



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2017년 8월

박사학위논문

북한의 화학무기 위협과 폐기방안 연구

고

운

2017년 8월  
박사학위논문

# 북한의 화학무기 위협과 폐기방안 연구

조선대학교 대학원

정치외교학과

고 운

2017년 8월  
박사학위논문

# 북한의 화학무기 위협과 폐기방안 연구

조선대학교 대학원

정치외교학과

고       운

# 북한의 화학무기 위협과 폐기방안 연구

A Study on the North Korea's Chemical Weapon  
Threats and Destruction Policy

2017년 8월 25일

조선대학교 대학원

정치외교학과

고 운

# 북한의 화학무기 위협과 폐기방안 연구

지도교수 오 수 열

이 논문을 정치학 박사학위신청 논문으로 제출함






2017년 4월

조선대학교 대학원

정치외교학과

고 운

# 고 운의 정치학 박사학위논문을 인준함

위원장	충남대학교	교수	길 병옥 
위원	국가안보전략연구원	연구위원	김 인기 
위원	조선대학교	교수	김 재철 
위원	조선대학교	교수	김 미영 
위원	조선대학교	교수	오 수현 

2017년 6월

조선대학교 대학원

# 목 차

표 목차

그림 목차

ABSTRACT

<b>제1장 서론</b> .....	1
<b>제1절 연구의 목적</b> .....	1
<b>제2절 연구의 방법 및 범위</b> .....	5
1. 연구의 방법.....	5
2. 연구의 범위.....	6
<b>제3절 선행연구 검토</b> .....	8
<b>제2장 이론적 배경</b> .....	16
<b>제1절 화학무기의 정의 및 역사</b> .....	16
1. 화학무기의 정의.....	16
2. 화학무기의 역사.....	18
<b>제2절 화학무기 국제군비통제</b> .....	21
1. 군비통제 개념 및 추진조건.....	21
2. 화학무기 국제협약.....	27
<b>제3절 화학무기 폐기기술 및 시스템</b> .....	35
1. 화학무기 폐기기술.....	36
2. 화학무기 폐기시스템.....	54
<b>제4절 분석의 틀</b> .....	64

<b>제3장 화학무기 군비통제 사례 및 폐기현황</b> .....	65
<b>제1절 군비통제 사례</b> .....	65
1. 이라크.....	65
2. 리비아.....	68
3. 시리아.....	71
4. 미국과 소련.....	72
5. 멘도자 협정.....	74
<b>제2절 화학무기 폐기현황</b> .....	76
1. 미국.....	76
2. 러시아.....	83
3. 시리아.....	88
4. 리비아.....	92
5. 기타국가.....	93
<b>제3절 소결론</b> .....	95
<b>제4장 북한의 화학무기 위협과 한국의 대응전략</b> .....	99
<b>제1절 북한의 화학무기 개발배경 및 위협</b> .....	99
1. 화학무기 개발배경.....	99
2. 화학무기 위협.....	104
<b>제2절 한국의 대응전략</b> .....	118
1. 적극적 대응전략.....	118
2. 소극적 대응전략.....	123
<b>제3절 소결론</b> .....	128



<b>제5장 북한의 화학무기 포기 시나리오 및 폐기방안</b> .....	130
<b>제1절 화학무기 포기 시나리오</b> .....	130
1. 개발 동인의 해소.....	130
2. 군비통제 사례를 통한 화학무기 포기 유형.....	133
3. 화학무기 포기 유형의 북한 적용.....	137
<b>제2절 화학무기 폐기소요</b> .....	147
<b>제3절 화학무기 폐기방안</b> .....	155
1. 폐기방안 선정 시 고려사항.....	155
2. 강제적 화학무기 포기 시 폐기방안.....	159
3. 자발적 화학무기 포기 시 폐기방안.....	165
<b>제4절 한국의 대비방향</b> .....	172
1. 국제적 차원 .....	172
2. 국내적 차원 .....	175
<b>제6장 결 론</b> .....	185
<b>참고문헌</b> .....	190

## 표 목 차

<표 2-1> 화학작용제의 특성.....	17
<표 2-2> 화학작용제 개발순서.....	18
<표 2-3> 화학무기 사용 의혹국가.....	19
<표 2-4> CWC 화학무기 신고 및 폐기 량(2015년말 기준).....	32
<표 2-5> 화학무기 폐기기술의 분류.....	36
<표 2-6> 미국의 폐기시설별 적용 기술.....	43
<표 2-7> 이동식 화학탄 폐기시스템 비교 .....	63
<표 3-1> UNMOVIC 편성.....	67
<표 3-2> 미·소 양자협상 경과.....	73
<표 3-3> 미국의 시설별 화학무기 저장현황(1997년말 기준).....	77
<표 3-4> 미국의 폐기시설 운용 현황.....	79
<표 3-5> 미국의 화학무기 폐기 프로그램 담당부서.....	82
<표 3-6> 러시아 화학작용제 종류별 신고량.....	84
<표 3-7> 러시아 화학무기 신고량.....	85
<표 3-8> 러시아 화학무기 저장형태.....	86
<표 3-9> 러시아 화학무기 폐기시설(2015년말 기준).....	87
<표 3-10> 시리아 화학무기 프로그램 신고내용.....	89
<표 3-11> 국가별 화학무기 폐기현황.....	94
<표 3-12> 나라별 화학무기 폐기현황 비교.....	96
<표 3-13> 나라별 폐기시스템 및 장단점 비교.....	98
<표 4-1> 탈북자 화학무기 프로그램 증언.....	106
<표 4-2> 북한 화학물질 생산 민간공장.....	107
<표 4-3> 북한군 보유 화학작용제 .....	109
<표 4-4> 북한 화학무기 투발 및 살포 수단 .....	109
<표 4-5> 화학작용제의 독성 .....	114

<표 4-6> 50% 살상을 위한 핵 및 화생무기 소요량 .....	115
<표 4-7> 전국 민방위 비상 대피시설 현황 .....	122
<표 5-1> 핵 및 화생무기의 전략적 평가.....	132
<표 5-2> 북한 화학무기 포기 가능성 평가 .....	135
<표 5-3> 북한 화학무기 포기 시나리오.....	144
<표 5-4> 북한 화학무기 시설 .....	148
<표 5-5> 북한 화학무기 폐기소요 .....	150
<표 5-6> 나라별 화학무기 폐기비용 .....	151
<표 5-7> 나라별 기준 북한의 화학무기 예상 폐기비용 .....	152
<표 5-8> 북한의 화학무기 포기 시나리오 우선순위.....	158
<표 5-9> 화학무기 폐기 로드맵(고정형시설 폐기시).....	161
<표 5-10> 화학무기 폐기 로드맵(이동식시설 폐기시).....	168
<표 5-11> 시나리오별 폐기방안 .....	170
<표 5-12> 대량살상무기 담당부서 및 임무 편성(안).....	176

## 그림 목 차

<그림 2-1> 화학무기금지협약 강제사찰절차	33
<그림 2-2> 소각법(Incineration)	38
<그림 2-3> 화학무기 폐기 소각용광로	39
<그림 2-4> ABCDF, NECDF의 폐기방법	41
<그림 2-5> PUCDF, BGCDF의 폐기방법	41
<그림 2-6> EDS 폐기절차	44
<그림 2-7> EDS 구성	45
<그림 2-8> 플라즈마 폐기물 처리장치(PWC)	48
<그림 2-9> GPCR 공정도	49
<그림 2-10> Immobilized Cell Bioreactor(ICB <sup>TM</sup> )	53
<그림 2-11> PCAPPEDS 적용 폐기절차	55
<그림 2-12> PCAPPEDS의 폐기공정도	56
<그림 2-13> 저온 폭발법	57
<그림 2-14> 고온 폭발법	58
<그림 2-15> FDHS 설치 개념도	62
<그림 2-16> 분석의 틀	64
<그림 3-1> 미국의 화학무기 저장 및 폐기시설	78
<그림 3-2> 시리아 화학무기 처리절차	90
<그림 3-3> 이동식 가수분해 장비(FDHS)	91
<그림 4-1> 북한 화학무기 관련시설	105
<그림 4-2> 북한 대량살상무기 개발 및 생산체제	110
<그림 4-3> 화학공격 시 위험예측(SCUD-C, VX)	116
<그림 4-4> 화학공격 시 위험예측(SCUD-B, GB)	116
<그림 4-5> 화학공격 시 위험예측(122mm 야포, GB)	117
<그림 4-6> 화학공격 시 위험예측(152mm 야포, GB)	117
<그림 5-1> 시리아 화학무기 폐기절차	167

## ABSTRACT

### A Study on the North Korea's Chemical Weapon Threats and Destruction Policy

Goh, Woon

Advisor : Prof. Oh, Soo-Yol, Ph. D.

Department of Political Science and Diplomacy

The Graduate School of Chosun University

The threat of North Korea's chemical weapons, which has not received attention due to the nuclear weapons and missile issues, has attracted attention in recent years. The North Korea's assassination of Kim Jong-nam and the use of chemical weapons in Syria are the news' headlines. Donald Trump, the current US president, has been adamant that he will resolve North Korea's nuclear issue soon after taking over presidential office and strongly complained about North Korea's nuclear issue, hence he is gradually increasing the intensity of military pressure.

However, South Korea needs to prepare strongly against North Korea's chemical weapons, which unfortunately, gains relatively little interest. Chemical weapons are dangerous, and can be used both in war and in terror.

So far, the research on the threats and countermeasures of chemical weapons in North Korea and the technology of chemical weapons destruction have been carried out partially. However, research on the methods of removing chemical weapons and disposal methods of North Korea through arms control has been lacking.

Thus, in this study, I researched on how to push and induce North Korea to give up chemical weapons through the case of chemical weapons arms control. Also I focused my study on how to effectively dispose of chemical weapons in North Korea according to the scenarios in which North Korea abandons chemical weapons.

First, I analyzed the cases of arms control of chemical weapons, and discovered

the lessons that can induce North Korea to give up chemical weapons. Chemical weapons arms control is the beginning of the 1925 Geneva Protocol. These arms control efforts continued until the Chemical Weapons Convention came into force in 1997. The following lessons can be learned from the case of chemical weapons arms control to eliminate chemical weapons in North Korea. The United States and Soviet chemical weapons bilateral agreements have shown that the strategic utility of chemical weapons has decreased and that the use of chemical weapons has become less likely due to increased international public criticism for the use of chemical weapons. As a result, they arrived to an agreement for chemical weapons arms control voluntary. In the case of Libya, it was learned that Gaddafi, in the economic crisis of international sanctions and pressure, was promised regime preservation and gave up weapons of mass destruction. In the case of Syria, using chemical weapons had a negative impact on the international public opinion so it gave up chemical weapons. In the case of Libya and Syria, I can see that international pressure, economic sanctions for chemical weapons abandonment and the promise of regime preservation are the factors that made arms control a success. Finally, the Mendoza Agreement in South America has drawn the lesson that the consensus to eliminate chemical weapons in South America has played an important role in arms control success.

In order to analyze the possibility of chemical weapons abandonment in North Korea, I analyzed the reason why North Korea developed chemical weapons. If North Korea developed chemical weapons to secure its deterrent against the US nuclear threat, the reason for developed chemical weapons would have disappeared since the development of nuclear weapons has now reached a stage of almost complete success. In addition, even if it was developed as a means of attack in order to occupy superiority in the conventional weapons race, the possibility of abandoning the chemical weapons in North Korea could be higher because it could satisfy the reason that North Korea succeeded in the development of tactical nuclear weapons. Also, if ROK's new government chooses intra-exchange policy with North Korea, and positively review the North Korea's opinion for peace treaty between South Korea and North Korea, or between the United States and North

Korea, the reason for the development of weapons of mass destruction could be resolved.

If the lessons derived from the case of arm control of chemical weapons are applied to North Korea and it would succeed in abandonment of chemical weapons, the scenario would be as follows.

Scenario #1 is to abandon weapons of mass destruction, including chemical weapons, with international pressure and economic sanctions. Scenario #2 is a case of abandoning chemical weapons because of sudden change, and also civil war outbreak in North Korea. The Kim Jong-un regime insisted on weapons of mass destruction to the end, despite international pressure, and assumed the situation in which the internal coup occurred in the face of economical difficulties, as a result of international sanctions. Scenario #3 is the situation in which a ROK-USFK or UN force occupies North Korea and abandons chemical weapons in a sudden change of situation or war.

These three scenarios are evaluated based on the willingness of the government, political and military stability, and environmental factors, which are the three factors that influence the disposal of chemical weapons.

As a result, scenario #1 is the most favorable situation for chemical weapons destruction, while scenario #2 is the worst. Therefore, we try to achieve scenario #1 where we induce abandonment chemical weapons of North Korea.

In order to select appropriate destruction methods according to the North Korea's chemical weapons abandonment scenarios, I analyzed the destruction systems used in other countries. Of the seven countries that have reported chemical weapons so far, four countries except the United States, Russia and Libya have completed chemical weapons destruction.

The United States has discarded 90% of the 31,000 tons of chemical weapons reported, and the remaining 10% has been disposed of at the end of 2016. In the early stage, the incineration technology was used, which was followed by the neutralization. Also recently, the bio-treatment and SCWO technology are added to the chemical weapons destruction facility.

Russia has discarded 92% of the reported amount of 40,000 tons, and the rest is

being disposed of at one chemical weapons destruction facility. The neutralization technology is used as the destruction technology from the start.

Unlike other countries, the destruction method of chemical weapons in Syria was dismantled in the public seas by installing a destruction system on the vessel. Syria's political and military situation was very unstable due to civil war, therefore its destruction in Syria was restricted. In addition, I have also studied mobile explosive destruction systems to treat abandoned chemical ammunition in the battle area. The following is the result of having researched on suitable destruction methods for North Korea, by applying chemical weapons destruction system to the scenarios in which North Korea abandons chemical weapons.

In scenarios #1 and #3, fixed chemical weapons destruction facility used in Libya is selected the most feasible in terms of cost and location. In scenario #3, it demands mobile explosive destruction system additionally for treating abandoned chemical ammunition. To make sure we achieve scenario #1, I emphasized on the fact that the economic support should be carried out through stages, according to the pace of destruction to ensure that the Kim Jong-un regime will continue to dispose of chemical weapons.

In scenario #2, a Syrian destruction plan is proposed. Since the political and military situation in North Korea is unstable, this plan is the best way to dispose of chemical weapons on ships located on the public seas. At that time, North Korea's chemical weapons would be taken out of North Korea through Nampo Port and Wonsan Port, and destroyed by the destruction system installed on the ship. The key for success in this method is to get rid of chemical weapons in North Korea. Therefore there should be a plan to successfully carry out and verify, otherwise, it must follow the Syrian event. For the selected destruction plan, A road-map is presented. When this road-map will be applied to dispose of chemical weapons of North Korea, its destruction will be completed successfully.

Lastly, I suggest policies at the international and domestic levels to dismantle chemical weapons in North Korea. North Korea's chemical weapons are extremely dangerous that can be used at any time during war. It can also be used for terrorism as seen in Kim Jong-nam's assassination. Nonetheless, South Korea



tends to ignore the danger of chemical weapons by sticking to the North Korean nuclear issue only. It should be kept in mind that unlike nuclear weapons, chemical weapons have been and continue to be used. In order to eliminate these risks in advance, I propose a way to induce the abandonment and destruction of chemical weapons in North Korea, and the direction of our preparation for this.

**Key Words:** chemical weapons arms control, chemical weapons international agreement, chemical weapons destruction technology, chemical weapons destruction system, reason of North Korea chemical weapons development, chemical weapons threat, chemical weapons abandonment scenario, road-map for chemical weapons destruction.

# 제1장 서론

## 제1절 연구의 목적

본 연구의 목적은 북한의 대량살상무기 중 화학무기의 포기를 유도하는 방법과 포기 시나리오 그리고 폐기방안을 연구하고 이에 따른 우리의 대비방향을 제시하는 것이다. 북한은 다양한 종류의 대량살상무기를 보유하고 있는 것으로 알려져 있으며 그동안 수차례에 걸친 핵실험 도발과 미사일 발사 실험으로 우리의 이목은 여기에 집중되어 있다. 그리하여 북한의 화학무기에 대해서는 비교적 관심이 소홀하였다. 화학무기는 제1차 세계대전 시에 약 12만 4,000여 톤이 사용되어 약 130여만 명의 사상자를 발생시켰으나 제2차 세계대전에서는 각국이 그 위험성을 인식하여 널리 사용되지는 않았다.<sup>1)</sup> 그러나 베트남 전쟁과 아프카니스탄 전쟁 그리고 이란-이라크 전쟁에서 화학무기가 다시 사용되어 그 위험성이 널리 알려졌다. 최근에는 IS가 모술근처에서 화학작용제인 염소가스로 민간인들을 공격하여 논란이 되고 있다.<sup>2)</sup> 북한의 핵농축 문제가 표면화된 2000년대 이후 한국에서 북한의 화학무기에 대한 관심을 다시 불러일으킨 것은 2017년 2월 13일 말레이시아 쿠알라룸푸르 공항에서 김정남이 화학작용제인 신경작용제 VX에 피살된 이후이다. 이 테러사건은 그동안 잊고 있었던 북한의 화학무기에 대한 관심을 상대적으로 높아지게 하였고 북한 화학무기의 위험성을 다시 일깨워준 계기가 되었다. 북한이 보유하고 있는 화학무기는 전략적인 의미와 함께 기술적인 중요성을 갖고 있는 무기이다. 한국에서는 핵무기의 그늘에 가려서 소홀하게 취급되고 있지만 전쟁에서 사용가능성이 낮은 핵무기보다는 사용가능성이 높으며 치명적인 위협을 초래할 수 있는 무기가 화학무기이기 때문이다.

전 세계적으로 비인도적 무기인 화학무기의 사용금지와 폐기를 위한 노력은 1874년 브뤼셀 협약으로부터 시작되었다. 그 후 제1차 세계대전에서 화학무기의 참상을 목격한 이후로 화학무기의 사용금지를 위한 본격적인 논의가 시작되었다. 그 결과 전쟁에서 화학·세균무기의 사용을 금지하고 있는 제네바의정서(The Geneva Protocol)<sup>3)</sup>가

- 
- 1) "Origins of the Chemical Weapons Convention and the OPCW," Fact Sheet 1, OPCW Homepage, <https://www.opcw.org/documents-reports/fact-sheets/>(검색일: 2017. 5. 14).
  - 2) "IS 거점 모술서 화학무기 사용·교전 격화," 「연합뉴스」, 2017년 3월 4일.
  - 3) "Protocol for the Prohibition of the Use of Asphyxiating, Poisonous or Other Gases, and of Bacteriological Methods of Warfare. Geneva, 17 June 1925," ICRC Homepage,

1928년에 발효되어 현재까지 136개국이 가입하였다. 또한 평화적인 목적 이외에 세균 및 독성물질의 보유·획득·저장·생산·개발을 금지하는 세균 및 독성무기금지조약(The Biological and Toxin Weapons Convention: BTWC)은 1975년에 발효되어 2016년 말 기준 178개국이 가입하였다.<sup>4)</sup>

화학무기를 강력하고 효율적으로 통제하는 위력을 발휘하고 있는 화학무기금지협약(CWC: Chemical Weapons Convention)은 역사상 가장 강력하게 화학무기 사용을 금지하고 있으며 가장 많은 국가가 참여하고 있는 협약이다. 화학무기금지협약(CWC)은 1997년 4월 29일 발효되었으며 2017년 6월 기준 192개국이 가입하였다. 화학무기금지협약은 화학무기의 개발·생산·획득·저장·이전·사용을 금지하고 있으며 기존에 개발되어 비축하고 있는 화학무기 및 생산시설을 폐기하도록 규정하고 있다. 또한 군사적 목적으로 사용될 수 있는 이중목적의 산업시설의 경우에도 엄밀한 사찰을 받도록 규정하고 있다. 이 협약이 발효된 이후로 화학무기의 보유를 신고한 국가는 2017년 6월까지 7개국이며 이중 3개국은 보유한 화학무기를 모두 폐기하였고 미국을 비롯한 4개국은 현재 폐기를 진행 중에 있다. 물론 협약 발효 시 규정한 10년 이내 폐기는 기술개발의 문제와 경제적인 문제 등의 이유로 기한을 지키지는 못하고 있지만 꾸준히 폐기가 진행되고 있다. 한국도 화학무기금지협약 초기부터 가입하여 협약을 정신을 모범적으로 이행하고 있는 나라중 하나이다. 그러나 북한은 화학무기금지협약에 가입하지 않은 지구상에서 얼마 되지 않는 나라 중에 하나이다. 북한은 화학무기를 보유하고 있으며 향후 전쟁에서도 사용할 가능성이 높은 것으로 평가받고 있다. 미국 국방정보국 선임정보분석관을 지낸 브루스 벡톨 교수는 “북한은 김정은 정권 출범 이후 시리아에 다양한 무기프로그램을 수출했지만 그중에서도 가장 강력한 것은 화학무기였으며 북한 군사고문관들을 반군과 교전 중인 전투부대에 배치해 기술조언과 훈련지도까지 실시한 것으로 알려졌다.”<sup>5)</sup>고 발표하였다. 북한이 화학무기프로그램을 수출할 수 있을 정도로 막강한 화학전 능력을 보유하고 있음을 알 수 있는 내용이다. 북한의 화학무기는 남북한만의 문제가 아니다. 북한이 세계에서 얼마 남지 않은 화학무기 보유국이며 화학무기를 테러에 사용하여 테러지원국으로서 주목을 받고 있기 때문에 국제정치에서도 많은 의미

<https://ihl-databases.icrc.org/ihl/INTRO/280?OpenDocument>(검색일: 2017. 5. 14).

4) “Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on Their Destruction,” BTWC Homepage, <http://dosfan.lib.uic.edu/acda/treaties/bwc1.htm>(검색일: 2017. 5. 15).

5) “시리아 화학무기 북한이 집중 지원(2014년 10월 29일),” 『한국일보』, <http://www.hankookilbo.com/v/9910512219294cfcb7e8e997b3646dca>(검색일: 2017. 3.2).

를 가지고 있다. 북한의 화학무기는 핵무기와 완전히 분리하여 생각할 수도 없다. ‘화학무기는 빈자의 핵무기’라고 부르는데 이는 가난한 약소국가들도 얼마든지 개발하여 전략무기로서 사용할 수 있기 때문이다. 핵무기만큼의 파괴력은 없지만 약소국들이 강대국을 상대할 수 있는 전략적인 무기로 활용될 수도 있는 무기라는 의미이다. 역사적으로 많은 가난한 나라에서 핵무기에 대한 억제력을 구비한다는 명분하에 화학무기를 개발하였다. 비록 북한의 핵무기에 대한 관심 때문에 세계적으로 북한의 화학무기에 대해서는 관심이 소홀하지만 한국은 안보적인 차원에서 북한의 화학무기 대하여 관심을 기울여야 한다.

현재 북한의 비핵화를 위하여 유엔차원에서 국제적인 대북제재가 시행되고 있다. 국제사회는 이러한 대북제재가 효과를 발휘할 때까지 지속적인 압박을 실시할 것이다. 미국의 도널드 트럼프 대통령은 2017년 4월 2일 영국의 일간지 파이낸셜타임스(FT)와의 인터뷰에서 “중국이 북한 문제를 해결하지 않는다면, 우리가 할 것”<sup>6)</sup>이라면서 북한의 핵문제에 대한 강한 해결의지를 피력하였다. 또한 한·중 정상회담을 실시하면서 북한 문제에 대한 중국의 역할을 적극 주문하였으며 전략자산인 항공모함 전단을 한반도로 전개시켜 북한을 압박하고 있다.<sup>7)</sup> 물론 북한이 핵무기를 포기하는 시기가 언제가 될 것인지에 대해서는 많은 논란이 있지만 우리의 입장에서는 언제 북한의 대량살상무기를 폐기하는 상황에 직면할지 모른다.

북한이 화학무기에 이어 핵무기 개발에 광분하고 있는 개발동인을 고려해 볼 때 북한이 화학무기를 폐기하도록 유도하는 것은 현실적으로 어려운 문제이다. 그러나 화학무기 군비통제 사례를 잘 활용한다면 전혀 불가능한 일도 아니다. 어떤 상황이든지 북한의 화학무기는 한국이 해결해야 하는 문제이다. 그러나 북한의 경우에는 정보의 폐쇄성과 불확실성으로 인하여 정확한 화학무기의 양이나 성상 등이 구체적으로 밝혀지지 않아 폐기계획을 수립하는데 많은 어려움이 있다.

본 논문에서는 핵에 비하여 상대적으로 주목받지 못하고 있는 북한의 화학무기 포기를 유도하는 방법과 포기 시나리오 그리고 화학무기 폐기방법을 연구하는데 그 목적이 있다. 본 연구를 위해서 고려해야 할 사항은 다음과 같다. 첫째, 남북한 간에 화학무기를 포함하여 군비감축 등의 군비통제에 관련된 협상이 실질적으로 진행되지 않았으며

6) “트럼프 중국, 북핵 해결 안하면 우리가 할 것,” 『조선닷컴』, [http://news.chosun.com/site/data/html\\_dir/2017/04/03/2017040300483.html](http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2017/04/03/2017040300483.html)(검색일: 2017. 4. 3).  
 7) “항모 3척, 강습함 2척… 역대 최대 규모 美 해상전단 한반도 집결,” 『한국일보』, <http://www.hankookilbo.com/v/cab16a2d30ae4d79ba2520203a5921c8>(검색일: 2017. 4. 11).

로 외국의 화학무기 군비통제 사례를 연구하여 북한에 적용 가능한 방법을 찾아보고자 한다. 둘째, 북한의 화학무기 개발동인을 분석하여 개발동인의 해소방안을 검토한다. 셋째, 세계 각국의 화학무기 군비통제와 폐기방법 및 폐기실태를 살펴보고 각국에서 사용하는 화학무기 폐기방법 및 기술을 분석하여 북한에 적용가능한 시스템을 알아본다. 넷째, 화학무기 군비통제 사례에서 도출된 성공요인을 북한에 적용 시 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오를 작성한다. 다섯째, 지금까지 사용된 화학무기 폐기방법 중 북한이 화학무기를 포기하는 상황에 가장 적합한 폐기방법을 선정하고 가용한 로드맵을 연구한다. 여섯째, 북한의 화학무기 포기를 유도하고 화학무기를 폐기하기 위하여 한국이 준비해야할 사항에 대한 대비방향을 국제적 수준과 국내적 수준으로 구분하여 제시한다.

이와 같은 연구를 통하여 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위한 방안을 발전시키며 화학무기 폐기연구에 대한 필요성을 공론화시켜 지금까지 주목받지 못했던 북한의 화학무기의 위협을 널리 알리고자 한다. 그리고 북한의 화학무기 폐기를 위한 연구 필요성에 대해 공감대를 형성하고자 한다.

## 제2절 연구의 방법 및 범위

### 1. 연구의 방법

본 연구에서는 먼저 화학무기와 대량살상무기 군비통제와 관련된 이론을 고찰하고 화학무기 군비통제 사례를 분석하여 북한의 화학무기 군비통제를 위해 적용할 수 있는 교훈을 도출하였다. 이때 실질적인 확인이 제한되는 북한의 상황을 연구하기 위하여 사례분석을 통해 비교분석함으로써 연구를 위한 논리적 토대를 마련하였다. 북한의 화학무기 관련 자료 중 저장시설, 생산시설, 연구시설 등에 관한 자료는 많은 부분이 비문으로 분류되어 연구에 제한사항을 안고 있다. 또한 1999년 이후로는 국방백서에도 이에 대한 자료를 구체적으로 명시하지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 기존에 발표된 문헌자료의 데이터를 기본으로 사용하였다. 본 연구에서는 화학무기 군비통제 사례, 화학무기 폐기기술 그리고 폐기시스템과 관련된 국내외 문헌과 다양한 연구기관의 보고서, 각종 학술연구자료 등을 활용하는 문헌연구를 실시하였다. 문헌연구는 국방부, 국방과학연구소, 국방대학교, 통일연구원, 국방과학연구원, 한국전략문제연구소, 21세기 군사문제연구소 등 비교적 공신력 있는 기관에서 발행한 자료를 활용하여 객관성을 도모하였다. 여기에 미국의 국방위협감소청(DTRA: Defense Threat Reduction Agency), 화학물자청(CMA: Chemical Material Agency), 엔티아이(NTI: Network Technologies Incorporated), 환경보호청(EPA: Environmental Protection Agency) 그리고 국립과학원(National Research Council of the National Academy of Science)등에서 발간한 외국문헌과 언론자료를 활용하였다. 부족한 부분은 선행 연구자들과 관련기관 전문가들의 의견을 참고로 하였다. 본 논문은 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위한 이론적 배경으로 군비통제이론을 활용하였다. 논문의 전체 구성은 이론적 배경, 화학무기 군비통제 및 폐기, 북한의 화학무기 위협과 한국의 대응전략 그리고 북한의 화학무기 포기 시나리오 및 폐기방안으로 구성되어 있다. 제2장에서는 화학무기 정의 및 역사, 군비통제이론, 화학무기 국제협약에 대한 연구를 통해 화학무기 개발과 역사 그리고 화학무기의 사용금지를 위한 국제적인 노력을 고찰하여 북한의 화학무기 포기 시나리오 및 폐기방안의 선정을 위한 ‘분석의 틀’을 마련하였다.

제3장에서는 화학무기 군비통제 사례를 분석하여 군비통제가 성공한 주요요인을 도출하여 북한의 화학무기 군비통제에 적용하고자 하였다. 또한 각국의 화학무기 폐기현황을 연구하여 북한이 화학무기를 포기할 때 적용 가능한 폐기방안을 도출하고자 하였

다. 제4장에서는 북한이 화학무기를 개발한 배경과 화학무기의 위협에 대해 고찰하였으며 이에 대한 한국의 대응전략을 적극적 대응전략과 소극적 대응전략으로 구분하여 분석하였다. 제5장에서는 북한의 화학무기 포기 시나리오 및 시나리오에 따른 화학무기 폐기방안을 연구하였다. 먼저 북한의 화학무기 개발동인이 현 상황에서 해소되었는지를 분석하고 향후 해소 가능성을 고찰하였다. 그리고 개발동인의 해소요인과 군비통제 사례를 통해 도출된 성공요인을 북한에 적용하여 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오를 작성하였다. 북한의 화학무기 폐기를 위한 방안을 발전시키기 위해 북한의 화학무기 폐기소요와 폐기비용을 각국의 폐기비용을 근거로 판단하였다. 그리고 화학무기 포기 시나리오별로 강제적인 포기 시와 자발적인 포기 시로 구분하여 가장 적절한 폐기방안을 제시하고 이를 수행하기 위한 화학무기 폐기 로드맵을 연구하였다. 마지막으로 북한의 화학무기 포기 유도과 폐기를 위해 한국의 대비방향을 국제적 차원과 국내적 차원으로 구분하여 제시하였다. 제6장 결론에서는 연구결과의 요약과 북한의 화학무기 포기 유도 및 폐기를 위한 우리의 준비 필요성과 대비방향에 대하여 재 언급하였다.

## 2. 연구의 범위

본 연구는 연구대상 면에서 북한이 보유하고 있는 대량살상무기 중 화학무기를 대상으로 하였다. 북한은 20여 종이 넘는 화학작용제와 다양한 투발수단을 보유하고 있다. 따라서 화학작용제 종류 및 무기체계에 적합한 폐기기술을 선정하는 것이 필요하다. 또한 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위한 방안과 포기 시나리오를 연구하여 화학무기를 폐기한 국가들이 사용한 폐기시스템 중 북한의 화학무기 포기상황에 효과적으로 적용할 수 있는 폐기시스템에 대한 연구도 필요하다고 판단하였다. 그러나 핵무기와 생물무기는 연구대상에서 제외하였다. 핵무기는 핵확산금지조약에 의거 핵 비보유국인 한국은 핵처리에 관여하는 것은 국제조약에 의해 제한되며 또한 대부분의 폐기기술이 비밀로 분류되어 있어서 연구를 위해 접근하는 것이 어렵기 때문이다. 생물무기는 작용제의 특성상 대규모로 비축하고 있지 않으며 평시에는 대부분 균주 상태로 보관되고 있다. 또한 대부분의 작용제가 높은 온도에서 가열하거나 제독제를 투입함으로써 간단하게 제거할 수 있으므로 특별한 기술이 요구되지 않는다. 그 결과 생물무기 폐기를 위한 기술적인 연구를 심도 있게 진행할 필요성이 요구되지 않아 연구대상에서 제외하였다. 그럼에도 불구하고 북한이 화학무기를 포기하는 경우의 시나리오나 폐기 시 고

려요소 등은 생물 및 핵무기 폐기방안 연구에도 적용할 수 있어 유용하게 활용될 것으로 기대한다. 폐기사례 및 폐기기술 분석은 기존에 화학무기를 폐기한 국가들인 리비아, 시리아, 미국, 소련, 그리고 중국을 대상으로 하였다. 리비아와 시리아는 화학무기 포기시의 상황의 특별함에 따라 폐기장소와 폐기시스템의 특수성 때문에 미국과 소련은 화학무기 폐기기술과 시스템이 가장 잘 발달되어 연구대상으로 선정하였다. 중국은 자체적으로는 화학무기를 보유하고 있지는 않지만 제2차 세계대전 이후 일본이 유기한 화학탄을 처리하는데 이동식 화학무기 폐기시스템을 사용하고 있어 연구 대상으로 선정하였다.

연구시기 면에서는 화학무기 군비통제 사례분석은 화학무기 군비통제가 시작된 1874년부터이고 역사적 고찰은 화학무기가 최초로 사용된 1914년부터 현재까지를 연구기간으로 선정하였다. 북한의 화학무기 위협과 개발동인 분석은 김일성의 화학화 선언이 시작된 1960년대부터이다. 화학무기 폐기기술 및 폐기시스템 분석은 폐기기술 연구가 시작된 1985년부터 현재까지를 연구기간으로 선정하였다. 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오는 김정은이 국제적인 압박에 굴복하여 포기를 선언하는 시기와 급변사태가 발생하여 내전이 일어날 때 그리고 통일 이후를 연구시기로 선정하였다. 본 연구는 북한이 화학무기를 포기하는 상황을 상정하여 시나리오를 분석하고 당시 상황에 따라 어떠한 방식의 폐기방안을 적용할 것인지 그리고 한국이 준비해야할 사항은 무엇인지를 도출하여 대비방향을 제시하는 것이 목적이다. 북한의 화학무기 폐기의 당위성을 설명하기 위하여 화학무기 사용을 금지하는 국제조약을 먼저 정리하였다. 북한에 적용 가능한 폐기시스템을 선정하기 위해서는 각국의 화학무기 폐기기술 및 시스템을 비교분석하여 가장 적절한 폐기방법을 도출하는데 중점을 두었다. 특히 북한이 정치, 군사, 환경적인 면에서 특수한 상황에 있는 국가인 만큼 화학무기 포기 시 이러한 요소를 고려하여 적용 가능한 폐기방안을 연구하고자 하였다. 이를 위해 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오를 화학무기 군비통제 사례와 화학무기 개발동인을 고찰하여 도출하는 것을 연구 범위로 설정하였다. 그리고 북한의 화학무기 포기 시나리오 별로 화학무기 폐기방안을 선정하고 이를 위해 우리의 준비방향을 제시하는 것이다.



### 제3절 선행연구 검토

북한의 대량살상무기에 대한 연구는 끊임없이 진행되어왔다. 그러나 대부분 핵무기와 미사일 위협을 중심으로 대응방안이 연구되어 왔으며 화학무기의 위협에 대해서는 상대적으로 연구가 소홀하였다. 특히 북한의 핵실험이 표면에 대두된 이후로는 화학무기의 위협과 대응책에 대한 연구는 핵무기의 일부분으로 취급되어왔다. 더욱이 북한의 화학무기의 폐기에 대한 연구는 북한이 화학무기를 포기한다는 가정에서부터 출발해야 하는 연구로 실질적으로 가능하지 않다는 생각으로 등한시 되었고 폐기방법에 대한 연구도 제한적으로만 실시되었다. 한국은 1997년 화학무기금지협약에 가입을 하면서도 북한의 화학무기금지협약 가입을 위한 적극적인 상호협상을 하지 않았다. 한국은 화학무기금지협약에 가입하여 화학전 능력을 완전히 제거하고 화학무기금지기구의 사찰을 적극적으로 수용하는 모범적인 국가가 되었으나 북한의 화학무기 위협에 대해서는 국제기구에서 적극적으로 의제로 상정하지 않았고 김대중 정부나 노무현 정부에서는 남북협상을 하면서도 화학무기를 협상의제로 제기하지도 않았다. 이에 따라 북한의 화학무기 제거에 대해서는 정책적인 연구나 각종 폐기방안 그리고 폐기기술에 대한 연구가 부족하였다. 특히 2000년도에 들어서서 북한의 핵문제가 표면화되고 북한이 핵실험과 미사일 발사시험을 단계적으로 실시하면서 모든 연구의 초점이 핵 및 미사일위협과 그에 대한 대응전략 그리고 비핵화에 집중되어 화학무기 문제는 관심의 대상이 되지 못하였고 그 결과 연구가 상대적으로 등한시 되어 관련 자료가 많이 부족한 실정이다. 이러한 분위기 가운데에서도 일부에서는 북한의 화학무기에 관심을 가지고 연구가 진행되었고 북한이 화학무기를 포기하였을 때 검증 및 폐기방안에 대한 연구도 진행되었다. 북한의 화학무기 포기 시나리오 및 폐기방안에 대한 선행 연구는 크게 4가지로 구분하여 실시하였다. 첫째는 북한의 화학무기 위협과 우리의 대응방안에 대한 연구이다. 둘째는 화학무기금지협약과 대응에 대한 연구이다. 셋째는 화학무기 군축협상에 대한 연구이다. 넷째는 화학무기 폐기기술에 대한 연구이다. 첫째, 북한의 화학무기 위협과 우리의 대응방안에 대한 연구는 비교적 많이 진행되었으나 대부분의 연구는 화학무기에 초점을 맞추지 않고 대량살상무기에 대한 대비방향 중에 일부로 실시되었다. 전성훈은 “북한의 WMD 위협 평가와 우리의 대응”(전략문제연구소 정책연구보고서09-05)에서 북한의 대량살상무기 위협에 대한 종합적인 평가를 내리고 안보적 차원에서 공감대를 형성하는 것이 현실적인 대북정책을 추진하기 위한 선결요건이라는 것과 한국의 바람직한 정책적인 대안을 대북차원, 국제적 차원, 국내차원으로 구분하여 제시하고 있

다. 이 연구는 화학무기를 단순히 대량살상무기 중 일부로 취급하고 핵을 위주로 연구하였다. 그래서 북한의 화학무기 포기를 어떻게 유도할 것인가에 대한 연구가 부족하였으나 화학무기를 남북협상이나 6자회담의 의제로 삼아야 한다고 주장하여 북한의 화학무기를 협상의 테이블로 이끌어내고자 하는 시도를 하였다는 측면에서 본 연구와 방향을 같이하고 있다.

황진환은 “북한의 대량살상무기 개발과 한국의 위기관리 대책”(국제정치논총 제39집 2호, 1999년 12월)에서 북한이 대량살상무기를 개발한 군사적 동기에 대해 두 가지 시각이 존재한다고 설명한다. 하나는 억제적 차원에서 북한이 화학무기를 개발했다는 주장으로 첫째는 주한미군의 핵무기 위협에 대응하기 위하여 독자적인 대량살상무기 개발을 실시하였다는 것이고 둘째는 탈냉전으로 소련과 공산권 국가가 무너지면서 북한의 동맹관계가 약화되고 한국이 북방정책을 추진한 결과 중국 및 러시아와의 외교관계를 수립한 것이 북한의 대량살상무기 개발을 촉진시켰다는 분석이다. 마지막으로 남북한의 경제력 격차가 벌어짐에 따라 이를 보완하기 위해 전략무기로써 대량살상무기를 개발했다는 분석이나 이것은 북한의 수세적인 측면만을 강조하고 대량살상무기의 공세적인 측면을 무시하였다는 점을 지적하고 있다. 공세적 차원에서의 동기는 첫째, 전쟁에서 주도권 장악에 유리하다는 점으로 대량살상무기 사용을 통해 일반국민에게 전쟁 공포증을 유발시켜 전쟁지속능력을 약화시킬 수 있으며 둘째, 미군의 한반도 증원을 지연시키거나 약화시킬 수 있는 장점이 있고 셋째, 전쟁도발 후 상황이 불리하더라도 최후에는 대량살상무기의 사용 위협을 통해 생존성을 보장 받을 수 있다는 점을 개발동인으로 분석하였다. 이에 대한 국가위기관리 차원에서 적극적 대응책과 소극적 대응책을 제시하였다. 적극적 대응책으로는 해당 무기체계의 개발을 포기하도록 유도하는 것과 이미 보유한 무기의 폐기를 유도하는 것 그리고 보유 무기체계를 사용할 수 없도록 억제하는 방안을 제시하고 있다. 소극적 대응책으로는 군사적 차원의 대비책으로서 방어체제의 구축이나 피해 최소화 방안 강구 등을 제시하고 있는데 여기에서도 화학무기의 폐기를 유도하는 방안을 중요한 대응책으로 주문하고 있다. 이 연구는 북한의 화학무기 개발동인을 분석함으로써 북한이 화학무기를 포기하도록 유도하기 위해서는 개발동인을 제거해야 한다고 주장하여 본 연구에 시사점을 제공하고 있으나 북한의 화학무기를 포기하도록 유도하는 방법에 대한 연구가 부족하다는 한계점을 가지고 있다.

홍규덕은 “북한 화학무기 위협의 억제와 대응체제 개발”(전략연구 43-69호, 2004년 3월)이라는 논문에서 북한이 화학무기를 개발하는 의도를 화학무기를 보유하고 사용가능성을 확보한다는 것이 비용대비 효과 면에서 아직도 전략적 또는 전술적 우위를

갖게 해준다는 점 그리고 유리한 공세적 여건 뿐 아니라 적의 우세한 전력으로부터 자국을 지킬 수 있는 억제효과도 있다는 점을 강조하고 있다. 이에 대한 대응방안으로 ‘보복에 의한 억제(deterrence by punishment)’에 더하여 ‘거부에 의한 억제(deterrence by denial)’가 보완되어야 한다고 주장하였다. 북한의 화학무기 공격에 대한 억제전략을 고려함에 있어서 북한의 전략적 변화, 유발동기, 그리고 정책결정과정을 조명하고 화학무기 시설에 대한 정보와 감시기능을 확대하며 유사시 이를 파괴할 수 있는 원거리 정밀타격 능력을 보유할 것과 함께 국제적인 관심을 유도할 수 있도록 북한의 화학무기가 국제적인 문제라는 점을 홍보할 것 그리고 한국, 북한, 일본을 대상으로 화학무기 자유지대를 만들어 아·태 지역 전체의 관심사로 만들 것을 제시하고 있다. 북한의 화학전 교리는 구소련의 교리를 대부분 답습하고 있는바 러시아와 북한의 교류 활성화로 러시아의 전문인력이 북한으로 유입되어 북한의 화학무기 개발능력이 고도화 되는 것에 대비해야 한다며 남한에서 러시아와의 긴밀한 협조를 통하여 대량살상무기 분야 전문인력을 확보하고 러시아의 화학무기 폐기경험을 받아들여 향후 화학무기 폐기 시 발생할 수 있는 문제점에 대해 조언 받을 것과 이를 통하여 부수적으로 북한의 화학무기 고도화 의지를 차단할 수 있다는 주장이 인상적이다. 아울러 동북아에서 화학무기의 위험성과 폐기문제를 공론화할 수 있는 기회를 만들기 위해 지역다자포럼을 통해 계기를 만들어야 한다고 주장하고 있다. 이 연구는 거부에 의한 억제 방법을 사용한다는 점, 러시아와의 협력을 통한 화학무기 폐기경험을 전수받아야 한다는 점 그리고 동북아에서 화학무기 자유지대를 만들어야 한다는 점에서 본 연구와 궤도를 같이 한다.

권양주는 “김정은 시대 북한의 WMD 정책변화 및 확산 전망”(군사논단 제72권2012년)에서 북한에 급변사태가 발생할 경우 북한의 대량살상무기가 제대로 통제될 것인지에 대하여 의문을 제기하였다. 유사시 대량살상무기 통제의 관건은 평시의 대량살상무기 생산 및 관리, 지휘체계가 작동될 것인지와 계선상의 인물들이 어떠한 생각을 견지할 것인가에 따라 크게 달라질 것이므로 한국은 북한에서 급변사태 등이 발생시 대량살상무기의 안정적인 통제와 처리과정을 통해 통일 분위기를 조성해야 한다는 주장과 함께 북한의 화학무기는 이미 전력화되어 분산·저장·배치되어 있으므로 반군 및 주민에 의한 피탈 가능성이 높다는 점을 강조하고 있다. 그러므로 대량살상무기 처리단계에서 고려해야 할 사항으로 남북한 모두 대량살상무기와 관련된 국제군비통제체제에 가입할 것과 북한의 대량살상무기 처리에 필요한 예산 및 기술의 확보 그리고 한국의 대내 정치문제와 대량살상무기 정책을 제시하고 있다. 본 연구는 급변사태 시 대량살상무기의 관리 어려움으로 확산 위험이 증가한다는 점과 화학무기가 분산 배치되어 있

다는 점을 강조하였는데 향후 북한의 화학무기 폐기 시 저장상태가 폐기방안 결정시 중요한 고려요소라는 점에서 적합한 폐기방안을 선정하는데 시사점을 제공하고 있다.

윤정원은 “북한의 대량살상무기 위협에 대한 종합대책”(국방정책연구보고서06-02) 연구에서 북한의 화학무기의 위협과 대응에 대한 부분을 연구하였다. 북한의 화학무기 개발동인에 대해 분석은 앞에서 언급한 황진환, 홍규덕과 비슷한 논리를 주장하였다. 우리가 활용할 수 있는 북한의 화학무기 위협의 취약점을 보유의지 차원, 생산능력차원, 투발능력 차원으로 구분하여 분석하였으며 대응책으로 화학무기 반확산 차원의 노력과 화학무기 위협에 대한 억제력 확보를 위해 한국의 화학무기금지협약 탈퇴와 화학무기 보유, 그리고 미국의 핵우산을 활용하는 대응 방안 등을 주장하고 있다. 이 연구에서의 특이한 점은 북한의 화학무기에 대응하여 우리도 화학무기를 보유하자는 보복에 의한 억제를 주장을 하고 있다. 이것은 향후 북한의 화학무기에 대한 군비통제 협상시 대칭적인 군비통제를 위해 화학무기의 생산 기반을 보유하자는 필자의 연구와 궤도를 함께 하고 있다.

Andrew Scobell과 John M. Sanford는 “North Korea’s Military Threat: Pyongyang’s Conventional Forces, Weapons of Mass Destruction, and Ballistic Missiles(미국정부 정책연구보고서, 2007)”은 북한의 대량살상무기 능력에 설명하면서 북한의 화학무기 개발과정 그리고 왜 북한이 화학무기를 개발하였는가에 대한 개발동인을 설명하고 있다. 또한 북한이 화학무기를 전략적인 무기보다는 작전적인 무기로 사용할 가능성이 많다는 점을 강조하였다. 이 연구는 북한의 화학무기가 가지는 함의와 개발동인을 연구하는데 중요한 자료를 제공하고 있다.

Anthony H. Coredman 등은 “North Korean Nuclear Forces and the Threat of Weapons of Mass Destruction in Northeast Asia(CSIS, 2016)에서 북한의 대량살상무기 개발과정과 능력을 설명하고 주변국들의 북한 핵무기 프로그램에 대한 반응을 설명하고 있다. 이 논문의 특이점은 한국이 화학 및 생물무기 개발을 연구하였고 현재 그러한 무기를 가지고 있거나 저장을 추구하고 있다고 주장하였다. 이 연구는 북한의 화학무기 위협과 능력 및 탈북자들의 화학무기 프로그램에 대한 인터뷰 자료를 제공하고 있다. 이 연구는 북한의 화학무기 개발과정과 위협 그리고 대량살상무기 개발 및 운용 과정을 연구하는데 꼭 필요한 자료이다.

Bruce W. Bennett와 Jennifer Lind는 “The collapse of North Korea (International Security, Vol.36, Fall 2011)에서 북한의 붕괴시나리오를 제시하면서 급변사태가 발생하는 경우와 급변사태 발생 시에는 정부의 통제가 약화되어 대량살상무기가 해외 밀거래시장

(black market)으로 흘러들어가 확산될 수 있다고 주장하였는데 북한의 화학무기 포기 시나리오를 작성 시 화학무기 상태를 판단하는데 시사점을 제공한다.

두 번째 연구방향은 화학무기금지협약(CWC)의 발효에 따른 대응방향에 대한 연구이다. 임덕규는 “화학무기금지협약의 체결과 국제사회의 문제”(국제법학회논문집 40권 1호1995년)에서 화학무기금지협약은 지금까지 체결된 모든 국제협약 중 강제사찰을 포함하고 있는 가장 강력한 협약이지만 아울러 국제사회가 당면하게 된 문제점으로 협약 가입 및 신고의 문제, 화학무기 폐기 비용부담의 문제, 실질적인 검증을 위한 당사국 및 국제적인 협조의 문제와 협약의 이행과 관련한 유엔의 역할에 대해서 언급하고 유엔은 군축분야에서 중추적 역할을 수행할 책임이 있다면서 다른 분야에서도 범세계적인 협약을 체결해야 한다고 주장하고 있다.

홍규덕은 “화학무기금지협약(CWC)체결의 의미와 우리의 대응”(한국전략문제연구소 연구보고서, 2001년 8월)에서 화학무기금지협약은 인류의 군축역사상 찾아보기 어려운 성공사례이며 철저한 사찰체계를 보유한 협약인 반면에 화학무기금지협약이 정치적 해결이 아닌 기술적인 측면에 초점을 맞추고 있다는 점과 검증 및 폐기과정에서 보편성의 문제와 가난한 나라의 화학무기 폐기비용 문제, 그리고 위반국가에 대한 구체적인 제재 방법의 결여가 향후 문제가 될 것이라고 분석하였다. 그리고 한국은 북·미 핵협상의 후속조치에 반드시 북한의 화학무기를 의제에 올려 연계시켜야 한다고 주장하고 있다. 이 연구에서는 화학무기 보유국으로 의심되는 나라들인 북한, 이집트 등의 나라가 협약에 가입하지 않은 점과 화학무기를 사용하는 이슬람 국가(IS)나 시리아에 대한 제재가 미흡하다는 점을 문제점으로 지적하였는데 대부분의 문제점이 현실화되었다. 그리고 북한의 비핵화 협상 시 화학무기를 동시에 의제로 올려야 한다는 점에서 본 연구와 방향을 같이 하고 있다.

Jonathan B. Tucker는 “The Future of Chemical Weapons(The New Atlantis, 2010 Winter)에서 화학무기금지협약이 붕괴되는 시나리오를 제시하면서 향후 협약에서 금지하지 않는 새로운 화학무기의 등장 또는 테러에 있어서의 화학무기의 사용 위협 등을 제시하고 있다. 특히 유독성물질을 다루는 화학공장이 화학무기 생산 위협을 안고 있으나 화학무기를 생산하기 전까지는 협약의 위반이 아니라는 연구는 북한의 화학무기 위협에 대응하기 위하여 잠재적인 화학무기 생산능력을 보유할 것을 주장하는 필자의 대비방향에 대한 근거를 제공하고 있다.

셋째는 화학무기 군축협상에 대한 연구이다. 김경수는 “핵 및 화생무기 군축협상 사례 연구”(국방논집 제22호, 1993년)와 『비확산과 국제정치』(2004년)라는 저서에서 미국과

소련이 1990년에 체결한 「화학무기폐기, 생산금지 및 다자간 협약촉구를 위한 조치협정」의 체결과정을 소개하면서 성공요인으로 정치적인 분위기를 성숙시키는 것과 협상당사자의 의지가 중요하다는 점을 제시하고 있다. 협상과정에서는 기본합의를 위한 내용을 먼저 선점하는 것이 중요하며 미국이 협상과정에서 강·온 전략을 적절히 구사한 점 그리고 러시아가 필요로 하는 화학무기 폐기 기술지원 및 경제적 지원을 약속한 점 등을 성공요소로 선정하였다. 이 연구결과는 북한과의 화학무기 폐기협상을 성공시키려면 한국이 지원해야 할 분야가 폐기기술 분야와 북한의 경제난을 완화시키려는 한국의 지속적인 관심 그리고 경제적 지원이 군축 분위기 조성을 위해 필요한 사전 절차임을 강조하고 있다. 또한 이에 대한 사전 대비가 필요하다는 점을 제시하고 있다. 김경수의 연구는 북한과의 화학무기 군비통제 협상에서 우리가 고려해야 할 사항과 협상의 성공과 이행을 위하여 한국이 준비해야 할 사항이 무엇인가에 대한 중요한 시사점을 제공하고 있어 본 연구에 중요한 자료가 되고 있다.

이용호는 “현대 국제군축법의 구조와 한계”(국제법학회논문집 60호, 2015년 6월)에서 화학무기금지협약이 안고 있는 문제점으로 첫째, 화학무기사용 위험국으로 분류된 북한과 이스라엘 등이 조약에 참여하지 않아 보편성이 의심된다는 점 둘째, 국내이행입법의무를 시행하고 있는 국가가 당사국의 50% 정도로 국내적으로 이행이 어렵다는 점 셋째, 협약에서 요구하는 폐기시기가 10년 이내임에도 불구하고 많이 지연되고 있다는 문제점을 지적하면서 이에 대한 대책으로 효과적인 군축의 성공을 위해서는 국가 간의 신뢰관계구축과 신형무기에 대한 감축의 필요성 그리고 군사자료의 공개 등이 필요하다고 주장하고 있다. 이 연구는 북한의 화학무기 폐기를 위해 한국에서 북한의 화학무기 폐기를 위한 국내법적인 근거를 만들어야 한다는 점에서 의미를 제공하고 있다.

넷째, 화학무기 폐기기술에 대한 연구이다. 화학무기 폐기기술은 미국과 소련에서 사용하고 있는 기술과 최근 시리아에서 사용한 이동식 저장 화학무기 폐기시스템에 관한 연구가 실시되었다. 정우영은 “북한의 화학무기 포기 선언 시 검증 및 폐기방안 연구”(한국전략문제연구소의 국방정책연구보고서 04-19)에서 세계 각국의 화학무기 폐기 현황과 함께 미국과 러시아에서 화학무기 폐기 간에 발생한 문제점을 제시하고 있다. 다양한 종류의 화학탄 보유가 폐기를 어렵게 한다는 점, 폐기기간이 장기간이고 비용이 과다하게 소요된다는 점, 그리고 러시아의 화학무기 폐기 프로그램의 불투명성과 대체 기술 적용 등의 제한성을 언급하고 있다. 또한 북한이 화학무기를 포기할 때 상황을 이행여부에 중점을 두고 네 가지 시나리오로 구분하였다. 첫째, 화학무기 폐기선언 및 성실이행 둘째, 화학무기 폐기선언 및 불성실 이행 셋째, 화학무기 폐기선언 조건으로

지원 요구 넷째, 화학무기 폐기선언 거부로 구분하였다. 그러나 시나리오에 대한 구체적인 발생상황이나 이에 대한 대응책을 제시하지는 않는 한계점을 안고 있다. 이 연구는 북한에 적용 가능한 화학무기 폐기기술과 각국의 폐기사례에서 도출된 시사점을 제공함으로써 본 연구에서 북한의 화학무기 폐기방안을 수립하는데 중요한 자료를 제공하고 있다. 그러나 북한이 화학무기를 포기하는 경우의 시나리오가 단순히 성실이행과 불성실이행으로 구분하여 이에 대한 심도 깊은 연구가 필요하였다. 또한 급변사태가 발생하여 북한 체제의 변화로 인한 화학무기를 포기하는 경우에 대한 포기 시나리오가 발전되지 않았으며 포기상황에 따라 적용 가능한 화학무기폐기시스템에 대한 추가적인 연구를 필요로 하였다.

이남택 등은 “북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구”(21세기군사연구소, 2013년 12월)에서 정우영의 연구를 바탕으로 현재까지 진행된 러시아, 미국, 리비아 등의 화학무기 폐기현황 및 사용된 폐기기술에 대해 분석하였다. 또한 북한이 화학무기를 포기할 경우 한국정부가 폐기비용을 부담할 가능성에 대비할 것과 정책적으로 준비해야 할 사항에 대해 제시하였다. 이 연구는 정우영의 연구를 최신화한 자료로써 북한의 화학무기 폐기를 위한 기술 및 시스템 그리고 정책적인 대안을 제공하여 본 연구에 중요한 시사점을 제공하고 있다. 그러나 단순히 기술적인 측면에서의 접근으로 북한의 화학무기 포기를 어떻게 유도할 것인가와 북한이 화학무기를 포기할 경우의 시나리오 그리고 포기 시 정치·군사적 상황을 고려한 폐기방안 및 내전상황에서 화학무기를 폐기한 시리아에 대한 연구가 진행되지 못하였다는 아쉬움을 가지고 있다.

은중화는 “대량살상무기(WMD) 폐기방법과 기술”(교육사령부, 2015년 9월)에서 그동안 세계 각국에서 적용된 폐기기술을 고정시설에서의 폐기는 미국사례를, 전쟁 등과 같은 급박한 상황에서의 폐기는 시리아 사례를, 유기된 화학탄의 폐기 사례는 중국에서의 사례를 들어 분석하고 군사적인 측면에서 북한지역에서의 가장 적절한 폐기기술을 제시하고 있다. 특히 시리아에서 적용한 선박에서의 폐기시스템도 소개하며 지상에서 폐기할 수 없는 정치적 상황에서의 대안으로 제시하였다. 그러나 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위한 대안은 제시하지 못하는 한계를 가지고 있다.

John B. Carberry의 “*Evaluation of Alternative Technologies for Disposal of Liquid Wastes from the Explosive Destruction System*”(The National Academy Press, 2001.)와 미국국립과학원(National Research Council of the National Academy of Sciences)에서 발행한 “*Review Secondary Waste Disposal and Regulatory Requirements for the Assembled Chemical Weapons Alternatives Program*(NAP,

2008)”에서는 화학무기 폐기 시 발생하는 2차폐기물 처리를 위한 대체기술 및 적용 가능한 기술에 대한 설명을 통하여 본 연구의 화학무기 폐기기술 및 시스템 연구에 중요한 자료를 제공하고 있다.

선행연구 검토결과 황진환과 홍규덕의 연구는 북한의 화학무기 개발동인에 대한 분석을 통하여 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위해 개발동인을 제거해야 한다는 점에서, 김경수의 미·소의 화생무기 군축협상 사례연구는 북한과의 화학무기 군비통제 협상을 위한 성공요인들과 협상단계에 대한 시사점을 본 연구에 제공하고 있다. 임덕규와 이용호는 북한이 화학무기 포기 시 화학무기금지협약의 가입과 폐기를 준비하기 위한 국내입법의 필요성을 연구하는데 시사점을 제공하고 있다. Anthony H. Coredman과 Andrew Scobell의 연구는 북한의 화학무기 개발배경, 교리, 화학무기 위협에 대한 자료를 제공하여 북한의 화학전 위협 및 화학무기 포기 시나리오 연구에 중요한 자료가 되었다. 이남택, 은종화, John B. Carberry 등의 연구는 세계 각국의 화학무기 폐기기술과 시스템에 대한 연구 그리고 화학무기 폐기 시 교훈을 제시함으로써 북한의 화학무기 폐기 시 고려해야할 사항과 유용한 화학무기 폐기시스템을 선정하는데 있어서 본 연구에 필요한 자료를 제공하고 있다.

위와 같이 북한의 화학무기에 대한 연구는 다양한 각도에서 연구가 진행되었음에도 불구하고 다음과 같은 점에서 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단하였다.

먼저 북한이 화학무기 포기선언을 하는 경우의 시나리오를 발전시켜야 할 필요가 있다. 이를 위해 화학무기 군비통제 사례를 고찰하여 영향을 미치는 요인을 도출하고 이 영향요인을 북한의 화학무기 개발동인 측면에서의 고찰과 함께 북한에 적용하여 북한의 화학무기 포기 시나리오를 발전시켜야 한다. 또한 각 시나리오별로 화학무기 폐기를 하는데 미치는 영향요소에 대한 연구를 통해 북한의 화학무기 폐기에 적합한 방안을 제시하고 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위해 정치, 군사적으로 관심을 가져야 할 사항에 대한 연구가 요구되었다. 마지막으로 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오와 폐기방안을 이행하기 위한 우리의 대비방향 및 화학무기 포기 시 폐기 로드맵(Road-map)에 대한 연구가 필요하다고 판단하였다.



## 제2장 이론적 배경

### 제1절 화학무기의 정의 및 역사

#### 1. 화학무기의 정의

화학무기에 대한 정의는 조금씩 차이가 있다. 국방과학기술용어사전에는 “독성 화학물질(화학작용제)과 이를 투발하기 위한 탄약 및 살포 장치를 총칭하는 무기로 화학제가 충전된 지뢰, 포탄, 항공 폭탄, 로켓 및 미사일 탄두, 항공기, 살포 탱크 그리고 화학탄을 목표 지역에 운반할 수 있는 수단과 그 운반체(미사일, 로켓 등의 추진제 및 발사대, 화학제 저장용기 및 충전 장치 등)를 의미한다.”<sup>8)</sup> 라고 정의되어 있다. 북한군은 “유생역량에게 피해를 주며 공기와 지대 및 무기, 전투기술 기체 등을 오염시켜 전투행동을 제한하기 위한 화학물질과 적용수단을 말하며 화학무기에서 기본이 되는 것은 군용 독해물이다”<sup>9)</sup> 라고 정의하고 있다.

한편 화학무기금지협약에서는 “유독 화학물질과 그들의 전구체, 지정된 유독성 화학물질의 유독성을 이용하여 살상이나 해를 끼칠 수 있도록 고안된 탄이나 장치, 그리고 탄이나 장치의 운용을 위하여 고안된 장비”<sup>10)</sup>로 정의하고 있다.

모든 정의는 유독성 화학물질과 투발수단을 의미한다는 점에서는 차이가 없으나 본 연구에서는 화학무기금지협약에서 사용하는 정의를 적용하기로 한다.

화학무기금지기구에서는 화학무기로 운용되는 화학작용제의 종류를 다음 <표 2- 1>에서와 같이 구분하고 있다. 질식작용제, 수포작용제, 혈액작용제, 신경작용제, 폭동진압작용제이다. 질식작용제는 주로 호흡기에 작용하여 코, 목, 특히 폐에 영향을 미친다. 수포작용제는 가장 보편적인 화학작용제 중 하나이다. 호흡이나 피부 접촉을 통하여 세포를 파괴시킨다. 수포작용제라 부르는 이유는 심한 화상과 같이 커다란 수포를 발생시키기 때문이다. 혈액작용제는 호흡기를 통해 흡입되어 혈액을 따라 몸에 퍼지며 혈액의 산소 운반을 방해한다. 신경작용제는 피부와 폐에 영향을 미친다. G-계열과 V-계열로 구분되며 1930년대 독일에서 합성되었다. 개발 순서에 따라 GA, GB, GD,

8) 국방기술품질원, 『국방과학기술용어사전』, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2765983&cid=50307&categoryId=50307>(검색일: 2017. 4. 10.).

9) 정보사령부, 『화생방운용(북한군 교리 22-37-1』, 서울: 정보사령부, 2005, p.101.

10) OPCW, *Convention on the prohibition of the development, production, stockpile, and use of chemical weapons' and on their destruction*, Hague: OPCW, 2005, p.3.

GF라고 명명되었다. V-계열은 영국에서 개발되었으며 1950년대에 알려졌다. 폭동진압 작용제는 조약의 범위에 포함시킬지 여부가 많이 논의된 작용제이다. 최종적으로 법 집행 목적으로 사용하는 경우에 한하여 보유할 수 있도록 허용되었으나 전쟁목적으로의 사용은 제한하고 있다.

<표 2-1> 화학작용제의 특성

작용제		지속성	흡입기관	상태형태
질식작용제	Chlorine(CL) Phosgene(CG) Diphosgene(DP) Chloropicrin(PS)	낮음	호흡기	기체
수포작용제	Sulfur mustard(H, HD) Nitrogen mustard(HN) Phosgene oxime(CX) Lewisite(L)	매우 높음 높음 낮음 높음	호흡기, 피부	액체, 에어라졸, vapour and dust
혈액작용제	Hydrogen cyanide(AC) Cyanogen chloride(CK) Arsine(SA)	낮음	호흡기	기체
신경작용제	Tabun(GA) Sarin(GB) Soman(GD) Cyclosarin(GF) VX	낮음 낮음 보통 보통 매우 높음	호흡기(G-계열) 피부(VX)	액체, 에어라졸, vapour and dust
폭동진압작용제	Tear Gas(CS) Pepper Spray(OC)	낮음 낮음	호흡기, 피부, 눈	액체, 에어라졸

\*출처: "What is a Chemical Weapons?," Fact Sheet 4, OPCW Homepage, <https://www.opcw.org/documents-reports/fact-sheets/>를 재정리.

## 2. 화학무기의 역사

화학무기를 ‘빈자의 핵무기’<sup>11)</sup>라고 부르는데 그것은 화학무기가 비교적 손쉽게 그리고 적은 비용으로 제조할 수 있어 가난한 나라들이 전략적인 무기로 개발하여 보유했기 때문이다. 화학무기는 적은 양으로 대량살상을 야기할 수 있을 뿐만 아니라 군사적으로도 그 효용성이 크다는 점이 1차 세계대전 등을 통하여 입증된 바 있다.

화학무기의 최초 사용기록은 스파르타 군과 아테네 군 사이에서 송진을 태워 발생시킨 유독가스 공격을 그 시작으로 보고 있다. 본격적인 화학무기의 사용은 1차 세계대전에서이다. 독일군은 1915년 4월 22일 벨기에의 이쁘르 지역에서 정채된 전선을 돌파하기 위하여 6.5km 전선에서 영국 및 프랑스 연합군에게 150여 톤의 염소가스를 살포하여 놀랄만한 전과를 거두었는데 군에서는 이것을 ‘화학전의 호시’라고 부른다. 이후 1차 세계대전 중에는 약 200여회 이상의 화학공격이 실시되어 130여만 명의 사상자를 발생시켰다. 1차 대전 종전 후 각국은 앞 다투어 화학무기를 본격적으로 개발 비축하였는데 화학작용제의 개발순서는 다음과 같다.

<표 2-2> 화학작용제 개발순서

구분	년도별												
	1915	1916	1917	1918	1925	1933	1935	1939	1943	1944	1955	1980	1990
질식	Cl <sup>2</sup>	DP		DM									
	CG	PS											
혈액	AC, CK												
수포		H	HD	ED, MD				L, HN					
신경							GA	GB		GD		GB, VX	
탄종	일원화탄											이원화탄	

\*출처: 국방부, 『대량살상무기의 이해』, 서울: 국방부, 2004, p.126을 재정리.

11) Jean - Francois Rioux(eds), *Limiting the Proliferation of Weapons: The Role of Supply-side Strategies*, Canada: McGill-queen's University Press, 1992, p.75.

독일에서는 G계열 신경작용제를 영국에서는 V계열 신경작용제를 개발하였고 미국은 1980년대에 들어 비교적 보관이 용이한 이원화화학탄(binary chemical munition)<sup>12)</sup>을 개발하였다. 화학무기는 많은 전쟁에서 사용되었는데 사용연도에 따라 사용이 의심되는 국가들을 <표 2-3>에 정리하였다.

<표 2-3> 화학무기 사용 의혹국가

시 기	화학무기 사용 의혹국가
1915-1918	오스트리아-헝가리, 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 러시아, 미국
1918-1933	영국, 중국, 프랑스, 이탈리아, 스페인
1933-1945	독일, 이탈리아, 일본, 폴란드, 소련
1945-1960	영국, 중국, 쿠바, 프랑스, 그리스, 이스라엘, 스페인, 타이완, 미국
1960-1970	콜롬비아, 이집트, 이라크, 이스라엘, 포르투갈, 미국, 월맹
1970-1980	중국, 라오스, 모로코, 로데지아, 남아프리카, 소련, 베트남
1980-1984	버마, 에디오피아, 이라크, 이스라엘, 라오스, 필리핀, 남아프리카, 소련, 태국, 미국, 베트남
2013	시리아
2017	IS, 북한, 시리아

\*출처: Jean - Francois Rioux(eds), *Limiting the Proliferation of Weapons: The Role of Supply-side Strategies*, Canada: McGill-Queen's University Press, 1992 p.58: "Origins of the Chemical Weapons Convention and the OPCW", Fact Sheet 1, OPCW Homepage, p.3, <https://www.opcw.org/documents-reports/fact-sheets>(검색일: 2017. 3. 18.)을 참고로 재정리.

12) 이원화화학탄은 생산, 저장, 투발 및 향후 폐기시 안전을 고려하여 미국이 최초로 개발한 무기이다. 화학작용제 전단계인 두 개의 전구물질(precursor)을 탄체에 별도로 분리하여 보관하며 발사 후 비행 중에 혼합되어 일원화 화학무기가 되는 탄을 말한다. 국방부, 『대량살상무기(WMD) 문답백과』, 서울: 국방부, 2004, p.104.

지금까지 화학무기를 보유하고 있거나 보유하고 있을 것으로 추정되는 국가는 러시아, 중국, 이스라엘, 미국, 인도, 이라크, 북한, 이란, 이집트, 시리아, 리비아 12개국이며, 파키스탄과 수단은 연구프로그램을 보유하고 있을 것으로 추정하고 있다.<sup>13)</sup>

화학무기는 2차 세계대전 이후에도 국지전에서 다양하게 사용되었다. 특히 미국은 1960년대에 고엽제를 베트남전에서 사용하였다. 후세인 정권은 1980년대 이란-이라크 전쟁에서 사용하였다. 특히 쿠르드지역에서는 화학탄을 사용하여 민간인을 대량으로 살해하였다. 2013년에는 시리아 정부군이 반군에게 화학무기를 사용하여 국제적으로 논란이 된 후 국제적인 제재에서 탈피하고자 자발적으로 화학무기금지협약에 가입하기도 하였다. 2017년에 들어서는 이슬람국가(IS)가 모술지역에서 민간인들을 대상으로 화학무기를 사용한 것으로 보도된 바 있고 북한은 김정남 암살을 위해 말레이시아의 쿠알라룸푸르 공항에서 화학작용제를 사용하였는데 이때 사용된 작용제가 이원화 VX라는 주장이 제기되었다. 또한 2017년 4월에는 미국과 터키가 시리아가 화학무기를 사용하여 100여 명에 이르는 민간인이 사망하였다고 비난하였다. 그리고 미국은 이에 대한 보복으로 시리아 공군기지에 미사일 공격을 실시한 바 있다.

이와 같이 화학무기는 많은 나라에서 개발되어 사용하였거나 비축되었으며 그 특성도 증가되어 사용할 때마다 많은 사망자를 발생시키고 있다. 또한 향후에도 화학무기를 금지하는 국제협약의 한계를 이용하여 협약을 위반하지 않는 범위 내에서 무능화작용제 등 새로운 화학무기를 개발하여 전쟁 및 테러에서 사용할 가능성은 계속해서 남아있다고 볼 수 있다.

---

13) Joseph Cirincione with Jon B. Wolfshal and Mirian Rajkumar, *Deadly Arsenals: Tracking Weapons of Mass Destruction*, Washington D.C.: carnegie Endowment for International Peace, 2002, p.17.: 고재남, “러시아 WMD 비확산 정책과 북한,” 『정책연구시리즈 2003-6』, 외교안보 연구원, 2004, p.9.

## 제2절 화학무기 국제군비통제

### 1. 군비통제 개념 및 추진조건

#### 가. 군비통제 개념

국제관계는 협력과 갈등이 반복되는데 적대국 사이에서도 협력을 통해 상호 위협을 줄이고 공존하려는 노력을 한다. 이러한 노력이 군사와 안보분야에 적용될 때 이것을 군비통제라고 할 수 있다. 군비통제에 대해 Thomas C. Schelling & Morton Halperin은 “적대국 사이에 전쟁의 가능성을 줄이고 전쟁이 발생하였을 경우에는 전쟁수단의 사용을 제한하며 평시에 전쟁준비에 소요되는 비용을 감소시키기 위해 행하는 모든 형태의 군사적 협력”<sup>14)</sup>이라고 정의하였다. 즉 전쟁을 없애는 것이 아니라 전쟁의 가능성과 사용할 수 있는 수단의 한계를 설정하여 전쟁준비 비용을 감소시키는 군사적인 협력활동을 의미하고 있다. Michael Sheehan은 “군비통제란 전쟁억지를 위해 복수의 당사국 간에 현존 군사력 또는 잠재 군사력의 특정부분에 관하여 규제하는 것을 말하는 것으로 일반적으로 합의에 의하나 일방적인 행위로도 이루어진다. 이때 규제의 대상은 병력은 물론 무기, 군사시설, 군부대 배치 및 전쟁준비태세 등을 망라한다.”<sup>15)</sup>고 정의하고 있다. 한용섭은 “군비통제는 평시에 적대국가 혹은 잠재적국 사이에 상호 협의를 통해 군사적 위협요인을 감소시키거나 약화시킴으로써 안보를 달성하는 행위이며 여기서 군사적 위협요인은 상대국에 대한 적대시 정책, 공세적이고 비밀스런 배치, 훈련 혹은 전략, 병력, 국방예산, 무기 등이 포함된다.”<sup>16)</sup>고 정의하고 있다. 결국 군비통제는 단순한 무기의 감축보다는 군사력 전반을 통하여 위협을 감소시키는 것을 목적으로 군사력을 적절한 수준으로 관리하는 것으로 유형적인 수단과 무형적인 요소가 모두 대상이 된다.

군비통제를 분류하면 무기체계에 따라 대량살상무기와 재래식 무기 군비통제로 분류하고 행위 주체에 따라 강제적 군비통제와 자발적 군비통제로 구분하며 참여국 수에 따라 일방적 군비통제, 쌍무적 군비통제, 다자간 군비통제로 분류할 수 있다.<sup>17)</sup>

Steve Tulliu와 Thomas Schmalberger는 대량살상무기의 군비통제에 속하는 화학무기 군비통제를 참여국 수에 따라 국제적, 다자적, 지역적, 양자적, 일방적 군비통제로

14) Thomas C. Schelling and Morton H. Halperin, *Strategy and Arms Control*, New York: A Pergamon-Brassey's Classic, 1985, p.2.

15) Michael Sheehan, *Arms Control: Theory and Practice*, New York: Basil Blackwell, 1988, pp.5-10: 김경수, 『비확산과 국제정치』, 서울: 법문사, 2004, p.4에서 재인용.

16) 한용섭, 『한반도 평화와 군비통제』, 서울: 박영사, 2004, p.199.

17) 남만권, 『군비통제 이론과 실제』, 서울: 한국국방연구원, 2004, pp.59-67.

나누고 있다<sup>18)</sup>. 화학무기협약을 참여국 수에 따라 구분하면 다음과 같다. 먼저 국제적 협약에는 헤이그 협약, 제네바 의정서, 호주그룹, 화학무기금지협약 등으로 모든 국가들이 가입할 수 있는 국제적 군비통제이다. 다자적 군비통제 협약은 브뤼셀협약, 워싱턴 해군회의, 멘도자 협정 등으로 일부 국가들 사이에 체결된 조약이다. 멘도자 협정은 다자적이며 지역적 군비통제 협정으로 남아메리카에 있는 아르헨티나, 브라질, 칠레가 참가하였다. 화학무기의 군비통제에 대한 양자적 군비통제 시도는 1675년의 스트라스부르크 조약으로 프랑스와 신성로마제국사이의 화학무기조약, 1990년에 미국과 소련이 체결한 양자 간 화학무기 폐기협정 그리고 1992년에 인도와 파키스탄 사이에 체결된 화학무기 협정 등이 있다. 위와 같은 협약은 모두 자발적인 군비통제에 속한다. 군비통제는 전통적으로 군사적 대칭성을 두고 실시된다. 군사적 대칭성이란 병력의 편성, 무기체계의 성격 및 특성 그리고 동맹의 구조 등이 서로 비슷한 형태를 가지고 있는 것으로 유럽의 재래식 무기감축협상(CFE)이나 미·소의 핵무기 감축협약, 미·소의 화학무기 폐기협정 등이 대칭적인 군비통제에 속한다.<sup>19)</sup>

대칭성이 존재하지 않는 것은 비대칭적인 군비통제라고 한다. 군사적 대칭성을 기준으로 화학무기 군비통제 사례를 구분하면 대칭적 군비통제에는 미국과 소련간의 화학무기 폐기협정, 멘도자 협정, 인도와 파키스탄 간의 협정, 그리고 화학무기금지협약 등 대부분의 화학무기 군비통제 협정이 이에 속한다. 그러나 이라크, 리비아 그리고 시리아의 화학무기 폐기는 화학무기의 폐기와 경제적인 지원 혹은 정권의 생존을 상호 교환한 협정으로 화학무기 대 화학무기가 아닌 화학무기 대 경제지원 등을 군비통제 조건으로 하는 비대칭적 군비통제에 해당한다. 또한 국제적인 압력을 행사하여 이끌어낸 강제적 군비통제이다. 비대칭적 군비통제는 무기의 대칭성이 존재하지 않을 때 실시하는 방법으로 상대방의 무기 감축에 대하여 별도의 보상조치를 취하는 방법이다. 군비통제가 성공하기 위해서는 협상당사자간에 신뢰를 구축하는 것이 중요하다. 신뢰구축은 일반적으로 “양국가 간 또는 다수의 국가들 간에 상호작용, 교류, 합의를 통해 이해와 신뢰를 촉진시키는 정치·경제·군사·기술·문화적인 면의 모든 행위를 다 포함하는 것이다.”<sup>20)</sup> 이 중에서 군사 분야를 따로 구분하여 협의의 개념으로 군사적 신뢰구축이라고 한다. 1970년대

18) Steve Tulliu, Thomas Schmalberger 지음, 신동익 역, 『군비통제, 군축 및 신뢰구축 편람』, 스위스: 유엔군축연구소, 2003, pp.85-92.

19) 황진한, “가교전략으로 단계적 군축을,” 『신동아』 484호, 2007. pp.211-212.

20) James Macintosh, *Confidence (and Security) Building Measures in the Arms Control Process: A Canadian Perspective*, Ottawa: Department of External Affairs of Canada, 1985, pp.51-60. 이상현, “남북한 정치·군사적 신뢰구축을 위한 정책방향”, 『군사논단』 제41호, 한국군사학회, 2005, p.26에서 재인용.

군비통제 전문가들은 군사적 신뢰구축(CSBMs: Confidence and Security Building Measures)은 “국가들 상호간에 안보와 군사문제에 있어 이해와 신뢰를 증진시키는 특별한 국가행위”<sup>21)</sup>로 정의하고 있다. 군사적인 신뢰구축은 상대방 국가의 군사적 목적을 신뢰하고 있다는 확신을 주어야 구축될 수 있다. 이를 위해서는 국가 간의 소통과 상대방에 대한 정보수집을 필요로 한다. 역사상 잘못된 정보와 상대방 의도에 대한 오해로 발생한 전쟁이 대부분이라는 것을 생각할 때 바른 정보와 정확한 의도의 이해가 신뢰를 높일 수 있다. 신뢰안보구축조치는 크게 세 가지 범주로 구분할 수 있다.<sup>22)</sup> 첫째는 정보 및 통신 조치이다. 평시 의사소통을 원활히 하고 군사정보 교환, 중요한 군사활동의 사전 통보, 군사 당국자 간 접촉 등이 이에 속한다. 둘째, 참관 및 사찰 조치로써 상대방의 군사활동을 관찰할 수 있도록 함으로써 신뢰를 쌓아가는 활동이다. 셋째, 군사적 역제로 군사활동 및 배치를 제한하는 것이다. 유럽에서는 유럽안보협력구상(CSCE: Conference on Security and Cooperation in Europe)에서 신뢰구축의 원칙으로 투명성, 공개성, 예측가능성을 뽑았는데 그것은 군사적인 방지도 목적이지만 오히려 오해와 오산을 방지하고자 하는 성격이 더 강했다.<sup>23)</sup> 이러한 신뢰안보구축 조치는 대량살상무기 분야에서도 동일하게 적용된다. 미국과 소련의 화학무기금지를 위한 양자협정에서도 가장 우선시되었던 것이 상호 신뢰성을 확보하는 것이었다. 양국은 이를 해결하기 위하여 실무자 회담, 정보교환, 현장확인 등을 실시하였다.<sup>24)</sup> 남북한 간에 신뢰안보구축조치를 위한 합의는 1991년 12월에 체결된 남북기본합의서에서 최초로 찾아볼 수 있다. 남북기본합의서 12조에 보면 “군사적 신뢰 조성과 군축을 실현하기 위한 문제를 협의, 추진한다”<sup>25)</sup>라고 되어 있다. 그러나 세부추진을 위한 분과위원회에서 합의가 이루어지지 않아 상징적인 의미로만 남아 있다. 북한의 핵문제와 관련하여 남북은 1991년 이후로 북한의 비핵화를 위하여 군비통제 협상을 전개하였지만 번번이 실패하였는데 그 교훈은 화학무기 군비통제에도 적용될 수 있다. 한용섭은 1991년부터 제네바 합의, 북미 핵협상, 6자회담의 실패원인을 분석하였는데 중요한 문제점<sup>26)</sup>으로 첫째, 관련 당사자들 간에 협상채널이 제도화되어야

21) Y. Ben-Horin, R. Darilek, M. Jas, M. Lawrence, and A. Platt, *Building Confidence and Security in Europe: The Potential Role of Confidence and Security and Security-Building Measures*, Santa Monica: RAND, 1986.; 한용섭(2004), 앞의 책, p.370에서 재인용.

22) 이상현(2005), 앞의 논문, p.28.

23) 한용섭(2004), 앞의 책, p.377.

24) 김경수(2004), 앞의 책, p.47.

25) '남북한 사이의 화해와 불가침 및 교류 협력에 관한 합의서' 제12조, 1991.

26) 한용섭, “한반도 안보문제에 대한 군비통제적 접근: 이론, 평가, 전망,” 『국제정치논총』 제49집 5호, 한국국제정치학회, 2009, pp.110-117.



하는데 북핵 문제에 대해 협의하는 채널이 제도화되지 못했다. 둘째, 핵분야의 신뢰구축 조치의 중요성을 인식하지 못하여 북한에게 요구를 하지 못했다. 셋째, 핵 프로그램에 대한 광범위한 사찰과 검증제도의 확립에 실패하였다는 점 등을 들고 있다. 결국 남북 간에 군비통제를 위해서는 신뢰구축조치가 매우 중요하다. 사찰과 검증제도의 확립도 신뢰를 구축하기 위한 조치의 하나이다. 남북 간에 군사적인 신뢰를 구축하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 기본방향이 있다.<sup>27)</sup> 첫째는 강력한 억제력 유지와 함께 위협감소조치에 대한 인식의 전환이다. 북의 위협에 대한 군사적 대응방법 외에도 상호 교류와 신뢰를 통한 군사위협감소 노력이 효과적일 수 있다는 생각이다. 둘째, 남북기본합의서 등 기존에 합의한 내용들에 대한 성실한 이행을 위한 노력이 필요하다. 셋째, 쉽게 이행이 가능하고 효과를 나타낼 수 있는 과제를 선택하여 성과를 이루어 상호신뢰를 쌓을 수 있다. 마지막으로 북한의 호응을 유도할 수 있는 조치들을 취해야 한다. 신뢰구축이 북한의 호응에 달려있는 만큼 이를 유도하기 위한 경제지원 등 당근책이 필요하다. 이러한 조치들이 이루어졌을 때 자발적인 군비통제가 가능하다. 군비통제에 대한 합의에 도달하면 군사적 신뢰구축을 높이는 수단으로서 중요한 의미를 갖는 것이 검증이다. 검증의 목적은 “협정 위반사항을 탐지하고 협정준수 여부의 감시를 통해 협정위반 가능성을 억제시키는 것이며 검증작업을 통해 상호신뢰를 구축”하는 것이다.<sup>28)</sup> 즉 검증활동을 통해 상대방이 협정을 성실히 준수하고 있음을 확인할 때 상대방에 대한 신뢰가 높아지고 우호적인 여건이 조성된다. 북한과의 핵협상이 실패원인 중 하나로 검증제도의 확립 실패를 꼽고 있는 것은 이런 이유 때문이다. 화학무기금지협약(CWC)이 가장 성공적인 군비통제협약으로 인정받고 있는 이유는 기본적인 검증 외에도 상대국의 협약위반이 의심될 경우 요청에 의거 강제사찰을 실시할 수 있는 조약도 포함되어 있어 검증에 대한 신뢰성을 높이고 있기 때문이다.

## 나. 군비통제 추진조건

군비통제는 대부분 분쟁 국가에게 필요한 사항이다. 그러나 모든 분쟁국가들이 군비통제를 추진하지는 않는다. 군비통제가 특정한 조건에서만 가능하기 때문이다. 미국의 패트릭 모간(Patrick Morgan) 교수는 서로 적대시하는 국가들 사이에서의 군비통제 성공 가능성은 군비경쟁이 발생하는 이유와 유사하게 국제체제의 무정부성에서 기인한다고 가정하고 이러한 무정부주의적 구조에서 분쟁국간의 군비통제가 원만한 수준에서 실현되기 위해서는 다음과 같은 조건이 필요하다고 주장한다.<sup>29)</sup>

27) 문성목, “남북 간 군사적 신뢰구축 방안,” 『합참』 제58호, 합동참모본부, 2014, p.24.

28) 남만권(2004), 앞의 책, pp.43-45.

첫째, 군비통제는 해당 국가 간에 정치적 현재 상태를 유지하고자 하는 상호공감대가 형성될 때 가능하다. 즉 군사전략적 균형을 깨뜨리는 군비통제는 실현가능성이 부족하다. 둘째, 분쟁국가 사이에서 정치적 분쟁이나 갈등의 수준이 낮아져야 실현 가능성이 높아진다. 셋째, 분쟁 당사국이 지불하는 국방비가 자국을 유지하는데 치명적이 영향을 미치는 상태가 되었을 때 실현 가능성을 갖는다. 군비부담이 심각한 수준에 이르렀을 때 정권의 불안정을 방지하기 위해서 군비통제에 관심을 기울인다. 넷째, 쌍방이 공히 상대방에 대해 군사적으로 억제할 수 있는 최소의 능력을 보유하고 있을 때 가능하다. 일국이 상대방의 군사력에 대해 위협을 느끼지 못한다면 군비통제는 제한된다. 다섯째, 동맹관계의 변화에서 볼 때 강대국과의 동맹관계가 급격히 약화되거나 단절될 경우에는 군비통제를 통하여 그 변화를 상쇄하고자할 가능성이 크다. 모건의 주장은 자발적인 군비통제를 위한 조건으로 볼 수 있다. 위의 조건이 충족되는 경우에는 남북한 간에도 군비통제가 성사될 수 있을 것이다. 그러나 현 남북 상황을 고려해보면 남북한 간에는 모건이 주장하는 군비통제 조건이 전혀 충족되지 않고 있으므로 자발적인 군비통제 가능성은 낮고 결국 북한의 화학무기를 비롯한 대량살상무기는 강제적인 군비통제를 통해야 성공가능성이 높아진다고 평가된다. 한용섭은 패트릭 모건의 주장을 바탕으로 한반도에서의 군비통제를 촉진하기 위한 요인으로 다음과 같은 사항을 제시하였다.<sup>30)</sup>

첫째, 남북 간에 정치적 관계를 개선하여 신뢰를 구축해야 한다. 군비통제의 시작은 신뢰구축으로부터 시작된다. 둘째, 국가들 간의 군사력의 균형이 이루어져 있을 때 군비통제 가능성이 증가하므로 적정 군사력을 유지하는 것이 필요하다. 셋째, 남북 간에 상호 경제의존성을 높여야 한다. 높아진 경제의존도는 상대방이 받는 영향력이 자국에게 돌아오는 경우가 많고 또 경제분야에서 구축된 신뢰가 군사분야로 확대될 수 있기 때문이다. 넷째, 남북 간에 안보레짐이 존재하고 국내적으로 최고지도자가 군비통제에 대한 확고한 의지가 있어야 한다. 최고지도자의 확고한 의지가 있을 때 정부부처와 의회의 시각차를 해소하고 국민을 설득할 수가 있다. 다섯째, 군의 태도가 군비통제에 중요한 영향을 미친다. 보복에 의한 억제를 주장해서는 군비통제에 성공할 수 없으며 군부가 군비통제에 지지를 보일 때 군비통제가 성공할 수 있다. 마지막으로 국민의 여론이 군비증가보다는 군비통제를 지지하게 되면 군비통제에 성공할 가능성이 높아진다. 남북 간에 군비통제가 성공하기 위해서는 위에서 언급한 조건들을 갖추기 위한 노

29) Patrick M. Morgan, "Elements of a General Theory of Arms Control," in Paul R. Biiotti, Third ed. *Conflict and Arms Control: An Uncertain Agenda*, Boulder, CO: Westview Press, 1986.: 남만권 (2004), 앞의 책, p.35에서 재인용.

30) 한용섭(2004), 앞의 책, pp.208-210.

력이 정부, 군, 민간에서 동시에 추진되어야 하고 이러한 분위기가 성숙된다면 남북한 간에 신뢰가 쌓여 군비통제에 대한 여건이 조성될 것이다. 이렇게 군비통제 여건이 조성되면 대량살상무기의 군비통제는 다음과 같은 방향으로 전개되어야 한다.

먼저 핵문제와 함께 화학무기를 군비통제 의제에 포함시켜야 한다. 북한은 핵문제를 정권의 생존과 직결된 문제로 보고 있기 때문에 오히려 핵문제 협상이 다른 모든 문제의 해결을 저해하는 요소로 작용할 수 있으므로 북한이 받아들일 수 있는 화학무기 군비통제부터 실시하는 것도 의미가 있다. 두 번째는 화학무기의 군비통제는 남북 간에 대칭성이 존재하지 않으므로 비대칭적 상호주의에 입각하여 진행해야 한다. 그러나 비대칭적 군비통제는 엄격한 지원조건을 명시하고 법적·제도적 장치를 구축해야 한다.<sup>31)</sup> 그렇지 않으면 경수로 지원과 같이 예산만 낭비하는 결과를 초래할 수 있다. 북한의 화학무기의 제거조건으로 경제지원, 개성공단 부활, 비무장지대 공동개발 등을 제시할 수 있을 것이다. 또한 북한의 화학무기 생산시설을 민수용 시설로 전환하여 경제적 이득을 취할 수 있도록 지원하는 것도 고려해야 한다. 현재 북한은 화학무기 생산 시설 8개소와 이중목적의 화학공장 9개소를 보유<sup>32)</sup>하고 있는 것으로 알려져 있는데 이를 민수용 시설로 전환을 지원하는 것도 방법이 될 수 있다. 셋째, 화학무기 군비통제 방향은 정치적 신뢰구축이 모든 점에 우선하여야 한다. 이를 위해 운용적 군비통제를 먼저 합의해야 한다. 화학탄을 전방에 배치된 장사정포에서 사용할 수 없도록 후방지역으로 이동시키는 것도 훌륭한 운용적 군비통제 방법이 될 수 있다. 이는 상호 군비의 급격한 변화없이 위협을 최소화할 수 있도록 투명성과 예측성을 증대할 수 있는 방법이기 때문이다. 또한 경제교류를 활성화하여 상호의존성과 함께 경제분야의 신뢰를 군사분야의 신뢰로 확대시켜야 한다. 넷째, 화학무기의 구조적 군비통제이다. 남북한 대량살상무기를 비롯한 비대칭적인 무기를 감축함으로써 남북 간 상호 적정규모의 군사력을 유지하도록 해야 한다. 급격한 군비감축은 부정적인 인상을 줄 수 있으므로 점진적인 군비감축이 필요하다.

구조적 군비통제를 위한 기본방향<sup>33)</sup>은 첫째, 대량살상무기 중에서도 화학무기를 최우선 감축대상으로 해야 한다. 이를 위해 대량살상무기의 비확산을 위한 국제협약에 가입할 수 있도록 협상해야 한다. 물론 처음부터 북한이 전략무기이자 정권생존을 위해 개발한 모든 대량살상무기를 대상으로 하는 것은 제한될 것이다. 그러므로 핵무기의 개발로 개발동인이 해소된 화학무기를 군비통제 협상대상으로 우선적으로 선정하는

31) 황진한(2007), 앞의 책, p.212.

32) 세부내용은 본 논문 '4장 1절 2.화학무기 위협'을 참조

33) 남만권(2004), 앞의 책, pp.384-388.

것이 타당하다. 둘째, 화학무기 군비통제는 양자적 협상보다는 다자적 협상으로 진행해야 한다. 6자회담 또는 미국, 중국, 소련, 일본 등이 포함된 동북아 국가들과 함께 진행해야 북한에 대한 설득과 압박이 효과적일 것이다. 셋째, 화학무기의 군비통제를 위해 먼저 각자의 생산능력, 비축량 및 프로그램 전반에 대한 정보를 교환해야 한다. 넷째, 교환된 정보에 대한 현장 확인으로 상대방이 지정한 동일한 수만큼의 화학무기 프로그램과 관련된 장소나 시설을 확인하고 또한 불시에 사찰할 수 있는 근거를 마련해야 상호 신뢰를 확대할 수 있을 것이다. 이때 화학무기와 관련 없는 시설에 대한 사찰주장이 제기될 수 있으므로 협상전략을 잘 수립해야 한다. 다섯째, 북한의 화학무기 감축에 대한 보상방안을 마련해야 하고 합의해야 한다. 여섯째, 화학무기의 폐기과정은 투명하게 검증되어야 한다. 폐기 진행경과 및 결과를 공개하여 상호 신뢰를 확신시켜야 한다. 반드시 생산시설은 화학무기를 생산할 수 없는 민수용시설로 전환하고 화학작용제는 비가역적으로 폐기되어야 한다.

이와 같은 방법으로 북한과의 화학무기 군비통제를 추진하되 자발적인 군비통제를 이끌어내기 위해서는 국제적인 압박과 제재가 또한 필요하다는 점을 알아야 한다. 압박과 제재 그리고 대화와 협상을 병행하는 정책적인 준비가 선행될 때 군비통제에 성공할 수 있는 것이다.

## 2. 화학무기 국제협약

제1차 세계대전에서 독일에 의하여 화학무기가 사용된 이후로 그 잔학성 및 대량살상으로 인한 참혹함을 자각한 인류는 화학무기의 사용을 제한하기 위한 노력을 끊임없이 전개하여 왔다.

최초의 화학무기 사용을 금지하는 협약은 스트라스부르그 협정(The Strasbourg Agreement)이다.<sup>34)</sup> 이 협정은 1675년 8월 27일에 체결된 프랑스와 신성로마제국간의 국제협정이다. 이 조약은 화학무기 - 여기에서는 중독된 탄알을 의미함 -의 사용을 금지하는 협약이었다. 그 후로 화학무기를 금지하는 협약이 다시 체결되기까지는 200년이 걸렸다. 그 협약은 1874년에 체결된 브뤼셀 협약(The Brussels Convention on the Law and Customs of War)이다. 브뤼셀 협약은 독성물질이나 독성무기의 사용을 금지하는 내용이 포함되어 있다. 그러나 이 협약은 공포는 되었으나 비준되지는 않았다. 이후 세 번째 화학무기의 사용을 금지하는 협약은 1899년과 1907년에 개최된 헤이그만국

34) "The Strasbourg Agreement," *Wikipedia*, <https://en.wikipedia.org/wiki/StrasbourgAgreement> (1675) (검색일: 2017. 3. 11.).

평화회담에서 다시 제도화되고 비준되었다. 이 협약에서는 독소나 중독된 무기의 운용과 불필요한 고통을 유발시키는 무기, 탄약 그리고 물질의 사용을 금하는 내용을 포함하고 있다.<sup>35)</sup> 그럼에도 불구하고 화학무기는 제1차 세계대전에서 광범위하게 사용되었고 세계 각국은 화학무기를 개발하여 비축하였다. 제1차 세계대전 후 열린 베르사이유 조약에서도 오직 독일의 화학무기 사용 및 제조 능력을 금지시켰을 뿐 유럽연합국들은 그 대상에서 제외되었다. 그리고 1922년의 워싱턴해군조약에서도 화학무기 사용금지에 대한 조약은 찾아볼 수 없어 화학무기 사용에 대한 각국의 의지를 엿볼 수 있다.<sup>36)</sup>

대량살상무기의 사용을 금지하는 현대적인 국제조약은 20세기 초에 만들어졌다. 그 효시는 1925년 합의된 제네바 의정서(The Geneva Protocol)이다. 1972년에는 생물 및 독소 무기 금지협약(BTWC), 1990년의 미·소 화학무기 협정, 그리고 1997년 발효된 화학무기금지협약(CWC) 등이 대표적인 국제협약이다.<sup>37)</sup>

### 가. 제네바 의정서(The Geneva Protocol)

1925년 제네바에서 열린 「무기 및 탄약, 그리고 국가 간 전쟁수단을 통제하기 위한 국제회의」에서 화학무기의 사용을 금지하는 부속합의서가 채택되었다. 「질식성, 독성 및 기타 가스 또는 박테리아성 전쟁무기들의 사용을 금지하는 부속합의서」(Protocol for the Prohibition of the Use in War of Asphyxiating, Poisonous or Other Gases, and of Bacteriological Methods of Warfare)이다. 제네바 의정서는 화학 및 생물무기의 사용을 금지하는 최초의 다자국 간의 협약이다. 1925년 6월 17일 제네바에서 체결되었으며 1928년 2월 8일 발효되었다.<sup>38)</sup>

제네바 의정서는 태생적인 한계점을 안고 있었는데 그것은 화학무기의 사용은 금지하되 제조 및 보유는 금지하지 않아 많은 국가들이 화학무기를 사용하기 위하여 비축할 수 있는 가능성을 열어 놓았다는 것이다. 또한 부속합의서에 나타난 ‘Poisonous’라는 용어는 통상 유독성의 정도가 높을 경우에 사용하는 것으로 유독성이 높지 않는 무능화작용제나 감각을 자극하는 작용제는 유독가스의 범위에 해당하지 않는다고 해석되

35) L. Szinicz, "History of Chemical and Biological Warfare Agents," *Toxicology* 214, 2005, p.180.

36) 홍규덕, "화학무기금지협약(CWC) 체결의 의미와 우리의 대응." 『전략논총』 5집, 한국전략문제 연구소, 1995, p.155.

37) Kim Coleman, *A History of Chemical Warfare*, New York: Palgrave Macmillian, 2005.: "Genesis and Historical Development," OPCW Homepage, <https://www.opcw.org/chemical-weapons-convention/genesis-and-historical-development/>.

38) "Protocol for the Prohibition of the Use of Asphyxiating, Poisonous or Other Gases, and of Bacteriological Methods of Warfare. Geneva, 17 June 1925," ICRC Homepage, <https://ihl-data-bases.icrc.org/ihl/INTRO/280?OpenDocument>(검색일: 2017. 5. 14.).

어 일부 화학작용제는 사용할 수 있는 근거가 마련되었다<sup>39)</sup>는 주장도 제기되었다. 또한 가입국에 대해서만 상호 화학무기 사용을 금지할 뿐 아니라 이를 위반 시 제재사항에 대한 규정이 마련되지 않았다는 취약점을 가지고 있었다. 제네바 의정서의 발효에도 불구하고 많은 나라는 화학무기를 비축하였다. 그러나 제2차 세계대전 중에는 이태리가 리비아와 이디오피아에서, 일본이 만주에서, 그리고 소련이 신장자치구에서 일부 화학무기를 사용한 것 외에는 거의 운용되지 않았는데 그것은 상대국으로부터의 보복 가능성에 대한 두려움, 제1차 세계대전 이후 화학무기 사용에 대해 세계적으로 비판적인 분위기가 조성된 점 그리고 제네바 의정서에서 합의된 규정 때문에 각국이 사용을 꺼렸던 것으로 판단된다. 결과적으로 제1차 세계대전 이후 승전국들이 경쟁적으로 화학무기를 개발하고 비축하였음에도 불구하고 사용이 미미했던 것은 제네바 의정서의 합의 내용이 비교적 잘 지켜졌다는 것을 의미하고 있다.<sup>40)</sup>

## 나. 생물 및 독소 무기 금지협약(The Biological and Toxin Weapons convention: BTWC)

세균 및 독성무기금지조약은 생물무기 금지협약(Biological Weapons Convention: BWC)이라고도 부른다. 1972년 4월10일에 체결되었고 1975년 3월 26일 발효되었다. 2016년 12월 기준 가입국은 178개국이며 6개의 서명국을 보유하고 있다.<sup>41)</sup> 제네바 의정서를 보완하기 위한 국제적인 노력의 결과로 탄생하였다. 1962년에 미국과 소련이 18개국 군축회의(ENDC: Eighteen Nations Disarmament Committee)에서 화학 및 생물학 무기를 포함한 군축을 제안하였으나 영국이 대부분의 국가에서 화학무기를 보유하고 있어서 군축에 반대할 것을 우려하여 화학무기는 제외하고 생물무기만을 대상으로 할 것을 제안하였다. 그 결과 소련의 반대에도 불구하고 화학무기를 보유하고 있는 대부분의 나라가 영국의 의견에 찬성하여 동 협약이 체결될 수 있었다.<sup>42)</sup> 동 협약에서는 평화적인 목적 외에 미생물 또는 기타 생물학적 제제(Biologics) 또는 독소의 보유·

39) Boserup, Anders, *CBW and the Law of War*, 1975, p.46.: 정운탁, “화학무기에 관한 고찰 -1925년의 제네바의정서를 중심으로-,” 『국제법학회논총』 28(2)집, 대한국제법학회, 1983, p.109에서 재인용.

40) J.p. Perry Robinson, “Origins of the Chemical Weapons Convention,” in Benoit Morel and Kyle Olson. eds. *Shadows & Substance*, Boulder: Westview Press, 1993, p.44.: 홍규덕(1995), 앞의 논문, pp.155-156에서 재인용.

41) “Treaties, States Parties and Commentaries,” ICRC Homepage, <https://ihl-databases.icrc.org/ihl/INTRO/450?OpenDocument>(검색일: 2017. 5. 8.).

42) “Biological Weapons Convention,” Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Biological\\_Weapons\\_Convention](https://en.wikipedia.org/wiki/Biological_Weapons_Convention)(검색일: 2017. 5. 8.).

획득·저장·생산·개발을 금지하고 있다. 또한 적대적인 목적이나 무력 충돌을 목적으로 이러한 작용제 또는 독소를 사용하도록 고안된 무기, 장비 또는 전달 수단의 보유를 금지하고 있다. 그리고 이 조약을 위반할 경우에는 유엔안보리에 제소할 수가 있다.<sup>43)</sup> 화학무기와 직접적인 관계가 없는 이 조약에 대하여 알아본 것은 이 조약에 독소가 포함되어 있고, 이 협약내용이 화학무기금지 협약에 유사한 형태로 적용되었기 때문이다. 그러나 이 조약은 생물학 균을 사용하는 산업시설이 너무도 많이 발전되어 있으며 이를 체계적으로 사찰하여 검증할 수 있는 검증체계를 갖추지 않아 이 조약의 이행을 감시할 수단이 없다는 사실이 문제점으로 지적되고 있다. 그러므로 협약의 이행을 강제하는 실질적인 통제도 이루어지지 않고 있다.

#### 다. 미·소의 화학무기 폐기·생산금지 및 다자간 협약추구를 위한 협정

제2차 세계대전에서 화학무기 사용은 잠시 주춤하였다. 그러나 1960년대에 이르러 이집트 군이 예멘내전에서 신경작용제를 사용하였고 미국도 베트남전에서 밀림지역을 극복하기 위하여 고엽제(Agent Orange)를 대량으로 살포하면서 화학작용제의 문제가 새롭게 대두되었다. 그리고 1975년 생물 독소 무기 금지협약이 발효되면서 화학무기를 통제하고자 하는 관심이 증대되었다. 이에 따라 1972년에는 소련, 1973년에는 비동맹 국가, 1974년에는 일본 그리고 1976년에는 영국 등이 화학무기를 금지하는 협약의 초안을 제출하였다. 미국과 소련은 화학무기 금지 협정을 추진하기 위한 양자 실무그룹을 1977년에 만들면서 화학무기금지협약에 대한 양자논의가 본격적으로 시작되었다.<sup>44)</sup> 그 후 1980년 아프카니스탄 사태로 협상이 일시 중단되었으나 1984년에 다시 재개에 합의하였다. 이후 약 17차례의 회담을 진행시켜 1990년 6월에 미·소 양국간 「화학무기폐기·생산금지 및 다자간 협약 추구를 위한 조치협정」을 체결함으로써 화학무기금지협약(CWC)의 체결에 촉진제가 되었다.<sup>45)</sup>

미·소 양국이 조인한 협약은 화학무기 폐기를 위하여 폐기기술을 공유하고 협약의 발효와 동시에 화학무기 생산을 하지 않으며 2002년 말까지 현 보유 화학무기를 5,000 톤 규모로 감축하는 것을 주요내용으로 하였다.

이 협약의 의미는 감시·검증에 관한 표준집행절차(SOP: Standard Operation Procedure)를 반영했다는 것과 최종 보유가능 화학무기의 톤수와 유효기간을 정하였다

43) “The Biological and Toxin Weapons Convention,” BTWC Homepage, <http://dosfan.lib.uic.edu/acda/treaties/bwc1.htm>(검색일: 2017. 5. 15.).

44) 홍규덕(1995), 앞의 논문, p.156.

45) 김정수(2004), 앞의 책, pp.46-53.

는 점이다. 이것은 미·소 양국이 핵무기에 비해 화학무기의 전략적인 효과를 낮게 평가하면서도 공격역지 수단으로 일부는 보유하기를 원했다는 점을 보여주고 있다.<sup>46)</sup>

### 라. 화학무기금지협약(Chemical Weapons Convention)

화학무기금지협약의 탄생에는 1980년부터 1988년까지 지속된 이란-이라크 간의 전쟁이 계기를 제공하였다. 이 전쟁에서의 화학무기 사용과 1988년에는 이라크가 자국내 쿠르드족에게 화학무기를 사용하여 발생한 민간인의 피해가 널리 알려지면서 또 다시 화학무기 사용금지에 대한 여론이 국제사회를 강타하였다.

화학무기의 사용금지를 위한 열강의 노력은 1989년 1월 파리에서 화학무기금지에 관한 국제회의를 개최하게 하였다. 이 회의에는 149개국의 대표들이 참석하였는데 한국과 북한도 참여하였다. 이 회의는 제네바 의정서의 정신을 재확인하고 화학무기의 생산·저장·사용을 전면적으로 금지시킬 새로운 군축회의를 개최할 것을 합의했다. 그 결과 「화학무기에 관한 파리 국제회의 최종선언문」을 채택하였는데 그 내용은 화학무기의 금지에 관한 구체적 합의의 필요성을 강조한 것이다. 이후 1992년 9월 3일 제네바에서 열린 군축회의는 화학무기금지협약(Chemical Weapons Convention: CWC)을 유엔 총회에 상정하는데 합의하였고 이 협약은 1993년 1월에 가입 서명을 받기 시작하였으며 1997년 4월 29일 발효되었다. 역사상 가장 강력하고 화학무기의 전면적인 사용을 금지하는 협약이 만들어진 것이다. 화학무기금지협약 시리아가 2013년 화학무기 보유국으로 가입을 하여 2017년 6월 기준 192개 회원국을 보유하고 있다.

화학무기금지협약은 화학무기의 개발·생산·저장·사용의 금지와 폐기에 대한 협약(Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpile, and Use of Chemical Weapons and on Their Destruction)이다. 협약은 규제 범위를 화학무기와 군 및 민간시설까지를 대상으로 하고 있다. 화학무기의 특성상 상업시설에서도 화학무기를 생산 할 수 있기 때문이다.

이 협약의 주요 내용은 제네바 의정서의 정신과 내용을 준수한 것이지만 몇 가지 차이점이 있다.<sup>47)</sup> 첫째, 모든 상황에서 화학무기의 사용을 금지하고 개발·생산·보유도 전면금지하고 있으며 이미 생산된 화학무기와 화학무기 생산시설, 저장시설 및 기타

46) 김경수, “핵 및 화생무기 군축협상 사례연구,” 『국방논집』 제22호, 한국국방연구원, 1993, p.329.

47) OPCW, “The Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and On Their Destruction,” Hague: OPCW, 2005.; OPCW, “Fact Sheet 2: The Chemical Weapons Convention: A Synopsis of the Text,” OPCW Homepage, <https://www.opcw.org/documents-reports/fact-sheets/>(검색일: 2017. 5. 15).



관련 시설까지도 모두 폐기할 것을 규정화하고 있다.

둘째, 화학물질을 화학무기를 제조하는데 사용할 수 없고 평화적 목적으로만 사용하는 것을 검증하기 위하여 화학 산업시설의 신고를 의무화하고 신고 설비는 사찰을 받도록 규정하고 있으며 화학무기제조에 필요한 화학물질에 대한 이전을 규제하고 있다. 셋째, 협약에 가입한 당사국은 보유한 화학무기를 신고하고 신고한 화학무기 관련 프로그램을 10년 이내에 완전히 폐기하도록 규정하고 있다.

현재까지 화학무기금지협약에 의거 화학무기를 갖고 있다고 신고한 나라는 총 7개국이며 그들이 신고한 화학무기의 양과 폐기된 양은 <표 2-4>에 요약하였다.

그동안 가입국들과 화학무기금지기구(OPCW)의 노력으로 지구상에 존재한다고 신고된 화학무기의 약 91%를 폐기하는 쾌거를 이루었다. 그리고 현재까지 이 협약은 대체적으로 잘 지켜지고 있는 것으로 평가받고 있다.

<표 2-4> CWC 화학무기 신고 및 폐기 량(2015년 말 기준)

구 분	신고량(톤)	폐기량(톤)
<b>Category 1<sup>48)</sup></b> GB, GD, GA, VX, mustard, Lewisite 등	70,493.546	64,437.950
<b>Category 2</b> Adamsite, CN, CS, Phosgene 등	2,031.546	1,299.497
계	72,525.092	65,737.447

\*출처: OPCW, *Report of the OPCW On the Implementation of the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and On Their Destruction*, Hague: OPCW, 2016, p43을 재 정리.

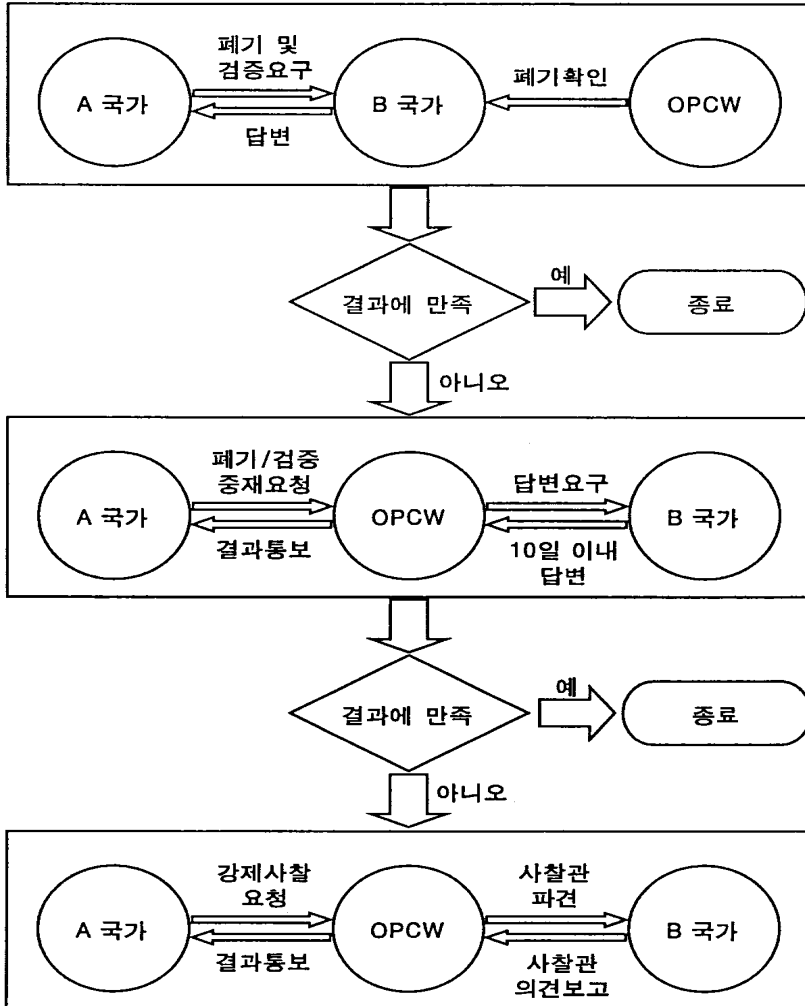
협약 제1조는 어떠한 상황에서도 화학무기의 개발·생산·보유·획득·비축·이전·배치 및 사용을 금지하고 있으며 협약의 이행을 감시하기 위한 집행기구로서 화학무기금지기구(Organization for Prohibition of Chemical Weapons: OPCW)를 설립하였으며 필요시 가입국에 대하여 강제사찰을 실시할 수 있도록 규정하고 있다.<sup>49)</sup> 화학무기금지협약은 가입당사국들이 협약을 위반하는 경우에는 강제 사찰을 실시할 수 있는 강력한

48) 카테고리 1, 2, 3은 화학무기금지협약의 분류로 카테고리 1은 화학무기로 사용하기 위해 개발·생산·비축된 화학물질과 구성요소이고 카테고리 2는 카테고리 1에 속하지 않는 유독성 화학물질과 그 구성요소를 의미한다. 더 자세한 내용은 OPCW(2005), 앞의 책, pp.49~50, p.87을 참조.

49) OPCW(2005), 앞의 책, p.2(Article 1. 1항), p.143(Part X).

조항을 가지고 있다. 당사국은 협약의 위반이 의심되는 국가에 대해서는 현장 강제사찰을 요구하고 화학무기금지기구 사무총장이 지명한 사찰단에게 사찰을 요청할 수 있다. 이러한 강제사찰은 협약 당사국의 협약위반에 대한 가능성을 낮출 수 있고 위반할 경우에도 위반에 대한 은폐를 어렵게 하고 강제사찰을 통하여 그 국가에 대한 신뢰성을 입증하는 순기능을 가지고 있다. 강제사찰 절차는 다음 그림과 같다.

<그림 2-1> 화학무기금지협약 강제사찰 절차



\*출처: 정우영, “북한의 화학무기 포기 선언 시 검증 및 폐기방안 연구” 국방정책연구보고서(04-09), 전략문제연구소, 2004, p.45.

화학무기금지기구(OPCW)는 지구평화에 기여한 공로로 2013년 노벨평화상을 수상하였다. 물론 화학무기금지협약에도 몇 가지 문제점이 있다. 협약에서 규정한 10년의 폐기기한을 기술적·경제적·환경적인 이유로 미국과 러시아가 기한을 준수하지 않고 지속적으로 지연하고 있다. 그리고 협약의 초기부터 지적된 보편성의 문제가 192개국에 가입함으로써 많이 줄어들었지만 아직도 화학무기 보유국으로 의심받고 있는 이집트, 앙골라, 남수단, 그리고 북한이 가입하지 않아 보편성의 문제가 발생하고 있다. 또 이스라엘은 1993년 협약에 가입은 하였지만 비준서를 기탁하지 않음으로 발효가 미루어지고 있다.

스트라스부르그 협정으로부터 시작된 화학무기금지를 위한 인류의 노력은 화학무기금지협약(CWC)에 이르러 그 결실을 맺게 되었다. 이것은 화학무기가 인류에게 엄청난 고통을 안겨줄 수 있는 무기라는 점과 이러한 무기를 지구상에서 완전히 퇴출시켜야 한다는 공감대가 형성되었기 때문이다.

이러한 노력에도 불구하고 아직도 세계 일부 지역에서는 비국가 집단이나 테러집단에 의해서 화학무기가 민간인을 대상으로 공격무기나 혹은 테러를 위해 사용되고 있어서 완전한 화학무기사용 금지를 위한 인류의 발걸음이 결코 가볍지 만은 않다.

### 제3절 화학무기 폐기기술 및 시스템

1960년대 후반부터 화학무기의 폐기를 위한 노력이 미국에서 시작되었다. 미국은 닉슨 대통령이 화학무기의 생산중단을 선언한 1979년에 화학무기 폐기를 위한 최초의 시험용 파일럿(pilot)을 만들었고 오늘날 자주 사용되는 폐기관련 기술은 여기서부터 시작되었다. 1980년대까지 화학무기의 폐기방법은 매우 고전적이었는데 대부분의 폐기방식은 화학작용제를 땅에 매립하거나 해양에 투기하는 것이었다. 그 결과 환경오염을 우려하는 목소리가 높아졌고 미국은 1986년에 의회에서 이와 같은 방법으로서의 폐기를 금지함에 따라 화학작용제의 폐기기술을 본격적으로 연구하기 시작하였다.<sup>50)</sup>

화학무기 폐기기술의 기본은 소각(Incineration)과 중화(Neutralization)이다.<sup>51)</sup>

소각은 가장 기본적인 폐기기술로 1990년대 초부터 미국에서 채택되었으나 시민단체들의 반대에 부딪히게 되자 미국 의회는 다른 폐기기술을 적용한 기술의 발전을 요구하였다. 이에 중화(Neutralization)에 의한 방법이 두 개의 플랜트에서 시험 적용되었다. 러시아에서는 에탄올아민(Ethanolamine)을 활용하여 중화에 의한 폐기를 미국보다 먼저 시험을 하였다. 그러나 아주 소규모 실험이었다. 이외에도 상당히 진보된 기술인 “Silver II”라고 부르는 방법이 영국에서 핵폐기물을 처리하는 과정에서 연구되어 발표되었다. 화학무기폐기의 기본인 소각과 중화를 보완할 대체 기술들을 <표 2-5>에 정리하였다. 화학무기 폐기를 위한 대안 기술로써 초임계수산화법(Super Critical Water Oxidation: SCWO), 생물학적분해법(biodegradation), 플라즈마를 활용한 방법(Plasma arch technology), 촉매추출법(Catalytic extraction process: CEP) 등이 화학무기금지협약이 발효된 이후 광범위하게 연구 되었다.<sup>52)</sup>

화학무기의 폐기방법은 <표 2-5>에서 설명한 작동온도에 기준을 두고 구분하는 방법 외에도 가동 특성(Characteristic of Operation)에 기준을 두고 중화나 산화와 같은 화학적 방법(Chemical Method), 생화학적 방법(Biochemical Method), 전기화학적 방법(Electrochemical Method), 그리고 열분해법(Pyrolysis) 등으로도 나눌 수 있다.

50) “Destruction of Chemical Weapons,” Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/destruction\\_of-chemical\\_weapons](https://en.wikipedia.org/wiki/destruction_of-chemical_weapons)(검색일: 2017. 3. 16).

51) Mihail S. Haralampiev, “A Short Review of the Technologies for Destruction of Chemical Weapons,” *Eastern Academy Journal*, 2015, p.46.

52) Mihail S. Haralampiev(2015), 위의 논문, pp.47-52.

<표 2-5> 화학무기 폐기기술의 분류

구분	폐기기술
고온(600-3500℃) 폐기기술	· 소각(Incineration) : 기본 폐기기술
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· plasma arch process</li> <li>· Gas Phase Chemical Reduction Technology(GPCR)</li> <li>· molten metal pyrolysis</li> <li>· hydro cracking process</li> <li>· molten salt oxidation</li> <li>· catalytic oxidation</li> <li>· catalytic fluidized-bed oxidation</li> </ul>
중온(200-600℃) 폐기기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Wet Air Oxidation(WAO)</li> <li>· 초임계산화수법(SCWO)</li> </ul>
저온(0-200℃) 폐기기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중화(neutralization)</li> <li>· Silver II Technology</li> <li>· Solvated Electron Technology(SET)</li> <li>· Immobilized Cell Bioreactor(ICB) Technology</li> <li>· 화학적 분해(chemical detoxification),</li> <li>· 전기화학적 산화(electrochemical oxidation)</li> <li>· 에탄올아민(Ethanolamine)을 활용</li> </ul>

\*출처: Mihail S. Haralampiev, "A Short Review of the Technologies for Destruction of Chemical Weapons," *Eastern Academy Journal*, 2015, pp.46-52를 재정리.

폐기 기술은 <표 2-5>에서 설명한 것 외에도 개발된 기술들이 존재하지만 그 유용성이나 안정성 등이 완전하게 확인되지 않기 때문에 언급하지 않았다.

## 1. 화학무기 폐기기술

화학무기는 크게 두 가지 형태로 구분할 수 있다. 첫 번째는 화학탄으로 로켓이나 폭탄 또는 포병탄과 같이 화학작용제가 폭발장약과 함께 탄체에 충전되어 있는 것을

말한다. 두 번째는 화학작용제가 폭발장약이 없는 벌크(Bulk) 형태의 컨테이너나 드럼 또는 살포탱크에 비축되어 있는 경우이다. 벌크형태는 화학탄체의 부식을 방지하기 위하여 평시 보관하는 방법이며 전시에 탄체에 충전을 실시하여 사용한다. 화학탄에서 화학작용제를 제거하기 위해서는 먼저 탄을 해체해야 하는데 탄의 해체는 결합의 역순으로 한다. 화학탄을 해체하면 화학작용제(chemical agent), 폭약(explosive), 그리고 금속부분(metal parts)으로 나누어진다. 화학탄은 작용제 추출 전에 비군사화(demilitarization)과정을 거친다. 비군사화과정에서 폭약을 제거한다. 이 과정에서 탄의 해체기술(baseline's disassembling), 드릴링(drilling), 커팅(cutting), 펀칭(punching) 그리고 동결파괴(cryofracture) 등의 방법이 적용되고 발전되었다.<sup>53)</sup> 물론 한 가지 기술로도 비군사화를 완료할 수는 있지만 두 가지 이상을 사용하면 더 효과적이다. 왜냐하면 각각의 기술은 그들만의 장단점을 가지고 있기 때문이다. 벌크형태로 드럼이나 탱크 등에 작용제가 보관되어 있는 경우에는 화학탄과 달리 폭발물이 없어서 별도의 비군사화과정을 거칠 필요는 없다. 화학작용제를 폐기하는 전통적인 기술은 다음의 3가지 방법에 대부분 속해 있다. 그것은 소각(incineration), 중화(neutralization), 그리고 폭발물 폐기시스템(explosive destruction system)이다. 물론 이러한 폐기 방법은 작용제의 형태, 크기, 수량 그리고 작용제 종류, 탄과 컨테이너의 상태에 따라 혼합되어 적용된다.

### 가. 소각(Incineration)

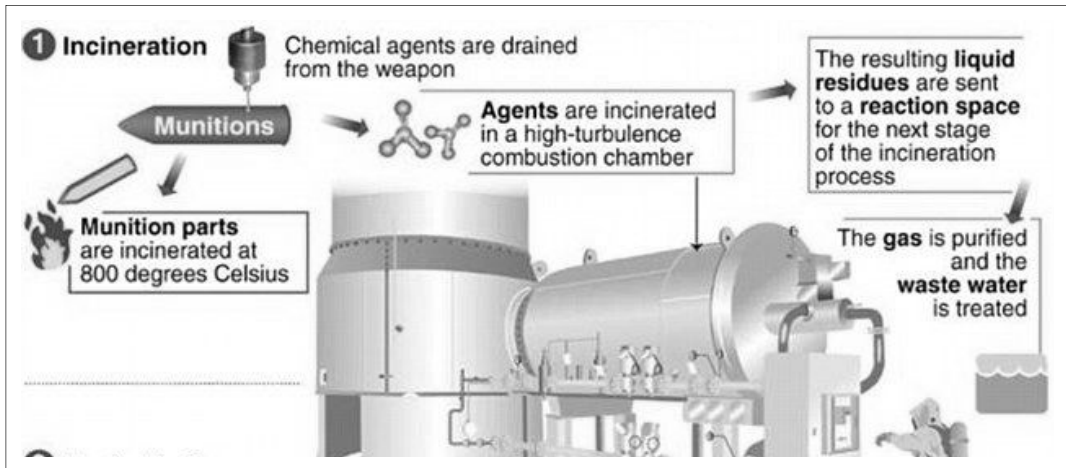
앞에서 기술한 바와 같이 소각법은 화학무기의 3가지 폐기기술 중 가장 기본이 되는 폐기기술이다. 이 기술은 1980년대 미국 국방부에서 화학작용제 폐기를 위해서 여러 가지 기술을 시험 적용한 결과 선택되었다. 1984년에 국가연구위원회(National Research Council)는 소각기술을 기본 기술로 선택하고 지속적으로 발전시켜 왔다.<sup>54)</sup> 소각법은 미국에서 처음 적용된 화학탄 폐기 방법으로 하와이 섬에 있는 Johnston Atoll 처리시설에서 최초로 적용되었다. 소각법은 화학작용제와 탄을 높은 온도의 용광로에서 태우는 방법이다. 소각법은 다음과 같은 장점을 가지고 있다. 첫째, 이 기술은 모든 화학작용제를 폐기하는데 효과적으로 사용할 수 있고 상대적으로 유해성이 낮으며 부산물을 처리하는데 용이하다. 둘째, 이 방법은 폐기과정에 적용하는데 합리적이며

53) Walker, Paul, "How to Destroy Chemical Weapons," *Bulletin of the Atomic Scientists*, <http://thebulletin.org/how-destroy-chemical-weapons>(검색일: 2017. 3. 13.).

54) "Incineration," CDC Homepage, <https://www.cdc.gov/nceh/demil/incineration.htm>(검색일: 2017. 3. 13.).

통제가 용이하고 많은 사람들에게 의해서 좋은 기술로 받아들여지고 있다. 셋째, 운영 시 근로자와 인근 주민의 안전 및 환경보호가 가능하다. 이 기술은 미국에서 John Atoll 등 5개 시설에서 수만 톤의 화학작용제를 폐기하는 동안 주민들에게 위험수준의 노출이 일어난 적이 없다는 점에서도 신뢰성을 확인할 수 있다.

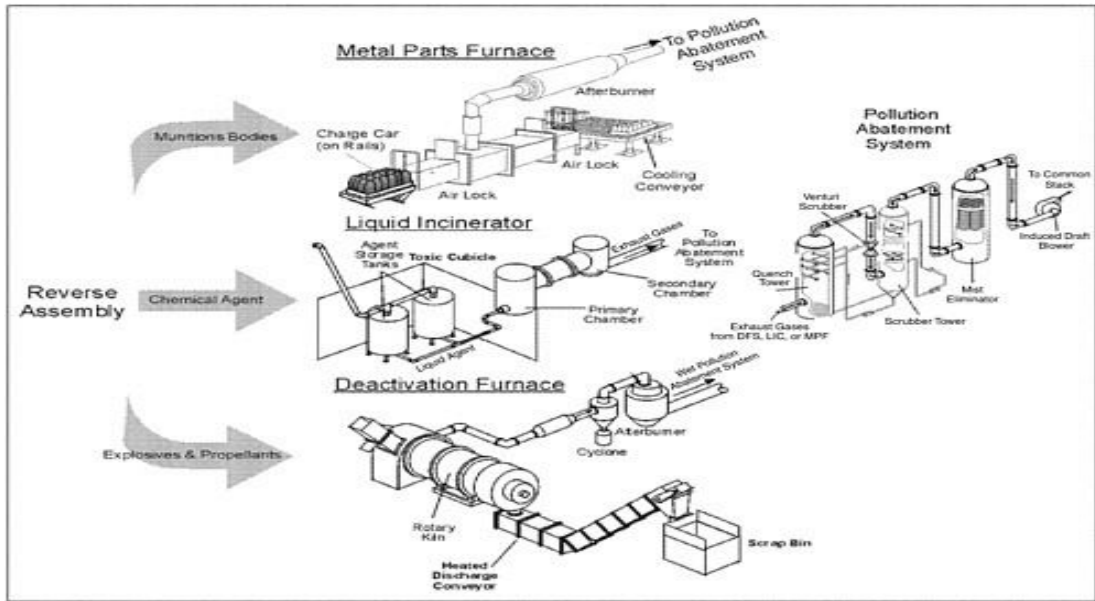
<그림 2-2> 소각법(Incineration)



\*출처: "Assad could 'take credit' for destroying chemical weapons so promptly, says Kerry,"  
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2447451/Syrias-Assad-credit-destroying-chemical-weapons-says-Kerry.html>(검색일: 2017. 3. 18.).

화학탄을 폐기할 때는 <그림 2-2>에서와 같이 로켓이나 포병탄 같은 화학탄을 개별적으로 해체(dismantling)하고 로봇을 활용하여 해체라인에서 화학작용제를 추출한다. 추출된 액체 화학작용제는 수집탱크에 모은 후 액체 용광로로 이송된다. 화학작용제, 폭약, 금속부분은 <그림 2-3>에서와 같이 각각의 용광로로 나뉘어 소각되며 소각로는 고온 및 폭발물에서도 견딜 수 있도록 제작되었다. 먼저 탄체는 용광로에서 고온의 열로 화학작용제를 태워 버린 후 금속은 여러 번 절단하여 재활용을 방지한다. 액체작용제는 1차로 1500℃ 정도의 액체소각로에서 소각된 후 2차로 약 900℃의 소각로에서 다시 한번 소각을 실시하여 거의 99.99% 이상 제거된다. 마지막으로 화학작용제가 추출되고 남은 화학탄 케이스나 빈 컨테이너는 열처리로 제독한다. 화학무기 폐기 소각용광로 운용에 대한 흐름도는 <그림 2-3>에 묘사되어 있다.

<그림 2-3> 화학무기 폐기 소각용광로



\*출처: "PMCSO Overview," Briefing by Joseph Pecoraro, Project Manager for Chemical Stockpile Disposal, CMA, to the Committee, January 25, 2006.

이 과정에서 생성되는 엄청난 양의 가스 부산물은 여러 단계의 습식 및 건식(Wet and Dry) 필터를 통하여 정화된 후 대기로 방출된다. 액체 용광로에서 남은 부산물은 특정 폐기물이므로 특별한 처리과정을 거쳐 매몰하거나 상업적으로 처리하는 과정을 거치게 된다. 소각에 의한 화학무기 폐기는 안전하고 폐기효율이 높으며 현재까지 가장 많이 적용되고 있는 검증된 기술인 반면에 비소를 포함한 물질을 소각할 경우 맹독성 비소산화물이 배출되며 염소가 포함된 물질의 불완전한 산화로 다이옥신과 같은 맹독성 염소 화합물이 발생한다는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 다양한 기술들이 연구되어 단점을 보완하고 있다.

## 나. 중화(neutralization)

중화에 의한 화학작용제 폐기는 러시아와 미국의 4개 주에서 발전하였다. 다른 말로 가수분해(Hydrolysis) 방법이라고도 부른다. 이 중화방법은 화학탄보다는 벌크 형태로 저장된 화학작용제를 폐기하기 위하여 개발되었다. 미국에서는 CMA(Chemical Material Agency)에 의해 소각법의 다른 대안으로 발전되었다.<sup>55)</sup> 러시아에서는 초창기



부터 중화에 의한 폐기방법을 주요 기술로 발전시켰고 대부분의 폐기시설에 적용되었다. 미국에서는 중화 방법을 사용하여 2005년 1월 메릴랜드에 있는 Aberdeen 폐기시설(ABCDF)에서 겨자가스(mustard gas)를 처리하였다. 이후 뉴포트(Newport)에 있는 폐기시설에서도 신경작용제 VX를 안전하게 처리한 바 있다. 이 2개 시설에서 적용된 중화에 의한 폐기방법은 <그림 2-4>, <그림 2-5>과 같다. 중화에 의한 폐기를 위해서는 그림에서 보는 바와 같이 컨테이너나 살포탱크 등의 화학탄으로부터 화학작용제를 추출하는 과정이 필요하다. 이때 금속부분은 소각 후 재활용한다. 추출된 화학작용제는 반응로에서 뜨거운 물이나 수산화나트륨(NaOH) 같은 촉진제 혹은 두 가지 모두와 함께 혼합된다.

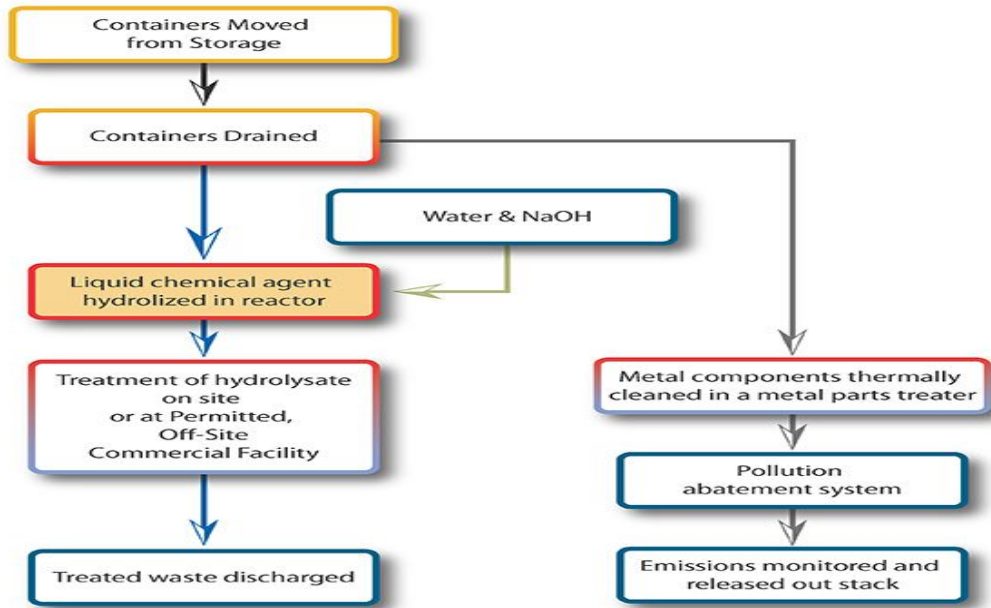
러시아의 폐기과정은 미국과 달리 특이한 점이 있다. 그것은 화학작용제가 담긴 컨테이너나 폭탄에 뜨거운 물이나 수산화나트륨 같은 촉진제를 직접 투입하여 반응이 완료될 때까지 수개월을 기다리는 과정을 거친다는 점이다.<sup>55)</sup> 이 과정을 거치면 화학반응으로 작용제의 독성이 대부분 파괴되는데 남은 액체 부산물은 다음 단계로 보내져 액체 용광로에서 소각되거나 상업시설로 보내어 처리된다. 이 단계 후 남은 찌꺼기는 고형화 시킨 후 별도의 장소에서 처리한다. 작용제가 추출되고 남은 금속부분은 제독 후 절단하여 재사용을 방지한다. 소각 후 배출되는 가스는 오염처리 시스템을 거쳐 오염 검사 후 배출된다.

<그림 2-4>의 흐름도에서 보면 뜨거운 물과 수산화나트륨을 액체작용제에 투입하여 중화반응을 시킨다. 금속부분은 열처리 과정을 통하여 화학작용제를 모두 분해시키고 이때 생성된 가스는 오염방지장치를 통하여 배출된다. 액체작용제는 가수분해 후 현장에서 처리하거나 혹은 허가된 상업시설에서 별도의 처리과정을 거치면 폐기가 완료된다.

55) "Neutralization," CDC Homepage, <https://www.cdc.gov/nceh/demil/methods.htm>(검색일: 2017. 3. 13.).

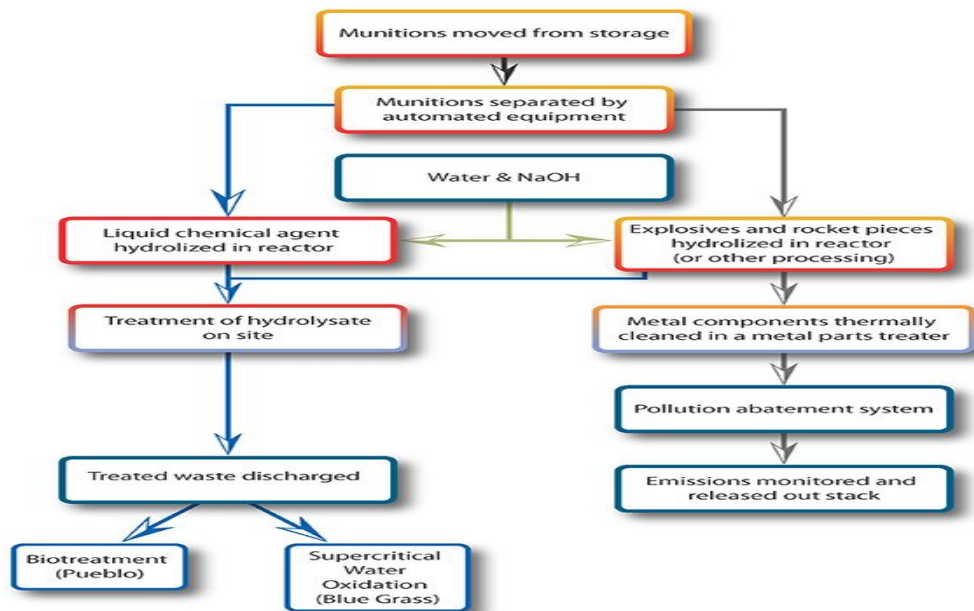
56) "Destruction Technologies," OPCW Homepage, <https://www.opcw.org/our-work/demilitarisation/destruction-technologies>(검색일: 2017. 3. 16.).

<그림 2-4> ABCDF, NECDF의 폐기방법



\*출처: "Neutralization," CDC Homepage.

<그림 2-5> PUCDF, BGCDF의 폐기방법



\*출처: "Neutralization," CDC Homepage.

<그림 2-5>에는 액체작용제외에도 금속부분의 탄체가 있는 반응로에도 뜨거운 물이나 수산화나트륨(NaOH)을 투입하여 작용제를 가수분해하는 과정이 추가되었다. 왜냐하면 탄체에서 화학작용제를 추출하더라도 점성으로 인하여 화학작용제의 일부분이 남아 있기 때문이다. 그리고 중화과정 후 2차 처리를 위해 적용되는 시스템이 추가되어 있다. 도표에서 보는 바와 같이 발생한 폐기물은 잔류 독성을 제거하기 위하여 상업적인 시설로 보내기 전에 2차 처리를 한다.

이를 위해 Pueblo 폐기시설(PUCDF)에는 미생물을 활용하는 생물학적 처리(Bio-treatment)방법이 적용되었다. Blue Grass 폐기시설(BGCDF)에는 초임계산화수법(Supercritical Water Oxidation: SCWO)에 의한 처리방법을 적용하였다.<sup>57)</sup>

중화에 의한 폐기방법은 소각법보다 안전하고 폐기효율이 높다. 특히 벌크상태로 보관되어 있는 수포 및 신경작용제를 폐기하는데 효율적이다.

반면에 단점으로는 중화를 위해 뜨거운 물이나 수산화나트륨(NaOH) 용액을 투입하므로 중화이후 다량의 부산물이 생성된다. 원래 화학작용제 용량의 수십 배까지 부산물의 양이 증가될 수 있다. 또 중화 후 발생한 폐처리물(waste) 내에 저수준의 독성이 잔류하여 2차 폐처리를 실시해야 한다. 이것이 폐기공정에 생물학적 처리방법 또는 초임계산화수법 같은 대체 폐기기술을 추가적으로 도입한 이유이다. 그리고 폐기과정에서 생성되는 슬러지가 반응로 등의 설비 내부에 달라붙어 시스템의 기능이 저하되는 단점이 있다. 중화에 의한 방법에서도 1, 2차 처리과정에서 생성되는 오염된 가스를 처리하는 오염배출 시스템과 배출가스를 모니터링하는 시스템이 가동된다. 모니터링 결과 오염물질이 포함된 배출가스는 재처리 과정을 거쳐 모든 독성물질을 제거한다. 이와 같은 시스템은 종사자들과 인근 주민의 안전 및 환경보호를 위하여 매우 중요하다.

어떠한 방법을 사용하여 화학무기를 폐기할 것인가는 화학무기금지협약에서 요구하는 비가역적인 수준의 폐기를 만족할 수 있는가, 폐기에 종사하는 인원들의 안전과 보건에 유리한가, 지역주민들의 선호도 그리고 경제적인 효율성 등의 조건을 만족할 수 있는가에 달려있다.

미국의 화학무기 폐기시설별로 적용된 폐기기술은 <표 2-6>표에 기술되어 있다. 표에 기술된 바와 같이 대부분의 시설에 소각 또는 중화기술이 사용되었고 2차 처리를 위한 대안 기술이 추가적으로 앞에서 언급한 2개 시설에 적용되었다.

---

57) 자세한 내용은 본 논문의 ‘2장 3절 1항 라. 기타 폐기기술’ 참조.

<표 2-6> 미국의 폐기시설별 적용 기술

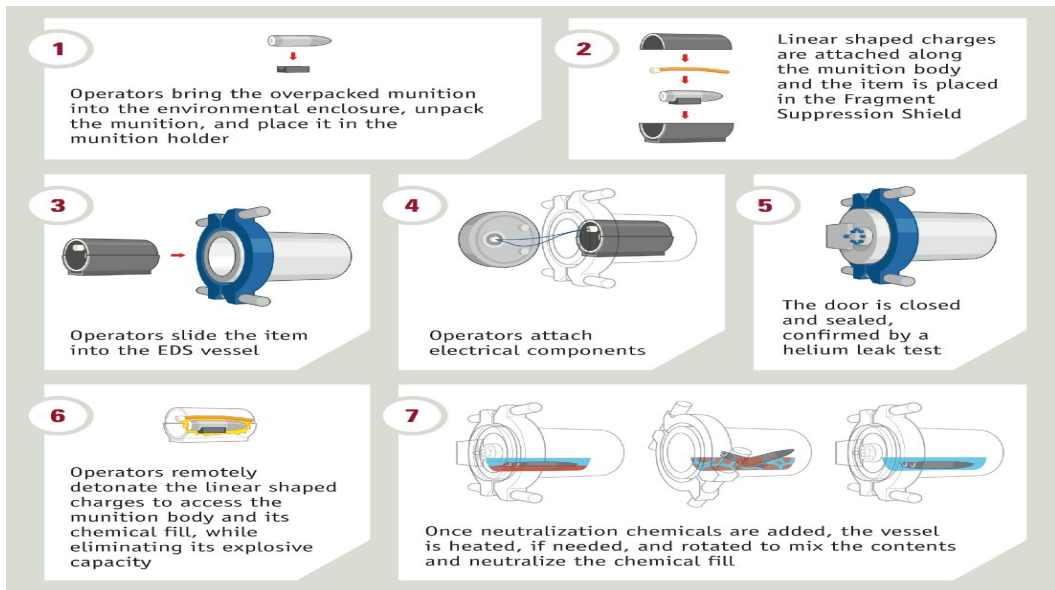
위치	작용제 종류	화학무기 형태	적용기술
Aberdeen(ABCDF) Maryland	HD	Ton containers	Neutralization
Anniston(ANCDF) Alabama	GB, VX, HD, HT	Artillery cartridges Ton container Mines, Rocket Artillery projectiles	Incineration
Blue Grass (BGCDF) Kentucky	GB, VX, HD	Artillery projectiles Rockets	Neutralization/Supe rcritical Water Oxidation
Johnston Atoll (JACADS) Hawaii	GB, VX, HD	Artillery projectiles Rockets, Bombs Mortar Ton containers Mines.	Incineration
Newport(NECDF) Indiana	VX	Ton container	Neutralization
Pine Bluff (PBBDF) Arkansas	GB, VX, HD/HT	Ton container Rockets Mines	Incineration
Pueblo(PUCDF) Colorado	HD/HT	Artillery cartridges Artillery projectiles	Neutralization)/ Biotreatment
Toolee (TOCDF) Utah	GA, GB, VX, HD/HT/L	Artillery cartridges, Mines Artillery projectiles Aerial bombs, Rockets Ton containers, Spray tanks	Incineration
Umatilla (UMCDF) Oregon	GB, VX, HT	Artillery projectiles Mines, Aerial bombs Spray tanks Ton containers, Rockets	Incineration

\*출처: "U.S. Chemical Weapons Stockpile and Destruction Sites Map and Photos," Public Intelligence Homepage, <https://publicintelligence.net/us-chem-weapons/>(검색일: 2017. 3. 10.)에서 재정리.

## 다. 폭발물 폐기시스템(Explosive Destruction System: EDS)

폭발물폐기시스템(EDS)은 미국의 CMA(Chemical Material Agency)가 비저장 화학물자(Non-Stockpile Chemical Material Project: NSCMP)를 처리하기 위한 계획에 의해 탄생하였다. 이 시스템은 일정한 장소에 보관되어 있지 않고 소량으로 흩어져 있는 화학탄을 이동하면서 처리하기 위하여 고안된 시스템이다.<sup>58)</sup>

<그림 2-6> EDS 폐기절차



\*출처: "Explosive Destruction System Overview," CMA Homepage,

이 시스템은 다음의 세 가지 경우에 사용하기 위하여 제작되었다.<sup>59)</sup>

첫째, 화학탄의 안정성이 보장되지 못하여 보관된 장소 혹은 발견된 장소로부터 차량이나 전통적인 수단에 의한 운반이 제한될 때 둘째, 화학탄이 안전문제로 더 이상 보관이 곤란하다고 판단되는 장소에서 발견되었을 때 셋째, 화학탄이 이동식 폭발물 폐기시스템(Mobile EDS) 외에 다른 방법을 사용하여 파괴하기에는 수량이 제한되는 소수의 탄이 발견되었을 경우이다.

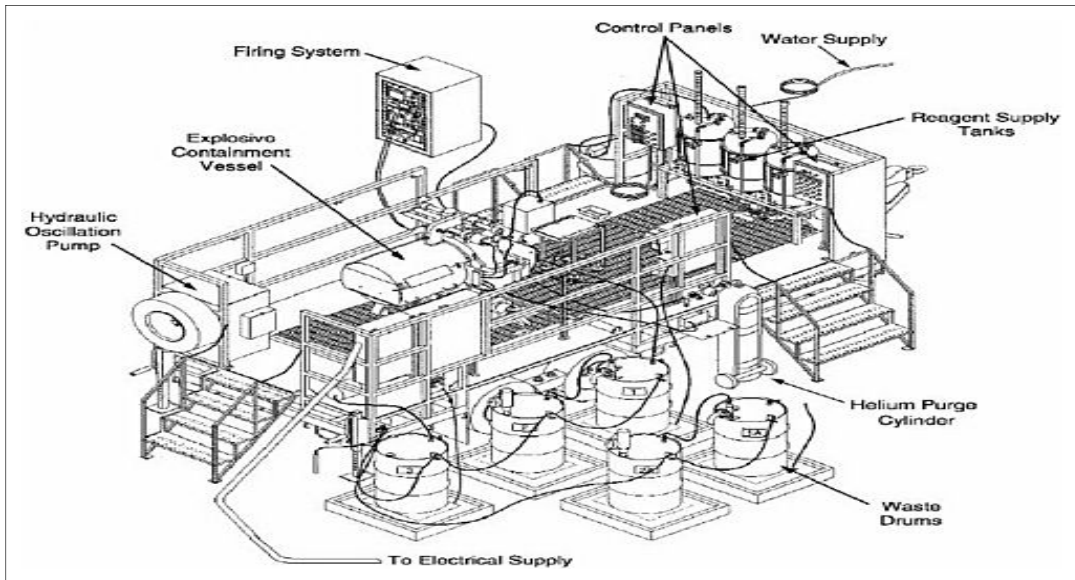
58) "Explosive Destruction System Overview," CMA Homepage, <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-03/documents/9545951.pdf>(검색일: 2017. 3. 17.).

59) John B. Carberry et. al., *Evaluation of Alternative Technologies for Disposal of Liquid Wastes from the Explosive Destruction System*, Washing D.C.: National Academy Press, 2001, pp.56-58.

이 시스템의 임무는 고정시설과 동일하게 탄을 해체시키고 탄에 충전된 화학물질을 친환경적으로 제거하는 것이 주 임무로 1945년 이전에 생산된 화학무기로 제1차 및 2차 세계대전에서 사용 후 버려진 화학무기를 처리하는 것이 주목적이다.

이 시스템의 폐기절차는 <그림 2-6>에서 보는 바와 같이 ①운용자는 발견된 화학탄을 밀폐된 EDS 컨테이너 통에 집어넣는다. ②선형장약(Linear shaped charge)를 탄체에 부착하고 폭발압력에 견딜 수 있는 금속으로 덮는다. ③탄을 EDS 폭발용기에 넣는다. ④전기설비를 부착한다. ⑤뚜껑을 닫고 밀봉한 후 헬륨 가스로 누출시험을 한다. ⑥선형장약을 폭발시켜 탄을 깨뜨리고 충전된 화학물질을 태운다. ⑦추출된 화학물질에 중화를 위한 물질을 첨가한 후 가열한다. 필요시 통을 회전시킴으로써 화학물질의 중화를 촉진시킬 수 있다. 이와 같은 과정을 거쳐서 생성되는 부산물에 유독성이 남아 있을 경우 관련 규정에 의하여 처리하며 일련의 폐기과정이 종료되면 EDS는 재가동을 준비한다. EDS 시스템 구성요소는 다음 <그림 2-7>과 같이 8개로 구분할 수 있다.

<그림 2-7> EDS 구성



\*출처: Richard J. Ayen et. al., *Impact Of Revised Airborne Exposure Limits On Non-Stockpile Chemical Materiel Program Activities*, Washing D.C.: National Academy Press, 2005, p.26.

먼저 트레일러(Trailer)로 여기에 모든 장비를 탑재한다. 화학탄을 삽입하여 폭발하기 위한 컨테이너 통(explosive containment vessel)도 주요 구성품에 속한다.

탄을 자르기 위해 탄에 선형장약을 부착시키는 폭발시스템(explosive accessing system), 그리고 폭발 시 발생하는 높은 속도를 가진 파편으로부터 컨테이너 통을 보호하기 위한 파편 억제시스템(fragment suppression system), 선형장약을 폭발시키기 위한 점화시스템(firing system), 화학물질이 있는 통 안에 중화를 위해 촉진제와 물을 투입하는 시스템(injection system), 컨테이너 통에서 생성되는 증기를 배출시키고 잔유물을 처리하기 위한 폐기물처리 시스템(waste handling system), 화학작용제의 처리 효과를 높이기 위해 혼합을 실시하는 컨테이너 통 회전시스템(vessel hydraulic oscillation system), 그리고 전기통제장치(electrical control system)로 구성된다.

EDS 시스템은 차량에 탑재하여 운영하기도 하지만 구성품을 차량으로 운반 후 야외에서 전개하여 운영할 수 있도록 제작된 것도 있다.

화학무기 폐기를 위한 폐기방법은 앞에서 설명한 것과 같이 소각, 중화, EDS 세 가지로 구분할 수 있다. 소각과 중화는 폐기기술이고 폭발물 폐기시스템(EDS)은 화학탄의 폐기를 위해 고안된 장비이기 때문에 분류방식에 의문이 생길 수도 있다. 그러나 폐기기술의 적용과 운용상황을 고려하여 Paul F. Walker의 구분방법을 참조하여 이 구분을 적용하였다.<sup>60)</sup>

중화와 소각의 과정은 화학작용제의 종류에 따라 그리고 처리 방법에 따라 중간에 몇 단계 과정이 더해져서 폐기시스템 공정이 완성된다.

폭발물 폐기시스템(Explosive Destruction System)은 화학탄을 밀폐된 폭발용 박스(bang box)에서 연소시키거나 중화시키기 위하여 개발되었다. 화학탄을 커다란 반응로에서 안전하게 폭발시키거나 컨테이너 안에서 처리하기 위하여 제작된 시스템이다. 이 때 발생하는 가스, 액체, 고체 잔유물 또한 폐기시스템 내부에서 모두 처리된다. 이 폐기시스템은 일본이 중국 영토에 유기된 화학탄을 처리하게 위하여 사용되고 있다. 이 폐기시스템은 재래식 탄 및 화학탄을 폐기하는데 모두 적용가능하다.

## 라. 기타 폐기기술

앞에서 설명한 소각, 중화, 폭발물 폐기시스템의 3가지 폐기기술을 보완하여 좀 더

60) Paul F. Walker, "How to Destroy Chemical Weapons," Bulletin of the Atomic Scientist Homepage, <http://thebulletin.org/how-destroy-chemical-weapons>(검색일: 2017. 3. 20.).

안전하고 효율적인 폐기기술을 개발하기 위한 노력은 지속되어 다양한 폐기기술이 개발되었다. 이 기술들이 화학작용제 폐기에 활용되기 위해서는 화학작용제와 작용제를 추출하고 남은 부분을 제독 및 폐기하는데 효율적으로 적용할 수 있는 기술이어야 한다. 이렇게 개발된 기술 중 고온 대체 폐기기술은 플라즈마 열분해 기술(Plasma waste Converter Technology), Gas Phase Chemical Reduction(GPCR) Technology, 촉매추출법(Catalytic Extraction Process Technology), 초임계산화수법(Super Critical Water Oxidation: SCWO), Silver II Technology, Solvated Electron Technology, Immobilized Cell Bioreactor 등이 있다.

(1) 플라즈마 열분해 기술(Plasma Pyrolysis Technology)

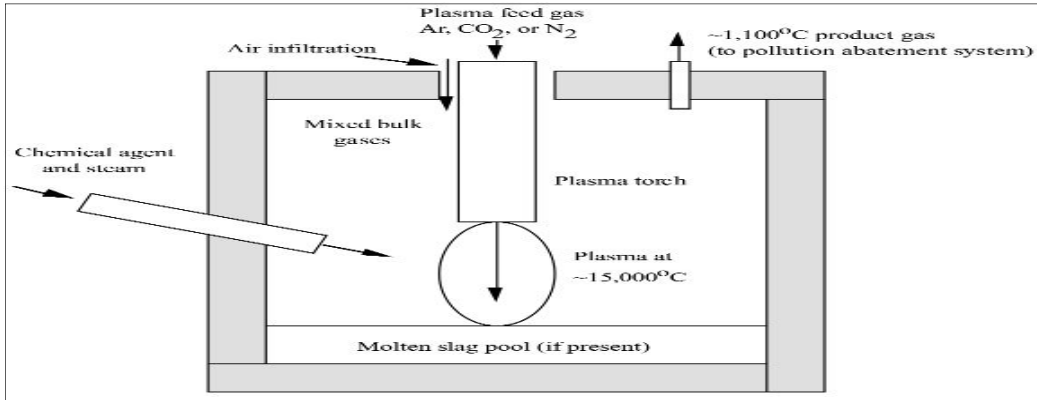
플라즈마 열분해 기술은 고온에서 운용되는 대체 폐기기술이다. 이 시스템의 화학탄 처리과정<sup>61)</sup>은 화학탄을 해체 후 특수하게 제작된 반응로에 투입한다. 투입된 화학탄은 반응로에서 15,000°C의 플라즈마에 의해 화학작용제는 즉시 분해되고 금속부분은 용해된다. 이때 생성되는 유해가스는 오염감소시스템을 통과하여 정화된 후 배출된다. 플라즈마 열분해 시스템은 화학작용제를 투입하는 플라즈마 플랜트(Plasma Plant), 플라즈마를 분출하는 플라즈마 토치(Plasma Torch), 투입된 물질을 처리하는 플라즈마 폐기물 전환장치(Plasma Waste Converter: PWC), 배출가스 검사를 위한 콘덴서 그리고 저장탱크로 구성된다. 플라즈마는 두 개의 전극을 이용하여 만들어진다. 양극은 투입되는 토치이고 음극은 PWC에 투입된 물질이 그 역할을 한다. <그림 2-8>은 전형적인 플라즈마 폐기물 처리장치이다. 그림에서 보는 바와 같이 상단을 통하여 플라즈마 토치가 삽입된다. 플라즈마 토치는 대형 스케일일 경우에는 한 개 이상이 될 수도 있다. 이 플라즈마 토치를 통하여 아르곤(Ar), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 질소(N<sub>2</sub>) 등을 주입한다. PWC는 통상 음압으로 운영되는데 이유는 열린 부분을 통하여 가스가 불출되는 것을 막기 위해서이다. 플라즈마 토치를 통하여 가스가 주입되고 음극과 양극 사이에서 플라즈마가 생성된다. 생성된 플라즈마는 챔버 내에 있는 액체 및 고체 물질에 영향을 준다. 화학탄으로부터 추출된 화학작용제와 증기는 좌측에 있는 콘트롤러를 따라 일정 비율로 PWC 내부로 투입되며 뜨거운 플라즈마와 혼합되어 연소된다. 생성된 가스는 오염감소장치(Pollution abatement System: PAS)를 통과하여 오염물질 검사 후 배출

61) Graham S. Pearson and Richard S. Magee, "Critical Evaluation of Proven Chemical Weapon Destruction Technologies(IUPAC Technical Report)," *Pure Appl. Chem* Vol.74, No.2, Berlin: De Gruyter, 2002, pp.239-244.



된다. 배출가스에 오염물질이 포함되어 있는 경우 다시 PWC 내부로 투입되어 재소각 과정을 거친다. 내부 압력을 일정하게 유지하기 위한 콘덴서와 저장탱크가 있고 플라즈마를 발생시키는 토치는 매우 빠르게 냉각되도록 설계되어 있다.

<그림 2-8> 플라즈마 폐기물 처리장치(PWC)



\*출처: Graham S. Pearson and Richard S. Magee, "Critical Evaluation of Proven Chemical Weapon Destruction Technologies(IUPAC Technical Report)," *Pure Appl. Chem* Vol.74, No.2, Berlin: De Gruyter, 2002, p.240.

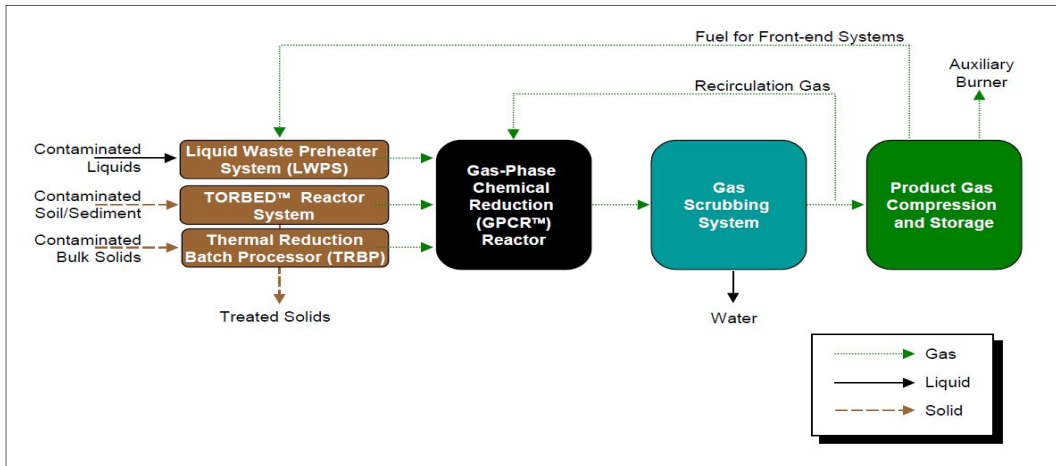
PWC는 화학작용제, 탄약, 휴즈, 추진체, 금속케이스, 포장재 등을 모두 태울 수 있도록 설계되어 있다. 이 플라즈마 열분해 기술의 장단점은 다음과 같다.<sup>62)</sup> 장점은 첫째, 시스템의 가동준비 및 중단 시간이 상대적으로 짧다. 둘째, 15,000°C 고온의 플라즈마로 태워버리기 때문에 짧은 시간에 폐기가 완료된다. 셋째, 배출가스에 오염물질이 포함되어 있으면 배출을 중단하도록 제작되어 있어서 오염물질 배출이 자동적으로 차단된다. 단점은 첫째, PWC 내에서 일정하지 않은 온도 분배와 불완전한 혼합 등으로 폐기가 완전하게 이루어지지 않는다. 둘째, 플라즈마 토치를 냉각시키기 위한 냉각수가 누출될 경우 폭발우려가 있다. 셋째, 잦은 전극 교체로 근로자의 역할이 중요하다. 넷째, 일부 산업공장에서 이 기술이 적용되었으나 화학무기를 처리한 경험은 없어 이 기술을 적용 시에는 추가적인 연구가 필요하다.

62) Graham S. Pearson and Richard S. Magee(2002), 앞의 논문, pp.241-243.

(2) Gas Phase Chemical Reduction(GPCR) Technology

GPCR 기술은 ECO LIGIC이라는 회사에 의해 개발되었다. 이 공정은 850°C 이상의 고온에서 수소를 활용하여 유기화합물을 분해시킨다. 이 시스템은 화학작용제, HCB(HexaChloro Benzene)나 다이옥신 같은 염소화합물 등을 화학적으로 메탄이나 염산 같은 물질로 환원시킨다. 이 환원반응은 물이 열전달 및 수소 제공물질로서의 역할을 함으로 산화반응과 달리 물에 의해 효율이 증진된다. 그러므로 투입되는 폐기물에서 물을 제거할 필요가 없다. <그림 2-9>에서 보는 바와 같이 고체와 벌크 폐기물은 Thermal Reduction Batch Processor (TRBP)에서 처리된다. TRBP는 약 600°C에서 산소가 없는 밀폐 상태에서 가열되면 유기물질을 모두 증발시켜 GPCR 반응로로 보내고 거기에서 850-900°C의 GPCR 환경에서 환원반응이 일어난다. 그리고 Gas Scrubbing System(GSS)으로 들어가 물은 추출되고 처리가 덜된 가스는 GPCR에서 재처리된다. 이 기술은 여러 재질 내의 불순물, 폐기수용액 및 고형 폐기물들의 처리가 가능하며 이동식으로도 제작 가능하다.<sup>63)</sup>

<그림 2-9> GPCR 공정도



\*출처: "Gas-Phase Chemical Reduction(GPCR)," [https://clu-in.org/download/partner/vijgen/NATO\\_Ecolog\\_FactSheet\\_3.pdf](https://clu-in.org/download/partner/vijgen/NATO_Ecolog_FactSheet_3.pdf)(검색일: 2017. 4. 5.).

이 기술의 장점으로는 첫째, Chlorinated hydrocarbon을 처리하는 상업적 기술이 세계적으로 잘 발달되어 있다. 둘째, 폐쇄된 순환구조로 통제되지 않은 배출물은 생성되지 않는다.

63) Mihail S. Haralampiew(2015), 앞의 논문, p51.

셋째, 시스템에서의 재사용이나 다른 곳에서 폐기하기 전에 검사하는 과정이 포함되어 있다. 넷째, 액체, 고체, 토양 등 다양한 형태의 물질을 처리할 수 있다.

반면에 단점으로는 검댕이가 형성된다. 그러므로 특히 카본을 많이 함유한 화합물은 후속처리가 필요하다. 둘째, 연속적인 전체공정이 정밀하게 통합되고 통제되어야 한다. 위험한 공정이 많아 안전에 많은 주의가 요구되기 때문이다.

### (3) 촉매추출법(Catalytic Extraction Process: CEP) Technology

이 기술은 Molten metal technology라고도 부른다. 이 CEP 기술은 1,650℃의 높은 온도와 산소가 조금 포함된 통(bath)에서 반응이 일어난다. 공정은 다음과 같다.<sup>64)</sup> 먼저, 산소와 메탄이 있는 Molten metal(주로 철이나 니켈) Bath에 화학작용제를 주입하면 주입된 화학작용제는 촉매작용제에 의해 분해된다. 분해된 생성물은 금속과 결합된 상태로 금속용액에 녹아든다. 이 반응은 산소가 낮은 상태에서 진행되기 때문에 모든 분자는 원래 구조에 상관없이 원소로 분해된다. 그래서 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, 또는 다이옥신 등이 생성되지 않는다. 이 기술은 강철산업에서 많이 사용되었다. 이 기술은 다양한 형상의 화학물질을 처리하는데 사용되었다. 그러나 화학작용제를 처리하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다.

### (4) Super Critical Water Oxidation(SCWO) Technology

초임계수산화법(SCWO)은 열수소화 산화법(Hydrothermal Oxidation)으로도 알려져 있다. 이 기술의 원리는 물의 초임계온도인 374℃ 22.1MPa 이상에서 산화를 이용하여 유독하거나 해로운 유기폐기물을 분해하는 것이다. 초임계 상태에서는 물의 유동성이 변하여 유기물질이나 가스가 쉽게 물에 녹아든다. 반면에 무기염은 초임계조건에서도 전혀 녹지 않는다. 초임계수산화법(SCWO) 공정에서는 유기물질, 산소(혹은 산화물) 그리고 물이 반응을 일으키게 된다. 초임계 상태에서 유기화합물은 물에 의해 산화되어 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O를 생성한다. 이 기술을 사용하면 일반적인 소각 시 발생하는 2차 유독성 부산물을 발생시키지 않는 장점이 있다. 따라서 할로겐화합물과 다이옥신 등 각종 유해화학물질을 보다 안전하게 처리할 수 있는 기술로 주목받고 있다.<sup>65)</sup> 이 기술의 주요 장점으로는 첫째, 소각과정에서 발생하는 질산화물(NO<sub>x</sub>), 다이옥신(dioxins) 등과 같은 유독물질이 생성되지 않는다. 둘째, 산소가 공기 대신에 사용되므로 배출가스의

64) Mihail S. Haralampiew(2015), 앞의 논문, p.50.

65) Mihail S. Haralampiew(2015), 위의 논문, pp.48-49.

양이 적다. 이론적으로는 배출가스가 전형발행하지 않는 수준까지 낮출 수 있다. 셋째, 전 공정이 폐쇄공정으로 분해가 완료될 때까지 부산물이 발생하지 않는다. 넷째, 유기물질이 20%까지 함유된 경우에도 폐기가 적합한 시스템이다. 그러므로 사전에 중화 등과 같은 전처리로 생성된 물질의 처리에 사용된다. 단점으로는 첫째, 반응시간 동안 강한 부식성 화합물이 생성되고 높은 압력이 발생하므로 반응로는 특별한 규격으로 제작되어야 한다. 둘째, 부산물로 침전염이 생성되므로 이에 대한 처리방법이 강구되어야 한다. 이러한 기술적 문제가 해결되어 중화에 의한 1차 처리 후 2차 처리를 위해 초임계수산화법(SCWO)이 Blue Grass 폐기시설에 적용되었다. SCWO Technology는 General Atomic과 Foster Wheeler 회사에서 개발되었다. Foster Wheeler가 Transpiring Wall Reactor를 사용하는 반면 General Atomics는 Solid Wall Reactor를 사용한다는 차이점 외에는 동일하다. Solid Wall Reactor는 Foster Wheeler사의 초임계수산화법(SCWO)에 비해 이 부식 및 막힘 현상이 상대적으로 적다는 장점이 있다. 운영 및 유지비용은 소각에 비해 5 ~ 10%정도가 추가 소요된다.

#### (5) Silver II Technology

이 기술의 원리는 강한 산화촉매제인 질산용액 내에 있는 은(Silver(II))의 특성을 이용하는 것이다. 은(Silver)은 아주 강한 산화제이고 질산 또한 산화를 촉진시킨다. 이 기술은 저온 대체 기술 중 하나로 90°C에서 반응을 일으킨다.

화학작용제가 양극 반응장치로 인입되면  $AgNO_3$ 가 첨가된 질산용액에 의해 산화된다. 전기화학적 셀에 전류가 공급되면  $Ag(I)$ 가 매우 산화력이 강한  $Ag(II)$ 로 활성화된다. 유기물이 존재하는 경우  $Ag(II)$ 는 모든 유기물질을  $CO_2$ ,  $NO_x$ ,  $H_2O$ , mineral acid 및 염 등으로 산화시키고  $Ag(I)$ 로 변환되어 재순환하여 사용된다. 이 기술의 적용을 위해 대상물질이 반드시 수용성일 필요는 없다.<sup>66)</sup> 이 기술은 최초 영국에서 원자로의 유기 폐기물 처리를 위해 개발하여 4kW급 공장을 Porton Down(영국 화학무기 기지)에 설치하여 VX와 겨자작용제 폐기를 위해 시험가동 하였다. 이 방법은 고체 및 액체 시료의 처리가 모두 가능하다. 이 기술은 일반적인 전기화학공장에서 화학작용제를 폐기하는데 적용할 수 있는 기술이다.

66) Mihail S. Haralampiew(2015), 앞의 논문, pp.49-50.: EPA, *Potential Applicability of Assembled Chemical Weapons Assessment Technologies to RCRA Waste Streams and Contaminated Media(EPA 542-R-00-004)*, Washington D.C.: EPA, 2000, pp.2-4.

### (6) Solvated Electron Technology (SET)

SET 기술은 미국의 기본 폐기기술인 소각법과는 아주 다른 공정으로 제안되었다. 이 기술은 알칼리금속 또는 알칼리토금속을 액체 암모니아에 용해시키면 강력한 환원작용을 통해 화학작용제를 독성이 없는 다른 물질로 변화시키는 기술이다. 오직 전자를 이용한 환원에 의한 분해반응으로 열을 가하지 않는 공정이다.<sup>67)</sup> SET 기술을 이용하면 다양한 재질내의 불순물과 표면의 불순물도 폐기가 가능하며 이동식 폐기시스템으로도 제작할 수 있다. 화약류가 함께 포함되어 있는 화학탄이나 노후 화학탄을 안전하고 빠르게 폐기할 수 있다. SET의 장점으로서는 첫째, 낮은 압력과 가열을 하지 않고 폐기를 한다. 이러한 조건에서의 시스템은 운용이 용이하고 시스템 제작에 비용이 적게 소요된다. 둘째, 폐쇄된 공정에서 반응이 일어나 환경보호를 위해 규제하는 다이옥신 등과 같은 유해 가스 배출이 없다. 셋째, 소규모로 제작이 가능하여 이동용으로 제작가능하고 4000ft<sup>2</sup> 보다 적은 지역에도 설치가 가능하다. 넷째, 가동에 필요한 동력, 물 그리고 기타시설이 소규모로 소요된다. 다섯째, 모든 종류의 유기물질 폐기에 활용할 수 있다. 단점으로는 수분 함유량이 많을 경우 전처리를 통해 제거해야 하며 액체 암모니아(NH<sub>3</sub>) 침투가 가능하도록 전처리를 해야 한다는 점이다.

### (7) Immobilized Cell Bioreactor (ICB<sup>TM</sup>) Technology

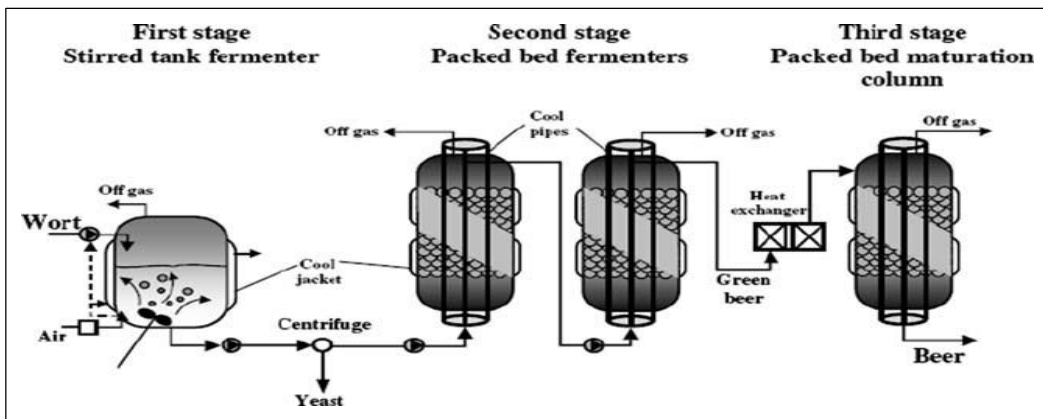
이 기술은 미국의 Pueblo 있는 폐기시설에 적용된 기술이다. 생물학적 분해기술은 박테리아나 곰팡이 같은 미생물의 특정 능력을 활용하여 폐기물을 생분해하는 기술이다. 미생물은 유독성 유기물질을 CO<sub>2</sub>, 메탄, 물, 무기염 등으로 변화시킨다. 미생물은 오염된 유기물을 생분해하여 나오는 에너지를 사용한다. 바이오리액터(Bioreactor)는 호기성 처리를 위해 미생물과 오염물질이 장시간 접촉할 수 있고 산소가 전달되도록 설계되므로 산소를 공급하기 위한 설비비용이 바이오리액터를 설계하는데 중요한 부분을 차지한다. 그리고 생분해 반응 시 반응용기 내의 공기와 물의 확산을 촉진하기 위해 표면적이 넓은 매개체(high surface area media)를 사용한다.<sup>68)</sup> 이 반응 매개체는 활성탄으로 코팅되어 있어 재활용이 용이하도록 되어 있다. 아래 그림에서 보는 바와

67) Mihail S. Haralampiew(2015), 앞의 논문, p.52: W.L. Foutz, J.E. Roger and J.D. Marther, "Solvate Electro Technology TM Non-Thermal Alternative to Incineration-8461," <http://www.wmsym.org/archives/2008/pdfs/8461.pdf>(검색일: 2017. 4. 6.).

68) Pieter J. Verbelen et. al., "Immobilized Yeast Cell Systems for Continuous Fermentation Applications," *Journal of Biotechnology Letters*, Maryland: Bioinfo Publications, 2006, pp.1518-1522: 이남택 외, 『북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구』, 서울: 21세기군사연구소, 2013, pp.54-55.

같이 바이오리액터는 여러 개가 연결되어 있으며 매개체로 채워져 있다.

<그림 2-10> Immobilized Cell Bioreactor (ICB™)



\*출처: Pieter J. Verbelen et al, "Immobilized Yeast Cell Systems for Continuous Fermentation Applications," *Journal of Biotechnology Letters*, Maryland: Bioinfo Publications, 2006, p.1522.

유기물이 포함된 폐기물 용액(Waste Water)은 바이오리액터에 투입 전에 사전 중화 단계를 거쳐서 생성된다. 이 기술은 겨자작용제는 잘 분해시키나 신경작용제는 분해시키지 못하는 것으로 알려져 있다. 이 폐기기술을 적용하려는 Pueblo에 있는 폐기시설((PUCDF)의 경우에는 4개 모듈로 구성된 16개의 반응기로 구성되어 있다. 바이오리액터는 여러 가지로 나누어 있는데 첫 번째는 Suspended-Growth Reactor이다. 이 반응기에 있는 박테리아에 오염된 유기물질을 주입하고 산소는 공기불출기를 통하여 주입된다. 두 번째는 Fixed-film Reactor이다. 박테리아가 반응기 안에서 불활성 상태에서 성장한다. 오염된 유기물용액이 박테리아와 얇은 물로 만든 막을 통과한다. 세 번째는 Submerged Fixed-film Reactor이다. 이 반응기에서 유기물은 박테리아 필름과 접촉하며 통과한다. 네 번째는 Reactors Based on Activated Carbon이다. 활성탄이 오염된 유기물을 흡수하면서 박테리아가 붙어있는 장소로 활용된다. 이 기술은 미국의 ACWA 프로그램에 의해 선정된 방법으로 Aberdeen Proving Ground에 저장된 수포작용제(HD)를 뜨거운 물에 의한 가수분해 후 염기로 중화시킨 용액을 생물학적 처리방법으로 처리하려 하였으나 9.11 사태 이후 신속한 폐기를 위해 중화 후 외주처리 방식이 적용되어 이 기술이 적용되지는 않았다.<sup>69)</sup>

69) 은중화, 『대량살상무기 폐기방법과 기술』, 대전: 교육사령부, 2015, p.2-68-43.

## 2. 화학무기 폐기시스템

지금까지 연구한 화학무기 폐기기술을 이용하여 만든 폐기시스템에 대한 연구이다. 화학탄 폐기시스템은 2가지로 구분할 수 있다.

첫 번째는 고정형 폐기시설이다. 대규모의 화학무기를 폐기하기 위한 시설로 대부분의 국가에서 개발하여 사용하고 있다. 고정형 폐기시설에 있는 폐기시스템은 앞에서 설명한 다양한 폐기기술이 접목되어 발전되었다. 두 번째는 이동식 화학탄 폐기시스템이다. 앞에서 연구한 바와 같이 이 시스템은 주목적이 야전에서 발견되는 화학탄을 안전하게 처리하기 위하여 개발되었다. 야전에서 발견된 소량의 화학탄을 고정형 폐기시설에서 폐기하는 것은 운반소요 및 이동간 안전유해 요소가 많기 때문에 현장에서 바로 폐기하기 위하여 개발되었다. 지금까지 이러한 시설을 대표적으로 운용하고 있는 곳이 일본이다. 일본은 제2차 세계대전 후 중국에서 유기된 화학탄을 발굴하여 처리하는데 이 시스템을 사용하고 있다. 일본 외에도 미국, 독일, 영국 그리고 벨기에 등에서 비슷한 시스템이 사용되고 있다.

### 가. 고정형 폐기시설(Station Destruction Facility)

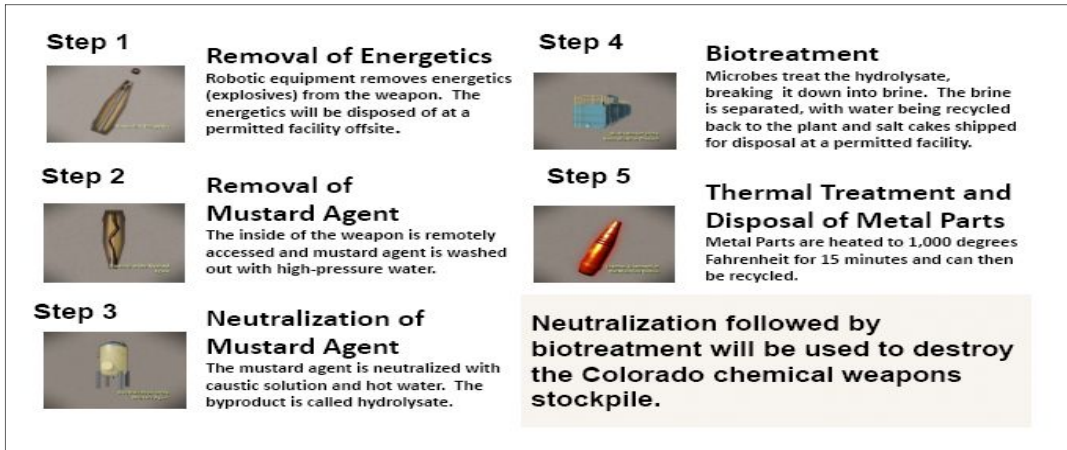
고정형 폐기시설은 대규모의 화학무기를 처리하기 위하여 설치되었다. 폐기방법으로는 소각과 중화를 기본기술로 채택하여 운용하고 있다. 고정형 폐기시설을 운용하는 나라는 미국과 러시아, 인도, 리비아 등이 있다.

본 연구에서는 고정형 폐기시설의 가장 최신형이라고 할 수 있는 미국의 Pueblo Chemical Agent-destruction Pilot Plant Explosive Destruction System(PCAPPEDS)에 대하여 연구하기로 한다. PCAPPEDS는 2016년 7월에 완공되어 가동하고 있는 시설이다. 가장 잘 발달된 폐기기술이 적용되어 있는데 중화법을 이용하여 1차폐기를 실시하고 2차로 생물학처리(Bio-treatment) 과정을 거치도록 설계되어 있다.<sup>70)</sup> 이 시설은 ACWA(Assembled Chemical Weapons Alternatives) 주관으로 건설되었다. PCAPPEDS는 Enhanced Reconfiguration Building, Agent Filtration Area, Automated Guided Vehicle Corridor, Agent Processing Building, Biotreatment Area, Munitions Service Magazine Control and Support Building, Munitions Service Magazine Corridor 등 8개의 주요 부분으로 구분되어 있다.

70) Bruce Huenefeld and Rick Holmes, "Update on the Pueblo Chemical Agent-Destruction Pilot Plant," <https://www.pueblo.us/AgendaCenter/ViewFile/Item/2104?fileID=4642>(검색일: 2017. 3. 18.).

여기서는 포탄과 박격포탄에 충전된 약 2,611톤에 이르는 겨자가스를 처리할 예정이다. PCAPPEDS에서는 화학탄 처리를 위하여 <그림 2-11>과 같은 절차와 폐기기술이 적용된다.

<그림 2-11> PCAPPEDS 적용 폐기절차



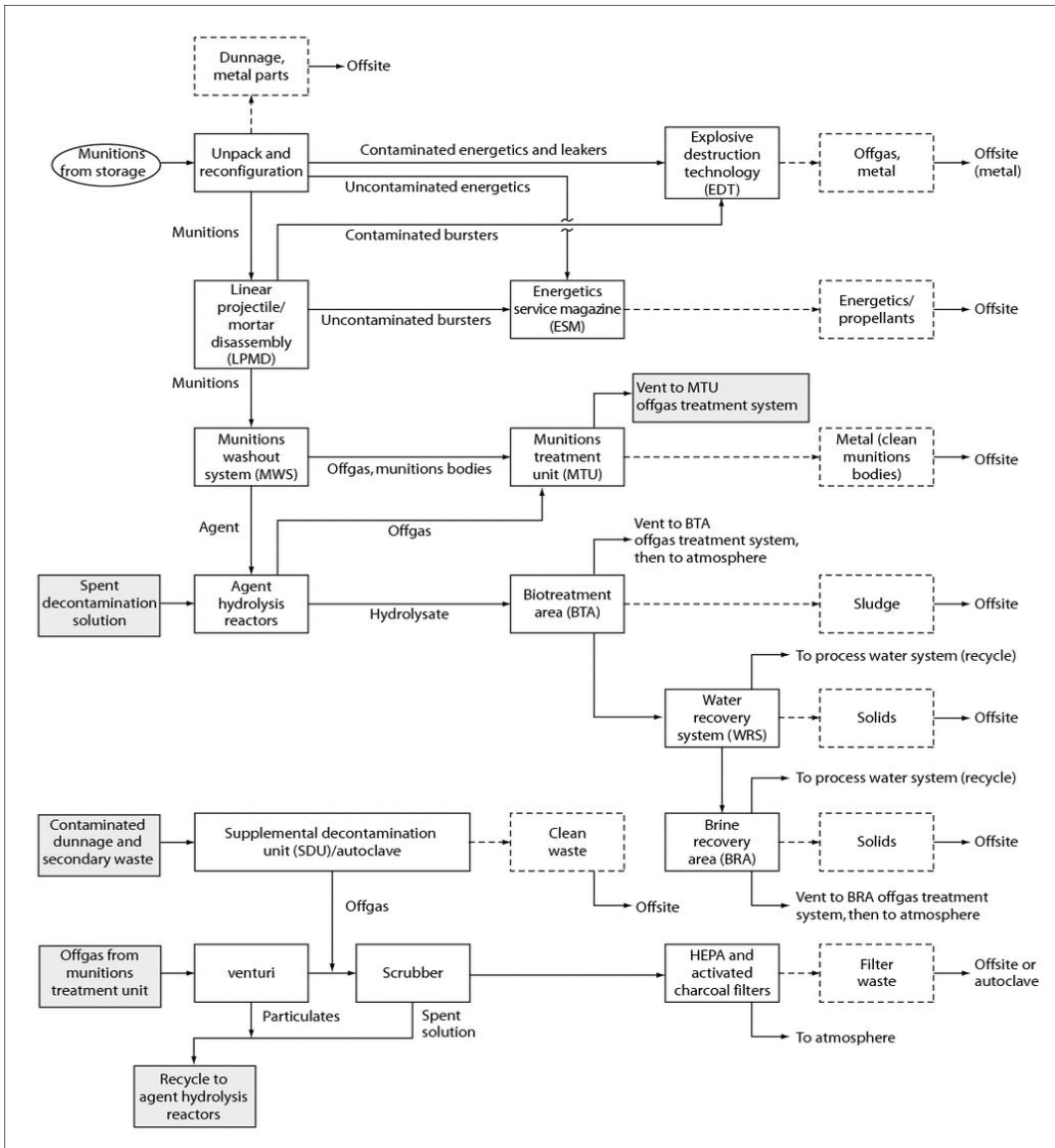
\*출처: Bruce Huenefeld and Rick Holmes, "Update on the Pueblo Chemical Agent-Destruction Pilot Plant," <https://www.pueblo.us/AgendaCenter/ViewFile/Item/2104?fileID=4642>

1단계는 화학탄으로부터 폭발장약을 제거하는 단계이다. 제거된 장약은 별도의 시설에서 폐기된다. 2단계는 탄 내부에 충전된 겨자가스를 제거하는 단계로 화학작용제 추출 후 고압의 물을 분사하여 탄체 내부를 씻어낸다. 3단계는 겨자가스 중화단계로 뜨거운 물과 함께 반응을 촉진시키는 용액을 투입한다. 4단계는 PCAPPEDS에만 적용된 단계로 생물처리(biotreatment)단계이다. 3단계에서 가수분해 후 생성된 염(hydrolysis salt)은 미생물이 있는 커다란 탱크로 보내져 미생물에 의해 분해된다. 분해 후 이 용액에는 물과 다양한 종류의 케이크(cake)가 남게 된다. 물은 분리하여 재활용하고 남은 바이오슬러지(biosludge)는 처리를 위해 별도의 시설로 보내진다. 5단계는 금속부분을 열처리하는 단계이다. 금속부분은 530℃에서 15분 동안 가열하여 작용제를 모두 제거하고 재활용된다. 이상이 화학탄을 폐기하는 절차이다

<그림 2-12>는 화학탄이 시설로 이송된 후 폐기를 진행하는 전반적인 과정을 흐름도를 이용하여 설명한 것이다. 지금까지 설명한 고정식 폐기시설 공정은 대부분의 시설에서 비슷하게 적용되고 있다. 다만 앞에서도 언급하였다시피 시간경과에 따라 더 안정되고 진보된 기술이 최근에 건설된 시설에 일부 반영되었다.



<그림 2-12> PCAPPEDS의 폐기공정도



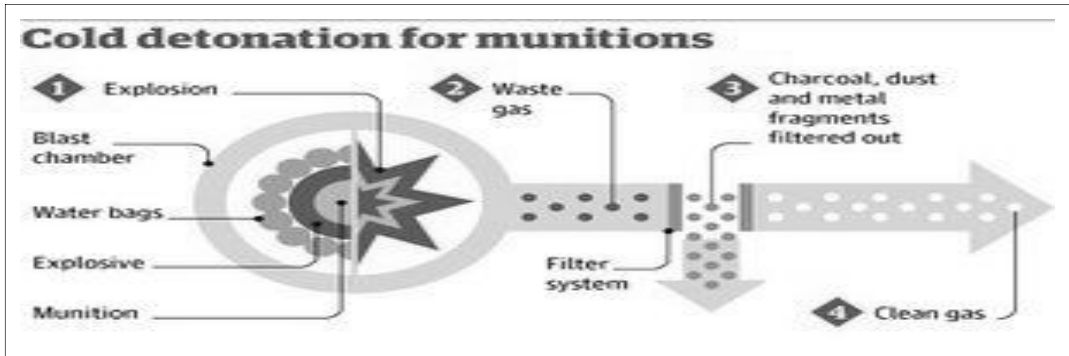
\*출처: National Research Council of National Academy of Science, *Review of Secondary Waste Disposal Planning for the Blue Grass and Pueblo Chemical Agent Destruction Pilot Plants*, Washington D.C.: NAP, 2008, p.19.

## 나. 이동식 폐기시스템(Mobile Explosive Destruction System)

이동식 폐기시스템은 화학탄이 소량으로 여러 장소에서 발견되어 운송소요가 많이 발생하거나 탄의 누출이나 부식 등으로 인하여 고정형 폐기시설로 수송하기 어려운 경우에 사용할 수 있도록 제작되었다. 이 시스템은 유기된 화학탄을 처리하는데 주로 사용하고 있다. 조금 성격은 다르지만 이동식 폐기시스템은 시리아에서 화학무기를 폐기하는데도 유용하게 사용되었는데 시리아의 내전상황이 불안정하여 국내 폐기가 제한되었기 때문이다. 이동식 폐기시스템은 차량에 탑재하여 운용할 수 있는 시스템 혹은 차량에 탑재하여 이동한 후 일정한 지역에 전개시켜 사용할 수 있는 시스템을 총칭하는 용어이다.

이동식 폐기시스템은 수집된 화학탄을 고압에 견딜 수 있도록 설계된 밀폐용기(chamber)에서 폭약을 이용하여 폭발시키고 생성된 열을 활용하여 화학작용제를 가열하여 제거하는 방법을 사용한다. 화학탄을 폭발시키는 방법은 온도에 따라 저온 폭발법(Cold detonation)과 고온 폭발법(Hot detonation)으로 구분한다.<sup>71)</sup>

<그림 2-13> 저온 폭발법



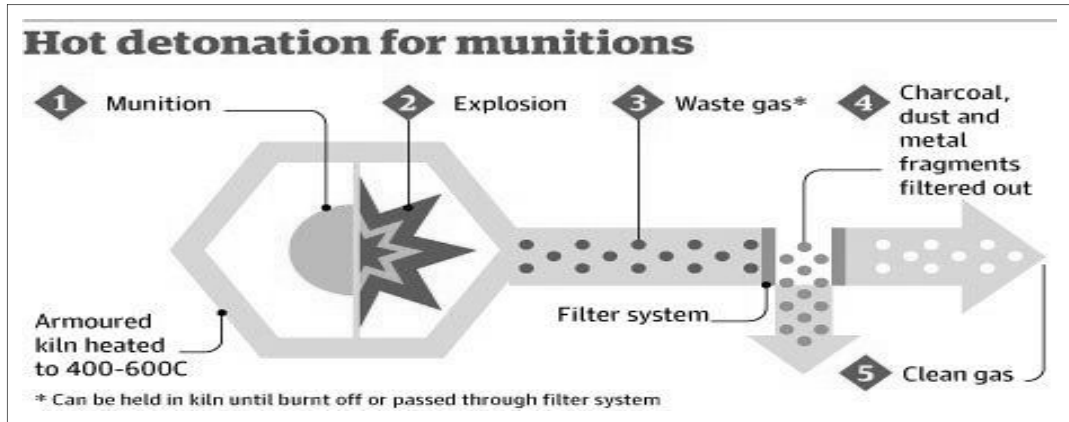
\*출처: Julian Borger and Ian Sample, "Destroying Chemical Weapons is Hard Enough but Syria is a New Challenge," Theguardian Homepage.

저온 폭발법은 <그림 2-13>에서 보는 바와 같이 밀폐된 챔버 내에 화학탄을 넣고 그 주위에 물주머니(water bag)를 배치한다. 폭발이 일어날 때, 물주머니가 폭발로 발생하는 힘을 일부 흡수한다. 흡수된 힘을 이용하여 증기를 발생시키는데 이때 생성된

71) Julian Borger and Ian Sample, "Destroying Chemical Weapons is Hard Enough but Syria is a New Challenge," Theguardian Homepage, <https://www.theguardian.com/world/2013/sep/13/destroying-chemical-weapons-syria-challenge>(검색일: 2017. 4. 6.).

증기는 남아있는 화학작용제를 분해하는 역할도 수행한다. 반응 후 남은 폐기물은 여과망을 통하여 이송된다. 이때 검댕이나 금속파편 그리고 기타 부유물은 여과지를 통하여 제거된다. 저온 폭발법을 사용하는 시스템은 영국의 Porton Down Facility에서 시험운용 되었다.

<그림 2-14> 고온 폭발법



\*출처: Julian Borger and Ian Sample, "Destroying Chemical Weapons is Hard Enough but Syria is a New Challenge," Theguardian Homepage.

고온 폭발법은 <그림 2-14>에서 보는 바와 같이 화학탄을 약 600℃까지 가열된 챔버 안에 넣으면 화학탄은 챔버 안에서 가열되어 폭발한다. 이때 생성되는 화학작용제 가스는 챔버 내에 충분한 시간동안 가두어 화학작용제를 분해시킨다. 이후 여과시스템을 통하여 배출되고 생성된 검댕은 제거된다.

이 시스템은 알바니아에서 발견된 겨자가스 16톤을 6개월에 동안 처리하는데 운용된 경험이 있다. 이 시스템을 이용하여 스웨덴의 Dynasafe 사가 3개의 트레일러에 실을 수 있는 이동식 장비를 만들었다. 화학탄을 폐기하기 위하여 사용되는 시스템은 크게 4가지다. 여기에 사용되는 기술은 다음의 세 가지 중 하나이다.<sup>72)</sup>

첫째는 EDS(Explosive Detonation System)이다. 이 시스템은 탄에 있는 작용제를 추출하기 위해 폭발장약을 사용하고 화학작용제는 중화시킨다. 중화 후 발생하는 부산물은 중화된 액체(Liquid Neutralent), 배출가스, 그리고 금속 파편이다.

72) Richard J. Ayen et al., *Remediation of Buried Chemical Warfare Material*, Washington D.C.: National Academy Press, 2012, pp.57-63.

두 번째 시스템은 TDC(Transportable Detonation Chamber)와 DAVINCH이다. 이 두 개의 시스템은 EDS가 사용하는 것 같이 밀폐된 챔버에서 폭발장약을 사용하여 탄을 절단시키는 방법을 사용한다. 그러나 EDS와 차이는 화학작용제를 폐기하기 위하여 중화에 의한 방법이 아니라 연소를 시킨다는 점에서 차이가 있다.

세 번째 시스템은 SDC(Static Detonation Chamber)이다. 이 시스템은 외부 폭발장약을 전혀 사용하지 않는다. 대신 전기로 가열하거나 폭발장약을 연소시키면서 발생하는 열을 사용하여 화학탄을 폐기한다. 이때 추출된 작용제는 밀폐된 챔버 내에서 폐기된다. 주요 생성물은 금속파편, 배출가스, 무기염 등이다.

### (1) EDS (Explosive Destruction System)

EDS 시스템은 NSCMP(Non-Stockpile Chemical Material Program)에 의해 제작되었다. 샌디아 국립연구소(Sandia National Laboratories)에서는 화학무기나 다른 화학물질을 현장에서 파괴하기 위하여 2012년까지 5대를 제작하였다.<sup>73)</sup>

EDS-1과 EDS-2 두 가지 모델을 개발하여 운용하였다. EDS-2가 구경이 더 큰 탄약과 많은 양을 동시에 폐기할 수 있다. 두 시스템은 모두 탄체를 개봉하기 위하여 선형장약을 사용한다. 탄체절단 과정은 폐쇄되고 밀폐된 용기 내에서 시행된다. 탄에 포함된 폭발물은 성형장약에 의해 사전에 폭발 처리된다. 이 과정에서 탄체에서 흘러나온 화학작용제를 중화시키기 위하여 중화제를 용기 내로 투입한다. 이 중화제는 MEA(Monoethanolamine) 90%와 10%의 물로 구성된다. EDS-1의 용기는 TNT 1파운드까지 폭발압력까지 감당할 수 있다. 이 폭발물 무게는 탄에 있는 폭발장약과 절단을 위하여 사용하는 장약을 포함한 양이다. EDS-2는 TNT 4.8파운드까지 처리가 가능하다. EDS-1 시스템은 미국의 다양한 지역에서 운용되었다. 이 시스템을 사용하여 75mm포탄에 있는 화학작용제(HD, L, AS)를 폐기하였다. EDS-1 1대와 EDS-2 2대가 1,227발의 탄약을 폐기하기 위하여 Pine Bluff 저장소에서 운용되었다. EDS 시스템의 운용시간은 2일로 다른 시스템에 비해 운용시간이 길다. 처리 가능한 탄의 종류는 75mm, 4.2인치, 8인치 등이며 화학작용제로는 VX, CG, H 등을 처리할 수 있다.

---

73) B.L. Haroldsen, J.H. Stoffleth, and T.J. Shepodd. "Emergency Destruction System for Recovered Chemical Munitions," <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.40.8301&rep=rep1&type=pdf>(검색일: 2017. 4. 8.).

(2) TDC(Transportable Detonation Chamber)<sup>74)</sup>

TDC(Transportable Detonation Chamber)는 2006년 미국에서 유기화학탄의 폐기를 위하여 개발된 기술이다. Blue Grass와 Pueblo 화학작용제 폐기시설에서 시험 가동되었다. 미국의 CH2M Hill 회사가 이 시스템을 개발하였다. TDC는 화학작용제를 폐기하기 위하여 폭발에 의해 생성되는 열과 압력을 활용한다. 이 시스템은 2003년부터 2006년 사이에 개발되었다. 이 기술로 개발된 TC-60은 2008년에 스코필드 막사에서 수십 발의 화학탄을 처리하기 위하여 운용되었다. TNT 40파운드까지 처리가 가능하다. 이 장비는 이후 미국의 Aberdeen Proving Ground에서 추가적인 시험을 거쳐 호주에서 운영되었다. 이 장비는 겨자가스(HD), 포스겐(CG), 클로로피크린(PS), 연막제, 그리고 구토작용제 등을 폐기할 수 있다. 화학탄은 장약으로 둘러싸인 채로 포장되어 연소실로 투입되어 폭발된다. TDC는 화학무기를 챔버 안에서 안전하게 폭발시키고 배출된 가스는 밀폐된 시스템에서 재처리 후 여과기를 통과하여 대기 중으로 배출된다. TDC-60은 내폭챔버, 가스 확장챔버, 배기가스 통제시스템의 3가지 주요 구성품으로 되어 있다. 시스템이 업그레이드되어 10일 이내에 전개가 가능하며 하루에 8개의 탄을 처리할 수 있다. 전개 속도는 EDS와 SDC의 중간쯤 되는 능력을 가지고 있다.

(3) SDC(Dynasafe Static Detonation Chamber)

SDC 시스템은 화학탄을 처리하기 전에 별도의 전처리가 필요하지 않은 시스템으로 폭약을 전혀 사용하지 않는다. 전기로 가열하거나 폭발장약을 연소시켜 발생하는 열을 사용하여 화학탄을 폐기한다. 이때 추출된 작용제는 밀폐된 챔버(chamber)에서 폐기된다. 주요 생성물은 금속파편, 배출가스, 무기염 등이다.<sup>75)</sup> 이 시스템은 다른 시스템에 비해 안전에 큰 장점을 가지고 있다. SDC-1200은 중국에서 유기탄을 처리하기 위해 일본 JFE 강철회사에서 운용하고 있다. 2011년 SDC-1200은 미국 Anniston에 있는 폐기시설에서 4.2인치, 105mm, 155mm 겨자가스 포탄 2,322발을 처리하였다. SDC800, SDC1,200, SDC2000 모델 등 3개 모델이 개발되었다. SDC2000 모델의 경우 44톤으로 비이동식이다. 화학탄은 박스로 포장되어 550~600°C의 챔버 내에 설치되어 있는 받침대 위로 투입되고 고열로 인해 폭발되며 화학작용제는 폭발로 생성되는 충격파와 고열로 인해 분해되게 된다.

74) Richard J. Ayen et. al.(2012), 앞의 책, pp.64-66.

75) Richard J. Ayen et. al.(2012), 앞의 책, pp.66-70.

(4) DAVINCH(Detonation of Ammunition in a Vacuum Integrated Chamber)

이 모델은 일본에 있는 겨자가스(HD)와 루이싸이트(L)가 혼합된 작용제가 들어있는 화학폭탄과 구토작용제 등을 폐기하기 위하여 개발되었다.<sup>76)</sup> 화학탄은 장약으로 둘러싸여 DAVINCH 용기에 삽입되면 10기압의 압력에 의해 탄이 폭발되고 절개되면서 화학작용제가 흘러나온다. 흘러나온 화학작용제는 약 2,000℃ 온도와 10기압의 압력에 의해 혼합된 후 분해되어 폐기된다. 소음, 진동, 폭발압력을 줄이기 위해 진동시스템이 사용되었다. 배출가스는 저온플라즈마를 이용 1차 처리 후 활성탄여과기를 통과하여 배출된다. 폭발용기의 용량은 95~143파운드까지 다양하다. 이 시스템은 미국에서는 이용되지 않았다. 일본에서는 이 시스템으로 2009년에 2,050발의 폭탄을 제거하였는데 포함된 작용제는 겨자가스, 루이싸이트 혼합물, 그리고 구토작용제가 대부분이었다. 벨기에서는 DAVINCH DV50모델로 2011년까지 모두 4,000여 발의 화학탄을 처리하였다. 특히 중국에서는 75~150mm까지의 폭탄을 처리하고 있는데 수포, 질식, 구토작용제 등이 충전되어 있다. 2010년 9월부터 2011년 10월까지 약 25,000발의 탄을 폐기하였다. 더욱 경량화되고 기동성이 강화된 DAVINCH<sup>lite</sup>도 개발되었다.

(5) FDHS(Field Deployable Hydrolysis System)

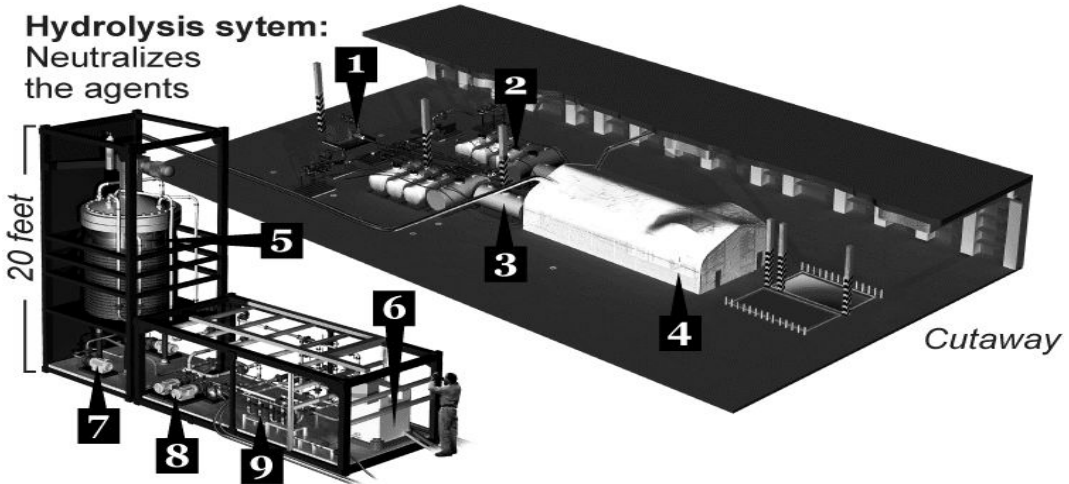
FDHS는 앞에서 소개한 4종의 이동식 폐기 시스템과는 조금 성격을 달리한다. 앞의 4종은 차량에 탑재하여 이동하거나 이동 후 전개시켜 유기된 화학탄 즉 비축되지 않은 화학탄을 처리하기 위한 용도로 만들어졌다. 반면에 이 시스템은 비축된 화학탄을 처리하기 위하여 제작된 시스템을 이동식으로 개조하여 만든 것이다. FDHS는 2013년에 시리아의 화학무기 폐기를 위하여 대당 60억 원을 투자하여 제작하였으며 시리아 화학무기 폐기를 위해 3개 시스템을 운용하였다.<sup>77)</sup> 이 시스템은 기본 폐기기술로 중화법을 사용한다. 화학작용제에 물, 수산화나트륨(NaOH), 염소산나트륨(NaOCl)을 혼합하고 93℃로 가열해 3시간 정도 반응시키면 중화가 일어난다. 이 중화로 발생된 부산물은 고정형 폐기시설로 이송한 뒤 소각폐기하거나 폐기물처리 업체에 위탁처리 한다. FDHS는 <그림 2-15>에서 보는 바와 같이 ① 시스템에 작용제를 이송하는 펌프, 밸브 및 호스 ② 폐기물 임시 보관 컨테이너 ③ 화학작용제 중화제 컨테이너 ④ 밀폐용기(enclosure) ⑤ 화학반응로 ⑥ 벌크컨테이너 ⑦ 재순환 펌프 ⑧ 물 펌프 ⑨ 작용제 펌프로 구성되어 있다. FDHS는 HD, VX, GB, DF, IPA 등을 처리할 수 있다. 야전에 전개

76) Richard J. Ayen et. al.(2012), 앞의 책, pp.70-72.

77) 은중화(2015), 앞의 책, pp.2-68-51.

하는데 소요되는 시간은 약 10일이다. FDHS의 화학탄 폐기능력은 약 15명의 인원으로 작용제 종류에 따라 일일 5~25톤의 화학물질을 처리할 수 있다. 이 시스템은 벌크(bulk) 상태로 저장되어 있는 화학무기의 폐기에 적용되는 시스템이며 폭발물을 포함하고 있는 탄 종류의 처리에는 적당하지 않다.

<그림 2-15> FDHS 설치 개념도



\*출처: "Destroying Syria's chemical weapons," Chicago Tribune Homepage.

(5) 이동식 화학탄 폐기시스템 비교

이동식 화학탄 폐기시스템은 모두 4종류이다.<sup>78)</sup> 즉 사용하는 기술방식에 따라 EDS(Explosive Detonation System), TDC(Transportable Detonation Chamber), DAVINCH(Detornation of Ammunition in a Vacuum INtegrated CHamber), 그리고 SDC(Static Detonation Chamber)로 구분할 수 있으며 운용능력 측면에서 각자의 장단점을 보유하고 있다. 운용제원과 북한지역에서의 운용가능성을 중심으로 평가한 결과는 다음과 같다. 먼저, 야전에서의 기동성 및 이동성 측면에서 우수한 것은 EDS와 TDC이다. 단점으로는 일일 처리용량이 낮고 폐기시간이 오래 소요된다는 점을 들 수 있다.

반면 DAVINCH와 SDC장비는 시스템의 중량 때문에 이동성과 기동성은 제한되거나 비교적 많은 양의 화학탄을 폐기할 수 있다는 장점이 있다. 이를 북한지역 대량살상무

78) 은종화(2015), 앞의 책, pp.2-68-50: *The National Academies Press OpenBook*, Washington D.C.: National Academy Press, 2012, pp.57-59를 재정리.

기 작전환경 속에서 비교해 보면 EDS와 TDC장비는 장비특성상 기동부대가 기동 간 발견 또는 식별되는 화학탄 즉 상태가 불안정(누출, 노후화, 부식)하여 부대방호를 위해 현장에서 긴급폐기가 요구되는 소규모 화학탄 처리에 적합하다.

DAVINCH와 SDC장비는 화학탄 처리용량이 상대적으로 우수하여 후방지역에서 비교적 장시간 동안 많은 양의 탄을 처리할 수 있는 장소에서 운용 시 유리하다. 단, 기분이 고정형에서 발달된 시스템이므로 이동시 시간이 많이 소요된다는 점을 고려해야 한다. 네 가지 시스템은 작전환경 및 폐기방법에 따라 선호도가 달라질 수 있다. 네 가지 시스템을 비교한 결과를 요약하면 다음과 표와 같다.

<표 2-7> 이동식 화학탄 폐기시스템 비교

구분	EDS-2	TDC(T-60)	DAVINCH(DV60)	SDC2000
적용기술	중화법	폭발법	폭발법	열폐기
처리능력	6발 동시처리	일일 22-40발	일일 36발(75mm, 90mm)	120발(105mm), 40발(155mm), 20발(8인치,)
신뢰성/운용성	다종의 화학작용제 처리	고폭탄 처리/운용 경험 많음	일본에서 탄처리 경험 많음	일반고폭탄 / 독일 화학탄처리
이동성	트레일러 1대로 수송가능	트레일러 8대로 이동, 전개에 10일 소요	고정시설	고정시설
			SDC1200이나 DAVINCH <sup>lite</sup> 이동가능	
운용인원	14명	14명	20명	14명
운용시간(회당)	48시간	30-45분	100분	20-30분
처리가능 TNT량	5파운드(2.2kg)	40파운드(18kg)	99-143kg	5파운드(2.2kg)
최대구경탄	155mm 포탄	210mm 포탄	8인치 포탄 M55 로켓탄 다발	8인치 포탄

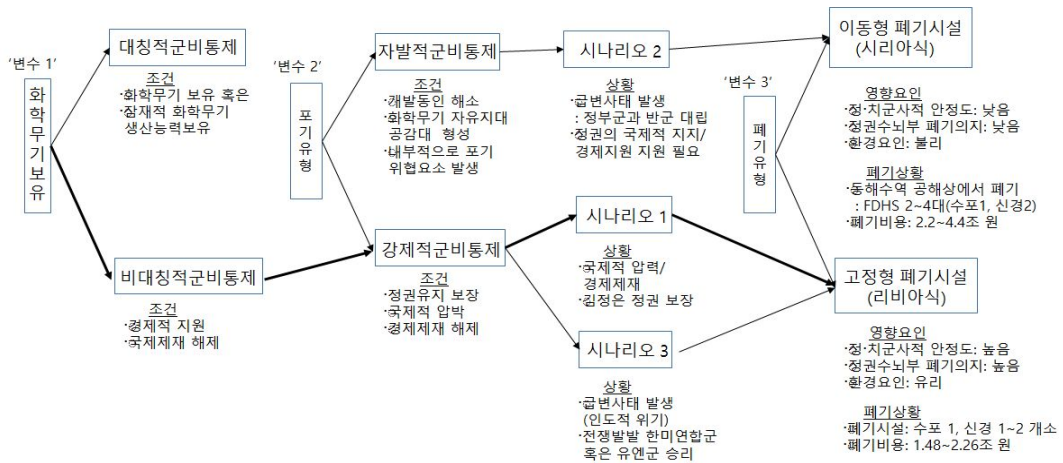
\*출처: 은중화, 『대량살상무기 폐기방법과 기술』, 대전: 교육사령부, p.2-68-51.: *The National Academies Press OpenBook*, Washington D.C.: National Academy Press, 2012, pp.57-59를 재정리.



## 제4절 분석의 틀

북한의 화학무기 포기 시나리오 및 폐기방안을 연구하기 위하여 화학무기관련 국제협약과 함께 화학무기 군비통제 사례를 연구하여 화학무기 포기요인을 도출하였다. 북한의 화학무기 군비통제를 위한 연구를 위해 변수로 남북한의 화학무기 보유를 선정하였다. 현재 남북한 간에는 화학무기 대칭성이 없으므로 비대칭적 상호주의에 의한 군비통제만이 가능할 것이다. 군비통제 방향은 화학무기 포기를 변수로 하여 국제적인 압박이나 경제제재를 강화하여 북한정권의 생존성을 위협하면서 화학무기의 포기를 조건으로 김정은의 정권보장을 약속하는 강제적 군비통제가 가장 효과적인 화학무기 군비통제 방향으로 판단하였다. 이외에도 북한에 급변사태 혹은 전쟁이 발발할 경우에도 강제적인 군비통제가 실시될 것으로 판단하였다. 자발적인 군비통제는 북한 내에 쿠데타가 발생하여 내전이 발생할 때 가능할 것으로 판단하였다. 이를 3가지 시나리오로 구분하여 하였다. 시나리오 상황에 따라 폐기유형을 고려하면 자발적 군비통제인 시나리오 2는 시리아식인 이동형 폐기시설을 활용한 폐기방법을 적용하고 강제적 군비통제인 시나리오 1번과 3번은 리비아식인 고정형 폐기시설을 활용한 폐기방법을 적용하는 것이 가장 효과적으로 판단하였다. 이때 폐기유형 결정에 영향을 미치는 요인으로는 정치·군사적 안정도, 정권수뇌부의 폐기의지 그리고 환경적 요인을 고려하였다. 각 폐기방법별로 우리의 대비방향과 폐기 로드맵을 제시하였다. 이를 그림으로 도식하면 분석의 틀은 다음과 같다.

<그림 2-16> 분석의 틀



## 제3장 화학무기 군비통제 사례 및 폐기현황

### 제1절 화학무기 군비통제 사례

많은 나라들이 화학무기 군비통제 협약을 맺고 협약에 따라 화학무기의 보유를 포기하거나 혹은 보유한 화학무기를 포기하였다. 이중 많은 나라들은 자발적으로 화학무기를 포기하였으나 일부 나라는 강제적인 군비통제를 통하여 화학무기를 포기하였다. 이와 같은 화학무기 군비통제 사례를 분석하여 군비통제에 도달하게 된 조건이나 이유를 연구하고 군비통제 사례 중에서 교훈을 도출하여 북한의 화학무기 포기유도에 적용할 수 있는 성공요인을 분석하고 북한이 화학무기를 포기할 수 있도록 상황과 여건을 조성하기 위해서 할 일은 무엇인가를 연구하고자 한다.

#### 1. 이라크

이라크의 화학무기 포기는 강제적 군비통제 사례이다. 이라크는 1979년 후세인이 대통령이 된 후부터 이란을 견제하는 카드로 이라크를 사용하고자 하는 영국, 프랑스 그리고 포르투갈 같은 서방국가들과 미국의 지원 하에 1983년부터 생화학무기 생산을 실시하였다. 이 결과 겨자가스, 신경작용제(tabun, VX, GB)가 생산되었으며 생산된 화학작용제는 포탄, 수류탄, 박격포탄 및 항공탄과 로켓탄 등의 무기체계로 개발되었다.<sup>79)</sup> 미국 부시정권은 이라크의 사담 후세인 정권이 1990년 8월 2일 쿠웨이트를 침공하자 이라크를 침략국으로 규정하고 군사작전을 통하여 이라크 정권을 민주정권으로 교체하기로 결심하였다.<sup>80)</sup> 유엔안보리 결의안 678호(1990년 11월 29)에 의거하여 쿠웨이트에서 이라크군을 쫓아내는 것이 결의되었으며 이에 따라 미군 약 50만 명과 35개국에서 파견한 약 22.5만 명 그리고 아랍 및 이슬람국가 10만 명으로 구성된 전력으로 “사막의 폭풍작전(Operation of Desert Storm)”을 실시하였다. 또한 2003년에는 34개국에서 온 약 2만 명을 포함한 23만 명의 다국적군으로 이라크를 공격하였는데 이것은 “자유의 작전(Operation Iraq Freedom)”이라고 불렀다. 이라크의 쿠웨이트 침공 이후, 이라

79) Jannifer Kiss, "The United States' Decision to Ignore the Use of Chemical Weapons in the Iran-Iraq War: An Involvement that Remains Unpunished", 2014, pp.8-11.

80) Majid Khadduri and Edmund Ghareeb, *WAR IN TH GULF*, 1990-91, NY: Oxford University Press, 1997, pp.121-124.

크의 무기시설 사찰을 위해 1990년에 유엔특별사찰단(UNSCOM: U.N. Special Commission)이 만들어졌고 초대팀장은 롤프 에커우스(Rolf Ekeus)가 임명되었으며 유엔특별사찰단은 1991년부터 1999년까지 운용되었다.<sup>81)</sup> 유엔특별사찰단(UNSCOM)은 쿠웨이트의 걸프전 침공이 종료된 후 1991년 4월부터 1998년까지 국제원자력기구(IAEA: International Atomic Energy Agency)와 함께 대량살상무기 프로그램을 제거하기 위한 검증과 함께 시설에 대한 장기간 감시체계를 확립하였다. 이 기간 동안 유엔특별사찰단은 화학탄 38,500개와 480,000리터의 화학작용제를 발견하였고 180만 톤의 전구화학물질과 생물장비 426점도 확인하였다. 그리고 1991년 이라크의 최초 신고에 포함되지 않았던 VX 프로그램을 추적한 결과 1995년에는 VX 생산증거를 확보하였다. 이에 이라크는 4톤의 VX생산을 인정하였으나 유엔사찰단은 200톤의 VX를 생산할 수 있는 전구물질 600톤을 수입한 것으로 믿고 있었다. 2003년에는 유엔사찰단 임무를 대신한 유엔사찰검증위원회(UNMOVIC: The United Nations Monitoring, Verification and Inspection Commission)가 16개의 포탄을 발견하였고 생화학무기 탑재가 가능함에도 불구하고 신고하지 않은 비어있는 탄을 발견하였으나 추가적인 비축화학무기나 전구물질을 찾지는 못하였다.<sup>82)</sup>

1차 걸프전 이후 유엔특별사찰단(UNSCOM)에서 종합한 이라크의 화학무기 프로그램은 신경작용제 VX 200톤, G-계열 200톤 그리고 겨자가스 200톤이며 모두 탄에 충전되었거나 벌크 형태로 보관되어 있었다. 투발수단으로는 SCUD-B를 모방한 미사일 탄두 45~70발 -이중 30발은 사용된 것으로 확인-, 로켓탄 15,000~25,000발, 항공폭탄 2,000발, 포탄 15,000발이다. 유엔사찰단 확인결과 화학탄은 약 40,000발을 파괴하였으며 그중 28,000발은 화학작용제가 충전되어 있었다.<sup>83)</sup>

그러나 이후에도 이라크는 대량살상무기 프로그램 개발에 대해 의심을 받았으나 2003년 걸프전 종료 후에는 대량살상무기 개발의 증거를 찾을 수는 없었다.

이라크의 화학무기 포기는 강제적이고 일방적인 군비통제 사례이다. 전쟁에서 패배하여 강제적으로 유엔사찰위원회(UNSCOM)의 감시 하에 대량살상무기를 해체 당한 것이다. 이라크 사례는 북한이 먼저 도발하여 남북한 간에 전쟁이 발생하는 경우와 유사한 사례이다. 폐기기술 측면에서 이라크의 화학무기 폐기는 주로 사막에서 폭발범위

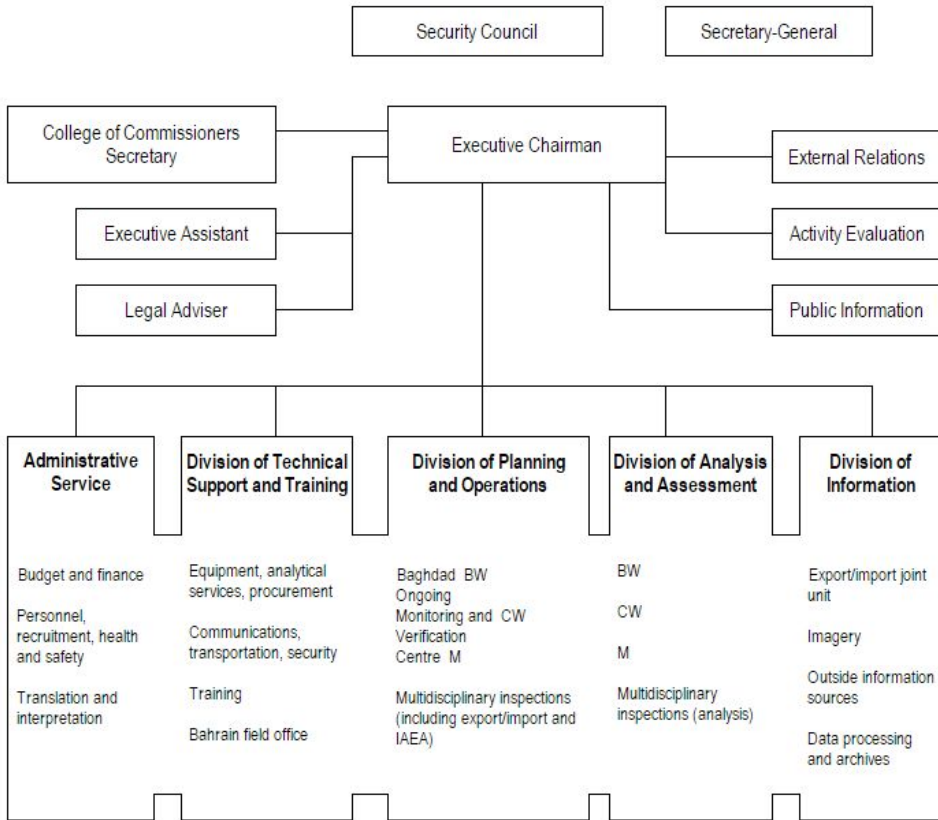
81) "Gulf War," Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Gulf\\_War](https://en.wikipedia.org/wiki/Gulf_War)(검색일: 2017. 5. 8.).

82) Kenneth Katzman, "Iraq: Former Regime Weapons Programs and Outstanding U.N. Issues," CRS Report for Congress(2009. 6. 29.), pp.8-9.

83) U.S. Government, "Iraq's Weapons of Mass Destruction Programs," *DoD White Paper*, 1998.

로 제거되어 안전 및 환경적인 측면에서 권장할 수 없고 응급한 경우에 야전에서나 일부 사용할 수 있는 방법이다. 이라크는 화학무기금지협약이 발효되기 전에 화학무기를 폐기하여 북한정권이 전쟁에서 패배하여 화학무기를 포기할 경우 UN 또는 화학무기금지기구 차원에서 어떠한 형태로 화학무기를 폐기할 것인지와 전쟁이 종료된 후에는 화학무기를 포함한 대량살상무기 프로그램을 추적하는 것이 얼마나 어려운지에 대한 시사점을 제공하고 있다.

<표 3-1> UNMOVIC 편성



※ CW: Chemical Weapon, BW: Biological Weapon, M: Missile

\*출처: UNMOVIC Homepage, <https://www.un.org/Depts/unmovic/>(검색일: 2017. 5. 8.).

또한 유엔특별사찰단(UNSCOM)이나 유엔사찰검증위원회(UNMOVIC)의 편성은 항  
 후 북한의 사찰 및 검증위원회 편성 시 참고할 수 있는 자료가 될 것으로 판단된다.  
 <표 3-1>에서 보는 바와 같이 유엔사찰검증위원회는 의장 아래로 행정과  
 (Administrative Service), 기술지원 및 훈련과(Division of Technical Support and  
 Training), 계획작전과(Division of Planning and Operations), 분석평가과(Division of  
 Analysis and Assessment) 그리고 정보과(Division of Information)로 이루어져 있으며  
 의장을 지원하는 6개 지원부서가 구성되어 있다. 각 과에는 실무를 담당하는 인원들이  
 편성되어 있는데 계획작전과와 분석평가과에는 화학, 생물, 미사일 그리고 여러 분야를  
 담당하는 사찰관이 편성되어 있다. 이 사찰관 속에는 IAEA 인원도 포함되어 있었  
 다.<sup>84)</sup> 북한의 대량살상무기 검증 및 사찰단 편성 시에 유엔사찰검증위원회의 구성을  
 참조할 필요가 있다. 그러나 한편으로는 화학, 생물, 핵무기 분야로 구분하여 별도로  
 사찰단을 편성하는 방안도 고려할 수 있다.

## 2. 리비아

리비아의 화학무기 포기는 강제적이며 비대칭적 상호주의 군비통제 사례이다. 리비  
 아는 2003년 12월 대량살상무기 포기를 선언하였다. 이 사례에 대한 연구는 주로 리비  
 아의 핵무기 포기에 초점이 맞추어져 있는데 사실상의 주요 대상은 화학무기라고 평가  
 할 수 있다. 리비아의 지도자 가다피는 집권 이래 이스라엘의 위협에 대비하여 대량살  
 상무기 개발을 추진했다.<sup>85)</sup> 1975년 NPT 비준에도 불구하고 2003년까지 핵개발을 위한  
 프로그램을 진행시켰다. 그러나 2003년 12월 26일 IAEA 사찰을 위해 리비아를 방문한  
 El Baradei 의장은 리비아의 핵 프로그램은 초기단계이며 우라늄 농축이나 시설도 모  
 두 시작단계로 완성에는 몇 년간의 시간이 더 필요했으므로 리비아가 포기한 것은 명  
 목상의 WMD에 불과하다고 말하였다.<sup>86)</sup> 결국 리비아의 화학무기 프로그램은 대량살상  
 무기 중 가장 발전된 능력이었고 핵무기는 명목상의 대량살상무기였던 것이다. 리비아  
 는 1988년 스코틀랜드 로커비 상공에서 발생한 미 비행기에 대한 테러 사건으로 미국

84) "Organization Chart of the United Nations Monitoring, Verification and Inspection Commission",  
 UNMOVIC Homepage, <http://www.un.org/Depts/unmovic/>(검색일: 2017. 5. 8.).

85) Dany Shoham, "Chemical and Biological Weapons in Egypt," *Nonproliferation Review* 5 (Spring-  
 Summer 1998), pp.48-58; M. Zuhair Diab, "Syria's Chemical and Biological Weapons: Assessing  
 Capabilities and Motivations," *Nonproliferation Review* 5, Fall 1997, pp.104-111.

86) Andrea Koppel, "ElBaradei: Libya Nuclear Program Dismantled," CNN Homepage, <http://edition.cnn.com/2003/WORLD/africa/12/29/libya.nuclear/>(검색일: 2017. 5. 7.).

이 리비아를 테러지원 국가로 지목하면서 관련자의 신병인도를 요구했으나 거절하였다.<sup>87)</sup> 이에 미국은 1992년 제1차 경제제재, 1996년 2차 경제제재를 실시하면서 리비아를 압박하였다. 특히 리비아의 주 자금원인 석유수출을 규제함으로써 대량살상무기 개발을 위한 자금원 통제에 나섰다. 이런 상황에서 이라크에 대한 미국의 공격은 가다피가 대량살상무기의 포기를 결심하게 한 결정적인 계기가 되었다. 그런데 리비아는 대량살상무기 포기 전 협상 분위기 조성을 위하여 그동안 미국에서 요구한 여러 가지 선결과제를 해결하였는데 먼저, 리비아는 로커비 테러용의자의 신병을 UN에 인도하였고 이를 통해 1999년에는 미국의 경제제재를 중지시키는데 성공하였고 또한 영국과의 외교관계도 복원하였다. 2001년도 9·11테러사건 발생 시에는 앞장서서 테러세력을 비난하는 등 테러에 반대하는 모습을 보여주었고 대테러 전선에 대한 협력을 약속하여 국제적인 신뢰를 얻어내기 위하여 노력한 결과 신뢰를 쌓은 리비아는 2003년 3월에는 최종적으로 로커비 사건의 보상에 합의함으로써 미국과의 외교관계 복원 및 2단계 걸쳐 진행된 경제제재를 해제할 수 있는 조건들을 충족시킬 수 있었다.<sup>88)</sup> 리비아는 미국이 이라크의 대량살상무기 제거를 위한 전쟁을 시작하자 영국을 통하여 대량살상무기 포기를 타진하였으며 2003년 12월 19일에 전격적으로 대량살상무기와 장거리 미사일 프로그램폐기를 발표하고 이의 감시를 위한 사찰을 허용하겠다고 선언함으로써 리비아 사태는 일단락되었다. 가다피의 아들인 Saif al-Islam은 CNN과의 기자회견에서 정권 보장을 약속받은 후 대량살상무기를 포기했다고 증언하였는데 리비아의 대량살상무기 포기는 정권교체 없이 자발적으로 대량살상무기를 폐기한 첫 번째 사례이다.<sup>89)</sup> 리비아의 WMD 프로그램 폐기 단계는 모두 3단계로 이루어졌다.<sup>90)</sup> 2004년 1월부터 10월까지 비교적 단기간에 이루어졌으며 미국도 대량살상무기 폐기 검증작업 후 신속한 보상조치를 취하였다.

1단계 조치는 2004년 1월 중 실시되었는데 리비아는 포괄적 핵실험금지조약(CTBT)에 가입하고 핵무기프로그램 관련 정보를 미국 측에 전달하였다. 그리고 확산위험이 있는 물질과 장비를 배와 비행기를 이용하여 리비아에서 이동시켰다.

2단계 조치의 초점은 리비아의 핵 및 미사일 프로그램과 관련된 남아있는 장비물자

87) Jonathan B. Tucker, "The Rollback of Libya's Chemical Weapons Program," *The Nonproliferation Review*, Volume 16, 2009, pp.364-365.

88) 정형곤·나승권·박철형, "우크라이나 및 리비아 WMD(대량살상무기) 해체 사례와 북핵문제 해결의 시사점," 『NEP 오늘의 세계경제』, 제07-17호, 대외경제정책연구원, 2007, p.7.

89) Africa Research Bulletin(2003. 12), pp.15579-15582.; 정우영(2004), 앞의 보고서, p.95에서 재인용.

90) Jonathan B. Tucker(2009), 앞의 논문, pp.366-370.

를 제거하고 비축 화학무기와 함께 3,500개의 비어있는 화학탄을 정리하는 것이었다. 리비아는 2004년 1월에 화학무기금지협약(CWC)에 가입하고 2월에 화학작용제 카테고리 1물질 겨자가스 26.5톤과 카테고리 2물질 약 1,400톤을 신고하였다.

이어서 3단계 조치는 리비아의 대량살상무기 능력의 제거를 확인하기 위하여 대량살상무기와 미사일 프로그램 그리고 이것을 지원하는 네트워크를 검증하는 것이었다. 각 단계의 성공적인 이행에 따라 경제 및 외교제재가 완화되었다.

화학무기 프로그램에 대한 폐기는 2016년 말 기준, 카테고리 1은 모두 폐기되었고 카테고리 2는 약 48%가 폐기되었다. 나머지는 화학무기금지기구의 동의를 받아 폐기기술 개발 시까지 저장하고 있다. 리비아가 대량살상무기 폐기를 결심한 동기는 미국을 중심으로 한 국제사회의 경제제재와 군사적 위협 때문이었다.<sup>91)</sup> 20여 년간의 경제제재는 리비아의 경제에 치명적인 영향을 미쳤고 9.11사태 이후 테러와의 전쟁을 선포한 미국의 강경정책 그리고 이라크의 공격에 정권의 위협을 느낀 리비아가 압력에 의해 대량살상무기 포기를 선언한 것이다. 리비아의 사례는 군비통제 유형에서 강제적이고 일방적이며 비대칭적 군비통제에 속한다. 상대국과의 군비감축에 대한 협상이 없이 자국의 국내적인 경제상황과 국제적인 압력에 반응하여 미국이나 영국 등이 경제제재를 해제하고 지원을 실시할 것이라는 기대 하에 화학무기를 포기하였기 때문이다. 리비아의 군비통제 성공요인으로는 국제적인 경제제재가 효과를 발휘하여 리비아가 군사비 부담이 자국의 정권유지에 부담이 된다는 사실을 인식한 점과 대량살상무기 비확산을 위해 미국, 영국과 국제기구의 역할이 결정적이었다는 점을 들 수 있다. 그리고 가다피라는 지도자의 결단과 자국의 안보를 보호하기 위한 목적 등을 들 수 있다.

북한은 핵무기 개발로 10년이 넘는 국제적인 경제제재를 지속적으로 받고 있다. 그럼에도 불구하고 아직도 핵무기를 고집하고 있어 경제제재만으로는 핵이나 화학무기 포기를 유도하기에는 부족하다는 판단이다.

그러나 리비아의 화학무기 포기사례는 북한이 화학무기 포기 선언 시 적용할 단계별 행동 그리고 국제적 경제제재와 군사적 압력이 병행될 때 군비통제가 성공할 수 있음을 보여주고 있다. 그리고 북한이 화학무기를 포기하였을 때 화학무기를 폐기하는 한 가지 유형을 보여주었다.

---

91) 채규철, “핵문제의 해법: 기준모델과 북한의 사례 비교,” 『한국정치외교사논총』 제30집 2호, 한국정치외교사학회, 2009, p.160.

### 3. 시리아

시리아의 화학무기 포기는 일방적이고 강제적인 군비통제 사례이다. 시리아는 이스라엘의 핵무기 위협에 대비하여 화학무기를 개발하였다. 내전상황에서 시리아 정부군이 2013년 3월에 알레포(Allep), 그리고 8월에 다마스커스(Damascus) 등지에서 화학무기를 사용하였다는 의혹이 제기되었다. 또한 이 화학무기 공격으로 다수의 민간인이 사망하거나 부상을 입었다. 이에 유엔에서는 약 20여명의 조사단을 파견하여 화학무기의 사용이 사실임을 확인하였고 국제적인 비난이 거세게 일어났다. 이와 함께 군사적 개입의사를 밝힌 미국, 소련, 그리고 유럽 국가들의 압박에 정권의 생존위험을 느낀 아사드 대통령은 자발적인 화학무기금지협약의 가입을 선언하고 동년 10월 24일 화학무기 신고서를 제출하였다.<sup>92)</sup>

화학무기금지기구에 제출한 시리아의 신고서를 보면 시리아는 겨자가스, 사린, VX 등을 포함한 카테고리 1 화학물질 7종 1,040여 톤과 카테고리 2 화학물질 13종 260여 톤을 신고하였다. 시리아의 화학무기 포기사례 역시 리비아와 비슷하게 강제적 군비통제이며 비대칭적 군비통제에 속한다. 시리아의 화학무기 포기사례는 국제적으로 시리아의 화학무기 사용에 대한 비난이 일어나고 정권교체에 대한 여론이 형성되자 정권 생존성을 보장받고자 화학무기를 폐기한 사례에 해당한다. 즉 군비통제 가능성의 조건이라는 측면에서 보면 자국의 안보를 보호하기 위한 목적과 아사드라는 지도자의 의지가 있었기 때문에 가능하였다. 북한의 경우에도 화학무기의 포기가 정권의 생존성을 보장받는 길이라는 메시지를 확실하게 전달할 수 있다면 화학무기의 포기를 유도할 수 있을 것이다. 시리아의 화학무기 폐기는 그 폐기방식의 특별함이 인상적인데 그것은 세계에서 최초로 자국의 영토가 아닌 공해상에서 폐기를 실시함으로써 화학무기금지협약을 충족시켰다는 것이다. 이는 북한의 정치·군사적 상황이 불안정할 때 적용할 수 있는 사례로 판단된다. 그러나 성공한 듯 보였던 시리아의 화학무기 군비통제 상황은 2017년도에 들어 새로운 국면에 들어섰다. 시리아가 화학무기를 사용하여 민간인들을 공격함으로써 이에 대한 보복으로 미국이 미사일을 사용하여 시리아 공군기지를 공격하였다.<sup>93)</sup> 시리아에 얼마나 많은 화학무기가 남아 있을지 재 사찰이 요구되고 있다. 또한 화학무기금지기구의 검증이 얼마나 효율적인지에 대한 의문이 또 다시 제기될 가능성이 높다.

92) M. Zuhair Diab(1997), 앞의 논문, pp.104-111.

93) “미국, 시리아 정부군에 첫 군사공격…시리아 내전 본격 개입,” 『연합뉴스TV』, 2017년 4월 6일자.



## 4. 미국과 소련

미·소의 화학무기 폐기 양자협정은 자발적이고 쌍무적이며 대칭적 군비통제 사례이다. 미국은 1969년 닉슨 대통령이 화학무기 생산포기라는 일방적인 조치를 취하였다. 자발적이고 일방적인 화학무기 군비통제를 결심한 것이다. 그러나 당시 소련은 이 기간에 화학무기를 개발하여 대량생산을 하였고 이에 따라 미국도 자발적인 군비통제가 어렵다고 보고 화학무기 고도화 조치를 취하였다. 일방적이면서 자발적인 군비통제가 실패한 것이다.<sup>94)</sup> 그 후 미국과 소련의 ‘화학무기 폐기·생산금지 및 다자간 협약 촉구를 위한 조치협정’이라는 긴 이름을 가진 양자협정은 1977년 이를 위한 실무그룹을 만들면서 시작되었다.<sup>95)</sup> 두 나라의 협상경과는 <표 3-2>에 요약하였다.

이 회담은 미국보다 오히려 소련이 급진적인 협상안을 들고 나왔는데 미국이 일부 화학작용제를 보복용으로 남기고자 한 반면에 소련은 유독성 화학작용제는 물론 최루작용제나 제초제까지 전면적인 금지를 목표로 협상에 참여하였으며 전구물질(화학작용제 원료물질)이나 이중목적의 화학물질도 철저히 규제하자는 입장을 유지하였다. 반면에 미국은 독성이 강한 즉 치사효과가 강력한 작용제 위주로 금지하기를 원했으며 전구물질은 선별적으로 규제하자는 입장을 유지하였다. 두 나라는 17차례의 회담을 진행하였으며 지루한 협상을 거쳐 1990년 6월에 미·소 양국 간 협정을 체결하였다. 회담은 중간에 의견의 불일치로 공전하기도 하였으나 부시 대통령과 고르바초프 서기장의 결단으로 최초 회담을 시작한지 14년이 지나 합의에 이를 수 있었다. 이 협정은 두 단계로 나누어 실시되었는데<sup>96)</sup> 첫 번째 단계에서 양국은 각자가 보유한 화학무기 능력에 대한 자료를 상호교환하고 자료를 바탕으로 상대국이 지정한 시설에 대해 현장방문을 실시하였다. 이때 화학무기관련 군시설은 물론 민간시설에 대한 현장확인도 실시하였다. 두 번째 단계에서는 양국의 화학전 프로그램에 대한 세부내용을 상호 제공하고 자료에 명시된 시설목록부터 선정된 기지에서 각자 5회의 현장사찰(모의 강제사찰 포함)을 실시하였다. 이 협정은 내용의 충실함으로 화학무기금지협약의 모태가 되었다.

94) 남만권(2004), 앞의 책, p.69.

95) 김경수(2004), 앞의 책, pp.46-50.

96) 스티브 툴리·토마스 슈말버거(Steve Tulliu, Thomas Schmalberger) 지음, 신동익 역, 『군비통제, 군축 및 신뢰구축 편람』, 스위스: 유엔군축연구소, 2003. p.94.

<표 3-2> 미·소 양자협상 경과

협상일정	주요 회담내용
1984. 6.	미·소 양측 화학무기감축 회담 재개 합의, 소련은 제네바 CD의 별도 회담으로 진행요구
1차(1986. 1.28 ~2.10)	화학무기 생산시설, 저장시설 공개, 폐기계획, 검증절차 등에 대한 의견 교환,
2차(1986.4.15.~25)	실무전문가 수준의 회담, 회담진행에 대한 불만으로 교착
3차(1986. 7.1~18)	미국은 화학무기 저장소 공개, 소련은 공개 거부
4차(1986. 10.28~11.18)	미국은 소련 화학무기 보유 공개 요구, 소련은 불시 사찰원칙에 동의, 화학무기를 4개의 카테고리로 나눌 것을 제안
5차(1986. 7. 1~18)	협약 발표 후 30일 이내에 화학무기 비축장소 공개 제안
6차(1986. 7.20~8.10)	화학산업체 전문가 토의 추가 합의, 불시검증도 수용할 수 있음을 표명
7차(1987. 11.30~12.17)	정보교환 합의 및 스케줄 합의 노력, 소련 정보 공개 주저함.
8차(1988. 3.8~3.25)	군축 정보자료 교환에 관한 합의가 상당히 진전
9차(1988. 7.11~7.29)	예비자료교환 합의, 다자협약 초안 상호 검토
10차 (1987. 11.29~12.15)	폐쇄된 사형에서의 화학무기 생산관련 공방
11차(1989. 6.12~6.29)	아프칸에서 화학무기 사용공방, 화공산업전문가들 화학물질 수출규제 조치 관련 논의
12차(1989. 8.17~29)	11차 회담의제 토의 계속 및 불시 사찰 방안 토의
13차 (1989. 11.28~12.14)	화학무기시설 상호방문 토의, 화학무기 폐기자료 교환 추가적인 화학시설에 대한 공방
14차(1990. 2.20~3.8)	검증문제 계속 토의, CWC 초안 검토, 생산시설, 저장시설, 폐기시설에 대해 7회 방문 합의
15차(1990. 4.10~4.26)	화학무기 5,000톤 이하 보유 기타는 폐기 합의
16차(1990. 8.7~17)	사찰절차 토의 및 사찰 실시
17차(1990. 10.17~11.4) (1990. 11.27~12.28), (1991. 1.15~)	MOU 및 양자협정 미해결사항 토의, 소련측 폐기비용 소요가 이슈로 부각

\*출처: 김경수, 『비확산과 국제정치』, 서울: 법문사, 2004, pp.46-53을 재정리.

이 협정은 감축의 원칙이 소량 동수 감축이라는 점이 특징이며 이 군비통제 사례는 자발적이고 대칭적이며 양자적 군비통제이다.

이 양자협정에서 얻을 수 있는 교훈<sup>97)</sup>은 첫째, 지도자의 결단이 중요하다는 것이다. 한용섭은 군비통제의 성공요인 중 하나로 최고지도자의 리더십과 군비통제에 대한 의지를 들고 있는데 미국과 소련은 중간에 아프카니스탄 사태로 인하여 회담이 고착되었으나 부시대통령과 고르바초프 서기장의 결단으로 회담이 재개되어 결실을 맺었다.

둘째, 양측이 핵무기에 비해서 화학무기의 효용성을 낮게 평가했기 때문에 합의가 가능했다. 셋째, 국제적인 화학무기금지 여론이 형성되어 미국과 소련을 무언중에 압박한 점이 중요하게 작용했다. 넷째, 군비통제 협상은 하루아침에 이루어지지 않는다. 끊임없는 인내와 양보가 필요하다는 점 등이다. 다섯째, 일방적인 군비통제의 어려움이 다. 미국이 자발적인 화학무기 생산금지 조치에도 불구하고 소련은 오히려 화학무기 생산을 확대한 것을 볼 때 일방적인 군비통제는 현실적인 제한이 따르며 효율적인 군비통제는 대칭적 상호주의 방법에 따른 양자협정이라는 것을 알 수 있다.

미소 양측의 화학무기감축 협상은 북한의 화학무기 폐기를 위한 협상에서 필요한 것이 무엇인가를 말해주고 있다. 무엇보다도 지도자의 의지가 중요하다는 점과 군비통제 당사국간의 군사력 균형과 대칭성이 존재할 때 군비통제의 가능성이 높아진다는 사실이다. 이러한 사실은 남북한 간 양자군축협상을 실시한다면 화학무기를 보유하고 있지 않은 남한 입장에서는 무엇을 군비통제 대상에 올릴 것인지 혹은 어떠한 보상을 실시하여 북한의 화학무기 포기를 유도할 것인가에 대한 전략이 강구되어야 한다는 점을 말하여 주고 있다. 즉 북한의 화학무기는 대칭적인 군비통제가 불가능하므로 비대칭적 상호주의에 입각한 군비통제 방향에서 접근하거나 대칭적인 군비통제 조건을 만들어야 한다는 것을 알려주고 있다.

## 5. 멘도자 협정(Mendoza Agreement)

멘도자 협정은 군비통제 방법 측면에서 자발적 군비통제이며 참여하는 국가와 범위를 고려할 때는 다자간 군비통제이고 지역적 군비통제 사례이다. 이 협정은 1991년에 아르헨티나, 브라질 그리고 칠레 사이에 맺어진 협정이다. 세 나라는 생화학무기의 개발·생산·획득·이전 또는 사용 등의 행위를 하지 않기로 합의를 하였다.<sup>98)</sup> 동 협정

97) 김경수(1993), 앞의 논문, p.323.

98) "Mendoza Agreement," NTI Homepage, <http://www.nti.org/learn/treaties-and-regimes/mendoza-agreement/appendix-mendoza-agreement-text/>(검색일: 2017. 5. 4.).

은 화학무기금지협약의 발효로 불필요한 협정이 되었지만 지역적으로 화학무기를 금지 하려는 첫 번째 시도였다. 멘도자 협정은 추가적인 발전은 없었지만 북한의 화학무기를 포기시키려는 측면에서 중요한 의미를 던져준다.

멘도자 협정은 자발적 군비통제이며 지역적 군비통제이다. 북한의 화학무기 폐기가 쌍무적 군비통제를 통해서 진행하기가 어려운 현실적인 여건을 고려하면 중국, 일본 등과 함께 동북아시아 화학무기자유지대(Cheical Weapons Free Zone) 창설을 제안 하는 것이 좋은 대안이 될 수 있다는 점을 알려준다. 핵무기 협상을 시작할 때 이 의 제를 포함시킨다면 좋은 결과를 가져올 수 있을 것이다.

남만권이 군비통제 협상 성공요인으로 선정한 국제적인 상황이 군비통제 협상에 유리해야 한다는 점과 이를 통해 공동의 이익을 추구할 수 있다는 점<sup>99)</sup>을 만족시킬 수 있도록 북한에게 경제적인 이익을 제공하는 조건으로 중국, 일본 등의 동의를 이끌어 낸다면 북한의 반발을 최소화할 수 있고 동북아 나라들 특히 일본의 경우에는 북한의 화학무기 위협으로부터 자유로울 수 있으므로 공동의 이익을 추구할 수 있다. 북한에게는 화학무기 폐기에 대한 보상을 제공하여 동참시킨다면 다른 나라들과 공동으로 경제보상을 실시할 수도 있어 우리에게도 유리 할 것으로 판단된다. 다자간 그리고 지역 군비통제는 양자협정이 결끄러운 상대와의 군비통제협정에 유리하다는 장점이 있는 반면에 여러 국가가 참여함으로 협상이 상대적으로 힘들다는 단점도 존재한다.

---

99) 남만권(2004), 앞의 책, p.39.

## 제2절 화학무기 폐기현황

화학무기금지협약의 발효와 함께 가입국들은 화학무기 신고서를 화학무기금지기구(OPCW)에 제출하였다. 현재까지 화학무기신고서를 제출한 나라 중 화학무기를 보유하고 신고한 나라는 7개국이다. 알바니아, 인도, 리비아, 러시아, 시리아, 미국 그리고 이명의 1개국이다. 신고된 화학무기의 량은 카테고리 1이 약 70,493톤, 카테고리 2가 2,032톤이고 카테고리 3이 417,833종이다. 카테고리 1에 속하는 화학무기는 신경작용제가 약 43,692톤, 수포작용제가 24,530톤으로 전체의 약97% 가까이 차지하고 있다. 카테고리 1중 약 64, 438톤이 폐기되어 신고한 량 중 91.4%가 폐기되었고, 카테고리 2는 1299톤(63.97%), 카테고리 3<sup>100)</sup>은 100% 폐기가 완료되었다.<sup>101)</sup> 2015년 말 기준 세계에서 화학작용제 폐기를 위하여 가동 중이거나 건설 중인 폐기시설은 총 17개소로 리비아 1개소, 러시아 5개소, 미국 7개소이고 시리아의 화학무기 폐기를 위해 당사국이 선정한 2개 폐기시설과 화학무기금지기구가 선정한 상업 폐기시설 2개소가 있다.<sup>102)</sup>

### 1. 미국

미국은 제1차 세계대전 이후 화학무기를 개발하여 보유하고 있다. 미국이 전쟁에서 화학무기를 사용한 것은 1960년대 월남전에서 밀립을 제거하기 위하여 대량의 고엽제(Agent Orange)를 살포한 것이다. 당시 미국은 고엽제의 사용이 제네바 의정서 위반이 아니라고 주장하였다. 그러나 이후 고엽제의 부작용이 알려져 세간에 관심을 모은 바 있고 국제연합에서도 고엽제를 화학작용제에 포함하고 있다.<sup>103)</sup> 미국은 1968년에 군축을 위한 18개국 위원회에서 스웨덴이 주장한 화생방무기를 의제로 다룰 것을 수용하면서부터 화학작용제 폐기를 위한 걸음을 내딛었다. 이후 1969년 닉슨 대통령은 화학공격을 받지 않는 한 화학무기를 먼저 사용하지 않는다고 발표하였다.<sup>104)</sup> 그리고 1990년대에는 소련과 「화학무기폐기·생산금지 및 다자간 협약 촉구를 위한 조치협

100) 카테고리 3은 화학무기운용을 위해 고안된 아직 충전되지 않은 탄이나 장치를 의미한다. 더 자세한 내용은 OPCW(2005), 앞의 책, p.87 참조.

101) OPCW(2016), 앞의 책, pp.1-8.

102) OPCW(2016), 위의 책, p.41.

103) "History of U.S. Chemical Weapons Elimination," CDC Homepage, <https://www.cdc.gov/nceh/demil/history.htm>(검색일: 2017. 3. 6.).

104) Erhard Geissler, *Biological and Toxin Weapon's Today*, Oxford: Oxford University Press, 1986, p.79.

정」을 체결함으로써 화학무기금지협약(CWC) 탄생의 산파역할을 하였다. 이후 미국은 화학무기금지협약에 가입국으로 1993년 서명을 하고 1996년에 비준서를 기탁하였다. 미국은 약 31,500톤의 화학무기 보유를 화학무기금지기구(OPCW)에 신고하였다.

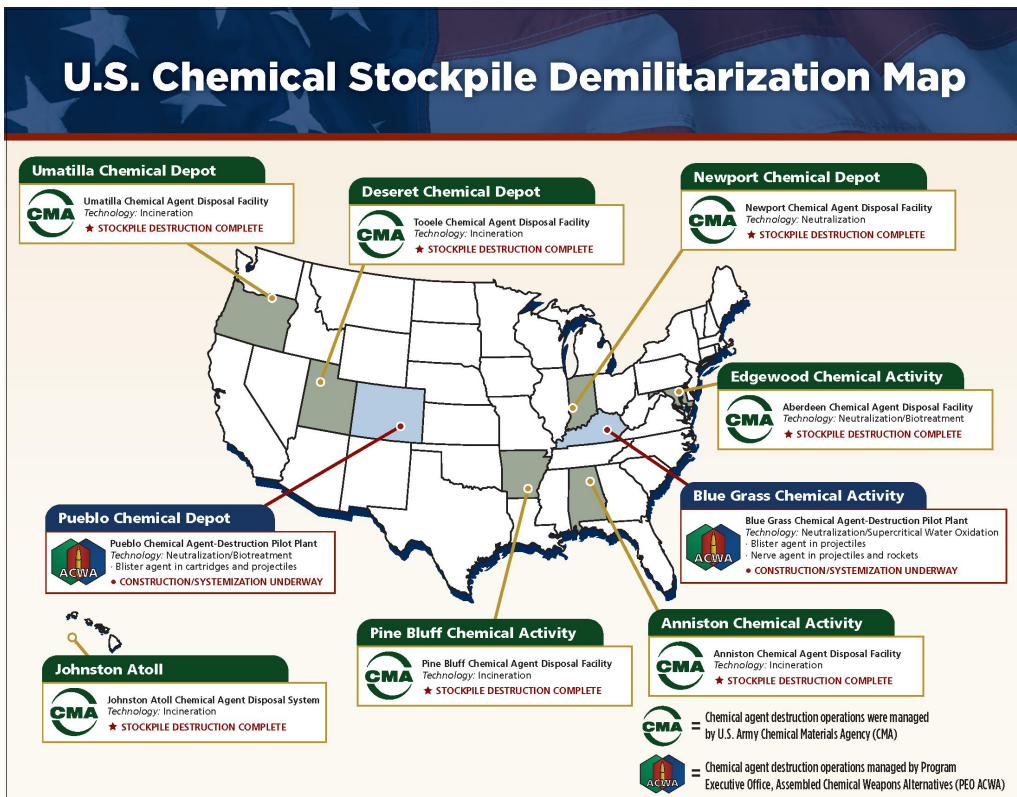
<표 3-3> 미국의 시설별 화학무기 저장현황(1997년 기준)

종류 장소	신경작용제(톤)			수포작용제(톤)			계
	GB	GA	VX	HD	HT	L	
Aberdeen	-	-	-	1,623.8	-	-	1623.8
Anniston	436.5		828.7	456.1	532.3	-	2,253.6
Blue Grass	305.6	-	127.2	90.6	-	-	523.4
Johnston Atoll	1,320.4	-	422.7	289.4	-	-	2,032.5
Newport	-	-	1,269.3	-	-	-	1,269.3
Pine Bluff	483.7	-	147.3	94.2	3,124.5	-	3,849.7
Pueblo	-	-	-	2,511.9	59.1	-	2,571
Toolee	6,048.7	2.1	1,356.3	6,014.4	181.5	13.0	13,616
Umatilla	1,014	-	363.9	2,339.5	-	-	3,717.4
계	9,608.9	2.1	4,515.4	13,459.9	3897.4	13.0	31,496.7

\*출처: 이남택 외, 『북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구』, 서울: 21세기군사연구소, 2013, p.28을 참고로 재정리.

신고한 화학무기의 량은 <표 3-3>에서 보는 바와 같이 총 9개소에 저장되어 있다. 이중 8개소는 미 본토이며 1개소는 태평양에 있는 Johnston Atoll 섬에 있다.

<그림 3-1> 미국의 화학무기 저장 및 폐기시설



\*출처: "U.S. Chemical Weapons Stockpile and Destruction Sites Map and Photos," Public intelligence Home page.

미국은 화학무기금지협약 발효 전에도 일부 화학작용제를 폐기하였는데 해양 매몰이나 야외소각 등의 방법을 사용하였다. 1967년부터 1970년 사이에는 CHASE(Cut Holes and Sink Elimination) 계획에 의거 수천 톤의 화학무기와 탄약을 배에 적재된 상태로 바다에 침몰시켜 처리하였다. 이에 국회는 환경오염을 우려하여 1972년 해양 투기를 금지하는 법(The Marine Protection, Research, and Sanctuaries Act of 1972)을 통과시키고 1980년대부터 체계적인 화학무기폐기 정책을 수립하여 폐기를 시행하였다.<sup>105)</sup> 미국은 1985년부터 화학무기 폐기를 위해 다양한 폐기방안을 연구한 결과 소각법(Incineration)을 육군의 기본 폐기기술로 선정하여 Anniston, Pine Bluff, Umatilla, 그

105) "History of U.S. Chemical Weapons Elimination," U.S. CDC Homepage <https://www.cdc.gov/nceh/demil/history.htm>(검색일: 2017. 2. 6.).

리고 Tooele 폐기시설에서 소각법을 적용하여 화학무기를 폐기하였다.

<표 3-4> 미국의 폐기시설 운용 현황

위치	작용제(양)	건설비용	운용현황
Aberdeen(ABCDF) Maryland	HD: 1,624톤)	8.9억불	2005년 시설 폐쇄
Anniston(ANCDF) Alabama	GB, VX, HD: 2,254톤	28억불	2011년 시설 폐쇄
Blue Grass(BGCDF) Kentucky	GB, VX, HD: 523톤	45억불	2015년 말 기준 건설 중
Johnston Atoll(JACADS) Hawaii	GB, VX, HD: 2,032톤	17억불	2000년 폐쇄
Newport(NECDF) Indiana	VX: 1,269톤	14억불	2008년 폐쇄
Pine Bluff(PBBDF) Arkansas	GB, VX, HD/HT: 3,850톤	24억불	2010년 폐쇄
Pueblo(PUCDF) Colorado	HD/HT: 2,611톤	36억불	2015년 말 기준 건설완료, 시스템 테스트 중
Tooele(TOCDF) Utah	GA, GB, VX, HD/HT/L: 13,616톤	37억불	2012년 폐쇄
Umatilla(UMCDF) Oregon	GB, VX, HT: 3,717톤	30억불	2011년 폐쇄

\*출처: 이남택 외, 『북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구』, 서울: 21세기군사연구소, 2013, p.29; OPCW, "Report of the OPCW On the Implementation of the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpile, and Use of Chemical Weapons' and on Their Destruction(2016)," p.41을 재정리.

또 다른 폐기방법은 중화법(Neutralization)이다. 이 폐기방법은 벌크형태로 저장된 작용제를 처리하기 위한 대안으로 선택되었다. 이 방법은 Edgewood, Newport 폐기시설에서 각각 컨테이너에 있는 수포작용제와 신경작용제를 폐기하기 위해 적용되었다. 이 기술은 콜로라도 주에 설치된 Pueblo와 캔터키주에 설립되는 Blue Grass 폐기시설에도 적용되었다. <그림 3-1>에서 보는 바와 같이 미국의 폐기시설은 저장시설에 합



게 설치되어 있으며 7개의 시설은 폐기작업을 완료하고 2012년까지 폐쇄되었으며 Blue Grass와 Pueblo에 있는 폐기시설은 2016년 말부터 시험가동 중에 있다. 각 폐기시설별 운용현황 및 향후 운용계획은 <표 3-4>에서 보는 바와 같다. 2012년 말 기준, 미국은 신고한 화학무기 중 7개소에서 보관하고 있던 28,573톤을 폐기하여 전체 보유량 중 90%를 폐기 완료하였다. 그리고 Blue Grass와 Pueblo 폐기시설 건설을 위해 폐기를 중단하였다가 2016년 말 폐기를 재개하였다. 미국은 화학무기금지협약에 의하여 2007년까지 폐기를 완료하여야 했으나 다양한 이유로 폐기가 지연되어 2023년까지 폐기계획을 연장하였다. 이외에도 비축되지 않은 화학물질(Non-Stockpile Chemical Material Program: NSCMP)을 처리하기 위해 5개소의 폐기 시설이 운영 또는 건설 중에 있으나 이 부분에 대한 자세한 설명은 생략하기로 한다. 미국의 화학무기 폐기를 통하여 북한의 화학무기를 폐기하기 위해 얻을 수 있는 교훈은 다음과 같다.

첫째, 폐기 시간이 장시간 소요된다는 것이다. 미국은 최초 2007년까지 화학무기를 모두 폐기하기로 하였으나 두 번에 걸쳐 시한을 연장하여 2023년까지 폐기하기로 하였다. 물론 미국은 약 31,500톤에 달하는 화학무기를 가지고 있고 보관 장소가 9개소로 광범위하게 산재되어 있다는 어려움이 있었음을 고려한다고 해도 화학무기 폐기는 많은 시간을 필요로 한다. 그에 따라 폐기예산도 1985년 20억불에서 1992년에는 80억불, 1993년에는 150억불, 그리고 2012년에는 380억불로 증가하였다.<sup>106)</sup>

둘째, 화학무기 폐기를 위해 소요되는 예산이다. 미국의 화학무기 폐기 담당부서인 ACMA(Army Chemical Materials Agency)에 따르면 2012년까지 90%(28,364톤)를 폐기하는데 소요된 예산이 약 280억불로 1,000톤 당 10억불이 투입되었다. 최초 예상된 금액 25억불 보다 거의 10배 이상의 금액이 투입된 것이다. 그리고 향후 남은 10%(3,136톤)을 폐기하는데 추가적으로 106억불이 필요하여 1,000톤 당 약 30억불이 소요될 것으로 판단하고 있다.<sup>107)</sup> 물론 이 예산에는 폐기시설 건설, 기반시설 구축, 인건비 등 제반 경비가 포함된 예산이다. 북한의 경우 기반시설이 훨씬 불비하고 숙련된 인원 등을 채용하기 어려우므로 이를 설치하기 위한 비용 그리고 전문인력을 양성하기 위한 교육 등 추가적인 소요가 발생할 것으로 예상되는바 폐기를 위해 소요되는 인력

106) "Pueblo's Chem Demil Program Hits \$36 Billion and Rising," School Safety Summit Homepage, <http://schoolsafetysummit.org/pueblos-chem-demil-program-hits-3-60billion-and-rising/>(검색일: 2017. 4. 5).  
 107) "Fact Sheet: Chemical Weapons and Their Destruction(2014)," The Center for Arms Control and Non-Proliferation, <http://armscontrolcenter.org/fact-sheet-chemical-weapons-and-their-destruction/> (검색일: 2017. 3. 20.).

양성 및 건설에 소요되는 비용은 증가될 것이다.

셋째, 화학무기 자체가 갖는 문제점이다. 화학작용제는 다양한 종류가 개발되었으며 다양한 형태로 존재한다. 탄에 충전되어 있거나 -이 경우에도 어떠한 종류의 탄인가가 폐기에 영향을 미칠 수 있다- 벌크형태로 컨테이너 등에 보관되어 있을 수도 있다. 미국의 경우에도 스테인리스 컨테이너에 작용제를 보관하고 있다. 또한 작용제의 종류도 중요한 요소이다. 미국은 <표 3-4>에서 보는 바와 같이 6종의 화학작용제를 신고하였다. 현재까지의 정보에 의하면 북한은 약 20여종의 화학작용제를 개발했을 것으로 판단하고 있다. 화학탄의 보관상태도 중요한 영향요소이다. 대부분의 화학탄은 일원화탄으로 탄체 내에 작용제를 충전하고 있다. 이 경우에는 화학작용제의 독성으로 인하여 일부 누출이 발생할 수가 있고 오랜 시간이 경과한 후에는 탄체에서 작용제가 잘 분리되지 않는 경우도 발생한다. 이 경우에는 사전 제독과 밀봉의 과정을 거쳐야하고 추가적인 분리노력을 해야 하므로 인력과 시간이 추가적으로 소요된다.

넷째, 적절한 폐기기술의 선정 문제이다. 미국은 표준폐기 방법으로 소각법(Incineration)과 중화법(Neutralization)을 선정하였다. 그러나 작용제의 처리과정에서 예기치 못한 문제가 발생하였다. 미국은 화학무기의 43%를 저장하고 있는 Tooele 폐기시설에서 VX를 폐기하는 과정에서 환경호르몬의 일종인 PCB(Polychlorinated biphenyl)가 과다하게 발생하는 문제점이 발견되어 보완을 위해 폐기 일정이 2007년에서 2012년으로 지연되었다.<sup>108)</sup> 적절한 폐기기술을 선정하기 위해서는 많은 노력과 예산이 소요된다. 사전에 이러한 기술이 개발된 나라들과의 협조는 북한의 화학무기 폐기 시 시간과 예산을 절감할 수 있는 요소이다.

다섯째, 화학무기의 폐기는 환경오염 및 민원을 야기할 수 있다. 화학무기 폐기시설은 폐기완료 후 배출과정에서 독성이 있는 부산물을 발생시킨다. 환경보호주의자들은 이러한 경우 민원을 통해 시설의 설치를 저지하거나 혹은 가동의 중단을 요구할 수 있다. 이러한 상황은 추가적인 비용과 시간을 요구하게 된다. Newport에서는 VX 폐기 시 발생하는 부산물의 농도기준을 맞추기 위하여 시설의 조정에 수개월이 소요되어 폐기가 지연되기도 하였다. 여섯째, 화학무기 폐기를 위해 단일화된 조직을 설립하는 것이 중요하다. 미국은 화학무기 폐기를 위한 조직이 다양하여 노력이 집중되지 못하였다. <표 3-5>은 담당부서를 표시한 것이다.

108) 이남택 외(2013), 앞의 책, p.30.

<표 3-5> 미국의 화학무기 폐기 프로그램 담당부서

개선이전		개선이후	
담당부서	프로그램	담당부서	프로그램
Assistant Secretary of Army(Acquisition, Logistics, and Technology)	CSDP(1988) NSCMP(1993) ATAP(1994)	U.S Army Chemical Materials Agency	CSDP NSCMP ATAP CSEPP IC(CWC) CTRP
Assistant Secretary of Army, FEMA	CSEPP(1988)		
Under Secretary of Defence(Acquisition and Technology)	ACWA(1997)	ACWA	ACWA

※CSDP: Chemical Stockpile Disposal Project

※NSCMP: Non-Stockpile Chemical Material Project

※ATAP: Alternative Technologies and Approaches Project

※CSEPP: Chemical Stockpile Emergency Preparedness Project

※ACWAP: Assembled Chemical Weapons Assessment Program

※ACWA: Assembled Chemical Weapons Alternatives, ACWAP를 국방부 소속의 ACWA Program으로 변경하여 화학무기 폐기에 대한 소각 대체기술 선정업무 부여

※IC: International Cooperation

※CTRP: Cooperative Threat Reduction Program

\*출처: 이남택 외, 『북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구』, 서울: 21세기군사연구소, 2013, p.31.

<표 3-5>에서와 같이 초기에는 다양한 부서에서 폐기기술을 발전시키고 다양한 프로그램을 진행하여 부서 간 협조가 원활하지 못하고 업무가 중복되는 문제점이 발생하였다. 이를 해결하기 위하여 폐기관련 부서를 ACMA와 ACWA로 통합하였으며, ACMA는 2012년까지 폐쇄된 7개의 폐기시설에서의 폐기를 담당하였다. 2016년 말부터 폐기를 시작하는 Blue Grass와 Pueblo 시설의 책임은 ACWA가 담당하게 되었다. 이러한 미국의 사례는 훗날 북한의 화학무기 폐기를 위해 지금부터 관련 기술개발 및 관

계자들의 준비가 필요한데 업무를 집중화시키고 효율적으로 예산을 운용하고 폐기를 진행하기 위하여 단일화된 조직의 필요함을 깨닫게 한다.

## 2. 러시아

러시아는 지구상에서 가장 많은 화학무기를 보유하고 있는 국가이다. 러시아가 화학무기를 공식적으로 보유하고 있다고 인정한 것은 1987년 4월 ‘소련의 화학부대(Chemical Forces of the Soviet Army)’라는 선전 팸플렛에서 최초 언급되었다.<sup>109)</sup>

러시아의 화학무기 개발은 소비에트연방 시대에 화학 및 생물학전 준비지시에 의거 1967년 8월 17일 「CPSU Central Committee and The USSR of Ministers」에서 화학무기 프로그램의 준비를 지시하면서 시작되었다. 제2차 세계대전 중에 모든 종류의 화학작용제 생산이 급증하였으며 약 4만 톤의 화학작용제를 보유하고 있다. 러시아의 화학무기는 개발 단계에 따라 3세대로 분류할 수 있다.<sup>110)</sup>

1세대는 주로 수포작용제로 머스타드 겨자(Mustard gas)가 30개 공장에서 생산되었다. 연간 생산능력은 35,000톤에 이르렀고 루이사이트(Lewisite)는 13개 공장에서 생산되었다. 2세대는 신경작용제이다. 신경작용제 중 Sarin은 1958~1959년에 생산되었고 Soman은 1967년 그리고 V계열은 1972년부터 생산이 시작되었다. 그 결과 1980년대 초에는 생산한 작용제를 Volgograd, Novocheboksarsk, Zaporozhye, Pavlodar, Bolsk 등 여러 도시에 분산 보관하였다. 제3세대는 이원화화학탄(Binary Chemical Munition)과 다탄두탄(Multiple Warhead)으로 1992년경에 개발이 완료되었다. 러시아의 화학무기 생산은 1987년 중단되었다. 그리고 1996년 12월 27일 러시아 두마는 화학무기의 폐기에 관한 법률을 통과시켰다. 그러나 충분히 안전성이 담보되지 못하여 이 법은 1997년 1월 23일에 폐지되었다.<sup>111)</sup>

이에 앞서 1989년 러시아 외무부 장관 Eduard Shevardnadze와 미국 국무장관

109) Pikalov, VK, eds., "Khimicheskiye voyska Sovetskoy Armii," *Chemical Forces of the Soviet Army*, Moscow: Voennoyeizdatelstvo, 1987, p.76.; Lev Aleksandrovich Fedorov, "Chemical Weapons in Russia: History, Ecology, Politics,"(1994), [https://fas.org/nuke/guide/russia/cbw/jptac008\\_194001.htm](https://fas.org/nuke/guide/russia/cbw/jptac008_194001.htm) (검색일: 2017. 3. 14.)에서 재인용.

110) Gy rgyi V s rhelyi, L szl F ldi, "History of Russia's chemical weapons," *AARMS* Vol. 6, No. 1, Budapest: Miklós Zrínyi National Defence University, 2007, pp.135-142.

111) Doctor of Chemical Sciences Lev Aleksandrovich Fedorov Moscow Center of Ecological Policy of Russia, "Chemical Weapons in Russia: History, Ecology, Politics,"(1997), FAS Homepage, [https://fas.org/nuke/guide/russia/cbw/jptac008\\_194001.htm](https://fas.org/nuke/guide/russia/cbw/jptac008_194001.htm)(검색일: 2017. 3. 7.).

James Baker는 양해각서(MOU: Memorandum Of Understanding)를 체결하였다.

양해각서는 ‘화학무기의 정보교환 및 검증 사찰을 위한 양자협정(Bilateral Exchange of Information and Verification Inspections for Chemical Weapons)’이라고 부른다. 이 양해각서는 2단계로 구분된다. 1단계는 화학무기의 총량, 유형, 저장·생산·폐기 시설의 위치를 포함한 각종 데이터를 교환하는 것으로 2단계를 위한 정보를 교환하는 단계였다. 양국은 1991년 1월부터 2월까지 미국 1개 시설과 소련 5개 시설을 전문가들이 방문하였다. 2단계는 1994년 1월에 시작되었다. 양국은 저장량과 화학무기의 개발·생산·저장과 관련된 시설의 5개소에 대한 자료를 교환하였다. 이러한 자료는 양국의 화학무기 폐기 및 화학무기금지협약에 신고하는 데이터를 확인하기 위한 기초 자료로 자료교환은 1994년 5월에 상호 사찰은 1994년 12월에 종료되었다.

미국과의 양자협상과 별도로 소련은 화학무기금지협약에 1993년 1월에 가입하고 1997년 11월에 비준서를 기탁하였다. 이후 소련이 화학무기기구에 신고한 화학무기의 량은 39,967 톤이다. 세부 신고내용은 다음과 같다.

<표 3-6> 러시아 화학작용제 종류별 신고량

구분	작용제 종류	신고 량(톤)
신경 작용제	V계열(VX포함)	15,200
	Sarin	11,700
	Soman	4,800
	Mustard	690
수포 작용제	Lewisite	7,355
	Mustard-Lewisite(mix)	214.3

\*출처 : SIPRI, *SIPRI Yearbook 2004*, Oxford: Oxford University Press, 2004, pp.58-61.

신고한 화학작용제의 80%는 신경작용제(VX, GB, GD)이고 20%는 수포작용제(H, L, H/L(mix))이다. 수포작용제 H/L(mix)는 Mustard(H)와 Lewisite(L)가 혼합된 상태로 살상력과 함께 지속력을 증가시키기 위한 목적으로 만들어졌다. 화학무기 저장시설은

Gorny, Maradikovsky, Pochev, Leonidovk, Shchuchye, Kizner, Kambarka 지역에 있는 7개소이다.

화학작용제의 저장시설 별로 보관된 작용제의 종류는 <표 3-7>과 같다.

< 표 3-7> 러시아 화학무기 신고량<sup>112)</sup>

위치	종류	신고량(톤)
Gorny	수포작용제: Mustard(H), Lewisite(L) Mustard-Lewisite(Mix)	1,143톤
Kambarka	수포작용제: Lewisite(L)	6,349톤
Maradikovsky	신경작용제: VX, GB, GD 수포작용제: Mustard-Lewisite(Mix)	6,890톤
Pochev	신경작용제: VX, GB, GD	7,498톤
Leonidovk	신경작용제: VX, GB, GD	6,885톤
Shchuchye	신경작용제: VX, GB, GD	5,457톤
Kizner	신경작용제: VX, GB, GD 수포작용제: Lewisite(L)	5,745톤
계		39,967톤

\*출처: Kathleen Vogel, "Ensuring the Security of Russia's Chemical Weapons: A Lab-to-Lab Partnering Program," *The Nonproliferation Review*, winter (1999), pp.70-83을 재정리.

저장소별로 보관된 화학작용제의 량은 약 15~20% 정도이나 gorny 저장소에는 오직 3%만 저장되어 있다. 신경작용제는 5개의 저장소(Maradikovsky, Pochev, Leonidovk, Shchuchye, Kizner)에 분산되어 있다. 반면에 수포작용제는 주로 Kambarka와 Gorny 에 저장되어 있으며 일부는 탄 형태로 Maradikovsky, Kizner에 보관되어 있다.

러시아의 화학무기 저장소는 볼가 강(Volga River)을 따라 서부지역에 분포되어 있으며 화학무기는 어떻게 저장되어 있는가에 따라 향후 폐기에 많은 영향을 미치는데 화학무기 존재 비율은 다음 표에서 보는 바와 같다.

112) Kathleen Vogel, "Ensuring the Security of Russia's Chemical Weapons: A Lab-to-Lab Partnering Program," *The Nonproliferation Review*, winter 1999, pp.70-83.

<표 3-8> 러시아 화학무기 저장형태

화학작용제	탄(%)	벌크(%)
V agent(viscous V agent)	100	-
Sari	100	-
Soman(viscous soman)	100	-
Mustard Gas	-	100
Mustard Gas / Lewisite	2	98
Lewisite	10	90
Phosgene	100	-

\*출처 : Compiled from Data in Russian Federation, "Conception: Destruction of Chemical Armaments(draft)," 1994, p.4.; SIPRI, "Armaments, Disarmament, and International Security," *SIPRI Yearbook 1995*, Oxford: Oxford University Press, 1995, p.349.; Kathleen Vogel, "Ensuring the Security of Russia's Chemical Weapons: A Lab-to-Lab Partnering Program," *The Nonproliferation Review*, winter 1999, p.73에서 재정리.

대부분의 수포작용제는 저장탱크에 벌크상태로 저장되어 있으나 신경작용제는 탄에 충전되어 보관되어 있다. 러시아의 화학무기 폐기는 1999년에 설립된 Russian Munitions Agency(RMA)가 담당하고 있다. 화학무기 폐기를 위하여 저장시설과 연계하여 <표 3-9>과 같이 모두 7개소의 폐기시설을 건립하였다. Gorny에 있는 시설은 2005년에, Kambarka는 2011년에 나머지 Leonidovka, Maradykovsky, Pochep, 그리고 Shchuchye의 4개 시설은 2015년까지 폐기를 완료하였다. Kizner 폐기시설은 2020년까지 운영하면서 나머지 화학무기를 폐기할 예정이다. 러시아는 신고 량의 약 92%에 달하는 36,755톤을 폐기하였다. 러시아의 화학무기 폐기 경험은 북한의 화학무기를 폐기해야 하는 우리에게 중요한 경험을 제공한다. 왜냐하면 북한의 화학무기가 러시아의 원조 하에 만들어져 러시아와 비슷한 형태의 화학무기를 보유하고 있을 것으로 판단되기 때문이다.

<표 3-9> 러시아 화학무기 폐기시설(2015년 말 기준)

위치	폐기대상	비고
Gorny	별크용기에 저장된 수포작용제(1,143톤)	2005년 폐기 완료
Kambarka	별크용기에 저장된 수포작용제(6,349톤)	2011년 폐기 완료
Maradikovsky	탄 형태의 수포 및 신경작용제(6,890톤)	2015년 폐기완료
Pochep	탄 형태의 신경작용제(7,498톤)	2015년 폐기완료
Leonidovk	탄 형태의 신경작용제(6,885톤)	2015년 폐기완료
Shchuchye	탄 형태의 신경작용제(5,457톤)	2015년 폐기완료
Kizner	탄 형태의 수포 및 신경작용제(5,745톤)	2020년까지 가동예정

\*출처 : OPCW(2016), 앞의 책, p.5, p.41.: Alexander Savelyev and Ludmila Pankova, "Russia On the Path Towards CW Destruction," *SIPRI Yearbook 2004*, Oxford: Oxford University Press, 2005, pp.58-61을 재정리.

러시아의 화학무기 폐기에서 얻을 수 시사점은 다음과 같다.

첫째, 화학무기 소요예산이 많이 증가하였다는 것이다. 1998년에 화학무기 폐기를 위한 예산은 공식적으로 약 10~15년에 걸쳐 57억불 정도가 소요될 것으로 예측하였다. 그러나 이 예산에는 사찰비, 기반시설 건설비, 안전을 위한 투자비들이 제외된 것으로 이를 위해서 최소 13억불 정도가 추가될 것으로 판단하였다.<sup>113)</sup> 그러나 2001년도에는 이 소요비용이 60~80억불 까지 증가할 것으로 예측되었다.

둘째, 최초 폐기기간이 2007년도로 계획되어 있었다. 그러나 이 폐기기한은 2020년까지로 연장되었다. 이는 폐기를 위한 예산의 증가와 작용제 폐기 시 발생하는 기술적인 문제점 때문이었다. 그러나 이때까지도 폐기가 가능할지는 알 수 없다.

셋째, 국제적인 공동지원이 필요하다는 점이다. 러시아는 경제적, 기술적인 이유로 화학무기의 폐기기간을 연장하였다. 이를 통하여 미국 및 유럽 국가들로부터 기술 및

113) Monterey-Moscow Study Group on Russian Chemical Disarmament, "Elimination a Deadly Legacy of the Cold War: Overcoming Obstacles to Russian Chemical Disarmament," Center for Nonproliferation Studies Report, 1998.



금융지원을 받기로 하였다. 이는 러시아의 화학무기가 자국의 이익에 영향을 미친다는 국제적인 공감대가 형성되었기 때문이다. 이를 통해 러시아는 1990년까지 유럽에서 3,100만불을 지원 받았고 미국으로부터도 2억불을 지원받았다.<sup>114)</sup> 2002년 G8 회담에서는 약 200억불의 지원을 약속받았다.<sup>115)</sup>

북한의 화학무기 폐기도 이와 같은 공감대를 형성하는데 성공한다면 국제적으로 많은 지원을 이끌어 낼 수 있을 것이다. 이외에도 미국의 폐기과정에서 나타난 비슷한 문제점이 러시아에서도 발생하였다.

### 3. 시리아

시리아가 2013년 3월에 알레포(Allepo), 그리고 8월에 다마스쿠스(Damascus) 등지에서 화학무기를 사용하여 민간인의 피해를 발생시켰다는 의혹과 함께 이를 비난하는 언론보도가 시작되었고 유엔에서는 2013년 8월 18일부터 31일까지 화학무기금지기구(OPCW)와 세계보건기구(WHO)를 포함한 약 20여명의 조사단을 파견하여 화학무기의 사용 여부를 확인한 결과 화학무기의 사용과 민간인 피해 발생이 사실로 밝혀지자 국제적인 비난이 일어났다. 시리아의 아사드 대통령은 화학무기금지협약의 가입을 선언하고 동년 10월 24일 화학무기 신고서를 제출하였다.<sup>116)</sup>

화학무기금지기구에 제출한 시리아의 신고서를 보면 겨자가스, 사린, VX 등을 포함한 category 1 화학물질 7종과 category 2 화학물질 13종 등이 포함되어 있다. <표 3-10>은 2014년 12월에 UN이 화학무기금지기구(OPCW)와 세계보건기구(WHO) 요원이 포함된 시리아 조사결과 보고서에 나타난 내용을 종합한 것이다.

조사보고서에 따르면 시리아는 겨자작용제(HD)와 이원화화학탄 제조를 위한 DF 등을 보유하고 화학무기 저장시설 12개소와 생산시설 27개소도 보유한 것으로 확인되었다. 시리아에 대한 화학무기 사찰 후 화학무기금지기구는 2013년 9월 27일 33차 집행위원회에서 시리아의 화학무기 폐기를 결정하였다.<sup>117)</sup>

114) Mostoller, Eric Charles, *U.S. Assistance in the Destruction of Russia's Chemical Weapons*, California: Naval Postgraduate School, 2000, pp.10-11.

115) 이남택 외(2013), 앞의 책, p.34.

116) René Pita, Juan Domingo, "Review The Use of Chemical Weapons in the Syrian Conflict," *Toxics*, 2014, pp.392-395.

117) OPCW Executive Council Thirty-Third Meeting, "Destruction of Syrian Chemical Weapons"(27 September 2013).

<표 3-10> 시리아 화학무기 프로그램 신고내용

구분	신고내용	비고
category 1	7종 약 1,040톤	세부내용은 비밀로 분류되어 확인되지 않음
category 2	13종 약 260톤	
저장시설	12개소	
생산시설	27개소	

\*출처: OPCW, *Report of the OPCW On the Implementation of the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and On Their Destruction in 2014*, Hague: OPCW, 2015, p.6.; OPCW Chemical Demilitarization Branch, "Removal and Destruction of Syrian Chemical Weapons(2014)"에서 재정리.

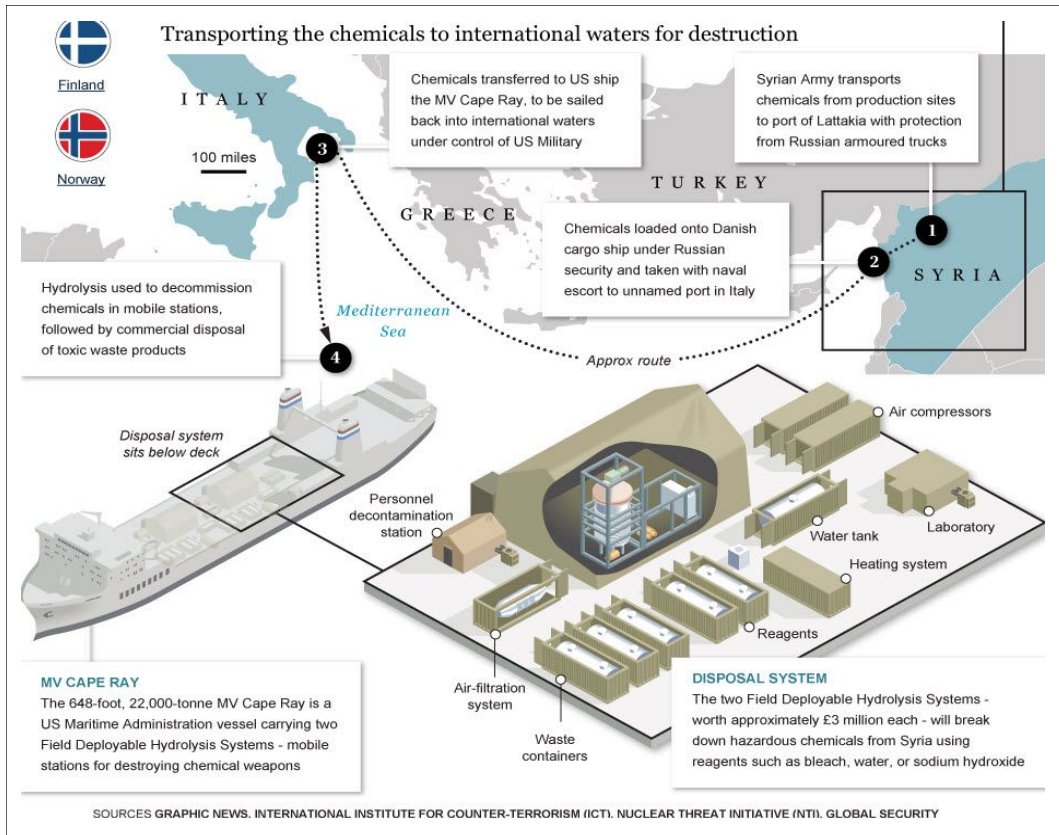
이후, 시리아의 화학무기 폐기는 미국이나 소련의 폐기와는 다른 방법으로 실시되었다. 시리아가 내전으로 상황이 아주 불안정하여 자국 내에서의 폐기가 불가능한 것으로 판단되어 제3국에서 폐기를 위해 노르웨이, 러시아, 터키, 알바니아 등에 요청을 하였으나 모두 거부되었다. 이에 미국의 제안에 의해 이동식 저장 화학탄 가수분해 장비인 FDHS(Field Deployable Hydrolysis System)를 선박에 탑재하여 공해상에서 처리하기로 하였다. 이를 위해 2014년 6월 23일을 마지막으로 시리아에서 화학무기가 모두 수거되어 해상으로 이동하였으며 해상으로 이동 83일 만에 모든 화학무기의 폐기가 완료되었다.

시리아의 화학무기 이동 및 해상에서 처리를 위한 개념도는 <그림 3-2>와 같다. 먼저 시리아가 영토 내에 있는 모든 화학무기를 라타키아항으로 옮긴 후 덴마크와 노르웨이 상선으로 이탈리아로 이동시키고 이를 미국의 케이프레이호에 탑재하여 공해상으로 이동하여 폐기작업을 실시하였다. 폐기결과 발생한 부산물은 처리를 위해 영국(Mexichem)과 독일(GEKA mbH: Gesellschaft zur Entsorgung von Chemischen Kampfstoffen und Rustungsaltslasten mbH)에서 운영하는 2개의 폐기시설과 화학무기 금지기구가 선정한 2개의 상업적인 폐기시설(Commercial disposal facilities)이 핀란드(Ekokem Riihimaki Waste Treatment and disposal Facility)와 미국(Veolia ES Technical Solutions LLC)에서 각각 선정되어 폐기를 실시하였다.<sup>118)</sup> 화학무기금지기

118) Dr Ralf Trapp, "Lessons Learned from the OPCW Mission in Syria," Report Submitted to the Director-General of the Technical Secretariat of the OPCW, 2015, pp.6-7.

구는 2013년 9월에 시리아의 화학무기 폐기를 결정하고 약 2년 3개월 후인 2016년 1월 4일 시리아의 화학무기를 전량 폐기하였다고 발표하였다.<sup>119)</sup>

<그림 3-2> 시리아 화학무기 처리절차



\*출처: Greeks protest, “Telegraph: How Syria’s chemical weapons are being destroyed,” International New Daily Homepage.

시리아의 화학무기폐기는 북한의 화학무기폐기와 관련하여 몇 가지 시사점이 있다. 첫째, 시리아의 화학무기는 북한과 비슷할 것으로 추정된다. 미국 국방정보국 선임정보분석관을 지낸 브루스 벡톨 교수는 북한이 시리아에 화학무기 프로그램을 수출하였고 특히 2012년 김정은 정권 출범 이후 화학무기 판매를 크게 늘렸다고 주장하였다.<sup>120)</sup> 이 주장이 사실이라면 시리아의 화학무기 종류는 북한과 유사한 점이 많을 것

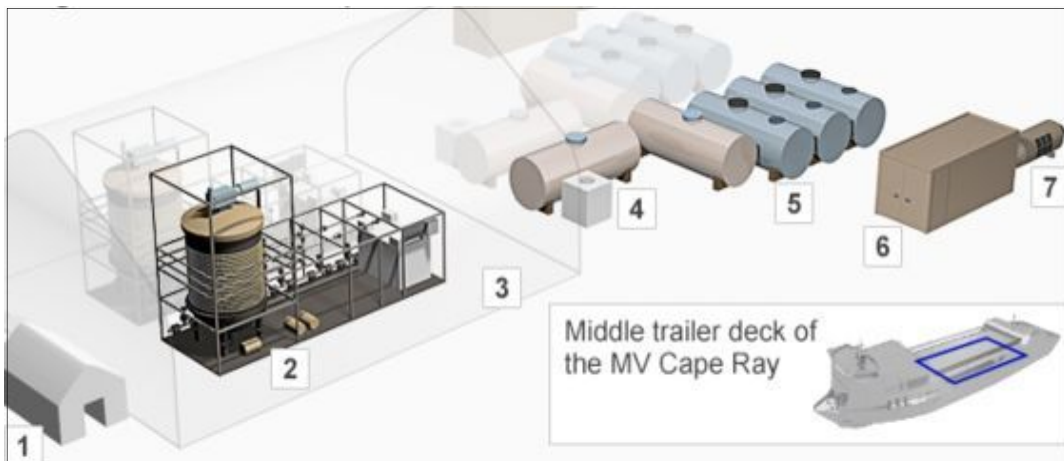
119) “Destruction of Syrian chemical weapons completed” OPCW homepage, <https://www.opcw.org/news/article/destruction-of-syrian-chemical-weapons-completed/>(검색일: 2017, 4. 7.).

120) Bruce E. Bechtol Jr., “North Korea and Syria: Partners in Destruction and Violence,” *The Korean*

이므로 시리아에 적용된 폐기기술이 북한에도 적용될 수 있을 것이다. 다만 시리아는 겨자가스, 사린, VX, 그리고 이원화화학탄을 만들기 위한 전구물질(precursor materials)인 DF가 많은 부분을 차지하였던 반면에 북한은 일원화 화학작용제가 많을 것으로 추측된다. 왜냐하면 북한이 시리아에 화학무기 프로그램을 수출한 시기는 이미 화학탄을 개발하여 저장을 완료한 시기이며 이원화화학탄은 시간적으로 그 이후에 개발되었기 때문이다.

둘째, 시리아에 적용된 폐기기술이다. 시리아의 화학무기는 내전으로 인한 국내 상황 불안과 제3국의 화학무기 자국 내 폐기거부로 이동식 가수분해 장비인 FDHS(Field Deployable Hydrolysis System)을 선박에 설치하여 해상에서 폐기가 이루어졌다.<sup>121)</sup>

<그림 3-3> 이동식 가수분해 장비(FDHS)



\*출처: "Field Deployable Hydrolysis System Design and Deployment(2013)," US Army REDCOM Homepage.

북한에서도 이와 비슷한 방법이 적용될 수 있을 것이다. 물론 화학무기 폐기를 시작할 때 북한의 정치적·군사적 안정도 등이 중대한 영향요소가 될 것이다. 셋째, 시리아의 화학무기 폐기는 국제적인 지원 하에 이루어졌다. 미국과 러시아의 주도로 폐기방

*Journal of Defense Analysis* Vol. 27, No. 3, September 2015, p.278: 조철환, "시리아 화학무기 북한이 집중 지원," 『한국일보』, 2014년 10월 19일.

121) Timothy A Blades, "Field Deployable Hydrolysis System Design and Deployment(2013)," US Army REDCOM, [http://www.dtic.mil/ndia/2015/CBRN/Blades\\_CBRN.pdf](http://www.dtic.mil/ndia/2015/CBRN/Blades_CBRN.pdf)(검색일: 2017. 4. 7.).

법이 결정되었고 각국의 기부금 모금을 통하여 폐기가 실시되었다. 이를 위해 투입된 예산은 2015년 말까지 약 5200만 달러가 투입되었다.<sup>122)</sup>

#### 4. 리비아

리비아의 화학무기 프로그램은 가다피(Muammar Gaddafi)의 독재 정권에서 비밀리에 시작되었다. 리비아는 1929년 이탈리아로부터 폭탄으로 가스 공격을 받았고 1930년도에도 24발의 겨자가스 폭탄 공격을 받았다.<sup>123)</sup> 그 후 리비아는 화학무기 프로그램에 관심을 가지고 투자한 결과 제한된 성공을 거둘 수 있었다.

그러나 1980년대에 후반에 들어서 미국이 Rabta와 Tarhuna 지역에 있는 시설에 대한 공개조사를 실시하여 화학프로그램이 지속적으로 발전되지 못하였으나 그럼에도 불구하고 여전히 화학무기 생산능력 및 화학무기를 일부 보유하고 있었고 미국은 지속적으로 리비아의 화학무기 능력을 후퇴시키는데 초점을 맞추고 화학무기 생산에 필요한 화학물질을 획득하지 못하도록 노력을 집중하였다.<sup>124)</sup> 그럼에도 불구하고 리비아는 1980년대에 약 100톤에 이르는 수포 및 신경작용제를 생산하는데 성공했다.<sup>125)</sup> 만약 가다피 정권이 붕괴되지 않았다면 리비아는 수천 톤의 화학무기를 보유하게 되었을 것이다. 가다피는 1990년대에 들어서는 은밀한 통로를 통하여 태국으로부터 화학무기 원료를 수입하려는 시도를 하였으나 태국에 의해 차단되었다.<sup>126)</sup> 가다피는 화학무기 보유의지를 굽히지 않았으나 기술력과 심각한 경제문제가 자체적으로 화생방 무기나 미사일을 개발하는데 중요한 제한사항으로 대두되었다. 이후 가다피는 서방과의 관계 정상화를 통해 경제문제를 해결하기 위해 2003년 12월 19일 전격적인 대량살상무기 포기 선언을 하였다. 그리고 2004년 화학무기금지협약에 가입하여 겨자가스 24.7 톤, 전구화학물질 1390 톤, 그리고 작용제가 충전되지 않은 3,563개의 공중폭탄 등을 신고하였다.<sup>127)</sup> 리비아는 미국으로부터 경제적인 원조와 기술지원을 받아 화학무기를 폐기하고

122) OPCW(2016), 앞의 책, p.46.

123) Col(Dr.) Jim A. Davis, USAF, "A Biological Warfare Wakeup Call: Prevalent Myths and Likely Scenarios," *The Gathering Biological Warfare Storm*, Maxwell Air Force Base, AL: USAF Counterproliferation Center, 2002, p.300.

124) "Libya's Chemical Weapons," NTI Homepage, <http://www.nti.org/learn/countries/libya/chemical/> (검색일: 2017. 4. 9.).

125) Jonathan B. Tucker(2009), 앞의 책, p.372.

126) "Libyan Chemical Weapons," GlobalSecurity.org Homepage, <http://www.globalsecurity.org/wmd/world/libya/cw.htm>(검색일: 2017. 5. 6.).

있다. 폐기일정에 일부 차질이 발생하였지만 지속적으로 폐기를 실시하여 2015년 말 기준 카테고리1 화학물질은 모두 폐기하였고 카테고리2 화학물질은 신고 량의 47.78%(669,8톤)을 폐기하였다.<sup>128)</sup> 남은 카테고리2 화학물질은 적절한 폐기기술이 발전 될 때까지 저장시설에 보관하고 있다. 리비아의 화학무기 폐기를 위한 예산은 리비아에서는 약 6,500백만 달러로 평가하였고 미국의 협력적 위협감소(CTR) 프로그램에서는 1억5600백만 달러를 예측하였는데 리비아가 예상한 비용을 근거로 미국에서 지원하였다.<sup>129)</sup> 평가금액의 차이는 미 국방부가 복잡한 조달규정을 준수한 반면에 리비아는 융통성 있는 방법(seat-of-the-pants)을 적용하였기 때문이다.

## 5. 기타국가

중국은 화학무기금지 협약(CWC, Art. II, para. 5.)에 의거 유기화학탄(Abandoned Chemical Weapons)<sup>130)</sup>을 신고하였다. 제2차 세계대전 중에 일본이 중국에 남기고 간 화학탄이다. 협약에 의하면 유기화학탄이 자국의 영토에 있는 나라(Territorial State Party: TSP)는 이를 신고하도록 되어 있고 탄을 유기한 나라(Abandoning State Party: ASP)는 유기화학탄 폐기비용을 부담하도록 되어 있다.

중국 내에 버려진 화학탄은 일부 확인된 것만 해도 30여 지역에 수십만 발 이상이며 현재까지 확인된 작용제의 종류는 수포작용제(Mustard, Lewisite, Mustard & Lewisite(mix)), 질식작용제(CG, PS), 혈액작용제(CK) 등으로 다양하다. 화학무기는 탄과 별크로 나누어져 있으며 탄의 종류는 박격포탄, 75mm, 90mm, 105mm, 150mm 포탄, 켄(크기는 직경 11cm, 길이 22cm) 등으로 다양하다. 그러나 정확한 확인 작업이 종료되지 않아 정확한 수량은 아직도 알 수가 없다. 대략적인 평가로 일본은 70만 발로 추정하고 있으나 중국은 200만 발을 주장하고 있어 일본과 중국의 입장차가 아주 크다.<sup>131)</sup>

127) Organization for the Prohibition of Chemical Weapons, "Libya Submits Initial Chemical Weapons Declaration," *OPCW News & Publications*, 22 March 2004, www.opcw.org.

128) OPCW(2016), 앞의 책, p.5.

129) National Research Council of the National Academy of Sciences, *Global Security Engagement: A New Model for Cooperative Threat Reduction*, Washington, DC: National Academies Press, 2009, p.36.

130) 유기화학탄은(abandoned chemical weapons) 1925~1946년 사이에 생산되었으며, 사용할 수 없는 화학탄으로 당사국이 버린 화학탄이나 혹은 당사국의 허락 없이 다른 나라가 유기한 화학탄을 말한다. 자세한 내용은 CWC. Art. II, para.6 참조.

131) Peter O'Meara Evans, "Paper 13: Destruction of Abandoned Chemical Weapons in China," German: BICC, 1997, pp.10-17.

중국과 일본은 1999년 협상을 시작한 이후로 완전한 합의에 도달하지 못해 폐기일정이 지연되고 있다. 2012년에는 난징에서, 2013년에는 석가장(Shijiazhuang)에서 약 35,900여 발의 탄을 폐기하였으나 이후 2015년 말까지 추가적인 처리실적은 없다.<sup>132)</sup> 중국의 유기화학탄 처리는 먼저 위치확인, 발굴, 재래식탄과 화학탄의 분리, 누출된 탄의 제독, 통합 및 폐기의 과정을 거치기 때문에 많은 시간이 소요될 뿐 아니라 안전위해 요소도 많이 발생하고 있다. 북한의 화학무기도 전망에 많은 화학탄이 충전되어 배치되어 있는 만큼 전후 이를 처리하기 위한 계획이 필요할 것이며 일본으로부터 유기된 화학탄의 처리에 대한 노하우(Know-how)를 전수받는 노력도 필요하다. 영국은 화학무기금지기구 발효 전 자발적으로 화학작용제를 폐기하였고 이라크는 유엔 감독 하에 폐기하였다. 그리고 독일은 유기된 화학탄이 발견되어 처리작업을 실시하고 있다. 중국과 인도 등 다른 나라들의 화학작용제 폐기현황은 다음과 같다.

<표 3-11> 국가별 화학무기 폐기현황

구분	작용제	수량	비고
중국	수포, 질식, 혈액 등	70만~200만발	유기탄
인도	겨자가스	1,044톤	2009. 4월 폐기
영국	수포, 신경, 혈액 등	6,000톤	1968년부터 폐기
알바니아	대부분 수포	16톤	중국에서 화학작용제 도입 CTR 지원으로 폐기
독일	수포	?	노후된 유기탄 발견시 처리
이라크	신경, 수포, 혈액 등	3,850톤	130,000발 사용/파괴, 22,000발 UN 감독 하 폐기

\*출처: 이남택 외, 『북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구』, 서울: 21세기군사연구소, 2013, pp.36-39에서 재정리.

132) OPCW(2013), 앞의 책, p.10; OPCW(2016), 앞의 책, p.7.

### 제3절 소결론

화학무기에 대한 군비통제 사례로는 이라크, 리비아, 시리아, 미국과 소련 그리고 멘도자 협정을 연구하였다. 이라크는 강제적 일방적인 군비통제사례로 전쟁에서 패배하여 일방적으로 화학무기를 포기한 사례이다. 리비아와 시리아는 국제적인 제재와 정권 생존의 위협을 느껴 강제적으로 화학무기 군비통제를 실시한 비대칭적 상호주의 군비통제 사례로 두 나라는 경제지원과 체제보장을 대량살상무기의 포기와 맞바꾸었다. 미국과 소련은 양자간 자발적 대칭적 군비통제 사례이며 멘도자 협정은 다자간 지역적 그리고 자발적이고 대칭적인 군비통제 사례로 동북아 대량살상무기 자유지대 제안에 주는 시사점이 크다.

화학무기 군비통제 사례 중 북한을 대상으로 적용할 수 있는 사례는 대체적으로 미 소간의 양자협정과 같이 자발적이고 대칭적인 군비통제 사례보다는 강제적이고 비대칭적인 군비통제 사례인 리비아와 시리아의 사례가 북한에 적용될 수 있을 것이다. 이유는 북한이 현재는 자발적인 군비통제 협상에 참가하려는 의지가 적고 북한의 화학무기나 핵무기와 대칭성을 가진 무기가 남한이 보유하고 있지 않기 때문이다. 그러므로 리비아나 시리아의 사례와 같이 북한이 국제적인 압박에 굴복하여 북한의 정권보장과 경제적 지원을 조건으로 화학무기를 포기하도록 만드는 것이 좋은 방안이 될 것이다. 멘도자 협정은 중국의 동의를 얻어낸다면 중국, 일본, 한국 그리고 북한을 대상으로 제의할 수 있는 자발적이고 비대칭적인 군비통제 방법이라고 판단된다. 북한의 화학무기 군비통제를 위해서는 리비아나 시리아에 적용된 국제적인 압박과 경제제재를 통해 정권의 붕괴를 유도하면서 화학무기를 포기한다면 정권보장을 약속하는 강제적이고 비대칭적인 군비통제를 실시하는 것이 가장 효율적인 군비통제 방법으로 판단하였다. 단 국제적인 압박에도 불구하고 북한이 끝까지 대량살상무기를 고집하여 경제가 피폐해지는 경우 혹은 정치적인 탄압으로 인하여 북한 내부에서 쿠데타가 발생하는 경우에는 자발적이며 비대칭적인 군비통제가 될 것으로 판단되었다.

현재까지 화학무기 보유를 신고한 7개 국가 중 4개국이 화학무기 폐기를 모두 완료하였고 3개국이 화학무기 폐기를 진행하거나 폐기를 위한 준비를 갖추고 있다.

물론 먼저 화학무기를 포기하도록 유도해야 한다는 선행조건이 충족되어야 하지만 폐기기술을 확보한다는 것은 화학무기 폐기를 위한 중요한 선결과제이다. 세계 각국에서는 북한의 급변사태에 대한 우려가 지속적으로 제기되고 있고 급변사태가 발생한다면 우리는 직접 문제해결의 당사국이 될 수밖에 없다. 이 경우 북한의 화학작용제 폐



기문제와 직면하게 될 것이다. 이것이 한국이 화학무기 폐기기술에 관심을 가져야 하는 이유이다. 미국은 화학무기를 폐기하는데 있어 비축된 화학무기를 폐기하기 위해서는 고정형 폐기시설을 설치하고 비축되지 않은 화학무기를 폐기하기 위해 이동식 폐기 시스템을 운용하고 있다. 고정형 폐기시설에는 소각이나 중화 등의 폐기기술을 적용하여 화학작용제를 폐기하고 있는데 여기에는 지속적으로 발전된 다양한 대체기술들이 추가 적용되고 있다. 향후 북한의 화학무기를 폐기해야 하는 한국의 입장에서 각국의 폐기기술과 방법은 매우 중요한 의미를 가진다. 세계 각국의 화학무기 폐기현황과 폐기방법을 요약하면 <표 3-12>와 같다.

<표 3-12> 나라별 화학무기 폐기현황 비교

구분	미국	소련	시리아	리비아	중국
보유량	31,500톤	40,000톤	1,300톤	1,418톤	70~200만발 (추정)
폐기비율(%)	90	92	100	49	35,900여발
폐기비용(추정)	386억 불	60~80억 불	10억 불	0.65억 불	미상
형태	탄 및 벌크	탄 및 벌크	탄 및 벌크	탄 및 벌크	탄
폐기시스템	고정형	고정형	이동식	고정형	이동식(EDS)
장소	국내	국내	국외(해상)	국내	국내
폐기기술	소각/중화법	중화법	중화법	?	폭발법
비고	bio-treatment SCWO 기술 추가 적용		2017년 화학무기 재사용	카테고리 2만 52% 남음	유기화학탄

세계 각국의 화학무기 폐기에 적용된 기술과 시스템을 고려한 결과 북한의 화학무기 폐기를 위한 시사점은 첫째, 화학무기의 폐기를 위해서 적용되는 기본적인 기술은 소각법 혹은 중화법을 적용하는 것이 모두 가능하나 중화법은 생성되는 부산물이 화학작용제의 수십 배까지도 될 수 있으므로 부산물 처리에 많은 비용이 소요되므로 소각법을 적용하는 것이 타당하다. 둘째, 미국방식의 화학무기 폐기에는 많은 비용과 시간이 소요되므로 폐기비용을 절약할 수 있는 기술을 적용해야 한다. 특히, 안전 및 환경기준

을 만족할 수 있는 방법을 찾아서 적용하는 것이 중요하다. 환경기준은 나라마다 조금씩의 차이가 있으므로 북한지역에서 어떠한 기준을 적용해야 할 것인지에 대한 지침이 필요하다. 셋째, 리비아의 예에서와 같이 시설설치 및 폐기비용이 장비물자의 조달방식 등에 따라 최대 10배까지도 차이가 발생할 수 있으므로 융통성 있는 방식을 적용하는 것이 필요하며 이를 위한 표준운영절차를 정립해야 한다. 넷째, 미국이 다른 나라에 비해 폐기비용이 많이 소요되는 것은 새로운 기술을 개발하고 적용하였기 때문이다. 그러므로 사전에 폐기기술에 대한 정밀조사를 실시하고 개발된 기술을 도입하여 사용할 수 있도록 준비해야 한다. 다섯째, 화학무기의 폐기기간이 길어질수록 추가되는 폐기비용이 증가하므로 폐기기간을 단축할 수 있는 방안을 강구하여야 한다.

마지막으로 이동식 화학탄 폐기시스템은 전쟁이 발생하였을 경우에 분산 배치되어 있거나 혹은 진지에 방치된 북한의 화학탄을 처리하기 위하여 운용될 수 있다. 이 폐기시스템에는 EDS, TDC, DAVINCH 그리고 SDC 등 4가지 시스템이 있다. 이 시스템들은 나름대로의 장·단점을 가지고 있는 바 북한지역에서의 화학탄 폐기방안에 따라 적절한 시스템을 선택하여 활용해야 한다. 북한지역의 화학탄은 전방부대에 분산 배치되어 있고 또한 누출되는 불량탄이 존재할 것으로 가정할 때 이동식 폐기시스템은 꼭 필요하다. 또한 시리아의 화학탄 폐기에 적용된 해상에서의 폐기시스템 또한 훌륭한 대안이 될 수 있다.

이와 같은 검토는 우리의 보유 기술, 경제적인 소요 그리고 북한의 상황에 가장 부합된 폐기시스템을 선정하는데 필요한 시사점을 제공할 것으로 판단된다. 화학탄 폐기시스템이 비교적 자세히 알려진 미국, 소련, 시리아의 폐기기술을 북한의 화학탄을 폐기하는데 적용하기 위하여 장·약점 및 위협을 분석하고 이를 바탕으로 북한에 적용 가능한 방법을 도출하면 다음과 같다.

<표 3-13>에서와 같이 미국, 소련 그리고 시리아에서 사용된 폐기시스템은 각자의 장점과 약점을 가지고 있다. 각 나라의 시스템을 북한에 적용할 경우의 위협요소 또한 가지고 있다. 이러한 요소를 종합적으로 분석하여 북한에 가장 바람직한 폐기시스템을 선정하면 폐기기술로는 검증된 미국의 기술을 사용하고 폐기방법은 북한과 유사한 화학탄을 보유하고 있을 것으로 추정되는 러시아의 운용경험을 전수받아 북한지역에서 폐기시설을 운용하면 상대적으로 환경/안전에 대한 민원문제로부터 자유로울 수 있다.

그리고 시리아 폐기방식은 공해상에 위치한 배위에서 처리하여 운용환경은 좋지 않지만 북한지역의 폐기환경이 불안하여 북한 내에서 화학탄을 폐기할 수 없을 경우에는 적용가능한 방법이라는 것을 알 수 있다.

<표 3-13> 나라별 폐기시스템 및 장단점 비교

구분	미국	소련	시리아
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다양한 폐기기술 보유 -소각, 중화, 대체기술 등</li> <li>· 모든 CW에 적용 가능</li> <li>· 고정형 시설 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 폐기경험 우수</li> <li>· 북한과 유사한 CW 보유</li> <li>· 폐기방법 단순</li> <li>· 적정수준의 환경/안전기준</li> <li>· 폐기비용 저렴함</li> <li>· 고정형 시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 고정시설 미설치</li> <li>· 폐기시간 단기간</li> <li>· 환경/안전문제 발생적 음</li> </ul>
약점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 높은 안전/환경 기준</li> <li>· 폐기시설운영비용 과다</li> <li>· 폐기에 장시간 소요</li> <li>· 내정 불안 시 사용제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2차 부산물 다량 생성</li> <li>· 환경/안전 문제발생 우려</li> <li>· 폐기에 장시간 소요</li> <li>· 내정 불안 시 사용 제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공해상 폐기로 운송소요증 가</li> <li>· 폐기비용 과다</li> <li>· 2차 부산물 다량 생성</li> </ul>
위협	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 높은 안전/환경기준으로 비용 상승</li> <li>· 폐기비용 및 기간 증가 *대체기술 적용 시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 환경/안전 상대적 불리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 폐기비용 상승</li> <li>· 공해에서 신상처리로 운용환경 불편</li> </ul>
기회 (북한 적용)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 검증된 기술 적용</li> <li>· 다양한 기술 활용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 폐기비용 저렴</li> <li>· 북한보유 CW 폐기 경험</li> <li>· 고립지역에서 소련식 중화법 사용가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내정 불안 시 적용</li> <li>· 환경/안전 관련 민원 발생하지 않음</li> </ul>

\*CW: Chemical Weapons

\*리비아는 연구자료 제한, 중국은 유기화학탄만 처리함으로 분석대상 제외

본 장에서는 화학무기 군비통제 사례 및 폐기사례에 대하여 연구하였다. 이와 같은 연구는 군비통제 사례를 통해 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위한 방법을 고찰하고 북한의 화학무기 폐기를 위해 적용할 수 있는 폐기시스템에 대한 연구결과를 통해 시사점을 도출하기 위해서이다. 4장에서는 북한의 화학무기 위협과 한국의 대응전략 연구를 통해 북한의 화학무기 개발동인을 살펴보고 한국의 대응전략에서 보완해야할 점을 고찰하고자 한다.

## 제4장 북한의 화학무기 위협과 한국의 대응전략

### 제1절 북한의 화학무기 개발배경 및 위협

#### 1. 화학무기 개발 배경

2017년 4월, 시리아에서 정부군이 반군과 난민을 향하여 화학무기 사용하여 사망자 1,300여명, 부상자 400여명이 발생하였다. 그런데 더욱 충격적인 사실은 시리아의 화학무기 제조기술이 북한으로부터 나온 것이라는 전문가 및 정보기관들의 보도였다.<sup>133)</sup> 또한 2017년 2월에는 김정남을 암살하는데 신경작용제(VX)를 사용하여 북한의 화학전 능력을 단적으로 보여주고 있다. 북한은 과연 어느 정도의 화학전 능력을 확보하고 있으며 얼마나 많이 화학무기의 확산에 기여했을까

북한은 세계 3위의 화학전 능력을 보유한 나라이다. 가장 많은 화학무기를 가졌던 소련은 약 40,000톤, 다음으로 미국이 31,000톤을 보유했었다. 그리고 북한이 2,500~5,000톤의 화학무기를 보유하고 있다. 그런데 미국과 소련은 이미 화학무기 폐기를 선언하고 보유량의 90% 정도를 지금까지 폐기하였으므로 북한은 저절로 세계 최고의 화학전 능력을 보유하게 된 것이다.

화학무기는 그 특성상 상업 목적의 공장 -비료공장, 농약공장 또는 나일론 공장 등-에서도 제조가 가능하다. 북한은 1961년 12월 15일 조선노동당 제2기 2차 전원회의에서 김일성의 화학화 선언에 의거하여 화학무기 개발을 시작하였다.<sup>134)</sup> 김일성은 이 선언에서 화학 및 생물학전 연구 및 생산시설을 만들어 자체적으로 화학작용제 생산능력을 갖출 것, 화생방전과 관련된 생산체계 구축 그리고 화생방 방호시설의 지하화로 화생방전 대비태세를 완비할 것을 지시하였다. 이후 1980년대부터 화학무기를 본격 생산하여 비축한 것으로 판단하고 있다. 북한의 화학무기의 개발에는 이승기 박사가 있다. 그는 일본에 있는 대학에서 공부를 하고 한국전쟁이 끝난 뒤 북한 화학무기 연구와 프로그램 개발을 위하여 일을 하였다. 그는 북한 화학공업의 선구자였을 뿐만 아니라 화학무기능력을 발전시키는데 큰 역할을 담당하였다.<sup>135)</sup> 북한은 한국전쟁 후 소련과 중

133) Bruce E. Bechtol Jr., "North Korea and Syria: Partners in Destruction and Violence," *The Korean Journal of Defense Analysis* Vol. 27, No. 3, September 2015, pp.277-279.; "北-시리아 화학무기 커넥션 베일 벗다," 『주간조선』 2456호, 2017. 05. 08.

134) International Crisis Group, "North Korea's Chemical and Biological Weapons Programs," Asia Report No.167, 18 June 2009, p.5.

국으로부터 화학무기 프로그램에 대한 기술을 인계받았다. 물론 이 프로그램은 중국이 일본으로부터 획득한 것이다. 평양에 시험공장(pilot plant)을 설립한 것은 10년 정도가 지난 후였다. 북한의 지도자들은 이 무기를 “가난한 자의 핵무기”라고 일컬었다.<sup>136)</sup> 그러나 1970년대에는 상대적으로 화학무기에 대한 관심이 저조했었다. 화학무기에 대한 관심이 다시 살아난 것은 1980년대 이라크-이란 전에서 화학무기의 사용을 목격한 이후이다.

북한은 지금까지 화학무기 보유를 시인한 적이 없을 뿐만 아니라 화학무기금지협약에도 가입하지 않았다. 그럼에도 불구하고 북한은 대규모의 화학무기를 비축하고 있을 뿐만 아니라 화학무기 제조를 위한 전구화학물질(Precursor chemical materials)을 다량으로 보유하고 있을 것이라고 추정되고 있다.<sup>137)</sup>

2003년 미국의 비확산센터 연구진은 주한미군사령관의 말을 인용하여 ‘북한은 대규모 화학무기를 비축하고 있으며 제1세대 화학무기를 자체 생산할 수 있는 능력을 갖추고 있다’고 말했다.<sup>138)</sup> 또한 CIA는 ‘평양은 아마 신경, 수포, 질식, 그리고 혈액 작용제를 생산할 수 있는 능력을 갖추고 있다’고 평가하였다.<sup>139)</sup> 평양에서 온 한 과학자의 말을 빌리면 ‘황 겨자가스(Sulfur Mustard) 생산을 위한 전구물질이 북한의 앰플카바이드(ample carbide) 공장에서 생산되었으며 이것은 비닐론(vynylon) 생산의 전단계이다’<sup>140)</sup>라고 증언하였다. 그리고 탈북자들은 ‘북한의 정치범들이 1980년대와 1990년대에

---

135) Eric Croddy, "Vinylon, the DPRK, and Chemical Weapons Precursors, Issue Brief," Monterey Institute for International Studies Center for Nonproliferation Studies, Monterey February 2003, available @ nti.org/e\_research/e3\_23a.html.; Jasper Becker, *Rogue Regime: Kim Jong Il and the Looming Threat of North Korea*, NY: Oxford University Press, 2005, pp.96-106.; Andrew Scobell and John M. Sanford, "North korea's Military Threat: Pyongyang's Conventional Forces, Weapons of Mass Destruction, And Ballistic Missiles," U.S. Gov. 2007, p.102.

136) Joseph S. Bermudez, Jr., "The Democratic People's Republic of Korea and Unconventional Weapons," in Peter R. Lavoy, Scott D. Sagan, and James J. Wirtz, *Planning the Unthinkable: How New Powers Will Use Nuclear, Biological and Chemical Weapons*, Ithaca, NY: Cornell University Press, 2000, p.186.; Andrew Scobell, John M. Sanford(April 2007), 위의 논문, p.103에서 재인용.

137) Joseph Cirricione, Jon B. Wolfsthal, and Miriam Rajkumar, *Deadly Arsenals: Nuclear, Biological and Chemical Threats*, 2nd ed., Washington, D.C.: Carnegie Endowment for International Peace, 2005, p.279.; Andrew Scobell and John M. Sanford(April 2007), 위의 논문, p.103에서 재인용.

138) Eric Croddy, "Vinalon, the DPRK, and Chemical Weapons Precursors," The USFK Commander testified before the Senate Armed Services Committee on March 27, 2001.

139) "Chemical Weapons Program," FAS Homepage.: 국방부, 『국방백서』, 서울: 국방부, 2004, p.45.

140) Eric Croddy, "Vinalon, the DPRK, and Chemical Weapons Precursors," NTI Homepage, 2003,

화학무기 실험을 위해 생체 실험용으로 제공되었다'고 진술하였다. 38노스(North)의 보도에 의하면 북한이 수용소의 정치범들을 대상으로 장기간에 걸쳐 낮은 수준의 생체 실험을 해왔다는 증언과 건강한 정치범들을 유리로 만든 실험실에 몰아넣고 독가스를 주입했다는 증언을 함경북도 회령에 위치한 22호 수용소의 보안요원 출신 탈북자로부터 확보했다고 밝혔다.<sup>141)</sup> 또한 2013년 북한 인권을 위한 시민연대에 의하면 '신체에 장애가 있는 사람들이 생화학무기 실험을 위해 제공되었다.'고 증언하고 있다.<sup>142)</sup> 미국 정보 전문가들에 의하면 북한은 화학무기 생산공장을 최소 8개소에서 최대 12개소 이상 보유하고 있으며 6개소의 저장시설과 170여개의 터널에 화학무기를 보유하고 있을 것으로 판단하고 있다.<sup>143)</sup> 또한 해마다 수천 톤의 화학무기를 생산할 수 있는 능력을 보유한 것으로 평가한다. 2004년에는 북한이 화학작용제 원료로 사용될 수 있는 시안화나트륨(NaCN) 120여 톤을 중국을 거쳐 수입한 것으로 보도되어<sup>144)</sup> 또 다시 북한의 화학전 능력에 대한 우려를 불러 일으켰다. 태영호 전 영국 북한대사는 "북한은 수십년간 생화학무기를 개발하였고 언제든지 한국을 공격할 준비가 되어 있다. 그리고 북한의 가정이나 직장에서 생화학 무기전쟁에 대비한 장비와 해독제를 갖고 있으며 김정은 지시에 의거 생화학전을 언제든지 수행할 수 있다"<sup>145)</sup>고 증언하였다. 결국 북한은 화학무기를 생산할 수 있는 능력을 유지하거나 혹은 증강시키기 위한 노력을 지속적으로 진행하면서 한편으로는 전국민을 대상으로 화학전을 수행할 준비를 계속하고 있음을 알 수 있다.

그렇다면 왜 북한은 이렇게 많은 화학무기를 생산하여 보유하고는지에 대해 연구가 필요하다. 케네스 왈츠(Kenneth N. Waltz)의 현실주의 입장에서 보면 모든 국가는 국가의 최종 가치를 생존에 두기 때문에 안보를 확보하기 위해 행동을 한다고 주장한다. 결국 북한도 생존을 확보하기 위하여 화학무기를 개발했다고 판단할 수 있을 것이다.

<http://www.nti.org/analysis/articles/vinalon-dprk-and-chemical-weapons/>(검색일: 2017. 4. 7.).

141) "[이슈&한반도] 北 화학무기 생체 실험?" 『KBS 뉴스』, <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=2741253>(검색일: 2017. 4. 3.).

142) Jeremy Kirk, "N. Koreans Detail Deadly Experiments on Prisoners," Washington Times, November 24, 2004.; Ryan Pickrell, "North Korea has been Murdering People With Chemical Weapons For Years", The Daily Caller News Foundation, March 6, 2017.

143) "Chemical Weapons Program-North Korea." FAS Homepage, <http://fas.org/nuke/guide/dprk/cw/> (검색일: 2017. 3. 25.).

144) "화학무기 전용맨 방독면도 무력화"(2004), 『KBS 뉴스』, <http://www.chosun.com/politics/news/200409240304.html>(검색일: 2017. 3. 25.).

145) "태영호 北, 생화학무기 배치...한국 공격 준비," 『아시아경제』, 2017. 3. 9.

반 에베라(Stephen Van Evera)의 ‘공격방어 균형(offense-defense balance)’ 개념에서 보면 특정한 군사적 힘이 한 국가의 행동을 결정한다고 보고 있으며 특히 군사기술의 중요성을 강조했다. 군사기술이 공격에 유리한 경우와 방어에 유리한 경우의 차이가 국가행동과 국제체제의 안정성에 영향을 미친다. 그리고 군사기술은 국제 체제적 요인이 아니라 국내정치적 요인에 의해서 결정된다고 보고 있다.<sup>146)</sup>

이러한 측면에서 보면 북한이 화학무기를 개발한 것은 국가의 안보를 확보하기 위한 것임과 동시에 화학무기의 개발을 통하여 국내의 정치적인 안정을 추구하기 위하여 개발한 것으로 볼 수 있다. 화학무기는 군사적으로 두 가지 성격을 가진다. 하나는 방어적 성격이고 또 다른 하나는 공격적 측면이다.

먼저, 방어적 측면에서 살펴보면 북한은 한국전에서 자신들이 미국이 사용한 화학무기의 희생자라고 믿고 있다. 그러나 이것은 사실이 아니다. 미국이 사용한 것은 네이팜탄으로 약 15만발 정도가 사용되었다.<sup>147)</sup> 평양은 앞으로도 자신들이 화학무기의 표적이 될 것이라고 믿고 있으며 미국이 세계에서 가장 많은 화학무기와 생물학 무기를 가지고 있는 나라라고 생각하고 있다.

북한은 김일성 생존 시에 미국의 위협에 대항하여 체제를 지키기 위해서는 대량살상무기를 획득하는 것이 꼭 필요하다고 생각하였다. 김일성은 대량살상무기를 보유함으로써 미국과 한국에 의한 침략을 억제할 수 있다고 본 것이다. 당시는 냉전이 최고조에 이르렀을 때인데 당시 공산주의 국가의 대부분적인 소련과 중국도 세계 최고 수준의 화학전 능력을 보유하고 있거나 개발에 많은 노력을 기울이는 것을 보면서 화학무기를 방어적 측면에서 중요한 무기로 인식하였다. 그래서 양국의 지원 하에 화학무기의 개발에 매진하게 되었을 것이다. 이러한 북한의 입장은 미국의 부시 대통령이 1991년 9월 27일에 남한에 배치된 전술핵무기를 일방적으로 철수할 것이라는 방침을 발표하면서 북한의 우려가 사실이었음이 확인되었다. 그러나 북한은 핵무장에 따른 인식의 변화에서 보는 바와 같이 처음에는 정권의 생존을 위한 방편으로 억제를 위하여 핵무기를 개발하였으나 김정은 시대에 도달하여서는 핵무기 사용의지가 공세적이고 적극적으로 변화<sup>148)</sup>하고 있음을 고려할 때 화학무기도 마찬가지로 처음에는 방어목적으로 개발

146) 이근욱, 『왈츠 이후 국제정치이론의 변화와 발전』, 경기: 한울 아카데미, 2016, pp.26-27.

147) Pae Kum Hui, “Biochemical and Chemical War Criminal Identity is Not Concealable,” Pyongyang Nodong Sinmun (via Uriminjokkkkin internet), in Korea May 13, 2006.

148) 정일성·고운, “북한의 핵무장력과 국가행동 변화 분석,” 『한국동북아논총』 제22집 1호, 한국동북아학회, 2017, p.209.

하였을지라도 시대의 흐름에 따라 화학무기를 공격무기로써 인식하고 공세적으로 사용할 가능성이 커졌다고 판단된다.

다음은 공격적인 측면이다. 북한의 교리를 보면 화학무기를 공격작전에 아주 유용한 자산으로 보고 있다. 북한군 교리 『화생방운용』에 의하면 화학작용제를 공격 시 운용하는데 병력으로 직접 공격을 실시하지 않는 지역에 운용하고, 공격준비타격 시 우선적으로 화학공격을 먼저 실시하며 적 진지의 측·후방을 오염시켜 지원부대의 기동을 저지하고, 방독면 착용을 강요하여 적 전투력을 저하시키고, 아군의 2제대 및 예비대, 지휘소 등을 대상으로 화학무기 공격을 실시한다고 명시되어 있다.<sup>149)</sup> 전통적으로 북한은 소련의 교리를 받아들여 화학무기를 대량살상무기가 아닌 재래식 공격무기의 일부로 간주하고 있는데 이러한 교리가 바뀌었다는 증거를 지금까지 어디에서도 찾을 수가 없으며<sup>150)</sup> 포병 공격 시 3차 공격은 화학공격이 될 것이다<sup>151)</sup>라고 증거하고 있다. 이것은 북한이 화학무기를 전략무기로써 볼 뿐만 아니라 재래식 무기와 같이 언제든지 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 화학무기를 전략적인 예비로서 보유하기 보다는 분쟁이 발생했을 때 초반부터 사용될 수 있는 무기로 준비하고 있다는 점을 알 수 있다. 또한 이러한 화학무기의 사용이 북한에 대한 핵무기의 사용을 불러일으키지는 않을 것이라고 예상하고 있다.<sup>152)</sup> 그러므로 북한은 화학무기를 작전적, 기술적 차원에서 전쟁의 초반에 사용할 수도 있을 것이다.

마지막 이유는 북한이 남북한의 경제력 차이에서 오는 군비경쟁에서의 열세를 만회하기 위하여 화학무기를 개발하였다는 것이다. 리차드슨은 군비경쟁이 발생하는 외부적 요인 모델에서 “군비경쟁은 국가들 간의 작용-반작용에서 기인하는 것으로 상대방에 대한 두려움이 군비를 증가시킨다.”<sup>153)</sup> 고 하였다. 이 이론에 의하면 북한은 남한의 군비지출의 증가로 인한 위협과 불만으로 화학무기를 개발하였다고 설명할 수 있다.

북한은 1970년대 중반까지는 1인당 GNP면에서 남한에 앞서 있었으나 1976년부터는 뒤지기 시작하여 1980년대에는 남한의 1인당 GNP가 북한의 1.5배 이상으로 성장하게 되었다. 그러나 1980년대 초반 이후 북한의 1인당 GNP는 거의 성장을 멈추었다. 이러한 경제 상황에서 북한은 한국전 이후 사활을 건 군비경쟁에서 한계를 느낄 수밖에 없

149) 정보사령부(2005), 앞의 책, pp.123-124.

150) International Crisis Group(2009), 앞의 보고서, p.8.

151) Jim Garamone, "Commander Assesses North Korea's Conventional Threat," American Forces Press Service, 2005.

152) Andrew Scobell and John M. Sanford(2007), 앞의 논문, p.105.

153) Craig Etcheson, 국방대학원역, 『군비경쟁이론』, 국방대학원, 1994, p.35.



었다. 특히 군비경쟁 양상이 1980년대에 들어 변화하였는데 한국이 율곡사업을 시작하면서 군비경쟁을 그때까지의 양적 경쟁에서 질적 경쟁으로 바꾸었기 때문이다.<sup>154)</sup> 이 결과 북한은 기존의 재래식 무기로는 남한에 대한 우세를 확보할 수 없다고 생각하였고 앞으로도 재래식 무기경쟁은 경제력이 앞선 남한에 뒤질 수밖에 없다는 판단 하에 전략무기인 화학무기와 미사일 등을 개발하는 전략으로 바꾸었다. 전략무기의 보유를 통해 재래식 무기의 열세를 만회하고자 한 것이다. 이러한 동인이 북한이 화학무기를 개발한 배경으로 분석된다.

## 2. 화학무기 위협

### 가. 화학전 능력

북한은 김일성의 화학화 선언 이후 화학무기를 생산·저장·비축하고 있으며 화학무기를 사용하기 위한 투발수단 또한 다양하게 구비하고 있다. 1999년에 공개한 국방부 국방백서에 따르면 북한은 다양한 화학무기를 보유하고 있으며 약 2,500~5,000톤에 이르는 화학무기를 저장하고 있다. 이 화학작용제를 155mm 포탄으로 만든다면 152mm 포탄 기준 약 62만 5천발에서 최대 125만을 충전가능하고 서울면적(605km<sup>2</sup>)의 4배를 오염시킬 수 있다.<sup>155)</sup> 1999년 국방백서에 보면 북한은 화학무기 생산시설 8개소, 화학연구시설 4개소, 화학저장시설 6개소 등을 보유하고 있다. <그림 4-1>은 가장 최근에 공개된 자료에서 인용한 북한 화학무기 관련 시설이다.

화학무기 생산 및 연구시설은 1개소(강계), 화학무기 공장 3개소(청수, 만포, 청수), 이중목적의 화학공장(Dual-use Chemical Plants) 9개소(순천, 남흥, 안주, 신의주, 함흥, 신흥, 화성, 혜산, 학송리) 그리고 화학무기저장시설 6개소(왕재봉, 사리원, 황촌, 산음리, 태양리, 삼음동)가 있다. 이 자료는 1999년 국방백서 내용과는 차이가 있으며 이후에 발간된 국방백서에는 더 이상 북한의 화학무기에 관련된 시설을 공개하지 않아 ICG(International Crisis Group) 자료와 직접적인 비교는 제한된다.

154) 황진환, “북한의 대량살상무기 개발과 한국의 위기관리 대책,” 『국제정치논총』 제39집 2호, 한국국제정치학회, 1999, p.256.

155) 권양주, “북한의 대량살상무기(WMD) 개발 관련 당·군관계 조명,” 『주간국방논단』 제146호(13-17), 한국국방연구원, 2013, p.4.

<그림 4-1> 북한 화학무기 관련시설



\*출처: International Crisis Group, "North Korea's Chemical and Biological Weapons Programs," Asia Report No 167, 18 June 2009, p.23.; Anthony H. Cordesman With Charles Ayers and Aaron Lin, "North Korean Nuclear Forces and the Threat of Weapons of Mass Destruction in Northeast Asia," (Working Draft 2016), p.12.

북한의 이와 같은 생화학 프로그램에 대해서는 일부 탈북자들의 관련 증언이 있다. 물론 북한의 생화학전 능력은 비밀로 분류되어 많은 탈북자들이 자세한 사실을 인지하고 있지는 못하나 관련 내용을 증언한 대표적인 탈북인사들로는 이철국, 이충국, 최주활 등이 있다. 특히 이충국은 핵·화학방호국에서 오랫동안 근무하여 북한의 화학방전

연구 실패에 대해 많은 것을 증언하였다. 그리고 최주활은 북한의 국방부에서 근무하여 생화학프로그램의 발전 및 이중 목적의 화학공장에 대하여 간접적으로 인지하고 있었다. 탈북자들의 증언은 다음과 같다.

<표 4-1> 탈북자 화학무기 프로그램 증언

이름	배경	증언내용
이철국	·1994년 3월 탈북 ·1990년대 초반 핵화학 방어대대 하전사	·화학 및 생물무기로 남한의 모든 사람을 살상 가능 ·순천 비날론 단지 화학무기 프로그램에 관여
이충국	·핵·화학방호국 근무 ·1994년 3월 탈북	·핵·화학방호국은 7개 부서와 3개의 연구소로 구성 ·32부에서 화학탄 연구와 생산을 관장 ·398연구소에서는 제독 및 소독 방법을 연구 ·55연구소는 핵·화학오염의 시뮬레이션 실시
이순옥	·1995년 탈북 ·수용소 죄수	·150명의 죄수가 화학무기 시험 때문에 사망
최주활	·국방부근무: 1968~ 1995 ·1996년 탈북	·1997년 약 5,000톤 독가스 보유: 신경작용제(사린, 소만, 타분, V계열), 수포작용제(루이사이트, 겨자 가스), 혈액작용제(HCN, CNCL) ·7개의 비날론 생산시설을 비롯한 화학무기 연구 및 생산 시설과 관련된 수많은 시설 확인 *화학무기 프로그램에 대해 관여는 하지 않았으며 간접적으로 인지
황장엽	·1996년 8월 탈북 ·북한 노동당 의장	·한국과 일본을 타격할 수 있는 핵 및 화학무기 탑재 미사일 보유 ·세계 3~4위의 화학무기 보유국
이춘선	·1999년 탈북 ·미사일부대 지휘관	·102공장에서 화학무기 생산
위미 (가명)	·2000년 9월 탈북 ·영변 핵단지 종사	·304실험실은 주로 핵무기 개발 담당하면서나 화학무기의 연구개발도 실시

\*출처: Anthony H. Cordesman With Charles Ayers and Aaron Lin, “North Korean Nuclear Forces and the Threat of Weapons of Mass Destruction in Northeast Asia,” (Working Draft 2016), p.11.: 최영재, “미국의 북한 생화학무기 압박전략,” 『신동아』 1월호, 2002에서 재정리.

북한에는 화학무기 생산목적으로도 사용할 수 있는 민간 화학공장이 발달해 있다. <표4-2>에는 보는 바와 같이 모두 17개소의 이중목적의 화학공장이 있으며 그 공장에서 생산하는 다양한 종류의 화학물질이 명시되어 있다. 이와 같은 화학시설은 언제든지 화학무기 생산시설로 전환할 수 있는 이중용도의 시설이다. 북한은 이와 같은 시설들을 활용하여 연간 15.2톤의 화학무기를 생산할 수 있을 것으로 추정하고 있다.

<표 4-2> 북한 화학물질 생산 민간공장

위치	특징
아오지리(학송리) 화학단지	·근로자: 약 3,500명 ·연간 생산능력: 갈탄 600,000톤 가공 암모니아 바이카바네이트 100,000톤, 메탄 35,000톤
425 비날론 공장(함흥)	·비료, 제초제, 농약 540,000톤 생산 ·기타 염소를 기반으로 한 화합물 생산
28비날론 단지(함흥)	·북한내 최대 규모 공장 ·근로자 약 10,000명, 50여개의 빌딩 ·연간 생산능력: 비날론 50,000톤, 모빌론 10,000톤 ·기타 카바이드, 메탄올, NaOH, 가축사료 등 생산
함흥 화학공장	·황산, 질산, 암모니아, 비료 생산
홍남 화학비료단지(함흥)	·근로자 약 10,000명 ·연간 생산량 불명, 140만톤 생산용량 보유
함흥 화학연구소	·1960년대 설립 ·화학 관련 연구, 교육, 훈련 실시
청진 화학섬유단지	·근로자 약 3,000명 ·연간 생산능력: 농약 300톤, 기타 화학물질 10,000톤, 합성섬유 30,000톤, 기타 화학물질
청수 화학단지	·칼슘카바이드 및 인산염 비료, 칼슘시안아마이드 생산
화송 화학공장	·농업용 화학물질, 페놀 2,500톤(연간) ·알려지지 않은 요오드 생산능력 보유
혜산 화학공장	·벤졸, 페놀, 염산 등 생산
남흥 청년화학단지	·암모니아, 에틸렌, 비료, 섬유, 종이 생산 ·연간 생산능력: 약 500,000톤

<표 4-2> 북한 주요 화학물질 생산 민간 공장(계속)

위치	특징
사리원 칼슘비료공장	·연간 생산능력: 칼슘비료 510,000톤 계획
만포 화학공장	·암모니아, NaOH, 황산 생산
신흥 화학공장	·다양한 화학물질 및 비료 생산
신의주 화학섬유단지	·다양한 화학물질 및 종이 생산 ·연간 생산능력: 107,000톤
순천 비닐론 단지	·북한의 가장 큰 화학공장으로 50개 계열사 보유 ·1단계공사는 1989년 시작해서 2000년까지 미완성 ·연간 생산능력: 비닐론 100,000톤, 카바이드 1,000,000톤, 비닐클로라이드 900,000톤
순천 칼슘시아나이드 비료 공장	·4대 비료공장 중 하나로 순천 비닐론 단지의 일부로 추정 ·칼슘시아나이드, 칼슘카바이드 생산 ·연간 생산능력: 100,000~150,000톤

\*출처: Anthony H. Cordesman With Charles Ayers and Aaron Lin, “North Korean Nuclear Forces and the Threat of Weapons of Mass Destruction in Northeast Asia,” (Working Draft 2016), pp.13-14에서 재정리.

북한이 보유하고 있을 것으로 추정되는 화학작용제는 ICG(International Crisis Group)와 영국의 국제전략문제연구소(IISS), 그리고 『북한군 화학무기운용』 교범에 의하면 <표 4-3>과 같다. 북한군은 약 20여 종의 화학작용제를 보유하고 있을 것으로 추정하고 있으며 북한은 화학탄을 운용할 수 있는 다양한 투발 및 살포 수단도 보유하고 있다. 각종 보고에 의하면 북한은 지난 20여 년 동안 화학무기를 운용할 수 있는 다양한 투발수단을 발전시켜 왔는데 여기에는 다양한 구경의 야포와 화학탄을 탑재한 미사일 그리고 방사포 등이 있다.<sup>156)</sup>

투발수단별 화학작용제 충전량은 작용제의 종류에 따라 조금씩의 차이는 있다. 그리고 현재까지 알려진 바에 의하면 투발수단별로 개발된 화학탄의 종류에도 차이가 있다. 충전량이 큰 투발수단은 지속성 화학작용제를 사용할 것으로 판단된다.

156) Anthony H. Cordesman(2016), 위의 논문, p.6.

<표 4-3> 북한군 보유 화학작용제

구분	ICG/IISS	북한군운용 교범
수포작용제	HD, L, H, HN*	H, HN, L
질식작용제	CG, DP	CG, DP
구토작용제	DM, DA, PS, CN, CS	-
혈액작용제	AC, CK	AC, CK
신경작용제	GA, GB, GD, VX, VE	VX, GB
최루작용제	-	CS, CN
무능화작용제	-	BZ, LSD-25

\*출처: Anthony H. Cordesman With Charles Ayers and Aaron Lin, “North Korean Nuclear Forces and the Threat of Weapons of Mass Destruction in Northeast Asia,” (Working Draft 2016), pp.6-8: 정보사령부, 『화생방운용(북한군 교리 22-37-1)』, 서울: 정보사령부, 2005, pp.103-104에서 재정리.

북한군은 화학탄을 박격포에서부터 유도탄, 항공기, 미사일까지 모든 무기에서 발사할 수 있으며 투발수단별 충전량 및 충전가능 작용제는 다음과 같다.

<표 4-4> 북한 화학무기 투발 및 살포 수단

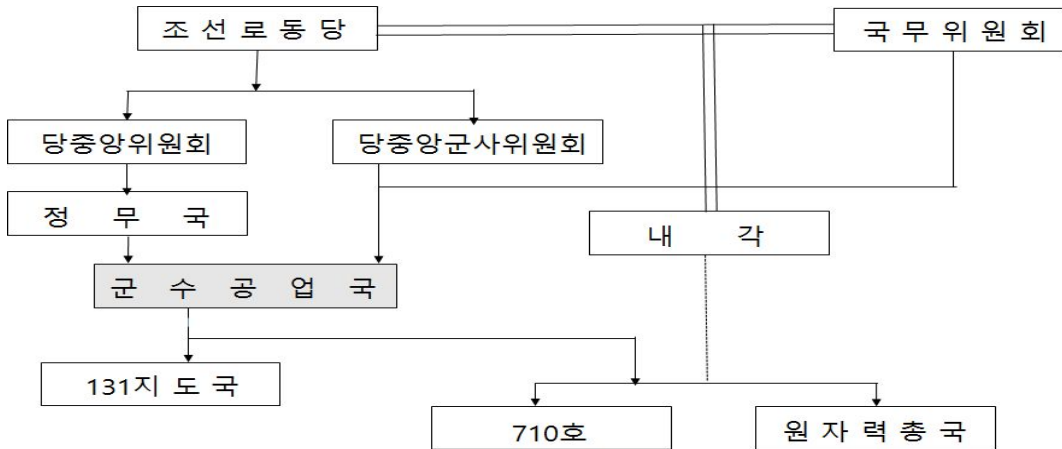
구분	구경/충전량	충전가능 작용제
박격포	82mm/1.6kg	GB, AC
	120mm/1.6~1.9kg	GB, H
	160mm/3.4kg	H
야포	76.2mm/?	CG, AC
	122mm/1.4~1.7kg	GB, CG, H
	152mm/3.1~4kg	GB, V, H
	170mm/3.7~4.6kg	GB, V, H
방사포	107mm/0.59~0.6kg	AC, GB
	122mm/2~3.1kg	
	240mm/5~8kg	

구분	구경/총진량	충진가능 작용제
유도탄/미사일	FROG-5/182kg	미확인
	FROG-7/216kg	
	SCUD-B/C/555kg	
	노동/?	
항공기	KHAB-25/13~14kg	GB, H, L
	KHAB-100/50kg	
	KHAB-200/79~92kg	
	KHAB-500/170~185kg	

\*출처: 정보사령부, 『화생방운용(북한군 교리 22-37-1)』, 서울: 정보사령부, 2005, pp.126-132에서 재정리.

권양주가 쓴 "북한의 대량살상무기(WMD) 개발관련 당·군 관계 조명"을 보면 북한의 대량살상무기 생산체제는 재래식 무기와는 차이가 있다. 핵무기와 마찬가지로 화학무기도 노동당 비서국 예하 군수공업부에서 생산을 담당하고 있다. <그림 4-2>는 북한의 대량살상무기 개발 및 생산체제를 나타낸 것이다.

<그림 4-2> 북한 대량살상무기 개발 및 생산체제



\*출처: 권양주, "북한의 대량살상무기(WMD) 개발 관련 당·군관계 조명," 『주간 국방논단』 제146호(13-17), 한국국방연구원, 2013, p.3, 김정은 정권 이후 변경된 명칭 수정 반영.

<그림 4-2>에서와 같이 생산된 화학무기는 총참모부 예하의 핵·화학방위국에서 운용을 담당한다. 핵·화학방위국에서는 화학무기를 비축하고 운용하는 것은 물론 보호장비 보급 등에 관한 사항도 전반적으로 담당하고 있다. 화학무기 사용권한은 최고사령관의 지시에 의거 총참모장, 군단장, 보병사단장, 투발부대장으로 이어지는 지휘체계가 설정될 것이다.<sup>157)</sup> 그러나 북한의 교리가 화학무기를 재래식 무기의 일부분으로 간주하고 있다는 점을 고려한다면 운용권한은 최초 사용지시가 하달된 후로는 보병사단장급 이하로 권한이 이양될 것으로 판단된다.<sup>158)</sup>

1990년 8월부터 인민무력부 총참모부 예하 핵·화학방호국에서 근무하다 1994년 3월 한국으로 망명한 이충국씨는 다음과 같이 증언하였다.<sup>159)</sup> “핵·화학방호국은 총 7개 부서(작전부, 훈련부, 기재부, 기술부, 정찰부, 32부, 캠프관리부 등)와 3개의 연구소(55 연구소, 710연구소, 398연구소)로 구성되어 있다. 이중 32부는 가장 비밀스런 곳으로 신형 화학탄 연구와 생산을 관장한다. 55연구소는 핵·화학 오염의 시뮬레이션을 실시하며, 710연구소에서는 레이저 무기를 연구개발하고, 398연구소는 핵 및 화학무기로 오염되었을 때 오염을 제거하고 소독방법을 연구하는 곳으로 연구원은 약 250명이다.”<sup>160)</sup> 이 증언에서 보듯이 북한은 화학전을 수행할 준비를 조직적으로 실시하고 있다.

또한 교리적으로도 화학무기를 공격작전 또는 방어작전에 사용할 수 있도록 준비되어 있다. 결국, 북한은 화학무기를 항상 사용할 수 있도록 준비하고 있음을 알 수 있다. 그런데 우리는 상대적으로 북한의 화학무기 위협에 둔감한 편이다. 국방백서에도 2000년부터는 북한의 화학무기에 대해서는 위협이 있다는 정도로만 명기하고 넘어가고 있다. 이것은 핵무기에 가려서 정말 전쟁에서 사용될 가능성이 아주 높은 화학무기의 위협을 간과하고 있다는 반증이라고 볼 수 있다.

## 나. 화학무기 위협 양상

북한은 구소련의 교리를 받아들여 화학무기를 재래식 전력의 일부로 취급하기 때문에 언제 어디서든지 화학무기를 사용할 수 있다. 화학무기는 그 투발체계가 박격포로부터 시작하여 항공기, 미사일까지 다양하다. 한마디로 모든 체계를 활용하여 운용이 가능하다. 이러한 북한의 화학무기는 군사적인 측면에서의 위협과 비군사적인 측면에

157) Office of the Secretary of Defense, “Military and Security Developments Involving the Democratic People’s Republic of Korea,” Report to Congress, 2015, pp.21-22.; 권양주(2003), 앞의 논문, p.4.

158) International Crisis Group(2009), 앞의 논문, p.8.

159) 최영재, “미국의 북한 생화학무기 압박 전략,” 『신동아』 1월호, 2002.

160) Anthony H. Cordesman(2016), 앞의 논문, pp.9-10.



서의 위협으로 나누어 생각해 볼 수 있다.

먼저 군사적인 측면에서의 위협은 첫째, 북한은 평양-원산 이남에 엄청난 수량의 포병전력을 배치하고 있다. 이선을 연하여 배치된 포병의 사거리는 서울 이남까지도 미치고 있어 직접적인 위협이 되고 있다. 또한 최근 개량된 240mm 방사포는 수원이남 지역까지도 도달이 가능한 것으로 분석된다. 남한에서도 이 포병을 초전에 무력화시키기 위한 각종 대책을 수립하고 있다. 이렇게 배치된 포병들이 모두 화학무기를 보유하고 있고 전시에는 화학탄을 추진 배치하여 한국군의 전방진지를 돌파하는데 대량으로 사용할 것이다.<sup>161)</sup>

둘째, 북한의 화학무기는 전략적 운용을 통해 남한에게 위협이 된다. 화학무기는 전술적 차원에서 공세적인 작전에 운용될 수도 있지만 미군의 증원 전에 화학무기를 사용함으로써 미국 내 반전 여론을 불러일으킬 수 있고 이것은 미군의 증원을 사전 차단하거나 지연시키는데 이용될 수 있다. 남한의 후방지역에 운용할 경우 전쟁지속력을 억제하고 동원 체제를 무너뜨리는데 유용하게 사용할 수 있다.

셋째, 북한의 화학무기는 남한에 대한 숨겨진 전략무기로 운용될 수 있다.<sup>162)</sup> 앞에서 언급한 것과 같이 전술적 무기로 사용할 경우도 있지만 초반에 화학무기의 운용을 자제한다면 결정적인 국면에서 활용할 수 있는 카드가 될 수도 있다. 즉 장거리 미사일을 사용하여 미 본토나 일본에 대한 공격을 위협한다면 미국과 일본으로서는 이에 대한 압박으로 북한과의 협상에 나설 수밖에 없는 상황이 닥칠 수도 있다. 더군다나 화학무기금지협약에 가입하여 화학무기를 사용할 수 없는 남한의 입장에서는 북한의 대량살상무기를 재래식 무기로 대응하는데 한계를 느끼게 될 것이다.

넷째, 북한군의 화학무기 보유와 사용위협은 한국군의 대응부담을 가중시킬 것이다.<sup>163)</sup> 북한의 화학무기 사용에 대비해서 감시, 타격은 물론 화학무기로부터의 방호 및 화학작용제 탐지, 식별, 제독을 준비해야 한다. 또한 화학무기로 인한 대량피해 발생에 대비한 사후관리 체계를 발전시켜야 하는 부담이 추가될 것이다.

이와 같은 군사적 측면에서의 위협 외에 비군사적 측면에서의 위협도 있다.

첫째, 북한의 화학무기 사용 또는 사용위협은 남한 내 국민들에게 전장공황을 발생시키고 이에 따른 반전여론을 불러 일으켜 전쟁 수행에 대한 국민들의 적극적인 지지를

161) Office of the Secretary of Defense(2015), 앞의 보고서, p.22.

162) International Crisis Group(2009), 앞의 보고서, p.9(4.Doctrine).

163) 윤정원, “북한의 WMD 위협에 대한 종합대책,” 국방정책연구보고서(06-02), 한국전략문제 연구소, 2006, p.162.

방해하는 요인으로 작용할 수 있다.

둘째, 북한의 화학무기 보유사실은 남한에게 경제적 부담을 가중시킬 것이다. 화학무기 공격에 대비한 공격 무기체계와 보호체계 발전을 위한 국방비 투자 외에도 국민들을 보호하기 위한 보호장비 구비와 대피시설 등의 건설소요는 많은 투자를 필요로 한다. 특히 북한의 화학무기 공격이 예상되는 대도시와 공·항만 지역에 대한 대피시설 건립은 경제적 부담을 가중시킬 것이다.

셋째, 화학무기를 포함한 대량살상무기라는 전략적·전술적인 무기를 보유한 북한을 보는 국제적인 시각이 한국의 경제 및 정치상황에 마이너스 요인으로 작용할 수 있다. 북한의 화학무기 위협이 높게 평가된다면 전쟁 발발 시 한국의 승리를 의심하게 되고 투자나 지원 등에 소극적인 자세를 견지하게 될 것이다.<sup>164)</sup>

위에서 언급한 바와 같이 북한의 화학무기는 군사적인 측면에서 우리에게 즉각적인 위협으로 작용하지만 비군사적인 위협측면에서도 우리의 전쟁수행능력을 저해하거나 경제적인 부담을 증가시키는 위협요소로 작용하게 될 것이다.

#### 다. 화학무기 살상력

화학무기는 가공할 살상력을 지닌다. 특히 대상을 가리지 않는 살상력은 민간인에게도 무차별적으로 확산되어 공포를 확산시킨다.

화학무기의 위력은 대부분 시뮬레이션을 통하여 알려졌다. 제1차 세계대전 이후 화학무기가 대대적으로 사용된 적이 없기 때문에 그 위력을 정확히 측정하기가 쉽지는 않다. 그러나 작용제가 가지고 있는 독성을 살펴보면 얼마나 가공할 만한 살상력을 가지고 있는지 쉽게 알 수 있다. <표 4-5>는 오늘날 개발된 화학작용제들의 독성을 정리한 것이다. 여기서 Lct50은 중간치사량(Lethal Concentration Time)으로 증기나 에어로졸 상태로 흡입되도록 운용된 화학작용제가 노출된 인원의 50%를 살상시킬 수 있는 화학작용제의 양을 말한다. 이 값은 농도에 노출시간을 곱하여 계산한다. 화학무기의 효과는 노출된 시간동안에 얼마나 많은 호흡을 하였는가(호흡량), 어떠한 보호조치를 취하였는가(보호정도), 얼마나 많은 활동을 하였는가(활동량), 운용당시의 기상, 지형 등에 따라 영향정도가 다르다.

LD50은 피부접촉을 통하여 인체에 흡입되었을 경우 노출된 인원의 50%가 사망하는 몸무게(kg)당 작용제 양이다. 이 값은 약 70kg의 몸무게를 가진 성인이 가벼운 활동을

164) 윤정원(2006), 앞의 논문, p.163.

하는 동안 노출되었을 때를 기준으로 측정한 양이다. 자료를 살펴보면 신경작용제의 독성이 상대적으로 강하다. 특히 김정남 살해에 사용한 것으로 판단된 VX의 독성은 흡입하거나 피부접촉 시에 아주 미량으로도 인원 살상이 가능함을 알 수 있다.

<표 4-5> 화학작용제의 독성

작용제 종류		Lct50 mg-min/kg(흡입)	LD50 mg/kg(피부노출)
신경작용제	GA(Tabun)	135~200	14~15
	GB(Sarin)	70	24
	GD(Soman)	70	5
	VX	30	0.142
수포작용제	HD(황겨자)	1,500	100
	HN-1(질소겨자-1)	1,500	없음
	HN-2(질소겨자-2)	3,000	없음
	HN-3(질소겨자-3)	1,500	없음
	L(루이사이트)	1,200~1,500	없음
혈액작용제	AC(시안화수소)	2,000	없음
	CK(염화시아노젠)	11,000	없음
질식작용제	CG(포스젠)	3,200	없음
취루 및 구토작용제	CS	61,000	없음
	DM(아담사이트)	11,000	없음
무능화작용제	BZ	200,000	없음

\*출처: 정우영, "북한의 화학무기 포기 선언 시 검증 및 폐기 방안 연구," 국방정책연구보고서(04-09), 전략문제연구소, 2004, p.18.: 임종선 외, "화생방 대피시설 기준 및 활용방안 연구," 소방방재청 연구보고서, 2009, p.8에서 재정리.

전문가들의 보고에 따르면 1km<sup>2</sup>에 있는 인원을 살상하는데 필요한 평균비용을 환산한 결과 재래식 무기는 약 2,000달러, 핵무기의 경우 800달러, 화학무기의 경우 600달러, 생

물무기의 경우는 1달러가 소요된다고 한다.

< 표 4-6> 50% 살상을 위한 핵 및 화학무기 소요량

구분	워싱턴(232km <sup>2</sup> )	서울(600km <sup>2</sup> )
핵무기	1,000kg	2,600kg
화학무기(GB)	650톤	1,700톤
생물무기(탄저)	6.5kg	17kg

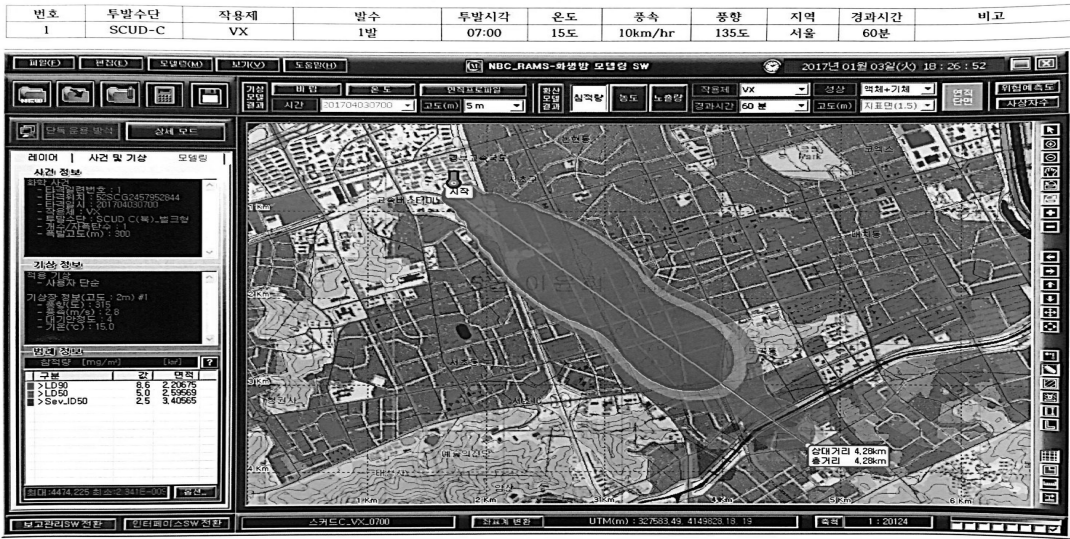
\*출처: Joshua S. lederberg, eds. *Biological Weapons: Limiting the Threat*, Cambridge: MIT Press, 1999, p.265, p.273.

<표 4-6>에서 보는 바와 같이 서울(600km<sup>2</sup>) 인구 50%를 사망시키는데 핵무기는 2.6MT, 신경가스 GB는 1,700 톤이 필요하고 생물무기인 탄저균은 17kg이 소요되는 것으로 알려져 있다. 물론 가장 위력이 뛰어난 것은 핵무기이다. 그리고 소요량 대비 살상력이 가장 큰 것은 생물무기이다. 그러나 화학무기 또한 그 살상력이 재래식 무기에 비해서 월등할 뿐만 아니라 생산비용도 비교적 저렴하고 손쉽게 제조가 가능하므로 그 위험 또한 크다고 할 수 있겠다.

이와 같은 대량살상무기 운용 시 위험을 예측하기 위한 프로그램은 여러 가지가 개발되어 운용되고 있다. 그중에서 미국은 HPAC(Hazard Prediction and Assesment Capability)라는 프로그램을 운용하고 있다. 이 프로그램은 국방위협감소청(DTRA)에서 개발하였으며 한국을 비롯한 전 세계에 있는 미군에서 운용하고 있다. 한국군에서도 미국의 HPAC과 비슷한 시뮬레이션 프로그램으로 국방과학연구소에서 NBC-RAM(Nuclear Biological Chemical Report And Management)라는 프로그램을 개발하였고 야전에서 활용하기 위해 전력화를 추진하고 있다.

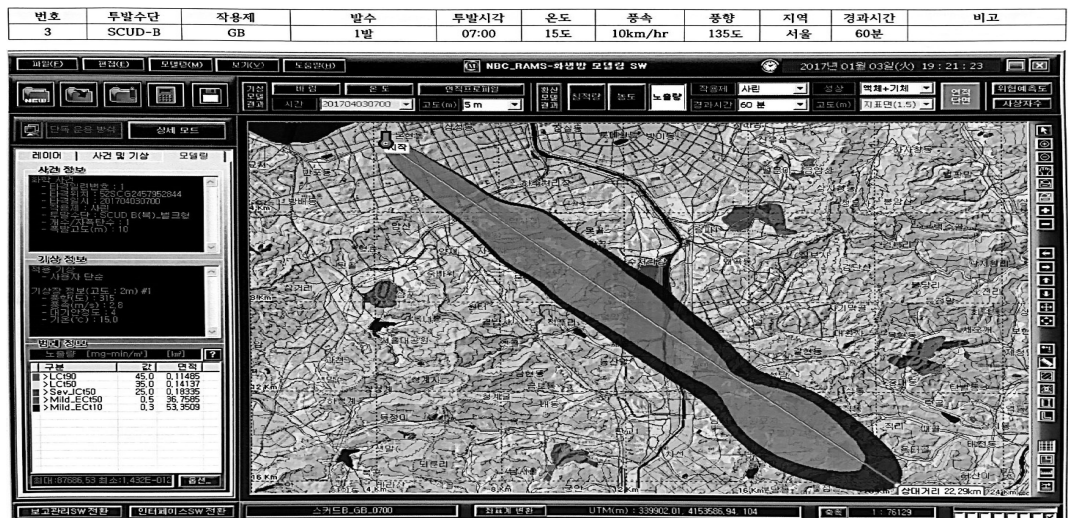
<그림 4-3>에서 <그림 4-6>까지는 NBCRAM을 활용하여 화학작용제가 서울지역에 투하되었을 때 미치는 위험정도를 북한의 대표적인 투발수단인 SCUD-C, SCUD-B, 152mm 그리고 122mm 야포를 투발수단으로 신경작용제 GB 및 VX 공격을 실시한 결과를 시뮬레이션 한 것이다.

<그림 4-3> 화학공격 시 위험예측(SCUD-C, VX)



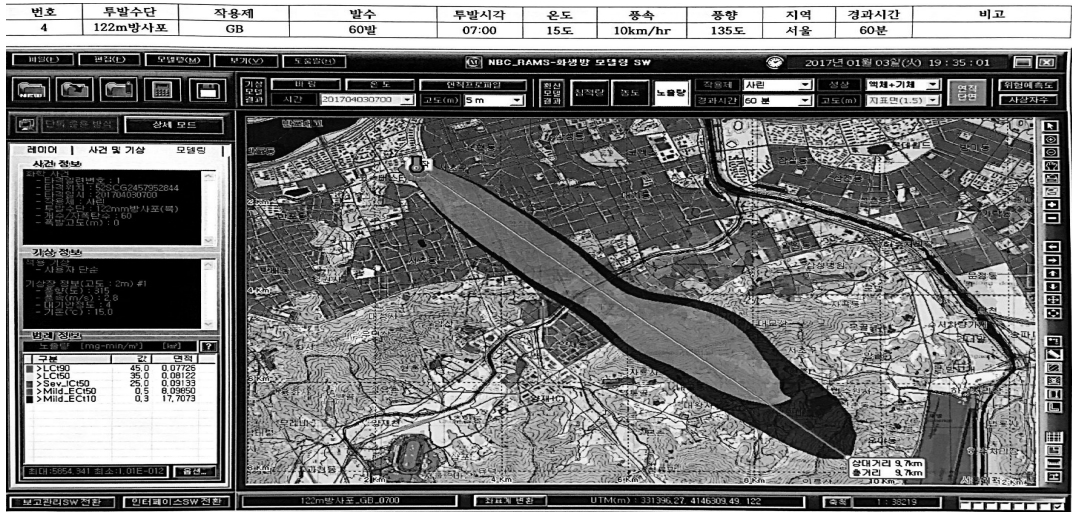
SCUD-C를 이용하여 VX를 서울지역에 공격시 풍속이 10km/h이고 공격 후 60분이 경과한 후에 위험지역을 예측한 모습으로 이때 오염면적은 약 8.2km<sup>2</sup>이고 사상자는 37,682명 중 29,328명(77.8%)이다.

<그림 4-4> 화학공격 시 위험예측(SCUD-B, GB)



SCUD-B 미사일로 신경작용제 GB를 공격 시 풍속은 10km/h이고 공격 후 60분이 경과한 후에 위험지역을 예측한 모습으로 오염면적은 90km<sup>2</sup>이고 사상자는 222,432명 중 1,176명(사망 793명, 부상 383명)이다.

<그림 4-5> 화학공격 시 위험예측(122mm 야포, GB)



야포 122mm GB 공격은 약 60발을 기준으로 시뮬레이션을 실시한 결과 풍속이 10 km/h이고 공격 후 60분이 경과한 후에 오염면적 25.3km<sup>2</sup> 이고 사상자는 135,365명 중 618명(사망 522명, 부상 96명)이 발생하였다.

<그림 4-6> 화학공격 시 위험예측(152mm 야포, GB)



152mm 야포로 신경작용제 GB 25발 공격을 시뮬레이션 하였다. 풍속이 10km/h이고 공격 후 60분이 경과한 후에 오염면적은 5.6km<sup>2</sup> 이었다. 사상자는 40,466명 중 121명(사망 83명, 부상 38명)으로 분석되었다. 이와 같이 화학무기는 적은 양으로도 많은 사상자를 발생시키고 넓은 오염지역을 형성하는 것을 알 수 있다.

## 제2절 한국의 대응전략

북한이 화학무기를 공세적 측면에서 사용할 수 있다는 것은 개발 배경에서 이미 설명하였다. 북한의 화학전 위협에 대한 남한의 대응전략은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 북한의 화학무기 사용능력을 제거하는 적극적인 군사적 대응이고 다른 하나는 북한의 화학무기 포기를 유도하는 소극적 대응이다.

### 1. 적극적 대응전략

적극적 대응전략은 군사적 차원에서의 대응으로 북한이 화학무기를 사용할 수 없도록 운용 전에 제거하고 사전 억제에 실패하였을 때는 방호와 사후관리를 통해서 피해를 최소화하고 전투력을 보존하는 것이다. 화학작용제를 투발하는 수단에는 미사일, 항공기, 야포, 무인기(UAV) 그리고 특수전 부대를 활용하는 방법이 있다. 군사적 차원에서 이러한 북한의 대량살상무기 공격에 대한 대응은 미사일 또는 항공기를 기준으로 할 때 감시 - 타격 - 요격/격추 - 방호 - 사후관리 단계를 적용한다.<sup>165)</sup> 먼저, 감시단계는 적의 화학무기 투발수단을 감시하는 것이다. 이 단계는 우수한 한미 정보자산을 활용하여 적의 공격징후를 사전에 탐지하기 위해 노력한다.

2단계는 타격이다. 적의 포병으로부터 미사일까지 사전 감시를 통하여 적이 사용하기 전에 먼저 제압하는 것이다. 적의 포병 공격 시 야전군이하 포병이 주로 타격자산으로 활용될 것이지만 후방지역에 있는 미사일 발사대는 아군의 미사일사령부 전력 및 공군자산을 활용하고 사전에 확인된 저장시설 등에 대해서도 타격을 한다. 이때 저장시설은 대량살상무기 그 자체를 공격하는 것이 아니라 저장시설 입구 또는 저장시설에 이르는 도로 등을 파괴하여 화학무기로 인한 오염은 발생시키지 않고 적의 화학무기 사용을 거부하거나 사용의도를 지연시킬 수 있다.

3단계는 요격 및 격추다. 북한의 이동발사대 등은 사전 감시 및 타격에도 불구하고 100%를 제압할 수는 없다. 그래서 발사되는 미사일을 중간에 요격하고 격추하기 위해 미사일 방어체계를 운용한다. 미사일 요격을 위해서는 표적탐지, 요격, 교란, 타격의 단계가 적용된다. 화학작용제가 탑재된 미사일을 공중에서 격추하면 화학작용제가 살포되어 똑같이 위험하지 않느냐는 의문이 있는데 화학무기가 탑재된 미사일이나 항공기를

165) 김병용·엄종선, "탄도미사일 방어체계 특징과 우리의 방향," 『국방정책연구』 제69호, 한국국방 연구원, 2005, pp.80-83.

지상 10km 이상의 상공에서 격추시키면 지상에 도착할 때는 작용제가 흩어져서 결과적으로 농도가 약해져 요망하는 살상농도에 미치지 못하여 실질적인 위협이 될 수 없다.

4단계 방어단계는 요격 및 격추가 실패하여 우리지역에 화학작용제가 도달하였을 경우에 피해를 최소화하는 작전이다. 화학무기가 투발되었을 때에는 방독면과 보호의를 착용하고 가용한 대피시설로 대피하여 피해를 최소화한다. 그리고 정찰을 통하여 화학작용제가 존재하는 지역을 확인한 후 오염지역을 제독하여 위협을 제거해야 한다.

마지막으로 사후관리는 적의 화학무기 공격으로 대량피해가 발생하였을 경우 신속한 복구를 통하여 사회적 기능을 회복하기 위하여 민·관·군이 통합으로 실시하는 작전이다. 통상적으로 공공의 질서나 사회기반시설을 복구하기 위하여 실시한다.

다음으로 야포를 활용한 화학무기의 공격에 대한 군사적 대응은 적 포병의 사격률을 저하시키거나 파괴하기 위하여 대화력전을 실시하고 가용한 공군을 활용하여 타격함으로써 사전에 제압하는 방법을 사용한다. 이러한 방법에도 불구하고 적이 화학무기 공격을 실시하였을 경우에는 앞에서 설명한 대응단계 중 4단계 방호와 5단계 사후관리를 동일하게 적용하여 방호 및 피해복구를 실시한다.

무인기(UAV)를 활용한 화학작용제의 살포는 위협정도가 무인기의 크기에 따라 달라진다. 북한은 현재 VR-3 Rey 등 약 5~6종에 이르는 1천여 대의 무인기를 보유하고 있는 것으로 알려져 있다.<sup>166)</sup> 무인기에 생화학무기를 탑재할 경우 정밀유도무기보다 정확하면서도 대량살상효과를 거둘 수 있는데 특히 공기역학적 운반체에 내장된 비행안정장치는 생화학물질의 방출 및 살포에 적합한 것으로 평가되고 있다.<sup>167)</sup> 현재까지는 무인기의 위협에 대해 높게 평가하지 않는데 그 이유는 무인기의 탑재능력이 대부분 2~3kg 정도로 큰 위협이 되지 않기 때문이다. 생물학 무기를 탑재한 경우에는 이 정도의 탑재능력만으로도 그 효과가 지대할 수 있다. 그러나 화학무기의 경우에는 테러에 사용될 수 있는 정도의 탑재량에 불과하다. 그럼에도 불구하고 인구밀집지역에 화학무기가 운용될 경우에는 사용량에 상관없이 공황을 발생시킬 수도 있으므로 현재의 대공무기를 사용하여 격추하는 대비방향에서 더 나아가 탐지 및 격추시스템을 보강하는 것이 필요하다. 마지막으로 특수전 부대에 의한 화학무기의 살포는 적 특작부대의 침투에 대비하는 작전이므로 여기에서는 별도 설명은 생략한다. 앞에서 설명한 군사적 대응단계는 화학무기뿐만 아니라 대량살상무기에 모두 적용된다. 위와 같이 대량살상무기 대응

166) 이대우, “북한 무인기: 새로운 비대칭 무기,” 『정세와 정책』, 세종연구소, 2014, pp.19-21.

167) 송승종·길병욱, “군용 무인기 개발의 역사와 그 전략적 함의에 대한 연구,” 『군사』 97호, 국방부 군사편찬연구소, 2015, pp.298-299.



체계가 원활히 작동하기 위하여 굳은 첫째, 북한 지역에 대한 감시정찰능력을 보장해야 한다. 북한의 전 지역을 감시할 수 있으며 기상과 관계없이 정찰이 가능한 감시정찰체계를 보유해야 한다. 둘째, 현재 파악되어 있는 대량살상무기 표적(WMDSL: WMD Sensitive Lists)에 대한 정밀감시를 통해 표적을 세분화하고 타격우선순위를 명확히 해야 한다. 위협성이 큰 고가치 표적에 대해서는 Pre-ITO<sup>168)</sup>에 반영하는 노력이 필요하다. 북한이 화학무기 사용을 위협할 경우 이를 선제타격 할 능력을 갖추어야 한다. 목표를 선제타격하기 위해서는 표적분석과 함께 정밀한 유도무기체계에 대한 발전이 지속되어야 한다. 특히 화학무기는 사전 공격을 실시하여 누출되는 경우에는 적도 피해를 입을 수 있으므로 정확한 선제타격은 적의 사용을 거부할 뿐만 아니라 방호를 위한 추가적인 노력을 강요하는 이중의 효과를 볼 수 있다. 그러나 이 지역이 민간인 지역과 인접되어 있을 경우에는 비전투원의 피해를 불러올 수 있으므로 정밀한 표적분석이 필요하다.

셋째, 요격 및 타격능력의 보장을 위해서는 한국형미사일 방어체계를 완성해야 한다. 한국은 미사일 방어체계가 패트리어트를 활용한 고도 20km이하의 방어체계에 한정되어 있다. 이를 보완하기 위하여 상층방어체계인 사드(THAAD)가 필요하다. 이와 같은 다층 미사일 방어체계는 핵탄두를 장착한 미사일뿐만 아니라 화학탄이 탑재된 미사일에도 효과적으로 사용할 수 있는 방어시스템이다. 고고도 즉 250km 상공에서 미사일 요격이 가능한 L-SAM, 그리고 40km 상공에서 요격이 가능한 M-SAM의 전력화도 적극 추진해야 한다. 이와 같은 미사일 방어체계가 전력화될 때 고고도에서부터 저고도까지 요격이 가능한 미사일 방어체계가 완성될 수 있다.

넷째, 방호능력을 증강시켜야 한다. 방호능력을 확고히 갖추면 적의 화학무기 사용의 지를 저하시킬 수 있다. 군인 및 국민에 대한 확고한 방호태세를 유지하여 화학무기를 사용하여도 피해가 미미할 것으로 판단되면 북한의 화학무기 사용의지가 현저히 저하될 것이다. 북한의 입장에서 군사적 효과는 거두지 못하면서 국제적 비난을 불러오는 화학무기를 사용하는 것은 이득이 없기 때문이다. 화학공격을 받으면 가장 먼저 개인 및 부대 방호체계를 적용하게 된다. 개인보호 장비인 방독면, 보호의, 그리고 치료물자를 사용하여 피해를 방지하고 최소화하는 조치이다. 보호장비의 확보는 전투원의 안전감과 함께 화학전에서 자신감을 높일 수 있다. 가볍고 효율적인 보호장비는 전투력을 향상시킬 수 있는 중요한 요소이므로 적극적인 투자가 요구된다. 그리고 정찰을 통하여 화학작용제를 신속하게 탐지할 수 있는 최신형 탐지장비를 개발해야 한다. 현재 전투부

---

168) Pre-ITO는 기계화 통합임무명령서로 사전에 타격목표를 선정하여 계획된 우선순위에 따라 공격할 수 있도록 작성되는 모든 타격수단에 대한 사격 계획이다.

대의 자동경보기나 화학탐지장비는 모든 화학작용제를 탐지할 수 있도록 성능이나 효율성 측면에서 보강이 필요하다. 또한 오염된 인원, 장비, 지역을 제독하여 전투력을 복원시키기 위한 제독차도 기동성과 성능을 향상시켜야 한다. 북한의 지형 및 도로망을 고려하여 도로망이 잘 발달되지 않은 지역에서도 운용 가능하도록 개선시켜야 한다.

다섯째, 대량피해가 발생하여 국가적으로 공공질서가 혼란하고 기반시설이 파괴되었을 때 이를 복구하기 위한 사후관리능력을 갖추고 대응기반을 강화해야 한다. 이 작전에는 다양한 정부부처가 관계되므로 이를 총무계획에 반영하고 다양한 연습을 실시해야 한다. 사후관리는 합참이 주도하여 민·관·군이 합동으로 작전을 실시한다.

마지막으로 북한이 화학무기를 도심지역이나 공·항만에 운용하는 것은 피해를 강요할 목적과 함께 국민들에게 공황을 발생시켜 국가의 통제력을 약화시키는 것을 목적으로 한다. 공황발생으로 국가통제력이 약화되면 군을 지원하기 위한 동원체계가 무너지고 전쟁지속력이 약화되는 현상도 발생할 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 화학무기로부터 국민을 보호할 수 있는 체계를 갖추어야 한다. 현재 한국은 적의 공격에 대비하여 대피시설을 지정하여 대비하고 있다. 각종 지하시설, 지하철, 터널 등의 민방공 대피시설이 갖추어져 있다. 그러나 화학무기로부터 보호받기 위해서는 화생방보호설비를 갖춘 대피시설이 필요하다. 우리나라의 공공시설에 대한 민방위 대피시설 등급<sup>169)</sup>은 4개 등급으로 구분한다. 1등급은 화생방 방호시설과 방호물품이 완비된 지하시설(지휘용 및 총무시설)이고 2등급은 고층건물의 지하 2층 이하, 지하철, 터널(다중집합 장소)에 설치된 시설이다. 3등급은 지하상가 등 양호한 건축물의 지하층, 지하차도 및 보도, 지하주차장, 다층건물지하층을 말한다. 마지막으로 4등급은 단독주택 등 소규모(지하실 바닥면적 60㎡이상)건물 지하층이다. 화학전 시 보호를 받을 수 있는 화생방방호시설을 갖춘 대피시설은 1등급으로 분류되어 있다.

국민안전처 통계연보(2016년 기준)에 의하면 주민대피를 위해 지정된 대피시설은 <표 4-7>에서 보는바와 같이 모두 22,987개이다.

김태환 등이 실시한 “민방위 사태에 대응한 대피체계 구축 및 대피시설의 운영관리 기술개발” 연구에 따르면 이 중에서 적절한 보강을 거쳐 화학재난(미사일, 화학탄 공격, 화학사고)시 대피시설로 전환 가능한 곳은 약 8,000개소에 불과하고 이와 같은 보강을 위해서는 시설 당 1.6억 원 이상의 투자가 필요하다.<sup>170)</sup> 대피시설 전체를 화생방보호가

169) 임중선 외, “화생방 대피시설 기준 및 활용방안 연구,” 소방방재청 연구보고서, 2009, p.16.

170) 김태환 외, “민방위 사태에 대응한 대피체계 구축 및 대피시설의 운영관리 기술 개발,” 소방방재청 연구보고서, 2013, pp.146-147.

가능하게 만들 필요는 없지만 적 화학공격이나 테러가 발생할 수 있는 인구 다중시설을 중심으로 중장기 계획을 세워서 연차적으로 보강을 실시할 필요는 있다.

<표 4-7> 전국 민방위 비상 대피시설 현황

구분	확보량	정부지원 <sup>1)</sup>	공공용 지정 <sup>2)</sup>
서울	3,931	-	3,931
경기, 인천	5,788	139	5649
강원도	858	29	829
충청도	1,376	-	1,376
대전	1057	-	1,057
경상도	3,232	-	3,232
부산	1,869	-	1,869
대구	1,384	-	1,384
전라도	2,309	-	2,309
광주	705	-	705
제주도	478	-	478
계	22,987	168	22,819

- 1) 대피용도를 주목적으로 정부지원금으로 설치한 시설
  - 2) 민간 및 정부·지자체·공공단체 소유의 지하시설물을 대피시설로 지정한 시설
- \*출처: 국민안전처, 『2016년도 국민안전처 통계연보』, 서울: 국민안전처, 2017, pp.87-88에서 재정리.

또한 대피시설 내에 방독면을 비치한 곳은 전체시설 중 약 18%이며 그것도 대부분 소량만을 보유하고 있는데 50개 이하를 보유한 곳이 7.9%이고 101~500개를 보유한 곳은 6.2%에 불과하여 북한의 화학무기 공격이나 테러에 대비하여 국민들이 사용해야 할 수 있는 장비도 전반적으로 매우 부족한 실정이다. 특히 보호의 기본인 방독면 보유율 측면에서도 민방위대원들도 80% 이하이며 일반국민들의 보유율은 10%내외로 알려져 있다.<sup>17)</sup> 국민들의 화학전에 대비한 실태가 지극히 미흡하다고 판단된다. 이와 같은 대비태세로는 북한의 화학무기 사용의지를 꺾기는 불가능하다. 그러므로 대국민 방호실태

를 다시 점검하고 보강해야 한다. 먼저 전 국민이 방독면을 확보해야 한다. 국민 개개인이 방독면을 휴대하고 이에 대한 훈련을 받아야 한다. 걸프전이 발발하였을 때 이스라엘 국민들이 이라크의 화학공격에 대비하여 방독면을 휴대하고 다닌 것같이 우리 국민들도 화학전 위협이 높아질 때는 방독면을 휴대하고 다님으로써 북한의 화학무기 사용에 대한 대비가 철저함을 보여주어야 한다. 이것이 북한의 화학무기 사용의지를 저하시킬 수 있는 중요한 요소 중 하나가 될 수 있다. 또한 방독면과 함께 피해를 입었을 때 응급처치를 할 수 있는 해독제 킷이나 피부제독킷을 비치하는 것도 필요하다. 서울·경기 지역의 지하철에 100개의 해독제를 비치하기 위해서는 매년 2.3억 원 정도의 예산이 필요하고 수포작용제 피부제독킷인 KD-1의 경우에는 매년 1억 원 정도의 예산만 있으면 충분히 해결할 수 있다<sup>172)</sup>는 연구결과가 있다. 이 정도는 우리의 경제력을 보았을 때 쉽게 실시할 수 있는 정책으로 판단된다. 또한 화학전에서 보호가 가능하도록 민방위대피 시설에 대한 보완을 서둘러야 한다. 그리고 스마트폰을 활용하여 최단거리에 있는 시설을 손쉽게 찾을 수 있는 시스템을 구축하는 것이 필요하다. 현재 인터넷을 통해 본인이 사는 동네에서 가장 가까운 대피시설을 확인할 수 있도록 ‘안전디딤돌’이라는 시스템은 구축되어 있다. 이것을 좀 더 보완하여 어디에 있든지 최단 거리에 있는 대피시설을 쉽게 찾을 수 있도록 프로그램을 보완해야 한다. 아울러 화생방 보호시설 구축에 시간과 예산이 많이 필요한 만큼 이 부분을 보완할 수 있는 이동식 대피시설도 구비하여 대피시설이 없는 지역에서도 대규모의 국가적인 행사가 있을 때는 필요에 따라 사용할 수 있도록 준비해야 한다. 이동식 대피시설은 화학공격이나 테러 그리고 유독가스 등의 재난이 발생할 때 이를 활용하면 피해를 최소화할 수 있을 것이다.

## 2. 소극적 대응전략

군사적 차원의 적극적 대응은 적이 도발을 하였거나 가까운 시일 내에 도발이 예상될 때 실시하는 방법이다. 그러나 싸우지 않고 이기는 것이 최선의 방법이라는 손자병법과 같이 북한이 화학무기를 사용하지 못하도록 근본적인 대응책을 강구하는 것이 최선의 방법이다. 이를 위해서는 북한이 화학무기를 포기하게 만들거나 사용의지를 없애는 것이 중요하다. 이것이 소극적 대응전략 또는 정치적 대응전략으로 문제를 근본적으로

171) 김태환 외(2013), 앞의 보고서, pp.74-75.

172) 이상민, "김정남 VX 테러를 통해 본 북한 화학무기 위협과 대응방향," 『주간국방논단』 1663호, 한국국방연구원, 2017.

로 해결하는 방법이다.

첫째, 북한의 화학무기 개발동기를 없애야 한다. 가장 효과적인 대응은 화학무기를 개발한 북한의 정치, 경제, 군사적 동기를 해소해 주는 것이다.<sup>173)</sup> 즉 북한이 화학무기를 개발한 목적을 제거하여 화학무기의 필요성을 없애는 것이다. 북한이 화학무기를 개발한 목적은 억제력 확보차원, 전략무기의 필요성 그리고 재래식 무기의 열세 보완 때문이라는 것은 앞에서 이미 언급하였다. 이를 제거하는 방법은 한반도에서 상호 적대적인 상황을 제거하는 것인데 이에 앞서 선행되어야 할 것이 상호 신뢰구축이다. 서로 신뢰가 구축되지 않은 상황에서는 북한의 개발동인을 없앨 수 없다. 신뢰구축은 장기적인 계획과 안목으로 접근해야 한다. 가장 좋은 방법은 북한에 대한 평화적인 메시지와 함께 상호 적대정책을 거두고 남북교류를 활성화해야 한다. 남북교류의 활성화는 북한에 직접적인 도움을 줄 수 있는 경제 분야에서의 교류가 필요하다. 그리고 경제적 교류는 정치적 상황과 관계없이 지속성을 가지고 접근해야 한다. 지금과 같이 남북의 정치상황에 따라 이용하는 방편으로 사용된다면 장기적인 신뢰나 경제의존도 증진에는 한계가 있을 것이다. 물론 이런 방법의 사용에는 북한의 수용자세도 중요하다. 체제의 붕괴를 우려하여 개방을 꺼려하는 북한의 입장에서는 받아들이기가 쉽지 않기 때문이다. 그러므로 이런 노력을 통한 화학무기 포기 유도방안은 많은 시간을 필요로 하고 그 효과를 직접 확인하기도 어렵다는 점을 명심해야 한다. 김대중 정권에서 실시하였던 햇볕정책이 이와 같이 신뢰구축의 한 방법이었다. 이런 회유와 함께 국제적 압박을 병행할 때 북한의 화학무기 포기를 유도하는데 성공할 수 있을 것이다. 북한의 화학무기 포기에 대비하여 미국의 협력적 위협감소(Cooperative Threat Reduction: CTR) 프로그램<sup>174)</sup>을 통하여 북한의 화학무기 폐기를 지원하는 방법도 사전에 준비해야 할 필요가 있다.

둘째, 화학무기 보유의지를 저하시켜야 한다.<sup>175)</sup> 북한이 화학무기를 보유하고 있음에도 불구하고 그에 따른 이득을 취하지 못할 수도 있다는 것을 각인시켜야 한다. 프리드만은 군사력의 가시적 대등성을 군비경쟁을 안정시킬 수 있는 요인으로 지적하였으며 한용섭은 남한이 북한과 대등한 군사력을 가져야 군비통제 가능성이 증가한다고 하였

173) 황진환(1999), 앞의 논문, p.262.

174) 협력적 위협감소 프로그램은 미국이 1991년 11월 발의하였다. 과거 소련의 핵무기가 배치되었던 러시아, 벨로루시, 우크라이나와 카자흐스탄을 상대로 최초 적용되었다. CTR은 크게 핵무기 폐기와 핵개발에 종사하는 전문인력 관리라는 두 부분으로 구성되어 있다. 이 프로그램은 이후 화학 및 생물무기를 대상으로 확대되었으며 알바니아, 시리아, 러시아 등의 화학무기를 폐기하는데 이 프로그램을 통하여 지원이 실시된 바 있다.

175) 윤정원(2007), 앞의 보고서, pp.167-168.

다.<sup>176)</sup> 즉 북한의 화학무기를 압도하거나 비교할만한 전력을 가져야 북한이 화학무기를 포기할 가능성 증가한다는 것이다. 북한이 화학무기를 보유하고 있음에도 전력의 우위를 가질 수 없다면 북한의 화학무기 보유의지는 사라질 것이며 이때 경제적 보상을 제시하면 북한의 화학무기 포기를 이끌어 낼 수 있을 것이다.

그런데 한국은 이미 화학무기금지협약에 가입하고 화학공격과 관련된 모든 능력을 제거했기 때문에 북한은 이에 대한 방호를 실시해야 하는 부담이 없어졌다. 결국 한국은 화학무기에 대응할 동일 수단을 포기한 것이다. 그에 따라 북한의 보유의지를 저하시킬 방법 또한 적어졌다. 이를 구현하기 위한 방법으로는 먼저 화학무기금지기구를 통한 북한의 화학무기 보유사실에 대한 압박이 필요하다. 북한의 화학무기가 인류에게 실질적인 위협이 된다는 사실과 특히 동북아 국가에게 위협이 된다는 점을 상기시켜 한국 외에 다른 국가들로부터 북한의 화학무기를 포기하도록 유도하는 협상의 필요성에 대한 동의를 이끌어 내야 한다. 한용섭은 한 국가가 군비증강을 지속적으로 뒷받침할 수 없는 경우에 군비통제를 선호하게 된다고 하였다.<sup>177)</sup> 이 논리에 의하면 북한이 화학무기 군비증강을 하지 못하도록 통제할 때 화학무기를 포기할 가능성이 높아진다고 가정할 수 있다. 그러므로 북한이 화학무기를 고도화시킬 수 없도록 화학무기 생산에 필요한 장비물자의 획득을 철저히 통제함으로써 고도화 기회를 제거하고 필요한 장비물자의 구입에 필요한 비용의 증가를 강요하여 보유의지를 저하시켜야 한다. 화학무기금지협약 및 호주그룹과 협조하여 북한으로의 금지된 화학물질의 수출입을 철저히 통제해야 한다. 일본, 중국, 미국 등과 함께 대량살상무기방지구상(Weapons of Mass Destruction Proliferation Security Initiative: PSI)<sup>178)</sup>을 적극 활용한다면 이를 원천적으로 차단 할 수 있을 것이다.

셋째, 화학무기 사용의지를 저하시켜야 한다. 이는 우리의 방호능력과 밀접한 관계가 있다. 화학무기에 대한 방호능력을 증가시켜 화학무기를 사용하는 경우에도 국제적 비난을 불러올 뿐 군사적 차원에서의 효과는 미미하다는 것을 알려주어야 한다. 이를 위해서는 특히 대국민 방어체계의 보강이 필요하다. 다음은 강력한 응징보복능력을 갖추어 적이 화학무기 사용 시에는 우리도 화학무기나 핵무기 등의 절대무기를 사용하여

176) 한용섭(2004), 앞의 책, p.208.

177) 한용섭(2004), 위의 책, p.209.

178) 대량살상무기 확산방지구상(Weapons of Mass Destruction Proliferation Security Initiative)은 무기나 무기 관련 물자의 이동을 제한하는 정책이다. 핵무기, 화학무기, 생물학무기 등 대량살상무기와 관련 물질들이 확산되는 것을 막으려는 목적으로 도입되었다. 확산방지구상(Proliferation Security Initiative)이라 부르기도 한다.

보복하는 것인데 이것은 현실적으로 제한이 있으므로 고도화된 재래식 무기로 적 수뇌부 타격능력을 향상시키고 화학무기를 사용할 경우 전후 끝까지 책임을 묻겠다는 것을 알려주는 것도 좋은 방법이 될 수 있다. 또 군인 및 대국민 방호능력을 증가시켜 화학무기 사용 시에도 북한이 전략적·전술적으로 전혀 이득을 취할 수 없다는 것을 홍보하는 것도 또한 중요한 방법이 될 수 있다. 이런 방법을 구사하여 북한의 화학무기 사용의지를 저하시키면 화학무기 보유의지 또한 저하시키는 선순환적인 역할을 하게 될 것이다.

넷째, 우리도 화학무기 생산을 위한 잠재적인 기반능력을 유지해야 한다. 한용섭은 『한반도 평화와 군비통제』에서 군비증강 없는 군비통제전략의 한계성에 대해서 지적하고 있다.<sup>179)</sup> 또한 국가들 간의 군사력의 균형이 이루어져 있을 때 군비통제 가능성이 증가하는데 그 예는 미소의 핵전력의 균형에서 군비통제가 출발하였다는 점에서도 알 수 있다. 군비증강이 없는 군비통제는 현존하는 적이 없는 상황에서는 가능할지 모르지만 적이 존재하고 있는 상황에서는 우리의 안보상의 약점이 적에게 노출하는 결과를 가져온다는 것이다. 그러면서 북한에 비해 군사력 숫자나 재래식 전력이 약한 남한이 군비통제를 요구하면 북한은 정치적이나 경제적 이익을 주지 않는 이상 군비통제에 응하지 않을 것이라고 주장했다. 미국과 구소련 간에 유럽지역에서의 군비통제협상이나 미·소간 전략무기 감축협상에서도 구소련의 전력이 우세를 이루었을 때는 군비통제협상이 이루어지지 않았고 미국의 군사력이 우세하거나 균형을 이루었기 때문에 군비통제협상이 가능하였다는 사실을 예로 들고 있다. 남한이 군비증강이 없는 상태에서 군비통제만을 추구한다면 북한은 남한의 이러한 평화추구 분위기를 이용하여 국론을 분열시키고 미군의 철수를 요구하여 한미연합방위체제를 붕괴시킬 것을 우려하면서 이러한 상태를 방지하기 위해 장기적인 안목에서 국가의 통일, 외교, 안보전략과 논리적인 통일성을 가지고 군비통제를 준비해야 할 것을 제시하고 있다. 이런 군비통제의 한계성을 고려할 때, 우리가 화학전 능력을 구비하는 것은 군사적 잠재능력 확대라는 측면뿐만 아니라 향후 군비통제에 유리한 환경을 조성한다는 측면에서도 의미가 있다. 잠재적인 능력은 현실적인 능력으로 환산되거나 변할 수 있기 때문이다. 북한의 핵 위협에 대비하여 우리도 핵연료 주기를 완성해야 한다고 주장하는 논리는 이러한 측면을 고려한 것이다.

화학무기금지협약에서는 산업시설로 운영되는 화학시설을 신고 받고 사찰을 실시하고

179) 한용섭(2004), 앞의 책, pp.192-196.

있다. 이유는 이러한 시설이 쉽게 화학무기를 생산할 수 있는 시설로 전용될 수 있기 때문이다. 이와 같은 시설에는 농약, 비료 그리고 의약품 생산 공장 등이 있다. 화학작용제의 원료가 되는 물질이 이런 공장에서 많이 사용되고 있다. 이를 역으로 생각하면 화학무기금지협약의 틀 안에서 합법적으로 화학무기 생산기반을 구축할 수 있는 방법이 존재한다는 의미이다. 예를 들어 살충제로 사용하는 농약의 화학적인 특성이 신경작용제와 유사하다는 점을 주목하면 농약 생산시스템을 적절히 활용하여 유사시 화학무기를 생산할 수 있는 시스템을 갖출 수 있다. 이렇게 화학무기를 만드는데 사용하는 원료를 사용하는 공장시스템부터 하나하나 검토하여 화학무기 생산을 위한 기반시설을 구축하는 것도 하나의 대안이 될 수 있다. 이런 시스템이 갖추어진다면 유사시 북한의 위협을 빌미로 화학무기를 생산할 수도 있고 또한 군비통제 협상에서 하나의 유용한 카드를 갖게 될 것이다. 이런 능력을 갖추게 된다면 북한의 입장에서도 화학무기의 사용을 주저할 수밖에 없을 것이다. 2차 세계대전 당시 많은 나라들이 엄청난 양의 화학무기를 비축하고도 사용하지 않은 것은 상대국이 화학무기를 비축하고 있고 또한 공격할 수 있다는 것을 알고 있었기 때문이다. 즉 “공포의 균형(Balance of terror)”를 이루었기 때문에 화학무기의 사용을 억제할 수 있었던 것이다. 상대방과 군사력의 균형이 존재할 때 상대방의 군비통제의 필요성이 증가한다는 점을 명심하고 이를 뒷받침할 능력을 갖추려는 노력을 해야 한다.



### 제3절 소결론

북한은 1960년대 김일성의 화학화 선언으로 화학무기 개발을 시작하였다. 북한의 화학무기 개발동인에 대한 분석은 미국의 핵무기위협에 대비하여 억제력을 확보하기 위하여 개발하였다는 주장이 주를 이루고 있다. 구소련의 해체로 냉전체제가 붕괴되고 한국의 북방외교로 중국 및 소련과의 외교관계 체결로 동맹의 약화를 체감한 북한이 이에 대한 불안감으로 화학무기의 전략적 필요성을 느껴 개발하였다는 분석이다. 그리고 1980년대에 들어 남북한의 경제력 격차가 커지면서 재래식 군비경쟁에서 오는 경제력의 한계를 인식하고 재래식 무기 군비경쟁에서 오는 열세를 극복하기 위해 비용대효과가 우수한 화학무기를 전략무기로 개발하였다는 분석이다. 이 결과 북한은 약 2,500~5,000톤의 화학무기를 보유하고 있을 것으로 평가하고 있다. 또한 연구시설 1개소, 생산시설 4개소, 저장시설 6개소와 함께 평시에는 민수용 공장으로 사용하면서 유사시에는 화학무기를 생산할 수 있는 17개의 생산 공장도 보유하고 있다. 화학작용제는 신경, 수포, 혈액, 질식 등 약 20여 종을 보유하고 있다. 화학무기 운용을 위해 박격포, 야포, 방사포는 물론 각종 미사일과 항공기까지 다양한 종류의 투발수단을 보유하고 있다. 또한 북한이 보유하고 있는 무인기와 10만이 넘는 특수부대를 이용하여 대도시 및 인구 다중시설에 대한 테러 및 요인 암살을 위해서도 활용이 가능하다.

북한의 화학무기위협에 대응하여 우리는 군사적인 대응태세를 완비해야 한다. 대량 살상무기에 대한 군사적 대응 단계인 감시, 타격, 요격 및 격추, 방호 그리고 사후관리를 위한 능력을 확보해야 한다. 감시자산과 타격 그리고 요격자산을 증강시킬 필요가 있다. 먼저 보고 먼저 타격할 수 있는 Kill-Chain을 조속히 완성시켜야 하며 북한이 공격을 할 경우에 대비하여 미사일 방어체계의 신속한 배치가 요구된다. 특히 종말단계에 치우친 한국형방어체계를 보완할 수 있는 사드(THAAD)의 배치와 함께 중장거리 요격미사일은 남한 입장에서 꼭 필요한 방어체제로 판단된다. 이러한 방어체계는 미사일로 운용되는 핵무기에 대한 방어체계와 동일하다.

군사적인 대비태세의 구축과 더불어 적의 화학무기 보유 및 사용의지를 원천적으로 제거하기 위한 노력이 선행되어야 한다. 북한이 화학무기를 포기할 수 있도록 화학무기금지협약의 가입을 유도하고 국제적인 압박과 함께 현재 진행 중인 경제제재를 강화하여 화학무기의 포기를 유도하는 정책이 필요하다. 북한이 화학무기를 자발적으로 포기할 가능성이 낮은 만큼 강제적인 군비통제의 추구를 위해 국제사회를 통한 화학무기 포기를 압박하는 외교적 노력도 필요하다.

남한이 압도적인 방호능력을 확보함으로써 북한이 화학무기를 사용 시에도 의도하는 효과를 거둘 수 없다는 점을 분명히 보여주기 위해 우리 군의 개인 및 부대 보호능력 그리고 화학부대의 탐지, 식별, 제독능력을 발전시켜야 한다.

또한 국민 보호태세를 갖추어야 한다. 보호태세가 부족한 국민을 위해 정부차원에서 민방위 대피시설을 화생방 대피시설로도 사용할 수 있게 보장해야 한다. 적의 화생방 공격이 예상되는 도심지와 공항 및 항만을 중심으로 일부 대피시설을 화생방 대피시설로 전환시키는 계획을 추진해야 한다. 그리고 화생방 공격이나 테러 시 비상용으로 활용할 수 있는 방독면과 해독제 및 피부제독처리킷 등을 대피시설에 비치해야 한다. 이러한 노력이 선행될 때 북한의 화학무기 보유나 사용의지는 꺾이게 되고 포기 가능성은 증가하게 될 것이다.

마지막으로 북한이 화학무기 사용 시 보복할 수 있는 위력이 우수한 무기를 보유해야 한다. 이를 위해 우리 스스로가 화학무기를 생산할 수 있는 잠재적인 기반을 유지하는 것도 좋은 대안이 될 수 있다. 북한이 화학전 능력을 보유하고 있으므로 우리 또한 화학산업을 기반으로 잠재적으로 화학무기를 생산할 수 있는 시스템을 구축하는 방안도 고려할 수 있다. 이 방법은 향후 북한의 화학전 위협에 대응하는 잠재적인 무기체계를 보유한다는 의미와 함께 화학무기 군비통제 협상이 시작될 경우에는 이를 대칭적인 군비통제 카드로도 활용할 수 있는 이점이 있다.

북한이 보유하고 있는 화학전 능력을 제거하기 위해서는 북한이 화학무기를 포기하도록 유도하는 방법을 연구해야 한다. 그리고 북한이 화학무기를 포기할 경우 이를 남한의 주도하에 신속하게 폐기할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 이를 위해 북한의 화학무기 개발동인의 해소와 화학무기 군비통제 사례를 통하여 북한에 적용할 수 있는 화학무기 포기 시나리오에 대한 연구와 폐기방법에 대한 연구가 요구된다.

## 제5장 북한의 화학무기 포기 시나리오 및 폐기방안

### 제1절 화학무기 포기 시나리오

북한은 과연 화학무기를 포기할 수 있을까 포기한다면 어떤 상황에 직면하였을 때 포기할까를 연구하는 것은 의미가 있다. 본 연구에서는 북한의 화학무기 폐기방안을 연구하기 위하여 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위한 방법을 화학무기 개발동인과 군비통제 사례를 통해 분석해 본다. 그리고 이를 북한에 적용할 경우 일어날 수 있는 북한의 화학무기 포기 시나리오에 대해 알아보았다.

북한이 왜 화학무기를 개발하였는지에 대해서는 제4장에서 살펴보았다. 북한의 화학무기 개발동인을 연구하면 북한이 화학무기를 개발해야만 했던 이유가 무엇이고 그 이유가 해소되었는지 여부를 분석할 수 있다. 또한 화학무기를 개발했던 이유를 충족시킬 만한 다른 요인이 발생했다면 협상을 통해 화학무기를 포기하도록 유도 할 수 있는 가능성이 높아지기 때문이다. 그러므로 북한정권이 위협을 느꼈던 위협요인이 제거되거나 혹은 화학무기를 대체하거나 능가할 만한 무기가 개발되어 화학무기의 개발동인이 다른 방법으로 달성되었을 경우에는 화학무기를 포기할 가능성이 높다고 판단된다. 또 다른 하나는 앞에서 연구한 화학무기 군비통제 사례들을 통하여 그 나라들이 왜 화학무기를 폐기하였는지 또는 폐기할 수밖에 없었던 요인이 무엇인지를 도출한다. 그리고 이를 북한에 적용하여 화학무기를 포기할 수밖에 없는 상황을 조성한다면 북한의 화학무기 포기가능성을 높일 수 있을 것으로 판단하여 두 가지 측면에서 연구를 실시할 필요가 있다.

#### 1. 개발 동인의 해소

북한의 화학무기 개발동인을 통해 화학무기 포기 가능성을 검토해 보면 북한이 화학무기를 개발한 군사안보적 동기는 두 가지 측면에서 살펴볼 수 있다.<sup>180)</sup>

첫 번째는 공세적 목적으로 화학무기를 개발한 것이다. 제1차 세계대전과 아프리카니스탄 그리고 이란-이라크 전에서의 화학무기 사용이 가져온 전술적 효과를 보고 이를 전쟁에서 사용할 목적으로 개발하였다는 분석이다. 북한은 화학무기를 사용하여 대남도발 시 주도권을 확보하려 할 것이다. 화학무기를 사용함으로써 전방의 방호된 진지

180) 황진환(1999), 앞의 논문, pp.255-257.; 윤정원(2006), 앞의 보고서, pp.149-150.

를 최소한의 피해로 돌파하고 포위소멸구역에서 유생역량을 말살하며 남한 국민들에게 공항을 유발시켜 동원 체제 와해와 전쟁지속력의 약화를 시도할 것이다.<sup>181)</sup>

둘째 미군의 증원을 지연시키거나 억제시키기 위하여 사용할 것이다. 북한은 한반도에서의 전쟁을 단기전으로 끝내려고 시도하고 있다. 미군이 본격적으로 한반도에 증원군을 보내기 전에 전쟁을 끝내거나 중단하려는 것이다. 이런 전략적 목표 달성을 위해 미군이 증원될 공항이나 항만에 화학무기를 사용함으로써 미군의 증원을 지연시킬 수 있다.<sup>182)</sup> 또 다른 시각에서는 전쟁에서 패배했을 경우 정권 보장을 위한 협상용으로써 화학무기의 보유를 거론하는 견해도 있으나 화학무기는 핵무기와 달리 체제생존을 위한 협상용으로서의 사용은 제한 될 것으로 판단된다.

다음은 방어적인 차원 즉 억제차원에서 화학무기를 개발하였다는 분석이다.

먼저 미국의 핵무기 위협에 대응하기 위하여 화학무기를 개발하였다는 시각은 북한이 2차 세계대전 이후 냉전체제에서 핵무기가 전략적으로 어떠한 효과를 가지고 있는지를 이미 경험하였으나 당시에는 핵무기를 개발할 능력이 없어 이를 대체할 수 있는 방안으로 화학무기를 개발하였다는 시각이다. 화학무기를 빈자의 핵무기라고 부른다는 점을 생각하면 그 의미를 짐작할 수 있다.

둘째, 소련의 붕괴와 탈냉전 그리고 중국과의 동맹관계가 약화됨에 따라 생존력 보완을 위해 개발하였다는 논리이다. 소련의 붕괴와 함께 남한에서 북방외교를 추진하자 북한은 상대적인 고립감과 함께 소련 및 중국과의 동맹관계가 약화됨을 체감했고 군사력 강화의 필요성을 인식한 결과로 화학무기를 개발하였다는 논리다.

셋째는 심각한 경제난 하에서의 군사비 절감의 필요성에서 화학무기를 개발하였다는 시각이다. 앞에서 연구한 바와 같이 화학무기는 그 살상력과 생산비 측면에서 볼 때 비용이 재래식 무기에 비하여 약 1/3정도밖에 소요되지 않는다. 북한은 남한의 경제력 성장과 함께 군비경쟁에서의 부담을 느꼈으며 재래식 무기에서의 열세를 보완할 수 있는 방법으로 화학무기를 개발하였다는 논리이다.

위에서 언급한 화학무기의 억제적 측면에서의 개발논리는 핵무기의 개발 논리와 비슷한 점이 많은데 그것은 화학무기를 전략무기의 측면에서 보고 논의하였기 때문이다. 북한이 핵무기를 개발함에 따라 화학무기를 개발한 동인이 해소되었는가를 알아보기 위하여 <표 5-1>과 같이 핵 및 화생무기의 전략적 가치를 7가지로 구분하여 평가하였다. 이를 통하여 핵무기를 개발하여 전력화를 시도하고 있는 북한이 화학무기를 포기할

181) 정보사령부(2005), 앞의 책, p.123.

182) 윤정원(2006), 앞의 보고서, p.161.

가능성이 있는가를 평가해 보고자 한다.

<표 5-1> 핵 및 화학무기의 전략적 평가

구분		핵무기	화학무기	생물무기
억제적 측면 (방어)	미군의 핵무기 위협	○	△	△
	탈냉전의 동맹관계 약화	○	△	○
	재래식 군비경쟁에서의 열세 극복	○	○	△
	정권 생존권 보장	○	△	△
공세적 측면	전쟁도발 시 주도권 장악	○	○	△
	미군 증원 지연 혹은 약화	○	○	○
	상대국에 반전 여론 조성	○	○	○

\*출처: 정우영, "북한의 화학무기 포기 선언 시 검증 및 폐기 방안 연구," 국방정책연구 보고서(04-09), 전략문제연구소, 2004, p26을 재정리.

표에서 보는 바와 같이 핵무기는 억제적 측면 및 공세적 측면에서 모두 위력을 발휘할 수 있다. 그러므로 북한이 화학무기를 개발한 동기가 미군의 위협으로부터 정권의 생존성을 보장하는 것이 주요 목적이라면 이제는 핵무기 개발이 완성단계에 도달함으로써 목적이 달성되었기 때문에 화학무기의 효용이 저하되어 포기할 가능성이 높아졌다고 볼 수 있다. 그러나 북한이 화학무기를 공세적인 측면에서 전쟁도발 시 주도권 장악, 미군 증원 지연 혹은 약화, 상대국의 반전 여론 조성 등 재래식 무기를 보완할 수단으로서 화학무기를 개발하였고 전쟁에서 주 공격수단으로 여기고 있다면 화학무기의 효용성이 높기 때문에 포기할 가능성은 여전히 낮다고 볼 수 있다. 그러나 북한은 핵무기를 이미 보유하고 조금 있으면 소형화·다중화에 성공하여 전술핵무기 보유가능성이 높아져 화학무기의 공세적인 측면에서의 효용성을 낮게 평가할 수 있으므로 화학무기를 포기할 가능성은 높아진다고 판단할 수 있다. <표 5-1>에서 보는 바와 같이 핵무기는 사용보다는 억제적 측면에서 더 큰 효과를 발휘할 수 있다. 왜냐하면 핵무기는 2차 세계대전 이후로 한번도 사용되지 않았고 사용할 경우 가져올 과장이 무척 크기 때문이다. 그러나 화학무기는 핵무기와 비교할 때 억제적 측면보다는 재래식 군비경쟁에서의 열세 극복, 전쟁 주도권 확보 그리고 미국의 증원 지연 혹은 약화 등 공세적

측면에서 위력을 발휘할 수 있다고 평가된다. 특히 북한은 화학무기를 대량살상무기가 아닌 재래식 무기로 보고 있기 때문에 더욱 공세적인 측면에 중점을 두고 화학무기를 운용하게 될 것이다. 그러나 재래식 무기의 발전으로 화학무기와 비슷한 수준의 위력을 발휘할 수 있는 무기체계가 늘어나고 있으며 한국이 화학무기에 대한 방어태세를 확고하게 증대하여 사용 시에도 요망하는 효과를 볼 수 없다고 판단하게 만들면 북한이 화학무기를 포기할 가능성은 높아질 것이다.

## 2. 군비통제 사례를 통한 화학무기 포기 유형

다음은 군비통제 사례에서 살펴본 바와 같이 화학무기를 포기하고 폐기한 국가들 혹은 화학무기 보유를 포기한 국가들의 사례를 통하여 북한이 화학무기를 포기할 수 있도록 유도할 수 있는 방법이나 상황을 도출해 볼 수 있다.

먼저, 미국과 소련의 사례이다. 미국과 소련은 자발적으로 양자협상을 통하여 화학무기 군비통제를 실시하였다. 두 나라는 1990년 미·소 화학무기 양자협정을 실시한 결과 화학무기 폐기를 약속했다. 화학무기금지협약을 통하여 이 약속을 이행하여 약 90%이상의 화학무기를 폐기하였으며 나머지도 폐기가 진행 중이다. 두 나라는 초기에는 일부 화학작용제를 남겨두어 화학무기를 사용하는 나라들에게 보복용으로 사용하자는 의견도 있었지만 소련의 강력한 주장으로 전량 폐기를 결심하였다. 두 나라가 화학무기를 포기한 이유는 첫째는 화학무기의 사용에 따른 국제적인 비난이 비등하여 향후 화학무기의 사용이 제한된다는 판단 때문이었다. 1980년대 이란-이라크 전에서의 화학무기 사용으로 쿠르드족 민간피해자가 다수 발생하였고 아프카니스탄 전에서의 화학무기 사용이 국제적인 비난의 대상이 되었기 때문이다. 둘째는 화학무기의 전략적 가치가 저하되었기 때문이다. 소련과 미국은 이미 핵무기를 충분히 보유하여 전략적 억제 가능성이 가능하였고 전쟁발발 시에도 충분한 파괴력을 가진 재래식 무기와 전술핵무기를 사용할 수 있기 때문에 비인도적 무기로 낙인찍힌 화학무기의 사용 필요성이 낮아졌다. 셋째, 경제적 이유이다. 미국이나 소련 모두 화학무기를 1차 세계대전 이후 개발하여 화학무기의 노후화로 인하여 안전 및 유지에 많은 비용이 투자되고 있었다. 실제적으로 얼마나 많은 유지비용이 들어가는지는 알려져 있지 않다. 그러나 미국이 화학무기 비군사화(Demilitarization)를 위한 2016년 예산 7.2억불에 화학무기 저장시설의 비상대비 및 비상대응 계획이 4가지 요소 중 하나로 포함되어 있는 것을 고려할 때 많은 비용이 소요된다는 것을 추측할 수 있다. 전략적으로 효용성도 줄었으며 실제 전쟁에서 사용할

수도 없는 무기라는 생각과 함께 이런 운영예산을 줄여야 한다는 공감대가 형성되었기 때문에 화학무기 포기가 가능하였다.

결국은 미소의 화학무기 군비통제는 양국 모두 화학무기를 보유하고 있었으나 핵무기의 개발과 함께 화학무기의 사용가능성이 낮아지고 운용유지를 위한 경제적인 비용이 증가하였기 때문이다. 그러나 남한과 북한의 양자협상은 남한이 화학무기를 보유하고 있지 않으므로 미소와 같은 대칭적이고 자발적인 군비통제는 적용되지 않으며 비대칭적인 군비통제로의 접근이 필요하다.

다음은 리비아의 경우이다. 리비아는 국제적인 제재와 압력에 의해 대량살상무기를 포기하였다. 리비아는 1단계 및 2단계의 국제적인 제재로 인하여 경제위기가 심각해지자 경제를 살리기 위하여 대량살상무기를 포기하였다. 물론 이외에도 미국의 이라크 공격으로 인해 체제의 위협성을 느낀 것은 또 다른 이유이다.

리비아가 화학무기를 포함한 대량살상무기를 포기하게 만든 것은 국제적인 제재로 인한 경제위기와 정권의 생존성을 보존하기 위한 것이다. 리비아의 사례는 북한에 적용할 수 있는 성공가능성이 높은 방법으로 보인다. 현재 국제적인 비핵화 압박과 함께 경제제재가 진행 중인데 이 압박의 강도를 높이고 중국의 협조를 이끌어 낼 수 있다면 리비아와 같이 강제적인 군비통제 협상이 성공할 가능성은 높을 것으로 판단된다.

시리아의 경우에는 정권의 생존성에 대한 위협이 주요 이유이다. 반군과의 전쟁 중 민간인에 대한 화학무기 사용으로 국제적으로 비난 여론이 높아지고 미국과 소련 그리고 유럽에서 시리아 사태에 개입을 천명하였다. 이렇게 정권에 대한 위협이 심각해지자 이에 대한 탈출구로서 화학무기를 포기하였다. 시리아의 사례는 북한에서 쿠데타로 급변사태가 발생하여 내전이 일어나는 상황이 발생한다면 유사한 군비통제사례가 성공할 수 있을 것이다. 북한에서 쿠데타가 발생했을 때 국제적인 지원이나 지지를 대가로 화학무기 포기를 유도하면 자발적으로 군비통제에 나설 가능성이 높아질 것이다.

마지막으로 멘도자 조약을 맺은 아르헨티나, 칠레 그리고 브라질은 화학무기 자유지대를 설립하기 위하여 협정을 맺었다. 즉 발생하지 않은 위협에 대비하여 지역적 군비통제에 합의함으로써 화학무기를 공동으로 포기한 것이다. 화학무기가 주는 위협에 상호 노출되기를 원치 않았기 때문에 지역적 군비통제가 성공한 것이다. 이 방법이 성공하여 동북아 화학무기자유지대가 형성된다면 자발적인 군비통제 성공사례가 될 수 있으나 북한을 대상으로 성공하기 위해서는 군비통제 성사를 위한 국제적인 분위기가 조성되는 것이 우선되어야 할 것이다.

결국 앞에서 언급한 4가지 화학무기 군비통제 사례가 성공한 요인은 다음과 같이 요

약할 수 있다. 첫째, 화학무기의 전략적 효용성이 낮아지고 사용가능성이 저하되었기 때문이다. 둘째, 국제적인 압력 및 경제제재로 정권의 생존이 위태로워졌기 때문이다. 셋째, 두 번째 이유에 직면했을 때 정권의 생존성을 보장하는 조건으로 화학무기의 포기를 요구했기 때문이다. 넷째, 지역 내 국가들 사이에 화학무기 군비통제에 대한 공감대가 형성되었기 때문으로 요약된다.

그렇다면 현재 북한의 상황을 개발동인의 해소라는 측면과 화학무기 군비통제 사례를 북한에 적용하여 분석해볼 때 북한의 화학무기를 포기 가능성을 평가하면 <표 5-2>에서 보는 바와 같이 북한의 화학무기 포기 가능성은 매우 높다고 판단된다.

<표 5-2> 북한 화학무기 포기 가능성 평가

구분		평가	비고
개발 동인 측면	억제적 측면	높음	핵개발로 억제력 보유
	공세적 측면	중간	고성능 재래식 무기와 전술핵무기 개발 시 화학무기 필요성 저하
군비 통제 폐기 사례 적용 시	화학무기의 전략적 효용성 혹은 사용 가능성 저하	높음	핵 개발로 화학무기의 전략적 효용성은 상대적으로 저하되었고, CWC로 인해 사용 시 국제적인 저항에 부딪히게 됨
	국제적인 압력 및 경제제재	높음	중국의 북한 경제제재 동참 선언으로 국제적인 경제제재의 효과가 높아지고 있음.
	김정은 정권 생존 보장	높음	국제적인 제재와 병행하여 정권의 보장을 약속한다면 북한의 대량살상무기 개발의 목표가 달성되므로 포기 가능성 증가
	‘동북아 화학무기 자유지대’ 공감대 형성	중간	중국, 소련, 일본 등이 함께 제안 시 핵 보유로 화학무기 포기는 가능하나 다른 나라들이 화학무기를 이미 포기하여 다른 대가 지불 필요

개발동인 측면에서 핵무기의 개발로 인하여 북한이 요망하는 억제력을 충분히 보유했다고 평가할 수 있다. 그 이유는 먼저 김태우 건양대 교수는 “북한은 10년 내에 50개 이상의 1세대 원자폭탄과 2세대 수소폭탄을 보유한 상태에서 잠수함 발사 탄도미사일(SLBM) 등을 보유한 중견 핵강국이 될 것”이라고 전망하고 있다.<sup>183)</sup> 미국 국무장관

183) “북, 5·6·7·8차 실험... 관란의 핵 질주 가능성,” 『문화일보』, 2016년 4월22일자.



을 지낸 올브라이트(David Albright) 박사는 “2016년 6월 현재 북한이 13-21개의 핵무기를 보유하고 있고 2020년에는 최대 100개까지 확보할 수 있을 것”으로 분석했다.<sup>184)</sup> 결국 핵무기 개발로 북한의 화학무기 개발 동인은 충족되었기 때문에 화학무기 포기 가능성은 증가하였을 것으로 판단된다.

화학무기의 공세적 측면에서 살펴 본 개발동인도 재래식 무기가 점차 고성능화되고 북한이 핵무기의 고도화 다종화에 성공한다면 화학무기의 공세적 측면에서의 개발동인 또한 해소될 것으로 판단하였다. 화학무기의 전략적 효용성이 저하되었다는 것은 핵무기의 개발로 인한 효과와 동일하다. 화학무기의 사용가능성은 북한의 화학무기운용 교리를 생각하면 여전히 높은 것으로 판단할 수 있으나 화학무기 사용이 전쟁의 승리를 반드시 보장할 수 없고 또한 사용 시에는 유엔차원의 제재에 부딪힐 수 있다는 점과 한국이 북한의 화학무기에 대해 만반의 준비를 갖추어 거부에 의한 억제를 달성할 수 있으므로 사용 시에도 요망하는 효과를 얻을 수 없다는 점을 확실하게 인식시켜 화학무기의 포기 가능성은 높아질 것으로 전망된다.

국제적인 압력 및 제재 측면에서 북한의 비핵화를 위한 국제적인 대북제재 결의안은 2016년까지 총 9건이 발의되었다.<sup>185)</sup> 특히 2017년 4월 26일 진행된 트럼프 미국 대통령과 중국 시진핑 주석의 미중 정상회담이후 북한에 대한 중국의 제재가 강화<sup>186)</sup>되고 있다. 패트릭 모간(Patrick Morgan)은 군비통제가 실현되기 위한 조건 중의 하나로 강대국과 동맹관계를 형성해 온 경우에는 동맹관계가 급격히 약화되거나 단절될 경우에 군비통제 가능성이 크다<sup>187)</sup>고 주장했는데 중국이 미국의 편에서 북한의 대량살상무기의 포기 압박에 동참하여 국제적인 압력과 경제제재가 효과적으로 진행된다면 북한이 리비아나 시리아 사례와 같이 화학무기를 포기할 가능성도 높아진다고 평가된다. 국제적인 압력과 병행하면서 북한의 체제유지가 어려운 상태에 도달했을 때金正은에게 정권을 보장한다고 약속한다면 북한의 화학무기 포기가능성을 더욱 높일 수 있을 것이다. 북한은 자신들의 핵무기 개발배경이 미국의 위협에 있다고 주장하면서 과거에도

184) “김정은 향한 선제타격 두렵다면 북핵 해결 못한다,” 『데일리안』, 2017년 2월 12일자.

185) 이표구, “유엔의 대북제재와 중국의 역할, 그리고 한국의 대중접근방안,” 『한반도 주변정세의 변화와 통일교육 활성화』, 한국동북아학회·통일부 통일교육위원광주협의회 주최 2016년도 공동학술세미나, 2017, p.77.

186) “달라진 중국의 대북제재,” 『자유아시아방송(RFA)』, 2017년 4월 26일자, [http://www.rfa.org/korean/weekly\\_program/bd81d55cc740-c5b4b514b85c/fe-jy-04262017105105.html](http://www.rfa.org/korean/weekly_program/bd81d55cc740-c5b4b514b85c/fe-jy-04262017105105.html)(검색일: 2017. 5. 10.).

187) Partick M. Morgan, “Elements of a General Theory of Arms Control,” in Paul R. Biiotti, Third ed. *Conflict and Arms Control: An Uncertain Agenda*, Boulder, CO: Westview Press, 1986.: 남만권(2004), 앞의 책, p.35에서 재인용.

북미 평화협정을 체결한다면 핵무기를 포기할 수도 있다는 것을 언급한 바 있다.<sup>188)</sup> 결국 북한의 대량살상무기 개발은 대부분 정권의 생존성을 보장하기 위한 목적으로 귀결된다고 판단되므로 이를 보장한다면 화학무기 포기 가능성은 높아질 것이다.

마지막으로 중국을 비롯한 소련, 일본, 미국의 동의를 얻어 동북아에서의 화학무기 자유지대를 추진한다면 북한 또한 긍정적인 반응을 보일 것으로 예상되나 다른 나라들은 북한의 화학무기보다는 핵무기에 더욱 많은 관심을 보이고 있어 북한의 협조를 이끌어 내는 것이 쉽지 않고 또한 다른 나라들이 기존에 화학무기를 포기하여 비대칭적 군비통제가 예상되므로 별도의 보상을 해주는 방법을 검토해야 할 것이다. 결론적으로 북한의 화학무기 개발동인은 대부분 해소되었거나 근시일내 해소될 것으로 전망되고 여기에 덧붙여 지속적인 국제적 압력과 함께 정권의 생존을 보장한다는 신호를 보내면 북한이 화학무기를 포기 가능성은 매우 높다고 판단된다. 그러나 이것은 북한이 핵무기를 보유한 상태에서의 판단이므로 북한의 비핵화가 진행된다면 화학무기의 포기 가능성은 낮아질 수 있다. 그러므로 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위해서는 비핵화 이전에 화학무기를 포기할 수 있도록 군비통제협상을 전개해야 한다. 그렇지 못한 경우에는 비핵화와 함께 화학무기를 동시에 협상테이블에 올려놓아야 화학무기의 포기 가능성을 증가시킬 수 있을 것으로 판단하였다.

### 3. 화학무기 포기 유형의 북한 적용

지금까지 북한이 화학무기를 포기하게 만들기 위한 방안을 화학무기의 개발동인의 해소와 군비통제 사례에서 나타난 교훈을 통하여 연구하였다. 이 연구를 종합하면 북한이 화학무기를 포기하게 만들기 위해서는 다음과 같은 조치가 요구된다.

첫째, 북한에게 화학무기의 전략적 효용성이 낮아졌으며 우리의 대비태세가 완전하게 갖추어져 화학무기를 사용하더라도 요망하는 효과를 얻을 수 없다는 것을 인지시켜야 한다. 둘째, 국제회의 등을 이용하여 화학무기를 포기하라는 국제적인 압력을 지속적으로 높이고 중국의 적극적인 협조를 이끌어내 북한에 대한 국제제재를 강도 높게 실시하여 경제적 위기가 김정은 정권의 생존을 위협하게 만들어야 한다. 셋째, 화학무기를 포함한 대량살상무기를 포기한다면 김정은 정권의 생존을 보장할 뿐만 아니라 경제적 지원도 할 수 있다는 신호를 보내야 한다. 마지막으로 가장 소프트한 방법으로

188) “북-미, 지난 연말 평화협정 놓고 비공식 협의,” 『한겨레신문』, 2016년 2월 22일자, <http://www.hani.co.kr/arti/politics/defense/731450.html#csidxa685c14d34190b5aef51ae22a276b11>(검색일: 2017. 5. 10.).

동북아에서 화학무기 자유지대를 형성하자는 공감대를 형성시키고 여기에 북한도 동참하도록 유도해야 한다. 사례 연구를 통해 도출한 위의 4가지 성공요소를 북한에 적용하여 화학무기를 포기하도록 유도하는 방법은 다음과 같다. 첫째, 화학무기는 앞으로 사용할 수 없는 무기라는 것을 알려주어야 한다. 시리아가 화학무기를 사용함으로써 국제적으로 고립상태에 빠졌고 정권의 생존을 보장할 수 없는 상태에 이르렀다는 것을 북한에게 인지시키고 학습효과를 위해서 시리아를 확실하게 응징해야 한다. 이를 인지시킨다면 북한은 핵무기를 개발하여 화학무기와는 비교할 수 없는 역지력을 이미 확보하였고 특히 장거리 미사일 개발과 SLBM(Submarine Launched Ballistic Missile)이 거의 성공단계에 도달<sup>189)</sup>하여 정권생존에 위협이 되는 미국을 직접 공격할 수 있는 수단을 확보하였기 때문에 화학무기는 포기할 수 있을 것이다. 남만권은 군비통제를 수용하기 위한 조건으로 “자국의 안보에 대한 자신감 즉 자국의 무력을 감축하더라도 상대국의 기습이나 도발을 격퇴시킬 수 있는 힘이 보존된다고 전제되어야 한다.”<sup>190)</sup>고 하였는데 북한이 핵 개발로 화학무기의 효용성을 낮게 평가하고 포기할 가능성이 높아진 것이다. 그러므로 북한과의 협상에 핵무기와 함께 화학무기의 포기를 유도하고 촉구하면 북한이 화학무기를 포기할 가능성은 높다고 판단된다. 또한 화학무기의 전략적 효용성이 저하되었다는 점과 사용 시에도 요망효과의 달성이 어렵다는 점을 주지시켜야 한다. 북한은 화학무기는 전술적인 측면에서 공격무기로서의 효용성이 크다고 인식하고 있는데 오히려 화학무기를 사용하여도 원하는 목표를 달성할 수 없다는 것을 알려주어야 한다. 이를 위해 북한의 화학무기 투발수단에 대한 타격계획을 강화하고 아울러 방호태세를 완비해야 한다. 그리고 이를 적극 홍보하여 북한에게 화학무기가 무용하다는 점을 깨닫게 해야 한다. 화학무기를 사용한다고 할지라도 요망하는 효과는 달성하지 못하면서 오히려 국제적인 비난을 초래하고 유엔차원의 제재 가능성이 높아질 수 있다는 우려를 심어주다면 북한이 화학무기를 포기하는 시기를 앞당길 수 있을 것이다. 그러므로 우리는 ‘보복에 의한 억제’ 외에도 ‘거부에 의한 억제’에 투자를 증가해야 한다. 앞에서 언급한 바와 같이 방호태세를 완비하는 것과 사후관리를 효율적으로 실시할 수 있는 대비태세를 강화하는 것 그리고 국민에 대한 방호태세를 증가시켜 화학무기 사용으로 인한 효과를 저하시킨다면 북한의 화학무기 사용의지는 저하되고 북한의 화학무기 포기 가능성은 높아질 것이다.

189) 김종민, “북한의 SLBM 발사와 우리의 대응책,” 송원일 포럼 10-2호, 2015: “북한 SLBM 500km 비행, 시험 사실상 성공,” 『MBC 뉴스』, 2016년 8월 24일.

190) 남만권(2004), 앞의 책, p.37.

둘째, 화학무기를 포기하라는 국제적인 압력과 경제제재 효과를 확산시켜 북한 정권을 압박해야 한다. 북한은 1997년 화학무기금지협약이 발효된 이후 지금까지 화학무기금지협약 가입을 공개적으로 논의한 적이 없다. 그러면서도 북한에는 화학무기가 없다는 주장을 계속하고 있다. 김정남 암살사건 발생 후, 주용철 북한 제네바대표부 참사관은 지난 3월 28일(현지시간) 스위스 제네바에서 열린 군축회의에서 “북한은 화학무기를 생산하거나 비축하지 않았고 사용하지도 않았다”<sup>191)</sup>고 주장하였다. 화학무기금지기구(OPCW)는 해마다 화학무기금지협약(CWC) 미가입국을 대상으로 가입을 촉구하고 있으나 북한은 전혀 대응을 하지 않고 있다. 그러나 한편으로는 북한의 화학무기 포기 여부에 조금은 무관심 했던 측면도 존재한다. 1999년 한국은 화학무기금지기구 가입을 위한 비준서를 기탁하면서 북한의 가입을 공식적으로 촉구하거나 남북정상회담에서도 의제로 거론하지 않았다. 특히 핵문제와 미사일 문제가 불거지면서 화학무기는 뒷전으로 밀려나 관심의 대상이 되지 못했다. 그러나 이제 상황이 변화되었다. 북한이 화학무기를 사용하여 김정남을 암살한 것으로 밝혀져 북한의 화학무기 위협에 대한 국내 및 국제적인 인식이 달라졌다. 이를 빌미로 우리가 북한이 화학무기를 포기하도록 회유하고 압박한다면 북한의 태도를 변화시킬 수 있을 것이다. 미국이 중국과의 정상회담 후 북한의 비핵화를 압박하기 위해 항모를 한반도로 전개시켰고 한반도에 미국의 전략무기를 순환 배치하는 방안과 함께 핵시설에 대한 선제타격도 고려하고 있는데 이와 같은 분위기가 북한의 핵무기뿐만 아니라 화학무기도 함께 겨냥하면 충분한 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다. 북한의 입장에서는 핵무기를 포기하기에 앞서 시간 확보를 위한 협상용으로 화학무기 포기 카드를 꺼내들 확률도 높다.

민수용으로도 사용할 수 있는 이중목적의 화학물질의 수출입을 철저히 통제하고 화학무기 생산에 관련된 민간공장의 운용에 영향을 주는 조치를 실질적으로 실행한다면 이것은 북한의 경제에 심각한 타격을 줄 수 있다. 특히 핵이 아닌 화학무기를 포기하라는 국제적인 분위기가 형성된다면 오히려 북한도 동참하기가 쉬울 것이다. 그리고 유엔차원에서 북한 김정남 테러 사건의 진범으로 북한을 지명하고 미국은 북한을 테러지원국으로 재지정하여 압박강도를 높임으로써 화학무기 포기를 유도해야 한다.<sup>192)</sup> 지속적으로 북한에 대한 경제제재로 체제유지를 위협하여 화학무기 포기를 유도해야 한

191) “북한 화학무기 없다. 유엔서 김정남 암살 첫 거론,” 『아시안투데이』, <http://www.asiatoday.co.kr/view.php?key=20170301010000361>(검색일: 2017. 4. 11.).

192) “텔러슨 美 국무 “북한 테러지원국 재지정 검토,” 『한국일보』, 2017년 4월 20일자, <http://www.hankookilbo.com/v/da84ecfa01114d3b87097f4614c62103>(검색일: 2017. 5. 11.).

다. 리비아에게 적용된 방법을 사용하면 효과적 일 것이다. 북한은 핵실험으로 인한 유엔의 제재와 더불어 미국, 일본, 한국의 독자적인 경제제재를 받고 있다. 문제는 아직까지 중국의 도움이 미미한 상태에서 경제제재의 효과를 어떻게 극대화시키느냐 하는 점이다. 1993년 북한이 핵확산금지조약(NPT)을 탈퇴했을 때 미국은 1994년 경제제재를 단행했고 북한은 그 해에 미국과 제네바협정을 통해 비핵화에 합의한 바 있다. 그러나 2000년대에 들어서는 조금 다른 양상을 보이고 있다. 2006년 1차 핵실험 이후 모두 4번의 핵실험을 실시하고 그 때마다 유엔안보리결의안이나 경제제재 조치들을 행하였지만 북한은 계속해서 핵실험으로 대응하는 등 경제제재 효과가 잘 나타나지 않고 있다.<sup>193)</sup> 그것은 북한의 경제가 1990년대에 비교해 오히려 성장하고 경제제재에 대한 내성이 생겼기 때문인 것으로 판단된다. 물론 여기에는 중국이 철저한 경제봉쇄를 하지 않고 민생을 빌미로 일정 수준의 수출입을 허용하고 있는 것도 중요한 역할을 하고 있다. 결국 경제제재를 통해 북한이 화학무기를 포기하도록 유도한다는 것은 중국의 협조가 없이는 어려운 방법이다. 그럼에도 불구하고 북한이 국제사회와의 교류가 어려워질수록 경제도 난관에 봉착한다는 것을 고려할 때 중국의 협조를 효과적으로 이끌어낸다면 충분히 유용한 방법이 될 것이다. 특히 트럼프 행정부 이후 중국도 핵무기로 인해 북한이 공격을 받는다면 중국도 관여하지 않는다는 입장을 발표<sup>194)</sup>한 바 있으므로 대량살상무기 제거를 위한 경제제재에 동참을 확대시킨다면 북한의 핵무기와 함께 화학무기의 포기는 빨라질 것이다.

셋째, 북한이 핵무기와 함께 화학무기를 포기한다면 정권을 보장한다는 메시지와 함께 경제지원을 재개한다는 메시지를 보내야 한다. 리비아나 시리아에서의 화학무기 포기 사례와 같이 북한이 화학무기를 포함한 대량살상무기를 포기하는 조건으로 정권의 생존을 보장하는 것이다. 물론 북한이 리비아와 달리 현재 핵무기의 고도화와 다종화를 추구하고 있는 상황으로 이러한 약속에 쉽게 응하지는 않을 것이다. 그러나 한편으로는 북한은 1974년 이후 미국과의 북미평화협정을 강력히 요구<sup>195)</sup>하고 있으므로 이를 적절히 활용한다면 가능성은 높다고 본다.

특히 북한은 정전협정에서 평화협정으로의 전환을 요구하고 있고 우리는 이 의도가

193) 김상기, “대북경제제재의 유효성 분석,” KDI 정책연구시리즈 2007-09, pp.79-85; 장형수, “대북경제제재: 현황과 전망,” 『KDI 북한경제리뷰』 2013년 3월호, pp.39-40.  
 194) “중국, 북한에 당근·채찍 동시 제시 ‘핵포기맨’방어…안하면 방기’, 『연합뉴스TV』, 2017년 4월 13일자.  
 195) 신옥희, “북미관계와 한반도 평화체제: 역사적 고찰.” 『한국정치외교사논총』 제33집 제2호, 한국정치사외교사학회, 2012, pp.37-53.

주한미군 철수로 이어질 것으로 판단하여 거부하고 있는데 이에 대한 전향적인 자세가 요구된다. 특히 새로운 정부는 진보적인 성향의 정권이므로 과거 노무현 정부와 같이 북한과의 협조가능성이 높아질 것이다. 문재인 대통령 또한 취임사에서 필요하면 북한에도 가겠다는 의지를 피력<sup>196)</sup>하여 이런 가능성은 더욱 높아지고 있다. 현재까지 미국이나 한국 모두 북한의 대량살상무기 문제로 북한의 정권교체에 대한 공식적인 발표나 행동을 취하지는 않았다. 그러나 트럼프 행정부가 들어서면서 북한이 핵무기를 포기하지 않을 경우 북한의 정권교체까지도 언급<sup>197)</sup>하면서 북한을 압박하고 있다. 특히 중국이 핵으로 인하여 북한이 공격을 받는 상황이 발생하여도 중국이 관여하지 않는다는 조심스러운 입장을 발표함으로써 북한이 압박을 느낄 수 있는 상황이다. 이러한 분위기 속에서 한국정부가 국제적인 협조를 통하여 북한의 정권을 인정하고 정권 생존성 보장을 약속한다면 북한의 핵무기와 함께 화학무기 포기 약속 또한 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

마지막으로 동북아시아에서 화학무기 자유지대 선언을 통한 북한의 화학무기 포기선언을 유도해야 한다. 남만권은 국제적인 상황의 유리함을 군비통제 협상 성공요인 중의 하나로 제시<sup>198)</sup>하였는데 동북아시아에서 화학무기자유지대를 만들고자 하는 분위기가 조성된다면 좋은 결과를 가져올 것이다. 중국과 일본 그리고 소련이 이미 화학무기 금지협약에 가입하여 화학무기 포기선언을 하였기 때문에 중국과 일본의 협조를 얻어내는 것은 상대적으로 용이할 것이므로 중국과 일본을 앞세워 이 구상을 실현한다면 가능성이 높은 방법으로 판단된다. 특히 이 방법은 핵문제를 다루지 않고 화학무기만을 대상으로 하며 국제적인 압박이 아닌 소프트한 방법으로 북한 입장에서도 이 구상을 받아들이기는 상대적으로 용이할 수 있다. 이 구상을 실현하기 위한 가장 좋은 방법은 북한이 화학무기금지협약에 가입하도록 유도하는 것이나 북한이 지금까지 협약의 가입을 고려하지 않고 있는 만큼 오히려 국제적인 사찰을 피할 수 있는 동북아 화학무기자유지대 구상을 북한이 받아들일 가능성도 있다.

위에서 언급한 네 가지 방법을 북한에 적용하여 화학무기의 포기를 유도한다면 성공가능성은 높을 것으로 판단된다. 특히 새로운 정부가 들어서면서 대북정책의 변화로 남북교류를 재개하는 등 남북관계에 긍정적인 변화가 발생하여 긴장이 완화될 가능성이 높다. 미국과 중국을 비롯한 국제사회의 지속적인 압박으로金正은의 정치적 판단

196) “문재인 대통령 취임사(전문),” 『조선닷컴』, 2017년 5월 10일자.

197) “국제사회, 북한 정권교체로 기류 바뀔 수도,” 『중앙일보』, 2017년 2월 16일자.

198) 남만권(2004), 앞의 책, p.39.

이 변화할 수도 있다. 반면에 김정은이 대량살상무기를 포기하라는 국제사회의 요구를 지속적으로 거부한다면 심각한 경제난으로 북한 내부에서 급변사태로 인한 내전이 발생하는 등 정국불안으로 화학무기를 포기하는 경우도 충분히 발생 가능한 상황으로 판단된다. 앞에서 언급한 화학무기 포기를 유도하는 방안들을 북한에 적용하였을 때 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오는 다음과 같이 판단하였다. 첫째, 현재 진행되고 있는 국제적인 압력이 성공하고 북한의 정권보장 약속을 북한의 김정은이 받아들여 핵무기와 함께 화학무기를 포기한다고 선언하는 경우이다. 지금까지 각종 언론에서는 북한이 4월 중에 6차 핵실험을 실시하는 것이 아니냐 하는 의견이 많았지만 북한은 현재까지 핵실험을 유보하고 있는 상황이다. 물론 미사일 발사 실험은 지속되고 있지만 일부에서는 미국과 중국의 압박이 효과를 발휘한 것이 아닌가 하는 분석이다. 특히 북한이 핵실험으로 인하여 공격을 받더라도 중국은 개입하지 않는다는 입장을 언론을 통하여 흘리고 경제제재를 강화한 것이 북한의 입장을 바꾸는 계기가 되었다고 판단된다. 지금까지의 대북 압박이 대부분 중국의 비호로 인하여 실패하였지만 중국이 적극적으로 대북 제재에 동참한다면 북한은 정권의 생존에 위협을 느껴 비핵화 협상에 나설 가능성이 크고 이때 화학무기도 함께 협상테이블에 올린다면 화학무기 포기 선언은 현실화될 수 있을 것이다. 이것은 리비아와 비슷한 군비통제 사례가 될 것이다.

둘째, 김정은이 국제적인 압박과 경제제재에도 불구하고 끝까지 대량살상무기 포기를 거부하여 북한이 경제적인 압박을 이기지 못하고 심각한 경제위기가 발생하여 내부에서 반대파에 의해 내전이 발생하는 경우이다. 북한은 현재 심각한 경제난을 겪고 있으며 김정은 정권 이후 주요 직위자들이 모두 처형되거나 일선에서 물러나는 극심한 변화를 겪고 있다. 일반 주민들도 많이 처형을 당했지만 리영호 군총참모장, 현영철 인민무력부장, 그리고 김씨 일가의 핵심부에 속한 장성택 노동당 행정부장까지 숙청되었다. 국가정보원에 의하면 2012년부터 2016년 9월까지 80여명의 북한 고위 간부들이 처형을 당했는데 김정일 정권 때 처음 3년간 20여명의 고위 간부가 숙청(199)을 당한 것과 비교해 보아도 처형대상이 급증했다는 것을 알 수 있다. 이것은 두 가지 측면에서 평가할 수 있다. 하나는 숙청을 통한 김정은 정권의 공고화 시도이고 다른 하나는 정권이 불안정하여 이를 극복하기 위한 발버둥이다. 이런 이유로 북한에서 김정은 정권에 대한 불안감이나 경제적인 어려움으로 내부혼란이 발생하고 이 혼란이 내전으로 이어지면 시리아의 경우와 비슷하게 국제사회의 인정과 함께 내부적으로는 민심을 얻기 위

199) 스키타르티, “김정은 정권의 ‘공포정치’,” 『자유아시아방송』, 컬럼(2016. 9. 6.), <http://www.rfa.org/korean/commentary/greg/gscu-09062016104217.html>.(검색일: 2017. 4. 2.).

해서는 경제발전을 필요로 할 것이다. 그러므로 국제적인 경제지원과 제재를 면하기 위해 대량살상무기 포기카드를 협상테이블에 올려놓을 수 있을 것이다. 이것은 시리아가 대량살상무기를 포기한 경우와 유사한 사례가 될 것이다. 한국에서는 이것을 급변사태라고 표현하고 있다. 남만권은 급변사태를 “북한 내에서 누적된 체제의 위기요소가 상승작용을 하여 가시적인 현상으로 급속히 표출됨으로써 정치, 군사, 경제, 사회적으로 불안정한 상태가 한계에 도달함에 따라 중앙지도부에 대한 체제유지 능력에 위해가 가해지는 비상사태의 발생”<sup>200)</sup>이라고 정의하고 있다. 급변사태는 1994년 김일성이 사망했을 때 최초 논의가 이루어지기 시작하였고 김정일 사망과 김정은 정권이 등장하자 이러한 논의는 급물살을 타기 시작하였다. 일부에서는 김정은 정권이 안정되어 급변사태가 일어날 확률이 낮다고 주장도 하지만 2016년 5월에도 샤프 전 연합사령관은 심포지움에서 북한의 내부붕괴가 가속화될 수 있다는 발언을 하여 북한의 급변사태와 이로 인한 정권의 붕괴가 임박했음을 경고하는 발언을 하였다. 허재영과 송경호는 급변사태의 유형을 대량살상무기 탈취위협, 북한 정권교체, 쿠데타 등에 의한 내전상황, 북한주민 대량탈북, 대규모 자연재해, 북한 내 한국인 인질사태 등으로 구분하고 있다.<sup>201)</sup> 이러한 급변사태 시기에는 통상적으로 권력 다툼이 심해지고 경제적인 위기가 심각해지며 외국군의 개입이 발생할 수 있다. 이때 대량살상무기의 통제력이 약해질 수 있다. 또한 정부군과 반란군이 대립하면서 대외적인 지지 획득이 정권 유지 혹은 확보에 중요한 요소이므로 이를 획득하기 위하여 대량살상무기의 포기를 선언할 수 있다. 이러한 사태는 시리아의 화학무기 포기 사례와 비슷한 사례로 북한 내의 정치·군사적 상황이 아주 불안한 상태에서의 포기이다.

셋째, 급변사태가 발생하여 인도적인 위기로 인하여 남한에서 북한 사태에 개입하여 대량살상무기를 확보한 경우나 혹은 북한의 도발로 전쟁이 발발하여 한미연합군이나 유엔군에 의해서 북한이 점령되는 경우이다. 현재 군당국자들은 북한의 도발과 함께 급변사태에 의한 북한 체제의 변화 가능성에 무게를 두고 대비하고 있다. 급변사태 발생 시 남한이나 혹은 유엔차원에서 북한 사태에 개입하는 경우는 북한 정권의 요청 혹은 인도적인 차원에서 북한 급변사태를 해결하기 위한 상황이 될 것이다. 이 경우에는 대체적으로 북한 정권과의 협조를 통하여 화학무기를 비롯한 대량살상무기를 남한 혹

200) 남만권, “북한 급변상황에 대한 한국의 대내적 대응방안,” 『국방부 군비통제 세미나 자료집』, 국방부, 1997, p.29.

201) 허재영·송경호, “북한급변사태에 관한 이론적 논의: 선제공격론과 인도주의적 개입을 중심으로,” 『현대북한연구』 19권 2호, 북한대학교대학원, 2016, p.38.



은 유엔군이 확보하게 될 것이다. 북한의 전쟁도발로 북한지역을 점령한 경우에는 급변사태로 남한이 북한을 장악한 경우와 비슷한 상황이다. 하지만 북한 화학무기의 최종상태가 일부 차이가 있을 것으로 판단하였다. 급변사태 시에는 화학무기의 대부분은 사용되지 않고 화학탄 저장시설에 보관되어 있을 것으로 추정된다. 그러나 북한이 전쟁을 도발한 경우에는 전쟁 초반부터 많은 양의 화학무기가 사용되고 전방 각 진지에 추진되었던 화학탄이 철수되지 못하고 진지에 방치된 채로 발견되게 될 것이다. 이것을 유기탄이라고 부른다. 물론 이외에도 일어날 수 있는 상황은 여러 가지가 있을 수 있지만 국내외적인 상황을 고려하였을 때 발생가능성이 높은 시나리오로 한정하여 상정하였다. 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오는 다음과 같다.

<표 5-3> 북한 화학무기 포기 시나리오

상황		비고	
시나리오 1	김정은 결단으로 화학무기 포기	국제적 압력 및 경제제재에 굴복하여 정권보장 약속 하에 화학무기 포기	강제적 군비통제
시나리오 2	급변사태로 쿠데타가 발생하여 정부군과 반군 대치	정부군과 반군이 대량살상무기를 나누어서 확보한 상태에서 국제적인 지지 획득을 위해 화학무기 포기	자발적 군비통제
시나리오 3	전쟁발발로 한미연합군 또는 유엔군이 북한지역 장악	남한 혹은 한미연합군/유엔군에 의한 대량살상무기 확보	강제적 군비통제

북한이 화학무기 포기선언을 한 후에도 화학무기 폐기에는 많은 어려움이 존재할 것이다. 포기하는 시나리오에 따라 폐기환경의 변화가 예상되고 또한 적절한 화학무기 폐기방안의 선택이 요구될 것이다. 여기에 변수로 작용할 수 있는 가장 중요한 요소는 정권 수뇌부의 의지이다. 북한 수뇌부는 정권의 생존성 보장, 경제적 지원의 필요성 등에 의하여 화학무기를 포기한다고 선언한 후에도 상황에 따라 수뇌부의 화학무기 폐기 의지에 변화가 발생할 수 있다. 정우영은 “북한의 화학무기 포기선언 시 검증 및 폐기 방안 연구”에서 북한이 리비아와 같이 화학무기 포기 선언을 한다면 4가지 시나리오가 가능하다고 분석하였다. 시나리오 1은 화학무기 폐기선언 및 성실한 이행, 시나리오 2는 화학무기 폐기선언 및 불성실 이행, 시나리오 3은 화학무기 폐기선언 조건으로 지

원 요구, 시나리오 4는 화학무기 폐기선언 거부로 구분<sup>202)</sup>하였는데 이렇게 구분하는데 있어서 가장 중요한 요소가 바로 정권 수뇌부의 의지라고 할 수 있다. 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오 별로 화학무기 폐기이행에 대한 정권 수뇌부의 의지는 시나리오 3번, 1번, 2번순으로 의지가 약화될 것으로 평가하였다. 시나리오 1번의 경우에는 국제적인 압력과 경제제재의 성공으로 정권보장을 빌미로 김정은이 화학무기를 포기하는 경우로 김정은의 화학무기 폐기의지는 그다지 높지 않을 것으로 판단했다. 왜냐하면 협상에 의한 자발적인 폐기가 아닌 강요에 의해 어쩔 수 없이 화학무기를 포기하기 때문이다. 그러나 이러한 폐기의지는 화학무기의 폐기와 정권보장 및 국제적인 경제지원을 단계화하여 연계한다면 효과적으로 통제가 가능할 것으로 판단하였다. 이런 상황의 실패사례는 1994년 미국과 북한의 제네바합의에서 찾아볼 수 있다. 당시의 합의는 여러 가지 우여곡절이 있었지만 누구의 잘못을 따지기 이전에 결과는 실패로 끝났다. 2003년 12월 1일 경수로 사업이 중단되었고 2006년 5월에 경수로 사업이 공식 종료되면서 제네바 합의는 무너지고 만 것이다.<sup>203)</sup> 성공사례는 리비아에서 찾아볼 수 있다. 리비아의 대량살상무기 프로그램 폐기는 모두 3단계로 이루어졌고 그에 맞는 보상 조치를 단계적으로 실시하여 성공적으로 폐기를 마칠 수 있었다.<sup>204)</sup>

시나리오 2의 경우는 쿠데타 혹은 급변사태로 정부군과 반군이 대치하고 있는 경우에서의 화학무기를 포기하는 상황으로 폐기이행 의지가 가장 낮을 것으로 판단하였다. 정부군과 반군은 대치상태에서 상대방에 대한 남한 및 국제사회의 지원을 차단하고 자기 세력에 대한 지지를 끌어내기 위하여 화학무기를 비롯한 대량살상무기의 포기를 선언할 것으로 판단하였다. 그러나 정부군과 반군의 세력이 비대칭성이 큰 경우에는 세력이 약한 쪽에서 화학무기의 사용 유혹을 받을 수 있고 세력이 비슷할 경우에는 정권 확보를 위해 두 세력 모두 상대방에 대한 화학무기의 사용을 고려하고 있기 때문에 포기 선언을 했을지라도 폐기의지는 낮을 것으로 판단하였다. 이러한 사례는 시리아의 화학무기 포기 사례에서 찾아볼 수 있다. 시리아는 정부군과 반군이 대치하고 있는 상황에서 생존성 보장을 위해 2013년 화학무기 포기선언을 하고 화학무기를 모두 폐기하였지만 2017년에 4월 18일 다시 화학무기를 사용<sup>205)</sup>함으로써 당시 화학무기를 일부 남겨놓았거나 아니면 이후 다시 화학무기를 생산하였을 것으로 추정된다. 이와 같이

202) 정우영(2004), 앞의 보고서, pp.100-102.

203) 통일부, 『2007 통일백서』, 서울: 통일부, 2007, 제5장 대북경수로 사업.

204) Jonathan B. Tucker(2009), 앞의 책, pp.366-370.

205) “시리아 아사드는 왜 화학무기 사용 ‘레드라인’ 넘었나,” 『연합뉴스』, 2017년 4월 8일자.

전쟁 상황에서의 화학무기 포기는 전쟁에서의 승리가 확보되지 않는 한 포기한다고 선언하여도 폐기를 수행하기 위한 의지는 높지 않을 것이다. 시나리오 3번을 수뇌부의 폐기이행 의지가 가장 높다고 평가한 이유는 급변사태에서는 남한 정부 혹은 유엔군이 개입한 상황이고 북한의 도발로 전쟁이 발발하였을 때에는 한미연합군이나 유엔군이 북한을 점령하였으므로 화학무기 폐기의 주체가 남한 혹은 한미연합군(유엔군)이므로 대량살상무기 비확산 조약에 의거하여 북한의 화학무기를 비롯한 대량살상무기는 당연히 폐기될 것이므로 수뇌부의 폐기 이행의지를 가장 높다고 평가하였다. 그러나 1차 걸프전이 종료된 후 이라크 정부에서 대량살상무기 특히 화학무기의 은닉을 시도하고 적극적으로 폐기에 가담하지 않은 것을 볼 때 자발적인 협조를 끌어내는 것이 쉽지 않으므로 이를 보완하기 위한 노력이 요구된다.

결론적으로 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오를 군비통제의 분류에 따라 구분하면 국제적인 압박을 통하여 군비통제를 유도하는 강제적인 군비통제이고 다른 나라의 화학무기 군비통제는 실시하지 않으며 북한만이 일방적으로 화학무기를 포기하는 비대칭적인 군비통제이다. 그러나 화학무기의 포기를 대가로 경제적인 지원이나 정권을 보장함으로써 비대칭적인 상호주의 군비통제로 구분할 수 있다.

시나리오 2번도 강제적인 군비통제의 결과로 볼 수 있으나 내전 상황에서 정권의 지지나 경제지원을 선행조건으로 화학무기를 포기하는 상황이 아닌 화학무기 포기가 우선되고 이를 빌미로 지원을 기대하는 상황으로 판단하여 일방적이며 자발적인 군비통제로 판단하였다.

## 제2절 화학무기 폐기 소요

북한이 어떠한 상황에서 화학무기를 포기하든지 누구의 책임 하에 화학무기를 폐기할 것인가 또한 중요한 문제이다. 현재까지 자발적으로 화학무기를 폐기한 미국, 소련, 인도 그리고 비밀로 분류된 1개국은 모두 당사국이 화학무기를 신고하고 폐기를 진행하였다. 리비아의 경우에도 화학무기의 신고와 폐기를 스스로 실시하고 자국 내에서 폐기를 진행하였다. 물론 화학무기금지기구의 검증 및 사찰을 수용하면서 폐기를 진행하고 있다. 시리아의 화학무기 폐기는 조금 다른 사례이다. 시리아의 경우 화학무기 신고는 화학무기금지협약에 가입 후 시리아에 의해 실시하였다. 그러나 폐기는 화학무기금지기구 책임 하에 진행되었다. 시리아는 단지 국내에 있는 화학무기를 공해상으로 반출하기 위하여 항구까지 이송하는 책임만을 담당하였다.<sup>206)</sup> 이라크의 경우에는 화학무기금지협약이 발효되기 전이었으므로 유엔에서 유엔사찰위원회(UNSCOM)를 만들어서 유엔 책임 하에 폐기가 진행되었다. 이와 같이 화학무기 폐기의 주체는 폐기국가의 정치·군사적 상황 혹은 국제적인 상황에 따라 달라질 수 있다. 화학무기금지협약에서는 Article III. 1항에 의거 화학무기를 영토 내에 보유하고 있는 국가가 화학무기의 신고와 폐기를 담당하게 되어 있다.<sup>207)</sup> 지금까지 화학무기 폐기사례와 화학무기금지협약을 고려할 때 북한정부가 존재한 상태에서 김정은 정권이 화학무기를 포기하는 경우에는 화학무기의 신고와 폐기를 북한의 책임 하에 실시하되 화학무기금지기구가 검증 및 사찰을 감당하게 되는 것이 타당할 것으로 판단된다. 단, 급변사태로 정부군과 반군이 대치하고 있는 상황에서는 시리아의 경우와 마찬가지로 화학무기금지기구에 의해 폐기가 진행되어야 할 것이다. 마지막으로 급변사태나 전쟁 종료 후에는 화학무기의 폐기 책임이 누구에게 있을 것인가 하는 점은 논란이 발생할 수 있다. 남한의 주도하에 할 수도 있고 미국이나 혹은 유엔군의 주도 하에 실시할 수도 있다. 그러나 이 경우에 남한은 반드시 북한의 화학무기를 남한의 책임 하에 폐기할 수 있도록 주장해야 한다. 왜냐하면 우리의 헌법에 북한을 대한민국의 영토로 규정하고 있기 때문이고 앞에서 설명한 화학무기금지협약 Article III. 1항의 규정대로 화학무기를 자국의 영토 내에 가지고 있는 국가는 화학무기의 신고와 폐기를 담당하게 되어 있으므로 북한을 우리의 영토로 규정한다면 또한 그 책임을 다해야 할 것이기 때문이다.

북한의 경우로 사업을 돌이켜 볼 때 북한의 비핵화를 남한이 주도하지 않는 상황에

206) 세부적인 내용은 “3장 화학무기 군비통제 및 폐기 2절 화학무기 폐기현황 3. 시리아”를 참조.

207) CWC 협약집(2005), 앞의 책, p.7.

서도 남한은 소요비용의 약 70%를 부담하였다.<sup>208)</sup> 결국 북한의 화학무기 폐기에 있어서는 한국이 주도를 하지 않는다 하더라도 많은 비용을 감당해야 할 것으로 예상된다. 그러므로 우리가 주도적으로 북한의 화학무기의 폐기에 앞장서는 것이 국익 측면에서도 유리할 것이다. 앞에서 언급한 상황을 고려할 때 폐기의 주체는 달라질 수 있으나 비용은 남한이 많은 부분을 부담해야 할 수 있으므로 북한의 화학무기 폐기를 책임져야 한다는 생각에서 각종 준비를 해야 한다.

앞에서 연구한 바와 같이 북한은 약 2,500~5,000톤의 화학무기를 보유하고 있다. 화학무기는 다양한 상태로 존재할 수 있다. 먼저 모든 투발수단에 맞게 화학탄에 충전된 상태로 저장되어 있는 경우이다. 82mm 야포로부터 노동미사일에까지 탑재되어 있다고 판단된다. 화학무기 관련시설은 화학무기(화학탄 혹은/그리고 벌크), 저장시설, 생산시설, 연구시설로 구분한다. 그 현황은 다음과 같다.

<표 5-4> 북한 화학무기 시설

구분	개소	비고
생산 및 연구시설	1	강계
생산공장	3	청수, 만포, 청수
이중목적 화학공장	9	순천, 남흥, 안주, 신의주, 함흥, 신흥, 화성, 혜산, 학송리
저장시설	6	왕재봉, 사리원, 황촌, 산음리, 태양리, 삼음동

\*출처: Anthony H, Cordesman, China's Nuclear Forces and Weapons of Mass Destruction, Washington D.C.: CSIS, 2016, p.12를 재정리.

북한의 화학무기 관련 시설의 정보는 명확하지 않다. 1998년 국방백서에는 생산시설 8개소, 연구시설 4개소, 화학저장시설 6개소 등으로 명시되어 있다. International Crisis Group의 2009년 Asia Report No.167 “North Korea's Chemical and Biological Weapons Programs(2009)”에 따르면 북한은 화학무기 생산 및 연구시설 1개소, 생산공장 3개소, 이중목적의 화학공장(Dual-use Chemical Plants) 9개소 그리고 화학무기저장시설 6개소를 보유하고 있다.<sup>209)</sup> 국방백서와 차이가 있는 이유는 1998년 이후 북한

208) 통일부, 『통일백서』 통일 5장, 서울: 통일부, 2007, p.157.

이 화학무기공장들을 상업목적의 민간시설로 전환하였기 때문에 평가에 차이가 나타나는 것으로 판단된다. 하지만 저장시설이나 화학무기의 보유량 면에서 차이가 거의 없다. 가장 최근의 공개 자료를 기준으로 판단한 결과는 <표 5-4>에 정리하였다.

화학무기 폐기소요를 산출하는 것은 쉽지가 않다. 북한의 화학무기에 대한 정보가 제한되기 때문이다. 또한 폐기비용은 화학무기의 형태나 비축상태 그리고 폐기 환경이 중요한 영향을 미치게 되므로 정보가 제한되는 상태에서의 판단은 더욱 어려 수밖에 없다. 또한 어떠한 폐기기술을 선택하느냐가 폐기비용을 결정하는데 중요한 요소이다. 미국의 경우에도 폐기를 시작할 때와 진행되는 중간시점 그리고 90%를 폐기한 현 시점에서의 폐기비용에 많은 차이가 발생하였다.

먼저 북한의 화학무기의 상태에 대하여 분석할 필요가 있다. 이남택 등의 연구보고서에 따르면 북한은 대부분 일원화탄을 보유한 것으로 판단하고 있다.<sup>210)</sup> 그 근거는 첫째 북한의 화학탄이 대부분 1980년도에 소련의 지원을 받아 생산하였는데, 이 시기에는 소련이 아직 이원화 화학탄을 개발하기 전으로 보고 있다. 둘째, 북한의 화학무기 개발 기술력을 고려할 때 이원화탄을 개발하기에는 부족하다고 판단하였다. 그러나 2013년 시리아가 화학무기를 포기하였을 때 이원화탄 제조에 필요한 물질이 많은 량을 차지하였다. 그리고 이원화탄 제조에 필요한 기술이 북한으로부터 도입되었다는 정보도 있었으므로 전적으로 가능성이 없다고 판단할 수는 없다. 셋째, 북한의 경제적 상황 때문이다. 경제적으로 어려운 북한이 많은 돈을 들여 기존에 다량으로 배치된 일원화탄을 이원화탄으로 교체하지는 않았을 것으로 판단된다. 특히 이원화탄이 효과 면에서 특별히 일원화탄을 능가하지 않기 때문이다. 그러나 일부 이원화탄이 존재하여도 이것이 화학무기의 폐기비용을 산정하는데 특별히 고려해야할 사항은 아니다.

다음은 보유 작용제의 종류다. 북한은 약 20여종의 다양한 화학작용제를 보유한 것으로 알려져 있다. 그러나 대부분은 신경작용제와 수포작용제일 것으로 판단된다. 이유는 소련이 신고한 화학탄의 70%가 신경작용제, 29%가 수포작용제, 질식작용제와 기타 작용제 1%로 구성되어 있으므로 북한도 비슷한 비율의 화학작용제를 보유하고 있을 것으로 추정할 수 있다.<sup>211)</sup>

마지막으로 연구해야할 것은 화학탄에 충전되어 있는 화학작용제의 양은 얼마나 되는지를 판단하는 것이다. 러시아는 화학무기 신고 시 충전된 포탄 3,844발과 비충전탄

209) International Crisis Group(2009), 앞의 보고서, p.23.

210) 이남택 외(2013), 앞의 책, pp.14-15.

211) 더 자세한 내용은 본 논문의 3장 2절 ‘화학무기 폐기현황’을 참조.

288,300발을 신고하여 약 10%가 충전된 상태였다.<sup>212)</sup> 이를 토대로 북한도 비슷한 비율이 될 것으로 판단하였으며 보유하고 있는 포병탄의 10%와 미사일의 30~40%가 화학무기라고 판단하였다.<sup>213)</sup> 이것을 근거로 북한의 화학무기 보유량 2,500~5,000톤을 152mm(충전량 약 4kg 기준) 포탄에 충전할 경우에는 62.5만발에서 125만발을 충전가능하며 240mm방사포(충전량 약 8kg 기준)는 31만2500발에서 62만5000발을 충전가능하다. 이 포병탄 중 10%를 작용제 충전상태로 배치한다면 152mm 약 6.25만발에서 12.5만발이 전방지역에 충전된 탄의 형태로 배치되어 있을 것이다. 또한 탄도미사일 1,000기 중 약 40% 내외가 화학탄으로 충전된다면 약 224톤(스커드 미사일 충전량 560kg 기준)이 충전된 상태로 존재할 것이다.<sup>214)</sup> 즉 북한의 작용제 보유량 2,500~5,000톤의 10%에 해당하는 250~500톤은 탄에 충전되어 전방에 배치되고 나머지 90%는 탱크나 컨테이너에 보관되어 있을 것이다. 이 경우 폐기 소요는 다음과 같이 판단할 수 있다.

<표 5-5> 북한 화학무기 폐기소요

구분	포병탄 / 미사일(152mm 기준)	Bulk 상태	연구시설	생산공장	저장시설
수량	6.25만~12.5만 발	2,250~4,500톤	1개소	13개소	6개소

시설의 폐기소요 판단 시 연구 및 생산시설의 산정은 1개소는 연구시설과 생산시설이 동일 지역에 존재하는 것으로 판단하여 각각 연구시설 1개소, 생산시설 1개소로 나누어서 판단하였다. 화학무기 폐기비용은 화학무기협약에 의거 제조국에서 담당하도록 되어 있으므로 남한에서 대부분 부담하여야 할 것으로 생각되나 국제적인 협조를 받아서 폐기할 수 있을 것으로 보인다. 알바니아의 경우도 미국의 협력적위협감소(CTR) 프로그램의 지원을 받았고 소련의 경우에도 G8 회담에서 10년간 약 200억불의 지원을 받았다. 그러나 제네바 합의 결과로 북한에 경수로 설치를 지원할 때 총 소요비용 중 한국이 약 70%를 지원하기로 한 사례는 향후 북한의 화학무기 폐기비용 부담 시에도 적용될 가능성이 높다. 북한의 화학무기 폐기비용은 다른 나라의 폐기비용을 추산하여 산출할 수 있다. 먼저 러시아의 경우이다.

212) “Stockpiles of chemical weapons in the Russian Federation,” RMA homepage, <http://www.munition.gov.ru/eng/zapasho.html>(검색일: 2017. 4. 5.).

213) 양욱, “VX 560kg이면 서울시민 12만 명 피해,” 『시사저널』 1429호, 2017년 3월.

214) 한국국방연구원, 『2015-2016 동북아 군사력과 전략동향』, 서울: 한국국방연구원, 2016, p.235.

정우영은 “북한의 화학무기 포기 선언 시 검증 및 폐기방안 연구”에서 러시아의 화학무기 4만 톤에 대한 폐기비용을 설비 및 운영비용으로 10년간 31.3억불(556억 루블)이 소요된다고 제시하였다.<sup>215)</sup> 1998년에 러시아의 화학무기 폐기 연구그룹(Monterey-Moscow Study Group on Russian Chemical Disarmament)은 화학무기 폐기를 위한 예산을 공식적으로 약 10~15년에 걸쳐 57억불 정도가 소요될 것으로 예측하는데 이 예산에는 사찰비, 기반시설 건설비, 안전을 위한 투자비 13억불 정도가 제외된 것이었다. 그러나 2001년도에는 이 소요비용이 60~80억불 까지 증가할 것으로 예측되었다.<sup>216)</sup> 결국 러시아는 4만 톤 기준 60~80억불로 폐기비용은 톤당 15만 달러에서 20만 달러가 예상된다. 미국의 경우에는 31,000톤을 폐기하는데 약 386억 달러로 톤당 120만 달러로 추산되고 시리아는 1,300톤의 화학무기 처리에 약 10억 달러를 청구하여 톤당 약 80만 달러의 비용이 예상되었다. 세 나라의 화학무기 폐기비용은 다음 표와 같다.

<표 5-6> 나라별 화학무기 폐기비용

구분	미국	러시아	시리아
폐기비용	386억불	60-80억불	10억불
1톤 폐기비용	120만불	15-20만불	80만불

\*출처: 정우영, “북한의 화학무기 포기 선언 시 검증 및 폐기 방안 연구” 국방정책연구 보고서(04-09), 전략문제연구소, 2004, pp.90-92.: 이남택 외, 『북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구』, 서울: 21세기군사연구소, 2013, pp.29-35.: School Safety Summit Homepage, “Pueblo’s chem demil Program hit \$3.6 billion and rising”에서 재정리.

세 나라의 폐기비용이 차이가 나는 이유는 다음과 같이 추정된다. 먼저 미국은 엄격한 환경 및 안전기준을 맞추기 위하여 다양한 폐기기술을 개발하여 적용함으로써 추가적인 연구개발 비용이 투자되었다. 미국에서 최초 90% 폐기비용이 톤당 115만 불이 투입된 반면 새로운 폐기기술이 추가적으로 적용되는 10% 폐기에는 톤당 400만 불이 소요된다는 계산을 고려할 때 추가적인 연구소요 및 시설 건설비 등에 많은 예산이 투

215) 정우영(2004), 앞의 보고서, p.90-92.

216) 더 자세한 내용은 본 논문의 3장 2절을 참조.



입되었고 다른 나라에 비해 상대적으로 높은 인건비가 적용되었을 것으로 추정된다. 반면에 러시아의 경우는 대부분 중화법을 적용하였는데 일부 화학탄이나 벌크형태로 되어 있는 화학작용제는 컨테이너나 탄에 천공 후에 직접 뜨거운 물과 촉진제를 투입하는 방법을 사용하여 시설건설예산이 적게 투입되었다. 또한 초기에 환경 및 안전기준을 상대적으로 소홀히 하여 예산이 적게 소요되었는데 그것은 폐기시설 인근 지역사람들이 발병과 냄새로 시달리다 항의를 실시하여 폐기가 한동안 중단되었다는 점에서도 이를 추정하여 볼 수 있다.<sup>217)</sup> 시리아의 폐기비용이 러시아에 비해서 상대적으로 증가한 것은 먼저 시리아의 화학무기 폐기가 공해상에 있는 선박에서 이루어져 운송비용이 많이 소요되었으며 이동식 폐기시설을 제작하여 선박으로 이동하였고 가수분해로 발생한 부산물을 서로 다른 나라에 있는 4개 회사의 폐기시설로 나누어 수송하여 처리함으로써 수송에 많은 비용이 소요되었다. 또한 전시지역에서의 작업에 따른 인건비 상승도 한 가지 요인으로 작용하였을 것이다. 북한의 화학무기 폐기비용을 각 나라를 기준으로 판단하면 다음과 같다.

<표 5-7> 나라별 기준 북한의 화학무기 예상 폐기비용

구분	러시아기준	미국기준	시리아기준
2,500톤일때	3.75-5억 달러	30억 달러	20억 달러
5,000톤일때	7.5-10억 달러	60억 달러	40억 달러

<표 5-7>에서 보는 바와 같이 북한의 폐기비용을 러시아를 기준으로 하면 최대 10억 달러까지 소요되고 미국 기준 60억 달러 그리고 시리아 기준 시 40억 달러가 예상된다. 이러한 기준으로 보면 북한의 화학탄을 처리하는데 소요되는 비용은 최소 3.75억 달러에서 60억 달러까지 소요될 수 있을 것이다.

그러나 또 다른 시각에서의 폐기비용 추산도 있다. 박주현은 “통일에 따른 국방 분야의 비용 및 효과”에서 북한이 보유하고 있는 화학작용제 2,400톤을 화학탄으로 만든다면 1발 기준 4kg을 고려할 때 60만발이 되고 이를 폐기하는데 1개 시설에서 연간 3.5만 발(1일 140여발)을 처리할 때 약 30억 원의 운영유지비가 들어간다고 판단하면서 약 514억 원이 소요될 것으로 판단하였다. 박주현은 한국의 화학무기처리 경험을 적용

217) Mostoller, Eric Charles, *U.S. Assistance in the Destruction of Russia's Chemical Weapons*, California: Naval Postgraduate School, 2000, pp.12-13.

하여 판단한 결과라며 미국이나 시리아의 비용은 시설비용, 관련 기술개발 연구비용 등이 포함되어 있기 때문에 북한에 그대로 적용하기에는 한계가 있다고 주장하였다.<sup>218)</sup> 그러나 이 판단은 한국과 북한의 화학무기의 성상이나 종류 등에 차이가 있다는 점을 간과하였을 뿐만 아니라 시설건설비 등에 대한 소요도 제외되어 있어 정확하게 소요를 예측하였다고 보기에는 무리가 있다. 각국의 폐기비용을 고려할 때 북한의 화학무기 폐기비용은 다음과 같이 추산할 수도 있다.

북한의 화학무기 폐기는 화학무기금지협약에서 요구하는 기준을 만족하는 방법으로 폐기를 실시해야 하고 또한 최소한의 환경 및 안전기준을 적용하여 폐기해야 한다. 먼저 폐기방법은 다양한 작용제의 폐기가 가능하고 비용이 적게 소요되는 소각법을 적용했을 경우에 미국의 Aberdeen 폐기시설은 건설에 8.9억불 정도가 소요되었고 신기술을 적용한 Blue Grass 시설은 45억불이 소요되었다. 물론 시간적인 차이에 따른 물가 상승률이 고려되어야 하지만 그럼에도 불구하고 거의 5배가 넘는 비용이 추가된 것을 알 수 있다. 그리고 초기 90% 폐기비용은 톤당 115만불이 소요된 반면 남은 10%에는 400만불이 소요되었다. 결국 어떠한 폐기기술과 시스템을 선정하느냐에 따라 폐기비용이 3배 이상 차이가 나는 것을 알 수 있다.

북한의 화학무기 폐기비용 산정은 시설 건설비용, 운영비, 기타부대비용 등을 고려해야 한다. 북한의 화학무기 폐기는 2,500톤을 기준으로 하면 앞에서 평가한 대로 수포작용제는 750톤이고 신경작용제는 1,750톤이 된다.

먼저 고정식 폐기시설에서의 폐기를 기준으로 할 때, 수포작용제 폐기비용을 산정하면 폐기시설은 수포작용제 1개소를 기준으로 할 때, 미국의 소각법에 의한 폐기시설 설치비는 8.9억불이 소요되었다. 그러나 폐기시설 연구결과 및 설계도를 미국에서 지원 받고 장비물자 조달방법을 융통성 있게 적용하면 약 30%까지 절감이 가능할 것이므로 시설건설비는 6.3억불(7,000억 원)이 소요될 것이다. 폐기를 위한 운영비는 박주현이 참고한 한국의 화학무기 폐기경험을 바탕으로 계산하면 시설에서 연간 3.5만 발의 152mm (충전량 4kg) 화학탄을 폐기한다면 연간 화학작용제 140톤을 폐기할 수 있으므로 수포작용제 750톤 폐기에는 약 5년이 소요되므로 운영비는 연간 40억(17년간 물가상승률 반영)원을 계산하면 200억 원이 소요된다. 그러므로 수포작용제 폐기에는 총 7,200억 원이 소요된다.

신경작용제 폐기소요를 같은 방법으로 계산하면 폐기시설 건설비 6.3억불(7,000억

218) 박주현, “통일에 따른 국방분야의 비용 및 효과.” 『국방정책연구』 제30권 제3호, 국방연구원, 2014, p.69.

원)에 1,750톤을 폐기하는데 소요되는 기간 약 13년을 계산할 때 운영비는 520억 원으로 7,520억 원이 소요된다. 수포작용제와 신경작용제 소비비용을 종합하면 시설건설비 1조4천억 원, 운영비 720억 원이 소요된다. 여기에 사찰비를 포함한 예비비로 운영비의 10%에 해당하는 72억 원을 반영하면 총 폐기비용은 1조4천792억 원 정도가 소요된다. 5,000톤을 기준으로 하였을 때는 시설규모는 동일하고 운영기간만 증가한다고 판단하면 운영비는 2배로 증가하여 1,584억 원이고 총 폐기비용은 1조5천584억 원이 된다.

여기에서 추가로 판단해야 할 것은 이 경우 신경작용제의 폐기기간이 26년 정도가 소요되므로 화학무기금지협약에서 규정한 10년 내의 기준을 맞추기 위해서는 신경작용제 폐기시설을 1개소 증가시켜야 할 필요가 발생하며 이 경우 시설건설비 7,000억 원이 추가 소요될 수 있고 이때의 폐기비용은 총 2조2천584억 원이 소요된다.

이동식 폐기시설인 시리아의 방식을 적용하여 배위에서 폐기를 할 경우에는 현재까지 시리아의 기준을 적용할 수밖에 없어서 2,500톤인 경우에는 20억불(2조2,200억 원)이 5,000톤인 경우에는 40억불(4조4,400억 원)이 소요된다. 시리아의 폐기비용을 그대로 북한의 폐기에도 적용한 이유는 이동식 폐기의 경우에는 폐기의 주체가 화학무기금지기구가 되어 북한이나 남한의 기반 인프라를 사용하는데 제한이 되며 폐기시설의 경우에도 미국의 이동식 폐기시설인 FDHS를 그대로 도입하여 사용해야 함으로 비용절감 효과는 없을 것으로 판단하였다. 오히려 화학무기의 종류가 시리아는 카테고리 1이 7종이었던 반면에 북한은 20여종을 가지고 있을 것으로 판단되어 폐기방식에 있어서 일부 차이가 발생할 수 있고 이로 인한 추가 예산도 소요될 수 있다.

결론적으로 북한의 화학무기 폐기예산은 다음과 같이 소요될 것으로 판단된다.

고정형 폐기시설에서 폐기 시에는 최소 1조4,792억 원에서 최대 2조2,584억 원이 필요하다. 이동형 폐기시설에서 폐기 시에는 최소 2조2,200억 원에서 최대 4조4,400억 원이 필요할 것으로 판단하였다.

## 제3절 화학무기 폐기방안

### 1. 폐기방안 선정 시 고려사항

화학무기 폐기방안을 선정하기 위해서는 고려해야 할 요소들이 많다. 특히 북한이 화학무기를 포기하는 상황이 복잡하고 북한의 화학무기에 대한 정보가 상대적으로 부족하기 때문이다. 폐기방안 선정 시 고려해야 할 사항은 크게 4가지로 구분할 수 있다. 먼저, 각국의 화학무기 폐기 시 나타난 시사점이다.<sup>219)</sup> 시사점을 간단하게 요약하면 화학무기 폐기에는 장시간이 소요된다는 점이다. 미국이나 소련은 폐기를 시작한지 20여 년이 되었지만 아직까지 약 90% 수준만을 폐기하였다. 미국이나 소련의 기반시설이 북한에 비해 잘 갖추어져 있음에도 불구하고 이렇게 오랜 시간이 소요되었다는 것은 북한의 화학무기 폐기도 단시일 내에 이루어질 수 없다는 것을 의미한다. 물론 폐기관련 기술을 지원받는다면 이를 위한 준비기간은 상당부분 단축될 수 있을 것이다. 그럼에도 불구하고 북한의 도로망과 기반시설 등이 불비하다는 점을 고려하면 많은 시간이 소요될 것이라는 것을 쉽게 예측할 수 있다. 둘째는 소요예산 측면이다. 앞에서 판단하였듯이 북한의 화학무기 폐기비용은 다른 나라의 폐기비용을 기준으로 할 때 최소 1.48조에서 최대 4.4조원으로 추산하였다. 대부분의 폐기비용을 한국에서 담당하여야 할 것으로 예상되는데 이를 위한 예산 조달계획을 수립해야 한다. 셋째, 화학탄의 저장상태가 가져다주는 문제점을 고려해야 한다. 얼마나 많은 탄이 얼마나 많은 장소에 분산되어 있는가는 폐기시설을 어느 장소에 얼마만큼 설치해야 할 것인가에 영향을 미친다. 또 저장된 상태에서 탄의 누출 유무도 폐기비용이나 기간에 큰 영향을 미치므로 반드시 고려해야 한다. 넷째, 어떠한 폐기기술을 선정하느냐는 폐기비용에 절대적인 영향을 미친다. 미국의 경우를 고려해도 초기 90%의 화학탄을 폐기하는데 280억 달러가 소요된 반면 남은 10%를 폐기하는 데에는 106억 달러를 예상하고 있는데 새로운 공정을 적용하기 때문이다. 남은 화학무기를 폐기하는 공정이 친 환경적으로 설계되어 추가 비용이 소요된다는 것이 이유이다. 화학무기 폐기과정에서 환경오염을 초래하는 물질의 배출을 방지하는 것은 반드시 필요하나 폐기비용 또한 중요한 요소로 적절한 수준의 환경기준을 적용해야 할 것이다. 다섯째, 화학무기 폐기를 담당하는 단일화된 조직을 설립해야 한다. 미국의 사례에서 보듯이 분산된 조직은 업무의 효율성과 경제성을 저하시킬 수 있으므로 범정부차원에서 단일화된 조직을 구성하여 폐기업무를 준

219) 자세한 내용을 본 논문의 3장 ‘화학무기 군비통제 및 폐기’ 참조

비해야 한다. 여섯째, 국제적인 지원을 받을 수 있는 방안을 강구해야 한다. 러시아도 폐기비용의 일부를 미국과 유럽에서 지원을 받았다. 알바니아는 미국이 협력적위협감축(CTR) 프로그램을 통해 지원하였고 시리아의 폐기비용은 화학무기금지기구에서 국제적으로 기금을 모집하여 폐기를 실시하였다. 북한도 같은 방식을 적용받도록 노력해야 한다. 특히 북한의 화학무기로 인해 위협을 느끼는 미국이나 일본으로부터는 경제 지원을 폐기기술은 소련과 미국으로부터 받을 수 있도록 외교적 노력을 기울여야 한다. 마지막으로 시리아의 사례에서 배울 수 있듯이 정치적·군사적 상황이 불안한 나라에서의 폐기는 위험부담이 크므로 국외로 반출하여 폐기하는 방법도 대안이 될 수 있다는 점이다. 북한의 화학무기 포기선언 시 정치·군사적 상황을 고려할 때 북한이 아닌 외부로 반출하여 처리하는 시리아식 폐기방법도 훌륭한 대안이 될 수 있다.

두 번째로 고려해야 할 사항은 북한의 정치·군사적 상황이다. 북한이 화학무기 포기 선언을 하는 시나리오를 앞에서 3가지로 상정하였다. 시나리오 1은 북한의 김정은이 국제적인 압박과 경제제재에 굴복하여 정권생존을 조건으로 화학무기를 포기하는 경우이다. 시나리오 2는 김정은 정권이 국제적인 압력에 불복하여 지속적인 경제제재로 북한 내부에서 쿠데타나 급변사태가 발생하여 정부군과 반군이 대치하는 상황이다. 이 경우에 정부군과 반군은 세력 면에서 비슷하며 대량살상무기도 점령지역에 따라 나누어서 확보하고 있을 것으로 판단하였다. 시나리오 3은 급변사태에서 남한의 군사적 개입이나 전쟁이 발생하여 한미연합군 또는 유엔군이 승리하여 북한 전역을 장악한 경우를 상정하였다. 시나리오별 정치적·군사적으로 상황이 안정된 순서는 1번-3번-2번순이다. 시나리오 1번은 현재의 김정은 정권이 유지되므로 통제력이 그대로 유지되어 정치·군사적 상황이 리비아의 경우와 같이 상대적으로 안정되어 있을 것으로 판단하였다. 다음은 시나리오 3번으로 급변사태나 전쟁이 발생하였으나 성공적으로 사태가 종료되어 한미연합군 혹은 유엔군이 북한 전지역을 장악하여 상황이 안정되었을 것이다. 일부 저항세력이 존재하나 대부분의 지역에서 조직적인 저항은 없을 것으로 판단하였다. 물론 이 경우에도 이라크전의 사례에서 보듯이 완전하게 치안이 정리되기까지는 오랜 시간이 소요되겠지만 주도권이 한미연합군 또는 유엔군에게 있기 때문에 화학무기 폐기에는 특별한 문제점이 없을 것으로 판단하였다. 또한 현 북한정권에 대한 북한 주민들의 지지도가 상대적으로 낮기 때문에 인도적인 지원이 실시된다면 북한지역 장악은 용이하다고 판단하였다. 시나리오 2번 상황은 북한 내에서 정부군과 반군이 내분을 벌이고 있는 상황으로 어느 세력이 얼마만큼의 화학무기를 장악하고 있는지 파악하기도 힘들고 또 유사시 상대방에게 화학무기를 사용하기 위하여 포병부대에 분배되어

분산 배치되어 있을 것으로 예상되기 때문에 가장 어려운 상황이 될 것이다.

세 번째로 고려해야 할 사항은 정권 수뇌부의 의지이다. 정권 수뇌부의 의지는 폐기 방안 선정이나 폐기환경에 핵심적인 영향을 미치므로 가장 중요한 요소이다.

비록 화학무기 포기를 선언할지라도 북한 정권이 존재하는 경우 정권 수뇌부의 의지는 군비통제의 성공요인으로 제시될 정도로 중요한 요소이다. 수뇌부의 의지가 높아서 폐기가 용이한 순서는 시나리오 3번- 1번- 2번순으로 판단하였다. 이유는 제5장 1절에서 연구한 바와 같이 시나리오 3번은 한미연합군이나 유엔군이 수뇌부가 될 것이므로 화학무기를 비롯한 대량살상무기의 폐기이행의지가 당연히 높을 것이다. 시나리오 1번의 경우 김정은 정권이 정권보장을 조건으로 포기하였기 때문에 강요된 상황이기는 하나 국제적인 경제지원 그리고 정권에 대한 보장과 연계하여 화학무기 폐기를 진행한다면 폐기의지를 적절히 통제할 수 있다고 판단하였다. 시나리오 2번은 국제적인 지지를 통해 정권을 확보하기 위해 화학무기를 포기하였으나 반대파에 대한 화학무기 공격을 고려하면서 최대한 폐기를 지연함으로써 반대파에 대한 억제력을 확보할 뿐만 아니라 공격수단으로서 활용할 의도를 가지고 있어서 낮을 것으로 평가하였다.

네 번째로 고려할 사항은 북한의 환경적 요소이다. 북한의 환경적 여건은 상당히 열악하다. 교육사령부에서 발간된 『작전환경』이라는 교육회장을 보면 환경요소를 지형, 기상, 민간적인 요소로 구분하였다.<sup>220)</sup>

지형적인 면이나 기상적인 측면은 3가지 시나리오에 비슷하게 영향을 미치므로 특별하게 고려할 사항은 아니라고 판단하였다. 그러나 민간요소 측면에서는 북한의 사회계층이 3계층(핵심계층, 동요계층, 적대계층) 45개로 분류되어 계층 간 이동이 거의 없는 폐쇄형 사회를 유지하기 위해 공간에 의한 감시와 통제로 주민들의 불만요소가 큰 것으로 판단하고 있다. 북한의 대량살상무기를 제거하기 위한 『대량살상무기 제거작전』 교범에는 북한의 작전환경이 미치는 영향을 다음과 같이 서술하고 있다.<sup>221)</sup> 북한지역은 고지대이며 하천과 부족한 교량 그리고 폭이 좁은 비포장도로는 기동속도에 영향을 미친다. 산재한 지하시설은 작전에 안전위해요소로 작용할 것이며 작전수행에 많은 시간을 요구한다. 또한 화학무기의 누출로 오염지역이 형성될 때 위험이 증가할 수 있다. 이를 종합해 보면 대체로 열악한 도로사정과 산악 및 지하시설 그리고 비교적 낮은 온도와 긴 동계기간은 작전소요를 증가시킬 것으로 예상하고 있으나 민간적인 요소 중에서 주민들의 정권에 대한 불만은 남측에 유리하게 작용할 것으로 판단하고 있다. 앞에

220) 교육사령부, 『작전환경』, 대전: 교육사령부, 2016, 제2장.

221) 교육사령부, 『대량살상무기 제거작전』, 대전: 교육사령부, 2016, 제3장 4절.

서 언급한 바와 같이 환경적인 요소 중 지형이나 기상적인 요소는 시나리오 3가지에 동등한 영향을 미치므로 특별히 고려할 영향요소는 아니나 이중 민간요소는 주민들이 표출하는 적대감의 정도가 화학무기 폐기에 영향을 미칠 수 있으므로 중요하게 고려해야 할 요소이다. 환경적인 요소 중 민간요소를 기준으로 판단하였을 때 환경적인 요소는 시나리오 1번-3번-2번순으로 화학무기 폐기에 유리하다고 판단하였다. 판단근거는 다음과 같다. 시나리오에서 1번은 외부 세력의 개입이 없이 김정은 정권이 유지되고 김정은 정권의 주도하에 화학무기가 폐기되는 상황이므로 북한 주민의 반감이 없을 것으로 판단하였다. 시나리오 2번이 가장 불리할 것으로 판단한 이유는 정부군과 반군사이의 전쟁으로 화학무기를 폐기하는데 필요한 화학무기 이동, 폐기시설 설치를 위한 기반시설의 구축 등에 주민들의 호불호가 많은 영향을 미치고 전쟁으로 인한 주민들의 불안정한 심리상태가 위협요소로 작용하여 폐기방안 선정에 중요한 변수로 작용할 것으로 판단하였다. 시나리오 별로 정치·군사적 상황의 안정도, 수뇌부의 화학무기 폐기 이행의지, 환경적인 영향요소를 평가한 결과를 시나리오 별로 유리한 순서대로 번호를 부여하고 이를 종합한 결과는 다음과 같다.

<표 5-8> 북한의 화학무기 포기 시나리오 우선순위

구분	정치·군사적 상황의 안정도	수뇌부의 화학무기 폐기 이행의지	환경적인 영향	종합
시나리오 1	1	2	1	4
시나리오 2	3	3	3	9
시나리오 3	2	1	2	5

<표 5-8>에서 나타난 바와 같이 정치·군사적 상황의 안정도와 수뇌부의 화학무기 폐기이행 의지 그리고 환경적인 영향을 고려하였을 때 화학무기의 폐기에 가장 유리한 결과는 시나리오 1번-3번-2번순으로 판단하였다. 그러나 수뇌부의 화학무기 폐기이행 의지는 핵심적인 요소로 폐기에 절대적인 영향을 미칠 수 있으므로 시나리오 1번에서 김정은 정권의 폐기이행 의지를 높일 수 있는 방안을 강구하는 것이 중요한 문제임을 알 수 있다. 북한 수뇌부의 화학무기 폐기이행 의지와 함께 정치·군사적 안정도는 화학무기 폐기기간이 길수록 큰 영향을 미칠 수 있다. 화학무기금지협약에서는 신고 후 10년 이내에 화학무기를 모두 폐기하도록 규정하고 있으나 미국, 소련 그리고 리비아

가 아직도 화학무기를 모두 폐기하지 못하고 있는 점을 고려하면 앞에서의 폐기소요 판단시에서 연구한 바와 같이 폐기시설 수에 따라 길게는 26년 이상이 소요될 수도 있다. 그러므로 매우 안정된 정치·군사상황이 요구된다. 상황이 불안하면 폐기시설의 운영과 안전에 악영향을 미칠 수 있고 이는 바로 폐기의 원활한 진행을 방해하기 때문이다. 이라크전은 2003년 부시 대통령에 의해 전쟁이 시작된 후 2010년에 오바마 대통령 시절에 종전이 선언되었다. 미군이 전쟁에 개입한지 약 7년 5개월 만에 전쟁이 끝난 것이다. 그러나 아직도 이라크의 내정은 불안하기만 하다. 반군의 저항과 각종 테러로 불안한 시간을 보내고 있다. 전쟁 후의 상황은 북한도 비슷할 수 있다. 오히려 지형적인 면에서 많은 산악지역을 보유하고 있는 북한이 게릴라 활동에 유리하고 중국과 인접한 국경선에서 반군이 활동을 할 경우에는 중국과의 관계를 고려할 때 제압에 많은 제한사항이 발생할 것이다. 그러므로 급변사태가 발생하여 남한에서 개입하거나 전쟁이 발생한 경우에 안정화작전을 위한 시간이 오래 소요될 것으로 군에서는 판단하고 있다. 그러므로 화학무기 폐기에 미치는 환경적 요인 또한 폐기방안을 선정하는데 중요한 요소로 작용할 것이다.

결론적으로 북한지역에서의 화학무기 폐기방안을 결정하기 위해서는 각국의 화학무기 폐기과정에서의 도출된 문제점, 정치·군사적 상황, 정권 수뇌부의 의지, 환경적 요인을 종합하여 판단해야 한다. 시나리오 중 3번 상황은 화학탄의 존재 상태에서 1, 2번과 많은 차이가 발생할 것이다. 앞에서 언급했듯이 북한은 화학탄의 10%를 충전하여 전방에 배치하고 있다. 전쟁을 수행하는 과정에서 일부는 사용할 것이나 사용하지 않은 화학무기의 대부분은 전방 포병진지나 혹은 탄약보급소에 방치한 상태로 전쟁이 종결될 수 있다. 일부 보고서에서는 이 유기된 탄을 재래식 탄을 포함하여 30만발 정도로 예상하고 있는데 이렇게 유기된 탄은 화학무기의 폐기방안 결정 시 고려해야할 또 다른 요소이다.

## 2. 강제적 화학무기 포기 시 폐기방안

북한이 강제적으로 화학무기를 포기하는 상황은 시나리오 1번과 3번 상황이 될 것이다. 시나리오 1번과 3번을 강제적 군비통제로 분류한 것은 1번은 김정은 정권이 국제적인 압력에 굴복하여 화학무기를 포기한 상황이고 3번은 전쟁 혹은 급변사태로 유엔군이나 한미연합군에 의해 점령된 상태에서의 화학무기 포기이므로 강제적인 포기 상황이라고 판단하였다. 다만 시나리오 1번과 3번의 차이점은 시나리오 1번은 강제적이



고 비대칭적 상호주의 군비통제라면 시나리오 3번 상황은 강제적이고 일방적인 군비통제라는 점이다. 시나리오 상황을 다시 분석해보면 시나리오 1번은 정치·군사적 상황은 안정되어 있을 것이다. 북한 정권이 그대로 존재하는 상황이므로 내부적인 분쟁은 없으며 전국은 김정은 정권에 의해 완전하게 통제되고 있을 것이다. 시나리오 3번 상황은 1번 상황에 비해 상대적으로 불안정하기는 하나 저항이 있더라도 소규모로 한정될 것이다. 북한 정권이 그대로 유지되는 1번 상황에서는 화학무기 폐기와 신고의 주체는 화학무기금지협약에 의거<sup>222)</sup> 북한이 될 가능성이 높으나 유엔이나 화학무기금지기구가 주체가 될 수도 있다. 다만 그러한 경우에는 북한과의 협상이 필요할 것이다. 시나리오 1번 상황은 리비아가 대량살상무기를 포기했을 때와 유사하다. 당시 리비아는 테러지원국으로서 경제제재를 받고 있었고 국제사회로 복귀하기 위한 사전노력이 진행되었으며 정권보장 약속 하에 대량살상무기의 포기선언과 함께 경제지원을 기대하고 있는 상황이었다. 그리고 화학무기를 개발하여 보유하고 있는 상황도 북한과 유사한 상황이었다. 그러므로 리비아의 사례를 고려할 때 북한의 화학무기 폐기과정에서의 협조도 비교적 수월할 것으로 판단된다. 이때 선택할 수 있는 폐기방식에 대한 옵션은 리비아와 같이 북한지역에 직접 폐기시설을 건설하는 것과 북한지역 밖으로 반출하여 폐기하는 방안이 있으나 폐기의 용이성이나 비용 등을 고려할 때 북한지역에 고정형 폐기시설을 건설하여 폐기를 진행하는 것이 유리하다고 판단된다. 북한지역에 폐기시설을 건설하는 방안은 두 가지이다.<sup>223)</sup> 1번안은 화학무기 저장시설의 위치를 고려하여 저장시설별로 폐기시설을 건설하는 방법이다. 미국이나 소련과 같이 저장시설이 멀리 이격되어 있고 많은 량의 화학무기가 저장되어 있는 경우에 유리한 방법이다.

이 안은 화학탄의 이동소요가 적기 때문에 운송소요를 최소화 할 수 있고 운반 중 발생할 수 있는 안전 위해요소도 회피할 수 있다는 장점이 있다. 단점으로는 저장시설별로 설치하기 때문에 시설의 건설비용이 많이 소요되고 여러 장소에서 시설을 운영하는 만큼 운영비 소요도 증가할 것이다. 또한 1개 저장소에 여러 종류의 화학작용제가 존재하는 경우에는 1개 시설 내에 다양한 종류의 화학작용제 폐기시스템을 운영해야 할 수도 있다. 2번안은 북한이 보유한 작용제를 중심으로 시설을 설치하는 방안이다. 북한은 신경작용제 70%, 수포작용제 30%를 보유하고 있을 것으로 추정하였다. 이를 고려하여 화학무기 폐기시설을 신경작용제 폐기시설 1~2개소, 수포작용제 폐기시설 1개소를 구분하여 건립하는 것이다.

222) OPCW(2005), 앞의 책, Annex on Implementation and Verification A(Declaration), C(Destruction).

223) 이남택 외(2013), 앞의 책, p.69.

<표 5-9> 화학무기 폐기 로드맵(고정형시설 폐기시)

구분	임무	
	국내차원	외교차원 협조사항
1단계 협상개시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학무기 폐기 위원회 소집, 협상대표단* 및 지원단 구성</li> <li>• 협상방향 및 일정 수립</li> <li>• 폐기주체 및 비용분담 방향 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학무기 폐기 주체 선정 -북한, OPCW, 남한(?)</li> <li>• 화학무기 폐기비용 부담 -CTR 프로그램 적용</li> </ul>
2단계 CWC 가입 / 화학무기 신고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 북한 CWC 가입</li> <li>• 1달 이내 신고서 작성(북한) -카테고리 1·2·3, 생산·저장·연구시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신고서 현장 확인단 편성 -남한 전문가 포함</li> </ul>
3단계 신고서 현장확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 정보와 비교 누락요소 확인</li> <li>• 인원, 문서, 현지실사를 통해 프로그램 네트워크 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 북한 화학무기 프로그램 정보 교환 및 획득</li> </ul>
4단계 폐기계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐기시설 건설/운영 책임부서 선정 -환경부 책임 국방부 지원</li> <li>• 폐기 시스템 선정: 중화 후 소각방식 -환경 및 안전 적용 기준</li> <li>• 폐기시설 설치장소 및 개수 -신경 1-2개소, 수포 1개소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐기계획 협조 및 승인 (OPCW)</li> <li>• 사찰 및 검증계획 협조 -숙소 및 편의시설</li> </ul>
5단계 화학무기 통합수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통합수집소 선정 -폐기시설별 혹은 기존 저장소 활용</li> <li>• 통합수집: 필요시 수송지원(국방부)</li> <li>• 안전조치: 국방부(화생방부대)지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학무기 이동에 따른 저장시설 변경 협조(OPCW)</li> <li>• 사찰 계획(OPCW)</li> </ul>
6단계 폐기시설 건설 / 생산·연구 시설폐기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐기시설 설치: 임시 저장소 포함</li> <li>• 생산/연구시설은 상업시설로 전환</li> <li>• 화학무기 프로그램 종사자 전직지원 -폐기시설에 활용 또는 일반직종</li> <li>• 소요예산 조달</li> <li>• 부산물 처리업체 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐기시설 설계 및 폐기 기술지원(미국, 러시아)</li> <li>• 생산·연구시설 상업시설 전환 및 전직(OPCW)</li> <li>• 시설건설비용 분담 (OPCW 회원국, CTR)</li> <li>• 남한 업체 참여</li> </ul>
7단계 폐기/ 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학무기 폐기 - 시설운영, 무기수송</li> <li>• OPCW 사찰</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐기일정 및 사찰일정</li> <li>• 폐기시설 운영지원</li> <li>• 폐기 시 문제점</li> </ul>
8단계 결과 보고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최종결과보고서 작성 및 보고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업시설 사찰</li> </ul>

\* <표 5-12> 국무총리실 “대량살상무기 폐기위원회” 편성 참조(p.171).

이 방안은 상대적으로 건설비용과 운용비용이 적게 드는 장점은 있으나 운송소요가 늘어나는 단점이 있다. 또한 화학작용제의 보관상태가 좋지 못한 경우에는 운송의 위험성이 증가된다. 2개안을 비교하면 북한의 화학무기 량이 25,00~5,000톤으로 미국이나 소련에 비해 적고 저장시설 또한 6개소 중 5개소가 서부지역에 인접해 있어 이 지역에 폐기시설을 설치한다면 수송소요도 많지 않을 것으로 판단된다. 그러므로 작용제에 따라 폐기시설을 설치하는 2번안이 1번안에 비해 장점이 많다고 판단하였다. 특히 비용 면에서 폐기시설의 수가 상대적으로 적으므로 훨씬 경제적이다. 시나리오 1번에서의 폐기계획에 따른 화학무기의 단계별 폐기 로드맵은 <표 5-9>와 같다. 이 시나리오에서의 화학무기 폐기는 김정은 정권의 화학무기 폐기정책이 변하는 것을 방지하고 원활한 폐기시행을 위해 로드-맵에서 보는 바와 같이 단계화시켜 진행하고 진행정도에 따라 상응한 대가가 지불되는 방식을 따라야 한다. 로드-맵에서 나타난 화학무기의 폐기단계화 방안은 다음과 같다.

1 단계에서는 북한의 화학무기에 대한 처리절차에 대한 협상을 실시한다. UN 또는 화학무기금지기구 그리고 남한에서도 참여하도록 해야 한다. 남한에서는 통일부, 외교부, 국방부와 화학무기에 대한 전문가들이 참여하도록 국제기구와의 협조가 필요하다. 북한의 화학무기 포기가 가시화되면 가칭 ‘북한 WMD 폐기위원회’를 가동시켜 협상전략을 수립하고 한국이 직간접적으로 참여할 수 있는 다양한 방법을 강구하여 북한의 화학무기 폐기에 관련된 화학무기금지기구 및 UN 등과 공감대를 형성해야 한다.

2단계는 북한이 화학무기금지협약(CWC)에 가입하고 협약의 절차에 따라 보유한 화학무기 프로그램을 신고하는 단계이다. 신고서에는 협약에서 규정한 화학무기 즉 카테고리 1, 2, 3목록이 모두 포함되어야 한다.

또한 생산시설, 연구시설, 저장시설 그리고 이중목적의 산업시설도 신고목록에 포함되어야 한다. 화학무기금지협약에서 규정하고 있는 신고대상을 정확히 리스트로 만들어 누락되지 않도록 해야 한다. 이때 간과하면 안되는 사항이 바로 대량살상무기 프로그램에 관련된 과학자나 종사자들에 대한 인적사항의 파악이다. 이 인원은 대량살상무기의 확산에 연루될 수 있으므로 이들의 신원을 확보하고 테러집단 등에 관련 기술이 유출되지 않도록 관리해야 한다.

3단계는 신고한 화학무기 프로그램에 대한 현장확인으로 신고서를 기준으로 하되 그동안 수집한 북한의 화학무기 프로그램 정보와 비교하여 신고에서 누락된 부분은 없는

지 확인한다. 신고된 내용과 현장에 존재하는 화학무기 프로그램과의 일치 여부를 확인한다. 또한 신고목록에 없더라도 화학무기 프로그램을 확인할 수 있는 문서, 영상정보, 인원정보, 그리고 추가적으로 수집된 정보 등을 종합하고 화학무기 프로그램의 네트워크를 파악하여 누락되거나 은닉된 프로그램을 색출하는 것이 중요하다. 이 과정에서 북한 당국과의 마찰을 최소화하면서도 효과적인 현장확인이 실시되어야 한다. 현장확인이 화학무기 폐기의 성공여부를 좌우할 수 있는 중요한 단계이기 때문이다. 이를 위해 사전에 체크리스트를 작성하고 의심시설에 대한 현장사찰과 함께 수사사찰도 실시할 수 있도록 계획하고 협조되어야 한다.

4단계에서는 확인된 자료를 바탕으로 폐기계획을 수립한다. 폐기계획 수립 시에는 화학무기 폐기방법 선정, 폐기시스템 결정, 폐기시설 건설소요 및 건설장소, 화학무기 수집소, 화학무기 운반소요, 폐기시설 운영방법 등이 포함되어야 한다. 이때 폐기시스템의 선정과 설치장소의 선정은 폐기시설 운영에 중요한 영향을 미치므로 정밀한 계획과 조사 후에 폐기시설을 설치하고 운영해야 비용을 최소화할 수 있다.

5단계는 북한지역에 있는 화학무기를 통합 수집하는 단계이다. 통합수집은 현장조사 결과와 수립된 폐기계획을 기초로 실시한다. 화학무기는 저장장소에 따라 다양한 지역에 존재할 수 있다. 현재까지 확인된 북한지역의 화학무기 저장소는 6개소이나 이 저장소는 국가급 저장소로 이외에도 추가적인 저장시설이 있을 것이다. 이외에도 각 투발부대별로 화학탄이 분산 저장되어 있을 수도 있다. 이렇게 분산된 화학탄은 폐기시설 건설장소와 인접하여 설치되는 화학무기 수집소로 통합해야 한다. 통합수집소를 최소화하는 것이 향후 경계 및 관리에 유리하다. 물론 통합수집소는 새로 만들 필요 없이 기존의 저장소를 활용하는 것이 가장 좋은 방법이다.

6단계는 화학무기 생산시설과 연구시설을 불능화시키면서 동시에 폐기시설을 건립하는 단계이다. 폐기시설의 건립에는 많은 시간이 소요된다. 설계부터 건설까지 최소 2~3년의 시간이 소요될 수 있다. 이 기간에 생산시설과 연구시설을 사용하지 못하게 폐기하거나 군사적 목적이 아닌 민수용으로 활용할 수 있도록 전환시켜야 한다. 아울러 그동안 화학무기와 함께 대량살상무기에 종사한 인원들에 대한 전직지원 프로그램을 운영해야 한다. 대량살상무기 프로그램에 종사한 인원들이 국외로 유출되어 대량살상무기 확산에 관여하지 않도록 새로운 직업을 알선하여 사회에 적응하도록 해야 한다. 이들에 대한 주기적인 관리는 필수이다. 이들을 폐기시설의 건설이나 운영에 활용하는

것도 방법이 될 수 있다. 폐기시설이 건설되면 시험가동을 거쳐 화학무기를 폐기한다.

7단계는 화학무기를 폐기하는 단계이다. 고정 폐기시설에서 화학무기를 소각 또는 중화시켜 1차폐기를 실시한다. 이때 발생하는 부산물은 유독물질을 포함하고 있으므로 2차폐기가 필요하다. 2차폐기는 상업시설을 활용하는 것이 효율적이다. 상업시설은 북한지역에 별도로 건설하는 것보다는 기존의 회사를 활용하는 것이 유리하나 가용하지 않을 경우에는 남한이나 다른 나라의 회사를 활용할 수도 있다. 부산물이 다시 화학작용제의 원료로 사용되지 않도록 철저한 관리가 필요하다.

8단계는 화학무기 폐기를 완료하고 최종보고를 실시하는 단계이다. 폐기결과와 백서를 작성하고 화학무기금지기구에 최종보고를 실시한다. 이후 폐기시설은 폐쇄하거나 재활용이 가능할 때는 민수용시설로 사용하도록 전환한다. 화학무기금지기구와는 화학무기 프로그램에 관련된 시설 중 민수용으로 전환된 시설에 대한 향후 사찰일정 등을 협조한다. 이것이 시나리오 1번 상황에서의 폐기 로드-맵이다.

시나리오 3번 상황은 1번 상황과 폐기환경이 비슷하므로 폐기 로드-맵을 동일하게 적용할 수 있다. 단, 전쟁 중에 유기된 화학탄이 전국에 산재되어 있을 것으로 판단되므로 유기된 화학탄을 발굴하여 처리하는 과정이 추가된다.

북한군은 전시에 최고사령관 명에 의하여 화학탄을 사용하게 될 경우 사용권한이 보병사단장에게 위임될 수 있다. 이것은 화학탄이 보병사단장이 운용할 수 있는 부대까지 추진 보급되었다는 것을 의미한다. 북한군 보병사단장은 사포군과 연포군에 편성된 포병부대에서 화학탄을 사용할 수 있다. 즉 포병부대에게 화학탄이 분배되고 사용하고 남은 탄이 전쟁종료 후 여러 장소에 산재되어 방치되어 있을 것이다. 특히 후퇴하는 과정에서 이러한 탄들이 제대로 수집되지 않았을 것이며 이렇게 산재된 화학탄은 고폭탄 등과 혼재된 상태로 방치되어 화학탄과 고폭탄을 구분하는 것도 쉽지 않을 것이다. 일부는 매몰되어 있을 것이며 일부는 포격 등으로 파괴되어 누출되거나 누출 위험성이 높은 상태로 존재할 수 있다. 유기된 화학탄은 정확한 수량과 위치를 파악하기 힘들기 때문에 북한군 관계자 특히 화학무기 관리 및 사용자들의 협조를 받는 것이 중요하다. 유기된 장소를 지도로 만들고 대략적으로 유기한 탄의 수량을 파악하고 이를 발굴하여 폐기해야 한다. 시나리오 3번 상황에서는 화학무기 신고 및 폐기의 주체가 누가될 것인가에 대해서는 논란이 될 수 있다. 한미연합작계에서는 북한지역에서의 작전권은 연합사령관에게 있는 만큼 주체가 연합사령관이 될 수도 있고 유엔군이 결성되었을 경우

에는 유엔군이 될 수도 있다. 그러나 우리의 헌법은 북한지역을 우리의 영토로 규정하고 있으므로 남한이 주체가 될 수도 있는 상황이다. 그러므로 남한은 국내법에 의거하여 북한이 우리 영토라는 것을 주장하고 우리가 북한지역 화학무기 폐기의 주체가 되도록 협상을 해야 한다. 시나리오 3번 상황에서는 북한의 화학무기 신고서를 작성하고 존재하는 화학무기 프로그램을 확인하는데 많은 제한사항이 발생할 것이다. 이 상황은 결과적으로 이라크전과 같이 군사력으로 강제점령한 상황이다. 이라크전이 종료된 후 유엔사찰위원회(UNSCOM)가 대량살상무기를 조사하는 과정에서 이라크의 대량살상무기의 전모를 파악하는데 많은 제한사항이 있었고 이라크에서 대량살상무기를 은닉하려는 시도 또한 발생하여 화학무기의 많은 량이 신고에서 누락되었을 것으로 판단하였다.<sup>224)</sup> 북한에서도 비슷한 상황이 발생할 수 있다. 한미연합군이나 유엔군을 점령군으로 인식하기 때문에 정보제공이나 협조가 미진할 수 있다는 점을 명심하고 다각적인 방면에서 정보를 수집하여 화학무기 프로그램의 네트워크를 완전하게 파악하는 노력을 기울여야 한다. 이 상황에서의 화학무기 폐기방안은 북한의 상황을 고려할 때 시나리오 1번과 같이 고정형 폐기시설을 설치하여 처리하는 것이 타당하다. 다만 앞에서 언급하였듯이 유기된 화학탄이 다수 존재하므로 이러한 유기화학탄을 처리하기 위해서는 이동식 화학탄 폐기시스템이 추가적으로 필요하다. 이동식 화학탄 폐기시스템은 영국이나 독일이 자국 내 유기된 화학탄 처리를 위해서 운용하고 있는 장비들이 여러 가지가 있다. 또한 일본도 중국과 자국 내에서 유기탄을 처리하기 위해서 개발하여 운용 중인 장비를 가지고 있다. 유기된 화학탄은 소량씩 여러 장소에 존재하므로 이동이 용이한 EDS-2가 효율적인 시스템이라고 판단된다. EDS-2는 트레일러 1대에 탑재가 가능하여 이동이 용이하며 미국에서 이미 운용한 경험이 있어 그 신뢰도 또한 높은 편이다.

### 3. 자발적 화학무기 포기 시 폐기방안

자발적으로 화학무기를 포기하는 상황은 시나리오 2번이다. 이 상황은 정부군과 반군이 대치하고 있는 상황에서 국제적인 지지를 얻을 것을 기대하면서 화학무기를 자발적으로 포기하는 상황이다. 물론 이 상황을 자발적이 아닌 강요에 의한 포기로 볼 수도 있지만 자발적인 포기로 분류한 것은 화학무기의 포기가 먼저 선행되고 국제적인

224) Kenneth Katzman(2009), 앞의 논문, pp.4-6.

지원이나 정권보장을 후속으로 기대하는 상황이기 때문이다. 이 시나리오의 상황은 시리아의 화학무기 포기선언 당시 상황과 거의 일치한다. 다만 대량살상무기의 통제권이 1개 정부가 아닌 2개 세력에게 있다는 차이점이 있다. 이때는 정치·군사적 환경이 아주 불안한 경우이다. 정부군과 반군은 서로 대외적인 지지와 지원을 획득하기 위해 화학무기를 포기하였을 것이다. 그러면서도 상호 대치정국에서 화학무기의 포기가 상대방에 대한 세력약화를 불러일으키고 상황이 불리할 경우에는 화학무기를 사용하기 위하여 화학무기의 폐기에 적극적인 의지를 보이지 않거나 은닉을 시도할 수 있다. 이 시나리오는 군사적으로 대치상태이므로 높은 위험성에 노출되는 환경이다. 민간적인 요소도 상당히 적대적일 것이다. 북한지역의 정치·군사적 상황이 아주 불안하므로 화학무기 폐기를 위해 많은 인원이 오랫동안 북한지역에 상주하는 것도 제한될 것이다. 화학무기의 폐기를 위해 현장확인, 사찰 등의 폐기과정을 검증하는 과정에서도 사찰이나 감시활동에 한계가 있으므로 국외로 반출시켜 폐기하는 것이 가장 효율적이라고 판단된다. 다만 두 개의 정권을 상대로 폐기협상이 필요함으로 더욱 많은 난관이 도사리고 있을 것이다. 이러한 상황에서는 북한지역에서의 폐기가 제한되므로 시리아식 폐기 방법을 적용하는 것이 적절하다고 판단된다. 시리아에서 적용한 방식을 사용하여 화학무기를 폐기하는 절차는 <표 5-10>과 같다.

폐기 1단계부터 4단계까지는 북한지역에 고정형 폐기시설을 설치하는 시나리오 1번 상황과 유사하다. 1단계에서는 북한의 화학무기에 대한 처리절차에 대한 협상을 개시하고, 2단계는 북한이 화학무기금지협약(CWC)에 가입하고 협약의 절차에 따라 보유한 화학무기 프로그램을 신고한다. 3단계는 신고한 화학무기에 대한 정밀조사가 실시되어야 한다. 이때 북한이 내전상황으로 현장 확인에 제한사항이 발생할 수 있으므로 이를 보완하기 위한 노력을 실시해야 한다. 특히 반대파에 대한 화학무기 사용을 위하여 은닉을 시도할 수 있으므로 문서 및 종사자들의 심문결과를 바탕으로 화학무기 프로그램의 네트워크를 정밀하게 파악하여 생산량, 사용량 그리고 잔여량을 일치시켜야 한다. 4단계에서는 확인된 자료를 바탕으로 폐기계획을 수립한다. 4단계까지의 폐기진행 사항에 대한 자세한 내용은 <표5-9>의 로드-맵과 내용을 참조한다.

5단계에서는 생산 및 연구시설을 폐기하는 단계이다. 고정형 시설에서의 폐기시에는 폐기시설 건설단계에서 생산 및 연구시설을 폐기하였는데 시리아식 폐기에서는 별도의 폐기단계를 적용하여 폐기한다. 이때는 시간적인 여유가 제한되므로 핵심적인 부분을

<그림 5-1> 시리아 화학무기 폐기절차



\*출처: “시리아 화학무기 해체 절차,” 『조선닷컴』 홈페이지.

위주로 재사용을 하지 못하도록 폐기하고 민수용으로의 전환은 하지 않는 것을 원칙으로 한다. 6단계부터가 고정형 시설에서의 폐기와 구별되는 이동식 폐기시설에서의 특별한 폐기과정이다. <그림 5-1>은 시리아에서 화학무기 폐기과정을 그림으로 나타낸 것이다.

6단계는 북한지역에서 화학무기를 반출하는 단계이다. 반출은 북한정권이 북한지역 내에서의 수송을 담당하여 항구까지 운송하도록 책임을 부여한다. 북한의 화학무기 저장소를 기준으로 할 때 서해에는 남포항을 동해에는 원산항을 각각 화학무기 반출을 위한 항구로 선정하는 것이 효과적이라 판단된다. 서쪽지역에 위치한 5개소 저장시설 즉 삼산동, 산음리, 대양리, 황촌, 사리원 저장소에 있는 화학무기는 남포항으로 집결시켜 공해상으로 반출한다.

왕재봉에 있는 화학무기는 동해의 원산항으로 집결하여 반출하는 것이 수송소요를 최소화시켜 운송과정에서의 위험을 최소화 할 수 있을 것이다. 원산항과 남포항을 통하여 반출된 화학무기는 화학무기금지기구 주관 및 감독 하에 동해상의 공해로 이동하여 폐기를 실시하는 방안이 적절하다. 이 단계 이후의 폐기는 북한정권의 영향을 받지 않으므로 정상적인 폐기절차가 적용된다.



<표 5-10> 화학무기 폐기 로드맵(이동식 시설 폐기시)

구분	임무	
	국내차원	외교차원 협조사항
1단계 협상개시	<ul style="list-style-type: none"> <li>화학무기 폐기 위원회 소집, 협상대표단 구성*</li> <li>협상방향 및 일정 수립</li> <li>화학무기 폐기 주체 및 예산 토의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>화학무기 폐기 주체 선정 -북한, OPCW, 남한(?)</li> <li>화학무기 폐기비용 분담 -CTR 프로그램 적용</li> </ul>
2단계 CWC 가입 / 화학무기 신고	<ul style="list-style-type: none"> <li>북한 CWC 가입</li> <li>1달 이내 신고서 작성(북한) -카테고리 1·2·3, 생산·저장·연구시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신고서 현장 확인단 편성 -남한 전문가 포함</li> </ul>
3단계 신고서 현장확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 정보와 비교 누락요소 확인</li> <li>인원, 문서, 현지실사를 통해 프로그램 네트워크 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>북한 화학무기 프로그램 정보 교환 및 획득</li> </ul>
4단계 폐기계획수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기시스템 운영 책임부서 선정 -환경부 책임 국방부 지원</li> <li>폐기 시스템 선정: 선박에서 FDHS 운용</li> <li>FDHS 운영소요 및 위치(동해) -신경 1, 수포 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기계획 협조 및 승인 (OPCW)</li> <li>사찰 및 검증계획 협조 -숙소 및 편의시설</li> <li>작용제 반출계획 수립</li> </ul>
5단계 생산 및 연구시설 파괴	<ul style="list-style-type: none"> <li>생산시설의 민수용 전환여부 결정 -전환 최소화, 재활용 방지</li> <li>연구, 저장시설 파괴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>민수용 전환 시 향후 사찰 협조</li> </ul>
6단계 화학무기 항구이동	<ul style="list-style-type: none"> <li>선박적재 위한 항구 선정 -서해: 남포, 동해: 원산항</li> <li>저장소 → 항구까지 수송: 북한 담당</li> <li>항구→폐기선박(공해): 한국 담당</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>화학무기 이동에 따른 저장시설 변경 협조(OPCW)</li> <li>사찰 계획(OPCW)</li> <li>FDHS 운용 동해상 위치</li> </ul>
7단계 폐기/ 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>공해상(동해) 폐기시설 운용</li> <li>화학무기 폐기 / OPCW 사찰</li> <li>부산물 처리업체 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기 및 사찰일정</li> <li>폐기비용 분담 (OPCW 회원국, CTR)</li> <li>남한 업체 참여</li> </ul>
8단계 결과 보고	<ul style="list-style-type: none"> <li>최종결과보고서 작성 및 보고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업시설 후속 사찰</li> </ul>

7단계는 폐기시설을 활용하여 폐기하는 단계이다. 북한의 화학무기 폐기방법에 시리아식 방법을 적용하면 선상에서의 폐기 후 발생하는 부산물은 상업시설을 활용하여 폐기한다. 현재까지 선상에서 화학무기를 폐기할 수 있는 시스템은 미국에서 개발한 이동식 저장화학무기 폐기시스템(FDHS: Field Deployable Hydrolysis System)이 유일하다. 현재까지는 이 시스템을 활용하는 것 외에는 대안이 없는 것으로 확인되었다. 이 시스템은 주로 벌크 형태의 화학작용제 처리에 유용하다. 그러므로 충전된 화학탄의 처리를 위해서는 별도로 화학탄을 처리할 수 있는 시스템이 요구된다. 현재까지 개발된 이동식 화학탄 폐기시스템 중 폐기능력이 가장 뛰어난 Dynassafe사에서 개발한 Davinch가 적합하다고 판단하였다.<sup>225)</sup>

그러나 이러한 시스템이 과연 북한지역에서 효율적으로 운용될 수 있을 것인지에 대해서는 추가적인 연구가 필요하고 한국적인 환경에 적합하게 개량되어야 한다.

8단계는 FDHS에서 화학무기를 폐기하고 발생한 부수물질은 상업시설을 활용하여 폐기하는 단계이다. 이때는 가장 가까운 지역에 위치한 남한이나 일본의 상업시설을 활용하는 것이 경제적이다. 9단계는 화학무기 폐기를 완료하고 최종보고를 실시하는 단계이다. 폐기결과와 백서를 작성하고 화학무기금지기구에 최종보고를 실시한다. 북한이 화학무기를 포기하는 경우의 시나리오별로 폐기방안에 대해 연구한 결과를 <표 5-11>에 요약 정리하였다. 표에서 보는 바와 같이 북한의 상황에 따라 리비아식 폐기방법과 시리아식 폐기방법을 약간 변형하여 적용하는 것이 필요하다. 리비아식은 화학무기를 포기할 때 리비아가 정치·군사적으로 안정된 상황이었으므로 리비아 영토 내에 고정식 폐기시설을 설치하고 폐기 전 공정을 리비아에서 진행하였다. 반면에 시리아식 폐기방법은 시리아의 정치·군사적 상황이 불안정하여 국외로 화학작용제를 반출한 후 공해상에서 함정에 설치된 폐기시스템을 이용하여 화학작용제를 가수분해시키고 생성되는 부산물은 상업적인 회사에 위탁하여 처리하는 방식이다.

두 나라 방식의 차이점은 첫 번째는 화학무기의 폐기장소의 차이이다. 북한지역에서 폐기할 것인지 아니면 공해상에서 폐기를 할 것인지의 차이이다. 여기에는 북한의 정치·군사적 상황이 중요한 요소로 작용한다.

두 번째는 어떠한 폐기시설을 운용하는가이다. 시리아가 국외로 반출한 것과 같이 북한지역 밖으로 반출하여 공해상에서 처리하기 위해서는 이동식 저장화학무기 폐기시스템이 필요하고 리비아식으로 처리하기 위해서는 고정형 폐기시설이 필요하다. 리비

225) 더 자세한 사항은 본 논문 "2장 3절 1. 화학무기 폐기기술"을 참조.

<표 5-11> 시나리오별 폐기방안

구분	상황	폐기방안
시나리오 1	김정은 정권 결단 화학무기 포기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 리비아식 폐기방법 적용</li> <li>• 고정형 폐기시설 : 신경 1~2, 수포작용제 1개소</li> <li>• 예상 폐기비용: 1.48~2.25조원</li> </ul>
시나리오 2	급변사태로 인한 쿠데타 발생 반군/정부군 대립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시리아식 폐기방법 적용</li> <li>-이동식 저장화학무기 폐기시스템(FDHS) : 신경 1, 수포 1</li> <li>-이동식 화학탄 폐기장비(SDC2000) 필요</li> <li>• 예상 폐기비용: 2.2~4.4조원</li> </ul>
시나리오 3	급변사태 발생 혹은 전쟁 후 남한 승리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 리비아식 폐기방법 적용</li> <li>• 고정형 폐기시설: 신경 1~2, 수포작용제 1개소</li> <li>※ 이동식 화학탄 폐기시스템(EDS-2): 2개 : 동부, 서부로 구분</li> <li>• 예상 폐기비용: 1.48~2.25조원 + α(이동식 화학탄 폐기시스템 운용비용)</li> </ul>

아식의 경우에도 시나리오 3번은 유기탄 처리를 위한 이동식 화학탄 폐기장비가 추가로 소요되었다. 현재까지 개발된 장비 중 활용 가능한 이동식 저장화학무기 폐기시스템의 경우는 FDHS(Field Deployable Hydrolysis System)가 가장 적합한 모델로 판단되었다. 이 모델은 고정형 폐기시설에서도 사용하였으며 시리아 화학무기 폐기 시에도 3개월에 걸쳐 운용한 시스템으로 신뢰성이 높은 장비이다. 또 다른 폐기시스템은 폭발물이 포함된 화학탄을 처리하기 위한 모델이다. 이동하면서 화학탄을 처리하는 시스템은 여러 가지가 개발되었다. 시리아식의 처리는 화학탄을 한곳으로 모아서 처리하는 방식이기 때문에 이동식 화학탄 폐기시스템 중에서 비교적 용량이 큰 Dynasafe사의 SDC2000이나 SDC1200이 적합하다. 왜냐하면 8인치 포탄까지 처리할 수 있고 처리능력도 다른 기종에 비해 일일 기준 탄종에 따라 20발~120발로 우수하기 때문이다. 다만 두 장비는 기동력에서 큰 차이가 있다.

고정형 폐기시설 건립은 기존에 안정성과 폐기성능이 입증된 방식을 사용하는 것이 좋다. 그것이 환경문제의 발생을 방지할 수 있고 근로자의 안전을 보장할 수 있기 때문이다. 고정식 폐기방식은 크게 소각과 중화방식으로 나눌 수 있다. 이중 소각방식이

비용 면에서 유리하다. 특히 중화 후 액증배기식으로 소각하는 방법은 국내에서 이미 연구를 마친 방법으로 화학무기 폐기를 위한 설비건설에 현재도 적용이 가능하다.<sup>226)</sup>

폐기시설 건립은 막대한 비용을 투자해야 함으로 안정성이 보장되면서도 기존에 성능이 입증된 방식을 선택해야 한다. 전방에 유기된 화학탄을 처리하는 시스템으로는 EDS-2를 선정하였다. 처리용량도 기존 개발된 시스템 중 우수하며 기동성이 뛰어나 이동하면서 포탄을 처리하는데 효율적이다.

---

226) 이남택 외(2013), 앞의 책, p.68.

## 제4절 한국의 대비방향

북한의 화학무기는 우리에게 현존하는 위협이다. 미국과 러시아의 화학무기 폐기로 세계 1위의 화학전 능력을 보유하고 있는 북한은 핵무기와 함께 화학무기로 우리의 생존을 위협하고 있다. 북한의 비핵화를 위해 미국을 비롯한 세계 각국의 압박과 제재가 강화되는 시점에서 김정은 정권이 화학무기를 포기하는 상황과 함께 북한의 정권 교체 그리고 남북관계에서 변화를 고려하여 북한이 화학무기를 포기하는 상황을 상정하였고 이때 화학무기를 어떻게 폐기할 것인가에 대하여 폐기방안을 연구하였다. 북한이 화학무기를 포기하는 시점은 갑자기 우리에게 나타날 수도 있고 많은 시간이 경과한 후에 나타날 수도 있다. 그러므로 이를 위한 우리의 준비는 사전에 시작되어야 하고 모든 대비를 갖추어야 북한이 화학무기를 폐기할 상황에 직면했을 때 차질 없이 폐기를 실시할 수 있을 것이다. 이를 위한 준비를 국제적 차원과 국내적 차원으로 구분하여 제시하면 다음과 같다.

### 1. 국제적 차원

북한의 화학무기 포기를 유도하는 군비통제 협상은 남북문제임과 동시에 국제적인 문제이다. 한국의 독자적인 노력으로는 해결이 어렵고 국제적인 공감대를 형성하고 지원을 받아야 해결이 가능한 문제이다. 특히 한반도의 냉전구도가 심각하게 굳어진 현 상황에서는 양자협상을 통한 화학무기 군비통제는 쉽지 않을 것이다. 그러므로 6자회담, 아세안회의, 그리고 화학무기금지지구 등과의 공조를 통하여 북한의 화학무기 포기를 압박하고 유도해야 목표를 달성할 수 있다.

이를 위한 국제적 차원에서의 노력은 첫째, 북한의 화학무기 포기를 유도해야 한다. 북한이 화학무기를 포기하는 상황은 자발적일 수도 있고 압박에 의한 강제적인 포기가 될 수도 있는데 먼저 북한을 화학무기금지협약(CWC)에 가입시켜 북한이 자발적으로 화학무기 포기를 선언하도록 외교 및 협상력을 발휘해야 한다. 물론 지금까지 북한이 화학무기 보유 자체를 시인하지 않은 입장에서 가입을 유도하는 것이 쉽지만은 않다. 왜냐하면 북한이 화학무기를 전략적, 작전적 차원에서 그 유용성을 높게 평가하고 포기하지 않기 때문이다. 그러나 시리아가 화학무기금지협약에 가입하고 화학무기를 폐기함에 따라 북한에 대한 관심은 상대적으로 높아질 수밖에 없다. 특히 김정남 암살로 드러난 북한의 화학무기 능력은 세계의 관심을 집중시키고 있는데 이를 이용하여 북한

의 화학무기금지협약 가입을 최대한 압박해야 한다. 가입을 유도하는 방법은 먼저 북한과 비핵화 협상을 할 때 반드시 화학무기금지협약 가입을 동시에 논의해야 한다. 정부차원에서도 남북협상 리스트에 화학무기를 의제에 올리고 이를 압박하기 위한 수순을 밟아야 한다. 주변국과의 동조를 통하여 북한의 화학무기 포기를 압박하는 성명을 발표하고 화학무기금지기구 당사국 회의에서 의제로 발제하는 것도 여론을 환기시킬 수 있는 좋은 방법이다.

둘째, 동북아 차원에서 화학무기자유지대를 의제로 내놓는 방법이다. 지역군비통제 차원에서 멘도자 협정과 같이 한국, 일본, 중국, 소련, 미국과 함께 이를 의제화해야 한다. 동북아 차원에서의 화학무기자유지대 의제는 북한의 화학무기 포기를 자연스럽게 압박하면서 소련이나 중국의 협조를 이끌어 낼 수 있는 방법이다. 남북한 양자회담을 통하여 화학무기 군비통제 협상을 진행하는 것이 현 남북 상황에서는 제한되는 만큼 남북한 협상을 다자협상으로 전환하여 국제적인 문제로 만드는 것이 효과적이다. 북한이 화학무기 포기를 선언할 경우에 소요비용을 충당하는데도 다자협상이 유리할 것이며 미국이나 소련으로부터 폐기기술을 이전받는 것도 용이할 것이다. 6자회담에서 비핵화, 화학무기자유지대를 의제로 다루는 것은 북한의 화학무기 포기를 압박하는 유용한 방법이 될 수 있다. 물론 이를 위해서는 중국과 공동의 인식을 갖는 것이 아주 중요하다. 현재는 사드(THAAD) 문제로 논의할 분위기가 상당히 제한되지만 문재인 정부의 등장으로 이 문제가 해결되면 북한의 핵문제가 양국 사이에 당면 이슈로 떠오를 것이다. 트럼프는 북한의 핵문제에 대해 중국이 협조하지 않는다면 단독으로라도 이 문제를 해결하겠다고 연일 중국과 북한을 염두에 두고 발언을 하고 있다. 도널드 트럼프 미국 대통령은 2017년 4월 2일 영국의 일간지 파이낸셜타임스(FT)와의 인터뷰에서 "중국이 북한 문제를 해결하지 않는다면, 우리가 할 것"이라고 말하면서 "중국은 북한에 엄청난 영향력을 가졌고 우리를 도와 북한 문제를 다룰지 말지 결정해야 할 것"<sup>227)</sup>이라고 압박했다. 우리는 미 트럼프 대통령이 핵문제로 북한을 압박할 때 적극적으로 참여하여 화학무기도 함께 논의하여 동북아 화학무기자유지대를 달성할 수 있는 기회를 마련해야 한다. 셋째, 화학무기금지기구(OPCW)에 우리의 전문가가 근무할 수 있도록 적극적인 진출 노력을 기울여야 한다. 화학무기금지기구 출범 초기에는 우리나라에서 본부에 과장급 직책과 사찰관으로서 4~5명 정도가 근무를 하였다. 그러나 현재 과장급은 근무하는 인원이 없고 사찰관만 2~3명 근무하고 있다. 이 기구에는 전 세계에

227) 트럼프 "중국, 북핵 해결 안하면 우리가 할 것," 『조선닷컴』, [http://news.chosun.com/site/data/html\\_dir/2017/04/03/2017040300483.html](http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2017/04/03/2017040300483.html)(검색일: 2017. 4. 3.).

서 파견된 많은 인원들이 근무하고 있고 국가별로 정규분담금을 납부하여 운영하고 있다. 우리나라는 화학무기금지기구 정규분담금 면에서 세계에서 11번째로서 매년 약 1630만 달러(2.2%)를 납부하고 있음에도 불구하고 근무하고 있는 인원은 적은 편이다.<sup>228)</sup> 여러 가지 이유가 있겠지만 국가차원에서 적극적인 진출을 지원하고 이를 통하여 국제기구에서의 영향력을 높여야 한다. 이를 통하여 국제기구에서 북한의 화학무기 포기를 유도할 수 있는 여론조성 등 다양한 역할을 담당할 수 있고 향후 북한 화학무기 폐기 시에도 관련 정보획득 및 한국의 역할확대 등에서 일정부분 기여를 할 수 있을 것이다. 현재 화학무기금지기구의 직원채용에 개인별로 지원하고 있는데 국가차원에서 외교부를 통한 지원방책 등을 고려해야 한다.

넷째, 북한의 대량살상무기 폐기를 위해 국제적인 지원 분위기를 조성해야 한다. 북한의 화학무기 폐기에는 많은 비용을 필요로 한다. 폐기비용은 최소 1.48조원에서 최대 4.4조원 정도가 필요할 것으로 예측하였다. 물론 북한은 이 예산을 감당할 능력이 없다. 이렇게 자체적으로 대량살상무기를 폐기할 능력이 없는 나라들의 경우에 미국은 협력적위협감소(CTR) 프로그램을 통해 지원해왔는데 북한도 이 프로그램을 통해 지원을 받을 수 있도록 준비해야 한다. 최관규는 “협력적 위협감소(CTR) 프로그램의 북한 적용방안”에 관한 연구에서 북한의 대량살상무기 폐기에도 이를 적용하기 위한 보편적인 사전 조건으로 북한이 CTR 프로그램의 주 추진국인 미국과 관계설정을 가져야 한다는 점과 북한의 대량살상무기 발사체 보유가 지역 및 세계평화에 중대한 위협이 된다는 점을 제시할 필요가 있다고 주장한다.<sup>229)</sup> 이러한 점에 주목하여 북한의 화학무기 프로그램 폐기를 준비할 필요가 있다. 미국도 북한에 협력적위협감소 프로그램의 적용을 위한 조사를 하고 있으며 한국의 참여를 강력히 희망<sup>230)</sup>하고 있으므로 이를 잘 활용한다면 북한의 화학무기 폐기에 필요한 비용을 국제적으로 모금할 수 있을 것을 판단된다.

228) “우리나라 OPCW 집행이사국 재선 확정,” 주 네덜란드 한국대사관, [http://nld.mofa.go.kr/webmodule/htsboard/template/read/new\\_korboardread.jsp?typeID=15&boardid=2004&seqno=961425&c=TITLE&t=&page num=3&tableName=TYPE\\_LEGATION&pc=&dc=&wc=&du=&vu=&iu=&du=](http://nld.mofa.go.kr/webmodule/htsboard/template/read/new_korboardread.jsp?typeID=15&boardid=2004&seqno=961425&c=TITLE&t=&page num=3&tableName=TYPE_LEGATION&pc=&dc=&wc=&du=&vu=&iu=&du=)(검색일: 2017. 5. 12).

229) 최관규, “협력적 위협감소(CTR)프로그램의 북한 적용방안,” 『통일연구』 제13권 2호, 연세대학교 북한연구원, 2009, p.57.

230) Joel S. Wit, Jon Wolfsthal, Choog-suk oh, The Six Party Talk and Beyond: Cooperative Threat Reduction and North Korea(한국어판), A Report of the CSIS International Security Program(2006년 2월), pp.36-38.

## 2. 국내적 차원

국제적 차원에서의 노력과 함께 국내적 차원에서도 북한의 화학무기 포기와 폐기를 위한 노력과 준비가 병행되어야 한다. 북한의 화학무기 포기와 폐기는 국제적인 문제이지만 또한 국내적 문제로 우리가 주관하여 준비하고 진행해 나가야 할 문제이다. 남북문제는 국내문제라고 볼 수 있기 때문에 상대적으로 우리가 준비해야 할 사항이 많다고 볼 수 있다. 특히 범정부적으로 북한의 화학무기 포기를 촉구하는 여론이 형성되어야 한다. 그리고 정치적으로도 화학무기 군비통제의 필요성을 공론화시키는 노력이 필요하다. 이를 위한 국내적 차원에서의 준비는 다시 정부부처 수준에서의 준비와 군사적 수준에서의 준비로 나눌 수 있다. 정부부처 수준에서의 준비는 다음과 같다.

첫째, 화학무기 폐기를 효율적으로 실시하기 위하여 범정부 차원의 기구를 설립해야 한다.<sup>231)</sup> 미국의 화학무기 폐기사례에서 언급하였듯이 미국은 본토에 보관하고 있는 화학무기를 폐기하는데 있어서 임무가 분산되어 효율성이 떨어지고 협조가 원활하게 진행되지 않아 CMA와 ACWA로 업무를 통합하여 기술개발과 폐기를 진행하고 있다. 그러나 북한의 화학무기 폐기는 미국에서의 폐기보다 훨씬 많은 문제점을 내포하고 있다. 남북한의 관계는 국제법적인 문제와 함께 국내법적인 문제가 복합적으로 적용될 수 있다. 북한의 화학무기 처리에도 국제법과 국내법을 같이 고려하여야 한다. 현재는 어느 부처에서 이 업무를 담당해야 할지도 명확하지 않다. 이러한 상황에서 북한이 화학무기를 포기하는 국면에 직면하게 되면 혼란이 발생하고 국내법적 문제 때문에 폐기가 지연되는 상황을 초래할 수도 있다. 그러므로 이를 담당할 범정부 차원의 기구를 설립해야 한다. 이 기구는 북한의 대량살상무기의 처리를 담당하면서 화학무기도 함께 담당할 수 있도록 화학무기담당 소위원회를 만들어 임무를 부여하고 북한의 대량살상무기 폐기와 관련하여 국제조약 및 협약의 이행도 담당해야 한다. 필요한 국내 입법도 담당하면서 대량살상무기 폐기를 위한 기술연구, 각종 예산 조달방법 등을 연구 검토해야 한다. 그리고 화학무기 폐기시설 설치와 운영관련 지역사회와의 협력 및 국제적 협조도 담당해야 할 것이다. 이남택 외 다수가 연구한 보고서에서는 이를 위한 기구를 <표 5-12>와 같이 제안한 바 있다.

231) 이남택 외(2013), 앞의 책, p.99.



<표 5-12> 대량살상무기 담당부서 및 임무 편성(안)

기관	임무	관련부서
국무총리실 WMD 폐기 준비위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부처별 업무 할당 및 통제</li> <li>• WMD 제거 관련 협의체 운영 및 역할 조정</li> </ul>	전 정부부처
통일부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WMD 처리 관련 정부계획 수립 및 지원 - 충무계획 반영</li> <li>• WMD 종사자 전직프로그램 지원</li> </ul>	통일정책실 법무부, 외교통상부
국방부 (합참)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WMD 제거작전 지원 전문조직 편성</li> <li>• WMD 인수, 호송, 관련부처 이양</li> <li>• WMD 사찰/검증단 구성 및 운영</li> <li>• 화학무기 폐기 지원</li> <li>• 화학무기 통합수집 및 경계지원 등</li> </ul>	정책기획관실, 군수관리관실, 법무관리관실, 계획예산관실, 합참작전본부, 육군본부
외교통상부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국제조약 이행, WMD 처리 관련 협의 -UN, IAEA, OPCW, NPT, 6자회담 당사국</li> <li>• CTR 프로그램 지원 협조</li> </ul>	한미안보협력과, 군축비확산과
기획재정부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WMD 처리비용과 관련된 예산 편성</li> </ul>	예산총괄심의관실
법제처	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WMD 처리와 관련된 전시법 제정</li> </ul>	법제지원단
환경부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WMD 처리 시 환경 및 안전 기준 수립</li> <li>• 오염 시설 / 지역 정화 및 주민치료 지원</li> <li>• 화학무기 관련 시설, 물질을 처리하기 위한 전문인력 및 장비지원</li> </ul>	환경정책실, 국립환경과학원 보건복지부
보건복지부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생물무기(고위험성병원체) 처리</li> <li>• 생물무기 관련 시설, 물질 처리 위한 전문인력 및 장비지원</li> </ul>	질병관리본부
국토부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 물질 수송계획 수립 및 지원</li> </ul>	
원자력안전위 원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 핵 관련 시설, 물질 처리</li> <li>• 핵 관련 시설, 물질 처리위한 전문인력 및 장비지원</li> </ul>	원자력안전기술원 원자력통제기술원, 기타유관기관

\*음영은 화학무기 폐기와 관련된 부서임.

\*출처: 이남택 외, 『북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구』, 서울: 21세기군사연구소, 2013, p.99에서 재정리.

표에서 보는 바와 같이 국무총리 산하에 북한의 대량살상무기 폐기를 담당할 부서를 편성하고 여기에 관련되는 각 부처에게 임무를 부여하는 방안을 제시하고 있다. 이러한 부서를 미리 편성하고 여기에서 관련된 연구를 진행해야 한다.

국무총리실은 예하에 WMD 폐기 준비위원회를 설치하고 북한의 대량살상무기 폐기에 필요한 각 정부부처의 업무를 총괄해야 한다. 통일부는 대량살상무기 제거작전 및 폐기에 필요한 정부지원계획을 발전시키고 북한의 대량살상무기 프로그램에 관련된 인원의 전직지원 프로그램의 운영계획을 발전시켜야 한다. 국방부에서는 대량살상무기 제거 및 폐기를 지원할 전문조직을 구성하여 운용하고 화학무기 폐기 시 수송 및 경계 지원 그리고 화학무기 금지기구의 사찰도 지원해야 한다. 외교부는 북한의 대량살상무기 폐기를 위해 미국과의 협의는 물론 모든 국제기구와의 협의에 있어서 대외 창구 역할을 담당한다. 현재 화학무기금지기구하고 협조하는 역할의 연장선으로 볼 수 있다. 기획재정부는 소요비용을 대북지원예산 혹은 별도의 예산으로 편성하여 지원하도록 기준을 수립하고 환경부는 화학무기 폐기에 있어서 주무 부서이므로 폐기시설에 대한 환경 및 안전기준을 설정하고 화학무기 저장 및 생산시설에 대한 환경복원계획, 화학무기 폐기시설 운영계획을 수립하고 관련 전문인력에 대한 지원계획 등을 수립한다. 보건복지부는 폐기시설 운영 시 안전기준을 수립하고 근로자의 안전을 감독하는 임무를 수립해야 한다. 보건복지부는 생물무기의 폐기업무를 담당하는 주무부서이고 원자력안전위원회는 핵무기의 처리를 담당하는 주무부서로서 역할을 수행하도록 준비되어야 한다. 그러나 단순한 실무차원에서의 토의만으로는 북한의 대량살상무기를 폐기할 수 없으므로 범정부적인 기구의 설치가 선행되어야 하고 이를 뒷받침할 법이 있어야 한다.

둘째, 북한의 화학무기 폐기를 위한 국내 입법을 실시해야 한다. 한국에는 대량살상무기의 비확산과 관련된 종합된 입법이 부족하다. 신창훈은 “대량과괴무기의 비확산 관련 국제의무의 효율적 이행을 위한 포괄적 국내 입법의 필요성”이라는 논문에서 우리나라의 대량살상무기의 비확산과 관련된 화학, 생물, 핵 관련 개별 입법이 지나치게 산재, 분열되어 있을 뿐만 아니라 비확산의 개념이 불명확하다고 주장하였다. 그 결과 비확산의 중요성이 부각되지 못하고 있으므로 중대한 입법결여라면서 대량살상무기 전체를 관통하는 국가 비확산정책을 천명하고 실현하기 위한 비확산기본계획을 수립하는 기능을 수행하고 부처 간의 협력을 조직화하기 위한 포괄적인 법 제정을 검토해야 한다고 주장했다.<sup>232)</sup> 미국은 화학무기의 폐기를 위해 ‘치명적인 화학작용제 및 탄약의 폐

232) 신창훈, “대량과괴무기의 비확산 관련 국제의무의 효율적 이행을 위한 포괄적 국내 입법의 필요성,” 『국제법학회논총』 58(4), 대한국제법학회, 2013, pp.172-174, pp.188-189.

기(50 U.S.C. 1521-Destruction of Existing Stockpile of Lethal Chemical Agents and Munitions)’라는 법률을 1986년에 입법하여 폐기를 지원하고 있다.<sup>233)</sup> 러시아도 1992년에 ‘화학무기 폐기 프로그램(The Program for destruction of chemical weapons)’을 내각에 제출하여 폐기를 시작했다.<sup>234)</sup> 우리 정부도 화학무기금지협약의 국내이행법인 화학무기금지법을 개정하여 2006년6월부터 시행<sup>235)</sup>하고 있으며, 또한 화학, 생물무기의 금지 및 특정화학물질, 생물작용제 등의 제조·수출입규제 등에 관한 법률(약칭 ‘화학·생물무기금지법’)을 개정 공포하여 2007년 1월1일부터 시행하고 있다.<sup>236)</sup> 이법들은 화학무기금지협약(CWC)과 생물무기금지협약(BWC)의 국내이행을 위한 법들이다.

이러한 법들이 북한의 생화학무기에도 적용될 수 있도록 가칭 ‘북한 생화학무기 폐기 및 지원에 관한 법률’을 입법화해야 한다. 이 법들에는 다음과 같은 내용들이 포함되어야 한다. 첫째, 북한의 생화학무기 폐기책임이 한국에 있음을 명시해야 한다. 북한을 한국의 영토로 규정하고 있는 헌법정신에 걸맞게 북한의 화학무기 폐기책임 또한 우리가 담당해야 한다. 둘째, 북한의 생화학무기 관련시설 사용금지과 신고, 폐기 및 사찰에 대한 내용, 셋째, 북한의 화학무기를 비롯한 대량살상무기를 담당해야할 부서의 설립에 대해 규정하고 임무를 명시해야 한다. 넷째, 국제기구와의 협력을 통한 국제협력 활동의 강화, 다섯째, 중무계획 등에 북한의 화학무기 폐기를 위한 지원 법 등을 반영해야 한다.<sup>237)</sup> 여섯째, 이 법은 관련 부처 간의 업무를 조정하고 협력을 활성화하고 제도화하기 위한 정기적 협의체로서의 위원회제도 수립도 포함해야 한다. 북한의 화학무기를 비롯한 대량살상무기를 폐기하는 것은 범 정부차원에서 여러 부서가 긴밀하게 협조해야 한다. 한국은 화학, 생물, 핵 및 방사능에 관한 업무가 분산되어 있다. 화학은 환경부에서 생물은 보건복지부, 핵 및 방사능에 관한 업무는 원자력위원회에서 담당하도록 되어 있다. 그러나 북한의 대량살상무기 포기 시 이를 담당할 부서에 대해서는

233) “50 U.S.C. 1521-Destruction of Existing Stockpile of Lethal Chemical Agents and Munitions,” Cornell University Law School Homepage, <https://www.law.cornell.edu/uscode/text/50/1521>(검색일: 2017. 5. 20.).

234) Doctor of Chemical Sciences Lev Aleksandrovich Fedorov Moscow Center of Ecological Policy of Russia(1994), 앞의 논문, p.35.

235) 산업자원부 생활산업국 생물화학산업과, “화학무기의 금지를 위한 특정 화학물질의 제조, 수출입규제 등에 관한 법률 전부 개정안 입법 예고,” 한국개발연구원, 2005.

236) 산업자원부 미래생활산업본부 바이오나노팀, “화학·생물무기금지법(약칭) 2007년 1월 1일 시행,” 한국개발연구원, 2006.

237) 이영철, “화학무기금지협약 국내이행 지원 및 대응방안 연구” 연구보고서, 생산기술연구원, 1996, pp.176-179.

논의된 바 없다. 무기이니까 국방부에서 담당해야 하지 않을까 하는 인식정도 밖에 없다. 그리고 실질적인 논의가 진행된 적이 없다. 그러나 북한 화학무기 폐기문제는 앞에서 언급한 것과 같이 관계되는 정부부처가 다수이며 폐기를 위해서 처리해야 하는 업무도 많아 현재의 시스템만으로 처리하기에는 효율적이지 않다. 그러므로 국내입법을 실시하여 화학무기를 원활히 폐기할 수 있는 근거로 삼아 지속적인 추진을 보장해야 한다.

셋째, 화학무기 폐기방법에 대한 연구를 시작해야 한다. 러시아의 화학무기를 표본으로 하여 북한의 화학무기에 대한 분석은 어느 정도 완료되었다. 그러나 폐기를 위한 연구는 매우 부진하다. 국방과학연구소 등에서 일부 실시하고 있으나 대단히 제한된 범위 내에서 실시하고 있다. 화학작용제 폐기를 위해 국내에서 연구되었다고 발표된 폐기기술은<sup>238)</sup>

- 수포작용제를 고온의 물로 가수분해
- 신경작용제 및 수포작용제를 NaOH로 가수분해
- 신경작용제를 모노에탄올 아민과 중화반응
- HD, VX 가수분해 후 생물학적 분해공정,
- 광산화 공정 등이다.

그러나 이러한 기술들이 모두 실험실적인 연구를 하였을 뿐 시험용 공장(pilot plant)을 설치하여 실제 적용가능 여부에 대한 연구는 실시하지 않았다. 화학작용제 폐기를 위해 미국과 소련 등에서는 많은 연구가 이루어져 있다. 그래서 우리도 이에 대한 조직을 설립하고 이런 나라들과 함께 연구를 실시하면 빠른 시간 내에 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 다행히 2~3년 전부터 한국과 미국 국방부에서 북한의 대량살상무기의 폐기방법에 대한 논의가 시작되었다. 매우 고무적인 일이나 이러한 논의가 세부적인 연구로 이어져서 실질적인 성과를 도출하도록 정부차원에서 관심을 갖고 예산을 지원해야 한다. 북한의 환경조건과 화학무기 특성을 고려하여 어떠한 폐기기술을 적용해야 효과적인지 그리고 시리아식 또는 리비아식 폐기방법을 사용할 때 어떠한 폐기기술을 적용하고 어떤 폐기시스템을 제작할 것인지를 연구하고 시험용 장비를 생산해야 한다. 그래야 북한이 화학무기를 포기했을 때 신속하게 폐기가 가능하다. 그러므로 도출된 시나리오별로 필요한 폐기방법에 대한 기술적인 연구와 함께 시험용 장비 제작도 시작해야 한다.

238) 이남택 외(2013), 앞의 책, p.66.

넷째, 화학무기 폐기에 들어가는 비용을 준비해야 한다. 북한의 경수로 사업에서 경험한 바와 같이 세계는 이제 북한의 비핵화나 화학무기 폐기 등과 관련된 비용은 대부분 남한에게 부과시키려는 생각을 갖고 있다. 우리의 경제력이 이것을 감당할 충분한 수준이라고 평가하기 때문이다. 앞으로 북한의 화학무기 폐기에 소요되는 비용도 대부분 한국이 담당하게 될 확률이 높다. 북한의 화학무기 폐기에는 최소 1.48조원에서 최대 4.4조원 정도가 소요될 것으로 예측하였다. 이에 대한 준비를 해야 한다. 통일준비 차원에서 사전에 비축을 하든지 아니면 남북교류협력기금에 이에 대한 조항을 삽입하여 유사시 활용할 수 있는 근거를 마련해야 할 것이다. 또한 국제적인 지원을 받기 위한 노력을 해야 한다. 북한정권이 유지된 상태에서 화학무기 포기선언이 나온다면 북한의 화학무기에 위협을 느끼는 국가들의 도움을 받기 위한 협상준비도 필요하다. 이러한 노력은 화학무기와 함께 대량살상무기를 포함하여 준비하면 더욱 효과적일 것이라 판단된다.

다음으로 북한의 화학무기의 포기를 압박하기 위해서는 군사적 수준에서의 준비도 필요하다. 군사적인 수준에서의 준비는 크게 두 가지 측면에서의 준비이다. 하나는 북한이 화학무기를 사용하지 못하도록 거부에 의한 억제를 준비하는 것이다. 물론 보복에 의한 억제도 병행되어야 하지만 이 부분은 별도로 언급하지 않도록 한다. 다른 하나는 현재 군사차원에서 대비하고 있는 대량살상무기 제거작전을 위한 준비이다. 군에서는 전쟁이 발발하였을 때 북한이 대량살상무기를 국외로 확산시키거나 비국가집단에게 넘어가는 것을 방지하고 한미연합군이 통제하기 위한 준비를 실시하고 있는데 이 부분에 대한 준비가 필요하다. 군사적 수준에서 준비해야 할 사항은 첫째, 북한의 화학무기에 대한 전문가를 양성해야 한다. 북한이 화학무기협약에 가입하고 화학무기를 포기한다면 화학무기금지기구에서 전문가를 사찰단으로 편성하여 조사를 하게 될 것이다. 이때 한국인 사찰관도 포함하여 편성할 것을 제안해야 한다. 그러나 현재 화학무기금지기구에서 종사하고 있는 한국인 사찰관은 2~3명에 불과하다. 이 인원도 지난 몇 년간 지속적으로 감소하고 있으므로 향후 몇 명이나 근무하게 될지 알 수 없다. 그러므로 국내에서도 별도의 전문가를 양성해야 한다. 국방부 예하 군비검증단을 보강하여 북한 화학무기에 대한 전문적인 사찰과 검증을 담당할 수 있는 조직을 편성하고 전문가를 양성해야 한다. 이때에는 화학무기금지기구에서 근무한 인원들을 활용하면 시너지효과를 얻을 수 있다. 그리고 유사시 민간 전문가를 활용하는 시스템을 구축하는 것도 효과적인 방법이 될 것이다. 화생방방호사령부와 예하 연구소에도 전문가를 육성하는 시스템을 보강해야 한다. 북한지역에서의 화학무기 폐기는 남한에게 일차적인 책임

이 있는 만큼 연구시설, 생산시설, 화학작용제 등으로 구분하여 세부업무를 담당할 수 있는 교육을 실시하는 것이 중요하다. 시리아의 화학무기 조사를 위해 파견된 인원은 네덜란드 헤이그에 본부를 둔 OPCW 전문가와 유엔의 지원인력으로 구성되었다. 이 조사단은 화학무기 기술자, 화학자, 의료원 등을 포함하여 20여 명으로 구성되었다.<sup>239)</sup> 이것은 화학무기를 조사할 때 단순히 화학전문가뿐만 아니라 다양한 분야의 전문가가 구성되어야 정확하게 화학무기 프로그램을 확인 할 수 있다는 의미이다. 우리도 이러한 점을 참고하여 각 분야의 전문가를 함께 육성해야 한다. 전문가 육성을 위한 편성은 이라크 화학무기 폐기를 위해 편성한 유엔사찰검증위원회(UNMOVIC)를 참고<sup>240)</sup>하는 것도 좋은 방안이며 이를 참고로 하여 각 분야의 전문가를 양성하는 노력이 필요하다.

둘째, 북한의 화학무기 폐기를 담당할 인원을 양성해야 한다. 이에 대한 부분은 크게 두 가지로 나누어 전문가를 육성해야 한다. 먼저, 전시 화학무기 제거작전을 담당할 전문가를 육성해야 한다. 이 임무는 언론에서 보도된 바와 같이 화생방방호사령부에서 담당하고 있다. 이들이 하는 임무는 화학무기 프로그램의 존재를 확인하고 증거를 수집하고 현장에서 누출탄에 대한 필수적인 안전조치를 실시하는 것이다. 이런 임무를 안전하게 수행하기 위해서는 많은 장비와 훈련이 필요하다. 특히 전문성과 숙달된 전문가가 필요하다. 다른 하나는 전시에 대량살상무기 제거작전을 통하여 화학무기를 확보하거나 혹은 자발적으로 화학무기 포기선언을 하는 경우에 폐기를 담당할 인원을 육성해야 한다. 북한이 화학무기를 포기할 때는 다양한 이유가 있겠지만 중요한 요인의 하나로 관리에 어려움을 느끼는 경우도 상상할 수 있다. 즉 노후화로 인한 누출 등으로 위험이 증가하는 경우에도 화학탄을 포기할 수 있다. 이러한 이유로 북한의 대량살상무기를 폐기해야 하는 순간이 도래하면 시간적으로 여유가 없을 수도 있으므로 사전에 폐기장비를 준비하고 이를 운용할 수 있는 전문요원을 양성해야 한다. 화생방방호사령부 예하에 군무원으로 인원을 편성하여 북한 화학무기 폐기를 준비하고 폐기시설이나 장비를 운용할 준비를 하는 것이 좋은 방안으로 판단된다. 이를 위해 필요한 장비의 도입도 일부 선행되어야 할 것이다. 화학무기 폐기장비에 대한 경험은 미국과 협조하여 전수받을 수 있다. 미국은 8개소 폐기시설에서 화학무기를 폐기한 경험이 있고 또한 시리아의 화학무기 폐기를 위해 이동식 저장화학무기 폐기시스템(FDHS)을 운용

239) “유엔조사단, 시리아 화학무기 폐기 작업 착수(종합),” 『연합뉴스』, <http://www.yonhapnews.co.kr/international/2013/10/06/0619200000AKR20131006080851009.HTML>(검색일: 2017. 4. 3.).

240) 제3장 1절 <표 3-1> 참조.

한 경험이 풍부함으로 많은 도움을 받을 수 있을 것으로 판단된다. 특히 미국이 북한의 대량살상무기 제거 및 폐기에 대해 한국과의 공조에 대단히 긍정적이므로 많은 도움을 얻어낼 수 있을 것이다.

셋째, 북한의 화학무기에 대한 정보를 지속적으로 수집해야 한다. 북한의 화학무기에 대한 정보를 최신화하고 정확한 정보를 획득하는 것은 폐기계획을 수립하는데 매우 유익하다. 특히 화학무기의 종류와 성상 등에 대한 정보는 어떠한 폐기기술을 적용하느냐에 중요한 결정요소이다. 예를 들어 미국의 사례에서 보면 거자작용제는 점성이 매우 뛰어나 탄에서 작용제를 분리하는 경우에 60% 수준만이 분류되고 나머지는 탄에 남아 있어서 제거가 어렵다는 보고가 있었다.<sup>241)</sup> 이런 이유로 소련에서는 화학탄이나 벌크에 직접 중화제를 투입하여 중화하는 방법도 사용하였다. 이런 문제는 화학탄 처리 시스템의 공정을 설계하는데 있어서 중요하게 반영할 요소이다. 화학탄의 세척 혹은 소각을 보장하는 시스템의 추가가 요구되기 때문이다. 그러므로 화학무기의 저장시설, 생산시설 등에 대한 정보는 물론이고 작용제의 특성에 대한 정보도 중요하게 취급되어야 한다.

넷째, 대량살상무기 제거작전을 지원하는 전문 조직의 편성이 필요하다.<sup>242)</sup> 미국은 대량살상무기 제거작전 지원을 위해 국방위협감소청(Defense Threat Reduction Agency: DTRA)에서 대량살상무기 관련 정책수립, 기술지원, 그리고 연구를 담당하고 있다. 그리고 과거에는 미 전력사 예하에 있던 부서를 독립시켜 SJFHQ-E (Standing Joint Force Head-Quarters for Elimination)라는 조직을 운영하여 전시 야전사령부의 대량살상무기 제거작전에 대한 업무를 지원하고 있다. 이 조직에는 관련 정부부처에서 대량살상무기 제거작전 전문가들이 파견되어 군사작전을 지원하고 있다. 연합사에서도 유사한 조직을 편성하기 위한 노력을 추진하고 있는데 이 조직이 대량살상무기 전반을 망라하는 전문가들을 보유한 조직으로 발전하여 실질적으로 대량살상무기 제거작전을 지원할 수 있는 체계를 갖추어야 한다.

다섯째, 남한도 화학무기를 생산할 수 있는 기반을 유지해야 한다. 박정희 정권 이후로 화학무기 생산을 준비했던 우리의 능력은 화학무기금지협약에 가입하면서 실질적으로 와해되었고 군에서도 화학무기를 이용한 공격능력 확보에는 전혀 관심을 기울이지 않고 있다. 물론 화학무기금지협약에 가입하였기 때문에 당연한 결과라고 볼 수 있다. 그러나 화학무기 생산기반을 유지하는 것은 두 가지 측면에서 의미가 있다. 첫째는 북

241) 은종화(2015), 앞의 책, p.2-68-22.

242) 이남택 외(2013), 앞의 책, p.96.

한의 화학무기 사용의지를 억제시킬 수 있다. 제2차 세계대전에서 세계 각국이 화학무기를 보유하고도 사용하지 않은 것은 상대국가가 화학무기를 사용하여 보복하는 것을 두려워했기 때문이다. 둘째, 북한과 화학무기 포기협상을 할 때 숨겨진 카드로 활용할 수 있다. 북한의 화학무기 포기에 대응하여 우리의 화학무기 생산기반 포기를 협상카드로 사용할 수 있다는 의미이다. 이러한 기반을 갖추게 되면 향후 화학무기 군비통제 협상시 대칭적 상호주의 군비통제를 위한 카드로 활용이 가능하다. 협약을 위반하지 않고도 내부적으로 준비를 할 수 있다. 조나탄 터커(Jonathan B. Tucker)는 '화학무기의 미래(The Future of Chemical Weapons)'라는 글에서 화학무기금지협약이 무력화되는 시나리오를 제시<sup>243)</sup>하였는데 첫째는 화학무기를 생산할 수 있는 이중시설이 존재하여 전시에 화학작용제를 생산하는 것과 둘째는 화학무기 협약에서 금지하지 않는 새로운 형태의 화학작용제를 개발하여 사용하는 것으로 2002년 3월에 러시아군이 체첸 공진의 인질사태를 해결하기 위하여 무능화작용제를 사용한 것을 예로 들고 있다. 지금까지 러시아가 사용한 화학작용제에 대해서는 그 종류가 알려지지 않았다. 셋째는 테러리스트에 의한 화학무기의 사용이다. 이슬람국가(IS)들에 의한 화학무기의 사용과 시리아의 화학무기 사용이 조나탄 터커의 우려가 노파심이 아님을 알려주고 있다. 화학무기의 생산을 위해 이중목적의 시설을 유지하는 것은 화학작용제를 생산하지 않는 이상 협약의 위반은 아니다. 먼저 상업용으로 사용하는 시설을 어떻게 개조하면 쉽게 화학작용제를 생산할 수 있는가를 연구하여 유사시 개조할 수 있는 준비를 실시하고 화학탄을 충전할 수 있는 포탄이나 폭탄을 만드는 것은 현재의 생산라인을 유지하는 것으로도 충분히 가능하다. 그리고 이러한 탄을 사용하는데 필요한 사포 등은 이미 경험이 있기 때문에 화학탄을 사용하지 않고도 비슷한 물질을 활용하여 사용가능한 재원을 얻을 수 있을 것이다. 우리가 화학무기를 생산할 수 있는 기반을 갖추는 방안에는 많은 반대도 있을 수 있으나 전시에 북한의 위협상황에서 화학무기금지협약에서의 탈퇴를 선언하면 적국의 위협으로부터 자위권을 보장하기 위한 조치이므로 국제적으로는 문제가 되지 않으며 이를 빌미로 국제적인 지원을 요청할 수도 있다. 지금도 이스라엘은 아랍권의 위협에 대비하여 화학무기금지협약에 가입만하고 비준서를 제출하지 않아 이스라엘에 대해서는 협약이 발효되지 않고 있는데 이러한 점을 잘 이용해야 한다.

앞에서 언급한 이와 같은 준비들이 선행된다면 북한의 화학무기 사용을 억제할 수 있고 또한 북한이 화학무기를 포기하는 날을 앞당길 수 있을 것이다.

---

243) Jonathan B. Tucker, "The Future of Chemical Weapons," *The New Atlantis*, 2010, pp.17-21.



이상에서 북한의 화학무기 포기를 유도하고 화학무기 포기 시 화학무기의 폐기를 위해 우리가 준비해야 할 사항을 국제적 차원과 국내적 차원으로 나누어 알아보았다. 여기에서 제시한 내용 말고도 추가적으로 준비해야 할 사항 또한 많이 있을 것이다. 그러나 여기에서 제시한 내용들은 반드시 사전 준비해야 할 부분임을 기억하고 지금부터 적극적으로 추진해야 한다. 특히 새 정부의 출범과 함께 북한과의 대화가 시작될 것으로 예상되는바 북한과의 비핵화 회담 시 반드시 화학무기를 포함시켜 회담을 진행하여 북한의 화학무기 포기를 유도하고 이를 폐기하기 위한 준비를 추진해야 한다.

## 제6장 결 론

북한의 화학무기는 그 위협이 증가하고 있음에도 핵문제에 가려서 지금까지 이에 대한 연구가 상대적으로 소홀히 되어 왔다. 그동안 실시된 연구도 대부분 북한의 화학무기 위협에 대한 대응방안이 주를 이루고 있는 실정이다. 그러나 이제는 북한이 화학무기를 포기할 수 있도록 유도하는 방안과 북한의 화학무기를 어떻게 폐기할 것인가에 대한 연구가 시작되어야 한다. 이러한 방향에 대한 연구를 위해 본 연구에서는 북한의 화학무기 포기를 어떻게 유도할 것인지 방안을 도출하기 위하여 화학무기 관련 군비통제 협약을 연구하여 교훈을 도출하였고 세계 각국의 화학무기 폐기기술과 시스템을 연구하여 북한의 화학무기 폐기에 적용할 수 있는 폐기방안을 검토하였다. 먼저 화학무기 국제협약은 1925년의 제네바의정서로부터 시작하여 1997년 화학무기금지협약 까지를 대상으로 검토하였다. 검토결과 화학무기 군비통제를 실시한 4가지 사례에서 북한의 화학무기 군비통제에 적용 가능한 시사점을 도출하였다.

미국과 소련의 양자 화학무기 군비통제는 핵무기의 개발로 화학무기의 전략적 효용성이 낮아졌을 뿐만 아니라 국제적으로 화학무기의 사용을 규제하자는 여론으로 화학무기의 사용가능성이 낮아지자 자발적으로 양자 화학무기 군비통제협상을 통하여 화학무기를 포기한 사례이다. 반면에 리비아는 테러와 대량살상무기 개발로 국제적인 제재와 압력을 받아 경제적인 위기가 심각해진 상황에서 정권생존을 보장받는 조건으로 대량살상무기를 포기하였다. 시리아는 내전상황에서 반군에게 화학무기를 사용하여 무고한 시민들까지 희생되자 이를 비난하는 국제적인 여론이 높아져서 정권의 생존을 보장받기 위하여 전격적으로 화학무기를 포기한 사례이다. 결국 리비아와 시리아는 강제적으로 화학무기를 포기하는 비대칭적인 군비통제협약에 합의한 것이다. 마지막으로 남미에서의 멘도자 협정은 지역에서 화학무기를 제거하자는 공감대가 형성되어 자발적으로 화학무기의 군비통제에 성공한 사례이다. 이렇게 화학무기 군비통제에 성공한 사례에서 도출된 시사점을 북한에 적용하여 북한이 화학무기를 포기하는 시나리오를 도출하였다. 다음으로 북한이 화학무기를 개발한 동인의 분석을 통하여 북한의 화학무기 개발의도를 분석하였다. 북한은 약 2,500톤에서 5,000톤의 화학무기를 보유하고 있는 것으로 알려져 있다. 북한이 화학무기를 개발한 동인은 미국의 핵위협에 맞서 전략적 억제력을 달성하기 위하여 당시 기술로는 개발이 불가능한 핵무기를 대신하여 화학무기를 개발하였으며 다른 한편으로는 전술적 측면에서의 공격수단으로서 화학무기를 개발

하였다. 또한 남한과의 경제력 차이로 인해 재래식 군비경쟁에서 우위를 점령하기가 어려워지자 재래식 무기의 열세를 만회할 수 있는 방법으로 화학무기를 개발한 것으로 분석되었다. 북한의 화학무기 포기가능성을 알아보기 위하여 먼저 북한의 화학무기 개발동인이 여전히 유효한지 아니면 개발동인이 해소되었는지를 분석한 결과 북한이 미국의 핵위협에 맞서 억지력을 확보하기 위하여 화학무기를 개발하였다면 현재 핵개발이 거의 막바지에 도달하였고 투발수단으로서 미사일도 사거리가 점점 개량되어 가고 있으므로 화학무기를 개발한 동인은 사라졌다고 판단하였다. 또한 재래식 무기와의 경쟁에서 우위를 점령하기 위하여 공격수단으로서의 개발동인도 고성능의 재래식 무기의 발달과 핵무기의 소형화와 다종화를 통해 전술핵무기의 개발이 가능해진 만큼 화학무기를 포기할 가능성을 높아졌다고 분석하였다. 결정적으로 새로운 정부의 등장과 함께 남북 간의 교류가 활발해지고 미·북 간에 평화협정 체결까지도 긍정적으로 검토한다면 북한의 대량살상무기 특히 화학무기의 개발동인은 확실하게 해소될 것으로 판단하였다. 또한 화학무기 군비통제 사례에서 도출된 바와 같이 북한의 화학무기의 위협에 한국이 철저히 대비하여 화학무기를 사용하여도 요망하는 효과를 달성할 수 없다는 ‘거부에 의한 억제’를 달성하면서 국제사회와 협력하여 국제적인 압력과 경제제재를 더욱 강화시키고 화학무기를 포함한 대량살상무기를 포기한다면 정권의 생존을 보장하겠다는 메시지를 보낸다면 북한의 화학무기 포기를 유도할 수 있다고 분석하였다.

화학무기 포기를 유도하기 위한 방안으로 국제적인 압력 및 경제제재와 함께 북한의 정권보장을 약속할 것을 제시하였다. 또한 소프트한 방법으로 동북아 화학무기 자유지대를 제안하는 방법도 제시하였다. 이러한 방법을 효율적으로 사용하여 북한의 화학무기의 포기를 압박한다면 북한이 화학무기를 개발한 동인이 대부분 해소되었기 때문에 북한이 화학무기를 포기할 가능성은 높아질 것으로 판단하였다.

이러한 노력의 결과가 결실을 맺는다면 북한이 강제적 혹은 자발적으로 화학무기를 포기하는 시나리오는 다음과 같을 것이다.

시나리오 1번은 국제적인 압력과 경제제재에 굴복하여 김정은이 정권보장을 조건으로 화학무기를 포함한 대량살상무기를 포기하는 것이다. 시나리오 2번은 내부에서 급변사태가 발생하여 화학무기를 포기하는 상황으로 급변사태의 원인은 김정은 정권이 국제적인 압력에도 불구하고 끝까지 대량살상무기에 집착하다가 국제적인 제재로 경제난이 심화되어 내부 쿠데타가 발생한 것으로 판단하였다. 시나리오 3번은 급변사태로 인한 인도적 위기로 남한이 북한사태에 개입하거나 혹은 전쟁이 일어나 한미연합군이 나 유엔군에 의해 북한이 점령된 상황에서 화학무기를 포기하는 상황이다. 위의 3가지

시나리오에서 화학무기 폐기에 영향을 미치는 3가지 요소인 정권 수뇌부의 화학무기 폐기이행 의지, 정치·군사적 안정도 그리고 북한의 환경적인 요소를 적용하여 평가한 결과 시나리오 1번 -김정은이 정권보장을 조건으로 화학무기 포기-이 화학무기 폐기에 가장 유리한 환경으로 판단하였으며 이러한 상황을 조성하기 위한 우리의 노력이 필요함을 제기하였다.

이렇게 선정된 시나리오에 가장 적합한 화학무기의 폐기방식과 적절한 폐기시스템의 선정을 위해 세계 각국의 폐기기술과 폐기방안을 검토하였다. 1997년 화학무기금지협약이 발효된 이후 화학무기를 보유하고 있던 7개 나라가 화학무기를 폐기하거나 폐기를 실시하고 있다. 이중 미국, 러시아, 리비아를 제외한 4개국은 폐기를 완료하였다. 물론 시리아가 2017년도에 들어 화학무기를 재사용함에 따라 이에 대한 재평가가 이루어져야 할 필요는 있다.

미국은 화학무기 31,000톤을 신고하였고 여덟 개의 시설에서 폐기를 진행하였다. 이 중 여섯 개의 시설에서 화학무기 신고량의 90%를 폐기하였고 2개소에서 나머지 10%에 대한 폐기를 2016년 말부터 실시하고 있다. 폐기기술로 초반에는 소각방식을 사용하였으나 이후 단점을 보완하여 중화 후 소각방식을 적용하였고 2016년 말부터 가동되는 2개의 시설에서는 미생물을 활용한 폐기방법과 초임계산화수법(SCWO)을 적용하는 등 친환경적인 폐기기술이 추가된 폐기시설을 운영하고 있다.

러시아는 7개의 폐기시설 중 6개 시설에서 92%의 화학작용제를 폐기하였고 1개 시설에서 폐기가 진행 중이다. 초기부터 중화에 의한 방법으로 폐기를 실시하였다.

시리아의 화학무기 폐기는 다른 나라와 달리 선박위에 설치된 폐기시스템을 이용하여 특정 국가지역이 아닌 공해상에서 폐기가 이루어졌다. 시리아가 내전상황으로 정치·군사적으로 불안하여 시리아 영토 내에서의 폐기가 제한되었기 때문이다. 이외에도 전쟁 후 방치되어 매몰된 화학탄 즉 유기화학탄의 처리가 중국, 일본, 독일 등지에서 실시되고 있다. 한반도에서 전쟁이 발생한다면 북한지역에서도 이러한 유기화학탄이 다량으로 발견될 것으로 판단하여 이동식 화학무기 폐기시스템에 대한 연구도 함께 실시하였다.

북한의 화학무기 포기 시나리오 3가지에 폐기사례를 통하여 도출된 폐기방법을 적용하여 분석한 결과 시나리오 1번과 3번의 상황에서는 리비아에서 실시한 고정형 폐기시설에서의 폐기가 비용적인 측면과 장소 선정 면 등에서 가장 유리할 것으로 판단하였다. 그리고 시나리오 3번 상황에서는 전쟁 후 유기된 화학탄이 많이 발견될 것으로 판단하여 이동식 화학무기 폐기시스템도 추가적으로 필요하다고 판단하였다. 또한 시나

리오 1번 상황에서의 화학무기 폐기는 김정은 정권의 이행의지에 따라 폐기상황의 변화가 예상되므로 경제지원을 단계화하여 화학무기 폐기단계의 이행정도에 따라 경제지원을 실시할 것을 제안하였다.

시나리오 2번 상황에서는 시리아식 폐기방안을 제시하였다. 이 방식은 북한의 화학무기를 남포항과 원산항을 통하여 공해상으로 반출하여 선박위에 설치된 폐기시스템으로 폐기하는 방법이다. 이 방법은 북한지역에서 화학무기를 모두 반출하는 것이 성공의 관건이므로 이를 정확하게 수행하고 검증할 수 있는 방법의 발전이 요구되었다. 이에 실패한다면 시리아의 전철을 밟을 수밖에 없기 때문이다.

이 두 가지 폐기방안을 적용하기 위하여 북한이 화학무기 포기를 선언하는 순간부터 폐기가 완료될 때까지의 단계를 리비아식 폐기인 고정형 시설에서의 폐기 시에는 협상개시, CWC 가입 및 화학무기 신고, 현장확인, 폐기계획 수립, 화학무기 통합수집, 폐기시설 건설 및 생산·연구시설 폐기, 폐기 및 검증, 결과보고로 세분화하였다. 시리아식 폐기인 이동형 시설에서의 폐기는 협상개시, CWC 가입 및 화학무기 신고, 현장확인, 폐기계획수립, 생산 및 연구시설 파괴, 화학무기 항구이동, 폐기 및 검증, 결과보고로 세분화하여 각 폐기방식에 따라 세부 추진을 위한 로드-맵을 제시하였다. 이 로드-맵에 따라 화학무기를 폐기한다면 성공적으로 폐기가 완료될 수 있을 것이다.

마지막으로 북한이 화학무기를 비롯한 대량살상무기를 포기하고 화학무기의 폐기에 동참할 수 있도록 유도하기 위한 우리의 대비방향을 국제적 차원과 국내적 차원으로 구분하여 제시하였다.

먼저 국제적 차원에서는 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위해 화학무기금지협약 가입 촉구와 함께 동북아 차원에서 화학무기자유지대 협정을 제안할 것을 제시하였고 화학무기금지기구 등 국제기구에 한국인 진출을 적극 지원함으로써 국제적인 영향력을 확대하고 전문가를 양성할 것 그리고 북한이 대량살상무기를 포기시 이를 폐기하기 위해 폐기기술, 폐기시스템, 폐기비용 등의 측면에서 국제적인 지원을 받을 수 있는 기반을 사전에 조성해야 한다는 점을 제시하였다.

국내적 차원에서는 정부수준에서는 북한의 화학무기 폐기를 위한 범정부를 총괄하는 기구를 설립하여 세부적인 준비를 진행할 것과 북한의 화학무기 폐기에 필요한 국내 입법을 사전에 실시하여 국내법적인 근거를 마련할 것, 북한의 화학무기 폐기를 위해 미국, 러시아, 일본 등과의 기술교류를 추진하고 화학무기 폐기를 위한 시험공장(Pilot Plant)을 운영할 것과 북한 화학무기 폐기비용을 준비하는 노력이 필요하다는 점을 제안하였다. 그리고 군사적 수준에서는 북한의 화학무기에 대한 전문가를 양성하여 지속

적인 정보수집 및 계획발전을 시키고, 북한의 화학무기 폐기를 담당할 전문 조직을 양성하는데 대량살상무기 제거작전 부분과 생화학무기 폐기를 담당할 인원으로 나누어 양성해야한다는 점을 제기하였다. 또한 군의 대량살상무기 제거작전을 지원할 민·관·군 전문가로 편성된 지원조직을 만들어서 대량살상무기 제거를 지원하고 마지막으로 북한의 화학전 위협과 향후 화학무기 군비통제협상에 대비하여 잠재적인 화학무기 생산기반을 유지할 것을 제안하였다.

결론적으로 북한의 화학무기는 현존하는 위협이라는 인식을 가져야 한다. 북한은 화학무기를 재래식 무기로 분류하여 전쟁이 일어나면 언제든지 운용할 준비가 되어있고 또한 김정남의 암살에서 보는바와 같이 테러를 위해서도 언제든지 사용할 수 있다. 그럼에도 불구하고 우리는 북한의 핵문제에 집착하여 화학무기의 위험성을 간과하는 경향이 있다. 그러나 전략적인 무기로 제2차 세계대전에서 일본을 상대로 사용한 것을 끝으로 사용되지 않고 있는 핵무기와는 달리 화학무기는 빈번하게는 아니지만 지속적으로 사용되어 왔으며 앞으로도 화학무기금지협약을 무시하거나 교묘하게 회피하여 사용될 가능성이 높다. 세계적인 화학무기사용금지 분위기에도 불구하고 시리아에서 화학무기금지협약을 위반하고 화학무기를 재사용하였으며 이슬람국가에 의한 공공연한 화학무기의 사용은 우리에게 주는 시사점이 크다. 또한 화학무기를 보유하고 있는 북한과 같은 나라들이 존재하는 한 화학무기의 위협은 계속될 것이며 불량국가나 테러집단들에 의한 화학무기 보유의지도 확산될 수 있다. 결국 조나탄 터커(Jonathan B. Tucker)의 예견과 같이 새로운 화학무기의 등장으로 화학무기금지협약이 무용화되는 경우가 발생할 수도 있으므로 우리는 북한의 화학무기의 위협에 대한 대응책을 수립하는 한편 핵문제에 우선하여 북한의 화학무기 포기를 유도하기 위한 협상을 지속적으로 추구하여 북한의 화학무기 포기와 폐기를 이끌어 내야 한다.

## 참 고 문 헌

### 1. 국내문헌

#### 가 단행본

- 강준만, 『나의 정치학 사진』, 서울: 인물과 사상사, 2005.
- 고성호 외 편저, 『통일문제이해 2011』, 서울: 통일부 통일교육원, 2011.
- 고재남, 『러시아 WMD 비확산 정책과 북한』, 정책연구시리즈 2003-6호, 서울: 외교안보연구원, 2004.
- 국민안전처, 『2016년도 국민안전처 통계연보』, 서울: 국민안전처, 2017.
- 국방기술품질원, 『국방과학기술용어사전』, 서울: 국방기술품질원, 2011.
- 군사학연구회, 『국가안전보장론』, 서울: 북코리아, 2016.
- 경남대학교 북한대학원, 『남북한 관례론』, 서울: 한올아카데미, 2005.
- 교육사령부, 『작전환경』, 대전: 교육사령부, 2016.
- \_\_\_\_\_, 『대량살상무기 제거작전』, 대전: 교육사령부, (2016).
- 김갑식 외, 『김정은 정권의 정치체제』, KINU 연구총서 15-01, 통일연구원, 2015.
- 김경수, 『비확산과 국제정치』, 서울: 법문사, 2004.
- 김용빈, 『스위스의 무장중립정책과 위기관리』, 서울: 북코리아, 2014.
- 김명진·남만권 외, 『남북군비통제정책에 대한 국민적 합의기반 조성방안 연구』, 서울: 한국국방연구원, 2001.
- 김재철, 『한반도의 운용적 군비통제방안에 관한 연구』, 박사학위논문, 광주: 조선대학교, 2009.
- 김학준, 『한국문제와 국제정치』, 서울: 박영사, 1999.
- 남만권, 『군비통제 이론과 실제』, 서울: 한국국방연구원, 2004.
- 대한민국 국방부, 『군비통제란?』, 서울: 국방부, 1996.
- \_\_\_\_\_, 『국방백서』, 서울: 국방부, 1999.
- \_\_\_\_\_, 『화·생·방·미사일 얼마나 알고계십니까?』, 서울: 국방부, 2001.
- \_\_\_\_\_, 『국방백서』, 서울: 국방부, 2004.
- \_\_\_\_\_, 『대량살상무기의 이해』, 서울: 국방부, 2004.
- \_\_\_\_\_, 『국방백서』, 서울: 국방부, 2016.

- 문광건·남만권, 『남북한 군비축소 방안』, 서울: 한국국방연구원, 1997.
- 모이제스 나임(Moises Naim) 지음, 김병순 옮김, 『권력의 종말』, 서울: 책읽는 수요일, 2015.
- 목정호, 『입지모델링을 이용한 민방위 비상 대피시설의 적정성 분석』, 석사학위논문, 창원: 경북대학교, 2015.
- 박휘락, 『평화를 원하거든』, 서울: 21세기군사연구소, 2011.
- 박영규, 『한반도 군비통제의 재조명: 문제점과 개선방향』, 서울: 통일연구원, 2000.
- 박영규 외, 『한반도 냉전구조 해체의 과제와 추진방향』, 서울: 통일연구원, 1999.
- 박재영, 『국제정치 패러다임』, 서울: 법문사, 2014.
- 벨러리 허드슨(Valerie M. Hudson) 지음, 신옥희·최동주·조윤영·김재천 옮김, 『외교정책론(Foreign Policy Analysis: Classic and Contemporary Theory)』, 서울: 을유 문화사, 2009.
- 박창희, 『군사전략론』, 서울: 플랫폼미디어, 2016.
- 부형욱 외, 『2015~2016 동북아 군사력과 전략동향』, 서울: 한국국방연구원, 2016.
- 송대성, 『한반도 평화체제구축과 군비통제: 2000년대 초 장애요소 및 극복방안』, 서울: 세종연구소, 2001.
- 스티브 툴리·토마스 슈탈버거(Steve Tulliu, Thomas Schmalberger) 지음, 신동익 역, 『군비 통제, 군축 및 신뢰구축 편람』, 스위스: 유엔군축연구소, 2003.
- 오수열, 『미중시대와 한반도』, 부산: 신지서원, 2002.
- \_\_\_\_\_, 『강대국의 동북아정책과 한반도』, 부산: 신지서원, 2004.
- 유용원, 『우리도 핵무장을 해야 하는가?』, 서울: 플래닛미디어, 2016.
- 유용원·신범철·김진아, 『북한군 시크릿 리포트』, 서울: 플래닛미디어, 2013.
- 육군사관학교(편), 『화생무기의 국제적 위협실태 및 대처방안』, 서울: 육군사관학교, 2001.
- 이극찬, 『정치학』, 서울: 법문사, 2013.
- 이남택 외, 『북한 화학무기 검증 및 폐기방안 연구』, 서울: 21세기군사연구소, 2013.
- 이근욱, 『왈츠 이후 국제정치이론의 변화와 발전』, 경기: 한울 아카데미, 2016.
- 이서향, 『동북아 및 아·태지역 다자간 안보협력 추진 방향: 개념 및 접근방법』, 서울: 외교안보연구원, 1993.
- 이상우, 『국제관계이론(4訂版)』, 서울: 박영사, 2013.
- 이승달, 『군사화학』, 서울: 육군사관학교, 2002.
- 이승달 외, 『화학작용제의 독성 및 치료』, 서울: 육군사관학교, 1999.
- 은종화, 『대량살상무기 폐기방법과 기술』, 대전: 교육사령부, 2015.



- 전성훈, 『북한의 WMD 위협 평가와 우리의 대응』, 서울: 한국전략문제연구소, 2009.
- 정명복, 『쉽고 재미있는 생생 무기와 전쟁』, 서울: 집문당, 2012.
- 제임스 도거티·로버트 팔츠그라프(James E. Dougherty and Roert Louis Platizgraft, jr.) 지음, 이수형 옮김, 『미국외교정책사: 루스벨트에서 레이건까지(American Foreign Policy FDR to Regan)』, 서울: 한울아카데미, 2011.
- 정보사령부, 『화생방운용(북한군 교리 22-37-1)』, 서울: 정보사령부, 2005.
- 조지프 나이(Joseph S. NYe, Jr) 지음, 양준희·이종삼 역, 『국제분쟁의 이해: 이론과 역사(UNderstanding Internaitonal Conflicts: An Introductrion to Theory and History)』, 서울: 한울, 2015.
- 최창훈, 『테러리즘 트렌드』, 서울: 좋은땅, 2015.
- 카를 폰 클라우제비츠(Carl von Clausewitz) 지음, 유재승 옮김, 『전쟁론』, 서울: 책세상, 2010.
- 크리그 에츠슨(Craig Etcheson) 지음, 국방대학원 역, 『군비경쟁이론』, 서울: 국방대학원, 1994.
- 크리스토퍼 힐(Christopher R. Hill) 지음, 이미숙 옮김, 『크리스토퍼 힐 회고록: 미국 외교의 최전선(Outpost: Life on the Frontlines of American Diplomacy)』, 서울: 메디치, 2015.
- 통일부, 『통일백서』, 서울: 통일부, 2007.
- 티모디 임(Timothy C. Lim) 지음, 김계동 옮김, 『동북아 정치: 변화와 지속(Politics in East Asia: Explaining Change and Continuity)』, 서울: 명인문화사, 2015.
- 프랜시스 후쿠야마(Francis Fukuyama) 지음, 함규진 옮김, 『정치질서의 기원(The Origins of Political Order)』, 서울: 웅진지식하우스, 2012.
- 한스 모겐소·케네스 톰슨(Hans J. Morgenthau and Kenneth W. Thompson) 지음, 이호재·엄태암 옮김, 『국가간의 정치(Stuggle for Power and Peace)』, 서울: 김영사, 2013.
- 헤어프리트 뮌클러(Herfried Munkler) 지음, 공진성 옮김, 『제국: 평천하의 논리(Imperien)』, 서울: 책세상, 2015.
- 
- 『새로운 전쟁(Die Neuen Kriege), 서울: 책세상, 2012.
- 하정열, 『한반도의 평화전략』, 서울: 박영사, 2004.
- 한국정밀화학공업진흥회 편집, 『화학무기금지협약 법령자료집』, 서울: 한국정밀화학공업진흥회, 1997.
- 한용섭, 『한반도 평화와 군비통제』, 서울: 박영사, 2004.
- 합동참모본부, 『화학전하 전장실상 및 북한화학전 위협 대비책』, 서울: 합동참모본부, 1999.

홍관희, 『북한의 대량살상무기 개발과 한국의 대응』, 서울: 통일연구원, 2002.

홍규덕, 『대량살상무기(WMD)에 대한 국제적 대비현황과 우리의 발전방향』, 한국전략문제연구소 연구보고서, 서울: 한국전략문제연구소, 2001.

## 나. 논문

강창국, 「북한의 대량살상무기 개발과정과 대응책 모색」, 『군사』, 국방부, 2008.

김일기, 「4강의 동북아 이해관계와 북한변수」, 전남대학교 세계한상문화연구단 국제학술회의, 2016.

고재홍, 「북한 김정은 체제와 남북 군사관계 전망」, 『군사논단』 제72호, 한국군사학회, 2012.

권양주, 「김정은 시대 북한의 WMD 정책변화 및 확산전망」, 『군사논단』 제72권, 한국군사학회, 2012.

\_\_\_\_\_, 「북한의 대량살상무기(WMD) 개발 관련 당·군관계 조명」, 『주간국방논단』 제1460호 (13-17), 한국국방연구원, 2013.

김경수, 「핵 및 화생무기 군축협상 사례연구」, 『국방논집』 제22호, 한국국방연구원, 1993.

김병용·엄종선, 「탄도미사일 방어체계 특징과 우리의 방향」, 『국방정책연구』 제69호, 서울: 한국국방연구원, 2005.

김상겸·이대성, 「북한의 뉴테러리즘과 대응책」, 『통일정책연구』 18(2), 통일연구원, 2009.

김상기, 「대북경제제재의 유효성 분석」, 『KDI 정책연구시리즈』 9호, 2007.

김점술, 「초임계산화수 공정을 이용한 화학무기 폐기처리기술 개발연구」, 『국방과 기술』 320호, 한국방위산업진흥회, 2005.

김태우, 「생화학무기와 미사일도 문제」, 『통일한국』 21(6), 평화문제연구소, 2003.

김태환 외, 「민방위 사태에 대응한 대피체계 구축 및 대피시설의 운영관리 기술개발」, 소방방재청 연구보고서, 2013.

김현욱, 「트럼프 미 행정부의 대외정책 전망」, 『IFANS(주요국제문제분석 2016-48)』, 국립외교원 외교안보연구소, 2016.

문성묵, 「남북 간 군사적 신뢰구축 방안」, 『합참』 제58호, 합동참모본부, 2014.

박주현, 「통일에 따른 국방분야의 비용 및 효과」, 『국방정책연구』 제30권 제3호, 한국국방연구원, 2014.

박휘락, 「북한의 미사일 위협과 한국의 미사일 방어 추진방향」, 『군사논단』 52월호, 한국군사학회, 2007.

버뮤즈 조세프 Jr. 반인용, 「북한의 화학무기 생산구조에 관한 고찰」, 『전투발전』, 대한민국 육군, 1997.

변기득·유준, 「UN 시리아 화학무기 조사결과의 교훈과 화학무기 검증 발전방안」, 『합동』

- 제59호, 서울: 합동참모본부, 2014.
- 변창구, 「박근혜 정부의 통일외교와 동북아 평화협력 구상」, 『통일전략』 제15권 제2호, 서울: 통일전략학회, 2015.
- 송선일, 「화학무기 폐기 및 폐기기술 동향」, 『국방과 기술』 417호, 한국방위산업진흥회, 2013.
- \_\_\_\_\_, 「FDHS를 이용한 시리아 화학무기 폐기 및 우리의 대비방향」, 『국방과 기술』 426호, 한국방위산업진흥회, 2014.
- \_\_\_\_\_, 「시리아 화학무기 사태와 우리의 대응방향」, 『합참』 제58호, 합동참모본부, 2014.
- 송승중·길병옥, 「군용 무인기 개발의 역사와 그 전략적 함의에 대한 연구」, 『군사』 97호, 국방부 군사편찬연구소, 2015.
- 신경호, 「북한의 대량살상무기위협에 대비한 한국의 군사전략 발전방안」, 『해양 전략』, 대한민국해군, 2009.
- 신성택, 「북한의 대량살상무기(WMD) 체계 위협」, 『국방논총』 제41호, 한국국방연구원, 1998.
- 신옥희, 「북미관계와 한반도 평화체계: 역사적 고찰」, 『한국정치외교사논총』 제33집 제2호, 서울: 한국정치사외교사학회, 2012.
- 신창훈, 「대량파괴무기의 비확산관련 국제의무의 효율적 이행을 위한 포괄적 국내입법의 필요성」, 『국제법학회논총』 58(4), 대한국제법학회, 2013.
- 안병준, 「한반도에 있어서 군비통제와 신뢰구축조치의 제 쟁점」, 한국전략문제연구소 연구보고서, 1994.
- 유준·이동열, 「화학작용제 탐지기술의 현주소」, 『국방과 기술』 419호, 한국방위산업진흥회, 2014.
- 윤규식, 「김정은 정권의 생존전략에 관한 연구: 북한체제의 문제점을 중심으로」, 『군사논단』 제74호, 한국군사학회, 2013.
- 윤정원, 「북한의 화학무기 위협과 우리의 대응책」, 『비상기획보』, 국무조정실·국무총리비서실, 1999.
- \_\_\_\_\_, 「북한의 WMD 위협에 대한 종합대책」 국방정책연구보고서(06-02), 한국전략문제연구소, 2006.
- 윤지원, 「김정남 사건의 경고: 4세대 전쟁과 북한의 생화학무기에 대한 대비」, 『국방과 기술』 458호, 한국방위산업진흥회, 2017.
- 이대우, 「북한 무인기: 새로운 비대칭 무기」, 『정세와 정책』, 세종연구소, 2014.
- 이무철, 「김정은 체제의 군사안보 정책과 남북관계 전망」, 『군사논단』 제72호, 한국군사학회, 2012.

- 이상민, 「김정남 VX 테러를 통해 본 북한 화학무기 위협과 대응방향」, 『주간국방논단』 제1663호, 한국국방연구원, 2017.
- 이상현, 「남북한 정치·군사적 신뢰구축을 위한 정책방향」, 『군사논단』 제41호, 한국군사학회, 2005.
- 이서향, 「WMD 국제 비확산체제의 효용성과 한계: 북한의 WMD 문제 해결을 위한 과제를 중심으로」, 『한반도군비통제』, 국방부, 2003.
- 이영철, 「화학무기금지협약 국내이행 지원 및 대응방안 연구」 연구보고서, 생산기술연구원, 1996.
- 이용호, 「화학무기협약(CW Convention)상의 검증체제에 관한 연구」, 『인도법논총』 제16호, 대한적십자사 인도법연구소, 1996.
- \_\_\_\_\_, 「확산방지안보구상(PSI)의 발전과 한계」, 『강원법학』 39호, 강원대학교 비교법학연구소, 2013.
- 이장희, 「CSCE 결의의 군사적 신뢰안보구축조치가 남북한에 주는 의미」, 『국제법학회논총』 36호, 대한국제법학회, 1991.
- 이재욱, 「북한의 대량살상무기 위협과 우리의 대응방향」, 『국방정책연구』, 한국국방연구원, 2004.
- 이종철, 「미 재래식 탄 비군사화예산 삭감과 화학무기 폐기사업 현황」, 『국방과 기술』 제284호, 2002.
- 이현경, 「North Korean Nuclear Crisis and Further Approaches for the WMD and Missile Non-proliferation」, 『한국위기관리논집』 제10권 제8호, 위기관리 이론과 실천, 2014.
- 임덕규, 「화학무기협약의 체결과 국제사회의 과제」, 『국제법학회논총』 40(1), 대한국제법학회, 1995.
- 임종선 외, 「화생방 대피시설 기준 및 활용방안 연구」 소방방재청 연구보고서, 2009.
- 장명순, 「북한의 화학무기 위협 실상」, 『국방저널』, 한국국방연구원, 1998.
- 장형수, 「대북경제제재: 현황과 전망」, 『KDI 북한경제리뷰』, 2013년
- 전봉근, 「북한 핵교리의 특징평가와 시사점」, 『주요국제문제분석 2016-26』, 국립외교원 외교안보연구소, 2016.
- 전호원, 「남북한 군사적 신뢰구축 추진방향 및 과제」, 『군사논단』 제48호, 한국군사학회, 2006.
- 정영식, 「북한, 2억명 살상분 화학무기 보유 세계 3위: ‘인류의 재앙’ 화학무기의 얼굴」 『신동아』, 동아일보사, 2002.

- 정영진, 「화학무기의 유해성과 작용메카니즘」, 『한국화재소방학회 학술대회 논문집』, 한국화재소방학회, 2013.
- 정우영, 「북한의 화학무기 포기 선언시 검증 및 폐기 방안 연구」 국방정책연구보고서(04-09), 전략문제연구소, 2004.
- 정운탁, 「화학무기에 관한 고찰 -1925년의 제네바의정서를 중심으로」, 『국제법학회논총』 28(2)집, 대한국제법학회, 1983.
- 정일성·고운, 「북한의 핵무장력과 국가행동 변화 분석」, 『한국동북아논총』 제22집 제1호, 한국동북아학회, 2017.
- 정형권·나승권·박철형, 「우크라이나 및 리비아 WMD(대량살상무기) 해체사례와 북핵문제 해결의 시사점」, 『NEP 오늘의 세계경제』 제07-17호, 대외경제정책연구원, 2007.
- 조남태, 「남·북한의 대량살상무기 개발능력 긴급진단(上)」, 『한국논단』, 한국논단, 2009.
- \_\_\_\_\_, 「남·북한의 대량살상무기 개발능력 긴급진단(下)」, 『한국논단』, 한국논단, 2010.
- 채규철, 「핵문제의 해법: 기존모델과 북한의 사례 비교」, 『한국정치외교사논총』 제30집 2호, 한국정치외교사학회, 2009.
- 최관규, 「협력적 위협감소(CTR)프로그램의 북한 적용방안」, 『통일연구』 제13권 2호, 서울: 연세대학교 북한연구원, 2009.
- 최영재, 「미국의 북한 생화학무기 압박 전략」, 『신동아』 1월호, 동아일보사, 2002.
- 최은석, 「김정은 정권의 대남전략 및 한국의 대응전략」, 『군사논단』 제85호, 한국군사학회, 2016.
- 한관수, 「북한의 급변사태와 군사대비」, 『전략연구』 제47호, 2009.
- 한용섭, 「한반도 안보문제에 대한 군비통제적 접근: 이론, 평가, 전망」, 『국제정치논총』 제49집 5호, 한국국제정치학회, 2009.
- 황진환, 「북한의 대량살상무기 개발과 한국의 위기관리 대책」, 『국제정치논총』 제39(2)집, 한국국제정치학회, 1999.
- 황진환, 「가교전략으로 단계적 군축을」, 『신동아』 484호, 2007.
- 허재영·송경호, 「북한급변사태에 관한 이론적 논의」, 『현대북한연구』 제19권2호, 서울: 북한대학원대학교, 2016.
- 홍규덕, 「화학무기금지협약(CWC) 체결의 의미와 우리의 대응」, 『전략논총』 5집, 한국전략문제연구소, 1995.
- 홍성표, 「북한, 시리아에 대량파괴무기 개발지원」, 『북한』 제435호, 북한연구소, 2009.

## 2. 국외문헌

### 가. 단행본

- Albert J. Mauroni, *Chemical and Biological Warfare: A Reference Hand Book Second Edition*, California: ABCCLIO, 2007.
- Amy E. Smithson, Maureen Lenihan, *The U.S. Chemical Weapons Destruction Program: Views, Analysis, and Recommendations*, Washington D.C.: Henny L. Stimoson Center, 1994.
- Anders Boserup, *CBW and the Law of War*, Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1975.
- Andrew Scobell and John M. Sanford, *North korea's Military Threat: Pyongyang's Conventional Forces, Weapons of Mass Destruction, And Ballistic Missiles*, Washington D.C.: U.S. Gov. 2007.
- Benoit Morel and Kyle Olson. eds. *Shadows & Substance*, Boulder: Westview Press, 1993.
- CDC, *Closing U.S. Chemical Warfare Agent Disposal Facilities(2013)*, CDC homepage.
- CDC, *Overview of U.S. Chemical Weapons Elimination (2013)*, CDC homepage.
- CDC, *Methods Used to Destroy Chemical Warfare Agents(2015)*, CDC homepage.
- Craig Cohen, Melissa G. Dalton, ed, *2016 Global Forecast*, Washington D. C.: CSIS, 2016.
- David R. Warren, *Chemical Weapons Disposal: Improvements Needed in Program Accountability and Financial Management*, Washington D.C.: GAO, 2000.
- Edward M. Spiers, *Chemical and Biological Weapons A Study of Proliferation*, Hampshire: Macmillan Press LTD., 1994
- \_\_\_\_\_, *A History of Chemical and Biological Weapons*, London: Reaktion Books, 2010.
- Erhard Geissler, *Biological and Toxin Weapon's Today*, Oxford: Oxford University Press, 1986.
- Eric A. Croddy and James J. Wirtz, Jeffrey A. Larsen, *Weapons of Mass Destruction: An Encyclopedia of Worldwide Policy, Technology, and History*, California: ABC-CLIO, 2005.
- EPA, *Potential Applicability Of Assembled Chemical Weapons Assessment Technologies To RCRA Waste Streams And Contaminated Media(EPA 542-R-00-004)*,

- Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2000.
- \_\_\_\_\_, *Review of Thermal Destruction Technologies for Chemical and Biological Agents Bound on Materials*, Washington D.C.: Office of Research and Development National Homeland Security Research Center, 2015.
- Francis W. Holm, *Scientific Advances in Demilitarization Technologies*, Maryland: Springer Science & Business Media, 2012.
- GAO, *Chemical Weapons and Material: key factors affecting disposal costs and schedule*, Washington D.C.: GAO, 1997.
- Ikalov, VK, ed., *Khimicheskkiye voyska Sovetskoy Armii(Chemical Forces of the Soviet Army)*, Moscow: Voennoyeizdatelstvo, 1976.
- Jasper Becker, *Rogue Regime: Kim Jong Il and the Looming Threat of North Korea*, New York: Oxford University Press, 2005.
- Jean-Francois Rious(ed), *Limiting the Proliferation of Weapons: The Role of Supply-side Strategies*, Canada: McGill-Queen's University Press, 1992.
- Joachim Krause, Charles K. Malloy, *Chemical Weapons in Soviet Military Doctrine: military and history experience, 1915-1991*, Colorado: Westview Press, 1992.
- John B. Carberry et. al., *Evaluation of Alternative Technologies for Disposal of Liquid Wastes from the Explosive Destruction System*, Washing D. C.: The National Academy Press, 2001.
- John Dickman Hart, Cynthia Darlene Miller, *Chemical Weapon Destruction in Russia: Political, Legal, and Technical Aspects*, London: Oxford University Press, 1998.
- Jonathan B. Tucker, *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*, NY: Pantheon Books, 2006.
- Joseph Cirincione, Jon B. Wolfshal and Mirian Rajkumar, *Deadly Arsenals: Tracking Weapons of Mass Destruction*, Washington D.C.: carnegie Endowment for International Peace, 2002.
- \_\_\_\_\_, *Deadly Arsenals: Nuclear, Biological and Chemical Threats*, 2nd ed., Washington DC: Carnegie Endowment for International Peace, 2005.
- Joseph S. Bermudez, Jr., *The Democratic People's Republic of Korea and*

- Unconventional Weapons*, N.Y: Cornell University Press, 2000.
- Joshua S. Lederberg, ed. *Biological Weapons: Limiting the Threat*, Cambridge: MIT press, 1999.
- J. p. Perry Robinson, *Origins of the Chemical Weapons Convention*, Boulder: Westview Press, 1993.
- L. Szinicz, History of chemical and Biological Warfare Agents, *Toxicology 214*, 2005.
- Kenneth Katzman, Iraq: Former Regime Weapons Programs and Outstanding U.N. Issues, *CRS Report for Congress*, 2009.
- Kim Coleman, *A History of Chemical Warfare*, New York: Palgrave Macmillian, 2005.
- Majid Khadduri, Edmund Ghareeb, *WAR IN TH GULF 1990-91*, New York: Oxford University Press, 1997.
- Malcolm Dando, *Neuroscience and The Future of Chemical-Biological Weapons*, New York: Springer, 2015.
- Michael D. Wallace, *Arms Race and Escalation: Some New Evidence*, Maryland: Journal of Conflict Resolution. Vol. 23, 1977.
- Michael Sheehan, *Arms Control: Theory and Practice*, New York: Basil Blackwell, 1988.
- Mostoller, Eric Charles, *U.S. Assistance in the Destruction of Russia's Chemical Weapons*, California: Naval Postgraduate School, 2000.
- National Research Council of the National Academy of Sciences, *Review Secondary Waste Disposal and Regulatory Requirements for the Assembled Chemical Weapons Alternatives Program*, Washington D.C.: National Academies Press, 2008.
- 
- \_\_\_\_\_, *Assessment of Explosive Destruction Technologies for Specific Munitions at the Blue Grass and Pueblo Chemical Agent Destruction Pilot Plants*, Washington D.C.: The National Academies Press, 2009
- 
- \_\_\_\_\_, *Global Security Engagement: A New Model for Cooperative Threat Reduction*, Washington, DC: National Academies Press, 2009.
- OPCW, *Convention on the prohibition of the development, production, stockpile, and use of chemical weapons' and on their destruction*, Hague: OPCW, 2005.



- \_\_\_\_\_, *Report of the OPCW On the Implementation of the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and On Their Destruction*, Hague: OPCW, 2016.
- \_\_\_\_\_, *Report of the OPCW On the Implementation of the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and On Their Destruction in 2014*, Hague: OPCW, 2015.
- Peter R. Lavoy, Scott D. Sagan, and James J. Wirtz, *Planning the Unthinkable: How New Powers Will Use Nuclear, Biological and Chemical Weapons*, NY: Cornell University Press, 2000
- Pier Luigi Luisi, Cristiano Chiarabelli, *Chemical Synthetic Biology*, United Kingdom: John Wiley & Sons, 2011.
- Richard J. Ayen et. al., *Impact Of Revised Airborne Exposure Limits On Non-Stockpile Chemical Materiel Program Activities*, Washington D.C.: National Academy Press, 2005.
- \_\_\_\_\_, *Review of International Technologies for Destruction of Recovered Chemical Warfare Materiel*, Washington D.C.: National Academy Press, 2006.
- \_\_\_\_\_, *Remediation of Buried Chemical Warfare Material*, Washington D.C.: National Academy Press, 2012.
- Riccardo Cappelli, Nicola Labanca, *Proliferation and Disarmament of Chemical Weapons in the NATO Framework Lessons from History*, 2013.
- Richard M. Price, *The Chemical Weapons Taboo*, New York: Cornell University Press, 1997.
- Shirley A. Kan, *China and Proliferation of Weapons of Mass Destruction and Missile: Policy Issues*, Washington: Congressional Research Service, 2015.
- SIPRI, *Yearbook 2004*, Oxford: Oxford University Press, 2004.
- \_\_\_\_\_, *Yearbook 2004*, Oxford: Oxford University Press, 2008.
- \_\_\_\_\_, *Yearbook 2004*, Oxford: Oxford University Press, 2016.
- \_\_\_\_\_, *Tools for Building Confidence on the Korean Peninsula*, Sweden: Elanders, 2007.
- S. K. Prasad, *Chemical Weapons*, New Delhi: DPH, 2009.
- Stuart A. Kallen, *Biological and Chemical Weapons*, Michigan: Greenhaven Press, 2006.

- T. W. Alexander Drive, *Review of Thermal Destruction Technologies for Chemical and Biological Agents Bound on Materials*, Washington D.C: EPA, 2015.
- Thomas C. Schelling and Morton H. Halperin, *Strategy and Arms Control*, New York: A Pergamon-Brassey's Classic, 1985.
- U.S. Army Asymmetric Warfare Group, *WMD Identification and Planning Guide*, Washington: U.S. Gov., 2013.
- U.S, Chairman of the Joint Chiefs of Staff, *National Military Strategy to Combat Weapons of Mass Destruction*, Washington D.C.: JCS, 2016.
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *Disposal of Chemical Weapons: Alternative Technologies*, Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 1992.
- U.S. DOD, *National Strategy to Combat Weapons of Mass Destruction*, Washington D. C.: The National Security Strategy of the U.S.A, 2002.
- U.S. General Accounting Office, U.S. Congress. House. Committee on Government Operations. Environment, Energy, and Natural Resources Subcommittee, *Chemical Weapons Destruction: Issue Affection Program Cost, Schedule, and Performance: Report to the Chairman, Subcommittee on Environment, Energy and Natural Resources, Committee on Government Operations, House of Representatives*, Washington D.C.: GAO, 1993.
- Y. Ben-Horin, R. Darilek, M. Jas, M. Lawrence, and A. Platt, *Building Confidence and Security in Europe: The Potential Role of Confidence and Security and Security-Building Measures*, Santa Monica: RAND, 1986.
- Walter L. Perry et. al, *Decisive War, Elusive Peace*, Washington D.C.: RAND, 2015.
- Walter Krutzsch, Eric Myjer, Ralf Trapp edits, *The Chemical Weapons Convention*, Oxford: Oxford university press, 2014.

## 나. 논문

- Alexander Savelyev and Ludmila Pankova, "Russia On the Path Towards CW Destruction," *SIPRI Yearbook*, 2004.
- Anthony H, Cordesman, *China's Nuclear Forces and Weapons of Mass Destruction*, Washington D. C.,: CSIS, 2016.

- Bruce E. Bechtol Jr., "North Korea and Syria: Partners in Destruction and Violence," *The Korean Journal of Defense Analysis* Vol. 27, No. 3, September 2015.
- Bruce W. Bennett, "Evolving Security Challenge in Korea." ROKA HQ, Lec., 2016.
- \_\_\_\_\_, "The Collapse of North Korea," *International Security*, Vol. 36, No. 2, Fall 2011.
- CMA, "Milestones in U.S. Chemical Weapons Storage and Destruction," [www.cma.arym.mil](http://www.cma.arym.mil), 2016.
- Col (Dr.) Jim A. Davis, USAF, "A Biological Warfare Wakeup Call: Prevalent Myths and Likely Scenarios," *The Gathering Biological Warfare Storm*, Maxwell Air Force Base, AL: USAF Counter proliferation Center, 2002
- Dany Shoham, "Chemical and Biological Weapons in Egypt," *Nonproliferation Review* 5, Spring-Summer 1998.
- Elisa D. Harris, "Chemical and Biological Weapons: Prevention the Spread of the 'Poor Man's Atomic Bomb'?", in Jean-Francois Rioux (ed), *Limiting the Proliferation of weapons*, Ottawa, Canada: Carleton University Press, 1992.
- \_\_\_\_\_, "Threat Reduction and North Korea's CBW Programs," *The Nonproliferation Review*, Fall-Winter 2004.
- Eric Croddy, "Vinalon, the DPRK, and Chemical Weapons Precursors," *Issue Brief, Monterey Institute for International Studies Center for Nonproliferation Studies*, 2003.
- Graham S. Pearson and Richard S. Magee, "Critical Evaluation of Proven Chemical Weapon Destruction Technologies," *Pure Appl. Chem*, Vol.74, No.2. Berlin: De Gruyter, 2002.
- Gy rgyi V s rhelyi, L szl F ldi, History of Russia's chemical weapons, *AARMS* Vol. 6, No. 1, Budapest, Hungary: Miklós Zrínyi National Defence University, 2007.
- International Crisis Group, "North Korea's Chemical and Biological Weapons Programs," *Asia Report No 167*, 18 June 2009.
- James Lewis, "Fact Sheet: Chemical Weapons and Their Destruction," The Center for Arms Control and Non-Proliferation Homepage, 2014.
- James Macintosh, "Confidence (and Security) Building Measures in the Arms Control

- Process: A Canadian Perspective," Ottawa: Department of External Affairs of Canada, 1985.
- Jannifer Kiss, "The United States' Decision to Ignore the Use of Chemical Weapons in the Iran-Iraq War: An Involvement that Remains Unpunished," 2014.
- Jeff Brubaker, "Purpose and Need: Explosive Destruction Technology at Blue Grass Chemical Agent-Destruction Pilot Plant," ACWA, 2013.
- Joel S. Wit, Jon Wolfsthal, Choog-suk oh, "The Six Party Talk and Beyond: Cooperative Threat Reduction and North Korea(한국어판)," *A Report of the CSIS International Security Program*, 2006.
- Jonathan B. Tucker, "The Rollback of Libya's Chemical Weapons Program," *The Nonproliferation Review*, volume 16, 2009.
- \_\_\_\_\_, "The Future of Chemical Weapons", *The New Atlantis*, 2010.
- Julian Perry Robinson, "Alleged Use of Chemical Weapons in Syria," *HSPOP* issue 04, 2013.
- Kathleen Vogel, "Ensuring the Security of Russia's Chemical Weapons: A Lab-to-Lab Partnering Program," *The Nonproliferation Review*, winter, 1999.
- KyoungSoo Kim, "North Korea's CB Weapons: Threat and Capability," *The Korean Journal of Defense Analysis*, Vol. XIV, No. 1, 2002
- Mihail S. Haralampiev, "A Short Review of The Technologies for Destruction of Chemical Weapons," *Eastern Academic Journal*, 2015.
- Monterey-Moscow Study Group on Russian Chemical Disarmament, "Elimination a Deadly Legacy of the Cold War: Overcoming Obstacles to Russian Chemical Disarmament," *Center for Nonproliferation Studies Report*, 1998.
- M. Zuhair Diab, "Syria's Chemical and Biological Weapons: Assessing Capabilities and Motivations," *Nonproliferation Review*, 5 Fall, 1997.
- National Research Council of the National Academy of Sciences, "Global Security Engagement: A New Model for Cooperative Threat Reduction," Washington, DC: National Academies Press, 2009.
- OPCW, "Removal and Destruction of Syrian Chemical Weapons," Hague: OPCW Chemical Demilitarization Branch, 2014.
- OPCW, "Destruction of Syrian Chemical Weapons," Executive Council Thirty-Third

- Meeting, 2013.
- Partick M. Morgan, "Elements of a General Theory of Arms Control," in Paul R. Biiotti, Third ed. *Conflict and Arms Control: An Uncertain Agenda*, Boulder, CO: Westview Press, 1986.
- Peter O'Meara Evans, "Paper 13: Destruction of Abandoned Chemical Weapons in China," *BICC* , 1997.
- Pieter J. Verbelen et al, "Immobilized Yeast Cell Systems for Continuous Fermentation Applications," *Journal of Biotechnology Letters*, Maryland: Bioinfo Publications, 2006.
- Pikalov, VK, ed., "Khimicheskiye voyska Sovetskoy Armii" *Chemical Forces of the Soviet Army*, Moscow: Voyennoyeizdatelstvo, 1987.
- Ralf Trapp, "Lessons Learned from the OPCW Mission in Syria," Report Submitted to the Director-General of the Technical Secretariat of the OPCW, 2015.
- René Pita, and Juan Domingo, "Review The Use of Chemical Weapons in the Syrian Conflict," *Toxics*, 2014.
- U.S. Government Accountability officer, "Weapons of Mass Destruction : Action Needed to Track Budget Execution for Counter-proliferation Programs and Better Align Resources with Combating WMD Strategy," GAO, 2010.
- U.S. Government, "Iraq's Weapons of Mass Destruction Programs," *DoD White Paper*, 1998.
- \_\_\_\_\_, "Iraq's Weapons of Mass Destruction Programs," *DoD White Paper*, 2002.
- Walker, Paul, "How to Destroy Chemical Weapons," *Bulletin of the Atomic Scientists*, 2013.