

タンクモデルによる都市浸水発生予測に関する研究

山口大学 学生会員 ○阿部清明
正会員 塩月善晴

1. はじめに

宇部市低地部の浸水発生予測のために直列貯留型タンクモデルと降り始めからの10分雨量データのみによる地点短時間雨量予測方式（PRFM）を組み合わせた方式で予測実験を行った。その結果、実際の浸水発生より数10分から1時間程度早い予測が可能であった。今回は、宇部市に加え下関、小野田、山口、防府市において同様の方式で浸水発生予測を行い本方式の汎用性を確かめる。また、それぞれの市において都市による流出の違いを決められたタンクパラメータにより比較検討する。

2. 方法

本研究では、浸水という地面に溜まる水を考えているので、入力を雨量とし出力を水位とする。タンクの流出孔は、河川や排水施設などに流れるもの、浸透孔は地下浸透に流れていくものとイメージしてタンクモデルを考えた。これは市全体を1つの水瓶とみなし雨水の貯留をモデル化したものである。10分雨量は雨の降り方を細かく表しているため急速な水位の変化を表すのに適し、また浸水予測に使用する地点短時間雨量予測方式（PRFM）は降雨の10分雨量を使用するので入力は10分雨量とした。従って短時間降雨に応答性のよいものとして、タンクの構造は、直列貯留型流出機構の三段タンクで流出孔はAタンクで3個、Bタンクに1個、Cタンクに1個とした。浸水は各タンクの貯留水位が限界を超えると起こると考えられるが、本研究ではタンクA、B、Cの貯留水位の合計値（ $V = V_A + V_B + V_C$ ）が実際の水位と対応していると考えている。（図-1）タンクパラメータは浸水発生、非発生を明瞭に区別できるタンク貯留値を完成し得るまで、各タンクのパラメータを試行錯誤で繰り返し計算させることにより得られる。

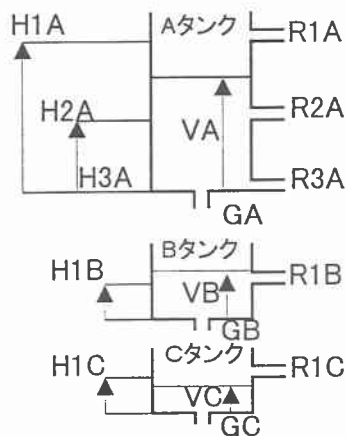


図-1 直列貯留型タンクモデル

3. データ

本研究では1994年～1997年を解析の対象にする。浸水害は集中豪雨により起こる床下浸水、床上浸水を合わせた浸水家屋が発生したときに浸水害が発生したとする。また雨量データから気象学会が定めた豪雨階級Fランク以上になったら宇部市では浸水が発生している。下関市はEランク、小野田市はFランク、山口市はFランク、防府市はEランクとなった。

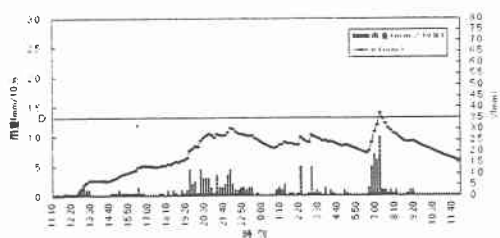


図-2 1997年5月14日、小野田市、浸水発生

4. 解析結果

解析の結果、宇部市の浸水発生限界は $V=35(\text{mm})$ あたりにあることが判った。 $V=35(\text{mm})$ を浸水発生限界Dラインとしこれを超えると浸水が発生する。他の4市についても同様の解析を行いそれぞれの市のタンクパラメータを表-1に表した。図-2は1997年5月14日に小野田市で浸水が発生したときの解析図である。浸水が発生したときの雨はFランク以下であった。この日の浸水害は前日に降った雨の影響により水位がすでに上昇しておりそのときに短時間に雨が強く降ったために起きたものである。これまでは浸水害が発生している時の一雨について解析を行ってきたが、今回は先行雨量の影響が確認されるものも考慮して解析を行った。

図-3は1996年8月14日に宇部市で、図-4は1996年8月14日に防府市で浸水が発生したときの解析図である。図-3ではR1, R3が47 mm, 70 mm, 図-4は52.5 mm, 89 mmと図-4の方が雨量は多いが水位はDラインぎりぎりであり図-3の方が水位が大きく出ている。このことにより、宇部市より防府市の方が排水能力が良く水位は小さくなる事が判る。

解析の結果得られたDラインにより浸水発生、非発生の区別ができなかったのはそれぞれの市において16例中1.2例だけと、同程度の精度でタンクモデルのパラメータを決定することができた。タンクモデルの構造は三段タンクで、流出孔はAタンクで3個、Bタンクに1個、Cタンクに1個とすべての市において同じものとなった。パラメータを比較すると宇部市と小野田市がほぼ同じである。防府市のR3Aが0.23と大きいために流出量が大きくなる。また、GAが0.2と大きいためにBタンクに浸透しH1Bが5と低くR1Bが0.2と大きいことにより流出が多くなりBタンクの影響が大きいことがわかる。

5. タンクとPRFMを組み合わせたときの浸水予測

1996年8月14日に防府市で浸水が起きたときの雨をPRFMと組み合わせて浸水予測実験を試みた。浸水発生予測では、降った雨により貯留している水位を予測するので、雨量は予測時刻以前は実測雨量を入力しそれ以後はPRFMによる予測雨量を入力した。右の予測図は、予測解析用降雨量は黒の棒グラフで示して、その雨量を解析して得た水位を実線で示した。以後10分ごとに逐時観測される10分雨量を入力し予測内容を更新する。

図-5は12時50分の予測である。13時00分にはDラインを超えることを予測している。図-4では13時10分にDラインを超えている。水位がDラインを超えることを20分前に予測した。予測降雨波形は、予測時刻以後降り終わりにかけて実測のものとよくあっている。よって、今後水位は減少していくことを予測している。

6. おわりに

以上のように、タンクモデル法を使い都市部において浸水が起きるときのタンク内の危険水位(Dライン)は有用であることがわかった。PRFMと併せることにより早く水位の変動を知り浸水の状況を知ることができるので防災活動において役に立つと考えられる。

参考文献

- 1) 菅原正巳, 1972: 流出解析法, 共立出版, 257 p
- 2) 塩井善晴, 1989: ハイエトグラフを利用した短時間雨量予測法の試み, 天気, 36, 449-459.

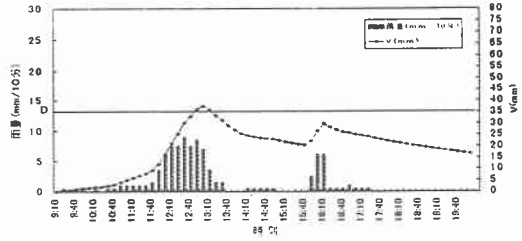


図-3 1996年8月14日, 宇部市, 浸水発生

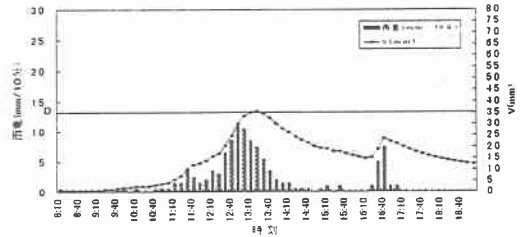


図-4 1996年8月14日, 防府市, 浸水発生

表-1 タンクパラメータの一覧 (1994年～1997年)

	宇部市	下関市	小野田市	山口市	防府市
H1A	60	60	60	60	60
H2A	30	30	30	30	30
H3A	5	3	5	5	5
R1A	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R2A	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
R3A	0.2	0.2	0.2	0.3	0.23
GA	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
H1B	10	10	10	10	5
R1B	0.18	0.18	0.18	0.18	0.2
GB	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
H1C	5	5	5	5	5
R1C	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1
GC	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01

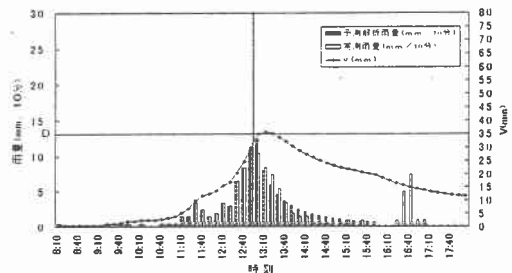


図-5 1996年8月14日, 防府市, 予測時刻12:50