

# 골프장 인근 농업지역의 토양 및 벼 작물 망간 오염 평가

## Investigation of Soil and Rice Crop Manganese Contamination in Agricultural Areas near a Golf Courses

허준용\*, 김태용\*\*, 양민준\*\*\*

Junyong Heo, Taeyong Kim, Minjune Yang

### 요 지

골프장 건축 시 하부지반 구축을 위해 사용하는 잔석의 산화로 인해 중금속 용출이 발생할 수 있다. 용출된 중금속으로 인근 농업지역이 오염될 경우 인간의 식생활에 직접적인 영향을 미쳐 인체 건강에 악영향을 끼칠 수 있다. 특히, 망간의 경우 식품을 통해 과다섭취할 경우 정신착란, 운동실조 등 다양한 신경학적 문제를 발생시키기 때문에 망간 오염에 대한 조사 및 관리는 필수적이다. 따라서, 본 연구는 최근 골프장이 건설된 부산시 일광 회룡리 일대 농업지역에서 망간 오염 평가를 위해 지표수, 퇴적물, 벼 작물을 채취하여 망간 농도 분석을 수행하였다. 골프장 유출조부터 시작되는 관개수로에서 지표수와 퇴적물 시료를 약 20 m 간격으로 채취하였으며, 관개수로의 구조에 따라 논을 4개의 구역(Area 1 - 4)으로 구분하여 논 토양과 벼 작물을 채취하였다. 벼 작물의 경우 뿌리, 줄기, 곡물 부분으로 나누어 채취하였으며, 퇴적물과 논 토양은 시료 내 존재하는 망간의 형태를 확인하기 위해 연속추출법을 통해 분석하였다. 분석 결과 지표수의 망간 농도는 골프장 유출조에서 하류로 갈수록 감소하는 경향을 보였으며, 하류에서의 망간농도는 상류에 비해 최대 88% 감소하였다. 퇴적물의 망간 농도는 논으로 연결되는 지점에서 20,000 mg/kg 이상의 높은 농도를 보였으며, 농업이 진행 중인 3, 5, 7월은 최대 약 25,000 mg/kg의 농도를 보였으나, 농업이 끝난 9월에는 최대 약 3,500 mg/kg으로 상대적으로 낮은 농도를 보였다. 논 토양의 망간 농도는 관개수로와 첫 번째로 연결되는 Area 1에서 1,600 mg/kg으로 측정되었으며, 이는 EPA에서 권고한 논 토양 망간 기준 1,000 mg/kg을 초과하는 농도로 확인되었다. 또한, 식물이 사용할 수 없는 Residual 형태의 망간 농도는 변화가 없었으나, 식물이 사용 가능한 Acid soluble, Reducible, Oxidizable 형태의 망간 농도는 추수기 이후 80% 이상 감소하였다. 벼 작물의 곡물 망간 농도는 100 - 200 mg/kg으로 USDA에서 발표한 쌀 곡물 망간 농도의 평균인 5 mg/kg보다 약 20배 이상 높게 검출되었다. 본 연구 결과를 통해 골프장 유출조로부터 발생하는 망간오염을 식별하고 주변 농업지역에 미치는 영향을 확인할 수 있었으며, 추후 골프장 운영으로 인한 환경오염에 대한 관리가 필요할 것으로 생각된다.

**핵심용어 :** 토양, 망간오염, 식물 축적, 연속추출법

\* 정회원 · 부경대학교 환경해양대학 지구환경시스템과학부 지구환경과학 박사과정 · E-mail : [junyong\\_heo@pukyong.ac.kr](mailto:junyong_heo@pukyong.ac.kr)

\*\* 정회원 · 부경대학교 환경해양대학 지구환경시스템과학부 지구환경과학 박사과정 · E-mail : [xodyd123123@pukyong.ac.kr](mailto:xodyd123123@pukyong.ac.kr)

\*\*\* 정회원 · 부경대학교 환경해양대학 지구환경시스템과학부 환경지질과학 부교수 · E-mail : [miniune@pknu.ac.kr](mailto:miniune@pknu.ac.kr)