

## (II-53) 浸透能力マップに基づく都市域における降雨流出モデルの構築

法政大学大学院 学生会員 中村 崇栄

法政大学工学部 正会員 岡 泰道

### 1. はじめに

都市型洪水の流出抑制対策として雨水浸透施設の導入が進められており、1995 年には、雨水浸透施設技術指針（案）<sup>1)</sup> が刊行された。実用化に際しては、施設導入後のピーク低減効果の定量化を始めとして、技術的課題が多く残されている。地盤の浸透能力は、土地利用状況等によって数オーダーの差があり、そのため、浸透量の算定が困難となる。さらに、その空間的分布は、流出形態に影響を与える。

そのため、本研究では、土地利用を考慮した分布型流出モデルの構築にあたり、地盤毎の浸透量および浸透施設設置に伴う効果を定量化するため、浸透能力マップ作成を試みた。作成支援ツールとして GIS を使い、土地利用、地質、土質、浸透試験結果を整理した。ソフトウェアは、PC ベースの SIS4.1J を用いた。対象は、鶴見川流域（235km<sup>2</sup>）とした。

### 2. 降雨流出モデル

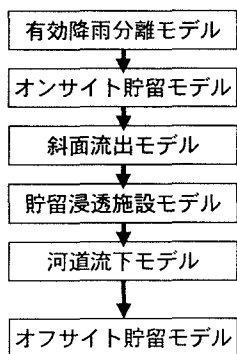


図1. 計算の順番

モデルは、以下の手順で構築した。単位流域を土地利用別ブロックに細分化し、各ブロックを矩形斜面とその片側に付随した直線の河道と見なす。地盤の浸透能力に応じて有効降雨を分離し、貯留施設による効果を表現する。有効降雨は、さらに、斜面を流れ、貯留浸透施設に流入する。施設からのオーバーフローが河道

に流入し、各ブロックの合計流出量がオフサイト貯留施設に入る。

#### 1) 有効降雨モデル

初期損失および浸透量を降雨から差し引く。浸透は、

Horton 型とした。

$$Q = Q_c + (Q_0 - Q_c) \cdot e^{-bt} \quad (1)$$

ここで、 $Q_c$ ：終期浸透量、 $Q_0$ ：初期浸透量、 $b$ ：低減係数、 $t$ ：時間。

#### 2) 貯留モデル

連続式と貯留方程式を、以下に示す。

$$I - O = dS/dt \quad (2)$$

$$S = kO^2 \quad (3)$$

ここで、 $I$ ：流入量、 $O$ ：流出量、 $S$ ：貯留量、 $k$ ：集水面積、孔径等によって決まる定数

#### 3) 斜面流および河道流

斜面流出および河道流下は、Kinematic-wave として計算した。

$$\partial h / \partial t + \partial q / \partial x = r_e \quad (4)$$

$$q = ch^m \quad (5)$$

ここで、 $x$ ：距離、 $h$ ：雨水流の水深、 $q$ ：単位幅流量、 $r_e$ ：有効降雨強度（河道流下モデルでは、横流入量）、 $\alpha$ 、 $m$ ：定数。流れに等流を仮定すると、 $\alpha$ と $m$ は、以下の様に示される。

$$\alpha = \sqrt{\sin \theta_s} / N \quad (6)$$

$$m = 5/3 \quad (7)$$

ここで、 $\theta_s$ ：勾配、 $N$ ：等価粗度。

#### 4) 浸透施設モデル

施設別の基準浸透量  $Q_f$  は、次式で算定する。

$$Q_f = k_0 \times K_f \quad (8)$$

ここで、 $k_0$ ：透水係数、 $K_f$ ：施設の比浸透量。比浸透量は、施設の形状と設計水頭で決まる定数であり、簡易式<sup>1)</sup>により求めた。

### 3. 浸透能力マップ

1つの地形区分面は、ほぼ同等の土質で構成され、浸透能力も同程度の値となると仮定する。作業項目は、①地形区分毎に浸透施設設置の「適地」、「不適地」、「要調査地域」の区分、②地形区分毎に、土質・地質

キーワード：浸透能力マップ、雨水貯留浸透施設、流出モデル

〒184-8584 東京都小金井市 梶野町 3 丁目 7 番 2 号 法政大学工学部

TEL 0423-87-6114 FAX 0423-87-6124

関係を整理、③浸透試験結果に基づき、土地利用毎の浸透能力の代表値を算定、がある。

①に関連して、地質区分、下末吉面、多摩低位面、立川・武蔵野面を浸透施設の設置可能地区と位置付けた(図2)。また、急傾斜地を設置不適地と位置付け、数値地図 50m メッシュ(標高)を基に演算を行い、地点を特定した。

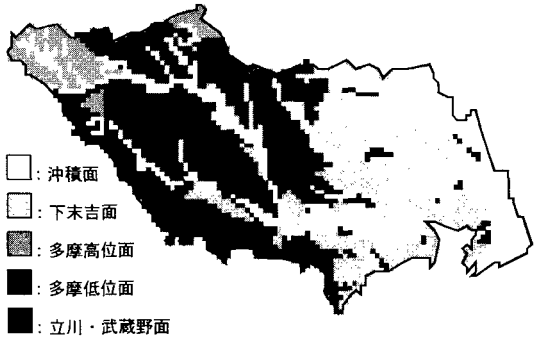


図2. 地質分類

②について、地質・土質図、土地利用区分図<sup>2)</sup>を整理した。紙地図は、スキャナで読み込んで画像ファイルに変換して用いた。このファイルを GIS 上に読み込み、幾何補正を施して基図上に重ねた。基図は、国土地理院刊行の数値地図 25000 (画像)を用いた。領域をあらかじめ 250×250m のメッシュに区切り、画像ピクセルが含まれるセルを目視で判断し、サンプリングした。作成した土地利用区分図を図3に示す。

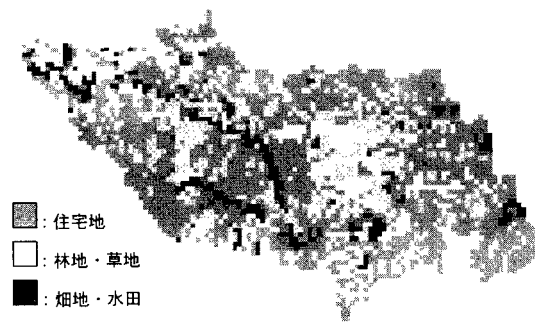


図3. 土地利用区分

③指針<sup>1)</sup>によると、浸透施設の浸透量は、地盤の透水係数と施設の比浸透量の積として提案されている((8)式)。ここでは、試みとして、浸透能力係数(1/hr)を浸透能力の指標として考えた。浸透試験実施地点の内訳<sup>3)</sup>は、鶴見川流域 15 および、その周辺流域、神

田川 13、目黒川 6、谷沢川 1、野川 9 の合計 44。これらの地点をさらに土地利用別に整理し直した。内訳は、住宅地 14、林地・草地 7、畑地 7、その他(公園・校庭等) 16。試験は、1 地点につき、定水位・変水位併せて 2~4 回行われている。土地利用毎に、生起確率 50%に相当する浸透能力係数を求め、これを目安とした(図4)。

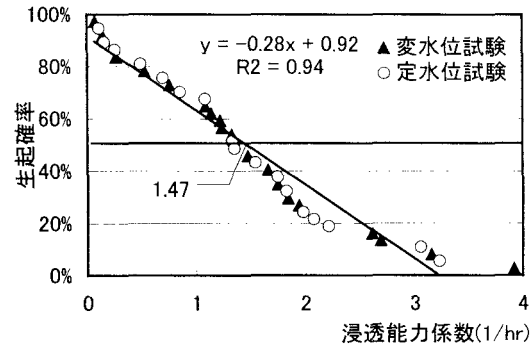


図4. 住宅地の浸透能力係数算定

4. 考察・今後の課題

雨水貯留浸透施設の設置効果を念頭に置き、分布型流出モデルを構築した。実測値と併せてモデルの検証をする必要がある。また、モデル上では、斜面を流下した雨水が全て浸透施設に流入する形式となっているが、降雨強度によって集水域が変化することもある。

GIS を用いて浸透能力マップ作成を試みた。空間データを入力する方法として、スキャナを用いた。データの精度は、その解像度に大きな制約を受け、さらに、幾何補正の際にピクセルの一部が失われることもある。今回、入力メッシュを粗くとったため、特に、問題とならなかった。ただし、サンプリングを目視で行ったため、これに起因する誤差の評価をする必要がある。

【参考文献】

1) 雨水貯留浸透技術協会編(1995): 雨水浸透施設技術指針(案)調査・計画編, 121p.  
2) 大塚昌利他(1997): 首都圏における都市化と水収支・水文環境の変化の地理情報システムによる分析, 平成6~8年度科学研究費補助金研究成果報告書, 65p.  
3) 建設省関東地方建設局京浜工事事務所(1984): 鶴見川流域浸透能比較調査業務報告書, 80p.