

野川における流域特性を考慮した短期流出解析

法政大学大学院 学生会員 ○田鎖 秀明
 法政大学大学院 学生会員 山崎 亮
 法政大学工学部 正会員 岡 泰道

1.はじめに

筆者らの構築した集中化モデル¹⁾は都市流域に対する適用性はある程度検証されているものの、モデルパラメータの妥当性に問題が残されている。そこで、モデルにおけるパラメータの有効範囲、流域内の地質や土地利用等の条件に適合する値を推定し、その妥当性について検討した。

2.表面流・中間流統合型流出モデルの構築

筆者らが構築したモデルは、市川ら²⁾によって開発された山腹斜面系流出モデルの集中化手法に基づいている。対象とする流域を、矩形の小斜面の集合体としてモデル化し、それより得られる地形量を利用して、流量ならびに通水断面面積の空間分布を定常状態の降雨一流出系として近似する。最後に、通水断面面積を空間的に積分することによって、対象とする流域内の貯留量を求め、貯留量と流出量の集中化された関係を得る。この関係を基本として、流出計算をおこなう。本稿では、土地利用の空間的な分布が流出に寄与することを考慮し、貯留量と流出量の関係を土地利用ごとに評価した。

3.野川流域の概要

野川は多摩川の左支川の一つであり、源を国分寺市の恋ヶ窪の「姿見の池」に発し、武蔵野台地南端、国分寺市崖線下を東南に流下し、小金井市、三鷹市、調布市、狛江市を貫流した後、世田谷区で多摩川に合流する一級河川である。流路延長は約 18.3km、流域面積は約 69.6km²であるが、ここで対象とするのは水道橋地点より上流域の野川本川に沿った約 42.7km²とする(図 1)。



図1 野川流域

4.流出解析

4.1 モデルパラメータの検証

野川流域は武蔵野台地の南部に位置し、地質的には武蔵野ローム層と立川ローム層が大部分を占めている。表 1 に

は既往の文献³⁾⁴⁾に見られる流域地質条件を勘案して設定したモデルパラメータの有効範囲を示す。土地利用区分は細密数値情報の大分類に従い、各区分に表 1 の範囲で土地利用形態に矛盾が無いようパラメータを割り当てながら、感度分析をおこなうことにより決定したパラメータ分布を表 2 に示す(図 3)。

表 1 モデルパラメータの有効範囲

粗度係数	0.005~0.05
透水係数(m/s)	10 ⁻⁵ (m/s)のオーダー
有効間隙率	0.05~0.15
A層厚(m)	0.05~0.15(m)

表 2 モデルパラメータ

	山林農地等	造成地	市街地	公共公益用地
粗度係数	0.006	0.005	0.005	0.005
透水係数(m/s)	5×10 ⁻⁵	3×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁵
有効間隙率	0.12	0.1	0.05	0.07
A層厚(m)	0.1	0.08	0.05	0.06

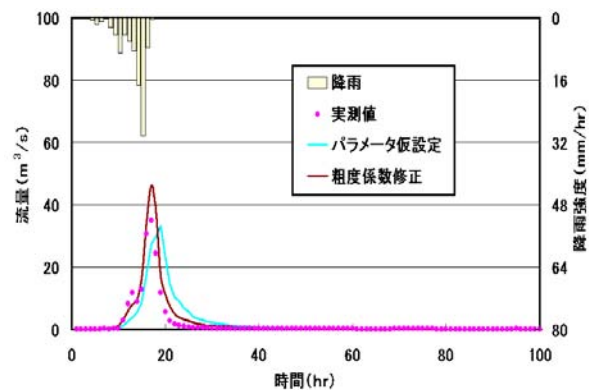


図2 試算結果① (2004/12/4)

図 3 は試算値を示しているが、この結果を見る限り、表 2 の条件を適用しても良好な再現性は得られないことがわかる。この設定条件に基づく計算流量は中間流成分の影響が強すぎるうえに、実測値と比較すると流出のピークにかなりの遅れが見られる。

そこで粗度係数に着目してみる。粗度係数は貯留効果に関係するパラメータであり、表面流においては特に遅れ時間に影響を及ぼす。他のパラメータは固定し、粗度係数を変化させたところ、多くの降雨パターンで 0.001~0.003 の範囲において流出波形の再現性が向上した(図 3)。この設定範囲が流域条件に適合している確証は現段階ではないが、実測値との整合性の面からは妥当なものと推察される。一方、他のパラメータに関しては、表 1 の値は流域条件に適したものであり、種々の試算からも有効であることが確認された。

キーワード：野川、短期流出解析、分布型流出モデル、土地利用、流域特性

〒184 - 0002 小金井市梶野町 3 丁目 7 番 2 号 法政大学工学部

TEL 042-387-6114 FAX042-387-6124 e-mail oka@k.hosei.ac.jp

4.2 浸透域率、流出率の検証

次に、有効降雨を分離する際に用いる流出率ならびに浸透域率に着目し、再現性の改善を試みる。前節までの計算では、既往の文献値⁵⁾を参考にしていたが、今回の解析対象域の土地利用形態に整合する形に修正した。表3に変更前後の値を示す。設定し直したパラメータによる試算結果の例を図4に示す。これまで再現性に問題が見られた、比較的強い降雨パターンにおいても全体的に結果が改善されている。粗度係数のみを修正する方法では、計算ピーク流量の過大評価結果が十分に改善できなかったのに対し、流出率と浸透域率を修正することで、計算値と実測値はほぼ符合した。以上のことから、比較的強い降雨に対して表4の修正値は良い適用性を示したといえる。また、土地利用別で見てもその利用形態に適した値となっている。

表3 計算に用いた流出率と浸透域率

		山林農地	造成地	市街地	公共公益
文献参考	流出率	0.13	0.30	0.49	0.70
	浸透域率	1.00	0.90	0.47	0.36
修正	流出率	0.10	0.20	0.60	0.50
	浸透域率	0.90	0.65	0.30	0.50

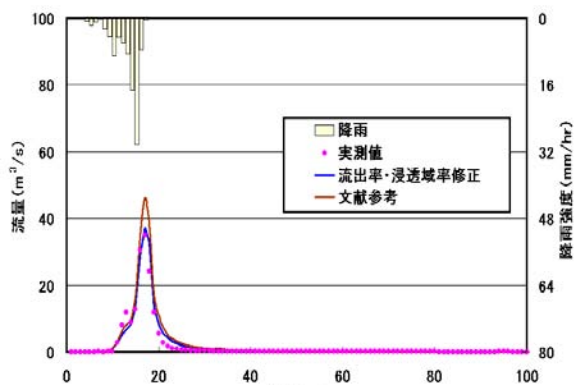


図4 試算結果② (2004/12/4)

4.3 実用的推定法による検証

ここまで得られた結果を考慮して、モデルパラメータの適値を推定するための実用的な方法⁶⁾について検討した。まず、流出率、浸透域率を修正して総流出量で計算値と実測値を合わせる(J_1)。計算値が過大な場合は両パラメータとも小さくし、過小な場合は両パラメータを大きくする。次に、粗度係数の増減により、ピーク流量の計算値の適合性を向上させる。この一連の操作後においても下記の判定基準(J_1, J_2)を満足しない場合には、パラメータの設定をやり直す。最終的には誤差が最も小さいケースを最適値とする。

$$J_1 = \frac{|Q_0 - Q_s|}{Q_0} \leq 0.05, J_2 = \frac{|q_{p0} - q_{ps}|}{q_{p0}} \leq 0.05$$

ここに、 Q_0 :実測総流量(m^3)、 Q_s :計算総流量(m^3)、 q_{p0} :実測ピーク流量(m^3/s)、 q_{ps} :計算ピーク流量(q_{p0})

このようにして各降雨に対して求めた流出率、浸透域率、

ならびに粗度係数をそれぞれ平均したものを最終的な流域パラメータとして設定した(表4)。図5はこれらの値に基づく試算結果の一例を示す。このように総雨量、最大降雨強度ともにそれほど大きくない降雨に対しては比較的良好な結果を得ることができている。

表4 実用的推定法によるモデルパラメータ

	山林農地等	造成地	市街地	公共公益用地
粗度係数	0.002			
流出率	0.05	0.1	0.4	0.3
浸透域率	1	0.7	0.35	0.4

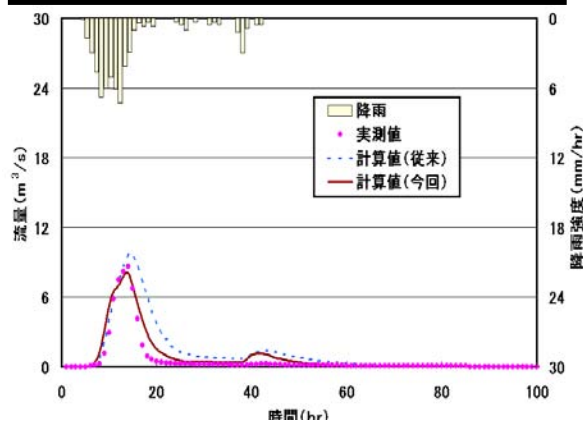


図5 試算結果③ (2004/11/18)

5.考察

本稿では分布型流出モデルのパラメータ決定方法について検討し、比較的弱い降雨に対しては、良好な再現性を得た。また、実用的な推定法により算定した粗度係数の値は0.002となっており、これは4.1節の、粗度係数に関する感度分析結果0.001~0.003と符合する。以上により、野川流域の流出特性にかかわるパラメータの一部が推定できた。

しかし、降雨強度、総雨量ともに大きくなるとモデルの適合度に問題が生ずる結果となった。これは、降雨規模や降雨継続時間に大きく影響を受ける流出率を一定値として扱っていることも大きな要因のひとつ考えられるし、中間流を支配するA層厚の流域内分布についての検討が不十分である点も課題として残されている。

<謝辞>東京都土木技術研究所より、野川流域の各種データを提供していただきました。ここに記して謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 山崎・三堀・岡:中間流を考慮した海老川・浅川流域における短期流出解析, 土木学会第31回関東支部, 2004.
- 2) 市川温ら:数値地形情報を用いた山腹斜面系流出モデルの集中化手法に関する研究, 京大防災研年報, 43, B-2, pp.201-215, 2005.
- 3) 建設省:多摩川誌, 河川環境管理財団, 1987.
- 4) 柳瀬川流域水循環マスタープラン検討会事務局: 第2回検討会資料, p.7, 2001.
- 5) 市川新ら:都市域の雨水流出とその抑制, 鹿島出版会, pp.217-271, 1988.
- 6) 神田徹ら:都市小流域へのSWMMの適用におけるモデルパラメータの値について, 水工学論文集, 45, 79-84, 2001.