

요 약 문

배출원으로부터 대기 중으로 배출된 대기오염물질은 상호 반응을 통해 2차 오염 물질을 발생시키기도 하지만 기상현상에 따라 자유롭게 이동하여 해당지역의 행정 구역 경계 뿐 아니라 해당국가의 국경을 넘어 이동하기도 한다.

이러한 특징들로 인해 대기오염물질은 인위적으로 결정된 행정구역의 단위가 아닌 대기권역별로 관리가 되어야 하는데 현재의 방법처럼 각 지자체가 주체가 되어 그 지역의 대기질을 관리해 나갈 경우 지자체별로 대기질 관리에 대한 초점이 서로 상이할 우려가 있다. 뿐만 아니라 행정구역을 넘어 미치게 되는 영향 및 현황파악이 어려우며 행정구역 밖에서 유입되는 대기오염물질에 대한 영향 파악 또한 불가능해 질 수 있어 지자체별 대책이 실효성을 거두지 못하는 등 효율적인 대기질 관리가 이루어지지 못하고 있는 것이 현실이다.

따라서 효율적이고 체계적인 대기질 관리 대책수립을 위해서는 앞서 언급한 바와 같이 동일한 대기영향권역을 하나의 지역으로 통합하여 관리하는 체계가 필요한데 이는 이미 현행의 환경정책기본법 제23조에서도 언급하여 법적 조항으로 명시하고 있다.

대기영향권역별로 대기질 관리가 통합되어 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 수 있어 높은 해상도의 대기질 현황파악이 가능해 진다. 또한 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.

그러나 현실적으로는 이러한 장점에도 불구하고 효율적인 대기영향권별 관리가 이루어지지 못하고 있다. 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 대기질 개선대책 수립을 위한 유기적인 공조체제가 미흡한 실정이다.

특히 부산광역시를 비롯하여 울산광역시 및 경상남도 일부 지역은 이미 대기오염

도가 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 지역 간 통합관리방안 마련하는 것이 시급하다. 이러한 필요에 의해 최근에는 행정구역이 인접한 부산시와 김해시의 일부를 통합해 부산권역 대기환경개선 실천계획이 수립되기도 하였으나 이는 체계적인 통합관리의 차원이 아니라 단지 대책수립의 편의성에 초점이 맞춰져 이루어졌다고 할 수 있다.

본 연구는 동남권의 대기질 개선을 위한 효율적인 정책 방향을 설정하는데 주된 목적이 있다. 이를 위해서는 광역대기관리의 구체적인 필요성과 연구 취지에 맞는 목표 달성을 위한 법적, 제도적 토대가 선행되어 마련되어야 한다. 그러나 현 시점에서는 아직까지는 동남권역 대기질에 대한 객관적이고 과학적인 증거가 불충분할 뿐 아니라 공동 대처 방안의 필요성 인식에도 불구하고 실제 실효성 있는 추진 사례가 없는 실정이다. 그러나 이미 수도권 지역에서는 수도권 대기환경개선 특별법 및 수도권 대기환경관리 기본계획을 통해 소기의 성과를 거두고 있어 동일한 대기영향권역에 포함되는 동남권역 또한 이러한 사례를 토대로 통합관리에 대한 필요성을 바탕으로 한 구체적인 방안을 마련해 나갈 필요가 있다.

이를 위해 이미 2011년도에 동남권 대기질 개선을 위한 정책연구가 부산, 울산, 경남의 공동연구로 진행되었고, 후속과제로 동남권의 객관적이고 과학적인 증거 수집을 통해 동남권의 효율적인 대기질 관리를 위한 통합관리 방안과 함께 체계적인 장단기 저감대책을 담은 대기질개선 로드맵을 수립하기 위해 본 과제가 진행되었다.

지금까지 진행된 본 과제의 연차별 연구개발목표 및 추진전략·방법은 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> 연차별 연구개발목표 및 내용

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용
2011년 (11.5 ~ 11.12)	부산·울산·경남지역 의 대기오염 상호연관성 분석 및 광역 대기질 개선 로드맵 방향 설정	<ul style="list-style-type: none"> - 부산·울산·경남 지역 및 수도권 지역의 대기오염관련 연구의 검토 및 정리 - 측정망 자료 분석을 부산·울산·경남 지역 간의 영향 정도를 정성적으로 파악하기 위한 상관분석 및 요인분석 실시 - 대기오염 배출량 자료의 수집과 분석 - 광역 대기질 개선을 위한 로드맵 방향 설정
1차년도 (12.4 ~ 12.12)	광역대기오염 모델링 및 저감정책 선정	<ul style="list-style-type: none"> - 대기오염 배출량 자료의 보완 및 모델링 입력자료화 - 기상모델의 선정 및 기상모델링 수행 - 광역대기권 분석에 적합한 모델 검토 및 예비 모델링 실시 - 동남권역 장단기 대기오염도 저감을 위한 실행가능한 정책 선정
2차년도 (13.1 ~ 13.12)	로드맵 구축 및 광역협의체 구성방안 마련	<ul style="list-style-type: none"> - 동남권지역의 대기질 개선을 위한 로드맵 제시 - 효율적인 대기질 관리를 위한 광역협의체 구성 방안과 단계별 실천계획의 수립 - 목적별 대기모델링 체계 구축방안의 제시

먼저 2011년도 연구과제인 「동남권 대기질 개선을 위한 정책연구」를 통하여 부산, 울산, 경남 지역의 대기오염도 현황을 대기오염물질별로 비교·분석하여 오염물질의 패턴에 따른 대기질 개선대책의 수립하고, 이에 따른 로드맵 방향 설정에 대한 고려 사항을 제시하였다.

1차년도에는 전년도 과제에서 구축된 자료를 토대로 광역대기권 분석에 적합한 모델링을 실시하여 나온 결과를 통해 동남권역 장단기 대기오염도 저감을 위한 실행 가능한 정책을 선정하고, 모델링을 통해 효과·분석하고, 그 적용결과를 토대로 정책효과 평가를 위한 현실적인 방안 및 체계를 제시하였다.

2차년도에는 동남권지역의 대기질 개선을 위한 체계적인 통합관리 방안 및 장단기 저감대책에 대한 로드맵을 작성하고 다양한 모델링(기상, 대기질, 통합관리를 위한 배출량 산정 모델링 등) 결과를 분석하고 그 함의를 정리한 결과를 토대로 동남권지역의 대기질 현황파악 및 개선대책의 수립과 평가를 위한 효율적인 대기질 모델링체계(모델의 선정, 입력자료 구축, 멀티 모델링체계 등)의 구축방안을 제시하였

다.

특히 2013년도에 진행된 2차년도 과제는 동남권의 효율적인 대기질 관리를 위한 통합관리 방안과 함께 체계적인 장단기 저감대책을 수립하기 위해 2012년도에 수행하였던 1차년도 사업을 토대로 하여 다음의 주요 연구목적을 달성하기 위해 수행되었다. 2차년도 추진전략 및 방법은 <표 2>와 같다

첫째, 2011년 “동남권 대기질 개선을 위한 정책연구” 및 2012년 “동남권의 효율적인 대기질 관리를 위한 통합관리 방안 및 장단기 저감대책 수립(1차년도)” 과제의 결과와 이번 과제를 통해 얻어진 보완적 연구결과를 토대로 하여, 동남권지역의 대기질 개선을 위한 체계적인 통합관리 방안 및 장단기 저감대책에 대한 로드맵을 작성한다.

둘째, 지금까지 적용되어온 국가차원, 수도권지역 및 동남권지역의 대기환경 관리 정책 및 수단에 대한 정량적 평가 및 비용-편익 평가를 통해, 현실적이면서도 비용 효율적인 저감대책을 수립한다. 특히 외국사례 및 우리나라에서 최근 적용 중이거나 조만간 실시 예정인 신 환경정책을 정리 분석한 내용을 토대로 향후 동남권 대기질 개선에 적용될 수 있는 대책을 로드맵 과제로 포함시켰다.

셋째, 2011년, 2012년 과제 진행을 통해 도출된 동남권역의 오염물질 배출현황 및 특성(특히 수도권 지역에 대비한 유해물질의 배출특성 등)분석, 대기오염물질 별 농도특성분석 내용을 감안하여, 수행된 다양한 모델링(기상,대기질, 통합관리를 위한 배출량 산정 모델링 등) 결과를 분석하고 그 함의를 정리한다. 이를 토대로 동남권지역의 대기질 현황파악 및 개선대책의 수립과 평가를 위한 효율적인 대기질 모델링체계(모델의 선정, 입력자료 구축, 멀티 모델링체계 등)의 구축방안을 제시한다.

<표 2> 2차년도 추진전략 및 방법

추진전략	추진방법
동남권 광역 대기질 관리를 위한 로드맵 작성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2014~2020년 단기/중기 로드맵 작성 ▪ 광역 협의체 구성 및 운영 방안 등 단기 및 중기 로드맵 작성 ▪ 수도권과의 차별성 확보 ▪ 2021~2030년 장기로드맵 작성 ▪ 동남권역의 장기적인 대기질 관리를 위한 로드맵 제시
대기질 개선정책의 평가 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 주요 정책별 감축잠재량의 산정 및 비용-편익 분석 ▪ 친환경정책(온실가스와의 연계관리, 초미세먼지, 유해물질관리)의 반영
합목적적 대기오염 모델링체계구축 방안	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실시간 상시모니터링 모델링 체계구축 방안 ▪ 개선대책수립 및 평가목적을 위한 대기질 모델링체계 구축방안 (모델의 선정, 입력자료구축, 멀티모델링시스템 구축 방안)의 제시 ▪ 대기유해물질, 등에 대한 모델링 체계 구축방안 제시

위와 같은 연구목적을 달성하기 위해 도출된 주요 내용을 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 체계적인 동남권역 대기질 관리를 위한 로드맵을 작성하였다. 이번 과제를 통해 얻어진 연구결과와 함께 2011년 및 2012년도 연구에서 도출된 동남권역의 대기오염물질 배출특성, 오염물질별, 지역적 농도특성분석, 다양한 모델링의 수행 결과 및 친환경정책의 방향 등을 토대로 동남권지역의 대기질 개선을 위한 우선 관리대상물질(유해물질, 아황산가스 초미세먼지 등)와 제도 및 인프라구축(광역협의체 구성, 온실가스와의 연계관리체계 등), 그리고 대상물질 및 지역적 특성을 고려한 합목적적 대기모델링의 구축 및 활용방안 등에 관한 내용을 향후 동남권역의 효율적인 대기질 관리를 위해 중점사업으로 추진해야 하는 선결과제로 선정하여 그 단계별 실천 계획을 연차별로 로드맵에 반영하였다. 로드맵을 작성한 정책분야는 ‘동남권 광역대기협의체 구성’, ‘모델링 시스템 구축’, ‘도로이동 배출원 오염물질 감축정책’, ‘선박이동 배출원 오염물질 감축정책’, ‘유해화학물질 관리’, ‘온실가스와 대기오염물질 통합연계관리’, ‘SO_x 배출저감 정책’, ‘PM_{2.5} 배출 저감 정책’ 등 8개 분야이다. 로드맵 이행과 관련하여 가장 중요한 부분은 광역협의체를 구성하여 3개 광역지자체가 서로 협력하여 지역 대기오염문제를 풀려는 의지를 보이는 것이다.

차후 이러한 협의체가 구성되었을 때 공동으로 어떤 정책을 펴나가야 되는지에 대한 밑그림을 그려보았다. 실효성이 없거나 대기오염문제 해결에 의미있는 저감효과를 내지 못하는 정책들은 과감히 삭제하고 비용효과적이고도 실효성이 있을 것으로 예상되는 주요정책들에 대하여 장단기적으로 어떻게 실행에 옮길 것인가에 대한 로드맵을 작성하였다. 향후 이 부분에 대해서는 심도있는 토론이 필요하겠지만, 일단 기초연구를 매듭지으면서 본 연구팀들이 생각하는 내용들을 정리했기 때문에 구체적인 협의의 출발점이 될 수 있으리라 판단된다.

체계적이고 연차별 우선순위가 고려된 효율적인 로드맵 작성을 위해 로드맵에서 제시되어야 하는 단계별 실천계획에 관련이 되는 주요 감축정책 및 대책에 대해 각각의 정책(대책)별로 감축잠재량을 도출하고, 이에 대한 비용-편익분석을 수행하였다. 그리고 친환경정책에 대한 대응방안으로서 통합환경관리 전략 구축, 동남권 지역 유해화학물질 관리방향, PM_{2.5} 관리방향 등에 대해 살펴보았다. 각 시·도의 지역적 특성에 맞게 기준치를 설정하고 이를 달성하는데 좀 더 효율적으로 감축할 수 있는 정책을 구축하기 위해 국내에서 시행되는 정책들과 국외에서 시행되는 정책 등을 통해 지역적 특성에 맞게 효과적이고 실행 가능한 정책 선정을 하기 위한 분석을 하였다. 그리고 대기질 개선정책의 적용에 대한 평가방법인 정량적 평가방법을 통하여 특정 대기오염물질에 대한 높은 저감 효과를 가지는 정책들과 여러 오염물질들을 공통적으로 저감할 수 있는 정책에 대한 감축잠재량을 분석하고 이를 토대로 동남권에서 적용해야 하는 신규정책 기존정책의 보완정책 및 동남권역의 지역적인 특성을 고려한 지역특화정책에 대해 국내 타 연구의 비용-편익 분석자료를 인용하여 비용-편익을 간접적으로 분석하였다. 친환경정책에 대한 대응방안은 다음과 같다. 통합환경관리 전략 구축방안에서는 지역환경 통합관리 방안의 한 부류에 속하는 ‘동남권광역협의체’구축 방안과 배출원통합관리에 해당하는 온실가스와 대기오염물질의 통합연계관리 방안에 대해 살펴보고 그 각각에 구축방안들을 살펴보았다.

그리고 부·울·경 지역 유해화학물질 관리방향에 대해서 살펴본 결과, 부산은 수도권과 유사한 자동차에 의한 대기오염이 주를 이루고 있으나, 울산과 경남은 산업체로부터 배출되는 유해대기오염물질이 주를 이루고 있고, 경남의 경우 상위 배출업소 10위 업체 중에서 9개가 조선 관련업종이고, 울산의 경우는 상위 배출업소 10개 중 4개가 조선업종, 1개가 자동차 업종, 3개가 정유관련업종이므로 동남권지역의

주요 배출업종은 조선, 자동차, 정유 업종으로 요약되는 것으로 파악되었다.

따라서, 이들 업종에 대한 구체적인 장단기 대책이 제시되어 실행에 옮길 수 있다면 동남권지역의 유해대기오염물질에 의한 피해를 상당부분 줄일 수 있을 것으로 판단되었다.

향후 로드맵의 제시된 정책 수행효과의 평가 및 위해 오염물질에 대한 동남권역의 대기질 예측을 통한 사전예방적인 정책을 체계적으로 수립하고 시행하기 위해 실시간 대기질 모델링 시스템을 구축하고, 오염물질별로 목적에 따른 대기질 개선을 위한 대기질 모델링체계 구축방안에 관한 내용을 제시하고 그 선결과제를 로드맵에 반영하였다. 본 연구에서는 대기질 모델링체계를 상시적 모니터링과 목적성 모델링으로 구분하였다. 상시적 모니터링은 대기환경이 직면할 환경문제를 예측하고 예방 또는 대응 할 수 있는 모델링 체계이며, 목적성 모델링은 대기환경오염 문제 특히 유해대기오염물질에 문제가 발생했을 때 그 정도를 파악하고 개선 대책의 효과를 분석할 수 있는 모델링체계이다. 이를 위해서 현재 국내외에서 사용하고 있는 확산 모형, 수용모형, 기상모형의 장점 및 한계점 등을 검토하고 1차년도 모델링 결과를 분석하여 상시 모니터링 모델링 및 목적성 모델링에 적합한 모델을 선정하였다. 또한 각 모델의 한계점을 상호 보완 할 수 있는 멀티 모델링 체계를 배출목록 구축 여부에 따라 구분 하여 사용 할 수 있도록 멀티모델링체계 I 와 멀티모델링체계 II 의 두 가지 체계를 제시하였다. 멀티모델링체계 I 은 배출목록이 구축되어 있지 않을 때 PMF, FA, CMB와 같은 수용모형을 통해 영향을 미치는 오염원의 정량적 기여도를 파악하고 기상모델(HYSPLIT, WRF) 및 위치 확인 모형(PSCF)을 통해 그 위치를 추적하여 개선 대책에 있어서 효과적인 선택과 집중을 할 수 있는 모델링체계이다. 멀티모델링체계 II 는 배출목록이 구축되어 있을 때 비점오염원에 대한 예측이 어려운 확산 모형과 장래 예측이 불가능한 수용모형의 한계점을 상호 보완 및 결과를 검증 할 수 있도록 하고 기상 분석을 통해 향후 오염물질 확산 경향이나 오염원의 위치를 파악 할 수 있는 모델링체계이다. 이를 위해서는 필수적으로 동남권의 현실을 반영한 오염원 구성물질 성분비(Source profile), 배출목록, 입력자료의 가공 체계 확립 등이 필요하다.