

流域水循環モデルの構築と印旛沼流域への適用

パシフィックコンサルタンツ（株） 上原浩・湯浅岳史・佐藤祐一・今城貴弘
 千葉県葛南地域整備センター 吉田正彦
 宮崎大学農学部 稲垣仁根・竹下伸一

I はじめに

閉鎖性水域の水質改善やその流入河川の水量回復、水質改善には、流域の水循環の視点で現状・課題を捉え、対策を講じていく必要がある。そこで、本研究では流域の水循環健全化に資するため、流域の水循環を再現し、水循環健全化の対策効果を予測することができるモデルを構築した。さらに、構築したモデルを千葉県印旛沼流域に適用し、モデルの再現性と有効性を確認した。

II 流域水循環モデルの構築

1. モデルの概要

今回構築した流域水循環モデルは、流域を正方メッシュに分割する分布物理型のモデルとした。降雨をインプットデータとし、地表面での降雨の分配～地下水流～地表流～河道流といった流域での水の挙動に関する物理現象を解析する各サブモデルを統合することによって流域全体の現象を解析する

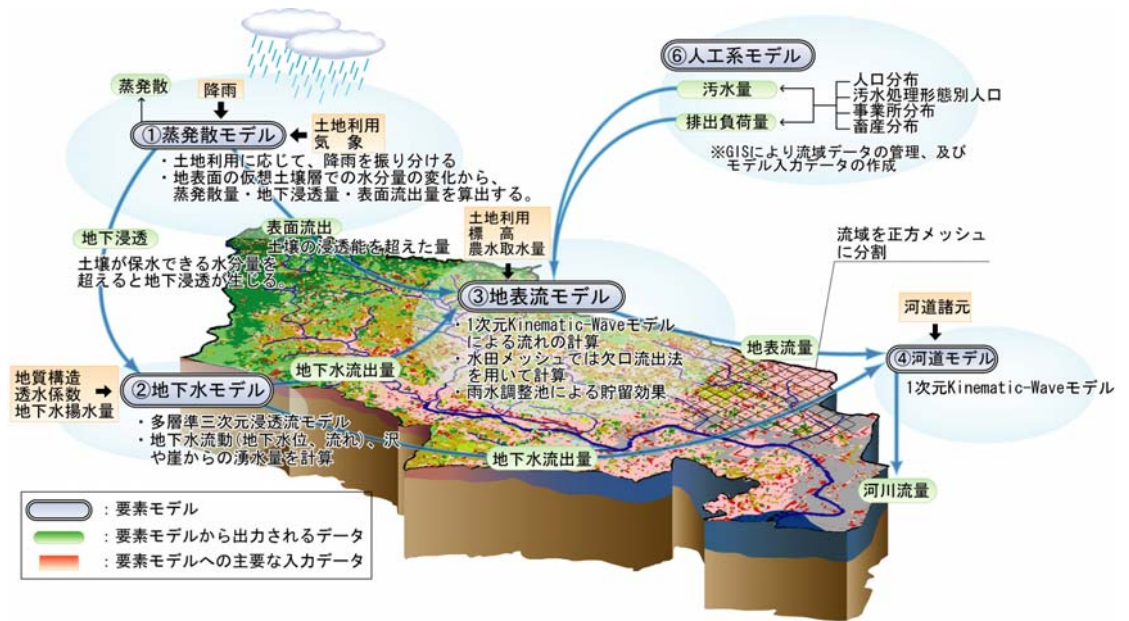


図1 流域水循環モデルの概要

(図1)。また、水循環モデルでの解析には流域の膨大なデータを必要することから、メッシュデータと関連させやすいGISと連成し、モデルのインプットデータ作成・更新を容易にした。

2. 蒸発散モデル（蒸発散の計算と降雨の分配）

蒸発散モデルでは、流域に降った降雨を蒸発散量/地下浸透量/表面流出量に振り分ける計算を行う。本モデルでは、下記の理由から竹下ら¹⁾が開発した蒸発散モデルを採用した(図2)。

- ①土地利用ごとにパラメータを変えることで土地利用による違いを考慮できる、②土壤水分量(=先行降雨)により日々の蒸発散量・表面流出量の違いを考慮できる、③準備が容易なデータのみで計算できる。

土壤水分量の計算には、Hortonの浸入能方程式の式形を用いて、その時の土壤層の浸入能と表面流出量を計算する。蒸発散量の計算には、Hamon式により計算した可能蒸発散能とその時の土壤水分量から求められる蒸発散比から計算する。

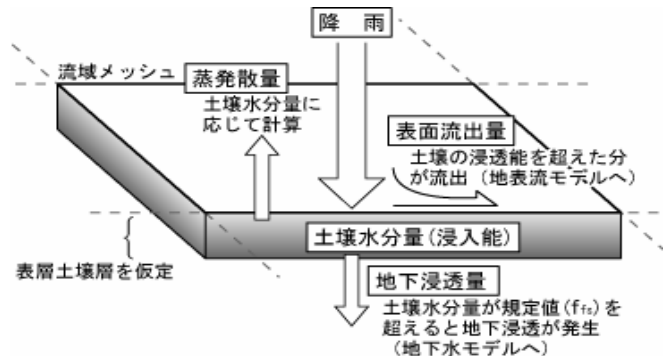


図2 蒸発散モデルの概要

3. 地下水モデル

地下水の流動については、多層の準三次元地下水浸透流モデルにより解析する。地下水からの湧出は、そのメッシュでの地下水水位が地表面標高より高くなった場合に発生するとした。

4. 地表流・河道流モデル

地表流、河道流については、一次元の *Kinematic Wave* 法により解析する。地表流と河道流で落水線を各々作成する。

地表流で、土地利用に水田を有するメッシュにおいては、水田の貯留効果を考慮するため、水田レイヤーを別に設定し、そこで欠口からの流出量を計算した後、その流出量を地表流の計算に受け渡している（図3）。

5. 人工系モデル

GIS を活用し、メッシュの人口や汚水処理形態データ、事業場データから生活系の発生活水量、工場や事業場からの産業系発生活水量を算出した後、それを各メッシュのインプットデータとする。

III 印旛沼流域への適用

構築したモデルの再現性、有効性を確認するために、千葉県印旛沼流域に適用した。メッシュ分割は、流域情報データの精度及び分割後の総メッシュ数を勘案し、250m×250m のメッシュサイズとした（東西方向 146、南北方向 166、総メッシュ数 8687）。再現計算期間は、2003 年の 1 ヶ年とした。計算の時間ピッチは 600 秒、計算結果の出力ピッチは 1 時間とした。再現性の検証には、千葉県が 2002 年以降実施している印旛沼の主要流入河川 7 河川で実施している河川流量連続観測データを用いた。

蒸発散モデルによる蒸発散量の計算結果を図 4 に示す。土壌に水分をよく含むことができる山林では年間を通して蒸発散が発生しているが、市街地では降雨がなくなると蒸発散は小さくなっている。このことから本モデルでの蒸発散モデルは、都市域や農村域が混在するような地域で有効な方法であると考えられる。

河川流量の計算結果と実測値との比較を図 5 に示す。降雨によってはピークを再現できない場合があるものの、降雨時のピーク流量、基底の流量をよく再現できていると考えられる。

IV おわりに

構築した流域水循環モデルにより印旛沼流域の水の挙動を良好に再現できることが分かった。今後の課題としては、他流域への適用での新たな水循環経路を追加するなどの汎用性や、モデルの解析結果をより分かりやすく提示する可視化機能の強化が揚げられる。

参考文献

- 1) 竹下伸一ら：蒸発散サブモデルを導入した長期流出モデルの開発、水文・水資源学会誌第 16 巻 1 号、pp23-32, 2003.

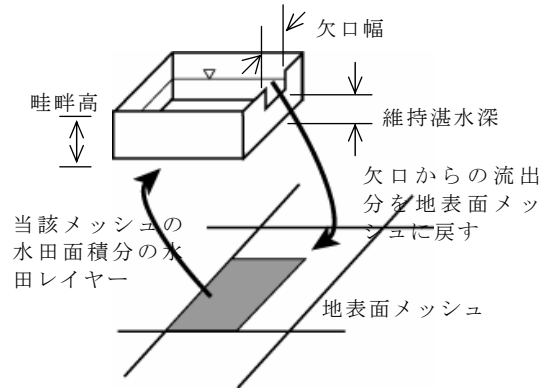


図 3 水田での流出計算

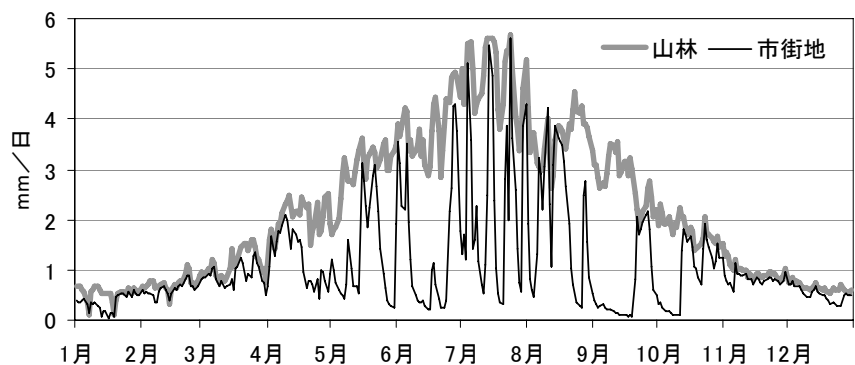


図 4 蒸発散量の計算結果（山林、市街地）

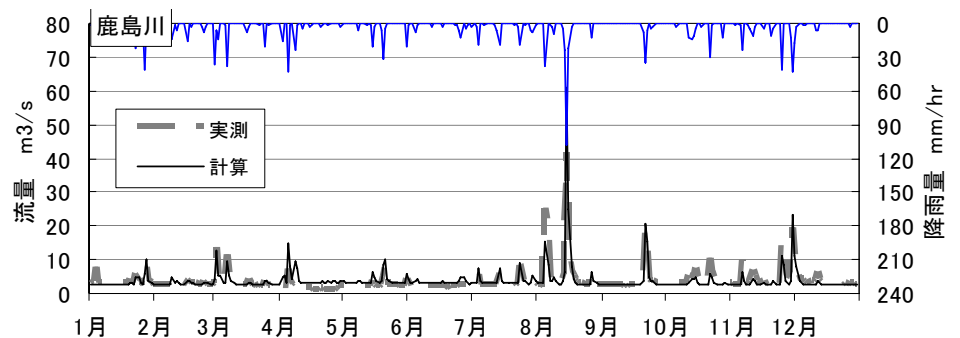


図 5 河川流量 計算結果と実測値の比較