

국방 화생 작용제 탐지 기술

○ **임시형** | 국민대학교 기계시스템공학부
E-mail : shlim@kookmin.ac.kr

1. 서론

미래전에서 대량살상무기 위협의 하나로 평가되는 화생방전에 대한 대비는 지속적으로 요구되고 있으며, 화생방전은 특히 전장에서 뿐만 아니라 미국의 9.11사태 직후 발생된 생물작용제 테러(탄저균 우편물)의 수단으로 사용될 개연성이 있어 그 위험도가 매우 높아지고 있으며 그 대비책이 시급히 요구되고 있는 실정이다. 최근 대량살상무기인 화학 및 생물학 무기를 수 천 톤 이상 보유하고 있는

북한과의 대치상황이 지속되고 있으며 이러한 같은 비대칭무기에 대한 대비책이 시급히 요구되고 있다.

그림 1.은 북한의 생화학무기 생산, 연구 및 저장 시설을 보여주고 있다. 미래전의 양상은 NCW (Network Centric Warfare)로 바뀔 것이고 화생방전 역시 무인화(소형, 경량화), 지능화될 것으로 예상되므로, 우리는 미래 화생방전에 대응하기 위하여 화생 탐지장비에 대한 첨단기술 기반 구축이 필요하다. 그림 2는 화학 및 생물 작용제에 공격에 대한 무인 정찰차, 무인 정찰기 및 원거리 탐지기 등을 활용하는 미래의 화생탐지 체계에 대한 예상도를 보여주고 있다.

화학 및 생물학작용제의 치명적 독성으로 인한 대량살상 효과를 고려한다면 화생작용제의 신속/정확한 탐지가 최우선적으로 요구되며, 이를 위해 전 세계적으로 각종 화학 및 생물 작용제 탐지센서기



그림 1. 북한의 생화학무기 시설 현황 [1]

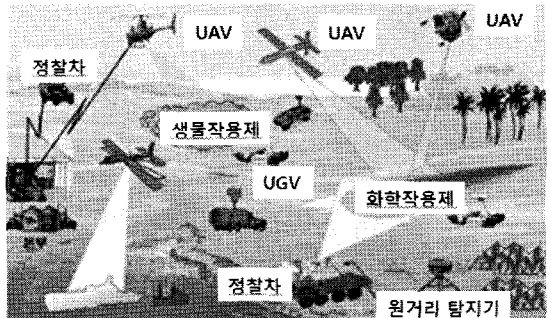


그림 2. 미래의 화생 탐지 체계 예상도 [2]

술에 대한 연구를 활발히 수행하고 있다. 본 원고에서는 국내외의 화생 탐지 기술 현황과 화학센서 및 생물센서 등의 화생탐지용 센서 기술 동향을 소개하고자 한다.

2. 국내외 화생탐지 기술현황

전 세계적으로 각종 화학 및 생물 작용제에 대한 탐지 기술은 대상 작용제에 대한 직접적인 접촉에 의한 탐지 방법에서부터 중요 기지 또는 화생방 정찰차 등에 탐지 장비를 장착하여 원거리 탐지 방법을 개발하는 쪽으로 관심이 이동하고 있다.

또한, MEMS 및 NANO 기술을 이용한 탐지 센서를 소형화하고 이를 무인정찰차량 및 항공기 탑재를 통해 무인 화생방 정찰체계를 구축하는 방향으로 발전하고 있다. 미국에서는 CUGV (CBRN Unmanned Ground Vehicle)과 같은 화학/생물/방사능/핵 탐지용 무인 정찰차량, DE-ATR (Dragon Eye-Advanced Tactical Recce), Sniffer Star와 같은 무인 항공기 등이 활발히 개발되고 있다. 특히, Sniffer Star 프로젝트



그림 3. 무인 항공기를 통한 미래 화생 탐지 장비 응용의 예 [3]

는 록히드 마틴사와 Sandia National Lab과 공동 연구 개발로 저전력으로 구동되는 초소형 표면 탄성과 센서를 무인 항공기에 부착하여 화생 탐지에 활용하고자하는 대표적인 예라고 볼 수 있다.

한편, 국내에서는 K-316, K-216 등 화생방 정찰차, 장갑차가 개발되어 운용 중에 있으며, 원거리 화학 경보기, 화생 검출 자동 탐지기, 생물 독소 분석 식별기 등을 장착하여 원거리 감시, 화생 작용제의 탐지, 분류, 식별 기능을 갖추고 있다.

또한, MM1 과 같은 Mobile Mass Spectrometer를 활용하는 화학작용제 자동 분석기를 활용하고 있다. 다만, 무인 정찰차량과 무인 항공기에 탑재 운용 가능한 소형화, 휴대용 탐지 장비에 대한 연구, 개발이 미흡한 실정이다.



그림 4. K-316 화생방 정찰차 [4]

3. 화생 탐지용 센서 기술 동향

3.1 화학 탐지 장비

1차 대전 이후 많은 종류의 화학작용제 (Chemical Warfare Agents)가 개발되었으며, 생물학적 작용제 및 원자핵과 상응하는 위험 요소로 파악되고 있다. 화학작용제는 다음 그림 5와 같이 분류될 수 있으며, 이중 신경작용제 (Nerve Agents)는 가장 치명적인 화학작용제로 인식되고 있다. 대부분의 신경작용제는 Organophosphates (OPs)를 포함하는데 효소

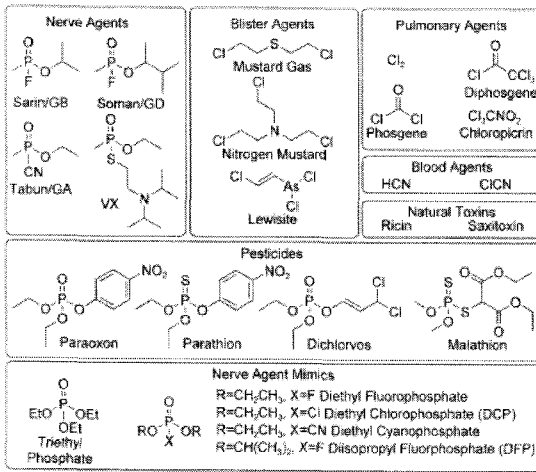


그림 5. 화학작용제(Chemical Warfare Agents)의 분류

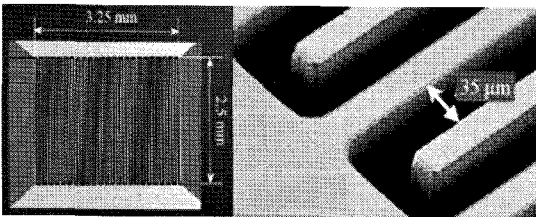


그림 6. 특성이온 선택성 향상을 위한 Zigzag 구조의 이온 이동관 (Drift Tube)

의 Esteratic Site와 반응하여 신체의 중요 효소활성을 방해함으로써 인체에 치명적인 작용을 하는 것으로 알려져 있다.

현장에서 실시간으로 화학작용제를 탐지하기 위해서는 화학작용제 시료를 전처리하는 기술, 고감도 센싱 소자 기술, 분포 및 확산 모델을 포함하는 시뮬레이션 예측 기술 등이 필요하다. 현재 해외 연구기관에서는 고체, 액체 및 기체 시료의 분리와 이온화를 포함하는 시료 전처리 기술이 활발히 개발되고 있고 (그림 6), 마이크로 및 나노 기술을 도입한 마이크로 캔틸레버 센서, 표면탄성파센서 (그림 7), 나노튜브 센서 등의 초소형 화학센싱 소자 및 시스템 구현을 위해 활발히 연구를 진행하고 있다.

특히, 분석 대상 물질에 대한 선택적 인식을 위한 선택성 부여 기술로 검출대상 물질 특이적 인식물질 개발, 센싱 소자의 어레이화를 통한 패턴 인식기술 적용에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한, 가상전장 상황에서 화생방전지 대기 모델, 풍향 및 풍속 모델 등을 도입하는 LVC (Live-Virtual-Constructive) 화생방 시뮬레이션 및 가상시험 평가방안이 다각도로 모색되고 있다. (그림 8)

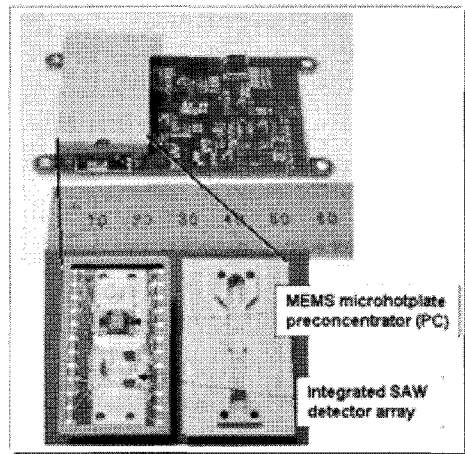


그림 7. 화학작용제 탐지용 고감도 초소형 표면탄성파 센서 어레이 (Sandia National Lab) [5]

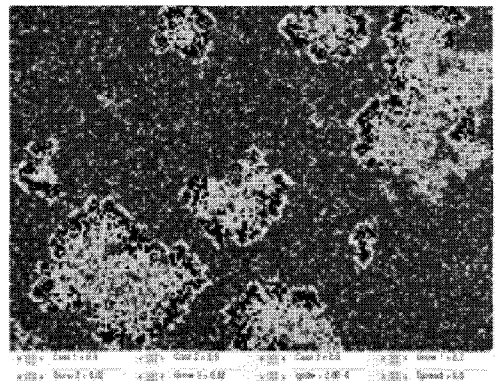


그림 8. 오염물질 농도 확산 과정 Constructive 시뮬레이션 예

3.2 생물 탐지 장비

북한의 생물학 무기는 세균 무기의 개념이 확대된 것으로, 세균 바이러스 등으로 사람, 가축, 식물을 살상하거나 고사시키는 무기를 의미한다. 국방부 발표자료에 의하면 북한은 탄저균, 천연두 등 13종의 병원체를 보유하고 있는 것으로 추정되고 있다. 생물학 작용제는 화학 및 방사능 작용제에 비해 매우 적은 농도에도 생체내의 세포를 파괴하고 대사활동 등을 정지시켜 심각한 활동의 저하 또는 사망에 이르게 되므로 조기에 측정하여 대피, 추가 정밀검사, 치료제 또는 백신 등의 처리가 필요하다.

이에 따라 초기 대응시 매우 빠른 탐지가 필요하나 기존의 기술은 장비 운용의 복잡성, 크기 등으로 연속측정 및 신속 대응에 부적합하다. 이를 해결하기 위한 기술로 광섬유 형광 도파로 센서, Terahertz Spectroscopy (그림 9)와 같은 광학적 검출 장치, Ion Mobility Spectrometer와 같은 질량분석기 (그림 10), Surface Plasmon Resonance, 마이크로/나노 캔틸레버/박막 표면력 측정 센서 (그림 11) 등이 활발히 연구/개발되고 있다. 특히, 최근에는 센싱 시스템의 초소형화를 위해 마이크로/나노 소자 기술을 활용한 초소형 센싱 소자를 통한 생물학 작용제 탐지 장비에 대한 연구를 활발히 하고 있다. 또한, 선

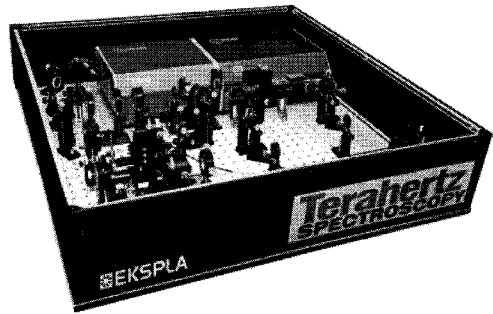
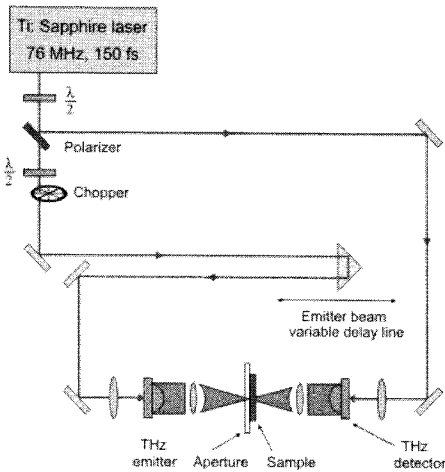


그림 9. Terahertz Spectrometer의 예 (EKSPLA, Inc.) [6]

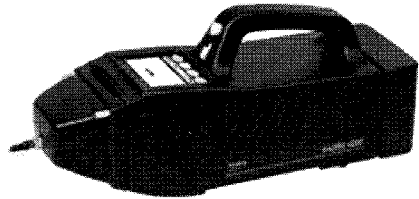
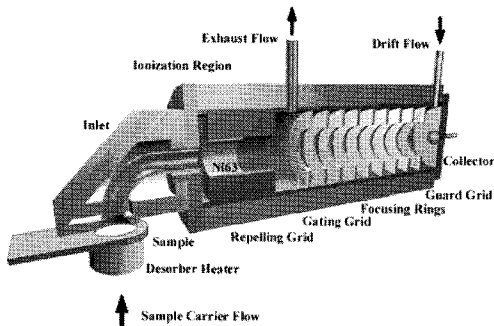


그림 10. Ion Mobility Spectrometer (Smiths Detection, Inc.) [7]

택적 생물학 작용제 물질 탐지를 위한 리셉터 개발을 위해 앵태머, Phage Display 및 항체를 고속 스크리닝하는 기술이 활발히 연구 중이다.

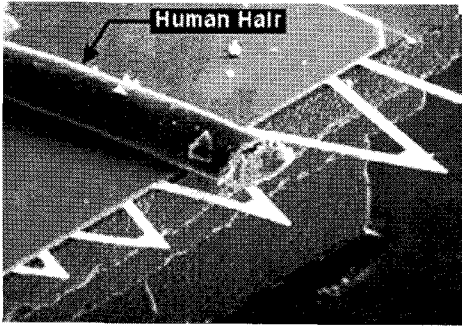


그림 11. 표면력 측정용 마이크로 캔틸레버 센서 [8]

4. 맺음말

이상에서 살펴본바와 같이 화학 및 생물학 작용제의 치명적 독성으로 인한 대량살상 효과를 고려하여 화학작용제의 신속/정확한 탐지를 목표로 전 세계적으로 각종 화학 및 생물 작용제 탐지센서기술에 대한 연구/개발을 활발히 수행하고 있다. 국외의 화학

탐지 기술과 화학센서 및 생물센서 등의 화학탐지용 센서 기술 연구/개발에 비해 국내에서 관련 분야에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 국방 관련 화학탐지에 대한 연구/개발 기술은 구제역, 신종플루, 조류 독감 등 인수 전염병 바이러스 탐지, 대형 복합 시설물의 인체 유해 물질 모니터링 등 민간 분야에도 그 활용성이 크므로 국내의 학계 및 산업계에서 활발한 연구/개발이 이루어지리라 기대한다.

- 참고문헌 -

- [1] 박영석 기자, 북한 생화학 무기 시설현황, 연합뉴스, 2006.
- [2] 허영택 국방기술품질원 책임연구원, 미래화생방 정찰체계, 국방일보, 2009.
- [3] Gary Mortimer, sUAS News, 2009.
- [4] 박한준, 유용원의 군사세계, 조선일보, 2007.
- [5] www.sandia.gov
- [6] www.ekspla.com
- [7] www.smithsdetection.com
- [8] Hai-Feng (Frank) Ji, Louisiana Tech University Research News, 2005