

클라이모그래프와 불쾌지수의 결합에 따른 남한의 체감기후형 구분

강철성*

A Classification of Sensible Climatic Type by Climograph and Discomfort Index in South Korea

Chul-Sung Kang*

요약 : 본 연구는 실제 생활에 적용할 수 있는 인간이 느끼는 온열감, 즉 불쾌지수와 클라이모그래프를 결합하여 체감기후 유형을 구분하였다. 자료 분석은 66개의 관측지점의 월평균 최고기온과 평균 상대습도의 자료(1981-2010)를 이용하였다. 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 클라이모그래프 상의 형태별 구분은 5개 유형으로, 해안-해양 A 유형, 해안-해양 B 유형, 내륙 A 유형, 내륙 B 유형, 점이형으로, 둘째, 한랭감과 열감을 이용한 체감기후 유형은 4개 유형으로 M4, M5, CD4M4, CD4 유형으로 나타난다. 이러한 연구 결과는 생활에 응용할 수 있는 계량적 연구에 기초를 제공하며, 온열 질환자 대책 및 온열 환경정책 수립에 크게 기여할 수가 있다. 뿐만 아니라 기후 스트레스가 높은 지역에서는 착의량 조절이나 실내 냉난방 조절로 쾌적감을 유지할 수 있고, 낮은 지역에서는 앞으로 관광 및 휴양, 전지, 요양, 스포츠 전지훈련 등 생태적으로 지속가능한 개발을 기대할 수 있다.

주요어 : 체감기후유형, 온열감, 불쾌지수, 클라이모그래프

Abstract : This study is to classify annual sensible climatic type with thermal sensation which is measured by human physio-climatic reactions in South Korea. Relationships between Discomfort Index and human thermal sensation scale are derived from a questionnaire, which investigates degree of volunteer's thermal sensation with respect to each bioclimatic conditions. Analyses of these empirical relationships make it possible to calculate thermal sensational indices and to classify sensible climatic type for each weather stations (66) based on long-term (1981-2010) averages of monthly normals (monthly maximum temperature, relative humidity) data. The classification of shape pattern are grouped into 5 types (coast-ocean type A, type B, Inland type A, type B, transitional type). The classification of sensible climatic types are grouped into 4 types (M4, M5, CD4M4, CD4). Results of this study can be applied for evaluation of thermal environment in our daily activities, and for heat disorders, searching relevant sports training-sites, climatherapy etc.

Key Words : Sensible climatic type, Thermal sensation, Discomfort index, Climograph

I. 서론

우리나라는 여름의 더위가 인간생활에 지대한 영향을 주며, 지구의 온난화로 인한 주간과 야간의 높은 기온과 습도는 인체에 복사, 냉각작용과 발한 작용으로 인해 육체 및 정신활동을 저하시켜 피로감을 누적시켜 열 스트

레스를 유발한다. 그리고 무더위로 인한 수면 부족은 인간의 주간 경제생산 활동을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 신경성 노이로제 및 불쾌감을 촉발시켜 사소한 분쟁 내지 심지어 범죄 발생률이 증가하고 있다.

따라서 예방 차원으로 최근에는 체감온도를 이용하여 높은 온도와 습도가 함께 나타날 때 위험을 예보할 수

*충북대학교 사범대학 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Chungbuk National University, kangchul52@cbnu.ac.kr)

표 1. 불쾌지수와 열감

Discomfort Index	under 50	51-54	55-60	61-75	76-80	over 81
Thermal Sensation	cold (CD)	keen (K)	cool (C)	comfort (M)	discomfort (D)	very discomfort (VD)

있는 열지수가 개발되었고(Steadman, 1984), 날씨스트레스 지수라는 상대적인 기후지수의 이용 방안도 연구되었다(Kalkstein and Valimont, 1987). 또한 여름철에 기온과 상대습도를 이용하여 체감 정도를 나타낸 순 유효온도도 고안되었다(Hentschel, 1987). 국내에서도 한반도의 열 긴장도 분포를 제시한 연구(이종범·전상호, 1982), 쾌적지수를 이용한 생리기후 유형 및 특성을 분석한 연구(강철성, 1985), 온도와 습도, 기류, 복사열, 착의량, 작업 강도를 이용한 신유효온도를 중심으로 한국의 열감 분포에 관한 연구가 있다(강철성, 1997). 최근에는 기온, 습도, 바람 자료를 이용하여 날씨스트레스지수 값의 시공간적 분포 특성을 분석한 연구(허인혜 등, 2004), 겨울철 바람 냉각지수를 이용한 기후지역 구분(최광용·강철성, 2002), 기온과 습도를 동시에 고려한 열지수를 이용하여 여름철 높은 열지수 발생빈도의 분포를 분석한 연구(최광용 등, 2005), 온습도 지수를 활용한 남한의 연 누적 온습도 지수에 따른 생리기후유형의 특성에 관한 연구(강철성, 2008) 등이 발표되었다.

그러나 체감기온을 나타내는 국내외의 대표적인 연구들은 정량적 기준에 의한 기온과 습도, 기온과 바람의 두 가지 변수를 이용하여 제한된 정보만을 제공하고 있다(전경은, 1971; 1974). 또한 지금까지 우리나라의 여러 기후지역 구분이 연구되어 왔지만, 클라이모그래프와 불쾌지수를 결합한 체감기후형을 구분한 연구는 전무한 편이다. 따라서 본 연구에서는 관측지점 별, 1월에서 12월까지의 최고 기온과 평균 상대습도(30년 평년값(1981-2010))를 기초로 그래프 법으로 기후를 구분하는, 즉 클라이모그래프와 불쾌지수를 결합한 기후그래프를 작성하고, 또한 더위추위에 의한 불쾌감(열감-한랭감)을 바탕으로 남한의 체감기후형을 구분하고자 한다.

II. 연구자료 및 방법

본 연구에 이용된 기상청 관측지점은 30년 평년값을

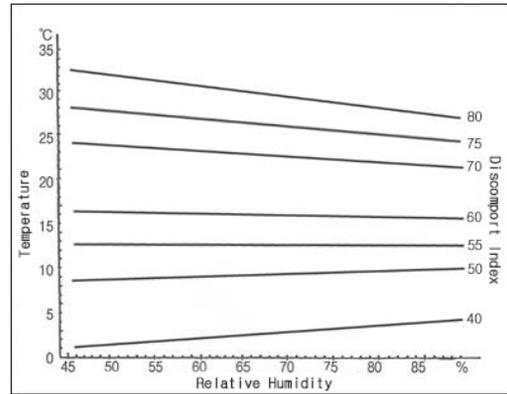


그림 1. 클라이모그래프와 불쾌지수를 결합한 노모그램

* Fukuoka(1985)를 저자 수정하였음.

가지는 66개 지점이다. 연구에 이용된 자료는 기상청의 1981-2010년간의 통계자료를 사용하였다. 또한 남한 66개 지점에 대한 월 최고기온과 평균 상대습도를 이용하여 작성하는 클라이모그래프와 불쾌지수를 결합한 기후그래프는 다음과 같다(그림 1).

본 연구에서는 선행 연구로 발표된 강철성(2008)에 의하면, 한국인의 온열감에 대한 설문조사 결과 지수 값 61-75에서 쾌적감을 느끼고, 지수 값 76-80에서는 불쾌감, 81이상에서는 매우 불쾌감을 느낀다고 응답하였다. 한랭에 의한 불쾌감은 지수 값 55-60에서는 서늘함, 51-54에서는 쌀쌀함, 지수 값 50이하에서는 추움, 또는 매우 추움으로 매우 불쾌감으로 응답하였다. 더위에 의한 불쾌감과 추위에 의한 불쾌감을 정리하면 다음과 같다(표 1). 이에 따라 노모그램(Nomogram)에 나타난 각 지수 값의 범위 내에 들어가는 개월 수에 따라 계절별 체감 특성과 형태별 기후형(classification of shape pattern)을 구분하고, 온열감(한랭감-열감)을 이용한 체감기후 유형(sensible climatic type)을 비교 분석하였다.

III. 결과 및 토의

1. 클라이모그래프와 불쾌지수를 결합한 형태별 기후형(classification of shape pattern)

남한 66개 지점에 대한 노모그램을 분석한 결과 크게 5개 유형으로 구분된다. 첫째, 해안-해양 유형 A로, 그 특성은 하계(7, 8, 9월)에 고온 다습하고, 동계(12, 1, 2월)에는 하계에 비해 한랭 건조한 형태별 특성을 보인다. 특히 클라이모그래프 형태로 볼 때, 4-11월을 연결한 클라이모그래프의 분포선 간격의 차이가 좁게 나타나는 유형이다. 이에 해당하는 지역은 강릉, 속초, 포항, 울진, 울산, 여수, 창원, 거제, 통영, 부산, 남해, 영덕 등 12개 지역이다(그림 2).

둘째, 해안-해양 유형 B로, 그 특성은 하계에 고온 다습하지만, A 유형에 비하여 동계에 냉량 습윤한 특성을 보인다. 특히 A 유형에 비하여 클라이모그래프 형태로 볼 때, 1-12월 까지 연결한 클라이모그래프 분포선 간격의 차이가 매우 좁게 나타나는 유형이다. 이러한 유형에 해당되는 지역은 제주, 군산, 울릉도, 보령, 부안, 완도, 고흥, 목포 등 8개 지역이다(그림 3).

셋째, 내륙 유형 A로, 하계에 고온 다습하지만 동계에는 냉량 습윤한 특성을 가지나, 클라이모그래프 형태로 볼 때, 춘·추계를 연결한 클라이모그래프 분포선의 간격이 매우 넓게 나타나는 유형이다. 이에선 철원, 양평, 인제, 춘천, 수원, 제천, 청주, 충주, 대전, 부여, 금산, 구미, 의성, 영천, 밀양, 대구, 산청, 함천, 거창, 문경, 안동, 봉화, 영주, 임실, 장수, 천안, 보은, 추풍령, 홍천, 원주,

이천, 전주, 정읍, 남원, 광주, 진주 등 36개 지역이다(그림 4).

넷째, 내륙 유형 B로, 이 지역은 다른 지역보다 고도가 높은 산지에 위치하고 있어, 하계에는 다른 유형보다 기온이 높지 않고 습도가 높은 특성을 보여 쾌적한 반면에, 동계에는 한랭 습윤하고, 추위에 의한 불쾌감이 매우 높은 유형이다. 또한 춘·추계를 연결한 클라이모그래프의 분포선의 간격도 내륙 유형 B를 제외한 다른 유형보다 넓게 나타나는 유형으로, 대관령, 태백 등 2개 지역이다(그림 5).

다섯째, 접이형으로 형태 패턴이 해안-해양 형과 내륙형의 중간 특성을 나타낸다. 접이형의 특성은 하계에는 고온다습하나 클라이모그래프의 분포선 간격이 좁으며, 동계에는 냉량 습윤하고 클라이모그래프 분포선 간격이 매우 좁은 특성을 보인다. 이에선 서울, 인천, 강화, 서산, 장흥, 성산, 서귀포, 해남 등 8개 지역이다(그림 6).

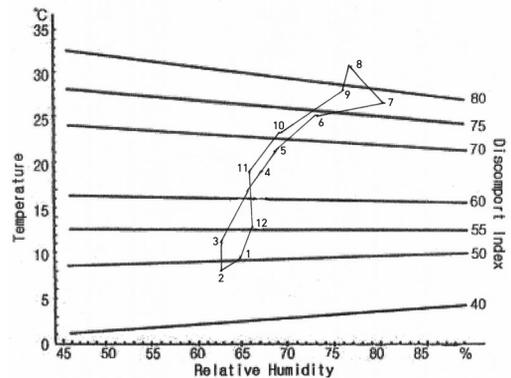


그림 3. 해안-해양 유형 B

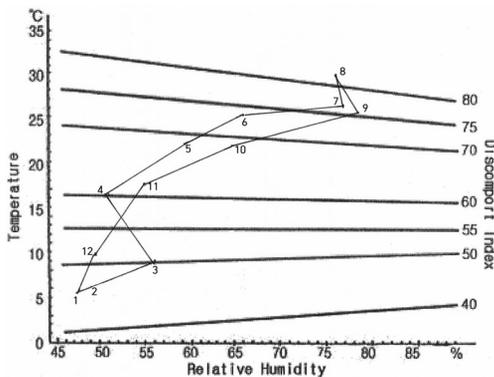


그림 2. 해안-해양 유형 A

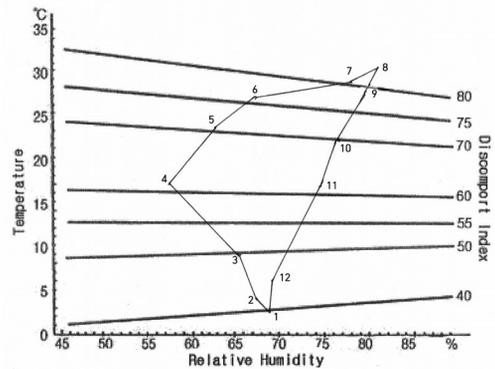


그림 4. 내륙 유형 A

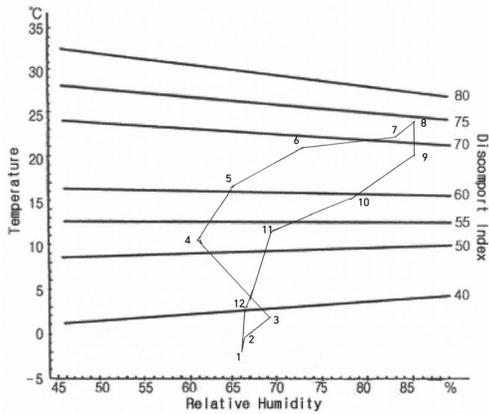


그림 5. 내륙 유형 B

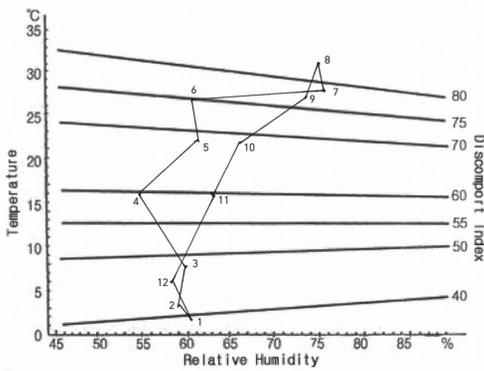


그림 6. 점이형

2. 한랭감-열감을 이용한 체감기후형 구분 (sensible climatic type)

형태별 체감기후 유형은 기후형의 지표가 될 수 있지만, 실제 생활에 적용할 수 있는 과학적이고 정량적인 체감 기후형의 개발이 필요하다. 따라서 장기간에 걸친 평균적인 공간 분포 패턴을 파악하기 위한 방법으로 월

별 한랭-온열감 기호(symbols)를 결합한 연 체감기후 유형을 구분하였다.

첫째로 지배 유형은 하나의 기후형이 다른 유형보다 가장 많이 나타나는 유형이며, 이에는 CD(cold)-K(keen)-C(cool)-M(comfort)-D(discomfort)-VD(very discomfort)가 있다.

둘째로 점이 유형은 여러 유형의 기후가 같은 개월 수로 결합되어 있는 유형이며, 이는 2중형, 3중형으로 구분한다. 분석한 결과 남한에서는 2중형만 나타난다. 일반적으로 적용의 예를 들면 다음과 같다.

- 1) 한랭, 온난의 순으로 연속적으로 표기한다. 즉, CD-K-C-M-D-VD의 순서이다.
- 2) 지배형 개월 수 위의 작은 숫자는 온열 개월 수를 나타내고, 아래의 작은 숫자는 한랭 개월 수를 나타낸다. 예를 들면 M이 4개월, D가 2개월, VD가 1개월, C가 1개월, K가 2개월, CD가 2개월 이면, $M4_{122}^{21}$
- 3) 연속성이 이어지지 않을 때는 0을 적는다. 예를 들면 $M5_{022}^{21}$
- 4) 점이형인 경우에 CD가 4개월, M이 4개월, D가 1개월, VD가 3개월이면 $CD4M4^{13}$ 이다. 이러한 방법으로 남한 66개 지점별로 연 체감기후형을 나타내었다. 본 연구에서는 4개 유형으로 나타난 M4, M5, CD4M4, CD4 유형의 예를 대표적으로 표로 나타내었다(표 2).

분석된 66개 지점에 의하면 남한은 가장 뚜렷한 지배형인 M4 유형이 29개 지점, 그 다음으로 M5 유형이 15개 지점, 2중형인 CD4M4 유형이 15개 지점, CD4 유형이 7개 지점으로 분포하고 있다. 따라서 남한의 체감 기후 유형은 4개 유형으로 구분된다. 또한 월별 한랭-온열감 기호에 의한 4개 체감기후 유형 분포를 지점 별로 나타내면 다음과 같다.

표 2. 월별 열감과 연 체감기후형

month station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ASCT
Taegu	CD	CD	C	M	M	D	VD	VD	D	M	M	C	M422022
Jeju	K	CD	K	M	M	M	D	VD	D	M	M	C	M521121
Wonju	CD	CD	CD	M	M	D	VD	VD	D	M	M	CD	CD4M422
Inje	CD	CD	CD	M	M	D	D	VD	D	M	K	CD	CD401331

- 1) M4 유형: 울릉도, 청주, 충주, 대전, 부여, 금산, 전주, 정읍, 남원, 광주, 목포, 여수, 장흥, 해남, 고흥, 울진, 안동, 대구, 문경, 의성, 구미, 영천, 울산, 창원, 진주, 거창, 합천, 밀양, 산청 등
- 2) M5 유형: 속초, 강릉, 대관령, 태백, 부안, 완도, 제주, 성산, 서귀포, 포항, 영덕, 부산, 통영, 거제, 남해 등
- 3) CD4M4 유형: 수원, 양평, 이천, 철원, 원주, 홍천, 추풍령, 보은, 천안, 보령, 군산, 임실, 장수, 봉화, 영주 등
- 4) CD4 유형: 서울, 인천, 강화, 춘천, 인제, 제천, 서산 등

여기서 형태별 분류는 5개 유형으로, 한랭감·열감 구분 유형은 4개 유형으로 나타났다. 그러나 남한의 체감기후 유형은 4개 유형으로 구분하는 것이 합리적이다. 왜냐하면, 형태별 분류에서 태백과 대관령은 내륙 산지에 위치하여 별도로 내륙형 B형에 속하나, 월별 체감 기호(M5 유형)로 수치화하는 것이 합리적, 체계적 분류체제로 볼 수 있다. 따라서 남한의 체감기후유형은 M4, M5, CD4M4, CD4, 4개 유형으로 구분된다.

IV. 요약 및 결론

기후유형은 ‘무엇’을 기준으로 분류하는 것이 중요하다. 지금까지 소지역의 기후 유형은 해당 국가나 지역의 특성을 고려하여 지형, 식생, 토양 등의 특성에 따라 기후 구분이 행해지는 것이 일반적이다. 특히 기후 유형을 구분하기 위한 주요 기후요소에 대한 연구방법도 다양하다. 그러나 본 연구에 이용한 인간의 온열감도 기후 유형의 지표가 될 수 있다. 따라서 본 연구에서 실제 생활에 적용할 수 있는 클라이모그래프와 볼래지수를 활용하여 사람이 느끼는 온열감, 즉 체감지수로 기후 유형 구분을 시도하였다.

본 논문에서는 인간 생리 및 생활에 기본이 되는 기후요소인 월 최고기온, 평균 상대습도를 기초로 그래프 법, 즉 클라이모그래프와 볼래지수를 결합한 기후그래프로 기후구분을 시도하였고, 다음으로 장기간에 걸친 공간 분포 패턴을 파악하기 위한 방법으로 월 별 한랭·온열 감 기호를 결합한 연 체감기후 유형을 구분하였다.

형태별 구분(기후그래프)은 해안-해안 유형 A, 해안-해양 유형 B, 내륙 유형 A, 내륙 유형 B, 접이형의 5개 유형으로 구분하였다. 형태별 구분에서 태백과 대관령은 내륙산지에 위치하여 별도로 내륙형, B형에 속하나 체감기후 M5 유형에 포함시킬 수 있다. 따라서 남한의 연 체감기후 유형은 M4, M5, CD4M4, CD4의 4개 유형으로 구분된다.

이러한 연구 결과는 실제 생활에 응용할 수 있는 계량적 연구에 기초를 제공할 뿐 아니라 온열 질환자 대책 및 환경정책 수립 등에 크게 기여할 수가 있다. 특히 기후 스트레스가 높은 지역에서는 착의량 조절이나 실내 냉난방 온도 조절로 쾌적감을 유지할 수 있다. 뿐만 아니라 기후스트레스가 낮은 지역은 앞으로 관광 및 휴양, 전지 요양, 스포츠 전지훈련 등 생태적으로 지속가능한 개발이 기대되는 지역이다. 또한 본 논문에서 제안할 수 있는 점은 산지 지역의 특성이 반영될 수 있는 산지 관측 지점의 구축이 매우 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- 강철성, 1985, “남한의 생리기후적 쾌적도와 생리기후 유형에 관한 연구,” 지리학과 지리교육, 16, 1-13.
- 강철성, 1987, “한국의 열감분포에 관한 생리기후학적 연구: 신유효온도를 중심으로,” 대한지리학회지, 32(2), 129-140.
- 강철성, 1997, “한국의 열감분포에 관한 생리 기후학적 연구: 신유효온도를 중심으로,” 대한지리학회지, 3(20), 129-140.
- 강철성, 2008, “남한의 연누적 온습도 지수에 따른 생리기후 유형의 특성,” 대한지리학회지, 43(3), 312-323.
- 이종범·전상호, 1982, “쾌적 지수에 의한 한국의 기후구분에 관한 연구,” 한국기상학회지, 18, 48-52.
- 전경은, 1971, “Windchill에 의한 남한 기후의 분석,” 한국기상학회지, 7, 33-39.
- 전경은, 1974, “한랭 기후에서의 쾌감지수,” 지리학, 9, 37-41.
- 최광용·강철성, 2002, “남한의 겨울철 주야간 체감온도의 공간적 분포 특성,” 대한지리학회지, 37(3), 237-246.
- 최광용·최종남·권효장, 2005, “높은 체감온도가 서울의 여름철 질병 사망자 증가에 미치는 영향 1991-2000,”

예방의학회지, 38(3), 283-290.

허인혜·최영은·권원태, 2004, “한반도의 날씨 스트레스 지수 분포의 특성,” 대한지리학회지, 39(1), 13-26.

Fukuoka, Y., 1985, “Climatological studies on Yunagi (Evening Calm) in the Setouchi District,” 日本生 氣象學會誌, 22(2), 101-107.

Hentschel, L.S., 1987, A human biometeorology clas- sification of climate for large and local scales, *Proc. WMO/HMO/UNEP Symposium on Climate and Human Health, Leningrad* 1986, I, WCPA-No.1, WMO.

Kalkstein, L.S. and Valimont, K.M., 1987, An evaluation of winter weather severity in the United States using the weather stress index, *Bulletins of American Meteorological Society*, 68(12), 1535-1540.

Steadman, R.G., 1984, A universal scale of apparent temperature, *Journal of Applied Meteorology*, 23,

1274-1282.

교신 : 강철성, 28644, 충북 청주시 서원구 충대로 1, 충 북대학교 사범대학 지리교육과 (이메일 kangchul52@ cbnu.ac.kr)

Correspondence: Chul-Sung Kang, 28644, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Chungcheongbuk-do, Korea, Department of Geography Education, Chungbuk National University (Email: kangchul52@cbnu.ac.kr)

투 고 일: 2016년 11월 7일

심사완료일: 2016년 11월 23일

투고확정일: 2016년 12월 6일