

PD4) 식물검정을 통한 감마선과 휘발성 유기화합물의 영향 비교

Comparison of Biological Effects of γ -Rays and Volatile Organic Compounds with Plant Bioassay

김진규 · 한 민 · 신해식

한국원자력연구원 정읍 방사선과학연구소

1. 서 론

실내 공간에는 사람들의 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있는 다양한 인자들이 존재한다. 이들 유해요인의 수준을 확인하기 위해서는 모니터링과 더불어 생물학적 분석이 시행되어야 한다. 또한 건강에 부정적 영향을 미치는 물리적, 화학적, 생물학적 요인에 대한 노출을 종합적으로 판단하고 비교·분석하는 것이 필요하다. 화학공장 실내작업환경에서 흔히 사용하는 벤젠 따위의 휘발성 유기화합물은 돌연변이원 또는 발암물질로 알려져 있기 때문에 휘발성 유기화합물이 건강에 미치는 영향에 관한 관심이 날로 증가하고 있는 실정이다. 지금까지의 연구보고에 따르면 자주달개비 미세핵 생성률을 이용한 식물 검정법이 이온화 방사선뿐 아니라 기체상 유해물질의 영향을 평가하는데 효율적 수단으로 활용될 수 있다(Ma, 1981). 본 연구는 식물검정법을 이용하여 실내 작업환경에 존재하는 휘발성 유기화합물, 특히 톨루엔과 감마선의 생물학적 영향을 비교 평가하고자 수행되었다.

2. 연구 방법

공시 식물체는 *Tradescantia* 4430 클론이다. 건전하게 생육한 화서를 절취하여 실험군 별로 20개 이상(>200화기)을 묶어 실험실 조건에 24시간 순차시킨 다음 실험에 사용하였다. 휘발성 유기화합물 농도를 확인하기 위해서 400mg의 Tenax TA가 충전된 흡착관을 이용하여 화학공장 실내작업장에서 휘발성 유기화합물을 채취하였다. 이와 동시에 실내작업장에서 2시간, 6시간 그리고 9시간동안 실험용 식물체를 노출시켰다. 실내작업환경 노출과는 별도의 실험군에 ^{60}Co 선원(Irradiator, AECL)으로부터 감마선을 조사하였다. 감마선 또는 휘발성 유기화합물에 의해 유발된 미세핵을 분석하기 위한 일련의 처리과정은 기 보고된 절차를 따랐다(Kim et al., 1999).

3. 결과 및 고찰

감마선 50cGy까지의 선량 영역에서는 미세핵 생성빈도의 증가가 뚜렷한 선량-반응을 나타내었다. 최대 미세핵 생성률의 감마선량 반응식은 다음과 같이 일차함수로 나타낼 수 있다.

$$F_{MCN} = 1.97D + 4.05, \quad (r^2 = 0.95) \quad \text{-----} \quad (1)$$

여기서, F_{MCN} = 최대 미세핵 생성률(MCN/100 tetrads), D = 감마선량(cGy).

실내 작업환경에서 채취한 시료를 분석한 결과 9 종류의 유기화합물이 검출되었으며 이중 톨루엔 농도는 $1,368\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며 이는 검출된 휘발성 유기화합물 전체의 96%를 차지하는 값이다. 톨루엔 농도가 $1,368\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 곳에서 노출시간을 달리하여 분석한 결과 노출시간의 증가에 따라 미세핵 생성률도 증가하였고 노출시간 반응식은 다음의 (2)식과 같다.

$$F_{MCN} = 1.31 H + 2.53, \quad (r^2 = 0.84) \quad \text{-----} \quad (2)$$

여기서, F_{MCN} = 최대 미세핵 생성률(MCN/100 tetrads), H = 톨루엔 노출시간(hr).

실험결과로부터 수립된 반응식을 이용하여 동일한 수준의 미세핵을 생성하는 방사선량 또는 노출시간을 산정하는 것이 가능하다. 인체의 여러 세포군에 손상을 유발하여 임상적 증상을 초래할 수 있는 감마선량은 25cGy(今井靖子 外, 1999)인데 이에 상응하는 휘발성 유기화합물 노출 결과를 얻기 위해서는

톨루엔 농도 1,368 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 24시간 이상의 노출이 필요한 것으로 평가되었다(표 1).

Table. 1. Comparison of radiation dose with toluene exposure time for inducing the same frequencies of micronuclei in *Tradescantia* pollen mother cells.

Toluene exposure time(hr)	Micronucleus frequencies (MCN/100 tetrads)	Radiation dose equivalent to toluene exposure time(cGy)	Remarks
2	5.2	0.6	
6	10.3	3.0	
9	14.3	5.2	
12	18.3	7.2	
24	40.0	18.0	

실내작업장에서 휘발성 유기화합물의 허용 한계치는 8시간 작업을 기준으로 하였을 때, 톨루엔의 경우 100 ppm으로 규정되어 있다. 본 실험에 적용된 톨루엔 농도는 작업장 환경의 기준 허용한계치에는 훨씬 못 미치는 수준이다. 그러나 식물검정 결과는 실내작업장에서 휘발성 유기화합물에 장기적으로 노출될 경우 실내 작업자들에게 생물학적 손상이 유발될 수 있음을 시사한다.

사 사

본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 기관고유사업의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 今井靖子, 村松康行, 西村義一, 明石直言 (1999) 放射線と 人體, p. 122, 研成社.
- Kim, J.K., H.S. Song, and S.H. Hyun (1999) Dose-response relationship of micronucleus frequency in pollen mother cells of *Tradescantia*, J. Kor. Assoc. Radiat. Prot., 24, 187-192.
- Ma, T.H. (1981) *Tradescantia* micronucleus bioassay and pollen tube chromatid aberration test for *in situ* monitoring and mutagen screening, Environ. Health Prospect, 37, 85-90.