

京都大学工学部 学生員 ○鈴木 秀樹
京都大学防災研究所 正会員 石井 将幸

京都大学防災研究所 正会員 岡 太郎
京都大学大学院 学生員 大久保 豪

1. はじめに バングラデシュ国にはガンジス河、ブラマプトラ河、メグナ河をはじめとして多くの河川が国境を越えて流入しており、毎年のように洪水災害をもたらしている。しかし、水文資料の入手が容易でないため、流入河川の雨水流出機構は明確にされておらず、洪水対策の難点となっている。ここでは、メグナ河上流域(インド領)について流出解析を行い、バングラデシュ国北東部の流出機構の解明と流入量推定のための基礎資料を提示する。

2. 研究対象流域 メグナ河は Amalshid でバングラデシュ国に流入しており、本研究ではその地点より上流側を対象流域とする。対象流域内には、メグナ河の総延長距離約 800km のうちの約 400km、総流域面積約 7.7 万 km^2 のうちの約 2.6 万 km^2 が含まれている。

3. 流出解析 直接流出の解析には kinematic runoff model, 基底流出の解析には unit hydrograph 法を用いる。

3.1 流域分割と地形量の測定 kinematic runoff model では、まず流域をサブ流域に分割するとともに地形量を測定して、流域モデルをつくる必要がある。対象流域を 1/50 万の Tactical Pilotage Chart (TPC) の 1 次河道について流域分割を行った。その結果、サブ流域は 317 個になり、各サブ流域の地形量を測定することは多大の労力と時間を要するためかなり困難であると判断される。そこで、ここでは基本的に 2 次河道を対象として流域分割を行い、流域を集中化(単純化)して流出解析を行うことにする。なお、サブ流域面積が 1000 km^2 を越えないようにした。このようにして流域分割を行った結果、流域は 48 のサブ流域に分割された(図 1)。各サブ流域の斜面長は左右流域面積を主河道長で除し、河道勾配は、主河道の上流・下流端の標高差を河道長で除して求めた。斜面勾配は、サブ流域に複数の河川が含まれるため容易に得られないので、ここでは、地形図より比較的容易に得られる左右斜面の最高標高と流域の最下部標高の差を最高部よりの雨水流路長で除し求めることにした。

3.2 等価粗度を決定 kinematic runoff model における等価粗度(N)は、ふつう観測ハイドログラフの再現計算をとおして求められる。しかし、メグナ河上流域については流量資料が得られておらず、一般に用いられている手法は適用できない。ここでは、これまでに流出解析が行われ良い結果が得られている Teesta 川流域のデータに基づき次のようにして決定した。なお、Teesta 川流域では、TPC の 1 次河道を対象として流域分割した場合には $N=1.0$ が適当であるという結論が得られている¹⁾。

まずはじめに、図 1 のサブ流域 1(流域面積 399 km^2)とサブ流域 2(図 2, 流域面積 1089 km^2)を対象として詳細モデルと単純化モデルを作成した。ここで、詳細モデルとは 1 次河道を対象として流域分割を行うとともに、斜面勾配を各支流の両斜面において代表的な 5~6ヶ所で斜面勾配を測定しその平均値より求めた(簡易谷線法)ものである。他の地形量は、各支流流域について地形図より通常の方法で測定した。単純化モデルとは、サブ流域 1 及びサブ流域 2 をそれぞれ一個の流域にまとめたものである。

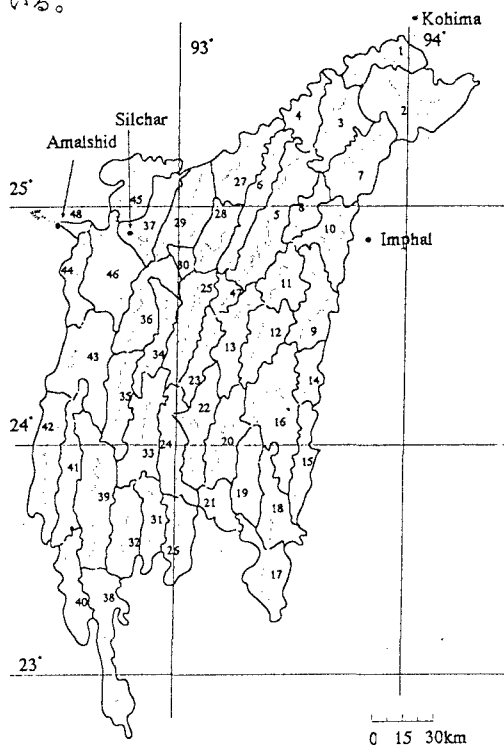


図 1 メグナ河上流域の概要と分割

Hideki SUZUKI, Taro OKA, Masayuki ISHII, Go OKUBO

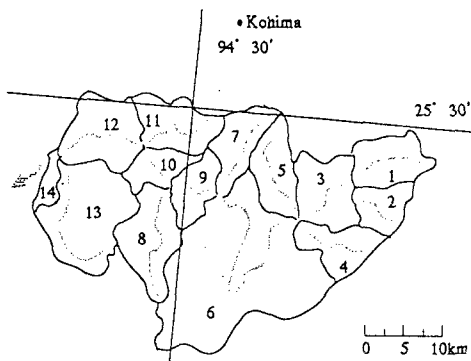


図2 サブ流域2の分割 (詳細モデル)

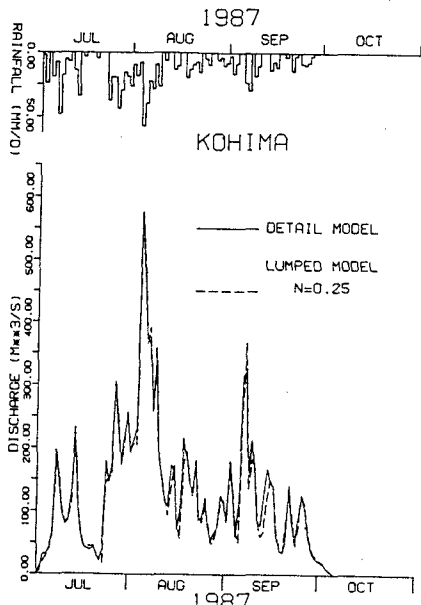


図3 詳細モデルと単純化モデル (N=0.25) の比較

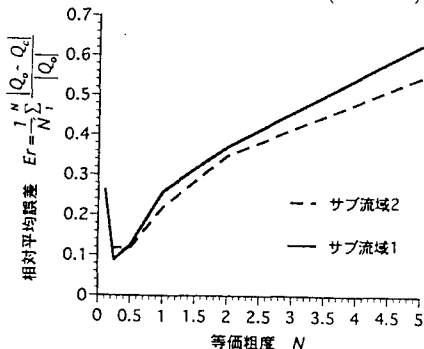


図4 相対平均誤差

次に、詳細モデルと単純化モデルについて流出解析を行い単純化モデルにおける最適な等価粗度を探索した。図3はサブ流域2について行った詳細モデル (N=0.1) と単純化モデル (N=0.25) の計算結果の比較である。なお、この計算では Kohima で観測された雨量データを用い、直接流出成分と基底流出成分の

分離及び基底流量の計算には Teesta 川流域で得られている保留量曲線、及び unit hydrograph を用いた。

図4には詳細モデルに対する単純化モデルの相対平均誤差と N の関係を示してある。N=0.25 のとき、相対平均誤差は最も小さくなる。このことより、単純化モデルでは、等価粗度を 0.25 にとることが適当であるという一応の結論が得られる。

3.3 サブ流域の平均雨量の算出 48 個のサブ流域の雨量を次の格子補間法を用いて求めた。まずはじめに、対象流域とその周辺部の雨量観測点を含む領域を格子分割する。次に、格子を用いて近似したサブ流域に記号を付す。雨量観測点を最寄りの格子で近似したのち、近傍の観測点と結んで、その線上の格子の雨量を内挿補間により求める。次に、既知となった内挿線上の雨量を用いて東西方向に内挿計算を行い全格子の雨量を求める。サブ流域の平均雨量は同一記号を有する格子の雨量の算術平均で求める。

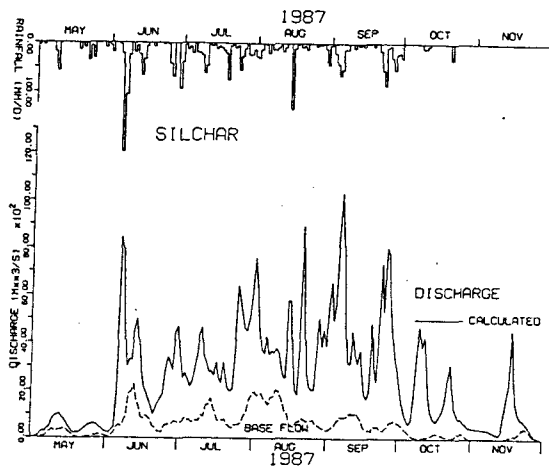


図5 1987 年の流出解析結果

3.4 計算結果 上述の地形量、等価粗度、平均雨量、保留量曲線、及び unit hydrograph を用いて 1987 年と 1988 年について流出解析を行った。図5は計算結果より得られた Amalshid 地点のメグナ河の流量である。9月7日には 10325m³/s のピーク流量を記録したことが分かる。また、降雨は下流部で多く上流部では比較的少ないため、洪水は下流部の降雨に大きく影響されているといえる。

4. おわりに 本研究では、メグナ河上流域を対象とした流出モデルを提示することができた。また、流域を単純化した場合の等価粗度の決め方、斜面勾配の決定法を提示し、その妥当性を吟味した。

参考文献

- 1) Taro Oka : Rainfall Runoff Analysis of Teesta and Ganges Rivers, Final Report of Japan-Bangladesh Joint Study Project, Topic 2(8), 1987.