

## 1.3 人工衛星情報等を活用した洪水予警報のための基盤システム開発に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 20

担当チーム：水災害研究グループ（水文）

研究担当者：深見和彦、杉浦友宣、猪股広典

### 【要旨】

本研究は、発展途上国など水文情報が乏しい流域において効率・効果的に洪水システムの配備が行われるよう、人工衛星により観測された雨量データを用いて洪水予測を行う基盤ツールの開発を行うものである。これまでに、人工衛星による雨量データの精度検証を行うとともに、これを用いた総合解析システム(IFAS)Ver1の開発を行っている。平成 20 年度は、主に人工衛星雨量データの補正方法の開発と総合解析システムへの実装、計算結果の汎用地理情報システムへの出力機能の追加、流出解析エンジンの追加等を行い、総合解析システム(IFAS)Ver1.2を作成した。また、発展途上国からの参加者を招いて、衛星観測雨量の利用方法やこれを利用した洪水予警報システムの構築に関する研修を実施し、研究成果の PR を行った。

キーワード：発展途上国、洪水予警報、人工衛星雨量データ、分布型流出モデル、総合洪水解析システム

### 1. はじめに

近年、世界的に洪水による災害が増加しており、河川整備が十分に進んでいない発展途上国においては、その被害軽減のために、予警報システムの配備が求められている。しかしながらこれらの国々においては、洪水予測の際に必要な雨量や流量といった基礎的な水文データが不足しており、河道の整備計画の策定や洪水予警報の配備が十分には進んでいない現状にある。

このような状況の中で、近年、人工衛星から地球上の雨量を観測する技術が開発されるとともに、観測結果がインターネット等を通じて公表されつつある。本研究では、発展途上国など水文情報が乏しい地域での洪水被害軽減を目指し、洪水予警報システムの整備に関し、この人工衛星から観測された雨量データを用いた洪水予測システムの開発を行っている。研究内容としては、人工衛星で観測された雨量の精度検証やその精度向上に関する研究と、これを用いた洪水予測システムの開発との 2 つに区分できる。前者については独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同研究を行っており、共同研究の成果も含めて 2 章に示す。後者については、前年度までに実施した民間企業等との共同研究(建設技術研究所、日本工営、パシフィックコンサルタンツ、八千代エンジニアリング、建設技研インターナショナル、東京建設コンサルタント、いであ、ニュージェック、国際航業および(社)国際建設技術協会)の成果である総合洪水解析システム(Integrated Flood Analysis System: IFAS)Ver1 の

改良を行うものであり、3 章に示す。

### 2. 人工衛星雨量データの補正方法

#### 2.1 衛星降雨と地上降雨の関係性

人工衛星降雨データの中でも比較的高分解能である GSMaP\_MVK+<sup>1)</sup> (マイクロ波放射計データと赤外雲移動ベクトルを用いた時間分解能 1 時間、空間分解能 0.1 度のプロダクト、以下 MVK+) と地上雨量観測データ (以下、地上降雨) との関係性については、既往の研究<sup>2)</sup>により MVK+の方が過小評価傾向であることが報告されている。しかしその原因については不明な点が多く、かつその関係性が一律ではないことが補正を困難にしている一因ともなっている。

そこでまず、MVK+データの提供期間(2003 年 1 月～2006 年 12 月)内である 2004 年に台風による豪雨が多く、かつ地上観測施設が比較的密に配置(1 箇所/59km<sup>2</sup>)されている吉野川流域(流域面積=3,750km<sup>2</sup>、)を対象流域として MVK+と地上降雨の関係性を検討した。MVK+と地上降雨の比較方法としては、地上降雨量データが有している地形や高度の違いによる観測誤差の影響を最小限にするために、ティーセン法による流域平均雨量での検証を行うものとした。

表 1 に降雨イベント一覧表を示す。選定したイベントは 9 イベントであり、一連降雨ごとに地上降雨の最大時間雨量、総雨量、降雨継続時間を示す。

### 1.3 人工衛星情報等を活用した洪水予警報のための 基盤システム開発に関する研究

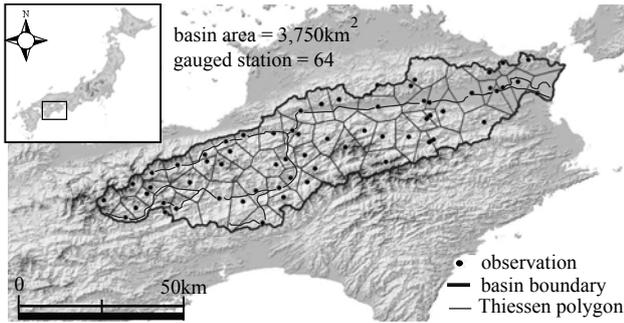


図 1 対象流域ティーセン分割図 (吉野川流域)

表 1 降雨イベント一覧表

Event No	start date (UTC+9)	max (mm/h)	total (mm)	period (h)
No.1	2003/5/30 7:00	15.0	141.2	48
No.2	2004/6/19 14:00	16.3	152.8	49
No.3	2004/7/31 0:00	18.5	188.6	24
No.4	2004/8/17 18:00	14.5	246.1	67
No.5	2004/8/30 2:00	29.7	251.7	34
No.6	2004/9/28 12:00	27.7	237.8	40
No.7	2004/10/19 0:00	45.9	392.7	51
No.8	2004/9/6 0:00	16.0	176.1	47
No.9	2004/7/31 22:00	15.6	314.4	46

地上降雨及び MVK+ とともに 1 時間単位での時間分解能を有しているが、前述した地上降雨の観測誤差や MVK+ の時間分解能誤差 (マイクロ波放射計データの観測は約 3 時間ピッチ、それ以外は補間) を考慮し、3 時間累加時間における評価を実施した。図 2 に 3 時間累加降雨における比較結果を示す。図中のプロットは各降雨イベントのピーク 3 時間累加降雨を抽出しており、降雨量の多い場合の地上降雨と MVK+(3h) の関係性を示したものである。

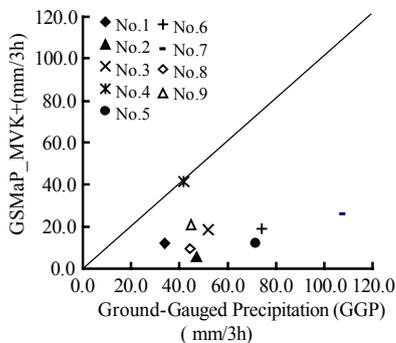


図 2 地上降雨-MVK+の関係 (3 時間累加降雨)

これによると 3 時間累加降雨と比較した場合でも概ね過小評価傾向であることがわかる。しかし、この中では No. 4 のように必ずしも過小評価でないイベントも存在し、そのことが MVK+ の補正を困難とさせており、一律のスケールリングで補正できない一因となっている。

その違いの要因の一つとしては、前線性降雨と台風性降雨の違いが考えられる。No. 4 は前線性降雨であるのに対し、他のイベントは台風性降雨であった。そこで図 3 に示すように誤差率  $\epsilon$  (式(1)) と風速について調べた (図 3 a))。台風による降雨時には吉野川流域の特徴から地形性降雨が発生している可能性がある。地形性降雨の発生要因となる地形性上昇流は簡単に示すと山地の傾斜と水平方向の風速の積で表現されるため、過小評価の要因が地形性降雨であるとすると、誤差率  $\epsilon$  と風速に関係性があると考えた。その結果、誤差率  $\epsilon$  と風速は比例することがわかった。

また、誤差率  $\epsilon$  と MVK+(3h) の流域内における標準偏差との関係について調べた (図 3 b))。一般的に、台風性降雨の場合には前線性降雨の場合に比べ時間降雨量よりも日単位降雨量が強くなる傾向がある<sup>3)</sup>。つまり短時間降雨が卓越するような変化の著しい降雨量の変化はない。加えて降雨域の移動が著しいことから、広範囲で同等の降雨量が持続すると考えられる。グリッド単位で求められる MVK+(3h) を吉野川流域に含まれる全グリッド数、35 グリッドをサンプルとして標準偏差を求め、その値が小さい場合は流域内で同程度の MVK+(3h) が算定されていることから、台風性降雨である可能性が高い。その結果、図 3 b) に示すように誤差率  $\epsilon$  と MVK+(3h) 標準偏差には反比例の関係があることがわかった。

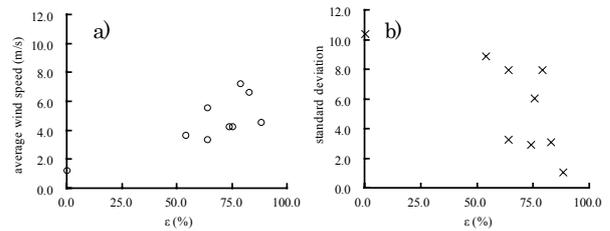


図 3 a) 誤差率  $\epsilon$  - 風速関係, b) 誤差率  $\epsilon$  - 標準偏差

$$\epsilon (\%) = \frac{R_{obs}(n) - R_{sat}(n)}{R_{obs}(n)} \times 100 \quad (1)$$

$R_{obs}(n)$ : average basin rainfall based on GGP (mm/kh)

$R_{sat}(n)$ : average basin rainfall based on GSMaP\_MVK+ (mm/kh)

$n$ : number of rainfall events ( $n=9$ )

## 2.2 補正手法の提案

### 2.2.1 補正手法の特徴

MVK+(3h)の標準偏差と誤差率  $\varepsilon$  との関係は一義的ではないことから直接補正を行うことはできない。さらに流域の平均値とのばらつきを示すため、流域面積に依存してしまう。

そこで対象とするグリッドとその周囲のグリッドにおける累加雨量との差によって降雨量の分布を表現し、その差が大きければ雨域があまり動かない前線性降雨であり、逆の場合は雨域の移動が速い台風性降雨であることを表現できるモデルを考案した。この指標ではMVK+のみを使って、各グリッド別に台風性降雨・前線性降雨の判定を行うことができるという特徴がある。

### 2.2.2 補正手法の概要

補正手法の概念図を図4に示す。式(2)、(3)に示すように累加雨量  $X_{ij}$  をもとに周囲とのグリッド  $X_{i\pm 3, j\pm 3}$  との二乗誤差をとり、平均したものを  $S_n^2$  とした。グリッドの選定は主に台風の経路を参考にし”X”パターンとした。台風は地球の自転の影響で北に向かう性質があるが、低緯度の上空では貿易風といった東風が吹いており、北西に進む。中・高緯度の上空では偏西風といった強い西風が吹いており、その後、方向転換して北東に進むことから、斜め方向の動きが多くなるためである。

また台風の移動速度はおよそ  $10\sim 100\text{km/h}$  と変動幅が大きいため、約  $30\text{km}/3\text{h}$  つまり  $k=3$  とした。また流域平均した  $S_n$  を  $\overline{S_n}$  と定義した(式(4))。これは雨域のスケールが  $10\text{km}$  程度の積乱雲から  $1,000\text{km}$  程度の中規模擾乱まで広がるものまで存在し、1グリッドだけでは雨域の移動を判別できない可能性がある理由による。

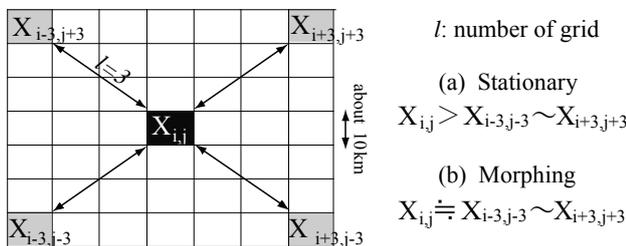


図4 MVK+を用いた補正手法の概念図

$\overline{S_n}$  は誤差率  $\varepsilon$  と関連性があると推定されるが、簡略化のために、式(5)に示す変数  $m_j$  を定義し、 $\overline{S_n}$  と  $m_j$  の関係を検討した。

$$X_{i,j} = \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k x_{i,j}(t) \quad (2)$$

$$S_n^2 = \frac{1}{4} \sum_{x=0}^1 \sum_{y=0}^1 (X_{i,j} - X_{i+6x-3, j+6y-3})^2 \quad (3)$$

$$\overline{S_n}(n) = \frac{1}{f} \sum_{r=1}^f S_n(f) \quad (4)$$

$$R_{obs}(n) = m_j \times R_{sat}(n) \quad (5)$$

$x_{ij}(t)$ : GSMaP\_MVK+ rainfall at time  $t$  (mm/h)

$X_{ij}$ :  $k$ -hour total rainfall in grid  $x_{ij}$  (mm/h)

$k$ : time period (h), here,  $k=3$

$S_n$ : GSMaP\_MVK+ morphing index (mm/h)

$\overline{S_n}$ : average of  $S_n$  in the selected basin

$f$ : number of the grids in the selected basin

$m_j$ : correction rate of MVK+ to GGP

### 2.2.3 ケーススタディ

吉野川流域において  $\overline{S_n} - m_j$  関係を作成した(図5)。No.4のような停滞性降雨の場合には、 $\overline{S_n}$  は大きく、 $m_j$  は小さくなる傾向がある。逆にNo.3のような移動性降雨の場合には逆の傾向を示す。その結果、 $\overline{S_n} - m_j$  関係は一つの曲線で表現され累加時間3時間の時 ( $k=3$ の時) に、 $\alpha=-2.7425$ 、 $\beta=6.2042$ 、 $R^2=0.848$ を示す。

また、式(6)にてMVK+(3h)を補正した結果、図6のようになり補正前に平均誤差率が64.8%であったのに対し、18.7%まで低減させることができた。

$$R_{cor}(n) = R_{sat}(n) \times 8.6 \quad \overline{S_n}(n) \leq 0.5$$

$$R_{cor}(n) = R_{sat}(n) \times [-\alpha \ln(\overline{S_n}(n)) + \beta] \quad 0.5 < \overline{S_n}(n) \leq 6.5 \quad (6)$$

$$R_{cor}(n) = R_{sat}(n) \times 1.0 \quad \overline{S_n}(n) > 6.5$$

$R_{cor}(n)$ : corrected average rainfall (mm/kh) in a selected basin

$k$ : time period (h) here,  $k=3$ ;  $\alpha=-2.7425$ ,  $\beta=6.2042$

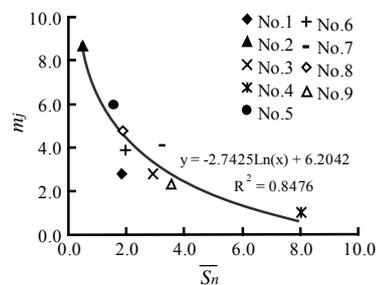


図5  $\overline{S_n} - m_j$ 関係 (吉野川流域)

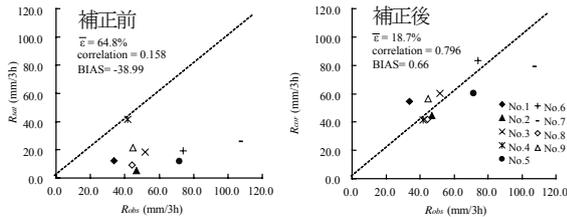


図 6 提案した補正式による MVK+(3h) 補正結果  
(吉野川流域)

### 2.3 補正式の検証

ケーススタディで算定した  $\overline{S_i} - m_j$  関係の適用性を検証した。式(2)～(6)で示される補正式は台風性降雨と前線性降雨を  $\overline{S_i}$  で判別し補正を行う式であるため、台風性降雨と前線性降雨のイベントにて検証を行う必要がある。吉野川流域では2003～2004年の降雨イベントは補正式の作成で用いたため、2005年の降雨イベントを選定し検証した。また、吉野川流域と同様に台風性降雨と前線性降雨が共に発生する流域として、川内川流域を選定し、台風性降雨イベントと前線性降雨イベントを抽出し検証を行った。

#### 2.3.1 吉野川流域

吉野川流域における2005年に発生した降雨イベントは2005年9月4日～7日に発生した台風14号のみである。一連降雨内のピークのみを対象にした場合、1イベントのみになるため、地上降雨量が30mm/3h以上の5イベントを選定した。図7(a)左に補正前の地上降雨-MVK+(3h)関係、右に補正後の結果を示す。プロットは台風性降雨と前線性降雨で区分したが、対象降雨イベントは台風性降雨のみだったため、前線性降雨は記載していない。その結果、誤差率は84.0%であったが、補正式の適用により、20.2%まで低減した。つまり、台風性降雨で過小評価であったが、補正式によって補正倍率が大きくなったことにより誤差率を小さくできた。

#### 2.3.2 川内川流域

提案した補正式が吉野川流域以外の流域についても適用が可能であるかを検証するために、川内川流域を選定した。川内川は九州の南部に位置し、吉野川同様に山地が南側に位置しており、台風時に地形性降雨が発生しやすい流域である。かつ梅雨前線による豪雨も多く、特に2006年7月の豪雨は梅雨前線が停滞し、流域内総雨量が1,200mmを越える豪雨が発生した。そのため、補正式の特徴である台風性降雨と前線性降雨の判別及び降雨量の

補正の検証に適していると考えられる。

対象降雨イベントは2004年9月に発生した台風18号と前述した2006年7月梅雨前線とし、比較的強い豪雨を抽出するため地上降雨量が30mm/3h以上の降雨イベントを選定した。2004年9月5日～12日までの間に3イベント、2006年7月18日～23日の間に8イベントであった。図7(b)左に補正前の地上降雨-MVK+(3h)関係、右に補正後の結果を示す。プロットは台風性降雨と前線性降雨で区分している。その結果、台風性のイベントの誤差率は平均75.5%であったが、補正式の適用により、平均44.3%となり過大評価傾向になった。また前線性のイベントの誤差率は平均36.4%であったが、補正式の適用により、平均10.0%まで低減した。また、前線性のイベントの補正前の誤差率と補正後の誤差率の差が26.4%であったことから、補正倍率が小さかったことがわかる。これらの結果から補正式によって降雨タイプ(台風性、前線性)の違いを表すことができ、自立的に補正倍率を変化させることが確認できた。また台風時のイベントにおいて過大評価となったが、吉野川流域で算出した補正式及び $\alpha \cdot \beta$ の値は他の流域に適用しても誤差を小さくできることが確認できた。

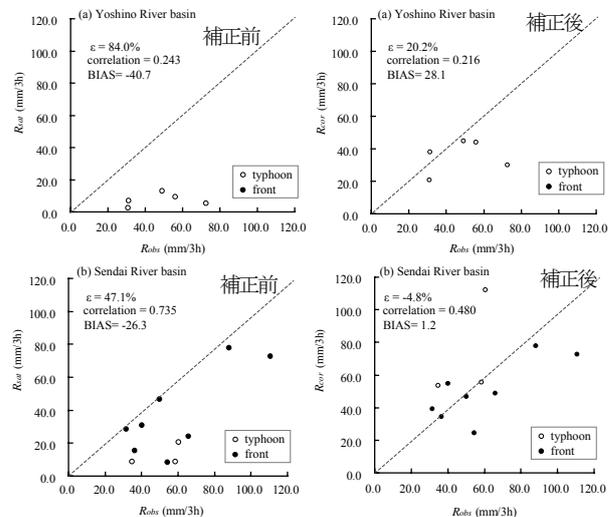


図 7 補正検証結果(上:吉野川流域, 下:川内川流域)

### 2.4 まとめ

本研究から得られた結果のまとめを次に示す。

- 1) 吉野川流域における3時間累加雨量(強雨イベント)でMVK+と地上降雨との比較を行い、過小評価傾向である一因が台風性降雨であることを確認した。
- 2) 台風性降雨の特性はMVK+(3h)の降雨量の分布変化

### 1.3 人工衛星情報等を活用した洪水予警報のための 基盤システム開発に関する研究

に関係し、それを表現することのできる  $S_n$  という指標を開発した。

- 3)  $\overline{S_n}$  (流域平均した  $S_n$ ) と補正倍率  $m_j$  との間に一義的な関係性があることから補正式を提案した。
- 4) 吉野川流域で算出した補正式を、同流域別期間及び川内川流域に適用した結果、ほぼ適用性が確認できた。

なお、この手法は強い降雨のみに適用可能であることと本格的な利用のために GSMaP\_NRT (準リアルタイムバージョン) での検証が必要であることを今後の課題としたい。

## 3. 総合洪水解析システム(IFAS)の開発

### 3.1 改良の概要

本研究プロジェクトでは、水文データの乏しい地域において、迅速かつ効率的に洪水予警報システムの構築が可能となるよう、人工衛星雨量データを活用した総合解析システム(IFAS)の開発を行っている。昨年度までに、(社)国際建設技術協会および民間企業8社との共同研究により、人工衛星観測雨量の取り込みから、流出解析モデルの作成、流出計算の実施、結果表示までの一連の機能を備えた ver1 の開発を行っている<sup>4)</sup>。今年度は、前述の衛星観測雨量の補正機能の実装だけでなく、他の降雨プロダクトの読み込み機能の追加、流出解析エンジンの追加、汎用地理情報システムへの出力機能の追加等を行い Ver1.2 としての開発を行っている。また開発したシステムについて国際学会等で発表を行うとともに、発展途上国での洪水予警報システムの配備に向け、衛星観測雨量の概要や IFAS の操作に関する研修を行っている。

以下に、主な改良機能や、研修の状況について示す。

### 3.2 改良機能

#### 3.2.1 降雨プロダクトの追加

##### ①読み込み可能な降雨プロダクト

IFAS で読み込み可能な衛星観測雨量プロダクトを表 2 に示す。前述のように JAXA から、空間解像度:0.1 度、時間解像度:1 時間、配信までの時間遅れ:4 時間という高解像度のデータ (GSMaP\_NRT) が無償で公開されており、IFAS では、これらのデータの読み込みが可能である。Cmorph については、配信までの時間が長いため、直近のデータについては Qmorph と組み合わせて利用する機能等を有している。

また 3B42RT などは、配信までの時間遅れが長いため、気象庁による全球数値予報モデル GPV (GSM) データを読

み込み、衛星観測雨量とあわせて計算に利用することも可能である。

表 2 IFAS で読み込み可能な衛星降雨プロダクト

Product name	3B42RT	CMORPH	Q MORPH	GSMaP
Builder	NASA/GSFC	NOAA/CPC	NOAA/CPC	JAXA/EORC
Coverage	60N~60S			
Spatial resolution	0.25°	0.25°	0.25°	0.1°
Time resolution	3hours	3hours	30minutes	1hour
Delay of delivery	10hours	15hours	2.5hours	4hours
Coordinate system	WGS			
Data archive	Dec. 1997~	Dec. 2002~	Recent 2days	Dec.2007~
Data source	TRMM/TMI Aqua/AMSR-E AMSU-B DMSP/SSM/I IR	Aqua/AMSR-E AMSU-B DMSP/SSM/I TRMM/TMI IR		TRMM/TMI Aqua/AMSR-E ADEOS-II/AMSR SSM/I IR AMSU-B

##### ②補正機能の追加

IFAS では、GSMaP については、先述した補正機能を実装しており、雨量データを取り込み際に補正が行われる (補正しないオリジナルデータを読み込むことも可能)。

図 8 に、川内川鶴田ダム地点における補正後の雨量を用いた IFAS の計算結果 (流量) を示す。この図によれば、3B42RT および GSMaP (補正なし) を用いた計算結果は、実測流量に対しかなり小さい値となっているが、補正後の GSMaP ではおおむね実測流量を再現できていることがわかる。なお、今回の計算ではいずれも地上観測雨量を用いてキャリブレーションした同じパラメータを用いている。

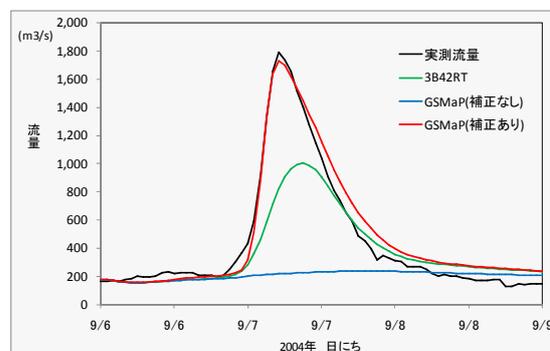


図 8 補正後の衛星観測雨量を用いた計算結果

##### 3.2.2 自動ダウンロード機能の追加

モデルの作成の際に必要な DEM、土地利用等のグローバル GIS データについて、インターネットを通じてダウンロードする機能の追加を行った。また衛星観測雨量についても、インターネットを通じてダウンロードおよびファイルの解凍を可能とした (図 9)。

### 1.3 人工衛星情報等を活用した洪水予警報のための 基盤システム開発に関する研究

から下段タンクへの浸透量”の7項目とし、KMLファイルが出力される。

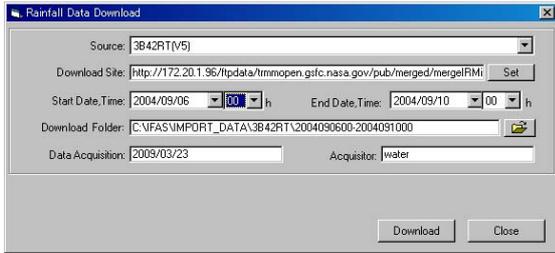


図 9 ダウンロード画面

### 3.2.3 BTOP モデルの採用

IFASver1 では、デフォルトの流出解析モデルとして土木研究所で開発された「土研分布型流出解析モデル ver2<sup>5)</sup>」のみを実装していたが、今年度、山梨大学を中心に開発された「BTOP モデル<sup>6)</sup>」を追加した。

土研分布型流出解析モデル ver2 では、各メッシュ鉛直方向の流れを2つのタンクで表現すると共に、河道の流れを Kinematic Wave 法により表現している。モデル構造が簡便でパラメータチューニングが容易という特長があり、国内では適用実績が多い。一方、The Block-wise use of TOPMODEL (BTOP Model)は TOPMODEL<sup>7)</sup>のコンセプトを拡張したものであり、山地流域のような小流域から大陸の国際河川といった大流域に適用可能な分布型モデルである。海外流域でも適用実績が豊富で、世界的に知名度が高いモデルである。

なお、現状では、両者のエンジンは統合された1つのシステムになっておらず、ユーザーは使うエンジンに応じて利用するシステムを使い分ける必要がある。

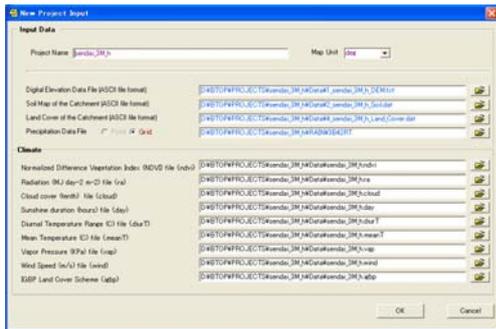


図 10 BTOP モデルによる計算条件ファイル設定画面

### 3.2.3 汎用地理情報システムへの出力機能の追加

計算結果について、利用者が認識しやすいように汎用地理情報システム(現状では Google Earth)への出力機能を実装した。出力項目については、“雨量”、“上段タンク水位”、“上段タンクからの流出量”、“下段タンク水位”、“上段タンクからの流出量”、“河道流量”、“上段タンク

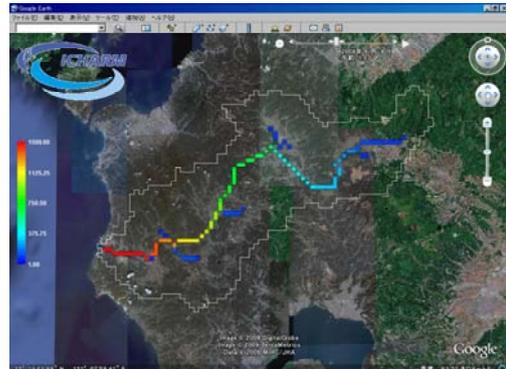


図 11 汎用地理情報システムへの出力例(川内川流量)

### 3.2.4 その他の改良内容

上記の改良に加え、利用者の意見等を踏まえ以下のような改良もあわせて実施した。

#### ①対象地域選択機能の追加

対象地域を選択する際、緯度経度の入力だけでなく、地図上から選択できる機能を追加した。

#### ②処理速度の向上

計算実施後の図面表示に関し、図化用データの作成に時間がかかっていたものを、処理内容を改善することにより操作の待ち時間を短縮した。他にも unnecessary 処理や効率の悪いプログラムについて改良を行った。

#### ③操作性の向上

IFAS を操作するにあたり各画面のレイアウトを統一するとともに、操作の統一を図るなどし、操作性の向上を図った。

#### ④欠測値補填機能

衛星観測雨量では、欠測および異常値が見られることがあるが、これに対し、値に応じて検出する機能やある一定値への置き換え、あるいは近接する値への補填機能を追加した。

#### ⑤HP からのダウンロード機能

開発したプログラムは無償で配布を行っている。この配布にあたり、ICARM の HP からマニュアルとあわせてダウンロードすることが可能である。これまでに HP からはのべ 83 件のダウンロードが行われている。

### 1.3 人工衛星情報等を活用した洪水予警報のための 基盤システム開発に関する研究



図 12 汎用地理情報システムへの出力例(川内川流量)

#### 4. 普及活動

人工衛星観測雨量の有効性や IFAS の普及を図るため、世界気象機関(WMO)の協力を得ながら国際洪水ネットワーク(IFNet)と共同で、アルゼンチン、エチオピア、キューバ、グアテマラ、ザンビア、ネパール、バングラディッシュの7カ国から7名の参加者を招き10月3日から8日にかけて衛星観測雨量を利用した洪水予警報システムの構築に関するトレーニングワークショップを開催した(エラー! 参照元が見つかりません。 )。



写真 1 トレーニングワークショップ参加者

主な研修内容は以下のとおりである。

- ・参加者による各国の洪水災害状況の報告
- ・衛星による降雨観測の概要説明
- ・TRMM および GPM プロジェクトの概要説明
- ・日本における洪水対策の概要説明
- ・GFAS の紹介
- ・IFAS の機能紹介
- ・IFAS を使ったトレーニング
- ・参加者による今後の検証計画の検討と説明
- ・現地見学(荒川上流河川事務所および浦山ダム)

また、参加者は研修後、自国の過去の観測結果を用いて衛星観測雨量や補正方法の検証を行うとともに、IFAS による流出計算を行いその検証を行っていく予定である。

トレーニング後の参加者の評価を聞いたところ、地上観測雨量を用いずに衛星観測雨量を一次補正することで、洪水解析・予測に対する衛星雨量の利用性を高めた点や、流出解析モデル構築作業を大幅に簡便化できる GIS 解析用の内部実装ツール等について高い評価を得ることができた。

今後は、こういったセミナーを開催するだけでなく、アジア水循環イニシアチブ(AWCI:GEOSS(全球地球観測システム))や、JAXA 等が推進するセンチネルアジア(アジア太平洋域の災害関連情報を共有する活動)においても、IFAS を活用した的確な洪水管理の推進を提案するなど、積極的に IFAS の普及活動を行っていく予定である。

#### 5. まとめ

本プロジェクトでは、水文情報が乏しい地域において洪水予警報システムの配備につながるよう、その基盤となる洪水予測システムの開発を行った。まず、洪水予測に不可欠であるリアルタイム観測雨量について、従来の地上観測雨量に代わり人工衛星によって観測された雨量データを用いるとともに、その精度検証や精度向上のための補正機能の開発を行った。またあわせて人工衛星観測雨量を利用するとともに汎用 GIS データを用いて流出解析モデルの作成が可能な総合洪水解析システム(IFAS)の開発を行った。作成したシステムについては、研修等を行い、普及を図るとともに HP からダウンロードできるようにしている。このように、人工衛星観測雨量を用いた IFAS を利用することにより、インターネットに接続できるパーソナルコンピューターさえあれば流出計算を行うことが可能となり、迅速かつ効率的に洪水予警報システムの構築に役立つものと考えられ

次年度以降は、本プロジェクトに引き続き別のプロジェクトにおいて、実際の流域に IFAS を適用させることに

より、各地域に応じた衛星観測雨量の精度検証や補正方法の開発、現地状況にあわせた IFAS のカスタマイズを行っていく予定である。

#### 参考文献

- 1) Ushio, T., T. Kubota, S. Shige, K. Okamoto, K. Aonashi, T. Inoue, N. Takahashi, T. Iguchi, M. Kachi, R. Oki, T. Morimoto, and Z. Kawasaki : A Kalman Filter Approach to the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) from Combined Passive Microwave and Infrared Radiometric Data, , J. Meteor. Soc. Japan, in press, 2009.
- 2) 瀬戸心太, 芳村圭, 沖大幹 : 高分解能衛星降水マップによる日本域の洪水検出能力, 水工学論文集, 第52巻, pp355-360, 2008.
- 3) 浅井富雄, 武田喬男, 木村竜治 : 大気科学講座2 雲や降水を伴う大気, 東京大学出版会, pp.140, 1983.

#### 1.3 人工衛星情報等を活用した洪水予警報のための基盤システム開発に関する研究

- 4) 気象研究所 : 台風の構造の変化と移動に関する研究—台風7916 の一生—, 気象研究所技術報告第 14 号, pp.85-94, 1985.
- 5) 杉浦友宣 他 : 衛星雨量情報を利用した洪水予測システム (IFAS)の開発, 河川技術論文集, 第 14 巻, 53-56, 2008.
- 6) 鈴木俊明, 寺川陽, 松浦達郎 : 実時間洪水予測のための分布型モデルの開発, 土木技術資料, Vol.38-10, pp.26-31, 1996.
- 7) Takeuchi K, Hapuarachchi, P, Zhou M.C, Ishidaira H, and Magome J : A BTOP Model to Extend TOPMODEL for Distributed Hydrological Simulation of Large Basins, Hydrological Processes, 2008.
- 8) Beven KJ, Kirkby MJ : A physically based, variable contributing area model of hydrology. Hydrological Science-Bulletin 24(1), pp.43-69, 1979.

## 1.3 STUDY ON THE DEVELOPMENT OF A BASIC SYSTEM FOR FLOOD FORECAST AND ALERT BASED ON THE INFORMATION PROVIDED BY SATELLITES

### **Abstract:**

The purpose of this study is to make a flood forecasting system which utilizes satellite-based rainfall data for developing countries. Until now, performing accuracy verification of satellite-based rainfall data compared with ground-based rainfall data, Integrated Flood Analysis System (IFAS) Ver1 using this had been developed. In FY2008, modification method of satellite-based rainfall data has developed and Integrated Flood Analysis System (IFAS) has improved to Ver1.2 which implements the modification function of satellite-based rainfall data, an additional run-off analysis engine and the output function to the geographic information system like Google Earth of calculation results. Moreover we invited seven engineers from developing countries and held the training seminar to learn how to use IFAS, to validate satellite-based rainfall data.

**Key words:** satellite-based rainfall data, Integrated Flood Analysis System, user-friendly interface, object oriented modeling