

### 3E4)                    추수 후 생체 소각이 대기질에 미치는 영향 Biomass Burning Aerosols after Harvest and Their Impact on Air Quality in Kwangju, Korea

류성운 · 김정은 · 김영준

광주과학기술원 환경공학과, 환경모니터링 신기술연구센터

#### 1. 서 론

최근 복사적, 화학적 활성 가스 및 원소 탄소(EC)의 전 지구적 규모의 양에 생체 소각의 기여도가 매우 크다는 것이 발표되고 있다. 지난 100년 동안의 생체 소각은 인간의 산업활동으로 인해 급격하게 증가되고 있고, 이제는 심각한 주요 배출원으로 인식되고 있다. 주요한 생체 소각으로는 산불, 아프리카 사바나 지역의 불, 경작지의 추수 후의 소각 그리고 생활을 위한 목재의 소각 및 연탄의 사용이 있다. 생체 소각에 의해서 발생하는 가스들은 환경적으로도 매우 심각하다. 온실가스인 이산화탄소와 메탄 및 연소된 입자상 물질들은 지구 변화, 기후 변화 및 복사량 변화에 영향을 끼친다. 또한 일산화탄소, 메탄, 질소 산화물 등은 모두 화학적으로 활성을 가진 가스들로서 대류권 오존의 광화학적 생성과 대기의 산화능력에 영향을 끼치며, 염화 메틸은 대기의 염소원으로서 성층권 오존을 파괴한다. 최근 생체 소각이 대기의 메틸 브롬 형태로서 대기의 중요한 발생원이며, 브롬은 분자당 영향력에 있어서 염소보다 40 배 이상 성층권 오존의 화학적 분해를 야기 시키고 있다고 밝혀졌다. 또한 생체소각으로 인해 발생된 미세 에어로졸은 호흡기 질환 등 인간의 건강에 영향을 끼칠 수 있으며, 시정의 악화를 초래하고 있다. 따라서 생체 소각에 의한 대기질의 영향 및 인체에 끼치는 영향에 대한 보다 과학적이고 정량적인 분석이 필요하다고 할 수 있다.

본 연구는 광주 근교 시골지역에서 봄철 추수 후 생체 소각의 특성과 이것이 미치는 대기질의 영향을 연구하기 위하여 수행되었다. 대기 에어로졸의 특성을 분석하기 위해 집중 측정을 실시하였고, 더불어 태양 복사 에너지 관측을 통해서 대기 에어로졸의 깊이를 관측하였다.

#### 2. 연구 방법

광주 근교의 시골지역의 봄철 추수 후의 생체 소각이 대기질에 미치는 영향을 연구하기 위하여 광주 과학기술원 삼성 환경 연구동 3층 옥상에서 2001년 6월 4일부터 6월 15일까지 PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> 대기 에어로졸의 집중 측정을 실시하였다. 또한 같은 기간의 대기의 광학적 깊이를 측정하기 위하여 회전 차폐판 복사계(Rotating Shadowband Radiometer, RSR)를 이용하여 전체 광학적 깊이(TOD) 및 에어로졸의 광학적 깊이(AOD)를 광주과학기술원 신소재공학과 10층 옥상에서 측정하였다. PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> 샘플은 URG 사이클론 샘플러(URG-2000-30EH, URG-2000-30ENB)를 이용하여 12시간 간격 및 24시간 간격으로 포집하였다. 이온성분 측정을 위한 테플론 필터는 테시게이터에서 항습시킨 후 마이크로 밸런스 무게를 측정 후 페트리디쉬에 넣고 테프론 테잎으로 처리한 후 아이스 박스에 넣어 이동하였다. 탄소성분(OC, EC) 분석을 위하여 석영필터를 550℃의 노(Furnace)에서 8시간 동안 전처리하여 사용하였다. 포집된 에어로졸은 DIONEX사의 DX-120 이온 크로마토그래피를 이용하여 이온성분(Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)의 분석을 수행하였으며, OC(Organic Carbon)와 EC(Elemental Carbon) 분석을 위해 미국 AtmmAA 사에서 선택적 고온 산화법(Thermal Manganese dioxide Oxidation, TMO)을 이용하여 분석을 수행하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

본 연구를 통하여 관측된 질량 분포는 생체 소각이 심할 때 급격하게 농도가 증가함을 알 수 있었고 주로 fine 영역의 질량 증가가 두드러졌다. 생체 소각이 없었던 맑은 날과 비교하여 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 질량 분포는 각각 340%, 360% 증가되었다. 미국의 NAAQS(National Ambient Air Quality Standards)가 24시

간 평균 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>은 각각 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 한국의 대기환경 기준은 PM<sub>10</sub>이 24시간 평균 기준 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 본 관측기간 중 이 기준을 초과한 날이 많았으며 PM<sub>2.5</sub>의 경우 심지어 2배 이상 초과한 날들이 많았다. 또한 이 기간의 탄소 성분의 평균 농도는 OC는 18.39, EC는 2.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 보였고, 평균 OC/EC는 7.0을 나타내어 깨끗한 대기의 경우와 비교하여 OC는 3배이상, EC는 2배 이상 증가하였고, OC/EC도 증가하였다. 이온 성분의 경우 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>에서 Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>이온 성분들이 증가하였고, PM<sub>2.5</sub>의 경우 생체 소각 발생기간 동안의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>와 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 평균 농도는 그렇지 않은 날에 비해 각각 200%, 350% 증가되었다.

RSR을 이용하여 관측한 결과를 통해 생체 소각 발생 시 급격하게 대기의 총 깊이 (TOD)가 증가하고 더불어 에어로졸의 광학적 깊이 (AOD)도 증가함을 알 수 있었다. 대기가 깨끗한 날의 평균 AOD는 0.28을 보였으며, 생체 소각 발생시 평균 AOD는 0.89로 증가하여 300% 이상 증가함을 보였다. 또한 광주지역 대기질을 악화시켜 시정을 나쁘게 하였으며, 기상에 따라서 오래 지속되는 현상도 관측되었다.

표 1. Temporal variation of PM components during the intensive sampling period in Kwangju, Korea

| Sampling date |       | PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | OC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | EC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|---------------|-------|---|--|---------------------------------|---------------------------------|
| 06/04/01      | Night | 181.65  | 151.42   | -                               | -                               |
| 06/05/01      | Day   | 196.51  | 157.78   | -                               | -                               |
| 06/05/01      | Night | 121.28  | 104.59   | 17.45                           | 2.80                            |
| 06/06/01      | Day   | 135.32  | 108.92   | -                               | -                               |
| 06/06/01      | Night | 117.15  | 94.52  | 17.22                           | 2.51                            |
| 06/07/01      | Day   | 135.63  | 100.19   | -                               | -                               |
| 06/07/01      | Night | 170.37  | 145.98   | 18.78                           | 2.47                            |
| 06/08/01      | Day   | 178.72  | 157.50   | -                               | -                               |
| 06/08/01      | Night | 172.20  | 146.43   | -                               | -                               |
| 06/09/01      | All   | 158.70  | 143.14   | 21.80                           | 2.69                            |
| 06/11/01      | Day   | 145.05  | 132.91   | -                               | -                               |
| 06/11/01      | Night | 114.33  | 96.21  | -                               | -                               |
| 06/12/01      | All   | 172.36  | 144.79   | 16.72                           | 2.60                            |
| 06/15/01      | All   | 45.11   | 35.80  | 5.89                            | 1.01                            |

## 사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금 및 두뇌한국 BK21사업 지원금에 의한 것입니다.

## 참 고 문 헌

- E. S. Macias, J. O. Zwicker, J. R. Ouimette, T. A. Cahill, G. A. Kuhlmeiy and L. W. Richards(1981) Regional haze case studies in the southwestern U.S.-Aerosol chemical composition, Atmospheric Environment, Vol. 15, pp1971-1986.
- Robert Hugget (2000) The Global Impact of Biomass Burning, Environmental Science and Technology, <http://asd-www.larc.nasa.gov/>.