

OA5) 한국형 폭염특보기준에 대한 일최고기온과 열지수의 비교에 관한 연구

박종길, 정우식¹, 김백조², 최병철², 김은별¹, 송정희¹, 이정은³
인제대학교 환경공학부/대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터,
¹인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터
²국립기상연구소, ³인제대학교 환경공학부

1. 서 론

최근 지구온난화와 도시화 현상으로 지구촌 곳곳에서 폭염으로 인한 인명피해 사례가 빈발하고 있으며, 이러한 폭염은 기후변화와 더불어 발생빈도와 지속시간이 계속 증가하고 그 강도도 심화될 것으로 예상된다(Meehl and Tebaldi, 2004).

우리나라에서는 1994년 여름철 폭염으로 인해 일 최고 180명의 사망자를 기록하였으며, 약80명/일(1945.7.25)의 초과 사망자가 발생하였다(Park and Lee, 2006). 2004년에도 열대야가 10일 이상 지속되었으며, 매년 무더위로 사망하는 사람이 발생함에 따라 언론과 국민들이 무더위에 대한 관심이 고조되고 있다.

선진 외국의 경우 고온 다습한 환경에 오랫동안 노출되는 열파(Heat wave)에 신속하고 효과적으로 대응하고 일반 국민에게 신속한 정보를 제공하기 위해, 미국은 열지수(HI, Heat Index)를 이용하여 전국적으로 4단계 (Caution, Extreme caution, Danger, Extreme danger), 일본 5단계(안전, 주의, 경계, 엄중경계, 운동금지), 영국은 4단계(Awareness, Alert, Heatwave, Emergency)로 폭염특보를 시행하고 있다.

지구온난화로 인한 고온현상의 발생빈도가 점차 증가할 것으로 예상되는 바, 우리나라도 폭염에 의해 영향을 받는 산업경제 활동에 대한 지원 및 국민 삶의 웰빙(Well-being) 사회 실현을 위해서 뿐만 아니라, 폭염에 취약한 노인과 초고령자의 취약집단을 위한 방안으로 우리나라 기후에 맞는 폭염특보시행이 필요하게 되었다. 이에 우리나라 중 가장 많은 인구가 살고 있는 서울시를 대상으로 일최고기온과 일최고열지수를 고려하여 폭염특보를 운영할 수 있는 기준 및 발령단계가 Fig.1과 같이 제안되었다. 그러나 본 기준은 서울을 대상으로 제안되어진 기준으로써 전국적으로 적용하는 것에 대한 타당성 검증이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 제안된 폭염특보기준 및 발령단계(이후 한국형 폭염특보기준)가 1991~2004년의 14년 동안 한반도에 발생한 폭염을 전반적으로 잘 나타내고 있는지에 대하여 현 기상청에서 사용하고 있는 열지수(Heat Index, HI)와 비교·검증해보고자 한다.

2. 자료 및 방법

한국형 폭염특보기준이 한반도에 발생한 폭염을 전반적으로 잘 나타내고 있는지에 대해

여 검증하기 위한 자료는 1991년부터 2004년까지의 기간 동안의 전 지상 기상 관측지점자료 중 기온과 습도자료를 이용하였다.

한국형 폭염특보기준과 현재 기상청에서 사용하고 있는 열지수(HI, Table 1)를 비교하여, 한국형 폭염특보기준이 우리나라를 대표할 수 있는지에 대하여 검토해 보고자한다.

현재 기상청에서 폭염예보에 사용하고 있는 열지수(HI)는 현재 미국에서 사용되고 있는 폭염지수로서 다음과 같은 식을 가진다.

$$HI(^{\circ}F) = -42.379 + 2.04901523 \times T + 10.14333127 \times RH - 0.22475541 \times T \times RH - 6.83783 \times 10^{-3} \times T^2 - 5.481717 \times 10^{-2} \times RH^2 + 1.22874 \times 10^{-3} \times T^2 \times RH + 8.5282 \times 10^{-4} \times T \times RH^2 - 1.99 \times 10^{-6} \times T^2 \times RH^2$$

HI는 열지수($^{\circ}F$)이고, T는 기온($^{\circ}F$), RH는 상대습도(%)이다.

열지수는 기온 27 $^{\circ}C$, 상대습도 40% 이상인 경우에만 적용가능하게 개발되었으므로 반드시 이 조건에 해당하는 경우에만 사용해야 한다.

한국형 폭염특보기준(기상청, 2006)은 일최고온도와 일최고열지수에 따라 주의, 매우주의, 위험, 매우위험 등으로 구분되었는데, 한국형 폭염특보기준은 일최고온도와 열지수를 함께 고려하고, 기온 외에 습도의 영향을 함께 고려하고자 하였다.

14년 동안의 전 지상 기상 관측지점자료에서, 일최고 열지수를 구하기 위해서는 기온과 상대습도의 조건을 만족하는 자료를 추출한 뒤, 일최고온도와 일최고열지수가 각 기준값을 초과하는 발생빈도를 지점별로 추출하였다.

열지수(HI) 기준은 열지수 값에 따라 주의, 매우주의, 위험, 매우위험 등으로 구분된다 (Table 1). 열지수기준은 현재 기상청에서 열지수 산출시 사용되고 있다. 이를 한국형 폭염 특보기준과 비교하기 위해, 14년 동안의 전 지상 기상 관측지점별로, 발생된 모든 열지수 중 열지수 기준 초과 빈도수와 일최고열지수 중 열지수 기준 초과빈도수를 추출하였다.

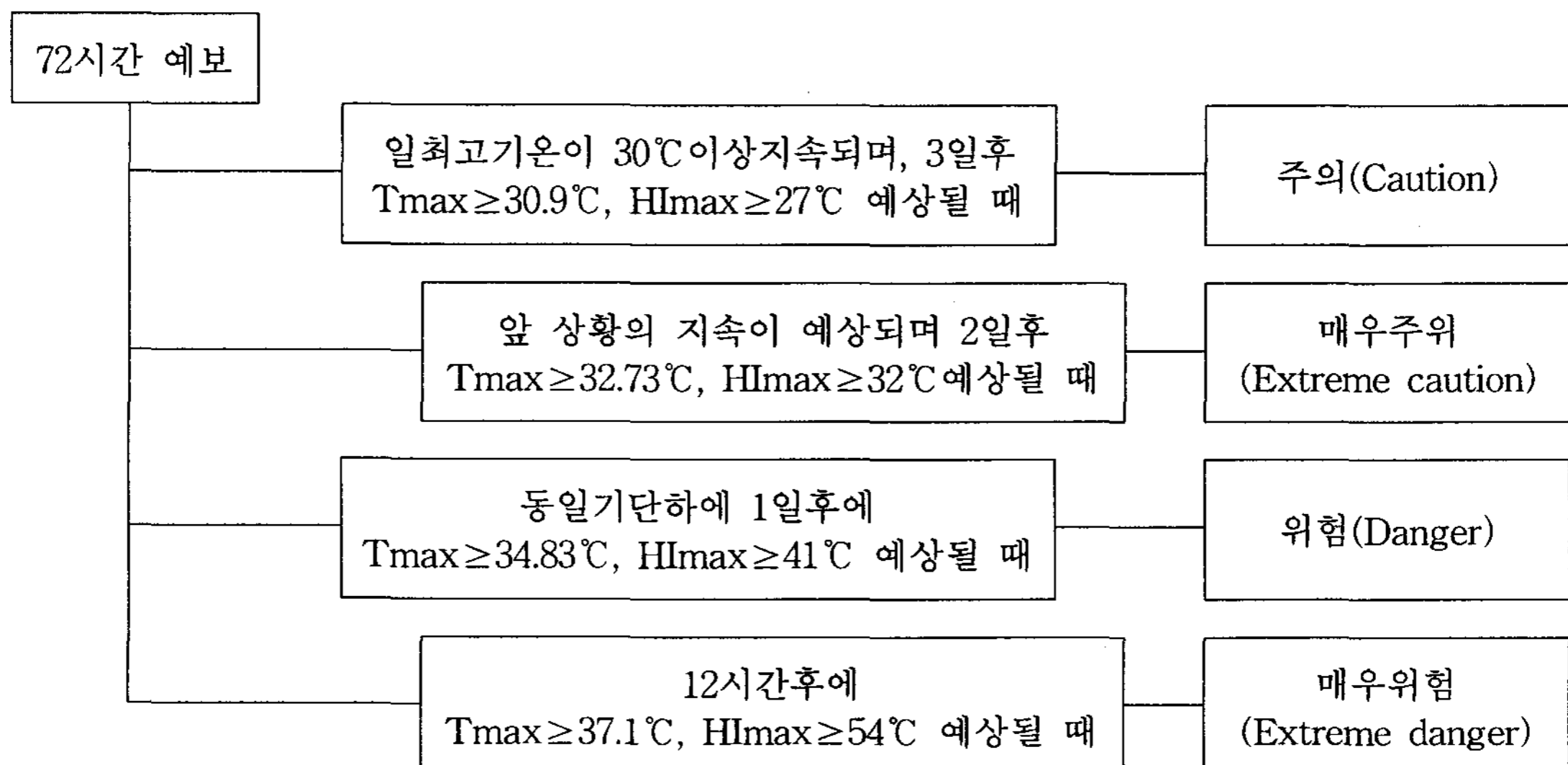


Fig. 1. Flowchart of step of the Korean Extreme heat warning system.

Table 1. The step of the Heat Index(HI)

Categofies	Heat Index(°C)
Caution	27.0 ~ 32.2
Extreme caution	32.2 ~ 40.6
Danger	40.6 ~ 54.5
Extreme danger	Over 54.5

3. 결과 및 고찰

14년의 기간 동안, 일최고기준과 일최고열지수의 각 기준값을 초과하는 빈도수(Case 1), 한반도에 발생한 열지수 중 열지수 기준을 초과한 빈도수(Case 2), 일최고열지수 중 열지수 기준을 초과한 빈도수(Case 3)를 비교 검토한 결과 다음과 같았다(Table 2).

Table 2. 각 기준에 대한 비교

	Case 1				Case 2				Case 3			
	주의	매우 주의	위험	매우 위험	주의	매우 주의	위험	매우 위험	주의	매우 주의	위험	매우 위험
기준 초과 발생지점수	78	74	59	·	79	79	72	1	79	79	72	1
초과발생 빈도범위	4-236	1-155	1-26	·	71-1833	6-1948	1-109	1	26-606	6-499	1-101	1
초과발생 빈도의 중앙값	140	55.5	4	·	1076	705	21	1	432	332	17	1

14년의 기간 동안 한반도에서 각 기준을 초과하는 빈도수가 발생한 지점들의 위치가 거의 비슷하게 나타났지만, 각 기준들의 발생 빈도는 크게 차이가 났다.

3.1. Case 1과 Case 2의 비교

Case 2 기준은 열지수가 발생한 시간별 값을 산출해낸 결과이므로, 하루에 열지수가 두 번 이상 발생한 경우, 빈도수가 두 번 이상으로 표출되므로 하루에 한 번씩의 빈도수를 나타내는 Case 1 기준과 비교하는 것은 어려움이 있다. 그러나 시간별 열지수 값을 보는 것은 한반도에 어떠한 패턴으로 열지수가 분포하고 있는지를 보기 위한 좋은 방편으로 사료된다.

3.2. Case 1과 Case 3의 비교

폭염발생의 기준은, 폭염이 일어났을 때, 예보가 정확히 발령되는 것도 중요하지만, 폭염이 일어나지 않았을 때에도 정확한 예보가 필요하다. 폭염이 일어나지 않을 때도 정확한 예보가 되어야만 국민들의 신뢰를 얻을 수 있기에 발생빈도수의 중요성은 매우 크다. 같은 조건인 Case 1 기준과 Case 3 기준을 비교한 결과, Case 1 기준이 Case 3 기준에 비해서 거의 절반 수준의 초과 발생 빈도 범위를 나타내고 있음을 알 수 있다.

발생지점의 위치에는 거의 차이를 보이고 있진 않지만 발생빈도수에서는 두 배 가량의

큰 차이를 보이고 있으므로, 추후 14년 동안의 지점별 초과사망자의 빈도수와 그에 따른 연구가 더 필요하다.

4. 요약

한반도에 발생한 폭염을 전반적으로 잘 나타내고 있는지에 대하여 제안된 한국형 폭염특보기준과 현재 기상청에서 사용하고 있는 열지수(Heat Index, HI)를 비교·검토한 결과, 같은 조건인 Case 1 기준과 Case 3 기준을 비교한 결과, Case 1 기준이 Case 3 기준에 비해서 거의 절반 수준의 초과 발생 빈도 범위를 나타내고 있음을 알 수 있다.

발생지점의 위치에는 거의 차이를 보이고 있진 않지만 발생빈도수에서는 두 배 가량의 큰 차이를 보이고 있으므로, 추후 14년 동안의 지점별 초과사망자의 빈도수와 그에 따른 연구가 더 필요하다.

감사의 글

이 연구는 국립기상연구소의 주요사업 “생명기상기술개발연구(Ⅱ)”의 학술용역사업인 “폭염특보에 관한 연구(Ⅱ)”의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- Meehl, G. and C. Tebaldi, 2004, More intense, more frequent and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*,
- Park, J. K. and D. G. Lee, 2006, Correlation between daily mortality and temperature of Seoul, in Summer, *Proceedings of the 99th Annual Meeting of AWMA, New Orleans, LA. Paper No. 06-A384-AWMA.*
- Thornbrugh, C., 2001, Are America's Cities Ready for Hot Times Ahead? *SOARS Program protege.*
- 김은별, 2007, 고온현상과 대기오염물질이 일사망자수에 미치는 영향, 인제대학교 대학원 석사학위논문
- 기상청, 2006, 폭염특보에 관한 연구(I), 인제대학교 대기환경정보연구센터, 기상청 예보국 예보정책과