

호우 시 대기 중 미세먼지와 빗물 수질 간 상관성 분석 연구

Investigation of correlation between ambient particulate matter and rainwater quality during heavy rain

박혜민*, 김태용**, 양민준***

Hyemin Park, Taeyong Kim, Minjune Yang

요 지

본 연구는 호우(heavy rain) 발생 시 대기 중 미세먼지(particulate matter, PM) 저감효과를 규명하고 강우 지속에 따른 빗물 수질(pH, 전기전도도(electrical conductivity, EC), 수용성 이온) 분석을 통해 대기 중 PM이 빗물 수질에 미치는 영향을 평가하였다. 2020년 3월부터 2021년 2월까지 강우 강도(7.5 mm/h)를 기준으로 총 6회의 강우를 대상으로 하였으며 빗물 샘플은 집수장치를 통해 50 mL를 연속적으로 수집하여 수질을 분석하였다. 대기 중 PM_{2.5} ($\leq 2.5 \mu\text{m}$ in diameter) 및 PM₁₀ ($\leq 10 \mu\text{m}$ in diameter) 농도는 기상청 내 부산 남구 대연동 관측소의 automatic weather system (AWS)에서 측정된 일평균 자료를 이용하였다. 강우에 따른 대기 중 PM의 저감효율은 상대적으로 PM₁₀에서 뚜렷하게 나타났으며, 특히 강우 강도 7.5 mm/h 이상(유형 1)의 호우 발생 시 60% 이상의 저감효율을 보였다. 반면, 강우 강도 7.5 mm/h 이하(유형 2)일 때는 10% 이하의 저감효율을 보였으며, 강우 지속에 따라 대기 중 PM₁₀ 농도가 증가하는 경향을 보이기도 하였다. 총 108개의 빗물 샘플 수질을 분석한 결과, 유형 1의 경우 초기 빗물의 평균 EC는 58.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 으로 상대적으로 높았으며 대기 중 PM₁₀과 양의 상관관계($r = 0.99$)를 보였고 평균 pH는 4.3으로 산성도가 높게 나타났으며 대기 중 PM₁₀과 음의 상관관계($r = -0.99$)를 보였다. 반면, 유형 2의 경우 대기 중 PM₁₀과 EC ($r = -0.56$) 및 pH ($r = -0.41$) 간 뚜렷한 상관관계가 나타나지 않았다. 또한 강우가 지속됨에 따라 EC와 수용성 양이온(Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+) 및 음이온(Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-})의 농도는 지속적으로 감소하는 경향을 보였으나 pH의 경우 강우 강도에 따라 증감의 경향이 다르게 나타났다. 유형 1의 경우 강우 지속에 따라 pH가 증가하여 산성도가 낮아졌으나 유형 2는 pH의 증감 형태를 뚜렷하게 확인하기 어려웠다. 연구 결과를 통해 강우 초기 높은 강도로 강우가 지속될 경우 대기 중 PM₁₀이 빗물 수질에 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단되며, 이에 따라 호우 발생 시 강우가 대기 중 오염물질을 지표면으로 유입시킬 수 있는 매개체로 작용할 수 있음을 지시한다.

핵심용어 : 호우, 미세먼지, 빗물 수질, 상관성 분석

* 정회원 · 부경대학교 환경해양대학 지구환경시스템과학부 지구환경과학전공 박사과정 · E-mail : hyemin_park@pukyong.ac.kr

** 정회원 · 부경대학교 환경해양대학 지구환경시스템과학부 지구환경과학전공 박사과정 · E-mail : xodyd123123@pukyong.ac.kr

*** 정회원 · 부경대학교 환경해양대학 지구환경시스템과학부 환경지질과학전공 부교수 · E-mail : minjune@pknu.ac.kr