

한반도 지역의 환경시험 온도 일주기 연구

A Study on Daily Temperature Cycle of Environmental Test
in the Korean Peninsula

이정용*

Lee, Jeong-Yong

ABSTRACT

Most design temperature of environmental test in Korea is based on the standard of Department of Defense. There are few studies to establish temperature standard. Besides the representative environmental test guide 'MIL-STD-810F' encourage to tailor to generate the most relevant test data possible and to test to make a match of test environment with operational environment. Under these circumstances, it is irrational to comply with baseless daily cycle. Thus the study about design method of test temperature is essential. So, the daily cycles to be appropriate to the Korean peninsula was presented in this study. And this research shows how to derive two main element, frequency-of-occurrence and daily maximum (minimum) temperature in daily cycles, in case we can not find the daily cycle.

주요기술용어(주제어) : Frequency-of-Occurrence(발생빈도), Daily Cycle(일일주기), Daily Cycle Associated with the Percent Temperature(발생빈도 온도값이 관련된 일일주기)

1. 서론

군수품의 특성과 운용요구를 파악하고 나면 자연기후 환경을 확인하고 정의하는 것과 플랫폼 특성을 확인하는 절차가 병행하여 진행되고 이를 통해 플랫폼 환경이 정의된다. 그리고 무기체계가 운용되는 플랫폼 환경이 적용되면 요구를 설계하고 시험절차가 마련된다. 따라서 무기체계 환경시험에서 가장 선행되어야 할 단계는 자연기후 환경을 확인하고 정의하는 단계이다. 이러한 측면에서 미국과 세계 주요국들은

전장환경과 기후를 끊임없이 탐색 및 연구하고 있으며 미래의 전장환경까지 예측하기 위해 노력하고 있다. 그러나 현재 우리나라에서 수행되는 대부분의 무기체계 환경시험의 설계인자 중 특별히 중요한 온도 분야에서는 미 국방성에서 발행한 환경시험 관련 규격과 시험절차서에 제시되어 있는 실외 주위 온도 조건을 그대로 적용하고 있으며 자체적으로 온도 규격을 설정하는 논의는 거의 없는 실정이다.

대표적인 무기체계 환경시험 관련 지침서인 MIL-STD-810에서조차 각 시험방법들을 적합화(tailoring)시킬 것과 그 무기체계가 운용될 환경에 맞추어 시험하도록 권고하고 있는 실정에서 특별한 근거 없이 이러한 조건들을 그대로 따르는 것은 불합리하다. 이러한 상황에서 온도 규격 설정 방법에 대한 논의가 필

† 2007년 4월 5일 접수~2007년 6월 15일 게재승인

* 국방과학연구소(ADD)

주저자 이메일 : shine1004@add.re.kr

요하며 아울러 한국의 극최대(소) 값을 갖는 날의 일주기에 대한 논의와 그 도출값을 제시하는 것은 앞으로 환경시험에 대한 지속적인 연구를 위해 필요하다고 생각된다.

가장 극한 환경조건에서 세계 어느 곳에서도 작동하는 무기체계를 설계하는 것은 기술적으로 불가능하거나 비용 면에서 제약을 받을 수 있다. 이러한 이유 때문에 무기체계 설계자들은 시간의 어떤 낮은 비율(%)을 고려한 가혹한 환경조건 하에서 작동하도록 설계된 장비를 받아들이거나 계산된 위험을 받아들인다. 만약 장비의 실패가 다른 개인 혹은 작동자의 생명에까지 위험을 줄 수 있다면 이러한 설계 한계는 가능하다면 0%에 가까운 비작동 1%의 결과를 위하여 수립되어야 한다.

미군의 환경시험 규격서에는 세계를 기후가 비슷한 지역으로 묶어 여러 범주로 분류하고 그 범주별로 시간의 어떤 낮은 비율로 기후값을 찾아내어 제시하고 있다. 그러나 이러한 기후값들은 광범위하게 설정되어 있어 온도에 민감한 특성을 갖고 있는 무기체계나 민수품 개발에 비효율을 초래할 수 있다.

본 논문은 환경시험 온도 일주기에 대한 논문이며 공군기상대에서 1971년부터 2001년까지 측정된 남한 31개 지역 1시간단위 온도자료와 북한 27개 지역 3시간 단위 온도자료를 대상으로 분석을 수행하여 각 지역 1% 발생빈도 온도값이 관련된 일주기를 도출하였고, 일일주기에서 중요한 인자 두 가지는 극최대값과 극최소값인 것처럼 발생빈도값이 관련된 일주기에 서도 1% 발생빈도값과 일최고(저)값이 중요한 요소들이므로 각 지역의 일주기를 도출할 수 없는 경우에 1% 발생빈도값과 극최대(소)값을 도출할 수 있는 방안을 연구하였다.

2. 발생빈도 온도값이 관련된 일주기 도출 도출

가. 용어정의

1) 발생빈도(frequency of occurrence)

가장 극한 환경조건에서 세계 어느 곳에서도 작동하는 무기체계를 설계하는 것은 기술적으로 불가능하거나 비용 면에서 제약을 받을 수 있다. 이러한 이유

때문에 무기체계 설계자들은 시간의 어떤 낮은 비율(%)을 고려한 가혹한 환경조건 하에서 작동하도록 설계된 장비를 받아들이거나 계산된 위험을 받아들인다. 만약 장비의 실패가 다른 개인 혹은 작동자의 생명에까지 위험을 줄 수 있다면 이러한 설계 한계는 가능하다면 0%에 가까운 비작동 1%의 결과를 위하여 수립되어야 한다.

이러한 배경에서 발생빈도는 어디서나 얻어지는 기후인자의 시간자료에 기초하며 ‘총 시간에 대한 해당 기후인자값 이상 발생시간의 비율’의 형태로 산출된다. 만약 기후 인자의 값이 31일인 744시간에 7시간 단위로 발생한다면 이 때의 값은 거의 전체시간의 1%로 발생한 것이며, 그것은 1% 발생빈도이며 1% 극한이라고도 표현된다^[3]. 1% 발생빈도는 대부분의 기후인자에 적용되는 설계기준으로 사용된다.

2) 온도 일주기(temperature daily cycle)⁽³⁻⁶⁾

하루의 기온 변화를 나타내는 데에는 기온(air temperature) 일주기와 유도온도(induced temperature) 일주기가 있다. 기온 일주기는 기상학적 온도 일주기이며, 작동시험시 적용하는 온도 일주기이다. 유도 온도 일주기는 물자가 위치할 플랫폼에 의해 야기되는 온도 일주기로서 저장이나 이송과정에서 나타날 수 있다. 극최대(소) 값을 갖는 날의 일주기는 1% 발생빈도값을 일최고(저)값으로 포함하는 일주기이며 1% 극한이 일최고(저) 값으로 도달했을 때 나타나는 전형적인 일주기이다.

3) 발생빈도 온도값이 관련된 일주기(Daily cycle associated with the percent temperature)⁽⁴⁾

발생빈도 온도값이 관련된 일주기는 발생빈도 온도값을 일주기 온도 중 최고(저) 온도로 포함하는 일주기이며, 발생빈도값에 해당되는 온도가 그 날의 최고(저)값으로 정확히 도달되는 날들의 전형적인 일주기이다. 이러한 일주기가 환경시험 일주기로 사용된다.

4) σ 빈도값(sigma frequency)

일최고값 대 발생일수와 일최저값 대 발생일수는 가우스 분포이며, 이 가우스 분포에서 단측 ‘ $\mu \pm \sigma$ ’

확률로 발생하는 값을 뜻한다.

나. 발생빈도 온도값이 관련된 일주기 도출

1) 발생빈도 온도값이 관련된 일주기 산출방법

남북한 총 58개 지역에 대해 1% 발생빈도값이 일 최고(저) 온도로 도달하는 1% 발생빈도값이 관련된 일주기를 획득하기 위하여 각 지역의 1% 발생빈도값이 일 최고(저) 온도에 도달하는 날의 일주기를 대상으로 분석을 수행하였다.

1% 빈도값이 일 최고(저) 온도인 일주기에서 전형적인 일주기를 도출하려면 각 시간대별 대표값을 산출하는 과정이 필요하다. 각 시간대별 대표값을 산출하기 위하여 일반적인 대표값으로 쓰이는 중앙값, 최빈값 및 평균값과 더불어 일주기의 최대값이 1% 발생빈도값에 도달할 수 있다는 점에서 각 시간대별 최대값을 1% 발생빈도값이 관련된 일주기 산출에 적용하여 보았다. 아울러 대상 일주기들의 전형적인 유형이 1% 발생빈도값이 관련된 일주기에 반영이 되어야 한다는 점과 향후 발생될 일주기를 예측하여야 한다는 점에서 시계열 분석을 수행하였다.

대구지역에서 발생한 8월의 일주기중 1% 발생빈도값에 정확히 도달한 일주기에서, 각 시간대별 대표 온도값을 최빈값, 중간값 및 최대값으로 구한 1% 발생빈도값이 관련된 일주기를 그림 1에 나타내었다.

대구에서 1971년 부터 2001년까지 일주기의 최고값이 1% 발생빈도값에 정확히 도달한 일주기는 75일

이며, 이를 대상으로 한 분석에서 최고온도가 1% 발생빈도값과 일치해야 한다는 일차적인 요구조건에 만족하는 일주기는 각 시간대별 온도를 최빈값, 중간값 및 최대값으로 구한 1% 발생빈도값이 관련된 일주기이다. 그러나 최대값을 사용하여 도출한 일주기의 경우 최고온도가 8시간이나 유지된다는 점에서 환경시험 고온 일주기로는 부적합하다.

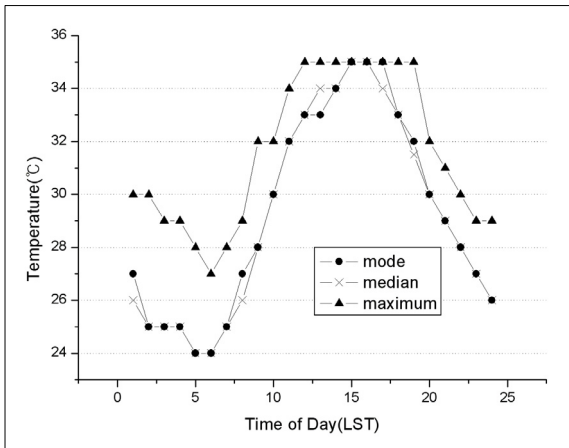
75일의 온도 일주기를 대상으로 시계열 분해를 사용하여 시계열을 식 (1)과 같이 추세, 주기 성분 및 오차로 구분하고 추세성분과 시간 성분을 더하여 예측값을 도출하였다.

$$Y_t = \text{추세} + \text{주기} + \text{오차} \tag{1}$$

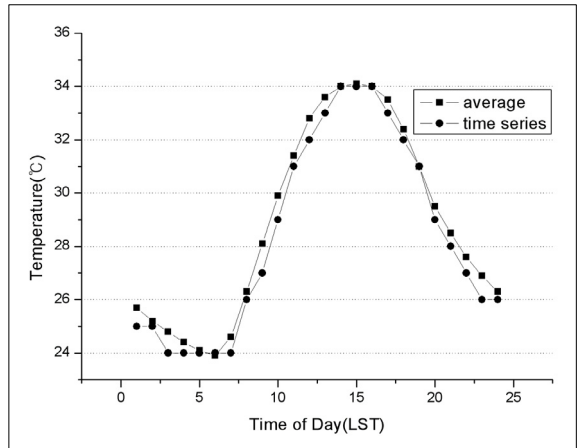
여기서 t : 시간

Y_t : 시간 t 에서의 온도값

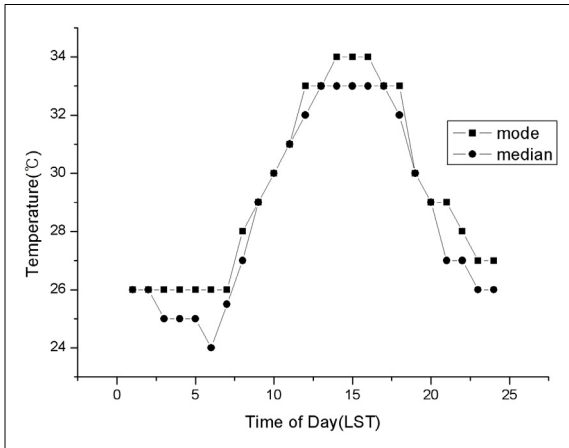
일주기와 길이가 같은 중심화된 이동 평균을 사용하여 데이터를 평활한 후 이동 평균을 데이터에서 빼서 원시 주기값을 구하고 일주기의 해당 기간에 대해 원시 계절 값의 중위수를 결정하고, 원시 주기값의 중위수를 조정하여 평균이 0이 되도록 한다. 조정된 중위수는 일주기 인덱스를 구성하며 일주기 인덱스를 사용하여 데이터를 주기 조정하고 최소 제곱법을 사용하여 주기 조정된 데이터에 추세선을 적합시킨다. 마지막으로 선형 회귀선에 일주기 인덱스를 더한 값으로 예측값을 계산한다.



[그림 1] 대구 8월 온도 일주기(1)



[그림 2] 대구 8월 온도 일주기(2)



[그림 3] 포항 8월 온도 일주기

그림 2에서 시계열 예측값(MAPE : 9.4, MAD : 2.6, MSD : 13.4)과 평균값으로 구한 1% 발생빈도값이 관련된 일주기는 최고 온도가 34°C로 1% 발생빈도값인 35°C에 미치지 못했다.

이로써 최빈값이나 중간값으로 구한 일주기가 1% 발생빈도값이 관련된 일주기로 적절하다고 보여지지만 그림 3(포항 8월, 1% 빈도값 34°C)과 같이 일부

지역(8월 : 4개 지역, 1월 : 8개 지역)에서 중간값으로 구한 일주기의 최고온도가 1% 발생빈도값에 미달하거나 초과하는 경우가 발생했다. 최빈값으로 구한 일주기의 최고온도는 전 지역에서 1% 발생빈도값에 도달하는 일주기를 나타냈다.

다. 추천 환경시험 온도 일주기

1) 세계 지역과 한국

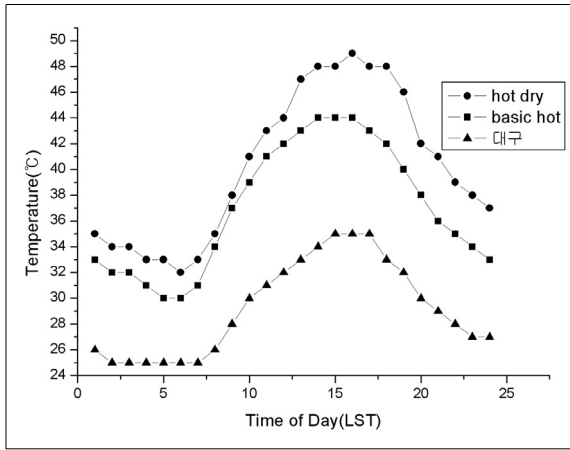
그림 4와 표 1에 환경시험 관련 규격^[3-6]에 분류되어 있는 'Hot' 기후범주의 'Hot Dry' 일주기, 한국이 속한 범주인 'Intermediate Zone' 기후범주의 'Basic Hot' 일주기와 2.나 절에서 도출한 한국의 대구지역 고온 1% 발생빈도값이 관련된 일주기를 나타내었다. 마찬가지로 그림 5와 표 2에 저온 1% 발생빈도값이 관련된 일주기에 해당하는 'Intermediate Zone' 기후범주의 'Basic Cold' 일주기, 'Cold' 기후범주의 'Cold' 일주기, 그리고 한국의 삼지연 저온 1% 발생빈도값이 관련된 일주기를 나타내었다. 삼지연은 1% 발생빈도값이 관련된 일주기와 더불어 완화된 저온을 위하여 추천되는 20% 발생빈도값^[3]을 포함하는 20% 발생빈도값이 관련된 일주기도 참고로 나타내었다.

[표 1] 기후 범주별 고온 일주기(°C)

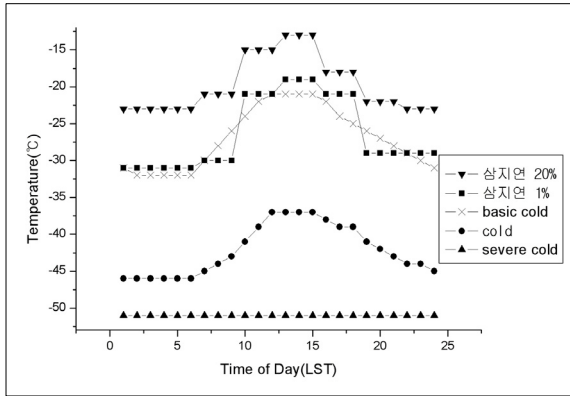
Time of Day		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
region	hot dry	35	34	34	33	33	32	33	35	38	41	43	44	47	48	48	49	48	48	46	42	41	39	38	37
	basic hot	33	32	32	31	30	30	31	34	37	39	41	42	43	44	44	44	43	42	40	38	36	35	34	33
	대구	26	25	25	25	25	25	25	26	28	30	31	32	33	34	35	35	35	35	33	32	30	29	28	27

[표 2] 기후 범주별 저온 일주기(°C)

Time of Day		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
region	삼지연 1%	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-30	-30	-30	-21	-21	-21	-19	-19	-19	-21	-21	-21	-29	-29	-29	-29	-29	-29
	삼지연 20%	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-21	-21	-21	-15	-15	-15	-13	-13	-13	-18	-18	-18	-22	-22	-22	-23	-23	-23
	basic cold	-31	-32	-32	-32	-32	-32	-30	-28	-26	-24	-22	-21	-21	-21	-21	-22	-24	-25	-26	-27	-28	-29	-30	-31
	cold	-46	-46	-46	-46	-46	-46	-45	-44	-43	-41	-39	-37	-37	-37	-37	-38	-39	-39	-41	-42	-43	-44	-44	-45
	severe cold	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51	-51



[그림 4] 기후 범주별 고온 일주기



[그림 5] 기후 범주별 저온 일주기

북한지역의 경우 3시간 단위 온도자료로 인해서 일주기도 3시간 단위의 값이 도출되어 삼지연 일주기는 단계형 일주기를 보여준다.

2) 한국 주요 지역

2.가 절에서와 같은 방법으로 한국의 58개 지역의 고온 1% 발생빈도값($T_{1\%}$)과 고온 발생빈도값이 관련된 일주기에서 극최소 온도(T_{dlow}), 마찬가지로 저온 1% 발생빈도값과 저온 발생빈도값이 관련된 일주기에서 극최대 온도(T_{dhigh})를 도출하여 표 3과 표 4에 나타내었으며 조치원과 매산리의 경우 저온 1% 발생빈도값에 도달한 일주기가 부족해 T_{dhigh} 를 도출할 수 없었다.

[표 3] 한국 각 지역 고온 $T_{1\%}$ 과 T_{dlow} (°C)

region	$T_{1\%}$	T_{dlow}	region	$T_{1\%}$	T_{dlow}
웅기	28.5	21	강릉	32.4	22
삼지연	25.2	14	서울 대방	33.1	22
청진	28.5	21	수리산	30.3	23
중강진	31.2	22	서울 신용산	32.6	25
혜산	30.6	17	원주	33.1	22
강계	31.8	20	수원	33.2	23
풍산	26.7	15	오산	32.6	24
성진	28.7	23	청원	33.0	22
수풍	31.9	22	중원	32.0	23
장진	26.3	16	망일산	30.6	23
의주	31.5	23	청주	33.2	22
구성	32.0	22	서산	32.0	23
회천	32.3	22	예천	33.3	23
함흥	31.6	21	계룡대	32.9	22
신포	28.7	22	포항	33.8	26
안주	31.2	22	군산	32.3	26
양덕	31.1	20	대구	34.9	25
원산	31.9	24	김해	32.8	24
평양	31.6	23	광주	34.1	24
남포	30.9	24	사천	33.0	22
장전	31.2	23	모슬포	30.9	25
사리원	31.9	24	대성산	24.6	18
신계	32.0	23	조치원	33.7	23
용현	30.6	22	거진	30.7	27
해주	31.5	23	백아도	29.6	24
개성	31.5	23	별립산	29.6	24
평강	30.2	22	연평도	30.5	24
상동	30.2	19	매산리	33.3	23
백령도	29.2	24	황병산	23.6	18

[표 4] 한국 각 지역 저온 $T_{1\%}$ 과 T_{dhigh} ($^{\circ}\text{C}$)

region	$T_{1\%}$	T_{dhigh}	region	$T_{1\%}$	T_{dhigh}
웅기	-16.1	-10	강릉	-10.0	-1
삼지연	-31.1	-20	서울 대방	-14.5	-1
청진	-14.6	-10	수리산	-14.8	-7
중강진	-28.9	-15	서울 신용산	-12.4	-5
혜산	-29.8	-14	원주	-17.9	-3
강계	-25.8	-13	수원	-14.5	0
풍산	-27.8	-10	오산	-14.7	-1
성진	-14.0	-4	청원	-13.5	-1
수풍	-20.5	-7	중원	-14.4	2
장진	-30.2	-15	망일산	-10.7	-5
의주	-17.7	-11	청주	-15.8	-1
구성	-19.4	-8	서산	-12.1	2
회천	-23.0	-10	예천	-13.3	2
함흥	-15.7	-4	계룡대	-14.8	0
신포	-13.9	-5	포항	-8.1	0
안주	-19.9	-9	군산	-8.4	0
양덕	-23.4	-5	대구	-10.4	3
원산	-12.1	-6	김해	-7.6	2
평양	-17.1	-4	광주	-9.0	3
남포	-13.9	-9	사천	-10.7	6
장전	-10.1	-2	모슬포	-1.3	2
사리원	-15.4	-7	대성산	-23.2	-15
신계	-18.7	-4	조치원	자료부족	
용현	-14.3	-5	거진	-11.1	-4
해주	-13.0	-7	백아도	-7.3	-4
개성	-14.7	-4	별립산	-14.6	-7
평양	-21.0	-8	연평도	-10.9	-4
상동	-21.2	-3	매산리	자료부족	
백령도	-9.6	-8	황병산	-22.3	-15

3. 1% 발생빈도값이 관련된 일주기의 1% 발생빈도값과 일최고(저)값 분석

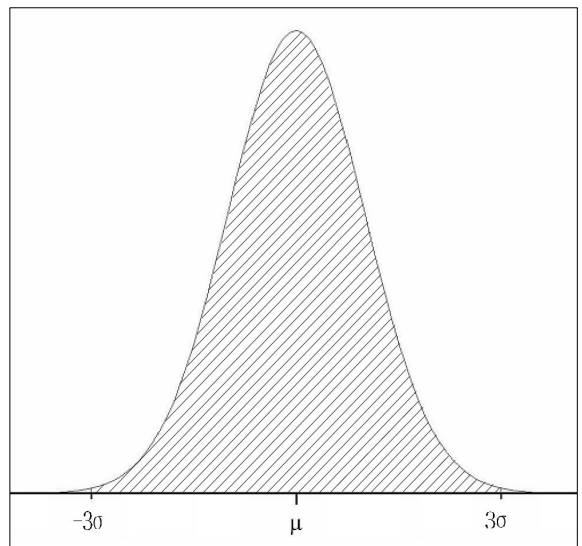
현실적으로 환경시험을 수행하려면 앞서 언급했듯이 적합화 과정을 거쳐야 하며 이 과정에서 온도시험의 경우 일주기 극최대값과 극최소값이 중요한 인자로 작용하기 때문에 발생빈도값이 관련된 일주기에서 핵심적인 값인 발생빈도값과 더불어 T_{dhigh} 와 T_{dlow} 도 일주기 환경시험을 위해 충분히 고려되어야 한다.

가. 3σ 빈도값^(1,2)

선행연구에서 고려했듯이 1% 발생빈도값은 온도 발생시간에 대한 분포(F(x), x : 온도)를 나타내는 식 (2)에 의해 분석이 가능하다^(1,2).

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (2)$$

1% 발생빈도값은 그림 6과 같이 식 (1)에서 99.74%에 해당하는 년 3σ 빈도값으로서 찾아질 수 있었다. 이 논의로 인해서 무기체계 온도규격 설정의 이론적 근거를 마련하였고, 시간자료가 없는 지역에 대한 1% 발생빈도값 도출 연구를 수행할 수 있었다.



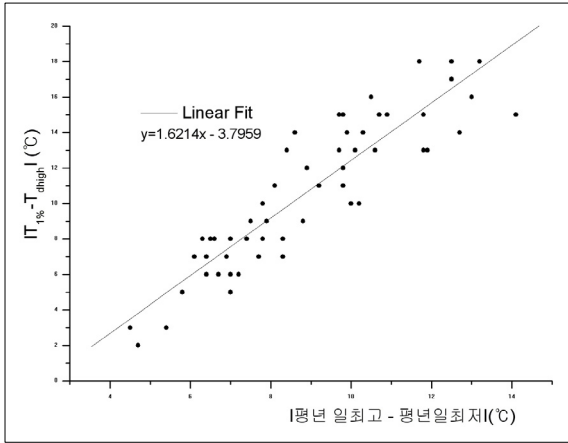
[그림 6] 3σ 빈도 면적

나. $|T_{1\%} - T_{dhigh}(T_{dlow})|$ 와 $|$ 평년 일최고-평년 일최저 $|$ 와의 상관관계

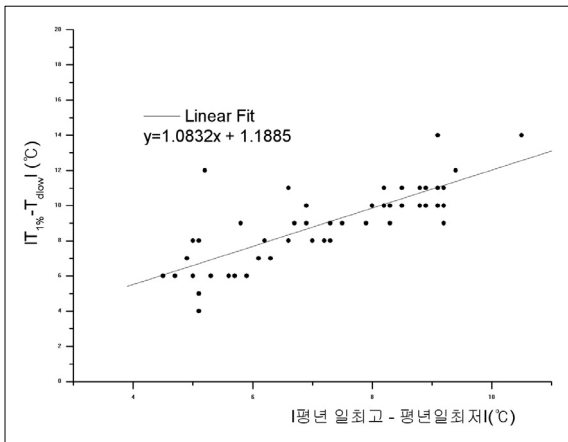
$T_{dhigh}(T_{dlow})$ 에 대한 3.가 항과 같은 통계적인 논의를 하기 이전에 그러한 검증 자체가 가능한 지를 먼저 살펴볼 필요가 있다.

58개 지역의 1% 발생빈도가 관련된 일주기에서 각각의 1% 발생빈도값과 $T_{dhigh}(T_{dlow})$ 의 차를 구하여 1월과 8월 극최대 평년값과 극최소 평년값의 차와의 상관관계를 조사해 보았다.

그림 7과 그림 8에 그 결과를 나타내었으며 $|T_{1\%}$



[그림 7] 1월 $|T_{1\%} - T_{dhigh}|$ 와 $|$ 평년 일최고-평년 일최저 $|$ 의 상관관계



[그림 8] 8월 $|T_{1\%} - T_{dlow}|$ 와 $|$ 평년 일최고-평년 일최저 $|$ 의 상관관계

$-T_{dhigh}(T_{dlow})|$ 와 $|$ 평년 일최고-평년 일최저 $|$ 간에 양의 상관관계가 있으며 이는 한시간 단위 값이 있는 남한(8월 $R^2 = 0.88$, 1월 $R^2 = 0.89$)에서는 더욱 뚜렷이 나타남을 알 수 있다.

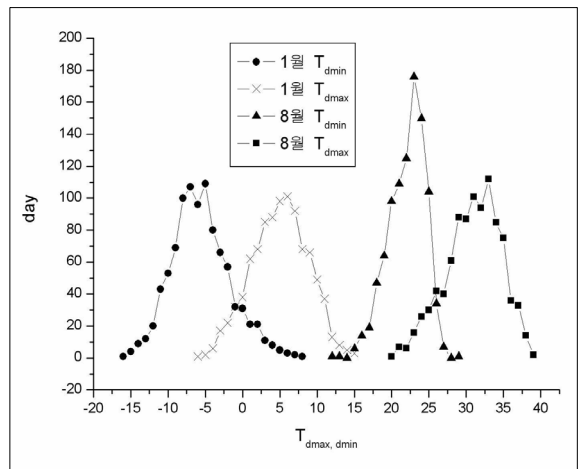
이것은 일교차가 큰 지역에서는 발생빈도값이 관련된 일주기의 일교차도 크다는 것이며 나아가 1% 빈도값을 이는 지역에서 일교차 평년값을 구하면 $|T_{1\%} - T_{dhigh}(T_{dlow})|$ 으로부터 $T_{dhigh}(T_{dlow})$ 를 예측할 수 있다는 것을 뜻한다. 그리고 이러한 사실은 식 (2)로 검토가 가능한 1% 빈도값과 연관된 $T_{dhigh}(T_{dlow})$ 도 통계적인 검토가 가능하다는 것을 시사한다.

다. 극최대(소)값의 발생일수 분포에서 단측 σ 값

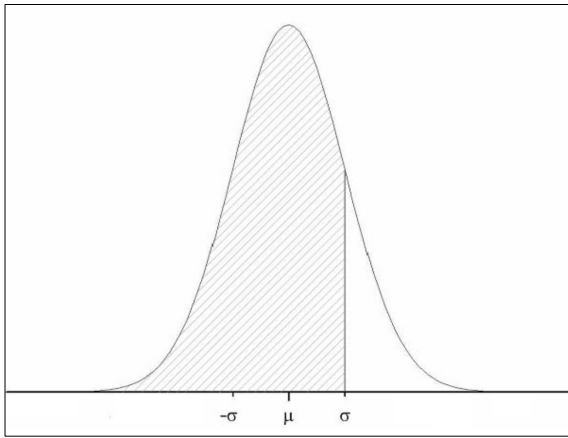
앞서 언급했듯이 극최대값(T_{dmax})의 발생일수와 극최소값(T_{dmin})의 발생일수 역시 가우스 분포를 갖는다. 이것은 그림 9에서 보여지며 이는 1% 빈도값이 년 3σ 빈도에서 뿐만 아니라 일최고 기온의 분포 함수에서 고려될 수 있다는 것을 의미한다.

$$x_{\sigma} = \mu_m + z_{\sigma} \cdot \sigma_m \tag{3}$$

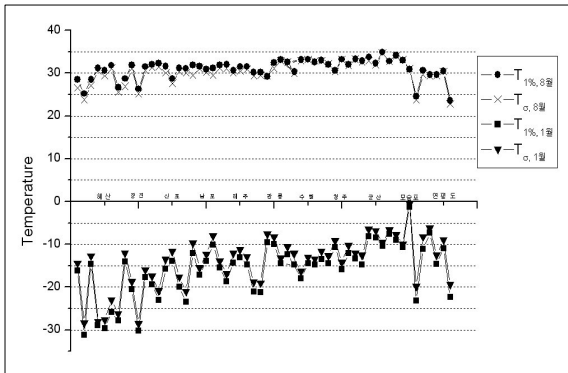
극최대(소)값의 발생일수 분포(F(x), x : 온도)를 나타내는 식 (2)에서 그림 10(저온의 경우 단측 $-\sigma$ 값)과 같이 약 84.1%(저온의 경우 15.9%)에 해당하



[그림 9] 대구지역 1월 및 8월의 일최고 기온과 일최저 기온의 분포



[그림 10] 단측 σ 값 면적(고은)



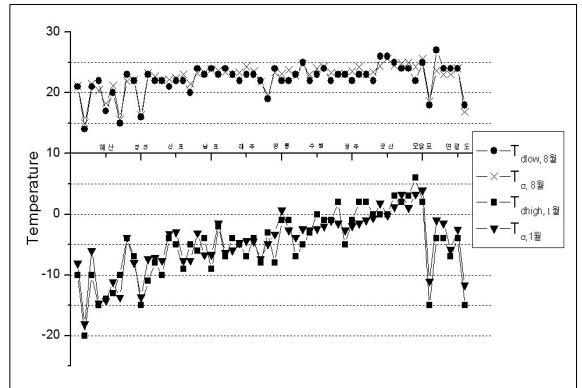
[그림 11] 1% 발생빈도값과 단측 σ 값 비교

는 $z_p = +1$ (저온의 경우 $z_p = -1$)을 식 (3)에 대입하여 ‘ $\mu \pm \sigma$ ’ 값을 구해 DB에 의한 1% 발생빈도값과 비교 분석해 보았다.

그림 11에 각 지역의 DB에서 산출한 1% 발생빈도값과 ‘ $\mu \pm \sigma$ ’ 값(T_σ)을 비교하였다.

T_σ 값은 8월의 경우 1% 발생빈도값보다 약 0.7°C (차의 표준편차 : 0.6) 낮게 처리되었고 1월의 경우 1% 발생빈도값보다 1.9°C (차의 표준편차 : 0.6) 높게 처리 되었다. 1월과 8월 모두에서 차의 표준편차는 0.6°C 로 매우 균일한 값을 나타내었다. 따라서 T_σ 값에 차를 보정하여 사용하여도 큰 문제가 없다고 보여진다.

또한 이것은 평균기온이 가장 높은(낮은) 달 일정한 비율로 발생하는 온도가 극최대(소) 온도 그룹에서



[그림 12] $T_{dhigh}(T_{dlow})$ 와 T_σ 비교

일정한 비율로 발생하는 온도와 상관관계가 있다는 것을 뜻하며 일주기에서 최대(소) 온도가 지역에 상관없이 일정한 비율로 발생한다는 것을 뜻한다.

그림 12에 각 지역의 DB에서 산출한 $T_{dhigh}(T_{dlow})$ 과 ‘ $\mu \pm \sigma$ ’로 산출한 값(T_σ)을 비교하였다.

8월 주기에서는 T_σ 값이 평균 0.3°C (차의 표준편차 : 1.0) 높게 1월 주기에서는 0.5°C (차의 표준편차 : 2.1) 높게 처리되어 DB로부터 산출한 $T_{dhigh}(T_{dlow})$ 값과 T_σ 값이 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다.

상기 분석 결과로부터 가혹월의 극최대(소) 기온만 알 수 있다면 1% 발생빈도값을 직관적으로 산출할 수 있고 $T_{dhigh}(T_{dlow})$ 값도 간접적으로 파악할 수 있다는 것을 알 수 있다.

4. 맺음말

본 연구는 한국 58개 지역을 대상으로 무기체계 환경시험설계에 있어 필수적인 1% 발생빈도값을 먼저 도출하였고 그 결과를 기초로 발생빈도값이 관련된 일주기를 도출하였다. 그리고 일주기에서 중요한 요소 두 가지는 일최고값과 일최저값이므로, 발생빈도값이 관련된 일주기에서도 1% 발생빈도값과 극최대(소)값이 중요한 요소들이다. 따라서 각 지역의 일주기를 도출할 수 없는 경우에 1% 발생빈도값과 극최대(소)값을 도출할 필요성이 제기되며 이에 대한 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 고온의 경우 대구지역의 일주기(+25℃ ~ +35℃)를 사용하도록 추천하며 저온의 경우 삼지연 지역의 일주기(-19℃ ~ -31℃)를 사용하도록 추천한다.
- (2) 1% 발생빈도값과 극최대(소)값의 발생일수 분포에서 단측 $\pm\sigma$ 값에 해당하는 온도값이 높은 상관관계를 보이며 이에 따라 단측 $\pm\sigma$ 값에 해당하는 온도값에 일정한 값(8월 : +0.7℃, 1월 : -1.9℃)을 보정하여 사용하도록 제안한다.
- (3) 발생빈도값이 관련된 일주기에서의 극최대(소)값과, 극최대(소)값의 발생일수 분포에서 단측 $\pm\sigma$ 값에 해당하는 온도값은 다소 낮은 상관관계를 보였다. 그러나 환경시험 일주기에서 1% 발생빈도값에 비하여 일최고(저)값은 어느 정도 오차가 허용 가능하므로 환경시험 일주기에서의 극최대(소)값으로 극최대(소)값의 발생일수 분포에서 단측 $\pm\sigma$ 값을 사용하여도 문제가 없으리라 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 김인수, 강치우, “무기체계 운용온도 설정 연구”, 한국군사과학기술학회 '99 추계학술대회, 1999. 11. 5.
- [2] 김인수, 강치우, “온도규격 설정을 위한 동아시아 온도 분석연구”, 한국군사과학기술학회 제5권 제3호 pp. 12~13.
- [3] MIL-STD-210C, Climatic information to determine design and test requirements for military system and equipment, pp. 2~7, 9 Jan. 1987.
- [4] MIL-STD-810F, Environmental engineering considerations and laboratory tests, part II 501.4, 502.4, 505.4, 14 July 1989.
- [5] AR 70-38, Research, development, test and evaluation of materiel for extreme climatic conditions, 1 Aug. 1979.
- [6] STANAG 2895 Extreme climatic conditions and derived conditions for use in defining design/test criteria for NATO forces materiel, 15. Feb. 1990.