

球磨盆地における最終浸透能調査

九州大学 学 ○井上朝陽 正 笠間清伸 田浦扶充子 古川全太郎 八尋裕一

1. はじめに

近年、気候変動の影響により全国で水害が激甚化、頻発化している。令和2年には球磨川で水害が発生し、熊本県は「流域治水」での復興を行うとの方針を立てた。「流域治水」では、土地の保水性や浸透特性を広域的に調査する必要がある。そこで本文は、球磨川流域を対象に広域的に浸透能を調査した。

2. 調査概要

調査は球磨川流域上流部のあさぎり町を中心的に行った。調査位置の詳細は図1に示す。国土数値情報(平成28年度)と国土交通省20万分の1土地分類基本調査を参考に、球磨川流域の土地利用と土壤分類に占める割合の高いものを選定した。球磨川流域全体に対して面積の大きい土地利用は図2に示すように順に森林(84.85%)、田(5.61%)、その他の農用地(以降、農地と表記する。)(2.82%)、建物用地(2.49%)、荒地(2.25%)、河川および湖沼(1.31%)、その他の用地(0.34%)、鉄道(0.14%)、道路(0.11%)、ゴルフ場(0.08%)であった。そのうち測定可能な森林、農地、建物用地、その他の用地を測定した。その他の用地は今回の調査ではグラウンドを測定した。(以降、その他の用地をグラウンドと表記する。)また、図3に示す各土地利用における土壤分類の割合の多い灰色低地土、褐色森林土、黒ボク土を測定した。測定は1地点で10回測定し、28地点で計測を行った。

今回の調査では浸透能を測定するためにミニディスクインフィルトロメータを用いた。最終浸透能は、Zhang(1997)によって提案された方法により決定した¹⁾。浸透量と時間の関係は次式で近似できる。

$$I = C_1 t + C_2 \sqrt{t} \quad [1]$$

I は単位面積あたりの累積流入量(cm)、 C_1 は最終浸透能に関連する係数(cm/s)、 C_2 は吸水度に関する係数(cm/s^{1/2})である。最終浸透能 k は以下の式で表せる。

$$k = \frac{C_1}{A_1} \quad [2]$$

A_1 は定数であり、以下の式である。

$$A_1 = \frac{11.65(n^{0.1}-1)\exp[2.92(n-1.9)ah_0]}{(ar_0)^{0.91}} \quad n \geq 1.9 \quad [3]$$

$$A_1 = \frac{11.65(n^{0.1}-1)\exp[7.5(n-1.9)ah_0]}{(ar_0)^{0.91}} \quad n < 1.9 \quad [4]$$

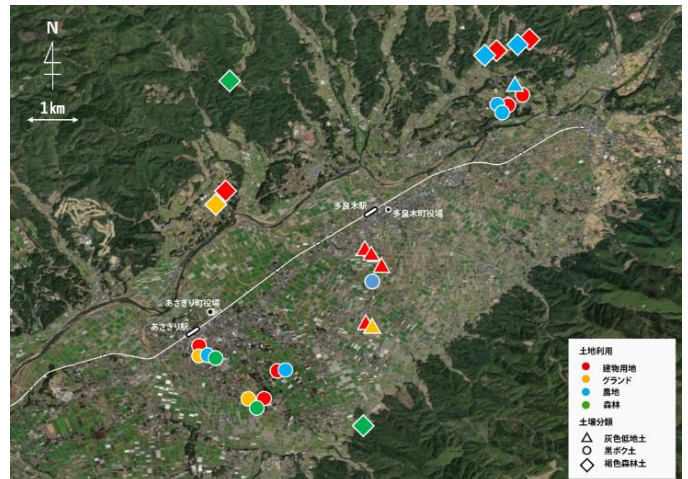


図1 調査位置

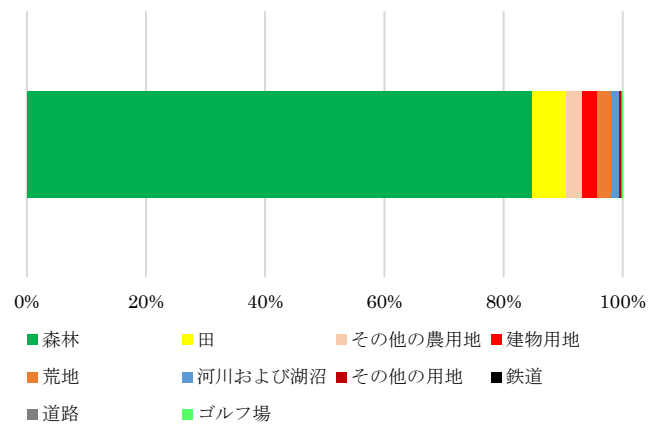


図2 球磨川流域全体に対する土地利用別面積の割合

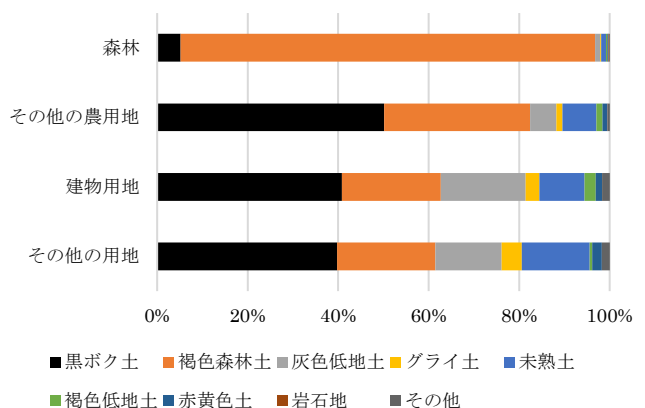


図3 土地利用別の土壤分類の割合

ここで、 n と α は土壌 van Genuchten パラメータ、 h_0 と r_0 はそれぞれミニディスクインフィルトメータのサクション値と半径である。

土壌の密度と含水比を調べるために RI 計器による土の密度試験 (JIS 1614-2012) を行った。密度試験は 9 地点で行った。

測定位置ごとに土壌浸透量のばらつきが大きいので、正規分布を仮定した階層ベイズモデルを用いて、最終浸透能の平均値の分布を推定した。

3. 結果

図 4 は森林の最終浸透能の実測値の分布を示す。横軸は対数軸である。変動係数が 1.05 となり、データのばらつきが大きい。

調査結果を図 5 に示す。赤丸が階層ベイズモデルを用いて推定した平均値、青四角は 94% 信頼区間を表す。建物用地を基準に推定平均値を比較すると、農地は約 1.6 倍、森林は約 1.04 倍、グランドは約 0.6 倍になった。土壌分類は、黒ボク土を基準に褐色森林土が約 0.9 倍、灰色低地土が約 0.85 倍になった。土地利用別と比べ、土壌分類による差がないことが分かる。最終浸透能と空気間隙率および含水比の関係を図 6 に示す。土地利用に注目すると、空気間隙率は建物用地とグランドが 5%~25% と小さく、次に森林が 20%~30%、農地が約 40% と大きな値をとった。含水比は建物用地とグランドが 50% 以下、農地が約 70%、森林が 100% 以上と土地利用別に特徴があった。最終浸透能では森林が 20~30(mm/h) と大きな値をとったが、建物用地とグランドは 5~25(mm/h) とばらつきが大きい。建物用地とグランドは似た特徴を持つことがわかる。土壌分類別にみると、灰色低地土は最終浸透能 10~15(mm/h)、空気間隙率が 20% 前後、含水比が 5%~10% といずれにおいても分布がまとまっている。しかし、灰色低地土を測定した箇所は建物用地とグランドで、先述の通り似た特徴を持つ土地利用であり、今後さらに調査する必要がある。黒ボク土は最終浸透能が 10~30(mm/h)、空気間隙率が 10%~45%、含水比が 10%~120% とばらつきが大きく、褐色森林土においても最終浸透能が 5%~25%、空気間隙率が 5%~30%、含水比が 20%~170% とばらつきが大きい。

4. まとめ

- (1) 建物用地、農地、森林、グランドの最終浸透能の推定平均値はそれぞれ 17.51、28.20、18.20、10.35 となり、黒ボク土、褐色森林土、灰色低地土はそれぞれ 20.77、18.18、17.52 となった。
- (2) 土地利用は土壌に比べ分類差が大きい。

〈参考文献〉

1) Renduo Zhang : Determination of Soil Sorptivity and Hydraulic Conductivity from the Disk Infiltrator, 1997 .

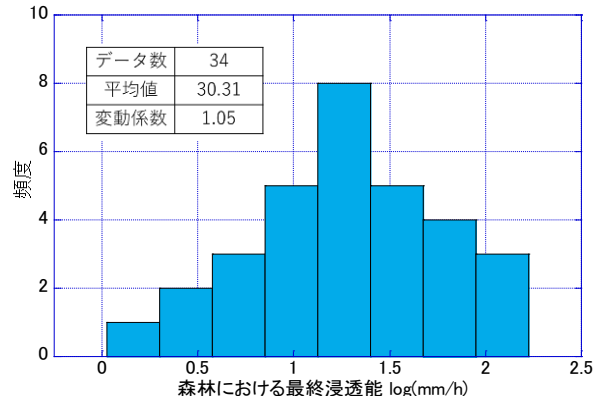


図 4 森林の最終浸透能の測定値分布

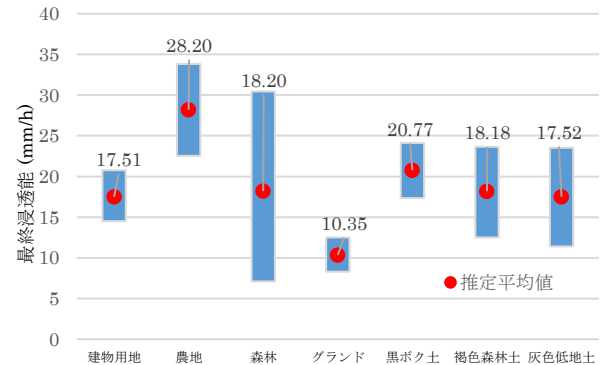


図 5 土地利用、土壌分類別の最終浸透能

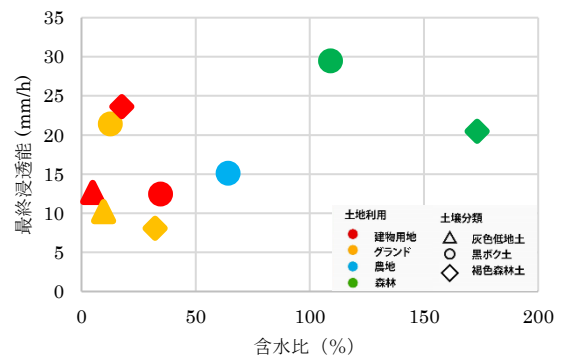


図 6 最終浸透能と空気間隙率の関係

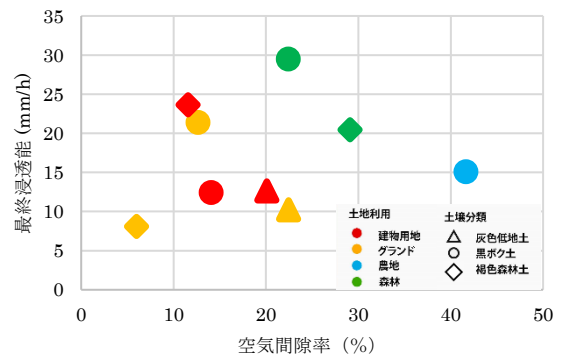


図 7 最終浸透能と含水比の関係