

국제 방사선방호에 관한 순회세미나를 마치고

원자력연구소 보건물리학연구소실장
이학박사 노 재 식

지난 1월 26~27일 양일간에 걸쳐서 있었던 동남아 및 극동지역 방사선 감시 및 방호에 관한 순회세미나(Visiting Seminar on Monitoring and other Problems in Radiation Protection to Southeast and The Far East)는 I.A.E.A. 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency)와 원자력청 공동주관으로 동 기구의 방사선안전관리부 소속 소련인 물리학자 도로페—프박사, 베르나—도박사(필립핀인) 및 소마산다 람씨(인도 봄베이 소재 원자력연구소 보건물리부)가 오기로 되어 있었으나, 광복후 최초의 소련인 입국으로 매스컴의 가벼운 흥분까지 자아냈던 소련인은 끝내 오지 않은채 개최되었다.

원래 이 세미나는 1월 4일부터 열릴 것으로 실론, 태국, 인도네시아, 필립핀을 거친 것으로 마지막 코—스로 우리나라에 오게 된 것이다.

세미나의 취지는 외부방사선과 내부방사선을 포함한 개인 방사선선량 결정, 방사선장(場)의 감시, 표면 오염, 환경방사능오염 및 원자력시설을 둘러싼 환경방사능 감시 등 전반적인 문제에 대한 최근의 발전상(發展相)을 동 지역 내의 방사선 전문가에게 고투 알려주고 토의하여, 방사선사고 발생시에 대처한 상호협조에 관한 협정체결을 장려하는 것을 포함한 방사선방호 씨—미스 절차에서 찾아 볼수 있는 특수문제로 아울러 검토하는데 있었다. 이를 위하여 IAEA측에서 처음부터 구상했던 과제는 다음과 같았다.

1. 개인방사선 감시분야에서의 최근의 동향 및 발전과 방사선장의 감시 및 중에너지(Intermediate energy)의 중성자 감시 기술상의 문제점 및 개발현황.

2. Photoluminescent dosimeter (P.L.D.)와

Thermoluminescent dosimeter(T.L.D.)의 원리, 특성, 정상시의 감시 목적으로의 응용, 높은 방사선량의 측정, 장점, 유효성, 및 P.L.D.와 T.L.D.들 이용하는 선량결정기능과 조직.

3. 전신계측기(全身計測器 : whole Body counter)에 관한 최근 개발현황 특히 값싸고 간단한 전신계측기의 개발현황과 방사능측정을 목적으로 한 응용.

4. 방사선 방호용 기기의 교정기술
5. 환경방사능 감시
6. 방사선사고 처리 대책

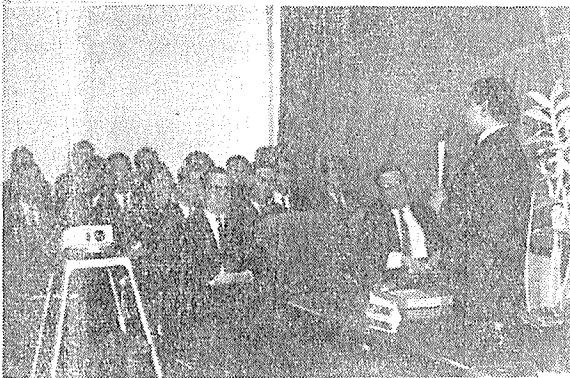
(제 1 일)

첫날은 방사선농학연구소 세미나실에서 진행되었는 바, 주로 개인방사선관리의 최근 동향에 관한 자세한 보고가 베르나도박사에 의해서 이루어졌으며, 방사선 안전관리 및 측정상의 제반 기술적 문제와 방사선사고에 대한 전문적 질의 응답과 토의가 교환되었다. 이어서 방사선 안전관리 및 그 절차에 관한 영화를 상영하여 IAEA 부설 연구소에서의 철저한 방사선 안전관리 현황과 사고 처리에 관한 소개를 받았다. 그 내용은 대충 이미 다 알고있는 것이었지만, 알면서도 현실화하지 못하고 있는 시설과 장비 확보를 위한 배려의 빈곤에 대해서는 그저 섭섭하게 느끼도록 강요 당한 뿐이었다. 본디 방사선에 의한 우리 몸의 장애들 미연에 방호하는 수단을 연구·발전시키는 보건물리학과 직결된 것이 방사선방호인 만큼, 인간의 생명을 보다 더 귀하게 여길 줄 아는 그들의 용의주도한 배려가 부러웠다. 더욱이 방사선에 의한 장애라는 것은 방사선에 피폭된 당사자에게만 미치는 것이 아

나라 2세, 3세……에 이르기까지 유전적 영향도 줄 가능성이 있음도 고려하여야 할 문제가 되므로 방사선 장애방호란 아무리 잘 해도 지나치게 하고 있다는 말을 들을 수는 없는 것이다.

이와같은 견지에서 우리는 방사선의 안전관리 및 측정기술상의 개선방안, 방사선 사고 발생시의 최적 조치에 관한 전문적 토의들 철저히 행시켰다.

오후에는 방사선의학연구소, 서울대학교 부속 병원 및 세브란스병원 암 센터를 순방하여 관계인사들과 전문적인 의견교환을 하였다. 특히 세브란스 암 센터에서는 진료용 X-선 발생장치 취급자에 대한 방사선방호문제에 관련하여 행정적인 면과 기술적인 지원에 대해서 신중한 토의가 있었다. 동시에 피폭선량을 정량하는 씨-비스는 원자력청이 담당 지원하여 줄 것에 의견이 일치하였으며 한국의 방사선학분야의 학자들이 충분한 실력의 소지자인 까닭에 남은 문제는 실지 업무를 수행하게 하는 행정적인 절차들 조직적으로 확립하기만 하면 된다는 크뢰젠(kroezen) 씨(보건사회부에서 용역 중인 세계보건기구 X-선 기술 자문관)의 결론은 매우 고무적인 것이었다.



(제 2 일)

이튿날 오전 중에는 우리나라에서도 건설을 서둘러 있는 원자력발전소에서의 방사선안전관리에 관련된 제반 문제가 제시·토의되었다. 먼저 소마산다람씨에 의한 M.P.C.(Maximum Permissible Concentration : 최대허용 농도)와 M.P.D.(Maximum Permissible Dose : 최대허용 선량)에 대한 보고가 있었으나 이는 I.C.R.P.(Intern-

ational Commission on Radiological Protection: 국제방사선 방호위원회)의 권고들 중심으로한 일부사항으로 이미 잘 익혀 알고 있는 내용이었으므로 별로 중요하지는 않았다. 그러나 내부오염도(度) 측정 수단으로 사용되는 전신계측기(全身計測器 : Whole Body Counter)에 관한 설명은 그런데로 흥미를 돋구었으며 원자력발전소에서의 개인방사선 관리문제는, 실험공(實驗孔)이 없는 까닭에 연구용 원자로에서의 경우 보다 그 규모가 작아진다는 주장은 좋은 충고였다고 본다.

오후에는 필자가 사회를 맡아 진행하였는 바, 여기에는 방사능대책위원회 위원과 관련분야를 다루고 있는 교수들이 다수 참석하였다. 애당초 계획은 필자가 “한국에서의 방사선안전관리 및 이에 관련된 연구현황”을 발표한 예정이었으나 시간관계로 생략하고, 이권보다는 오히려 우리들이 현재 진행하고 있는 2개의 연구과제에 대한 현황과 성과를 소개하므로써 더 유익한 효과를 얻을 수 있다고 판단, 원자력연구소 보건물리학연구실 소속 전재식연구관과 노성기연구사로 하여금 각각 발표케 하였다. 전재식연구관이 발표한 논문은 “수정(水晶)의 열형광(熱螢光) 특성 및 산란 감마선의 영향”이란 표제였던 바 그 요지는 다음과 같다.

(전재식연구관의 논문요지)

「수정(水晶)에 대한 열형광선량계(熱螢光線量計) 개발 가능성에 관한 연구는 원자력연구소의 이희용(李熙鎔) 박사와 국제원자력기구와의 연구계약에 의해서 수행되어 왔던 것으로, 1970년도에는 공동연구로 열형광 특성곡선상의 주형광(主螢光)외에 전단형광(前段螢光 : before glow)이 나타나는 이유를 과학적으로 밝혀낸 것이다. 즉 가열율(加熱率)을 일정하게 유지했을 경우, 전단형광은 제한(制限) 감마선장(線場)내에서의 산란선의 기여로 확인되었으며 이에관한 1차적인 연구결과는 한국물리학회지 및 미국응용물리학회지에 이미 발표하였다. 따라서 열형광선량계를 이용하여 방사선량을 측정할 경우, 적어도 전단형광에 대한 고려를 하여야 함에도 불구하고 종래의 연구자들은 이를 무시하는 경향이였다.

이 전단형광의 생상이유가 산란된 2차선의 영

향임을 한층 더 확고히 실증하기 위하여 본인은 독자적으로 제한감마선장에서의 1차선과 2차선의 구분정량(區分定量)을 시도하였는바, 여기서는 매우 간단한 방법에 착안하여 이를 성취하였다. 즉 제한감마선장에서의 선원과 검출기 사이에 간단한 연차폐봉(鉛遮蔽棒)을 설치하므로써 1차선의 기여를 1만분의 1이하로 차폐할수 있었으며 따라서 감마선장 내에서의 임의의 지점에서 순전한 산란선의 기여만을 측정 할수 있었다. 이와같은 방법으로 측정된 결과들 산란선대 1차선의 비로 나타내었는 바, 측정방향에 따라서 매우 복잡한 분포를 보임을 알았다. 이는 제한 방사선장의 선원에 대한 공간 배치가 비대칭(非對稱)인 점을 고려할 때 충분히 납득이 가는 것이지만 그 복잡한 산란선 대 1차선 비(比)의 분포곡선에도 불구하고 전체적인 경향은 선원으로부터 거리가 멀어 질 수록 증가하는 경향은 앞서 언급한 수정의 열 형광 특성곡선 상에서의 전단형광의 증가모양과 일치하는 경향을 보여 주므로써 그 생성원인을 더욱 확증 한 셈이다.

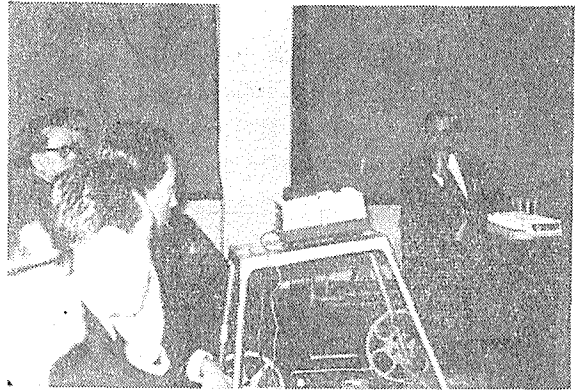
이 연구를 통하여 발견한 또 하나의 가능성은 지금까지 선량정량(線量定量)에서 대체적으로 무시되어 오던 제한 감마선장내에서의 산란선의 기여가 얼마나 큰 것인가를 정량적으로 보여 주는 동시에 전단형광부분을 정량화하므로써 산란선의 기여를 정량 할수 있을것이라는 점이다.]

한편 노성기연구사가 발표한 논문은 김두희(金斗姬) 연구관과 공동연구한 “Bonner 구 중성자 측정기를 이용한 우리나라 원자로 주위에서의 중성자 선량 측정”이 었으며 그 요지는 다음과 같다.

(김두희 · 노성기연구관의 논문요지)

「원자로 주위에서 일하는 방사선 작업종사자들에 대한 방사선 안전관리 기준을 수립하는데 기초자료를 제공할 목적으로 ${}^6\text{LiI}(\text{Eu})$ 형광결정체(螢光結晶體)와 여러개의 크기가 다른 Polyethylene 감속구(減速球)로 이루어 진 Bonner 구(球) 중성자 측정기로 사용하여 우리나라 원자로(TRIGA Mark II) 주위에서의 중성자 선량을 측정하였다.

여러가지 수학적 해석방법을 도입하여 여러개의 감속구에 의하여 얻어진 실험 자료로부터 중



성자 energy spectrum 을 결정하였으며 그로부터 중성자 인체등가선량(人體等價線量)은 중성자 에너지 함수로써 주어진 등가선량에 대한 Snyder 및 Neufeld의 자료들 토대로 하여 계산하였다.

그 결과 원자로의 관통중성자관(貫通中性子管) 근처에서는 전 중성자 등가선량(全中性子等價線量)중 30~40% 가 속(速) 중성자로부터 오는 것 같았으며 기타 다른 곳에서의 전 중성자 등가선량은 대부분 0.2eV 로부터 1MeV 구간에 걸쳐있는 중위(中位)에너지의 중성자로부터 오고 있음을 보여 주었다.]

이 2편의 연구발표가 끝난 후 IAEA의 「베르나도」박사와 인도의 [소마산다람]씨 등은 입을 모아 매우 고무적인 연구라고 놀라움과 감탄의 뜻을 표시하고, 이와같은 연구야 말로 현재 각국에서 당면한 현실적 개척이 요구되는 과제인 만큼 IAEA 로서는 동 기구가 제공하는 연구비를 줄 수 있는 것이라고 확인하였으며 하루속히 연구계약 신청을 하기 바란다고 격려하면서 최선의 협조를 아끼지 않겠다고 다짐하였다. 더욱이 전채식연구관이 발표한 수정 형광체에 대해서는 감마선 측정용으로만 극한시키지 말고 중성자 선량결정체의 이용가능성도 검토·연구해 주기들 당부하면서 상당히 고무적인 찬사를 아끼지 않았다 한편 WHO에서 온 kroezen 씨는 방사선안전관리면에서의 산란선(散亂線) 측정기술상의 문제에 큰 관심을 표시하면서 「이번 세미나를 통하여 한국 원자력연구소에서의 방사선 방호에 관한 연구 수준이 국제적으로 높은 위치를 차지하고 있다면서 필자에게 금후의 협조와 지도를 바란다고 그의 뜻을 전하기도 하였다.

그러나 원자력연구에 관한 정보 및 자료수집에 신속성을 갖추지 못하고 있는 환경에서 연구하여 온 우리들의 딱한 단면이 이따금 노출되었음을 고백하지 않을 수 없다. 즉 수 많은 원자력관계 국제 학술활동에 거의 참석할 수 없게 한 우리들의 인색한 환경 탓으로 발표장 현지에서 얻을 수 있었을 자료의 확보가 두절 내지 지연되거나, 학회지가 늦게 입수되므로서 야기되는 공백기가 우리들의 질문을 대신하여 답변하듯 행세하여 그만 아찔한 적이 한 두번이 아니었던 까닭이다. 특히 제도상의 특혜조치가 되어 있지 않다는 이유로 해서, 익년도 학술지(정기간행물) 대금을 전(前)년도에 납부할 수 없어, 해마다 그 해 초에 받아 보아야 할 잡지가 5~6월이 되어서야 겨우 입수되므로서 학계에서의 지각생(遲刻生)을 면치 못하는 현실이 안타까운 일이었다. 이것은 특히 우리가 추가적으로 요구한 과제에 대한 응답을 받을 때 그러하였다. 즉 우리가 추가로 질문한 것은

1. Nuclear Track Detector에서의 Track형성기구에 대한 최신 이론과 그 배경.
2. 개인방사선관리에 있어서의 피폭선량을 정량하는 방법에 따른 잠재적 차이를 제거하기 위한 국제적 또는 지역적인 표준화 및 평가방법의 표준화.
3. 피폭선량을 감사·측정한 결과를 평가 및 해석하는데 있어서 아직도 사람마다 서로 다른 견해를 고집하고 있는바 IAEA로서는 First-collision dose를 권장하는가? Multi-collision dose를 채택토록 권장하는가? 한국측 입장에서는 현상론적이건 이를적이건 Multi-collision dose를 채택함이 타당하다고 보고 있다.
4. I.C.R.P.에서 채택한 표준인(標準人)은 동양인과 너무 큰 차이를 갖고 있는 바, IAEA로서 무슨 특별한 대책을 강구 중인가?
5. Photoluminescent Dosimeter 나 Thermoluminescent Dosimeter를 사용한 조직흡수선량(組織吸收線量: Tissue absorbed dose)을 평가·해독하는 최신의 이론과 연구(인체조직, P.L.D., 또는 T.L.D.를 구성하는 물질에 방사선에너지가 주어질때 그 흡수되는 「메카니즘」에 상이점이 있으므로 이에 대한 설명을 요구함.)

6. 1962년 IAEA는 Safety Series No. 9 즉 Basic Safety Standards for Radiation Protection의 51 페이지에 핵종미상(核種未詳)인 공기(空氣)내 방사능오염물의 최대허용농도를 1주 40시간 작업하는 직업적인 방사선작업인에 대해서 $10^{-12} \mu\text{C}/\text{c.c.}$ 라 하였고, 1주 168시간 숨을 쉬는 일반대중의 개인개인에 대해서는 $4 \times 10^{-14} \mu\text{C}/\text{c.c.}$ 로 권고한 바 있다. 그러나 대기 중의 방사능물질의 농도는 서울지방 뿐만 아니라 세계 도처에서 이 값을 넘고 있다. 따라서 I.A.E.A.나 I.C.R.P.에서 권고한 사항 즉 위에 제시된 값을 초과할 경우에는 핵종분석(核種分析)을 하도록 되어 있는 바, 평상시 늘 이들 최대허용 농도치를 초과하고 있는 환경에서는 시료채취 때 마다 핵종분석을 하여야 한다는 이론이 된다.

따라서 한국측으로서는 이 최대허용농도치를 초과하게끔 행세하는 Radon과 Thoron 등의 emanation 및 그 붕괴생성물에 의한 기여를 제외한 농도로 규정함이 타당하다고 보나 IAEA의 의견은?

7. 환경방사능의 정상상태에서의 기준설정 문제(즉 사전 조사치가 없는 지점에서의 임의기간(任意期間)에 대한 평균치(또는 대표치)를 필요로 할 경우가 있으나 핵 폭발실험 등의 영향을 완전히 제거한 정상치만으로 계산된 값을 설정하는 최선 방안 제시 요구) 등 이었던 바, 그들은 이미 다른 학술발표장에서 공개된 논문의 「리프린트」, 보문집(報文集), 책자를 양도하는 것으로 응답을 대신하기로 하고, 일부는 함께 토론한 후 종결짓기로 했고, 까다로운 질문에 대해서는 IAEA에 돌아가서 심중히 검토한 후 서신으로 대답하겠다고 말하였던 것이다.

이어 「베르나도」박사는 I.A.E.A.를 대신하여 다음과 같은 여러가지 제의를 하면서 국제원자력기구가 제공 할수 있는 여러가지 소망스런 애기를 하였으며, 개발도상국인 한국측에서도 최대한의 활용있기를 당부하였다.

1. 국제원자력기구의 기술원조계획을 최대한으로 활용해 주기 바란다. 특히 이번 세미나에서 한국측이 발표한 연구 내용은 동 기구가 특히 많은 관심을 쏟고 있는 부문인 만큼 꼭 연구계약 신청을 하기 바람 신청접수와 동시에 최대한

의 성의를 다해서 계약체결이 되도록 애쓰겠다.

2. 방사선사고가 발생하였을 경우에 대처할 비상대책의 수립 및 상호협조를 위하여, 극동 및 동남아시아 회원국가간의 쌍무협정, 회원국과 IAEA 간의 쌍무협정, 회원국과 회원국 사이에 IAEA 가 중간에 선 3사협정 등이 구상되고 있으며 이미 「인도네시아」와 「필리핀」은 찬성의 뜻을 표시한바 있으니 한국측에서도 신중한 배려를 하여 주기 바란다면서 은근히 지지하여 주기를 바라는 표정을 지었다.

3. 자문용역(Advisory service)제공계획의 적극활용을 권장한다. 즉 가급적 동일지역 내에 있는 유명과학자를 단시일간(1~2주간) 초치하여 최대한의 활용을 할수 있는 계획으로 이것은 정규기술원조계획(Regular Technical Assistance Program)과는 관계없이 집행되는 극히 쓸모있는 계획이다.

4. 초자선량계(硝子線量計 : Glass Dosimeter)에 의한 선량측정결과를 상호 비교하여 최적의 평가기준을 마련하기 위한 계획이 있는바, 이것은 특히 최대허용피폭선량 미만의 저선량(低線量) 평가시에 유효한 계획이므로 우리나라도 이 계획사업에 참여할 예정이다.

5. 71년 11월에 일본 Tokyo 및 필리핀 Manila 에서 각각 방사성폐기물처리(放射性廢棄物處理)에 관한 훈련 및 방사선학적인 관점에서 본 건 강관리에 관한 훈련이 계획되고 있으므로 꼭 참석시키도록 부탁한다.

등이 소개되었다. 이어서 필자에 의한 폐회의 말과 「베르나도」박사의 한국정부가 베푼 환대에 감사하는 치사가 있었으며, 화제만 남기고 끝내 신병을 이유로 참석치 않은 쓰련인 과학자 [도르페-프]박사에 대한 유감의 뜻을 전달받았다.

세미나는 이렇게 끝 맺었다. 비록 겉으로는 작은 규모로 조용히 끝났것 같지만 안으로는 열띤 정열이 교차되고 발산된 세미나였다고 말하고 싶다.

이번 세미나를 통하여 특히 느낀것은 우리도 이제는 상당히 높은 수준의 연구 및 개발사업을 수행하고 있다는 확신을 얻었다는 사실이다. 우리나라에서의 조사연구사업에 대한 평가를 하고 문제점을 제시할 때 늘 연구과제 선정의 불합리

나 사업내용과 연구비 간의 불균형성 등이 열거되고 있으나 전반적인 시정이 당장에 가능할 수 없을 것이라는 불가피한 과도적 현상 안에서도 불요불급사업은 억제하고 국가이익 확보를 향한 조화된 사업을 강력히 추진하면 얼마든지 발전시킬 수 있다고 확신하게 되었다.

자칫하면 연구경력이나 전문분야로 보아 부적합한 연구과제를 안배한다든가, 외국에서 실시한 연구업적에 대한 응용실험으로 적당히 마무리하기 일수인 비창의적 연구자세 등을 배제·정리하는 한편 실질적인 연구능력을 배양하기 위한 조직적 해외파견훈련을 실현하고 집중지원을 체계적으로 이룩하면 훌륭한 열매를 맺을 수 있다는 실패를 낳은 것이다. 즉 거대(巨大)연구사업의 첫째를 자용하는 선진국의 대규모 원자력 연구개발사업을 모두 다 따를 수 없는 여건이고 보면, 우리에게 주어진 환경여건을 최대한으로 활용하여 특색있는 연구방향을 설정하여 정진한다면 그 분야의 연구과제에 대해서는 한국의 어느 연구실 누구 누구에게 알아 보아야 한다는 특징을 확립할 수 있을 것이라는 확고한 신념에서 출발한 긴 안목의 계획이 우선 부분적으로나마 실현 된것 같아서 말이다.

지금까지 우리들은 허다한 과학행정가나 평론가에 의한 연구사업의 종합평가를 읽었고 문제점도 제시 받았고 시정방안도 보고 듣고 왔다. 모두 다 한가지의 이치는 있었을 것이다. 정치풍토나, 사회풍토가 연구풍토에 미친 꺼림칙한 영향도 있었을 것이다. 그러나 필자에게 중요하게 느껴진 것은 이와같이 뜻 있는 체언을 실천하므로서만 개선이 따르게 된다는 사실이다. 이와 같은 선의의 개혁은 필자가 속해 있는 원자력연구소라는 조그마한 사회안의 보다 작은 연구실이라는 조직에만 국한 될 문제가 아닐 것이다. 우리들의 공동운명은 비단 과학이나 기술분야에서 뿐만 아니라 모든 분야에서 좋은 목적을 위한 성실한 노력을 펴붓고 실천하므로서만 번영될 것이다.

겉으로는 작은 크기의 세미나였다고 모두들 볼 것이다. 그러나 가까운 장래에 낳을 더욱 알찬 성과를 잉태한 결정적 회합이었다고 보겠으며 우리의 발전상을 훌륭히 소개할 수 있었던 자랑스런 세미나였었다고 다시한번 다짐하는 것이다.