

5.3 総合的な洪水・水資源管理を支援する基盤システムの開発

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：水災害研究グループ

研究担当者：岩見洋一、津田守正、佐山敬洋、
宮本守、杉浦愛、山崎祐介、Liu
Tong

【要旨】

水災害リスクマネジメント国際センター（以下、ICHARM）では、精緻な水文情報を得ることが困難な流域においても、洪水被害の軽減のための洪水予警報を可能にするため、総合洪水解析システム（IFAS）の開発を行っている。当該研究では、IFAS の解析精度を向上させるため、モデル定数設定手法の標準化、低水流出解析・長期流出計算に適した解析エンジンの開発、高度な治水・利水施設操作を反映するモジュールの構築、CommonMP（Common Modeling Platform）を活用した拡張性の高い流出解析システム構築などの目標を掲げ、総合的な洪水・水資源管理の基盤システムを開発している。平成 26 年度は、蒸発散、融雪の計算機能の追加、操作性向上のための機能追加を行った。さらに、インダス川を対象とした洪水予警報システムの構築など、アジアの河川への導入を進めた。

キーワード：IFAS、統合的水資源管理、蒸発散、融雪

1. はじめに

ICHARM は、分布型流出解析モデルを基盤として洪水予警報システムを構築することができる、IFAS(総合洪水解析システム)を開発してきた¹⁾。当該研究は、IFAS を基本として、洪水対策とあわせて渇水対策、統合的水資源管理にも資するため、総合的な洪水・水資源管理を支援する基盤システムの開発を目指している。

平成 26 年度は、蒸発散、融雪の計算機能、操作性向上のための機能追加を行った。蒸発散、融雪については、気温、放射等のグローバルデータ、現地観測データを用いて、蒸発散量、融雪量が計算できる機能を IFAS に導入した。さらに、アジアの河川への IFAS の導入を進め、平成 26 年 6 月からは、パキスタン国インダス川流域において、IFAS と RRI を結合した洪水予警報システム（Indus-IFAS）を構築し、本格運用が始まった。

2. 主要な気候区分・土地条件に適応した水文過程のモデルパラメータ設定手法の標準化

IFAS では、インターネット上に公開されている、標高、土地利用等のグローバルデータを用いて、流出解析モデルを構築する機能が搭載されている。ISCGM (International Steering Committee for Global Mapping)により提供されている、Global Map

標高データ（Elevation）、土地利用データ（Land Cover)のバージョンアップに対応して、インポートできる標高、土地利用データを追加した。

新たに追加したのは、標高については Global Map (Elevation) ver.1 及び ver.2、土地利用については Global Map (Land cover) ver.1 及び ver.2 である。表-1、表-2 に追加したデータの概要を示す。

表-1 Global Map (Elevation) の概要

	Version 1	Version 2
データ	GTPO30	GMTED2010
ソース		GLCNMO (Sea & Water)
解像度	30 秒 (約 1km)	15 秒 (約 0.5km)

表-2 Global Map (Land Cover) の概要

	Version 1	Version 2
データ	MODIS data 2003	MODIS data 2008
ソース	(Terra)	(Terra & Aqua)
解像度	30 秒 (約 1km)	15 秒 (約 0.5km)

3. 低水解析、長期流出解析モジュールの開発

3.1 蒸発散、融雪の計算機能の開発

これまでの IFAS においては、蒸発散量は、過去 30 年間のグローバルデータを用いて推定した、月平均蒸

発散量を、メッシュ毎に考慮する機能が搭載されていた。これに加えて新たに、気温、放射量等の観測データ、グローバルデータを基に、Hamon 法または FAO Penman-Monteith 法により蒸発散量を計算する機能を開発した。これにより、小雨時等も含めて、長期的な河川流出をより精度良く再現することが可能となる。

また、これまで、IFAS には融雪量を計算する機能が搭載されていなかった。そこで新たに、Degree-Day 法または熱収支法を用いて、融雪量を計算する機能を開発した。

3.2 蒸発散量計算機能の概要

蒸発散量は、Hamon 法、FAO Penman-Monteith 法による計算機能と、観測によって得られた蒸発散量をインポートする機能を導入した。

Hamon 法は、気温を用いて、蒸発散量を計算する経験的な手法であり、FAO Penman-Monteith 法は、気温、相対湿度、風速、気圧、放射等、日照時間、アルベド等を用いて計算を行う。これらの手法では、季節、土地利用、土壌の湿潤状況等に応じて算出した係数により、植生や、植物の生育状況、土壌の湿潤状況による蒸発散量の変化を考慮できる。

図-1 に示すように、IFAS を使って、Web 上に公開されているグローバルデータ (NCEP、MODIS) を、簡単にダウンロードすることができ、観測データについても IFAS のインターフェースを通じてインポートすることができる。

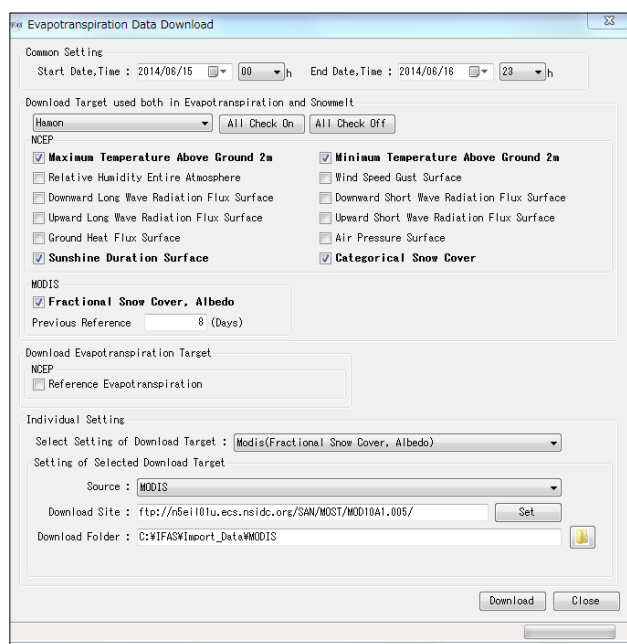


図-1 データダウンロード用ウィンドウの表示例

3.3 融雪量計算機能の概要

融雪量は、Degree-Day 法、熱収支法を用いて計算する機能と、観測等で得られた融雪量をインポートする機能を導入した。

Degree-Day 法については、気温、アルベド、放射を考慮して計算する。熱収支法は、気温、相対湿度、風速、気圧、放射等、日照時間、アルベド等を用いて計算を行う。

計算に必要なデータは、蒸発散量と同様に、観測データ、または、Web 上に公開されているグローバルデータを、IFAS のインターフェースを通じてインポートすることができる。

図-2 に示すように、計算結果は、グラフによる時系列や、平面分布を表示することができる。気温、風速等のインポートデータについても、同じように表示することができる。

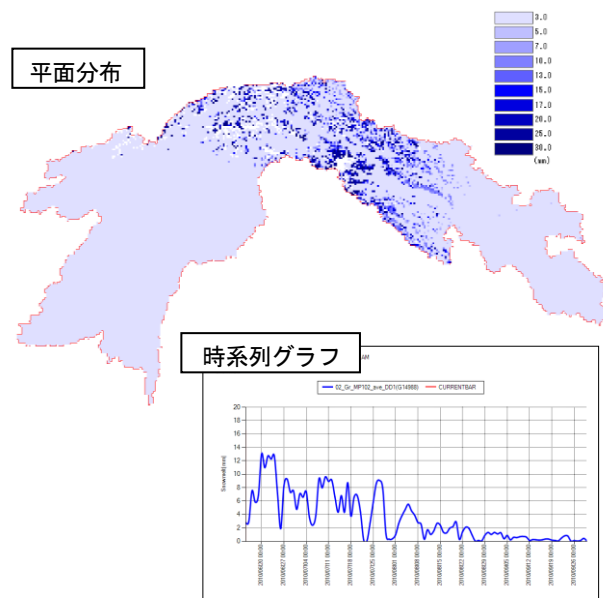


図-2 融雪量の計算結果の表示例 (インダス河流域)

図-3 にインダス川上流域の Partab Bridge 地点における、IFAS による河川流量計算結果を示す。青色は融雪を考慮しない場合の計算結果であり、緑色は、Degree-Day 法 (気温を考慮) により、融雪量を計算したものである。河川の流量観測、降雨量の観測精度に課題も有り、融雪量を考慮した場合でも、ピーク付近については過小評価しているが、融雪を考慮しない場合に比べて、出水初期の再現性が向上している。

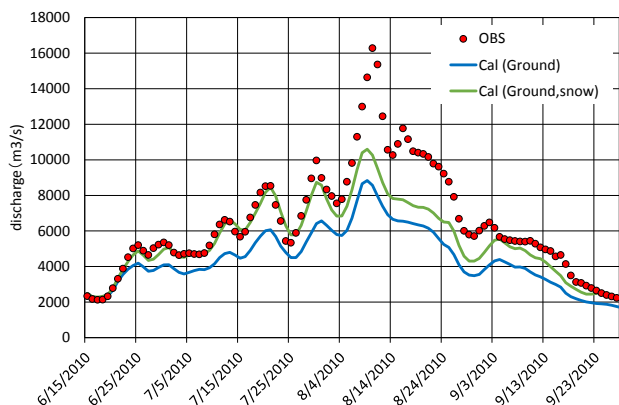


図-3 融雪を考慮した場合の河川流量の計算例
(インダス川・Pertab Bridge 地点)

インダス川上流域のように、7,000m を超える高山地帯が含まれる場合、融雪が長期的な河川流出に影響し、また、モンスーン期間中の洪水対応においても無視することはできない。5 章に示すように、平成 23 年度から平成 26 年度にかけて、UNESCO パキスタンプロジェクトの一環として構築した、インダス川における洪水予警報システム (Indus-IFAS) においては、観測河川流量やダム地点の放流量を境界条件として与え、下流側の河川流量を計算することにより、融雪の影響を、極力抑える工夫がなされた。しかし、洪水予測のためのリードタイムの延長や、ダム地点等の流入量予測精度を向上し、より効果的なダム等の運用に資するためにも、融雪量を考慮することが求められている。今回の、融雪量計算機能の導入は、こうした流域における、将来的な洪水対応能力の向上にも貢献するものと思われる。

4. はん濫や潮位の影響を考慮した低平地流出解析機能モジュールの開発

現在の IFAS では、地形データ (DEM) をメッシュサイズにあわせて平均し、メッシュ間の勾配差により、河道網を自動的に抽出する機能が導入されている。この機能では、標高差の小さい低平地等において、実際の河道網が、うまく作成できない場合があり、手作業で地形データの標高を修正する必要がある。そこで、河道モデルの作成を効率化するため、Web 上で公開されている河道網データ (Shape ファイル) を用いて、効率的に河道モデルを作成する機能を構築した。

利用できる河道網データは、全世界を対象として提供されている、HydroSHEDS (River Network) と、国内を対象に提供されている、国土数値情報

(JPGIS2.1、流路、河川) とした。これらの河道網にあわせて、IFAS にインポートした地形データの標高を自動的に修正し、河道モデルが効率的に作成できるようにした。

図-4 に、インダス川を対象に河道網を作成した例を示す。HydroSHEDS の河道網 (全域の緑線) をもとに、赤色の範囲の標高が修正され、IFAS の河道モデル (流域内の青線) が作成されている。

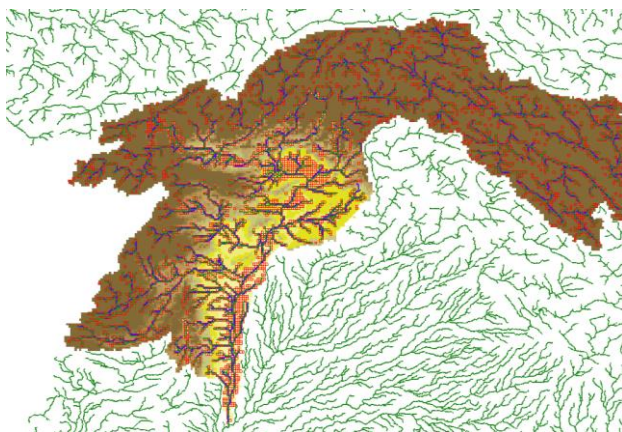


図-4 インターネット上で公開されている河道網データ (全域の緑線) をもとに、IFAS の河道モデル (流域内の青線) を作成する機能 (インダス川事例)

5. アジアの河川をモデルケースとした統合水資源管理への適用性検証

ICHARM では、平成 23 年度から平成 26 年度にかけて、UNESCO パキスタンプロジェクトの一環として、インダス川流域を対象とした洪水予警報システム (Indus-IFAS) を構築し、同国パキスタン気象局に導入した²⁾。図-5 に示すように、Indus-IFAS では、ICHARM で開発を進めている 2 つの流出解析モデル、IFAS と、降雨流出氾濫モデル (RRI)³⁾ を組み合わせて構築した。IFAS は山地域から河川への流出を主な解析対象としており、こうした範囲におけるリアルタイム洪水予測に適しているものの、低平地における氾濫を計算することはできない。一方、RRI は降雨流出・洪水氾濫を一体的に解析することが可能であり、インダス川下流の平地部における氾濫の影響を解析することが可能である。IFAS、RRI を組み合わせてリアルタイムの洪水予警報システムを構築したのは、インダス川流域がはじめてである。

インダス川流域では、地上雨量計による観測網がまだ不十分であり、人工衛星で観測された雨量の精度にも課題がある。そのため、入力情報として観測降雨量をそのまま用いるだけでは、洪水予警報に必要とされ

る精度の河川流量予測を行うことは困難である。また、インダス川に導入した IFAS では、上流域の融雪量を計算することができない。

そこで、広大な流域面積を有するインダス川において、より精度良い洪水予測を行うため、モデルの入力情報として、降雨データだけではなく、観測された河川流量を用いることとした。上流で観測された河川流量を用いて、その地点より下流の流出解析を順次行うことで、可能な限り計算精度を向上させる工夫を行った。

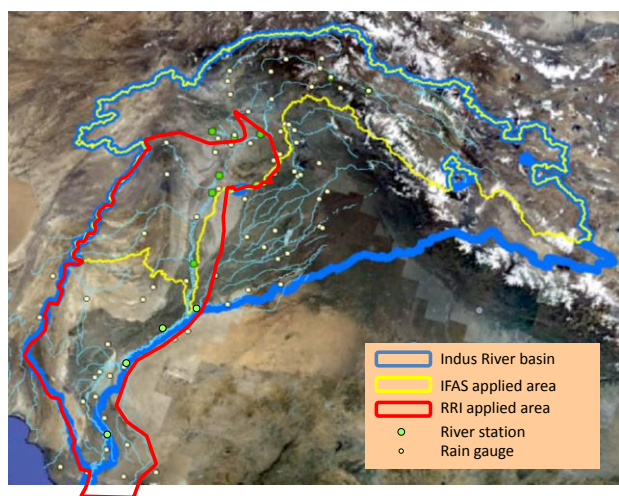


図-5 Indus-IFAS のモデル対象範囲

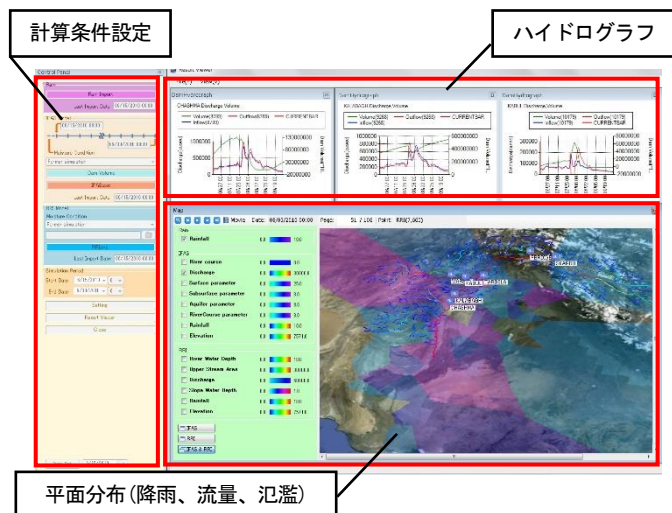


図-6 Indus-IFAS のインターフェース

図-6 に、Indus-IFAS のインターフェースを示す。インダス川全域の洪水予測結果を、ビジュアルに分かりやすく表示する機能を備えている。降雨や河川流量といった、解析に必要な情報の設定画面と、地点ごと

の雨量や流量の時系列を表示するハイドログラフ、流域全体の降雨や河川流量、氾濫状況等の平面分布が一目で把握できるように配置されている。

6. まとめ

当研究は、IFAS の解析精度を向上させるためのモデルパラメータ設定手法の標準化、低水流解析・長期流出計算に適した解析エンジンの開発、高度な治水・利水施設操作を反映するモジュールの構築、CommonMP (Common Modeling Platform) を活用した拡張性の高い流出解析システムの構築、総合的な洪水・水資源管理の基盤システムの開発を目標としている。

平成 26 年度は、蒸発散、融雪の計算機能の追加や、操作性の向上のため、以下の機能追加を行った。

- ・インポート可能な標高、土地利用データを追加した。
- ・気温、放射等のグローバルデータ、観測データを用いて、蒸発散量、融雪量が計算できる機能を導入した。解析に必要なグローバルデータは、IFAS のインターフェース上で、Web を通じてダウンロードできる。
- ・標高差が小さい低平地等において、実際の河道形状にあわせて、簡単に河道モデルが作成できるよう、Web 上で公開されている河道網データをもとに、河道モデルを作成に活用できる機能を構築した。

今後は、CommonMP 上で動作する機能の開発を計画している。また、アジア河川（インダス川、カガヤン川、ソロ川流域等）への適用性を検証し、さらなる機能改良の方向性を整理する予定である。国内外への普及を拡大するため、国内、アジアにおける研修・普及活動についても継続する。

参考文献

- 1) 杉浦友宣・馬籠純・川上貴宏・小澤剛・深見和彦：人工衛星観測雨量を利用した洪水予測システム(IFAS)の開発，国土交通省国土技術研究会報告，pp.165-170，2009。
- 2) 津田守正・杉浦愛・佐山敬洋・岩見洋一：インダス川流域を対象とした洪水予警報システムの構築，土木技術資料 2014 年 11 月号，pp. 34-37，2014。
- 3) 佐山敬洋・岩見洋一：降雨流出氾濫 (RRI) モデルの開発と応用，土木技術資料，2014 年 6 月号，pp. 18-21，2014。

DEVELOPMENT OF FUNDAMENTAL SYSTEM FOR INTEGRATED FLOOD MANAGEMENT AND INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Water related disaster research group

Author : Yoichi IWAMI

Morimasa TSUDA

Takahiro SAYAMA

Mamoru MIYAMOTO

Ai SUGIURA

Yusuke YAMAZAKI

LIU Tong

Abstract : ICHARM is developing the “Integrated Flood Analysis System: IFAS”, which enables to forecast flood events in insufficiently gauged river basins. This research program aims to further develop of a system for integrated flood and water resources management. In FY2014, we developed additional IFAS analysis functions of evapotranspiration and snow melt, and functions to improve operability. IFAS was applied to the Indus river basin as a flood forecasting system, Indus-IFAS, in which IFAS was combined with Rain-Runoff-Inundation (RRI) model, can make it possible to take in account inundation effect in a flood plain.

Key words : IFAS, Integrated water resources management, evapotranspiration, snow melt