

II-50

丘陵地の水循環の都市化による変化
に関するシミュレーション

東京都立大学工学部 正員 ○安藤義久
国際航業 株式会社 下濱優治

1. はじめに

本研究では、安藤・虫明・高橋¹⁾により開発された丘陵地の自然流域と都市流域の水循環モデルを用いて、都市化の程度と水文地質条件と河川の年間水収支と流況曲線などの水循環の諸特性との関係を明らかにすることを目的としている。

2. 水循環モデル

図1(a)には、丘陵地の自然流域の水循環モデルのフローを示す。自然流域の場合、流域は飽和流出域と浸透域に分けられる。浸透域への降雨(P_i)は、その大部分が土中に浸透する。そして、浸入した雨水($P_i = I$)は、不飽和帯の水分保留になるものや浸透域からの蒸発散(E_i)になるものがある。不飽和帯の水分保留(M_s')が最小容水量(M_n)を超えない場合は土湿不足が補われ、 M_s' が M_n を超過する場合にはその超過分に比例した地下水涵養(G)がある。地下水涵養(G)は、地下水貯留量(S_g)を増加させるが、地下水流出(Q_g)は地下水貯留量(S_g)の自乗に比例して流出する。この減水定数を A_u で表わす。飽和流出域への降雨(P_s)は、そのまま直接流出(D)になる。河川の総流出量(Q)は、地下水流出(Q_g)と直接流出(D)の和から、飽和流出域からの蒸発散(E_s)を引いたものに等しい。図1(a)中で、 I_i は浸透域面積率を表わし、 I_s は飽和流出域面積率を表わす。また、計算の時間ステップは1日単位であり、 t は日単位の時間を表わす。

(2) 都市流域の水循環モデル

図1(b)には、丘陵地の都市流域の水循環モデルのフローを示す。都市流域は不浸透域と浸透域に分けられる。不浸透域に降る雨水(P_{imp})は、窪地に貯留(L)されたり、直接流出(D)となったりする。浸透域に関する水循環モデルは自然流域と同じである。

3. 降雨データと蒸発散データ

豊水年、平水年、渇水年の全てを含む1978年

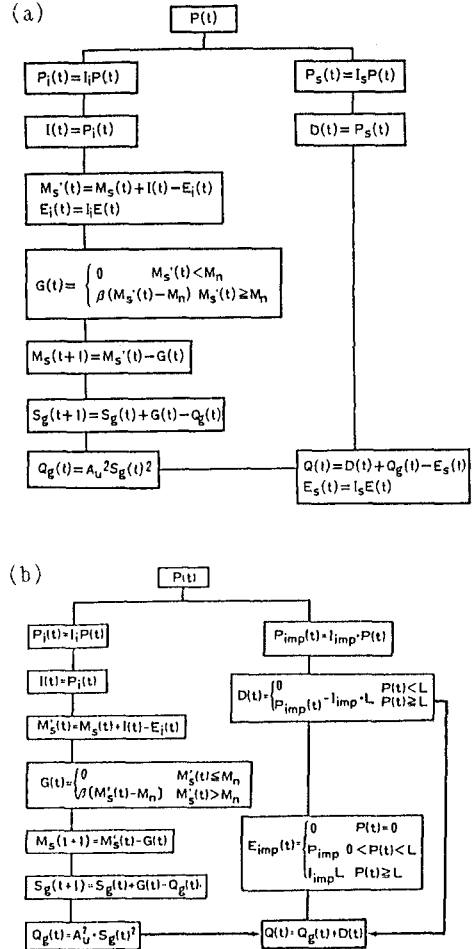


図1 自然流域と都市流域の水循環モデル

表1 パラメーターの設定値

(a) 飽和流出域面積率 (I_s)					
設定値	10%	20%			
(b) 不浸透域面積率 (I_{imp})					
設定値	20%	30%	40%	50%	60% 70% 80%
(c) 不圧減水定数 (A_u)					
設定値	0.05	0.01	0.005	0.001	0.0005

から1980年までの3年間の多摩ニュータウンの日雨量と八王子気象台の月平均気温から求めたHamon式による蒸発散量を用いる。

4. パラメーターの選定

水循環モデルを用いたシミュレーションを行なうに当たり、都市化と河川流出量の変化を結び付けるようなパラメーターを選ぶ。まず、流域の地被条件を表わすパラメーターとして、飽和流出域面積率 (I_s) と不浸透域面積率 (I_{imp}) を選んだ。

表1に示すように、 I_s として10%と20%の2つの数字を設定する。流域の都市化率を表わす指標として不浸透域面積率 (I_{imp}) をとりあげ、20%から80%まで10%刻みに値を設定する。

また、流域の水文地質条件を表わすパラメーターとして不圧減水定数 (A_u) をとりあげ、表1に示すように0.05から0.0005までの5段階の値を与える。

5. 年間水収支の都市化による変化

シミュレーション結果を図2に示すような年間水収支の形で整理すると、どういう水文地質条件でも、換言するとどういう A_u の値でも、都市化の進展に伴い（不浸透域面積率 I_{imp} の増大に伴い）、直接流出成分が線形的に増大することが判った。一方、地下水流出成分の多寡は流域の水文地質条件 (A_u の大小) に大きく依存しており、 A_u の値が小さい場合には都市化が進行しても地下水流出成分はそれほど減少しないが、 A_u の値が大きい場合には都市化の進行により地下水流出成分が大きく減少することが判明した。

6. 流況曲線の都市化による変化

図3には、平水年の流況曲線を示す。これをみると A_u の値が0.05と相対的に大きい図3(a)では $I_{imp} = 0.8$ の場合の低水流況が他の場合と比べて著しく悪いが、 A_u の値が0.001と小さい図3(b)では $I_{imp} = 0.8$ の低水流況は比較的良好である。以上のように、流域の水文地質条件を反映する A_u の値の大小が、流域の都市化による流況曲線の変化にも多大な影響を与えることが明らかにされた。

参考文献

- 1) 安藤・虫明・高橋：丘陵地の水循環機構とそれに対する都市化の影響，第25回水講，1981。

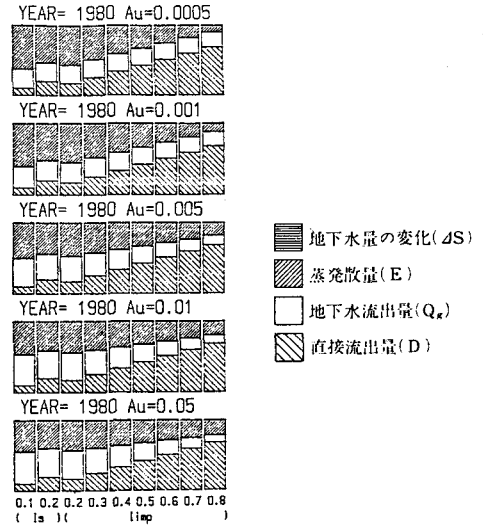
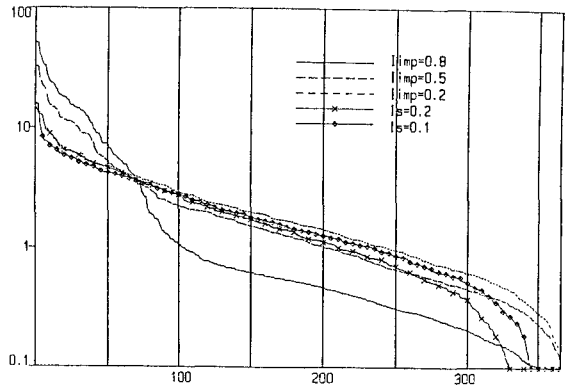


図2 平水年の年間水収支

(a) 平水年, $A_u=0.05$ の場合の流況曲線



(b) 平水年, $A_u=0.001$ の場合の流況曲線

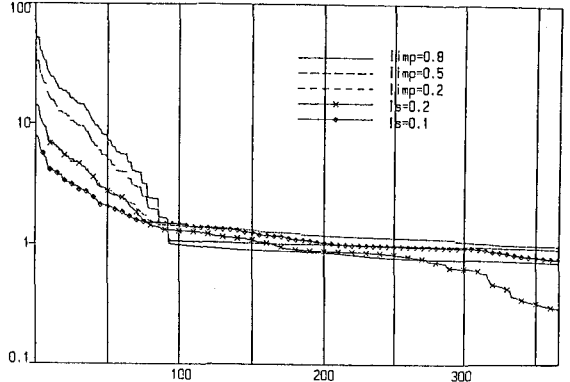


図3 流況曲線