PD1) 추정된 흑구온도를 이용한 WBGT의 적용에 관한 연구

A Study on Application of WBGT by Calculated Globe Temperature

박종길 · 정우식[1] · 김은별[1]
인제대학교 환경공학부/대기환경정보연구센터,
[1]인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터

1. 서 론

전 세계적으로 지구온난화로 인해서 지역의 기온이 증가할 뿐만 아니라 점차 기후가 변화하고 있다. 한반도도 1990년부터 제주도와 남해안 일부지역에서 아열대 기후화가 발생하였고, 이러한 지역은 그 범위가 점차 확대될 것으로 예상된다(김신호, 2007). 남부지역을 중심으로 아열대화가 진행됨에 따라 여름철 기온도 함께 증가하고 이로 인한 폭염발생과 그 피해정도도 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 폭염이 발생하였을 때 인체가 받게 되는 영향을 평가할 수 있는 기준마련과 그에 대한 연구가 시급하다.

여름철 고온 환경을 평가하기 위해서는 어느 한 요소만을 고려한 단일지표가 아닌 여러 요소들을 고려한 종합적인 지표를 사용하는 것이 바람직하다(백용규, 2005). 국외의 경우 여름철 폭염에 대한 정보를 제공하기 위해서 최고기온 및 습도 등의 기상요소를 이용한 습구흑구온도(Wet Bulb Globe Temperature, 이하 WBGT), 열지수(Heat Index, 이하 HI) 등을 활용하고 있다(박종길 등, 2008). 특히 흑구온도는 인체에 대한 열부하의 크기를 대표하는 값으로 널리 쓰이고 있으며(후지노 다케시 등, 2005), 현재까지 공식적으로 널리 활용되며 가장 신뢰할만한 지표는 흑구온도로부터 산출되는 WBGT 지수이다(한명덕, 2001).

현재 우리나라에서는 고온에 의한 인체 영향을 평가할 때 기온이나 HI를 사용하며, 기상청에서 폭염특보를 제공할 때 일최고기온과 일최고HI를 통해 그 기준을 설정하고 있다. 고온 환경을 평가할 때 국내에서 HI를 적용하는 것은 HI가 우리나라의 기후 등의 조건에 적합하다는 연구에 의한 것이 아니라, WBGT를 산출할 때 필요한 흑구온도를 현재 측정하지 않기 때문이다. 뿐만 아니라 흑구온도를 측정하더라도 군사목적이나 특정 연구 목적에 의한 것으로 전국적으로 적용하여 연구하기는 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 흑구온도의 제한성을 극복하고자, 현재 도심지 환경을 대상으로 개발된 흑구온도 추정식을 통해서 흑구온도를 추정하고 이를 이용하여 WBGT값을 산출하고자 한다. 이렇게 산출된 WBGT값을 이용하여 실제 국내에서 폭염으로 인해 인명피해가 발생하였다고 제시되고 있는 1994년 폭염발생일의 사망자수와 WBGT의 관련성을 분석하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서 WBGT를 계산하기 위해 사용한 흑구온도(Globe Temperature, 이하 Tg)의 추정식은 김석철(2008)에 의해서 제안된 식으로 하계 도심지 환경을 고려하여 개발되었다. 연구결과에서는 1시간 자료를 사용하는 경우와 1분 자료를 사용하는 경우, 그리고 하계 전체를 대상으로 하는 경우과 폭염가능일만을 대상으로 하는 경우로 구분하여 총 4개의 식을 제시하고 있다. 그러나 본 연구에서는 1994년에 폭염발생일을 대상으로 분석을 실시하므로 폭염가능일만을 대상으로 하는 경우와 기상청에서 제공하는 기상자료가 1시간 간격으로 제공되고 있으므로 1시간 자료를 사용하는 경우에 해당되는 식(1)을 선택하였다.

$$Tg = 5.3489 + 0.0181Ta^2 + 0.4145Ta - 0.0004Rh^2 + 0.0048Rh - 0.4815Ws^2 + 1.1646Ws - 0.3823Ins^2 + 2.6617Ins \quad (1)$$

여기에서 Tg는 흑구온도, Ta는 기온, Rh는 상대습도이고, Ws는 풍속, Ins는 일사량이다.

WBGT는 Yaglou and Minard(1957)가 제안한 것으로 태양복사열의 영향을 받는 실외환경평가에 사용하는 개념으로 고안된 것으로 인체가 느끼는 감각적 온도를 구체적인 수치로 표현한 것으로 실외에서

인간 활동에 대한 판단기준으로 체육분야, 군사훈련분야, 노동 분야에서 주로 사용되는 기준식으로 식 (2)와 같이 일사를 고려한 경우와 그렇지 않은 경우로 구분된다.

실외에서 일사가 있는 경우

$$WBGT = 0.7\ NWB + 0.2\ GT + 0.1\ NDB \quad (2)$$

실내에서 일사가 없는 경우

$$WBGT = 0.7\ NWB + 0.3\ GT$$

여기에서 NDB는 자연 대기에 노출된 건구온도이며, GT는 흑구온도, NWB는 복사열을 막아 자연 대기에 노출된 습구온도이다.

3. 결과 및 고찰

1994년 폭염발생시 서울지역의 기온과 흑구온도 WBGT의 시계열을 살펴본 결과 가장 많은 인명피해가 발생한 7월 25일 전 2일전부터 세요소 모두 증가하고 있으며, 특히 흑구온도의 경우 증가폭이 다른 요소에 비해 크게 나타나고 있음을 5℃ 정도 크게 나타났다. WBGT의 위험단계구분에 의해서도 폭염발생피해가 많이 발생했던 날은 5단계 이상의 높은 수치를 나타내고, 그 외의 폭염발생일에 대해서는 4단계를 나타내어 WBGT를 이용하여 인체가 받게되는 영향에 대해 평가하는 것이 적절하다고 판단된다.

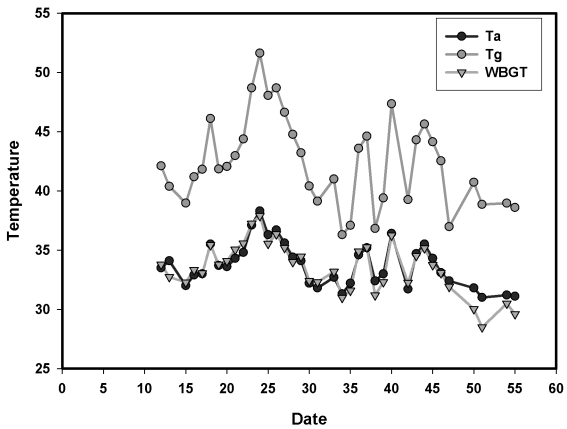

Fig. 1. Diurnal temperature of air glove and WBGT in Seoul(1994, Extreme heat day).

사 사

본 연구는 국립기상연구소 "신 생활산업 기상기술 개발"과제의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

김신호 (2007) 한반도 아열대 기후화가 강수변화 특성에 미치는 영향, 인제대학교 대학원 석사학위논문.

김석철 (2008) 하계 도심지에서의 흑구온도 특징과 활용방안에 관한 연구, 인제대학교 대학원 석사학위논문.

박종길, 정우식, 김은별 (2008) 폭염발생 기준 설정에 관한 연구, 한국환경과학회지, 17(6), 657-669.

박종길, 정우식, 김석철, 박길운 (2008) 하계에 도심지에서 관측된 흑구온도의 특성 분석, 한국환경과학회지, 17(7), 71-82.

한명덕 (2001) WBGT 온도지수 적용에 대하여, 육군3사관학교 논문집, 52, 297-311.

후지노 다케시, 가시마 히로오, 스가누마 다다쓰구, 쓰지이 쓰요시 (2005) 보수성 포장의 테마파크에의 적용과 열부하 경감 효과, 도로교통, 101, 124-131.