

李 垣 교수님 정년퇴임 기념



출 생 : 李 垣 교수님은 1943년 11월 21일 강원도 춘천시 태화동에서 부친 李炳肅 박사와 모친 金淑子 여사의 차남으로 출생

e-mail : wonlee@khu.ac.kr

가 족 : 처 李京姬, 아들 均鎬, 딸 素妍, 자부 呂恩正, 손자

㉠ 학력 및 경력 ㉠

연세대학교 이공대학 화학과 졸업(이학사, 1965)
 연세대학교 대학원 화학과 수료 (이학석사, 1967)
 (이학박사, 1976)
 일본 게이오대학 응용화학과 초빙교수(1981, 1982)
 미국 휴스턴대학 화학과 교환교수(1989-90)
 호주 New South Wales대학 화학과 초빙교수(2001-02)
 한국과학기술연구소 화학분석실 선임연구원(1967-78)
 한국기계금융연구소 재료시험부장(대) 겸 화학분석실장, 책임연구원(1978-79)
 경희대학교 이과대학 화학과 교수(1979- 2008 현), 중앙기기센터 소장(1990-2001),
 기초과학연구소 소장(1998-2002) 이과대학 학장(2003), 서울캠퍼스 부총장(2003-2007)

㉠ 학회 활동 및 기타 ㉠

한국분석과학회 회원(1988-2008 현), 총무이사(1995-96)
 수석 부회장(2002-03), 회장(2004),
 고문 및 편집고문(2005-2008 현)
 대한화학회 종신회원(1970-2008 현), 기획간사(1985),
 화학기술진흥위원(1976-86), 화학교육위원회, 화학초록위원회,
 국제협력위원회 및 화학술어위원회 위원(1984-86),
 화학재해대책위원회(1984-90) 및 홍보위원회 위원(1993-97),
 이사(1993-94), 분석화학분과회 회장(1997-98)
 ASIANANALYSIS Chairman(공동), The 9th Asian Conference on Analytical Sciences(2007)
 미국화학회(1989-97) 및 호주화학회 회원(2001-03)
 상공부공업진흥청 KS규격심의위원회 위원(1978-2000), 위원장(1998-2000)

유네스코 한국위원회 해양과학위원회 위원(1985-86)
교육부 차관사업 구매기자재 품목심사위원(1995-96)
서울대학교 기초과학 연구 공동기기원 운영위원(1994-96)
기초기술연구회 연구소 평가위원1(1991)

● 수 상 ●

한국기술단체총연합회 제8회 과학기술 우수논문상(1998)
한국분석과학회 제3회 한국분석과학상(1998)

● 연구 및 저서 ●

SCI 국제학술지 논문: 43편,	국내 학술지 논문: 62편
저서 및 역서: 13권,	국제 학술대회 proceedings: 3편
총설 및 연구보고서: 11편,	특 허: 1건

분석화학과 함께한 나의 삶

이 원

경희대학교 이과대학 화학과 교수, 한국분석과학회 전 회장

희망에 찬 기축년의 새해가 밝아 왔으니 이제 다가오는 2월 말이 되면, 나는 그동안 봉직하던 경희대학교를 정년퇴직하게 된다. 65년 대학을 졸업한 후 대학원 석사과정에 입학하면서 분석화학이라는 큰 배를 타게 되었다. 그 후 KIST를 거쳐 고항산 기술에서 학문의 등지를 튼 지 어언 44년, 지난날들을 돌이켜보니 감회가 새로울 뿐이다. 오늘날까지 분석화학과 함께 해온 나의 삶은 비록 단순하였지만 큰 굴곡 없이 순탄하고 후회 없는 여정이었다고 생각해 본다.

대학 졸업반이 되면서 나는 장래의 진로에 대한 고민으로 한때를 보내다가 대학원에 진학하여 학업을 계속하기로 하였다. 당시 나는 병역미필이었기 때문에 졸업 후 몇 안 되는 국영기업체에 취업을 하거나 아니면 군 입대를 해야 한다는 현실 도피성 강박관념도 대학원 진학을 선택하는데 한몫을 한 것 같다.

학부 재학 당시 분석화학은 물론 화학계에서는 소위 3대 거두라고 널리 알려진 저명한 세분의 교수님이 계셨는데, 서울대의 최규원 교수님, 고려대의 박기채 교수님과 이길상 교수님이셨다. 나는 유기화학, 물리화학 등 다른 전공과목에도 흥미를 느꼈지만, 그러나 특히 이길상 교수님께서 담당하신 분석화학과목에 매력을 느끼고 열심히 공부한 편이다. 4학년 1학기에 이길상 교수님의 착화합물강의를 수강한 적이 있었다. 교수님은 이해가 어려운 내용을 속된 말로 머리에 쑥 들어오도록 체계적이고 열성적으로 강의하셨는데, 말 그대로 명 강의이었다. 뿐만 아니라 가끔 실험실이 아닌 강의실에서 각종 금속이온과 킬레이트시약간의 다채로운 정색반응의 시범을 직접 보여주심으로써 이해는 물론 흥미를 느끼기에 충분하였다. 또한 분석화학 실험시간에는 항상 급작스러운 질문 등으로 긴장의 연속이었던 것은 물론 실험이 끝나기 무섭게 치러야 하는 퀴즈의 공포감에 시달려야만 했다. 가끔 짜증도 나고 흥미를 잃은 적도 있었지만, 그래도 실험시간 뒤에는 무언가 남는 것이 있었기 때문에 학생들은 열심히 하려는 의욕을 가졌다. 특히 학부 1학년 정성분석 실험에서 시험대신 미지시료 중에 함유된 금속이온을 확인하는 테스트에서 크게 기대하지 않았는데, 내가 미지 이온을 모두 맞추었다. 그 덕분에 조교로부터 칭

찬을 듣게 됨으로써 더욱 분석화학에 대한 자신감과 흥미를 갖는 계기가 되었다.

이 같은 이유로 나는 평소 존경하는 이길상 교수님의 지도를 받기위해 분석화학을 전공으로 선택하였다. 당시 이길상 교수님의 분석화학연구실에는 이대운(현 연세대 명예교수) 선배 등이 석사과정을 이수하면서 매우 열심히 실험을 하는 것을 곁에서 보고, 나는 그들이 부럽기도 하고, 한편으로는 존경스러운 마음도 가졌다.

젊음을 보낸 KIST 연구원 시절

KIST 연구원으로 첫출발 내가 KIST와 첫 인연을 맺은 것은 석사과정 3학기 때부터이다. 한창 졸업논문 실험에 여념이 없는 시기에 내가 사용하던 UV-VIS spectrometer가 고장이 났다. 고심하던 중 조교로 있던 선배의 목인 하에, 갓 신설되어 최신기기를 확보하고 있던 서강대 화학과의 신세를 질 수 밖에 없었다. 당시 연세대에서 서강대로 옮겨가신 심문택 박사님(후일 KIST부소장, 소장을 거쳐 ADD 소장을 역임)께 허락도 받지 않고 남의 대학 기기를 무단으로 사용하고 있던 장면을 그만 들키고 말았다. 당장 불호령이 떨어질 줄 알았는데, 기기를 사용하게 된 나의 사정을 들으시고는 오히려 당신이 미국에서 공부할 때의 어려운 시절을 돌이키시면서 열심히 하라고 격려를 해주셨다. 이것이 인연이 되어 그 직후 서강대에서 KIST 부소장으로 자리를 옮기신 심 박사님으로 부터 면접과 필기시험을 치룬 후 그분의 추천으로 67년 석사과정을 마치고 KIST 연구원으로 입소하게 된다. 처음 심 박사님으로 부터 추천을 받을 당시에 나는 화학분석실이 아니라 그분께서 실장을 겸직하고 있는 고체화학연구실의 연구원으로 입소하고, 즉시 호주로 유학을 떠나는 것으로 약속을 받았다.

당시 나는 고작 매스컴을 통하여 KIST를 설립한다는 뉴스를 들었을 뿐이었다. 막상 KIST가 무엇을 하는 연구기관인지는 물론이거니와 석사학위 과정에 있는 나 같은 수준의 학생이 그곳에서 연구요원으로 일을 할 수 있는지도 잘 모르고 있었다. 나중에 안 일이

지만, KIST는 미국 Johnson 대통령이 극동 순방 차 한국을 방문하였을 때 국군의 월남파병 대가로 박정희 대통령의 강력한 지원 요청에 의해 조성된 원조자금으로 설립된 연구소이었다. 60년대 초반에서 중반에 이르기까지 우리나라의 GNP는 북한보다도 적은 고작 수백불대로 가난에 허덕일 때이었다. 따라서 KIST는 낙후된 경제를 성장시키기 위해서는 무엇보다도 과학기술의 발전이 없으면 아무것도 이룰 수 없다는 박정희 대통령의 굳은 신념과 국가장래를 설계하는 해안으로 설립된 우리나라 최초의 정부 출연 연구기관 이라고 알고 있었다.

67년 초, 졸업논문 심사를 통과한 직후 심 박사님의 호출로 재차 KIST를 방문하였다. 몇 달 전 입소 시험차 처음 방문하였을 때보다 KIST는 연구요원들이 상당수 충원되었을 뿐만 아니라 기구도 일부 확대된 탓으로, 설립 당시의 비좁은 사무실에서 제법 넓은 종로 2가의 YMCA건물로 이전한 상태이었다. 몇 달 만에 다시 뵈게 된 심 박사님께서는 본래 예정했던 호주유학과 고체화학연구실의 입소 계획이 지연되고 있으니, 그 대신 나의 전공과 같은 화학분석실 연구원으로 입소 절차를 밟으라고 당부하셨다. 아울러 조만간 화학분석실 실장으로 KIST에 입소할 예정인 양재현 박사님을 찾아뵈라는 말씀을 뒤로하고, 나는 마치 하늘을 날 듯한 가벼운 걸음으로 학교로 돌아왔다. 솔직히 말하자면, 그동안 나는 호주유학이라는 것에 어느 정도 매력을 느끼고 있었지만, 그러나 내가 원하던 분석화학이 아니라 고체화학으로 전공을 바꾸어야 한다는 부담감이 은연중 내 마음을 짓 누르고 있었다. 그런데 KIST 입소가 정식으로 결정되었음은 물론 전공을 바꾸지 않아도 된다는 현실에 그간 마음속 깊이 드리워졌던 시계제로의 짙은 안개가 일순간 사라지며, 마치 십년 묵은 체증이 확 뚫리는 듯한 후련한 기분을 느꼈다.

나는 모처럼 찾아온 여유를 만끽하면서 졸업논문도 제출하고, 비교적 까다로운 입소서류를 준비하느라 제법 바쁜 시간을 보내고 있었다. 며칠 후, 심 박사님께서 말씀하셨던 장래 나의 보스가 될 양재현 박사님을 방문하는 날이 다가 왔다. 그분과의 첫 만남인지라, 나는 말쑥하게 머리도 다듬고, 나름대로 잔뜩 멋을 부린 정장차림으로 양 박사님 사무실로 찾아 갔다. 당시 양 박사님께서는 성균관대 화학과 교수이시면서, 대한중석(주)부설 금속연료종합연구소(RIMM)의 소장을 겸직하고 계셨다. 나는 길을 물어 해벤 끝에, 지금의 경북공 옆 통의동 골목 안에 있는 초라한 연구소 건

물 5층의 소장실을 찾을 수 있었다. 막상 소장실로 들어가 보니 한분이 아니라 두 분이 자리를 하고 계시는 게 아닌가? 사실 그전에 양 박사님을 뵈는 적이 없는 초면인지라, 두 분 중 어느 분이 소장님인지 알 수가 없었다. 나는 잠시 머뭇거리다가 두 분 중 외모로 보아 소장님같이 짐작되는 한분의 자리 앞으로 다가가 꾸벅 머리를 숙이면서 방문하게 된 목적을 말씀드렸다. 아! 그런데, 이게 웬일인가? 그분은 장난기 있는 웃음을 잔뜩 머금은 표정으로 옆자리를 가리키시는 것이었다. 그때 마침 옆자리의 양 박사님은 책을 보고 있으신 중이라 그 광경을 직접 목격하시지는 못하였으리라 위안해 보지만, 첫 방문부터 결례가 따랐으니 아니었다. 나의 인사를 받으신 양 박사님은 근엄한 표정을 지으시며, 앞으로 주어진 분야에서 최고의 전문가가 되도록 열심히 노력하라고 당부하셨다. 양 박사님에 대한 나의 첫인상은 소탈하고 겸소하기 그지없는 인상을 받았다. 실례지만, 좀 더 자세히 꼬투리를 잡으면 구겨진 양복과 비뚤어진 넥타이 하며, 때가 잔뜩 끼어 있는 긴 손톱 등등... 도저히 미국 명문인 Perdue 대학에서 박사학위를 취득하신 분으로 생각하기 어려웠다.

드디어 67년 2월 21일 졸업식 다음날 나는 RIMM의 화학분석실로 대망의 첫 출근을 하였다. 당시 KIST는 홍릉에 있는 입업시험장에 연구 단지를 조성하고, 연구동을 신축 중에 있었기 때문에 연구원들을 수용하고 훈련시킬 만한 공간과 시설이 없었다. 따라서 신입 연구원들은 국내외 유관 연구기관에 파견되어, 앞으로의 연구에 필요한 각종 훈련을 받도록 하는 계획의 일환으로, 나는 RIMM의 화학분석실로 파견된 것이다. RIMM은 경북소재 상동광산에서 중석이라는 텅스텐 원광을 채굴하여 해외로 수출하는 국영기업체인 대한중석(주)의 부설연구소 이었다. KIST의 초대 소장인 최형섭 박사님을 비롯하여, 최규원 교수님, 심문택 박사님 등 장래 한국 과학기술계를 이끌어가는 기라성 같은 저명학자들이 바로 이 연구소 출신이었다. 처음 KIST 설립에 따르는 여러 가지 기초 조사를 위하여 미국 존슨대통령의 과학기술 특별고문인 Homig 박사를 한국에 파견하여 국내 국공립연구소를 시찰하면서 그 가능성을 검토하였다. 그 결과, 그들은 다분히 관료적이고, 창의성이 거의 없는 한국의 연구소 시스템이나 과학기술인력의 연구자세 등을 종합하여 연구소설립에 부정적인 견해를 가졌다고 한다. 바로 그 당시, 원자력연구소 소장이셨던 최형섭 박사님이 앞장서서 한국과학기술의 발전가능 잠재력을 호소

하기 위하여, 비록 보잘 것 없는 민간 연구소이지만, 그 가능성을 찾을 수 있는 마지막 카드라 판단하고 RIMM으로 고문단을 안내하여 시찰하도록 주선했다고 한다. 그 결과, 시찰단은 비록 열악한 연구 환경과 시설이지만, 의욕적으로 열심히 연구하는 RIMM 인력들의 자세 등을 현장에서 확인하고, 그 후 KIST설립을 적극 지원하게 되었다는 일화가 있는 연구소로 알려졌다. 나는 일시적인 파견근무이지만 RIMM으로의 첫 출근 시, 초라한 건물과 시설을 보고, 조금은 실망하였다. 그러나 KIST 설립의 모체가 되었다는 연구원들의 의욕과 자부심은 대단히 높았으므로, 나도 이 연구소에서 많은 것을 배울 수 있다는 희망을 가질 수 있었다.

RIMM에서의 파견 훈련 첫 출근을 하고 보니, 나와 같은 연구원으로 김택제 박사와 전희봉씨가 며칠 먼저 출근하고 있었고, 약 10여명의 기능원들이 수개월 전 입소하여 이미 훈련을 받고 있는 중이었다. 그리고 후일 화학분석실장으로 오랜 기간 동안 같은 연구실에서 한식구로 불가분의 인연을 맺어 왔어온 고이종욱 선생님이 합류하셨다. 입소 후 받게 된 3개월의 수습기간동안 나는 이들과 더불어 화학분석의 기초부터 기기분석에 이르기까지 철저한 훈련을 받았다. 훈련지도는 당시 2년 선배 격으로 RIMM의 연구원이었던 이광우 박사가 담당하였다. 나중에 이 박사도 KIST 화학분석실에 합류하였다가 수년 후, 대덕연구단지의 한국표준과학원 화학부장을 지냈다.

3개월의 수습기간이 지나고 우리 3명의 연구원들은 각각 연구 과제를 받아 논문실험에 들어갔다. 나는 오준석 박사님의 지도하에 Co(III)와 salicylaldehyde의 금속 착화합물을 합성한 다음, X-ray diffraction, UV-VIS, IR, Flame emission spectrometry등을 이용하여 몇 가지 물리, 화학적 특성을 조사하고, 그 기하학적 구조를 규명하는 연구를 진행하였다. 오준석 박사님은 본래 무기화학 전공으로 서울사대와 서강대 화학과 교수를 거쳐 대한중석 전무를 역임하셨고, 후일 5.16 민족상을 수상하신 분이다. 아울러 그분은 매우 자상하고, 특히 우리 같은 젊은 연구원들의 고충을 잘 이해해 주셨기 때문에 비교적 인기가 있으셨다. 시간이 지날수록 연구소 생활에 익숙해지면서, 나는 RIMM 멤버들과 곧 잘 어울리며 나름대로 유익한 시간을 보낼 수가 있었다. 지금도 KIST 출신인 김택제 박사와 본인, 그리고 RIMM출신인 이재식 현 남서울대학 이사장님, 고윤식 전 대우중공업 화학분석실장, 이광우 박사, 이기준 전서울대 총장님, 차기원 인하대 명예교

수를 비롯한 몇몇 분들이 매년 한 두 번씩 정기적인 모임을 갖고 지난날들을 회상하면서 친목을 다지고 있다.

화학 분석실의 구성 1968년 초 화학 분석실장이신 양재현 박사님과 이종욱 선생님께서 미국 Battele Memorial Institute에서 수개월간의 연수를 마치고, 귀국함에 따라 분석실의 윤곽이 드러나게 되었다. 국내에서는 민간연구소를 운영해본 경험이 전혀 없었기 때문에 KIST는 모델이 된 미국 Ohio주 Columbus 소재 민간연구소인 Battele 연구소와 자매 결연을 맺고, 주요 연구요원들을 파견하여, 연구소 조직과 시설, 그리고 앞으로 수행해야할 연구업무 등을 배워오게 하였다. 화학분석실은 말 그대로 화학분석 업무를 주로 수행하는데, 첫째는 연구소 내의 각 연구실에서 필요로 하는 시료분석과 이에 관련된 정보를 제공해주는 일과, 두 번째는 국내 산업체를 포함한 기관이나 개인으로부터 의뢰하는 시료를 분석해주는 지원부서라고 할 수 있다.

신설 초기 분석실의 구성을 보면, 무기분석을 주로 담당하는 습식 분석실, X-ray 실, Emission 분광실, Atomic absorption과 UV-VIS 분광분석실, 전기화학 분석실, CNS과 유기분석을 담당하는 일반 유기분석실, IR실, NMR실, 질량분석실, 그리고 기체 크로마토그래피실과 더불어 기기 유지관리를 지원해주는 지원부서로 이루어졌다. 이와 같은 골격에 따라 본격적으로 실험실 시설과 각종 기자재를 도입계획을 수립하는 동시에 각 실에서 업무를 담당할 연구원과 기능원을 확보하는 일에 착수하게 된다. 분석실은 이미 실장님, 이종욱 선생님, 나를 포함한 3명의 연구원과 약 10여명의 기능원을 확보하고, 훈련을 하고 있었지만, 앞으로도 각 연구실을 담당하는 여러 명의 연구원 확보가 요구되었다. 68년 3월초 연구요원 공채를 통해 여덟 명의 연구원을 새 식구로 맞이하고, 앞으로 담당할 업무를 분담하였다. 그 면면을 보면, 무기분석의 X-ray실은 이종욱 선생님과 김윤호 박사, Emission 분광실은 김영상 박사, Atomic absorption과 UV-VIS 분광 분석실은 본인이, 습식 분석실은 김창홍 박사, 그리고 CHNS 원소분석실은 후일 본인의 아내가 되는 이경희 씨가 각각 맡게 되었다. 한편 유기분석의 일반 분석실은 엄태운 박사와 박송자 박사, NMR은 이만호 박사, IR은 전희봉씨, 기체크로마토그래피는 김택제 박사가 담당하였고, 기기 지원실은 전공이 좀 다른 전자공학의 이문형씨가 맡았다. 이와 동시에 업무량 등을 고려하여 적당수의 기능원들을 각 실에 배치하였다.



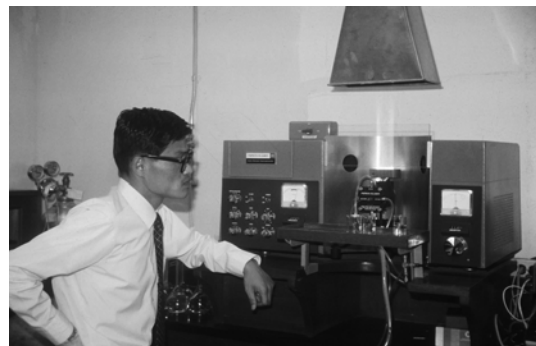
▲ 초기 KIST 연구원 시절

이와같이 분석실의 골격이 짜여 졌지만, 연구동 건물도 신축중인지라 각실 담당 연구요원들은 내가 훈련 받고 있던 금속연료연구소를 비롯하여 국립공업연구소, 국립지질조사소, 국립 보건연구원과 서울대등 유관 연구기관에 뿔뿔이 흩어져 각자 업무에 필요한 훈련을 받았다. 그러면서 각 실험실 담당 연구원들은 앞으로 도입될 기기 및 실험장비들의 세부적인 설비 계획을 수립해야 할 뿐만 아니라 주요담당 기기의 원리, 구조, 사용법과 유지 관리를 비롯한 응용방법 등을 확립해야 했다. 도입될 대부분의 기기들은 한 번도 사용해 본 경험이 없는 생소한 것들이기 때문에 분석실장님 주도하에 1주일에 한 번씩 신축중인 KIST의 적당한 공간에 모여 연구원들이 각자 담당하는 기기에 대하여 세미나를 시작하였다. 특히 내가 담당하게 될 Atomic absorption spectrometer는 개발된 지 오래지 않은 새로운 기기인지라 참고서적조차도 쉽게 구하기 어려웠다. 따라서 나는 국내대학과 연구소 도서관을 전전하면서 주로 미국 화학회가 발행하는 Analytical Chemistry로부터 관련 논문을 찾아 세미나 참고자료로 활용하였다. 나중에는 Dean등이 저술한 “Flame Photometry”와 Robinson저 “Atomic Absorption Spectrometry”의 단행본을 구할 수 있어, 원자흡수분광법에 대한 이해에 큰 도움을 받았다. 나는 세미나를 통하여 그동안 제대로 배우지 못했던 여러 가지 기기들의 원리 등을 습득하게 됨으로써, 후일 박사학위 논문 실험이나 대학에서의 강의와 연구에 유용하게 활용할 수 있었다.

그해 8월경 화학 분석실이 위치할 신축 제 1 연구동의 뼈대가 제 모습을 드러낼 즈음, 뿔뿔이 헤어졌던 연구요원들이 모두 흥룡 KIST로 출근하기에 이른다. 이때부터 연구요원들은 본격적으로 실험실 내부 시설과 설비공사에 착수함은 물론, 수시로 도입되기 시작

하는 발주된 기기들을 모두가 합심하여 제 위치에 설치하고 시운전 할 수 있도록 도우면서, 제각기 맡은 일들에 최선을 다하였다. 나는 이러한 경험들이 밑받침되어 나중에 잠시 옮기게 될 한국기계금속연구소의 연구동시설과 지금 몸담고 있는 경희대 중앙기기센터를 설립하는데 큰 도움을 받을 수 있었다. 정상적인 업무를 시작한지 몇 해가 지나가면서 분석실에도 약간의 변화가 찾아온다. 실장이시던 양 박사님이 연구담당 부소장으로 승진하신 후, 잠시 문탁진 박사님을 거쳐 이종욱 선생님이 실장직을 맡으셨다. 그리고, 갓 호주에서 귀국한 이광우 박사와 전기분석의 어용선 박사, 습식의 김선태 박사, X-ray 분광실의 김영만 박사와 윤창용씨, NMR의 문동철 박사 등을 포함한 연구원과 몇 명의 기능원들이 보강되었다. 그 당시 나와 몇몇 동료들은 직급이 연구원에서 선임연구원으로 승진하게 되고, 자연히 담당업무도 변화를 겪게 된다. 따라서 내가 맡고 있던 업무 외에도 습식 및 전기화학분석업무를 흡수하게 됨으로써 사실상 무기분석을 총괄하게 되었다. 자연히 담당 업무의 확대와 더불어 인력도 크게 보강되었다. 새로 입소한 김선태 박사는 습식 분석을, 약학 전공의 이석호 박사는 내가 담당하던 미량분석을 각각 맡았고, 12명의 기능원들이 업무를 지원하였다. 분석실 총인원의 절반정도를 차지하였으니, 당시 나의 담당 업무량이 어느 정도인지 짐작될 것이다.

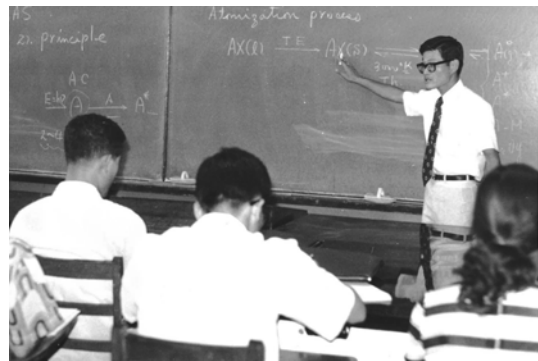
한편 내가 담당한 AAS는 비교적 새로 개발된 미량 금속분석 방법인지라 외부기관의 특강 의뢰가 적지 않을 정도로 인기가 있었다. 그중 기억나는 것은 연세대 대학원 주최로 방학을 이용하여 전국대학의 분석화학 전공교수들을 대상으로 한 기기분석 세미나와 대한화학회가 주최한 공업분석 세미나의 강사로 초빙



▲ KIST에 도입된 Perkin Elmer 303, Atomic Absorption Spectrometer

되어 강의를 한 것이다. 큰 강의실을 꼭 매운 200여명 정도의 청중들은 대부분이 대학교수나 공무원, 그리고 산업체에 근무하는 연구원들 이었다. 따라서 강연 후에는 그분들의 요청으로 여기 저기 불려 다니며 심심찮게 유명세를 치러야 하는 보람도 경험하게 되었다. 아울러 화학 분석실은 고유한 분석업무와 더불어 여러 가지 국제과제와 환경관련 프로젝트도 함께 수행하였다. 기억나는 몇 가지 프로젝트들을 들면, 1969년 미국의 아폴로 11호가 인류 최초로 달 표면에 착륙하여 채취해온 월석시료의 분석을 비롯하여, 울산 석유화학단지 및 포항제철 공업단지의 조성을 위한 사전 환경 기초조사 프로젝트와 서울시가 의뢰한 청계천과 남산 터널의 환경오염 조사 과제에도 김택제 박사와 함께 참여하였다. 특히 기존에 사용하던 불꽃원자 분광계를 up-grade시켜 새로 개발된 ppb order의 극미량 중금속 Pb, Cd, Hg을 분석할 수 있는 고온전기로 원자화 장치와 차가운 증기 생성장치가 국내 최초로 도입됨에 따라 자연히 나는 중금속분석, 아니 환경오염물분석의 전문가로 변신하고 있었다.

그 후, 나는 산업이 발전함에 따라 수반되는 중금속 오염에 관련된 크고 작은 프로젝트를 수행하는 동시에 식수를 포함한 각종 음용수, 농수산물, 식품으로부터 공기, 토양에 이르기까지 다양한 시료 중에 함유된 중금속 분석 결과를 학회에 발표함으로써 환경 분석 분야에 큰 관심을 가지게 되었다. 또한 그 당시 나는 AAS를 이용한 중금속 분석방법을 확립하게 됨으로써, 특히 예전부터 우리가 애용해온 김치독의 표면처리에 사용한 붉은색의 납산화물로 인하여 김치를 저장하는 동안 납이 김치 국물에 우리나라와 국민건강에 막대한 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다. 그 이후부터는 김치독과 같은 세라믹 제품을 비롯한 각종 공산품들에 중금속이 함유된 무기 안료를 사용할 수 없도록 규제하는 계기를 제공하게 된 것은 돌이켜보면, 지금도 마음 뿌듯한 일 중의 하나라고 기억된다. 이와 더불어 그 당시 일본에서 발생한 납, 수은 등 중금속의 오염으로 인한 소위 “이따이 이따이” 병이 국제문제로 대두되어 우리나라 원양어선들이 잡은 참치 등 각종어류를 미국에 수출하는데 많은 어려움을 받게 되었다. 이때 ppb이하의 극미량 수은을 비롯한 중금속을 분석하여 규제 함량 미달이라는 결과를 수출면장과 함께 보냄으로써, 수입금지라는 위기를 면할 수 있게 도움을 줄 수 있었던 것도 잊혀지지 않는 추억 중의 하나이었다. 이런 저런 이유 등으로 인하여 한때 나는 전공을 환경화학분야로 바꾸어 볼까하는 생각도



▲ AAS에 관한 이론 강의 중



▲ 울산석유화학단지 환경기초 조사

한 적이 있다. 당시 우리나라는 경제발전 도상에 있는 국가이기 때문에 미국, 일본 등 선진국과는 달리 환경오염에 대한 관심보다는 오직 생산에만 전력을 다할 시기이었으므로 국내에는 이에 대한 전문가가 거의 없는 실정이었기 때문이었다.

그러던 중, 우리나라도 경제발전이 본 궤도에 진입함에 따라 환경오염문제에 관심을 가지기 시작하였다. 그 결과, 몇몇 매스컴들이 발표된 연구결과를 서로 먼저 보도하려는 취재 경쟁을 하게 된다. 당연히 취재기자들은 다른 연구기관 보다도 KIST의 발표내용을 신뢰한 탓으로 나의 책상을 자주 기웃거리게 되고, 나는 관련 자료들의 유출을 막기 위해 이들과 숨바꼭질을 해야만 했다. 당시 몇몇 연구자들은 장기적이고 충분한 조사결과를 통계 처리하여 얻은 의미 있는 결과를 발표하기보다는, 워낙 환경오염에 대한 관심도가 높아 가는 사회적 분위기인지라, 단지 소수의 시료를 분석하고는 무책임하게 그 결과들을 매스컴에 발표하는 경우도 발생하였다. 그러다 보니 실제의 오염상태 보다는 오히려 발표된 보도를 무조건 믿는 일반 국민에

게 나쁜 영향을 미치게 되는 것은 당연한 일이다. 이것이 바로 환경오염보다 더한 정신적 오염이 된다는 회의감과 더불어 환경 분석이 앞으로 내가 전공해야 될 분야가 아니라는 판단으로 그 후부터 나는 분석의뢰를 제외한 환경시료분석과 조사업무를 중단하게 된다.

박사학위 과정 입학 해가 지나면서, 차츰 장래 발전을 위해서는 박사학위를 취득해야 된다는 분위기가 젊은 연구원들에게 무르익게 됨에 따라, 이들은 해외로 하나 둘씩 유학길에 오르게 된다. 고민에 빠진 연구소 당국은 유능한 젊은 연구 인력의 유출을 막기 위한 정책의 일환으로 서강대와 고려대 대학원 석, 박사과정에 진학할 수 있는 제도를 시행하였다. 그러나 서울대와 연세대는 강의만 듣고, 실험은 연구소에서 하는 소위 파트타임제를 허용하지 않았다. 비슷한 시기에 한국과학기술원(KAIST)이 설립되어, 그곳에서 상당수의 연구원들이 석, 박사과정을 거치게 된다. 나의 동료들은 서강대와 고려대의 석사과정에 앞 다투어 입학하게 되지만, 나는 입소 전에 이미 석사학위를 취득한지라 박사학위 과정을 밟기까지 학교선택은 물론 지도교수 선정에 어려움을 겪게 된다. 상당한 고민 끝에 나는 석사 지도교수님인 이길상 선생님의 허락을 받고, 분석실장님의 비공식적인 묵인 하에 73년 9월 연세대 대학원 박사과정에 입학하게 된다. 그 후 낮에는 틈틈이 연세대에 가서 강의를 듣고, 서둘러 연구소로 돌아와 밤늦도록 밀린 업무를 수행해야만 했으므로 눈코 뜰 새 없이 바쁜 시간을 보내게 된다. 2년여의 학위과정을 수료하고, 마침내 연구소에만 출근하여 학위 논문을 위한 실험을 착수하게 되었다.

당시 연세대 화학과에서 박사학위를 취득하려면, 최소한 두 편이상의 논문을 소위 SCI급 국제학술지에 발표해야 하는 내규가 엄격히 적용되고 있었다. 국내의 제반 여건을 고려할 때, 이러한 규정을 만족한다는 것은 대단히 어려운 일이었다. 그러나 나는 운이 좋은 탓으로 같은 분석화학 연구실의 선배로 박사학위를 갖 취득한 이대운 박사님의 도움과 더불어 우수한 연구소의 연구시설을 아쉬움 없이 이용할 수 있는 여건을 심분 활용할 수 있었다. 그 탓으로 나는 학점 취득 과정을 거치면서, 이미 “Anion Exchange Sorption Behavior of Benzoic Acid and Its Derivatives”란 논문을 Anal. Chem.에 발표 하였다.

76년 9월 학위과정에 입학한지 3년 만에 나는 박사학위를 취득하게 된다. 나는 만 33세의 비교적 젊은 나이에 박사학위를 받게 됨으로써 승진도 하고, 몇 개 대학에서 강의를 의뢰받는 등 내 주변에서 여러 가지



▲ 합성한 새로운 Chelate Agent Loaded Resin

신분변화가 일어나고 있는 것을 피부로 느낄 수 있었다. 그 후 수년간 서울대 해양학과에서 “해양화학”과 “해수분석”을, 연세대와 성심여대, 지금의 세종대인 수도여자 사범대등에서 “분석화학”과 “기기분석”을 강의 하는 바쁜 시간을 보내면서, 출강 대학교수님들과 학생들을 많이 알게 된 것도 큰 보람이라고 할 수 있다. 특히 나의 전공인 기기분석은 인기과목이었으나 그 내용이 광범위하여 전반적인 범위를 강의할 수 있는 교수가 드물었기 때문에 몇 대학의 교수님들은 나에게 특강을 의뢰하기도 하였다.

식초요법 발표사건 막 학위를 받고 잠시 여유를 즐길 즈음, 이길상 선생님께서 급한 호출이 왔다. 연탄가스 중독으로 질식한 사람에게 식초의 증기를 흡입시키면 빠른 시간 내에 의식을 회복시킬 수 있다는 경험자의 제보가 있으니, 쥐를 포함한 동물 실험을 하여 그 효과를 확인하라는 명령이었다. 그 자리에는 한

양대 의무부총장이셨던 이병희 박사님도 함께하셨다. 당시 나는 전공과 동떨어진 의외의 지시라고 생각했지만 감히 선생님께 거절할 처지가 아니었다. 당시 우리나라는 주된 가정 연료가 장작 같은 나무로 부터 연탄으로 대체된 시기이었다. 그러다보니 연탄이 불완전 연소 시 발생하는 일산화탄소가 함유된 연탄가스 중독으로 인하여 연간 교통사고 사망자를 훨씬 초과하는 피해자가 속출하고 있었다. 따라서 연탄가스 중독문제는 사회적인 큰 관심사로 떠오르게 되었고, 정부당국에서는 이에 대한 피해를 줄이기 위한 대책의 일환으로 연탄가스 중독 예방이나 치료방법을 발명하는 연구기관이나 사람에게 상당한 현상금을 걸 정도이었다. 이병희 박사님은 한양대로 가시기 전에 연세대 의무부총장으로 재직하셨으며 생리학 분야의 대가라는 것을 익히 들은바 있는지라, 나는 그 분의 명성을 믿고 동물실험에 착수 하였다. 우선 중독 예방효과를 확인하기 위한 예비실험으로, 나는 밀폐된 chamber 속에 토끼를 넣고 일산화탄소 기체로 질식시킨 다음, 토끼의 코를 통하여 숨에 묻힌 식초 증기를 흡입시켰다. 그 결과 질식된 토끼가 신기할 정도로 빠른 시간에 정상으로 회복되는 것이 아닌가? 그 후 몇 번의 반복실험에서도 같은 효과를 나타내는 것을 확인한 나와 실험을 도와준 이원규씨는 물론, 설마하며 실험을 지켜보던 주변 동료들도 모두 놀라지 않을 수 없었다. 즉시, 나는 예비실험 결과를 이길상 선생님과 이병희 박사님께 보고 드린 다음, 향후 이에 대한 구체적인 실험계획을 수립하고 본격적인 실험에 착수하게 된다. 나는 일산화탄소 중독 후 식초증기흡입으로 회복된 동물의 혈액을 채취하여 헤모글로빈의 조성 변화를 포함한 이화학적인 현상을 조사하는 실험을 담당하고, 이병희 박사님은 한양의대 생리학교실의 연구진과의 학적인 현상을 조사 규명하는 실험을 담당하도록 연구를 분담하였다. 몇 개월의 연구를 진행한 결과, 비록 중독예방효과의 메카니즘을 규명하지는 못하였지만 일산화탄소기체에 중독된 동물에 식초증기를 흡입시키면 적혈구수와 맥박이 증가하는 등 여러 가지 생리적 작용으로 중독으로부터 회복할 수 있다는 연구 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 우리 연구팀은 76년 2월말 한양대학병원에서 중간 연구결과를 발표하게 된다. 앞에서 언급한 바와 같이 당시에는 연탄가스 중독 예방 방법은 알려진 것이 없고, 단지 고압산소장치를 이용하여 중독된 환자를 치료하는 방법이 보급되어 있을 뿐이었다. 그러나 고압산소 치료장치는 상당히 고가이므로 일반병원에는 널리 보급되지 못하고 대학



▲ 캐나다 몬트리얼 국제혈액학회에서 식초요법 연구 발표 및 당시 신문 보도내용

부속병원과 같은 규모가 큰 병원에만 설치된 정도이었다. 그러다보니 응급환자가 발생하여 고압산소기가 설치된 병원을 찾아가는 동안이나 설령 어렵게 병원을 찾아 가더라도 상당수의 중독환자들이 응급실에 대기할 수 밖에 없었다. 따라서 치료시기를 놓쳐 식물 인간이 되거나 사망에 이르는 불상사가 빈번하게 발생하는 상황이었다. 그러나 소위 “식초요법”은 중독환자 발견 즉시 또는 병원으로 이송하는 동안 손쉽게 응급치료를 받을 수 있기 때문에 피해를 상당수 줄일 수 있을 것이라고 판단하였다. 따라서 연구팀은 비록 중독회복 메카니즘을 규명하지 못한 중간결과이지만 이를 발표하기에 이른다.

발표를 마치고 밤늦게 집에 돌아오니 이미 방송에서 톱뉴스로 보도되었다는 사실을 나는 놀란 나머지 호들갑을 떠는 아내로부터 듣게 되었다. 화면에 두 분 선생님과 함께 기자와 인터뷰하는 나의 얼굴은 물론 인적사항까지 자세히 소개하면서 발표내용을 보도하느라 상당한 시간을 할애하고 있었다. 그 다음날 발표내용은 조, 석간 신문의 1 면과 사회면의 톱기사로 보도되었음은 물론 연일 마스크의 화제거리로 오르내렸다. 이것은 중간 발표내용이 당시 최대의 사회적 관심사중의 하나였다는 뜻도 있었지만, 나를 제외한 두 분이 워낙 학계에서 명성이 있으신 분들이라 마스크에서 더욱 큰 관심을 가진 것 같았다.

무명에서 일약 유명 과학자로의 변신 식초요법 발표로 무명의 연구원에 지나지 않았던 나는 졸지에 장래가 촉망되는 젊은 과학자로 변신하기 시작하였다. 당시 나는 유명 여성 인기 탈런트들과 단독 인터뷰도 하면서, 연일 방송에 불러 다녔다. 또 한편으로 나는 정부기관에 발표내용을 브리핑하는 등 연구소에서의 본연의 업무를 뒤로 한 채 한동안 눈, 코 뜰 수 없을 정도로 바쁜 시간을 보내게 된다. 식초요법은 한양대

병원에서 직접 연탄가스 중독환자에 시험 치료를 시도하고, 전국 각지에서 효과를 보았다는 기사가 잇따르면서 연구진들을 크게 고무시키기도 하였지만, 잘못 사용에 의한 부작용도 심심찮게 들려 왔다. 식초(약 4% 아세트산)의 증기를 코 속으로 천천히 흡입시켜야 되는데, 급한 나머지 진한 빙초산을 코나 입속으로 그냥 들어부어 화상을 입는 등 웃지 못할 사건들도 일어나고 있었다. 당시 일부 학자들은 이런 부작용을 빌미로 식초요법에 대한 반대의견을 강하게 제기하기도 하였다. 사실 그로부터 수십 년의 세월이 지난 요즘에는 많은 사람들이 소위 웰빙 건강식품으로 거의 매일 과일 식초를 애용하며, 큰 부작용 없이 나름대로의 건강을 유지하는 것을 보면, 반대만을 위한 그들의 주장(?)은 만시지탄이 아닐 수 없다. 서울특별시를 비롯한 정부기관에서 후속 연구비를 지원함에 따라 나는 연세대의대 생리학교실 연구진들과 공동으로 중독 회복 메카니즘 규명을 위한 본격적인 연구를 착수하였다. 약 4년여의 시간을 보내는 동안 성공과 실패를 거듭하면서 연구팀은 어느 정도 의미 있는 결과를 얻기도 하였지만, 만족한 최종 결론에 도달하기는 어려웠다. 그러나 나름대로 얻어진 결과들을 정리하여 80년 여름 캐나다 몬트리올에서 개최된 국제혈액학회에 발표를 하고, 국제생리학회지와 대한의학회지에 3편의 논문을 발표하였다. 이와 동시에 몇 분은 우리의 연구와는 별도로 식초가 뇌신경에 미치는 영향 등을 연구한 논문으로 연세대 의대에서 석, 박사학위를 취득하는 성과도 얻게 된다. 그때 즈음, 연구를 지휘하시던 이길상 선생님은 정년퇴임 후 가족과 함께 미국으로 떠나셨고, 이병희 박사님은 한양대 총장의 중책을 맡으시면서 연구가 답보 상태로 들어가게 된다. 더욱이 일부 영리적인 목적만으로 사업을 추진하는 인사들이 우리 연구팀을 선전용으로 이용하려는 정신적인 시달림으로 연구 의욕을 상실하기도 하였다. 또한 당시의 경제사정이 호전됨에 따라 가정의 주 연료가 연탄으로부터 유류나 도시가스로 전환하는 시기를 맞이하게 되면서, 연탄가스중독 문제는 차츰 사회적인 관심으로부터 멀어지게 된다. 그동안 물심양면으로 연구를 지원해 주었던 정부 관계자들로부터 “식초요법”의 발표 덕분에 연간 교통사고 사망률보다 연탄중독에 의한 사망률이 크게 감소하였다는 통계결과를 듣는 것으로 나는 5년여에 걸친 연구를 사실상 종결하려는 결심을 하게 된다.

정들었던 KIST를 떠나 KIMM으로 1967년부터 78년까지 만 12년간 KIST에 재직하는 동안 나는 비교

적 잘 나가는 좋은 세월을 보냈다. 그러면서도 개인적인 사정이나 장래를 고려할 때 좀 더 나은 다른 직장으로 옮기려는 유혹을 떨쳐버리기 어려운 고민에 몇 번 빠진 적이 있다. 박사학위를 취득하고 “식초요법” 발표로 한창 소란을 피우던 와중에도 나는 몇몇 대학과 기업으로부터 스카웃 제안을 받게 되지만 실현되지 못하였다. 그 중에서 막 종합대학으로 승격되는 대구소재 G대학에서 아파트와 이사비용을 제공하는 조건으로 나를 유치하려는 제안은 잠시 마음이 흔들릴 정도로 매력적 이었다. 그러나 막상 학교를 방문하였을 때, KIST에 비해 열악하기 짝이 없는 연구시설과 환경 등을 둘러보며, 나는 포기를 서둘렀다.

70년대 중반을 넘어서면서 과학기술 발전을 뒷받침할 정부출연 전문 연구소와 기업연구소들이 대덕 연구 단지를 중심으로 설립되면서, 각 연구소들은 우선적으로 연구 인력의 충원을 서둘렀다. 자연히 경험도 많고, 잘 훈련된 KIST 연구요원들이 우선적인 스카웃 대상이 되었다. 따라서 동료 연구원들은 직급이나 대우가 현재보다 상당히 향상될 수 있는지라, 전직을 매력적으로 생각하게 되었다. 그 결과 한국화학연구소, 한국원자력연구소, 한국표준연구소 등으로 유능한 연구원들이 자리를 옮겨갔다. 78년 초 나에게도 창원 기계공업단지에 설립되는 한국기계금속연구소(KIMM)로부터 재료시험 부장 대리 겸 화학분석 실장을 맡아달라는 제안이 들어왔다. 물론 선임연구원인 현재의 직급을 책임연구원으로 승진시킨다는 조건을 곁들이면서... 그 외에도 창원으로 이전 시 대형아파트는 물론 승용차 제공은 부수적인 조건들 이었다. 당시 나는 박사학위취득으로 동료들보다 호봉이 앞서가는 편이었지만, 지금의 선임연구원에서 책임연구원으로 승진하려면 적어도 한 두 해는 족히 기다려야 하는 상황이었기 때문에 KIMM의 파격적인 제안에 솔깃할 수 밖에 없었다. 이렇듯 KIST 연구원들에게는 신설 연구소로 옮겨가려는 분위기가 상당히 높아가는 터라, 결국 나도 전직을 결심을 하게 된다.

78년 9월초 정들었던 KIST를 떠나 여의도 기계회관에 임시 사무실을 두고 있는 KIMM으로 첫 출근을 하였다. 연구소 건물을 창원에 신축중인 설립 초기인 지라, 나는 실험실 lay out은 물론 각종 실험기자재의 도입 및 인력 충원에 이르기까지 해결해야 할 일들이 태산 같았다. 나는 화학분석 실장과 재료시험연구부장을 겸직하게 된지라, 화학분석실을 비롯하여 재료시험부 소속 물리시험실, 부식방지 연구실 등의 업무를 함께 수행해야 하는 것이 큰 부담이 되지 않을 수 없었

다. 그러나 실장급 연구요원을 비롯하여 연구원과 기능원들을 한국과학원과 KIST, 그리고 산업체로부터 상당수 확보하면서, 나는 KIST 설립초기에 얻은 경험을 되살려 비교적 순조롭게 업무를 수행해 나갈 수 있었다. 일부 연구요원들은 KIST를 비롯한 연구기관에 의뢰하여 훈련을 보내고, 나는 연구시설과 장비를 확보하면서, 수시로 신축중인 창원 연구동을 방문하여 공사 진행상황을 점검하는 일들에 대부분의 시간을 할애하였다.

해가 바뀌어 1979년 신년하례식 때 KIMM이 구로동 소재 정밀기기센터(FIC)를 흡수 합병하게 된다는 발표가 있었다. 이것은 연구소 내에서 연구부장급으로, 속칭 서열 네 번째인 나도 전혀 낯을 볼 수 없었던 의외의 소식 이었다. KIMM이 앞으로 수행해야 할 정밀기계 검사업무 일부가 FIC의 고유 업무와 중복됨으로써 이를 일원화하기 위한 구조조정이었다. 신임 소장님이 취임함에 따라 서둘러 KIMM도 세 들었던 기계회관을 떠나, 구로동 FIC 캠퍼스로 옮겨가게 된다. 명목상으로는 KIMM이 FIC를 흡수한 것이지만, 오히려 실제 내용은 정반대인 셈 이었다. 한 식구가 된 두 기관의 성격으로 짐작할 수 있듯이 직원들의 캐릭터도 서로 달라, KIMM 연구요원들은 국내 외에서 석, 박사학위를 취득한 배경을 가진 학자내지 연구원 스타일이고, FIC의 경우는 숙련된 기술자의 분위기를 풍겼다고 기억된다. 여러 가지 면에서 다소 이질적인 두 기관이었지만, 소장님의 리더십에 힘입어 합병 작업이 신속하게 진행되었다. 합병 전에 이미 연구소의 설립 목적에 따라 업무내용과 추진 방향, 구조 및 조직 등 제반사항들이 수립되어 있었지만, 전향적으로 재검토하라는 다분히 군대식인 소장님의 지시가 내려졌다. 특히 구조와 조직은 백지상태에서 다시 수립하되, 그 책임자로 KIMM측 대표는 본인을, FIC측은 시험소장으로 있던 분을 임명하고 두 사람에게 전권을 위임하였다. 이 같은 결정에서 FIC측 대표는 명실 공히 FIC 제 2인자로 소장님의 신임을 받는 분인지라 어느 정도 이해할 수 있었다. 그러나 나의 경우는 너무나도 의외의 일이라 나 스스로도 납득하기 어려운 결정이었다. 왜냐하면, 나의 전공이 연구소 성격상 메이저가 아닌 마이너이었음은 물론, 경력으로 미루어 보더라도 모든 점에서 선배인 두 분의 선임자가 있었기 때문이었다. 당연히 그 두 분 중에서 한분이 KIMM측 대표로 선임되는 것이 순리라고 생각했다. 그러나 나는 여러 번의 고사 끝에 더 이상 되 물릴 수 없는 상황이라고 판단하고, 그대로 결정을 수용하게 되지만, 왜 하필 나

일까? 하는 의구심은 지울 수 없었다.

그 후 전권을 위임 받은 두 사람은 한 달이 넘는 오랜 시간 동안 밤늦도록 그야말로 밀실에서 백지위에 그렸다가 지우기를 거듭하면서 편제를 확정하고, 각 부서에 필요 인력을 배치하는 고된 작업을 마무리 하기에 이른다. 작업도중 내용이 밖으로 유출될 때 예견되는 부작용을 최소화하기 위해 철저한 보안 조치를 취한 탓으로, 모든 연구요원들을 궁금중으로 시달리게 했다. 궁금중에 못이긴 KIMM 식구들이 매일이 다시피 야밤중이나 새벽녘에 전화로 지쳐 잠든 나를 괴롭혔지만 본의 아니게 이를 피하지 않을 수 없었다. 팔이 안으로 굽는다는 것이 인지상정이 아니더라도, 나는 자연히 KIMM 멤버들의 적성이나 능력을 반영하여 적재적소에 배치되도록 최대한으로 노력하였다. 그러나 의도적(?)으로 배제하려는 두 분의 선임자와 대기업에서 스카웃한 몇몇 분들이 내가 KIMM에서 경희대로 옮긴 얼마 후에 사직하셨다는 소식을 듣고, 나는 몹시 마음 아파했다.

이런 상황 속에서도 소장님께서 선임자들을 뒤로 물리고, 하필이면 나를 그야말로 중대사를 결정하는 파트너로 선임했을까? 하는 의구심이 계속 내 마음 한구석에 자리하고 있었다. 비록 지금은 막강한 파워를 가진 실세로 등장하고 있지만 언젠가는 선임자들이 당하는 것처럼 나 역시 비슷한 상황에 처하지 않는다는 보장을 과연 할 수 있을 것인가? 이런 저런 피해 의식에 쫓겨 될 즈음, 79년 2월 중순경 대학은사이 신 경희대 화학과 박규창 교수님께서 부처 경희대로 옮길 것을 제안 받게 되고, 나는 다시 예기 찡은 고민에 빠지게 된다. KIST에서 KIMM으로 옮긴지 고작 6개월, 이제 막 어려운 일들을 처리하고 연구소 일에 전념하려는 이 시점에, 또다시 나는 신상에 큰 변화를 예고하는 제안을 받고 보니 몹시 당황하였다. 그러나 나는 앞에서 밝힌 바와 같은 피해 의식이 교차되면서, KIMM에서의 아쉬움을 남기고, 결국 경희대로 자리를 옮길 결심을 하게 된다

학회 활동

대한화학회 대학을 비롯하여, 연구소나 산업체에서 연구생활을 하는 사람들은 학회에서 자신의 연구결과를 발표하고, 또 학회를 통하여 연구에 필요한 각종 정보를 얻게 된다. 해방 후 1950년 대한화학회가 창설되었지만, 나는 대학시절에 고작 약간의 출판물을 받아볼 정도이었지 막상 학회가 어떠한 역할을 하는 기

관인지 알지 못하였다 나는 1966년 가을 경북대에서 개최된 대한화학회에서 석사논문을 처음으로 발표하게 됨에 따라 비로소 학회의 기능과 중요성을 대강 알게 된다. 그 후 KIST 설립을 계기로 해외에서 과학자들이 유치되어 인구가 늘고, 화학을 포함한 이공분야의 인식이 높아짐에 따라 학회가 활성화되기 시작한다. 나는 KIST에 입소하여 훈련을 받는 동안 선배 교수님들의 지도로 2편의 논문을 대한화학회지에 발표하고, 정회원을 거쳐 70년 초 학회 종신회원으로 가입함으로써 나름대로 본격적인 학회활동을 시작하게 된다. 종신회원 가입비는 정회원 연회비의 약 10배정도 되는 거금이라고 기억된다. 그 후 나는 AAS를 이용한 미량 중금속 분석에 관한 몇 편의 논문을 발표하는 동시에 학회의 요청으로 “원자흡수분광법의 원리”라는 총설을 대한화학회의 기관지인 “화학공업의 진보”에 게재하는 등 당시 동료들에 비하여 학회 활동에 적극성을 가졌다고 할 수 있다.

76년 박사학위를 취득한 직후 대한화학회가 주최한 “공업분석세미나”에 강사로 참여하게 됨으로, 화학분야에 이름을 널리 알리는 기회를 얻게 된다. “공업분석세미나”는 대학이나 연구소 및 산업체 등 각계에서 분석업무를 담당하는 분들에게 새로운 분석기구나 방법을 강의하고, 실제로 실험하게 하는 교육 훈련 프로그램으로 인기가 상당히 높았다. 아울러 수입도 만만치 않아 공업분석 세미나는 학회재정에 주요 수입원이 되었다. 그러나 나는 박사과정에서 얻은 연구 결과를 대학원 졸업규정에 따라 Anal. Chem.에 2편의 논문을 게재하는 준비와 더불어 “식초요법” 발표로 인하여 후속 연구수행 해야만 했다. 또한 나는 연구결과를 국제 혈액 학회지”와 “대한의학회지” 등에 논문을 게재하는 등 외도의 길을 걷게 됨으로써, 70년대 말에서 80년 초까지 4.5년간 대한화학회 활동에 약간의 공백을 가지게 된다.

79년 3월 나는 약 13년간의 연구소생활을 청산하고 경희대 교수로 자리를 옮기면서 그동안의 외도를 마감하고 학회로 회귀하게 된다. 내가 관장하는 분석화학연구실에 대학원 석, 박사과정 대학원생들이 속속 들어오는 것을 계기로 학회활동이 다시 활성화되기 시작하였다. 대학원 제자들이 의욕적으로 열심히 연구에 몰두해준 결과로 매년 2-3편의 논문을 꾸준히 발표하고, 그룹을 지어 매년 봄, 가을 개최되는 학회에 참가하였다. 85년 초 학회 기획 간사를 맡게 됨으로써, 학회 행정에 직접 참여하게 된다. 학회 임원으로 회장은 한만운 고려대 교수님 이셨고, 간사장으로 서울대

이윤영 교수님, 총무간사에 양철학 서울대 교수, 학회지와 화학공업 진보지 편집간사로 한양대 이철 교수와 고려대 김영상 교수, 그리고 기획 간사인 본인으로 구성 되었으며, 실질적인 학회 행정과 살림은 간사장과 간사들이 꾸려나갔다. 기획 간사는 주로 신규 각종 학술 행사 및 대내외 사업을 계획하고 추진하는 동시에 늘어만 가는 학회재정 확보를 위한 새로운 수입원을 창출하는 동시에 회원 수를 배가 시키는 등 업무내용이 매우 다양하였다. 서울대 장세헌 교수님의 주선으로 학술원에 소장된 의, 약학을 포함하여 자연과학과 공학 분야를 총망라한 학술지들의 논문초록을 재정리하여 초록집을 출판하는 용역을 수행하였다, 이와 더불어 한만운 회장님의 제안으로 공업진흥청의 용역을 받아 “화학유해 물질의 처리법”에 관한 자료집을 만들고, 그 일부를 “화학공업의 진보지”에 연재함으로써 유해물질 취급자들에게 그 위험성을 경각시키는 동시에 안전 처리법과 사후 대책을 인식시키는 계기를 마련하였다. 특히 학술원의 초록집 용역사업은 수많은 학회지의 방대한 논문초록들을 통일된 규격에 따라 재정리하는 것만으로도 힘겨운 일이었다. 또한 학회들마다 서로 다른 학술용어들을 의미에 맞도록 번역하고, 심지어 상당수의 학회지들은 초록자체가 없는지라 이 경우 초록을 작성하는 일에 많은 인력과 시간을 소비해야하는 어려움을 경험하였다. 기획간사 책임 중에 무엇보다 역점을 두고 수행한 업무는 그동안 매년 개최해 왔던 공업분석세미나를 한 단계 높여 획기적으로 발전시키는 일과 지방 주요 도시에 결성되어있는 학회 지부를 활성화 시키고, 신규 회원들을 확보하는 일이었다. 그해 KIST에서 열린 공업분석세미나에는 강의내용이나 참가인원 등으로 미루어 보나 예년과 비교할 수 없을 정도로 성황리에 개최됨으로써 새로운 전기를 마련하는 계기가 되었다. 그리고 가끔 간사장님과 지방 지회를 순방하면서 그곳 임원들을 격려하고, 지회 발전을 위한 긴밀한 협조를 나누었다. 특히 지회임원들은 도착하여 떠날 때까지 우리일행을 적극 지원하는 성의에 감명을 받고, 이후 그 분들이 회의 차 학회에 출장을 올 때면 그분들의 고마움에 보답하고, 친목을 다지는 의미에서 소위 경제적이면서 내용이 충실한 강남의 유흥가를 찾아 회포를 풀었던 것들이 기억난다. 일 년 동안 잘 다져진 간사진들의 팀웍으로 학회가 재도약 할 수 있는 기반을 마련하고 우리의 임무를 마치게 된다.

그 당시 점점 학회 기구가 팽창되고, 회원 수가 증가함에 따라 전공별로 세분화된 분과회가 활성화되기

시작한다. 나는 자연히 전공에 따라 “분석화학 분과회”의 회원이 되고, 분과회에서 추진하는 각종 학술행사와 workshop, 그리고 정부나 산업체의 용역사업에 적극 참여하여 활동하게 된다. 1970년대 후반부터 나는 화학기술진흥위원회(1977-1991), 화학재해대책위원회(1984-1990) 화학술어위원회(1984-1997), 화학교육 및 국제협력위원회(1984-1986), 등의 상임위원으로 학회 일을 도왔다. 아울러 1년간 미국 교환교수로 다녀온 다음, 환경안전위원회(1990-1992), 화학정보위원회(1993-1997) 및 지구환경위원회(1994-1996)의 위원을 비롯하여 학회이사(1993-1994), 분석화학 분과회 총무(1994-1996)를 거쳐 98년 분과회 회장을 맡아 분과회 발전에 최선을 다하게 된다. 그 후 나는 가까운 몇몇 분들로부터 대한화학회 회장의 출마 권유가 있었으나 호주 교환교수로 가야하는 계획 등 여러 가지 개인사정으로 사양 하였다.

한국분석과학회 그동안 우리나라 분석화학 분야의 학술활동은 대한화학회 분석화학분과회 중심으로 이루어져 왔다. 당시 약학, 식품, 금속 환경 등 여러 분야에서 종사하는 분석관계학자나 기술자들이 상당수 있었지만, 각각 뿔뿔이 흩어져 소속된 분야의 학회에서만 활동하는 실정이었다. 그러다 보니 서로가 가지고 있는 새로운 학술적 정보나 기술들을 교환하고 공유하기 어려운 등, 학회 활동에 많은 제한이 따랐다. 우리보다 앞서있는 이웃 일본은 이런 점들을 고려하여 일찍이 출신 학문 배경이나 소속기관의 업무내용을 초월하여 통합된 학회를 구성하고, 학술활동을 하고 있었다. 약 2만 명이 넘는 회원을 확보하고, 광범위한 학술활동을 하고 있는 일본학회에 비해서 우리의 경우는 모든 면에서 열악하기 짝이 없는 실정이었다. 당시 뜻있는 몇몇 분석화학자들은 통합된 학회를 결성해야 한다는 생각을 가지고 있던 차에, 87년 당시 과학기술처 장관이신 박금식 박사님의 제안으로 “한국기기분석학회” 창설을 위한 준비위원회가 구성된다. 준비위원으로는 화학분야에서 연세대 이용근 교수님, 건국대 박면용 교수님, 고려대 김영상 교수, KIST의 김택제 박사, 한국자원연구소의 성학제 박사와 김낙배 박사, 그리고 본인이 참여하였고, 약학에서는 서울 약대 박만기 교수, 금속재료와 화공에 KIST의 최주 박사와 정형진 박사. 환경에 국립보건 환경 연구원의 최덕일 박사 외에도 농학, 식품분야의 대표들로 구성되었다. 여러 번의 회의를 거쳐, 창립총회가 88년 1월 20일 KIST대강당에서 많은 회원들이 참석한 가운데 성황리에 개최 되었다. 초대회장으로 박금식 박사가

추대되었고 각 분야에서 부회장이 추천되었으며, 총무이사로 성학제 박사, 편집이사로 박면용 교수님이 지명되어 설립초기 학회를 이끌어 갔다. 나를 비롯한 몇명은 이사로 참여하였지만, 나는 그 해말 미국 Houston대학으로 일년간 교환교수로 떠날 예정에 있어 별다른 활동은 없었다.

1990년 내가 미국서 귀국할 즈음, 학회명칭이 “한국기기분석학회”에서 보다 포괄적인 의미를 갖는 “한국분석과학회”로, 학회지도 일본분석학회지인 “Analytical Sciences”와의 중복을 피하기 위해 지금의 “분석과학 (Analytical Sciences & Technology)”으로 변경되었다. 박금식 초대회장님을 비롯한 초기 임원들이 두 번의 임기를 마치고, 각 분야가 교대로 회장을 맡는다는 약속에 따라 3대회장으로 재료분야의 KIST 최주박사가, 그리고 총무이사에 김택제 박사, 편집간사에 김영상 박사가 학회 살림을 꾸려가면서 회원수도 많이 증가하는 등 학회가 본 궤도에 오르게 되었다. 제 4대 회장으로 화학분야의 박면용 교수님이 취임하면서, 총무이사로 본인이, 편집이사로 김영상 교수가 중임되었다. 당시 대한화학회 분석분과회회장이 자동적으로 한국분석과학회의 부회장되고, 그 다음 차례가 되면 회장을 맡는다는 약속에 따른 것이었다. 나는 학회에서 계획하는 사업을 추진하고 재원확보에 역점을 두었는데, “기기분석 세미나”와 기기전시회를 개최하고, 포항제철 산업기술연구소와 철강표준물질 제조를 위한 용역 사업을 추진하는 동시에 회원간의 친목을 도모하려는 목적으로 여름휴가를 겸한 세미나를 강릉 등지에서 개최하기도 하였다. 그 중에서 특히 하게 세미나는 경비 일부를 학회에서 지원하고, 관광, 등산, 낚시 등과 같은 여가 프로그램을 준비한 탓에 회원들의 호응도가 매우 높았던 것으로 기억된다. 그러자니 자연히 재원마련에 영인과학(주), 동일교역(주) 등 기기 관련회



▲ 대한화학회 초청 구 소련 과학 아카데미 회원 특별강연



▲ 한국분석과학회 박금식 초대 회장님께 감사패 증정

사들을 상당히 괴롭히지 않을 수 없었다.

그 후 총무이사의 임기를 마친 다음에는, 이사, 감사, 평의원으로 학회 일에 참여하였다. 2000년 들어 그동안 약학부문의 박만기 교수와 화학의 김택재 박사에 이어 환경분야의 최덕일 한국환경연구원 원장이 맡던 회장 차례가 나에게 돌아왔다. 그러나 나는 호주 시드니의 New South Wales Univ.에 교환교수로 출국해야 하는 일정 등을 고려하여 김영상 교수를 회장으로 추천하고 호주로 떠났다. 귀국 후, 나는 2004년 임기가 2년에서 1년으로 단축된 회장을 맡고, 총무이사로 KIST 특성분석 센터장인 이강봉 박사, 편집이사는 한국화학연구소 화학분석실장인 이석근 박사를 중임하고, 나의 제자인 KIST의 김연제 박사가 총무간사로 학회 살림살이를 맡았다. 김영상 회장 때부터 봄, 가을 년 2회 열리는 학회가 휴양지인 설악산 일성콘도, 경주교육문화회관 등지에서 개최되었다. 그동안 대학이나 연구소시설을 이용하여 왔으나 공간 확보에 어려움이 따르는 탓도 있었지만, 휴양지에서 열리는 것에 대한 회원들의 호응도가 오히려 높았고 성황리에 치를 수 있게 되었다. 내가 회장이 되면서 회원들의 희망을 반영하고 수준을 좀더 높이면서 제주 라마다 호텔, 설악 호텔에서 질찬리에 학회를 개최하였다. 매번 평균 약 400여명의 회원들이 참가하였고, 특히 젊은 연구원들을 비롯한 대학생들의 참가의욕을 높여려는 흥미있는 프로그램도 함께 준비하였다.

한편 내가 회장을 맡을 당시 분석과학회지가 한국 학술진흥재단이 선정하는 1급 학술지로 등재되지 못한 등재후보지로 있었다. 학회 설립초기 “분석과학”지는 년 2권 발간되었다. 그 후 초대 편집이사인 박면용 교수님, 그다음 김영상 교수, 국립과학사연구소 소장인 박성우 박사, 한국화학연구원의 이석근 실장으로 이어지면서, 제출 논문수가 증가하고 재정적인 뒷받침

이 이루어짐에 따라 현재는 년 6권으로 증간되었다. 논문수 뿐만 아니라 논문의 질도 향상되고, 인용횟수도 증가하는 등 인정해주는 학회지로 발전하였지만, 1급 학술지로는 선정되지 못한 상태로 있었다. 내가 회장이 되면서 분석과학회지의 등재지 선정이 무엇보다 우선적으로 처리해야 할 과제로 판단하고, 박성우 박사와 이석근 박사의 노력에 힘입어 2005년 1급 학술지로 승인 받게 된다.

또한 다음에 좀 더 자세히 언급하겠지만, 한국분석과학회는 95년과 2007년 한국에서 개최된 “ASIANALYSIS”에도 크게 기여하게 된다. 특히 2007년 당시 회장인 문동철 교수와 총무이사인 이종해 박사의 용담으로 한국분석과학회가 적극 협조함으로써 제주에서 개최된 9th ASIANALYSIS를 성공적으로 치르게 된다. 아울러 한국분석과학회는 국제학술교류를 확대하려는 사업의 일환으로 호주 분석화학회 회장인 Hibbert 교수와 Merriotte 교수와 구두 협정을 맺고, 나와 한국표준과학원 소헌영 박사의 주선으로 시드니에서 개최된 “Interact 2002”에 약 30여명의 한국분석과학회 회원들이 참가하게 된다. “Interact 2002”는 “ASIANALYSIS”와 성격이 비슷하여, 분석화학뿐만 아니라 환경 등 분석관련 분야가 모두 참여하는 학술 발표회라고 할 수 있다. 앞으로 양국에서 교대로 학회를 개최하고, 지속적으로 학술 교류를 확대 발전시키는 약속이 있었으나 학회차원에서 더 이상의 진전이 없었던 것은 아쉬움을 남긴다.

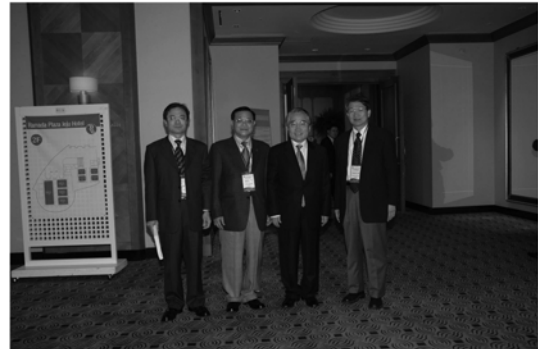
그러나 한국분석과학회는 본인이 회장을 사임한 이후 법과학 분야의 박성우 박사, 화학의 KIST 특성분석센터장인 김영만 박사, 약학의 충북대 문동철 교수, 화학의 김일광 원광대 교수를 거쳐 현회장인 한국화학연구원의 이석근 박사에 이르기까지 괄목할 만한 발전을 거듭하여 명실공히 국내외적으로 인정받는 학회로 성장하게 된 것은 마음 뿌듯한 일이다.

ASIANALYSIS 1985년으로 거슬러 올라가 대한화학회 분석분과회에서는 회장님이신 서강대 정구순 교수님 연세대 이용근 교수님과 이대운 교수님 건국대의 박면용 교수님 등이 주축이 되어 한국과 일본의 분석화학 심포지움이 열리게 된다. 한국과는 달리 일본분석과학회는 회원수도 많고 조직이 방대하였다. 초기에는 이용근 교수님과 교분이 두터운 큐슈대학의 우에노 교수님이 주축이 된 일본분석학회 구주지부가 주된 파트너가 되었다. 한 일 분석화학 공동 심포지움은 양국에서 2년마다 교대로 개최한다는 협정에 따라 제1회는 일본 구마모도에서 2회는 한국 연세대에서

개최하게 된다. 1991년 일본 동경 근처 지바현의 마쿠하리 멧세에서 열린 심포지움을 기점으로 중국이 참가하는 “Symposium on Analytical Sciences(ASIANANALYSIS)”로 발전하게 되었고, 이때는 본인이 분과회 총무로써 박면용 회장님과 더불어 이 계획에 깊이 관여하게 된다.

그 후 1993년 중국 장춘을 거쳐, 95년 제4회 ASIANANALYSIS가 서울 교육문화회관에서 개최하게 된다. 이 심포지움의 준비를 위하여 한국의 분석화학계가 총동원될 정도로 관심을 기울인 결과 400여명이 참가하고, 약 300편의 논문이 발표되는 등 지금까지 열린 심포지움 중에서 가장 규모가 크고 짜임새 있게 성공적으로 치러졌다. 당시 나는 기기전시회와 특별 세미나를 준비하는 조직위원으로써 참가하였는데, 특히 기기전시는 65개의 부스에서 약40여개의 국내외 기기회사가 참여하여 대성황을 이루었다. 아울러 예산을 훨씬 초과하는 수입을 올림으로써, 그 일부는 대한화학회 본부에 기금으로 기증하고, 나머지는 분석분과회와 한국분석과학회에 각각 약 천만원 정도의 기금을 지원한 것으로 기억한다. 아마 이것을 종자돈으로 하여 그 후 몇 년간 양 학회는 연중 한 번씩 하계휴양지에서 친목을 겸한 세미나를 개최함으로써 학회발전의 기초가 된 것으로 자부한다. 그 후 ASIANANALYSIS는 일본 큐슈 후쿠오카대, 동경 와세다대, 대만 타이페이 등을 옮겨 다니면서 개최되고, 참가국도 대만, 인도, 러시아 등으로 확장되었지만 준비 소홀(?) 등으로 인하여 관심과 호응도가 점점 약해지는 느낌을 받았다.

2007년에 접어들면서 서울대의 김하석 교수가 조직위원장으로 하는 9th ASIANALYSIS가 11월 초에 제주 라마다 호텔에서 개최한 다는 소식을 접하게 된다. 김하석 교수는 한일 심포지움 초기부터 지금까지 적



▲ 9th ASIANANALYSIS 총회장에서 제주대 총장님과 조직위원들

극 참여 하면서 많은 기여를 한 분이다. 또한 그를 보좌하는 조직위원으로는 KAIST 광주현 교수, 연세대의 문명희 교수, 서울대의 홍훈기 교수, 경기대의 명승훈 교수, 한양대의 정희일 교수, 한국 기초과학지원 연구원의 서정주박사가 맡아 학회를 준비하게 된다. 특히 이번의 심포지움은 한국분석과학회, 대한화학회 분석화학분과회, 전기화학회, 질량분석학회의 4개 학회가 공동주최하는 행사이다. 따라서 이들 학회들이 서로 유기적인 협조를 해야만 순조롭게 심포지움을 준비할 수 있는 상황이었다. 이와 같은 사정을 고려한 나머지 나는 나중에 김하석 교수와 공동조직위원장으로, 그리고 한국분석과학회 총무이사인 한국표준과학 연구원의 이종해 박사, KIST의 김연제 박사, 제주대의 강창희 박사 등이 조직위원으로 참여하게 된다. 이렇게 되기까지는 당시 한국분석과학회 문동철 회장을 비롯한 회원들이 적극적으로 협조하는 용단을 내린 결과이다. 조직위원들이 일 년을 넘는 기간 동안 철저한 준비 덕분에 한국, 일본, 중국, 러시아를 포함하여 18개국에서 약 700명이 참가하고, plenary lecture 4편, keynote 28편을 비롯하여 총 582편의 논문이 발표되는 등 예상 밖으로 성공적인 행사를 치를 수 있었다.

한국표준공업규격 심의위원 시절 대한화학회 분석화학분과회가 출발하면서 주요한 대정부 사업 중의 하나는 당시 상공부 공업진흥청에서 관장하는 한국표준공업규격(Korean Standard, KS)의 신규제정 및 개정하는 일이었다. KS규격은 공업분야를 총망라하는 매우 다양한 분야로 구성되어 있지만, KS의 분석 분과위원회(일명 분석부회)에서는 각종분석방법통칙을 비롯하여 표준시약 및 지시약 조제방법, 광물이나 금속 합금과 공업제품의 시험방법 등 화학분석과 관련된 모든 규격을 심의하는 하는 업무를 담당해야만 했다.



▲ 일본 지바에서 열린 ASIANALYSIS 환영파티에서

그 때문에 자연히 이 위원회는 분석화학 분야의 전문가 집단이라고 할 수 있는 대한화학회 분석화학분과회 회원을 주축으로 구성되었다. 1960년대 말부터 본격적인 활동을 시작한 분석부회의 위원으로는 분석화학계의 대부라 할 수 있는 박기채 교수님(고려대)과 최규원 교수님(서울대)을 위시하여 정구순 교수님(서강대), 이용근 교수님(연세대), 하영구 교수님(서울대), 박면용 교수님(건국대), 이광우박사(KIST), 채명준 교수님(한양대), 차기원 교수님(인하대), 그리고 주무부서인 공업진흥청 및 국립공업시험원의 담당과장이 위촉되었다. 물론 신규규격 제정 시 지불되는 용역비중 상당부분은 대한화학회와 분과회의 운영비로 지원한 것으로 알고 있다.

나는 78년 최규원 교수님의 후임으로 위촉되었다. 그 당시 우리나라는 부끄럽지만 모든 면에서 후진국 인지라 신규 KS 규격을 제정할 경우에는 위원회에서 독자적인 방법을 정하기보다는 대부분 우리보다 공업적으로 선진국의 규격인 미국표준규격(ASTM)과 일본표준공업규격(JIS)을 모델로 하여 규격을 제정하였다. 그러나 특히 분석 관련규격은 매우 까다로워 내용은 물론 숫자나 용어하나라도 잘못되면, 상상보다 엄청난 문제를 야기시킬 가능성이 있다. 따라서 규격 심의 작업은 마치 입학시험문제를 출제하는 경우와 마찬가지로 만의 하나 실수가 없도록 모든 집중력을 총동원하여 장시간 세심하게 내용을 검토해야하는 지루한 일이었다. 특히, 나는 위원 중 막내인지라 위원회에서 정한 초안을 면밀히 검토, 수정하여 최종안을 정리하는 일도 맡았기 때문에 한층 더 어려움을 가졌다. 그러나 나는 우리나라의 공업발전에 일익을 담당한다는 자부심으로 당시의 고충을 견딜 수 있었다.

80년대 말로 들어서면서, 그동안 초기 분석부회 심의위원으로 수고하시던 선배 위원들이 작고 또는 정년퇴임 등으로 사임하시게 되고, 아울러 세계 각국마다 ISO 인증제 도입을 서두르는 등 KS심의 위원회도 많은 변화를 겪게 된다. 이 같은 변화의 흐름에 맞추어 위원회도 각계의 전문가로 보강되었다. 소위 제 2기 분석부회 심의위원으로 김덕목 교수(단국대), KIST 특성분석센터장인 김택재 박사와 김선태 박사, 김영상 교수(고려대), 박영자 교수(숙명여대), 임흥빈 교수(단국대) 등이 위촉되었다. 새로 구성된 분석부회 위원들은 수년간의 준비 작업 끝에 1993년 한국 공업제품의 품질평가 기술 향상을 위하여 새로운 분석방법을 바탕으로 하고 있는 선진공업국의 신규규격을 도입하는 동시에 이미 제정된 모든 규격을 일제히 재정비하는

“한국 공업규격 시험분석방법의 현대화” 사업을 성공적으로 완결하는 업적도 남겼다. 1990년대 중반 경 KS가 “한국표준공업규격”에서 “한국표준산업규격”으로 명칭이 바뀌었다. 그러는 과정 중에 나는 평 위원에서 어느덧 분석부회 위원장이란 중책을 수행하다가 사임한 2000년 까지 무려 20여년이 넘도록 많은 어려움을 견디면서 KS 표준공업규격제정에 관여하였다. 이것은 국, 공립기관이나 산업체로부터 위임받았던 어느 일 보다는 내 일생에 보람 있는 뿌듯한 경험이었다고 회상된다.

교환교수 시절

일본 게이오대학의 단기방문 연구 경희대로 자리를 옮긴지 2년밖에 되지 못하였기 때문에 나는 장기 해외 출장의 기회를 얻지 못하였다. 따라서 81년과 82년 여름방학을 이용하여 약 2개월씩 연세대 선배이신 황재영 박사님의 추천으로 일본 게이오대 응용화학과 하시모도 교수연구실의 초빙연구원으로 방문하게 된다. 하시모도 교수는 환경화학이 전공인분으로, 이 분야에 수준 높은 논문을 발표하는 동시에 일본 환경청이나 산업체로부터 중금속 등 환경오염 물질 분석에 관한 대형 프로젝트를 수주 받아 활발한 연구 활동을 하던 분이였다. 특히 하시모도 교수는 미국 M.I.T에서의 연수 시절 황재영 박사님의 도움을 많이 받는 등 두 분의 친분이 매우 두터웠던지라 황 박사님의 추천을 받은 나에게도 체류기간동안 세심한 배려를 해준 것으로 기억한다. 나는 고속도로 주변의 토양, 수질 및 각종 농작물에 대한 중금속 오염에 관한 연구를 하고 있는 박사학위과정 학생의 실험을 도와주었다. 아울러 나는 틈틈이 하시모도 교수의 안내로 동경대, 동경공업대, 동경부근의 환경연구소, 일본 이화학연구소를 비롯하여 유명한 기기제작회사인 Shimadzu 와 Rigaku 연구소를 시찰하면서 분석방법이나 기기에 관한 새로운 정보와 자료들을 수집하였다. 그 중에서 일본 이화학 연구소 지구화학연구실의 실장이던 시마(島)박사로부터 그의 저서인 “새로운 천연원소 Sh”라는 책을 기증 받았다. 오랜 기간 동안 미국 NASA 프로젝트에 참여한 저명 지구화학자로 소개 받은 시마 박사의 저서는 한국산 모나자이트 광물 중에서 새로운 천연 원소를 발견하여, 그 특성을 규명하고 원소명을 본인의 영문이름을 따 “Sh”라고 명명하였다는 내용을 담고 있었다. 그는 덧붙여 이 같은 연구결과를 IUPAC을 비롯한 국제공인기관에 보고하고 승인 과정

중에 있으니 머지않아 노벨상을 수상한 다음 다시 만나자는 웃지 못 할 작별인사를 뒤로하고 헤어졌다. 사실 그 후로 매년 노벨상 수상자가 발표될 때면 나는 혹시나 하는 마음에서 시마바사를 떠올리곤 한다.

매번 약 두 달 정도씩의 짧은 방문기간이었지만, 장차 우리나라에서도 문제가 될 새로운 환경 오염원들을 확인하고, 이에 대한 현황 조사와 방지대책의 수립을 위한 기초 자료를 확보할 수 있는 유익한 기회였다고 생각된다.

미국 Texas Houston대 교환교수 시절 일본 단기 방문에 이어, 나는 방학을 이용하여 미국 Wisconsin 주 Madison에 있는 Norelco 와 프랑스 파리 근교의 Jobin Yvon사 연구소를 방문하여 경희대 중앙기센터에 도입예정인 FT-IR과 ICP spectrometer의 설치 및 관리를 위한 자료와 정보들을 수집하는 단기해의 연수를 다녀왔다. 그 후 89년 2월부터 1년간 나는 가족과 함께 미국 Texas Houston 대 화학과 Kadish 교수 연구실에 교환교수로 떠나게 된다. 당시 Kadish 교수는 약 1만 불 정도의 체제비를 지원해 주었다. 그이상의 지원비를 제공할 수도 있다는 제안을 받았으나 액수가 커질수록 연구 부담이 커진다는 동료들의 충고도 있었고, 나는 이미 학교에서 소정의 체제비를 지원받아 여유가 좀 있는 터라 사양하였다.

특히 미국 남부의 Houston대를 택한 것은 한국교포와 유학생이 많았으며, 생활비가 미국 내의 다른 지역에 비해 저렴한 편이고, 추위보다 더위를 더 잘 견디는 가족들과 함께 생활하는데 편리한곳이라고 생각하였기 때문이었다. 사실 그동안 미국북부 Madison의 Univ. of Wisconsin이나 Rochester의 New York 주립대를 단기방문 하였을 때 경험하였던 혹독한 추위를 견디는 것은 도저히 엄두가 나지 않았다. 더욱이 Houston에 거주하고 있던 아내의 서강대 화학과 동창과 일 년 전부터 휴스턴대 화학과의 교환교수로 있던 강릉대 박광하 교수의 적극적인 권유도 크게 영향을 받았다. 이들 두 사람은 도착 전부터 아파트 계약과 우리 아이들의 학교선정을 비롯하여 일 년 후 휴스턴을 떠날 때까지 물심양면으로 큰 도움을 주었다. 특히 경희대에서 박사학위를 취득한 박광하 박사는 귀국 하루전날까지 생소한 학교생활을 안내하고, 그가 사용하던 자동차를 저렴한 가격으로 나에게 인계하였다. 뿐만 아니라 그는 내가 운전면허증을 취득하는데 그야말로 일등공신으로 그 때의 고마움을 평생 잊을 수 없다.

Kadish 교수는 무기화학 전공으로 주로 “전기화학

적 방법을 이용하여 금속-porphrine complex의 산화환원 메카니즘”을 연구하는 명성이 높은 분이였다. 당시, 그는 미국 국립보건원(NIH) 등에서 수주한 대형 연구 프로젝트를 수행하고 있었다. 나도 그 프로젝트에 참여하여 분광학적인 방법으로 새로이 합성된 금속 착화합물의 안정도 상수를 구하고, 미소 전극으로 반응중간과정 생성물들의 화학종을 확인하는 연구를 진행 하였다. 이들 두 가지 실험은 대단히 정교한 테크닉을 요구하는 매우 까다로운 작업이었으나 평소 분석화학 실험실에서 터득한 경험들이 큰 도움이 되었다. 그 결과 귀국할 때는 Kadish 교수와 공동으로 “Inorganic Chemistry”에 1편의 논문을 발표할 수 있었다. 이 같은 Kadish 교수와의 인연으로 다음해 한국과 학제단의 지원으로 춘천 강원대학에서 개최된 대한화학회 추계학술발표회에 그를 특별 강연 연사로 초청하였다. 아울러 Kadish 교수는 국내 몇 개 대학과 대학 연구단지를 방문하고 세미나를 하는 등 학술교류를 다지는 유익한 기회를 가졌다. 출국 시, 그는 공항에서 초청 세미나 때 마다 받은 감사패들로 인한 중량초과로 over weight charge를 툭툭히 물어야하는 웃지 못 할 에피소드도 기억된다.

호주 UNSW 방문연구 1990년 교환교수로 미국에서 돌아온 이후, 십년 가까운 기간 동안은 나에게 몫시 바쁜 시기였다. 대학원 석 박사 과정 학생들을 지도하고 중, 단기 연구 과제를 수행하였다. 한편, 대학에 갓 도입된 학부제의 정착을 위한 교내 업무와 더불어 대한화학회 분석분과회와 한국분석과학회를 오가며 학회 살림살이를 꾸려 나가는 등 미처 시간가는 줄 몰랐다.

그러던 차, 나는 대학 재직 중 마지막이 될지도 모를 연구 년을 맞이하게 된다. 2001년 초, 마침 대학에서 왕복여비와 체제비 일부를 지원하는 교수해외연수 프로그램에 대상자로 선발되어 그 해 여름 방학이 끝날 때쯤 1년간의 호주 방문연구를 떠날 계획을 세우고 있었다. 호주 시드니에 있는 Univ. of New South Wales(UNSW) 화학과의 Hibbert, D.B 교수 연구실에서 ICP/MS에 관한 연구를 수행하기 위해서였다. 원래 Hibbert 교수의 전공은 전기 분석 화학이었으나 그가 책임 맡고 있는 분석화학 연구실에는 ICP/MS 전공인 젊고 활발한 연구 활동을 하던 Moran, G 교수와 Motousek, R 박사 등이 있었다. 따라서 나는 계획하던 연구에 그들의 도움을 받을 것을 기대 하였기 때문이다. 출국 이틀 전, 급작스러운 어머님의 입원 소식에 하루 이틀 출국 일정을 미루어 오다가, 9.11사태가 일



▲ 호주 UNSW에서의 교환교수시절 Hibbert 교수와 함께



▲ 호주 Varian사 방문 시 실험을 도와준 Adams 박사와 환영 전광판

어난 후에 시드니로 떠나게 된다. 도착 직후부터 생체 시료와 식품 중에 함유된 요오드 이온을 ICP/MS로 정량함에 있어서 방해영향을 제거하고 검출한계를 향상시키기 위한 실험에 착수하였다. 따라서 이를 위하여 매트릭스 변형제의 영향과 플라즈마 기체에 소량의 CH_4 를 도입시키는 보조기체의 영향을 조사하는 연구를 수행하였다.

ICP/MS의 연구에 경험이 풍부한 Finlayson, R 박사와 갓 도입된 Perkin-Elmer사 Elan 6000시리즈 ICP/MS의 도움으로 매트릭스 변형제의 영향에 관해서는 비교적 의미 있는 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 플라즈마 보조기체의 영향은 CH_4 기체를 아르곤 플라즈마 기체와 미리 혼합시켜 플라즈마 토치에 주입하는 적당한 장치가 준비되지 않은 탓으로 고심 하였다. 이런 상황을 전해들은 Varian사 sales manager의 초청으로 시드니에서 비행기로 한 시간 이상 걸리는 멜버른으로 가게 된다. 왕복항공료와 2박 3일간의 체류비 지원은 물론 각종기기 제작현장을 방문하고, ICP/MS 전문가인 Adams 박사의 도움으로 원하던 실험을 진행할 수 있었다. Varian사 방문 시, 나는 평소에 많이 사용하던 AAS와 hollow cathode lamp의 제작과정을 둘러보면서 많은 것을 깨우치는 기회가 되었다. 아울러 회사현관 전광판에 “Welcome prof. Won Lee”라는 싸

인을 바라볼 때, 가슴이 찡해오는 기분을 느낄 수 있었다. 그러나 9. 11 사태덕분에 밤늦게 시드니로 돌아오는 비행기 탑승 시, 실험을 위해 지참하였던 시료용 액과 gas regulator로 인하여 줄지에 테러범으로 오인받게 되는 수난을 겪기도 하였지만, 앞으로의 연구에 큰 도움이 되는 자료와 정보를 얻게 되는 유익한 기회 이었다.

나와 함께 연구한 제자들

경희대에서의 초기연구 1967년 KIST 분석실 연구원으로 훈련 받던 초기 나는 오준석 박사님의 지도로 금속 킬레이트의 합성과 구조분석에 관한 연구를 수행하여 2편의 논문을 대한화학회에 발표하였다. 비록 부족한 경험이지만, 이것이 독자적으로 연구를 수행할 수 있는 자신감을 갖는 계기가 되었다. 그 후 1969년 국내 최초로 atomic absorption spectrometer (AAS)가 도입되면서 각종 수질, 합금, 광물, 반도체 재료, 식품, 생체 등 시료 중에 미량 내지 극미량으로 함유된 금속이온들의 분석에 큰 관심을 가지게 되었다. 그러나 도입초기 기기의 설치, 전문 인력의 훈련, 분석방법 개선과 확립 등에 대부분의 시간을 보내면서, 틈틈이 내 연구실에서 훈련 받던 KIST 및 외부기관 연구원들과 공동으로 환경시료 중 유해성 중금속의 분석에 관한 여러 편의 논문을 대한화학회 학술대회에 발표하였다. 그러나 발표내용이 당시 환경오염문제에 예민한 관심을 갖기 시작한 사회적 배경으로 자주 마스크에 오르내리는 부작용을 피하기 위하여 가끔씩 학회지에 발표하는 것은 삼가 하였다. 따라서 AAS에 관한 연구는 꾸준히 수행 하였으나 정작 학회지에 게재한 논문은 거의 없었다.

이미 앞에서 잠깐 언급한 바 있지만, 한때 나는 소위 AAS를 이용한 환경 오염분석의 전문가로 인정(?) 받으면서 전공을 환경화학으로 전환하라는 주변의 유혹도 수차례 받아 본 적이 있었다. 그러나 환경 분야의 전환에 한계를 느끼고, 그 후 부터는 분석화학에 전념하게 된다. 전공으로 1973년 연세대 박사학위과정 에 입학 하였다. 그 후 내가 박사학위 논문을 준비 하면서 크로마토그래피를 이용하여 혼합된 미량금속 이온들의 선택적인 동시 분리 및 분석방법개발에 큰 관심을 가지게 되었다. 그런 이유로 대학원 선배인 이대운 교수의 협조를 받아 anion exchange resin을 이용하여, 먼저 금속이 아닌 benzoic acid와 그 유도체들의 혼합물에 대한 동시 분리 및 elution behavior에 관

한 연구를 시도하였다. 이로부터 얻은 결과를 토대로 Dowex 1X8, Cl⁻형 음이온수지에 음이온기를 갖는 킬레이트시약인 5-sulfosalicylic acid, chromotropic acid, 그리고 몇 가지 8-hydroxy quinoline-5-sulfonic acid 유도체들을 이온교환반응으로 흡착시킨 새로운 수지인 “Chelating Agent-Load Resin”을 만드는데 성공하였다. 이 수지를 컬럼 속에 넣고, 금속 킬레이트의 형성조건을 조절한 다음, 분리를 원하는 특정 금속이온을 포함한 금속이온의 혼합 용액을 용리시키면, 수지에 흡착된 킬레이트 시약의 관능기와 특정 금속 이온만이 킬레이트를 형성함으로써, 이들 이온만을 선택적으로 분리할 수 있는 방법을 확립하고 아울러 그 메카니즘을 연구하였다. 박사학위 과정에서 얻어진 연구결과는 Anal. Chem에 2편, 대한화학회지에 1편의 논문을 각각 발표하게 되었고, 그때 명명한 “Chelating Agent Loaded Resin”은 정식 학술용어로 채택되어 지금도 사용하고 있다. 이 방법은 여러 가지 장점이 있음에도 불구하고, 그 후 HPLC와 Ion Chromatography가 개발, 발전되고, 시간이 흘러가면서 이 방법은 동시 분리법의 한 가지 방법으로 크로마토그래피의 역사 속으로 묻혀버리게 되었다고 할 수 있다.

그 후 나는 본의 아니게 1977년부터 몇 년간 나의 전공과 다른 연탄가스 중독 예방을 위한 소위 “식초요법”에 관한 연구로 외도하게 되면서, 이에 관한 논문을 국내의 학술지에 몇 편의 논문을 게재하였지만, 나의 전공과 관련된 논문은 거의 발표하지 못하였다. 80년 경희대로 옮긴 후 나의 첫 번째 제자인 김은경(현 충남대 공학인증센터, 초빙교수)이 석사과정에 입학하면서 내 연구실에서 본격적인 연구가 시작되었다. 그로부터 지금까지 만 30년간 내 연구실에서 배출한 제자들은 박사학위 16명, 석사학위 65명, 그리고 교육대학원 석사과정 7명으로 총88명에 이른다.

나의 연구실은 본인이 대학원 시절 이길상 교수님과 특히, KIST 연구원 초기 지도를 해주시던 오준석 박사님의 영향을 받아 자발적으로 연구하는 분위기로 꾸려 나갔다. 가급적 학생들이 하는 일에 일일이 간섭하지 않고, 스스로 문제를 해결하도록 기회를 주었다. 뿐만 아니라 단조롭고 지루한 대학원 생활에 지친 학생들의 긴장과 피로를 풀어 주기 위해 가끔 회식도 하고, 일 년에 몇 번 정도는 단체로 국내 명승지를 찾아 워크숍을 가지거나 지방학회에 참석시켜 재충전하는 기회를 가졌다. 그 결과 학생들은 열악한 연구실 환경과 시설을 탓하지 않고 밤을 새우며, 스스로 맡은 바 연구를 열심히 수행하여 좋은 연구 성과를 얻게



▲ 미국 NIH에서 Lewis 박사와 제자들

되었고, 나는 항상 이들의 노고에 깊이 감사하는 마음을 가지고 있다. 지도하는 학생들이 많은지라 개중에는 창의성과 추진력이 있어 예상보다 빠른 연구 성과를 얻거나 또는 지도하는 내용대로 충실히 따라 다소 느리지만 나름대로 의미 있는 연구결과를 보고 하는 학생들도 있었다. 그러나 결과가 다소 미흡하더라도 열심히 노력한 학생들에게는 칭찬도 아끼지 않았지만, 대부분의 학생들은 중간보고 또는 졸업논문을 작성할 때에는 한두 번 나에게 혼쭐이 났으나 모두들 묵묵히 잘 견디어 주었다.

석사과정 첫 제자인 김은경(현 충남대 공학인증센터 연구교수)은 내가 박사과정에서 수행하였던 연구의 후속으로 몇 가지 킬레이트시약을 흡착시킨 수지를 이용한 중금속의 선택적 분리에 관한 연구를 수행하였다. 그 이듬해 입학 한 강창희(현 제주대 화학과 교수)는 본인의 연구실과 서울대 화학과 하영구 교수님 연구실을 오가며 매우 까다로운 실험과정을 잘 극복하고, 고생 끝에 이온교환 크로마토그래피에 의한 모나자이트 모래 중 uranium 이온의 분리, 회수에 관한 연구를 성공적으로 수행하였다. 한편 유기화합물의 분리정량에도 관심을 가진 결과, GC 및 HPLC를 이용하여 몇 가지 식용유와 식품 첨가제 중에 함유된 토코페롤 이성질체들의 분리, 정량법을 확립하였다. 아울러 이 연구로 4가지 이성질체들 중에서 가장 인체에 흡수력이 큰 γ -형이 고추씨 기름에 가장 많이 함유되었다는 사실을 확인할 수 있었으며, 이 연구는 당시 KIST의 박송자 선임연구원과 3명의 석사과정 학생들이 수행하였다. 그리고 한국인삼연초연구소의 이운철 연구원(현 계네마임 대표)은 GC법으로 담배연기 중에 함유된 유해성 저급 카르보닐 화합물의 분리와 정량을 시도하였다. 뿐만 아니라 AAS와 ICP가 화학

과에 도입된 것을 계기로 윤준희(1983, 현 한국조폐공사 연구실 팀장)는 극소량의 시료를 분석할 수 있는 micro sampling technique을 도입하여 불꽃 원자흡수 분광법으로 금속을 분석하는 방법을 개발하였고, 아울러 ICP로 음이온을 분석하는 연구도 수행하였다. 또한 교육대학원생이었던 권기형(1985, 현 안동대)은 제올라이트의 합성과 이온교환능에 관한 연구로 석사과정을 졸업하였고, 특히 그는 이 논문을 과기부에서 주최한 전국과학 전람회출품하여 국무총리상을 수여받는 영광을 차지하기도 하였다. 이와 같이 1980년부터 대학원 석사과정에 학생들이 진학하게 됨으로써 내 연구실은 단연 활기를 띠면서 미량금속은 물론 유기화합물들의 분리, 정량에 관한 여러 가지 새로운 연구 결과를 얻게 되었다. 그러나 대상물질과 분석방법이 다양하여, 다시 말하면, 연구내용과 방법 등으로 볼 때 일관성이 다소 결여된 중구난방 식의 연구를 수행하였다는 인상을 지울 수 없었다.

그 후, 나의 지도로 석사과정을 졸업하고, 국내대학, KIST등 국, 공립 연구기관과 산업체 연구소에서 근무하던 제자들이 박사학위과정에 속속 입학하면서, 나와 그들이 관심을 갖는 분야를 중심으로 체계적인 연구를 수행하게 되었다. 물론 그들이 소속한 연구기관의 훌륭한 시설과 정밀 기자재를 활용할 수 있었을 뿐만 아니라 우수한 전문 연구 인력들의 협조를 받아 지금까지 SCI급 국제 학술지에 43 편을 비롯하여 국내 학술지 및 대학 논문집에 62 편의 논문을 발표하는 연구 성과를 얻게 된 것에 감사드리며, 그동안 제자들과 수행한 주요한 연구내용을 정리하면 다음과 같다 (별첨 자료 참조).

역상 HPLC에 의한 금속킬레이트의 용리거동에 관한 연구 당시 새로운 기기나 분석방법이 지속적으로 개발되고 있었지만, 각종 시료 중에 미량 내지 극미량으로 함유된 금속이온들의 선택적인 동시 분리 분석 방법의 개발, 확립이란 과제는 나에게 큰 관심을 갖는 연구 테마이었다. 따라서 유기물 분리 분석에 HPLC법이 널리 활용되고 있었기 때문에 과거의 고전적 방법보다는 이것을 혼합금속이온들의 분리방법으로 응용할 수 있는 가능성을 연구하기 시작하게 되었다. 먼저 reverse phase liquid chromatography를 이용하여 유해성 중금속인 Hg(II), Pb(II) 등 혼합금속이온들을 동시 분리, 분석할 수 있는 방법을 연구하였다. 따라서 이들 금속이온들과 비교적 예민하고, 안정하며, 전하를 띠지 않는 분자내 착물을 형성하는 sodium diethyl dithiocarbamate (NaDDTC)를 리간드로 선택하

였다. 금속이온과 리간드를 혼합시켜 금속-DDTC 착물을 만들고, 이를 CHCl_3 으로 추출한 다음, 분리능이 우수한 Nova-Pak C18 column을 사용하고 methanol/acetone/water의 혼합용액을 용리액으로 금속이온들의 동시 분리 및 정량을 시도하여 그 가능성을 확인하였다. 이어서, 특정금속이온에 선택적인 킬레이트시약으로 알려진 몇가지 dithiocarbamate(DTC)유도체인 dialkyl, dibenzyl, ammonium pyrrolidine, piperidine을 리간드로하여 혼합금속 이온들의 분리, 정량법을 확립하였으며, 아울러 용리순서에 미치는 금속킬레이트의 안정도상수, 추출용매의 극성도 등과 같은 인자들의 상관관계를 고찰하였다.

이와 같이 역상 액체크로마토그래피를 이용한 금속킬레이트의 동시 분리방법의 확립에 성공적인 결과를 얻었지만, 실제로 용질인 금속킬레이트가 컬럼 내에서 용리되는 메카니즘을 규명하고, 머무름을 예측할 수 있는 연구의 필요성을 가지게 되었다. 당시 액체크로마토그래피에서 용질인 시료분자가 분리관에서의 머무름은 주로 두가지 메카니즘 즉, 용질과 이동상 간의 소수성 상호작용에 의한 소용매성 이론(solvophobic theory)과 또는 용질과 정지상간의 상호작용에 의한 친실란올성 메카니즘(silanophilic mechanism)에 따른다는 이론이 발표되고 있었다. 그러나 C18기가 화학적으로 결합된 reverse phase HPLC 분리관에서 전기적으로 중성분자인 ML_2 또는 ML_3 형 금속킬레이트의 경우에는 위의 두가지 메카니즘 중에서 소용매성 효과가 크게 기여할 것으로 예상되었다. 따라서 만약 금속킬레이트의 용리가 소용매성효과에 주로 영향을 받는다면, 먼저 이동상인 물과 메탄올 또는 아세토니트릴과 같은 극성 이성분 혼합 용매계에서 시료의 머무름을 나타내는 용량인자(k')는 용리액 중 물의 부피분율에 비례하는 상관관계($\ln k' = \log a + b \text{H}_2\text{O}$)를 나타내게 될 것으로 예측할 수 있다. 뿐만 아니라 금속킬레이트의 머무름이 소수성효과에 기인한다면, 용리법의 분리관내에서 일어나는 상호작용은 이동상 대신 물과 아세토니트릴 혼합용액을, 정지상(C18) 대신 C18과 무극성이 비슷한 n-pentadecane을 사용하여 배치법으로 금속킬레이트를 추출하였을 경우에도 용리법에서 구한 용량인자와 배치법에서 얻어진 분포비(Dc)와는 선형관계($k' = V_m/V_M - 1 + \gamma Dc$)가 성립될 것으로 생각할 수 있다. 이와 같이 정의한 이론을 토대로 Pb(II) 등 몇 가지 금속이온과 DTC, α , β -diketone, α -nitroso- β -diketone imine 및 arylazopyrazolone와 이들의 여러 가지 유도체들의 착화합물들에 대한 상관관계를

조사하여 종합한 결과, 역상 HPLC에서 중성인 분자 내 금속 킬레이트들의 용리거동은 소용매성 상호작용이 크게 기여하고 있다는 사실을 확인할 수 있었다. 이 연구를 도운 석사과정 학생 중에서 이충훈(동경대), 이효영(미국 미시시피대), 권지혜(고려대), 강성호(서울대)는 후일 내 연구실이 아닌 타 대학에서 박사학위를 취득하였다.

85년 대구대학교 화학교육과의 김인환 교수(현 대구대 사범대 학장)가 박사과정에 입학하여 내 연구실에 합류함으로써 그동안 연구되어 오던 RPLC에서 금속킬레이트의 용리거동에 관한 메카니즘을 체계적이며, 종합적으로 정리하는 계기를 마련하게 되었다. 그는 3개의 α -isonitroso- β -diketone 유도체와 4개의 N-alkyl과 aryl α -isonitroso- β -diketone imine 유도체들을 리간드로 한 Pd(II), Ni(II), Co(III) 착화합물들을 합성하고 이들에 대한 RPLC에서 정지상과 추출용매의 극성도, 용리액의 조성, 용량인자와 물의 물분율, 분포계수, 그리고 리간드의 유도체 종류와의 상관관계를 고찰함으로써 금속킬레이트의 용리거동은 주로 용질과 용리액 사이에 작용하는 소용매성이론에 따른다는 결론을 얻게 되었다.

한편 지금까지 연구된 소용매성이론은 이동상인 용매의 조성이 금속킬레이트인 용질의 머무름에 미치는 영향만을 고려하였을 뿐 실제 컬럼 내에서 용질과 정지상 사이에 어떠한 상호작용으로 머무르게 되는 현상을 물리화학적으로 해석하기가 어려운 문제점이 제기되었다. 따라서 본 연구실에서는 열역학적 접근법을 도입하여 무극성 용질과 극성 이동상간의 상호작용을 설명함으로써 보다 이론적인 금속킬레이트의 머무름 메카니즘 규명을 시도하기 시작하였다. 즉, 용질의 머무름에 미치는 온도와 용리액의 조성에 따르는 상관관계($\ln k' = H_0/RT + S_0/R + \ln \phi$)에서 이동상 중 물의 분율이 증가할수록 비극성 용질인 금속킬레이트가 이동상에서 정지상으로 전이할 때의 표준 전이 엔탈피값(H_0)이 감소하는 반면, 표준 전이 엔트로피값(S_0)이 증가할수록 용질이 이동상과의 상호작용이 약해짐으로써 이동상으로부터 정지상으로의 전이가 용이해진다는 것을 의미하게 된다. 이와 더불어 화학반응과정이나 특이한 물리화학적 현상의 해석에 주로 이용되어 왔던 extra-thermodynamic approach법을 도입하여 머무름 메카니즘의 규명을 시도 하였다. 이 접근법 중의 하나는 linear free energy relationship으로 이것은 일련의 화학반응에서 속도상수 또는 평형상수가 그 과정중에 수반되는 자유에너지 변화와 선형관계를 갖

는다는 이론이고, 또 다른 접근법은 enthalpyentropy compensation으로써 본질적으로 비슷한 물리 화학적 과정에서의 자유에너지 변화는 그에 상응하는 엔탈피 변화에 1차 함수 관계를 나타낸 다는 이론이다. 만약 이와 같은 관계가 성립된다면 관련된 화학평형이나 반응과정은 등 평형 또는 등 반응속도 과정이라 할 수 있으며, 이 현상을 관찰하여 해석함으로써 머무름 메카니즘 현상을 설명할 수 있을 것이다.

아울러 열역학적 접근법뿐만 아니라 시료의 머무름은 시료분자의 van der Waals부피와 분자의 연결지수 등과 같은 인자들도 영향을 받을 것으로 예측 할 수 있다. 이와 같은 열역학적 근거와 머무름에 미치는 인자들을 토대로 강창희와 김은경이가 각각 여러 가지 금속과 안정하고 선택적인 킬레이트를 형성하는 리간드로 선택하고 Fe(II)-porphyrin 과 Cu(II), Ni(II), Co(III), Cr(III)-arylazopyrazolone 유도체들의 금속킬레이트들에 대한 용리거동 규명을 시도 하였다. 즉, 그들은 용량인자와 용리액 중 물의 물분율, 그리고 배치법에 의한 금속킬레이트들의 분포비와의 상관관계를 조사하였을 뿐만 아니라 앞에서 언급한 용리 메카니즘의 열역학적인 해석을 위하여 먼저 분리관의 온도 변화에 대한 용량인자 값을 측정하여 각 금속킬레이트들의 엔탈피와 엔트로피 값을 구한 다음, 이들 값으로부터 엔탈피-엔트로피 보정온도를 구하였다. 아울러 용량인자와 리간드의 치환기 상수와 van der Waals부피와의 상관관계를 고찰한 결과 이들 킬레이트들의 머무름은 소용매성 효과에 의한 분배 메카니즘을 따른다는 사실을 확인할 수 있었다. 그러나 리간드의 치환기에 따르는 van der Waals 부피등과 같은 인자들의 영향은 어떠한 규칙성을 발견할 수 없었다. 이 연구를 수행한 강창희 박사와 김은경박사 등의 논문들로 인하여 1994년 Cincinnati대학 화학과 John G. Dorsey교수를 비롯하여 5명의 저명한 학자들이 91년부터 93년 사이에 세계 각국에서 발표된 논문들 중에서 우수한 논문을 미국분석 화학회지에 review한 "Liquid Chromatography: Theory and Methodology"의 "Thermodynamic Studies" 컬럼(Anal. Chem. 1994, 66, 535R)에서 소개될 정도로 본 연구팀들이 제시한 이론이 인정을 받게 된 것은 큰 보람이라고 생각한다.

지금까지 역상 액체크로마토그래피에서 금속킬레이트의 머무름 거동은 소용매성 이론과 열역학적인 접근법으로 해석하려는 연구를 수행하여 의미 있는 결과를 제시한바 있다. 그러나 용리거동에 영향을 미치는 인자들은 단순하지 않고 매우 다양할 뿐만 아니라

이들이 복합적으로 작용하기 때문에 이들 이론만으로 머무름을 정량적이고, 체계적으로 설명하는 것은 한계가 있다. 따라서 phenol과 같은 몇가지 벤젠유도체들의 머무름 예측에 적용을 하였던 empirical retention equation의 이론을 도입하여 금속킬레이트의 머무름 거동의 해석을 시도하였다. 이 식은 용질의 용량인자와 용리액의 조성과의 상관관계를 선형 근사법으로 나타낸 것으로 용리는 용질과 이동상의 상호작용에 의존하며, 용질의 머무름에 이동상인 용매의 세기와 같은 특성이 영향을 미치는 인자(S index)가 된다는 해석방법이다. 아울러 S index는 용매뿐만 아니라 용질의 분자구조와 관련된 solvatochromic 파라미터와도 밀접한 관계가 있으므로 이 이들과의 상관성을 설명하기 위한 solvatochromic comparison method로 머무름 거동 해석에 접근하려는 연구결과가 발표된 바 있다. 여기서 논의될 수 있는 solvatochromic 파라미터들은 용매의 용해도 파라미터와 용질의 특성인 dipolarity/polarizability, 수소결합 주계 및 받게 능력 및 van der Waals 부피등과 같은 인자들을 고려할 수 있다. 이와 같은 이론을 토대로 박사과정에 재학중인 김미경(현 경희대 한의대 겸임교수)과 석사과정 학생들이 RPLC의 C-18분리관에서 Ni(II) 및 Pd(II)- α -isonitroso- β -diketone imine 킬레이트들의 머무름을 소용매성이론과 열역학적 접근법으로 해석함은 물론 empirical retention equation을 이용하여 S index 구하고, 앞에서 언급한 용매와 용질의 몇 가지 solvatochromic 파라미터를 계산한 다음 이들 파라미터와 S index 및 용량인자와의 상관관계를 고찰하였다. 그 결과 용량인자와 S index와의 관계로 보아 금속킬레이트들의 용리는 이동상의 유기용매와의 상호작용에 주로 의존하며, S index값은 용매의 특성뿐만 아니라 금속킬레이트의 분자크기등과도 관련 있다는 사실을 확인하였다. 아울러 머무름에 미치는 용매와 용질의 몇 가지 solvatochromic 파라미터들의 영향을 조사한 결과 용매의 용해도와 수소결합 염기도, 용질의 van der Waals 부피, dipolarity/polarizability 등도 용리거동에 영향을 미치는 인자라는 사실을 확인하였다. 이 연구를 위하여 금속킬레이트들의 van der Waals 부피, dipolemoment, polarizability값들은 먼저 킬레이트들의 결합길이와 결합각등 필요한 자료들을 Chem Draft 소프트웨어를 사용하여 3차원적으로 시뮬레이션하여 구한 다음, Gaussian 92모델을 이용하여 결합길이, 결합각, dipolemoment, 원자의 전하와 사중극자 전하등과 같은 일련의 자료들을 도입하여, van der Waals 부피와

polarizability등을 슈퍼 컴퓨터로 계산하여 구하였다. 이 작업은 고도의 이론과 기술이 요구되는 대단히 어려운 일이기 때문에 내 연구실의 인력과 능력만으로 수행하기는 어려웠다. 따라서 관련 자료들의 계산은 이 분야의 전문가인 노경태 박사(당시 숭실대 화학과 교수)가 주도하고, 박정학 박사(현 영남대 화학과 교수)와 내연구실에서 학위를 받은 김인환 박사, 박사과정의 김미경이 자료해석과 상관관계를 고찰하는 연구를 수행 하였다. 이와 같이 1985년부터 10여년 넘게 내 연구실에서 수행해왔던 역상 액체크로마토그래피에서 금속킬레이트의 용리 메카니즘과 동시 분리 정량에 관한 연구를 종결하게 되었으며, 이 연구들은 다년간 한국과학재단의 목적기초, 핵심 전문연구비의 지원으로 이루어질 수 있었음을 밝혀 두고 싶다.

킬레이트 수지를 이용한 금속이온의 선택적 분리 및 농축에 관한 연구 과학기술이 발전함에 따라 새로운 신소재 및 자원개발 뿐만 아니라 심각하게 야기되고 있는 각종환경 오염 및 핵연료 주기 등에 관련된 연구결과를 정확히 해석하고 평가하기 위해서는 무엇보다도 다양한 매질 중에 미량 또는 극미량으로 함유된 특정 금속이온을 신속하게 분석해야 한다. 이를 위하여 여러 가지 분석방법이 이용되고 있지만 다양한 시료의 물리화학적인 매질효과와 기기 분해능의 한계로 수반되는 분광학적 간섭 등 각종 방해요인들로 인하여 정확한 분석에 어려움이 수반된다. 따라서 검출한계를 낮추고, 신뢰할 수 있는 분석결과를 얻기 위해서는 간섭물질의 화학적 특성과 분석대상 원소의 측정 가능 농도범위 등을 고려하여 분석원소를 시료 매트릭스로부터 분리하거나 예비농축을 해야 한다. 특히 핵폐기물과 같은 핵연료주기와 관련된 시료에서는 우선적으로 극미량의 우라늄등 관련원소들을 선택적으로 분리하고, 이들을 농축·회수할 수 있는 방법이 요구되었다.

이를 위하여 특정금속이온과 선택적이고 안정한 착물을 형성하는 킬레이트 시약을 다공성 수지에 이온교환 또는 침윤시킨 수지등 여러 가지 방법들이 활용되어 왔다. 특히 이온교환에 의한 수지 즉, "Chelating Agent Load Resin"에 관한 연구는 앞에서 잠깐 언급한 바와 같이 내가 박사학위과정에서 수행한바 있다. 그러나 이들 방법들은 금속이온을 비교적 간단하게 선택적으로 흡착이 가능한 장점이 있지만, 흡착된 금속이온을 탈착시킬 때 수지에 결합된 킬레이트시약이 함께 탈착됨으로 연속적으로 재사용하기 어려운 문제점을 가지고 있다. 따라서 킬레이트 시약을 수지 매트

릭스에 화학적으로 결합시킨 킬레이트 수지를 이용하면, 화학적으로 안정하여 연속적인 재사용이 가능할 뿐만 아니라 흡착능이 우수하여 미량내지 극미량의 유용한 금속이온들을 선택적으로 분리, 회수 농축시킬 수 있기 때문에 핵 관련 시료를 비롯하여 폐수관리와 자원개발에도 폭넓게 이용할 수 있다.

킬레이트수지의 합성에서 가장 중요하게 고려해야 할 문제는 적당한 킬레이트시약과 수지 매트릭스를 선정 하는 것이다. 먼저 킬레이트 시약은 원하는 특정 금속이온과 수용액중에서 선택적이고 안정한 킬레이트를 형성해야 할 뿐만 아니라 흡착능을 향상시키기 위해서는 가능한 한 1:1 몰 비의 착물을 형성하는 것이 효율적이다. 아울러 수지의 합성과정에서 파괴되지 않아야 하는 동시에 수지 매트릭스의 공간구조에 의하여 입체적인 방해를 받지 않는 구조를 가져야 하기 때문에 이를 만족하는 킬레이트시약의 선택은 많은 제약을 받게 된다. 다음 수지매트릭스는 동공과 표면적이 큰 다공성수지로서 금속이온의 확산속도가 빠르고, 팽윤과 수축률의 변화가 적어서 용리법에 적용이 가능해야 한다. 사실 본인이 박사학위 과정에 있을 때부터 킬레이트 수지에 의한 금속이온의 분리방법 연구에 큰 관심을 가져왔으나 용리법에 적용할 수 있는 적당한 수지매트릭스 선정의 어려움 등으로 연구를 미루어 왔었다. 마침 핵연료 주기와 관련된 시료 중 미량으로 함유된 $UO_2(II)$ 이온의 분리와 농축뿐만 아니라 우라늄 폐액으로부터 이를 회수하여 활용하는 방법의 연구에 큰 흥미를 가지고 있던 한국원자력연구소 화학분석실의 이창현 연구원이 박사학위 과정에 입학하면서 그의 주도로 석, 박사과정 학생들과 이에 관한 본격적인 연구를 착수하게 되었다. 따라서 먼저 예비 실험으로 Arsenazo I-XAD형 수지를 합성하고, $UO_2(II)$ 에 대한 흡착특성을 조사하여 선택적인 분리의 가능성을 확인 하였다. 그러나 Arsenazo I 킬레이트 수지는 알칼리 금속 등 다른 이온들과도 킬레이트를 형성하기 때문에 우라늄만의 선택적 흡착을 기대하기가 어려웠다. 특히 알칼리금속과 알칼리 토금속, 그리고 HCO_3^- 이온이 과량함유 되어 있는 우라늄 폐액으로부터 극미량의 우라늄이온을 농축, 회수하기 위해서는 Arsenazo I 보다 선택적인 킬레이트제가 결합된 수지의 합성이 요구 되었다.

따라서 알칼리 및 알칼리 토금속이온들과 착물을 형성하지 않으며, 약한 산성뿐만 아니라 약한 염기성 용액에서도 $UO_2(II)$ 이온과 1:1 몰비의 안정한 착물을 형성하는 4-(2-thiazoylazo)resorcinol (TAR)을 선정하고,

이를 Amberlite XAD-16등 다공성수지 매트릭스와 아조 짝지움 반응으로 합성한 다음, 배치법으로 수지 매트릭스의 몇가지 물리적 특성과 안정성, 그리고 금속이온의 흡착속도에 미치는 여러 가지 인자들의 영향을 조사하였다. 아울러 용리법에 의한 흡착특성 즉, 흡착용량과 분리능을 구하고, 수지에 흡착된 금속이온들의 정량적 회수를 위한 탈착조건 등을 조사함으로써 핵폐기물 중 우라늄이온의 선택적 분리와 농축 및 회수방법을 성공적으로 확립하게 되었다. 용리법의 breakthrough curve로부터 구한 XAD-16-TAR 킬레이트 수지에 대한 금속이온들의 over all capacity 크기 순서는 $Cu^{2+} > UO_2^{2+} > Pb^{2+} > Co^{2+}$, $Cd^{2+} > Yb^{2+} > Gd^{3+}$, $La^{3+} > Mn^{2+} > Ca^{2+}$ 이었으며, Cu^{2+} 와 UO_2^{2+} 의 총괄 흡착용량은 각각 0.81 mmole/g과 0.71 mmole/g으로 매우 높은 값을 나타냄으로써 특히 핵연료 중에 함유되어있는 우라늄과 Gd등과 같은 희토류 금속들을 상호 분리할 수 있었다. 이에 관한 오랜 연구를 수행한 끝에 이창현(현 한국원자력연구원 원자력화학 개발부 책임연구원)이가 1994년 박사학위를 취득하였고, 아울러 그의 연구 결과는 1997년 SCI급 저명 국제 학술지인 Anal. Chim. Acta에 3편을 비롯하여 국내외 학술지에 여러 편의 논문을 발표하는 동시에 특허도 획득하는 성과를 얻었다. 특히 이 같은 성과를 얻기까지는 KIST초기부터 나와 한 숯밥을 먹으면서 돈독한 교분을 다져온 엄태운 당시 한국원자력연구원 단장을 비롯한 연구원들이 크게 기여하였다.

이창현 박사의 연구를 시발로 내 연구실에서는 금속킬레이트 수지에 대한 후속 연구가 활발히 진행 되었다. 당시 박사과정을 비롯한 석사과정 학생들이 thiazoylazo-유도체인 2-(2-thiazoylazo)-p-cresol(TAC), 1-(2-thiazoylazo)-2-naphthol(TAN)과 2-(2-thiazoylazo)-5-dimethyl amino phenol(TAM)등과 같은 선택적인 킬레이트시약을 결합시킨 polystyrene/divinylbenzene 킬레이트를 합성하고, 배치법과 용리법으로 몇 가지 금속들의 흡착 및 탈착특성을 조사함으로써 핵관련시료는 물론 해수, 폐수 및 지질 시료로부터 U(VI), Zr(IV)과 Hf(IV)등을 선택적으로 분리 회수할 수 있는 방법을 제시할 수 있었다. 그 결과 임재희(1996, 현 경희대 강사)와 이시은(2000, 현 서울시립대 강사)이가 박사학위를 취득하였고, 후일 이창렬(현 고려화학 연구소 팀장)은 미국 플로리다 주립대에서 박사학위를 취득하였다.

생체시료중 미량 유해성 성분과 그 대사체들의 분석 연구 한편 나는 뇨, 혈액 등과 같은 생체시료 중에 함

유된 미량 유해성분의 분석에도 큰 관심을 가지고 있었다. 이를 위해서는 LC/MS와 같은 고가의 정밀기기를 이용해야 하는데, 내 연구실의 형편으로는 이런 기기를 도입할 수 있는 예산의 확보가 불가능하였다. 그러던 차에 87년 석사를 마치고 KIST에 입소하여 박송자 박사와 함께 Doping Control Center에서 연구를 하던 김연제가 90년 박사과정을 입학하게 되면서부터 생체시료의 분석에 관한 연구를 착수하게 되었다. 그는 KIST에서 주로 생체시료 중의 약물 대사체 분석에 대한 연구를 담당하였으며, 특히 88 서울 올림픽 패경기에 참가하는 운동선수들의 약물 복용 여부검사를 수행한 경험을 가지고 있었다. 이와 같이 김연제의 도핑 연구로 축적된 기술과 경험을 기반으로 하고, KIST의 정밀 기기를 이용함으로써 연구를 순조롭게 진행시킬 수 있었다.

87년 우리나라 최초로 LC/MS가 도입되었지만 당시에는 기술력 부족으로 인하여 LC/MS가 범용적으로 이용하지 못하였기 때문에 모든 면에서 개척자적인 연구를 수행할 수밖에 없었다. 지금은 이온화 방법으로 electrospray 또는 atmospheric pressure chemical ionization법(APCI)을 주로 이용하고 있지만, 88년대에는 thermospray가 interface로 사용되고 있었다. LC/MS는 GC/MS의 chemical ionization과 유사한 soft ionization 방법으로 분석 대상물질을 이온화시켜 질량 분석기로 검출한다. 따라서 이동상에 함유되어 있는 ionizationsolution으로부터 해리된 H^+ 또는 NH_4^+ 이온을 분석 대상물질에 adduct시켜 양이온을 생성시키는 이온화 방법을 이용하고 있었다. 그러므로 당시 LC/MS는 주로 positive ion의 검출법을 이용하였으며, negative ion을 검출하는 방법은 전혀 시도되지 않고 있었다. 그러나 이론적으로는 양이온과 음이온이 같은 수로 생성된다는 근거에 따라 H^+ 또는 NH_4^+ 이온뿐만 아니라 CH_3COO^- 와 같은 음이온도 adduct될 수 있을 것으로 예상하고, 음이온 검출 방법에 대한 연구를 시도하였다. 다행히 음이온도 효과적으로 adduct시킬 수 있는 방법을 확립함과 동시에 감도를 향상시키기 위한 연구를 성공적으로 수행하였다. 그 결과 93년 김연제가 박사학위를 취득하였고, 그의 연구 결과는 저명 국제학술지인 J. of Chromatography에 발표하였다. 또한 양이온 검출법을 이용할 경우 나타나는 피이크가 $[MH^+]$ 에 의한 것인지, 아니면 NH_4^+ 가 adduct된 $[MNH_4^+]$ 이온으로부터 hydroxyl group이 cleavage되면서 생성된 것인지, 이들의 m/z가 동일하기 때문에 분자량을 확인하기가 어렵다. 따라서 CH_3COOD^+

NH_4OH 를 이온화용액으로 사용하여 이들의 거동으로부터 분자량을 효과적으로 결정할 수 있는 연구를 수행하였다. 한편 당시운동선수들이 치료목적이 아니라 경기력 향상을 위하여 steroid를 복용하거나 또는 체중감량 목적으로 복용한 약물의 뇨 중 농도를 희석시킴으로써 이들의 검출이 어렵도록하기 위한 이노제가 꾸준히 개발되고 있었다. 따라서 이같은 새로운 약물들에 대한 분석과 아울러 약물 투여 후 인체 대사과정을 거치는 동안 생성되는 대사체들의 분석을 지속적으로 모니터링 할 필요가 있었다. 이를 위하여, 나와 KIST doping control center에서 환경기술연구단으로 자리를 옮긴 김연제 박사의 지도하에 steroid계로 gestrinone와 7-keto-DHEA-acetate, 이노제로는 tripamide, metolazone, xipamide, boldion과 그 대사체 분석을 각각 수행하였다. 이들의 연구결과들은 Rapid Communication in Mass Spectrometry에 7편, 분석과학회지에 3편의 논문을 게재하였다.

김연제 박사에 이어 KIST 생체대사연구실의 박송자박사와 표희수 박사팀에서 다년간 환경오염물질과 그 대사체의 분석업무를 담당하던 홍지은(현 식약청 연구사)과 신혜승(현 한경대 연구교수)위촉연구원이 박사과정에 입학하게 됨으로써 뇨, 혈액, 조직등과 같은 생체시료 중 극미량으로 함유된 대사체의 분석에 관한 연구가 활기를 띠기 시작하였다. 여러 가지 유해성 물질 중에서 polychlorinated biphenyls(PCBs)는 특히 간에 대한 유독성 및 발암성 뿐만 아니라 내분비계를 교란시키는 내분비계 장애물질 혹은 소위 환경호르몬으로 분류됨으로써 1970년대부터 사용이 금지된 물질이다. 이와 같은 생산 및 사용규제에도 불구하고 PCBs는 다이옥신류와 마찬가지로 생체조직과 환경중의 잔류성이 대단히 높은 특성으로 인하여 분해되지 않고 최근까지도 식품, 수질, 대기, 토양 등에서 검출되는 사례가 계속 보고되고 있다. 약 200여종의 congener가 존재하는 것으로 알려진 PCBs는 분자 내치환된 염소원자의 수와 그 위치에 따른 입체구조의 영향으로 독성 및 잔류성이 큰 차이가 있는 것으로 보고된 바 있다. 또한 인체 내에 흡수된 PCBs는 여러 가지 경로로 대사되는데, 그 중에서 메틸 슬포닐화 대사과정과 히드록시 PCBs가 생성되는 히드록시화 과정이 대표적이다. 이들 대사체들도 어미 분자와 비슷한 물리 화학적 성질로 인하여 배설보다는 체내의 각 조직에 축적되어 간조직의 미크로솜의 유도효소로 작용하거나 에스트로젠 수용체의 inhibitor로, 또는 각종 호르몬이나 효소들의 대사과정을 저해하는 등 내분비

계 장애물질로 유독성을 나타내고 있다. 이와 같은 PCBs와 그대사체들의 체내 분포 및 거동으로부터 생체에서의 잔류성과 독성평가를 하기 위해서는 무엇보다도 생체 시료 중에 극미량으로 축적된 PCBs와 그대사체들을 분리하고 정확하게 검출할 수 있는 분석방법의 확립이 우선적이라고 할 수 있다. 현재 이들의 분리, 분석방법으로 방사능 측정법, 효소면역 분석법과 GC 및 HPLC법등이 이용되고 있으나 검출한계가 높을 뿐만 아니라 특히 여러 가지 PCBs congener와 그대사체들을 분리하고, 화학종을 확인하기 어려운 문제점이 있다. 따라서 홍지은은 KIST 생체대사연구실의 박송자 박사와 표희수 박사등 연구진들과 협동으로 GC/MS를 이용하여 생체시료 중 극미량으로 함유된 PCBs와 히드록시 대사체들을 보다 효과적으로 추출 농축하고, 이들을 동시 분리 확인하는 동시에 검출할 수 있는 방법을 확립하는 연구를 수행함으로써 이들의 유해성 평가를 위한 토대를 마련하는데 기여하였다.

한편 신혜승은 나와 KIST의 표희수 박사의 공동지도로 benzo(a)pyrene과 그 대사체 분석에 관한 연구를 하였다. 강한 발암성 물질로 알려진 여러 고리 방향족 탄화수소 화합물은 그 자체의 독성도 있지만, 체내에 흡수 되었을 경우 이를 수용성 물질로 만들어 배출하는 과정에서 발생하는 디히드로디올이나 phenol의 형태의 대사체가 발암성인 것으로 잘 알려져 있다. 여러 고리 방향족 탄화수소 화합물은 유기물질의 불완전 연소나 폐기물의 소각, 자동차 배기가스, 담배연기 등에 의해 발생되어 대기 중에 먼지 입자들에 쉽게 흡착된 다음 수질이나 토양도 오염시키며, 호흡기를 통하여 체내에 흡수되기도 한다. 특히 음식물이 타는 과정에서 발생된다고 확인된 물질이다. 이렇게 생성된 대사체들은 매우 강한 독성을 가지며, 특히 피부와 폐를 비롯한 장기에 암을 유발하는 것으로 알려져 있다. 이러한 BaP의 분석법은 HPLC의 경우 자외선 검출기 또는 형광검출기를 이용하면 특성적 흡수 또는 형광파장을 선택하여 검출할 수 있으므로 선택성을 높일 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 연구를 토대로 BaP와 4종의 히드록시 대사체를 동시에 분리 분석하기 위한 방법을 개발하였다. 아울러 동물 실험의 경험을 토대로 직접 BaP에 노출시킨 실험동물로부터 얻어진 분석결과로 BaP의 대사체 연구 및 유해성 평가를 위한 기초 자료를 마련하여, 간을 비롯한 신장과 비장 그리고 폐에 각각 축적되어 있는 BaP와 4종의 대사체를 확인할 수 있었다. 또한 나와 KIST 생체대사연구

센터의 최만호 박사 및 강민정 박사의 공동지도로 학연 석사과정 학생들이 LC/tandem MS 또는 동위원소 질량분석법을 이용하여 생체시료중 이노제, 부신피질 호르몬 등의 분석에 관한 연구를 수행하였다. 이들의 연구결과는 Anal. Chim. Acta와 Rapid Communication in Mass Spectrometry 등 SCI급 국제학술지에 수편의 논문을 발표함으로써 생체 시료 중 대사체 분석에 결실을 맺게 되었다.

ICP/MS법에 의한 생체시료 중 미량 휘발성 금속의 분석연구 한편 인간이 오랜기간 동안 섭취 또는 복용하여 왔던 각종 식품 및 천연물들 중에 함유된 금속 이온들은 무기 vitamine이라고 불리울 정도로 인체 내 생물학적 대사과정에서 없어서는 안 될 유효성분으로 반드시 필요하지만, 그러나 이들의 장기 과다복용으로 인한 부작용도 점차 증가하는 문제점이 야기되고 있다. 그러나 각종 식품이나 한약재를 비롯한 천연물들의 품질관리가 미흡할 뿐만 아니라, 이들이 인체의 혈액, 뇨 및 조직중에 축적되어 인체의 생리활성에 미치는 영향을 해석하고, 평가하기 위한 기초 자료가 부족한 것이 당시의 현실이었다. 이를 위해서는 우선적으로 복잡하고 다양한 시료 매트릭스 중에 미량내지 극미량으로 함유된 유효 및 유해 금속성분의 검출한계를 ppt 수준이하로 낮추고 신속, 정확하게 분석할 수 있는 분석방법의 개발이 필수적으로 요구된다. 이들 금속원소 중에서 특히 최근 항암성 효과가 있는 것으로 알려진 Ge은 인삼, 영지버섯을 비롯한 각종 식품이나 천연물 중에 함유된 것으로 보고됨으로써 그 관심도가 크게 증가하는 추세에 있었으며, 그밖에 인체의 효소 활성을 증대시키는 항산화효소의 주요 구성성분으로 알려진 Se과 강한 독성을 가지고 있는 반면 오래전부터 급성 치료제로도 사용되어 왔던 As의 생체 대사과정에서의 유효성 및 유해성 연구를 위하여 이들 금속의 정확한 분석 자료가 필수적으로 요구되어 왔다. 그러나 대부분의 시료 중에 극미량으로 함유되어 있는 이들 금속은 다른 원소들보다 휘발성이 대단히 클 뿐만 아니라 식품 또는 생체 시료 중에서 유기금속 화합물로 존재하기 때문에 현재까지 보고된 분석방법만으로 정확한 결과를 얻기 어려운 문제점이 대두되고 있었다. 이에 대한 분석방법 확립에 고심하던 중 나의 지도로 석사과정을 마치고 KIST 특성분석센터에서 미량금속 분석업무를 담당하던 박경수 연구원이 박사과정에 입학함으로써 ICP/MS에 의한 혈액, 뇨등과 같은 생체시료 중 극미량의 Ge, As, Se의 분석법 개발에 착수하게 되었다. ICP/MS는 기존의 ET/

AAS또는 ICP법보다 감도가 대단히 예민하고, 검출한계가 낮은 장점이 있으나, Ge등과 같이 원자량이 작은 원소($m/z < 80$)들에 대해서는 시료 매트릭스 효과와 기기 분해능의 한계로 인한 질량 겹침 방해영향 등으로 정확한 분석결과를 얻는데 어려움이 따른다. 이와 같은 문제점을 극복하기 위하여 박 연구원은 분석원소의 휘발성으로 인한 손실과 오염을 최소화시킬 수 있는 시료 전처리 농축방법과 각종 방해요인을 억제하고, 검출한계를 낮출 수 있는 방법의 연구에 착수하였다. 즉, 그는 먼저 높은 압력의 microwave oven 방법으로 각종 시료 분해제의 분해효율을 조사하여 신속하고 정량적인 시료 전처리 방법을 확립하였다. 다음 시료용액 중에 공존하는 화학종들에 의한 질량 겹침 방해영향을 조사하고, 플라즈마 중에서 생성하는 다원자 화학종을 확인하여 이들이 분석원소의 이온평형에 미치는 영향과 그 메카니즘을 연구 하였다. 아울러 공존 화학종들의 매트릭스효과를 억제하고 분석원소의 이온세기 증가로 인한 검출한계를 향상시키기 위하여 기존에 사용하던 매트릭스 변형제 대신 플라즈마 기체에 CH_4 등 기체를 첨가하여 플라즈마 조성을 변화시키는 방법을 도입하였다. 그 결과 기존의 분석 방법보다 검출한계를 2-100배 정도로 향상시킬 수 있으며, 정확하고 재현성 있는 방법을 확립함으로써, 인체의 생물학적 대사과정에서 Ge, As, Se의 유효 및 유해성 평가뿐만 아니라 배설연구의 기초 자료로 활용할 수 있는 근거를 마련하는데 기여하였다.

특수 분석방법 연구 최근 high resolution mass spectrometer가 개발됨으로써 10^{-12} g 정도의 극미량성분의 검출은 물론 분자량이 10^4 이상인 생체 및 고분자 화합물의 질량을 정확히 결정할 수 있다. 뿐만 아니라 이온화 과정 중에 생성하는 각종 토막이온과 준안정이온의 질량을 측정함으로써 화합물들의 구조학인은 물론 복잡한 기체상에서의 반응 메카니즘 규명에도 유용하게 이용되고 있음은 주지의 사실이다. 그러나 제정적인 한계 등으로 대학에서 기기를 확보하기가 어려운 현실이었고, 더욱이 질량분석분야는 나의 전공과 다소 거리가 있었기 때문에 큰 관심을 가지고 있지 않았다. 그러던 중, 94년 나의 석사과정 제자이며, 한국인삼연초연구소에서 질량분석을 담당하던 이운철 선임연구원이 박사과정에 입학하면서, 이 분야에도 흥미를 갖기 시작 하였다. 이운철은 당시 살충제, 살균제, 심장혈관 확장제, 항 비루스 및 기생충 약으로 널리 활용되고 있는 8가지 thiadiazolin 유도체들과 신 물질으로써 잠재적인 생리작용이 기대되는 6가지

pyridazine 유도체들이 질량분석 장치 내에서 일으키는 토막 내기 경로를 고찰하여 구조를 확인하는 연구를 착수하였다. 따라서 그는 토막내기 과정을 규명하기 위하여 각 화합물들의 저분해능과 고분해능 질량 스펙트라를 측정하고, 아울러 기체상 반응에서 단 분자반응의 연구에 결정적 정보를 제공해주는 준안정이온의 검출을 시도하였다. 준안정이온들은 질량 분석 장치의 first field free영역에서 전기장과 자기장의 세기 비를 일정하게 유지시키면서 주사하는 linked scan 법과 second field free영역에서 전기장 전압을 주사하는 direct analysis of daughter ion/mass analyzed ion kinetic energy법으로 검출하고, 얻어진 질량분석 자료들을 종합적으로 고찰함으로써, 이들 화합물이 질량분석 장치 내에서 일으키는 특성적인 토막내기경로를 밝히는 연구를 수행 하였다.

또한 내 연구실에서 석사과정을 수료하고 고려화학(주) 중앙연구소에서 고분자물질과 페인트 등의 분석을 담당하던 윤준희 연구원이 박사과정에 입학한 것을 계기로 고분자 물질의 분석에도 관심을 가지게 되었다. 잘 알려진 바와 같이 고분자 화합물의 물리, 화학적 특성은 주로 단위체의 조성 and 함량에 의해서 결정되기 때문에 원료나 제품의 품질관리를 위해서는 단위체의 신속 정확한 분석법의 개발 확립이 필수적이다. 그중에서 아크릴 결합제를 사용한 각종 도료의 경우는 시료를 용매 추출 후 IR, NMR, SEC법으로, 또는 가수분해 등 화학적으로 분해시키고 휘발성이 큰 유도체를 만든 다음 GC를 이용하여 시료 중에 함유된 단위체 및 첨가제의 구조와 조성을 분석한다. 그러나 대부분의 고분자 화합물들은 물리적 특성을 변형시키기 위한 교차결합 등으로 용매에 잘 녹지 않고 팽윤된 상태로 존재 할 뿐만 아니라 고온에서 용해가 잘 되지 않기 때문에 이들 방법으로 직접측정이 불가능하며 복잡한 전처리 과정을 거쳐야 한다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 먼저 시료를 적당한 조건에서 열분해 시킨 다음, GC 또는 GC/MS로 생성된 열 분해물들의 조성 and 함량을 측정 한 결과로부터 원래 고분자물질을 분석하는 Pyrolysis(Py)-GC 또는 Py-GC/MS법이 이용되고 있었다. 이 방법은 단위체를 높은 수율로 재현성 있게 생성하며, 교차결합을 포함한 단위체들의 배열분포를 효과적으로 확인할 수 있기 때문에 다른 분석법으로 얻기 어려운 독특한 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 시료를 열분해시킬 때 열분해 온도에 도달하는 동안 휘발성 성분이 증발되기 때문에 이들의 분석은 어렵게 된다. 따라서

윤준희는 당시에 주로 사용하던 필라멘트나 마이크로의 열분해장치 대신, 일시에 설정된 온도에 재현성 있게 도달시킬 수 있는 curie-point pyrolyzer를 interface로 연결시킨 Py-GC/MS법으로 먼저 열분해온도에 도달하기 전에 휘발성 성분을, 그 다음 열분해성분들을 측정하는 one-step two-shot법을 개발하여 건축물 도료 불투명화제로 널리 이용되고 있는 아크릴 공중합체에 열전 분석을 시도하였다.

한편 최근 향락 및 퇴폐풍조가 급격히 만연되어 가는 부작용 중에서 특히 전 세계적으로 적극 사용을 규제하고 있는 마약류와 향정신성 의약품의 남용으로 인한 피해가 날로 심각해 지고 있다. 이들 마약류들 중에서 필로폰(methamphetamine, 일명 히로뽕)은 유엔 마약위원회에서 향후 21세기 주요남용 마약으로 규정할 정도로 그 부작용의 심각성을 인정하고 있다. 현재까지 여러 가지 방법으로 제조되는 필로폰은 출발물질이 다를 뿐만 아니라 출발물질이 동일하더라도 합성 방법이 다를 경우 제조된 필로폰 중에 함유된 유기 및 무기 불순물이 상이하게 된다. 이들 불순물들은 주로 합성과정에서 생성된 중간물질이거나 미반응 첨가물질들로서 이들을 분석하고 성분과 함량을 비교함으로써 필로폰의 합성방법과, 원산지 및 유입경로를 추적할 수 있는 기초 자료를 얻게 될 것이다. 이에 대한 연구를 수행하기 위하여 먼저 약 20여종의 필로폰을 현재까지 알려진 몇 가지 방법으로 합성하고, GC/MSD로 얻은 유기불순물들의 머무름 자료들로부터 signature profiling을 시도하여 얻어진 군집들에 대한 유사성을 통계처리 하였다. 아울러 제조방법에 따라 서로 다른 촉매로 사용하는 무기성분을 ICP/MS로 분석하고, 이들 결과를 토대로 필로폰의 합성방법과 제조원을 신속 정확하고, 재현성 있게 추적할 수 있는 방법을 확립하였다. 그러나 이 연구 자료와 결과는 외부로 공개하기 어려운 특수 상황으로 인하여 학회에 발표를 하지 못하였다.

또한 날로 심각해지는 하천수, 하수 및 폐수 등의 오염도를 신속, 정확하게 조사하기 위해서는 현장에서 대상성분들을 신속, 정확하게 연속적으로 분석할 수 있는 자동화 측정 장치의 개발이 요구되었다. 따라서 KIST 환경센터의 이재성 박사 연구실에 근무하던 김용준 위촉연구원(현 서울산업대 강의교수)이 박사과정에 입학하면서, 이에 관련된 연구가 착수되었다. 그는 하천, 호수 및 해수의 부영양화의 주요 성분인 암모니아성 및 아질산성 질소 등을 현장에서 측정할 수 있는 자동화 흐름주입분석 장치(FIA)를 제작하고, 환경

지표성분의 오염모니터링과 오염지도를 작성에 기여할 수 있는 자동 측정 방법을 개발하였다.

끝으로 각종 문화재나 고고학적 유물 중에 함유된 특정성분을 분석하여 그 원천을 밝히는 연구는 비록 고고학자가 아니더라도 분석화학을 전공하는 학자로서 한번쯤 흥미를 가져볼 만한 분야라고 할 수 있다. 내가 KIST에 근무할 당시 몇 가지 문화재 유물의 성분을 분석한 경험이 있었는데, 그중에서 특히 우리나라 최초 금속활자의 주성분을 분석한 결과로부터 고려시대 금속활자가 구텐베르그의 경우보다 약 200여년 앞서 세계 최초로 주조되었다는 사실을 과학적으로 입증할 수 있었다. 뿐만 아니라 1970년대 중반 경 주 “에밀레 종”의 성분을 분석한 결과를 토대로 미국 독립 200주년을 기념하기 위하여 기증한 “평화의 종(로스엔젤스 소재)”을 제작하는 기초 자료로 활용하였다. 그러나 문화재나 유물시료는 그 수와 양이 극히 제한되어 있을 뿐만 아니라 원상태의 보존을 위하여 가능한 한 비파괴 분석을 해야 하는 어려운 문제로 인하여 흥미는 있었지만, 이 분야의 연구를 더 이상 수행할 수가 없었다. 그러던 중 국립중앙박물관의 유혜선 연구원이 박사과정에 입학하면서 국내 유적지에서 출토된 고고시료 중에 잔존하는 지방성분을 분석함으로써 고대 문화 및 생활 풍습규명을 위한 과학적 정보를 제공하는 동시에 고대 유적지 보존과 복원에 요구되는 기초 자료를 확립할 수 있는 계기를 마련하였다. 생체 성분 중에서 지방, 특히 유도지방(지방산과 스테로이드 등)은 환경변화에 대한 화학적 변화와 붕괴, 그리고 미생물에 의한 분해 작용에 대한 내성이 강하여 수천 년의 오랜 세월이 지나도 안정한 상태로 변화되지 않고 유물 중에 잔존하는 특성이 있기 때문에 고고자료 분석의 주요대상성분으로 알려졌다. 따라서 고고시료 중 지방산과 스테롤류의 조성비로부터 그 원천을 규명하기 위하여 유혜선은 1990년대 중반부터 우리나라에 산재된 유적지로부터 토양, 동물 뼈를 비롯한 약 110점의 유물시료를 채취하고, GC/MS법으로 지방산과 스테롤의 분리분석을 시도하였다. 아울러 고고자료의 생물 종을 확인하기 위하여 지방산의 몰 백분율과 비교시료의 관련 자료를 비교 분석하는 군집분석법과 다변수 분석법의 주성분 분석법 및 방사형차트분석법(polar chart analysis)을 이용하여 데이터베이스를 구축한 자료로부터 시료간의 분포 및 유사성을 고찰하였다. 이 연구는 국내 최초로 고고 유적지에서 출토된 자료들의 잔존지방분석을 시도한 것으로 앞으로 출토될 다양한 고고자료의 원천 등 그

역사적 배경의 규명에 요구되는 핵심적인 정보를 제공하는데 크게 기여할 것으로 생각된다.

회고담을 마무리 하면서

먼저 분석화학과의 인연을 맺고 한 평생 외길을 걸어온 보잘 것 없는 나의 삶을 회고할 수 있는 기회를 마련해 준 한국분석과학회에 깊은 감사를 드린다. 대학에 진학하여 화학을 전공하면서 한때는 미래에 대한 불확실성으로 다소 주춤거리기도 하였지만, 그러나 자부심을 가지고 학업에 열중할 수 있었고, 오늘날 후회 없는 나의 인생 역정을 걸어오게 된 것은 무엇보다도 분석화학을 전공한 덕분이라고 생각한다. 큰 뜻은 없었지만, 당시 소위 인기학과를 물리치고 기초과학인 화학을 공부하고 싶은 단순한 생각으로 대학에 진학하면서 해외에서 박사학위를 취득하신 5분 교수님들의 열정적인 강의에 매료되었다. 후일 나도 저분들과 같이 강단에 서서 교육하고, 연구하는 사람이 되어야겠다는 미래상을 그려왔다. 대학원에 진학하면서 정말 우연한 인연으로 당시 선망의 대상이었던 KIST 연구원으로 입소하게 되었다. 그 이후로부터 지금까지 비교적 순탄한 학문의 길을 걸어 온 것은 평소 선 후배 여러분들의 애정 어린 관심으로 나를 지켜봐 주신 것에 힘입은 바 크다고 할 수 있다.

분석화학을 전공하면서 한때는 우여곡절이 없었던 것은 아니었다. 기초학문인 화학분야에서도 분석화학은 가장 기본이 되는 핵심적인 학문분야임을 인식하지 못한 일부 화학자들로부터 분석화학은 그저 다른 분야를 지원하는 지원 분야 또는 도구에 지나지 않다는 논리로 분석화학을 홀대를 하였던 시절도 있었다. 그러나 이에 굴하지 않고 과학의 모든 분야에서 분석화학이 없으면 아무것도 이룰 수 없다는 중요성과 인식을 깊이 심으면서 학문발전에 기여해 오신 선 후배 여러분이 있었기에 오늘날의 분석화학이 우뚝 설 수 있었다고 확신한다.

존경하는 한국분석과학회 회원여러분! 지금 우리는 첨예한 국제경쟁시대의 한가운데에 서 있음은 주지의 사실이다. 이와 같은 무한경쟁 시대를 슬기롭게 극복하고 국가 경쟁력을 극대화하기 위해서는 과학기술 발전만이 유일한 길이라는 것은 자명한 이치라고 생각한다. 그럼에도 불구하고 오늘날 우리에게 주어진 상황은 그렇지 못한 것이 현실이다. 최근에는 소위 기초과학이니 이공계 기피라는 말을 귀가 따갑게 들어왔으며 이러한 오늘의 현실을 안타깝게 생각하고 있

다. 따라서 지금 우리는 새로운 세기를 향하여 나아가는 것이 아니라 오히려 과거로 거슬러 올라가고 있다고 개탄하는 학자도 있다. 20 세기가 저물어 가던 1999 년 말 세계적 시사주간지인 “아임”은 지난 세기 동안 인류의 삶에 가장 큰 영향을 끼친 인물로 “아인슈타인”을 선정하였다. 그동안 세계역사를 주물러 왔던 수많은 문학가나 정치가, 그리고 사상가들을 제치고 과학자를 선정한 이유에 대해서 “타임”은 “아인슈타인”이 금세기 최고의 천재라서가 아니라 인류사회의 복지에 과학기술이 가장 큰 영향을 미쳤기 때문에 그 상징으로 선정하게 된 것이라고 밝혔다. 그렇다. 인류사회의 발전과 변화를 이끄는 것은 “시끄럽고 돈 안되는” 정치가나 사상가가 아니라 “묵묵히 삶의 기반을 닦고 바꾸는” 과학기술이라고 할 수 있다.

“인류를 먹여 살리는 건 과학기술이고, 그것을 이끌어 가는 것이 기초과학”이라는 사실에 대한 근원적인 인식의 전환이 없이 몇 개의 사탕을 나눠 주는 것으로 기초과학을 살려낼 수는 없다고 생각한다. 과학기술과 산업의 발전은 많은 어려움과 시간을 요구함에도 불구하고 인간의 삶의 질을 향상시키는데 가장 크게 기여해왔음은 부인할 수 없는 사실이며, 그 중에서도 분석화학은 과학 및 기술의 발전을 가능케 해주는 가장 원천적인 학문분야라는 것은 아무도 부인할 수 없다. 특히, 국가적으로 추구하고 있는 과학기술 중심 사회 및 차세대 성장 동력을 국가발전의 명제로 삼고 있는 이때에, 원천 과학기술의 발전은 국가의 존망에 지대한 영향을 미칠 것이라고 감히 말할 수 있다. 우리 한국분석과학회는 창립 초기부터 각 분야의 분석학자 및 전문가에 대한 학술적 교류를 확대하여 많은 성과를 이루어 왔으며, 앞으로도 지속적으로 이러한 역할을 감당해야 할 것이다.

만시지탄이지만, 최근에 정부는 물론 학계, 연구소 및 산업체를 비롯한 각계 각층에서 오늘날의 이공계 살리기라는 문제를 해결하기 위한 정책수립을 포함한 제반 “인프라” 구축에 노력하고 있다는 소식이 들려오는 것은 그나마도 과학자의 한 사람으로서 반가운 일이라고 아니 할 수 없다. 또한, 우리는 대학원생을 비롯한 미래의 한국분석과학회를 이끌어갈 인재들을 고무시키고, 이끌어주는데 인색해서는 안 될 것이라고 생각한다. 한때 침체된 음반시장에 “서태지”와 같은 열정적인 인물이 나타나 큰 반향을 일으켰던 것처럼 우리 과학기술계에도 서태지와 같은 인물을 육성함으로써 누가 시켜서 하는 연구보다는 그들을 열정을 갖고 미칠 수 있게끔 환경을 조성해 주어야 한다고 주

장하고 싶다. 최근 어떤 학자께서 “젊은이들이 인문계를 기피하면 국가의 기강이 바로 서지 못하고, 문화예술계를 기피하면 국가의 정서가 메마르지만, 이공계를 기피하면 국가의 존립이 위태롭다는 사실을 깨달아야 할 때”라고 한 말씀이 기억난다.

모쪼록 여러분들의 끊임없는 연구 노력에 결실을

거두어, 그 성과가 인류의 생명과 자연환경을 지키면서 분석과학의 학문 발전에 공헌할 수 있을 것으로 확신하며, 나의 회고담을 마치려고 한다.

2009년 정월 새해 아침에
안양 평촌 자택에서...

석사 및 박사 제자들의 학위논문 목록

1. 박사학위

번호	년도	성명	논문제목	현 직장 및 직위
1	1989	김인환	역상 액체 크로마토그래피에 의한 금속- α -isonitroso- β -diketone 및 Imine 킬레이트의 용리 거동 및 분리에 관한 연구	대구대학교 화학교육과 교수 및 사범대 학장
2	1991	강창희	몇 가지 Aryliron(III)porphyrin 착화합물의 구조 확인 및 역상 액체 크로마토그래피에서의 용리 거동에 관한 연구	제주대학교 화학과 교수
3	1991	김은경	역상 액체 크로마토그래피에 의한 금속-2-Hydroxy-aryazopyralone 유도체 킬레이트의 용리 거동 및 동시 분리에 관한 연구	충남대학교 공학인증센터 초빙교수
4	1993	김연제	액체 크로마토그래프와 질량분석계의 열분무 장치에 의해 생성되는 첨가이온에 미치는 이온화 용액들의 효과	KIST 환경기술 연구단 책임연구원
5	1994	이창현	(Polystyrene-divinylbenzene)-4-(2-thiazolylazo)-resorcinol 킬레이트수지의 흡착 특성과 우라늄의 분리 및 농축에 관한 연구	한국원자력연구원 원자력화학개발부 책임연구원
6	1995	김미경	역상 액체 크로마토그래피에 의한 Ni(II) 및 Pd(II)- α -isonitroso- β -diketone Imine 킬레이트의 머무름 메 카니즘에 관한 연구	경희대학교 객원교수
7	1996	임재희	(Polystyrene-divinylbenzene)-thiazolylazo형 킬레이트 수지에 의한 몇 가지 금속 이온의 분리 및 농축에 관한 연구	경희대학교 강사
8	1997	이운철	1,3,4-Thiadiazolin 유도체 및 1-Alkyl-5-bromo-4-hydroxypyridazin-6-one 유도체의 질량 스펙트라에 관한 연구	게네마임(주) 대표
9	1998	윤준희	Pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry에 의한 수용성 고분자 물질의 분석에 관한 연구	한국조폐공사 연구실 팀장
10	1999	김 현	Impurity Signature Profiling Method를 이용한 Methamphetamine의 합성방법 Monitor에 관한 연구	국가정보원 연구원
11	2000	박경수	유도결합 플라즈마/질량분석법을 이용한 생체시료 중 저 마늄, 비소, 셀레늄의 분석에 관한 연구	KIST 특성분석센터 선임연구원
12	2000	이시은	(Polystyrene-divinylbenzene)-thiazolylazo형 킬레이트수지의 흡착 특성과 Zn(IV), Hf(IV), U(VI)의 선택적 분리 및 농축에 관한 연구	경희대학교 강사
13	2002	김용준	FIA를 이용한 주요 환경지표성분의 분석에 관한 연구	서울산업대학교 강의교수
14	2002	홍지은	기체 크로마토그래피/질량분석법을 이용한 생체시료 중 polychlorinated biphenyls의 히드록시 대사체 분석에 관한 연구	식품의약품안전청 연구원
15	2003	신혜승	액체 크로마토그래피/형광분석법을 이용한 생체시료 중 Benzo(α)pyrene 및 그 대사체 분석에 관한 연구	한경대 연구교수
16	2003	유혜선	고고 자료의 잔존지방분석 연구	국립중앙박물관 연구원

2. 석사학위

번호	년도	성명	논문제목	현 직장 및 직위
1	1982	김은경	킬레이트 수지에 의한 몇 가지 중금속이온의 선택적 분리 에 관한 연구	박사학위과정 참조
2	1983	강창희	이온교환 크로마토그래피에 의한 모나자이트 모래 중 우 라늄의 분리에 관한 연구	박사학위과정 참조
3	1983	박송자	기체-액체 크로마토그래피에 의한 식용유 및 식품첨가제 중 토크페롤 이성질 체의 분리 및 정량에 관한 연구	KIST 명예연구위원
4	1983	윤준희	불꽃 원자흡수분광법의 Micro sampling technique에 의 한 미량 중금속의 분석에 관한 연구	박사학위과정 참조
5	1984	김의영	고성능 액체 크로마토그래피에 의한 식용유 중 토크페롤 이성질체의 분리 및 정량에 관한 연구	(주)나라 알루미늄 대표
6	1984	이운철	기체 크로마토그래피에 의한 저급 카르보닐 화합물의 분 리 및 정량에 관한 연구	박사학위과정 참조
7	1985	박종술	유도결합 아르곤 플라즈마 분광법에 의한 질산 이온의 분 석에 관한 연구	고교교사
8	1985	이영희	HPLC에 의한 천연 식물성 기름 중 토크페롤 이성질체의 분리 및 정량에 관한 연구	
9	1985	정해룡	역상 고성능 액체 크로마토그래피에 의한 미량 중금속의 분석에 관한 연구	개인사업
10	1985	최준희	고성능 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 미량금속의 분리 및 정량에 관한 연구	
11	1986	김현철	역상 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속 Dibenzylidithiocarbamate 킬레이트의 용리 거동 및 동시 분석에 관한 연구	작고
12	1986	여재갑	고성능 액체 크로마토그래피에 의한 금속-Diethyldithio-carbamate chelates 용리거동에 관한 연구	(주)이현 대표
13	1987	김미경	역상 고성능 액체크로마토그래피에 의한 몇 가지 추출용 매에 따른 금속- ammonium pyrrolidinedithiocarbamate chelates 용리거동에 관한 연구	박사학위과정 참조
14	1987	김연제	역상 고성능 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속-Dimethyldithiocar- bamate 킬레이트의 용리거동에 관한 연구	박사학위과정 참조
15	1987	이일순	한강하류 삼각주 환경요인의 이화학적 고찰	자영업
16	1988	김국환	역상 고성능 액체 크로마토그래피에 의한 몇가지 금속-Isonitrosoethylacetoac- etate 킬레이트의 용리에 관한 연구	
17	1988	방승훈	역상 액체 크로마토그래피에 의한 금속-Piperidine-dithiocarbamate 킬레이트 의 용리 거동 및 동시분석에 관한 연구	국방부 과수연 과장
18	1988	이충훈	역상 고성능 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속 N-benzylisoni- troacetyl-acetone imine 킬레이트의 분리에 관한 연구	(주)모데스텍 대표
19	1988	정운권	역상 고성능 액체 크로마토그래피에 의한 금속-Isonitrosobenzoylacetone 킬레이트의 분리에 관한 연구	국방관리연구원 연구팀장
20	1989	강성호	역상액체크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속-N-methyl-isonitrosoacetyl-lace- tone imine 킬레이트의 분리에 관 한 연구	전북대학교 화학과 교수
21	1989	박경수	역상 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속-N-n-butylisonitrosoacetyl-l- acetone imine 킬레이트의 용리 거동 및 동시분석에 관한 연구	박사학위과정 참조
22	1989	임재희	역상 액체 크로마토그래피에 의한 금속-N-ethylisonitro-soacetylacetone imine 킬레이트의 용리거동 및 분리에 관한 연구	박사학위과정 참조
23	1989	장재범	역상 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속-Benzoyltrifluoroacetone 킬레이트의 용리거동에 관 한 연구	호서대 연구교수

번호	년도	성명	논문제목	현 직징 및 직위
24	1990	김용준	역상 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속-N-Alkylisonitrosoacetylacetone imine킬레이트의 용리거동에 관한 연구	박사학위과정 참조
25	1990	이용화	역상 고성능 액체 크로마토그래피에 의한 몇가지 금속-Dithiocarbamate 킬레이트의 용리거동에 관한 연구	호서대 강의교수
26	1991	김진홍	역상 고성능 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속-Tetraphenylporphyrin 킬레이트의 용리 거동에 관한 연구	한국화학시험 연구원 연구팀장
27	1991	박중환	역상 액체 크로마토그래피에 의한 금속-3-methyl-1-phenyl-4-(5-nitro-2-hydroxyphenylazo)-2-pyrazoline-5-one킬레이트의 용리거동 및 동시분리에 관한 연구	자영업
28	1991	이효영	역상 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속-3-methyl-1-phenyl-4-(5-chloro-2-hydroxy-phenyl azo)-2-pyrazoline-5-one 킬레이트의 용리거동 및 동시분석에 관한 연구	한국전자통신 연구원 팀장
29	1992	권지혜	역상 액체 크로마토그래피에 의한 Ni(II)-isonitroso ethylacetoacetate 유도체 킬레이트의 분리 메카니즘에 관한 연구	한여성과학기술인 지원센터 정책실장
30	1992	김 현	역상 액체 크로마토그래피에 의한 Pd(II)-isonitroso-ethylacetoacetate imine 유도체 킬레이트의 용리 거동 에 관한 연구	박사학위과정 참조
31	1993	김병현	역상 액체 크로마토그래피에 의한 몇 가지 금속-Dithio-carbamate 킬레이트의 분리 메카니즘에 관한 연구	LG 화학기술 연구원, 연구팀장
32	1993	이시은	Arsenazo I-XAD-2 킬레이트수지에 대한 U(VI)이온의 흡착거동에 관한 연구	박사학위과정 참조
33	1994	조소영	역상 액체 크로마토그래피에 의한 Pd(II)- α -Isonitroso- β -diketone imine 킬레이트의 분리 메카 니즘에 관한 연구	정우화현(주) 연구원
34	1996	김민균	(Polystyrene-divinylbenzene)-2-(2-thiazolylazo)-p-cresol 킬레이트 수지에 의한 UO 이온의 분리 및 농축에 관한 연구	포항제철산업과학 기술연구소 연구원
35	1996	서정민	Arsenazo I-XAD 킬레이트 수지를 이용한 U(VI)과 중 금속에 대한 분리 및 농축	
36	1996	정해림	역상 액체 크로마토그래피에 의한 Pd(II)-isonitroso-methylacetoacetate 킬레이트의 머무름 메카니즘에 관한 연구	한국야쿠르트(주) 연구원
37	1996	홍지은	기체 크로마토그래피/질량분석법 및 액체 크로마토그래피 에 의한 여러고리 방향족 탄화수소류의 분석에 관한 연구	박사학위과정 참조
38	1997	허영희	유도결합 플라즈마/질량분석법과 고체-액체 추출법을 이용한 생체시료 및 해수 중 미량금속의 분석에 관한 연구	국가정보원 연구원
39	1998	설경미	역상 액체 크로마토그래피에 의한 Thiazolylazo유도체의 머무름 메카니즘에 관한 연구	약사
40	1998	안혜숙	역상 액체 크로마토그래피에서 Co(II)-dithiocarbamate 킬레이트의 머무름 거동에 관한 연구	(주)한국기기 연구원
41	1999	김영승	흐름주입분석법에 의한 하천수중 질소성분의 분석에 관한 연구	미국유학
42	2000	김만일	폐각을 이용한 몇 가지 유해성 금속의 흡착 효능에 관한 연구	한국원자직물시험 연구원
43	2000	서현실	(Polystyrene-divinylbenzene)-2-(2-Thiazolylazo)-5-dimethylaminophenol 킬레이트 수지의 합성과 금 속이온의 흡착거동에 관한 연구	크리스탈지노믹스 선임연구원

번호	년도	성명	논문제목	현 직장 및 직위
44	2000	육진경	(Polystyrene-divinylbenzene)-thiazolylazo형 킬레이 트수지에 의한 Zr(IV) 및 Th(IV)의 선택적인 분리	가사
45	2000	이용관	노시료 중에서 Gestrinone 및 그 대사체의 분석	제일제당 식품안전연구센터 연구원
46	2000	이창렬	Studies on the selective separation and preconcentration of Cr(VI) ion by XAD 16-chromatographic acid chelating resin	고려화학연구소 연구팀장
47	2001	김정숙	XAD-16-Chromotropic Acid Chelating Resin을 이용 한 흡착기동에 관한 연구	제일모직연구소 연구원
48	2002	이충희	용매추출-유도결합 플라즈마 원자 방출법을 이용한 자연 수 중 몰리브덴의 분석에 관한 연구	국방관리연구원 연구원
49	2002	장문선	고체상 추출법 및 HPLC를 이용한 물시료 중의 diquat과 paraquat 분석법 연구	식품의약품안전청 연구사
50	2002	정지형	수질환경 측정용 COD검사키트의 성능평가 및 현자적용 연구	국립환경연구원 연구사
51	2002	최윤희	액체크로마토그래피/질량분석법에 의한 인체 내 노시료에 서의 Tripamide 및 그 대사체 분석에 관한 연구	웅진코웨이 중앙연구소 연구원
52	2003	김민정	HPLC/ESI/MS와 GC/MSD를 이용한 노시료 중 7-keto-DHEA-acetate 및 그 대사체의 분석	중의제약 중앙연 구소 연구원
53	2003	김은영	Gas Chromatography/Mass Spectrometry와 [3H]-Radioligand Assay에 의한 5 α -Reductase와 Aromatase Cytochrome P450의 활성 분석법 개발에 관한 연구	
54	2003	황정분	액체크로마토그래피/질량분석법 및 기체크로마토그래피/질량분석법을 이용한 인체 내 노시료 중 Metolazone 및 그 대사체 분석에 관한 연구	식품의약품안전청 연구사
55	2004	김성일	액체크로마토그래피/질량분석법 및 기체크로마토그래피/질량분석법을 이용한 인체 내 노시료 중 Xipamide와 그 대사체 분석에 관한 연구	식품의약품안전청 연구사
56	2004	장해종	흐름주입분석장치/수처리 시스템의 구성 및 응용에 관한 연구	바이오코아 연구원
57	2005	김민정	동위원소 회석법에 의한 식품 중 polychlorinated biphenyls 분석	검찰청 연구원
58	2005	이윤정	액체크로마토그래피/질량분석법 및 기체크로마토그래피/질량분석법을 이용한 인체 내 노시료 중 Boldione과 그 대사체 분석에 관한 연구	SK케미칼연구소 연구원
59	2006	고병례	기체크로마토그래피/질량분석법을 이용한 고분자 물질 중 Tetrabromo-bisphenol A 분석에 관한 연구	한국생활환경 연구소 연구원
60	2006	송명진	A study on the determination of inorganic arsenic in drinking water	산업기술시험원 연구원
61	2006	홍순민	토양 및 저질 중 PCBs와 PBDEs 분석을 위한 가압액체 추출법 최적화에 대한 연구	동부기술원 연구원
62	2007	김설아	액체크로마토그래피-질량분석법을 이용한 이노제 분석 : Spironolactone 대사체의 확인	KIST 연구원(별정직)
63	2007	김종대	Liquid chromatographic-tandem mass spectrometric analysis of urinary corticosteroids and its applications	바이오코아 연구원
64	2007	조영대	동위원소 질량분석법을 이용한 합성 내인성 안드로겐의 규명	삼일제약 연구원
65	2007	황용희	액상 크로마토그래피-질량분석법을 이용한 인체 내 소변 시료 중 anti-estrogenic agents와 그 대사체 분석	삼일제약 연구원

3. 교육학 석사학위

번호	년도	성명	논문제목	현 직장 및 직위
1	1985	유화상	탄중별 양이온 교환체의 합성과 이온교환능에 관한 연구	교사
2	1986	권기형	제올라이트 NaA의 합성과 이온교환능에 관한 연구	안동대 사무관
2	2001	이주용	화강암 시료중 몇 가지 미량 금속의 선택적 흡착 및 분리에 관한 연구	강사
3	2002	김순임	XAD-16-Chromotropic Acid 킬레이트 수지를 이용한 몇 가지 금속이온의 흡착에 관한 연구	강사
4	2003	이정환	2-(2-Thiazolylazo)-5-dimethylaminophenol킬레이트 수지에 의한 모의 화강암 시료 중 U(VI)의 분리 및 농축에 관한 연구	한성고등학교 교사
5	2004	이승련	XAD-16-Arsenazo III 킬레이트 수지에 대한 몇 가지 금속이온들의 흡착 거동에 관한 연구	강사
6	2004	이영미	제 7차 교육과정에 따른 화학 I 교과서 분석-Klopfer 교육목표 분류 체계를 이용하여-	강사
7	2005	오승미	7차 교육과정 고등학교 화학 II 교과서의 실험 선호도에 대한 연구	강사