

PD3) 자주달개비 미세핵 분석법을 이용한 전자파 및 감마선의 생물학적 영향 비교 연구

Comparative Study on Biological Effects of Electromagnetic Fields and Gamma-radiation with *Tradescantia* Micronucleus Assay

김진규 · 신해식¹⁾ · 이진홍¹⁾

한국원자력연구소, ¹⁾충남대학교 환경공학과

1. 서 론

현대인들은 다양한 전자기기 휴대폰, 컴퓨터, 전자레인지로부터 발생하는 전자파에 노출시키고 있다. 전자기기의 전자파는 뇌에 중대한 손상을 가져올 수 있으며, 조기 노화를 초래할 수 있다고 경고하고 있다. 전자파의 실질적인 위험은 뇌가 열을 받는 것이 아니라 비열방사선이라고 불리는 강도가 낮은 방사선이라고 한다. 휴대폰, 컴퓨터의 모니터에서 발생하는 전자파에 장시간 노출로 인한 각종 전자파 유해가 생기고 여러 가지 신경계통에 대한 장애가 증가하고 있다. 전자파가 인체에 미치는 영향에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으나 서로 상반되는 연구결과가 많이 나타나고 있다. 전자파가 생물체에 직접적으로 미치는 영향을 조사하기 위한 생물학적 연구가 활발히 이루어지고 있다 (Haider *et al*, 1994). 감마선은 생체내의 물분자나 거대분자를 이온화시키고 자유라디칼을 생성시킴으로써 생물학적 손상을 유발한다. 발암원과 감마선에 가장 민감한 생물발단점으로 알려진 자주달개비 화분모세포의 미세핵분석법(Trad-MCN)을 이용하였다. 인체에 유해한 영향을 미치는 것으로 추정되는 전자파와 감마선의 생물학적 위해도를 비교 연구하였다.

2. 연구 방법

실험용 식물체는 *Tradescantia* BNL 4430 클론을 사용하였다. 온실에서 건전하게 생육된 화서를 절취하여 실험실의 조건에 24시간 동안 안정화시킨 다음 실험군 별로 20개 이상의 화기를 사용하였다. 본 연구에서는 VDT에서 발생하는 초저주파와 저주파대역을 대상으로 하였다. 24시간동안 VDT스크린으로부터 일정거리(30, 50, 70, 90cm)에 생물시료를 배치한 다음, 거리에 따라 식물체의 화서를 스크린높이의 중간(L/2)에서 노출하였다. 감마선 조사는 한국원자력연구소의 저준위 조사시설 (⁶⁰Co, 선원강도 150 TBq, Panoramic irradiator, Atomic Energy of Canada Ltd.)을 이용하여 상온, 공기 중에서 시료를 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0 Gy의 선량으로 방사선 조사하였다. 이 때의 조사선량률은 Fricke dosimeter로 측정하였다. 노출 및 조사 후 24시간의 회복시간을 부여한 다음 화서를 24시간 동안 1:3의 아세트알데하이드에 고정하였다. 고정이 끝난 화서는 70 %에탄올에 저장하였다. 화아를 가장 큰 것부터 작은 것까지 분해하여 검경용 화분모세포 프레파라트를 제작하였고, 광학현미경하에서 배율 400배로 검경하여 유전적인 손상의 결과로 나타난 4분자염색체 (tetrad)중의 미세핵을 계수하였다. 실험군당 5개의 슬라이드로부터 각각 300개의 4분자염색체를 계수하였다. 미세핵의 빈도는 100사분자당 관찰된 미세핵의 숫자로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

감수분열중인 자주달개비의 화분모세포는 감마선에 매우 민감하기 때문에 감마선을 받게 되면 염색체의 일부가 절단되어 미세핵을 형성하게 된다. 미세핵의 생성률은 방사선량의 증가에 따라 점차 증가하는 양상을 나타냈으나, 50 cGy 이상의 다소 높은 선량영역에서는 MCN 생성률의 변이가 매우 크게 나타나서 선량-반응 관계를 규정짓기는 곤란한 것으로 나타났다.

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

여기서,

F_{MCN} = 최대 미세핵생성률 (MCN/100 tetrads)

D = 감마선량 (cGy).

이 관계식의 회귀계수 $r^2=0.95$ 로 0~50 cGy 선량범위에 있어서의 선량-반응 관계를 일차함수로 표현하는 것이 통계학적으로 타당함을 알 수 있었다. 관계식의 정의에 따르면 미세핵의 자발생성률은 최대 4 MCN/100 tetrads인데 이 값은 실제로 분석된 화분모세포 미세핵 자연생성률의 범위와 일치하는 것으로 나타났다. 화분모세포로부터 4개의 반수체 세포가 분열·생성되는 과정에서 돌연변이물질이나 유전독성물질에 노출될 경우 염색체의 일부가 절단되어 미세핵을 형성하게 되는 데 본 실험의 결과 VDT로부터 발생하는 전자파가 거리 30cm와 50cm의 거리에서는 대조군과 유의성($p<0.001$, $p<0.001$)있는 미세핵생성률의 증가를 나타내었고, 70cm와 90cm에서는 대조군과 유사한 미세핵생성률을 나타내었다. 이는 비열방사선과 감마선을 동등비교 하였을 때 30cm와 50cm에서의 미세핵은 8.93 ± 0.32 , 11.20 ± 0.50 MCN/100 tetrads로 감마선의 선량으로는 2.5 cGy와 3.6 cGy로 이는 방사선 피폭후 임상증상이 나타나기 시작하는 선량인 0.25 Gy에는 못미치나 장기적인 노출을 고려할 때 영향을 미칠 것으로 생각한다. 본 연구를 통하여 자주달개비 화분모세포는 생물학적 독성을 평가하는데 유용하게 활용할 수 있는 생물말단점이라는 것을 확인하였다. 자주달개비 미세핵분석법(Trad-MCN)은 돌연변이원이나 방사선등의 돌연변이 또는 염색체변이 유발물질이 진핵생물의 유아세포상태에서의 염색체의 손상범위를 직접적으로 밝혀주기 때문에 효율성과 비용의 측면에서 포유동물의 실험과 원핵의 세균이나 바이러스에 의한 실험보다는 진핵식물의 방법을 적용함으로써 효율성과 인간조건에 신뢰성을 만족시키는 분석방법이다. 인간의 위해성 물질과 관련된 직접 또는 간접적인 화학물질에 대하여 돌연변이 유발력을 실험한 결과 Ames test와 비교하여 67%의 적합성을 보여주었다(Ma *et al*, 1984). 본 실험의 결과에서 나타난 바와 같이 전자파에 대한 생물학적 위해성평가의 한 방법으로서 자주달개비 미세핵분석법(Trad-MCN)이 유용하게 활용될 수 있으리라 판단된다.

참 고 문 헌

- T. Haider, S. Knasmueller, M. Kundi, M. Haider,(1994).Clastogenic effects of radiofrequency radia--ions on chromosomes in Tradescantia. Mutation Res.324 65-68.
- Ma, T. H., Harris, M. M., Anderson, V. A., Ahmed, I., Mohammad, K., Bare, J.K. and Lin, G., (1984) *Tradescantia*-Micronucleus(Trad-MCN)tests on 140 health related agents. Mutation Res.,138: 157-167.
- 신해식, 이정주, 김진규,(1997). 환경오염 검지를 위한 자주달개비 미세핵 분석법, 제22회 보건학종합학술대회,논문집, p.171, 1997. 12. 5, 용인대학교, 용인.