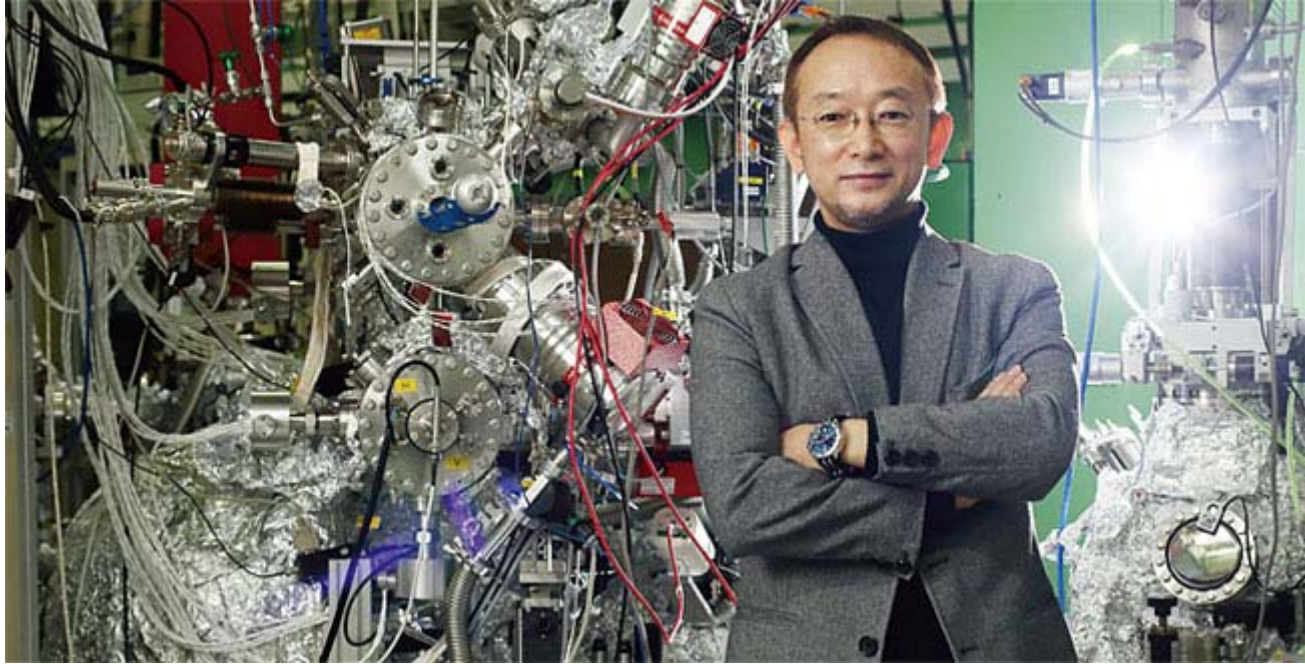


[과학 연구의 최전선] 염한웅 기초과학원 단장·포항공대 교수-상

포항= 최준석 선임기자 jschoi@chosun.com



▲ photo 양수열 영상미디어 기자

염한웅 기초과학연구원(IBS) 단장(포항공대 교수 겸임)을 만나러 포항공대로 찾아가기 전에 만난 물리학자가 이렇게 말했다. “염한웅 교수는 ‘월클’ 연구자다.” ‘월클’이 뭐지 순간 당황했으나 ‘월드클래스’의 줄임말이라는 걸 이내 알았다. 세계와 경쟁하는 물리학자라는 뜻이었다. 염 교수는 한국을 대표하는 응집물질물리학자 중 한 명이다. ‘솔리토닉스’라는 새로운 물질 분야를 개척하고 있다. 선진국 학자들의 연구를 빨리 따라가는 게(fast follower) 아니라, 솔리톤이라는 준입자를 발견하고 ‘솔리토닉스’라고 명명한 신영역을 만들어가는 ‘퍼스트 무버(first mover)’다. 염한웅 교수는 한국 과학계의 리더 중 한 사람이기도 하다. 국가과학기술자문회의라는 국가기관의 부의장이다. 의장은 대통령이니, 염한웅 교수는 한국 과학기술계를 현재 대표하고 있다.

지난해 12월 26일 염한웅 교수를 만나러 포항공대를 찾았다. 그는 방사광가속기들을 먼저 보여주겠다고 했다. 포항에 방사광가속기 두 대가 있는 줄을 알았지만 포항공대 교정 안에 있는 줄은 몰랐다. 근 2시간 동안 두 대의 방사광가속기를 보며 그의 얘기를 들으니, 염 교수가 왜 장비를 중요하게 생각하는지를 알 수 있었다. 그는 장비를 다루는 실험과학자이다. 그는 세계 최고 수준이 아닌, 세계 최고의 장비를 갖고 있어야 경쟁에서 앞설 수 있다는 신념을 갖고 있다. 특히 방사광가속기에서 나오는 X선을 이용한 광전자분광기와 주사형전자현미경이 그가 만들고 있는 최고의 장비들이었다.

방사광가속기는 대형 X선 발생기

먼저 2016년 가동에 들어간 4세대 방사광가속기 시설로 갔다. 이곳은 직선 가속기이다. “방사광가

속기는 대형 X선 발생장치라고 생각하면 된다. 병원의 X선 장비보다 100만배 정도 높은 에너지와 세기를 가진 X선이 나온다. X선을 물체에 투과시키면 우리가 눈으로 못 보던 걸 볼 수 있다. 이 X선으로 각종 실험을 한다. 고체, 반도체, 단백질에 X선을 투과하면 내부 구조를 본다. 응집물질물리학자는 물체의 성질을 알기 위해 이 시설을 사용한다.”

염 교수는 연세대 교수로 10년 일하고 2010년 포항공대로 왔다. 포항공대를 선택한 건 방사광가속기가 있기 때문이다. 그는 “당시 서울대에서도 특채 제의를 받았다. 포항공대의 연구 환경이 훨씬 좋았다”고 말했다. 염한웅 교수의 연구를 위해 포항공대는 조교수 2명 채용 등을 약속했고, 연세대에서 그가 구축한 20억원대의 장비 이전에 소요되는 비용도 지원했다.

그는 응집물질물리학 분야의 새로운 물질 합성에 대해 이렇게 설명했다. “예컨대 상온에서 작동하는 초전도물질을 만들겠다면 새 물질을 합성해야 한다. 물질을 만들면 내부 구조를 봐야 한다. X선을 찍어야 한다. 그러려면 이런 방사광가속기 설비에 갖고 와야 한다. 혹은 전자현미경에 넣어서 박편으로 잘라 만든 다음에 내부 구조를 봐야 한다. 새 물질을 만들었을 때 구조를 알기 위해 사용하는 방법이 이렇게 두 가지다.”

4세대 방사광가속기는 바로 옆에 있는 3세대 방사광가속기보다 강력하다. 4세대 방사광가속기 수준의 장비는 미국 스탠퍼드대학, 그리고 일본 이화학연구소(RIKEN)가 히메지(姫路·효고현 소재)에 갖고 있다. 그리고 유럽공동체가 운영하는 것이 최근에 문을 열었다. “스탠퍼드나 일본보다 우리 것이 성능이 좋다. 그쪽 연구자도 우리 쪽에 장치 이용을 신청한다. 특히 스탠퍼드가 위기의식을 약간 느껴 장치를 업그레이드하고 있다. 이 정도 급의 설비를 갖고 있으면 세계에서 연구자들이 몰려드는 거다.”

장비는 곧 실력

염 교수가 포항공대에 방사광가속기 시설이 설립된 역사를 잠시 설명했다. 포스코의 박태준 초대 회장이 1970년대 후반 혹은 1980년대 초반에 일본의 대표 제철기업 ‘신일철(新日鐵)’을 찾았다. 신일철 연구소에 박사급 연구원이 수백 명 있는 걸 알았다. 당시 포스코에는 박사가 3명 있었다. 이 같은 비대칭을 단숨에 해결하기 위해 세운 것이 포항공대다. 박태준 회장은 포항공대 초대 총장인 김호길 박사와 대학을 만들기 시작했다. 박태준 회장은 “당신이 원하는 만큼 돈을 주겠다. 포항에 단기간에 연구중심 대학을 만들고, 수백 명의 인재를 모아오라”고 김호길 총장에게 주문했다. 김호길 총장은 이에 대해 “대학만 만들어서는 단기간에 세계적으로 눈에 띄게 할 수 없다. 세계적인 연구시설을 같이 짓자”는 전략을 내놓았다.

염한웅 교수는 “세계 톱 시설을 같이 지으면 인재를 유치하는 데 좋을 뿐더러, 연구시설을 갖춘 대학이 세계적인 위상을 확보하게 된다. 세계적인 설비가 있다고 하면, 그것 때문에 오는 사람도 있다”고 말했다. 1980년대 후반은 세계적으로 3세대 방사광가속기가 없었던 때였고 미국과 일본, 유럽이 시설을 만들려고 했다.

박태준 회장은 포스코가 1000억원을 투자하고, 정부에도 같은 금액의 투자를 요구, 모두 2000억 원으로 첫 번째 방사광가속기를 지었다. 염한웅 교수는 “그런 사람들의 비전으로 만들어졌고, 지금은 3세대와 4세대 방사광가속기 두 대 해서 1조원대 규모의 사이언스 콤플렉스가 되었다. 굉장한 투자다. 지금 한전공대 짓는다고 하는데, 이런 식의 전략적인 마인드가 있느냐? 없다. 한전공대 만들어서 어떻게 세계적인 대학으로 키우겠다는 것인지. 학생 100명 규모로 세계적인 좋은 대학이 없다. 전략이 필요하다”고 말했다.

4세대 방사광가속기를 나와 염 교수의 차를 타고 3세대 방사광가속기로 이동했다. 이동 중에 염 교수가 차창 밖을 가리키며 “여기에 포항IBS 캠퍼스를 짓는다. 예산이 나왔고, 내년 봄부터 짓는다. 2년 걸린다. 2022년에 입주한다. 7년 동안 건물 없이 열악하게 연구하며 기다렸다”고 말했다. 염 교수는 포항공대 교수이면서 기초과학연구원(IBS) 단장이다. 그가 이끄는 연구단은 ‘원자제어 저차원 전자계 연구단’이다. IBS에는 현재 30개의 연구단이 있다. 그 연구단들은 대전IBS 건물 내부에도 있고, 염 단장의 연구단처럼 IBS 외부에도 있다. IBS는 기초과학 육성으로 인류에 봉사하기 위해 2011년 설립했다. 아직 한국인에게 그 존재감이 각인되어 있지 않으나, 대단히 야심만만한 연구기관이다. IBS는 대표적인 실험시설로 중이온가속기를 대전에 짓고 있다. IBS는 과학의 분야별로 연구조직을 나누고 ‘연구단’이라는 이름을 붙여 운영하고 있다.

가속기는 그 나라 과학의 바로미터

3세대 방사광가속기 건물에 도착해 안으로 들어갔다. 누군가 나오고 있었다. 염 교수는 “포항방사광가속기 소장님”이라고 내게 소개했다. 염 교수와 마찬가지로 물리학과 교수인 고인수 소장이었다. 고 소장이 내부 시설을 안내해줬다. 연말을 맞아 방사광가속기는 운전이 중단된 상태였다. 유지·보수 작업을 하고 있었다.

유럽핵입자물리연구소와 중국은 차세대 입자가속기로 100km 길이를 추진하고 있다. 고인수 소장에게 “100km 길이 가속기 지으셔야죠”라고 농반진반으로 말했다. 고 소장은 “한국에는 100km 규모를 집어넣을 땅이 없다”라고 웃으며 대꾸했다.

3세대 방사광가속기는 원형 가속기다. 전자가 원형 가속기 내부를 계속 돌면서 X선을 내놓는다. 그리고 가속기에는 35개의 빔 라인(beam line)이 붙어 있다. 가속기에서 뽑아낸 X선은 빔 라인을 따라 실험장치가 있는 곳까지 나온다. 고인수 소장은 “3세대 방사광가속기는 1991년에 시작해 1994년에 준공했고, 1995년 9월부터 이용자에게 공개했다. 그때는 빔 라인이 2개였고, 나머지 공간은 다 비어 있었다. 언제 빈 공간을 채우나 했는데, 그 사이에 다 채우고도 모자라게 되었다”고 말했다.

염한웅 교수의 실험시설은 빔 라인 4번 끝에 있었다. “여기가 우리 스테이션이다. 전자분광장치다. 물리학자가 고체를 이해하는 방식은 결정이 어떤 구조를 갖고 있는지, 원자들이 그 안에 공간적으로 어떻게 배열되어 있는지를 알아내는 것이다. 그런데 결정 구조만 갖고는 물질 성질을 알 수 없다. 자성, 전도성, 초전도성과 같은 물성은 원자 배열이 정하는 게 아니고 원자에 들어 있는 전자가 결정한다. 따라서 전자의 성질을 알아야 한다. 전자 성질을 알아내기 위해 에너지가 충분한 빛을 물질에 쏘인다. 그러면 아인슈타인의 광전효과로 인해 물질이 전자를 내놓게 된다. 그 전자를 포획해서 운동량과 에너지를 잰다. 에너지와 운동량이 가장 중요한 물리량이다. 그걸 알면 그 입자의 성질을 거의 안다고 볼 수 있다.”

전자의 에너지와 운동량 측정장치는 반구 모양이었다. 전체적으로 높이가 2m쯤 되고, 스테인리스 소재와 같이 반짝이는 관과 관들이 이리저리 수도관처럼 아래위로 연결되어 있었다. 국내에 광전자의 운동량과 에너지를 측정하는 장치가 3~4대 있을 것이라고 했다.



▲ 포항방사광가속기 연구소. 직선 모양 건물에 4세대 가속기가, 원형 건물에 3세대 가속기가 있다. photo 포항공대

물리학자들이 장비 직접 만들어

장비는 복잡해서 엔지니어가 없이는 만들 수 없을 듯했다. 그에게 어떻게 이런 장비를 구축할 수 있었느냐고 물었다. 염 교수는 물리학자에게 장비가 어떤 의미를 갖는지를 설명했다.

“이 측정 장비는 파는 게 아니다. 상당한 시간을 들여 물리학자가 직접 만든 것이다. 선진국의 물리 그룹이라면 자기들이 만든 장비가 있다. 미국, 독일, 일본의 연구 그룹에 가면 장비를 스스로 개발하고, 또 다음 실험을 위해 더 높은 수준의 장비를 만드는 걸 볼 수 있다. 그런데 한국인은 장비를 만들 어본 적이 없다. 한국 학생이 유학 가면, 장비 만드는 건 가르쳐주지 않고 실험하는 것만 가르쳐준다. 장비는 또 혼자 만들 수 있는 게 아니라 여러 사람이 협동해서 해야 한다. 그런데 혼자 돌아왔으니 장비 제작법을 배웠다 해도 만들 수가 없다. 그러면 한국에서는 장비가 없어 유학 시절과 똑같은 실험을 못 한다. 이 경우 상용 장비를 사서 실험을 하게 된다. 그러면 낮은 수준의 실험을 한다. 이렇게 해서는 물리학이 발전할 수 없다.”

광전자분광장비 구축에만 20억원이 들어갔다고 했다. 염 교수는 “장비 만드는 데 시간과 돈이 많이 든다. 장비 한 대에 20억원을 투자할 수 있는 연구비도 한국에는 드물고, 이 장비를 만드는 데 7년이 걸렸다. 장비가 완성되기 전까지 7년 동안은 논문이 없을 수밖에 없다. 내가 국내에서 그간 쌓아온 명성이라는 게 있어서, 다른 프로젝트 하면서 계속 논문도 내고, 이것 유지하고 있는 것이다”라고 했다.

한 실험물리학자가 갖춘 장비는 그의 연구 수준을 반영하는 것인가? 이것 보면 그의 연구가 어느 정도인지를 전문가들은 바로 알아볼 수 있을까?

“당연하다. 외국의 유명 그룹과 경쟁을 하는데, 이 사람들이 무슨 장비를 만들어 갖고 있는지를 보면 이 사람이 어떤 수준의 실험을 할 수 있는지 안다. 국내에 이 분야 연구자가 20명은 있다. 장비는 두세 대 있다. 나머지 17명의 연구자는 그러면 어떻게 하느냐? 미국에 가서 실험한다. 여기에서 사용 시간을 못 얻으면 미국과 일본에 가는 거다”라고 했다.

전자는 운동량과 에너지만 갖고 있는 게 아니라 특이하게 스핀(회전)이라는 물리량도 갖고 있다. 스핀이 자성과 관련된 모든 물성을 결정한다. 그래서 전자를 측정할 때 운동량, 에너지, 스핀을 측정

해야 한다. 염 교수는 “스핀은 더 측정 난이도가 높다. 한국에서는 지금까지 스핀을 측정할 수 있는 장비가 없었다. 우리가 스핀측정기를 새로 개발했다. 그러면 전자가 가진 모든 물리량을 측정하는 거다”라고 말했다. 스핀측정기는 전자분광기 아랫부분에 연결되어 있었다.

염 교수에 따르면, 스핀측정기는 95% 완성됐다. 에너지와 운동량을 측정하는 부분은 먼저 만들었는데 4~5년 걸렸고, 스핀 측정장치를 만드는 데 추가로 3년 걸렸다. 최종 테스트 단계여서, 실험이 두세 달 안에 끝난다. 일단 성능이 나온다는 걸 확인했다고 했다. 안정화되면 여름부터 연구자에게 제공할 예정이다. 염 교수는 “한국에는 에너지와 운동량을 측정하는 장치가 서너 대밖에 없지만 미국에 가면 100대 정도 있을 거다. 일본도 60대는 될 것이고, 중국에는 200대 있을 거다. 그런데 스핀까지 측정할 수 있는 장비를 보면 그 수가 확 준다. 이 정도 급의 스핀을 측정할 수 있는 장비는 세계적으로 3대밖에 안된다고 보면 된다. 우리는 후발주자이니 가장 높은 성능을 만들어내려고 한다. 여름에 오픈하면 세계에서 가장 좋은 장비가 될 거다”라고 자랑했다.

스핀 측정까지 하면 모두 30억원의 장비라고 했다. 그리고 이 스핀 분해 광전자분광기 외에, 이 장비까지 X선을 끌어오려면 빔 라인을 구축해야 했다. 빔 라인 구축에 70억원이 들었다. 그러니 빔 라인과, 전자분광-스핀측정기 해서 100억원대 시설이다. 빔 라인은 3세대 방사광가속기에 모두 35개가 붙어 있고, 여기에는 이보다 더 많은 수의 실험장비가 붙어 있다. 염한웅 교수는 “그걸 세계 최고 수준으로 끌어올릴 수 있느냐는 다른 문제다. 그중에서 국제적으로 경쟁력 있는 건 2~3개밖에 없다고 생각한다”고 말했다.

염 교수가 계속 얘기했다. 세계 최고의 스핀측정기를 구축하면 이 장비를 사용하려는 물질 연구자들이 세계에서 몰려올 거라고 했다. 스핀측정기를 사용해 스핀 측정을 원하는 그룹은 100여개 있다. 미국보다는 최소한 염 교수의 스핀측정기가 성능이 좋으니, 미국의 연구자들이 측정하러 올 거라고 했다. 그런데 장비를 갖고 있으면 이점이 있다. 장비를 빌려주고 ‘잘 쓰세요’ 하고 실험을 지켜보는 게 아니었다. 이 부분에 대해 염한웅 교수는 이렇게 설명했다.

“자기들이 갖고 있는 시료와 아이디어를 갖고 찾아온다. 우리가 장비를 차려놓고 있으면 이들이 갖고 온, 아직 공개되지 않은 최신 연구 정보가 우리에게 오는 거다. 그들이 내는 논문에 우리가 공동저자로 이름이 나가게 된다. 이게 설비의 장점이다.”


한국에는 왜 테크니션 없나

실험장비를 외부 연구자에 제공하는 건 기본적으로 공동연구를 하는 거라고 했다. 상용 장비라면 서비스 비용을 받고 설비를 제공하면 된다. 그러면 과학적인 크레딧(credit)은 서로 교환하지 않는다. 하지만 염 교수 그룹이 갖고 있는 장비는 이들이 독자적으로 개발했다. 그러니 외부 연구자가 시료를 갖고 왔을 때 염한웅 교수 그룹 인력이 측정을 해야 한다.

광전자분광기와, 그에 연결된 스핀측정기는 전문 엔지니어가 아니면 구축하기 불가능해 보였다. 나는 물리학자가 직접 이런 걸 만들 수 있을까 궁금했다. 염 교수에 따르면, 미국의 좋은 연구소에는 테크니션(technician)이라고 해서 전기, 공작, 기계 등 분야에 우수한 기술적인 스태프들이 있다. 반면 한국 대학과 연구소에는 엔지니어링 스태프가 거의 없다. 염 교수는 IBS 단장으로 2013년부터 일하기 시작하면서 큰 자금을 투입받았다.

“그간 한국이 못 하던 수준의 연구를 하자고 생각했다. 그간 세계 최고 수준의 연구를 하지 못했던 병목(bottleneck) 중 하나가 장비다. 국내에서 이런 물리에서 엔지니어링을 시도해 장비를 만든 실험 그룹은 거의 없다. 굉장히 드물다. 이걸 제대로 해보자. 한 단계 업그레이드해서 가자고 했다. 장

비에만 전념하는 엔지니어링에 강한 물리학자를 세 명 고용했다. 이들은 물리학 박사이고 박사후연구원으로 일했고, 어디 가면 교수 할 수 있는 사람들이다. 그런 분들을 설득해서 장비들을 구축하고 있다.”

염 교수를 따라 3세대 방사광가속기 시설에서 나왔다. 그리고 그를 따라간 작은 건물에 엔지니어링에 강한 물리학자 한 사람(함웅돈 박사)이 있었다. 그는 ‘세계 최고’에 도전하고 있었다. 

< 하편에 계속 >

Copyright © 조선뉴스프레스 - 주간조선. 무단전재 및 재배포 금지