

요 약 문

I. 제목

“용인시 대기환경 개선방안 연구”

II. 연구의 목적 및 필요성

정부는 최근까지 청정 연료전환, 배출허용기준 강화 등 다각적인 정책노력으로 SO₂, CO, TSP 등의 대기오염물질에 대한 환경기준 달성과 같은 괄목할 만한 성과를 얻고 있다. 하지만 NO₂, O₃, 미세먼지 (PM₁₀) 등의 선진국형 대기오염물질은 오히려 증가하고 있는 추세이다. 이러한 물질은 산업활동, 자동차 등의 인위적인 오염원에서 주로 배출되고, 대기 중 반응에 의해 생성되는 2차 오염물질들로 농도저감이 매우 어려운 물질들이다. 따라서 대기환경 개선방안을 마련하기 위해서는 정확한 대기오염물질 배출량 자료를 토대로 오염물질의 배출, 이류 및 확산 (advection and diffusion), 반응, 침적 (deposition) 등 일련의 과정들을 고려한 대기질 모형 (air quality model)을 적용하여야 하며, 개발계획 등을 고려한 미래배출량 및 대기질 예측이 필요하다. 이와 더불어 각종 대기 오염배출원에 대한 합리적인 관리방안을 마련하기 위해서 일반대기 환경에서의 실측자료를 토대로 오염원의 기여도 (source contribution)를 추정하여 원인을 규명할 필요가 있으며 이를 위한 수용방법론 (receptor method) 적용을 위한 연구가 필요하다.

본 연구의 대상지역인 용인시는 빠른 도시화로 인구가 급증하고 있으며, 수도권 남부에 위치한 교통의 요충지대로 도시대기의 질적 변화가 예상된다. 현재 용인시는 대기환경보전법의 규정에 따라 “대기환경 규제지역”으로 지정·고시 (환경부 고시 제97-51호, '97. 7. 1)되어 있으며, 또한 『수도권 대기환경개선에 관한 특별법 제2조』에 의거 “대기 관리권역”으로 대기오염총량제가 적용되는 지역이다. 이런 배경에서 용인시의 기존의 정책방안 및 개발계획 등을 검토하고 용인시 지역특성에 맞는 대기관리방안을 마련함으로써 대기질을 개선하고 시민들의 삶의 질을 제고할 필요성이 대두되고 있다.

III. 연구의 내용 및 범위

본 연구는 용인시에서 지속적인 도시 발전에 따라 야기되는 여러 가지 대기환경 변화에 대응하여, 합리적인 대기환경 관리방안을 도출하고자 한다. 또한, 시민들이 건강하고 쾌적한 생활을 영위할 수 있도록 용인시 대기환경 개선방안을 제안하고자 한다. 용인시 대기환경을 개선하기 위하여, 우선 인구, 오염원 등의 각종 현황을 조사·분석하여 대기환경에 관한 종합평가를 수행하고, 특히, 용인시에 위치한 대기오염측정망 자료를 이용하여 용인시의 일반 대기오염물질 현황을 분석하고자 한다. 또한, 본 연구지역에서 채취하여

분석된 분진시료를 수용모델에 적용하여 오염원을 확인하며 용인시 대기오염물질의 배출량을 조사한 후, 분산모델을 이용하여 미래의 배출량을 예측하고자 한다. 분석된 결과를 토대로 용인시 대기오염물질의 저감을 위한 관리방안 등을 제시할 것이다.

1. 용인시 대기질에 대한 현황조사 및 화학적 특성 분석

용인시 대기질을 파악하기 위하여 연구지역의 일반현황 뿐만 아니라 대기오염물질로 규정되어 있는 항목에 대한 조사를 수행하였다. 또한, 2007년 5월부터 2008년 4월까지 용인시에 위치하고 있는 경희대학교 국제캠퍼스에서 PM₁₀의 특성분석을 위하여 무기원소, 이온성분, 탄소성분에 대한 분석을 실시하였다.

2. 대기오염 배출량 조사 및 분산모델을 이용한 미래 대기질 예측평가

2004년 CAPSS 자료를 이용하여 용인시에 위치하고 있는 오염원에 대한 배출량을 조사하였다. 이를 바탕으로 2014년까지 미래 대기질을 예측하였으며, ISCLT3 모델을 이용하여 배출오염물질에 대한 영향을 평가하였다.

3. 수용모델을 이용한 오염원의 확인과 기여도 분석

본 연구지역에 영향을 미치는 PM₁₀의 오염원을 확인하고 그에 대한 기여도를 평가하기 위하여 수용모델을 이용하였다. 수용모델 중에서 양행렬 인자분석법인 PMF (Positive Matrix Model)을 적용하여 연구를 수행하였다. 또한, 인체에 침투하여 건강에 심각한 영향을 미치는 PM_{2.5}에 대한 기여도 평가도 수행하였다.

4. 용인시 대기환경 개선방안 제안

본 연구에서 수행된 용인시의 배출량 분석, 분산모델을 이용한 미래대기질 예측평가, 수용모델을 통하여 확인된 오염원의 기여도 평가 자료를 바탕으로 용인시 대기환경에 대한 개선방안을 마련하고자 하였다.

IV. 연구결과

1. 용인시 대기질 현황 및 화학적 특성 분석

본 연구지역의 대기현황을 파악하기 위하여 용인시에 설치되어 있는 대기오염자동측정망에서 측정된 자료를 분석하였다. 분석항목은 SO₂, NO₂, O₃, CO, PM₁₀ 이며, 2007년에 각각 연평균 농도 0.006 ppm, 0.03 ppm, 0.02 ppm, 0.7 ppm, 58 µg/m³를 나타내었다. PM₁₀을 제외한 4개 항목은 해당 오염물질의 연평균 대기환경기준을 만족하였지만, PM₁₀은 연평균기준을 초과한 것으로 조사되었다. 또한 최근 8년간의 PM₁₀ 연평균 농도를 분석한 결과, 2007년에 개정된 PM₁₀의 연평균기준과 비교 시 매년 초과하는 것으로 나타났다. 하

지만 최근 3년간의 자료에서 PM₁₀의 농도가 다소 감소하는 경향을 보였다.

또한, 대기환경의 물리·화학적 특성을 파악하기 위하여 2007년 5월부터 2008년 4월까지 본 연구지역내에 위치한 경희대학교에서 시료를 채취하였으며, PM₁₀의 농도경향 및 무기원소, 이온성분, 탄소성분에 대하여 분석하였다. 본 연구지역에서 채취된 시료의 PM₁₀ 농도 경향분석 결과, 연구기간 동안 측정된 PM₁₀의 연평균농도는 70.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 분석되어 대기오염측정망에서 측정된 자료보다 다소 높음을 확인할 수 있었다. 무기원소의 특성을 파악하기 위하여 분석된 원소항목은 Ag, Al, Mn, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Si, Ti, Ba으로 총 14개 항목에 대하여 분석을 실시하였다. 14개의 원소 중에서 Fe, Al, Si, Zn 등은 측정기간 중 비교적 높은 농도 값을 나타내었다. 측정기간 동안 PM₁₀ 중 무기원소가 차지하는 비율은 2.8%로 나타났다. 또한, 이온성분의 특성을 파악하기 위하여 Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} 의 총 8개 성분을 분석하였다. 각각의 이온성분에 대한 평균농도는 SO_4^{2-} 9.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_3^- 9.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NH_4^+ 4.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ca^{2+} 1.89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cl^- 1.43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Na^+ 1.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, K^+ 0.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Mg^{2+} 0.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 탄소성분의 경우, OC (OC1, OC2, OC3, OP)와 EC (EC1, EC2, EC3)를 분석하였다. OC는 2007년 11월 7일 28.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 나타났고, 2007년 7월 1일 1.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮게 나타났다. EC는 2007년 11월 4일 10.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 나타났고, 2007년 7월 1일 0.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮게 나타났다. 전체평균 농도로 OC의 농도는 8.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, EC의 농도는 2.94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다.

2. 배출량 조사 분석 및 미래 대기질 예측평가

용인시 지역을 대상으로 관리권역 설정 및 목표기준 달성을 위한 배출총량산정을 위해 환경부의 대기보전정책수립지원시스템 (CAPSS: Clean Air Policy Support System)의 2004년 배출량 자료를 이용하여 본 연구지역의 배출원 분포현황 및 특성을 분석하였다. 총 11개의 대분류체계로 분류하여 분석한 결과 NO_x는 도로이동 오염원이 58.1%, SO_x는 비산업 연소가 34.2%, PM₁₀은 비산먼지를 포함한 도로이동 오염원이 95.9%, VOCs는 유기용제사용이 81.1%로 높은 비율을 보였다. 그리고 총 5개의 오염원으로 분류하여 분석한 결과 NO_x는 도로오염원이 58.1%, SO_x는 면오염원이 47.9%, PM₁₀은 도로오염원이 95.9%, 그리고 VOCs는 면오염원이 85.7%로 높은 배출 기여율을 보였다.

또한 2004년 배출량을 기준년도 배출량으로 설정하고, 성장계수 (growth factor)와 규제관리계수 (control factor)를 적용하여 2005~2014년까지의 미래배출량을 예측하였다. 대기오염물질 CO, NO_x, SO_x, PM₁₀, VOC를 대상으로 배출량 전망 시 분류 기준은 CAPSS의 배출원별 분류기준 중 대분류 기준에 따라 에너지산업연소, 비산업연소, 제조업연소, 생산공정, 에너지수송 및 저장, 유기용제 사용, 도로이동오염원, 비도로이동오염원, 폐기물 처리 등 총 9가지 배출원으로 분류하여 전망하였다. 예측한 결과 전반적으로

2014년까지 기준년도에 비해 소폭 감소하거나 증가할 것으로 사료된다. 특히 CO, PM₁₀의 증가율이 클 것으로 예상된다. 배출원 중 도로이동오염원과 비도로오염원을 제외한 나머지 배출원에서는 배출량이 지속적으로 감소할 것으로 예측하였다.

3. PMF 모델에 의한 오염원의 확인 및 기여도 분석

PMF 모델을 이용하여 용인시에 위치한 경희대학교 국제캠퍼스에서 실시한 PM₁₀의 오염원은 총 10개로 분류되었다. 또한, PM_{2.5}에서는 총 12개의 오염원이 확인되었다. PM₁₀과 PM_{2.5}에 대한 배출 기여도는 다음과 같다. 먼저 PM₁₀의 오염원을 살펴보면, 기름연소 오염원 8.0%, 생체량 연소 오염원 (biomass burning source) 7.3 %, 석탄연소 오염원 1.8%, 산업관련 오염원 10.3 %, 2차 황산염 오염원 13.8%, 2차 질산염 오염원 17.7%, 토양관련 오염원 21.2%, 디젤자동차 오염원 9.6%, 가솔린자동차 오염원 4.6%, 해염오염원 (sea salt) 5.8%로 나타났다. 토양관련 오염원이 단일 오염원으로는 가장 높은 기여도를 보였다. 2차 오염물질의 기여도는 31.5%로 전체의 1/3의 비율을 차지하는 것으로 분석되었다. 또한, 자동차 오염원의 기여도는 14.2%를 차지하였다. PM_{2.5}의 경우, 기름연소 오염원 11.3%, 생체량 연소 오염원 8.8%, 석탄연소 오염원 7.4%, 산업관련 오염원 13.5%, 2차 황산염 오염원 15.1%, 2차 질산염 오염원 5.2%, 토양관련 오염원 19.7%, 디젤자동차 오염원 5.8%, 가솔린자동차 오염원 4.7%, 버스/고속도로 오염원 3.4%, aged sea salt 오염원 1.0%, Cl-rich 오염원 4.14%로 나타났다. PM₁₀에서 확인된 오염원 이외에도 버스/고속도로 오염원, aged sea salt 오염원, Cl-rich 오염원이 추가로 분리되었다.

4. 용인시 대기오염 관리방안 제안

미세먼지 저감을 위해서는 환경전문인력을 활용하여 지역산업체에서 방출되는 1차 입자상물질을 직접적으로 규제 관리하여야 하며, 더불어 광화학반응으로 생성되는 2차분진의 추가적인 동향을 감시하고 관리하여야 한다. 또한 현행 먼지의 배출허용기준을 TSP 기준에서 입경을 고려한 PM₁₀ 기준으로 변경하는 법적인 제도개선이 반드시 필요하다. 도로 비산먼지의 배출을 줄이기 위해서는 청소차량의 확충뿐만 아니라 보도청소 강화 및 가로화단 조성 확대가 필요하며, 비포장 도로의 포장 및 나대지 녹화 등의 관리대책이 추진되어야 한다. 한편, 불법소각을 포함한 생체량 연소의 오염기여도가 매우 높은 바, 시민의 홍보, 계몽, 인센티브 제공 등의 정책 및 관리대책이 필요하다.

한편, 지자체 경계를 넘나드는 오염물질에 의한 영향이나 장거리 이동에 대한 평가를 위하여 지자체간 및 국가간 대기오염관리 및 개선방안 공조가 필요하며, 지자체간 영향을 정확하게 판단하기 위한 근거자료 마련을 위해서는 해당지역에 대한 수용모델 모니터링 확대가 필요하다.

자동차 배출가스 및 차량발생 입자의 인체 유해성을 고려한다면 차량의 배출규제 역시 지속적으로 필요하다. 철저한 배출가스 규제강화 및 교통시스템의 효율적인 관리를 통해 도로오염원에 의한 배출가스 저감을 효과적으로 이룰 수 있다. 그러나 저감효율대비 차량오염원에 대한 과도한 저감비용 및 관리비용의 지출을 지양할 필요가 있다. 현행 경기도의 NO_x 대기환경기준 (0.04 ppm/년)이 국가기준 (0.03 ppm/년) 보다 약해 대기 중 NO_x의 효과적인 관리에 어려움이 따른다. 따라서 현행 경기도 NO_x의 환경기준을 국가대기환경기준 수준으로 강화하여야 한다. 본 연구지역의 경우 광범위한 지역으로 모든 차량에 대한 대책이 어려우므로 자동차 배출가스 저감대책을 실시할 수 있는 중점적 관리대상 차량의 지정이 필요하다. 또한, 도심내부에는 자전거이용을 제안한다. 자전거 이용을 활성화하기 위해 자전거 도로 및 보관시설의 확충이 필요하다. 또한, 도심 자전거 도로 연계체계가 구축되어야 하며 지하철 환승을 위한 자전거 이용 활성화 대책이 추진되어야 한다

마지막으로 가정용이나 관공서 등의 업무용, 난방용 에너지 사용을 저감하기 위한 방안을 홍보하여 적극적인 참여가 이루어지도록 하고, 청정연료의 사용을 확대하도록 유도할 필요가 있다. 공용시설이나 민간건축물 등의 신축 시에 태양열 및 태양광 시스템을 설치, 확대하는 방안을 강구할 필요가 있다. 용인시 내에 신축되는 공동주택이나 주거복합건물, 업무용 건물, 학교, 판매 및 숙박시설 등의 인허가시에 친환경 건축물 인증기준을 준수하도록 유도하여, 에너지 사용량을 원천적으로 저감시키도록 한다.

V. 연구결과와 활용계획

- 용인시 대기오염물질 배출특성과 2차 에어로졸 발생의 종합적인 해석을 통해 대기오염물질 저감방안의 기초자료로 활용할 수 있음.
- 용인시의 미세먼지 및 미세분진 (PM₁₀ 및 PM_{2.5})의 특성을 규명하므로 지역간 환경문제 분쟁발생 시 적극적인 대응자료로 활용할 수 있음.
- 향후 용인시 대기환경 관리를 위한 환경정책 수립 시 우선순위 결정에 있어서 중요한 자료로 활용될 것으로 사료됨.
- 『수도권 대기환경개선에 관한 특별법』에 의한 시행계획 수립 시 대기환경개선에 필요한 종합적이고 합리적인 자료를 제공함.

SUMMARY

I. Title

“A study on the improvement plans for ambient air quality in Yongin City”

II. Objectives and Necessity

Rapid industrialization and urbanization are main issues affecting serious air pollution problems that cause respiratory illness, visibility, and damage to plants and animals. Despite of the efforts to improve air quality since the 1990's, ambient air quality is constantly deteriorated. The purpose of this study was to suggest an effective control strategy for improving ambient air quality in Yongin City, where is one of the fastest developing regions in Gyeonggi Province.

The study initially investigated current environmental conditions and the ambient air quality of Yongin City to extensively understand the study area. In addition, the study predicted emissions of major ambient air pollutants, collected PM₁₀ and PM_{2.5} samples from May, 2007 to April, 2008, and analyzed inorganic elements, ions, and carbon species contained in PM₁₀ and PM_{2.5}. Based on these raw data, dispersion and receptor models were intensively applied to assess environmental impact and to obtain source characteristics and their contributions. This study will help to provide basic information when planning a control policy for ambient aerosol by reviewing characteristics of emissions and comprehensive analyses for PM₁₀ and PM_{2.5} samples, and to establish environmental plans for improving air quality of Yongin city.

III. Study Contents and Scopes

The study tried to suggest reasonable management plans for improving ambient air quality in Yongin City where experiencing many environmental difficulties by according to rapid and steady urban development. To control air quality in the area, this study investigated current conditions of Yongin City such as population condition, geological condition, and so on. Especially, the study statistically analyzed ambient air quality for criteria air pollutants by using monitoring data obtained from 3 monitoring sites in Yongin City. Furthermore this study analyzed

inorganic elements, ions, and many carbon species in PM₁₀ and PM_{2.5} samples collected by a high volume air sampler. The sampler was operated at Kyunghee university, Global Campus located in the border area of Suwon and Yongin City. Based on the data, various physicochemical properties of PM₁₀ were studied. Besides emissions for each man-made source were estimated to assess future air quality by a source oriented dispersion model. Finally, since controlling air emission sources is most effective way to attain the ambient air quality standard, our study quantitatively estimated the contribution of PM₁₀ and PM_{2.5} sources by applying a receptor model.

IV. Study Results

Criteria air pollutants obtained from monitoring sites were SO₂, NO₂, O₃, CO, and PM₁₀. The basic statistical results showed that annual average concentrations of SO₂, NO₂, O₃, CO, and PM₁₀ were 0.006 ppm, 0.03 ppm, 0.02 ppm, 0.7 ppm and 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2007, respectively. The levels of all the pollutants except PM₁₀ satisfied the annual average standard. The average concentrations of PM₁₀ have exceeded since 2000 based on the revised annual standard of 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Particulate samples were collected from May, 2007 to April, 2008 to characterize physicochemical properties of PM₁₀ at Kyunghee University. The inorganic elements (Ag, Al, Mn, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Si, and Ba) were analyzed by an ICP-AES after performing proper pretreatments of each sample. The ion elements (Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Ca²⁺, and Mg²⁺) were analyzed by an IC. Also, carbon species (OC1, OC2, OC3, OC4, OP, EC1, EC2, and EC3) were analyzed by a DRI/OGC analyzer.

The general levels of crustal inorganic elements like Fe, Al, Si, and Zn were higher than anthropogenic elements like Cd, V, and Ti. The average mass fraction of the total sum of inorganic elements to the PM₁₀ mass was 2.9% during the study period. The average concentrations of ions were SO₄²⁻ 9.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₃⁻ 9.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NH₄⁺ 4.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ca²⁺ 1.89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cl⁻ 1.43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Na⁺ 1.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, K⁺ 0.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and Mg²⁺ 0.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. In addition, the average concentrations of EC and OC were EC 2.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and OC 8.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively.

This study used the emission data of CAPSS (Clean Air Policy Support System, 2004) for the Yongin City to classify air emission sources and to analyze their

properties. The results showed that the major emission source and highest mass contributions for each air pollutant, which was calculated by summing up all the emissions from the categorized 11-large groups, were as follow; 58.1% of NO_x from road and vehicle source, 34.2% of SO_x from non-industry combustion source, 95.9% of PM₁₀ from mobile source including road dust emission, 81.1% of VOCs from organic-solvent source, respectively. When emission sources were classified into 5 inventory sources, the major emission source and highest mass contributions for each air pollutant were as follow; 58.1% of NO_x from mobile source, 47.9% of SO_x from area source, 95.9% of PM₁₀ from road and vehicle source, 85.7% of VOCs from area emission source, respectively.

Based on the chemical information of particulate matters, the PMF model was applied to estimate the quantitative contribution of air pollution sources. The optimal parameters for performing modeling were determined by a trial and error process. After performing PMF modeling, a total of 13 sources were identified and their contribution were intensively estimated. There were a total of 10 sources in PM₁₀ and a total of 12 sources in PM_{2.5}. The average contributions of PM₁₀ emitted from each source were as follows: 8.0% from oil combustion source, 7.3% from biomass burning source, 1.8% from coal combustion source, 10.3% from industrial related source, 13.8% from secondary sulfate source, 17.7% from secondary nitrate source, 21.2% from soil related source, 9.6% from diesel vehicle source, 4.6% from gasoline vehicle source and 5.8% from sea salt source, respectively. Furthermore, the average contributions of PM_{2.5} emitted from each source were as follows: 11.3% from oil combustion source, 8.8% from biomass burning, 7.4% from coal combustion source, 13.5% from Industrial related source, 15.1% from secondary sulfate source, 5.2% from secondary nitrate source, 19.7% from soil related source, 5.8% from diesel vehicle source, 4.7% from gasoline vehicle source, 3.4% from bus/highway source, 1.0% from aged sea salt source and 4.2% from Cl-rich source, respectively. As a conclusion, this study provides information on the major sources affecting ambient air quality in the receptor site, Yongin-City, and thus it will help to maintain and manage the ambient air quality in this study area by suggesting reliable control strategies for relating sources.

V. Future plans to use the results

- Providing basic information when planning a control policy for ambient aerosol by reviewing characteristics of emissions and comprehensive analyses for secondary aerosol generations
- Providing fundamental data bases when dealing with environmental disputes among neighboring regions near Yongin City
- Utilizing our study results when deciding environmental priority to establish effective management of ambient air quality in the future
- Providing comprehensive and reasonable data bases to deal with various regulations required by the MOE

CONTENTS

Summary (Korean)	i
Summary (English)	vi
Contents	x
Chapter 1. Introduction	2
1. Research Objectives and Necessity	2
2. Research Contents and Scope	3
2.1 Research Contents	3
2.2 Research Scope	3
3. Research Procedures	6
Chapter 2. Current Environmental Conditions of the Yongin City	7
1. Current Conditions	8
1.1 Population Condition	8
1.2 Geological Condition	11
1.3 Road and Traffic Condition	14
1.4 Industrial Condition	18
1.5 Meteorological Condition	20
Chapter 3. Survey of the Ambient Air Quality in Yongin City	22
1. Current Levels of Air Pollutants	23
1.1 Air Pollution Monitoring System	23
1.2 Current Ambient Air Quality Standards	24
1.3 Current Ambient Air Quality	26
2. Physicochemical Analyses of PM ₁₀	37
2.1 Sampling Sites and Methods	37
2.2 Analytical Methods	38
2.3 Physicochemical Analyses	45
Chapter 4. Predicted Air Quality of Yongin City	64

1. Estimation of Air Pollutants' Emissions	65
1.1 Classification and Definition of Emission Sources	65
1.2 Limited Scopes of Emission Sources	66
1.3 Classification System for Emission Sources	67
1.4 Calculated Emissions for Criteria Air Pollutants	69
2. Survey of Growth and Limiting Factors	73
2.1 Prediction Methods for Air Pollutants' Emission	73
2.2 Results of Predicted Emissions	80
3. Assessment of Future Air Quality	89
3.1 Summary of Assessment Methods	89
3.2 ISCLT – Dispersion Modeling	90
3.2 Prediction of Future Air Quality	94
Chapter 5. Source Apportionment Study by Receptor Modeling	97
1. Receptor Methodology	98
2. Application of Receptor Models	99
2.1 PMF Model	99
2.2 CPF Model	102
3. PMF Modeling Results	103
3.1 Preparation of Input Data	103
3.2 PMF Modeling Processes	107
3.3 Confidence Test for the PMF results	108
3.4 Identifying and Estimating Source Contributions of PM ₁₀ and PM _{2.5}	109
3.5 Tracing Locations for Each Emission Source	118
Chapter 6. Improvement Plans of Ambient Air Quality in Yongin City	121
1. Current Environmental Laws and Policies	122
2. Suggestions for improving ambient air quality	130
Chapter 7. Conclusions and Suggestions	137
Chapter 8. References	141

목 차

요약문	i
SUMMARY	vi
CONTENTS	x
제 1 장 서 론	2
1. 연구의 목적 및 필요성	2
2. 연구의 내용 및 범위	3
2.1 연구내용	3
2.2 연구범위	3
3. 연구수행체계	6
제 2 장 용인시 일반현황 조사	7
1. 일반현황 조사 및 분석	8
1.1 인구현황	8
1.2 토지현황	11
1.3 도로·교통현황	14
1.4 산업활동현황	18
1.5 기상현황	20
제 3 장 용인시 대기환경 조사 및 분석결과	22
1. 일반 대기오염물질 현황 조사 및 분석	23
1.1 대기오염측정망 현황	23
1.2 대기환경기준 현황	24
1.3 대기오염도 현황	26
2. 미세먼지의 물리·화학적 특성 분석	37
2.1 측정지점 및 시료채취방법	37
2.2 시료분석방법	38
2.3 물리·화학적 특성 분석	45
제 4 장 용인시 미래대기질 예측 평가	64

1. 대기오염 배출량 조사	65
1.1 배출원 구분 및 정의	65
1.2 배출원 산정범위	66
1.3 배출원 분류체계	67
1.4 오염물질별 배출량 현황	69
2. 성장계수·제한요소 조사	73
2.1 대기오염물질 배출량 전망방법	73
2.2 배출량 전망 결과	80
3. 미래 대기질 예측 평가	89
3.1 미래 대기질 예측 개요	89
3.2 대기오염 분산모델링	90
3.3 대기질 전망	94
제 5 장 수용모델을 이용한 미세먼지 기여도 분석	97
1. 수용방법론	98
2. 수용모델의 적용	99
2.1 PMF 모델	99
2.2 CPF 모델	102
3. PMF 모델링 결과	103
3.1 PMF 모델링 입력자료 구축	103
3.2 PMF 모델링 과정	107
3.3 PMF 모델링의 신뢰도 평가	108
3.4 PM ₁₀ 및 PM _{2.5} 에 대한 오염원 확인과 기여도 추정	109
3.5 오염원의 위치 확인	118
제 6 장 용인시 대기환경 개선방안	121
1. 현행 대기환경 정책	122
2. 대기환경 개선방안 제안	130
제 7 장 결론 및 제안	137
제 8 장 참고문헌	141