

Serendipity is not planned



KAIST 책임연구원 최철림
02)958-5331crchoe@kist.re.kr

Serendipity 우연과 행운의 발견

필자가 제목에서 표기한 영어를 처음으로 접한 것은 아마도 거의 20년 전쯤이다. 당시 과기처에 화공조 정관으로 계셨던 김모 박사께서 사석에서 한 말이였다. Serendipity란 단어가 일반 사전에 실려 있지 않아 그때는 전체 이야기의 줄거리로 비루어 대강의 뜻을 짐작하는 정도였다. 최근에 각종 자료를 읽다가 한번은 2000년 노벨화학상 수여연설 중에서, 또 한번은 테플론의 발명부분에서 다시 이 단어를 발견하게 되었는데 오래 전에 들었던 위의 글귀가 거침없이 되살아나는 것을 보고 상당한 기간이 지나는 동안 필자의 의식 속에 이 글귀가 살아 있었다는 것을 새삼 느꼈다. 내친 김에 이 단어의 뜻을 정확히 알아야 되겠다는 생각으로 도서관에 있는 웹스터 사전을 들춰보았다. 이 사전에 정의된 이 단어의 뜻은 <(1) the possession of the gift by the heroes of the Persian fairy tale, the Three Princes of Serendip, (2) an assumed gift for finding valuable or agreeable things not sought for>이다. 그래서 이 단어는(2000년 노벨화학상 수여연설에서도 설명되어 있듯이) 페르시아의 동화에 나오는 Serendip 왕자들의, 우연찮게 부인가를 발견하는 타고난 재능에서 유래되어 기대하지 않았던 뜻밖의 발견

이나 발명을 뜻하는 말로 쓰이게 된 것 같다고 생각하기에 이르렀다. 이쯤에서 주변의 몇몇 사람들에게 serendipity란 단어를 아는지 물어보았다. 그런데 놀랍게도 안모 박사(한국과학기술연구원 생체재료연구센터)가 나에게 전해준 책의 제목이 'Serendipity 우연과 행운의 과학적 발견 이야기'이었고 필자가 여러 날을 소비하여 준비한 글감의 내용이 이 책 속에 실려 있는 것이 아닌가? 책의 머리말에 필자가 궁금해 하였던 이 단어의 내력이 이렇게 적혀 있다. "Serendipity라는 어휘는 호러서 윌풀이 1754년 친구인 호리스 맨 경에게 보낸 편지 속에서 처음 사용되었습니다. 윌풀이 'Serendip(세리랑카의 옛 이름)의 세왕자라: 옛날 모험 이야기를 읽고 감동받은 것에서 비롯된 것인데, 이 왕자들은 처음부터 의도적인 것이 아니라 언제나 우연히, 그러면서도 항상 여러 가지 것을 발견하였습니다. 윌풀은 이 serendipity라는 말을 자신이 우연히 이룬 몇 가지 발견을 표현하는데 사용하였습니다. 이 어휘가 최근에 재발견되어 점차 민면하게 사용되고 있습니다."

이 글은 저밀도 폴리에틸렌과 테플론의 발명을 중심으로 제목이 의미하듯이 세계적인 대발명이 계획되지 않은 상황에서 어떻게 우연히 이루어 졌으며 이러한 우연이 대 발명으로 까지 가게 되었던 내용과 의

비를 되새겨 보기 위한 것이다. 위에서 말한 책의 도움으로 보다 충실한 내용을 담을 수 있게 된 것은 또 하나의 serendipity가 아닐까 싶다.

지밀도 폴리에틸렌 이야기

저밀도 폴리에틸렌(고압 폴리에틸렌)의 발명은 영국의 Imperial Chemical Industries (ICI)가 당시 새로운 분야였던 화학반응에 미치는 초고압의 효과에 관한 연구를 절정화한 것이 계기가 되어 이루어진 우연의 산물이었다. 미국의 Bridgeman과 홀란드의 Michel과 이룩한 고압반응에 대한 선구적인 연구결과들이 ICI의 화학자들을 고무시켜 이러한 연구가 시작되었다. 고압 화학반응과 관련하여 1932년과 33년에 걸쳐 ICI에서 시도하였던 50개의 반응 중에 benzaldehyde와 ethylene의 반응도 포함되어 있었다. 상업적인 유용성의 측면에서 연구결과가 기대에 미치지 못하여 고심하던 33년 어느 날 이 실험을 담당하였던 Gibson은 benzaldehyde와 ethylene의 고압반응(섭씨 70도, 1400기압) 중에 예기치 않게 '백색 왁스와 같은 고체'의 얇은 막이 반응용기의 벽을 덮고 있다는 것을 발견하였다. 나중에야 확인된 것이지만 이것은 benzaldehyde 중에 약간의 peroxid가 존재했기 때문에 가능했던 것이었다. 기대분자(macromolecules)의 개념이 많은 논란을 거친 후 학문적으로 정립되고 있었던 시기여서 ICI의 화학자들은 '백색 왁스와 같은 고체'가 무엇을 의미하는지 곧 이해를 할 수 있었지만, 이어 진행된 에틸렌 고분자(백색의 왁스와 같은 고체)를 재현성 있게 얻기 위한 연구는 뚜렷한 성과를 얻지 못하였다. 결국 ICI의 과학자들은 보다 나은 실험결과를 얻기 위해서

는 실험장치의 개량이 불가피하다는 것을 알게 되었다. 두 번째의 행운은 개량된 장치를 이용하여 실험이 재개되었던 1935년 12월에 찾아왔다. 실험 중 에틸렌의 누출에 의한 압력지하, 그리고 이를 보충하기 위하여 새로이 공급된 에틸렌에 고분자 생성의 촉매인 적당량의 산소가 들어 있었다는 사실이 이 실험의 획기적인 전환점이 되었다는 것은 우연치고는 너무나 우연이 아닐 수 없다. 비록 이러한 우연들이 지밀도 폴리에틸렌을 발명하게 된 근본적인 원인이 되었지만 예기치 않았던 결과의 중요성을 인식하고 성공적인 결론을 이끌어 낸 ICI의 과학자들, E.W.Fawcett, R.O.Gibson, J.C.Swallow 등의 전문성과 통찰력이 없었더라면 이 세기적인 발명의 역사는 달라졌을 것이다.

테플론(폴리테트라플루오로 에틸렌) 이야기

테플론은 미국 듀폰사의 당시 젊은 화학자 R. J. Plunkett에 의하여 발명되었다. 그는 1930년 오하이오 주립대학에서 학위를 마치고 바로 듀폰사에 입사를 하였으며 처음으로 맡았던 연구가 프레온 114(CCl₂CCl₂)를 대체할 수 있는 새로운 냉매의 개발이었다. 그가 생각한 물질은 프레온 124(CCl₂CF₂)이었다. 그때까지 알려져 있었던 연구결과들에 대한 문헌조사를 마친 그의 결론은 프레온 114로부터 TFE(tetrafluoroethylene) 합성한 후 이를 염산과 반응시키면 된다는 것이었다. Plunkett는 1단계 실험으로 TFE를 합성한 후 다음단계의 실험을 위하여 정제된 TFE를 1 내지 2파운드의 분량으로 드라이아이스 온도에서 금속실린더에 보관하였다. 1938년 4월 6일 아침 2단계 실험을 준비하고 있었던 그의 실험조수 J.

Rebok은 그 전날 실험에 사용하였던 실린더 중의 하나를 실험장치에 연결한 후 밸브를 열었으나 자체 압력에 의하여 흘러나와야 할 기체가 감감 무소식을 발견하였다. 다른 실린더를 사용하여 실험은 계속되었으나 그 전의 실린더에서 무슨 일이 일어났는지 이해할 수 없었던 Plunket가 실린더를 장치에서 떼어낸 후 밸브의 구멍에 질사를 밀어 넣어 보았으나(실린더의 부게는 분명 내부에 가스가 있음을 말하고 있었지만) 가스는 여전히 나오지 않았다. 결국 그는 밸브를 실린더에서 제거한 후에야 실린더 내에는 가스가 없다는 것을 확인함과 동시에 흰색의 분말을 관찰하게 되었던 것이다. 폴리에틸렌의 발명에서 보는 것처럼 중합반응이 어떻게 일어났는지 그 이유가 확실하게 알려져 있지는 않지만 테플론은 이렇게 해서 세상에 태어나게 되었다. 그러나 다시 Plunket의 전문성과 통찰력이 없었더라면 그리고 새로운 고분자에 관해 큰 관심을 가지고 고분자화학분야에서 수많은 과학자와 엔지니어들을 지원하였던 듀폰이라는 회사가 아니었다더라면 그 결과가 어떻게 되었을까?

이러한 발견의 우연성과 이에 대한 전문성과 통찰력 외에 지금도 폴리에틸렌과 테플론이 오늘날의 명성을 얻을 수 있었던 데는 또 다른 필연적인 우연이 있었다는 사실은 그저 놀랍기만 하다. 전신전화 케이블의 제조에 관계하고 있었던 영국건설보수회사와 ICI의 우연한 정보교환과 뒤이어 발발한 세계 제2차대전은 폴리에틸렌의 전기절연성과 그에 합당한 기계적 성질이 위력을 발휘하는 계기를 만들어 주었다. 폴리에틸렌을 이용할 수 있게 됨으로써 (폴리에틸렌의 이상적인 절연성과 구조상의 완전성 때문에) 그때까지

거의 불가능하였던 기상탐제 레이더의 설계, 제조, 장치, 보수 등의 문제점이 용이해졌으며..... 안테나와 피디의 다양한 설계가 가능해졌다.”고 Swallow는 그의 책 'polythene'(polyethylene(영국식 표현)에서 레이더의 발명자 로버트 왓슨 와트경의 말을 인용하고 있다. 이와 같이 폴리에틸렌은 이 새로운 전자기기, 레이더의 제조와 성능향상에 일익을 담당하여 연합군이 2차대전을 승리로 이끄는 데 획획한 공훈을 세운 것이다. 테플론의 경우도 이와 매우 유사한 응용의 역사를 가지고 있다. 테플론이 발명된 지 몇 개월 후 맨하탄 계획에 참여하고 있던 과학자들이 원폭용 우라늄 제조에 이용되는 물질 중의 하나인, 부식성이 강한 6플로로오로화 우라늄(UF6)에 견디는 재료를 찾고 있었다. UF6를 생산하는 공장의 가스켓, 팩킹, 라이닝에 적합한 재료가 테플론이라는 것은 미국 육군의 워자폭탄 계획 담당의 책임자가 우연히도 듀폰의 아는 사람으로부터 이 새로운 플라스틱에 관한 이야기를 듣고 난 후에 내린 결론이었다. 지금도 그렇지만 당시 상당히 고가였던 테플론은 생산가에 개의치 않고 2차 대전 중 이 용도로 제조되었다.

Serendipity가 말하는 또 다른 의미

이 세기적인 뜻밖의 우연한 발명, serendipity가 시사하는 내용을 필자의 관꿈까지 못한 글재주로 표현하기 보다는 발명의 당사자들이 나중에 회고한 글 중에서 발췌하여 되새겨 보는 것이 나을 것 같아 여기에 인용하였다. 화학반응에 미치는 조고압의 효과에 대한 연구의 제한을 주도하였던 ICI의 Swallow는 'polythene'에서 이렇게 이야기 하고 있다.“시간이 지

나면서 발명이나 발견에 대한 이야기는 관념화되고 너무 합리화되는 경향이 있습니다. 모든 과정이 최초의 실험에서부터 논리적으로 전개되었다는 식으로 소개가 되곤 하지만, 과거의 역사는 이러한 경우는 매우 드물며 기회가 항상 큰 역할을 한다는 것을 우리에게 가르쳐 줍니다. 그러나 중요한 것은 발명이나 발견 그 자체가 아니라 그것의 중대성을 인식하는 것입니다"라고 말하고 있으며, Plunkett는 1986년 뉴욕에서 개최된 '미국화학회의' '고분자화학의 역사에 관한 심포지움'에서 다음과 같이 순회하고 있다. "테플론의 발명에 대해 사람들은 (1) serendipity의 한 예이며, (2) 행운을 동반한 사건이며, (3) 빈틈이는 친제성의 결과라고 각기 다른 방식으로 기술하고 있습니다. 아마도 이 세 가지 모두 함께 연관되어 있을 것입니다"라고 그 세 가지의 의미를 부정하고 있지 않다. 이와 같이 이들은 그들의 발견이 우연의 산물이었다는 것을 숨기지 않고 있다. 대신 이들이 한 이야기는 우연을 대 발명으로 이끌어준 이유가 무엇이었던가를 생각하게끔 한다.

필자가 하나 덧붙이자면 serendipity의 시의성을 들고 싶다. 폴리에틸렌과 테플론의 발명이 모두 1930년대에 이루어 졌으며 세계 제2차대전이 임박하였던 때였다는 것이 이를 시사하고 있다. 1930년대는 1920년대 초 Staudinger 교수가 '거대분자(macromoluculé)'의 이론을 공표한 지 10여년이 지나 과학자들 사이에 이 새로운 개념이 점차 받아들여지기 시작하였고, 나아가서 이를 학문적으로 정립시키는 연구가 활발하게 전개되었으며, 일부 고분자의 상업적인 생산이 개시되어 세계적인 유수한 화학회사들이 새로운 고분자의 출현

을 고대하고 있었던 때였다. Plunkett는 위의 심포지움 강연에서 "내가 테플론이 매우 독특한 성질을 가지고 있다는 것을 알았을 때 나는 그것으로 무엇을 할 수 있을지 몰라 약간 난처하였습니다. 그러나 나의 행운은 듀폰이라는 회사에 일하고 있었다는 것입니다. 당시 듀폰사는 고분자에 커다란 관심을 가지고 있었으며 고분자화학분야에 일하는 수많은 과학자와 엔지니어들을 지원하고 있었습니다" 라고 이야기 하면서 듀폰사의 지원과 회사 내의 많은 사람들이 도움을 아끼지 않았다는 것을 말하고 있다. 폴리에틸렌과 테플론이 Staudinger(위전이나 (위에서 이야기 한 것처럼) 응용의 꽃피를 터 주었던 세계 제2차대전과 무관하게 발명되었다면 그것들의 개발역사가 달라졌을 것이라는 게 필자의 솔직한 심정이다. Staudinger 훨씬 이전에도 다수의 고분자들이 우연한 발명으로 보고는 되었지만 세인의 주목을 받지 못하였던 이유를 필자는 시의상으로 보고 싶다. 1838년 프랑스의 화학자 Regnaud가 발명된 유리관에 염화비닐을 넣어서 햇빛에 쬐면 하얀 분말이 생긴다는 보고와 그로부터 훨씬 후인 1872년 Bauman이 염화비닐이 용매나 산에 영향을 받지 않는 백색의 고체가 된다는 보고가 상당한 기간 동안 세인의 관심밖에서 있었다는 사실이 (오늘날의 PVC 산업을 생각하면) 이를 여실히 말해주고 있다.

빛은말

끝으로 고분자과학의 발전에 기여한 공로로 1974년 노벨화학상을 받았던 고분자과학의 대가 Flory의 serendipity와 관련된 생각을 전하면서 이 글을 마치려

고 한다. 그는 미국화학계의 최고상인 프리스틀리 상을 받는 자리에서 다음과 같이 말했다. “중요한 발견이라는 것은 결코 단순한 우연이 아닙니다. (나중에 깨달는다 하더라도) 오류라는 생각이 널리 유포되고 있는 경우, 유감스럽게도 과학이나 기술계에서 이를 극복하기란 쉬운 일이 아닙니다. 분명 우연이 작용하기는 하지만 세상 일반인이 생각하는 ‘뜻밖’이라는 것보다 ‘창조’부분이 훨씬 많은 것입니다. 깊고도 폭넓은 지식은 당연한 필요조건이며, 미리 마음이 충분히 충전되어 있지 못하면 흔히 말하는 ‘천재의 빈틈입’도 아무런 소용이 없는 것입니다.”

참고로 필자가 이 글을 쓰면서 보았던 책자를 여기에 밝히둔다.

- o. “Serendipity-Accidental Discoveries in Science”, Royston M, Roberts, John Wiley & Sons, Inc.(1989), 안병태 옮김, 도서출판국제 (1994)
- o. Polyolefins, Frank M. McMillan, in “Applied Polymer Science” M. Joan Comstock(ed.), ACS Symposium Series, American Chemical Society(1985)
- o. The History of PTFE : Discovery and Development, R.J.Plunkett, in “High Performance Polymers: Their Origin and Development”, R.B.Seymour and G.S.Kirshenbaum(ed.), ACS Symposium Series, Elsevier Science Publishing Co. Inc.(1986)

