

分布型水循環モデルによるオンサイト型浸透施設導入効果の評価

東京大学生産技術研究所	正員	弘中貞之
三和銀行	正員	谷本信也
東京大学生産技術研究所	正員	虫明功臣
東京大学生産技術研究所	正員	S. Herath

1. はじめに

都市化流域の水循環系は、1)自然的水循環、2)雨水—人工排水径路、3)給水—排水径路および4)農業揚水—排水径路から構成され、それらが複雑に交錯している。将来の都市域の拡大や下水道の普及等が水循環系に及ぼす影響を予測し、その保全策を立て流域管理を行なうことが重要な課題となってきた。そのため筆者らは、都市域の水循環システムをシミュレーションできる分布型水循環モデルを構築した。本稿では、実流域にモデルを適用することにより、流域保全策特にオンサイト型浸透施設の効果を定量的に評価した例を報告する。

2. モデル概要

本研究で構築したモデルは、sub-surface flowについてグリッド間の寄与を考慮した時間単位の分布型モデルである。モデルでは、各グリッド毎に人為的情報ならびに物理パラメータを用い支配方程式を解く。モデルで使用する主なパラメータは、1)土地利用、2)水道原単位、3)地形、4)土壌水理特性、5)地下帯水層特性等である。

3. 浸透施設からの浸透量の計算法

ここで対象としている施設は、浸透トレンチである。浸透トレンチは以下のように取り扱った。

Richardsの浸透方程式を数値シミュレーションすることにより、トレンチ幅が与えられると施設からの浸透量(Q)は水位(H)の関数として表わされ、トレンチ内水位の範囲では以下のような線形式で近似できる。

$$Q = K_o(a + bH) \quad (1)$$

ここに、a, b: 現地土壌特性に関連した定数、 K_o : 透水係数。
トレンチに対する連続式は、

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \text{Inflow} - Q \quad S \leq S_{\max} \quad (2)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \text{Inflow} - LK_o(a + bH) \quad (3)$$

ここで、L: トレンチ長。そして $S > S_{\max}$ の時、表面流出が発生する。

4. 実流域へのモデルの適用

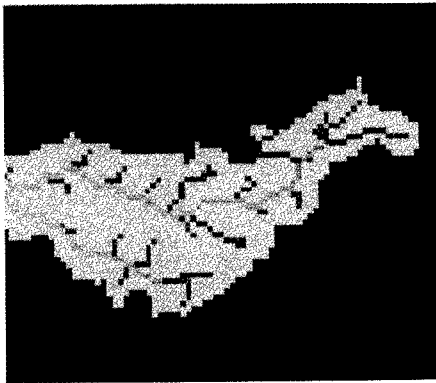
対象とした前原川流域は、千葉県北西部に位置し現在都市化が進行中の都市河川流域である。流域の諸元は表1に示す通りである。まず、水循環保全策として流域内に浸透トレンチを導入した場合の効果の定量的評価を行なう。現地浸透試験の結果、台地部の土壌の飽和透水係数は、 $K_o = 4.57 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ である。トレンチは、宅地50mグリッド(2500m²)当たり100mの密度で設置したと仮定。対象とする降雨は、1992年の実測降雨である。図1に浸透施設を設置しない場合と浸透施設を設置した場合の表面流出量の累積図を示す。両図を比較することにより、浸透施設を設置することにより表面流出量の発生域が大幅に減少していることがわかる。実際には、その量的な分布も図上に示してあるが、カラーでないものでそれは判断できない。またこのように地図の形で表示することにより、施設設置効果が非常に捉えやすくなる。次に、最大時間降雨強度50mm/hrの中央集中型計画降雨を与えた場合の浸透施設の効果の評価する。図2に入力降雨波形を示す。図3に計画降雨を与えた場合の表面流出量の比較を示す。図より、明かに直接流出量が浸透施設の設置により減少したことがわかる。ピーク流出量でみると、施設の設置により流出量が44%減少していることがわかる。総流出量は、約60%減少している。このことより、ピーク流出量より総流出量のカット効果の方が大きいことがわかる。

表1 流域の諸元

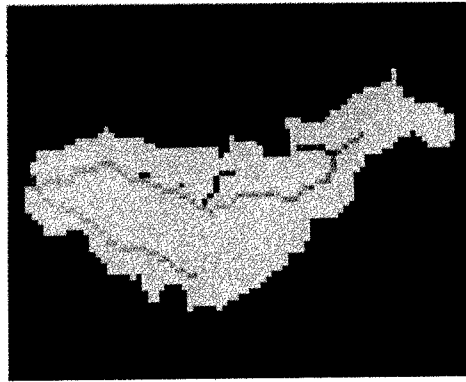
河川名	流域面積(km ²)	推定人口(人)	不透透面積率(%)	地勢勾配
前原川	3.25	27751	46	1/500~1/700

5. 結語

本稿では，構築した分布型水循環モデルを用いて浸透施設の浸透効果の評価を行なった．その結果，浸透施設設置による流出抑制効果もその量の減少だけでなく，面的な分布の形でも確認できた．また，その効果は総流出量のカットの方が大きいこともわかった．また，本稿で使用した分布型水循環モデルは，GISデータの作成からモデル計算，結果の表示まで同じソフトウェア上で実行できる．そのため浸透施設導入効果が計算後直ちに地図として面的に表示でき，種々の施設設置案に対する効果の比較を容易に行うことができる．



(a)浸透施設設置前



(b)浸透施設設置後

図1 浸透施設設置前，後の表面流出量累積図

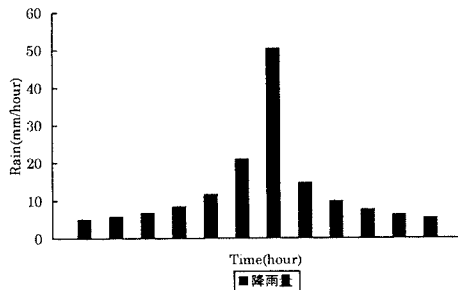


図2 計画降雨波形

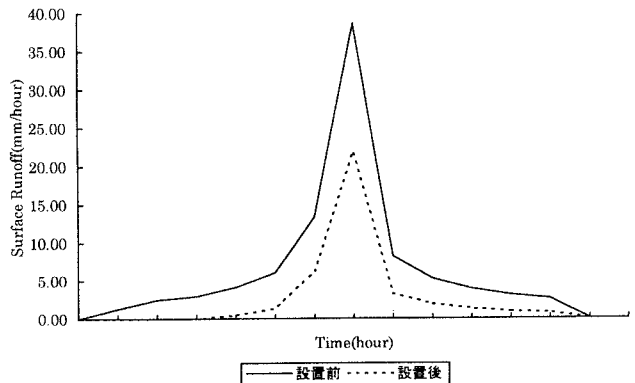


図3 浸透施設設置前，後の表面流出量の比較

参考文献

- 1)谷本信也，虫明功臣，S.Herath，弘中貞之：RS/GISを用いた都市流域における水循環成分の推定，水文・水資源学会1994年研究発表会要旨集，pp.290~291
- 2)虫明功臣，弘中貞之，谷本信也：都市河川の水循環系構成要素の動態に関する研究(2)―千葉県船橋市海老川流域を対象として―，「下水道の雨水対策の方向性に関する研究」報告書，pp.1~10,1995.3
- 3)谷本信也：流域管理計画のためのGISを用いた水循環モデリング，東京大学修士論文，1995.3
- 4)S. Herath, K. Musiaka, S. Hironaka, S. Taminoto: A GIS based Distributed Catchment Model for Simulation of Urban Hydrology, Proc. 50th Annual Conf. of the JSCE, 1995.9