

화생방체계 기술수준 분석 및 발전방안 도출 연구

류성곤
국방기술진흥연구소

A Study on the Analysis of Technology Level and Development Plan of Korea's CBRN System

Seonggon Ryu
Korea Research Institute for Defense Technology Planning and Advancement

요약 화생방체계는 화학전(Chemical Warfare), 생물학전(Biological Warfare), 방사능(핵)전(Nuclear/Radiological Warfare)의 첫 머리 글자를 딴 말로 CBRN이라고 한다. 화생방체계는 화학·생물·방사능(핵) 작용제의 공격 및 위협을 탐지하고 작용제를 차단 또는 제거하여 인명 및 시설을 보호하고, 작전지속 능력을 확보함으로써 적의 공격 효과를 최소화 하기위해 사용된다. 빠르게 변화하고 있는 미래전장에서 급격히 진화하는 화생방 위협에 대응하기 위해 지속적인 기술혁신과 발전이 필수적이다. 이를 위해서는 현재 기술수준을 파악하고 부족한 기술에 대해 대비하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 국내 화생방체계의 기술수준을 조사하고, 이를 기반으로 발전방안을 제시하는것을 목적으로 한다. 기술수준 조사방법으로는 델파이 기법을 활용하여 국내 화생방체계 전문가들의 의견을 수집하고 분석하였다. 이를통해 각 기술별 최고 선진국대비 국내기술의 수준을 평가하였으며 평가관련 근거 및 화생방체계 발전을 위한 정책적 우선순위를 제시하였다. 또한, 결론에서 기술수준 결과를 토대로 국내 화생방체계의 발전방안을 제시하였다.본 논문에서 제시된 결과는 국방과학기술 정책 및 전략 수립, 국방 핵심기술 개발을 위한 신규 과제기획 등을 위한 사전자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract The chemical, biological, and radioactive (nuclear) Warfare system called CBRN is used to detect attacks and threats from chemical, biological, and radioactive agents, block or eliminate agents to protect human life and facilities, and minimize the effectiveness of enemy attacks by securing operational persistence. In the rapidly changing future battlefield, continuous technological innovation and development are essential to respond to rapidly evolving threats. Therefore, it is necessary to grasp the current technology level and prepare for the lack of technology. This study examined the technology level to present development plans based on this. As a technology-level survey method, experts' opinions were collected and analyzed using the Delphi technique. Through this, the level of domestic technology compared to the most advanced countries for each technology was evaluated, and evaluation grounds and policy priorities for developing the CBRN system were presented. The results are expected to be used as preliminary data for establishing defense science and technology policies and planning new tasks to develop core technology.

Keywords : CBR, NBC, CBRN, Technology Level, Defense, CBR Protection

*Corresponding Author : Seonggon Ryu(Korea Research Institute for Defense Technology Planning and Advancement)
email: sgryu@krit.re.kr

Received May 23, 2024

Accepted July 5, 2024

Revised June 21, 2024

Published July 31, 2024

1. 서론

끊임없이 변화하고 있는 미래전장에서 화생방 분야는 인류의 안전과 안녕을 위한 중요한 영역 중 하나로, 화학 무기, 생물학무기, 방사능 등의 위협으로부터 국가와 국민을 지키는데 중요한 역할을 한다[1,2]. 기술수준 분석 결과를 토대로 국내화생방체계의 발전방안을 모색할 수 있기 때문에, 기술수준을 정확히 파악하는 것은 매우 중요한 일이며, 기술조사 결과는 신규과제 기획, 관련정책 수립 등의 기초자료로도 활용될 수도 있다.

국내 화생방체계의 기술수준 분석을 위해 본연구에서는 국내 화생방분야 연구개발에서 다양한 경험과 관련 지식을 보유하고 있는 전문가 집단을 대상으로 델파이 설문기법을 활용하였다. 델파이 기법을 활용한 수준평가를 통해 전문가들의 의견을 종합적으로 반영하여 객관적이고 신뢰할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다[3].



Fig. 1. Operational Concept for CBRN System

본연구에서는 국내외 화생방체계 운용현황 및 연구개발 동향을 토대로 화생방 분야의 탐지·식별·경보 기술, 보호기술, 제독기술, 해독기술, 연막 기술, 폐기 및 검증 기술의 국내수준을 분석하고 판단근거를 제시하였다. 또한, 화생방 체계의 각 기술발전을 위한 정책적 우선순위를 정리하였으며 기술수준 조사 결과를 바탕으로 국내 화생방 체계의 발전을 위한 제언을 제시하였다.

2. 본론

2.1 기술수준 평가 방법

국내 화생방체계의 기술수준 분석을 위해 본연구에서

는 전문가 패널을 활용하여 특정 주제에 대한 합의된 의견을 도출하는 방법론인 델파이 기법을 활용했다. 익명성을 보장하여 반복적인 설문조사를 통해 전문가들의 견해를 수렴하고 조정해 나가는 과정이 특징이다.

먼저 화생방체계의 주요기술을 대분류, 중분류 기술로 분류 후 각 기술수준에 대한 수준 설문조사를 진행하였다. 조사 시에는 각 기술에 대한 국내외 기술현황 및 연구·개발동향 자료를 작성하여 전문가들이 수준평가 시 참고자료로 활용할 수 있도록 제공하였다. 2차 설문조사 진행 후에도 기술수준에 대한 합의도가 0.8 미만인 기술에 대해서는 전문가 토론회를 통해 합의도를 조절 하였다. 합의도는 1에 가까울수록 전문가들의 의견이 일치하는 것을 의미한다. 설문조사에서는 중분류 기술 수준과 중요도를 평가하였으며 이를 활용하여 대분류 기술수준을 평가하였다.

2.2 기술수준 조사 결과

Table 1에 각기술별 수준조사결과를 정리하였다. 수준조사 결과 대분류 기준으로는 연막기술이 82.4점으로 가장 높았으며 해독기술이 77.2점으로 가장 낮게 나왔다. 중분류 기준으로는 연막제기술이 85.6으로 가장 높았고 화생방폐기 기술이 71.5로 가장 낮았다. Table 2를 참고하였을때 화생방 체계의 모든 대분류 및 중분류 기술은 70점 이상으로 모두 중진권 이상인 것으로 판단된다. 각 기술에 대한 수준 판단근거는 2.3항에 기술별로 정리하였다.

Table 1. Technology level for each technology

| Division | | Class | | |
|---|--------|--|--------|------------|
| Technology name | *Score | Technology name | *Score | Importance |
| 1 2 3 Detection-identification-alerting technology | 80.0 | CBR Remote Detection Technology | 78.8 | 0.468 |
| | | CBR Point Detection Technology | 82.0 | 0.315 |
| | | NBC Integrated Information Analysis Technology | 80.0 | 0.216 |
| 4 5 Protection technology | 79.1 | CBR Personal Protection Technology | 80.0 | 0.713 |
| | | CBR Collective Protection Technology | 76.8 | 0.288 |

| | | | | | |
|----|--------------------------------------|------|---|------|-------|
| 6 | Decontamination technology | 79.5 | Decontaminant Technology | 79.8 | 0.613 |
| 7 | | | Decontamination Equipment Technology | 78.9 | 0.388 |
| 8 | Detoxification technology | 77.2 | Chemical and biological Prevention Technology | 77.6 | 0.510 |
| 9 | | | CBR Treatment Techniques | 76.8 | 0.490 |
| 10 | Smokescreen technology | 82.4 | Smoke Agent Technology | 85.6 | 0.583 |
| 11 | | | Smoke spray technology | 78.0 | 0.417 |
| 12 | Disposal and verification technology | 79.0 | CBR Disposal technology | 71.5 | 0.429 |
| 13 | | | CBR verification technology | 84.6 | 0.571 |

Table 2. Classification according to Technology score

| Technology score (%) | Classification |
|----------------------|----------------------------|
| ·100 | ·The most advanced country |
| ·90~99 | ·The most advanced region |
| ·80~89 | ·Advanced region |
| ·70~79 | ·Middle-developed region |
| ·60~69 | ·Low-tech region |
| ·0~59 | ·Bottom-of-line region |

2.3 기술수준 판단근거

2.3.1 탐지·식별·경보기술

원격 탐지기술은 원거리 화학탐지기가 양산되고 있으며 국방과학연구소 주관으로 원거리 생물탐지기술이 연구개발되고 있다. 또한, 국내 산학연에서는 방사능 원격 탐지기술을 개발해오고 있으며 원격탐지기술은 선진국의 기초연구를 기반으로 추적 기술개발을 진행하고 있다[4].

접촉 및 근거리 탐지기술은 생물학 작용제 식별분야는 선진국과 기술수준 차이가 크지않고 접촉식 화학·생물학·방사선 탐지기는 양산중이며 소형화는 개발중이다. 체계 개발 및 핵심기술개발을 통해 다수의 관련기술을 확보하였으며 소형 휴대용 장비를 연구개발 진행중이다.

화생방 통합정보분석 기술은 국방분야에서는 미국 HPAC(Hazard Prediction and Assessment Capability) 프로그램과 비견되는 자체 모델링 프로그램을 핵심기술 개발 완료하여 훈련용 등으로 지원되고 있으며, 2020년대 후반 전력화를 목표로 체계개발을 추진 중에 있다. 민간 분야에서는 오염물질 누출 사고를 대비한 다양한 모델링 프로그램이 개발되어 운용 중에 있다.

2.3.2 보호기술

화생방 개인보호기술의 경우 미군의 M50 계열 방독면과 동등성능의 K5 방독면 개발완료 완료하였으며 구슬형활성탄, 섬유형활성탄, 멤브레인 등의 다양한 방호소재가 개발되어있으나 개인보호기술에 필요한 핵심소재는 수입에 의존하고 있다. 최근 다양한 소재의 방호소재 개발이 진행되고 있어 차기 체계개발의 성공 가능성이 높다. 화생방 집단보호기술의 경우 화생방 가스입자 여과기 및 양압장치 기술은 미국과 유사한 수준의 기술력을 보유하고 있으나 이동식 집단보호장비 기술 및 재생형 여과기술 등 신개념 집단보호기술은 확보하지 못했다. 쉘터, 양압장비 등 대부분 국외 제품을 역설계하여 개발되었으나 현재는 한국형 제품도 일부 개발 추진중이다. 각종 사격통제장치, 지휘차량 및 지휘소 등에 요구되는 화생방 집단보호장치(냉난방장치, 양압장치, 가스필터 등)이 소요군에 보급되고 있고 새로운 시스템 적용을 위한 개발이 진행되고 있다.

2.3.3 제독기술

제독기술은 선진국 대비 건물내부제독/정밀장비제독/급속제독분야에서 전력화가 미흡한 상태이나 새로운 제독제 개발을 위해 자체 개발 및 선진국과 협력하여 개발 중에 있다. 현재 군에서 운용중인 수용성 제독제는 약 20년 전에 개발된 것으로 현재까지 새로운 개발품은 없는 상태이다. 2003년 이후 화학물질을 기반으로 한 기본 제독체계는 확보하고 있으나, 정밀제독제, 급속제독제, 환경 친화적 및 인체 유해성 측면에서 경감된 제독제 개발이 필요하며 개인피부제독제에 대한 개발이 부족한 상태이다.

2.3.4 해독기술

화생 예방제 기술은 일반 질환에 대한 백신 개발 기술이 축적되어 있으므로 이를 예방제 개발 역량으로 연결 가능하다. 또한, 화생 예방제관련 핵심기술과 관련하여 현재까지는 확보한 예방제가 거의 없지만 화생 예방제 관련 기술자립도는 높다.

화생방 치료제 기술은 아직 국내에서 최초 개발하여 운용중인 치료제는 없으나 관련 치료제 개발 기술은 축적되어 있어 있다. 화학작용제 해독제로 KMARK-1을 보유하고 있고 단일주사기 해독제 기술에 대한 연구가 수행되었으나 아직 전력화되지 못하였다. 디아제팜과 같은 경련 치료제 약물(진정제)이 민간에서 의료용으로는 시판되고 있으나, 자동주사기 등 투여기술은 전력화되지

못한 상태이다.

2.3.5 연막기술

연막제 기술은 국내 발연체계에 적용되는 연막제는 해외에서 운용되고 있는 적외선 및 가시광선 대역의 연막제와 유사한 형태로 개발되어 전력화되어 있다. 현재 적외선 차폐용 연막장비는 표준화하여 야전 운용 중이나, 밀리미터파(MMW) 차폐용 발연체계에 대한 추가 개발 및 친환경 경성 개선이 필요하다. 적외선 차폐 연막통 및 K2전차용 복합연막탄 체계개발이 완료 및 전력화되어 있다.

발연/분사 기술은 현재 적외선차폐 발연장갑차(K221)와 차량(K318)이 개발되어 운용중이나, 선진국의 발연/분사 장비의 소형화, 다기능성 및 무인연막차량 개발에 대한 대응이 필요하다. 또한, 차폐연막통, 연막유탄 등 탄약을 이용한 연막제 분산기술을 보유하고 있다.

2.3.6 폐기 및 검증 기술

화생방 폐기기술은 국내에서는 대부분 화학적 중화 및 소각 방식에 의존하고 있으며 현재 공백기술로 식별되는 전술적폐기(화생불발탄 처리, 소량 현장폐기 등)에 필요한 기술개발이 필요하다. 현재 국내 연구소 주도로 한국형 화생무기 폐기시스템 개발을 위한 연구개발을 수행하고 있으나 아직 기술적 자립도가 높지는 않다[5].

화생방 검증기술은 화학무기금지기구(OPCW)의 지정 실험실 자격을 꾸준히 유지하고 있으며 환경시료 지정 실험실과 생체시료 지정 실험실을 보유하고 있다. 기존 화학 작용제가 포함된 다양한 시료를 극미량까지 분석할 수 있는 기술과 신종 화학 작용제 (Novichok류)에 대한 검증기술 보유하고 있으며, 북한 보유 생물학 작용제 13종에 대한 정밀식별 기술 및 백신이 개발되지 않은 바이러스를 취급할 수 있는 4등급 생물안전시설을 보유하고 있다.

2.4 화생방체계 발전을 위한 정책적 우선순위

Table 3에 화생방체계 발전을 위한 정책적 우선순위를 정리하였다. R&D예산이 모든 기술분야에서 정책적 우선순위 1순위로 뽑혔다. 이는 새로운 화생방 공격에 대비하여 신속하고 효과적인 대응 능력을 확보하기 위해, 새로운 체계의 연구 개발 및 기존체계의 지속적인 업데이트가 필요하고 이를 위해서는 R&D 예산이 우선적으로 투입되어야 하기 때문인 것으로 생각된다. 인프라 확장과 인력양성이 각 기술별 2, 3순위로 다수 뽑혔는데,

이는 인프라 확충을 통해 적절한 연구시설 및 장비를 확보함으로써 연구의 질을 높이고 우수한 연구인력들을 활용해 지속적인 연구활동 및 높은 품질의 연구를 수행할 수 있도록 하기 위한 것으로 생각된다.

Table 3. Policy priorities for each technologies development

| Technology name | Class | Policy priorities | | |
|---|--|---|-----------------------|-------------------------------|
| | | 1st | 2nd | 3rd |
| 1 Detection-identification-alerting technology | CBR Remote Detection Technology | R&D budget | Infra, Human resource | Cooperation |
| | CBR Point Detection Technology | R&D budget | Human resource | Diffusion |
| | NBC Integrated Information Analysis Technology | R&D budget | Human resource | Infra, Cooperation |
| 4 Protection technology | CBR Personal Protection Technology | R&D budget | Diffusion | Infra, Human resource |
| | CBR Collective Protection Technology | R&D budget | Infra, legal system | Human resource |
| 6 Decontamination technology | Decontaminant Technology | R&D budget | Human resource | Cooperation |
| | Decontamination Equipment Technology | R&D budget | Human resource | Infra |
| 8 Detoxification technology | Chemical and biological Prevention Technology | R&D budget | Infra | Human resource |
| | CBR Treatment Techniques | R&D budget | Infra | Human resource |
| 10 Smokescreen technology | Smoke Agent Technology | R&D budget | Human resource | Diffusion, Infra, Cooperation |
| | Smoke spray technology | R&D budget | Infra | Diffusion, Human resource |
| 12 Disposal and verification technology | CBR Disposal technology | R&D budget | Infra, Cooperation | Human resource, International |
| | CBR verification technology | R&D budget, Human resource, Cooperation | Infra | Cooperation |

*R&D budget=Defense R&D budget, Infra =Infrastructure expansion, cooperation = Cross-ministerial cooperation, Legal system = Improvement of the legal system, Diffusion = Diffusion of results, International = international cooperation

2.5 화생방체계 발전 방안

선진국에서는 꾸준한 국방R&D 투자를 통해 다양한 기관 또는 업체에서 화생방 분야 핵심기술을 연구개발 중이며, 신규 화생방 무기체계 개발을 위해 민간에서 앞서 개발된 인공지능, 빅데이터등의 4차산업 기술 및 신소재 등의 기술 적용을 검토하고 있다. 국내에서도 다양한 화생방체계 핵심기술 개발을 통해 화생방정찰차-II (장갑형/차량형) 및 K-5방독면의 전력화 등 관련 능력을 지속해서 강화하고 있으나 화학탐지경보장비, 신형화생방보호의, 신형작용제예방패치 등의 체계에서는 기술적 발전이 필요하다.

국내 화생방체계의 기술발전을 위해서는 연구개발에 투자가 필요하나 비익사업인 화생방분야의 특성상 민간 주도의 투자는 어려울 것으로 예상되므로 정부의 투자 확대가 필요하다. 또한, 우수한 연구인력을 확보하는 것도 중요하므로 화생방 분야의 인재양성을 위한 교육 및 연구환경을 지속적으로 개선하여 화생방 분야의 연구인력을 확보할 필요가 있다. 이러한 발전 방안들의 추진을 통해 국내 화생방 분야의 기술수준이 발전될 수 있을 것으로 기대된다.

3. 결론

본 연구에서는 해외 선진국과 비교한 국내 화생방체계의 수준을 각 기술별로 세분화하여 분석하였다. 델파이 설문조사를 통해 각 기술에 대한 기술점수를 평가하였으며 개발동향을 중심으로 판단근거를 작성하였다. 수준분석결과 화생방체계의 모든 대, 중 분류 기술은 중진권 이상으로 판단되었으며 체계발전을 위한 정책적 우선순위로는 국방R&D예산이 모든기술분야에서 1순위로 뽑혔다. 기술수준 분석결과를 토대로 해외 선진국 대비 국내 화생방체계의 취약점을 파악하고 체계발전을 위한 정책적 우선순위를 고려하여 빠르게 변화하고 있는 미래전장에 대응할 수 있도록 화생방체계 발전을 위한 발전방안을 제시하였다.

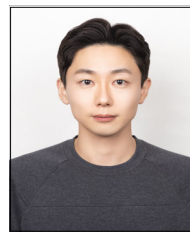
화생방 체계는 화학무기, 생물학무기, 방사능 등의 위협으로부터 국가와 국민을 지키기 위한 핵심 무기체이다. 본 연구에서 도출된 수준 분석결과로 선진국대비 부족한 기술을 파악하고 제시된 발전방안을 토대로 향후 지속적인 연구와 정책적 지원을 통해 더욱 견고한 화생방체계의 구축이 될 수 있기를 기대한다.

References

- [1] J. H. Cha, J. H. Lee, "A Study on the Analysis Procedure and Response System of Unidentified materials in CBRN Terrorism", *Korea terrorism Studies Review*, 13(1), 55-86.
- [2] J. S. Lee, J. H. Kim, S. M. Lee, S. H. Lee, "Development trends in CBRN", *Defense Technology*, (478), 114-123.
- [3] H. S. Ko, S. B. Jeon, K. J. Park, Y. S. Park, H. E. Hong, *Understanding and practice of defense technology level survey*, p.395, Hyungseul Publisher, 2011, pp.32-33.
DOI: <https://doi.org/10.978.89472/47016>
- [4] H. Y. Nam, J. Yu, "A Study on the Utilization and Development Trends of Biological Site identification Technology", (535), *Defense Technology*, 2023, pp.138-145.
- [5] H. S. Kim, *Technological Trends in Chemical biological weapons disposal system*, *Defense Science & Technology Plus*, 2022, pp.20-30.

류 성 곤(Seonggon Ryu)

[정회원]



- 2017년 2월 : 경북대학교 나노과
학기술학과 (공학석사)
- 2021년 11월 ~ 현재 : 국방기술진
흥연구소 연구원

<관심분야>
화생방, 탄약, 소재