

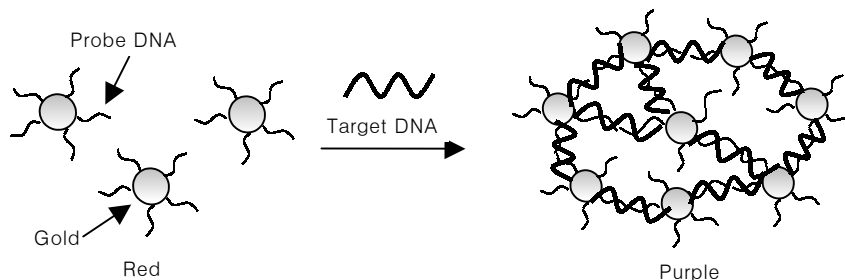
Gold Nanoparticle 을 이용한 DNA 센서

특정 염기 서열을 갖는 DNA의 검출은 병원성 질병이나 유전성 질병을 진단에 응용될 수 있기 때문에 많은 관심을 받고 있다. DNA를 검출하기 위한 기술은 주로 방사선, 형광 또는 화학발광 표식인자를 사용하여 왔다. 최근 Northwestern대의 Mirkin 연구실에서 금 나노입자를 사용한 DNA 센서가 개발되어 많은 관심을 모으고 있다 (*J. Am. Chem. Soc.*, **120**, 1959 (1998)).

금 나노입자는 용액중에 분산되었을 때 입자의 사이즈에 따라서 흡수스펙트럼에서 서로 다른 최대흡수파장을 지닌다. 예를 들면 약 13 nm의 지름을 지니는 금 나노입자가 수용액 상태에서 잘 분산되었을 때는 약 530 nm의 최대흡수파장을 가지며 용액은 붉은 색을 띄게 된다. 그러나 입자가 모여서 aggregation이 되었을 때는 최대흡수파장이 장파장으로 이동하게 되고 용액의 색은 보라색을 띄게 된다. 이러한 원리를 사용하여 Mirkin 연구실에서는 아래 그림에서와 같이 금 나노입자 표면에 염기배열의 순서를 알고 있는 단일가닥 DNA를 붙이고 이 DNA와 상보적인 염기순서를 지니는 DNA와 반응시켜 보았다. 놀랍게도 금 입자 표면의 DNA가 상보적인 DNA 가닥을 인식하여 이중나선구조를 이루며 금 나노입자들의 aggregation을 유발하였다. 따라서 용액의 색은 표적 DNA가 없을 때는 적색을 나타내다가 표적 DNA가 있을 때에는 보라색을 띄게 되었다 (*J. Am. Chem. Soc.*, **125**, 1643 (2003)).

기존의 DNA-칩과 마찬가지로 단일 가닥 DNA를 칩위에 고정시키고 상보적인 DNA를 지니는 금 나노입자와 반응시켜 DNA-칩의 가능성도 조사하였다. 현재 사용되고 있는 DNA칩은 금 입자 대신 형광발색단을 화합물을 사용하고 있다. 금 나노입자를 사용한 DNA-칩의 경우는 금 나노입자에서 발생하는 1차 신호를 은 이온을 사용하여 나노입자 상에서 환원시켜 신호가 증폭되는 효과를 가져올 수 있기 때문에 감도에서 기존의 DNA-칩을 사용하는 것 보다 훨씬 우수한 특징을 보여 주었다 (*Science*, **289**, 1757 (2000)). 금 나노입자를 이용한 DNA 센서는 은 이온의 환원을 전극 사이에서 실행하게 되면 전도성의 변화가 오게 되고 이를 이용한 전기적인 신호를 사용해서도 DNA칩 기능을 수행할 수 있다 (*Science*, **295**, 1503 (2002)). 또한 Raman dye가 결합되어 있는 DNA를 사용한 금 입자의 경우는, Raman scattering spectroscopy를 사용하여 검출할 수 있다. 각기 다른 dye를 서로 다른 DNA에 결합하게 되면, 각각에 대한 상보가닥이 왔을 때, 한번에 여러 개의 DNA를 검출할 수 있는 장점을 지닌다 (*Science*, **297**, 1536 (2002)). DNA가 고정화되어 있는 금 나노입자와 자성을 지니는 입자를 사용하여 1×10^{-18} M 농도의 극미량의 표적물질을 검출하는 방법도 개발되고 있다 (*Science*, **301**, 1884 (2003)).

이들의 연구는 금 나노입자들의 크기에 따라서 최대흡수파장의 변화를 가져온다는 간단한 아이디어에서 출발하여 기존의 DNA 센서보다 훨씬 감도가 좋은 센서 시스템을 개발할 수 있다는 것을 증명하였다.



<한양대학교 응용화학공학부 김종만, e-mail: jmk@hanyang.ac.kr>