

## 動画解析による携帯型ミニディスクインフィルトローメータ試験法の改良に資する研究

東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 学生会員 ○平林 空  
 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 正会員 屋井 裕幸  
 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 正会員 今村 能之  
 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 正会員 天口 英雄  
 (公社) 雨水貯留浸透技術協会 正会員 益田 宗則

### 1. はじめに

近年、都市化や気候変動、人口構造の変化に伴い従来の治水対策では所要の治水安全度を確保することが難しく、流域治水への転換が求められている。これまで主流であるグレーインフラと称されるような社会基盤構造物に加え、自然の力・機能を用いたグリーンインフラの活用が高まっている<sup>1)</sup>。

しかし、グリーンインフラのひとつである緑地などの保水能力(保水量)の評価は、影響因子の多さや不均一性などから非常に困難でありその定量化が進んでいないのが現状である<sup>2)</sup>。この評価は、表層の浸透能や透水係数を指標として用いることが一般的であり、国内での代表的な調査方法には、ボアホール法や散水試験などがある。これらの手法は準備から原状回復までにかかる時間や試験に要する水量の関係から1日に2,3か所ほどしか計測を行えず計測期間の長期化や、試験水の運搬が困難な地点や高低差が大きい地点での水供給等の課題から、試験の実施さえ困難な場合がある。これらの課題に対し北米で主流である携帯型ミニディスクインフィルトローメータ(負圧浸潤計)(以下、インフィルトローメータ)を用いた手法が他の2法に比べて簡便かつ低コストであり計測時間も非常に短い<sup>3)</sup>。本手法は、1日に多数箇所の計測が可能になるため現場での実用性は高いといえる。また、国内での実用例は少ないものの戸田<sup>4)</sup>によれば、マクロポアが無い緑地であればインフィルトローメータ法で算定した現場飽和透水係数から浸透能を良好な精度で推定できる可能性も示唆されている。

インフィルトローメータ法では、水位低下(浸潤量)状況を観測者が腹ばいになって30秒ごとに目視観測するがこの10分以上の連続観測は条件を変えて複数回実施する必要がある、気候条件や観測箇所の条件によっては観測者の負担が大きいことも課題である。また、水位低下速度が速い場合や、気候条件も相まった疲労により、目盛の読み間違えや数値の記載ミスなどのヒューマンエラーが起きる可能性も大いにある。以上を踏まえ、本報では、インフィルトローメータ法における観測者の負担軽減に着目し、Pythonを用いた動画解析による観測値取得の妥当性の検討を行った。観測の自動化が可能になれば、厳しい気候条件にも対応でき、ヒューマンエラーを防ぐだけでなく測定にかかる人的コスト削減に大きく寄与できると期待する。また、記録として動画によるデータが残ることで、見直しや振り返りなども可能となる。

### 2. 計測方法および使用データ

本計測方法は、Philip(1957~1958)の浸透理論に基づく近似式を用いるものである。また、透水係数の算定については、主流である北米ではその土性(USDA)により予め決められたパラメータを用いて、(疑似)飽和透水係数を得る方法が提案されている。しかし、日本の土壌に対する北米パラメータの適用性は検証が必要である<sup>2)</sup>。そのため、土性に因らないで飽和透水係数を求める方法として、最低3つ以上の異なるサクシオン値で積算浸潤量を実測し、サクシオン値と定常状態の浸潤量をプロットし回帰直線を引く。その回帰直線の傾きと切片を代入し、(現場)飽和透水係数を得る<sup>2)</sup>。観測地点は、①建築研究所(茨城県つくば市)、②東京都立大学(東京都八王子市)の2地点であり図-1に示す。

両地点で、小型カメラを用いて動画撮影と同時に観測を実施した。サクシオン値や測定箇所の異なる計22のデータに①では15、②では7データ)に対して動画解析を行った。②では、フレームレートを30fps、①では精度向上を期待し60fpsとそれぞれ設定した。また、動画撮影に際して、浸透による水面低下を追跡するために写真-1(左)の水色枠で示す目印ラインをいれたフロートを本体の下部チャンバー内に封入した。なお、インフィルトローメータの概略図および名称を写真-1(右)に示す。



図-1 計測地点



写真-1(左)フロート、(右)構造図

キーワード 都市内緑地, 透水係数, インフィルトローメータ, 負圧浸潤計, 動画解析

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学大学院 E-mail: hirabayashi-sora@ed.tmu.ac.jp

各動画で下部チャンパーの目盛とフロートの目印を選択して認識させ、自動で目盛の値を csv ファイルとして記録する図-2 のフローをプログラム言語 Python を用いて作成した。カメラ設置誤差による微妙な画角の変化に対応するため、目盛の上下限界を読み込みプログラムで画面のフロート低下を記録するようにした。

なお、写真-1 に、各地点の動画による計測の様子を示す。それぞれ、写真-1 (左) が地点①、写真-1 (右) が地点②である。動画撮影時に映り込む不要な背景によるフロートの視認エラーの予防と測定精度向上のため背景に白い画用紙を設置した。以上から得られた観測値と目視計測での記録値を比較し精度を検証した。

3. 動画解析による計測結果および考察

図-2 における太枠で囲む手順Ⅳ., Ⅴ. の手順については、図-2 (左) および図-2 (中) に示す測定範囲をクリックで設定できる仕様 (マウスイベント) である。Ⅳでは、器具のみが映りデータを軽くするために動画の切り取りを、Ⅴではレンズの歪みなどを考慮して目盛の設定 (図-2 (左) の場合 70ml と 20ml の範囲で移動する水面の目盛を読む) に加えて、図-2 (中) に示すように追跡する水位を模したフロート (目印) を選択した。

目視との動画解析の比較の結果を図-3 に示す。ここでの変化率とは、目視の記録値に対する動画解析の観測値の差を百分率で示したものである。それに対し一致率は、100% (双方の数値が完全一致した場合) から変化率を引いたものである。なお、測定不能の場合は、一致率を 0% と設定した。

先に行った①の地点では、平均の一致率が 79.7% となった。また、地点①における A, C, F での動画解析は追尾不能により 0% だった。対して地点②においては、99.8% と目視データとほぼ一致し、高い精度で動画解析できたといえる。地点①で精度が担保されなかった原因として、設定した撮影範囲が大きかったため、動画解析時に目盛部分を拡大すると解像度が低下し、目盛およびフロートの目印が認識できなくなったためだと考える。(図-2 (右) に目盛の誤認時の画面例を示す。)

この結果を踏まえ、次に行った②での計測では、①よりも器具とレンズの距離を近くし、目印がわかり易く認識できるような画角に設定し解像度の向上に焦点をあてた。ただし、器具との近さによって起こる歪曲収差などレンズによる歪みが発生するため、その矯正法としてⅤの手順で、比を用いて目印を動画ごとに再設定した。以上の改善点から、②では高い精度が得られたと考える。

4. むすび

動画解析によるインフィルトロメータの計測の自動化は、測定時の画角などの測定環境の均一化により一定の精度が担保できた。今後は、傾斜のある地帯でも器具およびカメラを固定できる機材も作成することで、更に均一的な条件で、特別なテクニックなく簡便な計測が可能になると考える。また、解析に必要な最低限なフレームレートと解像度を確保することで測定精度と処理速度を向上することができる。現在、この動画解析は測定時のデータ取得までに留まっているが、今後、測定精度の検討が効果的に行われ、日本土壌に適用できる土性パラメータが得られた場合は、解析の段階までプログラムに組み込むことで測定と同時に最終目的である透水係数を得ることも可能となる。

参考文献

- 1) 戸田 克稔：緑地の降雨の浸透能を必要な制度で簡便に推定できる手法の検討，日本緑化工学会誌第 48 巻第 1 号，pp.196-199, 2022.
- 2) 平林 空，屋井 裕幸，今村 能之，天口 英雄，村上 遼，益田 宗則：インフィルトロメータを用いた年内緑地の現場透水係数の算定方法に関する一考察，第 48 回関東支部研究発表会，2022.

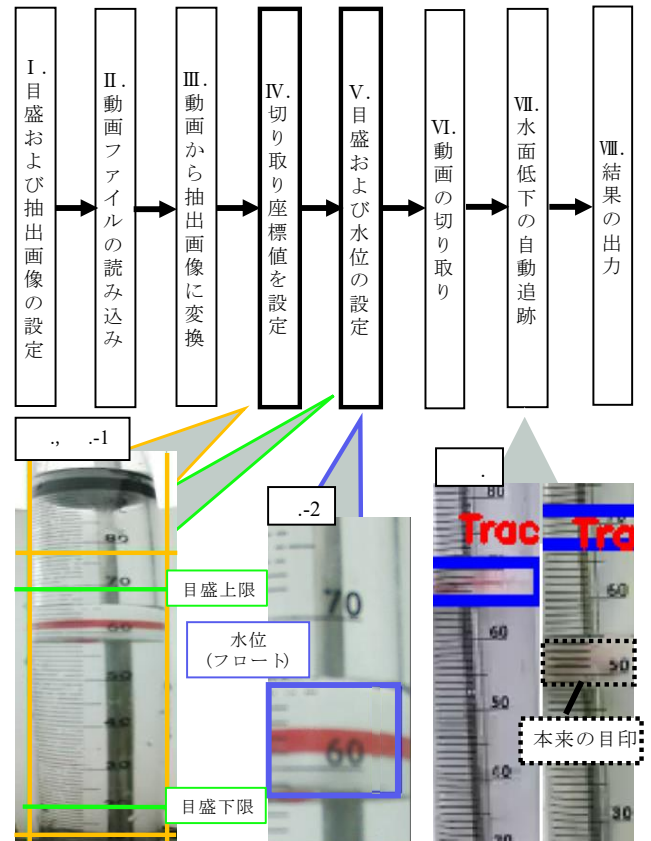


図-2 プログラミングフロー (写真：切り取りおよび目盛の設定 (左)，水位の設定 (中)，水位追跡 (右))

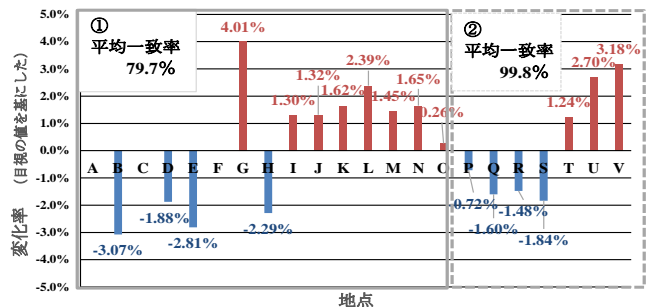


図-3 動画解析と目視の変化率