



# 기후변화와 대기오염

장 안 수\* | 순천향대학교 의과대학 부천병원 호흡기알레르기내과

## Climate change and air pollution

An-Soo Jang, MD\*

Devison of Allergy and Respiratory Medicine, Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon, Korea

\*Corresponding author: An-Soo Jang, E-mail: jas877@schmc.ac.kr

Received December 16, 2010 · Accepted December 30, 2010

The average temperature of the Earth's near-surface air and the oceans has increased  $0.74 \pm 0.18^\circ\text{C}$  over the last century. Climate change can cause sea levels to rise, change the amount and pattern of precipitation, shrink the cover of rain forest and forest, increase the intensity of extreme weather events, and cause species extinctions and changes in agricultural yields. Many human diseases, such as cardiovascular diseases, allergies, respiratory diseases, and infectious diseases, are related to climate fluctuation. Climate change can cause the level of air pollutants to increase and affect the interaction of air pollutants and respiratory allergens. Ambient air pollutants such as nitrogen dioxide, ozone, particulate matter, volatile organic compounds, and sulfur dioxide have been linked to allergic diseases and asthma. Here, the effect of climate change and air pollution on health outcomes such as asthma and allergic diseases is reviewed.

**Keywords:** Climate change; Air pollution; Health; Asthma

### 서론

지구온난화는 지표면의 온도가 상승함을 나타내고, 지난 100년 동안 지표면의 온도는 평균  $0.74 \pm 0.18^\circ\text{C}$  증가하였다. 또한 지표면의 온도는 21세기에  $1.1^\circ\text{C}$ 에서  $6.4^\circ\text{C}$ 로 올라갈 것으로 예측되고 있다. 이러한 지표면의 온도상승은 해수면을 올리고 강수량의 양과 패턴 변화, 빙하 감소, 사막의 증가와 기후의 극단적인 변화를 초래하게 될 것으로 예측하고 있다. 이러한 지구온난화는 더 잘 디자인된 연구와 추적을 통해 규명되어야 하지만[1], 세계적으로 사회경제적 및 환경적 영향을 초래할 것으로 생각되며 건강에 위대한 영향

을 미치게 된다[2,3]. 이러한 지구온난화의 영향은 지역이나 고도, 위도, 강수나 천둥, 지표면의 사용정도, 도시화, 운송수단 등 교통상태, 에너지 사용에 따라 다를 수 있지만, 대기중의 오염농도를 증가시키고 꽃가루 등 호흡기알레르겐 양을 변화시켜 천식 유병률을 증가시키고 천식 중증도를 증가시킨다[4]. 그리고 지구온난화로 천둥이나 강수 등에 영향을 주어 산불을 발생시키고, 산불연기로 인해 일산화탄소, 이산화탄소, 질소산화물(NOx), 오존, 분진, 휘발성 유기화합물(volatile organic compounds, VOC)을 증가시키고 대기 중에 머물면서 천식을 악화시키고 알레르겐 농도에 영향을 미친다.

© Korean Medical Association  
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Table 1.** Respiratory health effects of air pollution

---

Increased mortality  
 Increased lung cancer incidence  
 Increased frequency of symptomatic asthma attacks  
 Increased incidence of lower respiratory tract infections  
 Exacerbation of chronic cardiopulmonary diseases resulting in reduced ability to cope with daily activities, increased hospitalisation, increased medical visits and medication, and decreased pulmonary function  
 Reduction in forced expiratory volume in one second or forced vital capacity in association with clinical symptoms  
 Increased wheezing (unrelated to colds) or on most days or nights  
 Increased occurrences of chest tightness  
 Increased occurrences of cough/phlegm production requiring medical attention  
 Increased incidence of acute upper respiratory tract infections  
 Eye, nose and throat irritations  
 Awareness of odours

---

Modified from American Thoracic Society. Am J Respir Crit Care Med 2000;161:666, Table 2. [11].

최근 천식 및 알레르기질환이 크게 증가되고 있으며 1995년 전국조사에 의하면 천식의 유병률이 15.5%로 증가하였고 [5], 천식에 의한 사망률도 증가하고 있는 추세이다. 이러한 천식의 증가와 사망이 대기오염과의 관련성이 제시되고 있으며 [6], 향후 100년간 지구의 기온은 1.8℃에서 6.4℃까지 상승할 것으로 예측되며 그 결과로 지표면 오존농도 증가, 황사, 대기오염의 증가가 예상된다.

대기오염은 주로 연료의 연소에 의해서 발생하는 것으로 공장과 자동차 배기가스가 오염원으로 중요하며, 대기오염에 큰 영향을 미치는 요인 중 가장 중요한 것은 기상 조건이다. 즉 기상 조건이 이들 오염물질을 얼마나 빨리 제거할 수 있는냐에 따라 인체가 받는 피해의 정도가 달라지게 된다. 여기에서는 지구의 온난화가 대기에 미치는 영향과, 오존, 아황산 가스, 질소산화물, VOC, 미세먼지(particulate matter, PM) 등 대기오염물질의 종류와 특히 천식 및 알레르기질환에 미치는 영향에 대해 기술하고자 한다.

### 기후변화가 대기오염물질 생성에 미치는 영향

유해 대기오염물질은 1970년 미국의 Clean Air Act에서 오존, 아황산 가스, 이산화질소, 일산화탄소, VOC, PM 등 6개에서 1990년 이후에는 대기오염의 중요성이 강조되면서

188개로 늘려서 정의하고 있다 [7]. 대기오염물질은 각종 연료의 연소산물로 일산화탄소, 질소산화물, 이산화황, 분진, 담배연기 등과 건물이나 가구 등에서 발생하는 VOC, 라돈과 같은 집 밑의 흙에서 나오는 대기오염물질과 꽃가루, 곰팡이, 바이러스, 박테리아 등 생물학적 오염물질 등으로 구분한다 [7,8]. 기후변화에 의하여 대기오염물질에 영향을 미칠 수 있는 근거 [9]로는 1) 기후변화(바람의 방향, 강수량의 패턴이나 양의 변화, 온도상승)로 대기오염의 횡수와 강도에 영향을 미치고, 히터나 에어컨 사용으로 대기오염물질 생성을 증가시키며, 토양의 변화나 산불 등으로 자연적인 대기오염 생성원을 증가시킨다. 2) 성층권의 오존층 파괴로 대기온도 상승과 VOC, 질소산화물과 반응이 증가하여 오존 생성이 증가한다. 3) 분진은 연료나 차량, 숲에 산불의 빈도나 심함에 따라 분진이 증가한다. 4) 이산화황이나 질소산화물은 산화하여 황산과 질산을 형성하는데 산화반응은 높은 온도에서 촉진된다. 5) 기후변화는 대기오염과 알레르겐 분포와 이동에 영향을 미친다.

### 대기오염 물질이 알레르기질환에 미치는 영향

대기오염물질이 인체에 미치는 영향은 대기오염물질의 농도, 날씨변화, 인구증가, 경제성장, 오염물질 규제, 에너지소비 등 다양한 요인에 의하여 다르게 영향을 미칠 수 있다 [10]. 대기오염물질이 폐 및 호흡기 알레르기질환에 미치는 영향은 다양하며 (Table 1) [11], 1,759명의 아동을 8년간 대기오염과 폐기능과의 관계를 관찰한 결과 forced expiratory volume in one second (FEV1), forced vital capacity, maximal mid expiratory volume 등의 감소에 대기오염이 관계됨을 입증하였고 [12], 9-11세 학동기 아동 2,788명을 대상으로 한 연구에서 백혈구, 단핵구, 적혈구, 림프구 등의 혈구세포와 대기오염이 면역기능에 영향을 줄 수 있음을 시사하였다 [13].

환경분진은 입자의 크기가 0.1 μm 이하, 0.1-2.5 μm, 2.5 μm 이상인 분진으로 나뉘며 입자가 큰 분진은 기계적인 조작과정에서 미세분진은 연소나 화학반응으로 생성되며

분진농도가 증가하게 되면 코, 기관지, 결막에 접촉되어 천식, 알레르기비염, 결막염 등을 악화시키며 폐기능의 감소, 호흡기증상의 증가, 병원방문 횟수 증가, 병원입원의 증가를 가져오고 때로는 호흡기질환으로 인한 사망률의 증가를 초래하기도 한다. 그리고 호흡기계 방어기전이 약한 영아나 노인에서 호흡기감염의 가능성이 높아진다. 분진은 오존보다 대기 중에 머물며 천식의 악화 및 폐기능 감소에 오존보다 더 강하게 영향을 미친다[14]. 천식아동을 대상으로 한 연구에서 실내, 실외, 동일지역 중앙제어시스템에서 분진을 측정하고 폐기능의 변화를 관찰 하였을 때 실내, 실외, 중앙지역 PM 2.5, PM 10의 증가와 폐기능의 감소가 유의한 연관관계를 보였다[15]. 디젤분진은 PM 2.5의 대표적인 물질로 면역글로불린 E 및 알레르기성 기도염증을 일으키고 기도과민성을 유발시킨다는 것이 알려져 있다[16,17]. 디젤분진을 노출 후 기관지폐포세척액에서 폐대식세포, 호중구, 림프구의 증가가 관찰되며 폐조직에 호중구의 증가와 기관조직에 림프구, 비만세포, interleukin-8 mRNA 발현의 증가를 보인다[18]. 알레르기 비염에서 디젤분진 노출 후에 재채기, 코분비물이 증가, 특히 anti-ovalbumin (OVA)-IgG와 anti-OVA-IgE가 증가하고 코상피에 호산구침착, 배상세포 등이 증가하여 코에 디젤분진 노출이 알레르기 반응을 일으킨다[19]. 디젤분진은 기도염증을 일으키고 디젤분진과 꽃가루 감각에 상승작용을 나타낸다[20].

오존농도는 실외의 오존농도, 환기상태, 실내에서 제거되는 속도, 오존과 다른 화학물질과 반응에 의해 영향을 받으며 날씨, 지형학적 위치, 계절에 따라 차이가 있다[21]. 오존은 무색의 독성가스로 자동차 배기가스에서 나오는 질소산화물과 탄화수소가 태양광선에 반응하는 광화학산화반응으로 생성되어 건강에 위해한 영향을 미치고 있어 오존노출이 천식 및 만성 폐쇄성 폐질환 등 호흡기질환이 있는 사람에서 폐기능 저하, 기도과민성 증가, 기도염증을 유발하고, 대기오염이 증가될 때 천식환자가 응급실 내원, 병원입원, 약물사용 등이 증가되는 것으로 알려져 있다. 온도가 높으면 이러한 전구물질(VOC, 질소산물, hydroxyl radicals)의 증가 없이 오존 생성이 증가한다. 가장 흔한 VOC는 메탄이며 비메탄 VOC 생성원은 자동차 배기가스, 연료, 화학용제 등이다[22]. 또한 대기온도의 증

가는 생물학적인 아이소프렌(isoprene) 같은 VOC를 증가시키며 이러한 VOC가 질산성물질과 반응하여 오존 생성을 증가시킨다[23].

대도시에서 1시간 오존농도 0.12 ppm 이상 노출 시 천식 어린이의 응급실 방문이 높으며[24], 남부 잉글랜드에서 1시간 오존농도 0.12 ppm과 8시간 오존농도 0.085 ppm 노출로 천식이 악화되었다[25]. 또한 오존은 0.16-0.25 ppm 오존농도에 노출된 사람에서 흡입알레르겐에 대한 감작률을 증가시킨다[26]. 천식이 없는 어린이 3,535명을 5년 동안 관찰하였을 때 265명의 천식환자가 발생하였으며 대기 오존농도와 연관이 있었다[27]. 성인 비흡연 코호트 3,091명에서 15년간 관찰하였을 때 남성에서 3.2%, 여성에서 4.3%로 새롭게 천식이 진단되었으며 남성에서 오존농도와 천식의 증가와 관계가 있었다[28].

산화질소는 고온에서 nitrogen과 산소가 반응하여 생성되며, 대부분이 차량에서 발생된다. 질소산물의 증가는 오존과 관계되고 폐염증을 직접적으로 또는 오존을 통해 증가시키며 천식환자에서 항원 감각을 증가시킨다[29,30]. 이산화질소의 노출에 의해 기도감염이 증가되며 기존의 천식악화를 초래하고 폐기능, 최고호기유속, 최고호기유속변이성에 영향을 준다. 849명의 유아에 대한 코호트연구에서 생 후 1년에 10 ppb 이상의 이산화질소에 노출된 경우에 천 명의 발생이 많았다[31]. 이산화질소는 알레르기항원과 함께 기도상피, 비만세포, 호산구, 중성구, 림프구 등에서 염증매개물의 분비를 증가시켜 기도염증을 일으킨다[32].

이산화황의 생성원은 대부분 석탄 사용이며 2030년에는 현재보다 70% 이상 증가할 것으로 예상되며, 이러한 석탄 사용의 증가가 이산화황을 증가시키고 천식의 악화와 지구온난화에 영향을 미칠 것이다. 천식환자에서 이산화황을 0.5 ppm 노출 시 기관지 수축이 일어나고 0.25 ppm에서 FEV1의 60%까지 감소한다[32]. 이러한 이산화황이 다른 대기오염물질과 상호작용하여 폐기능의 감소를 증강시킬 수 있다[33].

VOC는 나무나 농작물과 같은 biomass연료, 석탄, 가스, 석유 등의 화석연료 등에서 acenaphthylene, anthracene, phenol, fluorine, ethylbenzene, phenathrene, 4-pheny-

l-cyclohexene, styrene, 4-vinylcyclohexene 등이 생성된다. 서울지역에서 지방에 비해 훨씬 VOC가 높고 실내, 실외에서 서울지역 개인이 VOC 노출이 많았다[34]. VOC 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  4시간 동안 노출한 대상에서 노출 후 바로 또는 18시간에 코세척액에서 호중구가 유의있게 증가하였으며, 13-14세 627명을 대상으로 한 연구에서 VOC가 높은 가정에서 천식의 유병률이 높았으며[35], 20-44세 600명을 대상으로 한 연구에서 저녁시간 호흡곤란이 톨루엔, C8-aromatics, terpenes, 포름알데하이드와 관계되었으며 기관지과민성과는 limonene이 최고호기유속과는 terpenes이 관련되었다[36]. 초등학교 8,549명을 대상으로 한 연구에서 8주 동안 5가지 석유관련 VOC (toluene, m- or p-xylene, benzene, o-xylene, decane), 공정관련 10가지 VOC (1,1,1-trichloroethane, carbon tetrachloride, 1-butanol, chloroform, perchlorethylene, methyl isobutyl ketone, 1,2-dichloroethane, styrene, mesityl oxide, 2-ethoxyethyl acetate)등을 조사하였을 때 계곡지역이 VOC 농도가 높았으며 천식의 위험도가 1.27 (95% confidence interval, 1.09-1.48)로 높았고 폐 증상의 빈도도 높았다[37].

## 대기오염과 알레르겐의 상호작용

분진, VOC, 오존, 산화질소, 이산화황 등 대기오염물질들이 알레르기질환의 발생 및 악화에 관여하고 또한 대기오염물질이 알레르기항원이나 꽃가루의 조력자로서 역할을 함으로써 알레르기항원을 목표기관에 용이하게 이동시키며, 또한 꽃가루, 곰팡이, 바이러스, 박테리아 등 생물학적 오염물질들과 상호작용으로 알레르기질환의 발생과 악화에 상승작용을 나타낸다[38,39]. 상호작용에 대한 기전은 대기오염이 꽃가루항원과 작용을 하여 알레르겐의 항원성을 변화시키고, 공기를 흡입할 때 예민한 환자에서 폐포 깊숙이 들어가게 한다. 또한 대기오염물질이 기도염증을 일으키고 투과성이 증가된 상태에서 점막을 쉽게 통과하게 되고 면역세포와 쉽게 작용하게 된다[40]. 그리고 대기오염물질에 기도과민성이 증가된 사람에서 꽃가루항원에 대한 기관지과민

성을 증가시키며, 대기오염물질이 항원에 대한 면역작용 이전에 상승작용을 나타낸다.

## 결론

기후변화는 대기오염물질의 농도, 날씨변화, 인구증가, 경제성장, 규제, 에너지소비 등 다양한 요인에 의하여 인체에 다르게 영향을 미칠 수 있다. 따라서 기후변화를 모니터링하고 기후변화가 인체에 미치는 영향에 대한 환경대책이 수립되어야 하고, 지구온난화와 대기오염, 그리고 생물학적 오염물질의 관리에 대한 연구와 대책이 국가적, 세계적인 측면에서 필요하다.

**핵심용어:** 기후변화; 대기오염; 건강; 천식

## REFERENCES

1. Patz J, Campbell-Lendrum D, Gibbs H, Woodruff R. Health impact assessment of global climate change: expanding on comparative risk assessment approaches for policy making. *Annu Rev Public Health* 2008;29:27-39.
2. McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. Climate change and human health: present and future risks. *Lancet* 2006;367:859-869.
3. Epstein PR. Climate change and human health. *N Engl J Med* 2005;353:1433-1436.
4. Patz JA, Campbell-Lendrum D, Holloway T, Foley JA. Impact of regional climate change on human health. *Nature* 2005; 438:310-317.
5. Lee SI. The incidence rate of childhood asthma and ISAAC in Korea. *Allergy* 1996;16:172-174.
6. Jang AS, Yeum CH, Son MH. Epidemiologic evidence of a relationship between airway hyperresponsiveness and exposure to polluted air. *Allergy* 2003;58:585-588.
7. Samet JM, Marbury MC, Spengler JD. Health effects and sources of indoor air pollution: part I. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:1486-1508.
8. Bardana EJ Jr. Indoor pollution and its impact on respiratory health. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2001;87(6 Suppl 3):33-40.
9. D'Amato G, Cecchi L. Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases. *Clin Exp Allergy* 2008;38:1264-1274.
10. Ebi KL, McGregor G. Climate change, tropospheric ozone and

- particulate matter, and health impacts. *Environ Health Perspect* 2008;116:1449-1455.
11. American Thoracic Society. What constitutes an adverse health effect of air pollution? Official statement of the American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161(2 Pt 1):665-673.
  12. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, Vora H, Thomas D, Berhane K, McConnell R, Kuenzli N, Lurmann F, Rappaport E, Margolis H, Bates D, Peters J. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med* 2004;351:1057-1067.
  13. Erdei E, Bobvos J, Brozik M, Páldy A, Farkas I, Vaskovi E, Rudnai P. Indoor air pollutants and immune biomarkers among Hungarian asthmatic children. *Arch Environ Health* 2003;58:337-347.
  14. Salvador P, Artiñano B, Querol X, Alastuey A. A combined analysis of backward trajectories and aerosol chemistry to characterise long-range transport episodes of particulate matter: the Madrid air basin, a case study. *Sci Total Environ* 2008;390:495-506.
  15. Delfino RJ, Quintana PJ, Floro J, Gastanaga VM, Samimi BS, Kleinman MT, Liu LJ, Bufalino C, Wu CF, McLaren CE. Association of FEV1 in asthmatic children with personal and microenvironmental exposure to airborne particulate matter. *Environ Health Perspect* 2004;112:932-941.
  16. Fujieda S, Diaz-Sanchez D, Saxon A. Combined nasal challenge with diesel exhaust particles and allergen induces in vivo IgE isotype switching. *Am J Respir Cell Mol Biol* 1998;19:507-512.
  17. Ohta K, Yamashita N, Tajima M, Miyasaka T, Nakano J, Nakajima M, Ishii A, Horiuchi T, Mano K, Miyamoto T. Diesel exhaust particulate induces airway hyperresponsiveness in a murine model: essential role of GM-CSF. *J Allergy Clin Immunol* 1999;104:1024-1030.
  18. Salvi SS, Frew A, Holgate S. Is diesel exhaust a cause for increasing allergies? *Clin Exp Allergy* 1999;29:4-8.
  19. Terada N, Maesako K, Hiruma K, Hamano N, Houki G, Konno A, Ikeda T, Sai M. Diesel exhaust particulates enhance eosinophil adhesion to nasal epithelial cells and cause degeneration. *Int Arch Allergy Immunol* 1997;114:167-174.
  20. Riedl M, Diaz-Sanchez D. Biology of diesel exhaust effects on respiratory function. *J Allergy Clin Immunol* 2005;115:221-228.
  21. Behndig AF, Mudway IS, Brown JL, Stenfors N, Helleday R, Duggan ST, Wilson SJ, Boman C, Cassee FR, Frew AJ, Kelly FJ, Sandstrom T, Blomberg A. Airway antioxidant and inflammatory responses to diesel exhaust exposure in healthy humans. *Eur Respir J* 2006;27:359-365.
  22. Kinney PL, Chillrud SN, Ramstrom S, Ross J, Spengler JD. Exposures to multiple air toxics in New York City. *Environ Health Perspect* 2002;110 Suppl 4:539-546.
  23. Sharkey TD, Wiberley AE, Donohue AR. Isoprene emission from plants: why and how. *Ann Bot* 2008;101:5-18.
  24. White MC, Etzel RA, Wilcox WD, Lloyd C. Exacerbations of childhood asthma and ozone pollution in Atlanta. *Environ Res* 1994;65:56-68.
  25. Gent JF, Triche EW, Holford TR, Belanger K, Bracken MB, Beckett WS, Leaderer BP. Association of low-level ozone and fine particles with respiratory symptoms in children with asthma. *JAMA* 2003;290:1859-1867.
  26. Holz O, Mücke M, Paasch K, Bohme S, Timm P, Richter K, Magnussen H, Jorres RA. Repeated ozone exposures enhance bronchial allergen responses in subjects with rhinitis or asthma. *Clin Exp Allergy* 2002;32:681-689.
  27. McConnell R, Berhane K, Gilliland F, London SJ, Islam T, Gauderman WJ, Avol E, Margolis HG, Peters JM. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. *Lancet* 2002;359:386-391.
  28. McDonnell WF, Abbey DE, Nishino N, Lebowitz MD. Long-term ambient ozone concentration and the incidence of asthma in nonsmoking adults: the AHSMOG Study. *Environ Res* 1999;80(2 Pt 1):110-121.
  29. D'Amato G, Liccardi G, D'Amato M. Environmental risk factors (outdoor air pollution and climatic changes) and increased trend of respiratory allergy. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2000;10:123-128.
  30. Barck C, Lundahl J, Hallden G, Bylin G. Brief exposures to NO2 augment the allergic inflammation in asthmatics. *Environ Res* 2005;97:58-66.
  31. Belanger K, Beckett W, Triche E, Bracken MB, Holford T, Ren P, McSharry JE, Gold DR, Platts-Mills TA, Leaderer BP. Symptoms of wheeze and persistent cough in the first year of life: associations with indoor allergens, air contaminants, and maternal history of asthma. *Am J Epidemiol* 2003;158:195-202.
  32. Krishna MT, Holgate ST. Inflammatory mechanisms underlying potentiation of effects of inhaled aeroallergens in response to nitrogen dioxide in allergic airways disease. *Clin Exp Allergy* 1999;29:150-154.
  33. Sheppard D, Saisho A, Nadel JA, Boushey HA. Exercise increases sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects. *Am Rev Respir Dis* 1981;123:486-491.
  34. Son B, Breyse P, Yang W. Volatile organic compounds concentrations in residential indoor and outdoor and its personal exposure in Korea. *Environ Int* 2003;29:79-85.
  35. Smedje G, Norback D, Edling C. Asthma among secondary schoolchildren in relation to the school environment. *Clin Exp Allergy* 1997;27:1270-1278.
  36. Norbäck D, Bjornsson E, Janson C, Widstrom J, Boman G.

- Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings. *Occup Environ Med* 1995;52:388-395.
37. Ware JH, Spengler JD, Neas LM, Samet JM, Wagner GR, Coultas D, Ozkaynak H, Schwab M. Respiratory and irritant health effects of ambient volatile organic compounds: the Kanawha County Health Study. *Am J Epidemiol* 1993;137:1287-1301.
38. Nel AE, Diaz-Sanchez D, Ng D, Hiura T, Saxon A. Enhancement of allergic inflammation by the interaction between diesel exhaust particles and the immune system. *J Allergy Clin Immunol* 1998;102(4 Pt 1):539-554.
39. Knox RB, Suphioglu C, Taylor P, Desai R, Watson HC, Peng JL, Bursill LA. Major grass pollen allergen Lol p 1 binds to diesel exhaust particles: implications for asthma and air pollution. *Clin Exp Allergy* 1997;27:246-251.
40. D'Amato G, Cecchi L, Bonini S, Nunes C, Annesi-Maesano I, Behrendt H, Liccardi G, Popov T, van Cauwenberge P. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy* 2007;62:976-990.

### Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 최근 관심이 집중되고 있는 기후변화와 대기오염에 대한 최신 지견과 대기 오염물질이 알레르기질환에 미치는 영향에 대하여 잘 기술하고 있다. 저자가 밝힌 대로 대기오염물질의 발생으로 온도 상승과 강수량 변화가 일어나고, 휘발성유기화합물과 질소산화물이 반응하여 오존과 이산화탄소가 증가하여 지구온실효과를 나타내서 기후변화에 영향을 주게 된다. 또한 대기오염물질은 사람에게서 알레르겐의 감작률을 높이고, 코와 기관지 점막을 직접 자극하며, 기관지과민성을 높여서 호흡기질환과 알레르기질환의 발생과 증상 악화를 일으킬 수 있기 때문에 대기오염물질 발생을 줄이는데 노력을 기울여야겠다. 그러나 대기오염물질이 알레르기질환 발생에 미치는 면역기전이 아직은 정확하게 밝혀지지 않은 상태이다. 우리나라에서도 대기오염에 의한 기후변화에 적절하게 대처하기 위하여 더 많은 연구와 발표가 필요하다.

[정리:편집위원회]