

愛媛大学 工学部 正員。渡辺 政広
愛媛大学 工学部 正員 豊田 永次

これまで、市街地域の流域モデルを統一的に把握し、複雑な雨水流出を系統的に、かつ簡便に解析しうる方法について調査流域を設定して検討を進めてきているが、本報告ではこうした方法の適用に関する詳細な検討を行ない、それらの問題点およびこれが改善の方向について考察を加えたものである。

流域モデル構成の概要

実際の市街地域を調査結果をもとに幾つかの代表的な流出面に分類し、まず各流域がこうした規格化された流出面と流路網で構成される Modular basin を考える。この Modular basin において、側溝に接続する各流出面を統合して単一の等価流出面を想定すると流域 Model III が、次に Model III の等価流出面を統合して支線に対して単一の等価流出面を想定すると流域 Model II が、さらに Model II の等価流出面を統合して幹線に対して単一の等価流出面を想定すると流域 Model I が次々構成される (Fig. 1)。次に各流域モデル間の流出パラメータの関係について述べる。Modular basin と Model III については、流路システムは変わらないので、単位区画内について各流出面からの雨水伝播時間を考慮し、この時間内の流出総量が等しくなる等価流出面として Model III の流出パラメータを規格化された流出面の構成諸量で表示する。次に Model III と Model II、さらに Model I との関係であるが、これらは各モデルからの雨水伝播時間を等しくすることにより流出パラメータを流域内の流出面構成要素と流路システムの構成要素で表わした。こうして流域構成諸量と流域モデルを直接関連づけた手法は複雑な市街地の雨水流出を一貫して解析することができ、また目的に応じて適当な流域モデルを組むことができる。なおここでは雨水流の伝播を kinematic wave としている。

流域モデルの適合性に関する検討と考察

はじめに調査流域について流域モデルによる適合性を調べ、次いで数値実験によって考察を進める。調査対象とした秋山市街地域の排水システムは Fig. 2 のようで、流域下流端と流域内 3 号幹線 Gauge 3 地点とで流量観測が行われている。排水地域全体に対する解析はこれまで Model I を対象に検討してきており、今回はさらに詳細な流域内の 1 幹線排水区 (Gauge 3) について、流域 Model I, II, III (Fig. 3) の適合性に関する検討を行なった。(なおこの段階では各流域モデルとも流域平均的な同一の Input を用いている。) Fig. 4 (a) に示すように、Model I によっても実用上

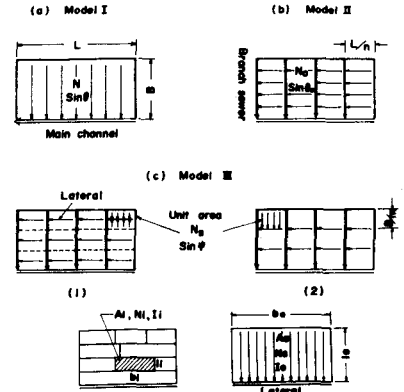


Fig. 1 流域モデルの関係

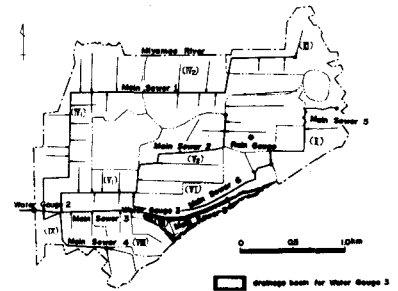


Fig. 2 調査対象流域

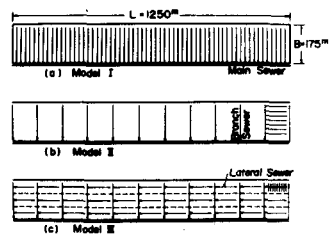


Fig. 3 1 幹線区の流域モデル (Gauge 3)

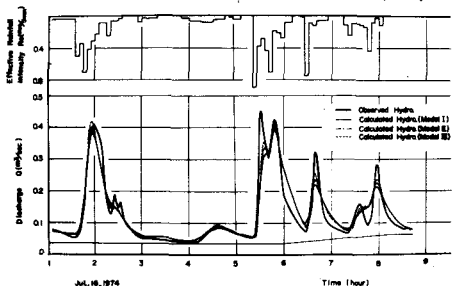


Fig. 4 (a)

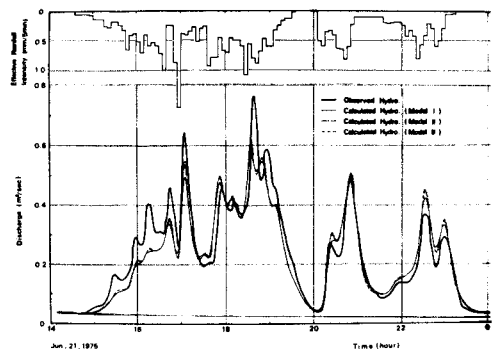
かなりの結果が得られ、さらに Model II, III と細かい流域モデルにはるにつれて適合度の向上が窺える。特に Fig. 4 (a) の 5 時～6 時の間の出水に着目すると、Model I では平均化されて始めのピークが殆んど現われていないが、Model II, III とピークが次第に再現されてくることがわかる。

しかしながら更に詳細な立場から見ると (Fig. 4. (a), (b)), 出水初期、雨水損失の効果の大きい期間の出水、また出水後期でも局所性のきく小出水では、Model II, III と細かく見ていてもなお適合性は十分とはいえない。これらを改善するには、浸透域と不浸透域の混在する市街地雨水損失の場所的分布を考慮した取扱い、ならびにこれに対応する流域モデル化が重要となってくる。

そこでこうした流域モデル内の不均一性に基ずく流出の特性 (lumping 効果) を数値実験により検討する。ここでは、まず Fig. 5 に示すような 1 幹線区域の流域モデルにおいて、lump された Model I と区域により異なるとする Model II, すなわち流域内の 4/11 の支線区域は不浸透域 90% の建物密集地区、7/11 は浸透域が 80% の地区からなる場合 (Table-1) について検討を始めた。計算に用いた条件及び諸定数を示すと、(1) 流出に関するパラメータは各支線区域の流出面構成諸量と流路諸量をもとに算定、(2) 雨水損失については、不浸透流出面では凹地貯留 D_t 、浸透流出面では凹地貯留 D_p と浸透損失 f を考慮し、 f については補給能モデルを、凹地貯留については Linsley らの近似式を採用した。

なお主な諸定数はこれまでの結果を基に、 $(D_t)_{\max} = 2 \text{ mm}$ 、 $(D_p)_{\max} = 6 \text{ mm}$ 、 $f_u = 10 \text{ mm/hr}$ 、 $f_c = 0.5 \text{ mm/hr}$ 、 $K = 1/D_{\max}$ とした。

松山市の 1975・6.21 出水の降雨資料を与えて Model I と II (下流部に建物密集地区がある場合) による流出 hydro. を対比して Fig. 6 に示す。まず流出前半について見ると、Model I では Input が流域平均的に取扱われるため、流出 hydro. も平均化されて全般に Model II のそれより偏平化された応答を示す。Model II では Input が流域内で異なる取扱いがなされるため、特に降雨初期、不浸透域率の高い区画からの流出が重要な流出分を構成する特性が見られ、一般に Model I にくらべて応答が鋭敏で、流出 hydro. も大きくなる傾向が見られる。こうした特性は先に指摘した Fig. 4 (b) における出水初期の不適合の原因を示唆しているように考えられる。次に流出後半について見ると、やはり Model I では Model II のように小さいピークまで再現はできないが、流出前半に比べて全般的にかなり合ってくる傾向が見られる。この理由としては、流出パラメータの地域分布による効果がきくとはいえ、流出初期を過ぎると、浸透域、不浸透域とも雨水損失による差異が殆んどなくなるからと考えられる。今後さらにこうした lumping の問題について検討を加えて行きたい。



(b) Fig. 4 流出 hydrograph (Gauge 3)

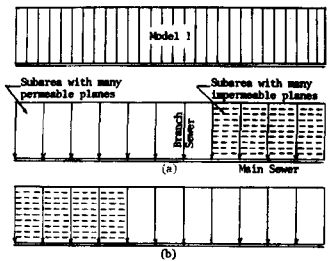


Fig. 5 数値実験に用いた流域モデル

STRIP	DESCRIPTION	LENGTH	SLOPE	ROUGHNESS	SUBAREA WITH MANY PERMEABLE PLANES	SUBAREA WITH MANY IMPERMEABLE PLANES
I	Composition Roofing (1) Sip. style Impermeous	l_1 (3.88m)	l_1 (0.36)	N_1 (0.01)	a_1 (17.1%)	a_1 (37.9%)
II	Composition Roofing (2) Building, Impermeous	l_2 (6.5)	l_2 (0.01)	N_2 (0.01)	a_2 (3.5)	a_2 (19.4)
III	Street Pavement Impermeous	l_3 (3.51)	l_3 (0.031)	N_3 (0.02)	a_3 (5.4)	a_3 (32.7)
IV	Grassed, bare land (1) back garden	l_4 (2.0)	l_4 (0.001)	N_4 (0.25)	a_4 (2.2)	a_4 (8.1)
V	Grassed, bare land (2) Park, Ground of School	l_5 (18.0)	l_5 (0.00)	N_5 (0.25)	a_5 (21.8)	a_5 (1.9)

Table 1 流域モデルにおける流出面諸元

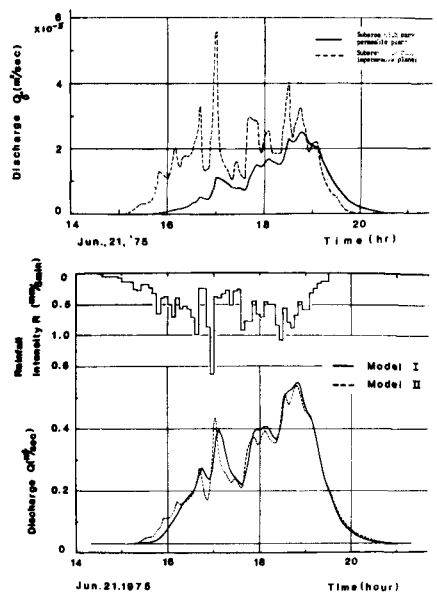


Fig. 6 数値シミュレーション結果