

古湯地区を対象にした水循環モデルに関する研究

九州大学工学部

学生員

大槻順朗*

九州大学大学院工学研究院

フェロー員

島谷幸宏*

九州大学大学院工学研究院

正員

朴埼璨*

(株)建設技術研究所

正員

大八木豊**

1. はじめに

近年、都市化の進展に伴う流域の浸透・保水機能の低下、排水路整備による流下速度の増大等により流出ピーク量の増大や洪水到達時間の短縮が生じており、従来の河川整備と流域対策をあわせた総合治水対策を実施することが望まれている。総合治水対策を実施する上で、保水機能を有する山地流域の水循環機構を評価することが不可欠となっている。一般に、山地流域においては土壌水分、地下水等の水文情報が極めて少ないため、貯留関数等による流出解析が行われ、物理的な水循環機構の評価がなされていない。本研究は、山地に適合できるグリッド型水循環モデルを開発し、山地流域における水循環機構を物理的に評価することを目的とする。

2. 研究対象流域の概要

本研究は、地山・低地部の地下水位連続観測(16箇所)、土壌水分量観測(1箇所)、沢水連続観測(1箇所)が行われている嘉瀬川流域古湯地区を対象流域とした(図-1 参照)。

流域内の土地利用は、山林約 54%、田畑約 23%、宅地約 33%、その他約 10%となっている。

山地部の地質構造は、花崗岩帯が占め、図-2 に示す地質断面のとおり、地表下 20m 程度(DL~CL 級)までは風化によりマサとなっている。その下位には、概ね堅硬な岩盤(CM 級)が約 15m 分布し、更にその下位に水理基盤(CH 級)が現れる。民家が密集する低地部は、嘉瀬川と貝野川に挟まれた段丘面よりなり、段丘堆積物(砂礫層)が分布する。また、山裾部の緩斜面には、崖錐堆積層が分布する。なお、対象流域には、ほぼ中央部を横断する断層が分布しているが、断層本体の透水性は露頭やコア状況の他、透水試験の結果からも透水性が極めて低いこと、地下水の流動経路となりやすい規模の大きい貫入岩は分布しないことが把握されている¹⁾。

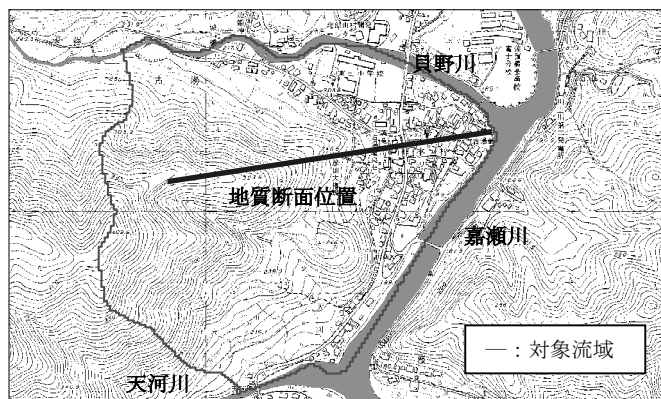


図-1 研究対象流域

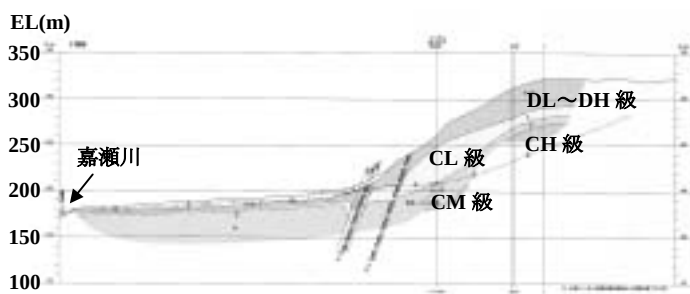


図-2 地質断面図 (図-1 に断面位置を表示)

3. グリッド型水循環モデルの開発

本研究は、対象流域(山地流域)の水循環機構を評価するため、図-3 に示すグリッド型水循環解析モデルを開発した。このモデルは、①遮断・蒸発散(Penman-Montieth 式)、②表層・不飽和層モデル、③河道モデル(kinematic wave モデル)、④3次元地下水流動モデルの4つの部分から構成される。

キーワード：山地流域、水循環解析モデル、保水機能

連絡先：* 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL & FAX 092-642-3290

** 〒810-0041 福岡市中央区大名 2-4-12 TEL 092-714-2211 FAX 092-715-4352

流域内の全グリッドに鉛直方向に並べられた表層・不飽和層モデルからの流出成分を落水線に沿った河道モデルに入力して流出量を逐次計算する。また、ダルシー式と連続式に基づく3次元地下水動モデルは、不飽和層モデルから算出される地下水涵養量を境界条件として解析される。

4. 研究対象流域への適用

本研究は、西側の尾根、嘉瀬川及び南北の支川貝野川、天河川)を境界とした範囲約 0.35km²を解析対象範囲とした。対象流域のグリッドスケールとしては、地形条件の再現性及び計算時間を考慮して、10m を採用し、対象流域を 3,708 グリッドに分割した。表層モデルの作成にあたっては、数値地図 50m メッシュ標高を抽出、グリッド毎に平均化してグリッド標高を設定した。地下水層のモデル化にあたっては、既存ボーリング柱状図をもとに内挿法によりグリッド毎の各層基底標高を設定した。

シミュレーション期間を 2002 年 1 月 1 日～2004 年 12 月 31 日の 3 年間とした。時間単位のシミュレーションを実施し、河川流量及び地下水位の実測値と計算値を比較して、各種パラメータの同定を実施した。地下水流動モデルでは、現場で行われた透水試験結果を基に各層の透水係数を一次設定し、再現計算により $5 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ に設定した。図-4 に地下水位変動の現況再現計算結果例を示すとおり、洪水時における地下水位変動や長期的な傾向を概ね再現できており、設定した透水係数の妥当性を示している。また、図-5 に地下水位分布図を示すとおり、面的な再現性についても良好である。

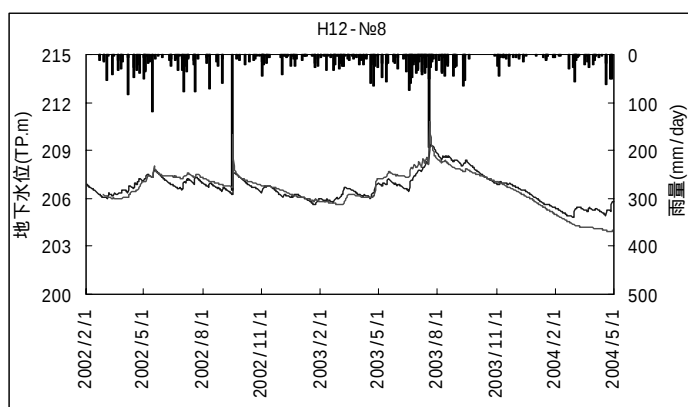


図-4 地下水位変動の現況再現計算結果例

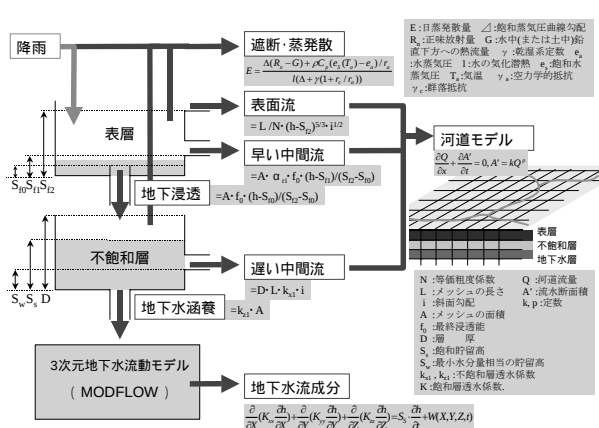


図-3 水循環解析モデルの概念図

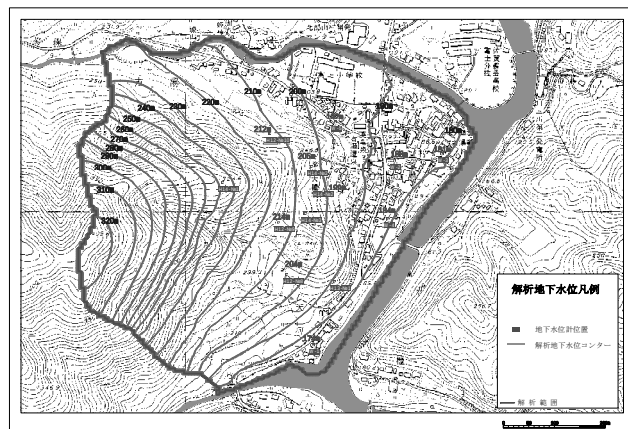


図-5 地下水位分布図 (2004 年 3 月 26 日)

水循環解析結果をもとに 2003 年における水収支から対象流域 (山地流域) の水循環系を評価すると、年間降水量 2,526mm の内、約 34% が遮断・蒸発散量で消失し、地表面に残留する水量の内、約 40% が表面流出し、約 60% が地下に降下浸透・地下水流出する。また、2003 年 8 月の出水時には、降下浸透・地下水流出することによりピーク時間を遅延させていることが分かった。

5. おわりに

本研究は、山地に適合できるグリッド型水循環解析モデルを開発し、嘉瀬川流域古湯地区 (山地流域) における水循環機構を明らかにした。今後、表面流を平面 2 次元モデル (kinematic wave モデル) で表現し、飽和・不飽和流の両者を取り扱う 3 次元地下水流動モデルに発展させることにより、物理型水循環解析モデルを開発し、山地流域における水循環機構を物理的に評価する予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省九州地方整備局嘉瀬川ダム工事事務所：地下水影響調査検討資料, 2005.