

PD2) **지하철 실내 공기 중 PM10에 포함된 돌연변이원이  
자주달개비의 미세핵 생성율에 미치는 영향**  
**Effects of PM10 collected from the subway station  
on the micronucleus frequencies in *Tradescantia***

신해식 · 김진규 · 이진홍 · 이정주<sup>1)</sup> · 강동우<sup>1)</sup>

충남대학교 환경공학과, 한국원자력연구소 <sup>1)</sup>용인대학교 환경보건학과

**1. 서 론**

서울의 지하철은 하루 450만 명 정도를 수송하는 중요한 대중교통 수단이다. 지하철 역사 내의 실내 환경에 대한 실내공기질 관리는 실내공기 오염의 대상물질에 대한 특정유해물질과 같은 단일 물질에 대한 지표에 의해 관리되고 있다. 그러나 공기중 입자상 물질의 특성은 복합적이기 때문에 공기질에 대한 관리는 여러 제한점을 가지고 있다. 또한 역구내의 먼지에 대한 단순 측정·분석만이 이뤄지고 있을 뿐 그 먼지의 생물학적 영향에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 지하철역 구내에서 포집한 미세먼지가 돌연변이원을 함유하고 있는 지름 여름과 겨울철에 대한 비교 평가하였다. 서울의 2호선 지하철의 한 역을 대상으로 하여 대합실과 승강장에서 포집한 미세먼지(PM10)를 초음파 추출하여 추출된 용액을 여과하여 사용하였다. 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. 서울 3호선 지하철역 대합실, 승강장에서 각각 24시간 동안 Mini-volume air sampler를 이용하여 부유먼지를 포집하였다. 포집된 PM10의 여지를 유리재질의 60 mL용 캡 Vial에 넣은 후 초순수 50mL를 가하여 초음파세척기(Branson 5210, USA)를 이용하여 30분간 초음파 추출하였다. 추출된 용액의 미립자들은 0.2  $\mu$ m syringe filter(Nalgene, USA)로 여과한 후 분석 전까지 4°C 냉장고에 보관하였다. 30mL의 추출용액에 자주달개비 화서군을 24시간 동안 침지하였다. 24시간의 회복기간을 부여한 다음 화서를 24시간 동안 1:3의 아세트알콜에 고정하였다. 고정이 끝난 화서는 70 % 에탄올에 저장하였다. 화아를 가장 큰 것부터 작은 것까지 분해하여 검경용 화분모세포 프레파라트를 제작하였고, 광학현미경하에서 배울 400 배로 검경하여 유전적인 손상의 결과로 나타난 4분자 중의 미세핵을 계수하였다. 실험군당 5개의 슬라이드로부터 각각 300개의 4분자염색체를 계수하였다. 미세핵의 빈도는 100 사분자당 관찰된 미세핵의 숫자로 표시하였다.

**3. 결과 및 고찰**

지하철에서 포집한 미세먼지의 농도는 여름 철에는 대합실이 승강장 보다 높은 반면 자주달개비 미세핵 분석법을 통한 분석결과는 대합실과 승강장에서 높은 미세핵의 생성결과를 나타내었다. 오히려 미세핵의 빈도수는 대합실이 높게 나타났다 (Table 1). 이는 지하철내 부유먼지의 농도에 따라 오염도가 결정되는 것이 아닌 것으로 판단된다. 겨울철 지하철역의 미세먼지농도는 대합실과 승강장에는 큰 농도차가 없었다. 그러나 농도에 관계없이 자주달개비의 미세핵빈도도는 상당한 차이가 있었다. 즉 대합실의 미세먼지에는 돌연변이 유발물질이 적은 것으로 판단되며, 이는 자연상태에서 발생하는 돌연변이 수준인 4 MCN /100 tetrads 이하의 수준으로 본 실험에서 적용한 분석방법으로는 세포핵에 대한 손상물질이 적은 것으로 판단된다. 승강장의 미세먼지는 자주달개비의 화분모세포에 세포핵에 대한 손상물질이 다양하게 포함되어 있는 것으로 판단된다. 본 실험을 통하여 여름철과 겨울철 지하철역의 대합실과 승

강장의 미세먼지에 포함된 세포핵에 대한 손상물질의 유무를 확인할 수 있었다. 자주달개비 미세핵분석법은 화분모세포로부터 4개의 반수체 세포가 분열·생성되는 과정에서 돌연변이물질이나 유전독성물질에 노출될 경우 염색체의 일부가 절단되어 미세핵을 형성하게 되는 데 본 실험의 결과 지하철역에서 포집한 미세먼지는 계절에 따라 대합실과 승강장에서 상반된 결과를 나타냈으며, 또한 유전독성물질을 포함하고 있으며 이로 인하여 분열중인 세포의 염색체가 절단되어 미세핵으로 나타나는 빈도가 높아지는 것으로 확인되었다. 특히 대합실과 승강장에서 포집한 먼지에는 돌연변이원이 포함되어 있음을 확인할 수 있었다. 대합실과 승강장의 먼지에 존재하는 돌연변이원은 적절한 환기가 이뤄지지 않을 경우 지하철 이용 승객 등 해당지역에 오랫동안 머무는 사람들의 체내로 유입될 가능성이 있다. 본 연구는 미세핵분석법을 통하여 지하철 구내의 부유분진의 직접적 영향을 확인한 것으로서 생물학적으로 그 의의가 크다. 향후 수행될 지하철 내부 먼지에 대한 분석과 더불어 환경학적 위해성 평가에 대한 근거자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 1. Results of Trad-MCN and concentration of particulates matter collected from seoul subway station

Season	PM10( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Trad-MCN MCN/100 tetrads mean $\pm$ S. E.		Remark
	1	2	1	2	
	Summer	191.0	106.4	9.27 $\pm$ 1.18	
Winter	130.2	136.2	2.67 $\pm$ 0.43	8.67 $\pm$ 0.57	Before clean
Winter	121.9	126.3	3.30 $\pm$ 0.30	6.07 $\pm$ 0.68	After clean

1 : Waiting room, 2 : Platform

### 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 particles 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)