

비접촉 초음파를 이용한 비교란, 비접촉 토양수분 센서 개발
Development of a non-destructive soil moisture sensor using contactless ultrasonic systems

우동국*, 도원석**
 Dong Kook Woo, Wonseok Do

.....
요 지

토양 수분은 육상 생태계를 지배하는 핵심 변수로 널리 간주되어 왔다. 따라서 토양 수분을 모니터링하고 추정하는 것은 수문, 농업, 생화학적, 및 기후 역학을 평가하는 데 필수적이다. 그러나 최대 토양 접촉을 요구하는 기존의 토양 수분 모니터링 방법은, 토양 교란을 최소화하여 토양의 고유 특성을 보전하지 못하는 한계가 있다. 이 문제를 극복하기 위해 본 연구에서는 비접촉 초음파 시스템을 이용하여 토양 수분을 평가 방법을 개발하였다. 이 시스템은 공기-토양 조인트 절반 공간에서 누설 레일리파(Rayleigh wave)를 측정하도록 설계되었다. 토양 수분의 변화에 대한 누설 레일리파의 측정은 통제된 실험 설계에서 모래, 실트, 점토와 같은 세 가지 토양 유형에서 평가하였다. 본 연구 결과에서 세 가지 토양 사례 모두, 누설 레일리파의 에너지와 토양 수분 사이에 밀접한 관계가 있음을 보였다. 그러나 모래에서 얻은 동적 매개변수의 특성은 실트 및 점토의 특성과 다른 형태를 보였다. 이러한 결과는 미세한 토양 입자와 대조적으로 굵은 토양 입자는 증발 과정에서 감소된 토양 강도로 설명될 수 있다. 관측된 누설 레일리파에서 얻은 동적 매개변수를 기반으로 토양 수분을 평가하기 위해 랜덤 포레스트 모형을 이용하였다. 예측된 토양 수분의 정확도는 모든 데이터 및 토양 유형에 관계없이 높은 정확도를 보였다($R^2 \geq 0.98$, $RMSE \leq 0.0089 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). 즉, 본 연구에서는 레일리파가 토양 교란 없이 토양 수분 변화를 지속적으로 평가할 수 있는 큰 잠재력을 가지고 있음을 보여주었다.

핵심용어 : 토양수분, 센서, 초음파, 레일리파, 비접촉

감사의 글

이 성과는 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021R1C1C1004801). 이에 감사드립니다.

* 정회원 · 계명대학교 공과대학 토목공학전공 조교수 · E-mail : dkwoo@kmu.ac.kr

** 학생회원 · 계명대학교 공과대학 토목공학전공 학생연구원 · E-mail : 5397378@stu.kmu.ac.kr