

OA3 하동지역의 대기오염물질 농도변화의 특성

박종길, 김종명¹, 황현명²

인제대학교 환경시스템학부 대기환경정보연구센터,

¹인제대학교 교육대학원, ²대기환경정보공학과

1. 서 론

지역의 대기오염도는 그 주변지역의 대기오염물질의 배출량과 기상조건 및 지형에 따라 결정되지만 대부분의 경우에 있어서는 인간의 활동을 영위하기 위해서 소비하는 화석 연료의 과다 사용이 그 주원인으로 볼 수 있다. 대도시에서는 아파트 단지의 굴뚝과 자동차가 대기 오염의 주 오염원으로 다량의 NO₂, SO₂, CO, PM10 등을 배출하고 있으며 2차적으로 광화학 스모그를 발생, 오존의 생성, 산성비를 유발하여 우리 신체의 건강을 위협하고 있다.

따라서 대기오염도를 줄이기 위해서는 오염물질의 배출량을 감소시켜 대기오염도를 저감시킬 수 있으나, 제한된 기술과 경제적 한계성으로 어느 값 이하로 줄일 수 없는 제한을 받으며, 기상조건을 파악하고 예측을 통한 제한적 법적 규제를 가하므로써 대기질은 보전되어질 수 있다. 그러나 공단지역내의 여러 배출업소에 대하여 법적규제를 가하려면 해당 지역의 대기오염도를 평가할 수 있는 근거를 마련해야 하며 이를 위해 대기오염 물질 농도의 관측이 선행되어야 한다.

하동과 같이 연안에 인접해 있는 연안 도시 대기오염 물질의 농도분포 특성을 분석한 박종길(2002)은 이산화질소의 농도가 오존의 농도보다 높게 나타났으며, 이는 매년 증가하고 있는 도시의 차량 등록수와 지역에 따른 통행량 증가에 의한다고 하였으며, 오존의 농도는 하계에 높고 동계로 갈수록 감소하며, 이산화질소는 그 반대경향을 나타내 상호 관련이 있고 하계일수록 밀접하게 관련됨을 알 수 있다고 하였다. 전병일 외(1994)는 해풍이 부산 지역의 대기 오염 농도에 미치는 영향에 대해서 부산지역은 한반도와 남해와 동해에 인접해 있고, 여러 공업지대가 해안가에 있기 때문에 대기오염물질이 해풍의 영향을 받을 수 있는 상태에 있다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 부산과 같이 해안에 인접한 하동지역을 대상으로 대기오염물질 농도변화의 특성과 사계절 집중 관측을 통한 지역적 특성을 비교 분석하고자 한다.

2. 자료 및 분석방법

광양권일대의 대기오염물질의 농도 특성을 분석하기 위해 사용한 자료는 광양만권역의 중동과 태인지역의 대기오염물질(SO₂, O₃, NO₂, CO, PM10)의 시간별 농도자료(1997. 1~2000.12)를 사용하여 대기오염농도의 연변화 및 월변화 그리고 시간변화 계절변화를 분석·비교하였다. 또한 해당지역의 대기오염실태를 정밀하게 측정, 진단하기 위

해 하동군 화력발전소 부지내 한 지점과 인근에 있는 진정초등학교 지점을 선정하여 계절별 대기질 집중관측을 실시하였으며, 각 계절마다 가스상 대기오염물질은 대기질자동 측정차량을 통해 연속 3일간 3시간간격으로 측정하였고, 입자상물질은 PM10 샘플러로 24시간 연속 3일간 측정하여 대기오염물질 농도의 계절변화 및 시간변화 등을 분석하여 광양만권역의 대기질과 비교분석하였다. 집중관측은 4차에 걸쳐 실시되었는데, 가을관측은 2001년 11월 16일부터 19일까지, 겨울관측은 2002년 2월 5일부터 8일까지, 봄관측은 2002년 4월 18일부터 21일까지, 그리고 여름관측은 2002년 8월 19일부터 21까지 3시간 간격으로 실시하였다. 이상의 분석을 위해 광양만권역의 대기질 자료의 유효성을 검정하였는데, Larsen(1973)은 실측자료의 수가 전체 자료 집단의 2/3이상(24시간 평균치는 16시간, 1개월 평균치는 20일 이상)일 때 유효하며, 그 이하 일 때는 통계적 의미를 상실한다고 하였으므로, 본 연구에서는 대기오염물질의 시간별 농도자료 중에서 70%이상(24시간 중 결측이 8시간 미만)으로 측정된 날을 유효자료 일로 선정하여 일 평균농도를 구하였으며, 월 평균농도는 일 평균농도가 70%이상 구해진 월의 평균값을 통계 분석자료로 선정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 하동군일대 대기오염물질 농도 현황

지난 1999년 12월 1일부로 오존에 의한 대기오염규제지역으로 선정된 경상남도 하동군은 낙동강 환경청 산하 대기오염측정망을 갖고 있지 않으며 하동화력발전소에서 기업의 운영목적에 따라 대기오염농도를 관측하여 사용하고 있으므로 자료에 대한 신뢰문제로 하동군에 인접한 금강유역환경청 산하에 있는 중동과 태인지방의 대기오염농도 시간별 자료(1997~2000년)를 사용하여 하동군 일대의 대기오염물질 농도의 특성을 알아본 결과 아직 우리나라 대기환경기준을 초과한 경우는 없었으며, 오존의 경우 다소 고농도로 나타나는 등 지역 대기오염에 대한 정확한 진단과 분석이 필요하므로 여기에서는 오존에 대한 것만 제시 하였다.

하동군 일대의 오존의 연변화를 살펴보면 월평균농도와 월평균 최고 및 최저농도는 매년 증가하고 있는 추세를 나타내고 있으며, 하계에 높고 동계에 낮아지는 경향을 나타내고 있다. 아황산가스나 일산화탄소와 달리 오존의 경우 두 지역의 차이를 볼 수 없으며, 월평균 최저 농도의 경우 중동에 비해 태인이 농도가 높게 나타났다. 이는 두 지역 모두 해안에 인접해 있으나 태인의 경우 공단에 인접해 있어 다소 높은 농도를 나타낸 것으로 생각된다.

하동군 일대의 오존 농도의 월변화는 하계에 농도가 높고 동계에 낮은 전형적인 분포를 나타내고 있지만 7월과 8월에 연평균 농도보다 낮아지는 경향을 나타내는데 이는 해안을 끼고 있는 중위도 지역의 경우 나타나는 현상이며 한 낮에 일사량이 풍부하여 온도가 올라가면 해륙의 온도차에 의해 해풍이 발생하게 되고 이 해풍은 찬 공기를 내륙으로 이동시켜 온도를 떨어뜨리기 때문에 광화학 반응에 의한 오존의 생성이 둔화된다.

또한 이 시기는 우리나라에 나타나는 장마의 영향으로 운량이 증가하여 일사량이 감

소함으로서 광화학 반응에 의한 오존의 생성이 상대적으로 감소하는 것도 원인이 된다. 이에 대해 김영성(1996)은 우리나라 여름철 오존의 농도가 낮은 것은 강우에 의한 오염물질의 세정 효과 때문으로 볼 수 있다고 하였다.

하동군 일대 오존 농도의 일 변화 특성을 살펴보면 두 지역 모두 다른 오염물질에 비해 뚜렷한 일 변화를 나타내고 있다. 즉 산업활동 시간 이후 오존 농도가 급격히 증가하여 한 낮에 최고 농도를 나타내며, 그 이후 줄곧 감소하여 새벽 2~3시경에 2차 peak를 나타내는 전형적인 일변화를 나타내고 있다. 이는 대류권 하층내의 오존 농도는 이산화질소와 태양복사에너지 사이의 상호작용과 화학반응에 의해 생성되는 2차 오염물질로 일 중 오존 농도가 높게 나타나는 것은 이러한 광화학 반응이 활발히 일어나기 때문이다(김종필, 1998; 박종길 외, 1999).

3.2. 집중관측 을 통한 대기오염물질 농도의 계절변화

Fig. 1은 경남 하동군에서 관측한 가스상 대기오염물질의 평균농도와 최고 농도를 지점별, 계절별로 나타내었으며, 입자상물질인 PM10은 일평균농도를 지점별, 계절별로 나타내었다.

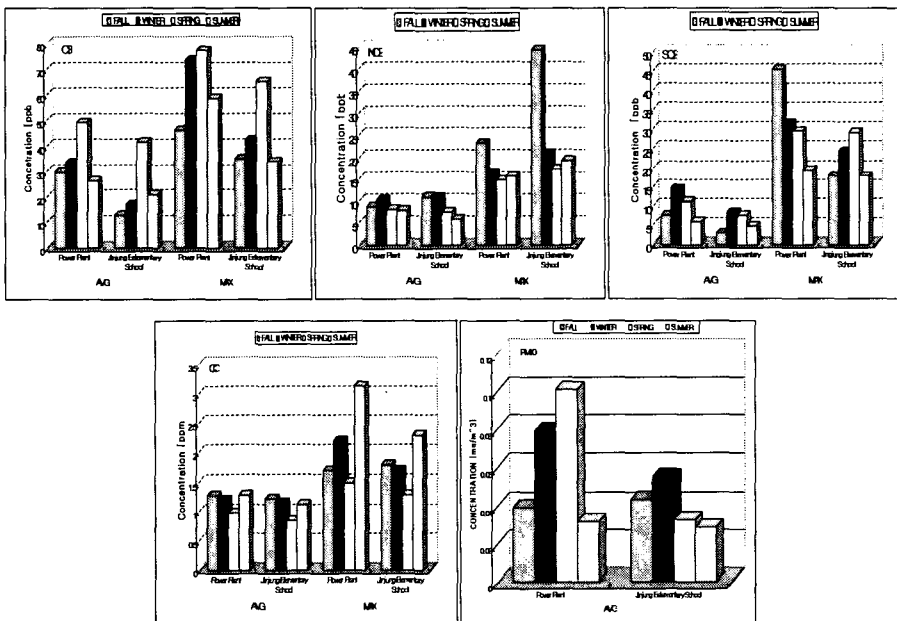


Fig. 1. Seasonal variations of air pollutants(O_3 , NO_2 , SO_2 , CO , PM_{10}) at each site in Hadong-Gun area.

오존의 농도는 하계에 높고 동계에 낮아지는 일반적인 경향을 잘 나타내고 있으며, S1 지점이 인근 S2지점보다 높은 농도를 나타내고 같은 경향을 나타내고 있었다. 오존의 전구물질인 이산화질소의 평균농도는 오존의 경우와 달리 가을과 겨울에 높은 농도를 나타내고 있으며 S1지점보다 S2지점이 더 높은 농도를 나타내었다. 최고농도 역시

S2 지점이 S1에 비해 높은 농도를 나타내었는데, 이는 S1 지점의 경우 차량통행이 적은 곳을 관측지점으로 선정한 반면, S2 지점은 도로가에 위치하고 있는 학교이기 때문에 차량의 영향을 받은 것으로 생각된다.

아황산가스의 농도의 경우 S1 지점이 S2 지점에 비해 높게 나타났으며, 가장 농도가 높은 계절은 겨울이고 그 다음은 봄이었으며, 가을과 여름에는 농도가 낮게 나타났다. 이는 주택난방 및 산업장의 난방에 의한 경우가 대부분이었음을 알 수 있다.

일산화탄소의 경우 S1지점과 S2 지점간 큰 차이는 없었으나, S1 지점이 S2지점에 비해 비교적 높은 농도를 나타내고 있으며 최고농도의 경우 그 경향은 뚜렷하였다. 일산화탄소는 연료의 불완전 연소에 배출되어지는 것으로 동계에 높은 농도를 나타내고 있으며, 여름이 가장 낮은 농도를 나타내었다.

PM10의 농도는 O₃, SO₂, CO 등과 같이 S1 지점이 S2 지점에 비해 농도가 높게 나타났다. S1 지점은 봄철, S2 지점은 겨울철에 가장 농도가 높았으며 여름철은 두 지역 모두 가장 농도가 낮게 나타나, 하계 강수에 의한 세정효과가 크게 영향을 준 것으로 생각된다. 하지만 S1 지점에서 대부분의 오염물질의 농도가 높게 나타나고 S2 지점에서도 비슷한 경향을 보이는 경우가 많은 것으로 보아 하동지역의 대기오염은 단일 오염원의 영향이 크게 나타난다고 볼 수 있으므로 연료의 전환과 집진효율의 제고가 필요할 것으로 생각되며, 특정 기상조건에 따라 인근 지역의 농도가 더 높게 나타나는 경우도 있으므로 주변 지역으로부터의 오염물질의 수송과 확산의 영향도 고려하여야 할 것으로 생각한다.

4. 결 론

하동지방 대기오염물질의 농도변화와 대기오염에 영향을 주는 여러 가지 요인을 분석한 결과, 그 결론은 다음과 같다.

대기오염 농도의 변화 특성을 살펴보면, 하동지방의 SO₂, NO₂, PM-10은 겨울과 봄에 농도가 높고 여름과 가을에 농도가 낮아지는 변화를 보였다. CO는 동계에 농도가 높게 나타났으며 하계로 갈수록 농도가 낮아지는 변화를 보였다.

4계절 집중관측을 통한 하동군 지역의 대기오염 농도의 특성은 S1과 S2 두 지점 모두 대기오염물질의 농도는 큰 차이는 없었지만, 4계절 모두 발전소부지가 진정초등학교에 비해 농도가 다소 높게 나타났으며, 특정 시간대에는 진정초등학교가 다소 높게 나타나기도 하였는데, 이는 특정 풍계에 의한 기상조건의 영향으로 생각한다. 이로서 하동군은 발전소 자체의 영향이 인근 지역에 크게 나타난다고 할 수 있으며, 특정 바람이 불 경우 주변지역의 영향도 무시할 수 없을 것이다. 그러므로 하동군은 발전소내의 오존발생 억제와 제진효율의 제고와 더불어 하동과 인근 지역을 포함한 대기질 개선책 마련이 필요하다고 판단된다.

참 고 문 헌

김유근, 이화운, 전병일, 홍정혜, 1996, 부산 연안역의 오존 농도에 미치는 해풍의 영향,

한국환경과학회지, 5(3), 265-275.

박옥현, 1995, 부산에서의 기인물질 발생원 특성과 오존 생성, 대한환경공학회지, 7(2), 1-11.

박종길, 석경하, 김지형, 차주완, 2002, 연안도시 대기오염 물질의 농분포 특성, 한국환경과학회지, 11(12), 1243-1252.

오인보, 김유근, 2002, 한반도 주요 대도시지역의 지표오존 특성:-추세, 일변화, 월변화, 수평분포-, 한국대기환경학회지, 18(4), 2002-253.

전병일, 김유근, 이화운, 1994, 해풍이 부산 지역의 대기오염농도에 미치는 영향, 한국환경과학회지, 3(4), 356-365.

横山榮二, 1987, 광화학 옥시던트의 건강상 영향, 공해 안전 11월호, 하동군, 2000, 하동군 통계연보.