

## IV. 일본원자력연구소의 방사선관리활동

### (Activities of JAERI's Health Physics Department for the Criticality Accident of JCO)

Katsumune Yamamoto<sup>1)</sup>, Kyoshiro Kitano<sup>1)</sup>,  
Hyroyuki Murakami<sup>1)</sup>, Takenori Yamakuchi<sup>1)</sup>, Masahiko Tsunoda<sup>1)</sup>

#### 1. 사고대응 개요

일본원자력연구소(이하 원연)는 JCO에서 핵임계사고가 발생함에 따라 핵임계상태 종식을 위한 검토와 이에 필요한 작업을 위한 계획피폭선량의 검토, 변환시설건물 주변의 선량측정, 중성자측정기 및 개인선량계의 대출, JCO부지 주변의 선량측정, 토양, 분진의 채취와 방사능측정, 음료수의 방사능측정, 마을회관 등에 대한 주변주민의 오염검사, 민가 건물내 오염검사, 학교교정, 놀이기구 등에 대한 오염검사 지원활동을 수행하였다. 이하에 이들 활동중 주로 9월 30일부터 10월 1일에 걸쳐 이루어진 방사선관리 관계 초기활동에 대하여 기술한다.

##### (1) 체제

원연은, 자체 사업소 안에서 사고가 발생한 경우 해당 사업소에 즉시 방호활동본부가 설치되고 소장의 지시아래 모든 활동이 이루어진다. 그러나 이번 경우에는 몇 개 지원조직이 동시에 설치되어 필요한 지원활동을 수행하였다. 이번 JCO 핵임계사고에서 과학기술청(이하 과기청)은 원연 도쿄본부 안전관리실에 사고발생을 통보했고 바로 이 내용이 도카이연구소와 나카연구소에 전해졌다. 이들 사업소에서는 이러한 통보를 받고 통상 소내 방호활동에 준하여 대책본부를 설치하고 이를 지원하는 조직으로서 보건물리부 대책본부를 설치하였다. 한편, 소외에서 원연의 대응이 요구되는 사고가 발생했을 경우에 모니터링관계에서는 이바라키현의 긴급시 환경방사선 모니터링 절차서에 따라 대응하는 것으로 되어 있다. 1997년 3월의 구 PNC재처리시설의 화재폭발사고에서도 원연은 이

절차서에 따라 대응한 경험이 있다. 따라서 이번 경우 보건물리부 대책본부는 도카이연구소 대책본부 지원조직으로서의 역할과 이바라키현의 긴급시 환경방사선 모니터링 절차서에 따른 역할을 동시에 수행하게 되었다.

원연은 이들 활동을 수행하는 데 원칙적으로 국가, 지방자치단체의 요청에 근거하여 지원활동을 수행한다는 입장에서 행동을 하기로 하였다. 따라서 원연에서 취득한 데이터는 원칙적으로 과기청의 대책본부를 통하여 공표하기로 하였다. 이것은 혼란 와중에서 지원하는 자가 독자적으로 판단하여 행동했을 경우 주민 등에게 쓸데 없는 오해를 일으키게 하고 한층 혼란을 가중시킬 우려가 있기 때문이다.

사고의 경과에 따라 많은 방사선측정 요원이 필요하게 되기 때문에 약 100명의 보건물리부 전원에 대해 대기하도록 지시하였지만 실제 동원에서는 요원이 담당하는 시설 현장의 안전을 확보할 수 있도록 배려하였다. 또 보건물리부만으로는 대응할 수 없었기 때문에 원연 다른 부서의 측정요원과 측정기기를 지원 받았다. 이와 같은 많은 인원과 빈번한 측정기기의 수송에는 연구소 내 관리부서의 전면적인 협력이 필요하였다.

##### (2) 지원활동

이하에 시간별로 방사선관리 관계 지원활동에 대하여 기술한다.

앞에서 기술한 바와 같이 도카이연구소와 보건물리부에 원연 본부 안전관리실로부터 사고발생 연락이 들어 온 것은 사고발생 후 2시간 가까이 지난 12시 20분 경이었고 이 때 환경모니터링 데이터의 수집도 요청하였다. 도카이연구소의 대책본부 설치 움직임에 맞추어 보건물리부에서도 바

1) Department of Health Physics, Japan Atomic Energy Research Institute: Tokai-mura, Nagka-gun, Ibaraki 319-1195, Japan.

로 대책본부 설치를 준비함과 동시에 도카이연구소 모니터링포스트의 데이터를 확인하고, 이상이 없는 것을 안전관리실로 전해 주었다. 이 시점에서는 상세한 사고 내용을 알 수 없었으며, JCO에서 가장 가까운 도카이연구소 모니터링 포스트(중성자 모니터는 설치되어 있지 않음)도 사고현장으로부터 3 km 이상 떨어져 있었으며 당시 바람도 동풍(도카이연구소에서 JCO방향으로의 풍향)이었기 때문에 이상이 검출되지 않은 것은 당연한 것이었다. 모니터링 포스트의 데이터는 이후 1시간마다 도카이연구소 대책본부에 통보하기로 하였다. 13시 10분 경에 도카이연구소 대책본부와 나카연구소 대책본부가 설치되고 또 지원조직인 보건물리부 대책본부가 설치되었다. 이 직후에 이바라키현 공해센터로부터 토양, 분진 등의 채취·측정 요청이 있었고, 도카이무라로부터는 도카이연구소 대책본부를 통하여 현지의 방사선준위 측정 요청이 있어 소요 장비를 적재한 환경시료 채취차량과 환경방사선 관측 차량을 출동시켰다. 이들 차량은 과기청, 이바라키현, 도카이무라의 요청을 차례로 받아들여 밤늦게까지 도카이와 나카의 각 지역을 순회하였다. 또 환경시료채취차량에 의하여 채취된 토양, 분진, 음료수 시료는 도카이연구소 환경시료 측정실에서 방사능을 측정하고 도카이연구소에서 측정할 수 없는 시료는 오아라이연구소에 의뢰하여 측정하였다.

13시 20분에 나카연구소 JCO측 울타리부근에서 최대 1.4  $\mu\text{Gy}$ 의 감마선량률(평상치의 약 20배)이 관측되었다. 한편 10시 35분에 나카연구소 모니터링 포스트에서 정보가 올렸으나 연구소에 특별한 이상이 없어서 노이즈에 의한 것으로 판단하였었다(전에도 노이즈에 의한 이 정도의 정보가 올린 적이 있었음).

도카이에 주재하고 있던 과기청 운전전문관이 모니터링 요원 3명을 파견해줄 것을 요청해왔고 14시 10분 경 과기청의 요청에 따라 파견할 자로서 이미 선정한 3명을 파견하였다. 이와 동시에 핵임계전문가 3명도 함께 파견하였다.

14시가 지나서 도카이무라 대책본부로부터 방사선방호기자재 지원 요청이 있어 반면마스크, 서베이미터, 개인선량계 등 20세트를 보냈다.

이바라키현 및 전문관사무소로부터 보건물리전문가 파견요청이 있었고 15시경 각각 1명을 파견하였다. 전문관사무소에 파견된 보건물리부원 4명은 그 후 도카이무라 대책본부로 이동하여 여기서 도카이무라 직원을 지원하고 사고대응에 임하도록 하였다.

16시 35분, 도카이무라 舟石川 마을회관에서 대피주민 약 50명에 대한 오염검사 요청이 있어 16시 44분 표면오염측정기 10대 등과 함께 오아라이연구소 지원자를 포함한 10명을 출발시켰다.

17시 17분에 도카이무라 대책본부로부터 램카운터 3대의 지원요청이 있어 이를 JCO에 보냈다. 이 시점까지 보건물리부에서는 핵임계는 이미 종식되었고 방사선으로는 핵분열생성물에 의한 것만 고려하면 된다고 생각하였으며 중성자 측정이 필요하다는 것은 이 때 처음으로 인지하였다. 이 후 환경방사선 측정차량과는 별도로 출동한 원연 서베이팀은 핵임계 종식을 확인할 때까지 몇 시간마다 각 지점의 중성자를 측정하고 그 결과는 나중에 현장으로부터 거리에 따른 각 지점에서의 선량분포를 추정하기 위한 기초데이터로 하였다.

17시 34분 퇴근시간이 되었지만 보건물리부 관계자 전원에게 대기하도록 지시하였다.

19시경 풍향이 변함에 따라 도카이연구소 모니터링지점의 데이터에도 영향이 나타나고 가끔 경보가 울렸다(최대 0.5  $\mu\text{Gy/h}$ ).

19시 45분에 핵임계 종식을 검토하기 위하여 원자력안전위원 등이 JCO로 향하게 되어 동행자를 포함하여 개인선량계 12개의 요청에 따라 이를 대출하였다.

21시 10분, 나카연구소 부지안에서 JCO에 가장 가까운 장소에 램카운터를 설치하고 연속측정을 개시하였다.

22시 30분 경, 도카이연구소 대책본부로부터 탱크의 물빼기 작업에 방사선관리 지원요청이 있어 23시 24분에 3명을 파견하였다. 이 작업은 방사선관리자체가 고방사선장에서의 작업이고 또한 물빼기 작업에서의 피폭선량을 정확하게 추정할 필요가 있었기 때문에 방사선관리업무에 가장 정통한 직원을 선정하였고 이 중에는 당일 밤에 원거리 출장에서 돌아온 직원도 이 3명에 포함시켰다. 이 작업에 10월 1일 3시 35분에 5명을, 또 8시 51분에 4명을 추가로 JCO에 파견하였다. 현장에 파견된 직원으로부터 현장에는 측정기나 방사선방호장비가 거의 없기 때문에 중성자모니터, 중성자용 개인선량계, 오염검사기, 전면마스크, 비닐장갑, 슈즈커버, 면봉 등에 이르기까지 지원하여 줄 것을 요청하여 이들을 수배하여 지원하였다. 핵임계 종식이 확인되고 JCO에 파견되었던 요원이 전원 귀환한 것은 10월 1일 10시 43분 이었다.

9월 30일 22시가지나 10월 1일부터 과기청이 도카이무라 대책본부에 개설할 주민 상담창구에 보건물리부 직원 5명의 지원 요청이 있어 10월 1일

심야 0시 45분에 도카이무라 대책본부로 출발시켰다. 상담창구에는 같은 날 8시 40분 교대요원을 파견하였다. 그 후 12월 1일까지 상담창구가 운영되었으며 상담요원의 변화도 있었다. 과기청 미토 사무소가 중심이 되어 JCO로부터 10 km 범위에 대한 모니터링을 하기로 하고 원연에서는 도카이연구소와 오아라이연구소로부터 환경방사선측정차량과 환경시료채취차량을 지원하여 10월 1일 10시부터 15시 30분까지 모니터링을 하였다.

9월 30일 저녁부터 이튿날까지 지역 주민에 대한 오염검사 요청이 있었고 10월 1일 7시 18분에 이바라키현 방재계획에 따라 오염검사요원 2명을, 8시 40분에는 도카이무라 공민관에 10명을 각각 파견하였다. 또한 나카지역에 대한 오염검사에는 나카연구소, 도카이연구소, 오아라이연구소 등에서 총 23명을 파견하였다. 주민에 대한 오염검사는 그 후 10월 15일까지 계속되었다.

원연이 담당하고 있던 주민오염검사에서 나카지역 주민 1명이 이상으로 확인되어 도카이연구소에서 체내방사선측정검사를 한 결과, 그 사람은 병원의 RI 투여 검사로 인하여 오염검사에서 방사능이 검출된 것으로 확인되었으며 본인도 그 사실을 확인하고 이해하게 되었다.

지금까지 내용이 사고 직후 지원활동에 대한 개요이지만, 이러한 사고가 일본에서 처음으로 발생한 핵임계사고였다는 것과 고방사선장에서의 작업이 필요하였다는 것 그리고 수많은 일반 주민에 대한 오염검사가 필요하게 되었다는 것 등은 생각한 적은 있었지만 실제로 체험한 것은 처음인 것이 많았고 대단히 어려운 대응이 필요하였다는 것이다. 그러나 핵임계의 조기 종식, 주민의 불안감 해소를 최우선으로 생각하고 관계자 전원이 각각의 역할을 충분히 인식하고 어려운 작업을 수행하였고 그 과정에서 반성해야 할 것도 많았지만 보건물리관계자로서의 역할을 다 하였다는 느낌이다.

또한 10월 2일부터는 주민의 오염검사와 더불어 밭, 농작물, 학교운동장, 놀이기구, 대피하였던 주민의 주택 등에 대한 오염검사 요청이 쇄도하여 원연 보건물리부 관계자가 총동원하였다. 또 사고에 대한 기자들의 취재, 조사 등으로 방문하는 요인이나 외국으로부터의 조사원에 대한 대응, 원자력안전위원회의 사고조사위원회 및 건강관리위원회에 대한 대응, 각지로부터의 사고관계 강연회의에 대한 대응, 각지로부터의 문의에 대한 대응 등이 계속되어 졌는데 이들 대응에는 반드시 보건물리관계자의 참가가 요구되었다. 이와 같은 사고는

다시 일어나서는 안되었지만 만에 하나의 경우에 대비하여 이에 대응할 수 있는 보건물리관계자의 확보와 육성에 관계자 전원이 항상 노력할 필요가 있다는 것을 절실히 느꼈다.

Katsumune Yamamoto

## 2. 핵임계 정지작업에 대한 피폭관리

### (1) 긴급시 계획피폭에 의한 핵임계 정지작업 실시

핵임계 상태 정지작업과 관련된 방사선관리를 지원하기 위하여 사고 현장에 도착한 때는 사고 발생 13시간이 경과한 뒤였다. 그 시점에서 작업을 위한 방사선관련정보는 전혀 없었다. 이러한 상황을 토대로 최초로 실시한 활동은 중성자 및 감마선량을 측정하였고 그 결과로부터 침전조의 냉각수 물빼기 작업 가능성을 검토하였다. 렘카운터는 측정범위(10 mSv/h)를 초과하였으나 작업현장을 눈으로 확인하기 위하여 더 가까이 가니 전리함 서베이미터는 20 mSv/h(침전조로부터 15m 부근, 이하 「평가기준점」이라 한다)를 보였다. 작업현장 부근의 상황으로부터 차폐 가능성은 부정적이라고 판단하고 긴급계획피폭에 의한 작업이 가능한가에 대하여 검토하였다. 중성자선량률이 감마선에 비하여 10배정도 높기 때문에 선량 평가는 주로 중성자로 하는 것으로 하고 세미로그 그래프지에 측정치를 플롯하면 거의 직선으로 되었다. 이 직선을 작업위치부근까지 외삽하면 약 20 mSv/h로 되고 이 값이 일부의 사람에게 평가치로서 인식되었다. 그러나 평가기준점의 감마선량률이 20 mSv/h를 보이고 있고 렘카운터의 측정범위초과 위치(침전조로부터 35m 부근)로부터 선량률과 거리의 관계가 로그 로그영역에 들어 있는 것으로 판단하였다. 또 중성자대 감마선의 비율은 침전조에 가까울수록 적게되고 중성자 측정 최종지점(35 m 부근)에서는 4:1로 되어 있었다. 이 정보로부터 평가기준점의 중성자선량률은 80 mSv/h, 감마선과 중성자의 합계 100 mSv/h로 평가하였다. 침전조, 작업위치 및 평가기준점의 거리 관계가 명확하기 않기 때문에 작업위치의 선량률을 정확하게 평가하는 것은 어려웠지만 눈으로 확인한 바로는 평가기준점의 2배를 넘지 않는다고 생각하고 로그-로그 관계에 있다면 4배라고 생각하여야 한다고 하였고 작업시간과 작업위치의 부정확도를 합하여 안전계수를 10으로 하고 평가기준점의 선량률에 곱한 1 Sv/h를 작업위치의 선량률로 하면 충분한 안전여유가 있다고 판단하였다. 이

경우 작업시간 1분으로 17 mSv를 피폭하게 된다.

피폭관리는 경보감마선 포켓선량계과 중성자 포켓선량계를 착용하는 것으로 하고 최초 작업자에게는 피폭을 낮게 하고 또 정확한 방사선정보를 얻는 것을 포함하여 20 mSv의 계획피폭으로 하는 것으로 하였다. 또한 안전을 기하여 중성자대 감마선의 비를 10:1로 하기로 하고 감마선 포켓선량계의 경보 설정점을 2 mSv로 하였다. 한편, 작업시간은 안전계수에 여유가 있다고 생각하여 작업을 마치고 돌아오는 시간까지 포함하여 3분으로 하고 피폭(경보) 또는 작업시간의 어느 쪽이 초과하였을 때는 바로 작업을 중단하고 돌아오는 것으로 하였다.

최초작업자의 피폭결과(경보는 일찍 울렸지만 목적을 달성하지 못하였기 때문에 3 분 관리로 작업을 계속하였다) 작업대책실에 기재되었던 피폭합계가 100 mSv를 넘었고(103 mSv) 중성자와 감마선의 비율도 10:1로 되어 있었다. 작업시간 1분으로 경보가 울렸다고 한다면 작업장소의 감마선은 약 100 mSv/h 인 것으로 되고(당초 예상보다 2~3배 높음) 또한 중성자를 더하면 1 Sv/h로 된다. 안전계수에 전혀 여유가 없었다. 이 시점에서 일부 사람으로부터 「중성자선량률은 20 mSv/h라고 말하지 않았는가?」라는 비난의 소리도 있었지만 20 mSv/h라는 값은 별도로 하여도 평가치보다도 중성자와 감마선의 비율이 높고 중성자선량률이 2~3배 높은 것에는 틀림이 없다. 특히 100 mSv를 넘어버린 것에 적지 않은 충격을 받았다.

최초 작업자의 방사선정보로부터 20 mSv 계획피폭으로는 작업가능시간이 짧아 후속작업을 할 수 없다는 지적이 있어 계획피폭을 50 mSv로 변경하고 감마선 포켓선량계의 경보설정을 5 mSv로 하였다. 작업시간은 3분 그대로 하였지만 어느 것을 채택하는가에 대하여는 개인적인 판단을 하지 않도록 요청하였다. 이후의 작업은 계획피폭 관리범위에서 순조롭게 진행되었다. 또한 중성자와 감마선의 비율 문제를 해결하기 위하여 실제 방사선장에서 렘카운터와 중성자 포켓선량계의 감도를 비교하였더니 포켓선량계의 감도가 약 3배 높아 평가에 큰 오차가 없는 것으로 판단하고 안심하였다.

마지막으로 물빼기 작업에는 꽤 적극적으로 참가의사를 나타냈으나 책임제 정지 후 봉산수의 주입작업에는 방사선피폭문제가 거의 없었음에도 불구하고 동료가 쓸어졌던 침전조가 보이는 장소에의 출입을 망설이는 것을 볼 수 있었다는 것을 부연한다.

Kyoshiro Kitano

## (2) 중성자선량의 재평가

앞에서 기술한 바와 같이 이번 긴급 작업 관련 중성자선량측정에서 렘카운터와 포켓선량계의 반응 차이가 예상보다 큰 것으로 판명되었다. 또 처음으로 물빼기 작업에 임했던 한사람의 중성자 포켓선량계 지시치(11.92 mSv)가 몇 일 후에 111.92 mSv이었던 것으로 판명되어 중성자선량의 재평가가 중요하고 긴급한 과제로 되었다. 이미 기술한 바와 같이 당시 양쪽의 지시치는 약 3배정도가 차이나는 비교결과가 나왔었지만 실제 물빼기작업을 한 위치와 평가위치와의 거리차이가 크고 중성자 에너지분포가 상당히 다르다고 생각되어 이 비율을 그대로 채용하는 것은 적절하지 않다고 판단하였다.

사고 후 개인선량측정 담당 부서에 주어진 과제는 상기 지시치의 재평가였다. 보통 중성자용 선량계는 약한 Am-Be나 Cf-252 선원에 의한 소선량의 기준조사로 교정되고 있다. 그러나 특히 응답차이를 일으키는 에너지 의존성에 관하여 종래 미감속 핵분열 중성자 에너지 스펙트럼장에서 개인선량계가 직접 조사 교정된 예는 거의 없었고 전혀 미지의 세계였다. 이번엔 뜻밖에도 이와 같이 충분히 갖추지 못한 현행의 중성자교정방법을 들어내는 결과가 되었다. 선량계의 구조나 몇 가지 단일에너지 중성자에 대한 실험레로부터 렘카운터에 비하여 반응이 과대하게 되는 것은 충분히 예상하였지만 간단하게 그 값을 확정할 수 없었다. 결국 모의계산에 의한 해석결과 원자력연구소의 핵입계시험시설(NUCEF)의 선장이 JCO 사고시 그것과 유사하기 때문에 NUCEF에서 렘카운터(적산선량모드로 측정)와 중성자 포켓선량계를 비교 조사하여 보정계수를 구하였다. 그 결과 중성자선량은 포켓선량계 판독치의 약 1/2로 되고 감마선량을 더한 피폭선량은 최대 68.3 mSv(1 cm 선량)가 되었다.

Hyroyuki Murakami

## 3. 부지 밖에 대한 모니터링

### (1) 환경방사선모니터링

9월 30일 12시 20분이 지나 「사고가 발생한 것 같다」라는 소식을 받고 반신반의하며 감시실의 모니터링 포스트의 데이터를 확인하였다. 그러나 어떠한 이상 수치는 찾아 볼 수 없어 도쿄의 원자력연구소 본부에 13시전에 「이상 없음」이라고 보고하였다. 그 무렵 도카이무라 내의 유선방송에

서는 「사고발생」이라고 방송하고 있어 사고가 사실이라고 확신하였다. 13시 16분에는 이바라키현 공해센터로부터 JCO주변의 토양과 분진 시료채취 의뢰가 있었지만 JCO가 어디에 있는지도 무엇을 하는 사업소인지도 우리들은 잘 알지 못한 상태였다. 출동을 위하여 급히 분진 샘플러 기기를 점검 하였던니 샘플링용 발전기가 작동하지 않는 일이 일어났다. 13시 40분에는 도카이무라로부터 방사선관측 차량에 의한 측정요청이 있어 JCO 위치를 지도로 확인하고 직원 2명과 운전사가 포켓선량계(감마선용)를 착용하고 출발하였다. 관측차량이 출발하면 통상 차량의 무전기를 사용하여 감시실과 연락을 하는데 이 때는 1명이 휴대전화를 사용하여 포켓선량계의 지시치를 알려 왔다. 관측차량은 JCO 서쪽에 정차하여 감마선을 측정하였더니 측정기 측정 상한인  $10 \mu\text{Gy/h}$ 를 초과하여 버렸다. 이 검출기는 주로 환경에 대한 방사성구름으로부터의 선량측정을 목적으로 하고 있고 일상은 자연환경중의 저준위감마선량률( $30\sim 50 \text{ nGy/h}$ )을 측정하고 있었다. 급히 도카이연구소로 뒤돌아가 이번에는 이동형 모니터링 포스트(측정범위: 수  $\text{nGy/h}\sim 100 \text{ mGy/h}$ )를 가지고 재출발하였다. 이 시점에서 우리들은 JCO로부터 감마선의 10배의 중성자가 방사되고 있다는 것은 상상하지 못하였다. 토양과 분진 시료를 채취한 후 그 시료를 Ge 반도체 검출기로 2,000초 동안 측정하였더니 Na-24, Cs-138 등이 검출되었다. 그러나 Cs-134, 137 등은 검출되지 않았고 Cs-138의 유래를 밝히는 데에는 다소 시간이 소요되었다. 또 귀환한 관측차량의 표면오염측정을 하였더니 차체 앞부분에 설치되어 있는 에어컨용 필터부에 오염이 검출되었지만 단반감기 핵종이었기 때문에 짧은 시간에 자연방사선준위로 내려갔다.

19시경부터 풍향이 서풍으로 되어 원자력연구소의 모니터링 포스트나 스테이션이 JCO의 풍향에 위치하게 되었다. 풍속은  $1\sim 2 \text{ m/s}$ 로 약하고 풍향이 고정되지 않은 상황이었기 때문에 19시 10분 이후 감마선 모니터 18채널의 지시치가 서서히 상승하고 몇 개의 모니터는 경보(백그라운드의 10배로 설정)를 울렸다. 이어 분진모니터 4채널의 지시치가 상승하였다. 방사성물질이 계속 방출되고 있다는 것을 눈으로 목격하고 사고가 아직 수습되지 않는 않았다는 것을 알고 등골이 오싹하였던 것을 기억하고 있다. 20 시쯤에 도카이무라 대책본부의 요청으로 지역내 선량분포를 파악하기 위하여 관측차량을 출동시켰지만 풍향이 고정되지 않은 상황에서 어느 범위의 어느 지점을 측정해야 하는가

는 사전에 결정하지 못하였다. 결국 원자력연구소에서 가까운 지점부터 측정을 시작하여 선량률을 확인하면서 JCO에 가깝게 가는 루트를 취하였다. 또한 측정결과를 가능한 한 빨리 보고하는 것으로 하고 위치를 정하고 측정결과를 무선기로 감시실로 통보하고 감시실에서는 지도 위에 이 값을 기록하였다. 측정한 지점은 알고 있어 GPS에 의한 측정위치의 확인은 하지 않았지만 익숙하지 않은 지역에서의 야간측정은 GPS가 유효할 것이다.

Takenori Yamakuchi

## (2)부지주변의 선량률 측정

JCO부지주변에 대한 중성자 및 감마선의 선량률측정은 9월 30일 20시 45분에 첫 번째로 개시한 후 원자력안전위원회가 책임계상태가 종식되었고 판단을 내린 10월 1일 9시 20분까지 9회에 걸쳐 실시되었다.

본 측정에는 측정자 2명, 운전사 1명을 1개조로 하는 서베이반 3개조를 편성하고 도카이무라 대책본부에서 서베이 지도를 받은 후 각 조에 측정지역을 할당하고 집합장소를 정하고 바로 JCO부지주변에 대한 서베이를 실시하였다. 측정자는 긴급시 선량계로서 대여된 필름배지 및 보조선량계로서 중성자 및 감마선용의 포켓선량계를 착용하고 JCO 부지주변에 대한 공기중 방사능농도의 정보를 알 수 없어 만약을 위해 반면마스크를 착용하도록 하였다. 사용한 측정기는 중성자 램카운터와 전리합식 서베يمي터였다. 9월 30일 12시 30분 도카이무라는 JCO부지 경계부근의 감마선량률이 높다는 근거로 부근 주민에 대하여 가옥내 대피를 요청하고 당일 15시에는 사고현장 주변 350m 범위의 주민에 대하여 피난을 요청하였다. 본 측정은 피난구역 내외에 대한 자세한 중성자 및 감마방사선의 준위를 파악하여 피난구역 밖에 대한 또 다른 대책이 필요한지를 검토하기 위하여 실시된 것이다. 측정지점에 대하여는 JCO부지주변의 반경 약 750 m 범위에 대하여 피난구역 내외의 주민이 살고 있는 장소를 중점으로 도로를 따라 출입 가능한 장소를 선정하고 도카이무라, 과기청 및 원자력연구소 직원들과 협의하여 결정하였다.

첫 번째 측정에서 선량률이 가장 높았던 곳은 변환시험동에서 북서쪽으로 약 100 m 떨어진 지점으로 중성자와 감마선을 합쳐  $3.6 \text{ mSv/h}$ (측정 지점 16)이었으며, 약 350 m 지점에서는  $80\sim 90 \mu\text{Sv/h}$  이었다. 두 번째부터는 특히 선량률이 높았던 지점에 주안을 두었으며, 다섯 번째 이후는 피난구역경계부근을 추가하여 선량측정을 계속하

였다. 10월 1일 4시 33분 경 6번째 측정에서 중성자 및 감마선 모두가 저하된 것을 확인하였고 같은 날 6시 20분경 8번째로 측정한 결과 모든 지점에서 중성자선량은 검출한계치 이하로 핵입계 상태가 종식된 것을 확인하였다. 또한 선량률의 시간변화는 핵입계 종식을 위한 2번에 걸친 침전조 냉각수 물빼기 작업의 진행과 일치하고 있다. 또 8번째 이후 측정에서 JCO부지경계 주변 일부에서 낮은 준위의 감마선량이 측정되었지만 이것은 침전조내의 핵분열생성물에 의한 것이다.

JCO 부지 주변에 대한 측정에서 첫 번째 측정 때는 야간으로 비가 내렸고, 출발 직전에야 서베이지도를 받아 측정자들이 JCO부지 주변에 대하여 자세히 알지 못하여 서베이지도에 표시된 측정지점을 찾는 데 애로가 많았다. 또한 결과적으로 측정자들에 대한 피폭은 확인되지 않았지만 JCO 부지경계 부근은 선량률이 높았기 때문에 운전사의 필요 없는 피폭을 방지하기 위하여 측정자들은

측정지점 부근에서 차에서 내리고 운전사는 떨어진 장소에서 차에 대기하도록 하였다. 측정이 끝난 후 신체에 대한 오염검사에서도 유의한 오염이 검출되지 않은 것으로서 다량의 방사성물질이 일반환경으로 방출되는 최악의 사태에는 이르지 않았다고 추정하고 다소 안심하였다는 것을 기억하고 있다. 두 번째 측정이후는 측정지점이 줄어들어 2명이 측정하였는데 동일 지점에서의 측정을 보증하기 위하여 측정지점에는 표시를 하여두었으며, 측정자의 교대는 두 명을 동시에 하지 않고 한 명씩 교대시키는 것으로 하였다. 또 어두운 지점에서 손전등으로 비추면서 선량률을 확인할 때 고선량으로 인한 긴장감과 철야근무로 인한 피로감 때문에 판독오차가 일어나지 않도록 세심한 주의를 기울였다.

Masahiko Tsunoda

표 1. JCO 부지 주변의 선량을 측정 결과.

단위 :  $\mu\text{Sv/h}$

	제1회 20:45~		제2회 23:58~		제3회 0:55~		제4회 1:58~		제5회 2:58~		제6회 4:33~		제7회 5:50~		제8회 6:20~		제9회 7:50~	
	n	$\gamma$	n	$\gamma$	n	$\gamma$	n	$\gamma$	n	$\gamma$	n	$\gamma$	n	$\gamma$	n	$\gamma$	n	$\gamma$
측정점 1	12	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	<DL
측정점 2	15	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	<DL
측정점 3	20	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	<DL
측정점 4	5.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	<DL
측정점 5	2.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	<DL
측정점 6	13	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	0.6	-	-	<DL	<DL	<DL	<DL
측정점 7	70	10	-	-	-	-	-	-	85	9.0	24	2.5	25	2.5	<DL	<DL	<DL	0.3
측정점 8	350	45	-	-	-	-	-	-	200	25	58	7.5	55	5.0	<DL	<DL	<DL	0.4
측정점 9	42	7	-	-	-	-	-	-	45	4.5	13	1.2	10	1.2	<DL	<DL	<DL	<DL
측정점 10	140	20	-	-	-	-	-	-	160	18	46	6.0	45	6.0	<DL	<DL	<DL	0.4
측정점 11	80	11	-	-	-	-	-	-	85	11	31	3.5	30	3.5	<DL	<DL	<DL	0.3
측정점 12	24	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0.6	10	0.8	<DL	<DL	<DL	<DL
측정점 13	9.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	<DL
측정점 14	3.0	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	<DL
측정점 15	45	3.5									9.0	1.0	2.0	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
측정점 16	3200	400	3700	500	3100	450	3000	460	410 0	1000	1100	180	76	11	<DL	6.0	<DL	4.5
측정점 17	2400	220	2700	270	2500	300	2400	330	240 0	300	700	85	70	3.0	<DL	2.0	<DL	2.0
측정점 18	80	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	16	1.5	15	1.8	<DL	<DL	<DL	<DL
측정점 19	70	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	16	2.0	-	-	<DL	<DL	<DL	<DL
측정점 20	250	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	<DL
측정점 21	1400	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	1.5
측정점 22	1250	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<DL	1.5

1. 측정기

중성자선: 중성자렘카운터  
 $\gamma$  선 : 전리함 서베이미터(제1회~제8회)  
 $\gamma$  선 : GM 서베이미터(제9회)

2. 검출한계치(DL)

중성자선:  $0.1 \mu\text{Sv/h}$   
 $\gamma$  선 :  $0.5 \mu\text{Sv/h}$ (전리함 서베이미터)  
 $\gamma$  선 :  $0.2 \mu\text{Sv/h}$ (GM 서베이미터)

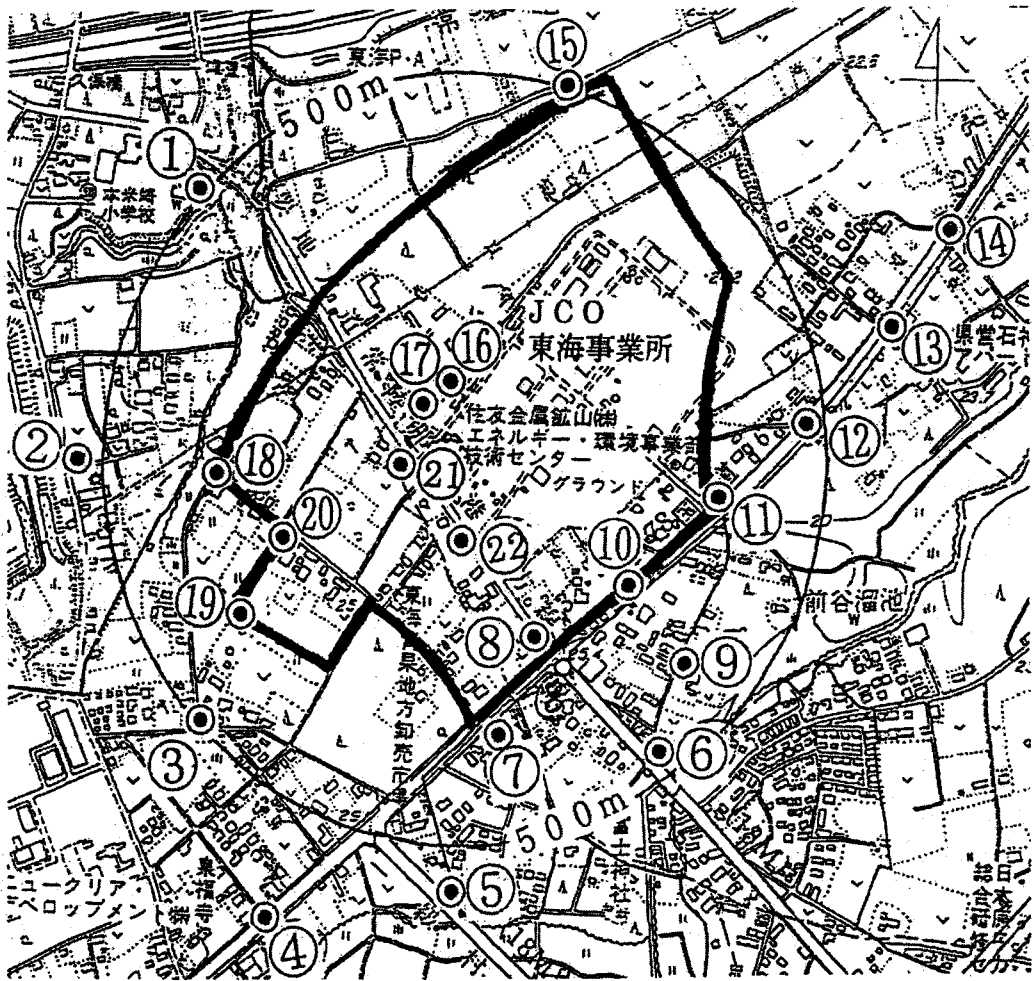


그림 1. JCO 부지주변에 대한 중성자 및 감마선 측정지점.