

하정숙 고려대 화공생명공학과 교수

나노세계의 비밀 벗긴다

글_유지영 과학신문기자 jyryoo@sciencenews.co.kr

머리카락 굵기 10만분의 1에 불과한 작은 세계 ‘나노’, 맨눈으로는 그 존재조차 확인할 수 없는 작은 영역이 하정숙 교수의 전장터다. 그녀는 원자와 분자를 벽돌 다루듯 쌓아올려 작은 칩 안에 담과 길을 만드는 데 자신의 연구일생을 걸고 있다.

고려대학교 화공생명공학과 하정숙 교수는 소위 잘 나가는 나노과학자다. 서울대 화학과를 졸업하고 전자통신연구원(ETRI)을 거쳐 2002년 고려대의 지금 자리에 안착했다. 고려대 공대 최초의 여교수라는 타이틀을 거머쥔지 3년, 그녀는 연구와 교육이라는 두 마리 토끼를 잡는 재미에 빠져있다.

하 교수의 주된 연구 분야인 나노 패터닝은 기초 중에서 기초에 속한다. 말 그대로 나노 스케일의 패터닝을 하는 게 그녀의 일이다. 그녀는 이 작업을 분자나 원자를 가지고 하는 미술작업에 비유한다.

“지금까지 반도체소자 제작은 조각 같은 방식이었죠. 웨이퍼를 식각의 방법으로 깎아내어 배선을 그리는 겁니다. 그런데 제가 연구하는 방식은 그 반대입니다. 분자를 원하는 자리에 배열해서 패턴을 완성시키는 것이니까, 소조에 비유할 수 있어요. 앞으로 다가올 나노의 시대는 조각의 방법으로는 실현이 불가능하기 때문에 새로운 방법으로 소조를 연구하고 있는거죠.”

나노 패터닝 연구···‘나노닷’ 성공

나노 과학은 접근 방식에 따라 큰 덩어리를 잘라 작은 것을 만드는 탑다운(top-down)과 원자를 벽돌 쌓듯이 다뤄서 원하는 크기와 모양을 만드는 버텀업(bottom-up)으로 나눌 수 있는데, 하 교수는 보다 기초학문에 가까운 버텀업 방식으로 나노라는 새로운 영역에 접근하고 있다.

특히 그녀는 물질의 자기조립에 주목하고 있다. 자기조립이란 분자들간에 밀고 당기는 힘을 인위적으로 조작해, 분자들이 스스로 나노 패턴을 형성하도록 하는 것을 말한다. 커다란 도화지 위

에 폴로 그림을 그리고 그 위에 모래를 뿌린 다음에 털어주면 모래 그림이 나오는 것과 같은 원리다. 하 교수는 이보다 한 단계 진보된 원자 패터닝을 연구하고 있다. 그리고 이것이 앞으로 다가올 새로운 소자의 기초기술이 될 것으로 기대한다. 이 방법이 현실화되면 분자 하나하나를 일일이 조작해 원하는 자리에 심는 대신에 기판 위에 분자들을 쏟아놓는 것만으로도 패턴 형성이 가능하다는 기대다. 실제 하 교수는 이 방법을 이용해 나노닷(nano dot)을 그리는데 성공했다. 이 연구결과가 실린 논문은 어플라이드 피직스 레터(APL) 2005년 1월호에 게재될 예정이다.

또한 그녀는 나노과학의 세계를 연 STM(주사터널링현미경)과도 인연이 깊다. 전자통신연구원에 재직하던 90년대 초반 표준과학연구원과 함께 STM을 제작하고, 이를 이용한 연구에 오랫동안 전념해왔다. 당시는 국내에 나노라는 개념조차도 생소했던 때였다. 그녀와 그녀의 연구팀은 나노과학이라는 새로운 분야를 시작하는 나노 개척자 중의 하나였던 셈이다.

하 교수의 설명에 따르면 나노는 전혀 새롭지 않으면서도 또한 새로운 세계이다.

“나노는 이미 화학과 물리에서 오랫동안 다루어왔던 분야죠. 제가 전공한 표면화학도 실은 원자와 분자의 거동을 연구하는 것이니까, 나노과학인 셈이고요. 하지만 우리는 나노 세계에 대해서 아는 것이 거의 없어요. 나노 스케일의 세계는 우리가 상상적으로 생각하는 법칙들이 모두 무너지거든요. 때문에 먼저 나노라는 세계에 대한 이해가 필요합니다. 그게 바로 제가 하는 일입니다.”

나노의 세계는 우리가 눈으로 보는 세계와는 다르다. 우리 눈에 금은 금색으로 빛나지만 나노의 세계에서 금은 붉은 색이 되기도 한다는 것이다. 또한 나노의 세계에선 실리콘이 광소자의 역할도 한다. 때문에 반도체소자의 크기를 나노 수준까지 끌어내리는 것은 단순한 크기의 문제가 아니라는 것이다.

하 교수는 기판 위에 분자나 원자 하나를 붙이고 배열하면서,

나도 세계에서만 볼 수 있는 독특한 현상을 이해하기 위해 노력하고 있다. 그리고 이런 연구가 결실을 볼 무렵엔 지금까지와 전혀 다른 소자가 등장할 것으로 기대하고 있다.

“잘 가르치고 열심히 연구하는 과학자”가 꿈

하 교수가 지금의 성과를 거둘 수 있었던 것은 가족의 전폭적인 지원의 힘이 컸다. 특히 남편의 외조와 이해야말로 든든한 경쟁력이었다고 한다. 하정숙 교수는 소위 부부과학자다. 캠퍼스 커플이었던 하 교수 부부는 유학 후 나란히 대덕연구단지에 정착했다. 남편은 화학연구원 연구원으로 근무하다 지난 92년 경희대로 자리를 옮겼고, 하 교수는 그보다 10년 늦은 지난 2002년에 고려대로 옮겨왔다.

하 교수의 절대적 지원자는 그녀의 남편이다. 주말부부로 지내면서 토요일 오후에 서울에 올라가 월요일 새벽에 대전에 내려오는 생활을 무려 10년 동안이나 했다. 하 교수는 새벽에 깨어 올면서 보채는 어린 딸을 떼어 놓고 대전행 차에 몸을 싣는 가슴 아픈 일을 하는 동안 고민도 많이 했다. 그러나 그녀가 그런 맘고생 속에서도 일을 버리지 않은 것은 자기 일에 대한 욕심 외에도 어린 딸의 미래를 위한 마음이 있었다.

“울며 보채는 아이를 떼어놓는 어미 심정이 어땠겠어요. 하지만 생각해 보세요. 나중에 내 딸이 커서 나 같은 문제 때문에 공부를 그만두겠다고 하면, 어떻게 할까요? 아이나 잘 키우라면서 직장생활을 그만두라고 해야 할까요? 아마도 저는 제 어머니가 그랬던 것처럼 더 공부하라고 말해줄 겁니다. 그러려면, 제가 지금 일을 그만 두어서는 안되죠. 자기변명 같기는 하지만, 그것이 옳다고 생각했어요.”

어린 딸은 이제 신문에 실린 엄마의 기사를 보면서 자랑스러워할 정도로 컸다.

“어느날 불쑥 ‘엄마 신문에 또 언제나요?’ 하고 묻더군요. 그



리고 ‘나도 과학자가 될래’ 라고 했어요. 조금 더 자라면, 든든한 후원자가 될 것 같아요.”

하 교수는 학생을 가르치는 게 좋다고 한다. 교수 혼자 너무 신나서 가르치는 게 아닌가 하는 생각이 들 정도로 즐겁고 재미있게 강의를 한다.

“요즘은 공대에 여학생이 늘어나는 추세예요. 그런데 남학생에 비해 전혀 기죽지 않더군요. 성적도 좋고요. 앞으로 여성의 활약이 더욱 기대됩니다.”

다만 아직도 조용하게 수업만 듣는 학생들이 많다는 게 그녀의 걱정이다. 좀더 적극적으로 질문하고 의문을 제기해야 하는데, 교수가 전해주는 지식만 수동적으로 받아들인다는 설명이다. 특히 여학생에게서 이런 경향이 더 많이 나타나는데, 빨리 고쳐야 한다고 충고했다.

하 교수는 후배들에게 실력을 쌓으라고 말한다. 실력을 가져야 큰 소리도 칠 수 있고, 경쟁에서 이길 수 있다는 것이다. 남성과 당당히 겨뤄서 실력을 인정받을 때, 진정한 여성과학자의 시대가 열린다는 설명이다.

그녀의 소원은 단순하다. 잘 가르치고 열심히 연구하는 과학자가 되는 것이다. ㉮