

昭和49年より松山市街地域と調査流域に選んで都市流出に関する水文観測と流域調査等と推進してきているが、本報告では、これらの資料をもとに市街地域の改変に伴う流出変化に関する検討と、豪雨時流路システムでの満管、地表面湛水などの発生するいわゆる Surchage と伴う流出の特性について検討しに結果を述べる。

1. 市街地域の改変に伴う流出性状の変化

松山市街地域の3号幹線排水路区域と調査対象流域 ($A=0.219\text{km}^2$) に選び、昭和53年実施した市街地の流出面構成要素の調査結果と昭和49年の調査結果とを対比して市街地の改変状況と把握し、これに伴う流出性状の変化と調べた。

(1) 市街地の改変による流出面構成要素の変化 調査流域は10ヶの支線排水路区域からなり、変化が顕著な区域と Fig. 1 に示す。①、⑧支線区域では和風屋根が道路・駐車場に、④、⑨、⑩支線区域では和風屋根がビル、道路・駐車場に、②、⑥支線区域では和風屋根、庭地がビル、道路・駐車場に変わっているのが注目される。次に調査流域全体としてみると、Fig. 2 に示すように、和風屋根がビル、道路・駐車場に変わるものが大部分を占める。

(2) 流出ハイドログラフの変化

a) 小支線下流端における流出 hydro. の変化; 小支線ブロックでは流出面構成の変化が流出性状に敏感にひびく、特に浸透域である庭地、庭地にビル、駐車場 (不浸透域) ができると、急激な流出変化がおこす。流域変化は僅かな No. 3-1-1 小支線ブロック (浸透域が 2.5% 減) でも Fig. 3 に示す程度の流出 hydro. の変化が見られる。b) 支線下流端における流出 hydro. の変化; ①、⑧支線区域で流出面 type I がⅢに、④、⑨、⑩支線区域ではⅠがⅡ、Ⅲに変わっているが、このタイプのこの程度の変化では、支線下流端の流出 hydro. には殆んど変化が現われない。次に②、⑥支線区域では流出面 type I、ⅣがⅡ、Ⅲに変わり、浸透域の減少がみられる。⑥支線では庭地の減少が 2.3% 程度に過ぎないが、②支線では 9.5% にものぼり、Fig. 4 に示すように流出 hydro. の全体にわたってかなりの流出増加がみられる。すなわち不浸透流出面の中での type の変換による流出変化より浸透域が不浸透域に変わることに伴う流出変化の方が大きく影響することがわかる。c) 流域下流端における流出 hydro.; 昭和53年の流出 hydro. が流量ピークにおいて僅かに大きく見られる程度で殆んど差がない。これは Fig. 2 に示したように、流域全体としては不浸透流出面の変換 (type I → Ⅱ, Ⅲ) が流域変化の主体を占め、もともと流出性状に大きい

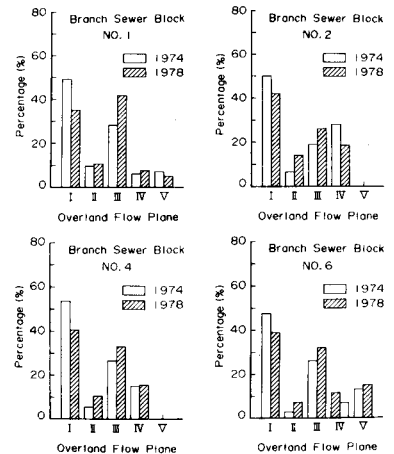


Fig. 1 流出面構成要素の変化 (支線区域)

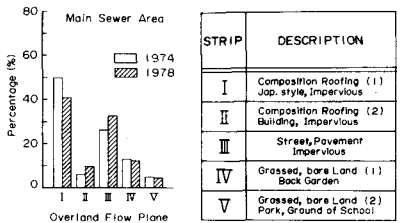


Fig. 2 流出面構成要素の変化 (流域全体)

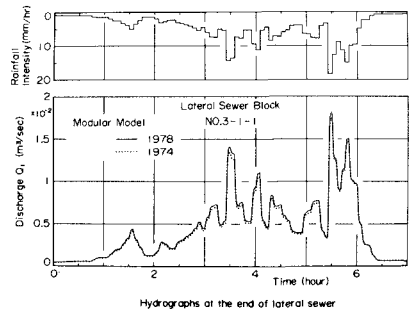


Fig. 3 流出 hydro. の変化 (小支線ブロック)

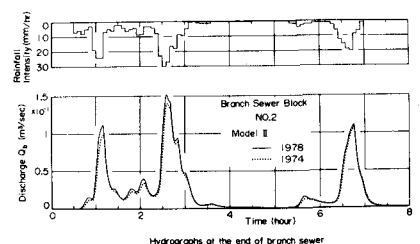


Fig. 4 流出 hydro. の変化 (支線区域)

変化が考えられないという、流域内で各支線からの流出が平均化されて現われることによるものと考えられる。以上幹線下流端の流出hydro.を見ると、流域内市街地の改変にかかわらず、流出hydro.が殆んど変わらないように見えるが、流域内部の支線、小支線区域において顕著な流出変化があることに留意する必要がある。

2. Surcharge を伴う流出の特性

調査流域である3号幹線区域の下流端で水位、流量の観測を行っているが、暴雨時下流部の管路が一時満管となり、surcharge を伴う流出が発生する。Fig. 5は昭和51年17号台風時の暴雨による観測例を示す。水位hydro.を見ると、およそ14時35分～15時5分にかけて surcharging が現われ、この間の流出は抑制され、貯留効果を伴う流出特性が見受けられる。また surcharging 時間内での水位変化が急激であることよりその伝播の速いことがうかがえる。

(1) Surcharge を伴う流出モデル

時間的・場所的に変動する surcharge を伴う排水路システムの流出を実用的にシミュレートするため、用水路流れとパイプ流れとを組み合わせて取扱う。用水路流れに対しては、実用上 kinematic wave 近似と適用することとし、パイプ流れに対しては、マンホール水位をエネルギーヘッドとみなし、通常の管路流れの式(1)ならびに連続の式(2)と適用する。 $Q^2 = 2gA^2D(h_u - h_d) / fL \cdots (1)$ 、ここに Q 、 A 、 D 、 f 、 L はパイプの流量、断面積、直径、摩擦損失係数、長さ、 h_u 、 h_d はそれぞれ上、下流マンホール水位。 $Fd h / dt = \sum Q_i - Q_o \cdots (2)$ 、ここに F 、 h はマンホールの断面積、水位、 $\sum Q_i$ は流入流量の合計、 Q_o は流出流量。surcharge の発生は(3)式を用いてシミュレートされる； $h = fL Q^2 / (2gA^2D) + h_d$ において、 $h \leq 0$ のとき用水路流れからパイプ流れへ遷移 $\cdots (3)$ 。ここに Q は流量。

(2) 流出モデルの検討

Fig. 6に示す排水路システムについて上述の流出モデルを数値実験的に検討した。Fig. 8に示す Inlet hydro. が支線の各マンホールに流入するときの流出シミュレーション結果を Fig. 6～8に示す。Fig. 6は surcharge の発達、減衰の時間的・場所的变化を示したものである。マンホール水位は時間的・場所的にかなりの変動を示し、surcharge が最大となる時刻 $t = 32 \text{ min}$ における各マンホールの水位を示すと Fig. 7のようである。このような surcharge を伴う場合の流域下流端における流出hydro. を Fig. 8に示しておく。以上の結果は surcharge を伴う流出の特性をよく再現し、これに流出モデルの有用性が認められる。

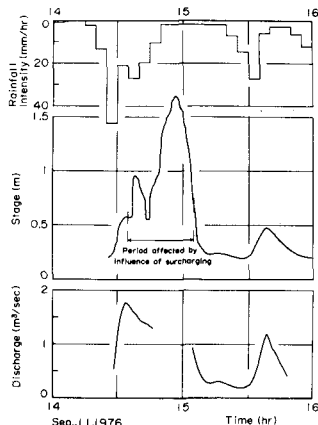
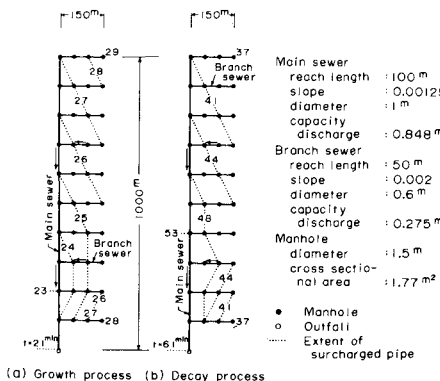


Fig. 5 Surcharge を伴う流出の観測記録



(a) Growth process (b) Decay process

Fig. 6 検討に用いたシステムと surcharge の変動

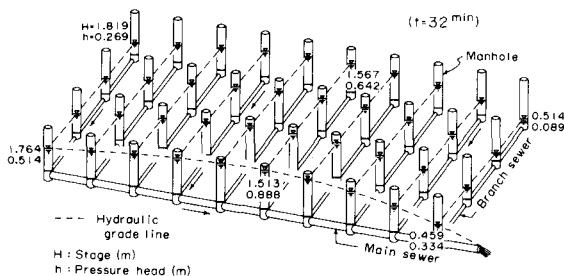


Fig. 7 Surcharge が最大となる時刻の各 manhole の水位

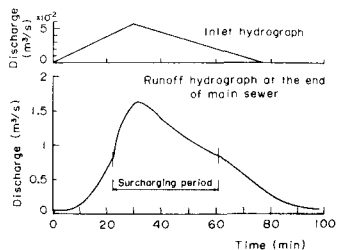


Fig. 8 Inlet hydro. とシステム下流端の流出hydro.