

# 分布型水文流出モデルを用いた瀬戸内海豊島の春日川における水収支の推定

## -浸透モデルの基礎的検討-

香川大学大学院工学研究科 学生会員 ○八塚正剛  
 香川大学創造工学部 正会員 石塚正秀  
 香川大学教育学部 非会員 寺尾 徹  
 香川大学 非会員 村山 聡

### 1. はじめに

本研究の調査対象である土庄町豊島は湧水「唐櫃の清水」に代表されるように他の瀬戸内海島嶼部と比較して水資源が豊かな島とされる。とくに、水道普及以前には生活用水源として井戸が日常的に活用されてきた<sup>1)</sup>。地下水資源は地表水に比べて水質、水量ともに安定的であるが、現在は豊島の水道水源はすべて表流水(水源池)に依存している。表流水は管理、供給が地下水と比較して簡便であるものの少雨等の異常気象による影響を受けやすい。表流水だけでなく、地下水資源の挙動およびその貯留量を把握することは安定的な水供給について検討する上でも重要となる。

本研究では、ケーススタディとして水文流出モデルを活用し、豊島の1年間の水収支を算出し、地下水貯留量を推定する。その際、Darcy 則、Green-Ampt 式の異なる2つの浸透モデルを適用し、河川流出特性や水収支にどのように影響するのか比較検討した。

### 2. 研究の手法

#### (1) 水文流出モデル

本研究では、分布型流出解析モデル RRI (Rainfall-Runoff-Inundation)<sup>2)</sup>を用いた。RRI モデルは、降雨流出から河川流出、洪水氾濫までを流域全体で一体的に解析でき、低平流域の内水や支川の氾濫による浸水を計算できる。RRI モデルでは、土壤に浸透した水の側方(横方向)への流動には Darcy 則、鉛直方向への浸透には Green-Ampt 式が適用される。

#### (2) 使用データ

入力データとして、標高データ(DEM)、雨量データを用いる。標高データには、Japan flow Direction Map (JFDM)を使用した。JFDM は1グリッドのサイズが約30 mの日本域表面流向マップである<sup>3)</sup>。本研究では、浸透モデルの検討を行うために、Soil は Clay とした。また、土層厚は1 mとした。

雨量データは豊島の最高峰である檀山の山頂(34.48168N, 134.07820E, 339 m)に設置された雨量計による観測データを用いた(香川県土木部提供)。

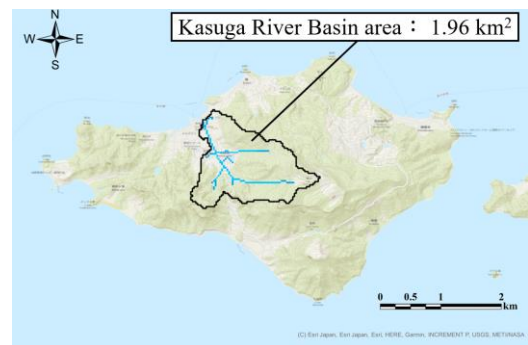


図1 春日川流域図

(図中の青線は河道を示す)

#### (3) 対象流域

対象河川は豊島における最大流域を有する2級河川の春日川流域(1.96 km<sup>2</sup>)とした。土地利用は、大半の範囲において森林である。

#### (4) 計算期間

アメダス高松観測所における年平均降水量(1990-2020年)に近い2015年1月1日0:00からの1年間とした。なお、2015年における檀山山頂における年間降水量は1257 mm/yearであった。

#### (5) 水収支の概要

地下貯留量  $S$  を推定するための水収支式として、つぎの式、

$$R - E - Q = S$$

を用いた。ここで、 $R$  は降水量×流域面積、つまり与え

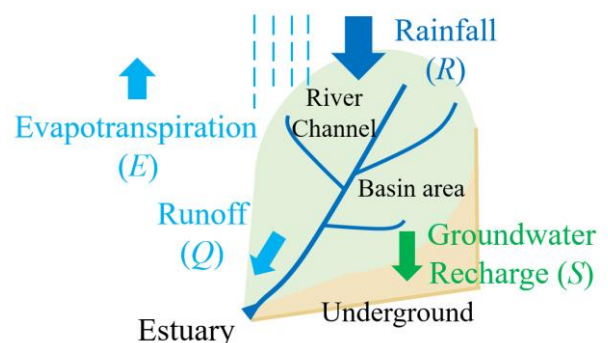


図2 水収支の概念図

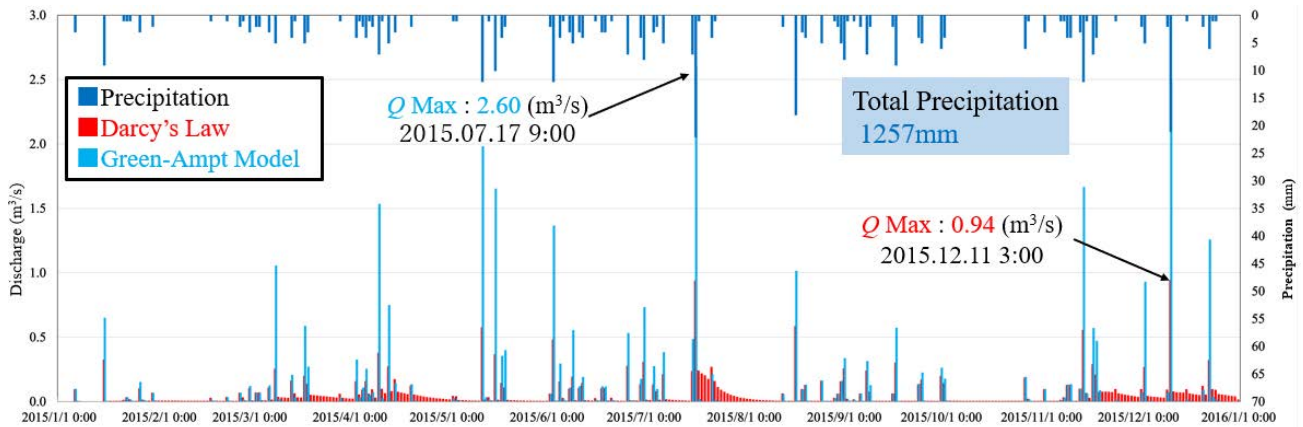


図3 春日川における流量ハイドログラフの比較 (青線: Darcy 則, 赤線: Green-Ampt 式, 2015 年)

る水の総量,  $E$  は蒸発散量,  $Q$  は河川からの流量,  $R$  から  $E$  と  $Q$  を除いた残差  $S$  を地下水としての貯留量とした。

蒸発散量  $E$  の算出には, Hamon 式を使用し, アメダス高松観測所における 2015 年の月別平均気温を用いた<sup>4)</sup>。その結果, 蒸発散量は年間降水量の約 7 割に相当する 889 mm/year となった。

### 3. シミュレーション結果

#### (1) 河川流量の時間変化

Darcy 則と Green-Ampt 式を用いたハイドログラフを図 3 に示す。Darcy 則ではピーク流量は小さいものの, 降雨後に流量が緩やかに減少する特徴があらわれた。一方, Green-Ampt 式では降雨に対応して, 河川流量が短時間で増減する特徴がみられた。

その要因として, Darcy 則では, 降雨後も側方地中流が降雨後も河川へ流出していることが考えられる。それに対して, Green-Ampt 式による浸透過程は, 地中への鉛直方向への浸透であり, 降雨後の河川流量に影響を及しにくい。しかし, 浸透能を超過する雨が降った場合, また, 土層中に水が飽和し, さらなる地下浸透できない場合には, 表面流として, 河川に流入する。

したがって, 降雨時には土層中に浸透できない量が, 表面流として河川に流入するため一時的に河川流量が増加し, 降雨後には表面流の供給が停止するため, 河川流量が減少すると考えられる。

#### (2) 1 年間の水収支

Darcy 則を適応した場合, 河川流量は降水量に対して 29.3 % であり, 地下貯留量は 0 % であった(図 4)。Darcy 則では, 持続的に側方地中流として, 河川に流出するため, 河川流出量  $Q$  の割合が高くなった。一定値である蒸発散量  $E$  を除くと, 与えた  $R$  に対して, 残りのすべてが河川流出  $Q$  となり, 地下水としての貯留分  $S$  は存在しない結果となった。

一方, Green-Ampt 式を適応した場合, 降水量  $R$  に対し, 地下貯留量  $S$  は 5.7% となる結果が得られた。また, 地下貯留量  $S$  が河川流量  $Q$  に対して, 約 25 % となった。

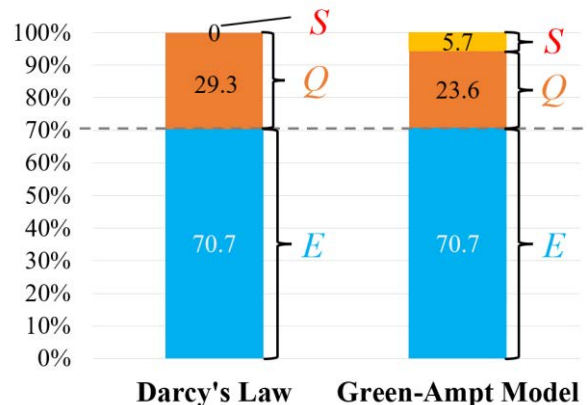


図4 浸透モデルにおける水収支の比較  
(2015 年, 年間降水量に対する割合を示す)

### 4. まとめ

本研究では, 検証する観測データが存在しないため, 浸透モデルの違いによる河川流出量と水収支の相対的な比較を行った。その結果, Green-Ampt 式を用いた場合, 地下貯留量  $S$  が河川流量  $Q$  に対して, 約 25 % となることが分かった。なお, 土壌中の雨水の浸透には, その他のパラメータも関係することから, 今後も検討を行う予定である。

### 参考文献

- 1) Yatsuzuka, M .et.al : Study on Dug Well Distribution and Water Balance in Teshima Island : Environmental Humanities and Hydrological Perspectives, Journal of Kagawa University International Office, ISSN 1884-8745, No.14, 2022.
- 2) 佐山 敬洋 他:分布型流出モデルと時空間起源追跡法による鬼怒川洪水の流出解析, 水文・水資源学会, Vol.30, No.3, pp.161-172, 2017.
- 3) Yamazaki D., J-FlwDir. Japan Flow Direction Map / 日本域表面流向マップ, 2018.
- 4) 気象庁: 過去の気象データ検索, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.ph>, (2022.03.03 閲覧) .