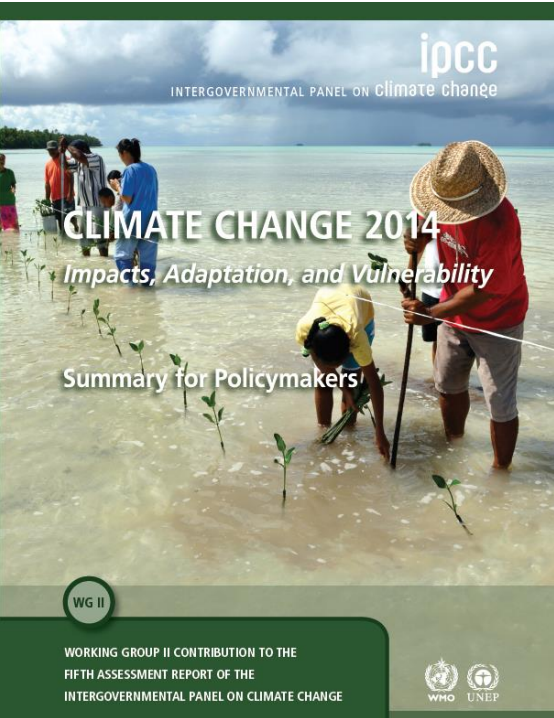

폭염/한파 피해와 재난관리

국립재난안전연구원

김도우



Asia				
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation
Increased riverine, coastal, and urban flooding leading to widespread damage to infrastructure, livelihoods, and settlements in Asia (<i>medium confidence</i>) [24.4]	<ul style="list-style-type: none"> Exposure reduction via structural and non-structural measures, effective land-use planning, and selective relocation Reduction in the vulnerability of lifeline infrastructure and services (e.g., water, energy, waste management, food, biomass, mobility, local ecosystems, telecommunications) Construction of monitoring and early warning systems; Measures to identify exposed areas, assist vulnerable areas and households, and diversify livelihoods Economic diversification 			Very low Medium Very high
			Present	
			Near term (2030–2040)	
			Long term 2°C (2080–2100)	
			4°C	
Increased risk of heat-related mortality (<i>high confidence</i>) [24.4]	<ul style="list-style-type: none"> Heat health warning systems Urban planning to reduce heat islands; Improvement of the built environment; Development of sustainable cities New work practices to avoid heat stress among outdoor workers 			Very low Medium Very high
			Present	
			Near term (2030–2040)	
			Long term 2°C (2080–2100)	
			4°C	
Increased risk of drought-related water and food shortage causing malnutrition (<i>high confidence</i>) [24.4]	<ul style="list-style-type: none"> Disaster preparedness including early-warning systems and local coping strategies Adaptive/integrated water resource management Water infrastructure and reservoir development Diversification of water sources including water re-use More efficient use of water (e.g., improved agricultural practices, irrigation management, and resilient agriculture) 			Very low Medium Very high
			Present	
			Near term (2030–2040)	
			Long term 2°C (2080–2100)	
			4°C	

ARTICLE

Received 15 Jan 2014 | Accepted 9 Jul 2014 | Published 2 Sep 2014

DOI: 10.1038/ncomms5646

Weakening of the stratospheric polar vortex by Arctic sea-ice loss

Baek-Min Kim¹, Seok-Woo Son², Seung-Ki Min³, Jee-Hoon Jeong⁴, Seong-Joong Kim¹, Xiangdong Zhang⁵, Taehyoun Shim⁴ & Jin-Ho Yoon⁶

Successive cold winters of severely low temperatures in recent years have had critical social and economic impacts on the mid-latitude continents in the Northern Hemisphere. Although these cold winters are thought to be partly driven by dramatic losses of Arctic sea-ice, the mechanism that links sea-ice loss to cold winters remains a subject of debate. Here, by conducting observational analyses and model experiments, we show how Arctic sea-ice loss and cold winters in extra-polar regions are dynamically connected through the polar stratosphere. We find that decreased sea-ice cover during early winter months (November–December), especially over the Barents–Kara seas, enhances the upward propagation of planetary-scale waves with wavenumbers of 1 and 2, subsequently weakening the stratospheric polar vortex in mid-winter (January–February). The weakened polar vortex preferentially induces a negative phase of Arctic Oscillation at the surface, resulting in low temperatures in mid-latitudes.

북극기온 상승으로 인한 극한 한파 발생

- 지구온난화
- 북극기온 상승
- 북극진동¹ 약화
- 제트기류 불안정
- 북극에 차단되어 있던 찬 공기 남하
- 극한 한파 발생

1) 북극진동: 북극에 존재하는 찬 공기의 소용돌이가 수심일, 수심년을 주기로 강약을 되풀이 하는 현상

2011년 1월 서울 한 달간 동안 단 이틀에 거쳐 44분 동안 영상 기온 관측, 3한4은 대신 29한 2은 발생 (2011.1.24. MBC 뉴스)

Two distinct influences of Arctic warming on cold winters over North America and East Asia

Jong-Seong Kug¹, Jee-Hoon Jeong^{2*}, Yeon-Soo Jang¹, Baek-Min Kim³, Chris K. Folland^{4,5}, Seung-Ki Min¹ and Seok-Woo Son⁶

Arctic warming has sparked a growing interest because of its possible impacts on mid-latitude climate^{1–9}. A number of unusually harsh cold winters have occurred in many parts of East Asia and North America in the past few years^{2,6,7}, and observational and modelling studies have suggested that atmospheric variability linked to Arctic warming might have played a central role^{1,3,4,8–11}. Here we identify two distinct influences of Arctic warming which may lead to cold winters over East Asia or North America, based on observational analyses and extensive climate model results. We find that severe winters across East Asia are associated with anomalous warmth in the Barents–Kara Sea region, whereas severe winters over North America are related to anomalous warmth in the East Siberian–Chukchi Sea region. Each regional warming over the Arctic Ocean is accompanied by the local development of an anomalous anticyclone and the downstream development of a mid-latitude trough. The resulting northerly flow of cold air provides favourable conditions for severe winters in East Asia or North America. These links between Arctic and mid-latitude weather are also robustly found in idealized climate model experiments and CMIP5 multi-model simulations. We suggest that our results may help improve seasonal prediction of winter weather and extreme events in these regions.

One of the clearest manifestations of recent climate change is Arctic amplification—that is, surface warming over the Arctic being faster than that at other latitudes under greenhouse warming¹². Such amplification has accelerated in recent decades and the Arctic has warmed approximately twice as rapidly as the Northern Hemisphere (NH) as a whole⁵. This clearly indicates that the Arctic is very susceptible to climate change, a phenomenon evident in both observations and climate projections^{12,13}.

Although greenhouse gas concentrations have increased continuously over the past half-century, extratropical NH winter temperature trends have exhibited considerable interdecadal variation (Fig. 1), partly because of natural climate variability. For example, between 1979 and 1997, when global-mean surface air temperature (SAT) increase was fastest, the winter warming trend was clear over Europe, East Asia and the USA (Fig. 1a), whereas the Arctic exhibited little trend or even slight cooling in places. However, between 1998 and 2013, the pattern of winter SAT trends in these regions became conspicuously different from that in 1979–1997. First, Arctic surface warming has progressed rapidly since 1998 (Fig. 1b), with stronger warming trends over the Barents–Kara and East Siberian–Chukchi sea regions where marked reductions in sea-ice concentration have occurred¹⁷. By contrast, strong cooling trends are evident over parts of the

extratropical northern continents¹⁴. In addition to these cooling trends, many parts of the northern continents have experienced frequent cold extremes, especially in recent years^{2,6,7}.

A key feature of Fig. 1 is the generally opposite sign of SAT trends between the Arctic and extratropics in the two epochs; in the earlier epoch the Arctic was actually cooling slightly whereas in the later epoch it was warming rapidly. Many recent studies have suggested that recent cold winters in northern continents are related to Arctic warming^{8,9,11,15–18}. However, it remains debatable whether the trend to colder winters is due to Arctic amplification or internal variability^{2,5,19–21} because the underlying dynamical mechanisms are not fully understood. Several studies have argued that sea-ice loss over the Barents–Kara Sea region in autumn plays a critical role in influencing atmospheric circulation in the following

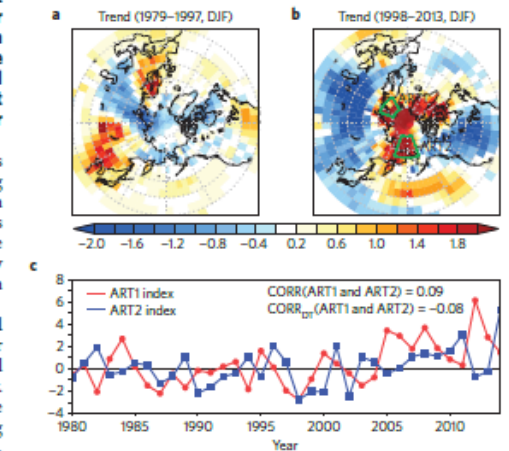


Figure 1 | SAT trends and Arctic temperature (ART) indices. **a, b**, The linear trend in surface air temperature during December–February for the periods 1979/1980–1997/1998 (**a**) and 1997/1998–2013/2014 (**b**) from the observed data³². Green boxes denote the region for ART indices in **b**. **c**, Time series of seasonal-mean ART1 and ART2 during December–February for the period 1979/1980–2013/2014. DT denotes the de-trended state.

¹School of Environmental Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH), 37673 Pohang, Korea. ²Department of Oceanography, Chonnam National University, 61186 Gwangju, Korea. ³Korea Polar Research Institute, 21990 Incheon, Korea. ⁴Met Office Hadley Centre, Exeter EX1 3PB, UK. ⁵Department of Earth Sciences, University of Gothenburg, 405 30 Gothenburg, Sweden. ⁶School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, 00826 Seoul, Korea. *e-mail: jjeehoon@jnu.ac.kr

폭염으로 인한 사회적 파급 영향력

2012.06.01~08.31 연합뉴스 분석



2012년8월7일 국무회의

1. . 폭염/한파의 개념적 정의

2. . 폭염 피해 특성 및 전망, 그리고 예측방법

3. . 한파 피해 특성

기상학적 정의

폭염 : 매우 심한 더위

일 최고기온이 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때

한파 : 겨울철에 기온이 갑자기 내려가는 현상

10월~4월 아침 최저기온이 전날보다 10℃ 이상 떨어지면서 3℃ 이하를 기록하고,
평년보다 3℃ 낮을 것으로 예상될 때
아침최저기온이 영하 12℃ 이하인 날이 이틀 이상 지속될 것으로 예상될 때

폭염/한파 피해란?



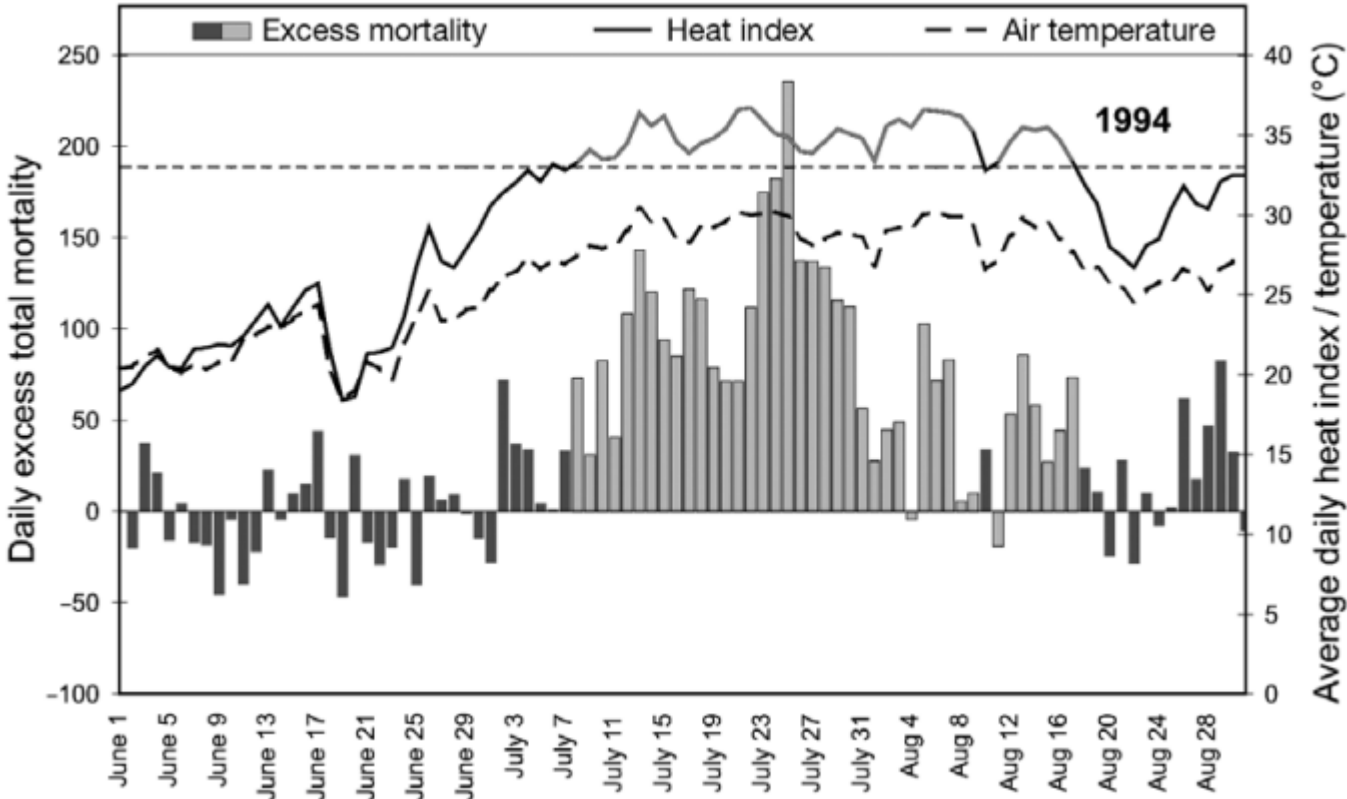
'94년 **3,384**명 초과사망

국립기상연구소 (2007) 폭염특보에 관한 연구

Table 3.4. 1991년부터 2004년까지 서울시를 대상으로 각 기준별 폭염주의보와 경보 횟수 및 초과사망률의 만족 또는 불만족의 빈도와 백분율

		Occurrence Frequency	excess death rate			
			correct		error	
			Frequency	%	Frequency	%
type1	Advisory	72	52	72.22	20	27.78
	Warning	16	4	25.00	12	75.00
type2	Advisory	206	123	59.71	83	40.29
	Warning	18	4	22.22	14	77.78
type3	Advisory	77	58	75.32	19	24.68
	Warning	9	4	44.44	5	55.56

Jan & Kim (2009) Mortality during heat waves in South Korea, 1991 to 2005: How exceptional was the 1994 heat wave?





'94년 **3,384**명 초과사망



'94년 **3,384**명 초과사망



'11년 **6**명, '12년 **15**명, '13년 **14**명, '14년 **1**명

폭염건강피해감시체계 (450여개 응급의료기관 집계)



'94년 **3,384**명 초과사망



'11년 **6**명, '12년 **15**명, '13년 **14**명, '14년 **1**명

폭염건강피해감시체계 (450여개 응급의료기관 집계)

4. 자료 해석시 유의사항

가. 본 자료는 응급실 운영 기관에서 신고한 온열질환자 정보를 기반으로 작성

– 신고대상 외 의료기관 및 타기관(예, 경찰서)이 인지한 온열질환자 사례는 포함되지 않음

– 외래에서 진료한 온열질환자가 포함되지 않음

* 의료기관 전수의 발생보고는 아님



'94년 **3,384**명 초과사망



'11년 **6**명, '12년 **15**명, '13년 **14**명, '14년 **1**명

폭염건강피해감시체계 (450여개 응급의료기관 집계)



'11년 **27**명, '12년 **59**명, '13년 **46**명, '14년 **6**명

통계청 사망원인통계('91~'13년)

'94년 **93**명

[기고] 한여름의 습격자 '폭염' 대비를

고윤화 기상청장

2016-07-04 11:08:06 | 사외칼럼

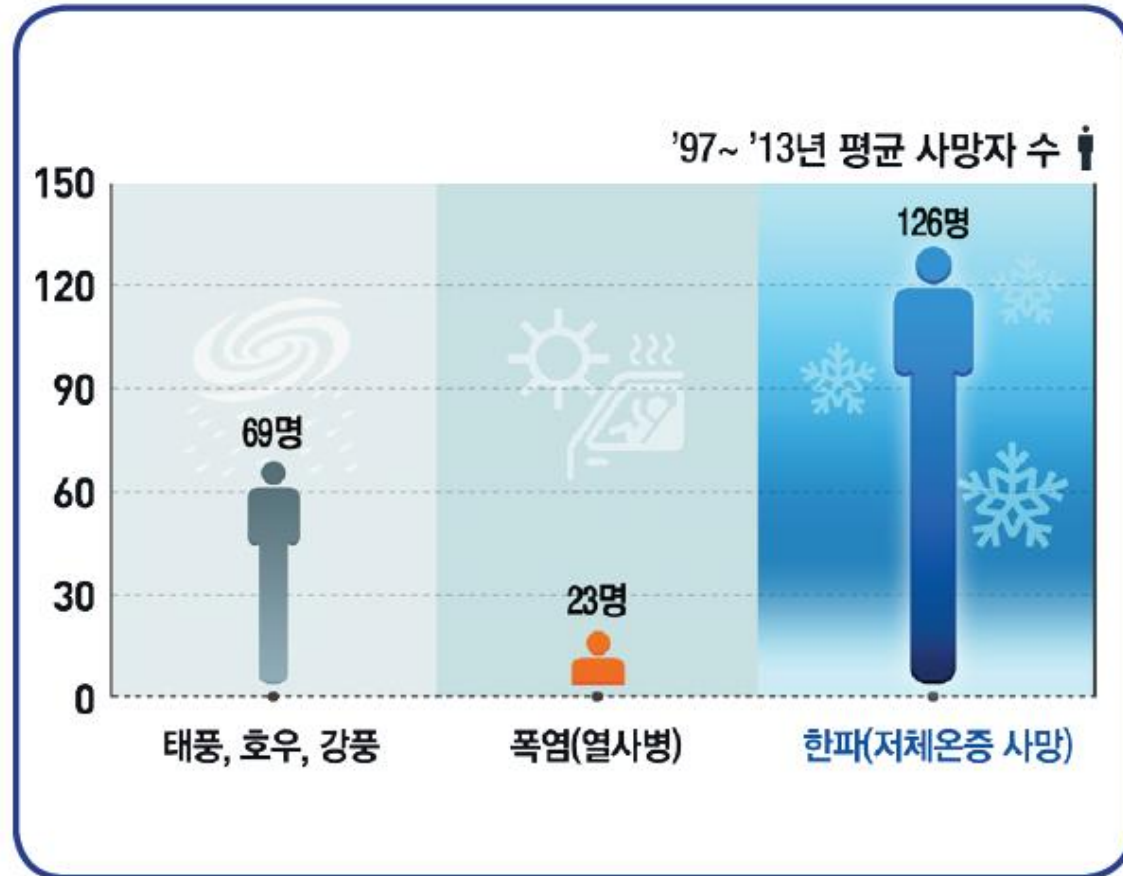


- 의사도 놀란, '탈모개선'새까맣게 짝 차..
- 또!?, 로또 1등 친구끼리 16억 나눠가져...

“삼복더위에 소뿔도 꼬부라든다”라는 속담이 있다. 삼복더위에는 소뿔조차도 녹아 꼬부라진다는 뜻으로 날씨가 몹시 더움을 비유적으로 이르는 말이다. 올여름 심상치 않은 폭염으로 소뿔뿐만이 아니라 인명 피해에도 주의를 기울여야 할 듯하다. 지난 100년간 전 세계적으로 가장 많은 사상자를 발생시킨 기상현상은 태풍이나 집중호우가 아닌 폭염이다. 최악의 폭염으로 지난 2003년 유럽에서 3만 5,000여명이 사망했다가 하면 지난해 5월과 6월 인도와 파키스탄에서 각각 2,207명, 1,233명이 사망하는 등 전 세계 곳곳에서 폭염으로 인한 피해가 빈번히 발생하고 있다. 게다가 지구온난화로 여름은 더 빨라지고 폭염 기간은 길어져 오는 2050년까지 폭염 발생 빈도는 2-6배 증가할 것으로 예측되고 있다. 폭염에 대한 대책 수립에 전 세계적인 관심이 커지는 이유다.

우리나라 또한 지난 100년간 폭염으로 인한 사상자가 태풍·집중호우보다 많은 것으로 나타났다. 폭염으로 인한 온열질환자가 2009년 1,482명에서 2013년 5,396명으로 증가했다. 국민안전처 국립재난안전연구원에 따르면 1991년부터 2013년까지 우리나라의 폭염으로 인한 사망자는 547명으로 기록돼 있다. 실제로 기온이 31도가 넘어가면 온열질환자가 급증한다. 특히 나이가 많은 어르신, 만성질환자, 어린이 등은 온열질환에 더욱 취약하다. 열사병의 경우 치료를 하더라도 치명률이 약 80%(체온이 43도 이상인 경우)나 되는 무서운 질환이다. 따라서 폭염이 예상될 때에는 미리미리 대비하는 것이 무엇보다 중요하다.

질병관리본부 한랭질환 신고현황 연보: 2013년 13명, 2014년 12명



폭염/한파 재난관리

재난 및 안전관리 기본법

1. "재난"이란 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 다음 각 목의 것을 말한다.
 - 가. 자연재난: 태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사(黃砂), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 화산활동, **그 밖에 이에 준하는 자연현상**으로 인하여 발생하는 재해

재난 및 안전관리 기본법

1. "재난"이란 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 다음 각 목의 것을 말한다.
 - 가. 자연재난: 태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사(黃砂), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 화산활동, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해

자연재해대책법

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "재해"란 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조제1호에 따른 재난으로 인하여 발생하는 피해를 말한다.
2. "자연재해"란 제1호에 따른 재해 중 기본법 제3조제1호가목에 따른 자연현상으로 인하여 발생하는 재해를 말한다.
3. "풍수해"(風水害)란 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조수, 대설, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해를 말한다.

재난 및 안전관리 기본법

1. "재난"이란 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 다음 각 목의 것을 말한다.
가. 자연재난: 태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사(黃砂), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 화산활동, **그 밖에 이에 준하는 자연현상**으로 인하여 발생하는 재해

자연재해대책법

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "재해"란 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조제1호에 따른 재난으로 인하여 발생하는 피해를 말한다.
2. "자연재해"란 제1호에 따른 재해 중 기본법 제3조제1호가목에 따른 자연현상으로 인하여 발생하는 재해를 말한다.
3. "풍수해"(風水害)란 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조수, 대설, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해를 말한다.

농어업재해대책법

제2조(국가의 보조 및 지원 대상 농업재해) ① 국가는 「농어업재해대책법」(이하 "법"이라 한다) 제4조제1항에 따라 농업재해가 동시에 또는 연속적으로 발생하고, 그 피해 규모가 시·군 또는 자치구(이하 "시·군"이라 한다)별로 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 재해를 입은 농가에 대하여 보조 및 지원을 하여야 한다.

1. 가뭄, 홍수, 호우(豪雨), 해일, 태풍, 강풍, 이상저온(異常低溫), 조수(潮水), **한파(寒波), 폭염(暴炎)**, 「농어업재해대책법 시행령 제2조제1항에 따른 병해충(病害蟲), 일조량(日照量) 부족 또는 그 밖에 법 제5조제1항에 따른 농업재해대책 심의위원회(이하 "농업재해대책 심의위원회"라 한다)가 인정하는 자연현상으로 인하여 농작물 또는 산림작물의 피해가 있는 경우로서 그 피해면적이 50헥타르 이상인 경우

기상법 시행령

제8조(일반인을 위한 예보 및 특보) ① 법 제13조제1항에 따른 기상현상에 관한 예보는 기온·강수 등에 관하여 정시 또는 수시로 하되, 다음 각 호의 예보로 구분하여 발표한다. 이 경우 예보의 세부 종류·내용 및 대상구역에 관한 사항은 기상청장이 정한다.

② 법 제13조제1항에 따른 기상현상에 관한 특보는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 기상현상으로 인하여 중대한 재해발생이 예상될 때 해당 지역에 대하여 그 정도에 따라 주의보 및 경보로 구분하여 발표한다. 이 경우 특보의 발표기준에 관한 사항은 기상청장이 정한다.

1. 호우, 2. 대설, 3. 폭풍해일, 4. 태풍, 5. 강풍, 6. 풍랑, 7. 황사, 8. 건조, 9. **한파**, 10. **폭염**, 11. 안개

국민안전처와 그 소속기관 직제

⑧ 자연재난대응과장은 다음 사항을 분장한다

1. 자연재난 대책의 수립·조정 및 사전대비·대응·수습 총괄

.

.

10. 가뭄·황사·**폭염**·낙뢰예방 종합대책의 수립·시행 및 상황 관리의 총괄

노숙인 등의 복지 및 자립지원에 관한 법률 시행령

제14조(응급조치의 의무) ① 경찰공무원, 소방공무원 또는 노숙인 등 관련 업무 종사자는 중대한 질병, 동사(凍死) 등 노숙인 등에 관한 응급상황을 신고받거나 발견한 때에는 지체 없이 필요한 조치를 하여야 한다.

① 법 제14조제1항에 따른 응급상황은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우로 한다.

1. 「결핵예방법」 제2조제1호에 따른 결핵, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」 제2조제2호·제4호에 따른 제1군감염병·제3군감염병 및 「정신보건법」 제3조제1호에 따른 정신병(기질적 정신병을 포함한다), 인격장애, 알코올 및 약물중독, 그 밖의 비정신병적 정신장애 등 중대한 질병에 걸린 경우로서 응급조치를 하지 아니하면 죽거나 다른 사람에게 감염시키거나 위해(危害)를 끼칠 우려가 현저히 높은 경우
2. 거리, 공원 또는 역사(驛舍) 주변 등에 방치되어 추위로 사망할 우려가 있는 경우
3. 폭염(暴炎)으로 인한 탈수 또는 열사병 등으로 사망할 우려가 있는 경우
4. 그 밖에 부상 등 위급한 상태로서 즉시 필요한 응급조치를 받지 아니하면 생명을 보존할 수 없거나 심신에 중대한 장애가 발생할 가능성이 있는 경우

수질 및 수생태계 보전에 관한 법률

제28조의2(기후변화 취약성 조사) ① 법 제19조의4제1항에 따라 환경부장관은 폐수배출시설, 비점오염저감시설 및 폐수종말처리시설을 대상으로 10년마다 기후변화에 대한 시설의 취약성 등의 조사(이하 "취약성등 조사"라 한다)를 실시하여야 한다.

② 취약성등 조사의 조사항목은 홍수(태풍 및 호우를 포함한다), 가뭄, 폭염, 폭설 및 해수면 상승 등의 기후변화 현상에 대한 다음 각 호의 항목으로 한다.

1. 기후노출 정도: 해당 시설이 위치한 지역의 과거 기후변화 경향 및 미래에 예측되는 기후변화 정도
2. 기후변화 민감도: 기후 관련 자극에 의하여 해당 시설이 해롭거나 이로운 영향을 직·간접적으로 받는 정도
3. 기후변화 적응능력: 해당 시설이 기후변화에 맞게 스스로 조절하거나 우려되는 피해를 감소시키는 등 기후변화에 대처하는 능력

위기관리 매뉴얼

- ① **풍수해** (안전처), 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조수, 대설
- ② **지진** (안전처)
- ③ **대형화산폭발** (안전처)
- ④ **적조** (해수부)
- ⑤ **가뭄** (안전처, 국토부, 농림부, 환경부)

2016년 폭염대응 종합대책

2016. 5.

국 민 안 전 처
(관 계 기 관 합 동)

I. 2016년 폭염대응 종합대책 개요

□ 필요성

- 재난안전법상 자연재난에* 포함되지 않으나 매년 폭염으로 온열질환자가 다수 발생함에 따라 “자연재난에 준하는 자연현상”으로 해석, 체계적 관리 필요
- 최근 5년간 사망자 : 47명('11년 6, '12년 15, '13년 14, '14년 1, '15년 11)
- * 자연재난 : 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사, 조류 대발생, 조수, 화산활동, 그밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해

□ 추진방향

- 폭염 대비 범정부차원의 대응체계 운영
 - 중앙·지자체 관련부서 간 T/F팀 및 협력체계 구축·운영
- 폭염특보 및 피해 발생시 신속한 통보 및 보고
- 경로당, 마을회관 등 무더위쉼터 지정·운영
- 독거노인, 노숙인 등 폭염 취약계층 특별 보호·관리
- 영농·육외작업장 등 폭염 취약지역 예찰 및 피해예방 제도·홍보
- 현장밀착형 응급구급체계 및 폭염 인명피해 저감대책 운영
- 폭염대응 행동요령 홍보·교육 강화

□ 추진체계

- 추진기간 : '16. 5. 20 ~ 9. 30 (폭염 대책기간)
- 참여기관 : 국민안전처, 보건복지부, 고용노동부 등 14개 부처 및 지자체
- 관계부처 및 지자체 별 각 T/F팀 중심 폭염대응 종합대책 추진

폭염 대책 발전사

2005년 중앙재난안전대책본부 폭염대응 종합대책 수립

2007년 보건복지부와 공동으로 시/도, 시/군/구 합동 TF 구성

2008년 기상청 폭염특보제 시행

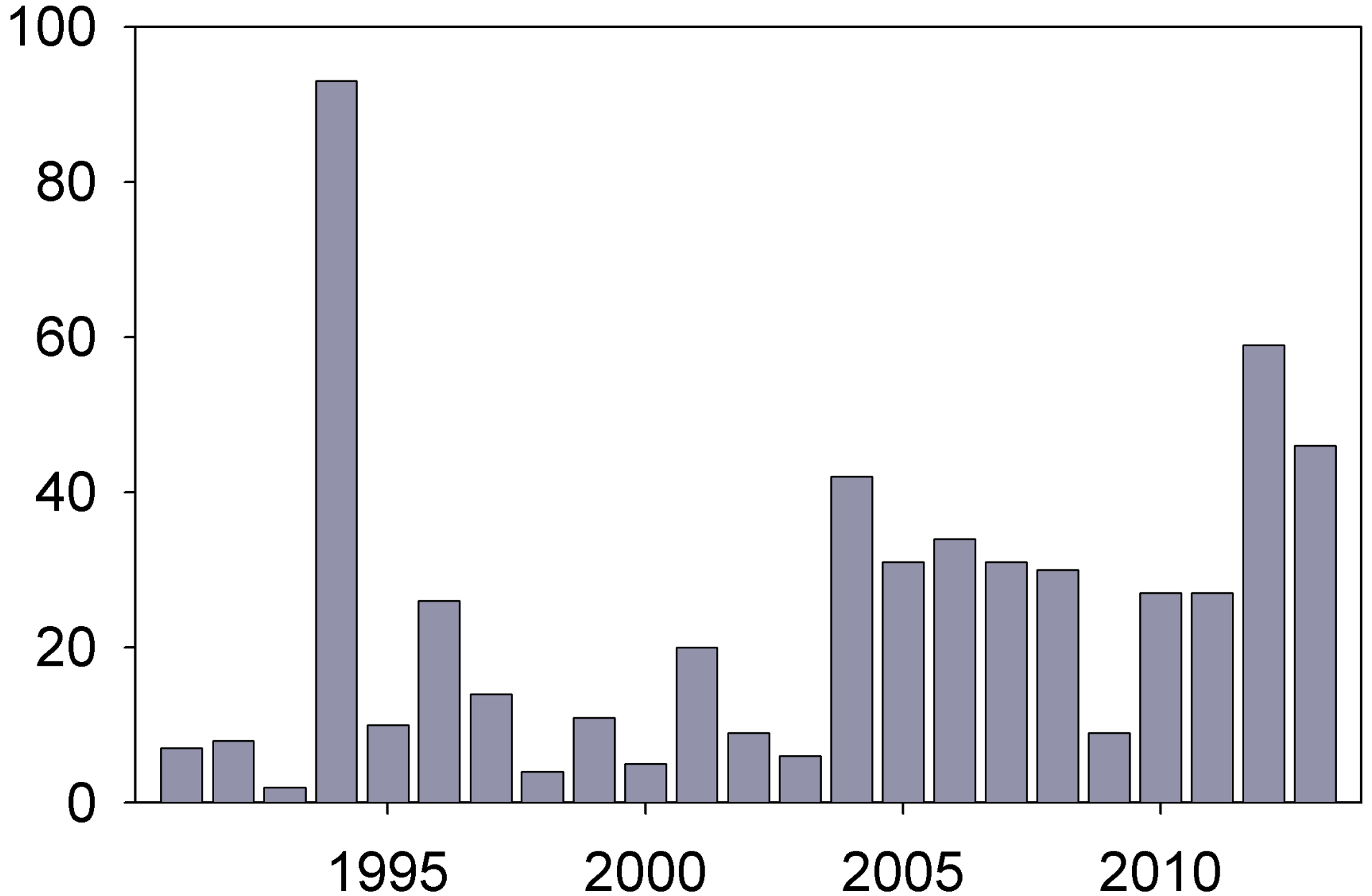
2010년 보건복지부 폭염건강피해감시체계 구축

공부

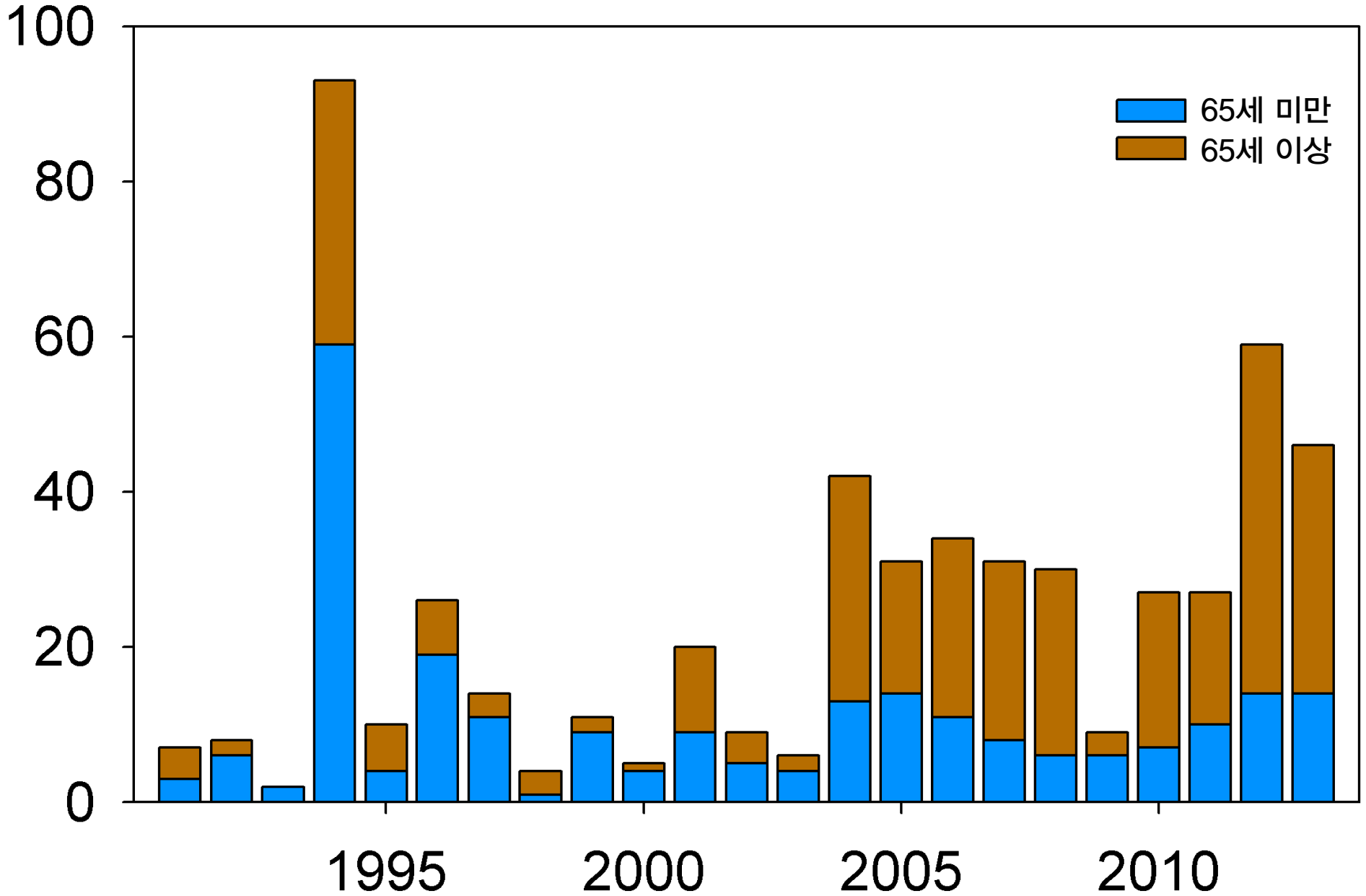
폭염에 의한 피해?

(폭염에 의한 열사병 사망)

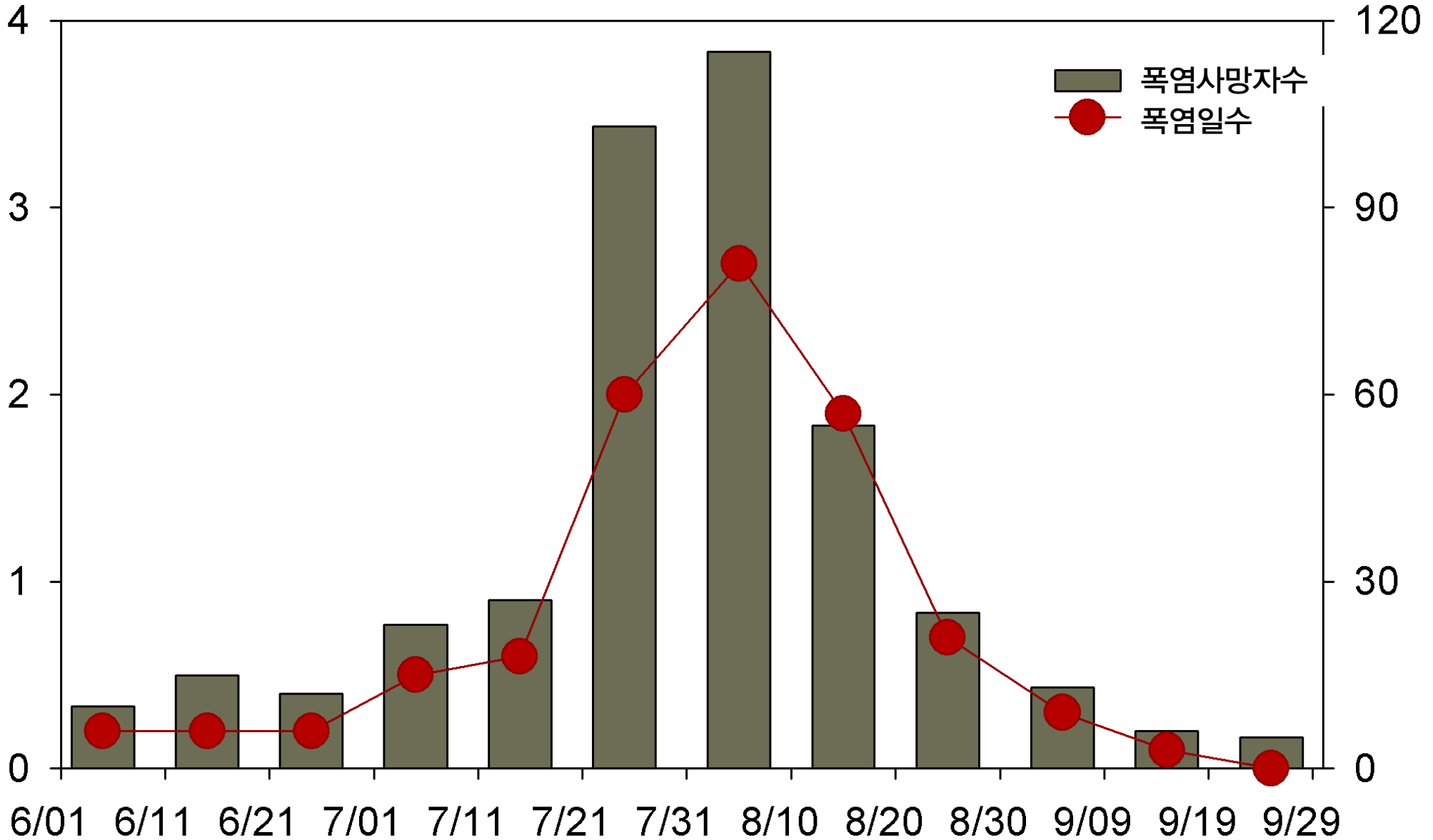
연도별 폭염사망자 수



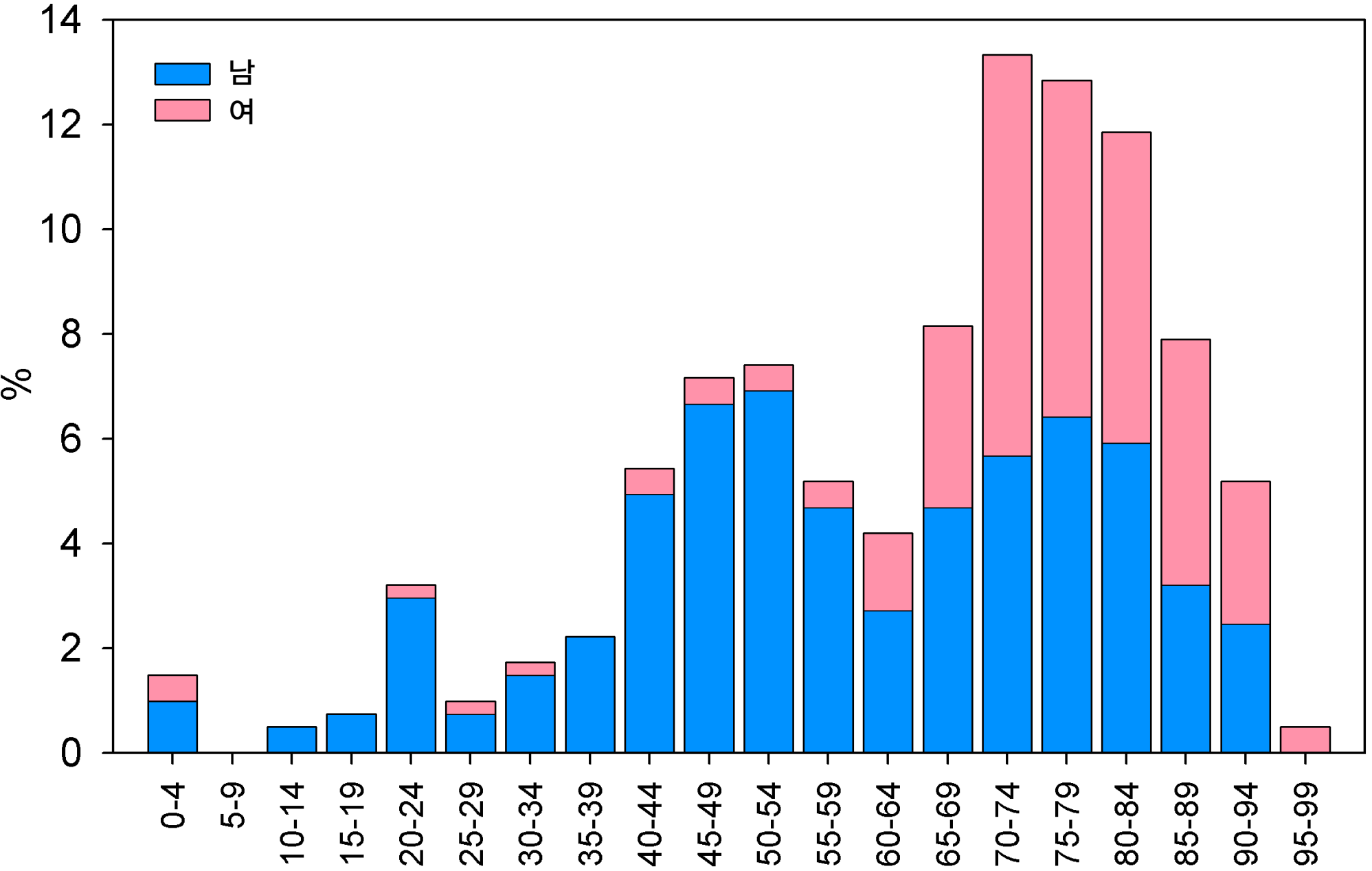
연도별 폭염사망자 수



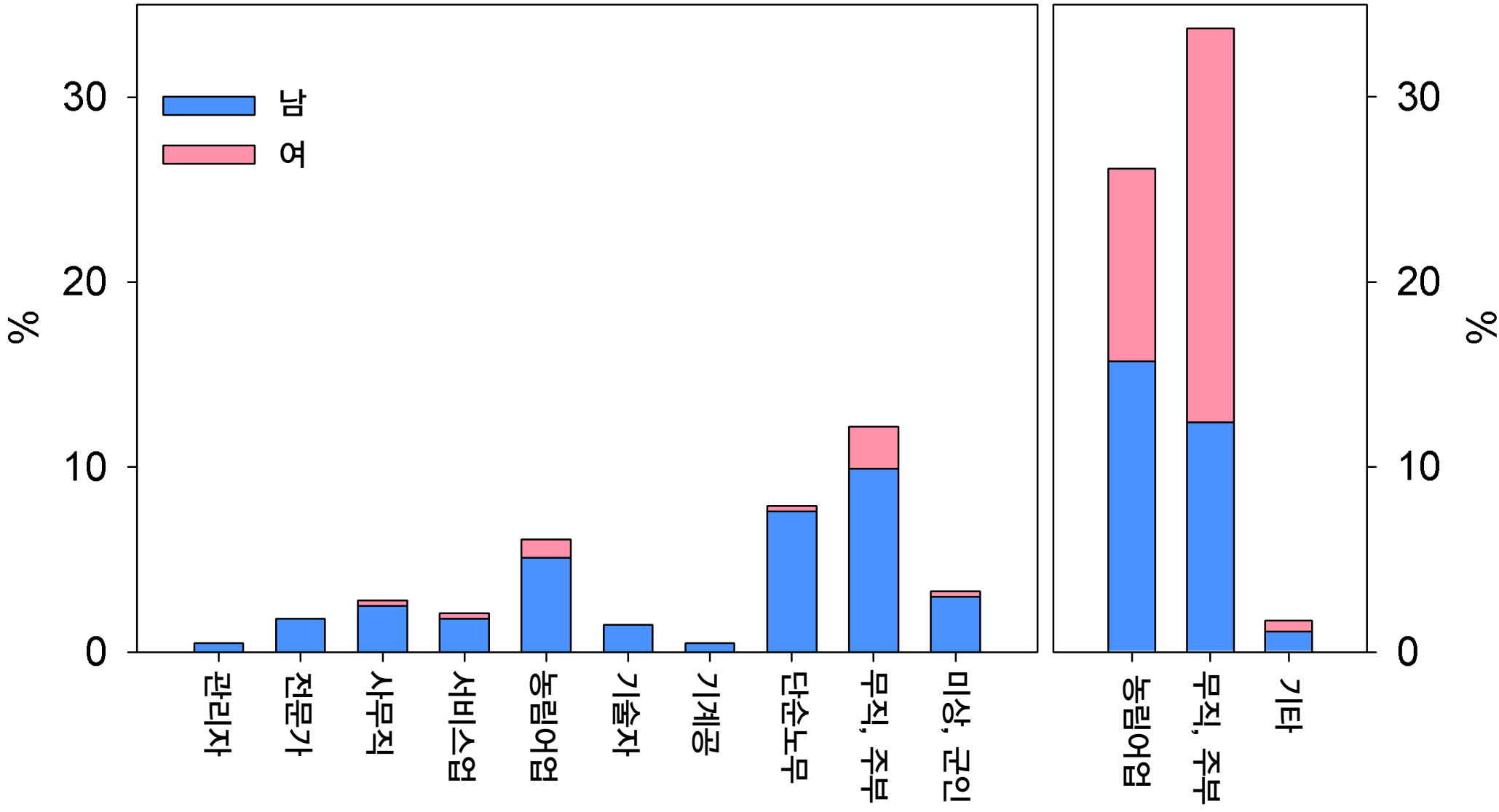
여름내 시기별 폭염사망자 수



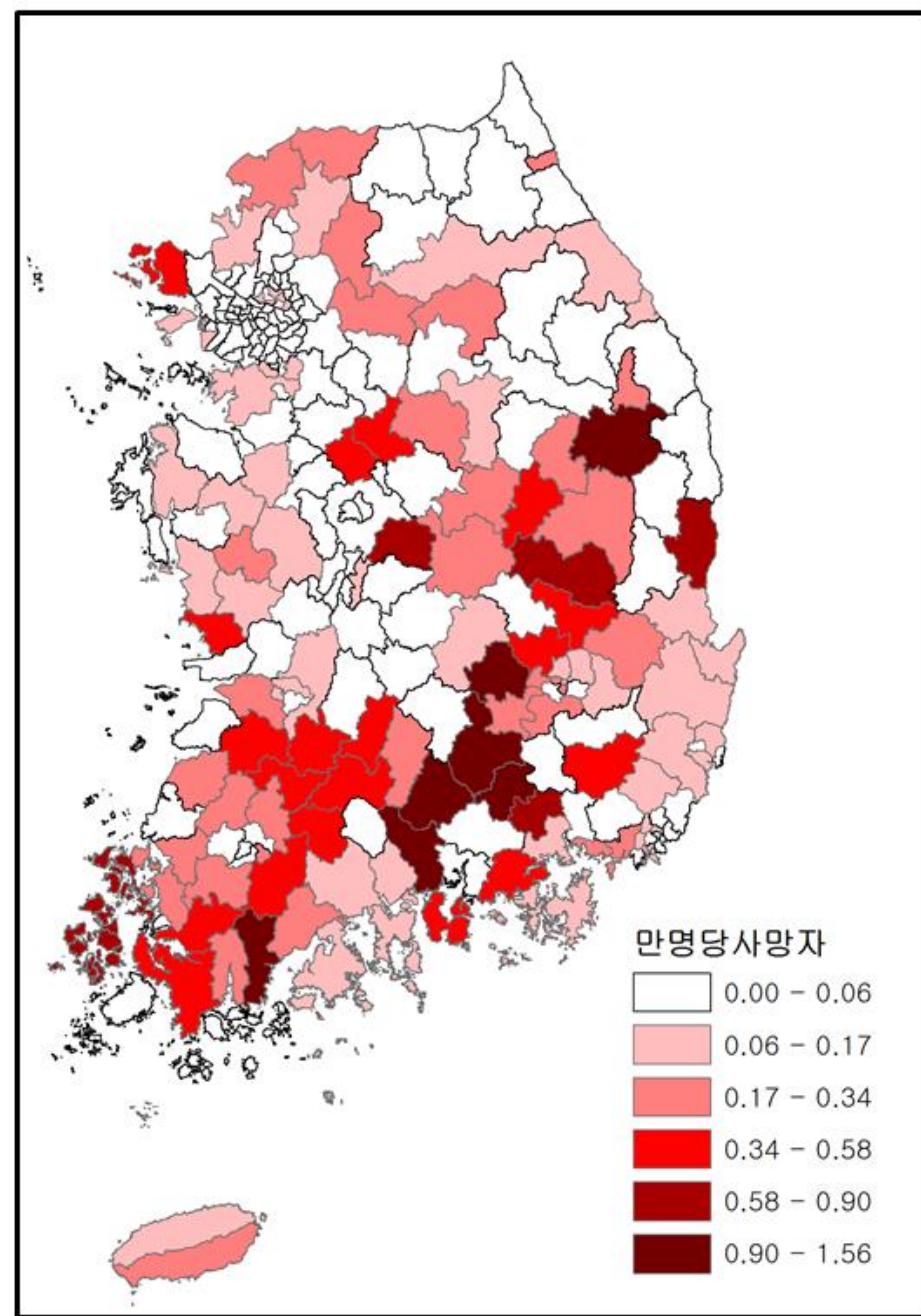
나이, 성별 폭염사망자 비율



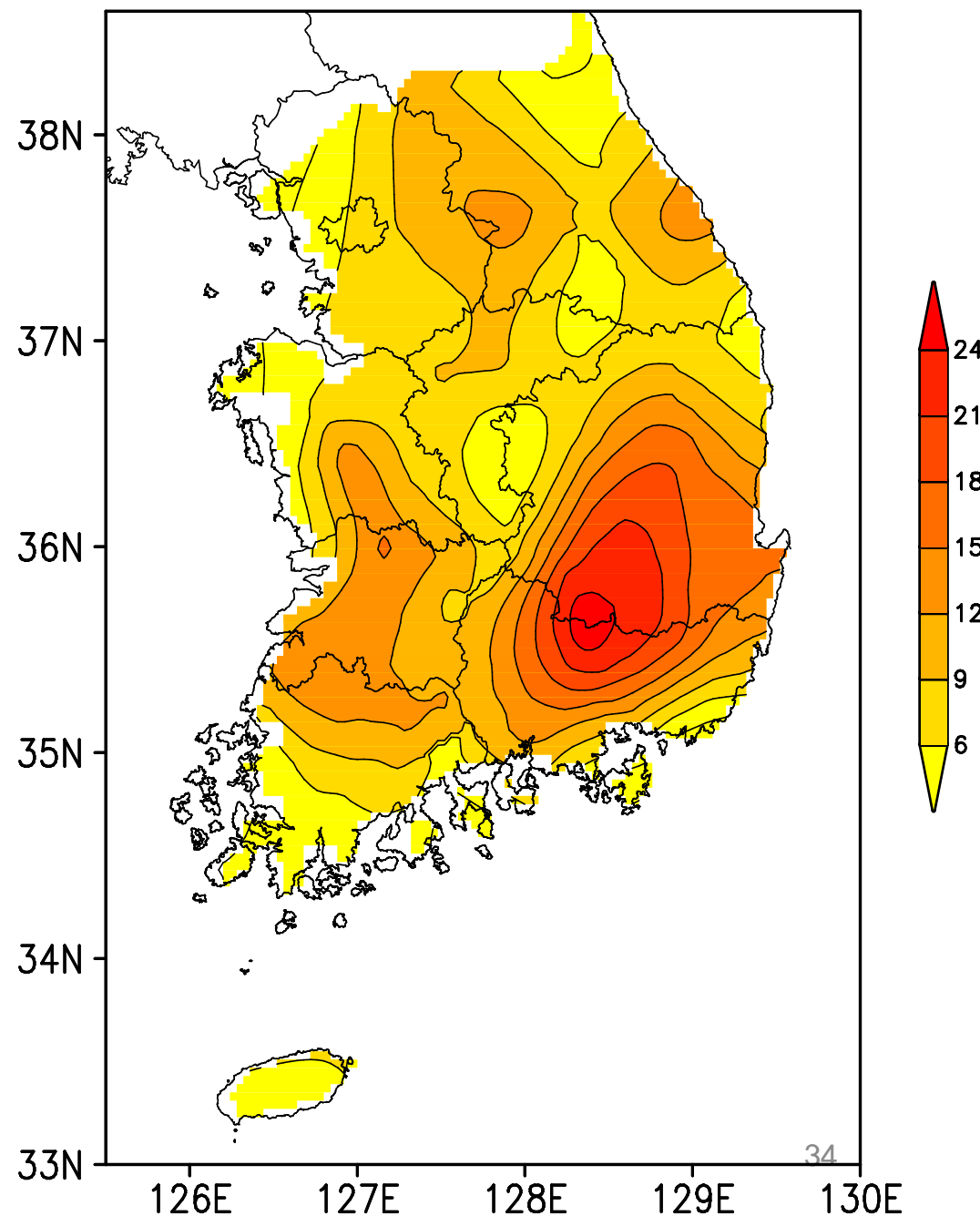
직업, 성별 폭염사망자 비율



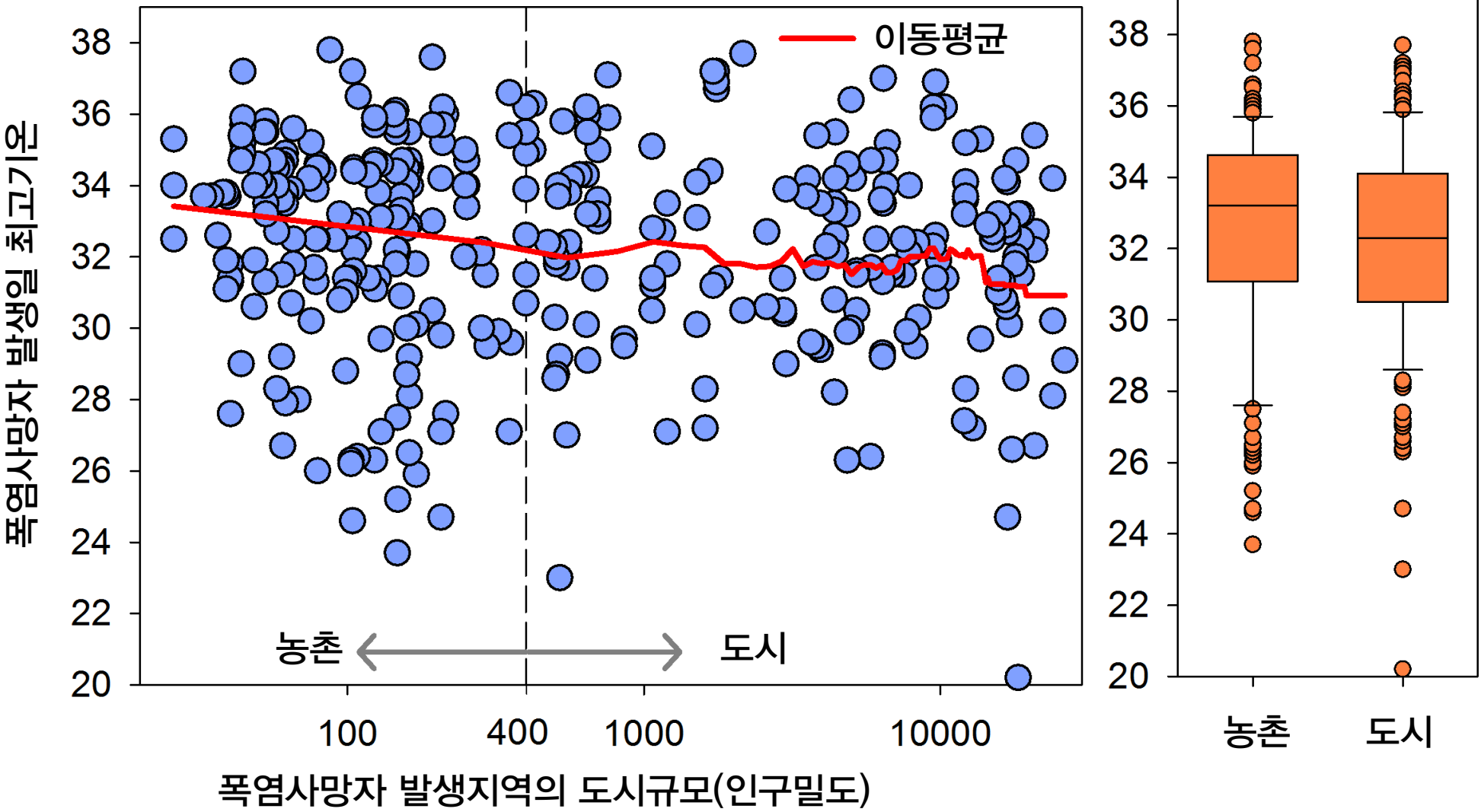
시군구 별 폭염사망자 수



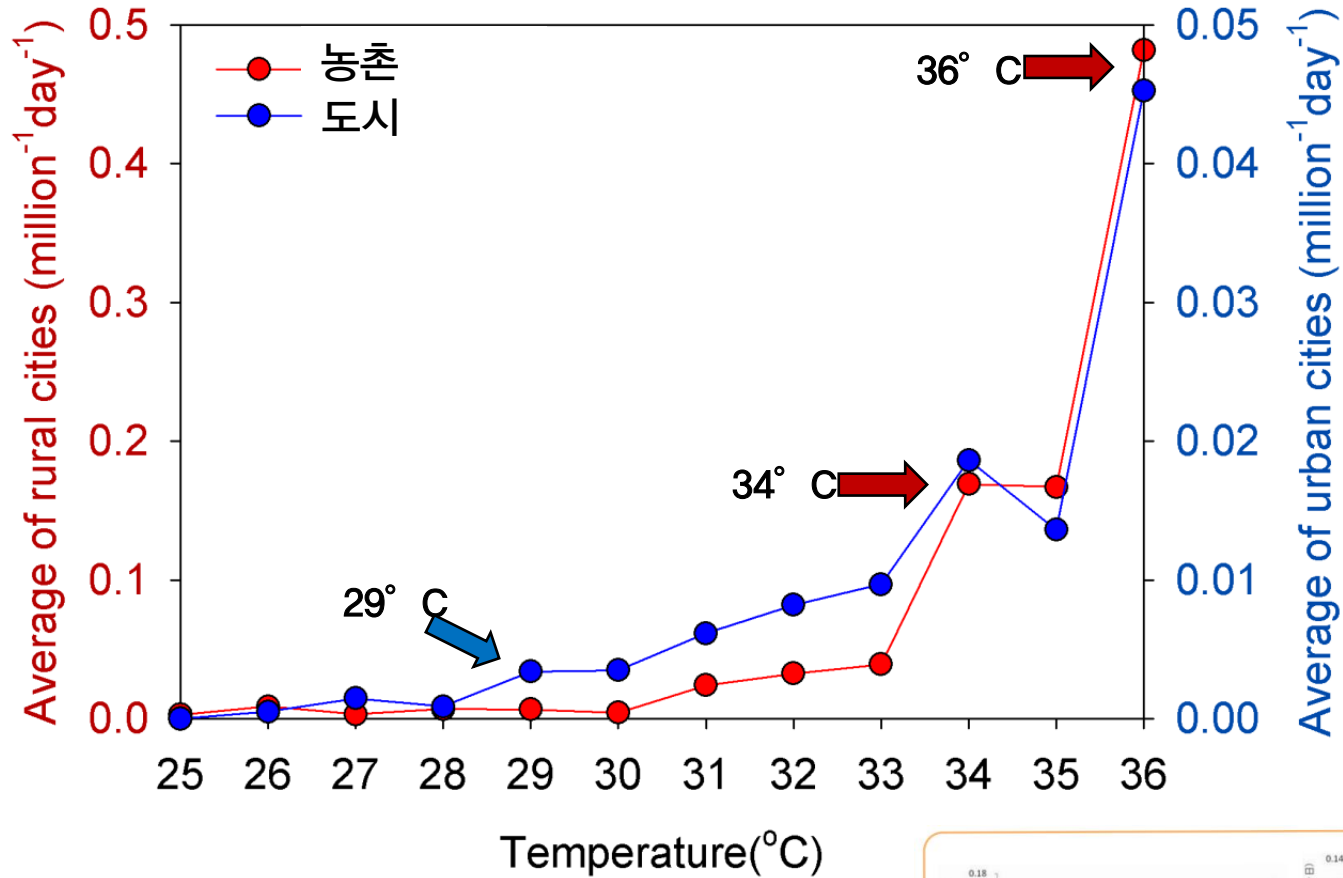
폭염발생 일수



도시규모에 따른 폭염사망 발생일의 최고기온 차이



최고기온 증가에 따른 폭염사망률 변화(도시, 농촌)



폭염 발생 시

농촌의 폭염 사망률 도시보다 **10배** 정도 높고,
도시는 상대적으로 낮은 기온에서부터 피해 발생

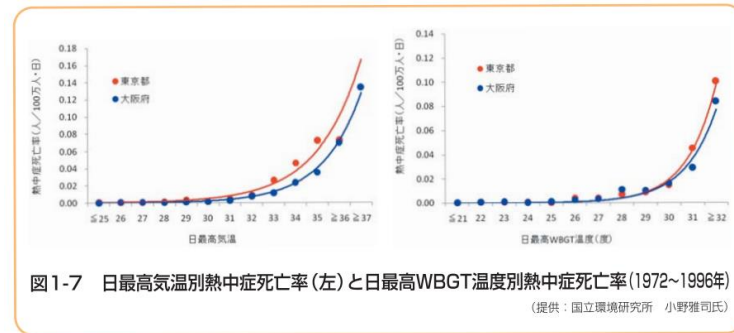
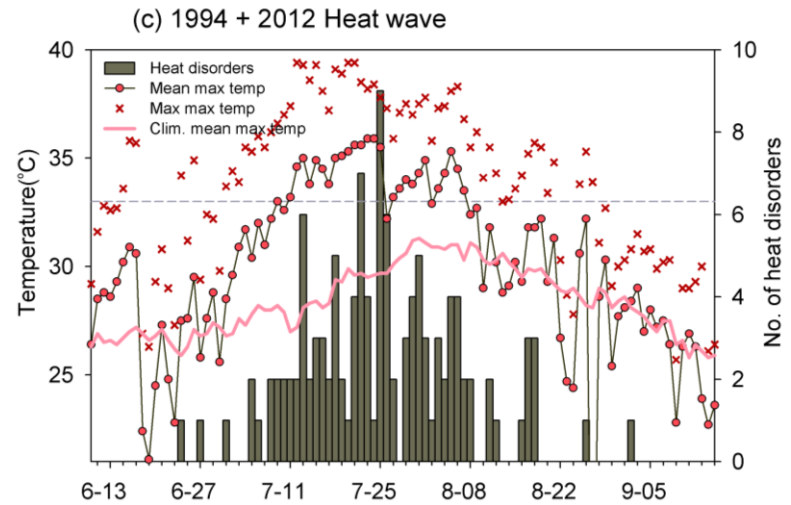
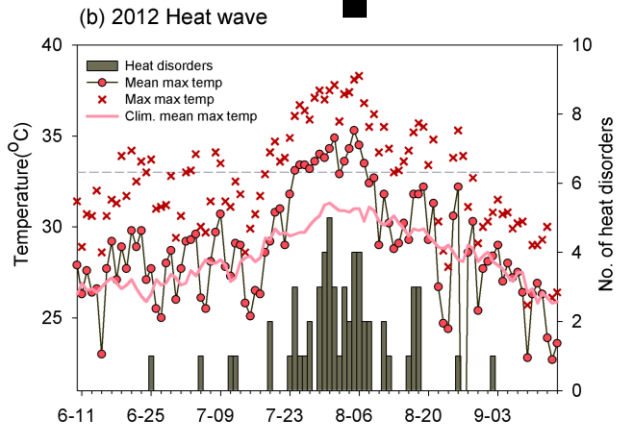
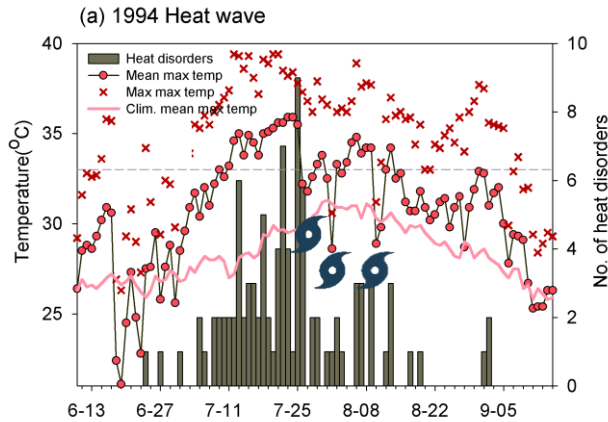


图 1-7 日最高气温別熱中症死亡率(左)と日最高WBGT温度別熱中症死亡率(1972~1996年)
 (提供: 国立環境研究所 小野雅司氏)

유례없는 폭염이 발생한다면? 최소 118명 사망



일본 2010년 열사병/일사병으로 1,718여명 사망
(노인 80%) (후생노동성, 2011.6.24)

미래 인명피해가 얼마나 커질까?

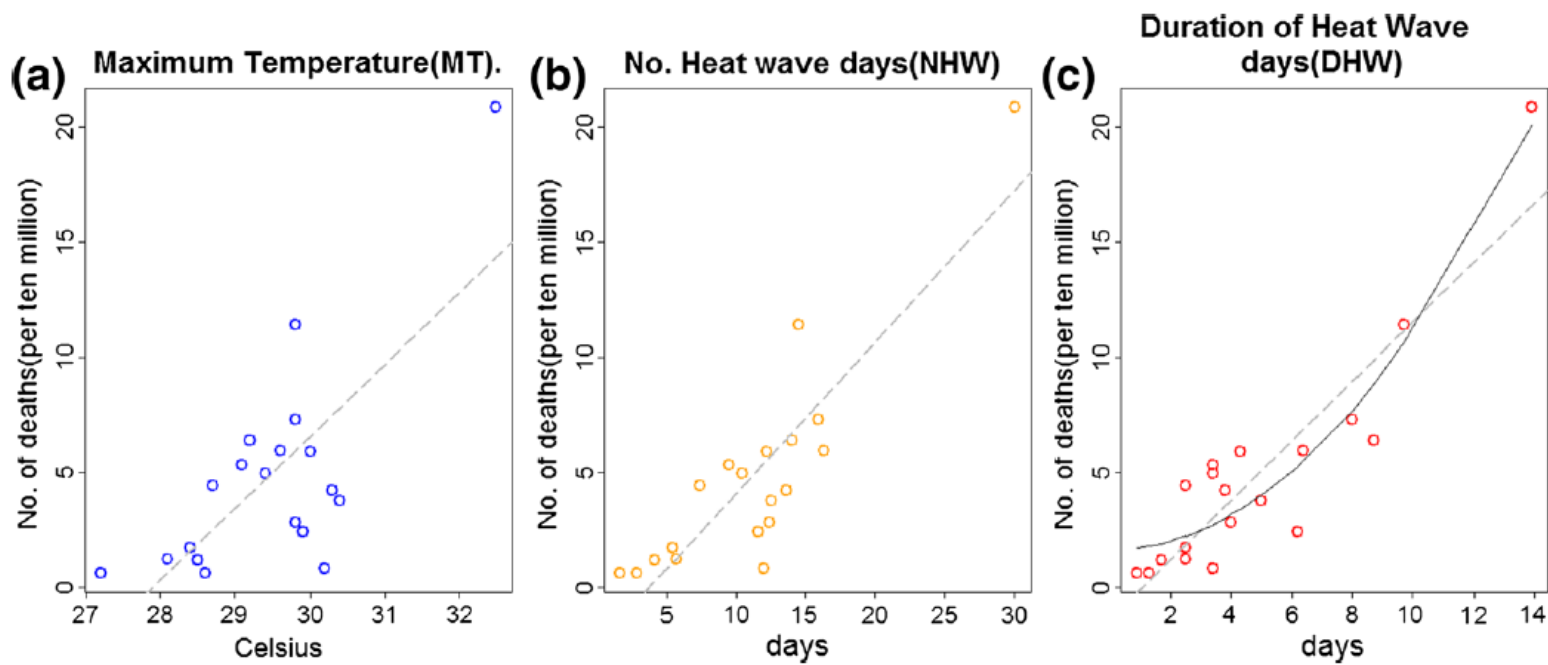
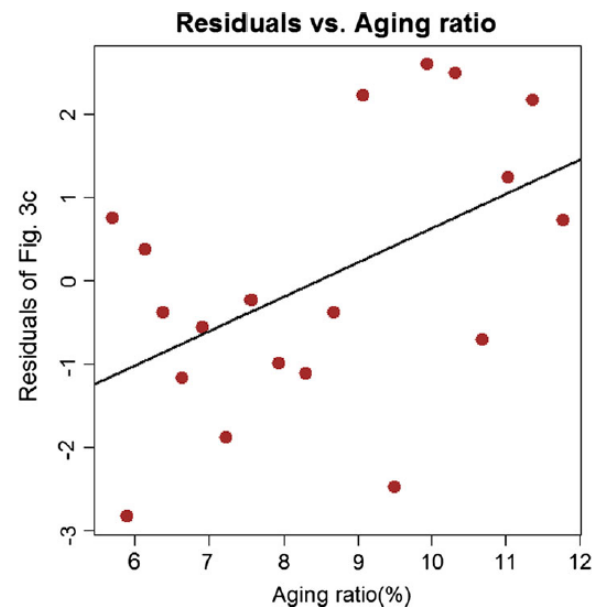


Fig. 3 A scatter plots of the number of deaths (NDHD) versus **a** MT, **b** NHW and **c** DHW. In parts **a–c**, a linear regression line and in part **(c)**, a linear and quadratic regression line is shown

Fig. 4 A scatter plot of the residuals of the regression model in Fig. 3c and the Aging Ratio (AR) for the corresponding year



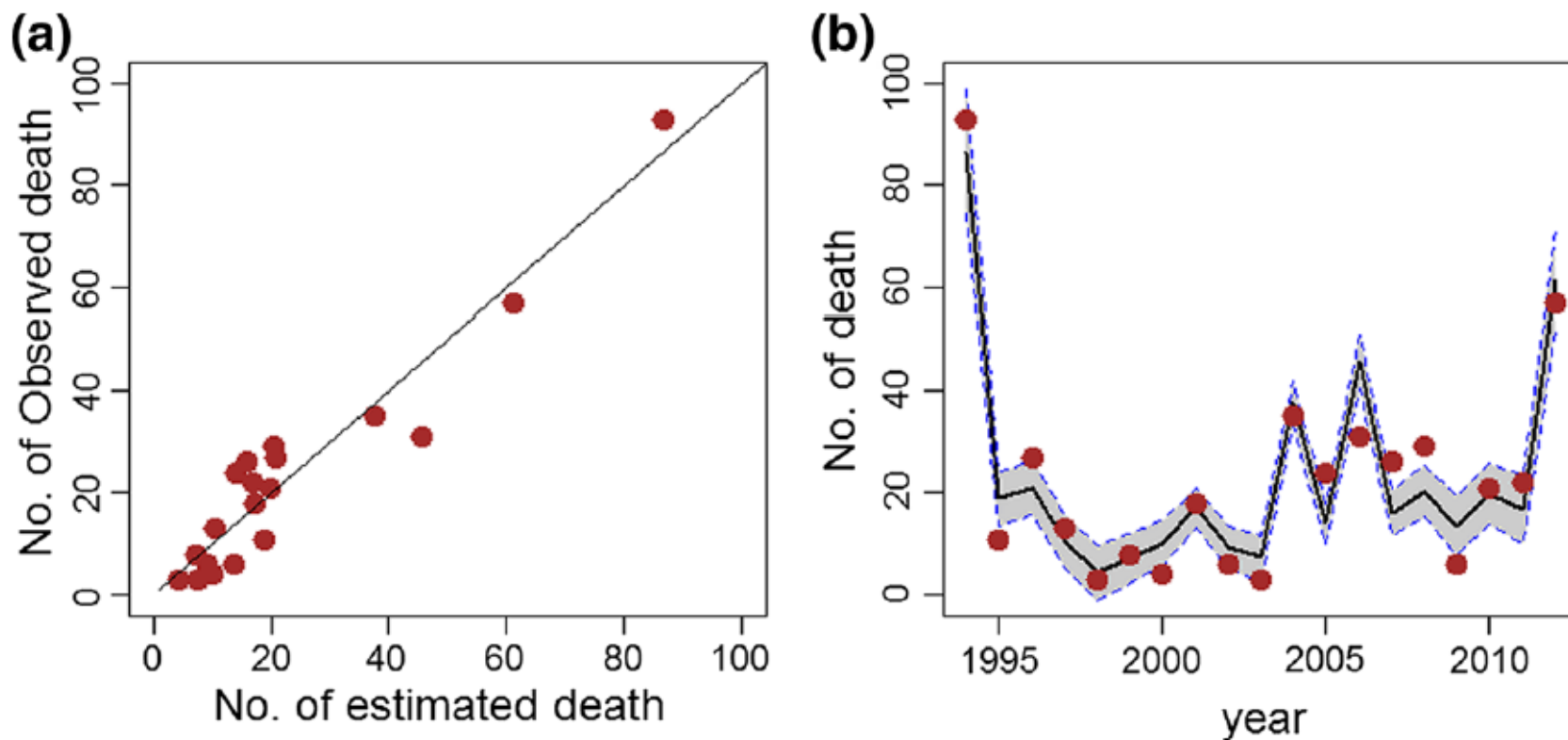


Fig. 5 The estimated value of the number of deaths due to heat disorder (NDHD) using the multiple regression model. **a** A scatter plot of the observed and estimated NDHD. **b** A time series of the estimated NDHD with its upper and lower boundaries (*dash lines*) at the 95 % confidence level. The observed NDHD is denoted by *red circles* in **(b)**

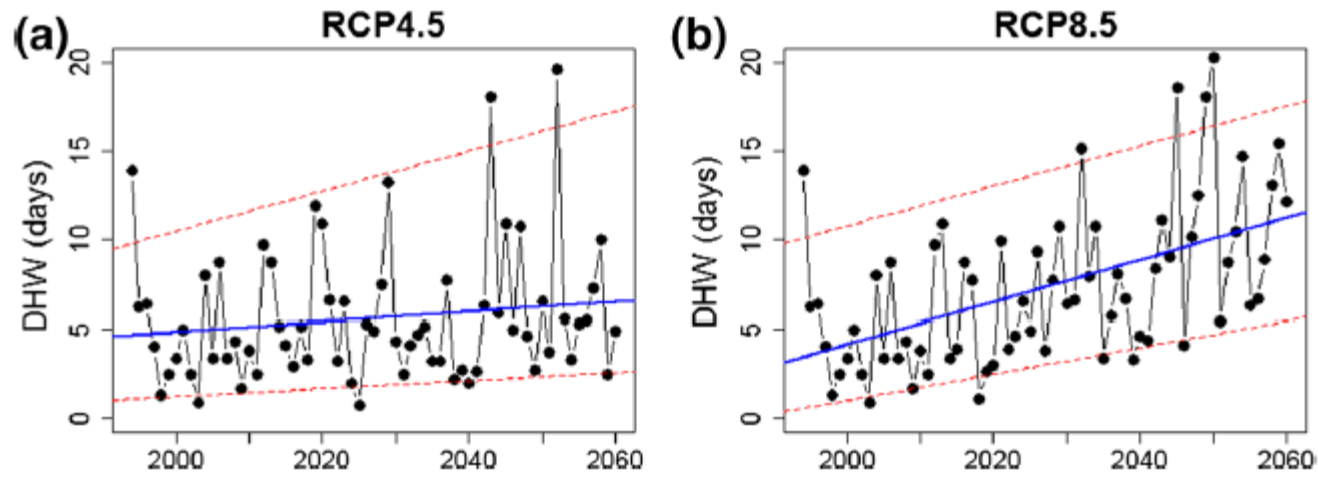


Fig. 6 The projections of the maximum duration of heat wave days (DHW) under a RCP 4.5 and **b** RCP 8.5 climate change scenarios. A linear trend over all years and the anomalous hot/cold years are represented by *solid (blue) line* and *upper/lower dashed (red) lines*, respectively

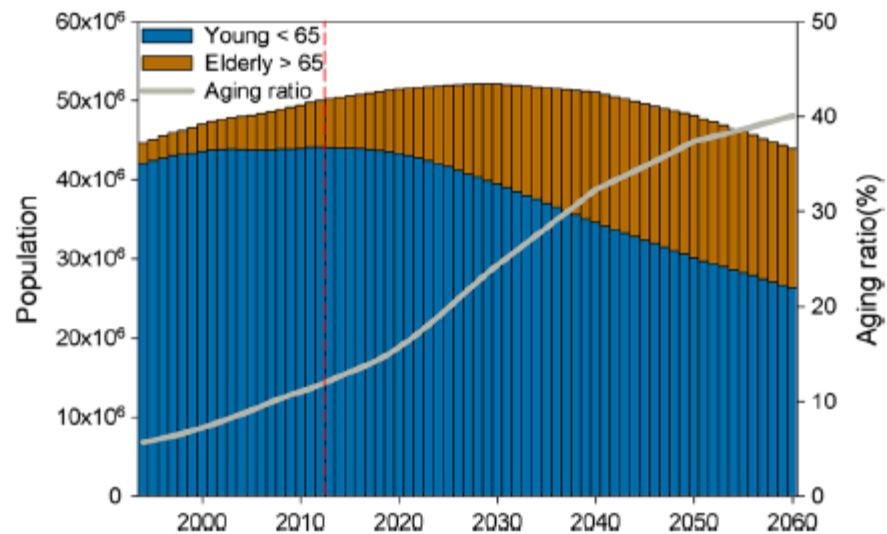


Fig. 7 The projection of future population and the corresponding Aging Ratio (AR) between the period 1994–2060. The portion of elderly population (≥ 65 years) is denoted by the *brown bars*, and the AR (ratio of elderly in total population, %) is represented by the *gray line*

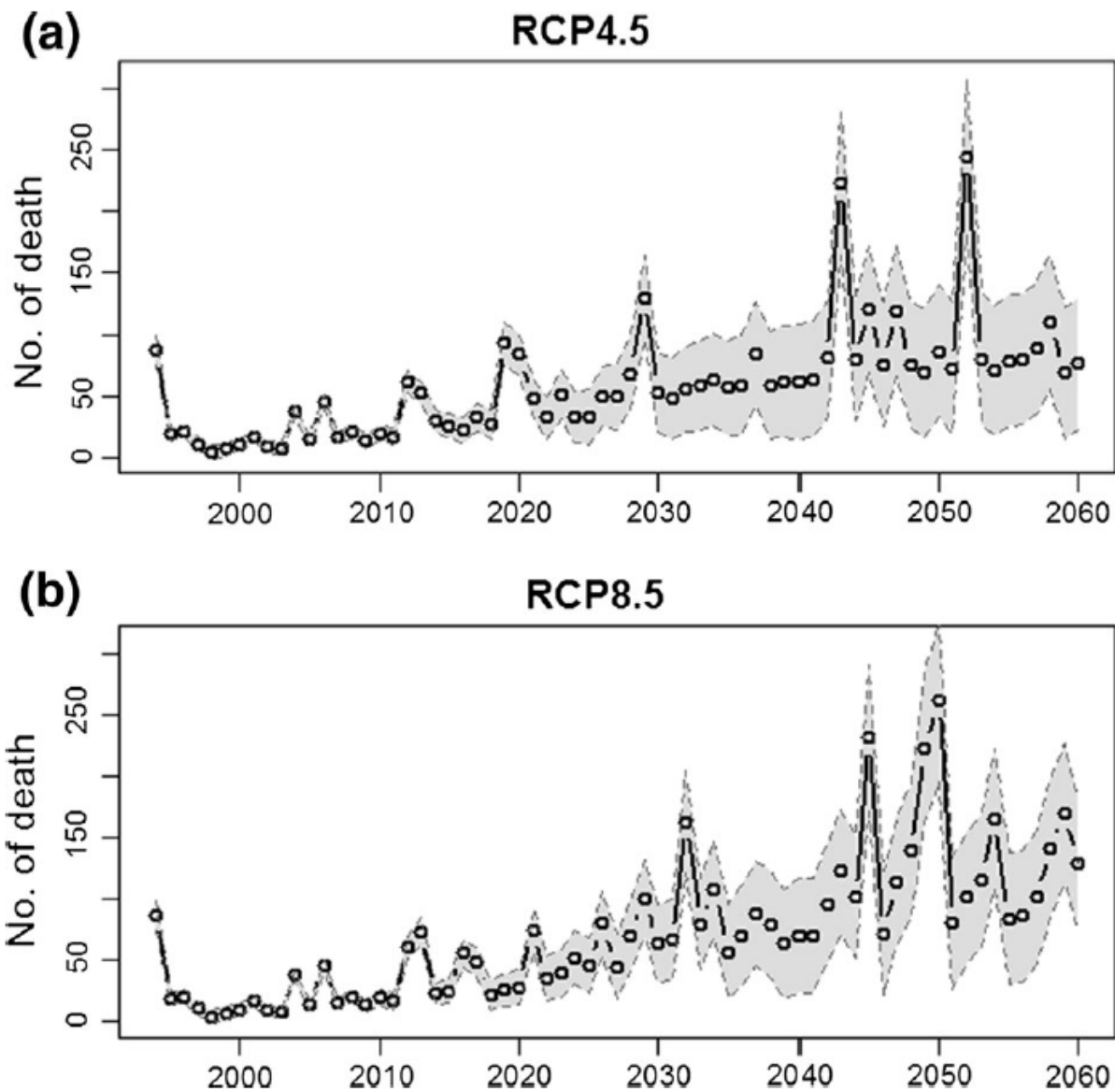
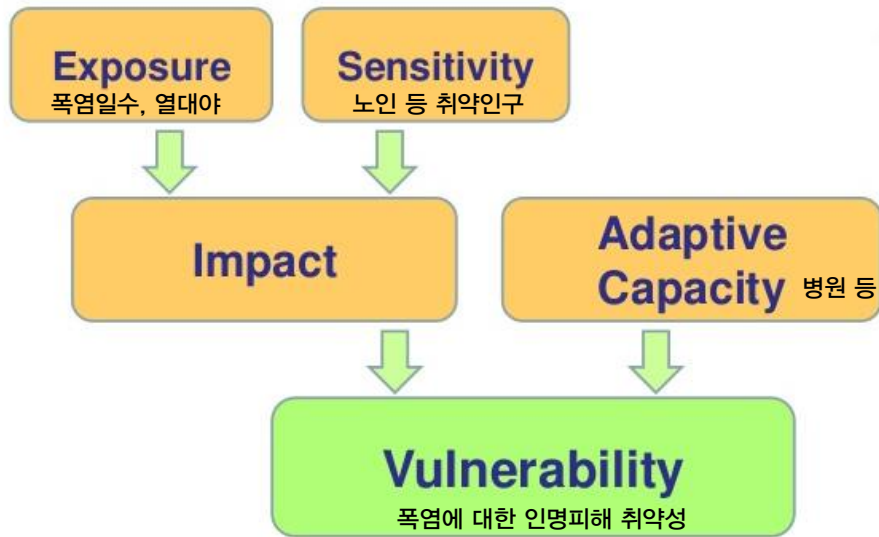


Fig. 8 The projections of the number of deaths due to heat disorder (NDHD) under **a** RCP 4.5 and **b** RCP 8.5 climate change scenarios. The *upper* and *lower* boundaries at the 95 % confidence level are denoted by the *gray dashed lines*

어느 지역이 가장 취약?



IPCC-oriented definition of vulnerability

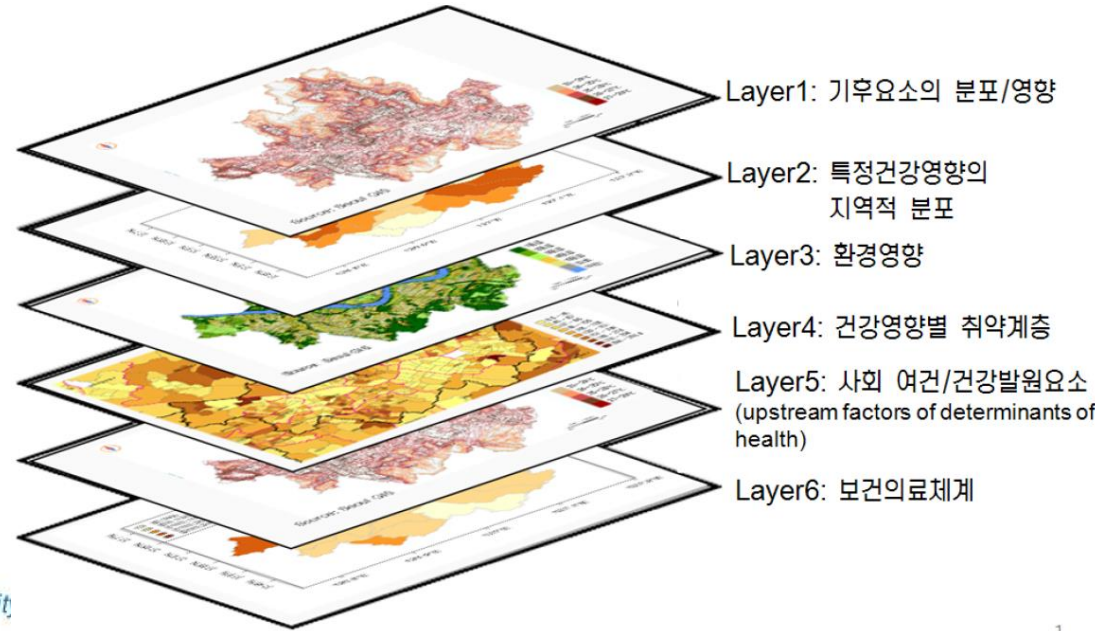


Table 3 The correlation coefficients (*R*) for the vulnerability factors in the nationwide administrative districts (*n* = 232).

	Urban Factors (Sensitivity Class)					Socio-economic Factors (Sensitivity Class)				Occupational Factors (Sensitivity Class)		Meteorological Factors (Exposure Class)			Adaptive Capacity Class		
	Death toll	Pop.	Pop. density	Urbanized area	Urbanized rate	Elderly	Elderly alone	Poverty	Ethnic minority	Agricultural work	Laborer	Heat wave	Tropical night	Max. temp.	Hospitals	Doctors	Medical staffs
Death toll	1	.155*	-.071	.280**	-.016	.245**	.397**	.269**	.068	.252**	.162*	.361**	.225**	.229**	.220**	.051	.093
Pop.		1	.515**	.522**	.471**	.919**	.736**	.747**	.654**	-.343**	.943**	-.036	.331**	.110	.823**	.719**	.792**
Pop. density			1	-.038	.876**	.444**	.284**	.340**	.413**	-.601**	.484**	-	.401**	-.020	.325**	.529**	.535**
Urbanized area				1	.143*	.542**	.472**	.450**	.345**	.075	.567**	.029	.363**	.063	.551**	.298**	.371**
Urbanized rate					1	.409**	.274**	.359**	.381**	-.546**	.502**	-.167*	.572**	-.031	.377**	.543**	.555**
Elderly						1	.863**	.776**	.542**	-.136*	.872**	.013	.332**	.156*	.800**	.674**	.750**
Elderly alone							1	.844**	.362**	.137*	.705**	.138*	.361**	.213**	.716**	.542**	.622**
Poverty								1	.345**	-.153*	.722**	.137*	.454**	.169*	.781**	.530**	.616**
Ethnic minority									1	-.221**	.717**	-.134*	.121	.057	.467**	.484**	.515**
Agricultural worker										1	-.282**	.172**	-.264**	.176**	-.244**	-.362**	-.349**
laborer											1	-.061	.326**	.085	.818**	.795**	.853**
Heat wave												1	.092	.689**	.119	-.025	-.023
Tropical night													1	.149*	.392**	.318**	.352**
Max. temp.														1	.175**	.116	.116
Hospitals															1	.691**	.770**
Doctors																1	.985**
Medical staffs																	1

* Significant at 95% ** Significant at 99%

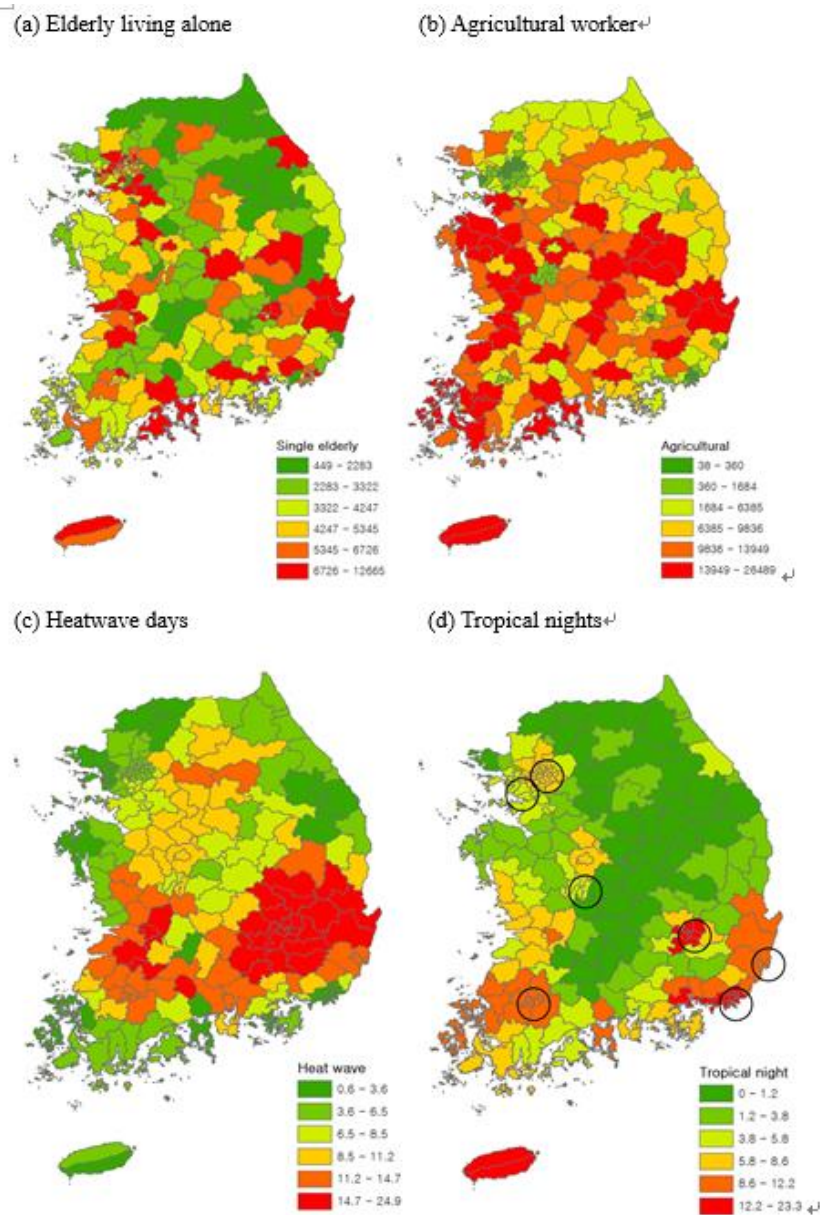


Fig. 3 Spatial distribution of: (a) elderly (≥ 65 years old) living alone, (b) agricultural workers, (c) annual frequency of heatwave days (maximum daytime temperature $\geq 33^\circ\text{C}$), and (d) tropical nights (minimum daytime temperature $\geq 25^\circ\text{C}$). Metropolitan areas are denoted by black circles.

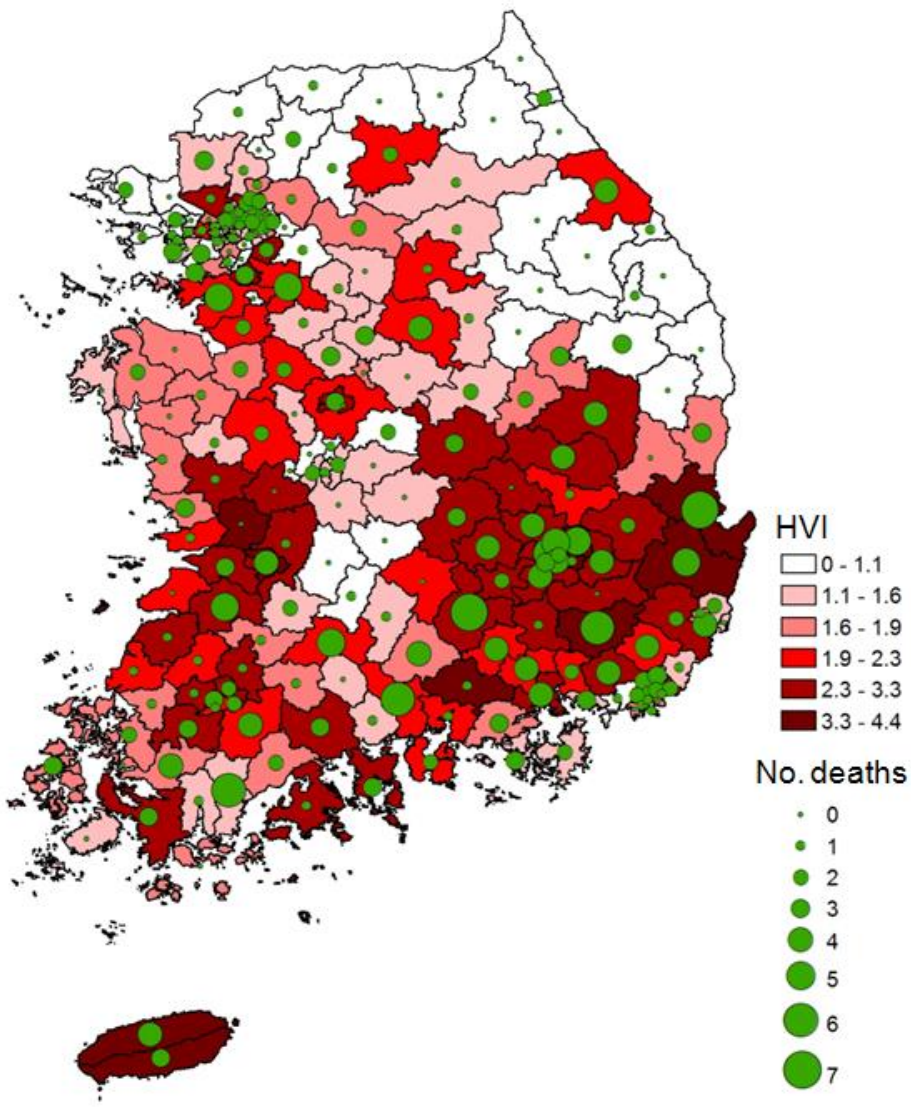


Fig. 5: Comparison of the spatial distributions of the estimated heatwave vulnerability index (HVI) and observed number of heatwave-related deaths in the 232 administrative counties.

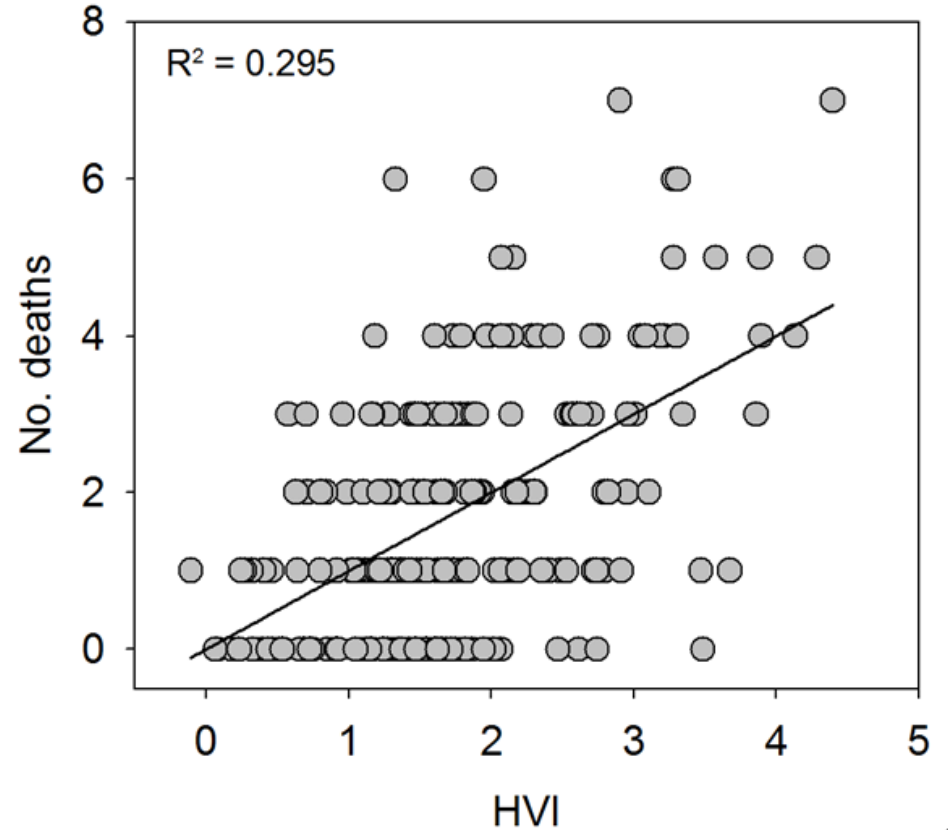


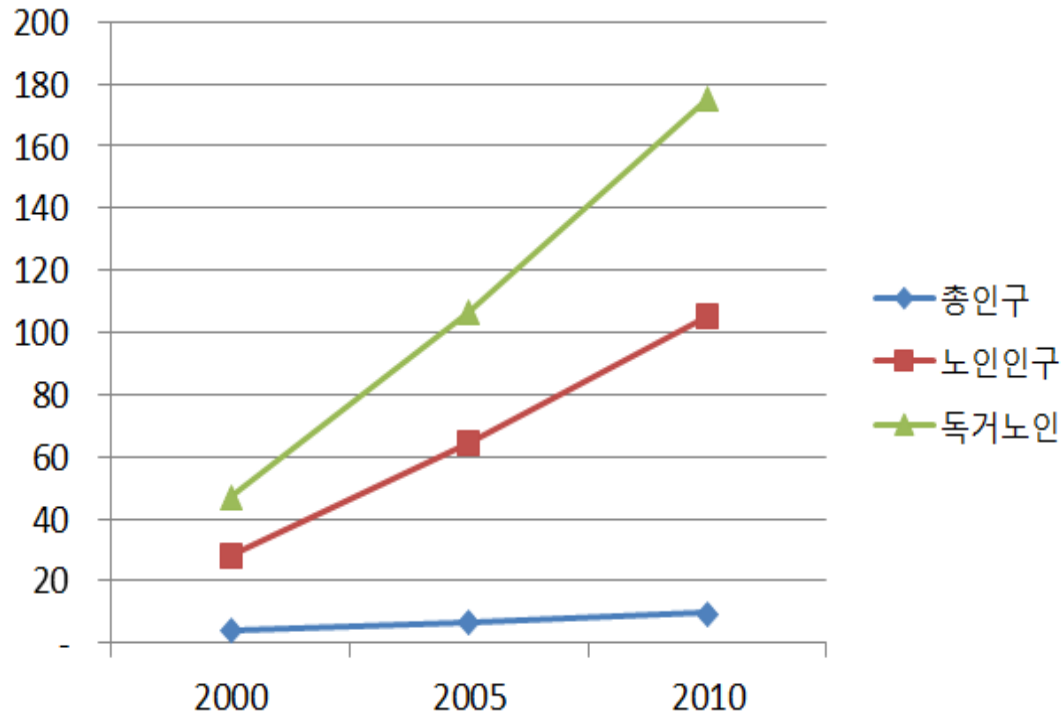
Fig. 4: Scatterplot of the observed number of heatwave-related deaths and the estimated heatwave vulnerability index (HVI). An approximately linear equation of the form $deaths \approx m HVI$ ($m = \text{constant}$) has been shown.

전국 취약 TOP 3(실제 사망자 수)

구 : 대구 서구(6), 동구(5), 북구(5)

시 : 포항시(7), 경주시(5), 제주시(4)

군 : 달성군(4), 의성군(4), 합천군(7)



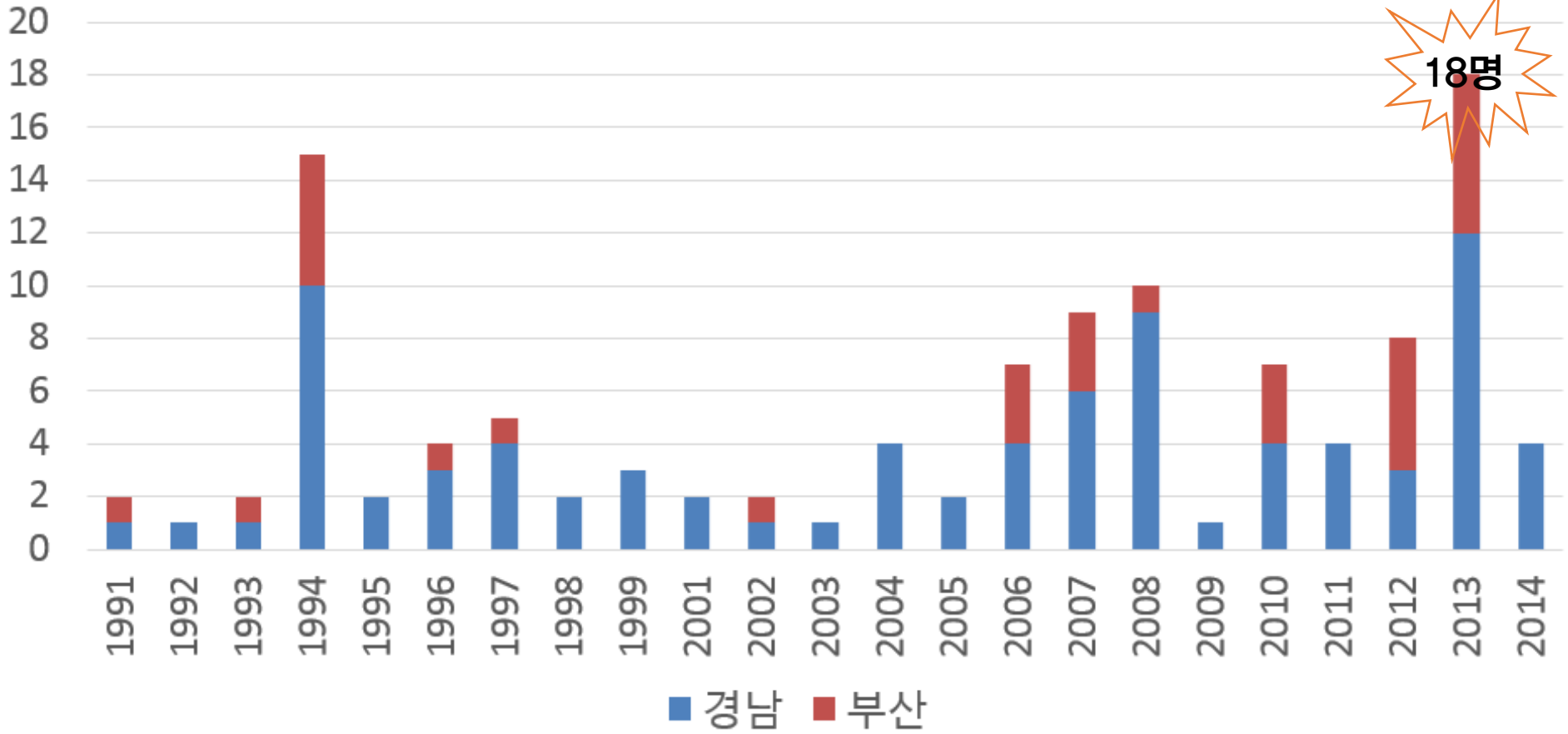
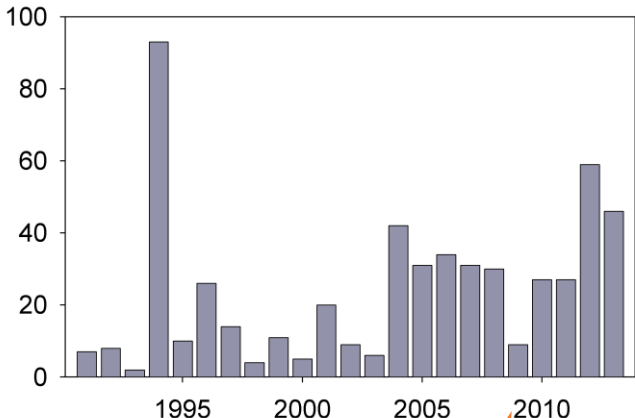
기후변화에 따라 21세기 전반까지 **폭염일수**는 1.8~2.6배, 열대야일수는 3.7~5.2배 증가될 것으로 전망(Kwon, 2011)

특히 **열대야**는 도시화와 관련하여 주요 도시들에서 뚜렷이 증가하고 있는 경향(Park and Suh, 2011)

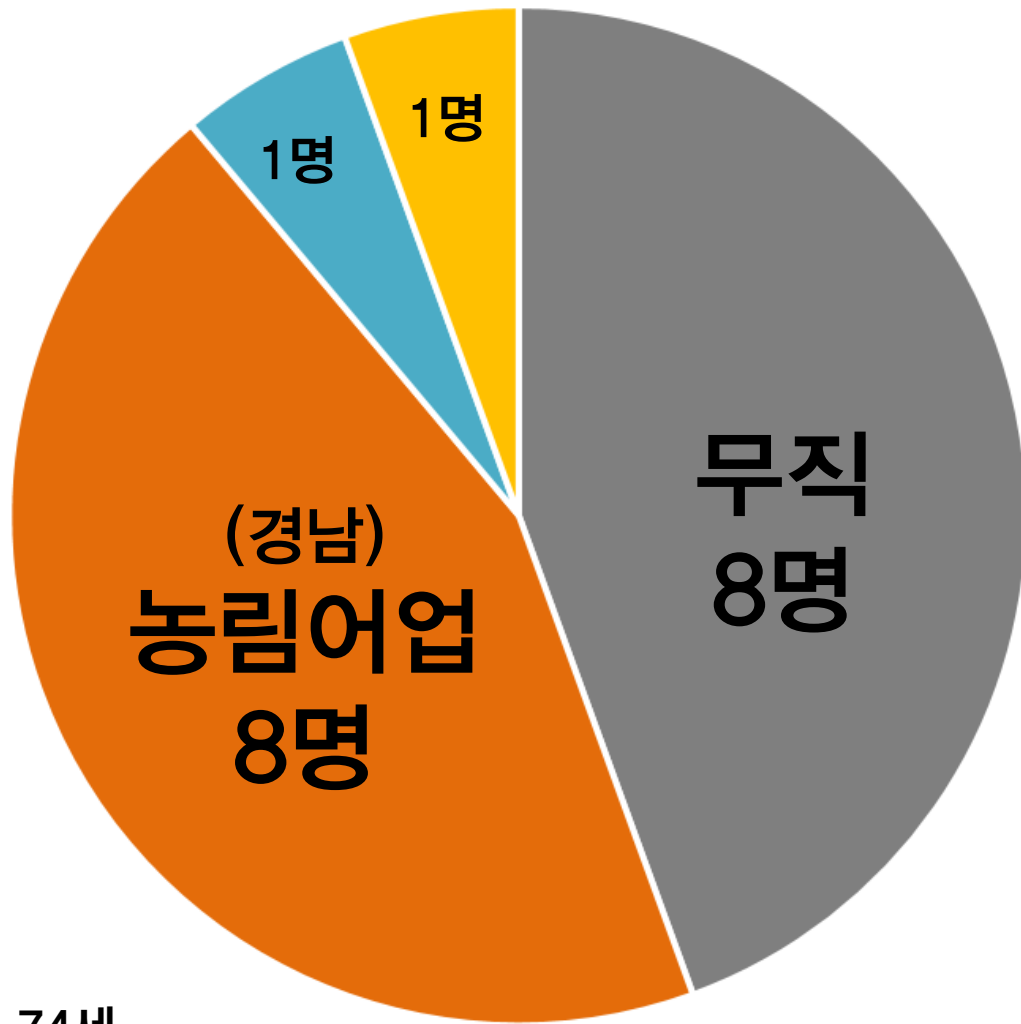
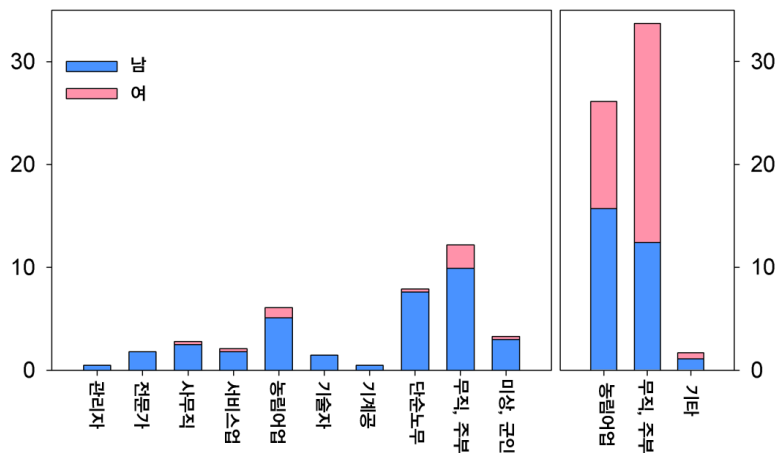
2050년경에는 고령화율이 37%에 다다를 것으로 전망, **독거노인** 비율은 더 가파르게 증가

도시 지역의 경우 의료 인프라 확산으로 인해 응급환자 생존율이 높아지고 있으나, **농촌**의 경우 오히려 낮아짐 (Ro et al., 2013)

부산, 경남 '91~'14년 여름 누적 폭염 사망자 수



부산경남 / 2013년 여름 폭염사망자 18명의 직업

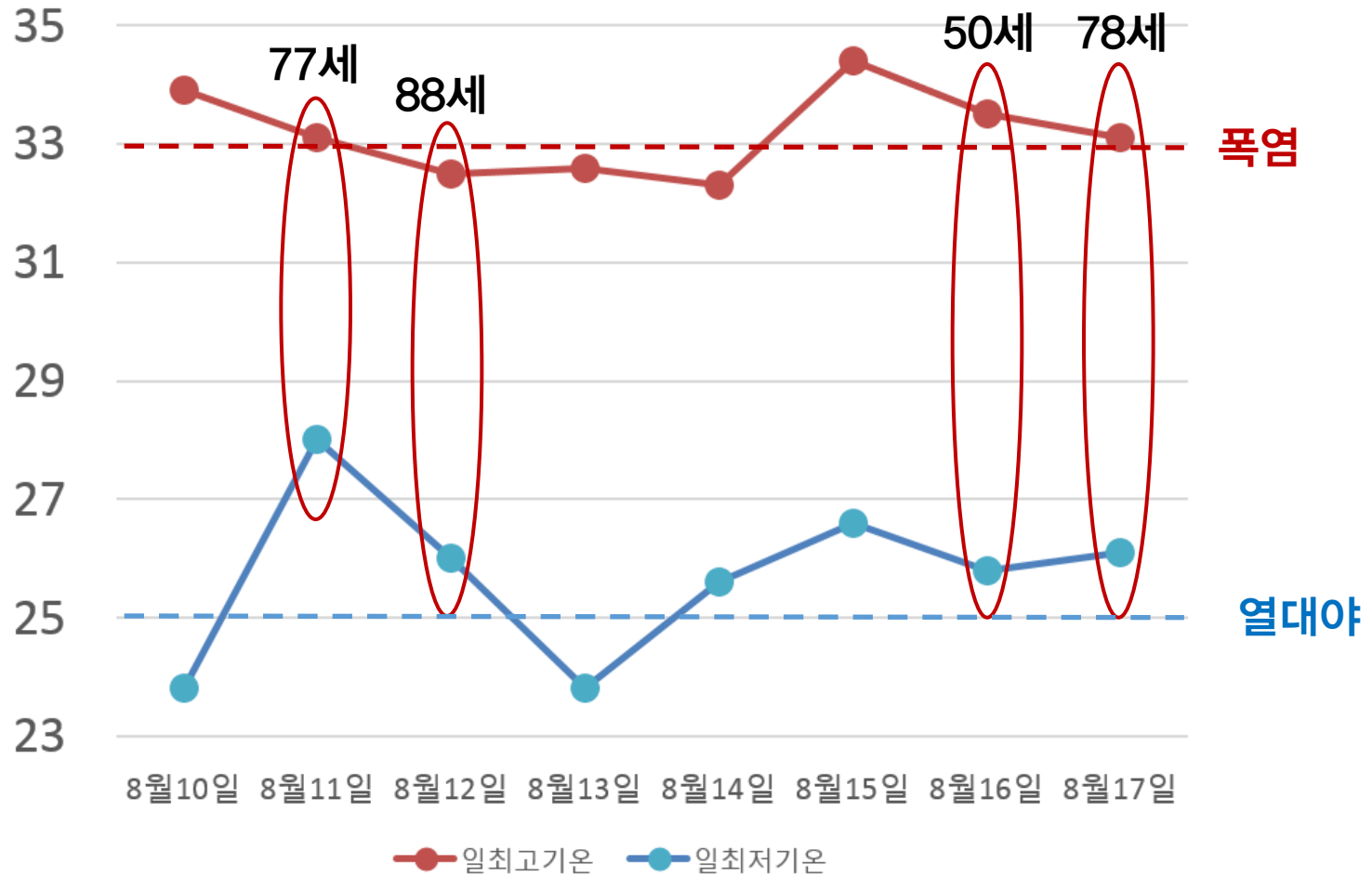


8명 모두 경남

80세, 78세, 76세, 80세, 85세, 74세, 72세, 74세

■ 농림어업종사자 ■ 무직 ■ 사무종사자 ■ 단순노무 종사자

부산 / 2013년 8월 11~17일, 1주일 동안 4명 사망



한 파

Temperature-related mortality in France, a comparison between regions with different climates from the perspective of global warming

Mohamed Laaidi · Karine Laaidi · Jean-Pierre Besancenot

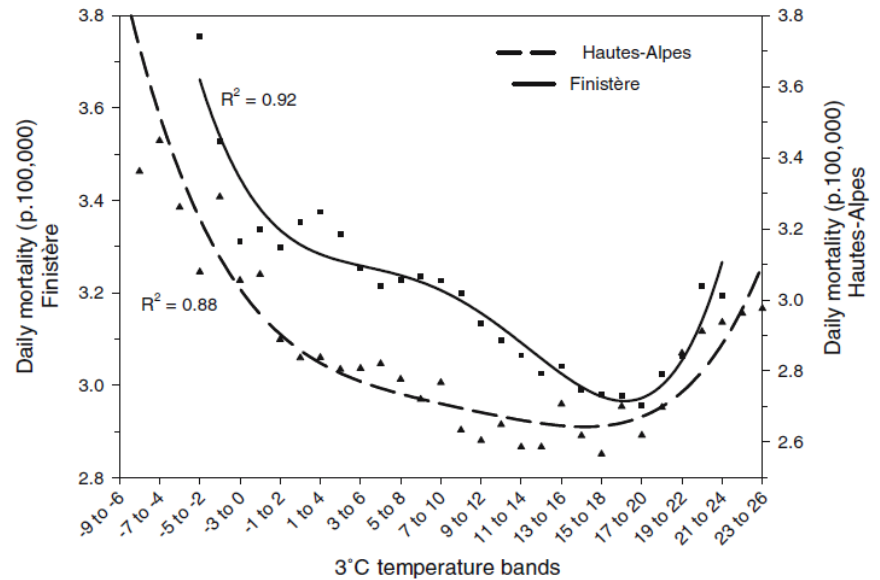
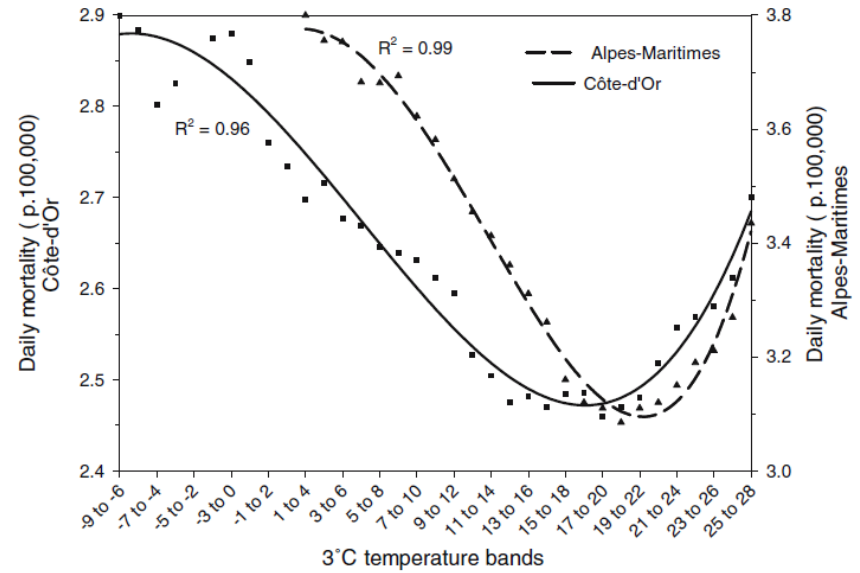
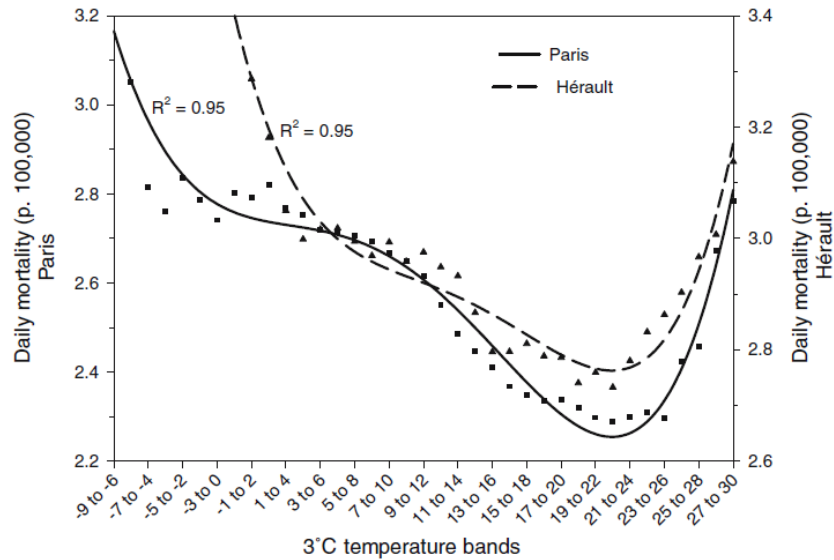
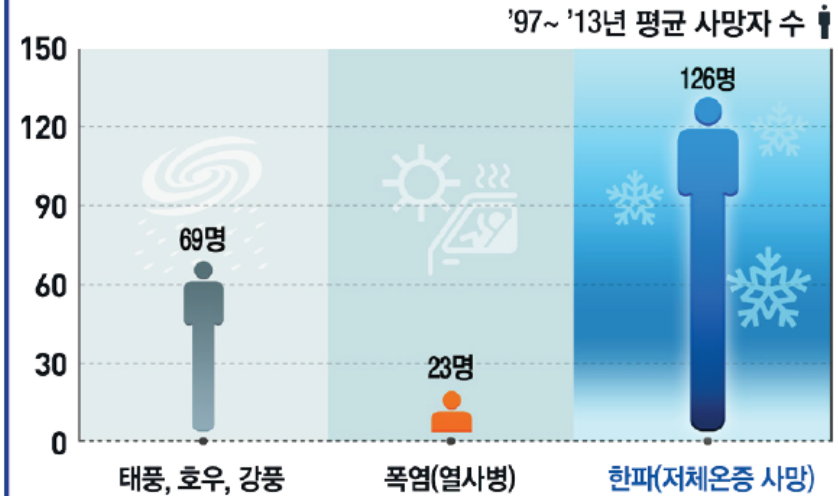
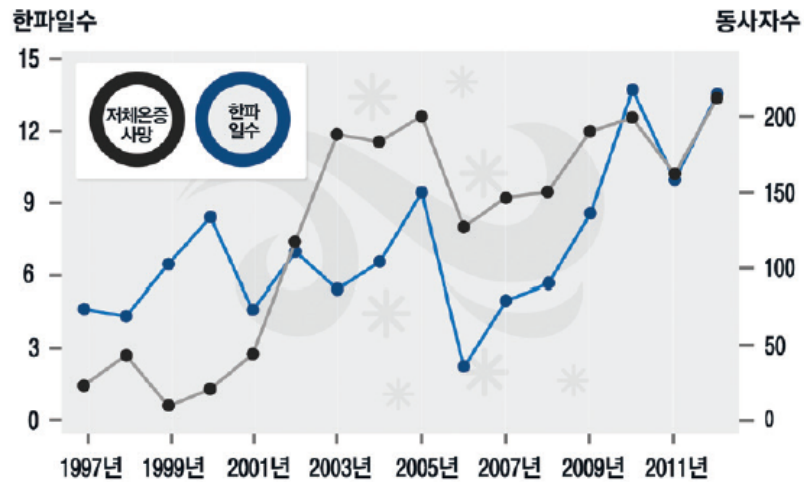


Fig. 2 Daily mean mortality in 3°C temperature bands in Paris, the Hérault, Finistère, the Hautes-Alpes, Côte-d'Or and the Alpes-Maritimes for the whole population (1991–1995) and per 100,000 inhabitants

겨울철 저체온증 사망피해

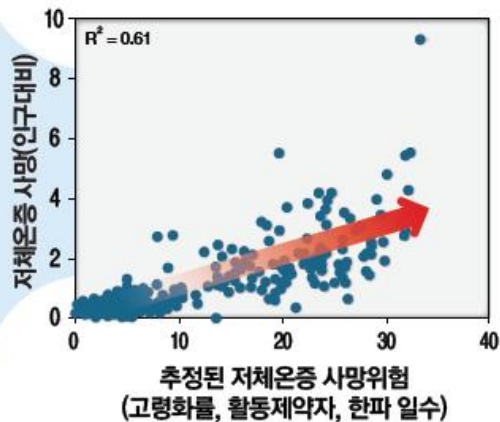
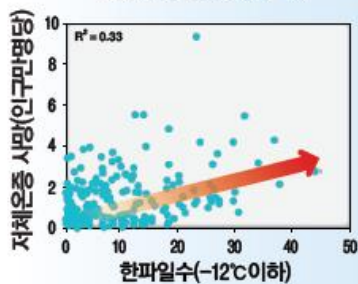
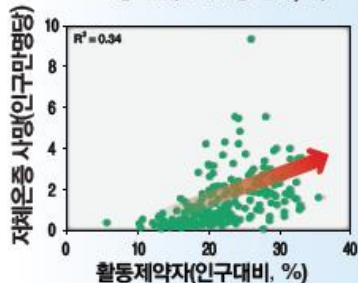
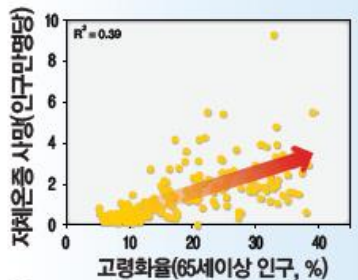


■ 한파일수는 '97 ~ '08년까지 특별한 경향이 없다가 '09년 이후 증가하는 추세 ('97 ~ '13, 기상청 · 통계청 통계분석)

■ 매년 겨울 약 130여명 저체온증으로 사망 * ('97 ~ '13, 국민안전처 · 통계청 통계분석)

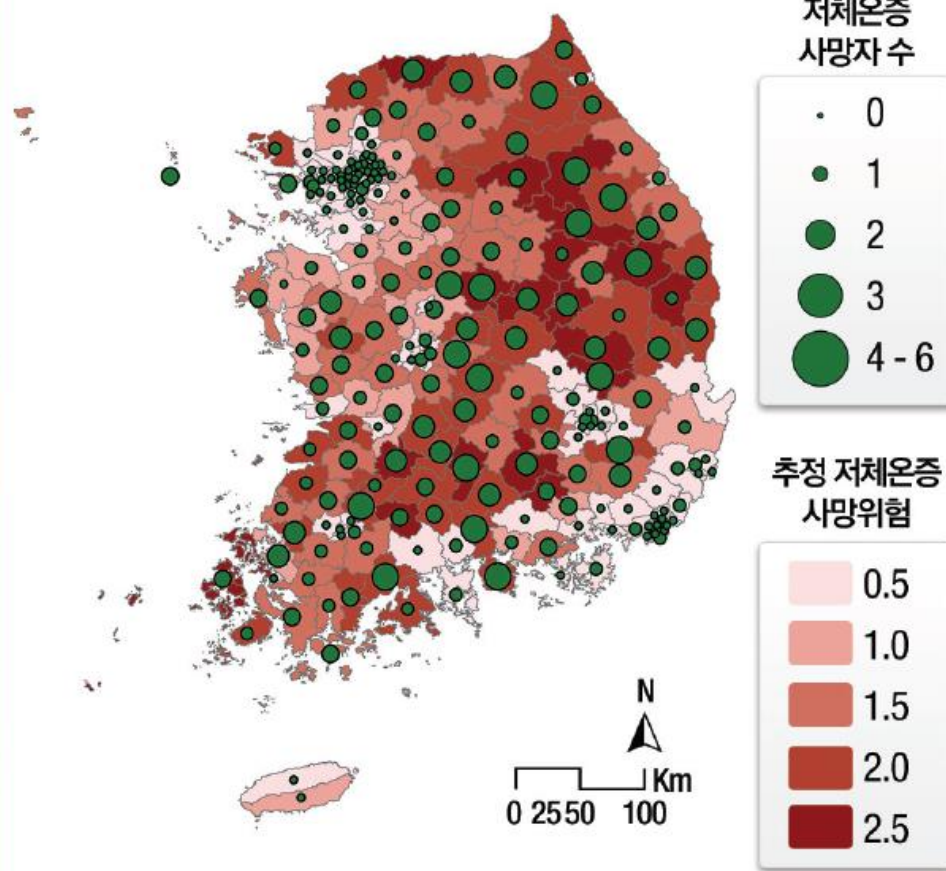
※ 자연재해(태풍, 호우 등) 사망자 69명의 약 1.8배(재해연보), 폭염 사망자 23명의 약 5.5배 (김도우 등, 2014)

*저체온증 사망: 통계청 사망원인통계로부터 사망원인(1)이 저체온증(T68-)이고 사망원인(2)가 과다한 자연 한랭에 노출(X31-)인 사례(Lee, 2014)



(저체온증 사망위험 = α 고령화율 + β 활동제약 + γ 한파일수)

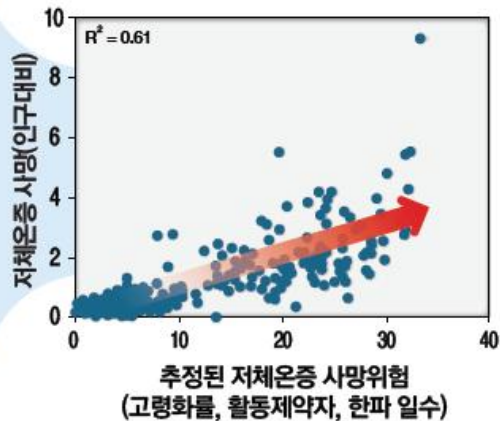
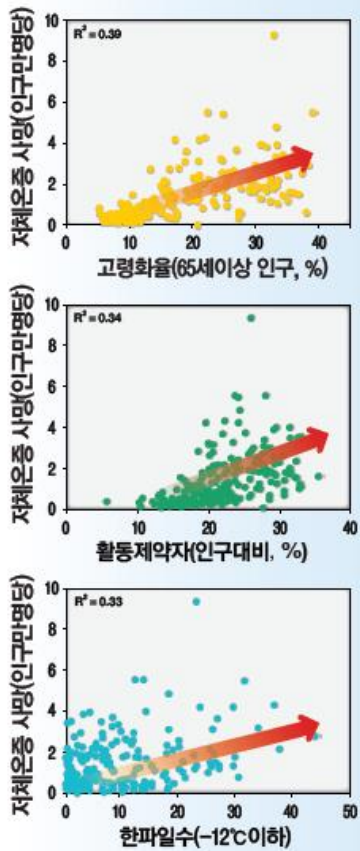
〈지자체별 고령화, 활동제약, 한파일수에 따른 저체온증 사망자 수 변화〉



〈지자체별 저체온증 사망자 수('97 ~ '13, 인구 만 명당 누적사망자)와 추정된 저체온증 사망위험 비교〉

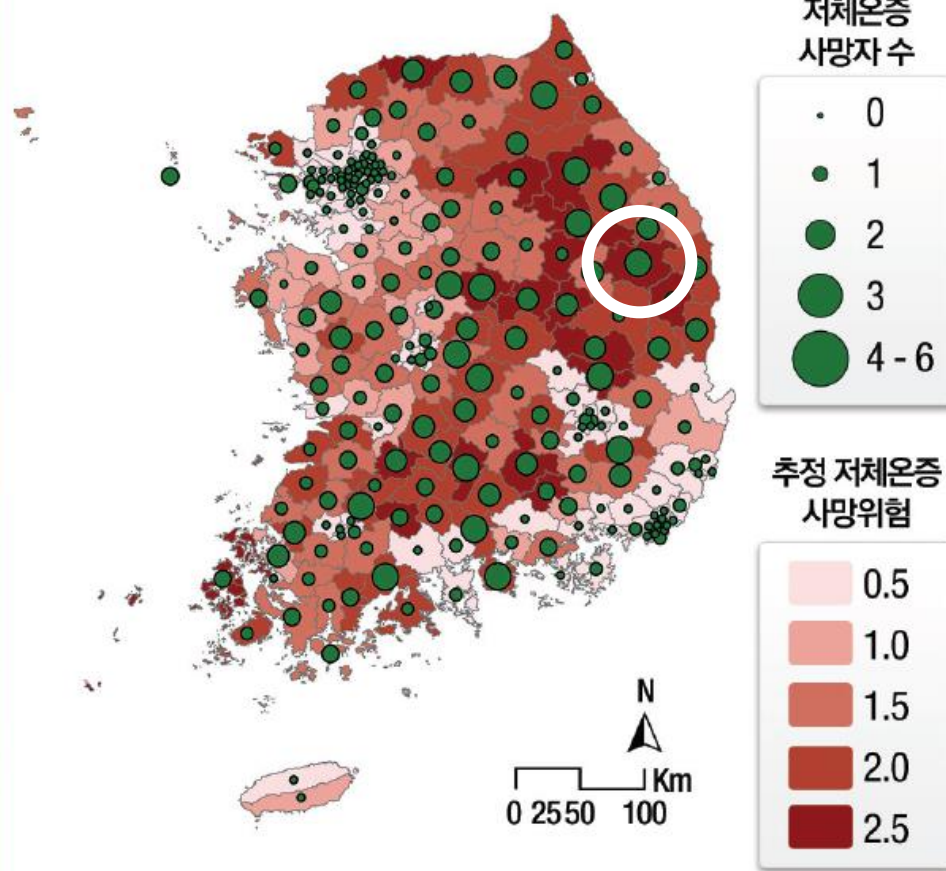
TOP3	지역	동사자 수(명) (인구만명당)	시군구별 전국 평균치 대비 배수		
			한파일수	고령화율	노인 중 독거 비율
시	경북 상주시	2.7	1.0	2.0	1.4
	충남 논산시	2.4	0.5	1.6	1.2
	경북 문경시	2.3	1.6	2.0	1.4
군	경북 봉화군	9.3	2.1	1.2	1.0
	경북 군위군	5.5	1.1	1.5	1.1
	인천 옹진군	5.5	1.3	0.8	0.9
구	대구 중구	2.7	0.3	1.6	1.5
	인천 동구	2.7	1.2	1.3	1.2
	부산 강서구	1.3	0.1	1.4	1.2

< 전국 시군구 중 인구 당 동사자 수가 가장 많은 상위 3개 지자체 >

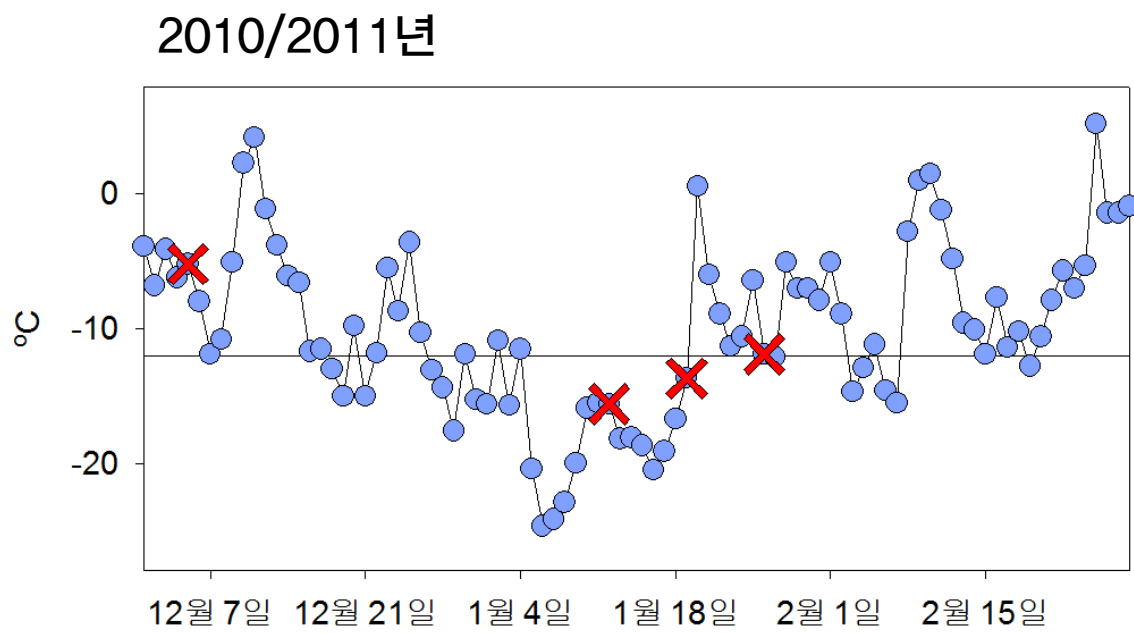
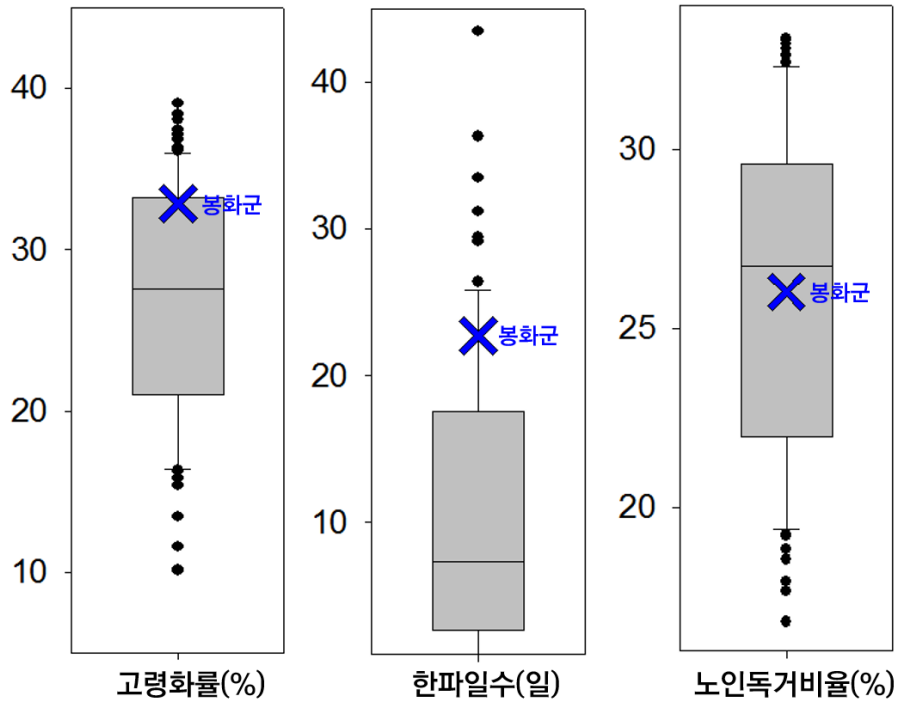


(저체온증 사망위험 = α 고령화율 + β 활동제한 + γ 한파일수)

〈지자체별 고령화, 활동제약, 한파일수에 따른 저체온증 사망자 수 변화〉



〈지자체별 저체온증 사망자 수('97 ~ '13, 인구 만 명당 누적사망자)와 추정한 저체온증 사망위험 비교〉



'홀로'사는 독거노인, 추위에 사망 사고 잇따라

정용욱 기자 | 기사입력 2011-01-18 21:28 | 최종수정 2011-01-18 21:47



전남 보성군 북내면에 사는 73살 심 모 할머니는 그제 오후에 집 마당에 쓰러져 동사했습니다.

할머니는 강추위 속에서 **빨래를 걷다가 쓰러졌지만** 중풍을 앓고있는 할아버지는 아무런 도움이 안됐습니다.

◀ I N T ▶ 윤종윤/마을 이장 "엎드려서 좀 고통을 겪으시다가, 추위에 그날 저녁에 돌아가신 것 같아요."

또 보성군 노동면과 신안군 가거도에서도 농로 주변 등에서 노인 2명이 잇따라 동사했습니다.

지병이 있거나 기력이 약한 상태에서 최저 기온이 영하 10도 이하로 떨어지면서 변을 당한 겁니다.

주로 혼자사는 노인들인데다 **한파로 주민들 마저 왕래를 끊은 탓에** 아무도 발견하지 못한 채 쓸쓸한 죽음을 맞았습니다.

◀ I N T ▶ 최규환/주민 "내가 봤을 때 2-3일 되었다고 봐, 죽은지가. 그러니까 얼른 몰랐지..."

또 사고가 모두 요양보호사나 가정봉사원이 쉬는 휴일에 발생해 응급조치를 취하지도 못했습니다

(보성=연합뉴스) 남현호 기자 = 동장군이 맹위를 떨치면서 몸이 약한 노인들이 잇따라 동사해 주위를 안타깝게 하고 있다.

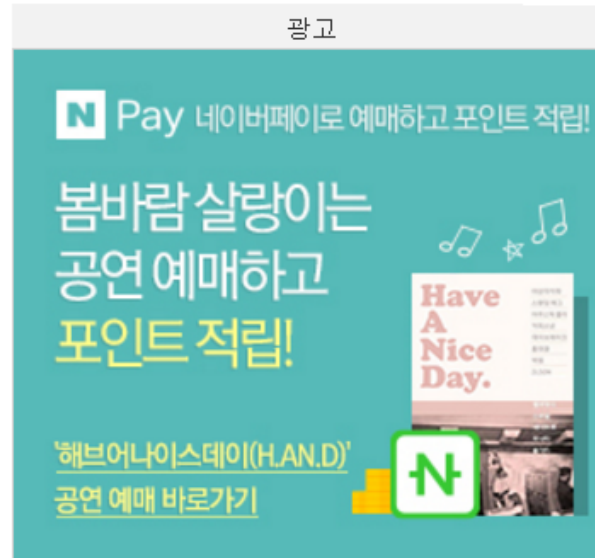
17일 전남지방경찰청에 따르면 이날 오전 11시 15분께 전남 보성군 복내면 장천리 심모(77.여)씨의 집 마당에 심씨가 숨진 채 발견됐다.

경찰은 시신의 상태와 평소 고혈압이 있었다는 주변 사람들의 말로 미뤄 심씨가 전날 오후 마당에서 일하다 추운 날씨에 쓰러져 정신을 잃고 동사했을 개연성이 큰 것으로 보고 정확한 사망 경위를 조사하고 있다.

앞서 16일 오후 2시께에는 신안군 흑산면 가거도에서 이 마을에 사는 임모(83)씨가 마을 농로에 쓰러져 있는 것을 이웃 주민이 발견해 경찰에 신고했다.

경찰은 임씨가 당일 눈보라가 몰아치는 속에 염소 먹이를 주러 갔다가 귀가하지 못하고 동사한 것으로 보고 정확한 사인을 조사하고 있다.

광고



The fourth Quarter of 2015

FUTURE SAFETY ISSUE

온난화의 역습, 극한 한파

도움주신 분

- 정연식 한국교통연구원
- 이준 한국교통연구원
- 우유진 한국화재보험협회
- 김광수 서울대학교, 식물생명과학
- 육심용 농림축산검역본부
- 한인성 국립수산물품질관리원
- 김경수 부산발전연구원
- 윤영배 울산발전연구원
- 원종석 서울연구원
- 김호 서울대학교, 보건학
- 임숙향 질병관리본부
- 김지영 대우건설
- 김백민 극지연구소
- 이대근 국립기상과학원
- 이승희 한국가스공사
- 정재채 국립공원관리공단
- 주영수 한림대학교, 사회외학
- 오윤경 한국행정연구원
- 이동근 서울대학교, 생태조경·지역시스템공학

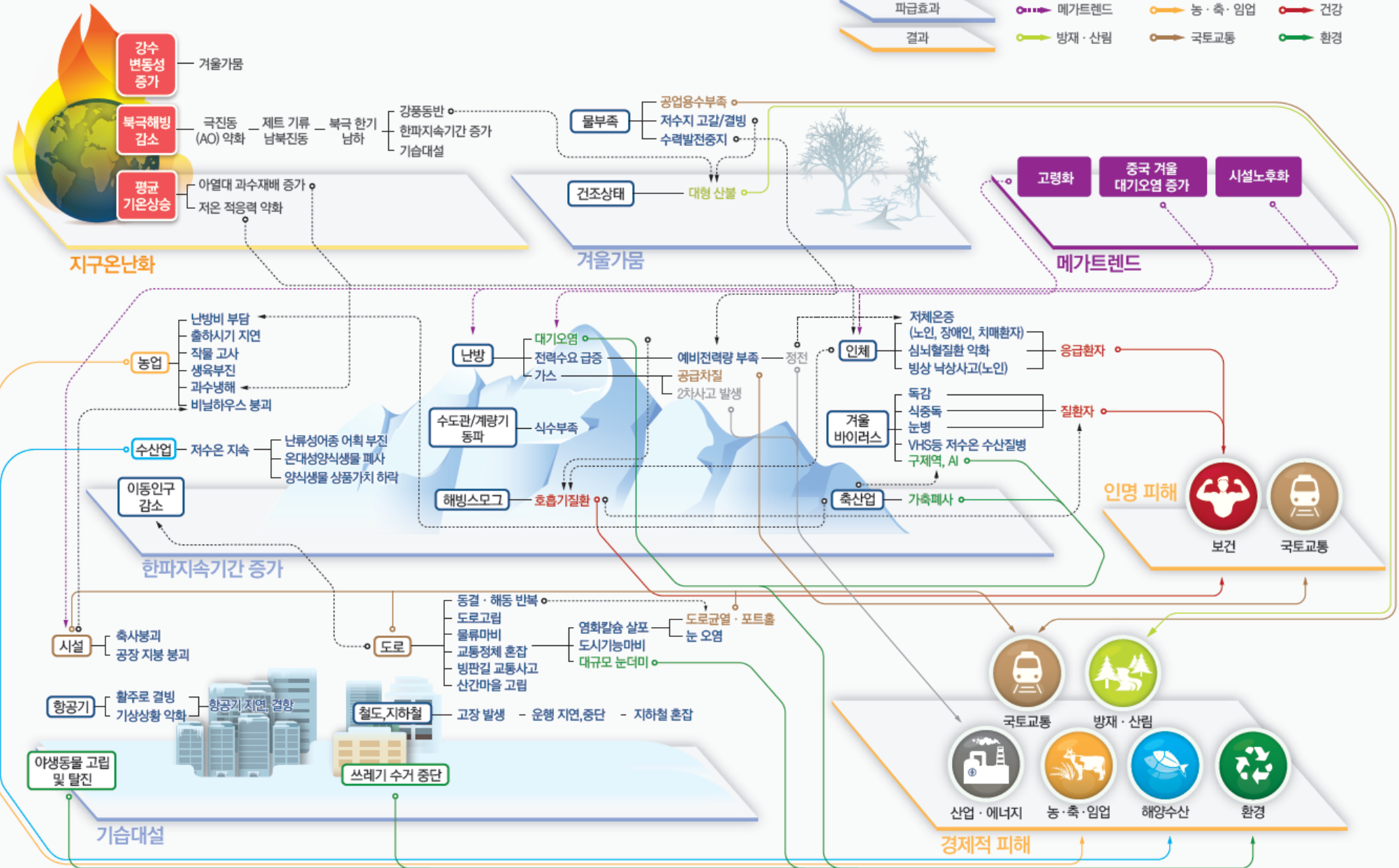
발행인 : 심재현 국립재난안전연구원장

작 성 : 이종철(안전연구실장)

- 정재현(연구관) 김도우(연구사)
- 신진동(연구사) 김미선(선임연구원)
- 윤경호(연구원) 황지은(연구원)
- 김좌현(연구원) 박상진(연구원)
- 이유림(연구원)

- 본 보고서의 내용은 저작권법의 보호를 받으며 무단전재를 금합니다. 인용 시에는 출처 및 저자를 반드시 명시하여 주시기 바랍니다.
- 본 보고서의 내용은 국립재난안전연구원의 공식 견해와는 다를 수 있습니다.
- 본 보고서의 내용은 www.ndmi.go.kr에서도 볼 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 문의사항은 아래로 연락주시기 바랍니다.
국립재난안전연구원 안전연구실 김도우
(E-mail) dow1112@korea.kr

이례적인 한파 · 대설에 따른 사회 각 분야 인과지도



맺음말

폭염/한파는 최근 국민의 안전 요구수준 증가에 따라 점점 더 관심을 받고 있는 재난 유형

감사합니다.