

이 학 석 사 학 위 논 문

지역별 온도변화와 질환별 사망자수와의 관계연구



부 경 대 학 교 대 학 원

통 계 학 과

김 양 희

이 학 석 사 학 위 논 문

지역별 온도변화와 질환별 사망자수와의 관계연구

지도교수 노 맹 석

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함.

2015년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

통 계 학 과

김 양 희

김양희의 이학석사 학위논문을 인준함.

2015년 2월 27일



위원장	이학박사	이성백 (인)
위원	이학박사	하일도 (인)
위원	이학박사	노맹석 (인)

목 차

표 차례	ii
그림 차례	ii
I. 서론	1
1. 연구배경 및 목적	1
2. 선행연구	3
II. 연구 방법	6
1. 연구 대상	6
2. 연구 자료	7
III. 연구 결과	9
1. 기간에 따른 온도 변화	9
2. 기간에 따른 사망자 수	12
IV. 연구 모형	19
1. 분석 방법	19
2. 분석 결과	21
가. 허혈성 심장질환	21
나. 뇌혈관 질환	26
V. 고찰	31
VI. 결론	33

참고문헌

표 차례

1. Table 1. 7대 광역시의 평균기온, 최고기온, 일교차에 따른 계절별 온도변화	11
2. Table 2. 7대 광역시의 계절별 사망률	13
3. Table 3. 7대 광역시의 질환에 따른 계절별 사망률	17
4. Table 4-a. 남자일 때, 서울의 평균기온이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향	23
5. Table 4-b. 여자일 때, 서울의 평균기온이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향	23
6. Table 5-a. 남자일 때, 서울의 최고기온이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향	24
7. Table 5-b. 여자일 때, 서울의 최고기온이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향	24
8. Table 6-a. 남자일 때, 서울의 일교차가 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향	25
9. Table 6-b. 여자일 때, 서울의 일교차가 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향	25
10. Table 7-a. 남자일 때, 서울의 평균기온이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향	28
11. Table 7-b. 여자일 때, 서울의 평균기온이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향	28
12. Table 8-a. 남자일 때, 서울의 최고기온이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향	29
13. Table 8-b. 여자일 때, 서울의 최고기온이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향	29
14. Table 9-a. 남자일 때, 서울의 일교차가 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향	30
15. Table 9-b. 여자일 때, 서울의 일교차가 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향	30

그림 차례

1. Figure 1. 서울의 사망률 특성	15
2. Figure 2. 서울의 계절별 사망률과 온도변화의 관계	18

A Study on Association between Local Climate Change and Disease Deaths

Yang Hee Kim

Department of Statistics, The Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

In literatures, many results are reported for the association between temperature changes and the disease deaths. In this paper, we consider the ischaemic heart diseases and cerebrovascular diseases from 1993 to 2012 in seven metropolitan cities of Korea. Data are arranged by weekly intervals. For the analysis, Poisson regression model with transition time lag effect is considered specially for the aged ≥ 65 year deaths in Seoul. The results show that daily difference of temperatures have statistically significant association for the ischaemic heart diseases and cerebrovascular diseases. In conclusion, the greater change of the daily temperature gives the higher the mortality rate.

key words : Poisson regression model, climate data , ischaemic heart diseases, cerebrovascular diseases

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

기후변동에 관한 정부 간 패널 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)의 제 4차 보고서에 따르면 지구온난화에 따라 급격한 기후변화로 인해 지난 100년간 (1906~2005년) 전 지구의 평균기온은 0.74(0.56~0.92)℃ 상승 (IPCC, 2007)하였고 우리나라 연평균기온도 지난 30년간(1981~2010년) 0.41℃/10년 속도로 1.2℃ 만큼 상승하였다 (기상청, 2013). IPCC의 RCP 4.5 시나리오 (Representative Concentration Pathways, 온실가스 중배출 시나리오)에 의하면 향후 지구의 기온이 지난 30년 (1971~2000년) 대비 2100년까지 평균기온은 2.5℃로 상승할 것이며, 2100년경에는 한반도를 포함한 동아시아에서 그동안 20년 주기로 나타났던 폭염이 2~5년 주기로 발생할 것으로 예측하였다 (IPCC, 2011).

폭염 동안에 고온에 직접적으로 노출되면 우리의 몸은 항상성 유지를 위한 체열조절 능력의 감소로 열경련, 열부종, 열실신, 열탈진, 열사병 등과 같은 온열질환이 발생하고 심한 경우 사망에 이를 수도 있다 (Lugo-Amador, 2004). 또한 사망자는 고온으로 인해 심혈관계 질환, 호흡기계 질환, 신경계 질환 및 정신과적 질환과 같은 간접적인 기전으로 인해 증가한다 (Mastranglo 등 2007; Cheng 등 2010; Bi 등, 2011; Page 등 2012).

기후변화가 건강에도 영향을 미칠 수 있다는 것은 널리 알려진 사실이

다. 기후변화로 인한 건강영향 중 간접적인 영향으로 전염병 매개체 분포변화, 질병증가, 심혈관계 질병 이환율 등이 있고, 직접적인 영향으로는 폭염, 추위, 홍수, 가뭄 등의 기상재해로 인한 상해, 장애, 사망 등이 있다 (질병관리본부, 2011).

미국국립환경보건원 보고서 (EHP AND NIEHS, 2010)에서는 기후변화로 인하여 암, 심장질환, 뇌졸중, 천식과 같은 호흡기질환 등의 만성질환에 영향을 준다고 보고하였다. 이 중 뇌졸중은 의식장애, 이완성 반신불수 등의 장애를 일으키는 주요원인이고, 전 세계 사망원인의 두 번째 요인으로 (Donnan 등, 2011) 심각한 공중보건의 문제이다 (Wang 등, 2009). 뇌졸중은 국내에서도 전체 사망원인 중 암에 이은 2위에 해당되고 단일질병으로는 1위에 해당되는 질병이며 (통계청, 2012), 55세 이상 노인층에서 많이 발생하는 것으로 나타 난다 (Wang 등, 2009).

이러한 맥락에서 본 연구에서는 7대 광역시를 사례로 하여 기온변화에 따라 사망자의 사망원인 및 연령별 · 성별 사망자수의 변화를 연구하여 기온변화와 질환별 사망자수와의 관계를 규명하고자 한다.

2. 선행연구

임연희 (Youn-Hee Lim, 2011)는 일별 온도의 최고 값과 최저 값의 차이를 일교차 (DTR)로 정의하여 이에 대한 건강영향을 사망 자료를 이용하여 연구하였다. 임연희 (2011)는 한국의 일교차가 증가하고 있고 일교차와 일별 사망자 수는 선형관계를 가짐을 밝혔다. 이 연구를 통해 한국의 기온이 과거에 비해 더 높은 낮 온도 (최고온도)가 나타나거나, 더 낮은 밤 온도 (최저기온)가 나타남을 알 수 있었고 이에 따라 일별 사망자 수가 영향을 받음을 알 수 있었다. 일교차에 대한 건강영향을 알아보기 위해 일별 사망자수는 포아송 분포를 따른다는 가정 하에서 일반화 선형 모형 (Generalized Linear Model: GLM) 분석을 이용하였고 이 모형에 평균온도, 이슬점 온도, 요일, 계절, 장기간 효과 등을 보정하여 분석하였다. 그 결과, 일교차와 일별 사망자수는 일교차가 커짐에 따라 사망자 수가 증가하는 선형관계를 가짐을 밝혔고, 하루 간 온도변화인 일교차가 클수록 건강에 부정적인 영향을 미침을 알 수 있었다.

Antonella (2012)은 온도 변화의 장기적인 증가가 사망률의 위험을 증가시킬 수 있다는 것을 인구를 세분화한 연구를 통해 제안했다. 여기서 온도변화란 여름온도의 표준편차를 의미하는데, 여름동안의 온도변화 (표준편차)가 커졌을 때 사망과의 영향을 135개의 미국 도시들의 데이터를 통해 연구하였다. Antonella (2012)은 135개 도시의 만성 폐쇄성 폐질환 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: COPD), 당뇨 (Diabetes), 심근경색 (Myocardial Infarction: MI), 심부전 (Heart Failure: CHF) 질

병을 가진 65세 이상 환자들의 코호트 (Cohort)를 이용하여 여름온도의 표준편차 증가에 의한 건강영향을 연구하였다. 1985년부터 2006년의 20년간의 자료를 이용하여 표준온도, 폭염, 오존, 기후, 지리적 변수 등을 보정한 생존분석을 4개의 질병별로 실시하여 여름온도의 표준편차 1℃ 증가에 의한 사망의 상대위험도 (Relative risk)를 구하였다. 그 결과로 여름온도의 편차가 더 커졌을 때, 즉 여름 온도의 표준편차가 1℃ 증가하면 만성 폐쇄성 폐질환 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: COPD)환자의 사망 위험이 여름온도의 표준편차가 1℃ 증가하기 전 보다 4.8% 증가하고 당뇨병환자의 사망 위험은 5.5% 증가하며 심근경색 환자는 5.0%, 심부전 환자는 3.8% 사망의 위험이 증가한다고 연구결과를 밝혔다. 여름의 표준편차가 증가한다는 것은 여름의 온도가 평소보다 더 높거나 더 낮게 나타남을 의미하며 그 변화 폭이 커짐을 뜻하므로 평년과는 다른 기온패턴의 등장을 의미한다. Antonella (2012)의 연구를 통해 과거와 다른 기온 패턴이 등장하여 여름의 온도변화가 커졌을 때, 그 영향이 건강에 부정적으로 나타남을 알 수 있었다.

이영은 등 (2012)은 한국, 일본, 대만의 수도인 서울, 도쿄, 타이페이의 자료를 바탕으로 분석하였다. 온도와 습도 등의 기상변수를 통해 세 도시가 동일한 아열대기후에 위치해 있으나 지리적인 위치에 따라 그 특성이 매우 다름을 나타내었으며, 일정기간 동안의 온도변화로 정의되어 계산된 온도의 기울기를 통해서도 세 도시의 기후적 특징을 비교하였다. 이영은 등 (2012)의 연구에서 일평균 온도변화의 건강영향에 대한 분석에서, 일정기간동안 온도가 따뜻해질 때와 추워질 때를 온도변화가 양의 값 또는 음의 값을 가질 때로 나누어 그에 대한 건강영향을 얻을 수 있

었다. 그 결과는 다른 기존의 연구 (Yuming Guo, 2011)된 이틀간의 온도변화보다 더 나은 추정 값을 보였으며 모형적합도 비교에서도 이영은 등 (2012)연구를 통해 생성된 온도변화가 기존 연구보다 더 나은 값을 보였다.

이와 같은 연구결과들을 통해 온도변화의 차이가 크거나, 일별 온도의 최저 값과 최고 값의 차이 (일교차)가 커질 때 사망 또한 커짐을 알 수 있었다. 선행 연구들은 모두 단기간 온도변화가 사망에 미치는 영향을 연구하였으나, 하루 간의 온도변화에만 집중하였다. 따라서 본 연구에서는 주별 온도변화가 사망에 미치는 영향을 알아보고 어떤 사망원인에 더 많은 영향을 주는지 알아보고자 한다. 또한 온도변화가 클수록 건강에 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상되나 그때 영향을 미치는 변수들을 보정하고, 온도변화 기간에 따라 지연효과에 따라 건강영향이 어떻게 변화하는지를 우리나라 7대 광역시의 자료를 이용하여 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

지역별 온도변화와 질환별 사망자수와의 관계를 알아보기 위해서 연구 대상 지역을 우리나라 7대 광역시 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산을 포함하고 분석기간을 1993년부터 2012년까지 한정하였다.

연령에서의 분류는 0-19세 (소아청소년), 20-44세 (청년층), 45-64세 (중장년층), 65세 이상 (노인층)으로 구분하였다. 65세 이상의 고령자는 WHO에서 정한 기후변화에 따른 대표적인 취약그룹 분류로 선정되어 보고되고 있다. 그 그룹 분류를 준용하여 본 연구에서도 65세 이상의 고령자를 대표적인 취약 그룹으로 결정하였다. 또한, 65세 이상 고령자 중에서 허혈성심장질환에 의한 사망자, 뇌혈관질환에 의한 사망자를 대상으로 하였다.

2. 연구자료

가. 사망자료

본 연구에 사용한 자료는 국가에 의해 관리되어지고 있는 사망 자료를 한국통계청을 통해 원시자료 (raw data) 형식을 그대로 제공받아 사용하였다. 분석에서 사용한 주별 사망자수는 사망일자, 사망자의 주소지, 사망원인, 성별, 연령에 따라 분류하였다. 사망 자료의 주간단위는 1년 (365일)을 일주일 (7일)로 나누어 52주로 분류하였고 마지막 52주에 포함된 일수는 각 년도마다 조금씩 차이가 있다. 사망원인은 WHO에서 국제적으로 통일된 질병분류인 ICD (International Classification of Disease)에서 허혈성심장질환 (Ischaemic Heart Diseases: IHD)에 의한 사망, 뇌혈관질환 (CerebroVascular Disease: CVD)에 의한 사망으로 분류하였다. 허혈성 심장질환에 의한 사망은 ICD 9, 10 각 코드에서 I20-I25에 해당하는 사망자를 산출하였고, 뇌혈관질환에 의한 사망은 ICD 9, 10 각 코드에서 I60-I69에 해당하는 일별 사망자를 산출하였다.

나. 기후자료

기후자료는 한국기상청에서 수집된 자료를 바탕으로 분류하였다. 기상청은 전국 81개소의 종관기상관측장비 (Automated Synoptic Observing System: ASOS)와 무인으로 운영되는 471개소의 자동기상관측장비

(Automatic Weather System: AWS)를 이용하여 지상기상관측업무를 수행하고 있다. 그 중 81개소의 종관기상관측장비 (ASOS)는 지방청, 기상대, 관측소에 설치되어 기상상태를 관측하고 국제전문 작성 및 통계표 작성과 같은 관측업무를 자동으로 처리한다. 각각의 광역시를 대표하는 기상대에서 관측지점자료가 존재하며 기압, 기온, 풍향, 풍속, 습도, 강수량 등 총 14개 요소에 대해서는 자동으로 관측하고, 이 중 본 연구에 사용되어진 평균기온, 최고기온, 최저기온, 강수량 자료에 대해서는 매시간 관측 자료를 생성한다. 추가된 일교차는 최고기온과 최저기온의 차이를 사용하였다.



Ⅲ. 연구결과

1. 기간에 따른 온도변화

7대 광역시의 계절에 따라 온도변화를 서로 다른 특징 별로 설명하는 통계를 보여주고 있다 (Table 1 참조). 계절별로 모든 도시에서 겨울에 가장 낮은 기온을, 여름에는 가장 높은 기온을 보이고 있으며 7대 광역시들은 계절별로 비슷한 양상의 기온을 보여주고 있다. 7대 광역시간의 계절별 기온을 비교해보면 부산이 가장 높은 값을 보이고 대구, 광주, 울산, 대전, 서울, 인천 순으로 계절별 기온이 낮은 것을 알 수 있다.

기온의 장기간의 변화라고 볼 수 있는 계절에 따른 기온의 표준편차는 7대 광역시 별로 다르게 나타났다. 서울의 경우, 겨울에 기온의 표준편차가 제일 크게 나타났고 나머지 봄, 여름, 가을의 표준편차는 비슷한 양상을 보였다. 즉, 서울에서는 겨울에 기온의 변화가 심하다는 것을 나타내고 있다. 다른 도시 부산, 인천, 광주, 대전도 서울과 같은 경향을 보였고 겨울에 기온의 변화가 심하다는 것을 나타내고 있다. 대구의 경우, 여름에 기온의 표준편차가 제일 크게 나타났고 겨울, 봄, 가을 순으로 낮아졌다. 대구에서는 여름에 기온의 변화가 심하다는 것을 나타낸다. 울산의 경우도 대구와 마찬가지로 여름에 기온의 표준편차가 제일 크게 나타났고 봄, 겨울, 가을 순으로 낮아졌다. 울산도 여름에 기온의 변화가 심하다는 것을 나타낸다.

최고기온은 대구에서 가장 큰 값을 보였고 부산, 울산, 대전, 서울 순으

로 기온이 낮아지는 것으로 나타났다. 또, 인천과 광주에 비슷한 값으로 나타났다. 최고기온에 대한 표준편차는 인천과 광주에서 제일 높은 값으로 나타났고 다음으로 울산이 높은 값으로 나타났다. 서울, 부산, 대구, 대전은 비슷한 값을 보였고 상대적으로 낮은 값으로 나타났다.

일교차는 대전에서 가장 큰 값을 나타냈고 대구, 울산, 서울, 인천, 부산, 광주 순으로 낮아지는 것으로 나타났다. 대전의 경우 특히 봄에 일교차가 제일 크게 나타났다. 일교차에 대한 표준편차는 광주에서 가장 큰 값을 나타냈고 대구, 인천, 울산은 비슷한 값을 보였으나 인천이 대구보다 약간 큰 값을 보였고 대구는 울산보다 약간 큰 값을 보였다. 대전, 서울, 부산 순으로 낮아지는 것으로 나타났다.



Table 1. 7대 광역시의 평균기온, 최고기온, 일교차에 따른 계절별 온도변화

	계절	서울 mean $\pm$ sd	부산 mean $\pm$ sd	대구 mean $\pm$ sd	인천 mean $\pm$ sd	광주 mean $\pm$ sd	대전 mean $\pm$ sd	울산 mean $\pm$ sd
평균기온	봄	11.43 $\pm$ 0.89	12.89 $\pm$ 0.75	13.36 $\pm$ 0.78	10.59 $\pm$ 0.87	12.33 $\pm$ 0.81	11.74 $\pm$ 0.87	12.55 $\pm$ 3.50
	여름	24.33 $\pm$ 0.79	23.43 $\pm$ 0.86	25.07 $\pm$ 1.00	23.37 $\pm$ 0.79	24.72 $\pm$ 0.76	24.31 $\pm$ 0.82	22.61 $\pm$ 4.65
	가을	15.84 $\pm$ 0.69	18.35 $\pm$ 0.62	16.96 $\pm$ 0.69	16.02 $\pm$ 0.69	16.93 $\pm$ 0.70	15.54 $\pm$ 0.62	17.23 $\pm$ 0.57
	겨울	-0.23 $\pm$ 1.28	5.00 $\pm$ 1.05	2.53 $\pm$ 0.91	0.14 $\pm$ 1.12	2.38 $\pm$ 1.01	0.44 $\pm$ 1.12	3.82 $\pm$ 1.13
최고기온	봄	16.40 $\pm$ 1.01	17.37 $\pm$ 0.74	19.25 $\pm$ 0.89	15.36 $\pm$ 1.23	15.36 $\pm$ 1.23	17.84 $\pm$ 0.93	17.90 $\pm$ 3.64
	여름	28.46 $\pm$ 0.97	26.83 $\pm$ 1.01	29.84 $\pm$ 1.31	27.40 $\pm$ 1.10	27.40 $\pm$ 1.10	28.87 $\pm$ 1.06	27.13 $\pm$ 4.05
	가을	20.46 $\pm$ 0.78	22.72 $\pm$ 0.59	22.34 $\pm$ 0.82	21.60 $\pm$ 4.89	21.60 $\pm$ 4.89	21.23 $\pm$ 0.71	22.22 $\pm$ 0.58
	겨울	3.81 $\pm$ 1.30	9.64 $\pm$ 1.03	7.58 $\pm$ 1.04	4.15 $\pm$ 1.19	4.15 $\pm$ 1.19	5.73 $\pm$ 1.21	8.98 $\pm$ 1.19
일교차	봄	9.33 $\pm$ 0.43	8.08 $\pm$ 0.46	11.25 $\pm$ 0.67	8.40 $\pm$ 0.92	8.27 $\pm$ 1.01	11.75 $\pm$ 0.65	10.16 $\pm$ 0.94
	여름	7.53 $\pm$ 0.56	5.93 $\pm$ 0.5	8.67 $\pm$ 0.81	6.96 $\pm$ 0.83	6.19 $\pm$ 1.13	8.41 $\pm$ 0.74	8.15 $\pm$ 1.34
	가을	8.64 $\pm$ 0.56	7.60 $\pm$ 0.57	9.92 $\pm$ 0.88	8.21 $\pm$ 0.89	9.15 $\pm$ 4.71	10.47 $\pm$ 0.82	9.14 $\pm$ 0.50
	겨울	7.62 $\pm$ 0.38	8.38 $\pm$ 0.49	9.34 $\pm$ 0.66	7.48 $\pm$ 0.53	5.86 $\pm$ 0.66	9.92 $\pm$ 0.70	9.50 $\pm$ 0.49

2. 기간에 따른 사망자수

가 . 지역별 계절에 따른 사망률 특성

7대 광역시의 지역별 사망률 변화 특성을 계절별로 알아보았다 (Table 2 참조).

7개 광역시 가운데 부산이 가장 높은 사망률이 나타났으며 겨울에 가장 많은 사망률이 나타남을 알 수 있었다. 그 다음은 인천, 울산, 대구, 서울, 광주 순으로 나타났다. 7대 광역시 모두 겨울에 가장 많은 사망률이 나타남을 알 수 있었지만 특히 부산의 경우 겨울에 가장 많은 사망률을 나타내고 있다. 그 다음은 봄, 가을, 여름 순으로 나타났다. 또, 남자와 여자 모두 겨울에 사망률이 제일 높았고 다시 말해, 온도가 낮아질수록 사망률이 더 높아지는 것으로 나타났으며, 여자보다 남자가 더 많은 사망률을 나타냈다. 남자의 경우 소방수, 경찰관, 건설 노동자 등 스트레스, 사고사 등이 높은 직종에 많은 비율을 차지하므로 낮은 수명에 연관이 있기 때문이다.

Table 2. 7대 광역시의 계절별 사망률(100,000명 당)

	계절	남자 Mean±SD	여자 Mean±SD
서울	봄	59.07±72.37	50.22±63.06
	여름	52.33±65.22	43.35±54.07
	가을	57.25±71.92	47.21±60.41
	겨울	64.17±79.67	53.88±66.24
부산	봄	77.69±88.68	62.04±68.68
	여름	66.71±74.95	53.07±60.74
	가을	76.36±89.29	61.67±72.38
	겨울	90.28±104.89	71.60±81.25
대구	봄	67.80±76.04	54.80±64.66
	여름	61.38±74.38	48.82±57.43
	가을	64.99±79.32	53.75±64.31
	겨울	74.87±90.62	61.37±72.34
인천	봄	76.79±91.82	60.13±73.16
	여름	66.72±82.74	53.31±67.36
	가을	74.34±95.73	57.43±73.57
	겨울	83.28±102.33	63.19±77.89
광주	봄	55.51±63.14	44.44±52.37
	여름	50.38±59.98	39.00±47.23
	가을	52.45±60.92	41.71±49.91
	겨울	58.03±67.83	49.31±59.09
대전	봄	59.53±69.88	50.70±63.68
	여름	53.22±64.70	44.97±56.23
	가을	59.62±73.38	49.28±65.07
	겨울	69.84±82.75	54.04±67.83
울산	봄	66.63±78.30	57.39±61.60
	여름	62.17±78.80	50.90±59.73
	가을	67.98±82.55	58.53±68.44
	겨울	78.15±92.52	65.06±71.32

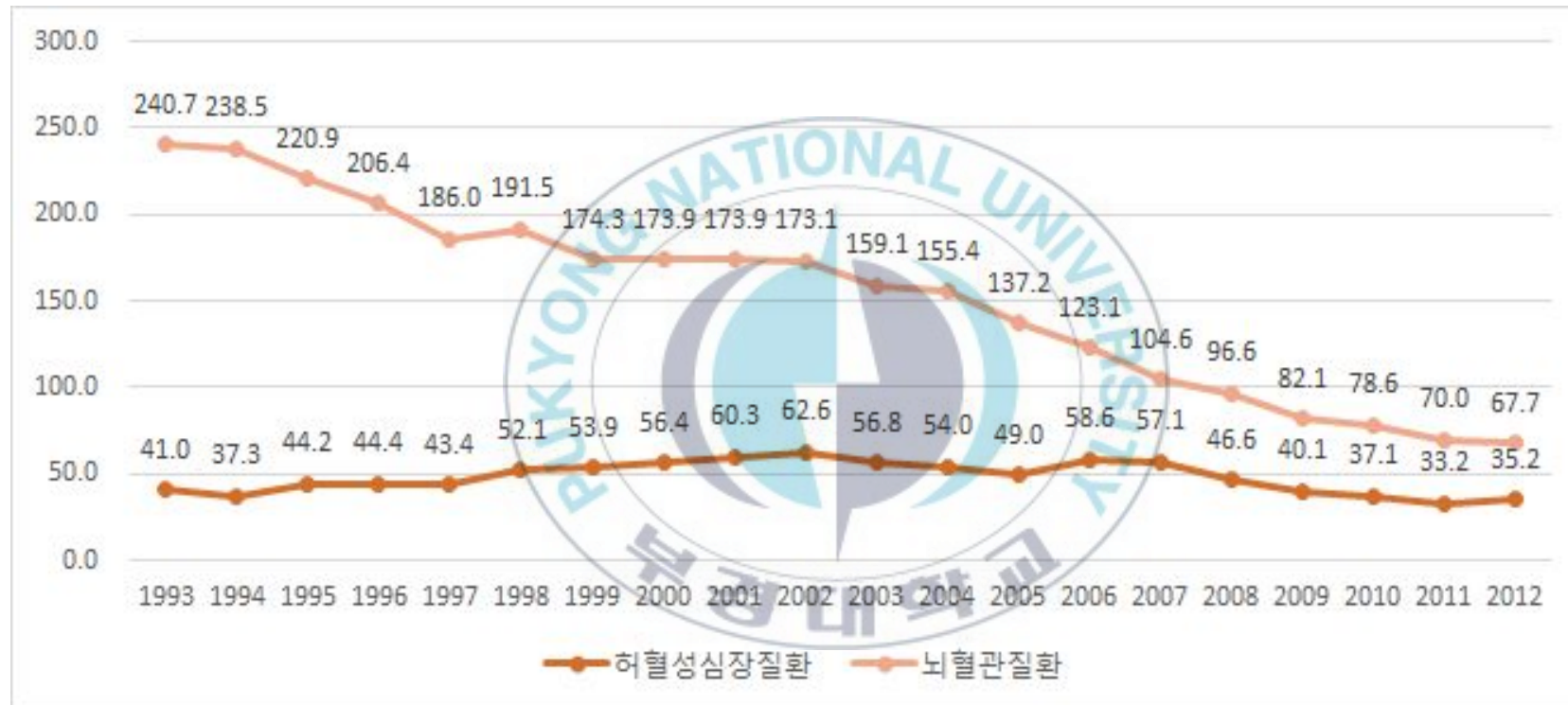
나 . 지역별 사망률의 질환별 및 연별 특성

그림 1은 두 개의 질병원인 허혈성 심장질환 (Ischaemic Heart Diseases: IHD), 뇌혈관질환 (CerebroVascular Disease: CVD)에 따른 사망률의 연별 변화 특징을 보여주고 있다 (Figure 1 참조).

허혈성 심장질환으로 인한 사망률은 1993년부터 2002년까지 10년간 변화가 거의 없는 것을 보여주고 있다.

뇌혈관질환으로 인한 사망률은 1993년부터 2012년까지 꾸준히 감소하는 경향을 보여주고 있다. 이는 우리나라 연령이 고령화가 되어가면서 의료기술의 발달, 종합검진의 의무화로 조기진단으로 인한 치료율 증가 등으로 뇌혈관질환에 영향을 미쳤던 것으로 생각된다.

Figure 1. 서울의 사망률 특성 (100,000명 당)



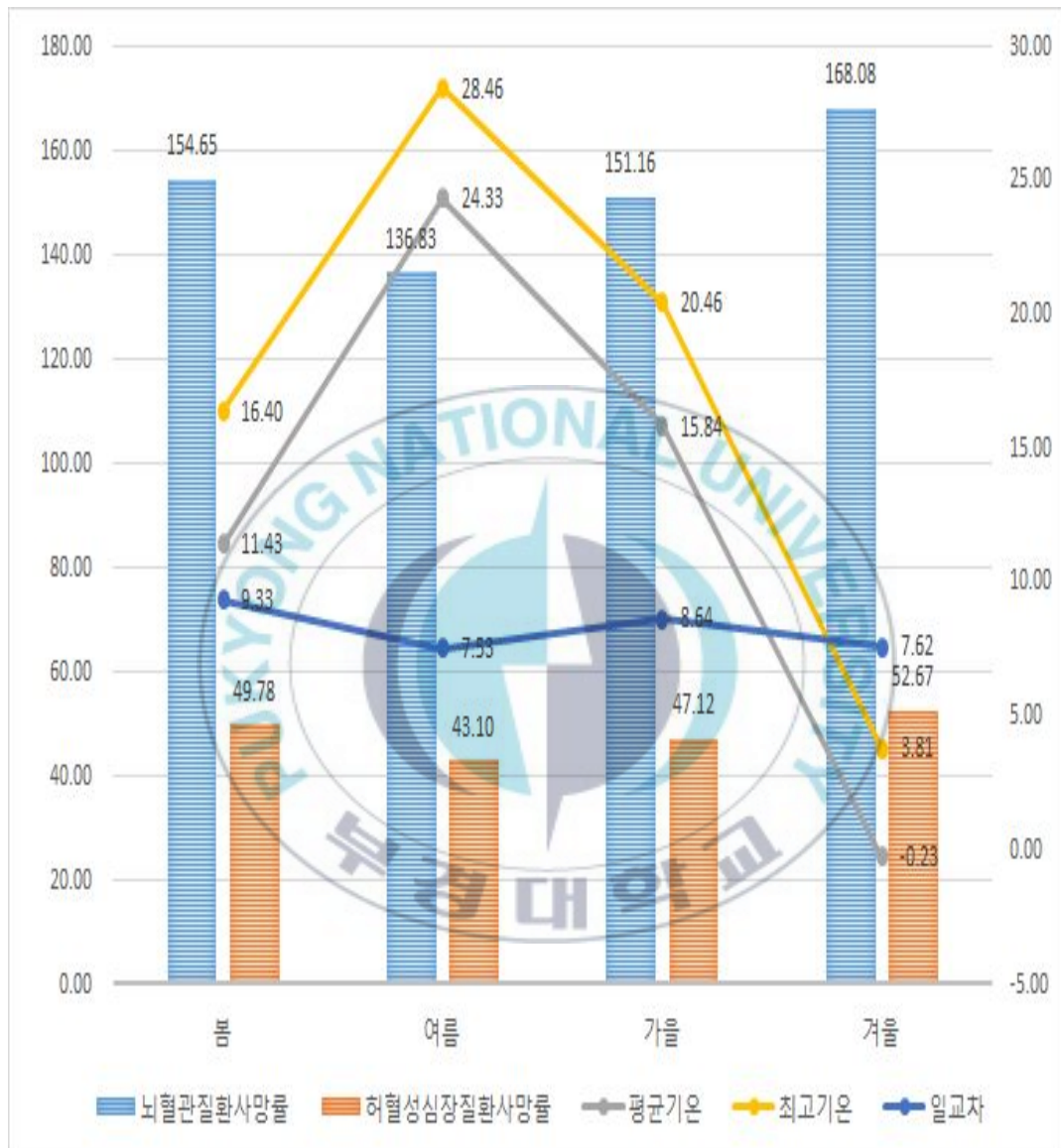
다 . 지역별 계절에 따른 질환별 사망률 특성

두 개의 질병원인 허혈성 심장질환 (Ischaemic Heart Diseases: IHD), 뇌혈관질환 (CerebroVascular Disease: CVD)에 따른 사망률을 계절에 따라 각 지역별로 설명하는 통계를 보여주고 있다 (Table 3, Figure 2 참조). 허혈성 심장질환의 경우, 계절별로 모든 지역에서 겨울에 가장 많은 사망률을 나타내고 있으며 여름에 가장 낮은 사망률을 나타내고 있다. 뇌혈관 질환의 경우 또한 허혈성 심장질환의 경우와 비슷한 양상의 사망률을 보이고 있지만 심장질환의 경우 특히 많은 사망률을 나타내고 있다. 7대 광역시 지역별로 사망률을 비교해보면 허혈성 심장질환의 경우 부산에서 가장 많은 사망률을 보이고 뇌혈관 질환의 경우 인천에서 가장 많은 사망률을 보이고 있다.

Table 3. 7대 광역시의 질환에 따른 계절별 사망률(100,000명 당)

	계절	서울 mean±sd	부산 mean±sd	대구 mean±sd	인천 mean±sd	광주 mean±sd	대전 mean±sd	울산 mean±sd
허혈성	봄	49.78±11.44	75.80±22.00	53.51±19.08	56.02±19.27	40.42±15.52	42.87±18.66	60.13±16.45
심장질환	여름	43.10±10.06	64.67±16.36	49.92±13.09	45.33±15.73	37.42±18.44	40.39±16.80	50.47±18.78
	가을	47.12±12.13	73.68±17.09	51.10±15.04	50.20±15.84	40.49±16.50	40.40±17.25	59.64±20.64
	겨울	52.67±12.07	85.50±22.08	57.79±19.73	56.62±17.47	40.96±17.89	48.35±20.72	63.14±17.26
뇌혈관	봄	154.65±58.74	183.43±65.16	167.74±52.01	196.01±60.66	138.8±40.23	157.16±47.85	166.46±52.61
질환	여름	136.83±50.72	158.08±55.54	153.20±56.49	178.05±51.70	125.49±41.71	141.51±44.65	160.43±56.60
	가을	151.16±55.58	185.82±68.93	169.34±54.19	196.72±68.01	132.78±36.72	162.72±47.56	174.48±61.37
	겨울	168.08±61.59	216.57±77.77	192.22±62.67	214.17±67.25	153.68±37.34	179.67±51.22	197.08±59.43

Figure 2. 서울의 계절별 사망률과 온도변화의 관계 (100,000명 당)



IV. 연구 모형

1. 분석방법

본 연구의 예측모형은 사망률의 추정을 위해 사망자수가 포아송 분포를 따른다는 가정 하에 성별, 연령 그리고 지역을 고려하여 평균기온, 최고기온, 최고기온과 최저기온의 차이 (일교차)에 따른 52주 (week)단위 사망률의 변화에 초점을 두어 SAS 9.4version을 사용하여 분석을 수행하였다.

지역마다 연도에 따라 급격히 증가하는 인구수를 보정하기 위해 전년도 주민등록인구수와 당해 연도 주민등록인구수를 적절 비율로 산출하여 변수를 만들어 사용하였다.

시계열 분석에서 독립변수의 시간지연효과 (lag)를 반영한 모형에 사망률의 계절성을 고려한 분석을 수행하였다. 시간지연효과 (lag)는 사망자들의 질환별로 나타나는 시간적 지연의 사망시간을 반영하기 위한 것이다. 기후변화와 관련되어 사망률의 계절성을 반영하기 위하여, 다음과 같이 연간 주기성 (annual periodicity)을 가진 사인함수와 코사인 함수를 포아송 회귀식에 반영하였다.

$$y_t \sim \text{Poisson}(\mu_t)$$

$$\begin{aligned} \log(\mu_t) = & \log(I_t) + \beta_0 + \beta_1 \cdot t + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi t}{52}\right) + \beta_3 \cos\left(\frac{2\pi t}{52}\right) + \beta_4 y_{t-1} + \beta_5 y_{t-2} \\ & + \beta_6 I(9 \leq t \leq 21) + \beta_7 I(22 \leq t \leq 34) + \beta_8 I(35 \leq t \leq 47) \\ & + \beta_9 x_t + \beta_{10} x_{t-1} + \beta_{11} x_{t-2} \end{aligned}$$

t : t 번째 주를 나타냄. 1993년부터 2012년까지 1년(365일)을 일주일(7 일)로 나누어 52주로 분류. t 번째 주 로 마지막52주에 포함된 일수는 년도마다 차이가 존재. 1996년, 2000년, 2004년, 2008년, 2012년은 9일 이고 나머지는 8일.

y_t : t 번째 주에서 65세 이상인 사망자 수 (허혈성 심장질환, 뇌혈관질환)

μ_t : y_t 의 기댓값.

I_t : 오프셋. t 가 1에서 51일 때는 7이고 t 가 52일 때는 년도에 따라 8 또는 9.

x_t : t 번째 주의 기온 자료 (평균기온, 최고기온, 일교차 평균 고려).

β_0 : 절편.

β_1 : 시간 효과.

β_2, β_3 : 주기 효과.

β_4 : 일주일 전 사망 효과.

β_5 : 이주일 전 사망 효과.

$\beta_6, \beta_7, \beta_8$: 계절요인 (β_6 : 봄, β_7 : 여름, β_8 : 가을)

β_{10} : 일주일 전 기후 효과.

β_{11} : 이주일 전 기후 효과.

2. 분석결과

가. 허혈성 심장질환 (Ischaemic Heart Diseases: IHD)

서울의 평균기온이 허혈성 심장질환에 의한 사망률에 미치는 영향을 알아보기 위해 분석을 실시하였다 (Table 4-a, Table 4-b 참조). 그 결과, 남자일 때 허혈성 심장질환에 의한 사망의 경우 평균기온은 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 ($p=0.271$). 또한, 여자일 때인 경우 남자일 때와 마찬가지로 평균기온은 허혈성 심장질환에 의한 사망률에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 ($p=0.869$).

표 5-a와 표 5-b는 최고기온이 허혈성 심장질환에 의한 사망률에 미치는 영향을 알아보기 위한 분석 결과를 제시하고 있다. 남자일 때 허혈성 심장질환에 의한 사망의 경우 최고기온은 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 ($p=0.418$). 또한, 여자일 때인 경우 남자일 때와 마찬가지로 최고기온은 허혈성 심장질환에 의한 사망률에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 ($p=0.713$).

일교차가 허혈성 심장질환에 의한 사망률에 미치는 영향을 알아보기 위한 분석 결과를 Table 6-a와 Table 6-b에 제시되어 있다. 남자일 때 허혈성 심장질환에 의한 사망의 경우 일교차가 영향을 미치는 것으로 나타났다 ($p=0.042$). 일교차가 1°C 차이가 난다면 허혈성 심장질환에 의한 사망률은 1.023배 증가함을 알 수 있다. 이를 통해 서울에서 남자는 일교차가 1°C 차이 날 때 허혈성 심장질환에 의한 사망률은 증가함을 알 수 있

다. 또한, 여자일 때 허혈성심장질환에 의한 사망의 경우 또한 일교차가 영향을 미치는 것으로 나타났다 ($p=0.024$). 일교차가 1°C 차이가 난다면 허혈성 심장질환에 의한 사망률은 1.016배 증가함을 알 수 있다. 남자와 여자를 비교해보았을 때 일교차가 증가할수록 비슷한 경향으로 허혈성 심장질환에 의한 사망률이 증가함을 알 수 있다.



Table 4-a. 남자일 때, 서울의 평균기온이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-9.5075	0.0001	(-9.7505, -9.2646)	<0.001
β_1 (time)	-0.0005	0.9995	(-0.0006, -0.0004)	<0.001
β_2	-0.032	0.9685	(-0.1676, 0.1036)	0.643
β_3	-0.0182	0.9820	(-0.1653, 0.1289)	0.809
β_4	0.0188	1.0190	(0.011, 0.0266)	<0.001
β_5	0.0258	1.0261	(0.0181, 0.0336)	<0.001
Season				
봄(β_6)	-0.0073	0.9927	(-0.1299, 0.1153)	0.907
여름(β_7)	-0.0732	0.9294	(-0.2257, 0.0793)	0.347
가을(β_8)	-0.0392	0.9616	(-0.1563, 0.0778)	0.511
겨울				
평균기온	-0.0067	0.9933	(-0.0187, 0.0053)	0.271
1 lag(β_9)	0.0003	1.0003	(-0.0124, 0.0131)	0.958
2 lag(β_{10})	-0.002	0.9980	(-0.0145, 0.0104)	0.749

Table 4-b. 여자일 때, 서울의 평균기온이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-9.9326	0.0000	(-10.152, -9.7131)	<0.001
β_1 (time)	-0.0002	0.9998	(-0.0003, -0.0001)	<0.001
β_2	-0.063	0.9389	(-0.1836, 0.0577)	0.306
β_3	-0.0856	0.918	(-0.2164, 0.0452)	0.200
β_4	0.0221	1.0223	(0.0164, 0.0279)	<0.001
β_5	0.019	1.0192	(0.0132, 0.0247)	<0.001
Season				
봄(β_6)	-0.0143	0.9858	(-0.124, 0.0953)	0.798
여름(β_7)	-0.1414	0.8681	(-0.2764, -0.0064)	0.040
가을(β_8)	-0.0257	0.9746	(-0.1301, 0.0787)	0.629
겨울				
평균기온	-0.0009	0.9991	(-0.0116, 0.0098)	0.869
1 lag(β_9)	-0.0144	0.9857	(-0.0258, -0.0031)	0.013
2 lag(β_{10})	0.004	1.0040	(-0.0071, 0.0151)	0.482

Table 5-a. 남자일 때, 서울의 최고기온이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-9.5313	0.0001	(-9.8308, -9.2318)	<0.001
β_1 (time)	-0.0005	0.9995	(-0.0006, -0.0004)	<0.001
β_2	-0.0097	0.9903	(-0.1368, 0.1175)	0.881
β_3	0.0135	1.0136	(-0.1232, 0.1501)	0.847
β_4	0.0188	1.0190	(0.011, 0.0266)	<0.001
β_5	0.0258	1.0261	(0.0181, 0.0336)	<0.001
Season				
봄(β_6)	-0.014	0.9861	(-0.1374, 0.1095)	0.824
여름(β_7)	-0.0753	0.9275	(-0.228, 0.0774)	0.334
가을(β_8)	-0.041	0.9598	(-0.1601, 0.0782)	0.500
겨울				
최고기온	-0.0047	0.9953	(-0.0162, 0.0067)	0.418
1 lag(β_9)	0.0024	1.0024	(-0.0098, 0.0145)	0.703
2 lag(β_{10})	-0.0028	0.9972	(-0.0146, 0.0091)	0.647

Table 5-b. 여자일 때, 서울의 최고기온이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-9.9641	0.0000	(-10.2312, -9.697)	<0.001
β_1 (time)	-0.0002	0.9998	(-0.0003, -0.0001)	<0.001
β_2	-0.0337	0.9669	(-0.1464, 0.079)	0.558
β_3	-0.0447	0.9563	(-0.1656, 0.0762)	0.469
β_4	0.0223	1.0226	(0.0166, 0.0281)	<0.001
β_5	0.0192	1.0194	(0.0135, 0.0249)	<0.001
Season				
봄(β_6)	-0.0231	0.9772	(-0.1335, 0.0873)	0.682
여름(β_7)	-0.144	0.8659	(-0.2792, -0.0087)	0.037
가을(β_8)	-0.0284	0.9720	(-0.1348, 0.078)	0.601
겨울				
최고기온	0.0019	1.0019	(-0.0083, 0.0122)	0.713
1 lag(β_9)	-0.0127	0.9874	(-0.0235, -0.0019)	0.022
2 lag(β_{10})	0.0037	1.0037	(-0.0068, 0.0143)	0.491

Table 6-a. 남자일 때, 서울의 일교차 평균이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-10.1191		(-10.2932, -9.945)	<0.001
β_1 (time)	-0.0006	0.9994	(-0.0007, -0.0005)	<0.001
β_2	0.0181	1.0183	(-0.0454, 0.0816)	0.577
β_3	0.0958	1.1005	(0.035, 0.1566)	0.002
β_4	0.0153	1.0154	(0.0105, 0.0201)	<0.001
β_5	0.017	1.0171	(0.0122, 0.0218)	<0.001
Season				
봄(β_6)	0.082	1.0855	(-0.0092, 0.1733)	0.078
여름(β_7)	0.068	1.0704	(-0.0523, 0.1883)	0.268
가을(β_8)	0.0286	1.0290	(-0.0687, 0.126)	0.564
겨울				
일교차	0.016	1.0231	(0.0006, 0.0314)	0.042
평균				
1 lag(β_9)	-0.0089	0.9911	(-0.0242, 0.0065)	0.257
2 lag(β_{10})	-0.0107	0.9894	(-0.0253, 0.004)	0.153

Table 6-b. 여자일 때, 서울의 일교차 평균이 허혈성심장질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-10.5716		(-10.7331, -10.4101)	<0.001
β_1 (time)	-0.0004	0.9996	(-0.0005, -0.0004)	<0.001
β_2	0.0314	1.0319	(-0.0261, 0.0889)	0.284
β_3	0.0439	1.0449	(-0.011, 0.0988)	0.117
β_4	0.0205	1.0207	(0.0169, 0.0241)	<0.001
β_5	0.0195	1.0197	(0.0159, 0.0231)	<0.001
Season				
봄(β_6)	-0.0007	0.9993	(-0.0832, 0.0818)	0.987
여름(β_7)	0.007	1.0070	(-0.1021, 0.1161)	0.900
가을(β_8)	0.0269	1.0273	(-0.0617, 0.1155)	0.552
겨울				
일교차	0.0162	1.0163	(0.0022, 0.0302)	0.024
평균				
1 lag(β_9)	-0.0216	0.9786	(-0.0354, -0.0077)	0.002
2 lag(β_{10})	-0.0023	0.9977	(-0.0156, 0.011)	0.737

나. 뇌혈관질환 (CerebroVascular Disease: CVD)

서울의 평균기온이 뇌혈관질환에 의한 사망률에 미치는 영향을 알아보기 위해 분석을 실시하였다 (Table 7-a, Table 7-b 참조). 그 결과, 남자일 때 뇌혈관질환에 의한 사망의 경우 평균기온은 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 ($p=0.798$). 또한, 여자일 때인 경우 남자일 때와 마찬가지로 평균기온은 뇌혈관질환에 의한 사망률에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 ($p=0.335$).

최고기온이 뇌혈관질환에 의한 사망률에 미치는 영향을 알아보기 위한 분석 결과를 Table 8-a와 Table 8-b에서 제시하고 있다. 남자일 때 뇌혈관질환에 의한 사망의 경우 최고기온은 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 ($p=0.418$). 하지만 여자일 때 최고기온은 뇌혈관질환에 의한 사망률에 영향을 미치는 것으로 나타났다 ($p=0.027$). 최고기온이 1°C 상승하게 되면 뇌혈관질환에 의한 사망률이 1.008배 증가함을 알 수 있다.

일교차가 뇌혈관질환에 의한 사망률에 미치는 영향을 알아보기 위한 분석 결과를 Table 9-a와 Table 9-b에 제시되어 있다. 남자인 경우 뇌혈관질환에 의한 사망률에 일교차가 영향을 미치는 것으로 나타났다 ($p=0.001$). 일교차가 1°C 차이가 난다면 뇌혈관질환에 의한 사망률이 1.016배 증가함을 알 수 있다. 이는 여자인 경우에도 동일하게 보였다. 여자일 때 뇌혈관질환에 의한 사망의 경우 또한 일교차가 영향을 미치는

것으로 나타났다 ($p=0.001$). 일교차가 1°C 차이가 난다면 뇌혈관질환에 의한 사망률이 1.013배 증가함을 알 수 있다. 일교차가 뇌혈관질환에 의한 사망률에 미치는 영향을 보았을 때, 남자는 여자보다 영향을 더 많이 받는 것을 알 수 있다.



Table 7-b. 여자일 때, 서울의 평균기온이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-8.0763	0.0003	(-8.257, -7.8956)	<0.001
β_1 (time)	-0.0013	0.9987	(-0.0013, -0.0012)	<0.001
β_2	-0.0515	0.9498	(-0.1444, 0.0414)	0.277
β_3	0.0308	1.0313	(-0.0715, 0.1331)	0.555
β_4	0.007	1.0070	(0.0031, 0.011)	0.001
β_5	0.0022	1.0022	(-0.0017, 0.0062)	0.268
Season				
봄(β_6)	0.0113	1.0114	(-0.0716, 0.0943)	0.789
여름(β_7)	-0.0188	0.9814	(-0.1231, 0.0855)	0.724
가을(β_8)	0.0254	1.0257	(-0.0546, 0.1053)	0.534
겨울				
평균기온	-0.0011	0.9989	(-0.0094, 0.0072)	0.798
1 lag(β_9)	-0.0017	0.9983	(-0.0105, 0.007)	0.699
2 lag(β_{10})	-0.0101	0.9900	(-0.0187, -0.0016)	0.020

Table 7-b. 여자일 때, 서울의 평균기온이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-8.6273	0.0002	(-8.7883, -8.4664)	<0.001
β_1 (time)	-0.001	0.9990	(-0.001, -0.001)	<0.001
β_2	-0.1425	0.8672	(-0.2224, -0.0626)	0.001
β_3	-0.0276	0.9728	(-0.115, 0.0597)	0.535
β_4	0.0085	1.0085	(0.0059, 0.0111)	<0.001
β_5	0.0103	1.0104	(0.0077, 0.0129)	<0.001
Season				
봄(β_6)	0.0694	1.0719	(-0.0024, 0.1413)	0.058
여름(β_7)	0.0015	1.0015	(-0.088, 0.091)	0.974
가을(β_8)	0.0139	1.0140	(-0.0543, 0.0821)	0.690
겨울				
평균기온	0.0035	1.0035	(-0.0036, 0.0105)	0.335
1 lag(β_9)	-0.0121	0.9880	(-0.0196, -0.0047)	0.002
2 lag(β_{10})	-0.0081	0.9919	(-0.0154, -0.0007)	0.031

Table 8-a. 남자일 때, 서울의 최고기온이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-8.1101	0.0003	(-8.3241, -7.8961)	<0.001
β_1 (time)	-0.0013	0.9987	(-0.0013, -0.0012)	<0.001
β_2	-0.0144	0.9857	(-0.1007, 0.072)	0.745
β_3	0.0734	1.0762	(-0.021, 0.1678)	0.127
β_4	0.007	1.0070	(0.0031, 0.011)	0.001
β_5	0.0024	1.0024	(-0.0016, 0.0063)	0.237
Season				
봄(β_6)	0.0027	1.0027	(-0.0808, 0.0861)	0.950
여름(β_7)	-0.0185	0.9817	(-0.1229, 0.0859)	0.728
가을(β_8)	0.024	1.0243	(-0.0575, 0.1055)	0.564
겨울				
최고기온	0.0012	1.0012	(-0.0067, 0.009)	0.772
1 lag(β_9)	-0.0019	0.9981	(-0.0102, 0.0063)	0.644
2 lag(β_{10})	-0.0074	0.9926	(-0.0155, 0.0006)	0.070

Table 8-b. 여자일 때, 서울의 최고기온이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-8.673	0.0002	(-8.8585, -8.4874)	<0.001
β_1 (time)	-0.001	0.9990	(-0.001, -0.001)	<0.001
β_2	-0.0993	0.9055	(-0.1734, -0.0251)	0.009
β_3	0.0267	1.0271	(-0.0539, 0.1074)	0.516
β_4	0.0087	1.0087	(0.0061, 0.0113)	<0.001
β_5	0.0105	1.0106	(0.0079, 0.0131)	<0.001
Season				
봄(β_6)	0.0597	1.0615	(-0.0126, 0.132)	0.106
여름(β_7)	0.002	1.0020	(-0.0877, 0.0916)	0.966
가을(β_8)	0.0136	1.0137	(-0.056, 0.0831)	0.703
겨울				
최고기온	0.0075	1.0075	(0.0009, 0.0142)	0.027
1 lag(β_9)	-0.012	0.9881	(-0.0191, -0.005)	0.001
2 lag(β_{10})	-0.0064	0.9936	(-0.0133, 0.0005)	0.068

Table 9-a. 남자일 때, 서울의 일교차 평균이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-8.7967	0.0002	(-8.9143, -8.6792)	<0.001
β_1 (time)	-0.0013	0.9987	(-0.0013, -0.0012)	<0.001
β_2	-0.0145	0.9856	(-0.0526, 0.0237)	0.457
β_3	0.0456	1.0467	(0.0081, 0.0831)	0.017
β_4	0.006	1.0060	(0.0044, 0.0077)	<0.001
β_5	0.0059	1.0059	(0.0042, 0.0076)	<0.001
Season				
봄(β_6)	-0.0163	0.9838	(-0.0719, 0.0392)	0.565
여름(β_7)	-0.0517	0.9496	(-0.1247, 0.0213)	0.165
가을(β_8)	-0.0394	0.9614	(-0.0985, 0.0196)	0.191
겨울				
일교차				
평균	0.0161	1.0162	(0.007, 0.0252)	0.001
1 lag(β_9)	-0.0045	0.9955	(-0.0136, 0.0047)	0.337
2 lag(β_{10})	-0.0003	0.9997	(-0.009, 0.0085)	0.955

Table 9-b. 여자일 때, 서울의 일교차 평균이 뇌혈관질환 사망률에 미치는 영향

변수	Coef.	RR	95% CI	P-value
β_0 (절편)	-9.2579	0.0001	(-9.3682, -9.1476)	<0.001
β_1 (time)	-0.001	0.9990	(-0.001, -0.0009)	<0.001
β_2	0.0026	1.0026	(-0.0306, 0.0358)	0.878
β_3	0.0834	1.087	(0.0512, 0.1157)	<0.001
β_4	0.0068	1.0068	(0.0056, 0.008)	<0.001
β_5	0.0049	1.0049	(0.0037, 0.0061)	<0.001
Season				
봄(β_6)	0.0347	1.0353	(-0.0131, 0.0825)	0.155
여름(β_7)	0.0590	1.0608	(-0.0041, 0.1222)	0.067
가을(β_8)	0.0132	1.0133	(-0.0381, 0.0645)	0.614
겨울				
일교차				
평균	0.0132	1.0133	(0.0054, 0.021)	0.001
1 lag(β_9)	0.0066	1.0066	(-0.0013, 0.0144)	0.101
2 lag(β_{10})	-0.01	0.9900	(-0.0175, -0.0025)	0.009

V. 고 찰

온도가 사망률에 미치는 영향은 많은 논문에서도 연구를 하여 왔고 기상 이상 현상인 폭염에만 국한하여 분석한 연구들이 많았으나 본 연구는 한국을 대상으로 온도변화가 질환별 사망률에 미치는 영향을 연구한 것으로 기존의 연구들과의 차별점이라고 할 수 있을 것이다. 특히 본 연구에서는 일 사망자수가 아닌 주 사망자수를 사용한 것이 기존 연구와 차별성을 가진다.

본 연구에서 분석된 결과를 바탕으로 온도변화에 취약한 계층인 65세 이상의 그룹을 남녀별로 나누어 분석하였다. 그 결과 65세 이상의 여성 보다는 남성이 온도변화로 인한 사망률이 높은 것을 알 수 있었다.

허혈성 심장질환, 뇌혈관질환의 두 가지 질병분류를 이용하여 분석된 결과를 바탕으로 허혈성 심장질환이 온도변화에 영향을 미치는 것으로 판단하여 온도변화와 허혈성 심장질환으로 인한 사망률을 대상으로 한 연구결과, 일교차가 증가하면 허혈성 심장질환의 사망률이 같이 증가하는 것으로 확인하였다. 뇌혈관 질환 또한 온도변화에 영향을 미치는 것으로 판단하여 온도변화와 뇌혈관질환으로 인한 사망률을 대상으로 한 연구결과, 일교차가 증가하면 뇌혈관질환의 사망률이 같이 증가하는 것으로 확인하였다.

본 연구에서는 두 가지 질병분류 허혈성 심장질환과 뇌혈관 질환 만으로만 사망률을 추정하였으므로 2가지 질병 분류 뿐 만 아니라 다양한 질환에 대한 데이터 베이스를 구축하여 온도변화에 민감한 다른 질환을 이용한 분석이 필요하다. 온도변화에 있어서는 기온변수로서 최고기온, 평

균기온, 일교차만을 이용하여 분석하였기 때문에 사망률에 영향을 미칠 수 있는 습도 및 다른 온도변화들을 반영한 기온변수를 이용한 분석이 필요하다.

갑자기 따뜻해지거나 추워질 때 남자인경우가 여자인 경우에 비해 사망률이 더 증가 하는 경향을 띄었다. WHO에서도 분류되어 보호되고 있는 온도변화에 취약한 인구집단에 대해서는 온도변화에 따라 적절한 보호가 필요하다.

뇌혈관 질환은 심각한 공중보건의 문제이고 노인층에서 많이 발생하는 것으로 나타났다. 따라서 온도변화에 영향을 받는 질환인 뇌혈관 질환에 대한 정책개발 또한 필요한 시점이라 생각된다. 물론 본 연구는 온도변화로 인해 발생하는 사망률 증가로 인한 사회전반의 피해를 구체화 하였으나 모형을 확장시켜 분석을 정교화 할 필요가 존재한다. 따라서 온도변화에 대한 적응능력을 개발하여 적용하는 연구가 필요하다. 개인의 적응 뿐 만 아니라 정책을 개발함에 있어서도 온도변화에 의한 피해를 줄일 노력이 필요하다고 사료된다.

VI. 결 론

앞선 연구자들은 폭염으로 인해 발생할 수 있는 사망에 관한 연구를 주로 해왔다. 사망의 원인을 폭염으로만 국한 할 것이 아니라 기존의 연구들 보다 더 나은 추정 값을 보이하고자 본 연구에서는 1993년부터 2012년 까지 우리나라의 7대광역시에 대한 지역별 온도변화와 주별 사망자 자료를 분석하여 지역별 온도변화가 질환별 사망률에 미치는 영향을 확인하였다.

분석에서 사용한 일 별 사망자수는 사망일자, 사망자의 주소지, 사망원인, 성별, 연령에 따라 분류하여 주 단위로 다시 가공하여 주 별 사망자수를 사용하였고 기후자료는 한국 기상청에서 수집된 자료를 바탕으로 평균 기온과 최고기온, 낮과 밤의 온도차이 (일교차) 기온과 관련된 기상변수 자료를 이용하였다.

7대 광역시간의 계절별 기온을 기초통계만으로 비교한 결과 부산이 가장 높은 값을 보였다. 표준편차를 이용하여 장기간의 기온변화를 살펴본 것을 때, 겨울 기온의 표준편차가 제일 크게 나타난 광역시는 서울, 부산, 인천, 광주, 대전 순이었고, 여름기온의 표준편차가 제일 크게 나타난 광역시는 대구와 울산이었다. 최고기온이 가장 높은 광역시는 대구광역시였다. 일교차는 대전에서 가장 큰 값을 나타냈고, 대구, 울산, 서울, 인천, 부산, 광주 순으로 낮아졌다. 이와 같은 결과는 지역적 특성을 잘 반영한 결과임을 알 수 있으므로 7대 광역시의 지역별 기온차이를 이용하여 분석하기 위한 근거를 제시하고 있다.

기후변화가 건강에도 영향을 미칠 수 있다는 것은 널리 알려진 사실이

다. 미국국립환경보건원 보고서 (EHP AND NIEHS, 2010)에서 보고된 바에 의하면 기후변화로 인하여 심장질환, 뇌졸중, 호흡기질환등의 만성 질환에 영향을 준다는 사실을 확인 할 수 있다. 따라서 기후변화가 건강 영향에 미치는 영향이 있다는 사실을 더 확고히 할 수 있다. 본 연구의 사망원인 자료는 WHO 국제적으로 통일된 질병분류인 ICD (International Classification of Disease)에서 허혈성 심장질환, 뇌혈관질환에 의한 사망으로 분류하여 사용하였다. 두 가지 질병의 원인으로 인한 7대광역시의 사망률은 1993년부터 2012년 까지 20년간 비슷한 양상을 보이고 있으나 전체적으로 줄어드는 양상을 띄고 있다. 이는 사망률 증가의 원인이 질병으로 인한 것만이 아니라는 것을 보인다. 그러므로 사망률 증가의 원인을 더 확실히 제시하기 위하여 7대 광역시의 사망률 특성을 계절별로 알아보았을 때, 7대 광역시 모두 겨울에 가장 높은 사망률이 나타남을 알 수 있었지만 특히 부산의 경우 겨울에 가장 많은 사망률을 나타내고 있다. 7대 광역시 지역별로 질환별 사망률을 비교해 본 결과 허혈성 심장질환의 경우 모든 지역에서 겨울에 가장 높은 사망률을 보였다. 뇌혈관 질환의 경우 인천에서 가장 높은 사망률을 보였다.

연구모형에서 두 가지 질환을 온도변화에 따라 살펴보았다. 선행연구 (이영은, 2013)에서도 심혈관계 질환 사망과 호흡기계 질환 사망은 대부분 유의하지 않은 결과를 나타냈다. 본 연구모형으로의 분석에서는 허혈성 심장질환과 뇌혈관질환이 온도변화에 영향을 받는 것으로 나타났다. 기후효과를 보정하여 허혈성 심장질환에 의한 사망률에 미치는 영향을 알아보았을 때, 일교차가 허혈성 심장질환 사망률에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 65세 이상의 그룹을 남, 여로 나누어 일교차의 온도변화가 허혈성 심장질환에 미치는 영향을 보았다. 남자일 때 허혈성심장질

환에 의한 사망의 경우 일교차가 1°C 차이가 난다면 허혈성 심장질환에 의한 사망률은 1.023배 증가함을 알 수 있다. 이를 통해 서울에서 남자는 일교차가 1°C 차이 날 때 허혈성 심장질환에 의한 사망률은 증가함을 알 수 있다. 또한, 여자일 때 허혈성 심장질환에 의한 사망의 경우 또한 일교차가 1°C 차이가 난다면 허혈성 심장질환에 의한 사망률은 1.016배 증가함을 알 수 있다. 남자와 여자를 비교해보았을 때 일교차가 증가할수록 비슷한 경향으로 허혈성 심장질환에 의한 사망률이 증가함을 알 수 있다.

또, 뇌혈관 질환 사망률에 미치는 영향을 알아보았을 때, 일교차가 뇌혈관 질환 사망률에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 연령별그룹에서의 결과는 WHO에서 정한 기후변화에 따른 대표적인 취약그룹으로 분류되어 있는 65세 이상의 그룹이 다른 연령층에 비해 온도변화에 영향을 많이 받아 높은 사망률을 보이는 것으로 나타났다. 즉 이것은 온도변화가 급격하게 나타날 때 뇌혈관질환으로 인한 65세 이상의 사망자가 증가하고 있음을 의미한다. 또한 65세 이상의 그룹을 남, 여로 나누어 일교차의 온도변화가 뇌혈관질환에 미치는 영향을 보았다. 남자일 때 일교차가 1°C 차이가 난다면 뇌혈관질환에 의한 사망률이 1.02배 증가함을 알 수 있다. 또한 여자일 때 뇌혈관질환에 의한 사망의 경우 일교차가 1°C 차이가 난다면 뇌혈관질환에 의한 사망률이 1.01배 증가함을 알 수 있다. 이는 일교차의 온도변화로 인한 사망률에 65세 이상의 남자인 경우가 여자인 경우보다 민감하게 반응 하는 것을 알 수 있다. 또한 일교차의 온도변화가 증가하거나 감소하는 폭이 클수록 사망률이 증가함을 알 수 있다. 즉, 갑자기 따뜻해지거나 추워질 때 남자인 경우가 여자인 경우에 비해 사망률이 더 증가 하는 경향을 보였다.

참 고 문 헌

- Antonella Zanobetti (2012). Summer temperature variability and lon-term survival among elderly people with chronic disease. *Proceedings of National Acoademy of Sciences*. **109**, 6608-6613.
- Youn-Hee Lim (2011). Effects of Diurnal Temperature Range on Cardiovascular and Respiratory Hospital Admissions in Korea. *Science of the Total Environment*, 417-418.
- Yuming Guo (2011). A large change in temperature between neighbouring days increases the risk of mortality. *PLos one*, **6**, 16511.
- 고왕경 (2007). 일일 최고기온의 변화에 대한 추정. *응용통계연구*, **20**, 1-9.
- 구희성, 김경현 (2007). 우리나라 자연 계절의 분포 특성과 변화 경향. *기후연구*, **2**, 105-117.
- 권호장, 조수현 (1999). 서울시의 대기오염과 일별 사망자수의 관련성에 대한 시계열적 연구. *예방의학회지*, **32**, 191-199.
- 기상연구소 (2005). *생명기상기술개발연구*, 168.
- 김소연 (2004). 기후변화로 인한 여름철 폭서현상이 사망률에 미치는 영향. 아주대학교 박사학위 청구논문.
- 김지영 외 (2006). 한반도에서 여름철 폭염이 일 사망률에 미치는 영향. *대기*, **16**, 269-278.
- 김지영 (2006). 고온-건강 예보 시스템 개발 현황 및 향후 추진계획, 기상연구소 주요사업 현황 세미나, 기상청.
- 류상범 (2007). 고령자 사망에 미치는 날씨의 영향 및 폭염 경고 시스템.

- 신호성 외 (2009). 기후변화와 식중독 발생 예측, *보건사회연구*, **29**, 143-162.
- 이경미 외 (2007). 여름철 고온현상이 사망자 증가에 미치는 영향: 서울 시를 사례로. *기후연구*, **2**, 118-127.
- 이나영 외 (2013). 폭염으로 인한 기후변화 취약계층의 사망률변화 분석: 서울을 중심으로. *보건사회연구*, **34**, 456-484.
- 이대근 (2006). 한반도 일 사망률에 영향을 미치는 기상요소의 특성과 상관성에 관한 연구. 인제대학교 대학원 이학석사 학위논문, 83.
- 이대근 외 (2007). 1994년 7월 부산지역의 폭염으로 인한 일 사망률 특성 연구. **17**, 463-470.
- 이영은 외 (2012) 기온-사망연구에서 기후변수에 따른 모형적합비교연구. **49**, 109-113.
- 이영은 (2013) 일평균 온도변화 추세와 일별 사망자수 관계연구. 서울대학교 보건대학과 이학석사 학위논문
- 전형진 (2011). 기후변화가 취약 인구집단의 건강에 미치는 영향. 박사학위논문, 보건학과, 한양대학교, 서울.
- 최광용 외 (2005) 높은 체감온도가 서울의 여름철 질병 사망자 증가에 미치는 영향. *예방의학회지*, **38**, 283-290.
- 홍윤철 (2008). 기후 변화와 건강. *Continuing Education Column*, 764-769.
- 환경부 (2003) 한반도 기후변화 영향평가 및 적응 프로그램마련-기후변화로 인한 건강 피해 가능성 조사 및 피해 저감정책 방향에 관한 연구, 세종, 환경부.