



■ 포항공대 화학공학과 김광수 교수

## 세계 최고 수준의 극미세 나노선 개발

포항공대 화학공학과 김광수(金光洙/51세)교수팀은 세계에서 가장 가늘고 집적도가 높은 나노선 배열에 성공했다. 순수한 국내 연구시설과 연구인력을 통해 이처럼 세계 최고의 나노선을 개발한 것은 국내 나노 과학기술의 위상을 한층 높이는 쾌거로 관심을 모으고 있다.

- 인터뷰 : 송해영(본지 객원기자)
- 일 시 : 10월 9일 오후 2시
- 장 소 : 포항공대 화학공학과 연구실

■ 안녕하세요. 바쁘신 중에도 저희 월간 「과학과 기술」을 위해 시간을 내주셔서 감사합니다. 최근 세계 최고 수준의 극미세 나노선을 개발했다고 보고하셨습니다. 이번에 개발에 성공하신 극미세 나노선은 어떤 것이지요.

나노선은 나노회로의 가장 기초가 되는 연결소자로 전 세계적으로 초소형화와 고집적화 경쟁이 치열합니다. 극미세 나노선은 여러 가지 양자현상이 뚜렷이 나타나는 1나노미터 정도의 직경을 갖는 나노선을 의미하며 현재 실용화단계에 있는 20나노미터 이상 직경의 나노선과는 전혀 다른 물리·화학적 현상을 보입니다. 본 연구진은 금속을 환원시키는 능력이 강하고 빛에 민감하게 반응하며 유기물로만 이루어진 나노튜브(nanotube)를 이용하여 세계에서 가장 가늘고 집적도가 높은 은 나노선 배열을 합성하는데 성공하였습니다. 극미세 나노선의 직경은 0.4나노미터이며 나노튜브 안에서 단결정 형태로 형성된 나노선 사이의 간격은 1.7나노미터에 불과합니다. 0.4나노미터는 사실상 나노선이 가질 수 있는 가장 작은 직경에 해당합니다. 각 나노선을 싸고 있는 유기나노튜브는 마치 전선의 피복 같은 절연체의 역할을 함과 동시에 나노선의 수명을 반영구적으로 유지해 줍니다.

■ 이번 연구결과는 선진국과의 협동연구가 아닌 순수 국내 기술로만 이루어진 결과라고 알고 있습니다. 이것이 갖고 있는 의미는 어떤 것이지요.

나노 과학기술분야는 그 특성상 첨단 연구시설에 대한 의존성이 매우 큽니다. 이미 미국, 일본 등 선진국에서는 수년 전부터 나노 과학기술 인프라 구축 및 인력 양성에 집중적 투자를 하고 있습니다. 우리나라의 경우 설비, 인력면에서 선진국에 많이 뒤져 있었지만 최근 정부의 과감한 투자에 힘입어 좋은 연구 결과들이 속속 발표되고 있습니다. 이러한 시점에서 순수한 국내 연구시설과 연구인력을 통해서 세계 최고의 나노선을 개발한 것은 국내 나노 과학기술의 위상을 한단계 높이는 쾌거이며, 이에 힘입어 나노 과학기술에 대한 국민적 관심을 높임과 동시에 민·관의 더욱 과감한 투자를 이끌어 낼 수 있는 자국제 역할을 할 것으로 기대됩니다.

■ 교수님께서 개발하신 극미세 나노선은 그간 다른 나라에서 개발된 것들보다 여러 면에서 우수한 것으로 평가되고 있다고 들었습니다.

### 상온·상압서 합성 ... 반영구적

기존의 극미세 나노선 합성법이 초고진공, 고온이나 고압의 환경에서 매우 어렵게 합성되었던 것과는 달리 상온, 상압의 용액 상에서 수분만에 합성이 이루어지며 안정성이 반영구적이라는 점에서 그 유용성이 뛰어납니다. 작년 미국 연구진에 의해 개발되었던 최고 집적도 나노선 배열보다도 2백배 이상 높은 집적도를 가지며, 안정한 형태로 존재할 수 있는 나노선 구조 중 가장 작은 것으로, 나노선 소형화 및 고집적화 경쟁에 사실상 마침표를 찍는 획기적인 연구결과로 평가받고 있습니다. 몇 가지 분광학 실험 결과를 통해 기존 새로운 물리현상을 관측하였으며 향후 나노소자 설계에 있어 필수적인 1차원 물리를 이해하는 데 결정적인 도움을 줄 것으로 기대됩니다. 같은 방법으로 백금, 금, 팔라듐 등의 극미세 나노선을 만들 수도 있어 다양한 성질을 가진 나노 연결소자로 활용할 수 있을 것입니다.

■ 이번 연구에서는 젊은 연구진들의 독창적인 아이디어가 큰 몫을 해 세계를 깜짝 놀라게 했다고 들었습니다. 연구

과정에서 특기할 만한 사항이 있다면.

이번 연구에 기여한 홍병희군, 배성철박사, 이치완박사, 정석민박사 등은 모두 30대 초반의 젊은 과학자이며 컴퓨터 화학, 실험 물리화학, 유기화학, 전산물리학 등 서로 다른 분야를 전공하고 있습니다. 이들의 유기적인 협력이 없었더라면 단기간 내에 이런 좋은 연구결과를 낼 수 없었을 것입니다. 나노기술은 그 특성상 연구시설 투자가 많고 다양한 전공분야의 지식이 필요하며, 대학-기업체-연구소간의 기술 교류가 필수적입니다. 실제로 본 연구에서 전공의 벽을 넘어선 학제간의 협동, 그리고 대학, 산업체 및 기업연구소의 지원 또한 큰 역할을 했습니다. 특히, 포항공대 신소재공학과(박찬경교수와 홍승갑박사과정생)와 하이닉스 반도체 및 삼성종합기술원의 세계적인 전자현미경 분석 기술지원은 아주 큰 힘이 됐습니다. 이들의 나노분석 기술이 향후 국내 나노기술 발전에 견인차 역할을 할 것으로 기대하고 있습니다.

■ 현재 세계적으로 나노과학 연구가 활기를 띠고 있고, 각 나라 정부의 지원도 대단한 것으로 알고 있습니다. 우리나라의 연구현황과 수준은 어떤지요.

### 연구비 10년간 1조4천억원 지원

세계 각국은 나노기술이 21세기 삶의 지도를 바꿀 수 있다는 점을 인식하고 국가차원에서 막대한 연구비를 지출하고 있습니다. 미국 정부는 연간 약 5억달러 이상의 연구비를 나노 과학기술분야에 집중 투자하고 있습니다. 설비면에서 이미 미국에 앞서 있는 일본 또한 정부기관 주도로 10년간 2억달러 이상의 나노연구 과제를 진행하고 있습니다. 유럽연합(EU)의 경우도 나노 과학기술에 대한 투자규모가 이미 1997년에 1억달러를 넘어섰고 독일도 연간 5천만달러 이상을 투입하고 있습니다. 우리 정부도 나노기술 종합발전 계획을 세워 현재 기초연구단계인 나노기술을 선진 5개국 수준으로 끌어올리기 위해 향후 10년간 총 1조4천8백50억원(정부 9천8백35억원·민간 5천15억원)을 투자할 계획입니다. 미국 세계기술평가센터(WTEC)의 평가에 따르면 우리나라의 나노 과학기술 수준은 아직 선진국의 25%에 불과합니다. 현재 반도체분야의 선두주자인 미국의 인텔사가 게이트 길이가 20나노미터 정도인 소자를 개발한데 비해 우



21세기 우리나라 나노과학이 세계 최고수준이 될 수 있음을 보여준 김광수교수팀

리나라에서는 지난해 한국과학기술연구원(KIST) 연구진이 50나노미터급 반도체 소자를 개발한데 그치고 있습니다.

■ 나노과학은 어떤 응용이 가능한 분야인데 각 나라에서 왜 커다란 관심을 보이고 있는 것인지 궁금합니다.

나노 과학기술은 20세기에 개발된 기술의 한계를 극복할 수 있는 가장 유력한 대안입니다. 반도체의 경우 나노소자를 이용하면 현재 한계 기술의 1천배인 테라바이트급 칩도 만들 수 있고 슈퍼컴퓨터를 휴대용 PC 만한 크기로 만들 수도 있습니다. 강철보다 10배 이상 튼튼하면서도 아주 가벼운 초경량, 초고강도 나노 소재가 개발되면 항공, 우주, 자동차, 철강 등 산업에 근본적인 변화를 불러일으킬 것입니다. 생체 유전자나 단백질을 분자 차원에서 조작해 새로운 의약품을 만들 수도 있고 극소형 기기나 로봇을 통해 인체의 특정부위를 치료할 수도 있습니다. 도서관의 모든 장서를 각설당 크기 만한 메모리 칩에 저장하는 것도 가능하며 여러 가지 질병을 수초 내에 진단할 수 있는 초고감도 생체센서에도 응용될 수 있습니다. 이처럼 나노기술의 응용 분야는 매우 다양하며 인류 생활 전반에 걸쳐 엄청난 변화를 초래할 것으로 예상합니다.

■ 그러면 앞으로 우리나라의 이 분야 성장 가능성에 대한 전망은 어떻게 보시지요.

최근 삼성종합기술원에서는 세계 최초로 탄소 나노튜브를 이용한 초소형 디스플레이를 만들었고 한국과학기술원도

탄소 나노물질을 이용한 초미세 연료전지의 핵심물질을 개발하는 등 눈에 띄는 성과를 내었습니다. 특히 테라급 나노소자 개발단 등을 통해 이루어지고 있는 정부의 과감한 투자는 반도체분야에서 선진국 수준 이상의 기술을 확보하는데 큰 역할을 할 것입니다. 앞으로 국가적인 나노 과학기술 관련 인프라를 구축하고 관련 연구인력 확충에 지속적으로 투자한다면 수년 내에 선진국과 어깨를 나란히 할 수 있을 것으로 기대됩니다.

■ 끝으로 우리나라 과학발전을 위한 제언을 부탁드립니다.

세계의 미래는 과학이 주도하고 있고, 미국의 힘은 바로 과학에 있습니다. 과거 한국이 중국의 신하국처럼, 또 한 때 일본의 속국이 되었던 것은 바로 한국 과학의 부재에 기인합니다. 앞으로 우리나라가 일본과 중국의 틈새에 어떻게 살아날 수 있을지 미래가 암울합니다. 따라서, 과학자/공학자가 존경받고 우대받는 사회적 분위기가 절실히 필요합니다. 오늘날 스포츠 선수가 존경받음으로써 세계적인 운동선수가 탄생하고 있고, 18,19세기 고전음악이 존경받을 때, 베토벤, 모차르트가 있었고, 팝송이 유행함에 비틀즈가 있었음을 상기해야 합니다.

과학발전은 국가 방위 및 국가 경제력의 최우선 과제이자, 바로 국가 경쟁력입니다. 국가의 군사력은 군인이 전투에 직접 참여하기 보다는 로봇과 첨단무기의 전쟁이 시작되고 있습니다.

따라서, 국가 방위를 위해 과학자들은 과학연구를 수행함으로써 병역을 대신하고, 특히 과학영재들의 군 특례는 대폭 확대되어야 합니다. 과학입국이 되지 않고는 한국의 미래는 없다고 봅니다. 본 연구팀의 연구 활성화도 병역 특례자가 없었다면 현재와 같은 연구는 있을 수 없었습니다. 실제 이번 연구에서 커다란 공헌을 한 참여자들 거의가 병역 특례자였습니다. 최근 여러 가지 이유로 많은 우수한 한국 과학자들이 연구의욕을 상실하고 있다고 하는데, 문제가 심각합니다. 열심히 노력하는 만큼 그에 대한 보상을 받을 수 있고 보람을 느낄 수 있는 사회적 분위기 조성이 절대적으로 요청되고 있습니다. ④7