc. Japan*, 89(1A), 233-242.
- 23) Yokoi, S., Y. Nakayama, Y. Agata, T. Satomura, K. Kuraji, and J. Matsumoto, 2011: The relationship between observation intervals and errors in radar rainfall estimation over the Indochina Peninsula. *Hydro. Processes*, DOI: 10.1002/hyp.8297.
- 24) 小野桂介, 風間聡, 2011: 東南アジア熱帯地域における降雨極値の空間解析. *水工学論文集*, 第55巻, pp.S283-S288.
- 25) 山田朋人, 呉修一, 2011: 保水能効果を有する降雨流出予測手法の高精度化に向けた陸面モデルの活用. *土木学会論文集 G*, 67, 91-96.
- 26) 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.
- 27) Kim, W., D. Komori, and J. Cho, 2011: Characteristics of fractional uncertainty on eddy covariance measurement. *Journal of Agricultural Meteorology*, 67:163-171.
- 28) 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.
- 29) 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.
- 30) 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.
- 31) 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.
- 32) 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), L55-L60.
- 33) 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.
- 34) 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.
- 35) 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.
- 36) 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.
- 37) 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.
  - 38) 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*.
  - 39) Budhakooncharoen, S., 2011: Water Resources Engineering and Drought Crisis in Thailand. *National Civil Engineering Conference*.
  - 40) 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.
  - 41) 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*, pp.49–56.
  - 42) 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.
  - 43) 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.
  - 44) 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.
  - 45) 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.
  - 46) 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.
  - 47) 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.
  - 48) 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.

- 49) 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.
- 50) 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.
- 51) Daisuke Komori, Shinichirou Nakamura, Masashi Kiguchi, Asako Nishijima, Dai Yamazaki, Satoshi Suzuki, Akiyuki Kawasaki, Kazuo Oki and Taikan Oki, 2012: Characteristics of the 2011 Chao Phraya River Flood in Central Thailand. *Hydrological Research Letters*, 6, 41-46.
- 52) 川崎昭如, 小森大輔, 中村晋一郎, 木口雅司, 西島亜佐子, 沖一雄, 沖大幹, 2012: 2011 年タイ洪水における緊急災害対応: 政府機関の組織間連携と情報共有に着目して. *地域安全学会論文集*, 17, 1-9.
- 53) Aksara Putthividhya and Kenji Tanaka, 2012. Optimal Rain Gauge Network Design and Spatial Precipitation Mapping based on Geostatistical Analysis from Colocated Elevation and Humidity Data. *International Journal of Environmental Science and Development*, vol.3, no.2, pp.124-129.
- 54) Y. Yokoo, S. Kazama, 2012. Numerical investigations on the relationships between watershed characteristics and water balance model parameters: searching for universal relationships among regional relationships. *Hydrological Processes*, 26, 843-854, doi: 10.1002/hyp.8299.
- 55) 小野桂介, 風間聡, 手塚翔也, 2012: タイ王国ペチャブン県における降雨に伴う表層崩壊ハザードマップの作成, *土木学会論文集 G(環境)*, Vol.68, No.5, I\_273-I\_278.
- 56) 小野桂介, 風間聡, 2013: 統計的および力学的解析手法を用いた豪雨時の表層崩壊危険度評価, *土木学会論文集 B1(水工学)*, Vol.69, No.4, I\_925-I\_930.
- 57) K. Suwanprasert, S. Seto, S. Kaewrueng, 2013: Intergrated drought risk indices from climate based and satellite based observation for agricultural drought monitoring in Thailand. *土木学会論文集 B1(水工学)*, Vol. 69, No.4, I\_25-I\_30.
- 58) 北野慈和, 山田朋人, 泉典洋. 2012: 大気密度成層における擾乱の発達過程, *土木学会論文集 G(環境)*, Vol.68, No.5, I\_205-I\_210.
- 59) Suseno, Dwi Prabowo Yuga, T. J. Yamada. 2012: Two-dimensional threshold-based cloud-type classification using MTSAT data, *Remote Sensing Letters*, Vol. 3, No. 8, pp. 737-746.
- 60) 山原康希, 山田朋人, Y. Pokhrel. 2013: 全球気候モデルにおける人間活動の影響を考慮した陸面初期値が準季節予報スキルに与える効果, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 57, I\_1807-I\_1812.
- 61) 渡部大和, 山田朋人, D. P. Y. Suseno. 2013: MTSAT による輝度温度情報から作成した東南アジアにおける雲の気候特性, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 57, I\_301-I\_306.
- 62) Yamada, T. J. and Y. Hata. 2013: Frequency of atmospheric blocking associated with meridional surface temperature characteristics in boreal winter in the mid-latitudes, *Annual Journal of Hydraulic Engineering*, JSCE, 57, I\_397-I\_402.
- 63) Yamada, T. J., S. Kanae, T. Oki, and R. D. Koster.: Seasonal Variation of Land-Atmosphere Coupling Strength over the West African Monsoon Region in an Atmospheric General Circulation Model. *Hydrological Sciences Journal* (accepted).

## (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
- 早期災害予警報システムの開発

### (4) 「研究成果の社会実装」

① 研究者グループリーダー名： Nontawat Junjareon（カセサート大学・前工学部長）

#### ② 研究項目

- システムの継続的な安定運用
- システムの入力となる観測データの準リアルタイムでの収集

- 気候変動のリスク影響評価に係る資料作成
- 早期災害予警報システムの開発
- リーフレットの作成、洪水セミナーの開催など、科学的な政策決定につながる有効かつ継続的な討議と認知の場の開催

以上