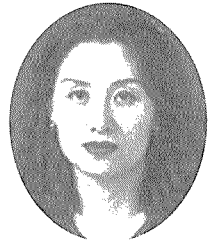


제4차 저선량 방사선의 인체영향에 관한 국제학회에 다녀와서



남 선 영

방사선보건연구원
선임연구원

국내 최초로 저선량조사센터를 개설한 한 국수력원자력(주) 방사선보건연구원(원장 김 중순)에서는 저선량 방사선 생물학 분야의 세계적 동향과 최근 진행되고 있는 연구현황을 파악하고 관련분야 전문가들과 국내외 연구 네트워크를 형성하기 위한 기반을 마련하기 위해 지난 6월 말 캐나다 해밀턴의 맥마스터 대학에서 열린 제4차 LOWRAD 국제학회에 참석했다.

필자는 이 학회에 참석하기 위해 인천공항을 출발하여 시카고를 경유한 후 토론토공항에 도착하였다. 그런데 그만 수화물로 부친 짐가방을 분실하는 소동을 겪게 되었다. 분실신고를 하고 찾는 대로 숙소로 보내주겠다는 확답을 들은 후 속상한 마음을 접어둔 채 공항을 빠져 나왔다. 학회가 열리는 해밀턴으로 가기 위해 토론토 근처의 도시들을 연결

하는 조그만 밴을 타고 다시 한시간 가량을 소요하여 해밀턴 시내 숙소에 도착하였다. 해밀턴시는 나이아가라폭포 근처에 위치한 온타리오주에서는 두세 번째로 큰 도시라고 한다. 그러나 저녁에 도착하여서인지 도시가 다소 음침하고 지저분한 느낌을 주었다.

다음 날 해밀턴 시내에서 차로 20분가량 떨어져 있는 맥마스터대학에 조금 일찍 찾아갔다. 한두 명씩 방사선 관련 학자들이 자리를 메우면서 학회가 시작되었다. 방사선 특히 저선량 방사선 생명과학 분야를 다루는 학회라고 규모가 그리 크지는 않았다. 이 LOWRAD 학회에 처음으로 참석한 필자는 그곳에서 이 학회가 WONUC(World Council of Nuclear Workers)라는 조직에 의해 운영되고 있음을 알게 되었다.

WONUC(World Council of Nuclear Workers)에 대해서

WONUC은 1993년 영국과 프랑스의 방사선 작업종사자 가운데 노동조합원들을 중심으로 국제적인 교류와 원자력에너지의 평화적인 사용을 위해 창설됐으며, 1998년 제 42회 IAEA 총회로부터 비정부 조직으로 인가 받은 비영리단체이다. WONUC은 현재 세계 27개국의 원자력산업종사자 및 관련분야 전문가들을 대표하는 조직이나 단체가 회원으로 가입하고 있으며 원자력 관련 분야에 종사하는 사람들의 권익 보호, 원자력의 평화적 사용, 비확산 핵 기술의 장려 및 원자력 관련 분야에 종사하는 사람들의 이익을 대변하는 조직체들간의 교류를 통한 발전 등을 그 목적으로 하고 있다. 나아가 원자력의 이미지 제고, 원자력에너지의 평화적인 이용 증진 및 일반인들의 방사선에 대한 수용성 증대 등에 기여하는 다양한 프로젝트, 이벤트 및 토론회 등을 조직하여 참여해 오고 있다.

그 일환으로 실내축구 및 마라톤대회 등의 사회적 이벤트들을 개최하여 방사선 작업종사자들 간 국제적 교류의 장을 마련하고 있다. 지난 5월에는 제 10회 맥시마라톤(MaxiMarathon)이 러시아에서 개최되었고 지난 9월에는 제 2회 실내축구(Indoor Football Cup)가 헝가리에서 개최되어 세계 각국에서 원자력산업종사자들이 참가하여 서로 친목을 도모하고 WONUC의 취지를 알리는 계기가 되었다.

WONUC은 이러한 사회적 활동 이외에 방사선 관련 연구 분야의 발전을 위해서도 일익을 담당하고 있다. 8종의 방사선 관련 국제학

술잡지를 편찬하고 있으며 국제학술대회 등을 개최하여 방사선 관련 과학적 지식을 공유할 수 있는 장을 제공하고 있다. 이번 학술대회는 그 일환으로 개최됐으며, 1999년 프랑스에서 처음 개최된 이래 2년에 한번씩 열리고 있다.



〈사진 1〉 맥시마라톤

방사선과 인체영향의 상관성 규명 가속화

첫날 WONUC의 회장인 Dr. André Maisseu(스위스)의 인사말로 학회가 시작되었다. 첫 세션은 프랑스 퀴리연구소 Dr. Dietrich Averbeck(프랑스)의 「방사선에 의한 세포내 영향 연구의 흐름과 변화」라는 주제 강연을 필두로 세계 석학들의 강연이 진행되었다. 본 학회에서 진행된 저선량 방사선의 연구 분야로서는 ①방사선에 의한 손상과 자연적 손상의 비교 ②방사선에 의한 세포내 신호전달기전 ③방사선에 의한 유전자 손상 및 복구 ④제 3자 효과(Bystander effect) ⑤적응반응 ⑥유전적 불안정성 ⑦방사선과 발암 ⑧개개인의 방사선 감수성 등이었다.

학회 일정동안, 최근 생명과학 분야에서 최

신기술의 눈부신 발달로 인해 급격히 진보한 분자생물학 및 유전체학 등의 연구 분야가 방사선 생물학 연구 분야에도 접목되어 이 분야에 적지 않은 변화가 일어나고 있음을 체감할 수 있었다.

또 최근 연구 결과들은 기존에 정립되었던 방사선 방호 등의 개념에 새로운 패러다임의 전이를 불러일으키고 있었다. 방사선의 인체 영향에 있어서 유전자는 중요한 표적이라는 생각이 여전히 지배적이나 최근에는 핵 내 유전자 이외의 세포질, 세포막 또는 미토콘드리아 등도 방사선의 영향을 설명하기 위한 중요한 표적이 되고 있다. 따라서 실제로 방사선과 생체가 어떠한 상호작용을 하고 있으며, 그 과정 중에 일어나는 신호전달기전이 무엇이며, 또 그 결과 일어나는 반응은 무엇인지, 어떻게 해석되어야 할지에 대해 총체적인 연구가 진행되어야 한다는 시각이 지배적이었다.

지금까지 저선량 방사선에 의한 영향을 해석할 수 있는 명확한 근거가 제시되지 못한 채, 방사선과 인체영향과의 상관성에 대해

선형무문턱(Linear Non-Threshold, LNT)가설로 해석하고자 하는 경향이 지배적이었다. 그러나 최근 저선량 방사선의 생물학적 영향에 대해 여러 과학자들이 관심을 갖고 연구를 수행해오고 있으며, 이는 실험동물모델을 이용한 연구뿐만 아니라 분자 세포 생물학적 실험기법들의 발달로 더욱 가속화되었다.

선형무문턱가설의 재고를 촉구하는 근거 자료

이번 학회에서 발표된 연구 결과들을 살펴보면, Dr. Averbeck(프랑스)은 방사선에 의해 유도되는 다양한 생체반응 즉 유전자 손상 복구, 세포고사, 신호전달 및 유전자발현 등이 방사선량 및 선량률에 따라 매우 다르게 나타남을 피력했다. Dr. Mitchel(캐나다)은 저선량 방사선이 고선량에 의해 생성되거나 자연적으로 생성되는 발암을 저해하고 발생 단계에서는 고선량에 의해 유도되는 돌연변이를 저해한다고 보고하며 선형무문턱가설을 반박했다. Dr. Azzam(미국)의 연구 결과는 저선량 방사선이 정상세포의 내재성 유전자 손상이나 급성 고선량 방사선 노출로 인한 손상으로부터 오히려 세포를 보호하는 것으로 나타났다. 또한 설치류에서는 저선량에 만성적으로 노출된 경우 발암 빈도가 자연적으로 발생하는 빈도보다 오히려 감소하는 것으로 관찰되었다. Dr. Hashimoto(일본)의 연구는 저선량을 미리 조사한 마우스의 경우 폐암의 전이가 감소됨을 보여 주었다. 나아가 Dr. Travis(미국) 등 일부 과학자들은 분자생물학 또는 유전체학 실험을 통하여 이리



〈사진 2〉 저선량학회에 참석한 각국 여러학자와 함께 (오른쪽에서 두 번째가 필자 남성영)

한 현상과 관련된 분자기전 및 저선량 방사선에 특이적으로 작용하는 유전자들을 찾는 연구를 통하여 저선량에 의한 영향을 체계적으로 설명하고자 하였다.

이상의 여러 연구결과들을 종합해볼 때, 이번 학회는 고선량 방사선에 의해 관찰된 영향을 저선량에도 그대로 외삽하여 방사선과 인체영향과의 상관성을 규정짓는 것은 매우 부적절하며 선형무문턱가설에 수정이 필요하다는 것을 명백히 보여주는 계기가 되었다.

이번 학회를 통하여 방사선의 생체영향을 연구하는 한 과학자로서 중요한 것은 선형무문턱가설 자체가 아니라 저선량을 포함한 방사선의 실제 생물학적 영향을 객관적으로 규명하여 일반 대중이 방사선에 대해 올바르게 이해하도록 하는 것이라고 생각되었다.

한편 이번 LOWRAD 국제학회에서는 생물학 분야 이외의 여러 학문 분야도 함께 접목되어 저선량 방사선의 영향을 설명하려는 시도도 이루어졌다. 즉 저선량 연구에 있어서 방법적 접근이 용이하도록 하는 기술로서 마이크로빔 테크닉이 제시되었고 방사선의 직접 또는 간접적인 세포영향에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 해석을 시도하려는 연구 보고가 있었으며, 사회적 또는 지리적 환경으로 저선량 방사선에 꾸준히 노출되고 있는 집단의 역학 연구 등이 보고되었다.

또 원폭사고로 인해 방사선에 대한 두려움이 증대돼있는 일본의 경우, 일반인을 대상으로 저선량 방사선의 실체와 현재의 연구 동향을 쉽게 이해시키기 위한 일환으로 심포지엄을 개최, 그 성공사례도 보고되었다. 이는 현재 원전수거물관리센터사업 및 새로운 원전 건설을 앞두고 어려움을 겪고 있는 우리에

게 국민 수용성을 증대시키기 위한 좋은 방안의 하나로서 본보기를 제시해 주었다.

WONUC의 국제 활동에 한국 동참제의

첫날의 강연이 끝난 뒤 와인과 치즈를 먹으며 서로의 관심사를 나눌 수 있는 가벼운 만남의 자리가 마련되었다. 우리 일행은 WONUC의 회장인 Dr. André Maisseu(스위스)와의 대화를 가졌으며, WONUC의 활동을 더욱 활발하고 폭 넓게 확대하려는 그의 확고한 의지를 엿볼 수 있었다. 또한 그는 원전산업의 강대국으로서 한국이 WONUC의 국제적 교류사업에 적극 동참할 것을 독려했다. 특히 원전 산업에 종사하고 있는 우리 회사의 노조가 WONUC에 가입해 WONUC이 주관하는 마라톤대회 등 국제교류 활동에도 적극 참여해 줄 것을 제안했다. 그는 또 WONUC의 중요한 학술활동 중의 하나인 LOWRAD 학술대회도 격년제에서 매년 개최하고자 노력 중에 있으며, 2009년에는 이 학회를 한국에서 개최해줄 것을 요청하기도 했다. 또한 함께 참석한 김종순 원장님께서는 WONUC이 편찬하고 있는 국제학술잡지인 「International Journal of Low Rad」의 편집위원으로도 활동해 줄 것을 제안하기도 했다.

국제적 교류 및 협력을 서로 다짐하며

또한 첫 강연자였던 퀴리 연구소의 Dr. Averbeck(프랑스), 두 번째 연자였던 메릴랜드대학의 Dr. Morgan(미국), 선량평가의 대가인 Dr. Darroudi(네덜란드)와 자리를 같이하여 우리 회사와 연구소 소개 및 국내

저선량 연구 현황을 소개하였으며 선배 과학자로서의 저선량 생물학 연구의 발전을 위한 조언 및 최근 연구 흐름에 대한 간략한 얘기를 들을 수 있었다. 특히 Dr. Darroudi(네덜란드)는 현재 진행 중인 EU 프로젝트에 대해 설명하며 우리 연구소도 참여하여 협력관계를 유지할 것을 제안하였다. 일본의 전원자력안전위원장인 Dr. Matsubara(방사선영향협회 고문)는 일반인을 대상으로 개최한 'Public Acceptance 심포지움'의 성공사례에 대해 자세히 얘기해 주었다. 그녀는 그 심포지움을 통하여 원폭의 경험으로 막연한 두려움을 갖고 있던 일반인에게는 저선량 방사선의 생체영향에 대한 올바른 이해의 기회를 제공하였고 방사선에 대해 막연한 반발심을 갖고 있던 환경 단체나 반핵 단체 등에게는 방사선에 대한 생체방어시스템, 방사선의 실제 생체 내 효과 등에 대해 한번 더 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하게 됨으로써 그 심포지움이 아주 성공적이었음을 강조하였다. 또한 원전수거물관리센터의 건설 및 원전 산업의 확대를 앞두고 비슷한 처지에 있는 우리나라의 경우에도 그러한 심포지움이 많은 도움이 될 수 있다는 조언을 해 주었다.

셋째 날 저녁에는 과학자로서 자신의 연구와 견해를 피력하며 열띤 토론을 벌리던 모습에서 잠깐 탈출하여 남성분들은 양복으로 여성분들은 이브닝드레스로 한껏 차려입고 단지 같은 분야에 종사한다는 소속감으로 서로 즐겁게 친분을 나눌 수 있는 디너파티가 마련되었다. 이 자리를 통해 좀 더 가벼운 마음으로 서로의 생각들을 나눌 수 있었고 앞으로 지속적인 교류와 협력을 약속하였다. 속상하

게도 필자는 학회기간동안 매일 저녁 토론토공함과 타고 온 항공사에 끈질긴 전화를 하였음에도 불구하고 해밀턴에 머무는 동안 잃어버린 짐가방을 찾지 못했다. 그래서 아쉽게도 잃어버린 짐가방 속에 있는 멋진 원피스를 입어 보지도 못하고 첫날과 같은 차림으로 참석하여 다른 사람들의 기억 속에 잊어버릴 수 없는 한국 여성과학자임을 각인시킨 것에 만족해야 했다.

마무리를 하면서

이번 학회는 저선량 학회에 처음 참석한 필자로서는 세계 각국에서 온 연구자들과의 만남을 통하여 최신의 연구동향을 접할 수 있었던 뜻 깊은 자리였다. 또한 앞으로도 지속적인 교류를 통하여 방사선 생명과학 분야의 발전에 도움이 되기를 기대해 본다.

4일간의 학회 일정이 저선량 방사선 연구의 전반적인 부분을 파악하기에 빠듯한 일정이었으나 많은 것을 생각하게 만드는 계기가 되었다. 특히 학회를 마무리하면서 느낀 점은 비록 국내에서 저선량 연구에 대한 관심과 환경이 열악하나 국내 유일한 저선량 방사선 연구기관으로서 우리가 설정한 연구 방향이 세계적인 흐름에 일치하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 앞으로 우리의 책무인 저선량 연구를 원활히 수행하고 저변을 확대하기 위해서는 국내뿐만 아니라 국제적인 연구 교류가 필요하며 이를 위해 우리 연구소와 방사선 관련 전문가들이 부단히 노력해야 함을 인식할 수 있었다. 