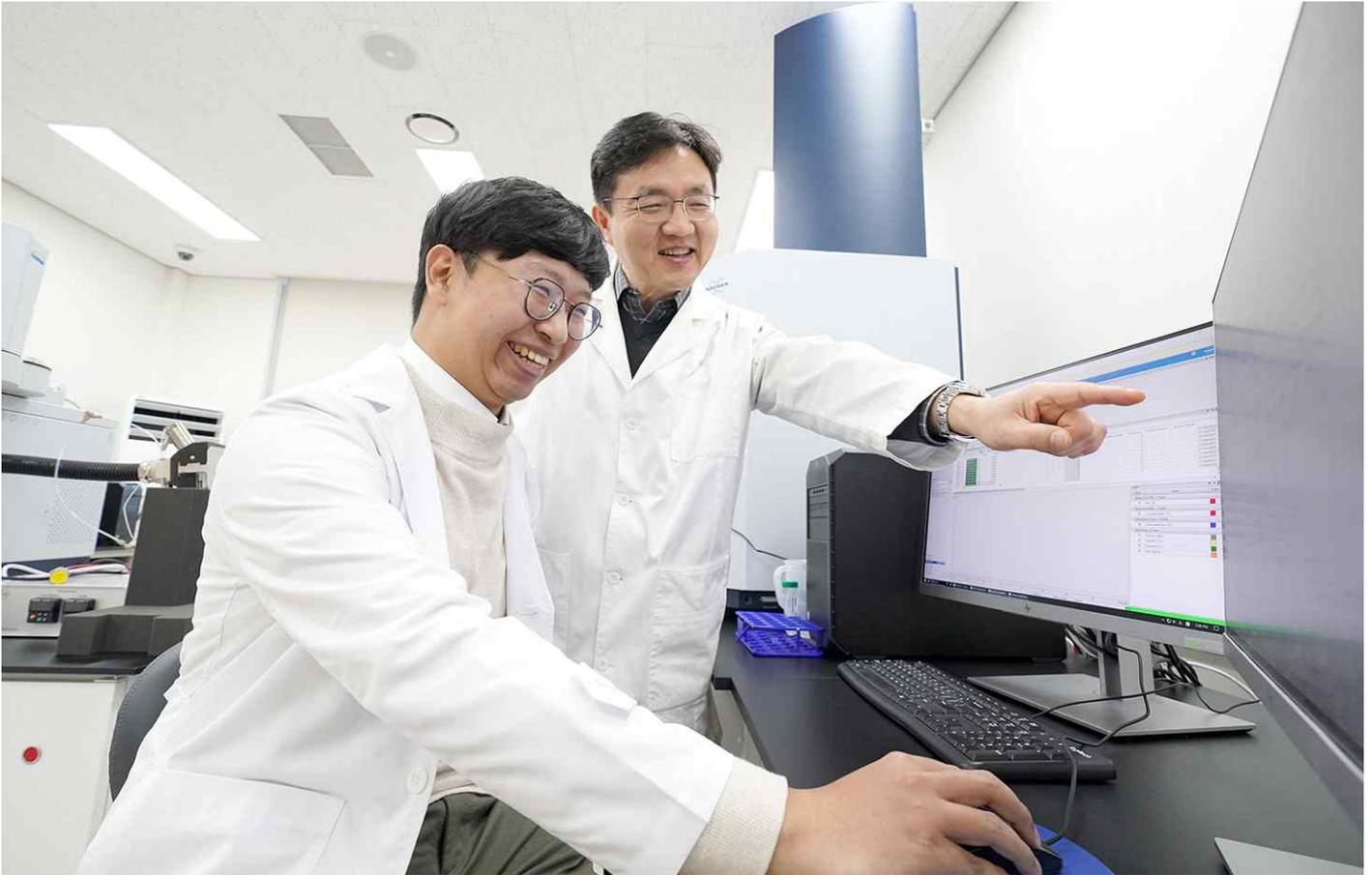


# “페인트 수십 년 지나도 치명적 독성” GIST, 페인트 첨가물 생식독성 토양 잔류 확인

- 김태영 교수팀, 토양 생물에 생식독성 유발하는 페인트 첨가제(알킬아민) 질량분석으로 확인... 독일·브라질 국제 공동연구 성과
- 페인트 첨가제 규제 정책 보완 및 안전 물질 대체 필요성 밝혀



▲ (왼쪽부터) 송우영 박사후연구원, 김태영 교수

광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 지구·환경공학부 김태영 교수 연구팀이 페인트에 분산제\*로 첨가되는 성분이 수십 년 후에도 토양 생태계를 위협하고 번식을 억제하는 생식독성을 갖고 있다는 사실을 국제 공동연구를 통해 확인했다고 밝혔다.

\* 분산제: 계면활성제의 일종으로, 물과 기름처럼 본래라면 서로 섞이지 않는 것을 섞는 성질을 가진 물질이다.

국내에서는 페인트 미세플라스틱\*이 토양 생태계에 어떠한 영향을 미치는지 잘 알려지지 않았으나 유럽 화학물질청(European Chemicals Agency) 조사에 따르면, 페인트는 토양으로 유입되는 미세플라스틱 중에서 타이어에 이어 두 번째로 높은 비중을 차지하고 있어 이에 대한 연구가 필요하다.

\* 미세플라스틱(Microplastic): 플라스틱 제품이 분해되어 만들어지거나, 상업 및 공업 용도로 생산된 크기가 5 mm 이하이고, 1 nm 이상인 고체형 플라스틱 알갱이를 말함.

연구팀은 건물 외벽이 노후되어 발생하는 페인트 가루가 토양 생물에 어떤 영향을 주는지 주목했다.

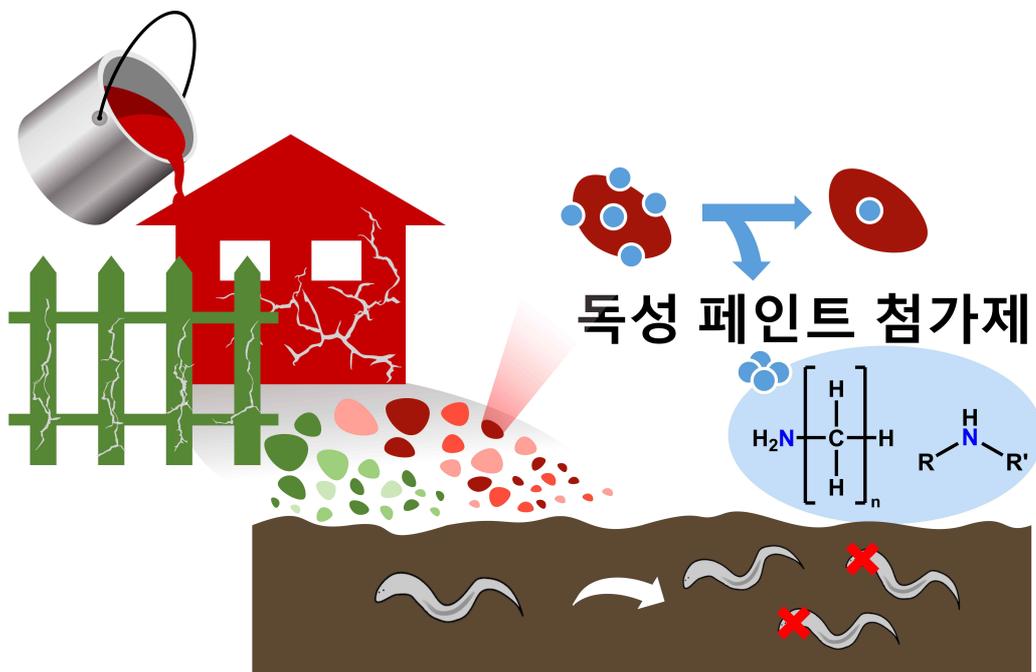
1950년대의 외벽 페인트가 남아있는 옛 동독 지역의 폐가 주변에서 땅에 떨어진 페인트 조각을 모아 잘게 부순 후, 가루의 크기에 따라 5개 그룹(500–1000, 250–500, 100–250, 50–100, 20–50  $\mu\text{m}$ )으로 분류해 예쁜꼬마선충\*에 독성을 나타내는지 확인했다.

\* 예쁜꼬마선충(Caenorhabditis elegans): 토양에 널리 서식하는 약 1 mm 길이의 작은 생물로, 농작물에 영양을 공급하고 토양 생태계를 유지하는 데 매우 중요한 역할을 맡고 있음.

그 결과 페인트 가루는 예쁜꼬마선충의 번식을 억제하는 생식독성을 나타냈으며, 독성의 세기는 페인트 가루의 색깔과 크기에 따라 다양한 차이를 보였다.

연구팀은 페인트 가루가 토양에 1%(무게비) 섞여 있을 때, 예쁜꼬마선충의 자손 수가 최대 약 60% 감소하는 것을 확인했으며, 이러한 독성의 차이를 나타내는 핵심 원인 물질이 페인트에 분산제로 첨가되는 알킬아민(Alkyl amines)\*이라는 것을 질량 분석을 통해 밝혔다.

\* 알킬아민(Alkyl amines): 아민은 질소 원자를 가진 염기성 작용기와 화합물을 말하며, 암모니아의 유도체로서 수소 원자가 들어갈 자리에 탄소 사슬이 치환된 형태를 알킬아민이라고 한다.



▲ 오래된 건물 외벽 페인트 가루의 토양 독성. 연구진은 건물 외벽에서 부식되어 떨어진 페인트 가루가 예쁜꼬마선충에게 생식독성을 유발하며, 그 원인 물질이 알킬아민이라는 페인트 첨가제임을 밝혀냈다.

연구팀은 토양에 알킬아민이 25 ppm(parts per million, 백만분의 일, 무게비) 정도 일 경우, 예쁜꼬마선충의 번식이 현저하게 감소하는 것을 확인했다.

김태영 교수는 “이번 연구 결과는 외벽 페인트가 수십 년이 지난 후에도 토양 독성을 나타낸다는 증거”라며 “시간이 지나 페인트 가루가 잘게 부서지면 페인트 표면적 증가로 독성 첨가제가 더 많이 유출되어 지금보다 훨씬 큰 환경 문제를 일으킬 수 있다”고 밝혔다.

또한 이러한 페인트의 특성을 고려하여 페인트 첨가제에 대한 규제 정책을 보완하고, 첨가제를 보다 안전한 물질로 대체하려는 노력이 필요하다”고 전했다.

이번 연구는 한국연구재단 기초연구사업(중견연구)의 지원을 받아 GIST 지구·환경공학부 김태영 교수와 송우영 박사후연구원이 주도했으며, 베를린 자유대학교의 김신웅 박사후연구원과 Matthias C. Rillig 교수, 브라질 상카를루스 연방대학교의 Walter R. Waldman 교수가 국제 공동 연구자로서 참여했다.

또한 연구 결과는 미국화학회가 발행하는 환경화학 분야 최고 권위의 국제학술지 ‘환경과학과 기술(Environmental Science & Technology)’에 2023년 12월 21일(목) 온라인 게재되었다.

## 논문 주요 정보

### 1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Environmental Science & Technology
- 논문명 : Toxicity of aged paint particle to soil ecosystem: Insights from *Caenorhabditis elegans*
- 저자 정보 : 김신웅(공동제1저자, 독일 베를린자유대학교, 박사후연구원), 송우영(공동제1저자, GIST 지구·환경공학부, 박사후연구원), Walter R. Waldman(공동저자, 브라질 상카를루스 연방대학교, 교수) Matthias C. Rillig(공동교신저자, 독일 베를린자유대학교, 교수), 김태영(공동교신저자, GIST 지구·환경공학부, 교수)