

建設省土木研究所 正員 木下 武雄

1. 序文

これは都市化による流出の変化と題して1968年才2回土木学会年次学術講演会で発表した報告の続編である。

都市化の要素水文学的な表現は同報告および、土木技術資料の9巻5号に述べてあるが、それは丘陵地など、都市化地域という原因域と流出の変化に起因する被害を受ける結果域との分離できる地域についてであって、内水地域に盛土をして都市化した場合のように原因域と結果域とが混在しているところでは必ずしもそのようには行かない。本報告ではそのような所で流出モデルを作成し、都市化(盛土面積の増加)したときに、洪水波形がどのように変化するかを示した。

2. 調査概要

大都市の周辺の沖積平地は湿原として長い間放置され、近年は水田蓮田などに利用されるながらも悪水などと呼ばれる排除困難な溜り水が広範囲に分布していた。しかし、都市化の波はこのような所にも急速に押し寄せ、公共事業の進歩を待たずして住宅の工場が建てられるといった現象がみられるに至った。このような都市化による流出の変化を調べるために、土木研究所は科学技術庁防災科学技術センターと協同して大阪府寝屋川流域に3つの試験流域を設けて、昭和44年より昭和45年まで観測を行ない、有効な資料をとって来た。本報告はその結果をもとにしてまとめられたものである。ここで用いられた資料は次の通りである。

雨量：池田観測所、寝屋川市寝屋川オス中学校

水位、流量：馬洗橋観測所、寝屋川市高柳の南、流域面積4.53km²

この流域は古川と呼ばれる旧寝屋川の流域で、現在続々と都市化している。道路、排水路が整備されつつあるが、まだ完全には遠い。流域はほとんど平らで、水田蓮田などの排水路が縦横に通り古川の上流部もそれら排水路の一部として見まがうようになってしまう。図-1参照。生駒山地からとれる良質の砂質土で水田などにランダムに50cm以上の盛土をおこなって住宅、工場が建てられるのが、この地域の都市化の特徴で大住宅団地の計画的な造成とは著しく異なるものである。

3. 内水地域の都市化の流出に関する意義

このような都市化が降雨の流出にどのような影響を及ぼすだろうか。

- (1) 洪水流出率に対して、このような都市化がどのように影響するかは複雑である。盛土が50cmとして、有効空隙率を10%とすると、この盛土層は50cmの保水能力を有するので、一洪水としての流出率は減るかも知れない。しかし、屋根、舗装などの不透水面積の増加は、洪水流出率を増加させる傾向にある。滲透量が水田から盛土に変わって増加し、屋根等によって減少するという点を考慮しないと結論は出せない。

スプロールの都市化は、しばしば水田を排水路のない溜り水の沼にしてしまう。これは洪水

からみれば凹地貯留がふえたことに対応するので、これは洪水流出率を減らす傾向をもつ。

- (ii) ピーク流量は、都市化によって増加する。水田等は、あぜが10cmあれば100mmの雨水を湛水できるわけで、水田からの流出はきわめて偏平化された波形となっている。これが住宅・工場となれば、雨水は直ちに流出してくるわけで、ピーク流量は都市化によって著しく増加する。盛土と水田とが混在している場合でも、水田が貯水池の役割を果たすが、これが少なくなることは、洪水波の低減効果が弱まる。

都市化の一面としての排水路の整備は、もし排水路がなかったらゆるいり流下する雨水を早く下流へ導くので、当然ピーク流量の増加をもたらす。

- (iii) 到達時間は一般に都市化とともに短くなる。(i)(ii)で述べた通りの水田の湛水効果の減少、排水路による洪水疎通能力の増加などによるものである。

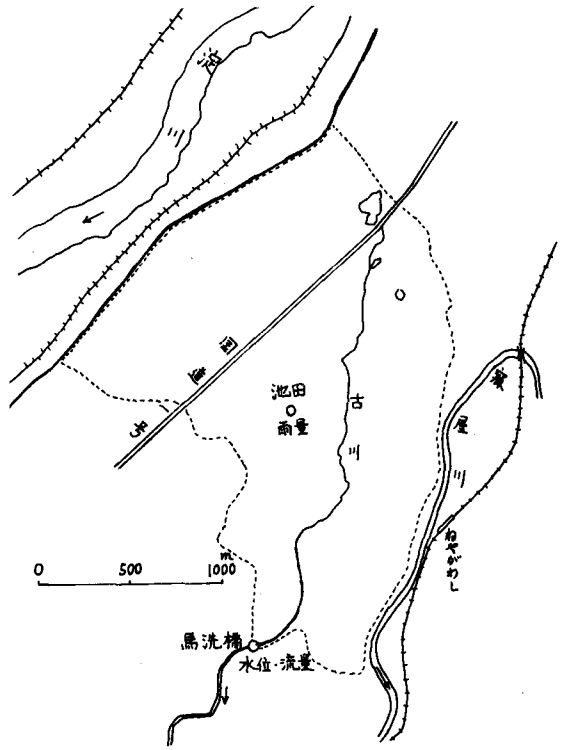


図 - 1

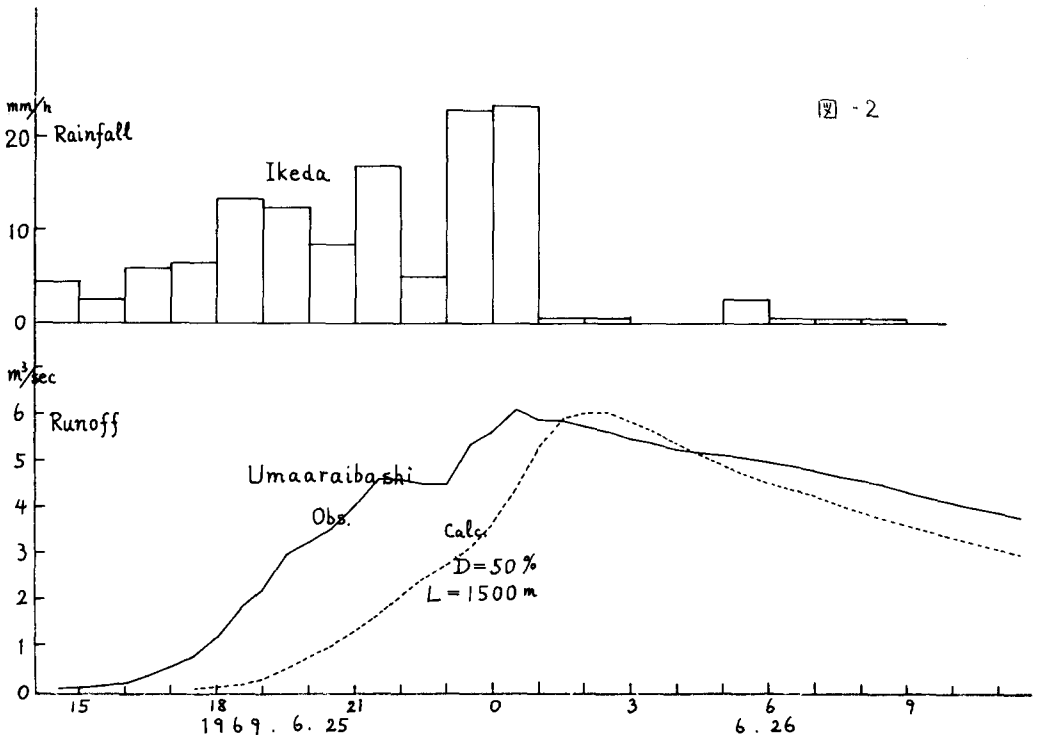


図 - 2

4. 内水地域に盛土をして都市化した場合の流出のモデル化

前節で述べたような都市化とその流出に及ぼす影響を明らかにするため流出モデルを作成する。

- (1) インプットとしては、雨量の時間分布を与える。
- (2) 流域は、都市化域(盛土部)、自然域(水田・蓮田など)、排水路に分ける。
- (3) 都市化域に降った雨は、その上に貯留され、タンクモデル的に言えばタンク1段で孔1つの流出とする。ユニットハイドログラフ的に言えば、指数低減の流出である。浸透量は一定値で、表面貯留から差し引き表面貯留が0となれば、浸透も0となる。
- (4) 自然域は、都市化域からの流出を全面的に受け入れ、直接降雨も貯留される。排水路との間には、一定高のあぜが存在する。あぜには、四角堰形の切り欠きがついている。水田の水位があぜを越えれば、全面越流となる。
- (5) 水路は幅広い長方形水路と仮定する。排水は、この水路のみから出るとする。流れはマニングの等流とする。
- (6) 自然域の水位と、排水路の水位とが近づくれば、水位の高い方から低い方へ溢り堰となって流出する。あぜより排水路水位が上がれば、自然域も排水路も同じ水位になる(湛水氾濫)とする。

5. 計算結果の比較

1969年6月25日の洪水を利用して検証計算を行なった。結果は図-3に示す。

雨量は池田観測所、流量は馬洗橋観測所の値である。河道長は1500m、都市化面積率50%(航空写真で56.9%)の場合と比較した。

ピーク流量は、ほぼよく一致しているが、立ち上がりは実測値の方が早い。この差は実際には前期降雨があり、また、水田などがすでに湛水している状態から洪水がはじまっているのを、計算上では

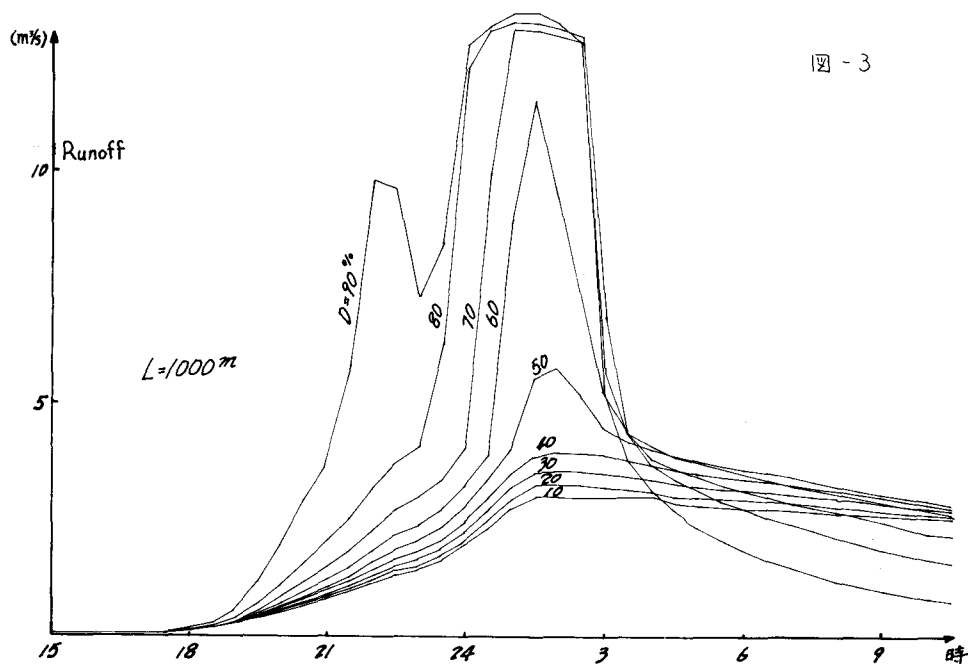


図-3

自然域には水がない状態から始めている等の影響と、実際には都市化域から小水路を伝わって、早期に流出があるものも計算上はすべて自然域(水田)へ流入してからあらためて河道へ、はいるとしたための差と考えられる。

低減部についてみると計算値は実測値より若干の早く指数関数的に減小しているが、傾向はよく一致している。流出体積は計算値は実測値を下まわっているが、本グラフ終端で流域内にはまだ洪水低減部の流出としてはずが(総流出量の4割)が残っている。

6. 都市化のシミュレーション

以上のように馬洗橋流域の流出のシミュレーションが成功したので、このプログラムと係数とを用いて、自然状態、都市化状態の再現をばかった。

雨量は図-1と同一とし、流域内の都市化域の面積率 D を10%~90%にまで変更した。ハイドログラフの変化を図-3に示す。

これによると次のようなことが言える。

- (i) 都市化率が約50%までは流出はあまり急激に変化しない。これは水田の貯留機能が、水田が全面積の半分あれば著しくは減らないことを示している。しかし、半分以上を越えると流出のピーク部が高くなる。これは水田の出口だけでなく、水田のうねを越えて河川へ流れ込む分がふえるからである。図-4には河道内ピーク流量とその生起時との関係を示す。
- (ii) ピーク流量は都市化率80~90%で頭打ちになる。これは河川水位が高くなって水田水位と同じになり広域の湛水のため、流量が著しくは増えないためである。計算上のこのような状態は実際現象的には一面の湛水を意味し水害へ発展して行く典型的な形を示している。
- (iii) 都市化が進むと流出波形状は降雨波形状に敏感に影響されることになる。 $D=90\%$ の場合はその例である。しかし、都市化のうち排水路整備が末端まで行きわたれば流出のシミュレーションは小排水路、側溝を含めた、もう少しちがったプログラムで行なわねばならない。
- (iv) このプログラムで排水路が長くなることは現象面では河道貯留がふえることと、あぜにある四角堰の数が増えることとすなわち、水田から水を出やすくすることを意味する。前者は洪水ピークを低め、後者は高める傾向にある。

7. むすび

内水地域に盛土をして都市化した場合の洪水流出の変化を主眼にして調査を行った。このモデルは現象を水理的に近似することにより得られたもので、無理な係数合わせによるものではない。モデルに改良の余地も多いが、ご批判をおおぐために、ここに発表する次第である。

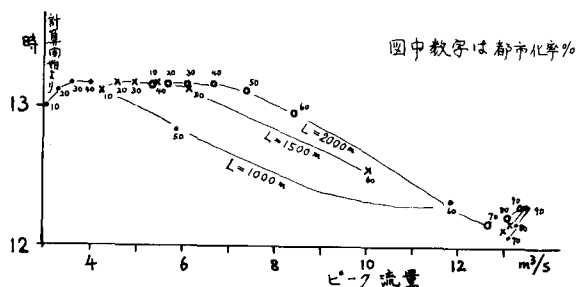


図-4