

마리 퀴리의 노벨 화학상 수상 100주년 회고

(Celebration of Marie Curie's 100th Anniversary Nobel Prize in Chemistry)



[그림 1] 마리 퀴리

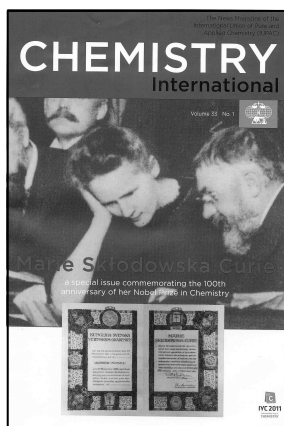
홈페이지 중 마리 퀴리 관련 내용과 IUPAC 특집호를 참고해서 마리 퀴리의 업적과 생애를 간단히 살펴보고자 한다. IUPAC에서 금년 *Chemistry International* 1호를 여러 관점에서 본 마리 퀴리에 대한 특집호로 발행했다([그림 2]). 2010년 12월 미국 하와이에서 개최된 Pacifichem 2010 행사를 시작으로([그림 3]) 세계 각국에서 마리 퀴리 노벨화학상 수상 100주년 기념 행사를 포함한 2011년 세계 화학의 해 행사가 다양하게 진행되었다. 2010년 7월 서울에서 개최된 제4회 아시아 화학 교육자 대회(4th Network of Asian Chemistry Educators Symposium)

금년은 UN과 IUPAC이 정한 “세계 화학의 해(International Year of Chemistry 2011)”이다. 올해는 또한 마리 퀴리([그림 1])가 노벨 화학상을 받은지 100년이 되는 해이기도 하다. 세계 화학의 해를 기념하며 노벨상

글 | 도춘호(전 순천대 교수, choondo@sunchon.ac.kr)

에서도 마리 퀴리에 대해 토론회를 개최했다.

마리 퀴리는 1898년 폴로늄(polonium, 원소번호, 84; 원소 기호 Po)과 라듐(radium, 원소 번호, 88; 원소 기호, Ra) 원소를 발견했다. “방사성(radioactive)”이라는 말도 처음 만들었고, 방사선이 나오는 것은 화학적 성질이 아니라 원자핵의 변환에서 나오는 것이라고 가정했다. 마리 퀴리의 방사선 원소의 발견으로 원소가 변하지 않는 안정된 원소라는 개념에서 원소도 변환이 일어난다는 것을 일깨워주었다. 노벨 화학상을 받은 첫 여성 과학자라는 것뿐만 아니라 치열한 탐구 정신과 사회에 대한 봉사 정신은 지금도 귀감이 되고 있다.



[그림 2] IUPAC 특집호 표지

1. 유년 시절



[그림 3] Pacifichem 2010 마리 퀴리에 관한 포스터 전시(2010년 12월, 하와이)

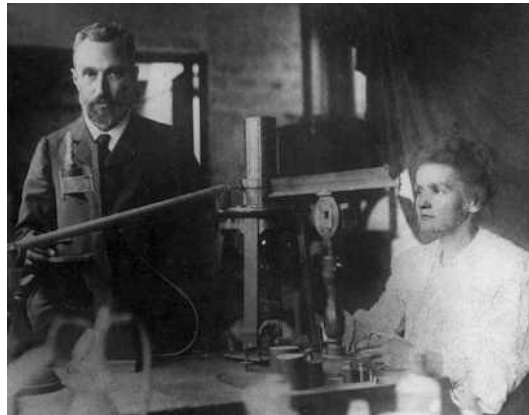
마리 퀴리는 1867년 11월 7일 폴란드 바르샤바(Warsaw, 폴란드어로는 Warszawa)에서 1남 4녀의 막내로 태어났다. 처녀 시절에는 마리 스클로도브스카(Marie Sklodowska)로 불려졌다. 폴란드에 있을 때는 nee Maria로 불리었는데, 파리로 유학 간 뒤 이름을 Marie로 바꾸었다. 어릴 때부터 매우 총명한 마리 퀴리는 고등학교를 졸업하고 새로운 지식에 대한 열망이 아주 크고, 대학을 가고 싶었지만 폴란드에서는 여성이 고등교육을 받기 어려웠고 집안 형편상 여유가 없었다. 한편 폴란드가 당시 러시아에 의해 점령당하고 있어서 시대상도 좋지 않았다. 그래서 마리 퀴리는 그녀의 언니 브로냐(Bronya)가 먼저 파리로 가서 공부를 하고 동생 마리는 언니 학비를 벌여주기로 하고, 그다음 언니가 공부를 마치고 취직하면 동생 마리가 파리에서 공부하는 것을 뒷바라지하기로 그녀의 언니와 약속했다. 그래서 마리 퀴리는 폴란드에서 개인 가정교사로 일하면서 언니 학비를 대고, 브로냐는 소르본느(Sorbonne) 대학에서 의학을 전공했고 폴란드 출신 의사와 결혼 했다. 약속대로 브로냐는 동생을 뒷바라지를 할 차례가 되었고 마리 퀴리가 파리에 유학한 것은 1891년 그녀의 나이가 24세 때였다.

2. 프랑스 파리 유학

1891년 프랑스 파리 소르본느 대학에서 물리와 수학을 공부했다. 본래 목적은 교사 자격증을 따서 폴란드로 돌아가려고 했다. 고등학교를 졸업한 뒤 6년 동안 공부에서 멀어졌고 프랑스어에 서툴렀지만, 새로운 세상을 만나고 새로운 학문에 대한 열정으로 어려움을 이겨냈다. 1893년 2년간 공부로 물리학 과정을 1등으로 마쳤고 장학금을 받아서 다음 1년간 수학을 전공해서 2등으로 졸업했다.

3. 피에르 퀴리와 결혼

1894년 소르본느 대학을 졸업한 뒤 강철의 자기 성질에 관한 연구비를 조금 받았는데, 이와 관련해서 당시 35세인 그녀보다 8살 많은 피에르 퀴리(Pierre Curie)와 만났다. 국제적으로 알



[그림 4] 피에르 퀴리와 마리 퀴리 부부

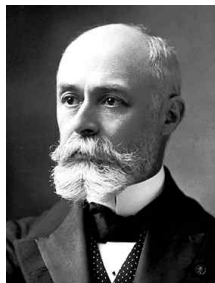


[그림 5] 마리 퀴리와 두 딸, Irene 와 Eve

려진 학자였던 피에르 퀴리는 파리의 시립 공업물리및화학대학(Municipal School of Industrial Physics and Chemistry) 실험실 교수로 재직하고 있었다. 외부 일에는 무관심하고 오직 온도의 변화에 따른 물질의 결정과 자기 성질에 따른 연구만 하는 이상주의자였다. 피에르 퀴리는 그의 동생 자크와 압전 현상(piezoelectricity)을 발견하였다. 마리 퀴리와 피에르 퀴리는 1895년 7월 결혼하였다([그림 4]). 결혼 축하금으로 받은 돈으로 두 사람은 자전거를 사서 자전거를 타는 것이 유일한 여가활동이었다. 1895년 피에르 퀴리는 퀴리의 법칙(Curie's law)에 관한 내용으로 박사학위 논문이 통과되었다. 1896년 마리 퀴리는 교사 자격증을 받았다. 딸 이렌느(Irene)가 1897년 9월 태어났다([그림 5]).



[그림 6] 뢰트겐



[그림 7] 벡크렐

4. 연구의 시작

1897년 피에르의 주선으로 남편인 피에르의 실험실에서 연구를 할 수 있게 되었다. 강철의 자기 성질에 관한 연구를 마치고 마리 퀴리 자신의 박사학위 논문 주제를 찾기 시작했다. 1896년 초 독일 뮌헨대학의 뢰트겐(Wilhelm Conrad Roentgen)은 X-선을 발견했고(뢰트겐은 1901년 노벨 물리학상을 수상)(그림 6), 같은 해 프랑스 파리 폴리테크닉대학의 벡크렐(Henri Becquerel)은 우라늄 광물에서 방사선(radioactivity, radioactive ray)을 발견했다(벡크렐은 1903년 퀴리 부부와 같이 노벨 물리학상을 수상)(그림 7). 마리 퀴리는 다른 화합물에서도 방사선이 방출되는지를 체계적으로 조사하기 시작했다.

5. 연구의 결과와 1903년 노벨 물리학상 수상

벡크렐은 방사선이 통과한 기체는 전기가 통한다는 것도 발표했다. 이 관찰에 착안해서 마리 퀴리는 방사선 방출의 검출을 전류계를 사용해서 검출했다. 전류계를 사용하는 실험은 사진건판을 사용하는 것보다 방사선 검출을 훨씬 더 재현성이 크고 감도가 높고 정확하게 할 수 있었다. 피에르 퀴리가 압전 현상을 연구하면서 미세 전류 측정에 사용한 전류계를 사용하였다. 마리 퀴리는 우라늄 외에 토륨(thorium) 화합물도 방사선을 방출한다는 것을 곧 알았다. 연구 과정에서 마리 퀴리는 방사선 양이 화합물의 종류와 상관이 없고 또 우라늄이나 토륨 양에 비례하지 않는다는 것을 발견했다. 방사선 방출이 화합물의 종류와 상관없고 원자 자체의 내부 성질에 기인하는 것을 발견한 것은 혁명적 발견인 셈이다.

마리 퀴리는 그다음 자연에서 출토되는 여러 가지 광석에서 방사선 물질을 찾기 시작했다. 지질박물관에서 시료들을 구해서 실험했는데, 우라늄 광석인 피치블렌드(pitchblende)에서 우라늄 양으로 예상한 수치보다 방사선이 더 많이 검출되었다. 이것은 우라늄이나 토륨보다 방사선을 더 많이 방출하는 다른 원소가 존재한다는 것을 의미한다. 피에르 퀴리는 자기의 연구 분야인 결정관련 연구를 그만두고 마리 퀴리 연구에 합류했다. 1898년 7월말 두 사람은 우라늄보다 300배나 방사선을 더 많이 내는 원소를 발견했다고 발표하고 이 원소의 이름을 마리 퀴리의 고국 이름을 따서 ‘폴로늄(polonium)’이라고 부르자고 제안했다. 1898년 12월 말 그들은 라듐(radium) 원소를 추가해서 발견했다. 이들의 연구한 실험실과 장비는 형편없는 것이었고, 이 두 원소들을 분별 결정을 통해 분리하고 정제하는 실험도 광석 1톤에서 라듐 화합물을 겨우 몇 백 밀리그램을 얻는 엄청난게 힘들고 어려운 것이었다. 1903년 6월 박사학위 논문을 제출했다.

라듐의 발견 이후 특허를 내는 것은 순수 연구의 목적에 맞지 않는다고 주장해서 특허는 내지 않았다.

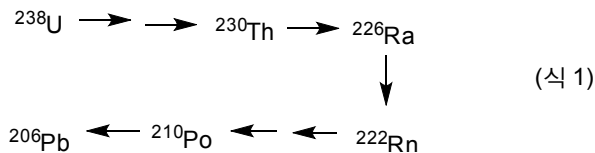
1903년 퀴리 부부는 벡크렐과 같이 노벨 물리학상을 받았다. 퀴리 부부는 노벨상을 1905년 스톡홀름에 가서 받았다. 1906년 4월 19일 피에르 퀴리가 파리에서 마차에 치여 세상을 떠났다.

6. 1911년 노벨 화학상 수상

1906년 피에르 퀴리가 맡았던 실험실을 마리 퀴리가 맡게 되었다. 1908년 마리 퀴리는 소르본느 대학의 정교수가 되었다. 마리 퀴리는 연구를 계속했다. 1908년 수백 밀리그램 단위의 염화 라듐을 얻고 순수한 금속 라듐도 분리해 내었다. 1911년 “라듐과 폴로늄 원소들의 발견과 라듐의 분리와 이 원소의 화합물 성질의 연구를 통해서 화학의 발전에 기여한 공로”로 노벨 화학상을 받았다.

마리 퀴리의 업적은 라듐과 폴로늄 두 원소의 발견뿐만 아니라 ‘방사성(radioactive, radioactivity)’이라는 용어, 방사선 방출이 화합물의 성질이 아니라 원자의 성질이라는 것을 밝혀서 새로운 방사선 원소들을 발견하고 방사선 과학의 새로운 분야

를 개척하였다. 방사선 동위원소, 방사선 분석화학, 지구과학, 재료과학, 생물학, 의학, 공업, 농업 분야에 새로운 장을 열고 응용하게 되었다. 원자도 깨어질 수 없는 것이 아니라 방사선을 방출하고 다른 원자로 변환된다는 것을 밝혔다. 마리 퀴리는 토륨에서부터 원자가 붕괴해서 라돈, 폴로늄으로 변환하고 이 붕괴 계열은 우라늄의 붕괴와도 연결될 수 있다고 가정했다. 이 가정을 1935년 이후 확립된 복잡한 방사선 원자 붕괴 사슬에 따라 표시하면 (식 1)과 같다.



그 당시, α , β , γ 선에 대한 성질에 대한 연구도 활발하였고 원소들의 붕괴 과정도 연구가 시작되었고, 현대 핵물리학이 시작할 계기도 된다. 마리 퀴리는 또한 극미량까지 측정할 수 있는 방사선 분석 방법을 알렸고, 암을 방사선으로 치료하는 의학에 방사선 의학을 도입하는 것을 포함한다. 마리 퀴리는 또한 라듐이 같은 무게의 우라늄보다 약 500만 배 방사선을 더 많이 방출하고, 시간당 1g에서 약 118 cal의 열을 발생한다는 것을 발견했는데, 이것은 핵분열에서 열이 발생하는 것을 발전으로 응용할 수 있는 단서를 제공했다고 볼 수 있다.

7. 사회 공헌

마리 퀴리는 제1차 세계 대전(1914-1918) 중 ‘리틀 퀴리’라고 애칭을 가진 X-선 장비를 갖춘 응급차들을 운영하며 전장에서 부상병들을 검진하고 돌보는데 참여했다.

전쟁이 끝난 뒤 라듐 연구소(Radium Institute)를 운영하기 시작했다. 미국 여성 잡지기자인 마리 말로니(Marie Maloney)의 주선으로 마리 퀴리는 라듐 연구를 위한 모금을 위해 미국을 두차례 방문했다. 1921년 미국을 방문해서 여러 곳에서 대학과 대중을 상대로 강연을 했다. 미국 여성들 특히 여성 과학자들에게 큰 용기를 주었고 또한 과학을 일반 대중에게 이해시키는 큰 계기가 되었다. 미국 여행으로 미국에서 라듐 1그램을



[그림 8] 마리 퀴리와 그녀의 딸 이렌느

미국 하딩(W. Harding)대통령으로부터 선물로 받았다. 1929년 미국을 한번 더 방문하고 이때에도 라듐을 선물로 받아서 폴란드에 라듐연구소를 세우는데 기여했다. 이때는 미국에서 후버(H. C. Hoover) 대통령을 만났다.

마리 퀴리의 딸 이렌느와 사위 프레데릭 졸리오(Fredelic Joliot)는 1935년 인공 방사선의 발견으로 노벨 화학상을 받았다 ([그림 8]).

마리 퀴리는 1934년 7월 4일 프랑스에서 방사선 노출에 따른 백혈병으로 세상을 떠났다. 1995년 4월 20일 프랑스 미테랑(F. Mitterand) 대통령은 퀴리 부부를 저명한 파리 시민을 묻는 파리 판테온(Paris Pantheon)에 옮겨서 묻었다. 이것은 첫 외국 인이고 첫 여성인 마리 퀴리에게 과학의 발전에 이바지한 공로에 대한 영예를 추서한 것이다.

참고문헌

1. IUPAC, *Chemistry International*, **33**, No. 1 (2011).
2. 노벨상 홈페이지: "The Nobel Prize in Chemistry 1911", http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1911/
3. N. Froman, "Marie and Pierre Curie and the Discovery of

Polonium and Radium", http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/articles/curie/

4. 데니스 브라이언 지음/전대호 옮김, "퀴리 가문", 지식의 숲(서울), 2008.