

한국인과 중국인의 황사로 인한 자각증상 및 예방행동 The Perceived Symptom and Preventive Behavior Related to Asian Dust Event : in South Korean and Chinese

장문희 · 하은희* · 서영주¹⁾ · 이보은 · 권호장²⁾
황승식³⁾ · 이충민⁴⁾ · 서주희 · 김병미

이화여자대학교 의과대학 예방의학교실, 이화의학글로벌발췌사업단,

¹⁾삼성생명과학연구소 유전체센터, ²⁾단국대학교 의과대학 예방의학교실,

³⁾인하대학교 의과대학 사회의학교실, ⁴⁾중국 길림대학교 공공위생학원 역학통계학교실

(2008년 9월 11일 접수, 2009년 1월 28일 채택)

Moon-Hee Chang, Eun-Hee Ha*, Young-Ju Suh¹⁾, Bo-Eun Lee, Ho-Jang Kwon²⁾,
Seong-Sik Hwang³⁾, Zhong-Min Li⁴⁾, Ju-Hee Seo and Byung-Mi Kim
*Department of Preventive Medicine, Ewha Global Challenge Project for Medicine,
Ewha Womans University*

¹⁾Center for Genome Research, Samsung Biomedical Research Institute

²⁾Department of Preventive Medicine, School of Medicine, Dankook University

³⁾Department of Social and Preventive Medicine, School of Medicine, Inha University

⁴⁾College of Public Health Sciences, Jilin University

(Received 11 September 2008, accepted 28 January 2009)

Abstract

Recently rapid environmental changes due to desertification and industrialization in China make a threat to Korea, especially during Asian Dust Event (ADE). This study was aimed to compare symptoms and behaviors related to ADE between Korea and China. We conducted questionnaires on self-reported symptoms and behaviors before and during ADE. Korean and Chinese subjects were grouped into children, adults, and elderly by nation (n=791). Statistical analyses were performed by X^2 -test, Fisher's exact test, t-test and chow's test for comparing differences between Korean and Chinese. We estimated the odds ratio for perceived symptoms during ADE by preventive behavior, using Generalized Estimation Equation (GEE). The study indicated that there were significant differences between symptoms in Korea and those in China such as cold, cough, and sore throat, especially in elderly. Preventive behaviors such as avoiding outdoor activity and wearing sunglasses were more often performed in China than Korea. However wearing mask was more often performed in Korea than China. After adjusting for age, sex, educational level, and smoking status, the odds ratio (OR) of dry cough symptom in Korea was signi-

*Corresponding author.

Tel : +82-(0)2-2650-5757, E-mail : eunheeha@ewha.ac.kr

ificantly decreased by closing the windows and wearing a mask during ADE. In China, the OR of dry cough symptom was decreased by wearing a mask and avoiding outdoor activity. We found that China which had higher performance of preventive behavior showed lower prevalence of symptoms during ADE than Korea. Also preventive behaviors could affect prevalence of symptoms during ADE. This results suggest that preventive behavior could reduce symptoms during ADE and there are needed for more attentions to reduce a threat of ADE.

Key words : Asian Dust Event, Preventive behavior, Perceived symptom

1. 서 론

황사란 고비사막, 타크라마칸 사막 등 동아시아의 사막지대나 황토지대로부터 강풍에 의해 대기 중에 들뜬 황사입자가 부유하면서 강하하는 현상을 말한다(김기현 등, 2002; 윤용황, 1990). 최근 여러 연구를 통하여 인간활동으로 인한 사막화, 산업화 등의 영향으로 황사의 피해는 단순히 대기환경오염을 넘어 생태계뿐 아니라 산업계에도 심각한 피해를 초래하는 것으로 보고되었다(홍중호, 2004; 이윤숙, 2003; 추장민 등, 2003). 더욱이 황사로 인하여 발생하는 피해는 이러한 물질적인 피해에 그치고 있는 것이 아니다. 강광규 등(2004)은 상향식 접근 방식(bottom-up approach)을 이용한 황사 편익분석에서는 산업부문의 피해는 94억 원인데 비하여 조기사망이나 질병유발 등 건강 관련 피해는 867억 원으로 약 9배 정도 큰 것으로 보고하였다. 이처럼 황사로 인한 인체의 건강피해는 경제적 가치로 환산할 수 없을 정도로 크며 피해를 겪는 시간적 가치를 더하면 그 피해는 더욱 클 것으로 예상된다.

한편, Jaffe *et al.* (1999)와 David *et al.* (2001)에 따르면 발생한 황사분진은 한국과 대만, 일본 등 동북아 지역을 넘어 태평양 해협을 건너 북미와 그린랜드까지 수송되는 것으로 보고되어 황사의 피해는 발생지 주변의 국지적인 현상이 아닌 국제적인 관심과 협력이 필요한 주요 환경 문제로 인식되고 있다. 이에 따라 황사의 발원지뿐 아니라 영향권 내에 있는 국가에서 심혈관계, 호흡기계 질환 입원 및 사망에 미치는 영향 등 황사의 건강영향에 관한 연구가 증가하고 있다(Chan *et al.*, 2008; Yang *et al.*, 2005).

국내에서 이뤄진 황사의 건강영향에 대한 연구에서는 민필기 등(2001)과 김진용 등(2007)의 연구에서 황사 시 미세먼진이 인체로 흡입되어 천식 등 호

흡기질환, 안질환과 같은 인체영향을 일으킬 수 있으며 황승식 등(2005)은 호흡기계 질환으로 인한 사망률을 유의하게 증가시키는 것으로 보고하였다. 그러나, 황사발생기간 동안의 PM₁₀으로 인한 일별 사망률이 비황사기간의 PM₁₀으로 인한 일별 사망률에 비해 높지 않다는 보고도 있었다(Lee *et al.*, 2007).

또한 황사 시 위해성에 대한 인식과 증상 조사(임형준 등, 2006), 실내외 근무자의 황사 인식과 증상 및 예방행동의 비교(김정연 등, 2006)에 대한 연구가 이루어졌으며 Kim *et al.* (2003)은 동물연구를 통하여 황사의 세포독성에 대해 보고하였다. 이처럼 국내에서 황사의 건강 관련성에 대한 연구가 이루어져왔으나 황사시의 현상과 위험성을 밝히는 데에 주로 초점을 맞춰 왔으며 황사로 인한 건강영향을 감소시키는 방안에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 개인적 차원에서 수행되고 인지되는 예방행동과 자각증상을 이용하여, 개인의 예방행동 수행이 황사 시 건강영향을 나타내는 자각증상 발현을 완화시키는 중재요인이 된다는 가설을 수립하고 예방행동 수행시의 자각증상 발현의 감소비(즉 보호비)를 산출하여 위해의 크기를 실증적으로 평가하고자 하였다. 또한 대한민국의 수도 서울과, 한반도에 영향을 미치는 황사 발원지로서 중요한 의미를 가지는 중국대륙 동북부에 위치한 길림성 장춘시에서 동일한 연구를 수행하였다. 중국 장춘지역은 아시아 황사의 근원지중 하나인 커얼친사막(科爾沁沙漠)과 훈산다커사막(渾善達克沙漠)으로부터 한반도까지의 중요한 황사 경과지역 혹은 같은 영향권에 위치하고 있는 지역으로 한반도 북쪽으로 날아오는 황사의 중요한 경유지로서 의미를 갖는다. 본 연구를 수행함으로써, 국가 간 차이를 살피어 앞으로의 공동 연구 활성화를 위한 기초를 마련하고 일반적으로 통용될 수 있는 황사 예방대책 수립의 기초자료를 제

공하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상 및 자료 수집

본 연구에서는 한국과 중국에서 황사 시의 건강영향을 다양한 인구집단에서 살펴보고자 서울시와 길림성 장춘시에서 동일한 연구를 수행하였다. 두 도시의 면적과 경제규모(1인당 지역내 총생산(GRDP: Gross Regional Domestic Product))는 각각 605.33 km², 20,239달러와 20,571 km², 1,300달러(8,887 위안(元))로 절대수치는 차이를 보이나 연구계획 시 교육을 포함한 사회경제적 차이를 고려하여 연구대상과 변수를 선정하였다(서울특별시, 2008; 중국 장춘시, 2008).

자료 수집은 양 국가에서 각각 어린이, 성인, 노인의 집단에 대해 황사발생 전과 황사 후에 총 2회 설문조사를 수행하여 각각 연구대상자의 평상시 특성과 황사발생시기 동안의 특성에 대해 조사하였다. 한편, 자료 분석은 연령의 영향을 배제하고자 세 집단으로 층화하여 분석을 수행하였다.

한국의 황사 전 조사는 2005년 3월 서울의 일개 초등학교 2학년생 104명, 대학교 재학생 및 교직원 95명, 복지관의 노인 109명을 대상으로 황사 전 설문조사를 실시하였다. 연구기간 중 황사발생은 3월 중 1회(29일), 4월 중 9회(7일, 10일, 14일, 15일, 20일, 21일, 22일, 28일, 29일)로 총 10회 발생하였으며 발생일 평균 PM₁₀ 최고 농도는 148~598g/m³이었다(기상청, 2005). 황사기간 동안의 건강상태 및 예방행동실행에 대한 조사는 황사 전 조사에 응답자를 대상으로 4월 말부터 5월 초에 실시하였다. 중국에서의 황사발생은 4월 16~21일, 4월 27~28일, 4월 29~5월 1일에 발생하였으며(중국 환경부, 2006) 황사 전 조사는 3월에 장춘의 일개 초등학교 4, 5학년생 185명, 대학생 191명, 대학교 소속 퇴직간부 147명을 대상으로 이뤄졌으며 황사 후 조사는 4월말에 같은 대상으로 설문조사가 다시 이뤄졌다. 분석 자료는 1차, 2차의 총 2회 설문을 모두 작성한 경우를 대상으로 하였으며 주요 응답 변수인 증상과 예방활동에 대해 응답하지 않은 경우는 제외하였다. 최종적으로 분석에 사용한 연구대상자는 총 791명으로 초등학교생 265

명(한국: 83, 중국: 182), 성인 283명(한국: 92, 중국: 191), 노인 243명(한국: 98, 중국: 145)이었다.

2.2 연구 변수

본 연구에서 정의하는 ‘자각증상’은 황사발생기간 동안에 평상시와 달리 스스로 인지하게 된 증상을 말하며 ‘예방행동’이란 황사발생 동안에 개인이 건강을 목적으로 질병을 예방하기 위하여 수행하는 행위를 의미한다(Kasl and Cobb, 1966).

2.2.1 자각증상

황사와 관련한 자각증상은 문헌조사와 전문가 및 연구원 회의를 거쳐 결정하였다. 황사 전 증상에 대해서는 “지난 1주일 동안에 다음과 같은 증상이 있으셨습니까?”라는 문항을 사용하였고 황사기간 동안의 증상에 대해서는 “이번 황사가 왔을 때 다음과 같은 증상이 있으셨습니까?”라는 문항을 이용하였다. 자각증상은 감기, 기침, 콧물, 열, 가래, 마른 기침, 목이 매개해짐, 목의 통증(인후통), 천식증상(쌉쌉거림), 호흡곤란, 흉통, 알레르기 또는 천식 약의 복용, 눈의 충혈 등의 13개의 증상에 대하여 조사하였다.

2.2.2 예방행동

황사 전후의 예방행동은 한국과 중국의 기상청에서 작성한 ‘황사대비 국민행동요령’과 ‘사진폭방어(沙尘暴防御)’를 참고로 전문가 의견 검토를 거쳐 결정하였다. 황사 전 예방행동에 대해서는 “지난 1주일 동안에 어떻게 행동하셨습니까?”라는 문항을 사용하였고 황사기간 동안의 예방행동에 대해서는 “이번 황사가 왔을 때 어떻게 행동하셨습니까?”라는 문항을 이용하였다. 예방행동은 ‘실내의 창문을 닫아 놓았다.’, ‘마스크를 착용하였다.’, ‘야외 여가활동을 삼갔다.’, ‘평소보다 외출을 적게 하였다.’, ‘가습기를 이용하였다.’, ‘공기청정기를 이용하였다.’, ‘외출시 황사에 노출되지 않도록 긴소매 의복을 입었다.’, ‘외출시 선글라스를 착용하였다.’, ‘외출시 렌즈대신 안경을 착용하였다.’, ‘외출 후 눈을 깨끗이 행구어 주었다.’의 10가지 문항을 사용하였다.

2.2.3 인구사회학적 특성

응답자의 인구사회학적 변수로는 연령, 성별, 교육 수준, 주관적으로 인식된 생활수준, 결혼상태 및 흡연 여부, 간접흡연 여부에 대하여 조사하였다.

2.3 통계 분석

국가 간 차이와 황사 전후의 차이를 분석하기 위하여 세 단계의 통계분석 모형을 구축하였다.

첫째, 한국과 중국의 응답자를 집단(어린이, 성인, 노인)별 및 전체 대상에 대하여 연령과 성별, 경제수준, 흡연 등의 인구사회학적 특성에 차이가 있는지 알아보기 위하여 X^2 -test와 t-test 및 Fisher's exact test를 실시하였다.

둘째, 층화한 세 집단과 전체집단에서 황사 전후 자각증상 호소율과 황사 전후 예방행동 실행에 국가별 차이가 있는지 알아보기 위하여 X^2 -test와 Fisher's exact test를 실시하였다.

셋째, 황사 전후 반복 측정된 예방행동의 실행여부가 자각증상의 발현에 어떤 영향을 미치는지를 보고자 나라별로 층화한 후 나이, 성별, 교육수준, 흡연여부의 혼란요인을 보정하여 예방행동을 실행한 경우 실행군이 비실행군에 비해 자각증상 호소율의 비차비를 분석하였다. 황사 전에 동일한 증상이 있었는지의 여부가 황사 후에 질병증상 호소율에 영향을 주기 때문에 황사 전에 특정 자각증상이 있는 대상자들은 해당 증상에 대한 분석 시, 분석모형에서 제외하였다. 분석은 각각의 증상과 예방행동이 '예', '아니오'의 응답값을 가지는 이산변수로 동일한 형태의 관측치가 황사 전과 후 반복되는 반복자료이므로 이러한 반복측정설계를 통하여 개인간의 차이를 제거하여 오차항의 분산을 최소화할 수 있는 일반화 추정 방정식 (Generalized Estimation Equation : GEE)을 적용하여 분석하였고, SAS의 GENMOD 명령어를 이용하였다(Lipsitz *et al.*, 1994; Zeger and Liang, 1986).

GEE 모형에서는 반복측정시 관찰값 간의 상관관계를 일정한 형태의 가상관행렬을 이용하여 회귀계수(β)를 추정하게 되는데, 본 연구에서는 교환가능(exchangeable) 행렬을 적용하여 분석한 결과를 제시하였다. 이때 i 번째 군집(여기서는 개체) 및 t 번째 관측에 대한 각 예방행동에 관한 회귀식은

$$\log \text{it}P(Y=1)=\beta_0+\beta_1\text{예방행동}_t+\beta_2t+\beta_3\text{연령}_i+\beta_4\text{성별}_i+\beta_5\text{교육수준}_i+\beta_6\text{흡연여부}_i$$

($i=1, \dots, 791$; $t=1, 2$)이었다(Diggle *et al.*, 2002). 즉, 종속변수는 자각증상, 독립변수는 예방행동이었다고, 연령, 성별, 교육수준, 흡연여부를 보정변수로 간주하였다.

넷째, 모형에 추정된 회귀계수로 계산한 교차비가 나라별로 차이가 있는지를 확인하기 위하여 서로 다른 군집 간의 회귀계수(β)의 차이를 검정하는 Chow test를 수행하였다(Chow, 1960). 이는 전체 데이터를 대상으로 이전 단계의 GEE분석 시와 동일한 모형에서 각 예방행동 대신 '예방행동*국가' 변수를 넣어 '교란변수를 통제한 후 예방행동 수행에 따른 자각증상 발현의 관계에 국가 간 차이가 있는지'에 대하여 검정하였다. 통계분석은 SAS 9.1 version을 이용하였다.

3. 연구 결과

3.1 연구대상의 인구사회학적 특성

설문조사에 참여한 대상자는 국적, 연령, 성별, 생활수준 등의 인구, 사회경제적 특성에 따라 차이를 보였다(표 1). 어린이, 성인, 노인 각 집단에서 평균 연령은 한국에서 8세, 22세, 74세이었고 중국에서는 12세, 22세, 69세로 나타났다. 연령에 따른 국가 간 차이는 어린이와 노인, 전체 집단에서 유의수준 0.01 이하로 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 성별 분포를 살펴보면 노인집단에서 한국은 여성의 비율이 95.92%로 높았고 이에 반해 중국에서는 남성이 69.23%로 높게 나타났다. 성인집단에서는 한국은 남성이 (52.75%), 중국은 여성의 비율이 (66.49%) 높았다. 교육수준을 살펴보면 한국의 노인집단에서는 중학교 이하의 학력자가 87.66%, 중국의 노인집단은 87.94%가 고등학교 이상으로 나타났으며, 생활수준은 한국의 노인집단에서 보통이하가 88.77%인 반면 중국의 노인집단에서는 대부분 보통(97.24%)이었다. 한편 흡연여부에 대하여 중국의 노인집단과 한국의 성인집단이 흡연의 경험이 있다고 응답한 경우가 각 12.03%와 19.57%로 다른 연령집단에 비해서 높게 나타났다. 가족 내 흡연자로 인한 간접흡연은 각 집단 내에서는 국가별로 유의한 차이를 보이지 않았으나 전체집단에서는 나라별로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.01$).

3.2 황사발생시기 동안의 증상 호소율

황사 전에 동일한 증상이 있었을 경우 황사기간 동안의 질병증상 호소율에 영향을 줄 수 있기 때문

Table 1. General characteristics of study subjects.

Variables	Children (n=265)			Adult (n=283)			Elderly (n=243)			Total (n=791)			
	Korea (n=83)	China (n=182)	P-value	Korea (n=92)	China (n=191)	P-value	Korea (n=98)	China (n=145)	P-value	Korea (n=273)	China (n=518)	Total	P-value
Sex													
Male	46 (55.42)	90 (49.45)	0.37	48 (52.75)	64 (33.51)	<0.01†	4 (4.08)	99 (69.23)	<0.01††	98 (36.03)	253 (49.03)	351 (44.54)	<0.01†
Female	37 (44.58)	92 (50.55)		43 (47.25)	127 (66.49)		94 (95.92)	44 (30.77)		174 (63.97)	263 (50.97)	437 (55.46)	
Age													
7.94 (6-9)	12.32 (9-14)	<0.01†	22.28 (18-28)	21.89 (20-24)	0.14	74.21 (56-89)	68.87 (50-84)	<0.01†	36.56 (6-89)	31.55 (9-84)	33.29 (6-89)	0.01*	
Educational level													
Primary school	68 (100.00)	182 (100.00)	-	-	-	<0.01††	54 (66.67)	6 (4.26)	<0.01††	122 (51.05)	188 (36.58)	310 (41.17)	<0.01†
Middle school	-	-		-	-		17 (20.99)	11 (7.80)		17 (7.11)	11 (2.14)	28 (3.72)	
High school	-	-		9 (10.00)	0 (0.00)		8 (9.88)	24 (17.02)		17 (7.11)	24 (4.67)	41 (5.44)	
Above college	-	-		81 (90.00)	191 (100.00)		2 (2.47)	100 (70.92)		83 (34.73)	291 (56.61)	374 (49.67)	
Living standard													
High	11 (14.29)	11 (6.04)	0.02*†	10 (11.11)	4 (2.09)	<0.01†	11 (11.23)	1 (0.69)	<0.01††	32 (12.08)	16 (3.09)	48 (6.13)	<0.01†
Medium	63 (81.81)	150 (82.42)		75 (83.33)	154 (80.63)		57 (58.16)	141 (97.24)		195 (73.58)	445 (85.91)	640 (81.74)	
Low	3 (3.90)	21 (11.54)		5 (5.56)	33 (17.28)		30 (30.61)	3 (2.07)		38 (14.34)	57 (11.00)	95 (12.13)	
Smoking status													
Never	72 (97.30)	178 (97.80)	0.81†	58 (63.04)	179 (93.72)	<0.01†	95 (96.94)	91 (68.42)	<0.01††	229 (85.45)	448 (88.54)	673 (87.40)	0.07
Past	1 (1.35)	3 (1.65)		16 (17.39)	9 (4.71)		1 (1.02)	26 (19.55)		18 (6.72)	38 (7.51)	56 (7.27)	
Current	1 (1.35)	1 (0.55)		18 (19.57)	3 (1.57)		2 (2.04)	16 (12.03)		21 (7.84)	20 (3.95)	41 (5.33)	
Environmental tobacco smoke (ETS)													
Yes	12 (100.00)	134 (97.10)	0.55†	12 (36.36)	73 (65.18)	0.99	5 (21.74)	11 (24.44)	0.80	29 (42.65)	218 (73.90)	247 (68.04)	<0.01†
No	-	4 (2.90)		21 (63.64)	39 (34.82)		18 (78.26)	34 (75.56)		39 (57.35)	77 (26.10)	116 (31.96)	

* : p < 0.05,

† : p < 0.01 - significant association by X²-test for categorical variable or t-test for continuous variable

†† : tested by Fisher's exact test

에 황사 전에 특정 증상이 없었던 사람들 중에서 황사기간 중에 해당 증상이 나타난 증상 호소율을 분석하였으며 그 결과는 표 2와 같다. 감기와 목의 통증의 경우 노인집단에서 한국의 황사 후 증상 호소율은 각각 18.97%, 12.57%이고 중국에서는 6.03%, 5.39%로 나타남으로써 중국보다 한국 노인에서 높은 증상 호소율을 보였다(모두 $p < 0.01$). 기침과 천식증상, 콧물, 목의 통증, 마른 기침, 가래, 열, 병원 방문에 대한 호소율도 한국의 노인집단이 중국의 노인집단보다 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(가래의 경우 $p = 0.04$, 그 외 모두 $p < 0.01$). 성인집단에서는 눈의 충혈($p = 0.03$) 및 호흡곤란($p < 0.01$)의 증상 호소율이 한국보다 중국에서 높게 나타났으며 어린이 집단에서는 공기에서 매캐한 냄새가 난다는 호소율은 한국이 18.07%, 중국은 10.99%로 중국보다 한국에서 높게 나타났고($p < 0.01$) 눈의 충혈 호소율과 상기의 증상으로 인한 입원 또한 한국에서 유의하게 높게 나타났다(각각 $p < 0.01, 0.02$). 전체를 대상으로 한 경우 알리지 또는 천식약 복용, 천식증상, 콧물, 마른 기침, 호흡곤란, 열에 대한 호소율은 95% 신뢰구간 이하에서 유의수준 0.05 이하로 나라별로 유의한 차이를 나타냈다.

3. 3 황사발생시기 동안의 예방행동 실행

표 3에서는 어린이, 성인, 노인의 세 집단과 전체집단에서 한국과 중국을 비교하여 황사기간 동안의 예방행동 실행비율을 살펴본 결과 노인군에서는 야외활동 삼가, 외출자제, 안경착용의 행동이 중국에 비해 한국에서 낮았고, 외출 후 눈씻기 행동은 한국에서 80.61%로 중국의 68.79%보다 유의하게 높은 것으로 나타났다($p = 0.03$). 성인의 경우에는 황사 시 창문닫기, 마스크착용, 야외활동 삼가기, 외출자제, 긴소매 옷입기, 안경착용, 외출 후 눈씻기 등 전반적으로 중국이 한국보다 황사 예방행동을 많이 하였다. 어린이군에서는 마스크착용, 외출자제, 가습기, 공기청정기를 이용하는 예방행동 실행비율이 한국에서 각각 40.96%, 62.65%, 26.51%, 31.33%로 중국보다 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(모두 $p < 0.01$). 전체집단에 대하여 나라별 차이는 외출 후 눈을 씻음의 행동을 제외한 모든 행동에 95% 신뢰구간 이하에서 유의수준 0.05 이하로 유의한 차이를 보였으며 세부적으로 마스크착용, 가습기사용, 공기청정기

사용 행동의 수행률은 한국에서 높았으며 창문닫기, 야외활동 삼가기, 외출자제, 긴옷입기, 선글라스착용, 콘택트렌즈대신 안경착용의 예방행동 수행률은 중국에서 높은 것으로 나타났다.

3. 4 예방행동 실행에 따른 황사의 자각증상 발현

General Equation Estimate (GEE) 모형을 이용하여 예방행동을 실행하였을 경우 황사시 자각증상이 발현할 비차비를 국가별로 분석한 결과(표 4), 한국에서는 마른 기침증상은 창문 닫기의 예방행동을 수행하는 경우 행동하지 않는 경우에 비하여 증상 발현 위험이 60% ($OR = 0.40, 95\% CI = 0.17-0.97$), 마스크착용을 하는 경우 62% ($OR = 0.38, 95\% CI = 0.16-0.87$), 외출 후 눈씻기의 예방행동을 하는 경우 55% ($OR = 0.45, 95\% CI = 0.22-0.93$) 감소하였으며 이는 통계적으로 유의하였다. 또한 흉통 증상을 호소할 위험은 마스크착용을 하는 경우 76% ($OR = 0.24, 95\% CI = 0.08-0.73$), 외출을 자제하는 경우 74% ($OR = 0.26, 95\% CI = 0.10-0.64$) 감소하는 것으로 나타났다. 감기 증상은 창문 닫기 및 외출 후 눈씻기 예방행동을 하는 경우 증상 발현 위험이 각각 74% ($OR = 0.26, 95\% CI = 0.11-0.63$), 66% ($OR = 0.34, 95\% CI = 0.17-0.67$) 유의하게 감소하였다. 또한 기침과 인후통은 창문닫기, 야외 활동 삼가, 외출자제, 외출 후 눈씻기와 같은 예방 행동을 하는 경우 모두 통계적으로 유의하게 증상 발현 위험이 감소하는 것으로 나타났다.

한편 중국의 경우 예방행동 실행에 따른 자각증상 발현의 비차비를 살펴보면 마른 기침은 마스크를 착용한 경우 증상호소율이 56% ($OR = 0.44, 95\% CI = 0.24-0.78$) 유의하게 감소하였다. 흉통의 증상호소율은 창문닫기의 행동을 하는 경우 92% ($OR = 0.08, 95\% CI = 0.02-0.31$)와 외출을 자제하는 경우 78% ($OR = 0.22, 95\% CI = 0.10-0.49$) 유의하게 감소하였다. 감기, 기침, 인후통의 증상은 외출 후 눈을 씻는 행동을 한 경우 각각 63%, 56%, 77% (각각 $OR = 0.37, 0.44, 0.23, 95\% CI = 0.20-0.71, 0.27-0.73, 0.14-0.38$), 야외활동을 자제한 경우 각각 46%, 86%, 83% (각각 $OR = 0.54, 0.24, 0.17, 95\% CI = 0.30-0.95, 0.14-0.39, 0.10-0.30$) 통계적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다.

Table 2. Count and percentage of perceived symptoms during the Asian Dust Events (ADE) among children, adults and elderly[‡].

Complaints of symptom during ADE	Children (n=265)			Adults (n=283)			Elderly (n=243)			Total (n=791)			N (%)	P-value
	Korea (n=83)	China (n=182)	P-value	Korea (n=92)	China (n=191)	P-value	Korea (n=98)	China (n=145)	P-value	Korea (n=273)	China (n=518)	Total		
Medication for allergy or asthma	6 (7.23)	4 (2.20)	0.07 [†]	6 (6.52)	3 (1.57)	0.06 [*]	5 (2.55)	8 (4.08)	0.95	17 (2.47)	15 (2.18)	32 (4.05)	32 (4.05)	0.02 [*]
Cold	15 (18.07)	44 (24.18)	0.15	12 (13.04)	9 (4.71)	0.81	22 (18.97)	7 (6.03)	<0.01 [†]	49 (15.03)	60 (18.40)	109 (13.78)	109 (13.78)	0.85
Cough	16 (19.28)	36 (19.78)	0.45	20 (21.74)	49 (25.65)	0.87	20 (14.60)	14 (10.22)	<0.01 [†]	56 (13.59)	99 (24.03)	155 (19.60)	155 (19.60)	0.34
Asthma symptom	4 (4.82)	8 (4.40)	0.74 [†]	3 (3.26)	2 (1.05)	0.18 [†]	15 (7.58)	5 (2.53)	<0.01 [†]	22 (3.13)	15 (2.13)	37 (4.68)	37 (4.68)	<0.01 [†]
Bad or smoky smell in the air	15 (18.07)	20 (10.99)	<0.01 [†]	22 (23.92)	47 (24.61)	0.98	20 (13.70)	18 (12.33)	0.33	57 (14.73)	85 (21.96)	142 (17.95)	142 (17.95)	0.15
Runny nose	16 (19.28)	31 (17.03)	0.21	7 (7.61)	33 (17.28)	0.55	11 (8.53)	8 (6.20)	<0.01 [†]	34 (9.50)	72 (20.11)	106 (13.40)	106 (13.40)	<0.01 [†]
Swelling sore throat	14 (16.87)	25 (13.74)	0.19	17 (18.48)	54 (28.27)	0.37	21 (12.57)	9 (5.39)	<0.01 [†]	52 (9.77)	88 (16.54)	140 (17.70)	140 (17.70)	0.09
Dry cough	10 (12.05)	27 (14.84)	0.94	15 (16.30)	53 (27.75)	0.21	19 (12.5)	15 (9.87)	<0.01 [†]	44 (8.89)	95 (19.19)	139 (17.57)	139 (17.57)	0.02 [*]
Phlegm	15 (18.07)	48 (26.37)	0.63	11 (11.96)	40 (20.94)	0.87	14 (11.67)	9 (7.50)	0.04 [*]	40 (9.07)	97 (22.00)	137 (17.57)	137 (17.57)	0.90
Chest pain	5 (6.02)	5 (2.75)	0.18 [†]	12 (13.04)	30 (15.71)	0.93	9 (5.56)	8 (4.94)	0.12	26 (4.15)	43 (6.86)	69 (8.71)	69 (8.71)	0.22
Blood-shot eyes	11 (13.25)	10 (5.49)	<0.01 [†]	10 (10.87)	65 (34.03)	0.03 [*]	8 (5.37)	12 (8.05)	0.13	29 (5.24)	87 (15.73)	116 (14.66)	116 (14.66)	0.99
Dyspnoea	1 (1.20)	4 (2.20)	1.0 [†]	5 (5.43)	44 (23.04)	<0.01 [†]	11 (6.32)	17 (9.77)	0.91	17 (2.52)	65 (9.64)	82 (10.37)	82 (10.37)	0.01 [*]
Fever	15 (18.07)	25 (13.74)	0.38	7 (7.61)	13 (6.81)	0.65	13 (6.95)	7 (3.74)	<0.01 [†]	35 (6.12)	45 (7.87)	80 (10.11)	80 (10.11)	0.01 [*]
Go to hospital due to above symptoms	12 (14.46)	20 (10.99)	0.02 [*]	4 (4.35)	1 (0.52)	0.13 [†]	25 (33.33)	9 (12.00)	<0.01 [†]	41 (29.50)	30 (21.58)	71 (8.98)	71 (8.98)	0.08

ADE: Asian Dust Event

* : p<0.05, † : p<0.01 -significant association by X²-test, † : tested by Fisher's exact test

‡ : Cases who have the previous symptom before ADE were excluded for the analysis of the symptom itself

Table 3. Count and percentage of preventive behaviors during Asian Dust Events (ADE) among children, adults and elderly.

Preventive behaviors	Children (n=265)				Adult (n=283)				Elderly (n=243)				Total (n=791)		N (%)	P-value		
	Korea (n=83)		China (n=182)		Korea (n=92)		China (n=191)		Korea (n=98)		China (n=145)		Korea (n=273)				China (n=518)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			n	%
Close the windows	66 (79.52)	153 (84.07)	53 (57.61)	184 (96.34)	<0.01†	90 (91.84)	138 (97.18)	0.08†	209 (76.84)	475 (92.23)	684 (86.47)	<0.01†						
Wearing the mask	34 (40.96)	12 (6.59)	9 (9.78)	60 (31.41)	<0.01†	51 (52.04)	70 (49.65)	0.72	94 (34.56)	142 (27.63)	236 (29.84)	0.04*						
Avoiding the outdoor activities	44 (53.01)	76 (41.76)	31 (33.70)	175 (91.62)	<0.01†	47 (47.96)	119 (83.80)	<0.01†	122 (45.02)	370 (71.84)	492 (62.20)	<0.01†						
Avoiding going out	52 (62.65)	66 (36.26)	32 (34.78)	182 (95.29)	<0.01†	50 (51.02)	119 (84.40)	<0.01†	134 (49.08)	367 (71.40)	501 (63.34)	<0.01†						
Using a humidifier	22 (26.51)	4 (2.20)	9 (9.78)	23 (12.04)	0.57	13 (13.27)	20 (14.18)	0.84	44 (16.18)	47 (9.14)	91 (11.50)	<0.01†						
Using an air cleaner	26 (31.33)	10 (5.50)	13 (14.13)	21 (10.99)	0.45	11 (11.22)	18 (12.77)	0.72	50 (18.45)	49 (9.53)	99 (12.52)	<0.01†						
Wearing the long sleeves	63 (75.90)	150 (82.42)	22 (23.91)	158 (82.72)	<0.01†	91 (92.86)	120 (85.11)	0.07	176 (64.71)	428 (83.27)	604 (76.36)	<0.01†						
Wearing the sunglasses	1 (1.20)	47 (25.82)	9 (9.78)	83 (43.46)	<0.01†	40 (40.82)	73 (51.77)	0.10	50 (18.38)	203 (39.49)	253 (31.98)	<0.01†						
Wearing the glasses instead of the contact lens	6 (7.23)	30 (16.48)	24 (26.09)	113 (59.16)	<0.01†	11 (11.22)	39 (27.66)	<0.01†	41 (15.24)	182 (35.41)	223 (28.19)	<0.01†						
Washing the eyes after going out	35 (42.17)	39 (21.43)	36 (39.13)	111 (58.12)	<0.01†	79 (80.61)	97 (68.79)	0.03*	150 (55.35)	247 (48.05)	397 (50.19)	0.05						

ADE: Asian Dust Event

*: p < 0.05

†: p < 0.01 - significant association by X²-test

‡: tested by Fisher's exact test

Table 4. Effect of preventive behaviors on experience of symptoms during Asian dust event (ADE) comparison between Korea and China[‡]

Symptoms	Behaviors	Korea OR (95% CI) [†]	China OR (95% CI) [†]	P for interaction [‡]
Dry cough	Close the windows	0.40 (0.17-0.97)*	0.12 (0.05-0.3)*	0.14
	Wearing the mask	0.38 (0.16-0.87)*	0.44 (0.24-0.78)*	0.39
	Avoiding going out	0.49 (0.23-1.03)	0.27 (0.16-0.45)	0.21
	Washing the eyes after going out	0.45 (0.22-0.93)*	0.32 (0.20-0.54)*	0.70
Chest pain	Close the windows	0.62 (0.25-1.55)	0.08 (0.02-0.31)*	0.02*
	Wearing the mask	0.24 (0.08-0.73)*	0.5 (0.25-1.02)	0.12
	Avoiding going out	0.26 (0.10-0.64)*	0.22 (0.10-0.49)*	0.94
	Washing the eyes after going out	0.50 (0.21-1.14)	0.32 (0.16-0.65)*	0.85
Cold	Close the windows	0.26 (0.11-0.63)*	0.47 (0.19-1.19)	0.28
	Avoiding the outdoor activities	0.65 (0.33-1.28)	0.54 (0.30-0.95)*	0.69
	Avoiding going out	0.52 (0.27-1.00)	0.7 (0.41-1.21)	0.52
	Washing the eyes after going out	0.34 (0.17-0.67)*	0.37 (0.20-0.71)*	0.41
Cough	Close the windows	0.47 (0.24-0.93)*	0.15 (0.07-0.36)*	0.05*
	Avoiding the outdoor activities	0.48 (0.25-0.93)*	0.24 (0.14-0.39)*	0.12
	Avoiding going out	0.48 (0.26-0.90)*	0.3 (0.19-0.48)*	0.32
	Washing the eyes after going out	0.43 (0.22-0.81)*	0.44 (0.27-0.73)*	0.12
Swelling sore throat	Close the windows	0.41 (0.20-0.86)*	0.08 (0.03-0.22)*	0.07
	Avoiding the outdoor activities	0.42 (0.21-0.82)*	0.17 (0.10-0.3)*	0.11
	Avoiding going out	0.48 (0.25-0.91)*	0.18 (0.11-0.32)*	0.07
	Washing the eyes after going out	0.52 (0.28-0.98)*	0.23 (0.14-0.38)*	0.39

ADE : Asian Dust Event

*: relative risk by 95% significant level (GEE)

†: Adjusted for age, sex, educational level, and smoking status

‡: P-value for interaction for country*preventive behaviors (Chow's test)

‡: Cases who have the previous symptom before ADE were excluded for the analysis of the symptom itself

한편, 한국에서의 예방행동 실행에 따른 자각증상 발현 위험과 중국의 위험에 대한 두 회귀모형의 구조적인 차이를 검증하기 위하여 나라와 예방행동의 교호작용의 유의성을 살펴본 Chow test를 수행하였다. 그 결과 흉통(p=0.02)과 기침의 증상(p=0.05)에서 황사 시 창문닫기 행동의 실행에 따라 나라별로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

4. 고 찰

본 연구에서 황사시의 자각증상의 발현율은 노년층과 어린이의 경우 한국이 중국에 비해 감기, 기침, 쉼썩거림, 콧물, 인후통, 마른 기침, 눈의 충혈 등의 증상발현이 높은 것으로 나타났다. 한편, 황사시 예방행동은 중국의 노년층과 성인층에서 황사발생기간 중 예방행동 실행비율이 높은 것을 볼 수 있었는데

이는 중국에서는 오랜기간 황사를 겪으면서 황사 피해에 대한 인식이 높아 황사예보 등을 통하여 황사 발생을 인식한 경우 즉각적인 예방행동을 실행하기 때문 일 수 있다. 특히, 어린이의 경우 한국이 중국보다 예방행동 실행비율이 높았는데 이는 우리나라의 경우 심한 황사 시 휴교령을 내리거나 부모의 관심 등이 이유일 수 있으나 정확한 원인에 대해서는 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다. 한편, 본 연구결과는 2002년도에 어린이, 성인, 노인집단 대상으로 황사 시 증상과 행동을 살펴본 이보은 등(2005)의 국내 연구에 비해 자각증상 호소율이 낮았는데, 이는 자료분석 시 이전의 자각증상이 있었던 경우를 제외하였기 때문이다. 황사 전 자각증상 유무에 관계없이 황사기간 중 증상 호소율을 산출하여 비교하여 본 결과, 두 연구에서 어린이, 성인, 노인의 천식증상(썩썩거림)과 목이 따가움, 마른 기침, 흉통 증상이 비슷한 증상호소율을 보였다. 다만, 노인집단의 경우 가래

증상을 제외한 모든 증상의 호소율이 이보은 등 (2005)의 연구에서 더 높은 경향을 보였는데 이는 두 연구의 조사수행시기와 대상 집단 특성의 상이성 등이 원인으로 생각된다. 또한, 두 연구 모두에서 황사 전보다 황사기간 동안 자각증상 호소율이 증가하는 경향을 보였다.

예방행동의 실행이 황사로 인한 건강영향의 위험을 실제로 어느 정도 감소시키며 그 관계가 통계적 근거를 가지는지를 평가하기 위하여 예방행동 실행 여부에 따른 황사 시 자각증상 발현을 살펴보았다. 황사 전후 증상과 예방행동에 대하여 반복측정을 수행한 연구의 특성을 고려한 GEE모형을 이용하여 분석한 결과 예방행동을 실행한 경우의 증상발현은 예방행동을 실행하지 않은 경우에 비하여 대략 반 이상 증상호소율이 감소하였으며 전반적으로 감소 비율은 중국에서 더 큰 것으로 나타났다. 국가별로는 창문닫기 행동에 따라 흉통과 기침 증상 발현에 유의한 차이를 보였다. 황사 시 창문닫기 행동은 실내 환경을 건강하게 유지하는 데 중요한 중재활동으로 표 2를 통하여 중국이 한국에 비해 창문닫기 실행율이 높음을 알 수 있었다. 표 4에서 창문닫기 실행율이 높은 중국이 한국에 비해 기침과 흉통 증상의 위험이 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 황사시 창문닫기 행동이 증상의 위험을 감소시키는 중요한 중재활동으로 작용할 수 있음을 시사한다. 따라서 이점에 주목하여 한국에서도 황사시 창문닫기 행동의 권장을 통하여 자각증상을 감소시키려는 노력이 필요하다.

본 연구는 한국과 중국에서 황사시 예방행동과 증상을 비교한 이전 연구가 부재하여 적정비교가 어려우나 한국에 비해 중국에서 예방행동 실행시 증상 발현 비율이 더 큰 폭으로 감소하는 것은 황사 시 미세분진의 빈도와 농도가 한국에 비해 2~3배 이상 높은 중국에서 (정용승, 1996) 황사시 예방행동으로 인한 증상 감소의 효과가 더 클 수 있기 때문으로 사료된다. 또한 인체위해를 일으키는 황사물질 조성 등 환경적 인자 및 지역적 요인 또는 유전적인 소인 등도 영향을 미친 것으로 사료된다. 김기현 등(2004)의 연구에 따르면 최근 중국의 급속한 사막화와 산업화가 진행됨에 따라 이전과 달리 납과 카드뮴의 중금속성분이 증가하고 있으며 여러 연구를 통하여 중국의 한국과 중국의 황사시의 물질 구성에 차이가 있으며 또한 황사발생원에 따른 물질 조성의 차이

보고한 바 있다(이준복 등, 2007; 신선아 등, 2005). 특히 대한민국의 경우, 편서풍에 의하여 부유하던 황사진이 중국의 공업지역과 황해를 거치며 유해 중금속과 해염입자를 함유하여 중국에서의 황사입자와는 화학종의 종류와 분포가 다른 특성을 보인다(박유명 등, 2006; 전병일, 2003).

따라서 향후 연구에서는 두 국가의 황사 시 물질 조성을 고려하여 대기 오염농도 뿐 아니라 황사분진에 포함된 유해 중금속 등의 원소별 구성에 따른 증상의 발현에 대하여 조사할 필요성이 있다. 또한 최근의 황사 관련 연구에서 이뤄지는 황사 거동의 측면을 고려하여 중국에서의 황사 발생이 한국에 어떠한 패턴으로 영향을 미치는지에 대한 후속 연구가 이뤄져야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 단면연구로 이루어져 황사 시 예방행동 실행과 건강증상의 인과관계를 명확히 규명하기는 어려우며 연구대상 선정 시 한국은 노인 복지관에 온 노인들을 대상으로 한 데 비하여 중국은 대학교 퇴직 간부를 대상으로 하여 사회경제적 차이를 고려하지 못한 선택편견(selection bias)이 있을 수 있다. 그러나 분석 시 연령, 성별, 교육수준, 흡연여부 등 자각증상에 영향을 미치는 것으로 나타난 요인들을 보정하여 잠재적인 혼란요인으로 인한 영향을 고려하였으며, 황사 전후 반복 측정 설계를 통해 황사발생 시 예방행동 실행에 따른 황사 시 자각증상 발현의 보호비를 확인하고 한국과 황사발원지인 중국에서의 행태를 비교 연구함으로써 향후 황사의 건강영향에 대한 한-중 공동연구의 기초를 마련하였다는 점에서 큰 의의를 가진다.

본 연구는 크게 세 가지 측면에서 결론을 맺고 활용을 제안하고자 한다. 첫 번째로 본 연구는 황사로 인한 건강위해의 관련성을 지지한다. 이는 기존 연구를 통하여 알려진 황사 시 증가된 미세분진이 인체의 건강을 위협할 수 있다는 주장과 일관성을 가진다. 따라서 국가적으로 황사 시 국민의 건강위해를 줄이기 위해 예비적으로는 보다 정확한 황사예측을 수행하며 황사분진 자체의 감소를 통하여 근본적인 원인을 줄여나가야 하며 추후연구에서는 중국에서 발생한 황사의 거동(장거리 이동)을 고려한 한-중 황사분진 농도 및 물질 구성에 대한 연구를 통하여 구성물질의 기여도에 따른 위해가 큰 물질의 저감을 위한 종합적인 건강위해 평가가 이루어져야 할 것이

다. 황사 오염물질 저감시의 기여도를 산출하여 편익을 계량화함으로써 저감노력의 실효성이 제시되어야 할 것이다.

두 번째, 본 연구를 통하여 황사의 건강위해를 중재하는 방법의 하나로 알려진 예방행동의 보다 적극적인 실시의 근거를 제시한다. 현재의 황사 시 행동강령의 보다 적극적인 홍보와 교육을 통한 인식축진이 필요하다. 특히 이보은 등(2005)의 연구를 통하여 황사 시 건강 민감군으로 선정된 어린이와 노인군에 대한 적절한 예방책이 필요하다. 이는 보호자 교육과 홍보를 통하여 간접적으로 민감군에 대한 건강위해를 줄일 수 있을 것으로 사료되며 보호자의 인식축진을 위하여 보다 적극적인 황사정보제공 및 예방행동 안내가 필요하다.

세 번째로 황사로 인한 건강영향은 한국과 중국에서 차이를 보였는데 이는 황사 시 분진의 농도 및 구성, 지역적 요소, 알려지지 않은 유전적 인종적 특성 등의 요인이 작용하였을 가능성을 시사한다. 단면 연구인 본 연구를 통해 정확한 원인을 제시하기는 어려우나 후속 연구를 통하여 양국 간의 차이가 나타나게 되는 원인을 면밀히 조사하여 다양한 중재요인을 발굴해야 할 것이다.

5. 결 론

본 연구를 통하여 한국과 중국의 황사 전후의 자각증상과 예방행동 실행에 차이가 있으며 예방행동의 실행이 자각증상 발현의 감소에 영향을 미칠 수 있다는 것을 밝힐 수 있었다. 그러나 황사의 발원지나 규모 등에 대한 세부적인 정보 수집이 어려워 이를 고려하지 못한 제한점을 가지며 따라서 추후 연구에서는 이를 보완한 보다 구체적인 정보의 활용이 필요할 것이다.

본 연구 결과, 황사발생시 국가에서 제시한 행동요령을 준수하여 국민들이 황사로 인한 건강 위험을 줄이고 건강 피해를 최소화할 수 있도록 보다 적극적인 홍보활동이 필요하며 특히 건강에 민감한 것으로 알려진(이보은 등, 2005) 소아, 노인 계층에 대해서는 국가적 차원의 교육과 보호자의 인식 축진이 중요하다. 또한 황사 발원지역과의 지속적인 연구협력과 감시체계를 통하여 황사시의 유해 분진 자체의 감소에

도 노력을 기울여야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 환경부의 차세대 핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 2002, 660802-0004-0)의 지원으로 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 강광규, 추장민, 정희성, 한화진, 유난미 (2004) 동북아지역의 황사피해분석 및 피해저감을 위한 지역협력방안 II, 한국환경정책평가연구원 연구보고서, 265pp.
- 기상청 (2005) 황사관측일수 URL: http://www.kma.go.kr/dust/dust_01_06.jsp [cited 2009 January 28].
- 김기현, 강창희, 이진홍, 최근찬, 윤용현 (2004) 봄철 황사의 발생과 대기 중 중금속 성분의 농도변화-납성분을 이용한 사례 연구, 한국대기환경학회지, 20(6), 833-838.
- 김기현, 김민영, 신재영, 최규훈, 강창희 (2002) PM_{2.5}, PM₁₀, TSP의 시간대별 관측결과에 기초한 황사기간 중 분진의 분포특성에 대한 고찰, 서울시의 4대 관측점을 중심으로 한 2001년 봄철 황사 기간에 대한 사례연구, 한국대기환경학회지, 18(5), 419-426.
- 김정연, 김병미, 김옥진, 하은희, 서주희, 이보은, 박혜숙 (2006) 실내의 근무자의 황사 전후증상 및 예방행동에 대한 연구, 한국대기환경학회지, 22(4), 509-517.
- 김진용, 백광제, 이경룡, 이영주, 홍대영 (2007) 봄철 황사현상이 호흡기계 질환에 미치는 영향, 대한응급의학회지, 18(4), 326-332.
- 민필기, 김철우, 윤영준, 장제현, 추적금, 이광은, 한재용 (2001) 황사현상이 기관지천식 환자의 증상 및 최고호기유속의 일중 변동에 미치는 영향, 대한천식 및 알레르기학회지, 21(6), 1179-1186.
- 박유명, 황희진, 김혜경, 노철언 (2006) Low-Z particle EPMA 단일입자분석법을 이용한 베이징, 인천 황사 입자 특성 분석 2006년 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, pp. 339-340.
- 서울특별시 (2008) 서울 통계 연보 URL: http://www.seoul.go.kr/v2007/publicinfo/statistics/data/4_03_4.html [cited 2008 November 10].
- 신선아, 한진석, 홍유덕, 안준영, 문광주, 이석조, 김신도 (2005) 2000~2002년 우리 나라에서 관측된 황사의 화학 조성 및 특성, 한국대기환경학회지, 21(1),

- 119-129.
- 윤용황 (1990) 한반도에 수송되는 황사의 특징에 관한 연구, 한국기상학회지, 26(2), 111-120.
- 이보은, 하은희, 박혜숙, 권지숙, 신경림 (2005) 황사 기간 동안에 어린이, 성인, 노인에서의 자가증상과 예방행동에 대한 조사연구, 한국학교보건학회지, 18(1), 15-25.
- 이윤숙 (2003) 황사가 산업계에 미치는 경제적 영향에 대한 연구, 중앙대학원, 101pp.
- 이준복, 강미혜, 신태영, 정권, 김민영 (2007) 황사 발원지별 서울지역 대기중 부유분진 특성, 한국방재학회지, 7(3), 109-114.
- 임형준, 권호장, 하미나, 이상규, 황승식, 하은희, 조수현 (2006) 황사에 대한 수도권 거주 성인의 위해도 인식조사, 대한예방의학회지, 39(3), 205-212.
- 전병일 (2003) 2002년 부산지역 봄철 황사/비황사시 PM₁₀ 중의 중금속 농도 특성, 한국환경영향평가학회지, 12(2), 99-108.
- 정용승 (1996) 한중 공동 황사 관측, 과학기술부, 97pp.
- 중국 장춘시 (2008) 장춘시 개요 (長春市 概要) URL: <http://www.kr.changchun.jl.cn/main1.jsp?id=17> [cited 2008 November 10].
- 중국 환경부 (2006) 기후여자연재해 (气候与自然灾害) URL: http://www.zhb.gov.cn/plan/zkgb/05hjgb/200607/t20060727_91430.html [cited 2008 July 3].
- 추장민, 정희성, 강광규, 유난미, 김미숙 (2003) 동북아시아의 황사피해분석 및 피해저감을 위한 지역 협력방안 I, 한국환경정책평가연구원 연구보고서, 228 pp.
- 홍종호 (2004) 황사가 우리나라에 미치는 경제적 피해 추정, 한양대학교 경제연구소, 25(1), 101-115.
- 황승식, 조수현, 권호장 (2005) 2002년 봄 서울 지역에 발생한 심한 황사가 일별 사망에 미치는 영향, 대한예방의학회지, 38(2), 197-202.
- Chan, C.C., K.J. Chuang, W.J. Chen, W.T. Chang, C.T. Lee, and C.M. Peng (2008) Increasing cardiopulmonary emergency visits by long-range transported Asian dust storms in Taiwan, Environ. Res., 106(3), 393-400.
- Chow, G.C. (1960) Test of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica*, 28(3), 591-605.
- David, M.T., J.F. Robert, and L.W. Douglas (2001) April 1998 asian dust event, A southern california perspective, *J. Geophys. Res.*, 106(D16), 18371-18379.
- Diggle, P.J., P.J. Heagerty, K.Y. Liang, and S.L. Zeger (2002) *Analysis of Longitudinal Data*, 2nd Ed., Oxford University Press.
- Jaffe, D., T. Anderson, D. Covert, R. Kotchenruther, B. Trost, J. Danielson, W. Simpson, T. Berntsen, S. Karlsdottir, D. Blake, J. Harris, G. Carmichael, and I. Uno (1999) Transport of asian air pollution to north america, *J. Geophys. Res. Lett.*, 26(6), 711-714.
- Kasl, S.V. and S. Cobb (1966) Health behavior, illness behavior, and sick role behavior, *Arch. Environ. Health*, 12(2), 246-266, 531-541.
- Kim, Y.H., K.S. Kim, N.J. Kwak, K.H. Lee, S.A. Kweon, and Y. Lim (2003) Cytotoxicity of yellow sand in lung epithelial cells, *J. Biosci.*, 28(1), 77-81.
- Lee, J.T., J.Y. Son, and Y.S. Cho (2007) A comparison of mortality related to urban air particles between periods with asian dust days and without asian dust days in seoul, Korea, 2000 ~ 2004. *Environ. Res.*, 105(3), 409-413.
- Lipsitz, S.R., G.M. Fitzmaurice, E.J. Orav, and N.M. Laird, (1994) Performance of generalized estimating equations in practical situations, *Biometrics*, 50(1), 270-278.
- Yang, C.Y., Y.S. Chen, H.F. Chiu, and W.B. Goggins (2005) Effect of asian dust storm events on daily stroke admission in taipei, taiwan. *Environ. Res.*, 99(1), 79-84.
- Zeger, S.L. and K.Y. Liang (1986) Longitudinal Data analysis using generalized linear models, *Biometrika*, 73(1), 13-22.