벤젠을 분해하는 기술의 개발

김병수 | 울산과학기술대학교 화학과 (E-mail: bskim19@unist.ac.kr)

일본 이화학연구소(RIKEN)의 연구진은 아주 안정한 방향족 탄소-탄소간의 결합을 끊는 새로운 연구결과를 *Nature*지를 통해 발표했다. 연구진은 분자다금속 수소화물을 이용해 벤젠의 결합을 분해할 수 있음을 발견했다. 더불어 연구진은 이러한 발견이 관련 연구분야에서 보다 효과적이고 선택적으로 재료를 생산할 수 있는 새로운 촉매를 디자인하는데 도움이 될 것이라고 밝혔다.

모든 생명체의 근간을 이루며, 오늘날 새로이 가장 중요한 화합물로 관심이 증대되고 있는 탄소화합물의 가장 기본적인 골격을 이루는 탄소-탄소 결합의 경우 그 선택적 생성과 결합은 오랜 기간동안 여러 과학자들에게 도전을 안겨주고 있다. 이들 화합물들 사이에서 탄소와 탄소 간의 결합을 깨는 것은 연료를 생산하거나 산업적으로 가치있는 화합물들을 만드는데 있어서 중요한 역할을 한다. 또한 석유나 바이오매스와 같이 자연적으로 존재하는 자원에서 많은 방향족 화합물(aromatic compounds)들의 근간을 이루는 방향족 탄소-탄소 결합은 매우 안정적이어서 이를 깨는 것은 매우 어렵다. 화학 산업에 있어서, 이러한 결합을 깨는 것은 높은 온도에서 고체 촉매를 이용하는 것을 필요로 하며 다양한 생산물을 만드는데 도움이 될 수 있지만, 이러한 과정에서의 화학적 반응 메커니즘은 아직 정확하게 이해되지 못하고 있다.

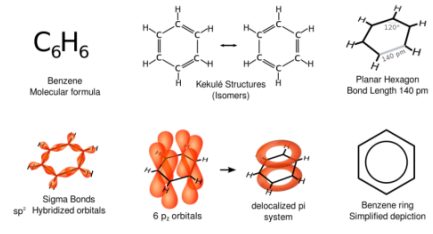

그림 1. 벤젠의 화학적 구조.

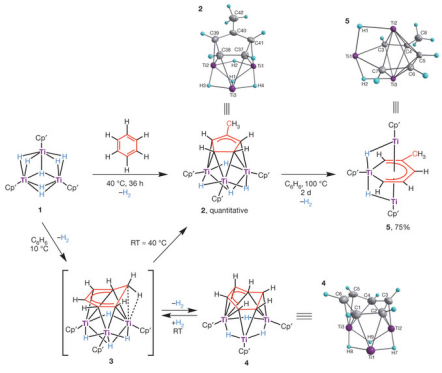

그림 2. Trinuclear heptahydride complex와 벤젠의 화학적 반응 매커니즘.

최근에 2014년 8월에 네이처(*Nature*)지에 발표된 연구에서, 일본의 이화학연구소(RIKEN) 산하 고등촉매연구센터(advanced catalysis research group) 소속의 Zhaomin Hou와 동료 연구자들은 상대적으로 낮은 온도와 매우 선택적인 방법을 통해 방향족 탄소-탄소 결합을 깸으로써 활성화된 벤젠을 만들어내기 위해 3핵 타이타늄 하이드라이드(trinuclear titanium hydride)를 이용할 수 있다는 사실을 입증했다.

이 논문에서는 처음으로 탄소와 탄소 결합을 깨고 벤젠의 구조를 재배열하는 것을 잘 짜인 분자 시스템을 통해 입증해 보였다. 이것은 석유를 정제하는데 있어서 산업적으로 중요한 과정인 벤젠의 수소화분해(hydrocracking)에 대한 세부적인 메커니즘을 보여주었으며 분자다금속 수소화물(molecular multi metallic hydrides)이 불활성화된 방향족 분자들을 분해시키는 플랫폼으로 이용될 수 있다는 것을 최초로 구명하였다. 연구자들은 이전 연구에서 분자다금속 수소화물(molecular multimetallic hydrides)이 이질소(dinitrogen)의 활성화를 위한 플랫폼으로 이용될 수 있다는 사실을 이미 입증한 바 있다. 이 논문에서 연구자들은, 이러한 시너지 효과가 탄소-수소 혹은 탄소-탄소와 같은 다른 불활성화된 화학 결합의 활성을 위해 이용될 수 있다는 것을 보여주는 진일보된 결과를 얻을 수 있었다.

* 본 연구결과는 저널 *Nature*에 "Carbon–carbon bond cleavage and rearrangement of benzene by a trinuclear titanium hydride"라는 제목(*Nature* **512**, 413 (2014), DOI: 10.1038/nature13624)으로 게재되었다.

본 토픽은 KISTI 미리안의 글로벌동향브리핑(http://mirian.kisti.re.kr)의 기사를 참조하여 정리하였습니다.