

II-49

貯留型モデルを用いた都市化による雨水流出の変化予測について

広島大学工学部 正員 金本 満
 広島大学工学部 正員 金丸 昭治
 広島大学工学部 正員 三島 隆明

1. まえがき

流域内を開発すれば、雨水流出特性が大きく変化することは周知の事実であが、流域をどれだけ開発すれば、流出がどの程度変化するかを予測するには、未だ検討の余地がある。そこで、本報告では、このような変化を洪水流出に限って、ごく単純に開発面積率のみを用いた場合の予測モデルを検討した。

2. 流域の概要¹⁾

解析対象とした諸木川試験流域は、1.3km²の羽状流域で、まき土で構成されている。本流域は、昭和46年頃より開発が始まり、造成・宅地化が進んだ。現在は、ほぼ造成も完了し流域内の80%が都市域となっている。また、昭和52年からは河道改修も行われ、河道はコンクリートで3面張りにされている。

3. 解析方法の概要

本解析では、流域内が約30%開発されているが、宅地化があまり進んでいない期間を対象とした。なお、この期間では河道改修は、行なわれておらず、実際の開発状況を考慮して以下のような条件を設定した。

- (1) 開発は表層付近で行われ、地下水帯の大規模な変更はない。また、未開発地は、もとの流出特性を維持する。
- (2) 小流域であることから、河道における流下時間は零とする。

以上の条件より、図-1のような貯留型モデルを考えた。ここで、タンクAは自然域（山地・原野など）、タンクBは都市域（グラウンド・宅地など）に対応し、開発面積率(A_u)の違いにより、それぞれタンクの幅を変化させた。またタンクAのうち下段タンクについては、地下水帯に対応するものと考え、対象期間中に変化はないものとした。さらに、タンクBについては、Darcy型の流れ（モデルⅠ）、および、Manning型の流れ（モデルⅡ）を想定し流出孔(C_1)からの流出量(Q_{C1})は、タンクの水深(H)が、流出孔の高さ(Z_4)を越える場合について（1）式により算定した。

$$Q_{C1} = C_1 \cdot (H - Z_4)^m \quad \text{----- (1)}$$

$$m = 1.0 \text{ (Darcy型、モデルⅠ)}$$

$$m = 5/3 \text{ (Manning型、モデルⅡ)}$$

具体的には、観測開始当初を自然状態とし、タンクAの形状を決定した。次に、開発が10%程度になったときの資料を用いて、タンクBのパラメータを前述2種類の流れについて、同定した。なお、各タンクのパラメータの同定は、数学的最適化手法の一つであるPowell法²⁾を用いた。

4. 解析結果

まず、観測開始当初（自然状態）の実測値を用いて得られたタンクAのパラメータを表-1に、計算値と実測値との比較を図-2に示す。図-2の他に3洪水ほど同様のパラメータを用いて流出計算を行った結果タンクの初期水深を適当に与えることで、相対誤差基準で20%程度におさえることができ、同定した結果がほぼ真値に収束し、流出状態を表現しているものと考えられる。

次に、流域内の開発面積率が10%程度になったときの資料を用いてタンクBのパラメータを同定した結果

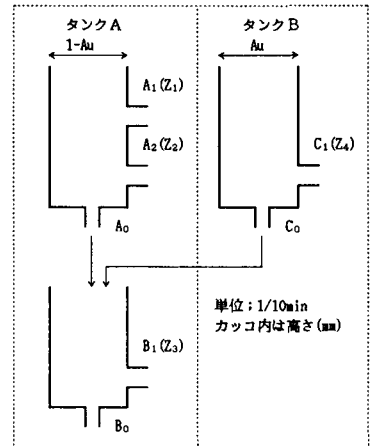


図-1 貯留型モデル

を表-1、および、図-3に示す。この図より、この程度の開発率では、Darcy 型を用いた場合も、Manning 型を用いた場合も、大きな差異はなく、実測値にはほぼ適合していると思われる。

さらに、将来予測として表-1のパラメータを用いて（ただし、タンクBについてはManning 型を用いた）、開発面積率20%、および、30%について計算した。その結果、図-5、6に示すように、開発面積率10%で同定したパラメータを用いても実測値によく適合している。なお、比較のためタンクAのみを用いて計算した結果も点線で示しているが、タンクBを追加して計算したほうが、よりよく流出状態を表現していることがわかる。

5. あとがき

本報告では、開発による流出特性の変化が開発面積率のみに集約できるものとして解析したが、対象とする流域が当流出試験地のように小さく、河道長の短い流域であれば、ここで用いたような単純なモデルでも有効であると考えられる。すなわち、開発前の自然状態における貯留型モデルが得られれば、開発後の流出変化の概要を予測することが可能である。さらに、今後は、タンクBについてどのような流出型とするかを含め、河道・側溝などの排水施設が整備された期間を対象に解析を行っていく予定である。

なお、本解析を進めるにあたり、建設省太田川工事事務所より貴重な資料を提供していただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献 1)建設省太田川工事事務所：諸木川流出試験地水文資料（1983）

2)清水ら：諸木流出試験地における都市化による流出形態の変化、第29回水理講演会論文集

2)角屋ら：流出解析手法（その12）、農業土木学会誌、48-12

表-1 パラメータの同定結果

タンクA		タンクB		
A ₁	0.049	モデルⅠ		モデルⅡ
A ₂	0.019			
A ₀	0.038	C ₁	0.215	0.033
B ₁	0.0020	C ₀	0.0087	0.0
B ₀	0.0011	Z ₄	3	2
Z ₁	22			
Z ₂	7			
Z ₃	1			

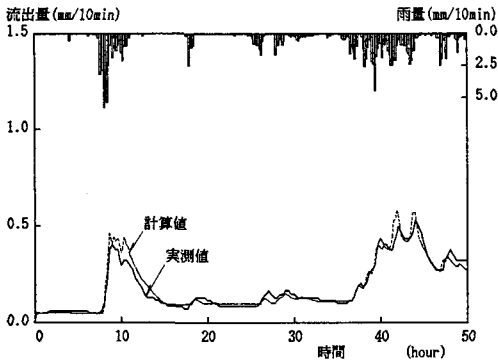


図-2 計算結果（開発面積率4%）

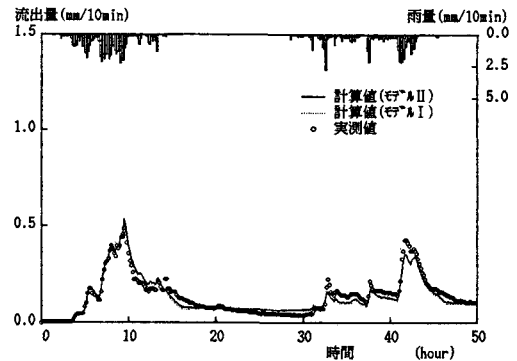


図-3 計算結果（開発面積率4%）

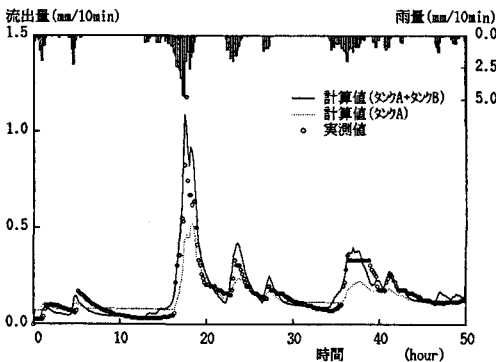


図-4 予測計算結果（開発面積率20%）

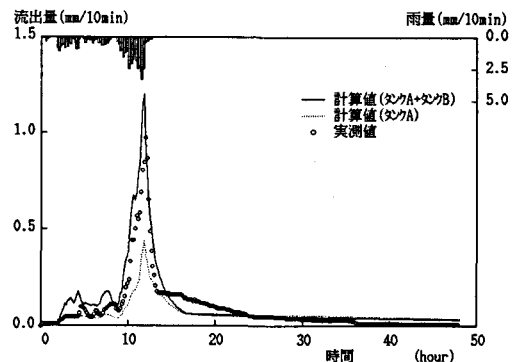


図-5 予測計算結果（開発面積率30%）