

물 중 방사성물질 관리 실태 조사

이완로, 정근호, 지영용, 임종명, 김현철, 김원영, 조영현, 강문자, 이창우, 최근식
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

petor@kaeri.re.kr

1. 서론

2011년 후쿠시마 원자력발전소 사고 후 일반인들의 방사능에 대한 관심이 증대하였다. 특히 물의 경우 방사성 물질의 오염 여부가 아니라 유무가 중요한 이슈가 되고 있다. 우리가 인지하고 있지는 못하지만 방사성 물질은 우리 주변에 항상 존재하고 있으며, 그로 인해 방사선의 영향을 우리는 항상 받고 있다. 이렇게 우리 주변에 항상 존재하는 것을 보통 자연방사성 물질이라고 분류한다. 또한 기존에는 없었지만 인간의 여러 가지 활동(핵실험, 원자력발전소 사고, 방사성 동위원소 이용)등으로 인한 물질을 인공방사성 물질이라고 명명하고 있다. 보통 인공방사성 물질의 경우 주변에 존재하지 않은 것으로 생각하기 쉽지만 과거의 많은 원자력활동 등으로 미량이지만 이미 존재하고 있는 경우도 많다.

본 논문에서는 체외국에서의 물 중 방사성 물질의 관리 현황에 대해 고찰하였다. 또한 우리나라의 방사성 물질 관리 기준치 설정 시 고려 사항에 대해 살펴보았다.

2. 본론

2.1 방사선과 인체의 위해정도

국제방사선방호위원회(ICRP)에서는 인간이 자연방사성 물질에 기인한 방사선으로부터 평균적으로 2.4 mSv의 선량을 연간 받고 있지만, 지역에 따라서 많은 차이를 보이고 있어 어느 지역은 약 100 mSv를 연간 자연으로부터 받고 있다고 보고되고 있다. 연간 100 mSv까지는 임상적으로 영향이 나타나지 않지만 합리적으로 가능한 한 낮게 관리할 것을 제시하고 있다. 따라서 일반인이 받는 선량한도를 1 mSv로 제시하고 있다. 어떤 하나의 소스로부터 장기간 영향을 받을 가능성이 있는 특별한 경우에는 일반인의 선량한도의 1/10의 수준에서 선량 제약치 개념을 도입하였다. 이와 같이 매우 낮은 선량에 대한 임상적인 영향은 없지만 1 Sv/y등과 같이 높은 선량의 자료를 이용하여 간접적으로 계산하여 추측하고 있다[1-2].

2.2 WHO의 방사성 물질 관리 현황

WHO에서는 크게 인공방사성 물질과 자연방사성 물질의 가이드라인을 설정했는데 ICRP의 권고 중 1 mSv의 1/10에 해당하는 0.1mSv를 기준으로 각 핵종의 방사능 농도를 산출하였다. 여러 핵종이 있을 경우는 합이 0.1 mSv/y가 넘지 않도록 권고하였으며, 191개의 핵종에 대해서 설정하였다. 우리나라의 경우는 방사성 물질의 독성보다는 신장에 대한 화학독성을 고려해서 30 ppb로 설정하였는데 이는 방사능으로 표현하면 대략 0.77 Bq/L 정도에 해당된다. 방사선 위해를 고려해서 설정했을 경우 U-238이 10 Bq/L이었다. 위의 두 값을 보면 화학적 독성 영향이 훨씬 높다는 것을 알 수 있다. WHO에서는 모든 핵종을 측정해서 0.1 mSv/y 이상 여부를 판단하는 것이 아니라 총 알파/총 베타의 핵종을 먼저 분석하여 스크린 개념을 도입하였다. 기준은 총 알파/총 베타의 경우 각각 0.5 및 1.0 Bq/L로 설정하였다. 스크린 결과가 높으면 재분석하고 K-40의 핵종의 결과값을 제외하고 스크린 값이 높을 경우 각 핵종들을 평가해서 그 값이 0.1 mSv/y이 넘을 경우 어떤 조치가 가장 합당한지 판단하도록 하였다. WHO에서는 각 핵종의 방사능 준위 가이드라인 설정 시 10ⁿ으로만 표시하였다. 즉 계산해서 7.7 Bq/L이 나올 경우 10로 설정하였고, 이때 사용된 기초 자료는 하루에 물 2L 섭취 및 선량환산인자는 ICRP 데이터를 이용하였다. 라돈의 중요성은 언급했으나 물에서 보다는 실내 공기중에 어떤 영향을 주는지를 고려해야 한다는 원론적인 언급과 각국에서 특성에 맞게 고려해야 한다고 언급하였다[3].

2.3 미국의 방사성 물질 관리 현황

1974년 음용수법에 우리나라 및 자연방사성 핵종, 인공방사성 핵종의 기준치를 설정하였으며, 여러 번의 수정을 거쳐서 기준을 변경하였다. 각 핵종의 방사능 기준치는 0.04 mSv/yr (4 mrem/y)의 선량을 기초로 해서 설정했는데, 이는 ICRP 및 WHO에서 설정한 0.1 mSv/y 보다 훨씬 낮게 설정된 것이다. 이는 1974 설정 시 방사선에 의한 위해평가가 과도하게 보수적으로 이루어졌기 때문이다. 그 이후에

우라늄 등 기타 핵종의 기준은 최신 데이터를 이용하여 변경되었으나 인공핵종에 대해서는 개정이 이루어지지 않았기 때문에 차이를 보이고 있다. 미국의 경우 인공보다는 자연 방사성핵종에 관심이 더 많이 가지고 있으며, 기준은 표 1에서 보여주고 있다. 총 알파에서는 우라늄 농도와 라듐의 농도는 제외하고 라돈의 농도를 포함하여 계산하였다. 미국의 경우도 역시 우라늄의 경우 방사선 위해보다는 신장의 화학적 위해를 고려해서 설정하였다. 또한 분기별로 측정하여 그 값이 어느 정도 되는지에 따라서 분석 주기를 고려해서 설정하는 방법을 제시하고 있다. 라돈의 경우 물에서 공기로 전이되는 것을 1/10,000로 가정하여 실외 라돈 농도를 증가시키지 않은 수준인 148 Bq/L(4000 pCi/L)로 1991년에 제안했으나 아직 법으로 제정되지는 못했다[4].

Table 1. 미국 EPA의 물 중 방사능 기준.

Maximum Contaminant Levels	
Beta / photon	0.04 mSv/yr
Gross alpha	0.56 Bq/L
Ra-226, Ra-228	0.19 Bq/L
Uranium	30 ppb
179 man-made radionuclides	

2.4 유럽의 방사성 물질 관리 현황

유럽의 방사능 규정은 EU 위원회에 정했는데 각 핵종에 대한 언급보다는 총 선량(Total indicative dose)이 0.1 mSv/y 및 H-3이 100 Bq/L이하로만 제시되어 있다. 이때 0.1 mSv/y를 설정할 때 K-40, 라돈 및 라돈 딸 핵종에 대해서는 제외했으며, 자연핵종에 대한 EU 차원의 규제치는 없는 실정이나 각국의 실정에 맞게 기준치를 설정하고 있다. 예를 들어 영국의 경우는 물 공급자에게 적용되는 라돈, 라듐, 총 알파 및 총 베타와 인공핵종의 잠정 기준치를 설정했다. 또한 핀란드, 스웨덴에서는 라돈 기준치를 각각 300, 100 Bq/L로 설정하고 있다.

2.5 기타 국가의 방사성 물질 관리 현황

후쿠시마 사고 후 방사성 물질 오염에 민감한 일본의 경우 물 중 자연방사성 물질 관리 기준의 없는 실정이며, 인공 방사성 물질의 경우도 특별히 기준치를 설정하고 있지 않다. 캐나다의 경우는 WHO와 비슷한 방법으로 물 중 방사성 물질 기준치를 설정했으며 다른 점은 우라늄의 경우 20 ppb로 WHO 보다 낮았으며, U-238의 방사성 기준치도 3 Bq/L로 10

보다 낮은 값을 적용했다. 총 14개의 자연방사성 핵종과 70 여개의 인공방사성 핵종의 기준치를 설정했으며, 계산된 값을 가능하면 자세히 표시하였다. 즉 I-131의 경우 같은 방법으로 계산했는데 WHO와 캐나다의 경우 값이 각각 10과 6 Bq/L로 다른 값을 보여주고 있다. 우리나라의 경우는 물 방사능의 경우 비상시에 한해서 일부 핵종에 대해 기준치가 설정되어 있으며, 평상시 인공 방사성핵종의 기준치는 아직 설정되어 있지 않지만 자연방사성 핵종에 대해서 법적 기준치가 아닌 관리 지침이 일부 설정되어 있다. 또한 환경부 산하 국립환경과학원에서 우리나라 자연방사성 물질 실태 조사를 지속적으로 수행하고 있다.

3. 결론

제외국의 물 방사성 물질 관리 실태를 보면 크게 자연 방사성 물질과 인공방사성 물질 관리로 구분할 수 있다. 자연 방사성 물질의 경우는 기준치 설정 시 자국의 자연 방사성 물질 분포를 측정하여 기초 자료를 확보하고 이를 통해서 위해평가를 한 다음 비용과 편익을 고려해서 기준치를 설정하였다. 인공 방사성 핵종의 경우에는 장기간 섭취에 의한 영향을 고려해서 0.1 mSv/y의 매우 낮은 수치를 설정하고 이를 근거로 방사능 농도를 설정했다. 따라서 이 기준치의 경우 단기간 적용되는 비상시에는 적절하지 않으며, 또한 한 번의 측정 결과가 기준치를 초과했다고 해서 그 물이 오염되었다는 것이 아니라 지속적인 모니터링이 필요하다는 의미로 해석해야 할 것이다. 우리나라의 경우 물 방사능 기준치 설정 필요성에 대해 토론이 필요한 시점이며, 인공방사성 물질 또는 자연방사성 물질로 구분할 필요가 있으며, 또한 평상시 및 비상시로 구분해야 할 것으로 판단된다. 자연 방사성 물질의 기준치 설정시에는 비용 편익 산출 등 사회 경제적인 인자도 고려해서 결정해야 할 것이다.

4. 참고문헌

- [1] ICRP Publication 82, 1999.
- [2] ICRP Publication 103, 2007.
- [3] WHO, "guidelines for Drinking-water quality", 2011.
- [4] US EPA, "National Primary Drinking Water Regulations"; Radionuclides., 2000.