

ネパール西ラプティ川において気候変動が洪水流出量に与える影響の検討

(独) 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 正会員 ○廣江 亜紀子
 (独) 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 正会員 深見 和彦
 (独) 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 正会員 上野山 智也
 (独) 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 長谷川 聡

1. 背景と目的

ネパール西ラプティ川は、ヒマラヤ山岳域、中間山地域、扇状地～平野域（テライ）と大きく3つに分類されるネパール地形区分の中で、中間山地域に源を發しテライを通じてガンジス川に流入する河川である。流域面積は6500km²、流域内に5点の流量観測所をもつ。氷河の影響を受けない一方、豪雨による洪水被害をたびたび受ける（図1）。本研究は、西ラプティ川がテライに流入する氾濫原域を対象に、気候変動が洪水に与える影響を評価することを目的としている。土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センターICHARMが開発を進めている総合洪水解析システム IFAS (Integrated Flood Analysis System)¹⁾ による流出解析を行い、気候変動下における洪水流出量の変化の予測を行った。

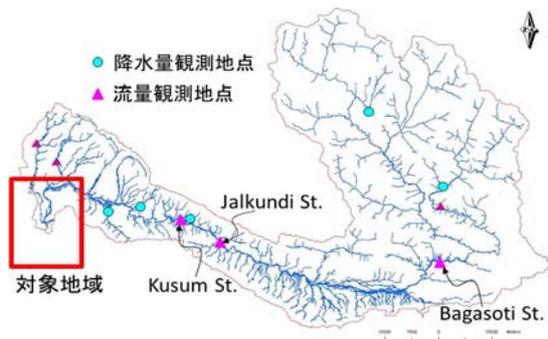


図1 西ラプティ川流域および検討対象地域

2. 検討の流れ

対象地域雨量・流量観測データは、ネパール開発研究機構（NDRI: Nepal Development Research Institute）の協力を得て収集した。検討は図2のフローに沿って行う。西ラプティ川流域内外の降雨量観測点における地上観測雨量をモデルパラメータの異なる流出モデルにそれぞれ与える。それにより得られる流出量の計算値と流域内3点の流量観測点における実測値を比較し、モデルのキャリブレーションを行う。流出モデル構築のための検証対象期間は、水文データの品質を考慮して2006～2008年とし、洪水のピーク値を適切に評価するモデルパラメ

ータセットを得る。構築した流出モデルに対して、猪股らの手法²⁾によりバイアス補正された、気象研究所開発の20kmメッシュの全球大気大循環モデルMRI-AGCM3.1Sおよび3.2Sによる現在・近未来・21世紀末の各気候実験降水予測データを入力し、対象領域本川最上流部における25年分の日流量時系列をする。各気候実験期間は表1に示すとおりである。流出解析で得られた25年間の日流量時系列から再現期間50年と25年の確率流量の確率流量を求め、極端現象としての将来における洪水ピーク流量の変化の検討を行う。

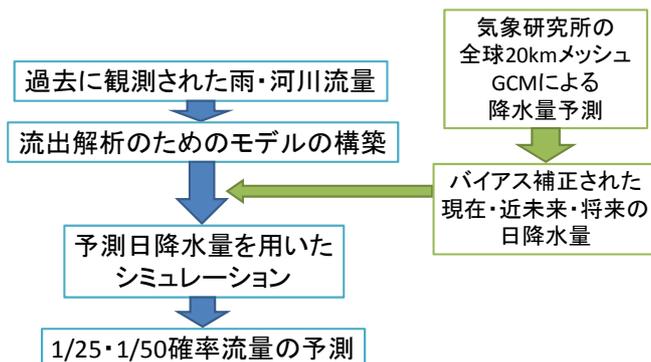


図2 検討のフロー

表1 MRI-AGCMの降水予測期間

現在	MRI-AGCM 3.1S	SP0AC	1980-2004
	MRI-AGCM 3.2S	SPAC	
	Observation	Obs	
近未来	MRI-AGCM 3.1S	SN0AC	2015-2039
	MRI-AGCM 3.2S	SNAC	
将来	MRI-AGCM 3.1S	SF0AC	2075-2099
	MRI-AGCM 3.2S	SFAC	

3. 流出解析と日流量時系列からの確率流量の導出

既往洪水にもとづいて構築された流出モデルに、表1に示したMRI-AGCM3.1Sおよび3.2Sの各気候実験降水予測データを与え、IFAS上に実装された土研分布モデルVer.2を用いて流出解析を行った。解析結果例として、図3にMRI-AGCM3.2Sの近未来における日流量時系列を示す。得られた25年間の日流量から閾値超過系列で

キーワード 地球温暖化, 影響評価, IFAS, 土研分布モデル, 閾値超過系列, 流量確率

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 TEL029-879-6779

資料を抽出し、指数分布を当てはめる。ここでは、閾値を超過している期間を1イベントとみなし、1イベントごとの最大流量を資料とした。対象地域では流量観測点Kusumの水位が5.0m(流量約1500m³/s)のときに洪水の注意喚起が行われることから、閾値を1500m³/sに設定した。

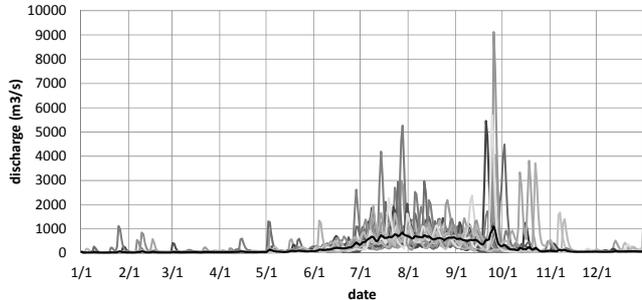
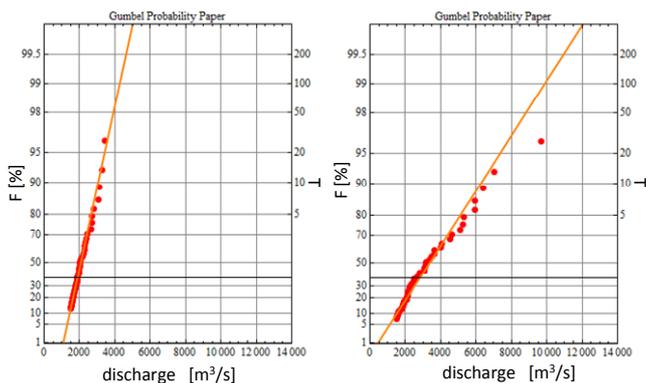


図3 MRI-AGCM3.2S 近未来の日流量時系列

閾値超過系列と毎年最大値系列との関係式(1)を用いて指数分布をGumbel分布に変換することにより、再現期間50年と25年の確率流量を求める。

$$F(x) = \exp\{-\lambda[1 - G(x)]\} \quad (1)$$

ここで、 $F(x)$ は年最大値系列による非超過確率、 $G(x)$ は閾値超過系列による非超過確率、 λ は1年あたりの平均イベント発生回数(=[25年間の閾値超過回数]/25)である。プロットングポジション式(Weibull式)による閾値超過系列資料のプロットおよび、当てはめた指数分布を、Gumbel確率紙に変換した例が図4である。図4から、MRI-AGCM3.1Sと3.2Sでは資料の分布が大きく異なることがわかる。



- 閾値超過系列によるプロットを年最大値系列に変換したプロット(Weibull Plot)
- 指数分布(閾値超過系列)を変換して得られたGumbel分布

図4 年最大値系列に変換された閾値超過系列資料(左:SF0AC 右:SFAC)

現在・近未来・21世紀末の確率流量について、現在気候実験との比をとり、表2に示す。閾値を1500m³/sとしたとき、閾値の超過回数は近未来・21世紀末と増加していくが、確率流量比では近未来における増加

が顕著であることが明らかとなった。また、3.1Sと3.2Sでは近未来と21世紀末の確率流量比に差があることがわかる。ただし、流出モデルの設定において日平均流量を用いている。このため、モデルの構築において流量を実際よりも過小評価をしている可能性があり、将来において表2を上回る流量比率で洪水が発生することも想定される。

表2 近未来・21世紀末と現在との確率流量比

		25年間の発生回数	現在の確率流量との比	
			1/25	1/50
MRI-GCM 3.1S	現在	38	1	1
	近未来	38	1.25	1.27
	21世紀末	53	1.08	1.08
MRI-GCM 3.2S	現在	30	1	1
	近未来	37	1.72	1.75
	21世紀末	66	1.88	1.89
Observation 3.1Sの比 3.2Sの比		43	1.19 0.95	1.20 0.93

4. まとめ

ネパール西ラプティ川を対象として、MRI-AGCM3.1Sおよび3.2Sによる降水予測データを用いて洪水流出解析を行い、洪水流出量について極値解析をすることで極端洪水のピーク流量変化の検討を行った。閾値を1500m³/sに設定すると、将来において確率流量が現在よりも増加することがわかったが、MRI-AGCM3.1S・3.2S、両モデル間で近未来・21世紀末の増加の傾向が異なることも明らかとなった。このことから、気候変動の将来予測には不確実性が含まれていることが確認された。今後は他のモデルとも比較し、不確実性の検討と将来予測評価手法の検討が必要であると考えられる。

5. 謝辞

本研究は文部科学省の科学技術試験研究委託事業「21世紀気候変動予測革新プログラム」の支援を受けている。また、ネパール開発研究機構に現地の水文観測データを提供していただいた。ここに謝意を表す。

6. 参考文献

- 1) 杉浦友宣, 深見和彦, 藤原直樹, 浜口憲一郎, 中村茂, 弘中貞之, 中村和弘, 和田高宏, 石川正人, 清水敬生, 猪股広典, 伊藤和久: 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, 53-58, 2008
- 2) Inomata H, Takeuchi K, Fukami K., Development of a statistical bias correction method for daily precipitation data of GCM20, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, vol.55, 247-252, 2011