

愛媛大学工学部 正員。豊国永次
清水建設 正員 萩原運弘

本報告では、初めに均一に近い流出面と流路網との結合した宅地造成地域を対象に、流域モデルの構成と等価粗度の関係、またその適合性について、調査流域における資料をもとに考察する。次に家屋、建築物、舗装道路などの不透透域と緑地、裸地などの浸透域とが混在する実際の市街地域について、特に側溝に注ぐ単位区域の流出面構成とそれらの流出特性に着目し、こうした複合流出面をもつ区域に対する等価流域表示の適合性について考察した。

I. 均一に近い流出面と流路網との結合した流域(宅地造成地域)。

1) 流域モデルの構成 Fig.1の宅地造成地域の流域モデルとしてFig.2の(CXb) (a)のようなモデルI, II, IIIを考える。各モデルの斜面に関する諸要素は図に併記の通り。なお本流域は階段状平地で、流路はかなり勾配があり、その伝播時間は、斜面に較べ極めて短い。

2) 等価粗度係数の評価と流域モデルの適合性 各流域モデルの斜面および流路における雨水流をKinematic Wave法により追跡し、等価粗度をパラメータとして各流域モデルに対する流出hydroと算定した結果の一部をFig.3に示す。これらの図から凡そ見当はつくが、実測hydroに最も適合する等価粗度係数を、ピーク流量 Q_p とその生起時刻 T_p の適合度に着目し、Fig.4, 5(流域モデルI)を用いて求めた。モデルIでは $N=0.02$ (0.01~0.03), モデルIIでは $N_0=0.07$ (0.04~0.1), モデルIIIでは $i=1/1000$ のとき、 $N_s=0.06$ (0.03~0.09)が適値となる。次に流域モデルの適合性について、一般にモデルを細かく構成すると、適合度も向上するであろうが、各流域モデル斜面の伝播時間がいずれも10分前後で余り変わらないため各モデルの適合度には殆んど差がなく、単純なモデルIでも同程度の結果が得られることがわかる。用いたInput資料は10分間雨量。

3) 流域モデルと等価粗度の関係 等価流域になる条件を、各モデルの雨水伝播時間が等しいとして、Kinematic Wave法を用いて示すと、周知のように次式が成立する。

$$\text{モデルIとIIに対して } N = \left\{ (\sin\theta/\sin\theta)^{P/2} \cdot N_0^P (L/mB)^P + K(\gamma_e B)^{P-P} \cdot (\sin\theta)^{P/2} / (L/m)^{1-P} \right\}^{1/P}$$

モデルIとIIIに対して $N = \left\{ (\sin\theta/\sin\theta)^{P/2} (N_s/2m)^P + K_0 \gamma_e^{P-P} \cdot (L/m)^P \cdot (\sin\theta/(2m))^P \cdot B^{P-P} + K(\gamma_e B)^{P-P} \cdot (\sin\theta)^{P/2} / (L/m)^{1-P} \right\}^{1/P}$
 K は斜面定数, K_0 , P および K , P はそれぞれ側溝、支線水路の定数, γ_e は有効降雨強度, N , N_0 , N_s

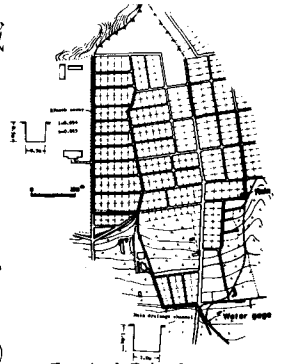


Fig.1 調査流域

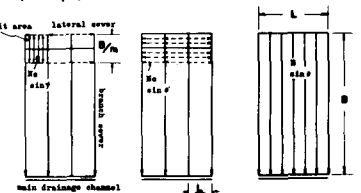


Fig.2 流域モデル

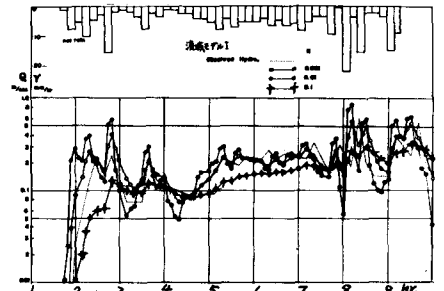


Fig.3 流出hydrograph (昭和9.14)

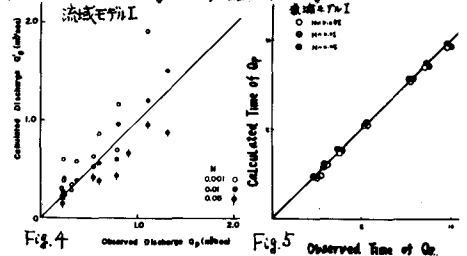


Fig.4

Fig.5

は等価粗度。いま式にモデルⅠの $N=0.02$ を与え、各モデルの等価粗度係数を推算すると、 $N_0=0.085$ 、 $N_5=0.069$ となり、先に求めた各流域モデルの適値とよい一致を示す。この事は等価粗度はモデルの構成に応じて変化し、それらの値は構成要素を基に理論的に推算でき、こうして解析法の実用性が一層向上することを指摘できよう。

Ⅱ. 不浸透域、浸透域が混在する流域(市街地域)

ここでは特に単位区域内の流出面の構成とそれらの流出特性に着目し、こうして複合流出面からなる区域の等価流域表示の適合性について考察する。

1). 区域モデル 単位区域がFig. 6のようにStripⅠ,Ⅱ,Ⅲ(表-1)で構成されるものとし、StripⅡ,Ⅲの相互の増減により不浸透域の割合が80%,57%,30%となる各モデルにつき検討する。

2). 流出特性の吟味 各モデルに一定強度の有効降雨を与え、流出特性を検討した(Fig. 7)。その結果、(1)流出面が類似するStripⅠ,Ⅲは流出特性も近似するが、StripⅡはかなり遅れがある。降雨強度の増加と共に伝播時間が短くなり、hydro.が突立つ。(2)不浸透域の増加につれ、合成hydro.はStripⅠ,Ⅲのそれに近い特性をもつようになる。逆に不浸透域の減少につれ、StripⅡの特性に近づき、この場合、不浸透域の流出特性が残る。(3)一般に市街地化が進むと、不浸透域が増加し、その流出特性が支配的になる。他、区域内の流出面は細切れとなり、本来粗度係数も同一orderであるので、各流出面の流出性状は漸近する傾向になる。これらの合成hydro.は単一流出面のそれに漸近する筈であるから、近似的にこれらの区域を等価流域として表示する可能性は十分考えられよう。

3). 等価流域表示に関する考察 まず一定強度の有効降雨について合成hydro.と等価流域のそれを対比するとFig. 8の通りで、不浸透域が少ない間はhydro.の特性が異なり、両曲線が交叉する傾向が見られる。然し不浸透域が増加し、80%位にもなると、実用上十分等価流域表示ができ、 $N=0.0025$ とよい。次に自然降雨を与えて調べた結果を述べると、不浸透域57%についてはhydro.の上昇部、下降部で適合度の低下がかなり現われる。不浸透域80%では $N=0.0025$ を与えた場合、Fig. 9のように実用上十分の適合度が見られる。

以上、単位区域に着目し、不浸透域の増加、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を指摘したが、今後更に単位区域の合成される過程についても吟味が必要である。

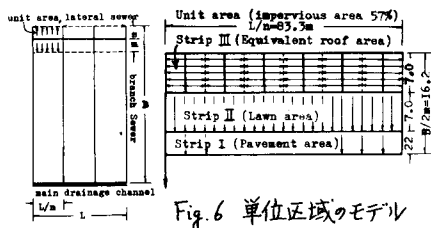


Fig. 6 単位区域のモデル

Strip	Description	Length	Slope	Roughness	Remarks
I	Street Pavement, Impervious	2.2 ^m	0.02	0.02 ^m /sec	directly flow into lateral sewer
II	Grass turf, lawn, Pervious	7.0	0.01	0.05	directly flow into lateral sewer
III	Composition Roofing, Impervious	6.95	0.1	0.01	connected lateral sewer by pipe line

表-1. Stripの諸元

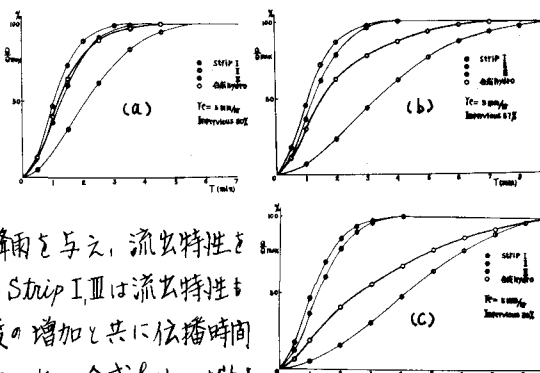


Fig. 7 各StripのHydro.および合成Hydro.の特性

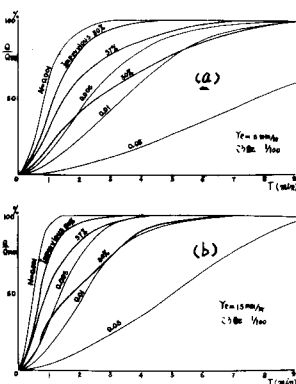


Fig. 8 各区域モデルのHydro.と等価流域のHydro.の特性

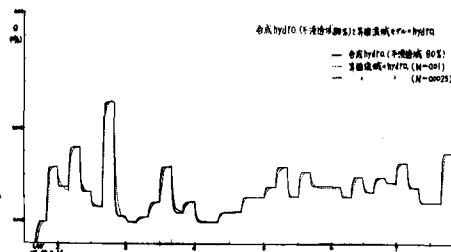


Fig. 9 降雨強度が変化する場合のHydro.