

II - 21

長江上流部における洪水流出解析

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○堀場 千夏子
東北大学大学院工学研究科 正会員 真野 明

1. はじめに

長江は中国南部を流れる大河であるが、洪水を頻繁に起こす暴れ川でもある。本研究では広大な長江流域のうち、上流部の約76万km²の範囲で流出モデルを開発し、そのモデルの妥当性を検討することを目的とする。

2. 対象流域の概要

長江は、流域面積180万km²、流路延長6,300kmの河川である。図-1に示すように、水源を平均高度5000mの青海省の高原地帯とする。水源から玉樹までを通天河、そこから宜昌付近で岷江と合流するまで金沙江と呼ばれ、そこから下流を長江と呼ぶ。



図-1 長江上流部流域図

3. モデルの作成

3-1. 擬河道網の作成

使用データは、ランドサット TM データより作成された数値河道網データ、DEM(数値標高データ)、NOAA の GLOBE をもとに作成された長江流域の境界線データである。メッシュ寸法は1km×1kmである。

Kinematic wave 法で流出解析をするために、河道が途切れず、ループも切れるように河道のつながりを考慮しながら河道網データを修正する。

ループのある地点を切る場合は、できるだけ標高の高いメッシュを切るようにし、逆勾配を解消するために上流に向かって標高が高くなるように修正する。

修正した標高をもとに、八代¹⁾、市毛²⁾らに倣い河道メッシュの落水線方向を決め、方向データを作成する。図-2は補正した標高データの分布図である。

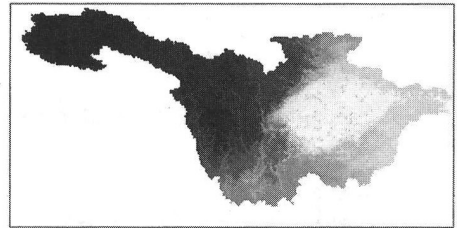


図-2 標高分布図

河道以外の部分は斜面と考え、斜面に降った雨はそこから距離が最小の河道に流れ込むと仮定し、それぞれの1つの河道メッシュが受け持つ範囲を算出する。それを上流部から合計したものを河道メッシュの集水面積とする。図-3は、格子寸法1km×1kmの擬河道網の河道部分である。

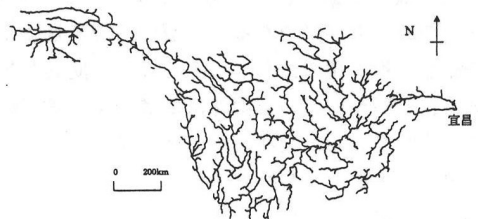


図-3 擬河道網

3-2. 降雨データの作成および流出率の算出

降水量データは、ISLSCP で作成された1987年のサイズ1°×1°の6時間降水量を用いた。1kmメッシュに次式で補間する。

$$P_i = \frac{\sum_{k=1}^4 A_k z_k}{\sum_{k=1}^4 A_k} \quad (1)$$

ここで P_i は求めるメッシュ点 i での降水量、 A_k は面積による重み付け係数、 z_k はデータ位置 k の降雨量である。

そして1つの河道メッシュが受け持つ範囲での降水量は、その河道の降水量と等しいと仮定する。

流出解析で入力する有効降雨と上述の降雨の比を有効降雨比 f と定義する。

図-4は1997年7月の総降水量の分布である。

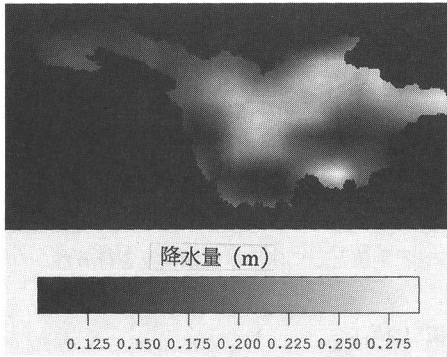


図-4 1997年7月の総降水量の分布

3-3. 流出計算法

流域内の各メッシュでの降雨量のうち直接流出成分に対して kinematic wave 法を用いて、上流から1次元に並べ替えた擬河道網を通じて宜昌まで追跡計算する。

(1) 粗度係数・河道断面形状・河道初期流量

粗度係数は市毛²⁾らに倣い、次式で求める。

$$n = a \times I^{1/6} \quad (5)$$

a は河道粗度を決定する係数である。流域全体の粗度係数の平均が、市毛²⁾らに倣い阿武隈川と等しい0.037になるように a の値を決める。この値と各メッシュでの勾配をもとに各メッシュの粗度係数を算出した。また河道断面形状は、矩形断面形状と仮定した。河道初期流量については、八代¹⁾らに倣い基底流量値と集水面積より求めた。

(3) 支配方程式

矩形断面における洪水の移動速度 w は Kleitz&Seddon の式より次式で表される。

$$w = \frac{5Q}{3A} \quad (6)$$

よって支配方程式は次式になりこれを差分化して計算する。

$$\frac{1}{w} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = r_s B_s \quad (7)$$

w は移動速度、 Q は流量、 t は時間、 x は流下方向の距離、 A は流水断面積、 B_s は1つの河道メッシュの受け

持つ範囲をその河道距離で割り算出した幅である。等流を仮定すると、流水断面積 A はマンニングの公式を用いて流量 Q を使って表現できる。

4. 計算結果および比較検討

図-5に宜昌での流量を実測値と有効降雨比を0.3, 0.5, 0.6, 0.7と変化させた場合の計算値を示す。

洪水が起こる前は雨の量が少ないため、地表面は比較乾いた状態になり雨を浸透させやすい。しかし、降雨量が増えその期間が長く続くと飽和状態に近づき、雨が染み込まなくなる。有効降雨比は降水量の少ないときは低くなり、降水量の多いときは高くなる。よってこのモデルは有効降雨比が季節によって変化することを考慮すれば流量の変化を十分に表現できている。

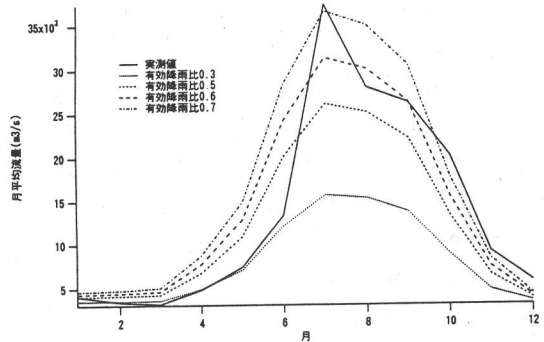


図-5 月平均流量の比較

5. おわりに

本研究において、長江流域という流域面積が広い場合での流出解析方法を提案することができた。

有効降雨比を計算期間で一定とするのではなく変化させれば、よりよく実現象を表現することができると思われる。

参考文献

- 1) 八代義信：阿武隈川全流域の分布型2層流出モデル，東北大学大学院工学研究科土木工学専攻修士学位論文，pp. 7-9, pp. 31-32, 1998.
- 2) 市毛輝和：擬河道網による阿武隈川の輸送解析，東北大学工学部土木工学科卒業論文，pp. 9-10, pp. 30-31, 1997.
- 3) 子出 博：長江 - 自然と総合開発 - ，築地書館，pp. 15-19, 1987.