

서울 지역의 일반가정에서 관찰되는 실내오염물질

연세의대 알레르기 연구소, 환경공해 연구소: 박중원, 양지연, 신동천, 김규언, 홍천수

한국에서 알레르기 질환 및 호흡기 질환이 급속도로 증가하고 있으며, 많은 사람들이 오랫동안 실내에만 있을 경우 두통, 피부 따가움, 등 여러 증상을 호소하고 있다. 이는 실내 주거환경에서 알레르겐과 더불어 실내 공기 오염물질의 증가에 기인하리라 생각된다. 이에 1999년부터 2002년까지 보건 복지부의 지원하에 서울지역의 일반가정 207 가구를 대상으로 실내오염물질의 실태를 조사한 바 있으며, 그 결과를 중심으로 기술하고자 한다.

서울지역가정에서의 실내 알레르겐의 분포

한국의 가정에서 집먼지진드기, 바퀴, 애완동물의 털, 실내 곰팡이가 중요한 알레르겐으로 파악되었으며, 각 알레르겐의 분포상은 아래와 같다.

집먼지진드기

진공청소기로 실내먼지를 집안의 각 구역별로 채집하였다. 서울지역 가정의 85%에서 집먼지진드기가 검출되었으며, *Dermatophagoides farinae*가 77.1%의 가정에서 채집되어 우점종임을 알 수 있었다. *Dermatophagoides pteronyssinus*는 8.4%에서 *Tyrophagus putrescentiae*는 7.5%에서 채집되었다. 채집한 먼지내 *D. farinae*의 group 1 알레르겐 (Der f 1)농도는 침구류의 고은 먼지에서 측정된 값이 거실 바닥, 부엌바닥에서 채집한 먼지에서 측정된 값보다 유의하게 높았다.

침구류 먼지 검체의 75.5%에서 집먼지진드기에 감작될 위험이 급격하게 증가하는 것으로 알려져 있는 임계농도 (Der f 1기준 $2\mu\text{g/g dust}$)보다 높았으며, 거실바닥 먼지와 부엌바닥 먼지에서는 61.6% 그리고 46.8%에서 임계농도보다 높았다. 이러한 결과는 1989년 서울지역을 중심으로 실시된 연구 결과와 비교할 때 집먼지진드기 주 알레르겐 밀도가 현저하게 증가되었음을 보여주고 있으며, 한국에서 집먼지진드기에 의한 유해성이 증가하고 있는 것으로 판단되었다.

휴대용 air sampler로 25가정에서 120시간동안 부유 먼지를 채집하였다. 이 먼지중 64%에서 Der f 1이 검출되었으며, Der f 1 측정치는 reservoir dust에서 *D. farinae*가 발견된 가정에서 유의하게 높은 값이 관찰되었고, air sampler 채집먼지내 Der f 1 치는 침구류 먼지의 Der f 1치와 유의한 연관성이 관찰되었다. 이러한 결과는 air sampler로 채집한 검체도 reservoir dust와 더불어 폭로 정도를 판정하는데 유용함을 알 수 있었다.

바퀴는 끈끈이가 부착된 덩을 이용하여 채집하였으며, 대상 가정의 40%에서 바퀴가 검출되었다. 바퀴의 종별 분포상황을 보면 *Blatella germanica*가 26.4%, *Periplaneta americana*가 21.4%에서 검출되었다. *Blatella germanica*의 서식밀도가 *Periplaneta*를 약간 높았으나 통계적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 과거의 보고와 많은 차이가 있다. 1970년대에 서울지역에서 실시한 환경조사에 따르면 *Blatella germanica*가 절대적인 우점종이었으며, *Periplaneta americana*는 한반도 남부지방에만 국한되어 서식하는 것으로 보고된 바 있으며, 1992년도 실태조사에서도 서울지역에서는 *B. germanica*가 대부분을 차지하였으며, *P. americana*는 관찰되지 않았다. 이번 실태조사 결과를 볼 때 *P. americana*의 서식 한계선이 급속도로 북상하여, 서울지역에서는 호흡기 알레르기 질환의 중요 원인 항원임을 보여 주고 있다.

*B. germanica*의 group 1 주알레르겐 (Bla g 1)이 전체 가정의 89.9%에서 검출되었으며, 부엌바닥 및 거실 바닥면지에서 Bla g 1치가 침구류의 먼지에서 보다 유의하게 높았으나, 침구류 reservoir dust의 상당수에서도 높은 값이 관찰되었다.

에완동물

전체 201가정중 21가정에서 개를 키우고 있었으나 고양이를 키우는 가정은 없었다. 고양이털의 주알레르겐 (Fel d 1)은 전체 가정의 27.2%에서 검출되었으며, 전역에서 먼지내 Fed d 1치는 1 U/g dust 이하 이었다. 개털의 주알레르겐 (Can f 1)은 32%에서 검출되었으며, 거실 바닥면지 뿐만 아니라, 침구류의 먼지에서도 Can f 1치가 높게 측정되었다. 개를 키우는 가정은 그렇지 않은 가정에 비해 거실바닥 먼지 (14,517 U/g dust vs. undetected) 뿐만 아니라 침구류 먼지 (9,360 U/g dust vs undetected)에서 Can f 1 농도가 현저하게 높았다.

진균류

Bukard air sampler를 이용하여 60가구에서 2000년 4월과 7월에 실내 부유 진균을 Petri dish에 채집하여 진균류를 동정하였다. 4월에 채집한 부유 먼지에서는 *Penicillium* 및 *Cladosporium*이 98.4%에서 그리고 *Aspergillus* 균주가 11.1%, *Rhizopus* 균주가 9.5%, *Actinomyces* 균주가 6.3%에서 배양되었으며, 7월에는 *Aspergillus* 균주, *Rhizopus* 균주, 그리고 *Actinomyces* 균주의 검출율이 각각 63.9%, 33.4%, 18.6%로 증가하였다. *Penicillium*은 봄철과 여름철에 검출을 및 배양된 colony수에 변화가 없었으나, *Cladosporium* 및 *Aspergillus*는 여름철에 colony수가 현저하게 증가하였다.

실내 알레르겐 감작율

총 472명을 대상으로 실내 알레르겐에 대한 피부단자 시험상 감작율을 조사하였다. 집먼지진드기인 *D. farinae* (30.4%) 와 *D. pteronyssinus* (32.1%)에 가장 많이 감작되어 있으며, 독일바퀴 (29.2%)와 미국 바퀴 (26.0%)가 그 뒤를 이었다. 1980년대와 1990년 초에 시행한 피부시험 감작율과 비교하였을 때 집먼지진드기에 대한 감작율은 별 변화가 없었으나 바퀴에 대한 감작율은 10% 내외에서 급격하게 증가하고 있음을 알 수 있었다. 고양이를 키우는 가정은 없었으나 피부시험상 고양이털에 대한 감작율이 9.2%로

개털의 4.4%보다 높았다. 또한 진균류인 Aspergillus과 Penicillium 에 대해서도 각각 10.9%와 5.4%에서 감작되었다.

이러한 결과로 볼때 한국의 가정에서 집먼지진드기, 독일 및 미국 바퀴, 애완동물 및 진균류에 의한 알레르기 질환의 위험이 급속도로 증가하고 있으며, 추후 이에 대한 연구와 대책 수립이 필요할 것으로 생각되었다.

서울지역 가정에서의 실내공기질 분포

서울지역의 일반주택 207가구를 대상으로 1999년 9월-11월에 실내공기 오염수준을 평가한 결과는 표 1과 같다. TSP (total suspended particles), CO 및 CO₂는 직독식 측정기를 이용한 단기 측정자료이며, NO₂와 VOCs는 실내공기를 24시간 포집하여 분석하였다. 대상 가구중 환경기준치를 초과하여 높게 나타난 가정은 없었으나 CO₂, NO₂ 및 VOC의 indoor/outdoor (I/O) 비가 1.0을 초과하고 있어, 실내 오염원이 존재할 가능성이 있는 것으로 나타났다. VOC중 toluene이 가장 높은 농도를 보였으며, 그 다음으로 m, p-xylene, ethylbenzene, benzene, o-xylene 순으로 평가되었다. 또한 하루의 80% 이상을 실내에서 보내는 전업주부의 경우에는 개인노출 VOC의 오염도 양상이 실외 VOC 보다는 실내 VOC의 오염도 분포와 유사하게 나타났다. 여름철 bioaerosol 평가 결과 microccus와 staphylococcus 종류가 실내외 공기에서 모두 가장 많이 존재하고 있으며, 그 다음으로 bacillus와 diphtheroid 종류가 검출되었다. 박테리아는 실내공기와 실외 공기에서 각각 602.5 CFU/m³와 352.5 CFU/m³가 검출되어 I/O ratio 가 1.7로 높았다. 그러나 실내공기와 실외 공기에서 발견되는 박테리아의 종류와 검출율은 비슷하였다. 그람 음성균은 54 가구중 13가구 (24%)의 실내공기에서 동정되었다.

표 1. 서울 지역 일반 가구 (n=207)의 시내, 실외 및 개인 오염도 분포

대상물질	Indoor	Outdoor	Personal	환경기준치
TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	23.8±12.9	26.2±15.5	-	150
CO (ppm)	1.7±0.7	1.6±0.5	-	100
CO ₂ (ppm)	569±194	432±64.3	-	1000
NO ₂ (ppb)	31.4±11.4	31.2±9.6	28.9±9.2	150
VOCs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	109±84.6	70.0±37.3	99.2±89.7	-
Aldehydes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	195±115	-	-	-

거주 환경 특성에 따른 실내 오염도 분포를 조사하였다. 주택가 보다는 도로변에 위치한 주택의 실내 TSP, NO₂ 및 CO₂농도가 유의하게 높았으며, 카펫 및 애완동물이 있는 가구에서의 실내 TSP 농도가 없는 가구에 비해 다소 높았으나 통계적 유의성은 없었다. 도로변에 위치한 가구에서는 환기를 실시함으로 인해 NO₂ 실내 오염도가 증가하는 것으로 밝혀졌다. 가구에서의 실내 NO₂ 농도는 취사기구가 놓인 부엌 공간의 분리 여부에 영향을 받는 것으로 나타났으며, 취사기구가 있는 부엌에서의 오염도가 다

른 주거 공간에서 보다 통계적으로 유의하게 높았다. 실내 알데히드류 농도에 영향을 미치는 요인은 1년 이내에 실내 페인트칠 과 같은 개보수 작업 실시 여부와 실내 카펫 사용 여부에 따라 차이가 났다. 실내외 공기중의 박테리아 농도는 아파트보다 단독 주택에서 유의하게 높았다.

본 연구결과로 볼 때 먼지, 이산화질소와 알데히드류가 주요 실내공기 오염물질로 평가되었으며, 잠재성이 있는 물질로 bioaerosol이 관찰되었다. 실내 공기 오염도는 취사기구의 사용, 내부 수리, 가옥 구조 등의 거주 환경의 특성에 따라 영향을 받는 것으로 평가되었으며, 특히 실외 오염이 심한 지역의 경우에는 환기를 통해 오히려 실내공기가 오염됨을 알 수 있었다.

표 3 서울지역일반 가정의 실내외 공기에 존재하는 bioaerosol의 종류와 분포

	Indoor (n=54)		Outdoor (n=48)	
	% occurrence	CFU/0.04m ³	% occurrence	CFU/0.04m ³
Bacillus	61	1.8±1.9	79	3.3±2.7
Diphtheroids	39	1.3±2.3	75	3.4±4.6
Enterobacter cloacae	-	-	2	0.04±0.29
Gramma-Strepto	2	0.1±0.7	-	-
G - bacilli (glucose non- fermentating)	22	0.6±1.4	21	0.7±2.0
G - rods	2	0.02±0.14	-	-
G - cocci	2	0.1±0.4	2	0.1±0.6
G + rods	11	0.3±1.0	15	0.5±1.5
Micrococci	91	11.4±9.3	52	4.2±6.4
Staphylooccus	91	8.4±7.3	58	1.8±3.3
Total		24.1±12.5		14.1±11.1
CFU/m ³		602.5±311.3		352.5±278.5