

| 확대경 |

# 나노-바이오 융합기술의 국내 기술 개발과 정책의 현황 및 전망

이하영

## 나노-바이오 융합기술 개요

나노기술은 바이오기술(BT), 정보기술(IT), 인지기술(CT), 에너지, 환경기술(ET) 등 모든 산업 분야에 이론적, 기술적 기반을 제공하는 원천기술로서, 나노기술의 중요성은 더욱 증가하고 있다. 특히, 인구의 고령화에 따라 건강한 삶에 대한 욕구가 증대하고 있으며, 새로운 전염병 등의 위협이 발생함에 따라 나노-바이오기술에 대한 사회적 수요가 점차 증대하고 있다.

질병 진단 및 치료 분야에 나노-바이오기술을 적용함으로써 현재 의료기술이 가지고 있는 기술적 한계를 극복하고, 새로운 기능을 창출할 수 있다. 나노-바이오 융합기술의 정의에 대해, 나노기술종합발전계획에서는 '나노-바이오기술'을 '바이오 시스템 및 이들이 나노구조와 결합된 융합 시스템을 나노미터 크기의 수준에서 조작 및 분석하고 이를 제어하는 과학기술'로 정의하고 있다.

나노-바이오 융합기술은 나노기술을 적용하여 생명현상을 규명하고 바이오 및 의료 분야에 활용함으로써 질병 조기 진단 및 치료, 건강한 먹거리 생산에 기여할 수 있는 기술로서, 제2기 국가나노기술지도에서는 나노-바이오기술을 4가지로 분류하였다. 첫째, 나노기술을 이용하여 특정 바이오물질을 검지하거나, 병을 진단하는 개인 맞춤형 나노진단 기술, 둘째, 나노 기술을 이용하여

병을 치료하는 지능형 나노치료제 (Smart Nanodrug) 개발 기술, 셋째, 바이오 단분자의 이미징 등 바이오 분자 제어 및 분석을 위한 현재 기술의 한계성을 극복하게 해주는 생체분자 나노분석/제어 기술, 넷째, 바이오 나노기술을 적용하여 고품질 농산물·수산물·식품을 생산하는 나노기반 농수산 고도화 기술 (Nano Agriculture)이다.

## 국내 나노-바이오 융합기술 정책 현황 및 기술개발 동향

나노기술과 결합된 바이오 기술의 발전은 특히 의료 등 인체치료와 유전자 지도, 생명공학, 마이크로 전자기계시스템, 바이오센서, 바이오칩 기술에 적용되기 위하여 많은 연구와 정책적인 지원이 이루어지고 있다.

나노바이오 기술은 그 학문적, 상업적, 사회문화적 중요성과 향후 기술의 발전 가능성에 대한 기대 때문에 세계 각국에서는 정부차원에서 그 연구개발 투자에 박차를 가하고 있다. 미국의 경우 2001년에 'National Nanotechnology Initiative'를 수립하여 2015년까지 성취할 10대 나노기술 연구개발 목표를 설정하였으며, 이 중 4가지가 나노바이오기술 (1. 암의 조기발견·진단·완치, 2. 나노급의 의약품 합성 및 전달 체계 확립, 3. 인공장기 등의 나노급 융합기술개발, 4. 생체 적합형 물질



### 〈저자 약력〉

이하영 박사는 2006년 전북대학교에서 공학(유기신물질공학과) 박사학위를 받았으며, 스탠포드대학교 및 펜실베이니아대학교 Postdoc.을 거쳐, 2009년부터 CJ제일제당 제약연구소, 2012년부터 KISTI 국가나노기술정책센터에서 근무하였으며, 2014년부터 서울아산병원 신약개발융합바이오이미징센터 사무국장으로 재직 중이다. (hayounglee@amc.seoul.kr)



[Fig. 1] 나노-바이오 기술의 미래 시나리오 (출처: 제2기 국가나노기술지도 총괄보고서)

및 시스템개발)에 관한 것이었다.

우리나라는 제1기 나노기술종합발전계획(2001~2005) 수립시 나노바이오연구가 태동하는 시기였으며, 제2기 나노기술종합발전계획(2006~2010) 수립을 통해 나노기술의 기존기술과의 연계 및 융합(IT, BT, ET 등)을 위한 투자를 확대하기 시작하였다. 2011년 제3기 나노기술 종합발전계획(2011~2020)에서는 미래 수요에 대응하기 위해 5대 중점 분야 30개 미래 기술을 도출하고 이를 집중 육성하고자 하였으며, 이 중 나노 바이오 분야의 미래 기술로서 나노기반 농수산물, 나노 웰빙 제품, 맞춤형 나노진단, 생체분자 나노분석, 지능형 나노치료제 등으로 정하고 정책적으로 나노-바이오기술 연구에 투자하였다.

2000년대 들어 21세기 프론티어사업, 성장동력사업, NCRC(국가핵심연구센터)사업 등을 통해 나노-바이오 기술 개발을 적극 지원하였으며, 2008년 교육과학기술부 "나노기초·원천기술중기전략", 2011년 지식경제부 '산업기술로드맵(나노융합분야)' 등을 통해 나노-바이오 분야의 미래 유망 기술을 제시하였다. 또한 나노소재원천기술개발사업, 미래유망융합기술파이오니어사업, 생체모사형메카트로닉스융합기술개발사업 등을 통해 나노 바이오융합 분야의 기술개발을 지원하고 있다.

나노-바이오기술에 대한 그동안의 국내 기업의 투자는 미진하였으나, 최근 대기업 등에서 관련분야 투자가 진행되면서 기술개발이 활성화되고 있다. 분자진단의 원

천기술들의 특허만료시점이 도래함에 따라, 과거 중소기업 및 벤처기업 위주의 산업구조에서 대기업들의 바이오 전자, 바이오칩 등 분야 M&A 및 기술투자등을 통해 전방위적으로 시장 진출을 모색 중이다. 또한 중소·중견 기업들도 그간의 기술력을 기반으로 유비쿼터스 헬스케어제품, 분자진단 바이오 칩 등 사업 활성화를 위해 노력 중이다.

나노기술 융합이 유력한 체외진단시장은 2010년 620억불 규모에서 2020년 1,350억불 규모로 성장이 예측되며, 나노입자 기반의 치료기술 시장은 2010년 20억불 규모에서 2015년 2,000억불 규모로 폭발적인 성장이 예측된다. 진단기술의 경우 "초고감도"와 "다중 진단"을 목표로 보다 정확한 측정/분석 기술 위주의 개발이 이루어지고 있으며, 보다 빠르고 간편한 진단을 위하여 "통합" 시스템의 형태로 제품 개발이 추진 중이다. 치료기술의 경우에는 약물전달기술이 핵심 기술로서, "최적의 약물 치료 효과"와 "최소의 약물 부작용"을 목표로 진행 중이다.

나노-바이오 융합기술을 통해 농수산물 유해물질 검출 시스템 개발, 나노기술 응용 식품 개발, 나노 포장재 개발, 나노 농약/비료 개발 분야 등과 관련한 국내 산업체는 초기 단계이며, 빠른 성장세를 보이고 있다. 또한 화장품 분야에서도 금, 은 나노입자를 이용한 색조화장품 제조기술 개발을 시작으로 유효 성분의 침투기술 등이 개발되고 있다.

## 전망

미래사회는 고령화 및 도시화/인구밀집화로 인하여, 암 또는 전염성/감염성 질병의 대규모 유행 가능성이 높아짐에 따라 생명과 삶의 질을 위협하는 다양한 질병군에 대한 대처로 안전하고 건강한 삶을 확보하기 위한 질병의 조기 진단 및 안전한 치료에 대한 요구가 증대되고 있다.

미국 및 유럽 선진국들은 첨단제조업에 대한 강조와 에너지/환경 분야 및 바이오 분야에 대한 산업화를 강조하고 미래 성장동력화를 위한 기반마련에 중점을 두고 있으며, 중국, 일본의 경우에도 삶의 질 혁신, 에너지/환경 등에 대한 중점영역을 설정하고 정책을 추진 중이며 향후 산업이 영향을 받을 것으로 전망된다. 나노-바이오 기술 면에서 보면, 나노-바이오기술을 통한 의료기기 및 의약품과 진료시스템의 발달로 바이오 의학, 질병예측, 생명연장 등 다양한 신기술창출과 신산업 업종이 태동할 것으로 전망된다.

나노기술을 활용하여 단분자 수준의 정밀도로 바이오 물질을 감지할 수 있는 진단 소자들의 개발이 예상되며, 휴대용 진단 기기 및 나노 진단 소자가 개발되어 신속 정확한 건강 상태의 진단이 가능해질 것으로 예상된다. 관련 제품으로 현장 진단용 나노바이오칩(Lab-on-a-Chip)과 생체이식형 나노바이오 센서 등이 개발될 것이다.

또한 나노구조를 이용하여 유해한 생체 조직에만 특정하게 작용하는 지능형 약물 전달 및 치료 시스템이 개발되어, 암과 같은 난치병의 치료가 가능해질 것이며, 나노바이오 기술의 발전으로 손상된 조직이나 장기의 기능을 대체할 수 있는 나노기기가 개발되어 각종 신체장애의 문제들을 해결하게 될 것이다. 나노바이오 치료기술의 발전으로 개인 맞춤형, 특정질환 표적지향형, 최소 침습 및 국소주입형 치료기술 등이 개발되어 인간의 수명을 연장하고 의료분야의 혁명을 야기할 것으로 기대된다. 관련 제품으로 나노약물 및 약물전달체, 나노바이오 의료기기, 세포치료 및 조직공학용 나노소재 등이 예상된다.

나노-바이오기술 기반의 제품 개발을 위해서는 재현성 있는 대량생산 및 생산효율 증대로 인한 저가화가 고려되어야 할 것이다. 또한 이러한 나노기술의 생물학적/의학적 응용성을 극대화하기 위해서는, 나노물질의 안전성 확보를 위한 평가기술과 제품개발에 대한 가이드라인 구축 등이 기반이 되어야 할 것이다.

### References

- (1) 제1기 나노기술종합발전계획, 2001.7
- (2) 제2기 나노기술종합발전계획, 2005.12
- (3) 제3기 나노기술종합발전계획, 2011.4
- (4) 제2기 국가나노기술지도 총괄보고서 2014. 3.
- (5) 나노바이오테크놀로지(Nanobiotechnology), 생명공학정책연구센터, 2007
- (6) 차세대 나노바이오의료융합기술의 개발동향, 한국산업기술평가원, 2011.10