

都市河川流域において土地利用が水循環に与える影響評価

福岡大学工学部 学生員○立石悠貴 正会員 渡辺亮一・浜田晃規

福岡大学水循環生態系再生研究所 非会員 角銅久美子

1. はじめに

この3年間だけを見ても、地球温暖化の影響が出てき始めた豪雨による大規模災害、九州北部豪雨（平成29年7月）・西日本豪雨（平成30年7月）・台風19号に伴う広域水害（令和元年10月）が発生し、各地に甚大な被害が発生している。地球温暖化に伴った豪雨災害から、街を守るためには、流域治水による流出抑制を充実させていく必要がある。また、災害時だけではなく、通常時においても都市化による影響が顕著となっており、生物多様性・利水に関しても課題が発生してきている現状にある。都市化が進行することで、都市域における地下水位が極端に低下し始めていると指摘されている。地下水位が低下することで河川への伏流水の流れ込みも減少し、通常時の河川固有流が減少していると考えられる²⁾。また、現在の気象状況から、雨が極端化することによって、日本各地において渇水リスクは益々高くなる傾向にある³⁾。

これに伴って、都市部ではピーク流量は増加し、洪水到達時間が短くなる傾向が顕著となっており、今後の水害対策は更に難しくなると同時に、通常時の河川活用にも問題が発生している。本研究では、都市域における土地利用形態がどの程度、本来の水循環に影響²⁾を与えているかを検証するとともに都市域におけるグリーンインフラ導入の効果を考察することを目的とする。



昭和31年(1956年)

平成19年(2007年)

図-1 樋井川流域の土地利用変化

2. 研究対象

本研究では、福岡市中央部を流れる樋井川流域を対象に検討を行う。樋井川は源流の油山から博多湾に注ぐ流路延長12.9km、流域面積29.2km²の二級河川である。また、平成19年の土地利用状況は宅地64%、山林34.4%、農地0.7%、ため池0.9%となっており、都市化が進行している(図-2)。

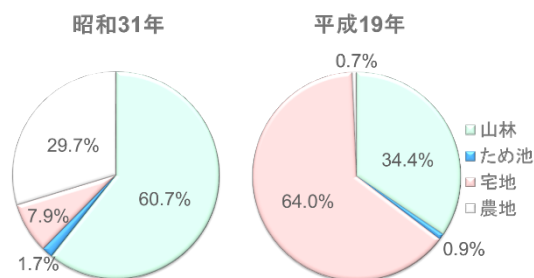


図-2 樋井川流域の土地利用変化

3. 先行研究

これまでの調査により、樋井川田島橋における水位観測データから基底流量が減少傾向にあることがわかった(図-3)。

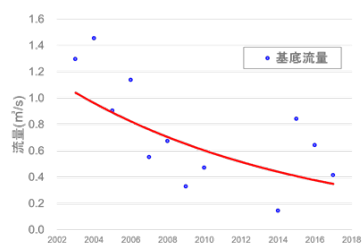


図-3 田島橋地点の基底流量変化

また、年間降水量に大きな変化が見られないのに対して、短時間降雨は増加傾向にあることから年間降水量に対する短時間降雨の割合が増加することも基底流量の減少に寄与していると考えられる(図-4)。

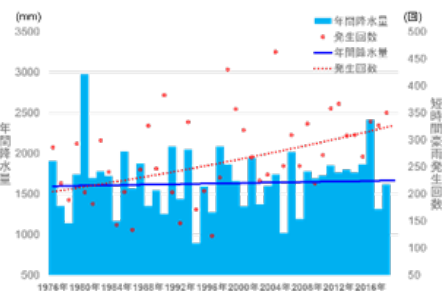


図-4 年間降水量と短時間降雨の関係

4. 数値実験

都市化による不浸透域の拡大は、生業の転換も大きく関係することから現在の土地利用形態においていかに適応するかを考える必要がある。その方策として近年ではグリーンインフラをまちづくりに導入することが進められている。そこで集水面積の約 5 割(屋根 3 割, 庭 2 割)を占める家屋敷地に降った雨の処理について考える。現状では屋根に降った雨は雨樋を通して下水道に排水されているが、この雨樋を分断し、一旦庭先に放流し、溢れる量は下水道に流す仕組みとする。この仕組みはグリーンインフラ要素技術の一つで雨庭と呼ばれる。雨庭を設置した場合の浸透機能と地下水涵養機能について 1 次元浸透解析を用いて数値実験を行う。

4.1 計算条件

雨庭の設置においては、不浸透域の水を浸透に運び一時貯留を行うため浸透が大きな役割を担う。浸透能は土壌の状態によって大きく異なることから、樋井川流域内で過去に行われたボーリング調査と室内実験結果から尾根と谷に位置する 2 地点を代表地点として土性を区分し、対象土性の一般値を 1 次元浸透流解析ソフトへ入力した。解析ソフトは PC-Progress 製 Hydrus1D(version4) を用いた。土性区分図を図-5 に、計算条件を表-1 に示す。

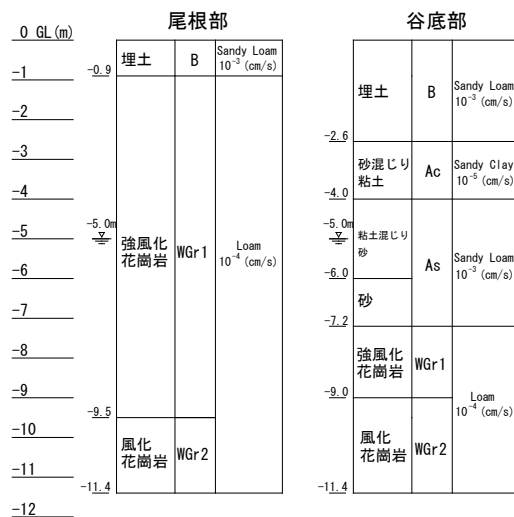


図-5 土性区分図

表-1 計算条件

case	地形	旧土地利用	現在土地利用	上端境界条件	下端境界条件
case-1	尾根	里山・宅地	宅地・道路	1) 降雨(2002/1/1~2002/12/31)	0 flux
				2) 蒸発(2002/1/1~2002/12/31)	
case-2	谷底	水田	宅地・道路	1) 降雨(2002/1/1~2002/12/31)	0 flux
				2) 蒸発(2002/1/1~2002/12/31)	

初期条件は、地表から 5 m 地点において初期水位を与えた。また、下流端は 0Flux とし、蒸発せず浸透した降雨は土柱に貯留するものとした。

4.2 計算結果

図-6 に表層での体積含水率の時間変化を示す。尾根に位置する Case-1 と谷に位置する Case-2 ともに降雨による湿潤と乾燥を繰り返すが、尾根部では 9 月 16 日に地下水位の上昇とともに飽和に達する。谷部では 11 月 1 日に飽和に達する結果となった。

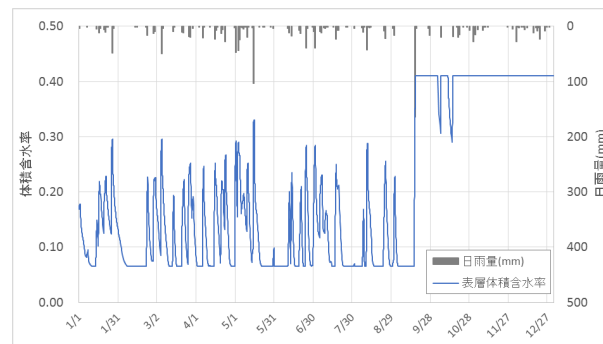


図-6(1) 浸透流解析結果(Case-1 尾根部)

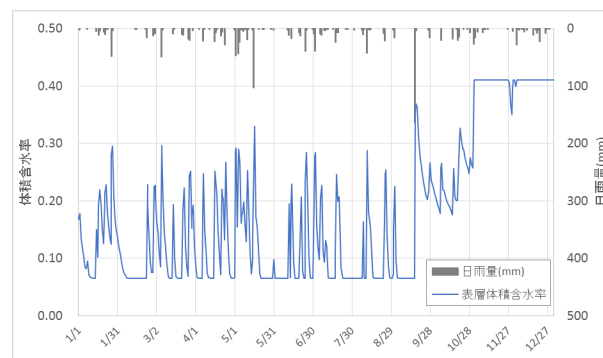


図-6(2) 浸透流解析結果(Case-2 谷底部)

5. 考察

谷底は粘性土が地下に分布していることから下方への浸透性が低いのに対して、尾根は埋土の下に風化花崗岩層が接近していることから浸透性が高く、飽和に到達する時間に差が生じたものと推測される。いずれの土地においても屋根の不浸透域を庭の浸透域に移すことで地下水の涵養や一時貯留による流出抑制効果が期待できる。

6. 参考文献

- 1) TSUCHIYA, Mitsukuni; IZUMI, Kiyoshi. Relationship between Fluctuation of Unconfined Groundwater Level and Base Flow in Urban River Basing. PROCEEDINGS OF HYDRAULIC ENGINEERING, 1992, 36: 641-646.
- 2) 田内裕人; 河村明; 天口英雄. 都市部の不浸透域を考慮した HYPE モデルの適用に関する検討. 土木学会論文集 G (環境), 2016, 72.5: I_21-I_26.
- 3) 立川康人, et al. 気候変化が日本の河川流量に及ぼす影響の予測. 土木学会論文集 B1 (水工学), 2011, 67.1: 1-15.