

## 分布型水文流出モデルを用いた紀ノ川流域の水量予測と水利用の特徴

香川大学工学部

正会員 ○石塚 正秀

国土交通省近畿地方整備局

正会員 福波 大典

和歌山市役所

塩野 昌宏

### 1. はじめに

紀ノ川流域は、水利用に対する農業用水の割合が81%と高い点に特徴があり、水環境の保全や有効な水の利用、水害対策を考えるためには、流域全体として総合的に水量の把握し、予測することが必要である。そこで、本研究では、流域で生じる水文素過程モデルと国土数値情報を組み合わせて、長期計算可能な分布型水文流出モデルを構築した。そして、構築したモデルを紀ノ川流域に適用し、流域内の水収支・河川流量を算定し、紀ノ川流域の水利用の特徴を調べた。

### 2. モデルの概要

本モデルは三つのサブモデルにより構成される<sup>1)</sup>(図-1)。一つは、グリッド上の降雨遮断を解く森林遮断蒸発サブモデル<sup>2)</sup>。一つは、蒸散・地下浸透過程を解く浸透・蒸散サブモデル<sup>2)</sup>。一つは、河道・斜面の流れを解く斜面・河道流出サブモデル<sup>3)</sup>である。これらのサブモデルはある時間においてグリッド毎に計算され、時間進行する。タンク・の貯留量は貯留関数法、斜面側方流と河道流はキネマティックウェーブ法により算定する。

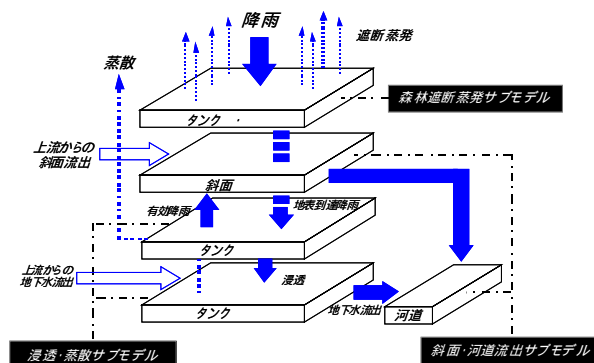


図-1 水文流出モデルの構造

### 3. 計算条件

紀ノ川は日本最多雨地帯の奈良県南部の大台ヶ原を水源として、紀伊水道に注ぐ一級河川である(図-2)。この流域を水平格子間隔4km×4kmにグリッド化した(図-3)。土地利用、河道網、斜面勾配データは国土数値情報により得た。河道は、大小181本の支川のうち、貴志川、大和丹生川、紀伊丹生川を考慮した。土地利用は、山林、市街地、田、畑の4タイプとした。計算期間は、1999年および2000年とした。入力データは、流域周辺のAMeDAS観測所の1時間降水量(11地点)・気温(7地点)を与えた。なお、斜面・河道流出サブモデルの水平格子間隔は40m、差分時間間隔は0.001hrとした。各種パラメータの感度解析には、山地小流域(3.8km<sup>2</sup>)<sup>1)</sup>と紀ノ川流域の8km×8kmモデルを利用した。

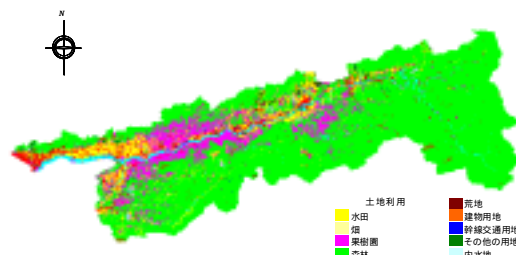


図-2 紀ノ川流域の土地利用

### 4. 河川流量の長期変化

図-4は流域下流の船戸における2000年の河川流量のシミュレーション結果(以下、モデル流量)と実測結果(国土交通省船戸観測所の1時間毎の流量データ)との比較を示す。降雨に対する流量変化の応答性については、年間を通じて実測値とよく一致する結果が得られた。また、9月11日の大雨(東海豪雨)のピーク流量は、ほぼ同じ結果が得られた。モデル流量と実測流量との相関係数Rは0.93(2000年)であった。また、河道流量を比較すると、実測流量

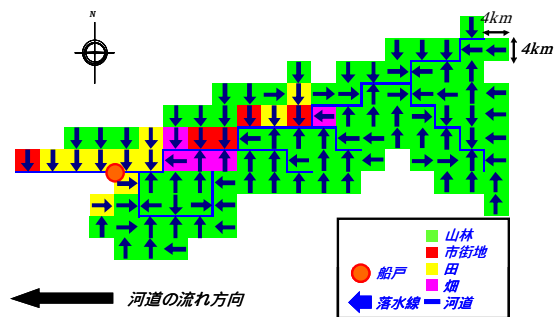


図-3 紀ノ川モデル流域(4km×4km)

キーワード 分布型水文流出モデル、紀ノ川、農水利用

連絡先

〒761-0396 香川県高松市林町2217番20 香川大学 TEL/FAX 087-864-2143

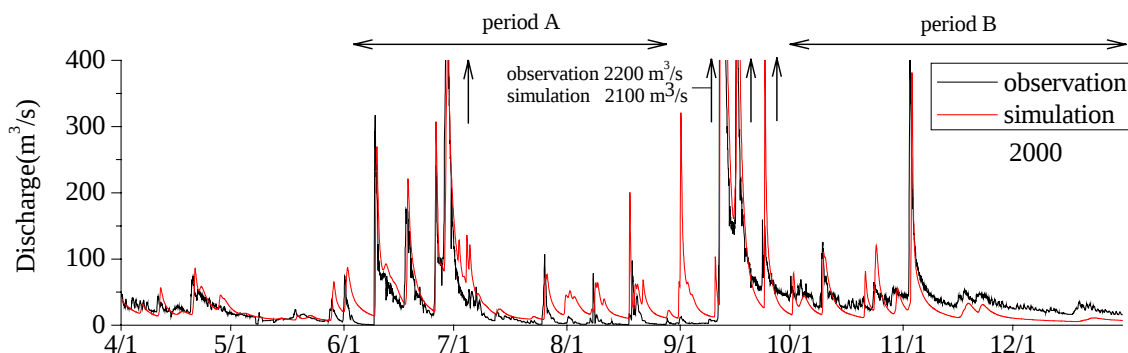


図 - 4 実測流量とモデル流量の比較（船戸，2000 年）．初期条件の影響が低減する 4 月以降を示す．

との誤差が 5.8%(1999 年)，13.8%(2000 年)であった（降水量に対する百分率）．

## 5．紀ノ川流域の水収支

紀ノ川流域における水収支を図 - 5 に示す．総降水量に占める蒸発散量(遮断蒸発量 + 蒸散量)の割合は 38 - 41%，船戸の通過流量は 52 - 55%，貯留量は 7%となった．また，1999 年の結果は 2000 年とほぼ同じであり，各年の降水特性の違いによる水収支の変化はみられなかった．

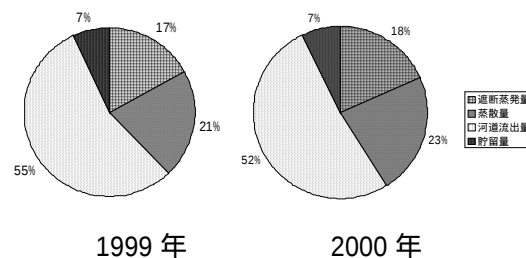


図 - 5 紀ノ川流域（船戸）における水収支

## 6．灌漑期・非灌漑期における河川流量の変化

図 - 4 から，季節的な変化をみると，灌漑期(6～8 月)に実測流量がモデル流量を下回っていることがわかる(図 - 4 期間 A)．逆に，非灌漑期(10～12 月)には，実測流量がモデル流量を上回っている結果が得られた(図 - 4 期間 B)．つまり，灌漑期には，無降雨時に実測流量が極端に減少するのに対して，モデル流量は無降雨時に河川流量が維持されている．この原因として，紀ノ川流域に建設された農業用ダム(4 箇所)，堰・頭首工(7 箇所)の影響が考えられる(表 - 1)．これらの施設による灌漑期の取水量を合計すると，約 60 m³/s である．そのうち，7 割が還元水として河道に戻り，3 割が蒸発散すると仮定した場合，実測流量の減少量は 18 m³/s となる．この概算値は灌漑期における実測流量とモデル流量の差にほぼ一致することから，モデルでは堰や頭首工を考慮していない点が原因と考えられる．一方，非灌漑期(10～12 月)については，無降雨時に基底流量以上の河川水が河道を流れていることを示しており，ダムからの定常的な放流の影響が考えられる．

表-1 紀ノ川流域の主な堰，頭首工の概要

| 頭首工    | 容量(m³)    | 建設年  | 所管  | 農水(かんがい期)   | 農水(非かんがい期) | 上水         |
|--------|-----------|------|-----|-------------|------------|------------|
| 下瀬頭首工  | -         | 1974 | 農水省 | 9.91(m³/s)  | 2.91(m³/s) | -          |
| 小田堰    | -         | 1958 | 農水省 | 7.21(m³/s)  | 0.53(m³/s) | -          |
| 藤崎井堰   | -         | 1958 | 農水省 | 7.55(m³/s)  | 0.62(m³/s) | -          |
| 岩出堰    | -         | 1958 | 農水省 | 15.76(m³/s) | 1.38(m³/s) | -          |
| 新六ヶ井堰  | -         | 1958 | 農水省 | 2.64(m³/s)  | 0.2(m³/s)  | -          |
| 西吉野頭首工 | -         | 1974 | 農水省 | 5.81(m³/s)  | 2.49(m³/s) | -          |
| 諸井井堰   | -         | 1983 | 農水省 | 1.3(m³/s)   | -          | 0.29(m³/s) |
| 紀ノ川大堰  | 3,800,000 | 2003 | 国土省 | -           | -          | -          |

## 7．おわりに

本研究では，森林遮断蒸発，浸透・蒸散，斜面・河道流出などの基礎的な水文サブモデルを組み合わせ，水文流出モデルを構築し，紀ノ川の河川流量の予測を行った．その結果，紀ノ川における流出変化をよく再現できる結果が得られた．また，モデル流量と観測流量との相違について検討した結果，灌漑期と非灌漑期における堰や頭首工・ダムなどの人為的な水利用の影響が実際の河道流量の変化に表れている結果を逆に得ることができた．紀ノ川では農業用水の利用割合が高いことから，今後は，ダム・堰・頭首工などによる水流分岐・停滞の影響を考慮するサブモデルを組み込み，本モデルの利用価値を高めていく予定である．

## 参考文献

- 1) 石塚正秀・福波大典・井伊博行・平田健正：流域スケールの水循環モデルの構築と山地小流域への適用，土木学会関西支部年次学術講演概要集，- 4 - 1，2004．
- 2) 福嶋義宏・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．