

都市域の流域モデリングに伴うlumping効果に関する検討

愛媛大学 工学部 正員 豊 国 永 次
愛媛大学 工学部 正員 渡 辺 政 広
愛媛大学 大学院 学生員 小 山 正 幸

これまで都市域の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検討を進めてきているが、本報告では、まず流域を一樣とした流域モデルについての適合度を調査流域における実測結果と対比して検討し、次に不均一な流出端である都市域の特性を考慮した流域モデリングとそれらによる流出シミュレーションの方法を提示して、流域モデリングに伴うlumping効果について数値実験的に検討を行なうと共にこうした方法を実流域へ適用し、実測結果と対比して検討した。

流域モデリング法の概要

既に述べてきているように、現地調査結果をもとに流域を構成する各種流出面を幾つかの代表的流出面に分類し (Table 1)、これに規格化された流出面とこれらからの雨水を受ける流路網で構成される modular basin をまず考える。次いでこの modular basin を基本として順次、各 (草畑) 流出面を統合して流路に対して単一の草畑流出面を想定してゆくと、流域 Model III, II (流域モデル内で等価流出面および流路網が uniform であれば Model III, II) および I がそれぞれ構成される。次に、kinematic wave としての雨水伝播時間を考慮してこれら各流域モデルを相互に関連づけ、各モデルの流出パラメータを上述した流出面の諸量および流路要素で表した。これより各流域モデルを統一的に把握でき、また解析目的に応じた流域モデルを組みこむこともできる。

本法の適用とlumping 効果に関する検討と考察

流域 Model I, II, III に対する検討: 松山市街地域の1幹線排水区域 (0.219 km² area) を調査流域に選び、まず流域を一樣とする流域 Model I, II, III (Fig. 1) について検討した (ここでは有効降雨は各モデルとも同一の流域平均的なものを用いている)。Fig. 2に示すように、マクロな Model I によっても実用上かなりの適合度を得られ、さらに Model II, III によれば適合度がより向上してゆくことが窺える。一方より詳細な立場から見ると、降雨初期で雨水損失効果の大きい期間の出水をはじめ、

STRIP	DESCRIPTION	SUBAREA WITH MANY IMPERVIOUS PLANS	SUBAREA WITH MANY IMPERVIOUS PLANS
I	Composition Roofing (1) Jap style, impervious	(11.1%)	(37.9%)
II	Composition Roofing (2) building, impervious	(3.5)	(19.4)
III	Street Pavement impervious	(5.4)	(32.7)
IV	Grassed, bare land (1) back garden	(8.2)	(8.1)
V	Grassed, bare land (2) Park, ground of school	(21.8)	(1.9)

Table 2 A, B区域の流出面構成

STRIP	DESCRIPTION	LENGTH	SLOPE	ROUGHNESS	SUBAREA
I	Composition Roofing (1) Jap style, impervious	1 (5.88m)	1 (0.36)	N ₁ (0.01)	a ₁ (49.6%)
II	Composition Roofing (2) building, impervious	1 (6.0)	1 (0.01)	N ₂ (0.01)	a ₂ (5.8)
III	Street Pavement impervious	1 (3.51)	1 (0.03)	N ₃ (0.02)	a ₃ (26.5)
IV	Grassed, bare land (1) back garden	1 (2.0)	1 (0.001)	N ₄ (0.25)	a ₄ (13.8)
V	Grassed, bare land (2) Park, ground of school	1 (16.0)	1 (0.001)	N ₅ (0.25)	a ₅ (4.3)

Table 1 代表流出面とその諸元

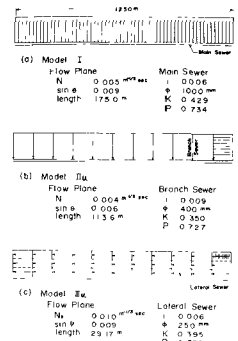


Fig. 1 幹線区域の流域モデル

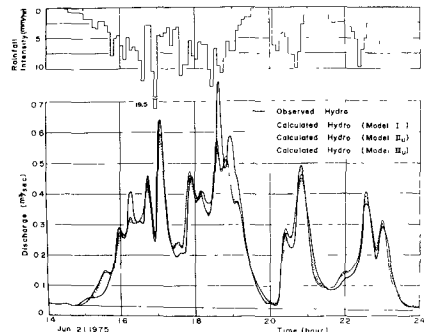


Fig. 2 流出シミュレーション結果

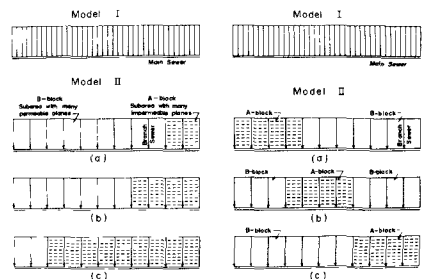


Fig. 3 数値実験に用いた流域 Model II

モデルを細かくしてもなお適合度は十分とは言えない。こうした点を改善するには、流域内の不均一性に基づく有効降雨の場所的分布を考慮した取り扱い並びにこれに対応した流域モデリングが重要となってくる。

流域モデル内の不均一性に基づく流出特性変化に関する検討：ここでは、不浸透域が90%を占めるA区域と浸透域が80%を占めるB区域として構成される流域Model IIとこれをlumpしたModel Iを用いて、Fig. 3に示すようなA、B区域の占有割合の変化並びに位置的变化が幹線下流端の流出特性に及ぼす影響について数値実験的に検討した。A、B区域の流出面積構成及びその諸元はTable 1、2の通りで、A、B区域およびModel Iの流出パラメータはこれら

諸量を基に算定した。また有効降雨は、不浸透域（流出面I、II、III）では凹地貯留 D_I （Linsleyらの近似式、 $(D_I)_{max}=2mm$ ）と、浸透域（IV、V）では凹地貯留 D_P （ $(D_P)_{max}=6mm$ ）と浸透損失 f （補給能モデル、 $f_c=0.5mm/hr$ 、 $t_c=1.15hr^{-1}$ ）を考慮し、これらの占有面積率をウェイトとして算定した。

1975年6月26日出水時の降雨資料を与えて数値シミュレーション結果を示すと、Fig. 4のようであり、これより次の諸特性が指摘される。1) 有効降雨（b図）波形は、A区域では不浸透域の特性が支配的でInput降雨（a図）に近似し、B区域では浸透域の浸透損失がきいてかなり扁平化しているが、特に降雨初期における両者の差は顕著で、これに特性は幹線下流端にまで及んでいる。Model Iでは、A、B区域の占有割合に応じた波形となっている。2) 幹線下流端の流出hydro.（c図）をみると、Model IIでは占有割合の変化によってその特性にかなりの変化が現われており、また出水初期においては（A区域の占有割合が小さい場合でも）不浸透域の流出特性が顕著に現われている。3) 一方Model Iでは、特にこうした出水初期の流出特性を十分に再現していないことが指摘される。

流域の不均一性を考慮して取り扱う手法の適合性に関する検討：前述の1幹線排水区域を対象に、流域内の不均一性を考慮して支線区域別に流域モデリングした流域Model II（Fig. 5）とこれをlumpした流域Model Iを用いて流出シミュレーションを行ない、本法の適合性に関するより詳細な検討を進めた。Fig. 6からも明らかに、本流域Model IIによるシミュレーション結果は、Model Iのそれと比べて出水初期の適合度がかかなり向上してきており、また出水期間を通じての適合度もより向上している。

以上より、不均一な流出場である都市域の雨水流出特性を詳細に議論するには、上述のように、流域内の不均一性を組み入れた流域モデリングとそれらによる流出シミュレーションが必要となってくる。

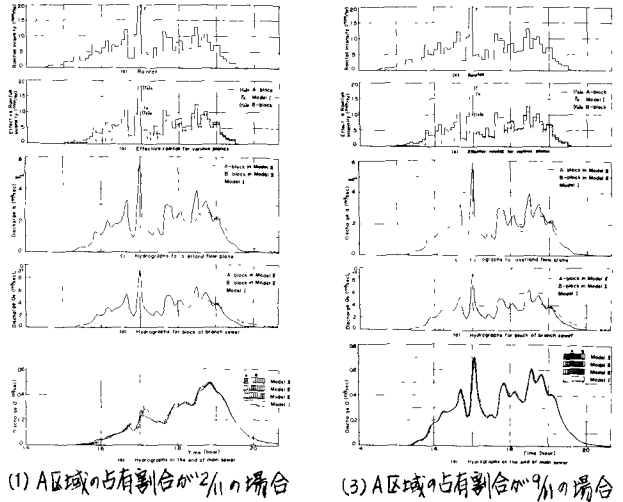


Fig. 4 数値シミュレーション結果

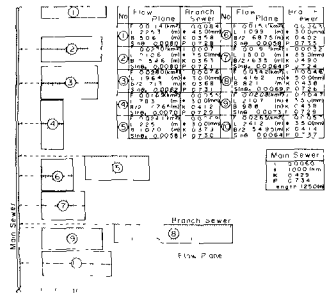


Fig. 5 幹線区域の流域Model II

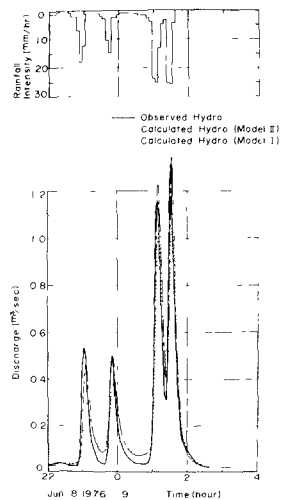


Fig. 6 流出シミュレーション結果