

3E3) 대기 중 입자상 물질 중 탄소 분석방법 및 농도 특성에 관한 연구

Study on characteristics of carbon for airborne particle and analysing method

박진수 · 김신도 · ¹김종호 · ²한진석

서울시립대학교 환경공학부, ¹한서대학교 환경공학과, ²국립환경연구원 대기연구부

1. 서 론

최근 대기오염물질에 대한 관심 증가는 대표적인 2차 오염물질로 분류되는 오존에 대한 관심과 미세 먼지에 대한 특히 많은 관심을 초래하고 있다. 특히 미세먼지 중 탄소성 물질(carbonaceous material)의 경우, 기존 연구를 결과를 통해 살펴보면 지역적인 차이는 있으나 PM_{2.5} 총 농도의 약 10~70%¹⁾, 26~60%²⁾, 20~80%³⁾의 분율을 나타내는 것으로 알려져 있다. 또한 탄소성 물질은 시정 장애 현상등과 관련하여 중요한 대상물질임으로 국내외적으로 많은 관심을 유발하고 있는 물질이다. 국내의 경우, 시정현상과 관련하여 한진석 등(1994)이 원소분석기(elemental analyzer, Perkin elmer model 240)를 이용하여 분석을 실시한 바 있으며, 시정거리 5 km 미만시 탄소의 시정 기여율이 35.5%를 보고한 바 있다. 또한 국내 청정지역을 중심으로 한 연구에서는 '94~99까지 고산과 강화도 지역의 EC와 OC의 농도가 0.02~4.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1.05~15.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도를 나타낸다고 보고한 바 있다.

본 연구에서는 이러한 탄소성분의 최근의 동향을 알아보기 위해 수도권지역을 중심으로 시료를 채취 분석하였다. 또한 사용되고 있는 분석 및 전처리 방법을 검토하여 방법론상의 문제점을 검토하고자 하였다. 미세먼지 내 탄소성분을 계절별로 채취 분석하여 농도 특성을 분석하였다.

2. 연구 방법

수도권 지역의 특성과 비교농도 측정지점을, 활발한 대기중 화학적 반응의 영향과 한강에 의한 풍도 효과(wind road effect)등이 발생하는 것을 고려하여 유입구 쪽인 측정소와 서울 대표지점을 각각 인천(용현동)과 서울(전농동)에 측정소를 선정하여 PM₁₀과 PM_{2.5}를 동시에 측정하여 중량 농도 및 탄소성분을 분석하였다. 측정기간은 계절적 특성을 알아보기 위하여 2002년 8월 5일부터 14일간을 측정하였으며, 2002년 10월 20일부터 8일, 2003년 1월 10일부터 14일간 측정을 실시하였다.

PM₁₀과 PM_{2.5}를 사이클론(cyclone, URG USA)과 1단(one stage) 필터팩(filter pack)에 석영(Quartz, whatman, 47mm)를 증류수로 세척후 500 $^{\circ}\text{C}$ 에서 4시간 강열 후 건조하여 페티리디시에 넣어 파라필름으로 밀봉하여 보관 후, 현장에서 측정시 개봉하여 오염을 최소화 한 후 샘플링을 실시하였다. 분석에는 원소분석기(LECO CHN-1000, USA)를 이용하여 분석하였으며, 이 기기의 경우 탄소(C)성분과 수소(H)를 연소소에서 산화시켜 적외선 흡수방식으로 검출하는 방법이며, 질소의 경우 열전도방식(TCD)을 이용하여 검출하는 기기이다. 또한 기기의 분석 특성과 분석신뢰성을 확인하기 위하여 FISON사의 원소분석기(EA 1108, USA)를 이용하여 CHNS/O등도 분석하였다. NIOSH 5040방법에 따라 분석하였으며, 최근 여러 가지 문헌에서 제시되는 온도 조건에 따른 분석도 실시하였다.

Table 1. Analysing condition of Elemental analyzer

항목		조건
온도	OC	500 $^{\circ}\text{C}$
	TC	975 $^{\circ}\text{C}$, 1050 $^{\circ}\text{C}$
주입가스	OC	He
	TC	He + O ₂
검출기	OC	TCD, IR
	TC	IR
여지 재질		Quartz

3. 결과 및 고찰

아래 그림 1은 전농동에서 측정된 PM₁₀/PM_{2.5}의 농도를 나타낸 것이다. 측정 기간 동안 전농동의 경우 PM₁₀/PM_{2.5}의 평균농도는 2002년 8월 14일간의 측정동안 37.3/21.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 10월 7일 측정기간 동안 45.3/45.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2003년 1월 14일 동안 107.5/48.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 값을 나타내었다. 또한 TC(Total Carbon)의 경우 측정기간 동안 탄소 농도는 8월 시료에서 PM₁₀/PM_{2.5}는 전체농도의 10.0%/15.0%를 차지하고 있었으며, 10월 시료의 경우 PM₁₀/PM_{2.5} 24.0%/41%를 차지하고 있었으며, 2003년 1월 시료의 경우 35%/58%의 비율을 차지하고 있어 전체 무게 중 PM_{2.5}에 보다 많은 분율의 탄소가 들어 있는 것으로 분석되었다. 또한 계절적으로는 겨울>가을>여름 순으로 TC 함량이 높았다. 특히 여름철의 TC 함량이 매우 적게 나타나고 있었으며 이는 지속적인 강우 현상뒤 비교적 청정한 환경에서 포집된 먼지의 특성으로 판단되며, 겨울철의 경우 전반적으로 약 45% 수준의 TC 수준을 보여 주고 있어 TC 중 EC와 OC를 구분하여 분석한 후 분율을 산정 할 경우 미세먼지의 발생기영율에 대한 포괄적인 접근도 가능하리라 판단된다.

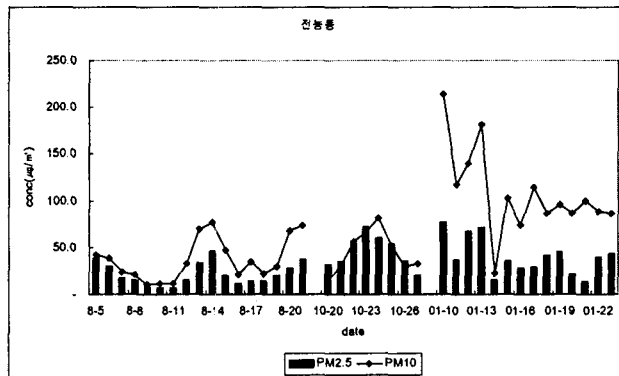


Fig. 1. Variation of concentration PM₁₀/2.5 at Jeonnong-Dong

사 사

본 연구는 환경부 「대도시 대기질 관리방안 조사연구」-미세먼지 생성과정 규명과 저감대책 수립-연구의 일환으로 진행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Turpin, B.J.; Saxena, P.; Andrew, E. Measuring and Simulating Particulate Organics in the Atmosphere : Problems and Prospects; Atmos. Environ. 2000, 34(18), 2983-3013
2. Chow, J.C.; Watson, J.G.; Lu, Z; Lowenthal, D.H.; Frazier, C.A.; Solomon, P.A.; Thuillier, R.H.; Magliano, K.L.; Descriptive Analysis of PM2.5 and PM10 at Regionally Representative Locations during SJVAQS/AUSPEX; Atmos. Environ. 1996, 30(12), 2079-2112
3. Nunes, T.V.; Pio, C.A. Carbonaceous Aerosols in Industrial and Coastal Atmospheres; Atmos. Environ. 1993, 27A(8), 1339-1346
4. Kochy, F.; Judith, C.C.; John, G.W. Evaluation of OC/EC Speciation by Thermal Manganese Dioxide Oxidation and IMPROVE Method; J. Air & Waste Manage. Assoc. 2002, 52, 1333-1341
5. 한진석 등, 수도권지역의 시정장애현상규명을 위한 조사연구(I,II,III) -시정감소 원인물질 및 메카니즘 규명 -, 국립환경연구원(1994, 1995, 1996)
6. 선우영 등, 배경농도지역 장거리이동오염물질 집중 조사II-강화, 태안, 거제, 고성, 고산의 대기오염물질 측정 -, 국립환경연구원(2002)
7. 강병욱(1998), 수용모델을 이용한 PM2.5의 배출원 추정 - 청주지역을 중심으로-, 건국대학교 박사학위 논문.