

## OA2) 체감온도지수 검증을 위한 한반도의 기후 특성 분석 및 지수 검토

박종길, 김병수<sup>1</sup>, 윤숙희<sup>2</sup>, 이종태<sup>3</sup>, 류상범<sup>4</sup>, 정우식, 김정식<sup>4</sup>,  
 박길운\*, 김은별, 이대근, 백종호, 김석철, 성상민  
 인제대학교 대기환경정보연구센터/대기환경정보공학과  
<sup>1</sup>데이터 정보학과, <sup>2</sup>간호학과, <sup>3</sup>예방의학과, <sup>4</sup>기상연구소

### 1. 서 론

현재 기상청에서는 한기와 바람에 노출된 피부로부터 빼앗기는 열 손실율을 추정하여 느끼는 추운 정도를 나타내는 지수인 Wind Chill Temperature(WCT) Index를 제공하고 있지만 이는 미국과 캐나다에서 사용하고 있는 것을 한국인과 같은 동양인에 대한 아무런 검토 없이 그대로 사용하고 있어 그 실효성에 의문이 간다. 또한 온도와 풍속에 의해 구해지는 지수를 Table 1과 같이 제시하고 있으나 각 체감온도 범위구간의 간격이 너무 크고 한반도의 경우 -50정도가 되는 체감온도의 빈도수가 매우 적은 것을 고려한다면 이러한 체감온도의 범위구간은 재조정 되어야 할 것이다.

Table 1. 체감온도에 따른 가능증상과 대처요령

구분	체감온도	가능증상	대처요령
낮음	10℃ ~ -10℃	추위를 느끼는 불편함 증가	긴 옷이나 따뜻한 옷을 착용
보통	-10℃ ~ -25℃	노출된 피부에 매우 찬 기운이 느껴짐	방풍 기능이 있는 겹옷이나 따뜻한 옷을 착용 모자, 병어리장갑, 스카프 착용
		보호 장구 없이 장기간 노출되면 저체온에 빠질 위험이 있음	
추움	-25℃ ~ -45℃	10~15분 이내 동상 위험이 있음	방풍 기능이 있는 겹옷이나 따뜻한 겹옷 착용 노출된 모든 피부를 덮고, 모자, 병어리장갑, 스카프, 목도리 마스크 착용 피부가 바람에 직접 노출되지 않도록 함
		보호 장구 없이 장기간 노출시 저체온에 빠질 위험이 큼	
주의	-45℃ ~ -59℃	노출된 피부는 몇 분 내에 얼게 됨	방풍 보온 기능이 있는 매우 따뜻한 겹옷을 착용 노출된 모든 피부를 덮고, 모자 병어리장갑, 스카프, 목도리, 마스크 착용 야외활동은 짧게 하거나 취소함
		야외활동 시 저체온 위험이 매우 큼	
위험	-60℃ 이하	야외 환경은 생명에 매우 위험함 노출된 피부는 2분내 동상	실내에 머무름

따라서 본 연구에서는 우리나라의 기후특성분석을 통하여 현재 기상청에서 제시하고 있는 체감온도지수(WCT Index)의 적용범위를 알아보고 아울러 현재까지 제시되고 있는 체감온도지수의 민감도 분석을 통해 각 지수에 따른 체감온도 결정 요소를 분석하여 향후 반드시 이루어져야할 한국형 체감 온도 지수(Korean Wind Chill Temperature (KWCT) Index)에 대한 기본 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 자료 및 방법

본 연구에서는 최근 한반도의 기후특성 분석을 위하여 기상청 제공 기상대 전 지점 자료와 AWS 전 지점 자료 중에서 체감온도 지수에 영향을 미치는 변수인 온도, 복사온도에 해당되는 지상부근의 기온과 기류를 나타내는 풍속 그리고 상대습도 등의 기상요소를 사용하여 1993년부터 2003년까지 사용하였다. 여기에 사용된 기상대 자료 중 기온과 상대습도 자료는 3시간 간격, 풍속자료는 1시간 간격의 자료를 사용하였으며, AWS자료는 기온, 풍속 그리고 습도 모두 1시간 자료를 사용하였다. 각 자료를 이용하기에 앞서 결측치에 해당되는 부분과 너무 높거나 낮은 이상치는 제거한 후 분석을 실시하였다.

지금까지 제시되고 있는 체감온도지수 검토를 위해서 사용한 식은 다음과 같다. 먼저 미국과 캐나다를 위시하여 우리나라에서도 사용하고 있는 JAG/TI (2001) 식은 다음과 같다.

$$Tw = 13.127 + 0.6215T - 13.947V^{0.16} + 0.486TV^{0.16}$$

where Tw = wind chill(°C)  
V = wind velocity in ms<sup>-1</sup>  
T = temperature in °C

이 모델과 함께 검토될 Missenard 모델(1957)의 식은 다음과 같고

$$S.T. = 37 - \frac{37 - t}{0.68 - 0.0014H + \frac{1}{1.76 + 1.4V^{0.75}}} - 0.29t(1 - \frac{H}{100})$$

where S.T. : 체감온도(°C)  
t : 기 온(°C)  
H : 상대습도(%)  
V : 풍 속(m/s)

모델 검토를 위해서 JAG/TI모델의 경우에는 풍속과 기온 두 가지 변수 한 가지를 고정하고 다른 변수를 변화시키면서 체감온도 지수를 살펴보았으며 Missenard 모델의 경우에는 기온, 풍속 그리고 습도의 변수 중 두 가지 변수를 고정시키고 다른 한 변수를 변화시키면서 체감온도 지수의 변화 경향을 살펴보았다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 한반도의 기후특성분석

한반도의 전체 기후자료를 분석해 본 결과 기온의 경우 전국적으로 고른 분포를 보이며 평균기온의 범위는 0.03~18.58℃를 보였으며 WCT Index 설정 시 경계값으로 제시될 수 있는 최저기온은 중부지방의 동해안 일대에서 낮은 분포를 보이며 범위는 -33.4~4℃를 나타내었다. 또한 최저기온의 경우는 전체 525개 분석 지점 중 8개의 지점을 제외하고는 모두 1월에 최저기온을 보이고 있다.

풍속의 경우 평균 풍속의 범위가 0.19~7.03m/s로 나타났으며 최대 풍속의 범위는 1.2 ~ 60.1m/s이다. 풍속의 경우에는 최대 풍속이 발생하는 원인이 7,8,9월에 집중된 태풍에 의한 것일 수도 있으므로 동계기간(1,2,12월)중의 최대 풍속을 살펴보면 1월이 12.05m/s, 2월이 12.2m/s이고 12월이 11.27m/s으로 나타나 각 월에 따라 큰 차이가 없는 것을 나타냈다.

따라서 위의 분석을 바탕으로 연중 최저기온이 나타나고 풍속이 강한 1월의 기후경향 중에서도 분석에 직접적으로 이용될 최대 풍속과 최저 기온의 분포를 살펴보게 되면 최대 풍속의 경우 그 범위가 0~32 m/s로 나타나고 전 기간과 동일하게 중부의 동해지역에서 높은 값이 나타나고 있다. 또한 최저기온은 그 범위가 -33.3~-2.3℃로 나타나며 그 지역적 분포 경향은 전 기간의 최저기온 경향과 유사하게 나타난다.

위에서 나타난 결과를 바탕으로 1월의 최대 풍속과 최저 기온을 기상청에 제공하고 있는 WCT Index에 적용해 보면 그 경향은 Fig.1과 같고 범위는 -51.67~-11.22℃를 나타내고 최대풍속과 최저기온이 주로 분포한 중부의 동해지역에서 낮은 값을 보이고 있다.

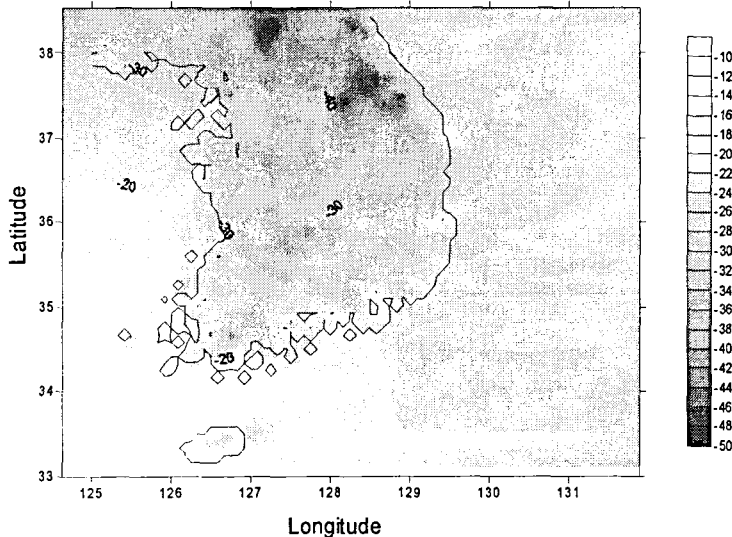


Fig. 1. Regional distribution of WCT(°C) for January(1993-2003).

현재까지는 주로 전체적인 기후의 경향만을 살펴보았지만 추후에는 대도시, 해안, 내륙 그리고 산간지역으로 지역을 분류하여 각 지역을 대표할 수 있는 지점을 대상으로 월별이

나 기상요소별로 좀더 세밀한 연구를 지속 시킬 것이다. 또한 실제 기상자료를 지금까지 개발된 몇 가지 모델에 적용하여 보다 실제 기상에 근접한 모델을 살펴볼 것이다.

### 3.2. 모델의 검토

JAG/TI 모델의 경우 각 기온 대(영하 25.0℃에서 영상 5℃까지 5℃간격으로 설정)에 따라 풍속을 변화시킨 결과 각 기온에 따른 체감온도 변화경향이 비슷하게 나타났고 기온이 낮을수록 기온 감소율이 더 컸으며 풍속이 커질수록 기온변화율이 감소하는 것으로 나타났다. 풍속을 고정시키고 기온을 변화시켜 체감온도와와의 관계를 알아본 결과 풍속이 0일 때와 5(m/s)일 때의 차이가 상당히 크게 나타났고 5~30(m/s)구간에서는 차이가 크지 않은 것을 볼 수 있었다.

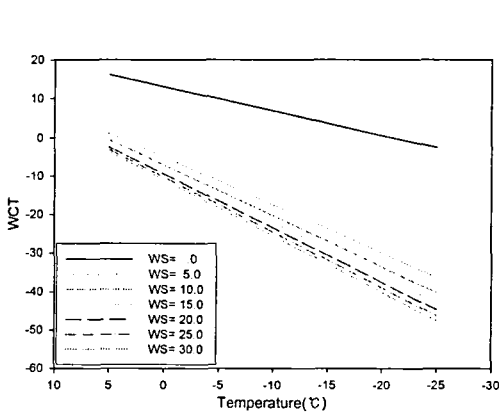


Fig. 2. JAG/TI MODEL 1

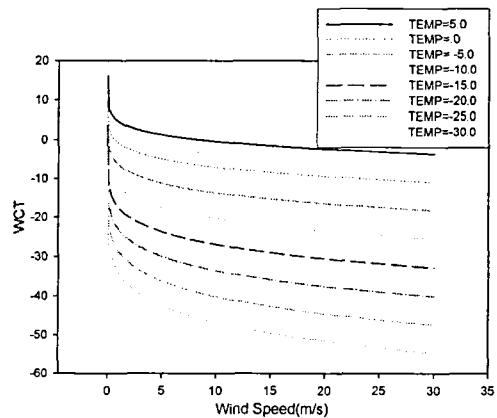


Fig. 3. JAG/TI MODEL 2

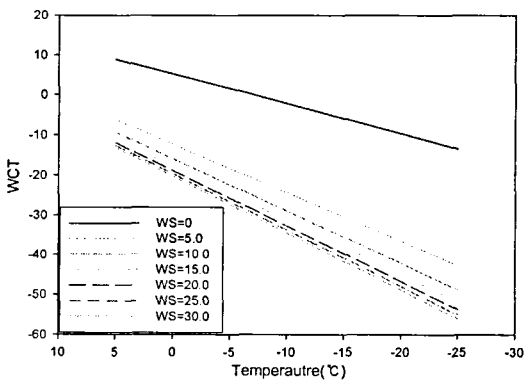


Fig. 4. Missdnard MODEL 1

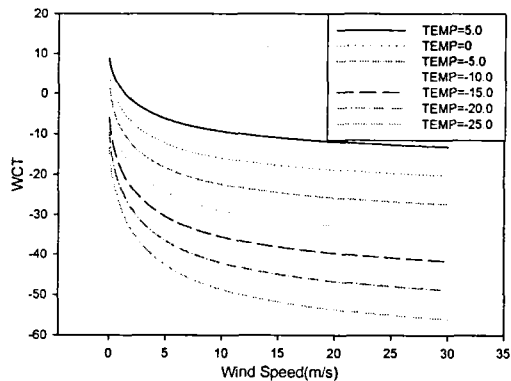


Fig. 5. Missdnard MODEL 2

Missdnard 모델은 체감온도를 결정하는 변수로 기온과 풍속 그리고 습도를 사용하고 있는데 이 식에서는 특히 JAG/TI모델에서 고려하지 않은 습도 변수가 체감온도에 어떤 영향을 미치는 지에 대해서 중점적으로 알아보았다. 우선 상대습도를 60%, 65%, 70%, 75%의 4가지로 설정하고 각 기온 대(영하 25.0℃에서 영상 5℃까지 5℃간격으로 설정)에 따라 풍속을 변화시킨 결과 각 기온에 따른 체감온도의 변화는 유사한 경향을 보였으며 기온이 낮

을수록 변화율은 더 컸다. 풍속을 고정하고 기온을 변화시켰을 경우 0~5(m/s)에서 상당한 차이를 보였으며 각 상대습도에 따른 체감온도의 차이는 60%와 75% 일 때 최고 4.3℃ 밖에 되지 않아 상대습도가 체감온도에 미치는 영향이 다른 요소에 비해 상당히 적은 것을 알 수 있었다.

두 모델의 결과를 비교하였을 때는 Missenard 모델이 JAG/TI 모델에 비해 과대평가되는 것으로 나타났고 그 차이 값은 최대 15℃정도였다.

위 모델의 결과로 본다면 풍속이 0~5(m/s)일 때의 구간에서 체감온도의 변화경향을 찾아내는 것이 실제 모델의 검증과 개선을 위해서 중요하게 작용할 것으로 생각된다.

### 감사의 글

이 연구는 기상연구소 주요사업 "생명기상기술개발연구"의 일환으로 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

- 김명옥, "한국에서의 체감기온의 특성과 분포", 경북대학교 석사논문, 1986.  
박정환, 박래설, 한옥, 2002: 체감온도이론의 비교 연구, 한국지구과학회지, 23(8), 676-682.  
Bluestein, M., and J.Zecher, 1999: A new approach to an accurate wind chill factor. Bull. Amer. Meteor. Soc., 80, 1893-1899.