

농약개발...실험실의 고충

원조받은 구식 분석기로 위기 탈출

연구시설이 허술하던 KIST에 근무하였던 76년, 농약제품 5종류의 개발프로젝트가 채영복박사팀에 떨어졌다. 나는 신참 연구원으로 벼멸구 살충제 원료인 HOP를 개발기로 했다. 수없는 반복실험 끝에 70%의 수율에 성공하여 공장까지 지었으나 공장에서의 수율은 50% 이하로 떨어져 타산이 안맞았다. 고심중 연구소내 있던 구식 핵자기공명기계를 발견, 이 기계를 이용하여 수율 93%를 얻어 망해가던 공장을 다시 살려냈다. 이를 통해 나는 산업생산에 관련된 연구에는 정확한 분석이 얼마나 중요한가를 배웠다.

요즘 IMF상황을 맞아 우리나라 국민 모두가 큰 어려움에 처해 있는데 이러한 어려움의 근본 원인은 결국 산업생산의 기술력 낙후에 있다고 생각된다. 지난 24년간 정부 출연연구소에서 우리나라의 산업기술 개발에 종사해 왔고 나름대로 연구자로서 성공적인 자리를 지켜오고 있지만 돌이켜 보면 나의 연구기술이 너무 제한되어 있지 않았나 하는 생각도 든다. 이러한 제한이 국내 전반적인 산업계의 분위기와 정부정책이나 연구소 운영방식 등과도 무관하지 않지만 아무튼 그동안 축적해 온 연구개발 기술이 널리 사용되기를 바라면서 이전에 경험하였던 일부를 전하고자 한다.



金大璜
〈한국화학연구소 화학물질연구단 책임연구원〉

하여 기술이 많다고 높은 보수를 받고 스카우트되어 갔지만 그 당시의 국내 기술 수준이란 너무나 미약하였다. 당시의 KIST라면 국내 유일의 연구기관이고, 박대통령이 설립하고 또 대통령 자신이 수시로 연구소를 찾아와 연구자들을 격려하던 그야말로 최고의 시절이었다. 그러나 시설이나 연구

수준이란 너무나 낙후한 상태였다. 그 당시 실험실 기자재는 비이커, 플라스크, 온도계, 증류장치 그리고 녹는점(melting point) 측정기가 전부였다. 문헌대로 반응을 시켜보고 생성물이 얻어지면 건조시켜서 무게를 달아 수율을 계산하였고 얻어진 생성물의 순도는 녹는점을 측정하여 문헌치와 비교하여 동일하면 고순도이고 낮으면 불순하다라고 판단하였으며 표준품과 생성물의 녹는점 차이로 대충의 순도를 추정할 뿐이었다. 이러한 현실이었지만 경우에 따라서는 연구가 성공하기도 하고 공장에서 제품으로 생산되어 나오는 것들도 있었다. 기술 수준이 낮아 생산제품의 원가가 수입품보다 훨씬 높았지만 정부에서는

국내 유일한 연구기관 KIST

내가 KIST에 처음 입소하게 된 것은 1974년 8월인데 이때는 제1차 오일 쇼크가 난 직후로서 많은 연구원들이 보수가 더 좋은 국내 대기업으로 이동하는 현상이 일어나는 때였다. 연구소에 재직

국산품 보호라는 명분으로 수입을 금지하는 조치를 취하여 국산품을 보호해 주었다. 꿈같은 시절이었으며 IMF상황에 처하여 고통받고 있는 국내 산업계들은 그런 시절이 말할 수 없이 그리울 것이다. 그러한 시대가 되다보니 국내 산업계에서는 연구개발을 빨리 하여 정부로부터 보호조치를 먼저 받아내는 것이 사업에 절대적 우위를 차지하는 길이라는 인식이 퍼지기 시작하였다. 이리하여 회사들이 앞다투어 연구소에 연구를 의뢰하기 시작하였고, 연구소 측에서도 인센티브를 강화하여 연구책임자들 사이에 프로젝트 수주경쟁이 가속화되었다.

76년 농약개발 연구계약

이러한 시기인 1976년 여름 한국농약이 당시 최대 상위 수입농약제품 5종류를 일시에 개발토록 연구개발 계약을 하겠다고 연구소를 찾아왔다. 엄청난 거금인 당시 돈 약 1억2천만원의 거대 프로젝트가 채영복박사팀에게 떨어진 것이다. 전 연구실원이 동원되어 연구를 시작하였는데 나는 신참 연구원으로서 벼멸구 등 광범위한 살충제로 쓰이는 다이아지논(Diazinone)의 합성원료인 히드록시 피리미딘(일명 HOP)의 합성법을 개발하기로 되었다.

이 제품은 당시 수입금액이 연간 약 1천만달러에 달하는 농약분야 최대의 수입 품목이었고, 더욱이 프로젝트를 의뢰한 한국농약의 경쟁회사인 서울농약의 주력 품목이었다. 연구소장과 연구실장이 비밀준수계약에 서명하고 경쟁회사에 누설되지 않도록 비밀리에 연구개발을 진행하였다. 그런데 당시의 합성기술은 반응 생성물의 녹는점을 재는 정도 뿐이었는데 내가 수행을 맡은 HOP합성에는 녹는점을 측정할 중간체가 없었다. 반응 중간체는 가열하면 분해되어 버리고 또 흡습성이 강하여 분리하여 수율을 측정하기도 어려웠다.

합성법은 원료화합물에 메탄올과 염산가스를 통과시켜 중간체 화합물을 얻는 것이었다. 그런데 이때의 문헌상의 조건은 냉장고에서 24시간을 보관해두면 90%의 생성물이 얻어지고, 일주일

보관해 두면 95% 이상의 생성물이 얻어진다는 것이었다. 그런데 냉장고에서 24시간을 보관해 두거나 일주일을 반응시킨다는 것은 공장규모에서는 전혀 생각할 수 없는 것이었기 때문에 온도를 올리든지 하여 반응시간을 단축하여야 했다. 그런데 이때 생성되는 화합물의 수율을 정확히 측정하기가 어려웠다. HPLC는 당시에 없었고 GC방법은 적용이 불가능하였다. 그리고 그 다음 반응 단계도 같은 상황이었다. 반응의 진행을 정확히 측정할 방법이 없었다. 문헌에도 알려져 있는 것이 없었다. 그리하여 적절한 시간동안 반응시킨 후 그대로 다음 단계의 반응을 진행시켰다. 즉 중간 단계를 분리하여 수율을 측정하지 않고 그대로 다음 단계로 나아가는 것이었다. 수 없는 반복 실험을 거쳐 나름대로 최상의 반응조건을 확립하여 처음 출발 물질로부터 최종 생성물인 HOP화합물까지 총 70%의 수율이 얻어졌다. 3단계의 최종 수율이 70%라는 것은 각 단계마다 반응이 거의 90%로 진행하였다는 것을 의미한다. 유기합성반응에서 수율이 90%라면 결코 나쁜 수율이 아니며 분리해낸 최종 수율이 70%였기 때문에 충분히 만족스러운 것이었다. 그리고 원가 계산을 하여 본 결과 원료가격으로 따져서 수입품의 40% 정도였다. 상업적으로 충분히 승산이 있다는 계산이 나왔다.

이리하여 연구소내의 시험생산시설을 이용하여 공업적 시험생산에 착수하였다. 앞서 언급한 바와 같이 냉각이 필요했기 때문에 새로 큰 냉동기도 설치하였다. 한 여름에 시험생산이 시작되었는데 냉동기가 마찰을 일으키기도 하였으나 3번에 걸친 시운전 결과 실험실과 비슷한 약 75%의 수율이 얻어지는 듯 하였다. 여기서 얻어지는 듯 하였다는 것은 정확치는 않았다는 뜻인데 시험공장이었기 때문에 건조장치 등이 완전하지 못하여 시료를 채취하여 실험실에서 샘플 분석으로 추정한 결과였다. 이리하여 연구 책임자인 채영복박사를 비롯하여 연구와 시험생산에 참여한 여러 사람들이 모두 크게 만족하였다. 이제는 본 공장을 지어 가동 조건을 잘 잡기만 하면 총수율 80%도 문제없

을 것이라고 모두들 자신하였다. 이리하여 김운섭 연구원(현재 동부정밀화학 대표이사)을 주축으로 공장건설팀이 구성되어 공장건설에 착수하였다.

공장건설팀의 6개월에 걸친 고생 끝에 78년 12월 말에 인천 공단에 HOP를 생산할 연간 1천톤 생산능력의 (주)한정화학 공장이 완공되었다. 준공식을 마친 후 공장을 가동하기 시작했다. 처음 하는 것이니까 시작부터 높은 수율의 제품이 나올 것으로 기대하지는 않았다. 어느 정도 공장 운전이 익숙해지면 시험생산 때와 비슷한 수율이 얻어질 것으로 기대하고 여러 가지 노력을 기울였다. 그러나 한달, 두달이 지나도 시험생산 때와 같은 수율이 전혀 얻어지지 아니하였고 개선의 기미도 전혀 보이지 않았다. 실험실 수율은 고사하고 50%의 수율도 얻어지지 아니하였다. 50% 이하의 수율로는 도저히 상업성이 없었고 회사의 파산은 시간 문제였다. 위기의 순간이었다.

연구를 다시 하지 않으면 안되었다. 그러나 지난 2년동안 할 수 있는 모든 것을 다 해보았기 때문에 사실은 더 이상 할 것이 없었다. 수많은 고민 끝에 반응을 정확히 추적하지 못하는데에 문제가 있다고 생각했다. 그러나 불안정하고 반응 플라스크를 열기만 하면 흡습하여 가수분해되는 중간체들을 어떻게 추적할 것인가 참으로 어려운 문제였다. 뭔가 해법이 없을까 고심하며 연구소내를 이곳 저곳 돌아다녔다.

분석기 1대가 공장살려내

당시 KIST 분석실에는 미국에서 원조한 구식 핵자기공명기(NMR)가 한 대 있었다. 그러나 이것은 한국에서는 유일한 최고의 기계였으며 연구소사의 보물이었다. 연구 프로젝트가 끝나면 보고서에 첨부할 최종 제품의 확인용 스펙트라를 그리기 위한 것이었다. 이 스펙트라 하나를 그리는 비용이 당시 돈 1만원이었고 수소원자수를 세기 위하여 면적을 계산하면 2천원이 더 추가되었다. 스펙트럼 하나를 그리는데 1만2천원을 받았으니 당시 한 프로젝트 총 연구비가 평균 3백만원 수준인 연구에서는 감히 함부로 그럴 수가 없었다.

그러나 나는 이 NMR 스펙트라를 들여다보다가 순간 우리의 문제를 해결해 줄 기계가 이것이다 하고 직감하였다. 결국 이 NMR 스펙트라를 이용하여 우리의 반응에서 일어나는 모든 반응물, 생성물, 부산물을 정확히 구별하는데 성공할 수 있었다. 이 반응에 관여되는 물질들은 원료물질과 불순물을 포함하여 7가지나 되었다.

나는 이를 이용하여 출발물질이 소멸되고 각각의 중간체들이 생성되는 것 뿐만 아니라 부산물로 생성되는 각종 불순물들을 정확히 조절할 수 있었다.

이리하여 매 시간마다 반응을 추적하여 정확한 반응온도와 반응시간 및 반응의 진행정도를 정량적으로 알 수 있게 되었다. 이리하여 총수율 93%, 각 단계 98%의 수율을 얻는 조건을 확립하였고 이로 인해 공장조건도 완전히 정상화되었다. 다 망해가던 공장이 다시 살아난 것이다. 이후 이 공장은 20년 이상 이 제품을 생산하고 수출도 하고 오늘날까지 잘 발전하고 있다.

이를 통하여 산업생산에 관련된 연구에는 정확한 분석이 얼마나 중요한 것인지 배우게 되었으며 오늘날까지 나의 연구활동에 큰 교훈이 되고 있다. NMR기술은 지금은 보편화된 기술이지만 이와 같은 미증유의 상황은 산업생산시에는 때때로 일어나는 것이기 때문에 연구자는 그때마다 이전에 보지도 듣지도 못했던 새로운 도전에 성공적으로 대처할 수 있어야 한다. 또한 교과서에도 없고 문헌에도 없는 새로운 방법을 알아낸다는 것은 큰 즐거움이며 특히 산업에 적용되어 생산이 이루어지고 공장이 돌고 많은 사람들이 열심히 일하는 터전이 된다는 것은 참으로 보람스러운 일이다.

그런데 불행하게도 우리의 선배 기술자들은 자식에게 자신의 기술을 전수시키지 않기 위하여 자기 손목을 스스로 잘랐고 왜곡으로 잡혀간 도공들은 조선의 기술을 이어오고 있으나 청자, 백자를 만들던 최고의 기술은 이 땅에서 사라져갔다. 오늘날도 이 땅에 산업기술을 천시하고 기피하는 경향이 농후하게 드리워져 있는 현실을 보면서 안타까운 심정을 금할 길이 없다. ㉓