

요 약 문

현재까지 부산, 울산, 경남에서는 각 지자체별로 대기질 관리대책이 수립·시행되어 왔다. 그렇지만 이러한 경우 지자체별로 대기질 관리에 대한 초점이 서로 상이할 가능성이 있으며, 오염물질이 행정구역을 넘어 영향을 미치게 되는 월경성 오염물질의 영향 및 현황파악이 어렵고, 행정구역 밖에서 유입되는 대기오염물질에 대한 영향으로 인해 지자체별 대책이 실효성을 거두지 못하는 등 효율적인 대기질 관리가 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서 효율적이고 체계적인 대기질 관리 대책수립을 위해서는 동일한 대기영향권역을 하나의 지역으로 통합하여 관리하는 체계가 필요하며, 현행 환경정책기본법 제23조에서도 “① 환경부장관은 환경오염의 상황을 파악하고 그 방지대책을 강구하기 위하여 대기오염의 영향권별지역 및 수질오염의 수계별지역 및 생태계권역 등에 대한 환경의 영향권별관리를 하여야 한다. ②지방자치단체의 장은 관할구역의 대기오염·수질오염 또는 생태계의 효과적인 관리를 위하여 지역의 실정에 따라 환경의 영향권별 관리를 할 수 있다.”라고 영향권별 환경관리에 대한 법적 조항을 명시하고 있다.

이와 같이 동일한 대기영향권역으로 통합관리가 이루어질 경우, 영향권 내의 모든 배출원에 대한 정보 획득이 용이해지고, 동일 영향권 내에 각 지자체별로 산재하고 있는 대기질 자동측정망의 효율적인 재배치 및 개수 조정이 합리적으로 이루어질 것으로 예상되기 때문에 높은 해상도의 대기질 현황파악이 가능해질 것으로 판단되며, 공통된 오염물질에 대해 공동 대처를 수행함으로써 대기질 대책 수립 및 시행에 있어 직접적인 비용이 절약되고, 오염물질의 장거리 이동에 대한 공동 대책을 마련할 수 있는 등 행정구역별로 대기질 관리대책을 수립·시행하는 것에 비해 많은 장점이 있다.

반면에 이러한 장점에도 불구하고 효율적인 대기영향권별 관리가 이루어지지 못한 이유는 각 지방자치단체간의 역할 구분이 어렵고, 대기오염물질의 이동현상에 따른 오염물질별 대기영향권을 정확히 추정하기 어렵기 때문에, 지자체별로 대기영향권별 관리가 필요하다는 공감대 형성은 되어 있으나 실효성 있는 영향권별 대기

질 개선대책 수립을 위한 유기적인 공조체제가 미흡한 실정이다. 특히 부산광역시를 비롯하여 울산광역시 및 경상남도 일부 지역은 이미 대기오염도가 대기환경기준을 초과하여 대기규제지역 또는 특별대책지역으로 지정되어 관리 중에 있으므로, 동남권의 효율적인 대기질 개선 및 유지를 위해 부산·울산·경남지역 내 동일한 대기영향권역을 파악하고 이를 토대로 한 지역간 통합관리방안 마련이 시급하다.

따라서 본 연구는 동남권의 대기질 개선을 위한 효율적인 정책 방향을 설정해나가기 위해서 총 3차년도에 걸쳐 수행될 예정이며, 이를 위해 먼저 동남권 지역의 대기질 현황의 분석과 대기질 관리 제도상의 문제점을 파악하고, 이를 토대로 대기질 개선을 위한 다양한 저역 및 수단에 대한 정량적인 비교평가를 통해 우선순위 정책의 결정 및 구체적인 광역 대기질 개선로드맵을 제시하는데 주된 목적을 두고 있다. 이를 위해, 먼저 광역대기권역의 대기오염물질별 농도특성분석, 배출원 분석평가 및 각 지자체별 대기질 관리 정책평가 등 제반현황과 특성분석을 통하여 광역 대기관리가 왜 필요한지에 대한 구체적이고 사실적인 근거를 제시할 필요가 있다.

따라서 1차년도 연구 과제에서는 아래의 그림1과 같이 먼저, 동남권의 대기질 농도 특성을 파악하고, 동남권을 하나의 동일한 대기영향권역으로 간주할 수 있는지에 관한 실증적 분석결과를 제시하고자 하였으며, 현재 중요한 문제로 대두되는 PM_{2.5}의 지역기준치 설정에 관해 추가로 논의하였다. 다음으로 배출원 배출목록 분석을 통해 동남권의 오염물질 배출량 추이를 파악하고, 수도권과의 비교·분석을 통하여 동남권 광역 대기질 관리의 필요성과 그 방향을 살펴보았다. 또한 CAPSS 배출량 자료를 보완하는 연구로서 COPERT IV 모형을 이용하여 도로이동오염원의 배출량을 산정하였다. 그리고 향후 부산, 울산, 경남의 대기질 개선 대책에 대한 평가를 위하여 지역별 대기질 개선대책의 한계 및 수도권 대기질 개선대책의 시행상의 문제점을 파악하고 동남권의 광역대기질 개선대책의 시행 가능성을 확인하였다. 마지막으로 위의 분석결과를 토대로 광역대기질 개선대책을 위한 제도적 토대 마련 등의 광역 대기질 개선 로드맵의 방향을 설정하였다.



<그림 1> 1차년도 주요연구내용

먼저, 측정망 자료분석결과를 살펴보면 SO₂와 O₃ 연평균 농도의 경우에 울산과 경남이 각각 서울보다 상당히 높은 결과를 보이고 있었으며, SO₂의 경우 울산의 공업지역에 위치한 화산리, 여천동, 부곡동 측정소가 특히 높은 농도를 보이고 있었다. 반면에 O₃의 경우 경남, 부산, 울산, 서울 순으로 농도가 높은 결과를 보여주고 있다. 이러한 결과는 동남권의 경우 서울을 비롯한 수도권과 다른 종류의 대기질 개선정책이 수립될 필요가 있음을 의미하며, 특히 SO₂의 경우 울산은 부산, 경남과 월별, 시간별 농도 추이에서도 다른 특성을 보이고 있으므로 국지적 차원에서의 특화된 대기질 개선 대책이 필요할 것으로 판단된다. 대기오염물질 중 월별 평균농도에서 다른 지역과 다른 패턴을 보이는 SO₂를 제외하고는 월평균, 시간평균에서 지역에 관계없이 유사한 형태를 보이고 있었다. 용도지역별로 구분한 결과 SO₂는 울산의 공업지역에서 농도가 특히 높게 나타난 경향을 보인 반면에 다른 지역에서는 상업, 공업지역이 높고 주거지역이 낮은 특징을 보였다. PM₁₀의 경우 지역에 관계없이 공업, 상업, 녹지, 주거지역의 순으로 농도가 높은 반면에, O₃의 농도는 주거지역이 높은 반면에 공업, 상업지역이 상대적으로 농도가 낮았다. NO₂와 CO의 경우에는 지역별로 차이를 보이고 있었다.

개별 측정소간의 상관계수를 동남권 전체로 평균한 값을 중심으로 측정소간의 관련성을 높은 상관도와 낮은 상관도로 구분할 때 SO₂의 경우 다른 대기오염물질에 비해 울산과 부산, 울산과 경남의 측정소들간에 상관도가 상대적으로 낮은 것으로

나타났으며, 측정소간의 절대적인 상관계수 수치도 낮았다. 이는 SO_2 의 경우 국지적인 영향이 상대적으로 크므로 특정지역에 국한한 대기질 개선대책이 필요함을 의미한다고 볼 수 있다. 경남 진주의 상봉동, 대안동, 상평동과 하동읍 측정소는 대부분의 대기오염물질에서 부산 및 울산의 측정소와 상관도가 일반적으로 낮은 특징을 보이며, NO_2 와 같은 일부 대기오염물질의 경우 경남의 다른 측정소와도 상대적으로 상관도가 낮은 특징을 보였다. 이는 부산, 울산, 경남의 대부분의 측정소가 동부 경남쪽에 위치한 반면에 해당 측정소는 서부 경남쪽에 위치하여 측정소간의 거리가 상대적으로 멀고 주변의 여건도 다른 측정소가 차이가 나기 때문으로 보인다. 이러한 결과는 광역대기질 관리를 위한 동일 대기권역설정에서 해당 지역을 제외하는 경우에도 광역대기질 개선의 효과는 크게 달라지지 않을 것이라는 점을 시사하는 것으로 판단된다. PM_{10} 의 경우에는 부산, 울산, 경남의 경우 서울보다 낮은 농도를 보이고 있지만 대기환경기준치를 초과하는 측정소가 다수 있으며 지역내 및 지역간 상관관계가 다른 대기오염물질에 비해 상당히 높은 특징을 보이고 있다. 또한 요인분석의 결과 2가지 요인이 상호작용하는 것으로 나타나고 있으며, 이는 황사에 따른 광역적인 요인이 큰 영향을 미치고 있음을 의미하는 것으로 판단된다. 반면에 O_3 의 경우 요인분석 결과 부산 및 울산과 경남에 지배적인 영향을 미치는 요인이 서로 다르다는 것을 보여주고 있었다. 마지막으로 대기오염물질을 변수로 두고 측정소별 연평균 자료를 이용하여 연도별로 군집분석을 한 결과를 살펴보면 부산, 울산, 경남의 지역간 차이보다는 용도지역의 차이가 군집별 분류에 보다 중요한 영향을 미침을 알 수 있었다.

다음으로 동남권지역의 지역환경기준치 설정에 관한 기초연구로서 최근에 국가환경치로서 예고된 바 있는 $\text{PM}_{2.5}$ 의 단기 대기환경기준을 기준값으로 설정하여 달성실패확률을 지자체별로 평가함으로써 적절한 기준치 설정의 방향을 제시하고자 하였다. 예고된 $\text{PM}_{2.5}$ 대기환경기준은 일평균 기준값(단기기준)이 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 연평균 기준값(장기기준)은 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 준비기간을 거쳐 2015년 1월1일부터 시행될 예정이다. $\text{PM}_{2.5}$ 기준치에 대한 평가방법은 동남권 각 지역의 $\text{PM}_{2.5}$ 에 대한 실측자료가 불충분하다는 점을 감안하여 PM_{10} 에 대한 $\text{PM}_{2.5}$ 의 질량농도비와 확보된 PM_{10} 측정망 자료를 이용하여 $\text{PM}_{2.5}$ 기준치의 달성실패확률을 통계적으로 산정하는 방법을 선택하였다. 대상지역 중 하나인 울산의 경우 $\text{PM}_{2.5}$ 에 대한 측정망 자료 확보가 불가하여 기준치 적합여부 판단대상에서 제외하였고 부산지역과 경남지역을 대상으

로 분석하였다. 산정 시 기초자료가 되는 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 의 질량농도비를 살펴보면, 부산시의 경우 0.50~0.75의 농도비 분포를 보였고 이 중 0.6~0.7의 범위에서 가장 많은 빈도수를 보였다. 경남지역의 경우, 0.43~0.80의 농도비 분포를 보였으며 이 중 0.7~0.8의 범위에서 가장 많은 빈도수를 보였다. 그리고 $PM_{2.5}$ 와 PM_{10} 의 상호간의 상관관계를 분석한 결과, 부산시는 0.618~0.754, 경남은 0.728~0.813으로서 비교적 높은 상관성을 보여 PM_{10} 농도가 높으면 $PM_{2.5}$ 의 농도도 높다는 것을 알 수 있었다. 위의 기초자료를 바탕으로 24시간 $PM_{2.5}$ 기준치 $50 \mu g/m^3$ 에 대한 기준치 달성실패확률을 산정한 결과, 부산시는 2006년부터 2010년까지 대상지역 전체에서 거의 100%에 가까운 달성실패확률을 보여 향후 시행될 $PM_{2.5}$ 기준치를 연중 1회 이상 초과할 것으로 판단된다. 경남지역도 마찬가지로 2006년부터 2010년까지 대상지역 전체에서 거의 100%에 가까운 달성실패확률을 보여 향후 시행될 $PM_{2.5}$ 기준치를 만족하기에는 어려움이 있을 것으로 판단된다. 이러한 분석결과를 토대로 동남권지역의 제반 여건과 지역적 특성을 고려하여 동남권 차원에서 유지·달성할 수 있는 지역대기환경기준치 설정을 위한 방안을 단계적으로 제시하였다.

그리고 온실가스 및 대기오염물질의 연계관리를 위한 배출량의 산정을 위해 이동오염원을 중심으로 EEA에서 개발한 COPERT IV 모형을 이용하여 배출량 산정을 시행하였다. COPERT IV 모형은 차량에 적용된 배출규제 기술 및 세부 차종 분류에 따라 배출계수를 개발하여 적용하고 있기 때문에 매우 세분화된 배출량 산정결과를 볼 수 있으며, 이 결과를 바탕으로 감축시나리오 개발이 가능하고 대기오염물질 및 온실가스를 동시에 산정할 수 있으므로 통합관리 측면에서 유리한 이점이 있다. COPERT IV 모형을 이용한 부산광역시의 2000 ~ 2008년 온실가스 배출량은 2000년부터 계속적으로 증가하는 형태이며 차량등록대수가 정체하는 2003 ~ 2004년에 소폭 감소를 하나 2007년까지 전반적으로 배출량은 증가하고 있다. CO 배출량은 2000년부터 증가하는 추세를 보이며 2005년을 기점으로 감소하는 추세를 보이고 있다. 차종별 기여도는 승용 휘발유(45.0%), 승용 LPG(34.7%), 중형 트럭(8.1%), 버스(3.9%), 승용 경유(1.5%)로 나타났다. NOx 배출량은 2000년부터 2007년까지 점차 증가하는 추세를 보이며 차종별 기여도는 중형 트럭(43.4%), 소형 트럭(20.2%), 버스(19.3%), 승용 경유(10.7%), 승용 휘발유(3.6%), 승용 LPG(2.8%)로 나타났다. PM_{10} 배출량은 전체적으로 증가하는 추세이나 승용 휘발유 배출량은 감소하는 추세이며, 차종별 기여도는 중형 트럭(32.1%), 소형 트럭

(28.0%), 버스(12.2%), 승용 경유(10.4%), 승용 휘발유(9.8%), 승용 LPG(7.6%)로 나타났다. VOC 배출량 결과는 2005년까지 증가하는 추세를 보이다 2005 ~ 2008년은 비슷한 수준을 유지하고 있다. 차종별 기여도는 승용 휘발유(27.7%), 승용 LPG(21.4%), 중형 트럭(20.6%), 소형 트럭(15.1%), 버스(10.8%), 승용 경유(4.4%) 순으로 나타났다.

금회 CAPSS자료를 활용하여 시도별, 동남권내 주요 배출원 및 배출량을 파악하였으며, 동남권의 대기오염물질 배출량은 울산과 경남의 비중이 다소 높으며, 경상남도는 이동오염원에 의한 NOx의 배출량과 선박제조에 의한 VOC배출량이 타지역에 비해서 많으며, 울산은 산업시설이 밀집되어 있어 SOx와 VOC배출량이 높은 것으로 나타났다.

동남권과 수도권의 배출량을 비교시, 수도권이 동남권에 비해 배출량이 많으나, SOx 항목은 동남권에 국내 제일의 석유화학단지와 조선소, 그리고 발전시설이 위치하고 있고, 해안권의 특성상 운항선박 등의 배출원이 분포해 있어 수도권보다 배출량이 많은 것으로 나타났다.

수도권과 동남권의 배출량 특성을 비교해 보면 수도권은 이동오염원 배출량의 비중이 높은 반면, 동남권은 산업 및 에너지시설에서 배출량이 큰 비중을 차지하고 있어 배출원의 특성이 차이가 있음을 나타내고 있다.

동남권은 수도권과 배출원의 특징이 다르고, 동남권내 부산·울산·경남에서도 배출원의 특성이 차이가 있으므로, 대기질 개선을 위한 대책이나 정책을 수립할 경우, 수도권의 정책과는 차별화가 이루어져야 하며, 동남권내 시도별로도 여건에 맞는 정책 수립이 요구된다.

동남권 배출량의 공간적 특성을 파악하기 위해 배출량을 1km 격자별로 분석해 보면, 인구와 산업시설이 밀집되어 있는 부산, 울산지역은 대부분분의 격자구간에서 배출량이 높은 것으로 나타나고 있으며, 경상남도 역시, 인구와 산업시설이 밀집된 통합창원시와 진주시, 거제시 등 배출량이 타 시·군에 비해 집중되어 있는 것으로 나타나고 있다.

동남권의 대기환경기준 항목의 배출량은 수도권 다음으로 많으면서, 화학물질 배출량은 경북권 다음으로 많이 배출되고 있고, 이는 수도권의 3배에 이르고 있다. 이를 통해 동남권은 일반 항목의 대기오염물질과 더불어 화학물질의 영향도 복합적으로 받고 있다. 화학물질은 발암성물질이 대부분으로, 유해성 측면에서는 수도권에

비해 심각한 상태라 할 수 있다. 우리나라는 대기환경특별대책지역으로 지정된 지역에 대해서 VOC 규제정책을 실시하고 있으나, 이외에 화학물질에 대한 정책이나 대책은 아직 없는 상태이며, 동남권에서는 해안지역의 특성상 대기오염물질의 화학반응이 중요하고, 배출량도 많으므로 향후 화학물질에 대한 대책수립도 요구된다.

격자별 배출량이 집중되어 있는 부산, 울산, 창원시는 위치가 서로 인접해 있어 기상조건에 따라 서로 영향을 미칠 수 있고, 화력발전소와 조선소가 위치해 있는 하동군과 사천시는 배출량이 적은 서남권에 위치해 있으나 국지적으로 배출량이 많아서, 대기확산에 의한 동남권 대기질에 영향이 있을 것으로 판단된다.

인근 지역간의 대기질의 영향은 해당지역의 오염물질 배출량 뿐만 아니라 주변 지역에서 이송되는 오염물질의 영향도 받게 되며, 오염물질의 이송과 확산은 기상과 지형의 상태에 따라 영향을 받게된다. 동남권은 해안과 접해 있고, 산악 지형이 많아서 오염물질의 확산범위가 다양하게 나타나므로, 각 지역간의 연관성은 시간적 공간적 여건을 반영하는 대기모델링을 통해 분석이 이루어져야한다.

동남권에는 부산광역시와 하동군 화력발전소 부지일대가 대기환경규제지역으로 지정되어 오존과 이산화질소의 개선이 요구되고 있다. 그리고 이동오염원의 NO_x와 및 선박제조에 VOC배출량이 많으므로 동남권 전체에 대한 광역적 규모를 대상으로 하고 있는 대기모델링이 실시되어야 한다.

동남권 지역의 대기질 개선 정책의 시행에 따른 효과 평가를 위해서는 정책의 유형과 복수의 대기오염물질 저감효과에 대한 평가척도의 일원화가 필요하다. 이러한 정책시행효과에 대한 일원화된 평가를 위하여 대기오염으로 인한 피해정도를 화폐가치로 환산한 사회적 환경비용으로써 대기오염물질에 대한 사회적 환경비용, 온실가스에 대한 배출권거래가격을 이용해 향후 동남권 대기질 개선을 위한 정책 및 수단 평가방법론에 대해 살펴보았다.

동남권 광역 대기질 개선을 위한 로드맵 작성 시 필수적으로 고려되어야 하는 사항은 다음과 같다

- 현황파악과 문제점의 도출

대기오염물질별로 시간별, 공간적 농도특성 및 배출특성 평가를 통한 우선 관리 대상 오염물질을 파악한다. 또한 지역별 특성에 따른 광역 대기질 관리의 장점을

최대한 살려 나갈 수 있는 광역 대기질 관리 영역을 결정할 필요가 있다.

– 대기질 개선대책의 평가

기존의 대기질 개선 정책 및 수단을 정리 비교하고, 향후 국가 대기 관리 정책의 방향을 고려하여 우선적으로 적용 가능한 정책 및 수단을 선별한다. 모델링 등의 방법을 통하여 각 정책 및 수단별로 대기질 개선 효과를 평가하고 목표 대기질 달성을 위해 가능한 조합의 대기질 개선 시나리오를 구성하여 각 시나리오별 평가를 통해 시나리오별 장·단점 및 특성을 비교 평가한다.

– 대기질 개선을 위한 협의체의 구성

지금까지 대기질 개선을 위해, 지자체별로 관리하고 있는 방식을 지양하여 적절한 대기 영향권 경계를 기초로 한 다수의 해당 지자체가 주체가 되어 대기환경 문제를 해결해 나갈 수 있는 가칭 동남권 광역대기 협의체의 구성이 필요하다.

이러한 협의체를 통하여 각 지자체 간의 이해관계 및 상이한 입장을 조정하고, 적절한 역할 분담을 협의해 나감으로써 광역 대기질 관리의 장점과 취지를 살려나갈 수 있다.

– 광역대기환경관리 기반의 구축

광역 대기질 관리를 보다 지속적이고 효과적으로 추진해 나가기 위해서 기존의 각 지자체 단위의 각종 대기질 관리제도 및 체제를 통합 개선하여 광역 대기 환경관리를 위한 기반을 조성해 나가야 한다. 이를 위해서는 기존의 행정조직체계, 지자체별 각종 관련 조례, 측정망 운영 등 각종 법규와 제도 및 대기질 관리 기반 체계를 광역 대기질 관리 체계로 변화시켜 나가야 한다.

– 광역 대기질 관리의 실질적 시행

일정기간의 적응기간을 거친 후, 광역 대기질 관리의 주체(가칭, 동남권 광역 대기협의체)가 중심이 되어, 각종 대기질 관리를 위한 정책 및 수단을 시행하여 나갈 필요가 있다. 동남권 광역 대기 협의체에서 역점 추진사항 등을 결정하고, 대기질 관리를 위한 기반을 조성해 나감과 함께, 국가적인 지원을 체계적으로 유도해 나감으로써 광역 대기 관리의 장점을 최대한 살려 나갈 수 있을 것이다.

- 광역대기질 개선을 위한 중점추진사항

광역대기질 개선을 위한 역점 사업을 추진하기 위해서는 ① 광역대기환경관리 기반조성을 위한 방안 마련, ② 광역대기권을 대상으로 한 체계적이고 정확한 배출목록 구축, ③ 각 지자체별 개별적 분리관리체계에서 지역단위로 총량을 관리하는 지역배출허용총량관리제도 도입, ④ 지역간 월경성 문제를 고려한 자동차(이동오염원) 관리 대책마련, ⑤ 배출시설 및 기타 배출원에 대한 대책, ⑥ 유해화학물질과 PM_{2.5}, 온실가스 등의 환경문제 야기로 인한 환경정책 변화에 따른 대책을 마련하여 향후 동남권지역의 광역대기질 개선을 위하여 중점적으로 추진할 필요가 있다.