

Diskin-Nazimov の雨水浸透モデルにおける浸透能定数の設定法

明星大学理工学部土木工学科 学生会員 ○高橋 涼
明星大学理工学部建築学科 正会員 藤村 和正

1. はじめに

都市水害の発生原因は市街化により浸透域が減少したことが大きな要因である。そのため総合治水対策など流域を単位として貯留能力や保水性を高める施策がとられてきた。しかし、今日、地球温暖化により地球規模では洪水と干ばつの両極的な被害が増す傾向にあり、都市域においては集中豪雨が発生しやすくなると言われている¹⁾。平成16年9月4日の豪雨では神田川流域に多大な被害を及ぼし、これは都市域に極地的に発生する集中豪雨のタイプと言える。都市域での豪雨被害を減少させるためには、精度の高い洪水予測が必要であり、そのためには再現性のよい流域解析が求められる。これまでの洪水を対象とした流域解析では対象洪水を選択し、洪水ごとに解析を進めることが一般であった。洪水流出解析における再現性は初期値の設定により左右される。つまり初期浸透能のことであり、これは先行降雨、気温、湿度、湿度状態、土地利用など様々な自然要因に支配され、算定することは困難である。従って、初期浸透能の設定はハイドログラフの計算値がハイドログラフの実績値に一致するように試行錯誤で与えている。また、浸透能式は Horton 式などが実用されることが多いが、Horton 式には降雨強度の変化を取り入れることができず、浸透能や有効降雨の算定は短期間の洪水ごとに行わざるを得ない。山村・角田・大島・藤村²⁾は神田川流域を対象として洪水流出解析を行っているが浸透能定数の設定は試算で行っている。本研究では、都市流域において精度の高い洪水流出解析を無降雨日も含めて長期間連続して行えるように、流域を単位と考えた長期間の浸透能の変化について検討する。具体的には、降雨強度を考慮して浸透能を計算できる Diskin-Nazimov の雨水浸透モデルを用いて、神田川上流域を対象とし、2004 年、2005 年、2006 年の降雨量の多い 5 月～10 月の期間について浸透能解析を行い、実測流出高に近似するような有効降雨を算定できる適切なモデルパラメータを検討する。さらに本モデルを実用化させるために初期貯留量の設定を提案し、パラメータ特性についても考察することを目的とする。

2. 対象流域の概要

神田川は妙正寺川、善福寺川、江古田川といった支川をもつ都市河川であり、隅田川合流までの流域面積は 105km²である。本研究の対象流域は方南橋より上流の神田川上流域とし、使用データは水位データ、雨量データとも東京都設置の神田川本川の和泉地点と善福寺川の成田東地点のデータを用いた。

3. Diskin-Nazimov の雨水浸透モデルの概要

これまでの雨水浸透モデルや浸透理論は、地表面に水の供給が十分にある場合を想定しており、高い降雨強度を条件としているため、実際の降雨による浸透現象を表現しているとは言い難い。しかし、Diskin and Nazimov は降雨強度の変化を考慮でき、長期間の解析が行える雨水浸透モデルを開発した。Diskin-Nazimov モデルの基本構造は、**図1**の概要図に示すように、貯留タンク、流入調節部とフィードバック経路から構成される。貯留タンクでは、表層土壌の水分保留状態を表しており、タンクからの流出量は地下流出量 g となる。表層水分保留量が最大のときを最大保留量 S_m とする。流入調節部では、降雨強度 R と浸透能 f の関係から浸透度(表層土壌への浸

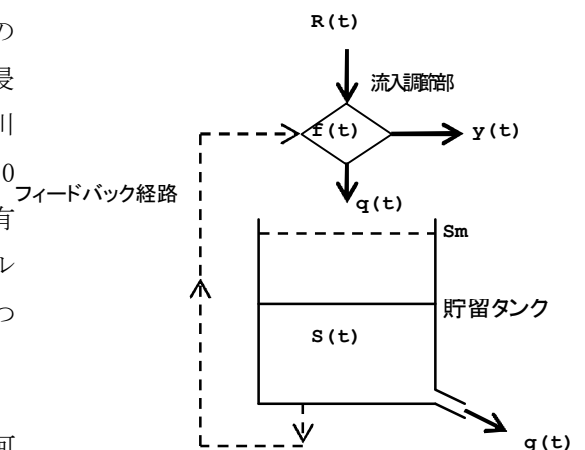


図1 Diskin-Nazimov モデルの概要図

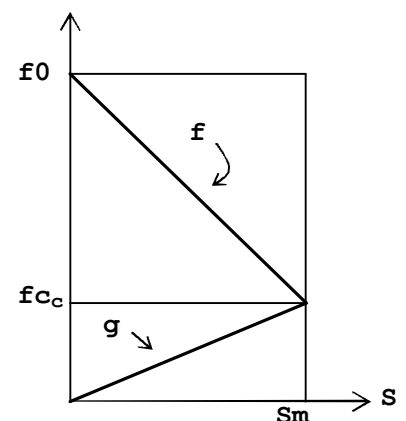


図2 浸透能と表層水分保留量の関係図

透量) q と直接流出量 y を算定する表層水分保留量 S と地下流出量 g および表層水分保留量 S と浸透能 f との関係は、初期浸透能 f_0 終期浸透能 f_c 及び表層水分保留量の最大値 S_m を用いて図2で表される。これは表層水分保留量が増加すれば浸透能は小さくなることを表している。また表層水分保留量が減少すれば浸透能は大きくなることを表しといる。

4. 浸透能解析

対象期間は 2004 年、2005 年、2006 年の降雨量の多い 5 月～10 月である。まず、Diskin-Nazimov モデルのパラメータのうち初期浸透能 f_0 、終期浸透能 f_c 、貯留量最大値 S_m を流域固有の特性値として見なす。浸透能解析の初期値は Diskin-Nazimov モデルのタンク貯留量を表層土壌の水分量と考え貯留量初期値 S_0 として設定する。そこから解析時の浸透能初期値が決定される。浸透能解析を行い、その結果を図3上段に示す。有効降雨と総流出量の比較を図4に示し、表1に諸数値を示す。おおよそ有効降雨が流出高に近似するようにモデルパラメータを設定できた。貯留量-浸透能図(図5)の倍率(定数比)を変化させると、浸透能曲線は上下移動するだけで、浸透能曲線の波形は変化しないことが明らかになった。

5. おわりに

本研究は Diskin-Nazimov モデルにおける浸透能初期値の設定の考え方を提案し、神田川上流域を対象として長期の浸透能解析を行い、有効降雨を概ね実測流出高と近似した値を算定できた。さらに、Diskin-Nazimov モデルの貯留量-浸透能図における定数比の特性を明らかにした。今後は、さらに対象流域を増やし Diskin-Nazimov モデルの妥当性について検討することを考えている。最後に、水文資料を提供して頂いた東京都土木技術センターの関係各位にここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 木本昌秀: 変化する地球環境と気象災害、第 5 回水文・水資源学会セミナー-気候変動と水災害・生態系-、水文・水資源学会、pp.1-10、2005。
- 2) 山村 亮・角田裕司・大島康司・藤村和正: 神田川流域における貯留池効果を考慮した洪水解析、第 33 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、CD-ROM、2006

表 1 流出高と有効降雨の比較

観測地点	洪水期間	総雨量 (mm)	総流出高 (mm)	総有効降雨 (mm)
和泉地点	2004/9/4/12:00～9/5/6:00	83	26.49	32.58
	2004/10/8/12:00～10/10/18:00	265	282.34	312.39
	2004/10/19/6:00～10/21/18:00	200	133.34	152.87
	2005/7/9/15:00～7/10/12:00	62	45.72	25.45
	2005/8/15/18:00～8/16/6:00	38	22.33	40.35
	2005/8/25/3:00～8/26/12:00	117	44.5	20.26
	2005/9/4/18:00～9/5/12:00	121	176.1	196.33
	2006/7/17/12:00～7/19/18:00	85	29.05	10.36
	2006/8/9/0:00～8/10/3:00	62	35.65	15.37
	2006/10/5/12:00～10/7/3:00	159	97.56	72.69
成田東地点	2004/9/4/12:00～9/5/6:00	56	26.38	28.63
	2004/10/8/12:00～10/10/18:00	278	225.46	350.58
	2004/10/19/6:00～10/21/18:00	202	120.17	137.25
	2005/7/9/15:00～7/10/12:00	69	49.78	31.29
	2005/8/15/18:00～8/16/6:00	43	34.84	50.56
	2005/8/25/3:00～8/26/12:00	122	75.92	25.06
	2005/9/4/18:00～9/5/12:00	205	200.6	245.28
	2006/7/17/12:00～7/19/18:00	84	32.46	12.98
	2006/8/9/0:00～8/10/3:00	61	34.62	19.87
	2006/10/5/12:00～10/7/3:00	168	111.06	100.58

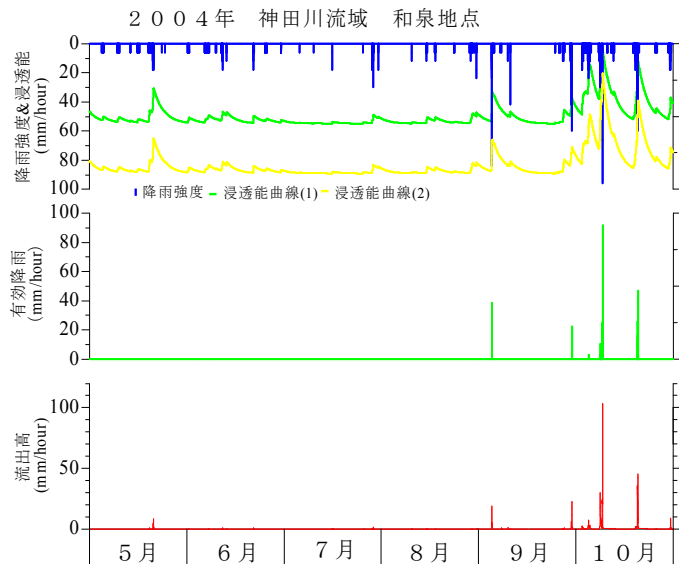


図 3 浸透能曲線、有効降雨、流出高

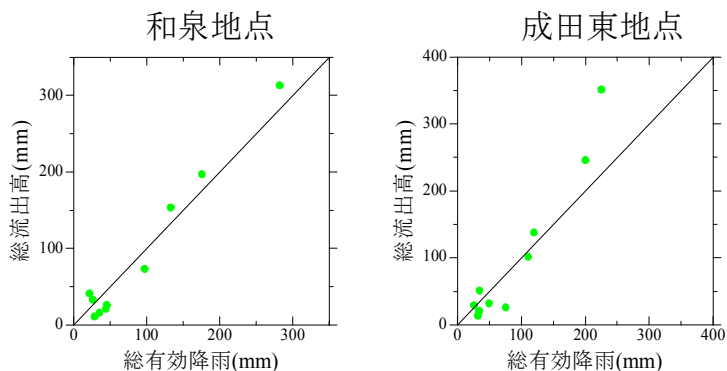


図 4 流出高と有効降雨の比較

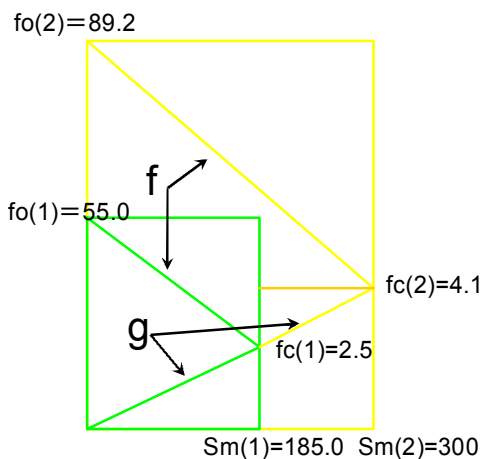


図 5 貯留量-浸透能図の比較