

BA6) Pattern Recognition을 이용한 실내공기 중 PM-10의 분류 Classification of PM-10 in Indoor Air Using Pattern Recognition

남보현 · 황인조 · 김동술

경희대학교 환경학과 대기오염연구실

1. 서론

오늘날 경제적 생활환경의 개선으로 인하여 현대인은 24시간 중 80% 이상을 다양한 실내에서 생활하고 있다. 이에 따라 실내 공기질에 대한 관심이 확대되고 있는 실정이다. 우리나라도 1970년대 이후 실내환경에 대한 공기오염의 보건학적 관심을 보이기 시작했으며 오염원에 대한 기초 조사와 연구가 더욱더 절실한 실정이다. 특히, 실내에서의 오염원 중 담배연기는 보건학적으로 인간의 건강을 위협하는 가장 위협적인 존재이며, 실내 공기질에 가장 큰 영향을 미치는 최악의 오염원이므로 담배 연기에 대한 연구는 매우 중요하다. 흡연자의 직접 흡연뿐만 아니라 담배연기에 비흡연자가 무저항적으로 노출되는 간접흡연의 문제는 생활수준의 향상과 생활활동 양식의 변화, 건강에 대한 관심의 증대로 현대인들에게는 중요한 문제가 되고 있다.

환경담배연기 (environmental tobacco smoke)는 약 15% 정도를 차지하는 주류연기 (mainstream smoke; 흡연자가 담배를 흡입할 때 필터를 거쳐서 나오는 연기)와 약 85% 정도를 차지하는 비주류연기 (sidestream smoke; 흡연자가 피우는 담배가 태워질 때 담배 끝에서 발생하는 연기)로 나뉜다 (First, 1985). 담배는 연소과정에 의하여 부유분진과 니코틴, 타르 그리고 일산화탄소, 이산화탄소, 알데히드, PAH, 일산화질소, 휘발성 탄화수소 등을 비롯한 4,500종 이상의 오염물질을 방출하며 이중 50여종이 발암성 물질인 것으로 알려져 있다 (U.S. DHHS, 1986).

본 연구는 실내에서의 PM-10 농도를 분석한 후 그 자료를 군집분석을 통해 유사한 특성을 지닌 군집으로 분류하고, 분산 주성분분석을 응용한 형태인식법을 이용하여 분류된 군집을 확률적으로 검증한 뒤, 최종적으로 산출된 순수 군집 (homogeneous cluster)의 특징 및 오염원의 패턴을 파악하였다. 또한 담배연기내의 오염원을 분석한 후 실내에서 분류된 오염원의 패턴 중 담배 연기와 연관성에 대한 자료 해석을 실시하였다.

2. 연구 방법

2.1. 시료의 채집 방법

2000년 9월 6일부터 2000년 9월 22일까지 총 25개의 다양한 실내공간을 선정하여 PM-10 농도를 측정하였다. PM-10은 mini-vol portable sampler (Model 4.1, Airmetrics co., USA)를 사용하여 채집하였으며, 채집 유량은 5 L/min로 고정하여 12시간 이상을 기본으로 채집하였다. 채집 시간은 sampler에 부착된 타이머를 사용하여 고정하였고, sampler가 과부하 등으로 정지하는 경우를 대비하여 sampler에 부착된 시간기록계의 수치를 기록하였다. 시료 채집에 사용된 여지는 미국 Corning Costa사의 직경 47 mm, pore size 0.2 μ m의 Membra-Fil membrane filter를 사용하였다. 여지는 시료 채집 전·후에 전자 데시케이터에 보관을 하였으며, 시료채집 전·후의 무게차를 채집유량으로 나누어 분진농도를 계산하였다.

담배연기의 주류연기와 비주류연기를 채집하기 위해 300 × 300 × 500 mm 크기의 chamber를 제작하였고, 25 L/min의 유량을 가진 펌프를 이용하였다. 여지는 미국 Gelman사의 직경 37 mm, pore size 0.8 μ m의 Metricel membrane filter를 사용하였다. 한번의 담배 연기 채집을 위하여 10개피의 담배에서 주류연기와 비주류연기를 발생시켰으며, 연기를 모두 채집할 수 있을 정도의 시간을 가지고 주류연기와 비주류연기를 채집하였다.

2.2. 분석방법

실내공간에서 채집된 PM-10 시료와 담배연기 시료의 분석을 위해 미국 EPA에서 1992년 10월 13일에 고시한 CWA (clean water act)의 microwave 전처리법인 Questron을 사용하여 질산 전처리법을 수행하였다. 각각의 전처리된 시료는 ICP-MS (ICP-MS 4500/Hewlett Packard, 수원대학교 환경청정기술 연구센터 중앙분석실)로 분석하였다. 총 33종의 원소에 대하여 분석을 수행하였으나 검출한계 이하의 값과 검출되지 않은 항목을 제외하고 총 16종 (Al, B, Ba, Ca, Cd, Ce, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, Pb, Se, Ti, Zn)의 원소를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

2000년 9월 중, 실내공간 25개 장소에서 채집된 PM-10의 분진농도와 PM-10에 포함된 중금속 농도의 분석 결과를 표 1에 나타냈다. PM-10의 분진농도는 52 ~ 410 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 분포를 보였는데 그 중 환기 시설이 미비한 측정소인 호프집이 410 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 높은 농도를 나타냈다. 그러나 이에 반해 환기시설이 좋음에도 불구하고 외부에서 공사가 진행 중인 당구장의 농도는 각각 275 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 높게 나타났다. 16개의 원소를 ICP-MS로 분석한 16종의 원소 중 Al, Ca, Mg, Na, Pb, Zn 등의 원소가 대부분의 실내공간에서 높은 농도값으로 조사 되었으며, 그 외에 B, Cd, Ce, Cu, K, Ni, Se, Ti 등의 원소는 낮은 농도값을 나타내었다. 그리고 Ba는 식당에서 2850 ng/m^3 로 상당한 수준의 농도를 보였고, Fe 역시 식당과 복합상가에서 각각 1348, 1394 ng/m^3 의 높은 농도가 나타났다.

Table 1. Elemental of PM-10 concentrations in various sampling sites.

Site	(units : ng/m^3)						
	Billiard Hall	Cartoon Room	Singing Room	Eating House	Beer Hall	Complex Store	Library Building
Number of Sampling Site	3	3	2	3	4	3	3
Mass($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	95~275	106~139	58~115	52~247	109~410	100~226	55~122
Al	131~344	183~433	141~341	2546	42~213	634~2314	-
As	1~7	6	2	3~4	2~4	1~2	-
B	22~46	34~61	2~7	11~430	10~34	3~6	19
Ba	174	-	-	39~2850	18	33	-
Ca	268~4259	361~514	731~1038	86~4391	20~542	249~10155	-
Ce	9~40	20~29	4~17	1~22	18~90	10~17	2~39
Cd	1~4	2~3	2~3	1~10	3~9	1~3	1~5
Cu	35~92	4~54	18~31	29~48	30~67	28~65	4~25
Fe	-	-	10~50	1348	99	1394	-
K	24~158	30~78	21~66	19~110	42~159	65~81	12~47
Mg	362~1076	122	37~57	385	14~121	819~926	23
Na	503~2625	228~729	293~367	168~2802	744~2049	267~1517	369~911
Ni	8~15	-	-	2~54	6~18	3~14	4~31
Pb	30~50	-	59~63	129~208	47~102	51~66	2~122
Se	1~6	3~8	2	7	3~4	2~4	2~4
Ti	1~15	15~20	6~11	2~89	-	1~129	-
V	1~2	1	2	1~7	1~3	2~5	2
Zn	78~328	-	83~323	147~255	80~135	80~128	22

참고문헌

- First, M.W. (1985) *Constituents of Sidestream and Mainstream Tobacco Smoke and Markers & Quality Exposure to Them*, In Indoor Air and Human Health, Chelser, Lewis Publishers, 195-203.
- U.S. Department of Health and Human Sewicer (1986) *The Health Consequences of Involuntary Smoking. A Report of the Surgeon General*, Washington, D.C. DHHS Publication, 87-8398.