

愛媛大学工学部 正員 豊国水次
愛媛大学大学院 学生員 中地映司

都市域の雨水流出特性を把握しようとするとき、流域モデル構成と流出特性値との関係、また各流域モデル間相互の関係を明らかにしておく必要がある。本報告では、こうした問題を調査流域における観測調査資料をもとに考究するため、松山市の宮前川流域を対象流域に選び、まずマクロな流域モデルを設定して本流域の雨水流出特性を検討する。次にこうした流域モデルと流域を構成している水路システム、また地表流出面との関係について若干の吟味を試みる。

I 調査対象流域の概要

宮前川は、松山市の用・排水路としての機能を果たしつつ三津浜まで流下する平地小河川（流域面積 12 km²）で、その排水系統は Fig. 1 に示すように、市街地に対する下水管システム（合流式で生石地点より中の川へ放流）と、丘陵地、農地、一部市街地からの放流水を集める水路システム（宮前川、中の川）とからなり、これらは中の川合流点近くで合流する。図に示す合流後の位置に流量観測所を設置し、昭和 47 年より観測調査を進めている。調査地域の流域構成は現在、市街域 64%、丘陵域 20%、水田域 16% であるが、丘陵域の切土、水田域の埋立等による市街化が急速に進展している。

II 雨水流出特性の検討

流域内の地目構成、用・排水系統、水路ならびに斜面の諸定数を考慮して、まずマクロな流域モデルを設定し、水文観測資料を基に Kinematic Wave 法を用いる立場から流出特性を吟味検討する。

(1) 流域モデル：地目としては大きく丘陵域、水田域、市街域に分けられ、水路のシステムは図に示すように、下水路系と宮前川・中の川による開水路系とからなる。ここではまずマクロな流域モデルとして、Fig. 2 に示すように、下水路系には幹線排水路を、開水路系には各支流を基にした等価流域を想定する。

(2) 降雨損失特性：降雨流出資料をもとに、実測ハイドログラフより基底流量（Fig. 4 に示すように下水放流の日変化がみられる）を差し引いて降雨による純流出量を求め、累加雨量～累加損失雨量の関係を調べると Fig. 3

に示すようである。さらに各地目に対する降雨損失関係を求めるにわけであるが、現在地目別の流量観測を始めているので、他流域における地目別損失特性を考慮のうえ推算することとした。この問題については今後さらに詳細な観測調査と検討吟味を行なうつもりである。

(3) 雨水流出特性：Fig. 2 に示すような流域モデルについて、斜面および水路における雨水流を Kinematic

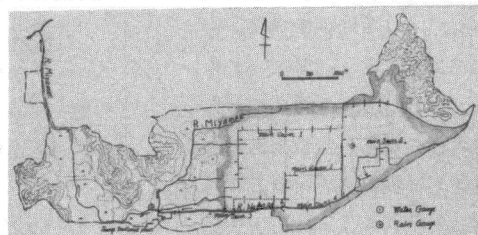


Fig. 1 宮前川流域の概要

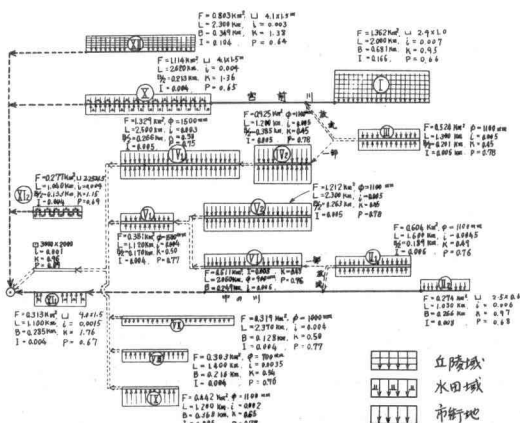


Fig. 2 調査地域の流域モデル

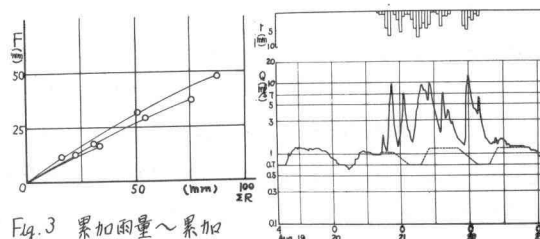


Fig. 3 累加雨量～累加損失雨量

Fig. 4 基底流量の分組

Wave 法で追跡し、流出特性を支配する重要なパラメタである等価粗度係数と流出 hydro. の適合性について調べる。損失雨量が推算しやすく、且はんらんが発生しない降雨流出資料を選り、丘陵域、水田域の等価粗度は他流域における調査結果をもとに夫々 0.5, 1.0 とし、流域の主要部分を占める市街地域の等価粗度について試算の結果 $0.01(\text{m}^2/\text{sec})$ なる適値を得た。Fig. 5 は地目別 hydro. で、市街地域では流出がかなり急激化する特性を示す。Fig. 6 は上記等価粗度係数を用いた計算 hydro. と実測 hydro. を対比した一例で、かなり高い適合性が得られることが判る。詳細には降雨流出の初期若干適合度が低下する傾向がみられるが、これは市街地の雨水損失を浸透域、不透透域 合せて取扱ったことなど降雨損失の評価に起因するものと考えられる。

III 市街地域の流域モデルとその構成に関する吟味。

次に市街地に対するマクロな流域モデル(幹線排水路に対する等価流域)とさらに水路システムを入れた詳細な流域モデル、あるいは地表流出面などとの関係について吟味してみよう。まず、幹線排水路に対するマクロな流域モデル(モデル I)は、下水管系統図をもとに、支線排水路に対する流域

モデル(モデル II)、末端排水路に対する流域モデル(モデル III)を構成することができ、Fig. 7 に示すように支線水路へ片側流入で、末端水路へ両側流入(1)、片側流入(2)の2通り、さらに支線水路へ両側流入する場合が2通りある。これらモデル間の構成諸量と等価粗度との関係は、水路の配置型式により若干変るが、周知のように各モデルの雨水伝播時間を等しくおくことにより、例えば、Fig. 7 (1) に対し、モデル I と II、I と III の関係は夫々次式となる。

$$N = \left\{ (\sin\theta / \sin\theta)^{p/2} N_0 (L/nB)^p + K(YeB)^{p-1} (\sin\theta)^{p/2} / (L/n)^{p-1} \right\}^{1/2}$$

$$N = \left\{ (\sin\theta / \sin\theta)^{p/2} (N_0/2m)^p + K_0 Ye^{p-1} (L/n)^p (\sin\theta)^{p/2} / (m)^{p-1} \right\}^{1/2} + K(YeB)^{p-1} (\sin\theta)^{p/2} / (L/n)^{p-1}$$

p は斜面定数, K_0, p は

よび K, p は夫々末端水路、支線水路の定数, Ye は有効雨量。

次にモデル II と地表流出面との関係であるが、Fig. 8 のようにモデル III の単位区域が幾つかの代表的な流出面 (Table-1) で構成されるものとする。昨年度の検討結果では、不透透域の増加、区域内の細分化に伴い等価流域表示の適合性が高くなること、さらに単位区域の合成される過程で hydro. の平均化が進み、実用上の精度で単位区域の等価流域表示が可能となろう。そこで各流出面の伝播時間 t_i とを考慮し、この時間内の流出総量が近似的に等しくなるような等価流域を考えると、

$N_0 = \left\{ \left\{ \sum A_i (N_i t_i)^p / I_i^{p/2} \right\} / \frac{I_0^{p/2}}{A_0} \right\}^{1/2} \frac{1}{L}$ なる関係が成立する。これより等価流域を地表流出面要素と直接結びつけて統一的に把握することが可能となり、現在こうした立場から調査地域に対する検討を進めている。

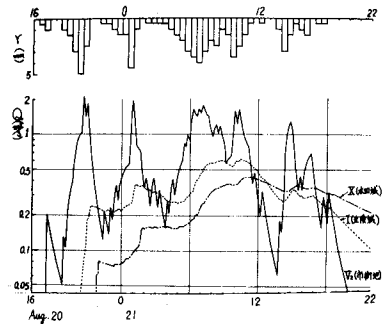


Fig. 5 地目別 hydrograph

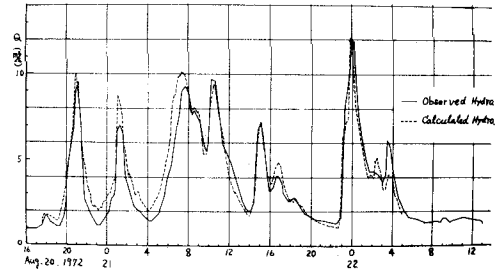


Fig. 6 流出 hydrograph の適合性

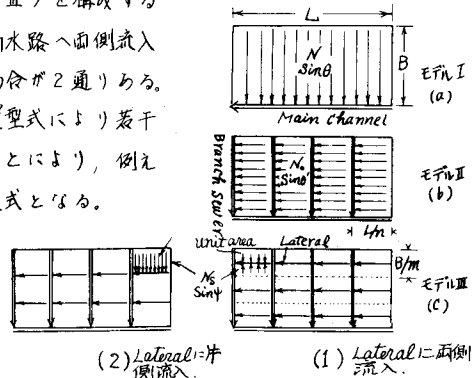


Fig. 7 等価流域モデル (支線水路へ片側流入の場合)

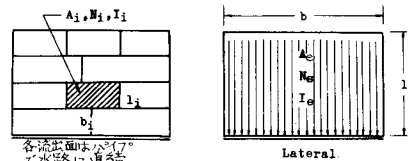


Fig. 8 単位区域の流出面

STRIP	DESCRIPTION	LENGTH	SLOPE	ROUGHNESS	SUBAREA
I	Composition Roofing(1) Jap.style, Impervious	1 ₁ (4m)	I ₁ (0.3)	N ₁ (0.01)	A ₁ (30%)
II	Composition Roofing(2) building, Impervious	1 ₂ (5)	I ₂ (0.015)	N ₂ (0.01)	A ₂ (5)
III	Street Pavement Impervious	1 ₃ (3)	I ₃ (0.02)	N ₃ (0.02)	A ₃ (10)
IV	Grassed, bare land	1 ₄ (7)	I ₄ (0.001)	N ₄ (0.10)	A ₄ (55)
Remarks		(): Values for area III			

Table-1 代表流出面の諸元