

II-10

長江上流部における水文特性と流出解析

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

1. はじめに

近年、長江では大規模な洪水が起こり、深刻な被害が生じた。長江上流部における洪水流出プログラムはすでに堀場らによって開発されているが、そのモデルでは土地の様子が考慮されていない。本研究では、植生や土地被覆を考慮に入れた、より現実を反映したモデルを開発することを目的としている。

2. 対象流域の概要

長江はチベット高原に水源を持ち、四川盆地、三峡と通過して、扇状地にある都市宜昌にたどり着く。宜昌には上流の河川からの水が集結するので、この都市はしばしば川の流量の測定地点に使われている。一般には、宜昌よりも上流を上流部、宜昌よりも下流を中流部というふうに分けられている。

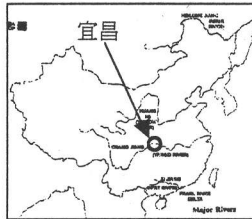


図-1 宜昌の位置

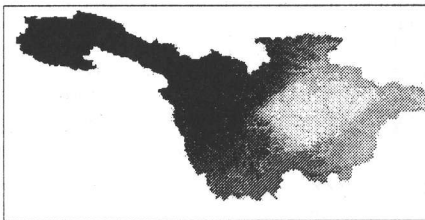


図-2 宜昌集水域の標高分布(m)

3. 方法

3-1. 擬河道網

擬河道網は堀場らが作成した $1\text{km} \times 1\text{km}$ メッシュのものを用いた。それを図-3に示す。この擬河道網の特長は、流域面積が広い河川に適用できることである。しかし問題点もあり、一般に宜昌の集水域面積は約 100万 km^2 であるのに対して、この擬河道網では約 76万 km^2

と 24% 小さくなっているので、計算結果を考察する際にはこのことを考慮しなければならない。

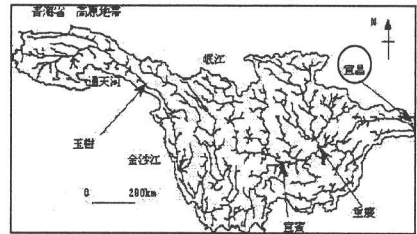


図-3 擬河道網

3-2. 蒸発散量の算出

液体の水を蒸発させ水蒸気にするには $2.5 \times 10^6 (\text{J/kg})$ の蒸発熱が必要となるので、蒸発散量 $e (\text{mm/day})$ は潜熱フラックス $LE (\text{W/m}^2)$ から換算される。

潜熱フラックスは Energy-Water-Carbon・生物地球化学モデルを用いて算出されたものである。植生や土壌の様子が非常に評価される。水環境の気象学(1994)によると、植生地の蒸発過程は次の2種類に分けられる。1つは遮断蒸発で、葉や枝によって遮断された降水の一部が地面に達することなく蒸発する。もう1つは蒸散で、植物が根から吸い上げておいた水が気孔から蒸発する。その際に、気孔からは二酸化炭素が取り入れられ、やがて有機物質を作るために使われる。太陽エネルギーの大部分はこれらの蒸発の潜熱エネルギーとして使われる。

3-3. 流出計算法

雨水の流出過程を扱う方法として、kinematic wave法を用いた。これは、雨水流下を運動方程式と連続の式を用いて水理学的に追跡する方法で、雨水流下が下流条件に拘束されないという過程のもとに成り立っている。支配方程式は次式で表される。

$$\frac{1}{w} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = r_e B_d \quad (1)$$

w は移動速度、 Q は流量、 t は時間、 x は流下方向の距離、 r_e は有効降雨量(降雨量から蒸発散量を引いたもの)、

B_d 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。

4. 計算結果および比較検討

4-1. 蒸発散量分布

潜熱フラックスを用いて求めた 1987 年 7 月の平均蒸発散量分布を図-4に示す。これと植生分布を照らし合わせると、温帯草原で大きく出ており、非自然地や温帯半荒原では小さく出ている。

次に 1988 年 1 月の平均蒸発散量分布を図-5に示す。これと土地被覆分布を比較すると、密集かん木林の部分で値が大きく出ている。

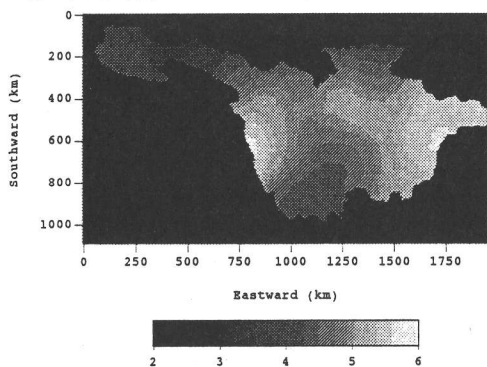


図-4 夏の平均蒸発散量分布(単位: mm/day)

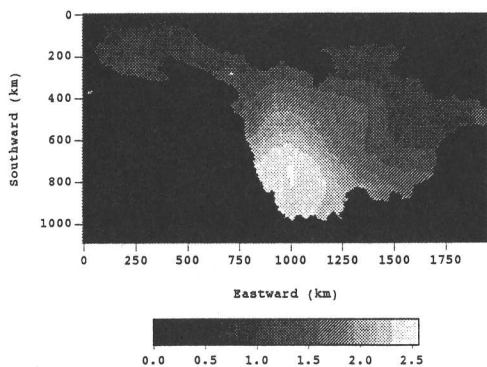


図-5 冬の平均蒸発散量分布(単位: mm/day)

4-2. 観測流量と計算流量の比較

擬河道網に有効降雨 r_e を降らせるプログラムを用いて宜昌での流量を算出した。比較の対象として、堀場らの計算値(Calculation1)と観測流量を用いた。堀場らの計算値は、温度のみに依存する Thornthwaite 式による蒸発散量を用いて求めた。観測流量のデータは、国立環境研究所の林らが「流域環境管理に関する国際共同研究」

の中で作成したグラフを、デジタイザーで読み取って独自のグラフを作成することによって入手した。

宜昌での観測流量と今回の計算流量(Calculation2)の比較を図-6に示す。これを見ると、低水域は比較的良好に再現されているものの、夏の高水域は過小評価されてピーク値が出ていないことがわかる。やはり全体的に大きめに算出された蒸発散量が影響してきているものと思われる。しかし値の増減の時期はかなり一致していることがわかる。

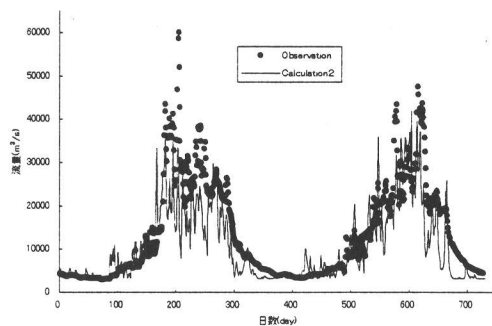


図-6 観測流量と計算流量の比較

5. おわりに

潜熱フラックスによって算出された蒸発散量を用いて流出解析を行い、その結果を観測値と比較した。値の大きさはやや小さめに算出されたものの、その点を除けばかなり正確な計算結果を得られることができたと言える。

値が小さく算出されたことについては、今回用いた擬河道網の流域面積約 76 万 km^2 を観測流量の測定のために用いられた流域面積約 100 万 km^2 に補正できれば、計算流量も大きく出て観測流量により近づくのではないかとと思われる。また、潜熱フラックスがどのように求められたかをもっと追求し、本当に今回のケースに適用していいものか検討する必要もある。以上の点を改善し、さらに詳細な分析を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 近藤純正: 水環境の気象学, 朝倉書店, pp. 1-4, pp. 128-131, pp. 208-217, 1994.
- 2) 渡辺正孝: 流域環境管理に関する国際共同研究, 国立環境研究所, 1996-2000.
- 3) 子出 博: 長江 - 自然と総合開発 -, 築地書館, pp. 15-19, 1987.