

〈受賞者の声〉

令和2年度 論文賞

京都大学大学院工学研究科 劉 俊 榮

この度は令和2年度 EICA 論文賞にお選びいただきまして、誠に有難うございます。このような榮譽ある賞へ選出頂いたことを大変光栄に存じます。そして、本論文を審査して頂きました審査員の皆様、並びに学会関係者の皆様には深くお礼申し上げます。

本論文は、令和2年度にオンライン開催されました、第32回の研究発表会で口頭発表させていただいた内容ですが、この発表は私自身にとって初めての口頭発表の機会でした。そのような状況で本賞を頂いたのは、一文不知であった私に本研究テーマを与えてくださり、ご指導いただきました、京都大学の高岡昌輝先生と大下和徹先生のお陰であり、心から感謝申し上げます。

本研究では、下水汚泥の含水率を簡便な手法でリアルタイム分析することについて検討しました。具体的には、土壌学分野で幅広く用いられている土壌水分計の一種である ECH₂O EC-5 Soil Moisture Sensor を用いた含水率測定の可能性について調査しました。土壌水分計は、測定対象となる試料について、個別に校正を行う必要がありますが、導入費用が安価で、測定方法が簡便である長所があります。複数の下水処理場の汚泥試料を対象に当土壌水分計の導入可能性を検討した結果、複数の処理場の汚泥試料について一つの校正式を使用し、測定することが可能であることが示唆されました。また、各汚泥試料に特化した校正式を作成することにより、より高精度の測定が可能であることが分かりました。

今現在は、当土壌水分計を用い、実際の乾燥プロセスにおける下水汚泥含水率の経時変化をリアルタイムで測定することについて検討を行っております。今後も更に研究を進展させ、学会や社会に貢献できるよう、今回の受賞を励みに精進して参ります。

最後に、これまで物心両面から支えてくれた妻、崔智善に深く感謝申し上げます。



2 研究背景・目的

既存の汚泥含水率リアルタイム測定技術：マイクロ波式水分計

適用範囲：70~80%w.b.²⁾
マイクロ波式は低含水率の範囲(乾燥汚泥など)では適用不可能

土壌学分野では

土壌水分計：棒状のセンサーを使って誘電率を電氣的に測定
水の比誘電率が鉱物や有機物に比べ非常に高いことを利用³⁾

簡便、安価であり、低含水率範囲も測定可能
有機分率・かさ密度など、試料の性状・物性に影響されやすい
⇒各試料に特化した校正(キャリブレーション)が必要

研究目的

土壌水分計の測定範囲・温度の影響を確認

汚泥試料を用いキャリブレーション式を作成

土壌水分計の脱水・乾燥汚泥の含水率計測への適用性評価

2)水野, 2000, 肥(国総誌, 64(3)), 342-346
3)中島, 1998, 地下水学会誌, 40(4), 509-519

14 結果と考察-土壌水分計のキャリブレーション

全ての処理場において、特化式が統合式より平均測定誤差、決定係数が優れている

キャリブレーション曲線：A~H処理場の特化式、統合式

相関図：実際の含水率(縦軸) vs 土壌水分計(横軸)

処理場名	A	B	C	D	E	F	G	H	統合
平均測定誤差 [%]	3.807	1.716	4.266	5.344	2.113	3.078	4.345	3.426	6.301
決定係数Adj. R ²	0.934	0.978	0.950	0.921	0.986	0.958	0.951	0.946	0.890

18 まとめ

- 汚泥試料の性状は、一部を除き、日本全国32種の汚泥性状を調査した先行研究の報告の平均値±標準標準偏差と概ね合致
- 土壌水分計の個体差：4本について確認結果、ばらつきの平均は3.20%、個体差は無視できると考えられる
- 土壌水分計の測定範囲：正しい計測のため、ロッドだけでなく、回路部の一部まで測定対象物質が占める必要がある。具体的には、先端から高さ7.5 cm、直径3 cm以上の円柱形空間
- 土壌水分計の温度依存性：0.145%°C⁻¹キャリブレーション式作成の際、常温・高温条件を分ける必要あると考えられる。常温条件1.45%、高温条件2.90%の誤差が生じるが、実用上問題は無いと推察される
- 土壌水分計のキャリブレーション式：汚泥の含水率を目的変数、土壌水分計の出力値の3次式を説明変数とする式が望ましい。一つの式で複数の汚泥試料の含水率を推定することが可能であり、決定係数Adj. R²=0.890と強い相関、平均測定誤差=6.301%。しかし、精密な計測のためには、各汚泥試料に特化した式を作成することが望ましい。この際、平均測定誤差を最大1.716%(常温)、2.113%(高温)に改善
- マイクロ波式水分計と土壌水分計の比較：土壌水分計の方が平均測定誤差が大きく、含水率推定の精度は劣るが、マイクロ波式水分計では推定が不可能な乾燥汚泥などの低含水率の測定対象へ適用が可能である。また、乾燥プロセスなど、含水率の変動が大きい場面で強みを持つと期待される

京都大学 ご清聴ありがとうございました