



토카이무라 임계사고에 대한 전신방사선 피폭과 그 임상

머리말

토카이무라(東海村) 임계사고로, 일본에서 처음으로 방사선 피폭사고에 의한 사망자가 2명 나왔다. 1999년 9월 30일 오전 10시 35분경, 이바라키켄(落城縣)토카이무라의 우라늄 가공공장에서, 질산우라늄 용액을 높이 610mm, 지름 450mm의 원통형 침전에 주입하는 작업중, 침전조내의 질산우라늄 용액이 임계상태에 도달하였기 때문에 피폭하였다. 환자 S씨는 계단에 한 쪽 다리를 올려놓고 스텐레스 비커에서 질산 우라늄 용액을, 침전조 바로 옆면에 선 환자 O씨가 잡고 있는 깔때기에 쏟고 있었다. 신문보도에 의한 2명의 위치관계를 그림 1에 나타낸다. 내부 피폭은 사실상 없었고, 중성자선과 γ 선에 의한 외부피폭이었다. O씨, S씨의 각각 전신피폭선량은 대략 17SV, 10SV 정도로 추정되는데, 생체에 대한 방사선 영향은 발생한 빔과 인체와의 위치관계, 차폐체의 존재등에 크게 수정되어, 불균일 피폭으로 되었다. 단, 피폭선량이나 전신피

폭량등에 관해서는, 아직 충분히 정확한 파악은 하지 못하여, 앞으로 재현실험, 해부소견, 모발 / 치아 / 뼈 등에 대한 선량평가를 기다려야 한다.

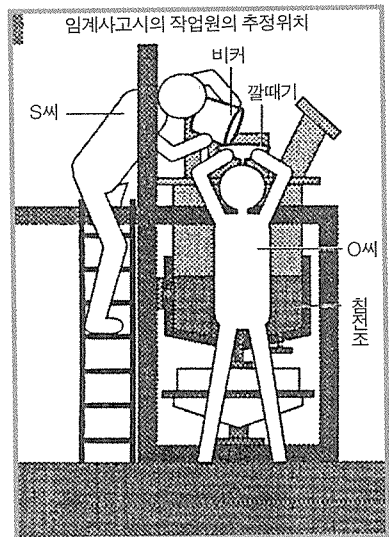


그림 1. 피폭시의 위치 관계



양 환자는, 피폭 후 토카이무라 소방서에 의하여 국립미토(水戸) 병원으로 일단 보내고, 방사선의 학종합연구소로 전송되었다. 그 후, 긴급피폭의료 네트워크회의의 조언에 따라, O씨는 10월 2일에

토쿄대학의학부 부속병원으로, S씨는 10월 4일에 토쿄대학 의과학 연구소 병원으로 옮겼다. S씨는, 다시 2000년 4월 4일에 토쿄대학의학부속병원으로 옮겼다. 양씨의 임상경과를 아래에 정리한다.

《 O씨의 임상경과 》

10월 3일(3일째)
흉부 X선상 폐울혈이 두드러짐
10월 6일(6일째)
말초 혈조 혈간세포 이식(1회째)
10월 7일(7일째)
말초 혈조 혈간세포 이식(2회째)
10월 10일(10일째)
기관내 삽관, 인공호흡 개시
10월 14일(14일째)
오른쪽 폐부위의 부종, 오른쪽 앞 팔, 손바닥 중심의 피부 수포형성
10월 15일(15일째)
골수생검에서 이식간세포의 생착이 확인
10월 24일(24일째)
공팔기능의 악화, 피부병변의 확대와 악화
10월 26일(26일째)
설사량이 1,000ml/일 이상
11월 5일(36일째)
위내용의 배액이 1,000ml/일 이상

11월 8일(39일째)
설사가 3,500ml/일
11월 11일(42일째)
피부로부터의 침출액이 2,000ml/일 이상
11월 14일(45일째)
상부소화관 섬유위, 위점막의 위축과 점상출혈반, 소장점막의 세포혈관 확장
11월 27일(58일째)
심폐정지상태로 빠져, 심폐소생술로 약 1시간 후에 자기 심박 재개, 소생후 뇌종
11월 29일(60일째)
간기능의 악화가 급속히 진행되어 간부전상태
12월 1일(62일째)
피부로부터의 침출액이 4,000ml/일 이상
12월 6일(67일째)
혈행동태가 불안정하고, 혈압변동이 큼
12월 21일(82일째)
23시 21분, 심장정지, 사망

《 S씨의 임상경과 》

10월 9일(9일째)
비혈연자간 탯줄혈 이식
10월 24일(24일째)
생착을 확인
10월 29일(29일째)
손바닥·발바닥에서 수포화(곧 전신에 파급)
12월 20일(81일째)
양쪽 앞팔에 시체로부터의 동종피부 이식
12월 22일(83일째)
피부에서 메티실린
내성황색포도구균(MRSA) 감염
12월 28일(89일째)
양쪽 하지에 배양동종피부 이식
2000년 2월 17일(140일째)
소화관 출혈 개시
3월 1일(153일째)
오염성 폐염으로 호흡이 급속히 악화
3월 2일(154일째)
기관내 삽관, 인공호흡 개시

3월 3일(155일째)
기관절개
3월 4일(156일째)
급성공팔 부전 합병
3월 9일(161일째)
급성호흡 궁핍증후군(ARDS)
4월 12일(195일째)
급성호흡부전과 급성공팔부전의 재악화
4월 18일(201일째)
혈액지속 여과투석법 개시
4월 24일(207일째)
호흡기능 악화
4월 25일(208일째)
간기능 장애(약제성?)
4월 27일(210일째)
7시 25분 다장기부전으로 사망



표 1. 전신피폭에 따른 방사선 장애와 피폭선량

선 량	0~1Gy	1~2Gy	2~6Gy	6~10Gy	10~15Gy	수10Gy이상
치료방법	필요없음	관 찰	치료는 유효	치료의 가능성	대증요법	대증요법
주 장해장기	-	-	조혈조직	-	소화관	중추신경
기 간	-	-	4~6주	4~6주	2일~2주	수시간~수일
치료법	심리요법	심리요법	수혈 / 감염대책	수혈 / 감염대책 골수이식검토	전신관리	대증요법
예 후	매우좋음	매우좋음	요주의	제법나쁨	나쁨	절망적
치사율	-	-	0~80%	80~100%	90~100%	90~100%
사 기	-	-	2개월	2~3개월	2주간	수일
사 인	-	-	감염 / 출혈	감염 / 출혈	소화관 장애	뇌부종

급성 방사선 장애

급성방사선장애에 의한 사망으로는, 종래 1) 골수사, 2) 장관사, 3) 중추신경사가 있다. 각각의 치사선량은 1개월후에 50%의 확률로 사망하는 선량은 4Gy, 10Gy, 수10Gy이상이다. 표 1에 선량과 급성방사선 장애의 증상과의 관계를 나타낸다. 이들 숫자는, 주로 동물실험이나 과거의 인체피폭사례에 바탕을 둔 데이터 이지만, 이번 경험은 종래의 개념을 재검토 해야 될 것 같다. 특히, O씨는 장관선량을 초과한 피폭을 받았지만, 장관장애는 예상보다 오래갔고, 증상의 진행도 완만하였던 점이 주목된다. 그러나 많은 장기에 위독을 초래하면서도 두드러진 감염소견이 없었던 O씨 사망의 주사인에는 장관출혈을 들 수 있어서, 역시 장관사에 의한 급성방사선 장애사로 볼 수 있다.

골수장애

O씨에 대해서는, 백혈구는 10월 6일에 600/mm³, 7일에는 100/mm³로 급속히 저하 하였기 때문에, 6,

7일에 HLA가 일치되는 사람으로부터 말초혈관 세포이식을 실행하였다. 그 후 골수로의 간세포 생착과 백혈구의 상승이 확인되어, 본 치료법의 유효성이 실증되고 있다. 혈소판에 대해서는, 10월 6일경 부터 값이 낮은체로 있었지만, 고빈도 / 대량의 혈소판 수혈로 2만/mm³정도를 유지하였다. 그러나 11월 25일 이후의 골수생검 소견에는, 조혈세포의 극단적인 저하가 나타나고 있다. S씨에는, 10월 9일에 비혈연자로 부터의 탯줄혈이식을 하여, 10월 24일에는 역시 골수로의 간세포 생착이 확인 되었다. O씨에 대한 백혈구수의 추이를 그림 2에 나타낸다.

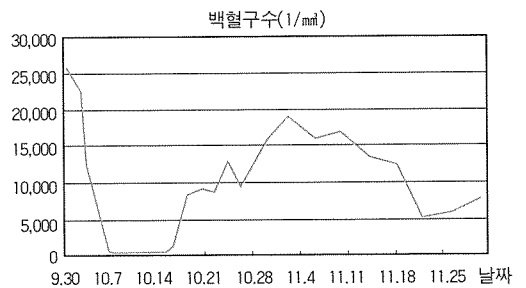


그림 2. 백혈구 수의 추이(O씨)



피부장해

O씨에 대하여, 가장 피폭선량이 높다고 생각되는 오른쪽 윗팔에서 앞쪽 흉부의 피부에 가장 빨리 괴사가 나타나며, 서서히 전신의 피부로 괴사가 확대되었다. 연일 소독, 교피하여 감염을 방지하는 것이 외에, 피부이식을 시행하였다. 사망시에 이르기까지, 분명한 감염은 볼 수 없었다. S씨는, 만성 방사선 피부장해라고 생각되는 피부조직의 위축을 볼 수 있었다. 그림 3에 S씨의 하지피부를 나타낸다.



그림 3. S씨의 하지피부(2000년 4월 4일)

소화관 장해

O씨에 대해서는, 피폭직후의 구토 / 설사 뒤에, 10월 2일까지는 설사는 있었지만, 그 후 소화관 증상은 거의 없었고, 10월 18일까지는 배변도 없었다. 그러나, 그 후 서서히 설사와 혈변(최대 3l 이상)이 문제로 되었다. 그 시기에는 장폐색증의 소견이 확인 되었다.(그림 4), S씨도, 소화관 출혈은 있었지만, O씨만큼은 아니었다.

폐장해

O씨에 대해서는, 10월 5일부터 그림 5와 같은

폐수종증의 소견이 흉부X선 사진상에 나타났지만 10월 말까지는 거의 소실하여, 염려하고 두려워하였던 방사선 폐염의 소견은 거의 지적되지 않았다. S씨에 대해서는, 감염이나 ARDS등으로 방사선폐염의 평가는 곤란하지만, 방사선 폐염이나 폐섬유증을 시사하는 명백한 소견은 지적할 수 없었다.

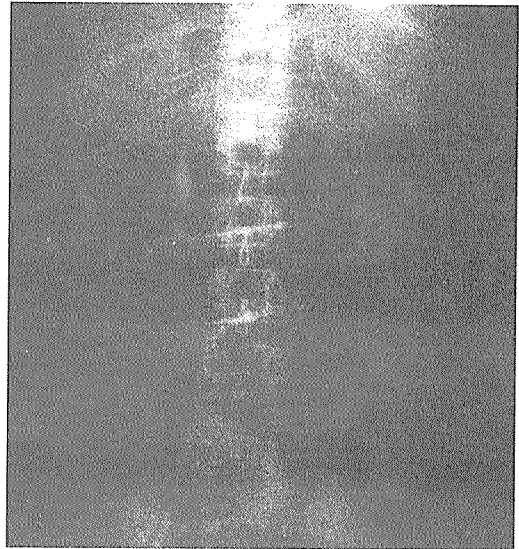


그림 4. O씨의 복부단순사진

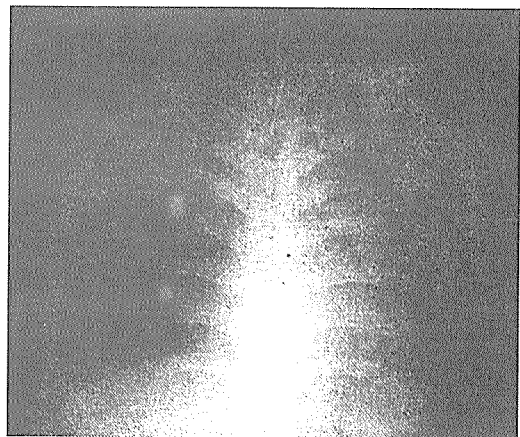


그림 5. O씨의 흉부단순사진



중증 전신피폭환자 수용시설의 역할과 요건

이번의 경험에서, 본 증례와 같은 중증전신피폭 환자의 진료를 맞아, 수용시설에 요구되는 조건으로써, 아래와 같은 항목이 필요하다는 것이 밝혀졌다.

- 1) 혈액간 세포이식의 충분한 경험이 중요하다.
- 2) 구급스태프에 의한 집중치료체제가 불가결하다.
- 3) 모든 진료과가 참가한 집학적 의료팀이 필요하다.

실제로는, 구급부·집중치료부의 스태프이외에, 무균치료부를 비롯하여 각과의 의사들이, 연일 조석으로 회의를 열어 시시각각 변화하는 환자의 용태에 대응하였다. S씨가 210일, 장기생존이 절

망시 되어있던 O씨에 대해서도 82일간동안이나 투병하였다는 것은, 이와 같은 팀의 열의에 의한 점도 많다고 생각된다. 또 이번의 의료체제가 앞으로의 피폭의료에 대한 지침으로 되었으면 한다.

방사선의학의 입장에서는, 전신피폭은 골수이식이 수반한 전신조사로서 긴밀한 것이다. 전신조사에 의한 장기장애에서는, 방사선 폐장염이 가장 중요하지만, 이번 피폭사고에서는 부검에서도 방사선 폐장염/폐섬유증은 지적되지 않았다. 또한 장관사에 대해서도 종래의 “상식”이 통용되지 않는 것을 통감하였다. 앞으로 집적할 상세한 데이터의 검토에 의하여, 대량전신피폭에 관한 학술면에서의 연구진보도 기대한다. **KRIA**

(中川惠一, 東京大學醫學附屬病院放射線科)