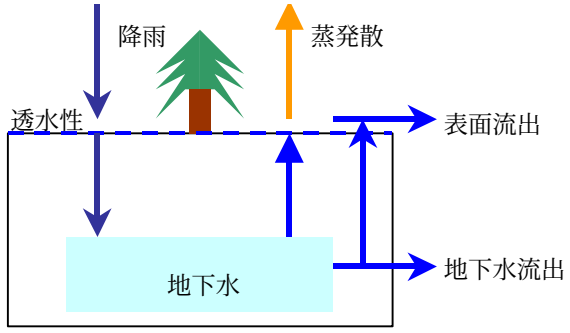
ハイブリッド型水循環モデルの開発

川崎地質株式会社　正会員　坂上 敏彦　○古谷 充史
Project TMS Group　正会員　遠山 雅茂
川崎地質株式会社　正会員　住　武人　　水長 徹

1. まえがき

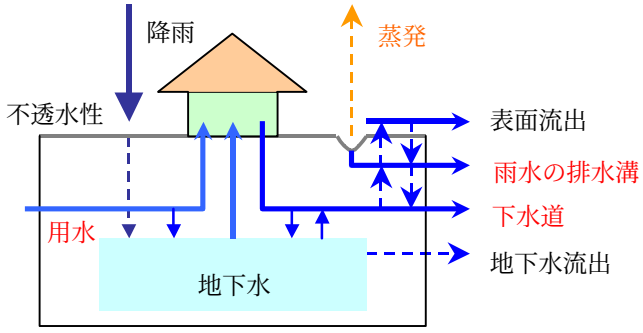
都市への人口集中や流域の土地利用の変化に伴い，水利用の形態や降雨の流出などが変化し，水循環に関する様々な課題が生じている．これらの課題を解決するためには，水循環系のモニタリングと解析モデルの構築が必要となる．**図－１(a)**は自然地域，**図－１(b)**は都市域における水収支の過程を概念的に示した例である．都市においてはさらに複雑な水収支であり，これらを１つのシステムとして水循環を検討しなければならない．時間的にも空間的にも変化する複雑な水循環をモニタリングのみで解明することはできないので，これらを基に定量的に評価できる総合水循環モデルの開発を行った．

水循環機構の解明に当たっては過去の観測値をフィードバックした同定解析を行う必要があり，計算時間の短縮が要求される．また，広域にわたる流域をモデル化するため，データ作成の効率化も要求される．本モデルはこれらの問題を解決したシステム構成である．



降雨＝蒸発散＋表面流出＋地下水流出

図－１(a) 自然地域の水収支

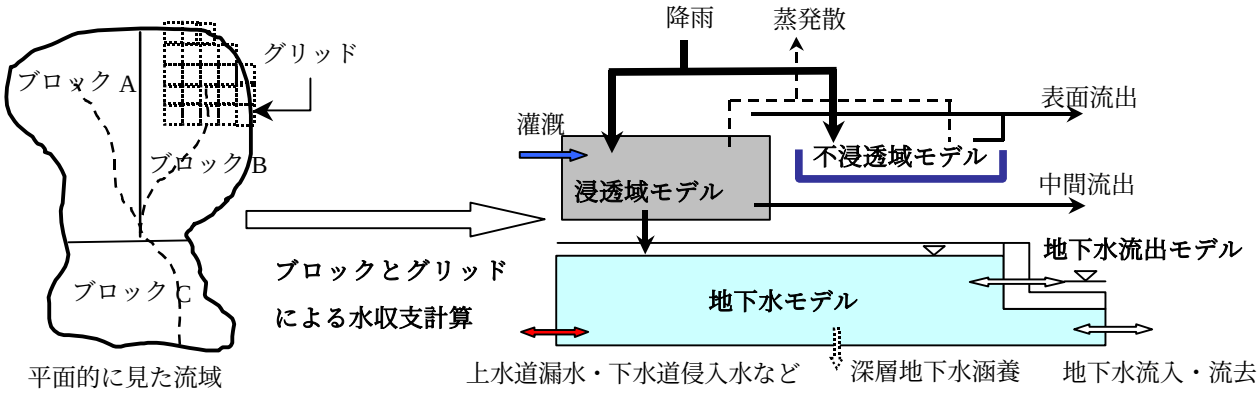


降雨＋用水＝蒸発＋表面流出＋地下水流出＋
雨水の排水溝＋下水道

図－１(b) 都市域の水収支

2. ハイブリッド型水循環モデルの概要

図－２は本モデルの概念図であり，ブロック単位とグリッド単位を混合したハイブリッド型の水循環モデルである．河道流・表面流・中間流は水文学的に均一と見なせる特性ごとにブロック分けした計算を行い，グリッド間の詳細な計算の必要性がある地下水流動とそれに寄与する地下水涵養，河川と地下水の流入出はグリッド単位で計算を行う．このため詳細な水循環の計算を短時間で行うことが可能である．グリッド型の水循環モデルではデータ作成に多大な時間と労力を要するが，GIS を有効活用することにより多くのデータを自動生成し，データ作成の効率化を図っている．また，入力パラメータは不飽和浸透特性など物理的に意味のあるものを用いているため，モデルの適用範囲は広い．これらのことから本モデルは実務レベルで充分適用可能なシステム構成であると言える．さらに，近年の研究成果などを比較的容易にモデルに組み込むことができるように設計しており，特殊な流域における水循環にも対応できる．モデルの適用性の確認として，様々な流域特性において実績のあるモデルとの比較検討を行っており，同様な結果が得られることを確認しているが，比較検討については別の機会に報告する．



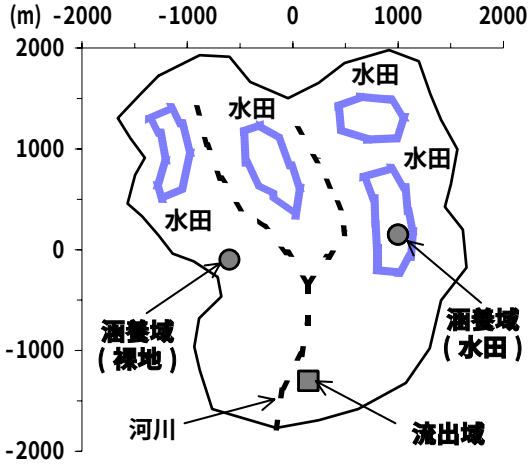
図－２ モデル概念図

キーワード　GIS，水循環モデル，水収支解析
連絡先　〒108-8337 東京都港区三田 2-11-15 川崎地質株式会社事業本部技術推進部　TEL03-5445-2077

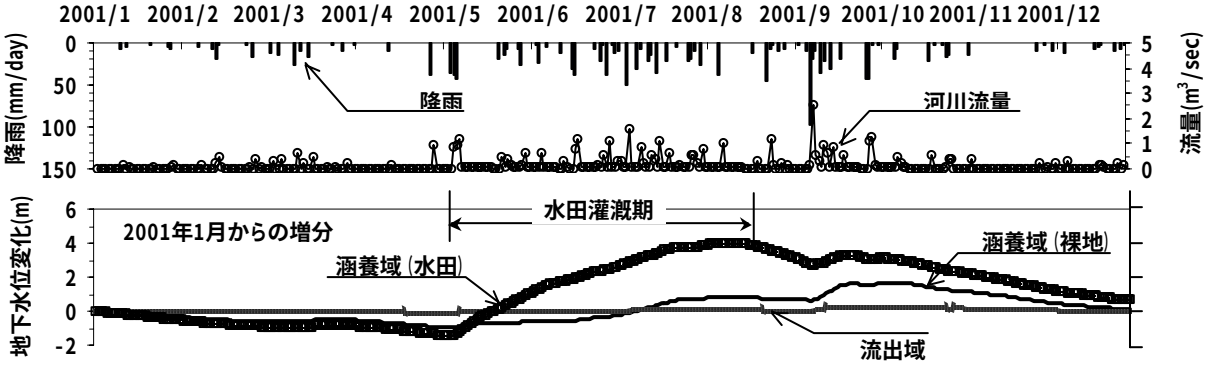
3. 試算例

図－３は仮定した解析対象領域であり，現在の流域状況における水循環の試算を行った．**図－４**は河川流量と地下水位の経年変化状況を示している．本モデルでは時間毎の計算を行っており，(地下水流動のみ日毎）詳細に経年変化状況を追跡できる．地下水涵養においては，水田灌漑と降雨の影響が支配的であり，それらの影響が地下水変化に反映されている．**図－５**はある時期の地下水位コンタ図，**図－６**は年間地下水涵養量を示している．年間水収支の結果として，蒸発散量・表面流・地下水涵養量などの割合を求めることができる．これらの結果を基に総合的な評価を行い，水循環系の解明及び，将来予測に役立てる．

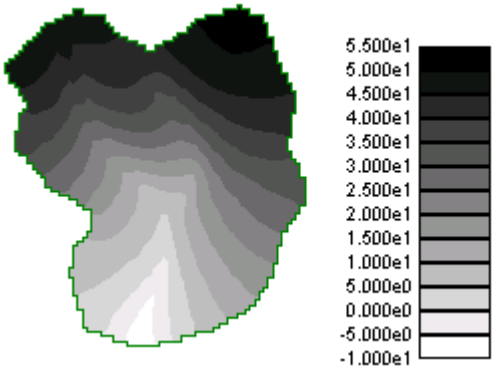
ここでは一部の計算結果のみを示したが本モデルを用いて，都市化に伴う水循環系の変化予測，河川改修後の不圧地下水の変化予測，雨水貯留施設による対策工の効果などの解析を行うことができる．



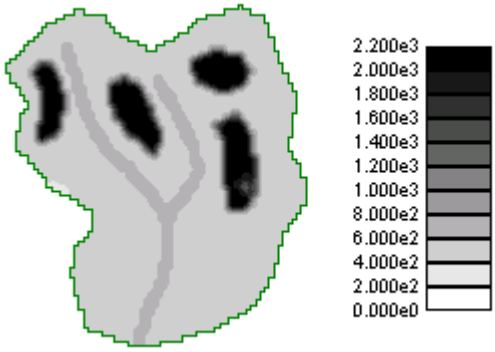
図－３　仮定した解析対象領域



図－４　降雨・河川流量・地下水位経時変化図



図－５　地下水位コンタ図（2001 年 9 月）



図－６　年間地下水涵養量コンタ図

4. 今後の開発目標の構想

水循環解析におけるデータ作成の効率化と自由度の高い計算アルゴリズム，ならびに計算時間の短縮に一応の成果が得られた．これにより，数十キロの範囲を対象とした広域な解析を効率的にできることになる．

このように，解析範囲が非常に広域になると，従来はあまり気にされていなかった，降雨の地域的な違いが結果に大きく影響する可能性がある。また，レーダー雨量などの局地降雨情報も完備されつつある．

そこで，今後は降雨の局地的変化を考慮し，刻々と変化する降雨条件に沿った計算，すなわちリアルタイム水収支解析を可能にする．さらに，これらを利用して地下水変動に起因した地盤の危険度判定アルゴリズムを構築し，局地降雨情報と連動した地盤災害支援システムへと拡張する予定である．

5. あとがき

水循環解析は，流域の水収支にとどまらず，地域の環境保全や社会基盤のあり方に至る課題や，降雨に伴う土砂災害の評価に貴重な情報を与えると考える．さらに，地形や降雨情報の整備が急速に進んでいる．このような現状にあって，簡易で，効率的な解析手法が提案されることを期待するとともに，我々の試みが一助になれば幸いである．