

II. 작업자 3명의 선량평가

(In the Relation to Dose Estimation of 3 Patients)

下 道 國(Michikumi Shimo)¹⁾

9월 30일(목요일) 오전 10시 30분쯤, 도카이부라 JCO 우라늄연료가공시설에서 핵임계사고가 발생하였다. 초기단계에서 피폭사고라고 명확하게 전달되지 않았지만 방사선의학종합연구소(방의연) 치료 진단부장에게 제1보가 들어오고 어느 정도 시간이 경과하지 않은 점심시간에는 피폭사고라고 밝혀졌다. 그리고 13시 30분 NHK 뉴스에서 핵임계사고인 것 같다고 보도하였다. 방의연에서는 제3차 방사선치료기관으로서 피폭한 작업자를 받아들이 치료를 하기 위하여 소장과 연구총무관을 각각 본부장 및 부분부장으로 하는 사고대책본부를 설치하였다. 대응내용은 말할 것도 없이 치료이고 또 치료에 도움을 주기 위한 피폭작업자의 선량평가였다.

치료에 관하여는 별도로 소개되고 있으므로 선량평가에 한정한다(지금도 선량평가 작업은 계속되고 있다). 그 당시 절절한 상황이나 수치 등에 대한 선량추정반원의 추정, 판단, 사고 직후의 대응 등에 대하여 기술하고자 한다.

같은 날 15시 25분에 치바시의 소방기지 헬리콥터를 경유하여 방의연에 환자가 후송되어 왔다.

후송 헬리콥터나 구급차에 오염이 발생되지 않은 것을 확인하고 바로 환자의 방사성오염검사가 이루어졌다. 그 직후 0씨의 입 언저리에 붙어 있던 「구토물」을 채취하여 Ge 검출기로 측정하였다. 이 시점에서는 어떤 스펙트럼이 나타날 것인가 생각할 여유도 없었지만 단시간의 측정으로 Na-24의 피크만이 현저하게 나타나고 그 외의 피크는 나타나지 않는 것을 확인하였다. 이 시각이 16시 30분쯤이었다. 그 때의 인상으로는 매우 단순한 스펙트럼이었다는 것과 우라늄의 존재를 나타내는 피크는 없었다는 것이었다. 그리고 나서 신체의 방사화가 주로 방사성물질의 흡입으로 인한 것은 아닌가 그렇다하여도 매우 적은 것은 아닐까 라는 추정에 이르렀다. 우라늄의 존재에 대

하여 내부피폭 선량추정 담당자는 신중하게 주의할 기울이고 있었다. 이후 바로 계측담당자로 하여금 3대의 Ge 검출기로 정밀 측정하도록 하였다.

휴대하고 있던 작업복이나 바지, 휴대전화기, 시계, 동전 등의 소지품을 계속 측정하였다. 휴대전화기의 측정에서는 몇 가지 핵종이 검출되었지만 제염하여도 떨어지지 않는 것으로 보아 중성자 방사화에 의한 것이라고 판정하였다. 이 외에 바이오 에세이나 혈액검사용 시료의 채취가 이루어지고 측정 준비에 들어가는 등 점차 방의연이 할 수 있는 다양한 선량추정을 위한 태세가 취해졌다.

정밀측정에서도 우라늄의 존재를 나타내는 신호는 없었다. 또 바지나 모발측정에서도 Sr-91, Ba-140, La-140으로부터 추정되는 피크 이외에 눈에 띄는 피크는 없었다. 우라늄이 흡입되어 있는 경우를 대비하여 체외배설을 촉진시키는 킬레이트제를 준비하였지만 다행스럽게도 사용되지 않았다. 이에 대한 최종 판단은 20시경이었다. 이 시점에서 내부피폭은 고려하지 않아도 된다는 것과 피폭은 외부피폭이 주이고 그것도 중성자에 의한 피폭이 80~90% 라고 보았다. 체내의 Na-23이 중성자의 방사화에 의하여 생긴 Na-24에 의한 피폭은 외부피폭에 비하여 문제가 되지 않을 정도로 작다고(1/1,000 이하) 추정하였다. 이 시점에서의 선량치는 의학상의 소견으로부터 추정할 것이고 물리계측 결과로부터는 아직 추정할 수 없었다. 아직 상황이 정확하게 파악되어 있는 상태가 아니었기 때문에 하여간 어떤 핵종이 존재하는가 확인하는 것이 우선이라고 생각하였다.

Ge 검출기 측정자료로부터는 Sr-91과 Ba-140 등의 존재가 밝혀졌지만 이것은 핵분열생성물의 불활성가스에서 유래하는 핵종이라고 추정하였다. 그 근거는 앞에서 기술한 우라늄이나 고체원소의 핵분열생성 핵종이 측정되지 않았기 때문이다. 결국 기체상의 물질밖에 나오지 않았다 따라서 핵분열생성물인 Kr-91과 Xe-140에서 유래하는 핵종이

1) National Institute of Radiological Science ; 4-9-1, Anagawa, Inage-ku, Chiba 263-8555, Japan.

라고 선량추정반에 의하여 바로 확인되었다. 이때 왜 I-131는 검출되지 않았는가 의문이있지만 그것은 생성량과 반감기 및 측정시기와 시간 때문에 그렇게 된 것이고 나중에 데이터로부터 확인되었다. 이쯤에서는 핵입계에 의하여 다량의 물질이 비산된 것이 아니고 휘발성 물질만이 실내로 나온 것 같다고 추정하게 되었다. 처음에는 핵입계를 일으킨 물질이 고체였다고 아무런 의심도 없이 생각하였지만 저녁쯤에 액상물질이었다는 것을 알게 되었다. 핵입계가 지속되고 있다는 것도 아주 놀랄 일이었지만 액체가 용기로부터 넘치지 않았다면 한번 열에 의하여 팽창된 액체가 수축하여 다시 핵입계상태를 형성한 것 같다는 것과 구토물에 기체 성분 유래의 핵종밖에 보여지지 않았다는 것은 모순되지 않는다고 선량추정반에서는 생각하였다. 이것은 방의연의 대책본부에서는 인식되었지만 본청까지 전달되었는지 또는 전달되어 어떻게 인식되었는지 알 수가 없다.

같은 날 오후 7시 4분부터 약 50분에 걸쳐 소장, 총무관 등 6명에 의해 첫 번째 기자회견이 있었다. 소장으로부터 사고 개요에 대한 설명이 있는 후 기자와의 질의 응답이 있었다. 이 시점에서 스메어시료의 결과로부터 내부피폭은 고려하지 않아도 된다는 것과 선량치는 임과구 감소상태를 감안하여 8 Sv를 넘을 것으로 추정된다 라고 설명하였다.

다음 날 10월 1일(일요일) 아침 7시 30분에 긴급의료정보(제2보)가 매스컴에 보도되었지만 이때도 물리적 측정자료로부터의 추정은 할 수 없었다.

같은 날 밤의 기자회견에서는 의복, 코 스메어, 구토물의 계측으로부터 인체의 방사화에 의하여 Na-24, Br-80, Br-82, K-42의 존재가 확인되었고, Ba-140과 Sr-91에 의하여 불활성가스(Xe-140, Kr-91)의 방출을 간접적으로 확인하였으며, 요오드와 우라늄은 검출되지 않았고, 주변에 대한 선량기여는 중성자, 감마선, 불활성가스이고 환자의 피폭원은 중성자와 감마선이 주체라는 견해를 밝혔다.

매스컴에 보도된 선량 잠정 추정치에 대하여 기술하고자 한다. 앞에서 설명한 바와 같이 선량 추정반에서는 많은 시료를 측정하고 있었고, 혈액중의 Na-24 데이터가 첫째 자료였던 것은 틀림이 없으며 선량추정을 확실하게 하기에는 데이터가 부족하였었다. 결국 Na-24 데이터에 관하여 말하자면 중성자의 스펙트럼이나 작업자와 핵입계제과의 위치관계, 또는 중성자와 감마선의 비율 등이다. 한편에서는 보다 효과가 있는 치료를 하고자

다소 정확도가 나쁘다하여도 일각이라도 빨리 선량을 산출해야 한다는 요구가 있었다. 측정된 혈액시료 1 ml당 Na-24의 붕괴량(Bq/ml)과 1997년 6월 17일에 러시아 Sarov에서 일어난 핵입계사고에 대하여 IAEA의 피폭선량평가 때 사용한 환산계수(260~290 Bq/ml)이 약 14 Gy에 상당)를 참고로 하여 선량을 산출하였다. Sarov 사고와 이번 사고는 핵입계상황, 중성자 에너지 스펙트럼, 중성자대 감마선의 비율 등의 차이가 고려되었지만 다른 자료 등도 고려하여 평가하였다. 그 시점에서는 동원할 수 있는 한 최상의 방법이었다고 말할 수 있다. 또한 생물학적 등가선량 평가에 있어서는 방의연에서 수행하여 온 쥐의 생물실험(Be(d,n)B 반응에 의한 14 MeV 중성자에 대한腸管死)의 결과나 중성자 치료 등을 참고로 하여 RBE로서 1.7을 곱하고 감마선에 의한 영향과 등가한 값으로서 [GyE]가 산출되었다. 이 값이 18.4, 10.4, 2.53이다. 매스컴에서는 GyE(Gy Equivalent to gamma ray)의 의미를 이해하지 못하였기 때문에 수치는 Sv로 유사한 단위로 보도된 것이다. 또한 18.4를 일부에서는 17(수정전의 수치)로 보도하였다. 이번과 같은 순간피폭의 경우에 중성자의 RBE에 20을 사용한 것이나 Sv 단위를 사용한 것은 부적절한 것으로 주의할 필요가 있다.

또한 그 후 전신계수기의 데이터나 염색체, 임과구의 측정 기타 데이터 등으로부터 선량이 다시 평가되고, 사고 후 2주가 지난 후 3명의 선량은 10~20, 6~10, 0.7~5.5 GyE라고 공식 발표하였다.

현재 다시 중성자 플루언스와 핵분열수의 산정이나 현장조사, 또는 모의실험을 계획하는 등 보다 정확한 평가작업이 진행되고 있다. 일부는 중간보고로서 곧 방의연으로부터 보고될 예정이지만 최종보고도 곧 나올 것이다.

사고발생부터 2주 정도에 걸쳐 선량추정반의 대응을 중심으로 기술하였다. 그 사이 특히 초기에는 외부로부터의 정보는 미디어에 의한 뉴스뿐이었기 때문에 우리를 초조하게 하였다. 장소가 도카이무라이었기 때문에 원자력연구소나 핵연료사이클개발기구(JNC)의 전문가가 바로 협력하여 지원체제로 들어갔을 것이라고 추정되었음(사실 그러하였음)에도 불구하고 정보가 본청을 경유하여 들어오지 않은 것도 있었다.

매스컴에서는 10월1일 아침 뉴스까지 「방사능 오염」이라고 보도하고 있었다. 우리들은 추정으로 대기중 방사능오염이라고 하기보다는 고정선원에 의한 방사선피폭이 주라고 인식하고 있었으나,

전문가에 의해 분진의 측정데이터가 나오면 명확하게 될 것이고 정부대책본부에서는 이것을 조급히 확인하고 싶었던 것이다. 이 확인이 이루어진 것인가, 야간에 비가 내려 정확한 데이터의 분석이 불가능하였던 것인가, 또는 아직 그렇게 되지는 않은 것인가 자세하게는 알 수 없다. 그러나 적어도 대책본부의 설명은 없었던 것 같다. 이것은 대기의 방사능 오염에 의한 피폭과 고정선원에 의한

방사선피폭은 비슷한 것 같지만 다르기 때문에 대응 방법도 다른 것은 말할 필요도 없는 것이다.

이번의 사고와 일련의 대응으로부터 깊이 생각하게 하고 또한 반성하게 한 것은 자신의 입장과 의식을 포함하여 일본에 보건물리전문가가 있는가 하는 점과 그 역할이었다. 앞으로 젊은 후배의 분발과 활약을 기대한다.