

都市化による雨水流出の変化を予測する簡易モデルについて

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だが、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、図-1に示すように、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。

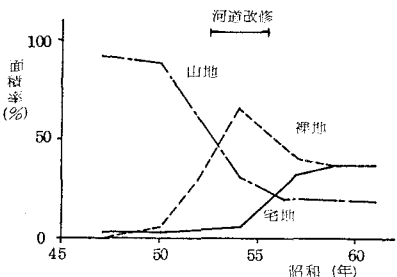


図-1 土地利用の変化

3. 解析方法の概要

清水らは、参考文献1)において、流域内を約30%開発したとき、流域内平均貯留量は、開発当初より30%程度に減少することを、貯留関数法を用いて調べている。本解析では、この程度の開発が行なわれた昭和46年～51年を対象とした。なお、この期間は河道改修が行なわれておらず、実際の開発状況を考慮して以下のような条件を設定する。

- (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。
- (3) 不浸透域からの流出も、貯留効果があるものとする。

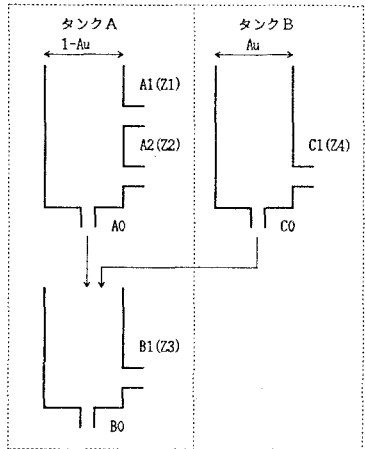


図-2 タンクモデル

以上3条件より、図-2のようなタンクモデルを考えた。ここで、条件(1)より、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については本来、浸透域(グラウンド・庭など)、不浸透域(屋根・舗装面など)で分離して考えるべきと思われるが、条件(3)を考慮し、両者をひとまとめに考え貯留型とした。

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、開発が進むと後述するようにタンクAだけでは流出形態、とくに、流量のピーク付近が表現できなくなるため、この原因が開発域からの流出量が無視できなくなったものと考え、タンクBを追加検討した。なお、各タンクのパラメータの同定は、非線形計画法の一つであるPowell法²⁾を用いたが、各パラメータのオーダーが異なるた

表-1 パラメータの同定結果

タンク A		タンク B	
A1 (1/10min)	0.049	C1 (1/10min)	0.215
A2 (1/10min)	0.019	C0 (1/10min)	0.0087
A0 (1/10min)	0.038	Z4 (mm)	3
B1 (1/10min)	0.0020		
B0 (1/10min)	0.0011		
Z1 (mm)	22		
Z2 (mm)	7		
Z3 (mm)	1		

め、角屋らの方法³⁾を参考にして、初期値により基準化したパラメータにより同定した。

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-3に示す。図-3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、Powell法によって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10%が開発された場合、タンクAのみを用いて計算すると、図-4に示すように、ピーク付近の鋭敏さを表現できない。この原因が前述したように開発域からの流出成分が卓越してきたためと考え、タンクAのパラメータを固定し、タンクBのパラメータを同定した。その結果、表-1に示すようなパラメータが得られ、図-4に示すように、タンクAのみを使用して流出計算した結果より大幅に改善されている。さらに、表-1のパラメータを用いて開発面積率30%について流出計算をした。その結果、図-5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合っている。

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タンク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、下水道・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。

参考資料 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年

参考文献 1)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)小林ら：Powellの共役方向法によるタンクモデル定数の探索、農業土木学会論文集65

3)角屋ら：流出解析手法(その12)、農業土木学会誌、48-12

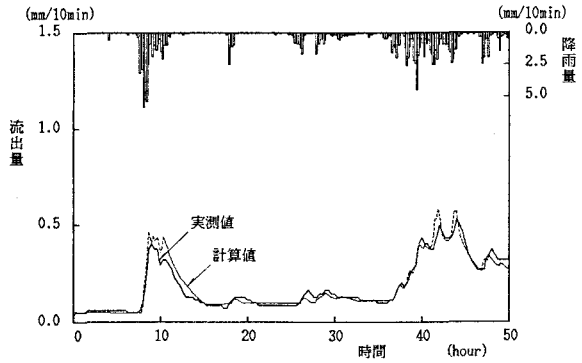


図-3 計算結果(開発面積率4%)

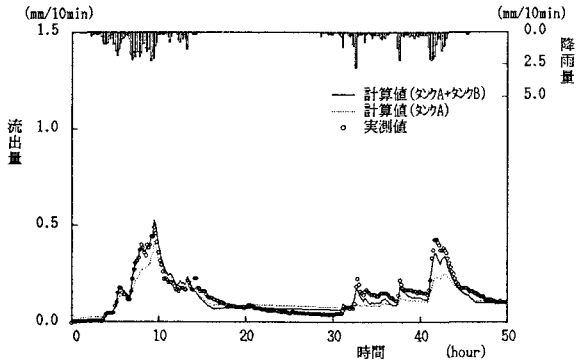


図-4 計算結果(開発面積率10%)

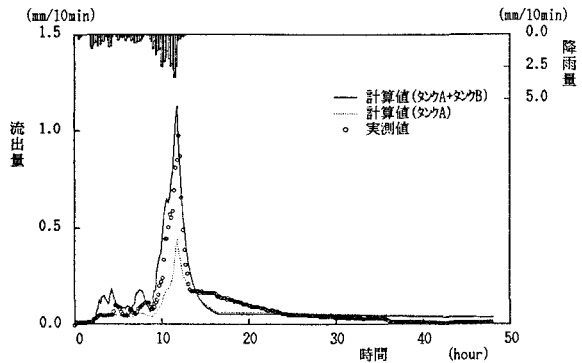


図-5 計算結果(開発面積率30%)