

筑波大学大学院 学生員 佐藤英資
 筑波大学構造工学系 正会員 風間 聡
 筑波大学構造工学系 正会員 椎貝博美

1. はじめに

バングラデシュはガンジス川ブラマプトラ川両河口に位置する。この2河川の流域の大部分は他国域であり、この出水が重なった時に洪水が生じる問題をバングラデシュはかかえている。これは、自国観測システムの不備と、他国の降水データの入手の困難さが原因である。

人工衛星データは、国外の情報を容易に入手できる。ひまわり(GMS)のデータはデータ取得装置も安価であり、どこにおいても利用できる便利な物である。また広域を短時間間隔で観測しているの、日単位の洪水予測に有効であると考えられる。そこでGMSデータを利用し日単位の洪水予測を試みる。

2. 対象流域及び利用データ

本研究は衛星データを用いたバングラデシュの洪水予測が目的である。しかし、この手法開発には詳細なデータによる検討が必要とされる。そこで、データが簡単に入手でき、インドモンスーンによる水蒸気がヒマラヤに遮られ、両河川上流域からの流出が生じるバングラデシュの状況が、太平洋高気圧による雲が脊梁山脈に遮られる様子に似ていることから、利根川上流域を選んだ。

対象流域は、利根川上流域の矢木沢ダムと相俣ダム流域である(図1)。解析期間は、1996年6月から9月までである。解析範囲は、流域を含む5×5画素(約60km×60km)の三時間毎のデータを抽出し、その領域内の最低輝度温度値をひまわり日データ(MIRと略記)とした。降水データは矢木沢ダム流域内上流部の奈良沢地点のものを用いた。流出データは、両ダムの日単位流量の平均値を求めた。GMSデータから降水を推定する方法は、流域面積及びタイムスケールが大きければ平均化され、より良い相関が得られることが、上野⁽¹⁾、Adlerら⁽²⁾、Arkinら⁽³⁾により示されている。

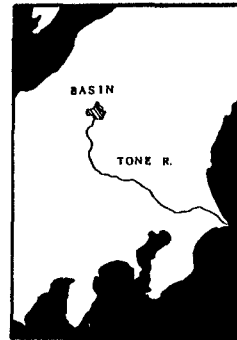


図1 対象流域

3. 応答関数による流出解析

GMSデータと流出の関係を表すものとして、最も簡単と思われる線形応答関数を選んだ。応答関数には、ガウス関数を用いた。この方法は、バングラデシュのような上流部での詳細な降水分布等のデータが手に入らなくとも容易にモデルを構築できる利点がある。本研究で用いた応答関数は以下のものである。

$$R(t) = \int_0^t h(\tau) r_e(t-\tau) d\tau \quad h(\tau) = \frac{1}{\Gamma(n)} \alpha^n t^{n-1} \exp(-\alpha t)$$

ただし、 $R(t)$: 洪水流量, r_e : 入力関数, $h(\tau)$: 単位インパルス応答関数, Γ : ガンマ関数, α , n : 係数。この係数は実測流出量との相関解析から得られた最適な係数を選んだ。また本研究では洪水予測を目標としているため、基底流量分を取り除いた洪水流量を解析に用いた。入力関数は以下の2つの場合である。

キーワード : GMSデータ・日単位洪水予測・線形応答関数

連絡先 : 〒305 つくば市天王台 1-1-1 筑波大学構造工学系西村研究室 (3F302) TEL 0298-53-5486
 FAX 0298-53-5207

(A) 日最低輝度温度値負勾配 (SNS と略記)

SNS とは前日との MIR との差を求めたもので、この値の内、負の値を示したものの、すなわち前日に比べ MIR が減少しているデータのみを抽出したものである。SNS の絶対値が大きいということは、大気が不安定になっている可能性が高く、降水の可能性も高いと考えられる。これを入力関数として応答関数を求めたものを図2に示す。応答関数の係数は $(\alpha, n) = (70, 1)$ であった。

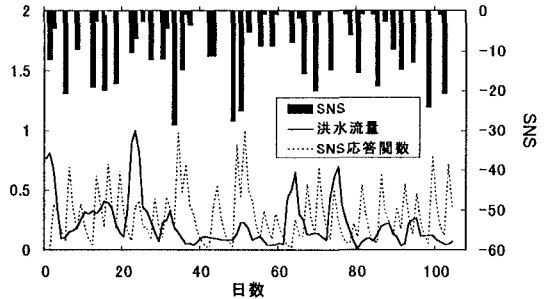


図2 洪水流量とSNSの応答関数

(B) 2週間輝度温度差 (SDS と略記)

SDS とは前14日間での MIR の最高値と、その日の MIR の差を求めたものである。14日間での MIR の最高値は、雲の無い晴れた日の地表温度を表していると考えられることから、SDS がその雲頂高度を示していると仮定する。一般的に雲頂の高い雲は発達した雲であり、雨を降らせる可能性が高い。ここでは、SDS の値が15度以上であるデータのみを入力関数として

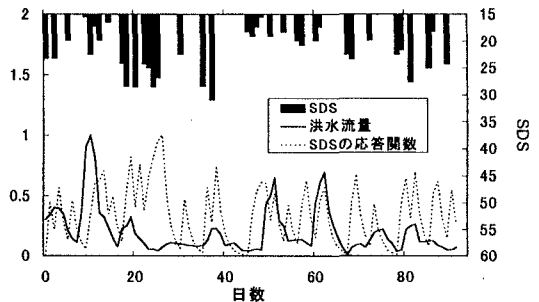


図3 洪水流量とSDSの応答関数

て応答関数を求めたものを図3に示す。応答関数の係数は $(\alpha, n) = (40, 1)$ であった。

なお、実測流出量は日単位のデータであるため、バングラデシュのような流域面積が大きい場合を考慮し、その変動を鈍らせるために3日移動平均をしたものを用いた。

これらと比較すると、SNS、SDS の応答関数がピークを迎えた時、高い確率で洪水流量もピークを迎えている。しかし、SDS がピークを迎えた時には必ずしも洪水流量はピークを迎えては無く、また、洪水流量と SNS、SDS の応答関数の大きさには大きなずれがある。これらの原因としては、対象流域上における雲の移動速度を数値的に表すことができなかったためである事が分かっている。

4. まとめ

WEFAX データによる日単位の洪水予測は、利根川上流域のような小さい流域では再現性は良くなく、今後の改善が必要であることが理解された。しかし、中でも洪水流量と GMS データのピークのタイミングが似ていることがわかり、洪水時期を決めることができる可能性が示唆された。洪水予測には短期間の降水データが必要なため、GMS データを直接、洪水予測には利用できない。しかし、流域面積を大きく取る事で、流域降雨の時間的平均化を行うのと同じ効果が期待される。今後は、これらのデータのスケールの問題を検討すると同時に、風や気温といった新しい情報を加えることを考えている。

本研究で用いたデータは、建設省関東地方建設局利根川ダム統合管理事務所の物を利用した。関係者各位に感謝の意を表す。

《参考文献》

- 1) 上野健一：GMS-IR データを利用したチベット高原周辺の降水量推定の試み，水文・水資源学会研究発表会要旨集，pp.178-179，1996
- 2) Robert F.Adler and Andrew J.Negri, A Satellite Infrared Technique to Estimate Tropical Convective and Stratiform Rainfall, J.Applied Meteor, Vol.27, pp.30-51, 1988.
- 3) Phillip A.Arkin and Bernard N.Meisner, The Relationship between Large-Scale Convective Rainfall and Cold Cloud over the Western Hemisphere during 1982-84, Monthly Weather Review, Vol.115, pp.51-74, 1987.