

**PD2) 용접흠 발생기에서 발생한 중금속 흠이 자주달개비의 미세핵생성률에 미치는 영향**  
**Effects of Heavy Metal Fumes from Welding Fume Generating System on the Micronucleus Frequencies in *Tradescantia***

신해식 · 김진규<sup>1)</sup> · 유일재<sup>2)</sup> · 성재혁<sup>2)</sup> · 이재환<sup>3)</sup> · 이진홍 · 이대운<sup>3)</sup>

충남대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>한국원자력연구소, <sup>2)</sup>산업화학물질연구센터,

<sup>3)</sup>연세대학교 화학과

**1. 서 론**

산업의 발달과 함께 자연의 자정능력 한계를 넘어선 오염은 인간의 생존을 위협하는 심각한 사회문제로 대두되기에 이르렀다. 지금까지 대기오염에 대한 관심은 주로 실외대기, 즉 건물의 바깥쪽에 있는 대기오염에 편중되어 있었다. 대도시 및 중·소 공업 도시 등 대기오염이 문제되는 지역에서의 하루 생활은 하루 24시간 중 80% 이상을 실내 공간에서 생활하고 있어 다양한 직업을 가진 현대인은 개인에 따라 다소 차이가 있지만 대기오염의 영향보다는 하루 중 많은 시간을 보내는 실내오염의 영향을 더 많이 받는다. 특히 실내작업환경 내에는 높은 수준으로 폭로되거나, 받아들일 수 없는 정도의 농도로 노출되어 근로자들의 건강에 유해한 영향을 미치는 많은 인자와 요인들이 있다. 작업장 내의 공기 중에 존재하는 여러 가지 물리적, 화학적, 생물학적 요인의 노출 수준을 결정하기 위해 모니터링과 분석을 수행한다. 작업장 내의 중금속 흠은 다른 유해성분에 비하여 더 독성이 강하고 또한 허용기준이 200-300배 가량 낮기 때문에 작업장 내에 중금속 흠의 오염원이 있다면 중금속 흠의 공기 중 농도를 확인하고 독성을 평가하는 것은 중요하다. 본 연구에서는 용접 흠 발생장치를 이용하여 중금속 흠에 대한 생물학적 영향을 확인하고자 하였다. 방사능 및 환경오염물질의 지표식물로 널리 이용되고 있는 자주달개비를 생물시료로 이용하였으며 위해성 평가를 위해서 자주달개비 미세핵분석법 (*Tradescantia*-micronucleus assay) 을 시도하였다.

**2. 연구 방법**

실험용 식물체는 *Tradescantia* 4430 클론을 사용하였다. 온실에서 건전하게 생육된 화서를 절취하여 실험실의 조건에 24시간 동안 안정화시킨 다음 실험군 별로 10개 이상의 화기를 사용하였다. 용접 흠 발생장치를 이용하여 화서를 2시간 동안 저농도(30 mg/m<sup>3</sup>)와 고농도(90 mg/m<sup>3</sup>)로 각각 노출하였다. 동시에 개인시료 포집기를 이용하여 용접흠 발생기에서 발생하는 먼지를 포집하여 농도와 중금속 성분을 분석하였다. 대조군과 저농도와 고농도의 노출이 끝난 시료는 24시간의 회복기간을 부여한 다음 화서를 24시간 동안 1:3의 acetolcohol에 고정하였다. 고정이 끝난 화서는 70 % 에탄올에 저장하였다. 화아를 가장 큰 것부터 작은 것까지 분해하여 검경용 화분보세포 프레파라트를 제작하였고, 광학현미경하에서 배율 400 배로 검경하여 유전적인 손상의 결과로 나타난 4분자염색체 중의 미세핵을 계수하였다. 실험군당 5개의 슬라이드로부터 각각 300개의 4분자염색체를 계수하였다. 미세핵의 빈도는 100 사분자당 관찰된 미세핵의 숫자로 표시하였다.

**3. 결과 및 고찰**

용접흠 발생기에서 발생한 중금속의 흠에 의한 자주달개비 미세핵생성률은 농도에 따라 유의성 있는 변화를 나타내었다. 용접흠 발생기가 위치한 실험실 대조군의 미세핵 분석법을 통한 분석결과는 2.67±0.43 MCN /100 tetrads로 자연상태에서 발생하는 돌연변이 수준인 4 MCN /100 tetrads 이하의 수준으로 본 실험에서 적용한 분석방법으로는 세포핵에 대한 손상물질이 안전한 것으로 판단된다. 용접흠

발생기에서 저농도로 노출한 실험군에서의 미세핵 생성률은  $3.93 \pm 0.48$  MCN / 100 tetrads로 저농도의 중금속흡에 대한 미세핵생성률의 반응은 유의성 있는 증가가 나타나지 않았다. 반면에 고농도로 노출한 실험군에서의 미세핵 분석결과는  $6.33 \pm 0.43$  MCN / 100 tetrads로 대조군과 비교하여 유의 있는 증가를 나타내었다 (Table 1). 용접흡 발생기에서 발생하는 중금속 흡은 실제 현장에서 노출되는 농도를 대상으로 실험을 수행하였다. 자주달개비 미세핵분석법은 화분모세포로부터 4개의 반수체 세포가 분열·생성되는 과정에서 돌연변이물질이나 유전독성물질에 노출될 경우 염색체의 일부가 절단되어 미세핵을 형성하게 되는데 저농도에서의 분석결과가 유의성 있게 나타나지 않았지만 계속적으로 중금속 흡에 노출될 경우 인체에 유해한 영향을 미칠 수도 있을 것으로 판단한다. 또한 고농도의 노출군은 대조군과 비교하여 유의성 ( $p < 0.01$ ) 있는 실험결과를 나타내었다. 본 실험을 통하여 용접흡 발생기에서 발생하는 중금속의 흡이 세포핵에 대한 손상물질이 포함되어 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 용접흡 발생기에서 발생하는 중금속 성분을 비롯한 다양한 화학물질은 발암, 기형, 돌연변이에 영향을 미칠 수도 있으며, 다른 물질과 함께 상승작용을 일으킬 수도 있다. 본 연구는 자주달개비 미세핵분석법을 통하여 용접흡에 대한 직접적인 영향을 확인한 것으로서 생물학적으로 그 의의가 크다. 향후 수행될 중금속 성분에 대한 농도분석과 더불어 환경학적 위해성 평가에 대한 근거자료를 제공할 수 있을 것으로 판단한다.

**Table 1.** Results of Trad-MCN and concentration of particulates matter collected from welding fume generating system

Expsoure conc.	welding fume (mg/m <sup>3</sup> )	Trad-MCN / 100 tetrads mean $\pm$ se	Remark
Lab control	0	$2.27 \pm 0.43$	
Low conc.	30	$3.93 \pm 0.48$	
High conc.	90	$6.33 \pm 0.43$	

### 참 고 문 헌

- R. F. Batalha, T. Guimaraes, J.A. Lobo, J.F.C. Lichtenfels, T. Deur, A. Carvalho, S. Alves, M. Domingos, S. Rodrigues, H.N. Saldiva (1999) Exploring the clastogenic effects of air pollution in Sao Paulo(Brazil) using the *Tradescantia micronuclei* assay, *Mutat. Res*, **426**, 229-232.
- S. Monarca, D. Feretti, A. Zanardini, E. Falistocco, G. Nardi (1999) Monitoring of mutagens in urban air samples, *Mutat. Res*, **426**, 189-192.
- G. Krishna, T. Ong, W.-Z. Whong, J. Nath (1983) Mutagenicity studies of ambient airborne paticles I. Comparison of solvent systems, *Mutat. Res*, **124**, 113-120.
- 신해식, 이정주, 김진규, 환경오염 검지를 위한 자주달개비 미세핵 분석법, 제22회 보건학종합학술대회, 논문집, p.171, 1997. 12. 5, 용인대학교, 용인 (1997).