

II-57

低地部都市流域の洪水流出解析（その2）

東京都立大学工学部 正員○藤村和正

東京都立大学工学部 正員 安藤義久

1. はじめに

前報^{1)、2)}では、東京低地の都市流域である新小松川流域において Kinematic wave（以下KW）モデルおよび Dynamic wave（以下DW）モデルを用いて流出解析を行った。しかし、対象洪水が1989年の3洪水と少なく、また、実流量の算出はポンプ運転に影響され計算値との対比では大きな誤差となったため、両モデルの計算実行に関しては確認できたが優位性を示すには到らなかった。本研究では未検討のこの問題を追究するため、対象洪水を1991年の14洪水に増やし、再びKWモデルとDWモデルを用いて解析を行い、両モデルの低平地実流域に対する適合性を比較検討することを目的とする。

2. 対象流域

新小松川流域は、荒川の河口付近に位置する流域面積が2.04 km²の都市流域で、荒川と旧中川に囲まれた孤立した流域である（図-1）。この地域一帯は江東デルタと呼ばれ0メートル地帯であり、そのため流域の合流式下水道は分合流をなしている。雨水、汚水は最終的に計画排水量34.4m³/secの小松川ポンプ所で流域外に強制排水される。流域内7カ所には転倒枡型自記雨量計が設置されて1分間雨量データが収集できる。そして、図-2に示す分割した最も近い流域に各雨量計のデータを割り当て、流域内の降雨域を考慮できるようにする。実流量は、雨水ポンプ吐出量、ポンプ井貯留量変化から1分毎に得られるが、ポンプの運転特性、管渠の雨水貯留効果等を正確に把握できないため、実流量は非常に分散した値となり、従って1分毎実流量データの平滑化を行う。

3. 流出モデル

分割した各流域の斜面勾配は1.2%~63.2%、平均7.3%であるため斜面についてはKW式を用いる。河道勾配は0.3%~6.9%、平均2.1%で8河道中4河道が1%以下であり低平地の特徴が現れている。本研究ではこの河道流の計算にDW式とKW式を用い、前者の場合をDWモデル、後者をKWモデルとよぶ。DW式の差分化は、Conservation form(保存形)で表されるため不連続な流れにも適用可能と言われるTwo-Step Lax-Wendroff法を用いる³⁾。KWモデルおよびDWモデルの時間ステップ、距離ステップは試算で計算が実行可能であった値を用い、KWモデルの $\Delta t = 4 \text{ sec}$ 、斜面 $\Delta x = 10 \text{ m}$ 、河道 $\Delta X = 40 \text{ m}$ 、また、DWモデルの $\Delta t = 0.5 \text{ sec}$ 、斜面 $\Delta x = 10 \text{ m}$ 、河道 $\Delta X = 10 \text{ m}$ とする。斜面の等価粗度の値は $N = 0.008$ 、河道のマニングの粗度係数は矩形水路の場合 $n = 0.02$ 、管渠の場合 $n = 0.015$ を用いる。

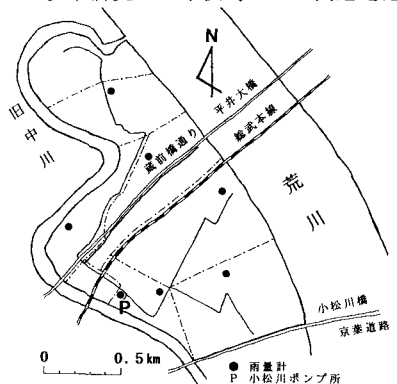


図-1 新小松川流域

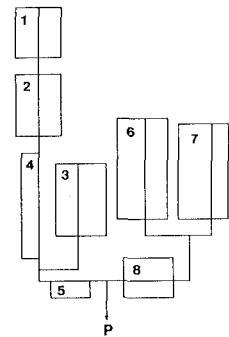


図-2 流域のモデル化

表-1 1991年対象洪水

No.	洪水月・日・時	洪水時間(hr)	ピーク雨量(mm/min)	総雨量(mm)	総流出量(mm)	ピーク流出量(mm/h)
1	6.23.23	11	0.93	33.8	15.0	10.0
2	7.5.21	19	0.71	31.7	12.6	12.5
3	8.1.15	4	1.21	11.8	5.0	16.4
4	8.12.21	17	1.14	64.3	29.2	13.3
5	8.20.4	20	0.86	62.9	30.3	12.2
6	8.30.23	13	0.93	27.2	11.8	10.0
7	9.8.4	10	1.21	75.8	40.8	29.5
8	9.14.4	10	1.36	24.4	13.5	9.9
9	9.18.12	36	1.21	204.6	135.2	39.6
10	9.30.16	32	0.50	93.9	43.2	9.3
11	10.11.5	31	0.64	108.9	82.8	11.9
12	10.27.3	12	0.36	40.8	19.8	9.0
13	11.8.8	13	1.00	44.6	20.0	16.3
14	11.28.5	20	0.93	81.5	38.7	13.8

有効降雨は土地利用別の終期浸透能と初期損失から算定する⁴⁾。終期浸透能は散水実験で得られた値⁵⁾の中央値を用い、運動場等は2.3mm/h、民家の間地等は5.1mm/hとする。初期損失量は計算ハイドログラフと実測ハイドログラフが近似するように試算によって求める。

4. 解析結果と考察

表-1には対象洪水の諸数値を表す。使用計算機は28.5MIPSのワークステーションで、14洪水248時間データの解析時間はKWモデルの場合約30分で1時間データ当たり約7.2secと非常に短い。一方、DWモデルの場合は約19時間で1時間データ当たり約4分30秒である。

解析結果は2モデルのハイドログラフの例を図-3に示し、総流出量、ピーク流量および1分毎流出量の相対誤差を図-4、図-5、図-6に2モデルを対比して示す。総流出量に関しては、対角線より下位に13洪水がプロットされており明らかにDWモデルが優位といえる。ピーク流量に関しては14洪水中9洪水が対角線より下位に位置して数的にはDWモデルが優位であるが、全体として対角線近傍に分布しており2モデルの精度は同程度と判断できる。1分毎流出量の相対誤差の平均は、実測ハイドログラフと計算ハイドログラフの波形の一致を表す指標といえるが、対角線より下位に11洪水ありほぼまとまっているため、DWモデルが優位であるといえる。

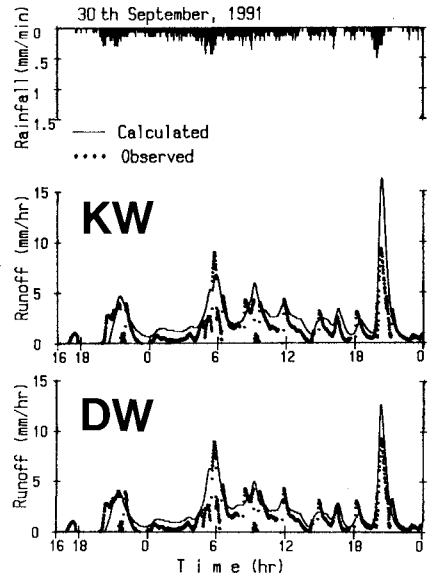


図-3 ハイドログラフの例(1991.9.30)

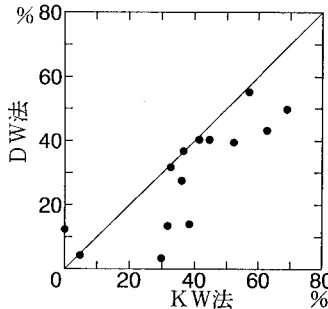


図-4 総流出量相対誤差

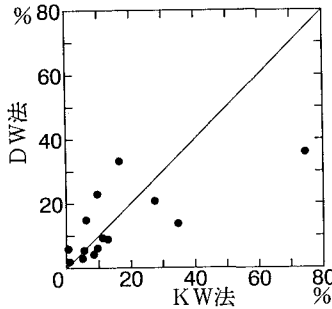


図-5 ピーク流量相対誤差

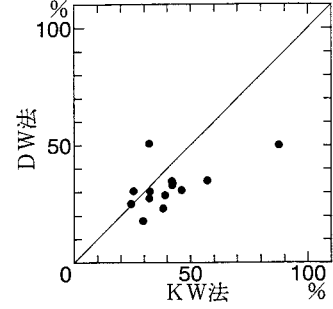


図-6 流出量の相対誤差平均

5. おわりに

本研究により、解析結果の数量的な判断から本流域においてはKWモデルよりDWモデルが適合性に優れていることが示された。今後は、両モデルのさらなる水理的特性の究明と流出予測に向けたレーダー雨量データを用いた流出解析を行ってゆく予定である。

参考文献

- 1) 藤村和正・安藤義久・大迫健一: 低地部都市流域の洪水流出解析、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集第2部、pp. 184-185、1993. 9.
- 2) 藤村和正・安藤義久・大迫健一: 低地部都市流域の洪水流出解析に関する一考察、水文・水資源学会1993年研究発表会要旨集、pp. 158-159、1993. 8.
- 3) 伊藤剛: 数値解析法講座12応用編流体解析(Ⅲ)、土木学会誌・57-13、pp. 77-81、1972. 12.
- 4) 安藤義久・高橋裕・和泉清・金尾健司: 土地利用別の浸透能特性を考慮した都市流域の洪水流出解析、第29回水理講演会論文集、pp. 49-54、1985. 2.
- 5) 安藤義久: 都市域の浸透能と地形・土質・土地利用との対応関係、水工学論文集第35巻、pp. 123-128、1991. 2.