



第 6 回

放射線管理

서 두 환

한국원자력연구소

원자로관리실장

III 放射線 및 放射能測定法

1. 머리말

작업환경관리의 목적은, 안전하고 만족스러운 작업환경을 만들어 유지하는데 있다.

방사선이외의 유해물취급에 대해서는 종전에는 주로 작업자의 건강진단의 소견에 따라 정성적으로 작업환경을 감시하여 왔지만, 최근에는 작업환경의 상태를 정량적으로 측정 평가하는 방식이 채택되고 있다.

한편, 방사성물질의 취급에 대해서는 종래부터 작업자의 개인피폭측정과 함께 작업환경에 대한 방사선량, 방사성오염을 측정하여, 그것을 근거로 방어상 필요한 조치를 하여 왔다. 이와 같은 사실은 방사선은 오감으로 느낄수 없고, 저준위의 피폭에 의한 효과는 만발성이며, 장해의 징후가 나타났을 때는 통상적으로 회복되지 않는 경우가 많다는 점에서, 방사선이용은 당초부터 그 방어의 필요성이 인식되어 국제적으로 방어기준이 만들어졌다.

방사선관리는 이와 같은 사정에 따라 그 필요성이 인식되었던 것이며, 방사선취급자란 독립적으로 방사선안전의 유지를 전문으로 하는 것과 방사선장해방지를 위하여 실시하는 작업전반을 말한다.

방사선관리의 목적은 사람이 작업하는 또는 거주하는 환경의 방사선준위나 방사성오염준위를 일정한 도내로 유지함으로써, 방사선작업자나 일반주민에 대하여 불필요한 피폭을 피하고, 작업자나 주민에게 각각 허용

된 이상의 피폭을 받지 않도록 하는 것이다. 이와 같은 목적으로 방사선을 측정하여, 그 결과를 판단해석하여 방사선방어상의 조치에 연결시키는 것을 방사선모니터링(monitoring)이라 한다.

방사선모니터링은 대상별로 다음과 같이 분류한다.

- (1) 관리구역모니터링 : 작업환경 및 배기 배수모니터링
- (2) 개인모니터링
- (3) 시설외의 환경모니터링

시설외의 환경모니터링은 원자로나 재처리 공장 등 대형시설이외에서는 기체 및 액체폐기물의 관리이므로 배기·배수의 모니터링을 충분히 실시하면 된다.

2. 放射線모니터링의 基本概念

방사선모니터링(이하 모니터링으로 표기)을 하는데 있어서, 첫째로 필요한 것은 그 시설이나 작업에 적합한 방법을 정하는 것이다. 그러기 위해서는 방사선작업의 내용, 예상되는 피폭형태(방사선의 선질, 외부피폭, 피폭부위, 내부피폭 등), 작업장소, 주변에의 영향 등에 대하여 사전에 충분히 조사검토해야 하며, 그것에 적합한 측정기를 선정해야 한다.

모니터링은 방사선방어의 목적으로 수행하는 측정을 중심으로 하는 기술적 실무이며, 그 방법은 효율적 그리고 경제적이라야 한다. 이와 같은 뜻에서 그 방법이나 시스템은 고정된 불변의 것이 아니라, 기술의 진보에

따라 개선되어야 할 성질인 것이다. 따라서 모니터링방법은 적어도 2~3년마다 재검토하는 것이 좋다.

작업자의 방사선방어를 위한 모니터링을 효과적이며 경제적으로 수행하기 위해서, 그 계획의 기초가 될 일반적인 원칙이 ICRP전문위원회4에 의하여 제시되어 있다.

2. 1 모니터링에서 측정의 기능

모니터링에서는 개인의 피폭선량을 평가하는데 편리한 요소를 추출하여 측정한다. 모니터링은 측정으로 끝나는 것이 아니라, 그 측정결과를 해석하여 최대허용선량과 비교함으로써 안전성을 평가하고, 시설이나 작업방법의 개선을 촉진하여 방사선방어에 적극적인 역할을 하지 않으면 안된다. 따라서 모니터링의 계획은 그 측정대상을 명확하게 하여 측정결과의 해석을 충분히 고려하지 않으면 안된다.

ICRP는 방사선방어의 기준으로 각 기관에 대한 선량한도(최대허용선량)를 선량당량(rem)으로 주고 있는데, 일상적인 측정으로 각 기관의 선량을 직접 구하는 것은 실용적이 아니다. 따라서 모니터링에서는 측정에 편리한 요소로서, 예를 들면, 신체표면에 착용한 선량계의 값이나 오줌내의 방사능, 더 우기 간접적으로는 작업공간의 방사선량이나, 호흡하는 공기중의 방사능농도를 측정하여, 그 결과를 해석함으로써 간접적으로 상기 선량한도를 넘지 않음을 평가하는 수단을 이용한다.

또, 선량한도는 원리적으로는 외부피폭 및 내부피폭을 합한 것으로 정한다. 그러나, 통상의 모니터링으로 얻어지는 값은 각 기관에 대한 것이 아니고, 외부피폭인 경우는 신체표면의 어떤 위치(통상은 가슴)에 대한 선량이며, 내부피폭에 대해서도 오줌분석이나 전신계측에서 얻어진 일종의 추정치이다. 따라서 최대허용선량을 충분히 하회하는 피폭선량의 경우에, 외부와 내부피폭을 합산하는 것은 방사선관리상 별로 뜻이 없으며, 어느 쪽인가에 이상으로 높은 경우, 예를 들면, 최

대허용선량의 3/10을 초과하는 피폭이 있을 때만, 각 기관에 대한 내외피폭선량을 상세히 측정하고, 그것을 합산하여 위험도를 평가하면 되는 것이다.

작업환경모니터링에 대해서도 외부피폭의 대상으로 되는 작업공간의 선량을과 내부피폭의 대상으로 되는 요소, 예를 들면 공기오염농도를 측정하여 그것을 관리기준과 비교하는 방법을 취한다.

2. 2 모니터링에 필요한 测定精度

측정목적과 예상되는 피폭선량준위에 따라 측정에 요구되는 정도가 달라지는 것은 당연하다. 그림 1은 법률에 근거를 둔 규제 및 의학적 조치의 관점에서, 개인피폭선량의 측정치에 요구되는 정도를 개념적으로 나타낸 것이다.

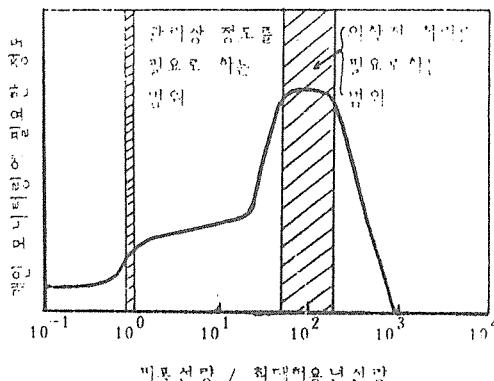


그림 1. 개인모니터링의 측정치에 필요한 정도

단기간에서 250~1,000rem의 피폭에 대해서는 의학적 조치의 관점에서 가장 정도가 요구되지만, 이 이상의 선량에서는 오히려 정도가 높아도 그다지 유용하지 않다. 한편, 연선량이 최대허용선량정도일 때의 측정정도는 30%, 그 1/10정도에서는 피폭선량의 상한을 확인하는 뜻에서 정도는 훨씬 낮아도 된다. 예를 들면 계수 3 정도면 된다. ICRP전문위원회4는 기관의 연선량당량상한을 평가할 때의 불확실성은 50%정도이하면 된다고 하고 있다. 예를 들면, 피폭선량이 2rem을

● ● ● (連) 載 ●

초과하지 않으면 1rem정도 불확실성이 있어도 된다.

작업환경의 측정에 대해서도 마찬가지로 요구되는 정도는 측정목적 및 방사선준위에 따라 다르다. 예를 들면, 방사선작업 개시전에 작업자의 피폭선량을 추정하기 위하여 실시하는 선량율의 측정에는, 특히 허용선량준위에 가까운 고선량율구역에서 시간을 제한하여 작업할 때는 고정도, 예를 들면 30%이내의 오차범위에서 실시하는 것이 바람직하다. 그러나 작업환경의 선량율은 일반적으로 공간적으로도 시간적으로도 변동하기 때문에 선량율과 작업자의 피폭선량과는 완전히 대응되지 않으므로 측정정도를 올려도 별로 뜻이 없다. 특히 방사선준위가 낮을 때는 조사준위 이하임을 확인되면 된다.

모니터처럼, 정상상태와 다른 준위변동의 감시를 목적으로 하는 측정에서는, 측정정도보다 측정기의 안정성이 요구된다.

3. 管理基準

외부피폭선량의 모니터링에서는 측정으로 얻은 선량과 최대허용선량을 직접 비교할 수 있지만, 내부피폭의 방어를 위한 모니터링에서는 측정치에서 번잡한 절차를 거쳐서 각 기관선량이 추정되어 최대허용선량과 비교한다.

이들 절차를 간단히 하고, 모니터링을 능률적으로 확실하게 하기 위한 판단기준으로서 유도실용한도(DWL : derived working limit)와 조사준위가 있다.

유도실용한도는 모니터링의 대상에 대하여 각각 최대허용선량에 대응하는 준위로서, 이것을 기준으로 관리하면 최대허용선량을 초과하는 일이 없는 것이다. 단, 유도실용한도는 장기간(예를 들면, 3개월간)에 대하여 결정하는 것이 일반적이며, 이것을 초과하더라도 반드시 최대허용선량을 초과하는 일은 없다.

유도실용한도의 대표적인 것은 최대허용선량에 대응하는 작업공간의 선량율(예를 들

면, 100mR/주), 표면오염이나 방사성물질방출율의 관리기준 등이다. 또 공기나 수중의 최대허용농도(MPC)a와 (MPC)w도 본래는 유도실용한도에 해당한다.

또, 각각의 측정대상에 대하여 유도실용한도보다 충분히 작지만, 통상 작업에서는 거의 초과하지 않은 어떤 값을 정해 놓고, 이것을 초과한 경우에만 원인규명이나 선량의 정확한 측정 등 상세한 조사를 하는 것이 능률적이다. 이와 같은 목적으로 정하는 준위를 조사준위라 한다. 고정모니터의 경보설정치는 그 일례이다. 조사준위는 통상 작업에서는 거의 일어나지 않는 준위이며, 그리고 되도록이면 낮게 설정한다. 따라서 그 값은 작업내용, 작업현장에 따라 정해지며, 일반적인 기준으로서 공식적으로 규정해 놓는 것은 아니다.

예를 들면, 조사준위로서의 모니터의 경보설정치에 대해서는 에리어(area)모니터의 경우, 선량율이 높은 곳에서는 0.1 mR/h, 높은 곳에서는 평상치의 2배로 한다는 결정방법도 있다. 또 공기오염모니터의 경우는 백그라운드의 변동을 고려한 검출한계농도에 설정한다.

조사준위를 다음과 같이 적용할수도 있다.

중성자선과 γ 선이 혼재하는 경우, 차폐조건 등에 변동이 없는 한, 통상적으로는 γ 선만을 측정하고, 조사준위로서 평상치의 2배를 넘었을 때 양쪽을 측정하여, 각각의 선량율을 구하는 방법을 취한다.

또, 공기중의 방사능농도측정에서 핵종분석을 하기 위한 조사준위, 예를 들면 K(MPC)a (K는 시설의 상황에 따라 결정되는 계수)를 결정해 놓고, 통상적으로는 전방사능의 측정결과를 그 시설에서 문제시되는 가장 위험도가 높은 핵종에 대한 값으로 가정하여 평가해 놓을수도 있다.

개인내부피폭모니터링의 조사준위에 대해서는 ICRP는 최대허용년선량의 1/20이 되는 섭취량 또는 체내침착량을 제안하고 있다. 이 값은 공기중 방사능농도의 시간적분리로서는 $100(\text{MPC})a \cdot h (\mu\text{Ci} \cdot h/\text{cm}^3)$ 에 해당한다.

유도실용한도와 조사준위 이외에 각종 개인피폭측정기의 착용기준, 호흡보호구 등 방호구의 착용기준 등, 방어조치에 대한 기준을 설정할 필요가 있다. 이것들을 통틀어 방사선관리기준이라 부르고 있다.

4. 管理區域에 대한 모니터링內容

4. 1 모니터링항목

관리구역에 대한 모니터링의 항목, 즉 작업환경에 대한 측정 이외에, 방사성폐기물, 반출물품 및 퇴실하는 작업자에 대한 모니터링의 대상을 포함하여 그림 2에 나타낸다.

여기서 방사선만이 문제가 되는 관리구역의 경우는 공간선량만을 측정하면 된다.

또, 수종의 소량 방사성물질만을 사용하는 소규모의 관리구역에 대해서는, 그 소재를 명확하게 하여 그것을 이동 또는 사용할 때에 필요한 방어수단(서베이미터에 의한 선량율체크, 고무장갑의 착용 등)을 정해 놓으면 충분할 때가 많다. 소위 방사성물질의 소재 관리는 방사선관리에 있어서 유효하다. 이 경우, 방사능표지를 방사성물질의 소재, 그 위치표시 이외에 방사선량을, 오염정도를 표시하여 주의를 환기시키는데 이용하는 것이

좋다.

작업환경모니터링의 목적은 이미 언급한 바와 같이 작업환경이 안전한 준위에 있음을 확인하고, 이상한 피폭을 방지하는 동시에 모니터링결과로 부터 피폭의 저감화를 위하는 등, 시설이나 작업방법의 개선에 필요한 자료를 얻는데 있다. 그림 2에 표시한 각 항목의 측정목적은 다음과 같다.

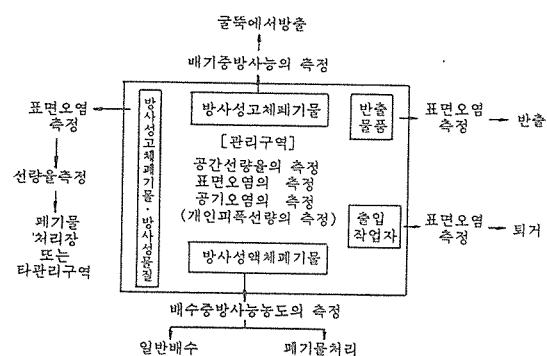


그림 2. 관리구역에 대한 모니터링 항목

4. 2 모니터링의 기능별분류와 측정빈도

작업환경모니터링은 측정의 빈도나 정도, 측정기의 종류 등을 결정한 후, 기능별로 일반모니터링, 작업모니터링 및 특수모니터링으로 나눠서 생각하면 편리하다.

표 1. 법률로 정한 작업환경의 측정조건과 기록의 보존기간

법률	측정장소		빈도	보존기간
장해방지법	방사선량율	사용·분배·폐기시설등 관리구역내 및 그 경계, 사업소내 거주구역, 사업소 경계	(1) 작업개시전 (2) 비밀봉RI, 1개월이내 (3) 밀봉RI, 3개월이내	1회 1회 1회
	오염	작업실, 폐기작업실, 오염검사실, 관리구역의 경계	6개월이내	1회
원자로시설·운전	방사선량율	원자로본체, 사용후연료의 저장시설, 폐기시설등의 차폐물벽 관리구역	매일운전중 매주	1회 1회
	오염	관리구역	매주	1회
핵연료물질의 사용	방사선량율	사용시설의 차폐물벽 관리구역, 주변감시구역	매일작업중 매월	1회 1회
	오염	관리구역	매월	1회

비고 : 일본의 경우이다.

일반모니터링은 작업환경 그 자체가 연속 작업에 적당한지의 여부를 관리기준에 비춰 봐서 체크하기 위한 것이다. 이 모니터링은 매일의 순시, 주 또는 월 1회의 정기서베이 등의 이외에 고정모니터(에리어모니터나 먼지모니터)에 의한 측정감시도 포함된다. 이 경우, 이상준위의 검출에 중점을 두고, 조사 준위를 초과하는 값이 검출되었을 때 준위의 분포 등에 대하여 상세히 측정한다.

각 측정항목에 대하여 법령으로 정한 측정 장소와 빈도의 개요를 측정기록의 보존기간과 함께 표 1에 나타낸다.

측정점 및 측정항목, 측정간격 등은 법령으로 정해진 항목 이외에 특수모니터링의 결과를 근거로 작업환경에 대한 준위분포의 파악 및 이상검출에 중점을 두어 가장 효율적으로 결정한다.

작업모니터링은 특정한 작업이나 조작에 따르는 모니터링이며, 일정한 준위이상의 피폭이 예상되는 작업에 대하여 특별히 계획하여 수행하는 것이다. 이와 같은 작업을 정확하게 파악하기 위해서는 작업자측으로부터의 연락이 확실하도록 조치해야 한다.

특수모니터링은 작업절차를 결정하는데 필요한 자료를 얻기 위하는 등 특수한 목적으로 상세히 시행하는 모니터링이다. 이것은 시설의 처음 사용, 사용조건의 변경, 시설의 개수후 등에서 시행하는 것으로서, 방사선방어의 예방적인 역할을 수행하는데 중요하다.

5. 空間線量率의 모니터링

5. 1 목적과 방법

작업공간에 대한 X선, γ 선, β 및 중성자선을 측정하고, 다음의 가정을 이용하여 작업공간에 대한 사람의 피폭선량율을 산정한다.

- (1) γ 과 중성자선의 선량당량율의 합을 그 위치에 대한 인간의 전신 선량율로 한다.
 - (2) β 선, γ 선 및 중성자선의 선량당량율의 합을 피부에 대한 선량율로 한다.

모니터링의 목적은 다음과 같다.

- (1) 시설 또는 작업방법 등의 변경으로 작업환경에 이상한 방사선준위가 일어나고 있지 않음을 확인한다.
 - (2) 작업공간의 선량율분포와 작업에 필요한 시간으로부터 작업위치에 대한 폐폭선량을 추정한다. 그 선량이 기준치를 초과할 때는 작업시간의 제한, 또는 차폐의 변경을 포함해서 작업방법의 검토를 한다.

시설의 가동개시시에 상세한 선량을 분포를 측정해 놓으면, 조건의 변경이 있을 때까지 대표점만을 측정하면 된다. 또 중성자선과 γ 선이 혼재하고, 그 비가 거의 일정한 장소에 대해서는 일반적으로는 γ 선만을 측정하고, 그것이 통상과 다를 때는 양쪽을 측정하여 그 선량당량율을 구하는 방법을 취한다.

5. 2 공간선량율의 측정

공간선량율의 측정에는 일반적으로는 서베이터를 사용한다. 작업이 복잡하고 선량율의 변동이 큰 대형시설에서는 주로 이상발견을 목표로 연속측정하기 위하여 에리어모니터를 병용한다.

작업환경의 모니터링에서는 GM서베이미터는 선량율의 체크에 사용하고, 선량율이 높을 때나 정확한 선량율을 알아야 할 경우에는 전리함서베이미터를 사용한다. GM서베이미터로 서베이할 때는 클릭(Click)소리를 들으면서 수행하면 편리하다.

GM서베이미터에서 주의해야 할 점은 분해시간이 길기($100\sim300\mu s$) 때문에 일어나는 고선량율에서의 “질식현상”이다. 폴스케일의 100배 이상의 선량율에서는 지시가 저하하여 0으로 될 때가 있다. 펄스상방사선의 경우에는 계수손실에 주의하지 않으면 안된다. 또한 GM계수판은 빛에 대해서도 감응하기 때문에 그 입사창은 차광되어 있지만, 직사일 광학에서의 출점에는 특히 주의해야 한다.

β 선에 대해서는 불감층 바로 밑(일반적으로 표면에서 7mg/cm^2)에 있는 피부의 흡수선



량율을 측정할 필요가 있다. β 선은 γ 선용 전리함서베이미터 앞부분의 입사창을 여는 경우와 닫은 경우의 지시치차로 측정할 수 있다. 그러나 지시치(R/h)는 그대로 흡수선량율(rad/h)를 나타내지 않으므로 주의해야 한다.

전리함서베이미터를 사용하여 선원에 접근 시켜서 측정할 때, 상기의 흡수선량율은 R/h 단위 지시치의 수10배로 된다.

중성자선의 선량당량율측정에는 열에너지에서 고속에너지까지의 범위에 걸쳐서 선량당량율에 비례하는 에너지특성을 갖는 측정기가 이상적이며, 그러한 측정기로서 렘카운터가 있다.

6. 表面汚染의 모니터링

6. 1 관리기준

표면오염에는 고착성의 표면오염과 유리성의 표면오염이 있다. 이들 표면오염은 표면에서 날아 올라와서 흡입섭취되거나 손을 거쳐 입으로 삼키므로써 내부피폭되고, 또 오염부분에 당으로써 외부피폭되는데, 유리성 오염에 의한 내부피폭이 가장 문제가 된다.

따라서 밀바닥 오염이 공기중으로 날아 올라온 경우에 공중의 먼지농도가 허용농도로 되는 표면오염밀도를 표면오염의 관리기준치로서 유도하고 있다. 이 경우, 밀바닥 표면에서 공중으로의 먼지에 대한 유리계수로는 $2 \times 10^{-8} \sim 4 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-1}$ 이 허용되고 있다. 법률로 정한 최대허용표면오염밀도는 α 핵종에 대하여 $10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$, β 핵종에 대하여 $10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ 이다.

이와 같이 표면오염의 관리기준치는 가장 위험한 핵종에 대하여 환기되지 않는 실내에서 오염이 넓은 범위에 균일하게 분포 있다고 가정하여 유도한 것이므로, 일반 관리구역에 이 기준을 적용할 때는 안전계수를 100~1,000으로 보면 될 것이다.

6. 2 목적과 방법

표면오염모니터링의 목적은 다음과 같다.

- (1) 표면오염이 관리기준치 이하임을 확인하는 동시에, 그 확대방지를 위한 제염시기 등 필요한 조치를 판단하는 것.
- (2) 원격장치의 결합 및 기기고장에 의한 방사성물질의 누설이나 작업방법 결점의 검출.
- (3) 공기오염모니터링의 필요성에 대한 판단자료의 획득. 이것은 일반적으로 공기오염이 발생하는 구역에서는 표면오염을 동반하기 때문이다.

유리성 표면오염의 측정에는 스메어(Smear)법, 즉 일정한 면적(통상적으로 약 100cm^2)을 여과지로 문질러, 여과지에 묻은 방사능의 β 선 또는 α 선을 계수장치나 서베이미터로 측정하는 방법을 이용한다. 표면오염검사계로 직접 측정할 경우는 고착성과 유기성의 양표면오염의 합을 측정하게 된다.

일반적으로 구역의 표면오염검사는, 보통 가장 표면오염이 생길 가능성이 있는 장소(후드 주변)와 오염이 검출되기 쉬운 실험실 출입구, 관리구역 출입구를 포함해서 구역의 몇군데를 정점으로 택하여, 스메어법으로 샘플링하여 측정한다. 방사성물질이나 폐기물을 반출할 때 용기표면의 오염은 일반적으로 γ 선의 영향이 있기 때문에 스메어법을 이용하지만, 공구, 장치등은 스메어법과 직접 서베이미터로 측정하는 방법을 병용한다.

출입관리의 일환으로 손·발·의복모니터로 작업자의 손, 신발 및 의복의 표면오염을 검사하는 것은 사람의 검사이외에 관리구역 내의 오염검사에 대하여 보조적인 효과가 있다.

7. 空氣汚染의 모니터링

7. 1 목적과 방법

공기오염모니터링의 목적은 다음과 같다.

連載

- (1) 방사성물질 흡입 섭취량의 최대치를 추정한다.
 - (2) 예기치 않았던 공기오염을 검출하여 작업자의 방어조치를 결정한다.
 - (3) 개인내부피폭 모니터링의 필요성 유무를 판단한다.

일반적으로 방사성물질의 체내섭취경로는 뺄아들임에 의한 것이므로, 방사선취급 작업에서는 공기오염의 관리가 중요하다. 대형시설에서는 공기오염모니터링은 모니터링중에서 가장 중요하다.

그러나 사용하는 방사성물질이 한정되어 있을 때는, 표면오염모니터링을 충분히 실시함으로써, 공기오염모니터링을 생략하는 경우가 많다.

공기오염모니터링방법은 먼지모니터를 이용하여 공기중의 방사성물질농도를 연속적으로 감시측정하는 방법과, 샘플러로 포집한 시료를 방사등측정장치로 측정하여 샘플링시간동안의 평균농도를 알아내는 방법이 있다.

일반적으로 작업자의 호흡구역의 공기오염 농도는 고정모니터의 측정치보다 높고, 그 비율이 단기간에서는 100~1,000으로 될 때도 있다. 한편, 고정모니터를 공기오염의 검출에 적절한 장소, 예를 들면 실내환기용 배기구 부근에 설치한 경우, 개인이 흡입하는 공기오염의 농도를 고정모니터의 측정치에 대하여 10배의 흡입량으로 잡으면, 90%의 신뢰도로 안전쪽에 들어간다고 보고 있다.

이상과 같이 시설이나 작업상황 및 대상핵종의 (MPC) a 등을 고려하여 시료채취개소 및 그 개수를 적절히 정할 필요가 있다.

7.2 내부피폭선량의 추정

공기중 방사능 농도의 측정치 $C(\mu\text{Ci}/\text{cm}^3)$ 와 흡입 시간 $t(\text{시간})$ 에서 문제가 되는 기관의 내부 피폭 선량 $D(\text{m rem})$ 을 대충 추정하는데는 다음과 같은 식을 이용한다.

$$D = R \cdot \frac{C \cdot T \cdot F \cdot P}{(MPC) a^{40} \times 40}$$

여기서 (MPC) $a^{(0)}$ 은 주당 40시간작업에 대한 최대허용농도($\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$), R은 문제기관에 대한 주당 허용선량($\text{m rem}/\text{주}$)(전신 : 100, 뼈 : 600, 허파 : 300), F는 호흡위치의 농도와 모니터에 의한 농도와의 비로서 10, 작업 위치에서의 샘플링은 1, P는 방호마스크 착용시의 공기오염투과율(반면마스크 : 0.1, 전면마스크 : 0.01)이다.

이외에 코구멍의 스메어나 코물을 측정하여 흡입섭취량을 추정하는 방법도 유효하다.

추정피폭선량이 조사준위를 초과할 때는 바이오애세이(bioassay)이나 전신계측법으로 개인내부피폭선량을 평가한다.

7.3 골기줄 방사성물질농도의 측정

1) 골기중 방사성물질의 성상과 푸집방법

공기중 방사능농도의 측정에는 포집한 공기시료를 방사능측정장치로 측정하여, 샘플링시간 동안의 평균농도를 구하는 방법과 포집부에 방사선검출기를 부착시켜 공기중 농도를 연속적으로 측정감시하는 소위 모니터를 이용하는 방법이 있는데, 양방법은 본질적으로는 같은 것이다.

공기중의 방사성물질로서는 여과자로 포집되는 입자상, 육소와 같은 휘발성물질 및 수증기, 화학적으로 불활성인 희가스 등 가스상의 것이 있다. 따라서 공기중의 방사능농도를 측정하기 위한 공기시료의 채취방법은 방사성물질의 종류와 그 물리적·화학적 성상 및 채취시료의 계측방법 등을 고려하여 적절한 방법을 선택하지 않으면 안된다. 이 때, 원칙으로는 농도의 검출한계가 0.1 (MPC) a 를 초과하지 않도록 목표를 잡아야 한다.

방사성물질의 성상, 시료채취방법 및 채취 시료의 방사능계측방법과의 관계를 표 2에 나타낸다. 여기서 시료채취방법 및 방사능계측방법의 분류와 정의는 작업환경측정기준에 따른다.

성상이 다른 방사성물질이 혼재할 때는 각

각에 적합한 시료채취방법을 이용하여 선별 포집해야 한다. 이 때 각 시료채취방법으로 얻은 각 핵종의 농도측정치와 각핵종의 (MPC)a와의 비를 고려하여 병용하는 방법을 선택한다.

2) 계측기의 교정과 점검

계측기는 원칙적으로 교정된 것을 사용해야 하지만, 그것이 곤란할 때는 그것과 같은 계측기로서 동일한 계수효율 또는 환산계수를 적용할 수 있는 것을 사용해도 된다. 또 사용전 및 정기적으로, 예를 들면 주 1회, 작동상황을 점검할 필요가 있다.

방사능계측기의 교정은 원칙적으로 국가표준의 트레이서빌리티(traceability)가 명확한 표준선원을 사용하여 정기적으로(통상 연 1회), 또는 검출기의 교환시는 임시로 시행한다.

표준선원은 대상핵종과 같은 종류의 핵종이고, 그 모양은 계측시료와 동일하거나 유사한 것이라야 하지만, 방출방사선의 종류,

에너지 및 방출비율이 대상핵종과 비슷한 다른 핵종으로 대체할 수 있다. 또 전 α 방사능계측시에는 천연우라늄 또는 RaDEF*의 α 표준선원을 사용하면 되고, 전 β 방사능계측시에는 천연우라늄 또는 RaDEF의 β 표준선원을 사용하면 된다. 단, 이 경우는 α 선을 차폐하기 위하여 알루미늄박(천연우라늄은 20mg/cm², RaDEF는 7mg/cm²)으로 표면을 덮어서 사용한다.

또, 대상핵종의 β 선 최대에너지가 0.3MeV 이하의 경우는, 에너지의 차에 대한 계수효율의 보정계수를 미리 구해 놓아야 한다.

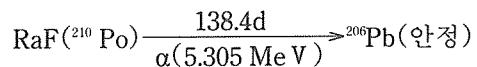
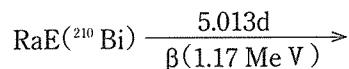
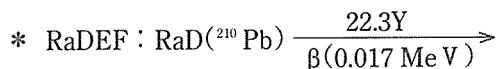


표 2. 각 시료채취방법, 방사성물질의 성상 및 정량방법

시료 채취방법	포집재, 포집기구	대상방사성 물질의 성상	주 핵 종	방사성물질 정량방법
여과지 포집방법	여과지	입자상	^{60}Co , U, Pu	전 α , 전 β , 전 γ , 방사능계측방법, α , β , γ 선스펙트럼분석 방법, 형광광도분석방법
고체 포집방법	활성탄합침 여과지	기체상 (휘발성물질)	^{131}I , ^{35}S , ^{203}Hg	전 α , 전 γ , 방사능계측방법, γ 선스펙트럼 분석 방법
	활성탄 카트리지	〃	^{131}I , ^{203}Hg	전 γ 방사능계측방법, γ 선스펙트럼분석 방법
	실리카겔	수증기	^3H	액체실틸레이션 계측방법
직접 포집방법	가스포집용 전리함	기체상	방사성희가스 ^3H , ^{14}C	전 β , 전 α , 방사능계측방법, (전지전류계측방법)
	포집용 가스용기	〃	방사성희가스	전 β , 전 γ , 방사능계측방법, γ 선스펙트럼 분석 방법
냉각응축 포집방법	코올드트랩	수증기	^3H	액체실틸레이션계수 방법
액체 포집방법	물거품	수증기, 안개	^3H , ^{14}C	〃