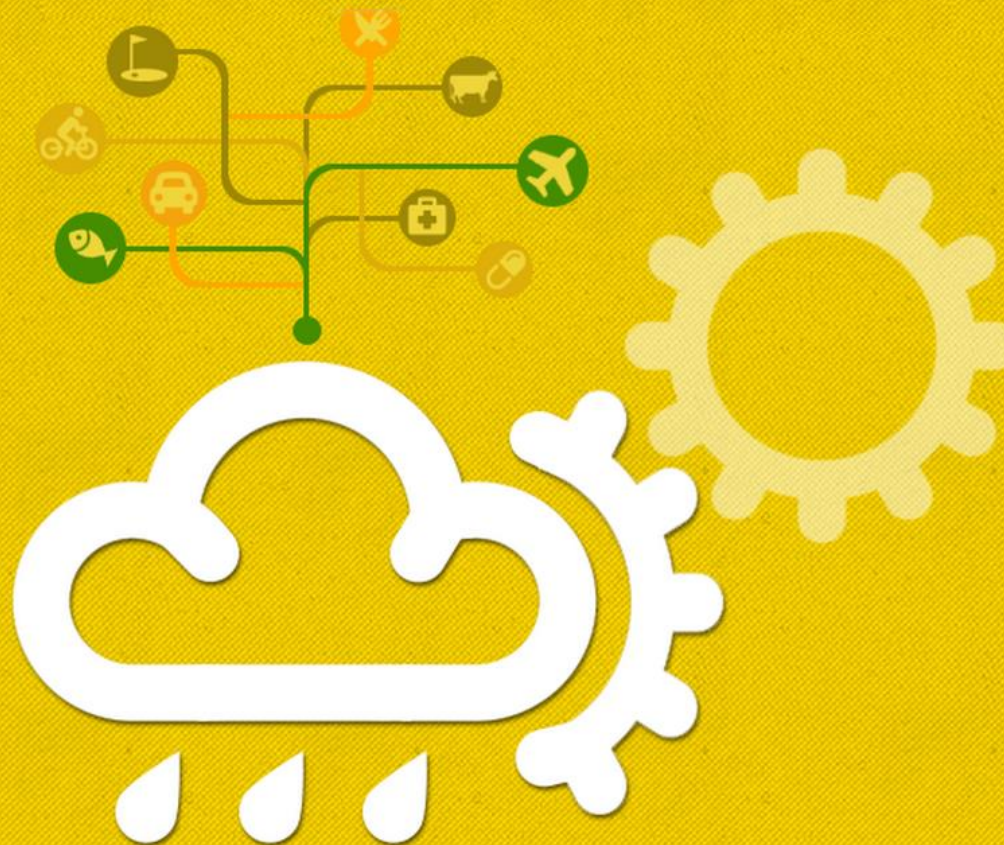


# 2💡15

## 날씨 빅데이터 콘테스트

“빅데이터와의 만남, 날씨에 가치를 더하다!”



### 주제: 교통사고 발생과 기상요인간의 연관성 분석

Team Number: **KA0070**

**이환희, 장혜민**

서울대학교 보건대학원 보건통계학교실, 이화여자대학교 일반대학원 통계학과

# 주제: 교통사고 발생과 기상요인간의 연관성 분석

## 공모배경

- 주제 선정 배경
- 분석 적합성 판단
- 분석 계획 및 전략

## 활용데이터 정의 / 데이터 처리방안 및 활용 분석 기법

- 분석데이터 구성
  - 기상 데이터
  - 교통사고 데이터
- 분석기법 선정
- 데이터 전처리
- 모델링

## 분석결과

- 상대습도의 영향분석
- 강수량의 영향분석
- 일조시간의 영향분석
- 강설여부의 영향분석
- 안개여부의 영향분석

## 서비스 활용방안 / 서비스 기대효과

- 결과 정리
- 한계점 및 강점
  - 본 연구의 한계점
  - 본 연구의 의의 및 강점
  - Summary

## 참고문헌

# 01. 공모배경

- 주제 선정 배경
- 분석 적합성 판단
- 분석 계획 및 전략





## 1. 선진국 최고 수준의 교통사고 사망률

The Korea Herald

ENGLISH EDITION

National Business Life & Style Entertainment Sports World Opinion

Economy Finance Industry Technology Automode Management

Korea's pedestrian death rate highest in OECD

홈 > 뉴스 > 사회

[단독] 교통사고 사회적 비용 年 23조

LEIPZIG, Germany  
member nation

The first  
other  
Leipzig

In the  
up 37

New 2

"Drive  
speed

More  
repres  
death

뉴스 홈 > 사회

Posted : 2015-09-27 21:0

"최근 3년 명절 고속도로 교통사고 240건"

동 꺼! 반칙운전 시즌2



만남 "최근 3년 명절 고속도로 교통사고 240건"

가. 2012년 국가 전체에  
비용인 13조1383억 원

용이 13조6776억 원으로  
이 8조6858억 원  
원(5.2%) 순이었다.  
로에서 18초마다 교통  
비용이 발생하는 것으로

- 우리나라의 연간 교통사고 사망자는 4천 762명으로 선진국 중 최고 수준이며, 1000명당 교통사고 사망자 수는 한국이 10.8명으로 **OECD 회원국 가운데 1위**를 차지

- 국민안전처

- 교통사고 사회적 비용 23조 5천 9백억,  
**연간 GDP의 1.9%, 국가 예산의 10.6%**에 달해  
- 2014년 도로교통공단

- **18초마다 1명 사상,**  
**약 767만원의 인적피해비용 발생**

## 2. 날씨가 교통사고에 미치는 영향

### 비 오는 날 교통사고, 치사율 높다!

야간에 많이 발생, 중앙선 침범·신호위반 많아

비 오는 날에는 시야확보가 어렵고 노면이 미끄러워 교통사고의 위험이 높아지게 된다.

최근 3년간 교통사고 통계를 살펴보면 연평균 발생건수와 사망자 수는 각각 0.6%, 1.7% 씩 감소했으나, 비 오는 날 교통사고는 각각 9.2%와 10.1% 정도 증가한 것으로 나타났다. 사고 100건 당 사망자 수인 치사율의 경우에도 전체 교통사고는 3명인데 비해 비 오는 날 교통사고는 3.6명으로 약 1.2배 높게 나타났다.

2007년 발생한 교통사고 중 비 오는 날 발생한 교통사고는 총 2만 704건으로 전체의 9.8%를 차지하고 있으며, 사망자 수는 751명으로 12.2%를 차지하고 있다. 주·야별로 살펴보면, 비오는 날 주간의 교통사고 발생율은 36.9%(7,644건)이고 야간은 63.1%(1만 3,060건)로 야간이 더 많이 발생한 것으로 나타났고, 치사율의 경우에는 주간이 3.7명, 야간이 3.6명으로 주간에 발생하는 교통사고 위험이 더 높은 것으로 나타났다.

[주·야별 발생건수 구성비 비교]



[주·야별 치사율 비교]



- 교통사고는 운전자, 차량, 도로 및 환경의 복합요인에 의하여 발생한다.

-2006 도로교통안전백서

- 이 중 날씨와 기상 요인은 일차적으로는 도로 환경에 큰 영향을 주며, 이차적으로는 운전자의 감정 상태나 운전 환경에도 영향을 미친다.

- 따라서 기상 요인과 교통 사고 발생간의 연관성을 분석하고, 그 피해를 정량화하여 정책적으로 반영할 필요성이 매우 높다.

## 3. 기존 연구 및 발표자료의 한계점

- 국내에서는 경찰청에서 발간하는 “교통사고 통계” 자료가 기상에 따른 교통사고를 원인 별로 제공하지만, 변수가 단순하여 위험의 상관성을 분석하고, 예측에 사용하기에는 어려움을 따른다.
- 나아가 국내외 많은 교통 사고 연구들은 통계적으로 단순한 모형을 사용(상관분석, 단순-다중회귀 분석 등)하여 결과를 보였는데, 이는 변수에 대한 올바른 해석을 제한하게 된다.
- 따라서 본 연구에서는 국내 교통사고 자료를 이용하여, **다양한 기상요인이 교통사고 발생과 사망, 그리고 부상에 미치는 영향**을 발전된 통계적 기법을 사용하여 **분석하고, 정량적인 평가를 시도함**을 목적으로 한다.



## 4. 연구가설

습도, 강수량, 일조시간 등의 기상 변수가 교통사고 발생률에 영향을 미칠 것이다.

## 5. 분석 전략

- 1) 교통 사고 발생과 유의한 연관이 있는 기상 변수를 찾고,  
기상 변수가 교통사고 발생에 미치는 상대 위험도를 추정한다.
- 2) 기상 변수와 교통사고가 비선형적 관계에 있는 경우,  
그에 대한 올바른 위험 추정을 제시한다.
- 3) 교통사고에 영향을 미치는 기상 변수의 지연 효과(Lagged effect)를 추정한다.

## 활용데이터 정의 / 02. 데이터처리방안 및 활용분석기법

- 활용 데이터 정의
  - 기상 데이터 / 교통사고 데이터
- 데이터 전처리 / 최종데이터
- 활용 분석 기법 선정
- 모델링





## 1. 기상 데이터—종관기상관측(ASOS) 자료



### 종관기상관측(ASOS)

Home > 지상 > 종관기상관측(ASOS)

종관기상관측장비로부터 관측된 자료의 연(年)단위 파일을 조회하고 다운로드 받으실 수 있습니다.

종관기상관측이란 정해진 시각의 대기 상태를 파악하기 위해 모든 관측소에서 같은 시각에 실시하는 지상관측을 말하며, 관측방법은 기압, 기온, 풍향, 풍속, 상대습도, 강수량, 강수유무, 일사량, 일조시간, 지면온도, 초상온도, 지중온도, 토양수분, 지하수위 14개 요소에 대해서는 자동으로 관측하고, 시정, 구름, 증발량, 일기현상 등은 일부 자동과 목적(目測)으로 관측합니다.

\*파일 명은 (지상코드)\_(ASOS코드)\_(지점번호)\_(자료형태)\_(관측시작연도)\_(관측종료연도)\_(자료생성연도).zip 형태로 되어있습니다.

기간: 2008 ~ 2013 년  
일별자료 사용

자료형 일 자 기간 2008 년 ~ 2013 년

지점 지점 요소 요소

- 기상청 공공 데이터 포털에서 제공 되는 종관기상관측(ASOS) 기상 관측 자료 (일별) 사용(<http://data.kma.go.kr>)

- 대상: 한국 7개 광역도시

지역 (지점번호)			
서울 (108)	부산 (159)	대구 (143)	인천 (112)
광주 (156)	대전 (133)	울산 (152)	

- 해안 기후 관측이나 고위도 관측을 목적으로 설치된 지점 [관악산(116), 백령도(102), 강화 (201), 대구(기)(176)]의 ASOS 자료는 사용하지 않았다.

- 분석에 사용된 변수

변수 이름		
평균상대습도	일 강수량	합계일조시간
안개계속시간	일최심신적설	평균 기온
평균 증기압		

## 2. 교통사고 데이터—도로교통공단 제공 신청 자료

2008~2013년 일별 교통사고발생건수

년	월	일	서울			부산			...
			발생건수	사망자수	부상자수	발생건수	사망자수	부상자수	
2008	200801	20080101	90	0	163	16	0	42	
2008	200801	20080102	107	2	159	17	0	33	
2008	200801	20080103	106	1	143	23	0	34	
2008	200801	20080104	97	0	137	24	0	37	
2008	200801	20080105	113	2	183	22	1	32	
2008	200801	20080106	76	2	123	18	0	34	
2008	200801	20080107	98	0	132	17	0	23	
2008	200801	20080108	83	0	137	18	0	25	
2008	200801	20080109	68	1	92	17	2	20	
2008	200801	20080110	83	4	108	22	0	29	
2008	200801	20080111	63	0	98	20	0	30	
2008	200801	20080112	87	1	123	32	2	57	
2008	200801	20080113	58	1	99	32	3	54	
2008	200801	20080114	67	1	86	20	1	24	
2008	200801	20080115	62	1	82	22	0	29	

- 공공데이터 제공 신청을 통하여, 도로교통공단으로부터 얻은 2008~2013년 교통사고 일별 데이터를 사용

- 대상: 한국 7개 광역도시

지역			
서울	부산	대구	인천
광주	대전	울산	

- 분석에 사용된 반응변수 ( $y_t$ )

변수 이름
일별 교통사고 발생 건수
일별 교통사고 사망자수
일별 교통사고 부상자수

파생변수	변수설명	Type	Value
dow	요일	Categorical	월요일, 화요일, ..., 일요일
raincat	비 여부	Binary	1 (비 옴), 0 (비 오지 않음)
snowcat	눈 여부	Binary	1 (눈 옴), 0 (눈 오지 않음)
fogmaincat	안개 여부	Binary	1 (안개 발생), 0 (안개 비발생)
time	장기추세 및 계절성 보정변수	Continuous	1, 2, 3, 4, ...

- 본 연구는 시계열 자료 사용하는데 필수적으로 필요한 시계열 보정을  $NS(time, df=6*per\ year)$ 를 사용하여, 시계열 장기 추세와 계절성을 보정하였다.  $NS()$  함수는 비선형 관계를 반영하는 함수이다.
- 평균 온도, 평균 기압, DOW, 시계열 보정은 교란 변수(Confounder)로써 관심변수인 CV와 교통사고의 연관성을 보정하여 분석하는데 사용되었다.
- 본 연구에서 사용된 모형 식은 기존 시계열 환경 연구에서 많이 사용되는 모형을 기준으로 만들었으며, CV를 한번에 보정하지 않은 이유는 환경 변수 간의 높은 상관성으로 인한 다중공선성(multicollinearity)을 피하고자 함이다.

Variable	Variable Label	Type	Value
citycc	도시 코드	Categorical	108 (서울), 112(인천), ...
date	날짜	Date	2008-01-01, 2008-01-02, ...
meantemp	평균 기온	Continuous	06.3, -3.4, 0.9, ...
Rain	일 강수량	Continuous	0, 6.7, 4.5, ...
meanhumi	평균 상대습도	Continuous	48.5, 50.1, 52, ...
press	기압	Continuous	1010.5, 1014.6, 1013.2, ...
sunshine	합계 일조시간	Continuous	8.7, 8.9, 5.5, ...
snow	일 최심신적설	Continuous	0, 0.8, 3.8, ...
fogmain	안개 계속시간	Continuous	0, 6.67, 5.83, 1.17, ...
time	장기추세 및 계절성 보정변수	Continuous	1, 2, 3, 4, ...
caracc	일별 교통사고 발생 건수	Count	136, 145, 108, ...
caraccdeath	일별 교통사고 사망자 수	Count	0, 2, 1, ...
caraccinjury	일별 교통사고 부상자 수	Count	163, 159, 143, ...
dow	요일	Categorical	월요일, 화요일, ..., 일요일
raincat	비 여부	Binary	1 (비 옴), 0 (비 오지 않음)
snowcat	눈 여부	Binary	1 (눈 옴), 0 (눈 오지 않음)
fogmaincat	안개 여부	Binary	1 (안개 발생), 0 (안개 비발생)
time	장기추세 및 계절성 보정변수	Continuous	1, 2, 3, 4, ...



### 3. 주요 분석 기법—Distributed Lag Nonlinear Model (DLNM)

#### Research Article

Statistics  
in Medicine

Received 4 November 2009,

Accepted 18 March 2010

Published online 7 May 2010 in Wiley Interscience

(www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/sim.3940

## Distributed lag non-linear models

A. Gasparrini<sup>a\*†</sup>, B. Armstrong<sup>a</sup> and M. G. Kenward<sup>b</sup>

Environmental stressors often show effects that are delayed in time, requiring the use of statistical models that are flexible enough to describe the additional time dimension of the exposure–response relationship. Here we develop the family of distributed lag non-linear models (DLNM), a modelling framework that can simultaneously represent non-linear exposure–response dependencies and delayed effects. This methodology is based on the definition of a ‘cross-basis’, a bi-dimensional space of functions that describes simultaneously the shape of the relationship along both the space of the predictor and the lag dimension of its occurrence. In this way the approach provides a unified framework for a range of models that have previously been used in this setting, and new more flexible variants. This family of models is implemented in the package `dlnm` within the statistical environment R. To illustrate the methodology we use examples of DLNMs to represent the relationship between temperature and mortality, using data from the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study (NMMAPS) for New York during the period 1987–2000. Copyright © 2010 John Wiley & Sons, Ltd.

**Keywords:** distributed lag; time series; smoothing; delayed effects

- 기상 요인과 교통사고 발생과의 연관성을 보기 위하여, 현재 가장 발전된 통계적 방법 중 하나인 “**Distributed Lag Nonlinear Model**” (DLNM, Gasparrini, et al 2010) 을 사용
- DLNM을 사용 이유
  - (1) 기상요인, 사망, 부상 등 시계열 자료를 분석하는데 사용
  - (2) 비선형적인 반응변수(Y)-설명변수(X)의 관계를 추정 가능
  - (3) 반응변수(Y)-설명변수(X)간 비선형적인 지연효과(Lagged effect) 추정가능

#### 4. 최종 선택 모형

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

$$\log(\mu_t) = \beta_0 + \beta CV_{t,l} + ns(TEMP_t, df = 3) + ns(PRESS_t, df = 3) \\ + fator(DOW_t) + ns(TIME_t, df = 6 \text{ per yr})$$

- $y_t$  : 일별 교통사고 발생 건수 / 일별 교통사고 사망자 수 / 일별 교통사고 부상자 수  
단위 시간당 발생하는 사건의 수를 의미하는 포아송 분포를 따른다고 가정
- CV(climate variable): 본 연구에서 분석할 기상 요인을 의미하며, 일 평균습도(Relative humidity, %) / 일강수량 / 합계일조시간 / 안개 계속시간 등을 각각 모형에 사용하였다.

## 03. 분석결과

- 상대습도의 영향분석
- 강수량의 영향분석
- 일조시간의 영향분석
- 강설여부의 영향분석
- 안개여부의 영향분석



# 03 분석결과\_ 상대습도의 영향 분석

## 1. 상대습도가 교통사고( $y_t$ )에 미치는 영향 분석

- **기존 연구 결과** (한국경찰연구, 이영남 2007 )에 따르면 **습도**는 도로 상태에 영향을 주며, 나아가 운전자에 기분에도 큰 영향을 미치는 변수로써, **교통 사고에 영향을 주는 변수**로 분류된다.
- 또한 활동하기 가장 쾌적한 습도(50~70)일 때, 가장 낮은 교통사고 발생을 보인다는 연구 결과로 미루어 봤을 때, 효과가 비선형적으로 나타날 수 있음을 추측할 수 있다. 따라서 **비선형 모형을 사용하여 분석하였다.**
- 상대 습도 단위의 혼란을 피하기 위하여 상대 습도의 단위(%)는 생략하며, 기술된 %는 분포 위치를 의미한다 (90% -> 하위 90% (상위10%) 위치의 습도)

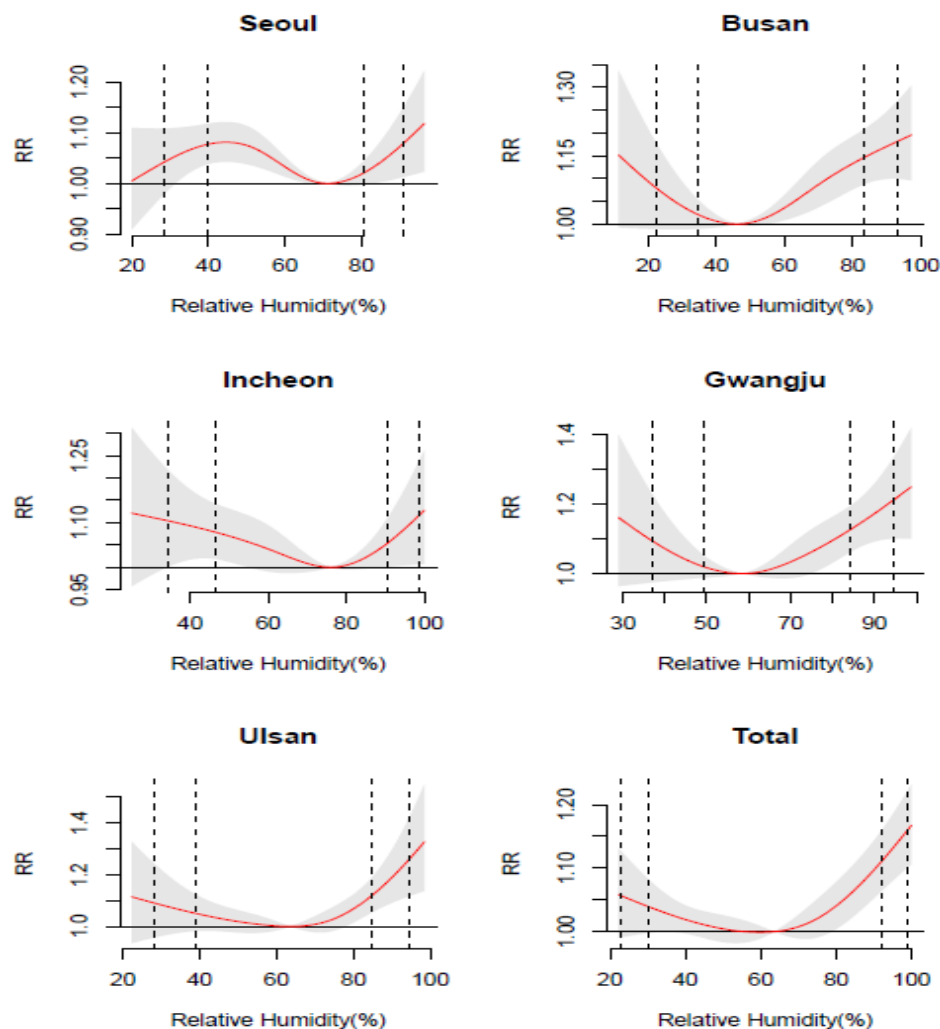
138 한국경찰연구 2007년 겨울

전반적으로 각 계절별 기상의 특성에 따라 습도 변인에 따른 사망자 발생 추이가 각기 조금씩 다르게 나타났다. 특히 가을에 사망사고가 많이 발생하였으며 단순 사고발생률은 습도 50~70%일 때가 가장 높지만 일수대비 사망률은 습도 90%이상인 날이 가장 높고 습도 0~50%일 때가 가장 낮았다.

2007 한국경찰연구



## 1.1 상대습도와 $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계



- Y축: 상대 위험도 (Relative risk, RR); 각 도시별  $y_t$ 의 최소지점을 기준으로 함) X축: 상대 습도(Relative Humidity, %)  
(빨간 선은 추정된 RR을 의미, 음영 부분은 95% 신뢰구간.)
- 도시별 분석 결과, 상대 습도는 교통사고 발생 건수와 **비선형적인 관계 (U자형)**를 보였다.
- Total (전국) 그래프는 **Meta 분석을 통하여 7개 도시의 효과를 하나로 통합.**  
→ 전국 통합된 결과 또한 상대 습도와 교통사고 발생 건수와의 관계를 U자형 관계를 보임을 확인할 수 있다.

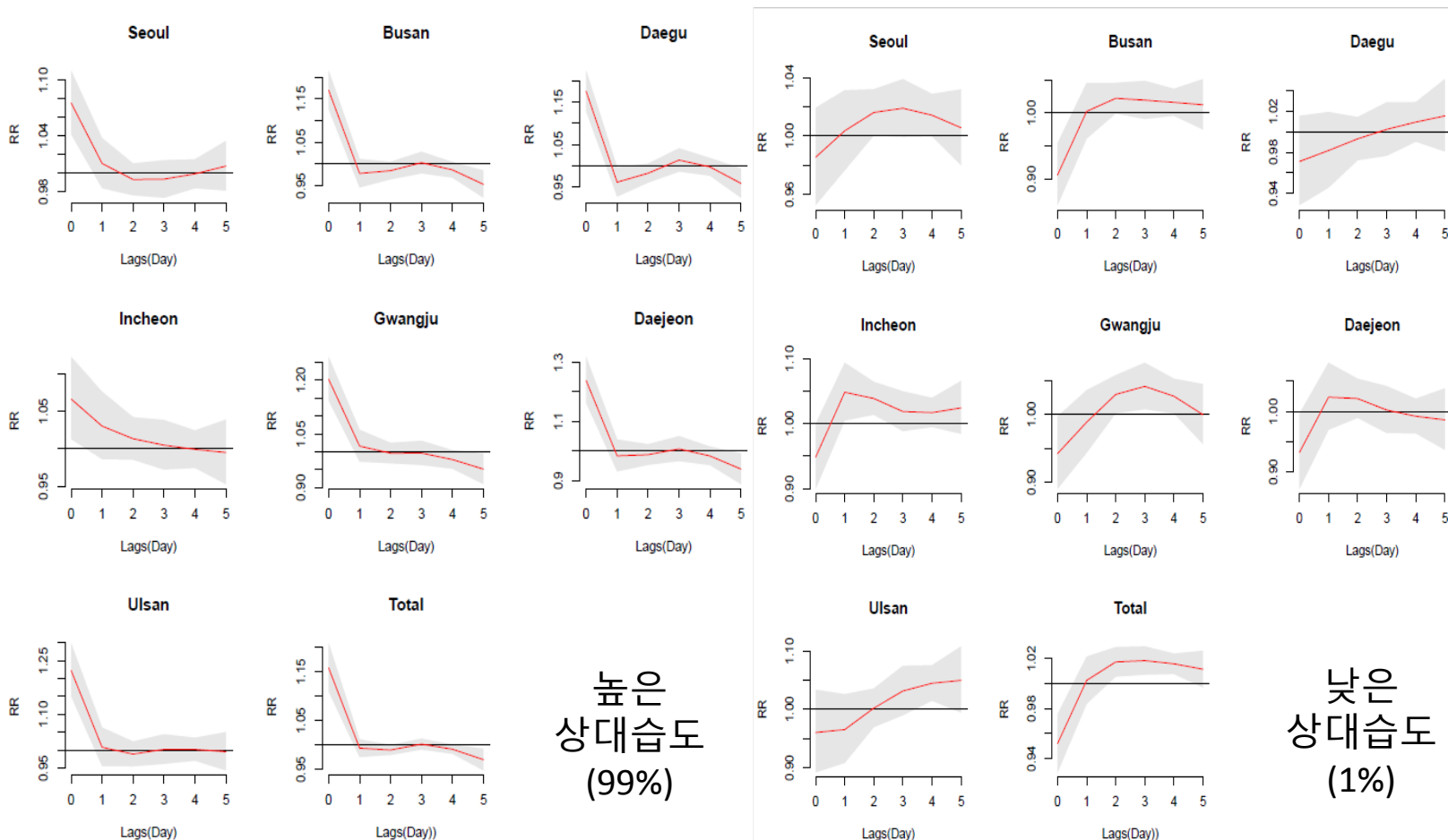
## 1.1 상대습도와 $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계

Humidity(%)	Min	1%	30%	Median	70%	99%	Max
Seoul	19.9	28.59	50.9	59.8	68.5	91.12	96.5
Busan	11.3	22.28	49.1	61.9	72.4	93.4	97.3
Daegu	13.5	23	46.1	56.8	65.4	89.04	96.1
Incheon	25	34.57	59.8	69.6	78.9	98.62	100
Gwangju	29	37.1	60.1	67.3	73.8	94.42	98.8
Daejeon	23.8	35.28	58.8	67.1	74.87	95.53	99.9
Ulsan	22.3	28.07	55.33	66.8	74.9	94.81	98.5

Humidity RR	1% (95% C.I)	30% (95% C.I)	MOH	70% (95% C.I)	99% (95% C.I)
Seoul	1.04 (0.98 ,1.11)	1.07 (1.04 ,1.11)	71.2	1.00 (1.00 ,1.01)	1.08 (1.01 ,1.15)
Busan	1.08 (0.99 ,1.18)	1.00 (1.00 ,1.01)	46.0	1.10 (1.05 ,1.15)	1.18 (1.10 ,1.27)
Daegu	1.00 (0.93 ,1.08)	1.00 (0.98 ,1.03)	36.8	1.03 (0.97 ,1.08)	1.11 (1.03 ,1.20)
Incheon	1.10 (1.00 ,1.22)	1.04 (0.99 ,1.09)	76.0	1.00 (1.00 ,1.01)	1.12 (1.01 ,1.24)
Gwangju	<b>1.09 (0.97 ,1.23)</b>	1.00 (1.00 ,1.01)	58.4	1.05 (1.00 ,1.12)	<b>1.21 (1.10 ,1.33)</b>
Daejeon	1.00 (0.93 ,1.08)	1.01 (0.96 ,1.06)	45.5	1.04 (0.96 ,1.13)	1.17 (1.03 ,1.32)
Ulsan	<b>1.09 (0.96 ,1.24)</b>	1.01 (0.98 ,1.04)	63.6	1.03 (0.98 ,1.08)	<b>1.26 (1.12 ,1.43)</b>
Total	<b>1.08 (0.98 ,1.20)</b>	1.02 (1.00 ,1.05)	59.9	1.02 (0.99 ,1.04)	<b>1.16 (1.10 ,1.22)</b>

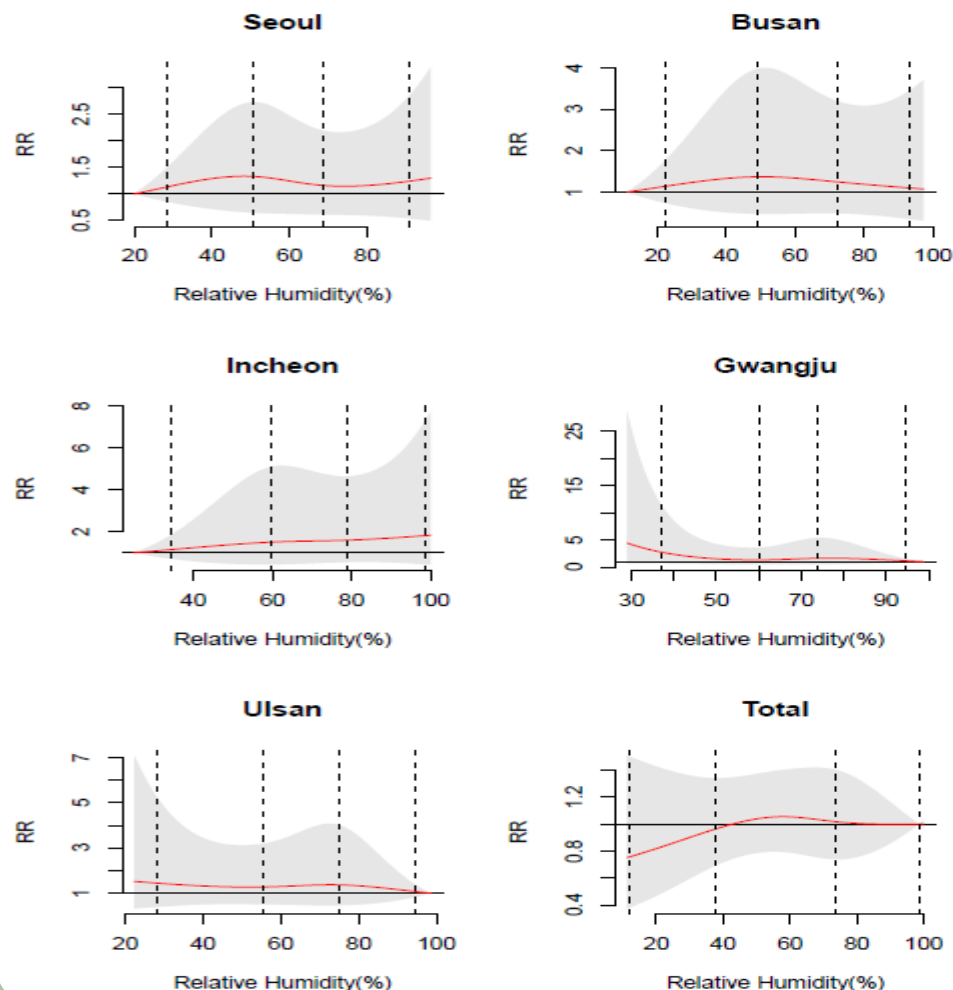
- 교통사고 발생이 가장 적게 발생하는 습도는 도시 별로 약 40~70(Minimum Occurrence Humidity, MOH)이며, 도시를 통합한 결과에서는 습도가 59.9일때 교통사고가 가장 적게 일어남을 추정.
- 전국적으로 습도가 하위 1% 인 경우에는 MOH일 때보다 교통사고가 약 1.08배 더 많이 발생하며, 99% 습도일 때에는 약 16%가 MOH일 때보다 더 발생한다.
- 도시 별로 보면 전국적으로 습도와 교통사고 발생 간의 관계가 유의함(95% 신뢰구간이 1을 포함치 않음)을 볼 수 있으며, 낮은 습도와 높은 습도 모두에서 광주와 울산이 교통사고에 취약한 것을 볼 수 있다.

## 1.1 상대습도와 $y_t$ (교통사고 발생 건수)의 지연효과 (Lagged effect)



- 전국적으로 상대습도가 높을 때 (왼쪽) 교통사고에 미치는 지연 효과는 당일(Lag 0)에 가장 높으며, 이후 유의하지 않다.  
→ 높은 습도는 당일에만 교통사고에 유의한 영향을 미친다. (불쾌지수 상승 및 미끄러운 노면 때문에)
- 전국적으로 상대습도가 낮을 때 (오른쪽) 당일에는 음의 관계 (Protective)가 나타나지만, 1-3일 정도에 양의 지연효과를 보임을 알 수 있다.  
→ 건조한 기후에 따른 호흡기 질환과 같은 운전자의 건강 저하에 의한 결과로 추측된다.

## 1.2 상대습도와 $y_t$ (교통사고 사망자 수)와의 관계



- Y축: 상대 위험도 (Relative risk, RR);  
각 도시별  $y_t$ 의 최소지점을 기준으로 함)  
X축: 상대 습도(Relative Humidity, %)
- 빨간 선은 추정된 RR을 의미하며,  
음영 부분은 95% 신뢰구간을 의미한다.
- 습도가 올라감에 따라 교통사고  
사망의 위험도가 증가하는 것을 관찰  
할 수 있다.
- 그렇지만 교통사고 사망 건수는 하루 평균  
0-3건으로 매우 작기 때문에 넓은 신뢰구간을  
갖는다

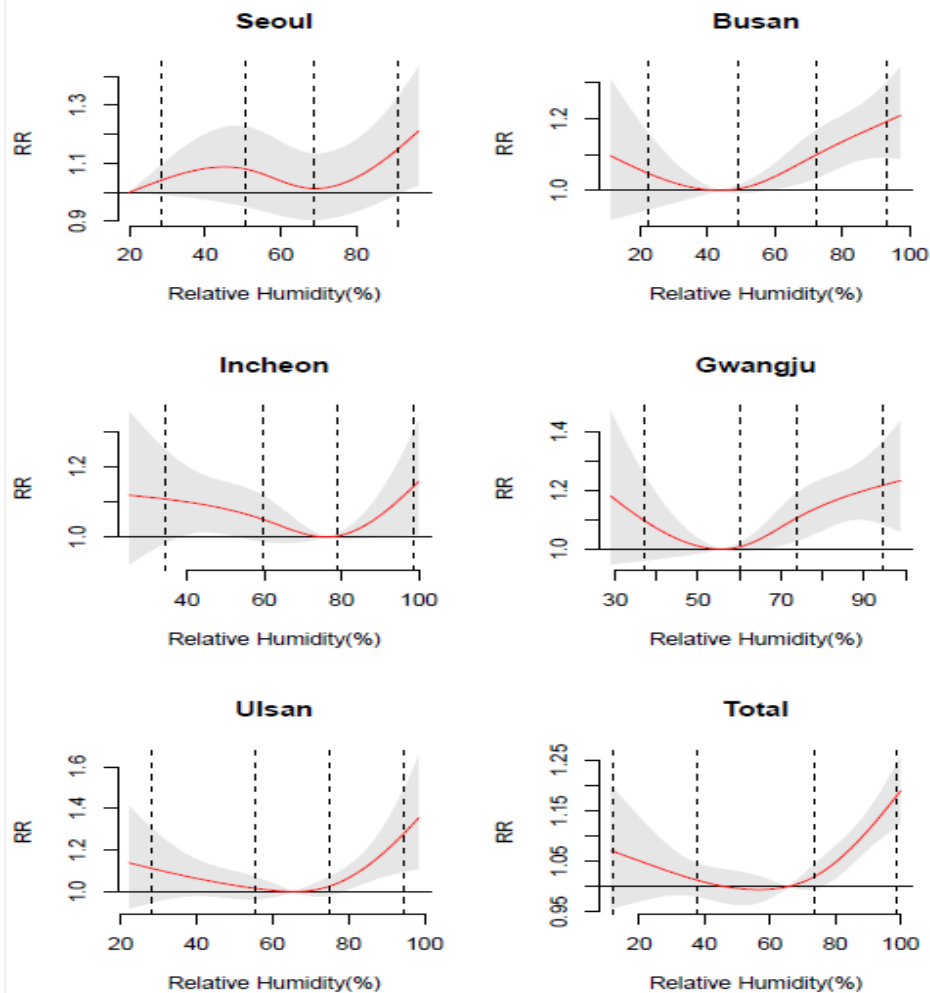


## 1.2 상대습도와 $y_t$ (교통사고 사망자 수)와의 관계

Humidity RR	1% (95% C.I)	30% (95% C.I)	MOH	70% (95% C.I)	99% (95% C.I)
Seoul	1.14( 0.86, 1.51)	1.33 (0.65, 2.73)	19.9	1.16 (0.62, 2.20)	1.24 (0.54, 2.86)
Busan	1.14( 0.74, 1.75)	1.37 (0.47, 3.98)	11.3	1.24 (0.48, 3.19)	1.10 (0.35, 3.46)
Daegu	1.10( 0.68, 1.80)	1.39 (0.42, 4.54)	13.5	1.61 (0.58, 4.49)	1.66 (0.44, 6.20)
Incheon	1.15( 0.71, 1.87)	1.50 (0.44, 5.10)	25.0	1.59 (0.55, 4.64)	1.81 (0.45, 7.28)
Gwangju	2.73( 0.66, 11.34)	1.30 (0.47, 3.59)	98.8	1.62 (0.49, 5.36)	1.15 (0.85, 1.57)
Daejeon	2.58 (1.19, 5.58)	7.32 (1.43, 37.58)	23.8	5.15 (1.17, 22.7)	5.69 (0.91, 35.44)
Ulsan	1.45 (0.40, 5.26)	1.28 (0.51, 3.18)	98.5	1.37 (0.47, 4.01)	1.07 (0.85, 1.35)
<b>Total</b>	<b>0.76 ( 0.38 , 1.5 )</b>	<b>0.96 ( 0.7 , 1.34 )</b>	<b>11.3</b>	<b>1.02 ( 0.74 , 1.4 )</b>	<b>1.00 ( 0.99 , 1.01 )</b>

- 습도가 교통사고 사망자 수에 미치는 영향은 전국적으로 봤을 때, 통계적으로 그다지 유의하지는 않다. (신뢰구간이 너무 크게 나타나고 1을 포함하고 있다)  
→ Sample수가 너무 적기 때문
- 다만 전국적으로 낮은 습도(1%, 30%)와 높은 습도 (70%, 99%)에서는 확실히 1 이상의 RR 값이 추정됨을 확인할 수 있다.  
→ 이는 습도와 교통 사고 사망 또한 교통사고 발생과 마찬가지로 U자 형태의 관계를 보임을 알 수 있으며, 습도가 교통사고로 인한 사망 증가에 영향을 주고 있음을 확인할 수 있다.

## 1.3 상대습도와 $y_t$ (교통사고 부상자 수)와의 관계



Y축: 상대위험도(RR)  
X축: 상대습도

- Y축: 상대 위험도 (Relative risk, RR);  
각 도시별  $y_t$ 의 최소지점을 기준으로 함)  
X축: 상대 습도(Relative Humidity, %)

→ 상대습도와 교통사고로 인한 부상 건수와의 관계는 교통사고 발생 건수와의 관계와 유사하게 비선형 관계(U자 형)를 보이는 것으로 추정된다.

→ 상대습도가 낮아도 높아도 위험도 ↑

# 03 분석결과\_ 상대습도의 영향 분석

## 1.3 상대습도와 $y_t$ (교통사고 부상자 수)와의 관계

Humidity RR	1% (95% C.I)	30% (95% C.I)	MOH	70% (95% C.I)	99% (95% C.I)
Seoul	1.04 (0.99, 1.10)	1.08 (0.95, 1.23)	19.9	1.01 (0.91, 1.13)	1.15 (0.99, 1.33)
Busan	1.05 (0.95, 1.16)	1.00 (0.99, 1.02)	43.7	1.10 (1.03, 1.17)	1.19 (1.09, 1.30)
Daegu	1.01 (0.92, 1.10)	1.00 (0.98, 1.03)	37.6	1.05 (0.99, 1.12)	1.14 (1.05, 1.25)
Incheon	1.11 (0.98, 1.25)	1.05 (0.99, 1.12)	76.1	1.00 (0.99, 1.01)	1.14 (1.01, 1.30)
Gwangju	1.10 (0.96, 1.25)	1.01 (0.99, 1.02)	55.6	1.11 (1.03, 1.19)	1.22 (1.08, 1.36)
Daejeon	1.05 (0.92, 1.21)	1.00 (0.99, 1.02)	55.1	1.07 (0.98, 1.16)	1.22 (1.06, 1.40)
Ulsan	1.11 (0.95, 1.31)	1.02 (0.96, 1.07)	65.6	1.02 (0.98, 1.07)	1.28 (1.10, 1.50)
<b>Total</b>	<b>1.07 (0.96, 1.19)</b>	<b>1.01 (0.98, 1.05)</b>	<b>56.5</b>	<b>1.02 (1.00, 1.04)</b>	<b>1.18 (1.12, 1.25)</b>

- 습도가 교통사고로 인한 부상자 발생에 미치는 영향은 전국을 기준으로 봤을 때 56.5(%)의 습도에서 가장 낮다.

→ 또한 습도가 낮을 때 (1%)는 7%, 습도가 높을 때(99%)는 18% 정도 교통사고 부상 위험도가 증가한다.

→ 지역적으로 봤을 땐, 울산이 습도에 따른 교통사고에 취약한 것을 알 수 있다.

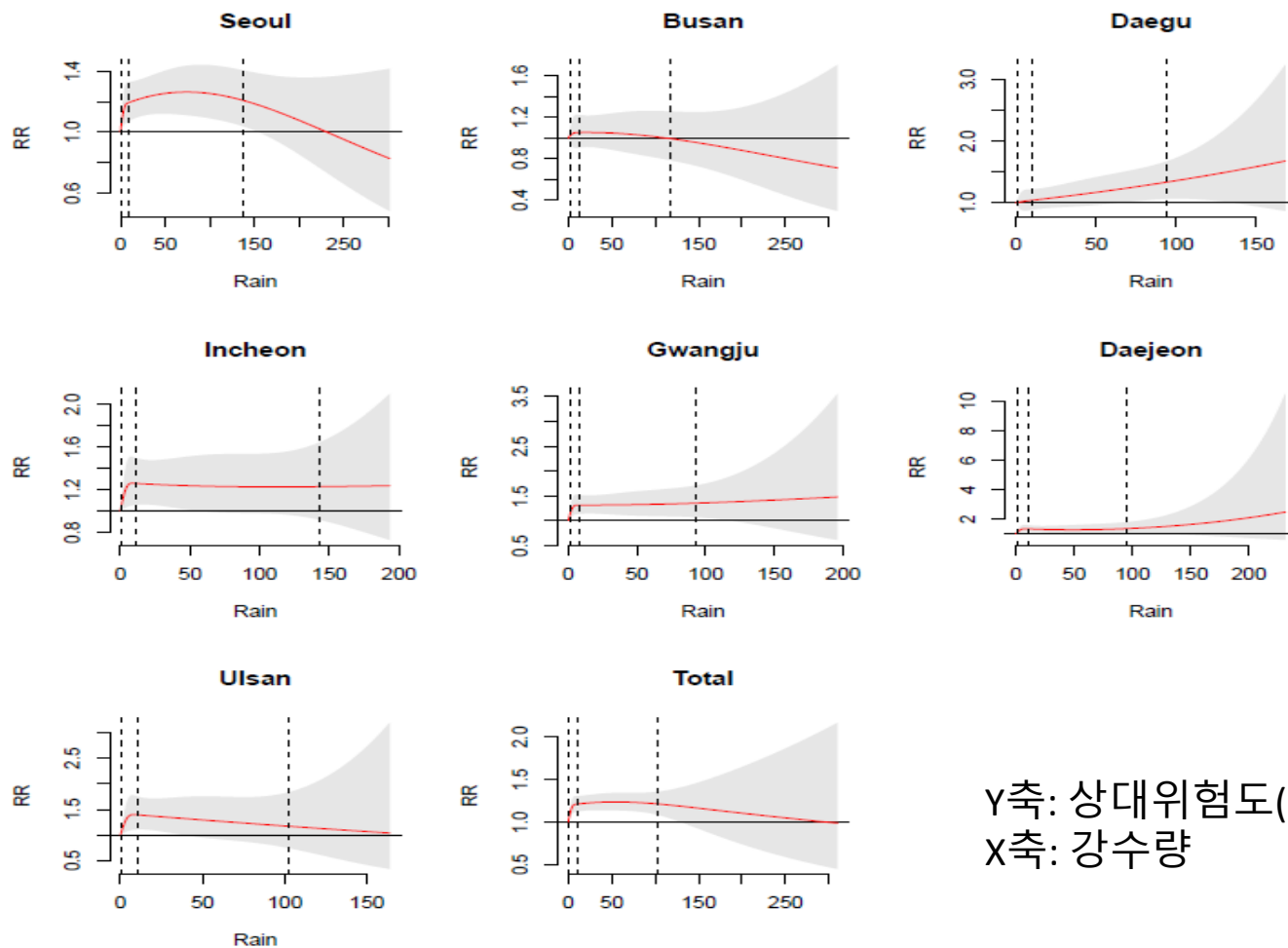
## 2. 강수량이 $y_t$ (교통사고) 에 미치는 영향 분석



2015 삼성교통안전문화연구소

- 기존 연구 결과 (J. of Appl. Meteor, Lynn et al. 1978)에 따르면 강수량은 교통사고를 유발하는 가장 대표적인 원인 중 하나로 알려져 있다.
- 비가 교통사고에 영향을 미치는 이유는 비가 오면 **자동차의 제동 거리가 짧아지고**, 도로의 표면장막 현상이 발생하여 **제동 및 방향 조절이 어려워지는** 등 여러 도로상-주행상의 문제점을 유발 및 악화시키기 때문이다.
  - "강수량 변화에 따른 교통사고 영향과 피해비용", 삼성교통안전문화연구소 2015
- 나아가 운전자의 **시야 확보에도 부정적인 영향을 주며**, 강수로 인한 운전자의 감정 상태 변화 등 운전자로 인한 교통사고 유발에도 강수는 영향을 미칠 것으로 추정된다.



2.1 강수량과  $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계

- 강수가 있던 날만을 선택한 후, 강수량이 교통사고 발생에 미치는 영향을 분석한 결과, **강수량과 교통사고 발생 또한 비선형적인 관계**를 가진다.
- 대구와 대전 정도를 제외하고 다른 지역에서는 **70% 정도까지의 강수량 (약 10mm, 왼쪽에서 세 번째 점선)에서 급격하게 위험도가 증가함**.
- 그 후 사고의 발생 위험은 그대로 지속되며, 오히려 강수량이 아주 높은 경우에는 사고 위험이 줄어드는 경향을 보인다.
- 이는 비가 적게 올 때 사고의 위험이 가장 높게 증가함을 의미.
- 비가 많이 오는 경우에는 오히려 대중교통의 이용이나, 차량 이용 포기 등으로 교통사고의 위험도가 감소함을 알 수 있다.

## 2.1 강수량과 $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계

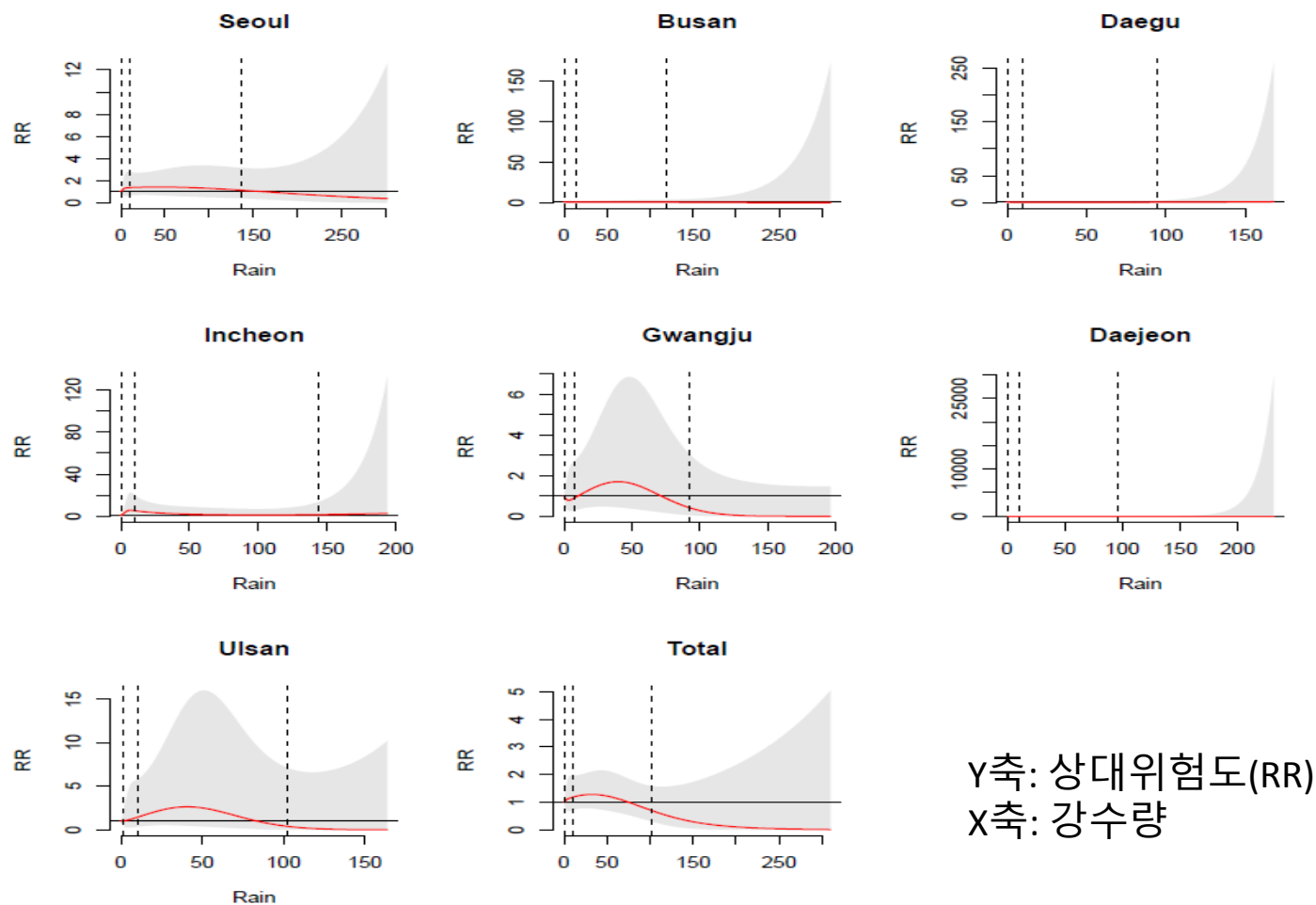
Precipitation	Min	1%	30%	Median	70%	99%	Max
Seoul	0.1	0.1	1.0	3.90	10.0	136.98	301.5
Busan	0.1	0.1	1.5	5.00	13.5	118.32	310.0
Daegu	0.1	0.1	1.0	3.50	10.0	94.27	168.0
Incheon	0.1	0.1	1.0	3.70	10.5	143.00	193.5
Gwangju	0.1	0.1	1.0	3.50	8.0	92.46	196.0
Daejeon	0.1	0.1	1.0	3.20	10.5	95.48	231.5
Ulsan	0.1	0.1	1.0	3.55	10.5	102.00	164.0

Precipitation RR	1% (95% C.I)	30% (95% C.I)	70% (95% C.I)	99% (95% C.I)
Seoul	1.01 (1.00, 1.01)	1.05 (0.99, 1.01)	1.19 (0.97, 1.25)	1.21 (1.04, 1.41)
Busan	1.00 (1.00, 1.00)	1.02 (0.99, 1.01)	1.05 (0.97, 1.25)	0.99 (0.78, 1.26)
Daegu	1.00 (1.00, 1.01)	1.01 (0.99, 1.01)	1.04 (0.97, 1.25)	1.34 (1.07, 1.67)
Incheon	1.01 (1.00, 1.01)	1.07 (0.99, 1.01)	1.26 (0.97, 1.25)	1.23 (0.92, 1.64)
Gwangju	1.01 (1.00, 1.02)	1.10 (0.99, 1.01)	1.32 (0.97, 1.25)	1.36 (1.08, 1.71)
Daejeon	1.01 (1.00, 1.01)	1.09 (0.99, 1.01)	1.33 (0.97, 1.25)	1.35 (1.01, 1.79)
Ulsan	1.01 (1.00, 1.02)	1.10 (0.99, 1.01)	1.39 (0.97, 1.25)	1.17 (0.75, 1.83)
<b>Total</b>	<b>1.01 (1.00, 1.01)</b>	<b>1.05 (1.03, 1.08)</b>	<b>1.21 (1.12, 1.30)</b>	<b>1.21 (1.09, 1.35)</b>

- 강수량의 상대 위험도는 강수량이 0인 경우를 기준으로 상대 위험도를 추정하였다.

→ 70%의 강수량 (약 10mm)에서 교통사고에 가장 취약한 지역은 울산과 대전이며, 부산과 대구는 매우 낮은 상대 위험도를 보였다.

- 그리고 전국 단위에서 보았을 때, 70% 정도의 강수량과 99%에서의 강수량(90mm 이상)에서의 상대 위험도가 20% 증가하며, 큰 차이를 보이지 않았다.

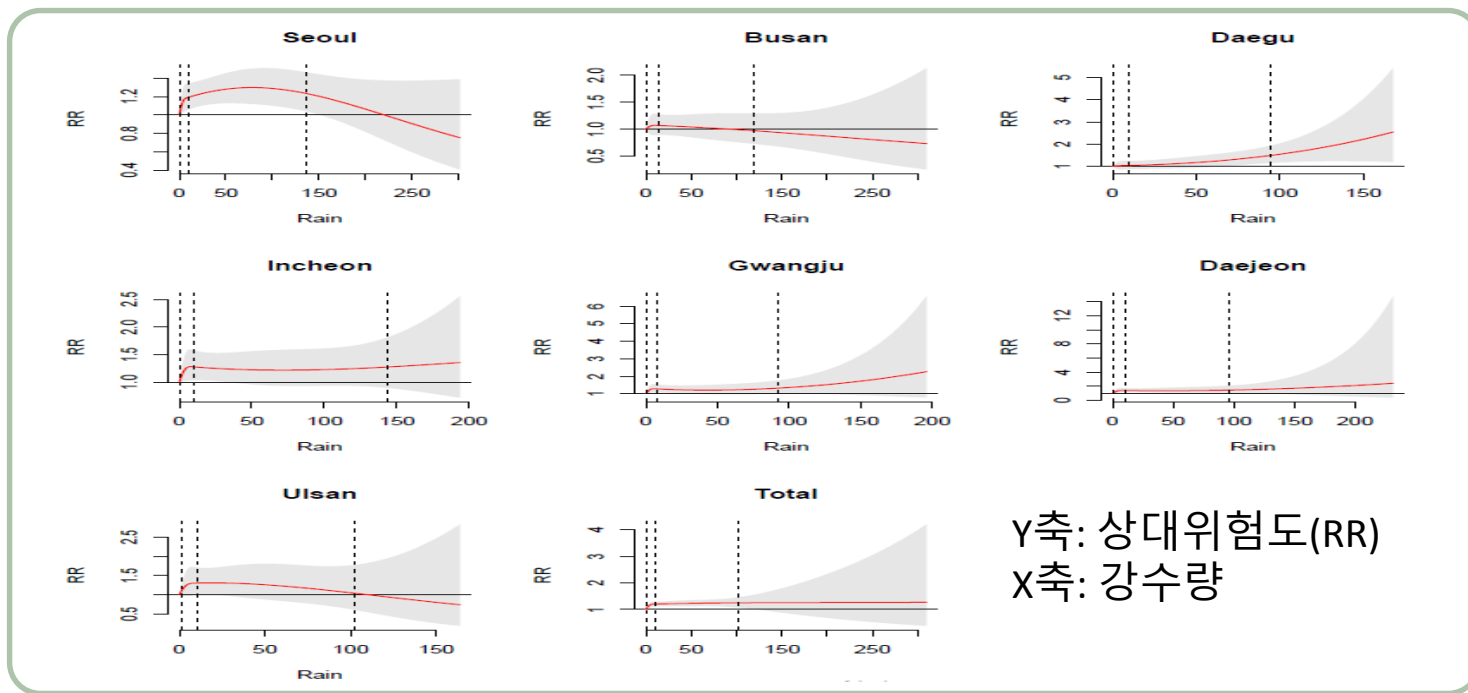
2.2 강수량과  $y_t$ (교통사고 사망자 수)와의 관계

- 강수량이 교통사고 사망에 미치는 영향은 전국에서 정확하게 추정하기 어려웠다.

→ 이는 교통사고 사망자 수가 워낙 적으니까, 강수가 기록된 날 또한 매우 작은 비중이라 표본의 크기가 매우 작아졌기 때문에 나타나는 현상으로 판단된다.

- 따라서 본 연구에서는 강수량이 교통사고 사망에 미치는 영향을 판단하기엔 어려우며, 더 많은 기간의 자료를 가지고 판단할 필요가 있다.

## 2.3 강수량과 $y_t$ (교통사고 부상자 수)와의 관계



- 강수량 증가가 교통사고 부상에 미치는 상대 위험도는 강수량이 0일 때를 기준으로 추정되었다.

→ 대전과, 인천, 대구에서 높은 강수량 시 (70%, 99%) 교통사고 부상 위험이 약 30-50% 가까이 증가한다.

- 나아가 전국적으로 30% 정도의 강수량 위치에서는 5%, 높은 강수량 (70%, 99%) 에서는 20% 이상의 위험도 증가를 추정할 수 있었다.

Precipitation RR	1%	30%	70%	99%
Seoul	1.01 (1.00, 1.01)	1.05 (0.99, 1.01)	1.19 (0.97, 1.25)	1.23 (1.04, 1.46)
Busan	1.00 (1.00, 1.01)	1.02 (0.99, 1.01)	1.07 (0.97, 1.25)	0.97 (0.73, 1.29)
Daegu	1.00 (0.99, 1.01)	1.01 (0.99, 1.01)	1.03 (0.97, 1.25)	1.48 (1.14, 1.92)
Incheon	1.01 (1.00, 1.01)	1.07 (0.99, 1.01)	1.28 (0.97, 1.25)	1.27 (0.90, 1.81)
Gwangju	1.01 (1.00, 1.02)	1.10 (0.99, 1.01)	1.28 (0.97, 1.25)	1.32 (0.99, 1.76)
Daejeon	1.01 (1.00, 1.02)	1.11 (0.99, 1.01)	1.42 (0.97, 1.25)	1.47 (1.04, 2.08)
Ulsan	1.01 (1.00, 1.02)	1.08 (0.99, 1.01)	1.31 (0.97, 1.25)	1.04 (0.61, 1.77)
Total	1.01 (1.00, 1.01)	1.05 (1.03, 1.08)	1.20 (1.12, 1.29)	1.25 (1.08, 1.46)

## 3.1 일조시간과 $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계

BIZ 홈 > 자동차 > 자동차일반



### 야간운전, 이것만은 지키자

기사입력 2009-12-13 12:04

[경제투데이 임의택 기자] 최근 일조시간이 점점 짧아지면서 야간 운전을 해야 하는 경우가 많아지고 있다. 야간 운전은 주간과 달리 시야확보가 어려워 사고의 위험이 크므로 야간 운전엔 각별히 주의해야

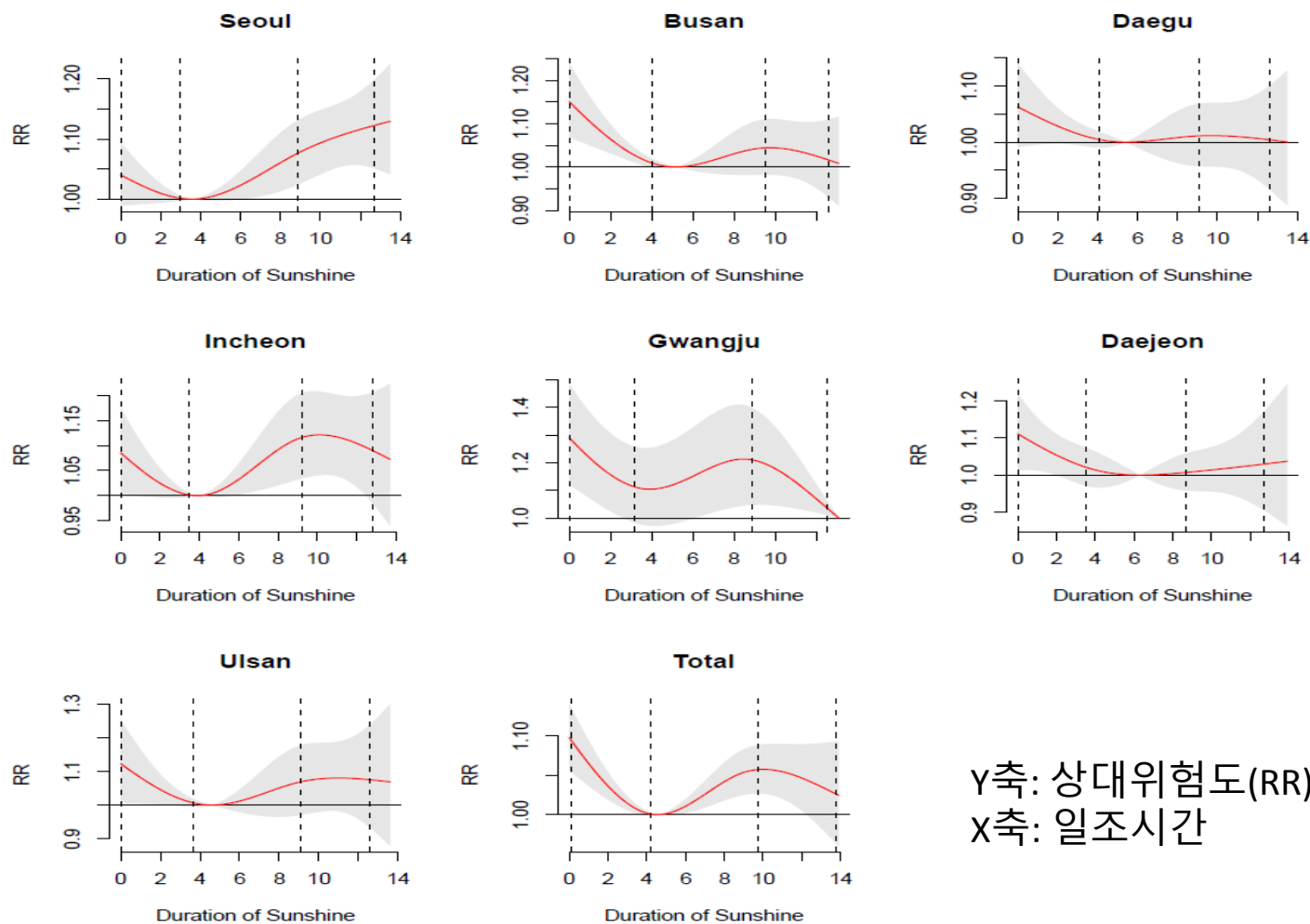
### 야간운전이 빈번한 가을, 무엇부터 점검할까?



[라이프팀] 아침·저녁으로 스산한 바람이 부는 가을이다. 어둠에 적응하기도 전에 이미 낮 시간은 짧아지기 시작했다. 밤이 길어지면서 야간운전 시간도 점차 늘어나 전조등을 미리 점검하지 않으면 운행 중 시야 확보에 어려움이 생길 수 있다. 일조시간이 짧아지는 가을을 맞아 전조등 점검 및 올바른 사용법에 대해 알아보자.

- 일조시간이 짧아지면 그만큼 오후/야간 운전을 하는 비율이 높아지며, 이는 운전자의 시야 확보에 어려움을 주게 되어 교통사고 위험을 증가시킨다.
  - 또한 일조시간이 길어지면 장시간 운전자의 체력을 소모시키며 이는 운전자의 신체조건이 운전엔 차질을 빚을 만한 상황으로 바뀌게 만든다  
-2015 교통사고 줄이기 캠페인, 교통신문
- 일조시간에 따른 분석 또한 비선형 적인 관계를 고려해야 할 필요성이 있음.

### 3.1 일조시간과 $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계



- 도시별 분석 결과, 일조시간은 교통사고 발생 건수와 비선형 적인 관계를 보이며, U자곡선을 그리다가 상위 70%를 기준으로 감소하는 형태를 보였다.

→ 일조시간이 적을 때에도 교통사고 발생 위험도가 늘어나며, 일조시간이 많을 때에도 교통 사고 발생 위험이 증가함을 확인 할 수 있다.



## 3.1 일조시간과 $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계

Sunshine(hr)	Min	1%	30%	Median	70%	99%	Max
Seoul	0	0	3	6.8	8.9	12.7	13.5
Busan	0	0	4	7.8	9.5	12.61	13.1
Daegu	0	0	4.1	7.3	9.1	12.62	13.5
Incheon	0	0	3.5	7.2	9.2	12.8	13.7
Gwangju	0	0	3.2	6.55	8.87	12.5	13.1
Daejeon	0	0	3.5	6.7	8.7	12.71	13.9
Ulsan	0	0	3.7	7.3	9.1	12.6	13.6

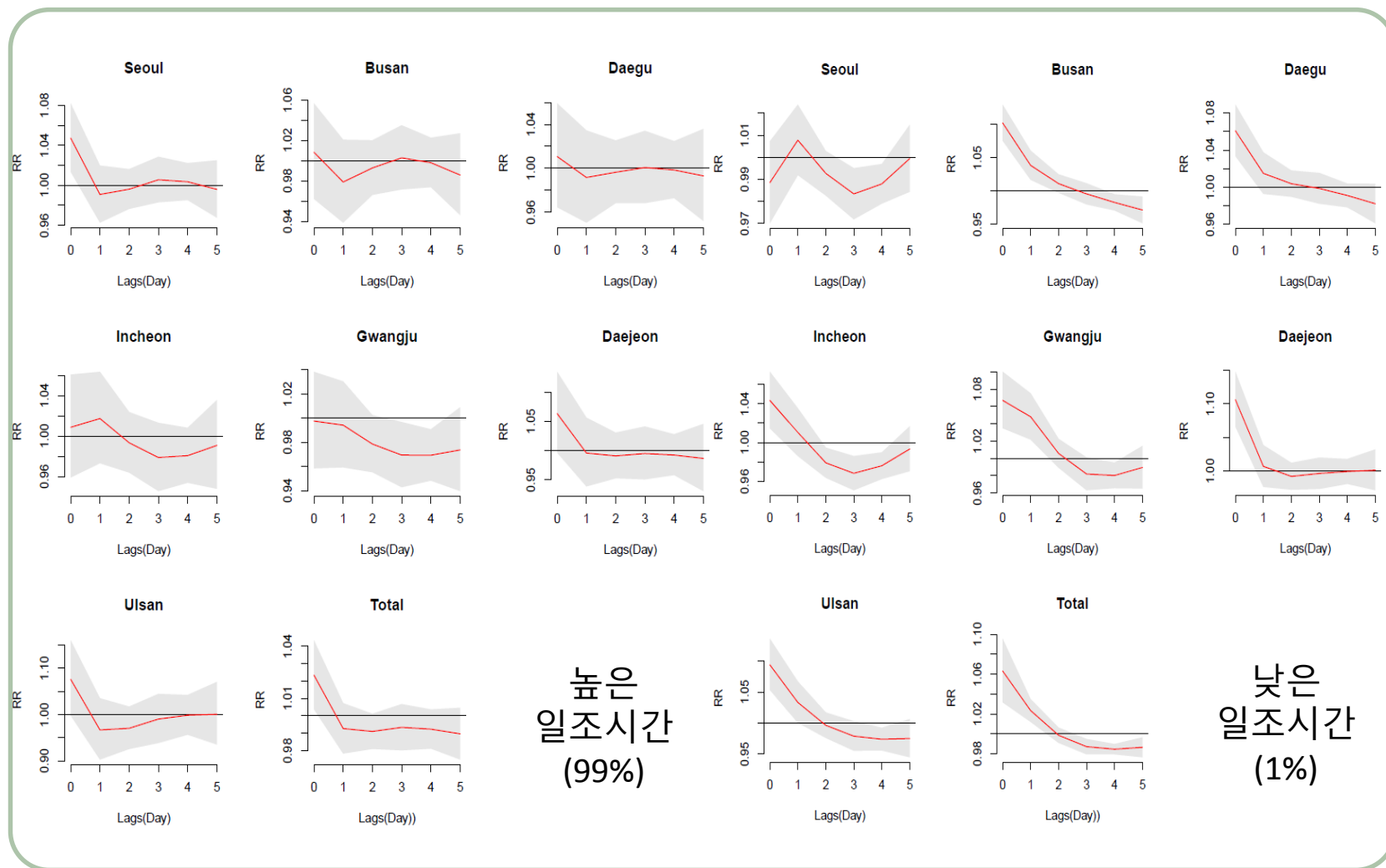
Sunshine RR	1% (95% C.I)	30% (95% C.I)	MOH	70% (95% C.I)	99% (95%C.I)
Seoul	1.04 (0.99, 1.09)	1.00 (1.00, 1.01)	3.6	1.08 (1.02, 1.13)	1.12 (1.05, 1.20)
Busan	1.15 (1.07, 1.24)	1.01 (1.00, 1.02)	5.2	1.04 (0.98, 1.11)	1.02 (0.93, 1.11)
Daegu	1.06 (0.99, 1.14)	1.00 (0.99, 1.02)	5.4	1.01 (0.96, 1.07)	1.00 (0.92, 1.10)
Incheon	1.09 (1.00, 1.17)	1.00 (1.00, 1.01)	3.9	1.12 (1.03, 1.20)	1.09 (0.99, 1.21)
Gwangju	1.29 (1.12, 1.49)	1.11 (0.98, 1.26)	13.1	1.21 (1.05, 1.40)	1.04 (1.01, 1.07)
Daejeon	1.11 (1.01, 1.22)	1.02 (0.97, 1.07)	6.3	1.01 (0.96, 1.06)	1.03 (0.91, 1.17)
Ulsan	1.12 (1.01, 1.26)	1.01 (0.99, 1.02)	4.6	1.07 (0.97, 1.18)	1.08 (0.93, 1.24)
Total	1.09 (1.05, 1.13)	1.00 (1.00, 1.00)	4.5	1.06 (1.03, 1.09)	1.03 (0.96, 1.09)

- 교통사고 발생이 가장 적게 발생하는 일조시간은 도시 별로 약 3~13(hours, Minimum Occurrence Sunshine, MOS)이며, 도시를 통합한 결과에서는 일조시간이 4.5시간일 때 교통사고가 가장 적게 일어남을 추정할 수 있다.

→ 전국적으로 일조시간이 하위 1% 인 경우에는 MOS일 때보다 교통사고가 약 1.09배 더 많이 발생하며, 70% 일조시간 (약 9시간)일 때에는 MOH일 때보다 약 1.06배 더 발생한다.

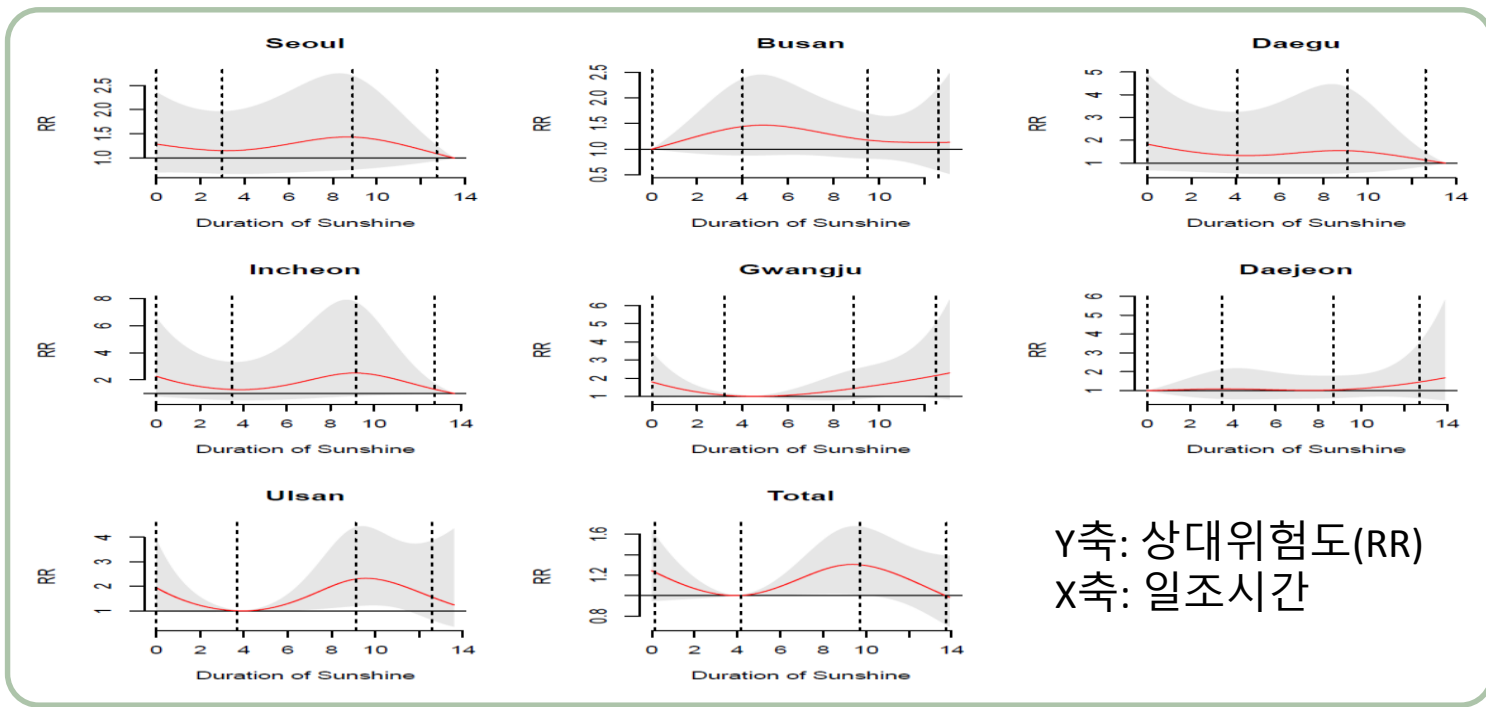
- 도시 별로 보면 전국적으로 일조시간과 교통사고 발생 간의 관계가 유의함을 볼 수 있으며, 낮은 일조량과 높은 일조량 모두에서 광주가 교통사고에 취약한 것을 볼 수 있다.

### 3.1 일조시간과 $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계



- 전국적으로 **긴 일조시간 (99%)일 때** (왼쪽) 교통사고에 미치는 지연 효과는 당일(Lag 0)에 가장 높으며, **당일에만 교통사고에 유의한 영향을 미친다.**
- 그에 반해 짧은 일조시간(1%)일 때 (오른쪽)에는 0-2일 정도에 양의 지연효과를 보임을 알 수 있다.
- 이는 더 많은 연구가 필요하지만, 일조시간이 짧은 경우 긴 지연효과는 겨울철 빙결 등 도로상황 악화에 미치는 간접적인 영향으로 추측된다.

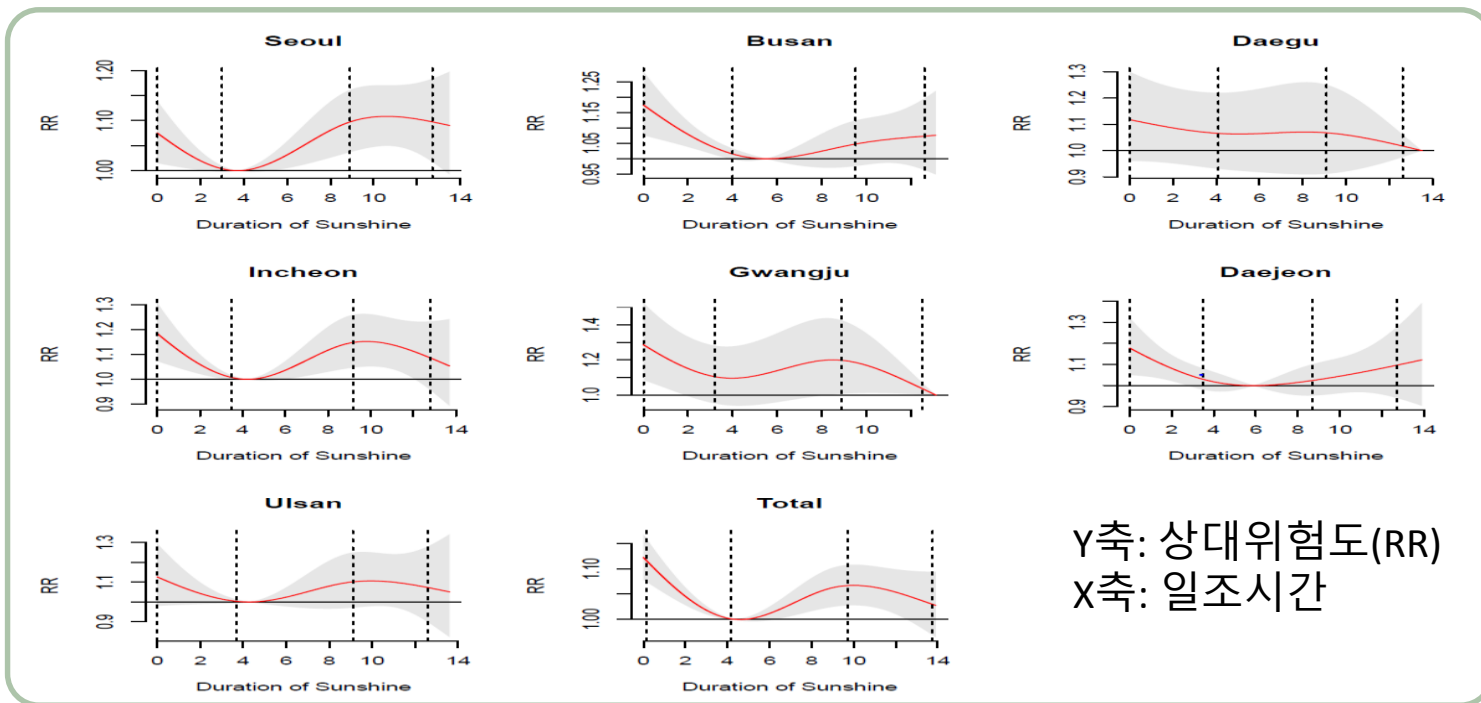
## 3.2 일조시간과 $y_t$ (교통사고 사망자 수)와의 관계



Sunshine RR	1% (95% C.I.)	30% (95% C.I.)	MMS	70% (95% C.I.)	99% (95% C.I.)
Seoul	1.29 (0.70, 2.37)	1.15 (0.68, 1.97)	13.5	1.43 (0.76, 2.70)	1.09 (0.94, 1.26)
Busan	1.00 (1.00, 1.00)	1.44 (0.88, 2.37)	0	1.18 (0.82, 1.70)	1.13 (0.58, 2.20)
Daegu	1.83 (0.68, 4.94)	1.33 (0.54, 3.25)	13.5	1.54 (0.55, 4.30)	1.13 (0.86, 1.48)
Incheon	2.27 (0.78, 6.60)	1.29 (0.50, 3.32)	13.7	2.50 (0.81, 7.74)	1.31 (0.97, 1.75)
Gwangju	1.80 (0.93, 3.46)	1.06 (0.95, 1.19)	4.5	1.43 (0.83, 2.47)	2.14 (0.91, 5.05)
Daejeon	1.00 (1.00, 1.00)	1.09 (0.56, 2.12)	0	1.04 (0.60, 1.79)	1.46 (0.60, 3.55)
Ulsan	1.94 (0.97, 3.91)	1.00 (0.99, 1.02)	3.9	2.30 (1.19, 4.41)	1.56 (0.63, 3.87)
Total	1.23 (0.95, 1.60)	1.00 (0.99, 1.01)	13.9	1.30 (1.01, 1.68)	1.00 (0.71, 1.39)

- 일조시간에 따른 교통사고 사망자 수와의 관계 또한 발생 건수와 유사하게 U자 형태의 비선형 관계를 보인다.
  - 일조시간이 교통사고 사망에 미치는 영향은 부산과 대전을 제외하고는 일조시간이 짧을 때 (30%일 때보다는 1%일 때) 더 크며, 70%일 때 높아지다가 99%에서 다시 낮아지는 형태를 보인다.
- 이는 일조시간의 적고 높음 모두가 교통사고로 인한 사망 증가에 영향을 주고 있음을 확인 할 수 있다.
- 또한 도시를 통합한 결과에서는 일조시간이 13.9시간일 때 교통사고가 가장 적게 일어남을 추정할 수 있다.

### 3.3 일조시간과 $y_t$ (교통사고 부상자 수)와의 관계



- 일조시간에 따른 교통사고 부상자 발생 위험과의 관계를 살펴보면 전국적으로 **U자의 형태**를 보임을 알 수 있다.
- 일조시간이 교통사고 부상자수에 미치는 영향은 전국적으로 **일조시간이 짧을 때 (30%보다는 1%일 때) 더 크며, 70%일 때 높아지다가 99%에서 다시 완만하게 낮아지는 형태**를 보인다.

Sunshine RR	1% (95% C.I.)	30% (95% C.I.)	MMS	70% (95% C.I.)	99% (95% C.I.)
Seoul	1.08 (1.01, 1.14)	1.00 (1.00, 1.01)	3.7	1.10 (1.04, 1.16)	1.10 (1.02, 1.18)
Busan	1.17 (1.08, 1.28)	1.02 (1.00, 1.03)	5.5	1.05 (0.98, 1.12)	1.07 (0.96, 1.20)
Daegu	1.12 (0.96, 1.30)	1.07 (0.93, 1.22)	13.5	1.07 (0.91, 1.25)	1.02 (0.98, 1.06)
Incheon	1.18 (1.07, 1.31)	1.01 (1.00, 1.02)	4.2	1.15 (1.05, 1.26)	1.09 (0.96, 1.23)
Gwangju	1.29 (1.09, 1.53)	1.10 (0.95, 1.28)	13.1	1.20 (1.01, 1.43)	1.04 (1.00, 1.07)
Daejeon	1.18 (1.05, 1.32)	1.03 (0.98, 1.08)	5.9	1.02 (0.95, 1.10)	1.10 (0.94, 1.28)
Ulsan	1.13 (0.98, 1.29)	1.00 (0.99, 1.01)	4.3	1.10 (0.97, 1.25)	1.07 (0.90, 1.28)
Total	1.12 (1.07, 1.16)	1.00 (1.00, 1.00)	4.6	1.07 (1.03, 1.11)	1.03 (0.97, 1.09)

→ 이는 **일조시간**과 교통사고 부상자수 또한 교통사고 발생과 마찬가지로 **U자 형태**의 관계를 보임을 알 수 있으며, **교통사고로 인한 부상 증가에 영향을 주고 있음**을 확인할 수 있다.



## 4. 강설여부가 $y_t$ 에 미치는 영향 분석



↑ 【안동=뉴스시스】 박준 기자 = 13일 오전 9시께 경북 안동시 일직면 춘천방향 중앙고속도로에서 눈길에 차량 10대가 미끄러지면서 연쇄 추돌하는 사고가 발생했다. 2015.03.13(사진=경북지방경찰청 제공) photo@newsis.com



↑ 【안동=뉴스시스】 박준 기자 = 13일 오전 9시께 경북 안동시 일직면 춘천방향 중앙고속도로에서 눈길에 차량 10대가 미끄러지면서 연쇄 추돌하는 사고가 발생했다. 2015.03.13(사진=경북지방경찰청 제공) photo@newsis.com

- 강설(눈)은 교통사고의 주된 원인으로 알려져 있다(2014 경찰청 교통사고 안전 백서). **본 연구에서는 강설 여부와 교통사고의 위험도 증가를 추정하려 한다.**
- 앞선 변수와 마찬가지로 강설량에 대한 분석을 실행하려 하였으나, 강우량보다 **강설량 샘플이 더 적어서 모든 도시에서 강설량에 따른 정량적 분석이 불가능했다.**
- 따라서 강설량이 아닌 강설 여부를 1 (눈 옴), 0 (눈 오지 않음)로 설정 한 후 **강설이 없던 날에 비하여 강설이 있던 날 교통사고의 위험도가 얼마나 늘었는지 추정하였다.**

4.1 강설여부와  $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계

Snow(cm)	Min	1%	30%	Median	70%	99%	Max
Seoul	0	0	0	0	0	3.50	25.8
Busan	0	0	0	0	0	0	7.0
Daegu	0	0	0	0	0	0.30	12.5
Incheon	0	0	0	0	0	3.23	22.3
Gwangju	0	0	0	0	0	5.20	21.3
Daejeon	0	0	0	0	0	3.01	7.5
Ulsan	0	0	0	0	0	0.00	21.4

Snow RR	RR	95% 신뢰하한	95% 신뢰상한
Seoul	0.99	0.95	1.02
Busan	1.09	0.87	1.38
Daegu	1.07	0.99	1.16
Incheon	1.09	1.04	1.15
Gwangju	1.12	1.06	1.18
Daejeon	1.11	1.04	1.19
Ulsan	1.12	0.96	1.31
Total	1.07	1.02	1.14

- 대구 경북 지역은 눈 오는 날의 수가 매우 적었으며, 최대 강설량 또한 울산을 제외하고는 매우 적음을 알 수 있었다.

→ 다른 도시들의 경우 서울을 제외하고 모두 눈이 온 날 **교통사고 발생의 위험도가 약 7~12% 증가**함을 보였으며,

→ 전국적으로는 약 7% 정도의 유의한 **교통사고 증가**를 보였다.



## 4.2 강설여부와 $y_t$ (교통사고 사망자 수)와의 관계

Snow RR	RR	95% 신뢰하한	95% 신뢰상한
Seoul	0.90	0.71	1.14
Busan	0.55	0.07	4.45
Daegu	0.54	0.26	1.15
Incheon	0.65	0.43	0.98
Gwangju	1.09	0.68	1.76
Daejeon	0.90	0.58	1.41
Ulsan	1.52	0.63	3.66
Total	0.87	0.73	1.02

- 한국의 각 도시에서 강설 여부가 교통사고 사망에 미치는 여부는 도시마다 차이가 존재하였다.
- 부산과 대구의 경우는 샘플이 워낙 적어 95% 신뢰 구간이 매우 넓기 때문에 본 분석 결과를 신뢰하기 어렵다.

## 4.3 강설여부와 $y_t$ (교통사고 부상자 수)와의 관계

Snow RR	RR	95% 신뢰하한	95% 신뢰상한
Seoul	1.02	0.98	1.06
Busan	1.07	0.81	1.42
Daegu	1.14	1.04	1.24
Incheon	1.17	1.10	1.24
Gwangju	1.15	1.07	1.24
Daejeon	1.20	1.12	1.30
Ulsan	1.13	0.93	1.37
Total	1.13	1.06	1.19

- 부상자수와의 관계는 서울이 전국에서 가장 낮은 상대 위험도를 보였으며, 대전과 인천은 상대적으로 높은 위험도를 보인다.
- 전국적으로는 강설이 있는 날 약 13% 정도 교통사고 부상의 위험도가 유의하게 증가함을 확인할 수 있다.

## 5. 안개여부가 $y_t$ 에 미치는 영향 분석



- 안개는 습도, 강수량과 함께 교통사고에 많은 영향을 미치는 변수로 평가되어 왔다 (2006 경찰청 교통사고안전백서).
- 최근 (2015-02-11) 인천 영종대교서 발생한 106중 추돌사고는 짙은 안개로 인한 가시거리 미확보로 일어난 대형 사고였다.
- 이처럼 안개는 운전자의 가시 거리를 매우 줄이며, 이는 크고 작은 교통사고의 위험도를 증가시키는 것으로 사전 연구 결과 조사되었다  
-Journal of Safety Research, Edwards, Julia B. 1998
- 안개 지속 시간과의 연속된 관계를 판단하려 하였으나, 강설 여부와 마찬가지로 표본 수가 너무 적어서 추정하지 못하였다.
- 따라서 본 연구에서는 안개 지속 시간 변수를 기준으로 안개가 지속한 날을 1, 안개 지속시간이 0인 날을 0으로 두고 안개가 있던 날의 교통사고 발생 상대 위험도를 추정하였다.

5.1 안개여부와  $y_t$ (교통사고 발생 건수)와의 관계

단위: 시간

Fog(hr)	Min	1%	30%	Median	70%	99%	Max
Seoul	0	0	0	0	0	4.18	17.42
Busan	0	0	0	0	0	2.43	15
Daegu	0	0	0	0	0	0.75	12.67
Incheon	0	0	0	0	0	10.18	20.67
Gwangju	0	0	0	0	0	2.28	10.48
Daejeon	0	0	0	0	0	4.53	13.98
Ulsan	0	0	0	0	0	0	21.4

Fog RR	RR	95% 신뢰하한	95% 신뢰상한
Seoul	0.98	0.94	1.02
Busan	1.01	0.96	1.07
Daegu	1.04	0.96	1.12
Incheon	1.01	0.97	1.04
Gwangju	0.97	0.91	1.04
Daejeon	1.03	0.96	1.10
Ulsan	1.12	0.96	1.31
Total	1.02	0.99	1.05

- 안개 지속 시간의 경우 대부분의 도시에서 0 시간을 보였으며, 인천에서 높은 안개 지속 시간을 보였다.

→ 안개 여부로 인한 교통사고 발생 위험도는 서울과 광주를 제외한 모든 도시에서 1~12% 정도 증가하는 것으로 추정되었으나, 모든 도시에서 유의하지는 않았다.

→ 모든 도시는 합친 경우 결과는 약 안개가 있는 날 교통사고 발생이 2% 정도 증가하는 것으로 나왔으며, 거의 유의하였다.

## 5.2 안개여부와 $y_t$ (교통사고 사망자 수)와의 관계

Fog RR	RR	95% 신뢰하한	95% 신뢰상한
Seoul	0.99	0.77	1.27
Busan	0.86	0.57	1.28
Daegu	0.96	0.52	1.76
Incheon	1.02	0.83	1.26
Gwangju	0.72	0.41	1.27
Daejeon	0.82	0.52	1.28
Ulsan	1.94	0.57	6.57
Total	0.96	0.84	1.10

- 안개가 교통사고 사망 증가에 미치는 영향은 모든 도시에서 유의하지 않게 추정되었다.

→ 안개가 있는 날의 교통사고 부상위험은 안개가 없는 날의 교통사고 위험보다 약 1~25% 정도 높은 것으로 추정되었다.

## 5.3 안개여부와 $y_t$ (교통사고 부상자 수)와의 관계

Fog RR	RR	95% 신뢰하한	95% 신뢰상한
Seoul	0.99	0.94	1.03
Busan	1.04	0.97	1.11
Daegu	1.06	0.96	1.16
Incheon	1.01	0.97	1.04
Gwangju	1.00	0.93	1.09
Daejeon	1.03	0.96	1.12
Ulsan	1.25	0.95	1.63
Total	1.01	0.99	1.03

→ 인천과 울산에서 위험도가 증가하는 것으로 추정되는 이유는, 두 도시 모두 항구 도시라는 위치적 특성을 갖기 때문에 안개 지속 시간과 일수가 다른 도시보다 길고 많이 때문으로 해석된다.

## 서비스 활용방안 / 04. 서비스 기대효과

- 결과 정리
- 서비스 활용방안 / 기대효과
  - 본 연구의 한계점
  - 강점 및 서비스 활용방안
  - 서비스 기대효과



## 1. 결과 정리 - 환경 요인과 교통사고 발생 건수와의 관계 (전국)

교통사고 발생 과의 관계	환경 요인	30% 상대 위험도	99% 상대 위험도
비선형 관계	습도	1.02 (1, 1.05)	1.16 (1.1, 1.22)
	강수량	1.05 (1.03, 1.08)	1.21 (1.09, 1.35)
	일조시간	1 (1.00,1.00)	1.03 (0.96, 1.09)

교통사고 발생 과의 관계	환경 요인	요인 존재 여부 상대 위험도 (0 or 1)
범주형 변수	강우 여부	1.11 (1.08, 1.13)
	강설 여부	1.07 (1.02, 1.14)
	안개 여부	1.02 (0.99, 1.05)

- 습도와 강수량, 일조시간에서는 교통 사고 발생과의 관계가 비선형적인 관계를 보였으며, 낮을 때와 높을 때 위험도가 증가되는 관계를 보였다. (U자형)
  - 요인의 존재 여부에 따른 상대 위험도를 분석한 강우, 강설, 안개 여부에서는 모두 기상 변수가 존재함에 따라 교통사고 발생 위험도가 증가하였다.
- 강우, 강설, 안개 중 강우가 가장 교통사고 발생 위험을 증가시키는 요인으로 추정되었다.



## 2. 결과 정리 - 환경 요인과 교통사고 사망자 수와의 관계 (전국)

교통사고 발생 과의 관계	환경 요인	30% 상대 위험도	99% 상대 위험도
비선형 관계	습도	0.96 (0.7, 1.34)	1 (0.99, 1.01)
	강수량	.	.
	일조시간	1 (0.99, 1.01)	1 (0.71, 1.39)

교통사고 발생 과의 관계	환경 요인	요인 존재 여부 상대 위험도 (0 or 1)
범주형 변수	강우 여부	1.04 (0.97, 1.10)
	강설 여부	0.87 (0.73, 1.02)
	안개 여부	0.96 (0.84, 1.10)

- 전국에서 교통 사고 사망을 명확하게 증가시키는 변수는 본 연구에서 찾지 못하였다.
  - 그렇지만 이는 실제 기상 요인과 교통사망의 관계 보다는, 연구 기간이 짧고 교통 사고 사망 숫자가 적음에 따른 **표본 수 부족의 결과로 해석하는 것이 옳을 것으로 사료된다.**
- 따라서 **더 긴 기간 연구를 통하여 향후 결과를 보충 할 필요성이 있다.**

## 3. 결과 정리 - 환경 요인과 교통사고 부상자 수와의 관계 (전국)

교통사고 발생 과의 관계	환경 요인	30% 상대 위험도	99% 상대 위험도
비선형 관계	습도	1.01 (0.98, 1.05)	1.18 (1.12, 1.25)
	강수량	1.05 (1.03, 1.08)	1.25 (1.08, 1.46)
	일조시간	1.00 (1.00, 1.00)	1.03 (0.97, 1.09)

교통사고 발생 과의 관계	환경 요인	요인 존재 여부 상대 위험도 (0 or 1)
범주형 변수	강우 여부	1.12 (1.10, 1.15)
	강설 여부	1.13 (1.06, 1.19)
	안개 여부	1.01 (0.99, 1.03)

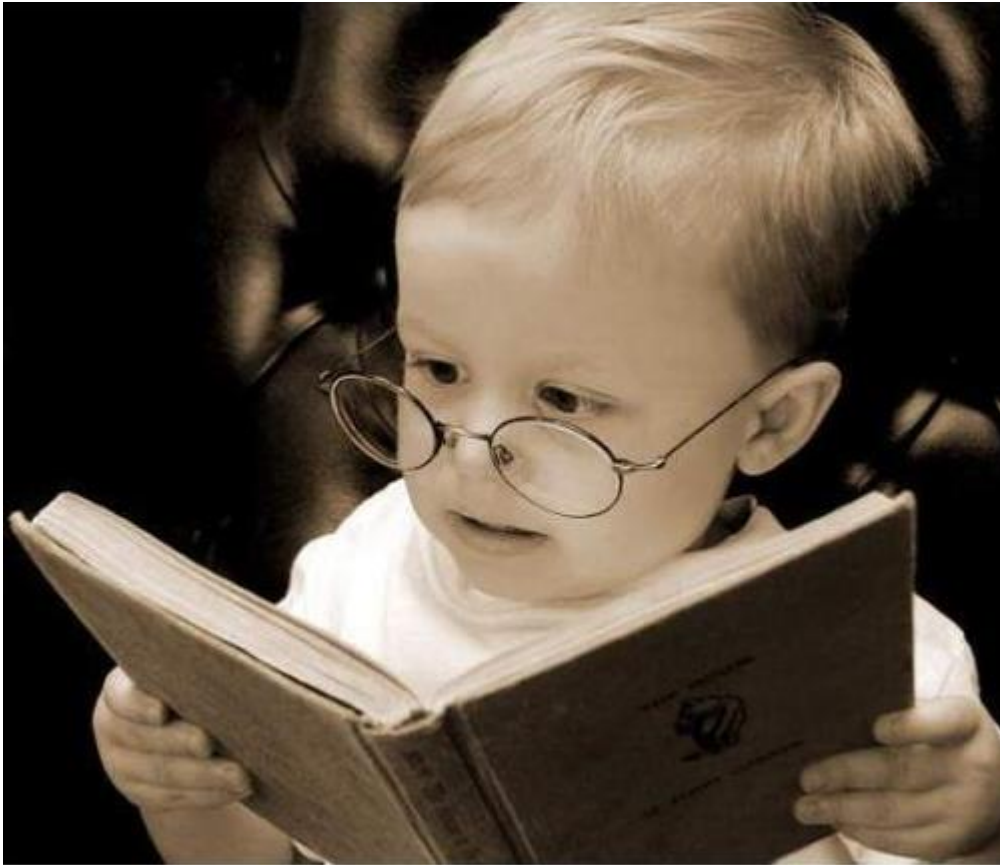
- 습도와 강수량, 일조시간에서는 **교통 사고로 인한 부상** 간의 관계가 **비선형적인 관계**를 보였으며, 낮을 때와 높을 때 위험도가 증가되는 관계를 보였다.
- 요인의 존재 여부에 따른 상대 위험도를 분석한 **강우, 강설, 안개 여부에서는 모두 기상 변수가 존재함에 따라 교통사고 부상 위험도가 증가하였다.**
- 강우, 강설, 안개 중 강설과 강우가 상대적으로 교통사고 발생 위험을 크게 증가시키는 요인으로 추정되었다.

## 4. 결과 정리 - 지역별 환경 요인과 교통사고의 관계

	교통사고 발생 상대위험도		교통사고 사망 상대위험도		교통사고 부상 상대위험도	
	높은 지역	낮은 지역	높은 지역	낮은 지역	높은 지역	낮은 지역
습도 (99%)	울산, <b>광주</b>	서울, 대구	대전, 인천	부산, 울산	<b>울산, 대전</b>	대구, 인천
습도 (30%)	서울, 인천	부산, 대구	대전, 인천	울산, 광주	서울, 인천	부산, 대구
강수량 (99%)	<b>광주, 대전</b>	부산, 울산	NA	NA	대구, <b>대전</b>	부산, 울산
강수량 (30%)	<b>대전, 인천</b>	대구, 서울	NA	NA	<b>대전, 울산</b>	대구, 부산
일조량 (99%)	서울, 인천	대구, 부산	광주, <b>울산</b>	서울, 대구	서울, 인천	대구, 부산
일조량 (30%)	<b>광주, 대전</b>	서울, 대구	부산, 대구	울산, 광주	대구, 대전	울산, 서울
강수 여부	부산, <b>대전</b>	서울, 대구	광주, <b>울산</b>	서울, 인천	<b>울산, 부산</b>	서울, 광주
강설 여부	울산, <b>광주</b>	서울, 대구	<b>울산, 광주</b>	대구, 부산	<b>대전, 인천</b>	서울, 부산
안개 여부	울산, 대구	서울, 부산	<b>울산, 인천</b>	대전, 부산	<b>울산, 대구</b>	서울, 광주

- **교통사고 발생**의 상대 위험도를 봤을 때, 대부분의 환경 요인에서 광주와 대전의 위험도가 높음을 확인하였으며, 대구와 서울의 위험도가 낮았다.
- **교통사고 사망**의 경우, 일조량과, 강설, 강수, 안개 여부에서는 **울산**이 가장 취약하였으나, 습도 변수에는 가장 위험도가 낮은 지역에 속하였다.
- **교통사고 부상**의 경우 대전과 울산의 위험도가 높았으며, 부산과 서울에서의 위험도가 가장 낮았다.

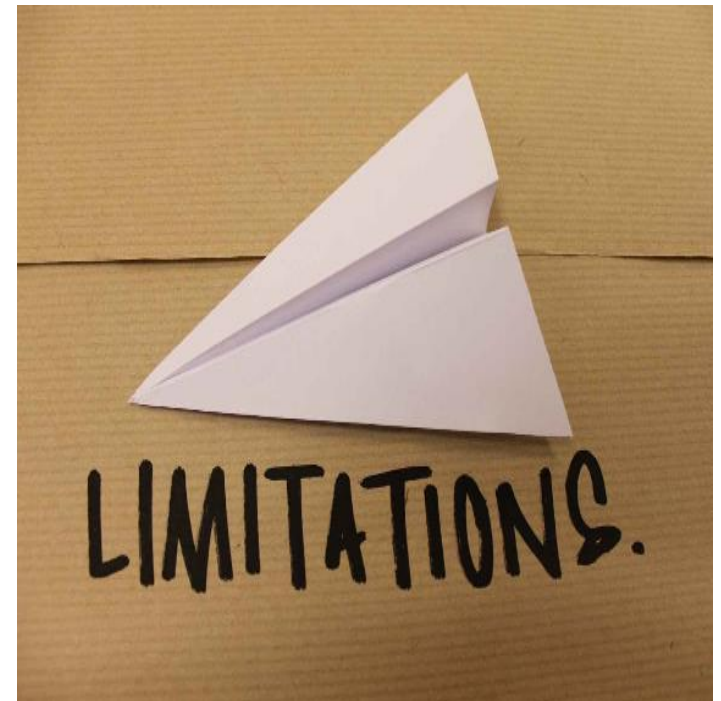
### 4. 결과 정리 - 지역별 환경 요인과 교통사고의 관계



- 강수, 강설, 안개 여부 중 강수가 나타난 날의 교통사고 발생 상대 위험도가 가장 높았으며 약 11% 정도 교통사고 발생 위험이 증가한다.
- 나아가 연구 대상이었던 환경 변수 중 강수량이 교통 사고에 가장 중요한 영향을 미치는 변수임을 확인 할 수 있었다.
- 환경 변수 중 습도, 강수량, 일조량은 교통사고 요인과 선형 관계가 아닌 비선형 관계임을 보였으며, 그에 따른 분석을 진행하였다.
- 습도가 낮은 경우에 교통사고 위험이 증가하는 이유와 높은 일조량에서 교통사고 위험이 증가하는 경우에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.
- 본 연구에서는 다양한 환경 변수가 교통사고 요인에 갖는 지연 효과를 분석하였으며, 대부분의 기상 요인은 당일 (Lag 0) 정도에만 유의한 효과를 갖고 있음을 확인하였다.

### 5. 한계점

- 본 연구는 다음과 같은 제한을 가진다.
- 1. 교통사고의 시간 별 분석을 실행하지 못하였다. 본 연구에서는 교통사고의 일별 자료를 사용하였는데, 이로 인하여 교통 사고의 **시간에 따른 효과** (출근시, 퇴근시 등)를 고려하지 못하였다.
- 2. 도시 내에서의 사고 횟수의 **지역적 동질성을 가정한다**. 기상 자료 및 교통사고 자료 구축의 한계로 인하여, 도시 범위 보다 작은 행정 구역 (구, 동 등) 및 특수 지형 (산, 바다)을 고려하지 않고, 도시 내 모든 지역을 균일하게 가정하고 분석을 진행하였다.
- 3. 교통사고 **사망** 분석 시 **표본 수의 부족**으로 인해, 정확한 추정량을 제공하지 못하였다.
- 이러한 제한점들은 **자료의 기간추가, 구체화를 통하여 후행 연구에서 보완**될 수 있다.



### 6. 강점 및 서비스 활용방안



- 몇 가지 제한점이 있음에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 강점을 가진다.
- 1. 기상 변수와 교통사고 요인 간의 비선형적 관계를 가장 발전된 통계적 방법을 통하여 분석하였고, 변수 간의 유의한 위험도의 증가를 제시하였다.
- 2. 환경 변수의 지연 효과를 추정하였다.
- 3. 기상 변수와 교통사고 요인 간의 관계를 정량적으로 분석하였으며, 이를 통하여 예보 및 기상분야에서 정확하고 세밀한 정책 수립에 기여할 수 있다.
- 4. 지역별 분석을 통하여 각 지역 별 기상 위험 인자를 구체적으로 제시하였으며, Meta 분석을 통하여 7대 도시의 통합 모형을 제시하였다.
- 5. 기상 변수 별 위험도를 추정하였고, 교통사고 종류에 따른 가장 위험한 기상 요인이 강수임을 보였으며, 그 위험도를 추정하였다.





### 7. 서비스 기대효과

- 본 연구를 통하여 제시된 교통사고와 기상 변수의 연관성을 바탕으로 **기상 정책 및 교통사고 정책에 도움**을 줄 수 있으며, 그에 따른 **기상 대응 능력 증진을 기대**할 수 있다.
- 또한 지역별로 교통사고에 취약한 기상 환경을 개선하고, 그에 따른 **교통사고 예측 및 대처 능력을 발전**시키는데 본 연구가 도움이 될 수 있다.
- 나아가 한국의 대도시(서울, 부산)에 비하여 소도시(울산, 광주)의 기상에 따른 교통사고 대처가 미흡함을 보였으며, **도시간 대처 능력 격차 해소에 본 연구가 근거로 사용될 수 있다.**



- 1) 2014 교통사고 안전 백서 (2014), 경찰청
- 2) 2006 교통사고 안전 백서 (2006), 경찰청
- 3) 기상요소와 교통사망사고의 관계에 관한 연구 (2007), 이영남, 김광원; 한국경찰연구, 제 6권, 제 3호
- 4) The Relationship Between Road Accident Severity and Recorded Weather (1998), Edwards, Julia B.; Journal of Safety Research, vol. 29, No. 4.
- 5) Temporal Analysis of Weather-related Collision Risk Ottawa Canada (2003), Jean Andrey; TRB paper No. 03-3488
- 6) An analysis of the relationship between rainfall and the occurrence of traffic accidents (1978), Lynn, A. S, and Barbara, C. F; J. of Appl. Meteor.
- 7) The human impact of climate uncertainty (1989), Maunder, W. J; Routledge
- 8) Distributed Lag Nonlinear Model (2010), Gasparrini et al.; StatMed