길 위에서

함께 일하는 즐거움에 꿈이 현실로

새로운 일에서 만난 연구자들은 또다른 중요한 동반자이다.
이들과의 만남으로 내가 하는 일에 격려, 비판과 함께 혼자 일한다는 외로움도 덜 수 있다.

金 銀 慶
〈한국화학연구원 화학소재7팀 연구팀장〉

어린 시절 내게 과학자는 막연한 호기심과 동경의 대상이었다. 퀴리부인의 전기를 읽었고, 유전학 연구에 바친 멘델의 일대기를 읽었고, 신문에 대서 특필되는 저 유명한 노벨이 인류에 남긴 유산에 대하여 동경하였다. 유년 시절 과학자들의 연구에 바친 애정과 그들의 위대한 생애가 담긴 위인전을 읽으면 며칠씩 그 감동 속에 파묻히곤 하였다. 또한 국민학교 때는, 인류의 관심이 집중된 아폴로 우주선의 달 착륙을 지켜보며 뭉게구름처럼 피어오르는 과학자의 꿈을 키어왔다. 중학교 때는 왕쇠똥구리의 그 천천한 움직임을 참을성 있게 적어나간 파브르의 곤충기를 나 역시 참을성 있게 읽어나갔고, 그 천천한 쇠똥구리의 작은 몸짓에서 놀랍게 잉태되는 곤충의 아름다운 날개를 상상하며, 과학자는 그렇게 천천히 시작하여 참을성 있게 관찰하는 것이라는 생각도 했다.

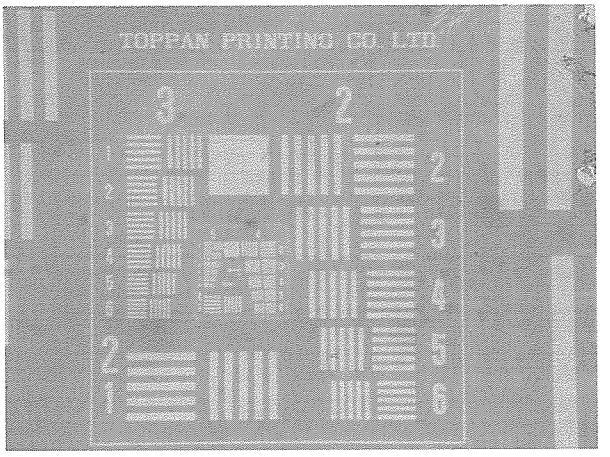
어린시절부터 과학자가 꿈

그 때는 아직 아무 것도 모를 때였다. 과학자의 꿈, 그 무지개를 어떻게 쫓아가야 할지 아무도 이야기하여 주지 않았다. 그리고 그 길에 대한 어떤 모델도 그 당시 사회분위기에서는, 적어도 어린 학생에게는 쉽게 보이지 않았다. 그냥 학교와 사회가 주는 숙제를 열심히 풀며 모범생으로 성장해 갈 수밖에 없었다. 그러한 방식이 일반적인 해답은 아니었겠지만, 돌이켜 보면 그 때, 우리 사회가, 혹은 그 사회 속의 나 자신이 가질 수 있는 유일한 해법이 아니었나 생각된다. 고교 시절 화학선생님이 여선생님이셨고, 학기 중 몇 번 밖에 없었지만, 플라스크와 비이커를 만지작거리며, 산염기 적정 실험도 하였다. 하얀 가운이 인상에 남았으며, 플라스크 속의 색 변화가 신기해서 화학을 공부해보고 싶었다. 물리학을 전공하는 동네 선배가 "화학은 창의적인 학문"이라는 말을 해준 것도 전공을 화학으로 결정하게 된 이유가 되었다.

대학에서는 이미 많은 선배 과학자들에 의해 밝혀진 결과들, 일반화학에서 미적분, 포트란과 코볼, 양자역학에 이르기까지... 많은 것들을 배워야 했었다. 그렇지만 정작 내가 무엇을 해야할지 떠오르지 않았다. 대학 2학년 여름방학 우연히 도서관에서 접한 태양광 응용에 관한 짤막한 단편을 읽고 부터 광에 의한 화학반응이나 분광특성, 그리고 광에 의해 분자가 분해되어 생기는 라디칼 등이 머리 속에 천천히 들어오기 시작하였다.

대학원 생활은 라디칼 반응에 대한 구체적 이해로 접어들어 가는 시기였다. 짝짓지 않은 전자(不對電子)를 가지는 유기 라디칼의 반응성, 이것을 중간체로 거치는 반응 메커니즘과 반응제어가 흥미로운 주제로 들어왔다. 지금 내가 많이 접하고 있는 자유 라디칼에 의한 비닐 단량체의 중합, 광중합에 의한 박막제조, 또는 라디칼 중간체의 반응성을 전략단계반응이나 다단계과정에 적용하여 효율성을 증대시키는 목적으로 최근 시도되고 있는 중합체 정밀 구조제어에서 이용되는 라디칼의 이해도 대학원 시절에서 시작된 것이다.

유학시절 나의 지도교수인 J. K. Kochi교수는 모든 것을 배려해 주는 스승과 그 스승을 존경하며 모든 것을 의지하며 따르는 제자로서의 관계가



재기록가능한 고분자 박막에 532nm 레이저로 기록된 이미지. 해상도~1.5미크론

아니라, 데이터와 그것을 설명할 수 있는 지각을 공유하는 동료 연구자 같은 느낌이 들었다. 그래도 그의 냉철한 판단력과 논리가 좋았고, 과학자적 자세를 배우려 하였다. 실험조교와 강의로 1년을 보내고 실험실에 들어갔을 때 내가 해야할 일이 주어진 것은 아니었다. 나의 지도교수는 그냥 지내면서 흥미있는 것을 주제로 삼으라 했다. 라디칼 공부를 한 덕에 그 실험실의 주류였던 유기 전하이동 착체(organic charge transfer compelx)에 접근해 보고자 하였다.

유기 전하이동 착체는 전자의 전이가 완전히 일어나기 전의 중간 상태로서, 전자주게(electron donor)와 전자받게(electron acceptor)의 착체 결합에 의하여 형성되는데, 강력한 전자받게(electron acceptor)로 알려진 니트로소늄이온(NO^+), 니트로늄이온(NO_2^+)도 유사한 방법으로 전하이동 착체를 형성하고 nitration에서 매우 중요한 중간체 역할을 하는 것을 실험적으로 증명하게되었다. Nitration은 예나 지금이나 합성화학자들이 가장 자주 사용하는 화학반응인데, 처음으로 전하이동 정도와 그 착체를 규명해 냄으로써 이 반응을 자세히 이해하게 된 것이다. 세상의 어떤 잡지보다도 「Journal of American Chemical Society」가 가장 좋아진 것이 이 시기였다. 화학을 하는 사람들에게 중요한 잡지이기도 하지만, 나의 이름이 들어있는 논문이 몇 편 실려있다는 이유로, 막상 학위를 받는다는 일은 그리 중요하지 않았다.

화학연구소서 국내생활 시작

박사 후 Post Doc 과정에서는 객원조교수로 있으면서 보다 근본적인 전자전이의 원리와 법칙에 대한 이해를 위하여, 여러 가지 전하이동 착체의 전하이동 정도를 규명하는 연구를 하였다. 남편의 취직으로 귀국하게 되었을 때, 나에게 주어진 자리는 화학연구소의 Post doc 자리였다. 오래 전부터 아는 선배도 있었고, 분야도 흥미로워 귀국을 결정하였다. 새로 시작하는 길에 만난 선배 연구원들의 도움과 그들과 함께 일하는 것이 즐거워지면서 연구소 생활 속으로 푹 빠져들게 되었다.

90년대 초반에는 전도성 고분자 연구로 많은 논문들이 나오기 시작하였다. 유기물질에 있어서의 전도성은 전하이동 착체, 금속 착체의 부분 산화물 등 전하이동형 물질군에서 나타나며, 당시 전하이동과 carrier 생성의 메커니즘에 관련된 연구들도 시작되고 있었다. 92년 귀국 당시 화학연구소 이서봉박사님 연구실에서도 전기전도성 고분자 소재 개발을 하고 있었다. 내가 주로 연구한 분야는 전기전도성 고분자의 산화-환원반응 안정성과 전기 변색성을 연구하는 것이었다. 이러한 전도성 고분자의 전기변색성을 연구하게 되면서 기초연구에 집중해있던 내게 실용적인 의미의 연구를 해볼 기회가 오게 되었다. 전도성 고분자는 도핑 정도를 전기적으로 제어하여 전기 변색이 가능하였다. 즉 고분자 내의 전하이동 정도를 전압으로 가역적으로 제어하여 원하는 색을 발현시킬 수 있게 함으로써, 전기변색 거울, 정적 표시소자 등으로 응용하려는 연구였다.

이 중 폴리아닐린(polyaniline)계열의 전도성 고분자는 전도성이 높고 공기 중에서 안정하여 합성금속이라 불리우는 전도성 고분자 중에서도 실용화를 대상으로 많은 연구가 되고 있는데 폴리아닐린의 가공성과 산화안정성이 문제가 되고 있었다. 이에 따라 용매에 녹고 안정성을 높이기 위하여 폴리아닐린의 질소원자에 알킬술포네이트가 치환된 폴리아닐린 유도체를 연구하게 되었다. 흥미롭게도 이 유도체는 극성용매에 녹는 것이 보였고, 더욱 재미있는 것은 전기분광 특성 연구결과 산화 안정성 및 전기 변색 안정성이 높은 것으로 나타났다. 논문으로 발표되고, 국제학회에서도 발표되어 일의 결과가 가시화 될 때 화학연구소에서 지금까지 머무를 수 있는 정식 연구원으로 임용이 결정되었다.

국내외 학회와 많은 협력

전기변색 소재는 전기에 의한 분광특성의 제어라고 정의할 수 있다. 그러나 소재의 색을 조절할 수 있는 방법은 전기 외에도 산, 용매, 열, 빛 등 다양하다. 이들 제어방법 중 빛에 의한 제어방법은 전기나 열에 의한 제어방법보다 속도가 빠르고, 제어시스템이 간소화 될 수 있으므로 광을 이용한 변색제어기술을 연구하고자 하였다. 단지 색변화를 보기 위한 것이기보다는 색변화를 광신호 처리에 응용하여 정보저장이나 광스위칭에 응용하려는 의도에서였다. 더구나 최근 10여년간 매우 빠르게 발전하고 있는 것이 광원으로서 단순히 태양광이나 램프에 의존하던 광원에서, 저렴한 가격의 반도체 레이저가 가시광 영역에서는 원하는 파장대의 광원으로 사용될 수 있게 된 것이다. 따라서 이러한 광원에서 반응하거나 물성 제어가 가능한 소재가 광정보처리 차원에서 관심이 커졌다. 이러한 연구의 시작에 해외논문이나 특허 외에도 국내외 학회의 도움이 컸다. 한국고분자학회, 대한화학회, 한국화상학회, 전기전자통신학회 등 국내 학회에서 관련 연구자나 관심을 가지는 연구자들을 만나 많은 토의를 했다. 특히 93년도에 시작된 한국화상학회에서 근적외선 감광을 하는 프탈로시아닌계 유기감광체나, 가시광 영역에서 염료의 광반응에 관련된 연구동향을 볼 수 있었고, 이어 일본의 유사학회에서 상당히 많은 관련분야의 전문가를 만나게 되었다. 일본인들은 금방 친해질 수 있었으나 함께 무엇을 같이 할 만큼 친해지는 데는 시간이 상당히 걸렸다. 3~4년을 지속적으로 학회를 통해서 만나고, 미국학회의 세션을 함께 조직하면서 가까워져 거의 매년 한번씩은 만나게 되었다. 특히 지난해와 올해는 한국과학재단과 일본과학진흥재단에서 각각 지원을 받아 공동 심포지엄을 열게 되었다. 이들과의 공동 심포지엄에서 여러 한국 과학자들을 일본에 함께 가도록 조직하는 일이나, 일본 과학자의 한국 방문 등에 있어서 관련업무가 상당히 시간을 요하는 일이었으나, 한편으로는 다시 만나는 것에 대한 기대로 즐거움도 컸다.

KJI2001 단체사진(첫줄 좌로부터 다섯번째가 필자)

새로운 일에 만난 연구자들은 또 다른 중요한 동반자이다. 이들과의 만남으로 내가 하는 일에 대한 격려와 비판과 함께 혼자 일한다는 외로움을 덜 수 있는 것이 다행이다. 특히 광·전기 기능성 소재, 나노화학 소재 등과 같이 물리, 화학, 화공, 기계, 전자 등 다학제간 연구가 필요한 부분에서는 데이터의 정확한 소화와 목표의 구체화를 위해 잦은 토의가 필요하다. 소재 개발을 위한 합성과 특성 평가는 우리가 하고 있지만, 이를 이용하여 전광스위치나 모듈레이터 제작, 초고밀도 기록을 위한 근접장 기록의 연구들이 이들 동반자들로부터 확인되었다.

어릴 적 막연하게 품었던 꿈은 그 발원지에서부터 지금에 이르기까지 내가 이 길을 걸어오도록 엔진이 되어왔다. 천천히 시작되었으나, 꾸준히, 그리고 좀 더 멀리 올 수 있도록 하여 주었다. 그리고, 또 이렇게 새롭게 시작되는 길에 함께 일하는 즐거움과 더불어 막연했던 꿈이 더욱 더 구체화되고 있다. 그것은 천천히 가고 있는 듯하지만, 어느 순간 돌아보면 멀리, 깊이 와 있음을 느낀다. 혼자 있는 듯하지만 분명 같은 꿈을 꾸고 있는 과학자도 외롭지 않을 만큼 있고, 꿈을 이루기 위한 방법이 다를 뿐 함께 노력하면, 꿈은 손에 잡힐 만큼 현실화 될 수 있을 것 같다. 이제는 나 자신의 흥미 뿐만 아니라 동료와 사회를 돌아볼 책임감과 함께, 조금 더 성숙한 과학자로의 길을 가고 싶다. ST