

## 품질향상의 첩병 RI게이지

생활속의 방사성동위원소에서 내는 방사선을 이용해서 게이지를 만들어 자동 제어함으로써 산업제품 품질향상은 물론 원료, 에너지, 인건비 등을 줄일 수 있다. 방사선은 대상물체의 두께가 얇을수록 더 많이 투과되고 같은 두께라 하더라도 밀도나 비중이 작으면 더 많이 투과된다. 이 원리를 이용해서 두께계, 밀도계, 비중계, 준위계 등을 만들어 생산라인에 설치하여 발생하는 신호를 되돌려 받으로써 생산품의 두께, 밀도, 비중, 준위 등을 자동적으로 조절할 수 있다. 예를 들어 복숭아 깡통 안에 복숭아는 없고 복숭아즙만 멀겁게 있으면서 그나마 절반밖에 차있지 않다면 누가 그런 것을 사 먹겠는가? 제대로 된 복숭아 깡통만을 시장에 내놓으려면 하나씩 달아보고 흔들어보고 해서 가볍거나 건더기가 없는 것은 골라내야겠지만 그 많은 깡통에 대해 그렇게 하기란 매우 번잡하고 부정확할 것임에 틀림없다. 이 경우 방사성동위원소 게이지를 쓰면 효과적이다. 컨베이어벨트를 타고 줄지어 나오는 곳에 방사성동위원소가 장전된 준위계와 비중계를 각각 나란히 설치해 놓으면 우선 준위가 모자라는 깡통이 지나갈 때 깡통 뒷부분으로 부터의 방사선 투과량이 많아 자동으로 밀치어 떨어진다. 일차관문을 통과했다라도 복숭아 건더기가 없는 즉 비중이 작은 깡통은 비중계를 통과할 때 방사선 투과량이 많아 불합격되어 떨어진다. 이 두관문을 통과해 합격한 깡통은 건더기와 즙이 고루 일정량 들어 있는 우량품이다. 철강판 두께 자동조절 등을 위해 우리 나라 산업현장에서 2,000개 이상의 RI게이지가 이용되면서 고온, 고압, 악취 등 어지럽고 가혹한 환경에서 말없이 제품 품질향상의 첩병노릇을 하고 있다.

## 특집

### 방사선 종사자는 건강하다.

岡全重文：東京大學 名譽教授

저선량의 방사선영향을 밝히기 위해 영(英), 美(미) 핵시설의 방사선 종사자의 사망률에 대한 역학조사가 실시 되었다. 이러한 조사들은 모두 방사선 종사자가 일반대중보다 20~30% 낮은 사망률을 나타내었다. 즉, 방사선 종사자는 일반대중보다 건강하다는 것이다. 이유는 종사자 채용에 있어, 건전한 사람들이 선택된 것에 의한 건강노동자효과 및 과학자, 기술자, 관리자 등 화이트컬러가 비교적 많은 것에 의한 사회계급효과로 설명이 가능하다.

저선량, 저선량을 방사선이 종사자의 건강에 끼친 영향을 조사하는데 있어서는 피폭선량이 뚜렷한 다수의 관련집단을 조사할 필요가 있으며, 이런 집단으로서는 1)방사선 진단을 받은 집단, 2) 원, 수폭실험의 방사성낙진에 의한 피폭집단, 3)핵시설 주변주민, 4)방사선 종사자(핵시설 작업자포함), 5)고방사선배경 지역주민 등이 있다. 이중에서 4) 방사선 종사자 집단은 주로 성인 남성으로 구성되어, 피폭기록이 상당히 명백하여 저선량 방사선 리스크에 해명에 가장 적절한 집단이라 여겨진다. 근래 핵시

설 방사선 종사자(원자력발전소 포함)의 건강영향의 역학조사가 지난 10년간 영미에서 실시되고 있고, 최근의 것으로는 세계최대라 자부하는 9만5천여명의 영국방사선 종사자 국가등록의 제1회 조사보고가 있다.

이런 역학조사에는 두가지 역학적 수법, 외부비교와 내부비교가 사용되고 있다.

#### 1) 외부비교

조사방사선 종사자 집단을 일반 주민집단과 연령별(5년마다), 성별로 매치 시켜, 각종 死因(사인)의 표준화 사망률 비를 구한다. 표준집단으로는 영국에서는 잉글랜드 웨일즈의 일반주민, 미국에서는 전미국이 이용되는 경우가 많다. 사인은 역병(疫病)을 WHO의 ICD에 따라 분류하여, 각각에 대한 실측치 및 표준집단에 위해 계산된 기대치를 구하여 SMR을 구한다.

$$SMR = \frac{\text{조사집단의 어떤 사인에 의한 사망자수}}{\text{표준집단의 같은 사인에 의한 기대 사망자수(기대치)}} \times 100$$

영국에서는 100을 곱하여 SMR을 구하지만, 미국에서는 곱하지 않는 것이 다르다.

따라서 영국의 SMR이 100(미국식으로는

1.00)이라 하는 것은 어떤 사인에 의한 사망률이 방사선 종사자집단과 표준 일반주민과 같다는 것을 말한다. SMR가 100보다 적고 그 95% 신뢰한계의 상한치가 역시 100보다 낮은 경우, 방사선 종사자의 사망률은 표준 일반주민보다 통계상 우연이 낮은 것이 아닌 것으로 간주한다. 또한 SMR치가 100보다 크고 95% 신뢰한계의 하한치가 역시 100보다 높을 경우, 방사선 종사자의 사망률은 표준 일반주민보다 우연이 아닌 높은 값으로 간주한다. 여기서의 논의는 유의차를 나타낸 사망률의 사인만을 다루기로 한다.

## 2) 내부비교

조사방사선 종사자를 피폭선량별로 階層化(계층화)하여 선량과 관련시켜 사망률의 경향을 조사한다. 여기서도 통계적으로 유의(95% 신뢰한계, 또한 P(0.05)의 경우만을 원칙적으로 다룬다.

### I 핵시설의 방사선 종사자는 일반대중과 비교하면 건강하다.

앞에서 말한 역학조사를 정리한 것이다. 여기에는 미국의 로스아라모스 핵병기공장, 로키플레이트 핵병기 공장, 오크리지 국립연구소, 한호드 시설, 영국에서는 원자력고사, 영국 핵병기 시설, 셀러필드 시설, 영국 방사선 종사자 등록을 포함한다. 여기서의 방사선 종사자의 일은 원자로 원자력연구 개발, 핵연료 작성, 핵연료 재처리, 폐기물 재처리, 원자력발전소, 원자력잠수함 승무원 등 광범위하다. 조사는 집단 4천~4만명에 이르며, 14~26년간의 추적조사의 결과이며 사망자는 집단의 7~20% 각시설에 있어서의 개인 평균 집적선량은 8~124mSv의 집단을 다루고 있다.

여기서 알수 있는 것은, 영국 핵연료회사 셀러필드 시설의 SMR 98을 제외하고는 모든 사인의 표준사망률비는 62~89이며 어느 것이나 有意(유의)로 100(표준일반주민)보다 낮다는 사실이다. 또한 사인중의 모든 암 사망률비를 보거나 암 이외의 사망률비를 보아도 대부분이 100이하이라는 사실이다. 즉, 『핵시설 종사자는 일반주민보다 건강한 점에 일치』하고 있다.

예외의 셀러필드 핵연료 재처리 시설에 대

해서는 나중에 언급한다.

『방사선 종사자의 건강의 특성』에 관한 상세한 해석이 내릴 수 있게 한 것은 영국방사선 종사자 등록 및 제1회 조사이다. 본 등록은 방사선 종사자 약 9만5천명에 대한 1976년에서 1988년 말까지의 제1회 조사에 바탕을 두고 있으며, 기간중 약6600명이 사망, 그 중에 암 사망자 약 1800명이 포함되어 있다.

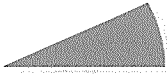
Fig 1은 영국 방사선 종사자 등록의 死因別(사인별) 또는 각 사인별 SMR를 나타낸 것이다. 모든 사인에 의한 SMR은 85이며, 95% 신뢰한계의 상한치는 100보다 적고, 표준일반 주민보다 有意(유의)에서 낮은 SMR은 모든 암에 대해 85, 암 외상을 제외한 모든 질병의 사인에 대해서도 80이며, 有意(유의)로 낮다 또한 질병 뿐만 아니라 외상의 사인에 의한 SMR도 81이며, 有意(유의)로 낮다. 말하자면, 『방사선 종사자는 육체적으로 뿐만 아니라, 정신적으로도 건강』하다고 생각되어진다.

| 시 설          | 종사자수   | 平均集積線量 | 全死因 SMR |
|--------------|--------|--------|---------|
| 英 핵연료        | 25,617 | 70.4   | 94      |
| 英 핵병기        | 10,241 | 8.3    | 75      |
| 국방성          | 27,246 | 14.0   | 78      |
| Nucl. Elect. | 23,914 | 30.5   | 78      |
| 전체           | 95,217 | 33.6   | 78      |

Table 1 시설별평균 집적선량과 SMR의 관계

또한 방사선 종사자를 소속별로 원자력공사, 핵병기시설, 국방성 관계(원자력 잠수함 승무원 포함), 영국원자력발전소, 영국핵연료회사(셀러필드를 포함)등 다섯 그룹으로 구분해도 Table 10이 보여주듯이 모든 그룹에서 SMR은 有意(유의)로 100보다 낮다. 특히 최고의 개인평균 집적선량(70mSv)을 보여준 영국 핵연료회사에 있어서도 SMR은 94로 약간 높지만, 100에 비해서도 有意(유의)로 낮았다. 결론적으로 『방사선 종사자의 직종에 관계없이 방사선 종사자는 건강』했다.

또한 표준 사망률비와 방사선작업연수와의 관계에 대해서도 조사되었지만, Table 2에 나타나듯이 『작업연수에도 불구하고 종사자는 건강』했다. 셀러필드 시설의 표준화 사망률비 98은 모든 사인중에서 최대이며, 여기서의 개



### 특집

인평균 집적선량은 시설중 최대 124mSv였다. 영국방사선 종사자 등록에 있어서도 대부분의 시설의 SMR은 63~90인데 대해 돈레이 재처리 시설(42mSv)의 SMR은 98, 차펠크로스 원자력발전소(76)의 SMR은 98, 라셀피드 제처리시설(90)의 SMR은 96이었다. 이것들은 피폭선량이 높기 때문이라고 생각했지만, BNFL의 Wakeford박사 및 NRPB의 Muirhead박사에 문의한 결과 이것

들은 어느것 하나 영국북부에서 스코틀랜드 까지 UK의 북부에 위치한다. 이런 지역은 잉글랜드-웨일즈(표준집단으로 선택한)와 비교하면 식사패턴도 다르며 기후도 나빠 사망률이 높은 지역이다. 따라서 높은 SMR값은 약간 높은 피폭선량이 아니라 지역의 건강상태를 반영하고 있다는 답이다.

〈동위원소 회보 '94년 6월호 中〉



### 미니상식

#### 전자파

전자파에 대한 관심이 증대되면서 한때 전자파를 흡수한다는 이유로 선인장이 많이 팔렸고, 일부사람들은 잠잘 때 물그릇을 머리맡에 두고 자기도 했다. 전자파가 기기장해를 일으키는 현상은 우리 주변에서도 흔히 볼 수 있다. 텔레비전 가까이서 드라 이거나 전기청소기를 사용하면 잘나오던 화면이 떨리고, 시동이 켜진 차안에서 이동전화 를 사용하면 잡음이 심하고 자주 끊어지는데 이 모두가 전자파 때문이다. 전자파는 Y선에서 전파까지 그 종류가 다양하다. 휴대전화의 경우는 전자파의 세기가 낮고 발열량이 적은 반면, 머리부분에 밀착해서 사용하면 치명적인 영향을 미칠 수 있다는 주장에 따라 다양한 논의와 연구가 이루어지고 있다. 한편 가전제품이나 송전선에서 나오는 초저주파의 전자기장은 주위에 열이나 전기 따위를 전도하는 물체가 있으면 전류를 흐르게 하는 성질이 있다. 이때 나온 전류가 사람의 세포나 유전자에 나쁜 영향을 미쳐 암을 유발할 수도 있다고 보고가 있어 이 부분에서도 지속적인 연구가 진행중이다. 뿐만 아니라 전기나 전자기기가 전자파에 노출될 경우 정상적인 작동이 이루어지지 않아 심할 경우 대형사고를 일으키기도

한다. 지난 91년 일본에서의 열차사고가 그 예이다. 전자파가 열차출발시간을 조절하는 신호기에 장해를 일으켜 일어난 이 사고로 모두 42명이 숨지고 4백여명이 다쳤다. 그 밖에도 이동전화기에서 나온 전자파가 의료 기기에 장해를 일으켜 의사가 오진을 하여 환자가 곤욕을 치르는등의 사고도 자주 발생하고 있다. 이렇듯 전자파가 전기 전자기기에 장해를 일으켜 발생하는 사고가 잦아 지자 대다수 나라에서는 전자파로 인한 사고 예방을 위해 전자파 세기를 규제하는 '전자파 장해' 기준과 일정세기 이상의 전자 파에 노출되어도 오동작을 일으키지 않도록 하는 '전자파내성' 기준을 만들어 이를 충족시키지 못한 전자기기의 판매를 금하고 있다. 우리 나라에서는 1996년부터 전자파 장해기준을 강화하기 시작했으며, 내성기준은 1998년 의료기기부터 단계적으로 시행할 계획이다. 생활속에서 전자파를 막는 최소한의 방법은 사용하지 않는 플러그를 뽑아 두고 전자제품을 사용할 때 멀리 떨어져 있는 것이다. 컴퓨터는 모니터에서 60센티미터 이상 떨어져서 사용하고 휴대전화는 안테나를 완전히 뽑아서 사용하되 안테나가 얼굴에 닿지 않도록 한다.