

第II部門

都市における小河川の流況推定に関する研究

京都大学大学院 学生員 ○ 大島直人 京都大学大学院 学生員 寺本雅子
 京都大学大学院 正員 市川 温 京都大学大学院 正員 堀 智晴
 京都大学大学院 正員 椎葉充晴

1 はじめに 都市を流れる河川の水環境を健全な状態に保ち、水資源の開発を行うにあたって、まずはその流域の水循環機構を定量的に把握することが必要である。しかしながら一部の主要な河川を除き、小河川における流量の観測はほとんどなされていないのが現状である。

そこで本研究では都市における水循環の健全化を図る基礎として、まずは降水量、地形等から得られる情報を基に、小河川の長期的な流況推定が可能となる方法の開発を試みる。具体的には小河川の山地部について、既存の圃場容水量を考慮した分布型斜面流出モデルを用い、それに蒸発散機構を結合させる。また、そのモデルを用いて実流域で流出シミュレーションを行い、その結果の分析、並びにモデルの妥当性と問題点の検証を行う。

2 流出計算モデル

2.1 圃場容水量を考慮した流出計算モデル 流れのモデルとしては、圃場容水量を考慮した中間流表面流統合型 kinematic wave モデルを採用する。流積関係式、椎葉ら^[1]により提案された自由水分水量と水深の関係式、並びに連続式からなる偏微分方程式を差分化して解き、流量を求める。

2.2 蒸発散量の推定 蒸発散量推定法として、金澤^[2]が用いた土壤水分量の効果を考慮した蒸発散推定法を用いる。

潜熱輸送量を求める際のバルク式中の蒸発効率を γ とすると、 γ が1の場合の蒸発散量 $E_1(t)$ と γ が任意のときの蒸発散量 $E_\gamma(t)$ との関係は

$$E_\gamma(t) = \alpha_\gamma E_1(t) \quad (1)$$

となった。また α_γ と γ の関係は

$$\alpha_\gamma = \frac{2\gamma^{0.91}}{1 + \gamma^{0.99}} \quad (2)$$

となった。式(2)を考慮し、 $\gamma = 1$ としてバルク式より蒸発散量 $E_1(t)$ を予め求めておく。雨水流動モデルを解く時には、この $E_1(t)$ を降雨量と同じく外部からの入力量として取り扱い、随時計算される貯水高 h から体積含水率、蒸発効率を計算し、式(1)により α_γ を求め、蒸発散量 $E(t) = E_\gamma(t)$ を推定する。

3 適用結果と考察 時間流量の観測されている河川流域として研究の対象とする流域(吾妻川)近郊の大戸川流域に適用し、モデルの妥当性を検証する。次に検証したモデルの妥当性を考慮し、研究対象河川である吾妻川の流況推定について分析を行う。

3.1 大戸川流域への適用 適用期間は2000年9月10日から16日の1週間である。図1は適用期間における観測流量と計算流量を比較したものである。図1を見ると、高水時には、降雨に対する応答にずれが生じているが、これに比べ、低水時は比較的観測流量と一致しており、長期的な流量を推定する上ではある程度信頼できるモデルと言える。

3.2 吾妻川流域への適用 適用期間は2000年1月1日から12月31日までの1年間である。図2は適用期間における観測流量と計算流量を比較したものである。吾妻川では年に数回しか観測されていないため、モデルの妥当性というのは検討できない。しか

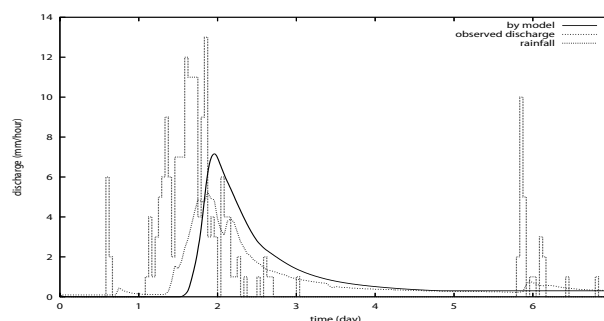


図1：流量の比較(大戸川)

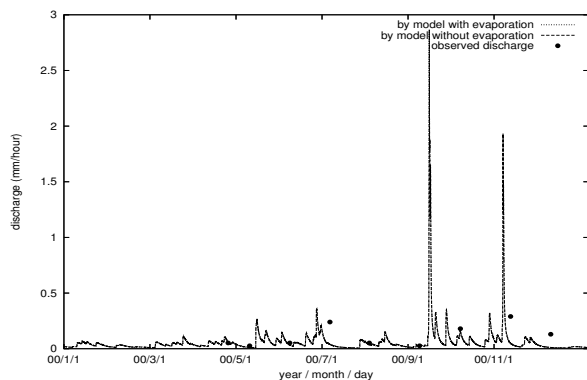
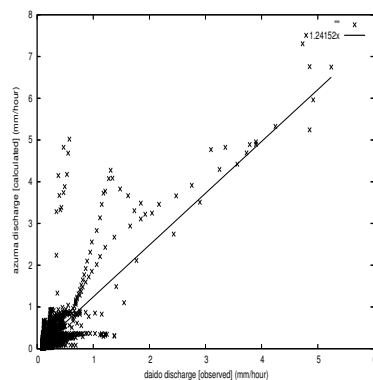
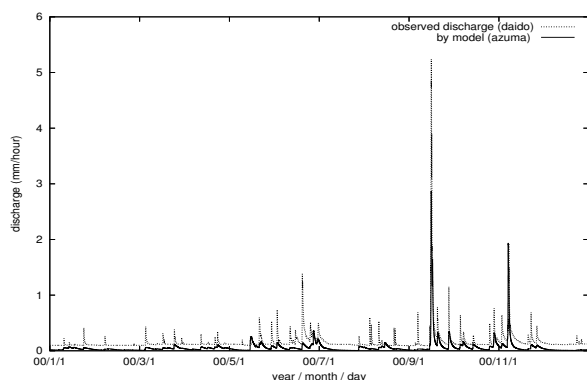


図 2：流量の比較 (吾妻川)

図 4：大戸川年間観測流量と吾妻川年間計算流量の
 相関図図 3：大戸川年間観測流量と吾妻川年間計算流量の
 比較

し、計算流量と比べ観測流量は強い降雨の後はずれが大きい、低水時はよく一致しており、全体としておおむね一致していると言える。この点に関しては、やはり流量がある程度短い間隔で観測されている同規模の河川でモデルを検証することが求められる。

3.3 両流域の比較 図3は2000年1年間の大戸川の観測流量と吾妻川の計算流量を比較したものである。図3を見てみてもその流出傾向はよく整合していると言える。これはもちろん前節で述べた通り、吾妻川と同規模の河川でモデルの妥当性が立証されることが前提となるが、対象河川流域とある程度距離の近い流域で流量の観測されている河川の流量から、流量の観測されていない河川の流量を推定が可能であるということが示唆される。

そこで、大戸川の観測流量と吾妻川の計算流量との相関関係を調べてみると、図4のようになった。両者の間には図中に示した回帰式が得られた。両者の流出高が1mm/hour以下の範囲ではばらつきが大きくなっているが、1mm/hourを超えるとばらつきは小さい。つまり、無降雨時にはこの相関を用いて小河

川の流量を推定することは困難であるが、強降雨時にはある程度精度の良い推定は可能であることが示唆される。

3.2で述べたように、本研究で用いたモデルによって吾妻川の流量は低水時には比較的よく一致していた。これらのことから、小河川の流況推定法の1つとして低水時（無降雨時）は今回適用したモデルより流量を推定し、高水時（強降雨時）は先述した相関によって流量を推定する、という方法が考えられる。

4 おわりに モデルの適用の結果、大戸川の観測流量と吾妻川の計算流量が類似していることから、他流域の観測流量から流域面積を用いて、小河川の流況推定が可能であるという示唆を得た。ただしこの推測は本研究で扱った2河川のように両流域の降雨等の気象条件や地形の特徴が類似していなければならないと考えられる。したがって今後はこれらを考慮し、降雨や地形、土壌の性質などの相関を調べることによって流量の観測されていない小河川の流況推定を試んでいきたい。そのために他の河川や期間でも分析をしていく必要がある。

参考文献

- [1] 椎葉充晴・立川康人・市川温・堀智晴・田中賢：圃場容量・パイプ流を考慮した斜面流出計算モデルの開発 京都大学防災研究所年報, 第41号, pp. 229-235, 1998.
- [2] 金澤瑞樹：半分布モデルによる河川流況評価に関する研究, 京都大学修士論文, 2001.