

연구논문

서울지역 겨울철 기온과 노인의 사망률간의 관련성 연구(1992년~2007년)

이정원 · 전형진 · 조용성 · 이철민 · 김기연 · 김윤신

한양대학교 환경 및 산업의학연구소

(2011년 8월 31일 접수, 2011년 9월 16일 승인)

Association between Cold Temperature and Mortality of the Elderly in Seoul, Korea, 1992-2007

Joung Won Lee · Hyung Jin Jeon · Yong Sung Cho ·
Cheol Min Lee · Ki Youn Kim · Yoon Shin Kim

Institute of Environmental and Industrial Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

(Manuscript received 31 August 2011; accepted 16 September 2011)

Abstract

This study was investigated the relationship between the temperature and the mortality of aged (≥ 65 yr) during the winter seasons from 1992 to 2007 in Seoul, Korea by utilizing climate data and death records. The study also estimated the future risks by employing the projections of the population in Seoul, Korea and climate change scenario of Korea from 2011 to 2030.

The limitation of this study was the impossibility in the prediction of daily mortality counts. Therefore, daily death numbers could be predicted based on the future population projection for Korea and the death records of 2005. The result indicated that risks increased by 0.27%, 0.52%, 0.32% and 0.41% in association with the 1°C decrease in daily minimum temperature from the mortality counts of total, respiratory, cardiovascular, and cardiorespiratory in the past date while 0.31%, 0.42%, 0.59% and 0.66% in the future. Based on the results obtained from this study, it is concluded that the risk in the future will be higher than the past date although there is an uncertainty in estimating death counts in the future.

Keywords : Climate change, Mortality, General additive model, Health effect

1. 서론

온실가스 증가에 기인한 기후변화는 비단 여름철에만 국한 되는 것이 아니다. 여름철 폭염을 중심으로 한 국내 연구의 흐름과 달리 외국에서는 한파(Cold wave) 및 저온으로 인한 건강영향도 함께 연구되고 있다. 이러한 국내의 연구 경향은 한파 및 저온에 대한 피해가, 1994년 폭염피해 처럼 영향이 큰 사건이 발생하지 않았고, 또한 우리나라는 온대 지역에 속하기 때문에 한파 영향이 상대적으로 적다는데에 기인한다(국립기상 연구소, 2007). IPCC 제 4차 보고서에도 온실가스로 인한 고온 현상이 지속 되어 앞으로 저온으로 인한 건강 영향의 위험이 감소 될 것이라고 전망 되고 있지만, 이는 저온 관련 대책이 강구되어 있는 유럽 및 미국 지역과 국내 여건은 다르다고 볼 수 있다. 실제로 2010년에 국내의 경우 1937년 기상관측 이래로 서울지역에서 25.8cm 의 기록적인 폭설이 내렸으며, 2009년 12월 말부터 3주 한파가 지속 되었다(국립기상 연구소, 2010).

이와 같이 우리나라의 경우에도 한파 및 저온에 안전 지역이 아니며, 미래에 대한 예측은 잠재적인 불확실성을 내포하고 있기에 예방학적인 관점에서

접근이 필요하다. 65세 이상 노인인구는 생체학적 관점에서 일반인에 비하여 기후에 취약하며, 실제로 우리나라에서 1994년 7월 22일부터 29일까지 65세 이상의 사망자가 전·후년도 보다 2배 증가하였다(국립기상 연구소, 2010). 국내의 경우 65세 이상 노인인구가 지속적으로 증가하고 있다. 시도별 장래인구 추계(통계청, 2006)에 따르면 우리나라는 2026년에 초 고령사회(Post-aged society)에 도달 할 것으로 예측 된다. 종합적으로 우리나라는 저온 관련 건강영향 연구가 상대적으로 저평가 되어 있는 상태에 취약인구 비중은 늘어나는 상태이다. 따라서 지금까지 국내에 축적된 기상자료와 건강자료를 이용하여, 저온과 건강영향의 연관성에 대한 정량적인 분석이 필요하다. 또한 인구 및 기온에 대한 미래 추정 자료를 이용한다면, 저온으로 인한 사망률을 예측할 수 있다.

II. 연구방법

1. 연구 지역과 기간

저온에 따른 사망률의 영향을 확인하기 위해서는 기온에 따른 일별 사망자수의 변동이 전제 되어야

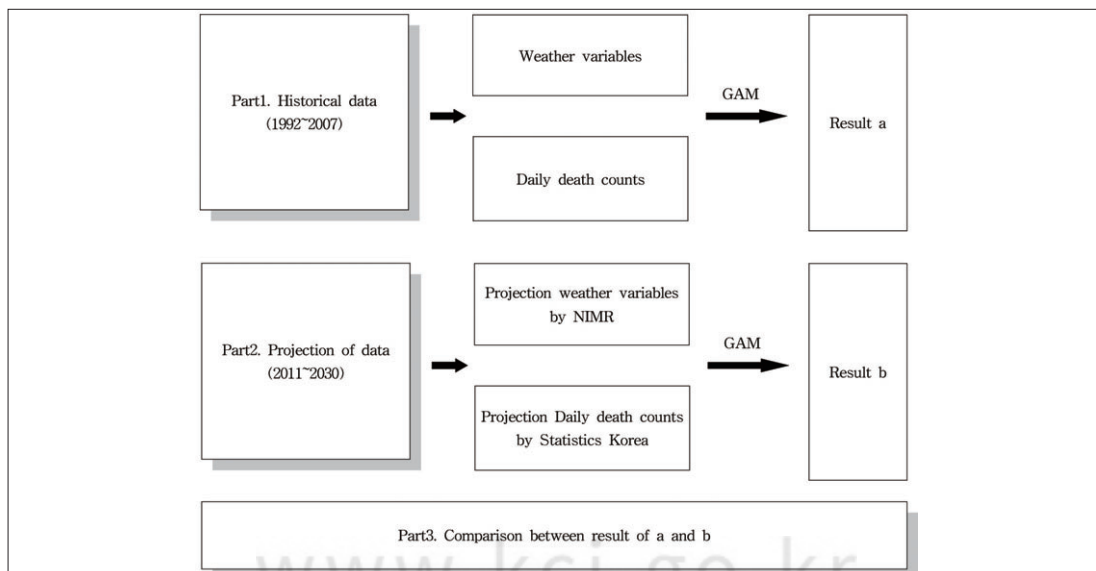


Fig. 1. The research framework

한다. 이러한 특성으로 인하여, 연구 지역은 대도시 지역으로 한정할 필요가 있다. 서울 지역은 국내 대도시 지역중 인구가 가장 많은 지역(9,794천명)으로 일별 사망자수의 변동을 확인할 수 있다. 연구 기간은 자료의 가용성을 기준으로 과거 기간은 1992년부터 2007년으로 하였으며, 미래 추정 기간은 2011년부터 2030년으로 한정하였다. 전체적인 연구 방법은 그림 1과 같다.

2. 연구 대상

본 연구에서의 대상은 서울지역에 거주하는 65세 이상 노인그룹이다. 65세 이상 고령자의 특성은 일반인에 비해 면역력 감퇴 및 저항력 약화로 인해 외부 환경변화에 더 민감하게 반응한다. 또한 열과 관련된 사망률은 연령 증가와 관련성이 있다고 보고되고 있다(IPCC, 2007).

3. 분석 자료

1) 사망자료

국내의 경우 사람이 사망 하였을 때 반드시 의사의 사망진단서가 필요하고, 이와 함께 관련 기관에 신고를 하도록 되어 있다. 통계청을 통해 원시자료(Raw data) 형태로 제공 받았으며, 포함되는 변수 항목은 사망일, 사망장소, 직업, 성별, 나이 및 사망원인 등이다. 연구 기간에 근거하여 1992년부터 2007년까지 사망신고 지역이 서울인 65세 이상의 사망 기록으로 한정 하였고, 질병 사인 항목은 선행 연구를 통해서 기온에 따른 사망률의 연관성이 있다고 보고된 호흡기계 사망(ICD-10, J code)과 심혈관계 사망(ICD-10, I code)과 외인사를 제외한 전체 사망을 대상으로 하였다.

2) 기상자료

기상자료는 기상청으로부터 제공 받았으며, 가능한 자료는 관측소 자료와 자동기상 관측 자료(Automatic Weather System, AWS)이다. 자동기상관측 자료의 경우 관측소 자료보다 정확하다는 장점이 있지만, 본 연구의 일부기간이 AWS 도입

이전이므로 자료의 일관성을 위하여, 지상관측 자료만을 이용하였다. 다른 선행연구에서는 온도 및 습도 그리고 해면기압 등을 이용하지만, 한반도 시나리오에 근거한 미래 기상 예측 자료의 경우 온도와 습도, 강수량만으로 구성 되므로, 기상자료는 온도와 습도만을 이용하였다. 3시간 단위의 값(3시, 6시, 9시, 12시, 15시, 18시, 21시, 24시)을 토대로 일 최고온도, 평균온도, 최저 온도를 산출하였다.

3) 시도별 장래 인구 추계

2011년부터 2030년까지 저온에 따른 사망률을 예측하기 위해서는 우선적으로 미래 인구를 추정할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 통계청에서 제공 되는 시도별 장래 인구 추계를 이용하였다. 시도별 장래 인구추계는 2005년 인구주택총조사 결과를 기초로 인구변동요인(출생·사망·국제이동)별 실적자료 추이를 반영하여 작성한 장래인구추계 결과이다.

4) 미래 사망자 예측

본 연구는 저온에 따른 65세 이상의 사망률 변화의 관련성을 연구 하는 것으로 이를 위해서는 일별 사망자수가 필요하다. 정확한 사망자수가 확인되는 1992년부터 2007년까지 와는 달리 미래 기간의 사망자수에 대한 자료는 없으므로, 시도별 장래 인구 추계의 기준 연도인 2005년의 65세 이상의 일 사망률과 예상 인구를 이용하여 미래 사망자를 예측 하였다.

5) 한반도 기후변화 시나리오

미래 예측자료는 국립기상 연구소에서 IPCC의 미래 배출시나리오 보고서(Special Report on Emissions Scenarios, SRES)를 이용하여, 인위강제력과 역학적 상세화, 통계적 상세화 기법을 이용하여 추정된 자료이다. 이를 기상청기후변화정보센터 홈페이지에서 전자상으로 신청하여 제공 받았다(<http://www.climate.go.kr>). 자료 형태는 서울 지역에 해당하는 경도:126.826~127.312 위도 37.346~37.5892의 6개 지점에 관한 평균기온, 최

고기온, 최저기온, 상대습도 등의 자료이다

4. 분석 방법

일별 사망자수는 드문 현상으로 단위공간, 단위 시간에서 사건의 출현횟수의 분포는 포아송분포(Poisson distribution)에 해당한다. 본 연구와 같이 온도와 건강영향의 상관관계를 분석하려 할 때는, 회귀분석을 사용한다. 본 연구의 경우 자료가 시계열적 특성으로 지니므로, 분석 단계에서 혼란 변수에 대한 고려가 필요하다. 실제 사망자수의 증감 양상은 추세 변동 및 계절 변동이 관찰되며, 이러한 변화는 온도변화에 의한 것이 아니므로 적절히 통제하여야 한다. 포아송 분포를 대상으로 하는 본 연구에서는 이동평균을 통해 필터링하는 전통적인 방법 대신에, 비모수적 평활(Nonparametric smoothing)을 이용, 회귀분석을 적합 시키는 일반화부가 모형(GAM, Generalized Additive Model)을 사용하였으며, 모형의 형태는 다음과 같다.

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^p f_i(X_i) + \varepsilon$$

Where dependent variable Y

Predictor X1, X2, X3.. Xp

Smooth function fi(Xi)

본 연구의 경우 겨울철만을 대상으로 하였기에 계절 변동에 대한 통제는 고려하지 않았으며, 기온변화에 의한 사망자수의 영향만을 나타내기 위해, 기온, 습도, 요일효과(Day of week)등을 로에스 평활 함수와 가변수를 이용하여 통제한 최종 모형은 다음과 같다.

$$\text{LnE(Mortality counts)} = S(\text{Year}) + S(\text{Date}) + D(\text{Day of week}) + S(\text{Relative humidity}) + \text{기온(최고, 평균, 최저)}$$

S: 로에스 평활함수(Loess), D는 가변수(Dummy variable)

사망에 영향을 미치는 기온변수들의 효과가 즉시 나타날 수도 있지만, 시간 지연이 발생할 수도 있다. 따라서 이러한 지연효과(Lag effect)를 고려하여 당일 온도부터 일주일까지의 값을 차례로 대입하여 지연모형을 추가 하였다. 다중회귀모형의 대표적인 모형 선택 기준인 AIC(Akaike's Information

Criteria)를 이용하여 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 저온과 사망률의 관계분석

표 1은 기온이 1℃ 감소함에 따른 사망자수의 변화를 나타낸다. 외인사를 제외한 전체 사망에서 일 최저 기온이 1℃ 감소할 때 사망률은 0.27% 증가하였으며, 95% 신뢰구간은 0.11%에서 0.43%으로 통계적으로 유의하였다. 지연 효과는 2일 후에 가장 낮은 AIC 값을 보였다. 호흡기계 사망의 경우 일 최저 온도가 1℃ 감소할 때 사망률은 0.52% 증가 하였지만, 95% 신뢰구간 범위에서 통계적으로 유의하지는 않았다. 심혈관계 사망에서 최저 온도가 1℃ 감소할 때 사망률은 0.32% 증가 하였다. 호흡기 및 심혈관계로 인한 사망의 경우 일 최저 온도가 1℃ 감소할 때 사망률은 0.41% 증가하였다. 종합적으로 기온이 감소할수록 사망률이 증가하는 것으로 나타났으며, 외인사를 제외한 전체 사망의 경우 기온 감소에 따른 사망률이 통계적으로 유의한 반면에 다른 질환에서는 대부분 통계적으로 유의하지 않았다.

그림 2는 일 최저 온도 변화에 따른 각 사인별 사망률을 나타낸다. 정도의 차이는 있지만, 기온이 감소함에 따라 사망률이 증가하는 모습을 보인다. 고온 변화에 따른 사망률이 그림과 같이 일정 온도 이후에 크게 증가하는 역치 구간은 나타나지 않았다. 전체 사망의 경우 기온의 감소에 따라 위험도가 증가하다가 -10℃ 이하에서는 감소하는 경향이 나타났다. 심혈관계 사망과 호흡기 및 심혈관계 사망의 경우 최저 온도 변화에 따른 사망률의 위험도가 유사한 형태로 나타났다.

2. 기온 예측에 따른 노인인구의 사인별 사망률의 추정

표 2는 추정된 미래 기상자료와 사망자료를 바탕으로 기온이 1℃ 감소할 때 각 질환에 따른 사망률의 증감을 나타낸다. 전체 사망에서 일 최저 기온이 1℃ 감소할 때 사망률은 0.31% 증가 하였으며, 95%

Table 1. Percentile change in mortality counts of the elderly people associated with 1°C decrease in daily temperature in winter, Seoul, Korea, 1992-2007

Cause of death	Temperature	% Change	95% CI	AIC	Lag
Total	Max	0.27	0.12 ~ 0.43	1734.7	Lag4
	Mean	0.32	0.15 ~ 0.48	1729.4	Lag3
	Min	0.27	0.11 ~ 0.43	1730.8	Lag2
Respiratory	Max	0.26	-0.45 ~ 0.97	1711.3	LagM ^{1/4}
	Mean	0.38	-0.37 ~ 1.14	1711.0	LagM ^{1/4}
	Min	0.52	-0.23 ~ 1.27	1709.0	LagM ^{1/4}
Cardiovascular	Max	0.20	-0.18 ~ 0.57	1525.2	LagM ^{1/5}
	Mean	0.22	-0.18 ~ 0.62	1523.1	LagM ^{1/5}
	Min	0.32	-0.06 ~ 0.70	1521.4	LagM ^{1/4}
Cardiorespiratory	Max	0.29	-0.05 ~ 0.62	1702.4	LagM ^{1/5}
	Mean	0.33	-0.02 ~ 0.69	1700.4	LagM ^{1/5}
	Min	0.41	0.07 ~ 0.75	1696.5	LagM ^{1/4}

1) Lag of mean

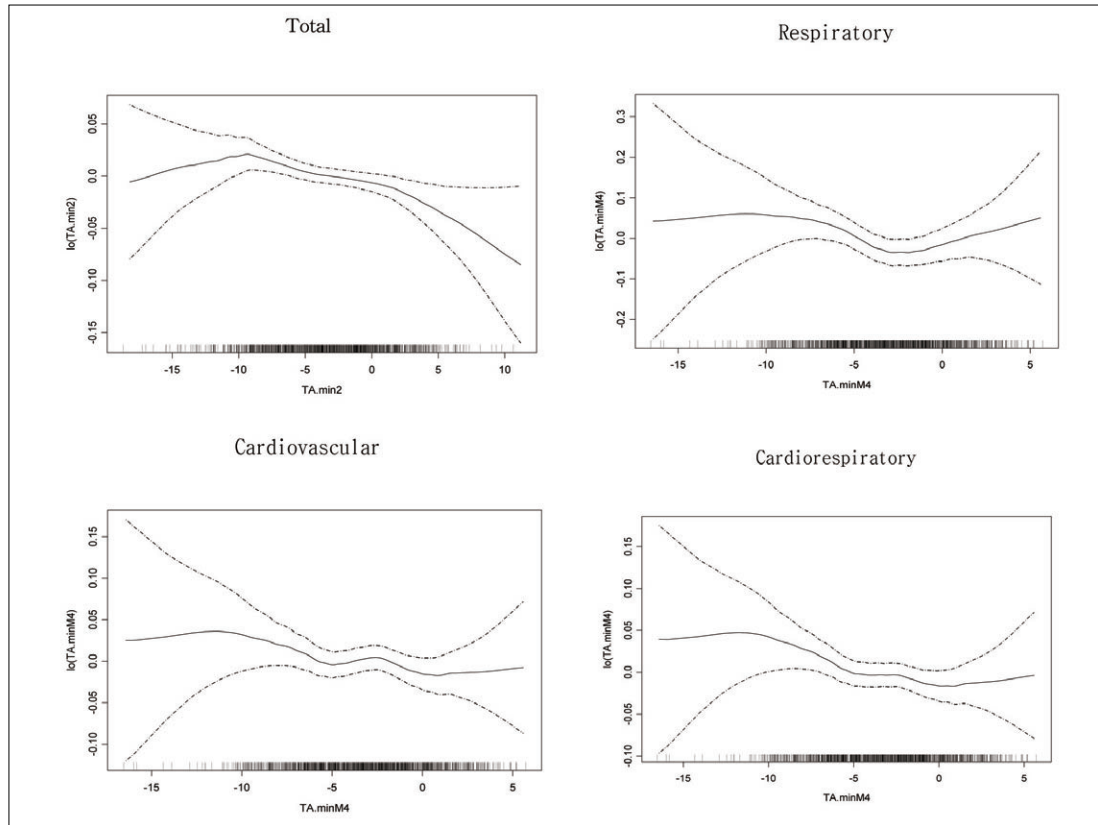


Fig. 2. Exposure-response curve of minimum temperature and daily mortality for elderly people in winter, Seoul, Korea, 1992-2007

신뢰구간은 0.21%에서 0.41%으로 통계적으로 유의하였다. 지연 효과는 1일 동안의 평균치가 가장

낮은 AIC 값을 보였다. 호흡기계 관련 사망의 경우 일 최저 온도가 1°C 감소 할때 사망률은 0.42% 증

Table 2. Percentile change in projections of mortality counts of the elderly people associated with 1°C decrease in daily temperature in winter, Seoul, Korea, 2011-2030

Cause of death	Temperature	% Change	95% CI	AIC	Lag
Total	Max	0.27	0.17 ~ 0.36	4348.2	LagM ¹ 2
	Mean	0.32	0.23 ~ 0.42	4329.2	LagM ¹ 1
	Min	0.31	0.21 ~ 0.41	4349.8	LagM ¹ 1
Respiratory	Max	0.50	0.21 ~ 0.78	3505.0	Lag2
	Mean	0.39	0.10 ~ 0.67	3507.7	Lag2
	Min	0.42	0.12 ~ 0.72	3509.9	Lag2
Cardiovascular	Max	0.61	0.45 ~ 0.76	4552.9	Lag5
	Mean	0.61	0.46 ~ 0.76	4538.6	Lag5
	Min	0.59	0.43 ~ 0.75	4557.8	Lag5
Cardiorespiratory	Max	0.57	0.42 ~ 0.72	4054.8	Lag0
	Mean	0.67	0.51 ~ 0.83	4053.0	Lag0
	Min	0.66	0.49 ~ 0.82	4053.1	Lag0

1) Lag of mean

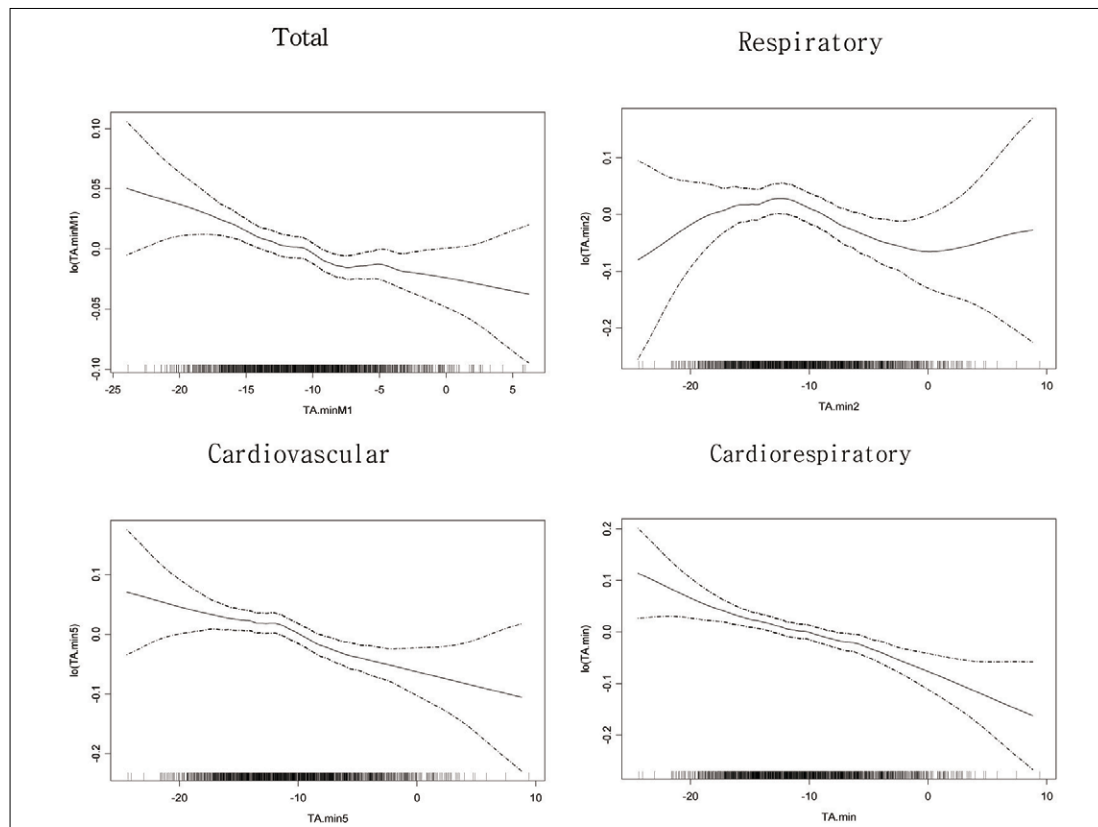


Fig. 3. Exposure-response curve of the projections of minimum temperature and daily mortality for elderly people in winter, Seoul, Korea, 2011-2030

가였으며, 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의하였다. 심혈관계 사망률은 일 최저 온도가 1°C 감소할

때 0.59% 증가 하였다. 통계적으로 유의하였으며 지연효과는 5일 후에 나타났다. 호흡기 및 심혈관계

Table 3. Percentile change in mortality counts of the elderly people associated with 1° C decrease in daily temperature in winter, Seoul, Korea, 1992-2007 and 2011-2030

Cause of death	Temperature	Past (1992-2007)	Future (2011-2030)
		RR (95% CI)	RR (95% CI)
Total	Max	0.27 (0.12 ~ 0.43)	0.27 (0.17 ~ 0.36)
	Mean	0.32 (0.15 ~ 0.48)	0.32 (0.23 ~ 0.42)
	Min	0.27 (0.11 ~ 0.43)	0.31 (0.21 ~ 0.41)
Respiratory	Max	0.26 (-0.45 ~ 0.97)	0.50 (0.21 ~ 0.78)
	Mean	0.38 (-0.37 ~ 1.14)	0.39 (0.10 ~ 0.67)
	Min	0.52 (-0.23 ~ 1.27)	0.42 (0.12 ~ 0.72)
Cardiovascular	Max	0.20 (-0.18 ~ 0.57)	0.61 (0.45 ~ 0.76)
	Mean	0.22 (-0.18 ~ 0.62)	0.61 (0.46 ~ 0.76)
	Min	0.32 (-0.06 ~ 0.70)	0.59 (0.43 ~ 0.75)
Cardiorespiratory	Max	0.29 (-0.05 ~ 0.62)	0.57 (0.42 ~ 0.72)
	Mean	0.33 (-0.02 ~ 0.69)	0.67 (0.51 ~ 0.83)
	Min	0.41 (0.07 ~ 0.75)	0.66 (0.49 ~ 0.82)

사망에서 일 최저 온도가 1°C 감소할 때 사망률은 0.66% 증가 하였으며 95% 신뢰수준에서 유의하게 나타났다. 종합적으로 미래 추정 기상자료 및 사망 자료를 이용하여 분석한 결과 기온이 감소할 때, 사망률은 증가하는 것으로 나타났으며, 통계적으로 유의하였다.

그림 3은 2011년부터 2030년까지 일 최저 온도 변화에 따른 각 사인별 사망률을 나타낸다. 호흡기계 사망자에서는 기온이 영하일 때 사망률은 증가하는 경향을 보이지만, -11°C 부근에서는 사망률이 감소하는 형태를 띤다. 이와 반대로 전체사망, 호흡기계 사망, 호흡기 및 심혈관계 사망에서는 기온의 감소에 따른 사망률의 증가가 선형적인 형태로 나타났다.

3. 기온에 따른 사망률의 시계열적 비교

외인사를 제외한 전체 사망에서 최저 온도 1°C 감소에 따른 사망률 변화는 과거 자료가 0.27% 증가하는 반면에, 추정자료는 0.31% 증가하는 것으로 나타났다. 평균 온도 및 최고 온도의 경우 사망률의 증가가 같았지만 신뢰구간의 차이가 나타났다. 호흡기계 사망의 경우 일 최저 온도 1°C 감소에 따른 사망률이 과거의 경우 0.52%인 반면에, 추정자료는 0.42% 증가하는 것으로 나타났다. 심혈관계 사망

자의 경우에는 과거 및 추정기간의 사망률이 0.32%, 0.59% 증가하였으며, 호흡기 및 심혈관계로 인한 사망은 최저 온도 1°C 감소에 따라 사망률이 기간별로 각각 0.41%, 0.66% 증가하는 것으로 나타났다. 종합적으로 일 최저 온도가 1°C 감소할 때 호흡기계 사망을 제외한 다른 사망 원인에서는 추정사망률의 위험도 변화가 과거 자료에 비해 크게 증가하는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

본 연구를 통해서 과거 자료를 바탕으로 기온에 따른 각 사망원인(외인사를 제외한 전체 사망, 호흡기계, 심혈관계, 호흡기 및 심혈관계)의 사망률을 산출 하였다. 또한 시도별 인구 추계를 바탕으로 2005년 사망 기록을 근거로 미래 사망자를 추정하였고 이를 한반도 기후변화 시나리오의 기온 자료와 함께 일반화부가모형을 이용하여 분석하였다.

과거자료를 분석한 결과, 일 최저 온도가 1°C 감소할 때 외인사를 제외한 전체 사망, 호흡기계, 심혈관계, 호흡기 및 심혈관계의 사망률이 각각 0.27%, 0.52%, 0.32%, 0.41% 증가 하였다. 이로써 기온에 따른 사망률의 관련성이 확인 되었으며, 사망원인에 따라 4~5일의 지연효과가 나타나는 것

으로 확인 되었다.

미래 추정 자료의 경우는 일 최저 온도가 1℃ 감소할 때 외인사를 제외한 전체 사망, 호흡기계, 심혈관계, 호흡기 및 심혈관계의 사망률이 각각 0.31%, 0.42%, 0.59%, 0.66% 증가 하는 것으로 나타났다.

과거 자료와 추정 자료의 사망률을 일 최저 온도를 기준으로 비교 해보면, 호흡기계 사망을 제외하고 다른 사망 원인에서는 저온에 따른 추정사망률의 변화가 과거 자료에 비해 크게 증가하는 것으로 나타났다. 특히 심혈관계 사망률과 호흡기 및 심혈관계 사망률은 미래 추정 자료 기온 변수들 모두 과거 자료 보다 높게 나타났다.

이와 같은 결과의 원인으로 국내의 고령화 속도에 따른 인구조성의 변화로 유추할 수 있다. 인구 추계에 따르면 서울지역의 65세 노인인구의 연 평균 증가속도는 2030년까지 2005년을 기준으로 11.80%으로 추정된다. 65세 노인의 인구 특성은 일반인에 비해, 이동 및 정보에 대한 접근성이 떨어지므로, 저온에 따른 사망률을 저하 시키기 위해서, 폭염기간과 같이 노인돌봄 및 방문건강관리사를 이용한 대책을 겨울철에도 확대 하는 정책적 뒷받침이 필요하다.

연구의 제한점으로는 미래의 일일 사망자를 추정할 수 없으므로, 이를 2005년 사망기록을 근거로, 장래인구 추계를 이용하여, 대체 하였다. 이를 위해서는 과거 자료를 바탕으로 보다 정확한 사망자 예측 모형의 개발이 필요하다. 또한 일부 연구에서 기온에 따른 사망률의 연관성에서 오염물질이 혼란변수로 작용하는 것이 보고 되었다(한국환경정책·평가연구원, 2010). 본 연구에서는 이를 제외하였지만, 미래 예측 오차 범위를 줄이기 위해서는 오염물질 또한 통제 하는 것이 바람직하다.

감사의 글

본 연구는 환경부 “차세대 핵심환경기술개발사업”으로 지원받은 과제임

참고문헌

- 국립기상연구소, 한반도 기후 변화 시나리오.
국립기상연구소, 2007, 생명기상기술개발연구(Ⅲ), 기상연구소 연구보고서.
기상청, 2010, 2010 이상기후 특별 보고서.
김소연, 2004, 기후변화로 인한 여름철 폭서현상이 사망률에 미치는 영향, 아주대학교 대학원 박사학위 청구논문.
통계청, 2006, 시도별 장래인구 추계.
하종식, 2006, 고온의 사망에 대한 역치 효과 평가 1994~2003년 하절기, 7개 광역시를 중심으로, 서울대학교 보건대학원 석사학위 청구 논문.
한국환경정책·평가연구원, 2010, 고온으로 인한 사망 누적효과 분석방법론 연구.
한국환경정책·평가연구원, 2010, 기후변화 및 대기오염에 의한 건강영향의 시공간적 분포 연구.
Analitis, A., Katsouyanni, K., Biggeri, A., Baccini, M., Forsberg, B., Bisanti, L., Kirchmayer, U., Ballester, F., Cadum, E., Goodman, PG., Hojs, A., Sunyer, J., Tiittanen, P., Michelozzi, P., 2008, Effects of cold weather on mortality results from 15 European cities within the PHEWE project, *Am J Epidemiol* 168, 1397-1408.
Akaike, H., 1970, Statistical predictor identification, *Ann Inst Stat Math* 22, 203-217.
BA, Revich., and Shaposhnikov, DA., 2008, Excess mortality during heat waves and cold spells in Moscow, Russia, *Occup Environ* 65, 691-696.
BA, Revich., and Shaposhnikov, DA., 2010, Extreme temperature episodes and mortality in Yakutsk, East Siberia, *Rural and Remote health Journal*, 1-11.
IPCC Fourth Assessment Report., Climate Change 2007, Impact, Adaptation&

- Vulnerability.
- Ha, J.C., Yoon, J.H., Kim, H., 2009, Relationship between winter temperature and mortality in Seoul, South Korea, from 1994 to 2006, Science of the total environment 407, 2158-2164.
- Ha, J.C., Kim, H., Hajat, S., 2011, Effect of previous-winter mortality on the association between summer temperature and mortality in South Korea, Environmental Health Perspectives 4, Vol 119, 542-546.
- Carder, M., McNamee, R., Beverland, I., Elton, R., Cohen, GR., Boyd, J., Agius, RM., 2005, The lagged effect of cold temperature and wind chill on cardiorespiratory mortality in Scotland, Occup Environ Med, 62, 702-710.
- Pattenden, S., Nikiforov, B., Armstrong, BG., 2003, Mortality and temperature in Sofia and London, J Epidemiol Community Health 57, 628-633.

최종원고채택 11. 10. 15