

## 저장물자 환경시험을 위한 한국적 온도기준 적합성 연구

이일로<sup>1\*</sup>, 변기식<sup>1</sup>, 조성용<sup>1</sup>, 김경필<sup>2</sup>, 박재우<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>국방기술품질원 전투물자센터, <sup>2</sup>국방기술품질원 자원계획부

### A Study on the Compatibility of Korean Temperature Guidelines for Stockpile Material Environmental Test

Il Ro Lee<sup>1\*</sup>, Kisik Byun<sup>1</sup>, Sung-Yong Cho<sup>1</sup>, Kyung Pil Kim<sup>2</sup>, Jae Woo Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Combat Materiel Center, Defense Agency for Technology and Quality (DTaQ)

<sup>2</sup>Resources Planning Division, Defense Agency for Technology and Quality (DTaQ)

**요약** 효율적인 무기체계 연구개발을 위한 체계공학 과정에서는 개발단계 진행을 위한 의사결정 판단 자료로서 시험평가결과를 활용하고 있다. 무기체계는 운용 상 자연환경에 노출되는 빈도가 높기 때문에 개발 및 운용시험 평가 시 환경시험이 필수적으로 요구되어진다. 현재 우리 군에서는 MIL-STD-810과 MIL-HDBK-310 그리고 AECTP 200의 기후환경 기준을 기반으로 한국적 무기체계 운용온도를 도출하여 개발 및 운용시험 평가 시 활용하고 있다. 본 연구에서는 2014년 도출된 한국적 무기체계 운용온도 기준을 기반으로 하여 최근 대두되고 있는 지구온난화에 대한 영향성 등을 반영하여 저장물자 환경시험을 위한 한국적 온도기준 적합성 연구를 수행하였다. 분석대상은 1960년에서부터 2020년 3월까지 국내 101개 관측소에서 60년 간 매 정시마다 측정된 온도정보를 이용하였으며, 혹서기 8월과 혹한기 1월에 대한 백분율 발생빈도(0.5%, 1%, 5%, 10%)와 표준편차 발생빈도( $3\sigma$ ,  $2\sigma$ ,  $1\sigma$ )를 도식화 및 수치화 하였다. 분석결과, 대한민국의 혹서기의 최대 극값은 41°C였으며, 0.5%의 발생빈도는 37.0°C로 식별되었다. 혹한기의 경우에는 최대 극값 -32.6°C, 0.5% 발생빈도 -21.1°C로 식별되었다. 기존의 육상 일반 무기체계 추천 온도 범위(-30 ~ 40°C)를 고려하였을 때, 대한민국 지역의 운용확률은 99.999%로 확인되었으며, 이는 최근의 이상이변에 따른 이상 기후 현상에도 불구하고 한국적 무기체계 운용온도 기준은 저장물자 환경시험에 적합함을 확인 할 수 있었다.

**Abstract** The T&E (Test and Evaluation) results were applied for a judgment basis to decide the developmental process of system engineering for efficient weapon system R&D (Research and Development). During the OT&E (Operational Test and Evaluation) and DT&E (Development Test and Evaluation), an environmental test is essential for weapon system development owing to their highly exposed operational conditions. Based on the MIL-STD-810, MIL-HDBK-310, and AECTP 200, the ROK armed forces recommended operating temperatures for the ROK weapon system and applied this to the DT&E and OT&E. This study examined the compatibility of Korean temperature guidelines for stockpile material considering recent climate change. Moreover, this study analyzed the data from hourly measured temperatures on 101 observatories during 60 years, from 1960 to 2020, and percentage (0.5%, 1%, 5%, and 10%) and the  $\sigma$  ( $3\sigma$ ,  $2\sigma$ , and  $1\sigma$ ) frequency of occurrence on rigorous hot (August) and cold (January) periods, respectively. The results indicate that the highest temperature was 41°C, and the 0.5% frequency of occurrence was 37.0°C. In the case of the cold period, the lowest temperature was -32.6°C and the 0.5% frequency of occurrence was -21.1°C. By considering the previously recommended operating temperature range for a general ground system, -30 ~ 40°C, regional operation probability is recognized 99.999%. Despite the recent abnormal climate change from global warming, the Korean temperature guidelines are compatible with the stockpile material environmental test.

**Keywords** : Environmental Test, Operating Temperature, Climate Change, Stockpile Material, Incidence

\*Corresponding Author : Il Ro Lee(DTaQ)

email: 21ro@dtaq.re.kr

Received May 8, 2020

Accepted August 7, 2020

Revised June 15, 2020

Published August 31, 2020

## 1. 서론

방위사업관리규정에서는 “효율적인 연구개발을 위하여 대상 무기체계에 대한 모든 이해관계자와 총수명주기를 고려하여 체계공학에 관한 절차를 적용해야 한다”[1]고 명시하고 있다. 여기에서 말하는 체계공학(SE, Systems Engineering)이란 “고객의 요구를 만족하는 통합되고 총수명주기 균형을 갖춘 시스템, 사람, 프로세스의 해법을 개발하고 확인하는 학제 간 접근법을 추구하는 전반적인 기술적 노력(Systems Engineering is an interdisciplinary approach encompassing the entire technical effort to evolve and verify an integrated, total life-cycle balanced set of system, people and process solutions that satisfy customer needs)”[2]을 의미한다. 체계공학 과정은 모든 무기체계 연구개발 사업을 위한 계획 수립 시 반드시 시험평가를 고려해야 하는데, 이는 각각의 개발단계 진행을 위한 의사결정을 위한 종합적인 판단자료로서 시험평가 결과를 활용하고 있기 때문이다. 시험평가의 대상 범위는 운용요구서(ORD)에 대한 운용시험평가(OT&E)와 체계요구서(SRD)에 대한 개발시험평가(DT&E)로 나뉘게 된다. 개발시험평가는 특정 시험환경 하에서의 작전운용성능을 포함한 기술상의 성능과 기능을 개발자가 시험을 진행하여 설계 및 제작 상의 요구성능 충족여부를 확인하는 것이며, 운용시험평가는 운용자(소요군)에 의해 작전운용성능 충족여부와 군 운용 환경을 고려하여 요구성능 및 운용상의 적합성과 연동성에 중점을 두는 시험평가이다.

무기체계는 운용 상 자연환경에 직접적으로 노출되는 빈도가 높기 때문에, 개발 및 운용시험평가 시 환경시험을 필수적으로 수행하고 있다. 환경시험이란, MIL-STD-810[3]에 따르면 “자연환경 또는 유도된 환경이 군수품에 미치는 영향성을 측정하기 위한 체계적인 절차(A structured procedure to help determine the effects of natural or induced environments on material)”로 정의된다. MIL-STD-810은 군수품에 대한 환경시험법을 기술하고 있으며, 전 세계적으로 통용되는 실질적인 국제표준으로 국내 무기체계 연구개발 시험평가에서도 시험에도 이를 적용하고 있다.

MIL-STD-810은 크게 세 가지의 파트로 구성되어 있으며, 첫 번째 파트에서는 환경설계에서의 관리, 공학적 고려사항, 기술적 준수사항 및 테일러링 과정에 대하여 기술하고 있으며, 두 번째 파트에서는 고온, 저온, 습도,

강우 등의 29가지 환경시험절차에 대해서 기술하고 있다. 마지막 파트에서는 개괄적인 기술자료를 포함하여 다양한 기후조건에서의 실제적 고려사항에 대한 내용을 명시하고 있다.

MIL-STD-810의 주요 특징은 “적합화(Tailoring)” 과정을 통해서 장비가 수명주기 동안 노출되는 환경요소를 정의하고 그에 따라 성능과 신뢰성의 저하 없이 설계 기준과 시험기준을 도출하는 과정을 제시하고 있다. 우리 군에서는 MIL-STD-810과 MIL-HDBK-310[4] 기후기준 그리고 AECTP(Allied Environmental Conditions and Test Publications) 200[5] 유럽기후 기준을 참고하여 기후환경 기준의 다양성을 활용하여 한국적 무기체계 운용온도를 도출하였다[6,7]. 또한 이를 기반으로 하여 한반도의 연해안 지역[8], 산악지역[9] 등에 대한 환경시험 기준을 산출하였다.

방호무기체계로 분류되는 화생방 저장물자의 경우 유도탄과 마찬가지로 수명주기 동안 장기간 저장 후 운용되는 “One Shot Device”로서, 저장수명 기반의 신뢰성 분석이 요구된다. 따라서 방호무기체계 개발 시에는 장기 저장환경을 고려한 설계기준과 시험기준 도출이 필수적이다. 이에 본 연구에서는 지난 2014년 도출된 한국적 무기체계 운용온도 기준을 기반으로 하여 최근 지구온난화에 따른 기후변화와 지역적 요소들을 분석하여 화생방 저장물자 환경시험을 위한 한국적 온도기준에 대한 적합성 연구를 수행하였다.

## 2. 본론

### 2.1 연구방법

본 연구의 분석절차는 Fig. 1에서 나타냈듯이, 가장 먼저 기상청 관측 자료를 획득하였다. 그 이후, 데이터를 일별, 월별, 년별 자료로 변환하였으며, 획득한 데이터의

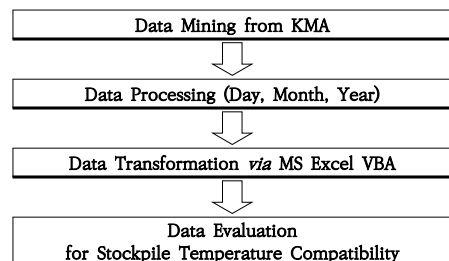


Fig. 1. The steps in research process.

자료 변환 및 통계 처리는 접근성 및 활용도가 높은 Microsoft Excel VBA Project를 이용하여 분석하였다. 이를 이용하여 백분율(%) 발생빈도와 표준편차( $\sigma$ ) 발생 빈도로 분석한 데이터를 토대로 저장온도 적합성 검토를 진행 하였다.

### 2.1.1 데이터 획득

연구에 사용된 데이터는 기상청 기상자료개방포털에 공개된 기후통계 분석자료[8]를 통해 획득하였다. 획득된 데이터는 1960년도부터 2020년 3월까지 우리나라 101 개 관측소에서 60년간 매 정시 마다 측정된 온도정보이다. (Fig. 2)

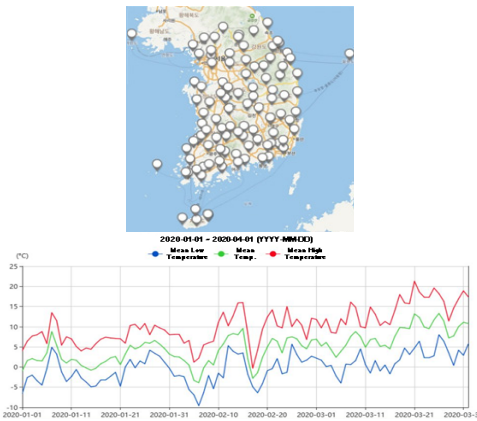


Fig. 2. Observatory locations and acquired data[10].

### 2.1.2 데이터 분석

획득한 데이터는 원활한 분석을 위하여 일자별 최고기온과 최저기온을 산출하여 일별 자료로 변환하였으며, 이를 통해 고온과 저온 환경조건을 분석하였다. 우리나라의 경우 4계절의 변화로 인해 혹서기와 혹한기에 환경 영향성이 극대화 되는 경향이 있으므로, 일별 자료를 토대로 1개월 단위 평균 최고기온 및 최저기온을 산출하여 혹한기와 혹서기를 지정하였다. 분석은 백분율(%) 발생빈도(0.1%, 1%, 5%, 10%)와 표준편차( $\sigma$ ) 발생빈도( $3\sigma$ ,  $2\sigma$ ,  $\sigma$ )를 활용하여 도식화 및 수치화하였다.

## 2.2 연구결과

### 2.2.1 혹서기 분석결과

혹서기 설정을 위하여 MIL-HDBK-310에서 권고하는 바처럼 1개월 단위로 각 월별 평균 최고기온을 산출하였으며, 산출결과 최고기온이 높은 달은 8월(29.6℃)과

7월(28.7℃) 순으로 확인되었다. (Table 1)

Table 1. Monthly mean high temperature.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
Mean High Temp. (°C)	4.5	6.8	12.1	18.3	23.4	26.3
	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	28.9	29.8	25.8	20.7	13.6	6.7

1960년부터 2019년까지의 7월과 8월의 관측 건수는 각각 118,399건과 118,485건이며, 평균 최고기온 및 극값에 따른 상위 20개의 관측결과는 Table 2, Table 3과 같았다. 평균 최고기온 기준으로는 이전의 연구결과와 마찬가지로, 1994년 7월이 전국적으로 평균 가장 더웠던 달로 식별이 되었다. 특히 대구지역의 경우에는 1994년 7월 뿐 만 아니라 다른 기간에도 평균 최고기온이 높은 지역으로 식별되었기 때문에, 고온에 대한 기준지역으로 인용되고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 2. Top 20 observatory for mean high temperature.

Rank	Order for Mean High Temperature			
	Observatory	Mean High Temp.(°C)	Highest Temp.(°C)	Date (YYYY.MM.)
1	Daegu	<b>36.0</b>	39.4	1994.07.
2	Hapcheon	<b>35.5</b>	39.2	1994.07.
3	Miryang	<b>35.2</b>	39.4	1994.07.
	Juam	<b>35.2</b>	39.4	1994.07.
5	Uiseong	<b>34.9</b>	38.5	1994.07.
	Gwangju	<b>34.9</b>	38.5	1994.07.
	Yeongcheon	<b>34.9</b>	39.4	1994.07.
8	Jeonju	<b>34.8</b>	38.2	1994.07.
	Jeongeup	<b>34.8</b>	37.2	1994.07.
10	Miryang	<b>34.7</b>	38.4	2013.08.
	Sancheong	<b>34.7</b>	39.3	1994.07.
12	Geochang	<b>34.6</b>	37.8	1994.07.
	Uiseong	<b>34.6</b>	40.4	2018.08.
14	Daegu	<b>34.5</b>	37.8	1994.08.
	Gumi	<b>34.5</b>	37.4	1994.07.
	Daejeon	<b>34.5</b>	37.7	1994.07.
19	Daegu	<b>34.5</b>	38.2	1967.08.
	Cheongju	<b>34.5</b>	37.8	1994.07.
	Daegu	<b>34.4</b>	37.9	2013.08.
	Geumsan	<b>34.4</b>	37.5	1994.07.

Table 3. Top 20 observatory for the highest temperature.

Rank	Order for the Highest Temperature			
	Observatory	Mean High Temp.(℃)	Highest Temp.(℃)	Date (YYYY.MM)
1	Hongcheon	33.3	<b>41.0</b>	2018.08.
2	Bukchuncheon	32.9	<b>40.6</b>	2018.08.
3	Uiseong	34.6	<b>40.4</b>	2018.08.
4	Yangpyeong	33.3	<b>40.1</b>	2018.08.
5	Chungju	33.4	<b>40.0</b>	2018.08.
6	Uiseong	34.2	<b>39.9</b>	2018.07.
	Yeongwol	32.3	<b>39.9</b>	2018.08.
	Yeongdeok	30.8	<b>39.9</b>	2018.08.
9	Gyeongju City	32.4	<b>39.8</b>	2018.08.
10	Gyeongju City	33.3	<b>39.7</b>	2017.07.
11	Seoul	33.3	<b>39.6</b>	2018.08.
	Yeongcheon	33.1	<b>39.6</b>	2016.08.
	Jeongseon-gun	31.5	<b>39.6</b>	2018.08.
14	Hapcheon	33.4	<b>39.5</b>	2018.07.
	Chuncheon	32.3	<b>39.5</b>	2018.08.
	Daegu	32.3	<b>39.5</b>	1977.07.
17	Daegu	36.0	<b>39.4</b>	1994.07.
	Miryang	35.2	<b>39.4</b>	1994.07.
	Juam	35.2	<b>39.4</b>	1994.07.
	Yeongcheon	34.9	<b>39.4</b>	1994.07.

극값 기준으로는 최근 2018년 8월이 역사상 전국적으로 가장 더웠던 날이었음을 확인 할 수 있었다. 대구 외 지역에서 최고 기온을 기록하기도 하였는데, 특히 흥천, 북춘천, 의성, 양평, 청주에서 최고 기온이 40℃가 넘었던 것으로 확인되었다. 아울러 온난화의 영향으로 2010년대 후반부에 이상고온 현상이 있었음을 확인 할 수 있었다. 이러한 월별 분석결과를 종합해보면, 7월은 평균기온이 높은 경향을 보였으며 8월은 높은 극값을 나타내는 경향을 보이고 있었다.

혹서기에 대한 온도분포를 확인하기 위해 각 월별 백분율(%) 발생빈도(0.1%, 1%, 5%, 10%)와 표준편차( $\sigma$ ) 발생빈도( $3\sigma$ ,  $2\sigma$ ,  $\sigma$ )를 통해 도식화하였다. 백분율(%) 발생빈도는 특정 온도 이상 시간이 몇 %나 발생하였는지를 나타내는 온도이다. 표준편차( $\sigma$ ) 발생빈도는 온도분포를 정규분포로 가정하였을 때, 특정 온도값 이상 발생 빈도가 해당 표준편차의 누적빈도에 해당하는 온도를 의미한다. 통상적으로 MIL-HDBK-310에 따르면, 백분율 발생 빈도는 1%, 5%, 10%로, 표준편차는  $1\sigma$ ,  $2\sigma$ ,  $3\sigma$ 를 사용하는데, 본 연구에서는 백분율 발생빈도에서 0.5% 발생

빈도까지 포함하여 좀 더 가혹한 조건을 포함하여 도식화하였다. (Fig. 3)

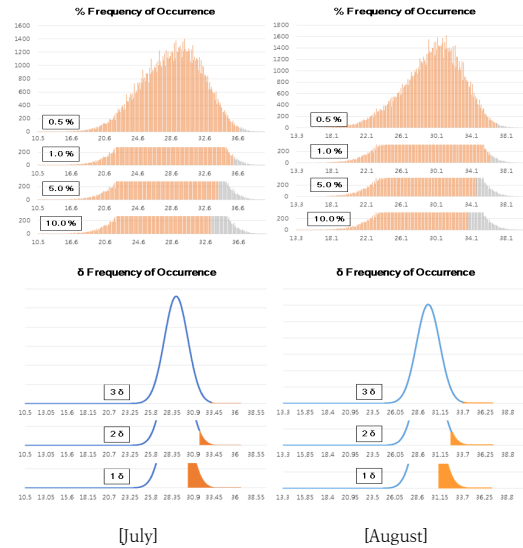


Fig. 3. High temperatures versus frequency of occurrence on July and August.

Table 4는 각 발생빈도 별 온도분포를 고온 순으로 나타낸 결과이다. 7월과 8월에 대한 분석결과 7월 대비 8월이 평균온도가 높았으며, 전반적으로 분포도가 고온으로 이동하였음을 확인 할 수 있다. 따라서 한반도 혹서기를 대표하는 달은 8월로 식별되었다.

Table 4. Analysis results for frequency of occurrence on July and August.

Month	Mean	High temp (℃)							
		$1\sigma$	$2\sigma$	$3\sigma$	10%	5%	1%	0.5%	Max
July	28.9	30.3	31.7	33.1	33.3	34.3	36.1	36.8	39.9
August	29.8	31.1	32.4	33.7	33.7	34.6	36.3	37.0	41.0

### 2.2.2 혹한기 분석결과

혹서기와 마찬가지로 혹한기 설정을 위하여 1개월 단위로 각 월별 평균 최저기온을 산출하였으며, 산출결과 최저기온이 낮은 달은 1월(-5.2℃)과 2월(-3.5℃) 순으로 확인되었다. (Table 5)

Table 5. Monthly mean low temperature.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
Mean Low Temp. (°C)	-5.2	-3.5	0.8	6.2	11.6	16.8
	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	21.3	21.6	16.3	9.4	3.0	-3.0

1960년부터 2019년까지의 1월과 2월의 관측 건수는 각각 120,986건과 108,433건이며, 평균 최저기는 및 극값에 따른 상위 20개의 관측결과는 Table 6, Table 7과 같았다. 평균 최저기온 및 극값 기준 모두 1981년 1월이 가장 추웠던 달이었음이 식별되었다. 대부분의 저온 현상은 1980년대에 나타나고 있었으며, 특히 양평에서 최저기온이 -30.0°C가 넘었던 것으로 확인되었다. 그러나 최근 기상이변에 따라 2000년대에도 이상 저온현상이 있음을 확인 할 수 있었다. 이러한 월별 분석결과를 종합해보면, 1월이 평균기온과 극값 모두 낮은 경향을 보이고 있었다.

Table 6. Top 20 observatory for mean low temperature.

Rank	Order for Mean Low Temperature			
	Observatory	Mean Low Temp.(°C)	Lowest Temp.(°C)	Date (YYYY.MM)
1	Yangpyeong	<b>-22.8</b>	-32.6	1981.01.
2	Cheorwon	<b>-19.1</b>	-24.3	2011.01.
	Hongcheon	<b>-19.1</b>	-28.1	1981.01.
4	Wonju	<b>-18.9</b>	-27.6	1981.01.
	Chungju	<b>-18.9</b>	-28.5	1981.01.
6	Wonju	<b>-18.4</b>	-26	1984.01.
7	Yangpyeong	<b>-18.3</b>	-26.4	1984.01.
8	Jecheon	<b>-18.2</b>	-27.4	1981.01.
9	Hongcheon	<b>-18.1</b>	-24.8	1984.01.
10	Paju	<b>-17.9</b>	-23	2011.01.
11	Yangpyeong	<b>-17.8</b>	-27.5	1985.01.
	Icheon	<b>-17.8</b>	-26.5	1981.01.
13	Inje	<b>-17.5</b>	-22.7	2011.01.
14	Daegwallyeong	<b>-17.4</b>	-25.8	1984.01.
	Daegwallyeong	<b>-17.4</b>	-23.6	2011.01.
16	Jecheon	<b>-17.3</b>	-23.2	2011.01.
	Chuncheon	<b>-17.3</b>	-23.8	1981.01.
18	Inje	<b>-17.2</b>	-25.9	1981.01.
19	Boeun	<b>-17.0</b>	-25.3	1981.01.
	Hongcheon	<b>-17.0</b>	-26	1985.01.

Table 7. Top 20 observatory for the lowest temperature.

Rank	Order for the Lowest Temperature			
	Observatory	Mean Low Temp.(°C)	Lowest Temp.(°C)	Date (YYYY.MM)
1	Yangpyeong	-22.8	<b>-32.6</b>	1981.01.
2	Cheorwon	-15.5	<b>-29.2</b>	2001.01.
3	Daegwallyeong	-14.7	<b>-28.9</b>	1974.01.
4	Chungju	-18.9	<b>-28.5</b>	1981.01.
5	Hongcheon	-19.1	<b>-28.1</b>	1981.01.
6	Chuncheon	-10.4	<b>-27.9</b>	1969.02.
7	Bonghwa	-11.4	<b>-27.7</b>	2012.02.
8	Wonju	-18.9	<b>-27.6</b>	1981.01.
	Daegwallyeong	-13.6	<b>-27.6</b>	1978.02.
10	Yangpyeong	-17.8	<b>-27.5</b>	1985.01.
11	Jecheon	-18.2	<b>-27.4</b>	1981.01.
12	Yangpyeong	-14.1	<b>-27.2</b>	1986.01.
13	Hongcheon	-13.9	<b>-27.0</b>	1974.01.
14	Hongcheon	-14.8	<b>-26.9</b>	1986.01.
15	Cheorwon	-15.2	<b>-26.8</b>	2010.01.
	Daegwallyeong	-14.4	<b>-26.8</b>	2013.01.
17	Hongcheon	-12.9	<b>-26.7</b>	2001.01.
18	Icheon	-17.8	<b>-26.5</b>	1981.01.
	Daegwallyeong	-16.6	<b>-26.5</b>	1981.01.
	Yangpyeong	-13.5	<b>-26.5</b>	1974.01.

혹서기와 마찬가지로 혹한기에 대한 온도분포를 각 월별 및 통합 백분율(%) 발생빈도(0.1%, 1%, 5%, 10%)와 표준편차( $\sigma$ ) 발생빈도( $3\sigma$ ,  $2\sigma$ ,  $\sigma$ )를 통해 도식화하였다. (Fig. 4)

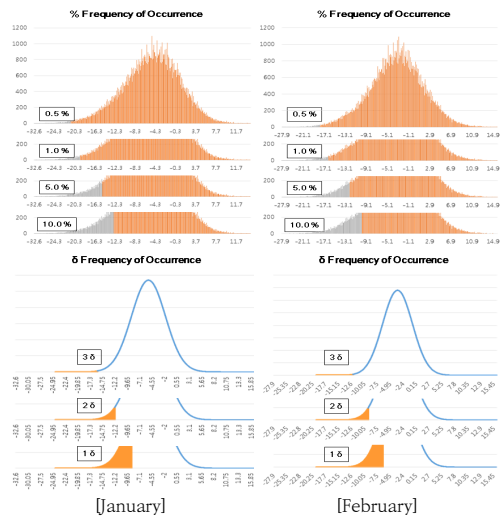


Fig. 4. Low temperatures versus frequency of occurrence on January and February.

Table 8. Analysis results for frequency of occurrence on January and February.

Month	Mean	Low temp (°C)							
		1σ	2σ	3σ	10%	5%	1%	0.5%	Max
January	-5.2	-8.7	-12.2	-12.6	-15.7	-14.9	-19.3	-21.1	-32.6
February	-3.5	-6.4	-9.3	-10.0	-12.3	-12.3	-16.2	-18.0	-27.9

Table 8은 각 발생빈도 별 온도분포를 고온 순으로 나타낸 결과이다. 1월과 2월에 대한 분석결과, 1월이 2월 대비 평균온도가 낮았으며, 전반적으로 분포도가 저온으로 이동하였음을 확인 할 수 있었다. 따라서 한반도 흑한기를 대표하는 달은 1월로 식별되었다.

### 2.2.3 저장온도 적합성 검토

기존의 연구[6]에 따르면, 한국적 무기체계의 운용온도 추천 값은 Table 9와 같다. 해당 자료는 한반도 및 주변권역(중국, 일본, 러시아)의 기후 분석 자료를 통해 무기체계의 권역별 운용요구 특성을 기반으로 MIL-HDBK-310의 “기본권역(Basic regional)” 조건을 고려하여 산출된 자료이다.

Table 10은 기존의 연구[6]에서 제시된 추천 온도 범위에 대한 초과발생빈도(초과건수/관측건수의 백분율)를 10년 주기 및 전체기간으로 분석한 결과이다. 분석결과, 운용온도 -32 ~ 40°C와 육상 일반 무기체계 추천 온도 범위인 -30 ~ 40°C의 경우 운용확률이 99.999%로 나타남이 확인 되었다. 반면에 연안 및 해상 무기체계 추천 온도 범위인 -20 ~ 35°C의 경우 운용 확률은 99.268%로 확인되었다. 특히 -32/-30 ~ 40°C 영역에서는 1980년대와 2010년대에에서만 초과발생빈도가 확인되었는데, 이는 2010년대에 발생빈도가 전체 기간에서 가장 큰 것으로 비추어 볼 때 최근의 기상이변에 따른 이상 기후 현상이 나타나고 있음을 확인 할 수 있었다.

앞서 제시한 혹서기 및 흑한기의 가혹기간인 8월과 1월에 대한 발생빈도 중 엄격한 0.5% 발생빈도 값은 각각 37.0°C와 -21.1°C로서 육상 일반 무기체계 추천 온도 범위를 크게 벗어나지 않는 것을 확인 할 수 있었다.

Table 9. Recommended operation temperatures for ROK weapon system[6].

Conditions	Low temperature				High temperature	
	3σ of Korean Peninsula	General ground system	2σ of Korean Peninsula	Cost and naval system	Cost and naval system	General ground system
Temperature (°C)	-32	-30	-25	-20	35	40

Table 10. Analysis results for frequency of occurrence on January and February.

Ranges (°C)	-32 ~ 40	-30 ~ 40	-20 ~ 35
1960s	0.00000% (0/62,743)	0.00000% (0/62,743)	0.01997% (280/62,743)
1970s	0.00000% (0/194,610)	0.00000% (0/194,610)	0.51333% (999/194,610)
1980s	0.00041% (1/244,905)	0.00163% (4/244,905)	0.59125% (1,448/244,905)
1990s	0.00000% (0/267,201)	0.00000% (0/267,201)	0.70995% (1,897/267,201)
2000s	0.00000% (0/285,453)	0.00000% (0/285,453)	0.43685% (1,247/285,453)
2010s	0.00173% (6/347,105)	0.00173% (6/347,105)	1.26590% (4,394/347,105)
1960s ~ 2010s	0.00050% (7/1,402,017)	0.00071% (10/1,402,017)	0.73216% (10,265/1,402,017)

## 3. 결론

본 연구에서는 대한민국의 흑한기와 혹서기 특징을 분석하였고, 기존에 도출된 환경시험 온도조건과 비교하여 방독면을 포함하는 화생방 저장 물자에 적합한 환경시험 조건을 도출하고자 하였다. 저장물자는 평소 국내에서 저장되는 환경을 고려하여, 1960년부터 2020년 3월까지 한반도의 대한민국 지역 101개 관측소에서 60년간 관측된 온도정보를 통해 분석하였다.

분석결과, 대한민국의 혹서기를 대표하는 달은 8월로, 흑한기를 대표하는 달은 1월로 각각 식별되었다. 발생빈도를 통해 확인한 결과, 혹서기의 최대 극값은 41°C였으며, 0.5%의 발생빈도는 37.0°C로 식별되었으며, 흑한기의 경우에는 최대 극값 -32.6°C, 0.5% 발생빈도 -21.1°C로 식별되었다.

한반도 지역은 MIL-HDBK-310에서 기본권역인 “Basic Region”으로 설정하여 권역 내 가장 가혹한 달의 1% 고온 및 저온 발생빈도가 각각 43.3°C와 -31.7°C로 명시하고 있다. 일반적으로 운용온도는 운용 가혹지역의 가혹월에 대한 1% 발생빈도 값을 추천하고 있으나,

최근 MIL-STD-810에서 강조하는 “적합화(Tailoring)” 과정을 통해서 해당 무기체계의 특성 등을 전반적으로 고려하여 5%, 10% 그리고 3σ, 2σ, 1σ 빈도값으로 세분화하여 환경조건의 엄격/완화 정도를 차등적용하고 있는 추세이다.

한국적 무기체계 운용온도 연구[6]에서는 환경조건의 엄격적용을 1% 및 3σ 발생빈도로 적용하여 -32 ~ 40°C의 조건을 설정하였다. 그 결과 육상 무기체계의 추천 온도범위는 -30 ~ 40°C로, 해상 무기체계 추천 온도 범위는 -20 ~ 35°C로 도출하였다. 하지만 이전의 연구결과는 2014년까지의 관측자료를 기반으로 도출된 결과이므로 지구온난화에 따른 최근의 기상이변 현상을 반영하지는 못하고 있다.

본 연구결과는 2020년 3월까지의 자료를 포함하고 있어서 최근의 기상이변 현상을 고려한 결과를 보여주고 있다. 실제로 2010년대에 들어서 각 추천 운용온도의 초과발생빈도가 나타나고 있음을 확인하였다. 하지만 그럼에도 불구하고, 대한민국 영토 내 저장 물자에 대한 환경 시험 조건은 일반적인 육상 무기체계 추천 온도범위에 99.999%의 운용확률로 적합함을 확인 할 수 있었다.

## References

- [1] Defense Acquisition Program Management Regulations, Defense Acquisition Program Administration, 2019.
- [2] Defense Acquisition Guidebook, Defense Acquisition University, 2017.
- [3] MIL-STD-810 Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests, Department of Defence, 2019.
- [4] MIL-HDBK-310 Global Climatic Data for Developing Military Products, Department of Defence, 1997.
- [5] NATO AECTP 200 Environmental Conditions, NATO Standardization Agency, 2006.
- [6] Guideline for Required Operational Capability, ROK Army HQ, 2014.
- [7] Jayoung Moon, Dong Gil Kim, In Chul Sung, Yeon Woong Hong, "A study on the temperature guidelines for weapon system test and evaluation in the Korean peninsula", *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, Vol.27, No.6, pp.1593-1600, Dec. 2016. DOI: <https://doi.org/10.7465/jkdi.2016.27.6.1593>
- [8] Songhyun Yun, Siok Kim, Yuseup Cho, Yeonwoong Hong, "A study on the temperature guidelines of weapon systems test & evaluation in the coastal environment of the Korean peninsula", *Journal of the*

*Korean Data And Information Science Society*, Vol.28, No.6, pp. 1437-1445, Nov. 2017.

DOI: <http://doi.org/10.7465/jkdi.2017.28.6.1437>

- [9] Youngrae Kim, Jae-Hyeong Yun, Jae-Hyun Na, Jang-Eun Kim, Si-Ok Kim, Dong Gil Kim, YeonWoong Hong, "A study on the temperature drop rate for a military product test & evaluation in the mountains", *Journal of the Korean Data And Information Science Society*, Vol.28, No.5, pp.1145-1152, Sep. 2017. DOI: <http://doi.org/10.7465/jkdi.2017.28.5.1145>
- [10] <https://data.kma.go.kr/climate/StatisticsDivision/selection/StatisticsDivision.do?pgmNo=158#1>

이 일 로(II Ro Lee)

[정회원]



- 2019년 2월 : 경희대학교 생체의공학 (공학사)
- 2019년 2월 : 경희대학교 전자공학 (공학사)
- 2018년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

품질경영, 전자/통신

변 기 식(Kisik Byun)

[정회원]



- 2013년 2월 : 한양대학교 전자통신 컴퓨터공학부 (공학사)
- 2015년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과 (공학석사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

마이크로파 회로, 국방품질경영(전자/통신 분야)

조 성 용(Sung-Yong Cho)

[정회원]



- 2011년 2월 : 인하대학교 식품영양학과 (이학사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

품질경영, 식품공학, 식품영양

---

김 경 필(Kyoung Pil Kim)

[정회원]



- 2004년 2월 : 부산대학교 대학원 섬유고분자공학 (공학석사)
- 2007년 6월 : 現 도레이첨단소재 (웅진케미칼) 섬유개발실
- 2007년 7월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

국방품질경영, 전력지원체계, 화생방

---

박 재 우(Jae Woo Park)

[정회원]



- 2009년 8월 : 서울대학교 화학생물공학부 (공학석사)
- 2015년 2월 : 서울대학교 멀티스케일기계설계전공 (공학박사)
- 2015년 3월 ~ 8월 : 서울대학교 정밀기계설계연구소 박사 후 연구원
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

국방품질경영(화학/화생방 분야)