

미세플라스틱 및 나노플라스틱: 세계적인 문제에 대한 심층 연구



저자

Tarun Anumol, Ph.D.
Director, Global Environment Market,
Agilent Technologies, Inc.

“미세플라스틱은 어디에나 존재하지만 그 농도와 건강에 미치는 영향에 대해서는 아직 많이 알려지지 않았습니다. 이를 밝히기 위해서는 연구자와 과학자들이 이러한 질문에 답하기 위해 쉽게 이용할 수 있는 신뢰할 수 있고 강력하며 민감한 분석 기술을 개발하는 일이 매우 중요합니다.”

우리가 안고 있는 플라스틱 문제

현대 사회는 플라스틱에 의존합니다. 플라스틱은 포장, 옷, 우리가 운전하는 자동차부터 칫솔에 이르기까지 모든 부분에 사용되고 있어 우리 삶의 거의 모든 측면에 영향을 미칩니다. 엄청난 양의 플라스틱 생산에도 불구하고 플라스틱은 대부분 생분해되지 않는 물질로 남아 있으며 플라스틱 유형에 따라 분해되는 데 최대 400년까지 걸릴 수 있습니다. 그러나 이 물질에 대한 우리의 의존도는 점차 더 높아지고 있습니다. 예를 들어 전 세계 플라스틱 생산량은 1950년 230만 톤에서 2015년 4억 4800만 톤으로 증가했으며 이 수치는 2050년까지 두 배가 될 것으로 예상됩니다.¹

미세플라스틱은 전 세계적으로 플라스틱을 소비하고 이로 인해 발생하는 플라스틱 오염이 불러온 결과입니다. 미세플라스틱은 크기가 1 μ m에서 5mm 사이인 작은 플라스틱 조각으로,² 대략 참깨 한알 크기입니다.³

이러한 작은 플라스틱 입자는 토양, 물, 공기, 궁극적으로 우리 몸 등 환경의 모든 구석으로 퍼질 가능성이 있습니다.⁴

현재 연구에 따르면 미세플라스틱은 크기 범위가 1~1000nm인 ‘**나노플라스틱**’이라고 하는 나노 단위⁵의 더 작은 입자로 분해되는 것으로 생각됩니다.⁶

보이지 않는 플라스틱 오염은 전 세계적인 문제로 대두되며 정부 및 학술 기관에서 점차 많은 관심을 불러일으키고 있습니다. 우리의 건강과 환경에 미치는 플라스틱 오염의 영향에 대한 전문 지식이 부족하여 미세플라스틱 및 나노플라스틱의 영향에 대해 더 많이 이해하려는 활동이 진행 중입니다. 또한, 나노플라스틱이 불러오는 결과에 대해 알려진 바가 매우 적지만 크기가 작고 그에 따라 우리 생태계의 더 많은 영역에 침투할 수 있다는 점 때문에 나노플라스틱의 존재가 더 큰 심각성을 초래할 가능성이 있습니다.⁷

미세플라스틱 및 나노플라스틱의 출처는 다양하지만 가장 일반적으로 다음이 있습니다.



플라스틱 오염

육지와 바다에 있는 큰 플라스틱 쓰레기와 플라스틱 오염은 결국 더 작은 미세플라스틱과 나노플라스틱으로 분해됩니다.



의류

우리가 입는 의류의 대부분은 극세사를 만들어내며 이러한 섬유는 “패스트 패션” 산업에 의해 극심해지고 있습니다.



개인 위생 제품

각질 제거제 및 치약과 같은 많은 개인 위생 제품에는 각질 제거 및 세척 품질을 높이기 위해 의도적으로 첨가되는 마이크로비즈가 포함되어 있습니다. 미국, 캐나다, 뉴질랜드, 한국 및 일부 EU 국가에서는 마이크로비즈가 포함된 제품의 제조가 금지되어 있습니다.⁹



플라스틱 펠릿

대부분 플라스틱의 원료 형태로, 이를 성형해 더 큰 플라스틱 제품을 만듭니다. 운송 및 제조 중 펠릿 손실로 인해 이러한 입자가 환경으로 배출됩니다.



타이어 마모

도로와의 마찰로 생성된 타이어 먼지에는 작은 플라스틱 입자가 포함되어 있으며 대기로 전달됩니다.



도로 표식

도로 표식에는 용융된 플라스틱이 포함되어 있어 표식이 풍화되면서 작은 플라스틱 오염 입자가 주변 환경으로 방출됩니다.

추가 정보...

알아 두어야 할 플라스틱 입자 오염에는 두 가지 범주가 있습니다:

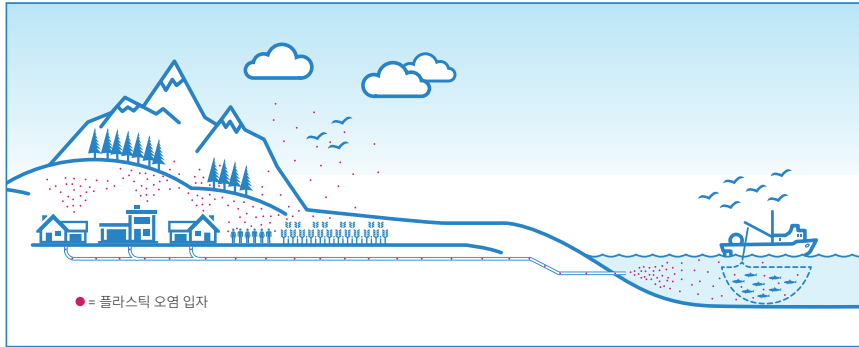
- **1차 미세플라스틱 및 나노플라스틱:** 제품에서 의도적으로 제조된 매우 작은 플라스틱 조각(예: 샤워 젤, 치약)
- **2차 미세플라스틱 및 나노플라스틱:** 큰 플라스틱에서 나중에 분해되어 나온 작은 플라스틱(예: 페인트, 운전 중 마모된 타이어, 직물)⁸

미세플라스틱 및 나노플라스틱의 일반적인 형태:

- **섬유:** 폴리에스테르와 같은 합성 섬유에서 유래한 플라스틱 입자
- **마이크로비즈:** 화장품 및 개인 위생 제품에 첨가하기 위해 제조된 작은 구형 플라스틱
- **조각:** 더 큰 플라스틱 조각에서 떨어져 나온 후 시간이 지남에 따라 계속 분해된 매우 작은 플라스틱 조각
- **플라스틱 펠릿:** 녹여서 큰 플라스틱 제품으로 만들어내는 플라스틱 알갱이

전 세계 플라스틱 오염 문제의 규모

일상 생활에서 플라스틱에 대한 사람의 의존성 때문에 플라스틱 생산은 계속하여 기하급수적으로 증가하고 있습니다. 저렴하고 접근이 쉬운 대안이 없다는 이유 때문에 플라스틱 사용을 지금 당장 중단하는 것은 현실적이지 않습니다. 결과적으로, 플라스틱 입자 오염은 계속 증가하고 우리 생태계의 모든 영역으로 확대될 것입니다.



물 속

지금까지 플라스틱 오염 분야에 대한 대부분의 연구는 물에 존재하는 플라스틱 오염 입자와 그로 인해 물 속 생물에 미치는 영향에 초점을 맞추었습니다. 날씨에 따라 운반되는 플라스틱 쓰레기, 바다에 불법적으로 폐기되는 쓰레기, 화장실에 버려지는 플라스틱 함유 제품 등은 모두 일상 생활에서 사용되는 플라스틱이 크고 작은 수역에서 어떤 종결을 맞게 되는지 보여주는 예입니다.¹⁰ 이러한 플라스틱은 모두 다양한 플라스틱 입자 형태로 변질되고 분해되어 우리의 환경과 신체로 유입될 수 있습니다.

이러한 입자의 특성과 크기 때문에 수처리 시설에서 용수 시스템에 있는 플라스틱 입자를 감지하지 못할 수 있습니다. 예를 들어, 세탁기로 옷 한 벌을 세탁하면 최대 700,000개의 극세사 섬유가 배수 시스템으로 배출될 수 있습니다. 이러한 극세사 중 다수는 호수와 강으로 흘러들어 결국 바다에 도달하고 수백 년 동안 그곳에 남아 있을 수 있습니다.

해양 플라스틱 오염의 30%가 미세플라스틱에서 유래할 수 있는 것으로 추정된다는 사실로부터 해양 플라스틱 입자 오염의 규모가 어느 정도인지 가능할 수 있습니다.¹¹ 이 외에도 바다의 플라스틱 폐기물에 태양의 UV가 조사되면서 나노 크기의 입자가 생성되어 문제의 심각성을 더 가중시키는 것으로 알려져 있습니다.¹²

공기

대기 중에 존재하는 미세플라스틱 입자를 공기 매개 미세플라스틱(airborne microplastics)이라고 합니다. 이러한 입자는 그 성질과 크기 때문에 공기를 타고 멀리 그리고 쉽게 이동할 수 있어 대도시뿐만 아니라 프랑스 피레네 산맥과 같은 외딴 지역에도 공기에서도 미세플라스틱이 검출됩니다.¹³ 내리면서 공기 중 입자를 포획한 눈에서도 플라스틱 입자가 검출될 수 있습니다. 점차 더 많은 양의 미세플라스틱 오염이 눈 시료에서 발견되고 있는데, 다양한 유럽 지역에서 리터당 약 24,600개의 미세플라스틱 입자가 발견됩니다.¹⁴

이것이 위협이 되는 이유는?

진행 중인 연구는 플라스틱 입자 오염의 부정적인 영향을 지적하고 있습니다.

- 플라스틱이 바다를 계속 채우면서 수생 동물은 미세플라스틱에 더 많이 노출됩니다. 연구에 따르면 미세플라스틱은 수생 생물의 소화 기관을 막아 식욕을 감퇴시키고 성장 및 번식 속도를 떨어뜨립니다.^{18,19} 이러한 플라스틱 조각에 흡수된 잠재적인 유해 화학물질이 이러한 동물의 소화 기관으로 방출되어 치명적인 질병을 유발하거나 죽음을 초래할 수도 있습니다¹⁹
- 플라스틱 오염 입자는 크기가 작아 동물성 플랑크톤과 같은 필터 섭식 유기체에 의해 소비됨으로써 초기 단계에서 먹이 사슬에 유입될 수 있습니다. 최근 식용 소금, 홍합, 생선, 맥주, 생수, 수돗물에서 미세플라스틱이 검출되면서 이것이 사실로 입증되었습니다¹²
- 150 μ m보다 큰 미세플라스틱 입자는 몸을 비교적 쉽게 통과해 빠져나갈 수 있지만, 나노플라스틱이 일으킬 수 있는 피해에 대해서는 완전히 알지 못하고 있습니다.²⁰ 따라서 이러한 입자가 세포막과 장기를 침투할 수 있다면 우리의 건강에 미치는 영향을 이해할 필요가 있습니다
- 플라스틱은 유해 화학물질의 오염원이므로 이러한 미세 입자와 나노 입자를 의도하지 않게 소비하여 향후 건강상의 결함이 발생할 수 있다는 우려가 제기되고 있습니다



사람의 신체

이러한 플라스틱 입자의 도달 범위가 광범위하다는 점을 고려할 때 우리 몸에서도 이러한 입자가 발견된다는 것은 놀랄 일이 아닙니다. 최근 연구에 따르면 인간은 연간 39,000~52,000개의 미세플라스틱 입자를 소비할 수 있습니다.¹⁵ 이러한 오염 입자는 먼지 또는 공기 중 플라스틱 입자의 흡입, 플라스틱으로 가공 및 포장된 식품의 소비, 미세플라스틱 및 나노플라스틱으로 오염된 물을 마시는 등 다양한 경로를 통해 우리 몸에 유입됩니다.¹⁶

우리의 환경 어디에나 플라스틱이 존재하고 있음에도 불구하고 생태계에 널리 퍼져 있는 미세플라스틱과 나노플라스틱의 존재를 테스트하는 데 사용되는 있는 분석법 중 일부는 아직 일관성이 없고 신뢰할 수 없습니다. 이러한 작은 플라스틱 입자의 특성에 대해 더 많이 이해하기 위해서는 현미경을 이용해 눈으로 계수하는 것과 같이 일반적이고 오류가 잦은 프로세스에서 벗어나 측정 기술을 발전시켜야 합니다. 대신, 강력한 QA/QC 절차와 실험실 간 숙련도 테스트 절차를 채택하는 등 분석적 접근 방식을 통합하면 이 분야의 연구를 발전시킬 수 있습니다.¹⁷

연구 및 추가적인 이해에 대한 필요성

여러 연구에서 미세플라스틱과 해양 생물 및 조류에 대한 부정적인 건강 문제 사이에 대응 관계를 도출했지만 인간 건강에 대한 잠재적인 독성은 여전히 연구 중입니다. 이러한 플라스틱 입자가 인체 건강에 미치는 영향을 이해하는 것이 시급합니다.

미세플라스틱과 플라스틱 오염에 관한 최근 보고서에서 세계보건기구(WHO)는 미세플라스틱과 나노플라스틱의 진정한 영향을 이해하기 위한 추가 연구를 촉구했습니다. WHO는 현재 데이터가 부족하기 때문에 이러한 플라스틱이 우리 건강에 미치는 실제 위험을 평가하기 위해 “수많은 연구 격차를 메워야 한다”고 제안합니다.²¹

이해도도를 높이려면 미세플라스틱과 나노플라스틱을 검출, 식별 및 정량하는 표준화된 과학적 분석법을 개발해야 합니다. 이 분야에 대한 지식을 쌓으면서 전 세계적으로 플라스틱 사용 및 폐기에 대한 표준화된 규정을 시행하는 것과 같이 플라스틱 입자 오염에 대응하기 위한 구체적인 조치를 시작할 수 있습니다.



미세플라스틱 문제를 과학적 혁신으로 해결할 새로운 시점

애질런트는 미세플라스틱과 나노플라스틱 연구에 우선 순위를 두고 있으며 플라스틱 입자 오염을 방지하기 위한 적절한 조치를 취하는 데 필요한 지식을 갖추도록 도구 개발에 전념하고 있습니다.

애질런트는 분석 및 검출을 위한 다음과 같은 다양한 도구를 제공합니다:



Cary 630 FTIR

ATR(Attenuated Total Reflectance) 모듈과 결합된 Agilent Cary 630 FTIR 분광기는 큰 미세플라스틱 입자를 분석하는 데 적합한 도구입니다. 사용 가능한 광범위한 FTIR 스펙트럼 라이브러리와 호환되며 입자의 화학적 특성을 확인하는 데도 사용할 수 있습니다. 현장에서 입증된 강력한 광학기계 시스템은 뛰어난 성능과 재현성을 제공합니다.



LDIR

수상 경력에 빛나는 이 실험실 기기는 입자 크기, 면적, 개수 및 기타 표면 특성을 포함하여 완전한 입자 특성 규명을 제공합니다. FTIR보다 입자 분석이 훨씬 빠르고 이미징 영역이 더 큼니다. 휴대용 FTIR의 이점 외에도 이 모델은 10~20 μ m의 최소 검출 범위를 가지고 있습니다.



GC/MS

GC/MS는 환경 실험실의 필수품입니다. 시장을 선도하는 애질런트의 GC/MS는 상대적으로 간단한 시료 전처리 기술을 적용하여 시료 내 미세플라스틱의 다양한 유형과 농도를 분석할 수 있습니다. GC/MS 분석법은 IR 기술을 사용하여 미세플라스틱 검출 후 보완적인 분석 정보를 제공합니다.

참고 문헌

- 1 National Geographic. The World's Plastic Pollution Crisis Explained. Available at: <https://www.nationalgeographic.com/environment/habitats/plastic-pollution/>. Accessed: November 2019.
- 2 Frias, J. P. G. L.; Nash, R. Mar. Pollut. Bull. 2019, 138, 145–147.
- 3 National Ocean Service. What Are Microplastics? Available at: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/microplastics.html>. Accessed: November 2019.
- 4 Plastic Oceans. The Facts. Available at: <https://plasticoceans.org/the-facts/>. Accessed: November 2019.
- 5 Gagné, F. J. Xenobiot. 2019, 9(1), 8147.
- 6 Gigault, J et al. Environ. Pollut. 2018, 235, 1030-1034.
- 7 Galloway, T. S. Marine Anthropogenic Litter. 2015, 13, 343-366.
- 8 GESAMP. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment. Available at: <http://www.gesamp.org/publications/reports-and-studies-no-90>. Accessed: November 2019.
- 9 ChemSafetyPro. Global Ban on Microbeads in Personal Care Products. Available at: https://www.chemsafetypro.com/Topics/Restriction/Latest_Status_of_Global_Ban_on_Microbeads_in_Personal_Care_Products.html. Accessed: November 2019.
- 10 World Wide Fund for Nature. How Does Plastic End up in the Ocean? Available at: <https://www.wwf.org.uk/updates/how-does-plastic-end-ocean>. Accessed: November 2019.
- 11 Green Peace. What Are Microfibers and Why Are Our Clothes Polluting the Oceans? Available at: <https://www.greenpeace.org/international/story/6956/what-are-microfibers-and-why-are-our-clothes-polluting-the-oceans/>. Accessed: November 2019.
- 12 Ekvall, M. T. et al. Nanoscale Adv. 2019, 1, 1055-1061.
- 13 Allen, S. et al. Nat. Geosci. 2019, 12(5), 339–344.
- 14 The Guardian. Microplastics “Significantly Contaminating the Air”, Scientists Warn. Available at: <https://www.theguardian.com/environment/2019/aug/14/microplastics-found-at-profuse-levels-in-snow-from-arctic-to-alps-contamination>. Accessed: November 2019.
- 15 Cox, D.C. et al. Environ. Sci. Technol. 2019, 53,12, 7068-7074.
- 16 National Geographic. You Eat Thousands of Bits of Plastic Every Year. Available at: <https://www.nationalgeographic.co.uk/environment/2019/06/you-eat-thousands-bits-plastic-every-year>. Accessed: November 2019.
- 17 Hanvey, J. S. et al. Anal. Methods. 2017, 9, 1369-1383.
- 18 Science Daily. Microplastics entering ocean food web through zooplankton, researchers find. Available at: <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/06/150629133813.htm>. Accessed: December 2019.
- 19 National Geographic. We Know Plastic Is Harming Marine Life. What about us? Available at: <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2018/06/plastic-planet-health-pollution-waste-microplastics/>. Accessed: November 2019.
- 20 Get Green Now. The Effects of Microplastics on Human Health. Available at: <https://get-green-now.com/microplastics-health-guide/>. Accessed: November 2019.
- 21 World Health Organization. Microplastics in Drinking-Water. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326499/9789241516198-eng.pdf?ua=1>. Accessed: November 2019.

www.agilent.com/chem/environment

DE83430987

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2023
한국에서 발행, 2023년 4월 4일
5994-5843KO

한국에질런트테크놀로지스(주)
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,
A+ 에셋타워 9층, 06621
전화: 82-80-004-5090 (고객지원센터)
팩스: 82-2-3452-2451
이메일: korea-inquiry_lsca@agilent.com

 **Agilent**
Trusted Answers