

和歌山大学システム工学部 正会員 石塚 正秀
 和歌山大学システム工学部 学生員 ○福波 大典
 和歌山大学システム工学部 正会員 井伊 博行
 和歌山大学システム工学部 正会員 平田 健正

1. はじめに

地球上の水は97%が海水であり、人間が生活に利用できる淡水はわずか3%しかない。したがって、適切な水管理・水利用を流域単位で行うことが重要である。とくに、近年では気候変動に伴う降雨の不均衡により、豪雨や干ばつなどの水問題が世界中で発生しており、より詳細な水循環機構を組み込んだ予測を行う必要がある。水循環に関する各プロセスは降雨・蒸発散・浸透・流出・流下などの様々であり、数値モデルによる解析が不可欠である。一方、これまでに、数多くの水循環モデルが開発されており、様々な流域に適応されている¹⁾。しかし、これらのモデルは各目的に応じて作成されているため、即座にすべてのケースに適応できない。そこで、本研究では、既存の流出モデルを改良し、長期計算可能な分布型水循環モデルの開発を行った。そして、モデルの精度検証のために、本モデルを紀ノ川支流の山地小流域(千手川)に適用した。

2. 対象流域の概要

対象流域は、紀ノ川支川の千手川(3.8km²)である(図1参照)。千手川は和泉山地を北から南へと三本の支川が流れる。また、現地の溪流では、電磁流速計(VP1000, ケネック社製)を用いて流速の測定を定期的に行った。

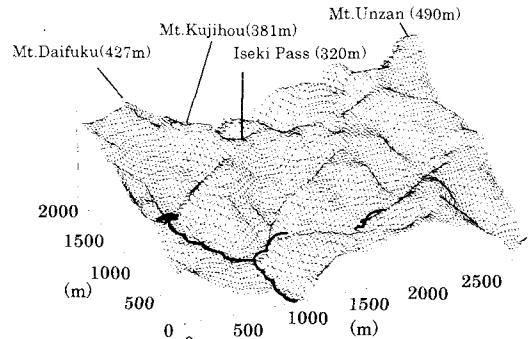


図1 千手川の地形図

3. 水循環モデルの概要

図3は降雨から流出までのモデルの概念図を示す。

本モデルは、大きく分けて、モデルグリッド状の降雨遮断・蒸発散過程を解くモデル²⁾、地下浸透モデル²⁾、河道および表面流の流出モデル³⁾により構成される。

これらの各モデルは分布型に分割されたモデルグリッド上(図4参照)において計算され、時間進行する。タンクⅠは遮断モデル、タンクⅢは貯留関数法により算定する。また、斜面の早い流れ、河道流はキネマティックウエーブにより算定する。貯留関数法は、連続式(1)、運動方程式(2)で表される。ここで、 S は流域の貯留量、 Q は流出量、 r は有効降雨強度、 t は時間、 K 、 P は流域によって決まるパラメーターである。また、キネマティックウエーブ法は連続式(3)、運動方程式(4)で表される。ここで、 h は水深、 q は単位幅流量、 r_e は有効降雨強度、 t は時間、 x は斜面上端からの距離、 α 、 m はモデルパラメーターである。

$$\frac{dS}{dt} = r - Q \quad (1)$$

$$S = K \cdot Q^P \quad (2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r_e \quad (3)$$

$$q = \alpha \cdot h^m \quad (4)$$

4. 計算条件

計算期間は、2001年1月1日～2002年12月31日とし、降雨データには和歌山市地方気象台のデータを用いた。キネマティックウェーブ法に用いる係数として、斜面勾配は地形図より値を変えて与えた(0.03～0.4)。また、マンニングの粗度係数、透水係数、有効空隙率はすべての斜面について同じ値を与えた(粗度; $0.3\text{m}^{1/3}\text{sec}$, 透水係数; 0.3cm/sec , 有効空隙率; 1.67)。また、蒸発散モデルの係数は福罵ら²⁾の値を参考にして、流域を単一格子とした水収支シミュレーションを行い、感度解析から決定した。

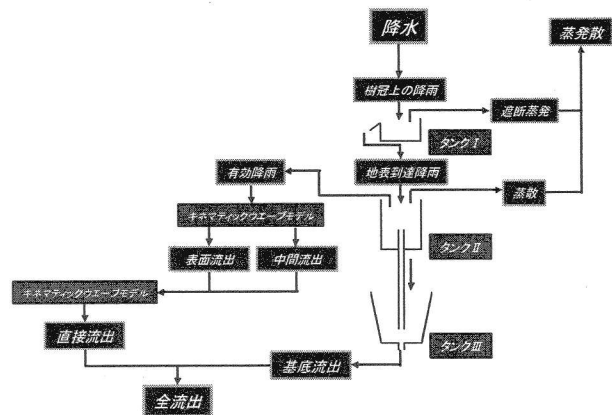


図3 モデルの概念図

5. モデルの適用

図4は対象流域をメッシュ状に分割したモデル領域を示す。流れの方向は標高差から求めた落水線の方によって決まる。図5は流域末端における河川流量の時間変化のシミュレーション結果と観測値との比較を示す。その結果、シミュレーション流量と観測流量との相関係数は0.89であり、流量の変化をよく再現する結果が得られた。ただし、流量観測の誤差や出水時における観測データの欠損などを考えると、今後は流量データのそろった流域を対象として本モデルの精度検証を実施する必要がある。

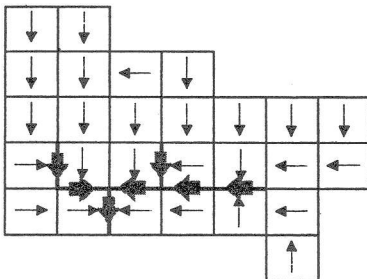


図4 モデル領域

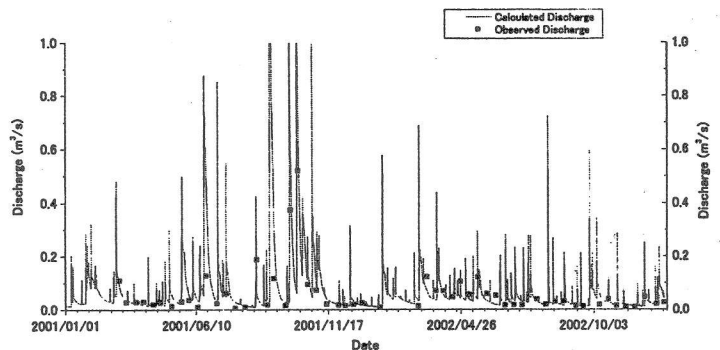


図5 シミュレーション流量と観測流量の比較

6. おわりに

本研究は、蒸発散・降雨遮断モデル、地下浸透モデル、河道流出モデル、表面流出モデルを用いて、分布型の水循環モデルの構築を行った。その結果、本モデルは山地小流域の流域末端における1時間単位の流量を算定することができ、山地小流域を対象とした流出特性をよく再現できる結果が示せた。また、長期計算を行える精度を有する結果が示された。

【参考文献】1)小尻利治・東海明宏・木内陽一：シミュレーションモデルでの流域環境評価手順の開発，京大防災年報，第41号B-2，pp.119-134，1998。2)福罵義宏・鈴木雅一：山地流域を対象とした水循環モデルの提示と桐生流域の10年連続日・時間記録への適用，京大演習，pp.162-185 1986。3)立川康人：水理公式例題プログラム集，第1編水文編（例題1-9），土木学会，2001。